

해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 전략 수립  
Strategy Study for the Virtuous Cycle Ecosystem of Maritime Robotics

2020. 01

한국해양과학기술원

# 제 출 문

한국해양과학기술원장 귀하

본 보고서를 “해양로봇의 생태계 조성을 위한 전략수립” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 1.

총괄연구책임자 : 장 인 성

참 여 연 구 원 : 권 오 순  
신 창 주  
백 승 재  
송 유 재  
김 도 영  
김 지 훈  
박 세 헌  
김 흥 찬  
강 현  
서 정 민  
장 은 이  
이 화 준  
권 영 주  
진 세 준  
이 지 현  
류 경 호  
서 지 혜  
최 재 호  
오 지 윤



# 한국해양과학기술원 주요사업 실적(및 계획) 보고서

과제구분	<input type="checkbox"/> 기관목적사업 <input checked="" type="checkbox"/> 미래선도사업 <input type="checkbox"/> 연구인프라운영사업				
대과제명					
(세부)과제명	해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 전략 수립	연구책임자	장인성		
중점연구영역(분야)					<input type="checkbox"/> 해당안됨
연구성격	연구단계	<input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input type="checkbox"/> 개발 <input checked="" type="checkbox"/> 기획 <input type="checkbox"/> 기타 :			
	기술성격	<input type="checkbox"/> Seed연구 <input type="checkbox"/> 원천기술 <input checked="" type="checkbox"/> 산업계 현안기술 <input type="checkbox"/> 첨단 추격기술			
연구책임자	장인성	부서	해양로봇실증단	전화번호	054-240-3501
참여인원	총 13명 (내부 : 13명, 외부 : 명)				
총 연구기간	2019. 6 . 1 - 2019. 12 . 31 (당해연도 : 2019. 6 . 1 - 2019. 12 . 31)				
연구비 (단위 : 천원)	총사업비(직접비) : 80백만원		당해연도 사업비(직접비) : 80백만원		
위탁연구	과제명	위탁연구비	위탁연구기관	연구책임자	
<p>한국해양과학기술원 관계규정과 제반지시사항을 준수하며 본 연구사업을 성실히 수행하고자 연차실적계획서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2020 년 1 월 2 일</p> <p style="text-align: right;">연구책임자 : 장 인 성                  인</p> <h2 style="text-align: center;">한국해양과학기술원장 귀하</h2>					

# 과제요약서

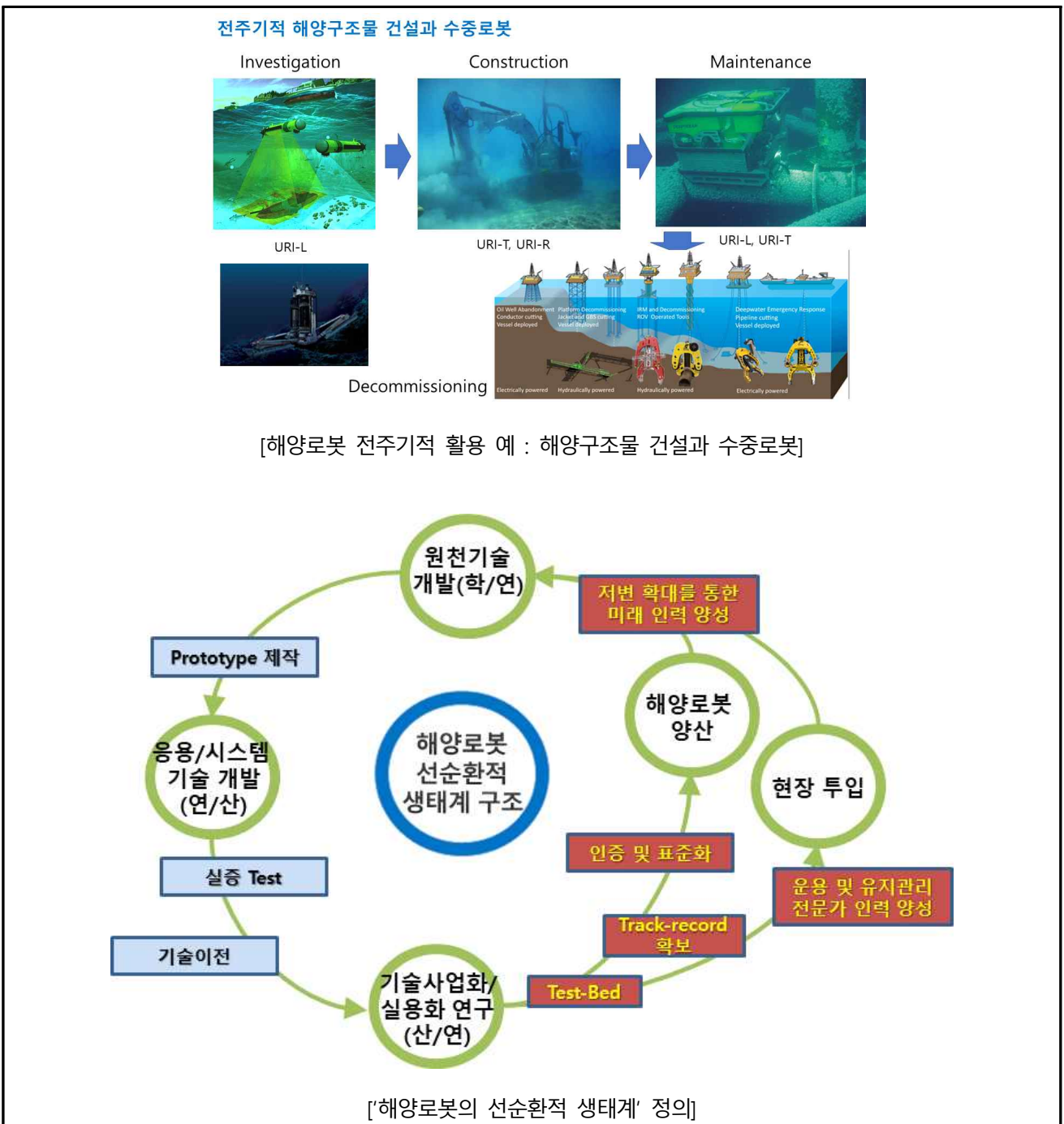
<b>연구목표</b>	○해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 전략 수립					
<b>연구내용</b>	○해양로봇 관련 현황 분석 - 해양로봇 관련 개발 현황 - KIOST 내부 역량 및 외부환경 변화 ○전략분야 정의 ○비전 및 목표 수립 ○전주기를 고려한 세부 추진 방향(사업 또는 과제, 분야) 도출 - 연구개발 분야 - 실증 및 실용화 분야 - 인증 및 법/제도 분야 - 교육 및 인력양성 분야 포함 ○세부 추진 분야에 대한 실행계획(Action plan) 수립 - 적용 분야에 따른 추진 전략 및 체계 수립 - 법/제도 분야, 인력양성 분야 포함 ○타당성 분석 ○로드맵 작성 ○최종보고서 작성					
<b>예상 연구성과</b>	○해양로봇 분야의 중장기 비전 및 투자전략체계 수립을 통하여 향후 20년간 관련 국가 연구개발 사업추진의 타당성 확보 - 해양로봇의 전주기를 고려한 연구개발 분야 설정 및 선순환적 생태계 정립 - 종합적 중장기 로드맵 및 세부 실행계획 수립					
<b>종료후 활용계획</b>	○국가 해양로봇 관련 미래 전략 및 R&D 정책 수립 시 기초자료로 제공 ○해양로봇 선순환적 생태계 구축을 통한 실용화 실현 ○인증 및 표준화 구축을 통한 중소기업과의 상생 및 육성을 기대 ○4차 산업혁명 기술융합으로 연구개발-일자리창출 선순환체계 구현					
<b>키워드</b>	KIOST 전략	해양로봇		R&D		
	훈련	인증		표준화		
<b>관련과제 국내 전문가 3명이상 제시 (공동연구* 참여자 제외)</b>	소속	이름	대학(박사)	전공	연락처	비고
	아쿠아드론	임홍현	해양대(학사)	수중로봇		
	해양대학교	최형식	North Carolina State Univ.(박사)	로봇제어		
	KIRO	민정탁	부산대(박사)	해양정책		
	동명대학교	김현식	부산대(박사)	기계공학		

# I 과제 개요

## 1. 연구개발의 목표 및 내용

### 가. 연구개발의 목표 및 최근 연구동향

#### (1) 최종목표



- 해양로봇의 선순환적 생태계 구축을 위한 중장기 전략 수립
  - 해양로봇 분야의 중장기 비전 및 투자전략체계 수립을 통하여 향후 20년간 관련 국가연구개발 사업 추진의 타당성 확보 근거자료 제공
  - 해양로봇 분야의 전주기를 고려한 연구개발 분야 설정 및 선순환적 생태계 정립
  - 종합적 중장기 로드맵 및 세부 실행계획(Action Plan) 수립

## (2) 연구원의 비전 및 기능, 중기전략계획 등과의 연계성

- 해양로봇 선순환적 생태계 구성을 위한 핵심인자
  - 핵심기술 개발
  - 시작품 제작
  - 임무별 해양로봇 구축
  - 성능평가
  - 인프라활용을 통한 성능실험
  - 실증 및 실적 확보
  - 인증 및 표준화
  - 사업화
  - 교육 및 인력양성
- 해양과기원 기관 고유 미션과의 연계성
  - (미션1) 해양과학기술 및 해양산업 발전에 필요한 원천연구, 응용 및 실용화 연구
    - ⇒ 해양산업과 밀접한 관련이 있는 해양구조물 건설용 로봇 개발
    - ⇒ 해양로봇의 현장 실증을 통한 실용화 연구
  - (미션3) 해양분야 우수 전문인력 양성 및 대국민 서비스
    - ⇒ 해양로봇 분야 교육 프로그램 구성 및 인력 양성
  - (미션4) 해양관련 기기·장비기술개발과 검·교정
    - ⇒ 해양장비 및 로봇 기술 개발 및 실증
    - ⇒ 해양로봇 인증 및 표준화 연구 수행
  - (미션5) 해양과학기지 등 해양인프라 구축 및 운영
    - ⇒ 해양로봇실증수조 및 시험평가선 등 해양 인프라 구축 및 운영
- 해양과기원 기관고유미션과의 연계성
  - 성과목표 3-1 해양에너지 및 항만·해양구조물 기술 개발
    - ⇒ 성능평가, 실증 및 실적확보, 사업화와 연계됨.
  - 성과목표 3-2 IoT 기반 해양로봇 및 장비 기술 개발
    - ⇒ 핵심기술 개발, 시작품 제작, 임무별 해양로봇 구축, 인프라활용을 통한 성능실험, 인증 및 표준화, 교육 및 인력양성과 연계됨
  - 성과목표 3-3 해양위성 시스템 및 핵심활용기술 개발 고도화
    - ⇒ 핵심기술 개발, 교육 및 인력양성과 연계됨

□ 국가적 아젠다(정부 국정과제, 제4차 과학기술기본계획 등)와의 연계성

○ 해양수산 R&D 중장기 계획('14~'20)

- '전략2. 창조형 해양수산 산업 육성'에 첨단 해양 장비산업 육성 부문에 수중로봇의 중요성을 부각

## 해양수산 R&D 중장기계획('14~'20)

2014. 4.



○ 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획('18~'22)

- '신산업 육성 및 좋은 일자리를 위한 해양수산과학기술 집중 육성'의 추진과제 '전략산업 육성을 위한 상용화 기술 확보' 中 '상용화 중심의 해양 첨단장비·로봇 기술개발 및 실증 추진'

풍요롭고 안전한 바다 실현을 위한

## 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획 ('18~'22)안

2018. 6. 25.



○ 해양수산 R&D 산업화 촉진전략

- (2-6-① 수중건설장비 핵심기술 개발·국산화), (2-6-③ 수중건설장비 사업화 촉진)

### 2-2. 첨단 해양 장비산업 육성

#### 추진 목표

- 해양공간 이용 확대를 위한 첨단 장비 개발 및 진후방 산업 육성
  - \* 수중건설로봇 핵심기재 국산화율 제고: ('13) 0% → ('17) 50% → ('20) 64%
  - \* 수중광역이동통신 시스템 고도화: ('13) 장거리-저용량 → ('17) 근거리-대용량 → ('20) 장·단거리 복합

□ 수중·심해저의 관측, 산업활동 지원을 위한 첨단 장비 및 시스템 개발

- 수중로봇 핵심원천기술 국산화를 통한 관련 장비산업 저변 마련 및 해양플랜트 해체\*, 양식장 관리 등 시장유망형 수중로봇 개발

\* 해양플랜트 설치, 유지보수, 해체 등에 활용되는 ROV(Remotely Operated vehicle, 원격제어 잠수정) 시장 규모는 '15년 16억 달러로 전망(Douglas-Westwood, '10)

- 해양탐사 및 자원개발, 수중환경 관측 등의 지원을 위한 해상·수중 무선통신 모뎀, 네트워크 등의 고도화 및 표준화\* 추진

\* 세계 최고수준의 수중통신네트워크 기술을 바탕으로 국제표준 선도 및 세계 시장 선점

- 해양수산자원 기반 화장품, 식품 분야 기능성 소재 개발을 위한 전임상, 기술이전 등 산업화 지원 확대

□ 상용화 중심의 해양 첨단장비·로봇 기술개발 및 실증 추진

- (현황 및 전망) 일본, 미국 등 선진국을 중심으로 해양 탐사, 수중 건설 등에 활용되는 해양 첨단장비 시장을 선점하기 위한 경쟁 심화

\* '20년 수중건설 로봇의 세계시장 규모는 1,030억 달러 수준으로 전망

- 우리나라는 최근 수중건설로봇 기술 확보에 성공했으나 실해역 검증 및 운용 인력 확보 미흡으로 시장 진출은 어려운 상황

\* 중작업용 ROV 로봇 등 수중건설로봇 3종 개발 완료 예정('19)

- (추진방향) 해양첨단장비 기술의 상용화 조기 진입을 위해, 전략적 핵심기술 개발 및 실해역 검증 지원(기술수준 '16년 71% → '22년 88% 달성)

- 부품·소재·설계·공정기술 등 여러 장비에서 활용 가능한 범용 핵심기술 중점 개발

- 시험선, 인증센터 등 실해역 검증인프라를 구축하여 현장적용 실적 확보를 통해 장비의 신뢰성을 확보할 수 있도록 실증 지원 병행

**참 고** 해양수산 R&D 산업화 촉진전략(요약)

**I. 추진배경**

○ 창조형 과학기술을 통해 해양수산 산업육성을 견인하고자, 과학 기술 전략과 산업육성 정책을 효과적으로 연계하는 '해양수산 R&D 산업화 촉진전략'을 수립·추진.

**II. 주요내용**

II (개요) 해양수산 R&D 3대 추진전략 및 15개 중점과제를 통한 목표달성

<b>비전</b>	창조형 해양수산 과학기술을 통한 산업육성 견인		
<b>목표</b>	(단기) '20년 시장창출 3.4조원, 고용창출 3.6만명, 글로벌 강소기업 4개 (중장기) '25년 시장창출 14조원, 고용창출 12.3만명, 글로벌 강소기업 10개		
	<b>추진전략 1</b>	<b>추진전략 2</b>	<b>추진전략 3</b>
	R&D 시스템 혁신	7대 핵심산업 분야 R&D 강화	산업화 촉진 인프라 강화
	'시장지향형 R&D 강화' 등 4개 중점과제	'해양청정에너지 조기 상용화' 등 7개 중점과제	'법제도기반 강화' 등 4개 중점과제

- ① (해양청정에너지 조기 상용화) 조류·파력 등 상용화에 가까운 기술분야 집중 투자 및 실제 전력거래를 위한 제도개선 등.
- ② (국제규제 강화를 기회로 해사산업 육성) 핵심기술의 경쟁우위 유지·강화(선박평형수, 전락기술 확보 및 국제표준화(e-Navigation) 등).
- ③ (수산양식·식품기술의 첨단산업화) 수산물 생산(양식)부터 수출까지 품질향상 및 안전성 확보로 국내 소비촉진 및 수출확대.
- ④ (극한환경 극복을 통한 심해저 자원 확보) 독점탐사광구 內 개발대상지역 구체화, 플랜트기술 고도화 및 상용화 법적근거 마련 등.
- ⑤ (해양수산생명공학기술 세계시장 개척) 해양바이오 수소·디젤의 대량생산체계 구축 및 융합연구 확대를 통한 바이오소재 상용화.
- ⑥ (수중 건설용 첨단장비 실용화) 로봇·센서 등 핵심기술 국산화 및 신뢰성 검증 지원을 통한 세계시장 추격 가속.
- ⑦ (융·복합 혁신을 통한 신산업 창출) 수중통신 인프라 등 혁신 기반 조성, 민간·공공부문의 혁신 아카데미 발굴·지원 등.

○ (전략 3, 산업화 촉진 인프라 강화) 법·제도기반 강화, 기술금융 활성화 및 전문인력 양성 등 산업화 촉진 인프라 마련.

\* 해양수산과학기술육성법 제정, 전문 기술평가기관 지정 및 투자여건 개선 등

○ 범부처 '무인이동체 발전 5개년 계획(16~'20)'

- 중점추진 분야에 무인해양 수중로봇 및 무인선 기술개발 포함

공개

의안번호	제 2 호	심 의 사항
심 의 연월일	2016. 6. 30. (제 13 회)	

무인이동체 산업 활성화 및 일자리 창출을 위한 무인이동체 발전 5개년 계획(안)

국가과학기술심의회

제 출 자	미래창조과학부장관 최양희 농림축산식품부장관 이동필 국토교통부장관 강호인 국인안전차장관 박인용 방위사업청장 장명진	국 방 부 장 관 한민구 산업통상자원부장관 주영환 해양수산부장관 김영석 조 달 청 장 정양호 농 촌 진 흥 청 장 이양호
제출 연월일	2016. 6. 30.	

□ 비전 및 목표

삶의 질 증진과 미래 新시장 창출을 견인하는 「글로벌 무인이동체 산업 강국」 실현

목표	◆ 무인이동체 기술력 확보를 통해 세계 시장 진출기반 마련				
	구분	항목	2015	2020	
	국제 기술력 순위	무인기	7위	⇒	5위
		자율주행차	5위	⇒	4위
		무인해양(기술수준)	66%	⇒	80%
	국내시장 점유율	소형무인기	18%	⇒	60%
자율주행차 (시험운행)			⇒	30%	
무인해양		5%	⇒	55%	

전략: 무인이동체에 대한 통합적 접근, 분야별 생태계 조성을 통한 시장경쟁력 제고, 효율적 추진체계 구축

추진과제	① 무인이동체 공병기술 개발 ② 전문 핵심부품 중소기업 육성 ③ 무인이동체 안전성 향상 ④ 글로벌 테스트베드 구축	① (무인기) 시장경쟁력 조기 확보 ② (자율주행자동차) 부품 경쟁력 강화 및 인프라 구축 ③ (무인 농기계) 독자 기술력 확보 ④ (무인 해양 수중이동체 및 무인선 기술개발)	① 범부처 통합 추진체계 구축 ② 무인이동체 기술 로드맵 및 분야별 계획 수립 ③ 공공혁신조달 도입 및 기술지원 연계
------	--	---	---

## 나. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

### (1) 정성적 목표

(단위 : 천원)

성과목표	연구내용	연구비(천원)
해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 전략 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 관련 현황 분석</li> <li>• 전략분야 정의</li> <li>• 비전 및 목표 수립</li> <li>• 전주기를 고려한 세부 추진방향 도출</li> <li>• 세부 추진 분야에 대한 실행계획 수립</li> <li>• 타당성 분석</li> <li>• 로드맵 작성</li> <li>• 최종보고서 작성</li> </ul>	80,000

### 연구개발내용 및 범위 상세기술

#### □ 연구개발 내용 및 범위

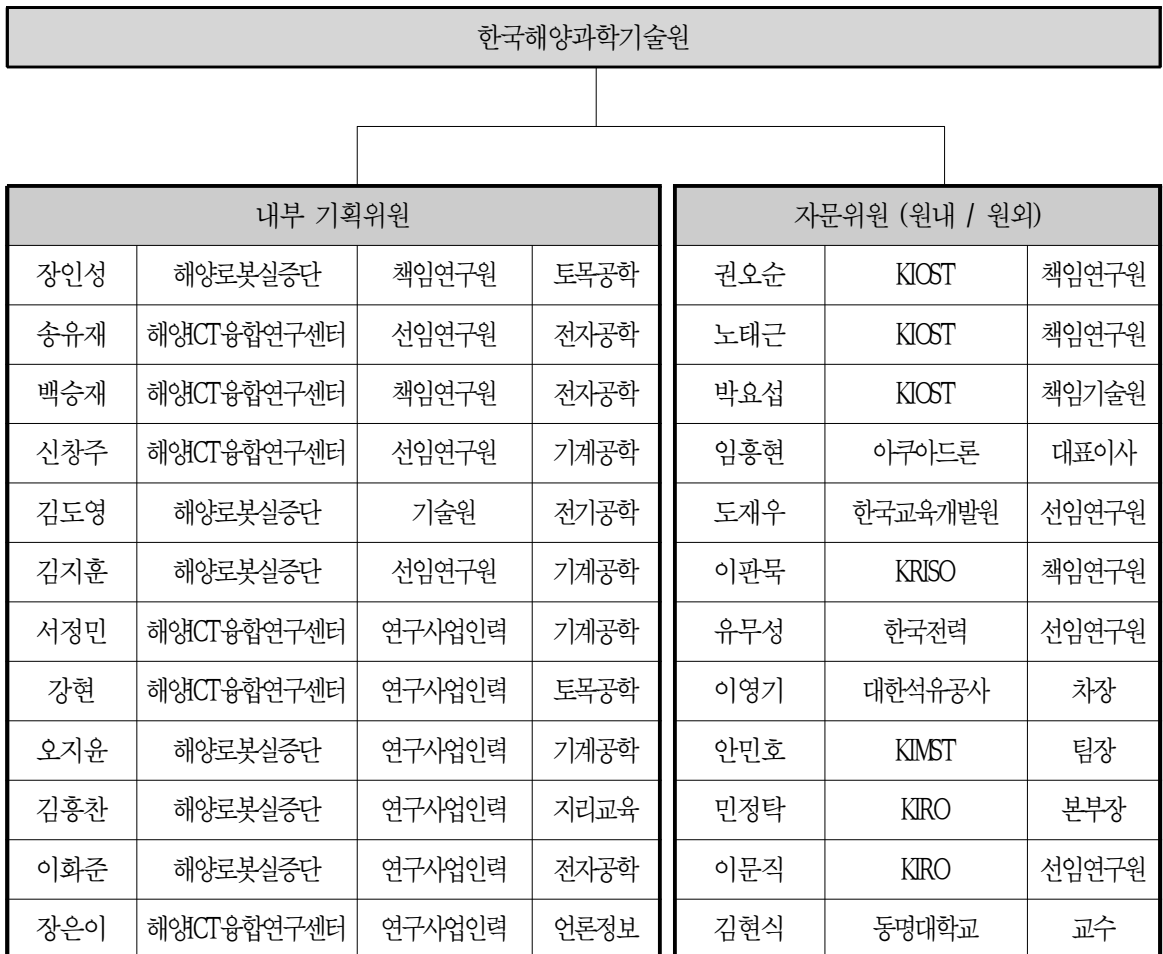
- 해양로봇 관련 현황 분석
  - 해양로봇 관련 개발 현황
  - KIOST 내부 역량 및 외부환경 변화
  - KIOST 내부 보유 해양로봇 현황 분석
- 전략분야 정의
  - 해양로봇 전주기 및 선순환적 생태계에 대한 정의 설정
  - 해양로봇 활용을 위한 세부 분야(조사 및 탐사, 수중건설, Salvage 등) 정립
  - 세부 분야별 단계에 따른 해양로봇의 역할 범위 설정
  - 역할별 해양로봇에 대한 연구개발 vs. 구매 등 구축 방안 정리
- 비전 및 목표 수립
- 전주기를 고려한 세부 추진 방향(사업 또는 과제, 분야) 도출
- 세부 추진 분야에 대한 실행계획(Action plan) 수립
  - 적용 분야에 따른 추진 전략 및 체계 수립
  - KIOST 수행 가능 분야 위주로 구성
  - 법/제도 분야, 인력양성 분야 포함
- 타당성 분석
- 로드맵 작성
- 최종보고서 작성

1. 계획대비 연구 수행의 적절성

가. 연구수행의 적절성

[연구개발 추진체계 및 수행방법]

- 임무별 해양로봇 구축, 인프라활용을 통한 성능실험, 인증 및 표준화, 교육 및 인력양성을 상호연계하여 해양로봇 생태계를 구축할 수 있도록 추진
- 내부인원으로 구성되는 내부 기획위원회와 외부 전문가 그룹으로 구성되는 외부 자문위원으로 구성함.
- KIOST 내부의 해양로봇 개발/검증을 위한 공학분야, 활용을 위한 자연과학 전문가들을 적극 활용하고 필요 시 국내외 전문가 자문을 확보하였음.





[연구진도 적정 수행여부]

— 계획

— 실행

연구목표	연구내용	추진일정(월별)						
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월
해양로봇 관련 현황 분석	• 해양로봇 관련 개발현황 분석	—	—					
	• KIOST 내부 보유 해양로봇 현황 분석	—	—					
	• KIOST 내부 역량 및 외부환경 변화 분석	—	—	—				
전략분야 정의	• 해양로봇 전주기 및 선순환적 생태계에 대한 정의 설정		—	—				
	• 해양로봇 활용을 위한 세부분야 정립		—	—				
	• 세부분야별 단계에 따른 해양로봇의 역할 범위 설정		—	—				
	• 역할별 해양로봇에 대한 연구개발 vs. 구매 등 정리		—	—				
비전 및 목표 수립	• 해양로봇 관련 향후 비전 및 목표 설정		—	—				
전주기를 고려한 세부 추진방향 도출	• 해양로봇 관련 사업 또는 과제 및 적용 분야 도출			—	—	—		
세부 추진분야에 대한 실행계획 수립	• 적용 분야에 따른 추진 전략 및 체계 수립			—	—	—	—	
	• 법/제도 분야, 인력양성 분야 계획 수립			—	—	—	—	
타당성 분석	• 정책적 타당성 분석					—	—	
	• 기술적 타당성 분석					—	—	
	• 경제적 타당성 분석					—	—	
로드맵 작성	• 중장기 로드맵 작성						—	—
최종보고서 작성	• 최종보고서 작성						—	—

## 나. 예산집행의 적절성

### ☞ 평가 내용

- 연구계획 대비 예산 집행의 적정성

### [당해연도 예산 및 집행실적]

(단위 : 천원)

구 분	연구비 집행비율 (원 / %)			
	예산	집행액	잔액	비 율
외부인건비	26,320	31,929	0	100.0
연구활동비	34,664	30,317	214	99.3
연구기자재 및 재료비	4,500	2,980	620	82.78
연구장비 구입비	0	0	0	-
연구과제 추진비	10,356	9,721	59	99.4
연구과제 추진비(회의비)	1,360	1,321	39	97.15
과학문화활동비	0	0	0	-
연구실안전관리비	0	0	0	-
지적재산권처리비	0	0	0	-
연구수당	2,800	2,800	0	100.0
위탁연구비	0	0	0	-
합계	80,000	157,347	4,653	97.13

### [연구비 예산대비 집행실적 평가도](해당 실적에 Check)

연구비 집행실적	정상	✓	부진	초과
집행실적 부진 (또는 초과) 사유				
당해연도 종결시까지 연구비 예상집행률	97.13 %			

## 2. 연구개발 성과의 달성도 및 우수성

### 가. 연구목표의 정상 추진 및 성과 우수성

#### [총괄 1(연차별 목표 대비 달성도)]

총연구기간내 연차별 목표 대비 달성율(%)					
구분	연차별 달성내용				연차별 계획대비 연구실적 달성율(B) (%)
	성과목표	연구내용	가중치 (A)	달성실적	
2019년	해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 전략 수립	해양로봇 관련 현황 분석	0.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 국내 및 해외 동향(기술, 인 증, 교육 시장, 정책 등) 분석</li> <li>◆ KIOST 역량 분석</li> </ul>	100
		해양로봇 전주기 및 선순환적 생태계 정의	0.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ '해양로봇의 개발 전주기' 정의</li> <li>◆ '해양구조물 건설과 수중건설 로봇의 전주기' 정의</li> <li>◆ '해양로봇의 선순환적 생태계' 정의</li> </ul>	100
		비전 및 목표 수립	0.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 연구개발 비전 및 분야별 세 부 목표 정립</li> </ul>	100
		전주기를 고려한 세부 추진방향 도출 및 실행계획 수립	0.45	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 4개 분야(해양로봇 원천/핵심 기술 중장기 확보 분야, 해양 로봇 실증 및 실용화 추진 분 야, 인증 및 법/제도 개선 분 야, 교육 및 인력양성 분야)에 대한 세부 추진 내용 및 전략 수립</li> <li>◆ 통합 연계방안 수립</li> </ul>	100
		로드맵 수립	0.15	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ PI mapping</li> <li>◆ 통합 로드맵 작성</li> <li>◆ 2040 미래상 제시</li> </ul>	100
	계		1.0		100

(1) 연구내용 및 달성실적 (상세 내용은 별책 참조)

□ 해양로봇 관련 현황 분석

○ 국내 동향 분석

- 개발장비 : 국내에서 개발된 주요 해양로봇을 조사하였음.

표 2.11 국내 개발 수중로봇(1)

로봇명	CROV-300	OKPO-6000	VORAM	SAUV	해미레
제작사	KRISO	대우조선	KRISO	KRISO	KRISO
제작년도	1999	1996	1997	2003	2006
형태	ROV	AUV	AUV	AUV	ROV
Dimension (W*L*H, mm)	730*750*500	7000D*3800L	2,800*1,100*400	600D*3,200L	1,800*3,300*2,200
Weight (kg)	78 (air)	950 (air)	357 (air)	700 (air)	3,661 (air)
Depth rating (m)	300	6,000	200	400	6,000

표 2.12 국내 개발 수중로봇(2)

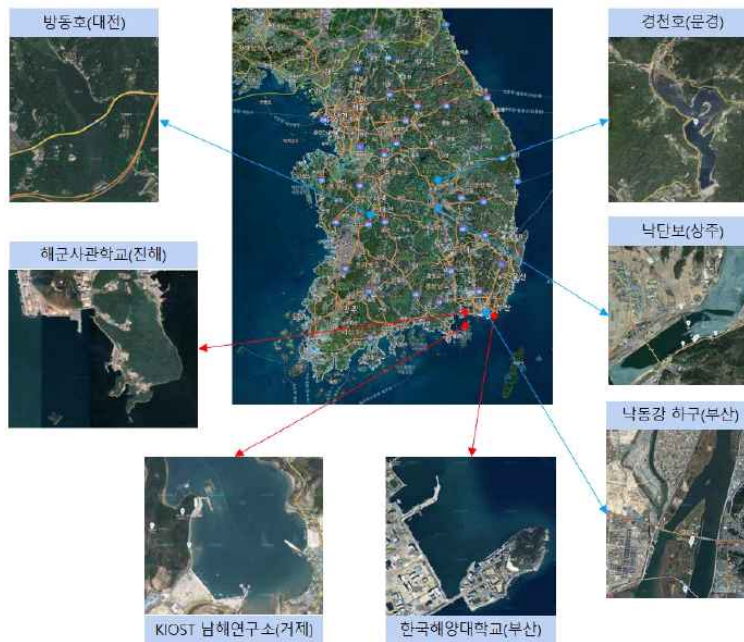
로봇명	해양환경조사형 ROV	이심이100	이심이6000	CR200	UX-100
제작사	KIOST	KRISO	KRISO	KRISO	KIOST
제작년도	2007	2009	2012	2013	2014
형태	ROV	AUV	AUV	ROV	ROV
Dimension (W*L*H, mm)	2,000*2,000*1,100	2000D*1,200L	6000D*4,500L	2400*2400*1300	3,000*3,990*2,500
Weight (kg)	10,000	20 (air)	750	700 (air)	21,000 (air)
Depth rating (m)	50	100	6,000	200	30

표 2.13 국내 개발 수중로봇(3)

로봇명	해저지반조사형 ROV	CR6000	미니로	복제이동형 잠금송장비	i-Turtle
제작사	KIOST	KRISO	KRISO	KIOST	KRISO
제작년도	2015	2016	2016	2017	2017
형태	ROV	ROV	ROV	ROV	ROV
Dimension (W*L*H, mm)	3,500*4,200*8,500	2,500*1,300*2,500	5,000*6,000*4,000	1,300*720*460	1,200*600*370
Weight (kg)	30,000 (air)	1,000 (air)	2,500 (air)	50 (air)	40 (air)
Depth rating (m)	100	6,000	5,000	30	150

[국내 개발 해양로봇 조사]

- 실증 및 실용화 : 현재 해양로봇 시험 상태 및 지역을 조사함.



[국내 해양/수중로봇 주요 시험지역]

- 인증 : 한국선급에서 제시하는 해양로봇 인증관련 부분을 조사함.

## 제 1 장 원격조종잠수정

### 제 1 절 등록

#### 101. 일반사항

1. 이 장은 선박 또는 유사한 플로팅구조물에 영구적으로 설치되어 있거나 또는 일정기간동안 설치되어 있고 원격 조종하는 무인 잠수정에 대하여 적용한다.
2. 원격조종잠수정이 이 규정에 적합하게 설계된 경우라도 우리 선급에서 이와 동등한 것으로 인정하여 그 적합성이 검증되는 경우 이 규정에 적합한 것으로 본다.
3. 원격조종잠수정 장치 및 그 일부에 대해 새로운 기술 및 설계를 적용하여 그 성능이 충분히 검증되지 않은 경우에는 별도로 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

#### 602. 한계조건

1. 원격조종잠수정에 설치되는 모든 기계, 장치 및 장비들의 설계, 선택 및 배치는 최소한 다음 주위조건에 의해 좌우된다. 그 외 주위조건들은 제한된 구역에서만 사용되는 조건으로 승인할 수 있다.
2. 이는 한쪽으로 최대 22.5°(정적 및 동적)까지 경사되더라도 정상적인 운영을 보장하여야 한다. 일시적으로 45°이상 경사에서도 특히 기계의 베어링이나 원하지 않는 기능변화 또는 손상을 일으키지 않아야 한다.
3. 원격조종잠수정 및 구성품은 일반적으로 수온 상태를 -2°C에서 32°C, 염도 35 ppm, 밀도 1028 kg/m<sup>3</sup>으로 정하고 0.101 bar/m로 환산한 잠수깊이의 비율을 설계한다.
4. 전수 및 회수장치는 최소 2m의 과고높이로 설계하여야 한다. 허용치는 수직방향으로 2g, 수평방향 및 길이방향으로는 1g 중력가속도로 정한다.(g=9.81 m/s<sup>2</sup>)
5. 지원선박에서 원격조종잠수정의 후방 유지보수, 검사 및 건조시험과 전수 및 회수장치의 대기조건은 온도 -10°C ~ +55°C, 습도 100% 염분을 포함한 공기를 기준으로 정한다.
6. 지원선박에 설치된 원격조종잠수정의 보호된 케이실에 대해서는 45°C 상태온도에서 80% 상대습도 조건으로 설계하여야 한다.
7. 폭발 위험(예 : 기름 또는 가스 플랫폼)이 있는 곳에서 사용되는 원격조종잠수정에는 적절한 방폭을 갖추어야 한다.
8. 적용 가능한 원격조종잠수정은 대기변화(저압)로 일어날 수 있는 주위 조건을 감안하여 설계하여야 한다.

### [한국선급의 해양로봇 관련 규칙]

- 교육 및 인력양성 : 국내 해양로봇관련 주요 교육 및 인력양성 체계를 조사함.

표 2.1.6 한국해양수산연수원 수중로봇 교육내용

구분	내용
과정명	Remote Operated Vehicle Induction Course Remote Operated Vehicle Advanced Course
교육목적	Offshore ROV 산업 분야로 신규 진출하고자 하는 자를 대상으로 ROV를 이용하는 offshore 산업과 직업의 특성과 위험성 및 안전관리에 대한 기초지식 제공 Offshore ROV 설계 장비 및 시뮬레이터를 이용하여 ROV 운영 능력 및 기상악화 등에 의한 긴급 상황 발생 시 대처 능력 배양
교육기간	3월(24시간)~5월(40시간) 2월(16시간)
개설횟수	-
교육정원	10명
교육대상	ROV를 이용한 Offshore 해양플랫폼 설치, 운영 및 정비업무 종사자, ROV 운영자
교육내용	ROV 설계 장비 및 시뮬레이터를 이용한 해양플랫폼 설치 등 ROV를 이용한 현지 작업 실무 운영 지식 및 안전사고 예방적인 작업 요령 습득 제공 ○ ROV 정비소개 ○ ROV 위험의 역할과 책임 ○ ROV 운전(실습) ○ ROV 시뮬레이터 운용(실습)

표 2.1.9 국립청소년해양센터 수중로봇 교육내용

구분	내용
과정명	바다를 누비는 로봇
교육목적	ROV 설계 단계부터 실습내용 선정까지 청소년들이 복합적으로 사고하고 체험할 수 있는 심화 프로그램 운영
교육기간	3월
교육정원	32명 내외
교육대상	중고등학교
교육내용	○ ROV(원격무인조종잠수정)시뮬레이션, 설계, 제작, 실습(실내수영장) ○ ROV시뮬레이션, 설계, 제작, 실습 등 일련의 과정을 통해 ROV를 이용한 해양탐사방법의 이해 및 해양에 대한 호기심 증진 ○ 프로그램 중 겪게 되는 시행착오 경험을 통해 스스로 실패원인을 분석하고 적극적으로 문제를 해결할 수 있도록 문제해결역량 강화

### [국내 해양로봇 관련 교육체계들]

- 국내 해양로봇 활용 시장 : 해상풍력발전, 해저케이블 매설, 조류발전 등의 시장을 조사함

표 2.1.12 국내 해상풍력 유망 후보단지

No.	지역	발전소명	사업자	용량(MW)	기상할	진행현황
1.	전북	서남해실종사업	한국해상풍력	60	해상	공사중
2.	제주	한림해상풍력	한진, 대림산업, 한진기술	100	해상	인-취가중
3.	전남	전남해상풍력	포스코에너지	300	해상	본타당성평가중진중
4.	전남	전남신안해상풍력	한화건설, 남동발전	400	해상	본타당성평가중진중
5.	제주	대정해상풍력	남부발전	100	해상	에비타당성조사완료
(1).	전북	서남해시범사업	한국해상풍력	400	해상	에비타당성조사완료
6.	울산	강동해상풍력	SK건설, 한국전력기술	99	육상	에비타당성조사중
7.	전남	전남완도해상풍력	남동발전, 코오롱글로벌	200	육상	에비타당성조사중
8.	부산	해기해상풍력	지인드스카이	540	육상	에비타당성조사중
9.	제주	제주동부해상풍력	평대인동리	105	-	지구지정심의중
10.	제주	울정해상풍력	울정행원리	125	-	지구지정심의중
11.	제주	표선쇄해상풍력	표선쇄해리(아전리)	135	-	지구지정심의중
12.	인천	영흥해상풍력	남동발전	150	육상	-
13.	충남	안면도해상풍력	서부발전	100	-	-
14.	전남	전남안남도 해상풍력	전남개발공사, 한수원, 동력협회	200	-	-
15.	경남	상전포해상풍력	남동발전	60	-	-
16.	부산	고리해상풍력	한국수력원자력	300	육상	정부정책과제(16-12)
17.	경북	포항해상풍력	GS E&R	160	육상	-
18.	전북	새만금해상풍력	새만금해상풍력	99.2	육상	에비타당성조사중

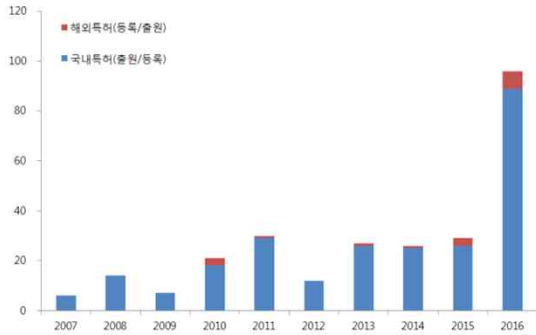
표 2.1.13 국내 해저 전력케이블 프로젝트 현황

프로젝트	발주처	공사내용 요약	발주시기
서남해 해상풍력 실종(내부망)	한국해상풍력	약 60MW 3MW급 17기, 내부망 약 17.4km	2018년
전남 진도-하조도	한국전력	22.9KV, 100mm <sup>2</sup> , 3km x 1 Line	
울정 해상풍력	제주에너지공사	약 125MW, 지구공모 및 지정	
항원 해상풍력	제주에너지공사	약 125MW, 지구공모 및 지정	2019년
전남 흑산도-대둔도	한국전력	22.9KV, 100mm <sup>2</sup> , 4km x 1 Line	
HVDC#3 (원도-제주)	한국전력	150KV, 200MW 90km (전력 2+통신 1회선)	
제주 한동 해상풍력	제주에너지공사	약 105MW, 지구공모 및 지정	2020년
제주 평대 해상풍력	제주에너지공사	약 105MW, 지구공모 및 지정	
제주 표선 해상풍력	제주에너지공사	약 135MW, 지구공모 및 지정	
서남해 해상풍력 시범	한국해상풍력	400MW, 내부망 설치, 실종단지 계통연계	2020년
신안 해상풍력	한화건설	약 400MW, 내부망 60km, 외부망 25km	

※ 출처 : 수중로봇 시장 소개 발표자료, KT서브마린

### [국내 수중로봇 활용시장 조사]

- 국내 해양로봇 관련 특허/논문 조사



[국내 수중로봇 활용시장 조사]

표 2.1.7 해양장비개발 및 인프라구축사업 연도별 논문성과 도출 현황

내역사업명	연도별 성과(편수)										총계	
	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16		
해양장비 개발	SCI	-	-	-	21	16	2	6	3	2	11	61
	비SCI	5	-	4	12	1	4	7	5	10	18	66
수중건설 로봇	SCI	-	-	-	-	-	-	3	3	5	9	20
	비SCI	-	-	-	-	-	-	8	11	7	9	46
해양플랜트 운영 서비스	SCI	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3
	비SCI	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	4
총계	SCI	-	-	-	21	16	2	9	6	8	22	84
	비SCI	5	-	4	12	1	4	15	16	21	18	96
계		5	-	4	33	17	6	24	22	29	40	180

○ 해외 동향 분석

- 개발장비 : 해외 선진국에서 개발되고 있는 주요 해양로봇을 조사하였음.

표 2.2.1 주요 수중 글라이더 모델 특징

모델명	LibeRate XRAY	SeaGlider	Slocum Glider	Spray Glider
제작사	Scrops Inst. of Oceanography	iRobot	Teledyne	Bluefin Robotics
특징	- 가장 큰 수중글라이더 (날개길이 20m) - 광범위형 해양모니터링, 음속, 온도 측정 등 - 운용속도 1-3kts - 직전반경 : 1,200 ~ 1,500km - 운용기간 : 6개월	- 정기체류 프로파일링 글라이더 AUV - 0.5m의 6개월 해양 모니터링 가능 - 운용속도 : 1 ~ 1,000m	- 미해군의 연안정찰 센싱 프로그램의 일부로서 해양 센싱역할을 담당함 - 2m(L), Wing span 1.2m, 52kg - en 개의 부속 사이에서 정유를 달성하여 수중물 수직/수평으로 사전 프로그래밍 경로 참조 - 소형보트에서 진회수 가능	- 직전수심 : 300m - 운용시간 : 12시간 - 최대속도 : 4kts

표 2.2.2 Bluefin Robotics 주요 모델 특징

모델명	Bluefin-9	Bluefin-12	Bluefin-21
제원	1.8m(L)×0.22m(d) 65kg in air	2.1~3.3m(L)×0.3m(d) 150~250kg in air	3.18m(L)×0.54m(d)
성능	직전수심 : 300m 운용시간 : 12시간 최대속도 : 4kts	직전수심 : 300m 운용시간 : 12시간 최대속도 : 5kts	직전수심 : 300~4500m 직전반경 : 40m(연료전지) 400m(연료전지) BPALV: 18시간@3kts, 54mm
특징	man-portable MCM, REA, 열외침입 리튬-이온 배터리	Modular, free-flooding MCM, REA, 열외침입	MCM, REA, 생검용 조사기 연구 S/MCM

표 2.2.5 프랑스의 주요 AUV

모델명	Alister	Alister 3000	ALIVE
제조사	ECA	ECA	Cybernetix
제원	4.5-5m(L)×0.9m(d) 800~950kg	5m(L)×1.45m(W)×1.7m(H) 2,300kg(payload) 150kg	4m(L)×2.2m(W)×1.6m(H) 3,500kg
성능	최대수심 : 800m 운용시간 : 12~24시간@4kts 최대수심 : 3000m	최대수심 : 400m 운용시간 : 24시간@2kts 최대수심 : 3000m	최대수심 : 3000m 운용시간 : 10시간
특징	무인형 용량 리튬-이온 배터리 MCM, REA, ISR	센서: SSS, SBR, SBR, Camera, CTD or SV/P 항법: OAS, INS, DVL	복합조항AUV 심해 유전/가스정 지원

[해외 개발 해양로봇 조사]

- 실증 및 실용화 : 미국, 유럽, 중국 등의 성능시험을 위한 테스트베드 현황을 조사함.



[세계 해양/수중로봇 테스트베드 현황]



- 인증 : 해외에서 현재 수행 중인 표준화/시험·인증 동향을 조사함.

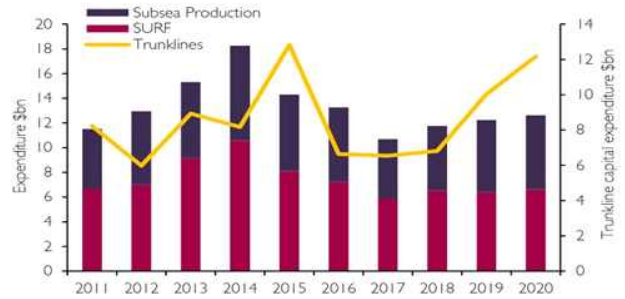
국명	주요 표준화 및 시험·인증 동향
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 표준화 및 시험인증 시장 약 30% 차지</li> <li>연평균 약 5.2% 증가 예상 (~2020년)</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>중국 시장 60% 차지</li> <li>IoT 기기 표준화 및 인증 위해 스마트홈, 자동차 제조업 분야 중심 컨소시엄 OCF(Open Connectivity Foundation) 플랫폼 강화</li> <li>UL, ABS Group, ASTM International, Qualitas Compliance 등 글로벌 시험인증기관 보유</li> </ul>
캐나다	<ul style="list-style-type: none"> <li>표준화가 법에 명시되지 않은 캐나다에서는 SCC(Standards Council of Canada, 캐나다 표준화 위원회)가 인정 권한이 있어 표준화 선도</li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 시험인증 시장 약 49% 차지</li> <li>연평균 증가율 약 5.0% 성장 예상 (~2020년)</li> <li>시험인증 산업 발전 및 기업 이익 위해 중공자원 조직적 체계적 활동 추진</li> <li>전파인증(REDE) 지침 강화로 사물인터넷 관련 전자파에 대한 유효성을 측정하기 위한 작업</li> </ul>

국가/지역	시험·인증 동향
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>DIN(Deutscher Industrie Normenausschuss, 독일 공업 규격 위원회) 중심으로 표준 정책 추진</li> <li>유럽 시험인증 시장 약 34% 차지</li> <li>TUV SUD는 제어불 디바이스 인증마크 출시(16); 다양한 시험 기준을 토대로 개발 기계기술 확장 안전시험, 사용성(Usability) 시험 등 평가</li> </ul>
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>주로 최종 사용자 요구에 의한 표준화 추진</li> <li>정부에서 전기전자 제품에 CE마크를 요구하는 규정이 다수</li> </ul>
APAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 시험인증 시장의 약 18% 차지</li> <li>연평균 증가율 약 9.0% 성장 예상 (~2020년)</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>APAC 지역 시험인증 시장 약 27% 차지</li> <li>제조공장이 급격히 증가하면서 인증 시장 성장세가 예측</li> <li>최근 제품별 표준체계와 법률을 개선하고 세분화하며, 시장진입 기준을 엄격히 하는 추세 - 강제성 제품인증 목록 개혁조정 및 실시방법 발표(18)</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>표준 관련 단체 JISC(일본공업규격위원회, Japan Industrial Standard Committee)가 있으며, 주로 일본 JIS 규격 유지개발, 국제표준화 등 인증 및 인증 권한 유지 등 수월</li> <li>표준화 관련 전략 시험(2014)에 따라 표준 인증 기반 및 활동, 인력 지원 등 중시됨</li> <li>신시장장르표준화 제도 시행을 통해 영한 제도로는 대응이 곤란한 융합기술, 중소기업 보유 품목 기술의 표준화를 신약이 추진할 계획</li> </ul>
호주	<ul style="list-style-type: none"> <li>SAS(Standards Australia)는 대표적 표준개발 기관으로, 전기통신 및 제약 분야에서 다른 나라의 기관과 MRA 협력 추진</li> </ul>

※ 출처 : 국내외 시험인증산업 실태조사(2015, KOTRA 자료 개수), 한국시험인증산업협회(2015)

[해외 주요 표준화 및 시험·인증 동향]

- 해외 해양로봇 활용 시장 : 해상풍력발전, 해저 전력케이블, 해저 통신케이블, 해양플랜트 등의 시장을 조사함



[해외 해양로봇 활용시장 조사]

- 교육 및 인력양성 : ROV 교육 인증 및 IMCA 인증 교육기관 현황 조사

○ KIOST 자체 역량 분석

- KIOST 자체 보유 해양로봇 현황 : KIOST 등록된 자산 기준 해양로봇 및 관련 센서들을 조사함.

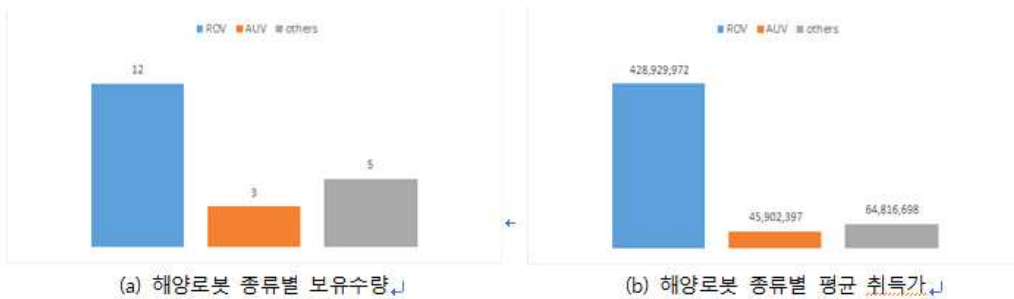


Fig. 2.3.1 KIOST 원내 해양로봇 현황 (2019년)

[KIOST 보유 해양로봇 현황]



Fig. 2.3.2 KIOST 원내 수중음향센서 현황 (2019년)

[KIOST 보유 해양로봇 관련 센서들 현황]

- 시험평가선 : 현재 수행 중인 연구개발사업으로 사업의 내용 및 향후 구축될 시험평가체계에 대하여 기술함.
- 해양로봇 관련 KIOST 원내 사업 : 현재 진행 중인 해양로봇 관련 KIOST 원내 사업을 조사하고 해당 내용을 기술함.
- 해양로봇 수요조사 : 산·학·연·관공 관계자를 통해 수요를 조사하고 이를 통해 결론을 도출

**『해양로봇 전문인력 생태계 조성을 위한 KIOST 전략 수립』**  
**전문가 의견 수렴을 위한 설문 조사**

안녕하십니까?

한국해양과학기술원(KIOST)은 주요사업인 비핵심도사업의 일환으로 『해양로봇의 전문인력 생태계 조성을 위한 KIOST 전략 수립』을 추진하고 있습니다. 해양로봇의 전문인력 생태계는 해양로봇 기술 개발을 위하여 인력을 양성 및 집중화, 고급인력 및 법/제도, 표준화 및 인력 양성 분야가 상호 연계되는 것이 필요합니다.

이와 관련하여 해당 기관 관련 전문가 분들의 고견을 적극적으로 반영하고자 의견 조사를 실시하고자 합니다.

도움된 결과는 관련분야의 전문가들의 의견을 수렴하여 적극 반영하여 향후 KIOST 전략 수립에 활용될 예정입니다. 많은 참여 부탁드립니다.

2019. 09. 09  
 과제 책임자 KIOST 장일식 책임연구원

▶ 설문조사 원장 제출 또는 이메일 회신  
 ▶ 문의처 : KIOST 신장수 선임연구원 (051-664-3563, sjhm@kiost.ac.kr)

□ 기는 연계 사항

구분	연도	명칭	담당자	연락처
연	2016	(가) 1차	(가) 장일식	(가) 051-664-3563
	2017	(가) 2차	(가) 장일식	(가) 051-664-3563
조	2018	(가) 3차	(가) 장일식	(가) 051-664-3563
	2019	(가) 4차	(가) 장일식	(가) 051-664-3563
연	2020	(가) 5차	(가) 장일식	(가) 051-664-3563
	2021	(가) 6차	(가) 장일식	(가) 051-664-3563

※ 설문 응답내역 : 초기 문항에서 해당은 반드시 응답하셔주시고, 이후 문항은 선택사항입니다.

**물 설문 결과**

<해양로봇 기술개발 분야>  
 - 해양로봇 관련 국내 기술개발이 시급한 분야 우선순위는 해양로봇 플랫폼 27%, 해양로봇 부품/부품용 25%, 원격기술 24%로 나타났다.

해양로봇 관련 국내 기술개발이 시급한 분야

Fig. 2.3.4 해양로봇 관련 국내 기술개발이 시급한 분야

<인공 및 법/제도 분야>  
 - 해양로봇 분야의 인공/표준화에 대한 필요성으로 대체로 그렇다 49%, 매우 그렇다 20%, 그렇다 19%의 응답을 보였음.

해양로봇 분야의 인공/표준화에 대한 필요성

Fig. 2.3.10 해양로봇 분야의 인공/표준화에 대한 필요성

<해양로봇 플랫폼을 위한 법/제도 개선 시 시급한 부분> 해양로봇 플랫폼 26%, 해양 R&D 우선 지원 23%, 해양로봇 응용 사례 개발 22%로 나타났다.

해양로봇 플랫폼을 위한 법/제도 개선 시 시급한 순위

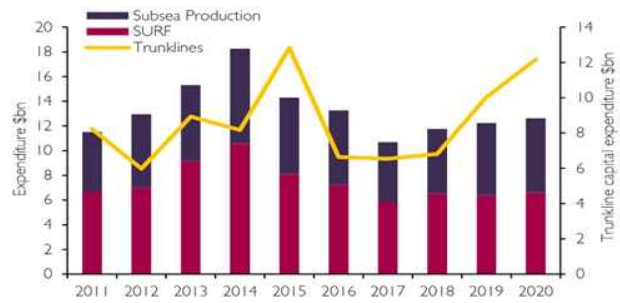
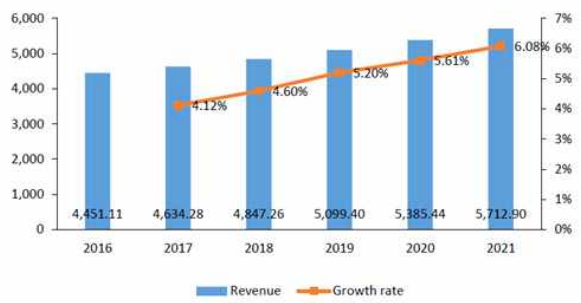
Fig. 2.3.11 해양로봇 플랫폼을 위한 법/제도 개선 시 시급한 순위

해양로봇 플랫폼 기술개발이 필요한 순서

Fig. 2.3.3 해양로봇 플랫폼 기술개발이 필요한 순서

[설문조사]

- 해외 해양로봇 활용 시장 : 해상풍력발전, 해저 전력케이블, 해저 통신케이블, 해양플랜트 등의 시장을 조사함



[해외 해양로봇 활용시장 조사]



○ 해양로봇산업 활성화를 위한 전문가 토론회 : 해양로봇 산업 활성화 방안 모색을 위해 관·산·학·연 전문가 토론회 개최



기관명 KIMST해양로봇분과	인원명 한연수/김민서/김태경	연주명 KIGEST/ROSO/ROSO
<p>사업에 있어선 신기술을 위해 해양로봇과 해양양서류 개발을 위한 연구개발을 추진할 계획이다. 우선 국내 시장 확보를 위한 R&amp;D를 추진하고, 해외시장에 진출할 수 있도록 지원할 계획이다. 특히, 해양로봇의 사용범위를 확대하여 해양 양서류의 요구사항과 유사하게 개발하여, 다양한 환경에서 사용할 수 있도록 지원할 예정이다. 또한, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다.</p>	<p>해양로봇 분야는 해양로봇을 위한 연구개발을 위한 연구개발을 추진할 계획이다. 우선, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다.</p>	<p>KIGEST/ROSO/ROSO는 해양로봇 분야에 대한 연구개발을 추진할 계획이다. 우선, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다.</p>
<p>해양로봇 분야는 해양로봇을 위한 연구개발을 위한 연구개발을 추진할 계획이다. 우선, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다.</p>	<p>해양로봇 분야는 해양로봇을 위한 연구개발을 위한 연구개발을 추진할 계획이다. 우선, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다.</p>	<p>KIGEST/ROSO/ROSO는 해양로봇 분야에 대한 연구개발을 추진할 계획이다. 우선, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다. 특히, 해양로봇의 성능 향상을 위한 R&amp;D를 지원할 예정이다.</p>

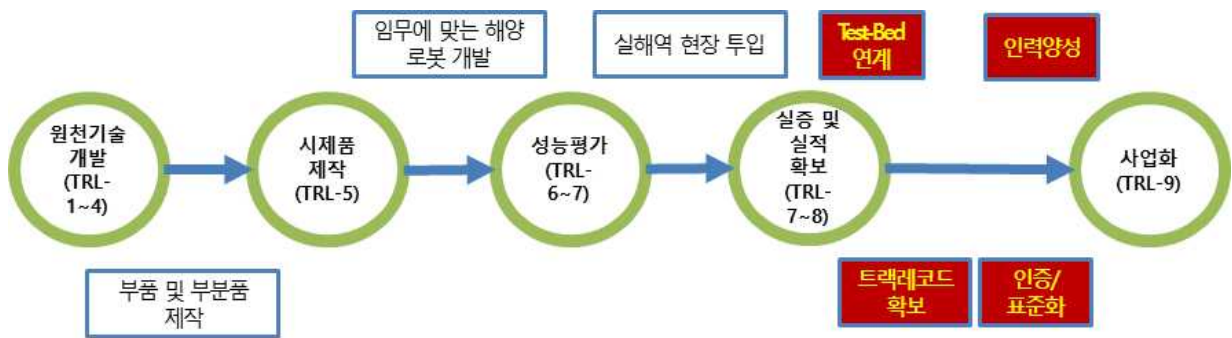
[해외 해양로봇 활용시장 조사]

□ 해양로봇 전주기 및 선순환적 생태계 정의

○ 해양로봇 전주기 정의

- 해양로봇의 개발 전주기 : 기술수준(TRL)을 기준으로 제시

- 원천기술 개발 단계 : TRL-1~4
- 시제품 제작 단계 : TRL-5
- 성능평가 단계 : TRL-6~7
- 실증 및 실적 확보 단계 : TRL-7~8
- 사업화 단계 : TRL-9



[해양로봇 R&D 전주기]

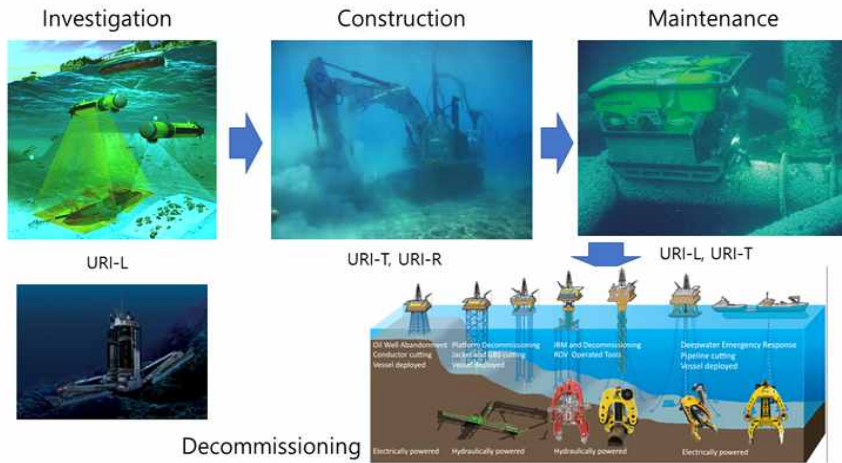
- 해양구조물 건설과 수중건설로봇의 전주기

<해양구조물 건설의 전주기>

- 해양구조물 입지에 대한 조사
- 구조물 시공
- 운영 및 유지관리
- 해체작업

=> 해당 전과정은 수중건설로봇에 동일하게 적용될 수 있음.

**전주기적 해양구조물 건설과 수중로봇**

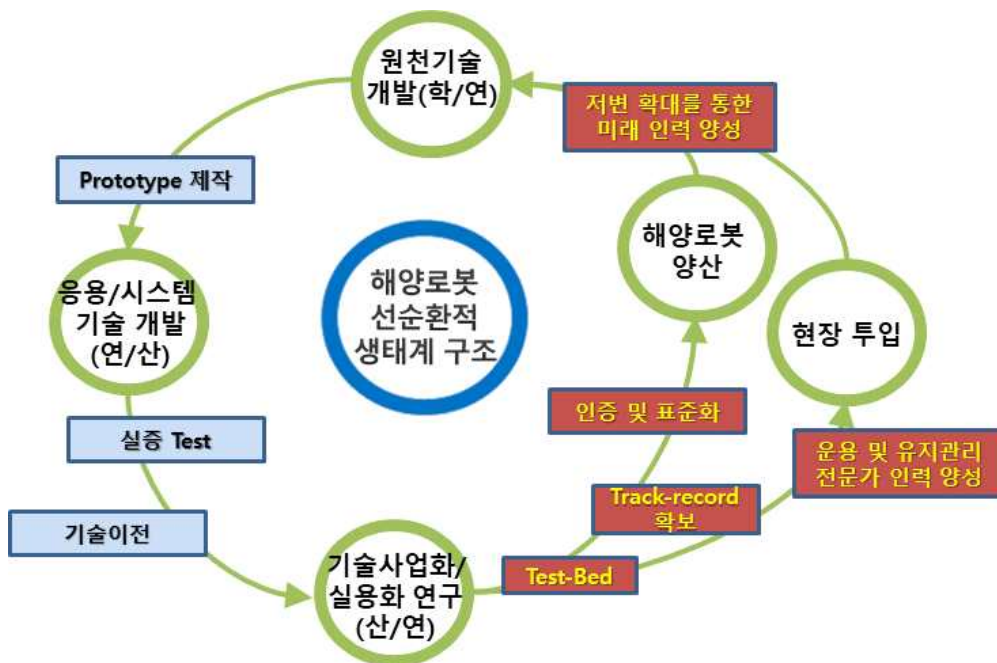


[해양구조물 건설과 수중건설로봇의 전주기]

○ 해양로봇의 선순환적 생태계 정의

- 원천기술 개발
- 응용/시스템 기술 개발
- 기술사업화/실용화 연구
- 해양로봇 양산 또는 현장 투입
- 개발 투자

- 위의 각 단계가 유기적으로 연결되어 선순환적 생태계를 구성함.



[해양로봇의 선순환적 생태계 정의]

## □ 비전 및 목표 수립

### ○ 연구개발 비전 수립

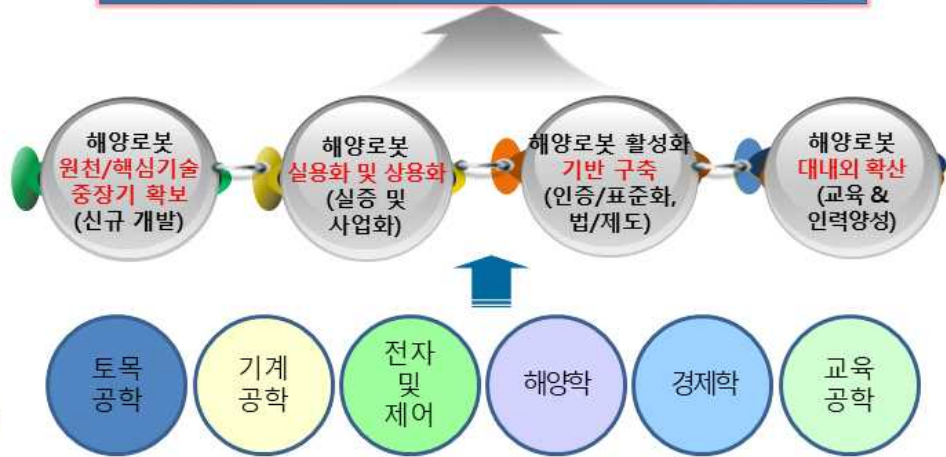
- 해양로봇의 선순환적 생태계 조성 및 운용을 통한 2040 해양로봇 분야 세계 3위권 도약

## 비전

해양로봇의 선순환적 생태계 조성 및 운용을  
통한 2040 해양로봇 분야 세계 3위권 도약

## 목표

## KEY TECH.



### ○ 분야별 세부 목표 수립

- 해양로봇 원천/핵심기술 중장기 확보 (신규 개발)

## 목표 #1

해양로봇 원천/핵심기술 중장기 확보

## 세부 목표

해양로봇 핵심부품  
및 부분품의 국산화  
기술 확보를 통한  
기술 경쟁력 강화

국가 현안 또는  
사업화 목적 해결에  
직접적으로 도움이  
될 수 있는  
로봇 시스템 개발

IT, AI 등 기반 핵심기술  
(항법기술, 운용기술,  
자동화 기술) 확보를  
통한 미래 선도

- 해양로봇 실용화 및 상용화 (실증 및 사업화)

목표 #2

해양로봇 실용화 및 상용화 (실증 및 사업화)

세부 목표

UTEK 및 시험평가선 활용을 통한 실증데이터 확보

해양로봇 연구개발 결과 적용을 위한 테스트베드 구축

기술사업화 프로그램 확대를 통한 해양로봇 상용화 실적 20% 이상 확보(2040년 기준)

- 해양로봇 활성화 기반 구축 (인증/표준화, 법/제도 개선)

목표 #3

해양로봇 활성화 기반 구축 (인증/표준화, 법/제도 개선)

세부 목표

해양로봇에 대한 국제 표준 선점과 인증체계 구축 (2035년 목표)

국내 해양로봇 활성화를 위한 체계적인 법/제도 마련

- 해양로봇 대내외 확산 (교육&인력양성)

해양로봇 대내외 확산 (교육 & 인력양성)

전문인력 역량강화

전문화된 교육과 실습으로 해양 및 수중 로봇 분야 전문인력 직무 경쟁력 강화



미래인재 육성

해양 산업에 대한 관심 증대와 4차 산업혁명 시대에 요구되는 역량을 보유한 해양 수중로봇 인재 양성





## □ 전주기를 고려한 세부 추진방향 도출 및 실행계획 수립

### ○ 해양로봇 원천/핵심기술 중장기 확보 분야

#### - 양식장 환경개선작업용 해양로봇 시스템 개발 제안

<p>과제명</p> <p>연구기간</p> <p>총사업비</p> <p>연구개발 필요성</p>	<p>양식장 환경개선작업용 해양로봇 시스템 개발</p> <p>2021년 ~ 2024년 (4년)</p> <p>280억원 (40+100+80+60)</p> <p>현재 해양환경을 개선하기 위하여 다이버와 선박을 이용하여 작업을 수행하고 있음. 하지만 작업 전후에 대한 결과비교를 수행하지 못하고 있으며, 오염정도에 따른 적절한 작업방식을 선택하기 불가능함</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>일반 해역의 경우 해양환경공단, 한국어촌어항협회에서 지속적으로 해양환경개선 작업을 수행 중이나 양식장의 경우 양식장 주인이 직접 청소를 수행하여야 하기 때문에 실질적으로는 거의 청소가 되지 못하고 있음</li> <li>완도, 고흥의 경우 페어구들이 수중에 떠있거나 해저면에 얽히기 쌓여 있으며, 통영의 경우 양식장 하부에 최대 3m 이상 오염퇴적물이 쌓여 심각한 상황임</li> <li>해양수산부 양식산업과에서도 이에 대한 심각성은 인식하고 있으나, 이에 대응할 장비가 없으며, 작업결과를 확인할 수 있는 방안이 없어 이에 대한 연구가 절실히 필요한 상황임</li> </ul> <p>연구개발 최종목표</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>양식장 환경개선 작업을 수행할 수 있는 해양로봇 개발</li> <li>1차년도             <ul style="list-style-type: none"> <li>수요자의 요구사항 도출</li> <li>작업 시나리오 도출</li> <li>개념/기본설계</li> <li>환경영향 변화에 따른 양식생물 영향인자 도출</li> </ul> </li> </ul>
--	---	--

#### - 수중추진기, 수중커넥터/케이블 국산화 기술개발 제안

연구과제명	핵심 상품 개발 명
연구 목표	5.5kW급 스마트 수중추진기 개발 및 상용화
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>토크, 회전속도 등 수중 추진기 운용 특성에 최적화된 중형급(5.5kW급) 고효율 BLDC 모터 개발</li> <li>수중 추진기 운용 특성 및 추진 효율성 향상을 위한 맞춤형 브로콜러 개발</li> <li>통신연결, 핵심부품, 누수상황 등을 자가 인식/진단 할 수 있는 스마트 추진기 제어기술 개발</li> <li>스마트 추진기 제작 및 고압 챔버 등을 이용한 성능 평가</li> <li>수조 및 실제 해역 실험을 통한 성능 평가</li> <li>국제 인증 등을 통한 상용화 기반 구축</li> <li>수중추진기는 ROV 및 AUV 등 수중로봇 추진성능을 담당하는 필수적인 핵심 장치임에도 불구하고, 국내 기술은 연구개발이 가능한 수준인 반면 수입의존도가 매우 높음</li> </ul>
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중 추진기의 고장은 수중로봇 전체를 구동에 직접적인 영향을 미치는 핵심 부품임에도 불구하고, 고장에 따른 높은 수리비용 및 긴 수리 기간 등 막대한 유지보수 구조를 가지고 있는 실정</li> </ul>
기술개발 및 시장동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국해양대학교에서는 300W급 BLDC모터를 기반으로 수중추진기를 개발한 바 있음. 무게는 1.3kg으로 소형 수중추진기임. Technadyne의 300W 유사 수중추진기와 비교하여 전후방 추력이 16%, 12% 개선된 성능을 보였음</li> <li>수중추진기 관련 분야의 연구 개발도 활발히 진행되고 있으나, 추진기 핵심부품 국산화에 어려움을 겪으면서 제품화 단계에 이르지 못하고 있는 실정</li> <li>해양로봇을 생산하는 주요업체(GMD, Forum, Seeye, Ocean Robotics 등)들은 대다수 수중추진기를 자체적으로 개발/생산하고 있음. 자사의 해양로봇을 구입한 구매자에게는 수중추진기를 부품으로 판매하나, 자사의 해양로봇 비구매자에게는 개별 수중추진기 판매하는 것을 사양하고 있음</li> <li>수중추진체 산업을 선도하는 대표적인 국외기업으로는 미국의 Technadyne사가 있으며, BLDC 모터 기반의 0.1kW-12kW 급의 다양한 제품군의 추진기 제품을 생산/판매하고 있음</li> </ul>
예상 결과물	실시간 고장진단 및 예지기능을 갖는 5.5kW급 스마트 수중추진기


연구과제명	핵심 상품 개발 명
연구 목표	수심 3,000급 수중커넥터 및 수중케이블 개발 및 상용화
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>3,000m 급 다양한 수중 커넥터 및 소형 연결 케이블(내부식, 내압 고려) 세부 기술 개발</li> <li>각 connection type에 대한 수중 커넥터(약 30여 종 이상) 제작</li> <li>개발 및 제작된 수중 커넥터에 대한 고압 챔버(360bar 이상)를 이용한 성능 평가</li> <li>개발 수중 커넥터의 국제 인증을 통한 상용화 기반 구축</li> </ul>
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중커넥터를 공급받지 못할 경우, 해양로봇이나 해양장비의 연구개발 및 제작이 불가하여 운용 및 유지관리 측면에서도 타격을 받음</li> <li>수중 커넥터는 해양장비 및 해양로봇의 주요 모듈간의 전원/통신을 제공하는 핵심 부품이나, 국내 기술 미비로 인해 해외에서 저의 전량 수입하고 있는 실정임</li> </ul>
기술개발 및 시장동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>LS전선은 압밀리필케이블과 같은 하이브리드 케이블을 제작하여 해상풍력시공 등에는 활용하고 있으나, 국내에서 충분한 검증 받지 못했다든 이유로 국내 해양로봇 개발 시에는 외면받고 있음</li> <li>국내 중소기업에서 개발한 수중커넥터/케이블은 제작한 회사가 자체적으로 주도 사용하며, 분실되어도 부담이 적은 취미용 해양로봇에 극소수 적용되고 있음. Observation class 이상의 해양로봇에서는 국내 중소기업이 개발한 수중커넥터는 사용되지 않고 있음</li> <li>국내에서 개발되고 있는 대다수의 해양로봇에는 수중커넥터/케이블은 수입제품을 하여 사용하고 있는 것이 현실임</li> <li>고위험산을 위하여 광통신용 하이브리드 타입의 수중 커넥터를 만들고 있음. 하이브리드 타입은 기존 구리선과 광섬유를 동시에 사용하는 커넥터 방식임. 현재는 순수 광통신 전용 수중커넥터도 제작하고 있으나, 해양로봇에는 대부분 하이브리드 타입의 수중커넥터/케이블을 사용하고 있음. (구리선:전원, 광섬유:통신)</li> <li>AUV(Autonomous Underwater Vehicle)의 운용효율을 높이기 위하여 유도 방식의 커넥터가 개발되고 있음. 해당 커넥터는 플랫폼과 접촉되지 않아다</li> </ul>

○ 해양로봇 실증 및 실용화 추진 분야

- 수중건설로봇 실증 및 확산 사업 제안


과제명	수중건설로봇 실증 및 확산
연구기간	2023년 ~ 2026년 (4년)
총사업비	285억원 (75+75+75+60)
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내 해양로봇 산업시장은 신규시장으로 인식되어 관련 산업이 성장하기 어려운 것이 현실임.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>해양로봇은 사람이 수중에 들어가 작업하기 어려운(장시간/대수심) 중구조물 건설/해체(해저터널, 조장대교, 해양플랜트 건설/해체 등)에 다양하게 사용될 수 있어 이에 대한 활용 및 확산이 필요함.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>국비를 통해 수중건설로봇이 실제 현장에 투입되어 이윤을 창출하는 본격적인 사업화 및 해당 시장 창출할 수 있도록 확산사업을 지속적으로 수행하는 것이 포함.</li> </ul>

- 기 개발 해양로봇 사업화 유도 사업 제안

과제명	기 개발 해양로봇 사업화 유도
연구기간	2021년 ~ 2024년 (4년)
총사업비	80억원 (20+20+30+10)
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내에서 다양한 해양로봇이 개발되었음. 반면 개발이 후 본격적인 활용 또는 사업화가 되지 못했음. 특히 KIO-가온의 경우 KIOST 원내 사업으로 개발되었으며 원내 수요 및 정부 요청에 대응하여 다양한 지원작업을 수행을 한 바 있음. 하지만, 아직 해당 장비를 기술이전 및 사업화를 수행하지는 못하였음.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>현재 정부는 기 개발된 해양로봇을 활용/사업화를 권장하고 있으나, 해양로봇 시장이 활성화되지 못하여 사업화되지 못하고 있음.</li> <li>기 개발되었으나 사업화되지 못한 해양로봇을 조사하여 이를 활용할 수 있도록 사업화를 유도하는 것이 필요함.</li> </ul>
연구개발 최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>기 개발된 국내 주요 해양로봇 사업화 수행</li> </ul>
연구개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>1차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업화 가능한 국내 기 개발 해양로봇 조사</li> <li>- 수요자 니즈 분석</li> <li>- 해양로봇 투입시장 분석</li> <li>- 기 개발 해양로봇 성능 고도화 (I)</li> </ul> </li> <li>2차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양로봇 투입시장 확보</li> <li>- 기 개발 해양로봇 성능 고도화 (II)</li> </ul> </li> </ul>

○ 인증 및 법/제도 개선 분야

- 해양로봇시스템의 성능시험 인증체계 구축 사업 제안

과제명	해양로봇시스템의 성능시험 인증체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 시험평가체계 분석</li> <li>- 시험평가장 기반 조사</li> <li>- 인증 및 표준화 절차 조사</li> <li>- 관련 기존 법/제도 분석</li> <li>• 2차년도                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험평가방안 도출</li> <li>- 시험평가장 설계</li> <li>- 성능시험 절차서 작성</li> <li>- 성능시험 인증을 위한 법/제도 개선 조안 마련</li> </ul> </li> <li>• 3차년도                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험평가체계 구축</li> <li>- 시험평가장 구축</li> <li>- 성능시험 인증 기반 구축</li> <li>- 현장/전문가 의견이 반영된 개선 조안 수정</li> </ul> </li> <li>• 4차년도                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험평가 수행</li> <li>- 시험평가장 보완</li> <li>- 성능시험 인증 획득</li> <li>- 성능시험 표준화 기반 구축</li> <li>- 성능시험 인증을 위한 법/제도 개선안 제시</li> </ul> </li> </ul>
연구기간	2021년 ~ 2024년 (4년)	
총사업비	470억원 (80+120+120+100+50)	
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개발장비들의 성능시험은 임의적 주관적으로 수행되어 결과값의 객관성이 부족함. 또한 전용선박이 없어 원활한 성능시험이 어려움. 대상물에 대한 객관적인 성능시험을 수행하는 체계가 필요함.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양수산부에서 추진 중인 해양신기술에 대한 표준화된 검증체계가 필요함. 수중로봇 복합실증센터와 시험평가선에서 수행가능한 성능시험과 연계하여 인증체계를 구축하는 것이 필요함.</li> </ul>	
연구개발 최종목표	• 해양로봇시스템의 성능시험 인증체계 및 표준화 기반 구축	
연구개발	• 1차년도	
주요 결과물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 시스템 성능시험 인증 획득</li> <li>• 성능시험 인증을 위한 법/제도 개선안 보고서</li> </ul>	

- 우수 연구개발 혁신제품 지정' 제도(안) 제안

<p><input type="checkbox"/> 권의 사항 (제도와 지정)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중로봇건설장비 3종은 그동안 일본 케논사의 장비 등 해외장비 사용이 거의 100%에 가까운 실정에서 수입대체사업으로 추진되었던 사업으로 장비의 상용화를 통한 제작기술 100% 국산화를 위하여 특단의 대책이 필요한 상황</li> <li>• 최근 국내 경기 침체에 따른 소득주도성장파 일본과의 무역전쟁으로 인하여 국가기관의 조기 발주가 추진되고 있어 금년 1월 실용화가 진행되었음에도 불구하고 한 건의 실적도 거양 하지 못할 상황</li> <li>• AI 및 5G 등 4차산업과 연계된 신산업으로 육성할 필요성과 해양 분야 국제 경쟁력 확보를 위한 필수 사업이며 국책연구기관에서 제작하여 기 검증을 완료하였고 관계 법규상 절차가 간소화된 제도임을 고려하시어 조속한 시일 내에 제도마련과 지정을 권의 드림</li> </ul>
---

○ 교육 및 인력양성 분야

- 해양로봇 교육 및 인력양성을 위한 프로그램 제안

표 4.4.2 프로그램 과정보고 개요 (요약)

구분	담당일		캠프형		기초학습	해양로봇 메이커 해양로봇 코딩학습 해양로봇 코딩	해양로봇 메이커 해양로봇 코딩학습 해양로봇 코딩 해양로봇 코딩	해양로봇 메이커 해양로봇 코딩학습 해양로봇 코딩 해양로봇 코딩
	기초1	기초2	심화1	심화2				
일수	반일	전일	2일	3일				
시간	3시간	6시간	12시간	18시간				
대상	청소년	청소년/대학생	청소년/대학생/일반인	청소년/대학생/일반인				
인원 (팀구성)	20명 (개별)	20명 (2인1팀)	20명 (2인1팀)	20명 (2인1팀)				
내용	해양로봇	해양로봇	해양로봇 기초학습	해양로봇 기초학습				
유사사례 (주최기관)	꿈길 (교육부)	지역특화진로체험 (교육부)	캠프 (교육부)	캠프 (시정)				

표 4.4.4 기초1 과정 세부일정

시간	내용 및 구분	장소
10:00 ~ 10:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개회식, 안전교육 등</li> <li>• 해양로봇 기초학습                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로봇개요</li> <li>- 로봇이론</li> </ul> </li> </ul>	교육정비동
10:50 ~ 11:00	휴식	
11:00 ~ 11:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 기초학습(계속)                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로봇체험</li> </ul> </li> </ul>	본관(4층) 시뮬레이터실 → 본관(1층) 회류수조 → 본관(1층) 메인수조 → 교육정비동
11:50 ~ 12:00	휴식	
12:00 ~ 12:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 기초학습(계속)                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로봇체험(계속)</li> </ul> </li> </ul>	교육정비동
12:50 ~ 13:00	• 마무리	교육정비동

표 4.4.7 심화2 과정 세부일정

차수	시간	내용 및 구분	장소
1일차	10:00 ~ 11:50	• 해양로봇 기초학습	교육정비동 → 본관(4층) 시뮬레이터실 → 본관(1층) 회류수조 → 본관(1층) 메인수조 → 교육정비동
	11:50 ~ 12:20	점심식사	
2일차	10:00 ~ 11:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 기초학습(계속)                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 메이커</li> <li>• 해양로봇 코딩학습</li> <li>• 해양로봇 코딩</li> </ul> </li> </ul>	교육정비동
	11:50 ~ 12:20	점심식사	외부식당
	12:20 ~ 16:00	• 해양로봇 투어(계속)	방문기관2



## □ 로드맵 수립

○ 해양로봇에 대한 PI Mapping을 정리하여 나타냄.

- 핵심기반 분야 : 기초 원천기술 개념으로 핵심부품, 자율주행, 운용기술 등 포함
- 산업융합 분야 : 해양로봇 시스템의 개념으로 심해시추로봇, 군집로봇, 레저로봇 등이 포함.
- 인력양성 분야 : 개발 기술에 대한 운용 및 교육 프로그램 등으로 구성
- 제도 분야 : 해양로봇 활성화를 위한 법/제도적 장치에 대한 내용임.
- 정책 분야 : 국가 정책 차원에서 접근 및 지원할 부분임.



○ 4개 분야에 대한 상호 연계를 나타낸 것으로, 궁극적으로 해양로봇의 선순환적 생태계를 구축하기 위해서는 4개 분야 모두 간 연계가 체계적으로 잘 이루어져야 할 것임.



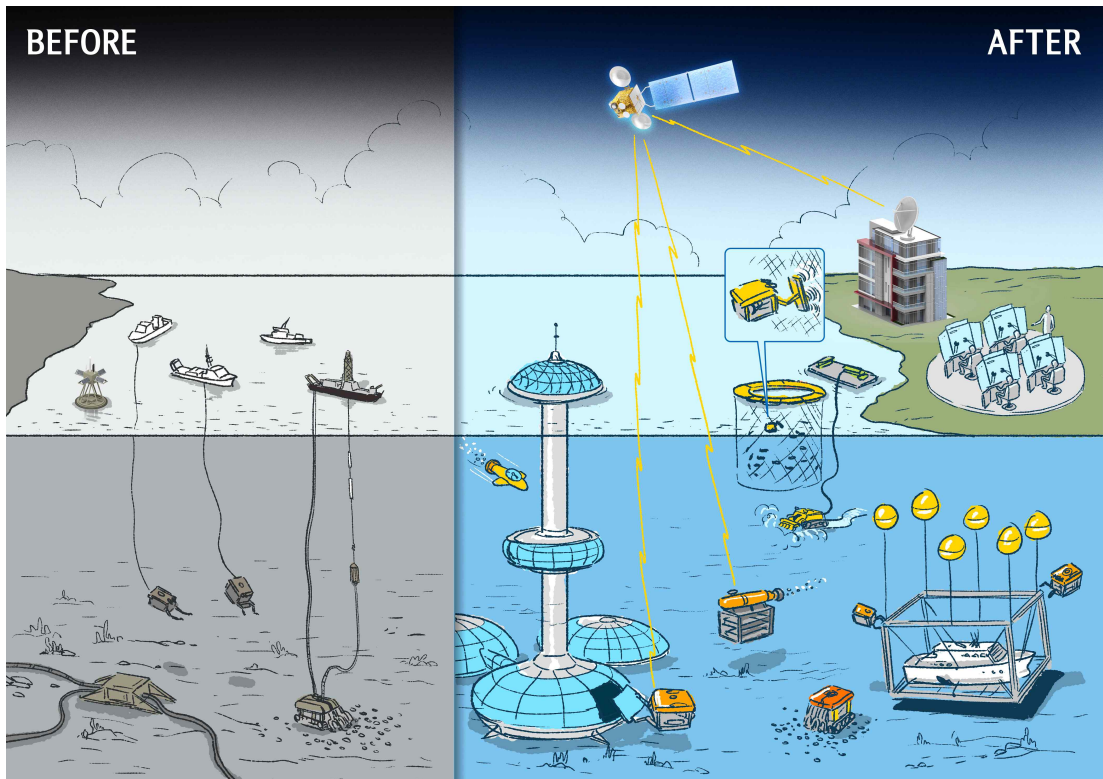
○ 해양로봇에 대한 선순환적 생태계를 구축을 위한 4개 분야의 로드맵을 통합

○ 2040 개념의 중장기적인 로드맵을 제시



구분	2020~2025 (구축 단계 #1)	2026~2030 (구축 단계 #2)	2031~2035 (안정화 단계)	2036~2040 (운영 단계)	추진 방안 (구축 / 운영)
해양로봇 원천/핵심 기술 중장 기 확보	해양로봇 핵심 부품 및 부분품 기술 확보 및 상용화 수중 컨넥터 & 추진기 (2021~2025) / 슬립링 & 소나시스템 등(2025~)				국가 R&D / 민간 기술이전
	해양안전로봇 시스템, 상용화 로봇 시스템 구축 (2022~2030)		R&D 개발 시스템 실증 및 운용, 추가 연구개발 (2029~)		국가 R&D / 운영 주체(해경 등)
	IT, AI 연계 핵심기술 개발 (2022~2030)		IT, AI 기반 핵심기술 운용 및 신규 과제 연계		국가 R&D / 민간 기술이전
	UTEC 및 시험평가선 연계 실증 연구				KIOST 운용 / 민간 활용
해양로봇 실용화 및 상용화	서해권 T/B (ex. 새만금) 구축 (2022~)	테스트베드(T/B) 운용 및 활용			국가 R&D + 지자체 예산 / 국가(ex. KIOST 또는 민간 위탁 운용
	동해권 T/B (ex. 가스전) 구축 (2022~)				
	남해권 T/B (ex. 양식장) 구축 (2023~)	기존 R&D 결과물의 실증 및 확산 (2021~ 2030)			국가 R&D/민간 주관
	해양로봇 활용 OOI 시스템 구축 및 운용				국가 R&D/KIOST 운용
해양로봇 활성화 기반 구축	해양로봇 표준화 체계 구축 (2023~2028)	해양로봇 글로벌 스탠더드 확보 (2029~2035)			국가 R&D / 국가 (ex. KIOST) 또는 민간 위탁 운용
	해양로봇 인증 시스템 구축 (2026~2032)		해양로봇 인증 기관 운용 (2033~)		
	해양로봇 활성화를 위한 법/제도 개선 (2020~2032)				해양부 주관
	상용화 추진을 위한 기술 사업화 프로그램 운영				KIMST 주관
해양로봇 대내외 확산	UTEC 교육 체험동 구축 (2020~2021)	UTEC 교육 체험동 운용 (2022~)			지자체 예산 / KIOST 운용
	해양로봇 기반 교육/훈련 프로그램 구축(2022~2026)	해양로봇 기반 교육/훈련 프로그램(아카데미 등) 운영 (2026~)			국가 일반예산 / 대학교 운용
	해양로봇 경진대회 개최 및 세계대회 출전 지원 (2022~)				일반 예산 / KIOST 운용
	해양로봇 직업 혁신센터(가칭) 설립 및 운용 (2023~)				국가 일반예산 / 민간기업운용

○ 2040 미래상 제시



#### 4. 연도별 연구성과의 의의

구분	주요 내용
자체 종합 평가 의견	<ul style="list-style-type: none"> <li> <p>□ 미래선도사업 추진 방법의 적절성 및 성실성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원내 뿐만 아니라, 원외(국내 및 국외) 해양로봇 전문가를 최대한 활용하여 다양한 정보를 파악하고 의견을 수렴하고자 함. (전문가 자문회의 3회 및 전문가 토론회 개최, 대외 기관 방문 다수)</li> <li>- 단순한 나열식의 중장기 계획 수립을 지양하고 실질적인 해양로봇 선순환 구축을 위한 전략 제시 및 세부 추진계획 수립</li> </ul> </li>   <li> <p>□ 수행 결과의 우수성 : 해양로봇 관련 현황 및 국내 역량 분석, 선순환적 생태계 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양로봇 개발 및 활성화와 관련한 국내 및 KIOST의 현 주소를 파악할 수 있었음.</li> <li>- KIOST 미션과 연계하여 향후 해양로봇과 관련하여 추진할 분야에 대해 정립하는 것이 필요하다는 점을 강조</li> <li>- 해양로봇의 선순환적 생태계를 4개 분야(①해양로봇 개발뿐만 아니라 ②해양로봇 실증 및 실용화 추진 ③인증 및 법/제도 개선 ④ 교육 및 인력양성)의 유기적인 연계로 정의하고 전방위적인 활성화를 위한 방안 제시</li> </ul> </li>   <li> <p>□ 수행 결과의 우수성 : 4개 분야별 세부 추진 계획 수립</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4개 분야에 대해 추진 전략 및 세부 추진 방안에 대해 제시함.</li> <li>- 일부 분야에 대해서는 R&amp;D 사업 추진 또는 법/제도 제안 등 가시적인 성과물(<u>해양로봇 부품과 관련하여 신규과제 제안 및 중기재정에 포함, '우수 연구개발 혁신제품 지정' 제도를 해양부(해양과학기술정책과)에 건의</u>)로 도출되었음. (세부 내용은 아래 'III. 향후 연구방향 및 성과활용 계획'에 작성하였음)</li> </ul> </li>   <li> <p>□ 수행 결과의 우수성 : 2040 미래상 제시</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양로봇이 활용되는 2040년 예상 미래상을 그려봄으로써 해양로봇의 발전상을 예측해보고자 함. (2005년 marinetopia 개념과 유사)</li> <li>- 일반인들이 이해하기 쉬운 수준으로 작성하여 대국민 홍보 및 해양로봇에 대한 저변확대를 꾀하고자 함.</li> </ul> </li> </ul>

III

향후 연구방향 및 성과활용 계획 (종료과제만 작성)

구분	주요 내용
연구 결과물의 활용성	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 해양로봇 선순환의 4개 분야(①해양로봇 신규 개발, ②해양로봇 실증 및 실용화 추진 ③인증 및 법/제도 개선 ④ 교육 및 인력양성)에 대해 전략 수립 및 결과물 바탕 활용               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양로봇 신규 개발 : 수요조사를 바탕으로 <u>해양로봇 부품과 관련하여 신규과제 제안 및 중기재정에 포함-해양개발과 및 KIMST 협의 완료</u></li> <li>- 해양로봇 실증 및 실용화 추진 : 수중건설로봇 실증 및 확산사업(2단계 사업)과 연계하여 실제 현장 투입, <u>해양로봇 활성화를 위한 전문가 토론회 개최</u>를 통해 실질적인 실용화 방안 검토</li> <li>- 인증 및 법/제도 개선 : 법/제도 분야에 대해서 실제 현장 관계자와 협의를 통해 <u>‘우수 연구개발 혁신제품 지정’ 제도를 해양부(해양과학기술정책과)에 건의하여 현재 진행 중</u></li> <li>- 교육 및 인력양성 : 포항 UTEC(수중로봇복합실증센터)의 신규 지자체 사업으로 교육동 신설 계획과 연계, <u>교육 및 인력양성 프로그램 개발에 대해서 해양부(해양개발과)에 건의</u>, 지자체(경상북도 및 포항시) 대상 교육동 활성화에 대한 논의 계획</li> </ul> </li> <li>□ 기타 활용 분야               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양로봇의 전주기를 고려한 선순환 전략을 KIOST가 확보함으로써 관련 지침, 국내외 해양로봇 생태계의 미래 로드맵을 선제적으로 제시 가능</li> <li>- 해양로봇 관련 신규 R&amp;D 수행 시 KIOST가 주도적으로 산학연 연구 추진체계를 확립 가능</li> <li>- 해양수산과학기술 교육/훈련 정상화를 통한 양질의 전문인력 확보 방안 제시 및 KIOST 주도권 확보 가능</li> <li>- 해양로봇 뿐만 아니라 해양장비 등에 대한 성능 시험평가 및 국제공인인증체계 운영 및 산업체 지원</li> <li>- 해양로봇 활성화 차원에서 제도 개선 방안의 선례로 활용 가능</li> <li>- 2040 미래상 등 대국민 홍보자료로 활용 가능</li> </ul> </li> </ul>
연구 결과물의 기술적	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 기술적 기대효과               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양로봇 선순환적 생태계 구축을 통한 실용화 실현</li> <li>- 해양수산과학기술 분야 전주기적 인력양성 연계 산업기반 구축 사례 확보</li> </ul> </li> </ul>

<p>경제적 사회적 파급 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양에너지 활용, 해양공간 활용 등 해양무인시스템 기술 확보</li> <li>- 국내 해양로봇 전문 인력 양성 및 기존 인력의 재교육을 통한 인적 인프라 공고화</li> <li>- 해양로봇 전문 인력의 기술력 향상을 통한 기업의 기술경쟁력 강화 및 작업 효율성 향상, 시공 안정성 제고</li> <li>- 해양로봇 분야의 KIOST의 전문성 제고 및 주도적 역할 강화</li> </ul> <p>□ 경제적 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인증체계 확립을 위해 구축된 장비들은 지속적인 유지관리, 교정이 요구되어 관련 중소기업과 컨소시엄을 맺고 지속적인 관리 및 시설 업데이트를 수행. 이처럼 인증체계 구축을 통해 중소기업과의 상생 및 육성을 기대할 수 있음.</li> <li>- 로봇융합기술을 활용하여 다양한 산업분야의 비즈니스 니즈를 창출할 수 있는 창조적 multi-tech 전문인력 양성으로 양질의 창업형 인력양성</li> <li>- 아이디어와 기술을 시도해 볼 수 있는 발판 제공을 통한 수중로봇 산업 활성화 촉진</li> <li>- 수중로봇에 대한 학생 및 일반인의 관심도 제고로 해양문화 저변확대 및 지역경제 발전에 기여</li> <li>- 수요자 및 개발자 자체 연계를 통한 Death Valley 최소화</li> </ul> <p>□ 사회적 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양로봇 성능평가 인증체계 구축은 국내 최초로 시도되는 것으로 해양장비에 관한 신산업을 개척하는 것임.</li> <li>- 이는 국내 뿐만 아니라 세계 표준 및 인증체계에도 전무한 것으로 한국형 글로벌 스탠다드를 제시할 경우 세계 해양로봇 시장에 새로운 지평을 열 것으로 기대됨.</li> <li>- 해양수산 新산업 기자재 관련 표준화 및 시험·인증체계 구축을 통해 대내적으로는 미래 니즈 선제적 대응을 위한 산업 고도화에 기여하고 대외적으로 국내 해양수산 기업 시장 확대 및 수출 경쟁력 강화에 기여</li> <li>- 4차 산업혁명 기술융합으로 연구개발-일자리창출 선순환체계 구현</li> </ul>
------------------------------	---

## II. 신규 사업

(단위 : 억원)

사업명	사전절차			'21예산		검토의견
	법적근거	예타	기본계획	요구	조정	
합계						
해양환경 <10개 사업>				147		
<b>① 해양로봇 핵심 부품 국산화 기술 개발 및 상용화</b> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 5px;">                     &lt;사업개요&gt;                      ▪ 기간 '21~'25                      ▪ 사업내용: 수심 3,000m급 수중 컨넥터 개발 및 상용화, 5.5kW급 스마트 수중 추진기 개발 및 상용화 (국비 70~100%)                 </div>	있음	불필요	있음	24.0	▪ 작성불요 ▪ 해양수산업발전 기본법 제17조4 ◦ 해양수산업부장은 해양과학기술을 향상하게 하고 해양과학기술의 실용화, 산업화를 촉진하기 위하여 해양과학기술개발계획을 세우고 이를 시행하여야 한다. ▪ 제1차 해양수산업과학기술 육성 기본계획('18~'22) ◦ 상용화 중심의 해양첨단장비, 로봇 기술개발 및 실증 추진 - 부품, 소재, 설계, 공정 기술 등 여러 장비에서 활용 가능한 <b>범용 핵심기술 중점 개발</b>	

(세부사업 신규) **Ⅰ 해양로봇 핵심 부품 국산화 기술 개발 및 상용화**

□ 사업개요

○ 사업내용 : 해양로봇의 핵심 부품인 수중 컨넥터, 수중 추진기에 대한 국산화 기술을 개발하고 상용화함.

○ 총사업비(사업기간) : 155억원('21~'25)

(단위 : 억원)

구 분	계	'21	'22	'23	'24	'24이후	비고
총 소요	155.0	24.0	33.0	41.0	40.0	17.0	

○ 사업수행(지원조건) : 해양수산부(국고 70%, 민자 30%)

○ 추진근거 :

① 해양수산발전기본법 제17조의4

◆제17조4(해양과학조사 및 기술개발 등) 해양수산부장관은 해양과학기술을 향상하게 하고 해양과학기술의 실용화, 산업화를 촉진하기 위하여 해양과학기술개발계획을 세우고 이를 시행하여야 한다.

② 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획('18~'22)

- [과제1-2] 전략산업 육성을 위한 상용화 기술 확보

□ 상용화 중심의 해양 첨단장비, 로봇 기술개발 및 실증 추진  
- 부품, 소재, 설계, 공정기술 등 여러장비에서 활용 가능한 범용 핵심기술 중점 개발

□ '21년 요구내용

○ 3,000m 급 수중 컨넥터 세부 기술 개발 및 프로토타입 제작 : 14억원

\* 다양한 형식에 따른 수중 컨넥터 핵심 기술 개발 및 프로토타입 제작 : 9억원

\* 소형 연결 케이블(내부식, 내압 고려) 세부 기술 개발 : 5억원

○ 5.5kW 스마트 수중 추진기 세부 기술 개발 : 10억원

\* 수중 추진기 운용 특성에 최적화된 중형급(5.5kW급) 고효율 모터 개발 : 6억원

\* 수중 추진기 추진 효율성 향상을 위한 맞춤형 프로펠러 개발 : 4억원

□ 반영 필요성

- 해양로봇 및 수중장비 분야의 경우, 부품이나 부분품을 포함하여 시스템 제작을 통합하거나 시스템 제작과 운용을 통합하는 등 해양장비 분야의 기술 독점이 심화되고 있음.
  - \* 전세계 ROV(Remotely Operated Vehicle) 운용 1위 기업인 Oceaneering은 자체적으로 ROV를 생산하고 있으며, 대규모 해양플랜트 설치 업체인 TechnipFMC는 ROV 제작 업체인 Schilling Robotics를 합병하여 ROV 제작 및 운용 등을 통합.
- 최근 이슈가 되고 있는 자국 이기주의 또는 독점 기업의 횡포에 선제적으로 대응하기 위해서는 수중 컨넥터나 수중 추진기와 같은 해양로봇의 핵심 부품에 대한 적극적인 투자를 통해 국산화 기술 확보가 필수적임.
- 수중 컨넥터 및 수중 추진기는 해양로봇에 있어 없어서는 안되는 필수 부품이나, 국내 기술 미비로 인해 해외에서 거의 전량 수입하고 있는 실정임.

□ 사전절차 이행여부(보조사업 적격성 심사 / 예타 등) : 해당 없음

□ 주요 쟁점 : 없음.

□ 대응 방안 및 향후계획

- (대응 방안) 기존 해양로봇의 핵심 부품인 수중 컨넥터 및 수중 추진기 등은 대부분 해외 수입에 의존하고 있어 무역 갈등이 있을 경우 자체 공급이 불가하므로 해양로봇 핵심부품의 제품 국산화를 통해 제품 가격 경쟁력과 유지보수 비용의 절감
  - \* 최근 한일 무역 갈등으로 인해 각 산업 분야의 핵심부품에 대한 독자적인 기술 확보의 중요성 증대
  - 수중 컨넥터와 수중 추진기는 종류가 상당히 다양한 만큼 활용분야가 넓어 해양장비 관련 산업 전반에 시너지 효과 기대
    - \* 수중 컨넥터 시장은 전 세계적으로 2026년까지 약 2.4조 원으로 예상되며, 국제 인증 및 상용화를 위한 실적 확보를 통해 해외 진출 기대
- (향후 계획) ‘해양로봇 핵심부품 국산화 기술개발을 위한 기획연구’(20.1)를 통해 대응논리 마련 및 사업계획서 제출(20.2~)

## 참고 1

# 해양로봇 핵심 부품 국산화 기술 개발 및 상용화

### □ 연구개요

- 목적 : 수중로봇의 핵심 부품 중 수중 컨넥터와 수중 추진기의 국산화 기술확보를 통한 해양장비 기술 경쟁력 강화
- 최종 목표 : ① 수심 3,000m급 수중컨넥터 국산화 기술 확보 및 상용화 추진  
② 실시간 고장진단 및 예지기능을 갖는 5.5kW급 스마트 수중 추진기 개발
- 기간 : 2021년 ~ 2025년(5개년)
- 소요예산 : 155억원  
(수중 컨넥터 개발: 95억원 / 수중 추진기 개발 : 60억원)

### □ 연도별 예산 투자계획

(단위 : 백만원)

구분	총사업비	연도별 투자계획				
		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
합계	15,500	1,000	1,300	1,600	1,500	600
국비(100%)	15,500	1,000	1,300	1,600	1,500	600

### □ 연구내용

#### <제1세부과제> 수심 3,000m급 수중 컨넥터 개발 및 상용화

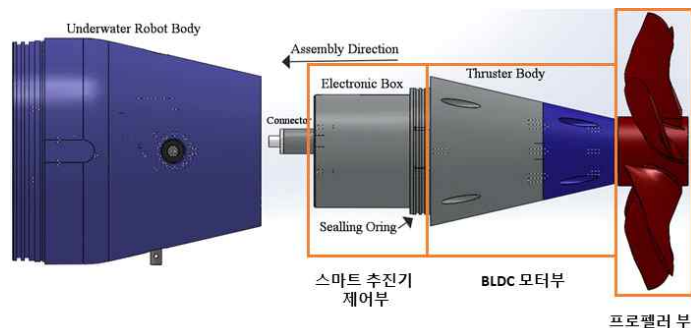
- 3,000m 급 다양한 수중 컨넥터\*) 및 소형 연결 케이블(내부식, 내압 고려) 세부 기술 개발(1차년~3차년)
  - \*) electric, optical fiber, hybrid connection type
- 각 connection type에 대한 수중 컨넥터(약 30여 종 이상) 제작(2차년~4차년)
- 개발 및 제작된 수중 컨넥터에 대한 고압 챔버(360bar 이상)를 이용한 성능 평가(3차년~4차년)
- 개발 수중 컨넥터의 국제 인증을 통한 상용화 기반 구축(4차년~5차년)





## <제2세부과제> 5.5kW급 스마트 수중 추진기 개발 및 상용화

- 토크, 회전속도 등 수중 추진기 운용 특성에 최적화된 중형급(5.5kW급) 고효율 BLDC 모터 개발(1차년~2차년)
  - \* 수심 3,000m 이상 수중환경 대응이 가능한 방수구조 및 회전부 반영구적인 수밀성 확보를 위한 마그네틱 커플링 적용
- 수중 추진기 운용 특성 및 추진 효율성 향상을 위한 맞춤형 프로펠러 개발(1차년~2차년)
  - \* 민감하고 복잡한 제어환경을 개선하고 다양한 운용제어 환경을 지원하는 일체형 타입의 추진기 제어 드라이버 모듈 개발
- 통신연결, 핵심부품, 누수상황 등을 자가 인식/진단 할 수 있는 스마트 추진기 제어기술 개발(2차년~3차년)
- 스마트 추진기 제작 및 고압 챔버 등을 이용한 성능 평가(2차년~3차년)
- 수조 및 실험실 시험을 통한 성능 평가(3차년~4차년)
- 국제 인증 등을 통한 상용화 기반 구축(4차년~5차년)



[스마트 수중 추진기 구성도]

## 참고 2

## 신규사업 체크리스트

항목	질문	답	답변근거 및 자료
1	사업목적이 명확하며 추진근거가 있는가?	예	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자국 이기주의 (예, 일본 수출규제) 또는 독점 기업의 횡포에 대응되며, 수중로봇 관련 산업 전반에 시너지 효과를 주는 사업으로 사업목적이 명확함.</li> <li>○ 「해양수산발전 기본법」 제17조4</li> <li>○ 「제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획(18'22)」</li> </ul>
2	중앙정부가 해야 하는 일인가?	예	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수중로봇 및 부품산업 시장은 해외에서는 활성화 되어 있으나 국내에서는 아직 미개척 분야임. 중앙정부 주도로 시장 활성화를 유도하는 것이 필요함.</li> </ul>
3	다른 사업과 중복 또는 유사하게 사업이 설계되지 않았는가?	예	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 타 사업과의 유사성 없음</li> </ul>
4	사업의 타당성을 객관적으로 검증하는 절차를 거쳤는가?		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현재 추진 중인 기획연구를 통하여 사업의 타당성 검증 가능함.</li> </ul>
5	현재의 사업방식이 가장 효율적인가?	예	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국방, 치안, 해양, 레저 등으로부터 많은 수요가 있으나, 개발비용이 많이 소요되는 해당 제품군은 국비를 통하여 수행하는 것이 타당함.</li> <li>○ 개발된 제품을 기술 이전하여 사업화를 수행하는 것이 가장 효율적인 사업방식으로 판단됨.</li> </ul>
6	현재 추진해야 할 시급성이 있는가?	예	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양로봇 부품의 경우 독점 기업의 횡포가 심하여 고비용 또는 수입자체가 불가능한 경우가 많아 해당 사업의 시급성이 충분함.</li> <li>○ 특정 수중 커넥터 업체의 경우, 발주건수가 100단위 이상 되지않으면 판매 불가를 통보한 사례가 있음. 수중 추진기의 경우, 주문 후 1년 이후에 납품되는 사례도 있음.</li> </ul>
7	사업여건은 성숙되어 있는가?	예	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해양로봇 개발에 참여한 다수의 업체 및 지자체 등에서 해양로봇 시장의 활성화를 시도하려는 의지가 강하여 사업 여건이 충분히 성숙되었다고 판단됨.</li> </ul>

[별첨 #2] 해양로봇 활성화를 위한 전문가 토론회 개최

□ 개요

- 목적 : 해양로봇산업 활성화 방안 모색을 위한 관·산·학·연의 전문가 토론
- 일시 및 장소 : 2019.10.08(화) / 포항 수중로봇복합실증센터
- 토론회 세부 일정

구분	주요 일정	비고
13:00~13:30	·등록	-
13:30~13:40	·참석자 소개	사회: 신창주 박사
13:40~15:50	·주제 발표 - 기획 개요 : 장인성 박사(KIOST) - 로봇 개발 분야 : 이판목 박사(KRISO) - 실용화 분야(기술이전 업체) : 곽한완 부사장(환경과학기술) - 실용화 분야(발주기관) : 이영기 차장(한국석유공사) - 인증 및 법/제도 분야 : 박세헌 박사(KIOST) - 교육 및 인력양성 분야 : 김현식 교수(동명대)	- 발표 : 15분~20분 - 각 분야별 현황 및 개선 사항 제안 형태
16:00~17:40	·토론회 - 관계 : KIMST/해양경찰청 - 산업계 : 한국전력공사/K-Water/경인테크 - 연구계 : KRISO/KIRO	- 좌장 : 장인성 박사 - 주제발표자도 함께 배석



[해양로봇 활성화를 위한 전문가 토론회]

## □ 세부 내용

- 주제 발표자 및 발표 제목
  - 장인성(KIOST) : 해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 KIOST 전략 수립
  - 이판목(KRISO) : 국내 로봇 R&D 현황 및 산업활성화 방안 고찰
  - 곽한완(환경과학기술) : 수중건설로봇 기술이전 및 상용화
  - 이영기(석유공사) : 해양로봇(ROV) 적용 사례 (국내 신규 가스전 개발 계획 제시 포함)
  - 박세현(KIOST) : 해양신기술인증체계 구축을 위한 전략 방안
  - 김현식(동명대학교) : 교육 및 인력양성 분야
  
- 토론회 내용
  - 개발자 및 기술이전 기업체 측면 (경인테크)
    - ROV의 기술이전 이후 운용/정비 기술에 대한 부분이 관리가 어려우며, 장비의 판로 개척이 애로사항이 많음 (방산청, 기품원의 장기적 계획이 있긴 하나 15년 이후의 사업임.)
    - 전문성을 갖춘 인력 수급이 어려운 구조적 문제로 인하여 부득이 외주로 해결하는 실정임.
    - 국내 개발 장비의 특성상 오퍼레이터의 실적 또한 길지 않으나, 해당 요소가 입찰 자격 요건에 제한이 되며, 트랙 레코드를 만들기 위한 기회가 부족함.
    - 이러한 어려움을 해결하기 위하여 기술이전-상용화 단계에서의 공공 사업 투입 지원이 필요함.
    - 장비 투입 및 활용에 대한 제안을 기업측에서 하고, 그 이후 중장기 관리 계획에 반영하여 활용성 증대할시, 발주처와 공급처 모두 이익을 취할 수 있음.
    - 계약을 위하여 선행되어야 하는 조건을 기업은 만족하기 위하여 노력해야 하며, 공공은 개발 장비의 투입이 가능한 프로젝트, 조건, 내용에 대한 검토가 이루어져야함.
    - 시험평가선 선박사용료가 적절하다면 기업개발 장비의 트랙레코드 확보에 큰 도움이 될 것으로 보임.
    - 수중로봇 서비스 요구자/제공자가 서로간의 정보를 공유할 수 있는 단일창구가 있다면 좋을 것 같음.
  
  - 활용 시장 측면 (한국전력)
    - 국내 60MW 케이블 내부망 포설작업 예정이 확정되었음.
    - 한전은 소규모 케이블 포설/기존케이블 유지보수/재매설 시 사용할 소규모 특화 수중로봇을 개발하고자 했었음.
    - 안전은 입찰이 기본이기 때문에 KIOST 장비 적용이 가능한지 검토가 필요함.
    - 수의계약은 힘들어도 공동연구라면 한전 부지에서 공사 시 적용 가능함.
    - 해상풍력 단지에서는 해양 환경 data 획득을 위해 수중글라이더를 사용하는데 관련 장비가 필요함.

- 수중로봇이 개발되면 대규모 해상풍력단지에 활용도가 높을 것 같음.
- 해상풍력단지 건설에 해양로봇 활용 도입을 고려할 때, 내부망 케이블 매설에 적합하며, 향후 해당 시장은 점차 커질 것으로 예상됨.
- 이와 관련하여 수중건설로봇을 도입과 관련하여 어려운 점은 입찰 및 선정 과정이며, 케이블 설치 면허, 오퍼레이터 경력, 트랙 레코드 등이 해결되어야 함.
- R&D 결과물 특성상 위 필요조건을 만족하지 못할 경우, 공동 연구 형태로 활용 제안 가능함.
- 추가적인 수요로는 해상풍력 단지내 환경, 안전 모니터링 분야의 정보 취득과 수중 모니터링 및 리포팅 분야에도 수요가 있음. 이에 투입 가능성 및 전용 장비의 개발 필요성도 검토 바람

#### ○ 활용 시장 관련 (K-Water)

- 중대형 SOC에 대한 점검을 스마트, 안정적으로 하는 것이 트렌드임
- K-Water는 중대형 시설 400개 이상이며, 종류는 항만, 댐, 보, 수문 등 매우 다양하며, 이러한 시설에 ROV를 투입 가능함.
- 그 동안의 수중 분야의 점검은 물을 빼지 않으면 제대로 진행할 수 없었음.
- 이에 수중 분야 안전점검에 대한 사항을 제도화 요청 중이며, 일본의 경우 일부 시행하고 있음. (노후 인프라에 대한 시설물 유지 관리를 법제도화)
- 아라뱃길만해도 수많은 보, 갑문등이 있어 점검할 곳이 매우 많음.
- 단지사업, 친수해양단지(에코델타 등), 낙동강 하구 등 => 유지관리 점검에 활용할 수 있음.
- 11km급 장대 도수 터널을 무단수 상태로 해외 장비를 도입하여 검사 예정이며, 국내 기술로 가능한지 검토가 필요함.
- 일자리 창출을 위해 중소기업지원창구가 존재함. => 기술이 우수하면 홍보/활용 가능함.

#### ○ 활용 시장 측면 (석유공사)

- 시공/보완 시에는 대형 수중장비가 필요함.
- 점검/관측은 소형장비로도 활용 가능함.
- 기존 국내 장비/업체에 대한 정보가 없다.
- 장비 운영업체는 AML에 들어가는 필요 => 국내에는 KTS만 AML에 등록되어 있음.
- 해양산업은 vessel이 필요함. 바지선으로는 해양산업에 적용이 힘들

#### ○ 테스트베드 관련 (KRISO)

- 국내 실증플랫폼 제한적 사용을 해소할 있는 ‘소형 해양무인시스템 실증 플랫폼 구축사업’ 제시 (새만금 내해)
- 새만금 테스트베드의 경우 한화가 해양체계 실험을 안전하게 수행하고자 적극 추진 중임.
- 현재 실험방법 체계 구축되어 있지 않음 (성능인증까지 구축할 고민 중)
- 새만금은 365일 실험이 가능, 소형선박까지 실험 가능함.

- 현재 kriso는 해양쓰레기 수거장비도 연구 중비 중에 있음.

○ End-user 측면 (해양경찰청)

- 연구개발 결과물이 실용화로 이어지지 않는 이유는 유저의 요구사항이 반영되지 않아서임
- 실제 관용 현장 및 사용처의 의견을 반영하여 결과물을 도출한다면 산업계에 또한 자연스럽게 전파가 될 것임
- 구축된 인프라에 대하여 정보 교류 활성화와 적극적 홍보가 필요함.
- 국내 부품 및 장비를 도입하려 해도 신뢰성/안정성/트랙 레코드 등으로 인하여 제외되나, 인증/표준화가 된다면 국산 제품 도입이 가능할 것으로 예상됨.
- 구매된 외국장비는 유지/보수 시 에이전트가 전문가가 아니어서 구매된 장비의 안정적인 활용이 어려움

○ 실용화 측면 (KIMST)

- 사업화하기 위해서는 아이템 선정을 위해서 해양로봇과 해양장비의 범위를 명확히 할 필요가 있으며, 우선순위를 선정하는 것도 필수적임.
- 해양로봇의 사용 범위를 명확히 하여 사용자의 요구사항과 매칭되어야 R&D 결과물에 그치지 않고 시장에 진출할 수 있음.
- 해양기술인증에 대한 분야는 수요가 많지 않기 때문에 신기술로 국한될 필요가 없음. '신'의 개념이 오히려 제한적인 효과를 불러올 수 있음.
- 실증에 대하여 당초 과제기획 때부터 후속사업을 연계할 수 있도록 준비하는 것이 필요한 것으로 보임

○ 실용화 추진 관련 (KIRO)

- 실용화/사업화를 위한 정보 교류를 할 수 있는 창구가 필요하며,이를 통하여 의견이 정책 반영이 되어야 함.
- 이와 같은 사례로 산업부 로봇분야의 경우 '로봇기술정책센터'를 통하여 일원화 및 계획성 구축하고자 함.
- 수중로봇의 경우, 해수부의 정책 방향이 일관성이 없으나 수요처와 공급처의 매칭이 어렵지 않은 분야임.
- 해양로봇의 인증/교육/표준화가 어려운 이유는 무엇인가?
- 시장의 니즈가 수요처별로 명확하기 때문에 표준화가 어려움.
- 운영관련 교육이 필요한 것은 알고 있으나 needs가 너무 작음
- 테스트베드 => 성능인증은 힘들어 보임. 성능시험은 적합한 것으로 보임
- 인증/표준화 대신에 기술성능평가 실시하여 신뢰성을 검증받는 것도 방법이며, 사례로는 무인자동차 성능검증을 위한 화성시 K시티 사례 등임.



### [별첨 #3] 우수 연구개발 혁신제품 지정 : 해양과기정책과 제안 설명 자료

#### □ 추진 배경

- 개발 수중건설로봇의 현장 실용화를 위해서는 R&D 결과물의 실적 확보 차원에서 제도적 지원이 필요함.
- 이에 아래와 같이 ‘우수 연구개발 혁신제품 지정’ 제도를 해양수산부에 건의함. 현재 해양수산부의 검토를 통해 추진 중임.
- ROV 활용과 제작 및 운영기술을 이전받은 3개 기업은 테크놀러지 기업으로 ROV의 실용화사업인 수중건설·토목공사실적이 없는 업체임.
- ROV가 투입될 수 있는 사업은 대부분 정부기관, 공공기관, 자치단체 사업으로 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률에 의하여 경쟁입찰이 불가피하며 시공실적 제한과 사전 적격심사제도(PQ)로 참여가 불가능한 상황
- 또한, 국내에서는 신규로 처음 제작된 침단장비로서 정부품셈이 없으며 유사장비 또한 없어 하도급도 어려운 실정
- ROV 제작 기술특허의 사용은 가능하나 이미 연구기관 등이 보유하고 있는 특허로서 당장 건설기술진흥법에 의한 신기술, 신�특허 등록은 한계가 있는 실정
- 해양수산부가 2013년부터 2022년까지 10년에 걸쳐 117,480백만원을 투입하여 실현하고자 하는 수중건설로봇(ROV)의 국산화 및 상용화와 세계해양플랜트시장 진출의 성공을 위해서는 특단의 대책이 필요한 상황
- 따라서, 2018. 12. 31 개정된 기획재정부의 계약예규 정부입찰·계약 집행기준 제 10조의 14의 우수연구개발혁신제품 지정추진이 필요

#### □ 우수 연구개발 혁신제품 지정제도

- 관련법규
  - 제도를 규정한 법규 : 기획재정부 계약예규 『정부입찰·계약집행기준』 제10조의 13~제10조의 17
  - 관련 법규 : 과학기술기본법 제7조, 제11조 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 제7조, 동법시행령 제26조 제1항 제3호
- 지정요건
  - 『혁신성 인정제품』이란 과학기술진흥법 등 관련 법령에 따른 연구개발사업을 통해서 개발된 제품으로 각 중앙관서의 수요와 연계될 수 있고 각 중앙관서의 장이 다음 각호 사항을 인정한 제품
    - ① 국내 개발제품으로 성능과 품질이 동종 유사제품보다 우수하여 경제적 기술적 파급효과가 큰 제품
    - ② 기존 존재하는 기술을 개선·개량하여 발전시킨 제품으로 성능과 품질이 동종 유사제품보다 우수하여 경제적 기술적 파급효과가 큰 제품

- 지정제도의 절차
  - 우수연구개발 혁신제품 인정제도 운영지침』 마련, 기획재정부장관 협의
  - 관련 분야 전문가와 관계 공무원으로 심의위원회 구성
  - 지정신청 있으면 20일간 지정예정공고
    - 이의신청 있으면 이의신청 있는 날로부터 30일 이내 위원회 심의를 거쳐 결정
    - 이의신청 없으면 바로 위원회 심의 결정
  - 지정정보는 전자조달시스템에 등록, 지정기간은 3년
    - 지정정보 : 제품명, 규격, 성능, 등록업체정보 등
- 우수연구개발혁신제품 지정효과
  - 국가를당사자로하는계약에관한법률 제26조에 의한 수의계약 가능
  - 국가를당사자로하는계약에관한법률 제21조에 의한 제한경쟁입찰 가능
  - 국가를당사자로하는계약에관한법률 제23조에 의한 지명경쟁입찰 가능

#### □ 수중건설로봇(ROV)에 혁신제품지정제도 적용 가능성 검토

- 신기술등록제도와 우수연구개발혁신제품지정제도
  - 신기술 등록제도는 건설기술진흥법에 의하여 국토교통과학기술진흥원에 새롭게 개발된 기술이나 공법을 등록하는 제도로 특허출원과 병행추진
    - 수중건설로봇도 향후 상용화 과정에서 개발되는 기술과 공법을 특허출원과 함께 신기술 등록을 진행할 계획
  - 우수연구개발혁신제품지정제도는 우수한 성능(장비, 기계)과 품질(제품)을 지닌 장비와 제품을 등록하는 제도로 국내에서 새롭게 개발한 우수한 수중건설로봇 (ROV)장비는 혁신제품제정제도에 적합
- 과학기술진흥법 등에 의한 연구사업을 통해 개발된 제품여부
  - 수중건설로봇(ROV)은 과학기술진흥법에 의하여 수립된 제3차 과학기술기본계획의 IT융합신산업 창출분야의 서비스로봇기술 연구사업이며 해양수산부 제2차 해양수산발전기본계획의 해양산업 핵심기술 개발 분야인 해양장비 수중로봇기술 국산화 연구사업으로 진행하였음.
  - 국책연구기관인 한국해양과학기술원(KIOST), 한국로봇융합연구원(KIRO), 선박해양플랜트연구소(KRISO)에 이전하여 연구사업으로 개발한 제품
- 중앙관서 등의 수요와 연계성
  - 수중건설로봇(ROV)은 깊은 수심, 불량한 가시거리, 심한 조류 등 인력 투입이 불가능한 특수환경에 사용되는 최첨단 전문장비로 그동안 외국에서 생산된 장비가 정부의 각종 기간산업에 100% 가까이 활용된 상황
    - HVDC 해저케이블 매설사업(한국전력공사), 해저광케이블 매설사업(KT)

- 잠수함 감지기공사(항만공사), 동해가스전 파이프 매설공사(가스공사) 등
- 금번 국내에서 자체 개발하여 상용화하고 있는 수중건설로봇은 기존 제품보다 우수한 성능으로 다양한 특수환경에 적용할 수 있게 되어 국가기관과 지방자치단체의 특수사업수요가 급증할 것으로 예상
  - 완도~제주간 HVDC 해저케이블 매설사업(한국전력공사), 동해가스전 부유식풍력 발전(가스공사), 해수온도차·조류·조력·파력발전(해수부), 원근해 스마트양식장 수심60m 이상 침몰선박 인양 및 잔존유 제거사업(해수부)
  - 대산화학단지 해저해수관로사업(수자원공사), 해저상수관매설사업(지방자치단체) 등
- 국내개발제품 여부 및 성능·품질 우수성(유사제품 비교)
  - 수중건설로봇(ROV) 3종은 정부산하 국책연구기관에서 정부의 R&D 연구사업비를 투입하여 국내에서 개발한 제품
  - 수중건설로봇(ROV)은 초고속 워터젯, 암반트렌칭 커터와 파쇄기, 수중카메라, 자동항법장치, 탈부착 로봇팔 등을 갖추어 다양한 수중 중 작업이동시에 가능하도록 제작되어 기존에 개발된 국내의 ROV와 비교 할 때 우수한 성능과 품질을 보유하고 있으며 이미 관련 연구평가기관의 성능 및 품질검증서와 실험역 시험성적서를 보유
    - 수중 중 작업은 굴착, 굴삭, 터파기, 고르기, 덮기 등 다양한 작업이 함께 이뤄 져야 하나 기존에 국내에서 개발된 ROV는 준설, 굴착, 터파기 등 하나의 작업에만 전문화 하여 제작
    - 해외에서 개발된 ROV 중에서 쟁기식, 썰매식은 선박에서 견인하여 운영하는 관계로 굴착과 매설을 동시에 할 수 없으며 다소 단단한 모래·자갈층이나 퇴적층 굴착도 불가능 하고, 자유 유형형은 굴착 기능이 미약하고 굴착시 고도유지가 불량
- 파급효과 및 기대효과
  - 경제적 산업적 파급효과
    - 수중장비의 국산화(90%이상 고도화) 및 상용화를 통한 시공능력 향상에 의한 국토 해양 분야의 국제경쟁력을 확보하고
    - 소재, 기계, 전기, 전자 등 후방산업의 동반성장으로 국내기반이 취약한 해양플랜트 서비스 산업기반을 구축하여 새로운 신성장 동력산업으로 육성이 가능
    - 해상풍력발전, 조류·조력·파력 발전단지건설에 따른 해저 구조물과 해저케이블매설 수요가 급증하고 있어 수심 40m이상 중 작업용 수중 건설로봇기술의 고도화와 상용화로 해양에너지 신산업 창출을 도모
    - 세계 해상풍력시장 2020년까지 40GW(한국 2035년까지 10GW), 매년 30조원 시장
    - 해양플랜트해체수요가 급증하고 있으며, 열수광산 및 해저망간괴 개발 등 해저자원개발 수요가 증가하고 있어 새로운 신산업창출 가능
    - 그동안 국내 수중건설로봇 부재로 해외장비가 90%이상 사용되었으나 국산장비개발로 연간 100억원이상의 수입대체효과를 얻게되었으며 2030년 목표인 세계무인수중로봇시장 점유율 5% 달성시 연간 1,250억원 수출성과가 가능

○ 기술적 파급효과

- 현재 해외개발 수중건설로봇은 해저케이블과 파이프라인 매설 전용으로 해양에너지와 해저자원 개발 수요가 증가하면서 요구되는 대형 구조물설치와 해저케이블매설 등 다양한 작업공정이 가능한 다목적 복합건설로봇을 개발하여 국내외경쟁력을 확보
- 수중로봇을 대형화 중량화, 대형화에 따른 유압제어 및 다양한 틀개발, 틀활용 플랫폼 모듈화, 다양한 작업공정 제어기술개발을 달성
- 기존 개발된 수중건설로봇은 해저의 단단한 암반 굴착·굴삭 기능이 미약하였으나 강도 20Mpa 암반층 매설심도 2M까지 가능한 트랜칭커터와 파쇄기를 장착하여 국제적 경쟁력을 획득
- 국내 서남해의 빠른 조류속도에서는 세굴보호가 필수이나 기존개발된 수중건설로봇은 굴착과 매설을 동시에 할 수 없어 보호에 애로가 많았고 공사 기간이 길어졌으나 굴착과 매설 동시 가능토록 기술개발을 하여 경제성과 경쟁력을 동시에 확보
- 기존 개발된 수중건설로봇 보다 작업속도를 현저하게 개선하였으며 대형화 첨단화로 빠른 조류와 탁한 가시거리 등 극한 작업환경을 극복 가능
- 빠른 작업속도와 극한 환경을 극복하는 첨단기술로 공사기간 단축 및 공사단가를 절감하여 기간산업 건설 정부예산을 절감

○ 사회적 파급효과

- 현재 대부분의 국내 수중건설작업은 잠수부를 활용한 재래식 공사를 하고 있어 많은 재난사고가 발생하고 있는 상황
- 잠수시간 한계와 해상조건에 따른 작업시간의 제약 때문에 생산성과 시공 정밀성이 투입비용에 대비하여 많이 부족한 상황
- 무인 수중건설로봇산업의 활성화는 사회적으로 해양안전사고를 예방하고 작업의 효율성을 제고하는 파급효과를 거양

□ 건의 사항 (제도과 지정)

- 수중로봇건설장비 3종은 그동안 일본 케논사의 장비 등 해외장비 사용이 거의 100%에 가까운 실정에서 수입대체사업으로 추진되었던 사업으로 장비의 상용화를 통한 제작기술 100% 국산화를 위하여 특단의 대책이 필요한 상황
- 최근 국내 경기 침체에 따른 소득주도성장과 일본과의 무역전쟁으로 인하여 국가기관의 조기 발주가 추진되고 있어 금년 1월 실용화가 진행되었음에도 불구하고 한 건의 실적도 거양 하지 못할 상황
- AI 및 5G 등 4차산업과 연계된 신산업으로 육성할 필요성과 해양 분야 국제 경쟁력 확보를 위한 필수 사업이며 국책연구기관에서 제작하여 기 검증을 완료하였고 관계 법규상 절차가 간소화된 제도임을 고려하시어 조속한 시일 내에 제도마련과 지정을 건의 드림

# 「해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 전략 수립」 기획연구 보고서

2020년 1월

# 목 차

## Contents

<b>1. 개요</b>	<b>1</b>
1.1 과제의 필요성 .....	3
1.2 과제 목표 .....	5
1.3 선순환적 생태계의 정의 및 분류 .....	5
가. 개요 .....	5
나. '해양로봇의 개발 전주기' 정의 .....	5
다. '해양구조물 건설과 수중건설로봇의 전주기' 정의 .....	6
라. '해양로봇의 선순환적 생태계' 정의 .....	6
1.4 과제 추진 방법 및 일정 .....	7
가. 추진 방법 .....	7
나. 추진 계획 대비 실적 .....	8
다. 추진 체계 .....	9
라. 세부 추진 일정 .....	9
<b>2. 동향 및 역량 분석</b>	<b>11</b>
2.1 국내 동향 .....	13
가. 장비 개발 동향 .....	13
나. 실증 및 실용화 분야 .....	15
다. 인증 분야 .....	16
라. 교육 및 인력양성 분야 .....	23
마. 시장 동향 .....	25
바. 정책 동향 .....	28
사. 특허 및 논문 동향 .....	33
아. SWOT 분석 .....	36
2.2 해외 동향 .....	37
가. 장비 개발 동향 .....	37
나. 실증 및 실용화 분야 .....	41



다. 인증 분야 .....	44
라. 교육 및 인력양성 분야 .....	45
마. 시장 동향 .....	46
바. 정책 동향 .....	50
2.3 KIOST 자체 역량 .....	51
가. KIOST 자체 보유 해양로봇 현황 .....	51
나. 시험평가선 .....	54
다. 해양로봇 관련 KIOST 원내 사업 .....	55
라. 해양로봇 수요조사 .....	57

### **3. 비전 및 목표 수립** **75**

3.1 연구개발 비전 수립 .....	77
3.2 분야별 세부 목표 .....	78
가. 해양로봇 원천/핵심기술 중장기 확보 (신규 개발) .....	78
나. 해양로봇 실용화 및 상용화 (실증 및 사업화) .....	78
다. 해양로봇 활성화 기반 구축 (인증/표준화, 법/제도 개선) .....	79
라. 해양로봇 대내외 확산 (교육 & 인력양성) .....	80

### **4. 세부 추진 내용** **81**

4.1 해양로봇 원천/핵심기술 중장기 확보 분야 .....	83
가. 전략 추진과제 선정 .....	83
나. 전략 추진 과제 및 내용 .....	83
다. 세부 로드맵 .....	84
4.2 해양로봇 실증 및 실용화 추진 분야 .....	86
가. 개요 .....	86
나. 전략 추진 과제 및 내용 .....	89
다. 세부 로드맵 .....	93
4.3 인증 및 법/제도 개선 분야 .....	94
가. 개요 .....	94
나. 해양로봇의 인증체계 구축 .....	94
다. 법/제도 추진(안) .....	95
라. 세부 로드맵 .....	100

4.4 교육 및 인력양성 분야 .....	101
가. 개요 .....	101
나. UTEC 활용 교육 및 체험 시설 운영 .....	102
다. 해양로봇 인력양성 프로그램 구축 및 운영(안) .....	113
라. 세부로드맵 .....	119

## **5. 추진 전략** **121**

5.1 개요 .....	123
5.2 분야별 추진 전략 .....	123
가. 해양로봇 원천/핵심기술 중장기 확보 분야 .....	123
나. 해양로봇 실증 및 실용화 추진 분야 .....	123
다. 인증 및 법/제도 개선 분야 .....	124
라. 교육 및 인력양성 분야 .....	124
5.3 PIE 도표 .....	125
5.4 상호 연계 및 통합 로드맵 .....	126
가. 각 분야별 연계 방안 .....	126
나. 통합 로드맵 .....	127

## **6. 향후 활용 계획 및 2040 미래상** **129**

6.1 활용방안 .....	131
가. 4개 분야에 대한 활용 추진 현황 .....	131
나. 기타 활용 분야 .....	131
6.2 기대효과 .....	133
가. 기술적 기대효과 .....	133
나. 경제적 기대효과 .....	133
다. 사회적 기대효과 .....	133
6.3 2040 미래상 .....	134



## 제1장

# 개요





# 1장 개요

## 1.1 과제의 필요성

### ▣ 현 해양로봇 개발 및 활용의 문제점

- 해양로봇 관련 KIOST의 전략부재로 인한 R&D 방향 설정 미비
- 개발자 위주로 완성된 해양로봇 결과물로 인해 실 산업/연구 현장에 적용에 적용된 사례가 적음
- R&D 결과물(해양로봇)의 Death valley 극복이 어려워 실용화 및 상용화가 힘들
- 해양로봇 산업화를 위한 선순환 고리를 구축하기 위하여 수중건설로봇 사례와 같이 수요자 중심의 R&D 개발 및 운용 필요
- 또한 해양수산부 미션에 맞는 KIOST 역할 수행 필요

### ▣ 해양수산 분야 4차 산업혁명 대응 기술에 기반한 신규 개발 요구 증대

- 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 등 디지털 기술기반 4차 산업혁명이 산업·국가 시스템·사회 전반의 혁신을 촉진
- 특히, 인공지능 수중로봇 및 무인 해양관측·탐사장비 등 스마트 해양수산장비의 시장 규모 증가 예상 ※출처 : 해양수산부(2016), 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획(2018~2022)
- 해양수산 분야도 지능화 기술을 활용하여 성장이 둔화된 해운·물류·수산 산업의 생산성 혁신을 위한 노력이 활발히 진행 중
- 해양로봇 분야의 자립을 위해서는 해양부품 산업에 대한 집중 투자를 통한 국산화 기술 확보도 필수적임.

### ▣ 해양로봇 산업의 시장 수요 충족 및 선점을 위한 실증 기반의 기술경쟁력 확보 요구

- 해양 기후·기상 관측 및 방위, 해양 구난, 수자원 및 해양 영토 감시 등을 위한 해양무인시스템 기술 수요 증대 및 기 개발된 시스템에 대한 활용 요구 증대
- 국내에서 개발되고 있는 해양무인시스템은 급변하는 실해역의 해상 상태로 인한 실증 시험의 어려움과 평가·인증 시설의 부재로 활용 사례가 극히 적음
- 국방, 민간 등 첨단 해양과학기술 수요가 많음에도 불구하고 아직까지 이를 검증할 수 있는 전용 시설이 전무하며, 이는 개발기술의 안정성 및 글로벌 경쟁력 확보의 걸림돌로 작용하고 있음
- 해양무인시스템의 기술 개발 활성화와 활용성 극대화를 위해 새만금 내해와 같이 날씨/파고와 상관없이 실해역과 유사한 운용환경에서 객관적인 시험평가 및 검증을 수행함으로써 해양로봇 선순환을 위한 중요한 축을 마련하는 것이 필요
- 해양관측 및 해저개발 관련 대형 프로젝트(OOI, 해저기지 등)를 추진하여 해양로봇을 적극적으로 투입할 수 있는 계획 수립이 필요

## ▣ 해양로봇 선순환적 생태계 구축을 위하여 인증 및 표준화 구축, 법/제도 지원이 필요

- 전 세계적으로 해양로봇에 관한 인증 및 표준화 체계가 미구축된 상황
- 해양로봇은 그 특성상 해양에서 운용되는 바 안전과 직결되는 장비로 표준 및 인증을 확보할 경우 운용 시 최소한의 안전함을 갖춘 것으로 간주할 수 있으며, 추후 법적 시비를 가려야 할 때 기준으로 활용할 수 있음
- 표준은 해당 제품군의 특성을 만족하기 위한 최소한의 기준으로 신생업체에게 제품개발의 최소한의 목표치가 될 수 있으며 신산업 개척의 창구역할을 할 수 있음.

## ▣ 해양로봇 개발/운용 관련 전문인력 수요 증가에 따른 효율적인 인력양성 필요

- 해양로봇 산업은 소수의 글로벌 메이저 기업들이 시장을 독점하고, 시장 진입장벽이 높아 관련 경험 및 인프라가 부족한 국내 기업 및 인력이 진출하기가 어려움
- 국내에서는 수중건설로봇, 크랩스터, 미내로 등 다양한 해양로봇이 개발되고 있지만 운용인력 확보 미흡으로 시장 진출과 해양 기업들의 성장을 방해
- 해양로봇 인력양성을 위해서는 고가의 장비와 시설, 전문 교육인력이 필요하나 기업 및 학교 차원에서 경제적 부담, 전문 인력 부재, 인식부족 등으로 인하여 전문 교육을 수행하지 못하고 있음. 또한 전문교육기관 및 공급에 대한 계획조차 마련되어 있지 않음
- 해외에서는 장기적 시각에서 수중로봇 관련 전문인력을 양성하기 위해 다양한 수중로봇 경진대회가 개최되고 있으나 우리나라는 수중로봇만 전문으로 하는 정기화된 경진대회가 부재하고, 경제적 부담으로 인하여 국내에서 수중로봇 제작비용과 부품을 지원할 업체가 거의 없어 경진대회 개최뿐 아니라 국제 경진대회 참가조차 어려운 실정
- 旣 구축된 수중로봇복합실증센터를 활용하여 수중로봇, 해양 탐사에 대한 국민적 관심을 높이고 나아가 미래 사업인 해양 탐사를 수행할 수 있는 전문인력 양성이 필요
- 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획( '18 ~ '22)을 통해 연구성과·인프라 공유, 창의·융합형 인재양성을 통해 민간의 연구역량 지원
- 미래 해양분야 4차산업 혁명을 선도하기 위한 해양로봇 및 S/W 개발관련 수요가 증가함에 따라 미래인력 양성이 절대적으로 필요(국정과제)
- 최근 드론에 대한 관심이 높아지고 이를 취미로 하던 사람들이 드론을 하나의 특기로 발전시켜 나아가 직무역량으로 발전시키고 있는 사람들이 많아지고 있듯이 해양로봇의 저변을 넓혀 대중의 관심도를 높이고 이를 직무로 연계시킬 수 있도록 유도하는 것이 필요

## ▣ 해양로봇의 전주기를 고려한 선순환적 생태계 조성으로 해양로봇의 활성화 필요

- 미션에 따른 전주기(예. 수중건설로봇 분야) : 사전조사, 설계, 시공, 유지관리, 해체 등
- 선순환적 생태계 : 개발, 운용, 시험평가, 인증 및 표준화, 교육 및 인력양성 등



## 1.2 과제 목표

### ▣ 최종 목표 : 해양로봇의 선순환적 생태계 구축을 위한 중장기 전략 수립

- 해양로봇 분야의 중장기 비전 및 투자전략체계 수립을 통하여 향후 20년간 관련 국가연구개발 사업추진의 타당성 확보 근거자료 제공
- 해양로봇 분야의 전주기를 고려한 연구개발 분야 설정 및 선순환적 생태계 정립
- 종합적 중장기 로드맵 및 세부 실행계획(Action Plan) 수립

## 1.3 선순환적 생태계의 정의 및 분류

### 가. 개요

- 해양로봇의 선순환적 생태 개념을 정립하기 위해서는 해양로봇 개발 전주기와 해양로봇 활용에 대한 전주기를 먼저 파악할 필요가 있음.
- 즉, 해양로봇의 탄생부터 활용까지 전체 흐름을 먼저 파악한 이후, 이러한 전주기를 최대한 만족하기 위한 선순환 개념의 생태계를 정의하고자 함.

### 나. ‘해양로봇의 개발 전주기’ 정의

- 해양로봇의 연구개발(R&D)에 대한 정의는 기술수준(Technical Readiness Level, TRL)을 기준으로 나타낼 수 있음.
- 원천기술 개발 단계(TRL-1~4)에서 부품이나 부분품 제작 과정을 거쳐 시제품 제작 단계(TRL-5), 그리고 해양로봇 제작 과정을 거쳐 성능평가 단계(TRL 6~7), 실제 현장 투입을 통한 실증 및 실적 확보 단계(TRL-7~8), 그리고 마지막으로 트랙레코드 확보 등을 통한 사업화 단계(TRL-9)까지 이어질 수 있음.

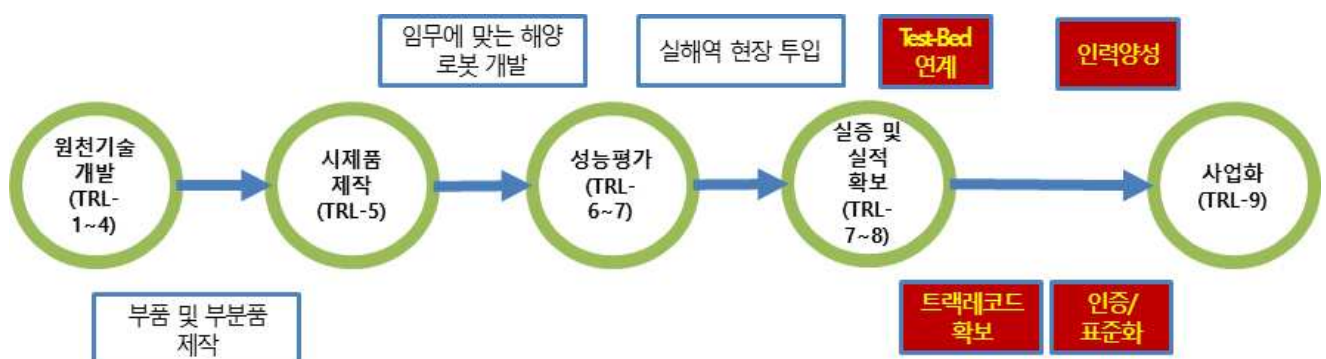


그림 1.3.1 해양로봇 R&D 전주기

## 다. ‘해양구조물 건설과 수중건설로봇의 전주기’ 정의

- 수중건설로봇의 활용 전주기에 대한 한 예로 해양구조물 건설 측면에서 보면, 먼저 구조물의 입지에 대한 조사, 그리고 구조물 시공, 운영 및 유지관리, 해체 작업으로 구분됨.
- 전 과정에 대해 수중건설로봇이 적용될 수 있음

### 전주기적 해양구조물 건설과 수중로봇

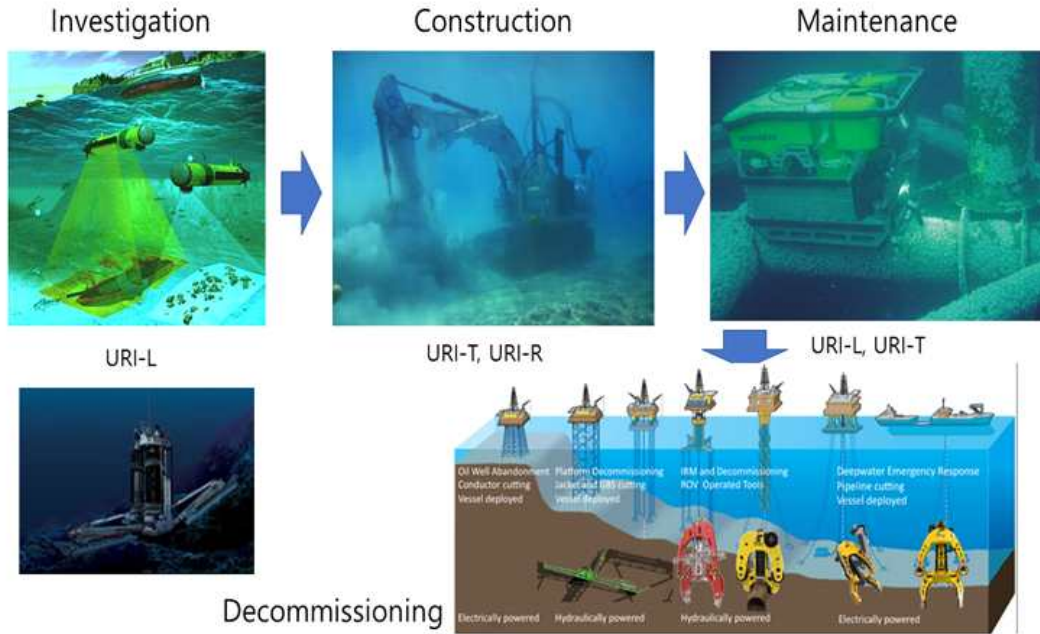


그림 1.3.2 해양구조물 건설로 수중건설로봇의 전주기

## 라. ‘해양로봇의 선순환적 생태계’ 정의

- 해양로봇의 생태계는 원천기술 개발, 응용/시스템 기술 개발, 기술사업화/실용화 연구, 해양로봇 양산 또는 현장 투입, 다시 개발 투자의 형태로 이어지는 형태를 띠 것으로 예상됨.
- 다른 부분은 전주기 개념과 유사하지만, 기술 사업화 실용화 연구를 통해 해양로봇 양산 단계에서 ‘인증 및 표준화’, ‘트랙레코드(실적) 확보 과정’이 반드시 필요하고, 현장 투입 단계에서 ‘실적 확보’ 및 ‘운영 및 유지관리 인력 양성’ 과정이 필요함.
- 뿐만 아니라, 상용화 단계에 이른 해양로봇 관계 기관(산업체 포함)에서는 저변 확대를 통한 미래 인력 양성을 바탕으로 또 다시 해양로봇 신기술 개발(원천기술 및 해양부품/부분품 포함) 단계로 이어질 수 있도록 투자할 것임.
- 이러한 전체 단계들이 상호 Win-Win의 형태로 연계된다면 선순환적 생태계가 구축이 되고, 이는 해양로봇 시장 활성화 및 향후 Big Market으로 연결 가능성이 높아진다고 할 수 있음.



그림 1.3.3 해양로봇의 선순환적 생태계 정의

## 1.4 과제 추진 방법 및 일정

### 가. 추진 방법

- 해양로봇 개발/활용에 관련된 기계, 전자, 통신, 해양과학, 자연과학 등 각 분야가 의견이 반영된 융합연구결과 도출
- 국내 해양전문기관과 연계하고 전문가 및 수요자 의견 수렴
  - 지리적 여건 및 시설 우수성을 고려하여 UTEC 체계로 구축하고, 교육기관, 기업, 연구소 등으로 지원체제로 구축하며, 어린이, 청소년, 일반인, 대학생, 교육강사, 전문가 등으로 이해당사자 그룹으로 구성하여 실질적 생태계기반 마련
  - 기업이 참여하는 특허 출원/등록 및 기술이전으로 기업 연계성 강화
  - 해양로봇 관련 개발자, 운영자, 수요 전문가들을 연계하여 해당 의견을 폭넓게 수용하고 전략 구축 시 반영 (내외부 전문가 최대한 활용)
- KIOST의 역할 및 실현 가능한 실행방안을 위주로 전략보고서 작성
  - KIOST 내 해양로봇 최종 사용자(end-user)의 요구사항을 최대한 반영(이전 자료도 활용)
  - 향후 해양로봇에 관한 KIOST의 전략지침 및 역할을 구체화

- PIE 기법을 활용하여 해양로봇 관련 KIOST 전략지침을 가시화
- 해양로봇의 인증 및 표준화의 경우, 많은 시간이 소요되는 점을 감안하여 중장기 계획을 충분히 합리적으로 수립
- 국제 표준화 단계를 먼저 진행하고 그 이후에 인증 시스템을 구축하는 계획으로 진행

## 나. 추진 계획 대비 실적

- 당초 계획 대비 수행 일정을 표로 나타냄.

연구목표	연구내용	추진일정(월별)						
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월
해양로봇 관련 현황 분석	· 해양로봇 관련 개발현황 분석	■	■					
	· KIOST 내부 보유 해양로봇 현황 분석	■	■					
	· KIOST 내부 역량 및 외부환경 변화 분석	■	■	■				
전략분야 정의	· 해양로봇 전주기 및 선순환적 생태계에 대한 정의 설정		■	■				
	· 해양로봇 활용을 위한 세부분야 정립		■	■				
	· 세부분야별 단계에 따른 해양로봇의 역할 범위 설정		■	■				
	· 역할별 해양로봇에 대한 연구개발 vs. 구매 등 정리		■	■				
비전 및 목표 수립	· 해양로봇 관련 향후 비전 및 목표 설정		■	■				
전주기를 고려한 세부 추진방향 도출	· 해양로봇 관련 사업 또는 과제 및 적용 분야 도출			■	■	■		
세부 추진분야에 대한 실행계획 수립	· 적용 분야에 따른 추진 전략 및 체계 수립			■	■	■	■	
	· 법/제도 분야, 인력양성 분야 계획 수립			■	■	■	■	
타당성 분석	· 정책적/기술적/경제적 타당성 분석					■	■	
로드맵 작성	· 중장기 로드맵 작성						■	■
최종보고서 작성	· 최종보고서 작성						■	■

## 다. 추진 체계

- 임무별 해양로봇 구축, 인프라활용을 통한 성능실험, 인증 및 표준화, 교육 및 인력양성을 상호 연계하여 해양로봇 생태계를 구축할 수 있도록 추진
- 내부인원으로 구성되는 내부 기획위원과 외부 전문가 그룹으로 구성되는 외부 자문위원으로 구성함.
- KIOST 내부의 해양로봇 개발/검증을 위한 공학분야, 활용을 위한 자연과학 전문가들을 적극 활용하고 필요 시 국내외 전문가 자문을 확보하였음.



## 라. 세부 추진 일정

날짜	세부내용	비고
06/05	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 과제 선정평가</li> </ul>	과제 기간 06/01~12/31
07/03	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 실무자 회의</li> </ul>	착수회의 준비 관련
07/25	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 교육 분야 자문회의</li> </ul>	도재우 박사

07/30	▪ KOM (자문회의)	KOM
08/13	▪ 실무자 회의	과제 추진 방안 관련
08/20	▪ 박요섭 박사님 미팅	상호 협력방안 협의
08/23	▪ 대형연구장비(심해 근접 탐색용 잠수정) 도입 및 운영체계에 대한 의견 수렴 공청회 참석 ▪ 해경/해군 등 관계자 미팅	실증 및 테스트베드 관련 협의
09/02	▪ 실무자 회의	토론회 개최 방안 협의
09/03	▪ 해양로봇 테스트베드 기획과제 참석	새만금 테스트베드
09/10	▪ SK 건설 관계자 미팅	실용화 추진 관련 협의
09/24	▪ 해경 관계자 UTEC 방문	실용화 추진, 교육 관련
09/24	▪ 교육 분야 자문회의(II)	도재우 박사
09/25	▪ 진도보고회 / 신규아이템 도출 회의	신규 연구 개발 분야
09/30	▪ 설문조사 양식 결정	
10/01	▪ K-Water UTEC 방문	테스트베드, 실용화 추진
10/02	▪ 제도 개선 관련 해양부 방문 및 협의	해양과기정책과, 해양개발과 협의 (우수제품 지정 제도 관련 협의)
10/04	▪ KIRO 지능형 로봇 경진대회 참석	
10/08	▪ 해양로봇 R&D 현황 및 활성화를 위한 토론회	관·산·학·연 전문가 참석
10/18	▪ 새만금 T/B 구축 방안 회의	
10/24	▪ 미국 MBARI 방문, 실증 및 운용에 대한 협의	
10/25	▪ 미국 NPS 방문, 교육에 대한 협의	
11/01	▪ 새만금 T/B 구축 방안 회의	해양로봇 적용 세부 방안
11/11	▪ 예기평 미팅, 해상풍력 단지 활용방안 협의	실증 및 실용화, 제도
11/14	▪ 해경 방문, 수중로봇 분야 활용 확대 방안 협의	실증 및 실용화, 제도
11/18	▪ 실무자 회의	해양부품 RFP 작성 협의
11/25	▪ 해양수산부 방문, 해양로봇 부품 관련 협의	해양개발과 협의
12/10	▪ 해양로봇 실증 현장 방문, 교육 및 해양부품 관련 해양부 협의	해양개발과 협의
12/13	▪ 2040 미래상 작성 협의	도안 작성 협의
12/16	▪ 실무자 회의	최종보고서 작성 협의



## 제2장

# 현황 및 역량 분석







## 2장 동향 및 역량 분석

### 2.1 국내 동향

#### 가. 장비 개발 동향

- 국내에서는 1993년부터 다양한 수중로봇을 개발한 바 있음. 주요 개발기관은 한국해양과학기술원(KIOST), 선박해양플랜트연구소(KRISO), 한국로봇융합연구원(KIRO)임.
- 2000년 초까지 개발된 수중로봇은 시스템 개발 및 해양조사를 주목적으로 개발되었음. 이후 해저지반탐사, 수중건설작업, 해저광물채광 및 대수심 조사등 다양한 경/중작업을 목적으로 개발되고 있음.

표 2.1.1 국내 개발 수중로봇(1)


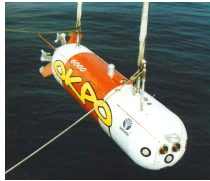



	CROV300	OKPO-6000	VORAM	SAUV	해미래
					
제작사	KRISO	대우조선	KRISO	KRISO	KRISO
제작년도	1993	1996	1997	2003	2006
형태	ROV	AUV	AUV	AUV	ROV
Dimension (W*L*H, mm)	730*750*500	700(D)*3,800(L)	2,800*1,100*400	600(D)*3,200(L)	1,800*3,300*2,200
Weight (kg)	78 (air)	950 (air)	357 (air)	700 (air)	3,661 (air)
Depth rating (m)	300	6,000	200	400	6,000

표 2.1.2 국내 개발 수중로봇(2)

	해양콘관입시험기	이심이100	이심이6000	CR200	UX-100
					
제작사	KIOST	KRISO	KRISO	KRISO	KIOST
제작년도	2007	2009	2012	2013	2014
형태	ROV	AUV	AUV	ROV	ROV
Dimension (W*L*H, mm)	2,000*2,000*11,000	200(D)*1,200(L)	600(D)*4,500(L)	2,400*2,400*1,300	3,000*3,990*2,500
Weight (kg)	10,000	20 (air)	750	700 (air)	21,000 (air)
Depth rating (m)	50	100	6,000	200	30

표 2.1.3 국내 개발 수중로봇(3)

	해저지반조사장비 	CR6000 	미내로 	벽체이동형 점검용장비 	I-Turtle 
제작사	KIOST	KRISO	KRISO	KIOST	KRISO
제작년도	2015	2016	2016	2017	2017
형태	ROV	ROV	ROV	ROV	ROV
Dimension (W*L*H, mm)	3,500*4,200*8,500	2,500*1,300*2,500	5,000*6,000*4,000	1,300*720*460	1,200*600*370
Weight (kg)	30,000 (air)	1,000 (air)	2,500 (air)	50 (air)	40 (air)
Depth rating (m)	100	6,000	5,000	30	150

표 2.1.4 국내 개발 수중로봇(4)

	PIRO-U3 	P-SURO 	HAUV 	KAUV-1 	Cyclops 
제작사	KIRO	KIRO	KMOU	KMOU	POSTECH
제작년도	2010				
형태	ROV	AUV	AUV	AUV	AUV
Dimension (W*L*H, mm)	1,100*1,100*900	1,100*500*300	560*750*280		900*1500*900
Weight (kg)	320	53	70 (air)	21.5 (air)	210 (air)
Depth rating (m)		100	200	100	100

표 2.1.5 국내 개발 수중로봇(5)

	ROVO-1 	URI-L 	URI-T 	URI-R 	
제작사	로보스텍	KRISO	KIRO	KIOST	
제작년도		2019	2019	2019	
형태	ROV	ROV	ROV	ROV	
Dimension (W*L*H, mm)	410*620*540	1300*2000*1500	5000*6500*4500	3500*13200*3400	
Weight (kg)	25 (air)	1,500	20,000	35,000	
Depth rating (m)	200	2,500	2,500	500	

## 나. 실증 및 실용화 분야

- 국내에는 해양/수중로봇 관련 전용 테스트베드가 구축된 사례가 없음. 현재 조류, 파도, 바람 등의 환경 변화가 작은 만으로 이루어진 해역, 또는 강, 저수지 등에서 무인잠수정 또는 무인선의 시험, 평가가 이루어지고 있음.
- 실험 지역 지역으로는 거제도 장목에 위치한 한국해양과학기술원 남해연구소 부두 근해와 경남 진해에 위치한 해군사관학교 앞바다, 부산 한국해양대학교 부두 근해, 포항 앞바다가 대표적이며, 담수 지역으로는 대전의 방동호와 부산의 낙동강 하구, 상주의 낙단보, 문경의 경천호가 대표적인 곳임.
- 위 시험 지역은 각 장비들의 시험, 평가를 위한 인프라가 구축되어 있지 않아 대부분 개발 장비에 내장되어 있는 계측 센서를 통해 시험 및 검증이 이루어지고 있어 정확한 평가와 인증이 불가능한 것이 현실임.

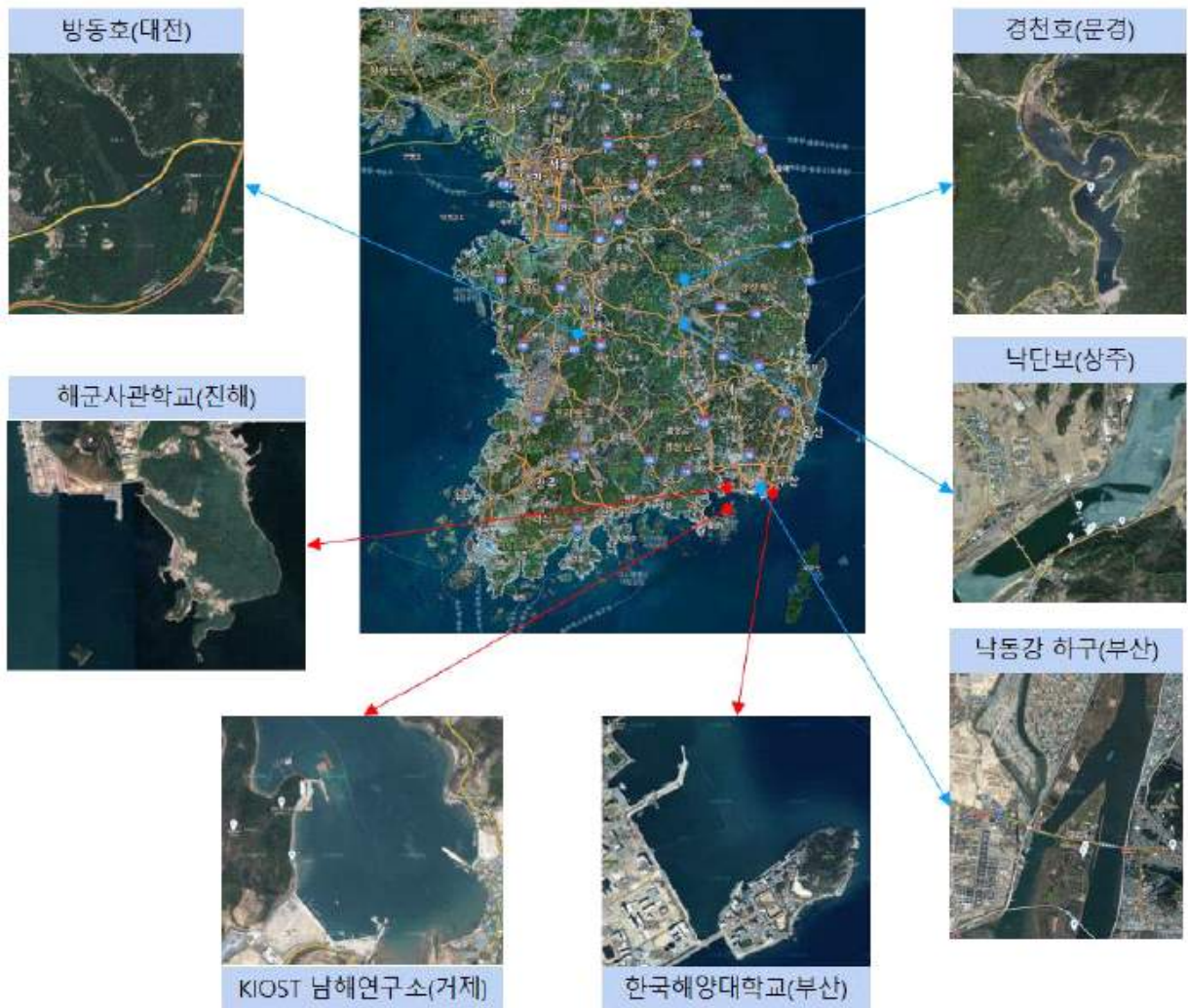


그림 2.1.1 국내 해양/수중로봇 주요 시험지역



## 다. 인증 분야

- 해양/수중로봇은 각 부품들이 조합되어 하나의 체계를 이룸. 이에 각 부품별, 체계별 성능을 인증하는 것이 필요함.
- 국내에서 해양/수중로봇에 관한 검사를 수행하는 기관으로 한국선급(KR)이 있음. KR에서는 ‘잠수함 규칙’을 활용하여 관련 장비에 대한 검사를 수행하고 있음. KR의 잠수선 규칙에는 크게 3가지 분류 - 잠수선, 원격조종잠수정, 관광잠수정-로 구분하고 있으며, 이중 해양/수중로봇 대상이 될 수 있는 것은 원격조종잠수정임.
- KR 2015 잠수선 규칙 적용지침’에서 ‘원격조종잠수정’에 관한 내용 중 성능인증과 연관될 수 있는 주요 부분을 아래와 같이 발췌하였음.

# 제 1 장 원격조종잠수정

## 제 1 절 등록

### 101. 일반사항

1. 이 장은 선박 또는 유사한 플로팅구조물에 영구적으로 설치되어 있거나 또는 일정기간동안 설치되어 있고 원격 조종하는 무인 잠수정에 대하여 적용한다.
2. 원격조종잠수정이 이 규정에 적합하게 설계된 경우라도 우리 선급에서 이와 동등한 것으로 인정하여 그 적합성이 검증되는 경우 이 규정에 적합한 것으로 본다.
3. 원격조종잠수정 장치 및 그 일부에 대해 새로운 기술 및 설계를 적용하여 그 성능이 충분히 검증되지 않은 경우에는 별도로 우리 선급의 승인을 받아야 한다.

### 102. 용어 정의

별도로 정해진 경우를 제외하고 이 규정에서 사용된 용어는 다음에 따른다.

1. 원격조종잠수정  
“원격조종잠수정”이라 함은 무인화된 상태로 수면하에서 원격으로 조종되는 잠수정을 말한다.
2. 진수 및 회수장치  
“진수 및 회수장치”라 함은 원격조종잠수정을 수면상에 내리거나 회수하기 위한 이송장치를 말한다.
3. 잠수조종실  
“잠수조종실”이라 함은 원격조종잠수정의 모든 원격시스템을 조작하는 조종실을 말한다.
4. 압력용기  
“압력용기”라 함은 1 bar 또는 그 이상의 내부 또는 외부 압력을 견딜 수 있는 용기를 말한다.
5. 전체시스템  
“전체시스템”이라 함은 원격조종잠수정에서 제어, 진수 및 회수, 작동 및 공급시스템을 포함한 것을 말한다.
6. 최대잠수깊이  
“최대잠수깊이”라 함은 원격조종잠수정을 안전하게 운전할 수 있는 수심깊이로써 수면으로부터 원격조종 잠수정 바닥면까지 깊이를 말한다.
7. 최대허용잠수압력  
“최대허용잠수압력”이라 함은 최대잠수깊이 상태의 압력을 말한다.
8. 생명줄  
“생명줄”이라 함은 원격조종잠수정과 지원선 사이 연결부로서 감시, 통신 및 전원공급선과 밧줄을 포함한 것을 말한다.
9. 격납고  
“격납고”라 함은 원격조종잠수정이 거처되는 곳으로써 진수 및 회수되면서 모선에서 수중 작업장소로 이동할 수 있도록 마련된 골조를 말한다.
10. 고정장치  
“고정장치”라 함은 원격조종잠수정을 구조물에 고정시키기 위한 장치를 말한다.

## 제 2 절 제조중 등록검사

### 204. 시험 및 검사

#### 1. 일반사항

- (1) 원격조종잠수정과 백업시스템은 제조공장에서 승인 시험을 받아야 하며 모든 제반 시험을 실시하고 기록하여야 한다.
- (2) 모든 용접부에 대하여 적합한 비파괴검사를 하여야 한다.
- (3) 모든 재료는 검사를 받아야 하며 재료시험 성적서를 제출하여야 한다.

#### 2. 전체시스템

원격조종잠수정과 잠수조종실 전원공급 및 진수/회수 설비와 같은 백업시스템의 완성단계에서 최소한 다음사항을 포함한 승인 시험을 하여야 한다.

- (1) 조립검사 (제조중 이미 공장에서 검사된 것은 제외한다)
- (2) 중량 및 부력상태 검증
- (3) 모든 안전장치검사
- (4) 잠수 및 트림의 성능검사
- (5) 기계적, 전기적, 광학적 성능검사 (보유 설비 및 작업설비 포함)
- (6) 수중 시운전
- (7) 중요 측정기기의 검증
- (8) 전기설비의 고전압시험 및 절연저항시험

#### 4. 압력 용기

- (1) 압력용기를 단일포장하거나 페인트하기 전에 수압 시험을 하여야 하며 그 결과 누설이나 영구적 변형이 없어야 한다.

(2) 내압용기의 압력시험은 최대사용압력의 1.5배로 한다.

- (3) 원격조종잠수정의 최대허용깊이와 동일한 외압을 받는 용기는 통상 잠수 깊이의 1.3배 이상으로 외압 시험을 하여야 한다.

#### 5. 배관, 밸브, 부착품, 호스 및 연결부

- (1) 모든 배관은 최대설계압력의 1.5배로 기밀시험을 하여야 한다.

(2) 각 호스의 파열압력시험에 대한 자료를 제출하여야 한다. 액체호스의 파열압력은 최대사용압력의 최소 4배 이상이어야 하며, 가스호스의 파열압력은 최대사용압력의 최소 5배 이상이어야 한다.

- (3) 각 호스의 최대사용압력으로 수압시험을 하여야 한다.

(4) 외압을 받는 호스는 내외부 차압의 1.5배로 시험하여 이상 없이 견디어야 한다.

- (5) 생명줄의 기밀시험은 모든 호스와 동시에 각각 최대사용압력으로 시험을 하여야 한다. 전선은 최소한 500V 이상 시험전압으로 제조자가 정한 절연값 이상을 유지하여야 한다. 인장완화장치의 성능을 시험하여야 한다.

(6) 밧줄이 생명줄 내부 구성품인 경우 기계적 특성을 시험하여야 한다.

#### 6. 펌프

제조공장에서 펌프의 최대사용압력으로 기밀시험 및 성능시험을 하여야 한다.

#### 9. 전기 설비

- (1) 제조공장에서 운전 및 조종실, 자동화, 경보 및 안전설비를 포함하여 전기 기기와 배전반에 대하여 시험 및 검사를 하여야 한다.

(2) 모든 전기시스템 및 설비는 원격조종잠수정에 탑재되기 전에 시험 및 검사하여야 한다.

- (3) 전기보호장치의 설정 및 한계치를 점검하여야 하며, 원격조종잠수정의 전기시스템은 500V 이상 시험 전압으로 내전압시험 및 절연저항측정을 하여야 한다.

(4) 연결부에 설치한 후 각 전원 케이블은 최대사용압력의 1.3배 압력시험을 하여야 한다.

#### 12. 자동화, 운항 및 장비 위치

- (1) 인간공학적 배치 및 판독정확성과 조정제한치용으로 표시기 및 감시기를 점검하여야 한다.

(2) 자동감시시스템은 운항중 실패 동작이 없도록 점검되어야 한다.



## 제 6 절 설계 및 구조

### 602. 환경조건

1. 원격조종 잠수정에 설치되는 모든 기계, 장치 및 장비들의 설계, 선택 및 배치는 최소한 다음 주위조건에 의해 좌우된다. 그 외 주위조건들은 제한된 구역에서만 사용되는 조건으로 승인할 수 있다.
2. 어느 한쪽으로 최대 22.5°(정적 및 동적)까지 경사되더라도 정상적인 운전을 보장하여야 한다. 일시적으로 45°이상 경사에서도 특히 기계의 베어링이나 원하지 않는 기능변화 또는 손상을 일으키지 않아야 한다.
3. 원격조종 잠수정 및 구성품은 일반적으로 수온 상태를 -2°C에서 32°C, 염도 35 ppm, 밀도 1028 kg/m<sup>3</sup>으로 정하고 0.101 bar/m로 환산한 잠수깊이의 비율을 설계한다.
4. 진수 및 회수장치는 최소 2m의 파고높이로 설계하여야 한다. 허용치는 수직방향으로 2g, 수평방향 및 길이방향으로는 1g 중력가속도로 정한다.(g=9.81 m/s<sup>2</sup>)
5. 지원선박에서 원격조종 잠수정의 운반 유지보수, 검사 및 건조시험과 진수 및 회수장치의 대기조건은 온도 -10°C ~ +55°C, 습도 100 % 염분을 포함한 공기를 기준으로 정한다.
6. 지원선박에 설치된 원격조종 잠수정의 보호된 제어실에 대해서는 45°C 상대온도에서 80 % 상대습도 조건으로 설계하여야 한다.
7. 폭발 위험에 : 기름 또는 가스 플랫폼)이 있는 곳에서 사용되는 원격조종 잠수정에는 적절한 방폭을 갖추어야 한다.
8. 적용 가능한 원격조종 잠수정은 대기변화(저압)로 일어날 수 있는 주위 조건을 감안하여 설계하여야 한다.

### 604. 압력용기

1. 압력용기 및 압축가스용기는 관련 규칙 또는 이와 동등한 기준에 적합한 것이어야 한다.
2. 아크릴 플라스틱 창은 1편 5장 3절의 요건에 따라 설계 및 제작되어야 한다.

### 606. 배관, 밸브, 관부착품, 호스 및 연결장치

1. 배관은 승인된 기준에 따라 설계 및 설치하여야 한다.
2. 설계압력보다 높은 압력으로 상승할 우려가 있는 배관에는 도출밸브를 설치하여 위험한 폭발을 방지하여야 한다.
3. 차단밸브는 승인된 기준에 적합하여야 한다. 나사산 밸브 뚜껑 또는 스프링이 있는 밸브에서 예기치 못한 뚜껑 풀림이 생기지 않도록 안전장치를 설치하여야 한다.
4. 수동조작 차단밸브는 시계방향으로 폐쇄되어야 한다. 중요한 기능의 차단밸브 개폐위치를 명확하게 표시하여야 한다. 잠수사가 수중에서 작동하여야 할 경우에는 잠수장갑을 낀 상태로 쉽게 조작할 수 있도록 하여야 한다.
5. 호스 부착물은 내부식성이어야 하고 예기치 못한 풀림을 방지하도록 설계하여야 한다.
6. 호스 및 구성품은 정해진 사용유체, 압력 및 온도에 적합하여야 하며 우리 선급에서 승인한 형식이어야 한다.
7. 유체 및 가스용 호스의 파열 압력은 최소한 각 최대사용압력의 4배 및 5배에 상당하도록 설계하여야 한다.
8. 호스는 분리 불가능한 커플링으로 호스 연결기에 고정하여야 한다.
9. 호스에 비내식성 철망을 내장한 경우에는 물로부터 보호하여야 한다.
10. 생명줄에서 밧줄을 설치되어 있지 않은 경우 인장으로 손상되지 않도록 적절한 안전장치를 갖추어야 한다.
11. 생명줄을 마멸 및 손상으로부터 보호하여야 하며 보호피복을 사용된 곳에서 호스 누설로 내부 압력 상승을 초래하지 않도록 한다. 보호 피복 내부층에는 금속제의 것을 사용하여서는 아니 된다.
12. 생명줄내 전선은 전기장치 요건을 만족하여야 한다.



#### 607. 깊이, 트립, 양/음성 부력의 제어 및 조정장치

1. 원격조종잠수정의 깊이, 양/음성 부력을 제어하고 조절하는 장치를 갖추어야 한다. 이때 모든 장치는 횡경사 및 트립의 모든 조건하에서 유효하게 작동할 수 있어야 한다.
2. 원격조종잠수정의 형식에 따라 깊이, 트립 및 양음성 부력의 제어장치를 다음과 같이 간주할 수 있다.
  - (1) 고정/가변 밸러스트와 밧줄 또는 진수 및 회수장치와 결부된 트리밍 하중
  - (2) 고정된 부력성분 (예: 압력저항품)
  - (3) 넘침 밸러스트 및 트리밍탱크
  - (4) 프로펠러 구동장치
3. 제어장치는 예상되는 해수밀도의 차이를 보상할 수 있어야 하며, 원격조종잠수정이 정해진 잠수상태에 도달하도록 보장할 수 있어야 한다.
4. 깊이, 트립 및 양/음성 부력 제어를 위한 원격조종장치는 잠수정조종실에서 조작할 수 있어야 한다. 부가하여 이 조종실에서는 원격조종잠수정의 수심을 지속적으로 확인할 수 있어야 한다.

#### 608. 추진 및 조종설비

1. 추진장치의 형식, 수량, 크기 및 배치는 사양서에 적합하도록 설계하여야 한다.
2. 외부에 노출된 추진장치는 압력 균형을 갖추거나 원격조종잠수정 최대잠수압력에 적합하도록 설계하여야 한다.
3. 원격조종잠수정 추진장치는 단속적으로나 연속적으로 운전하도록 설계하여야 한다.
4. 전기추진 전동기는 이 규정의 전기장치 요건에 따라 설계하여야 한다.
5. 압력용기를 관통하는 추진축의 관통부는 최대 잠수깊이에서 견딜 수 있는 밀봉장치를 갖추어야 한다.
6. 추진기 때문에 예기치 못하게 원격조종잠수정이 올라가거나 묶이거나 생명줄 또는 밧줄이 엉키지 않도록 배치하여야 한다.
7. 속도 및 회전방향 제어기는 작동 불능시 추진 전동기가 정지할 수 있도록 설계되어야 한다.
8. 추진장치의 운전조건(추진 및 추진방향 또는 속도 및 회전방향)을 잠수조종실에 표시하여야 한다.
9. 원격조종잠수정에서 필요한 조종을 하도록 적절한 장치를 갖추어야 한다.

#### 611. 전기설비

1. 모든 전기설비는 정해진 설계조건하에서 언제든지 조작 가능하고 편리하도록 설계하여 설치하여야 한다.
2. 전원상실을 허용되지 않는 계통에는 축전지를 사용하거나 무정전전원공급장치를 갖추어야 한다.
3. 축전지를 사용하는 경우 축전지 장치는 선급 및 강선규칙 6편에 따르도록 한다. 축전지 충전은 축전지 제조자의 권고에 적합하여야 한다.
4. 조종실에 공급되는 전원은 전환 장치를 갖춘 2개의 독립된 회로를 갖추어야 한다. 대체안으로써 지원선 혹은 전원공급계통의 비상배전반에서 직접 공급할 수 있다. 잠수사가 원격조종잠수정을 지원하는 경우에는 전기계통 고장으로 인해 잠수사에게 위험을 초래하게 되므로 축전지 백업과 같은 높은 유용성을 갖추도록 설계하여야 한다.
5. 진수 및 회수 중에는 원격조종잠수정의 동력을 차단할 수 있는 수단을 갖추어야 한다.
6. 승인된 공급계통은 다음과 같다.
  - (1) 잠수정 선체로부터 절연된 2개 도체의 직류 및 단상 교류
  - (2) 잠수정 선체로부터 절연된 3개 도체의 3상 교류. 중성 접지된 회로망을 허용할 수 없다.
7. 허용전압 및 주파수 변동은 선급 및 강선규칙 6편에서 정한 값을 초과하여서는 아니 된다.

8. 전력조사표를 통하여 전력이 충분함을 증명할 수 있어야 한다.
9. 신속적으로 연결된 전력 수요에 대하여 적절히 변동 계수를 적용할 수 있다
10. 순간적인 과부하(전동기시동)에 대한 전력여유를 가져야 한다.
11. 주전력의 공급 실패한 경우 비상전력을 공급하여 원격조종잠수정이 위험상황에 노출되지 않고 정지 상태를 유지될 수 있도록 설계하여야 한다. 주전원공급이 복원된 후 정지 상태에서 원격조종잠수정에 대한 전원공급이 안전하게 복구되거나 또는 작업을 계속할 수 있어야 한다.
12. 배전장치의 한 회로의 결함이나 차단으로 인해 다른 회로에 영향을 미치지 않아야 한다.
13. 정상운전시 비상배전계통은 주급전계통과 상호 연결하여 급전선으로 연결할 수 있다.
14. 축전지에서 배전반까지 케이블 길이는 가능한 짧아야 한다. 이 케이블들은 각각 관련 회로 차단기까지 분리 포설되어야 하며 특히 기계적 손상에 대하여 보호 조치되어야 한다.
15. 개폐기의 와류전압을 방지하기 위한 수단을 갖추어야 한다. 안전한 전압회로를 고전압회로의 도체 다발에 포설하거나 동일한 케이블덕트에 포설하여서는 아니된다. 서로 다른 전압단자를 분리하여 배치하고 식별하여야 한다.
16. 각 회로마다 단락 및 과부하에 대해 보호를 하여야 한다.
17. 모든회로의 모든 극을 개폐할 수 있어야 한다.
18. 잠수사가 원격조종잠수정을 지원하는 경우, 연속적인 절연감시시스템을 갖추어 그 절연값이 최저 이하로 떨어지면 조종실에서 가시·가청 경보를 하여야 한다. 인명 위협의 가능성을 제거할 수 없는 때에는 관련 회로를 자동 분리하는 장치를 갖추어야 한다.
19. 원격조종잠수정의 전기설비에 접지 및 등전위시스템을 갖추어야 하며, 모든 비전도금속부에 연결하여야 한다. 접지 조인장치를 하지 않은 경우에는 보호 도체를 설치하여야 한다. 보호 도체를 사용하는 경우에는 다음 사항들을 준수하여야 한다.
  - (1) 케이블 추가 및 전선 추가 또는 코어 추가하도록 하며, 케이블 외장을 보호 도체로써 사용하여서는 아니되며 보호도체에 연결하여야 한다.
  - (2) 통상운전시 전류를 전송하는 도체를 보호 도체로서 사용하지 않아야 하며, 원격조종잠수정의 선체 끝단에 연결해서는 아니된다.
  - (3) 보호도체의 단면적은 최소한 주도체 단면적의 50% 이상으로 하여야 한다. 그러나 단면적이 16 mm<sup>2</sup>이하의 것은 주도체의 단면적과 동일하여야 한다. 별도로 분리된 보호도체에 있어서는 최소 단면적이 4 mm<sup>2</sup>이어야 한다. 추진계통에서 보호도체의 정격은 짧은단선으로써 보호도체의 최대 온도상승을 90℃로 하여야 한다.
  - (4) 절연진동댐퍼에 설치된 기기 및 장치는 이동 케이블, 선, 또는 구리를 통해 접지하여야 한다.
  - (5) 선체에서 조사하기 쉬운 위치에서 보호도체를 원격조종잠수정으로 연결하여야 한다.
  - (6) 원격조종잠수정의 선루 또는 선체에 접근하기 쉬운 장소에서 M12 스티드 볼트가 있는 연결판을 갖추어 지원선에서 도구 사용없이 보호 도체에 연결할 수 있어야 한다.
20. 원격조종잠수정의 전기장치는 IP 44를 최소보호요건으로 정한다. 잠수정조종실에 설치되는 전기설비는 IP 23으로 충분하다.
21. 수중용 비압력보상 전기장치의 하우징은 시험잠수깊이에서 적합하도록 설계하여야 한다.
22. 생명줄, 수중케이블 및 선으로 물이 스며들지 않아야 하며 (즉, 외장에 물이 침투하지 않아야 한다.) 시험잠수깊이를 최소설계요건으로 정하여야 한다.
23. 드럼케이블에서 기계적인 외력이 전기구성품으로 미치지 않도록 설계하여야 한다.
24. 전선관통부 및 플러그-소켓 접속부는 선급 및 강선규칙 6편에 따라 설계되고 시험되어야 한다.
25. 절연 등급 A와 E를 전기기기의 권선용으로 사용하여서는 아니된다.

## 612. 자동화, 운항 및 위치 설비

1. 원격조종잠수정의 작동요건을 자동감시하고 제어하는 모든 장치는 정해진 설계 및 주위 조건하에서 적절히 그 역할을 하도록 설계 및 제작되어야 한다.
2. 원격조종잠수정의 운항, 감시 및 제어를 위해 컴퓨터 운전제어장치를 사용할 수 있다. 장치의 상세 범위 및 이중성, 시험 범위 및 상태는 우리 선급이 인정하는 것이어야 한다.
3. 모든 감시 및 제어장치는 명확히 표시되고 식별되어야 한다.
4. 계기판 및 광학디스플레이는 명확하고 신속하게 읽을 수 있도록 설계하여야 한다.
5. 어떤 자동화시스템에 작동실패 또는 고장이 생기더라도 제어불능상태를 초래해서는 아니 된다.



6. 자동화장치는 가능한 부정확한 동작으로부터 보호되어야 한다.
7. 자동화장치는 원격조종장치의 정해진 동작 변수를 유지할 수 있어야 한다.
8. 동작변수로부터 허용할 수 없는 변동이 발생한 경우에는 잠수제어조종실에서 자동적으로 가시광경보를 발하여야 한다. 또한 급전계통의 자동변환과 제어 및 감시시스템의 고장일 때에도 마찬가지다.
9. 전자제어 및 감시장치 이외에도 독립된 안전장치를 갖추고 시스템고장으로 불안정하거나 원하지 않은 운전 상태를 일으키지 않도록 하여야 한다.
10. 자동 동작 감시 및 제어장치는 항상 수동으로 전환할 수 있어야 한다. 다만, 우리 선급에서 인정하는 경우에는 제외한다.
11. 자동화장치는 한계값에서 정해진 경고 시간을 경과하였거나 미리 설정된 속도보다 큰 변화가 발생하면 안전장치응답으로써 신호를 발하도록 하여야 한다.
12. 자동화설비의 전체 거동을 위한 시스템장치 및 구성품은 시간별로 일정하게 유지하여야 한다.
13. 전자장치의 전자파내성에 대한 판정기준은 제조법 및 형식승인 등에 관한 지침 요건에 따른다.
14. 전자자동화설비는 가능한 플러그인 시스템을 사용하여 쉽게 교환할 수 있는 모듈로 구성하여야 한다. 가능한 이 모듈은 주로 표준화되어야 하며, 모듈 형식의 예비품 수량은 재고를 줄이기 위해 적게 보유하도록 한다.
15. 플러그인 카드는 혼란을 피하기 위해 안전방안으로써 명확히 부호화된 표시를 하여야 한다.
16. 전자장치가 꺼져 있을 경우에도 전자장치의 내부에 수분 응결을 방지하기 위한 조치를 취해야 한다.
17. 자동화설비는 가능한 강제통풍없이 작동할 수 있어야 하며, 모든 냉각시스템의 동작을 감시하여야 한다.
18. 구성품들은 유효하게 고정되어야 하며 전선 및 결합연결부의 진동 및 떨림에 의한 기계적인 하중을 최소화하도록 한다.
19. 장치 및 설비 구조는 가능한 단순하고 간단하여야 하며 유지 보수를 위해 접근이 용이하여야 한다.
20. 안전과 관련된 기능을 수행하는 신호 및 개폐회로제어장치는 페일세이프 원칙에 따라 제조하여야 한다. 즉, 단락, 접지실패 및 단선과 같은 결함으로 인해 사람이나 장치의 위험이 생기지 않도록 한다. 이것은 신호결함을 가정으로 하며, 단락과 같은 단일모듈의 고장 때문에 다른 모듈의 손상을 유발해서는 아니 된다.
21. 프로그램 제어기에서 감지된 전기는 제어장치의 안전요건에 적합하여야 한다. 이는 원래 다음을 의미한다.
  - (1) 고위 동작, 즉 오픈접점을 통해 전압 공급
  - (2) 지위 차단, 즉 폐쇄접점을 통해 전압 차단
22. 안전기능 제어장치(예 : 비상정지장치)는 프로그램제어기와 독립되어야 하여 출력장치(예 : 솔레노이드 밸브)를 직접 동작시켜야 한다. 또한 이것은 부주의한 조작으로부터 보호되어야 한다.
23. 프로그램 제어기는 가능한 상호 영향을 받지 않는 것이어야 하며 실패시 프로그램과 독립된 안전인터록 및 서브루틴용 안전전환시퀀스에 혼란을 일으키지 않아야 한다.
24. 설정값을 조정할 수 있는 전위차계 및 다른 구성품은 그 작동 위치에서 고정할 수 있어야 한다.
25. 개폐장치의 상호작용은 접점의 달각거림으로 인해 장치 작동에 악영향이 발생하지 않도록 설계하여야 한다.
26. 회로기판을 포함한 회로도체가 외부에 노출되는 경우 단락 보호 조치를 하여야 한다. 만약 외부단락이 생기면 회로도체를 파괴하지 않고 보호 장치로 대처할 수 있어야 한다.
27. 자동화장치는 선내 전원공급계통에서 스위치 동작으로 생길 수 있는 순간전압변동에 의해 손상을 받지 않아야 한다. 정격전압의 약 2배에 해당하는 과전압을 1분간동안 지속할 수 있도록 설계하여야 한다. 정전변환기에서 공급받는 장치인 경우에는 주기적인 전압펄스를 30초 동안 지속할 수 있어야 한다. 중폭상태는 변환기의 형식에 좌우되며 각 경우마다 조사하여야 한다.
28. 자동화장치의 급전 장치는 최소한 단락보호 및 과부하 보호장치를 갖추어야 한다.
29. 도체기준시스템은 가능한 중단되지 않도록 설계하여야 한다. 예를 들면, 노출된 도체연결 및 결합은 이중 설계로 하여야 한다.
30. 자동화장치는 제조법 및 형식승인 지침 제3장 10절에서 규정하고 있는 전압 및 주파수 변동값으로 신뢰성 있게 작동할 수 있어야 한다.
31. 원격조종장치의 감시 및 제어를 위해서 제어실이나 콘솔에는 원격조종장수와 관련된 모든 중요한 데이터를 표시하여야 한다. TV 및 통신설비를 포함한 모든 제어기 및 모니터는 원격조종장수정 운전전에 필요한 위치에 설치되어야 한다.
32. 원격조종장수의 감시, 제어 및 작동을 위해서 제어실 계기를 인간공학적으로 그룹화하여 배치하여야

- 한다.
33. 합리적으로 실행가능 한 콘솔 또는 배전반에서 제어기능 시작 표시를 광학적 출력하여야 한다.
  34. 원격조종잠수정의 주위조건 및 운전상태를 감지하는 모든 감지기는 우리 선급의 형식승인품이어야 한다.
  35. 원격조종잠수정의 안전에 필요한 모든 전자작동 운항 및 위치제어설비를 비상급전장치로 연결되어 있어야 한다. 이들 설비의 운전 또는 대기 상태를 제어실에서 명확하게 표시하여야 한다.
  36. 합리적으로 실행가능한 원격조종잠수정에는 자동비상위치표시장채(수중초음파발신장치)를 설치하여야 한다.
  37. 운항 및 위치표시장치를 갖춘 원격조종잠수정은 정부에서 정한 모든 규정에도 적합하여야 한다.

#### 613. 원격조종잠수정 조종실

1. 원격조종잠수정조종실은 조종담당자가 원격조종잠수정과 관련 장치의 모든 시스템 작동상태를 전체적으로 파악할 수 있는 곳에 위치하여야 하며 위험지역에 설치하여서는 아니 된다.
2. 원격조종잠수정조종실내 배관을 가능한 조종장치로부터 멀리 떨어져 설치하여야 한다.
3. 원격조종잠수정조종실은 다른 모든 공간으로부터 A-0 급의 격벽 및 갑판에 의해 기타 구역으로부터 격리되어야 한다.
4. 소화장치는 가능한 화재로 인해 기기 및 조종성에 영향을 미치지 않도록 설계되고 제조하여야 한다.
5. 경보장치는 원격조종잠수정조종실 내외부에서 적절하게 가시가칭 경보이어야 한다.
6. 수심, 배터리 잔여용량, 진수 및 회수장치의 작동상황, 기타 위험요소를 지닌 성능에 관한 지시장치와 경보는 각각 독립된 전원으로 연결하여야 하며 비상정지장치도 독립적으로 설치되어야 한다.
7. 직접통신장치로써 다음 장소에서 상호간 통신이 가능하도록 한다.
  - (1) 잠수조종실
  - (2) 선내 다른 제어실
  - (3) 진수 및 회수장치의 조종장소
  - (4) 원격조종잠수정 원격조종위치

#### 614. 진수 및 회수장치

1. 진수 및 회수장치의 최소요건은 선급 및 강선규칙 9편 7장 14절을 준용한다.
2. 부가하여 다음사항을 따르도록 한다.
  - (1) 진수 및 회수장치는 특별히 언급하지 않는 경우 선급 및 강선규칙 9편 하역장치를 만족하여야 한다.
  - (2) 진수 및 회수장치는 정해진 환경조건하에서 원격조종잠수정을 안전하게 진수 및 회수할 수 있어야 한다. 만약 필요하다면 동적하중을 감쇄하는 장치를 설치하여야 한다.
  - (3) 모든 교체가능한 부품으로써 블록, 축, 샤프 등은 승인된 것이어야 하며 사용하중의 2배로 설계되어야 한다.
  - (4) 사용하중으로 인한 강제 케이블의 최대인장강도는 승인된 파괴강도의 1/8을 초과하지 않아야 한다. 또한 인공섬유나 자연섬유 케이블의 최대인장강도는 승인된 파괴강도의 1/10를 초과하지 않아야 한다.
  - (5) 진수 및 회수장치의 작동하중은 원격조정잠수정 중량과 관련장치 및 벨러스트 중량을 포함한 하중조건으로 설계하여야 한다. 보다 정확한 증거 자료가 없으면 해상 영향을 감안하여 작동하중의 50% 증가하여 계산하며 모든 방향에서 12도 수직상태에서 작동할 수 있도록 추정한다.
  - (6) 진수 및 회수장치에서 원격조종잠수정을 회수 작업하는 동안에 비틀림응력을 방지할 수 설비를 하여야 한다. ↓

- KR에서 제시하는 규칙의 대다수는 탑승자 안전, 안정성에 관한 내용이 주임. 해양/수중로봇은 대부분 무인장비로서 일반 선박에 비해 KR 지침에 적용되는 수가 매우 작음. 또한 적용 항목조차도 대부분 장비 건조 시 유의해야하는 내용임.

## 라. 교육 및 인력양성 분야

- 국내에서 수중로봇 전문 인력양성 프로그램을 운영하고 있는 기관(기업)으로는 한국해양수산연수원과 (주)아쿠아드론이 있음.
- 한국해양수산연수원은 2012년 11월 고용노동부에서 주관하는 국가인적자원개발 컨소시엄 운영 기관으로 선정되어 해양플랜트 전략분야 인력양성 사업을 시행, 그 일환으로 용당캠퍼스 Offshore Training Center에서 Remote Operated Vehicle Induction Course(2013년~2015년)와 Remote Operated Vehicle Advanced Course(2014년~현재)를 운영

표 2.1.6 한국해양수산연수원 수중로봇 교육내용

구분	내용	
과정명	Remote Operated Vehicle Induction Course	Remote Operated Vehicle Advanced Course
교육목적	Offshore ROV 산업 분야로 신규 진출하고자 하는 자를 대상으로 ROV를 이용하는 Offshore 산업과 작업의 특성과 위험성 및 안전관리에 대한 기초지식 제공	Offshore ROV 실제 장비 및 시뮬레이터를 이용하여 ROV 운영 능력 및 기상악화 등에 의한 긴급 상황 발생 시 대처 능력 배양
교육기간	3일(24시간)~5일(40시간)	2일(16시간)
개설횟수	-	연 1회
교육정원	10명	10명
교육대상	ROV를 이용한 Offshore 해양플랜트 설치, 운영 및 정비업무 종사자, ROV 운영자	ROV를 이용한 Offshore 해양플랜트 설치, 운영 및 정비업무 종사자, ROV 운영자, ROV Induction Course 이수자
교육내용	Offshore 산업의 특성, ROV 운용 관련 Offshore 구조물 또는 선박의 안전작업, ROV 시스템 소개, Offshore 운영, 설치, ROV 운용 관련 설비 및 선박, ROV 인양 장비와 승무원의 의무	ROV 실제 장비 및 시뮬레이터를 이용한 해양플랜트 설치 등 ROV를 이용한 해저 작업 실무 운용 지식 및 안전하고 효율적인 작업 요령 실습을 제공 ○ROV 장비소개 ○ROV 팀원의 역할과 책임 ○ROV 운용(실습) ○ROV 시뮬레이터 운용(실습)

- (주)아쿠아드론은 국내 유일하게 IMCA 및 ADCI의 ROV 및 Underwater sensor division에 등록된 업체로 별도의 교육요청에 의해 Remotely operated vehicle 이론 및 운용 교육, ROV operator & maintenance training을 진행
- 교육 종료 후 ROV Pilot / Technicians Grade II Certification과 Logbook 제공



표 2.1.7 (주)아쿠아드론 수중로봇 교육내용

과정명	내용	
Remotely operated vehicle 이론 및 운용 교육	1일차	Detecting
	2일차	Positioning
	3일차	Sensing / Interfacing / Acquisition
	4~5일차	Piloting(Basic)
	6~9일차	Piloting(Advanced)
	10일차	Trouble shooting / Maintenance
ROV operator & maintenance training	1일차	Training on ROV setup ○ROV parts, ROV assembly, Cables, Operation, ROV junction box
	2일차	ROV operation ○Layout, Operation
	3일차	ROV maintenance ○MX thrusters, ROV general, Tether

- 수중로봇과 관련한 기초 인력양성 프로그램을 운영하는 기관으로는 동명대학교, 국립청소년해양센터가 있으며, 동명대학교에서는 해양로봇교육기술연구소에서 해양로봇코딩캠프를 운영 중임.

표 2.1.8 동명대학교 수중로봇 교육내용

구분	내용
교육목적	로봇과학 및 해양과학 기초지식(계측/제어/구동/추진/유체/관성/음향 등) 습득기회 제공, 융합교육과정 이해능력 향상
교육기간	5일(30시간)
교육정원	20명
교육대상	전국의 초·중·고등학생
교육내용	해양로봇 이해, 로봇 비교체험, 코딩 및 임무수행, 연구기관 견학

- 국립청소년해양센터에서는 2015년부터 비정기적으로 해양탐사코스 기획프로그램 ‘바다를 누비는 로봇’을 운영

표 2.1.9 국립청소년해양센터 수중로봇 교육내용

구분	내용
과정명	바다를 누비는 로봇!
교육목적	ROV 설계 단계부터 실습내용 선정까지 청소년들이 복합적으로 사고하고 체험할 수 있는 심화 프로그램 운영
교육기간	3일
교육정원	32명 내외
교육대상	중·고등학생
교육내용	○ROV(원격무인조종잠수정)시뮬레이션, 설계, 제작, 실습(실내수영장) ○ROV시뮬레이션, 설계, 제작, 실습 등 일련의 과정을 통해 ROV를 이용한 해양탐사방법의 이해 및 해양에 대한 호기심 증진 ○프로그램 중 겪게 되는 시행착오 경험을 통해 스스로 실패원인을 분석하고 적극적으로 문제를 해결할 수 있도록 문제해결역량 강화

- 수중로봇 교육을 교과 과정에 포함하여 운영 중인 대학으로 한국폴리텍대학(강릉캠퍼스 산업잠수과)이 있음.

표 2.1.10 한국폴리텍대학 수중로봇 교육내용

구분	내용
교과목명	수중로봇운영실습
교육목적	각종 해양기반 시설을 설치, 유지, 보수할 수 있는 수중로봇운영 기술을 습득하여 해양 전문 기술인력 양성
교육기간	주 4시간(2학년 2학기)
교과내용	수중로봇운용, 해양구조물 관찰 및 검사, 심해탐사

## 마. 시장 동향

### (1) 수중로봇 자체 시장

- 국내 수중로봇 제조 시장은 초기단계에서 점차 시장이 증가하는 단계로 진입하고 있음. 수중로봇과 관련된 통계 분류에서 ‘사회안전 및 극한작업 로봇’ 과 ‘농림 어업용 로봇’ 의 최근 국내 시장 현황을 분석해 보면 2014년 대비 2016년 연평균 각 274%, 760% 성장률을 보임.

표 2.1.11 수중건설로봇 관련 국내 시장 - 로봇 생산현황 (단위 : 백만원)

품목명	2014년	2015년	2016년	연평균 성장률
사회안전 및 극한작업 로봇	3,940	52,549	29,624	274%
농림어업용 로봇	600	1,319	34,712	760%

※ 출처 : 2014, 2015, 2016 기준 로봇산업 실태조사 결과보고서, 산업통상자원부

### (2) 수중로봇 활용 시장

#### ■ 해상풍력발전

- 2017년 4.7%인 신재생에너지 발전비중을 2030년까지 20%로 확대할 방침인 ‘신재생 3020’ 을 발표(2017년), 우리나라의 풍력발전 산업은 경제성을 갖는 육상풍력발전단지가 극히 제한되어 있고 민원의 증가에 따라 입지확보에 어려움을 겪고 있어 해상풍력 개발에 관심이 집중

표 2.1.12 국내 해상풍력 유망 후보단지

No.	지역	발전소명	사업자	용량(MW)	기상탑	진행현황
1	전북	서남해실증사업	한국해상풍력	60	해상	공사중
2	제주	한림해상풍력	한전, 대림산업, 한전기술	100	해상	인·허가중



3	전남	전남해상풍력	포스코에너지	300	해상	본타당성평가추진중
4	전남	전남신안해상풍력	한화건설, 남동발전	400	해상	본타당성평가추진중
5	제주	대정해상풍력	남부발전	100	해상	예비타당성조사완료
(1)	전북	서남해시범사업	한국해상풍력	400	해상	예비타당성조사완료
6	울산	강동해상풍력	SK건설, 한국전력기술	99	육상	예비타당성조사중
7	전남	전남완도해상풍력	남동발전, 코오롱글로벌	200	육상	예비타당성조사중
8	부산	해기해상풍력	지원드스카이	540	육상	예비타당성조사중
9	제주	제주동부해상풍력	평대·한동리	105	-	지구지정심의중
10	제주	월정해상풍력	월정·행원리	125	-	지구지정심의중
11	제주	표선세화해상풍력	표선·세화2리·하천리	135	-	지구지정심의중
12	인천	영흥해상풍력	남동발전	150	육상	-
13	충남	안면도해상풍력	서부발전	100	-	-
14	전남	전남안마도 해상풍력	전남개발공사, 한수원, 풍력협회	200	-	-
15	경남	삼천포해상풍력	남동발전	60	-	-
16	부산	고리해상풍력	한국수력원자력	300	육상	정부정책과제('16 12)
17	경북	포항해상풍력	GS E&R	160	육상	-
18	전북	새만금해상풍력	새만금해상풍력	99.2	육상	예비타당성조사중

※ 출처 : 해상풍력개발 현황과 미래 발표자료, 한국에너지기술평가원, 2017

- 한국풍력산업협회에 따르면, 국내는 2017년 풍력발전단지 설치누적량은 1,174MW에 달하며, 2003년 이후 예년에 비해 비교적 가파른 성장세를 나타내고 있음.
- 제8차 전력수급계획에 따라 2030년까지 누적설치량 17.7GW(13GW 이상 해상풍력) 추진 예정임

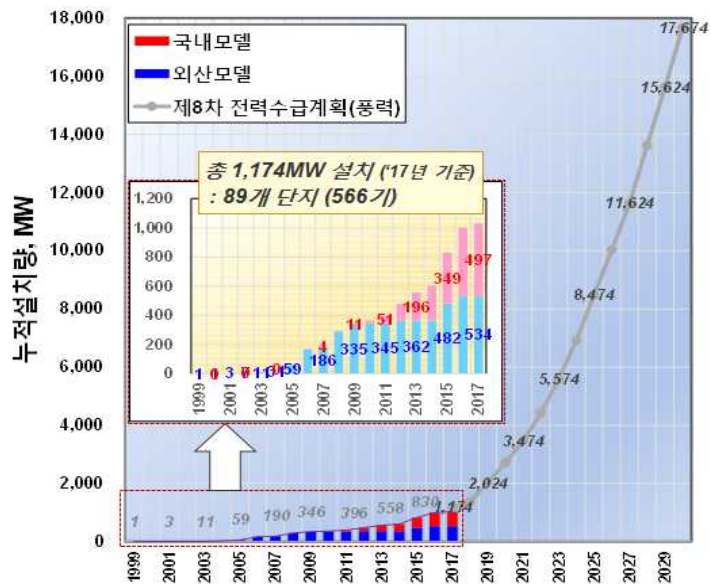


그림 2.1.2 국내 풍력단지 누적 설치량 및 향후 계획  
(Source: 한국풍력산업협회 및 제8차 전력수급기본계획)

## ▣ 해저 케이블

- 해저 케이블 시장은 해상풍력 수요를 통해 수천억원 규모로 성장할 것으로 전망되고 있으며, 특히 서남해 해상풍력 단지가 주요 수요 지역으로 부상할 전망
- 제주도내 전력의 36%인 40만kW는 제주~해남을 잇는 제1해저 케이블(15만kW), 제주~진도를 잇는 제2해저 케이블(25만kW)을 통해 전력을 공급되고 있으며, 제주~완도간 제3해저 케이블 사업(설비용량 150kV 200MW, 선로 길이 약 100km)이 3,500억원 내외 규모로 2021년까지 구축 예정

표 2.1.13 국내 해저 전력케이블 프로젝트 현황

프로젝트	발주처	공사내용 요약	발주시기
서남해 해상풍력_실증 (내부망)	한국해상풍력	약 60MW 3MW급 17기, 내부망 약 17.4km	2018년
전남 진도-하조도	한국전력	22.9kV 100mm <sup>2</sup> , 3km x 1 Line	
월정 해상풍력 행원 해상풍력	제주에너지공사 제주에너지공사	약 125MW, 지구공모 및 지정 약 125MW, 지구공모 및 지정	
전남 흑산도-대둔도	한국전력	22.9kV 100mm <sup>2</sup> , 4km x 1 Line	2019년
HVDC#3 (완도-제주)	한국전력	150kV 200MW 90km (전력 2+통신 1회선)	
제주 한동 해상풍력	제주에너지공사	약 105MW, 지구공모 및 지정	
제주 평대 해상풍력 제주 표선 해상풍력	제주에너지공사 제주에너지공사	약 105MW, 지구공모 및 지정 약 135MW, 지구공모 및 지정	
서남해 해상풍력 시범	한국해상풍력	400MW, 내부망 설치, 실증단지 계통연계	2020년
신안 해상풍력	한화건설	약 400MW, 내부망 60km, 외부망 25km	

※ 출처 : 수중로봇 시장 소개 발표자료, KT서브마린

## ▣ 조류발전

- 국내 연안에는 약 6GW 이상의 조류에너지가 부존돼 있는 것으로 추정, 특히 우리나라의 서남해안은 조류에너지 여건이 아주 좋은 것으로 평가되고 있고, 부존량도 많아 대체에너지로서의 개발 가치가 높음.
- 2017년부터 2021년까지 조류발전시스템과 부품의 성능시험/평가가 가능한 조류발전 실험장 구축 사업이 진행 중

## ▣ 파력발전

- 2003년부터 250억 원의 국비를 투자해 국내에서는 처음으로 제주도 해상에 파력발전 시스템 설치를 추진해 2016년 7월 제주 시험파력발전소 준공
- 2016년부터 2019년까지 파력발전장치의 성능평가, 설치·회수기술 검증, 운용기술 최적화, 계통 안정성 시험 등이 가능한 5MW급 실증 인프라를 구축하는 파력발전 실험장 구축 사업이 진행 중

## ▣ 해수온도차발전

- 해수온도차 발전은 현재 꾸준히 증가하고 있으며, 2014년에 강원도 고성군에 200kW급 고온도차 발전 플랜트를 제작하여, '16년~'17년동안 1MW급 해수온도차 발전 설비를 제작 후 적도로 운반하여 운전 실증('17~'18)을 통해 해외시장 진출예정

## 바. 정책 동향

### (1) 국정운영 5개년 계획( '17.07)

- 문재인 정부는 국정기획자문위원회를 통해 국정운영 5개년 계획을 발표하고 ‘더불어 잘사는 경제’ 목표 하에 ‘과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명’ 전략에 주요 과학기술정책을 제시
- ‘고부가가치형 미래형 신산업 발굴·육성’, ‘친환경 미래 에너지 발굴·육성’ 국정과제가 본 사업과 관련됨

<b>더불어 잘사는 경제 (26개)</b>	<b>▪ 전략 2 : 활력이 넘치는 공정경제</b>
	23 공정한 시장질서 확립 (공정위)
	24 재벌 총수 일가 전횡 방지 및 소유·지배구조 개선 (공정위)
	25 공정거래 감시 역량 및 소비자 피해 구제 강화 (공정위)
	26 사회적경제 활성화 (기재부)
	27 더불어 발전하는 대·중소기업 상생 협력 (중기부)
	<b>▪ 전략 3 : 서민과 중산층을 위한 민생경제</b>
	28 소상공인·자영업자 역량 강화 (중기부)
	29 서민 재산형성 및 금융지원 강화 (금융위)
	30 민생과 혁신을 위한 규제 재설계 (국조실)
	31 교통·통신비 절감으로 국민 생활비 경감 (국토부·과기정통부)
	32 국가기간교통망 공공성 강화 및 국토교통산업 경쟁력 강화 (국토부)
	<b>▪ 전략 4 : 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명</b>
	33 소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축 (과기정통부)
	34 고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성 (산업부·과기정통부·국토부·복지부)
	35 자율과 책임의 과학기술 혁신 생태계 조성 (과기정통부)
	36 청년과학자와 기초연구 지원으로 과학기술 미래역량 확충 (과기정통부)
	37 친환경 미래 에너지 발굴·육성 (산업부)
38 주력산업 경쟁력 제고로 산업경제의 활력 회복 (산업부)	

그림 2.1.3 100대 국정과제

(2) 제4차 과학기술기본계획( '18~ '22)

- '과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여' 를 비전으로 이를 달성하기 위한 4대 전략과 19개 중점추진과제를 추진,
- 중점추진과제 중 '창의·융합형 인재 양성', '국민과 함께하는 과학기술문화 확산', '과학기술 기반 일자리 창출 강화', 등이 본 사업과 관련됨
- 기본계획 실현을 위한 중점과학기술 개발 및 인력양성을 추진

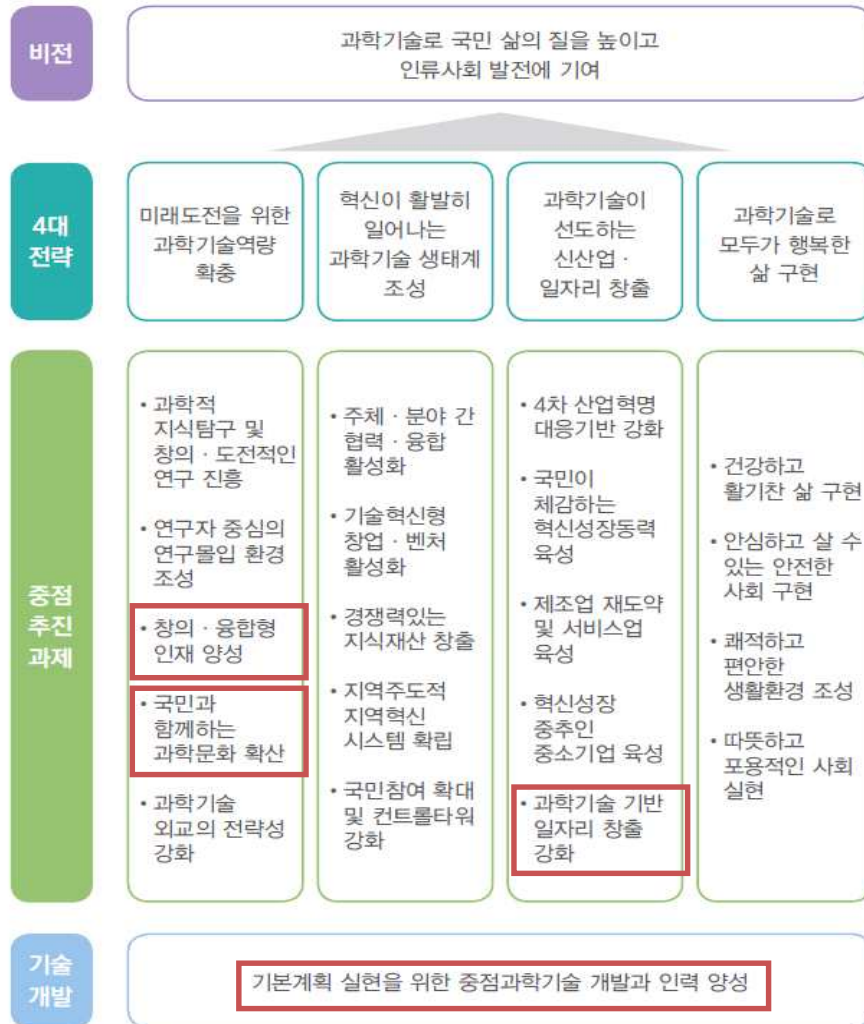


그림 2.14 제4차 과학기술기본계획 전략 및 중점 추진과제

(3) 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획( '18~ '22)

- 「해양수산과학기술 육성법」 제5조에 따라, 해양수산과학기술 육성을 위한 「제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획( '18~ '22)」이 수립
- 출연연이 보유한 연구인프라를 개방하여 민간 연구기관이 공유할 수 있는 체계를 구축하고, 창

의·융합형 인재를 양성하는 등 과학기술의 지속발전을 위한 민간 분야의 연구개발 역량 강화 등 생태계 조성에 본 사업이 관련됨

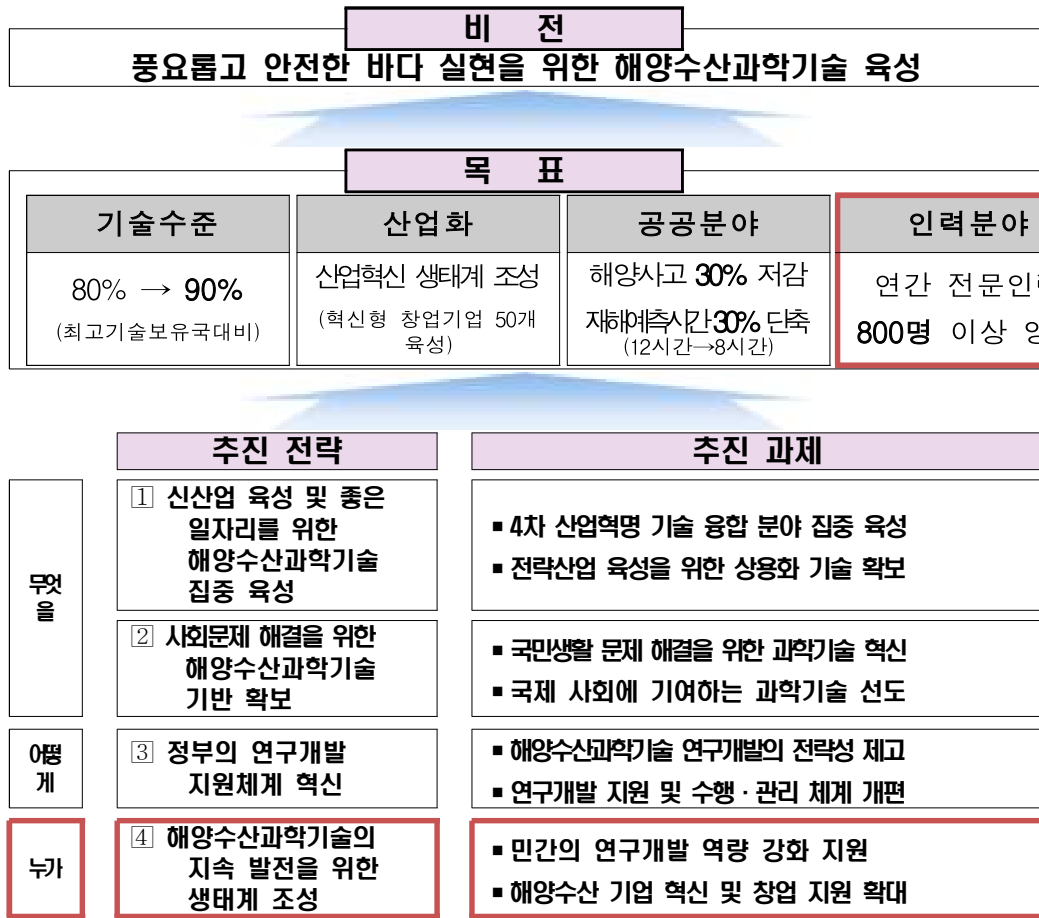


그림 2.1.5 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획 비전 및 추진목표

(4) 2.1.4 일자리정책 5년 로드맵( '17.10)

- 국정운영 5개년 계획, 일자리 관련 현안 및 중장기 과제 등을 고려하여 일자리 로드맵 10대 중점과제 선정
- ‘산업경쟁력 제고 및 신산업·서비스업 육성’ 과제가 본 사업과 관련됨.
- 산업부에서는 미래산업을 선도할 다양한 산업전문인력의 양성을 추진 중

(5) 2018년 지능형 로봇 실행계획

- 2018년 지능형 로봇 실행계획의 4대 추진 과제중 ‘개방형 로봇산업 생태계 조성’의 세부과제인 ‘인증·표준화 국제화’의 세부과제인 ‘품질인증 및 품질보장 체계 구축’이 본 사업의 기술개발 방향과 관련됨
- 로봇분야 KS인증 및 시험·표준 국제화 추진 : 붓제품의 KS인증 품목·국제공인시험(KOLAS) 분야 단계적 확대
- 국산 로봇제품 중심의 시험방법 표준 개발 및 시험데이터 기반의 ISO/IEC 국제표준화 대응 지속 추진

표 2.1.14 산업전문인력역량강화사업 (18)

※ 출처 : 관계부처 합동(2018), 2018년 지능형 로봇 실행계획

사업명	사업내용
<b>제조혁신 전문인력 양성사업 (20개)</b>	
해양플랜트전문인력	국내 해양플랜트산업 고부가가치화에 필요한 특성화대학 지원 등 전문 설계인력 양성
산업융합·연계형 로봇창의인재양성	다양한 산업분야의 <b>新비즈니스</b> 를 창출하고 다양한 기술영역 업무수행이 가능한 중소기업 실무형 전문인력양성
환경규제및안전전문인력양성	화학사고 예방과 환경규제 대응 목적으로 환경안전경영 및 화학물질 관리 전문인력을 육성
하이브리드 및 슈퍼섬유소재인력양성	미래 첨단산업과의 하이브리드 섬유제조 전문인력양성 및 전후방 연계형 Hybrid 모듈화 교육
뿌리산업전문기술인력양성	융합 기술역량 및 현장기술력을 갖춘 혁신형 뿌리산업 전문기술인력 육성·공급 지원
디스플레이장비부품 전문인력양성	OLED, Flexible, 웨어러블 스마트,디바이스 등 차세대 디스플레이 기술수요에 부합하는 디스플레이 장비부품 전문인력양성
건설기계산업R&D 전문인력양성	건설기계산업의 글로벌 경쟁력 강화를 위하여 차세대 기술 트렌드를 선도하는 건설기계R&D 전문인력양성
수송기조명핵심기술 전문인력양성	고부가가치 산업인 수송기기 LED 융합조명산업의 기업 맞춤형 고급전문인력양성
재활과학기술전문인력양성	공학지식에 장애, 심리, 상담, 치료 등의 장애극복 소양을 갖춘 석박사급 융합인력양성 및 고용연계과정운영
지능형반도체 전문인력양성	지능형 반도체 글로벌 경쟁력 확보를 위한 중소·중견기업 수요기반 SoC-SW 융합형 설계 전문인력양성
첨단센서산업 전문인력양성	첨단센서 분야 중견기업 육성을 위한 MEMS 분야 석사급 융합 전문인력양성
조선해양산업 퇴직인력 활용	조선해양산업 핵심 경쟁력 유지를 위한 퇴직인력 중심 사회적 기업 운영을 통한 퇴직인력 전문인력양성(설계, 고기능) 및 전문가 활동 등
미래형자동차 R&D전문인력양성	미래 성장동력산업인 자율주행자동차, 전기자동차 등의 글로벌 경쟁력 강화를 위한 자동차 융합 R&D 전문인력양성
스마트공장 운영설계 전문인력양성	융복합 기술 혁신과 수요·공급기업의 글로벌 경쟁력 확보를 위한 중소·중견기업 수요 연계 스마트공장 운영설계 전문인력 양성
산업용 무인비행장치 전문인력양성	산업연계 PBL기반 실무형 석·박사과정 및 서비스 플랫폼 분야(6대)에 대한 드론응용기술개발 전문인력양성
(18년 신규) 고신뢰성 기계부품 설계 전문인력양성	고신뢰성 메카트로닉스 기계부품 전문인력 및 지능형 스마트 기계부품 기술 선도형 고급인력 양성
(18년 신규) 첨단 신소재 기반 3D프린팅 전문인력양성	프로젝트 기반 개발자 중심형 3D프린팅 기반기술 석·박사 전문인력 및 수요자 중심형 제조응용/설계응용 전문인력 양성
(18년 신규) 친환경·스마트 선박 R&D 전문인력양성	친환경·스마트 선박 기술개발을 위한 ICT 기술융합형 석박사 인력양성
(18년 신규) 산업융합형 웨어러블 스마트 디바이스 전문인력양성	웨어러블/부착형 스마트 디바이스 기술 연구·개발·활용 전문 인력 양성을 위한 융합형 석·박사 인력 양성
(18년 신규) 고부가 금속소재 전문인력양성	지역·산업 맞춤형 고부가 금속소재 연구인력 거점을 기반으로 창의·융합형 전문 인력 양성
<b>소프트파워 전문인력 양성사업 (5개)</b>	
창조혁신형디자인고급인력양성	창조경제를 견인하는 통합적 문제해결 능력 및 실무적능력을 겸비한 창의적 디자이너 육성
한국형기술경영전문인력양성	국가 R&D 기술 사업화 역량제고를 위한 기술경영 전문대학원 육성과 <b>新시장</b> 창출에 핵심 역할을 담당할 MOT 인력양성
엔지니어링전문인력	엔지니어링 분야 고부가가치 핵심역량을 겸비한 엔지니어링 고급 인력양성
창의산업융합특성화인재양성	인문·기술의 다학제적 융합화 능력을 갖춘 특성화 분야별 산업융합 핵심인력 양성
임베디드SW 전문인력양성	주력산업에 공통으로 활용되는 임베디드 SW 관련 기획, 설계, 검증, 인증 등 특화 전문 인력양성
<b>인적자원 생태계조성사업 (1개)</b>	
청소년창의기술인재센터지원	청소년 대상 체험위주의 융합형 기술교육프로그램 운영을 통한 미래기술인력 양성



(6) 무인이동체 발전 5개년 계획

- 무인이동체 발전 5개년 계획의 추진과제 중 ‘무인 수중이동체 및 무인선 기술개발’ 이 본 사업과 관련됨
- (기술개발) 수심 500m 내외의 해양 구조물 건설을 위한 수중이동체 핵심기술 개발(1단계) 및 실험해역 검증(2단계) 추진
- 해양조사, 해양감시 등 다목적 선박 탑재형 소형 무인선 스템 개발(1단계, 해수부) 및 감시정찰 및 기뢰탐색용 복합임무 무인수상정 개발(2단계, 방사청)
- (인프라 구축) 수상 및 수중무인체 시제품의 성능 시험평가를 위해 내수면·공유수면 등의 전용수역 조성, 개발·시험 장비 및 시설 제공(해수부)
- (법·제도 개선) 무인선 인증 및 운항에 필요한 법규 정비안 마련, 무인선 인증 기준 수립을 위한 무인선 운용지침서 개발 등

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



그림 2.1.6 무인이동체 미래 통합운영 환경 및 협업 방안



## 사. 특허 및 논문 동향

### (1) 특허 분석

- 해양수산부 ‘해양장비개발 및 인프라구축 사업’ 을 통하여 ‘07년~’ 16년까지 도출된 특허를 분석하였음.
- 해당 기간 중 도출된 특허성과는 총 268건으로 국내출원·등록이 총 252건(94.0%)로 대부분을 차지하고 있었으며 해외출원·등록은 총 16건(6.0%)이었음. 연도별로는 큰 경향성은 보이지 않았으며, ‘07년부터 ‘15년까지 6~29건 수준이었으나 ‘16년 89건으로 급격히 증가

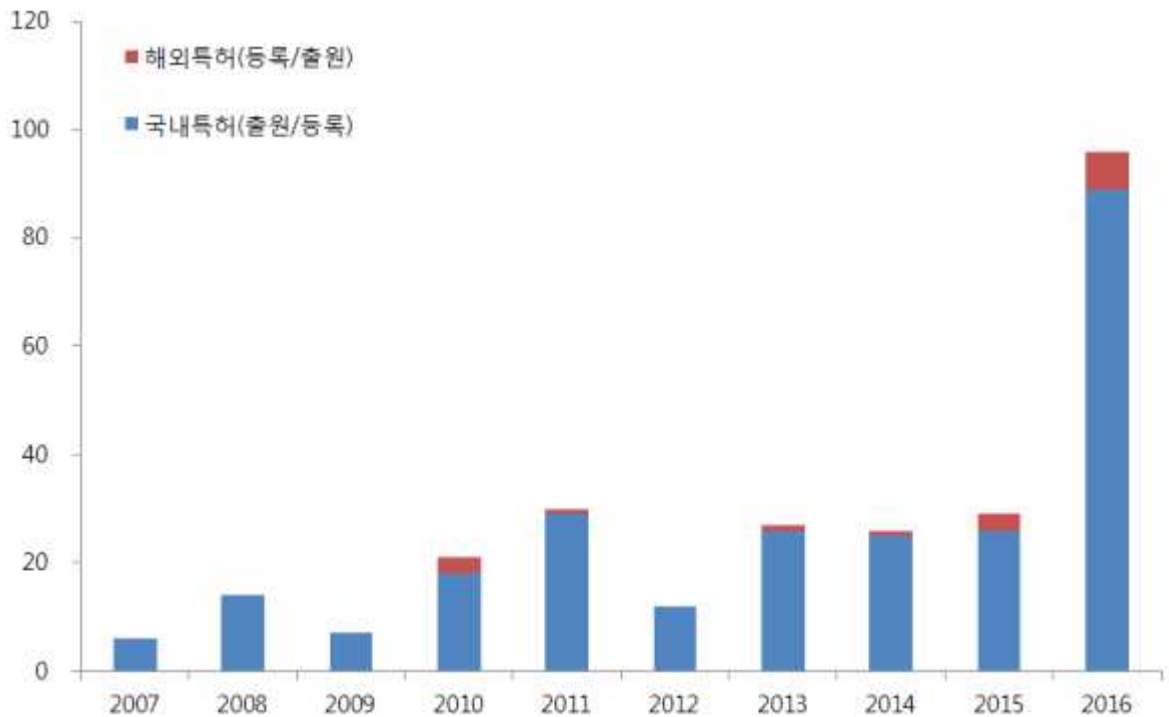


그림 2.1.7 해양장비개발 및 인프라구축사업 연도별 특허성과 현황(단위: 건수)

- 내역사업별로는 해양장비개발에서 총 181건(국내출원·등록 173건, 해외출원·등록 8건)으로 전체 특허성과의 67.5%를 차지하고 있었음. 수중건설로봇은 총 51건(국내출원·등록 49건, 해외출원·등록 2건), 해양플랜트운영서비스에서 총 36건(국내출원·등록 30건, 해외출원·등록 6건)을 차지하였음.
- 내역사업 해양장비개발의 경우 ‘07년에서 ‘11년 사이 다소 증가하는 추세를 보이다가 이후 ‘15년까지 줄었다가 ‘16년 최대치인 44건의 특허성과를 도출함.
- 내역사업 수중건설로봇의 경우 ‘13년에서 ‘15년까지는 6~8건으로 유사한 양상을 보이다가 ‘16년 최대치인 31건의 특허성과 도출함.
- 내역사업 해양플랜트운영서비스의 경우 지속적으로 특허성과가 증가하는 추세를 보였으며 다른 내역사업 분야와 마찬가지로 ‘16년 최대치인 21건의 특허성과 도출함.

- 한편 동 사업은 정부출연금 10억원당 국내외 특허성과가 2.11건으로 국가 R&D 10억원 국내외 특허성과 2.62편(미래부, '15년)에 비해 낮은 것으로 분석되었음.
- 내역사업 해양장비개발의 경우 분석기간 동안 연구비 10억원당 2.01건의 특허성과가 도출되었으며 '07년, '08년, '11년은 국가 R&D 사업의 평균 특허도출 평균보다 높게 분석되었음.
- 내역사업 중 수중건설로봇의 경우 '13년과 '16년 각각 3.15건과 2.96건으로 국가 R&D 평균치보다 상회하였음.

표 2.1.15 해양장비개발 및 인프라구축사업 연도별 특허성과 도출 현황

내역사업명		연도별 성과(건수)										총계
		'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	
해양장비 개발	국내	6	14	7	18	29	12	21	14	11	41	173
	해외	-	-	-	3	1	-	-	-	1	3	8
	소계	6	14	7	21	30	12	21	14	12	44	181
수중건설 로봇	국내	-	-	-	-	-	-	5	7	6	31	49
	해외	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2
	소계	-	-	-	-	-	-	6	8	6	31	51
해양플랜트 운영 서비스	국내	-	-	-	-	-	-	-	4	9	17	30
	해외	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	6
	소계	-	-	-	-	-	-	-	4	11	21	36
총계	국내	6	14	7	18	29	12	26	25	26	89	252
	해외	-	-	-	3	1	-	1	1	3	7	16
	계	6	14	7	21	30	12	27	26	29	96	268

- 최근 3년간('14~'16년)의 국내외 특허출원 및 등록성과를 보면 출원특허이 114건으로 등록특허 31건 대비 약 4배가량 높으나, 등록특허의 연평균 성장률이 60.4%로 출원특허의 27.9%를 매우 큰 폭으로 상회하였음.
- 기타 실용신안 3건(스토퍼를 활용한 고정밀도 유체하중 계측장치, 방현재 하중 계측장치) 및 디자인 3건(130ft 요트, 수중로봇 및 수중로봇 스크류)의 지식재산권 성과가 도출되었음.

(2) 논문 성과

- 해양장비개발 및 인프라구축사업을 통해 '07~'16년까지 도출된 논문성과는 총 180편으로 SCI 논문이 총 84편, 비SCI 논문이 총 96편으로 분석되었음.
- 논문성과를 연도별로 보면 '10년부터 '12년까지 크게 감소하였다가 이후 지속적으로 증가하는 추세를 보였음.

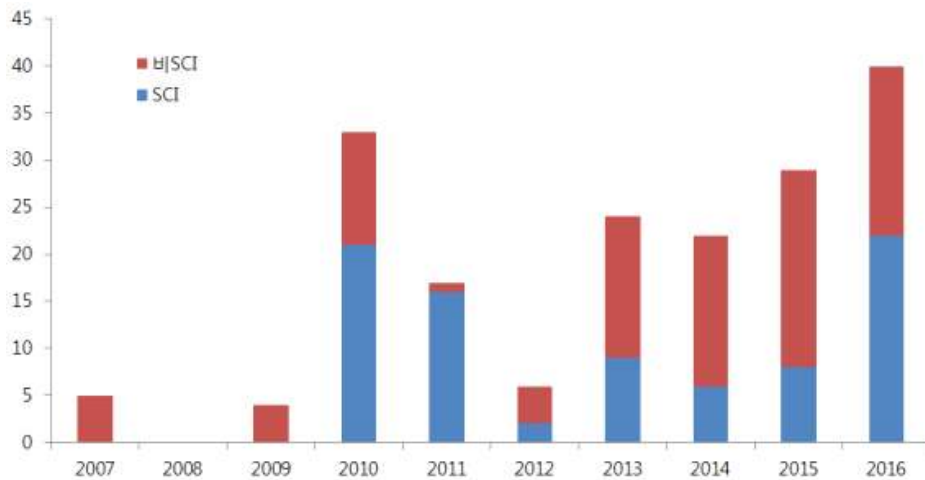


그림 2.1.8 해양장비개발 및 인프라구축사업 연도별 논문성과 현황(단위: 편수)

- 내역사업별로는 해양장비개발에서 총 128편(SCI 61편, 비SCI 66편)으로 가장 많은 논문 성과가 도출되었으며, 수중건설로봇은 총 46편(SCI 20편, 비SCI 26편), 해양플랜트운영서비스에서 총 7편(SCI 3편, 비SCI 4편)으로 나타났다.
- 내역사업 해양장비개발의 경우 '10년과 '12년 SCI 논문성과가 비SCI 논문성과에 비해 높았으며, 나머지 연도에서는 모두 비SCI 논문성과가 높은 것으로 분석되었음.
- 내역사업 수중건설로봇의 경우 사업시행 초기인 비SCI 논문성과가 SCI 논문성과에 비해 높게 나타났다으며, '16년도에는 SCI 논문성과만 도출되었음.
- 내역사업 해양플랜트운영서비스의 경우 '13년도부터 사업이 시작되었으나 초기 인프라구축부분에 집중된 영향으로 논문성과는 '15년이후부터 도출되기 시작하였음.

표 2.1.16 해양장비개발 및 인프라구축사업 연도별 논문성과 도출 현황

내역사업명		연도별 성과(편수)										총계
		'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	
해양장비개발	SCI	-	-	-	21	16	2	6	3	2	11	61
	비SCI	5	-	4	12	1	4	7	5	10	18	66
	소계	5	-	4	33	17	6	13	8	12	29	128
수중건설로봇	SCI	-	-	-	-	-	-	3	3	5	9	20
	비SCI	-	-	-	-	-	-	8	11	7	-	26
	소계	-	-	-	-	-	-	11	14	12	9	46
해양플랜트운영서비스	SCI	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3
	비SCI	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4
	소계	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2	7
총계	SCI	-	-	-	21	16	2	9	6	8	22	84
	비SCI	5	-	4	12	1	4	15	16	21	18	96
	계	5	-	4	33	17	6	24	22	29	40	180

- 한편 동 사업은 정부출연금 10억원당 SCI 논문성도가 0.59편으로 국가 R&D 10억원 SCI 논문성과 0.86편(연구재단, '18년)에 비해 낮은 것으로 분석되었음.
- 연도별로는 '10년과 '12년 각각 2.44편과 1.77편으로 국가 R&D 사업의 평균보다 높게 나타났으나 나머지 기간동안은 0.56편~0.19편 수준으로 낮았음.
- 내역사업 해양장비개발의 경우 연구비 10억원당 0.61편으로 분석되었으며, '10년과 '12년 각각 2.44편과 1.77편으로 국가 R&D 평균을 상회하였으며 나머지 기간에는 낮았음.
- 내역사업 수중건설로봇의 경우 연구비 10억원당 0.83편으로 사업시작 초기인 '13년 1.57편으로 국가 R&D사업 평균을 상회하였으나 이후 낮은 양상을 보였음.
- 내역사업 해양플랜트운영서비스의 경우 연구비 10억원당 0.08편으로 '15년 0.05편, '16년 0.11로 분석되었음.

### 아. SWOT 분석

외부환경 내부환경		기회 (S)	위협 (T)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5G, AI, Big data 등 정보통신 및 컴퓨팅 파워의 기술이 급격하게 발전하고 있음.</li> <li>- 해양 에너지 및 공간 개발 요구 증가</li> <li>- 인구구조변화 및 신산업창출에 따른 일자리 창출 요구 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국등과 같이 해양/수중로봇 분야에 해외 신흥강국 등장</li> <li>- 선진해양강국의 전문 기업들의 M&amp;A로 인한 기술 독점 가속화</li> <li>- 장비 개발/검증에 대한 비용 증가</li> </ul>
강점 (S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산학연 전체에서 해양/수중로봇에 관한 연구를 수행하고 있음.</li> <li>- 설계/제어/통신/자율지능 등 다양한 분야에 고른 연구가 이루어지고 있음.</li> <li>- 해양로봇 실증센터, 시험평가센터 등 인프라 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양/수중로봇에 강력한 정보통신 및 컴퓨팅 파워의 기술을 접목하여 다양한 분야의 연구기술 개발</li> <li>- 연구개발 - 인프라를 이용한 실증 - 해양 에너지 및 공간 개발 사업화 - 일자리 창출을 통한 선순환적 생태계 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해외 신흥강국에 대응할 수 있도록 국내 해양/수중로봇 연구개발에 박차를 가해야 함.</li> <li>- 선진해양강국의 기술 독점 가속화에 대응하기 위해 다분야 연구 필요</li> <li>- 장비 개발/검증비용 절감을 위해 국내 인프라 적극 활용</li> </ul>
약점 (W)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중넥터, 소나 등 핵심 부품의 해외 의존도가 높음.</li> <li>- 여전히 개발자 위주의 장비가 생산되고 있어 수요자 만족을 시키지 못하고 있음.</li> <li>- 해양/수중로봇 운영/유지관리 전문인력 절대적으로 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 핵심 부품에 강력한 정보통신 및 컴퓨팅 파워의 기술을 접목하여 국내 연구기술 개발</li> <li>- 해양 에너지 및 공간 개발을 위한 수요자 니즈를 분석, 이를 만족하는 장비 개발</li> <li>- 전문 인력을 양성하여 신규 일자리 창출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해외 신흥강국의 핵심부품 활용 동향을 파악하고 이에 대응하여야 함.</li> <li>- 기술독점에 대응가능한 연구개발을 수행하여 수요자 만족이 가능한 장비를 보급해야 함.</li> <li>- 다수의 전문인력을 배출하여 개발/검증에 투입, 비용절감을 유도</li> </ul>

그림 2.1.9 SWOT 분석

## 2.2 해외 동향

### 가. 장비 개발 동향

#### (1) 미국

- 2000년 1차 UUV 종합계획 최초 수립, 2005년에 2차 UUV 종합계획 공개
- 1998년 근거리 기뢰탐색 시스템(NMRS) 무인잠수정 개발을 하고 잠수함에 탑재하여 운용에 성공함.
- 1999년 장거리 기뢰탐색 시스템(LMRS) 개발을 착수함. 자율운항제어 기술과 로봇 팔, 어뢰 회수 등의 기능을 탑재하도록 함.. 2005년 원자력잠수함에 탑재하여 운용함.
- 록히드마틴에서 LMRS보다 기능을 향상시킨 MRUUV가 개발되었고 2013년 잠수함 및 전투함에 적용함.
- 해양과학 조사용으로 최초 제작된 6,000m WHOI(Woods Hole Oceanographic Institute)는 정밀한 조사 및 샘플채취가 가능하도록 설계되어 열수광산 등 해양과학 조사 임무를 수행함.
- 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
- 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

표 2.2.1 주요 수중 글라이더 모델 특징

	Liberade XRAY	SeaGlider	Slocum Glider	Spray Glider
				
제작사	Scripps Inst. of Oceanography	iRobot	Teledyne	Bluefin Robotics
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가장 큰 수중글라이더 (날개스팬 20ft)</li> <li>- 광범위한 해양모니터링, 음속, 밀도 측정 등</li> <li>- 순항속도 1~3kts</li> <li>- 작전반경 : 1,200 ~ 1,500km</li> <li>- 운용기간 : 6개월</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장기체류 프로파일링 글라이더 AUV</li> <li>- 0.5kts로 6개월 해양 모니터링 가능</li> <li>- 운용수심 : ~ 1,000m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미해군의 연안전장 센싱 프로그램의 일부로서 해양 센싱역할을 담당함.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2m(L), Wing span 1.2m, 52kg</li> <li>- en 개의 부양 사이에서 광유를 펌핑하여 수중을 수직/수평으로 사전-프로그램된 경로 항주</li> <li>- 소형보트에서 진회수 가능</li> </ul>

- 미국의 대표적인 무인잠수정 개발 및 제작사로 AUV형 수중로봇 Bluefin 시리즈 개발
- REMUS(Remote Environmental Measuring Units) 시리즈 개발
- 전 세계적으로 가장 활발히 활용되고 있는 수중글라이더로 Teledyne Webb Research社에서 개발한 Slocum glider, Scripps/WHOI에서 공동 개발한 Spray glider, 워싱턴 大에서 개발하고 Kongsberg社에서 판권을 가지고 있는 Sea glider 등이 있음

표 2.2.2 Bluefin Robotics 주요 모델 특징

	Bluefin-9	Bluefin-12	Bluefin-21
			
제원	1.8m(L)×0.22m(d) 65kg in air	2.1~3.3m(L)×0.3m(d) 150~250kg in air	3.18m(L)×0.54m(d)
성능	작전수심: 300m 운용시간: 12시간 최대속도: 4kts	작전수심: 300m 운용시간: 12시간 최대속도: 5kts	작전수심: 300~4500m 작전반경 40nm(배터리) 400nm(연료전지) BPAUV: 18시간@3kts, 54nm
특징	man-portable MCM, REA, 해저맵핑 리튬-이온 배터리	Modular, free-flooding MCM, REA, 해저맵핑	MCM, REA, 상업용 조사/ 연구용 SMCM

표 2.2.3 REMUS 주요 모델 특징



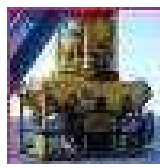

	REMUS 100	REMUS 600	REMUS 6000
			
제원	1.6m(L)×0.19m(d) 37kg in air	3.23m(L)×0.324m(d) 240kg in air	3.84m(L)×0.71m(d) 862kg in air
성능	최대수심: 100m 운용시간 22시간@3kts 8시간@5kts	최대수심: 600m, 1500m, 3000m 운용시간: 70시간 최대속도: 5kts	최대수심: 6000m 운용시간: 22시간 최대속도: 5kts
특징	1kWh 리튬-이온 배터리 항법: LBL, USBL, DVL, GPS 센서: DVL, SSS, CTD MCM, 상업적 조사/연구	5.2kWh 리튬-이온 배터리 항법: INS, DVL, LBL, WAAS GPS, P-Code GPS(군용) 센서: ADCP/DVL, SSS, Iridium, GPS, CTD (SAS, Video, SBS, Fluorometer) MCM, 조사/연구	11kWh 리튬-이온 배터리 항법: INS, DVL, LBL, WAAS GPS 센서: ADCP/DVL, INS, SSS, Iridium, GPS, CTD (SBS, SBP, Video, camera & Light) SAMS



(2) 영국

- 영국은 해양로봇에 관한 연구 및 운용이 가장 활발하며, 프랑스와 독일을 비롯한 스웨덴과 노르웨이의 활약도 두드러지게 나타나고 있음
- 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 작전수행을 목표로 진행
- ROV는 Saab Seaeye와 Hydrovision에서 운용수심 300~2,000m급 해양로봇을 개발·운용 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

표 2.2.4 영국의 주요 ROV들

		Cougar-XT	Jaguar	Slingsby	Venon
					
제원	LxWxH (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	3,000

(3) 프랑스

- 해양연구소(IFREMER)가 해양로봇 연구를 주관하고 있으며, 군사용 해양로봇의 연구개발은 DCN 및 ECA사가 주도하고 있음
- 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
- 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 2.2.5 프랑스의 주요 AUV들

	Alister	Alister 3000	ALIVE
			
제조사	ECA	ECA	Cybernetix
제원	4.5~5m(L)×0.9m(d) 800~960kg	5m(L)×1.45m(W)×1.7m(H) 2,300kg(payload 150kg)	4m(L)×2.2m(W)×1.6m(H) 3,500kg
성능	최대속도: 8kts 운용시간: 12~24시간@4kt 최대수심: 300m	최대속도: 4kts 운용시간: 24시간@2kt 최대수심: 3,000m	최대수심: 3,000m 운용시간: 10시간
특징	모듈형 동력: 리튬-이온 배터리 MCM, REA, ISR	센서: SSS, SBS, SBP, Camera, CTD or SVP 항법: OAS, INS, DVL 심해 조사선(유전, 가스전)	복합조정AUV 심해 유전/가스전 지원

(4) 일본

- 1991년 3,300m급 심해 ROV 해양로봇 Dolphin 3K를 개발하여 심해 해저의 해양조사를 수행하였고 열수광상 및 광합성에 의존하지 않는 생물군락과 새 지각관 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
- 2000년부터는 JAMSTEC에서 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

표 2.2.6 일본의 주요 AUV들

	Urashima	Tantan	R-one
			
제조사	JAMSTEC	MES	U. of Tokyo
제원	10m(L)×1.3m(W)×1.5m(H) 8,000kg/10,000kg	2m(L) 180kg	8.2m(L)×1.1m(d) 4,000kg
성능	운용속도: 3~4kts 최대수심: 3,500m 운용거리: 300km	최대속도: 2kts	최대수심: 400m 운용시간: 20시간
특징	동력: 연료전지/리튬-이온 배터리 센서: CTD, SSS, SBP, Multibeam echo sounder, Camera 심해 해저 조사	근해호수 생물 조사 (플랑크톤 분포/용존산소) 센서: CTD	동력: CCDE 해저 맵핑

## 나. 실증 및 실용화 분야

- 미국의 경우 6개 이상의 테스트베드를 보유하고 있으며, MIT의 경우 무인선 성능평가를 위한 테스트 베드를 찰스강 인근에 설치하였고, 미해군은 펜드오레호에 군용 무인잠수정 및 수중통신 기술 개발을 위한 테스트 베드를 운영하고 있으며, 우즈홀 해양 연구소(WHOD)는 전용 부두를 활용한 해양무인잠수정 테스트 베드를 구축하여 활용하고 있음
- 유럽의 경우 4개 이상의 테스트베드를 보유하고 있으며, 대표적인 예로 무인잠수정 성능평가를 위한 전용 테스트 베드가 포르투갈 Instituto Superior Tecnico, 스코틀랜드 Underwater centre에 설치되어 운용되고 있으며, 해양무인선의 성능평가를 위한 테스트베드가 노르웨이 트론하임 피오르드, 스토 피오르드 등에 설치되어 운용 중에 있음
- 중국의 경우 아시아 최초로 남중국해에 해양무인시스템 전용 테스트베드를 설치하여 운용할 계획을 2018년 2월 발표하여 실행하고 있으며, 1단계에서는 27km<sup>2</sup>, 2단계에서는 771.6km<sup>2</sup>의 세계 최대 규모의 시험 영역을 지정할 계획임
- 해외 선진국들은 해양무인시스템의 안전성 확보를 위해 테스트 베드를 활용한 기술축적과 함께 관련 평가 기법 개발 및 국제 표준화에 선제적 대응을 준비하고 있는 것으로 예상됨



그림 2.2.1 세계 해양/수중로봇 테스트베드 현황

- 해양/수중로봇의 실용화에 있어 영국은 NOC, 스페인은 PLOCAN 프로그램을 운영함. 영국 NOC(National Oceanography Center)는 석유 플랫폼을 거점으로 하여 해저케이블 관측망, 무인체 해양관측을 위한 수중 및 수상 통신 게이트웨이, 전력 공급, 관측기술 개발 등의 연구개발 수행 중임. 스페인 PLOCAN은 해양플랫폼을 해양연구 목적의 인프라로서 구축하여 해양에너지 개발

연구, 3차원 해양관측시스템 개발, 해저케이블 관측망 구축 등 해양모니터링 체계 개발하고 있음.



그림 2.2.2 영국 NOC의 해양플랫폼 활용 계획



그림 2.2.3 스페인 PLOCAN의 해양 모니터링 체계

- 미국에서 추진 중인 OOI(Ocean Observatories Initiative)는 해양에 직접 나가지 않더라도 해양 무인관측소 운영을 통해 실시간 해양을 관측할 수 있는 해양관측 네트워크를 구성하는 것임. 2007년부터 연구가 시작되었음.
- OOI의 목표는 해저케이블망을 이용한 지각판과 심해 연구, 계류와 부이(buoy), 자율무인잠수정(AUV) 등을 이용해 연안 환경 관측, 표류계, 부표, 부이 어레이, 기타 쌍방향 통신 시스템을 이용한 영양염의(바닷물 속의 규소, 인, 질소 등의 염류를 총칭) 순환, 대기·해양 반응, 해류 등 연구 등임.
- SWARMS (Smart and Networking Underwater Robots Cooperation Meshes)은 2015년 7월에 유럽 전역에 실시된 프로젝트로, 3년 간 유럽 10개국 35개 협회가 파트너로 참여함. 기간은 2015년 ~ 2018년(3년)이며 사업비는 약 240억원임.



- SWARMS Project 목표는 실시간 환경 인식 및 감지 시스템, 해양장비 운영 및 제어를 위한 수중 통신 체계 구축, AUVs 자율성 및 ROVs 사용 편의성 향상을 위한 운용시스템 개발 등임.

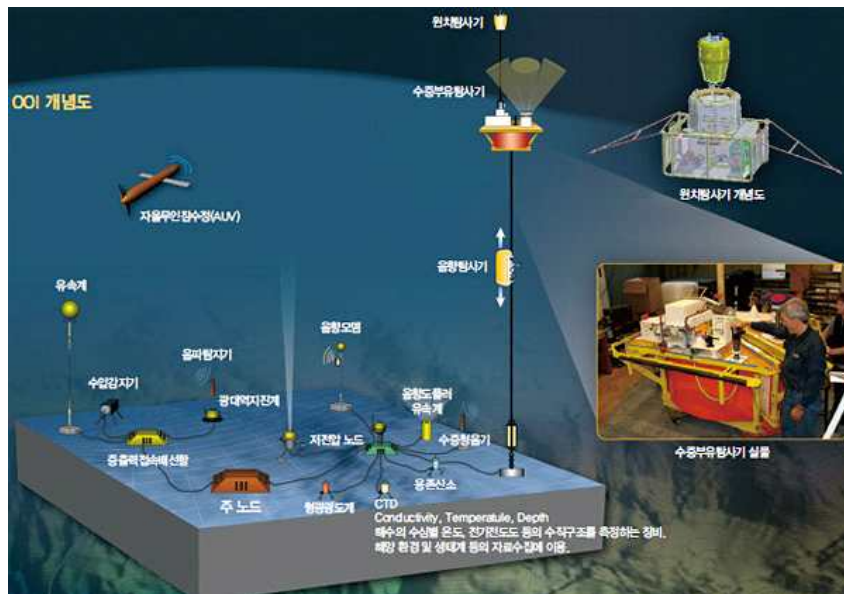


그림 2.2.4 미국 OOI 개념도

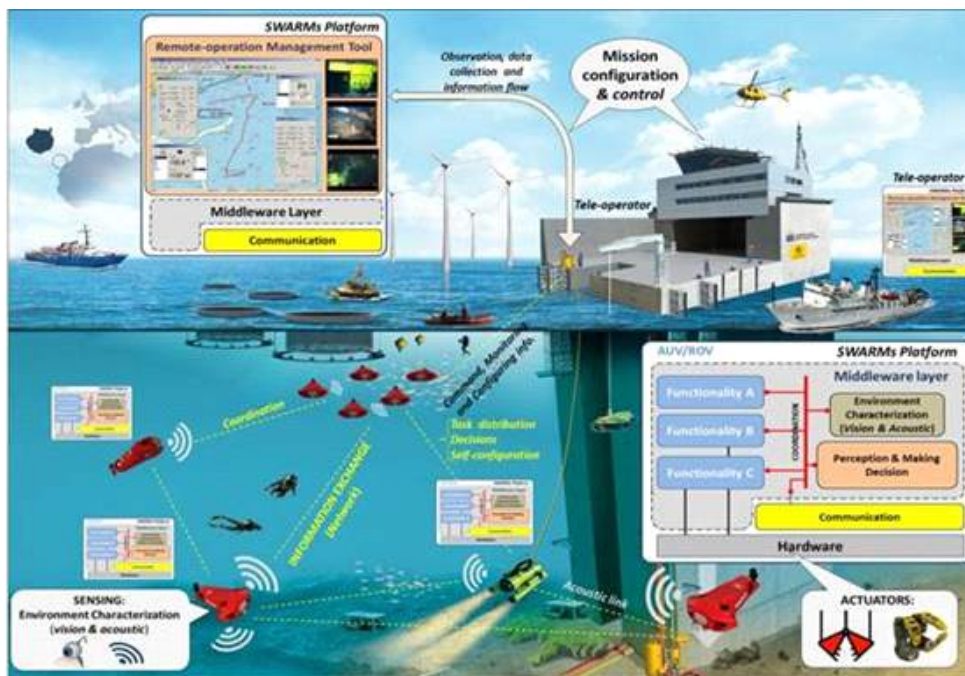


그림 2.2.5 SWARMS Project 개념도

## 다. 인증 분야

국 명	주요 표준화 및 시험·인증 동향
북미	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세계 표준화 및 시험·인증 시장 약 30% 차지</li> <li>• 연평균 약 5.2% 증가 예상 (~2020년)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 북미 시장 60% 차지</li> <li>• IoT 기기 표준화 및 인증 위해 스마트홈, 자동차 제조업 분야 중심 컨소시엄 OCF(Open Connectivity Foundation) 플랫폼 강화</li> <li>• UL, ABS Group, ASTM International, Qualitas Compliance 등 글로벌 시험·인증기관 보유</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 표준화가 법에 명시되지 않은 캐나다에서는 SCC(Standards Council of Canada, 캐나다 표준화 위원회)가 인정권한이 있어 표준화 선도</li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세계 시험·인증 시장 약 49% 차지</li> <li>• 연평균증가율 약 5.0% 성장 예상(~2020년)</li> <li>• 시험인증 산업 발전 및 기업 이익 위해 공공차원 조직적·체계적 활동 추진</li> <li>• '전파통신(RED) 지침' 강화로 사물인터넷 관련 전자파에 대한 유해성을 측정하기 위한 적합성평가 강화 추진</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN(Deutscher Industrie Normenausschuss, 독일 공업 규격 위원회) 중심으로 표준 정책 추진</li> <li>• 유럽 시험·인증 시장 약 34% 차지</li> <li>• TÜV SÜD는 웨어러블 디바이스 인증마크 출시('16): 다양한 시험 기준을 토대로 개발 기계·기술·화학 안전시험, 사용성(Usability) 시험 등 평가</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주로 최종 사용자 요구에 의한 표준화 추진</li> <li>• 정부에서 전기전자 제품에 CE마크를 요구하는 규정이 다수</li> </ul>
APAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세계 시험·인증 시장의 약 18% 차지</li> <li>• 연평균증가율 약 9.0% 성장 예상 (~2020년)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APAC 지역 시험·인증 시장 약 27% 차지</li> <li>• 제조공장이 급격히 증가하면서 인증 시장 성장세가 예측</li> <li>• 최근 제품별 표준체계와 법률을 개선하고 세분화하며, 시장진입 기준을 엄격히 하는 추세 - 강제성 제품인증 목록 개혁조정 및 실시방법 발표('18)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 표준 관련 단체로 JISC(일본공업규격위원회, Japan Industrial Standard Committee)가 있으며, 주로 일본 JIS 규격 유지개발, 국제표준활동, 인증 및 인정 권한 유지 등 수행</li> <li>• 표준화 관민전략 시행(2014)에 따라 표준, 인증 기반 및 활동, 인적 자원 등 신시장 중심으로 재정비 추진 - 신시장창조형표준화 제도 시행을 통해 현행 제도로는 대응이 곤란한 융합기술, 중소기업 보유 첨단기술의 표준화를 신속히 추진할 제도 구축</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SA(Standards Australia)는 대표적 표준개발 기관으로, 전기통신 및 제약 분야에서 다른 나라의 기관과 MRA 협약 추진</li> </ul>

※ 출처 : 국내외 시험인증산업 실태조사(2015, KOTRA 자료 재구성), 한국시험인증산업협회(2015)



## 라. 교육 및 인력양성 분야

### (1) ROV 분야 인증

- IMCA(International Marine Contractors Association)는 해양 및 수중 엔지니어링 회사 국제연합협회로서 품질, 건강, 안전, 환경개선 및 기술적 표준 추진하는 협회임.
- IMCA는 Diving, Marine, Offshore Survey, Remote System & ROV의 4가지의 Divisions 운영하여 전 세계 5개 지역(아시아-태평양, 유럽 & 아프리카, 중동 & 인도, 북미, 남미 활동지역)을 운영하여 Offshore분야 종사자의 근로 시 신체에 영향을 주는 문제 등의 폭넓은 범위를 다룸
- 대부분의 ROV Training Center는 IMCA에 가입되어 있고 ROV Training의 가이드 라인을 제공함.
- IMCA에 가입된 ROV Training Center는 Training 후에 Logbook을 제공하고, 작업이 끝날 즈음 Supervisor에게 Logbook에 사인을 받고 추후에 그 Logbook을 바탕으로 다른 회사에 Apply 가능
- IMCA에 가입은 가입 신청 후 이사회에서 심사를 하고 이력관리를 한 후 인정되어 약 1년이 소요, 가입 후 연회비 외에 IMCA 파견자에 대한 인건비와 숙박 등이 요구, ROV에 대한 검사를 2년마다 정기적으로 받아야 함.

### (2) IMCA 인증 교육기관 현황

- 2011년 기준 Remote Systems 및 ROV 분야 IMCA 인증 교육기관은 25개로 아시아 태평양 9개, 유럽 및 아프리카 12개, 북미 4개임.

표 2.2.7 IMCA 인증 교육기관

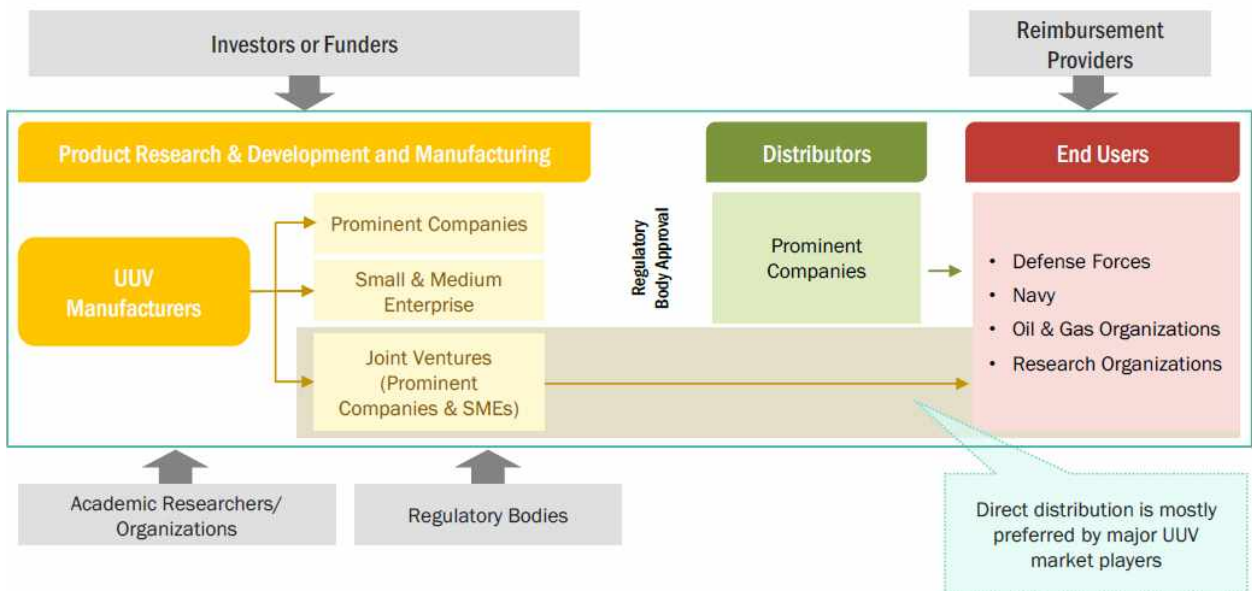
지역	국가	교육기관명	
아시아-태평양	호주	WA Maritime Training Centre - Fremantle	
	필리핀	IDESS Maritime Centre (Subic) Inc	
	싱가포르	KBA Training Centre Pte Ltd	
	방콕	PT SBS Indonesia	
	기타		Seahorse Services Co Ltd
			SubNet Services Ltd - Asia - Pacific
			TGH AP Pte Lt
			Underwater Engineering Ltd
		Delphinus Services Ltd - ROV Training Divisio	
유럽/아프리카	크로아티아	AdriaMare Maritime Training Center	
	프랑스	Institut National de Plongée Professionnelle (INPP)	
	영국		Maritime Training & Competence Solutions Ltd
			National Oceanography Centre
			Global Marine Systems Ltd - Subsea Training HydroLab-HydroCAT
	스코틀랜드	Power& Generation Services	

	기타	The Underwater Centre Fort William Ltd
		Skilltrade BV
		ANFE(Associazione Nazionale Famiglie Emigrati)
		Bonifacio Srl
		Marine Solutions (Pty) Ltd
		Offshore Skills Training Centre (OSTRAC)
아메리카	캐나다	CentreforMarineSimulation
		Dive Safe International
	기타	Perry Slingsby Systems Inc
		The Institute of Remotely Operated Vehicles

## 마. 시장 동향

### (1) 수중로봇 산업 특징

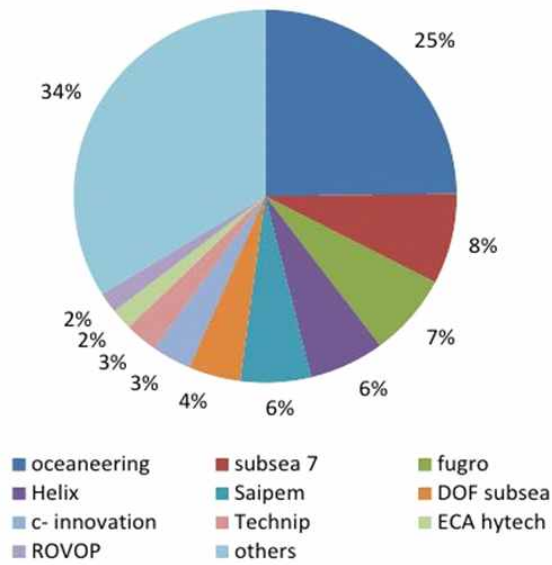
- 수중로봇에 대한 산업구조는 아래와 같으며 수요가 되는 전방산업은 오일&가스에서부터 국방 그리고 다양한 수중구조물 까지 넓게 활용이 되고 있음.



※ 출처 : Press Releases and MarketsandMarkets Analysis

그림 2.2.6 수중로봇 산업구조

- 수중로봇 업계는 매우 폐쇄적이어서 주요 기업체들이 세계 시장을 독점적으로 분할하고 있고 신규 장비 및 신규 인력의 진입장벽이 매우 높음.

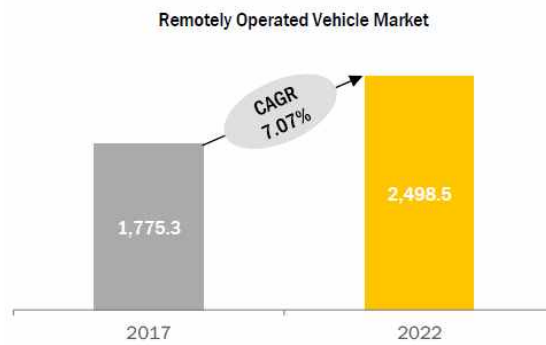


※ 출처 : IndustryARC(2015), UUV MARKET(2015-2020)

그림 2.2.7 세계 수중무인이동체 시장의 업체별 점유율('14년 기준)

## (2) 수중로봇 자체 시장

- 시장조사기관 MarketsandMarkets의 조사결과에 따르면 전 세계 무인수중로봇(UUV) 시장은 2017년 26억 9,000만 달러에서 2022년 51억 9,000만 달러로 연평균 14.07% 성장할 것으로 전망, 이 중 ROV 시장은 2017년 17억 7,000만 달러에서 2022년 24억 9,000만 달러로 연평균 7.07% 성장할 것으로 전망

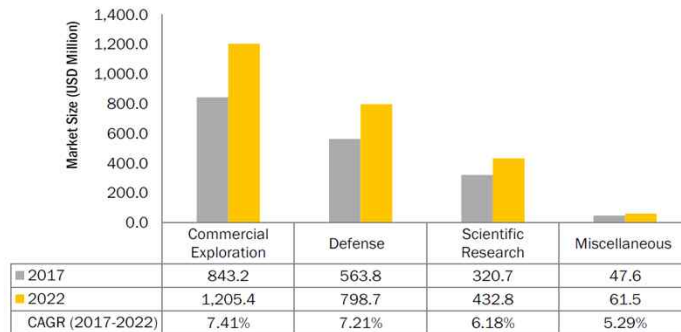


Type	2015	2016	2017-e	2022-p	CAGR (2017-2022)
Remotely Operated Vehicle	1,642.2	1,712.6	1,775.3	2,498.5	7.07%
Autonomous Underwater Vehicle	642.8	759.1	916.0	2,698.9	24.13%
<b>Total</b>	<b>2,285.0</b>	<b>2,471.7</b>	<b>2,691.3</b>	<b>5,197.4</b>	<b>14.07%</b>

※ 출처 : Secondary Research, Expert Interviews, and MarketsandMarkets Analysis

그림 2.2.8 세계 UUV 시장 전망, 2015-2022 (단위, 백만달러)

- ROV를 사용하는 주요 4가지 시장 중에서 상업탐사 분야(해저 탐사, 해저 맵핑, 해양 시추 및 파이프라인 검사 등)와 국방 분야의 시장 성장성이 가장 높은 것으로 예측됨.



※ 출처 : Secondary Research, Expert Interviews, and MarketsandMarkets Analysis  
 그림 2.2.9 수요 영역별 ROV 시장 규모(1), 2017-2022

### (3) 수중로봇 활용 시장

#### ▣ 해상풍력발전

- Douglas-Westwood사의 보고서에 따르면, 2017년부터 향후 10년 동안 해상풍력시장 시장규모가 총 4,700억 유로(약 625.7조 원)에 달할 것으로 전망
- 전 세계적으로 해상풍력시장은 해상구조물 설치 등 기술한계 극복으로 시장 증가 중이며, 유럽은 지속적인 풍력사업이 확대되고 있고, 아시아, 아프리카 등 Emerging Market의 성장 가속화가 예상됨

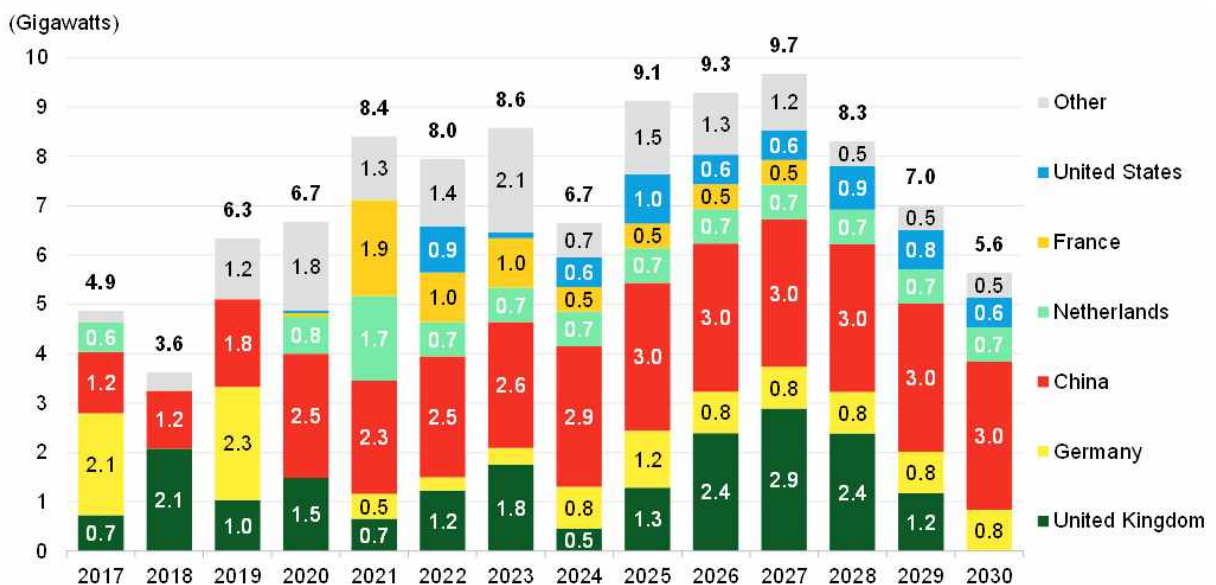


그림 2.2.10 전세계 해상풍력 연간설치량 전망

(Source: Bloomberg New Energy Finance, "2H 2017 Offshore Wind Market Outlook", 2017.12)

## ▣ 해저 전력 케이블

- 전세계 해저 전력 케이블 시장 전망을 나타낸 아래 그림을 보면, 2019년 기준 41억 달러에서 2025년 기준 107억 달러로 약 17.5%로 높은 성장률을 보이고 있음. 또한 2030년에는 162억 달러로 2025년~2030년 연 평균 성장률은 8.5%로 예상됨.
- 특히 아시아 태평양 시장은 2020년~2030년 기준 연 평균 207%로 상당히 높은 성장률을 나타낼 것으로 예측됨.

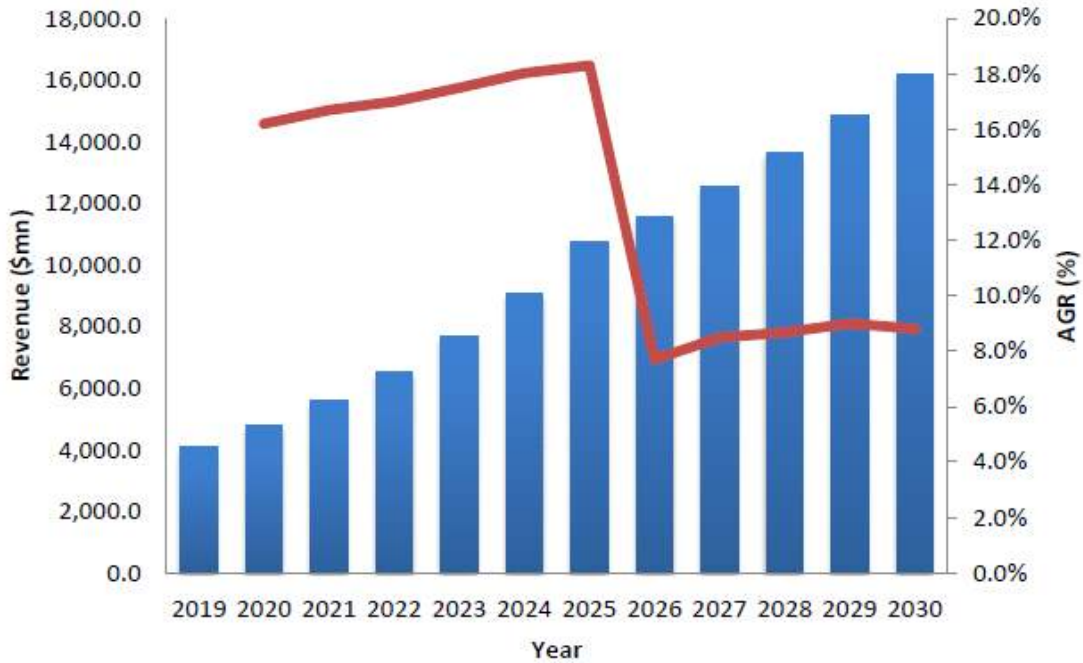


그림 2.2.11 전세계 해저 전력 케이블 시장 전망 (2020-2030), 출처 : Visiongain 2019

## ▣ 해저 통신케이블

- 해저 통신케이블 시장은 대부분 국제 프로젝트로 케이블 제조사 주도의 제한적 경쟁이 이루어짐.

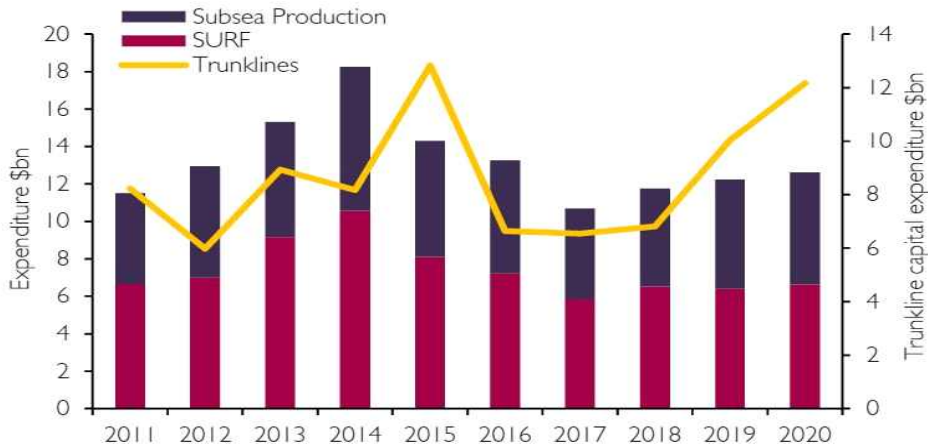
표 2.2.8 해저 통신케이블 프로젝트 현황 (※ 출처 : 수중로봇 시장 소개, KT서브마린)

프로젝트	공사내용	공사수행
IGG - M/L	인도네시아 지역 해저 케이블 건설	2018년
PNG	파푸아뉴기니 지역 해저 케이블 건설	2018년
SJC2	싱가폴-한국/일본 (Fishbone) 해저 케이블 건설	2019년
APNG-3	파푸아뉴기니 - 호주 해저케이블 건설 (3,400km)	2019년
한-코스타리카	파푸아뉴기니 - 호주 해저케이블 건설 (3,400km)	2019년
FOA Chile	칠레 환형망 해저 케이블 건설 3,000km	2019년
SISCC	솔로몬-인도네시아 지역 해저케이블 설치 (3,000km)	2020년

CDSCN	필리핀-바탕가스 지역 건설 450km(기존 1,800km 조정)	2019년
NCP - PLIB	미국-일본-대만-한국-중국 간 해저케이블 건설	2018년
PLCN	홍콩-대만-괌-하와이-미국 해저 케이블 건설	2019년
ASC PLIB	인도네시아 - 호주 해역 해저케이블 매설작업	2018년
INDOGO PLIB	인도네시아 - 호주 해역 해저케이블 매설작업	2018년
HKG	홍콩-필리핀/ 대만-괌 해저 케이블 건설	2019년
HK-Philippines	홍콩-필리핀 간 해저 케이블 건설 1,200km	2019년
HK-Thailand	홍콩-캄보디아-태국 해저 케이블 건설 1,900km	2020년
METISS	남아공-마다가스카르 지역 건설 3,000km	2019년

## ▣ 해양플랜트

- 에너지시장 조사기관 더글라스 웨스트우드(Douglas-Westwood)사의 전망에 따르면, 해양플랜트 운영 및 유지보수 시장은 2020년에 약 1,500억 달러 규모로 확대될 전망이며 연평균 성장률은 3.6%로 예측



※ 출처 : Douglas-Westwood(2016). World Deepwater Market Forecast

그림 2.2.12 해저자원 생산 및 이송 설비의 투자현황 및 전망

## 바. 정책 동향

### (1) 미국 동향

- 해양법(Ocean Act) 제정과 해양분야 청사진 수립을 통해 국제사회에서의 해양과학기술분야 위상강화 및 해양과학기술력 향상을 지속 추진
  - 첨단해양(연구)장비 개발과 관련해서는 자국내 주요 연구기관(스크립스해양연구소, 우즈홀해양연구



소 등)을 통해 지속적인 기술력 확보를 추진

- 스크립스해양연구소는 해양관측연구개발부(CORDC, Castal Observing Research and Development)를 통해 연안해역의 원격탐사 등에 대한 원천기술 확보 추진
- 우즈홀해양연구소는 AOPE(Applied Ocean Physics & Engineering)에서 해양음향, 수중이동장비 및 잠수정에 대한 기반기술 확보를 추진
- 심해과학기술연구소(STRC, Seabed Technology Research Center)에서는 해저차량과 센서기술, AUV, ROV 관련 기술개발을 추진

## (2) EU

- (EU) 통합 장기프로젝트인 Horizon 2020 프로그램이 '14년부터 진행되고 있으며, 해양의 개발을 통한 사회적 과제 해결 목표 달성을 위한 다양한 지원 확대
  - 해양장비와 관련된 해양공학기술분야는 영국, 프랑스, 노르웨이의 주요 국가연구소를 중심으로 높은 기술력을 보유하고 있으며, 지속적인 기술개발 지원 정책을 바탕으로 국가의 해양력은 물론 관련 산업의 파급효과를 극대화
  - 노르웨이 해양기술연구소(MARINEX)는 해양에너지발전시설 등 해양구조물의 유체역학, 관련장비에 대한 연구개발을 수행
  - 영국 사우스햄튼 국립해양과학센터는 USL(Underwater Systems Laboratory)를 통해 AUV의 설계 및 건조, 수중데이터 통신 기술개발 등을 추진
  - 프랑스 해양연구소(IFREMER)는 해양학분야의 종합연구기관으로 해저탐사장비 및 해양관측장비의 개발 등의 연구개발도 수행

## (3) 일본

- (일본) 해양안전, 관할권 확보 및 자국적 해양위협 대비 등에 우선순위를 부여하고 있으며 해양 영토 관리, 해양 물류 수송 확보, 해양 에너지 및 생물자원 확보 등의 종합 정책을 추진
  - 해양공학 관련 대표적인 연구기관으로는 국토교통성 산하 해양연구개발기구(JAMSTEC)와 문부과학성 산하 해상기술안전연구소(NMRI) 등이 대표적이며, 정부의 지원을 받아 활발한 연구 활동을 전개
  - JAMSTEC는 해상종합연구소로 불리는 지구(地球)호를 비롯해 모두 8척의 탐사선과 유·무인 심해잠수정 5척을 보유하고 심도 깊은 연구 활동을 전개하고 있으며, 어스시뮬레이터(Earth Simulator)를 활용해 기상요소들의 변화를 예측하는 시스템 개발 연구를 진행 중임. 또한 지구온난화, 지진방재, 이상기후 대처 등 국민생활 안전을 실현하기 위한 연구를 수행
  - JAMSTEC의 해양공학센터(MTC)는 자율무인탐사선 연구그룹, 고성능 무인해저탐사기술 연구그룹, 해양관측기술 연구그룹에서 해양공학에 초점을 둔 연구개발을 진행

## 2.3 KIOST 자체 역량

### 가. KIOST 자체 보유 해양로봇 현황

- KIOST의 자산으로 등록되어 있는 해양로봇 및 이를 지원하기 위한 음향센서류는 그림 2.3.1, 2와 같음.
- 해양로봇 중 ROV가 12대로 가장 많이 등록됨. ROV 평균 취득가는 4.3억원임. ROV의 경우 해미래, HYSUB 25와 같이 Work class ROV가 주류를 이루고 있음. KIOST는 다양한 분야의 해양연구를 수행하기 위하여 수중에서 단순 탐사/조사만이 아닌, 목표 대상물과의 상호작용(채광, 채집, 건설작업 등)을 요구하기 때문인 것으로 판단됨.
- 음향센서류는 Side scan sonar 17개, Positioning sensor가 13개 순으로 등록되어 있었음. Side scan sonar의 평균 취득가는 1억원, Positioning sensor는 0.8억원임. 광학영상 대비 먼 거리, 넓은 지역에 대한 직관적인 이미지를 형성하는 Side scan sonar는 사용자에게 수중에서 눈과 같은 역할을 제공함. Positioning sensor는 육상의 GNSS와 유사한 역할을 수행하여 수중에 있는 장비의 전지구적 좌표값을 제공함. 이를 통하여 수중장비를 목표지점에 반복적으로 도달할 수 있도록 보조함.

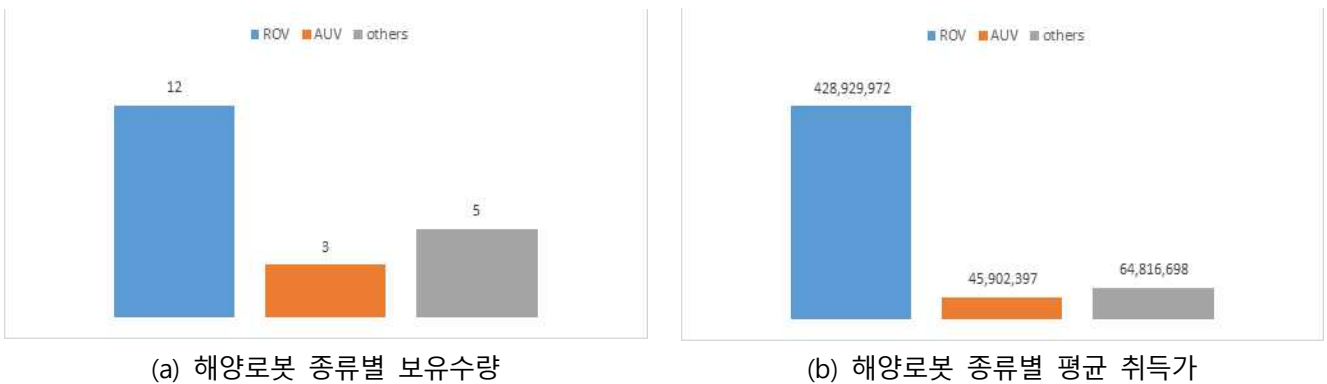


그림 2.3.1 KIOST 원내 해양로봇 현황 (2019년)

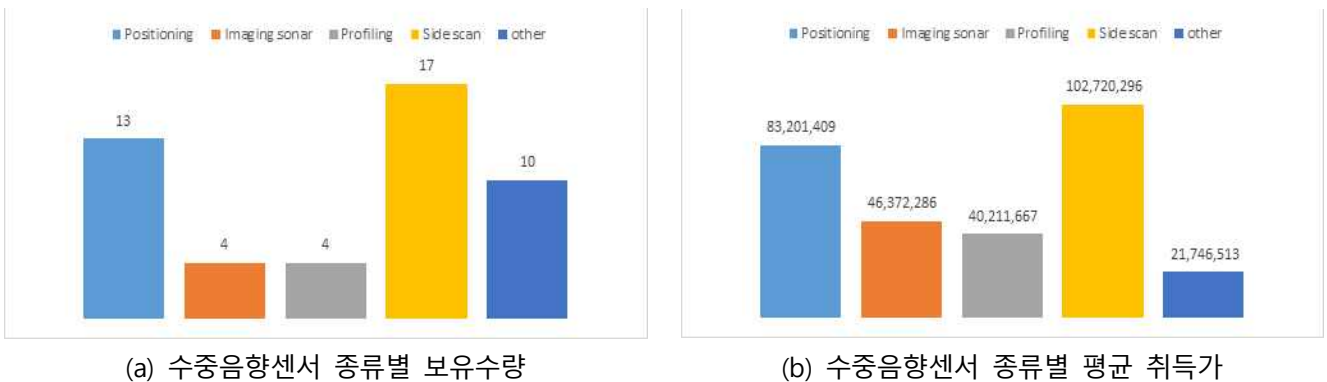


그림 2.3.2 KIOST 원내 수중음향센서 현황 (2019년)

표 2.3.1 KIOST 보유 ROV

분류	연번	자산명	취득가 (원)
ROV	1	6,000m급 심해 무인잠수정	2,297,210,000
	2	파일럿 집광로봇시스템	609,094,000
	3	CROV 300제작	88,088,000
	4	굴삭기(중고) 및 굴삭기 수중화	75,900,000
	5	HYSUB25 ROV(Repair)	63,863,953
	6	400m급 소형 무인잠수정	97,000,000
	7	수중사석모니터링시스템 ROV Platform	46,200,000
	8	BlueROV2	4,552,995
	9	교육용 ROV	2,000,000
	10	소형ROV	14,850,000
	11	HYSUB 25ROV SYSTEM	1,017,203,892
	12	200m급 천해용 다관절 해저로봇 CR200	831,196,820
		총액	5,147,159,660
	평균 취득가	428,929,972	

표 2.3.2 KIOST 보유 AUV

분류	연번	자산명	취득가 (원)
AUV	1	이심이 100선체	23,931,000
	2	200M급 탐사용 AUV 시제품	53,994,875
	3	AUV(자율무인잠수경)외 18종	59,781,317
		총액	137,707,192
		평균 취득가	45,902,397

표 2.3.3 KIOST 보유 기타 수중로봇

분류	연번	자산명	취득가 (원)
기타 수중로봇	1	해저착저형 콘관입시험기	132,000,000
	2	Parts for WaveGlider SV3 -Sub Assembly Wings	80,850,000
	3	Directional Waverider MK III, 0.9m	77,007,920
	4	해양조사용 소형/방수 드론	6,675,570
	5	수중기동이 가능한 드론 시제품 제작	27,550,000
		총액	324,083,490
		평균 취득가	64,816,698

표 2.3.4 KIOST 보유 Positioning sensor

분류	연번	자산명	취득가 (원)
Positioning sensor	1	POSITION SENSOR SYSTEM	30,455,705
	2	초단기선 위치추적장치	94,230,620
	3	Mini-Ranger 2 USBL System	75,118,055
	4	5채널 거리 측정 소나 시스템	6,350,000
	5	USBL Trensceiver	20,400,000
	6	USBL Transponder	4,950,000
	7	USBL Surface Interface unit	19,800,000
	8	수중 위치 추적 장치 (Underwater Location Pinger & Receiver)	4,180,000

	9	LBL/USBL System(Mahrs Motion & Gyro Sensor포함)	408,426,697
	10	USBL System	46,874,761
	11	Underwater Acoustic Positioning System USBL	246,060,766
	12	USBL 배열 트랜스듀서 및 증폭기	37,500,000
	13	USBL Underwater Positioning System Transponder	87,271,708
	총액		1,081,618,312
	평균 취득가		83,201,409

표 2.3.5 KIOST 보유 Imaging sonar

분류	연번	자산명	취득가 (원)
Imaging sonar	1	블루뷰 전방탐지 이미징소나	26,411,000
	2	전방탐지 이미지 소나	21,850,931
	3	2D 이미지 소나(Teledyne Blueview M900-130-MKS10-VDSL, Sonar head)	36,080,000
	4	수중 멀티빔 소나	101,147,213
	총액		185,489,144
	평균 취득가		46,372,286

표 2.3.6 KIOST 보유 Profiling sonar

분류	연번	자산명	취득가 (원)
Profiling sonar	1	1 MHz model 2001 3D Profiling Sonar	28,930,000
	2	6,000m급 전방향 탐지 및 프로파일링 소나	31,614,925
	3	Multispectral Underwater Profiling Profiler	83,938,420
	4	Multibeam Echosounder Sys	16,363,322
	총액		160,846,667
	평균 취득가		40,211,667

표 2.3.7 KIOST 보유 Side scan sonar

분류	연번	자산명	취득가 (원)
Side scan sonar	1	Side Scan Sonar(Towfish & Towshackle)	26,274,599
	2	600kHz Side scan sonar system for AUV	27,489,484
	3	Side Scan Sonar	81,493,454
	4	Multibeam Profiling Sonar	34,413,040
	5	Sidescan Sonar Imaging Sys	213,804,831
	6	Side Scan Sonar Sys	47,777,967
	7	Deep Tow side Scan Sonar Sys.	926,008,085
	8	Side Scan sonar	63,250,323
	9	WIDESCAN SONAR SYSTEM	55,649,837
	10	Side scan Towfish, 100 and 445kHz	44,879,491
	11	side scan sonar	20,383,000
	12	Sidescan transducer	6,627,656
	13	Side Scan Sonar(SP2 TPU)	41,095,293
	14	Side Scan Sonar	43,997,980
	15	6,000m급 측면주사 소나	55,900,000
	16	Tow Fish for 4900	28,600,000
	17	싱글빔 사이드스캔 소나	28,600,000

	총액	1,746,245,040
	평균 취득가	102,720,296

표 2.3.8 KIOST 보유 기타 센서

분류	연번	자산명	취득가 (원)
기타 센서	1	음향부이부/수직선배열 음향탐지 시스템 시제품	29,700,000
	2	선배열음향센서부/수직 선배열 음향탐지 시스템 시제품	26,680,000
	3	음향센서 모듈/수직 선배열 음향탐지 시스템 시제품	26,020,000
	4	음향센서 수신기 조립부/수직 선배열 음향탐지 시스템 시제품	24,530,000
	5	전개형 수평 선배열 청음기 Array	41,000,000
	6	전개형 수평선배열 센서	41,500,000
	7	Sound Velocity Profiler	10,998,517
	8	Underwater Acoustic Transponder	1,749,752
	9	전방위 수중음파탐지시스템	13,224,192
	10	Underwater Acoustic Transponder	2,062,665
		총액	217,465,126
		평균 취득가	21,746,513

## 나. 시험평가선

- 한국해양과학기술원은 해양수산부의 연구개발사업으로 ‘해양장비 실험역 성능 검증을 위한 시험평가 선박 및 시스템 구축’ 과제를 수행하고 있음. 해당 과제의 연구기간은 2018.04~2021.12임.
- 해당 과제의 필요성은 다음과 같음.
  - 국내에 다양한 선박 및 연구선 등은 존재하나 해양/수중로봇의 성능에 대한 실증·시험평가를 수행할 수 있는 시설 및 전용모선이 없음.
  - 해양 생물산업, 수산연구정보, 로봇개발등의 해양관련 센터는 존재하나 상용화 기술의 설계, 시작품 제작, 실험을 위한 실증·시험평가 시설이 없음.
  - 민간에서 다양한 해양/수중로봇을 개발하여도 객관적 성능자료 부족으로 인해 수요자에게 외면받고 있는 것이 현실임.
- 해당 과제의 목표는 다음과 같음.
  - 해양장비 실험역 시험평가를 위한 시스템 설계 및 선박 개조와 실험역 운용시험
  - 시험평가 장비설치 및 시스템통합, 시험장비 운영기술 개발, 시험평가제도 기반 구축
  - 산업체 수요에 대한 지원 및 국가R&D성과물에 대한 지원방안 도출 등 시험평가선 활용계획 및 운용자립화 방안 수립
- 시험평가선 예정 제원
  - GRT 3,000톤 이상 / DP2 이상
  - 전장 80m, 선폭 15m, 후방 데크 40m 이상

- 5,000마력 이상 추진력
- 승선인원 45명 이상
- 시험평가 지원시스템 예상 제원
  - 50톤 중량의 ROV를 sea state 4조건에서 시험평가 할 수 있는 지원시스템
  - A-frame/LARS, Heave compensating system
  - 해양환경모니터링시스템
  - 주요 연구내용
  - 해양기술 실험역시험 평가선 건조 (중고선박 개조)
  - 해양기술 실험역 시험평가 시스템 구축
  - 시험평가선 통합 운영시스템 구축
  - 해양장비 시험평가 운용기술 개발
  - 시험평가선 운영 추진체계 구축 및 자립화 방안 수립
- 향후 활용방안
  - 개발 시스템을 이용하여 수중로봇, 해양기장비 등 해양신산업 특화기술의 사업화 및 기술거래를 기반이 될 수 있는 성능인증을 수행할 수 있음.
  - 심해저 자원개발, 해양에너지, CCS 건설작업 등에 적용될 수중로봇 운영에 활용 가능
  - 실험역 성능시험 1회 약 50억원(임차료 1억원/일)의 소요경비 절감 및 선박 임차비용의 수입 대체효과.
  - 실험역 Test-bed 조성을 통한 해양산업 육성 정책 조기실현 및 해양경제 활성화 도모

## 다. 해양로봇 관련 KIOST 원내 사업

- 현재 KIOST에서는 해양로봇 활성화를 위하여 2개의 원내 사업을 진행 중이며 그 중 하나는 본 과제인 ‘해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 KIOST 전략수립’이며 다른 하나는 ‘심해저저근접 정밀 수중탐색용 잠수정 체계 구축방안’ 임.
- 해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 KIOST 전략 수립
  - 최종목표 :
    - 해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 KIOST 전략을 수립하기 위한 기획연구
  - 주요 연구내용
    - 해양로봇 관련 현황 분석
      - \* 해양로봇 관련 개발 현황
      - \* KIOST 내부 역량 및 외부환경 변화



- 전략분야 정의
- 비전 및 목표 수립
- 전주기를 고려한 세부 추진 방향 도출
  - \* 연구개발 분야
  - \* 실증 및 실용화 분야
  - \* 인증 및 법/제도 분야
  - \* 교육 및 인력양성 분야
- 세부 추진 분야에 대한 실행계획 수립
  - \* 적용 분야에 따른 추진 전략 및 체계 수립
  - \* 법/제도 분야, 인력양성 분야 포함
- 로드맵 작성
- 예상 연구 성과물
  - 해양로봇 분야의 중장기 비전 및 투자전략체계수립을 통하여 향후 20년간 관련 국가연구개발 사업추진의 타당성 확보
    - \* 해양로봇의 전주기를 고려한 연구개발 분야 설정 및 선순환적 생태계 정립
    - \* 종합적 중장기 로드맵 및 세부 실행계획 수립
- 활용계획 및 기대효과
  - 국가 해양로봇 관련 미래 전략 및 R&D 정책 수립 시 기초자료로 제공
  - 해양로봇 선순환적 생태계 구축을 통한 실용화 실현
  - 인증 및 표준화 구축을 통한 중소기업과의 상생 및 육성 기대
  - 4차 산업혁명 기술융합으로 연구개발-일자리 창출 선순환체계 구현
- 심해 해저근접 정밀 수중탐색용 잠수정 체계 구축방안
  - 최종목표 : 심해 해저면 근접 조사 및 목표 샘플 취득 기능이 구현된 심해용 무인잠수정 확보방안에 대한 기획
  - 주요 연구내용
    - 심해탐색용 무인잠수정 요구기능 수요분석
      - \* 무인잠수정을 이용한 최신연구사례 분석
      - \* 무인잠수정을 활용한 신규 대형 프로그램 전망분석
      - \* 무인잠수정 class 및 주요기능 선정 기획
    - 심해탐색용 무인잠수정 운영을 위한 연구선 지원기능 연구
      - \* 진회수 시스템/운영실 등의 추가탑재를 위한 연구선 개조 내역 식별
    - 무인잠수정 구축 및 운영 경제성 평가

- \* 탐사용 무인잠수정 구축 및 연구선 개선 비용 산정
- \* 전문 운영팀 직무분석 및 조직운영 경상비 산정
- 예상 연구 성과물
  - o 무인잠수정 구축 기획연구 보고서
    - \* 심해 무인잠수정 운영을 통한 신규 연구프로그램 기획
    - \* 심해 무인잠수정 도입을 위한 국가대형연구장비 획득 프로그램 대응
    - \* 국가 심해 탐사장비 운영 전문연구단 기획
- 활용계획 및 기대효과
  - o 심해탐색용 무인잠수정을 이용한 대형 연구 프로그램 기획
  - o 연구성 기능고도화를 통한 연구다양성 및 국가재난대응
  - o 대형연구장비 과기부 연구장비 심의위원회 심의 대응

## 라. 해양로봇 수요조사

### ▣ 설문 개요

- 설문대상
  - o 해양로봇에 직간접적으로 연관이 있는 산·학·연·관공 관계자 총 185명을 대상으로 설문조사 실시
  - o 그 중 60여명이 응답하였으며 종사업계 비율은 그림 2.4.3과 같음.

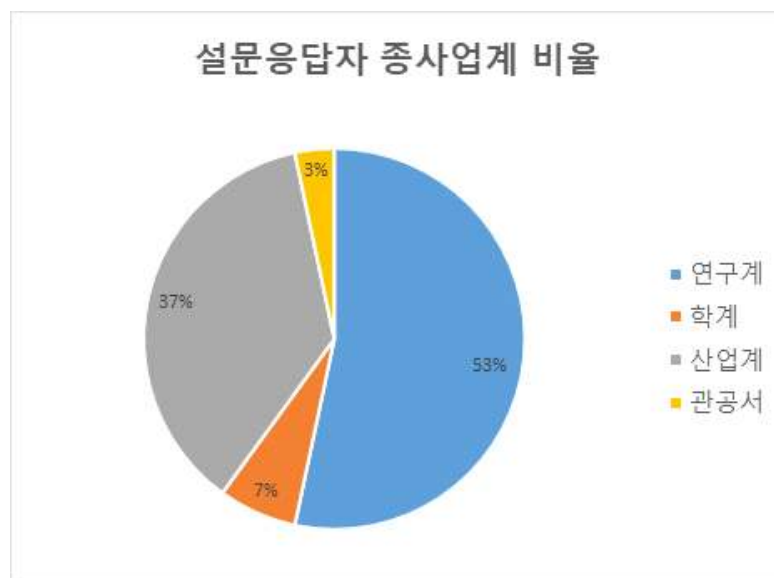


그림 2.3.3 설문 응답자의 종사업계 비율

- 설문기간

- 2019년 10월 18일부터 10월 25일까지

- 설문항목

<해양로봇 기술개발 분야>

- 해양로봇 관련 국내 기술개발이 시급한 분야
- 해양로봇 플랫폼 기술개발이 필요한 순서
- 개발이 시급한 특수목적 해양로봇
- 부품/부분품 분야 국산화 개발이 필요한 우선순위

<실증 및 실용화 분야>

- 해양로봇 상용화를 위해 시급한 항목
- 실용화 사업 중 ‘기술사업화 단계(TRL 기준 7~9)’ 포함의 필요성

<인증 및 법/제도 분야>

- 해양로봇 분야의 인증/표준화의 필요성
- 해양로봇 활성화를 위한 법/제도 개선시 시급한 순위

<교육/인력양성 분야>

- 해양로봇 관련 교육/인력양성 프로그램 중 중요도 높은 순위
- 해양로봇 관련 교육/인력양성 프로그램 활성화 시 중요분야

■ 설문지

『해양로봇 선순환적 생태계 조성을 위한 KIOST 전략 수립』  
전문가 의견 수렴을 위한 설문 조사

안녕하십니까?

한국해양과학기술원(KIOST)은 주요사업인 미래선도사업의 일환으로 「해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 KIOST 전략 수립」 기획사업을 진행하고 있습니다.

해양로봇의 선순환적 생태계는 ①해양로봇 기술 개발을 비롯하여 ②실증 및 실용화, ③인증 및 법/제도, ④교육 및 인력 양성 분야가 상호 연계되는 것이 필요합니다.

이와 관련하여 해당 기술 관련 전문가 분들의 고견을 적극적으로 반영하고자 의견 조사를 실시하고자 합니다.

도출된 결과물은 관련분야의 전문가들의 의견을 수렴하여 적극 반영하여 향후 KIOST 전략 수립에 활용할 예정이니, 많은 참여 부탁드립니다.

감사합니다.

2019. 09. 20

과제책임자 KIOST 장인성 책임연구원

- ▶ 제출방식: 현장 제출 또는 이메일 회신
- ▶ 문의처 : KIOST 신창주 선임연구원 (051-664-3563, [cjshin@kiost.ac.kr](mailto:cjshin@kiost.ac.kr))

□ 기본 인적 사항

기	관	명	
성	별		(1) 남성 (2) 여성
연	령		(1) 30대 (2) 40대 (3) 50대 (4) 60대
소	속		(1) 산업계 (2) 학계 (3) 연구계 (4) 정부/지자체 (5) 기타
최	종	학	위
			(1) 박사 (2) 석사 (3) 학사 (4) 기타
전	공		
직	책		
해	당	분	야
(	최	종	학
)	위	이	후
			(1) 4년 이하 (2) 5-10년 (3) 11-15년 (4) 16-20년 (5) 20년 이상

※ 설문 응답요령 : 보기 문항에서 해당되는 번호를 골라 오른쪽 응답란(네모칸)에 번호를 적어주시면 됩니다.

□ 해양로봇 기술개발 분야

[1] 현재 해양로봇의 국내 기술개발 수준이 해외 선진국(100% 기준)에 비해 어느 정도 수준인 것으로 판단하시는지요?

- ① 50% 이내 ② 50%~60% ③ 60%~70% ④ 70%~80% ⑤ 80%~90% ⑥ 90% 이상

[2] 향후 해양로봇 산업 및 시장을 고려하였을 때, 국내 기술개발이 시급히 진행되어야 하는 분야를 순서대로 적어주세요.

- ① 원천기술 ② 해양로봇 부품/부분품 기술 ③ 해양로봇 플랫폼(시스템) 기술 ④ 운용기술 ⑤ 기타 ( )

[3] 해양로봇 산업 및 시장을 고려하였을 때, 플랫폼(시스템) 분야에서 기술개발이 진행되어야 하는 순서를 적어주세요.

- ① ROV ② AUV ③ 수중 글라이더 ④ 유인잠수정 ⑤ 기타 ( )

\*) ROV : 원격무인잠수정, AUV : 자율 무인잠수정

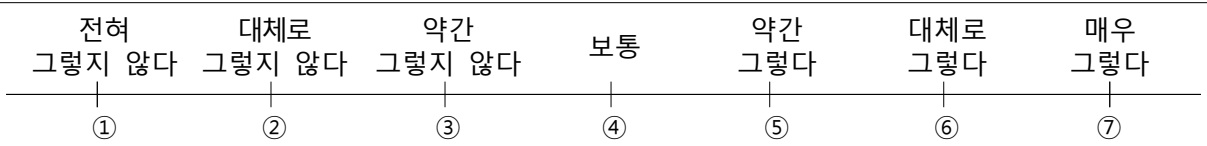
[4] 국가적으로 개발이 시급한 특정 목적의 해양 로봇이 있다면 어떤 분야라고 생각하시는지요?

- ① 해양환경개선 ② 수중시공/해체작업 ③ 해양관측 ④ 해양안전 ⑤ 해양안보/치안 ⑥ 기타 ( )

[5] 플랫폼(시스템) 중 양식장 청소로봇(양식장 내 저면 청소를 위한 로봇)의 개발이 어느 정도로 필요하다고 판단하시는지요?



[6] 해양로봇 기술 중 수중 컨넥터나 추진기와 같은 부품 또는 부분품의 국산화 개발이 어느 정도로 필요하다고 판단하시는지요?



[7] 해양로봇 산업 및 시장을 고려하였을 때, 부품/부분품 분야에  서 국산화 기술개발이 진행되어야 하는 순서를 적어주세요.

- ① 수중 컨넥터 ② 수중 카메라 ③ 소나 시스템 ④ 추진기 ⑤ 기타( )

**□ 실증 및 실용화 분야**

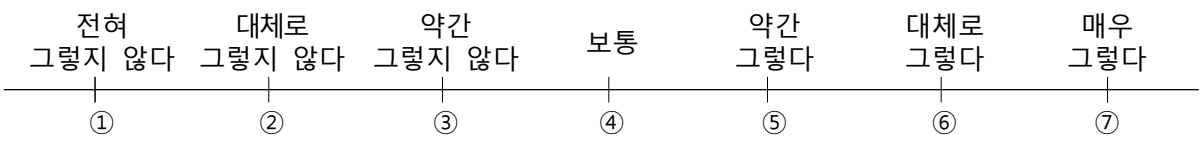
[8] 현재 우리나라 해양로봇의 상용화 수준은 해외 선진국(100%) 대비 어느  정도인 것으로 판단하시는지요?

- ① 50% 이내 ② 50%~60% ③ 60%~70% ④ 70%~80% ⑤ 80%~90% ⑥ 90% 이상

[9] 우리나라 해양로봇 기술의 상용화를 위해서 시급히 필요한  항목을 순서대로 적어주세요.

- ① 테스트베드 구축 ② 기술 사업화 지원 ③ 법/제도 개선 ④ 기타 ( )

[10] 우리나라 해양로봇 R&D 중 실용화 사업에 대해서는 '기술사업화 단계 (TRL 기준 7~9)'를 반드시 포함하는 것이 필요하다고 판단하시는지요?



**□ 인증 및 법/제도 분야**

[11] 해양로봇 분야에서 인증 및 표준화를 위한 준비가 필요하다고 판단하시  는지요?





[12] 해양로봇산업 활성화를 위해서 국내 법/제도 개선이 필요하다고 판단하시는지요?



[13] 해양로봇산업 활성화를 위한 법/제도 중 시급히 필요하다고 판단되는 우선순위를 매겨주세요.

- ① 해양 R&D 우선 적용(ex. 가산점)    ② 해양로봇 적용 법제화(ex. 구조물 점검)    ③ 해양로봇 운용 자격 증 제도 신설    ④ 기타 (            )

교육/인력양성 분야

[14] 미래 해양로봇산업 활성화를 위해 교육/인력양성 프로그램이 필요하다고 판단하시는지요?



[15] 교육/인력양성 프로그램 중 중요도가 높다고 판단되는 우선순위를 매겨주세요.

- ① 미래 인재양성 (초·중고등 대상)    ② 직업인 양성 (대학, 대학원)    ③ 전문가 과정 (전문 운용인력 등)    ④ 기타 (            )

[16] 교육/인력양성 프로그램이 활성화 된다면 어떤 분야가 가장 중요하다고 판단하시는지요?

- ① 기본이론 교육    ② H/W 교육    ③ S/W 교육    ④ 운영 교육    ⑤ 기타 (            )

설문에 응해주셔서 대단히 감사합니다.

## ▣ 설문 결과

<해양로봇 기술개발 분야>

- 해양로봇 관련 국내 기술개발이 시급한 분야 우선순위는 해양로봇 플랫폼 27%, 해양로봇 부품/부분품 25%, 원천기술 24%로 나타났음.

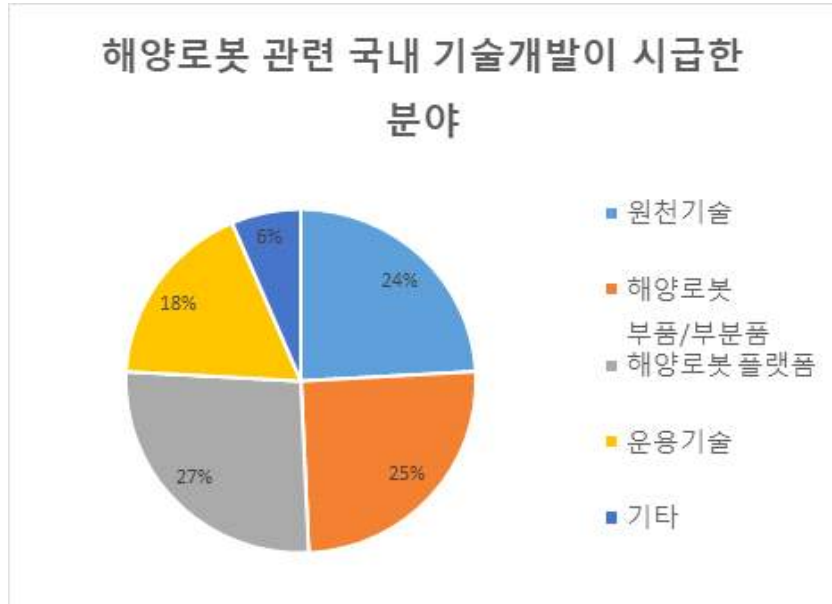


그림 2.3.4 해양로봇 관련 국내 기술개발이 시급한 분야

- 해양로봇 플랫폼 기술개발이 필요한 우선순위는 ROV 32%, AUV 26%, 수중글라이더 19%로 나타났다.

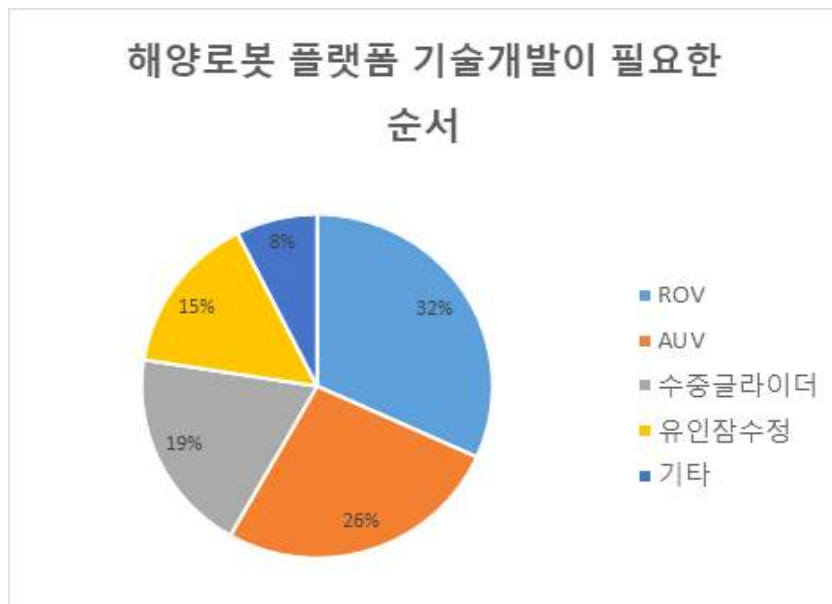


그림 2.3.5 해양로봇 플랫폼 기술개발이 필요한 순서

- 개발이 시급한 특수 목적 해양로봇 분류로 수중시공/해체작업용 38%, 해양환경개선 28%, 해양안전 17%로 나타났음.

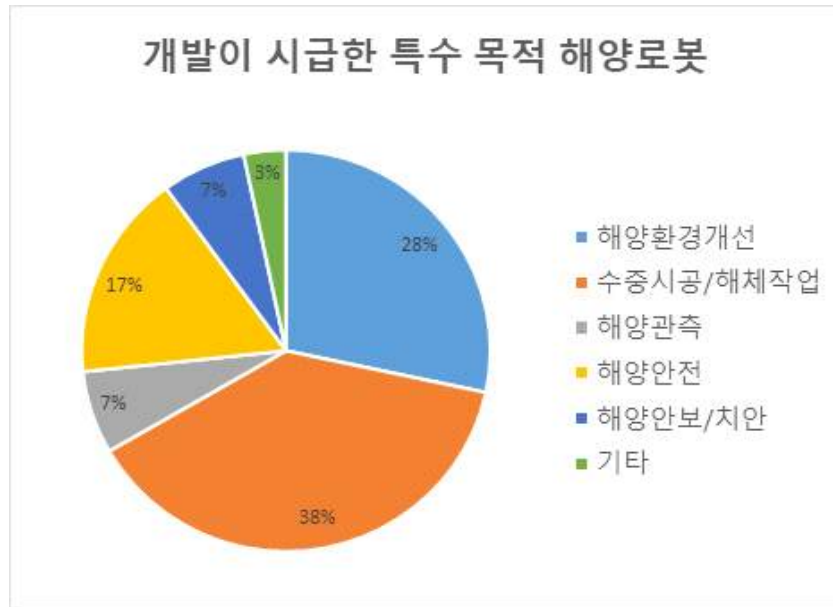


그림 2.3.6 개발이 시급한 특수목적 해양로봇

- 해양로봇 관련 부품/부분품 분야에서 국산화 개발이 시급한 순서로 수중커넥터 28%, 소나 23%, 수중카메라/추진기 21%로 나타났음.

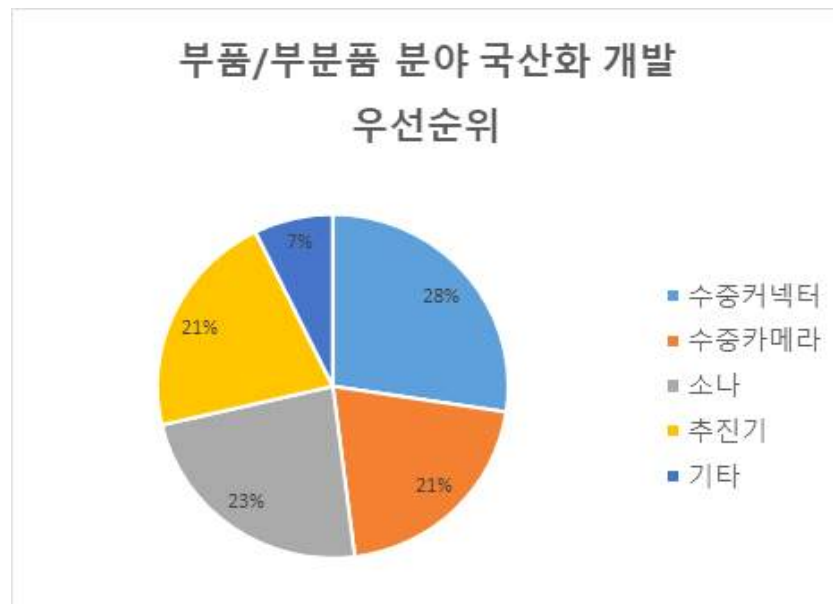


그림 2.3.7 부품/부분품 분야 국산화 개발이 필요한 우선순위

<실증 및 실용화 분야>

- 해양로봇 상용화를 위하여 시급한 항목으로 기술사업화 지원 35%, 테스트베드 구축 30%, 법/제도 개선 24%로 나타났다.

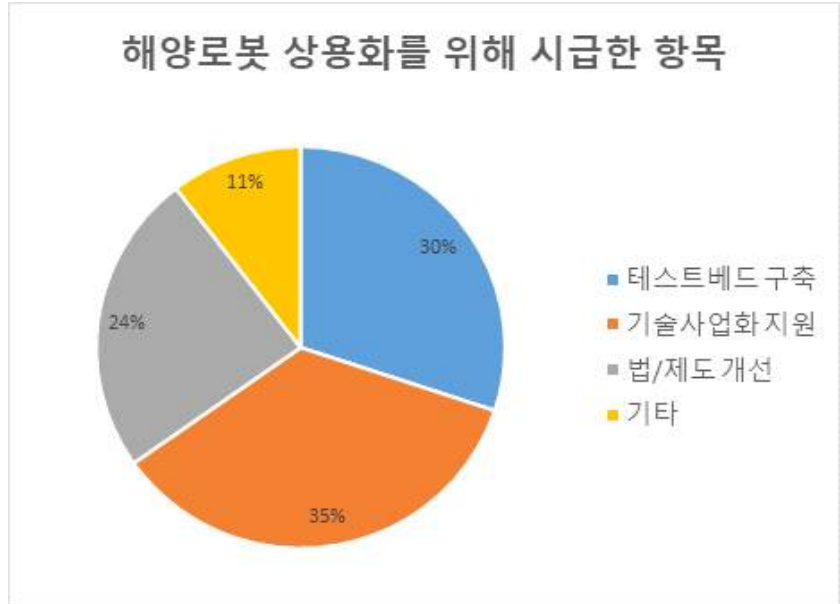


그림 2.3.8 해양로봇 상용화를 위해 시급한 항목

- 실용화 사업 중 ‘기술사업화 단계(TRL 기준 7~9)’ 포함의 필요성으로 매우 그렇다 37%, 대체로 그렇다 32%, 그렇다 18%의 응답을 보였음.

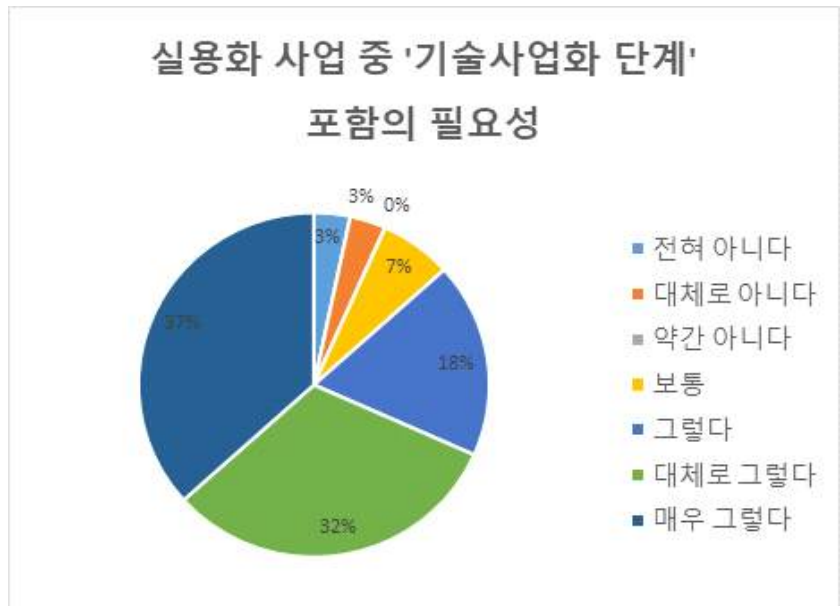


그림 2.3.9 실용화 사업 중 '기술사업화 단계' 포함의 필요성

<인증 및 법/제도 분야>

- 해양로봇 분야의 인증/표준화의 필요성으로 대체로 그렇다 40%, 매우 그렇다 32%, 그렇다 15%의 응답을 보였음.

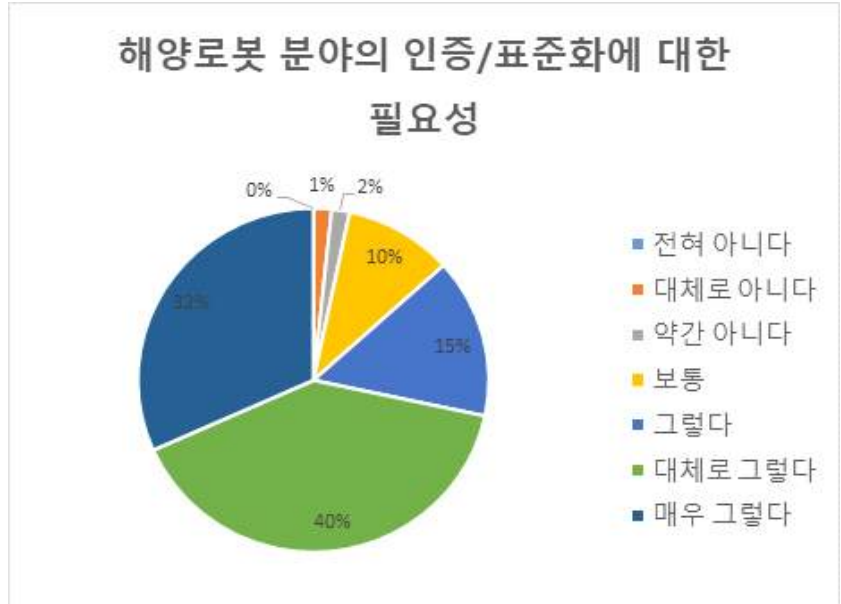


그림 2.3.10 해양로봇 분야의 인증/표준화에 대한 필요성

- 해양로봇 활성화를 위한 법/제도 개선 시 시급한 부분은 해양로봇 적용 법제화 35%, 해양 R&D 우선 적용 33%, 해양로봇 운용 자격증 제도 신설 21%로 나타났다.

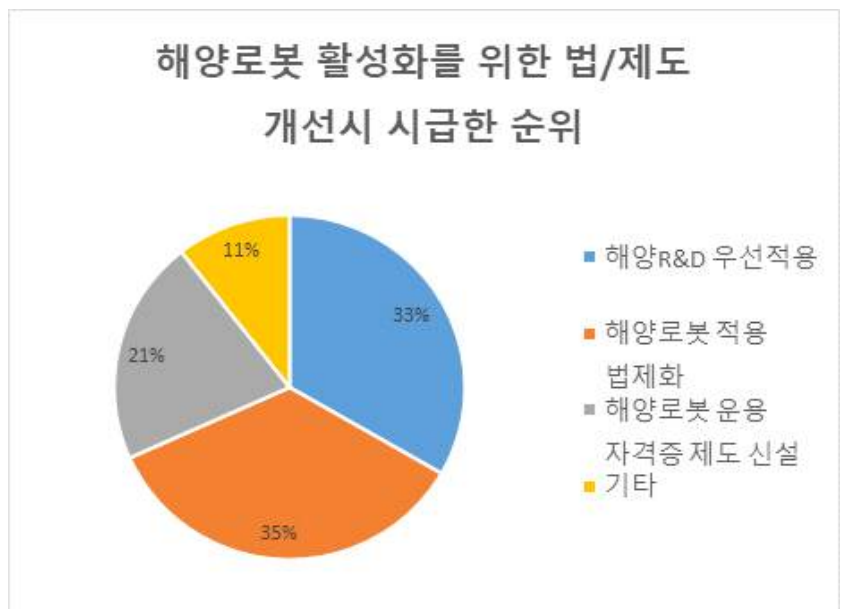


그림 2.3.11 해양로봇 활성화를 위한 법/제도 개선시 시급한 순위

<교육/인력양성 분야>

- 해양로봇 관련 교육/인력양성 프로그램 중 중요도 순위는 전문가 과정 48%, 직업인 양성 28%, 미래 인재양성 17%로 나타났음.

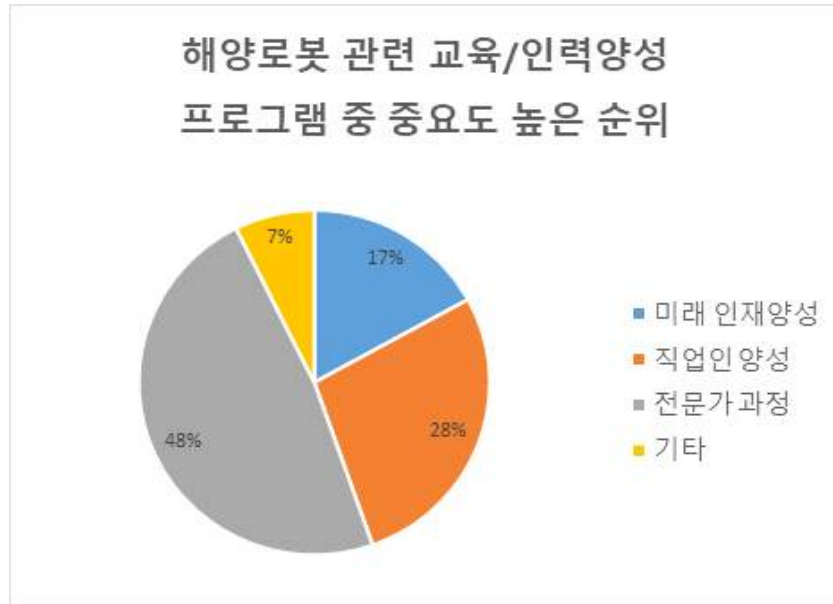


그림 2.3.12 해양로봇 관련 교육/인력양성 프로그램 중 중요도 높은 순위

- 해양로봇 관련 교육/인력양성 프로그램 활성화 시 중요 분야는 운영 교육 40%, S/W 교육 20%, 기본이론 교육 20%로 나타났음.

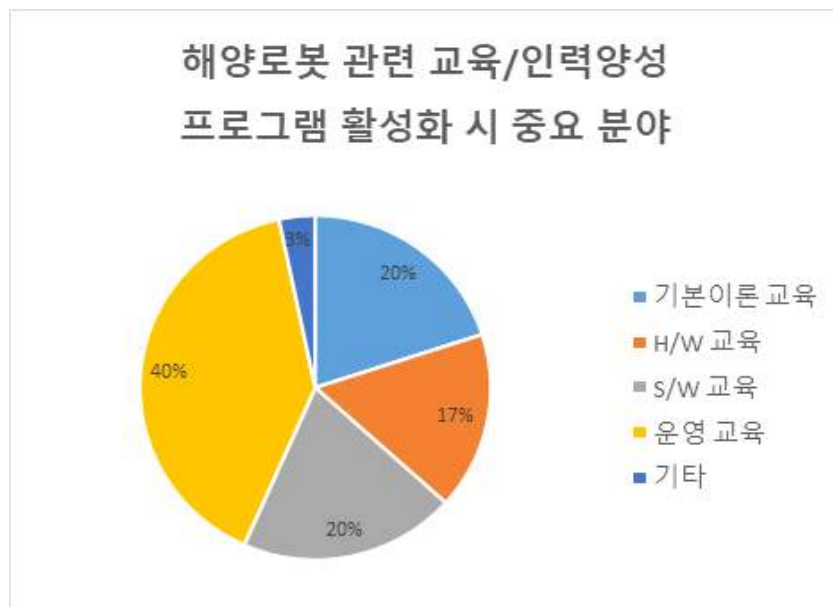


그림 2.3.13 해양로봇 관련 교육/인력양성 프로그램 활성화 시 중요분야



## ▣ 수요 분석 및 대응전략

### • 수요 분석

#### <해양로봇 기술개발 분야>

- 해양로봇 분야에서 플랫폼, 부품/부분품의 개발이 필요하고, 관련 원천기술을 확보하는 것이 필요함.
- 플랫폼 분야에서는 해양작업이 가능한 ROV, 해양관측이 가능한 AUV, 수중글라이더 개발이 요구됨.
- 해양로봇의 개발이 시급하다고 판단되는 특수목적으로는 수중시공/해체 작업, 해양환경개선, 해양안전 순으로 분류되었음.
- 부품/부분품에서는 시급성으로는 수중커넥터, 소나, 수중카메라/추진기가 언급되었음.

#### <실증 및 실용화 분야>

- 해양로봇 상용화를 위해서 기술사업화 지원이 절실한 것으로 나타났으며, 해양로봇 테스트를 위한 테스트베드 구축의 필요를 요구하였음.
- 실용화 사업에서 ‘기술사업화 단계’를 포함하는 것에 동의한 응답 비율이 87%로 실용화 사업을 통해 도출되는 해양로봇은 시제품 인증 및 표준화, 사업화를 수행할 수 있는 수준이 되기를 요구함.

#### <인증 및 법/제도 분야>

- 해양로봇 분야의 인증/표준화 필요성에 동의한 응답비율은 87%로 나타났음.
- 해양로봇의 활성화를 위해서는 법제화 및 해양 R&D 우선적용을 통하여 해양로봇 활용의 당위성을 확보하는 것이 필요한 것으로 나타남.

#### <교육/인력양성 분야>

- 해양로봇 관련에 관하여 전문과 과정 및 직업인 양성을 위한 교육/인력양성 프로그램이 중요하다고 응답함. 이는 산업 현장에서 해양로봇 분야의 전문가 및 직업인들의 수요 대비 공급이 작은 현실을 반영하는 것으로 보임.
- 해양로봇 관련 교육/인력양성 프로그램 활성화 시 운영 교육, S/W 교육이 중요하다고 응답하였음.

### • 수요 분석결과에 따른 대응전략

#### <해양로봇 기술개발 분야>

- 해양로봇 플랫폼 개발이 시급한 분야는 수중시공/해체 작업이 가능한 ROV, 해양환경개선 작업을 수행할 수 있는 ROV, 해양안전에 적용될 수 있는 ROV, AUV, 수중글라이더 임. (해수부에서

개발한 수중건설로봇의 경우 수중시공/해체 작업에 적용가능함.)

- 부품/부분품으로는 수중커넥터, 소나, 수중카메라/추진기가 요구되었으며, 이들은 해양로봇 이외에도 일반 수중관련 장치산업, 수중모니터링 구성품으로도 활용이 가능함.

#### <실증 및 실용화 분야>

- 해양로봇 상용화를 위하여 ‘기술사업화 단계’를 포함한 실용화 사업을 추진하며, 동시에 기술사업화 지원을 요구함. 이는 해양로봇이 개발되더라도 기술사업화를 위해서는 추가적으로 많은 부대비용이 발생함으로 이에 대응할 수 있는 지원을 요구하는 것으로 판단됨.
- 해양로봇의 실용화/상용화를 위해서는 투입분야에 맞는 개조 및 테스트가 필요한데, 국내에는 이에 대응할 수 있는 실험장 시험장이 부족함. 이에 테스트베드 구축 수요가 나타난 것으로 판단됨.

#### <인증 및 법/제도 분야>

- 해양로봇 분야의 인증/표준화의 필요성이 강하게 대두되고 있음. 이에 해양로봇 관련 인증/표준화 제도가 구축이 필요함.
- 법/제도/규칙 등의 개정을 통해 해양로봇 활용의 당위성을 확보하여야 함.

#### <교육/인력양성 분야>

- 인력양성을 위하여 다수의 해양로봇 관련 직업인을 양성하고 그 중에 자격을 만족하는 사람에 대하여 전문가 과정을 제공하는 것이 필요.
- 산업현장에 맞는 해양로봇의 원활한 운영을 요구하며, 이에 대응할 수 있는 운영 교육 마련이 중요함. 기본이론을 바탕으로 한 S/W 교육을 수행하여 현장의 수요에 대응할 수 있는 인력으로 양성하는 것이 필요함.

## 마. 해양로봇산업 활성화를 위한 전문가 토론회

### (1) 개요

- 일시 : 2019년 10월 8일
- 장소 : 포항 수중로봇복합실증센터 4층 회의실
- 목적 : 해양로봇산업 활성화 방안 모색을 위한 관·산·연의 전문가 토론회
- 내용 : 해양로봇 분야별 전문가 발표 및 패널 토론
- 참석자 : 민정탁(KIRO), 박용현(KIMST), 이영기(석유공사), 김현식(동명대학교), 정홍관(해경), 유무성(한전), 오위영(KRISO), 이판목(KRISO), 곽한완(환경과학기술), 박동순(k-water)

, 김방현(경인테크), 장인성(KIOST), 박세헌(KIOST), 신창주(KIOST)

**해양로봇산업 활성화를 위한 전문가 토론회**

- 일 시 : 2019.10.08(화) 13:00~20:00.
- 장 소 : 포항 수중로봇복합실증센터 (포항시 북구 해안로 1104.)
- 목 적 : 해양로봇산업 활성화 방안 모색을 위한 관·산·학·연의 전문가 토론회.  
\* KIOST의 해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 KIOST 전략 수립 기획의 일환.
- 내 용 : 해양로봇 분야\*별 전문가 발표 및 패널 토론.  
\* 로봇 개발, 실용화, 인증 및 법/제도, 교육 및 인력양성.
- 참석료 회맹하시는 분은 신창주(gjahn@kiost.ac.kr)로 사전신청 부탁드립니다.

□ 세부 진행 계획(안)

구분	주요 일정	비고
13:00~13:30	등록	-
13:30~13:40	참석자 소개	사회: 신창주 박사
13:40~15:50	주제 발표 - 기획 개요 : 장인성 박사(KIOST) - 로봇 개발 분야 : 이판목 박사(KRISO) - 실용화 분야(기술이전 업체) : 과학원 부사원(환경과학기술) 각 분야별 현황 및 개선 사항 제안 형태 - 실용화 분야(발주기관) : 이영기 차장(한국석유공사) - 인증 및 법/제도 분야 : 박세헌 박사(KIOST) - 교육 및 인력양성 분야 : 김현식 교수(중앙대)	- 발표 : 15분~20분
16:00~17:40	토론회 - 관계 : KIMST/해양경찰청 - 산업계 : 한국전력공사/K-Water/경인테크 - 연구계 : KRISO/KIRO	- 좌장 : 이윤희 교수 (한국해양대) - 주제발표자도 함께 해석
17:40~20:00	안전장 이동 및 안전	연근 석당

\*본문 참석자는 신청에 따라 변경될 수 있음.



그림 2.3.14 해양로봇산업 활성화를 위한 전문가 토론회 개최

(2) 전문가 토론회 행사 요약

• 전문가 주제 발표

발표자	제목	내용
장인성	해양로봇의 선순환적 생태계 조성을 위한 KIOST 전략 수집	기획 개요
이판목	국내 해양로봇 R&D 현황 및 산업활성화 방안 고찰	로봇 개발 현황
곽한완	수중건설로봇 기술이전 및 상용화	기술이전업체 관점의 실용화 난점
이영기	해양로봇(ROV) 적용 사례 - 국내/외 해양건설사업을 중심으로	발주기관 관점의 실용화 필요성
박세헌	해양신기술인증체계구축을 위한 전략 방안	인증 및 법/제도 현황/전략
김현식	해양로봇산업 활성화를 위한 전문가 토론회 - 교육 및 인력양성 분야	교육 및 인력양성

• 패널 토론

기관	산업계	연구계
KIMST/해양경찰청	한전/K-Water/경인테크	KIOST/KRISO/KIRO
KIMST	한전	KRISO
· 사업화 아이템 선정을 위해 해양로	· 해상풍력단지 건설에 해양로봇 활용	· 국내 실증플랫폼 제한적 사용을 해

<p>봇과 해양장비의 명확한 범위, 우선 순위 선정 필수</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>R&amp;D 결과물의 해양로봇 사용범위를 명확히 하여 사용자의 요구사항과 매칭되어야 시장에 진출 가능</li> <li>해양기술인증에 대한 분야는 수요가 많지 않기 때문에 신기술로 국한될 필요가 없음. 되려 '신'의 개념이 제한적인 효과를 불러올 수 있음.</li> </ul>	<p>을 고려하면, 내부망 케이블 매설에 적합, 향후 관련 시장은 증가 예상</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>수중로봇 도입 시 어려운 점은 입찰 및 선정 과정임. 케이블 설치 면허, 오퍼레이터 경력, 트랙 레코드 등임.</li> <li>R&amp;D 결과물 특성상 위 필요조건을 만족하지 못할 경우, 공동 연구 형태로 활용 제안 가능.</li> <li>추가적인 수요로 해상풍력 단지내 환경, 안전 모니터링 분야의 정보 취득과 수중 모니터링 및 리포팅 분야에도 있음. 관련 투입 가능 장비의 개발 검토바람.</li> </ul>	<p>소할 있는 '소형 해양무인시스템 실증 플랫폼 구축사업' 제시 (새만금 내해)</p>
<p>해양경찰청</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>연구개발 결과물이 실용화로 이어지지 않는 이유는 유저의 요구사항이 반영되지 않아서임</li> <li>실제 관용 현장 및 사용처의 의견을 반영하여 결과물을 도출한다면 산업계에 또한 자연스럽게 전파가 될 것임</li> <li>구축된 인프라에 대하여 정보 교류 활성화와 적극적 홍보가 필요함.</li> <li>국내 부품 및 장비를 도입하려 해도 신뢰성/안정성/트랙 레코드 등으로 인하여 제외되나, 인증/표준화가 된다면 국산 제품 도입이 가능할 것으로 예상됨.</li> </ul>	<p>수자원공사</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>중대형 SOC에 대한 점검을 스마트, 안정적으로 하는 것이 트렌드</li> <li>K-Water는 중대형 시설 400개 이상, 항만, 댐, 보, 수문 등 매우 다양하며, 이러한 시설에 ROV를 투입 가능함.</li> <li>그 동안의 수중 분야의 점검은 제대로 진행할 수 없었음.</li> <li>이에 수중 분야 안전점검에 대한 사항을 제도화 요청 중이며, 일본의 경우 일부 시행하고 있음. (노후 인프라에 대한 시설물 유지관리를 법제도화)</li> <li>11km급 장대 도수 터널을 무단수 상태로 해외 장비를 도입하여 검사 예정이며, 국내 기술로 가능한지 검토가 필요함.</li> </ul>	<p>KIRO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>실용화/사업화를 위한 정보 교류를 할 수 있는 창구가 필요, 관련 의견 정책 반영 필요</li> <li>산업부 로봇분야의 경우 '로봇기술정책센터'를 통하여 일원화 및 계획성 구축하고자 함.</li> <li>수중로봇의 경우, 해수부의 정책 방향이 일관성이 있으며, 수요처와 공급처의 매칭이 어렵지 않은 분야임.</li> <li>해양로봇 시장의 니즈가 수요처별로 명확하기 때문에 표준화가 어려움.</li> <li>인증/표준화 대신에 기술성능평가 실시하여 신뢰성을 검증받는 것도 방법이며, 사례로는 무인자동차 성능검증용 화성시 K시티가 있음.</li> </ul>
	<p>경인테크</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ROV의 기술이전 이후 운용/정비 기술 관련 관리가 어려우며, 장비의 판로 개척이 애로사항이 많음</li> <li>전문성을 갖춘 인력 수급이 어려워 외주로 해결하는 실정임.</li> <li>개발 장비의 특성상 입찰 자격 요건에 제한되어 트랙 레코드를 만들기 위한 기회가 부족함.</li> <li>기술이전-상용화 단계에서의 공공 사업 투입 지원이 필요함.</li> <li>장비 투입 및 활용 제안은 기업, 이후 중장기 관리 계획에 반영하여 활</li> </ul>	

	<p>용 시, 발주처와 공급처 모두에게 이익됨..</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 계약 선행 조건은 기업은 발주처 만족을 위하여 노력, 공공은 개발장비의 투입 가능 프로젝트, 조건 등을 검토해야함.</li> </ul>	
--	--	--

### (3) 결론

#### <기관>

- 사업화가 요구되는, 유저의 요구사항이 반영된 해양로봇/장비 우선순위 선정 필수
- 기 구축되어 있는 각 기관의 해양로봇/장비에 대한 홍보 및 정보교류 활성화 요청
- 해양로봇/장비 관련 인증/표준화가 도입된다면 관용 현장에 국산제품 도입이 가능할 것으로 판단됨.

#### <산업계>

- 산업현장에 수중로봇 도입 시 가장 문제점은 면허, 오퍼레이터 경력, 트랙레코드 부제로 인한 입찰 및 선정이 어렵다는 것임.
- 수중건설 외에도 수중구조물 검사 및 모니터링 시장도 많으니 이에 대한 장비 개발 필요
- 해양로봇 기술이전 이후 업체의 향후 판로 개척이 어려운 것이 현실임.
- 산업현장에서 입찰 자격요건을 완화하길 요청
- 기술이전-상용화 단계에서 공공사업 투입이 가능하도록 지원 필요

#### <연구계>

- 해양로봇/장비의 실용화/사업화를 위한 정보교류가 가능한 일원화된 창구가 필요해 보이며 관련 의견이 정책적으로 반영되는 것이 필요 (예, 산업부의 로봇분야의 경우 로봇기술정책센터가 있음.)
- 해양로봇/장비의 표준화는 어려울 것으로 보이며, 대신 기술성능평가를 실시하여 신뢰성을 검증 받는 것도 하나의 방안이 될 수 있음.







## 제3장

# 비전 및 목표 수립





### 3. 비전 및 목표 수립

#### 3.1 연구개발 비전 수립

- 21세기 해양시대, 해양 강국으로 발전하기 위한 목적으로 해양로봇 분야의 선순환적 생태계 조성을 위한 새로운 비전과 전략 제시
- 연구개발 비전을 ‘해양로봇의 선순환적 생태계 조성 및 운용을 통한 2040 해양로봇 분야 세계 3위권 도약’으로 설정.
- 단순한 연구개발 차원을 떠나 해양로봇 분야의 활성화를 꾀하기 위한 목적으로 향후 20년 이내에 추진할 필요가 있는 분야에 대한 집중력 있는 투자 전략 확보
- 크게 4가지 주요 목표를 설정
  - 해양로봇 원천/핵심기술 중장기 확보 (신규 개발)
  - 해양로봇 실용화 및 상용화 (실증 및 사업화)
  - 해양로봇 활성화 기반 구축 (인증/표준화, 법/제도 개선)
  - 해양로봇 대내외 확산 (교육 & 인력양성)

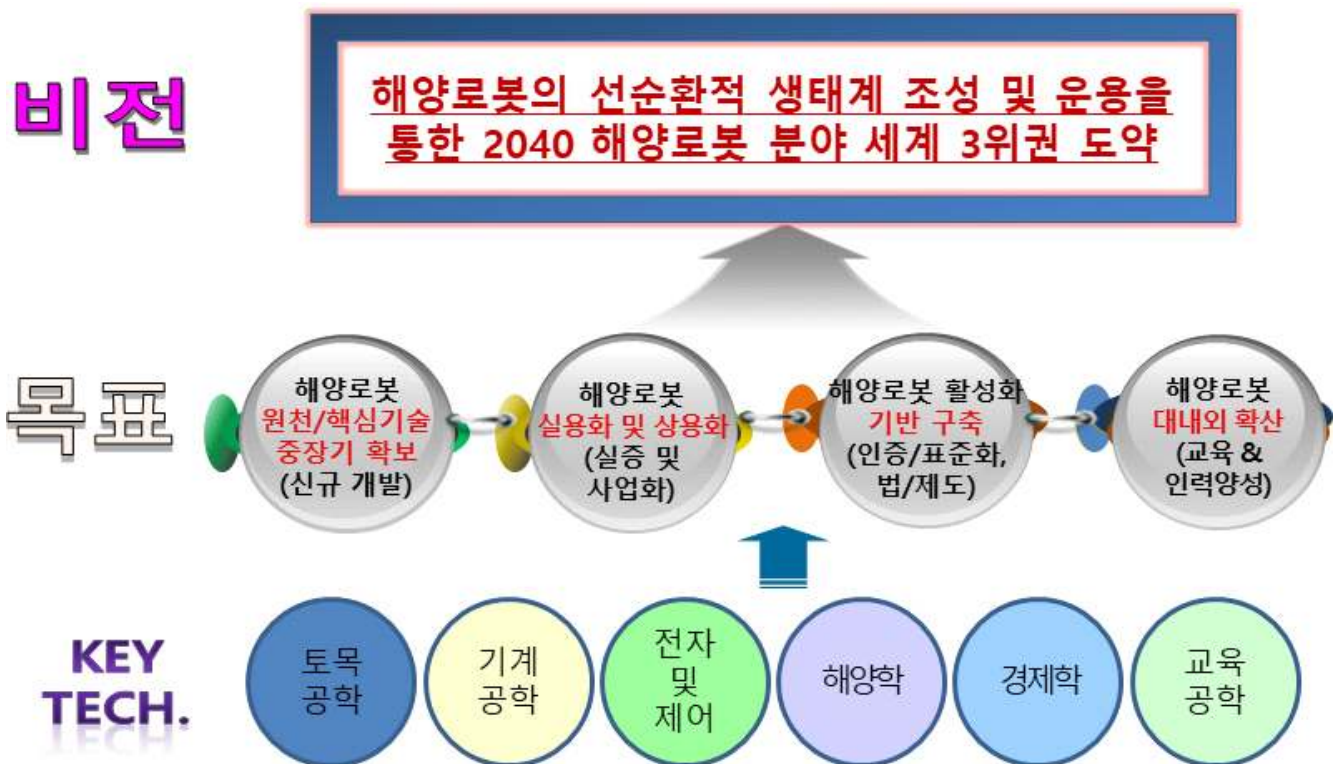


그림 3.1.1 연구개발 비전 및 목표

### 3.2 분야별 세부 목표

#### 가. 해양로봇 원천/핵심기술 중장기 확보 (신규 개발)

- 해양로봇의 핵심 부품 중 수중 컨넥터와 수중 추진기, 수중 카메라, 슬립링, 소나 시스템 등의 국산화 기술 확보를 통한 해양장비 기술 경쟁력 강화
- \* 해양로봇 및 수중장비 분야의 경우, 부품이나 부분품을 포함하여 시스템 제작을 통합하거나 시스템 제작과 운용을 통합하는 등 해양장비 분야의 기술 독점이 심화되고 있음
- 실제 해양 현장 및 국가 현안에 도움이 될 수 있는 로봇 시스템(ex. 해양사고에 신속하게 대응할 수 있는 해양안전로봇시스템, 양식장 정화를 위한 청소로봇 시스템 등) 기술 개발 확보
- \* 현재 해양 사고 대응을 위한 장비는 골든타임 내에 사고선박의 위치 파악과 현장의 환경을 효과적으로 판단할 수 있는 기술·성능에 한계가 있음
- 해양로봇 활성화에 기여할 수 있는 상업적으로 활용할 수 있는 로봇 시스템(ex. 레저로봇, 소형로봇시스템, 해양구조물 해체로봇 시스템 등)의 개발 및 사업화를 통한 고용 창출에 기여
- IT, AI 등 4차산업 혁명 대응 기술을 최대한 활용하여 해양로봇 핵심기술(ex. 항법 기술, 운용 기술, 자동화 기술) 확보를 통한 미래 해양로봇 기술 선도

목표 #1

### 해양로봇 원천/핵심기술 중장기 확보

세부 목표

해양로봇 핵심부품 및 부분품의 국산화 기술 확보를 통한 기술 경쟁력 강화

국가 현안 또는 사업화 목적 해결에 직접적으로 도움이 될 수 있는 로봇 시스템 개발

IT, AI 등 기반 핵심기술 (항법 기술, 운용 기술, 자동화 기술) 확보를 통한 미래 선도

그림 3.2.1 목표 #1에 대한 세부 목표

#### 나. 해양로봇 실용화 및 상용화 (실증 및 사업화)

- 해양로봇의 실증 단계에서 포항 UTEC 및 시험평가선을 최대한 활용하여 데이터 확보
- \* 실제 현장에 투입되기 이전에 포항의 수중로봇복합실증센터(UTEC)과 2020년에 건조되는 시험평가선을 최대한 활용하여 해양로봇 개발 및 실증 진행

- 해양로봇 및 해양장비 관련 R&D 사업의 성공적인 실용화를 위한 연구개발 결과 적용 테스트베드를 구축(ex. 새만금, 동해가스전 등)하고 효율적으로 운용
  - \* 국가연구개발사업 및 민간 연구를 통해 개발되는 해양로봇과 해양장비들의 성능을 실제 현장 조건을 바탕으로 테스트함으로써 기능 및 성능을 정성적/정량적으로 평가하고 실용화할 수 있는 성능시험 인프라 및 지원시스템을 구축
- 실용화 사업의 경우, 로봇 개발 기획 단계부터 TRL-8 이상을 목표로 계획하고 추진하여 20% 이상의 상용화 실적 확보
  - \* 대부분의 실용화 사업이 기술개발 및 성능검증으로 마무리되어 본격적인 실용화 및 사업화 추진이 어려운 실정임. 이에 따라 기획 단계부터 1단계(연구개발 및 검증)와 함께 2단계(기술사업화, 실증 및 확산) 개념을 도입하여야 함.

목표 #2

## 해양로봇 실용화 및 상용화 (실증 및 사업화)

세부 목표



그림 3.2.2 목표 #2에 대한 세부 목표

### 다. 해양로봇 활성화 기반 구축 (인증/표준화, 법/제도 개선)

- 해양로봇에 대한 국제 표준 선점과 인증체계 구축을 통한 글로벌 경쟁력 확보
  - \* 국내 해양로봇에 대한 표준 및 성능인증 체계를 구축하고 국내 시장에서 지속적인 트랙레코드를 확보하는 것이 필요함. 대한민국이 구축한 해양로봇 관련 표준 및 성능인증체계를 바탕으로 관련 세계 표준의 기반을 선도
- 국내 해양로봇 활성화를 위한 체계적인 법/제도 마련
  - \* ex. 수중로봇 시장 확산을 위한 해양구조물 안전진단 기준 및 훈령 제정, 우수 연구개발 결과물의 우선 적용 관련 법 개정 등

목표 #3

## 해양로봇 활성화 기반 구축 (인증/표준화, 법/제도 개선)

세부 목표



그림 3.2.3 목표 #3에 대한 세부 목표

### 라. 해양로봇 대내외 확산 (교육 & 인력양성)

- 해양로봇 선순환 구축을 위한 미래 인재양성 프로그램 및 전문가 교육 프로그램을 구축하고 효율적으로 운영
- \* 해양로봇에 대한 교육 및 인력양성 프로그램을 구축하여 해양로봇에 관심이 있는 일반 대중을 대상으로 해양로봇 교육 참여 기회를 제공하여 잠재력 있는 인재를 발굴·육성하고, 해양로봇에 대한 이론적 지식과 실제적 활용 역량을 지닌 전문인력 양성을 통해 해양로봇 인력 수요에 대응

### 해양로봇 대내외 확산 (교육 & 인력양성)



그림 3.2.4 목표 #4에 대한 세부 목표



## 제4장

# 세부 추진 내용







## 4. 세부 추진 내용

### 4.1 해양로봇 원천/핵심기술 중장기 확보 분야

#### 가. 전략 추진과제 선정

- 앞서 수행된 수요조사를 기반으로 개발 분과에서 요구되는 전략 추진과제를 선정하였음.

<해양로봇 기술개발 분야>

- 시스템
  - 수중시공/해체작업 ROV
  - 해양환경개선 작업을 수행할 수 있는 ROV
  - 해양안전에 적용될 수 있는 ROV

※ 수중시공/해체작업 ROV는 수중건설로봇 2단계 사업으로 관련 장비사업이 진행 중임. 해양안전에 적용될 수 있는 ROV의 경우 현재 해수부와 우리 원이 차기 사업으로 협의 진행 중임.  
=> 해양환경개선 작업을 수행할 수 있는 ROV 개발을 추진할 필요가 있음.
- 부품/부분품
  - 수중커넥터
  - 소나
  - 수중카메라/추진기

- 소나는 현재 국내에 연구개발하는 기업이 있음. 수중카메라의 경우 요소기술로 다수 개발된 바 있음.  
=> 수중커넥터, 수중추진기 개발을 추진할 필요가 있음.

#### 나. 전략 추진 과제 및 내용

##### (1) 시스템

- 양식장 환경개선작업용 해양로봇 시스템 개발

과제명	양식장 환경개선작업용 해양로봇 시스템 개발
연구기간	2021년 ~ 2024년 (4년)
총사업비	280억원 (40+100+80+60)
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 해양환경을 개선하기 위하여 다이버와 선박을 이용하여 작업을 수행하고 있음. 하지만 작업 전후에 대한 결과비교를 수행하지 못하고 있으며, 오염정도에 따른 적합한 작업방식을 선택하기 불가능함.</li> </ul>



- 일반 해역의 경우 해양환경공단, 한국어촌어항협회에서 지속적으로 해양환경개선 작업을 수행 중이나 양식장의 경우 양식장 주인이 직접 청소를 수행하여야 하기 때문에 실질적으로는 거의 청소가 되지 못하고 있음.
- 완도, 고흥의 경우 폐어구들이 수중에 떠있거나 해저면에 얽기설기 쌓여 있으며, 통영의 경우 양식장 하부에 최대 3m 이상 오염퇴적물이 쌓여 심각한 상황임.



- 해양수산부 양식산업과에서도 이에 대한 심각성은 인식하고 있으나, 이에 대응할 장비가 없으며, 작업결과를 확인할 수 있는 방안이 없어 이에 대한 연구가 절실히 필요한 상황임.

연구개발  
최종목표

- 양식장 환경개선 작업을 수행할 수 있는 해양로봇 개발

연구개발  
내용

- 1차년도
  - 수요자의 요구사항 도출
  - 작업 시나리오 도출
  - 개념/기본설계
  - 환경영향 변화에 따른 양식생물 영향인자 도출
  - 법/제도 지원체계 조사
- 2차년도
  - 상세설계
  - 수중환경모니터링 체계 개발
  - 제어시스템 개발
  - 전용 툴 제작
  - 모듈별 제작 및 수조실험
  - 환경영향 변화에 따른 양식생물 영향성 분석
  - 초기 법/제도 개선안 제시

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장비 통합제작</li> <li>- 운영시스템 및 선상지원시스템 제작</li> <li>- 수조 실험</li> <li>- 제어시스템 보완</li> <li>- 환경영향평가 지표 개발</li> <li>- 초기 법/제도 개선안에 대한 어민/지자체/중앙정부 의견 반영</li> </ul> </li> <li>• 4차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장비 통합제작/수정보완</li> <li>- 실해역 성능실험</li> <li>- 양식장 투입을 통한 성능검증</li> <li>- 환경영향평가 지표 제시 및 보완</li> <li>- 최종 법/제도 개선안 제시</li> </ul> </li> </ul>
주요 결과물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양식장 환경정화작업용 해양로봇 시스템</li> </ul>

(2) 부품/부분품

- 수중 케이블/커넥터 및 수중 추진기 개발
  - 관련 내용은 별책 참조

다. 세부 로드맵



그림 4.1.1 세부 로드맵

## 4.2 해양로봇 실증 및 실용화 추진 분야

### 가. 개요

#### (1) 수중로봇복합실증센터

- 한국해양과학기술원은 수중로봇복합실증센터(포항)를 보유하고 있음.
- 해양/수중로봇의 성능실험 및 장비사업화를 위한 다양한 지원을 수행하고 있음.
- 수중건설로봇 제작 및 성능실험을 해당 센터에서 지원했으며, 외부 대학, 국방과학연구소, 민간 기업 등의 각종 장비실험을 위한 국내 최고의 수중장비 테스트베드 역할을 담당하고 있음.
- 보유 시설 및 장비
  - 3차원 수조 : 35m(L) \* 20m(W) \* 9.6m(H)
  - 수조 내 관찰카메라
  - 수조 내부 관측실
  - USBL
  - 회류수조 : 20m(L) \* 5m(W) \* 6.2m(H), 최대유속 3.4kts
  - 조류발생기
  - Hoist : 30톤 1기, 5톤 1기



(a) 외부



(b) 내부

그림 4.2.1 수중로봇복합실증센터

#### (2) 시험평가선

- 한국해양과학기술원은 ‘해양장비 실해역 성능 검증을 위한 시험평가 선박 및 시스템 구축’ 과제를 수행하고 있음. (2018.04~2021.12)
- 해당과제를 통하여 실해역 시험평가를 위한 전용 선박, 실해역에서 객관적으로 장비 성능을 검증할 시험평가체계가 구축될 예정임.
- 시험평가선은 Sea State 4조건에서 50톤 중량의 ROV를 시험평가할 수 있는 지원시스템이 장착

된 3,000톤급의 선박임. A-frame과 Heave compensating system이 설치될 예정임.

- 2019년 12월 현재 선박 구매를 위하여 조달청 입찰이 진행되고 있음.
- 시험평가체계는 시험평가선이 국내로 인도되면 조선소로 이동하여 선박개조작업을 통해 구축될 예정임.
- 시험평가체계 지원을 위하여 해양환경상태 정보를 획득할 수 있는 파고측정기, 풍향속기, 음속 측정기 등이 설치될 예정임.
- 해양/수중 로봇 시스템에 대한 성능시험 방법은 현재 전 세계적으로 표준(예: ISO, KS)과 같은 기준이 없는 상태임. 이에 해당 과제에서 해양/수중 로봇 시스템 성능 평가를 위한 성능시험체계를 연구하고 있음. 시험평가선을 기준으로 각종 성능시험 결과에 대한 DB를 구축하고 향후 KS, ISO 등과 같은 국내외 인증 및 표준시스템으로 확장하고자 함.



(a) 시험평가선

Output	Item	Category	Sensor	Fig
	Position	X, Y, Z	GNSS	
Fusion	Attitude	Degree of Freedom Heading	AHRS	
	Time sync	Reference	PPS	

Item	Category	Sensor	Fig
Wave	height	Wave radar	
Current	Direction/ Velocity	ADCP	
Wind	Direction/ Velocity	Ultrasonic Anemometer	
Sound velocity	Sound velocity profiling	Sound velocity profiler	

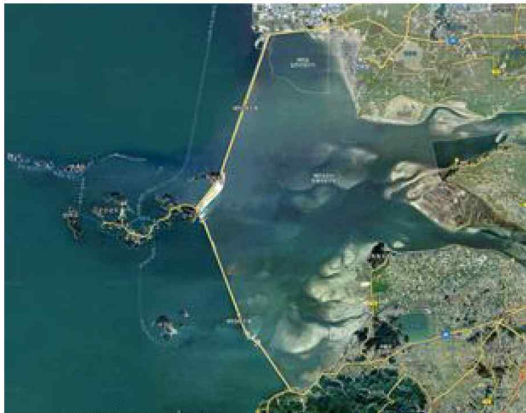
(b) 시험평가용 각종 센서들

그림 4.2.2 구축 예정 시험평가선 및 시험평가체계

### (3) 테스트베드

- 해양수산부, 전라북도, 선박해양플랜트연구소, 한화시스템 등이 참여하여 해양장비 실증시험용 테스트베드 구축을 위한 ‘소형 해양무인시스템 실증 플랫폼 구축사업’ 기획연구를 수행한 바 있음.
- 해당 연구의 목표는 소형 해양무인이동체의 시험·검증 인프라 및 성능평가 기술 마련과 지원 체계 구축 및 소형 해양무인이동체의 품질인증 획득 지원 및 사업화 지원 시스템 구축임.
- 새만금을 테스트베드 구축 예정지로 선정하고 관련 사업을 통해 향후 수행해야할 연구를 기획 하였음.





(a) 새만금 입지



(b) 구축된 테스트베드 조감도

그림 4.2.3 테스트베드 구축 예정지

- 수행될 기술연구는 다음과 같았음.

<소형 해양무인시스템 기술검증센터 조성>

- 해양무인시스템 성능평가 인프라 구축
- 해양무인시스템 기술검증센터 운용 체계 구축

<해양무인시스템 평가·인증 기술개발>

- 무인잠수정 성능 평가·인증 기술 개발
- 무인수상선 성능 평가·인증 기술 개발
- 복합운용성능 평가·인증 기술 개발
- 평가지원을 위한 테스트베드 개발
- 해상 통합 시험 지원 및 관계 기술 개발
- 무인이동체 안전무결성 평가·인증 기술 개발
- 인증 기준 마련

<해양무인시스템 사업화 지원>

- 해양무인시스템 실용화 촉진 사업
- 국제협력 기반 구축 및 전문인력 양성

- 수행된 기획과제를 기반으로 2020년에 예타사업 신청을 준비하고 있음.

- 시험평가선은 이동식 테스트베드 및 시험평가체계 구축인 반면 해당 사업은 고정식 테스트베드 구축임. 현재 우리원이 진행 중인 시험평가선 연구사업에서 도출되는 시험평가체계가 ‘소형 해양무인시스템 실증 플랫폼 구축사업’의 성능 평가·인증 기술개발 연구에 상당 부분 기여할 수 있을 것으로 판단됨.



## 나. 전략 추진 과제 및 내용

### (1) 해양로봇 관련 실증 및 확산 사업 추가 추진

- 수중건설로봇 실증 및 확산

- 현재 우리 원은 해양수산부의 ‘수중건설로봇 현장 실증 및 사업화’ 사업을 수행 중임. (2019.05~2022.12)
  - 해당 사업(이하 2단계 사업으로 지칭)은 기 수행된 수중건설로봇 1단계 사업(2014.08~2019.03)의 결과물인 3종의 수중로봇을 기업체에 기술이전하고 이를 사업화할 수 있도록 지원하는 사업임.
  - 현재 국내에서는 해양로봇에 대한 산업시장이 신규시장으로 인식되고 있어 활성화 되어 있지 않은 상태임. 해양로봇을 활용한 트랙레코드 확보 및 사업화를 통한 이윤창출이 어려워 관련 기업체의 투자 및 활동이 소극적임.
- => 해양로봇을 활용한 트랙레코드 확보 및 사업화를 적극 지원하는 것이 필요

과제명	수중건설로봇 실증 및 확산
연구기간	2023년 ~ 2026년 (4년)
총사업비	285억원 (75+75+75+60)
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 해양로봇 산업시장은 신규시장으로 인식되어 관련 산업이 성장하기 어려운 것이 현실임.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇은 사람이 수중에 들어가 작업하기 어려운(장시간/대수심) 중구조물 건설/해체(해저터널, 초장대교, 해양플랜트 건설/해체 등)에 다양하게 사용될 수 있어 이에 대한 활용 및 확산이 필요함.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국비를 통해 수중건설로봇이 실제 현장에 투입되어 이윤을 창출하는 본격적인 사업화 및 해당 시장 창출할 수 있도록 확산사업을 지속적으로 수행하는 것이 필요함.</li> </ul>

연구개발 최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 산업시장 창출을 수중건설로봇 사업화 및 확산</li> </ul>
연구개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수요자 니즈가 반영된 수중건설로봇 성능 고도화 (I)</li> <li>- 수중건설로봇 투입시장 확보</li> <li>- 작업 시나리오 도출</li> <li>- 시장창출을 위한 법/제도 지원체계 조사</li> </ul> </li> <li>• 2차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수요자 니즈가 반영된 수중건설로봇 성능 고도화 (II)</li> <li>- 수중건설로봇 투입시장 확보</li> <li>- 트랙레코드 확보 (I)</li> <li>- 시장창출을 위한 초기 법/제도 개선안 제시</li> </ul> </li> <li>• 3차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수중건설로봇 성능 검증</li> <li>- 트랙레코드 확보 (II)</li> <li>- 수중건설로봇 사업화 수행 (I)</li> <li>- 초기 법/제도 개선안에 대한 기업/지자체/중앙정부 의견 반영</li> </ul> </li> <li>• 4차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 트랙레코드 확보 (III)</li> <li>- 수중건설로봇 사업화 수행 (II)</li> <li>- 최종 법/제도 개선안 제시</li> </ul> </li> </ul>
주요 결과물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 트랙레코드 2건 확보</li> <li>• 수중건설로봇 사업화 수행</li> <li>• 법/제도 개선안 제시 및 보고서</li> </ul>

- 기존 개발장비 사업화 추진
    - 국내에는 해미래, 크랩스터 등과 같이 기개발된 우수한 해양로봇이 다수 존재함. 개발된 장비 수에 비하여 사업화된 수는 미비함.
    - 해미래의 경우 기술이전은 되었으나 아직 이윤창출은 하지 못하였음. 크랩스터 역시 원천기술 기술이전은 되었으나 관련하여 이윤창출이 힘든 것이 현실임. KIO-가온의 경우 원내에서 개발하여 원내 수요 및 정부요청에 맞추어 다양한 지원작업을 수행한바 있음. 반면 아직 기술이전 및 사업화는 수행하지 못하였음.
- => 국내에 기개발된 장비를 사업화할 수 있도록 유도하는 사업이 필요함.

과제명	기 개발 해양로봇 사업화 유도
연구기간	2021년 ~ 2024년 (4년)
총사업비	80억원 (20+20+30+10)
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내에서 다양한 해양로봇이 개발되었음. 반면 개발이 후 본격적인 활용 또는 사업화가 되지 못했음. 특히 KIO-가온의 경우 KIOST 원내 사업으로 개발되었으며 원내 수요 및 정부 요청에 대응하여 다양한 지원작업을 수행을 한 바 있음. 하지만, 아직 해당 장비를 기술이전 및 사업화를 수행하지는 못하였음.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 정부는 기 개발된 해양로봇을 활용/사업화를 권장하고 있으나, 해양로봇 시장이 활성화되지 못하여 사업화되지 못하고 있음.</li> <li>• 기 개발되었으나 사업화되지 못한 해양로봇을 조사하여 이를 활용할 수 있도록 사업화를 유도하는 것이 필요함..</li> </ul>
연구개발 최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기 개발된 국내 주요 해양로봇 사업화 수행</li> </ul>
연구개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업화 가능한 국내 기 개발 해양로봇 조사</li> <li>- 수요자 니즈 분석</li> <li>- 해양로봇 투입시장 분석</li> <li>- 기 개발 해양로봇 성능 고도화 (I)</li> </ul> </li> <li>• 2차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양로봇 투입시장 확보</li> <li>- 기 개발 해양로봇 성능 고도화 (II)</li> <li>- 작업 시나리오 도출</li> </ul> </li> <li>• 3차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양로봇 성능 검증</li> <li>- 트랙레코드 확보 (I)</li> <li>- 해양로봇 사업화 수행 (I)</li> <li>- 기 개발 해양로봇 국내외 홍보</li> </ul> </li> <li>• 4차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 트랙레코드 확보 (II)</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양로봇 사업화 수행 (II)</li> <li>- 운용/유지보수 매뉴얼 작성</li> </ul>
주요 결과물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 트랙레코드 2건 확보</li> <li>• 기 개발 해양로봇 사업화 수행</li> </ul>

(2) 국내 적용 가능 현장

- 동해가스전 재활용
  - 동해 가스전은 ‘21.06월 가스 생산 완료 시 폐기가 예정되어 있음. 해당 가스전 폐기 비용이 약 1,300억원으로 추정되고 있음.

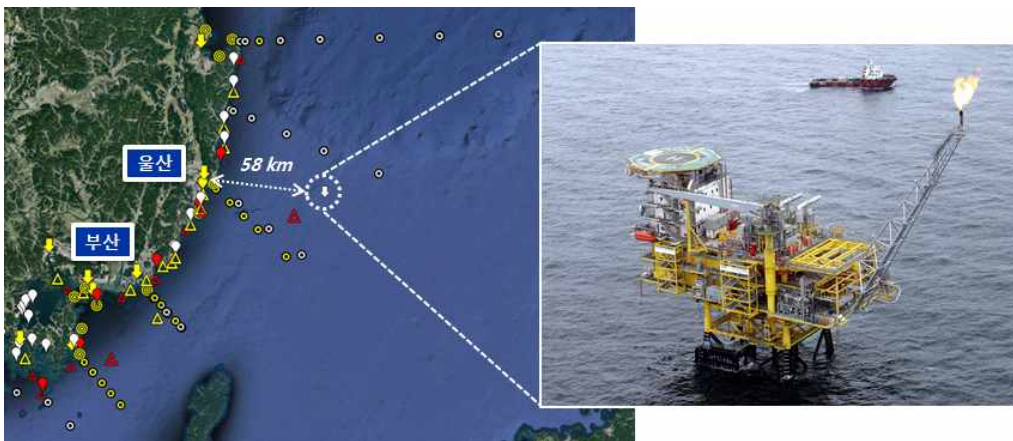


그림 4.2.4 동해 가스전 위치 및 전경

- 단순 폐기보다는 최적 리모델링을 통해 해양관측플랫폼으로 기능 전환 방안을 모색 중임. 우리 원은 자체 기획연구를 통하여 아래와 같은 안을 제시한 바 있음.
  - 동해 장기 해양관측시스템 기능 전환
  - 첨단 해양장비 테스트베드 구축
  - 동해 가스전 기반 친해양 공간 창출
- 동해 가스전 설계수명은 20년으로 이어도 기지 50년에 비해 짧음. 부재는 이어도 기지와 동일한 제원이나 부식방지를 위한 페인팅 및 아노드 공정에 차이로 인해 수명 차이가 있음. 이는 보완하여 현재 설계수명을 연장할 수 있음.
- 동해 가스전을 리모델링하여 재사용하기 위해서는 먼저 운영 완료된 해양구조물의 안전진단 및 정밀점검을 통한 부식, 손상도 평가, 사용성 및 내구성 평가에 의한 구조물 잔존수명 예측이 필요함. 이후 구조물의 수명연장을 위한 시공을 수행하여야 함.
- 해당 지역은 수심이 152m에 달하기 때문에 단순 인력으로 점검 및 시공을 수행하는 것이 불가능함. 이에 해양로봇을 적용하여 점검 및 시공을 수행하는 것이 안전하고 효율적인 방안임.

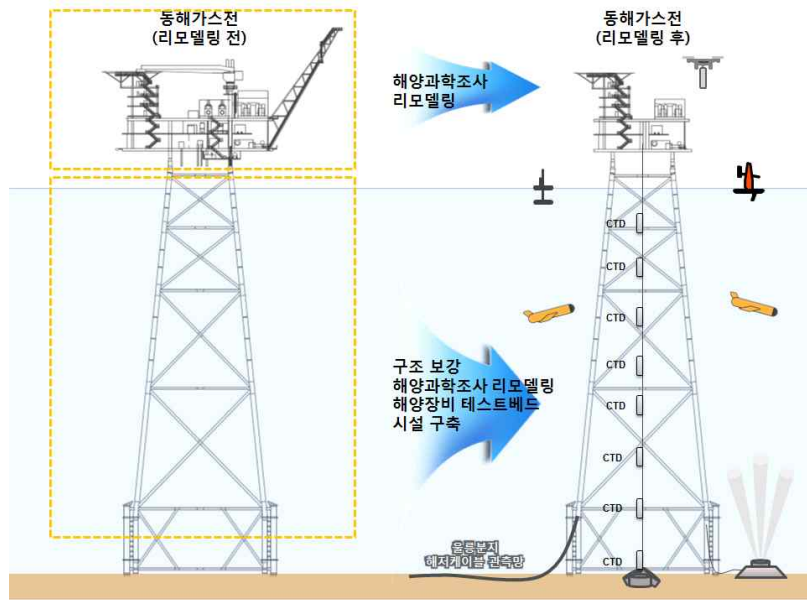


그림 4.2.5 해양로봇을 이용한 구조물 조사 및 리모델링 수행

#### 다. 세부 로드맵

구분	2021년	2022년	2023년	2024년
해양장비 실증 및 실용화를 위한 테스트베드 구축	국내외 테스트베드 현황 조사	테스트베드 적지 조사	테스트베드 적지 확정	테스트베드 운영방안 수립
	수요자 요구분석	사양도출	개념/기본/제작 설계	테스트베드 구축
	해양장비 성능시험 체계 자료 조사	다채널/고속/장거리 신호 획득체계 개발	신호 획득체계 적용	신호 획득체계 보완
				테스트베드 운영방안 보완
				테스트베드 보완
				신호 획득체계 보완


그림 4.2.6 세부 로드맵

### 4.3 인증 및 법/제도 개선 분야

#### 가. 개요

- 현재 국내외로 해양로봇 시스템에 대한 성능인증, 표준 및 관련 법은 전무함. 다만, 선급, 국제 해양협회(IMCA)와 같은 곳에서 일부 해양로봇에 대하여 사람과 연계될 수 있는 부분에 대한 안전에 관한 규정 그리고 해양에서 장비 활용함에 따른 권고사항 정도만 존재함.
- 국내에서 해양로봇의 성능을 평가할 수 있는 시험평가선, 테스트베드를 구축하고 다양한 성능시험 DB를 구축하여 성능시험 인증체계를 선도적으로 구축하는 것이 필요함. 인증 이후 KIOST 주도로 해양로봇 성능시험에 관한 국내표준 그리고 국제표준을 제시하고자 함.
- 해양로봇 시장 개척 및 활성화를 위해서는 반드시 법이 뒷받침되어야 함. 현재 관련 법이 전무하기 때문에 해양로봇 활성화를 유도할 수 있도록 법/제도 개정이 필요함.
- 해양 R&D 결과물 중 우수 혁신제품을 선정한 뒤 이를 바탕으로 수의계약 지원이 가능하도록 제도화하는 것임.
- 중소기업 지원 및 고용 창출, R&D 사업화를 위해 필요한 제도로, 해양수산부와 협의 진행 중

#### 나. 해양로봇의 인증체계 구축

과제명	해양로봇시스템의 성능시험 인증체계 구축
연구기간	2021년 ~ 2024년 (4년)
총사업비	470억원 (80+120+120+100+50)
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개발장비들의 성능시험은 임의적·주관적으로 수행되어 결과값의 객관성이 부족함. 또한 전용선박이 없어 원활한 성능시험이 어려움. 대상물에 대한 객관적인 성능시험을 수행하는 체계가 필요함.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양수산부에서 추진 중인 해양신기술에 대한 표준화된 검증체계가 필요함. 수중로봇복합실증센터와 시험평가선에서 수행가능한 성능시험과 연계하여 인증체계를 구축하는 것이 필요함.</li> </ul>
연구개발 최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇시스템의 성능시험 인증체계 및 표준화 기반 구축</li> </ul>



<p>연구개발 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 시험평가체계 분석</li> <li>- 시험평가장 기반 조사</li> <li>- 인증 및 표준화 절차 조사</li> <li>- 관련 기존 법/제도 분석</li> </ul> </li> <li>• 2차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험평가방안 도출</li> <li>- 시험평가장 설계</li> <li>- 성능시험 절차서 작성</li> <li>- 성능시험 인증을 위한 법/제도 개선 초안 마련</li> </ul> </li> <li>• 3차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험평가체계 구축</li> <li>- 시험평가장 구축</li> <li>- 성능시험 인증 기반 구축</li> <li>- 현장/전문가 의견이 반영된 개선 초안 수정</li> </ul> </li> <li>• 4차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험평가 수행</li> <li>- 시험평가장 보완</li> <li>- 성능시험 인증 획득</li> <li>- 성능시험 표준화 기반 구축</li> <li>- 성능시험 인증을 위한 법/제도 개선안 제시</li> </ul> </li> </ul>
<p>주요 결과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 시스템 성능시험 인증 획득</li> <li>• 성능시험 인증을 위한 법/제도 개선안 보고서</li> </ul>

## 다. 법/제도 추진(안) - 우수 연구개발 혁신제품 지정'제도

### (1) 추진 배경

- 개발 수중건설로봇의 현장 실용화를 위해서는 실적 확보 차원에서 제도적 지원이 필요함.
- 이에 아래와 같이 ‘우수 연구개발 혁신제품 지정’ 제도를 해양수산부에 건의함. 현재 해양수산부의 검토를 통해 추진 중임.
- ROV 활용과 제작 및 운영기술을 이전받은 3개 기업은 테크놀러지 기업으로 ROV의 실용화사업인 수중건설·토목공사실적이 없는 업체임.
- ROV가 투입될 수 있는 사업은 대부분 정부기관, 공공기관, 자치단체 사업으로 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률에 의하여 경쟁입찰이 불가피하며 시공실적 제한과 사전 적격심사제도(PQ)로 참여가 불가능한 상황
- 또한, 국내에서는 신규로 처음 제작된 첨단장비로서 정부품셈이 없으며 유사장비 또한 없어 하



도급도 어려운 실정

- ROV 제작 기술특허의 사용은 가능하나 이미 연구기관 등이 보유하고 있는 특허로서 당장 건설기술진흥법에 의한 신기술, 신�특허 등록은 한계가 있는 실정
- 해양수산부가 2013년부터 2022년까지 10년에 걸쳐 117,480백만원을 투입하여 실현하고자 하는 수중건설로봇(ROV)의 국산화 및 상용화와 세계해양플랜트시장 진출의 성공을 위해서는 특단의 대책이 필요한 상황
- 따라서, 2018. 12. 31 개정된 기획재정부의 계약예규 정부입찰·계약 집행기준 제 10조의 14의 우수연구개발혁신제품 지정추진이 필요

## (2) 우수 연구개발 혁신제품 지정제도

### • 관련법규

- 제도를 규정한 법규 : 기획재정부 계약예규 『정부입찰·계약집행기준』 제10조의 13~제10조의 17
- 관련 법규 : 과학기술기본법 제7조, 제11조 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 제7조, 동법 시행령 제26조 제1항 제3호

### • 지정요건

- 『혁신성 인정제품』이란 과학기술진흥법 등 관련 법령에 따른 연구개발사업을 통해서 개발된 제품으로 각 중앙관서의 수요와 연계될 수 있고 각 중앙관서의 장이 다음 각호 사항을 인정한 제품
  - ① 국내 개발제품으로 성능과 품질이 동종 유사제품보다 우수하여 경제적 기술적 파급효과가 큰 제품
  - ② 기존 존재하는 기술을 개선·개량하여 발전시킨 제품으로 성능과 품질이 동종 유사제품보다 우수하여 경제적 기술적 파급효과가 큰 제품

### • 지정제도의 절차

- 우수연구개발 혁신제품 인정제도 운영지침』 마련, 기획재정부장관 협의
- 관련 분야 전문가와 관계 공무원으로 심의위원회 구성
- 지정신청 있으면 20일간 지정예정공고
  - 이의신청 있으면 이의신청 있는 날로부터 30일 이내 위원회 심의를 거쳐 결정
  - 이의신청 없으면 바로 위원회 심의 결정
- 지정정보는 전자조달시스템에 등록, 지정기간은 3년
  - 지정정보 : 제품명, 규격, 성능, 등록업체정보 등

### • 우수연구개발혁신제품 지정효과

- 국가를당사자로하는계약에관한법률 제26조에 의한 수의계약 가능

- 국가를당사자로하는계약에관한법률 제21조에 의한 제한경쟁입찰 가능
- 국가를당사자로하는계약에관한법률 제23조에 의한 지명경쟁입찰 가능

### (3) 수중건설로봇(ROV)에 혁신제품지정제도 적용 가능성 검토

- 신기술등록제도와 우수연구개발혁신제품지정제도
  - 신기술 등록제도는 건설기술진흥법에 의하여 국토교통과학기술진흥원에 새롭게 개발된 기술이나 공법을 등록하는 제도로 특허출원과 병행추진
    - 수중건설로봇도 향후 상용화 과정에서 개발되는 기술과 공법을 특허출원과 함께 신기술 등록을 진행할 계획
  - 우수연구개발혁신제품지정제도는 우수한 성능(장비, 기계)과 품질(제품)을 지닌 장비와 제품을 등록하는 제도로 국내에서 새롭게 개발한 우수한 수중건설로봇 (ROV)장비는 혁신제품제정제도에 적합
- 과학기술진흥법 등에 의한 연구사업을 통해 개발된 제품여부
  - 수중건설로봇(ROV)은 과학기술진흥법에 의하여 수립된 제3차 과학기술기본계획의 IT융합신산업 창출분야의 서비스로봇기술 연구사업이며 해양수산부 제2차 해양수산발전기본계획의 해양산업 핵심기술 개발 분야인 해양장비 수중로봇기술 국산화 연구사업으로 진행하였음.
  - 국책연구기관인 한국해양과학기술원(KIOST), 한국로봇융합연구원(KIRO), 선박해양 플랜트연구소(KRISO)에 이전하여 연구사업으로 개발한 제품
- 중앙관서 등의 수요와 연계성
  - 수중건설로봇(ROV)은 깊은 수심, 불량한 가시거리, 심한 조류 등 인력 투입이 불가능한 특수환경에 사용되는 최첨단 전문장비로 그동안 외국에서 생산된 장비가 정부의 각종 기간산업에 100% 가까이 활용된 상황
    - HVDC 해저케이블 매설사업(한국전력공사), 해저광케이블 매설사업(KT)
    - 잠수함 감지기공사(항만공사), 동해가스전 파이프 매설공사(가스공사) 등
  - 금번 국내에서 자체 개발하여 상용화하고 있는 수중건설로봇은 기존 제품보다 우수한 성능으로 다양한 특수환경에 적용할 수 있게 되어 국가기관과 지방자치단체의 특수 사업수요가 급증할 것으로 예상
    - 완도~제주간 HVDC 해저케이블 매설사업(한국전력공사), 동해가스전 부유식풍력 발전(가스공사), 해수온도차·조류·조력·파력발전(해수부), 원근해 스마트양식장 수심60m이상 침몰선박 인양 및 잔존유 제거사업(해수부)
    - 대산화학단지 해저해수관로사업(수자원공사), 해저상수관매설사업(지방자치단체) 등

- 국내개발제품 여부 및 성능·품질 우수성(유사제품 비교)
  - 수중건설로봇(ROV) 3종은 정부산하 국책연구기관에서 정부의 R&D 연구사업비를 투입하여 국내에서 개발한 제품
  - 수중건설로봇(ROV)은 초고속 워터젯, 암반트랜칭 커터와 파쇄기, 수중카메라, 자동항법장치, 탈부착 로봇팔 등을 갖추어 다양한 수중 중 작업이동시에 가능하도록 제작되어 기존에 개발된 국내외 ROV와 비교 할 때 우수한 성능과 품질을 보유하고 있으며 이미 관련 연구평가기관의 성능 및 품질검증서와 실험역 시험성적서를 보유
    - 수중 중 작업은 굴착, 굴삭, 터파기, 고르기, 덮기 등 다양한 작업이 함께 이뤄 져야 하나 기존에 국내에서 개발된 ROV는 준설, 굴착, 터파기 등 하나의 작업에만 전문화하여 제작
    - 해외에서 개발된 ROV 중에서 쟁기식, 썰매식은 선박에서 견인하여 운영하는 관계로 굴착과 매설을 동시에 할 수 없으며 다소 단단한 모래·자갈층이나 퇴적층 굴착도 불가능하고, 자유유형형은 굴착 기능이 미약하고 굴착시 고도유지가 불량
  
- 파급효과 및 기대효과
  - 경제적 산업적 파급효과
    - 수중장비의 국산화(90%이상 고도화) 및 상용화를 통한 시공능력 향상에 의한 국토 해양분야의 국제경쟁력을 확보하고
    - 소재, 기계, 전기, 전자 등 후방산업의 동반성장으로 국내기반이 취약한 해양플랜트 서비스 산업기반을 구축하여 새로운 신성장 동력산업으로 육성이 가능
    - 해상풍력발전, 조류·조력·파력 발전단지건설에 따른 해저 구조물과 해저케이블매설 수요가 급증하고 있어 수심 40m이상 중 작업용 수중 건설로봇기술의 고도화와 상용화로 해양에너지 신산업 창출을 도모
    - 세계 해상풍력시장 2020년까지 40GW(한국 2035년까지 10GW), 매년 30조원 시장
    - 해양플랜트해체수요가 급증하고 있으며, 열수광산 및 해저망간괴 개발 등 해저자원개발 수요가 증가하고 있어 새로운 신산업창출 가능
    - 그동안 국내 수중건설로봇 부재로 해외장비가 90%이상 사용되었으나 국산장비개발로 연간 100억원이상의 수입대체효과를 얻게되었으며 2030년 목표인 세계무인수중로봇시장 점유율 5% 달성시 연간 1,250억원 수출성과가 가능
  - 기술적 파급효과
    - 현재 해외개발 수중건설로봇은 해저케이블과 파이프라인 매설 전용으로 해양에너지와 해저자원 개발 수요가 증가하면서 요구되는 대형 구조물설치와 해저케이블매설 등 다양한 작업공정이 가능한 다목적 복합건설로봇을 개발하여 국내외경쟁력을 확보
    - 수중로봇을 대형화 중량화, 대형화에 따른 유압제어 및 다양한 툴개발, 툴활용 플랫폼 모듈

화, 다양한 작업공정 제어기술개발을 달성

- 기존 개발된 수중건설로봇은 해저의 단단한 암반 굴착·굴삭 기능이 미약하였으나 강도 20Mpa 암반층 매설심도 2M까지 가능한 트랜칭커터와 파쇄기를 장착하여 국제적 경쟁력을 획득
- 국내 서남해의 빠른 조류속도에서는 세굴보호가 필수이나 기존개발된 수중건설로봇은 굴착과 매설을 동시에 할 수 없어 보호에 애로가 많았고 공사 기간이 길어졌으나 굴착과 매설 동시 가능토록 기술개발을 하여 경제성과 경쟁력을 동시에 확보
- 기존 개발된 수중건설로봇 보다 작업속도를 현저하게 개선하였으며 대형화 첨단화로 빠른 조류와 탁한 가시거리 등 극한 작업환경을 극복 가능
- 빠른 작업속도와 극한 환경을 극복하는 첨단기술로 공사기간 단축 및 공사단가를 절감하여 기간산업 건설 정부예산을 절감

- 사회적 파급효과

- 현재 대부분의 국내 수중건설작업은 잠수부를 활용한 재래식 공사를 하고 있어 많은 재난사고가 발생하고 있는 상황
- 잠수시간 한계와 해상조건에 따른 작업시간의 제약 때문에 생산성과 시공 정밀성이 투입비용에 대비하여 많이 부족한 상황
- 무인 수중건설로봇산업의 활성화는 사회적으로 해양안전사고를 예방하고 작업의 효율성을 제고하는 파급효과를 거양

□ 건의 사항 (제도과 지정)

- 수중로봇건설장비 3종은 그동안 일본 케논사의 장비 등 해외장비 사용이 거의 100%에 가까운 실정에서 수입대체사업으로 추진되었던사업으로 장비의 상용화를 통한 제작기술 100% 국산화를 위하여 특단의 대책이 필요한 상황
- 최근 국내 경기 침체에 따른 소득주도성장과 일본과의 무역전쟁으로 인하여 국가기관의 조기 발주가 추진되고 있어 금년 1월 실용화가 진행되었음에도 불구하고 한 건의 실적도 거양 하지 못할 상황
- AI 및 5G 등 4차산업과 연계된 신산업으로 육성할 필요성과 해양 분야 국제 경쟁력 확보를 위한 필수 사업이며 국책연구기관에서 제작하여 기 검증을 완료하였고 관계법규상 절차가 간소화된 제도임을 고려하시어 조속한 시일 내에 제도마련과 지정을 건의 드림

라. 세부 로드맵



그림 4.3.1 세부 로드맵

## 4.4 교육 및 인력양성 분야

### 가. 개요

#### (1) 배경 및 필요성

- 세계적으로 해양 공간 확대 및 해양 탐사에 대한 수요가 증가함에 따라 수중로봇에 대한 의존도가 높아지고 운영인력 양성이 확대되고 있는 추세
- 국내에서는 수중건설로봇사업, 크랩스터, 미내로 등 다양한 수중로봇이 개발되고 있지만 운영인력 확보 미흡으로 시장 진출과 해양 기업들의 성장을 방해
- 수중로봇 산업은 소수의 글로벌 메이저 기업들이 시장을 독점하고, 시장 진입장벽이 높아 관련 경험 및 인프라가 부족한 국내 기업 및 인력이 진출하기가 쉽지 않음
- 수중로봇 인력양성을 위해서는 고가의 장비와 시설, 전문 인력이 필요하여 기업 및 학교 차원에서 교육을 진행하기에 어려운 실정으로 수중로봇 관련 전문인력 공급이 부족하고, 수중로봇 전문교육기관 및 공급에 대한 계획이 부재
- 해외에서는 다양한 수중로봇경진대회가 개최되고 있으나 우리나라는 수중로봇만 전문으로 하는 정기화된 경진대회가 부재하고, 국내에서 수중로봇 제작비용과 부품을 지원할 업체가 거의 없어 국제 경진대회 참가가 어려운 실정
- 미래 해양분야 4차산업 혁명을 선도하기 위한 수중로봇+S/W Coding 기반의 미래인력 양성이 절대적으로 필요(국정과제)
- 미래 신산업을 선도할 다양한 산업전문인력의 양성과 양성된 인력의 효율적 활용을 통해 산업에 우수인력을 지속 공급하는 선순환 시스템 구축 필요
- 최근 드론에 대한 관심이 높아지고 이를 취미로 하던 사람들이 드론을 하나의 특기로 발전시켜 나아가 직무역량으로 발전시키고 있는 사람들이 많아지고 있듯이 취미의 영역에 있던 무선이동장치 활용은 기술의 발달과 해당 장치의 다양한 활용성에 따라 직무역량으로 떠오르고 있음
- 구축된 수중로봇복합실증센터를 활용하여 수중로봇, 해양 탐사에 대한 국민적 관심을 높이고 나아가 미래 사업인 해양 탐사를 수행할 수 있는 전문인력을 양성하고 해당 인력을 양성할 필요가 있음.
- 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획( '18 ~ '22)을 통해 연구성과·인프라 공유, 창의·융합형 인재양성을 통해 민간의 연구역량 지원
- 산업부에서는 드론 산업 활성화를 위해 연구개발인력을 양성하는 산업용 무인비행장치 전문인력 양성사업 등 4차 산업혁명 및 산업융합에 대응할 수 있는 인력양성을 추진
- 인력양성 프로그램의 경우, KIOST의 전략목표 및 미션과 직접적인 관련이 있음.

(2) 목표

- 해양로봇 분야 미래 인력양성을 위한 교육 및 체험 프로그램 구축 및 운영
- 국내에서 성공적으로 운영되고 있는 청년대상 전문인재양성 프로그램 분석을 바탕으로 미래 해양인재 양성을 위한 전문교육프로그램 설계 및 운영 방향을 도출
- 수중로봇 신산업 분야의 글로벌 시장진출 및 생태계 선도를 위한 핵심인재 양성

나. UTEC 활용 교육 및 체험 시설 운영

(1) 필요성 및 목적

- 포항 수중로봇복합실증센터(UTEC)에서 구축될 예정인 교육정비동을 활용하여 미래 인재양성을 위한 체험시설을 체계적으로 운영하는 것이 필요
- 초, 중학생을 대상으로 체험시설 H/W를 구축하고 체험 프로그램도 함께 구성하고자 함.
- 지자체(경상북도 및 포항시) 예산으로 구축되며, 이후 체험시설 운영비 확보와 관련해서는 지자체, 해양부, KIOST간 협의가 필요

(2) UTEC 현황

- 2017년 준공한 UTEC은 경북 포항시 영일만 신항 3산업단지 부지 내에 조성되어 있음.
- KIOST 해양로봇실증단에서 운영하고 있으며 현재 3차원 수조와 회류수조로 구성되어 있어 대형 수중건설로봇 뿐만 아니라 다양한 해양장비의 수중 성능실험을 위한 시설로 활용 중임.
- 수조시설 외에 30톤, 5톤 호이스트 크레인, 수중 카메라 및 소나, 관측창, PIV(Particle Image Velocimetry) 시스템 등을 확보하고 있음.

<p><b>3차원수조</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 규모 : L35 × W20 × D9.6</li> <li>• 작업대차, 수중 위치 측정 시스템, 카메라 등</li> <li>• 지하 1층 관측창 실시간 관찰 가능</li> </ul>	
<p><b>회류수조</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 규모 : L20 × W5 × D6.2</li> <li>• 최대유속 3.4노트, 속도 균일도 약 95%</li> <li>• 작업대차, 수중 잠항용 PIV 시스템</li> </ul>	
<p><b>실험시설 및 장비</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30톤, 5톤 호이스트 각각 1기</li> <li>• 정수장치, 오일스키머 등 수질관리 장비</li> <li>• 수중 및 수면 위치 연동 시스템</li> </ul>	

그림 4.4.1 UTEC 실험시설 및 장비



(3) UTEC 내 교육정비동 구축 계획

- UTEC 부지 옆에 교육 정비동을 추가로 구축할 예정임.
- 이 시설은 소형 ROV 교육 및 운용, 그리고 가시용 압력 챔버, 체험형 ROV 조립 등을 통한 수중로봇 분야의 인재 양성 및 저변 확대를 꾀하고자 구축되는 것임.
- 2021년 설계 및 건축을 완료하고 2021년 하반기부터 운용하는 것을 목표로 함.



그림 4.4.2 교육정비동 부지안 및 위치

표 4.4.1 교육정비동 구성 개요

명칭	해양로봇실증단 교육정비동	비고
부지위치	용한리 894 (해양로봇실증단 수조동 옆)	
층수	지상 1층	
부지면적(m <sup>2</sup> )	2,545	
건축면적(m <sup>2</sup> )	911	정비면적 최소 10m×10mm
주요시설	소형 ROV 테스트용 수조	2m × 3m × 2m
	수중압력변화 교육용 챔버	
	5ton 크레인	추가 가능
	세미나실, 화장실 등	

(4) UTEC 내 소요 인력

- 메인강사 1명
  - 기본 요건 : 기술원
  - 추가 요건 : 해양로봇교육기술연구소 해양로봇아카데미 전문가과정 수료자
  - 주요 업무 : 해양로봇 기초학습 및 코딩학습, 홈페이지 사전 예약 관리 등
- 보조강사 4명
  - 기본 요건 : 지역 대학생

- 추가 요건 : 해양로봇교육기술연구소 해양로봇아카데미 전문가과정 수료자
- 주요 업무 : 해양로봇 메이커, 코딩 및 운용 전반에 활용

#### (5) 교육 정비동 내 공간 배치 계획

- 교육정비동 내 기본 공간 배치(안)은 아래와 같음.

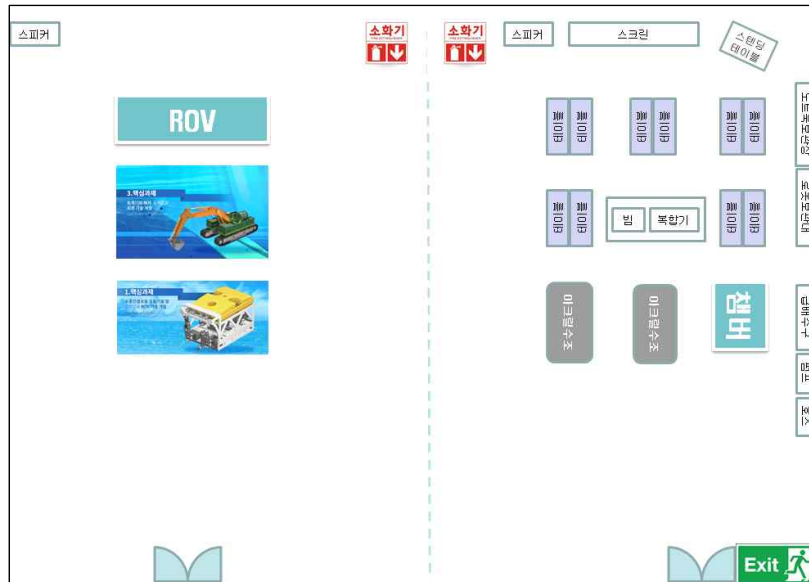


그림 4.4.3 교육정비동 내 기본 공간 배치(안)

#### (6) 프로그램 기본 방향

- 해양로봇 기반 국내외 인력양성 현황 종합분석 결과 반영
  - 해양체험교육 분야 도구, 시설, 지원인력 확보
  - 전주기적(청소년부터 일반인까지) 인력 참여의 활동형(조립/시뮬레이션) 수업
  - 특화시설(대형수조/가상공간) 활용
- 4차 산업혁명에 따른 교육적 요구 반영
  - 로봇과학 및 해양과학 기초지식(계측, 제어, 구동, 추진, 유체, 음향 등) 학습
  - 물리모델 적용의 가상해양로봇(virtual marine robot) 운용
  - 오픈플랫폼(아두이노) 기반 해양로봇키트(수상/ROV) 메이킹, 코딩 및 운용(원격조종, 자율제어)

#### (7) 교육시스템 구성

- 인적네트워크
  - 미래인재 : 시청, 교육청, 교육지원청, 진로교육지원센터 등 연계로 수요 확보
  - 전문인력 : 대학, 연구소, 기업체 등 연계로 수요 확보
  - 지원인력 : 청소년센터, 봉사포털 등 연계로 강사, 도우미 확보

- 기술(기법/도구/시설)

- 한국해양과학기술원(홍해), 대구교육해양수련원(홍해), 국립청소년해양센터(영덕) 등의 경북지역 해양특화기관 연계
- 한국해양과학기술원(영도구), 해양로봇교육기술연구소(남구) 등의 부산지역 해양특화기관 연계
- 한국해양과학기술원(남해) 등의 기타지역 해양특화기관 연계 등

- 교구 기본구성(안) 제시

- DIY(Do It Yourself) 개념의 키트를 활용하여 교육 및 체험에 활용할 계획임.
- 재구현(reconfiguration) : 분해, 조립을 통한 다양한 해양로봇 활용
- 상용품(commercial off-the-shelf) : 유지보수성이 우수한 해양로봇 활용
- 저가형(low cost) : 적용성 및 확산성이 우수한 해양로봇 활용

- 활용 키트

- 수상형 키트

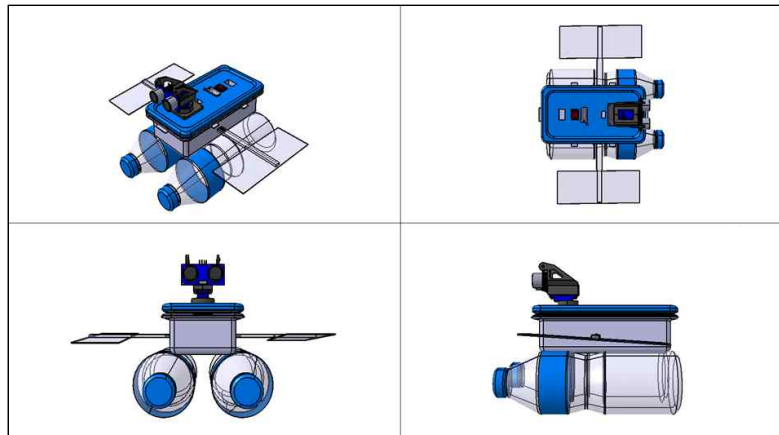


그림 4.4.4 키트의 수상형 구현

- 수중형 키트

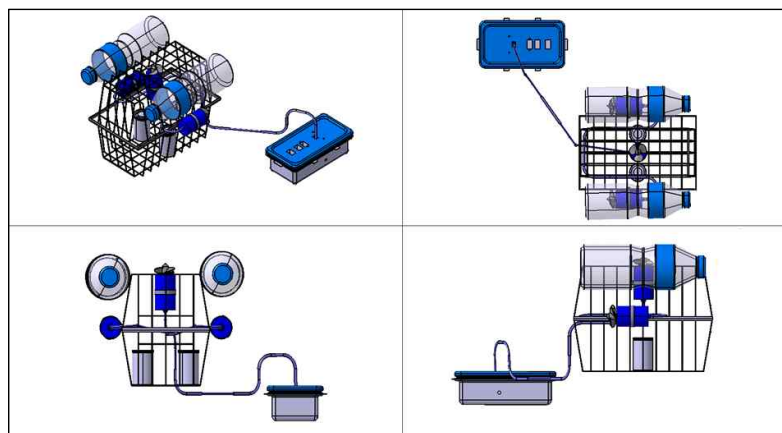


그림 4.4.5 키트의 수중형 구현

(8) 교재 기본구성(안) 제시

- 제4차 산업혁명의 이해

- WEF(World Economic Forum)은 제4차 산업혁명에 따른 미래(2015~2020) 일자리 변화 전망 결과를 발표 (2016.01.18)
- IT 및 전자기술 등 디지털 혁명에 기반하여 물리적 공간, 디지털적 공간 및 생물공학 공간의 경계가 희석되는 기술융합의 시대를 의미
- 인공지능, 로봇공학 등의 발전이 4차 산업혁명을 주도하며, 향후 전 세계 산업구조에 상당한 변화를 가져올 것으로 전망
- 현재 초등학교에 입학하는 아이들의 65%가 기존에 존재하지 않았던 새로운 직종에 일하게 될 것으로 전망

- 코딩교육의 이해

- 소프트웨어 교육 필요성
- 소프트웨어 설계 및 제작의 이해 : 알고리즘 작성, 코딩
- 흐름도 작성의 중요성
- 프로그래밍 언어의 이해

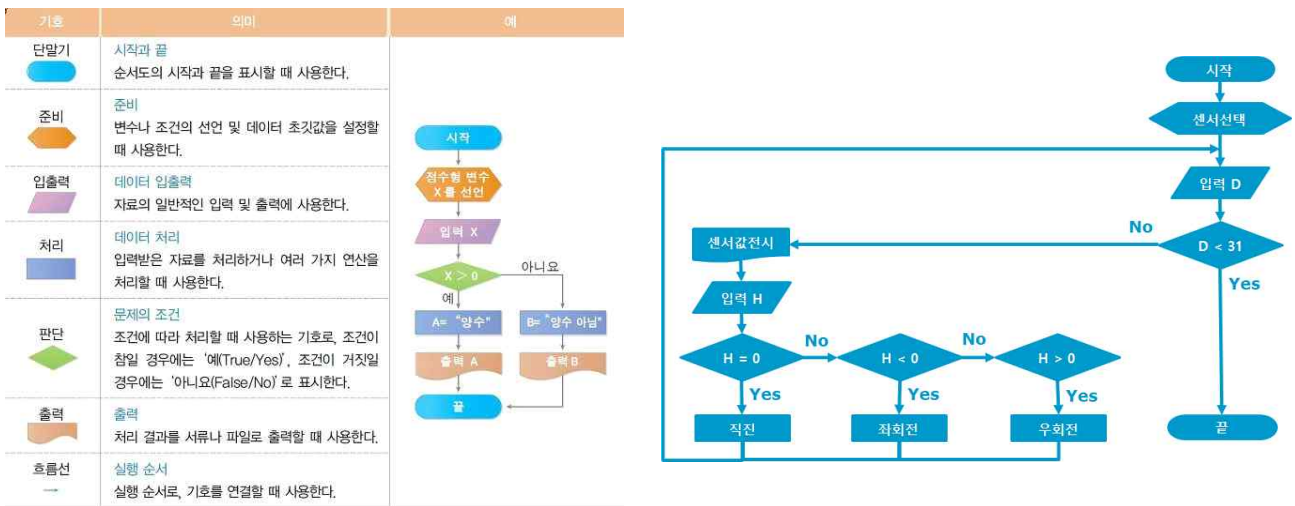


그림 4.4.6 흐름도 작성 사례

- 메이커교육의 이해

- 창의적인 아이디어를 내는 데서 그치는 것이 아니라 실제로 무언가를 만드는 과정을 통해 과학(Science), 기술(technology), 공학(engineering), 예술(Arts), 수학(Mathematics)의 이론을 통합적으로 학습(STEAM)
- 메이커 운동(Maker Movement)

: 스스로 필요한 것을 만드는 사람들(Maker)이 모여 다양한 경험과 지식을 서로 공유하며 발전시켜 나가는 것

: 개인적 취미부터 산업(개성적인 작품의 시제작, 판매, 창업&창직)까지 아우름

: 낮은 제조업의 문턱(디지털 도구인 3D 프린터, 레이저커터 등의 대중화), 협력하기 좋은 환경(메이커스페이스, 오픈소스 등의 문화발달)

- 프로젝트기반학습
- 해양과학의 이해
  - 지구
  - 대한민국
- 해양로봇의 이해
  - 벤치마킹
  - 해양로봇 기초
    - : 무게(Weight)와 부력(Buoyancy)
    - : 밀도(Density)와 파동(Wave)
    - : 심도(Depth)와 압력(Pressure)
    - : 베르누이의 법칙(Bernoulli's theorem)
    - : 운동(Motion)
    - : 계측(Measurement)
    - : 추진(Propulsion)
  - 해양로봇 연구개발 : 한국해양과학기술원 수중로봇복합실증센터 수중건설로봇사업단

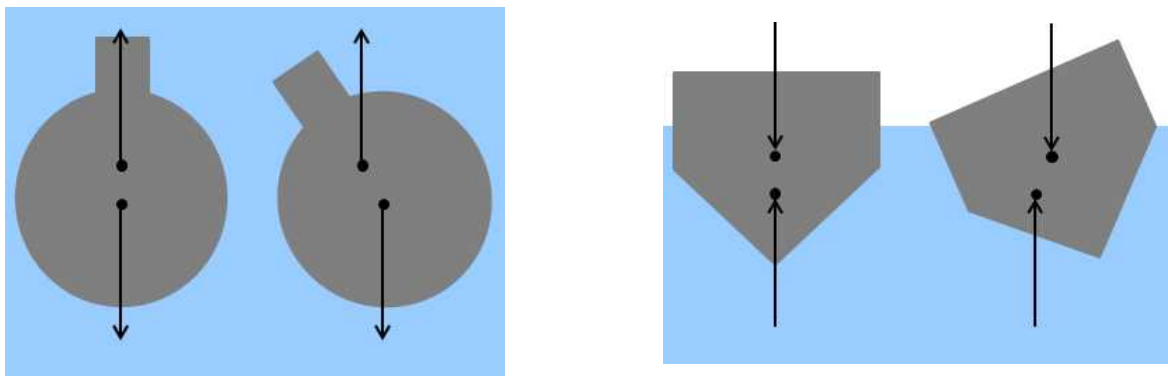


그림 4.4.7 수중운동체 정적 원리

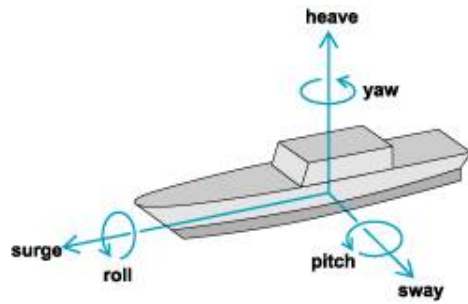


그림 4.4.8 6자유도 운동(병진/회전 운동)



그림 4.4.9 추진기 종류

(9) 프로그램 요약

- 당일형
  - 기초1 과정 : 반일, 3시간
  - 기초2 과정 : 전일, 6시간
- 캠프형
  - 심화1 과정 : 2일, 12시간
  - 심화2 과정 : 3일, 18시간

표 4.4.2 프로그램 과정별 개요 (요약)

구분	당일형		캠프형	
	기초1	기초2	심화1	심화2
일수	반일	전일	2일	3일
시간	3시간	6시간	12시간	18시간
대상	청소년	청소년/대학생	청소년/대학생/일반인	청소년/대학생/일반인
인원 (팀구성)	20명 (개별)	20명 (2인1팀)	20명 (2인1팀)	20명 (2인1팀)
내용	해양로봇 기초학습	해양로봇 기초학습 해양로봇 메이커 해양로봇 코딩학습 해양로봇 코딩	해양로봇 기초학습 해양로봇 메이커 해양로봇 코딩학습 해양로봇 코딩 해양로봇 운용	해양로봇 기초학습 해양로봇 메이커 해양로봇 코딩학습 해양로봇 코딩 해양로봇 운용 해양로봇 투어

특징	-	점심제공	점심제공 비숙박(버스제공) 또는 타기관연계(숙박제공)	점심제공 비숙박(버스제공) 또는 타기관연계(숙박제공)
유사사례 (주최기관)	꿈길 (교육부)	지역특화진로체험 (교육부)	캠프 (시청)	아카데미 (대학)

(10) 과정별 교육내용

- 당일형
  - o 기초1 과정 : 해양로봇 기초학습
  - o 기초2 과정 : 해양로봇 기초학습/메이커/코딩학습/코딩
- 캠프형
  - o 심화1 과정 : 해양로봇 기초학습/메이커/코딩학습/코딩/운용
  - o 심화2 과정 : 해양로봇 기초학습/메이커/코딩학습/코딩/운용/투어

표 4.4.3 프로그램 과정별 개요

구분	내용	구분	세부내용	과정명			
				기초1	기초2	심화1	심화2
1	해양로봇 기초학습	로봇개요	1) 동영상을 통한 브레인스토밍 2) 로봇의 정의 및 분류 3) 로봇의 응용 분야	✓	✓	✓	✓
		로봇이론	1) 로봇의 운동 2) 로봇의 계측 및 제어 3) 로봇의 구동 및 추진 4) 로봇의 설계 및 제작	✓	✓	✓	✓
		로봇체험	1) 로봇별 시연 2) 교육정비동 및 본관 투어 3) 수상로봇/수중로봇 운용 4) 비교 분석 및 토론	✓	✓	✓	✓
2	해양로봇 메이커	로봇조립	1) 아두이노 나노의 이해 2) DC모터, 모터드라이브, 서보모터의 이해 3) 초음파 센서의 이해 4) 블루투스 통신기의 이해 5) 팀별 수상로봇/수중로봇 조립		✓	✓	✓
3	해양로봇 코딩학습	코딩개요	1) 코딩의 이해 2) 아두이노 S/W 설치의 이해 3) 프로그래밍 예제의 이해		✓	✓	✓
4	해양로봇 코딩	로봇코딩	1) 단순임무 제시 2) 개별 수상로봇/수중로봇 코딩 및 운용		✓	✓	✓
5	해양로봇 운용	로봇운용	1) 복합임무 제시 2) 팀별 수상로봇/수중로봇 코딩 및 운용			✓	✓
6	해양로봇 투어	로봇투어	1) 방문기관 소개 및 투어 2) 체험보고서 작성				✓



- 기초 1과정 프로그램 운영
  - 일수 및 시간 : 반일, 3시간
  - 대상 및 인원(팀구성) : 청소년, 20명(개별)
  - 세부일정

표 4.4.4 기초1 과정 세부일정

시간	내용 및 구분	장소
10:00 ~ 10:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개회식, 안전교육 등</li> <li>• 해양로봇 기초학습               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로봇개요</li> <li>- 로봇이론</li> </ul> </li> </ul>	교육정비동
10:50 ~ 11:00	휴식	
11:00 ~ 11:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 기초학습(계속)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로봇체험</li> </ul> </li> </ul>	본관(4층) 시뮬레이터실 → 본관(1층) 회류수조 → 본관(1층) 메인수조 → 교육정비동
11:50 ~ 12:00	휴식	
12:00 ~ 12:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 기초학습(계속)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로봇체험(계속)</li> </ul> </li> </ul>	교육정비동
12:50 ~ 13:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마무리</li> </ul>	교육정비동

- 기초 2과정 프로그램 운영
  - 일수 및 시간 : 전일, 6시간
  - 대상 및 인원(팀구성) : 청소년/대학생, 20명(2인1팀)
  - 세부일정

표 4.4.5 기초2 과정 세부일정

시간	내용 및 구분	장소
10:00 ~ 10:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개회식, 안전교육 등</li> <li>• 해양로봇 기초학습               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로봇개요</li> <li>- 로봇이론</li> </ul> </li> </ul>	교육정비동
10:50 ~ 11:00	휴식	
11:00 ~ 11:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 기초학습(계속)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로봇체험</li> </ul> </li> </ul>	본관(4층) 시뮬레이터실 → 본관(1층) 회류수조 → 본관(1층) 메인수조 → 교육정비동
11:50 ~ 12:20	점심식사	
12:20 ~ 12:50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양로봇 기초학습(계속)</li> </ul>	교육정비동

	- 로봇체험(계속)	
12:50 ~ 13:00	휴식	
13:00 ~ 13:50	• 해양로봇 메이커	교육정비동
13:50 ~ 14:00	휴식	
14:00 ~ 14:50	• 해양로봇 코딩학습	교육정비동
14:50 ~ 15:00	휴식	
15:00 ~ 15:50	• 해양로봇 코딩	교육정비동
15:50 ~ 16:00	• 마무리	교육정비동

- 심화 1과정 프로그램 운영
  - 일수 및 시간 : 2일, 12시간
  - 대상 및 인원(팀구성) : 청소년/대학생/일반인, 20명(2인1팀)
  - 세부 일정

표 4.4.6 심화1 과정 세부일정

차수	시간	내용 및 구분	장소
1일차	10:00~11:50	• 해양로봇 기초학습	교육정비동 → 본관(4층) 시뮬레이터실 → 본관(1층) 회류수조 → 본관(1층) 메인수조 → 교육정비동
	11:50~12:20	점심식사	
	12:20~16:00	• 해양로봇 기초학습(계속) • 해양로봇 메이커 • 해양로봇 코딩학습 • 해양로봇 코딩	교육정비동
2일차	10:00~11:50	• 해양로봇 운용	교육정비동
	11:50~12:20	점심식사	
	12:20~16:00	• 해양로봇 운용(계속)	교육정비동

- 심화 2과정 프로그램 운영
  - 일수 및 시간 : 3일, 18시간
  - 대상 및 인원(팀구성) : 청소년/대학생/일반인, 20명(2인1팀)

- 세 부 일 정

표 4.4.7 심화2 과정 세부일정

차수	시간	내용 및 구분	장소
1일차	10:00~11:50	• 해양로봇 기초학습	교육정비동 → 본관(4층) 시뮬레이터실 → 본관(1층) 회류수조 → 본관(1층) 메인수조 → 교육정비동
	11:50~12:20	점심식사	
	12:20~16:00	• 해양로봇 기초학습(계속) • 해양로봇 메이커 • 해양로봇 코딩학습 • 해양로봇 코딩	교육정비동
2일차	10:00~11:50	• 해양로봇 투어	방문기관1
	11:50~12:20	점심식사	외부식당
	12:20~16:00	• 해양로봇 투어(계속)	방문기관2
3일차	10:00~11:50	• 해양로봇 운용	교육정비동
	11:50~12:20	점심식사	
	12:20~16:00	• 해양로봇 운용(계속)	교육정비동

(11) 인증제 운영

- 교육기관, 기업, 연구소 등 유관기관 공동의 능력검증(가칭 KEA인증) 제도를 도입하여 각 기관 별 필요인력을 효과적으로 공급함으로써 인력활용도를 제고함
- 수료는 인증제를 준용함

표 4.4.8 자체 검증 제도 기준1 (안)

인증영역 (대분류)	인증영역 (중분류)	인증영역 (소분류)	기준 포인 트	최소포인트					
				어린 이	청소 년	일반 인	대학 생	교강 사	전문 가
지식 (Knowledge)	체계종합	시스템공학프로세스이해능력	1				1	1	1
	기계	몸체구현능력	1				1	1	1
		메커니즘구현능력	1				1	1	1
	전기	에너지제공능력	1		1	1	1	1	1
	전자	연동제어능력	1		1	1	1	1	1
	컴퓨터	소프트웨어구현능력	1	1	1	1	1	1	1
	제어	제어기활용능력	1	1	1	1	1	1	1
해양	해양물리이해능력	1	1	1	1	1	1	1	

	소계		7	2	4	4	7	7	7
경험 (Experience)	Pilot	Detecting	8						8
		Positioning	8						8
		Sensing/Interfacing/Acquisition	8						8
		Piloting(Basic)	16	16	16	16	16	16	16
		Piloting(Advanced)	32				32	32	32
		Trouble shooting/Maintenance	8						8
	Technician	Traing on ROV setup	8						8
		ROV operation	8						8
		ROV maintenance	8						8
	소계		103	18	20	20	55	55	103
태도 (Attitude)	봉사	봉사정신(아카데미/경진대회 지원)	8	8	8	8	8	8	8
	도전	도전의식(경진대회 참가)	8	8	8	8	8	8	8
	소계		111	26	28	28	63	63	111
	합계		128						

표 4.4.9 자체 검증 제도 기준2 (안)

	Gold 인증	Silver 인증	Bronze 인증
K영역	8포인트 이상	5포인트 이상	3포인트 이상
E영역	104포인트 이상	48포인트 이상	16포인트 이상
A영역	16포인트 이상	16포인트 이상	16포인트 이상

## 다. 해양로봇 인력양성 프로그램 구축 및 운영(안)

### (1) 필요성 및 목적

- 정규교육을 담당하고 있는 전문교육기관 이외에는 해양산업과 관련된 전문직무교육을 제공하는 교육이 많지 않음
- 특히, 구직을 준비하는 청년을 대상으로 하는 해양산업 직무교육은 찾아보기 어려움. 이러한 경우, 해양관련 학과를 전공하지 않은 학생들 이외에는 해양산업과 관련된 직무에 지원하기가 어려운 실정임. 해양산업에 종사할 인재의 폭을 넓히기 위해서는 해양관련 전공자만이 아닌 일반 관련 학과(기계, 전자 등) 졸업생들 또한 잠재적인 해양인력으로 두고 그들을 해양 전문인재로 양성시킬 장치가 필요함
- 미래 해양산업의 동력이 될 미래 해양인재를 양성하기 위한 교육이 필요한 실태임
- 일반 대학교육의 교육과 실제 직무수행과는 차이가 있음. 따라서 실제 직무수행 역량을 향상시키는 전문교육의 개발과 운영이 요구됨. 실무역량을 배양시키는 교육은 대학이 아닌 전문연구기관이 보유하고 있는 인적자원과 인프라를 바탕으로 가능함
- 타 기관의 청년대상 전문 인재양성 프로그램 운영 결과를 검토할 결과, 4~6개월 간의 직무교육

을 수료한 훈련생들은 실제로 향상된 해당 직무수행 역량을 보였고, 우수한 훈련생들은 해당 기관 또는 기관의 패밀리 기업으로 취업함. 해당 직무수행에 대한 직·간접적 경험과 실무자와 전문가로부터 배운 지식과 기술을 보유한 훈련생들은 직무 투입과 동시에 직무수행이 가능함

- 기관적 측면에서 청년대상 전문 인재양성 프로그램의 운영은 우수인재 확보를 위한 효과적인 전략으로 활용할 수 있음. 더불어 협력업체에 해당 기술과 사업에 대한 이해를 가지고 있는 인력을 공급함으로써 업무의 효율성을 높일 수 있음
- 정부 출연기관으로서 보유자원(인적, 물적, 인프라)을 활용한 교육의 제공을 통해 사회적 기여를 할 수 있음. 특히, 연구 및 사업 성과물을 교육을 통해 공적 자산으로 활용함으로써 해당 연구와 사업에 대한 가치를 높일 수 있음
- 청년대상 전문 인재양성 프로그램의 개발과 운영을 통해 연구원적 측면에서도 1) 교육콘텐츠의 확보, 2) 연구원들의 교수역량 개발, 3) 연구원들의 내적만족도 및 조직충실도 향상(교육을 통한 성취감 및 조직 이해), 4) 연구원들의 새로운 진로 개척(은퇴 후 강사) 등의 긍정적 성과를 가져올 수 있음
- 해양 미래인재 육성은 사회적(인력공급), 국가적(정부의 일자리 정책), 기관적(연구성과 확산 및 사회기여, 교육콘텐츠 확보) 측면에서 수행이 요구되는 사업임

## (2) 대상

- 해양로봇 및 해양산업과 관련된 실제 직무를 수행할 수 있는 인력을 양성하기 위해서는 해당 영역에 관심과 기본적인 지식과 기술을 보유하고 있는 사람들을 대상으로 교육을 진행해야 함
- 단순한 호기심이나 지적욕구 충족을 위한 교육이 아닌 미래 진로로써 전문기술의 향상을 목적으로 하는 교육이기 때문에 교육참여생들에 대한 선발조건을 가지고 있어야 함
- 포스코의 경우, 지원자가 해당 교육에 선발되기 위해서는 프로그래밍, AI를 위한 기초수학에 대해 학습하고 시험을 봐야 함. 시험 결과에 따라 합격자를 선발함. 이렇게 기초 지식과 기술을 가진 훈련생을 선발함으로써 교육의 전문성과 효율성을 확보할 수 있음
- 전문교육의 경우, 훈련생들의 배경지식 수준에 차이가 클수록 교육 난이도 설정, 개설 교과목 선정, 교육 운영 전략 수립 등에 어려움(낮은 효율성)을 겪을 수 있음
- 따라서 전문교육 수강에 기초 역량을 함양하고 있는 훈련생을 선발하여 교육을 진행해야 함
- 단, 기초 역량은 기계, 프로그래밍, 컴퓨팅 등에 대한 기초 역량이지 해양 분야에 대한 기초 역량은 아님. 즉 해양 관련 학과가 아닌 일반 학과를 대상으로 훈련생들을 모집하지만 교육 수강을 위한 기초적인 역량을 보유하고 있어야 함
- 기초 역량의 확인은 시험, 자격증, 경험 등을 통해 파악할 수 있음
- KIOST 해양로봇실증단에서 제공할 전문교육과 관련하여 교과목을 개발하고 교육을 진행할 전문가들이 해당 교육 수강을 위해 기초적으로 요구되는 지식, 기술에 대해 정의할 필요가 있음
- 해당 지식과 기술 중 교육 수강을 위해 알고 들어와야 하는 내용, 들어와서 배워야 하는 내용을

구분하여 훈련생 선발 조건으로 활용해야 함

- 최근 국가예산으로 운영하고 있는 전문인재양성 프로그램과 취업지원 프로그램이 이공계 학생에게만 혜택이 돌아간다는 비판이 일고 있음. 따라서 모집 대상은 전공불문으로 하되 교육의 효율적인 수장을 위해 교육참여 전에 보유하고 있어야 할 기초역량을 제시할 필요가 있음

### (3) 기간

- 실무에서 요구하는 기초적인 지식과 기술의 함양은 일회성의 단기 교육으로는 이뤄질 수 없음
- 현재 운영되고 있는 청년대상 직무교육은 3~6개월간 이뤄지고 있음
- 기존 직무 수행자를 대상으로 하는 전문기술 또는 역량강화 교육은 단기 교육으로 가능하지만 청년을 대상으로 하는 인재양성 교육은 장기적인 시각에서 운영할 필요가 있음
- 보유하고 있는 교육콘텐츠, 교육방식(실습식 또는 도제식), 강의 가능 인력, 교육환경(교육장 등), 교육담당 인력 등을 종합적으로 고려하여 실제적인 운영이 가능한 교육 기간을 설정할 필요가 있음

### (4) 교육 내용 선정시 고려사항

- 교육내용 선정 및 교과목 개발을 위해서는 내외부 환경분석, 해양로봇 및 양성하려는 인재가 수행할 직무 정의와 직무분석, 전문가(해양로봇 전문가, 해양산업 실무자, 수업설계 전문가) 검토를 바탕으로 교육내용을 선정하여야 함
- 각 교육내용은 KIOST 해양로봇실증단이 보유하고 있는 인적, 물적 자원의 활용을 고려하여 개발되어야 함. 해당 자원들을 활용하고, 해당 자원들을 바탕으로 직무를 수행할 수 있는 역량을 개발하는 교육이 개발되어야 함
- 교육내용 도출 후에는 교육내용을 주제별로 계열화시키고, 난이도에 따라 위계화시켜 세부 교과목으로 개발하여야 함
- 교육내용의 계열화와 위계화를 통해서 교육체계를 수립할 수 있음
- 교육과정은 난이도에 따라 해당 해양로봇 기술에 대한 기본개념에 대해 다루면서 체험할 수 있는 체험과정, 실제 해양로봇 설계와 운영 등 해양로봇 관련 전문지식과 기술을 다루는 중급 과정, 훈련생의 해양로봇 설계 및 운영 역량과 문제해결력을 향상시키기 위한 전문가 과정, 그리고 해양로봇 인력양성을 위한 지도자 과정으로 구성될 필요가 있음
- 교육내용의 개발을 위해서는 내용 전문가(KIOST 해양로봇실증단 연구원)와 수업설계 전문가의 협업이 요구됨
- 성공적인 훈련생 모집과 교육과정의 필요성과 중요성 증대를 위해서는 교육내용에 4차산업 주요기술들을 해양산업과 연계하여 포함할 필요가 있음(예: 수중드론 활용을 위한 인공지능 기술, 해양산업에서의 IoT 기술 활용)
- 교육을 위한 Academy 또는 캠프와 경진대회 등으로 구성 가능함.

(5) 세부 교육 내용(안)

- 해양로봇 기반 교육/훈련 시스템 구축
  - 도구/시설 관점에서는 ROV/키트/창작품, 프레임폴/수영장/대형수조/실해역, 시뮬레이터 등의 물리 및 가상 시스템을 동시에 고려하는 CPS 활용을 통하여 해양분야 4차 산업혁명을 선도함
  - 최대한 UTEC의 시설을 활용할 수 있음.
  - 교육/훈련시스템에 활용되는 도구/시설은 아카데미와 경진대회, 그리고 각 적용 대상으로 구분하여 정리하였음,

표 4.4.10 교육/훈련 시스템에 활용 가능한 도구/시설

대상	아카데미			경진대회		
	물리		가상	물리		가상
전문가	ROV	대형수조	시뮬레이터	ROV	실해역	시뮬레이터
교강사	ROV	대형수조	시뮬레이터	ROV	실해역	시뮬레이터
대학생	키트	프레임폴	시뮬레이터	창작품	수영장	시뮬레이터
일반인	키트	프레임폴	시뮬레이터	ROV	수영장	시뮬레이터
청소년	키트	프레임폴	시뮬레이터	키트	수영장	시뮬레이터
어린이	ROV	프레임폴	시뮬레이터	ROV	수영장	시뮬레이터

- 기관 관점에서는 지리적 여건, 시설 우수성 등을 고려하여 대형수조를 기구축한 UTEC 및 수영장을 기구축한 NYOC을 중심으로 해양전문기관 협력을 통하여 시너지를 극대화함
- 프로그램 관점에서는 진로체험, 평생교육, 학점은행, 직무연수 등의 아카데미 과정 및 조작/메이커/코딩, 캡스톤디자인, 직무연수 등의 경진대회 분야에 해양수산과학기술 접목을 통하여 균형 교육/훈련에 기여함
- 해양로봇 기반 교육/훈련 시스템 운영
  - 교육기관, 기업, 연구소 등 유관기관 공동의 능력 자체검증(가칭 KEA인증) 제도를 도입하여 각 기관이 필요한 인력을 효과적으로 공급함으로써 인력활용도를 제고함

표 4.4.11 아카데미 및 경진대회 별 세부 프로그램

대상	아카데미		경진대회	
	물리	가상	물리	가상
전문가	직무연수 과정	직무연수 과정	직무연수 분야	직무연수 분야
교강사	직무연수 과정	직무연수 과정	직무연수 분야	직무연수 분야
대학생	학점은행 과정	학점은행 과정	캡스톤디자인 분야	조작 분야



일반인	평생교육 과정	평생교육 과정	조작/메이커/코딩 분야	조작 분야
청소년	진로체험 과정	진로체험 과정	조작/메이커/코딩 분야	조작 분야
어린이	진로체험 과정	진로체험 과정	조작 분야	조작 분야

표 4.4.12 해양로봇 인력양성 프로그램 구성

구분	체험 과정	중급 과정	전문가 과정	지도자 과정
교육 대상	초·중등학생	고등학생·대학생·일반인	ROV 관련 업무 유경험자	초·중·고 교원 및 교육 전문직
교육 목적	해양로봇에 대한 관심 유도 및 잠재 인력양성	실제 현장에서 ROV를 활용한 업무를 수행할 수 있는 인력 양성	산·학·연을 연계한 실습 중심의 교육·훈련을 통해 ROV 운영 전문인력 양성	해양로봇 교·강사 확보 및 해양로봇 인력양성 활성화
교육 인원	1회 20명 (연 4회, 80명)	1회 10명 (연 2회, 20명)	1회 5명 (연 2회, 10명)	1회 10명 (연 2회, 20명)
교육 플랫폼	ROV 키트 (PVC 기반)	소형 ROV (BlueROV2 급)	중형 ROV (Falcon 급)	ROV 키트(PVC 기반), 소형 ROV(BlueROV2)

#### (6) 운영 전략

- 정부는 청년 일자리 대책을 발표(' 18.3.15.)하고, 예산·세제·제도개선 등 정책 수단을 총동원해 청년 취업 및 기술창업 활성화 등을 위해 노력 중에 있음
- 이러한 정부적 노력에 맞추어 각 부처도 다양한 청년 일자리 사업을 수행하고 있음(청년 TLO 사업, 출연(연) 4차인재 양성사업, 희망사다리 장학금 등)
- 해양수산부는 청년 일자리 대책을 지원하는 두드러지는 사업은 운영하지 않고 있음. KIOST 해양로봇실증단은 이러한 현상 상황을 반영하여 해양 미래인재양성 프로그램을 제안하여 해양수산부의 지원을 받는 사업을 운영할 수 있을 것이라 판단됨
- 특히, 타 정부부처 사업과의 비교를 통해 해양수산부에 사업을 제안함으로써 훈련생에게 연수비용을 지급하는 형태의 사업의 운영도 가능할 것이라 판단됨
- 교과목의 개발과 교육은 내부인력들의 적극적인 참여를 요구함. 내부인력들의 참여유도와 참여하는 내부인력들에게 어떠한 보상을 제공할 것인지에 대한 전략 수립이 필요함. 타 기관의 경우, 개인평가시 추가 점수 부여, 강의비 별도 지급 등의 제도적 지원을 제공하고 있음
- 교육운영은 많은 과업을 포함하고 있으며 교육전문성도 요구되기에 전담인력을 채용하여 운영할 필요가 있음
- 실습과정은 Project Based Learning(프로젝트기반학습) 교수학습전략을 활용하여 운영함으로써 훈련생들이 실제 직무관련 문제나 과업을 경험할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있음
- 프로젝트기반학습은 '적극적으로 관여하게 되는 복잡한 질문들과 문제 혹은 도전 과제에 대해

오랜 기간 집중적인 탐구 과정을 통해 학습자가 지식과 기술을 학습하게 하는 체계적인 교수 방법' 임

- 전문인재양성 프로그램의 최종과제이자 교육으로 프로젝트 실습을 진행함으로써 훈련생에게 학습한 내용을 적용할 기회를 제공하고 학습한 내용의 활용역량을 향상 시킬 수 있음
- 프로젝트 수행 결과는 훈련생들의 훈련성과를 가시적으로 나타낼 수 있기에 사업성과 및 사업 수행 타당성 근거로 활용할 수 있음
- 그룹 프로젝트의 경우 훈련생 5명이 하나의 그룹으로 편성되어 멘토 1명과 함께 멘토링 전략을 활용하여 그룹프로젝트를 수행할 수 있음
- 지리적 여건 및 시설 우수성 등을 고려하여 UTEC 및 NYOC를 견인체제로 구축하고, 교육기관, 기업, 연구소 등으로 지원체제로 구축하며, 어린이, 청소년, 일반인, 대학생, 교강사, 전문가 등으로 이해당사자 그룹으로 구성하여 실질적 생태계 기반 마련
- 공동네트워크 내에서 진학, 입사, 승진 시 가산점 부여로 교육/훈련 동기유발 강화
- 기업이 참여하는 특허 출원/등록 및 기술이전으로 기업 연계성 강화

#### (7) 기타 고려할 사항

- 장기적 시각에서의 전문인재양성과 더불어 단기간의 집중 교육을 운영할 수도 있음. 최근 한국 과학기술정보연구원은 INTEL·UST와 함께 대덕특구 내의 정부출연(연)의 연구역량과 인프라를 활용해 지역 산업계의 인공지능 전문지식과 실무역량을 배양하고자 인공지능 교육 'UST-KISTI-INTEL AI 스쿨'을 실시하였음(관련기사: <https://www.hellodd.com/?md=news&mt=view&pid=70078>)
- 해당 캠프는 산(INTEL)·학(UST)·연(KISTI)·관(대전시)이 협력한 미래 핵심 기술 인공지능(AI) 교육으로 UST, KISTI에서 주관과 주최를 맡고, 대전시와 INTEL 후원으로 진행되었음
- 해당 교육은 대전소재 중소·중견기업과 출연(연) 재직자, UST 학생 등 30여명을 대상으로 KISTI 과학데이터스쿨의 AI 교육실습 후 기업 현장방문으로 실시되었음
- 교육은 슈퍼컴퓨터, AI, 딥러닝에 대한 개념이해를 바탕으로 미니 PC(NUC), Open VINO 등 AI 실습을 통한 체험으로 이뤄졌으며 또한 KT 인공지능 사업단 등 국내 IT 계열 기업의 현장방문을 통해 최신 기술역량을 파악하였음
- 이러한 형태의 산·학·연·관 협력 교육은 교육의 전문성은 물론 해양로봇에 대한 이해와 인지도 향상, 향후 연계사업을 위한 관계 구축 등의 효과를 가져올 수 있음
- 특히, 3일의 교육과정이기 때문에 운영하는 기관과 참여하는 교육생 또한 부담없이 특정 전문기술에 대한 교육과 학습을 진행할 수 있음

## 라. 세부로드맵

- 해양로봇 대내외 확산을 위한 세부 로드맵은 아래와 같음.
- 2020년부터 2040년까지 약 20여년 간의 중장기 로드맵으로 제시

구분	2020~2025 (구축 단계 #1)	2026~2030 (구축 단계 #2)	2031~2035 (안정화 단계)	2036~2040 (운용 단계)	추진 방안 (구축 / 운용)
해양로봇 대내외 확산	UTEC 교육 체험동 구축 (2020~2021)	UTEC 교육 체험동 운용 (2022~)			지자체 예산 / KIOST 운용
	해양로봇 기반 교육/훈련 프로그램 구축 (2022~2026)	해양로봇 기반 교육/훈련 프로그램(아카데미 등) 운영 (2026~)			국가 일반예산 / 대학교 운용
	해양로봇 경진대회 개최 및 세계대회 출전 지원 (2022~)				일반 예산 / KIOST 운용
	해양로봇 직업 혁신센터(가칭) 설립 및 운용 (2023~)				국가 일반예산 / 민간기업 운용

그림 4.4.10 해양로봇 대내외 확산을 위한 교육 및 인력양성 프로그램 구축 및 운용 세부 로드맵





## 제5장

# 추진 전략





## 5. 추진 전략

### 5.1 개요

- 원내 뿐만 아니라, 원외(국내 및 국외) 해양로봇 전문가를 최대한 활용하여 다양한 정보를 파악하고 의견을 수렴하고자 함. (전문가 자문회의 3회 및 전문가 토론회 개최, 대외 기관 방문 다수)
- 단순한 나열식의 중장기 계획 수립을 지양하고 실질적인 해양로봇 선순환 구축을 위한 전략 제시 및 세부 추진계획 수립
- 4개 분야에 대해 추진 전략 및 세부 추진 방안에 대해 제시함. 이 경우, 해당 분야에 대한 세부 추진 방안과 함께 자원 조달 방안 및 운영 주체에 대해 정리하였음.
- 세부 방안에 대해서는 추가적인 기획연구를 통해 구체적인 연구방법 및 내용, 그리고 소요 연구비의 산출이 필요함.
- 과기부에서 2018년부터 제시한 통합 개념의 PI mapping을 작성하여 제시함.
- 선순환 개념으로 4개 분야의 상호 통합 및 연계 방안도 함께 제시함.
- 추후 세부 사업 추진 단계에서 과기부와 산자부 측에 본 기획 내용을 제시할 계획임. 과기부에는 교육 및 인력양성 분야에 대해, 그리고 산업부에는 로봇의 실증 및 사업화 분야에 대해 협력이 필요함.

### 5.2 분야별 추진 전략

#### 가. 해양로봇 원천/핵심기술 중장기 확보 분야

##### (1) 추진 방안

- 해양로봇 핵심 부품/부분품, 국가 현안 해결형 로봇 시스템, 상용화 목적의 로봇 시스템, IT 연계 핵심기술 개발 등의 형태로 구성
- 원천기술 및 운용 등 핵심기술의 경우 대부분 신규과제 형태로 추진 필요

##### (2) 자원 조달 방안 및 운영 주체

- 국가 주도형 과제의 일환이므로 대부분 국가 R&D 사업으로 추진 필요
- 연구개발 이후에는 민간 기술 이전 및 민간 응용이 필요하며, 해양안전로봇의 경우 운영주체가 해경이 될 필요가 있음.

#### 나. 해양로봇 실증 및 실용화 추진 분야

##### (1) 추진 방안

- UTEC이나 시험평가선을 활용한 실증 연구, 기존 R&D 결과물의 실증 및 사업화, 테스트베드 구



축 및 운용 연구 등이 이에 해당됨.

- 실증 연구의 경우 기존 인프라를 최대한 활용하는 것이 필요함.
- 기존에 우수한 R&D 결과물을 사업화하는 목적의 확산사업 추진이 필요
- \*) 산업부에서는 공공기관이 보유한기술 또는 과기부 기술사업화 사업을 통해 수행한 기술에 대해 기업에 기술이전을 조건으로 사업화 차원의 지원을 하는 R&D 재발견 사업과 연구개발이 일부 완료된 제품에 대해 수요기업과의 연계를 통해 로봇시장을 창출시키는 로봇 시장창출 보급 사업을 진행 중임.

## (2) 재원 조달 방안 및 운영 주체

- 기존 시설의 경우 지자체 예산을 일부 활용할 수 있을 것이나, 인프라 구축 단계에서는 국가 예산이 상당부분 필요할 것임. 이후 운용 예산의 경우에는 국가 차원의 지원이 필요하나 장기적으로는 자립 방안 확보 요구
- 테스트베드의 경우 컨트롤 타워 역할을 할 수 있는 체계가 필요하며 이를 위해 국가 차원의 센터나 KIOST 등에 위탁 운용을 맡길 수도 있을 것임.

## 다. 인증 및 법/제도 개선 분야

### (1) 추진 방안

- 해양로봇의 글로벌 스탠더드 확보 및 인증 체계 확립을 위한 목적으로 국내 표준화 및 인증 시스템 구축. 중장기적인 계획을 바탕으로 추진 필요
- 해양로봇 활성화를 위한 법/제도 개선과 기술 사업화 프로그램은 꾸준히 상시적으로 추진 필요

### (2) 재원 조달 방안 및 운영 주체

- 인증 및 표준화 부분은 국가 차원의 예산 집행이 필요함.
- 법/제도 개선 및 사업화 프로그램은 KIMST와 해양부의 주관으로 추진할 필요가 있음.

## 라. 교육 및 인력양성 분야

### (1) 추진 방안

- UTEC 교육 체험동 구축 및 운용 이외에도 해양로봇 기반 교육/훈련 프로그램을 구축하여 체계적인 교육 시스템을 확보하는 방안 마련
- 해양로봇 경진대회 개최 및 세계 대회 출전을 통한 저변 확대, 그리고 해양로봇 직업 혁신센터 구축 및 운용을 통한 고용 창출도 함께 추진할 필요가 있음.

### (2) 재원 조달 방안 및 운영 주체

- 대부분 국가 R&D 예산이 아닌, 일반 예산이나 묶음 예산 형태로 KIOST나 타 기관에 배정하는 방식으로 집행 필요. UTEC 교육 체험동은 지자체 예산으로 구축하고, 운용은 국가 예산 필요
- 전체적인 운용의 경우, 대학교와 KIOST가 상호 연계하여 추진하는 것이 바람직할 것임.

### 5.3 PIE 도표

- 과학기술정보통신부에서는 「혁신성장 지원을 위한 정부 R&D투자 혁신방안」을 통해 ‘패키지형 연구개발 투자플랫폼’을 제시한 바 있음.
- 개별 사업 중심의 예산 배분·조정 체계를 분야별 패키지형 편성 체계로 전환하는 것으로, 부처별 산재된 R&D 사업을 분야별로 통합 관리·평가하고, R&D 뿐만 아니라 인력양성, 제도개선, 주요정책 등을 하나의 패키지 형태로 구성하여 지원하는 투자분석시스템을 말함.
- 투자플랫폼의 영문 명칭은 R&D PIE(Platform for Investment & Evaluation)로 정하여, 투자 플랫폼의 모습이 파이 형태와 유사하다는 점과 혁신성장의 파이를 키우겠다는 점을 강조.
- 단순한 R&D 개발 단계를 떠나 핵심기반과 산업융합, 그리고 인력양성 등 각 PIE 분야별 소요예산을 산정하고, 정책과의 연계성, 제도개선 실적을 고려하여 정부 R&D 투자가 이뤄질 예정임.
- PI Mapping은 선순환적 생태계를 고려한 방식이라 할 수 있음.
- 해양로봇에 대한 PI Mapping을 정리하여 나타냄.
  - 핵심기반 분야 : 기초 원천기술 개념으로 핵심부품, 자율주행, 운용기술 등 포함
  - 산업융합 분야 : 해양로봇 시스템의 개념으로 심해시추로봇, 군집로봇, 레저로봇 등이 포함.
  - 인력양성 분야 : 개발 기술에 대한 운용 및 교육 프로그램 등으로 구성
  - 제도 분야 : 해양로봇 활성화를 위한 법/제도적 장치에 대한 내용임.
  - 정책 분야 : 국가 정책 차원에서 접근 및 지원할 부분임.



그림 5.3.1 해양로봇 분야의 PI Mapping

## 5.4 상호 연계 및 통합 로드맵

### 가. 각 분야별 연계 방안

- 해양로봇에 대한 선순환적 생태계를 구축하기 위해서는 해양로봇 신규 개발과 실증 및 실용화 추진, 인증 및 법/제도 개선, 교육 및 인력양성 간 상호 연계가 필수적임
- ‘해양로봇 신규 개발’과 ‘실증 및 실용화 추진’, ‘교육 및 인력양성’ 간 연계를 보았을 때 테스트베드 연계 연구나 시험평가 시스템 구축 및 운용, 통합 관제시스템 구축 및 운용, 트랙레코드 확보 지원, 원천기술 및 핵심기술 개발을 위한 인력 확보 등이 가능할 것으로 판단됨.
- ‘실증 및 실용화 추진’과 ‘교육 및 인력양성’, ‘인증 및 법/제도 개선’ 간 연계를 보면, 시뮬레이터 및 테스트베드를 통한 인력 양성, 운용 및 상용화 인력 확보, 기술사업화 정책 보완 추진 등이 가능할 것으로 판단됨.
- ‘인증 및 법/제도 개선’과 ‘교육 및 인력양성’, ‘해양로봇 신규 개발’ 간 연계를 보면, 글로벌 스탠더드 구축 인력 양성, 우수핵심제품 제도화를 통한 R&D 활성화 등이 가능할 것임.
- 아래 그림은 4개 분야에 대한 상호 연계를 나타낸 것으로, 궁극적으로 해양로봇의 선순환적 생태계를 구축하기 위해서는 4개 분야 모두 간 연계가 체계적으로 잘 이루어져야 할 것임.

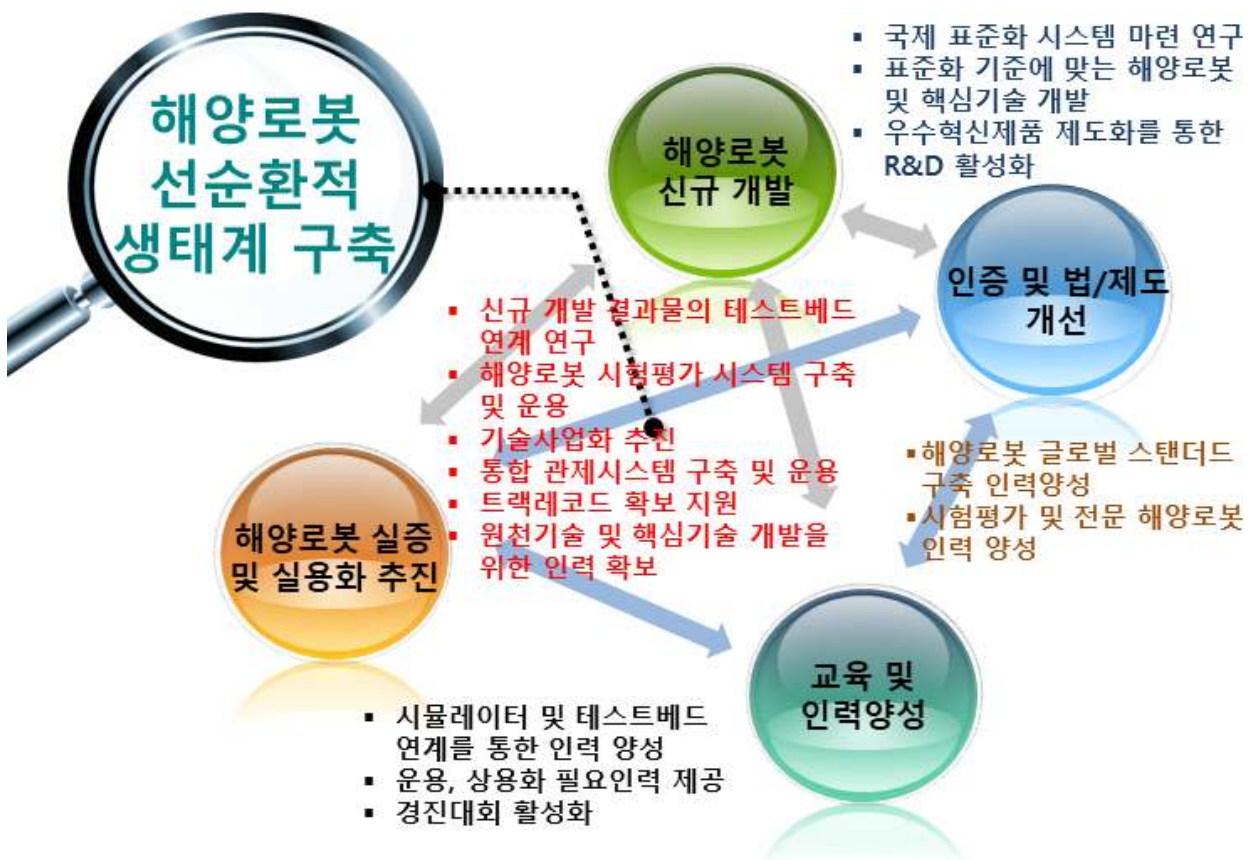


그림 5.4.1 선순환적 생태계 구축을 위한 상호 연계 방안

## 나. 통합 로드맵

- 해양로봇에 대한 선순환적 생태계를 구축을 위한 4개 분야의 로드맵을 통합하여 아래 그림과 같이 나타냄.
- 4개 분야 별로 사업 추진 전략 및 방법, 그리고 세부 내용이 상이하기 때문에 이를 고려하여 개별적으로 포함하였음.
- 2040 개념의 중장기적인 로드맵을 제시

구분	2020~2025 (구축 단계 #1)	2026~2030 (구축 단계 #2)	2031~2035 (안정화 단계)	2036~2040 (운영 단계)	추진 방안 (구축 / 운영)	
해양로봇 선순환적 생태계 구축	해양로봇핵심 부품 및 부품기술 확보 및 상용화 수중 컨넥터 & 추진기 (2021~2025) / 슬립링 & 소나시스템 등 (2025~)				국가 R&D / 민간 기술이전	
	해양안전로봇 시스템, 상용화 로봇 시스템 구축 (2022~2030)		R&D 개발 시스템 실증 및 운용, 추가 연구개발 (2029~)		국가 R&D / 운영 주체(해경 등)	
	IT, AI 연계 핵심기술 개발 (2022~2030)		IT, AI 기반 핵심기술 운용 및 신규 과제 연계			국가 R&D / 민간 기술이전
	UTEC 및 시험평가선 연계 실증 연구					KIOST 운용 / 민간 활용
	서해권 T/B (ex. 새만금) 구축 (2022~)		테스트베드(T/B) 운용 및 활용			국가 R&D + 지자체 예산 / 국가(ex. KIOST) 또는 민간 위탁 운용
	동해권 T/B (ex. 가스전) 구축 (2022~)					
	남해권 T/B (ex. 양식장) 구축 (2023~)					
	기존 R&D 결과물의 실증 및 확산 (2021~ 2030)					국가 R&D/민간 주관
	해양로봇 활용 OOI 시스템 구축 및 운용					국가 R&D/KIOST 운용
	해양로봇 표준화 체계 구축 (2023~2028)		해양로봇 글로벌 스탠더드 확보 (2029~2035)			국가 R&D / 국가 (ex. KIOST) 또는 민간 위탁 운용
	해양로봇 인증 시스템 구축 (2026~2032)		해양로봇 인증 기관 운용 (2033~)			
	해양로봇 활성화를 위한 법/제도 개선 (2020~2032)					해양부 주관
상용화 추진을 위한 기술 사업화 프로그램 운영					KIMST 주관	
UTEC 교육 체험동 구축 (2020~2021)		UTEC 교육 체험동 운용 (2022~)			지자체 예산 / KIOST 운용	
해양로봇 기반 교육/훈련 프로그램 구축(2022~2026)		해양로봇 기반 교육/훈련 프로그램(아카데미 등) 운영 (2026~)			국가 일반예산 / 대학교 운용	
해양로봇 경진대회 개최 및 세계대회 출전 지원 (2022~)					일반 예산 / KIOST 운용	
해양로봇 직업 혁신센터(가칭) 설립 및 운용 (2023~)					국가 일반예산 / 민간기업 운용	

그림 5.4.2 선순환적 생태계 구축을 위한 통합 로드맵





## 제6장

# 향후 활용계획 및 2040 미래상







## 6. 향후 활용 계획 및 2040 미래상

### 6.1 활용방안

#### 가. 4개 분야에 대한 활용 추진 현황

##### ▣ 해양로봇 신규 개발

- 수요조사를 바탕으로 해양로봇 부품과 관련하여 신규과제 제안 및 중기재정에 포함
- 해양수산부 해양개발과 및 KIMST 협의 완료

##### ▣ 해양로봇 실증 및 실용화 추진

- 수중건설로봇 실증 및 확산사업(2단계 사업)과 연계하여 실제 현장 투입
- 해양로봇 활성화를 위한 전문가 토론회 개최를 통해 실질적인 실용화 방안 검토

##### ▣ 인증 및 법/제도 개선 :

- 법/제도 분야에 대해서 실제 현장 관계자와 협의를 통해 ‘우수 연구개발 혁신제품 지정’ 제도를 해양부(해양과학기술정책과)에 건의하여 현재 진행 중

##### ▣ 교육 및 인력양성 :

- 포항 UTEC(수중로봇복합실증센터)의 신규 지자체 사업으로 교육동 신설 계획과 연계
- 교육 및 인력양성 프로그램 개발에 대해서 해양부(해양개발과)에 건의
- 지자체(경상북도 및 포항시) 대상 교육동 활성화에 대한 논의 계획

#### 나. 기타 활용 분야

- 해양로봇의 전주기를 고려한 선순환 전략을 KIOST가 확보함으로써 관련 지침, 국내외 해양로봇 생태계의 미래 로드맵을 선제적으로 제시 가능
- 해양로봇 관련 신규 R&D 수행 시 KIOST가 주도적으로 산·학·연 연구체계를 확립하고 추진가능
- 기존 수중로봇 개발 로드맵인 MOVE4.0 및 수중건설로봇 중장기 계획 등과 상호 연계하여 활용 가능
- 수중로봇 분야 이외에 타 분야에 대해서도 선순환 구축 개념이 모범사례로 활용 가능
- 해양조사 및 환경 재난 분야에 대해 기존의 수중로봇시스템의 활용뿐만 아니라 신규 로봇 개발 차원에서 활용 가능
- 해양로봇 뿐만 아니라 다양한 해양장비 등에 대한 성능 시험평가 및 국제공인인증체계 운영 및 산업체 지원으로 활용
- 해양로봇 활성화 차원에서 제도 개선 방안의 선례로 활용 가능
- 2040 미래상 등 대국민 홍보자료로 활용 가능

# Move 4.0 (해양운용이동체) ; Maritime Operative Vehicle Equipment

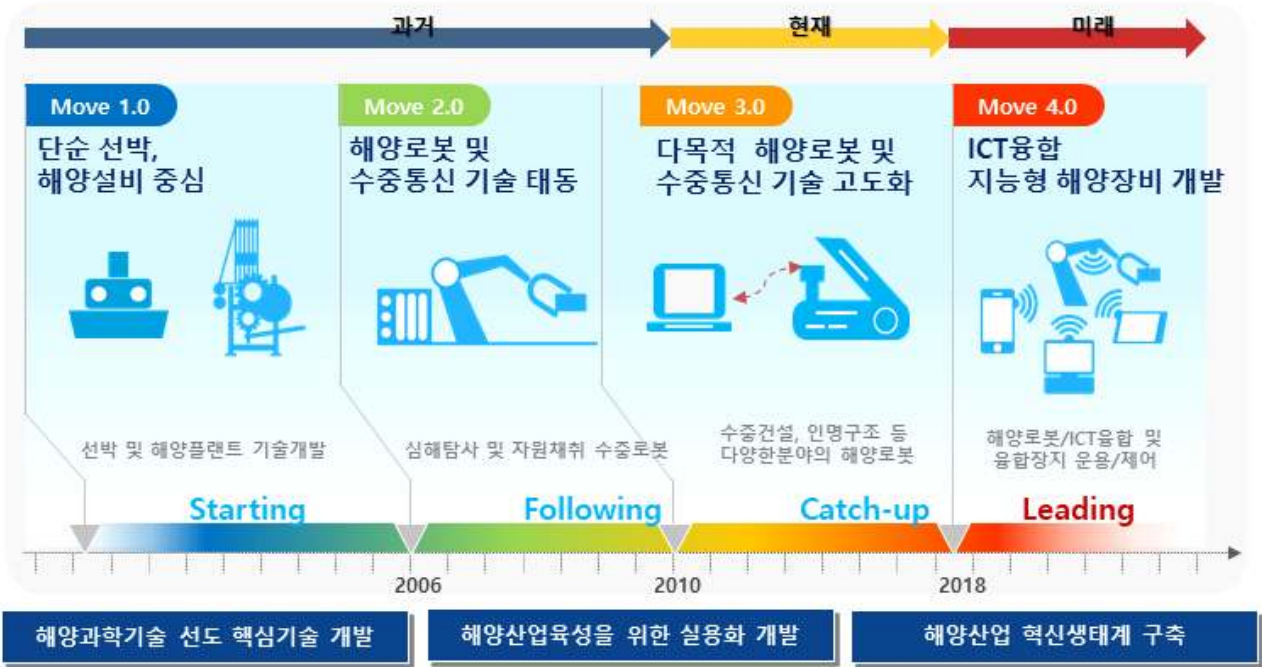


그림 6.1.1 MOVE4.0 개념



그림 6.1.2 수중건설로봇에 대한 중장기 계획

## 6.2 기대효과

### 가. 기술적 기대효과

- 해양로봇 선순환적 생태계 구축을 통한 실용화 실현
- 해양수산과학기술 분야 전주기적 인력양성 연계 산업기반 구축 사례 확보
- 해양에너지 활용, 해양공간 활용 등 해양무인시스템 기술 확보
- 국내 해양로봇 전문 인력 양성 및 기존 인력의 재교육을 통한 인적 인프라 공고화
- 해양로봇 전문 인력의 기술력 향상을 통한 기업의 기술경쟁력 강화 및 작업 효율성 향상, 시공 안정성 제고
- 해양로봇 분야의 KIOST의 전문성 제고 및 주도적 역할 강화

### 나. 경제적 기대효과

- 인증체계 확립을 위해 구축된 장비들은 지속적인 유지관리, 교정이 요구되어 관련 중소기업과 컨소시엄을 맺고 지속적인 관리 및 시설 업데이트를 수행. 이처럼 인증체계 구축을 통해 중소기업과의 상생 및 육성을 기대할 수 있음.
- 로봇융합기술을 활용하여 다양한 산업분야의 비즈니스 니즈를 창출할 수 있는 창조적 multi-tech 전문인력 양성으로 양질의 창업형 인력양성
- 아이디어와 기술을 시도해 볼 수 있는 발판 제공을 통한 수중로봇 산업 활성화 촉진
- 수중로봇에 대한 학생 및 일반인의 관심도 제고로 해양문화 저변확대 및 지역경제 발전에 기여
- 수요자 및 개발자 자체 연계를 통한 Death Valley 최소화

### 다. 사회적 기대효과

- 해양로봇 성능평가 인증체계 구축은 국내 최초로 시도되는 것으로 해양장비에 관한 신산업을 개척하는 것임.
- 이는 국내 뿐만 아니라 세계 표준 및 인증체계에도 전무한 것으로 한국형 글로벌 스탠다드를 제시할 경우 세계 해양로봇 시장에 새로운 지평을 열 것으로 기대됨.
- 해양수산 新산업 기자재 관련 표준화 및 시험·인증체계 구축을 통해 대내적으로는 미래 니즈 선제적 대응을 위한 산업 고도화에 기여하고 대외적으로 국내 해양수산 기업 시장 확대 및 수출 경쟁력 강화에 기여
- 4차 산업혁명 기술융합으로 연구개발-일자리창출 선순환체계 구현

## 6.3 2040 미래상

- 2040년 기준으로 변화되는 미래상을 그림으로 표현 (ex. 지원선박 불필요, 위성을 통한 100% 원격 제어, 해저도시 및 수산, 구조구난에 적극 활용)

