

---

# 「해양로봇ICT융합기술 개발사업」 기획연구 보고서

---

2018. 06. 20





---

요 약 문

---



# 1. 사업 개요

---

## □ 사업기간 및 총 사업비

- (총 사업비) 1,821억원(국고 1,625억원, 민간 196억원)
- (사업기간 및 수행기관) 2020년~2024년, 해양수산부

## □ 사업목적

- 해양의 지속가능성 유지를 위해 ICT융합 기반 무인 해양로봇의 개발을 통한 해양에서 발생하는 다양한 이슈에 효율적인 대응

## □ 사업목표

- 해양관리역량 강화를 위한 ICT융합 해양로봇 개발 및 활용기반 구축

## □ 사업비전

- 첨단 ICT 기술을 활용한 해양개발강국 실현

## □ 사업내용

- (사업범위) 해양의 현재 상태 진단·평가를 위해 필요한 ①해양관측정보 생성 및 해양 인명·오염 피해 최소화를 위한 ②해양사고 신속대응에 활용 가능한 해양로봇개발과 해양로봇의 운용기술 개발
- (사업명) 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업
  - 국내 외해·심해의 정확도 높은 해양데이터를 지속적으로 수집할 수 있는 해양로봇을 포함한 장비 개발 및 수집정보의 실시간 제공, 개발된 해양로봇의 실해역 운용성을 검증

## 2. 사업 추진 배경 및 필요성

---

### 1. 사업추진 필요성

- 4차 산업혁명 사회 도래에 따른 무인이동체 활용 영역 확대 및 관련 융합기술 수요증가
  - 4차 산업혁명 시대, 단기적·소모적 연구에서 벗어나 시장·산업 구조의 혁신을 창출하는 기초과학·연구의 중요성이 강조되고 있고 산업현장의 자동화, 스마트화를 통한 효율성 향상이 이슈로 제기됨
    - 전 세계적으로 급격한 자원고갈, 기후변화, 도시화, 글로벌화로 인해 생활편의성 및 국민 안전보장을 위한 국가적인 대응 필요성 증가
  
- 글로벌 무인이동체 시장성장에 따른 기술 선진국의 시장선점 활동 증가
  - 현재 글로벌 무인이동체 시장규모는 2017년 현재 424억 달러이며, 시장수요 증가로 인해 2030년 2,742억 달러 규모로 증가될 것으로 예상됨
    - 그리고 세계 무인수중로봇 시장규모는 2014년 20억 6천만 달러규모에서 연평균 20.6% 상승하여 2019년 52억 8천만 달러 규모가 예상됨
  - 해외 기술선도국의 기업들은 자체적으로 보유된 기술을 기반으로 관련 핵심기술 개발에 많은 투자를 진행하여 고부가가치 시장 선점에 노력 중임
    - 군수 무인로봇 관련 제조사, 글로벌 IT기업, 전기전자·가전·소프트웨어 기업들이 기술력을 바탕으로 적극적인 시장 진출이 심화되고 있음
    - 선도기업들은 완제품 시장 보다는 핵심부품, 제품-서비스 결합 등 고부가가치 시장 경쟁력 우위 선점을 위한 노력 강화
  
- 국내 관련 산업의 영세성과 기술기반 부족으로 인한 글로벌 트렌드 대응 미흡
  - 2016년 기준 국내 로봇 및 무인이동체 시장규모는 글로벌 전체 시장규모의 약 2.7% 수준이며, 핵심기술 부족으로 산업의 혁신성장기반이 취약함

- 무인이동체 시장규모는 8.79억 달러로 글로벌 시장(325.5억 달러)의 2.7% 수준
- 국내 해양로봇 및 장비 관련 산업은 기타 해양기기·장비제조업이며, 2015년 기준 기타 해양기기·장비제조업의 기업체 수는 58개로 업체당 연간 7.5억원 수준
- 국내 관련 기업들은 완제품 조립 및 일부 부품의 생산 능력을 보유하고 있으나 핵심기술 부재로 핵심부품의 경우 선진국 제품에 의존하고 있음
  - 현재와 같은 추세가 지속될 경우, 국내 기업의 기술역량 부족으로 인해 글로벌 기업과 국내 기업 간 기술종속, 부가가치 양극화가 우려됨

## □ 기후변화로 인한 해양환경 변화 심화

- 해양기후변화로 인한 이상기후의 발생은 국민안전의 심각한 위협 요인이 되고 사후 대응과정에서 막대한 사회경제적 비용 발생이 예상됨
  - 2016년 8월 중순~하순 폭염에 기인한 이상 고수온현상으로 양식생물 대량 폐사 발생
    - ※ 양식생물 피해는 약 6,083만 마리, 약 536억원 내외
- 기후변화로 인한 해수온 상승으로 새로운 생태계가 형성되고 있어 이에 따른 대비가 필요한 상황임

## □ 해양사고로 인한 국민안전 위협 증가

- 2006년부터 2015년까지 발생한 해양조난사고에서 선박피해는 2,740척, 인명피해는 18,835명이었으며, 선박피해는 연평균 약 14%, 인명피해는 연평균 약 16%가 증가하고 있고 2011년부터 2015년까지 해양오염사고는 매년 약 251건이 꾸준히 발생하고 있어 해양사고에 대한 적극적인 대비 필요

## 2. 사업추진의 시급성

### □ 국내 해양로봇 및 해양이동체 산업 활성화를 위한 중장기적 R&D 추진 필요

- 기존의 해양로봇 관련 기술이 상용화 단계까지 이르지 못한 이유는 로봇 및 장비의 안전성 및 효용성이 검증, 관련 기업의 영세성 등으로 연구소와 대학을 중심으로한 R&D 방식의 문제라고 판단됨
  - 관련 시장 경쟁력 강화를 위해서는 해양로봇 및 장비 현장수요에 부합되도록 의 목적성을 명확한 개발이 필요하며, 핵심부품 원천기술 개발이 필요하나 이러한 중장기적 접근이 부족함
  - 현재 다양한 목적으로 기술진화 관점에서의 수중로봇 개발에서 목적지향적인 기술개발을 통한 기술의 산업화 및 신규시장발굴을 목표로 발표된 MOVE 4.0 프로젝트에 부합하는 해양로봇 및 장비의 중장기 R&D 계획 필요

### □ 해양환경 변화 대응을 위한 신뢰성 높은 실시간 해양관측정보 생성 필요

- 기후변화로 인한 해양수산분야 피해예측 및 대응 시나리오를 마련하기 위해서는 정확하고 실시간성의 해양관측자료 생성이 필수요소이나 현재 생성되고 있는 해양관측자료로는 예산·인력의 한계로 부족한 상황
  - 현재 국립해양조사원, 해양환경관리공단, 기상청, 국립수산과학원, 한국해양과학기술원 등의 기관에서 해양과학조사, 해양환경변화, 해양관측, 기상예보, 어업·수산업 등 해양 관련 정보 생성 중
  - 조사주기가 길거나 지정된 정점에서 조사를 실시하고 있어 해양에서 진행되는 기후변화에 대응 자료로 활용되기 어려우므로 조사된 정보를 기후변화 예측에 적용하기 위해서는 조사항목의 다양화가 필요함

### □ 해양사고 피해 최소화를 위한 해양사고 신속대응 필요

- 해양에서 발생하는 사고는 접근성·비가시성 등 신속대응을 저해하는 요소들로 인해 대형 인명·환경사고로 확대될 가능성이 높음
  - 해양경찰청에 최근 3년간('14~'16) 접수된 사고 총 4,431건 중 1시간 이내 대응한 사고는 3,762건, 평균 대응률 85%로 조사됨



※ 주요원인 : 사고지점까지 이동거리, 대응면적대비 인력 및 장비 부족

- 넓은 해역을 감시하고 인간의 접근이 어렵거나 불가능한 해역에서 발생하는 해양사고에 신속하게 대응하기 위한 해양장비의 개발필요
  - 최근 남·서해안에서 발생한 어선 전복사고에서 사고선박의 위치를 파악하는 위치식별장비(AIS)문제로 사고이후 위치파악 사고대응에 문제 발생
  - 그리고 강한조류와 높은파도로 인해 생존자 구조 및 사체수습에 어려움 발생

### 3. 국고지원의 당위성

- 본 사업은 기존 해양로봇과 관련 기술역량을 확보한 대학, 연구소를 중심으로 초기 기술개발을 진행하고 개발된 기술을 기업에 이전하여 활용할 수 있도록 하는 구조를 갖추고 있어 기술역량의 집중과 산업활성화를 위해 국고지원이 반드시 필요함

- 국가주도 기술개발 및 개발된 기술의 이전을 통해 국내 기업의 기술역량 제고가 필요하며, 기업 자체적으로 시장을 개척할 수 있는 산업생태계 조성 지원 필요
  - 국내 해양로봇 및 해양장비 관련 산업은 중소기업 중심으로 구성되어 자체적인 기술역량 강화를 통한 산업활성화 및 신시장 개척이 어려움
    - 본 사업은 기존의 대학과 연구소에서 개발된 기술을 기업에 기술 이전하는 공성성이 높은 사업으로 국가의 지원이 타당함
  - 민간주도의 산업성장이 어려운 상황에서 미래 글로벌 시장 대응이 이루어지지 않아 발생하는 기술 잠식을 고려할 때 국가 차원의 지원이 반드시 필요
  - 무인해양로봇 개발을 위한 기술역량은 4차 산업혁명 시대에 요구되는 기술영역에 해당하므로 본 사업을 통해 개발되는 기술은 관련 연구자 뿐 아니라 타산업 분야에도 긍정적인 파급효과를 미칠 것으로 고려할 때 국가적 지원은 매우 타당

### 3. 사업 추진방향

#### 1. 사업 추진방향 및 R&D전략

□ 사업 추진방향

		기회(O)		위협(T)	
		외부환경		내부환경	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>해양로봇을 활용한 다양한 분야의 수요 증대</li> <li>해양로봇 수요 증대에 따른 해양로봇 관련 신산업 육성 기대</li> <li>해양로봇의 활용분야 다양화로 인해 신시장 개척의 가능성 가시화</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>해양공간개발과 관련하여 그동안 공공영역에서 R&amp;D가 진행되어 민간수요 부족</li> <li>해양사고 대응이 지연으로 대형인명·오염사고 확대</li> <li>해외 주요국의 시장점유 확대</li> <li>고부가가치 산업으로의 전환을 위한 연구개발 비용 증가</li> </ul>	
강점(S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양로봇과 관련된 연구인력 및 연구장비 등 인프라 확보</li> <li>해양 신산업 육성 및 기술역량 강화를 위한 국가적 지원강화</li> <li>해양관측분야 중심의 투자를 통한 기술 격차 해소 및 글로벌 선도 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(SO: 1) 기 확보된 원천기술의 기술이전을 통한 기업 기술역량 제고</li> <li>(SO: 2) 해양로봇 관련 신산업 육성 및 신시장 개척을 위한 R&amp;D 강화</li> </ul>	SO	ST	<ul style="list-style-type: none"> <li>(ST: 1) 해양사고 및 해양기후변화 등 이슈 대응 강화</li> <li>(ST: 2) 해외 주요국의 기술선점을 극복할 수 있는 R&amp;D 투자</li> </ul>
			WO	WT	
약점(W)	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업/기술/정책적 수요 중심의 기술개발 트렌드 변화 대응 미흡</li> <li>해역별 특성이 반영된 실시간 해양정보수집 미흡</li> <li>개발기술의 안전성 검증 미흡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(WO: 1) 해양로봇 관련 현장 수요가 반영된 목적 중심의 기술개발 추진</li> <li>(WO: 2) 해양의 효율적 관리를 위한 정부투자 강화</li> </ul>	WO	WT	<ul style="list-style-type: none"> <li>(WT: 1) 정부주도의 중장기적 R&amp;D 투자</li> <li>(WT: 2) 개발된 기술의 상용화를 위한 성능 검증 인프라 구축</li> </ul>

- SO전략(강점과 기회요인의 시너지 전략) 기 확보된 원천기술을 토대로 신산업 육성 및 신시장 개척을 위한 R&D 강화
  - 기존 해양로봇 및 해양장비 관련 원천기술을 확보하고 있는 대학과 연구소를 중심으로 기술개발을 추진한 후 기술이전을 통한 중소기업 연구역량강화

- ST전략(위협극복전략) 다양한 해양 관련 기존·신규이슈 대응력 강화
  - 사회적·환경적 이슈로 인해 해양로봇과 관련된 다양한 분야의 수요에 대응할 수 있는 기술개발 투자 강화
- WO전략(약점극복전략) 해양의 효율적 관리를 위해 해양에서 발생하는 문제의 진단·평가·대응을 위한 해양정보생성 신뢰성 확보 기여
  - 해양생태계의 변화, 해양 인명·오염 사고 등 해양 진단·평가 및 대응을 위한 실시간의 해양정보 생성을 위한 해양로봇의 개발로 과학적인 해양관리 역량강화 기여
- WT전략(위협회피전략) 정부주도의 산업적·과학적 수요가 반영된 목적형 사업을 통해 산업적 핵심역량을 확보하고 개발된 해양로봇 성능 및 안전성을 검증하여 기술개발 성과물의 현장 활용성 제고
  - 현재 민간주도의 시장형성이 어려우므로 정부주도형 시장구조 형성 이후에 기업의 기술개발 역량 제고를 통해 신규시장 형성

## □ R&D전략 도출

주요 동향		핵심 이슈	
<b>사회 동향</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화로 인해 한반도 주변해역의 변화 징후 가시화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해수면·해수온 상승, 해양산성화 증가</li> </ul> </li> <li>• 해양환경변화로 인한 이상기후발생</li> <li>• 접근성·비가시성으로 인한 해양사고 신속대응 저해</li> </ul>	⇒	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양건강성 위협 및 경제적 피해 발생               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 광범위한 해역의 적조 발생</li> <li>- 폭염으로 인한 고수온 발생</li> </ul> </li> <li>• 해양사고로 인한 국민안전 위협 증가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양 구난·오염사고의 피해확대</li> </ul> </li> </ul>
<b>정책 동향</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화 피해 가시화로 인한 분야별 피해대응 정책수립</li> <li>• 기후변화 부정적 영향 증가에 따른 국제사회의 적응 중요성 강조 및 관련 논의 심화</li> <li>• 4차 산업혁명으로 국가 성장 패러다임 전환</li> </ul>	⇒	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화로 인한 해양환경변화 대응 등 해양 관리를 위한 정책수립 정보 부족</li> <li>• 해양 분야 미래 신산업 창출 및 과학기술 역량 강화를 위한 해양장비개발 및 해양수산 정보 네트워크 구축 지원 필요</li> <li>• 인공지능 기반 수중로봇 등 해양장비 활용 기반구축 필요</li> </ul>

<b>기술 동향</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양공간 활용을 위한 다양한 기술적 능력 확보</li> <li>• 해양환경 위협 요인들의 다양화 및 영향력 증대</li> <li>• 해양관련 정보의 종합적인 관리 요구 증가</li> <li>• 공급자(개발자) 중심에서 수요자 중심으로 R&amp;D트렌드 변화</li> </ul>	⇒	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경통합 모니터링 및 기후변화·이상기후 예측·대응기술, ICT융합 데이터 공유플랫폼 구축 필요</li> <li>• 수중 환경센싱·작업 핵심기술개발 필요</li> <li>• 실시간 모니터링을 통한 해양관측·예측 기술 개발 및 정보시스템 구축 미흡</li> <li>• 공급자(개발자) 중심에서 수요자 중심의 기술 개발 추진</li> </ul>
<b>산업 동향</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기타 해양기기·장비제조업의 낮은 매출 규모</li> <li>• 국내 자체 R&amp;D 수행하는 해양산업체는 R&amp;D를 수행하지 않는 산업체에 비해 높은 매출을 보임</li> <li>• 국내·외 해양장비산업 증가 전망</li> </ul>	⇒	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시장선점을 위해 체계적 연구개발 및 상용화 전략 추진 시급</li> <li>• 지속적인 R&amp;D투자 및 기술역량 지원을 통해 매출신장 및 신산업 창출 가능</li> </ul>



**R&D 전략방향**

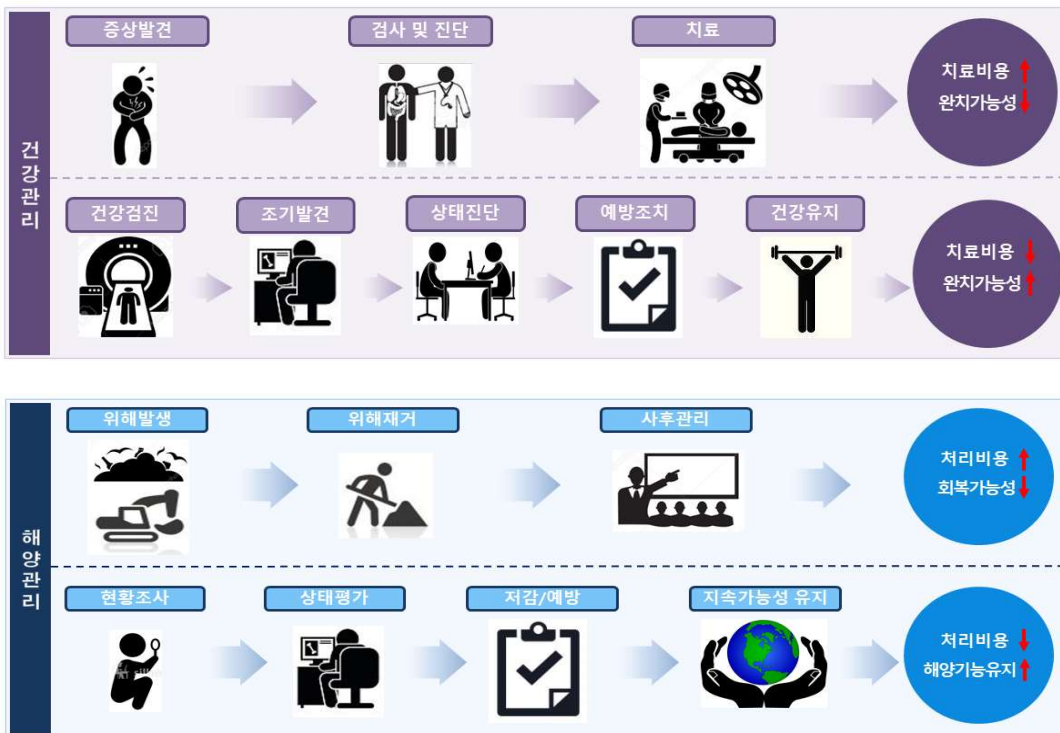
- **광역해양 관측 및 안전성 확보 로봇개발**
  - 고정형 관측소의 공간적 한계 극복이 가능한 국내 외해·심해 관측정보 생성을 위한 기반확보
  - 극한 상황에서도 해양감시정보의 신뢰도가 보장되고 신뢰도가 유지된 정보를 토대로 해양사고 대응력 강화 기술 확보
- **해양환경 및 생태계 모니터링 기술 고도화**
  - 국내 해양에서 일어나는 해양생태계변화를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 기술 확보
- **해양로봇 운용·제어 최적 해양통신 네트워크 구축**
  - 개발된 다수의 해양로봇을 효율적으로 제어하여 운용 효율을 제고하고 이를 통해 생성된 많은 양의 정보의 신속·정확한 전달을 위한 해양로봇 운용·제어 최적 해양통신 네트워크 구축

## 4. 사업 내용

### 1. 사업의 개요

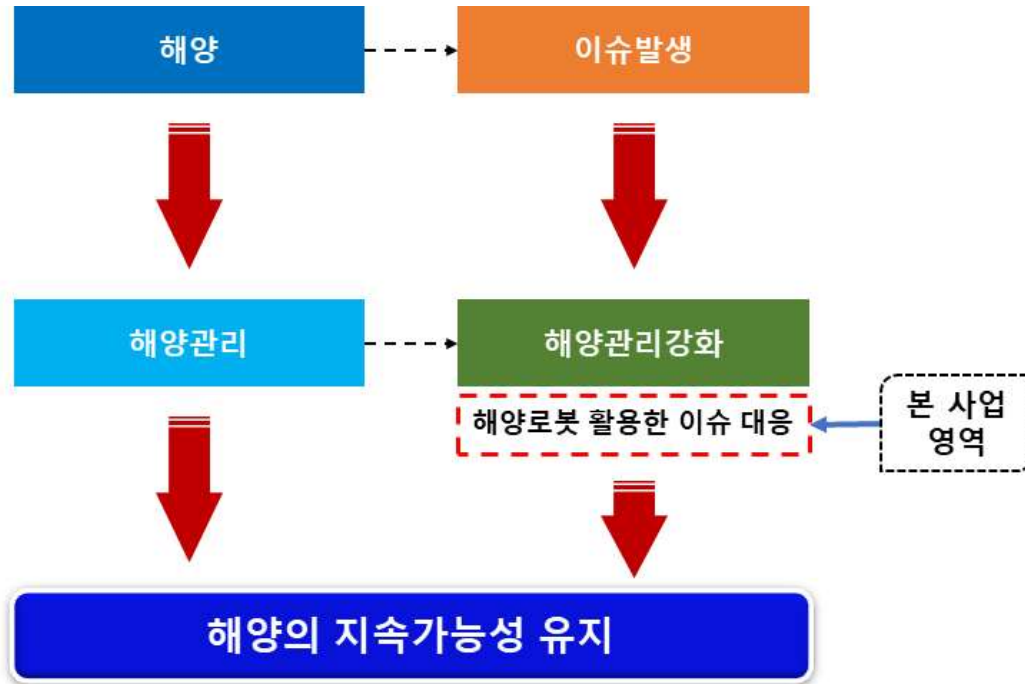
#### □ 사업 개념

- 본 사업은 무인 해양로봇의 개발을 통한 해양에서 발생하는 다양한 이슈에 효율적인 대응을 목적으로 하고 있으며, 본 사업에서는 해양관리를 해양의 지속가능성 유지를 위한 해양의 상태진단·평가 및 예측·대응 등의 행위로 정의함
- 그동안의 해양은 개발의 대상으로 인식되었으나, 2000년대 중반 국제적으로 해양을 포함한 환경의 지속가능성이 강조되면서 해양의 유지·보전을 위한 노력이 시작됨
  - 몸에 질환이 발생하여 증상이 나타났을 경우 치료시기를 놓쳐 치료가능성 저하 및 고비용이 발생하는 것을 대비하기 위해 건강검진 등의 건강관리를 실시하듯 해양의 지속가능성 유지를 위해서는 상태진단·평가 및 예측·대응의 해양관리가 필수적임



## □ 사업의 영역

- 본 사업의 영역은 해양에서 발생하는 이슈를 해양로봇을 활용하여 대응하는 것으로 다양한 이슈 중 해양생태계 유지·보전 및 해양 인명사고 대응에 활용이 가능한 해양로봇의 개발과 개발된 해양로봇의 운용기술을 개발하는 것으로 영역을 한정함



## □ 사업의 범위

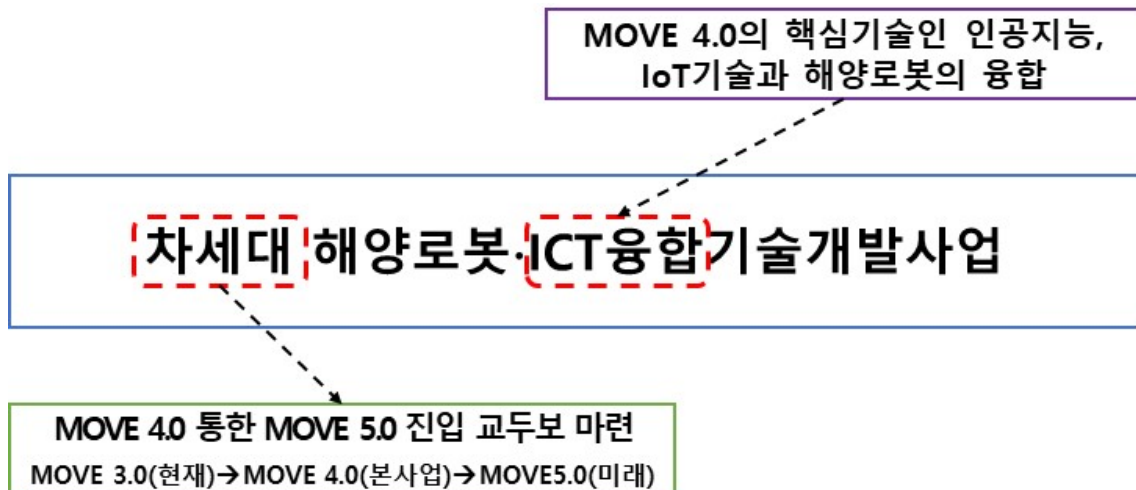
- 본 사업은 국내 동해·서해·남해에서 발생하는 해양생태계 변화에 대한 명확한 진단·평가 및 해양사고에 효과적인 대응을 위해 해양관측정보생성 및 해양 인명사고에 활용이 가능한 해양로봇을 개발하고 개발된 해양로봇의 활용성 제고를 위한 운용기술 개발을 범위로 설정함
  - (공간적 범위) 국내 영해를 포함한 배타적 경제수역까지를 공간적 범위로 설정
  - (시간적 범위) 2020년부터 2024년까지 총 5년간 사업 진행
  - (기술적 범위) 해양 지속가능성 유지를 위한 저감·예방 대책은 정확한 조사를 통해 얻어진 해양정보를 토대로 이루어지는 진단·평가가 선행되어야 함
- 본 사업의 기술적 범위는 해양의 현재 상태 진단·평가를 위해 필요한 ①해양관측정보 생성 및 해양 인명·오염 피해 최소화를 위한 ②해양사고 신속대응에 활용 가능한 해양로봇개발과 해양로봇의 운용기술 개발



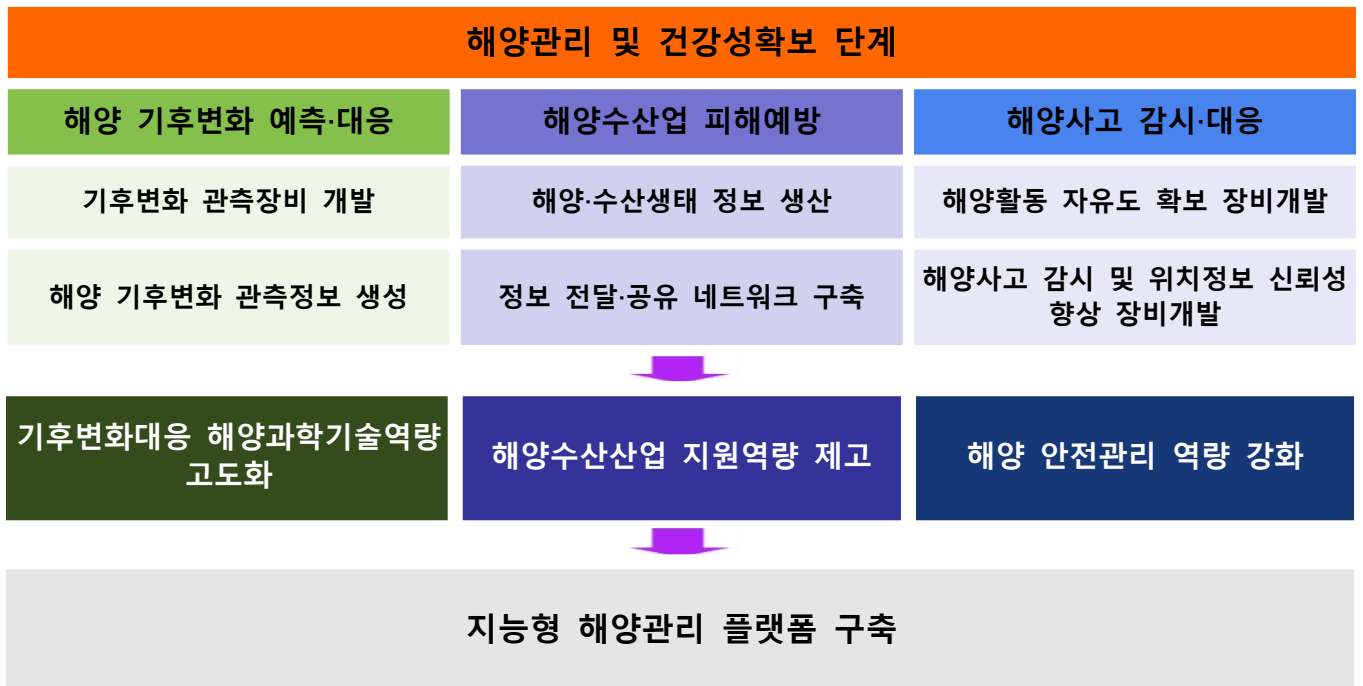


□ 사업명 : 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업

- 본 사업은 국내 외해·심해의 정확도 높은 해양데이터를 지속적으로 수집할 수 있는 해양로봇을 포함한 장비 개발 및 수집정보의 실시간 제공, 개발된 해양로봇의 실해역 운용성을 검증하는 사업으로 정의됨
- 본 사업명은 ‘차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업’으로 2017년 해양수산부에서 발표한 해양장비 분야의 R&D 투자 효율성을 제고하기 위한 중장기 로드맵실용화 프로젝트인 ‘MOVE 4.0 프로젝트’에 부합되도록 사업명을 선정함



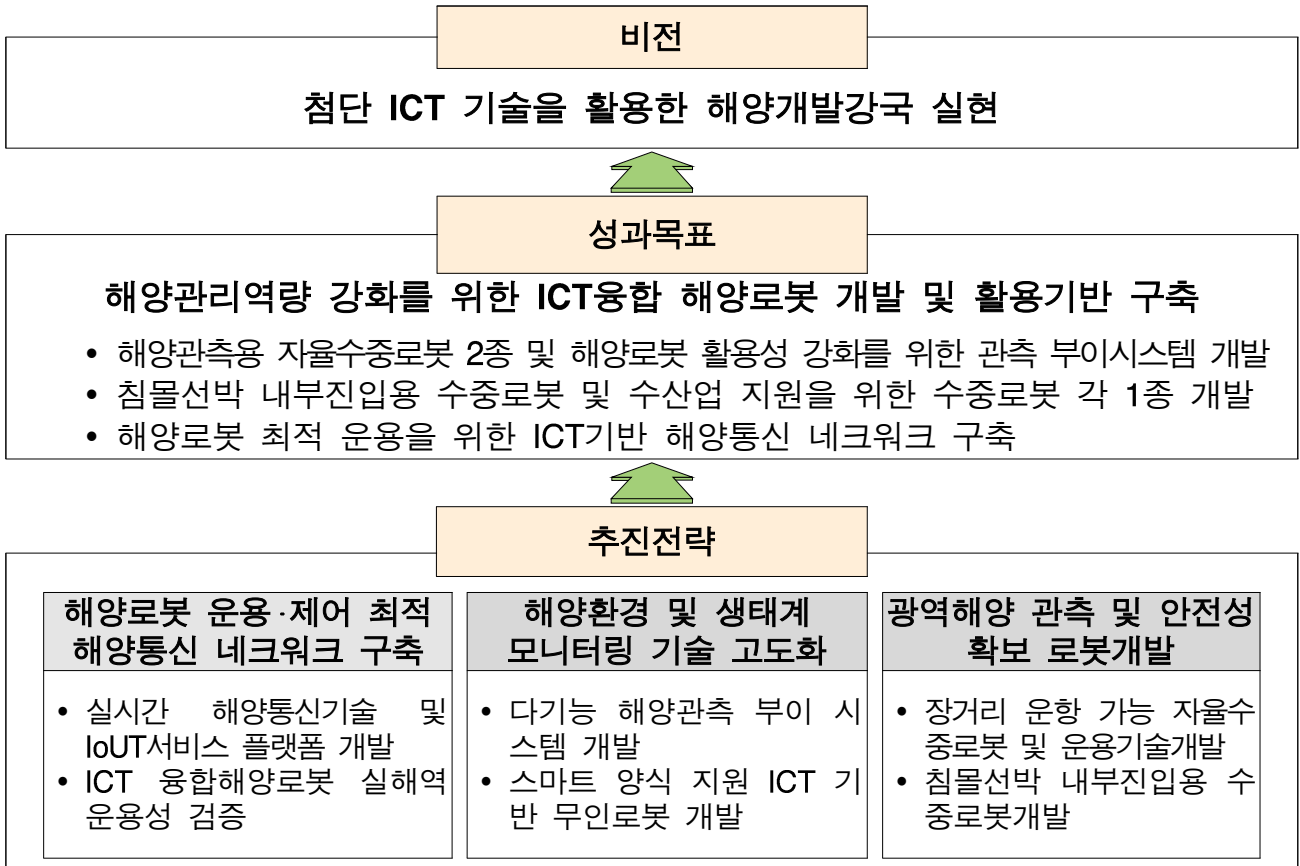
## 2. 사업의 구조



구분		개발대상 필요기술
기후변화대응 해양관측장비	장시간·장거리 이동 무인 관측기	신재생에너지 활용한 배터리 충전기술, 저전력 무인관측기 개발기술, 24시간 에너지 수급이 가능한 Energy harvesting vehicle 개발기술, 무인관측기 위치 추적을 통한 자동회수 시스템, 해양장비 핵심기술(국산화), 근거리 비접촉 데이터 및 전원 공급 기술, 해양 관측 플랫폼 설치/회수 기술 등
	무인 관측기와 도킹 가능한 고정형 무인 관측기	해상로봇의 원격 관제 및 자율 제어 기술, 빅데이터 기반 자동 탐지 및 인식 기술, 도킹을 위한 동적위치 제어 및 매니퓰레이터 운용 기술, 관측 부이의 단계적 도면 인식 및 센서융합 기반 3차원 형상 복원 기술
해양수산 환경변화 정보 네트워크	정보생산 센서	2개 이상 해양장비 및 어플리케이션 공조 알고리즘 개발기술, 무인 이동체 및 센서 제어기술, 소형 관측 표류 센서 개발 기술, 용존기체 및 pH 센서개발 기술, 동·식물 플랑크톤 센서개발 기술, 용존 영양염 센서개발 기술 등
	정보 전달 통신 네트워크 구축	수중에서 최대 통달거리 10m에서 1Gbps급 수중 광 무선통신 기술, 수중 광 무선통신 모듈 실용화 기술, 가변적인 주파수 선택 기술, 수중기 지국 기반의 중앙 집중형 네트워크 구조와 수중센서 네트워크 구조를 모두 지원하는 기술, 해양 광역 관측망의 IoT 실현을 위한 저전력 광역(LPWA)기술, 수중 커넥터 기술 등
해양사고 신속대응 장비개발	해양사고대응 장비	해상형 부이 구조물 및 수중 앵커형 구조물 설계·해석 및 제작 기술, 이동성·조작성 향상 기반의 정보 획득·전송 가능 장비기술, 위험 환경 인식 알고리즘을 활용한 재난 기동 시스템 기술 등
	해양사고 발생위치 확인 장비	음영 지역이 없도록 하는 coverage 기술의 자율적 운용 기술, 3차원 경로 생성 및 장애물 회피 기술, 고효율 초저주파 음원 발생기술, 음원 청음기 및 음향자료 처리 기술 개발 등

### 3. 사업비전 및 목표

#### □ 비전 및 목표



#### □ 사업의 구성

No	핵심과제 명
1	자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템
2	고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술
3	지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술
4	극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술
5	스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발
6	해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발

## 5. 핵심과제별 추진계획

### 1. 자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템

#### □ 기술개발 최종목표

- 국내의 해양영토를 효율적으로 관리하기 위하여 다수로 협력적으로 운용하며 넓은 해양환경을 지속적으로 정밀 조사하고 조사 정보를 실시간 전송하며 수중로봇의 장기간 운용을 지원하기 위한 자체 에너지 수급형 다기능 해양관측 지능형 부이 시스템 기술 개발

#### □ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>부이 시스템 설계 및 기반 기술 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자가발전 플랫폼 구현 및 요소 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부이 제어 및 운용 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>다기능 배열 시스템 구축 및 시스템 안정화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템 통합 및 실해역 실증 시험</li> </ul>
추진내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>부이 시스템에 적용 가능한 태양광/풍력/파력 발전 시스템 설계</li> <li>저전력 수상/수중 센서 패키지 개발</li> <li>케이블 이동형 프로파일 모듈 설계 및 개발</li> <li>사고/재난 감지 및 위험 환경 대응 알고리즘 개발</li> <li>유체 저항 대응형 부이 구조 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부이 탑재형 자가발전 플랫폼 구현</li> <li>유체력 대응 저전력 추력 생성 기술 개발</li> <li>수중 무선 데이터 광통신 시스템 개발</li> <li>부이의 자율 위치 유지 기술 개발</li> <li>부이 베이스 플랫폼 구현 및 통합 인터페이스 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>풍력/파력 발전기 및 전력 제어 기술 개발</li> <li>에너지의 지속적 공급 및 저장을 위한 플라이휠 시스템 개발</li> <li>수중 무선 충전 기술 개발</li> <li>파력 추진시스템 개발</li> <li>수중 앵커링 시스템 개발</li> <li>재난 회피 기동 기술 개발</li> <li>부이 플랫폼 통합 및 통신 인터페이스 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 저장 기술 개발</li> <li>에너지 적응형 데이터 획득/전송 주기 관리 시스템 개발</li> <li>케이블 탑재형 수중로봇 도킹 시스템 개발</li> <li>시스템 안정화 및 고장 진단 기술 개발</li> <li>부이 원격제어 및 모니터링 시스템 실해역 운용 기술 개발</li> <li>원치시스템 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실해역 에너지 발전 효율 검증 시험</li> <li>실해역 시험을 통한 운용 시간 분석 및 검증</li> <li>배열 시스템 통합 및 시험</li> <li>실해역 시험을 통한 제어 기술 검증</li> <li>시스템 통합 및 실해역 검증</li> </ul>

□ 기술개발 세부추진계획

세부기술 명					기술개발 성과물	성과지표 및 연도별 목표						
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년		성과 지표	연도별 목표					
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년	
부이 탑재형 소형 해상 자가발전 (태양광/풍력/파력) 기술					해상 태양광 발전 시스템	시간당 전력 생산량		500W				
					해상 풍력 발전 시스템	시간당 전력 생산량			200W			
					해상 파력 발전 시스템	시간당 전력 생산량			500W			
					신재생 에너지를 이용한 장시간 운용 기술	운용시간	개월			6		12
					파력 추진시스템	추진에너 지			150W			
수중 환경 관측 및 수중로봇 운용 지원을 위한 다기능 배열 시스템 기술					케이블 이동형 프로파일러	이동속도	0.5m/s					
					수중 무선 광통신 시스템	통신 속도		6Mbps (30m 이내)				
					수중 무선 충전 시스템	충전 시간			1hrs/10 0Wh			
					수중로봇 도킹 시스템	개발 건수				1		
고장 및 유실 방지를 위한 자율 위치 유지 및 재난 회피 기동 기술					자율 위치 유지 기술	제어 범위		반경 5m 이내				
					재난 회피 기동 기술	회피 확률			95%			
					수중 앵커링 기술	건수			1			
부이 플랫폼 통합 및 운용 기술					부이 최적배열 거리	km		5		10		
					원격제어 및 모니터링 시스템	개발 건수				1		
					실해역 시험	성공 건수					1	

□ 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	4,356	5,356	5,356	4,580	4,692	24,340
민자	0	0	0	1,527	1,564	3,091
합계	4,356	5,356	5,356	6,106	6,256	27,430

## 2. 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술

### □ 기술개발 최종목표

- 우리나라 해역에 적합한 소형(수심 500m)과 중형(수심 3,000m) 자율수중로봇(AUV) 플랫폼을 제작하고, 이를 활용하여 우리나라 연안역 해저 단층 및 해저 자원 등의 실해역 조사·탐사를 통한 상세정보 획득

### □ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율수중로봇 및 핵심장치 사양 선정 및 기본 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율수중로봇 플랫폼 제작 및 핵심장치 상세 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>단일 자율수중로봇 성능 검증 및 핵심장치 플랫폼 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율수중로봇 및 핵심장비 운용 성능 시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>다중 자율수중로봇 및 핵심장비 실증</li> </ul>
추진내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율수중로봇 사양 선정 및 설계</li> <li>자율수중로봇 임무-행동 분류 및 분석</li> <li>소형화/저전력 수중음향 통신 모뎀 기본설계</li> <li>항법센서 사양 분석 및 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형 자율수중로봇 플랫폼 제작/시운전</li> <li>Deep-Learning 기반 행동/운동 및 경로 계획 알고리즘 개발</li> <li>소형화/저전력 수중음향 통신 모뎀 상세설계</li> <li>항법센서별 항법 알고리즘 개발</li> <li>진·회수 장치 제작 및 수중도킹 알고리즘 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형 자율수중로봇 성능시험</li> <li>중형 자율수중로봇 제작/시운전</li> <li>단일 자율수중로봇 임무계획 알고리즘 개발</li> <li>소형화/저전력 수중음향 통신 모뎀 시제품 제작 및 실해역 성능평가</li> <li>개별 항법 알고리즘 성능 시험 및 복합항법 알고리즘 개발</li> <li>진·회수장치 활용 수중도킹 성능시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형 자율수중로봇 연안 탐사 시험</li> <li>다중자율수중로봇 활용을 위한 임무 분배 및 관리 알고리즘 개발</li> <li>소형화/저전력 수중음향 통신 모뎀 시제품 성능개선</li> <li>복합항법 연근해 성능 시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중형 자율수중로봇 심해 탐사 시험</li> <li>자율수중로봇 임무 계획 실해역 실증</li> <li>통신모뎀 실해역 실증</li> <li>복합항법 심해 성능 시험</li> <li>수상선-자율수중로봇 협업운용 성능 시험</li> </ul>

□ 기술개발 세부추진계획

세부기술 명					기술개발 성과물	성과지표 및 연도별 목표					
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년		성과 지표	연도별 목표				
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
자율수중로봇 플랫폼					소형 AUV	운항 시간		3시간 (제작)	6시간	10시간	
						운용 수심		50m (제작)	200m	500m	
					중형 AUV	운용 시간			10시간 (제작)	15시간	24시간
						운용 수심			200m (제작)	1,000m	2,500m
수중통신모뎀					AUV용 수중음향 통신모뎀	전송속도	1kbps (설계)		1kbps (제작)	1kbps (내환경 시험)	
						전송거리	500m (설계)		500m (제작)	500m (실증 시험)	
수중로봇 자율 계획 및 제어 기술					임무 계획 및 분배 기술	선진 기술 대비 성능				50%	60%
					경로 계획및 제어 기술	선진 기술 대비 성능				50%	60%
수중 복합항법 기술					연안 복합항법 기술	선진 기술 대비 성능		50%	70%	80%	90%
					심해 복합항법 기술	선진 기술 대비 성능			50%	60%	70%
실해역 통합운용 기술					다중 로봇 운용 기술	로봇 개체수				2대	3대
					진회수 기술	로봇회수 시간			3시간	2시간	1시간

□ 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	6,423	6,041	5,416	2,825	2,554	23,258
민가	0	0	0	942	851	1,793
합계	6,423	6,041	5,416	3,766	3,405	25,051



### 3. 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심 장비 기술

#### □ 기술개발 최종목표

- 무인 로봇인 수중글라이더를 활용하여 시간에 따라 변화하는 5가지 기본 해양 공간 환경 정보를 효율적으로 생산하는데 필요한 핵심 하드웨어 장비 및 원천 기술 개발과 4차원 정보 생산을 위한 소프트웨어 선단 운용 기술 개발

#### □ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중글라이더 운용관제 센터 및 테스트베드 설계</li> <li>• 핵심장비 기술 성능 및 기능 기준 설정</li> <li>• 핵심장비 세부 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중글라이더 운용 체계 설계 및 테스트베드 구축</li> <li>• 핵심장비 프로토타입 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양공간 선단 운용 제어 기술 개발</li> <li>• 핵심장비 운용 시험 및 고도화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 시공간 선단 운용 체계 개발</li> <li>• 핵심장비 개발 및 성능 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4차원 지능형 해양 시공간 운용 체계 개발</li> <li>• 탑재 기술 개발 및 운용소프트웨어 개발, 통합 평가</li> </ul>
추진 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 테스트베드 대상 해역 선정 및 운용 위험도 평가</li> <li>• 정비운용관제센터 설계</li> <li>• 부력엔진 기반 요소 기술 개발</li> <li>• 수중글라이더 요구 특성 파악 및 가변하우징 소재 개발</li> <li>• 가변형 회수로봇 설계</li> <li>• 초저주파 음원 발생기 및 청음기 센서부 설계</li> <li>• 알카라인 및 리튬 1차 전지 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장비 특성에 최적화된 테스트베드 구축</li> <li>• 정비운용관제센터 구축</li> <li>• 초저주파 음원 및 청음기 성능 확정</li> <li>• 부력 엔진 플랫폼 기술 개발</li> <li>• 가변하우징 설계 및 해석</li> <li>• 회수로봇 시제품 제작 및 성능 시험</li> <li>• 초저주파 음원 발생기 및 청음기 센서부 개발</li> <li>• 1차 전지 성능 시험 및 리튬 2차 전지 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배터리 성능 및 안정도 평가</li> <li>• 해류 센서 최적화 운용 기술</li> <li>• 수중글라이더 3기 선단 운용 기술</li> <li>• 부력 엔진 시제품 개발</li> <li>• 가변하우징 소재 시험 평가</li> <li>• 수중글라이더 특성별 전용 그리퍼 제작</li> <li>• 초저주파 음원 발생기 및 청음기 센서 시험</li> <li>• 리튬 2차 전지 성능 확인 시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고정형 및 이동형 수중글라이더 통합 지능형 제어 기술</li> <li>• 용존산소 및 클로로필 센서 최적화 운용기술</li> <li>• 부력 엔진 검증용 플로프 플랫폼 개발</li> <li>• 가변하우징 설계 보완 및 제작</li> <li>• 회수로봇 성능 시험 및 보완</li> <li>• 초저주파 위치인식 시스템 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4차원 해양 시공간 매핑 기술</li> <li>• 핵심장비 시험 성능 평가 기술</li> <li>• 부력엔진의 수중글라이더 탑재 기술 개발</li> <li>• 가변하우징 시험 평가</li> <li>• 다중 회수로봇 운용 설계 및 성능 시험</li> <li>• 위치인식 시스템 수중글라이더 탑재 및 운용 시험</li> </ul>

□ 기술개발 세부추진계획

세부기술 명					기술개발 성과물	성과지표 및 연도별 목표					
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년		성과 지표	연도별 목표				
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
4차원 지능형 수중글라이더 선단 운용 기술 및 수중글라이더 핵심장비 테스트베드 구축					수중글라이더 선단 운용 테스트베드	구축 및 검증 건수	1	2	3	3	3
					지능형 수중글라이더 선단 운용 소프트웨어	동시운용 장비 수 (종)	2	2	3	5	5
					4차원 해양 자료 맵핑 결과	시공간 해상도 및 운용시간	- - 60일	- - 180일	1달 10km 200일	1주일 10km 200일	5일 5km 200일
수심 1500m 잠항 가능 고효율 오일기반 부력 엔진 원천 기술					오일기반 부력 엔진 성능	잠항 수심	-	-	200m 이상	500m 이상	1000m 이상
수심 1500m 내압 가변형 하우징 기술					가변형 하우징	내압 성능 및 체적 가변 성능	-	-	200m 이상 0.001 %/m 이상	500m 이상 0.001 %/m 이상	1000m 이상 0.001 %/m 이상
모선으로부터 300m 이상 운용 범위를 갖는 수중글라이더 원격 투하회수 로봇					원격투하회수 로봇	운용 거리	-	-	50m 이상	100m 이상	300m 이상
						Sea State 회수성공	-	-	1 이상	2 이상	3 이상
200km 이상 초광역 수중위치인식을 위한 초저주파 음원 장치 개발					음원장치	출력 전달거리	-	140db 50km	160db 100km	180db 150km	180db 200km
					위치인식정확도	거리오차	-	1km 이내	500m 이내	300m 이내 100m 이내	
수중글라이더용 고효율 알칼라인(Alkaline), 리튬 1차(Li/SOCl2), 2차(Li-Polymer)전지 국산화 개발					1차 알칼라인 및 리튬 전지	운용 시간	>15일 >60일	>20일 >90일	-		
					2차 리튬 전지 충방전기	운용시간 총방전 회수	-	>20일 1000회	>40일 3000회		

□ 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	8,009	7,384	6,759	3,832	3,269	29,253
민간	0	0	0	1,277	1,090	2,367
합계	8,009	7,384	6,759	5,109	4,359	31,620

#### 4. 극한환경의 수중침몰·밀폐구조물의 내부탐사를 위한 수중로봇 및 지원 기술

##### □ 기술개발 최종목표

- 침몰된 선박 또는 구조물 조사를 위해 내부조사용 수중로봇 및 내부 정보를 선상으로 전송하기 위한 수중무선통신기술, 밀폐구조물 주변 수중환경을 3차원 가시화 기술 개발

##### □ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>내부조사용 시스템 사양 선정 및 지자기 센서 성능 확인 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 고속 통신 중계기 제작 및 휴대용 부이시스템 상세 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴대용 부이시스템 및 내부조사용 수중로봇 제작 및 성능 시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내부 조사용 수중로봇 및 가이드 시스템 운용 시험 및 3D 가시화 S/W 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 인공구조물 내부조사 및 3D 가시화 실증 시험</li> </ul>
추진 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>내부조사용 수중로봇 이동장치 및 가이드 시스템 개념 도출 및 사양 선정</li> <li>실내 수중고속 통신 중계기 개념 설계 및 사양 선정</li> <li>실내 수중구조물 환경에서의 지자기센서 성능 확인 연구</li> <li>휴대용 해상 부이시스템 개념 설계 및 사양 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동장치 수치시뮬레이션, 내부조사용 수중로봇 및 가이드 시스템 상세 설계</li> <li>수중 고속 통신 중계기 제작 및 시운전</li> <li>수중광학센서/멀티빔센서/지자기센서 기반 SLAM 기초 연구</li> <li>해상 부이시스템 및 선상 착탈 장치 구조상세 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내부조사용 수중로봇 플랫폼 및 가이드 시스템 제작, 개별 성능 시험</li> <li>수중 고속통신 중계기 성능 검증</li> <li>다중수중센서 기반 실내 고정밀 항법 알고리즘 연구</li> <li>휴대용 부이시스템 구조 및 모니터링 장치 제작</li> <li>실시간 모니터링 데이터 처리·분석 및 가시화 장치 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내부조사용 수중로봇 플랫폼 및 가이드 시스템 운용 시험</li> <li>실내 고정밀 항법 알고리즘 성능 검증 및 최적 경로 계획·복귀 알고리즘 연구</li> <li>휴대용 부이시스템 및 실시간 데이터 처리·분석 장치 성능 시험</li> <li>수중환경 3D 가시화 S/W 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 인공구조물 내부조사 성능 실증 시험</li> <li>수중 실내 항법 및 경로 계획·복귀 알고리즘 시험 검증</li> <li>수중환경 3D 가시화 성능 시험</li> </ul>

□ 기술개발 세부추진계획

세부기술 명					기술개발 성과물	성과지표 및 연도별 목표					
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년		성과 지표	연도별 목표				
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
침몰 밀폐구조물 내부조사용 수중로봇 플랫폼					내부조사용 수중로봇 플랫폼	내부 조사 성공률				40%	60%
					밀폐 구조물 진입지원 시스템	유속			2knots (제작)	3knots	5knots
밀폐구조물 실내부에서의 고정밀 항법 및 경로 생성·복귀 기술					고속 수중통신 중계기	통신속도		0.8kbps (제작)	1kbps		
					고정밀 실내부 항법 알고리즘	위치오차				10cm	5cm
침몰 밀폐구조물 주변 수중환경 3D 가시화 기술					부이형 수중환경 모니터링 장치	개당 설치시간				45분 (제작)	30분
					수중환경 3D 가시화 S/W	지연시간				2초	1초

□ 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	3,604	5,911	6,085	5,258	6,261	27,119
민가	0	0	0	1,315	1,565	2,880
합계	3,604	5,911	6,085	6,573	7,826	29,999

## 5. 스마트 양식장 운용을 위한 ICT 기반 무인로봇 개발

### □ 기술개발 최종목표

- 양식장 내부 수질조사, 어류 상태분석 및 어류배설물 및 퇴적물을 처리 무인로봇개발

### □ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT 기반 스마트 양식장 무인로봇 기본설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT 기반 스마트 양식장 무인로봇 상세설계 및 핵심 알고리즘/모듈 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT 기반 스마트 양식장 무인로봇 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT 기반 스마트 양식장 무인로봇 성능개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT 기반 스마트 양식장 무인로봇 실해역 실험 및 통합평가</li> </ul>
추진내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 어류 양식 관련 환경분석</li> <li>• 양식장 하부/주변 환경 분석</li> <li>• 플랫폼 요구조건 분석 및 기본설계</li> <li>• 개발장비 운용 시나리오 설립</li> <li>• 수치해석 모델 설립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수치해석 기반 플랫폼 상세설계</li> <li>• 장비지원시스템 및 운영실 설계</li> <li>• 핵심장비 설계 및 핵심알고리즘 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인로봇 제작 및 체계통합</li> <li>• 장비지원시스템 제작</li> <li>• 무인로봇 운영실 제작</li> <li>• 핵심장비 제작 및 체계통합</li> <li>• 핵심 알고리즘 적용 및 개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인로봇, 핵심장비 성능 고도화 및 안정화</li> <li>• 탑재 알고리즘 고도화</li> <li>• 수조실험을 통한 성능검증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실해역 성능검증</li> <li>• 내구성 검증</li> <li>• 유지보수 체계 확보</li> </ul>

□ 기술개발 세부추진계획

세부기술 명					기술개발 성과물	성과 지표	성과지표 및 연도별 목표					
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년			연도별 목표					
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년	
스마트 양식지원 로봇					양식장 구조물/그물 청소 무인로봇	H/W 장비			1개			1개 (실증시험)
					구조물/그물 청소 모듈	시간당 청소 면적 (m <sup>2</sup> /h)			3,000	4,000	5,000	5,000 (실증시험)
					어장 내 어류 개체수 및 생체 분석 알고리즘	분석정확도 (%)				40	60	80 (실증시험)
					복합수질조사센서 (온도, 용존산소량, 염도, 산성도)	동시 측정 갯수				3	4	4 (실증시험)
					이동이 용이한 소형 운영시스템	분리모듈 갯수				1	2	3 (실증시험)
양식장 환경개선 로봇					양식장 환경개선 무인로봇	H/W 장비			1개			1개 (실증시험)
					수중 오염물 확산방지 퇴적물 흡입/정화 시스템	흡입/정화 용량 (L/min)				2000	3000	3000 (실증시험)
					수중 폐어망 간섭 극복장치	폐어망 간섭 극복 유무				극복가능	극복가능	극복가능 (실증시험)
					수중장애물 회피 기술	장애물 회피 성공률 (%)					60	80 (실증시험)
					탁도 높은 수중에서 사용가능한 주변관찰시스템	목표물 탐지가 가능한 탁도 (NTU)				100	200	300

□ 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	4,254	5,004	4,816	5,504	4,128	23,706
민가	0	0	0	0	1,376	1,376
합계	4,254	5,004	4,816	5,504	5,504	25,082

## 6. 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발

### □ 기술개발 최종목표

- 해양 무인 이동체, 해양환경 관측정보 등의 실시간 전송·제어와 수중 사물들과 육상 네트워크를 연동하여 다차원 빅데이터의 실시간 수중 정보를 활용할 수 있는 해양(수중-해상-육상) 통신 핵심 기술 및 장비 개발
- 해양로봇, 수중 환경센서 등으로부터 획득한 모든 데이터는 수중기지국/해상부이 중심으로 취합되고, 해상부이에 있는 해상통신 기능을 이용해 육상으로 제공하여 육상에서 해양로봇 등에 대한 제어, 상태감시 등이 가능한 최적의 통신 기술을 확보
- 인터넷을 기반으로 수중의 다양한 사물, 데이터, 프로세스를 유기적으로 연결하고, 데이터의 실시간 분석·예측·판단 기능을 갖는 지능화된 융합 서비스를 자율적으로 제공하는 수중사물인터넷(Internet of Underwater Things, IoUT) 표준규격 개발
- 수중기지국/해상부이 부근 초근거리에서 해양로봇과의 초고속 통신을 지원하는 수중 무선광통신 기술을 확보

### □ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양통신 통합 네트워크 요구 사항 분석 및 기본설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양통신 통합 네트워크 시스템 모듈별 구현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양통신 통합 네트워크 구현 및 성능분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양통신 네트워크 성능개선 및 성능검증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이기종, 육상 IoT와의 초연결을 통한 해양통신 지능형 서비스 구현</li> </ul>
추진내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>릴레이형/이동형 수중기지국 모델 상세 설계</li> <li>이기종망 접속 가능한 저전력/소형 지능형 수중통신 모듈 상세 설계</li> <li>해상 통신 네트워크 기술 요구 사항 분석 및 네트워크 구조 설계</li> <li>수중사물인터넷(IoUT) 공용플랫폼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>릴레이형/이동형 수중기지국 모델 모듈별 구현</li> <li>이기종망 접속 가능한 저전력/소형 지능형 수중통신 모듈 모듈별 구현</li> <li>해안기지국 및 이기종 해양통신 통합 게이트웨이 모듈 구현</li> <li>해양 무선 백홀 네트워크 기지국 요소기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>릴레이형/이동형 수중기지국 모델 통합 구현</li> <li>이기종망 접속 가능한 저전력/소형 지능형 수중통신 모듈 통합 구현</li> <li>해안기지국 및 이기종 해양통신 통합 게이트웨이 시제품 제작</li> <li>해양통신 환경을 고려한 고용량 전송 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>릴레이형/이동형 수중기지국 모델 성능 시험 및 보완 구현</li> <li>이기종망 접속 가능한 저전력/소형 지능형 수중통신 모듈 성능 시험 및 보완 구현</li> <li>해양 무선 네트워크 해안 기지국 개발</li> <li>해안 기지국 전송거리 확장을 위한 해상 중계 기지국 요소기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>릴레이형/이동형 수중기지국 모델 데모시스템 기반 성능 시험</li> <li>이기종망 접속 가능한 저전력/소형 지능형 수중통신 모듈 데모시스템 기반 성능 시험</li> <li>해안 기지국 전송거리 확장을 위한 해상 중계 기지국 요소기술 개발</li> </ul>

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
	<ul style="list-style-type: none"> <li>폼 상세설계</li> <li>지능형 loUT 네트워크 상세설계 및 성능분석</li> <li>수중광무선통신 상위설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중사물인터넷 (loUT) 공용플랫폼 구현</li> <li>지능형 loUT 네트워크 프로토콜 구현</li> <li>수중광무선통신 시제품 기능·구조 상세설계 구현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중사물인터넷 (loUT) 공용플랫폼 성능개선 연구</li> <li>loUT와 IoT 연동 프로토콜 구현</li> <li>수중광무선통신 시제품 성능시험 및 보완구현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위해 해상 중계 기지국 시작품</li> <li>loUT 공용 플랫폼과 프로토콜 Suite 이용한 데모 시스템 구축 및 성능시험</li> <li>수중광무선통신 데모시스템 구축 및 성능시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해상-해안기지국 통합 실험역 시험검증</li> <li>loUT 공용 플랫폼과 프로토콜 Suite 이용한 데모 시스템 구축 및 성능시험</li> <li>수중광무선통신 데모시스템 구축 및 성능시험</li> </ul>

□ 기술개발 세부추진계획

세부기술 명					기술개발 성과물	성과지표 및 연도별 목표					
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년		성과 지표	연도별 목표				
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
수중기지국 기반 수중통신 시스템 개발					릴레이 수중기지국	커버리지 확대	상세 설계	구현	5km (자체 검증)		5km (데모 실증)
					저전력/소형 이동형 수중기지국	커버리지	상세 설계	구현	1km		2km
					이기종망 접속 가능한 저전력/소형 수중통신 모뎀	접속 프로토콜	상세 설계	구현	2종		2종 데모
					해상 광대역 네트워크	전송범위		50km	80km	100km	시작품 실증 데모
						전송속도 (Mbps)		10~100	10~100	10~100	
						최소 오류율		10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	
					수중사물인터넷(loUT) 공용 플랫폼	플랫폼 모델	기술분석 보고서	기본 설계서	상세 설계서	loUT용 플랫폼 SW	loUT용 시스템 구축 및 실증
						포럼구성					1
지능형 loUT 서비스 프로토콜 Suite	프로토콜 개발종류	2종 설계		2종 구현		2종 데모 구축					
수중사물인터넷 국내외 표준	국내외 활동건수	5건	5건	5건	5건	5건					
	표준제정 개정등	4건	4건	4건	4건	4건					
초근거리 수중무선광통신 시스템 개발					초근거리 수중무선광통신 방식·구조	방식 및 구조	10Mbps/10m중 방식·구조 연구				10Mbps
						수중무선 광통신 모뎀	전송속도		10Mbps (설계)	10Mbps (제작)	
					전송거리		10m (설계)	10m (제작)	10m (Lab. 환경시험)		1종 구축



□ 소요예산

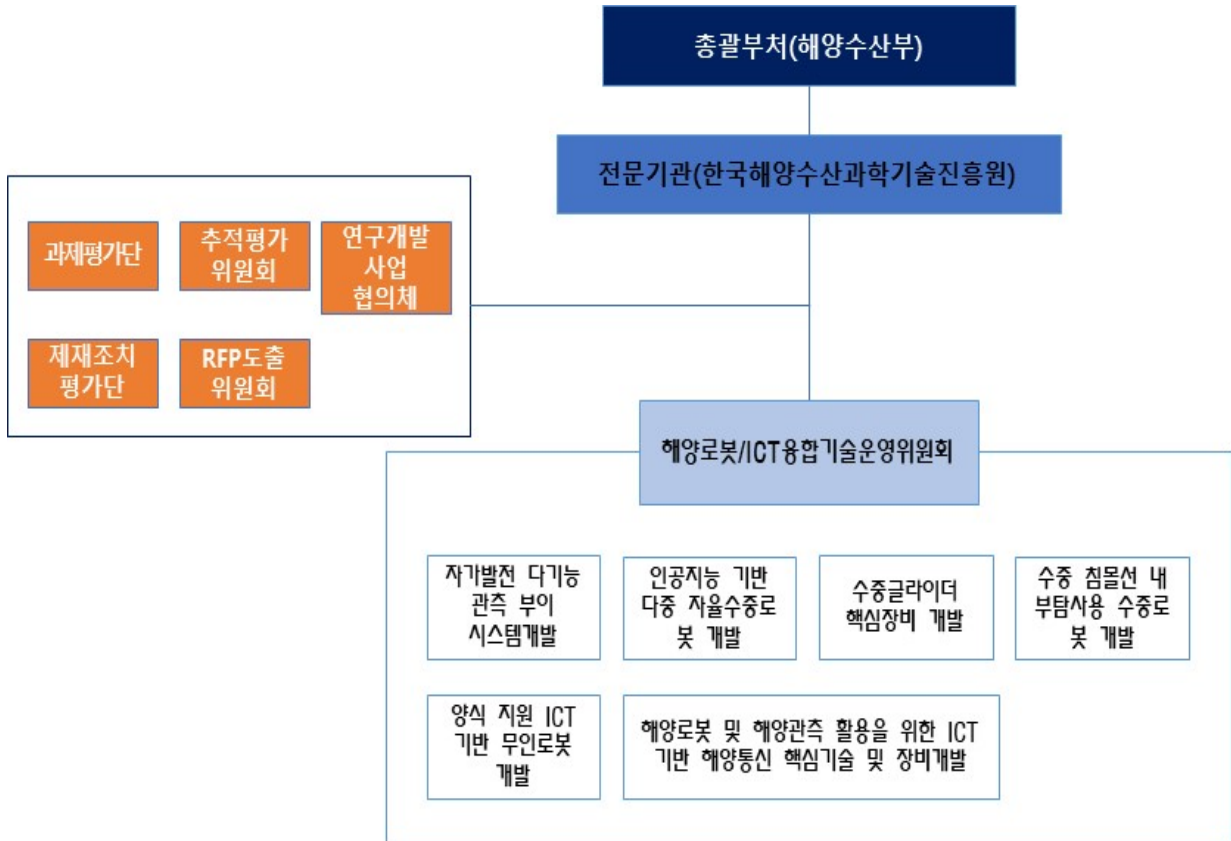
(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	6,000	7,300	6,225	7,875	8,175	35,575
민가	0	0	2,075	2,625	2,725	7,425
합계	6,000	7,300	8,300	10,500	10,900	43,000

## 6. 사업추진 체계

### 1. 사업 추진체계 및 수행 주체간 역할

#### □ 사업 추진체계



#### □ 수행 주체간 역할분담

- (해양수산부) 기본계획의 수립, 중장기 목표설정, 예산계획 수립, 정책과의 연계 및 정책적 수요 정보 제공
  - 기술개발사업 관련 정책연계
  - 사업성과제고를 위한 정책·재정적 지원
  - 해양장비의 정책적 실효성 제고 수단 도출·시행

- (전문관리기관(한국해양수산기술진흥원)) 개발사업 기획 및 추진계획 수립, 기술개발과제 발굴 평가 및 관리, 추적평가, 성과관리 및 성과확산·사업화 지원 등
  - (RFP도출위원회) 연도별 신규 기획사업 RFP작성
  - (추적평가위원회) 개발 결과활용 실태 추적조사 및 평가
  - (연구개발사업 협의체) 기술개발의 수요를 제기하고 기술개발 결과물의 실용성 제고를 위한 협의 실시
  - (과제평가단) 과제선정·평가 관련 전문심의
  - (제재조치 평가단) 이의신청·기술료 분쟁심의 및 제재조치 및 환수 심의
- ((가칭) 해양로봇/ICT융합기술운영위원회) 주관부처인 해양수산부를 중심으로 해양로봇·ICT융합 기술 관련 산·학·연 전문가로 구성
  - (위원장) 해양수산부 해양개발과 과장
  - (위원) 산하기관을 포함한 산·학·연 전문가
- ((기능) 사업운영의 효율성 및 전문성 강화) 기술개발 결과물의 현장 적용성 강화를 위한 사업추진방향 검토 및 제시
  - 기술개발 결과물의 현장적용에 필요한 연계방안 제시
  - 세부기술별 유사중복과제 검토·조정
  - 기술개발성과 활용성 제고 관련 사업추진 단계별 추진내용 및 방향에 대한 조정 의견 제시 등

## 2. 사업 및 성과 관리방안

### □ 사업관리방안

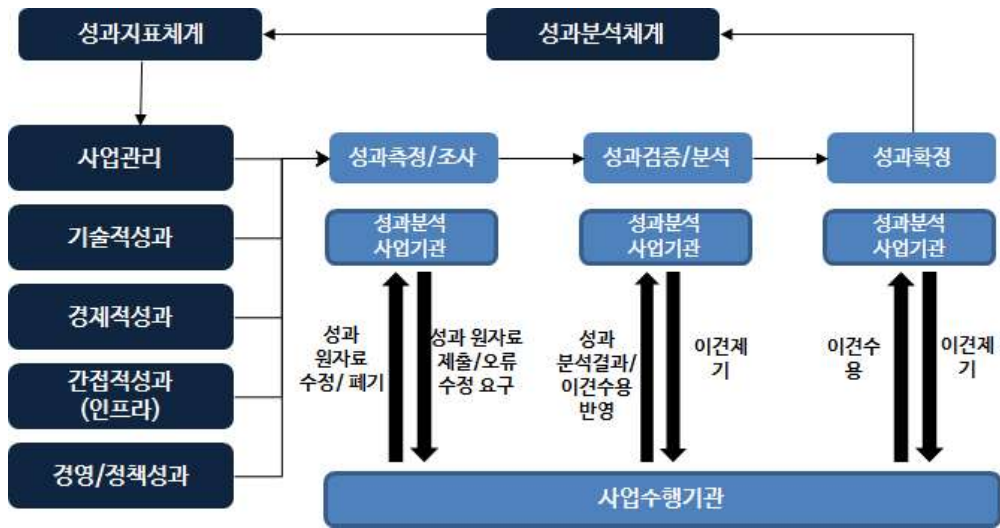
- 연구개발 성공가능성 제고를 위한 상시 모니터링 강화
  - R&D 비용의 증가와 함께 첨단기술일수록 성과에 대한 불확실성과 위험이 커지고 있어 실패 확률을 줄이기 위해서는 체계적인 사업 모니터링이 매우 중요
  - 이를 위하여 관련 기관 및 전문가로 구성된 해양수산미래기술위원회와 전문관리기관을 통해 사업 수행과정에 대한 정기적 모니터링 체계 구축·운영

구분	항목
환경 및 수요	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양에서 대두되고 있는 새로운 이슈를 반영하고 있는가?</li> <li>• 사업에서 다루고 있는 주요 이슈 중에서 그 중요성이 현저히 떨어진 이슈는 없는가?</li> <li>• 사업에 영향을 미칠 수 있는 최근 정책 변화는 없는가?</li> <li>• 해양의 국내·외 수요 상황에 큰 변화는 없는가?</li> </ul>
연구개발 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 및 해양통신분야에서 최근 발표된 중요한 연구개발 성과는 무엇인가?</li> <li>• 주요 선진국 연구기관에서의 최근 중요한 연구방향의 변화는 없는가?</li> </ul>
사업 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 당초 계획된 사업 목표가 어느 정도 달성되었는가?</li> <li>• 최근 환경변화 및 연구개발 동향 변화에 따라 사업 목표의 수정이 필요하지는 않는가?</li> </ul>
사업 수행	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 당초 계획된 사업 진도가 차질 없이 진척되고 있는가?</li> <li>• 목표 달성을 위해 현재 수행되는 연구방법이 적절한가?</li> <li>• 사업 목표와 진도에 따라 연구자원이 적절하게 배분 혹은 집행되고 있는가?</li> </ul>
사업 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 당초 계획된 연구 성과가 창출되고 있는가?</li> <li>• 사업을 통해 창출된 성과 정보가 적절하게 관리되고 있는가?</li> </ul>
추진 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 향후 사업 추진일정이 적절하게 수립되어 있는가?</li> <li>• 추진일정의 조정이 가능한 프로그램이나 과제는 없는가?</li> <li>• 향후 추진 계획에서 환경변화를 적절히 반영하고 있는가?</li> </ul>

□ 과제 관리방안



□ 성과관리 체계



□ 성과활용방안



## 7. 소요예산 및 확보방안

### 1. 소요예산

#### □ 총 소요예산

- 총 1,821억원 (국고 1,625억원, 민간 196억원)

(단위 : 백만원)

핵심과제	재원	20년	21년	22년	23년	24년	합계
자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템	국비	4,356	5,356	5,356	4,580	4,692	24,340
	민간	0	0	0	1,527	1,564	3,091
	합계	4,356	5,356	5,356	6,106	6,256	27,430
고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술	국비	6,423	6,041	5,416	2,825	2,554	23,258
	민간	0	0	0	942	851	1,793
	합계	6,423	6,041	5,416	3,766	3,405	25,051
지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술	국비	8,009	7,384	6,759	3,832	3,269	29,253
	민간	0	0	0	1,277	1,090	2,367
	합계	8,009	7,384	6,759	5,109	4,359	31,620
극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술	국비	3,604	5,911	6,085	4,930	5,870	26,399
	민간	0	0	0	1,643	1,957	3,600
	합계	3,604	5,911	6,085	6,573	7,826	29,999
스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발	국비	4,254	5,004	4,816	5,504	4,128	23,706
	민간	0	0	0	0	1,376	1,376
	합계	4,254	5,004	4,816	5,504	5,504	25,082
해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발	국비	6,000	7,300	6,225	7,875	8,175	35,575
	민간	0	0	2,075	2,625	2,725	7,425
	합계	6,000	7,300	8,300	10,500	10,900	43,000
합계	국비	32,646	36,996	34,657	29,545	28,687	162,531
	민간	0	0	2,075	8,013	9,563	19,651
	합계	32,646	36,996	36,732	37,558	38,250	182,182

## 2. 확보방안

### 국고 규모

- 본 사업의 국고 소요액은 1,608억원이며, 전액 해양수산R&D예산으로 조달할 계획임

### 해양수산부 과거 R&D예산 증가율

(단위 : 억원)

연도	'16	'17	'18	연평균 증가율
R&D예산	5,723	5,935	6,145	3.6%

### 해양수산부 향후 R&D예산 전망

(단위 : 억원)

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	합계 (20'25)	증가율 (%)
총 예산	5,935	6,145	6,366	6,595	6,819	7,044	7,269	7,494	53,667	3.6
신규 가용 재원	총 예산의 전년도 증가분	-	-	229	224	225	225	225	1,128	
	해양장비개 발 및 인프라 구축사업 종료분	-	-	0	350	350	350	350	1,400	
	합계(A)	-	-	-	229	574	575	575	575	
본 사업(B)	-	-	-	326	326	326	326	326	1,630	
차약(A-B)	-	-	-	-97	247	249	249	249	897	

### 민간부담금 개상 기준

- 해양수산부는 민간기업이 참여하는 과제의 경우 해양수산기술개발사업운영규정에서 정하는 바에 따라 민간재원 부담을 의무화하고 있음

※ 민간부담금 비율 : 중소기업 25%이상, 중견기업 40%이상, 대기업 50%이상

- 본 사업에서 민간부담금은 중소기업 참여를 전제로 사업비의 25%로 일률 적용함



## 8. 사업타당성 분석 및 기대효과

### 1. 경제적 타당성 분석

#### □ 비용분석 방법

- 본 사업에서 산출한 각 과제별 R&D비용을 기준으로 구성하였으며, 정부와 민간투자분을 합산하여 산정함(연도별 비용을 산출하여 2018년 기준으로 현재가치화 함)

#### □ 편익항목

- (부가가치창출) 국내 해양기기·장비제조업 및 해양관련 연구개발업 규모를 편익항목으로 설정

#### □ 편익측정 산식

- 부가가치 창출 편익(시장수요접근법)
  - 미래 시장규모 × 사업기여율 × R&D 기여율 × 사업화성공률 × 부가가치율

#### □ 편익 산출을 위한 변수 설정

- (R&D 기여율) 해양로봇 관련 시장규모 확대에 기여한 정도를 판단하는 비율로 본 사업에서는 가장 최근의 연구인 「제3차 과학기술기본계획(2013.07)」에서는 35.4%를 R&D 기여율로 채택
- (사업기여율) R&D 사업의 성과가 직·간접적으로 영향을 미칠 것이므로, 해양로봇 개발 및 해양관측과 관련된 기술개발사업 중 해양장비개발 및 인프라구축사업, 해양과학조사 및 예보기술개발사업의 기여도를 차감한 본 사업의 기여도(41.81%)를 적용함
- (사업화 성공률) 본 사업 사업화성공률은 「2012년도 KEIT 지식경제성과 활용현황조사」에서 기계·소재(42.9%), 전기전자(38.8%)분야 사업화 성공률의 평균값인 40.85% 적용
- (부가가치율) 부가가치율은 산업연관표를 활용하여 산업용 로봇의 부가가치율을 31.04% 적용

□ 경제성 분석 결과

- 본 사업의 2018년 현재가치 총비용은 1,635억원, 총편익 1,939억원임
  - (비용편익비) 1.1853, (순현재가치) 303억원

<경제성 분석 결과>

총비용 (억원)	총편익 (억원)	비용편익비 (B/C ratio)	순현재가치 (NPV)	내부수익율 (IRR)
1,635	2,480	1.5166	845.1	3.77%

주 : 2018년 기준 현재가치

## 2. 과학기술적 기대효과

### □ 무인 해양관측망 운용을 위한 장비 및 운용 핵심기술 확보

- ICT기술이 융합된 첨단 해양장비 개발
  - 해양 신재생 에너지를 활용한 1년 이상 자체적인 운용이 가능하고 자율무인잠수정, 수중글라이더 등의 장시간 운용 지원이 가능한 부이시스템 구축
  - 기존 AUV의 운용거리를 확장한 100km 이상 운항이 가능한 자율수중로봇 및 다중(3대 이상) 운용 기술 확보
  - 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 선단운용 기술 및 수중글라이더의 핵심부품의 국산화 기술 확보
    - 국제적 경쟁력을 갖춘 한국형 수중글라이더 개발 가능
  - 침몰된 선박 또는 구조물 조사를 위해 내부조사용 ROV 및 밀폐구조물 주변 수중환경을 3차원 가시화 기술개발
  - 양식장 내부 수질조사, 어류 상태분석 및 어류배설물 및 퇴적물을 처리 무인로봇개발
- 해양관측정보 신뢰성 제고 지원
  - 해양관측정보 생성을 위한 해양장비의 개별적인 운용이 아닌 3종이상 또는 대형 선단 규모의 장비운용을 통해 정확한 해양상태 진단을 위한 정보 생성
  - 생성된 해양정보를 실시간으로 전달할 수 있는 수중·해상·육상 통합 통신기술 및 IoUT 서비스 기반 구축 기술 확보

### □ 국내 해양장비 관련 중소기업 기술경쟁력 강화

- 핵심기술 및 부품개발, 실해역 운용기술 확보의 체계적인 지원으로 국내 해양장비 관련 전문기업의 기술경쟁력 확보 추진
- 확보된 기술의 기술이전을 통해 관련 기업의 시장경쟁력 제고

### □ 개발된 해양로봇 개발 및 활용 기술의 100% 현장적용

- 개발된 ICT융합 해양로봇이 실제 해역에서 100% 성능을 발휘하는지 검증하는 성능평가 시스템 구축

## 3. 정책적 기대효과

## □ 해양 관련 정책 목표 달성·유지 기대

- 개발된 ICT기반의 해양로봇 및 활용기술을 활용하여 해양관측정보의 신뢰성이 높아질 것으로 기대되며, 해양관측정보 신뢰성의 제고는 효과적인 해양 관련 정책결정 가능하게 하며, 상위계획에서 언급된 정책적 목표의 유지·달성이 가능 기대
  - 해양수산R&D중장기계획( '14~' 20)의 목표인 해양 관측예보시스템 정확도 80% 달성·유지 가능
  - 해양수산R&D중장기계획( '14~' 20)의 2020년까지 국산화율 64% 목표치를 이어받아 본 사업 동안 국산화율 80% 달성 기대
  - MTRM2020의 해양사고 중 인명피해율 4% 달성·유지 기대

## □ 해양환경변화 예측력 강화 및 해양사고 신속대응을 통한 대국민 안전성 제고

- 해양 사고 신속 대응을 통한 인명 피해 및 손실의 최소화, 및 블랙박스 등 해양사고 자립적 증거확보를 법정 분쟁/보험료/원인규명 대응
- 항공기 추락, 선박 침몰 등의 해양 사고시 신속하게 투입하여 넓은 지역 수색가능
- 실시간 해양 정보 서비스 구축을 통해 해양 환경 정보에 대한 대어민 정책 수립 가능하고, 어족 자원의 체계적인 관리를 통한 미래 수산식량 정책 수립 가능하며, 쓰나미, 지진 발생 초기 징후 등 자연 재해 예측 가능
- 해양 공간을 무인로봇을 통해 실시간 감시 관측하고 해당 자료를 국민들에게 공개함으로써 국가 해양 영토에 대한 실효적 지배를 공고히 할 수 있음

#### 4. 경제산업적 기대효과

- 생산유발액 : 1,880억원
- 부가가치유발액 : 1,250억원
- 고용유발규모 : 1,727명

<경제산업적 기대효과>

(단위: 억원, 명)

핵심과제	생산 유발액	부가가치 유발액	취업유발 인원
[1] 자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템	280	190	224
[2] 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술	280	160	231
[3] 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술	340	210	280
[4] 극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술	330	190	244
[5] 스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발	230	180	329
[6] 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발	420	320	419
<b>합계</b>	<b>1,880</b>	<b>1,250</b>	<b>1,727</b>



# 목 차

<b>제1장 사업 추진 배경 및 기획 경과</b> .....	<b>1</b>
<b>제1절 사업 추진 배경 및 필요성</b> .....	<b>1</b>
1. 사업추진 배경 .....	1
2. 사업추진 필요성 .....	6
<b>제2절 사업 추진근거 및 기획경과</b> .....	<b>10</b>
1. 사업 추진근거 .....	10
2. 사업기획 추진경과 .....	18
<b>제3절 사업기획 수행 및 절차</b> .....	<b>19</b>
1. 사업기획 수행체계 .....	19
2. 사업기획 절차 .....	21
<b>제2장 국내·외 환경분석</b> .....	<b>23</b>
<b>제1절 국내·외 해양로봇 관련 정책현황</b> .....	<b>23</b>
1. 국내·외 해양관리·대응 현황 .....	23
2. 국내 해양로봇 관련 정책현황 .....	34
3. 국외 해양로봇 관련 정책현황 .....	42
<b>제2절 국내·외 해양로봇 개발 및 활용 현황</b> .....	<b>51</b>
1. 주요 분야별 해양로봇 수요예측 .....	51
2. 국내·외 해양로봇 개발 및 활용현황 .....	56
<b>제3절 국내·외 해양로봇 관련 산업동향</b> .....	<b>83</b>
1. 국내 해양로봇 산업 동향 .....	83
2. 국외 산업 및 시장현황 .....	90
<b>제4절 국내·외 해양로봇 관련 특허</b> .....	<b>102</b>
1. 특허분석의 개요 .....	102
2. 특허출원 동향 .....	112
3. 기술분야별·국가별 주요 출원인 분석 .....	125
4. 특허지표분석 .....	127
5. 주요 출원인의 역점분야 및 공백기술 .....	134
6. 시장진입 경쟁수준 분석 .....	136
<b>제5절 국내 해양로봇 관련 투자동향 및 중복성 검토</b> .....	<b>140</b>

1. 해양로봇·ICT융합 관련 R&D 투자동향 .....	140
2. 해양장비개발 및 인프라구축사업의 성과분석 .....	154
3. 기존사업과의 중복성 검토 .....	163
4. 기존과제와의 중복성 검토 .....	165
<b>제6절 환경분석 종합시사점 .....</b>	<b>167</b>
<b>제3장 사업추진방향 .....</b>	<b>175</b>
<b>제1절 사업 추진방향 도출 .....</b>	<b>175</b>
1. 개요 .....	175
2. 여건분석(SWOT분석) .....	176
3. 사업 추진방향 도출 .....	178
<b>제2절 R&amp;D전략 도출 .....</b>	<b>180</b>
1. 추진전략 도출방법 .....	180
2. 핵심이슈 도출 .....	181
3. 기술수요조사 .....	184
3. R&D 전략 .....	192
<b>제4장 사업내용 .....</b>	<b>193</b>
<b>제1절 사업의 개요 .....</b>	<b>193</b>
1. 사업의 개념 .....	193
2. 사업의 범위 .....	195
3. 사업의 정의 .....	196
<b>제2절 사업의 구조 .....</b>	<b>199</b>
1. 사업의 구조 설계 .....	199
<b>제3절 사업비전 및 추진전략 .....</b>	<b>201</b>
1. 사업비전 및 목표 .....	201
2. 사업비전 및 목표 설정근거 .....	202
3. 사업 총괄로드맵 .....	204
<b>제5장 핵심과제별 추진내용 .....</b>	<b>205</b>
<b>제1절 핵심과제 선정 .....</b>	<b>205</b>
1. 핵심과제 선정 방법 .....	205
2. 핵심과제 선정 .....	206



<b>제2절 핵심과제별 세부추진내용</b>	<b>210</b>
1. 자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템	210
2. 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술	225
3. 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심 장비 기술	249
4. 극한환경의 수중침몰·밀폐구조물의 내부탐사를 위한 수중로봇 및 지원 기술	267
5. 스마트 양식장 운용을 위한 ICT 기반 무인로봇 개발	279
6. 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발	301
<b>제6장 사업추진 체계</b>	<b>323</b>
<b>제1절 사업 추진체계 및 수행 주체간 역할</b>	<b>323</b>
1. 사업 추진체계	323
2. 수행 주체간 역할분담	324
<b>제2절 사업 및 성과 관리방안</b>	<b>326</b>
1. 사업 관리방안	326
2. 과제 관리방안	328
3. 성과 관리방안	336
<b>제3절 성과 활용방안</b>	<b>339</b>
<b>제7장 소요예산 및 확보방안</b>	<b>341</b>
<b>제1절 소요예산 및 조달방안</b>	<b>341</b>
1. 소요예산	341
2. 소요예산 산출내역	344
3. 소요예산 조달방안	346
<b>제2절 소요인력 및 확보방안</b>	<b>348</b>
1. 소요인력	348
2. 핵심과제별 소요예산 산출내역	350
<b>제8장 사업 타당성 분석</b>	<b>353</b>
<b>제1절 기술적 타당성 분석</b>	<b>353</b>
1. 기술적 타당성 분석 개요	353
2. 기술개발 계획의 적절성	354
3. 기술개발성공가능성	364
4. 기존사업과의 중복성	368
<b>제2절 정책적 타당성 분석</b>	<b>372</b>

1. 정책적 타당성 분석 개요 .....	372
2. 정책의 일관성 및 추진체계 .....	373
3. 국고지원의 적합성 .....	380
4. 사업 추진상의 위협요인 .....	386
<b>제3절 경제적 타당성 분석 .....</b>	<b>388</b>
1. 경제적 타당성 분석 개요 .....	388
2. 비용편익 산정기준 .....	391
3. 비용분석 .....	392
4. 편익분석 .....	393
5. 경제성 분석 결과 .....	395
<b>제9장 기대효과 .....</b>	<b>396</b>
<b>제1절 과학기술적 기대효과 .....</b>	<b>396</b>
<b>제2절 정책적 기대효과 .....</b>	<b>397</b>
<b>제3절 경제산업적 기대효과 .....</b>	<b>398</b>
1. 산출방법 .....	398
2. 경제산업적 기대효과 산출결과 .....	399

# 표 목 차

<표 1-1> 국내 해수면 상승 시 침수 가능면적과 영향인구 .....	4
<표 1-2> 최근 어선사고 원인 .....	8
<표 1-3> 과학기술기본계획 중 본 사업의 추진근거 .....	12
<표 1-4> 국가중점과학기술 전략로드맵 중 본 사업의 추진근거 .....	13
<표 1-5> 무인이동체 발전 5개년 계획 중 본 사업의 추진근거 .....	14
<표 1-6> 제2차 해양수산발전 기본계획 중 본 사업의 추진근거 .....	15
<표 1-7> 제4차 해양환경종합계획 중 본 사업의 추진근거 .....	15
<표 1-8> 2020 해양과학기술로드맵 중 본 사업의 추진근거 .....	16
<표 1-9> 해양수산 R&D 증장기 계획 중 본 사업의 추진근거 .....	17
<표 1-10> 사업기획 추진 경과 및 수행내용 .....	18
<표 1-11> 기획위원회 명단 .....	20
<표 2-1> 해양 공간관리 관련 법률 .....	24
<표 2-2> 해양 관련 주요 국가계획 현황 .....	26
<표 2-3> 기관별 주요 조사 및 정보 .....	27
<표 2-4> 국가중점과학기술 전략로드맵 내 본 사업 관련내용 .....	35
<표 2-5> 제2차 해양수산발전기본계획 추진전략 및 중점과제 .....	36
<표 2-6> 제2차 해양수산발전 기본계획 내 본 사업 관련내용 .....	37
<표 2-7> 제4차 해양환경종합계획 중점 추진전략 .....	38
<표 2-8> 제4차 해양환경종합계획 내 본 사업 관련내용 .....	39
<표 2-9> 2020 해양과학기술로드맵 4대 목표 및 13대 전략기술 .....	39
<표 2-10> 2020 해양과학기술로드맵 내 본 사업 관련 내용 .....	40
<표 2-11> 해양수산R&D증장기 계획 3대R&D전략 및 12대 실행전략 .....	40
<표 2-12> 해양수산 R&D 증장기 계획 내 본 사업 관련 내용 .....	41
<표 2-13> 미국 해양과학 증장기 실행계획 .....	43
<표 2-14> 미국의 통합해양정책 비전 및 3대 정책 .....	44
<표 2-15> 해양 정책 실행 계획 세부내용 .....	44
<표 2-16> NOAA R&D 5개년 계획 세부내용 .....	46
<표 2-17> EU 해양수산분야 R&D 정책 세부내용 .....	48

<표 2-18> 일본 21세기 해양정책의 중점 추진방향 .....	49
<표 2-19> EU 정책동향 요약 .....	50
<표 2-20> 국내 수중로봇의 주요 모델 및 특징 .....	57
<표 2-21> 국내 주요 해양관측용 부이활용 현황 .....	59
<표 2-22> 국내 해양관측기관 별 관측내용 .....	62
<표 2-23> 미국 해양로봇 관련 주요 기관 .....	69
<표 2-24> 주요 수중 글라이더 모델 및 특징 .....	71
<표 2-25> 영국의 대표적 ROV .....	72
<표 2-26> 영국 해양로봇 관련 주요 기관 .....	73
<표 2-27> 프랑스의 대표적 AUV 및 주요특징 .....	74
<표 2-28> 프랑스 해양로봇 관련 주요 기관 .....	74
<표 2-29> 독일 해양로봇 관련 주요 기관 .....	75
<표 2-30> 노르웨이의 해양로봇 관련 주요 기관 .....	76
<표 2-31> 일본 주요 AUV 및 주요 사양 .....	77
<표 2-32> 일본 해양로봇 관련 주요 기관 .....	77
<표 2-33> 해양산업 분야별 R&D투자 사업체 비중 .....	87
<표 2-34> 해양산업체 매출액 .....	88
<표 2-35> 해양산업 연구개발투자액 .....	89
<표 2-36> 주요국 해양수산산업 분류 .....	91
<표 2-37> 무인 수중로봇 시장 구분 .....	93
<표 2-38> 수중 무선통신 시장 구분 .....	97
<표 2-39> 검색 DB 및 검색범위 .....	102
<표 2-40> 분석대상 기술분류 기준 .....	103
<표 2-41> 특허 검색식 .....	105
<표 2-42> 유효특허 선별 결과 .....	111
<표 2-43> 해양로봇기술의 국가별 주요 출원인 .....	125
<표 2-44> 해양통신기술의 국가별 주요 출원인 .....	126
<표 2-45> 융합관측기술의 국가별 주요 출원인 .....	126
<표 2-46> 부이로봇(AA) 분야 국가별 특허경쟁력 지수 .....	128
<표 2-47> 장거리 AUV(AB) 분야 국가별 특허경쟁력 지수 .....	129
<표 2-48> 장거리 AUV(AC) 분야 국가별 특허경쟁력 지수 .....	130
<표 2-49> 수중통신(BA) 분야 국가별 특허경쟁력 지수 .....	130

<표 2-50> 수중통신(BA) 분야 국가별 특허경쟁력 지수 .....	131
<표 2-51> 해양 환경 관측(CA) 분야 국가별 특허경쟁력 지수 .....	131
<표 2-52> 생물 환경 관측(CB) 분야 국가별 특허경쟁력 지수 .....	132
<표 2-53> 구조 환경 관측(CC) 분야 국가별 특허경쟁력 지수 .....	133
<표 2-54> 해양로봇기술 시장점유율 분석(CR4, %) .....	136
<표 2-55> 해양통신기술 시장점유율 분석(CR4, %) .....	137
<표 2-56> 해양로봇기술 시장점유율 분석(CR4, %) .....	138
<표 2-57> 허핀달 지수에 따른 국가별 HHI 현황 .....	139
<표 2-58> 해양수산 R&D 투자현황 .....	141
<표 2-59> 사업별 예산편성 내역 .....	142
<표 2-60> 해양장비 및 인프라 구축사업 세부내용 .....	144
<표 2-61> 극지 및 대양과학연구 세부내용 .....	146
<표 2-62> 해양과학조사 및 예보기술개발사업 세부내용 .....	147
<표 2-63> 차세대해양관측위성개발사업 세부내용 .....	148
<표 2-64> 해양수산부 해양로봇·ICT융합 관련 R&D사업 현황 .....	148
<표 2-65> 로봇산업클러스터구축사업 세부내용 .....	149
<표 2-66> 로봇산업핵심기술개발사업 세부내용 .....	151
<표 2-67> 기상예보기술개발사업 세부내용 .....	152
<표 2-68> 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업 세부내용 .....	153
<표 2-69> 해양장비개발 및 인프라구축사업 예산 .....	154
<표 2-70> 목표대비 달성도 .....	156
<표 2-71> 논문 양적&질적 성과 .....	157
<표 2-72> SCI 논문 효율성 .....	157
<표 2-73> 학술대회 성과 .....	158
<표 2-74> 회의참여성과 .....	158
<표 2-75> 포상 및 수상 성과 .....	159
<표 2-76> 특허 양적·질적 성과 .....	160
<표 2-77> 등록특허 효율성 .....	160
<표 2-78> 기타지재권 성과 .....	160
<표 2-79> 기술료 성과 .....	161
<표 2-80> 시제품 제작 성과 .....	161
<표 2-81> 인프라 성과 .....	162

<표 2-82> 해양수산부 내 중복성 검토 대상사업 내역 .....	163
<표 2-83> 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업의 중복성 검토 결과 .....	166
<표 2-84> 유럽 국가별 해양로봇 활용 현황 .....	170
<표 3-1> 권역별 기술 현황 .....	185
<표 3-2> 1,2차 기술수요조사 종합 결과 .....	190
<표 3-3> 핵심기술 리스트 .....	191
<표 4-1> 사업의 기술개발 범위 .....	200
<표 4-2> 사업의 비전 및 도출근거 .....	202
<표 4-3> 사업의 성과목표 및 비전과의 부합성 .....	202
<표 4-4> 차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업의 성과지표 .....	203
<표 5-1> 핵심기술 우선순위 평가항목 및 평가지표별 세부내용 .....	206
<표 5-2> 우선순위 평가항목 및 평가지표 .....	207
<표 5-3> 우선순위 평가표 .....	208
<표 5-4> 사업의 구성 .....	209
<표 5-5> 세부기술별 기술수준 및 개발전략 .....	217
<표 5-6> 자가발전형 다기능 해양관측 지능형 부이 시스템의 세부과제 및 단계별 목표	220
<표 5-7> 자가발전형 다기능 해양관측 지능형 부이 시스템 소요예산 .....	222
<표 5-8> 세부기술별 기술수준 및 개발전략 .....	235
<표 5-9> 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술의 세부과제 및 단계별 목표 .....	238
<표 5-10> 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술 소요예산	241
<표 5-11> 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심 장비 기술의 세부 과제 및 단계별 목표 .....	261
<표 5-12> 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심 장비 기술 소요예산	263
<표 5-13> 극한환경의 수중침몰된 밀폐구조물의 내부탐사를 위한 수중로봇 및 지원 기술의 세부과제 및 단계별 목표 .....	275
<표 5-14> 극한환경의 수중침몰된 밀폐구조물의 내부탐사를 위한 수중로봇 및 지원 기술 소요예산	276
<표 5-15> 스마트 양식장 운용을 위한 ICT 기반 무인로봇 개발 .....	291
<표 5-16> 스마트 양식장 운용을 위한 ICT 기반 무인로봇 개발 소요예산 .....	293

<표 5-17> 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비 개발 기술의 세부과제 및 단계별 목표 .....	314
<표 5-18> 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비 개발 소요예산 .....	316
<표 6-1> 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 상시 모니터링 및 평가 항목 .....	326
<표 6-2> 선정평가기준 .....	329
<표 6-3> 차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업의 성과지표(안) .....	336
<표 7-1> 사업 소요예산 .....	341
<표 7-2> 비목별 소요예산 .....	344
<표 7-3> 해양수산부 지난 3년간 R&D 예산운용추이 .....	346
<표 7-4> 향후 해양수산부 R&D 예산운용 전망 .....	346
<표 7-5> 인력 투입 계획 .....	348
<표 7-6> 학술연구용역의 연구요원 급료 기준단가 .....	349
<표 8-1> 기술적 타당성 분석 항목 .....	353
<표 8-2> 우선순위 평가항목 및 평가기준 .....	356
<표 8-3> 동향으로부터 핵심이슈 도출 .....	357
<표 8-4> 사업의 성과목표 세부내역 .....	359
<표 8-5> 기술개발의 범위 및 핵심과제 구성 .....	361
<표 8-6> 연도별 성과지표 목표치 .....	362
<표 8-7> 해양장비개발 및 인프라구축사업 참여인력 .....	364
<표 8-8> 해양장비개발 및 인프라구축사업 소속기관별 참여인력 .....	365
<표 8-9> 산업계 장비보유 현황 .....	366
<표 8-10> 연구계 장비보유 현황 .....	367
<표 8-11> 연구계 장비보유 현황 .....	367
<표 8-12> 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업의 중복성 검토 결과 .....	371
<표 8-13> 정책적 타당성 분석 항목 .....	372
<표 8-14> 과학기술기본계획 중 본 사업의 추진근거 .....	373
<표 8-15> 국가중점과학기술 전략로드맵 중 본 사업 관련 중점기술 .....	374
<표 8-16> 무인이동체 발전 5개년 계획 중 본 사업 관련 주요 과제 .....	374

<표 8-17> 제2차 해양수산물발전 기본계획 중 본 사업 관련 주요 과제 .....	375
<표 8-18> 제4차 해양환경종합계획 중 본 사업 관련 주요 전략 .....	376
<표 8-19> 2020 해양과학기술로드맵 중 본 사업 관련 주요 기술 .....	376
<표 8-20> 해양수산 R&D 증장기 계획 중 본 사업 관련 주요 전략 .....	377
<표 8-21> 국가계획상 주요 정책수요 .....	381
<표 8-22> 그간의 연구개발 투자성과 .....	382
<표 8-23> 향후 해양수산부 R&D 예산운용 전망 .....	386
<표 8-24> 연도별 민간부담금 소요예산과 기업의 투자의향 .....	387
<표 8-25> 경제적 타당성 검증 지표 및 각각의 장단점 .....	390
<표 8-26> 사업비(경상가치기준) .....	392
<표 8-27> 총비용 분석 .....	392
<표 8-28> 미래 해양로봇 시장규모 .....	394
<표 8-29> 총 편익 .....	394
<표 8-30> 경제성 분석 결과 .....	395
<표 9-1> 경제산업적 기대효과 산출식 .....	398
<표 9-2> 핵심과제와 산업연관표 소분류 상품의 매칭 .....	399
<표 9-3> 생산유발계수, 부가가치유발계수 및 고용유발계수 .....	400
<표 9-4> 경제산업적 기대효과 .....	401



# 그림 목 차

[그림 1-1] 해외 주요국 기초과학·연구 투자 현황 .....	1
[그림 1-2] 글로벌 무인이동체 및 무인수중로봇 시장전망 .....	2
[그림 1-3] 최근 해양조난 및 해양오염사고 현황 .....	5
[그림 1-4] MOVE 4.0 프로젝트 개념 .....	6
[그림 1-5] 사업기획 수립체계 .....	19
[그림 1-6] 사업기획 수립 절차 .....	21
[그림 1-7] 내역사업 및 추진과제 도출 방법 .....	21
[그림 2-1] 우리나라 해양 범위 .....	23
[그림 2-2] 해역이용협의 및 환경영향평가의 대상 .....	25
[그림 2-3] 어업분야 해양로봇 활용사례 .....	51
[그림 2-4] 운송분야 해양로봇 활용사례 .....	52
[그림 2-5] 관측·재난·재해 분야 해양로봇 활용사례 .....	53
[그림 2-6] 자원 탐사 및 채취 해양로봇 활용사례 .....	53
[그림 2-7] 제품개발 사례 .....	54
[그림 2-8] 해양환경관리공단의 해양환경조사 사업 .....	60
[그림 2-9] 국립수산과학원의 해양관측자료 제공 화면 .....	61
[그림 2-10] 국립해양조사원의 실시간 해양관측정보 제공 화면 .....	62
[그림 2-11] 독일 해양로봇 .....	75
[그림 2-12] Observing System Monitoring Center 자료수집현황 .....	78
[그림 2-13] 국내 해양산업 매출액 비중 .....	83
[그림 2-14] 2014년 지역별 해양수산분야 사업체 수 .....	85
[그림 2-15] 2014년 지역별 해양수산분야 종사자 수 .....	86
[그림 2-16] 세계 무인 수중로봇 시장 전망 .....	92
[그림 2-17] 세계 무인 수중로봇 유형별 시장 전망('14~'19) .....	93
[그림 2-18] 세계 ROV 시장 전망('14~'19) .....	94
[그림 2-19] ROV 세부분야별 시장비중('14~'19) .....	94
[그림 2-20] 세계 AUV 시장 전망('14~'19) .....	95
[그림 2-21] AUV 세부분야별 시장비중('14~'19) .....	95

[그림 2-22]	지역별 수중로봇 시장 전망('14~'19)	96
[그림 2-23]	세계 수중 무선 통신시장 전망('16~'22)	98
[그림 2-24]	수중 무선통신(Interface Platform)시장 전망('16~'22)	99
[그림 2-25]	수중 무선통신(적용분야별)시장 전망('16~'22)	100
[그림 2-26]	수중 무선통신(지역별)시장 전망('16~'22)	101
[그림 2-27]	국가별·기술분야별 유허특허 비중	111
[그림 2-28]	해양로봇기술 연도별 특허출원 추이	112
[그림 2-29]	해양통신기술 연도별 특허출원 추이	114
[그림 2-30]	융합관측기술 연도별 특허출원 추이	115
[그림 2-31]	해양로봇기술 주요국 내·외국인 특허출원 비중	116
[그림 2-32]	해양통신기술 주요국 내·외국인 특허출원 비중	118
[그림 2-33]	해양통신기술 주요국 내·외국인 특허출원 비중	119
[그림 2-34]	기술 성장단계별 의미	120
[그림 2-35]	해양로봇기술 주요국별 기술 성장단계	121
[그림 2-36]	해양통신 주요국가 기술 성장단계	123
[그림 2-37]	융합관측기술 주요국가 기술 성장단계	124
[그림 2-38]	특허기술 순환주기	127
[그림 2-39]	해양통신기술(B) 다출원인 분석	134
[그림 2-40]	2018년 세부내역별 예산편성 비중	143
[그림 2-41]	로봇산업핵심기술개발사업 중점분야	151
[그림 2-42]	해양장비개발 및 인프라구축사업 개편 현황	155
[그림 2-43]	사업 추진 체계	155
[그림 2-44]	NTIS 활용 중복성검토 프로세스	165
[그림 2-45]	해양수산 산업 연구개발 투자기업 현황	171
[그림 2-46]	해양수산 산업 매출액 현황	172
[그림 3-1]	사업 추진방향 도출 방법	175
[그림 3-2]	SWOT Matrix 분석	178
[그림 3-3]	추진전략 도출방법	180
[그림 3-4]	주요 동향별 핵심이슈	182
[그림 3-5]	기술수요조사 진행 과정	184
[그림 3-6]	분야별 기술수준 응답현황	187

[그림 3-7] 관련 기술의 경쟁력 강화를 위한 투자 분야 응답 비중 .....	187
[그림 3-8] 해양로봇·장비 개발과 해양로봇·장비운용 분야 기술수준 응답 .....	188
[그림 3-9] 국내 해양 데이터 생산·관리 및 데이터 분석·활용 분야 기술수준 응답 .....	189
[그림 3-10] 국내 해양관련 데이터의 생산·관리·활용의 문제점 응답 .....	189
[그림 4-1] 해양관리의 필요성 .....	193
[그림 4-2] 본 사업의 영역 .....	194
[그림 4-3] 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 개념도 .....	196
[그림 4-4] 사업명의 의미 .....	197
[그림 4-5] 사업의 구조설계 .....	199
[그림 4-6] 사업의 비전체계도 .....	201
[그림 5-1] 핵심과제 선정 과정 .....	205
[그림 5-2] 핵심기술 우선순위 평가항목 및 평가지표 설계 .....	206
[그림 5-3] 우선순위 평가항목별 가중치설문결과 .....	207
[그림 5-4] 핵심기술 우선순위 평가 결과 .....	208
[그림 5-5] 자가발전형 다기능 해양관측 지능형 부이 시스템 개발 개념도 .....	213
[그림 5-6] 무인해양로봇 분류 .....	225
[그림 5-7] 해저지형 상세지도 .....	227
[그림 5-8] 한반도 역재 지진발행 규모별 현황 .....	228
[그림 5-9] 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술 개발개념도 .....	231
[그림 5-10] 침몰 비행기 수색 (Side Scan Sonar) .....	242
[그림 5-11] 해저 파이프라인 검사 : (L)Sonar, (R)Camera .....	242
[그림 5-12] WHOI REMUS 6000이 촬영한 난파선 청동 대포 .....	243
[그림 5-13] Ocean Infinity사의 MH370 해저 수색 개념 .....	243
[그림 5-14] 유럽의 Multi-AUV 활용 해저지형조사 개념도 (좌) 선박객인식 사진 (우) WIMUST 개념도 .....	244
[그림 5-15] 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심 장비 기술 개발개념도 .....	252
[그림 5-16] Ocean Observatories Initiative 개념도 .....	264
[그림 5-17] 극한환경의 수중침몰·밀폐구조물의 내부탐사를 위한 수중로봇 및 지원 기술 개발 개념도 .....	269
[그림 5-18] 스마트 양식장 운용을 위한 ICT 기반 무인로봇 개발 개념도 .....	283
[그림 5-19] 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발 개념도 .....	303

[그림 5-20] 아일랜드 스마트베이 활용사례 .....	319
[그림 5-21] 수중무선광통신 활용사례 .....	321
[그림 5-22] 해양 광대역/관측/mission critical 통신 .....	321
[그림 6-1] 사업 추진 체계 .....	323
[그림 6-2] 사업의 과제관리 체계 .....	328
[그림 6-3] 진도관리 프로세스 .....	331
[그림 6-4] 중간평가 절차 .....	332
[그림 6-5] 최종평가 절차 .....	333
[그림 6-6] 추적평가 절차 .....	334
[그림 6-7] 사업화 및 상용화 연계방안 .....	340
[그림 7-1] 연도별 소요예산 추이 .....	342
[그림 7-2] 핵심과제별 예산비중 .....	343
[그림 7-3] 연도별 비목별 소요예산 추이 .....	344
[그림 8-1] 핵심기술 우선순위 평가 결과 .....	356
[그림 8-2] 핵심이슈-해결방안-목표의 연계 .....	360
[그림 8-3] 본 사업의 핵심과제간 연계도 .....	363
[그림 8-4] 산·학·연별 장비보유 비중 .....	366
[그림 8-5] NTIS 활용 중복성검토 프로세스 .....	370
[그림 8-6] 사업 추진 체계 .....	378

# 제1장 사업 추진 배경 및 기획 경과

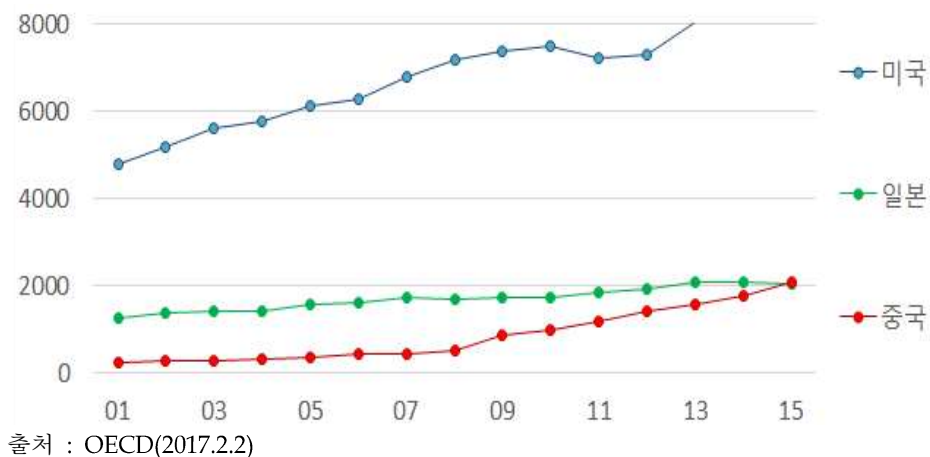
## 제1절 사업 추진 배경 및 필요성

### 1. 사업추진 배경

#### □ 4차 산업혁명 사회 도래에 따른 무인이동체 활용 영역 확대 및 관련 융합기술 수요증가

- 4차 산업혁명 사회에 돌입함에 따라 인공지능, IoT, 빅데이터 등의 기술혁신을 바탕으로 생산성이 빠르게 향상되고 경제·사회구조가 재편되고 있음
- 4차 산업혁명 시대, 단기적·소모적 연구에서 벗어나 시장·산업 구조의 혁신을 창출하는 기초과학·연구의 중요성이 강조되고 있고 산업현장의 자동화, 스마트화를 통한 효율성 향상이 이슈로 제기됨
  - 미국, 일본, 중국 등 주요국은 기초과학·연구에 대한 투자를 지속적으로 확대

(단위 : Billion current PPP\$)

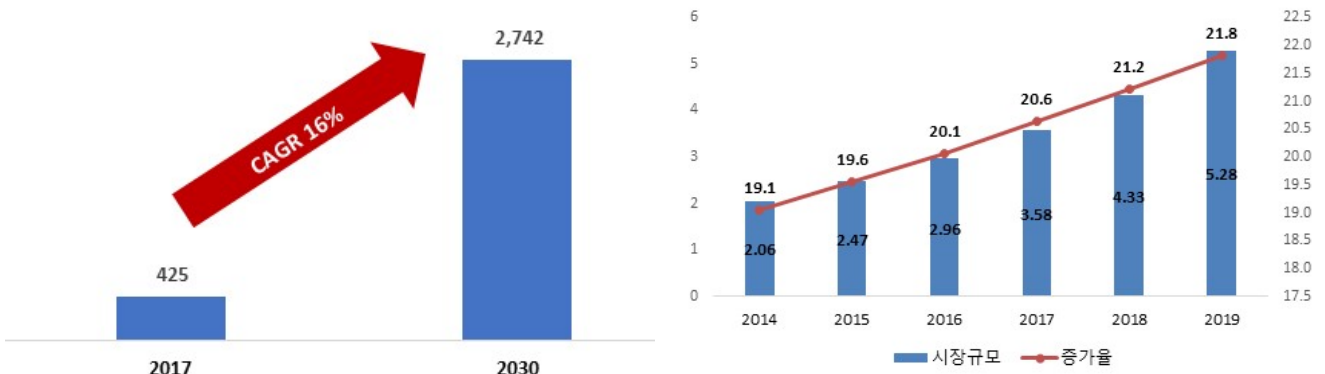


[그림 1-1] 해외 주요국 기초과학·연구 투자 현황

- 전 세계적으로 급격한 자원고갈, 기후변화, 도시화, 글로벌화로 인해 생활편의성 및 국민 안전보장을 위한 국가적인 대응 필요성 증가

□ 글로벌 시장성장에 따른 기술 선진국의 시장선점 활동 증가

- 현재 글로벌 무인이동체 시장규모는 2017년 현재 424억 달러이며, 시장수요 증가로 인해 2030년 2,742억 달러 규모로 증가될 것으로 예상됨
  - 그리고 세계 무인수중로봇 시장규모는 2014년 20억 6천만 달러규모에서 연평균 20.6% 상승하여 2019년 52억 8천만 달러 규모가 예상됨



[글로벌 무인이동체 시장전망]

[무인수중로봇 시장 전망]

출처 : Tealgroup (2016), World Military Unmanned Aerial Systems, Market Profile and Forecast, Technavio(2015), GLOBAL UNMANNED UNDERWATER VEHICLES MARKET

[그림 1-2] 글로벌 무인이동체 및 무인수중로봇 시장전망

- 해외 기술선도국의 기업들은 자체적으로 보유된 기술을 기반으로 관련 핵심기술 개발에 많은 투자를 진행하여 고부가가치 시장 선점에 노력 중임
  - 군수 무인로봇 관련 제조사, 글로벌 IT기업, 전기전자·가전·소프트웨어 기업들이 기술력을 바탕으로 적극적인 시장 진출이 심화되고 있음
    - 기존의 군수기업인 Lockheed Martin, Quinetiq 등은 기술력 기반으로 민간시장으로 진출
    - Google, Facebook, DJI, Starship Technologies(드รอย드) 등 신개념 기술 기반으로 진출
  - 선도기업들은 완제품 시장 보다는 핵심부품, 제품-서비스 결합 등 고부가가치 시장 경쟁력 우위 선점을 위한 노력 강화
    - 3DR, Venom Battery, Prolexia 등의 기업은 핵심부품 개발에 집중하고 있으며, Delair-Tech, DJI는 자사 보유 핵심기술 활용 또는 타기업과의 인수·합병 등을 통해 융합 제품-서비스 개발
    - DJI는 산업 맞춤형 무인이동체 데이터 분석 기반 운영·관리·컨설팅 서비스 등으로 활동영역 확대

- 미국, EU 등 주요국은 로봇-무인이동체-인간 간 미래 협력환경의 중요성에 주목하고 차세대 로봇 및 무인이동체 플랫폼 중심 기술개발정책<sup>1)</sup>을 발표하여 산·학·연 통합적 추진체계를 통해 기초·원천기술을 바탕으로 상용화에 이르는 안정적 기술개발 추진 중
  - (미국) DoD, NASA를 중심으로 차세대 플랫폼이 융복합 플랫폼이 될 것으로 예상하고 국가R&D를 추진
  - (EU) SPARK 프로그램을 통해 유럽 내 무인이동체 개발 및 운영 환경조성 가이드라인을 제시하고 회원국의 무인이동체 기술개발을 지원
    - 핵심부품 전문기업 성장을 촉진하고 기술간 융·복합 활성화로 자국 기업의 글로벌 시장 진입 촉진 및 시장 선도 계기 마련
- ※ 주요국을 중심으로 선도적 기술을 보유한 글로벌 연구소, 대학에 글로벌 기업의 기술위탁이 원활히 추진되어 글로벌 국제협력연구를 통한 R&D가 빠르게 추진되고 있음
- 또한 무인이동체와 지능형정보기술의 융합에 따라 안정성 검증을 위한 신개념 시험·평가 기반구축을 위한 정책을 추진 중에 있음
  - 미국, EU 등은 AI 등 안전성 검증이 필요한 신기술이 무인이동체 기술에 결합되면서 발생할 수 있는 문제들을 고려, 기업들과 협력을 통해 운용 안정성 시험·평가 기반 구축 등 자구책 강구

## □ 국내 관련 산업의 영세성과 기술기반 부족으로 인한 글로벌 트렌드 대응 미흡

- 2016년 기준 국내 로봇 및 무인이동체 시장규모<sup>2)</sup>는 글로벌 전체 시장규모의 약 2.7% 수준이며, 핵심기술 부족으로 산업의 혁신성장기반이 취약함
  - 무인이동체 시장규모는 8.79억 달러로 글로벌 시장(325.5억 달러)의 2.7% 수준
  - 국내 해양로봇 및 장비 관련 산업은 기타 해양기기·장비제조업이며, 2015년 기준 기타 해양기기·장비제조업의 기업체 수는 58개로 업체당 연간 7.5억원 수준<sup>3)</sup>
    - 시장성장을 위해서는 로봇 및 장비의 안전성 및 효율성이 검증 되어야 하나, 기업의 기술력 부족, 시험·평가 기반 부족으로 Track-Record를 쌓기 어려워 내수시장 활성화가 어려움
- 국내 관련 기업들은 완제품 조립 및 일부 부품의 생산 능력을 보유하고 있으나 핵심기술 부재로 핵심부품의 경우 선진국 제품에 의존하고 있음

1)(美, '13) Unmanned Systems Integrated Roadmap, (EU, '16) Robotics 2020 Multi- Annual Roadmap, (英, '14) RAS(Robotics and Autonomous Systems) 2020 프로젝트

2) 무인이동체 산업실태조사(미래창조과학부, 2016)

3) 해양수산부(2015), 해양산업통계조사

- 현재와 같은 추세가 지속될 경우, 국내 기업의 기술역량 부족으로 인해 글로벌 기업과 국내 기업 간 기술종속, 부가가치 양극화가 우려됨
  - 국내 관련 산업의 영세성으로 핵심부품기술 확보를 위한 R&D 투자가 매우 저조하며, 기술개발 역량도 낮은 수준이며, 산·학·연 혁신네트워크가 부재하고, 글로벌 공동연구도 활성화되지 않은 상황으로 민간 주도 혁신성장이 어려움

## □ 기후변화로 인한 해양환경 변화 심화

- 온실가스에 대한 자정능력 상실로 기온상승과 홍수, 가뭄, 태풍 등 이상기후현상이 발생되고 있어 이에 국제사회는 기후변화적응을 중요한 환경문제 인식하고 있음
  - IPCC AR5보고서<sup>4)</sup>에서는 인류가 기후변화에 대한 적응을 하지 못할 경우 지구 평균 기온은 최대 6.4℃가 오르고, 해수면은 59cm가 상승할 것으로 전망
  - 한반도 주변해역 해수면 상승률, 산성화 정도는 전 지구적 평균값에 비해 2배 이상 높고, 주변 대기 중 이산화탄소 농도가 증가하는 등 변화 징후 가시화되고 있음
    - 국내 해수면 상승률(2.48 mm/yr)은 IPCC가 발표한 전 세계 평균값(2.0 mm/yr)보다 높음
  - 해수면 1m 상승 시, 서울면적의 1.6배에 달하는 면적이 침수될 것으로 추정

<표 1-1> 국내 해수면 상승 시 침수 가능면적과 영향인구

해수면 상승	침수가능 인구(명)	침수가능 면적(km <sup>2</sup> )	비 고
0.5m	278,745	856.126	서울면적의 1.4배
1.0m	312,855	984.304	서울면적의 1.6배

출처 : 해양수산부(2016), 제3차 기후변화대응 해양수산부문 종합계획

- 해양기후변화로 인한 이상기후의 발생은 국민안전의 심각한 위험 요인이 되고 사후 대응과정에서 막대한 사회경제적 비용 발생이 예상됨
  - 2016년 8월 중순~하순 폭염에 기인한 이상 고수온현상으로 양식생물 대량 폐사 발생
    - ※ 양식생물 피해는 약 6,083만 마리, 약 536억원 내외
- 기후변화로 인한 해수온 상승으로 새로운 생태계가 형성되고 있어 이에 따른 대비가 필요한 상황임
  - 2011년 환경부 「자생생물 조사·발굴 사업(조류 분야)」에서는 제주도 앞바다에서 온대성·아한대성 조류가 줄고 아열대성·열대성 조류가 증가한 것으로 조사됨

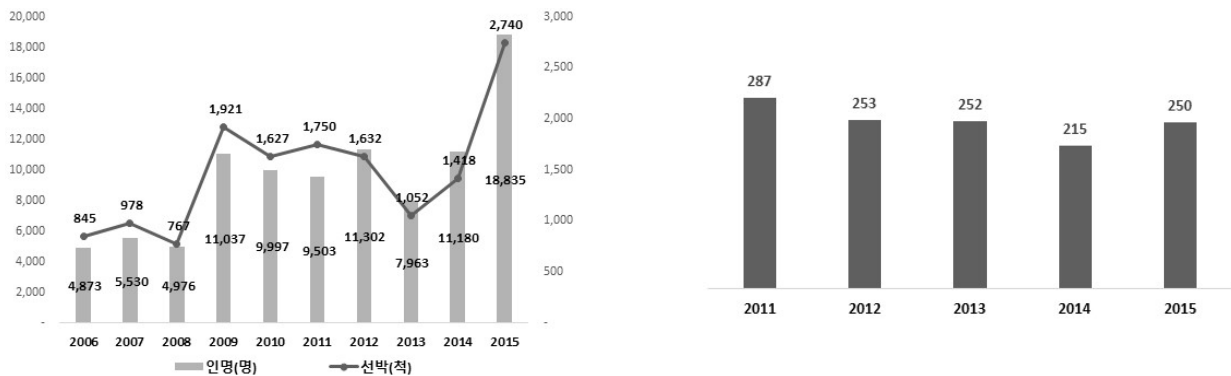
4) Intergovernmental Panel on Climate Change(기후변화에 관한 정부간 협의체) 제5차 평가 종합보고서(2014)



- 해양환경의 아열대화로 독성 플랑크톤이 증가하고 플랑크톤을 섭취한 해양생물의 독소축적은 심한 경우 사망을 유발할 수 있음
- 2016년 기후변화 적응형 해양경제 구현을 위해 기후변화로 인한 해양수산분야 적응 및 피해저감 정책을 수립함
  - 제3차 기후변화대응 해양수산부문 종합계획을 통해 기후변화 예측 고도화, 기후변화 예방체계 구축 등 기후변화로 인한 해양수산분야 대응역량 강화 강조됨

### □ 해양사고로 인한 국민안전 위협 증가

- 2006년부터 2015년까지 발생한 해양조난사고에서 선박피해는 2,740척, 인명피해는 18,835명이었으며, 선박피해는 연평균 약 14%, 인명피해는 연평균 약 16%가 증가하고 있고 2011년부터 2015년까지 해양오염사고는 매년 약 251건이 꾸준히 발생하고 있어 해양사고에 대한 적극적인 대비 필요



[최근 10년간 해양조난사고 피해현황] [해양오염사고 발생현황('11~'15)]  
 출처 : 국민안전처(2016), 2016년 국민안전처 통계연보, e-나라지표(<http://www.index.go.kr>)

[그림 1-3] 최근 해양조난 및 해양오염사고 현황

## 2. 사업추진 필요성

### □ 국내 해양로봇 및 해양이동체 산업 활성화를 위한 중장기적 R&D 추진 필요

- 기존의 해양로봇 관련 기술이 상용화 단계까지 이르지 못한 이유는 로봇 및 장비의 안전성 및 효용성이 검증, 관련 기업의 영세성 등으로 연구소와 대학을 중심으로한 R&D 방식의 문제라고 판단됨
  - 관련 시장 경쟁력 강화를 위해서는 해양로봇 및 장비 현장수요에 부합되도록 의 목적성을 명확한 개발이 필요하며, 핵심부품 원천기술 개발이 필요하나 이러한 중장기적 접근이 부족함
- 해양수산부에서는 인공지능(AI), 사물인터넷 (IoT) 등을 활용해 해양공간을 효과적으로 개발하고, 해양장비 분야의 R&D 투자 효율성을 제고하기 위한 중장기 로드맵실용화 프로젝트인 MOVE<sup>5)</sup> 4.0 프로젝트를 발표함
  - 현재 다양한 목적으로 기술진화 관점에서의 수중로봇 개발에서 목적지향적인 기술개발을 통한 기술의 산업화 및 신규시장발굴을 목표로 발표된 MOVE 4.0 프로젝트에 부합하는 해양로봇 및 장비의 중장기 R&D 계획 필요



[그림 1-4] MOVE 4.0 프로젝트 개념

5) Maritime Operative Vehicle Equipment / International, Innovation, Intelligence, Industry

- 해양장비개발을 전담하던 ‘해양장비개발 및 인프라구축사업’이 장기계속사업 일몰제 대상사업으로 지정 2019년 종료예정에 있어 해양로봇 및 수중통신 등 해양장비 관련 후속사업의 기획추진 필요
- ‘해양장비개발 및 인프라구축사업’을 통해 해양장비 관련 다양한 분야의 기술적 발전이 이루어졌으나 여전히 최고 기술국과의 기술격차 존재
  - 해양환경, 해양관측 및 예보 관련 기술의 격차는 국내 해양과학기술 평균기술격차 큰 격차를 보임(국내 해양과학기술과 최고기술국의 평균기술격차는 5.6년)

□ 해양환경 변화 대응을 위한 신뢰성 높은 실시간 해양관측정보 생성 필요

- 기후변화로 인한 해양수산분야 피해예측 및 대응 시나리오를 마련하기 위해서는 정확하고 실시간성의 해양관측자료 생성이 필수요소이나 현재 생성되고 있는 해양관측자료로는 예산·인력의 한계로 부족한 상황
  - 현재 국립해양조사원, 해양환경관리공단, 기상청, 국립수산과학원, 한국해양과학기술원 등의 기관에서 해양과학조사, 해양환경변화, 해양관측, 기상예보, 어업·수산업 등 해양 관련 정보 생성 중
  - 조사주기가 길거나 지정된 정점에서 조사를 실시하고 있어 해양에서 진행되는 기후변화에 대응 자료로 활용되기 어려움
    - 기관 고유임무에 따라 조사된 정보를 기후변화 예측에 적용하기 위해서는 조사항목의 다양화가 필요함
    - 기관별로 각자의 정보시스템을 운영하고 있어 관련정보를 종합적으로 살펴보기가 힘들고 실시간 정보변화를 반영하기 어려운 항목이 다수 존재

□ 해양사고 피해 최소화를 위한 해양사고 신속대응 필요

- 해양에서 발생하는 사고는 접근성·비가시성 등 신속대응을 저해하는 요소들로 인해 대형 인명·환경사고로 확대될 가능성이 높음
    - 해양경찰청에 최근 3년간(’14~’16) 접수된 사고 총 4,431건 중 1시간 이내 대응한 사고는 3,762건, 평균 대응률 85%로 조사됨<sup>6)</sup>
- ※ 주요원인 : 사고지점까지 이동거리, 대응면적대비 인력 및 장비 부족

6) 해양경찰청 ‘최근 3년간 골든타임 대응현황’자료

- 넓은 해역을 감시하고 인간의 접근이 어렵거나 불가능한 해역에서 발생하는 해양사고에 신속하게 대응하기 위한 해양장비의 개발필요
  - 최근 남·서해안에서 발생한 어선 전복사고에서 사고선박의 위치를 파악하는 위치식별장비(AIS)문제로 사고이후 위치파악 사고대응에 문제 발생
  - 그리고 강한조류와 높은파도로 인해 생존자 구조 및 사체수습에 어려움 발생

<표 1-2> 최근 어선사고 원인

사고개요	사고원인	피해규모	비고
2월28일 완도해상 근룡호 전복사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조업도중 기상악화(풍랑) 발생</li> <li>- 선박위치 식별장비(AIS) 고장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7명 중 2명 사망, 5명 실종</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사고 3시간 뒤 신고 → 신고 1시간 20분 뒤 수색실시</li> <li>- 선박 내 와류로 인한 선내 진입 지연</li> </ul>
3월6일 옥지도 인근 제11제일호 전복사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 풍랑주의보 상황에서 무리한 조업 실시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11명 중 3명 사망, 3명 구조, 5명 실종</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치발신장비(V-PASS)와 자동식별장치(AIS)를 끄고 있어 사고위치 파악 지연</li> </ul>

□ 해양장비의 개념 : 광의(해양로봇을 포함하는 장비) 및 협의(해양로봇 이외의 장비)의 개념

- ‘장비’는 효율성·안전성 측면에서 인간 노동력의 한계를 극복하여 환경에 적극 개입하기 위하여 고안된 ‘장치 혹은 도구’ 일반에 대한 통칭임
- 「해양장비」는 이와 같은 ‘장비’의 개념을 해양(해수면 및 수중)에 적용한 것으로서, 육상장비에 대한 기대에서 나아가, 작업환경의 극단적 어려움으로 인하여 지극히 제한적인 해양공간정보의 획득, 수중에서의 장시간 작업, 인간이 견딜 수 없는 환경에서의 정보수집 등에 적용하는 장비 일반을 의미
  - 다만, 최근에 인간에 의한 운전을 포함하여 ‘통제에 따른 효율적 운영’ 기능이 보장된 형태의 장비를 ‘로봇’으로 지칭함으로써 종래의 ‘장비’와 구분하려는 경향이 있으며, 따라서 프로그램을 이식하여 반복된 작업에 활용하거나 최근의 IoT 기술과 융합된 장비를 ‘로봇’으로 이해하고 있음
- 특히 해양장비의 운영환경과 육상장비의 운영환경을 질적으로 구분하는 것은 공기와 바닷물의 밀도차이이며, 그 밀도 차이만큼 해양장비는 극한의 환경에서 조업해야 하는 속성이 있음
  - 공기의 밀도(1.28kg/m<sup>3</sup>) < (약 800배) < 바닷물의 밀도(1,025 kg/m<sup>3</sup>)

□ 「육상로봇」과 「해양로봇」의 차이점

- 본질적으로 ‘로봇’으로서의 차이보다는, 각각의 운영환경에서 차이가 비롯됨
  - 대개 산업용 로봇 등 육상로봇은 ‘인간이 할 수 있는 일’을 기계화·자동화하는 특성이 있는 반면, 해양로봇은 ‘인간이 할 수 없는 일’을 하는 특성이 있음
  - ※ 인간이 산소마스크를 착용하고 도달할 수 있는 ‘한계수심’은 약 40m 수준이지만, 해양로봇에는 그러한 한계가 무의미함

## 제2절 사업 추진근거 및 기획경과

### 1. 사업 추진근거

#### 가. 법적 추진 근거

##### □ 해양수산발전기본법

- 제5조(국가 등의 기본책무) 국가는 해양환경·해양수산자원 및 해양생태계를 보전할 의무가 있고 해양수산업의 발전을 추진함에 있어서 해양 및 해양수산자원의 관리·보전과 개발·이용이 조화와 균형을 이루어야 하며, 해양수산발전에 필요한 기반 및 환경의 조성을 지속적으로 추진해야 함
- 제12조(해양의 관리) 정부는 해양환경 및 해양수산자원을 보전하고 지속 가능한 개발을 위하여 노력하며, 해역에서의 자원을 종합적·체계적으로 관리·보전하고, 이를 위한 제반 역량을 확보해야함
- 제15조(해양안전관리) 정부는 해양에서의 사고로 인한 인명·재산의 손실 및 해양오염 등을 예방하고 사고가 발생한 경우 신속하게 대응할 수 있는 체제구축 등 해양안전관리에 관한 시책을 마련해야함
- 제17조(해양과학조사 및 기술개발 등) 효율적인 해양관리를 위하여 해양과학조사계획을 수립하고, 이를 시행하여야 함
  - 국가는 해양 및 해양수산자원의 합리적인 관리·보전 및 개발·이용을 위하여 해양에 대한 과학조사 및 관측을 실시하여야 하며, 이의 효율적인 수행을 위하여 국가해양관측망을 구축·운영할 수 있음
  - 해양수산부는 해양과학기술을 향상하게 하고 해양과학기술의 실용화·산업화를 촉진하기 위하여 해양과학기술개발계획을 세우고, 이를 시행하여야함

##### □ 해양수산과학기술육성법

- 제3조(국가 및 지방자치단체의 책무) 국가와 지방자치단체는 해양 및 해양수산자원의 관리·보전과 개발·이용을 조화롭게 하고, 해양수산 관련 산업의 경쟁력을 향상시킬 수 있도록 해양수산과학기술에 대한 종합적인 시책을 세우고 시행해야 함

- 제8조(연구개발사업 등의 추진) 연도별·분야별 해양수산과학기술 연구개발 과제를 선정하고 해양수산과학기술 연구개발사업을 추진할 수 있음

## □ 해양과학조사법

- 제20조(해양과학조사의 장려) : 정부는 대한민국 국민이 해양과학조사를 실시할 수 있도록 보장하고 해양과학기술의 진흥을 위하여 조사자료 공개 및 제공이 원활히 이루어질 수 있도록 필요한 지원조치를 마련해야 함

## □ 해양경비법

- 제3조(국가의 책무) : 국가는 경비수역에서의 해양안보 및 해양치안을 확보하고 해양수산자원 및 해양시설을 보호하기 위하여 해양경비에 필요한 제도와 여건을 확립하고 이를 위한 시책을 마련하여 추진해야 함

⇒ 해양수산부는 해양수산발전기본법, 해양수산과학기술육성법, 해양과학조사법, 해양경비법에 따라 해양 보전 및 개발 등의 효율적 관리를 위해 해양기후변화 예측 및 적응, 해양생태계 훼손 및 개선, 해양수산 및 해양시설 보호 등의 역할을 수행해야 함

## □ 해양환경 보전 및 활용에 관한 법률

- 제17조(해양기후변화 대응) : 해양수산부문에 있어서 기후변화에 대응하기 위하여 해양에 대한 조사, 영향 예측, 적응 등 필요한 시책을 마련해야 함
- 제23조(해양환경 관련 과학기술의 개발 등) : 해양오염 및 해양생태계 훼손을 예방·대응하거나 해양 및 해양생태계를 복원·개선하고 선박에너지효율의 개선에 필요한 연구, 기술개발 및 관련 산업을 진흥을 실시해야 함

## □ 지능형 로봇개발 및 보급촉진법

- 제3조(국가 및 지방자치단체의 책무) : 국가 및 지방자치단체는 지능형 로봇의 개발 및 보급을 촉진하기 위하여 필요한 예산을 확보하고 관련 시책을 수립·추진해야 함
- 제9조(지능형 로봇제품 지원시책의 수립) : 지능형 로봇제품의 품질확보 및 보급·확산을 촉진하기 위하여 필요한 지원시책을 수립할 수 있음

## 나. 연관 국정과제 상의 추진 근거

- 현 정부는 5대 국정목표, 20대 국정전략, 100대 국정과제로 구성
- 본 사업은 국정목표 중 ‘더불어 잘사는 경제’, ‘내 삶을 책임지는 국가’, ‘고르게 발전하는 지역’ 국정전략 중 ‘과학기술발전이 선도하는 4차 산업혁명’, ‘국민 안전과 생명을 지키는 안심사회’, ‘사람이 돌아오는 농산어촌’과 관련
  - 과학기술발전이 선도하는 4차 산업혁명 중 ‘소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축’, ‘고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성’ 등 2개 국정과제가 본 사업과 관련됨
  - 국민 안전과 생명을 지키는 안심사회 중 ‘신기후체제에 대한 견실한 이행체계 구축’, ‘해양영토 수호와 해양안전 강화’ 등 2개 국정과제가 본 사업과 관련됨
  - 사람이 돌아오는 농산어촌 중 ‘깨끗한 바다, 풍요로운 어장’ 국정과제가 본 사업과 관련됨

## 다. 주요 국가계획 상의 추진 근거

### □ 제4차 과학기술기본계획

- 제4차 과학기술기본계획 중점추진과제 ‘주체·분야 간 협력·융합 활성화’, ‘4차 산업혁명 대응 기반 강화’, ‘쾌적하고 편안한 생활환경 조성’ 등이 본 사업과 관련됨

<표 1-3> 과학기술기본계획 중 본 사업의 추진근거

중점추진과제	세부추진과제
주체·분야 간 협력·융합 활성화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 융합 활성화를 위한 기반 구축</li> </ul>
4차 산업혁명 대응 기반 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공지능 기반기술 확보</li> <li>• 초연결 네트워크 기반 구축</li> <li>• 데이터 공유·활용역량 강화 및 데이터 활용기반 구축</li> </ul>
쾌적하고 편안한 생활환경 조성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화 및 신기후체제 대응으로 지속가능성 확보</li> <li>• 기후변화 예측 및 국가적 대응역량 제고</li> </ul>



## □ 국가중점과학기술 전략로드맵

- ‘미래 신산업 기반 확충’ 분야의 ‘서비스로봇기술’, ‘깨끗하고 편리한 환경 조성’분야의 ‘환경통합모니터링 및 관리기술’, ‘기후변화 감시·예측·적응기술’, ‘걱정없는 안전사회 구축’ 분야의 ‘자연재해 모니터링·예측·대응 기술’이 본 사업과 관련됨
- ⇒ **환경통합 모니터링 및 기후변화·이상기후 예측·대응기술, ICT융합 데이터 공유플랫폼 및 수중 환경센싱·작업기술 개발을 위한 기반 구축 필요**

<표 1-4> 국가중점과학기술 전략로드맵 중 본 사업의 추진근거

분야	중점기술	핵심/요소기술	주요전략
미래 신산업 기반 확충	서비스 로봇기술	(핵심기술) 원격제어기술 외 4개 (요소기술) 내압수밀기술 외 19개	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기시장창출을 위한 분야별 로봇시범적용</li> <li>• 로봇 테스트베드 구축</li> <li>• 로봇 개발·보급 촉진법 개정·연장</li> </ul>
깨끗하고 편리한 환경조성	환경통합모니터링 및 관리기술	(핵심기술) 스마트 광역 환경센서 네트워크 기술 외 2개 (요소기술) 고신뢰 적응형 광역 환경센서네트워크 기술 외 9개	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수요 맞춤형 환경센서 개발</li> <li>• 환경통합모니터링데이터분석 전문인력양성</li> <li>• 국민이 쉽게 이해 가능한 환경 지수 개발</li> </ul>
	기후변화 감시·예측·적응기술	(핵심기술) 기후변화 감시 및 정보통합관리 기술 외 3개 (요소기술) 기후변화 3차원 초정밀 모니터링기술 외 10개	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 민간분야기후정보서비스및컨설팅등산업육성·전국단위 기후변화 자료확보를 위한 집중 관측 체계 구축</li> <li>• 국가기후변화 표준 시나리오기준 및 인증제도 강화</li> </ul>
걱정없는 안전사회 구축	자연재해 모니터링·예측·대응 기술	(핵심기술) 복합 자연재해 현상관측·분석 및 공유 외 3개 (요소기술) 자연재해 관측망 고도화 기술 외 11개	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수요자 대상 공공서비스 피드백 강화</li> <li>• 부처 재해정보 공유를 위한 협력체계 구축</li> <li>• 자연재해 관련 기술보급과인증체계화</li> </ul>

출처 : 관계부처 합동(2014), 국가중점과학기술 전략로드맵

## □ 제2차 지능형 로봇개발 기본계획

- 제2차 지능형 로봇개발 기본계획의 4대 추진과제 중 ‘선택과 집중을 통한 로봇 R&D 종합역량 제고’의 세부과제인 ‘다양한 사회적 니즈반영’이 본 사업의 기술개발 방향과 관련됨
- 로봇R&D 수요기획 전담조직을 설치하여 사업기획→과제선정·수행→평가 등 R&D 전 과정을 수요자중심으로 전환
- ⇒ **공급자(개발자) 중심에서 수요자 중심의 기술개발 사업추진 필요**

□ 무인이동체 발전 5개년 계획

- 무인이동체 발전 5개년 계획의 추진과제 중 ‘무인 수중이동체 및 무인선 기술개발’이 본 사업과 관련됨
    - 무인 수중이동체 국산화를 위한 핵심·기반기술개발 및 실 해역에서 개발 기술/제품의 성능검증
- ⇒ 무인 수중이동체 핵심기술 및 기반기술개발을 위한 담당부처의 역할 수행 필요

<표 1-5> 무인이동체 발전 5개년 계획 중 본 사업의 추진근거

추진과제	세부과제	세부내용
(무인 해양) 수중이동체 및 무인선 기술개발	무인 수중이동체 기반기술 개발	• 수심 500m 내외의 해양 구조물 건설을 위한 수중이동체 핵심기술 개발
	성능시험평가 테스트 베드 구축	• 수상 및 수중무인체 시제품의 성능 시험평가를 위해 내수면·공유수면 등의 전용수역 조성, 개발·시험 장비 및 시설 제공

출처 : 관계부처 합동(2016), 무인이동체 발전 5개년 계획(2016~2020)

□ 제2차 해양수산발전기본계획

- 제2차 해양수산발전 기본계획의 5대 추진전략 중 ‘신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발’이 본 사업과 관련됨
    - 추진전략 중 ‘신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발’의 중점과제 중 ‘해양산업의 핵심기술개발’, ‘녹색성장을 위한 해양보전·탐사 핵심기술 개발’, ‘해양과학의 기술개발 역량 강화’ 본 사업 관련됨
- ⇒ 해양산업, 해양보전·탐사 핵심기술 개발 및 해양과학기술 역량 강화를 위한 핵심장비 개발 필요

<표 1-6> 제2차 해양수산발전 기본계획 중 본 사업의 추진근거

5대 추진전략	중점과제	세부내용
신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발	해양산업의 핵심 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해저탐사 및 작업장비 개발</li> <li>• 해저관측기지 및 수중통신·탐지 장비 개발</li> <li>• 해양사고 대응기술개발</li> </ul>
	녹색성장을 위한 해양보전·탐사 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적조 등 연안 환경재해 예보 및 오염물질 관리기술개발</li> <li>• 지구온난화 심화 등에 수반되는 해양환경·생태계변화를 예측하고, 저감하기 위한 해양부문 실천방안 개발</li> <li>• 해양산성화, 자연재해를 예측·예방하기 위한 해양부문 대응방안 수립 및 관련 기술 개발</li> <li>• 해양환경을 정밀 탐사, 관측하기 위한 시스템의 구축과 운용</li> <li>• 기후변화 정밀예측을 위한 대양관측 수행과 효율적 해양관측 핵심기술 개발</li> <li>• 해양자료의 생산·가공·관리를 통한 해양변화의 효과적 예측·예보</li> </ul>
	해양과학의 기술개발 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양조사선 건조 및 잠수정, 해양관측위성, 탐사기기 등 핵심 해양장비 개발</li> <li>• 남·북극 등 극한지에서의 해양연구 인프라 구축 및 해양조사·관측 실시</li> </ul>

출처 : 관계부처 합동(2010), 제2차 해양수산발전기본계획(2011~2020)

#### □ 제4차 해양환경종합계획

- 제4차 해양환경종합계획의 5대 실천목표 중 ‘해양기인 오염대응 능력 확충’의 중점추진 전략인 ‘어장환경 보전 및 환경위해성 저감’, ‘기후친화적 해양환경관리 강화’의 중점추진 전략인 ‘기후변화 적응 역량 강화’ 등이 본 사업과 관련됨

⇒ **실시간 모니터링을 통한 해양관측·예측 기술개발 및 정보시스템 구축**

<표 1-7> 제4차 해양환경종합계획 중 본 사업의 추진근거

5대 실천목표	중점추진전략	세부내용
해양기인 오염대응 능력확충	어장환경 보전 및 환경위해성 저감	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상시 적조예찰을 통한 적조발생 상황 모니터링 및 적조 발생 메커니즘, 이동·확산경로 연구를 통한 정확한 예보</li> <li>• 대중매체(ARS, 인터넷, 위성TV)를 이용한 신속 적조상황 통보 등의 통합 적조 정보시스템 구축</li> </ul>
기후친화적 해양환경관리 강화	기후변화 적응 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전지구 실시간 해양관측정보센터(m-GEOSS) 기반 구축 및 국가해양 관측망 확대</li> <li>• 해양기인 중장기 기후변동의 역학적 연구와 예측기술 개발</li> </ul>

출처 : 국토해양부, 환경부, 농림수산식품부, 해양경찰청(2011), 제4차 해양환경종합계획(2011~2020)

## 라. 부처 계획 상의 추진 근거

### □ 2020 해양과학기술로드맵

- 2020 해양과학기술로드맵의 4대 목표 내 본 사업과 관련된 중점기술 내용 포함
  - 첨단해양장비개발, 연안재해 관측예보, 해양영토관리, 안전해양이용 등 본 사업과 관련된 중점기술 추진전략 및 세부내용 포함
- ⇒ **첨단 해양장비, 해양예보 및 관측시스템 개발을 위한 중장기 R&D 전략 수립 필요**

<표 1-8> 2020 해양과학기술로드맵 중 본 사업의 추진근거

4대 목표	중점기술 추진전략	세부내용
신해양산업기술 발굴·육성을 통한 해양산업진흥	• (해양장비) 첨단 해양장비 개발과 전략제품화를 통한 해양과학기술 향상 및 세계 해양장비 시장 선도	• 해양핵심장비 국산화 기술, 해양구조물 시공·유지보수 수중로봇 기술, 지능형 무인선박 기술, 해저극한지 수중탐사 잠수정 기술, 수중무선통신 고도화·산업화 기술에 중점투자
전지구적 기후변화 이해 및 연안재해 대응능력 향상	• (연안재해 관측·예보) 정확도 80% 이상인 해양예보시스템 구축을 통한 재해예방과 지진해일 등 돌발재해에 대한 대응	• 연안재해관리기술, 운용해양(해양예보) 시스템 구축 기술, 침식해안관리기술에 중점투자
해양과학역량 강화를 통해 해양주권강화 및 해양자원 경제영토 확보	• (해양영토 관리) 국가 관할해역에 대한 해양과학역량 강화를 통해 해양영토 주권 확립	• 해양영토관리를 위한 관할해역 해양과학조사, 해양종합관측정보시스템 구축 및 활용, 위성기반 해양관측 정보시스템 구축 중점투자
자연친화적이고 안전한 해양이용확대를 통한 국민 삶의 질 향상	• (안전한 해양 이용) 해양사고 예방을 통한 국민 해양이용 안전성 확보	• 지능형 해양구난 시스템 기술, 북극해 안전운항 기술, G-Navigation 기술, 위성항법보정시스템(DGNSS) 기술, 첨단 항로표지 기술개발 중점투자

출처 : 국토해양부(2012), 2020 해양과학기술로드맵(2012~2020)

### □ 해양수산 R&D 중장기 계획

- 해양수산 R&D 중장기 계획의 3대 R&D전략 중 ‘해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대’, ‘창조형 해양수산 산업 육성’, ‘국민행복 해양공간 창조’ 등이 본 사업과 관련됨
  - 12대 실행전략 중 ‘해양과학조사 및 예보역량 강화’, ‘첨단 해양장비 산업 육성’, ‘해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화’, ‘연안재해 저감 및 해양교통 안전확보’ 등 본 사업과 관련된 실행전략 포함
- ⇒ **해양과학조사·예보, 첨단해양장비, 해양환경 및 해양안전 모니터링 기술개발을 위한 중장기 R&D사업 필요**

<표 1-9> 해양수산 R&D 중장기 계획 중 본 사업의 추진근거

3대 R&D전략	12대 실행전략	세부내용
해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대	해양과학조사 및 예보역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양 예보시스템 개선 및 해양영토 광역 감시망 구축</li> <li>주변국과의 해양경계획정에 대비한 해양과학조사 역량 강화</li> </ul>
창조형 해양수산 산업 육성	첨단 해양장비 산업 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중·심해저의 관측 및 산업활동 지원을 위한 첨단 장비 및 시스템 개발</li> </ul>
국민행복 해양공간 창조	해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>연안습지 및 해양생태계 보전·복원 선진화</li> <li>기후 및 해양환경 변화에 따른 생태계 장기변동 모니터링</li> </ul>
	연안재해 저감 및 해양교통 안전확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT기반 해양안전 기술 선점 및 첨단 레이더, 항로표지 개발 등 통신 네트워크 구축</li> </ul>

출처 : 해양수산부(2014), 해양수산R&D중장기계획(2014~2020)

참고	2018년도 해양수산R&D 기획연구 투자방향											
	<p>○ ‘해양수산 R&amp;D 중장기계획(’14.4.)’에 따라 R&amp;D를 수행하였으나, 계속사업 위주 사업 추진으로 신규 투자방향 제시는 미흡한 것으로 판단되어 2017년 12월 ‘2018년도 해양수산R&amp;D 기획연구 투자방향’ 발표</p> <p>- 기존 사업의 일몰시기 및 글로벌 트렌드 등을 고려하여 ’18년에 기획연구가 필요한 분야를 제시할 수 있도록 투자방향 수립</p> <p>※ 3대 해양수산 R&amp;D 정책 추진방향 및 2018년 중점 투자방향 설정</p> <p>- 3대 해양수산 R&amp;D 정책 추진방향 중 해양영토 주권 강화 및 해양경제영토 확대, 해양수산산업의 혁신 성장동력 창출 등 2개 추진과제가 본 사업과 관련됨</p> <p style="text-align: center;">&lt;3대 해양수산 R&amp;D 정책 추진방향 중 본 사업 관련 내용&gt;</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>추진과제</th> <th>추진방안</th> <th>세부내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대</td> <td>해양과학조사를 효율화·고도화</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>관측방법(무인자동화 등) 고도화를 통해 효율적 해역관리 기반 구축</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>산업고도화</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>기술간 융합을 통해 고부가가치 산업기반 조성</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td rowspan="2">해양수산산업의 혁신 성장동력 창출</td> <td rowspan="2">신산업 육성</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>글로벌 시장 타겟팅을 위한 해양산업 기술 국제표준화를 추진하고 신규 사업분야 창출 기반 마련을 위한 지원 체계 마련</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table> <p>- 2018년 기획연구 중점투자방향 중 ‘해양경비력 및 해양과학조사 역량강화’가 본 사업과 관련됨</p>	추진과제	추진방안	세부내용	해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대	해양과학조사를 효율화·고도화	<ul style="list-style-type: none"> <li>관측방법(무인자동화 등) 고도화를 통해 효율적 해역관리 기반 구축</li> </ul>	산업고도화	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술간 융합을 통해 고부가가치 산업기반 조성</li> </ul>	해양수산산업의 혁신 성장동력 창출	신산업 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>글로벌 시장 타겟팅을 위한 해양산업 기술 국제표준화를 추진하고 신규 사업분야 창출 기반 마련을 위한 지원 체계 마련</li> </ul>
추진과제	추진방안	세부내용										
해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대	해양과학조사를 효율화·고도화	<ul style="list-style-type: none"> <li>관측방법(무인자동화 등) 고도화를 통해 효율적 해역관리 기반 구축</li> </ul>										
	산업고도화	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술간 융합을 통해 고부가가치 산업기반 조성</li> </ul>										
해양수산산업의 혁신 성장동력 창출	신산업 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>글로벌 시장 타겟팅을 위한 해양산업 기술 국제표준화를 추진하고 신규 사업분야 창출 기반 마련을 위한 지원 체계 마련</li> </ul>										

## 2. 사업기획 추진경과

### □ 추진경과 및 수행내용

<표 1-10> 사업기획 추진 경과 및 수행내용

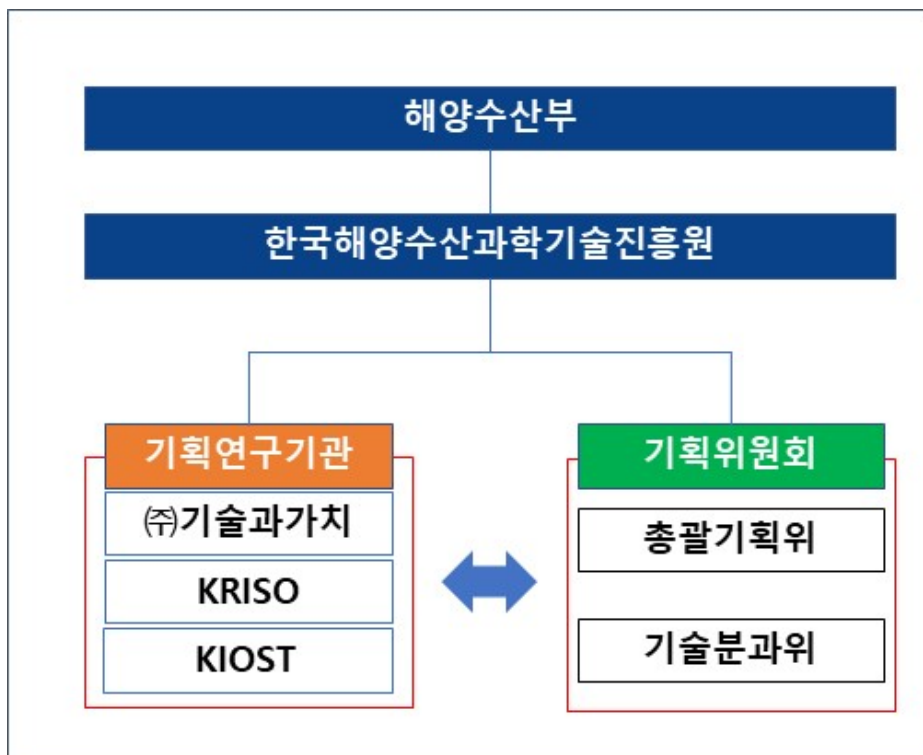
구분	일정	내용
착수보고	2017.05.23	• 기획연구과정 보고 및 사업추진방향 논의
제1차 기술수요조사	2017.07.11.~18	• 산·학·연 전문가(장비개발자 중심)대상 기술수요조사
기획연구 (MOVE 4.0) 워크숍	2017.08.18	• 연구의 배경 및 목적 공유 • 기존 사업 보고 • 일반 환경분석 보고
전문가 인터뷰	2017.08.21~23	• 분야별 전문가 인터뷰 통한 사업추진방향 검토
관리기관 업무회의	2017.08.24	• 사업추진방향 재검토
제1차 총괄기획위원회의	2017.09.26	• 총괄기획위원회의 운영방안 및 사업추진방향 제시
제2차 총괄기획위원회의	2017.10.17	• 사업추진방향 확정 및 분과별 운영계획 수립
분과위원회의	2017.11	• 분과별 기술 검토 및 중복성 검토 • 장비개발자 입장의 기술 수요 도출
제3차 총괄기획위원회의	2017.12.07	• 기술수요자 입장의 기술 수요조사 실시 • 분과위원회의 운영계획 변경 논의
중간보고	2017.12.13	• 추진경과 및 향후 추진계획 보고
제2차 기술수요조사	2017.12.22. ~2018.01.04.	• 산·학·연 전문가(수요자 중심)대상 기술수요조사
제4차 총괄기획위원회의	2018.01.08	• 수요자 Needs 세미나 • 비전·목표 및 핵심기술 도출
제5차 총괄기획위원회의	2018.01.23	• 사업 개념도 검토 • 핵심기술 내용 조정
타부서 업무협의	2018.02.01	• 해양영토과 사업과의 중복성 논의
핵심기술 선정관련 주무부처 협의	2018.02.12	• 핵심기술 상세 기술내용 및 사업구조(안) 논의
제6차 총괄기획위원회의	2018.03.06	• 사업체계 및 종과제 기술개발 내용 확정 • 종과제별 상세기술내용 작성담당 전문가 선정
신규R&D사업 공청회	2018.03.21	• 차세대 해양로봇ICT융합기술개발사업에 대한 대 국민 소개 및 의견수렴

# 제3절 사업기획 수행 및 절차

## 1. 사업기획 수행체계

### 가. 기술기획 체계

- 해양수산부 및 한국해양수산과학기술진흥원 관리하에 외부 기술기획 컨설팅 기관이 기획연구 추진



[그림 1-5] 사업기획 수립체계

#### 해수부·한국해양수산과학기술진흥원

- 사업기획 총괄 및 정책내용지원

#### 기획연구기관별 역할

- (주관연구기관) (주)기술과가치

- 기획 방향 설정
- 기획위원회 구성 및 추진사업에 대한 협의
- (협동연구기관) 한국해양과학기술원, 선박해양플랜트연구소
  - 기획 방향에 따른 R&D 요소 도출
  - R&D 범위 설정

□ **기획위원회(총 34명)**

- 기획위원회는 3개의 기술분과로 구성
- 총괄 기획위원장과 해양로봇(13명), 수중통신(8명), 융합관측(13명)분야 산·학·연 전문가로 구성
  - 사업목표, 추진전략, 사업운영방안 등 상세기획 추진
  - 기술 및 사업기획내용 검토 및 자문

<표 1-11> 기획위원회 명단

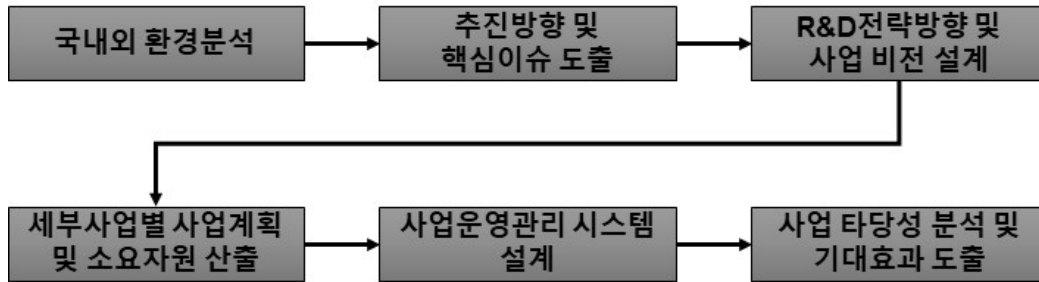
해양로봇		수중통신		융합관측	
성명	산·학·연 구분	성명	산·학·연 구분	성명	산·학·연 구분
최현택	연	김시문	학	유주형	연
박진영	연	송유재	연	심형원	연
권오순	연	권동승	연	박종원	연
민정탁	연	김창화	학	이재성	연
하경남	연	임태호	학	김종철	연
이계홍	연	최지웅	학	김성필	연
김현식	학	박승수	산	김진환	학
유선철	학	김광준	연	우종식	학
박종진	학			남성현	학
변승우	산			임세한	학
윤선일	산			문용선	산
임흥현	산			홍성두	산
				장성태	산



## 2. 사업기획 절차

### 가. 사업기획 절차

- 사업기획의 절차는 총 6단계로 구분하여 진행



[그림 1-6] 사업기획 수립 절차

### 나. 내역사업 및 추진과제 도출 방법

#### □ 내역사업 도출 방식

- 사업기획의 충실성을 기하기 위해 ‘연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침[2-1]’에 근거하였으며, 하향식과 상향식 기술기획방식을 병행하여 내역사업 발굴
  - 하향식 기획 : 국가 차원의 해양로봇·ICT 융합 분야 핵심과제 및 아이템 발굴
  - 상향식 기획 : 국내 산·학·연·관 전문가를 대상으로 현재 및 미래에 요구되는 기술 수요 발굴



[그림 1-7] 내역사업 및 추진과제 도출 방법



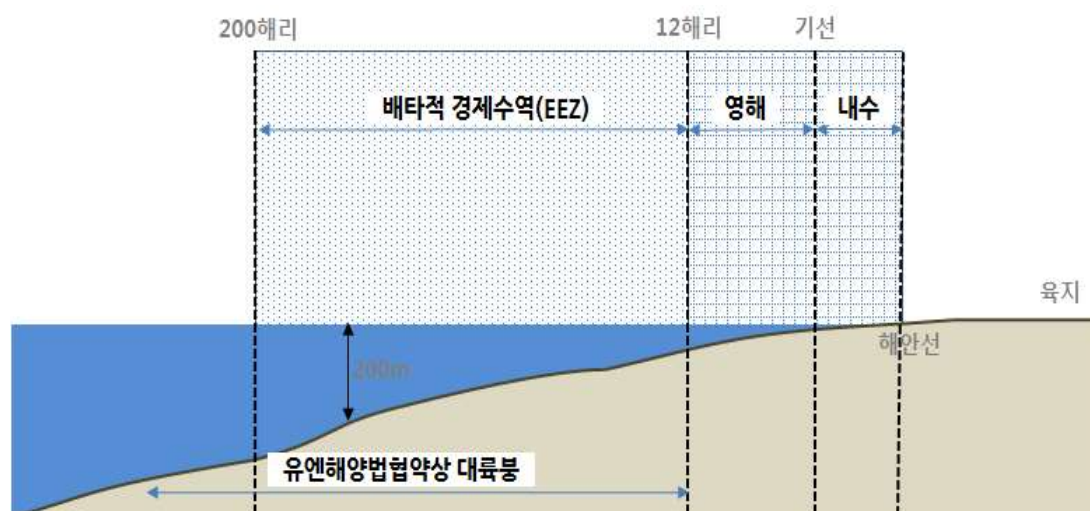
## 제2장 국내·외 환경분석

### 제1절 국내·외 해양로봇 관련 정책현황

#### 1. 국내·외 해양관리·대응 현황

##### 가. 국내 해양관리 범위

- 국내에서의 해양은 주권이 미치는 영역인 내수, 영해, 접속수역과 주권적 권리 및 관할권 행사가 가능한 경제수역, 대륙붕으로 구분



출처 :한국해양수산개발원(2015.12), “해양공간계획체제 정립 방안 연구”

[그림 2-1] 우리나라 해양 범위

- 국내 해양의 이용·관리에 관한 사항을 규정하는 법률로는 「연안관리법」, 「해양환경관리법」, 「해양수산발전기본법」, 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 등이 있음

## 나. 국내 해양관리 체계

### □ 공간관리

- 해양환경 보전, 해양공간 및 자원 이용 등의 목적에 따라 연안관리법, 해양환경관리법, 해운법, 수산업법 등 개별법으로 관리 중

<표 2-1> 해양 공간관리 관련 법률

분야	관련법률	지역, 지구, 구역
통합	연안관리법률	연안용도해역(이용, 특수, 보전, 관리)
	무인도서의 보전 및 관리에 관한 법률	관리유형 (절대보전, 준보전, 이용가능, 개발가능)
생태·환경	해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률	해양보호구역
	습지보전법	습지보호지역
	문화재보호법	문화재보호구역
	자연공원법	공원구역
	해양환경관리법	환경보전해역, 특별관리해역
	자연환경보전법	생태경관보전지역
	독도등 도서지역의 생태계 보전에 관한 특별법	특정도서
군사	군사기지 및 군사시설보호법	군사기지, 군사시설 보호구역
관광	관광진흥법	관광지, 관광단지
	낙시어선업법	낙시어선업 영업구역
	수상레저안전법	수상레저지구 이용구역
자원	해저광물자원개발법	해저광구
	골재채취법	골재채취단지
	해양심층수의 개발 및 관리에 관한 법률	해양심층수 취수해역
	전원개발촉진법	전원개발사업구역
항만·항로	항만법	항만구역 지정(무역항, 연안항)
	해사안전법	교통안전특정해역, 유조선통항금지구역
	개항질서법	항로, 정박지
	해운법	보조항로
수산·어항	수산업법	어업구역(면허, 허가, 신고, 마을)
	어촌어항법	어항구역(국가, 지방, 어촌정주)
	수산업법(선박안전조업규칙)	어로한계선, 조업해역
	어업자원보호법	어업자원 보호 관할 수역
	국토의 계획 및 이용에 관한 법률	수산자원보호구역
	배타적 경제수역에서의 외국인어업 등에 대한 주권적 권리의 행사에 관한 법률	특정금지구역(어업활동 금지)

출처 : 한국해양수산개발원(2015.12), “해양공간계획체계 정립 방안 연구”

## □ 행위관리

- 해양의 이용·개발 행위는 관련 인·허가 제도를 통해서만 가능함
  - 주요 행위관리수단으로는 공유수면 점용·사용제도와 해역이용협의제도 등이 있음
- **(공유수면 점용·사용 제도)** 특정인에게 해양을 이용할 수 있는 권한을 주는 것으로 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」에 따라 공유수면을 일정기간 동안 점용하거나 사용하는 행위를 하려는 자는 점용 또는 사용허가를 받아야 함
  - 해양수산부장관은 배타적 경제수역, 지방해양수산청장은 항만구역 내 공유수면, 그리고 특별자치도지사·시장·군수·구청장은 기타 공유수면의 점용·사용을 허가함
- **(해양환경영향평가)** 해양수산부의 해역이용협의와 환경부 환경영향평가로 구분



출처 : 해양수산부,(2014), 2015년 주요 업무 추진계획

[그림 2-2] 해역이용협의 및 환경영향평가의 대상

- 해양공간의 이용 및 개발사업의 규모에 따라 간이해역이용협의, 일반해역이용협의, 해역이용영향평가로 구분됨
  - 해양환경에 미치는 영향이 큰 사업으로 신중한 검토와 협의가 필요한 사업은 일반해역이용협의, 해양환경에 미치는 영향이 경미한 소규모 사업은 간이해역이용협의 대상
  - ‘해역이용영향평가’는 해역이용협의 시 특정 대상사업으로 인한 해양환경에 미치는 영향 평가
- ※ 해역이용협의 제도의 대상행위는 공유수면 점용·사용 및 매립, 어업면허, 바다골재채취, 해양자원개발 등이 해당

## □ 계획관리

- 해양공간의 종합적 관리를 위한 주요 계획으로는 해양수산발전기본계획, 연안통합관리 계획, 무인도서종합관리계획 등이 있음
  - 해양환경·생태계 부문과 관련된 계획에는 해양환경종합계획, 해양생태계보전관리계획, 습지보전기본계획 등이 있음
    - 이들 계획들은 계획간 연계사항이 법적으로 명시되어 있지 않아 여전히 ‘해양환경’, ‘해양생태계’, ‘습지’ 등 부분적 접근방식을 취하고 있음
  - ‘수산자원’ 과 ‘어장’ 과 관련된 계획은 ‘해양환경’ 과 ‘해양생태계’ 등과 상호 연관성이 있음에도 불구하고 해양환경·생태계 관련 계획과 상호 연계성이 낮은 편임
  - 자원·에너지 부문과 관련된 계획은 주로 국토교통부, 산업통상자원부 등에 의해 수립 되는 골재수급기본계획, 해저광물자원개발계획, 국가에너지기본계획, 신재생에너지기 본계획 등이 있음
    - 해양자원·에너지개발에 따른 사회·환경 갈등을 유발할 가능성이 높은 개발계획을 추진할 경우 제도적으로 폭 넓은 이해관계자의 참여기회 보장과 과학적·생태계기반관리 원칙이 적용되어야 하나 그러지 못하고 있음
  - 해상교통 안전·안보와 관련된 계획으로는 국가해사안전기본계획, 군사보호구역 등 관 리기본계획, 해양경비기본계획 등이 있음
- 법·제도적으로 해양 안전·안보 관련 계획이 우선한다는 원칙이 명시된 국가계획은 부 재하나, 실질적으로 해양안전·안보관련 사항을 우선 시 하고 있음
- 해양공간의 다양한 국가계획의 기본원칙, 절차, 내용 등을 서로 연계·통합 조정하여 이 와 관련한 사항을 명시한 해양관리체계 구축이 필요

<표 2-2> 해양 관련 주요 국가계획 현황

구분	계획명	목적
해양공간	해양수산발전기본계획	해양 및 해양 자원의 합리적 관리·보전, 개발·이용 및 해양산 업의 육성에 관한 중·장기 정책방향 설정
	연안통합관리계획	연안의 종합적인 보전, 이용 및 개발
	무인도서종합관리계획	무인도서와 그 주변해역의 보전 및 이용개발에 관한 사항
환경생태계	해양환경종합계획	해양환경의 훼손 또는 해양오염으로 인한 피해를 예방하고 깨 끗하고 안전한 해양환경 조성
	해양생태계보전관리계획	해양생태계의 종합적이고 체계적인 보전관리
	습지보전기본계획	습지보전의 기본시책방향
수산자원	수산자원관리기본계획	수산자원의 종합적 관리

	어장관리기본계획	어장의 종합적 관리
자원·에너지	골재수급기본계획	골재의 장기수요전망 및 장기공급대책 등
	해저광물자원개발계획	해저광물자원의 효율적 합리적 개발
	국가에너지기본계획	에너지 기본정책
	신재생에너지기본계획	신재생에너지원별 기술개발 및 이용보급 목표 등
해상교통	항만기본계획	항만개발 촉진과 효율적 운영
	국가해사안전기본계획	해사안전 증진
군사·경비	국방개혁기본계획	국방개혁의 효과적 추진
	군사보호구역 등 관리기본계획	군사기지 및 군사시설 보호에 관한 기본방향과 관리 사항 등
	해양경비기본계획	해양경비활동의 효율적 수행

출처 : 한국해양수산개발원(2015.12), “해양공간계획체제 정립 방안 연구”

## □ 조사 및 정보 관리

- 해양공간의 계획과 이행의 과학적인 근거가 되는 정보는 해양환경·생태계 정보, 해양 이용·개발정보, 해양광물·자원정보, 해양 관련 법규 정보 등이 있음
- 국립해양조사원, 국립수산과학원, 해양환경관리공단, 한국해양과학기술원 등의 기관을 통해서 해양 정보가 생산되고 있음

<표 2-3> 기관별 주요 조사 및 정보

구분	조사명	정보
국립해양조사원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가해양기본조사</li> <li>• 해안선조사</li> <li>• 항만 및 연안해역조사</li> <li>• 국가해양관측망</li> </ul>	수치해도, 수심, 해안선, 조석, 조류, 각종 주제도 및 간행물
국립수산과학원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 어장환경조사</li> <li>• 근해어업자원조사</li> <li>• 심해생태계조사</li> <li>• 수산자원조사</li> </ul>	수산자원, 어업자원, 적조정보, 어장환경 정보
해양환경관리공단	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양환경측정</li> <li>• 해양생태계기본조사</li> <li>• 습지조사</li> </ul>	해양환경정보, 해양생태정보, 습지정보
한국해양과학기술원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EEZ 해양광물 조사</li> <li>• 해양관련 R&amp;D</li> <li>• 대륙붕 한계조사</li> <li>• 해양관측 위성관리</li> </ul>	해양위성자료, 해저지질도, 해양자원도

출처 : 해양수산부 내부자료

- 해양관리를 위한 각종 조사 결과는 기관별로 산재되어 있고, 조사결과 중 일부는 공개 제한 규정에 따라 접근이 어렵거나 GIS기반의 공간정보 형태로 제공되지 않아 활용이 어려운 실정임

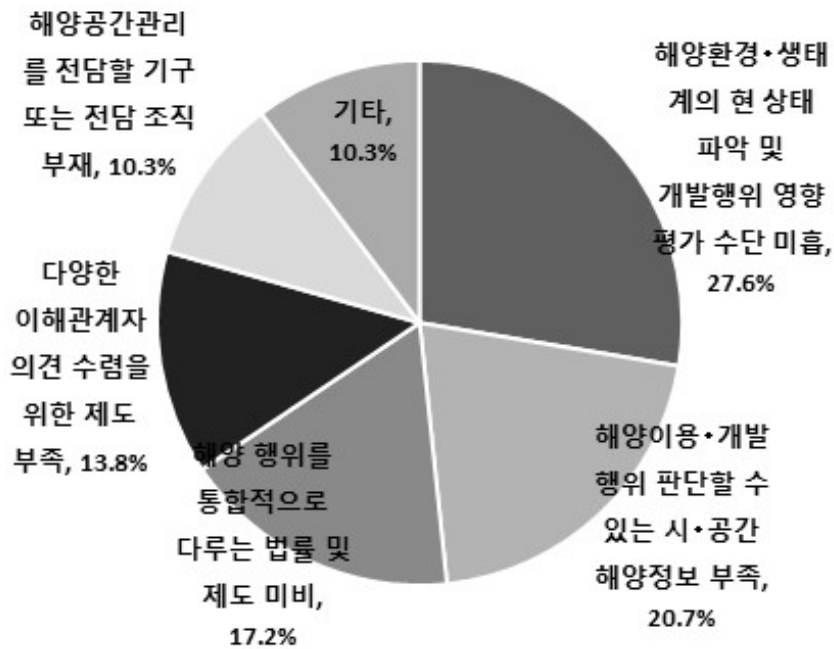
※ 2015년 12월 한국해양수산개발원에서 발표한 ‘해양공간계획체제 정립 방안 연구’의 해양공간 관리체제의 현안 파악을 위한 설문조사

□ 조사개요

- (목적) 현재 해양공간관리 현안 파악을 위한 전문가 의견 수렴
- (대상기관) 해양환경관리공단, 국립수산물과학원, 국립해양조사원, 한국해양과학기술원, 국립해양생물자원관, 국토연구원, 한국환경정책평가연구원, 대학, 지방발전연구원, NGO 및 연안 협회

□ 조사결과

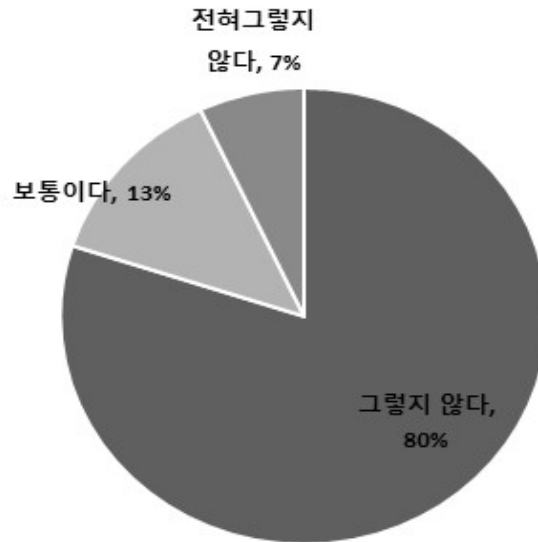
- 국내 해양관리가 계획 중심의 관리체제를 확립하고 있는지에 대한 답변으로 ‘그렇지 않다’ 73.3%, ‘전혀 그렇지 않다’ 3.3%로 부정적인 의견이 76.7%로 높게 나타남
  - 계획중심의 관리체계 확립되지 않은 이유에 대한 답변 중 ‘해양이용·개발행위를 판단할 수 시·공간 해양정보 부족’ 이 20.7%로 두 번째로 높게 조사됨



[계획중심의 관리체계 확립되지 않은 이유]

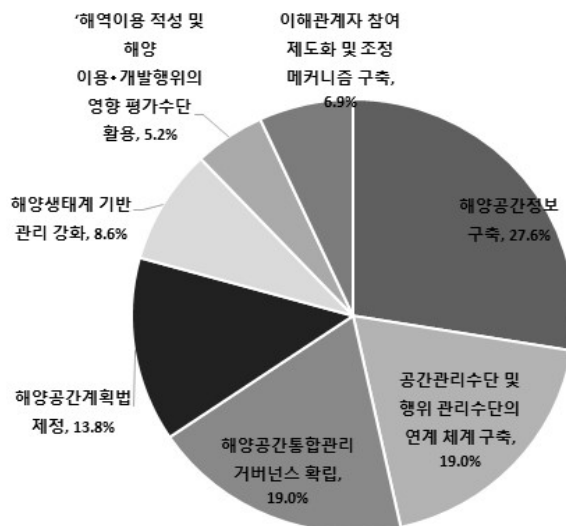


- 현재 해양 이용개발 인가 및 허가, 입지선정 등에 필요한 시·공간 정보는 잘 갖추어지고 활용되고 있는지에 대한 설문에서 ‘그렇지 않다’80%, ‘전혀 그렇지 않다’6.7%로 나타남
- 해양공간의 체계적인 관리를 위한 시·공간 정보가 미흡한 것으로 나타남



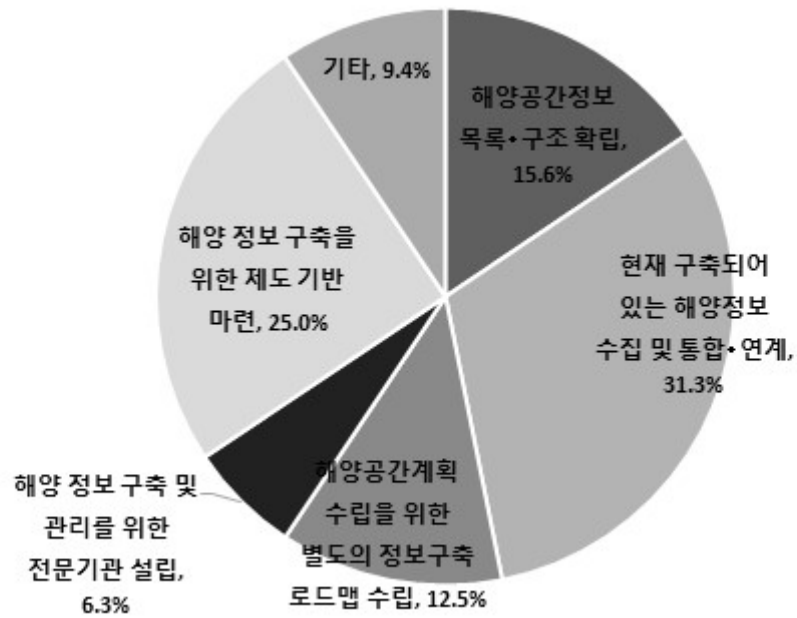
[해양 시·공간적 정보체계 구축 및 활용에 관한 질문]

- 해양공간관리를 위해 우선 추진해야 할 사항에 대한 설문에서 ‘해양공간정보 구축’27.6%, ‘공간관리수단(용도 및 구역 지정) 및 행위 관리수단(영향평가, 인허가 등)의 연계 체계 구축’19%, ‘해양공간통합관리 거버넌스 확립’19% 등의 순으로 나타남



[해양공간관리를 위한 우선 추진사항에 관한 질문]

- 해양공간정보 구축을 위해서 우선되어야 할 사항으로는 ‘현재 구축되어 있는 해양정보 수집 및 통합·연계(31.3%)와 ‘해양 정보 구축을 위한 제도 기반 마련(25%)이 많은 응답을 보임



[해양공간정보 구축을 위한 우선 사항]

## 라. 국외 해양관리 체계

### □ 미국(관리조직)

- 해양대기청(The National Oceanic and Atmospheric Administration)
  - 육상과 해양, 그리고 국가의 해양생물자원에 관한 정보를 제공하는 기관으로 해양보호구역, 환경 위성, 전지구적 기후 변화와 해양탐사에서부터 기후, 날씨, 수질 서비스 까지 포괄
    - 지구의 환경변화를 이해하고 예측하며, 미국의 경제적, 사회적, 그리고 환경적 필요성을 만족시키기 위해 연안과 해양자원을 관리
- 해양청(The National Ocean Service)
  - NOAA의 하위 기관으로 기후변화, 인구 증가, 항만 혼잡 및 환경오염물질 등 해양에 위협이 되는 요소들로부터 해양의 지속가능성을 유지하기 위해 설립된 기관
  - 지속가능하고 건강한 해양산업 창출 그리고 해양의 다양성과 생산성 보호가 목표임
    - 해양의 관측 및 예측사업, 연안생태계 관리연구, 해양과학기술 지원, 보호구역의 관리운영, 항만·운송지도 작성 등을 위해 필요한 데이터 조사 및 수집 담당

### □ EU(관리조직)

- 해양수산(Maritime Affairs and Fisheries) 부서
  - 유럽집행위원회를 지원하는 부서 중 하나로서 어업정책을 포함한 통합 해양 정책수행
    - 해양환경 보존, 훼손제어 대책 등의 해양정책 뿐 아니라 어업 관련 국제협력 관계까지 담당
- 환경(Environment) 부서
  - 유럽연합집행위원회 지원부서로서 환경분야 담당
  - 하위 카테고리인 Water부서의 Marine분야에서 '해양환경과 연안', '수자원오염'을 담당
    - 해양연안 대상의 라이프 프로그램(LIFE Program)을 통해 해양환경 다양성을 보존하고 생태계의 자생력 증진에 노력 중

## □ 미국(해양조사 및 정보관리)

- 환경청, 해양대기청(NOAA), 내무부(FWS, USGS), 과학재단(NSF)을 중심으로 해양조사 및 정보관리 업무 수행
  - 미국 전역을 대상으로 위성관측·비행기관측 활용하여 전국규모의 현장조사를 실시하고 있으며, 연안·해양의 경우 해양색도와 수온상승에 관한 모니터링은 해양대기청(NOAA) 주도로 진행됨
  - 서식처, 수계, 수질 또는 생물체 등 다양한 주제에 대하여 광역범위에서 주기적 모니터링 실시하고 있으며, 1984년도부터 6개월 주기로 해양대기청(NOAA)에서 실시하는 국가 상태 및 추세 프로그램(National Status and Trends Program)이 대표적임
  - 전국 및 광역조사에서 밝혀진 관심 사안에 대한 원인, 현상, 결과, 변화예측 등에 관한 내용을 중점적으로 밝히고자 소규모 지역에서 집중적으로 조사하는 프로그램 실시

## □ 영국(해양조사 및 정보관리)

- 1992년 자연환경연구위원회(NERC)<sup>7)</sup>를 설립, 지구환경 변화 대응과 생태계변화 예측을 위한 모니터링 실시하고 모니터링을 통해 취합된 자료를 통해 Charting Progress를 추진
  - Charting Progress는 해양환경의 보전, 지속적인 발전, 여러 가지 해양환경을 위협하는 요소들을 감소시키고자 수행됨
    - 해양 수질, 해양 기후변화, 해양 생물다양성, 어업과 수산업 4가지 분야로 구분하여 자료 수집·관리 실시

---

7) Natural Environment Research Council

## 라. 국내 해양 관리 문제점

### □ 해양관리제도 미흡 및 제도 간 연계 및 실효성 증대

- 해역(영해 및 EEZ)을 포괄하는 해양관리제도가 미흡하고, 제도 간 연계 및 실효성부족
  - 연안용도해역제, 해역이용협의, 연안해역 적성평가, 해양조사 등 각각의 해양관리제도가 유기적 연계 없이 개별적으로 추진
  - 영해에 적용되는 연안용도해역제 등은 해역의 특성에 따라 설정되기보다 타 법률에 의해 구역이 설정되고 기존의 이용행위가 그대로 반영되며 행위제한 사항이 없음
    - EEZ의 경우 이용수요가 발생한 경우 해역이용협의 또는 해역이용영향평가를 실시하는 것 이외의 해양 생태적 특성, 주변 해역의 이용 특성 등에 관한 기초 정보를 수집하고 이를 토대로 해역별 특성을 반영하는 통합진단 부족

### □ 해양공간 및 해양생태계 정보 부족

- ‘해양환경 및 생태계 기초 정보 부족’으로 인해 해양생태계 중심의 관리수준이 낮음
  - 해양공간 및 해양생태계 정보 부족, 해양생태계 제공 가치의 평가체계 부재 등으로 해양생태계 서비스에 대한 가치가 저평가 되고 있음

### □ 해양공간정보 통합 활용 체계 구축 필요

- 기관별, 부서별, 사업별 목적에 따라 다양한 해양 정보시스템을 구축하고 있으나, 정보 소재 파악이 어렵고, 소재를 파악한 후에도 정보의 구축 형태 및 수준 정도에 따라 재가공이 필요한 실정
  - 생성된 실시간으로 수집·분석된 해양생태, 해양환경, 해양자원, 해양이용·개발 관련 정보를 종합적으로 파악할 수 있는 시스템 구성 필요

## 2. 국내 해양로봇 관련 정책현황

### 가. 국정과제

#### □ 국정운영 5개년 계획(2017.07)

- 현 정부 국정비전 및 국정목표 달성을 위한 실천전략으로서 20대 국정전략을 설정하고, 국정전략별로 핵심정책을 100대 국정과제로 선정
  - ICT기반의 4차 산업혁명을 선도하고 미래형 신산업 발굴·육성을 위한 국정과제 선정
    - (국정과제 33) 소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축
    - (국정과제 34) 고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성
  - 기후변화 예측·관리를 통한 피해최소화로 국민안전을 확보하고 해양영토 및 해양안전을 강화하는 국정과제 선정
    - (국정과제 61) 신기후체제에 대한 견실한 이행체계 구축
    - (국정과제 62) 해양영토 수호와 해양안전 강화
  - ICT를 활용한 첨단 스마트팜·양식장 조성 확대 등으로 농산어촌 후계 인력 양성, 첨단기술 융복합 지원 및 농산어촌 체질 개선을 위한 국정과제 선정
    - (국정과제 84) 깨끗한 바다, 풍요로운 어장

### 나. 국가 상위계획

#### □ 제4차 과학기술기본계획(2018.02)

- 과학기술기본법 제7조에 의거 과학기술정보통신부장관은 과학기술발전에 관한 중·장기 정책목표와 방향을 반영하고 관계 중앙행정기관의 과학기술 관련 계획과 시책 등을 종합하여 과학기술기본계획을 5년마다 수립
  - 제4차 과학기술기본계획은 4대 전략과 19개 중점추진과제 추진
- 중점추진과제 중 ‘주체·분야 간 협력·융합 활성화’, ‘4차 산업혁명 대응 기반 강화’, ‘쾌적하고 편안한 생활환경 조성’ 등이 본 사업과 관련됨
  - 주체·분야 간 협력·융합 활성화의 세부과제인 융합 활성화를 위한 기반 구축
  - 4차 산업혁명 대응 기반 강화의 세부과제인 ‘인공지능 기반기술 확보’, ‘초연결 네트워크 기반 구축’, ‘데이터 공유·활용역량 강화 및 데이터 활용기반 구축’

- ‘쾌적하고 편안한 생활환경 조성’의 세부과제인 ‘기후변화 및 신기후체제 대응으로 지속가능성 확보’, ‘기후변화 예측 및 국가적 대응역량 제고’

□ 국가중점과학기술 전략로드맵(2014.04)

- 신성장동력 창출, 삶의 질 향상 등에 필요한 국가중점과학기술의 효과적인 확보를 위해 제3차 과학기술기본계획에 따라 전략로드맵 수립
  - ICT 융합 신산업 창출, 미래 신산업 기반 확충, 깨끗하고 편리한 환경 조성, 건강장수시대 구현, 건강장수시대 구현 등 5개 분야의 30개 중점기술의 전략로드맵 수립
- 5대 분야 중 ‘ICT 융합 신산업 창출’, ‘미래 신산업 기반 확충’, ‘깨끗하고 편리한 환경 조성’, ‘걱정없는 안전사회 구축’ 등이 본 사업과 관련됨
  - 본 사업과 관련된 중점기술로 ‘빅데이터 기술’, ‘서비스로봇기술’, ‘환경통합모니터링 및 관리기술’, ‘기후변화 감시·예측·적응기술’, ‘자연재해 모니터링·예측·대응 기술’ 등이 있음

<표 2-4> 국가중점과학기술 전략로드맵 내 본 사업 관련내용

분야	중점기술	핵심/요소기술	주요전략
ICT 융합 신산업 창출	빅데이터 기술	(핵심기술) 실시간 스트림 빅데이터 처리 기술 외 4개 (요소기술) 실시간 스트림 빅데이터 인 메모리CEP·연속질의기술 외19개	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 빅데이터 활용 선도프로젝트 발굴 지원</li> <li>• 빅데이터 분석활용센터 운영 및 고도화</li> <li>• 빅데이터 활성화를 위한 법제도 개선방안 검토</li> </ul>
미래 신산업 기반 확충	서비스 로봇기술	(핵심기술) 원격제어기술 외 4개 (요소기술) 내압수밀기술 외 19개	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기시장창출을 위한 분야별 로봇시범적용</li> <li>• 로봇 테스트베드 구축</li> <li>• 로봇 개발·보급 촉진법 개정·연장</li> </ul>
깨끗하고 편리한 환경조성	환경통합 모니터링 및 관리기술	(핵심기술) 스마트 광역 환경센서 네트워크 기술 외 2개 (요소기술) 고신뢰 적응형 광역 환경 센서네트워크 기술 외 9개	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수요 맞춤형 환경센서 개발</li> <li>• 환경통합모니터링데이터분석 전문인력양성</li> <li>• 국민이 쉽게 이해 가능한 환경 지수 개발</li> </ul>
	기후변화 감시·예측·적응기술	(핵심기술) 기후변화 감시 및 정보 통합관리 기술 외 3개 (요소기술) 기후변화 3차원 초정밀 모니터링기술 외10개	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 민간분야기후정보서비스및컨설팅등산업육성·전국단위 기후변화 자료확보를 위한 집중 관측 체계 구축</li> <li>• 국가기후변화 표준 시나리오기준 및 인증제도 강화</li> </ul>
걱정없는 안전사회 구축	자연재해 모니터링·예측·대응 기술	(핵심기술) 복합 자연재해 현상관측·분석 및 공유 외 3개 (요소기술) 자연재해 관측망 고도화 기술 외 11개	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수요자 대상 공공서비스 피드백 강화</li> <li>• 부처 재해정보 공유를 위한 협력체계 구축</li> <li>• 자연재해 관련 기술보급과인증체계화</li> </ul>

출처 : 관계부처 합동(2014), 국가중점과학기술 전략로드맵

□ 제2차 지능형 로봇개발 기본계획(2014.07)

- 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법 제5조에 의거 정부는 지능형 로봇의 개발 및 보급 효율적으로 달성하기 위하여 지능형 로봇개발 기본계획을 5년마다 수립
  - 제2차 지능형 로봇개발 기본계획은 4대 추진과제, 9대 세부과제를 구성하여 수립
- 제2차 지능형 로봇개발 기본계획의 4대 추진과제 중 ‘선택과 집중을 통한 로봇 R&D 종합 역량 제고’의 세부과제인 ‘다양한 사회적 니즈반영’이 본 사업의 기술개발 방향과 관련됨
  - 로봇R&D 수요기획 전담조직을 설치하여 사업기획→과제선정·수행→평가 등 R&D 전 과정을 수요자중심으로 전환

다. 해양수산부 소관 중장기 계획

□ 제2차 해양수산발전 기본계획(2010.12)

- 해양수산발전기본법 제6조에 의거 정부는 효율적인 해양수산자원의 합리적인 관리·보전 및 개발·이용과 해양수산업의 육성을 위해 해양수산발전기본계획을 10년 마다 수립
  - 해양수산발전기본계획을 통해 2020년 세계 5대 해양강국으로 도약하기 위한 3대 기본 목표, 5대 추진전략, 26개 중점과제 수립

<표 2-5> 제2차 해양수산발전기본계획 추진전략 및 중점과제

5대 추진전략	중점과제
건강하고 안전한 해양 이용·관리 실현	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양오염원의 통합적 관리체제 정착</li> <li>• 해양생태계 서비스 질적 제고 방안마련</li> <li>• 통합적인 연안·해양 공간관리 기반 구축</li> <li>• 연안지역 기후변화 적응·복구 처제 구축</li> <li>• 해양안전관리체제의 선진화 및 첨단화</li> <li>• 해상안전분야 국제화</li> </ul>
신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미래 해양자원 개발</li> <li>• 해양산업의 핵심기술 개발</li> <li>• 녹색성장을 위한 해양환경 보전·탐사 핵심기술 개발</li> <li>• 해양과학의 기술개발 역량 강화</li> </ul>
미래형 고품격 해양문화관광의 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 해양레저 활동 발굴 및 육성</li> <li>• 해양관광자원의 보전과 이용</li> <li>• 해양관광 공간의 조성 및 정비</li> <li>• 해양관광 정책의 통합적 추진체계 구축</li> <li>• 해양문화 콘텐츠의 다양화</li> </ul>



동아시아 경제 분상에 따른 해운·항만 산업의 선진화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세계 해운시장 주도 및 국제협력 강화</li> <li>• 경쟁력 있는 해운·항만 물류기업 육성</li> <li>• 녹색 해운·항만의 실현</li> <li>• 세계 초일류 허브항만 구축</li> <li>• 친환경 레저도시형 부가가치 항만 개발</li> <li>• 항만의 지방이관에 따른 항만개발관리 시스템구축</li> <li>• 항만운영의 효율화</li> <li>• 해사인력양성</li> </ul>
해양관할권 강화 및 글로벌 해양영토 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국제 환경변화에 대응한 해양영도 관리능력 강화</li> <li>• 해양영토 개척을 통한 글로벌 해양경영 강화</li> <li>• 남북한 해양협력 강화를 위한 기반 조성</li> </ul>

출처 : 다부처 공동(2010), 제2차 해양수산발전기본계획 (2011~2020)

- 추진전략 중 ‘신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발’의 중점과제 중 ‘해양산업의 핵심기술개발’, ‘녹색성장을 위한 해양보전·탐사 핵심기술 개발’, ‘해양과학의 기술개발 역량 강화’ 본 사업 관련됨

<표 2-6> 제2차 해양수산발전 기본계획 내 본 사업 관련내용

5대 추진전략	중점과제	세부내용
신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발	해양산업의 핵심 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해저탐사 및 작업장비 개발</li> <li>• 해저관측기지 및 수중통신·탐사 장비 개발</li> <li>• 해양사고 대응기술개발</li> </ul>
	녹색성장을 위한 해양보전·탐사 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적조 등 연안 환경재해 예보 및 오염물질 관리기술개발</li> <li>• 지구온난화 심화 등에 수반되는 해양환경·생태계변화를 예측하고, 저감하기 위한 해양부문 실천방안 개발</li> <li>• 해양산성화, 자연재해를 예측·예방하기 위한 해양부문 대응방안 수립 및 관련 기술 개발</li> <li>• 해양환경을 정밀 탐사, 관측하기 위한 시스템의 구축과 운용</li> <li>• 기후변화 정밀예측을 위한 대양관측 수행과 효율적 해양관측 핵심기술 개발</li> <li>• 해양자료의 생산·가공·관리를 통한 해양변화의 효과적 예측·예보</li> </ul>
	해양과학의 기술개발 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양조사선 건조 및 잠수정, 해양관측위성, 탐사기기 등 핵심 해양장비 개발</li> <li>• 남·북극 등 극한지에서의 해양연구 인프라 구축 및 해양조사·관측 실시</li> </ul>

출처 : 관계부처 합동(2010), 제2차 해양수산발전기본계획(2011~2020)

□ 제4차 해양환경종합계획(2011.11)

- 해양환경 관련 분야 범정부 차원의 종합계획으로 제2차 해양수산발전기본계획(2011~2020)의 ‘건강하고 안전한 해양 이용 관리 실현’ 분야의 계획
- 제4차 해양환경종합계획을 통해 생태적으로 건강한 해양환경 조성을 위한 5대 실천목표, 22개 중점추진전략 수립

<표 2-7> 제4차 해양환경종합계획 중점 추진전략

실천목표	중점추진전략
육상기인 오염원 국가관리체계 확립	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 육상기인 오염원 관리체제 선진화</li> <li>• 해역별 특성에 맞는 맞춤형 관리 강화</li> <li>• 연안유입 오염물질 및 해양쓰레기 관리강화</li> <li>• 협력관리 체제 및 역량 강화</li> </ul>
해양기인오염 대응능력 확충	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양사고 예방적 관리 강화</li> <li>• 유류 및 HNS 오염대비·대응제도 정비 및 장비 확충</li> <li>• 해양오염대비·대응과학화</li> <li>• 선박기인 해양환경규제에 능동적 대응</li> <li>• 어장환경 본전 및 환경위해성 저감</li> </ul>
해양생태계 건강성유지·보전	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양생태계 조사 확대 및 정책 활용 강화</li> <li>• 주요 해양생태계 보전 및 복원 조치 강화</li> <li>• 해양생태관광 활성화</li> <li>• 해양환경·생태계 인식 증진을 위한 교육·홍보</li> </ul>
기후친화적 해양환경관리 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온실가스 저감 역량 강화</li> <li>• 기후변화 적응 역량 강화</li> <li>• 기후변화 대응 추진기반 강화</li> <li>• 기후변화 대응 국제 협력 활성화</li> </ul>
해양환경정책 인프라 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양환경법제도의 체계적 정비</li> <li>• 과학적 정책기반 강화</li> <li>• 해양환경 거버넌스 활성화</li> <li>• 해양환경 민간 전문인력 양성</li> <li>• 국제 해양환경협력 강화</li> </ul>

출처 : 국토해양부, 환경부, 농림수산식품부, 해양경찰청(2011), 제4차 해양환경종합계획(2011-2020)

- 제4차 해양환경종합계획의 5대 실천목표 중 ‘해양기인 오염대응 능력 확충’의 중점추진 전략인 ‘어장환경 보전 및 환경위해성 저감’, ‘기후친화적 해양환경관리 강화’의 중점추진 전략인 ‘기후변화 적응 역량 강화’ 등이 본 사업과 관련됨

<표 2-8> 제4차 해양환경종합계획 내 본 사업 관련내용

5대 실천목표	중점추진전략	세부내용
해양기인 오염대응 능력확충	어장환경 보전 및 환경위해성 저감	<ul style="list-style-type: none"> <li>상시 적조예찰을 통한 적조발생 상황 모니터링 및 적조 발생 메커니즘, 이동·확산경로 연구를 통한 정확한 예보</li> <li>대중매체(ARS, 인터넷, 위성TV)를 이용한 신속 적조상황 통보 등의 통합 적조 정보시스템 구축</li> </ul>
기후친화적 해양환경관리 강화	기후변화 적응 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>전지구 실시간 해양관측정보센터(m-GEOSS) 기반 구축 및 국가해양 관측망 확대</li> <li>해양기인 중장기 기후변동의 역학적 연구와 예측기술 개발</li> </ul>

출처 : 국토해양부, 환경부, 농림수산식품부, 해양경찰청(2011), 제4차 해양환경종합계획(2011~2020)

## □ 2020 해양과학기술로드맵(2012.03)

- 해양과학기술의 정체성 확립 및 체계적 운영계획 요구에 따라 2020년 신해양 가치 창출로 선진일류 국가를 실현하기 위한 로드맵 수립
  - 4대 목표 달성을 위한 13대 전략기술, 50대 중점과제 선정

<표 2-9> 2020 해양과학기술로드맵 4대 목표 및 13대 전략기술

4대 목표	13대 전략기술
신해양산업기술 발굴·육성을 통한 해양산업진흥	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양에너지</li> <li>해양장비</li> <li>해양산업신소재</li> <li>항만·물류시스템</li> <li>신 선박기술</li> </ul>
전지구적 기후변화 이해 및 연안재해 대응능력 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>연안재해 관측·예보</li> <li>전지구적 기후변화 예측 및 대응</li> </ul>
해양과학역량 강화를 통해 해양주권강화 및 해양자원 경제영토 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양영토 주권강화</li> <li>해양자원선정</li> </ul>
자연친화적이고 안전한 해양이용확대를 통한 국민 삶의 질 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>청정한 바다조성</li> <li>건강한 연안환경 구축</li> <li>안전한 해양이용</li> <li>친수공간 해양문학 창조</li> </ul>

출처 : 국토해양부(2012), 2020 해양과학기술로드맵(2012~2020)

- 2020 해양과학기술로드맵의 4대 목표 내 본 사업과 관련된 중점기술 내용 포함
  - 첨단해양장비개발, 연안재해 관측예보, 해양영토관리, 안전해양이용 등 본 사업과 관련된 중점기술 추진전략 및 세부내용 포함

<표 2-10> 2020 해양과학기술로드맵 내 본 사업 관련 내용

4대 목표	중점기술 추진전략	세부내용
신해양산업기술 발굴·육성을 통한 해양산업진흥	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (해양장비) 첨단 해양장비 개발과 전략제품화를 통한 해양과학기술 향상 및 세계 해양장비 시장 선도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양핵심장비 국산화 기술, 해양구조물 시공·유지보수 수중로봇 기술, 지능형 무인선박 기술, 해저극한지 수중탐사 잠수정 기술, 수중무선통신 고도화·산업화 기술에 중점투자</li> </ul>
전지구적 기후변화 이해 및 연안재해 대응능력 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (연안재해 관측·예보) 정확도 80% 이상인 해양예보시스템 구축을 통한 재해예방과 지진해일 등 돌발재해에 대한 대응</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연안재해관리기술, 운용해양(해양예보) 시스템 구축 기술, 침식해안관리기술에 중점투자</li> </ul>
해양과학역량 강화를 통해 해양주권강화 및 해양자원 경제영토 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (해양영토 관리) 국가 관할해역에 대한 해양과학역량 강화를 통해 해양영토 주권 확립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양영토관리를 위한 관할해역 해양과학조사, 해양종합관측정보시스템 구축 및 활용, 위성기반 해양관측 정보시스템 구축 중점투자</li> </ul>
자연친화적이고 안전한 해양이용확대를 통한 국민 삶의 질 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (안전한 해양 이용) 해양사고 예방을 통한 국민 해양이용 안전성 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지능형 해양구난 시스템 기술, 북극해 안전운항 기술, G-Navigation 기술, 위성항법보정시스템(DGNSS) 기술, 첨단 항로표지 기술개발 중점투자</li> </ul>

출처 : 국토해양부(2012), 2020 해양과학기술로드맵(2012~2020)

#### □ 해양수산 R&D 중장기 계획(2014.04)

- 해양수산과학기술의 경쟁력 확보 및 해양수산 신산업 창출을 위한 정책목표 달성을 위한 기술적 실행전략 수립
  - 3대 R&D전략 및 12대 실행전략 수립

<표 2-11> 해양수산R&D중장기 계획 3대R&D전략 및 12대 실행전략

3대 R&D전략	12대 실행전략
해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양과학조사 및 예보 역량 강화</li> <li>• 극한 공간 활용 및 국제협력 확대</li> </ul>
창조형 해양수산 산업 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양자원 및 해양에너지 개발</li> <li>• 첨단 해양장비산업 육성</li> <li>• 항만·해운물류 기능고도화</li> <li>• 해양수산 생명 자원의 산업화</li> <li>• 전통 수산업의 미래 산업화</li> <li>• 해양플랜트 경쟁력 확보</li> <li>• 친환경 선박시장 선도</li> </ul>
국민행복 해양공간 창조	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화</li> <li>• 연안재해 저감 및 해양교통 안전 확보</li> <li>• 친수공간 및 해양문화 콘텐츠 창출</li> </ul>

출처 : 해양수산부(2014), 해양수산R&D중장기계획(2014~2020)

- 해양수산 R&D 중장기 계획의 3대 R&D전략 중 ‘해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대’, ‘창조형 해양수산 산업 육성’, ‘국민행복 해양공간 창조’ 등이 본 사업과 관련됨
  - 12대 실행전략 중 ‘해양과학조사 및 예보역량 강화’, ‘첨단 해양장비 산업 육성’, ‘해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화’, ‘연안재해 저감 및 해양교통 안전확보’ 등 본 사업과 관련된 실행전략 포함

<표 2-12> 해양수산 R&D 중장기 계획 내 본 사업 관련 내용

3대 R&D전략	12대 실행전략	세부내용
해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대	해양과학조사 및 예보역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 예보시스템 개선 및 해양영토 광역 감시망 구축</li> <li>• 주변국과의 해양경계획정에 대비한 해양과학조사 역량 강화</li> </ul>
창조형 해양수산 산업 육성	첨단 해양장비 산업 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중·심해저의 관측 및 산업활동 지원을 위한 첨단 장비 및 시스템 개발</li> </ul>
국민행복 해양공간 창조	해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연안습지 및 해양생태계 보전·복원 선진화</li> <li>• 기후 및 해양환경 변화에 따른 생태계 장기변동 모니터링</li> </ul>
	연안재해 저감 및 해양교통 안전확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT기반 해양안전 기술 선점 및 첨단 레이더, 항로표지 개발 등 통신 네트워크 구축</li> </ul>

출처 : 해양수산부(2014), 해양수산R&D중장기계획(2014~2020)

### 3. 국외 해양로봇 관련 정책현황

#### 가. 미국

##### □ 개요

- 미국은 범부처를 관할하는 조직을 통하여 해양 관련 기술과 정책을 관리 중
  - 오바마 대통령은 취임 후 통합해양정책을 발표하고 해양을 담당하고 있는 각 기관들 상위에 범부처 조직인 국가해양위원회를 설치하여 전반적인 해양과학기술 연구 및 정책 방향을 조정함
    - 2004년 부시 정부는 통합해양정책을 추진하기 위해 「Ocean Action Plan」을 수립했지만, 구체적으로 실행되지 못함
- 미국의 연안 및 해양 공간계획은 ‘생태계 기반관리(ecosystem-based management)’를 기반으로 진행되고 있음
  - 무분별한 연안-해양 개발을 지양하고, 해양생태계 건전성 및 기능 보호·유지·회복을 목표로함
    - 해양생태계 건전성 및 기능 보호·유지·회복은 미국을 비롯한 주요국에서 공통적으로 강조하고 있고 체계적인 연안 및 해양 공간계획을 위한 노력으로 판단됨

##### □ 주요정책

- Charting the Course for Ocean Science in the United States for the Next Decade- An Ocean Research Priorities Plan and Implementation Strategy
  - 미국의 해양과학연구의 우선순위계획 및 실행전략으로 해양 예측능력 및 생태계 특성에 따른 해양과학정보 제공 및 해양조사체계 수립

<표 2-13> 미국 해양과학 중장기 실행계획

목표	세부내용
자연적·문화적 해양자원 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자원의 중요도를 이해하고 시기적절한 평가를 통한 분배실시</li> <li>• 자원 지속가능성에 대한 예측을 위해 내부종(interspecies)과 서식지·생물종 간의 관계이해</li> <li>• 자원안정성과 지속가능성에 영향을 줄 수 있는 인간의 자원 사용 패턴이해</li> <li>• 해양, 연안, 5대호의 자연자원 안정적 활용</li> </ul>
자연재해에 대한 자생력증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재해발생대응력 및 재해예측력 향상</li> <li>• 자연재해에 대해 해양생태계 취약성 평가</li> <li>• 다양한 취약성평가를 통해 재해완화를 위한 전략·모델의 정책 활용</li> </ul>
해상작업 합법화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해상작업(marine operation)과 해양환경 간의 상호작용 이해</li> <li>• 해상작업이 해양환경에 미치는 주요 요소 분석</li> </ul>
기후에서의 해양의 역할	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화가 해양환경 및 해양생태계 미치는 영향분석</li> <li>• 기후변화로 인한 영향분석에 따른 해양의 영향에 관한 프로젝트에 적용</li> </ul>
생태계 건강의 증진	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자연적인 인류발생과정 이해를 통해 인간 활동이 생태계에 미치는 영향 평가 및 경제적 평가를 위한 모델 적용</li> <li>• 해양 생태계의 지속가능한 활용 및 효과적인 관리를 위한 지침 개발</li> </ul>
인간의 건강 증대	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인간의 건강에 위협하는 해양 위험요소 분석</li> <li>• 인간을 위협하는 해양기인 위험요소가 해양에 미치는 영향 그리고 인간 활동이 위험요소들에 미치는 영향 분석</li> <li>• 해양생태계와 생물다양성에 대한 이해를 통해 인간 행복증진을 위한 모델로 활용</li> </ul>

출처 : 국토해양부(2011), 해양환경기술개발사업 중장기 기본계획 수립을 위한 기획

- An Ocean Infrastructure Strategy for U.S Ocean Research in 2030
  - 2030년까지의 해양과학연구 발전을 위한 미국 해양 기반조성 전략으로 해양과학이 직면할 주요 문제점들을 규명하고, 2030년까지의 국가 해양연구를 위해 필요한 기반의 범위를 설정함
    - 해양과학 발전을 견인하기 위한 기반조성에 있어서 정책적 이슈들을 식별하고 그 해법을 찾는 데 목적이 있음
- The Interagency Ocean Policy Task Force (2010. 6)
  - 오바마 대통령이 미국의 해양, 연안, 5대호에 대한 통합정책수립을 위해 「The Interagency Ocean Policy Task Force」 구성
  - 미국의 해양, 연안, 5대호의 지속가능한 이용을 위해 5개 부문(국가정책, 정책조정 체제, 이행전략, 해양공간계획, 해양·연안·5대호정책에 대한 최근 이슈)에 걸쳐 종합적이고 통합적인 해양정책을 만드는 임무를 부여받음

<표 2-14> 미국의 통합해양정책 비전 및 3대 정책

목표		주요내용
3대 정책	해양, 연안, 5대호의 건강과 복원력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양·연안·5대호 생태계와 자원의 건강성 및 생명 다양성을 보호, 유지, 회복</li> <li>• 해양·연안·5대호 생태계, 지역사회, 경제의 복원력 향상</li> <li>• 해양·연안·5대호 생태계의 보전과 지속가능한 이용 추진</li> <li>• 해양·연안·5대호 관련 글로벌 환경변화 이해, 적응 능력 제고를 위한 과학과 지식 기반의 정보체계 구축</li> </ul>
	해양, 연안, 5대호의 안전과 생산력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양·연안·5대호의 지속가능성이 확보된 생산적인 활용</li> <li>• 사회적, 문화적, 역사적 가치를 포함한 국가적 해양유산의 보존</li> <li>• 해양·연안·5대호의 안전한 항해를 위한 국제규제 이행</li> </ul>
	해양, 연안, 5대호에 대한 이해증진과 가치인식	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인간과 대기, 육지, 수자원의 상호 연계 시스템으로써 해양, 연안, 5대호에 대한 과학적 이해</li> <li>• 해양·연안·5대호에서 벌어지는 인간 활동으로 인해 발생하는 해양환경변화 이해</li> <li>• 해양, 연안, 5대호의 공공적 가치에 대한 이해 촉진</li> </ul>

출처 : KMI(2009), "해양산업 동향 5권"

○ National Ocean Policy Implementation Plan (2013. 3)

- 2013년 국립해양위원회(National Ocean Council)에서는 해양 정책 실행 계획 발표

- 1) 해양경제(The Ocean Economy), 2) 해양안전과 보안(Safety and Security) 3) 연안 및 해양회복(Coastal and Ocean Resilience) 4)지역선택(Local Choices) 5) 과학과 정보(Science and Information) 5개 분야의 실행계획

<표 2-15> 해양 정책 실행 계획 세부내용

실행계획	세부분야	내용
해양경제(The Ocean Economy)	경제 성장지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양자원 지속적인 모니터링을 위한 조치 실행</li> <li>- 해양지도 등 다양한 지도 작성을 통한 선박사고 예방</li> <li>- 어업, 해상운송, 양식 및 해양 에너지산업 지원을 위한 정보 제공</li> </ul>
	고용유발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경제적 가치를 극대화하기 위한 정보제공으로 기존 일자리를 유지하고 해양 관련 고용 촉진</li> <li>- 허가, 계획 및 승인 프로세스를 간소화하여 시간 및 비용 절약</li> <li>- 연안 습지, 산호초 등 해양생태계의 파괴를 예방하고 손상된 해양생태계를 복원하여 일자리와 경제적 가치를 제공</li> </ul>
	전문인력양성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양연구수행 및 해양자원관리를 위한 인력양성</li> </ul>



안정과 보안(Safety and Security)	해상영역인식 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양관측 정보 수집·공유 및 원격 감지 시스템에 대한 국가의 인프라 개선</li> <li>- 해양 관측을 위한 원격감지시스템 강화, 원격감지시스템 최적화를 통한 실시간 해양, 기상 및 생태 조건에 대한 인식 개선</li> <li>- 국제 해사기구 및 국가 간 협력을 통해 우선순위가 높은 해양 정책 문제 관련 정보, 기술 및 지식 교환</li> </ul>
	북극해상 안전 및 보안	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양사고 및 환경영향 예방·대응력 강화를 위한 통신 시스템 강화</li> <li>• 교통량 증가로 인한 해양사고 등 위험요소 대응시스템을 강화하여 취약한 북극생태계를 해치는 해양오염사고 영향 완화</li> <li>• 장기간의 해빙예측을 위해 얼음분포 패턴분석을 통한 개선된 북극 해빙지도 개발</li> </ul>
	항만과 수로의 안전·보안 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 항만·수로의 안전과 보안 강화를 위해 안전하고 효율적이며 안전한 항법 및 수로 관리 시스템 개발</li> </ul>
연안 및 해양회복(Coastal and Ocean Resilience)	외래종의 해양생태계 침입방지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 침입 종 감시, 통제 및 근절활동 지원을 통해 토착수생 개체군 및 서식지 보호</li> </ul>
	기후변화 대응	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해안지역의 복원력을 향상 및 기후 변화, 극한 기후 현상 및 해양 산성화로 인한 적응능력 향상</li> </ul>
	해양 건강 회복 및 유지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 환경변화로부터 해양생태계 유지하기 위한 생태계 기반의 관리 강화</li> </ul>
지역선택(Local Choices)	지역 행동을 위한 도구 제공	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지역별·해역별 보호활동을 지원하기 위한 정보 제공</li> </ul>
	지역 파트너십 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 지역 내 파트너십을 강화하고 새로운 파트너십을 활용하여 해양, 연안 및 5 대호의 건강성 보호를 위한 협력·지원 확대</li> </ul>
과학과 정보(Science and Information)	해양 및 연안 시스템 이해 증진	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정책적 의사 결정 및 행동 지침 수립에 활용이 가능한 과학적인 해양정보 제공</li> </ul>
	해양 데이터 획득 및 정보 제공 능력 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 연구·관리에 필수적인 장비 및 실험장소, 계측기 및 관측 시스템 등의 가용성 제고</li> </ul>
	과학 기반 제품 및 서비스 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생태계기반 정책의사결정을 위한 과학 체계 개선</li> </ul>

출처 : 미국 국립해양위원회(National Ocean Council, 2013), National Ocean Policy Implementation Plan

○ NOAA R&D 5개년 계획(2013~2017)

- 미국의 다음 세대와 환경을 보호하기 위해 5년 단위로 R&D 정책 수립

- ‘기후변화 예측대응 정보사회 구축’, ‘지속적이고 건강한 해양 생태계 만들기’, ‘재생 가능한 연안 환경이 지역 사회와 경제에 미치는 영향 조사’ 등 3개 분야에 대한 R&D 전략 수립

<표 2-16> NOAA R&D 5개년 계획 세부내용

3대 분야	추진전략	세부내용
기후변화 예측·대응 정보사회 구축	기후변화 관련 데이터 정확성 개선을 위한 사전연구	• 극지의 기후관측시스템 개발
	통합 대기 및 해양관측 시스템 모델링	• 수십 년 간의 기후변화를 특성화하고 예측·평가를 위한 단·장기 모델링
	해양, 육상, 대기 등 구성 요소 간 상호 작용 및 과정에 대한 이해 향상	• 기후변화에 의한 해양, 대기, 육지 영향 시뮬레이션 수행 • 연안·해양의 기후변화 영향 평가 및 해양·연안자원에 미치는 영향지표 개발
지속적이고 건강한 해양 생태계 만들기	환경 변화가 해양생태계에 미치는 영향 조사	• 인간의 무분별한 사용으로 인한 해양환경의 변화가 해 양생태계에 미치는 영향 예측 및 변화메커니즘 연구
	바다의 화학적 변화에 따른 영향 조사	• 해양 환경의 산성화 진행 과정을 이해하고 이에 따른 해양 생태계와 인류가 받는 영향 조사
	미개발 해양 환경 조사	• 미개발된 유역의 지도화 및 특징 조사 • 새로운 해양 자원 조사 • 해양 생태계를 이해하기 위한 정확하고 상세한 정보 제공
	해양 양식업의 지속 가능성 조사	• 양식에 사용하는 종의 다양성 확보 • 지역 경제에 해양 양식업이 미치는 긍정적인 효과 조사 • 해양 양식업의 효과적인 적용을 위한 기술 개발
재생 가능한 연안 환경이 지역 사회와 경제에 미치는 영향 조사	연안 생태계의 가치 조사	• 연안 생태계의 회복력이 가지는 경제적 가치 이해 • 연안 생태계의 서식지 파괴가 미치는 영향 조사 • 연안 생태계 보호가 가지는 지속 가능한 상업적 가치 조사
	수질 오염에 따른 경제적, 생태학적 영향 경감 조사	• 나노 입자 및 미세 플라스틱으로부터 발생하는 수질 문 제 개선 • 환경 변화가 보고된 지역의 자원 및 공간 사용 제한 • 생태계 변화 예측을 위한 운영 능력 확보 • 수질 관리 능력 향상을 위한 기술 확보
	산업 확장으로 인하여 북극이 받는 영향 조사	• 북극에서 발생하는 기름 유출 대응 능력 강화 • 북극 해양 생태계 특징 조사 • 빙하의 변화에 따른 영향 평가

출처 : 미국 국립해양위원회(National Ocean Council, 2013), National Ocean Policy Implementation Plan

## 나. EU

### □ 개요

- 유럽연합의 집행위원회 부서 중 해양정책수립 및 연구조사를 담당하고 있는 해양수산 (Maritime Affairs and Fisheries) 부서에서 「An Integrated Maritime Policy for the European Union」을 발표
  - 「An Integrated Maritime Policy for the European Union」 따라 유럽연합의 대서양, 지중해, 흑해, 발트해, 북해 5곳 (북극을 포함하면 6곳)의 해역으로 구분하여 해양정책 수립 및 연구조사 진행
  - 유럽연합 차원에서 「The Marine Strategy Framework Directive」를 발표하고 각 국가 별 해양환경기술 정책에 반영될 수 있도록 국가 간의 공동 프로젝트가 다수 진행되고 있음

### □ 주요정책

- An Integrated Maritime Policy for the European Union(2008. 6)<sup>8)</sup>
  - 유럽에서의 통합 해양정책 추진에 요구되는 운영체제 및 방법론에 대한 내용을 담고 있음
  - 유럽 전체의 해상운송, 해양산업, 과학조사, 해양환경보전과 관련된 이슈가 반영된 전략 수립
    - ※ 개별 국가의 해양정책이 아닌, EU의 통합해양정책
- The Marine Strategy Framework Directive(2008. 6)
  - **(목표)** 2020년까지 EU 해양의 GES (Good Environmental Status)를 달성하고 해양 관련 경제적 및 사회적 활동이 의존하는 자원을 보호하는 것
    - GES 달성을 위한 초석으로 “생물 다양성이 2020년까지 유지된다“는 명백한 규제 목적을 포함하는 해양 생물 다양성 보호와 관련한 최초의 EU 입법 문서

8) 유럽 통합 해양정책에 관한 주요한 원칙과 목표들을 담고 있는 유럽연합(집행)위원회의 보고서

- 해양분야는 JPI Oceans(2011-현재)을 통해 R&D를 수행 중이며, 어업·수산업 분야는 Marine knowledge 2020(2014-20)를 통해 R&D 수행

<표 2-17> EU 해양수산분야 R&D 정책 세부내용

JPI Oceans		Marine knowledge 2020	
추진전략	세부내용	추진전략	세부내용
심해 자원 탐사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해저에서 살고 있는 생물들의 서식지, 종 다양성 등의 지도화</li> <li>• 심해 탐사 결과를 바탕으로 향후 해저 생물들의 행동 예측 모델 개발 및 연구</li> <li>• 산·학·연 간의 국제적인 협력을 통한 심해 지도 관련 참고 자료 작성</li> </ul>	친환경적인 어장 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생태계 보존을 기반으로 하는 어획 활동 장려</li> <li>• 생산적이고 건강한 해양 생태계를 위한 연구 진행</li> </ul>
연안과 해양 관리를 위한 계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 공간 계획과 관련된 정책 수립에 필요한 다국적 네트워크 조성</li> <li>• 연안 관측을 위한 통합 모니터링 전략 개발 및 구현</li> <li>• 산업 및 정책 관련 지식을 위한 효율적인 산·학 간의 공동체 구축</li> </ul>	친환경적인 해양 양식업 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 양식업을 통한 안전하고 건강한 먹거리 개발</li> <li>• 해양 양식업을 적용할 수 있는 다양한 종 개발</li> <li>• 해양 양식업을 위한 종의 번식 방법, 영양 공급 방식 연구</li> </ul>
바다와 인류의 생활 간의 연관성 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바다와 인간의 건강 사이의 상호 작용에 관한 연구 진행</li> <li>• 유럽 내 해양 및 인간 건강에 관한 연구 진행</li> <li>• 해양 및 인간 건강 분야의 전문 교육 훈련 프로그램 개발</li> </ul>		
해양 산성화와 온난화가 해양 생태계에 미치는 영향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 생태계에 대한 온난화와 산성화의 복합적인 영향에 대한 연구 강화</li> <li>• 해양 산성화가 심해 서식지와 생물 다양성에 미치는 영향 조사</li> <li>• 해양 환경에 대한 산성화와 온난화의 영향을 연구하기 위한 범 유럽 네트워크 구축</li> </ul>	생명 공학을 통한 해양 혁신 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발견하지 못한 다양한 해양 생물들에 관한 연구 진행</li> <li>• 해양 생물의 종 다양성 및 수중 생물 자원 개발</li> </ul>
해양 식량 안보를 위한 방안 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 식량 생산 및 사회·경제적 영향에 대한 변화 연구</li> <li>• 해양 수산 시스템 개발을 포함한 표준 및 위해성 평가 방안 마련</li> <li>• 해양 생물의 개체 역학 및 종 상호 작용에 관한 새로운 모델 제시</li> <li>• 해양 생물 생산 및 수확에 관한 자동화 시스템 설계 및 운영</li> </ul>		

출처 : The Joint Programming Initiative(JPI) for Healthy and Productive Seas and Oceans

## 다. 일본

### □ 개요

- 2001년 제2기 과학기술기본계획부터 해양분야를 국가 프런티어 분야로 분류, 생명과학 및 환경과 연계하여 정책을 추진 중임
  - 해양보전, 해양이용, 해양연구를 중점분야로 선정
    - ※ 해양과학연구시설 및 설비분야의 해양과학조사선, 심해잠수정 및 해양관측 인프라는 세계최고 수준
- 21세기 해양정책(2002)
  - ‘지속가능한 해양이용’을 목표로 ‘해양을 알고, 해양을 지키고, 해양을 이용’하는 균형 정책, 특히 국제적 관점에서의 일본의 10년간 전략적 해양정책을 제시
    - “해양환경 유지와 회복 실현, 지속가능한 해양이용 실현을 통한 순환형 사회구축, 안전하고 깨끗한 바다의 세대 계승”을 전략적 목표로 추진

<표 2-18> 일본 21세기 해양정책의 중점 추진방향

구분	중점추진 전략	
해양보전	해양환경유지회복	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양의 물질순환시스템회복</li> <li>• 인간 활동 수반 육상·해역·대기 부하감소</li> </ul>
	해양이용과 연안방재 환경대책	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양이용환경대책</li> <li>• 기후변동 대응대책</li> <li>• 이상기상 및 해상예측기술개발</li> <li>• 이산화탄소 해양격리 환경영향평가기술</li> </ul>
	사회경제적 해양환경보전대책	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 통합 환경영향평가시스템개발</li> </ul>
해양이용	지속가능한 해양생물자원이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수산자원의 지속적 이용</li> <li>• 해양생물자원 개발연구</li> </ul>
	순환형 사회를 위한 해양에너지 자원 이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양에너지 이용</li> <li>• 재생형 자원 이용</li> </ul>
	국민생활 기반형 해양광물에너지자원이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양광물에너지 자원 이용 연구개발</li> <li>• 해양광물에너지자원이용 해저조사</li> </ul>
	다기능 조화 연안공간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경친화형 공간이용</li> <li>• 효율적 공간이용</li> </ul>
	안전하고 효율적 해상운송	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해상운송 안전, 해적, 지구온난화 대응 운송 기술</li> </ul>
	국민친화형 해양	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 레크레이션 공간</li> </ul>
해양연구	미지영역의 도전	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 심해, 심해저, 지구과학, 해양생태계</li> </ul>
	지구환경문제해결	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변동 등 지구환경문제해결 연구</li> <li>• 지진, 화산 등 자연재해예방 연구</li> </ul>
	해양보전, 해양이용 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지속적 해양생물자원 이용, 해양 광물 에너지 자원이용, 연안 공간 및 방재, 해양예보</li> </ul>
	연구관측 기반기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원격탐사기술, 관측기술, 해어관측</li> </ul>
	연구개발체제 및 사회기반시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연구개발체제정비</li> <li>• 사회기반시설정비</li> </ul>

출처 : 국토해양부(2011), 해양환경기술개발사업 중장기 기본계획 수립을 위한 기획연구

○ 제3기 과학기술기본계획(2006~2010)

- 해양관련 내용은 8개 중점 전략부분 중 프런티어분야와 환경분야에서 다루어지고 있음
  - 273개의 주요 연구개발과제 중 신속대응형 과제, 5년 동안 중점투자할 과제, 장기적 국가 주도형 프로젝트(국가기간) 등 총 62개의 전략 과학기술을 선정

○ 해양기본계획(2008)

- 해양과학기술 분야에 대하여 기초연구(미지 영역), 정책과제 대응형(지구온난화, 생물 자원과 생태계 영향, 지구관측탐사시스템), 인프라 구축(선박 및 설비, 인력양성, 해양 과학기술 이노베이션)을 주요 추진 과제로 제시

<표 2-19> EU 정책동향 요약

구분	내용
An Integrated Maritime Policy for the European Union	• 유럽 전체의 해상운송, 해양산업, 과학조사, 해양환경보전과 관련된 이슈가 반영된 전략 수립
The Marine Strategy Framework Directive	• 정책평가 및 방향수정을 위한 모니터링 프로그램의 수립
JPI Oceans	• 해양 공간 계획과 관련된 정책 수립에 필요한 다국적 네트워크 조성 • 해양관측을 위한 통합 모니터링 전략 개발 및 구현 • 해양환경변화의 영향연구를 위한 범 유럽 네트워크 구축

⇒ 광범위한 해양의 특성을 파악하는 통합적 해양 모니터링 프로그램 수립 필요

□ 일본

○ R&D분야별 과학·정책·산업적 수요가 반영된 단·중·장기 R&D추진전략 수립

- 제3기 과학기술기본계획을 통해 신속대응형 과제, 5년 간 중점투자 과제, 장기적 국가 주도형 프로젝트 등으로 구분하여 과학기술전략을 수립함
- 해양과학기술 분야의 과학·정책·산업적 수요를 반영하여 기초연구, 정책과제 대응형, 기반연구 등 추진과제 제시
  - 기초연구 : 심해·해저 등 미지영역 연구
  - 정책과제 대응형 : 현재 이슈가 되고 있는 지구온난화, 생물자원과 생태계 영향, 지구관측 탐사시스템 등 연구
  - 기반연구 : 관련 산업 활성화를 위한 선박 및 설비·인력양성·해양과학기술 혁신연구 등

⇒ 해양 정책·산업적 수요가 반영된 R&D 계획 수립

## 제2절 국내·외 해양로봇 개발 및 활용 현황

### 1. 주요 분야별 해양로봇 수요예측

#### 가. 어업분야

##### □ 어업종사자 감소 및 고령화로 인한 해양로봇 수요 제기

- 글로벌 저출산 기조, 청·장년층의 도시이동으로 어촌지역의 고령화가 빠른 속도로 진행되면서 인력 부족이 심각한 문제로 대두
  - 전국 어업가구는 2015년 기준, 5만 5천 가구로 2010년 대비 16.7% 감소
    - 어가인구의 고령화, 어선 감척 사업, 어족자원감소, 연안 어장의 매립 및 간척 등의 영향으로 2010년 65,800호에서 2015년 54,800호로 감소함
- 어업분야에서의 해양로봇의 활용은 주로 어군탐지에 활용되고 있으며, 어군탐지기는 일반적으로 유인선박에 장착되어 활용되지만, 무인잠수정인 AUV (Autonomous Underwater Vehicles) 활용이 증가할 것으로 전망
  - AUV는 사전에 프로그래밍 되어있는 경로를 따라 정확하게 이동하며, 일반적으로 6,000미터 깊이에서 100시간 동안 고속작업 수행 가능
    - 현재 일본 수산청에서는 돌고래가 가진 초음파 탐지(sonar) 능력을 활용한 수중 어군 탐지기 개발을 추진 중

	제조사	활용영역	활용내용
	Kongsberg (HUGIN 시리즈)	어군 탐지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관성 내비게이션을 사용하여 수심 4,000m까지 자율적으로 운행 가능</li> <li>• Hugin에서 탐지된 데이터는 음향 원격 측정 링크를 통해 연구용 선박으로 전송</li> </ul>

출처 : www.kongsberg.com

[그림 2-3] 어업분야 해양로봇 활용사례

## 나. 운송분야

### □ 최근 항만 물동량 증가와 IT기술의 발전으로 무인 화물선박에 대한 관심 증가

- 롤스로이스에서는 2014년 무인 화물선 개발을 시작하였고, 2020년까지 실제 활용을 목표로 하고 있음
  - 초기에 테스트할 선박은 기존의 선박에 각종 센서와 레이더를 장착한 무인 선박이 될 것으로 보이며, 2017년부터 660만 파운드의 비용을 투자하여 개발이 진행

		<b>제조사</b>  Rolls-Royce	<b>활용영역</b>  화물운송	<b>활용내용</b>  • AAWA (Advanced Autonomous Waterborne Applications initiative) 협회를 만들어 자율 선박 개발에 따른 위험을 분산하고 해운사 등 다양한 기업들과 협업
		<b>제조사</b>  DNV GL 선급협회	<b>활용영역</b>  화물운송	<b>활용내용</b>  • 연해항로에서 전동기로 운행하는 길이 약 3m의 USV로 현재 오슬로와 피요르드 사이에서 운항하고 있음

출처 : Rolls-Royce 및 DNV GL 선급협회 홈페이지


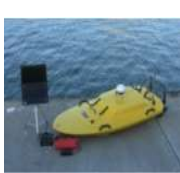

[그림 2-4] 운송분야 해양로봇 활용사례

## 다. 관측·재난·재해 분야

### □ 기후 변화에 따른 재난·재해 예방의 중요성이 높아짐에 따라 관련 조사·연구, 모니터링 분야를 중심으로 활용 증대 예상

- 해양에서 조류 및 해양생태계를 모니터링하고 인간의 수중작업이 불가능한 심해에서 재난 및 재해 복구 활동을 지원하는 데 AUV, ROV 등을 활용하고 있음
  - 미국 NOAA에서는 해상관측을 위한 AUV를 운용하고 있음



제조사	ASV Unmanned Marine Systems (영국)				Teledyne Technologies (미국)
활용영역	측량, 조사, 환경 모니터링 등				해양안전 감시
제품명/ 이미지	C-Worker 7	C-Cat 3	Z-Boat 1800SS	Z-Boat 1800RP	Stingray
					
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>스테이션 또는 해상 정박 선박 없이 해저 위치 지정, 측량 및 환경 모니터링 등 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>협소 지역에서의 조사 임무 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>원거리 지역 해저 스캔 이미징 임무 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>원거리 지역 수로 조사 임무 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>조작이 단순하며 원격 조종이 가능한 무인 제트스키로 해상 안전을 위한 정찰 업무 수행</li> </ul>

출처 : 각 제조사의 홈페이지 기재 내용, 관련 기사 등을 참고하여 작성

[그림 2-5] 관측·재난·재해 분야 해양로봇 활용사례

## 라. 자원 탐사 및 채취 분야

□ 산업화 진전에 따른 자원 고갈의 위험으로 극한 환경에서의 자원 탐사 및 채취 작업 수행이 가능한 해양로봇의 활용이 증가할 것으로 예상

○ 세계적으로 매장량이 극히 적고 지역적 편재성이 큰 희유금속 및 생물자원 발굴·채취, 유전 등 에너지 탐사·발굴 작업 등에 활발히 사용 중에 있음

- 해양로봇은 극한 여건 속에서도 데이터의 수집 및 처리, 자원 발굴 및 채취, 기기 설치 등의 활동이 가능하여 활용성이 극대화 될 것으로 전망

	제조사	활용영역	활용내용
	영국 SES	심해저 탐사	<ul style="list-style-type: none"> <li>비디오 카메라, 조명기구, 음파 탐지기 등을 활용하여 취수구 및 물의 투명도, 빛 침투 및 온도 등 측정이 가능</li> <li>다이버들이 수행하는 임무를 대체하는 용도로 다이버 모니터링, 댐 점검 및 기타 점검, 선박 선체 조사 등의 업무로도 활용 가능</li> </ul>


	제조사	활용영역	활용내용
	NOAA (Doc Ricketts)	심해저 탐사	<ul style="list-style-type: none"> <li>미국 해양대기국은 '13년 ROV 'Doc Ricketts'를 활용하여 화물선에서 분실된 선적 컨테이너를 찾고, 컨테이너가 심해 생태계에 미친 영향에 대해 조사 실시</li> </ul>

출처 : Rolls- Royce 및 DNV GL 선급협회 홈페이지

[그림 2-6] 자원 탐사 및 채취 해양로봇 활용사례

#### 다. 해양로봇 종류별 수요기술

- 수중무인로봇의 경우 수중 시계 확보, 작업반경 확대를 위한 수중통신 등이 중요한 이슈로 부각되어 해당 기능의 성능향상을 중심으로 제품개발이 진행 중
  - 심해저 환경에서 작업대상에 대한 정확한 위치확인, 모니터링, 데이터 분석을 위한 통신이 요구되며, 시계 확보와 수중 통신은 UUV 제품 성능을 평가함
    - 기존 유선으로 운용되어 왔으며 이는 작업반경 확대를 어렵게 하였고 이러한 문제점을 해소하기 위한 제품의 개발이 진행 중

	성능	요구기술
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수중환경 내 위험지역 근접을 위한 초음파 센서 적용</li> <li>· 수중환경 촬영을 위한 고화질 카메라 탑재</li> <li>· 영상전송을 위한 실시간 수중통신</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수중 자율이동 기술</li> <li>· 탐지 및 회피 기술</li> <li>· 수중 무선통신 기술</li> <li>· 3차원 위치추정 기술</li> </ul>

[촬영용 수중로봇]

 <p>[해양조사용 수중 이동체]</p>	<p><b>성능</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 어군 탐지 등 수중 환경 데이터 취득·처리를 위한 경량/고성능 용·복합센서 탑재</li> <li>• 실시간 정보 전송을 위한 수중 통신</li> <li>• 수중에서의 위치 인식 및 자율 이동</li> </ul>	<p><b>요구기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 센서 운용 기술</li> <li>• 수중 통신 기술</li> <li>• Non-GNSS 기반 수중 항법 기술</li> </ul>
 <p>[정찰·위험물 제거용 글라이더]</p>	<p><b>성능</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 잠수함, 기뢰 등 위험물 탐지 제거를 위한 수중 장시간 운용</li> <li>• 수중 통신 및 자율 항법 가능</li> <li>• 저소음 운항</li> </ul>	<p><b>요구기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중 탐지센서기술</li> <li>• 장시간 장거리 자율항법</li> <li>• 하이브리드 동력원 기술</li> <li>• 수중무선통신기술</li> </ul>
 <p>[해저 구조물 관리용 무인잠수정]</p>	<p><b>성능</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 장거리, 심해저 운용 가능</li> <li>• 구조물 결함 관리 및 조사</li> <li>• 수집한 데이터 실시간 전송</li> <li>• 수중에서의 충돌회피 및 정밀위치 추정가능</li> </ul>	<p><b>요구기술</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 장기간 수압(고압) 강건, 프레임 설계기술</li> <li>• 수중 무선통신기술</li> <li>• 자율경로계획 기술</li> <li>• 관성항법센서 오차보정기술</li> </ul>

[그림 2-7] 제품개발 사례

- 수중 정밀항법, 시계확보, 모니터링, 통신 등과 관련된 기술 수요 증대
  - UUV는 수중 정밀항법, 수중항법센서, 매니퓰레이터, Non-GPS 항법, 수중 무선 통신 등 관련 기술 수요가 증대

## 2. 국내·외 해양로봇 개발 및 활용현황

### 가. 국내 해양로봇 개발 현황

#### □ 선박 건조경험을 바탕으로 관련 기초·핵심기술 축적

- 국내 해양로봇 관련 연구는 선진국들에 비해 다소 늦은 시작이었으나, 선박 건조경험을 바탕으로 관련 기초·핵심기술을 축적하고 있음
  - 국방과학연구소(ADD)를 중심으로 1970년대 후반부터 진행된 어뢰체계개발, 잠수함체계개발, 예인선배열소나체계(TASS<sup>9)</sup>) 및 선체고정소나(HMS<sup>10</sup>) 등의 수중무기체계 관련 센서 개발이 해양로봇 관련 기반기술 확보에 단초가 됨
  - 한국해양과학기술원(KIOST, 구 한국해양연구원)에서 1987년에 수심 250m급 탐사용 유인잠수정 ‘해양250’의 개발에 성공하여 해양개발을 위한 해양로봇 연구개발을 기반 기술 일부 확보
  - 1992년에는 자체 개발된 초음파 고도계와 방위각 및 수심 센서를 내장하고 전방을 관측할 수 있는 카메라와 조명장비가 탑재된 수심 300m급 해양로봇 무인탐사기 ‘CROV300’을 최초 개발
    - CROV300은 수중에서 4자유도 운동제어가 가능하고 자동 자세제어 및 Hovering 가능

#### □ 1990년 중반 무인잠수정 개발 시작

- 국내에서 본격적인 무인잠수정 체계 개발은 1990년대 중반부터 이루어지기 시작함
  - 대우조선해양과 러시아의 IMPT와 공동으로 1996년 국내 최초 UUV인 ‘OKPO-6000’ 개발
  - 한국해양과학기술원은 1997년 SSBL과 자세센서를 융합하고 유속계 신호를 이용하여 항법 필터를 구현한 Hybrid 항법 시스템으로 운용되는 200m급 AUV Test Bed인 VORAM호를 개발하여 수조시험 진행
  - 국방과학연구소에서는 1998년에 잠수함 모형 시험용 무인잠수정인 자율운항모형(FRM<sup>11</sup>) 개발

9) TASS, Towed Array Sonar System

10) HMS, Hull Mount Sonar

11) FRM, Free Running Model

- 한국원자력연구소(KAERI)에서도 1999년 원자로 내부검사, 가압기 내부 전열관 검사, 살수탱크 및 사용 후 핵연료 수조감시 및 점검수행 목적의 ROV 개발
- 2000년대 한국해양과학기술원과 대양전기공업 공동으로 국내 최초 군사용 MDV로 활용이 가능한 SAUV 개발
  - SAUV 개발을 통해 선형 개발기술과 수중항법 및 제어기술 확보


□ 2007년 심해탐사용 ROV ‘해미래’ 개발

- 2007년 한국해양과학기술원이 국내 최초 6000m급 심해탐사용 ROV ‘해미래’ 개발
  - 해미래는 길이 3.3m, 폭 1.8m, 높이 2.2m의 사각형 형태로 중량은 3,660kg
  - 8대의 수중카메라, 위치추적 및 탐사에 필요한 각종 계측장비와 2개의 로봇팔이 달려 있으며, 6개의 전동추진기를 이용해 전 방향으로 이동 가능
    - 모선에 장착된 선상제어실에서 유선으로 연결된 케이블을 통해 조종하는 방식

□ 2009년 천해용 자율무인잠수정(AUV) ‘이십이’ 개발

- 2009년에는 한국해양과학기술원이 천해용 자율무인잠수정 ‘이십이’ 개발
  - 이십이는 직경 0.2m, 길이 1.58m, 중량 38kg
  - 본체에 부착된 센서를 통해 수중에서 자체 판단과 자기 위치인식에 따라 수중 200m 이내에서 자율탐사 가능
    - 국내 연근해 수중 오염조사와 정밀지형도 제작, 해저 침몰 물체 탐색, 연안·항만감시 등에 활용을 목표로 개발

<표 2-20> 국내 수중로봇의 주요 모델 및 특징

모델 및 제작사	제원 및 특징
 <p>OKPO6000 (대우조선해양)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제원: 3.8m(L)×0.7m(d), 950kg</li> <li>• 성능               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 운용수심: 6,000m</li> <li>- 운용시간: 10시간@3kts</li> </ul> </li> <li>• 특징/임무               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 센서: Video camera, SSS, 회피소나</li> <li>- 심해저탐사, 해양조사</li> </ul> </li> </ul>

 <p>SAUV(한국해양연구원/대양전기)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제원: 3.2m(L)×0.75m(W)×0.99m(H), 450kg</li> <li>• 성능 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 운용수심: 100m (설계수심: 400m)</li> <li>- 운용시간: 6시간@3.5kts</li> </ul> </li> <li>• 특징/임무 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 센서: CCD camera, SSS, 4관절 로봇팔</li> <li>- 연구용, 기뢰제거용 MDV</li> </ul> </li> </ul>
 <p>해미래(한국해양연구원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제원: 3.3m(L)×1.8m(W)×2.2m(H), 3,667kg</li> <li>• 성능 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최대수심: 6,000m</li> <li>- 운용속도: 1.5kts</li> </ul> </li> <li>• 특징/임무 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 센서: CCD camera, 2개의 로봇팔, 40kW 전원</li> <li>- Depressor 분리형 ROV, 연구용</li> </ul> </li> </ul>
 <p>해누비(한국해양연구원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제원: 2.6m(L)×1.2m(W)×1.34m(H), 1,117kg</li> <li>• 성능 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 운용수심: 6,000m</li> </ul> </li> <li>• 특징/임무 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Depressor 분리형 ROV, 10kW 전원</li> <li>- 예인모드에서 SSS 사용</li> </ul> </li> </ul>
 <p>이십이(한국해양연구원)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제원: 1.58m(L)×0.2m(D), 38kg</li> <li>• 성능 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 운용속도/거리: 3kts/20km</li> </ul> </li> <li>• 특징/임무 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동력: 리튬-폴리머 배터리</li> <li>- 센서: ATM, AHRS, Depth, Sonar, DVL</li> <li>- 천해역 해양과학조사, 해저지형 맵핑</li> </ul> </li> </ul>

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

○ 현재 대학 및 연구소 중심으로 다양한 수중로봇 관련 연구개발이 활발히 수행되고 있으나, 아직 연구개발 차원으로 상용화가 적극적으로 이루어지지 않고 있음

- 국방과학연구소에서는 2005년 지상·해상·공중 국방로봇의 세계발전추세 및 운용개념 분석을 통한 핵심기술 로드맵을 제시하고 수중운동체, 국방 MEMS, 수중통신/탐지 등과 관련한 국방무인화 특화연구센터를 설립하여 기반기술들을 획득 중

## 나. 국내 해양관측 현황

- 세계적으로 기후변화 및 범국가적 자연재해 발생, 지구환경의 전반적인 오염, 자원·에너지의 고갈 등으로 인하여 범국가적인 해양관측 수요 또한 급격히 증가하고 있음
  - 글로벌 지구관측 그룹(GEO; Group on Earth Observations) 혹은 글로벌 해양관측체계(GOOS; Global Ocean Observing System) 구축과 같은 노력이 인류의 지속적인 성장을 위해 필수적이라는 공감대가 형성되고 있음
- 전 세계적으로 해양관측을 통합 조정·관리하는 능력의 보유가 매우 중요하다는 것을 인지하는 등 지속적인 사회적 수요 증가에 따라 국가 통합 해양 관측망과 같은 국가적 차원의 해양관측 네트워크를 구성하고 있음
  - 전자·통신·기계·소재 등의 기술분야 진보에 따른 해양관측 기술의 급격한 발전으로 자동화된 플랫폼을 사용하는 무인해양관측 수요 증가 예상

## □ 해양관측용 부이활용 현황

- 기상청, 국립해양조사원, 국립수산과학원, 지방해양수산청 및 해군 등에서 실시간 장기 해양관측용으로 해양관측전용부이를 운영하고 있으며, 한국수력원자력, 한국가스공사, 항만공사, 지자체 등에서 해양환경 관측 목적으로 소수의 관측부이를 운영 중임

<표 2-21> 국내 주요 해양관측용 부이활용 현황

구분	주요 관측부이	대당 단가(억원)	수량	금액(억원)
기상청	해양기상부이 (3M)	4	12	48
	해양기상부이 (6M)	8	5	40
	파고관측부이 (1M)	0.5	50	25
국립해양조사원	외해역 해양관측부이 (4.3M)	9	10	90
	연안역 해양관측부이 (2.5M)	8	3	24
	이안류관측부이 (3.0M)	5	4	20
국립수산과학원	적조환경 해양관측부이 (2.5M)	2	3	6
	어장환경 해양관측부이 (1.5M)	5	1	5
지방해양수산청	조류관측 해양관측부이 (3.6M)	2	4	8
	해양기상관측부이 (2.5M)	10	2	20
한국해양과학기술원	해양관측부이 (2.4M)	4	3	12
한국수력원자력	해양환경관측부이 (2.8M)	9	3	27
한국가스공사	해양환경관측부이 (2.5M)	5	3	15
기타(해군 및 지자체)	해양관측부이	2	20	40
합계			123	380

주 : 2018년 현재 국내 주요 해양 유관기관에서 운영하는 해양관측부이 현황이며, 대당 단가는 관측부이 및 관측시스템을 포함한 금액으로 현장 여건에 따라 다소 차이는 있음 (계류장비 및 관측센서 구성에 따른 차이)

- 관측부이 구매 예산만 산정한 것으로 현장 해상설치, 유지관리 비용 등을 포함하면 약 700억원 규모일 것으로 예측됨

○ 국내 해양환경정보는 해양환경관리공단, 국립수산과학원, 국립해양조사원, 기상청 등 각 기관이 개별적으로 개발·운용하여 관측된 정보를 제공하였으나, 최근 국가해양환경정보시스템(MEIS: Marine Environment Information System) 구축에 따라 관측된 정보를 통합 관리 및 제공하고 있음

- 여기에 사용된 부이시스템의 경우, 구조물은 국내 기술로 제작되고 있으나, 주요 센서들은 대부분 수입품을 적용하고 있는 것으로 파악되고 있음

## □ 국내 해양관측 주요 기관

○ (해양환경관리공단) 해양의 미래가치 창출을 위해 해양생태계 통합 관리 공고화, 해양환경 모니터링 실효성 제고 및 해양사고 대응역량 강화 등의 전략과제 추진 중

- 해양환경의 과학적이고 종합적인 정책의사결정을 지원하고 대국민 해양환경종합정보 서비스를 제공하는 국가해양환경정보통합시스템(MEIS<sup>12</sup>) 구축

· 해양환경 연구 인프라 확충을 위한 해양환경조사선 아라미 1/2/3호가 각각 인천/부산/포항에 배치되어 운항

해양환경측정망	해양수질자동측정망	FerryBox 해양환경관측망	해양환경자료의 경도관리	해양환경조사선 아라미
---------	-----------	---------------------	-----------------	-------------



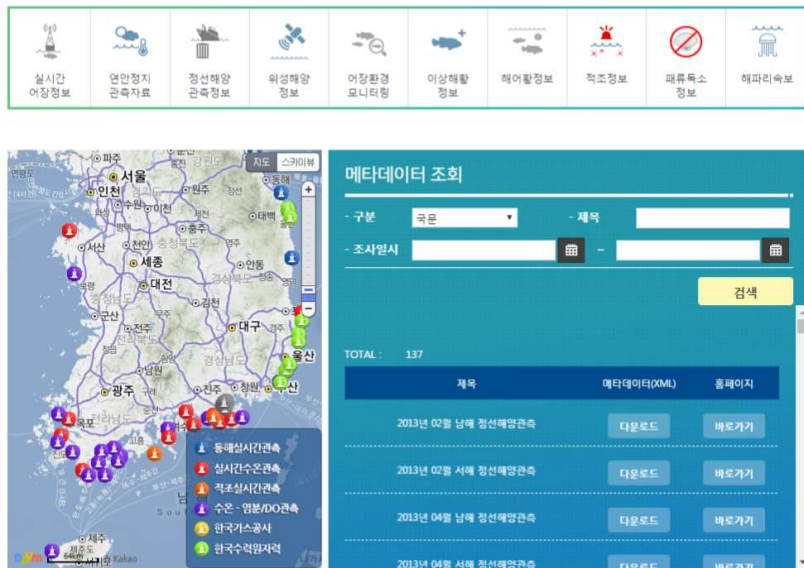
출처 : 해양환경관리공단(www.koem.or.kr)

[그림 2-8] 해양환경관리공단의 해양환경조사 사업

12) MEIS : Marine Environment Information System



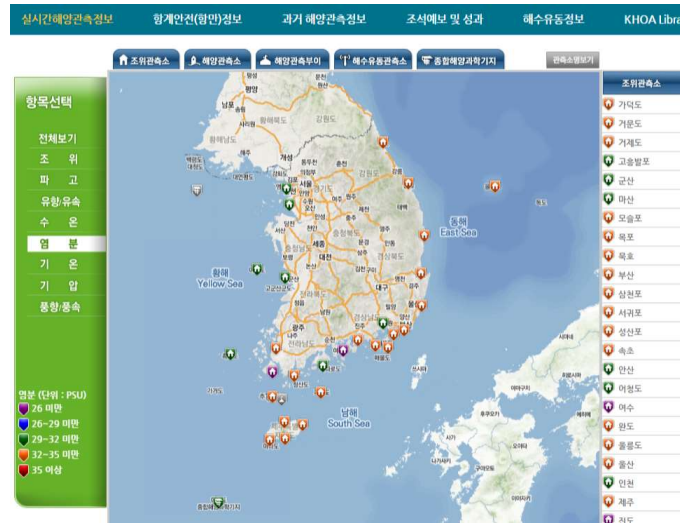
- (국립수산과학원) 2020년 세계 최상위 수준의 수산기술 보유국 달성을 목표로 첨단 수산 기술개발, 수산자원 조사 및 변동예측 체계 구축, 어장환경 조사 및 관리 시스템 구축을 전략과제 추진 중
  - 해양과학정보를 수집·관리하여 배포하고 국제교류·협력 위한 국가해양자료센터(KODC, Korea Oceanographic Data Center) 운영
  - 기관에 배치된 시험조사선(11척)을 해양환경, 어업자원 조사 및 해양오염 측정에 활용



출처 : 한국해양자료센터(kodc.nifs.go.kr)

[그림 2-9] 국립수산과학원의 해양관측자료 제공 화면

- (국립해양조사원) 해양조사, 해양조사 정보의 부가가치 창출, 해양정책 지원을 목표로 체계적 해양조사 및 해양변화 대비 관측활동 강화, 자연재해 및 사고예방을 위한 정보 제공 등 수행
  - 국가해양정보시스템(KOOFIS, Korea Ocean Observing and Forecasting System)를 통해 해양 조식·조류·해류 예측정보 및 실시간 관측정보, 위성 수온정보 분석 및 서비스 제공
    - 동해·서해·남해에 설치된 해양조사사무소에서 해역의 안전항해와 해양 개발·이용·보전에 필요한 기초 자료 생산



출처 : 국립해양조사원(www.khoa.go.kr)

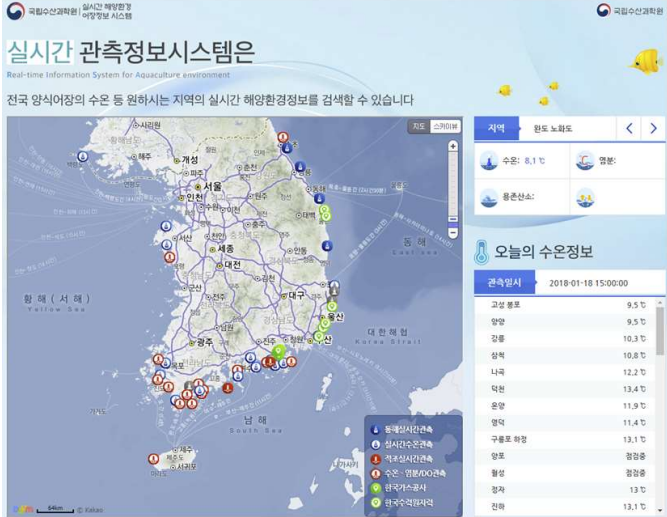



[그림 2-10] 국립해양조사원의 실시간 해양관측정보 제공 화면


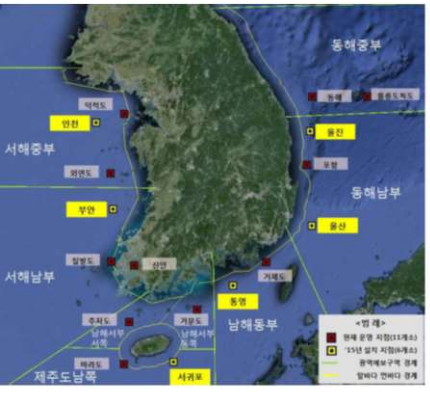
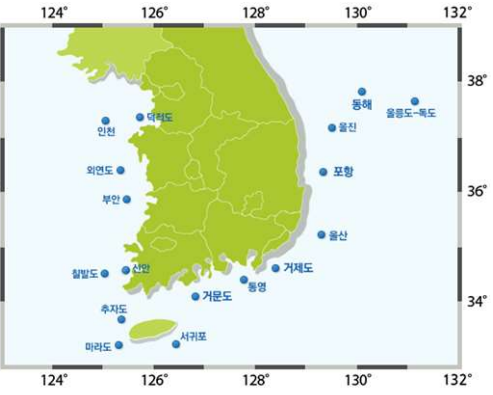
- (기상청) 신뢰받는 정보 제공으로 국민이 만족하는 기상서비스 실현이라는 비전을 달성하기 위해 기상예보 기술과 관측 인프라 고도화, 기후변화 대응 국내외 역할 강화, 미래를 준비하는 기상업무 성장기반 조성 등 전략 실행
  - 지상/해양/위성기상 관측, 실시간 관리 및 제어용 통합관제시스템 구축, 기후예보/감시, 지진·화산, 황사 등 관련 업무 수행
  - 해양기상관측자료 확보를 위한 해양기상부이, 등표기상관측장비, 파랑계, 파고부이, 연안방재관측시스템, 해양·항만관측시스템, 기상관측선, 선박기상관측장비, 해양기상기지 등 운영
    - 소속기관인 국립기상과학원에서는 2001년부터 국제 ARGO프로그램에 참여하여 전지구 해양의 수온, 염분 변화를 실시간 감시중이며, 기상1호(연구선박)를 활용한 정기관측 수행

<표 2-22> 국내 해양관측기관 별 관측내용

기관	사용처	주요내용
해양환경관리공단	해양환경측정망	개요 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 우리나라 연안 및 근해역의 해양환경 상태와 오염원에 대한 조사를 정기적으로 실시하여 해양환경 현황을 종합적으로 파악함으로써 국가 해양환경관리 및 보전정책 수립을 위한 국가 기본자료로 활용</li> </ul>
		주요내용 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 조사정점 및 수층 : 전국연안 417개 정점, 2개의 수층(표층, 저층)</li> <li>• 조사시기 및 횟수 : 1997년 ~ 현재, 4회/년(2, 5, 8, 11월)</li> </ul>
		조사항목 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해수 일반항목(수온, 염분 등 15개), 미량금속(Cu, Pb 등 8개)</li> <li>• 해양생물 일반항목(클로로필-a, 총대장균군), 미량금속(Cu, Pb 등 7개)</li> <li>• 해저 퇴적물 일반항목(입도, 강열감량, 황화물, COD), 미량금속(Cu, Pb 등 7개)</li> </ul>

기관	사용처	주요내용	
국립 수산 과학원	해양수질자동 측정망	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>연안 오염의심해역에서 수질 상시측정을 통하여 향후 해양환경 상태 측정 및 변화를 예측·예보 할 수 있는 실시간 해양수질자료로 활용</li> </ul>
		주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>조사정점 : 인천시화 3기(인천조력, 시화반월, 오이도), 마산 3기(마산 삼귀, 마산봉암, 마산양덕), 광양 2기(광양망덕, 광양초남), 새만금(새만금), 울산(울산온산)</li> <li>조사시기 : 2005년 ~ 현재</li> <li>주기 : 센서(5분), 측정기(1시간)</li> </ul>
		조사 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>센서 : 수온, 염분, pH 등 6개</li> <li>측정기 : COD, TN, TP 등 7개</li> </ul>
	하구역 해양수질자동 측정망	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>4대강 하구역에서 수질 상시측정을 통하여 향후 해양환경 상태 측정 및 변화를 예측·예보 할 수 있는 실시간 해양수질자료로 활용</li> </ul>
		주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>조사정점 : 낙동강하구 2기(낙동을숙, 낙동명지), 영산강하구 2기(영산 영암, 영산목포), 금강하구</li> <li>조사시기 : 2011년 ~ 현재</li> <li>주기 : 센서(5분), 측정기(1시간)</li> </ul>
		조사 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>센서 : 수온, 염분, pH 등 6개</li> <li>측정기 : COD, TN, TP 등 7개</li> </ul>
	정기운항선박을 이용한 해양수질자동 측정망	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>한반도 연안을 정기적으로 운항하는 선박에 수질자동측정장비를 설치하여 선박경로에 따른 해양수질변화를 조사하고 나아가 국제페리선박 데이터로 활용</li> </ul>
		주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>조사정점 : 동해항 ~ 인천항</li> <li>조사시기 : 2011년 ~ 현재</li> <li>주기 : 센서(5분), 측정기(1시간)</li> </ul>
		조사 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>센서 : 수온, 염분, pH 등 10개</li> <li>측정기 : 암모니아, 인산염인 등 5개</li> </ul>
국립 수산 과학원	정선해양조사	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>조사정점 및 수층 : 25개선 207개 정점, 14개 표준 수층</li> <li>조사시기 및 회수 : 1961년 ~ 현재, 6회/년 (2, 4, 6, 8, 10, 12월)</li> </ul>
		주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>시기별, 해역별 수괴 및 해황 특성 비교 분석</li> <li>해역별 주요 해황 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동해 : 극전선, 냉수대</li> <li>- 서해 : 수온역전, 조석전선</li> <li>- 남해 : 연안전선</li> <li>- 동중국해 : 양자강 유출수 거동</li> </ul> </li> </ul>
		조사 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>수온, 염분, 용존산소, 영양염류, 동식물 플랑크톤 등 17개 항목</li> </ul>
	연안정지해양 조사	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>조사정점 : 전국 연안 34개소</li> <li>조사시기 및 회수 : 1933년 ~ 현재, 1회/일 (오전 10시 관측)</li> </ul>
		주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>일별 전국 연안 수온 및 기상 조사 분석</li> </ul>
	조사 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>수온, 기온, 비중, 운량, 천기 등 5개 항목</li> </ul>	
실시간 어장환경	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>연안 양식어장 밀집해역과 이상해황에 의한 어업재해가 빈발한 해역에 실시간 어장환경정보(수온, 염분, 용존산소 등) 자동관측시스템을 구축하여 어업활동에 필요한 과학적 어장환경정보의 실시간 적시제공(웹, SMS, 메일링 서비스 등) 및 수산업 진흥을 위한 기반 자료 확보 등을 그 목적으로 함</li> <li>실시간 어장환경정보시스템은 적조다발해역, 패류독소발생해역, 냉수대 및 고수온 발생해역, 양식어류 동사발생해역 등에서 어장환경정보를 수집하여 다음과 같은 정보에 활용하고자 함</li> </ul>	

기관	사용처	주요내용	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수산피해 예방 및 대책</li> <li>- 연안양식업 경영지원 기능 강화</li> <li>- 어업생산성 향상</li> <li>- 바다녹화</li> <li>- 연안자원조성 기술개발</li> <li>- 해양레저산업 활성화</li> </ul>
	관측소 현황		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 강릉, 양양, 삼척, 영덕, 기장 5개소 수하식부이에 의한 동해실시간 어장환경 정보시스템</li> <li>• 동·서·남해의 가두리양식장 16개소, 기타지역(연구소내 집수정 등) 6개소에 설치된 실시간연안정보시스템으로 나뉘어 전체 27개소가 운영</li> <li>• 각 지역의 관측정보조회 및 SMS 서비스 제공</li> <li>• 대부분 원반형 부이를 사용하고 있음</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">     </div>
국립 해양 조사원	연안정지관측	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전지구계의 해양, 기상 등을 포괄적이고 지속적인 관측을 수행하고 있으며 인류의 안전과 복지 향상, 지구 환경보호 및 지속 가능한 발전에 활용</li> </ul>
		주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조사정점 : 동해(4개), 남해(9개), 서해(10개)</li> <li>• 조사시기 및 주기 : 1985년 ~ 현재, 1회/일</li> </ul>
		조사 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수온, 비중</li> </ul>
	조석관측	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 달과 태양 등 지구주위 천체의 주기적인 상호운동에 의해 발생하는 지구표면 해수면의 주기적인 승강운동 조사하여 수직기준면관리, 연안재해 방지 및 환경보존 업무에 활용</li> </ul>
		주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조사정점 : 동해(5개), 남해(15개), 서해(13개)</li> <li>• 조사시기 및 주기 : 1965년 ~ 현재, 1회/분</li> </ul>
		조사 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조위</li> </ul>
	실시간 연안정보	개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전지구계의 해양, 기상 등을 포괄적이고 지속적인 관측을 수행하고 있으며 인류의 안전과 복지 향상, 지구 환경보호 및 지속 가능한 발전에 활용</li> </ul>
		주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조사정점 : 동해(29개), 남해(12개), 서해(12개)</li> <li>• 조사시기 및 주기 : 1998년 ~ 현재, 1회/분</li> </ul>
		조사 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 풍속, 돌풍 등 9개</li> </ul>

기관	사용처	주요내용
	관측소 현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>국립해양조사원은 해상기상부이, 파고부이, 표류부이 등 용도에 따른 다양한 부이를 운영하고 있음</li> </ul>  
	부이 기상관측	<p>개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>동해, 남해, 서해의 부이에서 매시 관측된 기상자료</li> </ul> <p>주요 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>조사정점 : 전국 10개 정점(울릉도, 덕적도, 칠발도, 거문도, 거제도, 동해, 포항, 마라도, 외연도, 신안)</li> <li>조사시기 : 1996년 ~ 현재, 4회/년(2, 5, 8, 11월)</li> <li>주기 : 1시간</li> </ul> <p>조사 항목</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>바람상태(풍향, 풍속, Gust), 기압, 습도, 기온, 수온, 해면상태(파고, 파주기, 파향)</li> </ul>
기상청	관측소 현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>기상청의 경우도 선박형 및 원반형 부이를 용도에 따라 운영하고 있음</li> </ul>   <p>&lt;기상청에서 운영하고 있는 해양기상부이&gt;</p> 

출처 : 해양환경관리공단(2017), '한국해양환경 조사연보', 국가해양환경정보시스템(MEIS), 국립수산물품질관리원 '해양조사연보', 국립해양조사원 홈페이지

참고자료

국내 기관별 해양관측부이

기관명	용도 및 사양	이미지
국립 수산과학원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양환경 적조부이</li> <li>- 직경: 2.5M</li> <li>- 해양조류, 환경, 기상 관측</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양환경 적조부이</li> <li>- 직경: 2.5M</li> <li>- 해양조류, 환경, 기상 관측</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 어장환경 관측부이</li> <li>- 직경: 1.5M</li> <li>- 수온, 용존산소 등 관측</li> </ul>	
국립해양조사원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 외해역 해양관측부이</li> <li>- 직경: 4.3M</li> <li>- 해양조류, 파고, 기상 관측</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연안역 해양관측부이</li> <li>- 직경: 2.5M</li> <li>- 해양조류, 파고, 기상 관측</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이안류 해양관측부이</li> <li>- 직경: 3.0M</li> <li>- 해양조류, 파고, 기상 관측</li> </ul>	

기상청	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3M Discus 부이</li> <li>- 수심 50m 이하 연안 해양 환경에서 설치 (서해, 남해)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6M NOMAD 부이</li> <li>- 수심 100m 이상 외해 해양 환경에서 설치 (동해, 남해 먼바다 등)</li> </ul>	
KIOST	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KIOST 해양관측부이</li> <li>- 직경: 2.5~2.8M</li> <li>- 연안 해양관측</li> </ul>	
지방해양수산청	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지방해양수산청 조류관측부이</li> <li>- 직경: 3.6M</li> <li>- 빠른 해조류 환경</li> </ul>	
해양환경관리공단	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양환경 관측부이</li> <li>- 직경: 2.5~2.8M</li> <li>- 해양조류, 환경, 기상 관측</li> </ul>	

## 다. 국외 해양로봇 개발 현황

### □ 미국 해양로봇 기술

- 미 해군은 1994년 최초로 군사용 무인잠수정 개발계획 발표
  - 1차 UUV 종합계획을 2000년에 최초 수립하였고, 2005년에 2차 UUV 종합계획 공개
    - 1998년 근거리 기뢰탐색 시스템(NMRS<sup>13)</sup>) 무인잠수정 개발, 잠수함 탑재·운용시험 성공
    - 1999년 NMRS 문제<sup>14)</sup>해결을 위해 장거리 기뢰탐색 시스템(LMRS) 개발 착수, 자율운항제어 기술과, 로봇 팔, 어뢰회수 등 기능 탑재
    - 2005년 장거리 기뢰탐색 시스템(LMRS), 시제품 개발·운용 시험 완료, 원자력잠수함에 탑재하여 운용
  - 록히드마틴(Lockheed Martin)에서 LMRS보다 기능을 향상시킨 MRUUV<sup>15)</sup>가 개발되었고, 2013년 잠수함 및 전투함에 적용
    - MRUUV는 직경 21(inch)의 어뢰관 발사체 형태로 전자기, 광선 ISR센서 등 최신기술을 탑재
- 해양과학 조사용으로 최초 제작된 6,000m WHOI (Woods Hole Oceanographic Institute)는 정밀한 조사 및 샘플 채취가 가능하도록 설계되어 열수광상<sup>16)</sup> 등 해양과학 조사임무 수행
  - 수중에서 중성부력을 유지하고 선체에는 7개 BLDC 추진기로 6자유도(DOF) 운동 제어
    - 심해에서 직경 15mm, 길이 150m의 케이블로 Medea에 연결되며 두 선체는 다른 선체의 작업범위에서 조명을 비추어 해저에서의 선명한 영상을 획득할 수 있는 체계로 운용

13) NMRS, Near-term Mine Reconnaissance System

14) 어뢰회수시 잠수사의 도움 필요, 장시간 센서 모니터링에 의한 운용자 피로, 짧은 수중체재 시간 등

15) MRUUV, Mission Reconfigurable Unmanned Underwater Vehicle

16) 지하의 마그마에서 방출된 열수가 상승하면서 그 속에 포함된 유용광물이 침전하여 만들어진 광상



<표 2-23> 미국 해양로봇 관련 주요 기관

구분	명칭	특징 및 주요 개발내용
기업	Bluefin Robotics	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요 AUV 개발 및 공급</li> <li>Odyssey AUV, Bluefin 9, 12, 21" dia AUV</li> </ul>
	Boeing	<ul style="list-style-type: none"> <li>LMRS AUV(군용), Echo Ranger AUV(민수용) 개발</li> </ul>
	Hydroid	<ul style="list-style-type: none"> <li>REMUS AUV 기술 개발(WHOI 원천개발, 면허)</li> <li>REMUS 100, 600, 6000</li> </ul>
	iRobot	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ranger UUV(Sea Glider)</li> </ul>
	Lockheed Martin	<ul style="list-style-type: none"> <li>RMMV, BAE Archerfish EMDV 생산</li> <li>잠수함 진수 MPUAV Cormarant 개발 중</li> <li>Mk39 EMATT &amp; SUBMATT ASW 훈련 타깃 생산</li> </ul>
	Oceaneering	<ul style="list-style-type: none"> <li>ROV 생산/운영, Echo Ranger Vehicle AUV 개발</li> <li>SWimmer AUV/ROV 개발(Cybernetrix &amp; ISE 협력)</li> </ul>
	Ocean Server Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>저가 소형 경량 AUV 개발</li> </ul>
	Teledyne Webb Research	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apex profiling float, Slocum glider, Discuss glider 설계 및 제작</li> </ul>
연구소 및 대학	Center for Autonomous Vehicle Research, NPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>REMUS 100 AUV 운용</li> <li>ARIES 개발(Phoenix, NPS AUV I 개발)</li> </ul>
	Florida Institute of Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modular amphibious research crawler ROV 개발중</li> <li>Biomimetic Manta AUV 개발</li> </ul>
	Massachusetts Institute of Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bluefin Robotics Hovering AUV 개발 참여</li> <li>6000m급 Hovering Odyssey IV 시험 완료</li> </ul>
	Monterrey Bay Aquarium Research Institute	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dorado AUV 설계</li> </ul>
	Routers U.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Slocum glider로 7,408km 대서양 횡단</li> </ul>
	Scripps Institute of Oceanography	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spray glider 개발, 생산</li> </ul>
	U. of Hawaii	<ul style="list-style-type: none"> <li>심해급 매뉴플레이터 탑재 AUV 개발</li> </ul>
	Virginia Polytec	<ul style="list-style-type: none"> <li>AUV/USV 설계</li> </ul>
	Woods Hole Oceanographic Institute(WHOI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>가장 풍부한 AUV 개발/운영, REMUS 상업화</li> <li>Jaguar, Puma, Seabed AUV, Spray/Slocum glider 운용, AUV/ROV 복합 Nereus 개발</li> </ul>
기술 개발 및 운용	BlueView	<ul style="list-style-type: none"> <li>UUV용 compact sonar image system</li> </ul>
	C&C Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>AUV 운용, 상업용 조사</li> <li>수로학 및 MCM용 반잠수정 개발 및 훈련</li> </ul>
	Edge Tech	<ul style="list-style-type: none"> <li>AUV/ROV/ROTV/USV/예인 플랫폼 용 SSS, SBP</li> <li>선체 스캐닝 시스템 개발</li> </ul>
	Horizon Marine	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spray glider 운용 해양기상 예보</li> </ul>
	Parascientific	<ul style="list-style-type: none"> <li>AUV/ROV용 수중 압력센서, CTD, Sound velocity profile 제작</li> </ul>
	SoundMetrics	<ul style="list-style-type: none"> <li>ROV 탑재 DIDDON image sonar 제작</li> </ul>
	Tecnadyne	<ul style="list-style-type: none"> <li>무브러시 DC 전동기 구동 수중 추력기 생산</li> </ul>
	Teledyne RD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Workhorse Navigator series 생산</li> </ul>

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

- 수중 글라이더는 운용기술은 기계적·전기적 부력변화 방식, 해수 온도차 에너지 구동 방식, 파력 에너지 구동 방식, 표준 추진시스템과 활강 시스템을 결합한 복합 방식으로 구분됨
  - 부력변화 시스템 방식은 날개모양의 핀을 사용하여 전진과 하강을 할 수 있도록 제작
    - 활강 무인잠수정이 부력변화 시스템으로 수면으로 상승하여 데이터를 전송하고, 인공위성 위치추적 시스템으로 위치 재조정
  - ※ 잠수가능 깊이는 200m~1,500m로, 작동수명은 수개월
  - 미국 러커스 대학의 온도차 구동방식 수중글라이더는 2009년에 뉴저지와 스페인 해안을 221일간 횡단에 성공
  - 파력 에너지 구동방식은 파력과 태양력을 에너지원으로 사용하는 방식으로 수중조사 관측, 수중작업, 심해탐사와 같은 산업 및 해양학 연구에 활용 중
- 군사용 수중무인 활강 글라이더로는 미 국방부 DARPA에서 1989년 개발한 활강 AUV 형태의 수중로봇 Slocum으로, 수심에 따른 바닷물의 온도차를 이용 구동력을 발생하기 때문에 별도 동력 없이 장기간 운용 가능하여 장기간 해양 정보의 관측에 활용 가능
  - 미 해군은 2004년 수중글라이더를 발사하여 해양 3차원 정보 획득, 소나성능향상 등의 전술적 활용을 위해 DARPA와 ONR을 중심으로 지속적으로 연구를 수행 중
  - 수중 글라이드는 4년 동안 1805일 수중 글라이더 미션 당 1기의 손실이 발생하며, 미국의 경우 손실률이 최소이고 수중 글라이드를 활용한 계획된 글라이더 미션 중에서 86% 달성됨
    - 미션실패 주요 원인으로서는 어로활동, 수중 생물의 공격, 부력 조절 문제 및 컴퍼스 문제로 분류

<표 2-24> 주요 수중 글라이더 모델 및 특징






모델 및 제작사	제원 및 특징
 <p>Liberade XRAY/Scripps Inst. of Oceanography</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세계에서 가장 큰 수중 글라이더(날개스팬: 20ft)</li> <li>• PLUSNet의 이동 노드의 한 부분</li> <li>• 내장된 에너지원에 의한 광범위한 해양 모니터링 표준해양 센서 탑재, 해양음속/해수밀도 분포측정</li> <li>• 순항속도: 1~3kts</li> <li>• 작전반경: 1,200~1,500km</li> <li>• 운용기간: 6개월</li> </ul>
 <p>SeaGlider/iRobot</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장거리, 장기체류 프로파일링 글라이더 AUV</li> <li>• 0.5kts로 6개월까지 해양 모니터링</li> <li>• 1.8m(L)×0.3m(d), 52kg</li> <li>• 운용수심: ~1,000m</li> <li>• ONR PLUSNet project로 개발</li> </ul>
 <p>Slocum Glider /Teledyne Webb Research</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermal engine/electric glider 두 가지 버전</li> <li>• Thermal glider: 최대깊이 2,000m(5년간 40,000km)</li> <li>• Electric glider: 15~30일, 600~1,500km</li> <li>• 미 해군의 연안전장 센싱 프로그램의 일부로서의 해양 센싱 역할</li> </ul>
 <p>Spray Glider /Bluefin Robotics</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2m(L), wing span 1.2m, 52kg</li> <li>• 두 개의 부낭 사이에서 광유를 펌핑하여 수중을 수직 및 수평으로 사전-프로그램된 경로 항주</li> <li>• 소형 보트에서 진수 및 회수 가능</li> </ul>

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

□ EU

- EU 국가들은 해양로봇 연구에 거의 모든 회원국 독자적 또는 국가별 컨소시엄을 통해 다양한 형태의 ROV 및 AUV를 개발 중에 있고 군사·산업용 및 해양과학조사 활용 중
  - 영국은 해양로봇에 관한 연구 및 운용이 가장 활발하며, 프랑스와 독일을 비롯한 스웨덴과 노르웨이의 활약도 두드러지게 나타나고 있음
- (영국) 군사용 해양로봇은 1998년 BAE System에서 12인치 중어뢰형 UUV인 Marlin 시스템 개발을 시작으로, Archerfish 탑재 Talisman을 BAE 시스템 개발
  - 단기적으로 기뢰대항전을 위하여 REMUS-600 계열 Recce 체계를 확보 운용할 계획이며, 장기적으로는 잠수함 진수 및 회수가 가능한 Marlin을 고려
  - 현재는 Marlin 시스템 개발을 기초로 하여 BAUUV14) 시스템을 개발 중
    - BAUUV는 잠수함, 수상함 및 다른 플랫폼들이 연안작전에서 위험성을 줄이고 은밀한 작전 수행을 목표로 진행
  - ROV는 Saab Seaeye와 Hydrovision에서 운용수심 300~2,000m급 해양로봇을 개발·운용 중
    - 1개 혹은 2개의 4~6자유도 매니플레이터와 카메라비디오를 장착하여 해저 탐사와 해양작업 수행

<표 2-25> 영국의 대표적 ROV

모델		Cougar-XT	Jaguar	Slingsby	Aquajack	Venon
						
제원	L×W×H(m)	1.5×1.0×0.79	2.2×1.3×1.5	4.6×3.9×3.4	-	3.0×1.7×1.9
	중량(kg)	344	1,500	11,900	-	3,500
운용수심(m)		2,000	3,000	2,500	200	3,000

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

- AUV는 NERC(Natural Environmental Research Council) 주관하에 Southampton 대학이 해양탐사용 AUV인 Autosub 개발 프로젝트를 1988년에 시작하여 1996년 Autosub-I을 개발하였고, 1999년에 수심 1,6000m급 Autosub-II 그리고 2007년에 6,000m급 Autosub 6000을 개발하여 시험 중
  - 영국의 NOC(National Oceanography Center)에서는 Autosub로 2005년 2월에 남극의 Fimbul

빙하 밑을 약 25km 탐사한 바 있으며, Autosub는 종래의 삽입식 기술로는 관찰할 수 없었던 어군의 이동을 관찰할 수 있음을 입증

- 스코틀랜드 수산연구소는 SBES Autosub AUV를 사용하여 1999년 남극의 한계빙하지역에서 크릴의 분포와 양 및 형태 연구에 활용

<표 2-26> 영국 해양로봇 관련 주요 기관

구분	명칭	특징 및 주요 개발내용
기업	ASV Ltd	· 수상, 반잠수/수중 예인 플랫폼 설계
	BAE Systems	· Talisman M AUV(multi-role platform) 개발 · Airborne EMDV Archerfish 개발
	Go Science	· Autotracker 시스템 개발
	Hydro-lek	· ROV용 매니플레이터 생산
	Saab Seaeye	· 장기해저센싱 노드 Ring-wing AUV 설계
연구소 및 대학	Herriot Watt U.	· 수중추력기 생산
	Natural Oceanograph Center(NOC) U. of Southampton	· Autosub 시리즈 AUV 개발, Autosub 6000 개발 중 · Isis ROV, 심해 예인 센서 플랫폼 운용 · Slocum glider 운용
기술 개발 및 운용	GeoAcoustics	· Swath bathymetry system, SSS System 개발, · sub-bottom profiler 제작
	Nautronix	· NASNet 수중위치추정 시스템 공급
	NCS Survey	· AUV 운용 파이프라인 검사/해양 조사
	System Engineering & Assessment(SEA)	· SWATHplus multibeam bathymetry, SSS system 개발
	SeeByte	· AUV/ROV 운용 Autonomy S/W 개발(ROV 제어 시스템)
	Sonardyne	· 수중 위치추정 시스템 주요 공급자
	Valeport	· altimeter, depth sensor, CTD, tide gauge 등 해양 센서 생산

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

- (프랑스) 해양연구소(IFREMER)가 해양로봇 연구를 주관하고 있으며, 군사용 해양로봇의 연구개발은 DCN 및 ECA사가 주도하고 있음
  - 해양연구소에서는 SINERE와 Hybrid AUV인 SWIMMER를 개발
    - 해저구조물의 검사와 수리 및 정비용 복합 무인잠수정인 상업용 SWIMMER는 Cynerentrix사가 개발 중
  - ECA사는 1981년 최초로 음향으로 제어하는 6,000m급 AUV Epaulard를 개발하였고, ROV 소형 기뢰제거정인 PAP-104를 1982년 200여기 생산

<표 2-27> 프랑스의 대표적 AUV 및 주요특징

	Alister	Alister 3000	ALIVE
모델			
제작기관	ECA	ECA	Cybernetix
제원	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.5~5m(L)×0.9m(d)</li> <li>800~960kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5m(L)×1.45m(W)×1.7m(H)</li> <li>2,300kg(payload 150kg)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4m(L)×2.2m(W)×1.6m(H)</li> <li>3,500kg</li> </ul>
성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>최대속도: 8kts</li> <li>운용시간: 12~24시간@4kt</li> <li>최대수심: 300m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>최대속도: 4kts</li> <li>운용시간: 24시간@2kt</li> <li>최대수심: 3,000m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>최대수심: 3,000m</li> <li>운용시간: 10시간</li> </ul>
특징 및 임무	<ul style="list-style-type: none"> <li>모듈형</li> <li>동력: 리튬-이온 배터리</li> <li>MCM, REA, ISR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>센서: SSS, SBS, SBP, Camera, CTD or SVP</li> <li>항법: OAS, INS, DVL</li> <li>심해 조사선(유전, 가스전)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>복합조정AUV</li> <li>심해 유전/가스전 지원</li> </ul>

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

- 군사용 UUV로는 DCN-GESMA 주관으로 1996년 기뢰대항전용 무인잠수정 Redermor을 개발한 바 있으며 현재, 미국과 같이 무인화 된 해양전장 환경을 고려하여 2020년을 목표로 약 40여개의 핵심기술 과제를 포함한 UUV 체계 개발을 추진 중

<표 2-28> 프랑스 해양로봇 관련 주요 기관

구분	명칭	특징 및 주요 개발내용
기업	ACSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중항법 시스템연구개발 기업</li> <li>수상부이 GPS 수신기/음향위치추정 시스템</li> <li>Gliding AUV 개발 중</li> </ul>
	Cybernetix	<ul style="list-style-type: none"> <li>ALIVE AUV(선체검사, 청소 등) 개발</li> <li>SWIMMER 개발</li> </ul>
	DCN	<ul style="list-style-type: none"> <li>잠수함 진수 ASM-X AUV 개발 중</li> </ul>
	ECA	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAP ROV (수중 MCM) 제작</li> <li>Alister AUV, K-Ster EMDV, OLISTE MCM ROV</li> <li>프랑스 해군 신개념 MCM AUV 개발 중</li> </ul>
	Thales Underwater system	<ul style="list-style-type: none"> <li>Towed MCM sonar/Propelled variable depth sensor (PVDM) 생산</li> <li>ECA와 MCM AUV 개발 중</li> </ul>

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

- (독일) HERION Systemtechink GmbH에 의해 개발된 DAVID와 같이 수중 구조물 작업용 복합 무인잠수정 시스템 등 다양한 형태의 해양로봇들이 개발 및 운용되고 있음
- QUEST 4000은 심해 작업용으로 개발된 ROV로 최대심도 4,000m에서 운용 가능



[DAVID]



[QUEST 4000]

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

[그림 2-11] 독일 해양로봇

- 독일의 군사용 해양로봇은 STN-ATRAS Electronics가 기뢰무력화용 소모성 기뢰제거 정인 SeaFox를 세계 최초로 개발하였으며, 다양한 무인잠수정을 독자적으로 또는 EC 역내 국가들과 컨소시엄 형태로 개발·운용 중
  - 최근 해양생물 모방 해양로봇의 연구개발도 활발히 진행 중

<표 2-29> 독일 해양로봇 관련 주요 기관

구분	명칭	특징 및 주요 개발내용
기업	Atlas Elektronik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 전자 시스템 개발 및 공급</li> <li>• Sea Fox MCM ROV &amp; EMDV, Sea Wolf ROV, Sea Otter AUV 개발</li> </ul>
	Alstrom Schilling Robotics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ROV Quest 4000 개발</li> </ul>
	Herion Systemtechik GmbH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 복합무인잠수정 David 개발</li> </ul>
연구소	Evologics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중음향모뎀(돌고래 통신기반) 개발</li> <li>• Bionik Manta(Aqua-Ray) biomimetic AUV 개발</li> </ul>

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

- (노르웨이) Hugin 시리즈 이외에 군사용으로 MCM 기능을 보유한 무인잠수정과 산업용으로는 해저 유전 및 심해저탐사용 무인잠수정에 대한 연구개발 진행 중
  - 노르웨이 해양연구소가 1998년 HUGIN-2 AUV를 사용하여 노르웨이 서쪽 연안의 산호초 지도를 작성
  - 2005년에는 레이저 영상 플랑크톤 계수기(LOPC<sup>17)</sup>)를 장착한 AUV를 사용하여 대양 해류와 해저 형상이 동물성 플랑크톤에 분포에 미치는 영향에 대한 연구 수행

<표 2-30> 노르웨이의 해양로봇 관련 주요 기관

구분	명칭	특징 및 주요 개발내용
기업	Kongsberg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주요 AUV, 소나, 수중 위치추정, 카메라시스템, 잠수정 제어, 해군무기체계 장비 생산기업</li> <li>• Minesnipper EMDV</li> <li>• Hugin(1000, 3000, 4500) AUV 시리즈 생산</li> </ul>
	Ordin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ROV/AUV용 LARS 생산</li> </ul>
운용	DOF Subsea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ROV/AUV 운용 해저 조사 및 건설</li> </ul>

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

## □ 일본

- 미국과 유럽에 못지않은 해양기술력을 바탕으로 지구의 가장 심해저인 Mariana 해구에 ROV KAIKO 시스템 개발
  - 1991년 3,300m급 심해 ROV 해양로봇 Dolphin 3K를 개발하여 심해 해저의 해양조사를 수행하였고 열수광상 및 광합성에 의존하지 않는 생물군락과 새 지각판 등의 심해저 관측 수행
- 지구의 모든 해저면 탐사가 가능한 6,500m급 KAIKO 시스템을 개발하여 가장 심해인 10,909m의 Mariana 해구에 도달
  - KAIKO 시스템은 정밀한 다중센서 영상과 샘플링 플랫폼으로서의 기능을 하는 잠수정과 이와 연결된 광대역 조사기로서 역할을 하는 런처(Launcher)를 가진 겸용 ROV 시스템

17) OPC, Laser Optical Plankton Counter



<표 2-31> 일본 주요 AUV 및 주요 사양

	Urashima	Tantan	R-one
모델			
제작기관	JAMSTEC	MES	U. of Tokyo
제원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10m(L)×1.3m(W)×1.5m(H)</li> <li>• 8,000kg/10,000kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2m(L)</li> <li>• 180kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8.2m(L)×1.1m(d)</li> <li>• 4,000kg</li> </ul>
성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운용속도: 3~4kts</li> <li>• 최대수심: 3,500m</li> <li>• 운용거리: 300km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최대속도: 2kts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최대수심: 400m</li> <li>• 운용시간: 20시간</li> </ul>
특징 및 임무	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동력: 연료전지/리튬-이온 배터리</li> <li>• 센서: CTD, SSS, SBP, Multibeam echo sounder, Camera</li> <li>• 심해 해저 조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 근해호수 생물 조사 (플랑크톤 분포/용존산소)</li> <li>• 센서: CTD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동력: CCDE</li> <li>• 해저 맵핑</li> </ul>

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

- 1996년에 폐회로 디젤엔진을 탑재한 R1-수중로봇을 개발하였으며, 1998년에는 연료전지를 동력원으로 하는 장거리 무인잠수정 Urashima를 개발
- 2000년부터는 JAMSTECH에서 4,200m급의 심해저 탐사용 MR-X1 AUV를 개발하고 있고 Biomimetic 추진방식의 AUV인 Flatfish를 개발하여 시험 중
  - 수중에서 장기 체재할 수 있는 심해잠수정용 소형 연구용 원자로 DRX를 연구개발을 진행하는 등의 매우 다양한 해양로봇 연구를 수행중
    - 최근 약 60억엔의 예산을 투입하여 감시 정찰 및 다양한 수중작전을 위한 UUV/USV 체계 개발 진행 중

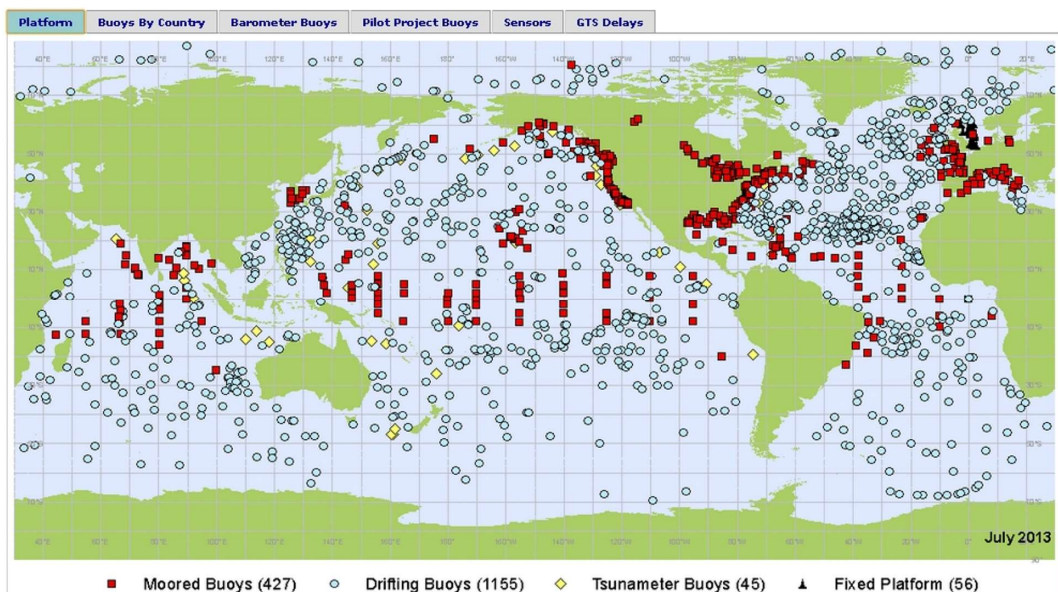
<표 2-32> 일본 해양로봇 관련 주요 기관

구분	명칭	특징 및 주요 개발내용
기업	Mitsui Engineering & Shipbuilding Company(MES)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소형 AUV/ROV 설계, 제작</li> <li>• Aqua-Explorer AUV 개발</li> </ul>
연구소 및 대학	JAMSTEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UROV7K, ROV Dolphin 3K, KAIKO 개발</li> <li>• Biomimetic AUV 개발 시험</li> </ul>
	TRID	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MDV S-10 개발(기뢰탐사제거정)</li> </ul>
	Tokyo Univ.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1980년대부터 AUV 개발</li> <li>• R2D4, T-pod, Tuna Sand AUV, IKURA AUV, Tantan AUV, R-one robot, Manta Cerisa, Albac, Pteroa 150 등</li> </ul>

출처 : 한국로봇융합연구원(2014), 국내외 수중로봇 산업 현황 및 전망

## 라. 국외 해양관측 현황

- 미 해양대기청(NOAAon)이 후원하는 관측체계감시센터(Observing System Monitoring Center)에서 2013년 8월 11일부터 8월 13일까지 총 3,538개의 플랫폼으로부터 2,090,751개의 관측 자료가 수집됨
- 인공위성 관측자료와 수중 자료를 수집하고 있는 무인 플랫폼들까지 고려하면 더욱 많은 해양 관측자료가 실시간으로 수집되어 글로벌 해양에 대한 모니터링이 이루어지고 있지만 현재까지 글로벌 해양관측 측면에서 충분하다고 할 수 없음



출처 : 남성현, 김윤배, 박종진, & 장경일(2014). Status and Prospect of Unmanned , Global Ocean Observations Network

[그림 2-12] Observing System Monitoring Center 자료수집현황

- 해양환경의 변동은 3차원 공간적인 구조만으로 설명될 수 있는 것이 아니라 시간에 따른 변동까지 고려해야만 하며, 2차원 공간을 무인 플랫폼만으로는 해양의 모든 변동성을 모니터링하기에 여전히 부족함
  - 수심별로 표층에서부터 심해까지 자료를 수집하고 있는 플랫폼들만을 헤아린다면 실시간으로 수집되는 해양자료의 수는 급감함
- 해양환경은 시시각각 변화하기 때문에 이동형 플랫폼만으로 글로벌 해양을 모니터링 하기에는 빠르게 일어나는 시간적인 해양환경 변화를 감지할 수 있는 능력에 한계 발생
- 고정형의 플랫폼의 경우에는 다른 공간에서 일어나고 있는 해양환경 변화를 전혀 감지할 수 없는 한계 발생

## □ 무인 해양관측 체계

- 무인 해양관측은 크게 이동하는 플랫폼에 부착된 센서를 통해 해양의 시공간적 변동성을 동시에 측정하는 라그랑지(Lagrangian) 방식과 고정된 플랫폼에 부착된 센서를 통해 시간적 변동만을 측정하는 오일러식(Eulerian) 방식으로 구분
  - **(이동형 플랫폼)** 표류병으로부터 시작해서 표층 뜰개(surface drifter)와 중층 뜰개 또는 플로트(subsurface float, e.g., ARGO floats)를 거쳐 최근 급격히 사용이 늘어나고 있는 수중 글라이더(glider)와 자율주행 수중운동체(AUV) 등
    - 이동형 플랫폼에서 수집된 해양관측 자료는 시공간적 변동성을 동시에 포함하고 있기 때문에 해석에 주의가 필요하고 자료 분석이 다소 용이하지 않음
    - 반면, 운용과 비용면에서 효율적인 장점이 있어서 AUV를 제외한 대부분의 플랫폼이 글로벌 무인해양관측에 널리 활용되고 있는 추세
  - **(고정식 플랫폼)** 계류선(mooring)이나 바닥장착형(bottom mounts) 플랫폼을 사용하여 고정점에서 짧은 간격으로 연속적인 시계열 자료를 수집하기 때문에 단주기 변동을 포함한 많은 해양과정들을 감지할 수 있음
    - 공간적으로 여러 개의 고정형 플랫폼을 동시에 사용하여 시공간적 변동성을 함께 파악하기 위해서는 비용이 크게 증가하기 때문에 일부 제한된 해역에서만 특정 목적을 위해 간헐적으로 활용
    - 지속적으로 유지되는 해양 시계열 플랫폼의 운용은 유지/보수하는 노력과 비용 문제로 몇몇 장기 해양 시계열 프로그램들을 통해서 제한된 일부 해역에서만 운용되고 있는 상태
    - 단주기 변동 현상들을 감지할 수 있는 거의 유일한 방법이고, 많은 다종의 센서들을 통합할 수 있다는 장점과 자료 보정을 통해 가장 정밀한 측정값을 얻을 수 있다는 강점 때문에 적지 않은 비용에도 불구하고 고정형 플랫폼의 사용도 계속 늘어나고 있는 추세
- **(이동형 무인해양관측)** 이동형 무인해양관측은 특히 최근 수중 로봇 기술의 발달로 플랫폼이 점차 다양화되고 있으며, 통합되는 센서도 늘어나는 등 그 활용도가 크게 증가하고 있음
  - 표층 뜰개(Surface drifter): 표류병과 같은 물체를 바다에 띄어 해류를 측정
    - 미 국립과학재단(NSF)과 NOAA 및 미 해군연구국(ONR;Office of Naval Research)에서 무인 해양관측의 분야에서 선도적인 역할을 담당
    - 2013년 7월 1,155기의 표층 뜰개(이 중 800기 이상은 미국에서 기여)가 자료를 수집 중
  - 중층 플로트(Subsurface float): 중층 플로트는 수중에서 중성부력을 가져 중/심층 해류와 함께 이동하면서 그 순환 패턴을 관측함으로써 전 지구 해양 순환을 연구하는데

## 핵심적인 기기로 활용

- 국제 ARGO(Array for Real-time Geostrophic Oceanography) 프로그램이 시작되면서 활발히 투하된 ARGO 플로트는 전대미문의 수직 수온/염분 프로파일 관측 자료를 생산하고 있으며, 이미 기후 관측 시스템의 핵심 부분으로 차지하고 있음
- 인공위성을 통해 위치추적이 가능하고 수중에서 정밀한 해수의 움직임을 알 수는 없지만, 10일에 한 번씩 해표면에 떠 올라와서 전송하는 인공위성에 의한 10일 동안의 위치 변화를 계산하면 평균 이동 속도를 추정 가능

- 수중 글라이더(Underwater glider): 수중 글라이더는 중층 플로트로부터 진화한 기기로 날개를 이용하여 활강함으로써 원하는 지점으로 수평적으로도 이동할 수 있도록 고안됨

- 추진 시스템이 필요 없이 오직 부력만을 조절하여 움직이기 때문에 요구 전력이 매우 낮아 수개월에서 1년 동안 넓은 해역에 대해 자동 관측이 가능

※ 고정형 관측의 단점을 보완하여 공간적인 해양 변동 측정하는데 활발하게 활용

- 기존의 해양 관측 기기들과 달리 오랜 기간 동안 수중을 유영하는 시스템으로서 높은 내구력과 정밀한 운영기술 요구
- 작동 시간이 매우 제한적인 무인 잠수정들과 달리 오랜 기간 먼 바다로 단독 항해가 가능하기 때문에 추가적인 대형 선박이 필요치 않아 그 활용범위가 매우 넓고 잠재 시장도 매우 큼

○ **(고정형 무인해양관측)** 고정형 무인해양관측에는 이어도 기지와 같은 해양 구조물이나 연안 피어 등을 이용한 관측도 포함되고, 표층 및 수중 계류선을 플랫폼으로 활용하는 계류 관측과 바닥장착형(bottom mounts)장비가 포함됨

- 표층 및 수중 계류선(Surface and subsurface moorings): 계류선을 이용한 고정형 무인 해양관측은 특정지점에서 수초 혹은 수분 이상의 조밀한 시간간격으로 연속적인 자료를 얻는데 가장 유용한 관측방법

- 표층 부이에 장착된 통신장치를 이용하면 실시간으로 자료를 획득할 수 있어 광범위하게 사용

※ 표층부이를 사용하는 고정형 계류 관측(surface mooring)의 경우, 크게 표층부이, 계류선, 앵커로 구성

- 표층부이는 풍향풍속계, 온·습도계, 기압계 등 기상센서가 장착되며, 실시간 통신을 위한 통신 및 자료 제어장치 그리고 등명기, 레이더 반사판, 위치추적 시스템, 전원공급을 위한 태양열 전지판, 충전기 등 설치

※ 또한 표층부이 하부로부터 앵커에 이르는 계류선에는 해류, 수온, 염분, 용존산소량, 클로로필 등을 측정할 수 있는 다양한 해양센서 부착가능

- 수중 계류선(subsurface mooring)의 경우, 어업활동이 활발한 지역이나 심층 관측에 주로

사용되고 있으며, 관측된 자료는 일반적으로 계류선을 회수한 후 자료 획득 가능

- 계류선의 가장 아래 부분에 특정 주파수의 음파를 이용한 음향회수장치(acoustic releaser) 부착
  - 일본 JAMSTEC의 S1 및 K2 Sediment trap 계류선, 북대서양의 Line-W 계류선(2004년 이래) 등은 수중글라이더를 활용하여 계류선을 회수하지 않고도 수중 계류선의 자료를 회수하는 방식의 운용이 가능
  - 스크립스 해양연구소에서 캘리포니아 해역에 운용 중인 CORC(Consortium on the Ocean's Role in Climate) 수중 계류선의 경우 부착된 수중 모뎀을 이용하여 수중 통신 방식으로 수중 글라이더에 자료를 전송하고, 이를 수중 글라이더가 표층에 떠오를 때마다 인공위성을 통해 전송하는 방식으로 실시 간 수중 계류선 자료를 수집
- 바닥장착형 관측(Bottom mounts): 바닥장착형 관측은 수중의 계류선에 해양관측장비를 부착하는 대신 해저면에 해양관측장비를 장착하는 계류 방식
- 바닥 장착형 관측은 때때로 해저케이블을 통한 자료전송을 통해서 실시간으로 자료 획득이 가능
  - 어로활동(트롤이나 저인망 등)에 의한 수중 관측 장비의 훼손을 줄이기 위해 혹은 수중 통신기술의 발달과 함께 지진, 해저면 영상관측 등 해저면 근처의 해양현상을 안정적으로 관측하기 위해 주로 사용
- ※ 최근에는 수중통신기술 및 해저케이블을 활용한 연구가 해양연구에 적용되면서 바닥 장착형 관측이 주목받고 있음
- 유럽연합 NURC(NATO Undersea Research Center)와 미국 해군연구소(NRL: Naval Research Laboratory)가 공동으로 제작한 따개비 형태의 TRBM은 Barny라고 불리는데 (Perkins et al., 2000a), Barny TRBM은 개발
  - 국외의 경우 바닥장착형 관측과 수중통신기술 및 해저 광케이블을 접목한 다양한 해양관측 네트워크가 운용중이거나 기획
- ※ 미국 MARS<sup>18)</sup>, 캐나다 Neptune<sup>19)</sup>, 유럽 ESONET<sup>20)</sup>, 일본의 해저지진 및 쓰나미 관측네트워크인 DONET<sup>21)</sup>

18) Monterey Accelerated Research System

19) North East Pacific Time-series Undersea Networked Experiments

20) European Sea Floor Observatory Network

21) Dense Oceanfloor Network System for Earthquakes and Tsunamis

**참고자료**

**미국 해양관측이니셔티브(OOI, Ocean Observatories Initiative)**

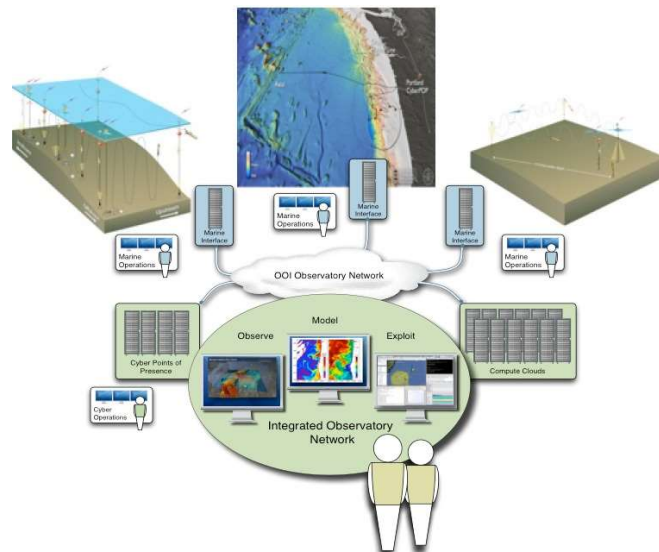
- OOI는 NSF(National Science Foundation)의 지원으로 개발·운영되고 있는 해양관측시스템으로써, 해저면을 포함한 해양의 물리, 화학, 지질, 생물의 변동을 관측하기 위한 해양센서 통합네트워크 인프라를 구축하고 운영을 통해 실시간 해양 정보를 사용자에게 제공
- 시스템 제작에 6년(2010~2015)간 333.1 백만달러가 투입되었으며, 2016년부터는 25년~30년간 관측을 목표로 보수 및 운영되고 있음
- OOI는 크게 4개로 구분되며, 그 중 3개는 유형에 따라 Coastal Array, Regional Array, Global Array로 분류됨

**<OOI유형별 구분>**

<b>Coastal Array</b>	Pioneer Array	• 기존 연안 관측 장비를 이용한 고정형(계류형) 부이
	Endurance Array	
<b>Regional Array</b>	Argentine Basin Array	• 엄빌리컬 케이블로 수중 관측플랫폼을 연결한 구조의 고정형(계류형) 부이
	Irminger Sea Array	
	Southern Ocean Array	
	Station Papa Array	
<b>Global Array</b>	Continental Margin Array	• 계류형 부이 연결을 통해 전지구적 규모의 문제(기후 변화 및 예측)를 해결하기 위한 부이 어레이
	Axial Seamount Array	

※ AUV가 도킹할 수 있는 부이를 개발하고 시험을 수행하였으나 실제 활용되고 있지 않고 있음

- Pioneer Array와 Global Array는 현재 WHOI(Woods Hole Oceanographic Institution) 책임 하에 개발·운영되고 있으며, Endurance Array는 Oregon State University에서, Regional Array는 University of Washington에서, 그리고 Cyber-infrastructure는 Rutgers University에서 각각 담당
- 해양관측시스템을 통합·운영하는 Cyber-infrastructure를 통해 관측된 정보를 사용자에게 제공하고 실제 해양에 설치된 관측시스템을 원격으로 통합·운영

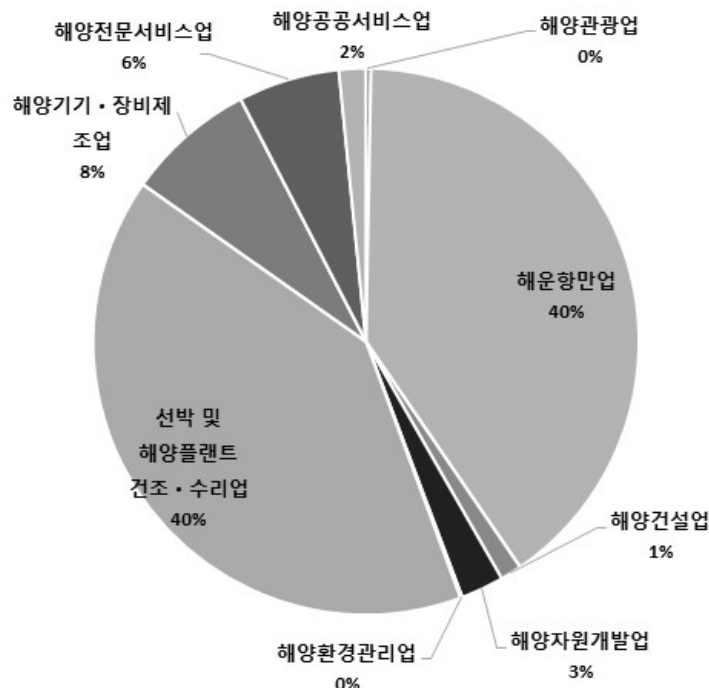


### 제3절 국내·외 해양로봇 관련 산업동향

#### 1. 국내 해양로봇 산업 동향

##### 가. 국내 해양로봇 관련 산업현황

□ 국내 해양산업 매출액(2015년)은 126.8조원으로 국내 전체산업의 2.4% 규모이며, 해양기기·장비제조업 매출액은 9조 6,845억원으로 국내 해양산업의 7.6%



출처 : 해양수산부(2015), 해양산업통계조사

[그림 2-13] 국내 해양산업 매출액 비중

- 해양기기·장비제조업 중 선박 및 해양플랜트 기기·장비제조업을 제외한 기타 해양기기·장비제조업 규모는 432억원
- 기타 해양기기·장비제조업의 기업체 수는 58개로 업체당 연간 7.5억원 수준

## 나. 국내 해양수산 관련 기업체 현황

통계청 '전국사업체조사(2014년)'를 활용하여 해양수산과 관련 있는 코드 활용

※ 광업 지원 서비스업, 산업용 로봇 제조업, 선박 및 보트 건조업, 수산물 가공 및 저장 처리업, 수상 운송업, 어업, 원유 및 천연가스 채굴관련 서비스업, 조미료 및 식품 첨가물 제조업, 항행용 무선기기 및 측량기구 제조업 등

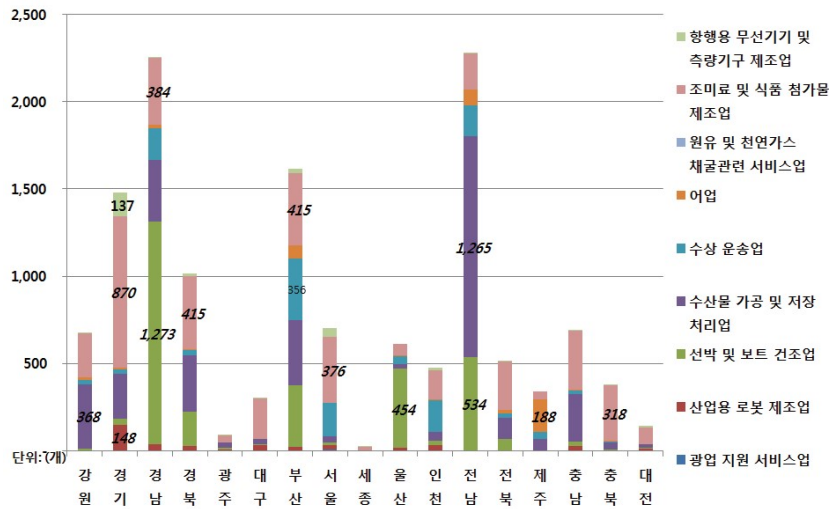
- 해양수산 사업체는 전체 사업체 수의 0.4% 수준이고, 종사자는 1.3% 수준이며, 대부분 Normal Industry에 포함되는 것으로 조사됨
  - 전국 사업체 3,812,820개소 중 해양수산 사업체는 13,608개소이며, 전체 사업종사자 수는 19,899,786명으로 그중 해양수산 사업체 종사자는 255,043명으로 조사됨
    - 대부분의 사업체 및 종사자들이 과거부터 계속되어온 조선업, 수산업 등에 편중됨

### □ 기업체 현황

- 사업체수가 많은 업종은 조미료 및 식품 첨가물 제조업, 수산물 가공 및 저장 처리업, 선박 및 보트 건조업 순임
  - 해당 업종의 사업체 수 규모는 해양수산분야 업종의 81%를 차지하고 있음
  - 원유 및 천연가스 채굴관련 서비스업, 광업 지원 서비스업, 항행용 무선기기 및 측량기구 제조업 등 하위 3개 업종과 상위 3개 업종간의 업체 수 차이는 약 36배로 다소 큰 편차를 보임
- 지역별 해양수산분야 사업체수는 전남, 경남, 부산, 경기 순으로 크게 나타남
  - 상위 3개 지역의 사업체 수가 전국 사업체 수 규모의 45%를 차지
  - 해양수산 분야의 사업체가 특정 지역에 편중되어 있는 경향을 보임



(단위 : 개)



출처 : 해양수산부(2016), 미래신산업 발굴을 위한 해양수산분야 기획영역별 R&D로드맵

[그림 2-14] 2014년 지역별 해양수산분야 사업체 수

○ 지역별로 업종의 특성에 발달된 지역이 달리 나타남

- 수산물 가공 및 저장처리업의 사업체가 가장 많은 지역은 전남이며 해당업종 사업체의 약33%가 소재
- 선박 및 보트 건조업은 조선소가 많이 위치한 경남이 가장 많은 사업체를 보유
- 경기도는 항행용 무선기기 및 측량기구 제조업, 조미료 및 식품 첨가물 제조업, 산업용 로봇 제조업 3개 업종이 전국 내 수위를 차지
- 제주도는 사업체 수가 전국의 5%도 차지하지 못하지만 어업 분야 특화

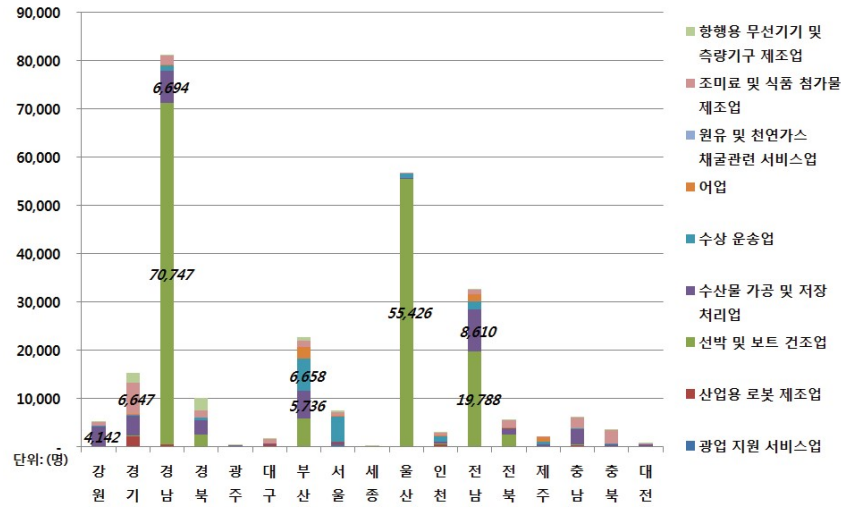
□ 종사자 현황

○ 종사자 수가 많은 업종은 선박 및 보트 건조업, 조미료 및 식품 첨가물 제조업, 수산물 가공 및 저장 처리업 순임

※ 해당 3개 업종은 사업체가 많은 3개 업종과 일치

- 상위 3개 업종의 종사자의 비중은 전체 업종 종사자의 86%를 차지
- 원유 및 천연가스 채굴관련 서비스업, 광업 지원 서비스업, 산업용 로봇 제조업은 상대적으로 종사자 수가 많지 않은 것으로 나타남
- 전통적인 해양수산산업에 대한 종사자 수에 비해 아직까지 시장이 형성되지 못한 해양수산산업은 종사자 수가 많지 않음

(단위 : 명)



출처 : 해양수산부(2016), 미래신산업 발굴을 위한 해양수산분야 기회영역별 R&D로드맵

[그림 2-15] 2014년 지역별 해양수산분야 종사자 수

- 지역별 해양수산분야 종사자수는 경남, 울산, 전남 순으로 크게 나타남
  - 상위 3개 지역의 종사자 수가 전국 종사자 수 규모의 67%를 차지
    - 이는 선박 및 보트 건조업의 종사자가 많은 순과 같으며, 해당 업종의 종사자 수(약 62%)가 타업종에 비해 종사자가 많은 것이 원인

## 다. 민간 연구개발 투자현황

### 해양수산부(2016), 미래신산업 발굴을 위한 해양수산분야 기회영역별 R&D로드맵 자료 활용

- ※ 해양산업과 관련 있는 업종에 종사하는 17개 시도의 25,273개 기업대상
- ※ 2010년부터 과거 5년간 연구개발비가 전무하였던 기업을 '연구개발비 미투자기업'으로 정의
- ※ 해양수산분야의 민간 R&D의 현황 파악을 위하여 한국표준산업 소분류를 기준으로 기업을 15대 분야로 분류

### □ 일반현황

- 15개 분야에 해당하는 기업은 총 25,273개로 그 중 33.8%에 해당하는 8,554개 기업만이 연구개발투자가 이루어지고 있음을 알 수 있음
  - 15개 분야의 구성은 서비스업(21.1%)에 해당하는 기업의 수가 가장 많으며, 건설항만(15.2%), 조선(11.3%)업이 그 뒤를 잇고 있음

- 반면, 재난안전(0.1%), 에너지(0.3%), 기타(0.4%) 등에 해당하는 기업의 수가 상당히 적게 나타남
- 분야별 연구개발투자기준으로 살펴보았을 때 생명, 에너지, 기타분야는 연구개발기업을 중심으로 구성되어 있음
  - 반면, 관광레저, 서비스, 자원, 재난안전 등과 관련 있는 기업의 경우 대부분이 연구개발 미투자기업으로 구성되어 있음을 알 수 있음

<표 2-33> 해양산업 분야별 R&D투자 사업체 비중

(단위 : 개, %)

	건설 항만	관광 레저	관측	기타	물류	생명	서비스	수산	에너지	자원	재난 안전	조선	플랜 트	환경	전체
업체 수	3,831	1,407	1,300	112	4,241	391	5,332	515	66	560	35	2,853	2,251	2,379	25,273
비중	15.2	5.6	5.1	0.4	16.8	1.5	21.1	2.0	0.3	2.2	0.1	11.3	8.9	9.4	100
R&D 투자 기업	1,348	112	758	83	562	312	716	195	48	42	4	1,539	1,468	1,367	8,554
비중	15.8	1.3	8.9	1.0	6.6	3.6	8.4	2.3	0.6	0.5	0.0	18.0	17.2	16.0	100
R&D 미투 자기 업	2,483	1,295	542	29	3,679	79	4,616	320	18	518	31	1,314	783	1,012	16,179
비중	15.3	8.0	3.4	0.2	22.7	0.5	28.5	2.0	0.1	3.2	0.2	8.1	4.8	6.3	100

출처 : 해양수산부(2016), 미래신산업 발굴을 위한 해양수산분야 기회영역별 R&D로드맵

- 해양수산산업의 기업들을 살펴보면 대부분 중소기업 인 것으로 나타났으며, 전통적 해양산업에 편중되어 있음

※ 전통적 해양산업 : 수산업, 해양광업, 해저 석유가스 산업, 조선, 해양장비 등 제조업, 해양 건설·토목, 해양운송·항만산업, 해양관광업

## □ 매출액 분석

- 해양관련기업을 연구개발투자기업과 미투자기업으로 분류하여 매출액을 분석한 결과 매출액이 가장 높은 산업은 서비스, 물류, 조선, 건설항만 순으로 나타남
  - 조선, 건설항만의 경우 연구개발투자기업의 매출액이 미투자기업과 비교했을 때 월등

히 높은 것을 알 수 있음

- 반면, 서비스업과 물류업의 경우 연구개발 미투자기업의 매출액이 더 높게 나타남

<표 2-34> 해양산업체 매출액

(단위 : 억원)

구분	연구개발투자기업				연구개발 미투자기업				전체
	대기업	중견기업	중소기업	합계	대기업	중견기업	중소기업	합계	
건설항만	703,077	267,564	432,979	1,403,620	429,103	99,635	558,506	1,087,244	2,490,864
관광레저	122,631	15,178	16,590	154,399	61,624	27,340	98,886	187,850	342,249
관측	144,712	55,591	212,918	413,221	11,016	28,764	109,456	149,236	562,457
기타	0	6,675	7,872	14,547	0	0	1,245	1,245	15,792
물류	744,189	56,542	348,929	1,149,660	850,886	462,535	1,529,381	2,842,802	3,992,462
생명	80,643	89,755	70,052	240,450	0	13,699	16,327	30,026	270,476
서비스	86,255	63,459	120,963	270,677	3,286,118	642,305	634,919	4,563,342	4,834,019
수산	166,232	44,446	54,647	265,325	13,382	20,444	78,613	112,439	377,764
에너지	47,202	19,316	15,242	81,760	0	0	3,261	3,261	85,021
자원	142,498	75,757	19,189	237,444	1,191,680	38,768	263,881	1,494,329	1,731,773
재난안전	6,603	125	0	6,728	26,967	3,603	181	30,751	37,479
조선	1,597,757	377,718	584,225	2,559,700	407,773	154,870	418,086	980,729	3,540,429
플랜트	452,881	136,714	389,371	978,966	59,454	51,632	160,249	271,335	1,250,301
환경	494,214	151,574	483,683	1,129,471	70,317	210,693	328,390	609,400	1,738,871
합계	4,788,894	1,360,414	2,756,660	8,905,968	6,408,320	1,754,288	4,201,381	12,363,989	21,269,957

출처 : 해양수산부(2016), 미래신산업 발굴을 위한 해양수산분야 기획영역별 R&D로드맵

## □ 연구개발투자 분포

- 산업별 연구개발투자를 살펴보았을 때 조선업(40%), 건설항만(13%), 플랜트(11%) 순으로 많은 연구개발투자가 이루어지고 있음을 알 수 있음

- 상위3개 업종에 65%의 연구개발투자가 이루어지는 것을 보았을 때, 해양R&D는 연구개발투자업종과 미투자업종이 확연히 구분되고 있음을 알 수 있음

<표 2-35> 해양산업 연구개발투자액

(단위 : 억원)

구분	대기업	중견기업	중소기업	합계
건설항만	703,077	267,564	432,979	1,403,620
관광레저	122,631	15,178	16,590	154,399
관측	144,712	55,591	212,918	413,221
기타	0	6,675	7,872	14,547
물류	744,189	56,542	348,929	1,149,660
생명	80,643	89,755	70,052	240,450
서비스	86,255	63,459	120,963	270,677
수산	166,232	44,446	54,647	265,325
에너지	47,202	19,316	15,242	81,760
자원	142,498	75,757	19,189	237,444
재난안전	6,603	125	0	6,728
조선	1,597,757	377,718	584,225	2,559,700
플랜트	452,881	136,714	389,371	978,966
환경	494,214	151,574	483,683	1,129,471
합계	4,788,894	1,360,414	2,756,660	8,905,968

출처 : 해양수산부(2016), 미래신산업 발굴을 위한 해양수산분야 기획영역별 R&D로드맵

- 기업규모별로 살펴볼 때, 연구개발투자가 집중되는 산업이 나타나고 있음
  - 대기업 : 조선업, 생명산업, 플랜트산업, 환경산업 등에 집중
  - 중견기업 : 조선업, 생명산업, 건설항만산업에 집중
  - 중소기업 : 건설항만, 플랜트산업, 조선업, 서비스산업에 집중

## 2. 국외 산업 및 시장현황

### 가. 주요국 해양수산산업 분류

#### □ 미국

- 국가해양경제프로그램(NOEP<sup>22</sup>)에서 해양경제를 크게 6개 부문으로 분류하고 있음
  - 해양건설업(marine construction) : 해양 관련 건설
  - 해양생물자원(living resources) : 어업, 양식, 종묘생산, 수산물유통, 수산물 가공
  - 해양광물(offshore minerals) : 석회석·모래 및 자갈채취, 해저석유·가스 탐사, 해저 석유·가스 개발
  - 선박 및 보트 건조(ship & boat building) : 선박건조 및 수리, 보트건조 및 수리
  - 관광 및 여가(coastal tourism & recreation) : 오락 및 휴양 서비스, 보트소매업, 숙박 및 음식, 마리나, 오락용 차량 공원 및 캠프장, 수상관광투어, 스포츠용품 유통, 동물원, 수족관 등
  - 해운(marine transportation) : 해상화물운송, 해상여객운송, 해상운송서비스, 탐사 및 항해장비, 창고보관 등

#### □ 프랑스

- 해양수산산업을 산업부문(industrial sector)과 공공부문(public sector)으로 구분하고, 산업 부문 10개, 공공부문 4개 등 총 14개로 분류
  - 산업부문 : 수산물 생산업, 해양골재채취, 해양에너지, 조선 및 수리업, 해양엔지니어링, 해저케이블, 해저 석유·가스 관련 산업, 연안관광, 해상및 내륙 운송, 해양보험
  - 공공부문 : 해군, 공공정책, 연안 및 해양환경 보호, 해양연구

---

22) National Ocean Economics Program

□ 아일랜드

- 해양수산산업을 전통해양수산산업(Established Marine Markets)과 신해양수산산업(Emerging Marine Markets)으로 구분하고, 전통해양수산산업 12개, 신해양수산산업 4개 등 총 16개로 분류
  - 전통해양수산산업 : 수상 관광 및 레저, 해운물류, 국제 크루즈, 보트 건조업, 해양건설 및 엔지니어링, 수산업, 양식업, 수산물 가공, 탄화수소 탐사, 가스 생산, 기타 해양제조업, 기타 서비스
  - 신해양수산산업 : 하이테크 산출물 및 서비스, 해양 상업, 해양신재생에너지, 바이오 테크놀로지 및 바이오 산출물

<표 2-36> 주요국 해양수산산업 분류

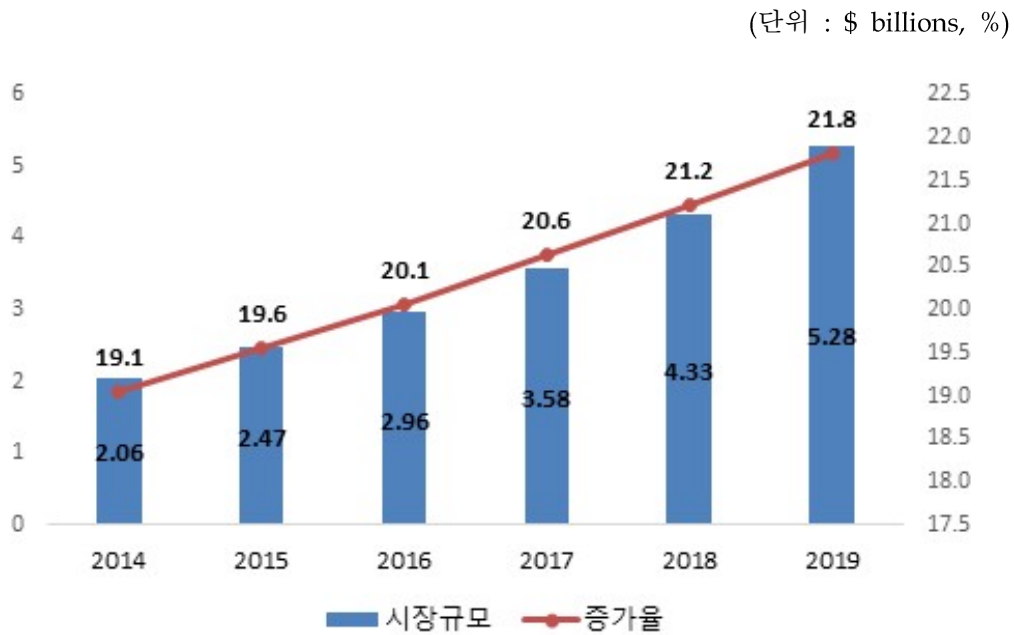
구분	해양수산산업	분류현황
Normal Industry	수산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 포획어업, 양식업, 수산물 가공 산업 등</li> <li>• 미국, 프랑스 등은 수산물 유통 포함</li> </ul>
	해양광업, 해저 석유가스 산업	• 해당 산업이 존재하는 국가는 모두 포함
	조선, 해양장비 등 제조업	• 모든 국가가 해양수산산업에 포함
	해양 건설·토목	• 명칭이나 분류방식은 다르나 모든 국가가 포함
	해양운송·항만산업	• 모든 국가가 포함
	해양관광	• 오스트레일리아를 제외한 대부분의 모든 국가 포함 (음식·숙박업포함)
New Industry	해양 신재생에너지 산업	• 영국, 중국이 별도의 산업으로 분류하고, 프랑스는 해양 신재생에너지와 연안화력·원자력발전을 발전업에 포함
	해양 생명공학산업	• 중국은 해양수산산업에 별도로 분류되어 포함
	해양기술 관련 산업	• 캐나다는 기술집약적 산업을 해양기술 산업으로 분류

출처 : 한국해양과학기술원(2013), 해양수산산업 구조 현황 및 고부가가치화

## 나. 시장동향

### □ 해양로봇시장

- (세계 무인수중로봇 시장) 2014년 20억 6천만 달러에서 연평균 20.6% 상승한 2019년 52억 8천만 달러 예상



출처 : Technavio(2015), GLOBAL UNMANNED UNDERWATER VEHICLES MARKET

[그림 2-16] 세계 무인 수중로봇 시장 전망

- 해저시추활동 증가는 전 세계 무인 해저장비 수요증가의 가장 큰 원인이 됨
  - 환경보호에 필요한 해양연구와 해저지도 작성에도 무인 수중로봇이 활용되고 있음
  - 무인 수중로봇은 석유 공사, 파이프라인 검사 및 유지보수 같은 작업을 수행하는데 광범위하게 사용
- 세계 무인 수중로봇 시장은 유형에 따라 ROV와 AUV시장으로 구분되며, 활용분야에 따라 ROV는 석유 및 가스채취, 방위·보안, 과학연구분야, AUV는 국방, 과학연구, 상업분야로 구분됨



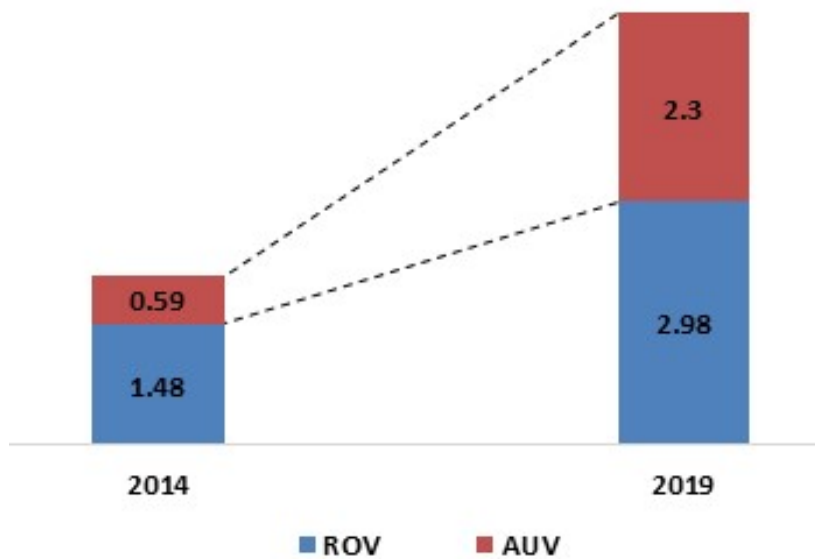
<표 2-37> 무인 수중로봇 시장 구분

구분	세부분야
ROV	석유 및 가스채취
	방위·보안
	과학연구
AUV	국방
	과학연구
	상업

출처 : Technavio(2015), GLOBAL UNMANNED UNDERWATER VEHICLES MARKET

- ROV시장은 2014년 14억 8천만 달러에서 2019년 29억 8천만 달러로, AUV시장은 2014년 5억 9천만 달러에서 2019년 23억 달러로 성장이 예상됨

(단위 : \$ billions)

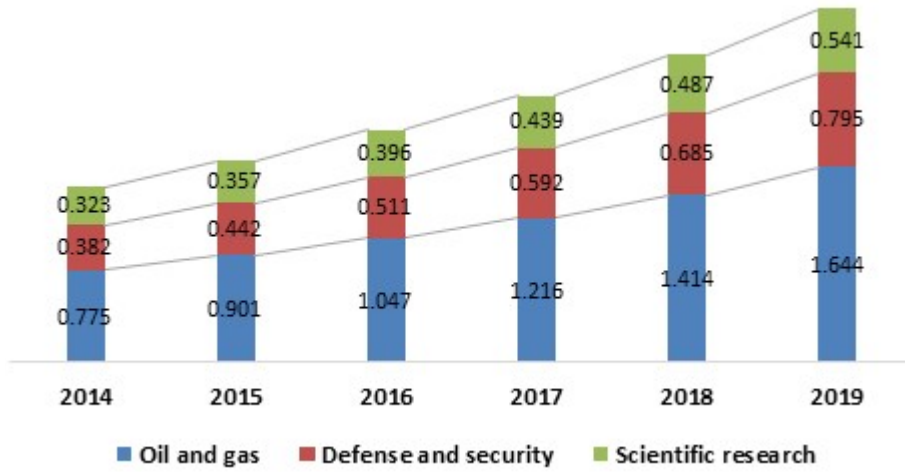


출처 : Technavio(2015), GLOBAL UNMANNED UNDERWATER VEHICLES MARKET

[그림 2-17] 세계 무인 수중로봇 유형별 시장 전망('14~'19)

- ROV시장은 2014년 14억 8,000만 달러에서 연평균 15.03% 증가하여 2019년까지 29억 8,000만 달러에 이를 것으로 예상됨

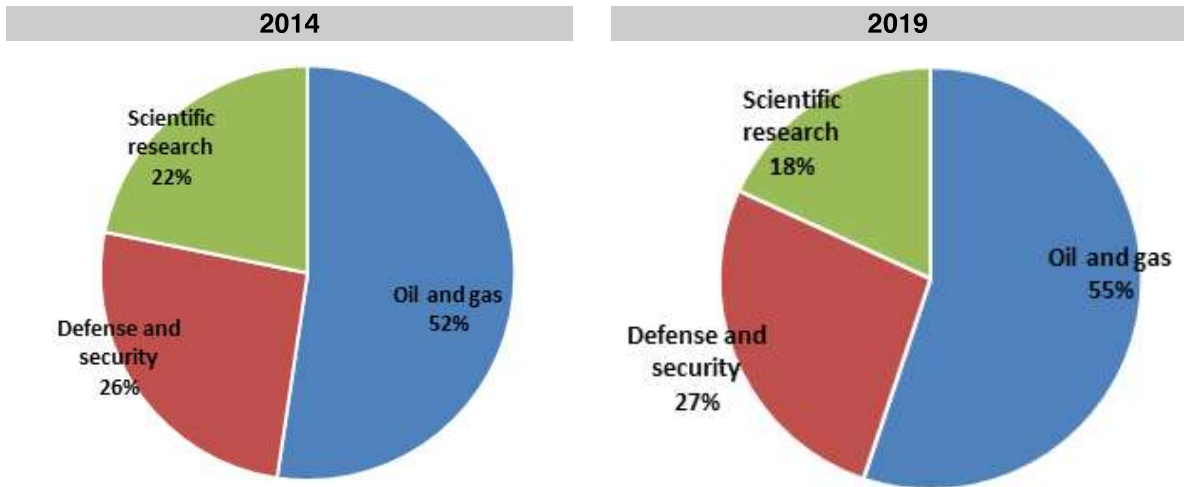
(단위 : \$ billions)



출처 : Technavio(2015), GLOBAL UNMANNED UNDERWATER VEHICLES MARKET

[그림 2-18] 세계 ROV 시장 전망('14~'19)

- ROV 세부분야별 2019년 시장비중은 석유 및 가스채취 55%(16억 4,400만 달러), 방위·보안 27%(7억 9,500만 달러), 과학연구 18%(5억 4,100만 달러) 비중을 차지할 것으로 예상됨

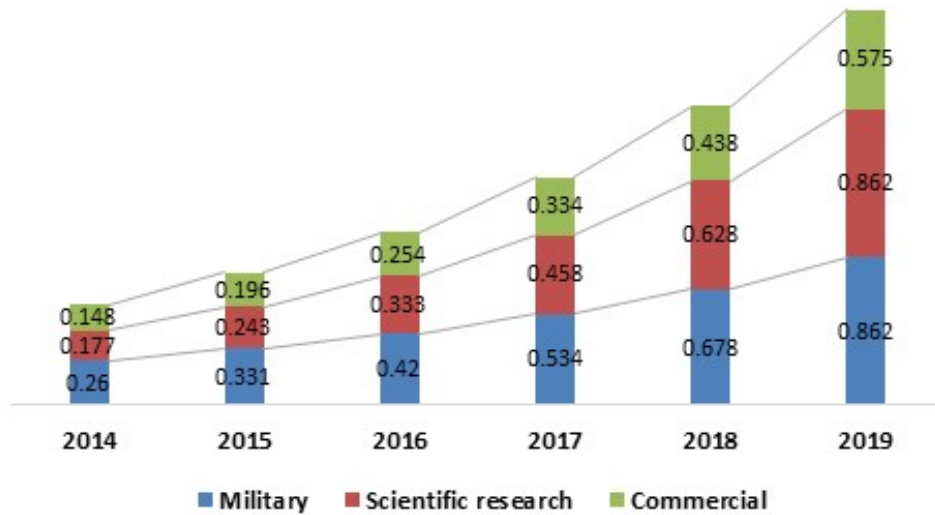


출처 : Technavio(2015), GLOBAL UNMANNED UNDERWATER VEHICLES MARKET

[그림 2-19] ROV 세부분야별 시장비중('14~'19)

- AUV시장은 2014년 5억 9,000만 달러에서 연평균 31.46% 증가하여 2019년 23억 달러에 이를 것으로 예상됨

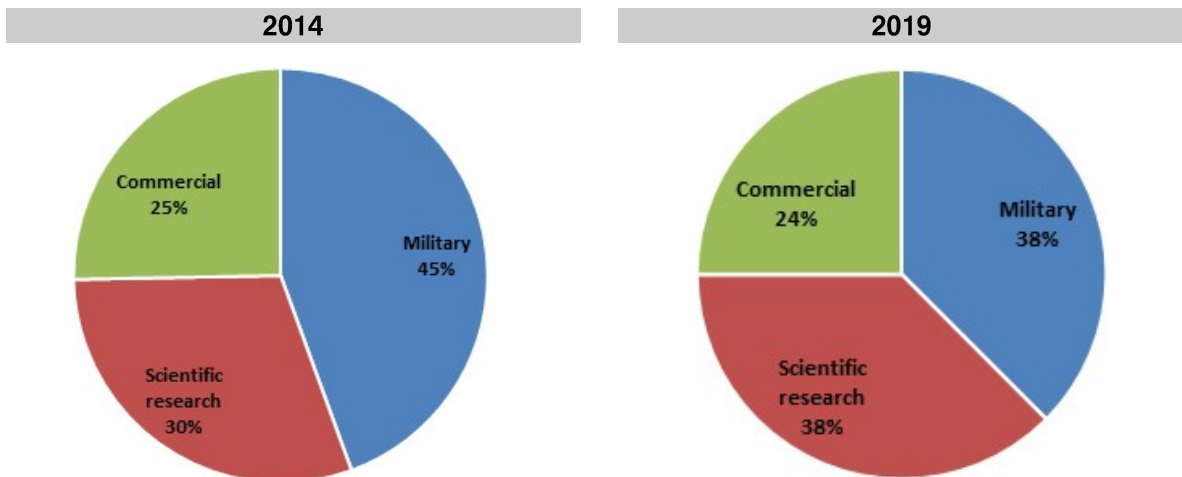
(단위 : \$ billions)



출처 : Technavio(2015), GLOBAL UNMANNED UNDERWATER VEHICLES MARKET

[그림 2-20] 세계 AUV 시장 전망('14~'19)

- AUV 세부분야별 2019년 시장비중은 국방과 과학조사 분야가 38%(8억 6,200만 달러), 상업 분야가 24%(5억 7,500만 달러) 비중을 차지할 것으로 예상됨

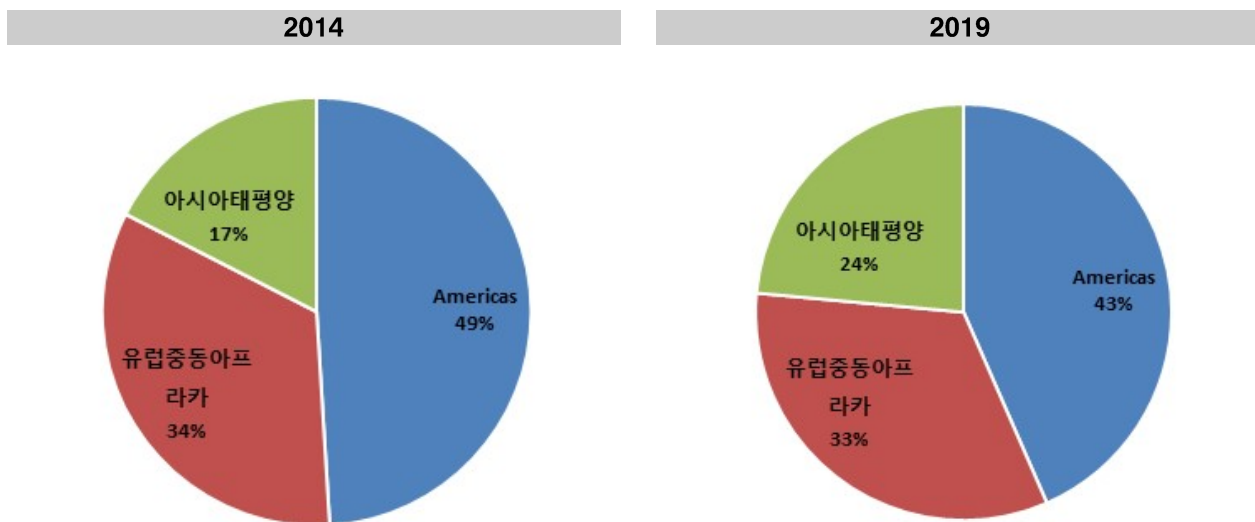
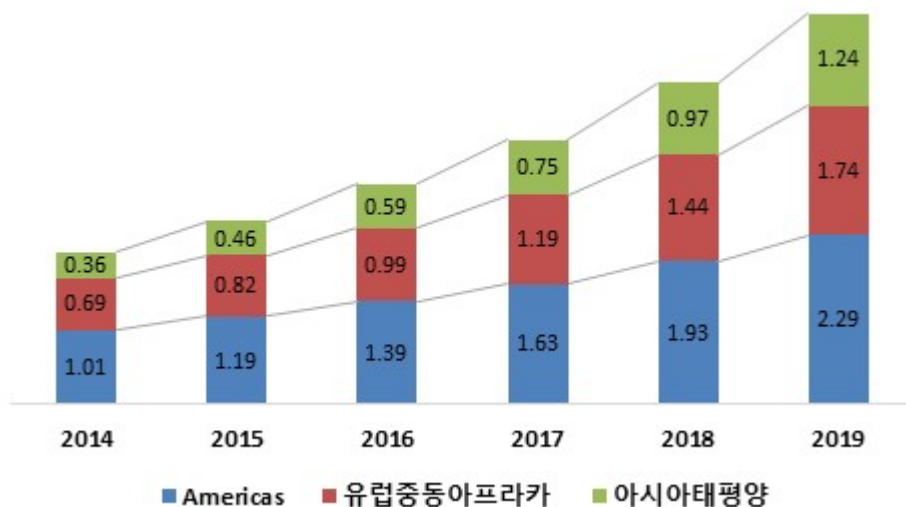


출처 : Technavio(2015), GLOBAL UNMANNED UNDERWATER VEHICLES MARKET

[그림 2-21] AUV 세부분야별 시장비중('14~'19)

- 지역별로는 2014년 미주지역 49%(10억1,000만 달러), 유럽·중동·아프리카가 33%(6억 9,000만 달러), 아시아·태평양지역 17%(3억 6,000만 달러)의 비중을 차지했고 2019년에는 미주지역 43%(22억 9,000만 달러), 유럽·중동·아프리카가 33%(17억 4,000만 달러), 아시아·태평양지역 24%(12억 4,000만 달러)의 비중을 차지할 것으로 예상됨
- 아시아태평양의 시장비중이 7% 증가함

(단위 : \$ billions)



출처 : Technavio(2015), GLOBAL UNMANNED UNDERWATER VEHICLES MARKET

[그림 2-22] 지역별 수중로봇 시장 전망('14~'19)

## □ 수중통신시장

- 무선통신기술은 기존기술(3G, 4G / LTE 및 Wi-Fi)을 지원하여 데이터를 교환하기 위해 개발됨
  - 스마트 폰 사용자의 증가, 개발도상국의 수요 증가, 보안, 용량 및 대역폭에 대한 수요 증가로 인해 시장은 성장하고 있음
  - 수중 무선 통신은 수중환경을 모니터링이 가능하게 하며, 해저무선통신 사용자 간의 상호 운용성을 촉진하고 지원함
    - 해양환경의 실시간 효율적인 모니터링 인프라 확보된다면 더욱 빠른 성장률을 보일 것을 전망됨
- 수중 무선통신의 시장을 인터페이스 플랫폼분야, 응용분야, 지역별로 구분하여 시장을 예측함

<표 2-38> 수중 무선통신 시장 구분

구분	세부분야	
Interface Platforms	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor Platform</li> <li>• Acoustic Modem</li> <li>• Communication Tools</li> <li>• Unmanned Underwater Vehicles</li> </ul>	
Applications	Oil & Gas Industry	• Real-Time Monitoring
		• Seabed Survey
		• Well Intervention
	Military & Defense Industry	• Monitoring
		• Detection
		• Coastal Surveillance
	Scientific Research & Development	• Climate Monitoring
• Oceanography Research		
Marine Industry	• Marine Monitoring	
Regions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Americas</li> <li>• Europe</li> <li>• Asia Pacific</li> <li>• Middle East &amp; Africa</li> </ul>	

출처 : Infoholic Research (2017)

- 수중 무선통신 시장은 2016년 15억 4,200만 달러에서 연평균 19%상승하여 2022년 42억 7,500만 달러로 성장이 예상됨

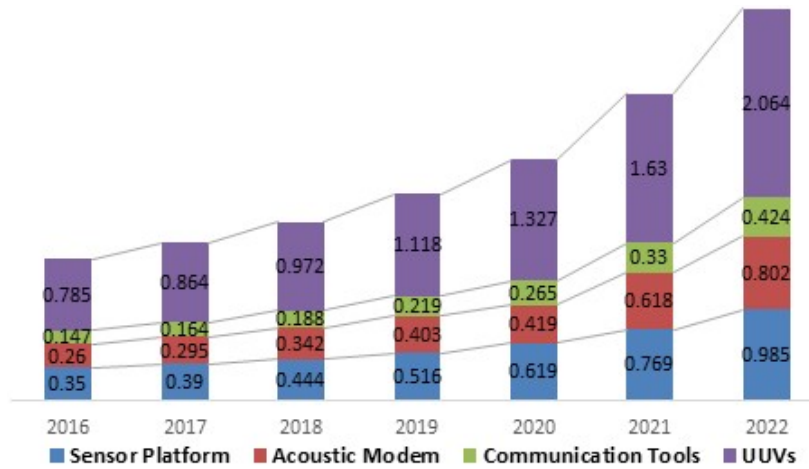


출처 : Infoholic Research (2017)

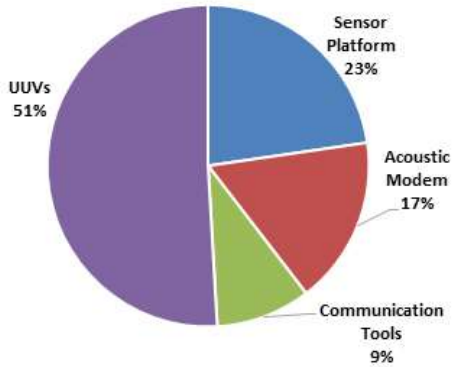
[그림 2-23] 세계 수중 무선 통신시장 전망('16~'22)

- Interface Platform별로는 2016년 UUV분야 51%(7억 8,500만 달러), Sensor Platform분야 27%(3억5,000만 달러), Acoustic Modem분야 17%(2억 6,000만 달러), Communication Tool 분야 9%(1억 1,700만 달러)의 비중을 차지함
  - 2022년에는 UUV분야 51%(20억 6,400만 달러), Sensor Platform분야 23%(9억8,500만 달러), Acoustic Modem분야 19%(8억 200만 달러), Communication Tool분야 10%(4억 2,400만 달러)의 비중을 차지할 것으로 예상됨
  - Acoustic Modem(음향통신)분야와 Communication Tool분야의 시장규모가 각 1% 증가할 것으로 예상됨

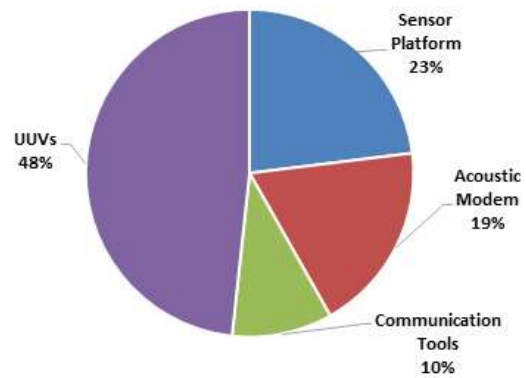
(단위 : \$ billions, %)



2016



2019

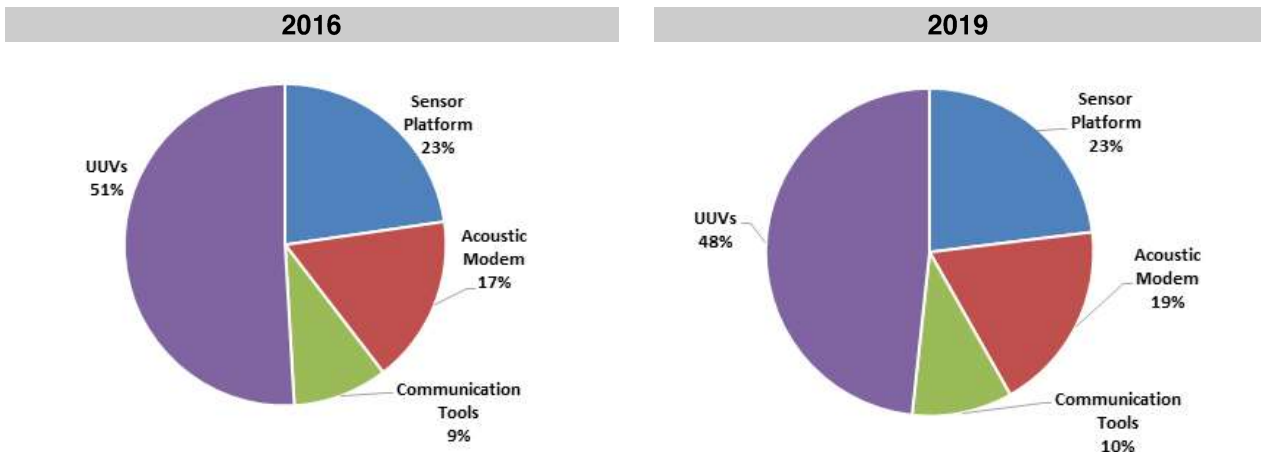
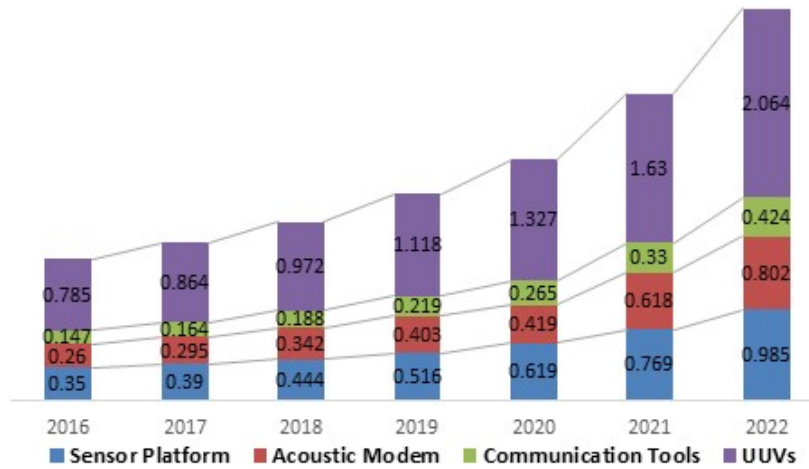


출처 : Infoholic Research (2017)

[그림 2-24] 수중 무선통신(Interface Platform)시장 전망('16~'22)

- 적용분야별로는 2016년 Oil & Gas산업 35%(5억 3,700만 달러), 국사·안보산업 29%(4억 5,100만 달러), 과학연구·개발 분야 22%(3억 3,700만 달러), 해양산업 14%(2억 1,800만 달러)의 비중을 차지함
- 2022년에는 Oil & Gas산업 33%(14억 900만 달러), 국사·안보산업 30%(12억8,100만 달러), 과학연구·개발 분야 24%(10억 800만 달러), 해양산업 13%(5억 7,700만 달러)의 비중을 차지할 것으로 예상됨
  - 국방·안보산업 1%, 과학연구·개발 분야가 와 2% 증가 예상

(단위 : \$ billions, %)



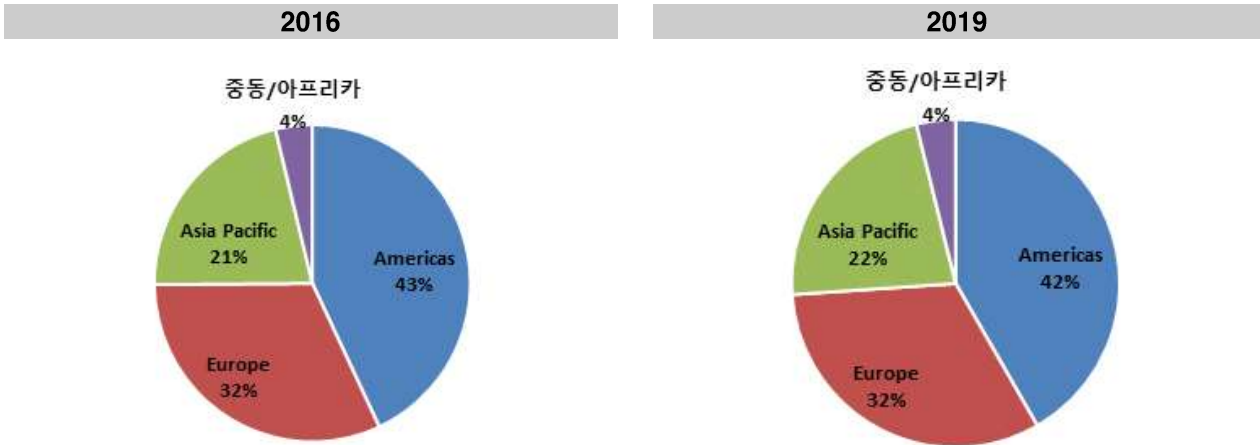
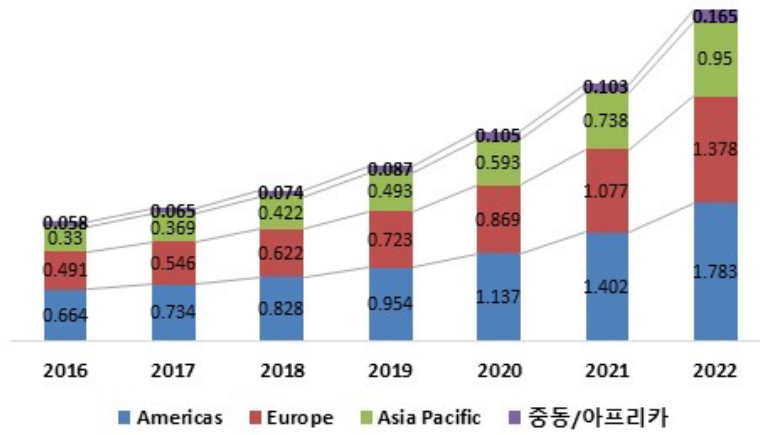
출처 : Infoholic Research (2017)

[그림 2-25] 수중 무선통신(적용분야별)시장 전망('16~'22)

- 지역별로는 2016년 미주 43%(6억 6,400만 달러), 유럽 32%(4억9,100만 달러), 아시아·태평양 21%(3억 3,000만 달러), 중동·아프리카 4%(5,800만 달러)의 비중을 차지함
- 2022년에는 미주 42%(17억 8,300만 달러), 유럽 32%(13억7,800만 달러), 아시아·태평양 22%(9억 5,000만 달러), 중동·아프리카 4%(6억5,700만 달러)의 비중을 차지할 것으로 예상됨
- 아시아태평양의 비중이 1% 증가할 것으로 예상됨



(단위 : \$ billions, %)



출처 : Infoholic Research (2017)

[그림 2-26] 수중 무선통신(지역별)시장 전망('16~'22)

# 제4절 국내·외 해양로봇 관련 특허

## 1. 특허분석의 개요

### 가. 목적

- 기술별 특허출원 대상국, 출원인, 피인용 분석 등을 통해 기술순환주기 및 기술수준, 공백기술, 시장진입 경쟁수준 등을 분석함

### 나. 분석범위

- 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업의 필요성을 고려하여 2017년 11월까지 출원 공개 및 등록된 한국, 미국, 일본, 유럽 특허를 대상으로 분석됨
  - ※ 해양로봇분야의 경우 중국 특허 추가분석 실시
- 한국, 미국, 일본, 유럽 및 중국특허에 대해 출원일 기준으로 분석
  - 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있음
  - 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2016~2017년 자료는 유효하지 않으므로 정량분석은 ~2015년까지 한정
  - ※ 단, 정성분석에는 가장 최근 특허자료까지 포함시킴

<표 2-39> 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국	WISDOMAIN	~현재(검색일)	특허 등록·공개 전체문서
	미국	WISDOMAIN		특허 등록·공개 전체문서
	일본	WISDOMAIN		특허 등록·공개 전체문서, PAJ (Patent Abstract of Japan)
	유럽	WISDOMAIN		특허 등록·공개 전체문서
	중국	WISDOMAIN		특허 등록·공개 전체문서

## 다. 유효특허의 도출

### □ 분석대상 기술

- 해양에서의 환경변화관측, 해양로봇, 해양로봇의 제어 및 운용을 위한 해양통신과 관련된 기술의 범위를 분류함

<표 2-40> 분석대상 기술분류 기준

대분류	중분류	검색개요(기술범위)
해양로봇 기술(A)	해양부이로봇(AA)	해양 부이로봇 관련 기술로, 계류형, 표류형, 수중글라이더형 및 지능형 부이로봇과 관련된 기술, 해양 부이로봇 공통기술로, 파력발전, 극저온 대응 장비 운용, 위치유지, 파도유도추진, 수중환경 고려 경로계획, 장애물 인식, 부력제어, 기상재해 회피, 특정해양생물센싱과 관련된 기술
	장거리 AUV(AB)	장거리 자율주행 무인 잠수정(AUV) 관련 기술로, 자율주행 무인 잠수정 관리 및 제어와 관련된 기술
	구조·구난 및 해양수산양식지원 ROV(AC)	구난구조작업 원격조종 무인잠수정(ROV) 관련 기술로, 해양 구난구조작업을 위한 ROV 관련된 기술 수산양식 지원 원격조종 무인잠수정(ROV) 관련 기술로, 해양 수산양식 지원을 위한 ROV 관련된 기술
	해양로봇 공통기술(AD)	해양로봇 공통기술로, 해양 로봇을 관리하고 제어할 수 있는 기능과 관련된 기술
해양통신 기술(B)	수중 통신(BA)	수중 채널 모뎀 신호처리 프로세서에 관한 기술, 모뎀의 외부장치 인터페이스 장치 기술, 수중환경에 적합한 변조·복조 방식 기술, 수중통신에서 데이터 전송 프레임 구조 기술, 수중통신용 다채널입력 다채널출력기술, 다이버시티, 수중음향 채널의 다중경로, 잔향음 영향을 경감·제거 기술, 다중경로 길이 축소 기술, 수중 채널 등화 기술, 채널등화기와 채널부호화기가 결합된 Turbo 채널등화 기술, Time Reversal Mirror 기술, 도플러 편이 추정 기술 및 보상하는 기술, 수중채널에 적합한 채널부호화 기술, 수중 채널에 접속하는 기회를 효율적으로 제어하는 매체접속제어 기술, 수중 채널에 적합한 source와 estimation간의 정보 전달 경로를 찾아내는 라우팅(routing) 프로토콜 기술, 수중 네트워크에서 접속제어와 라우팅 알고리즘을 하나의 프로토콜에 구현하는 계층 융합(cross-layer) 프로토콜 기술, 수중에서 USBL 등을 이용하여 위치 정보를 획득하는 기술, 수중 위치정보획득 기술, 수중 네트워크 상의 노드간 시간 동기화 기술, 트래픽 분산 수중 채널에 형평성 향상 기술, 네트워크 성능유지와 maintenance를 유지하는 기술, 수중 네트워크를 수중-수상-육상을 연계하여 제어 및 감시기술

	해상 통신(BB)	해상 차세대 이동통신을 위해 고려되는 채널/트래픽 연구, 해상 차세대 이동통신을 위한 물리계층 구조 및 기술, 해상 차세대 이동통신을 위한 매체 접근 제어 및 상위 계층 구조 설계 및 기술, 비면허 대역 활용 기술, 장기간 고고도 이동체 설계 기술, 해상 이동통신 서비스 사용자의 QoS 보장을 위한 장기간 고고도 이동체 최적 운용 기술, 고용량 데이터 전송을 위한 Massive MIMO Beamforming 기술, 수중 통신과 해상 통신과의 중계 또는 연계 통신 기술, 해양 IoT 주요 use case 및 요구사항 도출, 표준화 반영, 해양 IoT 지원을 위한 RA1/RA2 표준 기술 개발, 해양 환경을 고려한 Narrow band IoT (NB-IoT) 기술, 해양 환경을 고려한 LTE MTC Cat M1 (LTE-M) 기술개발, 해양 LPWA를 위한 부호화 기법, 해양 IoT 환경을 위한 multicast, Drone, 무인 자율주행 이동체, 무인선박 지원을 위한 통신 기술, 저지연 최소화 고신뢰 이동통신을 위한 물리계층 및 상위계층기술, 해양 주요 서비스를 위한 통합 해양 IoT 플랫폼 기술
융합관측 기술(C)	해양 환경 관측 (CA)	해양 케이블 활용 해양 환경 관측 기술로서, 해양 케이블 활용 해저 지형, 수질 등의 관측과 관련된 기술, 자율이동체 활용 해양 환경 관측 기술로서, 드론, 무인잠수정 활용 연안 지형, 기후, 수질 등의 관측과 관련된 기술, 부유체 활용 해양 환경 관측 기술로서, 부이, 표류계 활용 수면, 해양 대기, 수질 등의 관측과 관련된 기술
	생물 환경 관측 (CB)	생물 개체 관측 기술로서, 어종, 개체 수 등의 관측과 관련된 기술, 생물 상태 관측 기술로서, 생물 생육 상태, 영양(사료) 공급, 표본 검출의 관측과 관련된 기술, 생물 환경 관측 기술로서, 생물서식환경(온도, 산소포화도 등), 적조, 오염물질(수은, 다이옥신, 기생충 등)의 관측과 관련된 기술
	구조 환경 관측 (CC)	해양 구조 인명 관측 기술로서, 해양활동인구(어민, 선원 등) 조난 관측과 관련된 기술, 해양 구조 환경 관측 기술로서, 선박 긴급 조난, 해양활동인구 조난 환경 모니터링과 관련된 기술

## □ 특허검색식

- 해양로봇, 수중통신, 융합관측 관련 기술분류 및 핵심키워드를 바탕으로 특허분석을 위한 키워드를 도출

<표 2-41> 특허 검색식

중분류	검색식
해양부이로봇(AA)	<p>(로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (계류* or 무어* or 정박* or 앵커* or 계선* or moor* or anchor*) and (해양* or 오션* or 마린* or 부이* or 부표* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or buoy* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) (로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (표류* or 드리프트* or 플로우트* or 항해* or float* or drift* or adrift* or wafture* or voyage* or sailing*) and (해양* or 오션* or 마린* or 부이* or 부표* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or buoy* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) (로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (글라이더* or 글라이드* or 글라이딩* or 활공* or 비행* or glide* or gliding* or flight*) and (해양* or 오션* or 마린* or 부이* or 부표* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or buoy* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) (로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (지능* or 인텔리전트* or 스마트* or intelligen* or smart*) and (해양* or 오션* or 마린* or 부이* or 부표* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or buoy* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ((파력* or "wave power" or "wave-power" or "force of the wave" or "wave energy") W/1 (발전* or generat*)) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (극저온* or 초저온* or cryogen* or ultracold* or "extremely low temperature" or "very low temperature" or "ultra low temperature" or "ultralow temperature" or "super low temperature") (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (위치유지* or stationkeep* or "station keeping" or ((위치* or 포지션* or 스테이션* or locat* or position* or station*) W/1 (유지* or maintain* or maintenance* or keep*))</p> <p>(해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (파도유도* or 파력* or waveguide* or "wave induced" or ((파도* or 웨이브* or wave*) W/1 (유도* or 가이드* or 파워* or 에너지* or guide* or induce* or power* or energy*)) and (추진* or 전진* or 프로펠* or 드라이브* or 드라이빙* or 구동* or 항해* or propel* or propulsion* or driv* or sail* or voyage*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (경로계획* or ((경로* or 루트* or 라우트* or 라우팅* or 트랙* or path* or route* or routing* or track*) W/2 (계획* or 플랜* or 스케줄* or 결정* or plan* or schedul* or decide* or decision* or determin*))</p> <p>(해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (장애물* or 객체* or 오브젝트* or obstacle* or object*) and (인식* or 인지* or 감시* or 감지* or 모니터* or 검출* or 탐지* or recogni* or monitor* or detect*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (부력* or buoyancy*) and (제어* or 컨트롤* or 콘트롤* or control*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (기상재해* or 재해* or 재난* or 태풍* or 강풍* or 호우* or 뇌우* or "meteorological disaster" or disaster* or catastrophe* or calamity* or typhoon* or gale* or rain* or thunderstorm*) and (회피* or 방지* or 대응* or 대처* or avoid* or prevent* or cope* or treat*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (해양생물* or 생물* or 산호* or 표영생물* or 저서생물* or marineorganism* or ((해양* or marine*) W/1 (생물* or organism*)) or coral* or pelagos* or benthos*) and (센싱* or 감지* or 검출* or 탐지* or sens* or detect*)</p>

<p>장거리 AUV(AB)</p>	<p>(해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("AUV" or "underwater vehicle" or 자율무인* or 무인잠수* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (화학전지* or ((화학* or 케미컬* or 금속* or 산화* or 환원* or 반응* or chemi* or metal* or oxidat* or reduction* or reaction*) W/2 (셀 or 전지* or 배터리* or 전력* or 파워* or 에너지* or cell* or battery* or power* or energy*))) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("AUV" or "underwater vehicle" or 자율무인* or 무인잠수* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (연료전지* or ((연료* or 연소* or 에너지* or fuel* or combustion* or energy*) W/2 (셀 or 전지* or 배터리* or cell* or battery*))) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("AUV" or "underwater vehicle" or 자율무인* or 무인잠수* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (비접촉* or 무선* or non-contact* or noncontact* or contactless* or wireless) and (충전* or 차지* or 차징* or charg* or ((에너지* or energy*) W/1 (수신* or 저장* or 충전* or transmi* or stor* charg*))) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("AUV" or "underwater vehicle" or 자율무인* or 무인잠수* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (도킹* or docking* or linkup*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("AUV" or "underwater vehicle" or 자율무인* or 무인잠수* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (비상상황* or 비상* or 긴급* or emergen* or urgen*) and (인지* or 인식* or 회피* or 방지* or recogni* or avoid* or prevent*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("AUV" or "underwater vehicle" or 자율무인* or 무인잠수* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (전력* or 파워* or power*) and (제어* or 컨트롤* or 콘트롤* or control*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("AUV" or "underwater vehicle" or 자율무인* or 무인잠수* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (장애물* or 객체* or 오브젝트* or obstacle* or object*) and (인식* or 인지* or 감지* or 검출* or 탐지* or recogni* or sens* or detect*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("AUV" or "underwater vehicle" or 자율무인* or 무인잠수* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (경로계획* or ((경로* or 루트* or 라우트* or 라우팅* or path* or route* or routing*) W/2 (계획* or 플랜* or 스케줄* or 결정* or plan* or schedul* or decision* or decide* or determin*)))</p>
<p>구조·구난 및 해양수산양식지원 ROV(AC)</p>	<p>(해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("ROV" or "remotely operated vehicle" or 원격조종* or 원격무인* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (매니퓰레이터* or 머니퓰레이터* or 조종기* or "엔드 이펙터" or manipulator* or "end effector") (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("ROV" or "remotely operated vehicle" or 원격조종* or 원격무인* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (작업툴* or 작업도구* or 도구* or tool* or ((작업* or operat* or work* or guid*) W/1 (툴 or 도구* or tool*))) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("ROV" or "remotely operated vehicle" or 원격조종* or 원격무인* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or 매니퓰레이터* or 머니퓰레이터* or 조종기* or "엔드 이펙터" or robot* or vehicle* or</p>

	<p>manipulator* or "end effector") and (제어* or 컨트롤* or 콘트롤* or control*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("ROV" or "remotely operated vehicle" or 원격조종* or 원격무인* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (물체* or 객체* or 오브젝트* or "3차원 물체" or object* or "3D object") and (복원* or 복구* or restor* or reconstruct* or recover*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("ROV" or "remotely operated vehicle" or 원격조종* or 원격무인* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (위치* or 포지션* or location* or position*) and (인식* or 인지* or 검출* or recogni* or detect*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("ROV" or "remotely operated vehicle" or 원격조종* or 원격무인* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (경로복귀* or 회귀* or 리턴* or return* or comeback* or ((경로* or 루트* or 라우트* or 라우팅* or 트랙* or path* or route* or routing* or track*) W/1 (복귀* or 리턴* or 복원* or 회귀* or return* or back* or restor*)) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("ROV" or "remotely operated vehicle" or 원격조종* or 원격무인* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (원격운용* or 원격관리* or 원격제어* or 원격관제* or ((원격* or remote*) W/1 (운용* or 운영* or 오퍼레이션* or 관리* or operat* or manage* or control*)) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("ROV" or "remotely operated vehicle" or 원격조종* or 원격무인* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (가시화* or 시각화* or 표현* or 묘사* or visualiz* or represent* or render*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("ROV" or "remotely operated vehicle" or 원격조종* or 원격무인* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (그물* or 메시* or net* or fishnet* or toil* or mesh*) and (보수* or 수리* or 관리* or repair* or manage*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("ROV" or "remotely operated vehicle" or 원격조종* or 원격무인* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (해저* or 대륙대* or 바닥* or seabed* or submarine* or seafloor* or floor* or bottom*) and (정화* or 청소* or 클린* or purificat* or purify* or clean*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and ("ROV" or "remotely operated vehicle" or 원격조종* or 원격무인* or 로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (해저* or 대륙대* or 바닥* or seabed* or submarine* or seafloor* or floor* or bottom*) and (샘플* or 표본* or 견본* or 객체* or 오브젝트* or sampl* or object*)</p>
<p>해양로봇 공통기술(AD)</p>	<p>((해양* or 오션* or 마린* or ocean* or maritime* or marine*) and (생물오손* or 생물부착* or 바이오폴링* or 해생물부착* or 해생물착생* or biofouling*) and (방지* or 회피* or prevent* or protect* or avoid*)) or ("anti-marine biofouling" or "anti-marine bio fouling")) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (수중액추에이터* or 액추에이터* or 액추에이터* or "underwater actuator" or actuator*) and (설계* or 디자인* or design*) (해양* or 오션* or 마린* or ocean* or maritime* or marine*) and (로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (선형* or 형상* or 외형* or 형태* or 구조* or hull* or shape* or form* or struct*) and (설계* or 디자인* or design*) (해양* or 오션* or 마린* or ocean* or maritime* or marine*) and (로봇* or 로보트* or 이동체* or 이동수단* or 운반수단* or robot* or vehicle*) and (자세* or 포즈* or 포지션* or pose* or position*) and (제어* or 컨트롤* or 콘트롤* or control*) (해양* or 오션* or 마린</p>

	<p>* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (정밀항법* or 항법* or 위치인식* or navigation* or ((위치* or 포지션* or location* or position*) W/1 (인식* or 인지* or 감지* or 센싱* or 검출* or recogni* or sens* or detect*))</p> <p>(해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (고장* or 결함* or 오류* or 에러* or failure* or trouble* or error*) and (예측* or 예상* or 진단* or 분석* or 검출* or 감지* or 센싱* or predict* or forecast* or foresee* or diagno* or analy* or detect* or sens*) (해양* or 오션* or 마린* or 수중* or 잠수* or ocean* or maritime* or marine* or underwater* or sub-aqua* or submerge*) and (진회수* or "진수 및 회수" or 진수* or "LARS" or "launch and recovery" or (launch W/1 recovery) or launch*)</p>
수중 통신(BA)	<p>(수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*) and (음향* 음파* 소리* 사운드* 어쿠스틱* 초음파* 탄성파* 음원* 사운딩* 오디오* 울트라소닉*) and (모델* 시뮬레이* 모의* 가상* 버추얼* 버츨* 버철*) (underwater* submarine* subsea*) and (sound* acoustic* ultrasonic* ultrasound* electroacoustic* elastic* supersonic* audio*) and (model* simulat* virtual* virtul*) (수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*) and (음향* 음파* 소리* 사운드* 어쿠스틱* 초음파* 탄성파* 음원* 사운딩* 오디오* 울트라소닉*) and (측정* 분석* 예측* 추정* 계측* 측량* 해석*) (underwater* submarine* subsea*) and (sound* acoustic* ultrasonic* ultrasound* electroacoustic* elastic* supersonic* audio*) and (measur* analy* estimat* predict*) (수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*) and (음향* 음파* 소리* 사운드* 어쿠스틱* 초음파* 탄성파* 음원* 사운딩* 오디오* 울트라소닉*) and (트랜스듀* 벡터센서* 송수신* (송신* and 수신*)) (underwater* submarine* subsea*) and (sound* acoustic* ultrasonic* ultrasound* electroacoustic* elastic* supersonic* audio*) and (transduc* (vector adj sens*) transceiv* (transmit* and receiv*)) (수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*) and (모뎀* 변조* 복조* 신호처리* (신호 adj 처리*) 프로세*) and (하드웨어* 보드* 인터페이스* 회로 칩 모듈) (underwater* submarine* subsea*) and (modem* modulator* demodulator* process*) and (hardware* board* interface* circuit chip module) (수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*) and (모뎀* 신호처리* 신호 adj 처리* 프로세*) and (변조* 복조* 프레임* 패킷* 다채널* MIMO 마이모* 미모* 다중 adj (입력* 출력* 입출력* 안테나*) 빔포밍* 빔형성* 다이버시티*) (underwater* submarine* subsea*) and (modem* process*) and (modulat* demodulat* frame* packet* MIMO (multi multiple) adj (antenna* input* output*) beamform* diversity*) (수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*) and (왜곡* 다중경로* 다중 adj 경로 잔향음* 잔향 adj 음 등화*) (underwater* submarine* subsea*) and (distort* (multi adj path*) reverberat* equali*) (수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*) and (도플러) (underwater* submarine* subsea*) and (doppler) (수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*) and (코딩* 코드 부호* 터보*) (underwater* submarine* subsea*) and (coding code turbo*) (수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*) and (네트워크* 라우팅* DTN (지연 near 내성)) and (프로토콜*) (underwater* submarine* subsea*) and (network* rout* DTN "delay tolerant") and (protocol*) (수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*) and (네트워크* 라우팅* DTN (지연 near 내성)) and (성능 near5 향상 재전송* 재 adj 전송* 분산전송* 분산 adj 전송* 재송신* 재 adj 송신* 분산송신* 분산 adj 송신*) (underwater* submarine* subsea*) and (network* rout* DTN "delay tolerant") and (performance* retransmi* (partial* near2 transmi*)) (수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*) and (네트워크* 라우팅* DTN (지연 near 내성)) and (운용* 유지* 관리* 감시* 메인테넌* 오퍼레이* 매니* 모니터*) (underwater* submarine* subsea*) and (network* rout* DTN "delay tolerant") and (operat* manag* administrat* maint* monit*)</p>



<p>해상 통신(BB)</p>	<p>((해양* 해상* 바다* 오션* 수상* 호수* 선박* 하천* 해수* 바닷물* 아쿠아*)) and (5세대* 5-세대* 차세대* 차-세대* (5 차) adj 세대* ((어드밴스* 발전* 개선* 진보* 향상* 고도* 개량* 증대* 첨단*) and (이동통신 (이동 모바일) near2 (통신 커뮤니케* 텔레커뮤니케*))) ((ocean* sea marine* maritime* river* vessel* ship* aqua* stormwater* offshore* saltwater* submersible* floating*)) and (5G 5generation* 5-generation* (5 fifth next) adj generation* ((advanc* improv*) and (mobile near2 communicat*))) ((해양* 해상* 바다* 오션* 수상* 호수* 선박* 하천* 해수* 바닷물* 아쿠아*)) and (고고도 adj 이동* 드론 무인비행* 무인항공* 무인수직* 무인이착륙* 무인기* 무인정찰* 무인 adj (비행* 항공* 수직* 이착륙* 기* 정찰*)) and (통신 이동통신 커뮤니케* 텔레커뮤니케* (모바일 adj 커뮤니케*) 매시브마이모 매시브 adj (마이모 MIMO) 다중 adj (입력* 출력* 입출력* 안테나*) 빔포밍* 빔형성* 빔정형* 빔성형* 빔 adj (포밍* 형성* 정형* 성형*)) ((ocean* sea marine* maritime* river* vessel* ship* aqua* stormwater* offshore* saltwater* submersible* floating*)) and (dron* unmanned* unmaned* uninhabited* nunmanned* UAV* UAS* manless* pilotless*) and (communicat* telecommunicat* (mobile near communicat*) massive adj MIMO (multi multiple) adj (antenna* input* output*) beamforming beam adj form*) ((해양* 해상* 바다* 오션* 수상* 호수* 선박* 하천* 해수* 바닷물* 아쿠아*)) and (수중* 해중* 마린* 심해* 잠수정* 무인잠수정*)) and (((연계* 연결* 링크*) and (통신 이동통신 커뮤니케* 텔레커뮤니케* (모바일 adj 커뮤니케*))) 릴레이* 중계* 리피*) ((ocean* sea marine* maritime* river* vessel* ship* aqua* stormwater* offshore* saltwater* submersible* floating*)) and (underwater* marine* maritime* submarine*)) and ((connect* link* interconnect*) and (communicat* telecommunicat* (mobile near communicat*)) relay* repeat*) ((해양* 해상* 바다* 오션* 수상* 호수* 선박* 하천* 해수* 바닷물* 아쿠아*)) and (LPWA ((초저 저) adj2 (전력* 출력*) 초저전력* 저전력* 저출력* 초저출력*) near2 (광대역* 초광역* 초광폭* 초광대역* 초광대역폭* 울트라 광대역* (광 초 초광 울트라) adj (대역* 광대역*)) 멀티케스* 멀티케스* 멀티 adj (케스* 캐스*)) ((ocean* sea marine* maritime* river* vessel* ship* aqua* stormwater* offshore* saltwater* submersible* floating*)) and (LPWA (Low-Power* low electric power* low energy*) near2 (wide-area* ultrawide* ultra adj wide*) multicast*) ((해양* 해상* 바다* 오션* 수상* 호수* 선박* 하천* 해수* 바닷물* 아쿠아*)) and (V2X* M2M* (선박* 선체* 보트* 사물* 물체* 기계*) adj2 통신 엠투엠* 엠투엠* "머신 투 머신" (초저지연 초-저레이턴* 초-저지연 (초저 초-저) adj (지연 레이턴시) ULL 고신뢰* 신뢰* near2 높* 고 adj 신뢰*) and (통신 이동통신 커뮤니케* 텔레커뮤니케*)) ((ocean* sea marine* maritime* river* vessel* ship* aqua* stormwater* offshore* saltwater* submersible* floating*)) and (V2X* M2M* vehicle near2 communicat* "machine to machine" ((ultra adj low*) adj (latenc* delay*) ULL high* adj reliab*) and (communicat* telecommunicat*)) ((해양* 해상* 바다* 오션* 수상* 호수* 선박* 하천* 해수* 바닷물* 아쿠아*)) and (IoT* 아이오티* (사물 만물) adj (인터넷* 통신* 지능*) 서비스 애플리케이션*) and (플랫폼* 플랫폼* 플랫폼* 플랫폼* 공통* 공용* 공동* 커먼 퍼블릭)) ((ocean* sea marine* maritime* river* vessel* ship* aqua* stormwater* offshore* saltwater* submersible* floating*)) and (IoT* Internet near2 (thing* everything*) service applicat*) and (Platform* platfoam* flatform* flatfoam* common public)</p>
<p>해양 환경 관측 (CA)</p>	<p>(해양* 바다* 오션 마린 해상* 해수* 연안* 해안* 근해* 해저* 심해* 심층* 수중* 해중* 물속* 물밑* 수면하* ocean sea marine maritime seawater sea-water (sea ADJ1 water) coast shore seabottom sea-bottom (sea ADJ1 bottom) undersea subsea underwater) NEAR3 (관측* 센싱* 센서 관찰* 감시* 모니터* 탐지* 탐사* 조사* 검출* observ* sens* monitor* search* explor* detect* surveil*) NEAR3 (케이블* cable 자율이동체* (자율 ADJ1 이동체*) 원격차량* (원격 ADJ1 차량*) 원격잠수정* (원격 ADJ1 잠수정*) 무인잠수정* (무인 ADJ1 잠수정*) 자율수중선* (자율 ADJ1 수중선*) 수중이동체* (수중 ADJ1 이동체*) 수중운동체* (수중 ADJ1 운동체*) 수중추진체* (수중 ADJ1 추진체*) 로봇* 로보트* 글라이더* 수중항공* (수중 ADJ1 항공*) 수중비행체* (수중 ADJ1 비행체*) 수중항주체* (수중 ADJ1 항주체*) 잠수선* 수중선* 드론* ROV* (remote* ADJ1 vehicle*) (unmanned</p>

	<p>ADJ1 vehicle*) (underwater ADJ1 vehicle*) (undersea ADJ1 vehicle*) robot* glider* drone* submarine* submersible 부표* 부이* 부자* 부구* 부유* 부체* 플로팅 buoy floating) (해양* 바다* 오션 마린 해상* 해수* 연안* 해안* 근해* 해저* 심해* 심층* 수중* 해중* 물속* 물밑* 수면하* ocean sea marine maritime seawater sea-water (sea ADJ1 water) coast shore seabottom sea-bottom (sea ADJ1 bottom) undersea subsea underwater) NEAR3 (관측* 센싱* 센서 관찰* 감시* 모니터* 탐지* 탐사* 조사* 검출* observ* sens* monitor* search* explor* detect* surveil*) AND (B63C* G01V* H01B* B63B* B63G*).IPC.M.</p>
<p>생물 환경 관측 (CB)</p>	<p>(해양* 바다* 오션 마린 해상* 해수* 연안* 해안* 근해* 해저* 심해* 심층* 수중* 해중* 물속* 물밑* 수면하* ocean sea marine maritime seawater sea-water (sea ADJ1 water) coast shore seabottom sea-bottom (sea ADJ1 bottom) undersea subsea underwater) NEAR3 (관측* 센싱* 센서 관찰* 감시* 모니터* 탐지* 탐사* 조사* 검출* observ* sens* monitor* search* explor* detect* surveil*) NEAR3 (생물* 생명체* 생태* 동식물* 동물* 포유* 식물* 수생* 물살이 어류* 어군* 어장* 생선* 물고기* 피쉬 양식* 가두리* 활어조* 수산* 어패* 이매패* 조개* 패류* 갑각류* organi* ecol* ecosystem animal* mammal aquatic* fish* farm* cult* nurser* shell*) (해양* 바다* 오션 마린 해상* 해수* 연안* 해안* 근해* 해저* 심해* 심층* 수중* 해중* 물속* 물밑* 수면하* ocean sea marine maritime seawater sea-water (sea ADJ1 water) coast shore seabottom sea-bottom (sea ADJ1 bottom) undersea subsea underwater) NEAR3 (관측* 센싱* 센서 관찰* 감시* 모니터* 탐지* 탐사* 조사* 검출* observ* sens* monitor* search* explor* detect* surveil*) AND (A01K* C12Q* G01N*).IPC.M.</p>
<p>구조 환경 관측 (CC)</p>	<p>(해양* 바다* 오션 마린 해상* 해수* 연안* 해안* 근해* 해저* 심해* 심층* 수중* 해중* 물속* 물밑* 수면하* ocean sea marine maritime seawater sea-water (sea ADJ1 water) coast shore seabottom sea-bottom (sea ADJ1 bottom) undersea subsea underwater) NEAR3 (관측* 센싱* 센서 관찰* 감시* 모니터* 탐지* 탐사* 조사* 검출* observ* sens* monitor* search* explor* detect* surveil*) NEAR3 (구출* 구호* 구난* 구명* 레스큐 해난* 조난* 수난* 디스트레스 수색* 사고* 실종* 표류* 비상* 응급* rescu* lifesav* distress accident* emergenc*) (해양* 바다* 오션 마린 해상* 해수* 연안* 해안* 근해* 해저* 심해* 심층* 수중* 해중* 물속* 물밑* 수면하* ocean sea marine maritime seawater sea-water (sea ADJ1 water) coast shore seabottom sea-bottom (sea ADJ1 bottom) undersea subsea underwater) NEAR3 (관측* 센싱* 센서 관찰* 감시* 모니터* 탐지* 탐사* 조사* 검출* observ* sens* monitor* search* explor* detect* surveil*) AND (B63C* G08B*).IPC.M.</p>

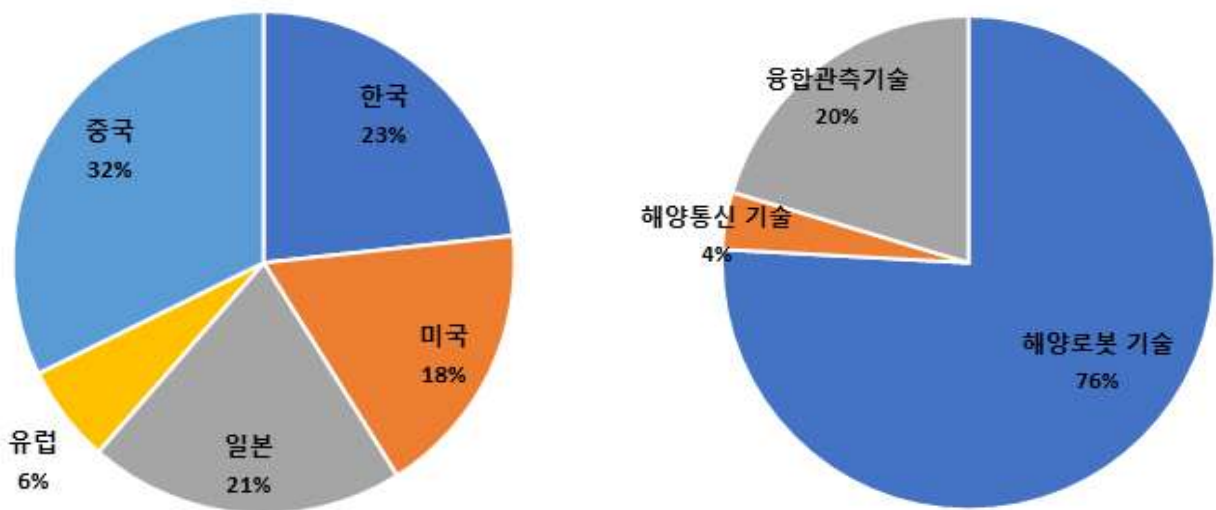
□ 유효특허 수

○ (총 유효특허 수) 노이즈 제거 후 총 유효특허 수는 8,175건

- (국가별 유효특허 수) 한국 1,905건, 미국 1,458건, 일본 1,667건, 유럽 516건, 중국 2,640건
  - 한국 23%, 미국 18%, 일본 21%, 유럽 6%, 중국 32%
- (기술분야별 유효특허 수) 해양로봇기술 6,202건, 해양통신기술 307건, 융합관측기술 1,666건
  - 해양로봇기술 76%, 해양통신기술 4%, 융합관측기술 20%

<표 2-42> 유효특허 선별 결과

중분류	소분류	유효특허 건수					
		KIPO	USPTO	JPO	EPO	SIPO	합계
해양로봇 기술(A)	해양부이로봇(AA)	647	503	515	155	1494	3314
	장거리 AUV(AB)	75	89	53	40	236	493
	구조·구난 및 해양수산양식지원 ROV(AC)	238	165	139	59	573	1174
	해양로봇 공통기술(AD)	263	194	349	78	337	1221
해양통신 기술(B)	수중 통신(BA)	71	79	66	19	-	235
	해상 통신(BB)	55	4	12	1	-	72
융합관측 (C)	해양 환경 관측(CA)	380	375	394	149	-	1,287
	생물 환경 관측(CB)	129	29	121	10	-	289
	구조 환경 관측(CC)	47	20	18	5	-	90
<b>합계</b>		<b>1,905</b>	<b>1,458</b>	<b>1,667</b>	<b>516</b>	<b>2,640</b>	<b>8,175</b>



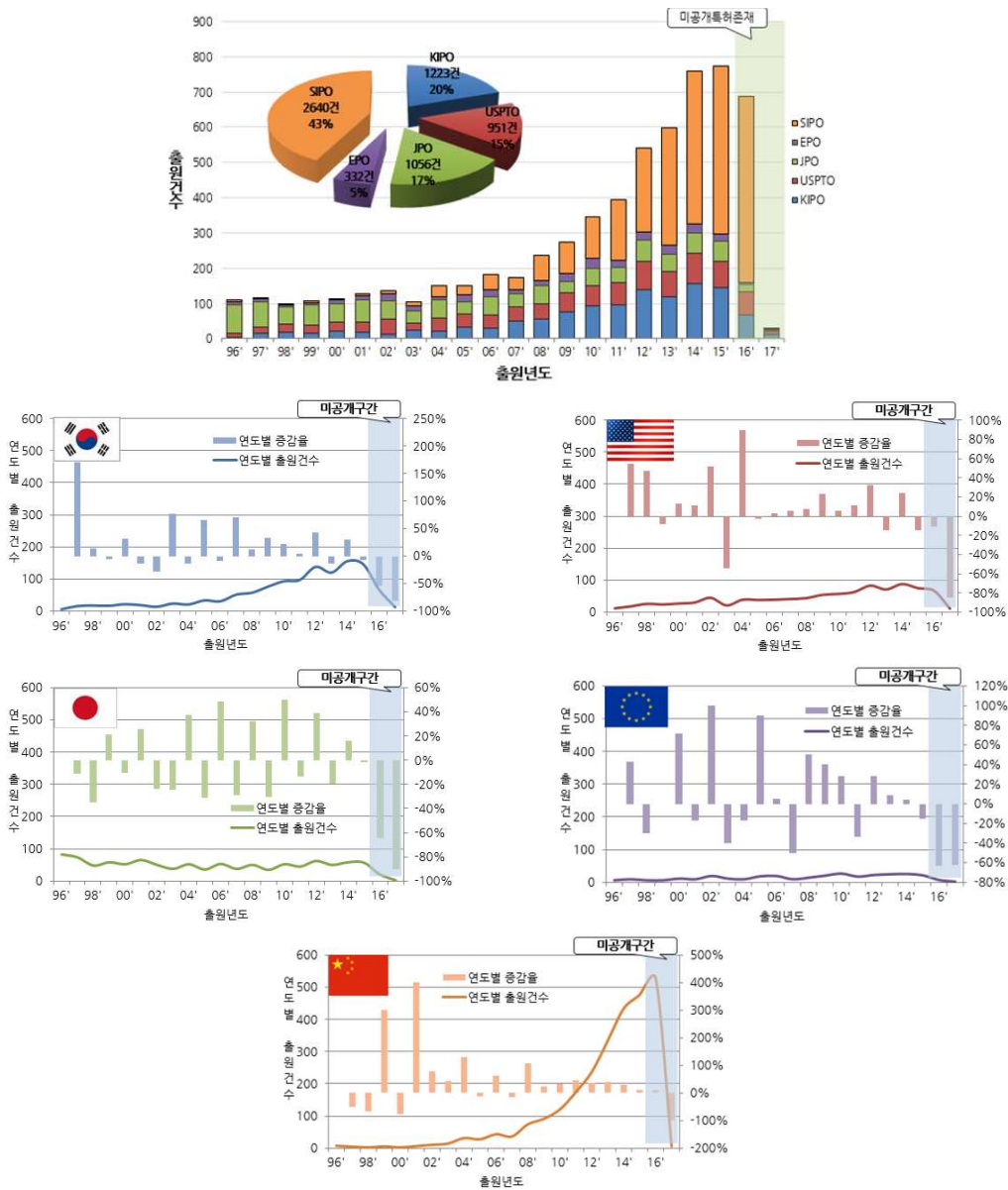
[그림 2-27] 국가별·기술분야별 유효특허 비중

## 2. 특허출원 동향

### 가. 연도별 특허동향

#### □ 해양로봇기술

- (전체 특허동향) 1990년 후반부터 특허가 출원되기 시작하여 전반적으로 증가 추세
  - 1996년에서 2002년까지는 일본의 출원 증감에 따라 증감하는 추세를 나타내며, 이후 중국의 출원이 증가함에 따라 전체 동향이 증가하는 추세

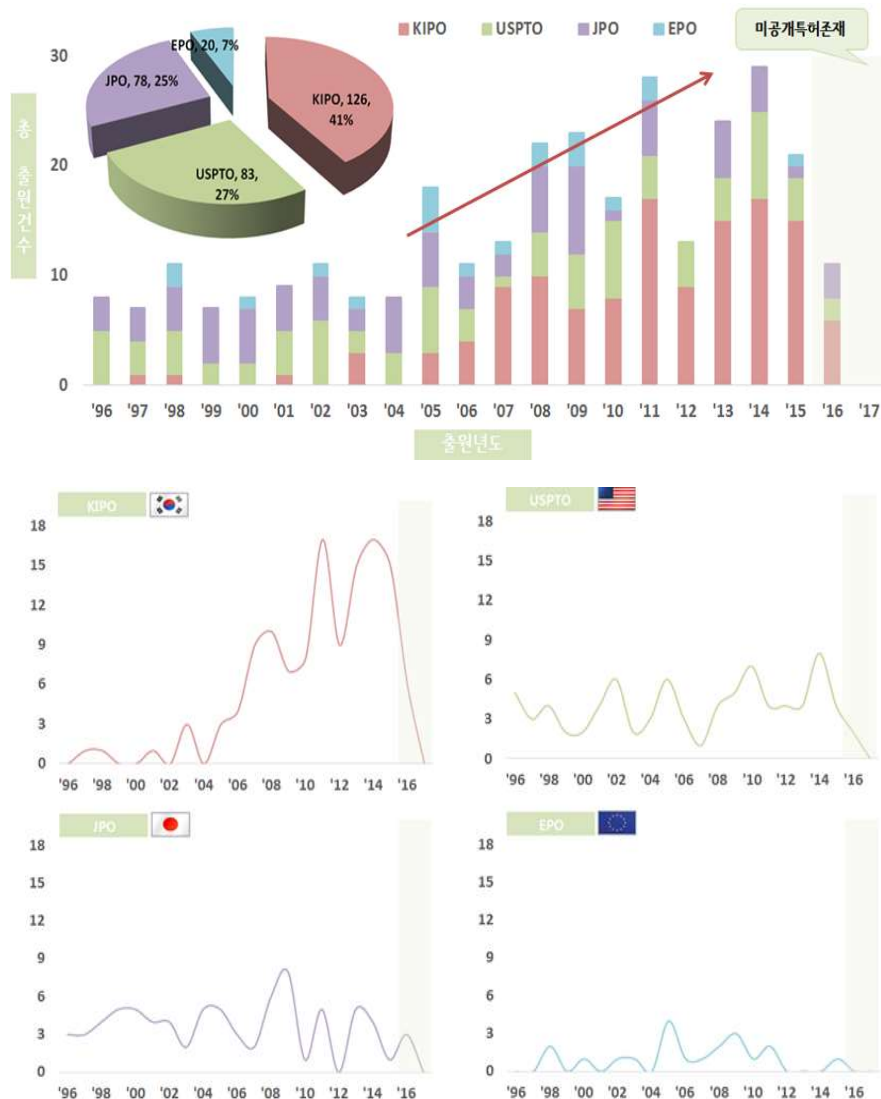


[그림 2-28] 해양로봇기술 연도별 특허출원 추이

- **(한국(KIPO))** 1990년 후반부터 출원이 발생하여, 2007년부터 현재까지 꾸준히 증가
  - 중국과 함께 최근 구간의 기술시장을 주도하고 있는 것으로 판단
- **(미국(USPTO))** 1990년 후반부터 출원이 발생하여, 2000대 초반에 감소하였으나, 2004년부터 꾸준히 증가
  - 1997년 이후 출원 감소세를 나타내는 일본과 달리 최근까지 꾸준한 출원 증가세를 나타내고 있음
- **(일본(JPO))** 1990년 후반부터 출원이 발생하여, 1997년부터 최근까지 감소 추세
  - 해양로봇 기술에서 초기 시장을 선점하고 있으나, 최근까지 특허출원이 다소 감소하여 한국, 미국 및 중국과는 대조적인 양상을 보임
- **(유럽(EPO))** 1990년 후반부터 출원이 발생하여, 현재까지 일정한 수준의 출원 추세 유지
  - 유럽 개별국가별로 직접 출원한 특허가 아닌 유럽특허청(EPO)을 통해 지정국을 정하여 출원하므로 개별국과의 특허분포 차이가 있음
    - ※ 독일의 Atlas Electronic, 프랑스의 DCNS 등 출원인의 출원활동이 가장 활발한 것으로 나타남
- **(중국(SIPO))** 1990년 후반부터 출원이 발생하여, 초기 특허 출원건수가 미미하였으나 2010년 이후부터 급격히 증가
  - 2010년에 급격히 급증하여 본 기술분야에 대한 관심이 증가하고 있는 것으로 판단

## □ 해양통신기술

- **(전체 특허동향)** 1990년 후반부터 특허가 출원되기 시작하여 최근까지 완만한 증가 추세
  - 일본과 미국의 흐름이 전체 동향 흐름을 주도하고 있으나 2000년 중반 이후 한국의 출원이 증가함에 따라 전체 동향이 증가하는 추세
    - 2000년 중 후반부터 연구가 활발히 진행된 후, 최근 들어 한국에서의 집중적으로 출원이 이루어지고 있는 것으로 판단

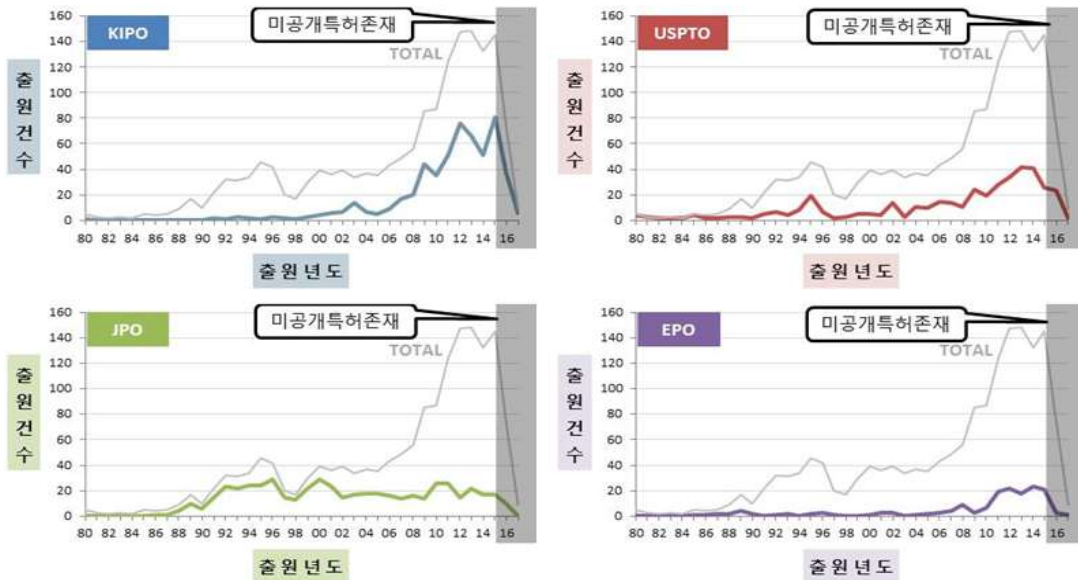
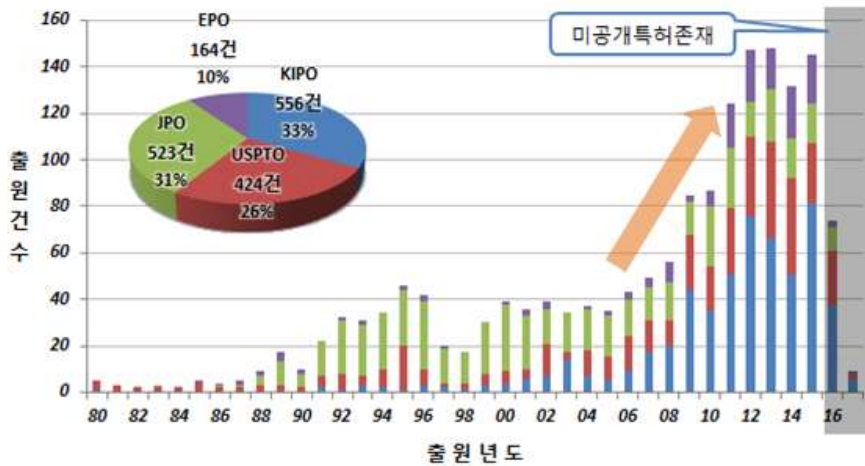


[그림 2-29] 해양통신기술 연도별 특허출원 추이

- (한국(KIPO)) 1990년 후반부터 출원이 발생하여, 2000년대 중 후반 이후 본격적 증가  
- 2010년에 출원 급증
- (미국(USPTO)) 1990년 이전부터 출원이 이루어졌고, 2000년대 초반과 중반에 감소하다가 최근 다시 증가 추세
- (일본(JPO)) 미국과 마찬가지로 1990년 이전부터 출원이 이루어졌고 2010년대 들어 증가·감소를 반복하고 있음
- (유럽(EPO)) 1990년 이전부터 출원이 이루어졌고, 최근까지 출원 건수는 저조함

## □ 융합관측기술

- 1980년 초반부터 특허가 출원되기 시작하여 꾸준히 증가하다가 1990년 후반 감소하였고 2000년 초반부터는 꾸준히 증가 추세
  - 2000년대 후반 한국(KIPO) 및 미국(USPTO)의 특허출원 증가에 따라 특허출원은 급격히 증가

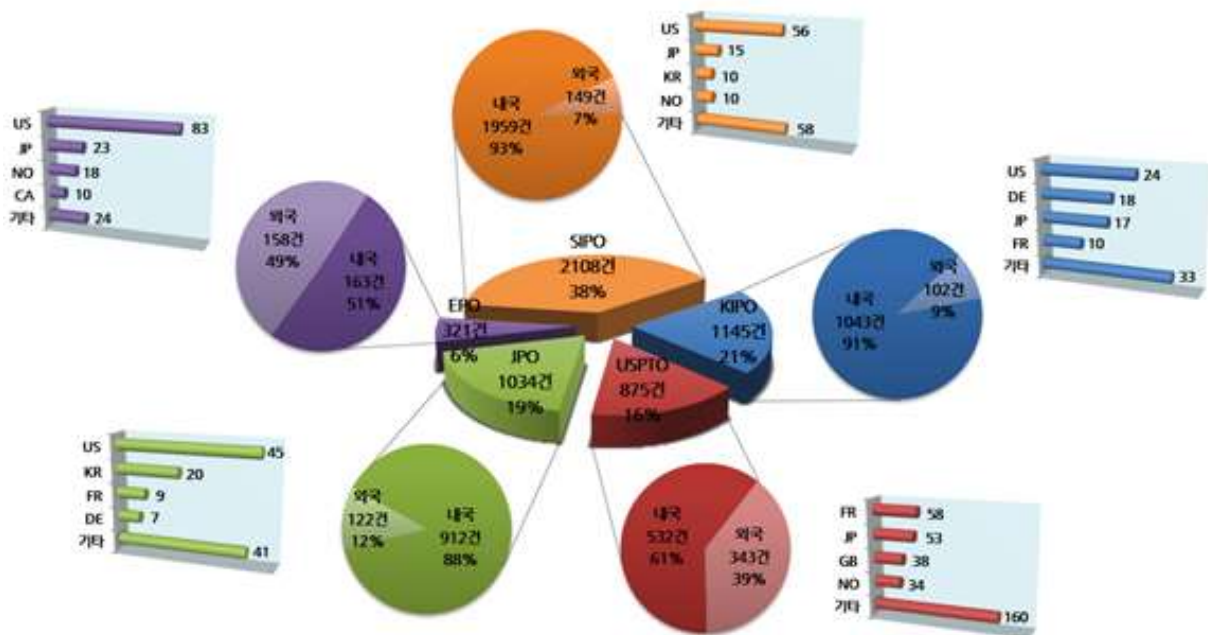


[그림 2-30] 융합관측기술 연도별 특허출원 추이

- (한국(KIPO)) 1980년 초반부터 출원이 발생하여, 2010년 초반 급증
  - 2010년부터 시작된 해양장비개발 및 인프라 수축사업 결과물의 특허출원으로 인해 출원 증가
- (미국(USPTO)) 1980년 초반부터 출원이 발생하여, 2012년부터 꾸준히 증가
  - 2012년 이후부터 특허출원 건수가 다소 급증한 것은 OOI 프로젝트 연구결과가 특허출원으로 이어져 출원 증가
- (일본(JPO)) 1980년 초반부터 출원이 발생하여, 2010년 초반부터 최근까지 점차적으로 감소하는 추세
- (유럽(EPO)) 1980년 초반부터 출원이 발생하였으나, 미미하게 출원이 지속

## 나. 특허출원 내·외국인 비중

### □ 해양로봇기술

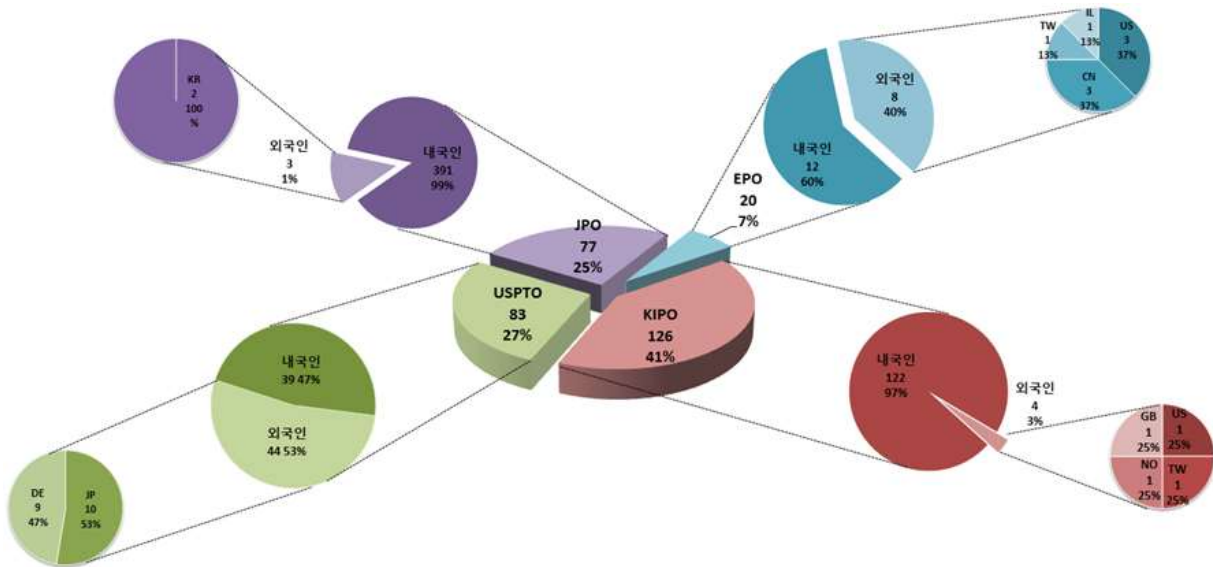


[그림 2-31] 해양로봇기술 주요국 내·외국인 특허출원 비중



- **(한국(KIPO))** 내국인 출원비중 91%, 외국인 출원비중 9%
  - 타 기술에서 나타나는 한국의 특허출원 경향이 내국인 출원 비율 약 70~75%인 것과 비교하여, 해양로봇 기술은 자국 중심의 출원 경향임
- **(미국(USPTO))** 내국인 출원비중 61%, 외국인 출원비중 39%
  - 타 기술에서 나타나는 미국의 특허출원 경향이 내국인 출원 비율 약 65% 내외인 것과 비교하여 큰 차이는 없음
  - 미국(USPTO)에 출원한 외국인의 국적은 프랑스 국적의 출원인이 가장 많은 특허를 출원하였으며, 일본, 영국, 노르웨이 순
- **(일본(JPO))** 내국인 출원비중 88%, 외국인 출원비중 12%
  - 타 기술에서 나타나는 일본의 특허출원 경향이 내국인 출원 비율 약 85% 내외인 것과 비교하여, 자국 중심의 출원 경향임
  - 일본(JPO)에 출원한 외국인의 국적을 살펴보면, 미국 국적의 출원인이 가장 많은 특허를 출원하였으며, 한국, 프랑스, 독일 순
- **(유럽(EPO))** 내국인 출원비중 51%, 외국인 출원비중 49%
  - ※ 유럽 특허에서의 내국인은 유럽연합(EU)가입국 국적의 출원인을 의미하고 외국인은 그 외국적의 출원인을 의미
  - 내국인 및 외국인의 출원 비율이 거의 유사한 것으로 나타나며, 최근 10년 구간에서의 내국인의 출원 비율은 50%로 과거 대비 내·외국인 출원 비중의 큰 변동이 없는 것으로 나타남
- **(중국(SIPO))** 내국인 출원비중 93%, 외국인 출원비중 7%
  - 자국 중심의 출원 경향이 강한 것으로 나타나며, 특히, 최근 10년 구간에서의 내국인 출원이 급격하게 증가

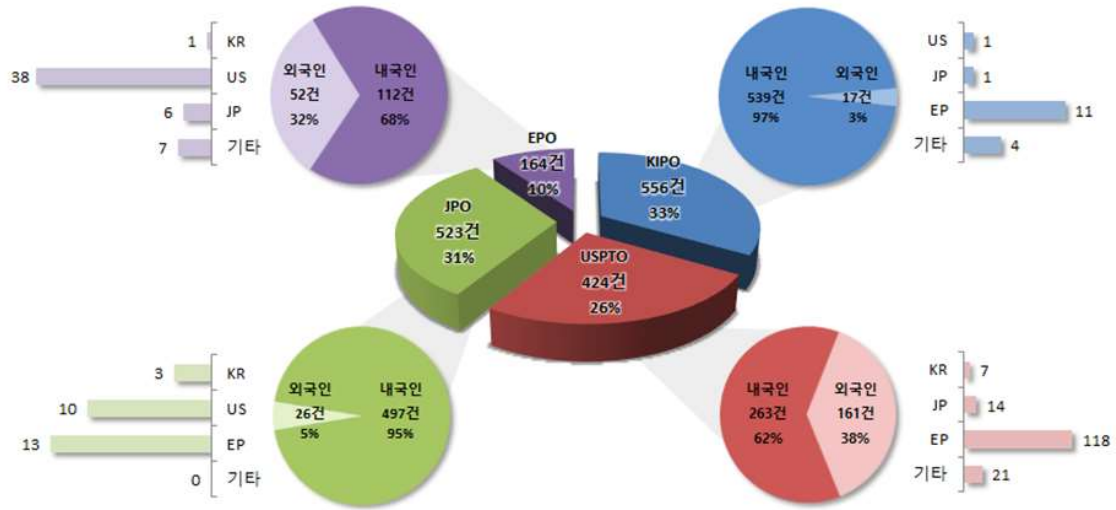
□ 해양통신기술



[그림 2-32] 해양통신기술 주요국 내·외국인 특허출원 비중

- (한국(KIPO)) 내국인 출원비중 97%, 외국인 출원비중 3%
  - 자국 중심의 출원 경향이 강함
- (미국(USPTO)) 내국인 출원비중 47%, 외국인 출원비중 53%
  - 내국인 및 외국인의 출원 비율이 거의 유사한 것으로 나타남
- (일본(JPO)) 내국인 출원비중 87%, 외국인 출원비중 13%
  - 자국 중심의 출원 경향이 강함
- (유럽(EPO)) 내국인 출원비중 60%, 외국인 출원비중 40%
  - 미국인(37%)과 중국인(37%)의 비중이 높음

□ 융합관측기술



[그림 2-33] 해양통신기술 주요국 내·외국인 특허출원 비중

- **(한국(KIPO))** 내국인 출원비중 97%, 외국인 출원비중 3%
  - 타 기술에서 나타나는 한국의 특허출원 경향이 내국인 출원 비율 약 70~75%인 것과 비교하여, 자국 중심의 출원 경향임
- **(미국(USPTO))** 내국인 출원비중 62%, 외국인 출원비중 38%
  - 내국인의 출원 비중이 높게 유지되고 있으나 최근 구간에서는 외국인의 출원 비중이 높아지고 있음
- **(일본(JPO))** 내국인 출원비중 95%, 외국인 출원비중 5%
  - 내국인의 출원 비중이 상당히 높게 유지되고 있어 자국 중심 연구·개발 특성이 강함
- **(유럽(EPO))** 내국인 출원비중 68%, 외국인 출원비중 32%
  - 내국인의 출원 비중이 높고 최근 10년 내국인의 출원 비율은 72%로 과거 대비 내국인 출원의 비중이 더 확대됨
  - 외국인 출원 중 미국 국적의 출원인이 가장 많음

## 다. 기술성장 단계

- 시기에 따라 4~5개 구간으로 구분하여 기술성장 단계를 분석함
  - 해양로봇 : 1구간(1996년~2000년), 2구간(2001년~2005년), 3구간(2006년~2010년), 4구간(2011년~2015년)
  - 해양통신 : 1구간(1996년~2000년), 2구간(2001년~2005년), 3구간(2006년~2010년), 4구간(2011년~2015년)
  - 융합관측 : 1구간(1991년~1995년), 2구간(1996년~2000년), 3구간(2001년~2005년), 4구간(2006년~2010년), 5구간(2011년~2015년)

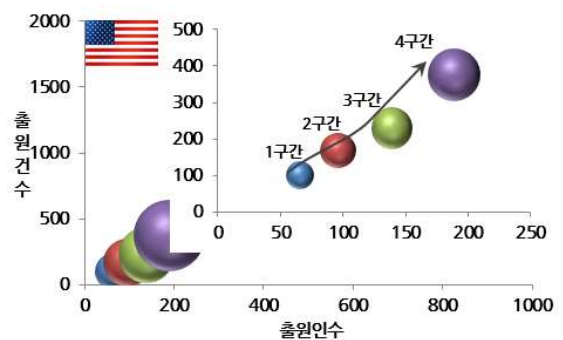
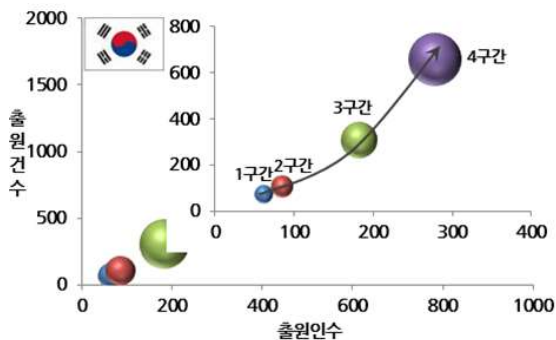
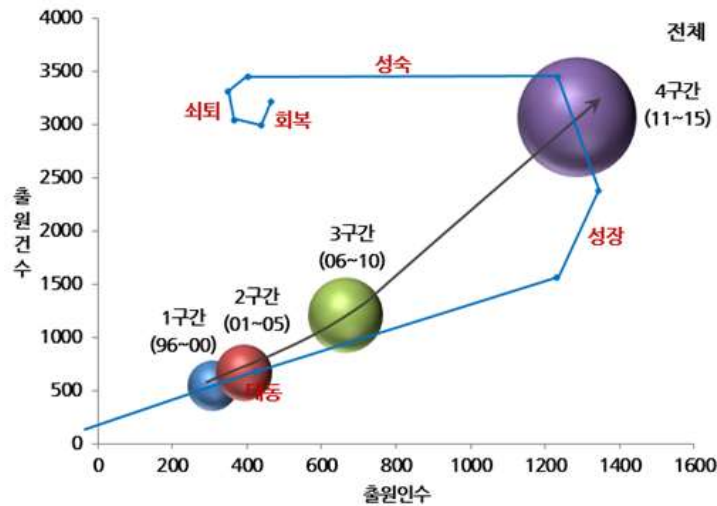


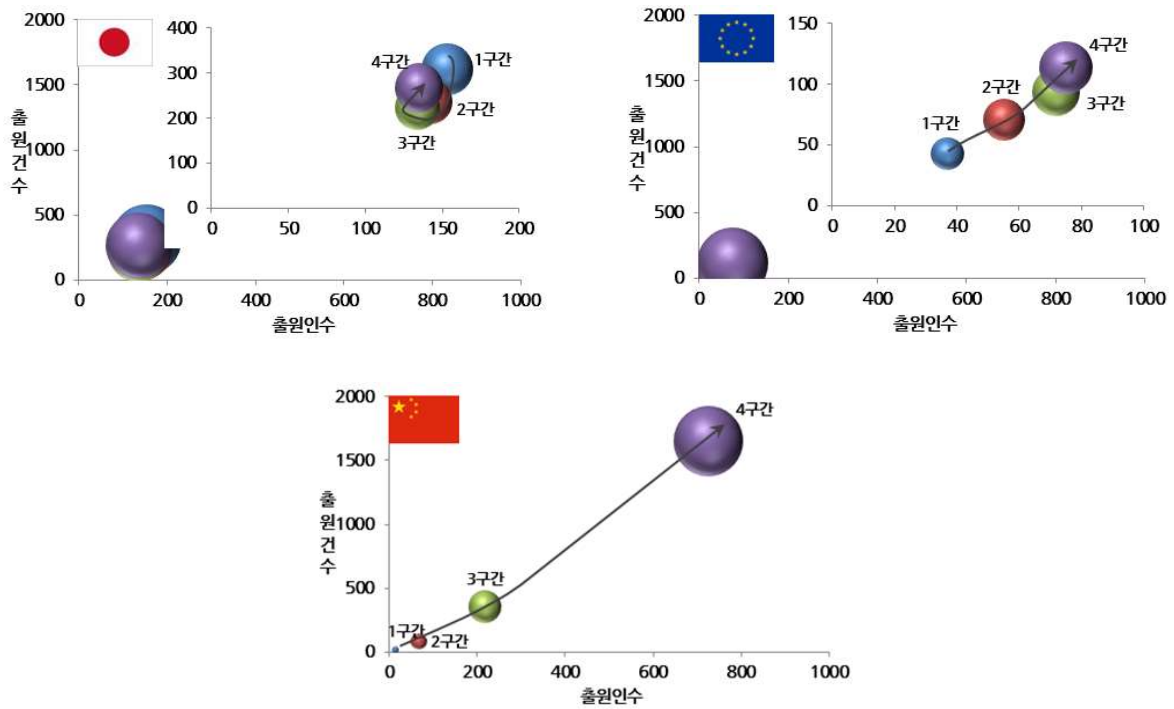
[그림 2-34] 기술 성장단계별 의미

### □ 해양로봇기술

- (전체 특허) 1구간(1996년~2000년)부터 4구간(2011년~2015년)까지 출원건수와 출원인수가 증가하는 형태로, 태동기를 거쳐 본격적으로 해당 기술분야의 연구개발 활동이 이루어지고 있는 성장기 단계임
- (한국(KIPO)) 출원인수와 출원건수가 지속적으로 증가하고 있는 성장기 단계
  - 1구간~4구간은 출원건수 및 출원인수 모두 증가하여 기술개발이 활발하였음
- (미국(USPTO)) 출원인수와 출원건수가 지속적으로 증가하고 있는 형태로 성장기 단계
  - 1구간~4구간은 출원건수 및 출원인수 모두 증가하여 기술개발이 활발하였음

- **(일본(JPO))** 출원인수와 출원건수가 지속적으로 증가하고 있는 형태로 성장기 단계
  - 1구간~2구간까지 출원건수와 출원인수 모두 증가하다가 2구간~3구간에서 다소 감소하였으나, 이후 4구간에서 다시 출원건수와 출원인수 모두 증가하고 있는 것으로 나타나 성장기 단계의 형태가 나타남
- **(유럽(EPO))** 출원인수와 출원건수가 지속적으로 증가하고 있는 형태로 성장기 단계
  - 1구간~4구간에서 출원건수 및 출원인수가 증가하여 기술개발이 활발하였음
- **(중국(SIPO))** 출원인수와 출원건수가 지속적으로 증가하고 있는 형태로 성장기 단계
  - 3구간~4구간까지의 출원건수와 출원인수가 급격하게 증가하고 있어 기술개발이 활발하였음

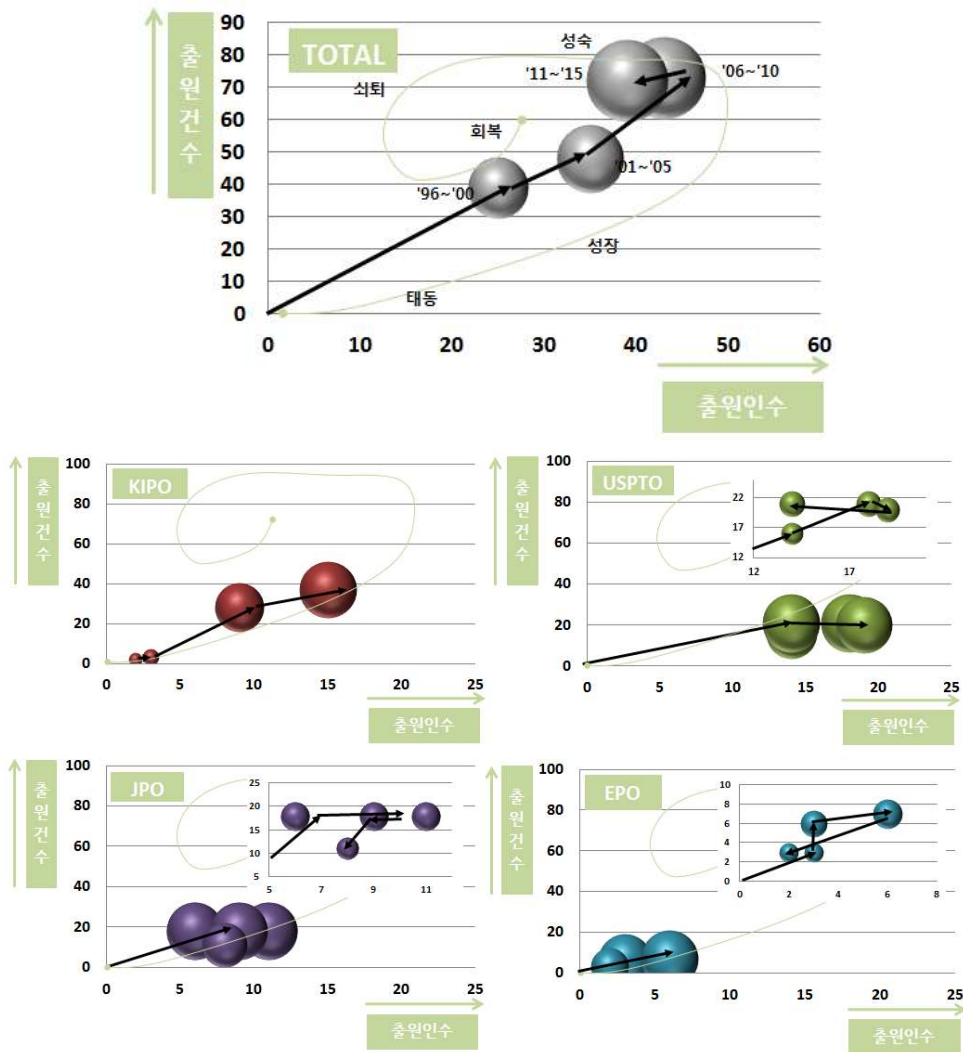




[그림 2-35] 해양로봇기술 주요국별 기술 성장단계

## □ 해양통신기술

- (전체 특허) 3구간부터 4구간에서 출원인수 및 출원건수가 증가하고 있는 형태로 성장기 단계
- (한국(KIPO)) 출원건수와 더불어 출원인수가 지속적으로 증가하고 있는 성장기 단계
  - 3구간~4구간은 출원건수 및 출원인수 모두 증가하여 기술개발이 활발하였음
- (미국(USPTO)) 3구간 이후 구간 출원건수는 증가하였으나 출원인수가 감소하는 성숙기 단계
- (일본(JPO)) 3구간 이후 구간 출원건수는 증가하였으나 출원인수가 감소하는 성숙기 단계
- (유럽(EPO)) 3구간 이후 구간 출원건수는 증가하였으나 출원인수가 감소하는 성숙기 단계



[그림 2-36] 해양통신 주요국가 기술 성장단계

## □ 융합관측기술

- (전체 특허) 1구간(1991년~1995년)부터 5구간(2011년~2015년)까지 출원건수와 출원인수가 증가하는 형태로, 경쟁이 격화되는 성장기 단계임
  - 4구간~5구간에서 출원인수와 출원건수가 빠르게 증가
- (한국(KIPO)) 출원인수와 출원건수가 증가하고 있는 성장기 단계
  - 4구간~5구간은 출원건수와 출원인수 모두 증가하여 기술개발이 활발하였음
- (미국(USPTO)) 출원인수와 출원건수가 증가하고 있는 성장기 단계

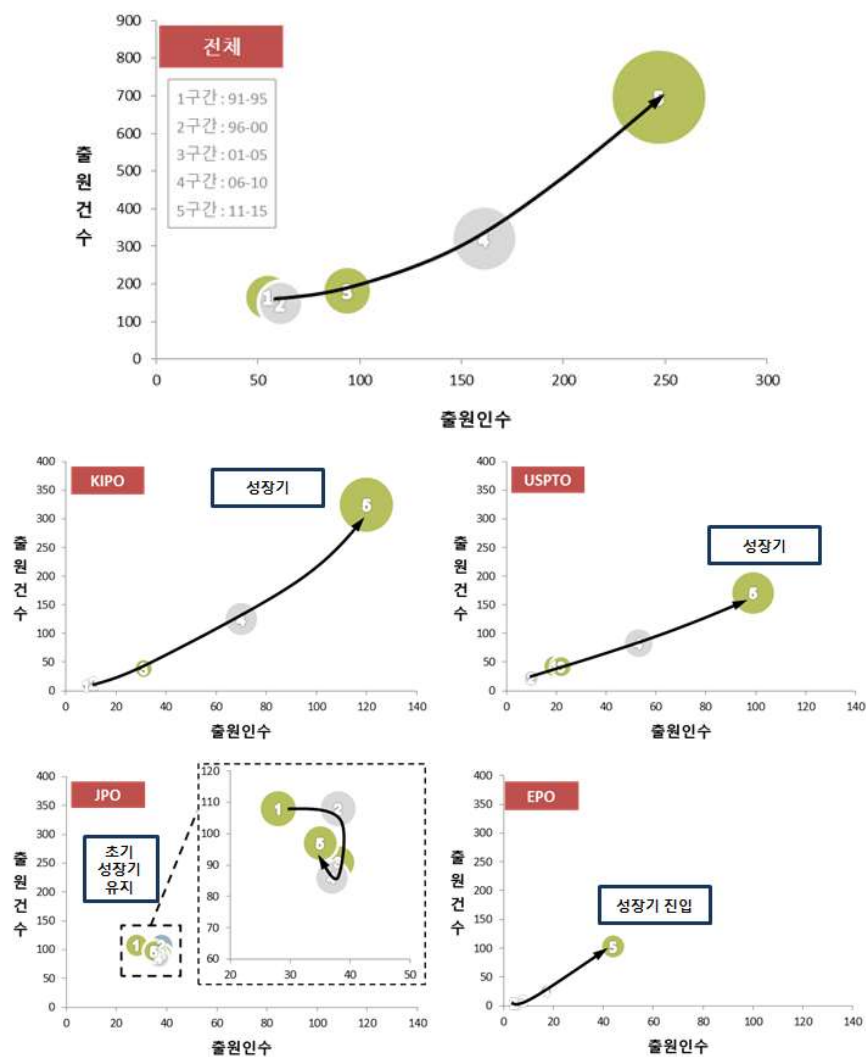
- 4구간~5구간은 출원건수와 출원인수 모두 증가하여 기술개발이 활발하였음

○ (일본(JPO)) 출원인수와 출원건수가 증가하고 있는 성장기 단계

- 1구간~2구간은 출원인수가 증가하다가 2구간~4구간(2006년~2010년)은 다시 출원건수가 감소하였으나, 이후 4구간~5구간은 출원인수는 감소하고 출원건수는 증가

○ (유럽(EPO)) 출원인수와 출원건수가 증가하고 있는 성장기 단계

- 4구간~5구간은 출원건수와 출원인수 모두 증가하여 기술개발이 활발하였음



[그림 2-37] 융합관측기술 주요국가 기술 성장단계



### 3. 기술분야별·국가별 주요 출원인 분석

#### □ 해양로봇기술(A)

- 대우해양조선, US. navy, MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, Brunswick 등 대부분 해양 중공업 관련 회사와 학교, 미해군 주도로 연구 개발이 진행되고 있음
- 대부분 자국의 특허출원 비중이 높음

<표 2-43> 해양로봇기술의 국가별 주요 출원인

순위	한국		미국		일본		유럽		중국	
	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	대우조선 해양	98	US. Navy	72	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	57	Brunswick	6	Harbin Engineering University	179
2	한국해양 과학기술원	77	Lockheed Martin	14	Hitachi	21	Furuno Electric	5	Zhejiang University	61
3	삼성중공업	72	Brunswick	24	NITTO	19	Atlas Electronic	3	Shenyang Institute of Automation, CAS	48
4	현대중공업	34	우주홀 연구소	9	Furuno Electric	18	Gibbs Technologies	3	Hohai University	35
5	LIG넥스원	11	CGG SERVICES	8	NEC	13	Siemens	3	Southeast University	24
6	ADD	10	Atlas Electronic	6	MITSUI ENG &SHIPBUILD	12	DCNS	3	Ocean University of China	18

#### □ 해양통신기술(B)

- 한국에서는 한국해양과학기술원과 강릉원주대학교, 미국은 미해군, 일본은 NEC CORP, 유럽은 스웨덴의 ATLAS ELEKTRONIK를 중심으로 연구 개발이 진행되고 있음
- 대부분 자국의 특허출원 비중이 높음

<표 2-44> 해양통신기술의 국가별 주요 출원인

순위	한국		미국		일본		유럽	
	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	한국해양과학기술원	29	US NAVY	9	NEC CORP	24	ATLAS Elektronik GmbH	5
2	강릉원주대학교산학협력단	18	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	4	SEIKO EPSON CORP	6	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	3
3	목포대학교산학협력단	8	University of Delaware	3	HITACHI LTD	6	HUAWEI MARINE NETWORKS CO., LTD.	2
4	국방과학연구소	6	ATLAS Elektronik GmbH	3	MITSUBISHI HEAVY IND LTD	3	Worldcom, Inc.	1
5	한국전자통신연구원	5	Emo Labs, Inc.	3	KDD CORP	2	Abdi, Ali	1
6	대우조선해양주식회사	4	NEC CORP	2	FUJITSU LTD	2	Raytheon Company	1

□ 융합관측기술(C)

- 한국해양과학기술원, SECNAV(미해군성), MITSUBISHI, 유럽은 스웨덴의 ATLAS ELEKTRONIK를 중심으로 융합관측기술 분야의 연구 개발이 진행되고 있음
  - 대부분 자국의 특허출원 비중이 높음

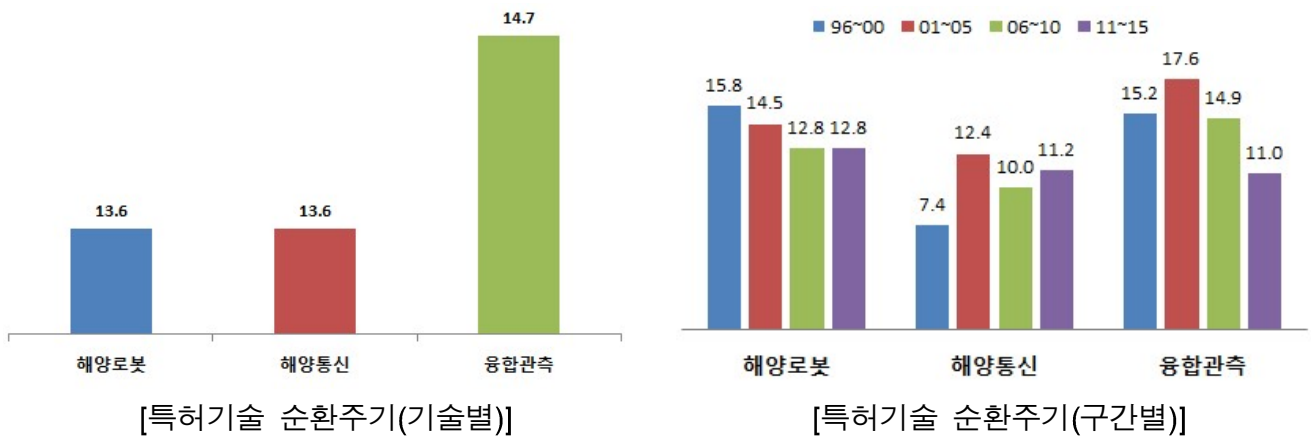
<표 2-45> 융합관측기술의 국가별 주요 출원인

순위	한국		미국		일본		유럽	
	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	한국해양과학기술원	69	SECNAV	72	MITSUBISHI	111	ATLAS ELEKTRONIK	22
2	대우조선해양	44	CGG	22	IHI	45	DCNS	16
3	ADD	26	Lockheed Martin	13	NEC CORP	44	CGG	14
4	삼성중공업	27	SEABED GEOSOLUTIONS	9	ATLA	34	Lockheed Martin	4
5	LIG넥스원	24	PGS GEOPHYSICAL	6	FURUNO	30	SEABED GEOSOLUTIONS	4
6	생산기술연구원	12	WESTERNGE CO	3	MITSUI	24	PGS GEOPHYSICAL	3

## 4. 특허지표분석

### 가. 기술순환주기(TCT<sup>23</sup>)

- 해양로봇기술과 해양통신기술은 13.6년, 융합관측기술은 14.7년의 기술순환주기로 융합관측기술이 해양로봇과 해양통신기술보다 비교적 긴 기술순환주기를 보임



[그림 2-38] 특허기술 순환주기

- 해양로봇기술은 1구간(1996년~2000년)은 15.8년, 2구간(2001년~2005년)은 14.5년, 3구간(2006년~2010년)은 12.8년, 4구간(2011년~2015년)은 12.8년으로 최근 TCT값이 감소하고 있어 관련 분야 연구 개발활동이 집중되고 있음
- 해양통신기술은 1구간(1996년~2000년)은 7.4년, 2구간(2001년~2005년)은 12.4년, 3구간(2006년~2010년)은 10년, 4구간(2011년~2015년)은 11.2년으로 연구 개발활동 보다는 실제 활용 단계인 것으로 판단됨
- 융합관측기술은 1구간(1996년~2000년)은 15.2년, 2구간(2001년~2005년)은 17.6년, 3구간(2006년~2010년)은 14.9년, 4구간(2011년~2015년)은 11.0년으로 최근 TCT값이 감소하고 있어 관련 분야 연구 개발활동이 집중되고 있음

23) 구간별 세부기술의 순환주기가 감소하는지, 증가하는지 여부에 따라 해당 기술의 발전 속도 가늠

## 나. 기술수준 분석

### □ 해양로봇기술(A)

- (부이로봇(AA)) 미국(US) 국적 출원인들의 경우, 특허영향지수(PII)도 평균보다 높고 등록특허 수도 많으며, 기술력지수(TS)도 높음
  - 인용도지수(CPP)는 3.82로 상대적으로 높게 나타나고 있고 시장확보지수(PFS)는 체코, 오스트레일리아 보다 낮음
  - 한국은 CPP가 1으로 나타났으며, PFS에서도 0.83이라는 수치를 보여 비교 대상국 가운데 상대적으로 질적 수준이 낮은 것으로 판단됨

<표 2-46> 부이로봇(AA) 분야 국가별 특허경쟁력 지수

순위	국가	특허등록 수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	159	8.83	1.49	236.95	0.98
2	프랑스	17	16.12	2.72	46.23	0.84
3	노르웨이	12	9.58	1.62	19.40	0.81
4	영국	6	4.4	0.74	4.45	1.05
5	일본	4	5	0.84	3.37	0.22
6	케이맨제도	3	1	0.17	0.51	1.92
7	중국	3	15	2.53	7.59	0.29
8	브라질	3	3.67	0.62	1.86	0.54
9	캐나다	3	8	1.35	4.05	0.22
10	호주	3	5.67	0.96	2.87	1.52
11	네덜란드	2	2	0.34	0.67	0.76
12	독일	2	1	0.17	0.34	0.44
13	인도	2	3.5	0.59	1.18	0.27
14	중국	2	0	0	0.00	0.38
15	싱가폴	1	0	0	0.00	0.44
16	체코	1	16	2.70	2.70	5.55
17	한국	1	1	0.17	0.17	0.76

- (장거리 AUV(AB)) 특허영향지수(PII)도 평균보다 높고 등록특허 수도 많으며, 기술력지수(TS)도 높음
  - 미국 국적의 출원인들이 다른 국적 출원인들보다 기술력이 우위에 있는 것으로 해석
  - 미국의 인용도지수(CPP)는 6.93로 상대적으로 높게 나타나고 있고 시장확보지수(PFS)도 다른 국가보다 높은 것으로 나타남
  - 한국은 인용도지수(CPP)가 0으로 나타났으며, 시장확보지수(PFS)에서도 0.53이라는 수치를 보여 기술력이 높지 않으면서 시장 확보력 높지도 않은 것으로 분석됨

<표 2-47> 장거리 AUV(AB) 분야 국가별 특허경쟁력 지수

순위	국가	특허등록 수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	48	15.96	3.02	144.96	2.01
2	일본	5	3.8	0.72	3.60	0.40
3	캐나다	4	0	0	0.00	0.67
4	프랑스	4	19.25	3.64	14.57	1.64
5	독일	3	3.33	0.63	1.89	0.84
6	노르웨이	2	1.5	0.28	0.57	1.01
7	영국	2	5	0.95	1.89	1.43
8	스웨덴	1	3	0.57	0.57	0.50
9	네덜란드	1	1	0.19	0.19	1.01
10	한국	1	0	0	0.00	0.50

- (구조·구난 및 해양수산양식지원 ROV(AC)) 등록특허 수도 많으며, 기술력지수(TS)도 다른 국적 출원인들보다 월등히 높아 기술력 및 연구생산성 모두에 있어서 미국 국적의 출원인들이 다른 국적 출원인들보다 우위에 있음
  - 미국의 인용도지수(CPP)는 4.28로 상대적으로 높게 나타나고 있고 시장확보지수(PFS)도 영국, 독일, 노르웨이, 프랑스 보다 낮은 것으로 나타남
  - 한국은 인용도지수(CPP)가 0으로 나타났으며, 시장확보지수(PFS)에서도 0.46이라는 수치를 보여 기술력이 높지 않으면서 시장확보력도 높지 않은 것으로 분석됨

<표 2-48> 장거리 AUV(AC) 분야 국가별 특허경쟁력 지수

순위	국가	특허등록 수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	48	15.96	3.02	144.96	2.01
2	일본	5	3.8	0.72	3.60	0.40
3	캐나다	4	0	0	0.00	0.67
4	프랑스	4	19.25	3.64	14.57	1.64
5	독일	3	3.33	0.63	1.89	0.84
6	노르웨이	2	1.5	0.28	0.57	1.01
7	영국	2	5	0.95	1.89	1.43
8	스웨덴	1	3	0.57	0.57	0.50
9	네덜란드	1	1	0.19	0.19	1.01
10	한국	1	0	0	0.00	0.50

□ 해양통신기술(B)

- (수중통신기술(BA)) 인용도지수(CPP), 특허영향지수(PII), 시장확보지수(PFS)는 이스라엘이 우위를 보임
- 기술력지수(TS)는 특허건수가 압도적으로 많은 미국이 높게 나타났으며, 한국의 경우, 특허경쟁력 지표는 전반적으로 뒤쳐진 것으로 나타나 질적인 측면에서 취약한 것으로 분석

<표 2-49> 수중통신(BA) 분야 국가별 특허경쟁력 지수

순위	국가	특허등록 수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	25	7.32	1.13	28.15	1.02
2	독일	7	4.14	0.64	4.46	1.25
3	일본	6	7.50	1.15	6.92	0.85
4	프랑스	2	2.00	0.31	0.62	1.03
5	한국	1	6.00	0.92	0.92	0.32
6	이스라엘	1	22.00	3.38	3.38	2.23
7	영국	1	0	0	0	0.96
8	이탈리아	1	7.00	1.08	1.08	0.48
9	캐나다	1	3.00	0.46	0.46	0.32
10	중국	1	0	0	0	0.32

- (해상통신기술(BA)) 시장확보지수(PFS)는 미국이 높게 나타났으나, 전반적으로 특허건 수가 적어 의미있는 분석이 어려움

<표 2-50> 수중통신(BA) 분야 국가별 특허경쟁력 지수

순위	국가	특허등록 수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	1	0	-	-	1.71
2	일본	1	0	-	-	0.86
3	터키	1	0	-	-	0.43

## □ 융합관측기술(C)

- (해양 환경 관측(CA)) 한국 국적의 출원인들의 인용도지수(CPP)는 2.00으로 캐나다 국적의 출원인들의 인용도지수(CPP) 1.83보다 높지만 그 외 비교 대상국의 출원인들보다는 낮음
  - 한국 국적의 출원인들은 비교 대상국 가운데 상대적으로 질적 수준이 낮은 특허를 보유
  - 한국 국적의 출원인들의 특허영향지수(PII)는 0.21로 평균보다 낮은 질적 수준을 가진 특허를 보유하고 있을 가능성이 높은 것으로 판단
  - 기술력지수(TS)는 1.28로 캐나다 및 네덜란드 국적의 출원인들의 기술력지수(TS)보다 높지만 그 외 비교 대상국의 출원인들보다는 낮음
  - 한국 국적의 출원인들의 시장확보지수(PFS)는 0.71로 일본 국적의 출원인들의 시장확보지수(PFS)보다 높지만 그 외 비교 대상국의 출원인들보다는 낮음

<표 2-51> 해양 환경 관측(CA) 분야 국가별 특허경쟁력 지수

순위	국가	특허등록 수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	191	10.15	1.08	206.17	0.91
2	프랑스	27	12.78	1.36	36.70	1.54
3	독일	16	5.88	0.63	10.00	1.06
4	영국	10	11.20	1.19	11.91	2.10
5	일본	10	5.10	0.54	5.43	0.52
6	노르웨이	7	4.14	0.44	3.09	0.90
7	한국	6	2.00	0.21	1.28	0.71
8	캐나다	6	1.83	0.20	1.17	0.74
9	이탈리아	4	8.00	0.85	3.40	1.07
10	네덜란드	3	2.67	0.28	0.85	0.99

- **(생물 환경 관측(CB))** 이스라엘 국적의 출원인의 인용도지수(CPP)는 15.00로 비교 대상국 가운데 가장 높은 것으로 나타남
  - 이스라엘 국적의 출원인들은 비교 대상국 가운데 상대적으로 질적 수준이 높은 특허를 보유하고 있을 가능성이 높음
  - 이스라엘 국적의 출원인들의 특허영향지수(PII)는 2.63으로 가장 높았고 이스라엘 국적의 출원인들은 평균보다 높은 질적 수준의 특허를 보유하고 있을 가능성이 높은 것으로 판단됨
    - 이스라엘 국적의 출원인들 외에도 미국 국적의 출원인들의 특허영향지수(PII)는 평균보다 높은 지수 값으로서, 평균보다 높은 질적 수준의 특허를 보유하고 있을 가능성이 높음
  - 미국 국적의 출원인들의 기술력지수(TS)는 14.35로 비교 대상국 가운데 가장 높은 것으로 나타남. 이에 미국 국적의 출원인들은 비교 대상국 가운데 상대적으로 질적 수준과 양적 수준이 높은 기술력을 가지고 있는 것으로 판단
  - 독일 국적의 출원인들의 시장확보지수(PFS)는 2.05로 비교 대상국 가운데 가장 높은 것으로 나타남
    - 독일 국적의 출원인들은 비교 대상국 가운데 상대적으로 시장확보력이 강한 것으로 판단

<표 2-52> 생물 환경 관측(CB) 분야 국가별 특허경쟁력 지수

순위	국가	특허등록 수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	12	6.83	1.20	14.35	1.05
2	일본	3	4.33	0.76	2.28	0.68
3	프랑스	2	3.00	0.53	1.05	1.28
4	캐나다	1	2.00	0.35	0.35	0.51
5	독일	1	1.00	0.18	0.18	2.05
6	이스라엘	1	15.00	2.63	2.63	0.26
7	이탈리아	1	1.00	0.18	0.18	1.02



- (구조 환경 관측(CC)) 한국 국적의 출원인들의 인용도지수(CPP)는 4.00으로 비교 대상국의 출원인들 중 가장 낮은 것으로 나타남
  - 한국 국적의 출원인들은 비교 대상국들 가운데 상대적으로 질적 수준이 가장 낮은 특허를 보유하고 있을 가능성이 높은 것으로 판단
  - 한국 국적의 출원인들의 특허영향지수(PII)는 0.37로 평균보다 낮은 질적 수준을 가진 특허를 보유하고 있을 가능성이 높음
  - 한국 국적의 출원인들의 기술력지수(TS)는 0.37로 비교 대상국들 가운데 가장 낮은 것으로 나타남
    - 한국 국적의 출원인들은 비교 대상국들 가운데 상대적으로 질적 수준과 양적 수준이 가장 낮은 기술력을 가지고 있는 것으로 판단
  - 한국 국적의 출원인들의 시장확보지수(PFS)는 1.74로 비교 대상국의 출원인들 중 가장 높은 것으로 나타남
    - 한국 국적의 출원인들은 비교 대상국들 가운데 상대적으로 시장확보력이 가장 강한 것으로 판단됨

<표 2-53> 구조 환경 관측(CC) 분야 국가별 특허경쟁력 지수

순위	국가	특허등록 수	CPP	PII	TS	PFS
1	미국	15	11.53	1.07	16.07	0.99
2	이란	1	6.00	0.56	0.56	0.44
3	한국	1	4.00	0.37	0.37	1.74

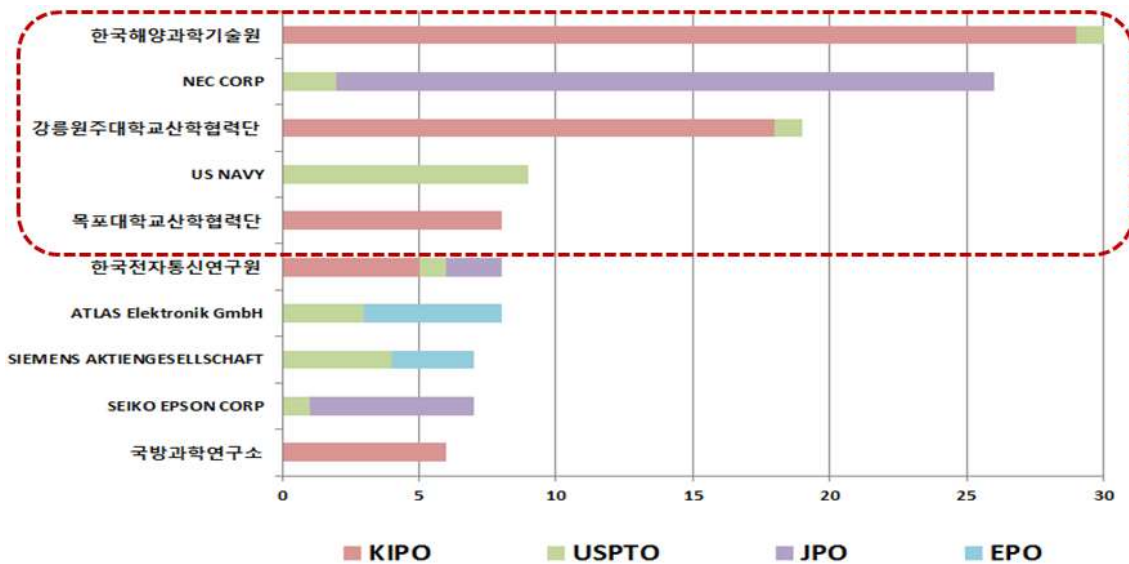
## 5. 주요 출원인의 역점분야 및 공백기술

### □ 해양로봇기술(A)

- 한국이 주도하고 있는 것으로 나타났으며, 다출원 1위로 중국의 Harbin Engineering University이 차지하였고 Harbin Engineering University는 부이로봇(AA), 장거리 AUV(AB), 구난구조작업 및 수산양식 지원 ROV(AC) 및 해양로봇 공통기술(AD) 기술 모두 특허를 출원하고 있는 것으로 파악되며 특히 부이로봇(AA)에 집중하고 있는 것으로 분석
- 상위 2위에 랭크된 한국의 대우조선해양은 부이로봇(AA), 장거리 AUV(AB), 구난구조작업 및 수산양식 지원 ROV(AC) 및 해양로봇 공통기술(AD) 기술 모두 관심을 가지고 있음

### □ 해양통신기술(B)

- 한국의 한국해양과학기술원, 강릉원주대학교가 각각 1,3위를 차지하였고, 일본의 NEC CORP, 미국의 ATLAS US NAVY가 각각 2,4위를 차지하여 다수 특허를 확보하며, 주요 Key Player로 분석됨



[그림 2-39] 해양통신기술(B) 다출원인 분석

## □ 융합관측기술(C)

- 일본(JP) 국적의 출원인인 MITSUBISHI와 한국(KR) 국적의 출원인인 한국해양과학기술원 등이 최다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 일본(JP) 및 한국(KR)이 주도하고 있는 것으로 파악됨
  - 한국(KR) 국적의 출원인은 한국해양과학기술원 외에 대우조선해양, 삼성중공업, 국방과학연구소, 엘아이지넥스원 및 한국생산기술연구원이 다출원 기준 순위 내 진입하고 있는 것으로 조사됨
- 주요 출원인 중 한국(KR) 국적의 출원인인 한국해양과학기술원 및 국방과학연구소는 자국 외 미국에도, 한국생산기술연구원은 자국 외 일본에도 특허를 출원하였음
  - 일본(JP) 국적의 출원인인 IHI 및 FURUNO는 자국 외 미국 및 유럽에도, HITACHI는 자국 외 미국에도 특허를 출원하였음. 그 외 ATLAS ELEKTRONIK, CGG 등이 자국 외 미국, 일본, 유럽 등에 특허를 출원하였음
- 네덜란드(NL) 국적의 출원인인 SEABED GEOSOLUTIONS 및 프랑스(FR) 국적의 출원인인 CGG의 경우 최근 5년 출원 증가율이 높아 보유 특허 기술 중 최근 부상하고 있는 기술의 비중이 높은 것을 판단

## 6. 시장진입 경쟁수준 분석

### 가. 시장별 세부기술 시장점유율 분석(CR4)

- 기술독점 현황분석을 위한 지수 중 하나인 집중률 지수(CRn)을 통해 상위 출원인 4개사의 시장점유율을 살펴봄. 이 분석 보고서에서는 특허점유율을 통해 주요 출원인의 특허점유율로써 집중률 지수를 산정하였음
  - CR(Concentration Ratio) 지표는 상위 몇 기업의 시장점유율을 합한 것으로, CR1, CR2, CR3, CR4 등으로 표시
  - CR1은 시장점유율 1위 기업의 시장점유율을 말
  - CR2는 1위와 2위의 시장점유율을 합한 것이고, CR4는 1~4위의 시장점유율의 합계
  - CR4 지수는 0에 가까울수록 시장의 독과점 수준이 낮으며, 100에 가까울수록 시장의 독과점 수준이 높음
  - 40 또는 45부터 60 사이는 새로운 기술의 적용을 유발시키는 최적의 시장경쟁 상태로 평가

### □ 해양로봇기술(A)

<표 2-54> 해양로봇기술 시장점유율 분석(CR4, %)

소분류 기술	시장점유율(CR4, %)				
	한국	미국	일본	유럽	중국
해양부이로봇(AA)	26.85	18.65	18.82	15.78	11.69
장거리 AUV(AB)	33.78	25	32.08	30.77	30.27
구조·구난 및 해양수산양식지원 ROV(AC)	33.03	33.57	63.63	62.72	27.07
해양로봇 공통기술(AD)	26.61	18.60	16.52	20.78	16.17

- 해양부이로봇(AA), 장거리 AUV(AB), 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 및 중국(SIPO) 시장이 활성화 되지 않은 것으로 나타남
- 구조·구난 및 해양수산양식지원 ROV(AC) 중 구조·구난 ROV시장이 활성화 되지 않은 것으로 조사되었으며, 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO)는 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 나타남

□ 해양통신기술(B)

<표 2-55> 해양통신기술 시장점유율 분석(CR4, %)

소분류 기술	시장점유율(CR4, %)			
	한국	미국	일본	유럽
수중 통신(BA)	63.49	24.00	57.63	55.56
해상 통신(BB)	50.00	100.00	66.67	100.00

- **(수중 통신(BA))** 한국은 전반적으로 63.49%의 점유율을 나타내어 한국의 시장점유율은 최적의 시장 경쟁 상태
  - **(미국(USPTO))** 24%의 점유율을 나타내어 전반적으로 시장 독과점 수준이 낮은 것으로 분석 되었으며, 전 구간에 대해 큰 변화는 없으며, 계속적으로 시장 독과점 수준이 낮은 상태로 유지 전망
  - **(일본(JPO))** 미국보다 높은 57.63%의 점유율을 나타내어 전반적으로 최적의 시장 경쟁 상태로 분석 되었으며, 전 구간에 대해 큰 변화는 없으며, 계속적으로 최적의 시장 경쟁 상태로 유지 전망
  - **(유럽(EPO))** 전 구간에 대해 상위 출원인에 대한 시장 독과점 수준이 높으나 구간별 상위 출원이 상이하어 전반적으로는 55.56%의 점유율을 나타내어 유럽의 시장점유율은 최적의 시장 경쟁 상태로 유지 전망
- **(해상 통신(BB))** 전반적으로는 50%의 점유율을 나타내어 한국의 시장점유율은 최적의 시장 경쟁 상태
  - **(미국(USPTO))** 특허 출원이 존재하는 4 구간에서 100%의 점유율을 나타내어 상위 출원인에 의해 시장 독과점 수준이 높은 상태로 유지 전망
  - **(일본(JPO))** 특허 출원이 존재하는 2 내지 4 구간에서 전 구간에 대해 상위 출원인에 대한 시장 독과점 수준이 높으나 구간별 상위 출원인이 상이하며, 전반적으로는 66.67%의 점유율을 나타내어 일본의 시장점유율은 시장 독과점 수준이 다소 높은 상태로 유지 전망
  - **(유럽(EPO))** 특허출원이 존재하는 3 구간에서 100%의 점유율을 나타내어 상위 출원인에 의해 시장 독과점 수준이 높은 상태로 유지 전망

□ 융합관측기술(C)

<표 2-56> 해양로봇기술 시장점유율 분석(CR4, %)

소분류 기술	시장점유율(CR4, %)			
	한국	미국	일본	유럽
해양 환경 관측(CA)	35.00	21.30	40.86	38.26
생물 환경 관측(CB)	27.13	34.48	37.19	50.00
구조 환경 관측(CC)	14.89	25.00	38.89	40.00

- **(해양 환경 관측(CA))** 유럽(EPO)의 전체 집중률 지수는 38.26으로서, 한국(KIPO) 및 미국(USPTO)보다 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 판단되며, 일본(JPO)의 전체 집중률 지수는 40.86으로서, 새로운 기술의 적용을 유발시키는 최적의 시장 경쟁 상태
- **(생물 환경 관측(CB))** 일본(JPO)의 전체 집중률 지수는 37.19로서, 한국(KIPO) 및 미국(USPTO)보다 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 판단되며, 유럽(EPO)의 전체 집중률 지수는 50.00로서, 새로운 기술의 적용을 유발시키는 최적의 시장 경쟁 상태
- **(구조 환경 관측(CC))** 한국(KIPO), 미국(USPTO) 및 일본(JPO)은 집중화 정도가 거의 없는 시장으로서, 독과점 수준이 낮은 것으로 판단되며, 유럽(EPO)의 전체 집중률 지수는 40.00로서, 새로운 기술의 적용을 유발시키는 최적의 시장 경쟁 상태

## 나. 시장진입 경쟁수준 분석(HHI)

### □ 허핀달-허쉬만 지수(HHI, Herfindahl-Herschman Index)

$$HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2 \quad [S_i = \frac{(n\text{번째 출원인의 출원수})}{(A\text{기술분야의 전체출원수})}]$$

- A 기술분야에 50개의 출원인이 존재하며, 전체 1000건의 특허 출원이 있다고 가정할 때, A 기술분야에 있어서의 허핀달-허쉬만 지수는 상기  $S_i^2$ 의 총합을 의미함

<허핀달 지수에 따른 집중 수준>

분석항목	HHI 범위	경쟁강도	집중 수준 [시장진입 가능성]
완전 자유경쟁 시장 (Perfect competition)	0~100 미만	이론상에만 존재	매우 낮음 [시장진입 용이성 매우높음]
집중화 정도가 거의 없는 시장	100~1,000 수준	구매자 우위의 높은 경쟁강도	중간 ~ 낮음 [시장진입 용이성 높음]
경쟁적 시장	1,000~1,800 사이	규제당국이 목표로 하는 경쟁강도 범위	보통 [시장진입 용이성 보통]
과점적 시장	1,800~4,000	공급자 우위의 낮은 경쟁강도	중간 ~ 높음 [시장진입 용이성 낮음]
독점적 시장	4,000 이상	독점적 경쟁우위 출현	매우 높음 [시장진입 용이성 매우낮음]

<표 2-57> 허핀달 지수에 따른 국가별 HHI 현황

기술분야	HHI 값					
	한국	미국	일본	유럽	중국	전체
해양로봇기술(A)	1,866.05	4,113.49	2,571.92	5,792.86	1,183.72	3,105.61
해양통신기술(B)	1,084.00	1,819.50	1,601.50	5,651.00	-	2,539.00
융합관측기술(C)	383.67	460.00	533.67	2,227.33	-	901.17

- 대분류를 기준으로 HHI지수를 살펴보면 해양로봇기술(A)과 해양통신기술(B)은 시장진입 용이성이 낮은 것으로 나타났고 융합관측기술(C)만이 시장진입 용이성이 높은 것으로 나타남
- 해양로봇과 해양통신기술은 시장진입이 힘들 것으로 보이나 융합관측기술 지원기술로써의 해양로봇 및 해양통신기술을 연구개발 활동 또한 지속되어야 함
  - 해양로봇 및 해양통신 기술은 융합관측의 기술개발 진행에 따라 새로운 분야가 발굴될 것이므로 발굴된 분야를 중심으로 공격적인 연구개발 활동을 통한 시장 선점이 필요함

# 제5절 국내 해양로봇 관련 투자동향 및 중복성 검토

## 1. 해양로봇·ICT융합 관련 R&D 투자동향

### 가. 해양수산부 R&D 동향

#### □ 해양수산부 R&D 추진경과

- 해양수산부 R&D는 1994년 해양분야의 ‘남극 해저지질 조사사업’, 수산분야의 ‘수산실용화기술개발사업’이 최초로 시행됨
  - 2008년 조직개편으로 수산분야 사업은 농림수산부 이관(2010)
- 2005년 해양수산 R&D 관리기관인 해양수산기술진흥원을 설립하고, 해양·수산 분야 47개 중점추진과제 추진을 위한 「해양과학기술(MT) 로드맵」과 2008년 「MT 중장기계획」 수립
- 2013년 해양수산부 부활에 따라 창의형 해양수산 R&D 사업추진방향 정립하고 추진역량을 강화하기 위해 「해양수산 R&D 발전전략」을 마련함
- 2014년 「해양수산과학기술 육성법(안)」을 근거로 '해양수산 R&D 중장기계획'을 수립하여 미래지향적 해양·수산 R&D 투자를 추진함

#### □ 해양수산과학기술의 특성

- 해양수산과학기술은 기초·원천 기술 중심으로 공공성이 강하여 국책과제와 장기 투자가 필요한 연구에 중점 투자되고 있음

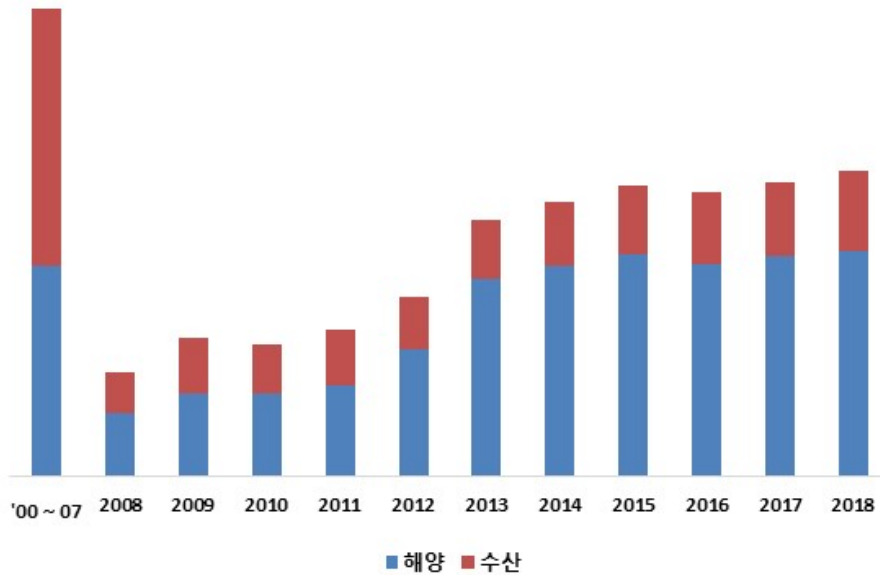
#### □ 해양수산 R&D 투자현황

- 해양수산 R&D 예산은 2008년 2,088억원에서 2018년 6,154억원 규모로 확대
  - 2018년 해양분야 4,535억원(74%), 수산분야 1,610억원(26%)이며, 국가 R&D사업의 3.1%, 해양수산부 전체 예산의 12.2%를 차지함



<표 2-58> 해양수산 R&D 투자현황

(단위 : 억원)



구분	'00~'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	계
해양	4,231	1,274	1,689	1,658	1,851	2,556	3,968	4,261	4,490	4,278	4,440	4,535	39,231
수산	5,181	814	1,101	1,018	1,112	1,074	1,216	1,265	1,377	1,445	1,495	1,610	18,708
합계	9,412	2,088	2,790	2,676	2,963	3,630	5,184	5,526	5,867	5,723	5,935	6,145	57,939
국가 R&D	0	0	123,437	137,014	148,902	160,244	168,777	177,793	188,900	190,942	194,615	196,681	-
해수부 전체	-	-	-	-	-	41,710	42,660	43,796	47,050	48,778	49,297	50,458	-
국가 R&D 예산 대비	-	-	2.8	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.1	3.0	3.0	3.1	-

출처 : 해양수산부(2017.12), 2018년도 해양수산과학기술 육성 시행계획

### □ 사업 및 과제별 예산 현황

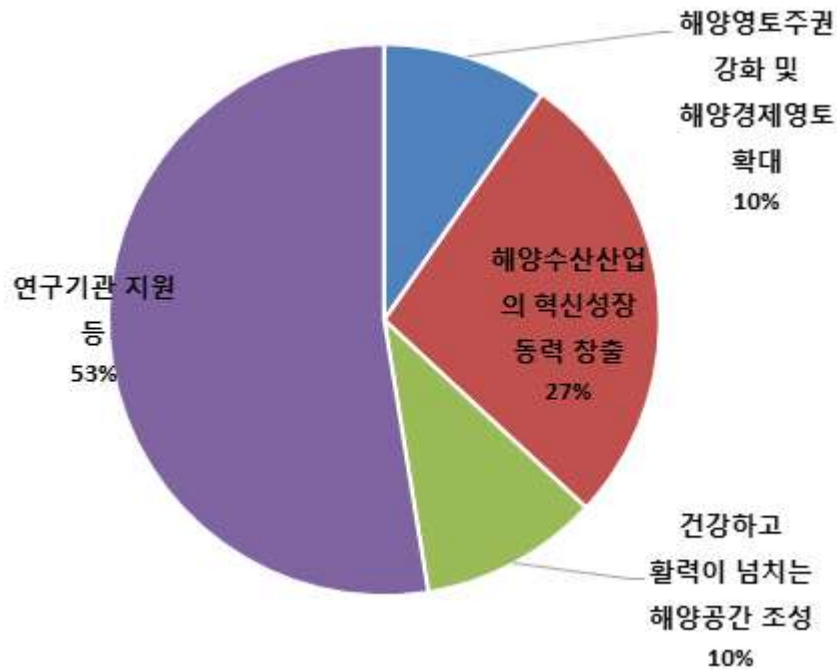
- 해양수산 R&D 예산은 2017년 5,935억원에서 2018년 6,145억원으로 3.5% 증액되었고, 연구기관 지원예산이 3,230억원으로 전체 예산의 53%를 차지함
  - ‘해양영토주권강화 및 해양경제영토 확대’ 596억원(10%), ‘해양수산산업의 혁신성장 동력 창출’ 1,672억원(27%), ‘건강하고 활력이 넘치는 해양공간 조성’ 647억원(10%)

<표 2-59> 사업별 예산편성 내역

(단위 : 억원, %)

구분	'17예산	'18예산	전년대비	
			증감	증감률(%)
<b>해양영토주권강화 및 해양경제영토 확대</b>	<b>683</b>	<b>596</b>	<b>△87</b>	<b>△12.7</b>
해양과학조사 및 예보기술개발	233	203	△30	△12.9
정지궤도복합위성개발	251	211	△40	△15.9
극지 및 대양과학연구	180	161	△19	△10.6
해양과학국제연구	19	21	2	10.5
<b>해양수산업의 혁신성장 동력 창출</b>	<b>1,607</b>	<b>1,672</b>	<b>65</b>	<b>4.0</b>
미래해양자원기술개발	81	58	△23	△28.4
해양청정에너지기술개발	123	150	27	22.0
해양장비개발 및 인프라 구축	411	374	△37	△9.0
첨단항만물류기술개발	73	45	△28	△38.4
해양수산생명공학기술개발	305	302	△3	△1.0
포스트게놈 다부처 유전체	58	58	-	-
미래해양산업기술개발	137	190	53	38.7
LNG 벙커링 핵심기술 개발 및 체계 구축	-	31	31	순증
IMO 선박국제규제 대응기술개발	-	33	33	순증
해양수산기술지역특성화	41	52	11	26.8
수산실용화기술개발	231	192	△39	△16.9
수산전문인력양성	-	5	5	순증
수산식품산업기술개발	51	72	21	41.2
차세대 한국형 어선개발	28	42	14	50.0
Golden Seed 프로젝트	68	68	-	-
<b>건강하고 활력이 넘치는 해양공간 조성</b>	<b>548</b>	<b>647</b>	<b>99</b>	<b>18.1</b>
해양수산환경기술개발	194	206	12	6.2
해양안전 및 해양교통시설기술개발	354	401	47	13.3
안전한 항만 구축 및 관리기술개발	-	40	40	순증
<b>연구기관 지원 등</b>	<b>3,097</b>	<b>3,230</b>	<b>133</b>	<b>4.3</b>
정책연구개발	8	8	-	-
수산연구시설 및 선박관리(수과원)	259	308	49	18.9
수산시험연구(수과원)	304	311	7	2.3
수산생물방역체계 구축(수과원)	81	82	1	1.2
생태계 기반 수산자원 변동 예측기술 개발(수과원)	-	38	38	순증
수산과학원 운영경비 등 6개 사업	474	493	19	4.0
한국해양과학기술원 운영지원	816	851	35	4.3
극지연구소 운영지원	869	835	△34	△3.9
선박해양플랜트 연구소 운영지원	252	272	20	7.9
한국해양수산과학기술진흥원 운영지원	34	32	△2	△5.9
<b>합 계</b>	<b>5,935</b>	<b>6,145</b>	<b>210</b>	<b>3.5</b>

출처 : 해양수산부(2017.12), 2018년도 해양수산과학기술육성 시행계획



출처 : 해양수산부(2017.12), 2018년도 해양수산물과학기술육성 시행계획

[그림 2-40] 2018년 세부내역별 예산편성 비중

- 연구기관 지원예산을 제외하면 해양·수산분야 신산업 창출과 해양의 건강성·안전성 확보 관련 R&D분야는 2017년 대비 예산이 증액됨
  - ‘해양수산업의 혁신성장 동력 창출’의 15개 세부과제 중 5개 세부과제는 예산 감액되었고, ‘건강하고 활력이 넘치는 해양공간 조성’의 3개 세부과제 모두 예산이 증액됨
  - ‘해양영토주권강화 및 해양경제영토 확대’의 4개 세부과제 중 해양과학국제연구를 제외한 3개 세부과제는 예산이 12.7% 감액됨
- 해양수산업의 혁신성장을 위해 지속적인 투자가 이루어져야 하나 해양의 현 상태를 진단하고 해양 관리·보존 강화하기 위한 R&D 또한 지속적으로 투자가 필요함
- 해양 관리·보존 강화를 위한 정책결정을 위해서는 해양관측 및 관측정보 수집·분석 R&D지원을 통해 해양관측정보 신뢰도 제고가 필요함

## 나. 해양수산부 해양로봇·ICT융합 관련 R&D사업

- 해양수산부에서 추진 중인 R&D사업 중 해양로봇·ICT융합 관련 내용이 포함된 사업은 ‘해양장비 및 인프라 구축사업’, ‘극지 및 대양과학연구’, ‘해양과학조사 및 예보기술개발사업’, ‘차세대해양관측위성개발사업’ 등 4개 사업으로 조사됨

### □ 해양장비 및 인프라 구축사업

- **(사업목적)** 해양공간의 이용을 극대화하기 위해 해양 탐사, 해양자원 개발 등을 위한 첨단 해양장비 개발 및 인프라 구축
- **(사업목표)** 해양감시·관측·개발을 위한 핵심기술역량 및 해양플랜트 산업경쟁력 제고
  - 해양 감시·관측·개발 분야 해외장비의 핵심기술 국산화
  - 해양플랜트 연구·산업지원 인프라 구축
- 사업내용
  - **(사업기간)** 2000년~2019년, 2017년까지 3,503억원 투자
  - 해양장비기술개발, 해양플랜트 운영·서비스, 해양개발용 수중건설로봇 개발, 다부처 공동사업 등 4개 내역사업으로 구성
    - 2014년 수중건설로봇사업단, 2015년 다부처 공동사업 신규추진

<표 2-60> 해양장비 및 인프라 구축사업 세부내용

내역사업	세부과제
해양장비기술 개발	• 다목적 지능형 무인선 국산화 개발
	• 수중광역 이동통신시스템 개발
	• 해양음향측심물성 모니터링기기 국산화 개발
	• 항공기탑재용 수심측량장비 국산화 기술개발
	• 동해 실시간 원격 해양탐사를 위한 수중글라이더 운용 네트워크 구축
	• 100ft급 대형 요트 설계 건조기술 개발 및 시제선 건조
	• 분산형 수중관측 제어망 개발
	• 심해 유무인 잠수정 개발 및 운용 인프라 구축
해양플랜트 운영·서비스	• 심해공학수조 운용을 위한 연구 인프라 구축 및 심해플랜트 Pre-FEED 원천핵심 기술개발
	• 해상부유식 LNG병커링 시스템 기술개발
	• 해양플랜트 플로트오버 및 복수 크레인 설치설계 핵심기술개발
	• 해양플랜트산업지원센터 구축 및 운영
수중건설로봇 사업	• 해양개발용 수중건설로봇 개발
다부처 공동사업	• 고신뢰성 무인선 운용기술 개발 및 인프라 구축
	• 중국어선 전자허가증 원격식별시스템 구축

출처 : 한국해양수산과학기술진흥원(2017), 2017년도 해양수산 연구개발사업 시행계획

○ 사업성과

- 해양장비개발 및 인프라구축사업은 통합적 해양환경 정보를 제공하기 위한 원천기술 확보 및 수중 통신의 핵심장비의 국산화 기반 마련
  - ‘실시간 해역 관측시스템 원천기술 확보’ 를 통해 기존 지역적 형태의 관측기술을 광역적 형태의 관측기술로 확장
  - ‘장거리 수중통신 모뎀 설계 기술개발’ 을 통해 장거리 대용량 관련 기술 송수신 채널을 4개까지 확장하고 확산대역 수신기의 신호처리 기술 등의 요소기술 확보
  - 수중 7자유도 유압 매니퓰레이터 설계 및 제작 기술 확보를 통해 유압 구동시스템의 핵심 부품인 액츄에이터 등 요소부품 국산화 완료
- 해양장비개발 및 인프라구축사업은 해양장비 전후방산업 육성 및 해양플랜트 서비스 시장 일자리 창출에 기여함
  - 최근 3년간 해양장비 및 해양플랜트 서비스 부문에서 120명의 연구인력 신규채용
- 해양공간이용 극대화 및 해양탐사·해양자원개발 등을 위한 다양한 해양장비 및 구조물 개발 진행
  - ※ 다관절로봇 크랩스터 개발 및 해양사고현장 구난활동 지원(14년), 무인시험선 아라곤호 건조 및 장애물 회피시험 성공(‘14), 선박유증기 회수설비 개발(13년), 이심이 6000 AUV 개발(12년)

□ 극지 및 대양과학연구

- (사업목적) 극지 빙하, 환경변화 및 미개발된 양극해 해양자원 등 남극 및 북극해에서의 특성화된 연구를 통한 극지과학 기술 발전
- (사업목표) 북극해와 남극대륙의 해저환경도, 지질환경정보 등의 기초자료를 축적하고 남극해의 탄소 흡수 기작 규명 및 대양·한반도 연구를 통한 대양활용기반 구축
- 사업내용
  - (사업기간) 2011년~2020년, 2017년까지 645억원 투자
  - 양극해 활용연구, 장보고 활용 기반기술, 대양활용연구 등 총 3개 내역사업으로 구성
    - 2013년 사업신설, 2014년 사업운영

<표 2-61> 극지 및 대양과학연구 세부내용

내역사업	세부과제
양극해 활용연구	• 북극해 환경변화 통합관측 및 활용연구
	• 북극해 해저자원 환경 탐사 및 활용기술 개발
	• 남극해 탄소저감 최적기능 환경특성연구
	• 남극해 해양보호구역의 생태계구조 및 기능 연구
남극장보고기지활용 기반기술	• 장보고기지 주변 빙권변화 진단, 원인규명 및 예측
	• 남극 빅토리아랜드 지역 지각 진화 및 행성형성과정 연구
대양활용연구	• 북서태평양 해양-대기 상호작용 및 태풍 급 강화 현상 연구
	• 인도양 중앙 해령대 심해열수공 생명시스템 이해

출처 : 한국해양수산과학기술진흥원(2017), 2017년도 해양수산 연구개발사업 시행계획

○ 사업성과

- 극지 및 대양과학연구는 양극해 및 극지 환경변화 및 해양자원 개발을 기초연구로 해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대를 위한 초석 마련
  - 세계최초, 북극 동시베리아해 빙상 흔적 발견(Nature Geoscience(13년)), 국내 최초 캐나다 보포트해 가스 하이드레이드 탐사(14년)

□ 해양과학조사 및 예보기술개발사업

- (사업목적) 한반도 주변해역 관할권 강화 및 해양영토의 효율적 관리를 위한 해양과학조사 및 해양예보 기술개발
- (사업목표) 국민안전, 해양주권 강화, 산업발전에 기여하는 해양과학조사 및 예보체계 구축
  - 해양예보 정확도 :75→ 80%
  - 해양과학조사 자료 체계적 활용 방안 구축
  - 한국형 연안침식 수치모델 개발 및 보급
- 사업내용
  - (사업기간) 1994년~2020년, 2017년까지 3,828억원 투자
  - 해양관측 인프라 구축, 해양과학조사 연구, 연안침식관리 등 총 3개 내역사업으로 구성

<표 2-62>해양과학조사 및 예보기술개발사업 세부내용

내역사업	세부과제
해양관측 인프라 구축	• 종합해양과학기지 구축 및 활용연구
	• 운용해양(해양예보)시스템 연구
	• 정지궤도 해양위성 활용 연구
	• 연안이상현상(이상고파,이안류) 발생원인 규명 및 대응체계 구축
	• 국가 해양영토 광역 감시망 구축 기반연구
	• 위성기반 한반도 주변해역 해양탄소 추정모델 개발
해양과학조사 연구	• 국제해저지각시추사업(IODP)
	• 동해 심층해수 및 물질 순환 기작규명
	• 관할해역 해양지질 및 지구조연구
	• 관할해역 해양정보 공동활용 체계구축
	• 서해 연안 지질 위험요소 연구
연안침식관리	• 연안침식대응기술개발

출처 : 한국해양수산과학기술진흥원(2017), 2017년도 해양수산 연구개발사업 시행계획

○ 사업성과

- 해양과학조사 및 예보기술개발사업은 해양관측조사 인프라 구축을 통한 해양영토의 효율적 관리에 기여
  - 해양예보 수치모델시스템 결과물 국립해양조사원 및 해경 이관
- 해양관할권 확보를 위한 과학적 지식 축적 및 글로벌 해양과학연구 확대
  - 전 세계 시추 시료 및 자료 공동연구를 통한 유명학술지 논문 게재
- ※ 해양영토관리 역량강화를 위한 사업이며 기초연구성격의 과제 다수 포함

□ 차세대해양관측위성개발사업

- (사업목적) 차세대 해양관측위성 개발을 통한 한반도 주변해역의 첨단 해양관측체계 구축
- 사업목표
  - 해양탐재체의 성능·환경시험 완료 후 계획된 궤도 진입 및 초기 운영
  - 해양탐재체 통합자료처리시스템 개발 및 초기 운영
- 사업내용
  - (사업기간) 2012년~2019년, 2016년까지 678억원 투자
  - 정지궤도 복합위성 해양탐재체 개발, 해양탐재체 통합자료처리시스템 개발 등 총 2개 내역사업으로 구성
  - ※ 다부처 사업인 ‘정지궤도복합위성개발’의 세부사업

<표 2-63> 차세대해양관측위성개발사업 세부내용

내역사업	세부과제
정지궤도복합위성 해양탐재체 개발	• 정지궤도복합위성 해양탐재체 개발
해양탐재체 통합자료처리시스템 개발	• 해양탐재체 통합자료처리시스템 개발

출처 : 한국해양수산과학기술진흥원(2017), 2017년도 해양수산 연구개발사업 시행계획

○ 사업성과

- 차세대해양관측위성개발사업은 2017년 천리안위성 임무종료에 따른 후속위성인 천리안위성 2B호(해양/환경)에 탑재할 해양탐재체 개발로 해양탐재체로부터 위성영상을 수신하여 처리·배포하는 통합자료처리시스템 개발을 진행
  - 해양탐재체에 대한 성능,환경,검보정 시험 등 검증
  - 해양탐재체 통합자료처리시스템 구현 및 지상국 인프라 구축 착수

<표 2-64> 해양수산부 해양로봇·ICT융합 관련 R&D사업 현황

구분	해양장비 및 인프라 구축사업	극지 및 대양과학연구	해양과학조사 및 예보기술개발사업	차세대해양관측 위성개발사업
사업기간	2000년~2019년	2011년~2020년	1994년~2020년	2012년~2019년
사업목표	해양감시·관측·개발을 위한 핵심기술역량 및 해양플랜트 산업경쟁력 제고	북극해와 남극대륙의 해저환경도, 지질환경정보 등의 기초자료를 축적하고 남극해의 탄소 흡수 기작 규명 및 대양·한반도 연구를 통한 대양활용기반 구축	국민안전, 해양주권 강화, 산업발전에 기여하는 해양과학조사 및 예보체계 구축	차세대 해양관측위성 개발을 통한 한반도 주변해역의 첨단 해양관측체계 구축
해양로봇·ICT융합 관련 주요내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다목적 지능형 무인선 개발</li> <li>• 수중 통신시스템 개발</li> <li>• 수중글라이더 운용 네트워크 구축</li> <li>• 수중건설로봇 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 북극해 환경변화 통합관측 및 활용연구</li> <li>• 북극해 해저자원 환경 탐사 및 활용기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종합해양과학기지 구축 및 활용연구</li> <li>• 국가 해양영토 광역 감시망 구축 기반연구</li> <li>• 관할해역 해양정보 공동활용 체계구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 탐재체 통합자료처리시스템 개발</li> </ul>

출처 : 한국해양수산과학기술진흥원(2017), 2017년도 해양수산 연구개발사업 시행계획



## 다. 타부처 R&D 동향

### □ 로봇산업클러스터구축사업(산업통상자원부)

- (사업목적) 인프라 구축 및 상용화기술개발 지원을 통해 의료, 사회안전, 제조분야 로봇 산업 육성
- 사업내용
  - (사업기간) 2012년~2017년 5년간 총 2,328억원 투자(국비 1,621 / 지방비 454 / 민자 253)
    - 기반조성 : 1,151억원(국비 679 / 지방비 454 민자 18)
    - 연구개발 : 1,177억원(국비 942, 민자 235)
  - 로봇혁신센터 및 로봇협동화팩토리 구축, 장비 구축, 기술사업화촉진지원, 로봇창업 맞춤형지원, 상용화기술개발 등 5개 분야로 구성

<표 2-65> 로봇산업클러스터구축사업 세부내용

내역사업	세부과제	지원범위
센터 구축	로봇혁신센터 및 로봇협동화팩토리 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건축 연면적 11,313.02m<sup>2</sup></li> <li>• 로봇혁신센터 1동(지상5층, 지하1층), 연면적 9,585.82m<sup>2</sup></li> <li>• 로봇협동화팩토리 1동(지상1층), 연면적 1,727.2</li> </ul>
장비 구축	로봇혁신센터	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로봇 설계/해석 지원</li> <li>• 로봇 개발검증 지원</li> </ul>
	로봇협동화 팩토리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로봇 시제품/시작품 제작 지원</li> <li>• 단정밀기기 활용 지원</li> </ul>
	표준시험 인증센터	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 표준화지원/시험평가/인증</li> <li>• 전자기적합성 시험</li> <li>• 성능평가</li> <li>• 신뢰성평가</li> </ul>
기술사업화 촉진지원	로봇기술제품화지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개발 완료된 로봇제품(부품 및 부분품 포함)기술의 제품화 지원</li> </ul>
	로봇기술이전을 위한 사업화검증지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연구기관·대학 등의 제품화 가능한 기술의 기업 이전에 수반되는 사업화 검증지원</li> </ul>

로봇창업 맞춤형지원	창업지원금	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신규채용인력 인건비</li> <li>• 신규 로봇제품(부품 및 부분품 포함) 기술의 제품화 지원 비용</li> <li>• 창업준비활동비(특허·산업재산권 출원비, 시험분석 및 인증비)</li> </ul>
	입주공간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 벤처창업지원실 1실 지원 : 6개월 입주 무상</li> </ul>
	장비활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RP, CNC, 레이저커팅기 등 장비 활용 지원</li> </ul>
	멘토링 스쿨	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 성공한 창업 CEO 강의(창업가 정신과 창업마인드 고취 및 아이디어 창업 성공사례)</li> <li>• 창업진흥원 등 창업지원 기관 전문가 강의(창업 프로세스)</li> <li>• 지식재산 및 창업지원 전문가, 회계사 등 강의</li> </ul>
	특화프로그램	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특허 및 실용신안 출원 교육</li> <li>• 장비활용 및 시제품 제작 교육</li> <li>• 홍보·마케팅 교육</li> <li>• 데모데이 등</li> </ul>
상용화기술개발	중소제조 지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 섬유공정로봇, 뿌리산업공정 로봇, 정밀연마 공정, 안경테 제조공정 로봇</li> </ul>
	사회안전	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재난·재해용 로봇, 사회 인프라용 로봇</li> </ul>
	의료, 헬스케어 (수술용 로봇 제외)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재활훈련용 로봇, 이동보조용 로봇, 기타의료 보조용 로봇</li> </ul>
	부품·모듈 상품화 (SoC, 제어기분야 제외)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로봇용 센서 및 모듈, 로봇용 구동 모듈</li> </ul>

출처 : 한국로봇산업진흥원(www.kiria.org)

- **(사업성과)** 로봇산업클러스터구축사업은 의료, 사회안전, 제조분야 로봇분야 지원을 통해 해당분야 산업기반 강화에 기여
  - 로봇기술을 이용한 인공치아 생산시스템 상품화('13), 경로추적용 전방향 무인이송장치 시제품 제작('14), 이동형 로봇을 위한 제어기 내장형 SMART In-Wheel 모터 제작('15), 이동 로봇 자동 충전 스테이션 제품화('16)

#### □ 로봇산업핵심기술개발사업(산업통상자원부)

- **(사업목적)** 로봇 분야 첨단 융합제품, 부품·원천기술 개발을 집중 지원하여 산업경쟁력을 제고하고 미래 신산업을 육성
  - 로봇분야 첨단융합제품·부품·원천기술의 확보로 사업화를 촉진하고, 로봇기술의 경쟁력 확보를 통한 세계시장 점유율 10%까지 확대

○ 사업내용

- (사업기간) 2009년~2020년, 2016년까지 5,415억원 투자
- 5대 유망품목 선정을 통한 로봇 융합제품 개발 및 원천기술, 핵심부품플랫폼 기술개발 지원

<표 2-66> 로봇산업핵심기술개발사업 세부내용

분야	세부내용
로봇 융합제품개발	• 미래 환경·산업수요 대응을 위한 차세대 제조로봇, 전문서비스 로봇 등 개발
로봇 원천기술·부품개발	• 구동기, 센서, 제어기 등 로봇 상용화에 핵심적인 로봇 핵심부품 개발지원 • 로봇 원천기술의 공용활용 촉진을 통하여 플랫폼/서비스 업체의 시장창출 가속화

출처 : 산업통상자원부(2017), 로봇산업원천기술개발사업 자체평가보고서

5대 유망품목

<b>첨단제조 로봇시스템</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 맞춤·유연생산 차세대 제조로봇</li> <li>• 협업·양팔로봇 등</li> </ul>
<b>무인이송</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이송·물류작업 스마트화</li> <li>• 제조, 물류 무인이송 로봇</li> </ul>
<b>의료재활 로봇</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수술, 간호간병, 재활로봇</li> <li>• 고령화 대응 실버 로봇</li> </ul>
<b>안전로봇</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고난도·고위험작업 수행</li> <li>• 경계·환경감시 로봇시스템</li> <li>• 재난방재 로봇시스템</li> </ul>
<b>소셜로봇</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 기술 융합 서비스 로봇</li> <li>•接客·홍보·안내·홈서비스</li> </ul>

원천기술 + 플랫폼기술

<b>이동지능</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율주행</li> <li>• 센서기반 위치인식</li> <li>• 비전기반 위치인식</li> </ul>
<b>작업지능</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정리정돈을 위한 경량물 조작</li> <li>• 지능기반 물체인식</li> </ul>
<b>HRI(Human-Robot Interaction)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생체신호 인터페이스</li> <li>• DB기반 대화기능</li> <li>• 인공피부</li> </ul>
<b>액추에이터 (부품모듈)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신소재 액추에이터</li> <li>• 생체형 액추에이터</li> </ul>
<b>플랫폼</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SW플랫폼</li> <li>• HW플랫폼</li> </ul>

출처 : 산업통상자원부(2017), 로봇산업원천기술개발사업 자체평가보고서

[그림 2-41] 로봇산업핵심기술개발사업 중점분야

- (사업성과) 로봇산업핵심기술개발사업은 원천기술 및 부품개발에 과제 지원을 확대를 통한 로봇부품의 국산화 및 저가화에 기여
  - 로봇 원천기술 개발을 통한 미래 로봇 시장의 기술 선점 및 우수특허 확보

## □ 기상예보기술개발사업(기상청)

### ○ 사업목적

- 기상예보 및 기상관측 분야 목적기초연구
- 미래지향 연구분야 발굴 및 국가 현안문제 대응 지원

### ○ 사업내용

- (사업기간) 2001년~계속, 2016년까지 826억원 투자
- 기상예보기술개발, 기상관측기술개발, 미래지향 연구분야 발굴 및 현안문제 대응 등 3개 분야로 구성

<표 2-67> 기상예보기술개발사업 세부내용

내역사업	세부과제
기상예보기술개발,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 안전하고 경제적인 항행 항공예보기술개발</li> <li>• 이상파랑 감시 모니터링 및 예보기술개발</li> <li>• 관측 자료의 수치예측 민감도 평가를 위한 과학적 도구 개발</li> <li>• 통계-역학 기반의 태풍 활동 중장기 분석 및 예측</li> <li>• 이안류 발생 예측 시스템 구축</li> <li>• 국지예보모델의 성능개선을 위한 앙상블 기법 개발</li> </ul>
기상관측기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위성자료의 기후활용을 위한 지구 물리 변수 산출 및 분석</li> <li>• S밴드 이중편파레이더를 이용한 강수계 분석 및 한국의 지형효과를 고려한 레이더 강수량 예측 기술개발</li> <li>• 해양기상 변동성 분석 및 실시간 고도화 연구</li> <li>• 관측기기 검·교정 기술 고도화</li> <li>• 강수관측 정확도 평가기술 개발</li> </ul>
미래지향 연구분야 발굴 및 현안문제 대응	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기상기후역사자료의 수집과 활용방안 연구</li> <li>• 도시맞춤형 대기환경모델을 이용한 기상 조건별 대기오염 노출인구평가 시스템개발</li> </ul>

출처 : 기상청(2014), 기상기술개발사업 자체평가보고서

### ○ 사업성과

- 기상예보기술개발사업은 과거 수십 년간의 태풍활동을 분석하고 이와 관련된 대기·해양장의 중장기 변동성을 이해함으로써 태풍중장기예보 시스템을 개발하고 현업화 지원
- 이상 파랑의 발생기작 및 추출/전파 기술을 개발하고 대기 및 해양수치모델을 이용한 예측 시스템을 구축하여 예보업무에 활용
- 국지기후 예보를 위한 초고해상도 지면정보 데이터베이스 구축

□ 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업(기상청)

- 사업목적
  - 기후변화대응 전략수립을 위한 기후변화과학 기초정보 생산 및 제공
  - 기후변화 감시·예측기술 개발을 통한 기후변화 과학정보 정확도 향상
- 사업내용
  - (사업기간) 2009년~계속, 2016년까지 554억원 투자
  - 기후변화감시분석기술개발, 기후변화 예측기술개발 등 2개 분야로 구성

<표 2-68> 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업 세부내용

내역사업	세부과제
기후변화 감시/분석 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화 원인물질 감시 기술개발</li> <li>• 기후변화 원인물질별 기작규명 및 기여도평가 기술개발</li> <li>• 탄소추적시스템 원천기술 개발 지원</li> <li>• 선진 기후·기후변화 감시정보 생산·활용기술개발</li> </ul>
기후변화 예측 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후시스템 변동성 분석 기술개발</li> <li>• 지구시스템모델 구축 및 기후변화시나리오 생산 기술개발</li> <li>• 기후예측정보 생산 기술개발</li> <li>• 선진 기후예측정보 생산·활용 기술개발</li> </ul>

출처 : 기상청(2014), 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업 자체평가보고서

- 사업성과
  - 국가연구개발사업 우수성과 100선으로 2개의 사업선정
    - 역학 및 통계적 기법을 결합한 한반도 상세 기후변화 정보 생산 기술 개발(2013)
    - 가뭄전망정보 생산기술 개발 및 제공 시스템 구축(2014)

## 2. 해양장비개발 및 인프라구축사업의 성과분석

### 가. 사업개요

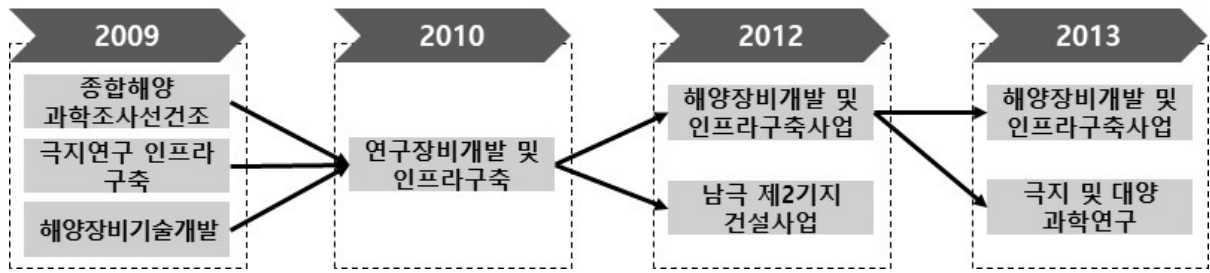
- **(사업목적)** 해양공간의 이용을 극대화하기 위해 해양탐사, 해양자원개발 등을 위한 첨단 해양장비 개발 및 인프라 구축
- **(전략목표)** 해양감시·관측·개발을 위한 핵심기술역량 및 해양플랜트 산업 경쟁력 제고
- **(성과목표)** 첨단장비 핵심기술 및 해양플랜트 인프라 구축
- **(사업내용)** 해양장비개발 및 인프라 구축 사업은 해양장비기술개발, 해양플랜트 운영·서비스, 해양개발용 수중건설로봇 개발 및 다부처 공동사업을 포함한 총 4개의 내역 사업으로 구성되어 추진 중
  - **(해양장비기술개발)** 수중·심해저 등의 관측·탐사를 위한 장비, 해양레저 장비 개발 등을 통해 관련 산업 육성
  - **(해양플랜트 운영·서비스)** 해양플랜트 산업 전주기 경쟁력 확보를 위해 해양플랜트 운영, 기자재 인증체계 구축, 서비스산업 등 해양플랜트 운영·서비스 R&D 지원
  - **(해양개발용 수중건설로봇 개발)** 수중 건설로봇 공통핵심 기술개발, 해저 중작업용 트랙식 로봇 작업 플랫폼 개발 등 수중건설 로봇 핵심원천기술의 국산화를 통해 관련 장비산업 저변 마련
  - **(다부처 공동사업)** 부처 간 협업을 통한 기술역량 강화
- **(사업기간 및 사업비)** 2000년~2019년, 2016년까지 기 투자액 3,092억원

<표 2-69> 해양장비개발 및 인프라구축사업 예산

(단위 : 백만원)

내역사업	2014년 까지	2015년 예산	2016년 예산		
			계속	신규	합계
해양장비기술개발	193,250	10,907	17,060	-	17,060
해양플랜트 운영·서비스	14,250	19,200	20,024	-	20,024
해양개발용 수중로봇건설	9,000	12,600	11,008	-	11,008
다부처 공동사업	-	800	800	300	
합계	216,500	43,507	48,892	300	49,192

출처 : 해연수산부(2016), 해양수산기술 연구개발사업 시행계획

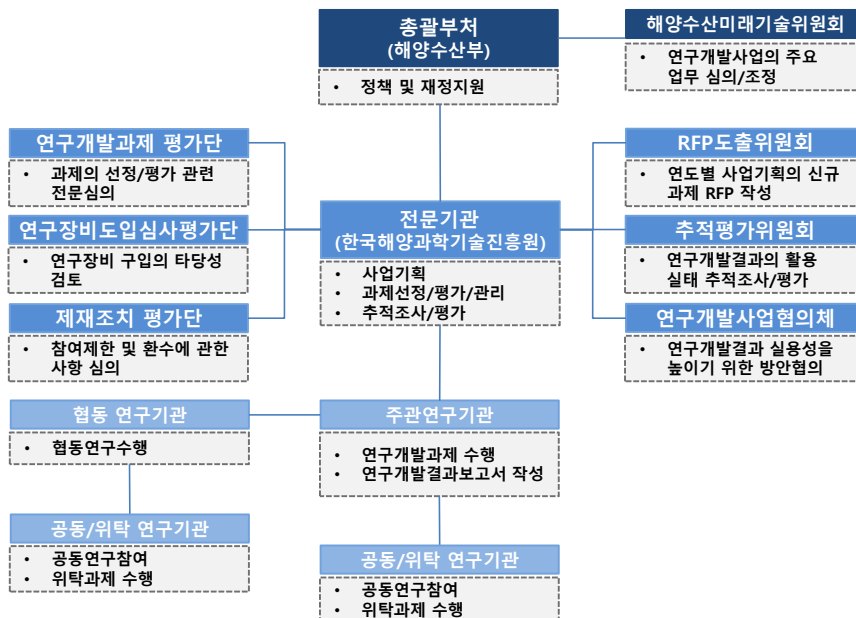


[그림 2-42] 해양장비개발 및 인프라구축사업 개편 현황

## 나. 사업추진 체계 및 절차

### □ 추진체계

- 주무부처 및 전문기관, 연구기관 및 위탁연구기관 등으로 구성되어 있으며, 각각의 역할분담에 따라 유기적인 협력체계로 운영
  - 총괄부처(해양수산부)는 사업의 총괄기획 및 정책과의 연계성 등을 종합적으로 검토하며, 관련 규정에 의거하여 해당업무를 수행
  - 전문기관(한국해양과학기술진흥원)은 연구개발사업의 기획·평가·관리를 전담하며, 평가단과 위원회 등을 운영하며 전문적·효율적으로 사업을 운영



[그림 2-43] 사업 추진 체계

## □ 추진절차

- 해양수산부에서 시행계획과 관련한 일련의 사항을 추진한 이후, 한국해양과학기술진흥원에서 사업/과제의 공고·접수·선정 프로세스를 거쳐 주관연구기관에서 최종적으로 과제 진행
  - 해양수산부에서는 사업을 기획 및 변경하고 이에 따른 추진계획을 확정하여 사업시행을 공고하며, 연구개발사업의 합리적 추진을 위해 매년 외부 환경변화에 따라, 필요 시 관련 규정을 개정
  - 사업추진방향이나 분야별 예산지원 계획등을 포함한 당해연도 사업 시행계획을 수립하여, 미래기술위원회에서 시행계획을 심의하여 최종적으로 시행계획을 확정함
- 한국해양과학기술원은 사전검토, 전문가평가, 정책부합성 평가, 전문기관 조정 및 협의를 통해 과제를 선정하고, 연구개발 진도관리 및 중간·최종 평가 진행
  - 연구개발이 종료되면, 성과활용 결과보고를 통해 사업결과를 신규 연구사업/과제로 반영

## 다. 목표대비 달성도

- 해양장비개발 및 인프라구축 사업의 1단계 (2014~2016)의 성과지표는 총 4개이며, 핵심제품성능, 계획대비 인프라구축률 및 현장실증 요구사항 분석서 3개 지표는 100% 목표치를 달성하였으며, 특허의 질적우수성 지표의 달성도는 94.6%
  - (핵심제품성능 목표 달성도) 60을 목표치로 설정하였으며, 달성치는 100으로 조사되어, 목표치 달성
  - (특허의 질적 우수성) 목표치는 SMART 총점 평균 4.29이나, 달성치는 4.06으로 계획대비 달성률이 94.6%로 산출
  - (계획대비 인프라 구축률) 구축률 목표치 100 대비 달성치도 100으로 조사
  - (현장실증 요구사항 분석서) 목표치 및 달성치가 각각 3건으로 100% 목표치 달성

<표 2-70> 목표대비 달성도

지표명	지표구분	목표치	달성치	달성도
핵심제품성능 목표 달성도	질적지표	60	100	100.0%
특허의 질적 우수성	질적지표	4.29	4.06	94.6%
계획대비 인프라 구축률	질적지표	100	100	100.0%
현장실증 요구사항 분석서	양적지표	3	3	100.0%



## 라. 과학적 성과

### □ 논문

- **(양적)** 최근 3년간 SCI 논문을 비롯한 비SCI 논문의 양적성장이 매우 큰 폭으로 이루어졌으며, 2016년 SCI 논문은 19건, 비SCI논문은 184건이 게재됨
  - **(SCI)** 최근 3년간 총 37건의 논문이 게재되었으며, 실적이 지속적으로 증가하여 최근 3년간 연평균 성장률이 78.0%에 달함
  - **(비SCI)** 2014년부터 2016년까지 총 233건의 게재실적이 나타났으며, 2016년의 논문건수가 184편에 달하는 등, 196.0%의 매우 높은 연평균 성장률을 보임
- **(질적)** 3년 평균 mrrIF 는 52.5 로, 2014년 이후 매년 질적수준이 향상되어 음

<표 2-71> 논문 양적&질적 성과

구분		성과제출년도			합계	평균	CAGR
		2014	2015	2016			
양적	SCI 논문 (건)	6	12	19	37	12.3	78.0%
	비SCI 논문 (건)	21	28	184	233	77.7	196.0%
질적	mrrIF	45.9	53.1	53.5	-	52.5	8.0%

- **(효율성)** 최근 3년 평균 투입 10억원 당 SCI 논문 수는 0.3건으로 국가연구개발 사업 평균인 2.0 대비 다소 낮으며, 이는 사업종료 시점이 임박함에 따라 사업초기 시점에 주요하게 발생하는 산출성과인 논문 성과가 감소되는 것으로 추정됨

<표 2-72> SCI 논문 효율성

(단위 : 건)

구분	2014	2015	2016	평균
해양장비개발및인프라구축	0.2	0.3	0.4	0.3
국가연구개발사업	2.0 <sup>24)</sup>	-	-	2.0

24) 국가연구개발사업 예산 : 17조 7,793억원, SCI논문건수 : 35,330건

□ 학술대회

- 2014년부터 3년간 국제학술대회 실적은 총 81건, 평균 27.0건이며, 국내학술대회 참가 실적은 총 229건, 평균 76.3건으로 집계됨
  - (국제) 연평균 성장률이 5.8%로, 매년 약 30건 미만의 실적이 발생되며,
  - (국내) 2014년 및 2016년 성과는 각각 63건이나, 2015년에는 100건이 넘는 성과가 발생

<표 2-73> 학술대회 성과

구분	성과제출년도			합계	평균	CAGR
	2014	2015	2016			
국제학술대회 (건)	25	28	28	81	27.0	5.8%
국내학술대회 (건)	63	103	63	229	76.3	0.0%

□ 국내·외 회의참여

- 최근 3년간 국내외 회의참여 실적의 양적팽창이 이루어졌으며, 2016년 국내회의참여 실적은 42건, 국제회의참여실적은 10건으로 확인됨
  - (국제) 최근 3년간 총 21건의 국제회의 참여실적이 확인되었으며, 최근 연평균 성장률이 41.4%에 달하는 등, 비교적 높은 성장세를 나타냄
  - (국내) 2014년부터 2016년까지 총 109건의 국내 회의에 참여하였으며, 2014년 이후 매년 실적이 2014년 대비 약 2배 가량 큰 폭으로 증가됨

<표 2-74> 회의참여성과

구분	성과제출년도			합계	평균	CAGR
	2014	2015	2016			
국제회의참여 (건)	5	6	10	21	7.0	41.4%
국내회의참여 (건)	23	44	42	109	36.3	35.1%

□ 포상 및 수상

- 2016년 ‘심해유무인 잠수정 기술개발 및 운용인프라 구축’ 과제를 통해 2건의 우수논문 수상 실적이 발생됨
  - ‘동해권 실시간 원격 해양탐사를 위한 수중 글라이더 운용 시스템 개발’ 및 ‘다관

절 복합이동 해저로봇’ 과제에서 각각 1건의 우수논문상을 수상

- 2014년에는 ‘수중 무선통신 시스템 개발’ 과제를 통해 발생한 ‘양방향 수중 통신 단말기 개발’ 성과가 국가연구개발 우수성과 100선에 선정

<표 2-75> 포상 및 수상 성과

(단위 : 건)

수상 종류	수상자	수상년월
우수논문발표상	한국수중·수상로봇기술연구회	2016.04
최우수논문발표상	(사)한국해양 정책학회	2016.12
우수논문발표상	한국수중수상로봇기술연구회	2016.04
우수논문상	대한기계학회	2016.05
2014 올해의 청소년 교양도서선정	대한출판문화협회	2014.12
국가연구개발 우수성과	미래창조과학부	2014.07

## 마. 기술적 성과

### □ 특허

- (양적) 최근 3년간 특허 성과 성과를 살펴보면, 출원특허 114건으로 등록특허 31건대비 약 4배가량 높으나, 등록특허의 연평균 성장률이 60.4%로 출원특허의 27.9%를 매우 큰 폭으로 상회
  - (등록) 최근 3년간 등록특허의 평균 건수는 연간 10.3건이며, 2016년에는 전년대비 300% 성장한 18건의 실적이 확인됨
  - (출원) 출원특허의 3년간 평균 건수는 38.0건이며, 2016년 성과는 전년대비 200% 성장한 54건의 특허가 출원됨
- (질적) 양적 성과의 트렌드와 동일하게 2015년에 SMART 총점평균 3.83의 가장 낮은 실적을 나타내고 있으며, 2016년 다시 플러스 성장세로 전환되어 4.06의 점수를 획득

<표 2-76> 특허 양적·질적 성과

구분		성과제출년도			합계	평균	CAGR
		2014	2015	2016			
양적	등록특허 (건)	7	6	18	31	10.3	60.4%
	출원특허 (건)	33	27	54	114	38.0	27.9%
질적	SMART 총점평균	4.43	3.83	4.06	-	4.11	-4.2%

- (효율성) 최근 3년간 투입 10억원 당 등록특허의 평균건수는 0.3건으로 국가연구개발사업의 0.9건 대비 다소 효율성이 낮게 확인됨

<표 2-77> 등록특허 효율성

(단위 : 건)

구분	2014	2015	2016	평균
해양장비개발및인프라구축	0.2	0.1	0.4	0.3
국가연구개발사업	0.9 <sup>25)</sup>	-	-	

## □ 기타지재권

- 실용신안 3건(스토퍼를 활용한 고정밀도 유체하중 계측장치, 방현재 하중 계측장치) 및 디자인 3건(130ft 요트, 수중로봇 및 수중로봇 스크류)의 지식재산권 성과가 발생됨

<표 2-78> 기타지재권 성과

성과년도	구분	발명의 명칭	출원등록기관
2015	실용신안	스토퍼를 활용한 고정밀도 유체하중 계측장치	선박해양플랜트연구소
2015	실용신안		한국해양과학기술원
2015	실용신안	방현재 하중 계측 장치	한국해양과학기술원
2015	디자인	수중로봇(스크류)	한국해양과학기술원
2015	디자인	수중로봇	한국해양과학기술원
2016	디자인	130ft 요트	(주)푸른중공업

25) 국가연구개발사업 예산 : 17조 7,793억원, 등록특허건수 : 16,863건

□ 기술료

- 최근 3년간 총 4건의 기술실시를 통해 1억 4천만원의 기술료 납부 실적 발생

<표 2-79> 기술료 성과

성과년도	기술실시내용	기술실시대상 기관명	기술료 (백만원)
2015	선박 유증기 처리 멤브레인 설비 설계 및 운용에 관한 기술	스페클립스	-
2016	선박 유증기 처리 멤브레인 설비 설계 및 운용에 관한 기술	엔케이	50
2016	무인선 EO/IR 카메라시스템설계제작 및 임무연동기술	레베산업	30
2016	레이저 유도 플라즈마 분광 기술	새론에스엔아이	60

□ 시제품제작

- 총 5개의 과제에서 8건(2014년 3건→2015년 3건→2016년 2건)의 시제품 제작 성과 발생
  - ‘해양음향 측심 물성 모니터링 기기 국산화 개발’ 과제를 통해 3건의 테스트용 시제품 제작 진행
  - ‘수중광역 이동통신 시스템 개발’ 과제에서는 2015년 이후 매년 1건의 장거리 통신 모뎀 시제품 제작
  - ‘심해 유무인 잠수정 기술개발 및 운용인프라 구축’ 과제에서는 압력센서 모듈 및 고압 Seal 성능시험 장치 제작
  - ‘다목적 지능형 무인선 국산화 개발’ 과제에서는 다목적 지능형 무인선 2차 시제품 제작

<표 2-80> 시제품 제작 성과

성과년도	세부과제명	시제품 명칭
2014	해양 음향 측심 물성 모니터링 기기 국산화 개발	테스트용 신호처리부
2014		테스트용 64CH Receiver
2014		테스트용 455kHz Projector
2015	수중광역이동통신시스템개발	장거리 통신 모뎀 시제품
2015	심해 유무인 잠수정 기술개발 및 운용인프라구축	CTD 측정기용 700bar급 압력센서 모듈
2015		해수펌프용 고압 seal 성능시험 장치
2016	수중광역이동통신시스템개발	장거리 통신 모뎀 시제품
2016	다목적 지능형 무인선 국산화 개발	다목적 지능형 무인선 2차 시제품

## 바. 사회적 성과

- 2014년 남극 제 2기지 건설 완공에 따라 주요 매체를 통한 홍보건수가 173건으로 매우 높게 나타났으며, 이후 약 20건 미만의 홍보성과가 발생되고 있음
- 매체별로는 인터넷이 76건으로 가장 높고 일간지 55건, TV 38건, 잡지 20건 순으로 홍보 건수가 높은 것으로 확인됨

## 사. 인프라 성과

- 해양플랜트 산업지원센터 구축과제를 위해 2015년에 건축설계를 완료하고 조달청 계약을 완료하여 센터 구축에 착수하였으며, 2016년 계획상 인프라 구축 목표 대비 실 구축률은 100.0%로 확인됨
  - 해양플랜트 산업지원센터 인프라 구축을 통해 해양플랜트 설계/엔지니어링 핵심기술 기반 구축 및 대형-중소형 기업의 동반성장 생태계 조성의 효과가 기대됨

<표 2-81> 인프라 성과

(단위 : 건)

성과년도	인프라 구축명	달성도	기대효과
2015	해양플랜트산업 지원센터구축	100.0%	• 해양플랜트산업지원센터 건축설계 완료 해양플랜트산업 지원센터 건축 조달청 계약 및 착수
2016	해양플랜트산업 지원센터 구축 및 운영	100.0%	• 생애주기 안전관리체계를 중심으로 한 해양플랜트 설계/엔지니어링 핵심기술기반 구축 • 대형-중소형 기업의 동반성장 생태계 조성 • 해양플랜트 산업 정책,기술정보 등에 관한 정보화전략 방안
2016	심해공학수조 기초연구동	100.0%	• 연간 약 120억원의 성능평가 비용 절감 예상 및 국내해양플랜트업체의 설계자료와 핵심기술 유출방지 기대

- 심해공학수조 기초연구동은 계획상 인프라 구축 대비 실제 구축률 100%로 목표치 달성
  - 심해공학수조 기초연구동 인프라 구축을 통해 연간 약 120억원의 성능평가 비용절감이 예상되며, 국내해양플랜트업체의 설계자료 및 핵심기술의 유출방지의 효과가 발생될 것으로 기대됨

### 3. 기존사업과의 중복성 검토

#### 가. 해양수산부 R&D사업과의 중복성 검토

##### □ 중복성 검토 대상 사업

- 해양장비 및 인프라 구축사업, 극지 및 대양과학연구, 해양과학조사 및 예보기술개발사업, 차세대해양관측위성개발사업 등 4개 사업에 대해 중복성 검토 실시

<표 2-82> 해양수산부 내 중복성 검토 대상사업 내역

사업명	기간
해양장비 및 인프라 구축사업	2000년~2019년
극지 및 대양과학연구	2011년~2020년
해양과학조사 및 예보기술개발사업	1994년~2020년
차세대해양관측위성개발사업	2012년~2019년

##### □ 중복성 검토 결과

- 해양장비 및 인프라 구축사업 중 ‘다목적 지능형 무인선 국산화 개발’, ‘동해 실시간 원격 해양탐사를 위한 수중글라이더 운용 네트워크 구축’, ‘해양개발용 수중건설로봇 개발’ 등은 해양장비 및 로봇 개발이라는 관점에서 본 사업과 유사함
  - 기획 중인 해양로봇·ICT융합 분야 신규 R&D사업은 국내 해역별 이슈에 대응하기 위해 해역별 차별화 된 해양장비개발과 개발된 다양한 장비를 통합적으로 운영하여 실시간 해양정보를 생성한다는 관점에서 차별화 됨
    - ‘해양장비 및 인프라 구축사업’ 종료 시점까지의 R&D성과를 연계·활용하되, 과제별 성과 목표를 명확하게 제시하여 중복을 방지할 계획
  - ※ 해양장비 및 인프라 구축사업이 종료되는 2019년 이후에는 본 사업에서 해당분야 개발 필요
- 극지 및 대양과학연구의 극지와 대양의 해저환경도, 지질환경정보 등의 기초자료를 생성한다는 관점에서 본 사업과 동일한 분야로 판단되나, 본 사업의 최종성과물을 활용하여 극지의 극한환경에서도 해양관측, 빙하조사 등의 활동이 가능함
  - 본 사업 최종성과물을 활용하는 수요처에 속함

- 해양과학조사 및 예보기술개발사업은 해양영토의 효율적 관리를 위해 해양관측조사 인프라 구축 및 해양과학연구 역량강화를 목표로 함
  - ‘종합해양과학기지 구축 및 활용연구’, ‘국가 해양영토 광역 감시망 구축’ 과 연계하여 사업의 성과목표 조기 달성이 가능할 것으로 예상
    - 본 사업은 연안을 벗어난 외해를 공간적 범위로 설정
- 차세대해양관측위성개발사업은 위성을 활용하여 정지궤도복합위성 해양 탑재체 개발 및 해양탑재체 통합자료처리시스템을 개발 진행한다는 관점에서 본 사업과 차별화 됨

## 나. 타부처 R&D사업과의 중복성 검토

### □ 산업통상자원부 : 로봇산업클러스터구축사업, 로봇산업핵심기술개발사업

- 산업통상자원부의 고유임무에 따라 시행되고 있는 사업들 중 유사성이 높은 ‘로봇산업 클러스터구축사업’과 ‘로봇산업핵심기술개발사업’과의 중복성을 검토함
  - 의료, 사회안전, 제조분야 로봇 기술개발 및 산업기반 조성은 진행되었으나, 해양수산 분야 기술개발은 추진되지 않았음
    - 로봇 원천기술 및 부품개발의 결과물을 본 사업에 활용이 가능하며, 해양수산분야 수요에 대응하는 로봇 융합제품의 경우에는 본 사업을 통해 진행되어야 할 것으로 판단됨

### □ 기상청 : 기상예보기술개발사업, 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업

- 현재 기상청에서 진행되고 있는 R&D사업 중 유사성이 높은 ‘기상예보기술개발사업’과 ‘기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업’과의 중복성을 검토함
  - 이상파랑 감시 모니터링 및 예보기술개발, 해양기상 변동성 분석 및 실시간 고도화 연구는 본 사업과 중복투자가 우려되므로 전 국민을 대상으로 하는 예보 외에 해양수산분야 관측·예보는 본 사업을 통해 개발되어야 함



## 4. 기존과제와의 중복성 검토

- NTIS 국가R&D사업관리서비스(<http://rndgate.ntis.go.kr>)에 본 사업의 각 대과제별 한글 키워드를 입력하여 기 수행된 세부과제와의 중복성 검토 실시
- NTIS 유사과제검색을 활용하여 핵심 키워드 및 연구내용으로 기 추진 연구개발사업과의 중복성 검토를 수행함

### Step.1: 전문가 및 연구팀 핵심키워드 도출



### Step.3: 중복성 검토결과 도출 및 노이즈 제거

결과 | 검색결과 | 7건

연도	신분격 구분	구분명 (대상구입)	사업명	과제분류	과제명	책임자명	중복영향비 (영향)
2015	위탁연구개발		신진연구지원	연구개발	초음속발진기 3차원 유동장 해석과 알고리즘 최적화 관련 연구	김학우	50
2015	산업융합지원		신재생에너지융합기술개발	연구개발	유체식 분사장치 3D모델링 유동장 해석을 통한 성능 최적화 및 상용화를 위한 연구	김성환	450
2015	산업융합지원		신재생에너지융합기술개발	연구개발	수중 환경용 초음속발진음 3D모델링 유동장 해석 및 수중 환경기술 개발	조철호	300
2015	산업융합지원		차세대차량기술개발	연구개발	차세대차량용 초음속발진기 설계 및 성능평가	이준환	440
2015	핵심사업		핵심사업연구개발	연구개발	초음속발진기 초음속발진기 설계 및 성능평가	박종수	750
2015	핵심사업		핵심사업연구개발	연구개발	초음속발진기 초음속발진기 설계 및 성능평가	김종수	1200
2015	핵심사업		핵심사업연구개발	연구개발	초음속발진기 초음속발진기 설계 및 성능평가	김성환	48
2015	핵심사업		핵심사업연구개발	연구개발	초음속발진기 초음속발진기 설계 및 성능평가	조철호	382
2014	위탁연구개발		핵심사업연구개발	연구개발	초음속발진기 초음속발진기 설계 및 성능평가	박종수	50
2014	산업융합지원		신재생에너지융합기술개발	연구개발	유체식 분사장치 3D모델링 유동장 해석을 통한 성능 최적화 및 상용화를 위한 연구	김성환	500

1 2 3 4 5 6 7 8 ...

### Step.2: NTIS 활용 과제중복 검색



### Step.4: 과제분석 및 심층적 중복성 검토



[그림 2-44] NTIS 활용 중복성검토 프로세스

- Step.1: 핵심과제별 기술개요서를 토대로 핵심키워드 도출
- Step.2: 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 세부과제 카테고리 과제중복 검색을 위한 검색조건 도출 및 입력
- Step.3: 검색조건을 통한 1차 중복성 검토결과 도출 및 중복과제(후보) 개별검토를 통한 노이즈 제거
- Step.4: 노이즈 제거 후 중복 과제분석 및 개별 과제를 대상으로 심층적 중복성 검토

□ 기존 과제와의 중복성 검토 결과

○ 핵심과제의 기술들에 관하여 중복성 검토를 실시한 결과 중복성이 없는 것으로 나타남

※ 유사도는 NTIS의 표준 기준인 60으로 검색함

<표 2-83> 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업의 중복성 검토 결과

검색일시		2018-03-27 14:36:26		
검색범위		기 수행과제 + 타인등록과제 + 공공R&D 과제		
기준유사도1)		60		
검색결과요약		등록과제수	유사과제수	
		6건	0건	
세부 검색 결과				
순번	핵심과제명	유사과제여부		
		기수행 과제2)	타인 등록 과제3)	공공 R&D 과제4)
1	자가발전형 다기능 해양관측 지능형 부이 시스템	X	X	X
2	고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중 로봇 기술	X	X	X
3	지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술	X	X	X
4	극한환경의 수중침몰된 밀폐구조물의 내부탐사를 위한 수중 로봇 및 지원 기술	X	X	X
5	스마트 양식 지원 ICT 기반 무인장비	X	X	X
6	해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심 기술 및 장비개발	X	X	X

출처 : NTIS(<http://rmdgate.ntis.go.kr/>)

주 1) 기준유사도 : 유사과제라고 판단할 최소 기준이 되는 유사도 점수

2) 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행되었거나 수행되고 있는 과제(조사분석 수집 과제)

3) 타인등록과제 : 다른 사용자가 유사과제 여부를 판단하기 위해 등록한 과제

4) 공공R&D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 중 국가 R&D 예산으로 수행된 과제를 제외한 그 외 R&D 과제

## 제6절 환경분석 종합시사점

### 가. 정책적 시사점

#### □ 효율적 해양관리를 위한 정보생성 및 활용체계 구축 요구 증가

- 국내에서는 해양의 보전 및 지속가능한 개발을 위해 공간적·행위적·계획적 관리를 실시하고 있으나, 해양환경관리공단, 국립수산물품질관리원, 국립해양조사원, 한국해양과학기술원 등 관련 전문가들은 국내 해양관리가 계획 중심의 관리체계 확립의 필요성을 제기<sup>26)</sup>
  - 계획 중심의 관리체계 확립을 위한 필수요소로 ‘시·공간 해양정보’ 생성 및 ‘해양정보시스템 구축’을 언급함
- 미국에서는 효율적인 해양 정책결정 지원을 위한 해양정보의 수집·공유 정확도 향상, 해양관측 시스템 개발 및 조사장비·서비스 개선 실시하고 있으며, EU는 해역별 특성이 반영된 통합해양 정책수립을 위한 모니터링 기술 개발 및 네트워크 구축을 진행하고 있음

#### □ 해양의 보전·개발 역량강화 및 해양 신산업 창출을 위한 정책 수립

- 현 정부는 ICT기반의 4차 산업혁명시대를 선도하는 미래 신산업 발굴·육성 및 기후변화 피해최소화로 국민안전성을 확보하고 해양영토 및 해양안전을 강화하는 내용을 국정과제로 선정
  - 제4차 과학기술기본계획, 무인이동체 발전 5개년계획, 제2차 해양수산물발전기본계획 등 국가 상위계획 상에도 4차 산업혁명 대응, 국민 안전성 확보 등의 정책수립을 통해 4차 산업혁명 대응 기술 및 국민 안전성 확보 관련 기술개발의 중요성 강조
    - 해양수산부에서는 인공지능(AI), 사물인터넷 (IoT) 등을 활용해 해양공간을 효과적으로 개발하고, 해양장비 분야의 R&D 투자 효율성을 제고하기 위한 중장기 로드맵실용화 프로젝트인 ‘MOVE 4.0<sup>27)</sup> 프로젝트’ 수립·시행
- 해외 국가에서는 생태계 기반의 통합해양정책을 통해 체계적인 해양공간계획 및 해양의 지속가능성 확보를 위한 R&D 시행

26) 한국해양수산개발원(2015. 12) ‘해양공간계획체계 정립 방안 연구’- 본 보고서 p27 참고

27) Maritime Operative Vehicle Equipment / International, Innovation, Intelligence, Industry

- 미국은 생태계 기반의 해양생태계 건전성 및 기능 보호·유지·회복 계획을 진행 중이며, 이와 관련된 해양과학 중장기 계획을 운영 중 이며, EU는 개별 국가의 해양정책이 아닌, EU의 통합해양정책을 통해 유럽 전체의 해상운송, 해양산업, 과학조사, 해양환경보전과 관련된 이슈가 반영된 전략 수립함
- 해양 분야 미래 신산업 창출 및 과학기술 역량 강화 계획 수립에 따라 이에 대응이 가능한 해양장비개발 및 해양수산정보 생성·공유 네트워크 구축 등의 지원 필요
- 국내 해양장비 및 해양로봇 관련 산업은 중소기업 위주인 산업형태를 가지고 있음
  - 기업 스스로 기술개발에 투자하기 어려운 구조로 신규 R&D사업 추진 시 초반에는 기존 출연연을 중심으로 확보된 기술을 토대로 국가 주도의 기술개발 실시 후 후반에 기업을 참여시키는 사업 운영 필요

#### □ 현장수요에 대응이 가능한 목적중심의 R&D추진전략 수립

- 최근 과학·정책·산업 현장수요를 반영한 목적 중심의 기술개발의 요구가 높아지고 있으며, 4차산업혁명 시대 도래에 따라 이에 대응하는 기술개발 전략이 수립되고 있음
- 국내에서는 4차산업혁명 핵심기술(인공지능, 가상현실, 사물인터넷, 빅데이터, 로봇)을 접목한 다양한 융합기술 정책이 수립·시행되고 있음
  - 일본에서는 R&D분야별 과학·정책·산업적 수요가 반영된 단·중장기 R&D추진전략 수립

### 나. 해양로봇 개발 및 활용 현황의 시사점

#### □ 어업, 운송, 관측·재난·재해, 자원 탐사 및 채취를 중심으로 해양로봇 수요증가 예상

- 어업종사자 감소 및 고령화, 항만 물동량 증가와 IT기술의 발전, 기후 변화에 따른 재난·재해 예방의 중요성 강조, 산업화 진전에 따른 자원 고갈의 위협으로 인해 해양로봇의 활용이 증가할 것으로 예상
- 해양에서 활용되는 로봇의 경우 심해저 환경에서 작업대상에 대한 정확한 위치확인, 모니터링, 데이터 분석을 위한 통신이 요구되며, 해당 기능의 성능향상을 중심으로 해양로봇의 개발이 진행 중
  - 수중 정밀항법, 시계확보, 모니터링, 통신 등과 관련된 기술 수요 증대

## □ 국내에서는 선박 건조 관련된 기초·핵심기술을 활용한 해양로봇 개발 진행

- 1970년대 후반부터 국방과학연구소(ADD)를 중심으로 수중무기체계 관련 센서 개발이 해양로봇 관련 기반기술을 확보하였으며, 1990년 중반 무인잠수정 개발 시작됨
  - 2007년 한국해양과학기술원이 국내 최초 6000m급 심해탐사용 ROV ‘해미래’를 개발하였고 2009년에는 한국해양과학기술원이 천해용 자율무인잠수정(AUV) ‘이심이’ 개발
    - 대학 및 연구소 중심으로 다양한 수중로봇 관련 연구개발이 활발히 수행되고 있으나, 아직 연구개발 차원으로 해양장비 관련 산업규모가 작아 적극적인 상용화는 이루어지지 않음

## □ 국내 기상청, 국립해양조사원, 국립수산과학원 등의 기관을 중심으로 실시간 장기 해양관측용 해양관측전용부이 운영

- 전 세계적으로 해양관측을 통합 조정·관리하는 능력의 보유가 매우 중요하다는 것을 인지하는 등 지속적인 사회적 수요 증가에 따라 국가 통합 해양 관측망과 같은 국가적 차원의 해양관측 네트워크를 구성하고 있음
  - 기상청, 국립해양조사원, 국립수산과학원, 지방해양수산청 및 해군 등에서 실시간 장기 해양관측용으로 해양관측전용부이를 운영하고 있으며, 한국수력원자력, 한국가스공사, 항만공사, 지자체 등에서 해양환경 관측 목적으로 소수의 관측부이를 운영 중
    - 국내 부이시스템의 경우, 구조물은 국내 기술로 제작되고 있으나, 주요 센서들은 대부분 수입품을 적용
  - 전자·통신·기계·소재 등의 기술분야 진보에 따른 해양관측 기술의 급격한 발전으로 자동화된 플랫폼을 사용하는 무인해양관측 수요 증가 예상

## □ 해외 주요국의 해양로봇 개발

- (미국) 1994년 최초로 군사용 무인잠수정 개발계획을 발표하였고 2000년과 2005년 1,2차 UUV종합계획을 발표함
  - 2013년 록히드마틴(Lockheed Martin)에서 LMRS보다 기능을 향상시킨 MRUUV을 전투함에 적용함
  - 해양과학 조사를 위해 6,000m WHOI를 개발하였으며, 해수 온도차 에너지 구동 방식의 수중글라이더 및 파력과 태양력을 에너지원으로 사용하는 수중글라이더를 해양학 연

구에 활용 중

- (EU) 해양로봇 연구에 거의 모든 회원국 독자적 또는 국가별 컨소시엄을 통해 다양한 형태의 ROV 및 AUV를 개발 중에 있고 군사·산업용 및 해양과학조사 활용 중
  - 영국은 해양로봇에 관한 연구 및 운용이 가장 활발하며, 프랑스와 독일을 비롯한 스웨덴과 노르웨이의 활약도 두드러짐

<표 2-84> 유럽 국가별 해양로봇 활용 현황

국가	활용 내용
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1998년 BAE System에서 12인치 중어뢰형 UUV인 Marlin 시스템 개발</li> <li>• (ROV) Saab Seaeye와 Hydrovision에서 운용수심 300~2,000m급 해양로봇을 개발·운용 중                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4~6자유도 매니퓰레이터와 카메라·비디오를 장착하여 해저 탐사와 해양작업 수행</li> </ul> </li> <li>• (AUV) 2007년에 해양탐사용 6,000m급 AUV인 Autosub 6000을 개발</li> </ul>
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양연구소(IFREMER)가 해양로봇 연구를 주관하고 있으며, 군사용 해양로봇의 연구개발은 DCN 및 ECA사가 주도                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- (해양연구소) 해저구조물의 검사와 수리 및 정비용 복합 무인잠수정인 상업용 SINERE와 Hybrid AUV인 SWIMMER를 개발</li> <li>- (ECA) 최초로 음향으로 제어하는 6,000m급 AUV Epaulard를 개발하였고, ROV 소형 기뢰 제거정인 PAP-104 생산함</li> </ul> </li> </ul>
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HERION Systemtechnik GmbH에 의해 개발된 DAVID와 같이 수중 구조물 작업용 복합 무인잠수정 시스템 등 다양한 형태의 해양로봇들이 개발 및 운용                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 심해 작업용 ROV인 QUEST 4000은 최대심도 4,000m에서 운용 가능</li> <li>- 최근 해양생물 모방 해양로봇의 연구개발도 활발히 진행 중</li> </ul> </li> </ul>
노르웨이	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 군사용으로 MCM 기능을 보유한 무인잠수정과 산업용으로는 해저 유전 및 심해저탐사용 무인잠수정에 대한 연구개발 진행 중                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 노르웨이 해양연구소가 1998년 HUGIN-2 AUV를 사용하여 산호초 지도 작성</li> <li>- 2005년에는 레이저 영상 플랑크톤 계수기(LOPC<sup>28</sup>)를 장착한 AUV를 사용하여 대양 해류와 해저 형상이 동물성 플랑크톤에 분포에 미치는 영향에 대한 연구 수행</li> </ul> </li> </ul>

- (일본) 1991년 3,300m급 심해 ROV 해양로봇 Dolphin 3K를 개발하여 심해 해저의 해양 조사를 수행하였고 열수광상 및 광합성에 의존하지 않는 생물군락과 새 지각판 등의 심해저 관측 수행
  - 2000년부터는 JAMSTECH에서 4,200m급의 심해저 탐사용 MR-X1 AUV를 개발하고 있고 Biomimetic 추진방식의 AUV인 Flatfish를 개발하여 시험 중
    - 최근 약 60억엔의 예산을 투입하여 감시 정찰 및 다양한 수중작전을 위한 UUV/USV 체계 개발 진행 중

28) OPC, Laser Optical Plankton Counter

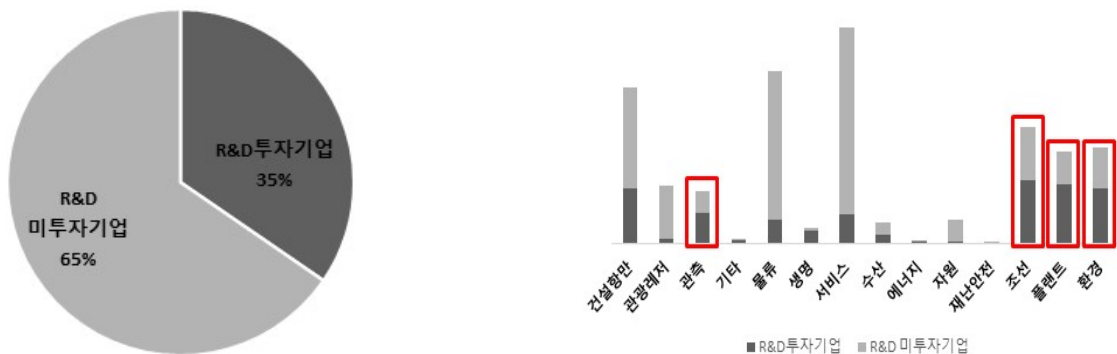
## 다. 해양로봇 관련 산업의 시사점

### □ 글로벌 해양로봇 시장동향

- 세계 무인 수중로봇 시장의 경우 2019년까지 연평균 20.6% 증가한 52억 8천만 달러 규모까지 성장하는 것으로 전망했으며, ROV 시장은 15% 증가한 29억 8,000만 달러, AUV시장은 31.4% 성장한 23억 달러로 전망함
  - 석유가스 탐사 등 에너지수요에 따른 관련 해양 구조물 설치 및 유지보수 시장의 성장도 기대됨
  - 대륙별로도 2014년 대비 2019년 아시아-태평양지역은 7% 성장 할 것을 전망
- 수중 무선통신 시장은 2022년까지 연평균 19% 증가한 42억 7,500만 달러 규모까지 성장하는 것으로 전망함
  - 국방안보산업, 과학연구개발 분야를 중심으로 수중 무선통신 시장이 성장 할 것으로 예상

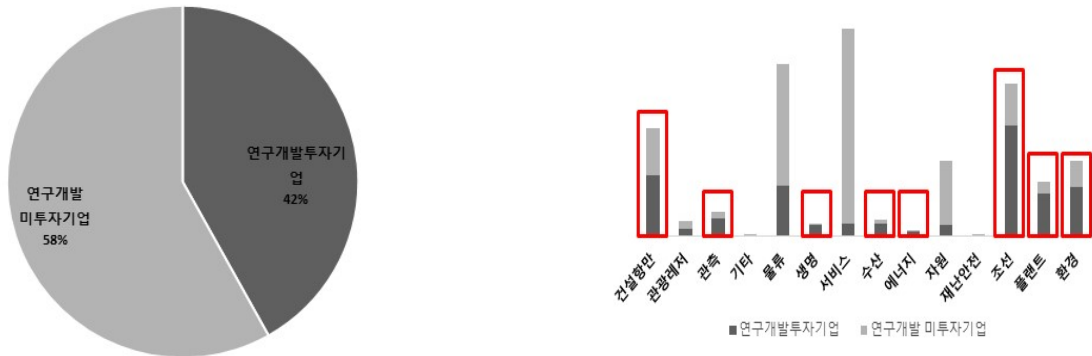
### □ 국내 해양로봇 관련 산업 규모가 작아 자체적인 R&D 수행을 통한 혁신성장이 어려움

- 해양기기·장비제조업 중 선박 및 해양플랜트 기기·장비제조업을 제외한 기타 해양기기·장비제조업 규모는 432억원
  - 기타 해양기기·장비제조업의 기업체 수는 58개로 업체당 연간 7.5억원 수준
- 자체적으로 연구개발에 투자하고 있는 기업은 8,554개(35%)였으며, 미투자기업은 16,179개(65%) 미투자기업의 비중이 큼



[그림 2-45] 해양수산 산업 연구개발 투자기업 현황

- 하지만 건설항만, 관측, 생명, 수산, 에너지, 조선, 플랜트, 환경산업 분야에서는 연구 개발에 투자하고 있는 기업의 매출액이 더 큼



[그림 2-46] 해양수산 산업 매출액 현황

- 기존 연구개발 결과를 토대로 지속적인 R&D투자 및 기술역량 지원을 통해 매출신장 및 신산업 창출 가능성이 높음

## 라. 국내·외 해양로봇 관련 특허분석 시사점

□ 해양로봇기술과 해양통신기술은 시장진입 용이성이 낮으나 융합관측기술은 시장진입 용이성이 높은 것으로 분석됨

- 해양로봇과 해양통신기술은 시장진입이 힘들 것으로 보이나 융합관측기술 지원기술로써의 해양로봇 및 해양통신기술을 연구개발 활동 또한 지속되어야 함
- 해양로봇 및 해양통신 기술은 융합관측의 기술개발 진행에 따라 새로운 분야가 발굴될 것이므로 발굴된 분야를 중심으로 공격적인 연구개발 활동을 통한 시장 선점이 필요함



## 마. 국내 해양로봇 관련 투자동향 및 중복성 검토의 시사점

### □ 기존사업의 한계 극복

- 현장수요의 기반이 아닌 해양장비의 성능 향상 목적의 기술개발로 인해 명확한 목적성이 부족한 기술개발 진행되었으므로 해양장비 및 로봇을 사용하는 수요자 의견이 반영된 기술개발 필요
- 정부출연연구소를 중심으로 기술개발이 진행됨에 따라 개발된 기술의 상용화 및 사업화가 원활히 이루어지지 않음
  - 해양장비 관련 산업인 ‘해양기기·장비제조업 매출액은 9조 6,845억원으로 국내 해양산업의 7.6%’의 규모는 전체 해양산업의 7.6%이며, 해양플랜트 기기·장비제조업을 제외한 ‘기타 해양기기·장비제조업’ 업체당 매출액은 연간 7.5억원 수준임
    - 영세한 중소기업 위주의 산업형태로 기업의 자체적인 기술개발 투자가 어려움
- ※ 국가주도의 기술개발 진행 후 기술이전을 통한 개발된 기술의 상용화 및 산업화 필요

### □ 해양 관리·보존 강화하기 위한 R&D의 지속적 투자 필요

- 해양수산업의 혁신성장을 위해 지속적인 투자가 이루어져야 하나 해양의 현 상태를 진단하고 해양 관리·보존 강화하기 위한 R&D 또한 지속적으로 투자가 필요함
- 해양 관리·보존 강화를 위한 정책결정을 위해서는 해양관측 및 관측정보 수집·분석 R&D지원을 통해 해양관측정보 신뢰도 제고가 필요함

### □ 기존 국가연구개발사업과의 연계를 통한 ICT융합분야 R&D 추진 필요

- 2000년부터 추진된 ‘해양장비개발 및 인프라구축사업’의 성과를 토대로 ICT융합분야 R&D 추진을 통해 해양장비분야 신산업 발굴이 필요
  - ‘해양장비 및 인프라 구축사업’ 종료 시점까지의 R&D성과를 연계·활용
    - 해양장비의 성능을 업그레이드하기 위한 개발을 벗어난 목적 지향형 해양장비개발 필요
- ※ 개발된 장비를 사용하는 수요자 요구에 맞는 R&D 진행필요

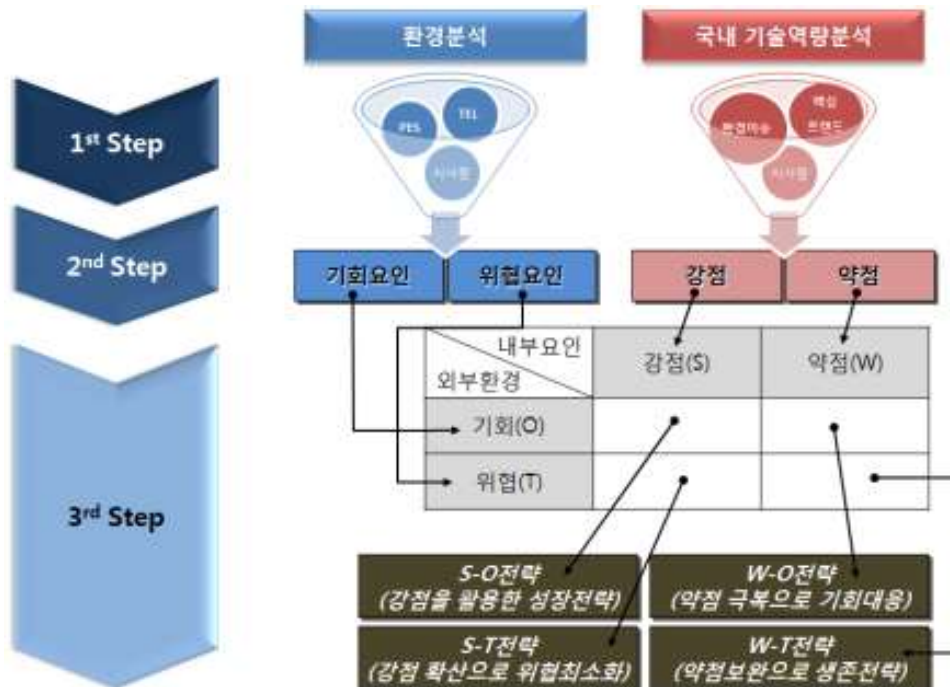


# 제3장 사업추진방향

## 제1절 사업 추진방향 도출

### 1. 개요

- 국내 ‘해양로봇·ICT융합 관련 R&D 경쟁력 분석’ 및 ‘전문가 시점’을 ‘내부환경’으로 정의하고 ‘강점·약점’을 조사하여 SWOT-Matrix 분석 실시
  - ‘외부환경’은 전반적인 환경/사회적 인식측면으로 정의하고, 이로부터 ‘기회·위협 요인’ 정리
- SWOT분석은 국내·외 환경 분석을 통해 기회요인과 위협요인 및 강점과 약점의 도출, 이러한 4개의 요인을 이용한 SWOT matrix 분석을 통한 기술개발 전략 도출 등 3단계의 절차로 진행됨



[그림 3-1] 사업 추진방향 도출 방법

## 2. 여건분석(SWOT분석)

### 가. 외부환경

#### □ 기회요인

- 해양로봇을 활용한 다양한 분야의 수요 증대
  - 고령화, 4차산업혁명 시대 도래, 기후변화 심화 등 거시적 환경변화로 인해 ‘국민 안전성 확보’ 및 ‘삶의 질 향상’ 이 사회적 이슈로 부각됨
  - 해양이라는 제약조건의 극복이 가능한 해양로봇의 특성에 대한 기대로 인해 활용수요 증가
- 해양로봇 수요 증대에 따른 해양로봇 관련 신산업 육성 기대
  - 국가차원에서 4차 산업혁명에 대응하는 분야별 기술 경쟁력 확보 및 신산업육성 전략 수립
  - 글로벌 해양산업의 확대 전망 및 해양수산과학기술의 중요성이 강조되면서 해외 해양 선진국을 중심으로 해양수산R&D 투자 확대
- 해양로봇의 활용분야 다양화로 인해 신시장 개척의 가능성 가시화
  - 어업, 운송, 관측·재난·재해, 자원 탐사·채취 등 해양로봇의 활용분야가 다양화 되어 해양로봇의 성능향상 요구 증가하고 있어 기술독점이 어려워 기술적 혁신역량 강화를 통한 시장진출 가능성이 가시화 됨

#### □ 위협요인

- 해양공간개발과 관련하여 그동안 공공영역에서 R&D가 진행되어 민간수요 부족
  - 해외 해양선진국의 해양수산 R&D 투자확대에 맞춰 국내 해양수산 R&D 투자규모 매년 증가하고 있으나 여전히 투자규모가 주변국에 비해 낮음
- 해양에서 발생하는 조난·오염사고는 접근성·비가시성으로 인해 사고 대응이 지연되면서 대형 인명·오염사고 확대되는 빈도가 증가
- 해외 주요국의 시장점유 확대
  - 해양로봇 관련 연구가 국내보다 빨리 시작된 미국, EU, 일본의 기업들은 관련 핵심기

술 선점을 통해 시장점유율을 확대해 나가고 있음

- 국내보다 먼저 해양로봇 및 해양장비를 활용한 연구결과를 활용하여 해양로봇의 활용분야 확대
- 고부가가치 산업으로의 전환을 위한 연구개발 비용 증가
  - 해양로봇의 경우 로봇제작기술 및 자율임무수행을 위한 인공지능 및 ICT 기술이 융합된 산업으로 전환되고 있어 중소기업 중심의 국내 산업적 특성을 고려한다면 연구개발 투자에 대한 기업의 부담이 증가될 것으로 예상

## 나. 내부환경

### □ 강점

- 2000년부터 진행된 해양장비 및 인프라구축사업을 통해 관련 분야 다양한 연구개발 진행되어 해양로봇과 관련된 연구인력 및 연구장비 등 인프라가 구축됨
- 해양 신산업 육성 및 기술역량 강화를 위한 국가적 지원강화
  - 국정운영 5개년계획 등 정부 상위계획 내 해양 분야 신산업 창출을 위한 의지를 표명
- 해양로봇 및 해양통신 분야의 시장진입이 단기간에는 어려울 것으로 판단되나 해양관측분야를 중심한 기술분야의 집중적인 투자가 이루어지면 해외 주요국과의 기술 격차 해소 및 글로벌 선도 가능

### □ 약점

- 산업·기술·정책적 수요 중심의 기술개발 트렌드 변화 대응 미흡
  - 기존의 해양장비 및 인프라구축사업은 출연연을 중심으로 해양로봇 및 해양장비의 성능개선을 위주로 연구가 진행되어 현장 수요의 반영이 미흡했음
  - 공공분야의 용역사업 중심의 부가가치가 낮은 부품 조립 중심의 시장이 형성되어 있음
- 해역별 특성이 반영된 실시간 해양정보 수집 미흡
  - 해양정보의 경우 대부분 공공분야에서 활용되고 있어 관련 기술의 상용화(성능 검증을 위한 평가인프라 부족)가 어렵고 해양정보를 실시간으로 확인하기 위한 해양 정보 시스템 또한 부족함

### 3. 사업 추진방향 도출

- SWOT Matrix 분석을 활용하여 국내 해양로봇 관련 기술경쟁력 강화 및 신산업 육성을 위한 사업 추진방안 도출

		외부환경		기회(O)		위협(T)			
		내부환경							
강점(S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇과 관련된 연구인력 및 연구장비 등 인프라 확보</li> <li>• 해양 신산업 육성 및 기술역량 강화를 위한 국가적 지원강화</li> <li>• 해양관측분야 중심의 투자를 통한 기술 격차 해소 및 글로벌 선도 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇을 활용한 다양한 분야의 수요 증대</li> <li>• 해양로봇 수요 증대에 따른 해양로봇 관련 신산업 육성 기대</li> <li>• 해양로봇의 활용분야 다양화로 인해 신시장 개척의 가능성 가시화</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양공간개발과 관련하여 그동안 공공영역에서 R&amp;D가 진행되어 민간수요 부족</li> <li>• 해양사고 대응이 지연으로 대형인명·오염사고 확대</li> <li>• 해외 주요국의 시장점유 확대</li> <li>• 고부가가치 산업으로의 전환을 위한 연구개발 비용 증가</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• (ST: 1) 해양사고 및 해양기후변화 등 이슈 대응 강화</li> <li>• (ST: 2) 해외 주요국의 기술선점을 극복할 수 있는 R&amp;D 투자</li> </ul>			
								SO	ST
약점(W)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업/기술/정책적 수요 중심의 기술개발 트렌드 변화 대응 미흡</li> <li>• 해역별 특성이 반영된 실시간 해양정보수집 미흡</li> <li>• 개발기술의 안전성 검증 미흡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (WO: 1) 해양로봇 관련 현장 수요가 반영된 목적 중심의 기술개발 추진</li> <li>• (WO: 2) 해양의 효율적 관리를 위한 정부투자 강화</li> </ul>		WO		WT		<ul style="list-style-type: none"> <li>• (WT: 1) 정부주도의 중장기적 R&amp;D 투자</li> <li>• (WT: 2) 개발된 기술의 상용화를 위한 성능 검증 인프라 구축</li> </ul>	

[그림 3-2] SWOT Matrix 분석

#### □ SO전략(강점과 기회요인의 시너지 전략)

- 기 확보된 원천기술을 토대로 신산업 육성 및 신시장 개척을 위한 R&D 강화
  - 기존 해양로봇 및 해양장비 관련 원천기술을 확보하고 있는 대학과 연구소를 중심으로 기술개발을 추진한 후 기술이전을 통한 중소기업 연구역량강화

## □ ST전략(위협극복전략)

- 다양한 해양 관련 기존·신규이슈 대응력 강화
  - 사회적·환경적 이슈로 인해 해양로봇과 관련된 다양한 분야의 수요에 대응할 수 있는 기술개발 투자 강화

## □ WO전략(약점극복전략)

- 해양의 효율적 관리를 위해 해양에서 발생하는 문제의 진단·평가·대응을 위한 해양정보 생성 신뢰성 확보 기여
  - 해양생태계의 변화, 해양 인명·오염 사고 등 해양 진단·평가 및 대응을 위한 실시간의 해양정보 생성을 위한 해양로봇의 개발로 과학적인 해양관리 역량강화 기여

## □ WT전략(위협회피전략)

- 정부주도의 산업적·과학적 수요가 반영된 목적형 사업을 통해 산업적 핵심역량을 확보하고 개발된 해양로봇 성능 및 안전성을 검증하여 기술개발 성과물의 현장 활용성 제고
  - 현재 민간주도의 시장형성이 어려우므로 정부주도형 시장구조 형성 이후에 기업의 기술개발 역량 제고를 통해 신규시장 형성

## 제2절 R&D전략 도출

### 1. 추진전략 도출방법

- 국내·외 환경분석을 통해 도출된 사업 추진방향(SWOT-Matrix)을 토대로 관련 산·학·연 기술수요 및 핵심이슈를 조사하여 R&D전략을 도출
  - 해양에 관련된 기존이슈 및 신규이슈 조사 및 산·학·연 연구자와 해양로봇의 잠재적인 수요자 니즈를 분석하여 핵심이슈를 도출하여 핵심이슈를 해결할 수 있는 전략도출



[그림 3-3] 추진전략 도출방법



## 2. 핵심이슈 도출

### 가. 기존 이슈

- ‘해양장비 및 인프라구축사업’ 등의 사업을 통해 해양환경관측 및 해양사고 분야의 대응능력 확보를 추진하였으나, 해역별 공간적·환경적 특성이 반영된 해양장비의 개발은 아직 미흡한 부분이 있어 해역별 목적에 맞게 적용하는 기술이 부족함
- 현재 수중·수상 로봇은 해양의 넓은 면적에 비해 장비의 동력 공급이 어려워 임무수행 시간 및 범위의 제약이 존재하며, 수중과 수상에서 운용되는 다양한 장비들 간의 중계 기술이 부족하여 장비 간 충돌이나 조사영역 중복이 발생
  - 해양장비의 동력공급을 위해서는 접촉·비접촉식 동적위치 제어뿐 아니라 장비의 외형상태 인지 또한 중요한 요소이나, 관련 기술은 부재한 상태
  - 고정식 부이의 경우 간이형 부이 장치를 수입하여 사용하고 있어 대수심용으로 활용하기에는 많은 제약이 발생함
- 해양관측정보가 기관 개별적으로 운용되고 있어 종합적인 정보활용에 어려움이 있으며, 현재 수중음파를 활용한 모뎀방식은 전송속도가 매우 느려 네트워크 구축이 어려움
  - 해양장비에 통신장비를 탑재해야하므로 부피, 무게에 대한 제약 발생
  - 고정식 부이에서 수심별 정보를 생성하고 있으나, 관측주기가 길어 실시간 확인이 어려움
- 해양 통신 기반이 부족으로 육상 통신기술을 그대로 해양 통신에 적용하고 있음
- 수중글라이더의 경우에는 국내 심해에서 사용가능한 부력엔진 개발경험이 전무하여 실제 해양관측을 위한 플랫폼 구축·운영 시 장기적인 구축·운영 기관 선정이 중요

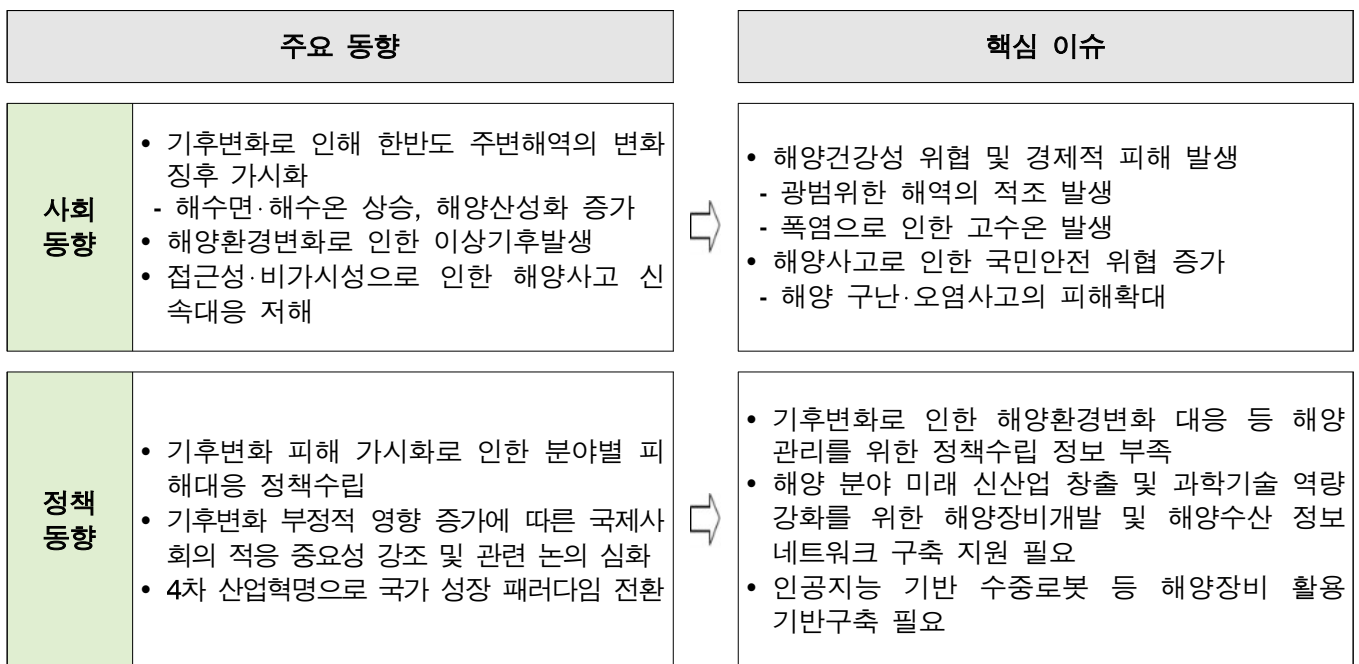
### 나. 신규 이슈

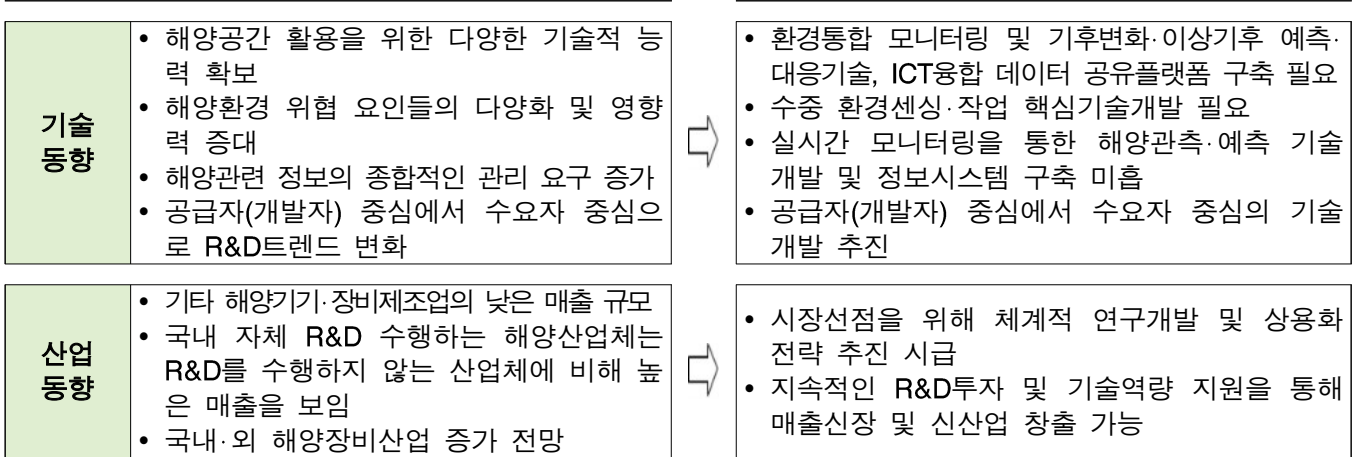
- 최근 기후변화로 인한 해양의 환경변화, 이상기후 현상발생 및 해양 인명·오염사고 발생 빈도가 증가하여 이로 인한 인명·재산피해 가능성 또한 증가하고 있으나 관련 기술 확보가 미흡함
  - 기후변화로 인한 해양환경변화는 해양관측정보를 토대로 예측 및 적응대책수립이 가능하므로 종합적·장기적 실시간 해양관측정보시스템 구축이 중요하나, 기관고유업무에

따라 개별적으로 정보를 생성 중이며, 조사주기 또한 길어 활용성이 떨어짐

- 기후변화의 경우 명확한 현상을 규명을 통한 대응시나리오가 개발되지 않을 경우 막대한 인명·재산 피해가 발생할 수 있음
  - 국내 동해는 기후변화에 따라 뚜렷하게 환경변화가 나타나, 관측정보 분석하여 대응시나리오를 직접 적용해 볼 수 있는 유일한 바다임
- 전 세계적으로 광역해양을 관측하는 장비는 전문가(장비수요자)가 주도하여 운용되므로 장비수요자들의 의견이 수렴된 기술개발이 필요하며, 개발된 장비, 기술의 검증 또한 장비수요자들을 통해 실시할 필요가 있음
- 해양수산분야 정책기조는 해양의 건강성을 강조하고 있어 해양환경에 미치는 영향을 최소화하는 해양과학기술이 개발되어야 하나, 현재 국내 수중무선통신은 초음파를 이용한 음향통신 중심으로 기술개발이 진행 중
  - 초음파를 이용하는 음향통신의 경우 해양생태계(어류)에 영향을 미치며, 정보보완 측면에서도 취약함
- 최근 중국 불법조업 어선 출몰이 증가하고 있으나, 관리범위 넓어 고정형·이동형 부이 등 해양에 상시 존재하는 해양장비를 활용하는 해양감시기술개발 필요

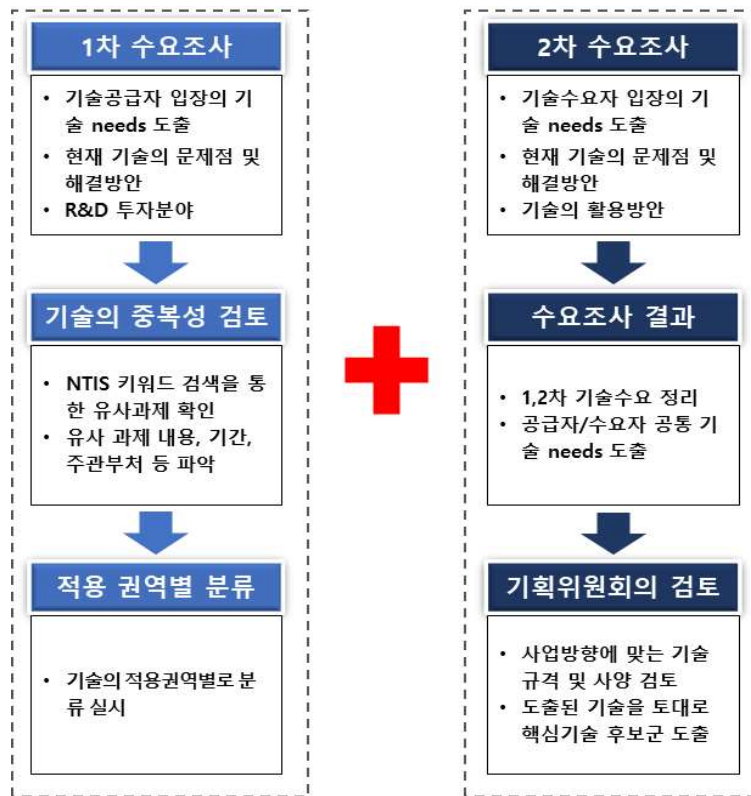
#### 다. 핵심이슈 도출 결과





[그림 3-4] 주요 동향별 핵심이슈

### 3. 기술수요조사



[그림 3-5] 기술수요조사 진행 과정

#### 가. 1차 수요조사

##### □ 조사대상

- 협동연구기관 및 관련 산·학·연 전문가(기술개발자 중심) 200여명 대상

##### □ 조사기간

- 2017년 7월 11일부터 7월 18일(1주)

##### □ 조사항목

- ① 해양장비관련 국내 기술수준, ② 해양로봇·ICT융합 경쟁력 강화를 위한 투자 분야, ③ 관련 이슈 및 문제점, ④ 해양로봇·ICT융합 관련 기술수요

## 나. 2차 수요조사

### □ 조사대상

- 기존 해양장비관련 해양수산R&D 연구책임자, 한국해양수산기술진흥원(해양수산R&D관리기관), 해양수산부, 기술수요자(수산과학원, 해양조사원, 해양환경관리공단 등) 등 1,300여명 대상

※ 응답자 총 295명

### □ 조사기간

- 2017년 12월 22일부터 2018년 1월 4일(2주)

### □ 조사항목

- ① 해양로봇·장비 국내 기술수준, ② 해양 데이터 생산·관리·활용 이슈 및 문제점, ③ 요구되는 해양 데이터, ④ 해양 데이터의 정책 활용도, ⑤ 해양로봇·ICT융합 관련 기술 수요

## 다. 기술수요조사 결과

### □ 1차 기술수요조사

- 1차 기술수요조사 설문을 통해 취합된 71개 기술 중 중복성 검토를 통해 65개 기술로 정리하여 해양로봇, 수중통신, 융합관측, 공통 등 분야로 분류

<표 3-1> 권역별 기술 현황

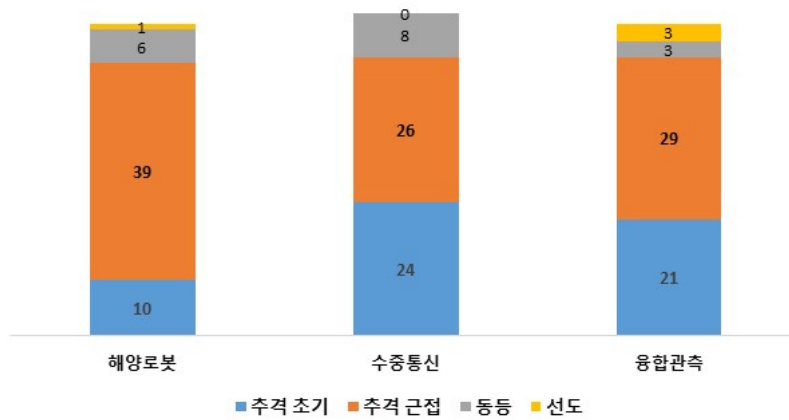
적용해역	기술명
동해	<ul style="list-style-type: none"><li>• HROV 기반 해양 개발·탐사 시스템 개발</li><li>• ICT기반 수중로봇의 지능형 협업 탐사 기술 개발</li><li>• 수중 하이브리드 ROV(HROV) 기술 개발</li><li>• 해양 부착생물 제거 로봇 개발</li><li>• 해양로봇 및 해양 ICT융합 IoT 플랫폼 설계</li><li>• 해양영토관리 및 개발을 위한 로봇지능기반의 자율수중로봇 기술 개발</li><li>• 해양재난 구조로봇 기술</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중에서 초연결 서비스를 위한 수중 광 무선통신(U-OWC) 핵심 기초 원천 기술 연구</li> <li>• 스펙트럼 방식의 음향센서 기반 장거리 광대역 은밀통신 시스템 개발</li> <li>• 딥러닝, 학습을 위한 생물 이미지 데이터 베이스 구축</li> <li>• 해양조사선을 모함으로 하는 해양환경 관측 시스템 구축</li> <li>• 해양환경 관측을 위한 수중 및 수상 연동 인프라 구축기술 개발</li> </ul>
서해	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 근해 수중 탐사·작업 로봇</li> <li>• 수중 다이버의 위험 관리 및 잠수작업 지원을 위한 행동 인식 및 추적 기술</li> <li>• 수중 무인로봇을 이용한 침몰 고선박 조사 기술 개발</li> <li>• 에너지하베스팅 및 해수전지 기술을 활용한 해상 광역감시용 인공지능 로봇 개발</li> <li>• 자율운항·지능작업 하이브리드 수중로봇 기술 개발</li> <li>• 첨단 수중로봇 체계를 활용한 수중경계시스템</li> <li>• 침몰선 선내 조사용 수중로봇 개발</li> <li>• 해난사고 구조 및 해양개발을 위한 해양로봇·ICT융합기술개발</li> <li>• 해양 구난·안전 작업 지원을 위한 자율 매니플레이션 기술 개발</li> <li>• 수중 IoT (Internet of Underwater Things; IoUT)용 시스템 및 서비스 플랫폼 개발</li> <li>• 수중에서 초연결 서비스를 위한 수중 광 무선통신(U-OWC) 핵심 기초 원천 기술 연구</li> <li>• 스펙트럼 방식의 음향센서 기반 장거리 광대역 은밀통신 시스템 개발</li> <li>• 유비쿼터스 수중 통신망 개발</li> <li>• 스마트 수중증강현실 시스템 개발</li> </ul>
남해	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HROV 기반 해양 개발·탐사 시스템 개발</li> <li>• 수중 다이버의 위험 관리 및 잠수작업 지원을 위한 행동 인식 및 추적 기술</li> <li>• 양식장 모니터링 서비스</li> <li>• 해양 부착생물 제거 로봇 개발</li> <li>• 해양로봇 및 해양 ICT융합 IoT 플랫폼 설계</li> <li>• 해양쓰레기 수거 로봇 개발</li> <li>• 수중 IoT (Internet of Underwater Things; IoUT)용 시스템 및 서비스 플랫폼 개발</li> <li>• 유비쿼터스 수중 통신망 개발</li> <li>• 딥러닝, 학습을 위한 생물 이미지 데이터 베이스 구축</li> <li>• 스마트 수중증강현실 시스템 개발</li> </ul>
3개 해역 공통	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrographic Survey 및 수중측위지원용 무인선 시스템 개발</li> <li>• MMI 응용 기반 수중로봇 운용 기술 개발</li> <li>• MR(Mixed Reality) 기반 수중로봇 시스템 및 수중로봇시뮬레이터 개발</li> <li>• ROV(Remotely Operated Vehicle)의 원격 진·회수 시스템</li> <li>• 다중 해양 로봇을 이용한 해양 환경 탐사 기술 개발</li> <li>• 센서신호기반 수중로봇 작업상태 추정기술 개발</li> <li>• 수중 경작업용 6축 매니플레이터를 탑재한 천해용 소형 ROV</li> <li>• 수중 네트워크를 기반으로 한 정찰 및 모니터링용 수중 드론 개발 기술</li> <li>• 수중 장애물 탐지 및 회피 알고리즘에 기반한 해양 로봇의 자율 주행 기술 개발</li> <li>• 자율주행 기술, 수중 측위기술</li> <li>• 자율주행 다기능 해양관측/감시 로봇 제작</li> <li>• 정밀 해저지형 정보 수집용 자율해양로봇 개발</li> <li>• 해양관측용 해양드론 개발</li> <li>• 해양로봇 운용을 위한 인지적 IoT 플랫폼 설계</li> <li>• 해양로봇 최적설계 기술 개발</li> <li>• 해양빅데이터를 기반으로 한 해양로봇 최적 공정 예측 시스템 개발</li> <li>• 2차원 이미지 소나의 높이(Elevation)정보 복원 및 센서 융합을 통한 실시간 광학/초음파 정보 융합형 3차원 해저지형 생성기술</li> <li>• 기계학습 기반 수중환경 최적 통신 어댑팅 기술</li> <li>• 수중 고용량 데이터 전송을 위한 수중 광 무선 통신 전송 기술 및 네트워크 장비 개발</li> <li>• 수중 의미(semantic) 형상지도 작성을 위한 인공지능 기반 소나 시스템 개발</li> <li>• 수중통신시스템 실증시험을 위한 시범서비스 사업</li> <li>• 지능형 멀티모달 방식 기반 수중 통신/네트워크 기술</li> <li>• 해양 IoT 실현 및 5G 이동통신 서비스 제공을 위한 차세대 전 해상 무선 통신 네트워크 구축</li> </ul>

- 해양 통합 통신망 구축을 위한 자원관리 및 다중엑세스 기법
- SLAM 기반 3D 수중 환경 인식 기술
- 다중분광 비전센서 및 인공지능기반의 선박/선체 균열 탐지 시스템
- 실시간 해양 방사능 오염 정밀측정 및 감시 시스템 개발
- 해양 구조물 내부 비파괴 검사를 위한 무인 검사장치 개발
- 해양장비·로봇과 수중통신네트워크기술을 융합한 다목적용 실시간 해양 환경 모니터링 및 제어·관리 시스템 구축 기술

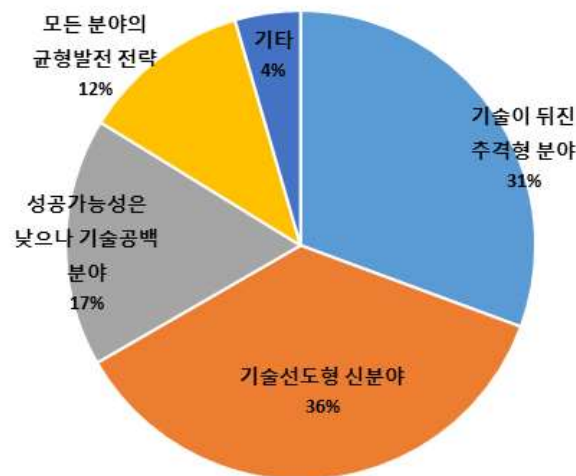
○ 국내 관련 기술수준은 해양로봇과 수중통신, 융합관측 모두 관련 기술 선진국에 추적 근접단계라고 응답함

- 수중통신과 융합관측분야에서는 현재 추격초기 단계라는 응답이 두 번째로 높았음



[그림 3-6] 분야별 기술수준 응답현황

○ 관련 기술의 경쟁력 강화를 위한 투자 필요 분야는 기술선도형 신분야의 투자가 필요하다는 응답이 36%(40명)가장 높았고 기술이 뒤진 추격분야가 31%(34명) 두 번째로 높았음

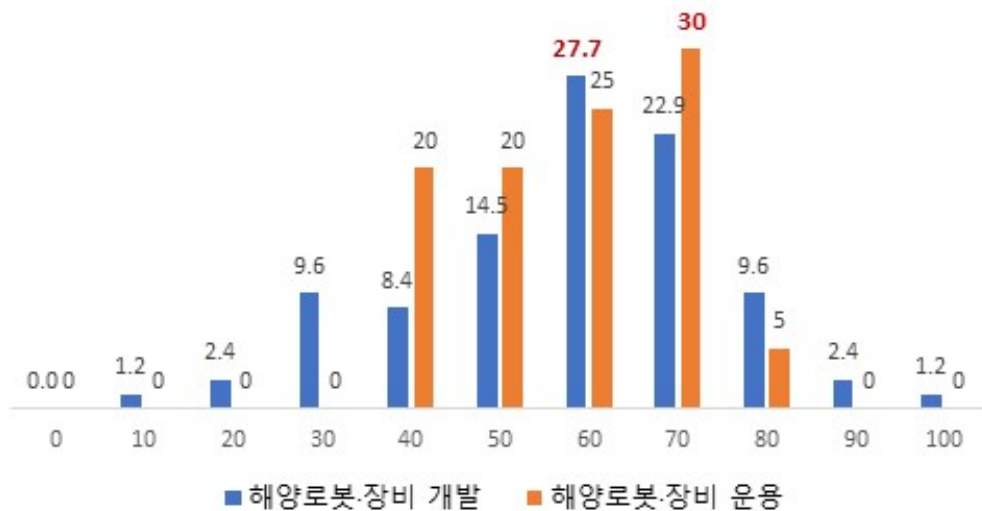


[그림 3-7] 관련 기술의 경쟁력 강화를 위한 투자 분야 응답 비중

- 기타의견으로 기개발 기술의 실용화 추진, 해양분야 기초 산업, 미래 신시장 공략 신 기술-신상품 개발에 집중 투자, 선진국의 기술 보호/수출 제한의 우려가 있는 분야, 우리 해양 환경에서 운용 가능한 기술 개발 등의 의견이 있었음
- 현재 관련 기술개발의 이슈 및 문제점에 대한 의견으로는 자연재난 및 기후변화 예방 및 대응, 해양탐사 및 개발, 인력투입이 어렵고 위험한 수중환경에 인력을 대체한 첨단 해양 로봇 기술 등의 의견을 제시함

## □ 2차 기술수요조사

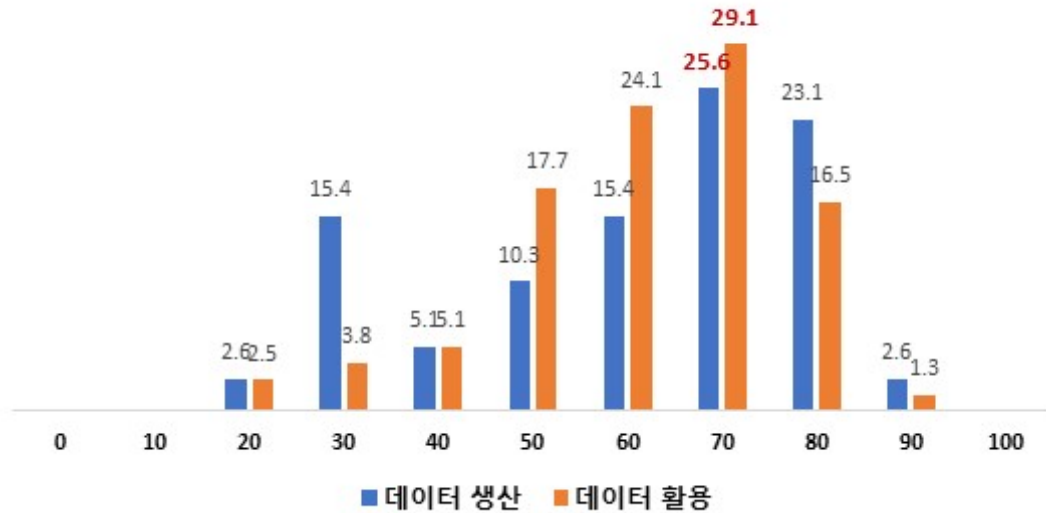
- 주무부처 및 R&D관리기관 그리고 해양관측업무를 담당하는 기관을 포함한 기술수요자 입장의 R&D 요구사항에 대한 설문 실시
- 해양로봇·장비 개발 및 해양로봇·장비 운용 분야 국내 기술수준 설문
  - 해양로봇·장비 개발 분야는 선진국대비 60% 수준이라는 응답이 가장 높았으며, 해양로봇·장비 운용분야는 선진국대비 70% 수준이라는 응답이 가장 높게 나타남



[그림 3-8] 해양로봇·장비 개발과 해양로봇·장비운용 분야 기술수준 응답

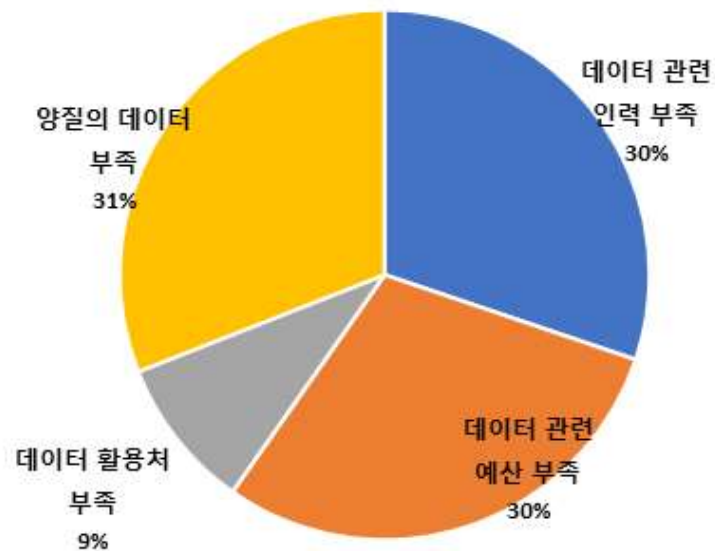
- 국내 해양 데이터 생산·관리 및 데이터 분석·활용 분야 국내 기술수준 설문
  - 국내 해양 데이터 생산·관리 분야와 데이터 분석·활용 분야 모두 선진국대비 70% 수준이라는 응답이 가장 높았음





[그림 3-9] 국내 해양 데이터 생산·관리 및 데이터 분석·활용 분야 기술수준 응답

- 국내 해양관련 데이터의 생산·관리·활용에서 발생하는 문제점에 대한 설문에서는 데이터 생산·관리·활용을 위한 예산과 인력 부족하다는 응답이 30%, 양질의 데이터가 부족하다는 응답이 31%로 조사됨



[그림 3-10] 국내 해양관련 데이터의 생산·관리·활용의 문제점 응답

- 국내 해양관련 데이터의 생산·관리·활용을 위한 예산과 인력의 부족으로 양질의 해양 데이터 생산이 어려운 것으로 판단됨

- 1,2차 기술에 수요를 종합하여 공통된 36개 기술을 도출하였고 도출된 기술을 해양로봇, 수중통신, 융합관측 분야로 구분함

<표 3-2> 1,2차 기술수요조사 종합 결과

분야	기술명
해양로봇	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다중 해양 로봇을 이용한 해양 환경 탐사 기술 개발</li> <li>• 수중 장애물 탐지 및 회피 알고리즘에 기반한 해양 로봇의 자율 주행 기술 개발</li> <li>• 자율주행 기술, 수중 측위기술</li> <li>• 정밀 해저지형 정보 수집용 자율해양로봇 개발</li> <li>• 해양관측용 해양드론 개발</li> <li>• 해양로봇 운용을 위한 인지적 IoT 플랫폼 설계</li> <li>• 해양로봇 최적설계 기술 개발</li> <li>• 해양 빅데이터를 기반으로 한 해양로봇 최적 공정 예측 시스템 개발</li> <li>• 해양 부착생물 제거 로봇 개발</li> <li>• 해양로봇 및 해양 ICT융합 IoT 플랫폼 설계</li> <li>• 해양영토관리 및 개발을 위한 로봇지능기반의 자율수중로봇 기술 개발</li> <li>• 해양재난 구조로봇 기술</li> <li>• 수중 다이버의 위험 관리 및 잠수작업 지원을 위한 행동 인식 및 추적 기술</li> <li>• 에너지-하베스팅 및 해수전지 기술을 활용한 해상 광역감시용 인공지능 로봇 개발</li> <li>• 자율운항·지능작업 하이브리드 수중로봇 기술 개발</li> <li>• 해난사고 구조 및 해양개발을 위한 해양로봇·ICT융합기술개발</li> <li>• 해양 구난·안전 작업 지원을 위한 자율 매니플레이션 기술 개발</li> <li>• 양식장 모니터링 서비스</li> <li>• 해양쓰레기 수거 로봇 개발</li> <li>• 수중 용접 자동화 장비 개발</li> <li>• 수중환경 촬영 무선 모니터링 장비</li> <li>• 해양생물 먹이 방사 무인 장비</li> <li>• 해조류, 부착생물 채집 로봇 개발</li> </ul>
수중통신	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중 IoT (Internet of Underwater Things; IoUT)용 시스템 및 서비스 플랫폼 개발</li> <li>• 유비쿼터스 수중 통신망 개발</li> <li>• 2차원 이미지 소나의 높이(Elevation)정보 복원 및 센서 융합을 통한 실시간 광학/초음파 정보 융합형 3차원 해저지형 생성기술</li> <li>• 수중 의미(semantic) 형상지도 작성을 위한 인공지능 기반 소나 시스템 개발</li> <li>• 수중 센서 자료 자동 송수신 시스템</li> </ul>
융합관측	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 딥러닝, 학습을 위한 생물 이미지 데이터 베이스 구축</li> <li>• 해양환경 관측을 위한 수중 및 수상 연동 인프라 구축기술 개발</li> <li>• 스마트 수중증강현실 시스템 개발</li> <li>• SLAM 기반 3D 수중 환경 인식 기술</li> <li>• 실시간 해양 방사능 오염 정밀측정 및 감시 시스템 개발</li> <li>• 해양장비·로봇과 수중통신네트워크기술을 융합한 다목적용 실시간 해양 환경 모니터링 및 제어·관리 시스템 구축 기술</li> <li>• 생체지표 인식 가능 모듈 개발</li> <li>• 해양 환경 자동측정 센서 개발</li> </ul>

- 해양로봇분야에서는 해양관측, 해양구난·안전, 수중작업, 수산산업지원 등 해양관리에 활용이 가능한 해양로봇 개발과 해양로봇의 무인 자율주행을 위한 기술개발 관련 기술수요를 제기함
  - 수중통신 분야는 생성된 자료를 송수신 등을 위한 수중통신망 개발에 대한 기술수요를 제기함
  - 융합관측 분야는 해양로봇을 포함한 해양장비와 수중통신망의 융합을 통해 실시간 해양모니터링 시스템 구축에 대한 기술수요를 제기함
- 1,2차 기술에 수요를 통해 선정된 36개 기술 중에서 총괄기획위원회를 통해 14개 핵심기술로 통합·조정을 실시함

<표 3-3> 핵심기술 리스트

분야	NO	기술명
해양로봇	1	대수심 해양 관측용 다기능 부이 배열 시스템
	2	고밀도 해양공간정보 구축을 위한 인공지능 기반 자율수중로봇 기술
	3	광역 해양 관리를 위한 수중글라이더 핵심 부품 및 지능형 관측 기술
	4	극한환경 극복 침물선박·해양구조물 내부탐사 수중로봇
	5	자가 발전(파력) 해양 관측 이동형 부이로봇
	6	실시간 광역 해양수산환경 관측·대응 로봇기술
수중통신	7	광역 해양 관측망 구축을 위한 해양통신 기술
	8	다수의 수중 이동체간 통신망 구축기술
	9	수중 근거리 고속 통신을 위한 수중 무선 광통신(UWOC) 기술 개발
	10	수중기지국 기반 수중통신망 시범서비스 기술
	11	수중사물인터넷(loUT) 시스템 및 서비스 플랫폼
융합관측	12	광역 해양환경 데이터 수집·분석·표준화 기술
	13	해양관측 장비 시험·평가체계 구축
	14	해양환경관측 센서 기술

### 3. R&D 전략

#### □ 광역해양 관측 및 안전성 확보 로봇개발

- 고정형 관측소의 공간적 한계 극복이 가능한 국내 외해·심해 관측정보 생성을 위한 기반확보
- 극한 상황에서도 해양감시정보의 신뢰도가 보장되고 신뢰도가 유지된 정보를 토대로 해양사고 대응력 강화 기술 확보

#### □ 해양환경 및 생태계 모니터링 기술 고도화

- 국내 해양에서 일어나는 해양생태계변화를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 기술 확보

#### □ 해양로봇 운용·제어 최적 해양통신 네트워크 구축

- 개발된 다수의 해양로봇을 효율적으로 제어하여 운용 효율을 제고하고 이를 통해 생성된 많은 양의 정보의 신속·정확한 전달을 위한 해양로봇 운용·제어 최적 해양통신 네트워크 구축

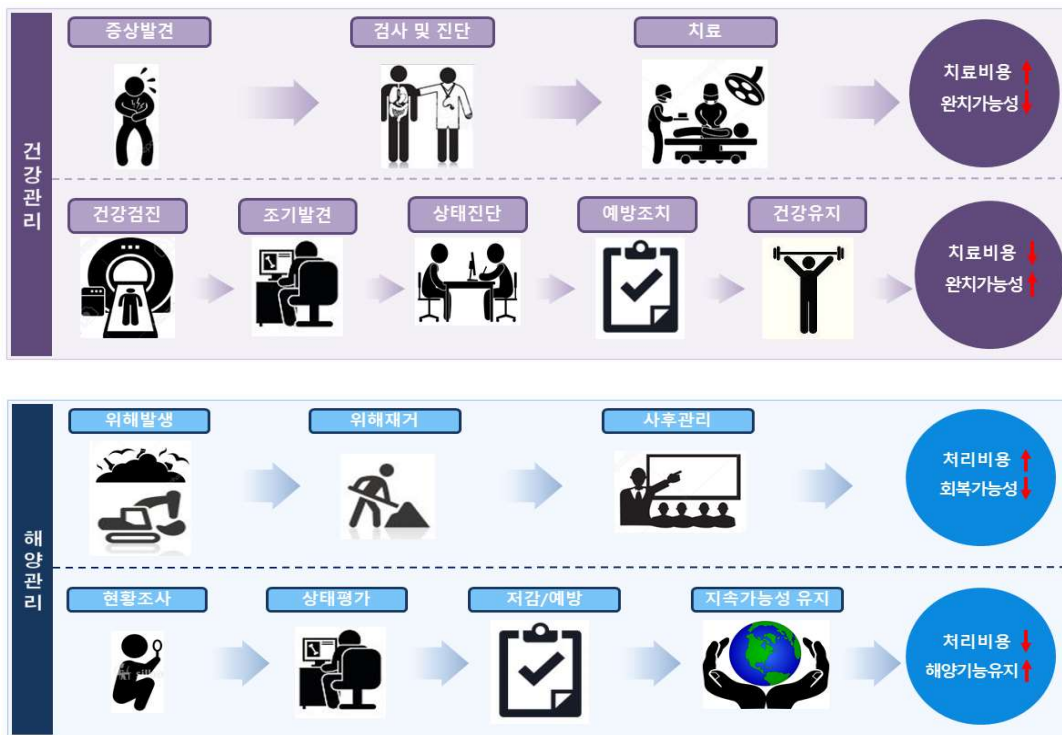
# 제4장 사업내용

## 제1절 사업의 개요

### 1. 사업의 개념

#### □ 사업의 목적

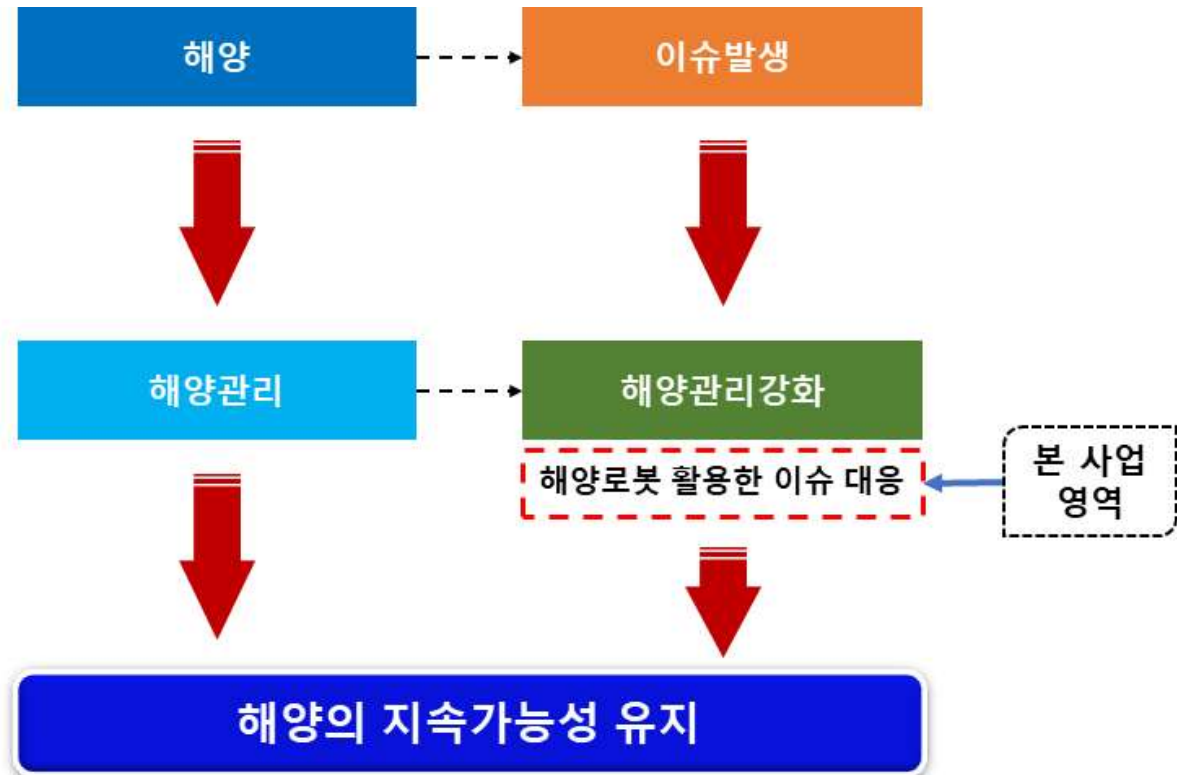
- 본 사업은 무인 해양로봇의 개발을 통한 해양에서 발생하는 다양한 이슈에 효율적인 대응을 목적으로 하고 있으며, 본 사업에서는 해양관리를 해양의 지속가능성 유지를 위한 해양의 상태진단·평가 및 예측·대응 등의 행위로 정의함
- 그동안의 해양은 개발의 대상으로 인식되었으나, 2000년대 중반 국제적으로 해양을 포함한 환경의 지속가능성이 강조되면서 해양의 유지·보전을 위한 노력이 시작됨
- 몸에 질환이 발생하여 증상이 나타났을 경우 치료시기를 놓쳐 치료가능성 저하 및 고비용이 발생하는 것을 대비하기 위해 건강검진 등의 건강관리를 실시하듯 해양의 지속가능성 유지를 위해서는 상태진단·평가 및 예측·대응의 해양관리가 필수적임



[그림 4-1] 해양관리의 필요성

## □ 사업의 영역

- 본 사업의 영역은 해양에서 발생하는 이슈를 해양로봇을 활용하여 대응하는 것으로 다양한 이슈 중 해양생태계 유지·보전 및 해양 인명사고 대응에 활용이 가능한 해양로봇의 개발과 개발된 해양로봇의 운용기술을 개발하는 것으로 영역을 한정함



[그림 4-2] 본 사업의 영역

## 2. 사업의 범위

- 본 사업은 국내 동해·서해·남해에서 발생하는 해양생태계 변화에 대한 명확한 진단·평가 및 해양사고에 효과적인 대응을 위해 해양관측정보생성 및 해양 인명사고에 활용이 가능한 해양로봇을 개발하고 개발된 해양로봇의 활용성 제고를 위한 운용기술 개발을 범위로 설정함

### 가. 공간적 범위

- 국내 영해를 포함한 배타적 경제수역까지를 공간적 범위로 설정

### 나. 시간적 범위

- 2020년부터 2024년까지 총 5년간 사업 진행

### 다. 기술적 범위

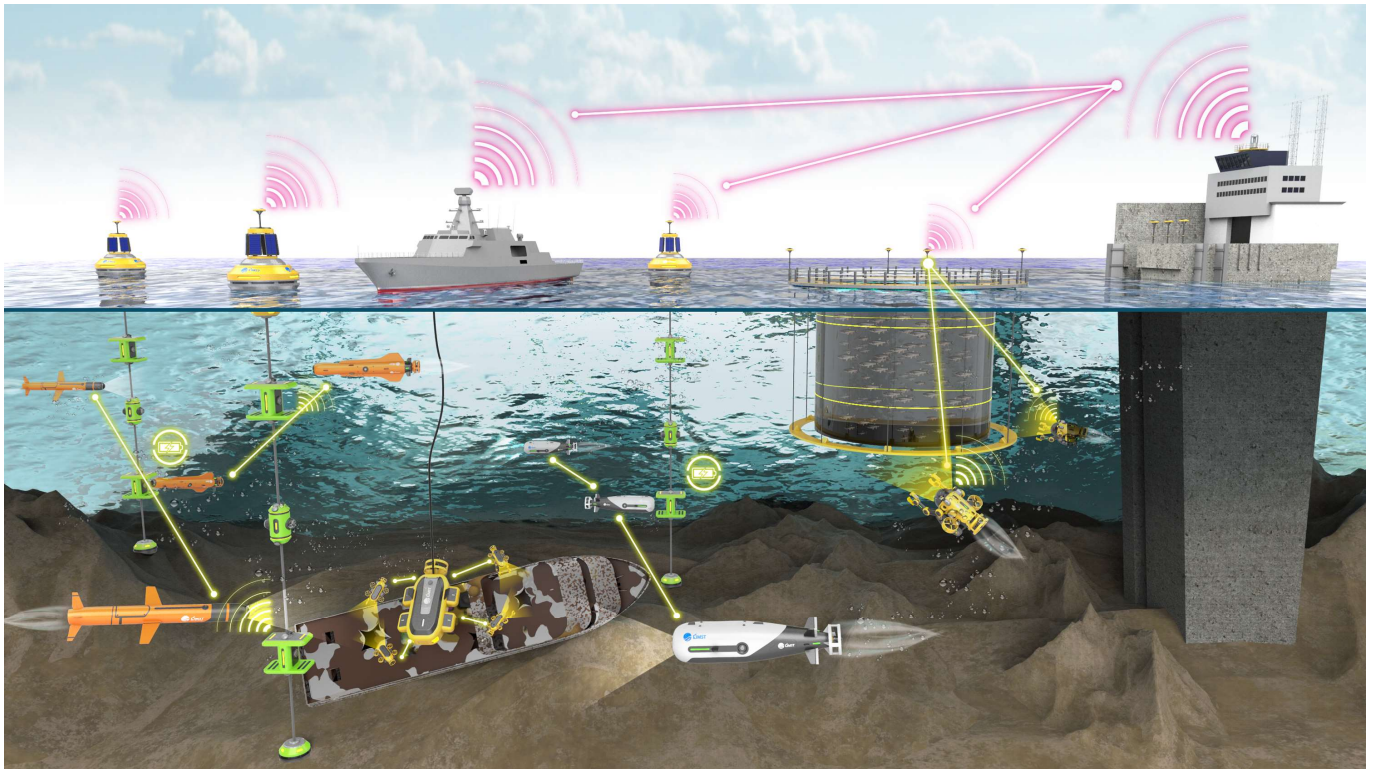
- 해양 지속가능성 유지를 위한 저감·예방 대책은 정확한 조사를 통해 얻어진 해양정보를 토대로 이루어지는 진단·평가가 선행되어야 함
- 본 사업의 기술적 범위는 해양의 현재 상태 진단·평가를 위해 필요한 ①해양관측정보생성 및 해양 인명·오염 피해 최소화를 위한 ②해양사고 신속대응에 활용 가능한 해양로봇개발과 해양로봇의 운용기술 개발



### 3. 사업의 정의

#### □ 사업명 : 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업

- 본 사업은 국내 외해·심해의 정확도 높은 해양데이터를 지속적으로 수집할 수 있는 해양로봇을 포함한 장비 개발 및 수집정보의 실시간 제공, 개발된 해양로봇의 실해역 운용성을 검증하는 사업으로 정의됨



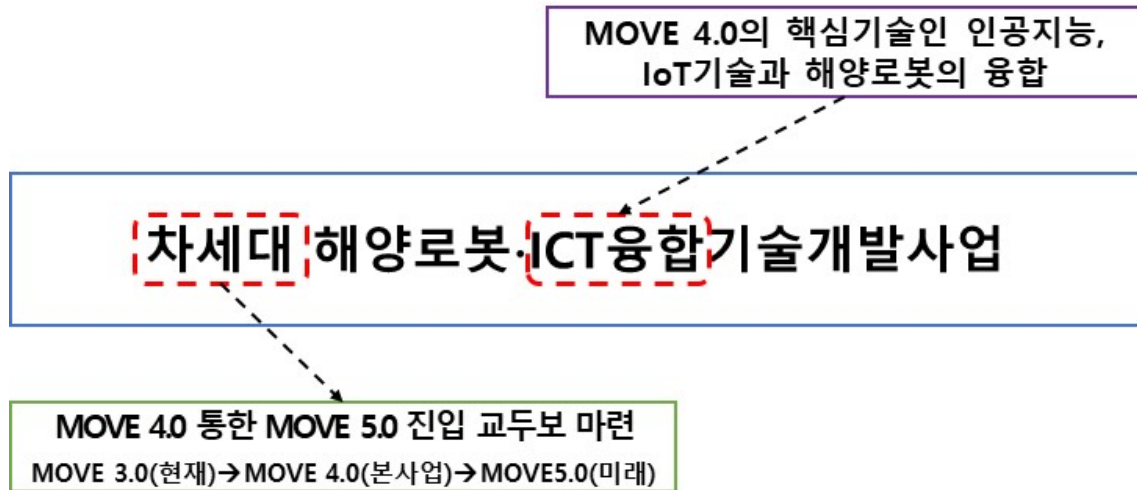
[그림 4-3] 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 개념도

#### □ 사업명 선정 이유

- 본 사업명은 ‘차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업’으로 2017년 해양수산부에서 발표한 해양장비 분야의 R&D 투자 효율성을 제고하기 위한 중장기 로드맵실용화 프로젝트인 ‘MOVE 4.0 프로젝트’에 부합되도록 사업명을 선정함
- 현재 해양장비 분야의 기술개발은 MOVE 3.0 단계로 다양한 목적의 수중로봇 개발과 수중통신기술이 개발되고 있고 본 사업을 통해 인공지능 기반의 해양로봇 개발과 사물인터넷 기술이 결합된 해양통신기술을 개발하는 MOVE 4.0<sup>29)</sup> 단계 진입을 지향함



- 본 사업을 통해 해양장비 관련 산업 및 기술을 선도하는 MOVE 5.0로 진입하는 교두보 마련
- ※ MOVE 4.0 개념 : 인공지능(AI), 사물인터넷 (IoT) 등을 활용해 해양공간을 효과적으로 개발하고, 해양장비 분야의 R&D 투자 효율성을 제고하기 위한 중장기 로드맵실용화 프로젝트

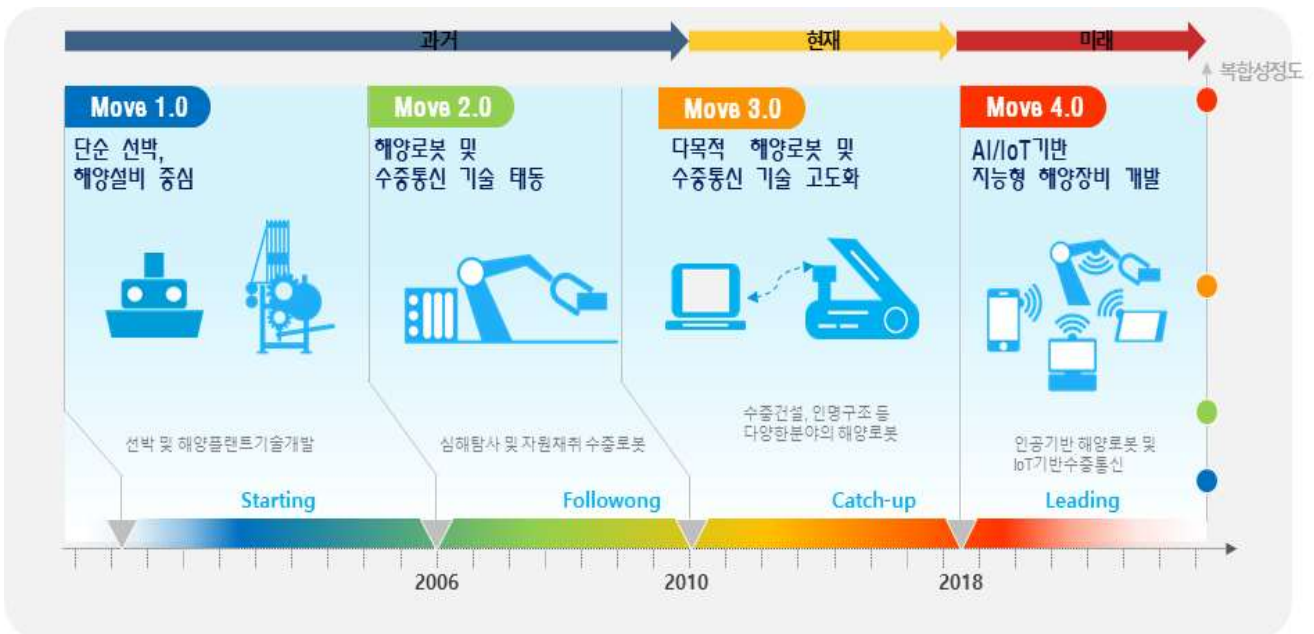


[그림 4-4] 사업명의 의미

참고

**MOVE 4.0 프로젝트**  
 (Maritime Operative Vehicle Equipment / International, Innovation, Intelligence, Industry)

- 인공지능(AI), 사물인터넷 (IoT) 등을 활용해 해양공간을 효과적으로 개발하고, 해양 장비 분야의 R&D 투자 효율성을 제고하기 위한 중장기 로드맵실용화 프로젝트

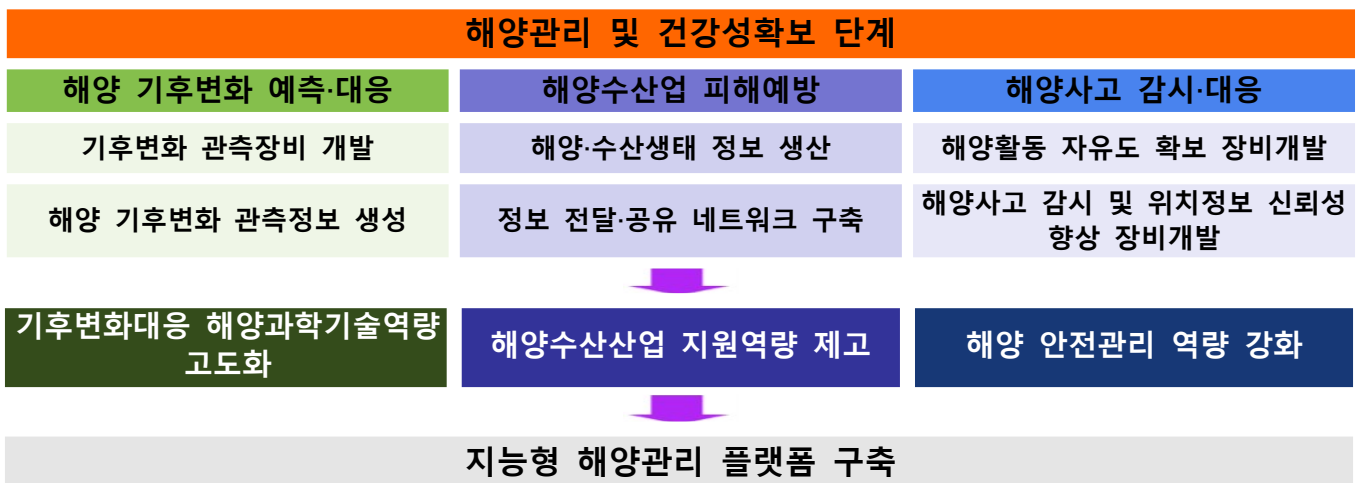


## 제2절 사업의 구조

### 1. 사업의 구조 설계

#### 가. 사업 구조 개요

- 사회환경 변화, 정책동향, 기술동향, 산업계 동향을 종합 고찰하여 도출한 문제·이슈 및 해결방안을 종합적으로 분석하여 ‘기후변화대응 해양과학기술역량 고도화’, ‘해양안전 관리역량 강화’, ‘해양수산업 지원역량 제고’로 구분
  - 기후변화대응 해양과학기술역량 고도화 : 해양 기후변화 대응 관측정보 생성을 위한 기후변화 관측장비 개발하고 장비의 운용 시간·범위 확대방안을 마련하는 분야로 구성
    - 무인 관측장비 개발 : 장시간·장거리 이동이 가능한 무인 관측기 개발
    - 고정형 관측장비 개발 : 고정 관측기 주요기능은 물론이고 무인 관측기와 도킹하여 무인관측기에 에너지 공급이 가능한 고정형 무인 관측기 개발
  - 해양수산업 지원역량 제고 : 실시간 변화되고 있는 해양수산 환경정보를 빠르게 생성·전달하여 해양수산업 피해예방 및 증진에 기여할 수 있는 기술 분야로 구성
    - 정보생산 센서 개발 : 해양수산업 피해예방에 요구되는 다양한 정보생성에 필요한 센서 및 핵심기술 개발
    - 정보 전달 통신 네트워크 구축 : 생성된 정보를 신속정확하게 전달·공유할 수 있는 네트워크 구축
  - 해양 안전관리 역량 강화 : 활동의 자유도가 결여된 환경 또는 이상기후로 인한 극한 상황에서 이동 및 작업이 가능한 장비개발 기술 분야로 구성
    - 해양사고대응 장비 개발 : 극한 상황에서도 해양정보 신뢰도 및 해양작업 자유도를 확보할 수 있는 장비개발



[그림 4-5] 사업의 구조설계

## 나. 사업의 필요기술 도출

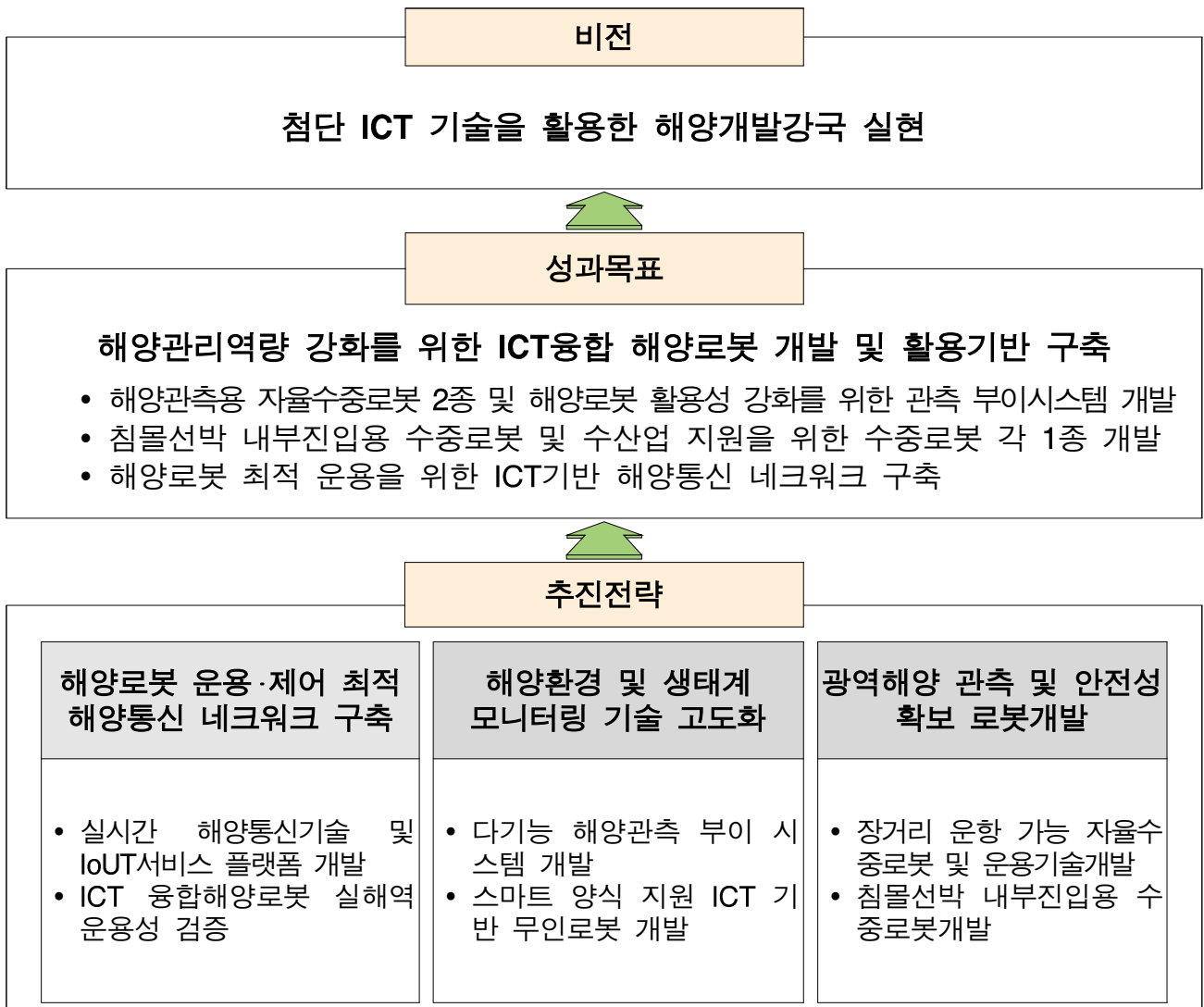
<표 4-1> 사업의 기술개발 범위

구분		개발대상 필요기술
기후변화대응 해양관측장비	장시간·장거리 이동 무인 관측기	신재생에너지 활용한 배터리 충전기술, 저전력 무인관측기 개발기술, 24시간 에너지 공급이 가능한 Energy harvesting vehicle 개발기술, 무인관측기 위치 추적을 통한 자동회수 시스템, 해양장비 핵심기술(국산화), 근거리 비접촉 데이터 및 전원 공급 기술, 해양 관측 플랫폼 설치/회수 기술 등
	무인 관측기와 도킹 가능한 고정형 무인 관측기	해상로봇의 원격 관제 및 자율 제어 기술, 빅데이터 기반 자동 탐지 및 인식 기술, 도킹을 위한 동적위치 제어 및 매니플레이터 운용 기술, 관측 부이의 단계적 도면 인식 및 센서융합 기반 3차원 형상 복원 기술
해양수산 환경변화 정보 네트워크	정보생산 센서	2개 이상 해양장비 및 어플리케이션 공조 알고리즘 개발기술, 무인 이동체 및 센서 제어기술, 소형 관측 표류 센서 개발 기술, 용존기체 및 pH 센서개발 기술, 동·식물 플랑크톤 센서개발 기술, 용존 영양염 센서개발 기술 등
	정보 전달 통신 네트워크 구축	수중에서 최대 통달거리 10m에서 1Gbps급 수중 광 무선통신 기술, 수중 광 무선통신 모듈 실용화 기술, 가변적인 주파수 선택 기술, 수중기 지국 기반의 중앙 집중형 네트워크 구조와 수중센서 네트워크 구조를 모두 지원하는 기술, 해양 광역 관측망의 IoT 실현을 위한 저전력 광역(LPWA)기술, 수중 커넥터 기술 등
해양사고 신속대응 장비개발	해양사고대응 장비	해상형 부이 구조물 및 수중 앵커형 구조물 설계·해석 및 제작 기술, 이동성·조작성 향상 기반의 정보 획득·전송 가능 장비기술, 위험 환경 인식 알고리즘을 활용한 재난 기동 시스템 기술 등
	해양사고 발생위치 확인 장비	음영 지역이 없도록 하는 coverage 기술의 자율적 운용 기술, 3차원 경로 생성 및 장애물 회피 기술, 고효율 초저주파 음원 발생기술, 음원 청음기 및 음향자료 처리 기술 개발 등

# 제3절 사업비전 및 추진전략

## 1. 사업비전 및 목표

- 본 사업은 ‘한국형 스마트 해양관리체계 구축을 통한 해양강국 실현’을 위해 해양관리 역량 강화를 위한 ICT융합 해양로봇 개발 및 활용기반 구축을 목표로 설정



[그림 4-6] 사업의 비전체계도

## 2. 사업비전 및 목표 설정근거

### 가. 비전 설정 근거

<표 4-2> 사업의 비전 및 도출근거

비전	첨단 ICT 기술을 활용한 해양개발강국 실현
도출 근거	<ul style="list-style-type: none"> <li>제4차 과학기술기본계획 : 4차산업혁명 대응 실시간 정보관리 네트워크 구축 및 핵심기술 확보, 국가적 기후변화 예측 및 대응역량 제고</li> <li>제2차 해양수산발전기본계획(2011~2020) : 건강하고 안전한 해양 이용·관리 실현, 신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발</li> <li>제4차 해양환경종합계획(2011~2020) : 해역별 특성에 맞는 맞춤형 관리 강화, 해양생태계 건강성 유지·보전</li> <li>해양수산 R&amp;D 중장기계획(2014~2020) : 첨단 해양 장비산업 육성</li> <li>2020해양과학기술로드맵(MTRM2020) : 전 지구적 기후변화 예측 및 대응, 안전한 해양 이용</li> <li>해양수산발전기본법에 따라 국가는 해양과학기술을 향상하게 하고 해양과학기술의 실용화·산업화를 촉진해야하는 책무가 있음</li> <li>이러한 책무에 따라 해양환경 및 해양수산자원을 보전하고 지속 가능한 개발을 위한 관리역량을 강화해야 함</li> <li>이러한 배경 하에 ICT융합기술 기반의 해양로봇개발 및 활용기술을 통해 해양 지속가능한 개발·관리할 수 있는 비전을 설정함</li> </ul>

### 나. 성과목표 설정 근거

<표 4-3> 사업의 성과목표 및 비전과의 부합성

성과목표	해양관리역량 강화를 위한 ICT융합 해양로봇 개발 및 활용기반 구축	목표기한 / 사업종료시점	2024년
설정 근거	ICT융합기술 기반의 해양관측 및 침몰선 탐사 해양로봇을 개발하고 해양관측정보의 실시간 전송을 위한 기술을 확보함		
	<div style="display: flex; align-items: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">해양관측 해양로봇 개발 및 해양로봇 활용성 강화 기술</div> <div style="margin-right: 10px;">⇒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">ICT융합 기반 해양관측정보 신뢰성 제고</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">침몰선박 내부진입용 수중로봇 및 수산업 지원 로봇 개발</div> <div style="margin-right: 10px;">⇒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">해양사고 신속대응 및 수산·양식업 지원 강화</div> </div>		
비전과의 부합성	ICT융합 해양로봇 개발 및 활용기반 구축을 통해 해양관력역량 강화된 해양개발 강국을 실현		
	<div style="display: flex; align-items: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">ICT융합 기반 해양관측정보 신뢰성 제고</div> <div style="margin-right: 10px;">⇒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">지속가능성 확보된 해양개발 기반 조성</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">해양사고 신속대응 및 수산·양식업 지원 강화</div> <div style="margin-right: 10px;">⇒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">해양사고대응 및 수산업지원 체계 구축으로 안전하고 건강한 해양구현</div> </div>		

## 다. 성과지표

<표 4-4> 차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업의 성과지표

성과지표명 (단위)	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
발전 시스템 (시간당 전력 생산량)		500W(태양광)	200W(풍력) 500W(파력)		
운영시간(개월)			6		12
부이 최적배열 거리(km)		5		10	
AUV운영시간 (시간)			10	15	24
AUV운용수심(m)			200	1,000	2,500
다중 로봇 운용(대)				2	3
진회수 시간(시간)			3	2	1
수중글라이더 선단 구축 및 검증(건수)	1	2	3	3	3
수중글라이더 선단 동시 운용 장비(종)	2	2	3	5	5
수중로봇 내부 조사 성공률(%)				40%	60%
수중로봇 극복 유속(knots)			2	3	5
어장 내 어류 개체수 및 생체 분석 정확도(%)			40	60	80
해양로봇 극복 탁도(NTU)			100	200	300
저전력/소형 이동형 수중기지국 커버리지(km)			1km		2km
해상 광대역 네트워크 전송범위(km)		50km	80km	100km	
해상 광대역 네트워크 전송속도(Mbps)		10~100	10~100	10~100	

### 3. 사업 총괄로드맵

	2020	2021	2022	2023	2024
자가발전형 다기능 해양 관측 부이 시스템	부이 시스템 기본 설계 및 제어운용기술개발			다기능 배열 시스템 구축 및 실증시험	
고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술	자율수중로봇/핵심장치설계 및 플랫폼 구축			자율수중로봇/핵심장치 성능시험 및 실증	
지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술	수중글라이더 운용 체계 설계 및 테스트베드 구축		해양 시공간 선단 운용 체계 개발	선단 운용 체계 및 장치 탑재 기술개발	
	핵심장비 세부 설계 및 프로토타입 제작		핵심장비 개발 및 성능 평가		
극한환경 수중침몰/밀폐 구조물 내부탐사용 수중 로봇 및 지원기술	내부조사용 시스템 사양 선정 및 지자기 센서 성능 확인 연구		내부 조사용 수중로봇 및 가이딩 시스템 운용 시험	내부탐사 실증 시험	
스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발	ICT 기반 스마트 양식장 무인로봇 설계 및 제작			ICT 기반 스마트 양식장 무인로봇 성능개선 및 통합평가	
해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발	해양통신 통합 네트워크 시스템 설계 및 구현		IoT 기반의 해양통신 네트워크 성능개선 및 성능검증		해양통신 지능형 서비스 구현



## 제5장 핵심과제별 추진내용

### 제1절 핵심과제 선정

#### 1. 핵심과제 선정 방법

##### 가. 개요

- 1,2차 기술수요조사를 실시하여 정리된 36개 기술 중 총괄기획위원회를 통해 14개 기술로 통합·조정을 실시하였고 우선순위 평가를 통해 6개 기술로 정리한 후 과제화 실시



[그림 5-1] 핵심과제 선정 과정

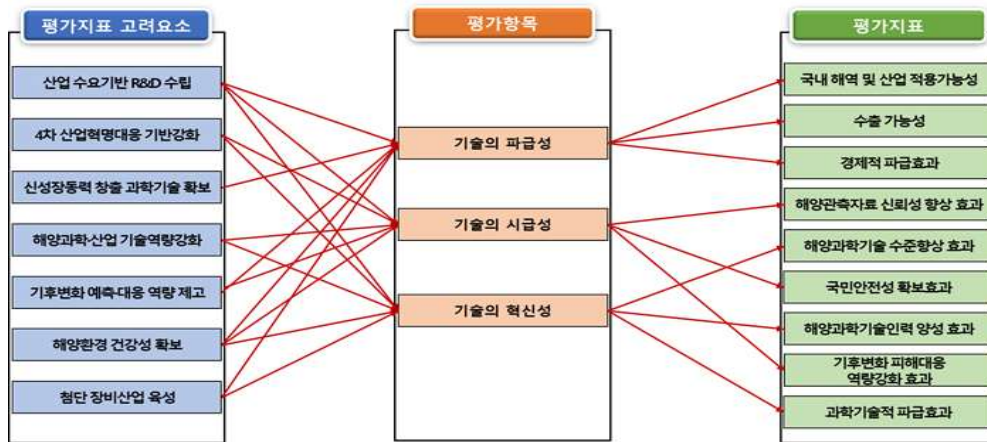
※ 기술수요조사 상세 내용은 본 보고서 p. 184 참조

## 2. 핵심과제 선정

### 가. 우선순위 평가

#### □ 핵심기술 개발우선순위 평가항목 및 평가지표 설계

- 핵심기술의 사업화 가능성, 수출 가능성, 해양과학기술수준 향상효과, 해양안전 향상효과, 해양환경 질 개선효과 등을 고려하여 평가지표 설계
- 정책적(상위계획과 부합성), 기술적(과학기술적 필요성), 경제적(시장창출 및 산업육성)을 고려하여 평가지표 및 평가항목 설계



[그림 5-2] 핵심기술 우선순위 평가항목 및 평가지표 설계

<표 5-1> 핵심기술 우선순위 평가항목 및 평가지표별 세부내용

평가항목	평가지표	내용
기술의 파급성	국내 해역 및 산업 적용가능성	• 개발된 장비 또는 기술이 국내 해역별 현장 적용 및 핵심소재 활용 대한 가능성 평가
	수출가능성	• 국외 시장규모와 가격경쟁력 기반의 수출 가능성 평가
	경제적 파급효과	• 관련 업계의 생산유발 및 생산성 향상 효과와 국내 기술수요와 시장규모 고려시 수입대체 효과를 고려한 해양수산 기술개발 및 산업화와 수반한 직접 경제효과 평가
기술의 시급성	기후변화 피해대응 역량강화 효과	• 국내 해양수산분야 기후변화 피해 최소화를 위한 역량강화 효과 평가
	해양관측자료 신뢰성 향상 효과	• 현재 생산되고 있는 해양관측자료의 신뢰성을 향상효과를 평가
	국민안전성 확보효과	• 개발된 장비 및 기술이 국민의 안전성 확보에 기여가 가능한지에 대한 평가
기술의 혁신성	해양과학기술수준 향상효과	• 개발된 장비 및 기술로 인해 국내 해양과학기술수준의 향상효과에 대한 평가
	해양과학기술인력 양성효과	• 기술개발을 통해 발생하는 해양과학기술인력의 경쟁력 제고 및 신규전문인력양성 효과 평가
	과학기술적 파급효과	• 개발된 장비 및 기술이 관련 분야 및 타 분야의 과학기술 발전에 미치는 영향에 대한 효과 평가

□ 핵심기술 우선순위 평가항목별 가중치 설문

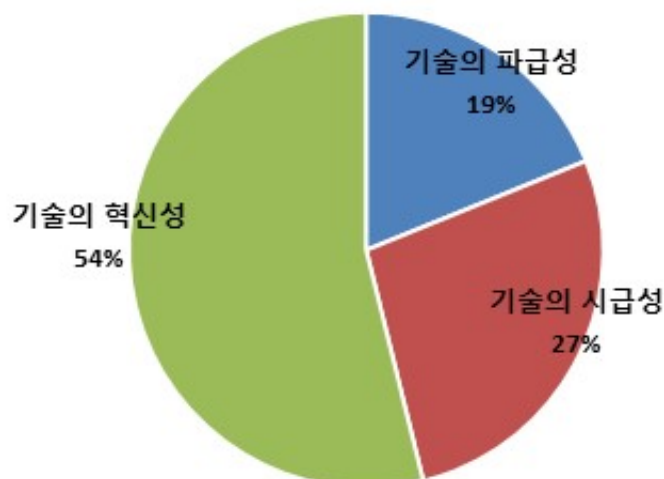
- 핵심기술의 우선순위를 평가하기 위해 평가항목을 설계하고 평가항목별로 평가지표에 대한 가중치를 설문함

<표 5-2> 우선순위 평가항목 및 평가지표

평가항목	평가지표
기술의 파급성	국내 해역 및 산업 적용가능성
	수출가능성
	경제적 파급효과
기술의 시급성	기후변화 피해대응 역량강화 효과
	해양관측자료 신뢰성 향상 효과
	국민안전성 확보효과
기술의 혁신성	해양과학기술수준 향상효과
	해양과학기술인력 양성효과
	과학기술적 파급효과

- 1차 설문 : 2018년 1월 19일~22일, 기획위원 및 관련 기술전문가 55명
- 2차 설문 : 2018년 1월 24일~25일, 해양수산 R&D관리기관(KIMST) 29명

- (결과) 우선순위 평가항목별 가중치 1,2차 설문결과 ‘기술의 혁신성’(54%)을 평가항목 중 가장 높은 비중을 차지했고 ‘기술의 시급성’(27%), ‘기술의 파급성’(19%) 순으로 조사됨



[그림 5-3] 우선순위 평가항목별 가중치설문결과

## □ 핵심기술 우선순위 평가 방법

- 14개 핵심기술 우선순위 평가를 위해 핵심기술 우선순위 평가표를 활용하여 기획위원 및 관련 전문가를 대상으로 평가 설문 실시
  - 기간 : 2018년 2월 2일~2월 7일
  - ※ 평가항목별 점수에 가중치를 반영하여 핵심기술 평가 점수 산출

<표 5-3> 우선순위 평가표

핵심기술	기술의 파급성 (경제·산업적 파급성)			기술의 시급성 (정책적부합성)			기술의 혁신성 (과학기술적 중요성)												
	국내해역 및 산업적용 가능성	수출 가능성	경제적 파급효과	기후변화 피해대응 역량강화 효과	해양관측 자료 신뢰성 향상효과	국민 안전성 확보효과	해양과학 기술수준 향상효과	해양과학 기술인력 양성효과	과학 기술적 파급효과										
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 10%;">종합의견</td> <td colspan="9"></td> </tr> </table>										종합의견									
종합의견																			

## □ 핵심기술 우선순위 평가 결과

- 해양로봇분야의 ‘고밀도 해양공간정보 구축을 위한 인공지능 기반 자율수중로봇 기술’의 점수가 높았고, 수중통신분야의 ‘수중기지국 기반 수중통신망 시범서비스 기술’의 점수가 가장 낮음



[그림 5-4] 핵심기술 우선순위 평가 결과

- 기존 사업·과제와의 연계성, 핵심기술 간 중복성, 우선순위는 낮지만 과학기술적 관점에서 타 기술의 기반이 되는 기술 등 다양한 관점을 고려하여 기획위원회의를 통해 최종 6개의 핵심과제를 선정함

<표 5-4> 사업의 구성

No	핵심과제 명
1	자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템
2	고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술
3	지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술
4	극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술
5	스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발
6	해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발

## 제2절 핵심과제별 세부추진내용

### 1. 자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템

#### □ 기술개발의 필요성

- 국내에서 운용되고 있는 해양 부이(2018년 1월 기준 국립해양조사원 17대)의 경우 연안을 따라 단일로만 설치되어 있고 특정 수심에 해당되는 데이터만 30분 주기로 측정하기 때문에 제공되는 연안 데이터의 시공간적 해상도가 낮음
  - 관측의 목적이나 설치 환경에 따라 다양한 크기 및 형태의 관측부이 개발 필요
  - 선박 충돌사고 및 해외 어민의 약탈 등으로부터 고가의 해양관측장비 보호를 위한 관측부이 디자인 및 기능 개선 필요
- 기존 부이는 배터리와 효율이 떨어지는 태양광에만 의존하기 때문에 장시간 활용을 위해 데이터 전송 주기가 길고, 전력 소모가 많은 센서 장비는 탑재하기 힘들
  - 해양기상 관측센서 및 부속장비의 다양화 등에 따라 전력 소요가 점차 증가하고 있어 기본적인 태양광 발전이외에 파력, 풍력 등 복합 에너지 시스템 개발이 요구됨
- 해양 관측에 있어 글라이더나 자율수중로봇을 활용하는 국내 사례가 있으나 이를 지원하기 위한 충전 및 데이터교환 스테이션의 개발은 전무함
  - 선박과의 충돌, 태풍 등으로 부이 시스템의 손상, 고장, 유실이 종종 발생
- 종래의 부이 기술은 단순하여 활용성이 높으나 넓은 바다 정보를 정밀하게 측정하기에는 활용이 제한되어 있고 국내 운용되는 부이는 해양관측센서가 고정되어 있어 원하는 수심별 해양환경 데이터 계측이 어려움
  - 닻과 쇄사슬로 연결하므로 심도가 깊은 경우 설치, 유지 관리 부담이 매우 큼
  - 설치 후 위치 변경이 매우 어려우며, 정기적 전원 시스템(배터리) 교체 필요
- 단순 해양기상관측 플랫폼의 목적으로 해양기상 관측부이를 운영하고 있으나, 수중 해양관측시스템의 발전으로 수중장비의 Gateway buoy의 역할도 겸할 수 있는 관측부이 개발이 필요함
  - 수상 해양드론의 중간 기착지 및 통신 연계용 부이

- 수중 해양글라이더의 충전 플랫폼의 역할 등

- 기존 부이의 문제점을 해결하고 나아가 더 많은 해양관측 데이터를 제공하기 위해서 자체 에너지 수급 기술(자가 발전 기술)과 신재생 에너지 활용 기술, 수중로봇 운용지원 기술, 수중 센서 장비 이동 기술이 필요함

<기술비교>

구분	국외(OOI)	국내	기획기술
전원	• 배터리+태양광발전	• 배터리+태양광발전	• 배터리+태양광/파력/풍력 발전
운용시간	• 1-5년	• 1-5년	• 1년 이상
운용수심	• 운용 위치에 따라 다양	• 운용 위치에 따라 다양	• 100m 이상 우리나라 동서남해 전역
크기	• 1.5-10m 다양	• 1-6m 다양	• 직경/높이/수중 8/3/30m
통신	• 위성통신, 수중 통신, CDMA, VHF 통신 등	• 위성통신, 수중 통신, CDMA, VHF 통신 등	• 위성통신, 수중 통신, CDMA, VHF 통신 등
센서	• 해양 수질, 유동, 기상 관측 센서 및 수중 음향 센서 등	• 해양 수질, 유동, 기상 관측 센서 등	• 해양 수질, 유동, 기상 관측 센서 및 수중 음향 센서 등
수중로봇 지원	• 수중로봇과의 통신 • 수중로봇과 기지국과의 통신 중계	• 없음	• 수중로봇 도킹 • 수중 충전 • 수중 근거리 데이터 통신 • 수중로봇과의 통신 • 수중로봇과 기지국과의 통신 중계
이동형 센싱	• 계류선 이동식 프로파일러를 이용한 수심별 수중 환경 계측	• 불가	• 계류선 이동식 프로파일러를 이용한 수심별 수중 환경 계측
재난 회피	• 불가	• 불가	• 자체 추진시스템을 이용한 회피 기동
용도	• 해양 수질, 유동, 기상 관측	• 해양 수질, 유동, 기상 관측	• 해양 수질, 유동, 기상 관측, 해상 이동 물체 감지 • 수중로봇 장시간 운용지원 (도킹, 수중충전, 수중광통신)
유형	• 고정형(계류형)	• 고정형(계류형)	• 위치 유지 및 이동 가능형
유지보수	-	• 설치 환경 및 유형에 따라 다름 • 정기 유지보수 6개월~1년	• 1년(재난회피 기능으로 외부 환경에 의한 고장 발생 확률 저하)
데이터 수집주기	-	• 30분	• 10분 이내

## □ 기술개발 최종목표

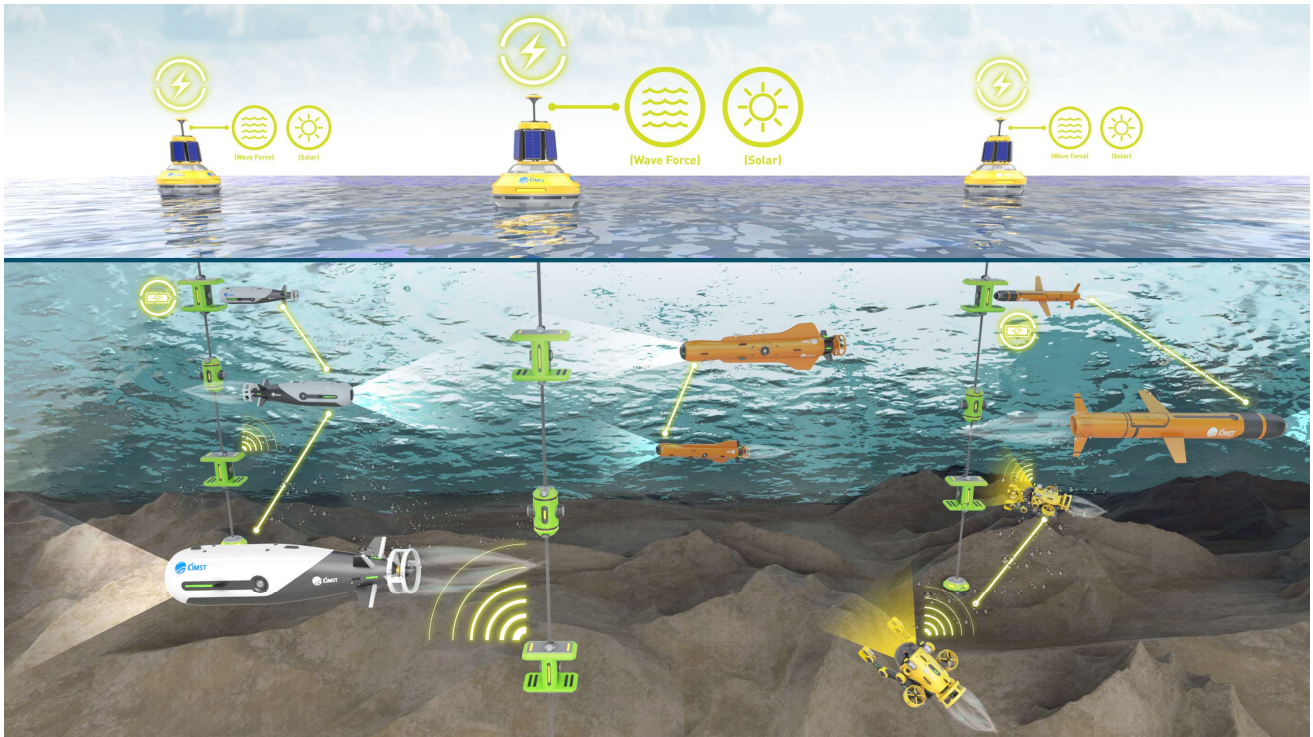
### ○ 목표

- 국내의 해양영토를 효율적으로 관리하기 위하여 다수로 협력적으로 운용하며 넓은 해양환경을 지속적으로 정밀 조사하고 조사 정보를 실시간 전송하며 수중로봇의 장기간 운용을 지원하기 위한 자체 에너지 수급형 다기능 해양관측 지능형 부이 시스템 기술 개발

### ○ 세부추진목표

- 부이를 장기간 운용하기 위하여 자체적으로 에너지를 수급할 수 있도록 태양광, 바람, 파도를 이용한 부이 탑재형 소형 해상 자가발전(태양광/풍력/파력) 시스템 개발
- 풍력 및 파력 발전으로 얻어진 신재생 에너지로부터 안정적인 전원 공급과 전원 소모를 줄여 부이 시스템을 1년 이상 운용할 수 있는 기술 개발
- 수심별 수중환경 정보 수집 및 수중관측용 자율운항로봇의 운용지원을 위한 부이의 하단에서 연결된 케이블에 부착되어 배열되는 수직 이동형 정보수집장치 및 수중로봇 도킹(결합)/운용지원 시스템 개발(종합하여 ‘다기능 배열 시스템’이라 칭함)
- 태풍과 같은 자연재해 또는 선박과의 충돌 등으로 발생될 수 있는 고장 및 유실 방지를 위하여 상황에 따라 자율적으로 부이의 현재 위치를 유지(반경 25m이내)하거나 재난 회피를 위해 이동할 수 있는 지능형 시스템 개발
- 수중로봇의 장기간 운용 및 활용도를 높이기 위해 수중에서 로봇으로부터 정보를 주고받을 수 있는 통신 기술(수중 광무선 통신 6Mbps/30m 이내)과 부이들 간에 실시간 수중정보를 통신하며 육상의 기지국 또는 근거리의 선박에 취득한 정보를 전달하고 새로운 임무를 받아 수중로봇으로 전달하는 수중·해상 통신 중계 기술개발





[그림 5-5] 자가발전형 다기능 해양관측 지능형 부이 시스템 개발 개념도

## □ 기술개발 내용

- (대상 해역) 동해, 남해 해역과 같이 평균 수심이 100m 이상인 해역 중 자가 발전을 위해 파도 또는 해풍이 지속적으로 발생하는 해역
- 운용시간 : 1년 이상 장시간, 수심 : 100m 이상 대수심
- 크기(m) : 수상(지름/높이) 6/3, (수중)다기능 배열 시스템 길이 30
- 자체 운동 제어 범위 : 반경 5m 이내 자율 위치 유지 기술
- 자가발전 범위 : 태양광, 풍력, 파력 등 각 시간 당 500W이상
- 부이 간 최적 배열거리 개발, 최대 통신 거리 5Km, 최대 통신 속도 10Mbps
- 해양로봇 지원 범위 : 자율무인잠수정, 수중글라이더 등의 수중로봇 장시간 운용 지원 (도킹 및 수중 무선통신, 수중 무선충전, 데이터 중계, 수중로봇 위치 오차 보정, 등)
- 관측 센서 범위 : 부이 운용(플랫폼 자세 및 위치, 전압, 전류, 온도, 누수, 등), 해양 관

측(풍속, 풍향, 온도, 파고, 유속, 염분, 용존산소, 탁도, 광학이미지, 초음파이미지, 등)

- 활용 범위 : 해양환경 감시(기상/기후 관측, 해상 상태, 해수 성분, 지진, 해일 등), 해양 영토 감시(해난사고, 불법조업, 안보 등), 해양 탐사 장비 및 수중로봇 임무 중계

## □ 최신 R&D 동향

- 부이 탑재형 소형 해상 자가발전(태양광/풍력/파력) 기술

### - 국내

- 부이의 운용 시간을 늘리기 위해 태양광을 적용하는 기술은 확보되어 있으나 그 효율이 낮으며, 부이에서 운용이 가능한 풍력이나 파력 발전 시스템은 활용되고 있지는 않으나 동 현시스템에서 보유중임

### - 국외

- 태양광의 효율을 높이고 에너지 생산성을 높이기 위한 기술들을 개발하고 있으며, 이 기술들을 부이에 적용하고 있음
- 풍력이나 파력 발전을 위한 부이 기술은 개발되고 있으나 해양관측을 위한 부이에 적용된 사례는 없음

- 신재생 에너지를 이용한 장시간 운용 기술

### - 국내

- 신재생 에너지의 효율 향상을 위한 ESS(Energy Storage System)의 시장 및 연구가 급격히 증대되고 있음 다만, 부이와 같은 소형 시스템을 위한 ESS 및 이를 위한은 개발된 바 없음

### - 국외

- 신재생 에너지의 출력 안정화를 위한 ESS 및 관련 시스템이 폭넓게 연구되고 있음

- 수중 환경 관측 및 수중로봇 운용 지원을 위한 다기능 배열 시스템 기술

### - 국내

- 수중 프로파일링(정보수집)을 비롯하여 수중 광무선통신, 수중 충전, 수중로봇 도킹(결합) 등에 대한 개별 기술들은 개발은 되었으나 실험 환경에서 적용되어 활용되고 있지는 못하며, 지속적으로 기술 고도화를 추진 중임

### - 국외

- 미국의 MBARI와 WHOI에서는 REMUS 100과 Dorado와 같은 AUV를 이용한 수중도킹기술 연구에서 도킹 시스템을 통한 수중 전원 충전 및 무선 데이터 통신 기술을 개발한 바 있

으나 부이에 적용되어 활용된 바는 없음

○ 고장 및 유실 방지를 위한 자율 위치 유지 및 재난 회피 기동 기술

- 국내

- 시추선이나 DP(위치 유지) 선박을 위해 국내 선박해양플랜트연구소 등에서 위치 유지 기술들을 개발하고 있음
- 재난 회피 기동(이동)과 관련된 기술은 KAIST 등에서 개발한 무인수상선의 장애물 회피 기술을 들 수 있음

- 국외

- 미국(NOAA)에서는 전 세계 해역에 퍼져 있는 부이의 유실 및 인위적 파괴 등을 모니터링 하고 복구하기 위한 기술을 지속적으로 보완하고 있음

○ 부이 플랫폼 통합 및 운용 기술

- 국내

- 국내에서 운용되고 있는 대부분의 부이는 이동이 불가능한 계류식(고정식)이며, 기본 플랫폼은 수입에 의존하고 있음

- 국외

- 미국, 캐나다, 유럽 등의 해양과 관련된 연구소에서 다양한 종류의 부이를 개발하여 활용 하고 있으며, 목적 및 형태에 따라 다양한 운용기술을 개발하여 적용하고 있음

□ 기존 국내기술의 한계점 및 해결방안

○ 부이 탑재형 소형 해상 자가발전(태양광/풍력/파력) 기술

- 국내기술의 한계점

- 태양광 패널 및 배터리 정도가 적용되어 장시간 전력 공급이 제한적이며 전력 수급이 불안정함

- 해결방안

- 해양에너지를 적극 활용할 수 있는 소형·고효율의 복합(태양광, 풍력, 파력) 발전장치 개발 및 적용

○ 신재생 에너지를 이용한 장시간 운용 기술

- 국내기술의 한계점

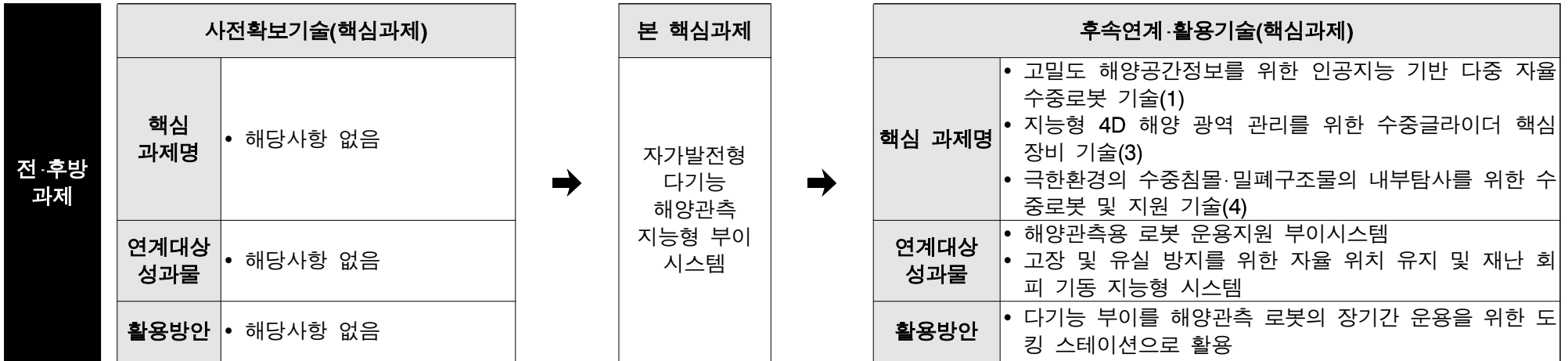
- 풍력 및 파력 발전을 통해 얻어진 신재생 에너지를 활용한 저전력 에너지 소비 기술의 부족
- 신재생 에너지를 지속적이고 안정적으로 공급하기 위한 출력 및 저장 기술 필요
- 해결방안
  - 신재생 에너지를 이용한 충전 및 저전력 소비 시스템으로 임무시간 비약적 증대
  - 24시간 에너지 공급이 가능한 Energy harvesting(에너지 수확) 기술 개발
- 수중 환경 관측 및 수중로봇 운용 지원을 위한 다기능 배열 시스템 기술
  - 국내기술의 한계점
    - 고정식 부이에 수심별 설치된 센서 장치를 부착하여 정보를 계측하고 있으나, 측정 주기가 비교적 길어 실시간성이 낮음
    - 바다의 넓은 면적에 비해 수중·수상로봇의 임무 시간·영역의 제약
    - 수중 기술과 수상기술을 연결짓는 중계 기술의 부족
  - 해결방안
    - 수심별 정보를 실시간 측정하여 신속하게 전송할 수 있는 부이의 최적 배열거리 개발
    - 수중로봇의 장시간 운용을 위한 수중 데이터 통신 및 충전 기술과 도킹 시스템 개발
    - 수중·수상 중계 기술 및 상호간 공조 기술 개발
- 고장 및 유실 방지를 위한 자율 위치 유지 및 재난 회피 기동 기술
  - 국내기술의 한계점
    - 기존 부이는 계류선(고정줄)에 의지한 수동 플랫폼으로 재난 상황에서 고장 및 유실 우려가 많음
  - 해결방안
    - 재난 상황을 감지하고 추진기를 이용한 회피 기동 및 위치 유지를 수행할 수 있는 능동적 대응 기술 개발
    - 유실 방지 및 수중로봇 도킹을 위한 수중 앵커링(닻 내림) 기술 개발
- 부이 플랫폼 통합 및 운용 기술
  - 국내기술의 한계점
    - 고정식 부이 장치를 수입하여 설치·운영하거나 센서 장비는 수입하고 부이 몸체만 국내 제작하여 결합하고 있어 국외 기술과의 차별성을 지니지 못하고 있으며, 대수심용 이동형 부이 플랫폼 설계 및 구현 기술이 취약함

- 다중 부이를 통합적으로 운영하거나 이들을 이용하여 대용량의 해양 취득 정보를 기지국으로 통신할 수 있는 기술 없음
- 해결방안
  - 대수심용 이동형 부이 플랫폼 설계·제작 및 시험 운용을 통한 국산화 기술 확보
  - 다중 부이를 통합적으로 운영하고 이들을 이용하여 대용량의 해양 취득 정보를 기지국으로 통신할 수 있는 기술 확보

<표 5-5> 세부기술별 기술수준 및 개발전략

세부기술	현재기술 수준	목표기술 수준	개발전략		
			신규개발	기존 기술고도화	국산화
부이 탑재형 소형 해상 자가발전(태양광/풍력/파력) 기술	TRL 4	TRL 7		○	
신재생 에너지를 이용한 장시간 운용 기술	TRL 2	TRL 5	○		
수중 환경 관측 및 수중로봇 운용 지원을 위한 다기능 배열 시스템 기술	TRL 2	TRL 5	○		
고장 및 유실 방지를 위한 자율 위치 유지 및 재난 회피 기동 기술	TRL 4	TRL 7		○	
부이 플랫폼 통합 및 운용 기술	TRL 2	TRL 5	○		

□ 핵심과제간 연계성 및 기존 R&D 성과 연계활용방안



□ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>부이 시스템 설계 및 기반 기술 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자가발전 플랫폼 구현 및 요소 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부이 제어 및 운용 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>다기능 배열 시스템 구축 및 시스템 안정화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템 통합 및 실해역 실증 시험</li> </ul>
추진내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>부이 시스템에 적용 가능한 태양광/풍력/파력 발전 시스템 설계</li> <li>저전력 수상/수중 센서 패키지 개발</li> <li>케이블 이동형 프로파일 모듈 설계 및 개발</li> <li>사고/재난 감지 및 위험 환경 대응 알고리즘 개발</li> <li>유체 저항 대응형 부이 구조 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부이 탑재형 자가발전 플랫폼 구현</li> <li>유체력 대응 저전력 추력 생성 기술 개발</li> <li>수중 무선 데이터 광통신 시스템 개발</li> <li>부이의 자율 위치 유지 기술 개발</li> <li>부이 베이스 플랫폼 구현 및 통합 인터페이스 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>풍력/파력 발전기 및 전력 제어 기술 개발</li> <li>에너지의 지속적 공급 및 저장을 위한 플라이휠 시스템 개발</li> <li>수중 무선 충전 기술 개발</li> <li>파력 추진시스템 개발</li> <li>수중 앵커링 시스템 개발</li> <li>재난 회피 기동 기술 개발</li> <li>부이 플랫폼 통합 및 통신 인터페이스 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 저장 기술 개발</li> <li>에너지 적응형 데이터 획득/전송 주기 관리 시스템 개발</li> <li>케이블 탑재형 수중로봇 도킹 시스템 개발</li> <li>시스템 안정화 및 고장 진단 기술 개발</li> <li>부이 원격제어 및 모니터링 시스템 실해역 운용 기술 개발</li> <li>원치시스템 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실해역 에너지 발전 효율 검증 시험</li> <li>실해역 시험을 통한 운용 시간 분석 및 검증</li> <li>배열 시스템 통합 및 시험</li> <li>실해역 시험을 통한 제어 기술 검증</li> <li>시스템 통합 및 실해역 검증</li> </ul>

□ 기술개발 세부추진계획

○ 세부기술의 구성 및 연도별 목표

<표 5-6> 자가발전형 다기능 해양관측 지능형 부이 시스템의 세부과제 및 단계별 목표

세부기술 명					기술개발 성과물	성과지표 및 연도별 목표					
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년		성과 지표	연도별 목표				
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
부이 탑재형 소형 해상 자가발전 (태양광/풍력/파력) 기술  신재생 에너지를 이용한 장시간 운용 기술					해상 태양광 발전 시스템	시간당 전력 생산량		500W			
					해상 풍력 발전 시스템	시간당 전력 생산량			200W		
					해상 파력 발전 시스템	시간당 전력 생산량			500W		
					운용시간	개월			6		12
					파력 추진시스템	추진에너 지			150W		
수중 환경 관측 및 수중로봇 운용 지원을 위한 다기능 배열 시스템 기술					케이블 이동형 프로파일러	이동속도	0.5m/s				
					수중 무선 광통신 시스템	통신 속도		6Mbps (30m 이내)			
					수중 무선 충전 시스템	충전 시간			1hrs/10 0Wh		
					수중로봇 도킹 시스템	개발 건수				1	
고장 및 유실 방지를 위한 자율 위치 유지 및 재난 회피 기동 기술					자율 위치 유지 기술	제어 범위		반경 5m 이내			
					재난 회피 기동 기술	회피 확률			95%		
					수중 앵커링 기술	건수			1		
부이 플랫폼 통합 및 운용 기술					부이 최적배열 거리	km		5		10	
					원격제어 및 모니터링 시스템	개발 건수				1	
					실해역 시험	성공 건수					1



○ 세부기술별 연도별 추진계획

① 세부기술명 : 부이 탑재형 소형 해상 자가발전(태양광/풍력/파력) 기술

연도	추진계획
2020년	• 부이 시스템에 적용 가능한 태양광/풍력/파력 발전 시스템 설계
2021년	• 부이 탑재형 자가발전 플랫폼 구현
2022년	• 풍력/파력 발전기 및 전력 제어 기술 개발
2023년	• 고효율 에너지 변환 및 저장 기술 개발
2024년	• 실해역 에너지 발전 효율 검증 시험

② 세부기술명 : 신재생 에너지를 이용한 장시간 운용 기술

연도	추진계획
2020년	• 저전력 수상/수중 센서 패키지 개발
2021년	• 유체력 대응 저전력 추력 생성 기술 개발
2022년	• 파력추진 시스템 기술 개발
2023년	• 에너지 적응형 데이터 획득/전송 주기 관리 시스템 개발
2024년	• 실해역 시험을 통한 운용 시간 분석 및 검증

③ 세부기술명 : 수중 환경 관측 및 수중로봇 운용 지원을 위한 다기능 배열 시스템 기술

연도	추진계획
2020년	• 케이블 이동형 프로파일 모듈 설계 및 개발
2021년	• 수중 무선 데이터 통신 시스템 개발
2022년	• 수중 무선 충전 기술 개발
2023년	• 수중 앵커링 시스템 개발
2024년	• 배열 시스템 통합 및 시험

④ 세부기술명 : 고장 및 유실 방지를 위한 자율 위치 유지 및 재난 회피 기동 기술

연도	추진계획
2020년	• 사고/재난 감지 및 위험 환경 대응 알고리즘 개발
2021년	• 부이의 자율 위치 유지 기술 개발
2022년	• 재난 회피 기동 기술 개발
2023년	• 시스템 안정화 및 고장 진단 기술 개발
2024년	• 실해역 시험을 통한 제어 기술 검증

⑤ 세부기술명 : 부이 플랫폼 통합 및 운용 기술

연도	추진계획
2020년	• 유체 저항 대응형 부이 구조 설계
2021년	• 최적 부이 배열 플랫폼 구현 및 통합 인터페이스 설계
2022년	• 부이 플랫폼 통합 및 통신 인터페이스 구축
2023년	• 부이 원격제어 및 모니터링 시스템 실해역 운용 기술 개발
2024년	• 시스템 통합 및 실해역 검증

□ 소요예산

① 예산

<표 5-7> 자가발전형 다기능 해양관측 지능형 부이 시스템 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	4,356	5,356	5,356	4,580	4,692	24,340
민자	0	0	0	1,527	1,564	3,090
합계	4,356	5,356	5,356	6,106	6,256	27,430

② 장비구입 계획

(단위 : 백만원)

	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
3천만원 이하 장비	280	280	280	280	-	1120

□ 활용방안 및 활용사례

○ 활용방안

<b>기후 변화 관측</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 해양 상태(파고, 풍속, 수심, 온도, 성분, 강수량 등) 실시간 감시</li> <li>✓ 기후 변환 데이터 축적을 통한 빅데이터 구축</li> <li>✓ 이상 기후 감시를 통한 조기 경보</li> </ul>
<b>해양 환경 조사</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 해양 수질 검사 및 쓰레기 감시</li> <li>✓ 해저 지형 및 수중 환경 정밀 조사</li> </ul>
<b>해양 사고 대응</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 해양사고(선박 추돌/침몰, 항공기/헬기 추락 등) 실시간 감시 및 초기 대응</li> <li>✓ 조업에 따른 어망 위치 조사 및 운항 선박 조기 경보</li> <li>✓ 해난 사고 위험 예측 및 조기 경보</li> </ul>
<b>해양 방위</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 남해 및 동해 외국 불법 조업 어선 감시 및 조기 경보</li> <li>✓ 해양 영토 실시간 감시를 통한 해양 방위 초기 대응</li> </ul>

○ 활용사례

- 부이는 전 세계적으로 많이 활용되는 수상 플랫폼으로 사용 목적에 따라 형태 및 크기 및 탑재 장비가 매우 다양하며, 주로 수질 모니터링, 해상풍 계측, 수중 장비와 통신 중계, 쓰나미 감시, 어장 감시, 해류 및 파고 감시 등에 활용되고 있음
- 국내에서는 2015년도 기상청 보고에 따르면 해양기상관측부이를 서해 4개소(덕적도·외연도·칠발도·신안), 남해 4개소(거문도·거제도·추자도·마라도), 동해 3개소(동해, 울릉도·독도, 포항) 등 총 11개소를 운영하고 있음
- 선박형과 원반형 두가지 형태의 해양기상부이를 활용 중이며, 는 풍향, 풍속, 기압, 기온, 습도, 파고, 파주기, 파향, 수온 등을 1시간 간격으로 관측하고 있고, 파고와 파주기 관측의 경우에는 해수면에서 부이 몸체의 움직이는 가속도를 측정하여 분석



[원반형]



[선박형]

□ 기대효과

○ 기술적 기대효과

- 장기간 해상-심해 장치가 통합된 고정식 부이형 플랫폼 제작 및 운용 기술은 안전성 및 신뢰성이 높은 해양장비 설계 기술 축적에 기여
- 해양무인종합감시 체계의 기반이 되는 다기능 부이 구축 기술 확보 가능

○ 정책적 기대효과

- 우리 해역의 실시간 환경정보 제공 및 분석을 통한 정확한 해상 상황 예보, 기후 예측 등 국민생활 안정 및 복지 향상에 기여
- 빈번한 자연재해(지진, 태풍 등) 예방을 위한 해양 기후 변화 관측의 필요요구에 대한

## 대응책 제시

### ○ 경제적 기대효과

- 해역별 어장 상황, 해상 안전, 적조 조기 예측을 통해 해양 재해 방지 및 수산·양식 증대에 기여
  - 해양 기후 조기 관측 및 경보를 통해 기후 변화에 따른 국가적 재난 손실을 최소화시킬 것으로 기대됨
  - 선박을 활용한 해양관측활동 비용을 대체를 따른 비용절감효과 기대
    - 2000년부터 2015년까지 기상청에서 투자된 해양기상관측망 확충 및 운영비용은 약 508억으로 연평균 32억이 소요됨
    - 해양기상부이의 구입비용은 3억(원반형 부이기준)으로 설정하고 운영·관리비용은 전체비용 대략 15%<sup>30)</sup>로 가장하였을 때 연평균 4.8억원, 해양기상부이 최초 구입비와 연평균운영비의 합은 7.8억
    - 선박을 이용한 해양관측의 경우 통상적으로 선박임차료 약 3,000만원(1일 기준), 최대 14일 출항, 연간 4회 출항 하므로 <sup>31)</sup> 총 소요비용은 16.8억원
- ※ 선박을 활용한 해양관측을 다기능 부이시스템으로 대체할 경우 연간 8억원의 비용절감 효과 발생

30) 기상청 문의 결과 특정할 수는 없으나, 대략 30%정도로 판단 가능

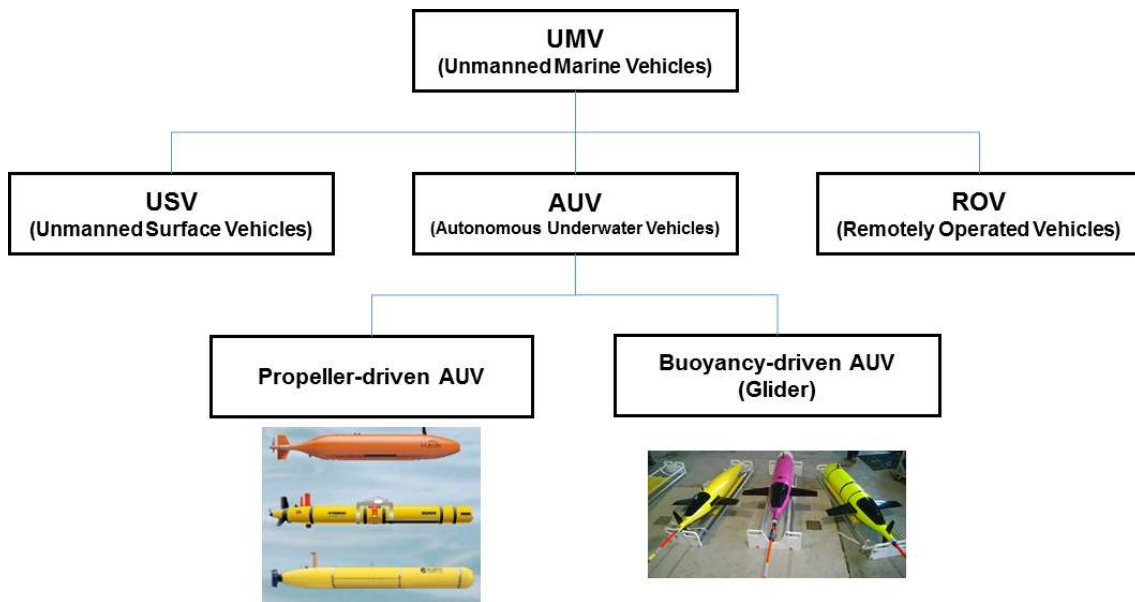
31) KRISO, KIOST 전문가 대상으로 문의

## 2. 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술

### □ 기술개발의 필요성

#### ○ 무인해양로봇 분류

- 무인해양로봇은 무인수상정(USV-Unmanned Surface Vehicles), 무인잠수정(UUV-Unmanned Underwater Vehicles)으로 크게 구분하며, 무인잠수정은 다시 원격조종잠수정(ROV-Remotely Operated Vehicles), 자율무인잠수정(AUV-Autonomous Underwater Vehicles)로 분류됨



[그림 5-6] 무인해양로봇 분류

#### ○ 무인잠수정(Unmanned Underwater Vehicle)

- 원격조종잠수정(ROV)는 지원 선박에 연결된 케이블을 통해 전원 공급 및 통신이 가능한 수중무인플랫폼으로 이동반경이 제한적이지만, 수중 조사·탐사를 비롯하여 수중작업(수중장비 설치, 케이블 및 파이프 매설 등) 등 다양한 분야에 활용되어 오고 있음
- 원격조종잠수정(ROV) 운용을 위해서는 업빌리컬케이블-윈치장치, 선상제어반, 전력공급반, 진·회수장치 및 지원선박을 비롯하여 전담인력이 반드시 필요하며, 선박 임차 및 장비 유지 등 운용에 상당한 비용이 소요됨

※ 캐나다 ROPUS ROV의 하루 임차비용은 2,800만원이며, 여기에는 전력공급반, 엄빌리컬케이블-원치장치 및 진·회수장치를 갖춘 선박의 비용은 별도임

- 원격조종잠수정(ROV)의 경우 운전자의 숙련도에 따라 작업효율이 달라지며, 연속 작업시 운전자의 피로도 증가에 따라 작업효율이 저하되는 문제점이 있음
- 최근에는 크레인을 갖춘 소형 선박으로도 운용이 가능한 자율무인잠수정(AUV)이 원격조종잠수정(ROV)를 대신하여 수중 조사·탐사에 적극 활용되고 있음

○ 자율무인잠수정(AUV)

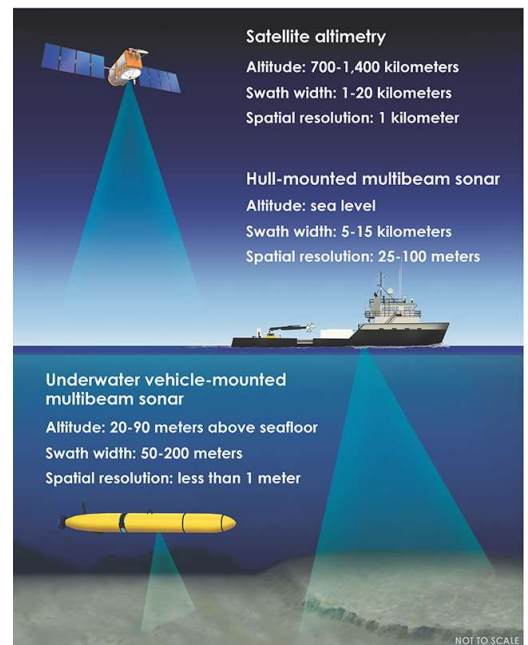
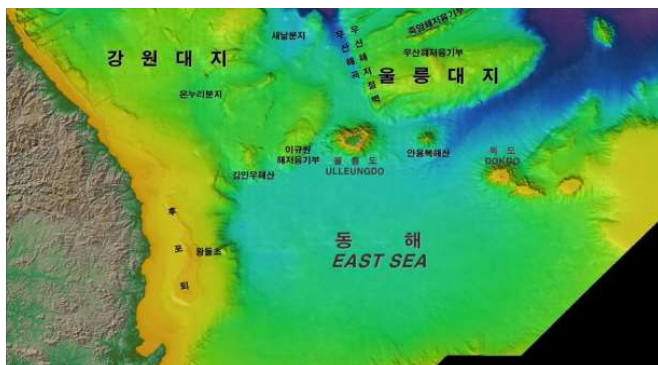
- 자율무인잠수정은 구동방식에 따라 추진기 구동식(Propeller-driven)과 부력 구동식(Buoyancy-driven)으로 나누어지며, 통상 추진기식 자율무인잠수정을 자율무인잠수정이라고 일컫고, 부력식 자율무인잠수정을 수중글라이더(Underwater Glider)라고 부르고 있음
- 수중 글라이더(Glider)는 지정된 경로를 따라 이동하지 못하는 프로파일링 플로터(Profiling float)의 단점을 보완하기 위해 개발되었으며, 부력엔진을 통해 수면에서 일정한 깊이까지 수직·수평으로 움직이며, 깊이별 수온, 염분, 수압 등의 해양환경정보를 장기간(3개월 이상) 지속적으로 측정하는 용도로 사용되고 있음
- 추진기식 자율무인잠수정(AUV)은 지정된 영역에 대하여 수중소나, 카메라 및 각종 센서를 이용하여 조사·탐사(해저 지형 및 자원 조사, 해저 침몰 장비 수색, 파이프라인, 해저 케이블, 해저 장비 검사 등)에 주로 활용되고 있음
- 추진기식 자율무인잠수정(AUV)의 경우, 용도에 따라 크기와 형태가 매우 다양하며, 최근에는 추진기와 부력엔진을 모두 갖춘 수중로봇도 개발되고 있음

○ 우리나라 해역 탐사·조사를 통한 안정적 로봇 플랫폼기술 및 운용기술 확보 시급

- 미국을 비롯한 유럽, 일본은 안정적이며 다양한 사양의 자율무인잠수정(AUV) 플랫폼을 개발하였고, 이를 활용하여 수중 탐색, 검사, 지형조사 및 해양과학연구 분야에서의 양질의 결과를 생산하고 제공하고 있음
- 국외에서는 1대의 자율무인잠수정(AUV) 운용에서 벗어나 최근에는 다중(6대 이상)의 자율무인잠수정(AUV)을 운용하여 탐사·조사하는 기술력을 확보하였으며, 해양 서비스 산업에 활용되고 있음
- 국내의 경우 자율무인잠수정(AUV), 이십이 100(수심 100m, 운용시간 4시간), 이십이 6000(수심 6,000m, 운용시간 6시간) 제작 기술은 확보되었으나, 미활용에 따른 플랫폼 안정화 및 실효역 운용 기술이 확보되지 못함. 이를 해소하기 위해서는 우리나라 연

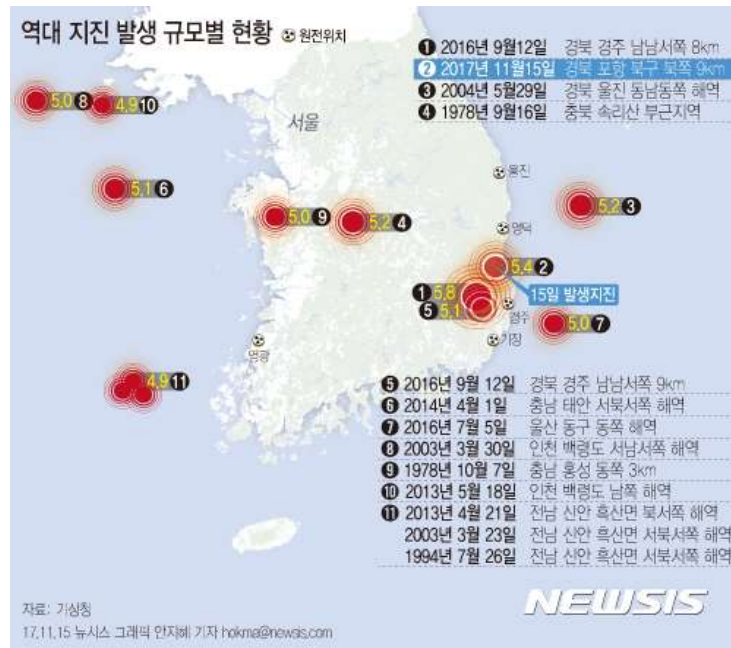
안 탐사·조사에 적합한 플랫폼을 개발하고, 지속적으로 우리나라 해역 탐사·조사에 활용함으로써 국외와의 기술 격차를 시급히 줄여야 함

- 우리나라 연안 해양지진단층, 동해 가스하이드레이트 등 해저지형 상세조사 필요
  - 국립해양조사원은 2018년 우리나라 전해역의 해저지형도 완성을 목표로, 조사선(해양 2000호 등)을 이용하여 해저지형조사를 수행해오고 있음
  - 선박을 통해 확보된 해저지형도는 해상도(Resolution)에 있어, 해당 수심에 따라 수십 센티미터(cm)에서 수십 미터(m)에 달함
    - 따라서 수심이 깊은 해역의 지형도는 상대적으로 높은 해상도를 가지므로 정밀도 및 신뢰성이 떨어짐



[그림 5-7] 해저지형 상세지도

- 우리나라에서 발행하는 지진의 경우 상당수가 해양에서 발생하고 있으나, 발생 지점의 정확한 해저지형정보가 없기 때문에, 지진 활동에 대한 관측 및 예측이 불가능한 실정임



[그림 5-8] 한반도 역사 지진발생 규모별 현황

- 최근 울산 앞바다에서 발생한 해저 지진에 따른 활성단층의 변동에 대해서는 선박측정 지형도로는 확인이 불가능하기 때문에, 해저지형 정밀조사기술 확보가 시급하며, 여기에서의 자율무인잠수정(AUV)의 활용성이 매우 높음
- 지질자원연구원에서는 동해 울릉분지에서의 가스 하이드레이트 부존을 확인하기 위해, 우리나라는 2005년부터 선박에 부착된 다채널 탄성파장치 및 단일빔 음향측심장치로부터 얻어진 자료 분석을 통해 칼럼구조, 가스분출 등을 간접적으로 확인함
  - 하이드레이트 부존 지형에 대한 직접적 확인을 위해 국외조사용역(ISE AUV, 약 8억원/회)과 Gavia AUV의 직접 운용(구입비: 약 15억원)을 검토하였으나, 높은 비용 등으로 추진을 못함. 해저지형조사를 위한 자율무인잠수정(AUV) 플랫폼 및 운용기술의 확보가 시급함
- 아울러, 국내 연안역에서의 교량, 해상풍력발전 등의 건설 시공 시의 지형조사는 대부분 해상도가 낮은 지형도와 지반 시추 결과에 의존하고 있고, 무인잠수정을 활용한 상세 조사는 생략되므로, 이로 인한 문제가 왕왕 발생하고 있음
- 연안 침몰선 관리 및 해저 유물 발굴 기술의 고도화
  - 몰선박에 대한 조사는 조사선을 활용한 해저면 조사 또는 잠수사를 통한 촬영 등의 재래식 방식과 연료유 잔존량 추정모델을 통한 위해도 평가시스템 개발 등의 간접적 방식으로 관리되고 있으나, 지속적이고 상세한 모니터링이 요구되며 국외와 같이 무인잠수정의 활용이 시급함



## □ 기술개발 최종목표

### ○ 목표

- 우리나라 해역에 적합한 소형(수심 500m)과 중형(수심 3,000m) 자율수중로봇(AUV) 플랫폼을 제작하고, 이를 활용하여 우리나라 연안역 해저 단층 및 해저 자원 등의 실해역 조사·탐사를 통한 상세정보 획득
- 연안조사용 자율수중로봇(AUV) 개발
  - 수량 : 2대
  - 운용수심 : 500m
  - 중량 : 60kg 이내(공기중)
  - 운항시간 : 10시간@3knots
  - 최대속도 : 6 knots
- 심해조사용 자율수중로봇(AUV) 개발
  - 수량 : 1대
  - 운용수심 : 3,000m
  - 중량 : 300kg 이내(공기중)
  - 운항시간 : 24시간@3knots
  - 최대속도 : 4.5 knots
- 수중통신모뎀 개발
  - 통신거리 : 500m 내외
  - 데이터 전송속도 : 1kbps 이상
  - 채널사용효율 : 50% 이상

### ○ 세부 추진 목표

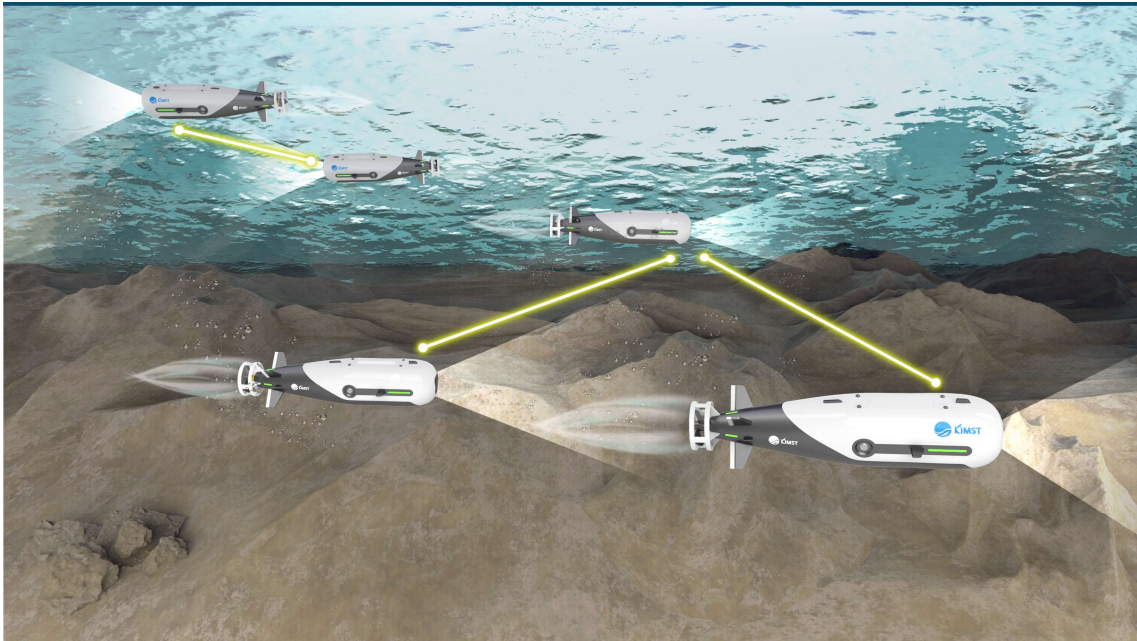
- 2인이 옮길 수 있을 정도의 무게와 소형 선박으로 우리나라 연안의 조사·탐사가 가능한 수심 500m 소형 자율수중로봇 플랫폼 개발
- 우리나라 동해안의 심해 조사·탐사를 위하여, 24시간 항주가 가능한 수심 3,000m 중형 자율수중로봇 플랫폼 개발
- 수중에서의 로봇-로봇, 수중로봇-부이/수상선 간의 무선통신을 위한 소형/저전력형 수

## 중음향통신모뎀 기술 개발

- 실해역에서의 자율 인지 및 판단 기반의 임무수행에 필요한 핵심 알고리즘으로서, 인공지능 기반의 자율 인지 및 판단, 자율 계획 및 제어, 수중정밀복합항법 기술 개발
- 연안 조사·탐사 실증시험을 통한 소형 로봇플랫폼 안정화 및 연안 운용기술 확보, 이를 기반으로 심해 조사·탐사용 플랫폼 안정화 및 심해 운용 기술 확보

## □ 기술개발 내용

- 자율수중로봇(AUV) 플랫폼 및 로봇탑재용 수중통신모뎀의 H/W 기술, 인공지능기반 자율 계획 및 제어, 수중항법의 S/W 기술, 그리고 고장진단 및 진·회수의 운용기술 개발을 주요 내용으로 함
  - 자율수중로봇 플랫폼 및 수중통신모뎀
    - 소형 자율수중로봇 플랫폼 개발(수심 500m, 10시간 연속 운항, 중량 60kg)
    - 중형 자율수중로봇 플랫폼 개발(수심 3,000m, 24시간 연속 운항, 중량 350kg)
    - 자율수중로봇 적용을 위한 소형화/저전력 수중음향통신모뎀
    - 빠른 이동성을 고려한 다중 AUV용 네트워크 프로토콜
  - 인공지능 기반 수중로봇 자율 계획 및 제어 기술
    - 인공지능 기반 자율 임무 및 행동 계획 기술
    - 실시간 3차원 경로생성 및 최적 제어 기술
  - 자율수중로봇 수중 복합항법 기술
    - 부이/수상선을 활용한 음향신호 기반 수중항법기술
    - 3차원 인공/자연 표시물 기반 수중항법기술
    - 해저 지형/지자기 정보 기반 수중항법기술
    - 무선통신 네트워크 협업 기술
  - 자율수중로봇 실해역 통합운용 기술
    - 로봇상태정보 기반 고장진단 기술
    - 수중도킹 및 진·회수 기술
    - 다중로봇 통합운용 기술



[그림 5-9] 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술 개발개념도

## □ 최신 R&D 동향

### ○ 자율수중로봇 플랫폼 및 수중통신모뎀

#### - 국내

- 자율수중로봇(AUV)의 경우, 해양수산부 지원 하에 이심이 200과 이심이 6000이 개발되어, 산업계에 기술 이전된 바 있음. 개발된 이심이 AUV는 수중에서 6시간 연속 운항할 수 있음
- 선박해양플랜트연구소는 2011년까지 수중자율로봇을 위한 중거리(3~6km) 수중통신기술(10kbps급)을 개발하여 기술이전 하였고, 2017년에는 장거리(30km) 수중통신기술(100bps급)을 개발하여 실증을 완료하였으며, 근거리(200m) 수중통신기술(100kbps급) 개발 중

#### - 국외

- 2013년 미국 Bluefin Robotics는 장거리용 AUV를 개발하여 보스톤에서 뉴욕까지 500km, 109시간 자율운항에 성공하였으며, 현재 유럽, 일본, 캐나다 등은 장거리 항주용 AUV를 개발하여 사용 중에 있음
- 미국은 우즈홀 해양연구소(WHOI)와 Connecticut 대학을 중심으로 수중음파통신 기술을 연구개발하고 있고, LinkQuest, Teledyne Benthos 등의 통신장비 전문업체에서는 자율무인잠수정용 수중음향 통신모뎀을 제품화하여 판매하고 있으며, 유럽의 EvoLogics, TriTech, TRIDENT 등에서는 수중음향 통신모뎀 연구 개발 및 상용화함

○ 수중로봇 자율 계획 및 제어 기술

- 국내

- 국내의 경우, 주어진 소수의 임무 및 행동에 대해 정해진 순위에 따라 임무 및 행동을 선택하여 수행하는 고전적 임무 계획 및 수행 방법이 적용되고 있음

- 국외

- 미국과 유럽의 경우, 정해진 임무에 대해 우선순위에 따라 임무를 선택하여 수행하는 고전적 계획법을 비롯하여, 다양한 임무 계획 및 수행기술이 제안되어 오고 있음
- 최근에는 다수의 수중로봇을 자율운용하기 위해, Genetic algorithm과 neural network 등을 적용한 임무계획법들이 적용되고 있음

○ 수중 복합항법 기술

- 국내

- 국내 연구소 및 대학에서는 소나측위장비 및 추측항법, 이를 통합한 융합항법, 그리고 지형정보까지 고려한 SLAM 기술이 개발되고 있음
- 소나측위장치와 추측항법 기술은 실제 적용된 사례가 있으나, 수중 SLAM 기반, 음향 신호 기반, 지자기 기반의 항법 기술은 Lab 수준에서의 알고리즘 개발이 진행 중

- 국외

- 미국 우즈홀 해양연구소(WHOI)는 Sentry AUV 등 장거리 자율탐사를 위해, 추측항법 등의 기본항법기술 뿐만 아니라, 지형정보까지 융합한 항법기술을 실적용하고 있음
- 수중에 음원발생장치를 설치하여 이를 통해 AUV가 수중위치를 보정하는 음향신호 기반 항법 기술이 적용되어 북극 탐사에 적용되고 있음

○ 실해역 통합운용 기술

- 국내

- 우리나라는 실해역 조사·탐사를 위해 단일 또는 다중의 수중로봇을 운용한 실적이 전무
- 도킹기술의 경우, 선박해양플랜트연구소와 KIRO에서 AUV 도킹기술 개발을 위한 연구를 수행해 왔지만, 실해역 적용 단계가 아닌 수조에서만 성능이 검증된 수준임

- 국외

- Ocean infinity사는 6대의 HUGIN 6000 AUV를 동시 운영하여 실해역 조사·탐사 서비스를 제공하고 있음
- 도킹기술의 경우, 미국 Bluefin Robotics사는 2012년 AUV의 수중에서의 데이터 전송 및 배

터리 충전 기술을 개발하여 실험을 수행

- 스페인 지로나 대학은 2017년 조류가 있는 실험에서의 AUV 도킹 시험을 성공적으로 수행함. 현재 도킹 기술은 심해 또는 빙하 하부에 적용 단계까지 와 있음

## □ 기존 국내기술의 한계점 및 해결방안

### ○ 자율수중로봇 플랫폼 및 수중통신모뎀

#### - 국내기술의 한계점

- 국내 자율수중로봇플랫폼은 이심이 200 및 이심이 6000이 개발을 통한 제작기술은 확보되었으나, 실험 미운용에 따른 항주 거리, 시간, 시스템 안정성 등은 확인되지 못함
- 수중통신모뎀은 R&D를 통해 중거리, 장거리, 근거리 수중통신 핵심기술을 개발하여 선진외국 수준의 기술력을 확보하였으나, 개발기술이 사업화로 연계되지 못함에 따라 실질적으로 활용되지 못하고 있으며, 특정목적에 맞는 기술개발과 최적화/안정화에 대한 투자가 미흡함

#### - 해결방안

- 실용성 및 활용성 측면에서 국내 조사·탐사에 적합한 연안용과 심해용 플랫폼으로 구분하여 개발
- 동해안 울릉분지를 제외한 우리나라 연안 조사가 가능하도록 활용성 극대화 및 안정성 확보를 위한 수심 500m 연안용 플랫폼 개발
- 우리나라 해역 90% 이상 조사 가능한 수심 3,000m 심해용 플랫폼 개발
- 수중통신모뎀은 모든 요구기능과 사양을 만족하는 범용의 기술개발을 탈피하고 특정목적형에 부합되는 기술(프로토콜)을 개발하여 목적에 맞게 해당 기술 개발

### ○ 수중로봇 자율 계획 및 제어 기술

#### - 국내기술의 한계점

- 국내의 경우, 단순 임무에 대한 행동들의 순위를 사전 설정하여 임무를 수행하는 고전적 방법이 적용되고 있음
- 실험 임무를 수행할 자율수중로봇 플랫폼이 미비하여 실험 적용 사례가 없음

#### - 해결방안

- Deep-Learning 등의 AI 기술을 접목함으로써 복잡한 임무 및 다양한 행동에 대해서도 로봇 스스로가 결정하는 계획 기술 개발
- 수중 조사·탐사를 위해서는 로봇이 스스로 목표지점까지 이동하고 설정 지역을 빈틈없이 탐색하여야 하며, 이를 위해 경로생성, 장애물 회피, 제어 등의 핵심 알고리즘 기술 개발

○ 수중 복합항법 기술

- 국내기술의 한계점

- 소나측위장치 기반 항법, 내부 센서에만 의존하는 추측항법에 대한 기술개발 및 연안 성능 시험은 수행된 바 있으나 실해역 환경에서는 검증되지 못함
- 소나측위장치와 추측항법으로 인해 실해역 조사·탐사에 실적용 가능한 수준의 항법 기술은 아직 수조와 같은 Lab 수준을 벗어나지 못함

- 해결방안

- 음향각, 지형정보, 지자기정보, 인공/자형 표시물 정보를 기반으로 하는 다양한 항법 알고리즘 개발과 과 이를 융합함으로써, 불확실성이 높고 예측이 불가능한 실해역 환경에서의 신뢰성 높고 정밀한 위치 결과를 추출하여 사용하도록 하는 복합항법 기술 개발

○ 실해역 통합운용 기술

- 국내기술의 한계점

- 자율수중로봇의 운용 기술은 방파재 내의 잔잔한 환경에서의 알고리즘 검증 시험을 통한 기초기술 정도가 습득됨
- 도킹 기술은 임무 완료 후, 로봇회수, 전력충전, 계측정보전송을 위한 기술로써, 수조 시험을 통한 기본 알고리즘 수준의 기술이 확보되었으나, 해류 및 약시계와 같은 실해역 조건까지는 고려되지 못함

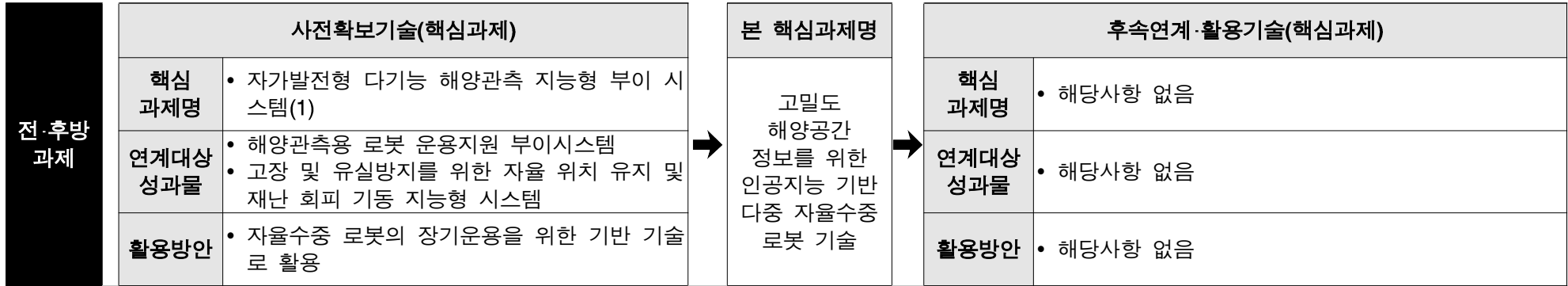
- 해결방안

- 실해역 운용에서는 고장으로 인한 로봇 플랫폼 유실은 치명적이므로, 고장 발생 전, 진단 기술 개발
- 자율수중로봇의 경우 임무 완료 후, 선체로의 로봇 회수는 매우 어려운 작업이며, 이를 위한 진·회수장치 및 도킹 기술 개발
- 조사·탐사 효율을 극대화하기 위해, 단일 로봇 운용 기술 확보 및 다중 로봇 운용 기술 개발

<표 5-8> 세부기술별 기술수준 및 개발전략

세부기술	현재기술 수준	목표기술 수준	개발전략		
			신규개발	기존 기술고도화	국산화
자율수중로봇 플랫폼 및 수중통신모뎀	TRL 4	TRL 7		○	○
수중로봇 자율 계획 및 제어 기술	TRL 3	TRL 6	○		
수중 복합항법 기술	TRL 3	TRL 6		○	
실해역 통합운용 기술	TRL 4	TRL 6	○		

□ 과제간 연계성 및 기존 R&D 성과 연계활용방안



	과제개요	연계대상 성과물	차별성/활용방안
<b>해양 장비 개발 및 인프라 구축 사업 연계</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (과제명) 고신뢰성 무인선 운용기술 및 인프라구축</li> <li>• (기간) 2015. 05. 01~2020. 12. 31</li> <li>• (내용) 국내 연근해 민간무인선 운용에 필요한 무인선 인증·운항 관리 체계 수립 및 다수 이종 무인시스템 협업 운용·응용서비스 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인이동체 협업알고리즘</li> <li>• 무인선(모선)과 유인선간 협력항해시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (차별성) 해상의 무인이동체 뿐만 아니라 수중이동체 간의 자율임무계획 및 수행 기술</li> <li>• (활용방안) 무인기(드론)와 무인선 간의 협업·관제 알고리즘 기반으로 다수의 수중 자율로봇 운용기술에 활용</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (과제명) 다목적 지능형 무인선 국산화 개발</li> <li>• (기간) 2011. 07. 14~2018. 12. 31</li> <li>• (내용) 악천후에서도 운용 가능하고, 장애물을 자율적으로 인식하고 회피할 수 있는 해양조사 및 해양감시용 무인선 개발.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 임무수행을 위한 자율운항 기술 개발</li> <li>• 장애물탐지/추적 알고리즘</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (차별성) 무인선박 뿐만 아니라 수중 자율로봇 임무수행 및 장애물 회피 기술</li> <li>• (활용방안) 무인선 임무수행을 위한 자율운항 기술과 장애물 탐지·추적 알고리즘을 수중 자율로봇 운용기술에 활용</li> </ul>



□ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율수중로봇 및 핵심장치 사양 선정 및 기본 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율수중로봇 플랫폼 제작 및 핵심장치 상세 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>단일 자율수중로봇 성능 검증 및 핵심장치 플랫폼 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율수중로봇 및 핵심장비 운용 성능 시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>다중 자율수중로봇 및 핵심장비 실증</li> </ul>
추진내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율수중로봇 사양 선정 및 설계</li> <li>자율수중로봇 임무-행동 분류 및 분석</li> <li>소형화/저전력 수중음향 통신 모뎀 기본설계</li> <li>항법센서 사양 분석 및 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형 자율수중로봇 플랫폼 제작/시운전</li> <li>Deep-Learning 기반 행동/운동 및 경로 계획 알고리즘 개발</li> <li>소형화/저전력 수중음향 통신 모뎀 상세설계</li> <li>항법센서별 항법 알고리즘 개발</li> <li>진·회수 장치 제작 및 수중도킹 알고리즘 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형 자율수중로봇 성능시험</li> <li>중형 자율수중로봇 제작/시운전</li> <li>단일 자율수중로봇 임무계획 알고리즘 개발</li> <li>소형화/저전력 수중음향 통신 모뎀 시제품 제작 및 실해역 성능평가</li> <li>개별 항법 알고리즘 성능 시험 및 복합항법 알고리즘 개발</li> <li>진·회수장치 활용 수중도킹 성능시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형 자율수중로봇 연안 탐사 시험</li> <li>다중자율수중로봇 활용을 위한 임무 분배 및 관리 알고리즘 개발</li> <li>소형화/저전력 수중음향 통신 모뎀 시제품 성능개선</li> <li>복합항법 연근해 성능 시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중형 자율수중로봇 심해 탐사 시험</li> <li>자율수중로봇 임무 계획 실증</li> <li>통신모뎀 실해역 실증</li> <li>복합항법 심해 성능 시험</li> <li>수상선-자율수중로봇 협업운용 성능 시험</li> </ul>

□ 기술개발 세부추진계획

○ 세부기술의 구성 및 연도별 목표

<표 5-9> 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술의 세부과제 및 단계별 목표

세부기술 명					기술개발 성과물	성과지표 및 연도별 목표					
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년		성과 지표	연도별 목표				
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
자율수중로봇 플랫폼					소형 AUV	운항 시간		3시간 (제작)	6시간	10시간	
						운용 수심		50m (제작)	200m	500m	
					중형 AUV	운용 시간			10시간 (제작)	15시간	24시간
						운용 수심			200m (제작)	1,000m	2,500m
수중통신모뎀					AUV용 수중음향 통신모뎀	전송속도	1kbps (설계)		1kbps (제작)	1kbps (내환경 시험)	
						전송거리	500m (설계)		500m (제작)	500m (실증 시험)	
수중로봇 자율 계획 및 제어 기술					임무 계획 및 분배 기술	선진 기술 대비 성능				50%	60%
					경로 계획및 제어 기술	선진 기술 대비 성능				50%	60%
수중 복합항법 기술					연안 복합항법 기술	선진 기술 대비 성능		50%	70%	80%	90%
					심해 복합항법 기술	선진 기술 대비 성능			50%	60%	70%
실해역 통합운용 기술					다중 로봇 운용 기술	로봇 개체수				2대	3대
					진회수 기술	로봇회수 시간			3시간	2시간	1시간

○ 세부기술명 : 자율수중로봇 플랫폼 및 수중통신모뎀

연도	추진계획
2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소형 및 중형 자율수중로봇 사양 선정</li> <li>• 소형 플랫폼 상세 설계</li> <li>• 소형화/저전력 수중음향 통신모뎀 기본설계</li> </ul>
2021년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소형 자율수중로봇 플랫폼 제작 및 시운전</li> <li>• 중형 플랫폼 상세 설계</li> <li>• 소형화/저전력 수중음향 통신모뎀 상세설계</li> </ul>
2022년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소형 자율수중로봇 성능 시험</li> <li>• 중형 자율수중로봇 제작 및 시운전</li> <li>• 소형화/저전력 수중음향 통신모뎀 시제품(하우징, 신호처리보드, 전력보드 등) 제작 및 실험역 성능평가</li> </ul>
2023년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소형 자율수중로봇 연안 실험역 탐사 시험</li> <li>• 중형 자율수중로봇 성능 시험</li> <li>• 소형화/저전력 수중음향 통신모뎀 시제품 성능개선 및 내환경 시험평가</li> </ul>
2024년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중형 자율수중로봇 심해 실험역 탐사 시험</li> <li>• 수중통신모뎀 실험역 성능검증</li> </ul>

○ 세부기술명 : 인공지능 기반 수중로봇 자율 계획 및 제어 기술

연도	추진계획
2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율수중로봇 임무-행동 분류 및 분석</li> <li>- 자율수중로봇 주요 임무별 행동 분류 및 분석</li> <li>- 임무 계획에 적합한 Deep-Learning 구조 설계</li> </ul>
2021년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deep-Learning 기반 임무/행동 및 경로 계획 알고리즘 개발</li> <li>- 특정 임무에 대한 Deep-Learning 기반 행동/운동 계획 알고리즘 설계</li> <li>- 자율수중로봇 동특성에 적합한 경로 계획 및 제어법 설계</li> </ul>
2022년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단일 자율수중로봇 임무계획 알고리즘 개발</li> <li>- Deep-Learning 등 AI 기반 임무계획 알고리즘 개발</li> <li>- 다수 자율수중로봇 운용 개념 도출 및 임무 분배 기본구조 설계</li> </ul>
2023년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다중자율수중로봇 활용을 위한 임무 분배 및 관리 기술</li> <li>- AI 기반 자율수중로봇 간의 임무 분배 및 관리 알고리즘 기술</li> </ul>
2024년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다중자율수중로봇 임무 계획 실증</li> <li>- 다중자율수중로봇 활용 AI 기반 임무계획 및 수행 기술 실험역 성능 검증</li> </ul>

○ 세부기술명 : 수중 복합항법기술

연도	추진계획
2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 항법센서 사양 분석 및 선정</li> <li>- 용도별(부이/로봇탑재) 수중음향장치 사양 분석</li> <li>- 수중음향장치 외 항법센서(운동센서, 광학센서, 지자기센서 등) 분석 및 선정</li> </ul>
2021년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중음향장치 및 그 외 항법장비 활용 개별항법 알고리즘 개발</li> <li>- 부이/수상선 장착용 음향장치 기반 항법 알고리즘 연구</li> <li>- 지형 정보 기반 항법 알고리즘 연구</li> <li>- 지자기 정보 기반 항법 알고리즘 연구</li> </ul>
2022년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개별 항법 알고리즘 성능 시험 및 복합항법 알고리즘 개발</li> <li>- 수중음향장치 기반 항법알고리즘 성능 시험</li> <li>- 지형/지자기 정보 기반 항법 알고리즘 성능 시험</li> <li>- 개별 항법 알고리즘 연계한 복합항법 알고리즘 개발</li> </ul>
2023년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 복합항법 알고리즘 연근해 성능 시험</li> <li>- 소형 자율수중로봇 활용 복합항법 연근해 성능 시험</li> <li>- 연근해 항법 알고리즘 개선 및 심해 복합항법 알고리즘 개발</li> </ul>
2024년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 복합항법 알고리즘 심해 성능 시험</li> <li>- 중형 자율수중로봇 활용 복합항법 심해 성능 시험</li> </ul>

○ 세부기술명 : 실해역 통합운용 기술

연도	추진계획
2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중도킹 및 진·회수장치 사양 선정 및 개념 도출</li> </ul>
2021년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 진·회수장치 제작 및 시운전</li> <li>• 수중 도킹알고리즘 개발</li> </ul>
2022년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중도킹 실해역 성능 시험</li> <li>• 다중 자율수중로봇 협업운용 기술 개발</li> </ul>
2023년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수상선-자율수중로봇 협업운용기술 성능 시험</li> </ul>
2024년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수상선-자율수중로봇(2개) 협업운용기술 성능 시험</li> </ul>

□ 소요예산

① 예산

<표 5-10> 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	6,423	6,041	5,416	2,825	2,554	23,258
민가	0	0	0	942	851	1,793
합계	6,423	6,041	5,416	3,766	3,405	25,051

② 장비구입 계획

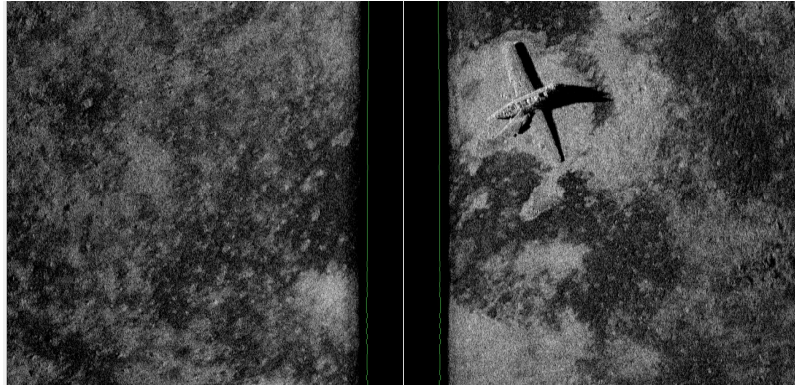
(단위 : 백만원)

구입장비	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
DVL(속도계)		120(3ea)				120
관성센서		150(3ea)	50			200
수심센서		30				30
수중 추진기		90				90
멀티빔소나			30			30
방향센서			45			45
카메라/라이트			75	30		105
스캐닝소나			60			60
합계	0	390	260	30	0	680

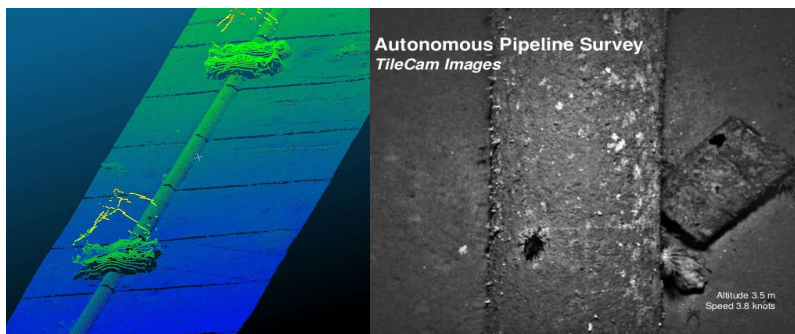
## □ 활용방안 및 활용사례

### ○ 국외

- 북미 및 유럽을 비롯한 국외에서는 수중 탐색, 검사, 국방, 해양 탐사·조사, 해양과학연구 등에 자율무인잠수정(AUV)가 널리 활용되고 있음



[그림 5-10] 침몰 비행기 수색 (Side Scan Sonar)



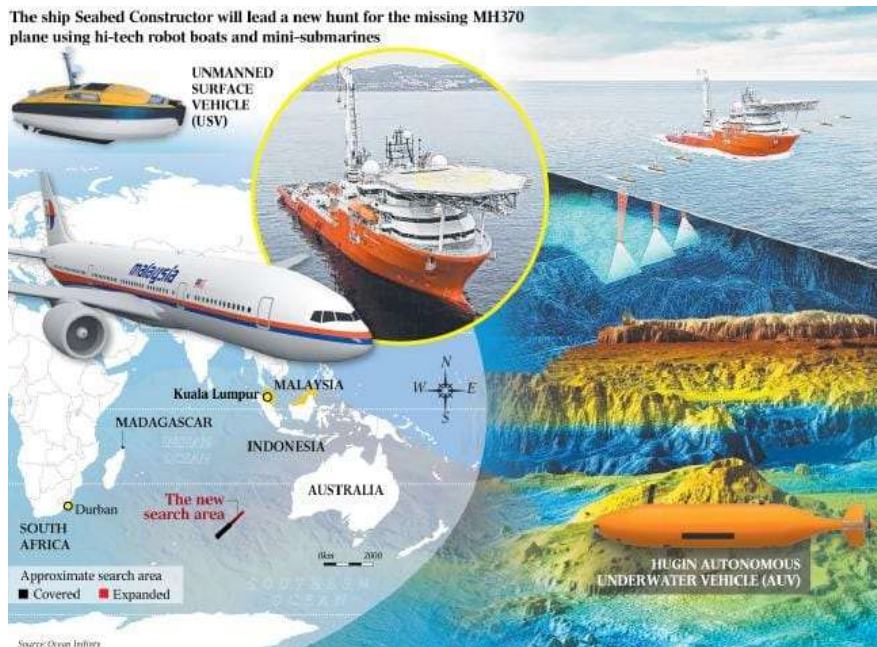
[그림 5-11] 해저 파이프라인 검사 : (L)Sonar, (R)Camera

- 최근 미국 우즈홀 해양연구소(WHOI)에서는 REMUS 6000 AUV를 활용하여, 카리브해 바닥에 숨겨진 난파선을 발견하였으며, 선체 위의 돌고래가 새겨진 청동 대포(170억 달러)의 촬영을 통해 15~17세기 스페인 대형범선 산호세호라는 것을 확인시킴



[그림 5-12] WHOI REMUS 6000이 촬영한 난파선 청동 대포

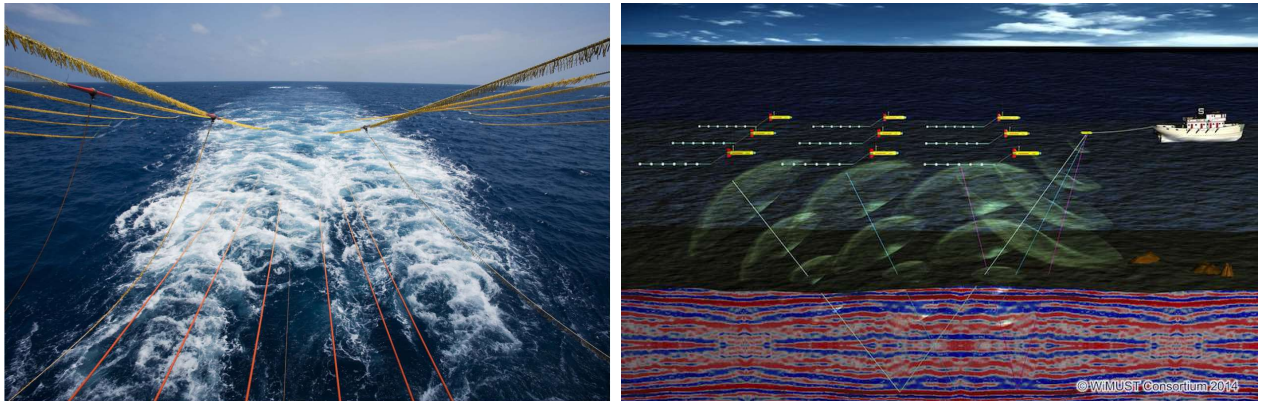
- 최근 국외에서는 자율무인잠수정(AUV)를 활용한 해양조사·탐사 전문업체가 증가하는 추세에 있으며, 이 중 Ocean infinity사는 다중(6대)의 HUGIN 6000 AUV 편대를 동시 운용하여 탐사하는 기술을 확보함
- 성능 입증을 위해 수중 침몰한 말레이시아 여객기(MH370) 수색을 수행함(2018년 5월 29일 수색 종료)



[그림 5-13] Ocean Infinity사의 MH370 해저 수색 개념

- 이탈리아에서는 선박을 활용한 해양지형조사의 한계점(높은 측정 오차, 다수 장비의 선체 체결 및 인양, 신호 간섭 등)을 해결하기 위해, 기존의 선박견인장비 대신 다중

의 자율무인잠수정(AUV)를 활용하는 프로젝트(WiMUST: Widely scalable Mobile Underwater Sonar Technology)를 진행했음



[그림 5-14] 유럽의 Multi-AUV 활용 해저지형조사 개념도; (좌) 선박견인식 사진, (우) WiMUST 개념도

#### ○ 국내

- 국내의 경우, 선박해양플랜트연구소의 이심이 100, 이심이 6000을 비롯하여, (주)한화시스템의 수중무인잠수정(AUV) 상용화 등의 플랫폼 제작 기술은 확보되었으나 이를 활용한 실해역 조사·탐사 등에 실적은 전무함
  - 실제 활용으로부터의 문제점 확인 및 개선을 통한 안정적인 플랫폼과 시시각각 변화하는 예측 불허의 수중환경에서의 운용기술을 확보하지 못함
- 현재 국내 자율무인잠수정(AUV) 활용에 있어서는 실험실 또는 연근해에서의 알고리즘 성능 검증을 위한 시험을 수행하는 수준임
- 한국해양과학기술원과 극지연구소에서는 최근 국외 대학 및 연구기관이 보유한 자율무인잠수정(AUV) 플랫폼을 임차·활용하는 방식의 국제협력연구를 통해 대양 및 극지 조사를 진행하고 있음

#### □ 기대효과

##### ○ 기술적 기대효과

- 수중에서 장기간 자율임무수행이 가능한 인공지능기술은 타로봇기술로 파급 가능
- 기술 보호와 수출 통제를 받는 지능형 수중무기체계 개발의 핵심기술로 활용 가능
- 다수의 AUV를 위한 목적형 수중음향통신기술(모뎀, 네트워크)을 개발함으로써 다수의 AUV 운용에 최적화된 통신기술 확보



○ 정책적 기대효과








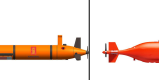

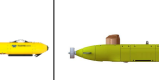
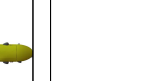
- 해양 사고 신속 대응을 통한 인명 피해 및 손실의 최소화
- 블랙박스 등 해양사고 자립적 증거확보를 법정 분쟁/보험료/원인규명 대응
- 항공기 추락, 선박 침몰 등의 해양 사고 시, 신속하게 투입하여 넓은 지역 수색 및 국난 활동 지원을 통한 국민신뢰 회복
- 국내외 해양 과학, 고고학 조사, 해양 기후, 해양 자원 조사 확대



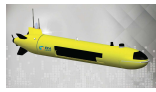




○ 경제적 기대효과

- 해양로봇의 활용성 증대에 따른 관련 산업 활성화, 고비용의 선박 기반 해양환경 조사를 해양로봇으로 대체하여 해양조사 비용 절감이 기대됨
- 수중 로봇 상용화 및 관련 기술의 파생, (반)자율 로봇 기술 보급
- 해양 물리 정보 재판매, 수중 로봇의 운용 기술 및 운영 시장
- 기술 보호 및 선진국의 수출입 통제를 받는 기술의 독립성 확보

참고

국내·외 자율무인잠수정(AUV) 개발 동향

	General Dynamics			Hydroid(Kongsberg Maritime)						Teledyne Marine	
모델명	Bluefin SandShark	Bluefin-21	Bluefin HAUV	REMUS M3V	REMUS 100	REMUS 600	REMUS 6000	MUNIN	HUGIN	Gavia	SeaRaptor
모델											
크기	(L)0.58~1.52 m × (D)0.12m	(L)4.93m × (D)0.53m	(L)1.33m × (W)0.93m × (H)0.38m	(L)0.915m × (D)0.124m	(L)1.7m × (D)0.19m	(L)2.7~5.5m × (D)0.324m	(L)3.96m × (D)0.71m	(L)3~4m × (D)0.34m	(L)5.2~6.4m × (D)0.75m	(L)1.8~4.5m × (D)0.2m	(L)5.5m × (D)0.63m
중량	Customizable	750kg	72.6kg	-	36kg	220~385kg	862kg	300kg	1,000~1,550kg	50~130kg	1,200kg
수심/속도	200m/4kts	4,500m/4.5kts	60m/1.5kts	300m/10kts	100m/5kts	600m or 1,500m/4.5kts	6,000m/4.5kts	1,500m/4.5kts	3,000, 4,500, 6000m/6kts	500m, 1,000m/5.5kts	3,000, 6,000m/4kts
운용시간	-	25시간@4.5kts	3.5시간@0.5kts	-	12시간@3kts	24시간@3kts	22시간@3kts	24시간@3kts	24~74시간@3kts	7~8시간@3kts	24시간@3kts
배터리	240Wh	Li-po, 13.5kWh	Li-po, 1.5kWh	-	Li-Ion 1kWh	Li-Ion 5.4kWh	Li-Ion 12kWh	Li-Ion 5kWh	Li-Ion 2×24kWh	Li-Ion 1.5kWh	Li-Ion 13kWh

	National Oceanography Center			ECA Group					Atlas Elektronik	International Submarine Engineering(ISE)	
모델명	AutoSub3	AutoSub 6000	AutoSub LR	A9	A18	A18TD	A27	Alistar 3000	SeaCat	Explorer	Theseus
모델											
크기	(L)6.8m × (D)0.9m	(L)5.5m × (D)0.9m	(L)5.5m × (D)0.9m	(L)2m × (D)0.23m	(L)4.5~5.5m × (D)0.5m	(L)4.7m × (W)1.8m	(L)4.5~5m × (D)0.73m	(L)4.8/5.8m × (D)0.73m	(L)2.5~3.5m × (W)0.58m × (H)0.67m	(L)4.5~6m × (D)0.69~0.74m	(L)10.7m × (D)1.27m
중량	2,400kg	1,500kg	500kg	70kg	500~690kg	1,200kg	850~950kg	2,100~3,000kg	130~180kg	640~1,850 kg	8,600kg
수심/속도	1,600m	6,000m	6,000m/2kts	200m/5kts	3,000m/6kts	3,000m/6kts	300m/6kts	3,000m/4kts	600m/6kts	3,000m or 6,000m/5kts	1,000m/4kts
운용시간	80시간@ 2.5kts	36시간@ 2.5kts	6개월@ 0.8kts	20시간@ 3kts	24시간@ 3kts	24시간@ 3kts	30시간@ 3kts	12시간@ 3kts	10시간@ 3kts	24~85시간	60시간
배터리	-	Li-Po 4.5kWh	-	2.1kWh	14.4kWh	22kWh	31.2kWh	22kWh	-	Li-Ion 1.6kWh	

	KRISO			KIRO		KAIST		포스텍	해양대	한화시스템	레드윈테크 늘러지(주)
모델명	이심이100	이심이 6000	y-Shark	P-SURO I	P-SURO II Hybrid	Mango1	Mango2	Cyclops	KMOU	천해용 AUV	Conscious
모델											
크기	(L)1.58m × (D)0.2m	(L)4.7m × (D)0.45m	(L)1.95m × (D)0.39m	(L)1.05m × (W)0.5m × (H)0.3m	(L)1.2m × (W)0.5m × (H)0.3m	(L)0.97m × (W)0.9m × (H)0.6m	(L)0.97m × (B)0.83m × (D)0.37m	(L)1.5m × (B)0.9m × (D)0.9m	(L)1.6m × (D)0.18m	(L)2.0m × (D)0.2m	(L)2.6m × (D)0.6m
중량	38kg	749kg	80kg	53kg	134kg	70kg	130kg	210kg	22.5kg	60kg	120kg
수심/ 속도	100m/4kts	6000m/4kts	20m/1kts	100m/2.5kts	100m/2kts	60m/1.5kts	50m/1.5kts	100m/2kts	200m/2.5kts	200m/7kts	300m/7kts
운용시 간	3.7시간@ 3kts	6시간@ 3kts	4시간@ 0.5kts	2.5시간@1. 5kts	4시간@ 1kts	2시간@ 0.3kts	2시간@ 0.5kts	5시간@ 2kts	3시간@ 2.5kts	20시간@ 3kts	3~5시간@ 3kts
배터리	Li-Po	Li-Po 5kWh	Li-Po	-	-	-	-	Li-Po	-	Li-Po	Li-Po, 50Ah

### 3. 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심 장비 기술

#### □ 기술개발의 필요성

- 선박을 활용한 관측은 날씨의 제약, 고비용, 안전성 문제로 충분한 시공간 해상도를 갖는 해양 자료를 신속하게 수집하는데 한계가 있어 충분한 해양 자료가 효과적으로 얻어지지 못함에 따라 급격히 변화하는 한반도 주변 기후 환경에 따른 생태계 변화나 가용한 어족자원의 관리, 해양 재난 및 재해에 대응하기 위한 정확한 예측 및 예보 체계를 구축하기 어려움
  - 효율적인 광역 해양 관리를 위해서는 장기간/장거리 해양 공간 관측에 특화되어 있는 수중글라이더를 활용하는 것이 중요함
- 다중 수중글라이더를 활용한 광역 해양 관측 기술을 확보하기 위해서는 핵심 장비 개발 기술 및 해양 공간 관측망 개발 기술이 필요하나, 국내에는 관련 기술들이 거의 전무한 실정임
  - 수중글라이더 효율적 운용을 위한 핵심 부품 기술을 개발하고 수중글라이더를 활용한 4차원 해양 공간 관측망 구축을 위해 지능형 해양관측 기술 개발이 필요함
  - 현재까지 해양 관측 장비 개발은 실제 장비 활용자 (장비를 운용하여 활용가능한 해양 관측 정보를 생산하는 자)의 주도로 이루어지지 못하여 실제적 운용을 통해 가용한 자료를 생산할 능력을 갖춘 장비가 개발되지 못하였음
  - 게다가 해당 장비를 실험해역에서의 적합한 운용을 통해, 활용가능하며 의미있는 자료가 생산됨을 증명하는 과정이 누락됨으로써 장비를 개선하거나 보완할 수 있는 필요 기술 개발이 이루어지지 못하였음.
    - 이로 인해 장비의 활용성이 떨어지고 정작 필요한 기술이 개발되지 못하는 악순환에 빠져 있었음
  - 따라서 수요자 주도로 필요 장비 개발 기술을 정리하고 이를 실제 가용한 자료를 생산할 수 있도록 시험 운용함으로써 해당 장비의 우수성을 증명하고 부족한 부분을 보완하는 기술 소요를 제기하며 향후 필수적인 기술 개발로 이어지는 선순환 체계를 확립하는 것이 필요함
- 광역 해양 관리를 위해서는 수중글라이더를 활용한 관측 기술이 필수적으로 개발되어야 하며 이를 위해 개발되어야 하는 필수 장비 기술을 정리함

- 수중글라이더 오일기반 부력엔진 기술
  - 오일기반 부력엔진 기술은 내구성이 높고 심해에 활용될 수 있으며 수중글라이더가 저전력으로 부력을 바꾸어 활강하는데 있어 가장 핵심적인 기술임
  - 부력엔진은 소모성 부품이므로 해양 공간 관측망에 다중 수중글라이더를 활용하기 위해서 비용 절감효과가 큰 부품임
  - 그러나 해당 심해용 부력엔진을 개발 기술이 국내에는 전무함
- 수중글라이더 가변 하우징 기술
  - 가변형 하우징은 저전력으로 기동하는 수중글라이더에 있어 전력 사용량을 크게 줄일 수 있는 중요한 기술임
  - 수개월 이상 장기간 운용하는 수중글라이더 및 무인잠수정에 필수적인 기술이나 국내에서는 아직 가변 하우징을 개발한 사례가 없음
- 소모형 및 충전형 배터리 제어 기술
  - 수중글라이더에 활용되는 배터리는 현재 모두 수입에 의존하고 있음
  - 다중 수중글라이더를 활용한 관측망을 구성하기 위해서는 운용 비용을 낮추기 위해 배터리 부품을 국산화할 필요가 있음
  - 높은 수압 및 낮은 수온에서 충분한 효율을 얻을 수 있는 제어 기술이 부족함
- 수중글라이더용 범용 원격 무인투하회수 로봇 기술
  - 수중글라이더는 투하/회수시에 운용 중 가장 위험하므로 안전하고 신속하게 투하회수 할 수 있는 장치가 필요하며, 현재는 소형 선박에 수중글라이더와 사람이 같이 내려가 모선과 별도로 투하회수를 진행하므로 위험도가 높고 시간소모가 큼
  - 전 세계적으로 개발되어 있지 않은 기술이나 필요성이 높은 기술이므로 장기간 운용을 통해 안정성이 증명되면 국제 시장성을 가질 수 있는 중요한 기술임
  - 향후 무인선이 활성화된다면, 해당 무인투하회수로봇 기술과 연계함으로써 해양 관측의 완전 무인화로 발전하는데 핵심적인 기술이 될 것임
- 초광역 위치인식 시스템 기술
  - 수중글라이더는 통신 문제로 항법 제어가 해표면에서만 이루어짐. 따라서 해상 교통량이 많은 해역이나, 해빙과 같은 방해물이 존재하는 극지해역과 같은 지역에서 운용 위험도가 높아짐
  - 수중에서 글라이더가 위치를 인식할 수 있도록 하는 저렴하면서 광역에서 활용가능한 위치인식 기술이 필요함
  - 선진국에서는 이미 활용되고 있는 기술이나 국내에서는 관련 기술이 거의 전무함

## - 수중글라이더 활용 지능형 4D 운용 기술

- 다중 수중글라이더를 통해 고해상도 해양 수중 공간 관측을 수행함으로써 선박자료를 보완하고 신속한 해양 정보 공급을 통해 해양 관리 체계를 선진화하는 것이 필요함
- 고정형 부이 (선박 통행이 많은 연안해역) 혹은 수중글라이더 (위치유지 제어 기술을 활용한 외해역 운용)로부터 얻어진 시간 변동 자료와 다중 수중글라이더에서 얻어진 공간 변동 자료를 결합함으로써 4차원 해양 환경 자료를 생산할 수 있도록 복합 운용하는 기술은 무인 해양 관측망의 핵심 기술이나, 국내에서는 관련 기술이 전무함
- 수중글라이더와 같은 무인 시스템에서 기본 해양 관측 자료 (수온/염분/해류/용존산소/클로로필)를 획득하고 고품질 자료로서 생산하기 위한 기술도 매우 부족함. 다중 수중글라이더의 4D 운용기술은 관측 자료의 특성에 따라 운용 방식이 달라지므로 총 30개의 국제 표준 기본 해양 자료 (Essential Ocean Variables, EOVS) 들 중 로봇에서 가장 안정적으로 생산 가능한 기본자료를 선정하여 이에 맞는 4D 운용기술 개발이 필요함
- 향후 국가 해양 무인관측망을 구축하여 선진화된 해양 관리체계를 만들기 위해서는 수중글라이더를 활용한 시공간 자료 생산을 위한 다중 수중글라이더를 활용한 4D 운용기술 개발이 필요함

## □ 기술개발 최종목표

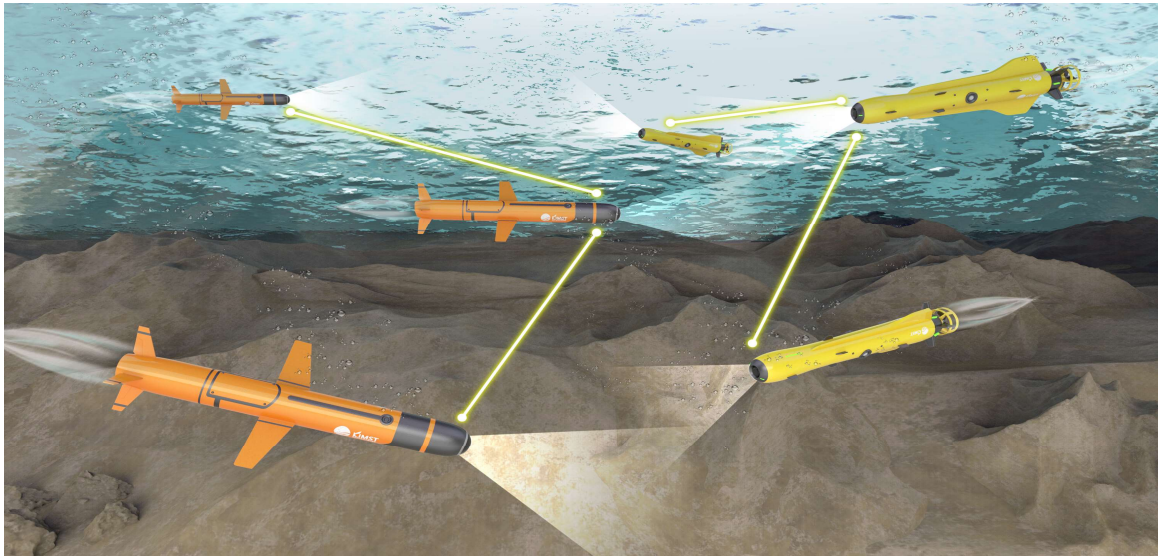
### ○ 목표

- 무인 로봇인 수중글라이더를 활용하여 시간에 따라 변화하는 5가지 기본 해양 공간 환경 정보를 효율적으로 생산하는데 필요한 핵심 하드웨어 장비 및 원천 기술 개발과 4차원 정보 생산을 위한 소프트웨어 선단 운용 기술 개발

### ○ 세부 추진 목표

- 200kmx200kmx500m 이상의 광역 해양공간을 5km 이하의 공간해상도와 10일 이하의 시간해상도를 갖는 4차원 해양 정보 생산을 위한 지능형 선단 운용 기술 개발 (공간 상관거리: 약 10km, 동시 시간규모: 약 10일)
- 수심 1500m 잠항 가능 고효율 오일기반 부력 엔진 원천 기술 및 수심 1500m 내압 가변 기능성 하우징 원천 기술 개발
- 견형 3m 이상 선박에서 활용가능하며 운용 범위 200m 이상의 수중글라이더용 범용 원격 무인투하회수 로봇 개발
- 200km x 200km 이상의 광역 수중 위치 인식을 위한 초저주파 음원 장치 개발

- 수중글라이더 활용시 운용비용 절감을 위한 소모형 및 충전형 배터리 국산화 개발



[그림 5-15] 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심 장비 기술 개발개념도

## □ 기술개발 내용

### ○ 4차원 지능형 수중글라이더 선단 운용 기술

- 수중글라이더 선단을 활용한 4차원 (3차원 공간 + 시간) 해양 공간 정보 생산을 위해 요구되는 성능과 기능 세부내역을 충족하는 부력 엔진 기술, 하우징 기술, 원격투하 회수 로봇 기술, 초광역 위치인식 장치 기술
- 수중글라이더 선단을 효율적으로 활용하여 4차원 해양 공간 정보 생산을 위한 운용 제어 기술, 선단 제어 기술, 고정형 및 이동형 복합 제어 기술, 관제 기술, 정보 처리 기술, 및 4차원 맵핑 기술
- 4차원 해양 시공간 정보 대상: 수온, 염분, 해류, 용존산소, 클로로필 (기본 해양 환경 정보 중 수중글라이더에서 안정적인 정보 생산이 가능하며 가장 활용도가 높은 해양 정보 5종을 설정)
- 4차원 해양 정보 생산 기술 개발 시공간 범위
  - 한반도 외해역 (연안에서 20km 이상 떨어진 외해역),
  - 공간범위 200kmx200kmx500m 이상
  - 이동형 시간범위 20일 시간 간격, 1년 이상,



- 고정형 운용 (virtual mooring) 범위, 1시간 간격 20일 이상
- 수중글라이더 오일 기반 부력 엔진 기술
  - 수심 1500m 잠항 가능한 오일 기반 부력 엔진 기술 개발
- 수중글라이더 가변 하우징 기술
  - 수심 1500m 내압성과 수압에 따라 압축성을 갖는 하우징 기술 개발
- 수중글라이더 원격 무인투하회수 로봇 기술
  - 선박으로부터 300m 이상 운용 범위를 갖는 수중글라이더 원격 투하회수 로봇 개발
- 초광역 수중위치 인식을 위한 저주파 음원 기술
  - 200km 이상 초광역 수중위치인식을 위한 초저주파 음원 장치 개발
- 수중글라이더용 소모형 및 충전형 배터리 국산화
  - 소모형 및 충전형 배터리 국산화 생산 기술 개발

## □ 최신 R&D 동향

- 4차원 지능형 수중글라이더 선단 운용 기술
  - 국내
    - 단일 수중글라이더 및 2기 수중글라이더 동시 운용성 검증
    - 440km 장기 단면 관측 운용 성공
    - 세계 최고 수준의 virtual mooring (고정형) 제어 성공
    - 센서별 특성에 맞는 운용 기술 개발 미흡
    - 수중글라이더 선단 및 고정형/이동형 협업 제어 기술 미비
    - 4차원 해양 공간 정보 수집용 선단 운용 기술 전무
  - 국외
    - 미국, 유럽, 호주, 중국 등 수중글라이더를 활용한 정보 생산 체계 구축 운용 중 (Ocean Observatories Initiatives, Ocean Observing Center, European Glider Center etc).
    - 다중 해양 로봇을 동시 운용하여 최적화된 해양 정보 생산 기술 보유
    - 수중글라이더에 다양한 해양 센서를 탑재하여 연안 및 외해역에서의 해양 생태 및 기후

환경 정보 생산 중

- 수중글라이더 선단을 운용하여 준실시간 해양 공간 정보 생산 중
- 특정 현상이나 오염물질, 어류 등을 수중글라이더 선단을 활용한 추적 모니터링 시스템 운영 중 (APL/UW, NOAA, Alaska University)

○ 수중글라이더 오일 기반 부력 엔진 기술

- 국내

- 피스톤 기반 천해용 부력 엔진 개발 연구 및 수심 50m 시험 초보 단계
- 1500m 급 오일 기반 부력 엔진 개발 기술 전무

- 국외

- 수중글라이더용 1000~1500m 급 오일기반 부력 엔진 활용 중 (WRC, WHOI/Scripps, APL/UW)
- 플로트용 2000m 급 오일 기반 부력 엔진 활용 중 (WRC, Ifremer 등)
- 5000m 이상 오일기반 부력엔진 개발 완료 및 시험 운용 성공 (APL/UW, China)

○ 수중글라이더 가변 하우징 기술

- 국내

- 고압 내성 기본 하우징 기술 보유, 가변 하우징 기술 전무

- 국외

- 수중글라이더용 고압 가변 하우징 기술 활용 중 (APL/UW, WRC)

○ 수중글라이더 원격 무인투하회수 로봇 기술

- 국내

- 수중글라이더 투하회수용 그리퍼 및 리프트 원천 기술 개발 중
- 원격 무인투하회수 로봇 기술 전무

- 국외

- 원격 무인투하회수 로봇 기술 개발 미비

○ 초광역 수중위치 인식을 위한 저주파 음원 기술

- 국내

- 초저주파 음원 장치 기술 전무

- 국외

- 초저주파를 활용한 수중위치인식 시스템 개발 완료 및 활용 중 (WHOI, URD)

○ 수중글라이더용 소모형 및 충전형 배터리 국산화

- 국내

- 해양 장비를 위한 소모형 배터리 패키징 기술 개발
- 충전형 배터리 팩 기술 개발
- 수중글라이더 적용 기술 전문

- 국외

- 수중글라이더용 배터리 고가에 시판 중 (WRC, APL/UW, etc)

□ 기존 국내기술의 한계점 및 해결방안

○ 4차원 지능형 수중글라이더 선단 운용 기술

- 국내기술의 한계점

- 수중글라이더 장비 시험 및 4차원 (3차원 공간+시간) 해양 정보 생산을 위한 인프라 부재
- 수중글라이더 선단의 복합 운용 기술 미비
- 해양 공간정보의 시간적 변동을 나타내는 4차원 자료 생산 기술 부족
- 해양 고해상도 및 고품질 기초 자료가 부족하여 해양 예보 및 예측력 향상 저해

- 해결방안

- 동해 연근해 및 외해역 (EEZ 부근 해역 및 울릉도-독도 해역) 등 광역의 해양 정보를 무인으로 수집하는 지능형 체계를 개발
- 수중글라이더를 고정형과 이동형으로 복합 활용함으로써 높은 비용이 소요되는 시공간 관측을 수행할 수 있도록 선단 복합 운용 기술을 개발
- 5가지 기초 해양 자료를 생산하는데 최적화된 수중글라이더 운용 기술 개발
- 수중글라이더 핵심장비 시험을 위한 테스트베드 및 전문 운용 센터 구축

○ 수중글라이더 오일 기반 부력 엔진 기술

- 국내기술의 한계점

- 수중글라이더의 핵심 기술인 부력 엔진 기술의 부재로 실효성 있는 한국형 수중글라이더 개발이 어려움

- 수중글라이더 운용 특성상 부력 조절 범위가 넓고 장기 운용에 안정적이며 전력소모가 적은 오일 펌프 기반 부력 엔진 기술의 부재
- 부력 엔진은 2년 연속 사용 후 교체가 필요하므로 국산화 필요

- 해결방안

- 수중글라이더 오일 기반 부력 엔진 개발
- 유압 펌프 센싱 기술 및 속도 제어 기술 개발
- 심해용 압력 보상 기술 개발
- 부력 엔진 소형화 및 경량화 기술 개발

○ 수중글라이더 가변 하우징 기술

- 국내기술의 한계점

- 무동력으로 장기간 운항하는 수중글라이더는 에너지 소모를 최소한으로 줄이기 위한 가변 하우징 기술이 필요하나 국내에 해당 기술은 미비
- 해양에서 장기간 운용하는 수중글라이더는 하우징에 부식 및 손상이 발생하므로 주기적인 교체가 필요하여 국산화 요구

- 해결방안

- 고압 내성 및 가변 하우징 소재 개발
- 소재 압력 및 변형 시험
- 비압축성 소재와 압축성 소재 결합 기술 개발
- 하우징 설계 및 제작 기술

○ 수중글라이더 원격 무인투하회수 로봇 기술

- 국내기술의 한계점

- 수중글라이더가 해수면에 있을 때 선박으로 회수하기 위해 접근하면 파도의 영향과 선박의 정밀 조종의 어려움으로 충돌로 인한 장비 손상과 손실 발생 위험
- 수중글라이더 선단을 운용하기 위해서는 안전하고 신속한 투하회수 장치가 요구됨
- 선박이나 사람의 접근 없이 원격지에서 수중글라이더를 회수하는 로봇은 개발된 사례가 없음

- 해결방안

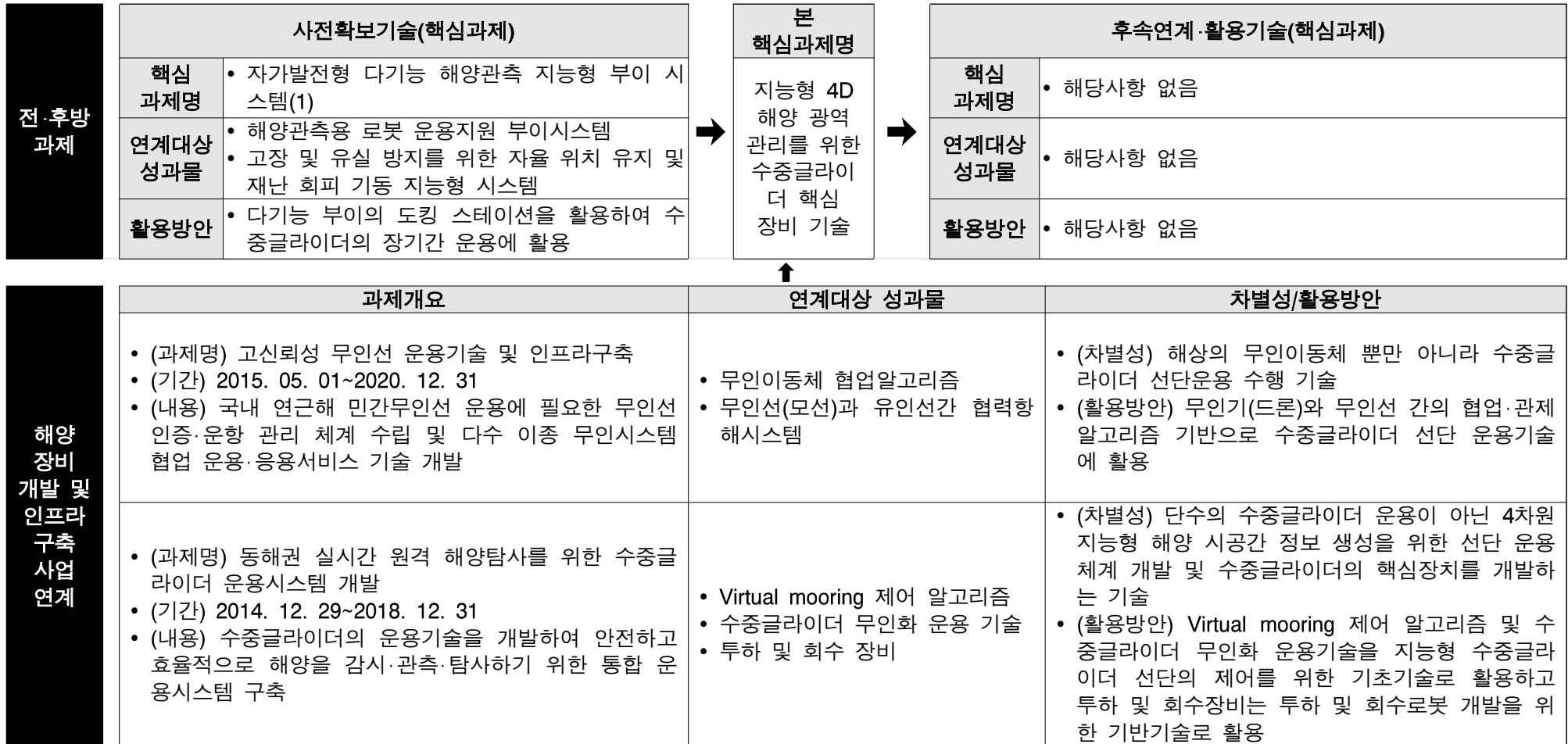
- 최대 3종 수중글라이더에 대응가능한 가변형 회수로봇 개발
- 수중글라이더 날개 및 센서의 손상을 방지하는 그리퍼 개발

- 운용의 안정성과 편의성을 고려한 고강도 고경량 로봇 개발
- 초광역 수중위치 인식을 위한 저주파 음원 기술
  - 국내기술의 한계점
    - 해상 교통량이 많은 해역에서 정확한 수중글라이더 항법을 위해서는 수중에서의 위치 인식을 위한 시스템이 요구
    - 기존의 수중통신을 위한 음원 장치는 데이터 전달량이 상대적으로 많으나, 전달 거리가 10km 미만으로 짧고 고가의 비용이 요구됨
    - 200km 이상의 광역 해양에 적용될 수 있는 수중이동체의 위치 인식 기술은 국내 부재
  - 해결방안
    - 고효율 초저주파 음원 발생기 기술 개발
    - 저전력 초경량의 초저주파 청음기 개발
    - 초광역 범위에서의 수중위치인식 시스템 개발
    - 광역 위치인식 시스템을 결합한 수중글라이더 항법 시스템 개발
- 수중글라이더용 소모형 및 충전형 배터리 국산화
  - 국내기술의 한계점
    - 수중글라이더의 운용비용을 절감하기 위해서는 원가에 3배 이상에 달하는 기존 배터리의 국산화가 시급
    - 수중에서 무인으로 동작하는 수중글라이더에 활용되는 배터리는 안정성이 중요한데, 이를 위한 여러번의 장기간 시험 결과가 필요
  - 해결방안
    - 단기간 (1개월 이내) 운용이나 위험도가 높은 운용을 위한 저렴한 소모형 알칼라인 배터리 개발
    - 장기간 (6개월 이상) 운용을 위해서는 안정적인 전력 공급이 가능한 소모형 리튬 1차 배터리 개발
    - 지속적이며 반복적인 운용을 위한 충전식의 리튬 2차 배터리 개발

<세부기술별 기술수준 및 개발전략>

세부기술	현재기술 수준	목표기술 수준	개발전략		
			신규개발	기존 기술고도화	국산화
4차원 지능형 수중글라이더 선단 운용 기술	TRL 2	TRL 6		○	
수중글라이더 오일 기반 부력 엔진 기술	TRL 1	TRL 6	○		
수중글라이더 가변 하우징 기술	TRL 1	TRL 6			○
수중글라이더 배터리 기술	TRL 3	TRL 7	○		○
수중글라이더 원격 무인투하회수 로봇 기술	TRL 2	TRL 6	○	○	
초광역 수중위치 인식을 위한 저주파 음원 기술	TRL 1	TRL 6	○		○

□ 과제간 연계성 및 기존 R&D 성과 연계활용방안



□ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중글라이더 운용관제 센터 및 테스트베드 설계</li> <li>핵심장비 기술 성능 및 기능 기준 설정</li> <li>핵심장비 세부 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중글라이더 운용 체계 설계 및 테스트베드 구축</li> <li>핵심장비 프로토타입 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양공간 선단 운용 제어 기술 개발</li> <li>핵심장비 운용 시험 및 고도화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양 시공간 선단 운용 체계 개발</li> <li>핵심장비 개발 및 성능 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4차원 지능형 해양 시공간 운용 체계 개발</li> <li>탑재 기술 개발 및 운용소프트웨어 개발, 통합 평가</li> </ul>
추진 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>테스트베드 대상 해역 선정 및 운용 위험도 평가</li> <li>정비운용관제센터 설계</li> <li>부력엔진 기반 요소 기술 개발</li> <li>수중글라이더 요구 특성 파악 및 가변하우징 소재 개발</li> <li>가변형 회수로봇 설계</li> <li>초저주파 음원 발생기 및 청음기 센서부 설계</li> <li>알카라인 및 리튬 1차 전지 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>장비 특성에 최적화된 테스트베드 구축</li> <li>정비운용관제센터 구축</li> <li>초저주파 음원 및 청음기 성능 확정</li> <li>부력 엔진 플랫폼 기술 개발</li> <li>가변하우징 설계 및 해석</li> <li>회수로봇 시제품 제작 및 성능 시험</li> <li>초저주파 음원 발생기 및 청음기 센서부 개발</li> <li>1차 전지 성능 시험 및 리튬 2차 전지 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>배터리 성능 및 안정도 평가</li> <li>해류 센서 최적화 운용 기술</li> <li>수중글라이더 3기 선단 운용 기술</li> <li>부력 엔진 시제품 개발</li> <li>가변하우징 소재 시험 평가</li> <li>수중글라이더 특성별 전용 그립퍼 제작</li> <li>초저주파 음원 발생기 및 청음기 센서 시험</li> <li>리튬 2차 전지 성능 확인 시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고정형 및 이동형 수중글라이더 통합 지능형 제어 기술</li> <li>용존산소 및 클로로필 센서 최적화 운용기술</li> <li>부력 엔진 검증용 플로프 플랫폼 개발</li> <li>가변하우징 설계 보완 및 제작</li> <li>회수로봇 성능 시험 및 보완</li> <li>초저주파 위치인식 시스템 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4차원 해양 시공간 매핑 기술</li> <li>핵심장비 시험 성능 평가 기술</li> <li>부력엔진의 수중글라이더 탑재 기술 개발</li> <li>가변하우징 시험 평가</li> <li>다중 회수로봇 운용 설계 및 성능 시험</li> <li>위치인식 시스템 수중글라이더 탑재 및 운용 시험</li> </ul>



□ 기술개발 세부추진계획

○ 세부기술의 구성 및 연도별 목표

<표 5-11> 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심 장비 기술의 세부과제 및 단계별 목표

세부기술 명					기술개발 성과물	성과 지표	성과지표 및 연도별 목표				
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년			연도별 목표				
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
4차원 지능형 수중글라이더 선단 운용 기술 및 수중글라이더 핵심장비 테스트베드 구축					수중글라이더 선단 운용 테스트베드	구축 및 검증 건수	1	2	3	3	3
					지능형 수중글라이더 선단 운용 소프트웨어	동시운용 장비 수 (종)	2	2	3	5	5
					4차원 해양 자료 맵핑 결과	시공간 해상도 및 운용시간	- - 60일	- - 180일	1달 10km 200일	1주일 10km 200일	5일 5km 200일
수심 1500m 잠항 가능 고효율 오일기반 부력 엔진 원천 기술					오일기반 부력 엔진 성능	잠항 수심	-	-	200m 이상	500m 이상	1000m 이상
수심 1500m 내압 가변형 하우징 기술					가변형 하우징	내압 성능 및 체적 가변 성능	-	-	200m 이상  0.001 %/m 이상	500m 이상  0.001 %/m 이상	1000m 이상  0.001 %/m 이상
모선으로부터 300m 이상 운용 범위를 갖는 수중글라이더 원격 투하회수 로봇					원격투하회수 로봇	운용 거리	-	-	50m 이상	100m 이상	300m 이상
						Sea State 회수성공	-	-	1 이상	2 이상	3 이상
200km 이상 초광역 수중위치인식을 위한 초저주파 음원 장치 개발					음원장치	출력 전달거리	-	140db 50km	160db 100km	180db 150km	180db 200km
					위치인식정확도	거리오차	-	1km 이내	500m 이내	300m 이내	100m 이내
수중글라이더용 고효율 알칼라인(Alkaline), 리튬 1차(Li/SOCl2), 2차(Li-Polymer)전지 국산화 개발					1차 알칼라인 및 리튬 전지	운용 시간	>15일 >60일	>20일 >90일	-		
					2차 리튬 전지 충방전기	운용시간 충방전 회수	-	>20일 1000회	>40일 3000회		

○ 세부기술별 연도별 추진계획

① 세부기술명 : 4차원 지능형 수중글라이더 선단 운용 기술 및 수중글라이더 핵심장비 시험평가

연도	추진계획
2020년	• 수중글라이더 운용 환경 분석 및 테스트베드 설계, 핵심장비 설계안 평가
2021년	• 수중글라이더 운용 체계 설계 및 테스트베드 구축
2022년	• 수중글라이더 운용 체계 구축 및 선단 제어 기술 개발
2023년	• 수중글라이더 선단 시공간 복합 운용 체계 개발
2024년	• 수중글라이더 선단을 통한 4차원 시공간 운용 체계 개발

② 세부기술명 : 수심 1500m 잠항 가능 고효율 오일기반 부력 엔진 원천 기술

연도	추진계획
2020년	• 수중 부력 엔진 기반요소 기술 개발
2021년	• 1,500m 급 심해용 부력 엔진 플랫폼 기술 개발
2022년	• 오일기반 심해 부력 엔진 시제 개발
2023년	• 부력 엔진 검증용 플로트 플랫폼 개발
2024년	• 실 운용중인 수중글라이더에 부력엔진 탑재 기술 개발

③ 세부기술명 : 수심 1500m 고압 내성 가변 하우징 기술

연도	추진계획
2020년	• 수중 글라이더에서 요구되는 가변하우징 소재특성 파악 및 재료 개발
2021년	• 가변하우징 설계/해석 및 제작성 검토
2022년	• 가변하우징 선정 소재 시험평가
2023년	• 가변하우징 설계보완 및 제작
2024년	• 가변하우징 제품 시험평가

④ 세부기술명 : 수중글라이더 범용 원격 투하회수 로봇

연도	추진계획
2020년	• 다종 수중글라이더 대응 가능한 회수로봇 설계 및 운용 절차 연구
2021년	• 수중글라이더 회수로봇 시제품 제작 및 성능 시험
2022년	• 다종 수중글라이더 대응 가능한 회수로봇 시제품 제작 및 성능 시험
2023년	• 수중글라이더 회수로봇의 실해역 운용 및 성능 시험
2024년	• 다종 회수로봇 운용 설계 및 성능 시험

⑤ 세부기술명 : 200km 이상 초광역 수중위치인식을 위한 초저주파 음원 장치 개발

연도	추진계획
2020년	• 초저주파 음원 발생기 및 음원 청음기 센서부 하드웨어 및 제어 알고리즘 개발
2021년	• 고효율 달성을 위한 초저주파 음원 발생기 및 음원 청음기 개발
2022년	• 실해역 내 광역 위치인식(반경 50킬로미터 내)을 위한 수중위치인식 시스템 개발
2023년	• 실해역 내 광역 위치인식(반경 100킬로미터 내)을 위한 수중위치인식 시스템 개발
2024년	• 수중 글라이더 운용 시스템 내 통합 및 실해역 초광역 위치인식 성능 시험

⑥ 세부기술명 : 수중글라이더용 고효율 알칼라인(Alkaline), 리튬 1차(Li/SOCl<sub>2</sub>), 2차(Li-Polymer)전지 국산화 개발

연도	추진계획
2020년	• 수중 글라이더에서 요구되는 전원 용량 분석, 상용 알칼라인 전지 적용 검토, 단전지(전지셀) 설계 및 제작
2021년	• 전지 팩 설계 및 제작, 부하 시뮬레이터 설계
2022년	• 전지의 성능 확인 및 환경 시험

□ 소요예산

① 예산

<표 5-12> 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심 장비 기술 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	8,009	7,384	6,759	3,832	3,269	29,253
민간	0	0	0	1,277	1,090	2,367
합계	8,009	7,384	6,759	5,109	4,359	31,620

② 장비구입 계획

(단위 : 백만원)

구입장비	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
3천만원 이하	600	600	600	300	300	2,400
수중글라이더	1,200	1,200	1,200	600	-	4,200
용존산소측정기	60	60	60	-	-	180
클로로필측정기	60	60	60	-	-	180
해류측정기	300	300	300	-	-	900
심해부이3종	1,000	500	-	-	-	1,500
선박임차료(5/일)	180	180	180	180	180	900
합계	3,400	2,900	2,400	1,080	480	10,260

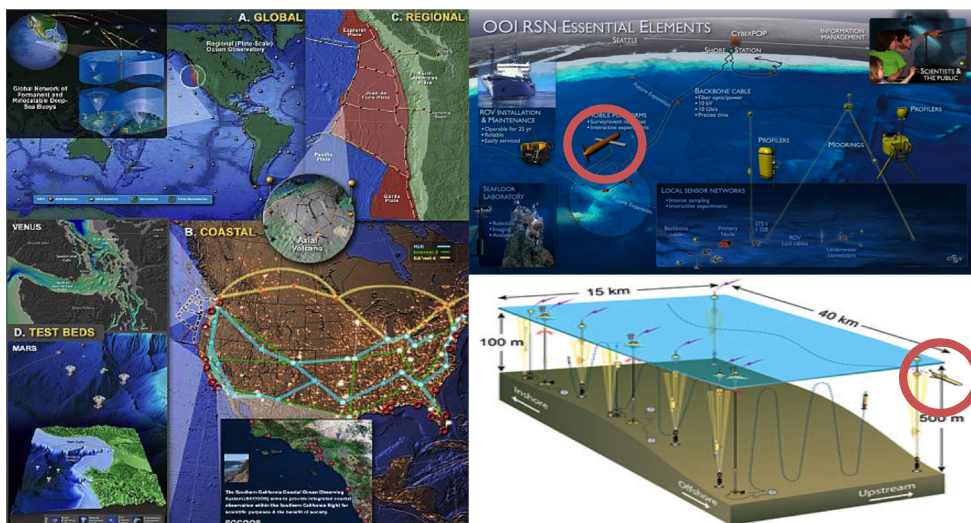
## □ 활용방안 및 활용사례

### ○ 활용방안

- 다양한 해양 관측 장비의 장기간 테스트를 위해 활용될 수 있으며 기후변화에 따른 해양의 반응 패턴 및 생태계의 영향을 평가하는데 생산된 자료가 활용
- 해양 환경, 해양 생태, 해양 기상 예보에서 예측력 향상에 필수적인 고품질 자료 생산에 활용
- 광역 위치인식 시스템은 수중글라이더의 임무 수행 정확도를 높이고 기존에 하지 못했던 다중 임무 설계를 가능하게 하여 운용의 효율성을 높일 수 있음
- 광역으로 운용 범위를 넓힌 수중 로봇(AUV)의 위치 파악에도 사용 가능하며, 내장된 위치 추정 기술과 결합하여 위치 추정의 정확도 향상에 활용될 수 있음
- 남극 및 북극해에서 수중글라이더 활용한 4차원 공간관측망 시스템이 빙하 해저의 해양 환경 관측에 활용
- 심해용 부력 엔진 기술은 현대 대다수의 수중 로봇들에 적용된 추진기 기반 잠항/유영 기술에 비해 전력효율, 공간활용 등의 측면에서 월등한 장점을 가진 수중 추진기 대체 기술로서 관련 수중 로봇 기술 및 시장에 새로운 파급효과가 예상됨

### ○ 활용사례

- (미국) Ocean Observatories Initiative (OOI)



[그림 5-16] Ocean Observatories Initiative 개념도

- (미국) Integrated Ocean Observing System (IOOS)
  - 미국 연안에서 HF Radar, 연구선박, 인공위성, 무인항공기, AUV, 수중글라이더 등 첨단 장비를 활용하여 해양 예측력을 높이는데 목적을 두고 연방과 지역, 학계와 기업이 파트너십을 맺고 구성하는 통합 관측망
- (EU) Arctic Observing Network
  - 유럽 9개국 14개의 관련기관들이 해양 관측 및 북극해와 인접한 바다에 대한 예측력을 높이기 위한 목적으로 구축되어 해양 수환, 수괴변동, 해표면 상태, 해빙 및 북극해 주변의 생화학적 변동을 모니터링하고 있음

## □ 기대효과

### ○ 기술적 기대효과

- 시시각각 변화하는 해양 환경 상태에 대한 고품질 자료를 생산하는 기술 개발을 통해 기후변화에 따른 해양 환경 및 생태계 예측력 향상에 기여하는 모델 및 자료동화 기술 개발의 진보를 기대할 수 있음
- 해양 관측분야의 중추적 역할을 담당하고 있는 수중글라이더의 핵심 장비를 개발함으로써 실활용이 가능하며 국제적 경쟁력을 갖춘 한국형 수중글라이더 개발이 가능할 것으로 기대됨
- 수중 위치인식 시스템의 개발은 자율무인잠수정, 해군 잠수함 등 각종 수중무인이동체의 위치인식정보 (수중 GPS와 같은)를 제공함으로써 광활한 해양 수중 공간의 활용성이 높아지게 되어 보다 다양한 수중이동체 기술개발로 이어질 수 있음

### ○ 정책적 기대효과

- 수중글라이더를 활용한 4차원 해양 정보 수집 기술은 실시간 해양 수중 정보 서비스를 가능하게 하여 연안 및 외해역 재해 저감 활동 지원이 기대됨
- 4차원 해양 정보 수집 기술을 활용하여 가용한 어족 자원의 실시간 모니터링을 통해 수산자원 관리 및 유지를 위한 정책 결정에 중요한 정보를 제공할 수 있음
- 무인공간관측 체계를 활용한 해양생태 및 해양영토 관리를 맡고 있는 각 정보기관의 운영 체계가 고도화될 것으로 기대됨

### ○ 경제적 기대효과

- 기존 선박을 활용한 외해역 관측 비용 (대양조사선 기준으로 하루 관측 비용이 2000~3000만원 이상 소요)을 1/100 수준으로 (수중글라이더 기준 하루 관측 비용은 10~20만원 이하) 크게 낮추어 활용성이 높은 고품질 자료를 다량 생산하는 것이 가능해지며 높은 정확성을 갖는 기존 선박 관측을 목적 중심으로 재편함으로써 동일한 비용으로 활용성을 극대화시켜 선박 자료의 가치 향상 기대
  - 수중글라이더 활용할 경우 대양조사선 관측의 10%이하 비용으로 관측 가능
- 수중글라이더 핵심 장비 및 소모품의 국산화를 통해 운용비용을 기존의 1/3 수준으로 낮춤으로써 선박 관측에 비해서 1/300의 저렴한 비용으로 고품질 자료 획득 가능
  - 현재 조선해양 기자재의 경우 국산화 노력으로 인해 약 50%의 원가절감을 달성 중에 있어 수중글라이더 핵심장비의 국산화를 통해서도 50%이상의 원가절감 및 수입대체효과 발생 가능성이 충분함

## 4. 극한환경의 수중침몰·밀폐구조물의 내부탐사를 위한 수중로봇 및 지원 기술

### □ 기술개발 필요성

- 서해안의 열악한 환경조건에서의 수중의 침몰구조물까지 접근 가능한 기술 필요
  - 세월호 참사 당시 내부 수색은 잠수사에 전적으로 의존하였으며, 유속 4.5노트의 강한 조류가 흘렀고, 이로 인해 선체 진입을 위한 가드이라인이 설치되어 있음에도 불구하고 잠수사가 접근조차 하지 못함
  - 당시 원격조종수중로봇(ROV, Remotely Operated Vehicle)이 투입되었으나, 강한 조류, 혼탁한 시야 등으로 인해 선체 진입로까지 접근조차 못하고 철수하였음



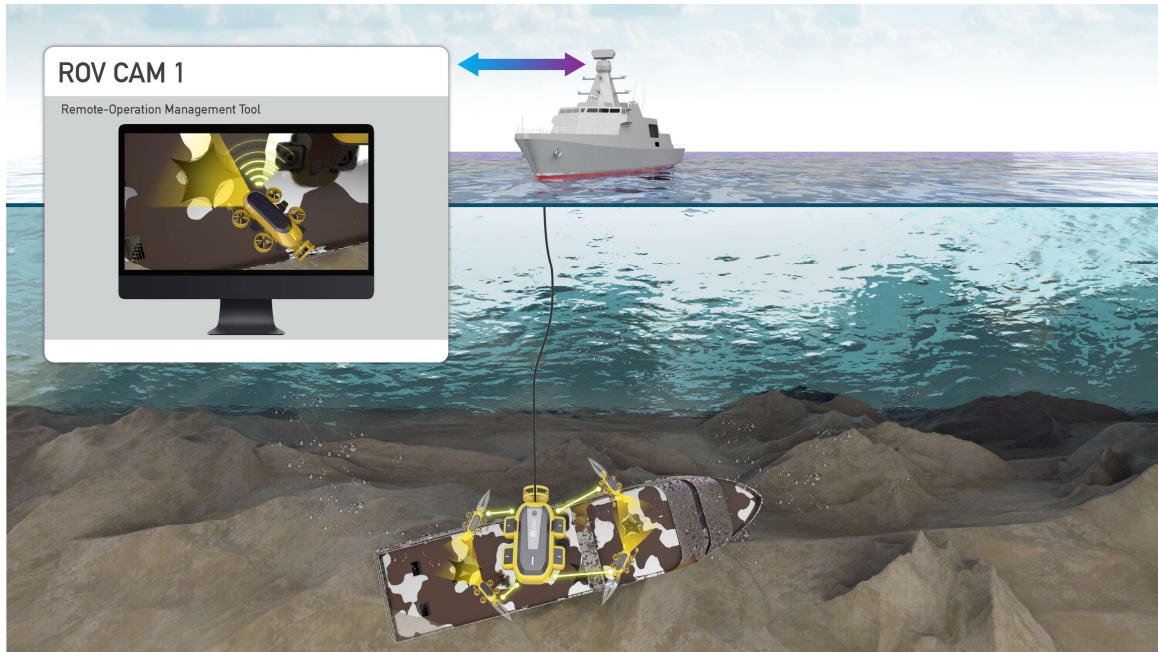
- 수중의 밀폐구조물 내부탐사기술 필요
  - 해양 사고 등으로 인한 침몰된 구조물의 경우, 침몰 당시 충격 및 구조물 운동에 의해 통로가 장애물로 적재되어 있어 접근이 어려우므로 이에 대한 대책 마련이 필요함
  - 해양플랜트, 선박 등의 해양구조물 내부통로는 좁고 복잡한 구조로 되어 있으므로 수중 소나, 카메라 등의 센서를 활용하여 내부 구조에 대한 지도(Map)를 생성하는 것이 매우 유용하며, 이를 위해 육상로봇에서 적용되는 Indoor Navigation 기술을 활용하는 방안이 고려될 수 있음

- 상기의 좁고 복잡한 통로에서의 수중 로봇을 활용하여 내부를 탐사할 경우, 로봇과의 통신 및 전원 공급용 케이블은 손상 또는 꼬임이 발생할 수 있으므로 케이블을 사용하지 못하는 상황도 고려되어야 함
- 상기의 유선통신이 불가능할 경우 수중무선통신 방식이 고려될 수 있으나, 복잡한 구조물 내부에서는 통신 거리가 짧아지기 때문에 대책 마련이 필요함
- 실시간 상황 가시화를 통한 탐사작업 효율성 극대화 필요
  - 해양 사고 등으로 인한 침몰된 구조물을 탐사할 경우, 초기 대응이 매우 중요하며 이를 위해 장비의 이동 및 설치·회수가 용이해야 함
  - 침몰된 구조물의 탐사는 상당한 시간이 요구되며, 시간이 흐를수록 따라 작업자의 피로도도 는 가중됨. 이에, 시시각각 변화하는 수중 상황을 작업자가 빨리 인지하고 대응할 수 있도록 지원할 수 있는 기술(침몰구조물 주변환경 정밀계측, 환경 실시간 가시화 등)이 요구됨

## □ 기술개발 최종목표

- 목표
  - 침몰된 선박 또는 구조물 조사를 위해 내부조사용 수중로봇 및 내부 정보를 선상으로 전송하기 위한 수중무선통신기술, 밀폐구조물 주변 수중환경을 3차원 가시화 기술 개발
- 세부추진목표
  - 깊이 200m, 최대 순간 유속 5노트 수중에 침몰된 구조물 내부에 진입하여 조사 가능한 Hybrid(ROV/AUV 혼용)형 로봇 및 가이드 시스템
  - 밀폐 구조물 내부에서 1kbs 데이터 전송이 가능한 수중무선 중계기 기술
  - 위치 정밀도  $\pm 10\text{cm}$ 를 갖는 고정밀 내부 수중항법 기술





[그림 5-17] 극한환경의 수중침몰·밀폐구조물의 내부탐사를 위한 수중로봇 및 지원 기술 개발 개념도

## □ 기술개발 내용

- 수중침몰 밀폐구조물 내부조사용 수중로봇 플랫폼
  - 혼잡통로 대응 이동장치를 갖춘 내부조사용 Hybrid형 수중로봇
  - 강조류 환경극복 수중밀폐구조물 진입 가이드 시스템
- 수중 밀폐구조물 내부에서의 고정밀 항법 및 경로 계획·복귀 기술
  - 수중밀폐구조물 내부 고속통신 중계기
  - 지자기정보 기반 수중 밀폐구조물 내부 고정밀 수중항법 기술
  - 밀폐구조물 내부조사 극대화를 위한 최적 경로 계획·복귀 기술
- 수중침몰 밀폐구조물 수중조사 지원 기술
  - 침몰 밀폐구조물 주변 수중환경계측을 위한 휴대용 부이형 실시간 모니터링 시스템 기술
  - 실시간 모니터링 데이터 기반 수중환경 3D 가시화 기술

## □ 최신 R&D 동향

### ○ 수중침몰 밀폐구조물 내부조사용 수중로봇 플랫폼

#### - 국내

- 선박해양플랜트연구소에서 개발된 크랩스터와 같이, 수중조사용 로봇은 개발되었으나, 구조물 외부 및 주변 상황을 조사하는데 사용될 수 있음
- 국내에는 수중구조물 내부조사용 수중로봇의 개발 사례가 없음

#### - 국외

- 미국 스탠퍼드 대학에서 개발한 수중로봇 Ocean One과 같이, 1대 이상의 수중카메라, 수중 레이저스캐너, 멀티빔 소나를 활용하여 수중에 침몰된 선박, 구조물, 유물 등을 발굴·조사하는 로봇이 개발됨
- 하지만 이들 대부분의 로봇은 구조물의 외부 형상 또는 주변 환경을 조사하는 것이 주요 목적임
- 세월호 당시 소형 ROV(VideoRay)를 투입하였으나, 성능 부족으로 사용하지 못함

### ○ 수중 밀폐구조물 내부에서의 고정밀 항법 및 경로 계획·복귀 기술

#### - 국내

- ROV, AUV 항법 및 경로 계획 기술은 수중의 개방된 공간에서 오랜 시간동안 이동하는데 있어서의 위치 오차 최소화, 조사 및 탐사에 최적화된 경로 계획 기술 개발에 초점을 두고 있음

#### - 국외

- 국외의 경우도 국내와 동일한 목적으로 개발되어 왔으며, 항법 및 경로 계획 기술 수준이 한 단계 높음

### ○ 수중침몰 밀폐구조물 주변 수중환경 3D 가시화 기술

#### - 국내

- 우리나라 서해안과 같은 유속이 강하고 시야가 나쁜 극한 환경에서 멀티빔소나를 활용한 수중환경을 계측하는 연구는 시도되었으나, 초보적인 수준이며 실시간 가시화는 시도하지 못함

#### - 국외

- 고정형 또는 이동형 부이, 자율수중로봇을 활용한 실시간 수중환경을 모니터링하는 시스템 기술은 확보되어 있거나, 우리나라 서해안과 같은 유속이 강한 곳이 아닌 수심이 깊은 해

양의 환경 모니터링을 위해 개발됨

## □ 기존 국내기술의 한계점 및 해결방안

### ○ 수중침몰 밀폐구조물 내부조사용 수중로봇 플랫폼

#### - 국내기술의 한계점

- 속이 강한 환경에서 일반 수중로봇의 추진기에만 의존하여 수중구조물에 접근하는 것은 매우 위험하며 자칫 로봇이 유실될 수 있음
- 침몰 구조물 내부는 침몰 당시 충격 및 구조물 운동에 의해 통로가 장애물로 적재되어 있어 접근하는 것이 매우 어려우며, 경우에 따라 로봇에 연결된 케이블이 장애물에 손상될 우려가 있음

#### - 해결방안

- 유속이 강한 환경에서 조사용 로봇이 구조물까지 접근이 용이하도록 이를 인도하는 가이드 시스템이 요구됨
- 추진기에 의한 이동 뿐만 아니라 무한궤도 등의 다양하고 적절한 이동장치를 갖춘 수중로봇의 개발을 통해 혼잡한 통로에서도 이동이 용이하도록 하며, 케이블 손상과 꼬임 등을 고려하여 케이블을 분리하여도 운용 가능하도록 Hybrid 형태로 개발되어야 함

### ○ 수중 밀폐구조물 내부에서의 고정밀 항법 및 경로 계획·복귀 기술

#### - 국내기술의 한계점

- 밀폐된 수중 공간에서는 로봇관성항법센서 이외, 멀티빔소나, 광학센서 등에 의존하여 위치를 인식하는 것이 매우 어려움
- 실내부 위치 인식이 불가함에 따라 경로를 계획하여 진입하고 진입한 경로를 따라 복귀하는 것은 실현 가능성이 매우 낮음

#### - 해결방안

- 수중무선통신 중계기를 통한 내부 위치 계측, 철구조물에서 환경 매핑에 강점을 갖춘 지자기센서를 추가함으로써 항법 정밀도를 극대화함
- 멀티빔소나와 지자기센서를 통해 내부 구조 환경을 맵핑한 정보를 기반으로 경로 계획 및 복귀 알고리즘 개발함

### ○ 수중침몰 밀폐구조물 주변 수중환경 3D 가시화 기술

#### - 국내기술의 한계점

- 수중환경 모니터링 시스템을 강한 유속 환경에 설치하는 것이 매우 어려우며, 많은 시간과

비용이 소요됨

- 수중로봇에 장착된 센서 정보를 통해 계측된 정보를 통해 가시화하는 것이 일반적이나, 외부 장치를 이용하여 가시화하는 시도는 제한적임

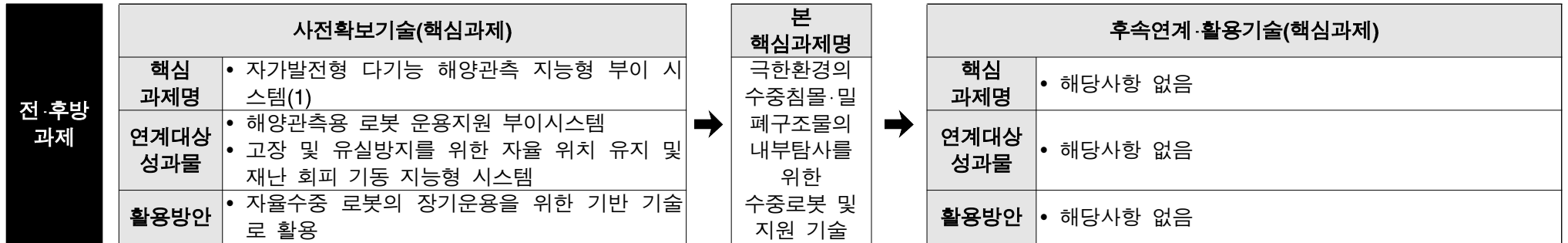
- 해결방안

- 수상의 모선에 부착 및 고정하기가 용이하고 다양한 센서가 한곳에 집적되어 있으며, 수중의 장비와 고속무선통신까지 가능한 휴대용 부이형 장비가 요구됨
- 수상의 2개 이상의 부이 장비, 수중의 가이드 시스템으로부터 계획된 다량의 정밀한 계측 정보를 통해 실시간으로 수중환경을 가시화함

<세부기술별 기술수준 및 개발전략>

세부기술	현재기술 수준	목표기술 수준	개발전략		
			신규개발	기존 기술고도화	국산화
침몰 밀폐구조물 내부조사용 수중로봇 플랫폼	TRL2	TRL5	○		
밀폐구조물 실내부에서의 고정밀 항법 및 경로 생성·복귀 기술	TRL2	TRL5	○	○	
침몰 밀폐구조물 주변 수중환경 3D 가시화 기술	TRL2	TRL5	○	○	

□ 과제간 연계성 및 기존 R&D 성과 연계활용방안



	과제개요	연계대상 성과물	차별성/활용방안
<b>해양 장비 개발 및 인프라 구축 사업 연계</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (과제명) 고신뢰성 무인선 운용기술 및 인프라구축</li> <li>• (기간) 2015. 05. 01~2020. 12. 31</li> <li>• (내용) 국내 연근해 민간무인선 운용에 필요한 무인선 인증·운항 관리 체계 수립 및 다중 이종 무인시스템 협업 운용·응용서비스 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적조/유출유/조난자의 이동확산 특성 예측 및 탐지정보와 실시간 이동확산을 고려한 수색알고리즘</li> <li>• 무인이동체 협업알고리즘</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (차별성) 무인기(드론)으로 탐색 되는 조난자 이외에 침몰선박 등 수중의 선박 및 구조물 내부를 탐사하는 ROV개발 기술</li> <li>• (활용방안) 무인이동체 협업 알고리즘 기반으로 하여 침몰선 및 수중 구조물 탐사용 ROV와 모선의 통합운용의 기초기술로 활용</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (과제명) 다목적 지능형 무인선 국산화 개발</li> <li>• (기간) 2011. 07. 14~2018. 12. 31</li> <li>• (내용) 악천후에서도 운용 가능하고, 장애물을 자율적으로 인식하고 회피할 수 있는 해양조사 및 해양감시용 무인선 개발.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 임무수행을 위한 자율운항 기술 개발</li> <li>• 장애물탐지/추적 알고리즘</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (차별성) 침몰선박 등 수중의 선박 및 구조물 내부를 탐사하는 기술</li> <li>• (활용방안) 장애물탐지/추적 알고리즘을 침몰선박 내부의 구조를 탐지하고 진입을 안내하는 기술의 기초기술로 활용</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (과제명) 해양개발용 수중건설로봇 개발(수중건설로봇사업단)</li> <li>• (기간) 2013. 10. 24~2019. 03. 31</li> <li>• (내용) 목표 수심 500m~2,500m 내외의 해양 구조물 건설을 위한 수중건설로봇(장비) 개발과 성능 검증을 위한 인프라 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중 경작업용 작업 툴</li> <li>• 경작업용 ROV 및 선상시스템</li> <li>• 수중 환경 맵핑 5cm 해상도</li> <li>• 선상 관제시스템 소프트웨어</li> <li>• 수중 작업공구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (차별성) 침몰선박 등 수중의 선박 및 구조물 내부를 탐사하는 ROV개발 기술</li> <li>• (활용방안) 수중건설로봇 사업에서 개발된 작업툴과 선상 제어시스템, 작업공구를 내부탐사용 ROV의 요소기술로 활용하고 수중환경 해상도 구현을 위한 기초기술로 활용</li> </ul>

□ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>내부조사용 시스템 사양 선정 및 지자기 센서 성능 확인 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 고속 통신 중계기 제작 및 휴대용 부이시스템 상세 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴대용 부이시스템 및 내부조사용 수중로봇 제작 및 성능 시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내부 조사용 수중로봇 및 가이딩 시스템 운용 시험 및 3D 가시화 S/W 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 인공구조물 내부조사 및 3D 가시화 실증 시험</li> </ul>
추진내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>내부조사용 수중로봇 이동장치 및 가이딩 시스템 개념 도출 및 사양 선정</li> <li>실내 수중고속 통신 중계기 개념 설계 및 사양 선정</li> <li>실내 수중구조물 환경에서의 지자기센서 성능 확인 연구</li> <li>휴대용 해상 부이시스템 개념 설계 및 사양 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동장치 수치 시뮬레이션, 내부조사용 수중로봇 및 가이딩 시스템 상세 설계</li> <li>수중 고속 통신 중계기 제작 및 시운전</li> <li>수중광학센서/멀티빔센서/지자기센서 기반 SLAM 기초 연구</li> <li>해상 부이시스템 및 선상 착탈 장치 구조 상세 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내부조사용 수중로봇 플랫폼 및 가이딩 시스템 제작, 개별 성능 시험</li> <li>수중 고속 통신 중계기 성능 검증</li> <li>다중 수중 센서 기반 실내 고정밀 항법 알고리즘 연구</li> <li>휴대용 부이시스템 구조 및 모니터링 장치 제작</li> <li>실시간 모니터링 데이터 처리·분석 및 가시화 장치 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내부조사용 수중로봇 플랫폼 및 가이딩 시스템 운용 시험</li> <li>실내 고정밀 항법 알고리즘 성능 검증 및 최적 경로 계획·복귀 알고리즘 연구</li> <li>휴대용 부이시스템 및 실시간 데이터 처리·분석 장치 성능 시험</li> <li>수중환경 3D 가시화 S/W 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 인공구조물 내부조사 성능 실증 시험</li> <li>수중 실내 항법 및 경로 계획·복귀 알고리즘 시험 검증</li> <li>수중환경 3D 가시화 성능 시험</li> </ul>

□ 기술개발 세부추진계획

○ 세부기술의 구성 및 연도별 목표

<표 5-13> 극한환경의 수중침몰된 밀폐구조물의 내부탐사를 위한 수중로봇 및 지원 기술의 세부과제 및 단계별 목표

세부기술 명					기술개발 성과물	성과 지표	성과지표 및 연도별 목표				
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년			연도별 목표				
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
침몰 밀폐구조물 내부조사용 수중로봇 플랫폼					내부조사용 수중로봇 플랫폼	내부 조사 성공률				40%	60%
					밀폐 구조물 진입지원 시스템	유속			2knots (제작)	3knots	5knots
밀폐구조물 실내부에서의 고정밀 항법 및 경로 생성·복귀 기술					고속 수중통신 중계기	통신속도		0.8kbps (제작)	1kbps		
					고정밀 실내부 항법 알고리즘	위치오차				10cm	5cm
침몰 밀폐구조물 주변 수중환경 3D 가시화 기술					부이형 수중환경 모니터링 장치	개당 설치시간				45분 (제작)	30분
					수중환경 3D 가시화 S/W	지연시간				2초	1초

○ 세부기술별 연도별 추진계획

① 세부기술명 : 수중침몰 밀폐구조물 내부조사용 수중로봇 플랫폼

연도	추진계획
2020년	• 내부조사용 수중로봇 이동장치 및 가이드 시스템 개념 도출 및 사양 선정
2021년	• 이동장치 수치 시뮬레이션, 내부조사용 수중로봇 및 가이드 시스템 상세 설계
2022년	• 내부조사용 수중로봇 플랫폼 및 가이드 시스템 제작, 개별 성능 시험
2023년	• 내부조사용 수중로봇 플랫폼 및 가이드 시스템 운용 성능 시험
2024년	• 수중 인공구조물 내부조사 성능 실증 시험

② 세부기술명 : 수중침몰 밀폐구조물 내부에서의 고정밀 항법 및 경로 생성·복귀 기술

연도	추진계획
2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>실내 수중고속통신 중계기 개념 설계 및 사양 선정</li> <li>실내 수중구조물 환경에서의 지자기센서 성능 확인 연구</li> </ul>
2021년	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중고속통신 중계기 제작 및 시운전</li> <li>수중광학센서/멀티빔센서/지자기센서 기반 SLAM 기초 연구</li> </ul>
2022년	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중고속통신 중계기 성능 검증</li> <li>다중수중센서 기반 실내 고정밀 항법 알고리즘 연구</li> </ul>
2023년	<ul style="list-style-type: none"> <li>실내 고정밀 항법 알고리즘 성능 검증 및 최적 경로 계획·복귀 알고리즘 연구</li> </ul>
2024년	<ul style="list-style-type: none"> <li>실내 항법 및 경로 계획·복귀 알고리즘 시험 검증</li> </ul>

③ 세부기술명 : 침몰 밀폐구조물 주변 수중환경 3D 가시화 기술

연도	추진계획
2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴대용 해상 부이시스템 개념 설계 및 사양 선정</li> </ul>
2021년	<ul style="list-style-type: none"> <li>해상 부이시스템 및 선상 착·탈 장치 구조 상세 설계</li> </ul>
2022년	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴대용 부이시스템 구조 및 모니터링 장치 제작</li> <li>실시간 모니터링 데이터 처리·분석 및 가시화 장치 제작</li> </ul>
2023년	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴대용 부이시스템 및 실시간 데이터 처리·분석 장치 성능 시험</li> <li>수중환경 3D 가시화 S/W 개발</li> </ul>
2024년	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중환경 3D 가시화 성능 시험</li> </ul>

□ 소요예산

① 예산

<표 5-14> 극한환경의 수중침몰된 밀폐구조물의 내부탐사를 위한 수중로봇 및 지원 기술 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	3,604	5,911	6,085	5,258	6,261	27,119
민가	0	0	0	1,315	1,565	2,880
합계	3,604	5,911	6,085	6,573	7,826	29,999



② 장비구입 계획

(단위 : 백만원)

구입장비	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
3천만원 이하	30	40	30	30	30	160
DVL	-	-	40	-	-	40
IMU	-	-	50	-	-	50
DEPTH	-	-	30	-	-	30
THRUSTER	-	-	90	-	-	90
Multi-Beam	-	-	-	80	-	80
Magnetometer	-	-	90	-	-	90
Camera	-	-	-	50	-	50
Accoustic sonar	-	-	-	80	-	80
합계	30	340	240	30	30	670

□ 활용방안 및 활용사례

○ 활용방안

- 우리나라 연안에서의 사고 또는 재해로 인해 침몰된 선박 또는 해양구조물의 내부조사에 즉시 활용함
- 해군의 군사 작전 및 주변 해역 수색 지원에 활용함

○ 활용사례

- 침몰된 선박 또는 고장이 발생한 해양구조물의 조사를 위해 지금까지 ROV 형태의 로봇이 활용되고 있으나, 밀폐된 공간 내부가 아닌 외부 환경 조사에 국한됨

□ 기대효과

○ 기술적 기대효과

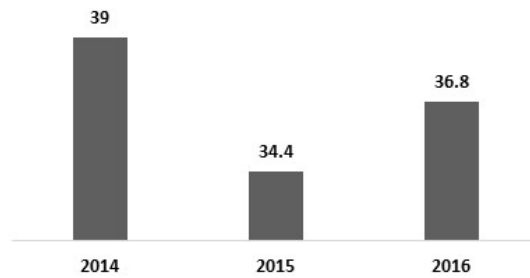
- 수중밀폐된 구조물의 내부 조사용 수중로봇 기술 및 지원기술은 강조류 환경 대응 로봇기술 확보와 함께 타 수중로봇의 항법기술 고도화

○ 정책적 기대효과

- 연안역 해양사고 대응 및 구난·구조 활동에 대한 매뉴얼 확보
- 해양사고에 대한 조기 대응을 통한 대국민 신뢰성 회복 및 자긍심 고취

- 최근 3년간(' 14~' 16) 해양사고 중 1시간 이내 대응한 사고는 3,762건, 평균 대응률 85%<sup>32)</sup>

(단위 : 분)



출처 : 해양경찰청(2016), '최근 3년간 골든타임 대응현황'

[2014년~2016년 해양사고 대응시간]

○ 경제적 기대효과

- 해양로봇의 활용성 증대에 따른 관련 산업 활성화, 해양로봇을 활용한 해양환경조사 사업의 국가 경쟁력 확보를 통한 해외시장진출 기틀 마련

32) 해양경찰청 '최근 3년간 골든타임 대응현황'자료

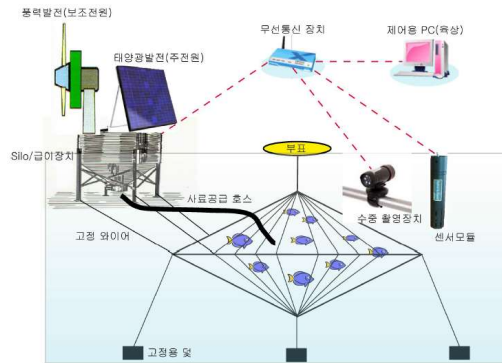
## 5. 스마트 양식장 운용을 위한 ICT 기반 무인로봇 개발

### □ 기술개발의 필요성

- 양식어민들은 소득증대에 대하여 가장 높은 관심을 가지고 있으나 인구고령화에 따른 노동력 부족, 어렵고 거친 작업환경에 대한 기피로 관련 산업이 침체되고 있음
    - 어류양식장의 운영비를 감축을 통해 어민들의 소득증대 필요
    - 일손부족을 해결하기 위하여 어민들이 요구하는 작업에 추가 노동력을 제공 필요
  - 어류양식 어민들의 소득증대를 위해서는 어류양식 생산성 향상이 필요함
    - 현재 어류에게 먹이를 제공하기 위해서는 선박을 활용하여 제공하거나, 고정기지(육상 또는 해상)와 양식장 사이에 먹이공급장치를 설치하고 이를 통하여 먹이를 제공하는 방법이 있음
    - 대다수 어민들의 경우 선박을 이용하여 먹이를 양식장까지 신고 온 뒤, 직접 사료를 제공하는 방식을 채택하고 있음
      - 후자의 고정기지-양식장 사이에 먹이공급장치를 설치하여 먹이를 제공하는 방식은 대다수 연구단계이며, 아직 대중화/상용화 되지는 못한 단계임
    - 노르웨이의 AKVA는 전용 Feed barge를 개발하여 가두리양식장 내 어류에게 해상/해중으로 먹이를 공급하고 있음
    - AKVA와 유사하게 먹이 관련 전용 선박을 개발할 경우 아래와 상황이 동시에 발생하고 필연적으로 추가비용을 수반하게 됨
      - (a) 다수의 가두리양식장이 인접해야함
      - (b) 가두리양식장의 규모화가 필요
      - (c) 선박과 양식장 사이의 연결라인이 필요
      - (d) 먹이 관련 전용선박 개발을 위한 고비용 발생
      - (e) 선박운영 필수 인원 소요
      - (f) 먹이 관련 전용 선박의 부대작업을 위한 지원선박 필요
- ※ 이는 기존 어민들에게 먹이용 전용 선박 활용에 대한 사용의향을 떨어뜨릴 것으로 예상됨



(a) 선박을 이용하여 먹이 공급

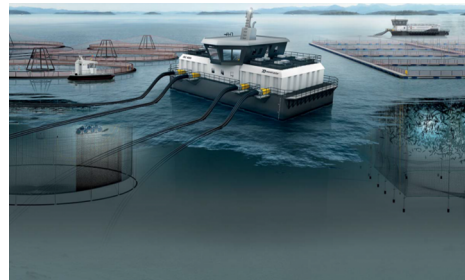


(b) 해상 고정기지 - 양식장 사이에 먹이공급장치를 설치하여 먹이 제공

<국내 - 현재 양식어류에게 먹이를 공급하고 있는 방식>



(a) 전용 Feed barge



(b) Feed barge를 이용하여 가두리양식 어류에게 먹이공급

<국외 - 양식어류에게 먹이공급을 위하여 활용하는 Feed barge - AKVA>

- 선박과 별도의 장비, 센서 등의 개발을 통해 전용 선박 개발 대비 상대적으로 낮은 비용이 소요되고, 어민들에게 쉽게 접근이 가능하므로 이에 대한 기술개발 필요
- 개체수 확인은 양식어 성장 모니터링, 예상되는 미래수의 계산 등에 활용되며 매우 중요한 모니터링 인자임
- 생체 확인을 통하여 양식어류들의 건강상태 추이를 예측할 수 있으며, 폐사여부 또한 추정 가능함
- 현재 그물청소 작업을 위하여 일정기간 마다 그물 망갈이를 실시하고, 육상으로 끌어올려 그물을 말린 후 잡해조류의 부착을 최소화하기 위하여 환경교란물질인 유기주석 화합물질을 사용함

- 조물/그물 청소를 위하여 주기적인 망갈이 작업이 있고, 환경교란물질인 유기주석화합물질을 사용하고 있기 때문에 이에 대한 대책이 절실함



<가두리 양식장 내 폐사된 어류들>

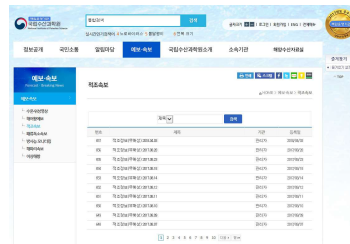
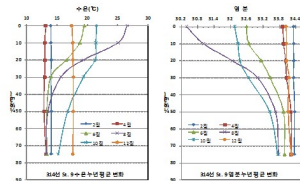


<육지에서 건조/청소 중인 양식장 그물들>

- 적조 조사, 예보 등 이에 관련된 업무는 현재 국립수산과학원이 수행하고 있음
- 기 수행되고 있는 정보, 상황별 대응방안이 어민들에게 원활하게 전달될 수 있도록 하는 것이 필요함



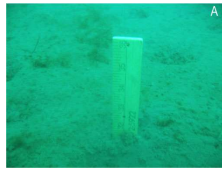
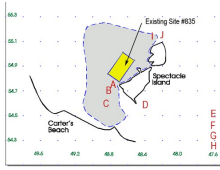
<수질관찰용 측정센서들>



<국립수산과학원 적조 속보>



- 양식장 하부의 퇴적층 오염물로 인한 수중 생태계를 위협은 큰 문제로 인식 되고 있으나, 이를 개선할 수 있는 전용장비는 거의 전무함
- 캐나다의 경우 다이버가 양식어장 하부의 퇴적물을 조사하여 약 90cm 이상의 퇴적층 오염물을 조사한 바 있음
- 국내 전남도에서는 잠수사가 주름관을 제어/이동하여 양식장 저면의 퇴적물을 흡입하여 바지선으로 보내는 작업을 수행한 바 있음
  - 이러한 작업은 위험하고 어려운 작업임에도 불구하고 여전히 대부분 인력에 의존하고 있는 상황임. 해당 작업을 수행할 수 있는 장비를 개발하는 것이 필요함
- 부유쓰레기의 경우 현재 중장비를 활용하거나, 쓰레기수거전용 선박을 활용하여 제거 작업을 수행하고 있고 대다수는 부유쓰레기 제거작업에는 바지선, 중장비, 잠수부를 활용하는 경우가 대다수임



전남도 "가두리 양식장 청소합니다"…효과 관심



가두리 양식장 청소할 작업선  
 (주요·연합뉴스) 순천을 기차·전남도가 해상 가두리 양식장 정비 사업을 전국에서 처음으로 추진, 관심을 끌고 있는 가운데 양식장 밑 해저 곳곳을 청소할 작업선 모습. (여수·산도 등 2곳, 무등산 양식장 19곳에서 시범) 2014년 10월 12일부터 연차적으로 실시할 예정이다. 2014.6.7 <YONHAP NEWS>  
 원문: http://www.yonhapnews.co.kr

<캐나다 다이버가 조사한 양식장 하부 퇴적물 오염상태>

<전남도에서 수행한 양식장 하부 퇴적물 청소>



<중장비를 활용한 부유쓰레기 제거 작업>



<쓰레기수거전용 선박을 이용한 부유쓰레기 제거>

## □ 기술개발 최종목표

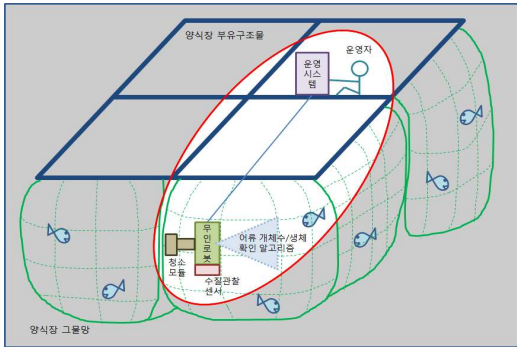
### ○ 목표

- 양식장 내부 수질조사, 어류 상태분석 및 어류배설물 및 퇴적물을 처리 무인로봇개발

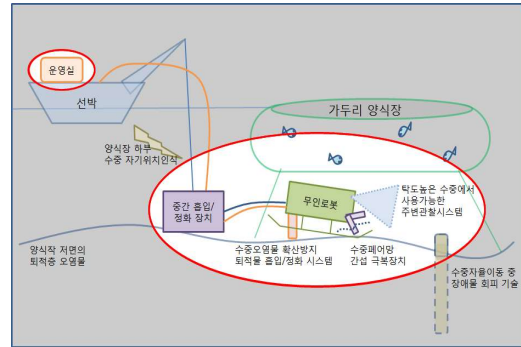
### ○ 세부 추진 목표

- 스마트 양식지원 로봇 핵심 알고리즘 및 플랫폼개발
  - 다물체 간 거동간섭 방지 알고리즘 및 구현(케이블 최대 부하장력 20kg)
  - 영상장비를 활용한 어장 내 어류 개체·건강 상태 분석 알고리즘(분석정확도 80%)
  - 적용수심 : 최대 수심 100m, 장비중량 : 최대 300kg, 자동 진회수장치 : SWL 500kg
  - 소형로봇 팔 : 5축 자유도, 구조물청소 장치 : 청소효율 최대 500m<sup>2</sup>/h, 복합수질조사센서 : 온도, 용존산소량, 염도, 산성도 동시 측정
- 양식장 환경개선 핵심 알고리즘 및 플랫폼 로봇 개발
  - 적용수심 : 최대 수심 100m, 장비중량 : 최대 10ton, 주변관찰시스템 : 목표물 ID가 가능한 탁도 300NTU
  - 수중 자율이동 중 장애물 회피 알고리즘 : 장애물 회피 성공률 80%
  - 양식장 하부 수중 자기위치인식 기법 : 위치오차 2m
  - 수중 폐어망 간섭 극복장치, 수중오염물 확산방지용 퇴적물 흡입·정화 시스템(흡입/정화 용

량 3000L/min) 복합수질조사센서 : 온도, 용존산소량, 염도, 산성도 동시 측정



<스마트 양식지원 로봇 운용개념도>



<양식장 환경개선 로봇 운용개념도>

[그림 5-18] 스마트 양식장 운용을 위한 ICT 기반 무인로봇 개발 개념도

## □ 기술개발 내용

### ○ 스마트 양식지원 로봇

- 양식장 구조물/그물 청소 무인로봇 : 공기 중 중량 400kg 이하, 어류 스트레스 최소화를 위한 사람 크기보다 작은 무인이동체 로봇. 구조물/그물 청소 모듈을 기본 장착
- 어장 내 어류 개체수 및 생체 분석 알고리즘 : : 장비에 구축된 영상장비를 통하여 어장 내 어류 데이터를 확보함. 영상분석기법/통계분석을 이용하여 어장 내 어류 개체수를 추정함. 어류 행동에 관한 자가학습을 통하여 어류의 생사여부, 건강상태를 예측하고, 그에 대한 정보를 운영자에게 알림
  - 어류 개체수 및 생체 분석 추정 정확도는 80%를 목표
- 복수질관찰 센서 : 스마트 양식장을 운영함에 있어 매우 중요한 요소인 수질모니터링을 위하여 장비에 복합수질관찰 센서를 장착하고 어장 내 수질을 측정함
  - 무인로봇에 장착 가능하도록 작은 크기여야 하며, 4가지 요소 “수온, 용존산소량, 염도, 산성도” 를 동시에 측정할 수 있어야 함
- 이동이 용이한 소형 운영시스템 : 가두리 양식장의 부유구조체 위에서 무인로봇의 진/출수, 조종을 원활히 수행
  - 소형 운영시스템은 무인로봇 진회수장치, 테더케이블 드럼, 무인로봇 조종을 위한 제어컴퓨터/모니터/조종기로 구성

### ○ 양식장 환경개선 로봇

- 양식장 환경개선 무인로봇 : 공기 중 최대 중량 10ton이하로, 양식장 하부로 진출입하여 환경개선 작업을 수행할 수 있는 유압구동 무인이동체 로봇
- 수중오염물 확산방지 퇴적물 흡입/정화 시스템 : 양식장 하부 퇴적층 오염물의 흡입/정화 작업을 수행함에 있어 수중오염물이 부유되는 것은 필연적임
  - 수중오염물 확산방지 퇴적물 흡입/정화 장치를 이용하여 오염 부유물이 양식장에 환경피해를 미치지 않도록 하는 장치임.
- 수중 폐어망 간섭 극복장치 : 무인로봇이 양식장 하부에서 기동함에 있어 가장 극복하기 어려운 물체가 폐어망임
  - 기계적으로 폐어망을 극복할 수 있는 장치를 장착하여 양식장 하부에서 이동을 용이하게 해주는 장치
- 수중장애물 회피기술 : 양식장 주변하부에는 버려진 폐어구들이 많아서 무인로봇이 기동하는 것이 어려운 것이 현실임
  - 말뚝, 페타이어, 드럼통, 닻 등의 장애물이 장비 전방에 있을 경우 이를 회피할 수 있는 제어기술
- 탁도 높은 수중에서 사용가능한 주변관찰시스템 : 양식장 하부 퇴적층 오염물 흡입/정화 작업 시 발생하는 부유물에 의하여 수중 탁도가 높아져 수중시야가 나빠지게 되며 최악의 경우 장님과 같은 상황이 되어 사고가 발생할 수도 있음
  - 탁도가 높은 수중에서도 주변을 관찰할 수 있는 시스템을 구축하여, 무인로봇을 안전하게 운용할 수 있도록 함

## □ 최신 R&D 동향

### ○ 스마트 양식지원 로봇

- 국내
  - 통영 욕지도 해상에서 참다랑어, 고등어를 양식연구 중이며 거의 막바지에 이르고 있음
  - 국내 양식 기술은 참다랑어, 고등어와 같이 예민한 어류도 양식할 수 있을 만큼 매우 높은 수준임
  - 전남의 양식산업은 전국 생산량 1위로 전국의 71%를 차지하고 있으나 어업인구의 감소/노령화, 어장 확대의 한계 봉착, 양식환경 악화에 따른 생산성 하락, 재래식 양식 기술 고집 등으로 미래성장의 한계를 보이고 있음
- 국외



- 약 100만마리의 연어를 보유한 노르웨이 마린하베스트는 대부분 기계를 활용하여 양식장 운영 중
- 양식산업에 기계장비를 적용하여 대규모 양식기반을 마련할 수 있음
- 노르웨이 AKVA는 수산물 양식에 ICT를 접목하여 수산물 실시간 확인, 양식장 구조물 유지관리 모니터링, 센서기술들을 접목하여 양식설비의 데이터화, 지능화, 자동화를 수행하고 있음

## ○ 양식장 환경개선 로봇

### - 국내

- 선박, 크레인, 잠수부를 활용하여 어장의 대형 쓰레기를 수거/처리함
- 전남도에서는 잠수사가 주름관을 제어하여 원하는 위치의 저층 퇴적물을 바지선 위로 보내는 방식으로 저면정화를 수행한 바 있음
- 양식장 저면정화 작업이 어려움. 또한 기존 방식으로 잡업을 하려면 양식장을 폐쇄 또는 이동하고 저면정화 작업필요
- 어장정화사업 및 준설은 추진되나 사후 모니터링이 잘 이루어지지 않고 있음
- 어장정화사업 설계기준 기초연구(해양수산부, 2007.12)
- 수중정화사업, 해저면 탐색, 지질조사시 활용하기 위한 사이드스캔소나(H/W)를 개발한바 있음
- Multi-Beam Sensor를 이용한 사이드스캔소나 개발 및 응용기술 개발(한국해양과학기술진흥원, 2004)
- 지속적인 양식장 환경개선 작업 및 전후의 체계적인 모니터링 작업이 필요

### - 국외

- 어장주변 해상쓰레기의 경우 쓰레기수거전용선박을 활용하여 처리하고 있음.
- 노르웨이 Sperre ROV Technology는 ROV 장착용 양식장 그물 절단기, 그물 청소기 개발
- 양식장의 그물관리에 장비적용 가능성 확인
- 캐나다에서는 연어양식장 해저면의 오염상태에 대하여 ROV를 이용해 모니터링한 바 있음
- 미국 NOAA에서는 하였으며, 해저에 버려진 쓰레기 더미(랩스터 어장들)을 사이드스캔소나로 모니터링
- 양식장 수산환경 개선을 위하여 장비를 적용하여 모니터링을 수행

## □ 기존 국내기술의 한계점 및 해결방안

### ○ 스마트 양식지원 로봇

#### - 국내기술의 한계점

- 해면어업은 천해양식 대비 생산량이 줄어드는 반면 생산금액은 천해양식이 해면어업을 따라가지 못하여 상대적으로 비효율적인 상황<sup>33)</sup>

#### ※ 천해양식의 효율성제고 필요

- 제주도는 ‘수산양식 지능화시스템’을 개발한바 있음. 이는 육상 양식장에서 기르는 활넙치를 최적의 상태로 관리하는 시스템임. 온도, 염도, 용존산소량 등의 정보를 관리사무실에 전송하고, 양식환경을 최적상태로 유지하는 기술이나, 이는 육상에서 고정/안정적인 상태의 양식장에서 적용된 기술임(U-FishFarm, 제주도)
- ‘USN 및 Freen IT 기술을 융합한 지능형 수산물 양식 모니터링 시스템’을 통하여 양식 관련 정보제공 시스템을 테스트베드에 구축한 바 있음. 구조물에 개발장비를 고정장착하여 운용하며, 다수의 양식장에 동시 활용이 어려움(USN 및 Green IT 기술을 융합한 지능형 수산물 양식 모니터링 시스템, 큐알온텍)
- 한국화학연구원과 녹스탑은 어망용 방오코팅제를 개발함. 이는 어망 부착생물이 생기지 않도록 하는 기술임. 유해성분을 최소화한 기술이기는 하지만 여전히 화학적 환경오염을 피할 수는 없음

#### - 해결방안

- 양식업을 규모화하여 어획량을 증대

#### ※ 규모화된 양식업의 비용절감/생산효율 증대를 위해서는 첨단기술 활용 필요

- 노르웨이 AKVA와 같이 수산물 양식에 ICT 첨단기술을 접목하여 최적화된 수산물 양식기술을 적용하는 것이 필요
- 수산양식에 활용하기 위한 자동화, 통신장비 등이 개발되고 있으나 대부분 구조물에 고정설치함으로서 제한된 영역에 대한 모니터링만 가능하고, 다수의 양식장에서 활용하고자 하면 추가 설치비용이 지속적으로 발생

#### ※ 모니터링 장비/작업툴를 장착/활용 가능한 무인이동장비를 개발하여 다수의 양식장에 동시에 활용가능

- 노르웨이 Sperre ROV Technology가 개발한 그물절단기, 그물청소기등과 같이 작업툴을 개발하여 이를 활용

33) 2017년도 어업생산동향조사 결과, 통계청

○ 양식장 환경개선 로봇

- 국내기술의 한계점

- 환경부의 환경신기술 인증을 받은 “해저토질 개선기”가 개발된 바 있음. 이는 선박이 약 3knots의 속도로 이동하며 해저면을 긁으며 작업을 해야 함(환경신기술 인증 제241호)

※ 불법어구로 전환될 우려가 높아 판매가 제한되어 있고, 기존의 양식장을 이동하고 작업을 수행하여야 함

- 잠수사가 주름관을 제어하여 원하는 위치의 저층 퇴적물을 진공으로 흡입하여 바지선 위로 보냄(연합뉴스, 2014.08.07.)

※ 다수의 장비와 인력이 소모, 많은 비용과 산업재해의 위험성 내재

- 어장관리법에 의하여 퇴적물이나 폐기물을 수거,처리토록 규정하나 폐기물은 일부 수거하는데 그치고, 퇴적물을 처리하지 않았다는 이유로 과태료 부과된 사례가 전무

- 해결방안

- 저면 정화 작업 시 주변 장애물(어장, 폐어구등)이 없을 경우에는 기존에 개발된 해저토질 개선기를 활용할 수 있음

- 기존 양식장이 있는 지역에서는 ‘해저토질 개선기’를 사용할 수 없음

- 양식장 주변을 자동으로 이동하며 청소작업을 할 수 있는 장비를 개발 필요

- 어촌계 또는 국가가 인증하는 업체에서 해당장비를 보유하고, 어장관리 기간에 장비 출납을 신고하며 활용한다면 불법어구 전환을 막을 수 있음.

- 최소한의 인력과 안전한 양식장 환경개선을 수행하기 위하여 ‘양식장 수산환경 지원로봇’ 개발

※ 양식장의 저면 정화 작업, 양식장 환경 모니터링 등의 작업을 수행할 수 있는 장비 개발.

※ 양식장 환경 개선 및 관리 작업을 수행할 수 있는 장치 개발

- 대형 폐기물들은 기존방과 같이 선박, 크레인, 잠수부를 활용하는 것이 효과적임

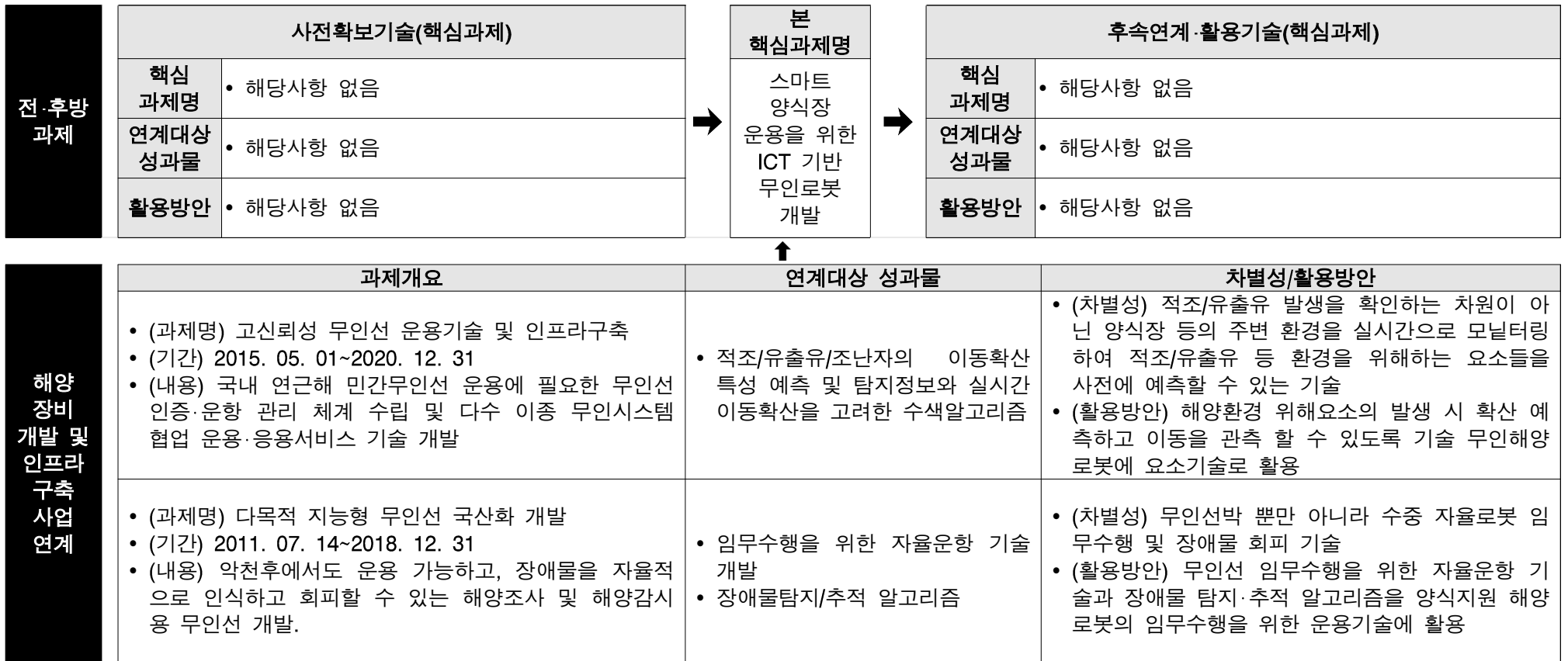
- 양식장 내 퇴적물 처리를 위한 효율적인 방안을 연구하여야 함

※ 양식장 저면의 오염물 확산을 최소화하며 퇴적물 처리를 수행

<세부기술별 기술수준 및 개발전략>

세부기술	현재기술 수준	목표기술 수준	개발전략		
			신규개발	기존 기술고도화	국산화
구조물/그물 청소 모듈	TRL 3	TRL 7		O	
어장 내 어류 개체수 및 생체 분석 알고리즘	TRL 2	TRL 6	O		
수중오염물 확산방지 퇴적물 흡입/정화시스템	TRL 2	TRL 6	O		

□ 과제간 연계성 및 기존 R&D 성과 연계활용방안



□ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT 기반 스마트 양식장 무인 로봇 기본설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT 기반 스마트 양식장 무인로봇 상세설계 및 핵심 알고리즘/모듈 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT 기반 스마트 양식장 무인 로봇 제작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT 기반 스마트 양식장 무인 로봇 성능개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT 기반 스마트 양식장 무인 로봇 실해역 실험 및 통합평가</li> </ul>
추진내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>어류 양식 관련 환경분석</li> <li>양식장 하부/주변 환경 분석</li> <li>플랫폼 요구조건 분석 및 기본설계</li> <li>개발장비 운용 시나리오 설립</li> <li>수치해석 모델 설립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수치해석 기반 플랫폼 상세설계</li> <li>장비지원시스템 및 운영실 설계</li> <li>핵심장비 설계 및 핵심알고리즘 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인로봇 제작 및 체계통합</li> <li>장비지원시스템 제작</li> <li>무인로봇 운영실 제작</li> <li>핵심장비 제작 및 체계통합</li> <li>핵심 알고리즘 적용 및 개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인로봇, 핵심장비 성능 고도화 및 안정화</li> <li>탑재 알고리즘 고도화</li> <li>수조실험을 통한 성능검증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실해역 성능검증</li> <li>내구성 검증</li> <li>유지보수 체계 확보</li> </ul>

□ 기술개발 세부추진계획

○ 세부기술의 구성 및 연도별 목표

<표 5-15> 스마트 양식장 운영을 위한 ICT 기반 무인로봇 개발

세부기술 명					기술개발 성과물	성과지표 및 연도별 목표					
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년		성과 지표	연도별 목표				
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
스마트 양식지원 로봇					양식장 구조물/그물 청소 무인로봇	H/W 장비			1개		1개 (실증시험)
					구조물/그물 청소 모듈	시간당 청소 면적 (m <sup>2</sup> /h)		3,000	4,000	5,000	5,000 (실증시험)
					어장 내 어류 개체수 및 생체 분석 알고리즘	분석정확도 (%)			40	60	80 (실증시험)
					복합수질조사센서 (온도, 용존산소량, 염도, 산성도)	동시 측정 갯수			3	4	4 (실증시험)
					이동이 용이한 소형 운영시스템	분리모듈 갯수			1	2	3 (실증시험)
양식장 환경개선 로봇					양식장 환경개선 무인로봇	H/W 장비			1개		1개 (실증시험)
					수중 오염물 확산방지 퇴적물 흡입/정화 시스템	흡입/정화 용량 (L/min)			2000	3000	3000 (실증시험)
					수중 페어망 간섭 극복장치	페어망 간섭 극복 유무			극복가능	극복가능	극복가능 (실증시험)
					수중장애물 회피 기술	장애물 회피 성공률 (%)				60	80 (실증시험)
					탁도 높은 수중에서 사용가능한 주변관찰시스템	목표물 탐지가 가능한 탁도 (NTU)			100	200	300

□ 세부기술별 연도별 추진계획

○ 세부기술명 : 스마트 양식지원 로봇 개발

연도	추진계획
2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 어류 양식 관련 환경분석</li> <li>• 플랫폼 요구조건 분석 및 기본설계</li> <li>• 개발장비 운용시나리오 설립</li> <li>• 수치해석 모델 설립</li> </ul>
2021년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수치해석 기반 플랫폼 상세설계</li> <li>• 핵심장비 설계               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구조물/그물 청소 모듈 설계</li> <li>- 복합수질조사센서 설계</li> </ul> </li> <li>• 핵심알고리즘 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 어장 내 어류 개체수 및 생체 분석 알고리즘 개발</li> </ul> </li> <li>• 이동이 용이한 소형 운영시스템 설계</li> </ul>
2022년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인로봇 제작 및 체계통합</li> <li>• 핵심장비 제작 및 체계통합               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구조물/그물 청소 모듈, 복합수질조사센서 제작</li> <li>- 주요장비 플랫폼 설치</li> <li>- H/W, S/W 체계통합</li> </ul> </li> <li>• 핵심알고리즘 적용 및 개선</li> <li>• 소형 운영시스템 제작</li> </ul>
2023년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수조실험을 통한 성능 검증</li> <li>• 무인로봇, 핵심장비 성능 고도화 및 안정화</li> <li>• 탑재 알고리즘 고도화</li> </ul>
2024년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실해역 성능검증               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 목표성능 검증</li> <li>- 시나리오별 운영 검증</li> </ul> </li> <li>• 내구성 검증시험</li> <li>• 유지보수 체계 확보</li> </ul>



○ 세부기술명 : 양식장 환경개선 로봇 개발

연도	추진계획
2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>양식장 하부/주변 환경분석</li> <li>플랫폼 요구조건 분석 및 기본설계</li> <li>개발장비 운용시나리오 설립</li> <li>수치해석 모델 설립</li> </ul>
2021년	<ul style="list-style-type: none"> <li>수치해석 기반 플랫폼 상세설계</li> <li>핵심장비 설계                             <ul style="list-style-type: none"> <li>수중 오염물 확산방지용 퇴적물 흡입 시스템 설계</li> <li>수중 페어망 간섭 극복장치 설계</li> <li>탁도 높은 수중에서 사용가능한 주변관찰시스템 설계</li> </ul> </li> <li>핵심알고리즘 개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>수중장애물 회피 알고리즘 개발</li> </ul> </li> </ul>
2022년	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인로봇 제작 및 체계통합</li> <li>무인로봇 운영실 제작</li> <li>핵심장비 제작 및 체계통합                             <ul style="list-style-type: none"> <li>수중 오염물 확산방지용 퇴적물 흡입 시스템, 수중 페어망 간섭 극복장치, 탁도 높은 수중에서 사용가능한 주변관찰시스템 제작</li> <li>주요장비 플랫폼 설치</li> <li>H/W, S/W 체계통합</li> </ul> </li> <li>핵심알고리즘 적용 및 개선</li> </ul>
2023년	<ul style="list-style-type: none"> <li>수조실험을 통한 성능 검증</li> <li>무인로봇, 핵심장비 성능 고도화 및 안정화</li> <li>탑재 알고리즘 고도화</li> </ul>
2024년	<ul style="list-style-type: none"> <li>실해역 성능검증                             <ul style="list-style-type: none"> <li>목표성능 검증</li> <li>시나리오별 운영 검증</li> </ul> </li> <li>내구성 검증시험</li> <li>유지보수 체계 확보</li> </ul>

□ 소요예산

① 예산

<표 5-16> 스마트 양식장 운용을 위한 ICT 기반 무인로봇 개발 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	4,254	5,004	4,816	5,504	4,128	23,706
민가	0	0	0	0	1,376	1,376
합계	4,254	5,004	4,816	5,504	5,504	25,082

② 장비구입 계획

(단위 : 백만원)

구입장비	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
지질 오염 판정 장비		50				
이미징 소나			50			
스캐닝 소나			50			
멀티빔 소나			50			
선박임차					50	50
합계	50	150	0	50	50	300

□ 활용방안 및 활용사례

○ 활용방안

- 스마트 양식지원 로봇

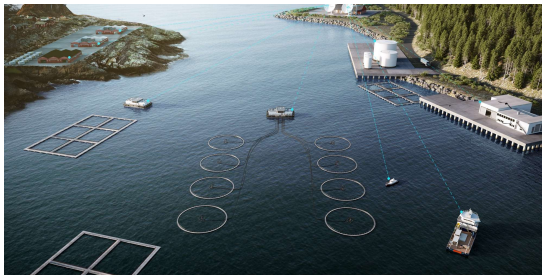
- 인접한 어촌계 내부에서 개발장비를 활용하고자 하는 어민들로부터 공동출자와 국가 보조금을 합하여 개발장비를 구매·활용 가능
- 인접한 다수의 양식 어장에 주기적으로 개발장비를 투입하여 모니터링 데이터를 수요자에게 제공
- 그물 청소, 어류 이상상태 확인 등과 같이 어민요구가 있을 경우에 해당지역으로 이동하여 작업을 수행 가능
- 양식어류에 대한 이력을 관리함으로써 안전한 수산물 공급에 기여
- 양식장 구조물, 수산자원 모니터링에 활용가능
- 수산업에 무인기계/자동화/ICT 접목함으로써 효율적인 대규모 양식기반 마련
- 어민 고령화에 따른 노동력 감소를 만회할 수 있는 장비로 활용가능
- 해양 장비/생물/화학 분야 등 다양한 학술연구의 기초자료로 활용 가능

- 양식장 환경개선 로봇

- 법령에 의해 시행되는 어장정화, 관리 시기에 해당 업무를 수행하는 업체에 국가가 구매·활용비를 보조함으로써 개발장비의 활용도 제고 가능
- 양식장 저면환경 개선에 활용되며 필요시 항만시설물, 저수지 등의 저면 환경개선에도 활용 가능

- 어장 저면에 대한 이력을 관리함으로써 수산생태계의 변화추이 활용가능
- 어장 정화,관리 시기 및 위치에 대한 효율적인 판단을 할 수 있는 객관적 데이터 제공에 활용
- 해양 장비/생물/화학 분야 등 다양한 학술연구의 기초자료로 활용 가능

○ 활용사례



[AKVA 대규모 양식 현장]



[구조물 청소 장비]

- 노르웨이 AKVA는 양식 수산업에 첨단 ICT 기술을 접목하여 소수의 인력으로 대규모 양식을 성공적으로 수행 중
- 양식 구조물이 설치된 지역에 대한 지속적인 환경 모니터링, 자동 먹이공급, 구조물 청소장비 도입
  - ICT 기술을 통하여 제공된 정보를 재가공/연구를 통하여 최적화된 양식방안 제시



[Bilund Aquaculture의 육상 양식장]

- 덴마크 Bilund Aquaculture는 육상양식장을 규모화하여 성공한 업체로 열교환기, 산소공급기, 냉각시스템등 양식 환경조성을 위하여 필요한 각종 장비/센서 등을
- 중국 서부지역의 고비사막에 연간 1천톤 가량의 연어를 생산할 수 있는 양식장을 건립한 바 있음
  - 이는 양식업에 최첨단 기술을 접목함으로써 양식 지역, 환경오염, 자연재해 등과 같은 많은 기존 양식의 한계를 극복한 사례로 볼 수 있음



[일반적인 수중퇴적물 제거방법]

- 전 세계적으로 수중 쓰레기, 퇴적물을 제거하기 위하여 주로 선박, 크레인 오렌지그랩을 이용
  - 얇은 수심에 대해서는 해당 장비활용이 용이할 수 있음. 하지만, 수중의 상태를 제대로 파악하기 못하고 try&error 방식으로 작업하게 됨
  - 일부 잠수부가 보조하여 작업을 수행하기도 하지만, 이는 상당히 위험한 방식임. 해당 장비를 활용하여 어장 저면 환경을 개선하기 위해서는 해당 지역에서 어장을 이동하거나 해체해야만 작업이 가능
  - 양식어장 운용 중에는 선박, 크레인 등을 활용하여 환경개선 작업을 수행할 수 없음



[Seabed dredger]

- 네델란드 Seascope는 해저면의 폐기물들을 흡입하여 장비의 상단으로 배출 또는 선상으로 토출하는 장비인 Seabed dredger 개발
  - 해저 준설, 드릴링 보조장비로 주로 활용되었으나 음성부력장비로서 연약한 지반에서 활용이 불가능하여 양식어장 환경개선에 사용하는 것은 어려움

## □ 기대효과

### ○ 기술적 기대효과

#### - 스마트 양식지원 로봇

- 양식장 지원로봇 관련 세계 선도기술 확보
- 양식장 외에도 해양환경 모니터링에도 적용가능
- 양식장 데이터 실시간 전송을 통하여 해양과학/생물/화학 분야 연구에 적극 활용 가능
- 양식어류에 스트레스를 최소화하는 장비개발 기술이 요구되는데 추후 심해저 탐사장비 개발에 이를 적용하여 탐사지 주변 생태계 보호에 도움을 줄 수 있음

#### - 양식장 환경개선 로봇

- 전 세계적으로 양식장 저면을 환경 개선하는 로봇은 거의 전무한 실정 -> 양식장 환경개선 장비 관련 세계적인 수준 진입
- 수중무인장비의 경우 운용 중 장애물에 의한 기동이 어렵거나 불가능한 상황이 다수 발생하는데 이를 극복할 수 있는 장비가 개발됨
- 수중건설장비, 해양구난장비, 기뢰제거 해군장비 개발에 해당기술을 접목할 수 있음

### ○ 정책적 기대효과

- 문재인정부 100대 국정과제, “깨끗한 바다, 풍요로운 어장”의 세부항목인 양식업의 첨단화, 규모화에 부합
- 해수부의 해양수산 R&D 투자방향인 “건강한 수산먹거리 공급체계 구축”의 세부항목인 생산환경개선에서 “한국형 어업선진화”, “무인화 기술”, “열악한 작업환경 개선”에 부합
- 장비를 개발 후 “어장관리법 제3장 제14조 어장정화, 정비실시계획 등”에 의거하여 장비활용을 국가적으로 지원 가능
- 인구고령화에 의해 생산노동력 저하가 발생하고 있는 현 상황에 대응 가능

### ○ 경제적 기대효과

- 양식어업에 필요인원·소요비용을 최소화하고 규모화를 구현하여 어민 소득증대 기대
- 이력 데이터·모니터링 데이터를 토대로 적시적소 어장정화·관리를 수행함으로써 비용저감 기대

- 세계적으로도 양식지원·환경개선 작업을 수행할 수 있는 두드러진 장비가 거의 없는 것이 현실임
  - 해당 기술을 세계적으로 선도하는 기술로 홍보할 경우 숫자로 계산하기 힘든 유무형적인 경제적 이점을 확보
- 국가에서 운영되고 있는 해양오염퇴적물 정화사업 및 해양쓰레기 수거사업 비용을 절감할 수 있음

※ 2008~2016년 오염퇴적물 정화사업비는 총 708억원, 해양쓰레기 수거비용은 총 1,085.57억원

## □ 오염퇴적물정화사업 규모 추정

- (오염퇴적물정화사업 실적) ‘해양쓰레기통합정보시스템’의 오염퇴적물 정화사업정보에 따르면 2008~2016년 사이에 진행된 해역별 오염퇴적물 정화사업 정화량은 총 644,396m<sup>2</sup>

- 같은 기간 해역별 오염퇴적물 정화사업비는 총 708억원

## &lt;오염퇴적물정화사업 실적&gt;

해역	사업기간(년)	사업비(백만원)	정화범위(m <sup>2</sup> )
부산남항	2009~2014	28,500	258,598
부산 옹호만	2009~2012	9,700	64,329
여수항(신항)	2011~2011	6,000	84,909
울산방어진항	2012~2014	9,800	92,505
울산항(장생포항)	2015~2016	12,913	98,130
진해항(행암만)	2015~2015	3,896	45,925
합계		70,809	644,396

출처: 해양쓰레기 수거량: 해양쓰레기통합정보시스템(<https://www.malic.or.kr>)

- (오염퇴적물정화사업 규모 추정) 해역별 오염퇴적물 정화사업 실적에서 사업기간이 해역별로 일정하지 않으며, 정화범위와 사업비 간에도 상관관계가 뚜렷하게 드러나지 않아 2008~2016년 기간동안 진행된 정화사업의 평균 사업비는 78.6억원으로 예상

## □ 해양쓰레기 수거 규모 추정

- (해양쓰레기 수거사업 실적) ‘해양쓰레기통합정보시스템’에서 조사된 2008~2016년 해양쓰레기 수거량은 총 602,806톤

- 목포지방해양수산청의 2014~2016년까지 입찰공고 내 처리단계의 평균증가율을 적용 후 연도별 처리단가를 추산한 결과 수거비용은 총 1,085.57억원

<해양쓰레기 수거사업 실적>

(단위: 톤)

연도	수거량	톤당 처리단가(원)	수거비용(억원)
2008년	25,239.5	105,900	26.7
2009년	59,437.5	123,078	73.2
2010년	33,436.5	140,255	46.9
2011년	96,341.6	157,433	151.7
2012년	122,365.6	174,610	213.7
2013년	49,080.4	191,788	94.1
2014년	76,935.8	208,965	160.8
2015년	69,128.9	211,482	146.2
2016년	70,840.6	243,320	172.4
합계	602,806	1,556,831	1,086

출처: 해양쓰레기 수거량: 해양쓰레기통합정보시스템(<https://www.malic.or.kr>), 처리단가: 목포지방 해양수산청(<http://mokpo.mof.go.kr>) 해양쓰레기 수거 입찰단가



## 6. 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발

### □ 기술개발의 필요성

- 수중은 ‘제 7의 대륙’이라 불릴 만큼 지구의 70 퍼센트 이상을 차지하는 면적과 무한한 자원의 보고이지만, 인간의 접근성이 어려운 지역임
  - 기존 수중통신 기술은 통신거리가 약 1~10km로 한정되고 더욱더 먼 거리에서의 통신은 매우 낮은 데이터 전송량을 보이고 불안정한 통신 성능을 보임. 그러므로 안정적이고 통신 거리의 확장을 위하여 릴레이 수중기지국 개발이 필요함
  - 해양의 기후변화를 예측하고 적응대책을 시행하기 위해 실시간성의 해양정보 (온도변화, CO2 농도, 해양생물종 변화 등) 생성 및 원격 확보 요구됨
  - 해양 장비 실험역 운용 시 다수의 인원 참여로 인해 발생하는 다양한 문제점(예, 비용, 안전 등)을 해결하기 위해 해양 장비의 실시간 원격 제어 및 실험역 운용 환경 정보 공유가 요구됨
- 최근 정보통신기술 (ICT)의 발전으로 인해 군사적, 산업적, 학술적으로 수중의 인간 개입이 크게 확대되고 있으며, 수중 통신의 한계를 극복하고자 하는 노력이 세계적으로 강화되고 있는 실정임.
  - 현재까지의 수중통신모뎀 개발은 수중 무인 이동체에 탑재를 위해 최적화되어 개발되지 못하였음
    - 수중의 무인 이동체에도 탑재가 가능하도록 소형화 및 소비전력의 최적화가 이루어져야 함
  - 수중에는 다양한 간섭 신호가 존재하고 다양한 종류의 이기종의 통신 모뎀이 개발되어 있음
    - 수중환경의 간섭과 채널 상황을 고려하여 통신에 적합한 주파수를 찾을 수 있는 기술 개발이 필요하고 다양한 이기종의 모뎀과도 통신이 가능한 통신 모뎀 개발이 필요함
    - LTE-M의 근간이 되는 LTE 네트워크는 해양통신 환경의 특이성을 고려하고 설계한 네트워크가 아님. 따라서 해양에서 LTE 네트워크를 그대로 해양통신을 위해 활용 시 심각한 성능저하(예, 10km 미만의 전송거리 등)가 발생할 수 있음
    - 위성 통신 방식은 막대한 비용 발생으로 인해 활용 자체가 제한됨
- 주로 음파를 통신 매체로 사용하는 수중 통신은 전자기파 또는 광파에 비해 높은 전파거리와 낮은 통신 감쇠를 보장하지만, 대역폭이 낮아 많은 정보를 전송할 수 없는 한계를 가지고 있음

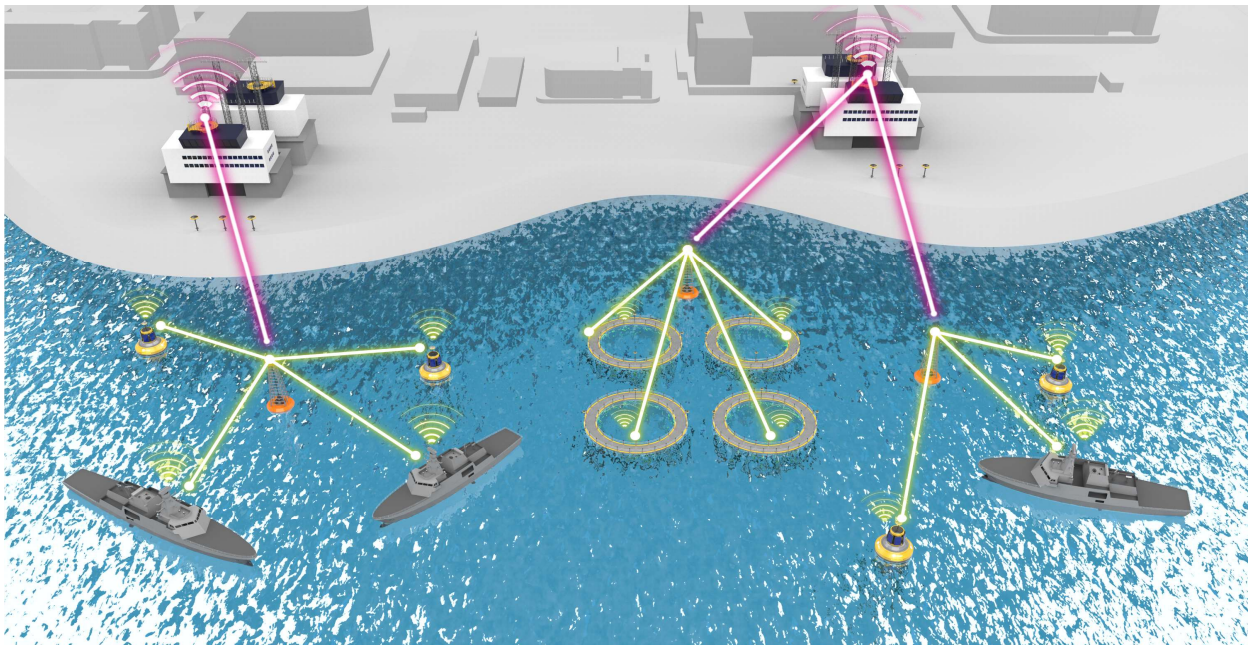
- 수중 통신 기술은 긴 전파지연과 낮은 전송율로 인한 비효율성을 극복하기 위해 수중채널 모델링, 수중센서 설계, 변복조, 수중채널 등화기를 포함한 수중 음향통신 모뎀기술과 수중환경에 적합한 링크계층 (매체접속제어) 및 네트워크 계층 (경로 설정) 프로토콜을 포함한 네트워크 기술 위주의 연구가 진행되며, 현재 국내 기술수준은 국외 최고 수준에 근접하게 도달하려는 'fast-follower'에서 동등한 기술 수준을 목표로 개발 중임
  - 특히 수십 Mbps급 초고속 데이터를 저지연으로 전송하기 위해서는 음파통신보다는 상대적으로 근거리에서 저전력과 낮은 복잡도를 갖는 수중 광 무선통신이 미래 수중 통신의 패러다임을 변경하는 큰 유망기술이지만 국외에서도 학계 중심으로 단편적인 연구만 진행된 초기 단계이므로 우리도 본격 연구개발이 필요
- 2012년 수중 사물인터넷(IoUT)에 대한 개념이 최초로 제시된 후, 유럽에서는 수중 사물인터넷 개발을 목적으로 하는 SUNRISE 프로젝트를 추진하여 서로 다른 수중환경에 대해 동일한 방식으로 접속할 수 있도록 하고 웹 인터페이스를 제공하는 게이트웨이를 개발 중임
- 국내에서는 2013년 미래창조과학부 주도로 사물인터넷 기반 조성과 시장 창출 등을 위한 '인터넷 신산업 육성방안'을 발표하고, 정보통신전략위원회에서 '사물인터넷 기본계획'을 확정발표 후 산학연에서 관련 기술을 개발 중임

## □ 기술개발 최종목표

- 목표
  - 해양 무인 이동체, 해양환경 관측정보 등의 실시간 전송·제어와 수중 사물들과 육상네트워크를 연동하여 다차원 빅데이터의 실시간 수중 정보를 활용할 수 있는 해양(수중-해상-육상) 통신 핵심 기술 및 장비 개발
  - 해양로봇, 수중 환경센서 등으로부터 획득한 모든 데이터는 수중기지국/해상부이 중심으로 취합되고, 해상부이에 있는 해상통신 기능을 이용해 육상으로 제공하여 육상에서 해양로봇 등에 대한 제어, 상태감시 등이 가능한 최적의 통신 기술을 확보
  - 인터넷을 기반으로 수중의 다양한 사물, 데이터, 프로세스를 유기적으로 연결하고, 데이터의 실시간 분석·예측·판단 기능을 갖는 지능화된 융합 서비스를 자율적으로 제공하는 수중사물인터넷(Internet of Underwater Things, IoUT) 표준규격 개발
  - 수중기지국/해상부이 부근 초근거리에서 해양로봇과의 초고속 통신을 지원하는 수중 무선광통신 기술을 확보

○ 세부 추진 목표

- 통신범위 확대를 위한 릴레이 수중기지국, 무인 이동체 탑재가 가능한 이동형 수중기지국, 해양로봇 및 관측 장비에 탑재가 가능하고 이기종망 접속이 가능한 저전력/소형화된 수중통신 모듈
- 고속·장거리 해양 빅데이터 통신망 구축을 위한 해안기지국 및 해상중계기 개발 (100Mbps, 100km 전송기술 등)
- 이기종망(수중기지국망, 센서네트워크 등), 다양한 수중기기, 육상 사물인터넷(IoT) 등 상호연동을 위한 수중사물인터넷(IoUT) 플랫폼 표준(규격) 및 프로토콜 Suite 개발
- 수중기지국, 해상부이와 해양로봇간의 초근거리 수중무선광통신(10Mbps급/10m) 기술개발



[그림 5-19] 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발 개발 개념도

□ 기술개발 범위

○ 기지국 기반 수중 통합 통신망 핵심 장비 개발

- 고정형 수중기지국 커버리지 확대용 릴레이 수중 기지국 개발을 위한 모듈 및 네트워크 기술 개발
- 무인 이동체에 탑재 가능한 소형 수중기지국 모듈 및 네트워크 기술 개발

- 저전력, 소형화되고 이기종망(수중기지국 및 센서네트워크)에 접속이 가능한 인지 스펙트럼 액세스(Cognitive Spectrum Access)가 가능한 SD(Software Define) 타입의 지능형 모뎀 및 네트워크 기술 개발
- 수중기지국 기반 수중통신 시스템 개발
  - 고정형 수중기지국 커버리지 확대용 릴레이 수중 기지국 개발을 위한 모뎀 및 네트워크 기술 개발
  - 무인 이동체에 탑재 가능한 소형 수중기지국 모뎀 및 네트워크 기술 개발
  - 저전력, 소형화되고 이기종망(수중기지국 및 센서네트워크)에 접속이 가능한 인지 스펙트럼 액세스(Cognitive Spectrum Access)가 가능한 SD(Software Define) 타입의 지능형 모뎀 및 네트워크 기술 개발
  - 해양 빅데이터의 고속(100Mbps) 장거리(100km) 전송기술
  - 수중-해상-육상망 연계를 위한 해안 기지국 및 게이트웨이
  - 통신범위 확장을 위한 소형 이동형 중계기
  - 수중망, 해상관측망을 동시 지원하는 다중 프로토콜 지원 게이트웨이 개발
  - Hybrid Ship-to-x 통신 및 DTN(Delay Tolerant Network) 기술
  - 수중사물인터넷(IoUT) 공용 프레임워크 및 스마트 서비스 프레임워크
  - 이종 네트워크를 고려한 유연한 IoUT 프로토콜 Suite
- 초근거리 수중무선광통신 시스템 개발
  - 수중무선광통신 채널모델 및 성능평가 연구
  - 10m에서 10Mbps급 수중무선광통신 방식·구조 연구
  - 수중무선광통신 물리계층 설계·구현·시험
  - 수중무선광통신용 프로토콜 연구
  - 수중무선광통신 모뎀 시제품 설계·구현·시험

## □ 최신 R&D 동향

### ○ 수중음향통신기술

- 국내외 수중음향통신기술은 음파의 높은 에러율과 전파지연, 낮은 전송율로 인한 비효율성을 극복하기 위해 수중채널 모델링, 수중센서 설계, 변복조, 수중채널 등화기를 포함한 수중 음향통신 모뎀기술과 수중환경에 적합한 링크계층 (매체접속제어) 및 네트워크 계층 (경로 설정) 프로토콜을 포함한 수중 음향네트워크 기술 위주의 연구가 진행됨

#### - 국내

- 수중음향통신기술의 현재 국내 기술수준은 국외 최고 수준에 근접하게 도달하려는 'fast-follower' 에서 동등한 기술 수준을 목표로 개발중임
- 선박해양플랜트연구소는 해수부 지원으로 2011년까지 수중자율무인잠수정(AUV)을 위한 중거리(3~6km) 수중통신기술(10kbps급)을 개발하여 기술이전을 하였고, 2017년에는 장거리(30km) 수중통신기술(100bps급)을 개발하여 실험실 실증을 완료하였고, 근거리(200m) 수중통신기술(100kbps급) 개발을 추진중
- 호서대는 2021년 실험망 완성목표로 해상부이와 수중기지국간에는 3~20kHz와 60~70kHz 주파수를 사용하고, 수중기지국과 수중센서노드간에는 20~60kHz 주파수를 사용하여 수중기지국을 위한 기술개발을 추진중
- 강릉원주대는 2009년 지상통신과 수중음파통신을 연계하여 수중환경 데이터를 육상에서 실시간으로 감시할 수 있는 시스템을 개발하였고, 2013년 이동통신망과 수중 통신망을 연동하여 자율유형 수중로봇 제어 및 수중상태 모니터링 서비스를 개발
- 한화시스템은 국방분야에서 적용할 수 있는 수중음파통신 기술에 대한 다양한 시스템을 개발중이며 잠수함 탐지정보를 원거리로 전송할 수 있는 기술을 개발하여 기능검증을 수행함
- TTA(기관표준) 특수통신 PG(PG903)를 통해 단체표준을 개발 중(2011~)

#### - 국외

- 미국 및 유럽은 산·학·연을 중심으로 열악한 수중채널에서 보다 안정적이고 고속 정보전송이 가능한 수중음파통신 시스템 기술들을 지속적으로 연구개발 중
- 미국은 우즈홀 해양연구소(WHOI)와 Connecticut 대학을 중심으로 수중음파통신 기술을 연구개발하고 있고, LinkQuest, Teledyne Benthos 등에서 수중음파통신 모뎀을 상용화함
- 유럽은 EvoLogics, TriTech, TRIDENT 등에서 수중음파통신 모뎀 연구 개발 및 상용화
- 미국, 유럽 등은 수중음파통신을 해양탐사 및 해양자원개발, 수중환경 관측, 연안 감시 등

의 통신수단으로 이용하면서 AUV, 수중관측기지, 해저플랜트 등의 시스템과 연동하여 운영하고 있는 상태임. 특히, 미국은 해양환경관측, 연안감시, 무인잠수정간 통신망 등의 서비스에 특화된 국가주도의 프로젝트가 다양하게 추진되면서 관련 핵심 기술과 경험을 확보하고자 전략적으로 노력하고 있으며, 서비스 기술이 점차 민간 업체로 확대되어 가는 추세

- 미국은 1990년대부터 국가주도로 수중환경감시(AOSN, Ocean-TUNE), 항만방어(SEAWEB, PLUSNet, ORION) 등 목적 중심으로 수중음파통신망 구축 프로젝트를 진행
- 유럽은 해양환경 관측을 목적으로 GEOSTAR, ESONET, UAN(Underwater Acoustic Network), Sunrise 프로젝트 연구를 수행
- ISO/IEC JTC1 WG7에서 SC41 WG3, WG4, WG5 신규 설립분과로 통합이전(2017.5)되어 수중음파통신 표준화 추진
- 북대서양조약기구(NATO)는 수중로봇·무인잠수정·수중부표 등 각종 수중장비들의 실시간 통신 및 상태보고를 위해 JANUS 표준 프로토콜을 제정함

## ○ 해양통신기술

### - 국내

- 선박의 E-Navigation 서비스를 광대역 이동통신망을 이용해 지원하기 위해 한국형 이내비게이션의 LTE-Maritime (LTE-M) 구축 사업을 진행 중에 있음. 이를 통해 운항중인 선박은 실시간으로 해양안전정보를 자유롭게 이용할 수 있고 원격으로 육상의 안전운항 지원을 받을 수 있게 됨

### - 국외

- 현재 이동통신 국제 표준화 단체인 3GPP에서 해상에 광대역 이동통신 서비스를 지원하고자 초기 연구(Study item)를 시작하였으며 2018년 6월에 Working item으로 상정하여 본격적으로 연구를 수행할 예정임

## ○ 수중사물 인터넷 기술

### - 국내

- 미래창조과학부는 2013년 IoT 기반 조성 및 시장 창출 등을 위한 '인터넷 신산업 육성방안'을 발표하고, 정보통신전략위원회에서 'IoT 기본계획'을 확정발표 후 산학연에서 관련 기술을 개발 중임
- 현재 수중사물인터넷에 대한 산업체의 기술 개발은 전무한 상태이나, 국내 통신 사업자를 중심으로 수중음파통신기술과 육상의 사물 인터넷 서비스 기술을 접목한 수중사물인터넷 어플리케이션을 개발됨(해상 양식장 모니터링 및 제어)

### - 국외

- 미국은 2008년에 2025년까지 국가경쟁력에 영향을 미칠 수 있는 ‘6대 파괴 혁신 기술’의 하나로 IoT를 선정하여 기존 통신 인프라를 IoT로 확대하는 초연결 인프라 구축에 집중하고 있으며, EU는 2009년 IoT의 추진 액션 플랜을 발표함
- 중국은 2009년 센서네트워크정보센터와 2010년 사물지능통신센터를 설립하고, 2011년 12차 5개년 계획에 IoT를 추가한 ‘사물망 12-5 발전규획’을 수립하는 등 IoT에 대한 다양한 정책을 추진함
- 일본은 2000년대 초부터 IoT 관련 정책들을 추진하고 있으며, 2013년에는 일 총무성이 ‘ICT 성장전략 회의’를 발족하고 스마트타운, 스마트그리드, 원격감시 등을 담은 ICT 활용 발전전략을 수립함
- 수중 사물인터넷(IoUT)에 대한 개념이 2012년 최초 제시되었고, 유럽은 수중 사물인터넷 개발을 목적으로 하는 SUNRISE 프로젝트 진행 중(서로 다른 수중환경에 대해 동일한 방식으로 접속할 수 있도록 하고 웹 인터페이스를 제공하는 게이트웨이를 개발)
- 해상 IoT 실현을 위한 V2X, M2M 기술 및 해양 주요 서비스를 위한 통합 해양 IoT 플랫폼 기술 개발은 현재 초기 단계로써, 가시적인 연구 성과가 아직까지 존재하지 않음

#### ○ 수중무선광통신기술

##### - 국내

- 한국전자통신연구원에서 LED 조명기반으로 가시광 무선통신기술을 연구개발하였으나, 수중무선광통신기술에 대한 연구개발을 한 적은 없음

##### - 국외

- 다양한 광원에 대한 수중채널 모델링에 대한 연구를 진행해 왔으나, 권고되는 채널모델은 없음
- 수중무선광통신 전송거리·전송속도 개선을 위해 수중 투과력이 좋은 대역에서 Laser기반으로 다양한 변조 방식 등에 대한 연구가 진행 중이며, 담수에서 ~ 10 m, ~ 1Gbps급 전송 성능을 보고되고 있음
- LED기반의 근거리 수중무선광통신 기술은 일부 상용화됨
- 미국 국방성은 잠수함간 수중통신을 위해 LED기반 가시광 무선통신을 개발 중
- Sonardyne사는 두 개 광원(LED, Laser)을 갖는 Bluecomm이라는 제품 상용화
- LED를 이용한 Bluecomm 200은TDMA/Full Duplex 기술, 송수신기에 LED와 PD 어레이를 사용하여 무지향성 빔 패턴을 만들고, 150m의 최대 전송거리, 1~12.5Mbps의 전송속도 제공
- 양방향 링크를 위한 두개의 Laser Diode를 사용하는 BlueComm 5000은 Focused beam으로 7m의 최대 전송거리, 500Mbps의 최대 전송속도 제공

## □ 기존 국내기술의 한계점 및 해결방안

### ○ 수중음향 통신 기술

#### - 국내기술의 한계점

- R&D를 통해 중거리, 장거리, 근거리 수중통신 핵심기술을 개발하여 선진외국수준의 기술력을 확보하였으나, 개발기술이 사업화로 연계되지 못함에 따라 개발기술이 실질적으로 활용되고 있지 못함
- 낮은 전송속도(수kbps)와 열악한 통신환경은 수중음향통신 기술이 적용되는 범위를 제한하고 있으며(AUV통신, 파이프라인감시 등), 비싼 제품가격은 수중통신 기술을 범용적으로 사용하지 못하는 장애요소임
- 기존의 기술개발은 선진외국 기술을 추격하기 위해 계속해서 새로운 기술개발을 목표로 추진됨에 따라 특정목적형 보다 범용목적형으로 개발되어, 개발기술을 실제적으로 활용하기 위해서는 특정목적에 맞는 기술개발과 최적화/안정화에 대한 투자미흡
- 기 수행중인 사업에는 고정형의 기지국과 센서노드를 기반으로 과제를 수행하고 있어 통신 커버리지의 한계가 있고 무인 이동체와의 원활한 통신에 문제점이 있음
- 현재 국내 수중통신 기술 원천 기술 확보에 주력하고 있으므로 무인 이동체에 탑재하기에는 저전력화, 소형화등 수중로봇을 위한 최적화 되지 않음

#### - 해결방안

- 기존의 기술개발 후 기술이전을 통한 특정업체를 통해 사업화를 추진하는 방식을 탈피하여, 개방형 플랫폼(표준모델)으로 개발하고 개발결과를 표준화하여 누구나 개발 기술을 사용할 수 있는 방식으로 전환하여 수중통신을 활성화 할 수 있는 생태계(포럼)를 조성해야 함
- 현재 사용되고 있는 시장수요(무인잠수정, 파이프라인 감시 등)를 충족하는 수중통신사양(중거리)을 벗어나, 수중에서 범용적으로 사용할 수 있도록 저가형의 공용 시스템을 개발(전송거리를 근거리로 전환)
- 모든 요구기능과 사양을 만족하는 범용의 기술개발을 탈피하고 특적목적형에 부합되는 기술(프로토콜)을 개발하여 목적에 맞게 해당 기술을 사용할 수 있는 체질 변경(서비스 모델, 프로토콜 Suite 개발)
- 수중기지국 통신망에 릴레이 기지국과 이동체에 탑재가 가능한 저전력/소형화된 기지국을 활용함으로써 통신 커버리지를 혁신적으로 넓힐 수 있음
- 목적별 수중로봇에 탑재 가능한 최적화된 수중통신 모델을 설계하고 개발함으로써 수중로봇과의 수중통신이 원활해짐



## ○ 해상통신 기술

### - 국내기술의 한계점

- 기존 해상에서 사용하는 통신체계는 음성위주의 아날로그방식이고 용량과 속도의 제약으로 인한 다양한 문제점(예, 선박에서 다양한 형태의 해사안전정보를 이용하지 못하며 조난 시 신속한 정보공유를 못하는 한계) 발생함
- E-Navigation 사업단에서 구축하고 있는 LTE-M 네트워크는 공공안전망 주파수(700MHz) 대역을 재난안전망 및 철도망과 공유하여 사용하고 있음. 이로 인해 E-Navi 서비스 이외의 서비스(예, 해양 관측 데이터 및 장비 제어)를 위해 LTE-M망을 사용 할 수 없음
- LTE 네트워크는 해양통신 서비스 시나리오를 고려하고 설계한 네트워크가 아님. 따라서 해양에서 LTE 네트워크를 그대로 해양통신을 위해 활용 시 심각한 성능저하가 발생할 수 있음
- 사물인터넷(IoT)은 4차 산업혁명에 필요한 핵심기술로 전세계적으로 국가적 전략기술로 개발되고 있으나 수중으로의 확장은 고려되지 않는 미지의 영역임(IoUT 표준 및 서비스 부재)
- 최근 수중사물인터넷(IoUT) 개념이 제시되어 향후 국가별로 기술개발이 추진될 것으로 예상됨
- 해양은 안정적인 지반, 에너지 공급원의 부족으로 IoT 실현을 위해서 육상대비 매우 어려운 도전들이 존재

### - 해결방안

- 육상의 광대역 이동통신 망과의 연동을 위해 현재 육상 이동통신망에서 활용하고 있는 LTE 주파수 대역(예, 800~900MHz)을 고려한 해양 통신 기술 및 장비 개발이 요구됨
- 육상 통신기술은 3Gpp 단계를 중심으로 차세대 (5G) 필수 서비스 정의 및 이를 지원하기 위한 다양한 기술을 표준화하고 있음. 해양 분야 4차 산업혁명을 위해서 차세대 무선통신 서비스를 해양에서도 제공하기 위한 기술 개발이 요구됨
- 해양통신 특성(예, 가시거리 확보 용이, 다차원 해양 채널 존재)을 고려하여 해양통신에 최적화된 차세대 해양 광대역 네트워크를 설계하고 이를 위한 해양 통신 장비 개발이 요구됨. 이를 통해 개발한 광대역 해양통신 기술을 3GPP 통신 표준에 반영되도록 해야 함
- 열악한 수중통신환경을 고려하여 수중사물인터넷(IoUT) 공용 플랫폼을 개발하여 육상의 사물인터넷과 연계하여 사용될 수 있도록 표준화를 추진
- 수중통신의 다양성(음향통신, 광무선통신, 자기장통신 등)을 고려한 공용 인터페이스 모듈을 개발
- 수중사물인터넷(IoUT) 공용 프레임워크를 이용한 스마트 서비스 프레임워크를 개발하여 다양한 수중통신 서비스를 지원
- 해양 IoT 실현을 위한 IoT 통신 기술, 수중 관측망 연동 지원기술, 해양 센서를 고려한 저전력 광역 전송 기술 등의 개발을 수행해야 함

○ 수중무선 광통신기술

- 국내기술의 한계점

- 연구개발 경험 없음

- 해결방안

- 국내에서 확보하고 있는 세계 최고 수준의 유선 광통신모뎀기술과 LED기반 가시광 무선 통신기술을 기반으로 수중에서 광통신 장애요소인 난류, 탁도 등 문제 극복을 위해 광 어레이기반의 송신기술 등 기술 개발

○ 수중통신 표준화

- 국내기술의 한계점

- 수중통신시장이 형성되어 있지 않음에 따라 실제활용 기술보다 프레임구조, 연동 등 미래 활용을 고려한 표준화가 추진(표준의 활용실적이 저조)

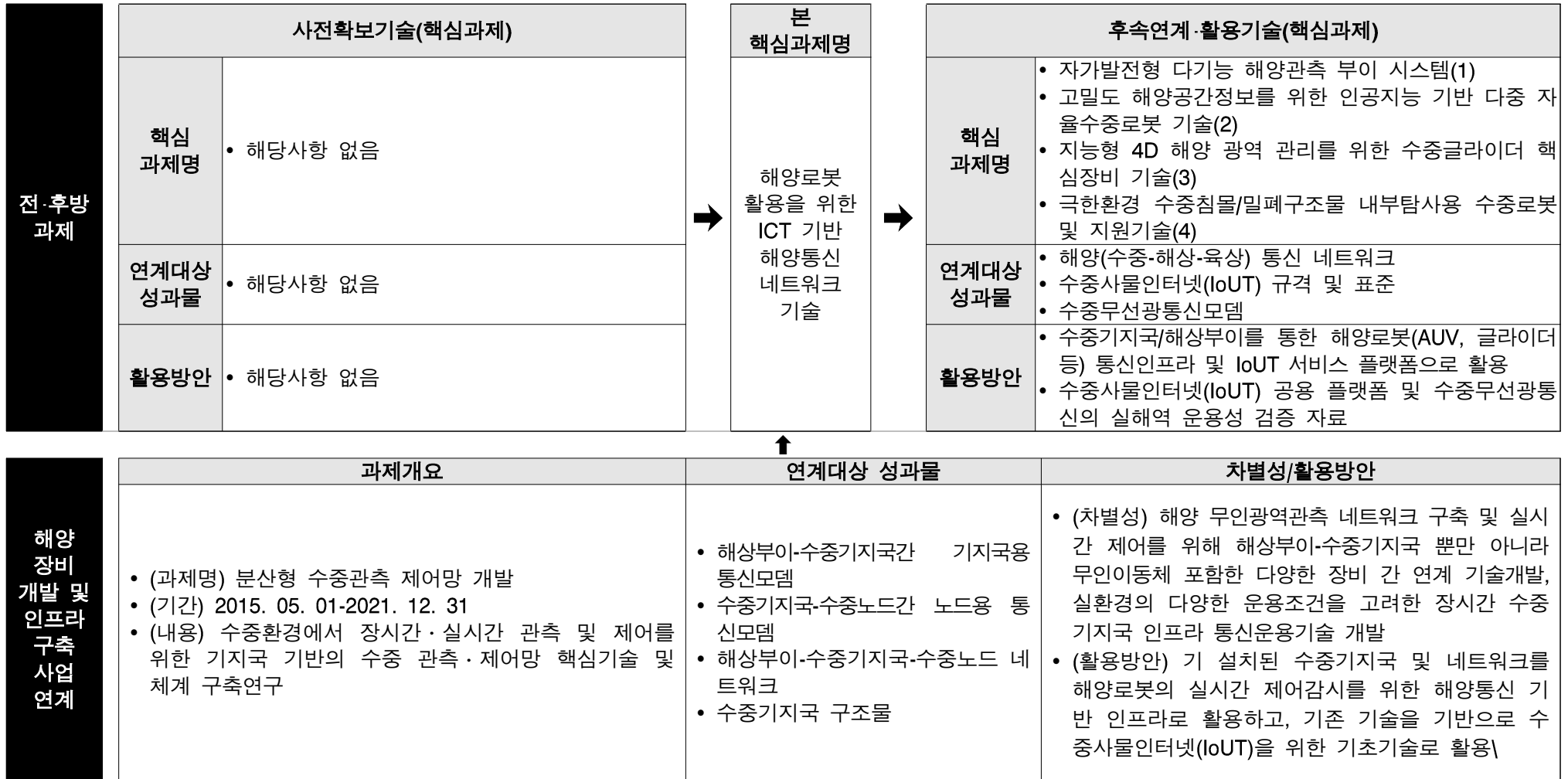
- 해결방안

- 실환경에 적용될 수 있는 수중통신기술을 개발하고 이를 기반으로 실질적 표준을 개발하여 개발표준이 활발하게 활용토록 추진
- 대한민국이 주도하고 있는 수중통신국제표준화(ISO/IEC JTC1) 기반에 전 세계적으로 도입기에 있는 수중사물인터넷 기술개발을 접목하여 수중통신 국제표준화를 이끌어갈 수 있도록 추진

<세부기술별 기술수준 및 개발전략>

세부기술	현재 기술수준	목표 기술수준	개발전략		
			신규개발	기존 기술고도화	국산화
수중기지국 기반 수중통신 시스템 개발	TRL 2	TRL 6		○	
해양관측망 해상 광대역 네트워크 및 핵심요소 기술 개발	TRL 2	TRL 6		○	
수중사물인터넷(lo UT) 공용 플랫폼 핵심기술 개발	TRL 1	TRL 3	○		
초근거리 수중무선광통신 시스템 개발	TRL 1	TRL 5	○		○

□ 과제간 연계성 및 기존 R&D 성과 연계활용방안



<ul style="list-style-type: none"> <li>• (과제명) 수중 광역 이동통신 시스템 기술개발</li> <li>• (기간) 2012. 8. 1 - 2022. 7. 31</li> <li>• (내용) 수중에서 자유로운 정보교환이 가능한 수중 광역 이동통신 네트워크 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 근거리·장거리 수중 이동통신 모델</li> <li>• 근거리·장거리 수중 이동통신 네트워크</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (차별성) 수중기지국/해상부이와의 초근거리(10m) 초고속 수중 광통신기술과 수중사물인터넷(IoUT) 규격을 개발하여 초연결 지능형 네트워크 기술을 확보</li> <li>• (활용방안) 기존 수중 고속 이동하는 해양로봇용 수중음향통신 기술을 기반으로 해양로봇과 자유로운 해양통신 네트워크 구축 및 기술로 활용</li> </ul>
---	--	--

□ 연도별 목표 및 추진내용

항목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양통신 통합 네트워크 요구 사항 분석 및 기본설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양통신 통합 네트워크 시스템 모듈별 구현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양통신 통합 네트워크 구현 및 성능분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양통신 네트워크 성능개선 및 성능검증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이기종, 육상 IoT와의 초연결을 통한 해양통신 지능형 서비스 구현</li> </ul>
추진 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>릴레이형/이동형 수중기지국 모뎀 상세 설계</li> <li>이기종망 접속 가능한 저전력/소형 지능형 수중통신 모뎀 상세 설계</li> <li>해상 통신 네트워크 기술 요구 사항 분석 및 네트워크 구조 설계</li> <li>수중사물인터넷(IoUT) 공용 플랫폼 상세설계</li> <li>지능형 IoUT 네트워크 상세설계 및 성능분석</li> <li>수중광무선통신 상위설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>릴레이형/이동형 수중기지국 모뎀 모듈별 구현</li> <li>이기종망 접속 가능한 저전력/소형 지능형 수중통신 모뎀 모듈별 구현</li> <li>해안기지국 및 이기종 해양통신 통합 게이트웨이 모듈 구현</li> <li>해양 무선 백홀 네트워크 기지국 요소기술 개발</li> <li>수중사물인터넷(IoUT) 공용 플랫폼 구현</li> <li>지능형 IoUT 네트워크 프로토콜 구현</li> <li>수중광무선통신 시제품 기능 구조 상세설계 구현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>릴레이형/이동형 수중기지국 모뎀 통합 구현</li> <li>이기종망 접속 가능한 저전력/소형 지능형 수중통신 모뎀 통합 구현</li> <li>해안기지국 및 이기종 해양통신 통합 게이트웨이 시제품 제작</li> <li>해양통신 환경을 고려한 고용량 전송 기술 개발</li> <li>수중사물인터넷(IoUT) 공용 플랫폼 성능개선 연구</li> <li>IoUT와 IoT 연동 프로토콜 구현</li> <li>수중광무선통신 시제품 성능시험 및 보완구현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>릴레이형/이동형 수중기지국 모뎀 성능 시험 및 보완 구현</li> <li>이기종망 접속 가능한 저전력/소형 지능형 수중통신 모뎀 성능 시험 및 보완 구현</li> <li>해양 무선 네트워크 해안 기지국 개발</li> <li>해안 기지국 전송거리 확장을 위한 해상 중계 기지국 시제품</li> <li>IoUT 공용 플랫폼과 프로토콜 Suite 이용한 데모 시스템 구축 및 성능시험</li> <li>수중광무선통신 데모시스템 구축 및 성능시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>릴레이형/이동형 수중기지국 모뎀 데모시스템 기반 성능 시험</li> <li>이기종망 접속 가능한 저전력/소형 지능형 수중통신 모뎀 데모시스템 기반 성능 시험</li> <li>해안 기지국 전송거리 확장을 위한 해상 중계 기지국 요소기술 개발</li> <li>해상-해안기지국 통합 실험역 시험검증</li> <li>IoUT 공용 플랫폼과 프로토콜 Suite 이용한 데모 시스템 구축 및 성능시험</li> <li>수중광무선통신 데모시스템 구축 및 성능시험</li> </ul>

□ 기술개발 세부추진계획

○ 세부기술의 구성 및 연도별 목표

<표 5-17> 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발 기술의 세부과제 및 단계별 목표

세부기술 명					기술개발 성과물	성과지표 및 연도별 목표					
'20년	'21년	'22년	'23년	'24년		성과 지표	연도별 목표				
							'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
수중기지국 기반 수중통신 시스템 개발					릴레이 수중기지국	커버리지 확대	상세 설계	구현	5km (자체 검증)		5km (데모 실증)
					저전력/소형 이동형 수중기지국	커버리지	상세 설계	구현	1km		2km
					이기종망 접속 가능한 저전력/소형 수중통신 모뎀	접속 프로토콜	상세 설계	구현	2종		2종 데모
					해상 광대역 네트워크	전송범위		50km	80km	100km	시작품 실증 데모
						전송속도 (Mbps)		10~100	10~100	10~100	
						최소 오류율		10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	
						수중사물인터넷(loUT) 공용 플랫폼	플랫폼 모델	기술분석 보고서	기본 설계서	상세 설계서	loUT용 플랫폼 SW
						포럼구성					1
	지능형 loUT 서비스 프로토콜 Suite	프로토콜 개발종류	2종 설계		2종 구현		2종 데모 구축				
수중사물인터넷 국내외 표준	국내외활 동건수	5건	5건	5건	5건	5건					
	표준제정 개정등	4건	4건	4건	4건	4건					
초근거리 수중무선광통신 시스템 개발					초근거리 수중무선광통신 방식·구조	방식 및 구조	10Mbps/ 10m중 방식·구 조 연구				10Mbps
						수중무선 광통신 모뎀	전송속 도		10Mbps (설계)	10Mbps (제작)	
					전송거리		10m (설계)	10m (제작)	10m (Lab. 환경시 험)		1종 구축

○ 세부기술별 연도별 추진계획

① 세부기술명 : 수중기지국 기반 수중통신 시스템 개발

연도	추진계획
2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 릴레이 수중기지국 물리계층 절차 및 구조 상세 설계</li> <li>• 릴레이 수중기지국 네트워크 절차 및 메시지 상세 설계</li> <li>• 이동형 소형 기지국 물리계층 절차 및 구조 상세 설계</li> <li>• 이동형 소형 기지국 네트워크 절차 및 메시지 상세 설계</li> <li>• 이기종망 접속 가능한 저전력/소형 수중통신 모뎀 상세 설계</li> <li>• 해양 통신 모델 정립 및 서비스 시나리오 분석</li> <li>• 5G, LPWA, IoT 표준 기술 동향 분석</li> <li>• 해양 광역 관측망 핵심 서비스 시스템 요구사항 연구</li> <li>• 해양 통합 관측 네트워크 구조 설계</li> <li>• 수중사물인터넷(loUT) 플랫폼 기초연구</li> </ul>
2021년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 릴레이 수중기지국 물리계층 모듈별 구현</li> <li>• 릴레이 수중기지국 네트워크 모듈별 구현</li> <li>• 이동형 소형 기지국 물리계층 모듈별 구현</li> <li>• 이동형 소형 기지국 네트워크 모듈별 구현</li> <li>• 이기종망 접속 가능한 저전력/소형 수중통신 모뎀 모듈별 구현</li> <li>• 해양통신 링크 설정을 위한 물리계층/프로토콜 연구</li> <li>• 해양 모델을 반영한 통합 시스템 레벨 시뮬레이션 환경 구축 및 분석</li> <li>• 해양 무선 네트워크 해안 기지국 baseband 회로 개발</li> <li>• 해양 무선 백홀 네트워크 기지국 요소기술(beamforming) 기술 연구</li> <li>• 해양 통신 환경을 고려한 장거리 전송 기술 개발</li> <li>• 다차원·광역 해양 관측자료 전송을 위한 이기종 해양통신 통합 게이트웨이 설계 및 시작품 제작</li> <li>• 수중사물인터넷(loUT) 플랫폼 기본설계</li> <li>• 이종 네트워크를 고려한 지능형 loUT 네트워크 기본설계</li> </ul>
2022년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 릴레이 수중기지국 통합 구현</li> <li>• 이동형 소형 기지국 통합 구현</li> <li>• 이기종망 접속 가능한 저전력/소형 수중통신 모뎀 통합 구현</li> <li>• 해양 무선 네트워크 해안 기지국 RF 및 아날로그 회로 개발</li> <li>• 해양 통신 환경을 고려한 고용량 전송 기술 개발</li> <li>• 해양 광대역 통신을 위한 협력 통신 기술 및 간섭 제어 기술 연구</li> <li>• 수중사물인터넷(loUT) 플랫폼 상세 설계</li> <li>• 이종 네트워크를 고려한 지능형 loUT 네트워크 상세 설계</li> </ul>
2023년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 릴레이 수중기지국 자체 성능 검증 및 보완 구현</li> <li>• 이동형 소형 기지국 자체 성능 검증 및 보완 구현</li> <li>• 이기종망 접속 가능한 저전력/소형 수중통신 모뎀 자체 성능 검증 및 보완 구현</li> <li>• 해양 무선 네트워크 해안 기지국 안테나 시작품 및 플랫폼 개발</li> <li>• 해안 기지국 전송거리 확장을 위한 해상 중계 기지국 시작품 개발</li> <li>• 이기종 해양통신 통합 게이트웨이 기반 해양 delay tolerant 데이터 수집 알고리즘 구현</li> <li>• 이종 네트워크를 고려한 지능형 loUT 네트워크 구현</li> </ul>
2024년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 릴레이 수중기지국 연동 검증 시험 및 데모</li> <li>• 이동형 소형 기지국 연동 검증 시험 및 데모</li> <li>• 이기종망 접속 가능한 저전력/소형 수중통신 모뎀 연동 검증 시험 및 데모</li> <li>• 해안 기지국 전송거리 확장을 위한 해상 중계 기지국 요소기술 구현               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 딥러닝 기반 무인 중계기 cell planning 최적화 기법 알고리즘 구현</li> <li>- 이기종 해양 multi-hop 전송 알고리즘 구현</li> </ul> </li> <li>• 구조, 관측을 위한 stand alone 기능 지원 hybrid ship-to-x 통신기술 개발</li> <li>• 실험역 검증 테스트 및 보완</li> </ul>

② 세부기술명 : 초근거리 수중 광무선통신 시스템 개발

연도	추진계획
2020년	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중무선광통신 요구사항 도출</li> <li>수중무선광통신 방식·구조(안) 연구</li> <li>국내 환경용 수중무선광통신 채널모델 선정 및 성능분석 시뮬레이터 설계·구현</li> <li>수중무선광통신 실내시험환경 설계·구축</li> </ul>
2021년	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중무선광통신방식·구조(안) 평가를 통한 방안 선정</li> <li>선정된 방식·구조에 대한 상위설계</li> <li>수중무선광통신 실내시험 환경 보완</li> </ul>
2022년	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중무선광통신 방식·구조 고도화 및 최적화 연구</li> <li>수중무선광통신 1차 시제품 기능·구조 상세 설계구현</li> <li>수중무선광통신 장치 적용 시나리오 연구</li> </ul>
2023년	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중무선광통신 1차 시제품 개발 및 실내시험</li> <li>2차 시제품 기능·구조 보완 설계 및 구현</li> <li>수중무선광통신 장치의 적용에 따른 기능 설계·구현</li> </ul>
2024년	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중무선광통신 데모시스템 구축 및 성능시험</li> <li>수중무선광통신 장치의 적용 시험</li> </ul>

□ 소요예산

① 예산

<표 5-18> 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국고	6,000	7,300	6,225	7,875	8,175	35,575
민가	0	0	2,075	2,625	2,725	7,425
합계	6,000	7,300	8,300	10,500	10,900	43,000



② 장비구입내역

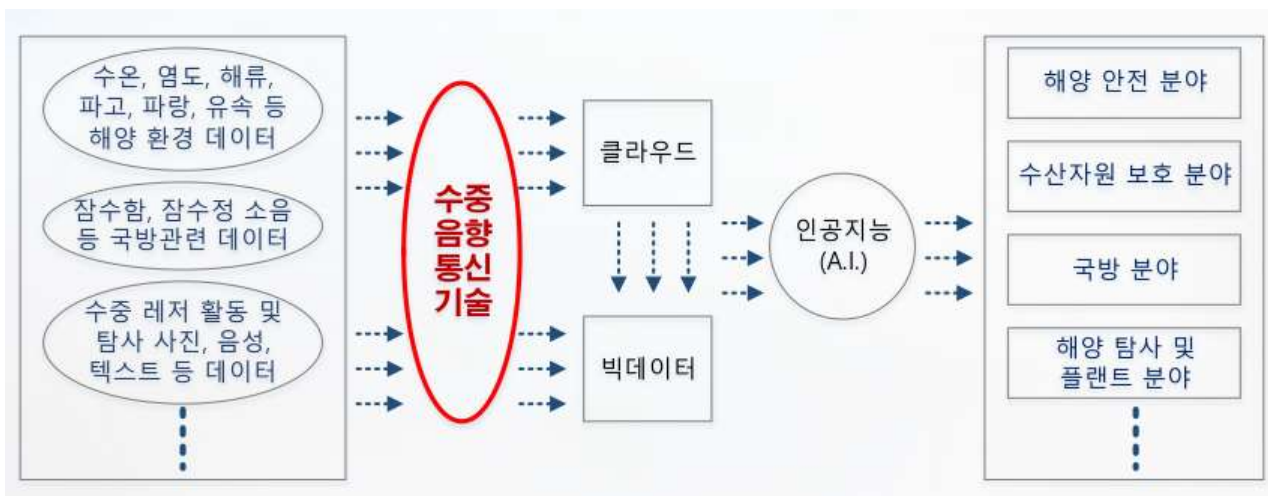
(단위 : 백만원)

구입장비	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
Spectrum and Signal analyzer	80					80
Vector signal generator	80					80
벡터 송수신기	80					80
베이스밴드 발생기 및 채널 에뮬레이터		50				50
PNA 네트워크 분석기		100				100
해상 부이			90			100
해상 드론			50			90
해양데이터 서버 구축		90	90	90		280
서버 시스템			30	240		
시험용 수중음향모뎀				30	30	
합계	240	240	260	360	30	860

□ 활용방안 및 활용사례

○ 활용방안

- 릴레이 수중기지국, 이동형 수중기지국 개발을 통하여 수중무선통신 거리의 제약을 혁신적으로 극복함으로써 우리나라 해역 전체를 수중통신망 구축이 가능해짐
  - 이를 통해 수중의 다양한 정보를 수집하고 분석함으로써 다양한 분야에 활용이 가능해짐



- 해양안전분야
  - 해류, 파고, 조위 등 다양한 해양정보의 실시간 전송을 통해 선박 안전 운항에 활용
  - 조석전선 발생지역 파악을 통한 해무 조기 경보
  - 쓰나미, 해저 지진 조기 경보, 해수욕장 이안류 발생 지역 경보
  - 해양 선박 사고시의 임시 통신망으로 활용
- 해양 환경 모니터링 및 연구 분야
  - 다양한 수중 환경(수온, 조류, 염도, PH, 용존산소량, 파고, 파랑 등) 모니터링
  - 해양 예측/예보 및 해양 기상정보 시스템의 정확도 향상
  - 국제 공동 해양과학 연구 참여
- 수산자원 보호 분야
  - 단기 : 연근해 수온 및 환경 정보 등을 이용한 어항 정보 제
  - 장기 : 기후변화에 따른 수온 및 환경 정보를 통한 어종 변화에 대한 예측 및 관리 방안 수립
  - 수산 먹거리 안전을 위한 방사능, 패류 독소 등의 정보 실시간 감시
  - 수산자원 보호를 위해 적조, 담수화, 서해 및 동해 저층 냉수대 실시간 감시
- 해양 탐사 및 플랜트 분야
  - 해저 자원탐사용 AUV 간 통신에 활용
  - 복수 개의 AUV, 수중로봇의 통합 제어 및 관리 통신망으로 활용
  - 심해 석유 탐사용 해양 플랜트 파이프 누출 무선 감시망으로 활용
  - CO<sub>2</sub> 지중 저장 시스템의 누출 모니터링 통신망으로 활용
- 국방 분야
  - 항만 방어용 통신망
  - 연근해 방어 수중 통신망
  - 잠수함간 통신, 잠수함-해상부이/선박 간 통신
  - 수중에서 잠수함 부이없이 저전력으로 수중기지국과의 기밀통신
- 수중사물인터넷(IoUT) 공용 플랫폼은 표준을 통해 공개하여 개발된 수중통신 기술을 누구나 손쉽게 적용할 수 있도록 하며, 수중사물인터넷 기술의 연구개발, 규격, 인증, 피드백 등을 통해 지속적으로 개선할 수 있는 수중통신 생태계(포럼/그룹)를 조성

※ Bluetooth SIG(Special Interest Group)는 1998년에 신설되어 1998년 공개되었고, 1999년에

규격(1.0)이 공개된 이후 2010년말 기준 13,000이상 회원사가 가입

- 활용목적에 맞도록 특화되어 개발되는 지능형 IoUT 네트워크 프로토콜 Suite는 공용 플랫폼을 기반으로 특정목적(해양환경 감시, 실시간 데이터 스트리밍, 수중 인터넷 등)에 맞게 선택하여 구현될 수 있음에 따라 다양한 수중통신 서비스 제공 솔루션으로 활용
- 차세대 해양 이동통신 네트워크 및 국제표준 기반 해양-육상 호환 네트워크 구축을 통한 장기간의 상시운용이 가능한 해양 무인 관측망으로 활용
- 해양 IoT 및 해양 4차 산업혁명 실현을 위한 기반 네트워크 구축

○ 활용사례

- (아일랜드 스마트베이) 아일랜드의 스마트베이는 수중의 다양한 센서와 장비의 테스트 및 검증을 지원하는 테스트베드용 해역으로써 이 지역에는 수중케이블, 수중음향 통신 장비 등이 구축되어 활용됨
  - 데이터를 얻기 위해 센서 및 장비를 해저케이블 및 Acoustic 통신을 통해 수집
  - 부이에 장착된 환경/기상 센서등을 통해 수집된 데이터를 지상통신망을 활용하여 스마트
  - 스마트베이 포털에 저장 및 소프트웨어가 분석
  - 과력에너지 장비와의 통신을 통한 데이터 수집 및 제어



[그림 5-20] 아일랜드 스마트베이 활용사례

- EU, SUNRISE Project

- 로마 라 사피엔차 대학을 주관으로 다수의 대학, 기업체, 연구소와 EU의 지원을 받아 수중 이기종망을 육상으로 연계하여 통합 운용을 통해 수중 사물인터넷을 지원하기 위한 프로젝트 진행

- 중국, Underwater Grate Wall Project (수중 관리장성)

- 중국에서 2016년 말경 수중 관리장성 프로젝트를 발표하며 2020년까지 종합 해양 관측 네트워크를 구축 할 것이라고 발표

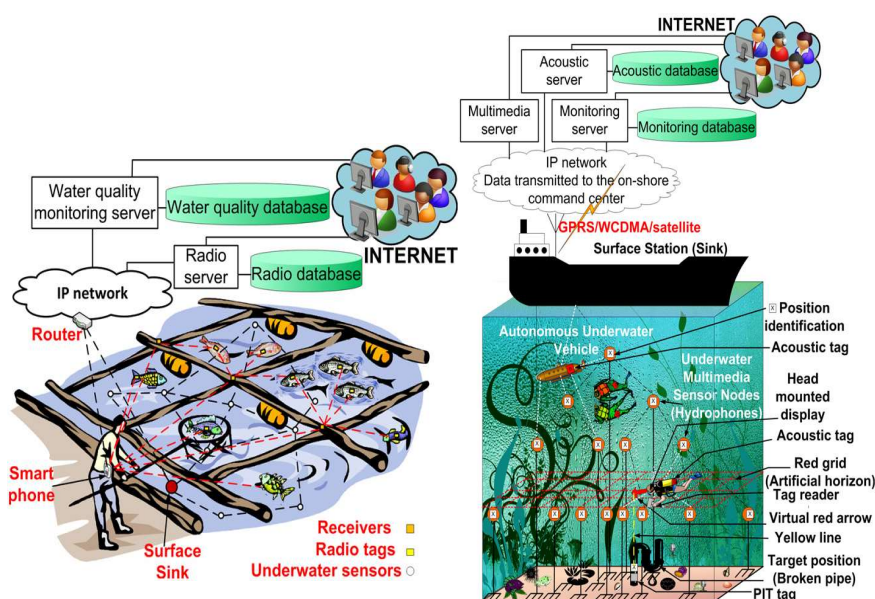
- NATO, JANUS Project

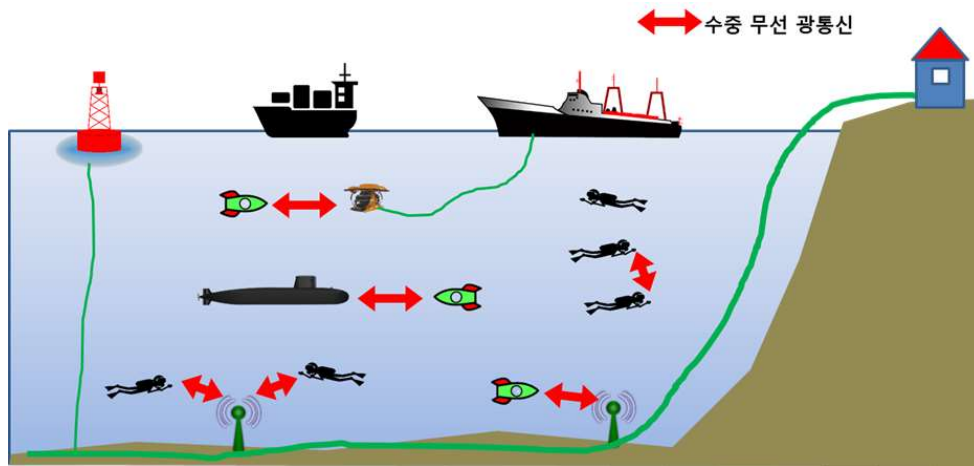
- NATO 산하 STO CMRE(Science and Technology Organization-Centre for Maritime Research and Experimentation)에서 개발한 수중통신 기술을 NATO 회원국들이 수중통신 표준으로 채택하기로 합의
- 수중에서 활동하는 로봇, 잠수정, 부표 등 각종 기기들이 실시간으로 통신하고 중앙관제센터에 상태 보고를 위한 목적이며 수중 사물인터넷 시장을 위해 국제 표준화를 하려는 움직임을 보임

- 캐나다, Ocean Networks Canada

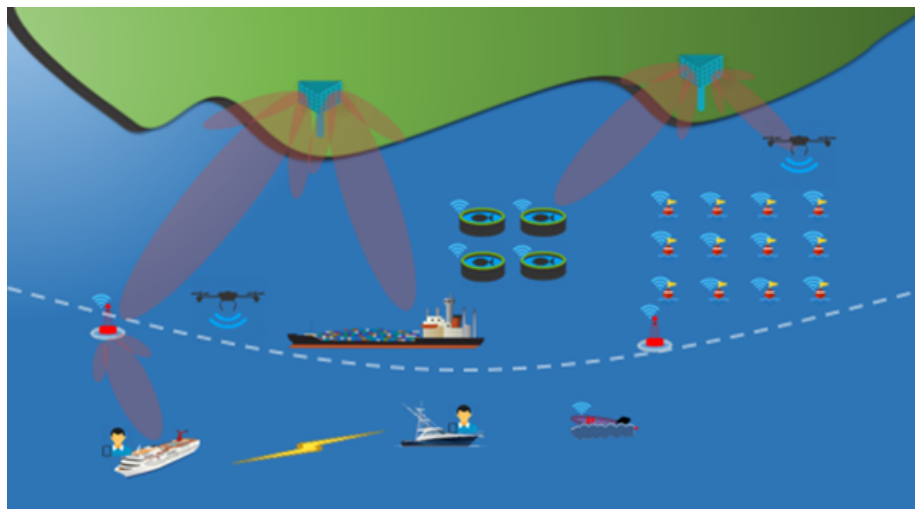
- Salish sea의 VENUS, 북동 태평양의 NEPTUNE, 캐나다 Nunavut주의 북극 관측소, Fundy 만의 FORCE(Fundy ocean research center for energy) 관측소 등에 해류, 수온, 염도, CO2 감지, 지진 감지 등의 센서를 구축하고 이를 실시간으로 원격 관측할 수 있는 시스템을 구축하여 운영하고 있음

- IoUT를 이용한 Fish Farm 및 해양환경 모니터링(Ref. overview of IoUT)





[그림 5-21] 수중무선광통신 활용사례



[그림 5-22] 해양 광대역/관측/mission critical 통신

## □ 기대효과

### ○ 기술적 기대효과

- 유럽연합에서는 2013년부터 특정응용 목적의 다양한 수중통신망을 통합하여 육상망과 연계시키기 위한 목적의 SUNRISE 프로젝트를 수행 중에 있음
- 우리나라의 세계 최고의 이동통신 기술을 접목하여 기지국 기반의 수중통합망을 개발 함으로써 기술추월 및 선도가 가능함
- 기존 수중 무선 음향 통신 네트워크에서의 단순한 데이터 수집 기능 서비스에서 벗어나, 수중사물인터넷 서비스를 통한 육상-수중 서비스 간의 Mash-up이 가능하게 되어

지능형 융복합 서비스창출이 가능함

- 해양통신 국제 표준기술 선도 및 선점을 통한 국가기술 경쟁력을 강화할 수 있고, 해양 4차 산업혁명 실현을 위한 기반 기술 확보 가능

○ 정책적 기대효과

- OCEAN NETWORKS CANADA (ONC)에서는 Salish sea의 VENUS, 북동 태평양의 NEPTUNE, 캐나다 Nunavut주의 북극 관측소, Fundy 만의 FORCE(Fundy ocean research center for energy) 관측소 등에 해류, 수온, 염도, CO2 감지, 지진 감지 등의 센서를 구축하고 이를 실시간으로 원격 관측할 수 있는 시스템을 구축하여 운영하고 있음
- 개발된 수중 근거리 고속 통신 기술과 수중사물인터넷 기술을 적용하여 적조 등과 같이 어업 활동에 영향을 주는 해양 환경 정보에 대한 대어민 정책 수립 가능하고, 어족 자원의 체계적인 관리를 통한 미래 수산식량 정책 수립 가능하며, 쓰나미, 지진 발생 초기 징후 등 자연 재해 예측 가능함
- 다양한 수중사물인터넷 기반 융합 서비스를 활용하여 해상 안전망 구축 등의 공공망 서비스로 제공함으로써 사회적 비용 절감
- 차세대 국제 표준기술 기반 해양 분야 4차 산업혁명 실현 정책 수립 가능

○ 경제적 기대효과

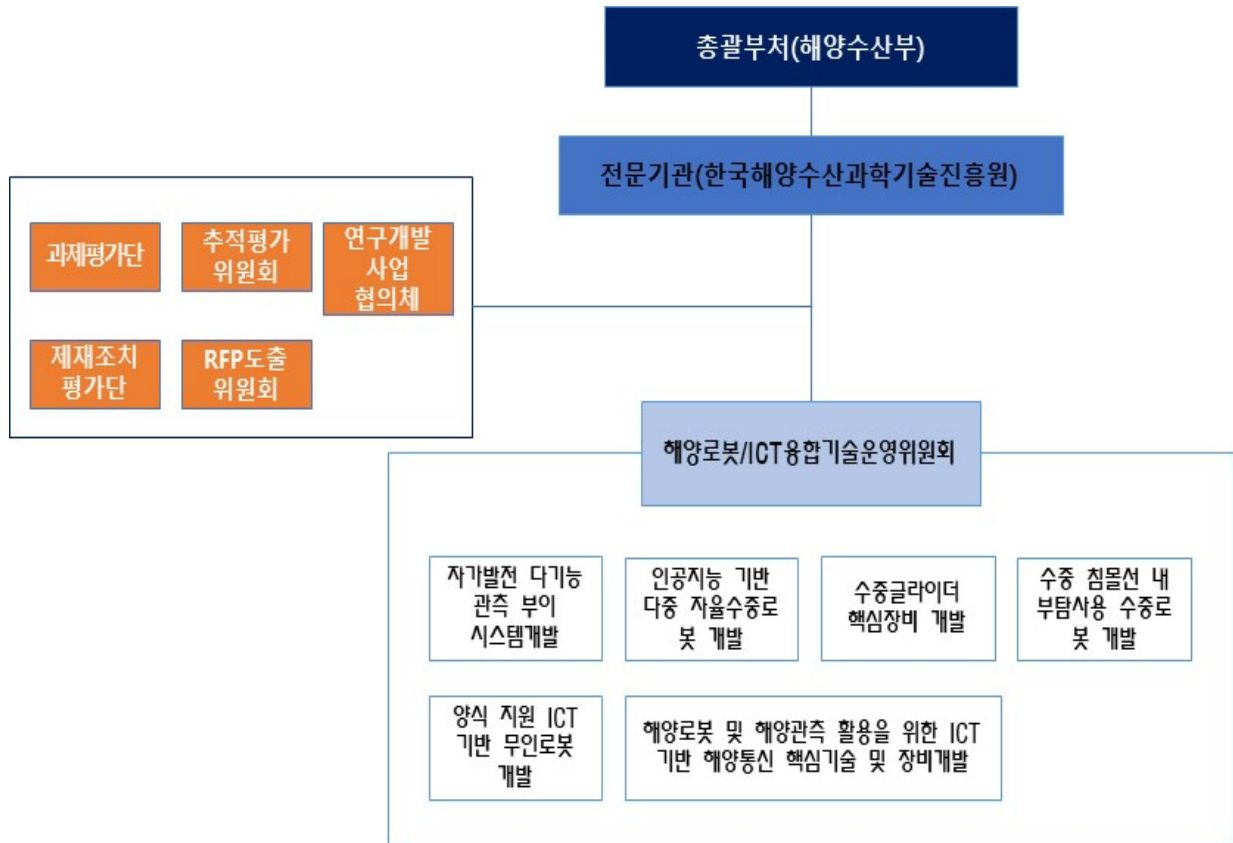
- 해양수산 ICT 분야에 필요한 핵심 장비, 통신 시스템 및 표준 통신 프로토콜 개발을 통한 해양 수산 분야의 저변 확대 가능
- 미개발 영역인 수중사물인터넷 기술에 대한 선행 기초 원천 기술을 확보함으로써 관련 시장 주도하고, 수중사물인터넷 분야 고부가가치의 신산업 분야 창출
- 개발된 수중사물인터넷을 이용하여 다양한 2차 서비스들을 파생시키고, 수중 서비스의 다양화 전략을 통해 관련 사업화 및 시장을 활성화시킴
- 해양에서 육상과 대등한 수준의 정보 융합으로 새로운 비즈니스 창출에 기여할 수 있으며, 광대역 통신을 활용한 해양 신산업 IoT 분야로 시장 확대 기대
- 해양 사물인터넷, 무인이동체 분야 등 표준 전문가 및 인력 양성을 통한 시장확대

# 제6장 사업추진 체계

## 제1절 사업 추진체계 및 수행 주체간 역할

### 1. 사업 추진체계

- 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업은 해양수산부를 주관부처로 하여 첨단 ICT 기술을 활용한 해양개발강국 실현에 필요한 지능형 해양관리 장비개발을 전략적으로 발굴지원하고 기술개발성과를 최대한 활용할 수 있도록 기존의 사업 기획·평가·관리체계를 활용하여 운영할 예정이다



[그림 6-1] 사업 추진 체계

- 해양로봇 관련 국내 산업의 특성을 고려하여 기술개발 후반부부터 기업이 참여하도록 함
  - 기술개발 초기인 2020년부터 2022년까지는 기술개발역량을 갖춘 연구소, 대학을 중심으로 기술개발을 진행하고 2023년부터 2024년까지는 해양로봇 관련 기업체와 연구소, 대학이 공동연구를 진행하는 방식으로 운영

## 2. 수행 주체간 역할분담

### □ 해양수산부

- 기본계획의 수립, 중장기 목표설정, 예산계획 수립, 정책과의 연계 및 정책적 수요 정보 제공
  - 기술개발사업 관련 정책연계
  - 사업성과제고를 위한 정책·재정적 지원
  - 해양장비의 정책적 실효성 제고 수단 도출·시행

### □ 전문관리기관(한국해양수산기술진흥원)

- 개발사업 기획 및 추진계획 수립, 기술개발과제 발굴 평가 및 관리, 추적평가, 성과관리 및 성과확산·사업화 지원 등
- 기존 2개 위원회, 1개 협의체, 2개 평가단을 활용 사업운영·관리강화
  - (RFP도출위원회) 연도별 신규 기획사업 RFP작성
  - (추적평가위원회) 개발 결과활용 실태 추적조사 및 평가
  - (연구개발사업 협의체) 기술개발의 수요를 제기하고 기술개발 결과물의 실용성 제고를 위한 협의 실시
  - (과제평가단) 과제선정·평가 관련 전문심의
  - (제재조치 평가단) 이의신청·기술료 분쟁심의 및 제재조치 및 환수 심의

### □ (가칭) 해양로봇/ICT융합기술운영위원회

- (구성) 주관부처인 해양수산부를 중심으로 해양로봇·ICT융합 기술 관련 산·학·연 전문



가로 구성

- (위원장) 해양수산부 해양개발과 과장
- (위원) 산하기관을 포함한 산·학·연 전문가
- (기능) 사업운영의 효율성 및 전문성 강화
  - 기술개발 결과물의 현장 적용성 강화를 위한 사업추진방향 검토 및 제시
  - 기술개발 결과물의 현장적용에 필요한 연계방안 제시
  - 세부기술별 유사중복과제 검토·조정
  - 기술개발성과 활용성 제고 관련 사업추진 단계별 추진내용 및 방향에 대한 조정 의견 제시 등

## □ 연구기관

- 과제별 기술개발 계획 수립 및 수행
- 기술개발 결과 보고 및 성과 활용

## □ 참여기업

- 기술개발 민간 매칭펀드 부담 및 기술개발 참여
- 기술개발 성과를 활용하여 사업화 추진

## 제2절 사업 및 성과 관리방안

### 1. 사업 관리방안

#### □ 연구개발 성공가능성 제고를 위한 상시 모니터링 강화

- R&D 비용의 증가와 함께 첨단기술일수록 성과에 대한 불확실성과 위험이 커지고 있어 실패 확률을 줄이기 위해서는 체계적인 사업 모니터링이 매우 중요
  - 특히 기술변화가 가속화되고 있는 현실을 감안할 때 항상 새로운 환경변화와 기술수요에 신속하게 대응하기 위해서는 상시 모니터링 시스템 구축이 필요
- 이를 위하여 관련 기관 및 전문가로 구성된 해양수산미래기술위원회와 전문관리기관을 통해 사업 수행과정에 대한 정기적 모니터링 체계 구축·운영

<표 6-1> 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 상시 모니터링 및 평가 항목

구분	항목
환경 및 수요	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양에서 대두되고 있는 새로운 이슈를 반영하고 있는가?</li> <li>• 사업에서 다루고 있는 주요 이슈 중에서 그 중요성이 현저히 떨어진 이슈는 없는가?</li> <li>• 사업에 영향을 미칠 수 있는 최근 정책 변화는 없는가?</li> <li>• 해양의 국내·외 수요 상황에 큰 변화는 없는가?</li> </ul>
연구개발 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 및 해양통신분야에서 최근 발표된 중요한 연구개발 성과는 무엇인가?</li> <li>• 주요 선진국 연구기관에서의 최근 중요한 연구방향의 변화는 없는가?</li> </ul>
사업 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 당초 계획된 사업 목표가 어느 정도 달성되었는가?</li> <li>• 최근 환경변화 및 연구개발 동향 변화에 따라 사업 목표의 수정이 필요하지는 않는가?</li> </ul>
사업 수행	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 당초 계획된 사업 진도가 차질 없이 진척되고 있는가?</li> <li>• 목표 달성을 위해 현재 수행되는 연구방법이 적절한가?</li> <li>• 사업 목표와 진도에 따라 연구자원이 적절하게 배분 혹은 집행되고 있는가?</li> </ul>
사업 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 당초 계획된 연구 성과가 창출되고 있는가?</li> <li>• 사업을 통해 창출된 성과 정보가 적절하게 관리되고 있는가?</li> </ul>
추진 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 향후 사업 추진일정이 적절하게 수립되어 있는가?</li> <li>• 추진일정의 조정이 가능한 프로그램이나 과제는 없는가?</li> <li>• 향후 추진 계획에서 환경변화를 적절히 반영하고 있는가?</li> </ul>

□ **최소 성과목표제 도입을 통한 성과 향상 유도**

- 공고 단계에서 연구개발 성과 극대화를 위해 “최소성과 목표제”를 실시하여 목표의식 고취, 기술검증 및 실용적 성과 향상 유도
- ‘최소성과 목표’란 연구기한 내 달성해야 할 과제별 최소 목표로서 사업시작 단계에서 전문기관이 RFP에 제시
- 최종평가 뿐만 아니라 연차평가에서도 설정된 ‘최소성과 목표’에 대한 검토를 수행하여 ‘최소성과 목표’ 달성이 미진한 경우 과제중단 등의 제재 가능

□ **중간평가를 통한 사업추진 성과평가 및 세부 추진방향 보완**

- 사업의 3년차가 마무리되는 2022년 단계계획을 실시하여 그간의 추진성과를 평가하고 투자 미진 분야를 점검하여 사업추진계획을 보완
  - 사업의 평가를 위한 평가가 아닌 그간의 글로벌 환경변화에 부합하고 대응하는 사업 방향 설정

## 2. 과제 관리방안

- 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정에 의거하여 해양수산연구개발사업 운영규정에 따라 R&D과제 관리



[그림 6-2] 사업의 과제관리 체계

## □ 선정평가

- 해양수산부 연구개발사업 운영규정을 준수하여, 기술개발의 필요성, 추진계획의 타당성, 구체성 및 기술의 우수성 등에 대한 가중치를 부여하여 평가를 시행하여 목적지향형 R&D 사업 추진할 수 있도록 평가항목을 설정하여 적합한 기관을 선정함

<표 6-2> 선정평가기준

평가항목	배점	평가내용
연구개발의 필요성	10	• 연구개발 대상기술의 중요성 및 필요성
		• 해양수산 R&D정책과 연구내용과의 장기적 연계성
연구개발의 목표 및 내용	30	• 최종·연차별 목표 및 분야별 목표와의 적합성, 명확성, 창의성
		• 성과목표 및 성과지표 설정의 명확성 및 타당성
		• RFP와의 적합성
		• 연구개발내용의 완성도 및 실현가능성
연구개발추진전략체계 및 연구수행 방법	20	• 추진전략 및 연차별 추진체계의 합리성
		• 연구수행방법의 적합성
연구성과 활용 가능성	10	• 활용방안의 적절성 및 구체성
		• 개발기술의 경제적 기대성과(투자 및 파급효과 등)
연구수행능력	10	• 연구책임자의 연구수행·관리능력 및 관련분야 연구경험
		• 참여연구인력의 적정성 및 전문성
연구시설 확보 및 연구개발비 계상의 합리성	10	• 연구장비·시설 확보 및 활용의 적합성
		• 연구개발비 계상·집행 및 개발기간의 합리성
합계	100	

### 1. 평가위원 선정방법 및 원칙

가. 평가위원은 제42조에 따라 전문가 명부에 등록된 전문가나 국가과학기술종합정보시스템의 평가위원 후보단 중에서 선정하는 것을 원칙으로 한다.

나. 연구개발과제의 특성에 따라 필요한 경우, 국외전문가를 포함한 다음의 어느 하나에 해당하는 전문가를 평가위원으로 선정할 수 있다.

- 1) 해당 분야 실무경력이 10년 이상인 사람
- 2) 해당 분야 연구개발경력이 5년 이상인 사람
- 3) 대학의 해당 분야 전임강사 이상인 사람

다. 연구개발과제별로 평가위원을 산·학·연에 분배함을 원칙으로 한다.

### 2. 평가위원 제외대상

가. 해양수산부 공무원 및 소관 전문기관의 직원. 다만, 그 연구개발과제에 관한 과학기술적 전문성을 가지고 있다고 장관이 인정하는 경우에는 제외한다.

나. 평가대상과제와 이해관계가 있는 다음의 어느 하나에 해당하는 사람

- 1) 평가대상과제의 연구책임자와 사제관계이거나 「민법」 제777조에 따른 친족관계인 자
- 2) 평가대상과제의 참여연구원
- 3) 상호간 평가자

비고: “상호간 평가자”란 다음과 같다. 연구개발과제 A와 연구개발과제 B에 대한 평가가 동시에 진행될 경우, A과제에 참여했던 연구자 또는 연구책임자 a가 B과제에 대한 평가자가 되는 것과 동시에 B과제에 참여했던 연구자 또는 연구책임자 b가 A과제에 대한 평가자가 될 때의 a와 b를 말한다.

- 4) 평가대상과제와 관련하여 용역·자문·감정·조사 등을 한 사람

다. 평가대상과제의 연구책임자와 같은 기관에 소속된 전문가. 다만, 장관이 필요하다고 인정하는 경우 대학 및 「특정연구기관 육성법 시행령」 제3조제1호부터 제3호까지에 해당하는 연구기관에 대하여는 동일학과 또는 동일학부에 소속된 전문가로 한정할 수 있다.

라. 불성실·불공정한 평가경력이 있는 전문가

마. 평가위원 참여자격 제한을 받은 전문가

바. 「과학기술기본법」 제11조의2제1항에 따라 국가연구개발사업 참여제한을 받은 전문가

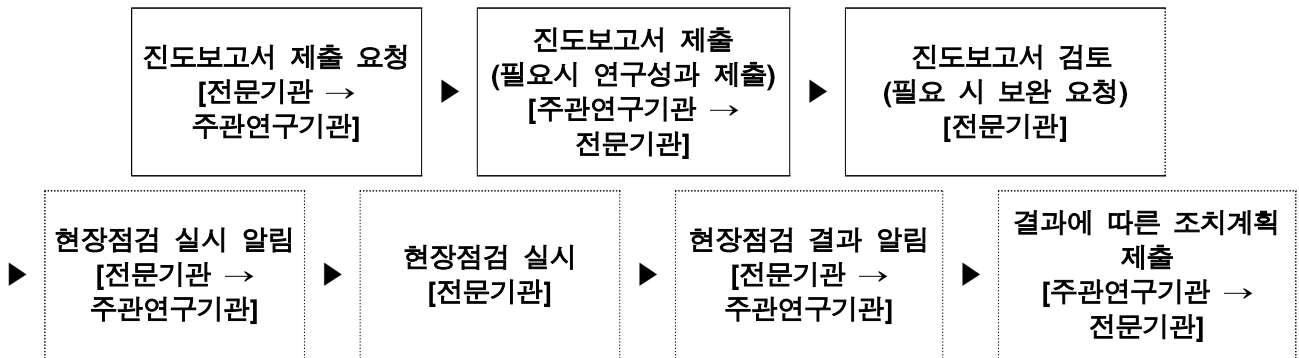
사. 그 밖에 평가의 공정성을 해할 염려가 있는 전문가

### 3. 그 밖의 사항

평가위원 선정 시 제2호 가목, 나목1)·3)·4) 및 다목에 해당하는 자라도 연구개발과제의 특성 등을 고려하여 평가위원으로 선정할 수 있다.

## □ 진도관리

- 해양수산 연구개발사업 운영규정 제36조(진도관리)와 관련하여 사업단을 통해 사업수행 과정을 정기적으로 모니터링 하여 사업의 실패 확률을 줄일 수 있도록 함
- 연구책임자가 제시한 마일스톤에 입각하여 목표달성도에 대한 평가를 실시·관리
  - 연구책임자가 제시한 마일스톤의 목표 달성여부를 확인 및 평가하고 프로젝트의 성과 및 진척도를 판단
  - 과제 진척도 및 성과 추적 등이 가능하도록 전주기적 온라인 연구실적·성과정보 모니터링 시스템 구축, 운용



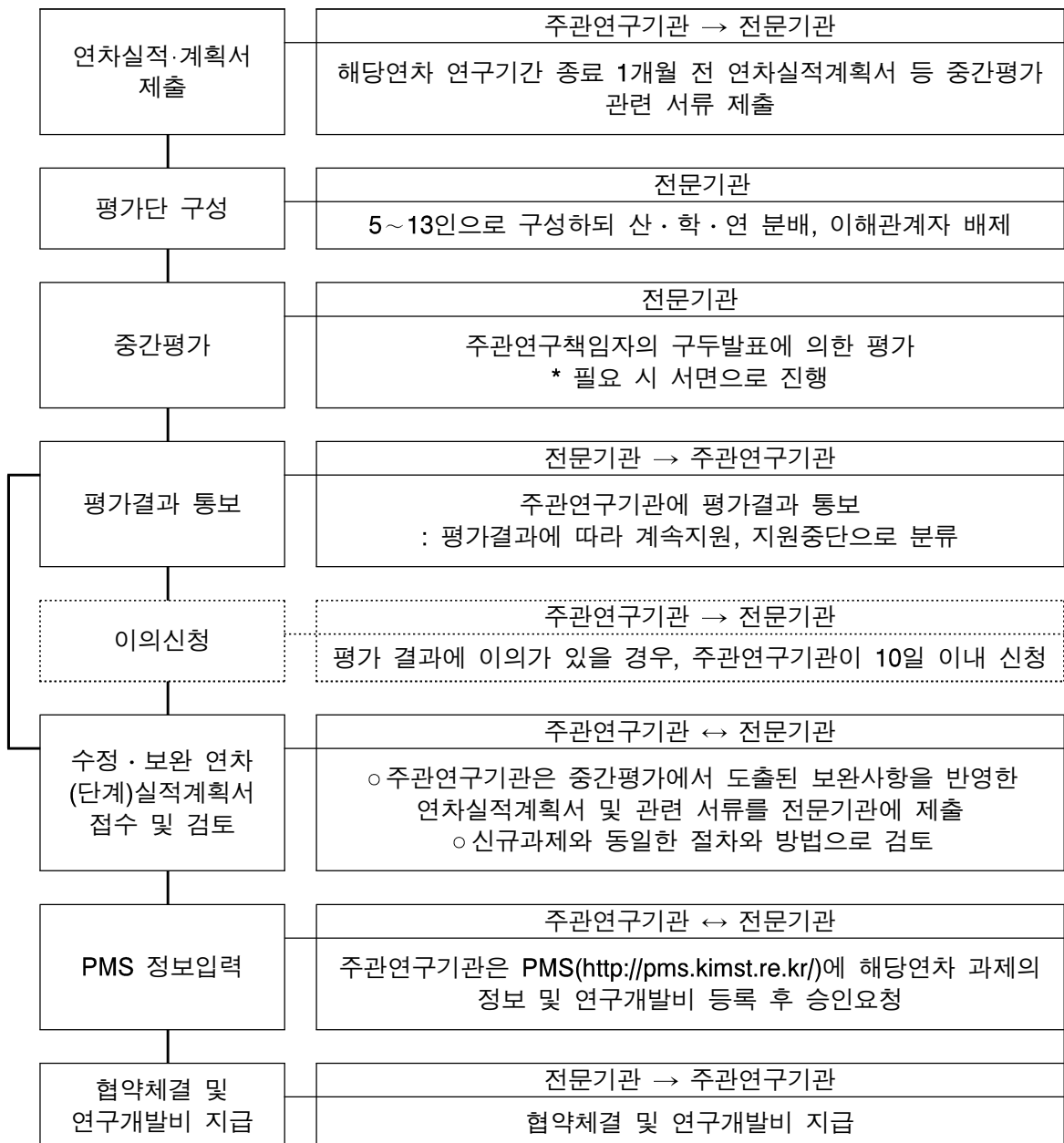
[그림 6-3] 진도관리 프로세스

## □ 연차평가

- 연차평가는 각 세부사업 및 세세부사업내 개별 과제 대상으로 매 사업연도 종료시 실시
- 각 컨소시엄 및 총괄주관기관, 핵심과제 주관기관은 연차평가를 위해 연차보고서를 작성하여 제출
  - 컨소시엄 총괄보고서는 총괄주관기관이 작성하여 사업단에 제출
  - 핵심과제 주관기관은 각 개별과제 연차보고서를 작성하여 총괄주관기관에 제출하고, 총괄주관기관은 각 핵심과제의 연차보고서를 취합하여 제출
- 주관기관이 제출한 연차보고서 점검, 현장실태조사, 평가위원회 심의 등을 거쳐 “계속”,

“중단”, “조기완료”로 성과 구분

- 상대평가에 따라 예산차등지원 및 하위등급과제 집중관리 조치
- 평가위원회는 다음 항목을 평가
  - 당해년도 실적 및 차년도 계획 평가
  - 차년도 연구개발비 계상의 적정성 검토
  - 연구개발과제의 의견 사항

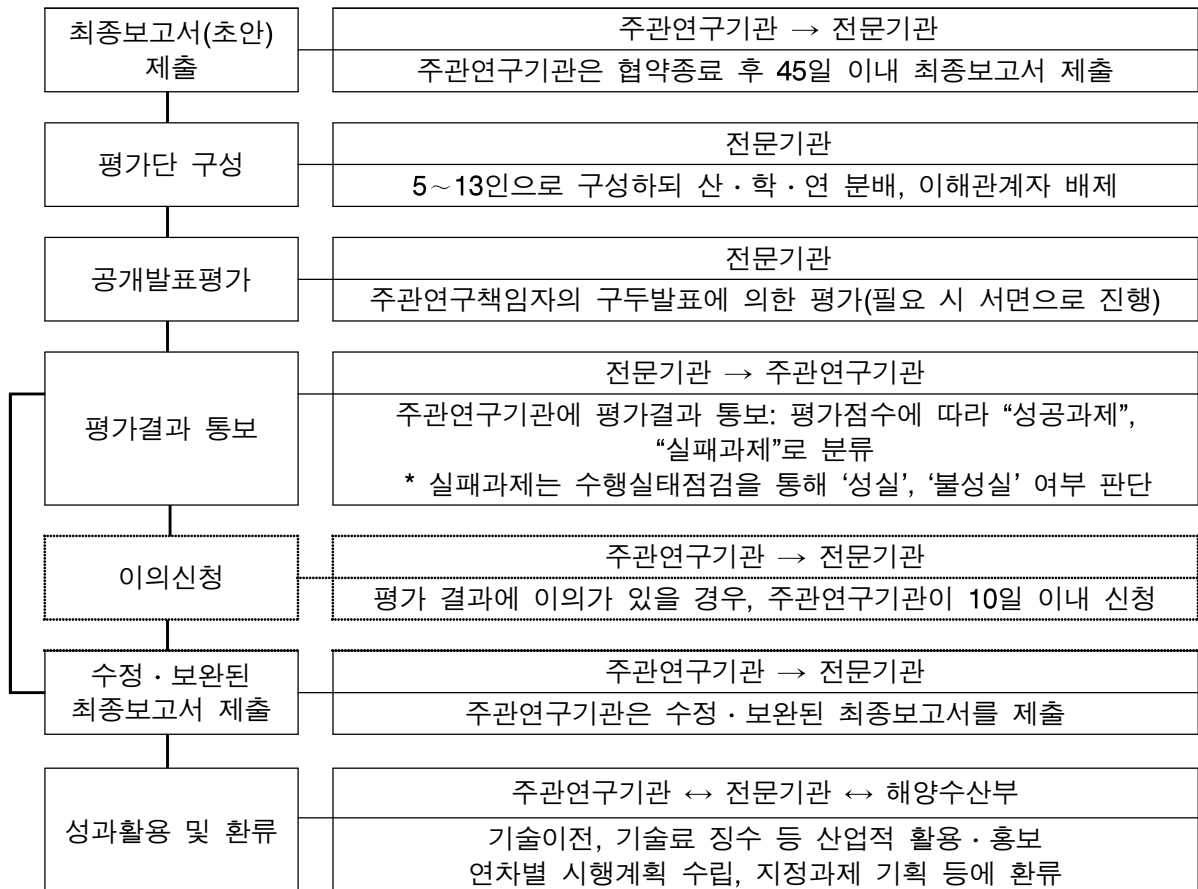


[그림 6-4] 중간평가 절차



## □ 최종평가

- 사업단은 개별 프로젝트들의 종료시점에 최종보고서 점검, 현장실태조사 또는 평가위원회 심의를 통하여 과제의 추진실적 및 성과에 대하여 종합평가 실시
- 주요 판단기준은 연구책임자가 제시한 프로젝트 최종목표의 달성여부 및 사업화 가능성, 기술개발비 집행의 적정성 등
- 최종평가 결과는 “성공과제” 또는 “실패과제(성실, 불성실)”로 구분
  - 최종평가 결과 100점 만점을 기준으로 배점 평가를 실시하여 60점 이상 과제는 “성공과제”, 60점 이하 과제는 “실패과제”로 구분함
  - 실패과제는 계획된 최종 기술개발목표를 달성하지 못하였으나, 기술개발은 성실히 수행한 경우 “성실실패”로 판단하며, 그렇지 않은 경우를 “불성실실패”로 구분함.
  - 성실수행과제는 제재를 면제하되, 불성실수행과제는 연구 수행상황 및 실적 등을 고려하여 제재 차등화
  - (평가지표) 연구개발결과 평가·검토의견

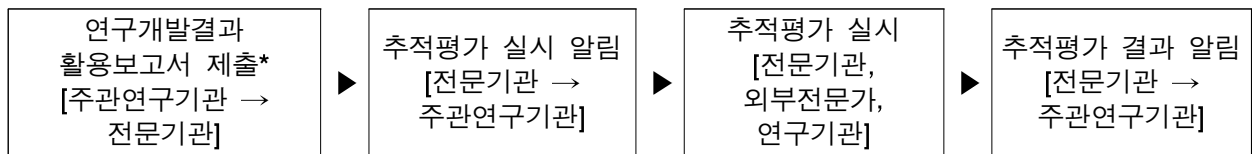


[그림 6-5] 최종평가 절차

## □ 추적 평가

### ○ 추적평가 방안

- 본 사업의 추적평가 체계 및 조사내용은 해양수산 연구개발사업 운영규정 제38조(연구개발결과의 평가)에 의거하여 과제종료 후 3년 이내에 실시함
- 연구성과의 사업화 여건 분석 및 적시 환류를 통한 R&D 투자 효율성 및 정책 실효성 제고를 위해 추적평가 실시



\* 매년 2월 말까지 전문기관에 제출

[그림 6-6] 추적평가 절차

### ○ 추진절차 : 3단계 (사전분석 → 현장조사 → 최종평가)

#### - 사전분석

- 정량분석 결과에서 상위권에 해당하는 과제를 현장조사 대상으로 선정(산업화/공공분야 특성을 반영해 가중치를 달리 적용하여 평가)
- 사전분석 결과는 현장조사 대상과제 도출을 위함과 동시에 최종 평가 시 활용

#### - 현장조사

- 해양수산R&D 전문가를 동반한 현장조사를 실시하여 해양수산 R&D 성과의 추세·활용현황·애로사항 등을 파악
- 현장조사 수행을 위하여 과제(기술) 관련 연구기관 전문가 또는 유사과제를 수행한 경험이 있는 전문가 등을 활용하여 인터뷰 실시

#### - 최종평가

- 사전분석 및 현장조사 결과를 반영하여 우수과제에 대한 최종평가를 실시하여 점수를 배점하여 등급을 확정

### ○ 추적평가 결과 활용

- 성과 활용·확산의 우수사례 발굴 및 성과 미흡요인 파악을 통한 실질적인 개선방안 마련
- 해양 R&D 성과확산을 위한 과제기획·선정·모니터링 방안 등 R&D 프로세스 전반에

결친 환류체계 구축방안 수립에 활용

- 평가방법 : 전문가에 의한 현장중심의 정성평가 및 연구종료이후 성과활용 미흡요인분석과 정량적인 성과활용 결과 데이터를 종합하여 우수과제를 발굴
- 업무효율화 : 매년 수행하는 성과분석 연구용역에 포함하여 실시
- 환류체계 : 우수과제 발굴 및 성과활용 미흡요인 분석

### 3. 성과 관리방안

□ 사업목적-전략목표-성과목표-성과지표의 연계를 통해 목표중심 성과관리 체제를 강화

- 차세대해양로봇,ICT융합기술개발사업의 목적 달성을 위하여 설정한 전략목표별로 성과 목표 및 이를 평가하기 위한 정량지표를 도출하여 관리
- 성과지표(안)

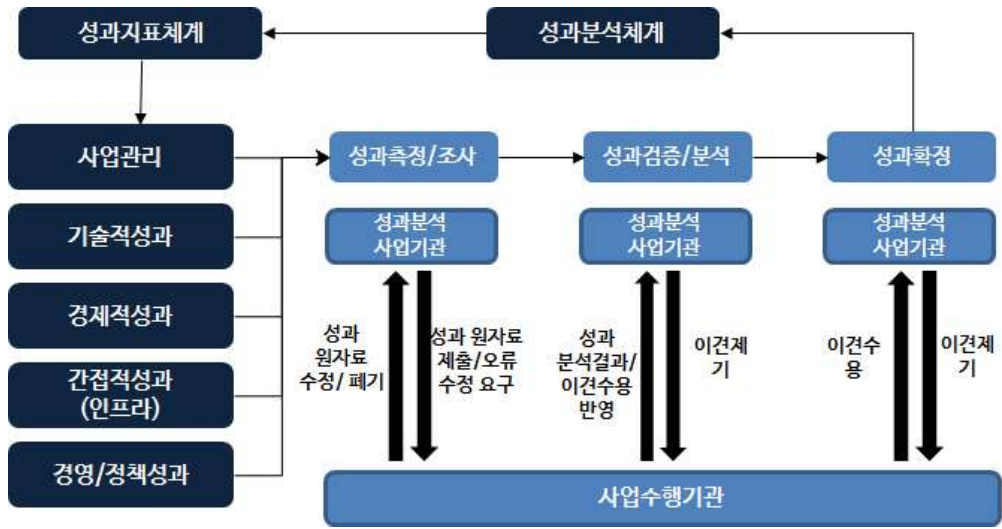
<표 6-3> 차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업의 성과지표(안)

성과지표명 (단위)	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
발전 시스템 (시간당 전력 생산량)		500W(태양광)	200W(풍력) 500W(파력)		
운용시간(개월)			6		12
부이 최적배열 거리(km)		5		10	
AUV운용시간 (시간)			10	15	24
AUV운용수심(m)			200	1,000	2,500
다중 로봇 운용(대)				2	3
진회수 시간(시간)			3	2	1
수중글라이더 선단 구축 및 검증(건수)	1	2	3	3	3
수중글라이더 선단 동시 운용 장비(종)	2	2	3	5	5
수중로봇 내부 조사 성공률(%)				40%	60%
수중로봇 극복 유속(knots)			2	3	5
어장 내 어류 개체수 및 생체 분석 정확도(%)			40	60	80
해양로봇 극복 탁도(NTU)			100	200	300
저전력/소형 이동형 수중기지국 커버리지(km)			1km		2km
해상 광대역 네트워크 전송범위(km)		50km	80km	100km	
해상 광대역 네트워크 전송속도(Mbps)		10~100	10~100	10~100	

- 각 단계별로 성과목표별 달성도를 점검하고 달성도가 미흡한 경우 원인분석을 통하여 해결책을 강구하고 후속단계 사업기획에 반영하는 피드백 시스템을 운영

## □ 사업 전과정(Life-cycle) 성과관리 체계 구축·운영

- 사업의 특성을 반영한 프로그램별/과제유형별 성과지표 및 평가방법 적용
  - 사업목표 달성 관점에서 관리 필요가 있는 공통 성과와 과제별 특성을 반영하는 성과지표를 구분하여 관리
- 성과관리 프로세스 효율화
  - 성과관리 프로세스는 성과자료 수집, 성과자료 관리, 성과자료 활용의 3단계로 구성됨
    - (성과자료 수집) 기본적으로 연구를 수행하고 있는 연구책임자들에게서 받은 자료를 입력하는 단계
    - (성과자료 관리) 조사·분석·평가, 연차평가, 성과분석 등 조사 결과를 활용하기 위하여 조사대상 과제를 확정하고 이들 과제의 성과를 저장하는 단계
    - (성과자료 활용) 조사대상 과제의 분석을 통해 과제 관리에 있어서 미진한 점을 보완하고 이를 정책에 반영하는 단계
  - 성과정보 수집체계 강화
    - 성과정보 수집을 전적으로 연구자에게 의존할 수밖에 없기 때문에 연구자가 적극적으로 연구성과 정보를 제공할 수 있도록 하는 체계 구축 필요
    - 소속기관 내부 평가절차에서 활용된 연구자의 성과정보를 연구기관으로부터 온라인으로 제출받아 활용하는 방안 등 수집체계 강화 필요
- 체계적 성과관리 및 성과관리의 지속성 확보를 위해 성과관리 주체는 한국해양수산과학기술진흥원에서 전담하되, 성과분석의 객관성·지속성 확보를 위해 성과분석사업기관을 적극 활용
  - 성과분석사업기관은 성과 측정·조사, 성과 원자료 DB 구축, 성과 원자료 확인 등을 담당
    - 과제수행기관에서 제출한 성과자료를 기초로 양적 성과지표 달성도 측정
    - 질적 성과지표 달성도 평가가 필요한 경우 전문가 설문 등 관련 업무도 수행
  - 성과분석사업기관은 확인된 성과 원자료를 활용하여 성과검증·분석 업무를 수행
- 한국해양수산과학기술진흥원에서는 성과분석 결과를 확정하고 지원유지 여부 결정이나 예산조정 반영 등 사업 운영에 활용



[그림 6-1] 성과관리 체계도

## 제3절 성과 활용방안

### □ 정책연계방안

- 정책과의 연계 강화로 성과활용 제고
  - 정책·제도 혁신에 필요한 공공기술 개발 및 활용체계 구축
  - 현재 추진되고 있는 관련 정책을 보완하고, 현존·잠재적 이슈에 적절히 대응하기 위한 시스템 구축
  - 해양 관련 규제·유인·지원수단에 적용하여 해양 관련 정책의 시행 효과 및 사회적 파급효과를 극대화할 수 있는 기술개발을 추진
    - 개발된 기술을 효과적으로 활용하기 위해 해수부 소관 정책에서 적극 활용하고 지속적인 보완이 가능하도록 연계성 확보
  - 해양수산과학기술위원회를 활용하여 기술개발 성과의 정책 연계 강화
    - 국립해양조사원, 국립수산과학원 한국해양환경관리공단, 기상청, 지자체, 등 잠재적 기술 활용 주체인 주요 정부·공공기관, 기업 및 전문가 참여를 확대하여 개발기술의 활용 관련 정책연계 방향 등을 제시

### □ 사업화 연계방안

- 우수기술에 대하여는 확보된 성과의 사업화를 지속 지원할 수 있는 방안을 강구
- 특허법인 등 전문기관과 연계하여 유망기술 발굴 및 기술이전 지원 추진
  - 대학, 연구소, 연구단 등 참여기업이 없는 기술개발과제를 통해 창출한 특허를 대상으로 해당 특허의 기술적 우수성과 권리화 가능성을 분석하여 유망기술 발굴 및 마케팅 지원 강화
- 기술개발-산업육성 연계지원 시스템 신설·활용
  - 동 사업으로 개발된 우수기술에 대해서는 국내외 기술로드쇼 참가지원 등 기술홍보, 시장개척단 파견 등 기술수요처와 네트워크 구축, 사업화자금 소개, 진출대상 해외시장 정보제공 등 다양한 사업화 지원시스템을 신설·활용하여 지원할 계획임



[그림 6-7] 사업화 및 상용화 연계방안



# 제7장 소요예산 및 확보방안

## 제1절 소요예산 및 조달방안

### 1. 소요예산

#### 가. 총 소요예산 및 연도별 소요예산

- 총 1,821억원 (국고 1,625억원, 민간 196억원)
  - 2020년 : 326억원(국고 326억원)
  - 2021년 : 369억원(국고 369억원)
  - 2022년 : 367억원(국고 346억원, 민간 21억원)
  - 2023년 : 375억원(국고 295억원, 민간 80억원)
  - 2024년 : 382억원(국고 287억원, 민간 95억원)

<표 7-1> 사업 소요예산

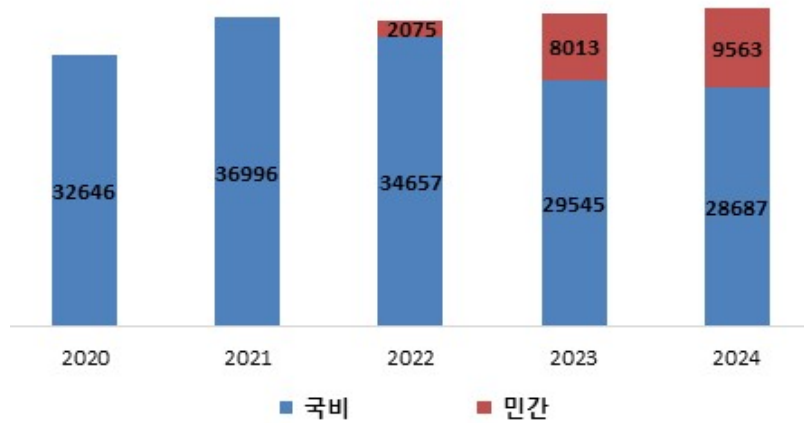
(단위 : 백만원)

핵심과제	재원	20년	21년	22년	23년	24년	합계
자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템	국비	4,356	5,356	5,356	4,580	4,692	24,340
	민간	0	0	0	1,527	1,564	3,091
	합계	4,356	5,356	5,356	6,106	6,256	27,430
고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술	국비	6,423	6,041	5,416	2,825	2,554	23,258
	민간	0	0	0	942	851	1,793
	합계	6,423	6,041	5,416	3,766	3,405	25,051
지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술	국비	8,009	7,384	6,759	3,832	3,269	29,253
	민간	0	0	0	1,277	1,090	2,367
	합계	8,009	7,384	6,759	5,109	4,359	31,620

(단위 : 백만원)

핵심과제	재원	20년	21년	22년	23년	24년	합계
극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술	국비	3,604	5,911	6,085	4,930	5,870	26,399
	민간	0	0	0	1,643	1,957	3,600
	합계	3,604	5,911	6,085	6,573	7,826	29,999
스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발	국비	4,254	5,004	4,816	5,504	4,128	23,706
	민간	0	0	0	0	1,376	1,376
	합계	4,254	5,004	4,816	5,504	5,504	25,082
해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발	국비	6,000	7,300	6,225	7,875	8,175	35,575
	민간	0	0	2,075	2,625	2,725	7,425
	합계	6,000	7,300	8,300	10,500	10,900	43,000
합계	국비	32,646	36,996	34,657	29,545	28,687	162,531
	민간	0	0	2,075	8,013	9,563	19,651
	합계	32,646	36,996	36,732	37,558	38,250	182,182

(단위 : 백만원)



[그림 7-1] 연도별 소요예산 추이



[그림 7-2] 핵심과제별 예산비중

## 2. 소요예산 산출내역

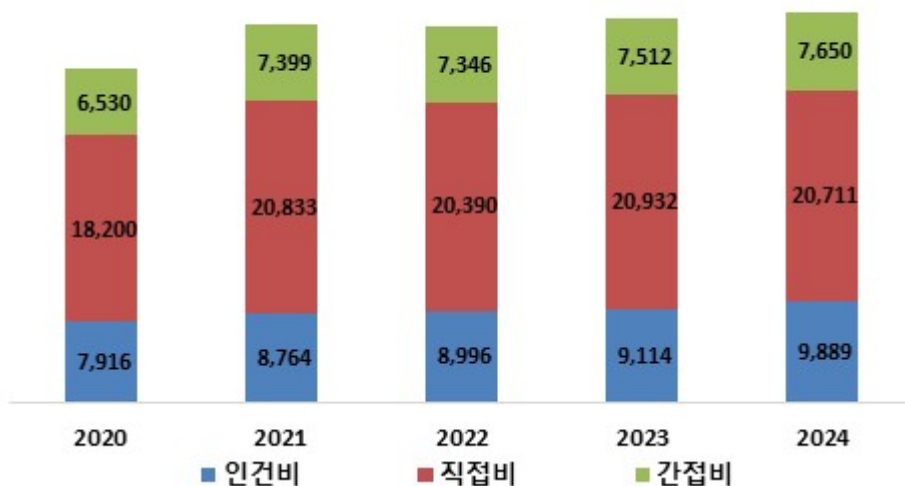
- 총 예산 : 인건비 446억원, 직접비 1,010억원, 간접비 364억원
- 2020년 : 인건비 79억원 , 직접비 182억원, 간접비 65억원
- 2021년 : 인건비 87억원 , 직접비 208억원, 간접비 74억원
- 2022년 : 인건비 90억원, 직접비 203억원, 간접비 73억원
- 2023년 : 인건비 91억원, 직접비 210억원, 간접비 75억원
- 2024년 : 인건비 99억원, 직접비 207억원 , 간접비 77억원

<표 7-2> 비목별 소요예산

(단위 : 백만원)

비목	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
인건비	7,916	8,764	8,996	9,114	9,889	44,679
직접비	18,200	20,833	20,390	20,932	20,711	101,066
간접비	6,530	7,399	7,346	7,512	7,650	36,437
합계	32,646	36,996	36,732	37,558	38,250	182,182

(단위 : 백만원)



[그림 7-3] 연도별 비목별 소요예산 추이

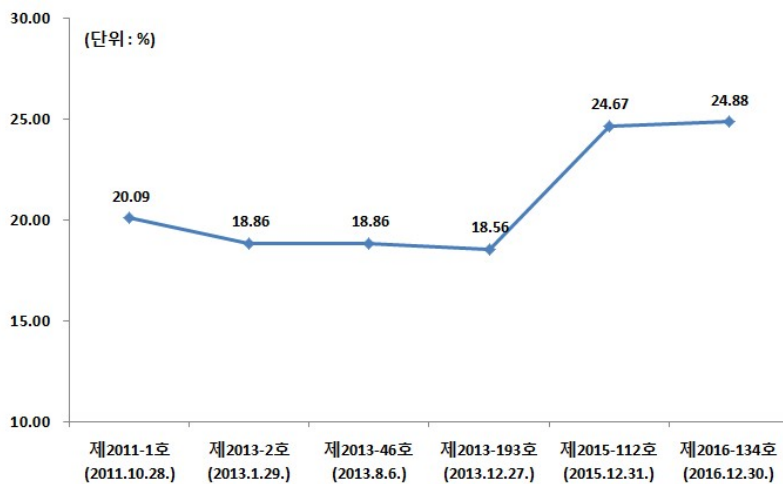
### [참고] 간접비 계상 기준 및 근거

#### □ 간접비 계상기준

- (인건비+직접비)의 25% 일괄 적용

#### □ 간접비 계상근거

- 최근 6개년간 「국가연구개발사업 기관별 간접비 계상기준」에 고시된 각 기관의 평균 간접비 추이를 참고하여 계상함
- 2013년 이후 평균 간접비는 지속적으로 상승하고 있는 추세에 있으므로 2016년 기준 간접비인 24.88% 보다 다소 높은 25%를 일률적으로 적용함



[최근 6개년간 고시된 평균 간접비 추이]

### [참고] 인건비 계상 기준 및 근거

#### □ 인건비 계상기준

- 투입인력을 책임연구원, 연구원, 연구보조원으로 구분하고, 각각 연임금 76,060,000원, 58,320,000원, 38,902,000원 적용

#### □ 인건비 계상근거

- 회계예규(기획재정부)의 예정가격 작성기준의 제2장(원가계산에 의한 예정가격 작성) 제4절(학술연구용역 원가계산) 제26조(인건비)의 [별표 5]에서 정한 연구요원 급료의 기준단가에 따름

등 급	월임금(원)	연임금(원)
책임연구원	3,169,323	76,060,000
연구원	2,430,194	58,320,000
연구보조원	월 1,624,503	38,902,000
비고	참여율 50%, 1개월 기준	참여율 100%, 12개월 기준

### 3. 소요예산 조달방안

#### □ 국고 규모

- 본 사업의 국고 소요액은 1,608억원이며, 전액 해양수산R&D예산으로 조달할 계획임

#### □ 해양수산부 과거 R&D예산 증가율

<표 7-3> 해양수산부 지난 3년간 R&D 예산운용추이

(단위 : 억원)

연도	'16	'17	'18	연평균 증가율
R&D예산	5,723	5,935	6,145	3.6%

#### □ 해양수산부 향후 R&D예산 전망

- 2016년~2018년까지 해양수산R&D 연평균 증가율인 3.6%를 적용함

<표 7-4> 향후 해양수산부 R&D 예산운용 전망

(단위 : 억원)

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	합계 (20'25)	증가율 (%)
총 예산	5,935	6,145	6,366	6,595	6,819	7,044	7,269	7,494	53,667	3.6
신규 가용 재원	총 예산의 전년도 증가분	-	-	229	224	225	225	225	1,128	
	해양장비개 발 및 인프라 구축사업 종료분	-	-	0	350	350	350	350	1,400	
	합계(A)	-	-	-	229	574	575	575	575	
본 사업(B)	-	-	-	326	326	326	326	326	1,630	
차약(A-B)	-	-	-	-97	247	249	249	249	897	

- 연평균 증가율 3.6%를 적용한 2020년~2024년 해양수산부 R&D예산은 총 5조 3천667억 원에 이를 것으로 전망됨
- 총 신규 가용재원은 2020년 229억원에서 2024년 575억원으로 증가하여 2020~2024년 합

계는 2,528억원 규모가 될 것으로 전망됨

- 해양수산부 R&D 총예산의 전년대비 증가분은 2024년 225억으로 유지될 것으로 전망하여 2020년~2024년 합계는 1,128억원 규모가 될 것으로 전망됨
- 해양장비개발 및 인프라 구축사업 종료분은 과거 사업의 예산편성 평균값을 기입
- 2020년~2024년 기간 중에 신규가용재원(2,528억원)과 본 사업의 소요예산(1,608억원)의 차액은 총 920억원으로 본 사업의 국고조달이 가능할 것으로 분석됨

#### □ 민간부담금 개상 기준

- 해양수산부는 민간기업이 참여하는 과제의 경우 해양수산기술개발사업운영규정에서 정하는 바에 따라 민간재원 부담을 의무화하고 있음
  - ※ 민간부담금 비율 : 중소기업 25%이상, 중견기업 40%이상, 대기업 50%이상
- 본 사업에서 민간부담금은 중소기업 참여를 전제로 사업비의 25%로 일률 적용함

## 제2절 소요인력 및 확보방안

### 1. 소요인력

#### 가. 인력 투입 계획

- 사업기간(2020~2024년) 동안 총 830명 투입 (연평균 159명)
  - 책임연구원 173명, 연구원 305명, 연구보조원 352명<sup>34)</sup>

<표 7-5> 인력 투입 계획

(단위 : 명)



핵심과제	투입인력			
	책임 연구원	연구원	연구 보조원	합계
자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템	15	25	75	115
고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술	30	40	53	123
지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술	30	100	75	205
극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술	23	36	48	107
스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇개발	25	50	50	125
해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발	50	54	51	155
<b>사업 합계</b>	<b>173</b>	<b>305</b>	<b>352</b>	<b>830</b>

34) 책임연구원, 연구원, 연구보조원 등은 회계예규 학술연구용역 기준단가의 연구인력 구분 기준임



## 나. 투입인력 산출 근거

- 산출한 소요예산에 따라 소요되는 투입인력을 책임연구원, 연구원, 연구보조원으로 구분하고, 각각 연임금 76,060,000원, 58,320,000원, 38,902,000원 적용
- 회계예규(기획재정부)의 예정가격 작성기준의 제2장(원가계산에 의한 예정가격 작성) 제4절(학술연구용역 원가계산) 제26조(인건비)의 [별표 5]에서 정한 연구요원 급료의 기준단가에 따름

<표 7-6> 학술연구용역의 연구요원 급료 기준단가

등 급	월임금(원)	연임금(원)	자격요건
책임연구원	3,169,323	76,060,000	용역수행 지휘·감독 및 결론 도출 역할 대학 부교수 수준의 기능 보유자
연구원	2,430,194	58,320,000	책임연구원을 보조하는 자 대학 조교수 수준의 기능 보유자
연구보조원	1,624,503	38,902,000	통계처리·번역 등의 역할을 수행하는 자 조교 정도의 전문지식을 가진 자
비고	참여율 50%, 1개월 기준	참여율 100%, 12개월 기준	

출처 : 기획재정부(2018), 개정 회계예규 전문

## 2. 핵심과제별 소요예산 산출내역

- 단위 : 명, 백만원
- 참여인력의 참여율 100%로 가정 / 간접비는 (인건비+직접비)의 25%로 일괄 적용

핵심과제 명			[1] 자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템						
비목			2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계	
인건비	책임 연구원	MY	3	3	3	3	3	15	
		금액	228	228	228	228	228	1,140	
	연구원	MY	5	5	5	5	5	25	
		금액	292	292	292	292	292	1,460	
	연구 보조원	MY	15	15	15	15	15	75	
		금액	585	585	585	585	585	2,925	
	인건비 소계	MY	23	23	23	23	23	115	
		금액	1,105	1,105	1,105	1,105	1,105	5,525	
	직접비			2,380	3,180	3,180	3,780	3,900	16,420
	간접비(25%)			871	1,071	1,071	1,221	1,251	5,485
합계			4,356	5,356	5,356	6,106	6,256	27,430	

핵심과제 명			[2] 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술						
비목			2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계	
인건비	책임 연구원	MY	6	6	6	6	6	30	
		금액	456	456	456	456	456	2,280	
	연구원	MY	6	8	8	8	10	40	
		금액	350	467	467	467	583	2,334	
	연구 보조원	MY	8	10	10	10	15	53	
		금액	312	390	390	390	585	2,067	
	인건비 소계	MY	20	24	24	24	31	123	
		금액	1,118	1,313	1,313	1,313	1,624	6,681	
	직접비			4,020	3,520	3,020	1,700	1,100	13,360
	간접비(25%)			1,285	1,208	1,083	753	681	5,010
합계			6,423	6,041	5,416	3,766	3,405	25,051	

핵심과제 명			[3] 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술						
비목			2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계	
인건비	책임 연구원	MY	6	6	6	6	6	30	
		금액	456	456	456	456	456	2,280	
	연구원	MY	20	20	20	20	20	100	
		금액	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	5,830	
	연구보조원	MY	15	15	15	15	15	75	
		금액	585	585	585	585	585	2,925	
	인건비 소계	MY	41	41	41	41	41	205	
		금액	2,207	2,207	2,207	2,207	2,207	11,035	
	직접비			4,200	3,700	3,200	1,880	1,280	14,260
	간접비(25%)			1,602	1,477	1,352	1,022	872	6,325
합계			8,009	7,384	6,759	5,109	4,359	31,620	

핵심과제 명			[4] 극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술					
비목			2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
인건비	책임 연구원	MY	3	5	5	5	5	23
		금액	228	380	380	380	380	1,748
	연구원	MY	5	7	7	7	10	36
		금액	292	408	408	408	583	2,099
	연구 보조원	MY	7	9	10	10	12	48
		금액	273	351	390	390	468	1,872
	인건비	MY	15	21	22	22	27	107
	소계	금액	793	1,139	1,178	1,178	1,431	5,719
직접비			2,090	3,590	3,690	4,080	4,830	18,280
간접비(25%)			721	1,182	1,217	1,315	1,565	6,000
합계			3,604	5,911	6,085	6,573	7,826	29,999

핵심과제 명			[5] 스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇개발					
비목			2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
인건비	책임 연구원	MY	5	5	5	5	5	25
		금액	380	380	380	380	380	1,900
	연구원	MY	10	10	10	10	10	50
		금액	583	583	583	583	583	2,915
	연구보조원	MY	10	10	10	10	10	50
		금액	390	390	390	390	390	1,950
	인건비	MY	25	25	25	25	25	125
	소계	금액	1,353	1,353	1,353	1,353	1,353	6,765
직접비			2,050	2,650	2,500	3,050	3,050	13,300
간접비(25%)			851	1,001	963	1,101	1,101	5,017
합계			4,254	5,004	4,816	5,504	5,504	25,082

핵심과제 명			[6] 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발					
비목			2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
인건비	책임 연구원	MY	7	9	10	11	13	50
		금액	532	685	761	837	989	3,804
	연구원	MY	7.83	9.81	11.82	11.87	12.87	54.2
		금액	457	572	689	692	751	3,161
	연구 보조원	MY	9	10	10	11	11	51
		금액	351	390	390	429	429	1,989
	인건비	MY	23.83	28.81	31.82	33.87	36.87	155.2
	소계	금액	1,340	1,647	1,840	1,958	2,169	8,954
직접비			3,460	4,193	4,800	6,442	6,551	25,446
간접비(25%)			1,200	1,460	1,660	2,100	2,180	8,600
합계			6,000	7,300	8,300	10,500	10,900	43,000



# 제8장 사업 타당성 분석

## 제1절 기술적 타당성 분석

### 1. 기술적 타당성 분석 개요

- 기술적 타당성 분석을 위해 기술개발 계획의 적절성, 기술개발 성공가능성, 기존 사업과의 중복성에 대한 검토를 실시함

<표 8-1> 기술적 타당성 분석 항목

분석주안점	분석분야	분석항목
기술개발 계획의 적절성	사업 기획과정의 적절성	기획 참여 전문가 집단 구성의 적절성
		기술수요조사의 적절성
		우선순위 설정과정의 적절성
	사업 목표의 적절성	문제/이슈의 적절성
		목표 설정의 적절성
		사업목표와 이슈/문제와의 연계성
사업 구성 및 내용의 적절성	세부활동과 사업목표 간 연계성	
	성과지표의 적절성	
기술개발 성공가능성	기술확보 성공가능성	연구인력 확보 가능성
		연구장비 확보 가능성
		기술수준 달성 가능성
기존 사업과의 중복성	사업수준의 중복성 검토	기존 사업과의 중복성 검토의 적절성
		기존 사업과의 중복성 검토 결과
	과제수준의 중복성 검토	기존 과제와의 중복성 검토의 적절성
		기존 과제와의 중복성 검토 결과

## 2. 기술개발 계획의 적절성

### 가. 사업 기획과정의 적절성

- 본 사업은 외부 기획전문기관에 의한 연구를 통해 기획되었으며, 산·학·연 전문가로 구성된 기획위원회, 광범위한 국내 전문가를 대상으로 한 기술수요조사 및 본 사업 결과물의 잠재적 수요기관에 대한 수요조사를 기반으로 기획됨

#### □ 기획 참여 전문가 구성의 적절성

- (기획연구 추진) 외부 전문기관에 기획연구 의뢰
  - 수행기관 : (주)기술과가치
- (기획위원회의 구성 체계 및 역할) 산·학·연 전문가 38명으로 구성된 기획위원회를 운영하여 기획의 전문성·객관성 제고
  - 총괄기획위원장 1명, 해양로봇분야 13명, 수중통신분야 11명, 융합관측분야 14명
  - (기획위원회의 역할) 기획위원회는 위원장, 3개 기술분과위원장으로 구성
    - (자문) 사업철학, 사업목표, 추진전략, 사업운영방안 등 사업기획의 전반에 대한 자문
    - (조정) 사업의 비전·목표 등 상위체계와 기술분과별 내역사업, 대과제, 중과제 기획 내용의 부합성 검토 및 기획 수준 조정, 분과간 균형기획 측면의 조정
    - (기타) 산·학·연 전문가 발굴 및 기획위원 추천
  - (3개 기술분과위원회의 역할) 기술분과위원회는 산·학·연 전문가로 구성
    - (기술기획) 분과별 기술체계도 수립, 내역사업 및 대과제, 중과제 기술기획
    - (조정) 각 분과위원의 기획 내용 검토·조정, 기획자문위원회에 참석하여 소관 분과의 기획 내용 설명 및 조정
  - (기획위원회의 인적 구성) 학계 33%(13명), 산업계 21%(8명), 연구계 46%(18명)

## □ 기술수요조사의 적절성

### ○ 1차 기술수요조사

- 조사대상자 : 해양장비, 수중통신, 관측 산·학·연 전문가 200여명
  - 전담기관 전문가 DB, 협동연구기관 전문가 그룹에서 중복을 배제하고 기술개발자 중심으로 수요조사 대상자 선정
- 조사기간 : 2017년 7월 11일 ~ 7월 18일
- 조사방식 : 설문조사 방식
- 조사내용 : 해양장비관련 국내 기술수준, 해양로봇·ICT융합 경쟁력 강화를 위한 투자 분야, 관련 이슈 및 문제점, 해양로봇·ICT융합 관련 기술수요
- 조사결과 : 61명이 회신하였으며, 최종 65건의 기술수요 도출
  - 제출된 65개 기술은 기술수요자 중심의 2차 수요조사 결과 취합분석하여 핵심기술 도출에 활용

### ○ 2차 기술수요조사

- 조사대상자 : 해양장비관련 해양수산R&D 연구책임자, 한국해양수산기술진흥원(해양수산 R&D관리기관), 해양수산부, 잠재적 기술수요자(수산과학원, 해양조사원, 해양환경관리공단 등) 2,000여명
- 조사기간 : 2017년 12월 22일~ 2018년 1월 4일
- 조사방식 : 웹 설문방식(Google 웹설문)
- 조사내용 : 해양로봇·장비 국내 기술수준, 해양 데이터 생산·관리·활용 이슈 및 문제점, 요구되는 해양 데이터, 해양 데이터의 정책 활용도, 해양로봇·ICT융합 관련 기술수요

### ○ 수요조사 결과 반영

- 1,2차 기술에 수요를 종합하여 공통된 36개 기술을 도출하였고 세부기술 구성에 대한 의견 및 기술수요를 반영하여 기획위원회 검토를 거쳐 사업체계 구성에 반영

## □ 우선순위 설정과정의 적절성

- 기술수요조사 결과를 종합하여 도출된 36개 기술에 대해 기획위원회의 검토를 거쳐 최종 14개 핵심기술을 선정하였으며, 14개 핵심기술에 대해 기획위원과 관련 전문가를 대상으로 기술개발 우선순위 도출

- (평가기간) 2018년 2월 2일 ~ 2월 6일

- (평가기준) 기술의 파급성, 기술개발 시급성, 기술의 혁신성

<표 8-2> 우선순위 평가항목 및 평가기준

평가항목	평가지표
기술의 파급성	국내 해역 및 산업 적용가능성
	수출가능성
	경제적 파급효과
기술의 시급성	기후변화 피해대응 역량강화 효과
	해양관측자료 신뢰성 향상 효과
	국민안전성 확보효과
기술의 혁신성	해양과학기술수준 향상효과
	해양과학기술인력 양성효과
	과학기술적 파급효과



[그림 8-1] 핵심기술 우선순위 평가 결과

⇒ 핵심기술의 우선순위 평가 결과를 기준으로 사업체계(사업구성) 실시



## 나. 사업 목표의 적절성

- 사회·정책·기술·산업동향으로부터 사업의 핵심이슈와 대응방안을 도출하였으며, 각 내역사업 별로 이슈를 분화시켜 해결방안을 도출하고 이와 연계하여 내역사업의 목표를 설정함
- 사업의 비전은 상위계획 및 관련법 상의 환경부의 책무로부터 설정하였으며, 성과목표는 비전과의 부합성을 고려하고 내역사업의 성과물을 기반으로 설정함

### □ 문제/이슈의 적절성

<표 8-3> 동향으로부터 핵심이슈 도출

주요 동향		핵심 이슈
사회 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화로 인해 한반도 주변해역의 변화 징후 가시화</li> <li>- 해수면·해수온 상승, 해양산성화 증가</li> <li>• 해양환경변화로 인한 이상기후발생</li> <li>• 접근성·비가시성으로 인한 해양사고 신속대응 저해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양건강성 위협 및 경제적 피해 발생</li> <li>- 광범위한 해역의 적조 발생</li> <li>- 폭염으로 인한 고수온 발생</li> <li>• 해양사고로 인한 국민안전 위협 증가</li> <li>- 해양 구난·오염사고의 피해확대</li> </ul>
정책 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화 피해 가시화로 인한 분야별 피해대응 정책수립</li> <li>• 기후변화 부정적 영향 증가에 따른 국제사회의 적응 중요성 강조 및 관련 논의 심화</li> <li>• 4차 산업혁명으로 국가 성장 패러다임 전환</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화로 인한 해양환경변화 대응 등 해양 관리를 위한 정책수립 정보 부족</li> <li>• 해양 분야 미래 신산업 창출 및 과학기술 역량 강화를 위한 해양장비개발 및 해양수산 정보 네트워크 구축 지원 필요</li> <li>• 인공지능 기반 수중로봇 등 해양장비 활용 기반구축 필요</li> </ul>
기술 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양공간 활용을 위한 다양한 기술적 능력 확보</li> <li>• 해양환경 위협 요인들의 다양화 및 영향력 증대</li> <li>• 해양관련 정보의 종합적인 관리 요구 증가</li> <li>• 공급자(개발자) 중심에서 수요자 중심으로 R&amp;D트렌드 변화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경통합 모니터링 및 기후변화·이상기후 예측·대응기술, ICT융합 데이터 공유플랫폼 구축 필요</li> <li>• 수중 환경센싱·작업 핵심기술개발 필요</li> <li>• 실시간 모니터링을 통한 해양관측·예측 기술 개발 및 정보시스템 구축 미흡</li> <li>• 공급자(개발자) 중심에서 수요자 중심의 기술 개발 추진</li> </ul>
산업 동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기타 해양기기·장비제조업의 낮은 매출 규모</li> <li>• 국내 자체 R&amp;D 수행하는 해양산업체는 R&amp;D를 수행하지 않는 산업체에 비해 높은 매출을 보임</li> <li>• 국내·외 해양장비산업 증가 전망</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시장선점을 위해 체계적 연구개발 및 상용화 전략 추진 시급</li> <li>• 지속적인 R&amp;D투자 및 기술역량 지원을 통해 매출신장 및 신산업 창출 가능</li> </ul>



## R&D 전략방향

### 광역해양 관측 및 안전성 확보 로봇개발

- 고정형 관측소의 공간적 한계 극복이 가능한 국내 외해·심해 관측정보 생성을 위한 기반확보
- 극한 상황에서도 해양감시정보의 신뢰도가 보장되고 신뢰도가 유지된 정보를 토대로 해양사고 대응력 강화 기술 확보

### 해양환경 및 생태계 모니터링 기술 고도화

- 국내 해양에서 일어나는 해양생태계변화를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 기술 확보

### 해양로봇 운용·제어 최적 해양통신 네트워크 구축

- 개발된 다수의 해양로봇을 효율적으로 제어하여 운용 효율을 제고하고 이를 통해 생성된 많은 양의 정보의 신속·정확한 전달을 위한 해양로봇 운용·제어 최적 해양통신 네트워크 구축

### 목표 설정의 적절성

#### ○ 비전설정 근거

- (비전) 첨단 ICT 기술을 활용한 해양개발강국 실현
- (설정근거) 제4차 과학기술기본계획, 제2차 해양수산발전기본계획, 제4차 해양환경종합계획, 해양수산 R&D 중장기계획, 2020해양과학기술로드맵 등의 상위계획과 해양수산발전기본법 등 관련법 상의 해양수산부의 책무에 근거하여 설정함
  - 제4차 과학기술기본계획 : 4차산업혁명 대응 실시간 정보관리 네트워크 구축 및 핵심기술 확보, 국가적 기후변화 예측 및 대응역량 제고
  - 제2차 해양수산발전기본계획(2011~2020) : 건강하고 안전한 해양 이용·관리 실현, 신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발
  - 제4차 해양환경종합계획(2011~2020) : 해역별 특성에 맞는 맞춤형 관리 강화, 해양생태계 건강성유지·보전
  - 해양수산 R&D 중장기계획(2014~2020) : 첨단 해양 장비산업 육성
  - 2020해양과학기술로드맵(MTRM2020) : 전 지구적 기후변화 예측 및 대응, 안전한 해양 이용
  - 해양수산발전기본법에 따라 국가는 해양과학기술을 향상하게 하고 해양과학기술의 실용화·산업화를 촉진해야하는 책무가 있음
  - 이러한 책무에 따라 해양환경 및 해양수산자원을 보전하고 지속 가능한 개발을 위한 관리역량을 강화해야 함

- 이러한 배경 하에 ICT융합기술 기반의 해양로봇개발 및 활용기술을 통해 해양 지속가능한 개발·관리할 수 있는 비전을 설정함

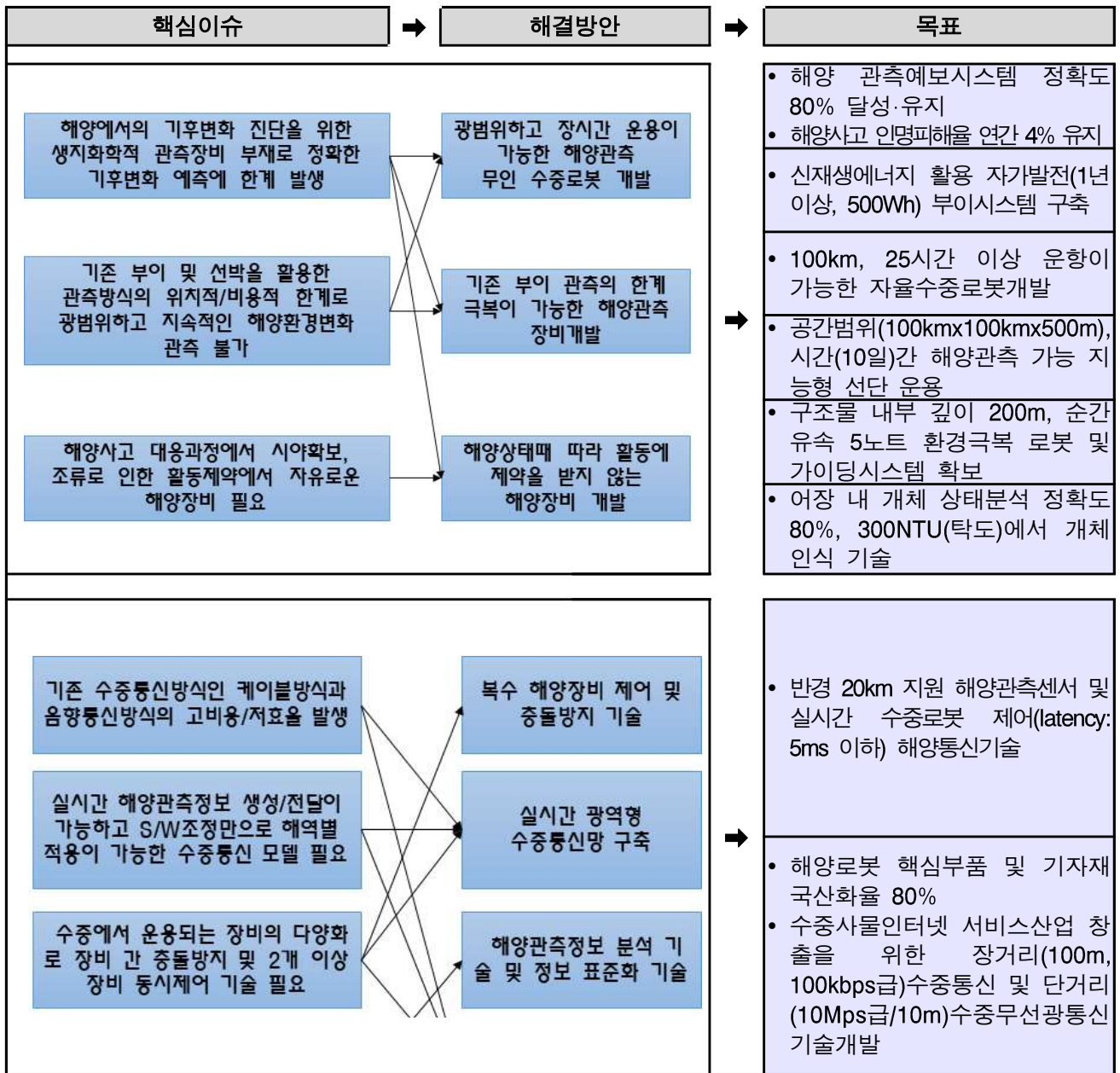
○ 성과목표 설정 근거 및 비전과의 부합성

- (성과목표) 해양관리역량 강화를 위한 ICT융합 해양로봇 개발 및 활용기반 구축
- (설정근거) 2대 내역사업 중 ‘차세대 지능형 해양로봇개발 사업’을 통해 ICT융합기술 기반의 해양관측 및 침몰선 탐사용 해양로봇을 개발하고 ‘해양로봇 ICT융합 활용기술개발사업’을 통해 해양관측정보의 실시간 전송 및 해양로봇의 운용 그리고 ICT융합기술 기반의 해양로봇의 실험역 성능평가 기술을 확보함
- (비전과의 부합성) 해양관리를 위한 ICT융합 기반 해양로봇을 개발하고 개발된 해양로봇을 실제로 운용하기 위한 운용기술을 개발하여 해양관리역량 강화를 통한 해양개발강국 실현 가능

<표 8-4> 사업의 성과목표 세부내역

<b>정책적</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 관측예보시스템 정확도 80% 달성·유지               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2014년 해양수산R&amp;D중장기계획(‘14~’20)의 목표인 해양예보시스템 적중률 80%를 달성하고 본 사업이후에도 유지하는 것을 목표로 설정</li> </ul> </li> <li>• 해양사고 인명피해율 연간 4% 유지               <ul style="list-style-type: none"> <li>- MTRM2020의 해양사고 중 인명피해율 4% 달성을 연계하는 것으로 설정</li> </ul> </li> <li>• 해양로봇 실용성 제고               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 사업을 통해 개발된 해양로봇의 운용성 검증으로 현장 활용성을 높이는 것으로 목표 설정</li> </ul> </li> </ul>
<b>기술적</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 사업의 핵심과제의 성과 중 대표성을 띠는 기술적 성과로 목표 설정</li> </ul>
<b>산업적</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 핵심부품 및 기자재 국산화율 80%               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2014년 해양수산R&amp;D중장기계획(‘14~’20)의 ‘20년까지 국산화율 64% 목표치를 이어 받아 본 사업 동안 국산화율 80% 달성을 목표로 설정</li> <li>* ’17년(50%)→’20년(64%) 연간 증가율 3.5% 적용하여 목표치 설정</li> </ul> </li> </ul>

□ 사업목표와 문제/이슈와의 연계성



[그림 8-2] 핵심이슈-해결방안-목표의 연계

## 다. 사업 구성 및 내용의 적절성

### □ 세부활동과 사업목표 간 연계성

- 기술개발의 범위에 따라 핵심과제를 구성함으로써 세부활동의 적절성을 제고하고 정책적, 기술적, 산업적 목표를 설정함으로써 사업기획의 적절성을 제고함

<표 8-5> 기술개발의 범위 및 핵심과제 구성

기술개발의 범위	핵심과제 구성	정책적 목표	기술적 목표	산업적 목표
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양에서의 기후변화로 인한 환경변화를 정확히 진단하고 해양사고 신속대응 및 해양 광역감시가 가능한 해양장비 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템</li> <li>• 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술</li> <li>• 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술</li> <li>• 극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술</li> <li>• 스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT융합 해양로봇 활용 해양관리역량</li> <li>- 해양 관측예보시스템 정확도 80% 달성·유지</li> <li>- 해양사고 인명피해율 연간 4% 유지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신재생에너지 활용 자가발전(1년 이상, 500Wh) 부이시스템 구축</li> <li>• 100km, 25시간 이상 운항이 가능한 자율수중로봇개발</li> <li>• 공간 범위(100kmx100kmx500m), 시간(10일)간 해양관측 가능 지능형선단 운용</li> <li>• 구조물 내부 깊이 200m, 순간유속 5노트 환경극복 로봇 및 가이딩시스템 확보</li> <li>• 어장 내 개체 상태 분석 정확도 80%, 300NTU(탁도)에서 개체인식 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 핵심부품 및 기자재 국산화율 80%</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양관측 정보의 실시간·지속적 전달이 가능한 통신망을 구축하고 실제해역에서 운용 가능한 기술개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 근거리 고속 수중사물인터넷(IoUT)통신 기술</li> <li>• 다차원 해양 관측 빅데이터 실시간 확보를 위한 해양 통신 핵심기술</li> <li>• 해양로봇 융합관측 실해역 운용성 설계·검증 및 데이터 처리·분석 표준화 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 실용성 제고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 반경 20km 지원 해양관측센서 및 실시간 수중로봇 제어(latency: 5ms 이하) 해양통신기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중사물인터넷 서비스산업 창출을 위한 장거리(100m, 100kbps급)수중통신 및 단거리(10Mps급/10m)수중무선광통신 기술개발</li> </ul>

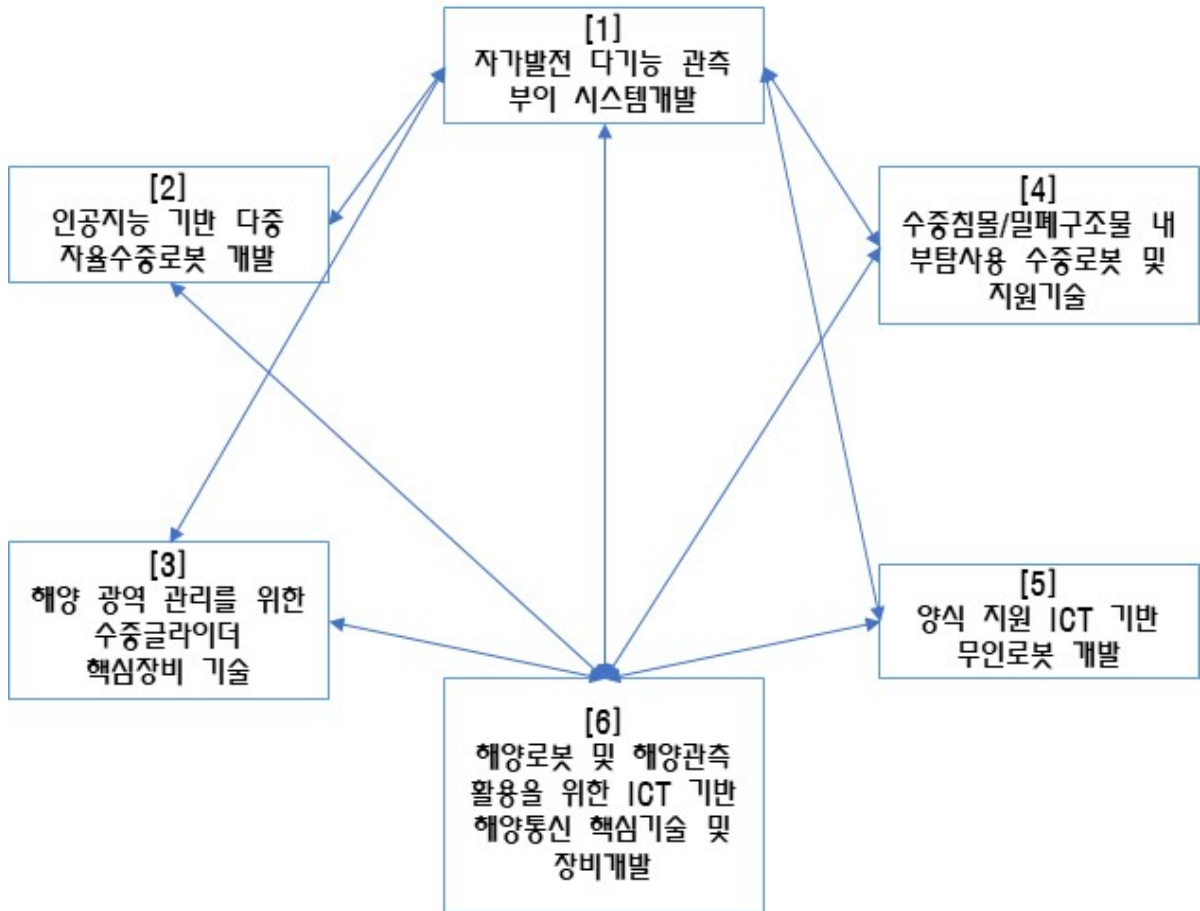
□ 성과지표의 적절성

- 성과목표를 달성할 수 있는 기술적 목표치로 6개 성과지표 설정

<표 8-6> 연도별 성과지표 목표치

성과지표명 (단위)	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
발전 시스템 (시간당 전력 생산량)		500W(태양광)	200W(풍력) 500W(파력)		
운용시간(개월)			6		12
부이 최적배열 거리(km)		5		10	
AUV운용시간 (시간)			10	15	24
AUV운용수심(m)			200	1,000	2,500
다중 로봇 운용(대)				2	3
진회수 시간(시간)			3	2	1
수중글라이더 선단 구축 및 검증(건수)	1	2	3	3	3
수중글라이더 선단 동시 운용 장비(종)	2	2	3	5	5
수중로봇 내부 조사 성공률(%)				40%	60%
수중로봇 극복 유속(knots)			2	3	5
어장 내 어류 개체수 및 생체 분석 정확도(%)			40	60	80
해양로봇 극복 탁도(NTU)			100	200	300
저전력/소형 이동형 수중기지국 커버리지(km)			1km		2km
해상 광대역 네트워크 전송범위(km)		50km	80km	100km	
해상 광대역 네트워크 전송속도(Mbps)		10~100	10~100	10~100	

□ 핵심과제간 연계성



[그림 8-3] 본 사업의 핵심과제간 연계도

### 3. 기술개발성공가능성

#### 가. 연구인력 확보 가능성

##### □ 선행연구개발사업을 통해 우수인적 자원 확보

- 본 사업 수행을 위한 연구인력은 가장 유사한 선행사업인 해양장비개발 및 인프라구축 사업을 통해 훈련되어 국내에 충분한 인적자원을 보유하고 있음
  - 본 사업의 소요인력은 연평균 166명 (책임연구원 35명, 연구원 61명, 연구보조원 70명)

##### □ 해양장비개발 및 인프라 구축사업 참여인력 분석

- 총 참여인력
  - 연구책임자 : 총인원 560명, 연평균 112명
  - 참여연구원 : 연인원 5,851명. 연평균 1,170명

<표 8-7> 해양장비개발 및 인프라구축사업 참여인력

(단위 : 명)

학력	2013	2014	2015	2016	2017	합계	평균
연구책임자	77	110	113	130	130	560	112
참여 연구원	923	996	1,198	1,348	1,386	5,851	1,170
계	1,000	1,106	1,311	1,478	1,516	6,411	1,282

- 소속기관별 연구인력
  - 산업계 : 연인원 2,523명, 연평균 505명
  - 학계 : 연인원 1,136명. 연평균 227명
  - 연구계 : 연인원 2,752명. 연평균 550명



<표 8-8> 해양장비개발 및 인프라구축사업 소속기관별 참여인력

(단위 : 명)

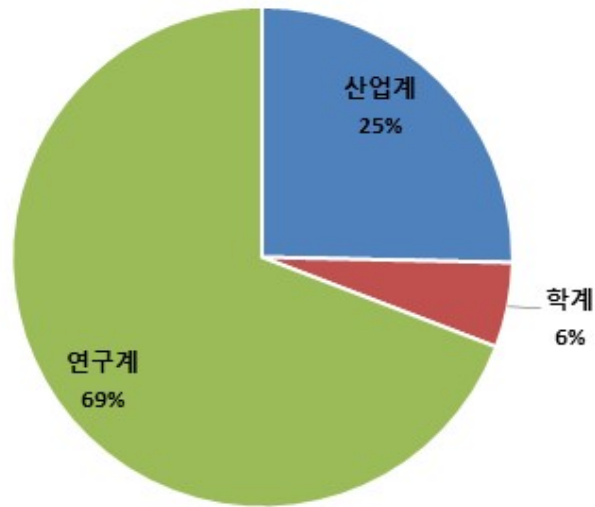
소속기관	학력	2013	2014	2015	2016	2017	합계	평균
산업계	연구책임자	31	60	60	65	67	283	57
	참여 연구원	246	431	503	514	546	2,240	448
	소계	277	491	563	579	613	2,523	505
학계	연구책임자	29	26	26	35	36	152	30
	참여 연구원	162	137	167	250	268	984	197
	소계	191	163	193	285	304	1,136	227
연구계	연구책임자	17	24	27	30	27	125	25
	참여 연구원	515	428	528	584	572	2,627	525
	소계	532	452	555	614	599	2,752	550
<b>합계</b>		<b>1,000</b>	<b>1,106</b>	<b>1,311</b>	<b>1,478</b>	<b>1,516</b>	<b>6,411</b>	<b>1,282</b>

## 나. 연구장비 확보 가능성

- 해양장비개발 및 인프라구축사업 추진기간 동안 산·학·연 연구기관에서 기 확보한 연구 장비·시설로 본 사업 수행가능
  - 사업추진과정에서 예상하지 못한 연구 장비·시설 투자수요에 대해서는 철저한 검토를 통해 지원여부 결정

### □ 장비보유현황

- 해양장비개발 및 인프라구축사업 추진기간 동안 국내 산·학·연 30개 기관에서 146개의 연구장비 보유
  - (소속기관) 산업계 15개, 학계 4개, 연구계 11개
  - (장비보유) 산업계 37개, 학계 8개, 연구계 101개



[그림 8-4] 산·학·연별 장비보유 비중

□ 기관별 장비보유 현황

- (산업계) 15개 기업 중 (사)한국선급이 가장 많은 7개 장비를 보유하고 있으며, 지오스토리 6개, 삼성중공업 5개, 아쿠아드론 4개를 보유하고 있음

<표 8-9> 산업계 장비보유 현황

기업명	장비수 (개)
(사)한국선급	7
지오스토리	6
삼성중공업	5
아쿠아드론	4
(주)케이티 서브마린	2
대한시스텍	2
션컴정보	2
트렌스가스솔루션	2
(주)레베산업	1
(주)케이엔알시스템	1
(주)한양인더스트리	1
기가알에프 주식회사	1
대양전기공업(주)	1
레보(주)	1
(주)푸른중공업	1

- (연구계) 11개 연구기관 중 선박해양플랜트연구소가 가장 많은 43개 장비를 보유하고 있으며, 극지연구소 27개, 한국해양과학기술원 13개, 한국로봇융합연구원 7개를 보유하고 있음

<표 8-10> 연구계 장비보유 현황

기관명	장비수 (개)
선박해양플랜트연구소	43
극지연구소	27
한국해양과학기술원	13
한국로봇융합연구원	7
한국지질자원연구원	1
(재)중소조선연구원	3
한국과학기술연구원	3
한국전력공사 전력연구원	1
한국기초과학지원연구원	1
(재)한국화학융합시험연구원	1
한국기계연구원	1

- (학계) 4개 연구기관 중 광주과학기술원이 가장 많은 3개 장비를 보유하고 있으며, 한국해양대학교 3개를 보유하고 있음

<표 8-11> 연구계 장비보유 현황

기관명	장비수 (개)
광주과학기술원	3
한국해양대학교	3
인하대학교	1
가톨릭관동대학교	1

## 4. 기존사업과의 중복성

### 가. 사업수준의 중복성 검토

#### □ 기존 사업과의 중복성 검토의 적절성

- 해양수산부 내 종료 및 추진 중인 사업과, 타 부처(산업통상자원부, 기상청)사업과의 중복성 검토를 실시함
  - 해양수산부 사업 : 해양장비 및 인프라 구축사업, 극지 및 대양과학연구, 해양과학조사 및 예보기술개발사업, 차세대해양관측위성개발사업 등 4개 사업
  - 산업통상자원부 : 로봇산업클러스터구축사업, 로봇산업핵심기술개발사업
  - 기상청 : 기상예보기술개발사업, 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업

#### □ 기존 사업과의 중복성 검토 결과

##### ① 해양수산부 사업

- 해양장비 및 인프라 구축사업 중 ‘다목적 지능형 무인선 국산화 개발’, ‘동해 실시간 원격 해양탐사를 위한 수중글라이더 운용 네트워크 구축’, ‘해양개발용 수중건설로봇 개발’ 등은 해양장비 및 로봇 개발이라는 관점에서 본 사업과 유사함
  - 기획 중인 해양로봇·ICT융합 분야 신규 R&D사업은 국내 해역별 이슈에 대응하기 위해 해역별 차별화 된 해양장비개발과 개발된 다양한 장비를 통합적으로 운영하여 실시간 해양정보를 생성한다는 관점에서 차별화 됨
    - ‘해양장비 및 인프라 구축사업’ 종료 시점까지의 R&D성과를 연계·활용하되, 과제별 성과 목표를 명확하게 제시하여 중복을 방지할 계획
  - ※ 해양장비 및 인프라 구축사업이 종료되는 2019년 이후에는 본 사업에서 해당분야 개발 필요
- 극지 및 대양과학연구의 극지와 대양의 해저환경도, 지질환경정보 등의 기초자료를 생성한다는 관점에서 본 사업과 동일한 분야로 판단되나, 본 사업의 최종성과물을 활용하여 극지의 극한환경에서도 해양관측, 빙하조사 등의 활동이 가능함
  - 본 사업 최종성과물을 활용하는 수요처에 속함

- 해양과학조사 및 예보기술개발사업은 해양영토의 효율적 관리를 위해 해양관측조사 인프라 구축 및 해양과학연구 역량강화를 목표로 함
  - ‘종합해양과학기지 구축 및 활용연구’, ‘국가 해양영토 광역 감시망 구축’ 과 연계하여 사업의 성과목표 조기 달성이 가능할 것으로 예상
    - 본 사업은 연안을 벗어난 외해를 공간적 범위로 설정
- 차세대해양관측위성개발사업은 위성을 활용하여 정지궤도복합위성 해양 탑재체 개발 및 해양탑재체 통합자료처리시스템을 개발 진행한다는 관점에서 본 사업과 차별화 됨

**② 산업통상자원부 : 로봇산업클러스터구축사업, 로봇산업핵심기술개발사업**

- 산업통상자원부의 고유임무에 따라 시행되고 있는 사업들 중 유사성이 높은 ‘로봇산업 클러스터구축사업’과 ‘로봇산업핵심기술개발사업’과의 중복성을 검토함
  - 의료, 사회안전, 제조분야 로봇 기술개발 및 산업기반 조성은 진행되었으나, 해양수산 분야 기술개발은 추진되지 않았음
    - 로봇 원천기술 및 부품개발의 결과물을 본 사업에 활용이 가능하며, 해양수산분야 수요에 대응하는 로봇 융합제품의 경우에는 본 사업을 통해 진행되어야 할 것으로 판단됨

**③ 기상청 : 기상예보기술개발사업, 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업**

- 현재 기상청에서 진행되고 있는 R&D사업 중 유사성이 높은 ‘기상예보기술개발사업’과 ‘기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업’과의 중복성을 검토함
  - 이상파랑 감시 모니터링 및 예보기술개발, 해양기상 변동성 분석 및 실시간 고도화 연구는 본 사업과 중복투자가 우려되므로 전 국민을 대상으로 하는 예보 외에 해양수산분야 관측·예보는 본 사업을 통해 개발되어야 함

## 나. 과제수준의 중복성 검토

### □ 기존 과제와의 중복성 검토의 적절성

- NTIS 국가R&D사업관리서비스(<http://rndgate.ntis.go.kr>)에 본 사업의 각 대과제별 한글 키워드를 입력하여 기 수행된 세부과제와의 중복성 검토 실시
  - NTIS 유사과제검색을 활용하여 핵심 키워드 및 연구내용으로 기 추진 연구개발사업과의 중복성 검토를 수행함

#### Step.1: 전문가 및 연구팀 핵심키워드 도출



#### Step.3: 중복성 검토결과 도출 및 노이즈 제거

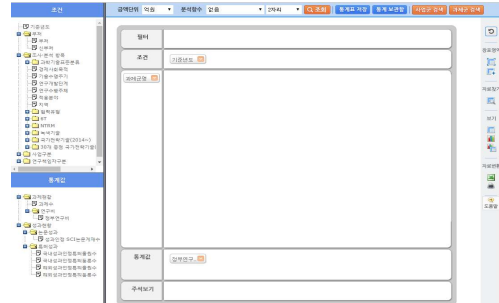
결과 | 검색결과: 7420

연도	신부지 (13년 개편)	우부지 (18년 개편)	사업명	과제분류	과제명	책임자명	중복연구비 (백만원)
2015	미래정보과학부	신인공부지	신인공부지	신인공부지	초음속인공 지능을 통한 자율주행 차량 및 로봇을 위한 연구	김학주	50
2015	신인공부지	신인공부지	신인공부지	신인공부지	복합식 복귀기동 1500급 수중속도 측정용 초음속 추진 시스템 개발 및 실험을 위한 실증	김성철	400
2015	신인공부지	신인공부지	신인공부지	신인공부지	수중 환경에 적용 가능한 MEMS/ASIC 통합 센서 및 수중 환경 기술 개발	최달호	300
2015	신인공부지	신인공부지	신인공부지	신인공부지	복합재료의 제조 공정	이준호	440
2015	핵심사업	핵심사업	핵심사업	핵심사업	중형형인공 지능 기반 기술 개발	이종수	751
2015	핵심사업	핵심사업	핵심사업	핵심사업	중형형인공 지능 기반 기술 개발	고광호	1200
2015	핵심사업	핵심사업	핵심사업	핵심사업	복합재료의 제조 공정	이종호	48
2015	핵심사업	핵심사업	핵심사업	핵심사업	복합재료의 제조 공정	최달호	382
2014	미래정보과학부	신인공부지	신인공부지	신인공부지	복합재료의 제조 공정	이종호	50
2014	신인공부지	신인공부지	신인공부지	신인공부지	수중 환경에 적용 가능한 MEMS/ASIC 통합 센서 및 수중 환경 기술 개발	김성철	500

#### Step.2: NTIS 활용 과제중복 검색



#### Step.4: 과제분석 및 심층적 중복성 검토



[그림 8-5] NTIS 활용 중복성검토 프로세스

- Step.1: 핵심과제별 기술개요서를 토대로 핵심키워드 도출
- Step.2: 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 세부과제 카테고리 과제중복 검색을 위한 검색조건 도출 및 입력
- Step.3: 검색조건을 통한 1차 중복성 검토결과 도출 및 중복과제(후보) 개별검토를 통한 노이즈 제거
- Step.4: 노이즈 제거 후 중복 과제분석 및 개별 과제를 대상으로 심층적 중복성 검토

□ 기존 과제와의 중복성 검토 결과

○ 핵심과제의 기술들에 관하여 중복성 검토를 실시한 결과 중복성이 없는 것으로 나타남

※ 유사도는 NTIS의 표준 기준인 60으로 검색함

<표 8-12> 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업의 중복성 검토 결과

검색일시		2018-03-27 14:36:26		
검색범위		기 수행과제 + 타인등록과제 + 공공R&D 과제		
기준유사도1)		60		
검색결과 요약		등록과제수	유사과제수	
		6건	0건	
세부 검색 결과				
순번	핵심과제명	유사과제여부		
		기수행 과제2)	타인 등록 과제3)	공공 R&D 과제4)
1	자가발전형 다기능 해양관측 지능형 부이 시스템	X	X	X
2	고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중 로봇 기술	X	X	X
3	지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술	X	X	X
4	극한환경의 수중침몰된 밀폐구조물의 내부탐사를 위한 수중 로봇 및 지원 기술	X	X	X
5	스마트 양식 지원 ICT 기반 무인장비	X	X	X
6	해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심 기술 및 장비개발	X	X	X

출처 : NTIS(<http://rndgate.ntis.go.kr/>)

주 1) 기준유사도 : 유사과제라고 판단할 최소 기준이 되는 유사도 점수

2) 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행되었거나 수행되고 있는 과제(조사분석 수집 과제)

3) 타인등록과제 : 다른 사용자가 유사과제 여부를 판단하기 위해 등록한 과제

4) 공공R&D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 중 국가 R&D 예산으로 수행된 과제를 제외한 그 외 R&D 과제

## 제2절 정책적 타당성 분석

### 1. 정책적 타당성 분석 개요

- 정책적 타당성 분석을 위해 정책의 일관성 및 추진체제, 국고지원의 적합성, 사업추진상의 위협요인에 대한 검토를 실시함

<표 8-13> 정책적 타당성 분석 항목

분석주안점	분석분야	분석항목
정책의 일관성 및 추진체제	상위계획과의 부합성	상위계획별 부합성
	사업 추진체제 및 추진의지	사업 추진체제의 적절성
		사업 추진의지 및 선호도
국고지원의 적합성	사업추진의 시급성	정책적 측면
		기술적 측면
		경제적 측면
	국고지원의 필요성	법적 추진 근거
국정과제와의 연계성		
사업 추진 상의 위협요인	재원조달 가능성	국고지원 조달 가능성
		민간부담금 조달 가능성



## 2. 정책의 일관성 및 추진체계

- 본 사업은 제4차 과학기술기본계획(안), 국가중점과학기술 전략로드맵, 제2차 지능형 로봇개발 기본계획, 제2차 해양수산발전기본계획, 제4차 해양환경종합계획, 핵심성장을 위한 사람중심의 4차 산업혁명 대응계획, 2020 해양과학기술로드맵, 해양수산 R&D 중장기 계획 등 상위계획에 근거하여 기획됨

### 가. 상위계획과의 부합성

#### □ 제4차 과학기술기본계획

- 제4차 과학기술기본계획 중점추진과제 ‘주체·분야 간 협력·융합 활성화’, ‘4차 산업혁명 대응 기반 강화’, ‘쾌적하고 편안한 생활환경 조성’ 등이 본 사업과 관련됨

<표 8-14> 과학기술기본계획 중 본 사업의 추진근거

중점추진과제	세부추진과제
주체·분야 간 협력·융합 활성화	• 융합 활성화를 위한 기반 구축
4차 산업혁명 대응 기반 강화	• 인공지능 기반기술 확보 • 초연결 네트워크 기반 구축 • 데이터 공유·활용역량 강화 및 데이터 활용기반 구축
쾌적하고 편안한 생활환경 조성	• 기후변화 및 신기후체제 대응으로 지속가능성 확보 • 기후변화 예측 및 국가적 대응역량 제고

#### □ 국가중점과학기술 전략로드맵

- ‘미래 신산업 기반 확충’ 분야의 ‘서비스로봇기술’, ‘깨끗하고 편리한 환경 조성’분야의 ‘환경통합모니터링 및 관리기술’ ‘기후변화 감시·예측·적응기술’, ‘걱정없는 안전사회 구축’ 분야의 ‘자연재해 모니터링·예측·대응 기술’이 본 사업과 관련됨

<표 8-15> 국가중점과학기술 전략로드맵 중 본 사업 관련 중점기술

분야	중점기술	핵심/요소기술	주요전략
미래 신산업 기반 확충	서비스 로봇기술	(핵심기술) 원격제어기술 외 4개 (요소기술) 내압수밀기술 외 19개	<ul style="list-style-type: none"> <li>초기시장창출을 위한 분야별 로봇시범적용</li> <li>로봇 테스트베드 구축</li> <li>로봇 개발·보급 촉진법 개정·연장</li> </ul>
깨끗하고 편리한 환경조성	환경통합모 니터링 및 관리기술	(핵심기술) 스마트 광역 환경센서 네 트워크 기술 외 2개 (요소기술) 고신뢰 적응형 광역 환경 센서네트워크 기술 외 9개	<ul style="list-style-type: none"> <li>수요 맞춤형 환경센서 개발</li> <li>환경통합모니터링데이터분석 전문인력양성</li> <li>국민이 쉽게 이해 가능한 환경 지수 개발</li> </ul>
	기후변화 감시·예측· 적응기술	(핵심기술) 기후변화 감시 및 정보 통합관리 기술 외 3개 (요소기술) 기후변화 3차원 초정밀 모니터링기술 외 10개	<ul style="list-style-type: none"> <li>민간분야기후정보서비스및컨설팅등산업 육성·전국단위 기후변화 자료확보를 위 한 집중 관측 체계 구축</li> <li>국가기후변화 표준 시나리오기준 및 인 증제도 강화</li> </ul>
걱정없는 안전사회 구축	자연재해 모니터링· 예측·대응 기술	(핵심기술) 복합 자연재해 현상관측· 분석 및 공유 외 3개 (요소기술) 자연재해 관측망 고도화 기술 외 11개	<ul style="list-style-type: none"> <li>수요자 대상 공공서비스 피드백 강화</li> <li>부처 재해정보 공유를 위한 협력체계 구축</li> <li>자연재해 관련 기술보급과인증체계화</li> </ul>

□ 제2차 지능형 로봇개발 기본계획

- 제2차 지능형 로봇개발 기본계획의 4대 추진과제 중 ‘선택과 집중을 통한 로봇 R&D 종합 역량 제고’의 세부과제인 ‘다양한 사회적 니즈반영’이 본 사업의 기술개발 방향과 관련됨
  - 로봇R&D 수요기획 전담조직을 설치하여 사업기획→과제선정·수행→평가 등 R&D 전 과정을 수요자중심으로 전환

□ 무인이동체 발전 5개년 계획

- 무인이동체 발전 5개년 계획의 추진과제 중 ‘무인 수중이동체 및 무인선 기술개발’이 본 사업과 관련됨
  - 무인 수중이동체 국산화를 위한 핵심기반기술개발 및 실 해역에서 개발 기술/제품의 성능검증

<표 8-16> 무인이동체 발전 5개년 계획 중 본 사업 관련 주요 과제

추진과제	세부과제	세부내용
(무인 해양) 수중이동체 및 무인선 기술개발	무인 수중이동체 기반기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>수심 500m 내외의 해양 구조물 건설을 위한 수중이동체 핵심기술 개발</li> </ul>
	성능시험평가 테스트 베드 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>수상 및 수중무인체 시제품의 성능 시험평가를 위해 내수면·공유수면 등의 전용수역 조성, 개발·시험 장비 및 시설 제공</li> </ul>

□ 제2차 해양수산발전기본계획

- 제2차 해양수산발전 기본계획의 5대 추진전략 중 ‘신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발’이 본 사업과 관련됨
  - 추진전략 중 ‘신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발’의 중점과제 중 ‘해양산업의 핵심기술개발’, ‘녹색성장을 위한 해양보전·탐사 핵심기술 개발’, ‘해양과학의 기술개발 역량 강화’ 본 사업 관련됨

<표 8-17> 제2차 해양수산발전 기본계획 중 본 사업 관련 주요 과제

5대 추진전략	중점과제	세부내용
신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발	해양산업의 핵심 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해저탐사 및 작업장비 개발</li> <li>• 해저관측기지 및 수중통신·탐지 장비 개발</li> <li>• 해양사고 대응기술개발</li> </ul>
	녹색성장을 위한 해양보전·탐사 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적조 등 연안 환경재해 예보 및 오염물질 관리기술개발</li> <li>• 지구온난화 심화 등에 수반되는 해양환경·생태계변화를 예측하고, 저감하기 위한 해양부문 실천방안 개발</li> <li>• 해양산성화, 자연재해를 예측·예방하기 위한 해양부문 대응방안 수립 및 관련 기술 개발</li> <li>• 해양환경을 정밀 탐사, 관측하기 위한 시스템의 구축과 운용</li> <li>• 기후변화 정밀예측을 위한 대양관측 수행과 효율적 해양관측 핵심기술 개발</li> <li>• 해양자료의 생산·가공·관리를 통한 해양변화의 효과적 예측·예보</li> </ul>
	해양과학의 기술개발 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양조사선 건조 및 잠수정, 해양관측위성, 탐사기기 등 핵심 해양장비 개발</li> <li>• 남·북극 등 극한지에서의 해양연구 인프라 구축 및 해양조사·관측 실시</li> </ul>

□ 제4차 해양환경종합계획

- 제4차 해양환경종합계획의 5대 실천목표 중 ‘해양기인 오염대응 능력 확충’의 중점추진 전략인 ‘어장환경 보전 및 환경위해성 저감’, ‘기후친화적 해양환경관리 강화’의 중점추진 전략인 ‘기후변화 적응 역량 강화’ 등이 본 사업과 관련됨

<표 8-18> 제4차 해양환경종합계획 중 본 사업 관련 주요 전략

5대 실천목표	중점추진전략	세부내용
해양기인 오염대응 능력확충	어장환경 보전 및 환경위해성 저감	<ul style="list-style-type: none"> <li>상시 적조예찰을 통한 적조발생 상황 모니터링 및 적조 발생 메커니즘, 이동·확산경로 연구를 통한 정확한 예보</li> <li>대중매체(ARS, 인터넷, 위성TV)를 이용한 신속 적조상황 통보 등의 통합 적조 정보시스템 구축</li> </ul>
기후친화적 해양환경관리 강화	기후변화 적응 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>전지구 실시간 해양관측정보센터(m-GEOSS) 기반 구축 및 국가해양 관측망 확대</li> <li>해양기인 중장기 기후변동의 역학적 연구와 예측기술 개발</li> </ul>

□ 2020 해양과학기술로드맵

- 2020 해양과학기술로드맵의 4대 목표 내 본 사업과 관련된 중점기술 내용 포함
  - 첨단해양장비개발, 연안재해 관측예보, 해양영토관리, 안전해양이용 등 본 사업과 관련된 중점기술 추진전략 및 세부내용 포함

<표 8-19> 2020 해양과학기술로드맵 중 본 사업 관련 주요 기술

4대 목표	중점기술 추진전략	세부내용
신해양산업기술 발굴·육성을 통한 해양산업진흥	<ul style="list-style-type: none"> <li>(해양장비) 첨단 해양장비 개발과 전략제품화를 통한 해양과학기술 향상 및 세계 해양장비 시장 선도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양핵심장비 국산화 기술, 해양구조물 시공·유지보수 수중로봇 기술, 지능형 무인선박 기술, 해저극한지 수중탐사 잠수정 기술, 수중무선통신 고도화·산업화 기술에 중점투자</li> </ul>
전지구적 기후변화 이해 및 연안재해 대응능력 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>(연안재해 관측·예보) 정확도 80% 이상인 해양예보시스템 구축을 통한 재해예방과 지진해일 등 돌발재해에 대한 대응</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>연안재해관리기술, 운용해양(해양예보) 시스템 구축 기술, 침식해안관리기술에 중점투자</li> </ul>
해양과학역량 강화를 통해 해양주권강화 및 해양자원 경제영토 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>(해양영토 관리) 국가 관할해역에 대한 해양과학역량 강화를 통해 해양영토 주권 확립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양영토관리를 위한 관할해역 해양과학조사, 해양종합관측정보시스템 구축 및 활용, 위성기반 해양관측 정보시스템 구축 중점투자</li> </ul>
자연친화적이고 안전한 해양이용확대를 통한 국민 삶의 질 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>(안전한 해양 이용) 해양사고 예방을 통한 국민 해양이용 안전성 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지능형 해양구난 시스템 기술, 북극해 안전운항 기술, G-Navigation 기술, 위성항법보정시스템(DGNSS) 기술, 첨단 항로표지 기술개발 중점투자</li> </ul>

□ 해양수산 R&D 중장기 계획

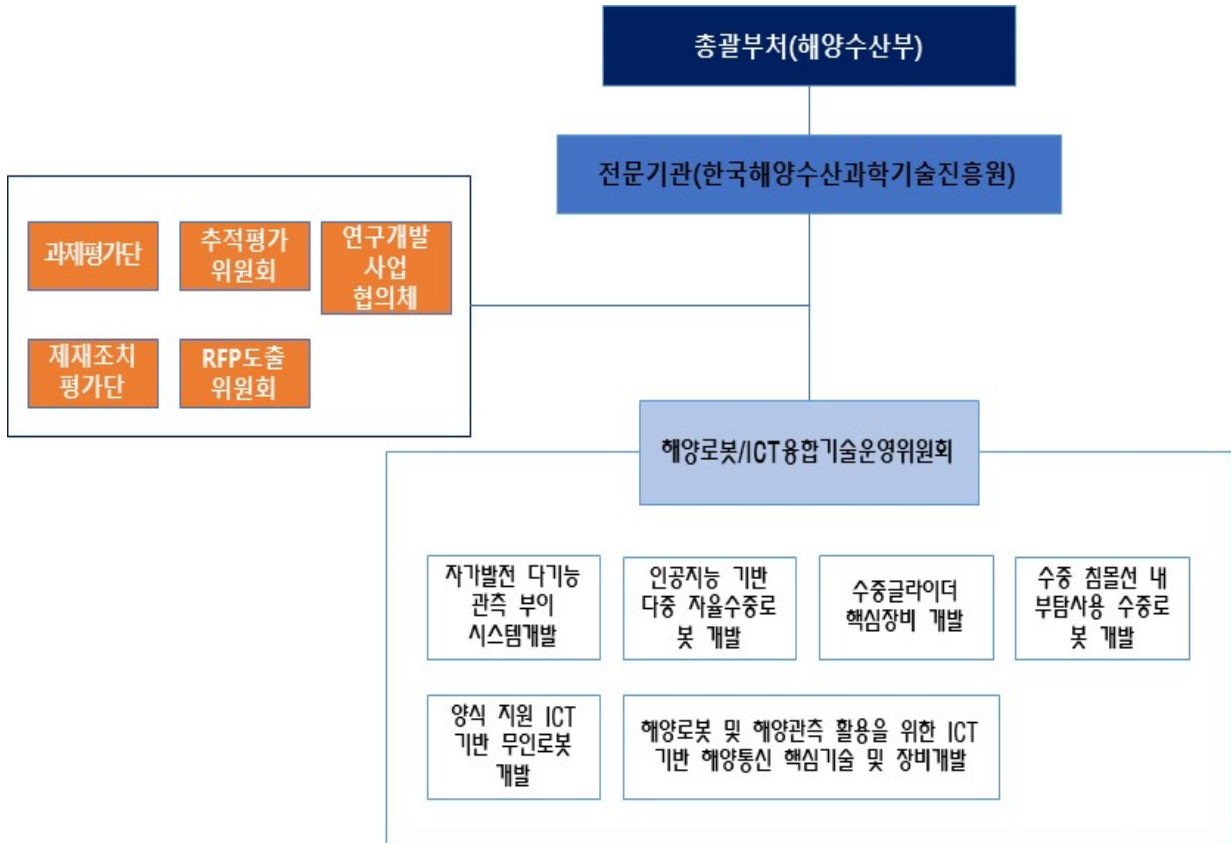
- 해양수산 R&D 중장기 계획의 3대 R&D전략 중 ‘해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대’, ‘창조형 해양수산 산업 육성’, ‘국민행복 해양공간 창조’ 등이 본 사업과 관련됨
  - 12대 실행전략 중 ‘해양과학조사 및 예보역량 강화’, ‘첨단 해양장비 산업 육성’, ‘해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화’, ‘연안재해 저감 및 해양교통 안전확보’ 등 본 사업과 관련된 실행전략 포함

<표 8-20> 해양수산 R&D 중장기 계획 중 본 사업 관련 주요 전략

3대 R&D전략	12대 실행전략	세부내용
해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대	해양과학조사 및 예보역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 예보시스템 개선 및 해양영토 광역 감시망 구축</li> <li>• 주변국과의 해양경계획정에 대비한 해양과학조사 역량 강화</li> </ul>
창조형 해양수산 산업 육성	첨단 해양장비 산업 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중·심해저의 관측 및 산업활동 지원을 위한 첨단 장비 및 시스템 개발</li> </ul>
국민행복 해양공간 창조	해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연안습지 및 해양생태계 보전·복원 선진화</li> <li>• 기후 및 해양환경 변화에 따른 생태계 장기변동 모니터링</li> </ul>
	연안재해 저감 및 해양교통 안전확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT기반 해양안전 기술 선점 및 첨단 레이더, 항로표지 개발 등 통신 네트워크 구축</li> </ul>

## 나. 사업 추진체계 및 추진의지

### □ 사업 추진체계의 적절성



[그림 8-6] 사업 추진 체계

- **(해양수산부)** 기본계획의 수립, 중장기 목표설정, 예산계획 수립, 정책과의 연계 및 정책적 수요 정보 제공
  - 기술개발사업 관련 정책연계
  - 사업성과제고를 위한 정책·재정적 지원
  - 해양장비의 정책적 실효성 제고 수단 도출·시행
- **(한국해양수산기술진흥원)** 개발사업 기획 및 추진계획 수립, 기술개발과제 발굴 평가 및 관리, 추적평가, 성과관리 및 성과확산·사업화 지원 등
  - 기존 2개 위원회, 1개 협의체, 2개 평가단을 활용 사업운영·관리강화

- (RFP도출위원회) 연도별 신규 기획사업 RFP작성
  - (추적평가위원회) 개발 결과활용 실태 추적조사 및 평가
  - (연구개발사업 협의체) 기술개발의 수요를 제기하고 기술개발 결과물의 실용성 제고를 위한 협의 실시
  - (과제평가단) 과제선정·평가 관련 전문심의
  - (제재조치 평가단) 이의신청·기술료 분쟁심의 및 제재조치 및 환수 심의
- **(해양로봇/ICT융합기술운영위원회)** ‘(가칭)해양로봇/ICT융합기술운영위원회’을 구성하여 사업운영의 효율성 및 전문성 강화
    - 기술개발 결과물의 현장 적용성 강화를 위한 사업추진방향 검토 및 제시
    - 기술개발 결과물의 현장적용에 필요한 연계방안 제시
    - 세부기술별 유사중복과제 검토·조정
    - 기술개발성과 활용성 제고 관련 사업추진 단계별 추진내용 및 방향에 대한 조정 의견 제시 등
  - 연구기관
    - 과제별 기술개발 계획 수립 및 수행
    - 기술개발 결과 보고 및 성과 활용
  - 참여기업
    - 기술개발 민간 매칭펀드 부담 및 기술개발 참여
    - 기술개발 성과를 활용하여 사업화 추진

## □ 사업 추진의지 및 선호도

- 해양수산부의 사업 추진의지
  - (사업우선 순위 측면) 해양수산부에서는 2018년 2/4분기 예비타당성 신청사업 중 본 사업을 최우선으로 고려함
  - (예산확보 측면) 예산 증액분과 기존사업 종료에 따른 확보예산을 본 사업에 투입할 계획

### 3. 국고지원의 적합성

#### 가. 사업추진의 시급성

##### □ 사회적 측면

- 온실가스에 대한 자정능력 상실로 이상기후현상이 발생되고 있고 이로 인해 국민안전의 심각한 위협 요인이 되고 사후 대응과정에서 사회경제적 비용이 초래됨
- 해양의 광역성으로 인한 조난·오염 사고대응 지연 및 불법선박 출현감시 미흡 등의 관리 공백이 발생되고 있음

- 전 세계적으로 발생하는 기후변화를 막지 못하는 불가피한 상황에서 해양기후변화로 인한 이상기후 발생 및 해양생태계 변화에 예측·대응력 강화는 국민안전 확보측면에서 중요한 이슈가 될 가능성이 높음
  - 한반도 주변해역 해수면 상승률은 전 지구적 평균값에 비해 2배 이상 높을 것으로 예상되며, 해수면 1m 상승 시, 서울면적의 1.6배에 달하는 면적이 침수될 것으로 추정
  - 2016년 8월 중순~하순 폭염에 기인한 이상 고수온현상으로 양식생물 약 6,083만마리, 약 536억원의 피해가 발생됨
  - 해수온 상승으로 인한 국내 일부해역의 아열대화로 새로운 생태계가 형성되고 있으며, 열대성 독성 생물 출현이 증가하고 있음
    - 2011년 환경부 「자생생물 조사·발굴 사업(조류 분야)」에서는 제주도 앞바다에서 온대성·아한대성 조류가 줄고 아열대성·열대성 조류가 증가한 것으로 조사
    - 제주도 해안의 아열대성 맹독인 펠리톡신을 생산하는 종 발견
    - 거제시 일운면 방파제 인근에서 복어독의 1000배를 가진 파란고리문어 발견
- 해양면적은 443천km<sup>2</sup>로 육지면적의 4.5배 넓은 면적을 차지하고 있어 꾸준히 발생되고 있는 해양 조난·오염사고의 신속한 대응에 어려움을 겪고 있으며, 최근 중국과 일본 등 불법 외국선박의 국내 관할 해역 출현이 증가하고 있어 대응책 마련이 시급함
  - 2006년~2015년 해양조난사고에서 선박피해는 2,740척, 인명피해는 18,835명
  - 2011년~ 2015년 해양오염사고는 매년 약 251건이 꾸준히 발생
  - 최근 10년간( '06~' 15년) 배타적 경제수역 포함 국내 수역에 출현한 불법 외국어선 3,666척을 단속·사법처리 실시



□ 정책적 측면

- 기후변화 예측·관리를 통한 피해최소화로 국민안전을 확보하고 해양영토 및 해양안전 강화를 국정과제로 선정함
- 4차 산업혁명 시대에 진입에 따라 시장·산업 구조의 혁신을 창출이 강조됨에 따라 이에 대응이 가능한 중장기 R&D 사업 필요

- 기후변화 예측·관리를 통한 피해최소화로 국민안전을 확보하고 해양영토 및 해양안전 강화를 위한 현행 정책 지원 필요
  - 국민안전 보장, 해양영토 수호와 해양안전 강화, 국가적 기후변화 예측 및 대응역량 제고, 해양과학의 기술개발 역량 강화, 첨단 해양장비 산업 육성 등 현행 주요 국가 정책의 효율적 이행 지원을 위한 기술개발 필요

<표 8-21> 국가계획상 주요 정책수요

상위 계획	주요 내용
국가중점과학기술 전략로드맵에 부합하는 계획수립	• 미래 신산업 기반 확충을 위한 서비스로봇, 환경통합관리 및 기후변화 감시·예측·적응 등 개발 계획 삽입
신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발을 강조한 해양수산업발전기획계획 대응	• 해양산업의 비약적 성장에 따른 기술적 대응, 기후변화로 인한 해양환경 및 생태계 변화 대응체계 구축
해양환경종합계획 내 기후친화적 해양환경관리 강화 실현	• 적보발생 등 해양기인 오염대응능력 확충 및 해양기후변화의 예측역량 강화
신해양 가치창출에 입각한 해양과학기술로드맵 이행	• 해양산업진흥, 기후변화 및 연안재해 대응, 해양경제영토 확보가 가능한 해양과학기술계획 이행
해양수산업 육성 및 안전한 해양공간 확보를 위한 해양수산 R&D 중장기계획 이행	• 해양과학조사 및 예보역량 강화, 첨단 해양장비 산업 육성, 해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화를 위한 R&D 계획의 지원 필요

- 최근 4차 산업혁명 사회 도래로 단기적·소모적 연구에서 벗어나 시장·산업 구조의 혁신을 창출하는 기초과학·연구의 중요성이 강조되고 있어 이에 대응하는 중장기 R&D 사업 필요
  - 정부는 「혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획」을 통해 단순 기술개발이나 사업별 지원방식에서 탈피, ‘기술+데이터+인프라+확산+제도개선’ 등을 연계한 지원방식으로 전환 시도
  - 제2차 지능형 로봇개발 기본계획에서는 사업기획→과제선정·수행→평가 등 R&D 전과정을 수요자중심으로 전환하는 계획을 발표함

□ 기술적 측면

- 그간 정부의 R&D 지원을 통해 해양장비 분야의 기초원천기술은 상당한 수준까지 발전하였으나, 현재 개발된 기술로 해결하기 어려운 영역이 발생되고 있어 현장에 발생하는 이슈를 해결을 위해서는 현장수요가 적극적으로 반영된 기술개발 필요

- 그동안 ‘해양장비개발 및 인프라구축사업’을 통해 다양한 분야의 해양장비 개발이 이루어졌으나, 여전히 한계도 존재

<표 8-22> 그간의 연구개발 투자성과

투자성과	주요 성과내용
기초 원천기술 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ‘수중위치 추정 시스템과 실시간 해역관측 시스템 발명’, ‘양방향 수중통신 단말기 개발’, ‘심해공학수조 운용을 위한 연구 인프라 구축’</li> </ul>
핵심제품 성능확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지능형 무인선 플랫폼 설계 및 제작, ‘수중 음파/음원 센서 기술’, ‘장거리 수중통신모뎀 설계 및 신호처리기술’, ‘수중 7자유도 매니퓰레이터 설계 및 제작기술’</li> </ul>
해양장비 및 구조물 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다관절로봇 크랩스터 개발 및 해양사고현장 구난활동 지원(14년), 무인시험선 아라곤호 건조 및 장애물 회피시험 성공(‘14), 선박유증기 회수설비 개발(13년), 이십이 6000 AUV 개발(12년)</li> </ul>

- ‘해양장비개발 및 인프라구축사업’을 통해 확보된 기술은 최근 심화되고 있는 해양기후변화에 대응하기 곤란함
  - 해양기후변화에 대한 예측·대응을 위해서는 광범위한 해역을 지속적으로 관측하는 것이 필수적이거나 현재 부이를 활용하는 방식과 선박관측으로는 유의미한 관측자료 생산이 어려움
  - 아울러, 적절한 해양관측자료를 생산하지 못하는 상황에서 실시되는 해양기후변화 예측·대응 추진으로 인해 향후 막대한 환경·사회·경제적 피해가 유발될 수 있음
- 중장기적으로는 해양장비개발자 중심의 R&D에서 현장의 수요를 적극적으로 반영하는 해양장비수요자 중심의 R&D로 전환이 필요함

## □ 경제적 측면

- 해양기기·장비제조업 중 선박 및 해양플랜트 기기·장비 분야를 제외한 기타 해양기기·장비제조업의 매출액은 432억으로 국내 해양산업의 7.6% 규모로 해당산업 활성화 필요
- 인공지능 및 사물인터넷 기술과 융합을 통한 신산업 전환 필요

- 인공지능 및 사물인터넷을 기반으로 한 무인해양관리체계가 본격 운영되면 다양한 신산업이 창출될 것으로 기대됨
  - 해양오염 상태진단 등 해양 환경·생태계 평가기술, 해양기후변화 모델링 등 해양기후변화 예측·대응기술이 활성화 될 것으로 기대됨
  - 해양 사물인터넷(IoMT)을 기반으로 한 통합적인 해양정보 제공을 통해 다양한 해양서비스(실시간 해수온 변화 및 독성해양생물 경보, 적조경보 등) 제공 가능
  - 지능형 무인해양관리체계 운영을 통한 기존 해양관측 장비·시설(고정식 부이, 해양관측기지)활용성 제고
  - 이러한 다양한 기술들의 활용을 통해 해양관리장비의 활용도를 제고하고 사후대응으로 인한 막대한 경제적 피해 줄일 수 있을 것으로 기대됨
- 해양 로봇 및 통신 개발·활용기술을 통해 기존 수입에 의존하던 해양장비 관련 핵심부품의 국산화가 가능하며, 이를 토대로 해외시장 진출도 가능할 것으로 판단됨
  - 해양자원개발 증가로 해양시설 유지보수 장비 수요가 증가할 것으로 예상되며, 최근 성장하고 있는 아시아태평양 해양로봇 시장에 진출할 수 있는 기회가 열릴 것으로 예상됨

## 나. 국고지원의 필요성

### □ 법적 추진 근거

- 해양수산부는 해양수산발전기본법, 해양수산과학기술육성법, 해양과학조사법, 해양경비법, 해양환경 보전 및 활용에 관한 법률에 따라 해양 보전 및 개발 등의 효율적 관리를 위해 해양기후변화 예측 및 적응, 해양생태계 훼손 및 개선, 해양수산 및 해양시설 보호 등의 역할을 수행해야하며, 관련 기술개발을 추진해야 함

- 해양수산발전기본법 제5조(국가 등의 기본책무), 제12조(해양의 관리), 제15조(해양안전 관리), 제17조(해양과학조사 및 기술개발 등)
- 해양수산과학기술육성법 제3조(국가 및 지방자치단체의 책무), 제8조(연구개발사업 등의 추진)
- 해양과학조사법 제20조(해양과학조사의 장려)
- 해양경비법 제3조(국가의 책무)
- 해양환경 보전 및 활용에 관한 법률 제17조(해양기후변화 대응), 제23조(해양환경 관련 과학기술의 개발 등)

### □ 국정과제와의 연계성

- 본 사업은 현 정부 국정목표 중 ‘더불어 잘사는 경제’, ‘내 삶을 책임지는 국가’, ‘고르게 발전하는 지역’ 국정전략 중 ‘과학기술발전이 선도하는 4차 산업혁명’, ‘국민 안전과 생명을 지키는 안심사회’, ‘사람이 돌아오는 농산어촌’ 등과 연관됨

- 현 정부는 5대 국정목표, 20대 국정전략, 100대 국정과제로 구성되어 있으며, 본 사업은 국정목표 중 ‘더불어 잘사는 경제’, ‘내 삶을 책임지는 국가’, ‘고르게 발전하는 지역’ 과 연관되어 있음

- 국정전략 중 ‘과학기술발전이 선도하는 4차 산업혁명’, ‘국민 안전과 생명을 지키는 안심사회’, ‘사람이 돌아오는 농산어촌’ 과 관련됨

□ 주요 상위계획 상의 추진 근거

• 본 사업은 제4차 과학기술기본계획, 국가중점과학기술 전략로드맵, 제2차 지능형 로봇 개발 기본계획, 제2차 해양수산발전기본계획, 제4차 해양환경종합계획, 2020 해양과학기술로드맵, 해양수산 R&D 중장기 계획에 추진근거를 가지고 있음

- 제4차 과학기술기본계획(안) : 4차산업혁명 대응 실시간 정보관리 네트워크 구축 및 핵심기술 확보, 국가적 기후변화 예측 및 대응역량 제고, 대형 해양(해난)사고 예방·대응 및 신속 구난시스템 구축
- 국가중점과학기술 전략로드맵 : 서비스 로봇기술, 환경통합모니터링 및 관리기술, 기후변화 감시·예측·적응기술, 자연재해 모니터링·예측·대응기술 개발 필요
- 무인이동체 발전 5개년 계획 : 무인 수중이동체 핵심기술 및 기반기술개발을 위한 담당부처의 역할 수행 필요
- 제2차 해양수산발전 기본계획 : 해양산업의 핵심 기술개발, 녹색성장을 위한 해양보전·탐사 핵심기술 개발, 해양과학의 기술개발 역량 강화 요구
- 제4차 해양환경종합계획 : 어장환경 보전 및 환경위해성 저감, 기후변화 적응 역량 강화 요구
- 2020 해양과학기술로드맵 : 전지구적 기후변화 대응능력 향상, 자연친화적이고 안전한 해양이용확대, 해양과학역량 강화를 통해 해양주권강화 필요
- 해양수산 R&D 중장기 계획 : 첨단 해양장비 산업 육성, 해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화, 연안재해 저감 및 해양교통 안전 확보를 위한 기술 개발 필요

## 4. 사업 추진상의 위협요인

### 가. 재원조달 가능성

#### □ 국고지원 조달 가능성

- (국고규모 및 투입재원) 본 사업의 국고 소요액은 1,994억원이며, 전액 해양수산R&D예산으로 조달할 계획임
- (해양수산부 과거 R&D예산 증가율) 2016년~2018년까지 해양수산R&D 연평균 3.6% 증가
- (해양수산부 향후 R&D예산 전망) 연평균 증가율 3.6%를 적용한 2020년~2025년 해양수산부 R&D예산은 총 4조 2,938억원에 이를 것으로 전망됨

<표 8-23> 향후 해양수산부 R&D 예산운용 전망

구분		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	합계 (20~25)	증가율 (%)
총 예산		5,935	6,145	6,366	6,595	6,819	7,044	7,269	7,494	7,719	42,938	3.6
신규 가용 재원	총 예산의 전년도 증가분	-	-	-	229	224	225	225	225	225	1,353	3.6
	해양장비 개발 및 인프라 구축사업 종료분	-	-	-	0	350	350	350	350	350	1,750	3,500
	합계(A)	-	-	-	229	574	575	575	575	575	3,103	6,206
	본 사업(B)	-	-	-	326	326	326	326	326	326	1,959	3,915
차액(A-B)		-	-	-	-97	247	249	249	249	249	1,144	2,290

(단위 : 억원)

- 총 신규 가용재원은 2020년 229억원에서 2025년 575억원으로 증가하여 2020~2025년 합계는 3,103억원 규모가 될 것으로 전망됨
  - 해양수산부 R&D 총예산의 전년대비 증가분은 2025년 225억으로 유지될 것으로 전망하여 2020년~2025년 합계는 1,353억원 규모가 될 것으로 전망됨
  - 해양장비개발 및 인프라 구축사업 종료분은 과거 사업의 예산편성 평균값을 기입
- 2020년~2025년 기간 중에 신규가용재원(3,103억원)과 본 사업의 소요예산(1,959억원)의 차액은 총 1,144억원으로 본 사업의 국고조달이 가능함

□ 민간부담금 조달 가능성

- (민간부담금 규모) 본 사업의 민간부담금 규모는 196.5억원으로 계상함
  - 해양로봇개발 및 활용기반구축의 마무리 단계인 3차년(2022년)부터 민간에서 참여하는 것으로 민간부담금을 계상함
- (기업의 투자의향) 본 사업에 대한 기업의 참여의향 및 투자규모 조사에서 기업은 총 305억원을 투자의향을 가지고 있어 본 사업의 민간부담금 조달은 가능할 것으로 판단됨
  - ※ 현재 해양산업의 특성상 본 사업의 초기에 민간기업의 참여가 어려운 것을 반영하여 사업 후반 3~4차년부터 민간의 참여를 유도함

<표 8-24> 연도별 민간부담금 소요예산과 기업의 투자의향

(단위 : 백만원)

핵심과제	민간부담금 소요예산						투자 의향
	'20	'21	'22	'23	'24	합계	
자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템	0	0	0	1,527	1,564	3,091	700
고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술	0	0	0	942	851	1,793	600
지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술	0	0	0	1,277	1,090	2,367	400
극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술	0	0	0	1,643	1,957	3,600	500
스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발	0	0	0	0	1,376	1,376	200
해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발	0	0	2,075	2,625	2,725	7,425	1,400
합계	0	0	2,075	8,014	9,563	19,652	3,800

# 제3절 경제적 타당성 분석

## 1. 경제적 타당성 분석 개요

- 2014년도 예비타당성조사 운용지침<sup>35)</sup> 제34조 1항에 명시된 내용에 따라서 비용-편익분석(Cost-Benefit Analysis)을 기본적인 경제성 분석을 위한 방법론으로 채택
  - 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(KISTEP, 2014)에 따르면 R&D사업 수행으로 인해 발생할 것으로 기대되는 파급효과의 종류에 따라 지식 파급, 시장 파급, 네트워크 파급 등으로 구분
    - “(제34조제①항) 제33조에 의한 경제성 분석은 예비타당성조사 대상사업의 국민 경제적 파급효과와 투자적합성을 분석하는 핵심적 조사과정으로서 비용-편익분석(Cost-Benefit Analysis)을 기본적인 방법론으로 채택하여 분석한다.”
  - 연구개발활동 파급유형에 따라서 아래의 표와 같이 각각 다른 경제성 분석 방법을 적용

### □ 비용편익분석에 대한 이론적 검토

#### ① 편익항목

- 연구개발부문 사업의 「예비타당성조사 표준지침(KISTEP, 2014)」에 따라 R&D 예비타당성조사 B/C분석에서는 부가가치 창출 증대, 기술거래 등 정(+)의 가치 증가와 각종 비용저감 등 부(-)의 가치감소를 편익항목으로 인정할 수 있음
  - 「대형 국가 R&D사업 사전평가 방법론 및 적용 연구(KISTEP, 2010)」에 따르면 최종 산출물의 형태가 확실하고 이것이 소비자들에게 최종소비재로서 사용될 경우, 산출물의 시장가치(잠재가격)를 사업편익으로 인정할 수 있음

#### ② 경제적 타당성 검증 지표

##### ○ 편익/비용 비율(B/C 비율)

- 편익/비용비율은 총 투입비용 대비 총 산출편익 비율\*로서 일반적으로 1보다 크면 경제성이 있는 것으로 판단

※ 즉 사업 진행으로 인한 총 편익과 총 비용을 현재가치로 환산하여 총 편익의 현재가치를

35) 기획재정부, 2014



총 비용의 현재가치로 나눈 값

- 여기에서,  $B_t$ 는  $t$ 시점의 편익,  $C_t$ 는  $t$ 시점의 비용,  $r$ 은 할인율, 그리고  $n$ 은 분석기간을 의미

$$B/C\text{비율} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

○ 내부수익률(Internal Rate of Return, IRR)

- 투자사업이 원만하게 진행된다는 전제하에서 기대되는 예상수익률로서 투자사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 편익의 현재가치와 비용의 현재가치를 일치시켜 순현재가치가 0이 되게 하는 할인율
- 현재가치로 환산한 편익과 비용의 값이 같아지는 할인율을 구하는 방법으로서 일반적으로 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있는 것으로 판단

$$\begin{aligned} \text{내부수익률}(IRR) &= R \\ \text{s.t. } \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+R)^t} &= \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+R)^t} \end{aligned}$$

○ 순현재가치(Net Present Value, NPV)

- 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준년도의 현재가치로 할인하여 총 편익에서 총 비용을 제한 값을 의미하며, 순현재가치가 0보다 크면 경제성이 있는 것으로 판단

$$\text{순현재가치}(NPV) = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

<표 8-25> 경제적 타당성 검증 지표 및 각각의 장단점

지표	판단	장점	단점
비용 편익 비율 (B/C)	$B/C \geq 1$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이해용이, 사업규모 고려 가능</li> <li>• 투자규모 대비 편익의 비율을 직접적으로 표시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상호배타적 대안선택의 오류 발생 가능</li> <li>• 투자액이 작은 사업의 수익성이 과장되기 쉬움</li> <li>• 비용과 편익의 구분이 명확하지 않은 경우 B/C비율이 적절한 수치가 되지 못할 수 있음</li> </ul>
순현재 가치 (NPV)	$NPV \geq 1$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 투자 순가치 직접적으로 표시</li> <li>• 대안선택 시 명확한 기준 제시</li> <li>• 장래 발생 편익의 현재가치 제시</li> <li>• 한계 순현재가치 고려</li> <li>• 타 분석에 이용 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이해의 어려움</li> <li>• 대안 우선순위 결정시 오류발생 가능</li> <li>• 투자사업 규모가 클수록 크게 나타나지만 자본투자의 효율성이 드러나지 않음</li> </ul>
내부 수익률 (IRR)	$IRR \geq R$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업의 수익성 측정 가능</li> <li>• 타 대안과 비교가 용이</li> <li>• 평가과정과 결과 이해 용이</li> <li>• NPV나 B/C 적용 시 할인율이 분명할 경우 이용 가능함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업의 절대적 규모를 미고려로 투자액이 작은 사업의 수익성이 과장 가능성</li> <li>• 복수의 내부수익률이 동시에 도출될 가능성 내재</li> </ul>

⇒ 비용·편익분석의 각 기법은 서로 다른 장단점을 보유하고 있어, 사업의 목표, 방향, 예상 결과물 등을 종합적으로 고려한 뒤 선택하여 수행할 필요가 있음. 본 사업의 경제성 분석에는 가장 일반적으로 활용되고 있는 B/C 비율을 활용하는 것으로 함

## 2. 비용편익 산정기준

### 가. 비용편익 산정 개요

#### □ 분석대상 기간

- 분석 대상기간은 사업 시작연도인 2020년부터 편익 발생연도인 2024년으로 설정

#### □ 편익기간 설정

- 본 사업에서는 핵심 특허분석을 통하여 획득한 TCT 지수를 토대로 10년의 편익기간을 설정함
  - KISTEP 지침에서는 편익기간을 기술수명주기와 연계하여 고려하는 방법을 제시하고 있으며, TCT(기술혁신 지수)를 주로 활용
    - ※ 본 사업의 대상 시장은 기술혁신이 중요한 시장동인으로 작용한다는 점에서 TCT의 적용이 적합

#### □ 사회적 할인율

- 한국과학기술기획평가원(2016), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2-1판)'에서 제시한 5.5%를 적용함

#### □ 편익항목

- 본 사업의 편익추정은 세부기술 분야별 연구목표 및 내용을 고려하여 시장수요접근법을 적용
  - 미래수요에 의해 발생하는 부가가치 중 해당 R&D에 따른 비용을 적용하는 시장수요 접근법에 부합하는 것으로 판단됨

### 3. 비용분석

- 본 사업의 총 비용은 사업이 시작되는 2020년부터 사업이 종료되는 2024년까지 총 5년간 발생하는 R&D비용으로 총 1,821억원임
- 핵심과제별 비용은 기술수요조사 및 기획위원회에서 도출된 핵심기술내용을 토대로 예산 산출

<표 8-26> 사업비(경상가치기준)

(단위 : 억원)

	2020	2021	2022	2023	2024	합계
사업비	326	369	367	375	382	1,821

#### ○ 현재가치산정

- 현재 투입이 예정된 금액의 분석 기준연도(2018년)의 현재가치를 산정하기 위해 사회적 할인율 5.5%를 적용하면 총 사업비의 현재가치는 1.635억원임

<표 8-27> 총비용 분석

(단위 : 억원)

연도	경상가치	2018년 현재가치
2020년	326	326
2021년	369	350
2022년	367	330
2023년	375	319
2024년	382	308
합계	1,821	1,635

## 4. 편익분석

### □ 편익항목

- (부가가치창출) 국내 해양기기·장비제조업 및 해양관련 연구개발업 규모를 편익항목으로 설정

### □ 편익측정 산식

- 부가가치 창출 편익(시장수요접근법)
  - 미래 시장규모 × 사업기여율 × R&D 기여율 × 사업화성공률 × 부가가치율

### □ 편익 산출을 위한 변수 설정

- (R&D 기여율) 해양로봇 관련 시장규모 확대에 기여한 정도를 판단하는 비율로 본 사업에서는 가장 최근의 연구인 「제3차 과학기술기본계획(2013.07)」에서는 35.4%를 R&D 기여율로 채택
- (사업기여율) R&D 사업의 성과가 직·간접적으로 영향을 미칠 것이므로, 해양로봇 개발 및 해양관측과 관련된 기술개발사업 중 해양장비개발 및 인프라구축사업, 해양과학조사 및 예보기술개발사업의 기여도를 차감한 본 사업의 기여도(41.81%)를 적용함
- (사업화 성공률) 본 사업 사업화성공률은 「2012년도 KEIT 지식경제성과 활용현황조사」에서 기계·소재(42.9%), 전기전자(38.8%)분야 사업화 성공률의 평균값인 40.85% 적용
- (부가가치율) 부가가치율은 산업연관표를 활용하여 산업용 로봇의 부가가치율을 31.04% 적용

### □ 해양로봇 관련 미래시장 추정

- 편익기간 동안 기타 해양기기·장비제조업 매출 상승액은 총 23조 4,691억으로 추정됨
  - 시장성장율은 해외 해양로봇 산업 및 수중통신시장 평균 성장률인 19.8%로 가정

<표 8-28> 미래 해양로봇 시장규모

(단위 : 억원)

연도	매출액	연도	매출액
2017년	215,206	2026년	1,093,857
2018년	257,816	2027년	1,310,440
2019년	308,863	2028년	1,569,907
2020년	370,017	2029년	1,880,748
2021년	443,280	2030년	2,253,136
2022년	531,049	2031년	2,699,256
2023년	636,196	2032년	3,233,708
2024년	762,162	2033년	3,873,982
2025년	913,070	2034년	4,641,030

□ 총 편익

- R&D기여율(35.40%), 사업기여율(41.81%), 사업화성공율(40.85%), 부가가치율(31.04%)을 적용한 본 사업의 총 편익은, 경상가치 기준 4,404억원, 2018년 현재가치 기준 2,481억 원으로 추산됨

<표 8-29> 총 편익

(단위 : 억원)

연도	경상가치	2018년 현재가치
2025년	171.3	131.1
2026년	205.3	148.9
2027년	245.9	169.1
2028년	294.6	192.0
2029년	352.9	218.0
2030년	422.8	247.5
2031년	506.6	281.1
2032년	606.8	319.2
2033년	727.0	362.5
2034년	871.0	411.6
합계	4,404	2,481

## 5. 경제성 분석 결과

- 본 사업의 2018년 현재가치 총비용은 1,635억원, 총편익 2,480억원임
  - (비용편익비) 1.5166
  - (순현재가치) 845.1

<표 8-30> 경제성 분석 결과

총비용 (억원)	총편익 (억원)	비용편익비 (B/C ratio)	순현재가치 (NPV)	내부수익율 (IRR)
1,635	2,480	1.5166	845.1	3.77%

주 : 2018년 기준 현재가치





## 제9장 기대효과

### 제1절 과학기술적 기대효과

#### □ 무인 해양관측망 운용을 위한 장비 및 운용 핵심기술 확보

- ICT기술이 융합된 첨단 해양장비 개발
  - 해양 신재생 에너지를 활용한 1년 이상 자체적인 운용이 가능하고 자율무인잠수정, 수중글라이더 등의 장시간 운용 지원이 가능한 부이시스템 구축
  - 기존 AUV의 운용거리를 확장한 100km 이상 운항이 가능한 자율수중로봇 및 다중(3대 이상) 운용 기술 확보
  - 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 선단운용 기술 및 수중글라이더의 핵심부품의 국산화 기술 확보
    - 국제적 경쟁력을 갖춘 한국형 수중글라이더 개발 가능
  - 침몰된 선박 또는 구조물 조사를 위해 내부조사용 ROV 및 밀폐구조물 주변 수중환경을 3차원 가시화 기술개발
  - 양식장 내부 수질조사, 어류 상태분석 및 어류배설물 및 퇴적물을 처리 무인로봇개발
- 해양관측정보 신뢰성 제고 지원
  - 해양관측정보 생성을 위한 해양장비의 개별적인 운용이 아닌 3종이상 또는 대형 선단 규모의 장비운용을 통해 정확한 해양상태 진단을 위한 정보 생성
  - 생성된 해양정보를 실시간으로 전달할 수 있는 수중·해상·육상 통합 통신기술 및 IoUT 서비스 기반 구축 기술 확보

#### □ 국내 해양장비 관련 중소기업 기술경쟁력 강화

- 핵심기술 및 부품개발, 실해역 운용기술 확보의 체계적인 지원으로 국내 해양장비 관련 전문기업의 기술경쟁력 확보 추진
- 확보된 기술의 기술이전을 통해 관련 기업의 시장경쟁력 제고

#### □ 개발된 해양로봇 개발 및 활용 기술의 100% 현장적용

- 개발된 ICT융합 해양로봇이 실제 해역에서 100% 성능을 발휘하는지 검증하는 성능평가 시스템 구축

## 제2절 정책적 기대효과

### □ 해양 관련 정책 목표 달성·유지 기대

- 개발된 ICT기반의 해양로봇 및 활용기술을 활용하여 해양관측정보의 신뢰성이 높아질 것으로 기대되며, 해양관측정보 신뢰성의 제고는 효과적인 해양 관련 정책결정 가능하게 하며, 상위계획에서 언급된 정책적 목표의 유지·달성이 가능 기대
  - 해양수산R&D중장기계획('14~'20)의 목표인 해양 관측예보시스템 정확도 80% 달성·유지 가능
  - 해양수산R&D중장기계획('14~'20)의 2020년까지 국산화율 64% 목표치를 이어받아 본 사업 동안 국산화율 80% 달성 기대
  - MTRM2020의 해양사고 중 인명피해율 4% 달성·유지 기대

### □ 해양환경변화 예측력 강화 및 해양사고 신속대응을 통한 대국민 안전성 제고

- 해양 사고 신속 대응을 통한 인명 피해 및 손실의 최소화, 및 블랙박스 등 해양사고 자립적 증거확보를 법정 분쟁/보험료/원인규명 대응
- 항공기 추락, 선박 침몰 등의 해양 사고시 신속하게 투입하여 넓은 지역 수색가능
- 실시간 해양 정보 서비스 구축을 통해 해양 환경 정보에 대한 대어민 정책 수립 가능하고, 어족 자원의 체계적인 관리를 통한 미래 수산식량 정책 수립 가능하며, 쓰나미, 지진 발생 초기 징후 등 자연 재해 예측 가능
- 해양 공간을 무인로봇을 통해 실시간 감시 관측하고 해당 자료를 국민들에게 공개함으로써 국가 해양 영토에 대한 실효적 지배를 공고히 할 수 있음

### 제3절 경제산업적 기대효과

#### 1. 산출방법

- 산업연관분석을 통해 본 사업의 각 상품별 투입사업비와 동 상품별 생산유발계수, 부가가치유발계수, 고용유발계수를 각각 곱하여 생산유발액, 부가가치유발액, 고용유발규모를 산출
- 산출식

<표 9-1> 경제산업적 기대효과 산출식

경제산업적 파급효과 항목	산출식	계수의 정의
생산유발액	$\sum_{i=1}^n (b_i \times p_i)$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>i</math> = 상품(소분류)</li> <li>• <math>b_i</math> = 본 사업의 소분류 상품별 투입사업비</li> <li>• <math>p_i</math> = 소분류 상품별 생산유발계수</li> <li>• <math>v_i</math> = 소분류 상품별 부가가치유발계수</li> <li>• <math>e_i</math> = 소분류 상품별 고용유발계수</li> </ul>
부가가치유발액	$\sum_{i=1}^n (b_i \times v_i)$	
고용유발규모	$\sum_{i=1}^n (b_i \times e_i)$	

※ 생산유발계수, 부가가치유발계수, 고용유발계수는 한국은행의 2010년 산업연관표로부터 도출

- 산출과정
  - (1단계) 산업연관표의 소분류 상품과 본 사업 핵심과제 성과물과 매칭
  - (2단계) 핵심과제별 사업비에 산업연관표의 소분류별 생산유발계수, 부가가치유발계수, 고용유발계수를 곱하여 기대효과 산출

## 2. 경제산업적 기대효과 산출결과

### □ 핵심과제와 산업연관표 소분류 상품 매칭

<표 9-2> 핵심과제와 산업연관표 소분류 상품의 매칭

핵심과제 명	산업연관표 소분류 상품	
	코드	소분류 상품명
자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템	79	전기변환·공급제어장치
	80	전지
	81	가티전기장치
	101	전력 및 신재생에너지
	128	유, 무선 통신서비스
	129	기타 전기통신서비스
고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술	67	내연기관 및 터빈
	77	기타 특수목적용기계
	78	발전기 및 전동기
	79	전기변환·공급제어장치
지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술	68	펌프 및 압축기
	71	공기 및 액체 조절장치
	79	전기변환·공급제어장치
	80	전지
극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술	63	구조용 금속제품 및 탱크
	67	내연기관 및 터빈
	78	발전기 및 전동기
	79	전기변환·공급제어장치
	80	전지
스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발	7	수산물
	8	농림어업 서비스
	106	폐기물처리
해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발	7	수산물
	8	농림어업 서비스
	106	폐기물처리
	87	통신 및 방송장비
	121	운송보조서비스
	128	유, 무선 통신서비스
	129	기타 전기통신서비스
	131	정보서비스

□ 산업연관표의 소분류 상품별 계수

<표 9-3> 생산유발계수, 부가가치유발계수 및 고용유발계수

산업연관분석표		계수		
코드	상품명(소분류)	생산유발계수 (억원/억원)	부가가치유발계수 (억원/억원)	고용유발계수 (명/억원)
7	수산물	1.810	0.6425	10.397
8	농림어업 서비스	1.749	0.745	15.970
63	구조용 금속제품 및 탱크	2.412	0.674	8.769
67	내연기관 및 터빈	2.248	0.692	8.765
68	펌프 및 압축기	2.201	0.698	10.180
71	공기 및 액체 조절장치	2.531	0.687	10.446
77	기타 특수목적용기계	2.231	0.709	11.217
78	발전기 및 전동기	2.207	0.695	8.364
79	전기변환·공급제어장치	2.100	0.673	8.675
80	전지	1.832	0.578	6.158
81	가티전기장치	2.204	0.600	8.701
87	통신 및 방송장비	1.848	0.480	4.974
101	전력 및 신재생에너지	1.612	0.509	3.181
106	폐기물처리	1.968	0.790	13.098
121	운송보조서비스	1.701	0.859	10.168
128	유, 무선 통신서비스	2.029	0.812	10.675
129	기타 전기통신서비스	2.088	0.796	11.352
131	정보서비스	2.006	0.815	11.571
144	연구개발	1.658	0.803	13.019
148	기타 과학기술서비스	1.501	0.849	14.809

□ 경제산업적 기대효과

- 생산유발액 : 1,880억원
- 부가가치유발액 : 1,250억원
- 고용유발규모 : 1,727명

<표 9-4> 경제산업적 기대효과

(단위: 억원, 명)

핵심과제	생산 유발액	부가가치 유발액	취업유발 인원
[1] 자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템	280	190	224
[2] 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술	280	160	231
[3] 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술	340	210	280
[4] 극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술	330	190	244
[5] 스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발	230	180	329
[6] 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발	420	320	419
<b>합계</b>	<b>1,880</b>	<b>1,250</b>	<b>1,727</b>

---

부 록

---





부록 I

---

기획위원 명단



<기획위원 명단>

구분	성명	소속	직위
총괄기획위원장	서주노	한국해양대학교	교수
해양로봇 분과	최현택	선박해양플랜트연구소	책임연구원
	박진영	선박해양플랜트연구소	선임연구원
	권오순	한국해양과학기술원	책임연구원
	민정탁	한국로봇융합연구원	책임연구원
	하경남	한국생산기술연구원	수석연구원
	이계홍	한국로봇융합연구원	책임연구원
	김현식	동명대학교	교수
	유선철	포항공과대학교	교수
	박종진	경북대학교	교수
	변승우	한화시스템	전문연구원
	윤선일	LIG넥스원	수석연구원
	임흥현	아쿠아드론	대표이사
수중통신 분과	김시문	선박해양플랜트연구소	책임연구원
	송유재	한국해양과학기술원	연구원
	권동승	한국전자통신연구원	책임연구원
	김창화	강릉원주대학교	교수
	임태호	호서대학교	교수
	최지웅	한양대학교	교수
	박승수	소나테크	대표
	김광준	한국전자통신연구원	책임연구원
	김재수	한국해양대학교	교수
융합관측 분과	유주형	한국해양과학기술원	책임연구원
	심형원	선박해양플랜트연구소	선임연구원
	박종원	선박해양플랜트연구소	책임연구원
	이재성	한국해양과학기술원	책임연구원
	김종철	국립해양조사원	서기관
	김성필	한국지질자원연구원	선임연구원
	김진환	한국과학기술원	교수
	우종식	거재대학교	교수
	남성현	서울대학교	교수
	임세한	해국사관학교	교수
	문용선	레드윈테크놀러지	대표
	홍성두	오션테크	대표
	장성태	지오시스템리서치	상무



부록 Ⅱ

---

수요조사서 및 기업참여의향서 양식



## 수요조사서 양식

제안하는 기술명		
핵심 기술명		
기술개발의 필요성		
기술개발 최종목표		
연구내용		
기술개발 동향	해외	국내
총 기술 개발기간 및 비용	기술개발 기간	소요비용
	(    )개년	(    )억원
기대 효과	기술적	
	경제적	
	산업적	

## 기업참여의향서 양식

<b>신청기업</b>	<b>기업명</b>		<b>기업구분</b>	□대기업, □중소, □중견
<b>담당자</b>	<b>성 명</b>		<b>직 위</b>	
	<b>Tel</b>		<b>휴대폰</b>	
	<b>Fax</b>		<b>E-mail</b>	
<b>기업정보</b>	<b>주 보유기술</b>			
	<b>연구개발 조직</b>	(     )명		
<b>참여가능 분야</b>	<b>핵심과제</b>	(붙임 1의 코드번호 기입)		
	<b>참여사유</b>			
	<b>기업부담가능 금액</b>	(     )백만원		
	<b>예상참여기간</b>	(     )년 ~ (     )년		
	<b>예상성과물</b>			

본 기업은 “차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업”에 지원하기 위해 사업 참여의향서를 제출하고자 합니다.

※ 붙임 - 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 핵심과제 리스트

2018 년    월    일

(기업명)

(총괄책임자)

**한국해양수산과학기술진흥원장 귀하**



부록 Ⅲ

---

분과별 핵심기술 요약서



# 1. 해양로봇 분과

## 1-1. 장기 해양 정보 관측을 위한 수중 로봇 기술 개발

핵심 기술명	장기 해양 정보 관측을 위한 수중 로봇 기술 개발		
해당분야	해양로봇(○), 수중통신( ), 융합관측( )	적용해역	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)

기술의 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 로봇을 활용한 자율 해양 환경 관측 기술 개발</li> </ul>							
기술개발 최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>(정성적) 해양 환경 모니터링을 위한 수중 로봇 운용 기술 개발</li> <li>고정형 및 이동형 부이 정보를 이용한 수중 로봇 위치 추정 기술</li> <li>해양 환경 관측을 위한 3차원 경로 생성 및 장애물 회피 기술</li> <li>관측 센서 정보 기반 coverage 기술</li> <li>수중 로봇 상태 모니터링 및 자율 도킹 기술</li> </ul>							
기술의 내용	<p>① 고정형 및 이동형 부이 정보를 이용한 수중 로봇 위치 추정 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>절대 위치 정보(ex. GPS)가 제공되는 부이 정보 기반의 센서 네트워크 상에서의 정밀 위치 추정 기술 개발</li> </ul> <p>② 해양 환경 관측을 위한 3차원 경로 생성 및 장애물 회피 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>특정 심도 및 위치의 해양 환경 관측을 위한 수중 로봇 자율 항법 및 이동 기술 개발</li> </ul> <p>③ 관측 센서 정보 기반 coverage 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>해양 환경 관측 시, 음영 지역이 없도록 하는 coverage 기술의 자율적 운용 기술 개발</li> </ul> <p>④ 수중 로봇 상태 모니터링 및 자율 도킹 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>수중 로봇의 상태 정보를 통한 고장 진단 및 예측, 장기 운용을 위한 자율 도킹 기술 개발</li> </ul>							
기술개발 기간	○ 핵심기술 개발기간 : (7)년							
	○ 세부기술개발 로드맵							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
①								
②								
③								
④								
한계점 및 해결방안	<b>한계점</b>		<b>해결방안</b>				<b>확보전략</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 센서 네트워크 및 수중 로봇 동시 자율 운용 기술 부족</li> <li>제한된 센서 정보 상에서의 수중 로봇 자율 항법 및 운항 기술 개발의 어려움</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 음향 신호 기반 항법 기술의 고도화 및 부이 장치 플랫폼 기술과의 연동</li> <li>기존 기술의 고도화 및 개별 센서 단위에서 개발된 정보들의 융합 기술 개발</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>신규개발</li> <li>기술고도화</li> </ul>	

소요예산	(단위 : 억원)							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	①	4	4	4	3	3		
	②	3	5	5	5	5		
	③	3	5	5	5	5	5	
	④			5	5	7	7	7
	합계	10	14	19	18	20	12	7
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중 로봇을 활용한 해양 환경 정보의 실시간 모니터링</li> <li>○ 특정 위치 및 심도의 환경 정보 필요시 수중 로봇을 활용한 정보 취득 가능</li> <li>○ 해양 정보 모니터링을 통한 기상 상황, 조류, 수온 등의 예측</li> <li>○ 취득된 해양 정보 기반 해양 안전사고 조기 예방</li> </ul>							
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 실시간 해양 환경 모니터링 기술은 군사·방위용 파생 기술의 원천 기술이 됨</li> <li>○ (산업적) 실시간 해양 정보 모니터링을 통해, 어업 종사자들을 위한 필요 정보 제공</li> </ul>							

## 1-2. 해양관측용 고정식 부이형 플랫폼 기술 개발

<b>핵심 기술명</b>	해양관측용 고정식 부이형 플랫폼 기술 개발		
<b>해당분야</b>	해양로봇(○), 수중통신( ), 융합관측( )	<b>적용해역</b>	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)

<b>기술의 정의</b>	○ 고정식 부이형 구조물, 해양에너지 이용 복합 발전장치, 수중로봇 도킹 스테이션, 대수심용 Profiler 등으로 구성된 해양관측용 기반 플랫폼 기술
<b>기술개발 최종목표</b>	○ (정성적) 해양에너지 활용 고정식 부이형 플랫폼 제작 및 운용 기술 ○ 파고, 해상풍력, 태양광 에너지 복합 발전장치 기술 ○ 해상 부이 구조물 및 수중 앵커형 구조물 설계·제작 기술 ○ 대수심용 Profiler 기술 ○ 수중로봇 도킹 스테이션 기술 ○ 부이 플랫폼 운용 기술
<b>기술의 내용</b>	① 해양에너지 복합 발전장치 기술 - 파고, 해상풍력, 태양광 에너지 활용 소형·고효율 복합 발전장치 기술 ② 고정식 부이 구조물 설계 기술 - 해상형 부이 구조물 및 수중 앵커형 구조물 설계·해석 및 제작 기술 ③ 대수심용 Profiler 기술 - 실시간 수심별 환경모니터링을 위한 Profiler 제작 기술 ④ 수중로봇 도킹스테이션 기술 - 수중로봇 상시 전원 공급 및 대용량 측정데이터 전송용 스테이션 설계제작 기술 ⑤ 부이 플랫폼 설치 및 운용 기술 - 대수심용 부이 플랫폼 설치·회수 및 유지보수 기술

<b>기술개발 기간</b>	○ 핵심기술 개발기간 : (7)년							
	○ 세부기술개발 로드맵							
	<b>세부 기술명</b>	<b>1차년</b>	<b>2차년</b>	<b>3차년</b>	<b>4차년</b>	<b>5차년</b>	<b>6차년</b>	<b>7차년</b>
	①							
	②							
	③							
	④							
	⑤							

	한계점	해결방안	확보전략					
한계점 및 해결방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>간이형 고정식 부이 장치를 수입하여 설치·운영하고 있어 대수심용 부이 플랫폼 설계 기술이 취약함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대수심용 부이 플랫폼 설계·제작 및 시험 운용을 통한 국산화 기술 확보</li> </ul>	기술고도화					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>태양광 패널 및 배터리 정도가 적용되어 장시간 전력 공급이 제한적이며 전력 수급이 불안정함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양에너지를 적극 활용할 수 있는 소형·고효율 복합 발전장치 개발 및 적용</li> </ul>	신규개발					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>고정식 부이에 수심별 설치된 센서 장치를 부착하여 정보를 계측하고 있으나, 측정 주기가 비교적 길어 실시간성이 낮음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수면에서 심해까지 연속적으로 수직 이동하며 수심별 정보를 실시간 측정하여 유선 통신을 통해 전송하는 Profiler 기술 확보</li> </ul>	기술수입 신규개발					
소요예산	(단위 : 억원)							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	①	3	5	5				
	②	5	7	7	12			
	③	3	3	5	5			
	④	3	5	5				
	⑤				10	30	35	35
합계	14	20	22	27	30	35	35	
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>우리나라 해역별 해상 및 해양 상황 실시간 정보 제공</li> <li>대량의 해양정보 확보를 통한 선진형 기후 예측 기술 확보</li> <li>우리나라 해역별 어장 상황 분석, 적조 조기 예측, 해상 기상상태 예보 등에 활용</li> </ul>							
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>(기술적) 장기간 해상-심해 장치가 통합된 고정식 부이형 플랫폼 제작 및 운용 기술은 안전성 및 신뢰성이 높은 해양장비 설계 기술 축적에 기여</li> <li>(정책적) 우리 해역의 실시간 환경정보 제공 및 분석을 통한 정확한 해상 상황 예보, 기후 예측 등 국민생활 안정 및 복지 향상에 기여</li> <li>(산업적) 해역별 어장 상황, 해상 안전, 적조 조기 예측을 통해 해양 재해 방지 및 수산·양식 증대에 기여</li> </ul>							

### 1-3. 구난 지원용 수중로봇 기술

<b>핵심 기술명</b>	구난 지원용 수중로봇 기술		
<b>해당분야</b>	해양로봇(○), 수중통신( ), 융합관측( )	<b>적용해역</b>	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)

<b>기술의 정의</b>	○ 구난 표적 정밀탐색이 가능한 소형 ROV 시스템 관련 기술							
<b>기술개발 최종목표</b>	○ 이동성/조작성 향상 기반의 정보 획득/전송이 가능한 소형 ROV 개발							
	○ UX/UI 향상 기반의 ROV/표적정보 관리가 가능한 소형 통제콘솔 개발							
<b>기술의 내용</b>	○ 최대속도 : 8 knots 이상							
	○ 로봇팔 : 6 자유도 이상							
<b>기술의 내용</b>	○ 탑재센서 : 장애물회피센서, 카메라, 전방주시소나 등							
	○ 통신방식 : 케이블 등							
<b>기술개발 기간</b>	① 최적선형 기술 - 간섭최소화, 다중추진, 선체안정화 등							
	② 정밀탐색 기술 - 이미지획득, 음향획득 등							
<b>기술개발 기간</b>	③ 체계운용 기술 - HMI, 통신, 케이블관리, 시험평가 등							
	○ 핵심기술 개발기간 : ( 3 )년							
<b>기술개발 기간</b>	○ 세부기술개발 로드맵							
	<b>세부 기술명</b>	<b>1차년</b>	<b>2차년</b>	<b>3차년</b>	<b>4차년</b>	<b>5차년</b>	<b>6차년</b>	<b>7차년</b>
	최적선형기술							
	정밀탐색기술							
	체계운용기술							

	한계점	해결방안	확보전략					
한계점 및 해결방안	공간특성에 따른 이동성 저하	기존연구 기반 최적화	기존기술 고도화, 기술수입					
	장애물에 따른 탐색성 저하	다자유도 로봇팔 적용	신규개발					
	환경에 따른 운용 편의성 저하	휴먼인터페이스 기법 적용	신규개발					
소요예산	(단위 : 억원)							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	최적선행기술	20	10					
	정밀탐색기술		20	10				
	체계운용기술	10	10	20				
합계	30	40	30					
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침몰선 내외부 탐색</li> <li>○ 표적 다양화 및 기술최적화에 따른 신규 산업 도출</li> </ul>							
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 조작성이 강화된 수중로봇기술 확보</li> <li>○ (정책적) 해양영토 관리정책 수립에 기여 가능</li> <li>○ (산업적) 기술확산을 통한 해양산업 혁신성장이 기대됨</li> </ul>							



## 1-4. 수산 지원용 수중로봇 기술

<b>핵심 기술명</b>	수산 지원용 수중로봇 기술		
<b>해당분야</b>	해양로봇(○), 수중통신( ), 융합관측( )	<b>적용해역</b>	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)

<b>기술의 정의</b>	○ 양식장 표적 정밀관찰이 가능한 소형 ROV 시스템 관련 기술																																						
<b>기술개발 최종목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 이동성/조작성 향상 기반의 정보 획득/전송이 가능한 소형 ROV 개발</li> <li>○ UX/UI 향상 기반의 ROV/표적정보 관리가 가능한 소형 통제콘솔 개발</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최대속도 : 8 knots 이상</li> <li>○ 로봇팔 : 6 자유도 이상</li> <li>○ 탑재센서 : 장애물회피센서, 그물감지센서, 카메라, 전방주시소나 등</li> <li>○ 통신방식 : 케이블 등</li> </ul>																																						
<b>기술의 내용</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 최적선형 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 간섭최소화, 다중추진, 선체안정화 등</li> </ul> </li> <li>② 정밀관찰 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이미지획득, 음향획득, 환경정보획득 등</li> </ul> </li> <li>③ 체계운용 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- HMI, 통신, 케이블관리, 시험평가 등</li> </ul> </li> </ul>																																						
<b>기술개발 기간</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 핵심기술 개발기간 : ( 3 )년</li> <li>○ 세부기술개발 로드맵</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">세부 기술명</th> <th style="width: 10%;">1차년</th> <th style="width: 10%;">2차년</th> <th style="width: 10%;">3차년</th> <th style="width: 10%;">4차년</th> <th style="width: 10%;">5차년</th> <th style="width: 10%;">6차년</th> <th style="width: 10%;">7차년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>최적선형 기술</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>정밀관찰 기술</td> <td></td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>체계운용 기술</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	최적선형 기술								정밀관찰 기술								체계운용 기술							
세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년																																
최적선형 기술																																							
정밀관찰 기술																																							
체계운용 기술																																							

한계점 및 해결방안	한계점		해결방안					확보전략
	공간특성에 따른 이동성 저하		기존연구 기반 최적화					기존기술고도화, 기술수입
	어류/그물에 따른 관찰성 저하		로봇팔 및 다중센서 적용					신규개발, 기술수입
	환경에 따른 운용 편의성 저하		휴먼인터페이스 기법 적용					신규개발
소요예산	(단위 : 억원)							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	최적선형 기술	20	10					
	정밀관찰 기술		20	10				
	체계운용 기술	10	10	20				
	합계	30	40	30				
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 양식장 내외부 및 어류 관찰</li> <li>○ 표적 다양화 및 기술최적화에 따른 신규 산업 도출</li> </ul>							
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 관측성이 강화된 수중로봇기술 확보</li> <li>○ (정책적) 해양영토 관리정책 수립에 기여 가능</li> <li>○ (산업적) 기술확산을 통한 해양산업 혁신성장이 기대됨</li> </ul>							

## 1-5. 광역해양관측을 위한 수중글라이더 핵심 부품 및 관측 기술 개발

<b>핵심 기술명</b>	광역해양관측을 위한 수중글라이더 핵심 부품 및 관측 기술 개발		
<b>해당분야</b>	해양로봇(O), 수중통신( ), 융합관측( )	<b>적용해역</b>	동해(O), 남해(O), 서해( ), 공통( )

<b>기술의 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중글라이더 오일기반 부력엔진 기술</li> <li>○ 수중글라이더 가변 하우징 기술</li> <li>○ 소모형 및 충전형 배터리 제어 기술</li> <li>○ 수중글라이더용 원격 무인투하회수 로봇 기술</li> <li>○ 초광역 위치인식 시스템 기술</li> <li>○ 수중글라이더 활용 해양환경 관측 기술 개발</li> </ul>
<b>기술개발 최종 목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 기술 개발 사업의 핵심은 전세계적으로 광역해양관측의 중심적인 역할을 하고 있는 수중글라이더를 해양관측에 직접 운용하는 전문적인 활용자(장비수요자)의 주도로 이루어진다는 것임.</li> <li>○ 실 운용자가 장비개발자들과의 협력을 통해 실제 활용가능한 기술로 개발하고 실험역에서 직접 운용함으로써 개발 기술을 점검 보완할 수 있도록 하고, 운용된 결과로 기본이 되는 고품질의 해양환경자료를 직접 생산하여 각 해양관련기관에 제공함과 동시에 유의미한 해양 정보를 추출함으로써 개발된 장비기술의 안정성과 효용성을 증명하고, 해당 기술의 활용성을 높이는 선순환 체계를 확립하는데 목적이 있음</li> <li>○ 이에 실제 활용을 위한 핵심부품 개발과 동시에 해양관측용 장비 원천 기술을 확보하고 이를 활용한 관측 성과를 사업 결과물로 제시함으로써 개발된 기술의 우수성을 알리고 급속도로 무인화되어가는 해양정보산업에서 국가적 위상을 높이며 해양관측장비 시장에서의 경쟁력도 확보하는 것을 목표로 함</li> <li>○ 이 선순환체계는 각 해양관련기관의 추가적인 자료 요구에 유동적으로 대응할 수 있도록 구축하여 수중글라이더를 최적화 운용하고 필요시 새로운 장비개발 수요를 제기함으로써 장기적으로 실 활용가능한 무인해양로봇의 개발 수요를 확대하는 역할도 수행할 수 있도록 구축</li> <li>○ 세부 기술 개발 최종 목표는 다음과 같음             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중글라이더 유압모터기반 부력엔진 기술                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중글라이더를 활용한 장기관측에서 부력엔진은 2-3년 주기로 교체가 필요한 소모성 부품이면서 효율적인 해양관측 로봇 전반에 있어 핵심적인 기술임</li> <li>- 최소의 동력으로 부력조절이 가능한 오일기반 수심 1000m 급 부력엔진 개발이 목표</li> </ul> </li> <li>○ 수중글라이더 가변 하우징 기술                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중글라이더 하우징은 고수압 환경에서 내부를 보호하는 역할을 할 뿐 아니라 수압에 따라 가변함으로써 수중글라이더의 이동성능 향상에 중요한 역할을 함</li> <li>- 장기간 운용시 Biofouling에 가장 영향을 많이 받으므로 해양환경에 따라 교체가 불가피한 부품임</li> <li>- 수압에 따라 가변하는 수심 1000m 급 하우징 개발이 목표</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

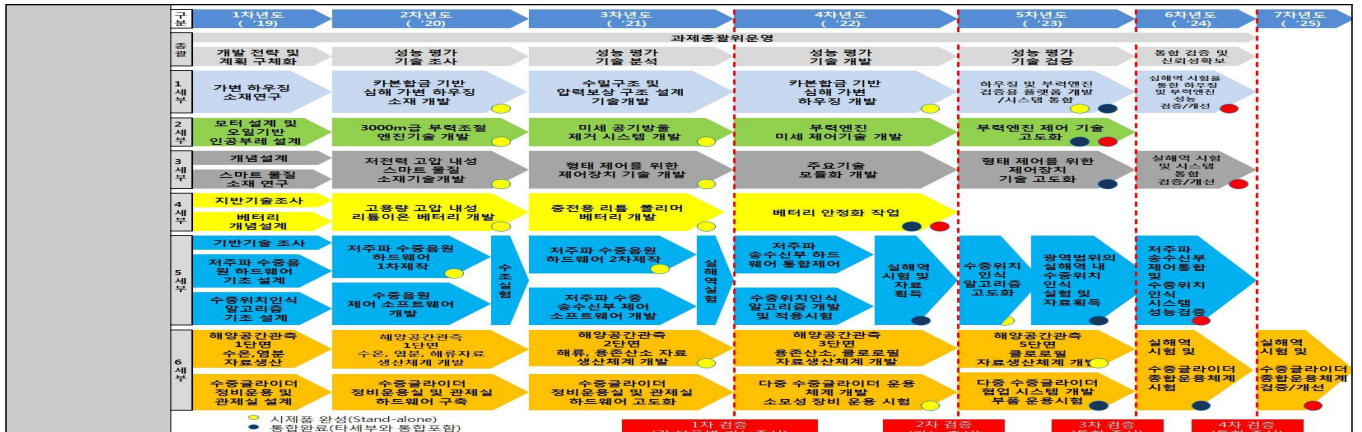
**기술개발  
최종 목표**

- 수중글라이더용 배터리 제어 기술
  - 현재 고가의 배터리를 외국 수입에 의존하고 있는 실정으로 국내 기술로 배터리 제어 기술만 개발하면 기존의 상용화되어 있는 배터리팩을 활용하여 수중글라이더용 배터리를 개발할 수 있음
  - 약 8개월을 사용가능한 리튬이온 배터리의 경우 개당 2000만원이 넘고 일회용 소모성 배터리이므로 국내 기술로 개발한다면 약 1/3 비용으로 생산가능함
  - 재충전하여 반복 사용이 가능한 리튬 폴리머 배터리는 아직 수중글라이더용으로 상용화되어 있지 않으므로 개발된 기술은 가격 경쟁력을 갖춘다면 세계 시장에 진출도 가능함
  - 수중글라이더용 알칼라인 배터리, 리튬이온 배터리, 리튬 폴리머 배터리 3종을 개발하는 것이 목표임
  - 해당 배터리 제어기술은 다른 수중 드론 장비에도 활용 가능함
- 수중글라이더 무인 투하회수로봇 개발
  - 대형 해양관측선에서 수중글라이더를 활용 시에는 투하 및 회수 시기가 글라이더 손상이 발생할 가능성이 가장 높음. 현재는 전 세계적으로 소형 선박을 활용하여 투하/회수하고 있으나 위험도가 높으며 시간이 많이 소요되어 선박사용료가 증가하는 문제가 있음. 게다가 날씨가 조금만 나빠도 회수가 불가능하기 때문에 투하회수 비용이 크게 늘어나게 됨
  - 무인 투하회수로봇은 대형 해양관측선에서의 수중글라이더의 활용도를 크게 높일 수 있는데다 현재까지 전세계적으로 개발된 사례가 없어 실제 활용가능한 장비가 개발된다면 시장 경쟁력도 가질 수 있을 것으로 기대됨
  - sea state 3이하에서 모선으로부터 300m 이상 떨어져 있는 수중글라이더를 투하 및 회수할 수 있는 범용 무인 투하회수로봇을 개발하는 것이 목표임
- 초광역 수중위치인식 시스템 개발
  - 해상 교통량이 많아 해표면에서 GPS 수신을 자주 할 수 없는 경우, 극지 해역과 같이 해표면에 해빙이 존재하여 위치 수신은 물론 충돌 위험까지 있는 경우에 수중글라이더의 원활한 수중항법을 위한 위치 인식 시스템이 필요
  - 수중글라이더는 저전력 구조로 장기간 운용이 필수적인 해양 관측에 특화되어 있는 장비이므로 전력 소모가 큰 기존의 수중통신 시스템은 글라이더용 위치인식 시스템으로 활용하기에 적합하지 못함. 수중글라이더 내에서 전력 소모가 적고 위치 정보만을 제공하는데 특화된 저렴한 시스템이 필요함.
  - 또한 수중글라이더는 수백 km 이상의 범위를 이동하면서 해양 관측을 수행하기 때문에 요구되는 수중 위치 인식 범위는 200km 이상이어야 함
  - 음원은 500Hz 이하의 저주파를 활용하고 환경 영향을 최소화하기 위해 190db이하의 음원을 개발해야하며 30분 이하의 burst rate을 가지며 수심 1000m 이내에서 1년이상 작동가능하도록 개발하여야 함

**기술개발  
최종 목표**

- 수중글라이더 활용한 무인해양 관측 기술 개발
- 수중글라이더는 무인 해양 공간 관측 분야에서 전 세계적으로 가장 핵심적이고 중요한 역할을 담당하고 있는 해양 관측 장비임. 수중글라이더 관련 원천 기술을 개발하고 급속도로 확대되고 있는 무인 해양 관측 산업과 해양 정보 산업의 국가적인 우위를 갖기 위해서는 무인해양 관측망을 보유하여 지속적으로 고품질의 자료를 생산함과 동시에 해당 자료로부터 유의미한 해양정보를 추출하여 개발된 장비의 우수성과 자료의 활용성을 지속적으로 증명하는 것이 필수적임
- 해양에서 활용되는 관측장비 중 활용성이 높은 장비들은 수년동안 해당 장비로부터 얻어진 자료의 품질과 가치가 증명되었기 때문에 가능하였음. 따라서 개발된 장비를 지속적으로 활용하여 유의미한 정보를 얻을 수 있는 운용기술, 관측 기술과 무인해양 관측망과 같은 해양자료 생산체계가 필요함
- 동해는 기후변화에 따라 해양의 반응이 뚜렷하게 나타나고 관측자료를 통해 그 반응을 직접 확인할 수 있는 전 세계에서 거의 유일한 바다이며, 수심이 깊고 수온이 낮아 해양 관측 장비 테스트 분야에서 천혜의 조건을 가지고 있는 해역임. 따라서 개발된 해양장비를 고도화할 수 있고 기후변화에 대한 유의미한 해양정보를 생산함으로써 해당 해양관측장비의 가치를 증명할 수 있는 바다임.
- 동해에 이러한 체계를 구축하는데 있어서 가장 시급한 것이 바로 수중글라이더와 같은 공간 관측 체계임. 앞서 개발하는 장비 및 기술의 단순 테스트도 중요하겠지만, 이를 활용하여 고품질의 해양 자료를 생산하고 해양 정보를 추출하는 일련의 과정이 바로 장비 기술의 우수성을 증명하는 방법이기 때문에 수중글라이더를 활용한 해양 공간 관측망을 구축하는 것이 가장 시급하다고 할 수 있음
- 먼저 가장 기본이 되는 해양 자료인, 수온/염분/해류/용존산소/클로로필 5종에 대해 800m 이내에서 수직 해상도 1m 이하, 수평 해상도 2km 이하의 단면 공간 관측을 위도 36도에서 38.5도 사이에 0.5도 간격으로 매달 관측하는 공간 관측망 구성을 목표로 함
- 기존의 선박을 활용한 관측을 보완하고, 선박 관측을 통해 얻어진 자료를 기존 자료로 하여 무인 시스템에서 얻어진 자료를 평가하고 보정하여 고품질 자료를 생산할 수 있는 체계를 확립
- 울릉분지 중심해역과 포항 인근해역, 울릉도 인근 해역, 동해시 인근 해역 등 비교적 관리 운용이 수월한 지역에 거점 관측망을 구성하여 초광역 수중위치인식 시스템의 음원 부이를 설치하고 연안 거점의 경우 추가적인 자료를 수집함으로써 수중글라이더에서 얻어진 자료를 교정할 뿐 아니라 시계열 자료를 확보함으로써 3차원 나아가 4차원 격자화 자료를 생산할 수 있는 기존 관측 체계 구축





구분	과제중괄위운영						
	1차년도 ( '19)	2차년도 ( '20)	3차년도 ( '21)	4차년도 ( '22)	5차년도 ( '23)	6차년도 ( '24)	7차년도 ( '25)
종류	개발 전략 및 계획 구체화	성능 평가 기술 조사	성능 평가 기술 분석	성능 평가 기술 개발	성능 평가 기술 검증	동일 검증 및 신뢰성 확보	
1. 세부	가변 하우징 소재 연구	카본합금 기반 심해 기반 하우징 소재 개발	수밀구조 및 압력보상 구조 설계 기술개발	카본합금 기반 심해 기반 하우징 개발	하우징 및 부력엔진 검증용 플랫폼 개발 / 시스템 통합	심해역 시험용 플랫폼 개발 / 성능 검증/개선	
2. 세부	모터 설계 및 오일기반 인공부피 설계	3000m급 부력조정 엔진 기술 개발	미세 공기방출 제어 시스템 개발	부력엔진 미세 제어 기술 개발	부력엔진 제어 기술 고도화		
3. 세부	개념설계 및 스마트 플랫폼 소재 연구	저전력 고압 내성 스마트 플랫폼 소재기술개발	형태 제어를 위한 제어장치 기술 개발	주요기술 모듈화 개발	형태 제어를 위한 제어장치 기술 고도화	심해역 시험용 플랫폼 개발 / 성능 검증/개선	
4. 세부	지반기술조사 배터리 개념설계	고용량 고압 내성 리튬이온 배터리 개발	충전용 리튬 폴리머 배터리 개발	배터리 안정화 작업			
5. 세부	기반기술조사 저주파 수중음원 하드웨어 3차제작	저주파 수중음원 하드웨어 3차제작	저주파 수중음원 하드웨어 2차제작	저주파 수중음원 하드웨어 통합제어	실해역 시험 및 자료 획득	광역범위의 실해역 내 수중위치 인식 정확도 및 신뢰성 향상	저주파 수중음원 제어 및 인식 시스템 성능 검증
6. 세부	해양공간관측 2차 및 수온, 염분, 해류자료 생산체계 개발	해양공간관측 2차 및 수온, 염분, 해류자료 생산체계 개발	해양공간관측 2차 및 해류, 풍속, 수심 자료 생산체계 개발	해양공간관측 2차 및 풍속, 수심, 온도, 염분 자료 생산체계 개발	해양공간관측 2차 및 풍속, 수심, 온도, 염분 자료 생산체계 고도화	해양공간관측 2차 및 풍속, 수심, 온도, 염분 자료 생산체계 고도화	실해역 시험 및 수중음원용체계 검증/개선

**한계점 및 해결방안**

한계점	해결방안	확보전략
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 심해에서 사용가능한 부력엔진을 개발한 경험이 있는 전문가가 없으나 천해용 부력엔진을 개발해본 경험이 있는 기관들은 몇몇 곳이 존재함</li> <li>○ 가변형 하우징은 미래의 수중드론 기술중에서도 중요한 기술로 판단되나, 국내에서는 시도한 적이 없음</li> <li>○ 배터리 기술은 국내에서 충분히 개발 가능하지만 높은 수압과 낮은 수온에서 충분한 효율을 얻을 수 있도록 배터리를 제어하는 것이 중요</li> <li>○ 무인투하회수로봇은 기존에 어디에서도 개발된 사례가 없으므로 많은 시행착오가 예상됨</li> <li>○ 초광역수중위치인식 시스템은 이미 선진국에서 활용하고 있는 시스템이므로 음원장치등 하드웨어에 개발은 수월하지만, 이를 활용한 항법 소프트웨어 등이 어려울 것으로 판단됨</li> <li>○ 수중글라이더를 활용한 무인해양공간관측망 구축은 국내에서 처음 시도되는 것이며 향후 지속적인 운용주체 선정이 어려울 것으로 판단됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내에는 실제 활용가능한 부력엔진 개발 기술이 부족하므로 운용전문가로부터 적합한 방향성과 핵심정보를 제공받아 개발이 가능할 것으로 파악됨</li> <li>○ 소재 개발 분야는 파급효과가 크지만 연구가 힘든 분야이므로 원천기술 개발을 목표로 지속적인 투자가 필요할 것으로 판단됨</li> <li>○ 배터리팩을 새롭게 개발할 필요는 없고 기존의 배터리팩 중에 충분한 효율을 갖는 배터리팩 제품을 선정하여 제어하는 방식으로 해결 가능</li> <li>○ 수중글라이더 전문운영팀의 경험과 노하우를 바탕으로 시행착오를 최소화하는 방향으로 개발하고 직접 운용하면서 수정 보안을 거치면 활용성 높은 장비 개발이 이루어질 수 있을 것이라 판단됨</li> <li>○ 미국 전문 기관과 공동 협력으로 통해 고품질의 항법 소프트웨어 개발이 가능할 것으로 생각함</li> <li>○ 실제 무인해양 공간관측망에서 생산된 자료를 활용하여 일반인을 위한 정보를 추출하는 국가기관 중 선정과정을 통하여 해당 기관의 부속기관으로서 구성하고 전문가 위원회를 구성하여 운영함으로써 공무행정 조직이 아니라 전문성이 유지될 수 있는 조직으로 지속적으로 활용될 수 있도록 체계를 확립하는 과정이 필요함</li> </ul>	

(단위 : 190억원)

소요예산	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	심해용 부력엔진	5	5	5	6	5	5	
가변 하우징	3	5	5	5	5	5		
고압 저온 배터리제 어	2	2	2	1				
무인투하 회수로봇	6	5	5	5	5	5		
광역위치 인식시스 템	4	4	4	4	4	4		
무인공간 관측시스 템	10	9	9	9	11	11	10	
합계		30	30	30	30	30	30	10

활용방안	내용
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1000m 심해용 부력 엔진 : 2-3년 혹은 10000회 반복 사용후 교체가 필요한 소모성 부품이므로 무인해양공간 관측망에 운용될 수중글라이더에서 직접 활용. 해양관측용 수중드론 개발의 핵심 부품으로 활용될 수 있음</li> <li>○ 가변형 하우징: 무인해양공간 관측망에서 운용될 수중글라이더는 하우징의 biofouling으로 인해 성능저하가 발생하므로 주기적인 교체 시 직접 활용. 해양관측용 수중드론 개발의 핵심 부품으로 활용될 수 있음</li> <li>○ 알칼라인, 리튬이온, 리튬폴리머 배터리: 무인해양공간 관측망에서 운용될 수중글라이더의 운용비용을 낮추는데 직접 활용</li> <li>○ 수중글라이더 범용 무인투하회수 로봇: 무인해양 공간관측망 운용시 직접 활용. 대양관측선에서 수중글라이더 운용시 운용비용을 낮추는데도 활용</li> <li>○ 초광역 수중위치인식 시스템: 해상교통이 복잡한 동해 해역에서 무인해양공간관측망 운용시 활용. 남극 및 북극해에서 수중글라이더 및 무인잠수정을 활용한 빙하 해저의 해양 환경 관측에 활용</li> <li>○ 수중글라이더를 활용한 무인해양 공간관측망: 개발된 해양 관측 장비의 장기간 테스트를 위해 활용. 기후변화에 따른 해양의 반응 패턴 및 생태계의 영향을 평가하는데 생산된 자료가 활용</li> </ul>

기대효과	내용
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 관측용 수중글라이더의 운용 비용을 크게 낮춰 효과적인 해양 자료 및 정보를 생산할 수 있도록 하는 소모성 부품을 개발 기술을 확보함과 동시에 한국형 해양 관측용 로봇 및 수중드론을 개발하는데 있어 핵심적인 기술을 확보할 것으로 기대됨</li> <li>○ 임박해온 4차산업 혁명에 있어서 핵심이 되는 것은 자료로부터 효과적인 방법으로 정보를 생산하는 것이나, 해양은 정보를 생산하기에 필수적인 고품질 자료가 절대적으로 부족한 상황임. 따라서 무인 관측망을 활용하여 다량의 고품질 자료를 생산하는 체계를 갖추으로써 이로부터 파생되는 AI 기반 해양 관리 체계를 구축하는데 중요한 기반을 확보한다는 점에서 큰 의미가 있음.</li> <li>○ 기 구축하는 수중무인시스템을 활용하여 고품질 해양자료가 수집됨으로 인해 해양기상, 해양환경, 해양예측 분야의 활발할 발달이 기대되며, 무인공간관측 체계를 활용한 어족자원 모니터링과 해양생태 모니터링, 해양영토 관리를 맡고 있는 각 정보기관의 운영 체계가 고도화될 것으로 기대됨</li> <li>○ 해양 음향 환경 자료가 중요한 해군에서도 무인시스템에서 실시간으로 생산되는 공간 관측</li> </ul>



자료를 직접적으로 활용함으로써 잠수함 운용 체계나 적잠수함 감시 체계가 고도화될 것으로 기대됨

- 또한 그동안 개발되었던 해양 장비들이 실제 해양환경의 특성과 해양 환경 관측의 성격이 반영되지 못하였기 때문에 실질적으로 활용성이 매우 낮았음. 그러나 이번 사업은 장비를 운용하여 직접 자료를 생산하고 유의미한 정보를 생산할 수 있는 전문운영팀이 사업을 총괄하고 장비 개발 전문가들과 유기적으로 협조하여 개발을 주도하는 첫 사례가 될 것임. 사업 총괄은 개발된 장비를 직접 운용하고 유의미한 해양자료를 생산함으로써 개발된 장비의 우수성과 효용성을 증명해야하는 의무를 갖기 때문에 현장에서 실제 활용될 수 있는 장비를 개발할 수 있는 가장 효과적인 체계임
- 현재 개발하는 장비들 중 소모성 부품들은 해양 자료를 생산하기 위해 직접 운용될 때 사용되기 때문에 해양 자료 생산 비용을 낮추는데 활용됨으로써 관측 비용절감효과의 즉각적인 발휘가 기대됨
- 현장에서 장기간 운용하면서 중요한 해양 자료가 생산되어 새로운 학술적 가치를 보여준 장비는 그 품질을 세계 시장에서 인정받을 수 있으므로 경쟁이 치열한 해양 관측 장비 시장에 국가적인 경쟁력을 가질 수 있도록 함으로써 경제적으로 일석이조의 성과가 기대됨

## 1-6. 신재생 에너지 자가발전 해양 관측용 부이 로봇 기술

<b>핵심 기술명</b>	신재생 에너지 자가발전 해양 관측용 부이 로봇 기술		
<b>해당분야</b>	해양로봇(○), 수중통신( ), 융합관측( )	<b>적용해역</b>	동해(○), 남해(○), 서해( ), 공통( )

<b>기술의 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 신재생 에너지기반으로 자동 충전 및 추력 생성이 가능한 전자동 부이 기능 수상 로봇 시스템</li> </ul>
<b>기술개발 최종목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 파도로부터 전력 생산 및 자체충전이 가능한 로봇 기술 개발</li> <li>○ 신재생 에너지 활용, 파력기반 추력 생성 기술 개발</li> <li>○ 부이로봇과 수중로봇 간 공조 알고리즘 개발</li> <li>○ 24시간 파력발전 및 저장 기술 개발</li> <li>○ 1년 이상 장기 임무 수행</li> <li>○ 일체의 계류 장치없이 30m이내 전자동 위치 유지 기술</li> <li>○ 수상 수중 간 데이터 중계 및 수중로봇 위치 오차 보정</li> </ul>
<b>기술의 내용</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 파력 발전 및 자동 충전 시스템 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 파력발전 효율 증가를 위한 유체학적 하드웨어 설계</li> <li>- 안정적 에너지 생성을 위한 전자/물리적 에너지 저장시스템(ESS) 개발</li> <li>- 발전기 및 전력 제어 기술</li> </ul> </li> <li>② 파력 에너지 변환 추력 생성 시스템 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유체 저항을 줄이는 고효율 하드웨어 설계</li> <li>- 파고에 따른 추력 조절 시스템</li> <li>- 전자동 위치 유지 알고리즘 개발</li> </ul> </li> <li>③ 재난 회피 기동 시스템 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 위험 환경 인식 알고리즘 개발</li> <li>- 회피 기동 알고리즘</li> </ul> </li> <li>④ 수상로봇과 수중로봇 간 공조 알고리즘 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 안정적 수중 데이터 전송 기술 개발</li> <li>- 상호 위치 파악을 위한 음향 위치 파악 하드웨어 개발</li> </ul> </li> <li>⑤ 장시간 임무 수행 및 유지보수 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시스템 안정성 향상기술</li> <li>- 고장 진단 및 신뢰성 향상 기술</li> </ul> </li> </ol>

기술개발 기간	○ 핵심기술 개발기간 : ( 5 )년					
	○ 세부기술개발 로드맵					
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
	파력 발전 및 자동 충전 시스템					
	파력 에너지 변환 추력 생성 시스템					
	재난 회피 기동 시스템					
	수상로봇과 수중로봇 간 공조 알고리즘 개발					
장시간 임무 수행 및 유지보수 기술						
한계점 및 해결방안	한계점	해결방안			확보전략	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>바다의 넓은 면적에 비해 수중·수상로봇의 임무 시간·영역의 제약</li> <li>수중 기술과 수상기술을 연결짓는 중계 기술의 부족</li> <li>신재생 에너지 활용한 청정 에너지 로봇 기술의 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>파력 발전 배터리 충전 및 저전력 소비 시스템으로 임무시간 비약적 증대</li> <li>수중·수상 중계 기술 및 상호간 공조 기술 개발</li> <li>24시간 에너지 공급이 가능한 Energy harvesting vehicle 개발</li> </ul>			신규 개발	
소요예산	(단위 : 억원)					
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
	파력 발전 및 자동 충전 시스템	4	5	4		
	파력 에너지 변환 추력 생성 시스템	4	3			
	재난 회피 기동 시스템			3	3	
	수상로봇과 수중로봇 간 공조 알고리즘 개발		2	3	1	
	장시간 임무 수행 및 유지보수 기술				5	8
합계	8	10	10	9	8	
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양 감시(안보·치안·범죄)</li> <li>기상 관측 및 지진 해일 감지</li> <li>해양 탐사 및 수중 로봇 임무 중계</li> <li>해양 데이터 획득 및 기후 변화 탐지</li> </ul>					
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>(기술적) 풍부한 해양 데이터 획득으로 해양과학, 물리 분야 연구 촉진</li> <li>(정책적) 데이터 기반 현장 밀접 정책 제안</li> <li>(산업적) 해양 자원 개발 본격화</li> <li>지진 해일 감시 등 해양 기상 정보 정확성 증대</li> </ul>					

## 1-7. 심해용 프로파일러(Profiler) 기술

<b>핵심 기술명</b>	심해용 프로파일러(Profiler) 기술							
<b>해당분야</b>	해양로봇( ), 수중통신( ), 융합관측(√)	<b>적용해역</b>	동해(√), 남해( ), 서해( ), 공통( )					
<b>기술의 정의</b>	○ 수천미터 심해 해양물리데이터 수직분포를 수년간 주기적으로 측정하고 전송하는 기술							
<b>기술개발 최종목표</b>	○ (정성적) 표층에서 심해까지의 해양물리데이터의 수직분포를 주기적으로 반복 측정하고, 해상통신 네트워크를 통해 육상으로 실시간 데이터 전송이 가능하며, 저전력 동작 혹은 자체전력 공급이 가능하여 장시간 작동되며, 해양환경에 대한 고 신뢰성을 바탕으로 작업자의 유지보수가 요구되지 않는 심해용 프로파일러 ○ (정량적) 최대 수심 6,000 m, 동작시간 최대 3년							
<b>기술의 내용</b>	① (세부기술 명) 심해센싱기술 - (내용) 심해용 센서소자, 저전력 시스템 설계, 전력 harvesting, 수중 센서 시스템 자동 유지보수 ② (세부기술 명) Tether 기반 심해 프로파일러 - (내용) 장거리 수중 통신 기술, 해상 무선통신 네트워크 기술, 부식방지 재료 기술, 수중 커넥터 기술, 수중 케이블 기술 ③ (세부기술 명) 무선 심해 프로파일러 - (내용) 정밀부력제어기술, 수중/수상 위치전송기술, 방수 압력용기 기술, 수중 자율이동 기술							
<b>기술개발기간</b>	○ 핵심기술 개발기간 : 7년							
	○ 세부기술개발 로드맵							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	심해센싱 기술							
	Tether기반 심해 프로파일러							
무선 심해 프로파일러								
<b>한계점 및 해결방안</b>	<b>한계점</b>		<b>해결방안</b>			<b>확보전략</b>		
	○ 해양 센서소자, 모듈 수입 의존		○ 해양 센서소자 원천기술개발			신규개발		
	○ 해양장비 부품 수입에 의존		○ 해양장비 재료 및 부품개발			기존기술고도화		
	○ 표층 위주의 제한된 profiling		○ 심해 프로파일러 활용			신규개발		
	○ 잦은 유지보수 높은 운용비용		○ 자동 유지보수 시스템개발			기존기술고도화		
○ 전형적인 해양물리데이터 측정		○ 데이터 수요자 요구 중심 장비 설계 및 개발			신규개발			

(단위 : 억원)

소요예산	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	심해센싱 기술	4	4	4				
	Tether기 반 심해 프로파일 러	2	3	3	5			
	무선 심해 프로파일 러			4	4	5	6	6
	합계	6	7	11	9	5	6	6
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연안위주 해양 조사에서 탈피한 근해 및 심해 관측 부이에 활용</li> <li>○ 심해 생태변화, 지질변화, 오염도 측정을 통한 해양환경 예측 망 구축</li> </ul>							
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 심해 센싱을 위한 기계, 재료, 통신, 소자 기술확보</li> <li>○ (정책적) 동해안 심해 해양환경관리, 수산/지질자원 개발 및 보존에 관한 정책결정을 위한 근거 데이터 마련</li> <li>○ (산업적) 심해장비 수입대체효과 기대</li> </ul>							

## 1-8. 연안 감시용 수상로봇 기술

<b>핵심기술명</b>	연안 감시용 수상로봇 기술								
<b>해당분야</b>	해양로봇(○), 수중통신( ), 융합관측( )	<b>적용해역</b>	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)						
<b>기술의 정의</b>	○ 연안 표적 감시가 가능한 고속소형 수상정 시스템 관련 기술								
<b>기술개발 최종목표</b>	○ 표적 탐지/추적 기반의 정보 획득/전송이 가능한 고속소형 수상정 개발								
	○ UX/UI 향상 기반의 수상정/표적정보 관리가 가능한 소형 통제콘솔 개발								
<b>기술의 내용</b>	○ 최대속도 : 20 knots 이상								
	○ 표적관리 수 : 3 개 이상								
	○ 탑재센서 : 장애물회피센서, 레이더, RiDAR, 카메라, AIS 등								
<b>기술개발 기간</b>	○ 통신거리 : 10~20 km 이상								
	① 최적선형 기술 - 저항최소화, 추진력향상, 선체안정화 등								
	② 표적처리 기술 - 표적탐지, 표적추적 등								
<b>기술개발 내용</b>	③ 체계운용 기술 - HMI, 통신, 시험평가 등								
	○ 핵심기술 개발기간 : ( 3 )년								
	○ 세부기술개발 로드맵								
		세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
<b>기술개발 기간</b>	최적선형 기술								
	표적처리 기술								
	체계운용 기술								
<b>한계점 및 해결방안</b>	한계점			해결방안			확보전략		
	선체 소형화에 따른 속도 저하			기존연구 기반 최적화			기존기술고도화		
	외란에 따른 표적처리 성능 저하			지능형 추정기법 적용			신규개발		
<b>소요예산</b>	환경에 따른 운용 편의성 저하			휴먼인터페이스 기법 적용			신규개발		
	(단위 : 억원)								
		세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	<b>소요예산</b>	최적선형 기술	30	10					
		표적처리 기술		10	10				
체계운용 기술		10	10	20					
합계		40	30	30					
<b>활용방안</b>	○ 선박 감시 및 가이드								
	○ 표적 다양화 및 기술최적화에 따른 신규 산업 도출								

기대효과	<ul style="list-style-type: none"><li>○ (기술적) 표적처리 기술이 고도화된 수상로봇기술 확보</li><li>○ (정책적) 해양영토 관리정책 수립에 기여 가능</li><li>○ (산업적) 기술확산을 통한 해양산업 혁신성장이 기대됨</li></ul>
------	---

## 1-9. 해양관측 플랫폼 통합운영 기술

핵심 기술명	해양관측 플랫폼 통합운영 기술		
해당분야	해양로봇(○), 수중통신( ), 융합관측( )	적용해역	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)
기술의 정의	○ 해양 관측 플랫폼을 운용하기 위한 기술 및 공용으로 적용되는 기술		
기술개발 최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 관측 플랫폼 통합운영을 위한 설치 기술, 운용 기술, 연동 기술 개발</li> <li>○ 빅데이터 기반 해양 관측 플랫폼 통합 관리 운용 기술 개발</li> <li>○ 해양 관측 플랫폼 통합 원격 링크 기술 개발</li> <li>○ 해양 관측 플랫폼 설치/회수 기술</li> <li>○ 증강현실 기술을 활용한 해양 정보 도시 기술</li> </ul>		
기술의 내용	<p>① 빅데이터 기반 해양 관측 플랫폼 통합 관리 운용 기술</p> <p>본 과제를 통해서 개발되는 다양한 해양 관측 플랫폼에서 생산된 정보를 통합하여 관리 운용하는 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양 관측 통합 관리 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 다양한 해양 관측 플랫폼에 대응하기 위한 3단계 관리 시스템 구축</li> <li>· 모든 해양 로봇 데이터 수집 기반 빅데이터화를 통한 가치창출</li> </ul> </li> <li>- 해양 데이터 처리를 위한 개방형 소프트웨어 프레임워크 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 개방형 소프트웨어 프레임워크를 활용하여 각 연구자들의 분석 SW를 공유할수 있도록 설계</li> </ul> </li> <li>- 해양 관측 플랫폼을 위한 표준 데이터베이스 프로토콜 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 기존 관측 시스템과 호환성을 가진 표준 데이터 프로토콜 개발</li> <li>· 양질의 정보 생성을 위한 확장성을 가진 표준 데이터 프로토콜 개발</li> </ul> </li> </ul> <p>② 해양 관측 플랫폼 통합 원격 링크 기술</p> <p>해양 관측 플랫폼과 운용 센터와 데이터 링크를 지원하는 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양 관측 플랫폼용 장/단거리 링크 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 장거리 통신망: 위성 통신을 활용한 장거리 통신 링크 기술 개발</li> <li>· 단거리 메쉬 통신망 : RF 기반 mesh 네트워크를 활용한 근거리 통합 링크 기술 개발</li> <li>· 해양 통합망 : RF/위성 통신과 수중 통신을 통합한 통합통신망</li> </ul> </li> <li>- 해양 환경에 적합한 최적 통신 프로토콜 설계 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 고효율 데이터 전송을 위한 해양 데이터 압축 전송 기술</li> </ul> </li> </ul> <p>③ 해양 관측 플랫폼 설치/회수 기술</p> <p>다양한 해양 플랫폼을 설치 및 회수하기 위해서 필요한 유/무인 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양관측 플랫폼 유인 설치/회수에 필요한 장비 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 다양한 높이의 선박에서 해양 관측 플랫폼을 설치 회수 할수 있는 장비 개발</li> </ul> </li> <li>- 해양관측 플랫폼무인 설치/회수에 필요한 장비 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 해양 관측 플랫폼 설치/회수용 무인 수상정 설계</li> <li>· SEA STATE 4에서 운용 가능하고 크기 0m x 0m 중량 00 kg 까지 회수 가능</li> <li>· 회수 작업을 위한 로봇ARM 장착</li> </ul> </li> <li>- 해양관측 플랫폼 진회수를 위한 표준 진회수 기술 설계 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 유/무인 및 크기 중량에 따라 공통적으로 적용 가능한 표준안 설계</li> </ul> </li> </ul>		



	<p>④ 증강현실 기술을 활용한 해양 정보 도시 기술 빅데이터화된 다양한 해양정보를 증강 현실 기술을 통해 사용자에게 효율적으로 전달하는 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지능형 AR 패드 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 빅데이터 통합 관리 시스템과 원격링크 기술로 연동되어 운용</li> <li>· 수중/수상에서 상용가능한 수밀 구조형</li> <li>· AR 기술을 통한 해양 정보 실시간 도시</li> <li>· 어민/연구관계자/해경 등이 활용 가능한 정보 패드</li> </ul> </li> </ul>																																																																		
기술개발 기간	○ 핵심기술 개발기간 : (5)년																																																																		
	○ 세부기술개발 로드맵																																																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>세부 기술명</th> <th>1차년</th> <th>2차년</th> <th>3차년</th> <th>4차년</th> <th>5차년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>해양 관측 통합 관리 시스템 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>해양 관측용 데이터베이스 프로토콜 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>해양 데이터 처리를 위한 개방형 소프트웨어 프레임워크 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>해양 관측 플랫폼용 장/단거리 링크 기술 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>해양 환경에 적합한 최적 통신 프로토콜 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>고효율 데이터 전송을 위한 해양 데이터 압축 전송 기술</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>해양관측 플랫폼 유인 설치/회수에 필요한 장비 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>해양관측 플랫폼 무인 설치/회수에 필요한 장비 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>해양관측 플랫폼 진회수를 위한 표준 진회수 기술 설계</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>지능형 AR 패드 개발 (K-OCEAN PAD)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	해양 관측 통합 관리 시스템 개발						해양 관측용 데이터베이스 프로토콜 개발						해양 데이터 처리를 위한 개방형 소프트웨어 프레임워크 개발						해양 관측 플랫폼용 장/단거리 링크 기술 개발						해양 환경에 적합한 최적 통신 프로토콜 개발						고효율 데이터 전송을 위한 해양 데이터 압축 전송 기술						해양관측 플랫폼 유인 설치/회수에 필요한 장비 개발						해양관측 플랫폼 무인 설치/회수에 필요한 장비 개발						해양관측 플랫폼 진회수를 위한 표준 진회수 기술 설계						지능형 AR 패드 개발 (K-OCEAN PAD)					
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년																																																													
	해양 관측 통합 관리 시스템 개발																																																																		
	해양 관측용 데이터베이스 프로토콜 개발																																																																		
	해양 데이터 처리를 위한 개방형 소프트웨어 프레임워크 개발																																																																		
	해양 관측 플랫폼용 장/단거리 링크 기술 개발																																																																		
	해양 환경에 적합한 최적 통신 프로토콜 개발																																																																		
	고효율 데이터 전송을 위한 해양 데이터 압축 전송 기술																																																																		
해양관측 플랫폼 유인 설치/회수에 필요한 장비 개발																																																																			
해양관측 플랫폼 무인 설치/회수에 필요한 장비 개발																																																																			
해양관측 플랫폼 진회수를 위한 표준 진회수 기술 설계																																																																			
지능형 AR 패드 개발 (K-OCEAN PAD)																																																																			
해양 관측 통합 관리 시스템 개발																																																																			
해양 관측용 데이터베이스 프로토콜 개발																																																																			
해양 데이터 처리를 위한 개방형 소프트웨어 프레임워크 개발																																																																			
해양 관측 플랫폼용 장/단거리 링크 기술 개발																																																																			
해양 환경에 적합한 최적 통신 프로토콜 개발																																																																			
고효율 데이터 전송을 위한 해양 데이터 압축 전송 기술																																																																			
해양관측 플랫폼 유인 설치/회수에 필요한 장비 개발																																																																			
해양관측 플랫폼 무인 설치/회수에 필요한 장비 개발																																																																			
해양관측 플랫폼 진회수를 위한 표준 진회수 기술 설계																																																																			
지능형 AR 패드 개발 (K-OCEAN PAD)																																																																			
한계점 및 해결방안	<table border="1"> <thead> <tr> <th>한계점</th> <th>해결방안</th> <th>확보전략</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="284 1317 758 1547"> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 관측 플랫폼이 개별적으로 운용되고 정보 통합이 힘들</li> <li>○ 데이터베이스/ 통신 기술 등 국내 환경에 적합한 표준안이 부재</li> <li>○ 플랫폼 설치/회수 기술의 자동화 기술 부족</li> </ul> </td> <td data-bbox="758 1317 1228 1547"> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 관측 플랫폼의 정보를 통합적으로 관리할 수 있는 연동/관리/도시/설치 회수 시스템 구축</li> </ul> </td> <td data-bbox="1228 1317 1414 1547"> <ul style="list-style-type: none"> <li>신규개발</li> <li>기존기술 고도화</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	한계점	해결방안	확보전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 관측 플랫폼이 개별적으로 운용되고 정보 통합이 힘들</li> <li>○ 데이터베이스/ 통신 기술 등 국내 환경에 적합한 표준안이 부재</li> <li>○ 플랫폼 설치/회수 기술의 자동화 기술 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 관측 플랫폼의 정보를 통합적으로 관리할 수 있는 연동/관리/도시/설치 회수 시스템 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신규개발</li> <li>기존기술 고도화</li> </ul>																																																												
	한계점	해결방안	확보전략																																																																
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 관측 플랫폼이 개별적으로 운용되고 정보 통합이 힘들</li> <li>○ 데이터베이스/ 통신 기술 등 국내 환경에 적합한 표준안이 부재</li> <li>○ 플랫폼 설치/회수 기술의 자동화 기술 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 관측 플랫폼의 정보를 통합적으로 관리할 수 있는 연동/관리/도시/설치 회수 시스템 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신규개발</li> <li>기존기술 고도화</li> </ul>																																																																	

(단위 : 억원)

	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
	소요예산	해양 관측 통합 관리 시스템 개발			10	20
해양 관측용 데이터베이스 프로토콜 개발		10	10			
해양 데이터 처리를 위한 개방형 소프트웨어 프레임워크 개발		20	30			
해양 관측 플랫폼용 장/단거리 링크 기술 개발		20	20	10		
해양 환경에 적합한 최적 통신 프로토콜 개발		10				
고효율 데이터 전송을 위한 해양 데이터 압축 전송 기술		10	10			
해양관측 플랫폼 유인 설치/회수에 필요한 장비 개발				10	10	5
해양관측 플랫폼 무인 설치/회수에 필요한 장비 개발				30	30	30
해양관측 플랫폼 진회수를 위한 표준 진회수 기술 설계		10	5			
지능형 AR 패드 개발 (K-OCEAN PAD)				10	10	10
	합계	80	75	70	70	65
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 서해/남해/동해 모든 해역에서 다수의 해양 플랫폼에서 획득된 해양 정보를 실시간을 관리 시스템으로 활용</li> <li>○ 빅데이터화된 해양 정보 획득 데이터를 연구자에 제공함으로써 양질의 해양 정보 생성</li> </ul>					
	기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 해양 관측플랫폼용 기반 기술 제공을 통해 향후 호환성 있는 해양 관측 기술 개발 기대</li> <li>○ (정책적) 해양 관측 운용 관련 다양한 표준안 제공을 통한 정책 방향성 확보</li> <li>○ (산업적) 빅데이터 기반 양질의 해양 정보 창출을 통한 부가가치 도출</li> <li>○ (산업적) 해양 관측플랫폼 설치/회수 장비 무인화를 통한 관리 비용 감소</li> </ul>				

## 1-10. 해양관측용 고정식 관측 부이 관리용 해상로봇 기술 개발

핵심 기술명	해양관측용 고정식 관측 부이 관리용 해상로봇 기술 개발		
해당분야	해양로봇(○), 수중통신( ), 융합관측( )	적용해역	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)

기술의 정의	○ 해상로봇 시스템을 활용하여 고정식 관측 부이의 효율적 유지 보수를 위한 전원 충전 및 상태 관리 기술							
기술개발 최종목표	○ (정성적) 해상 로봇 시스템을 활용한 고정식 관측 부이의 자동 전원 공급 및 상태 점검 기술							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해상로봇의 원격 관제 및 자율 제어 기술</li> <li>○ 자동 탐지 및 인식 기술</li> <li>○ 도킹을 위한 동적위치 제어 및 매니퓰레이터 운용 기술</li> <li>○ 3차원 형상 복원 및 상태 점검 기술</li> <li>○ 근거리 비접촉 데이터 및 전원 충전 기술</li> <li>○ 실해역 운용 기술</li> </ul>							
기술의 내용	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 해상로봇의 원격 관제 및 자율 제어 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원격 관제 및 제어 기술</li> </ul> </li> <li>② 자동 탐지 및 인식 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 빅데이터 기반 자동 탐지 및 인식 기술</li> </ul> </li> <li>③ 도킹을 위한 동적위치 제어 및 매니퓰레이터 운용 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 운동보상제어 기반 운항 제어 및 매니퓰레이터 파지 제어 기술</li> </ul> </li> <li>④ 3차원 형상 복원 및 상태 점검 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 관측 부이의 단계적 도면 인식 및 센서융합 기반 3차원 형상 복원 기술</li> </ul> </li> <li>⑤ 근거리 비접촉 데이터 및 전원 공급 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 근거리 무선 데이터 송/수신 및 관측 부이의 비접촉 전원 공급 기술</li> </ul> </li> <li>⑥ 실해역 운용 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 근거리 무선 데이터 송/수신 및 관측 부이의 비접촉 전원 공급 기술</li> </ul> </li> </ol>							
기술개발기간	○ 핵심기술 개발기간 : (7)년							
	○ 세부기술개발 로드맵							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	①							
	②							
	③							
	④							
	⑤							
⑥								

	한계점	해결방안	확보전략																																																																				
<b>한계점 및 해결방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고정식 관측 부이의 장시간 운영을 위해서는 고효율 자가 발전 장치가 필요하나 환경적인 요인과 시스템의 규모적인 면에서 현재의 기술력으로는 전력 공급이 불안정함</li> <li>해상에서 접촉/비접촉식 전원 공급을 위해서는 시스템의 동적위치 제어뿐만 아니라 관측 부이의 외형에 대한 상태 인지를 위한 기술력의 부재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해상로봇을 이용하여 육상 스테이션에서 원격으로 주기적 전원 공급 및 상태 점검을 위한 시스템 개발 및 적용</li> <li>기개발된 기술들을 해상 운용 환경 및 임무에 최적화하여 체계적이고 집약적인 기술로의 발전</li> </ul>	<p>신규 개발</p> <p>기술 고도화</p>																																																																				
<b>소요예산</b>	(단위 : 억원)																																																																						
<b>활용방안</b>	<table border="1" data-bbox="300 725 1329 1043"> <thead> <tr> <th>세부 기술명</th> <th>1차년</th> <th>2차년</th> <th>3차년</th> <th>4차년</th> <th>5차년</th> <th>6차년</th> <th>7차년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>15</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>④</td> <td></td> <td>5</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>10</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>합계</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td>50</td> <td>45</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>							세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	①	10	10	10					②	5	5	5	5				③	5	5	10	10	15			④		5	5	10	10	15		⑤				10	10	15	15	⑥					15	15	15	합계	20	25	30	35	50	45	30
세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년																																																																
①	10	10	10																																																																				
②	5	5	5	5																																																																			
③	5	5	10	10	15																																																																		
④		5	5	10	10	15																																																																	
⑤				10	10	15	15																																																																
⑥					15	15	15																																																																
합계	20	25	30	35	50	45	30																																																																
<b>기대효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>설치된 관측 부이의 주기적 상태 점검 및 관리를 위한 시스템</li> <li>관측 부이의 전원 부족 시에 긴급 전원 공급을 위한 시스템으로 활용</li> <li>(기술적) 고정식 관측 부이의 주기적 상태 점검 및 전원 공급을 통한 장시간 해양 무인 관측 기술력 확보 및 효율적 운용 기대</li> <li>(정책적) 설치된 관측 부이의 유지 보수 및 관리를 위해 소모되는 인력과 운용비를 크게 절감할 것으로 기대</li> <li>(산업적) 위험한 해상 유인 작업을 대체할 수 있는 실용적인 무인 시스템의 기술 개발을 통해 인명 손실의 피해를 최소화하고, 국내외에서의 해양 장비 산업의 시장 점유율 확보</li> </ul>																																																																						

## 2. 수중통신 분과

### 2-1. 수중에서 최대 1Gbps 데이터 전송을 위한 수중 광 무선통신기술

핵심 기술명	수중에서 최대 1Gbps 데이터 전송을 위한 수중 광 무선통신기술		
해당분야	해양로봇( ), 수중통신(○), 융합관측( )	적용해역	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)

기술의 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중에서 최대 1Gbps의 데이터를 저지연·저전력으로 전송하는 수중 광 무선통신 (UOWC) 기술</li> </ul> <p style="text-align: center;">UOWC: Underwater Optical Wireless Communication</p>							
기술개발 최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>(정성적) 수중에서 수중이동체 간 혹은 수중이동체와 고정장치 간에 고속 데이터 전송을 하는 수중 광 무선통신 기술 실용화</li> <li>(정량적) 수중에서 최대 통달거리 10m에서 최대 1Gbps 전송기술</li> </ul>							
기술의 내용	<ol style="list-style-type: none"> <li>수중에서 최대 통달거리 10m에서 1Gbps급 수중 광 무선통신 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>통달거리 10m에서 1 Gbps급 점대점 수중 광 무선통신 핵심기술 확보</li> </ul> </li> <li>무선 광통신 경로 유지 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>수중이동체간 통신품질 확보를 위한 통신경로 시준(collimation) 유지 및 경로상 탁도 극복 기술</li> </ul> </li> <li>수중 광 무선통신 모듈 실용화 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>수중이동체-수중 고정기지국간 광 무선통신 모듈 실용화</li> </ul> </li> </ol>							
기술개발 기간	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵심기술 개발기간 : (7)년</li> <li>세부기술개발 로드맵</li> </ul>							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	① 1Gbps 급 수중 광 무선 통신 기술							
	② 수중 광무선통신 경로 유지 기술							
	③ 수중 광 무선통신 모듈 실용화 기술							
한계점 및 해결방안	한계점		해결방안				확보전략	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내에서는 수중 무선통신은 초음파를 이용한 음향통신만 연구개발되고 있음.</li> <li>수중 음향통신은 통달거리 면에서 장점이 있으나 전송속도가 느리고 수중 생태계 환경에 영향을 주며 보안 측면에서 취약함.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 광 무선통신은 근거리 고속통신이 가능하므로 영상 정보, 다양한 센서 수집 정보를 실시간으로 공유 가능</li> <li>수중 광 무선통신은 환경 친화적이며, 특히 통신 내용의 누화, 통신자 위치 탐지 등 보안 측면에 강점이 있음</li> </ul>				신규개발	

소요예산	(단위 : 억원)							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	① 1Gbps 급 수중 광 무선 통신 기술	30	30	20	20	10		
	② 수중 광무선통신 경로 유지 기술			15	15	15	15	
	③ 수중 광 무선통신 모듈 실용화 기술				30	30	30	30
	합계	30	30	35	65	55	45	30
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중 광 무선통신 기술 실용화로 수중 유인/무인 이동체간, 수중 유인/무인 이동체와 수중 고정 스테이션간 고속 정보 교환에 활용</li> <li>○ 삼면이 바다인 해양국가로서 전체 경제수역의 실시간 모니터링 및 해양 및 내수면에서의 다양한 상황에 대한 능동적 대처에 활용</li> <li>○ 관련 산업 육성을 통해 내수시장 수요 충족 및 세계 시장 진출</li> </ul>							
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 세계 최고의 수중 광 무선통신 기술 확보</li> <li>○ (정책적) 해양 주권 행사 및 해양 상황 능동 대처를 위한 주요 수단 확보</li> <li>○ (산업적) 확보한 기술로 新 시장 확보</li> </ul>							

## 2-2. 다양한 수중환경 극복이 가능한 Software Defined 수중음향 통신시스템 개발

핵심 기술명	다양한 수중환경 극복이 가능한 Software Defined 수중음향 통신시스템 개발		
해당분야	해양로봇( ), 수중통신(○), 융합관측( )	적용해역	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)

기술의 정의	○ 서해, 남해, 동해에서 모두 통신가능한 환경 적응형 Software Defined 수중음향 통신모뎀 및 네트워크 기술 개발						
기술개발 최종목표	○ (정성적) 서해, 남해 및 동해와 같이 매우 다른 특성을 가지는 수중환경에서 사용 대역 및 변조 기법 등을 Software의 parameter 변경으로 환경 적응적으로 통신이 가능하게 하는 단일 수중음향통신시스템 개발 및 실증						
	○ 주파수 5kHz~100kHz 내에서 가변적인 주파수 선택 기능 ○ 10bps ~ 200kbps 내에서 수중환경 적응적인 가변 전송율 지원 ○ 10m ~ 20km 내에서 수중환경 적응적인 통신 거리 지원 ○ 수중기지국 기반의 중앙집중형 타입과 수중센서네트워크 타입의 네트워크 구조를 모두 지원할 수 있는 통신시스템						
기술의 내용	<p>① 가변적인 주파수 선택 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중환경 조건에 따라 유용한 주파수 대역과 대역폭이 다르므로 이를 소프트웨어적으로 셋팅을 통해 선택이 가능하도록 하는 기술</li> </ul> <p>② 수중환경 적응적인 가변 전송율 지원</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중환경 조건에 따라 모뎀의 변조기법을 소프트웨어적인 셋팅으로 가변할 수 있는 기술</li> </ul> <p>③ 수중기지국 기반의 중앙집중형 네트워크 구조와 수중센서네트워크 구조를 모두 지원하는 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소프트웨어적인 셋팅으로 중앙집중형 네트워크 구조와 Ad-hoc 기반의 센서네트워크 구조를 모두 지원할 수 있는 수중음향통신 모뎀 및 네트워크 기술 개발</li> </ul>						
기술개발기간	○ 핵심기술 개발기간 : (6)년						
	○ 세부기술개발 로드맵						
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년
	① Software Defined 수중음향 통신시스템 설계						
② Software Defined 수중음향 통신시스템 구현							
③ 실증을 통한 보완 및 최적화							

한계점 및 해결방안	한계점	해결방안							확보전략
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현재까지 특정 환경과 목적에 맞도록 제한적으로 개발하다보니 다양한 서비스를 위해서 다양한 모델의 통신시스템을 개발함</li> <li>○ 서해, 남해, 동해는 매우 다른 수중환경 특성을 가지고 동일한 해역에서도 지질이나 깊이에 따라 다른 수중통신모델의 개발이 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소프트웨어적인 셋팅만으로동일한 수중통신시스템으로 다양한 수중환경에서 안정적으로 통신이 가능하도록 하는 수중음향 통신 시스템 개발로 국내 뿐만 아니라 해외의 어느 해역에서도 통신이 가능</li> </ul>							기존기술고도화 신규개발
소요예산	(단위 : 억원)								
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	합계	
	① Software Defined 수중음향 통신시스템 설계	20	10	5				35	
	② Software Defined 수중음향 통신시스템 구현		20	25	40	20		105	
	③ 실증을 통한 보완 및 최적화					20	40	60	
합계	20	30	30	40	40	40	200		
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중음향 통신시스템의 소프트웨어를 모듈형태의 라이브러리하여 소프트웨어 셋팅으로 다양한 환경과 목적을 위해 개발되는 수중음향 통신시스템에 쉽게 개발하고 실증할 수 있는 하드웨어 및 소프트웨어 공용 플랫폼으로써 활용</li> <li>○ 해양안전, 국방, 해양환경 모니터링, 해양탐사 등 다양한 목적의 수중통신 인프라로써 활용</li> <li>○ 관련 산업 육성을 통해 내수시장 수요 충족 및 세계 시장 진출</li> </ul>								
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 세계 최고수준의 수중음향 통신 기술 확보</li> <li>○ (정책적) 해양 주권 행사 및 해양 상황 능동 대처를 위한 주요 수단 확보</li> <li>○ (산업적) 확보한 기술로 新 시장 확보</li> </ul>								



### 2-3. IoUT 시스템 및 서비스 플랫폼 개발

핵심 기술명	IoUT 시스템 및 서비스 플랫폼 개발		
해당분야	해양로봇( ), 수중통신( ○ ), 융합관측( )	적용해역	동해( ), 남해( ○ ), 서해( ), 공통( )

기술의 정의	○ 수중 사물들과 육상네트워크를 연동하여 다양한 수중 정보를 활용할 수 있는 IoUT 핵심 기술 개발							
기술개발 최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ IoUT 서비스 플랫폼 기술 개발</li> <li>○ IoUT 백본 아키텍처 표준화 기술 개발</li> <li>○ IoUT 수상 게이트웨이 시스템 기술 개발</li> <li>○ 수중 데이터 추출/관리/활용 기술 개발</li> </ul>							
	○ IoUT 표준							
기술의 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>① IoUT 시스템 및 서비스 플랫폼 개발</li> <li>○ IoUT 서비스 플랫폼 기술 개발</li> <li>○ 이종 네트워크를 고려한 유연한 IoUT 프로토콜 suite 개발</li> <li>○ 수중 에너지 수확 기술 개발</li> <li>○ IoUT 수상 게이트웨이 시스템 개발</li> <li>○ IoUT 표준화</li> </ul>							
기술개발기간	○ 핵심기술 개발기간 : ( 7 )년							
	○ 세부기술개발 로드맵							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	IoUT 시스템 및 서비스 플랫폼 개발	IoUT 서비스 플랫폼 기술 개발						IoUT 테스트베드 구축 및 운용
		이종 네트워크를 고려한 유연한 IoUT 프로토콜 suite 개발						
			수중 에너지 수확 기술 개발					
			IoUT 수상 게이트웨이 시스템 개발					
IoUT 표준화								

	한계점	해결방안	확보전략					
한계점 및 해결방안	○ 국내외 IoT 서비스 부재	○ 응용 분야에 특화된 다양한 “응용 영역한정” 서비스 플랫폼 기술 및 유비쿼터스 컴퓨팅 및 해석 서비스가 가능한 “응용영역불변” 서비스 플랫폼 기술 개발	신규 개발					
	○ IoT 표준 부재	○ SUNRISE 프로젝트 등과의 국제 협력을 통한 IoT 표준 제정	신규 개발					
	○ 수중 운용에 따른 유지/보수/관리의 어려움	○ 자율적 구성, 자가 치유, 자기 최적화, 자기 보호 기술 개발	신규 개발					
	○ 배터리 동작에 따른 운용 제한	○ 에너지 수확 방법 개발	신규 개발					
소요예산	(단위 : 억원)							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	IoT 시스템 및 서비스 플랫폼 개발	10	10	15	20	25	25	15
	합계	10	10	15	20	25	25	15
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 양식장/어족자원 원격 감시 및 관리</li> <li>○ 실시간 해양 관측 데이터 모니터링</li> <li>○ 항만/연안 보안 및 모니터링</li> <li>○ 쓰나미, 지진, 적조 등의 해양 자연 재해 예측 및 모니터링</li> <li>○ 해양 레저 활동</li> <li>○ 해양 플랜트 및 해양 구조물 모니터링</li> </ul>							
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) IoT 표준 제정을 통한 표준 기술 선점</li> <li>○ (정책적) 적조 등과 같이 어업 활동에 영향을 주는 해양 환경 정보에 대한 대어민 정책 수립 가능</li> <li>○ (정책적) 어족 자원의 체계적인 관리를 통한 미래 수산식량 정책 수립 가능</li> <li>○ (정책적) 쓰나미, 지진 발생 초기 징후 등 자연 재해 예측 가능</li> <li>○ (산업적) IoT 신산업 분야 창출</li> </ul>							

## 2-4. 다수의 해양이동체 통신망 구축기술

핵심 기술명	다수의 해양이동체 통신망 구축기술		
해당분야	해양로봇( ), 수중통신( ○ ), 융합관측( )	적용해역	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통( ○ )

기술의 정의	○ 다수의 수중 이동체 군집 제어 및 협업 탐사가 가능한 실시간 고속 이동 통신 네트워크 기술
기술개발 최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소형화/저전력 수중 통신 모뎀 기술 개발</li> <li>○ 토폴로지 변화에 강인한 네트워크 프로토콜 기술 개발</li> <li>○ 네트워크 협업 측위 기술 개발</li> <li>○ 다수의 수중 이동체 통신 네트워크 테스트베드 구축 및 실해역 성능 검증</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 모뎀의 데이터 전송 속도 10 kbps 이상, BER 10<sup>-4</sup> 이하, 전달 거리 1 km 이하, 전력 소모량 ???</li> <li>○ 단일홉 시간 지연 2초 이하, 채널 사용 효율 70% 이상,</li> <li>○ 네트워크 협업을 측위를 통한 측위 오차 감소율</li> <li>○ 네트워크 유지 시간 12시간 이상</li> </ul>
기술의 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 수중 이동체 탑재를 고려한 소형화/저전력 수중 통신 모뎀 기술 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소형화/저전력 수중음향 구동부/변복조 설계/구현 기술 개발</li> <li>- 다수 수중 이동체간 다중입출력 채널 모델링 및 채널 시뮬레이터 기술 개발</li> <li>- 오류 정정부호, 다중입출력 디지털 신호처리 기술 개발</li> <li>- 실해역 성능 시험</li> </ul> </li> <li>② 토폴로지 변화에 강인한 수중 이동체 네트워크 프로토콜 기술 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이동성에 따른 토폴로지 변화에 강인한 매체접속제어 기술 개발</li> <li>- 간섭 최소화를 위한 송신 전력 제어 기술 개발</li> <li>- 네트워크/모뎀 정합 및 네트워크/모뎀/채널시뮬레이터 연동 시험</li> <li>- 네트워크 테스트베드 구축 및 실해역 성능 검증</li> </ul> </li> <li>③ 네트워크 협업 측위 기술 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시변 토폴로지 환경에서 네트워크 협업 측위를 위한 시공간 메시지 스케줄링 기술 개발</li> <li>- 협업 측위 알고리즘 기술 개발</li> <li>- 협업 측위를 통한 측위 범위 확장 기술 개발</li> <li>- 네트워크 테스트베드를 이용한 실해역 성능 검증</li> </ul> </li> </ul>

기술개발 기간	○ 핵심기술 개발기간 : ( 7 )년								
	○ 세부기술개발 로드맵								
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	
	소형화/ 저전력 수중 통신 모뎀 기술 개발	소형화/저전력 구동부/변복조 기술 개발							
		다중입출력 채널 모델링/시뮬레이터 기술 개발							
		오류 정정부호, 다중입출력 디지털 신호처리 기술 개발							
							실해역 시험, 성능 보완		
	수중 이동체 네트워크 프로토콜 기술 개발	토폴로지 변화에 강인한 매체접속제어 기술 개발							
		송신 전력 제어 기술 개발							
		네트워크/모뎀 정합, 채널시뮬레이터 연동 시험							
					테스트베드 구축, 실해역 성능 검증				
네트워크 협업 측위 기술 개발	시공간 메시지 스케줄링 기술 개발								
	협업 측위 알고리즘 기술 개발								
	측위 범위 확장 기술 개발								
						네트워크 테스트베드를 이용한 실해역 성능 검증			
한계점 및 해결방안	한계점			해결방안			확보전략		
	○ 모뎀의 낮은 데이터 전송 속도			○ 다중입출력 기술을 통한 데이터 전송 속도 향상			신규개발		
	○ 수중 이동체 탑재에 따른 공간 제약			○ 소형화/저전력화를 통한 부피/무게 감소			기존기술고도화		
	○ 음파의 느린 전달 속도로 인한 네트워크 효율 저하			○ 협업 측위 기반의 동적 스케줄링을 통한 채널 효율 향상 및 송신 전력 제어를 통한 간섭의 최소화			신규개발		
○ 수중 측위 장비의 운용 범위 제한			○ 네트워크 협업 측위를 통한 수중 측위 장비 운용 범위 확장			신규개발			
소요예산	(단위 : 억원)								
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	
	소형화/저전력 수중 통신 모뎀 기술 개발	7	10	12	12	12	5	5	
	수중 이동체 네트워크 프로토콜 기술 개발	7	7	7	10	10	7	7	
	네트워크 협업 측위 기술 개발	5	5	8	8	10	7	7	
합계	19	22	27	28	32	19	19		

<b>활용방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 다수의 수중 이동체간 항법 정보 공유를 통한 실시간 군집 제어</li> <li>○ 다수의 수중 이동체 기반 광범위한 해양 동시 관측의 통신 인프라</li> <li>○ 다수의 수중 탐사 로봇 네트워크를 통한 신속한 수중 수색/구조</li> <li>○ 잠수함, 어뢰 등의 고속 수중 이동체를 포함하는 수중 전투 체계의 통신 인프라</li> </ul>
<b>기대효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 수중 이동 통신 인프라 원천 기술 확보, 수중 측위 기술의 정확도 향상 및 범위 확장 기술 확보</li> <li>○ (정책적) 해양 영토 확장을 위한 새로운 국가 정책 수립 가능</li> <li>○ (산업적) 해양 ICT 신성장 동력 확보</li> </ul>

## 2-5. Co-operative ubiquitous 해양 통신망 기술

핵심 기술명	Co-operative ubiquitous 해양 통신망 기술		
해당분야	해양로봇( ), 수중통신( O ), 융합관측( )	적용해역	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통( O )

기술의 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최소 인프라 구축으로 광 해역까지 이동통신 서비스를 제공하기 위한 Co-operative and Uniquitous 해양통신 기술 개발</li> </ul>
기술개발 최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 저전력·무인 이동체 기반 이동형 중계기/기지국 설계 기술 개발</li> <li>○ 이종 해양통신환경 고려한 인공지능 기반 해양 무선 메쉬 네트워크 기술 개발</li> <li>○ 장거리-초저지연-고신뢰 해양통신 기술 개발</li> <li>○ 해양 관측망을 위한 저전력광역 (LPWA) 통신 기술 개발</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 광 해역(최대 200km)까지 고용량 이동통신 서비스 제공</li> <li>○ 해양 IoT 실현</li> </ul>
기술의 내용	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 저전력·무인 이동체 기반 이동형 중계기 및 기지국 설계 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해상에서 장기간 운영이 가능한 무인 이동체 기반 이동형 중계기/기지국 설계 기술</li> <li>- 인공지능을 활용한 이동형 중계기/기지국 최적 운용 기술 개발</li> </ul> </li> <li>② 해양 광역 관측망을 위한 해양 IoT 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양 광역 관측망의 IoT 실현을 위한 저전력광역 (LPWA) 기술 개발</li> </ul> </li> <li>③ 이종 해양통신환경 고려한 인공지능 기반 해양 메쉬 네트워크 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이종 해양채널(수중/수면/수상 채널) 특성 및 이기종 통신 기술을 고려한 딥러닝 기반 멀티홉 라우팅 기술 및 네트워크 코딩 기술 개발</li> <li>- 해양 메쉬 네트워크의 최적화된 네트워크 코딩 기술 개발</li> </ul> </li> <li>④ 장거리-초저지연-고신뢰 해양통신 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 먼 해역에 위치한 무인 이동체/선박/센서 등의 실시간 제어를 위한 장거리-초저지연-고신뢰 통신 기술 개발</li> </ul> </li> </ol>

기술개발 기간	○ 핵심기술 개발기간 : ( 5 )년					
	○ 세부기술개발 로드맵					
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
	저전력 무인 이동체 기반 이동형 중계기 및 기지국 설계 기술 개발	이동형 중계기 및 기지국 설계	이동형 중계기/기지국 제작	이동형 중계/기지국 최적 운용 기술 개발		
	이종 해양통신환경 고려한 메쉬 네트워크 기술 개발	딥러닝 기반 멀티홉 라우팅 기술 개발		네트워크 코딩 기술 개발		이기종 해양 네트워크 최적 운용 기술 개발
장거리-초저지연-고신뢰 해양통신 기술 개발	전송 매체 특성 분석 및 채널 모델링	해양통신환경 특성을 반영한 장거리 통신 기술 개발		고신뢰 해양 통신 기술 개발	초저지연 해양통신 기술 개발	
해양 광역 관측망을 위한 해양 IoT 기술 개발	해양 관측망을 위한 센서, IoT 플랫폼 개발		해상 저전력 IoT 전송 기술 개발		해상 저전력 IoT MAC 기술 개발	
한계점 및 해결방안	한계점		해결방안		확보전략	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 다양한 해양 IoT 서비스를 지원하는 통신 기반 부족</li> <li>○ 해양 특성에 맞지 않는 기존 육상 통신 기술 단순 적용</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 5G 이동통신 서비스를 해양에 확장 가능</li> <li>○ 해양 IoT 실현을 위해 해양 환경에 최적화된 기술 개발이 필요</li> </ul>		신규개발 및 기존기술 고도화 병행 전략 필요	
소요예산	(단위 : 억원)					
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
	저전력 무인 이동체 기반 이동형 중계기 및 기지국 설계 기술 개발	3	3	3	2	2
	이종 해양통신환경 고려한 메쉬 네트워크 기술 개발	2	2	2	2	2
	장거리-초저지연-고신뢰 해양통신 기술 개발	2	2	2	2	2
	해양 광역 관측망을 위한 해양 IoT 기술 개발	3	3	3	2	2
합계	10	10	10	8	8	
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 5G 이동통신 서비스를 해양 어플리케이션에 제공</li> <li>○ 해양 IoT 실현을 위한 요소 기술 제공</li> </ul>					
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 해양통신 기술 개발 선점 및 선도</li> <li>○ (산업적) 최소 인프라 기반으로 한 해양통신 기술 개발을 통해 다양한 서비스 창출</li> </ul>					

## 2-6. 광역 해양 관측망 해양통신 기술 개발

<b>핵심 기술명</b>	광역 해양 관측망 해양통신 기술 개발		
<b>해당분야</b>	해양로봇( ), 수중통신( o ), 융합관측( )	<b>적용해역</b>	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통( o )
<b>기술의 정의</b>	o 광역 해양 관측망을 위한 차세대 이동통신 네트워크 설계 및 기술 개발		
<b>기술개발 최종목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 해양 관측 정보 수집 및 전송을 위한 네트워크 구조 설계</li> <li>o 해양 관측망을 위한 핵심 차세대 이동통신 표준 기술 확보</li> <li>o 5G 이동통신 표준기술 해양 환경 적용, 특화 및 확장</li> <li>o 해양 환경을 위한 저전력-광역 전송 기술 개발 (LPWA)</li> <li>o 무인 이동체를 활용한 네트워크 설계 (이동형 기지국) 및 기술 개발</li> <li>o 무인 이동체 기반 관측 및 무인 이동체 제어를 위한 통신 기술 개발</li> <li>o 해양 이동통신 기술 개발을 통한 차세대 (5G) 이동통신 국제 표준 선점</li> </ul>		
<b>기술의 내용</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 광역 (100km X 100km) 해양 관측을 위한 네트워크 설계 및 핵심 기술 확보</li> <li>o 해상공, 해상, 수중을 연계하는 포괄적 계층 네트워크 설계 및 핵심 기술 확보</li> <li>o 장시간 (1년) 해양 관측을 지원하기 위한 저전력 통신 기술 확보</li> <li>o 해양 환경을 위한 무인 이동체/선박 실시간 제어를 위한 초저지연 (10 msec 이내) 고신뢰 (10e-5 BLER) 기술(URLL) 확보</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 해양 관측망 네트워크를 위한 물리계층 (PHY) 요소기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양 관측망 수중, 해상 주요 주파수 대역 채널 모델링</li> <li>- 해상 관측 및 실시간 관측정보 전송을 위한 전송기술 개발</li> <li>- 해양 관측망을 위한 수중, 해상, 저전력 통신 기법 개발</li> <li>- 무인 이동체를 활용한 협력 이동통신 기법 개발</li> <li>- 무인 이동체 및 센서 제어를 위한 저지연 고신뢰 (URLL) 통신 기법 개발</li> </ul> </li> <li>② 해양 관측망 네트워크를 위한 매체 접근 제어 (MAC) 요소기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양 관측망 계층적 네트워크 구조설계</li> <li>- 해양 관측망 광대역 통신을 위한 자원 할당 기술 개발</li> <li>- 해양 관측망 URLL, LPWA를위한 자원 할당 기술 개발</li> <li>- 무인 이동체를 활용한 협력 이동통신 자원할당 및 최적화 기법 개발</li> <li>- 다중 프로토콜 및 전송 주체를 지원하기 위한 통합 운용 기술 개발</li> <li>- 해양 이기종 (heterogenous) 네트워크 기술 개발</li> </ul> </li> <li>③ 해양 관측망 네트워크 테스트베드 구축 및 국제 표준화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다중 프로토콜 광역 게이트웨이 기반 메쉬 (Mesh) 네트워크 개발</li> <li>- 무인 이동형 기지국 개발</li> <li>- 수중-해상 네트워크 게이트웨이 개발</li> <li>- 소형 관측 표류 센서, ASV 관측장비 개발</li> <li>- 해양 관측망 분야 표준 특허화 및 5G, IoT 관련 국제 표준 기고</li> </ul> </li> </ol>		



<b>기술개발 기간</b>	○ 핵심기술 개발기간 : ( 6 )년						
	○ 세부기술개발 로드맵						
	<b>세부 기술명</b>	<b>1차년</b>	<b>2차년</b>	<b>3차년</b>	<b>4차년</b>	<b>5차년</b>	<b>6차년</b>
	해양 관측망 PHY 요소기술 개발	전송 매체 특성 분석 및 채널 모 델링					
			광역 해상 통신 및 중계 통신 요소 기술 개 발				
					해상 저전력 IoT 전송 기술 개발		
					수중 센서를 위한 물리계층 통신 기 술 개발		
						저지연 고신뢰 수중통신 기술 개발	
	해양 관측망 MAC 요소기술 개발	QoS 및 서비스 요 구사항 분 석					
			네트워 크 구조 설계 및 최적화				
				해양 관측망 자원 할당 요소기술 개 발			
					해상저전력 IoT MAC 기술 개발		
					수중센서 통신 매체접근 제어 기술 개발		
						저지연 고신뢰 매체 접 근 제어 기술 개발	
	해양 관측망 테스트베드 구축	해양 관측망을 위한 센 서, IoT 플랫폼 개발					
			해양 관측망을 위한 수 상 및 해상 이동형 기지 국 개발				
				해양 관측망을 위한 게 이트웨이 및 backbone 네트워크 구축			
					저전력 수중센서 및 군 집 표류 센서 개발		
				수중-해상 통신 연계하 는 수상 게이트웨이 개 발			
					네트워 크 통합 운용 기술 개발 및 테스트 베드 최적 화		

	한계점	해결방안	확보전략				
<b>한계점 및 해결방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 이동통신 기반 부족</li> <li>○ 다양한 해양 IoT 서비스를 지원하는 통신 기반 부족</li> <li>○ 해양 특성에 맞지 않는 기존 육상 통신 기술 단순 적용</li> <li>○ 개별적 해양 이동통신 장비 개발로 인한 가격 경쟁력 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 육상 이동통신의 범용성, 품질, 지속성을 보장하는 해양 이동통신 기술 개발 필요</li> <li>○ 해양 IoT 서비스를 보장하기 위한 해양 광역 저전력 통신 기술 개발 필요</li> <li>○ 지속적 발전을 위한 3Gpp 국제표준에 해양 통신 반영 및 개발 기술 표준화</li> <li>○ 5세대 이동통신 기술 해양분야로 확장, 특화 적용</li> <li>○ 해양 분야 차세대 범용 이동통신 서비스 및 광역 감시망의 기반 인프라를 구축하기 위해서 정부 및 정부출연기관 중심의 기술 개발 필요</li> </ul>	<p>신규개발 및 기존기술 고도화 병행 전략 필요</p>				
<b>소요예산</b>	(단위 : 60 억원)						
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년
	해양 관측망 PHY 요소기술 개발	2	2	2	2	2	2
	해양 관측망 MAC 요소기술 개발	2	2	2	2	2	2
	해양 관측망 테스트베드 구축	6	6	6	6	6	6
	<b>합계</b>	10	10	10	10	10	10
<b>활용방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차세대 해양 이동통신 네트워크 구축</li> <li>○ 국제표준 기반 해양-육상 호환 네트워크 구축</li> <li>○ 해양 IoT 및 차세대 ICT 기반 서비스를 위한 기반 네트워크 구축</li> <li>○ 차세대 이동통신 국제표준과 함께 해상 통신 기술이 진화 가능</li> <li>○ 해양 이동통신 국제표준 기술 선점 및 선도 가능</li> </ul>						
<b>기대효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 해양 이동통신 국제표준 기술 개발 선점 및 선도.</li> <li>○ (정책적) 해양 차세대 이동통신 네트워크 표준화에 따른 해양 이동통신 정책 통일 및 효율화.</li> <li>○ (상업적) 해양 이동통신 분야 국제표준 특허 선점을 통한 국내 관련 이동통신 기업 국제 경쟁력 확보. 해양 IoT 기반 확보로 인한 세계 해양 IoT 시장 선점 및 테스트베드 역할 기대.</li> </ul>						

### 3. 융합관측 분과

#### 3-1. 해양환경 데이터 수집·분석·표준화 기술

<b>핵심 기술명</b>	해양환경 데이터 수집·분석·표준화 기술		
<b>해당분야</b>	해양로봇( ), 수중통신( ), 융합관측(O)	<b>적용해역</b>	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(O)

<b>기술의 정의</b>	○ 해양환경의 3차원 공간 및 시간 변동 특성을 정량적으로 진단하기 위한 양질의 데이터 수집/분석과 그 국제 표준화 기술							
<b>기술개발 최종목표</b>	○ (정성적) 상이한 조건의 시공간 해양환경 데이터를 수집 및 분석하고, 표준화된 형태로 국제해양관측 네트워크에 제공하여 세계적 수준의 기후환경, 안보, 수산 분야 활용성 제고							
	○ (정량적) - 다양한 조건의 시공간 해양환경 데이터 수집(100개 이상의 조건에서 5종 이상의 데이터 수집) 및 분석·평가(5단계 이상의 데이터 품질 결정) - 세계적 수준의 데이터 기반 해양환경 진단 및 표준화(2개 이상의 국제 해양관측 네트워크에 데이터 제공·등록)							
<b>기술의 내용</b>	① (세부기술 명) 실시간 및 비실시간 해양환경 데이터 수집 기술 - 실시간 및 비실시간 해양환경 모니터링을 위한 시공간 환경변수 측정 - 시공간 해양환경 측정 분해능 향상 방안 도출 - 다양한 조건에서의 해양환경 데이터 품질 진단 및 결정 ② (세부기술 명) 다중 시공간 해양환경 데이터 분석 기술 - 다중 해양환경 변수의 분포·구조와 시간 변동 정량화 기술 개발 - 다양한 조건의 해양환경 변동 특성 비교·분석·진단 ③ (세부기술 명) 데이터 기반 해양환경 진단 및 데이터 표준화 기술 - 측정 데이터 기반 해양환경 진단 기술 개발 - 기후환경, 안보, 수산 분야의 활용을 위한 수요 중심 데이터 표준화 - 해양환경 데이터 표준화 및 국제 해양관측 네트워크 제공·등록							
<b>기술개발 기간</b>	○ 핵심기술 개발기간 : 5년							
	○ 세부기술개발 로드맵							
	<b>세부 기술명</b>	<b>1차년</b>	<b>2차년</b>	<b>3차년</b>	<b>4차년</b>	<b>5차년</b>	<b>6차년</b>	<b>7차년</b>
	실시간 및 비실시간 해양환경 데이터 수집 기술							
	다중 시공간 해양환경 데이터 분석 기술							
데이터 기반 해양환경 진단 및 데이터 표준화 기술								

한계점 및 해결방안	한계점	해결방안							확보전략
<ul style="list-style-type: none"> <li>실시간 및 비실시간 해양환경 데이터의 시공간 분해능 한계로 진단 및 분석·평가에 제약</li> <li>측정 데이터 기반 해양환경 진단 기술수준이 낮아 기후환경, 안보, 수산 분야 활용 미비</li> <li>해양환경 데이터 표준화 부재로 국제 해양관측 네트워크 공인 획득 불가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실시간 및 비실시간 해양환경 데이터의 시공간 분해능 한계 극복을 통해 진단 및 분석·평가 능력 향상</li> <li>측정 데이터 기반 해양환경 진단 기술수준을 향상하여 활용도 제고</li> <li>국제 해양관측 네트워크 공인 가능한 해양환경 데이터 표준화 기술 확보</li> </ul>								신규개발 및 기존기술 고도화
소요예산	(단위 : 억원)								
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	
	실시간 및 비실시간 해양환경 데이터 수집 기술	20	10	5					
	다중 시공간 해양환경 데이터 분석 기술	5	5	5	5	5			
	데이터 기반 해양환경 진단 및 데이터 표준화 기술			5	5	5			
합계	25	15	15	10	10				
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 조건에서 수집된 표준화된 다중 시공간 해양환경 데이터와 그 국제 해양관측 네트워크 등록</li> <li>측정 데이터 기반 해양환경 진단으로 기후환경, 안보, 수산 분야의 정책 및 의사결정에 활용</li> <li>표준화된 해양환경 데이터의 국제 해양관측 네트워크 제공으로 국제 사회 기여도 증대와 국제적 위상 제고</li> </ul>								
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>(정책적) 해양환경 데이터 수집·분석·표준화로 기후환경, 안보, 수산 분야의 데이터 기반 정책 수립에 활용이 기대됨</li> <li>(산업적) 측정 데이터 기반 해양환경 진단 수요에 부응하는 유관 민간 산업 활성화가 기대됨</li> <li>(기술적) 실시간 및 비실시간 해양환경 데이터의 시공간 분해능 한계 극복을 위한 계측장비 및 분석처리 S/W 확보</li> </ul>								

### 3-2. 해양장비 시험 평가 체계 기술 개발

핵심 기술명	해양장비 시험 평가 체계 기술 개발								
해당분야	해양로봇( ), 수중통신( ), 융합관측(○)	적용해역	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)						
기술의 정의	○ 각종 해양 장비의 성능 평가와 검교정을 수행할 수 있는 기술 기반 및 체계 구축								
기술개발 최종목표	○ (정성적) 해양장비 시험평가 기술 개발 및 체계 기반구축 ○ (정량적) 국제 시험평가 기준에 준하는 시설 및 기술 확보								
기술의 내용	① 해양장비 시험 평가 기술 개발 - 수중 초음파 및 작업 장비 시험 평가 및 검교정 기술 개발 ② 해양장비 시험평가 인프라 구축 - 해양장비 시험 평가에 필요한 장비/시설 및 실험역 시험장 구축 ③ 해양장비 시험/평가/운용 교육 및 훈련 센터 구축 - 시험평가 및 운용 인력 양성을 위한 교육 및 훈련 기반 구축								
기술개발 기간	○ 핵심기술 개발기간 : ( 7 )년								
	○ 세부기술개발 로드맵								
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년	
	시험평가 기술								
	시험 인프라								
교육 훈련									
한계점 및 해결방안	한계점			해결방안			확보전략		
	○ 전문 인력 및 경험 부족 ○ 시설 구축에 투입되는 큰 예산 규모			○ 국제협력 및 ICT분야 앞선 기술로 극복 ○ 해양과학기술 연구개발분야 인식변화 및 정부의 장기투자 의지					

<b>소요예산</b>	(단위 : 억원)							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	시험평가 기술	25	10	10	5	5	5	5
	시험 인프라	10	55	55	90	85	25	15
	교육 훈련	5	5	5	5	10	10	20
합계	40	70	70	100	100	40	40	
<b>활용방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 탐사 장비의 개발 및 정비에 활용</li> <li>○ 해양 플랜트 장비 성능 시험 평가 및 검교정</li> <li>○ 해양 장비 상용화 지원</li> </ul>							
<b>기대효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 해양장비 분야 자체 개발 시험 평가 운용 체계의 국내 구축으로 기술의 자립성 확보</li> <li>○ (정책적) 국내 해양장비 산업의 육성 및 수출 기반 구축으로 정부 정책 방향에 부합</li> <li>○ (산업적) 장비의 질과 운용 능력을 국제 기준 이상으로 유지함으로써 상업적 기반 구축</li> </ul>							

### 3-3. 해양환경 데이터 정보생산 기술

<b>핵심 기술명</b>	해양환경 데이터 정보생산 기술		
<b>해당분야</b>	해양로봇( ), 수중통신( ), 융합관측(○)	<b>적용해역</b>	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)

<b>기술의 정의</b>	○ 해양 빅데이터와 인공지능의 연계를 통해 해양 환경 특성화 및 조정 가능한 인공지능 기반 빅데이터 플랫폼 기술							
<b>기술개발 최종목표</b>	○ 지능형 해양 환경 인식 및 예측 시스템 ○ 인공지능 기반의 혁신적인 의사결정지원 시스템 ○ 해양환경관리 기술 예측 모델 및 고부가가치 데이터셋 생성 ○ 해양환경관리 융·복합 활용 서비스 구축							
<b>기술의 내용</b>	① 해양관측 데이터 융복합 기술 개발 - 대상 상황 및 인식 수행, 매핑 처리, 분석 알고리즘 설계 - 빅데이터 분석 예측 및 인공지능 학습 추론 개발 ② 해양관측 데이터 고속 분산 처리 플랫폼 개발 - 빠른 의미 전달을 위한 직관적인 데이터 검색 및 시각화 도구 개발 - 딥러닝 기능과 실시간 예측 분석 기능, 데이터 모델 시뮬레이션 및 평가 도구 개발 - 방대한 IoT & 빅데이터 처리·분석을 위한 분산처리 플랫폼 개발 - 해양관측 빅데이터에 특화된 클라우드 기반 분석 환경 개발 ③ 해양환경 인공지능 솔루션 서비스 개발 - 해양환경관리 지능형 클라우드 서비스 개발							
<b>기술개발기간</b>	○ 핵심기술 개발기간 : ( 7)년							
	○ 세부기술개발 로드맵							
	<b>세부 기술명</b>	<b>1차년</b>	<b>2차년</b>	<b>3차년</b>	<b>4차년</b>	<b>5차년</b>	<b>6차년</b>	<b>7차년</b>
	해양관측 데이터 융복합 빅데이터 분석예측 및 인공지능 학습 추론 개발							
	딥러닝 기반 해양관측 데이터 고속 분산처리 플랫폼 개발							
해양환경관리 지능형 클라우드 서비스 개발								
<b>한계점 및 해결방안</b>	<b>한계점</b>			<b>해결방안</b>			<b>확보전략</b>	
	○ 수집된 데이터의 상관관계와 한계점 조사 ○ 양질의 데이터 취득 여부			○ 비즈니스 요구사항을 충족하는 센서별 시기별 자료 정리 및 센서보정용 기초 자료 생산 ○ 데이터 손실 및 예방 관련 데이터의 허점방지 정책 마련			부정확하거나 손상된 데이터를 수정하기 위한 데이터 클렌징 기술 개발 데이터 모니터링 및 품질평가 프로세스 고도화	

소요예산	(단위 : 억원)							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	해양관측 데이터 융복합 빅데이터 분석예측 및 인공지능 학습 추론 개발	5	5	5	5	5	5	5
	딥러닝 기반 해양관측 데이터 고속 분산처리 플랫폼 개발	7	7	7	7	7	7	7
	해양환경관리 지능형 클라우드 서비스 개발	3	3	3	3	8	8	8
	합계	15	15	15	15	20	20	20
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바다 생태계 변환 감지 및 수산자원의 분포와 회유, 어장 형성과 어획량 예측</li> <li>○ 해양 수질 오염과 해수면 상승 및 해양 산성도 등 해양환경 영향 문제 연구 리소스 제공</li> <li>○ 해양 플랜트 및 수중 장치를 위한 센서 데이터 분석하고 예측하기 위한 지능형 운영 서비스 제공</li> <li>○ 해양 빅데이터 기반 딥러닝을 통한 해양 생물환경 데이터베이스 구축</li> <li>○ 해양 센서 네트워크의 제어를 위한 간섭 최적화 및 에너지 효율 분석</li> <li>○ 해양환경 연구의 새로운 인공지능 온톨로지 개발에 기여</li> </ul>							
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 4차 산업혁명해양관측기기에서 수집된 관측 데이터를 효과적으로 처리하고 실질적, 합리적 기준 설정을 통해 데이터의 신뢰도를 확보하여 빅데이터를 생산하는 IoT 기반 해양관측 빅데이터 플랫폼 구축 및 AI와의 정교한 연계를 통한 AI 기반 빅데이터 플랫폼 확보</li> <li>○ 해양환경변화에 대한 미래의 가능성을 예측하고 발생할 문제와 위험요소에 신속히 대응하여 해양관련 재난 분석을 위한 대응책 마련 기대</li> <li>○ 빅데이터, 인공지능 분석을 활용한 해양환경 변화 분석을 통해 표준화된 기초 생산력 측정·변동 예측 기대</li> </ul>							



### 3-4. 부유식 무인 해양복합관측 플랫폼 개발

<b>핵심 기술명</b>	부유식 무인 해양복합관측 플랫폼 개발		
<b>해당분야</b>	해양로봇( ), 수중통신( ), 융합관측( √ )	<b>적용해역</b>	동해( ), 남해( √ ), 서해( √ ), 공통( )

<b>기술의 정의</b>	○ 서남해 해양 영토 및 기후 변화, 해양 사고, 오염에 대한 지속적인 감시를 위한 부유식 무인 해양복합관측 플랫폼 개발							
<b>기술개발 최종목표</b>	○ (정상적) 부유식 무인 해양복합관측 플랫폼 ○ (정량적) 해양 영토(해저 지형 변화, 파고, 수심, 성분 등) 관측 기술 ○ 해양 기후 변화(풍속, 온도, 강수량 등) 관측 기술 ○ 광대역 해상 관측 및 선박 인식 기술 ○ 부유식 플랫폼 장기운용(에너지, 수밀) 기술							
<b>기술의 내용</b>	① 해양 영토 관측 기술개발 - 해저 지형 변화 감시를 위한 초음파 모니터링 기술 - 파고 및 수심, 수온, 해수 성분 모니터링 기술 ② 해양 기후 변화 관측 기술 - 해상 풍속, 온도, 강수량, 일조량 관측 기술 ③ 광대역 해상 관측 및 선박 인식 기술 - 레이더 및 레이저를 이용한 광대역 해상 모니터링 기술 - 해운 환경 변화 관측을 위한 선박 인식 기술 ④ 부유식 플랫폼 장기운용 기술 - 장시간 해상 부유를 위한 수밀 및 구조설계 기술 - 친환경 에너지 공급 기술 - 수상 동적 위치 유지 기술 - 해양환경관측 시스템 통합 및 육상과의 통신 기술							
<b>기술개발 기간</b>	○ 핵심기술 개발기간 : ( 5 )년							
	○ 세부기술개발 로드맵							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	해양 영토 관측 기술							
	해양 기후 변화 관측 기술							
광대역 해상 관측 및 선박 인식 기술								
부유식 플랫폼 장기운용 기술								
<b>한계점 및 해결방안</b>	<b>한계점</b>		<b>해결방안</b>				<b>확보전략</b>	
	○ 해양 영토 및 기후에 대한 지속적인 감시 시스템 부재 ○ 해양 오염 및 해난 사고에 대한 지속적인 모니터링 시스템 부재 ○ 서남해에서 장시간 운용 가능한 해상 무인 플랫폼 부재		○ 부유식 무인 플랫폼에서 무인으로 운용될 수 있는 해양환경관측 시스템을 개발하여 지속적으로 운용 ○ 친환경 에너지 공급을 통한 장시간 운용 가능한 부유식 플랫폼 개발				기존기술고도화  신규개발	

소요예산	(단위 : 억원)							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	해양 영토 관측 기술	10	10	10	5	5		
	해양 기후 변화 관측 기술	8	10	10	5	5		
	광대역 해상 관측 및 선박 인식 기술	5	10	10	10	5		
	부유식 플랫폼 장기운용 기술	2	5	10	20	25		
	합계	25	35	40	40	40		
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 서남해 근해 불법 조업 어선 감시 및 조기 경보 수단으로 활용</li> <li>○ 해양 영토 실시간 감시를 통한 해양 방위 초기 대응 수단으로 활용</li> <li>○ 해상 상태(파고, 풍속, 수심, 온도, 성분, 강수량 등) 실시간 감시를 통한 기후 변화 감시 및 이상 기후 감시를 통한 조기 경보 수단으로 활용</li> <li>○ 해양 사고(침몰, 추락 등) 및 해수 오염에 대한 실시간 감시 및 초기 대응 수단으로 활용</li> </ul>							
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 해양 무인종합감시 체계의 기반이 되는 무인 해상 플랫폼 구축 기술 확보</li> <li>○ 해양 영토 감시 체계 구축을 위한 기반 기술 확보</li> <li>○ 해양사고 감시 및 구난 시스템 체계 구축을 위한 핵심 기술 확보</li> <li>○ (정책적) 광대역의 해양 상태 및 해양 사고 모니터링과 이를 근간으로 한 조기 경보 역할을 수행할 수 있다는 점에서 현 정부 국정과제 “(62)해양영토 수호 및 해양안전 강화”를 실현 하는데 이바지할 것으로 기대되며, 나아가 국민의 국가에 대한 신뢰성을 증대시킬 것으로 기대</li> <li>○ (산업적) 해양방위 및 불법 조업 감시에 소요되는 비용 절감 및 국내 연구해 어업 활성화가 기대됨</li> <li>○ 해양 기후 조기 관측 및 경보를 통한 기후 변화에 따른 국가적 재난 손실 최소화</li> <li>○ 정부출연연구소, 해군, 해경, 수자원공사 등의 활용 요구 및 기술 개발 요구에 따른 관련 분야 시장 창출</li> </ul>							

### 3-5. 수중글라이더 활용 무인해양 공간관측 기술 개발

<b>핵심 기술명</b>	수중글라이더 활용 무인해양 공간관측 기술 개발		
<b>해당분야</b>	해양로봇( ), 수중통신( ), 융합관측(O)	<b>적용해역</b>	동해(O), 남해(O), 서해( ), 공통(O)

<b>기술의 정의</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중글라이더를 활용한 무인 해양 공간관측망 구축</li> <li>○ 무인관측 시스템의 고품질 자료 생산 기술 개발</li> </ul>
<b>기술개발 최종목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 기술 개발 사업의 핵심은 전세계적으로 광역해양관측의 중심적인 역할을 하고 있는 수중글라이더를 해양관측에 직접 운용하는 전문적인 활용자(장비수요자)의 주도로 이루어진다는 것임.</li> <li>○ 실 운용자가 장비개발자들과의 협력을 통해 실제 활용가능한 기술로 개발하고 실해역에서 직접 운용함으로써 개발 기술을 점검 보완할 수 있도록 하고, 운용된 결과로 기본이 되는 고품질의 해양환경자료를 직접 생산하여 각 해양관련기관에 제공함과 동시에 유의미한 해양 정보를 추출함으로써 개발된 장비기술의 안정성과 효용성을 증명하고, 해당 기술의 활용성을 높이는 선순환 체계를 확립하는데 목적이 있음</li> <li>○ 수중글라이더 활용한 무인해양 공간관측망 구축             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중글라이더는 무인 해양 공간 관측 분야에서 전 세계적으로 가장 핵심적이고 중요한 역할을 담당하고 있는 해양 관측 장비임. 수중글라이더 관련 원천 기술을 개발하고 급속도로 확대되고 있는 무인 해양 관측 산업과 해양 정보 산업의 국가적인 우위를 갖기 위해서는 무인해양 관측망을 보유하여 지속적으로 고품질의 자료를 생산함과 동시에 해당 자료로부터 유의미한 해양정보를 추출하여 개발된 장비의 우수성과 자료의 활용성을 지속적으로 증명하는 것이 필수적임</li> <li>- 해양에서 활용되는 관측장비 중 활용성이 높은 장비들은 수년동안 해당 장비로부터 얻어진 자료의 품질과 가치가 증명되었기 때문에 가능하였음. 따라서 개발된 장비를 지속적으로 활용하여 유의미한 정보를 얻을 수 있는 운용기술, 관측 기술과 무인해양 관측망과 같은 해양 자료 생산체계가 필요함</li> <li>- 동해는 기후변화에 따라 해양의 반응이 뚜렷하게 나타나고 관측자료를 통해 그 반응을 직접 확인할 수 있는 전 세계에서 거의 유일한 바다이며, 수심이 깊고 수온이 낮아 해양 관측 장비 테스트 분야에서 천혜의 조건을 가지고 있는 해역임. 따라서 개발된 해양장비를 고도화할 수 있고 기후변화에 대한 유의미한 해양정보를 생산함으로써 해당 해양관측장비의 가치를 증명할 수 있는 바다임.</li> <li>- 동해에 이러한 체계를 구축하는데 있어서 가장 시급한 것이 바로 수중글라이더와 같은 공간 관측 체계임. 앞서 개발하는 장비 및 기술의 단순 테스트도 중요하겠지만, 이를 활용하여 고품질의 해양 자료를 생산하고 해양 정보를 추출하는 일련의 과정이 바로 장비 기술의 우수성을 증명하는 방법이기 때문에 수중글라이더를 활용한 해양 공간 관측망을 구축하는 것이 가장 시급하다고 할 수 있음</li> <li>- 먼저 가장 기본이 되는 해양 자료인, 수온/염분/해류/용존산소/클로로필 5종에 대해 800m 이내에서 수직 해상도 1m 이하, 수평 해상도 2km 이하의 단면 공간 관측을 위도 36도에서 38.5도 사이에 0.5도 간격으로 매달 관측하는 공간 관측망 구성을 목표로 함</li> <li>- 울릉분지 중심해역과 포함 인근해역, 울릉도 인근 해역, 동해시 인근 해역 등 비교적 관리 운용이 수월한 지역에 거점 관측망을 구성하여 초광역 수중위치인식 시스템의 음원 부이를 설치하고 연안 거점의 경우 추가적인 자료를 수집함으로써 수중글라이더에서 얻어진 자료를 교정할 뿐 아니라 시계열 자료를 확보함으로써 3차원 나아가 4차원 격자화 자료를 생산할 수 있는 기준 관측 체계 구축</li> </ul> </li> <li>○ 무인관측 시스템의 고품질 자료 생산 기술 개발</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존의 선박을 활용한 관측을 보완하고, 선박 관측을 통해 얻어진 자료를 기존 자료로 하여 무인 시스템에서 얻어진 자료를 평가하고 보정하여 고품질 자료를 생산할 수 있는 체계를 확립</li> <li>- 고정밀 선박 관측 자료와의 정량적 비교를 통한 수중글라이더 활용 고품질 염분 자료 생산 기술: 무인 시스템에서 얻어지는 염분 자료는 시간에 따라 해역에 따라 편향이 발생할 수 있으므로 고품질 자료를 이용한 교정 과정이 필수적임</li> <li>- 수중글라이더에 탑재된 DVL 센서를 활용하여 해류 측정 기술 개발: 수중에서 이동하는 플랫폼에 탑재된 DVL (혹은 ADCP)센서는 플랫폼 이동속도를 알지 못하면 정확한 해류를 측정할 수 없음. 따라서 플랫폼 이동속도를 추정하는 알고리즘과 DVL의 오차를 최소화하는 알고리즘을 통해 정확한 해류를 추정하는 기술 개발이 필요</li> <li>- 수중글라이더 활용 클로로필 고품질 농도 자료 측정 기술 개발: 생지화학 센서의 경우에는 해역과 시기에 따라 센서에서 얻어진 값을 실측값으로 변환하는 알고리즘이 필요함. 따라서 해당 알고리즘을 개발하고 정기적으로 검증 및 교정하는 체계가 필요</li> <li>- 수중글라이더 활용 용존산소 교정 및 품질 관리 기술 개발: 용존산소 자료도 염분 자료와 같이 편향이 발생할 수 있으므로 하드웨어를 활용한 교정과 기존 자료를 활용한 교정과정도 필수적임</li> <li>- 해당 기준 자료는 모두 특정 센서가 수직적인 구조 자료를 얻어야 정확한 품질 교정이 가능함</li> </ul>																																								
<p><b>기술의 내용</b></p>	<p>① 수중글라이더 활용 무인해양 공간관측망 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다중 수중글라이더 운용을 위한 정비/교정/투하회수 체계 구축</li> <li>- 다중 글라이더 관제 시스템 구축</li> <li>- 다중 글라이더 편대 제어 기술 개발</li> <li>- 다중 수중글라이더 운용 무인 공간 관측망 구축</li> </ul> <p>② 무인관측시스템의 고품질 자료 생산 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실시간 및 지연모드 자료 처리 및 품질 관리 시스템 개발</li> <li>- 해당 센서에 최적화된 수중글라이더 운용 기술 개발</li> <li>- 수중글라이더 활용 고품질 염분 자료 생산 기술 개발</li> <li>- 수중글라이더 활용 해류 측정 기술 개발</li> <li>- 수중글라이더 활용 클로로필 고품질 농도 자료 측정 기술 개발</li> <li>- 수중글라이더 활용 용존산소 교정 및 품질 관리 기술 개발</li> </ul>																																								
<p><b>기술개발 기간</b></p>	<p>○ 핵심기술 개발기간 : ( 7 )년 2019년 ~ 2025년</p> <p>○ 세부기술개발 로드맵</p> <table border="1" data-bbox="319 1523 1340 1971"> <thead> <tr> <th>세부기술명</th> <th>1차년도 ('19)</th> <th>2차년도 ('20)</th> <th>3차년도 ('21)</th> <th>4차년도 ('22)</th> <th>5차년도 ('23)</th> <th>6차년도 ('24)</th> <th>7차년도 ('25)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>수중 글라이더 활용</td> <td>운용환경 염분 분석</td> <td>센서별 임무 설계</td> <td>센서별 실시간 자료 획득 시스템 구축</td> <td>센서별 실시간 자료 획득 시스템 구축</td> <td>무인 해양 공간관측망 종합 설계</td> <td>무인 해양 공간관측망 종합 구축</td> <td>무인 해양 공간관측망</td> </tr> <tr> <td>무인 해양 공간 관측망 구축</td> <td>정비 운용실 및 관제실 설계</td> <td>정비 운용실 및 관제실 하드웨어 구축</td> <td>정비 운용실 및 관제실 하드웨어 고도화</td> <td>다중 글라이더 운용 체계 설계</td> <td>다중 글라이더 운용 체계 개발</td> <td>다중 글라이더 협업 체계 개발</td> <td>구축 및 고도화</td> </tr> <tr> <td>무인 관측 시스템</td> <td>해양공간 관측 1단면</td> <td>해양공간 관측 1단면</td> <td>해양공간 관측 2단면</td> <td>해양공간 관측 3단면</td> <td>해양공간 관측 5단면</td> <td>수중 글라이더 활용</td> <td>수중 글라이더 활용</td> </tr> <tr> <td>고품질 자료 생산 기술 개발</td> <td>수온, 염분 자료 생산 체계 개발</td> <td>염분, 해류 자료 생산 체계 개발</td> <td>해류, 용존 산소 자료 생산 체계 개발</td> <td>용존산소, 클로로필 자료 생산 체계 개발</td> <td>클로로필 자료 생산 체계 개발</td> <td>해양자료 통합 시스템 설계 및 구축</td> <td>해양자료 통합 생산 시스템 시험운용</td> </tr> </tbody> </table>	세부기술명	1차년도 ('19)	2차년도 ('20)	3차년도 ('21)	4차년도 ('22)	5차년도 ('23)	6차년도 ('24)	7차년도 ('25)	수중 글라이더 활용	운용환경 염분 분석	센서별 임무 설계	센서별 실시간 자료 획득 시스템 구축	센서별 실시간 자료 획득 시스템 구축	무인 해양 공간관측망 종합 설계	무인 해양 공간관측망 종합 구축	무인 해양 공간관측망	무인 해양 공간 관측망 구축	정비 운용실 및 관제실 설계	정비 운용실 및 관제실 하드웨어 구축	정비 운용실 및 관제실 하드웨어 고도화	다중 글라이더 운용 체계 설계	다중 글라이더 운용 체계 개발	다중 글라이더 협업 체계 개발	구축 및 고도화	무인 관측 시스템	해양공간 관측 1단면	해양공간 관측 1단면	해양공간 관측 2단면	해양공간 관측 3단면	해양공간 관측 5단면	수중 글라이더 활용	수중 글라이더 활용	고품질 자료 생산 기술 개발	수온, 염분 자료 생산 체계 개발	염분, 해류 자료 생산 체계 개발	해류, 용존 산소 자료 생산 체계 개발	용존산소, 클로로필 자료 생산 체계 개발	클로로필 자료 생산 체계 개발	해양자료 통합 시스템 설계 및 구축	해양자료 통합 생산 시스템 시험운용
세부기술명	1차년도 ('19)	2차년도 ('20)	3차년도 ('21)	4차년도 ('22)	5차년도 ('23)	6차년도 ('24)	7차년도 ('25)																																		
수중 글라이더 활용	운용환경 염분 분석	센서별 임무 설계	센서별 실시간 자료 획득 시스템 구축	센서별 실시간 자료 획득 시스템 구축	무인 해양 공간관측망 종합 설계	무인 해양 공간관측망 종합 구축	무인 해양 공간관측망																																		
무인 해양 공간 관측망 구축	정비 운용실 및 관제실 설계	정비 운용실 및 관제실 하드웨어 구축	정비 운용실 및 관제실 하드웨어 고도화	다중 글라이더 운용 체계 설계	다중 글라이더 운용 체계 개발	다중 글라이더 협업 체계 개발	구축 및 고도화																																		
무인 관측 시스템	해양공간 관측 1단면	해양공간 관측 1단면	해양공간 관측 2단면	해양공간 관측 3단면	해양공간 관측 5단면	수중 글라이더 활용	수중 글라이더 활용																																		
고품질 자료 생산 기술 개발	수온, 염분 자료 생산 체계 개발	염분, 해류 자료 생산 체계 개발	해류, 용존 산소 자료 생산 체계 개발	용존산소, 클로로필 자료 생산 체계 개발	클로로필 자료 생산 체계 개발	해양자료 통합 시스템 설계 및 구축	해양자료 통합 생산 시스템 시험운용																																		

한계점 및 해결방안	한계점	해결방안	확보전략					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중글라이더를 활용한 무인해양 공간관측망 구축은 국내에서 처음 시도되는 것이며 향후 지속적인 운용주체 선정이 어려울 것으로 판단 됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실제 무인해양 공간관측망에서 생산된 자료를 활용하여 일반인을 위한 정보를 추출하는 국가기관 중 선정과정을 통하여 해당 기관의 부속기관으로서 구성하고 전문가 위원회를 구성하여 운영함으로써 공무행정 조직이 아니라 전문성이 유지될 수 있는 조직으로 지속적으로 활용될 수 있도록 체계를 확립하는 과정이 필요함</li> </ul>						
소요예산	(단위 : 억원)							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	수중 글라이더 활용 무인 해양 공간 관 측 망 구축	6	5	5	4	5	5	5
	무인 관측 시스템의 고품질 자료 생산기술 개발	4	4	4	5	6	6	5
	<b>합계</b>	10	9	9	9	11	11	10
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>해양과학분야의 기초, 응용 연구에 활용 및 해수면 및 해저의 변화 감시에 활용</li> <li>실시간 해양 정보 서비스를 통한 연안 재해 저감 활동 지원</li> <li>새로이 개발되는 해양 관측 장비의 장기간 테스트를 위해 활용 될 수 있으며 기후변화에 따른 해양의 반응 패턴 및 생태계의 영향을 평가하는데 생산된 자료가 활용</li> <li>남극 및 북극해에서 수중글라이더 활용한 빙하 해저의 해양 환경 관측에 활용</li> </ul>							
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>임박해온 4차산업 혁명에 있어서 핵심이 되는 것은 다양한 자료로부터 효과적인 방법으로 일반일들에게 필요한 정보를 생산하는 것임. 그러나 해양은 정보 생산에 기본이되는 필수적인 고품질 자료가 절대적으로 부족한 상황임. 무인 관측망을 활용하여 다량의 고품질 자료를 생산하는 체계를 갖추으로써 이로부터 파생되는 AI 기반 해양 관리 체계를 구축하는데 중요한 자료 생산 기반을 확보할 수 있을 것으로 기대됨</li> <li>무인관측망은 로봇이 지능적으로 연계하여 자료를 수집하는 해양 사물인터넷의 핵심이므로 기 구축하는 수중무인시스템을 활용하여 고품질 해양자료가 수집됨으로 인해 해양기상, 해양환경, 해양예측 분야의 활발할 발달이 기대됨</li> <li>무인공간관측 체계를 활용한 어족자원 모니터링과 해양생태 모니터링, 해양영토 관리를 맡고 있는 각 정보기관의 운영 체계가 고도화될 것으로 기대됨</li> <li>음향 환경 자료가 중요한 해군에서 무인시스템에서 실시간으로 생산되는 공간 관측 자료를 직접 활용함으로써 잠수함 운용 체계나 적잠수함 감시 체계가 고도화될 것으로 기대됨</li> </ul>							

### 3-6. 해양환경관측센서 기술

<b>핵심 기술명</b>	해양환경관측센서 기술		
<b>해당분야</b>	해양로봇( ), 수중통신( ), 융합관측(○)	<b>적용해역</b>	동해( ), 남해( ), 서해( ), 공통(○)

<b>기술의 정의</b>	○ 해양 환경의 주요 이화학적 변수의 변화를 감지할 수 있는 화학, 생물, 물리학적 센싱 기술							
<b>기술개발 최종목표</b>	○ 해양관측 시스템에 활용 가능한 맞춤형 센서 개발							
	○ 해양환경관측센서의 상용화 기술 개발							
<b>기술의 내용</b>	○ 용존기체 및 pH 센서 개발							
	○ 동·식물 플랑크톤 센서 개발							
<b>기술개발 기간</b>	○ 핵심기술 개발기간 : ( 7)년							
	○ 세부기술개발 로드맵							
<b>기술개발 기간</b>	<b>세부 기술명</b>	<b>1차년</b>	<b>2차년</b>	<b>3차년</b>	<b>4차년</b>	<b>5차년</b>	<b>6차년</b>	<b>7차년</b>
	용존기체 및 pH 센서							
	동식물 플랑크톤 센서							
	용존 영양염 센서							
<b>한계점 및 해결방안</b>	<b>한계점</b>			<b>해결방안</b>				<b>확보전략</b>
	○ 방해물질이 센서에 미치는 다양한 영향 ○ 센서신호의 증폭기술 개발 필요 ○ 마이크로 제어 기술의 확립 필요			○ 여러 학제간의 공동연구로 센서와 증폭기술에 고도화 추진 ○ 기존의 센서의 한계점 파악으로 새로운 형태의 센서의 신규 개발 ○ 초정밀, 초전력 소모형 센서 및 증폭기술 신규 개발				다 학제간 연구

소요예산	(단위 : 억원)							
	세부 기술명	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	6차년	7차년
	용존기체 및 pH 센서	5	5	3	3	3		
	동-식물 플랑크톤 센서			5	5	5	3	3
	용존 영양염 센서	10	10	7	7	7	5	5
	<b>합계</b>	15	15	15	15	15	8	8
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실시간 해양관측 시스템 구축 및 환경예보의 정확성 향상</li> <li>○ 현재까지 관측이 불가능 한 항목 중심으로 새로운 연구결과 도출</li> <li>○ 기술개발 노하우 축적 및 관련 기술의 상용화</li> </ul>							
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 4차 산업을 기반으로 한 고부가가치 신 해양과학기술분야 창출 기대</li> <li>○ 신 해양과학 기술확보로 인력 양성 및 고용 창출</li> <li>○ 각종 국가 제도에 정량/정밀한 과학적인 결과 제시 가능으로 사회적인 비용 절감 기대</li> <li>○ 고부가가치 센서 기술 개발 확립 및 글로벌 시장 개척 가능</li> <li>○ 글로벌 해양기술 산업의 선도적 역할 가능</li> </ul>							





부록 IV

---

핵심기술 소개서



# 1. 해양로봇 분과

## 1-1. 대수심 해양 관측용 다기능 부이 배열 시스템

핵심기술 명		대수심 해양 관측용 다기능 부이 배열 시스템
해당분야 현재 문제점		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내에서 운용되고 있는 해양 부이(2018년 1월 기준 국립해양조사원 17대)의 경우 연안을 따라 단일로만 설치되어 있고 특정 수심에 해당되는 데이터만 30분 주기로 측정하기 때문에 제공되는 연안 데이터의 시공간적 해상도가 낮음</li> <li>○ 해양 관측에 있어 글라이더나 자율수중로봇을 활용하는 국내 사례가 있으나 이를 지원하기 위한 충전 및 데이터교환 스테이션의 개발은 전무함</li> <li>○ 선박과의 충돌, 태풍 등으로 부이 시스템의 손상 및 고장이 종종 발생</li> </ul>
기술개발 내용		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 에너지 저감 및 지속 가능형 부이 시스템 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저전력 수상/수중 센서 패키지 개발</li> <li>- 에너지 적응형 데이터 획득/전송 주기 관리 시스템 개발</li> <li>- 에너지 하베스팅(태양광/풍력/파력) 시스템 개발</li> </ul> </li> <li>○ 수중 프로파일링이 가능한 계류부 시스템 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 계류선 이동형 프로파일 모듈 개발</li> <li>- 수중 글라이더-부이 간 프로파일 데이터 전송 시스템 개발</li> </ul> </li> <li>○ 다기능 부이 배열 시스템 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사고/재난 감지 및 대응 시스템 개발</li> <li>- 자율수중로봇 도킹 시스템 개발</li> <li>- 자율수중로봇 무선 통신 및 충전 시스템 개발</li> </ul> </li> </ul>
최종 성과물	명칭	○ 대수심 해양 관측용 다기능 부이 배열 시스템
	적용 범위	○ 동해, 남해의 offshore 영역
	활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해상 환경 모니터링</li> <li>○ 광역 해류 모니터링</li> <li>○ 해수 특성 프로파일링</li> <li>○ 수중글라이더 및 자율수중로봇 스테이션 지원</li> </ul>
	활용처	○ 국립해양조사원, 기상청, 해양수산부, 환경부, 해양환경관리공단, 한국해양과학기술원 등

## 1-2. 고밀도 해양공간정보 구축을 위한 인공지능 기반 자율수중로봇 기술

핵심기술 명		고밀도 해양공간정보 구축을 위한 인공지능 기반 자율수중로봇 기술
해당분야 현재 문제점		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 정보 취득 및 공간정보 구축은 상당 부분 부이 시스템에 의존하게 되며, 이 경우 특정 영역에 대한 고밀도 공간정보 구축이 쉽지 않음</li> <li>○ 장거리 운영을 위해 수중글라이더가 활용되고 있으나, 제한적인 탑재중량으로 인해 다수의 센서 운용이 어려움</li> <li>○ 자율수중로봇을 이용한 광역 환경에 대한 장시간 모니터링 및 해양 환경정보 수집이 가능하나, 현재의 자율수중로봇 기술 수준은 제한된 환경 하에서 단시간 자율 기능이 구현됨</li> <li>○ 현재 수중로봇의 자율도는 규칙기반 임무수행 단계에 머물러 있으나, 현재의 한계성을 극복하기 위해서는 인공지능 기반 기술의 적용이 필요함</li> <li>○ 인공지능 기반 자율수중로봇 기술을 적용하기 위해 아래의 요소 기술 개발이 필요함               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자율 임무 계획, 인식, 항법, 판단 학습 기술</li> <li>- 장시간 운용을 위한 고장 진단 및 자율 복귀 기술</li> <li>- 임무 수행의 효율성을 위한 다중 해양 로봇 시스템의 통합 운용 기술</li> </ul> </li> </ul>
	기술개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중로봇의 자율임무계획 및 수행 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능 기반의 임무 계획 기술</li> <li>- 실시간 3차원 경로 추종/제어 및 이동 기술</li> <li>- 고밀도 해양 공간정보 구축을 위한 coverage 기반 자율탐사 기술</li> </ul> </li> <li>○ 광역 환경에서의 자율수중로봇의 항법 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고정형/이동형 부이를 활용한 음향 신호 기반 항법 기술 개발</li> <li>- 해저 지형/지자기 정보 기반의 복합 항법 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 다중 해양로봇 운용 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다중 로봇의 통합 항법 기술</li> <li>- 다중 로봇의 임무 분배 및 실시간 임무 수행 관리 기술</li> </ul> </li> <li>○ 수중로봇 상태 모니터링 및 자율 도킹 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중로봇의 상태 정보를 통한 고장 진단 및 예측 기술</li> <li>- 장기 운용을 위한 자율 도킹 기술</li> </ul> </li> <li>○ 해양 관측 정보의 실시간 전송 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 빅데이터 기반 데이터 처리 및 전송 기술</li> </ul> </li> </ul>
최종 성과물	명칭	고밀도 해양공간정보 구축을 위한 인공지능 기반 자율수중로봇
	적용 범위	동해, 남해의 offshore 영역
	활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중로봇을 활용한 해양환경 정보의 실시간 모니터링</li> <li>○ 해양 정보 모니터링을 통한 기상 상황, 조류, 수온 등의 예측</li> <li>○ 취득된 해양 정보 기반 해양 안전사고 조기 예방</li> <li>○ 장시간 자율수중로봇의 탐색 임무 수행</li> <li>○ 다중 해양로봇을 이용한 광역 해양 환경의 감시 임무 수행</li> </ul>
	활용처	국립해양조사원, 기상청, 해양수산부 해양환경관리공단, 해양경찰청, 해군 등

### 1-3. 광역 해양 관리를 위한 수중글라이더 핵심 부품 및 지능형 관측 기술

핵심기술 명	광역 해양 관리를 위한 수중글라이더 핵심 부품 및 지능형 관측 기술
해당분야 현재 문제점	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 효율적인 광역 해양 관리를 위해서는 장기간/장거리 해양 공간 관측에 특화되어 있는 수중글라이더를 활용하는 것이 중요함</li> <li>○ 선박을 활용한 관측은 날씨의 제약, 고비용, 안전성 문제로 충분한 시공간 해상도를 갖는 해양 자료를 신속하게 수집하는데 한계가 있음</li> <li>○ 충분한 해양 자료가 효과적으로 얻어지지 못함에 따라 급격히 변화하는 한반도 주변 기후 환경에 따른 생태계 변화나 가용한 어족자원의 관리, 해양 재난 및 재해에 대응하기 위한 정확한 예측 및 예보 체계를 구축하기 어려움</li> <li>○ 다중 수중글라이더를 활용한 광역 해양 관측 기술을 확보하기 위해서는 핵심 장비 개발 기술 및 해양 공간 관측망 개발 기술이 필요하나, 국내에는 관련 기술들이 거의 전무한 실정임</li> <li>○ 수중글라이더 효율적 운용을 위한 핵심 부품 기술을 개발하고 수중글라이더를 활용한 4차원 해양 공간 관측망 구축을 위해 지능형 해양관측 기술 개발이 필요함</li> <li>○ 현재까지 해양 관측 장비 개발은 실제 장비 활용자의 주도로 이루어지지 못하여 실제 활용하여 가용한 자료를 생산할 능력을 갖춘 장비가 개발되지 못하였음.</li> <li>○ 게다가 해당 장비를 운용하여 가용하며 의미있는 자료가 생산됨을 증명하는 과정이 누락됨으로써 장비를 개선하거나 보완할 수 있는 필요 기술 개발이 이루어지지 못하였음.</li> <li>○ 이로 인해 장비의 활용성이 떨어지고 정작 필요한 기술이 개발되지 못하는 악순환에 빠져 있었음</li> <li>○ 따라서 수요자 주도로 필요 장비 개발 기술을 정리하고 이를 실제 가용한 자료를 생산할 수 있도록 시험 운용함으로써 해당 장비의 우수성을 증명하고 부족한 부분을 보완하는 기술 소요를 제기하며 향후 필수적인 기술 개발로 이어지는 선순환 체계를 확립하는 것이 필요함</li> <li>○ 광역 해양 관리를 위해서는 수중글라이더를 활용한 관측 기술이 필수적으로 개발되어야 하며 이를 위해 개발되어야 하는 필수 장비 기술을 정리하였음. 세부 기술별 현재 문제점을 아래와 같이 기술하였음</li> <li>○ 수중글라이더 오일기반 부력엔진 기술             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오일기반 부력엔진 기술은 내구성이 높고 심해에 활용될 수 있으며 수중글라이더가 저전력으로 부력을 바꾸어 활강하는데 있어 가장 핵심적인 기술임</li> <li>- 부력엔진은 소모성 부품이므로 해양 공간 관측망에 다중 수중글라이더를 활용하기 위해서 비용 절감효과가 큰 부품임</li> <li>- 그러나 해당 심해용 부력엔진을 개발 기술이 국내에는 전무함</li> </ul> </li> <li>○ 수중글라이더 가변 하우징 기술             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 가변형 하우징은 저전력으로 기동하는 수중글라이더에 있어 중요한 기술임</li> <li>- 향후 수개월 이상 장기간 운용하는 수중글라이더 및 무인잠수정에 필수적인 기술이나 국내에서는 아직 가변 하우징을 개발한 사례가 없음</li> </ul> </li> <li>○ 소모형 및 충전형 배터리 제어 기술             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중글라이더에 활용되는 배터리는 현재 모두 수입에 의존하고 있음</li> <li>- 다중 수중글라이더를 활용한 관측망을 구성하기 위해서는 운용 비용을 낮추기 위해 배터리 부품을 국산화할 필요가 있음</li> <li>- 높은 수압 및 낮은 수온에서 충분한 효율을 얻을 수 있는 제어 기술이 부족함</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중글라이더용 범용 원격 무인투하회수 로봇 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중글라이더는 투하/회수시에 운용 중 가장 위험하므로 안전하고 신속하게 투하 회수 할 수 있는 장치가 필요하며, 현재는 소형 선박에 수중글라이더와 사람이 같이 내려가 모선과 별도로 투하회수를 진행하므로 위험도가 높고 시간소모가 큼</li> <li>- 전 세계적으로 개발되어 있지 않은 기술이나 필요성이 높은 기술이므로 장기간 운용을 통해 안정성이 증명되면 국제 시장성을 가질 수 있는 중요한 기술임</li> </ul> </li> <li>○ 초광역 위치인식 시스템 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중글라이더는 통신 문제로 항법 제어가 해표면에서만 이루어짐. 따라서 해상 교통량이 많은 해역이나, 해빙과 같은 방해물이 존재하는 극지해역과 같은 지역에서 운용 위험도가 높아짐</li> <li>- 수중에서 글라이더가 위치를 인식할 수 있도록 하는 저렴하면서 광역에서 활용 가능한 위치인식 기술이 필요함</li> <li>- 선진국에서는 이미 활용되고 있는 기술이나 국내에서는 관련 기술이 거의 전무함</li> </ul> </li> <li>○ 수중글라이더 활용 지능형 해양환경 관측 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다중 수중글라이더를 통해 고해상도 해양 수중 공간 관측을 수행함으로써 선박 자료를 보완하고 신속한 해양 정보 공급을 통해 해양 관리 체계를 선진화하는 것이 필요함</li> <li>- 고정형 부이로부터 얻어진 시간 변동 자료와 다중 수중글라이더에서 얻어진 공간 변동 자료를 결합함으로써 4차원 해양 환경 자료를 생산하는 관측 기술은 무인 해양 관측망의 핵심 기술이나, 국내에서는 관련 기술이 전무함</li> <li>- 수중글라이더와 같은 무인 시스템에서 기본 해양 관측 자료 (수온/염분/해류/용존 산소/클로로필)를 획득하고 고품질 자료로서 생산하기 위한 기술도 매우 부족함</li> <li>- 향후 국가 해양 무인관측망을 구축하여 선진화된 해양 관리체계를 만들기 위해서는 수중글라이더를 활용한 관측 체계 개발 기술이 필요함</li> </ul> </li> </ul>
기술개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중글라이더 유압모터기반 부력엔진 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중드론의 부력조절용 오일기반 심해 부력엔진 개발</li> <li>- 동력손실 저감을 위한 유압모터시스템 개발</li> <li>- 150Ah 용량의 전력으로 최대 30일 운용이 가능한 부력조절엔진 기술 개발</li> <li>- 유류속도 센싱 및 제어 기술 개발</li> <li>- 부력엔진 검증용 플로트 플랫폼 개발</li> </ul> </li> <li>○ 수중글라이더 가변 하우징 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수압에 따라 가변하는 수심 1000m급 하우징 개발을 목표로 함</li> <li>- 카본합금기반 심해 가변 하우징 소재 개발</li> <li>- 수밀 구조 및 압력 보상 구조 설계 기술 개발</li> <li>- 1000m 환경에서 운용이 가능한 부력엔진 검증용 플로트 하우징 플랫폼 개발</li> </ul> </li> <li>○ 수중글라이더용 배터리 제어 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중글라이더의 부력조절용 전원 및 센서와 통신용 전원을 위한 알칼라인 배터리, 리튬이온 배터리, 리튬폴리머 배터리 3종 개발</li> <li>- 수중글라이더 형상 일반배치에 따른 전지의 최적화 형상설계</li> <li>- 일회용 알칼라인 및 리튬이온 배터리 제어 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 충전용 리튬폴리머 배터리 제어 기술</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 수중글라이더 무인투하회수로봇 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sea state 3 이하에서 모선으로부터 300m 이상 떨어져 있는 수중글라이더를 투</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>하 및 회수할 수 있는 범용 무인 투하회수로봇 개발</li> <li>- 수중글라이더 손상을 방지하는 다중 가변 그리퍼 개발</li> <li>- 영상 기반 수중글라이더 인식 시스템 개발</li> <li>- 회수로봇 추진 및 동작/자세 제어 시스템 개발</li> <li>- 다중 수중글라이더의 안전하고 신속한 회수를 위한 원격 회수로봇 개발</li> <li>- 다중 회수로봇 운용 체계 및 시스템 개발</li> <li>○ 초광역 수중위치인식 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양 생태계 교란을 최소화하는 고효율을 초저주파 음원 발생기 기술 개발</li> <li>- 수중글라이더 탑재 가능한 저전력 경량의 초저주파 청음기 개발</li> <li>- 초광역 범위에서의 수중위치인식 소프트웨어 및 항법시스템 개발</li> </ul> </li> <li>○ 수중글라이더 활용 해양관측 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양공간 관측용 장비를 위한 광역 테스트베드 구축</li> <li>- 해양공간 관측용 장비의 기본 성능 및 자료 생산 성능 평가 기술 개발</li> <li>- 해양공간 관측용 장비의 운용 및 관제 시스템 구축</li> <li>- 다중 수중글라이더 운용을 위한 정비/교정/투하 및 회수 체계 구축</li> <li>- 다중 글라이더 관제 시스템 구축</li> <li>- 다중 글라이더 편대 제어 기술 개발</li> <li>- 다중 수중글라이더를 활용한 기본 해양 공간 자료 생산 기술 개발</li> <li>- 실시간 및 지연모드 자료 처리 및 품질 관리 표준화 시스템 개발</li> <li>- 수중글라이더 활용 고품질 염분 자료 생산 기술 개발</li> <li>- 수중글라이더 활용 해류 측정 기술 개발</li> <li>- 수중글라이더 활용 클로로필 고품질 농도 자료 측정 기술 개발</li> <li>- 수중글라이더 활용 용존산소 교정 및 품질 관리 기술 개발</li> </ul> </li> </ul>	
최종 성과물	1	
	명칭	○ 수중글라이더 유압모터기반 부력엔진 기술
	적용 범위	○ 1000m, 3000m 심해
	사양	○ 기존: 천해용 피스톤 타입 부력엔진 ○ 개발 후: 심해용 유압모터 타입 부력엔진
	활용 분야	○ 유사 수중글라이더 부력 엔진 용 ○ 수개월 이상 1000m 이상 고수압 환경에서의 운용을 목표로 하는 무인잠수정 부력엔진 용 ○ 무인관측망 소모성 부품의 국산화를 통한 비용 절감
	2	
	명칭	○ 수중글라이더 가변 하우징 기술
	적용 범위	○ 수심 1000m의 고수압 환경
	사양	○ 수압에 따라 가변하는 1000m 급 하우징
	활용 분야	○ 수중글라이더 하우징 용 ○ 수개월 이상 1000m 이상 고수압 환경에서의 운용을 목표로 하는 무인잠수정 하우징 용 ○ 무인관측망 소모성 부품의 국산화를 통한 비용 절감
	3	
	명칭	○ 소모형 및 충전형 배터리 제어 기술

적용 범위	○ 3000m 이상의 심해 (온도 범위: 영하 2°C~영상 40°C)
사양	○ 내부 공간 최적화 및 소형화, 고출력
활용 분야	○ 유사 수중글라이더 장비 전원용 ○ 무인관측망 소모성 부품의 국산화를 통한 비용 절감
4	
명칭	○ 수중글라이더용 원격 무인 투하회수로봇 기술
적용 범위	○ SS3(sea state code) 이하에서 모선으로부터 300m 이상
사양	○ 대형 모선에서의 자동 및 가변형 회수로봇
활용 분야	○ 무인해양 관측망 운용 분야 ○ 수중글라이더 자동 투하회수로봇
5	
명칭	○ 초광역 위치인식 시스템 기술
적용 범위	○ 반경 200km 초광역 범위 내 반경 10-30m의 해상도
사양	○ 수중 위치인식 범위 200km 이상 ○ 고효율의 초저주파 음원 발생기 ○ 저전력 경량의 초저주파 음원 청음기
활용 분야	○ 무인해양 관측망 운용 분야 ○ 남극 및 북극해의 빙하 해저 해양환경 관측 분야 ○ 수중로봇(AUV)의 위치 파악 ○ 잠수함 운용시 수중에서의 위치 파악
6	
명칭	○ 수중글라이더 활용 지능형 해양환경관측 기술
적용 범위	○ 광역 공간 관측을 위한 이동형 관측 로봇 테스트베드 ○ 수심 1000m 내에서 200km x 200km 외해역까지의 단면 공간 ○ 지능형 재분석 과정을 통한 4차원 해양 수온/염분 자료 생산 ○ 적응형 가변 다중 수중글라이더 운용을 통한 고해상도 해양 기본 자료 생산
활용 분야	○ 기후변화 모니터링 ○ 생태계 모니터링 ○ 총 가용한 어족자원 관리 ○ 오염물 및 유해생물 추적 ○ 어장 분포 및 규모 모니터링 ○ 외해역 적조 관측 및 예측 ○ 해양 환경 및 해양 기상 예측 ○ 해군 잠수함 운용 체계 및 적잠수함 감시 체계 고도화 ○ 해양 재난 및 재해 예측
활용처	○ 해양수산부, 과학기술정보통신부, 환경부, 기상청, 해양환경관리공단, 국립수산물과학원, 해양조사원, 해양수산청, 해양경찰청, 해군 및 잠수함사령부, 한국해양과학기술원, 지역 항만청, 기타 여촌계



## 1-4. 극한환경(최대 5.0knots)극복 침몰선박·해양구조물 내부탐사 수중로봇

<b>핵심기술 명</b>		극한환경(최대 5.0knots) 극복 침몰선박 내부 탐사 수중로봇
<b>해당분야 현재 문제점</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (기술적) 우리나라의 서해안은 강한 조류와 높은 탁도로 인해 수중 작업이 어려운 극한 환경임. 해외 주요 수중 기술은 심도에 강인한 기술 개발에 집중한 반면, 우리에게는 심도 보다는 강한 조류에 강인한 기술 개발이 필요함(현재 3.0knots 이상의 강조류 환경에서 정밀탐사가 가능한 수중로봇 기술 전무함)</li> <li>○ (경제적) 많은 국내외 물량이 이동하는 서해에서 재난 사고가 빈번히 발생. 재난으로 인한 경제적 손실을 최소화하기 위하여 신속한 구조 작업과 피해 복구를 지원하기 위한 수중로봇이 필요함</li> </ul>
<b>기술개발 내용</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (최종목표) 강조류 극복(5 Knot) 및 선내 구난 표적 정밀 탐색이 가능한 HROV개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최대 5.0knots의 강조류 극한 환경에서 정밀 탐사가 가능한 MROV(Mother ROV) 및 CROV(Child ROV) two-body 수중로봇 플랫폼 기술 개발</li> <li>- 침몰선박 내부 정밀 탐사가 가능한 CROV 플랫폼 및 SLAM 기술 개발</li> <li>- Multi-body 수중로봇 통합 운용기술 개발</li> </ul> </li> </ul>
<b>최종 성과물</b>	<b>명칭</b>	○ 강조류 극한 환경용 침몰선박 내부 정밀 탐사 로봇
	<b>적용 범위</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 빠른 조류와 ROV의 운용이 제한적인 환경의 수중 공간</li> <li>○ 해양선박사고가 발생할 우려가 있는 지역             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내의 경우 해안이 복잡하고 도서가 많이 발달해 있으며 서해는 조석간만의 영향을 받아 항로가 제한을 받으며, 양식장이 많아 항로가 협소한 특징을 가짐</li> </ul> </li> </ul>
	<b>사양</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ MROV             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최대 5.0knots의 강조류 극복</li> <li>- 최대 작업수심 : 100m</li> <li>- 외형치수 : 2.5(L)x2.2(W)x0.9(H)m</li> </ul> </li> <li>○ CROV             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 외형치수 : 0.5(L)x0.45(W)x0.3(H)m</li> <li>- 위치 정밀도 : RMS 0.2m</li> <li>- 매핑 정밀도 : RMS 0.15m</li> </ul> </li> </ul>
	<b>활용 분야</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 강조류 극한 환경에서 다양한 정밀 탐사 작업</li> <li>○ 해양 재난 구조 작업 및 침몰선박 구조작업 신속한 초기 대응에 활용</li> </ul>
	<b>활용처</b>	○ 선박안전기술공단, 해양환경관리공단, 해양안전심판원, 해양수산부, 해양경찰청 등

## 1-5. 자가 발전(파력) 해양 관측 이동형 부이로봇

핵심기술 명		자가 발전(파력) 해양 관측 이동형 부이로봇
해당분야 현재 문제점		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 영토는 육지 영토에 비해 4배가 넓으며 해양 자원은 많은 잠재적 부가가치를 보유               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특히 해양을 이해하고 분석하는데 필요한 데이터는 해양 관측용 부이를 통해서 주로 획득되는데, 획득된 데이터는 국립해양조사원 등에 제공되어 공공의 이익을 위해 제공됨</li> </ul> </li> <li>○ 종래의 부이 기술은 단순하여 활용성이 높으나 넓은 바다 정보를 정밀하게 측정하기에는 적합하지 않고 활용이 제한됨               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 닻과 쇠사슬로 연결하므로 심도가 깊은 경우 설치, 유지 관리 부담이 매우 큼</li> <li>- 설치 후 위치 변경이 매우 어려우며, 정기적 전원 시스템(배터리) 교체 필요</li> <li>- 태풍 등 해양 재난으로 해상에서 유실되는 사고가 많이 발생함</li> </ul> </li> <li>○ 기후변화로 인한 해양환경 변화에 대응하는 ICT기술 융합형 부이로봇을 개발 필요</li> </ul>
기술개발 내용		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 파도로부터 전력 생산 및 충전 가능한 에너지 수급 로봇 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 파력발전 효율 증가를 위한 유체학적 하드웨어 설계</li> <li>- 지속 가능한 에너지 생성을 위한 플라이휠 시스템 개발</li> <li>- 발전기 및 전력 제어 기술</li> </ul> </li> <li>○ 신재생 에너지 활용 저전력 추력 생성 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유체 저항을 줄이는 고효율 하드웨어 설계</li> <li>- 파고에 따른 추력 조절 시스템</li> <li>- 전자동 위치 유지 알고리즘 개발</li> </ul> </li> <li>○ 재난 회피 기동 시스템               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 위험 환경 인식 알고리즘 개발</li> <li>- 회피 기동 알고리즘</li> </ul> </li> <li>○ 부이로봇과 수중로봇 간 공조 알고리즘 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 안정적 수중 데이터 전송 기술 개발</li> <li>- 상호 위치 파악을 위한 음향 위치 파악 하드웨어 개발</li> </ul> </li> <li>○ 장시간 임무 수행 및 유지보수 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시스템 안정성 향상기술</li> <li>- 고장 진단 및 신뢰성 향상 기술</li> </ul> </li> </ul>
최종 성과물	명칭	○ 신재생 에너지기반으로 자동 충전 및 추력 생성이 가능한 전자동 부이 기능 수상 로봇 시스템
	적용 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동해 남해 해역과 같이 평균 수심이 100m 이상</li> <li>○ 대양으로부터 파도가 꾸준히 발생하는 해역</li> <li>○ 북극해, 남극해 등 기후가 거친 바다</li> </ul>
	사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 24시간 파력발전 및 저장 기술 개발</li> <li>○ 1년 이상 장시간 임무 수행</li> <li>○ 30m 이내 전자동 위치 유지 기술</li> <li>○ 수상 수중 간 데이터 중계 및 수중로봇 위치 오차 보정</li> </ul>
	활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 감시(안보·치안·범죄)</li> <li>○ 기상 관측 및 지진 해일 감지</li> <li>○ 해양 탐사 및 수중 로봇 임무 중계</li> <li>○ 해양 데이터 획득 및 기후 변화 탐지</li> </ul>
	활용처	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해수부 산하 기관, 기상청, 산자부</li> <li>○ 해양 경찰청, 해군 등 국방 관련 부처</li> </ul>

## 1-6. 실시간 광역 해양수산환경 관측·대응 로봇기술

핵심기술 명		실시간 광역 해양수산환경 관측·대응 로봇기술
해당분야 현재 문제점		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 적조, 갯벌이모자반 등의 유입에 대비하고자 광역 환경모니터링에는 위성, 유인항공기가, 국부적 확인에는 선박, 다이버가 주로 사용되나 이는 많은 인력/비용 소비를 수반함.</li> <li>○ 해양수산업을 위하여 해양환경을 편리하게 사용하고 있는 반면, 해양수산환경 개선/지원을 하기 위한 노력비용은 상대적으로 작게 들이고 있음.</li> <li>○ 현재 획득되고 있는 해양수산환경 데이터는 대부분 비공개이거나 많은 비용을 들이고도 제한적으로만 사용할 수밖에 없음</li> </ul>
기술개발 내용		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실시간 광역 해양수산환경을 관측할 수 있는 해양로봇 및 지원체계 구축               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 광역 해양수산환경 모니터링 로봇</li> <li>- 수산환경 개선 및 지원 로봇</li> <li>- 해양로봇 연동 실시간 해양수산정보 공유체계 구축</li> </ul> </li> </ul>
최종 성과물	명칭	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 광역 해양수산환경 모니터링 로봇</li> <li>○ 수산환경 개선 및 지원 로봇</li> <li>○ 해양로봇 연동 실시간 해양수산정보 공유체계 구축</li> </ul>
	적용 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 육상양식장/연근해 해상가두리 및 수하연 양식장/외해 가두리</li> <li>○ 도서지역</li> <li>○ 생물/사람이 접할 수 있는 해양</li> <li>○ 해양레저 산업</li> <li>○ 해양연구를 수행자들</li> </ul>
	활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 광역 해양수산환경 모니터링               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bio fouling 친수환경적 제거</li> <li>- 해양수산환경 관측 플랫폼/센서(저산소, 고수온 및 냉수대 유입)</li> <li>- 해상/수중 동시 관측 장비</li> <li>- 적조관측</li> <li>- 미세플라스틱 모니터링</li> <li>- 수중생태구조물 모니터링</li> <li>- 어종 모니터링</li> <li>- 먹이생물 및 유용생물자원 유생 모니터링(생산성 예측)</li> </ul> </li> <li>○ 수산환경 개선 및 지원               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양쓰레기 처리</li> <li>- 양식장 쓰레기 처리</li> <li>- 유해 해조류 처리</li> </ul> </li> <li>○ 실시간 해양수산정보 공유시스템               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양-육상 연계 통신</li> <li>- End-user에게 실시간 해양수산정보를 제공하여 연구 및 해양 수산업 발전 지원</li> </ul> </li> </ul>
	활용처	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양수산부, 과학기술정보통신부, 환경부, 연안을 끼고 있는 11개 지자체(부산시, 인천시, 경기도 등), 해양환경관리공단, 국립수산과학원, 해양수산청, 해양경찰청, 한국해양과학기술원</li> </ul>

## 2. 수중통신 분과

### 2-1. 광역 해양 관측망 구축을 위한 해양통신 기술

핵심기술 명	광역 해양 관측망 구축을 위한 해양통신 기술	
해당분야 현재 문제점	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양 무선통신 기반 부족으로 인해 원해(20km 이상)에 위치한 해양 로봇 장비, 해양 관측 센서, 부이 등의 실시간 원격 제어 및 수집한 고용량 데이터 전송의 어려움               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재, 유일한 방안은 위성통신이나 비용의 문제로 인한 보편적 사용의 제약</li> </ul> </li> <li>○ 해양 특성을 고려하지 않은 육상 통신 기술의 해양 단순 적용 어려움</li> <li>○ 다차원 (수중, 수면, 수상) 해양 어플리케이션의 Internet of Maritime Things (IoMT) 실현하기 위한 IoMT 통신 요소 기술 및 서비스 플랫폼 부족</li> <li>○ 개별적 해양 이동통신 장비 개발로 인한 가격 경쟁력 부족</li> <li>○ 장기간·연속적으로 실증이 가능한 해양통신 실해역 테스트베드 부족으로 인한 개발기술 신뢰성 보장의 어려움</li> </ul>	
기술개발 내용	<p><b>(최종목표) 광역 해양 관측망 실현을 위한 차세대 이동통신 및 IoMT 기술 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 차세대 해양 이동통신 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 광역 (100km X 100km) 해양 관측망을 위한 무인·이동형 기지국 기반 해양 네트워크 설계 및 기술 개발</li> <li>- 해양 관측망을 위한 핵심 차세대 (5G) 이동통신 표준 기술 개발</li> <li>- 무인 이동체를 활용한 협력 이동통신 기술 개발</li> <li>- 해양 무인 이동체/관측센서의 실시간 제어를 위한 초저지연·고신뢰 해양통신 기술 개발</li> <li>- 원해 해양 관측 장비의 고용량 데이터 전송을 위한 장거리·고용량 해양통신 기술 개발</li> </ul> </li> <li>② 해양 IoT (Internet of Maritime Things) 플랫폼 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양 관측망 IoMT 실현을 위한 저전력광역 (Low power wide area; LPWA) 통신 요소 기술 개발</li> <li>- IoMT을 위한 서비스 플랫폼 개발</li> <li>- 다차원 해양 데이터 수집을 위한 분산 클라우드 컴퓨팅 및 캐싱 기술 개발</li> </ul> </li> <li>③ 광역 해양 관측망 실해역 테스트베드 구축, 장비개발, 실증               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장기간·연속적 실험이 가능한 실해역 테스트베드 확보 및 구축</li> <li>- 다중 프로토콜 광역 게이트웨이 기반 메쉬 (Mesh) 네트워크 개발</li> <li>- 무인 이동형 기지국 개발</li> <li>- 수중-해상 네트워크 게이트웨이 개발</li> <li>- 소형 관측 표류 센서, ASV 관측장비 개발</li> <li>- 해양 관측망 분야 표준 특허화 및 5G, IoT 관련 국제 표준 기고</li> </ul> </li> </ul>	
최종 성과물	명칭	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 광역 (100km X 100km) 해양 관측망 실현을 위한 이동통신/IoMT 기술</li> <li>○ 해상공, 해상, 수중을 연계하는 포괄적 계층 네트워크 기술</li> <li>○ 장시간 (1년) 해양 관측을 지원하기 위한 저전력 해양 통신 기술</li> <li>○ 해양 무인 이동체/선박의 실시간 제어를 위한 초저지연 (10 msec 이내) 고신뢰 (10e-5 BLER) 기술</li> <li>○ 원해의 해양 관측장비의 대용량 데이터 전송을 위한 장거리·고용량 데이터 전송기술</li> <li>○ 장기간·연속적 해양통신 실증이 가능한 해양통신 실해역 테스트베드</li> <li>○ 저전력·무인·이동형 해상 기지국 기술</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중-해상 네트워크 게이트웨이</li> <li>○ 소형 관측 표류 센서, ASV, 관측장비</li> </ul>
	<b>적용 범위</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양에서 운용되며 무선 통신 기술을 요구하는 모든 해양 로봇, 관측 센서, 부이, 해상 장비 운용자, 선박, 무인 이동체에 적용 가능</li> </ul>
	<b>활용 분야</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원해에서 운용중인 해양 로봇/관측센서/무인이동체/선박의 실시간 육상 제어</li> <li>○ 해양 로봇/관측센서의 고용량 데이터의 실시간 지비용 획득</li> <li>○ 해상의 장비 운용자간, 육상간 원활한 통신 가능</li> </ul>

## 2-2. 다수의 수중 이동체간 통신망 구축기술

핵심기술 명		다수의 해양이동체 통신망 구축기술
해당분야 현재 문제점		<ul style="list-style-type: none"> <li>수중음향 통신 모뎀의 낮은 데이터 전송 속도</li> <li>수중 이동체 탑재에 따른 무게/공간 제약</li> <li>음파의 느린 전달 속도로 인한 네트워크 효율 저하</li> <li>USBL 등과 같은 고가의 수중 측위(localization) 장비 운용 범위 제한</li> <li>추진 소음 등의 문제로 인한 채널의 비대칭성</li> <li>다수의 수중 이동체 운용 지원이 가능한 통신/네트워크 기술 및 운용기술 부재</li> </ul>
기술개발 내용		<ul style="list-style-type: none"> <li>소형화/저전력 수중음향 통신 모뎀 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>소형화/저전력 수중음향 구동부/변복조 설계/구현 기술 개발</li> <li>이동체 추진 소음 문제로 인한 비대칭성을 고려한 수중 이동체간 다중입출력 채널 모델링 및 채널 시뮬레이터 기술 개발</li> <li>데이터 전송 속도 향상을 위한 다중입출력 기술 개발</li> </ul> </li> <li>토폴로지 변화에 강인한 네트워크 프로토콜 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>음파 속도 대비 빠른 이동성을 고려한 네트워크 프로토콜 기술 개발</li> <li>시공간 재사용 기술 개발</li> <li>간섭 최소화를 위한 송신 전력 제어 기술 개발</li> </ul> </li> <li>네트워크 협업 측위 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>시간에 따라 변화는 환경에서 네트워크 협업 측위를 위한 시공간 메시지 스케줄링 기술 개발</li> <li>협업 측위 알고리즘 개발</li> <li>협업 측위를 통한 측위 범위 확장 기술 개발</li> </ul> </li> <li>다수의 수중 이동체 통신 네트워크 테스트베드 구축 및 실험 성능 검증               <ul style="list-style-type: none"> <li>다수의 수중 이동체 탑재를 통한 네트워크 협업 측위 기반의 테스트베드 구축 및 운용</li> <li>모뎀/네트워크/협업측위 기술 성능 검증</li> </ul> </li> </ul>
최종 성과물	명칭	○ 협업 측위 기반의 지능형 수중 이동체 통신 네트워크
	적용 범위	○ 우리나라 전 해역에 적용 가능 (공간적 제약을 받지 않음)
	사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>모뎀의 데이터 전송 속도 1 kpbs(TBD) 이상, BER <math>10^{-4}</math>(TBD) 이하, 전달 거리 500 m(TBD) 이상, 전력 소모량(TBD), 부피/무게(TBD)</li> <li>단일홉 시간 지연 2초(TBD) 이하, 채널 사용 효율 50%(TBD) 이상</li> <li>네트워크 협업 측위를 통한 측위 오차 감소율, 측위 범위 확장성</li> <li>3개 이상의 수중 이동체로 구성되는 네트워크 테스트베드</li> </ul>
	활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>다수의 수중 이동체간 항법 정보 공유를 통한 실시간 군집 제어</li> <li>다수의 수중 이동체 기반 광범위한 해양 동시 관측의 통신 인프라</li> <li>다수의 수중 탐사 로봇 네트워크를 통한 신속한 수중 수색/구조</li> <li>고정/이동 노드를 포함하는 항만/연안 수중 감시 네트워크</li> <li>수중 스쿠터, 다이버, 수중 드론 등으로 구성되는 해양 레저 통신 인프라</li> <li>잠수함, 어뢰 등의 고속 수중 이동체를 포함하는 수중 전투 체계의 통신 인프라</li> </ul>
활용처	○ 해양조사원 해양탐사/조사 기업, 수중구조물 검사 기업, 해경, 해군, KIOST, 해양 레저 관련 기업	

## 2-3. 수중 근거리 고속 통신을 위한 수중 무선 광통신(UWOC) 기술 개발

핵심기술 명		수중 근거리 고속 통신을 위한 수중 무선 광통신(UWOC) 기술 개발
해당분야 현재 문제점		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중 이동체에 탑재 가능한 다양한 센서들이 영상정보를 포함한 대용량의 주요 정보들을 손쉽게 획득할 수 있으나 이 정보를 비접촉 방식으로 전달할 수 있는 전송 속도가 bottleneck이 되어 정보 획득이 제한되고 있는 상황임</li> <li>○ 현재 사용되고 있는 음향 등을 이용한 수중 비접촉 통신 방식은 데이터 전송 속도가 100 bps ~ 수백 kbps 이하로 제한됨. 이에 반해 수중 광무선 통신은 수 m 이상 떨어진 근거리에서 Gbps급 정보 전송이 가능함. 또한 수중 무선 광통신은 누화 방지, 위치 탐지 거부 등 보안성이 높으며 생태계 환경 친화적임.</li> </ul>
기술개발 내용		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (최종목표) 통달거리 10 m, 전송 속도 1 Gbps 급 수중 무선 광통신 모듈 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 통달거리 10 m, 전송 속도 1 Gbps 급 점대점 수중 무선 광통신 기술 개발</li> <li>- 수중 무선 광 통신 품질 확보를 위한 통신경로 시준(collimation) 유지 기술</li> <li>- 수중 이동체 및 수중 고정 기지국을 위한 무선 광통신 모듈 실용화 개발</li> </ul> </li> </ul>
최종 성과물	명칭	○ 수중 무선 광통신 모듈
	적용 범위	○ 수중에서 이동체와 이동체, 이동체와 고정 장치간 고속 정보 교환에 활용
	사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 10 m 이내에서 1 Gbps 이상 전송 속도</li> <li>○ 근거리 광통신 링크 유지</li> </ul> <p>※ 모듈 단위의 개발이므로 사용 용도별 요구사항에 따라 사양이 구체화 될 예정임</p>
	활용 분야	○ 해양 구난 구조, 국방, 경비, 해양 스포츠, 해양생태계 변화 관찰, 해양 양식 등
	활용처	○ 해양수산부, 국방부, 해양경찰청 등 국가기관 및 수중 이동체, 수중 네트워크 제작 산업체에서 활용

## 2-4. 수중기지국 기반 수중통신망 시범서비스 기술

핵심기술 명	수중기지국 기반 수중통신망 시범서비스 기술	
해당분야 현재 문제점	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현재 수중기지국 기반의 분산형 수중관측 제어망 개발 사업이 진행되고 있으나 구축을 통해 시범서비스의 내용이 포함되어 있지 않음</li> <li>○ 수중통신 기술의 상용화를 위해서는 장시간 시범서비스 운영을 통해 문제점을 보완하고 최적화, 안정화하는 과정이 필요함</li> <li>○ 또한, 시범서비스 구축을 통해 수중통신 고도화와 육상연계, 서비스 기술 개발까지 수행하여 연구개발에 그치고 있는 수중통신 기술을 산업화 필요</li> </ul>	
기술개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중기지국 기반의 수중통신망 최적 기술 개발 및 구축을 통한 시범서비스               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중기지국 기반 통신망 구축을 위한 구조물 및 통신기술의 최적화, 안정화 개발</li> <li>- 수중기지국 기반 통신망의 육상 연계 기술 최적화 및 안정화</li> <li>- 수중기지국 기반 통신망 구축 및 데이터 서비스 기술개발</li> </ul> </li> </ul>	
최종 성과물	명칭	○ 수중기지국 기반 수중통신망 시범서비스
	적용 범위	○ 안정적인 시범서비스 운영이 가능한 해역 선정을 통해 해양환경 모니터링, 해양안전 분야, 수산자원 관리 분야, 국방 분야 등에 필요한 수중 정보를 수집하여 서비스
	사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존에 수행 중인 분산형 수중관측 제어망 개발 사업의 수중통신시스템을 소형화</li> <li>○ 기존에 수심 200m까지 적용 가능한 목표를 2km의 수중에도 설치가 가능하도록 구조물과 하우징 고도화</li> <li>○ 최대 통달거리를 10km에서 20km까지 확장 가능하도록 기술 고도화</li> <li>○ 기존 사업에서는 데이터 분석 및 서비스 기술 개발이 없으나 수중기지국을 통한 수집데이터 및 다양한 데이터를 통합 분석할 수 있는 기술 및 서비스 어플리케이션 개발</li> <li>○ 서해, 동해, 남해에서 모두 사용이 가능한 모듈화된 하드웨어 및 소프트웨어로 개발</li> <li>○ 장시간 운용을 위한 수중구조물의 안티파울링 기술, 배터리 교체 기술, 설치 및 운용 기술에 대한 개발</li> </ul>
	활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양환경 모니터링 분야 : 수온, 염도, PH 등 환경 모니터링을 통한 해양기후변화 예측, 적조 모니터링, 해양생태계 변화 예측 분야에 활용</li> <li>○ 해양안전 분야 : 해양 사고 지역의 임시 수중 통신망으로써 활용</li> <li>○ 국방분야 : 잠수함 예상 이동경로에 설치하여 잠수함 감시</li> <li>○ 해양로봇 운용 지역의 수중통신망으로써 활용</li> </ul>
	활용처	○ 해양환경관리공단, 해양조사원, 국립수과원, 해경, 기상청, LIG넥스원, SKT 등



## 2-5. 수중사물인터넷(IoUT) 시스템 및 서비스 플랫폼

핵심기술 명	수중사물인터넷(IoUT) 시스템 및 서비스 플랫폼	
해당분야 현재 문제점	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중통신 기술의 낮은 전송속도(수kbps)와 물속에서 통신을 위해 사용가능한 전송매체의 한계로 여전히 물속의 통신이 자유롭지 못하는 음영지역임(육상은 5G 이동통신, 기가 WiFi)</li> <li>○ 사물인터넷(Internet of Things)이 4차 산업혁명에 필요한 핵심 기술로 전세계적으로 국가적 전략기술로 개발되고 있으며, 최근 수중통신분야에서도 수중사물인터넷(Internet of Underwater Things) 기술개발에 대한 요구가 제시되고 있음</li> <li>○ 수중에서는 수중-해상-육상간 유기적 연계가 어려우며 낮은 전송속도로 인해 인터넷 연결이 어려우며, 통신장비가 비싸 다양한 목적으로 사용하는데 어려움. 그래서 이로 인해 기존의 수중통신은 무인잠수정, 해양플랫폼, 해저파이프 관리 등 제한된 목적으로만 사용되고 있음</li> <li>○ 수중사물인터넷(IoUT) 기술개발을 통해 저가의 고속통신장비를 개발하고 수중-육상간 자유로운 통신이 되도록 하여 수중에서 쉽게 통신이 가능하도록 서비스를 제공하여야 함(수중통신의 보편화를 위한 IoUT의 표준 플랫폼 개발이 필요)</li> <li>○ 수중사물인터넷과 관련하여 막 시작된 국제 표준화(ISO/IEC JTC1)를 주도하기 위해서 수중사물인터넷 기술개발이 필요함</li> </ul>	
기술개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중사물인터넷(IoUT) 구현을 위한 공통의 저가형 IoUT 플랫폼과 다양한 서비스를 위한 서비스 플랫폼을 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 근거리 고속통신이 가능한 저가형 수중사물인터넷(IoUT)용 공용 모뎀기술 개발</li> <li>- 수중의 다양한 서비스별 표준 서비스 플랫폼 개발(해양관측 서비스, 스트리밍 서비스 등)</li> <li>- 수중사물인터넷(IoUT)을 위한 수상 게이트웨이 시스템 기술 개발</li> <li>- 수중 데이터 추출/관리/활용 기술 개발</li> <li>- 수중사물인터넷(IoUT)을 위한 표준 개발(주파수, 통신규격, 서비스 규격 등)</li> <li>- 수중사물인터넷(IoUT)을 이용한 데모 서비스 구축(해양환경 정기관측 등)</li> </ul> </li> </ul>	
최종 성과물	명칭	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중사물인터넷(IoUT)용 저가형 공용 모뎀</li> <li>○ 수중사물인터넷(IoUT) 서비스 플랫폼 Suite(2종 이상)</li> <li>○ 수중사물인터넷(IoUT) 국내외 표준</li> </ul>
	적용 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 우리나라 전 해역에 적용 가능(100~200m 이내의 통신적용 분야에 모두 적용)</li> </ul>
	사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 모뎀 성능 : 전송거리 100m(최대 200m), 전송속도 100kbps급 이상, 배터리 일체형(소형, 저가형)</li> <li>○ IoUT 서비스 플랫폼 : 2종 이상(해양환경 정기관측, 품질보장 통신 서비스, 대용량 스트리밍 서비스 등)</li> </ul>
	활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양환경(해양기후변화, 해양생태계 변화, 적조/녹조, 담수화 등) 실시간 감시</li> <li>○ 해양구조물의 실시간 이상징후 관리</li> <li>○ 양식장(어장) 및 어족자원의 실시간 상태감시 및 제어(관리)</li> <li>○ 해양레저 및 다이빙용 수중통신 장비</li> <li>○ 다수의 수중 이동체간 고속통신 및 협업(군집) 제어의 통신 인프라</li> </ul>
활용처	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양레저 기업, 수중구조물 검사업체, 해경/해군/해수부 등 정부, 국립해양조사원/국립수산과학원/KIOST 등 해양탐사 기관 등</li> </ul>	

### 3. 융합관측 분과

#### 3-1. 광역 해양환경 데이터 수집·분석·표준화 기술

핵심기술 명		광역 해양환경 데이터 수집·분석·표준화 기술
해당분야 현재 문제점		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실시간 및 비실시간 해양환경 데이터의 시공간 분해능 한계로 진단 및 분석/평가에 제약               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양환경 자동관측 시스템의 경우 연안에 집중되어 외해 해양환경 관측자료가 부족함</li> <li>- 선박을 이용한 관측은 해상 날씨의 제약, 노동 집약적, 고비용 문제로 관측자료 수집이 간헐적으로 이루어지고 있음</li> </ul> </li> <li>○ 측정 데이터 기반 해양환경 진단 기술수준이 낮아 기후환경, 안보, 수산 분야 활용 미비               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 관측된 데이터 분석을 통한 해양환경 진단 기술의 부재</li> </ul> </li> <li>○ 해양환경 데이터 표준화 부재로 국제 해양관측 네트워크 공인 획득 불가</li> </ul>
기술개발 내용		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실시간 및 비실시간 해양환경 데이터 수집 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실시간 및 비실시간 해양환경 모니터링을 위한 시공간 환경변수 측정</li> <li>- 시공간 해양환경 측정 분해능 향상 방안 도출</li> <li>- 다양한 조건에서의 해양환경 데이터 품질 진단 및 결정</li> </ul> </li> <li>○ 다중 시공간 해양환경 데이터 분석 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다중 해양환경 변수의 분포·구조와 시간 변동 정량화 기술 개발</li> <li>- 다양한 조건의 해양환경 변동 특성 비교·분석·진단</li> </ul> </li> <li>○ 데이터 기반 해양환경 진단 및 데이터 표준화 기술               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 측정 데이터 기반 해양환경 진단 기술 개발</li> <li>- 기후환경, 안보, 수산 분야의 활용을 위한 수요 중심 데이터 표준화</li> <li>- 해양환경 데이터 표준화 및 국제 해양관측 네트워크 제공·등록</li> </ul> </li> </ul>
		1
최종 성과물	명칭	○ 실시간 및 비실시간 해양환경 데이터 수집/분석 기술
	적용 범위	○ 서해, 남해, 동해
	사양	○ 기존: 고정식, 연안 중심 ○ 개발 후: 이동식, 전체 해양
	활용 분야	○ 다양한 조건에서 수집된 표준화된 다중 시공간 해양환경 데이터와 국제 해양관측 네트워크 등록 ○ 측정 데이터 기반 해양환경 진단으로 기후환경, 안보, 수산 분야의 정책 및 의사결정에 활용
	활용처	○ 해양환경 데이터 수집·분석·표준화로 기후환경, 안보, 수산 분야의 데이터 기반 정책 수립에 활용이 기대됨

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실시간 및 비실시간 해양환경 데이터의 시공간 분해능 한계 극복을 위한 계측장비 및 분석처리 S/W 확보</li> </ul>
2	
명칭	○ 데이터 기반 해양환경 진단 및 데이터 표준화 기술
적용 범위	○ 서해, 남해, 동해
사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존: 해양진단 기술 부재</li> <li>○ 개발 후: 서해, 남해, 동해 해역 특성에 따른 해양환경 진단 기술 개발</li> </ul>
활용 분야	○ 표준화된 해양환경 데이터의 국제 해양관측 네트워크 제공으로 국제 사회 기여도 증대와 국제적 위상 제고
활용처	○ 국내외 해양관측 네트워크

### 3-2. 해양관측 장비 시험·평가체계 구축

<b>핵심기술 명</b>		해양관측 장비 시험·평가체계 구축
<b>해당분야 현재 문제점</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 각종 해양관측장비의 성능평가 및 검교정 수행을 위한 전문인력이 부족하며, 해양관측 장비 시험·평가체계 구축에 필요한 예산이 부족함</li> </ul>
<b>기술개발 내용</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양관측장비 시험·평가 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중 초음파 및 작업 장비 시험·평가 및 검교정 기술개발</li> </ul> </li> <li>○ 해양관측장비 시험평가 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양관측장비 시험·평가에 필요한 장비·시설 및 실험장 시험장 구축</li> </ul> </li> <li>○ 해양관측장비 시험·평가·운용 센터 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험평가 및 운용인력 양상을 위한 교육·훈련 기반 마련</li> </ul> </li> </ul>
<b>최종 성과물</b>	<b>명칭</b>	○ 해양관측장비 시험·평가 센터 구축
	<b>적용 범위</b>	○ 현재 해양관측장비 및 개발예정 해양관측장비
	<b>사양</b>	○ 해양관측장비 소규모 시험·평가장, 해양관측장비 실증센터 등
	<b>활용 분야</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기후변화 모니터링</li> <li>○ 생태계 모니터링</li> <li>○ 총 가용한 어족자원 관리</li> <li>○ 오염물 및 유해생물 추적</li> <li>○ 어장 분포 및 규모 모니터링</li> <li>○ 외해역 적조 관측 및 예측</li> <li>○ 해양 환경 및 해양 기상 예측</li> </ul>
	<b>활용처</b>	○ 해양관측장비 생산 업체 및 해양조사원, 수산과학원 등 해양관측장비 활용기관

### 3-3. 해양환경관측 센서 기술

핵심기술 명		해양환경관측 센서 기술
해당분야 현재 문제점		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양의 다양한 이화학적 변수가 존재하고 생물학적 방해물질로 인해 명확한 측정이 어려움</li> </ul>
기술개발 내용		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양관측 시스템에 활용 가능한 맞춤형 센서 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 용존기체 및 pH 센서 개발</li> <li>- 동·식물 플랑크톤 센서 개발</li> <li>- 용존 영양염 센서개발</li> </ul> </li> </ul>
최종 성과물	명칭	○ 해양환경의 이화학적 변화 감지를 위한 화학·생물학·물리학적 센싱기술
	적용 범위	○ 실시간 관측 시스템에 활용
	사양	○ 센서신호 증폭, 마이크로 제어
	활용처	○ 해양수산부, 과학기술정보통신부, 환경부, 기상청, 해양환경관리공단, 국립수산과학원, 해양조사원, 해양경찰청, 해군 및 잠수함사령부, 한국해양과학기술원



부록 V

---

핵심기술 우선순위 선정을 위한 가중치 설문





---

## 해양로봇·ICT융합 기술개발사업

### 핵심기술 우선순위 설정을 위한 설문

---

안녕하십니까?

한국해양수산과학기술진흥원과 함께 '해양로봇·ICT융합기술개발사업' 기획연구를 진행 중인 (주)기술과가치입니다.

최종적인 **핵심기술 결정**하기 위해 설문을 진행하고자 합니다.

핵심기술 후보군은 지난 1월8일 '해양로봇·ICT융합기술개발사업' 제4차 총괄기획위원회의를 통해 도출 되었고 오는 1월23일 제5차 총괄기획위원회의에서 핵심기술 후보군 중 우선순위를 설정하여 **최종 핵심기술을 결정**하고자 합니다.

이에 최종 핵심기술 결정을 위한 **평가항목 및 평가지표별 가중치**에 대한 의견을 여쭙고자 합니다.

바쁘시더라도 많은 협조를 부탁드립니다, 설문에 소요되는 시간은 10~15분 내외가 될 것으로 예상됩니다. 작성하신 후 [jeehoonkim@technovalue.com](mailto:jeehoonkim@technovalue.com)으로 회신 부탁드립니다.

본 사업의 핵심기술 결정을 하는데 귀중한 자료로 활용될 예정이오니 신중한 의견을 부탁드립니다, 본설문은 사업기획의 핵심기술 우선순위 결정 이외의 목적으로는 활용되지 않음을 알려드립니다.

감사합니다.

- 작성기한 : 2018년 1월 22일 16:00
- 회신방법 : 전자메일 전송([jeehoonkim@technovalue.com](mailto:jeehoonkim@technovalue.com))
- 담당자 : (주)기술과가치 김지훈 선임(010-4161-5371)

2018. 1. 19

(주)기술과가치

□ 핵심기술 개발우선순위 평가항목 및 평가지표 설계

- 핵심기술의 사업화 가능성, 수출 가능성, 해양과학기술수준 향상효과, 해양안전 향상효과, 해양환경 질 개선효과 등을 고려하여 평가지표 설계
- 정책적(상위계획과 부합성), 기술적(과학기술적 필요성), 경제적(시장창출 및 산업육성)을 고려하여 평가지표 및 평가항목 설계

<평가항목 및 평가지표>

평가항목	평가지표	내용
기술의 파급성	국내 해역 및 산업 적용가능성	○ 개발된 장비 또는 기술이 국내 해역별 현장 적용 및 핵심소재 활용 대한 가능성 평가
	수출가능성	○ 국외 시장규모와 가격경쟁력 기반의 수출 가능성 평가
	경제적 파급효과	○ 관련 업계의 생산유발 및 생산성 향상 효과와 국내 기술수요와 시장규모 고려시 수입대체 효과를 고려한 해양수산 기술개발 및 산업화와 수반한 직접 경제 효과 평가
기술의 시급성	기후변화 피해대응 역량강화 효과	○ 국내 해양수산분야 기후변화 피해 최소화를 위한 역량강화 효과 평가
	해양관측자료 신뢰성 향상 효과	○ 현재 생산되고 있는 해양관측자료의 신뢰성을 향상 효과를 평가
	국민안전성 확보효과	○ 개발된 장비 및 기술이 국민의 안전성 확보에 기여가 가능한지에 대한 평가
기술의 혁신성	해양과학기술수준 향상효과	○ 개발된 장비 및 기술로 인해 국내 해양과학기술수준의 향상효과에 대한 평가
	해양과학기술인력 양성효과	○ 기술개발을 통해 발생하는 해양과학기술인력의 경쟁력 제고 및 신규전문인력양성 효과 평가
	과학기술적 파급효과	○ 개발된 장비 및 기술이 관련 분야 및 타 분야의 과학기술 발전에 미치는 영향에 대한 효과 평가

□ 설문지 작성 방법 (AHP 조사)

○ 평가척도

- 상대적 중요도에 대한 평가는 다음과 같은 척도를 사용하여 이루어집니다.

점 수	1	3	5	7	9
중요도	동등	약간 중요	중요	매우 중요	절대적 중요

※ (Saaty(1980)의 연구에 사용된 평가척도입니다.)

○ 응답요령

- 두 개의 평가항목을 비교하여 중간에 1을 중심으로 중요도가 큰 쪽으로 V 표하여 주십시오.

○ 예시

- 기술의 파급성과 기술의 시급성 평가항목의 상대적 중요도에 따라, 각 항의 해당란 한 곳에만 V 표하여 주십시오.
- 예를 들어 기술의 파급성이 기술의 시급성 에 비해서 강하게 중요할 경우에 아래와 같이 표시 하십시오.

	평가항목 간 상대적 중요도 비교																		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
기술의 파급성			V															기술의 시급성	

□ 주요 평가항목 간 비교

- 이제부터 평가항목 간의 상대적 중요성을 비교합니다. 양쪽에 있는 두 평가항목 중 어느 어떤 요소가 상대적으로 얼마나 중요하다고 생각하는지 해당란에 표시하여 주십시오.
- 직관에 의한 항목 간 점수 비율 (직관적 판단으로 합이 100 이 되도록 배분)

기술의 파급성 : 기술의 시급성 : 기술의 혁신성 = _____ : _____ : _____
---

(위에 기록한 각 항목 간 비율을 옆두에 두고 아래 해당란에 표시(√)하여 주십시오.)

	평가항목 간 상대적 중요도 비교																	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		9
기술의 파급성																		기술의 시급성
기술의 파급성																		기술의 혁신성
기술의 시급성																		기술의 혁신성

**□ 세부 평가항목 간 비교**

① 평가항목 중 기술의 파급성 내 평가지표 간의 상대적 중요성을 평가하여 주십시오. 평가방법은 평가항목 표시방법과 동일합니다.

- 직관에 의한 항목 간 점수 비율 (직관적 판단으로 합이 100 이 되도록 배분)

국내 해역 및 산업 적용가능성:	수출가능성 :	경제적 파급효과
_____ :	_____ :	_____

(위에 기록한 각 항목 간 비율을 옆두에 두고 아래 해당란에 표시하여 주십시오.)

	평가지표 간 상대적 중요도 비교																	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		9
국내 해역 및 산업 적용가능성																		수출가능성
국내 해역 및 산업 적용가능성																		경제적 파급효과
수출가능성																		경제적 파급효과

② 평가항목 중 기술의 시급성 내 평가지표 간의 상대적 중요성을 평가하여 주십시오. 평가방법은 평가항목 표시방법과 동일합니다.

- 직관에 의한 항목 간 점수 비율 (직관적 판단으로 합이 100 이 되도록 배분)

기후변화 피해대응 역량강화 효과 : 해양관측자료 신뢰성 향상 효과 : 국민안전성 확보효과  
 \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ :

(위에 기록한 각 항목 간 비율을 염두에 두고 아래 해당란에 표시하여 주십시오.)

	평가지표 간 상대적 중요도 비교																		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
기후변화 피해대응 역량강화 효과																		해양관측자료 신뢰성 향상 효과	
기후변화 피해대응 역량강화 효과																		국민안전성 확보효과	
해양관측자료 신뢰성 향상 효과																		국민안전성 확보효과	

③ 평가항목 중 기술의 혁신성 내 평가지표 간의 상대적 중요성을 평가하여 주십시오. 평가방법은 평가항목 표시방법과 동일합니다.

- 직관에 의한 항목 간 점수 비율 (직관적 판단으로 합이 100 이 되도록 배분)

해양과학기술수준 향상효과 : 해양과학기술인력 양성효과 : 과학기술적 파급효과  
 \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ :

(위에 기록한 각 항목 간 비율을 염두에 두고 아래 해당란에 표시하여 주십시오.)

	평가지표 간 상대적 중요도 비교																		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
해양과학기술수준 향상효과																		해양과학기술인력 양성효과	
해양과학기술수준 향상효과																		과학기술적 파급효과	
해양과학기술인력 양성효과																		과학기술적 파급효과	



부록 VI

---

기업참여의향서





## 해양수산부 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 참여의향 조사서

신청기업	기업명	(주)메티스메이크	기업구분	<input type="checkbox"/> 대기업, <input checked="" type="checkbox"/> 중소, <input type="checkbox"/> 중견
담당자	성명	이석형	직위	기술이사(CTO)
	E-mail	sh.lee@metismake.co.kr		
기업정보	주 보유기술	무인항공기(드론), 무인항공시스템 플랫폼, 무인기용 짐벌카메라 (FHD/IR)		
	연구개발 조직	( 7 )명		
참여가능 분야	핵심과제	2. 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술		
	기업부담가능 금액(과제당)	( 2,000 )백만원		
	예상참여기간	( 2020 )년 ~ ( 2024 )년		
	예상성과물	고밀도 해양공간정보 획득을 위한 다수의 자율수중로봇 개발 및 Deep-learning 기반의 임무 계획 기술, 정밀 장거리 수중항법 등의 운용기술개발		

본 기업은 “차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업”에 지원하기 위해 사업 참여의향서를 제출하고자 합니다.

※ 붙임 - 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 핵심과제 리스트

2018 년 6 월 5 일

한국해양수산과학기술진흥원장 귀하

## 해양수산부 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 참여의향 조사서

신청기업	기업명	LIG넥스원(주)	기업구분	<input type="checkbox"/> 대기업, <input type="checkbox"/> 중소, <input checked="" type="checkbox"/> 중견
담당자	성 명	윤선일	직 위	수석연구원
	E-mail			
기업정보	주 보유기술	· 무인잠수정/무인수상정 체계설계, 수중항법/제어, 추진기술 · 수중음향센서 설계, 수중음향신호처리 기술, 수중통신 기술		
	연구개발 조직	( 71 )명		
참여가능 분야	핵심과제	1. 자가발전형 다기능 해양관측 부이 시스템 2. 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술 3. 지능형 4D 해양 광역 관리를 위한 수중글라이더 핵심장비 기술 6. 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발		
	기업부담가능 금액(과제당)	( 4,000 )백만원		
	예상참여기간	( 2020 )년 ~ ( 2024 )년		
	예상성과물	· 부이시스템용 자가발전 기술 및 관측센서 응용기술 · Deep-learning 기반의 임무 계획 기술 및 정밀 장거리 수중항법 · 장기체류용 저전력 부력제어 추진기술, 원격통제 선단운용 기술 · 근거리/고속 통신 및 네트워크 기반 IoUT 플랫폼 기술		

본 기업은 “차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업”에 지원하기 위해 사업 참여의향서를 제출하고자 합니다.

※ 붙임 - 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 핵심과제 리스트

2018 년 6 월 5 일

한국해양수산과학기술진흥원장 귀하

## 해양수산부 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 참여의향 조사서

<b>신청기업</b>	<b>기업명</b>	대양전기공업(주)	<b>기업구분</b>	<input type="checkbox"/> 대기업, <input type="checkbox"/> 중소, <input checked="" type="checkbox"/> 중견
<b>담당자</b>	<b>성 명</b>	정봉출	<b>직 위</b>	수석연구원
	<b>E-mail</b>	bcjeong@daeyang.co.kr		
<b>기업정보</b>	<b>주 보유기술</b>	유무선 통신, 조명, 항해장비, 수중로봇		
	<b>연구개발 조직</b>	( 64 )명		
<b>참여가능 분야</b>	<b>핵심과제</b>	5. 스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발 6. 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발		
	<b>기업부담가능 금액(과제당)</b>	( 2,000 )백만원		
	<b>예상참여기간</b>	( 2020 )년 ~ ( 2024 )년		
	<b>예상성과물</b>	· 스마트 양식 지원 무인로봇		

본 기업은 “차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업”에 지원하기 위해 사업 참여의향서를 제출하고자 합니다.

2018 년 6 월 5일

한국해양수산과학기술진흥원장 귀하

## 해양수산부 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 참여의향 조사서

<b>신청기업</b>	<b>기업명</b>	레드원테크놀러지(주)	<b>기업구분</b>	<input type="checkbox"/> 대기업, <input checked="" type="checkbox"/> 중소, <input type="checkbox"/> 중견
<b>담당자</b>	<b>성명</b>	이윤주	<b>직위</b>	사원
	<b>E-mail</b>	lyj@urc.kr		
<b>기업정보</b>	<b>주 보유기술</b>	·수중 음파 통신, 추진기, ROV, UAV, USV 응용 기술, 센서 및 제어 기술		
	<b>연구개발 조직</b>	( 10 )명		
<b>참여가능 분야</b>	<b>핵심과제</b>	2. 고밀도 해양공간정보를 위한 인공지능 기반 다중 자율수중로봇 기술 4. 극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술 6. 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발		
	<b>기업부담가능 금액(과제당)</b>	( 3,000 )백만원		
	<b>예상참여기간</b>	( 2020 )년 ~ ( 2024 )년		
	<b>예상성과물</b>	· 부이시스템용 자가발전 기술 및 관측센서 응용기술 · 장기체류용 저전력 부력제어 추진기술, 원격통제 선단운용 기술 · 근거리/고속 통신 및 네트워크 기반 IoUT 플랫폼 기술		

본 기업은 “차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업”에 지원하기 위해 사업 참여의향서를 제출하고자 합니다.

2018 년 6 월 4 일

한국해양수산과학기술진흥원장 귀하

## 해양수산부 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 참여의향 조사서

신청기업	기업명	수 테 크	기업구분	<input type="checkbox"/> 대기업, <input checked="" type="checkbox"/> 중소, <input type="checkbox"/> 중견
담당자	성 명	박철수	직 위	대표
	E-mail	fehpark@daum.net		
기업정보	주 보유기술	수중 전자 장비 개발(심해저용 수중용기, 수중용 카메라, 소프트웨어 개발)		
	연구개발 조직	( 5 )명		
참여가능 분야	핵심과제	4. 극한환경 수중침몰/밀폐구조물 내부탐사용 수중로봇 및 지원기술		
	기업부담가능 금액(과제당)	( 2,000 )백만원		
	예상참여기간	( 2020 )년 ~ ( 2024 )년		
	예상성과물	수중로봇 및 3차원 map		

본 기업은 “차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업”에 지원하기 위해 사업 참여의향서를 제출하고자 합니다.

※ 붙임 - 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 핵심과제 리스트

2018 년 6 월 5 일

한국해양수산과학기술진흥원장 귀하

## 해양수산부 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 참여의향 조사서

<b>신청기업</b>	<b>기업명</b>	(주)더인	<b>기업구분</b>	□대기업, <input checked="" type="checkbox"/> 중소, □중견
<b>담당자</b>	<b>성 명</b>	고덕한	<b>직 위</b>	개발이사
	<b>E-mail</b>	thein.,kr@gmail.com		
<b>기업정보</b>	<b>주 보유기술</b>	위치기반추적시스템, 센싱기술, 웹/앱 시스템 개발		
	<b>연구개발 조직</b>	( 5 )명		
<b>참여가능 분야</b>	<b>핵심과제명</b>	6. 해양로봇 및 해양관측 활용을 위한 ICT 기반 해양통신 핵심기술 및 장비개발		
	<b>기업부담금 가능금액</b>	( 2,000)백만원		
	<b>예상참여기간</b>	( 2020 )년 ~ ( 2024 )년		
	<b>예상최종 성과물</b>	데이터처리 분석 솔루션, 해양 로봇 평가/테스트 평가 시스템		

본 기업은 “차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업”에 지원하기 위해 사업 참여의향서를 제출하고자 합니다.

※ 붙임 - 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 핵심과제 리스트

2018 년 6 월 5 일

**한국해양수산과학기술진흥원장 귀하**

## 해양수산부 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 참여의향 조사서

<b>신청기업</b>	<b>기업명</b>	(주)씨앤알테크	<b>기업구분</b>	<input type="checkbox"/> 대기업, <input checked="" type="checkbox"/> 중소, <input type="checkbox"/> 중견
<b>담당자</b>	<b>성 명</b>	한 덕 수	<b>직 위</b>	대표
	<b>E-mail</b>	cnr@candr.co.kr		
<b>기업정보</b>	<b>주 보유기술</b>	센서 프로세싱, 무선통신, 임베디드 시스템		
	<b>연구개발 조직</b>	( 5 )명		
<b>참여가능 분야</b>	<b>핵심과제명</b>	5. 스마트 양식 지원 ICT 기반 무인로봇 개발		
	<b>기업부담금 가능금액(과제당)</b>	(3,000)백만원		
	<b>예상참여기간</b>	( 2020 )년 ~ ( 2024 )년		
	<b>예상최종 성과물</b>	데이터처리 분석 솔루션, 해양 로봇 평가/테스트 평가 시스템		

본 기업은 “차세대해양로봇·ICT융합기술개발사업”에 지원하기 위해 사업 참여의향서를 제출하고자 합니다.

※ 붙임 - 차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업 핵심과제 리스트

2018 년 6 월 5 일

**한국해양수산과학기술진흥원장 귀하**





부록 VII

---

1억원 이상 구입장비 견적서



# Quotation



수신 : 경북대학교
참조 : 박종진 교수님
유효기간 : 발행 후 2주
예상납기 : 계약 후 4개월
지불조건 : 납품 시 현금
보증기간 : 납품 후 1년

견적번호 : L06806-1	견적일자 : 2018년 6월 11일
주소 : 서울시 용산구 원효로210-30 202호	
상호 : ㈜오트로닉스	
사업자번호 : 106 - 81 - 83313	
전화 : 02-703-0440	팩스 : 02-703-0433
담당자 : 영업부 차장 김삼열 (내선 0014)	

Item	Part No.	Description	Q'ty	Unit Price	Amount	
1	2.4M Buoy	심해 부이 시스템 o LLDPE skin PE foam, Yellow Color, Stainless steel Mast tower, Buoy Electronic Canister Housing o AquaPro Buoy Controller with Connector, IRIDIUM Tracker, Custom Software for Sensor o 50W Solar Panel x 4, 55Ah Rechargeable Battery x 4, Battery Cage, Voltage Regulator o Marine grade DGPS, Marine Signal Lantern, Radar Reflector o RM Young Wind Speed & Direction Sensor o Vaisala Barometric Pressure Sensor o Vaisala Air Temperature & Humidity Sensor & Shield o Wave elevation sensor with Compass o Inductive communication set o Buoy Assembly and Engineering Support o Ø16mm stainless Mooring wire rope, Ø25.4mm nylon rope o Ø28mm anchor chain 27.5m x 2, 1000kg Danforth anchor, Stainless shackle etc. o TRDI WH Long Ranger 150kHz ADCP with Pressure Sensor o DeepWaterBuoyancy 36" Spherical ADCP Buoy (750m depth rating) o MicroCAT C, T, D, Do with Inductive Modem - Conductivity, Temperature, Pressure, Optical Dissolved Oxygen o Technical Service (Test Run and Training Support, three engineer for 7 days) o Base Station (data receive & Processing unit, Data Display Software) o Spare kit (Electronic Canister set, Power supply set, Navigation & Safety set) o 17" glass ball buoy o Acoustic Release 8242XS Release Transponder x 2 - 이하어백-	ea	1	500,000,000	500,000,000
소 계					500,000,000	
합 계 금액 (KRW, 부가세포함)					500,000,000	
* 비 고						

# Quotation



수신	: 경북대학교
참조	: 박종진 교수님
유효기간	: 발행 후 2주
예상납기	: 계약 후 4개월
지불조건	: 납품 시 현금
보증기간	: 납품 후 1년

견적번호	: L06806-3	견적일자	: 2018년 6월 11일
주소	: 서울시 용산구 행효로210-30 202호		
상호	: ㈜오토트로닉스	대표	: 김기영
사업자번호	: 106 - 81 - 83313		
전화	: 02-703-0440	팩스	: 02-703-0433
담당자	: 영업부 차장 김삼열 (내선 0014)		



Item	Part No.	Description	Q'ty	Unit Price	Amount
1	*	Teledyne Webb Research G3 1000m Slocum Glider Custom Slocum shipping container, custom Slocum cart RF shore base communication system, altimeter, integrated strobe All G3 gliders are hybrid thruster, G3 processor SBE PUMPED CTD SENSOR, Lithium Batteries Extended battery pack, icListen HF RB0-SER Smart Hydrophone -이하어백-	ea 1	300,000,000	300,000,000
소 계					300,000,000
합 계 금액 (KRW, 부가세포함)					300,000,000
* 비 고					



차세대 해양로봇·ICT융합기술개발사업

