

해양방위·재난 및 공간관리 기술 개발을 위한
기획연구

Planning research for development of marine security,
disaster and space management technology

2018. 12. 31

한 국 해 양 과 학 기 술 원

제 출 문

한국해양과학기술원장 귀하

본 보고서를 “해양방위·재난 및 공간관리 기술 개발을 위한 기획연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 12.

총괄연구책임자 : 최 복 경

참 여 연 구 원 : 강돈혁, 권재일, 김병남,
김한준, 신동혁, 양희철, 우한준, 유제선,
장덕희, 정섬규, 주형태, 한택희, 허기영,
김 응, 이문숙, 김성현, 김미란

보고서 초록

과제고유 번호	PE99698	해당단계 연구기간	1단계 2018.08.01~ 2018.12.31	단계 구분	1단계 / 1단계
연구사업명	중사업명				
	세부사업명				
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	해양방위·재난 및 공간관리 기술 개발을 위한 기획연구			
연구책임자	최복경	해당단계 참여연구원수	총 : 17명 내부: 15명 외부: 2명	해당단계 연구비	정부: 25,000천원 기업: 천원 계 : 25,000천원
		총연구기간 참여연구원수	총 : 13명 내부: 8명 외부: 5명	총 연구비	정부: 25,000천원 기업: 천원 계 : 25,000천원
연구기관명 및 소속부서명	한국해양과학기술원 해양영토연구본부		참여기업명		
국제공동연구 위탁연구					
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서 면수	177
<p>○ 목표 : 해양방위·재난 및 공간관리 기술 개발</p> <p>○ 해양방위 및 안전기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 무인체계 이용 다목적 해양 환경 탐사 및 해양 방위 지원 분석기술 개발 - 해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석체계 통합 기술 개발 - 해저 활성단층의 위험성 평가와 AI 활용 연구 <p>○ 해양 재난·재해 피해저감을 위한 예측 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 앙상블 기반 단기 해양예측시스템 수립 - 해무 예측 기반기술 개발 - 연안파랑 예측기술 개발 <p>○ 해양공간통합관리연구</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해양공간(국가관할권 내외측) 관리 제도연구 - 핵심해역 갈등관리 및 남북해양수산협력 연구 - 글로벌 해양정보 분석 및 4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥정책 수립 <p>○ 기대성과 및 활용방안</p> <ul style="list-style-type: none"> - 무인체계 및 탐사기술 확보, 해군 음탐체계 구축 활용, 남동권해역 지질특성에 적합한 지진안전성 평가에 활용 - 해양 재난·재해 예측 및 대응으로 피해저감 - 관할해역의 통합 해양정보에 근거한 해양자원의 복합적 이용기반 확보 					
색인어 (각 5개 이상)	한 글	무인체계, 해양방위, 수중음향, 연안 파랑 모델링, 인공지능, 해양영토관리			
	영 어	AUV, Marine Defence, Underwater Acoustics, Coastal Wave modeling, Artificial Intelligence, Ocean Domain Management			

요 약 문

제목 : 해양방위·재난 및 공간관리 기술 개발을 위한 기획연구

□ 최종목표

- 해양방위·재난 및 공간관리 기술 개발
- 해양방위 및 안전기술 개발
- 해양 재난·재해 피해저감을 위한 예측기술 개발
- 해양공간통합관리연구

□ 연구내용

- 해양방위 및 안전기술 개발
 - 무인체계 이용 다목적 해양 환경 탐사 및 해양 방위 지원 분석기술 개발
 - 해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석체계 통합 기술 개발
 - 해저 활성단층의 위험성 평가와 AI 활용 연구
- 해양 재난·재해 피해저감을 위한 예측 기술 개발
 - 상상블 기반 단기 해양예측시스템 수립
 - 해무 예측 기반기술 개발
 - 연안파랑 예측기술 개발
- 해양공간통합관리연구
 - 해양공간(국가관할권 내외측) 관리 제도연구
 - 핵심해역 갈등관리 및 남북해양수산협력 연구
 - 글로벌 해양정보 분석 및 4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥정책

수립

□ 연구결과 활용방안

- 무인체계 및 탐사기술 확보, 해군 음탐체계 구축 활용, 남동권해역 지질특성에 적합한 지진안전성 평가에 활용
- 해양 재난·재해 예측 및 대응으로 피해저감
- 관할해역의 통합 해양정보에 근거한 해양자원의 복합적 이용기반 확보

목 차

제 1 장 해양방위 및 안전기술 개발	1
제 1 절 연구개발의 필요성	1
1. 연구개발의 개요	1
2. 연구개발 대상의 국내외 현황	4
3. 연구개발의 중요성	15
4. 선행연구 내용 및 결과	19
5. 연구개발과제 및 대상기술의 중복성	24
6. 상위목표와의 연계성	25
제 2 절 연구개발 목표 및 내용	28
1. 연구개발의 목표 및 세부목표	28
2. 연차별 연구개발 목표 및 내용	30
4.정량적 성과목표 및 성과지표	40
5.정성적 성과목표 및 성과지표	42
제 3 절 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계	44
1. 연구개발 추진전략·방법	44
2. 연구개발 추진체계	46
3. 연구개발 추진일정	47
제 4 절 연구개발 성과의 중요성 및 기대효과	50
1. 연구개발 성과의 중요성	50
2. 연구개발 성과의 활용방안	52
3. 기대효과	54
제 5 절 과제제안요구서(RFP)	57

제 2 장 시 기반 파랑기인 연안재해 모델링 플랫폼 및 해무 예측기술 개발	68
제 1 절 연구개발의 필요성	68
1. 연구개발의 개요	68
2. 연구개발 대상의 국내외 현황	72
3. 연구개발의 중요성	76
4. 선행연구 내용 및 결과	78
5. 연구개발과제 및 대상기술의 중복성	80
6. 상위목표와의 연계성	81
제 2 절 연구개발 목표 및 내용	83
1. 연구개발의 목표 및 세부목표	83
2. 연차별 연구개발 목표 및 내용	84
4.정량적 성과목표 및 성과지표	94
5.정성적 성과목표 및 성과지표	96
제 3 절 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계	97
1. 연구개발 추진전략·방법	97
2. 연구개발 추진체계	98
3. 연구개발 추진일정	99
제 4 절 연구개발 성과의 중요성 및 기대효과	100
1. 연구개발 성과의 중요성	100
2. 연구개발 성과의 활용방안	101
3. 기대효과	102
제 5 절 과제제안요구서(RFP)	104

제 3 장 해양공간 통합관리 연구	113
제 1 절 연구개발의 필요성	113
1. 연구개발의 개요	113
2. 연구개발 대상의 국내외 현황	114
3. 연구개발의 중요성	122
4. 선행연구 내용 및 결과	125
5. 연구개발과제 및 대상기술의 중복성	127
6. 상위목표와의 연계성	129
제 2 절 연구개발 목표 및 내용	132
1. 연구개발의 목표 및 세부목표	132
2. 연차별 연구개발 목표 및 내용	133
4.정량적 성과목표 및 성과지표	142
5.정성적 성과목표 및 성과지표	144
제 3 절 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계	146
1. 연구개발 추진전략·방법	146
2. 연구개발 추진체계	148
3. 연구개발 추진일정	150
제 4 절 연구개발 성과의 중요성 및 기대효과	151
1. 연구개발 성과의 중요성	151
2. 연구개발 성과의 활용방안	153
3. 기대효과	154
제 5 절 과제제안요구서(RFP)	156

그림 차례

그림 1-1. 수중글라이더 통제 및 제어 개념도.	1
그림 1-2. 무인수상선(WAM-V).	2
그림 1-3. 수중음향 분석체계 흐름도.	3
그림 1-4. 방사청 과제 시험결과(좌), 200m급 설계(중), 시제 제작(우).	4
그림 1-5. (주)한화 무인잠수정(좌), 해양방위안전연구센터 수중글라이더(우).	5
그림 1-6. 양산단층의 대륙붕 연장. 양산단층은 대륙붕에서 주단층과 보조단층으로 이루어진 시스템을 형성하고 있다. 단층의 배치로부터 한반도 남동부와 주변해역의 응력은 동북동-서남서 방향의 압축력임을 알 수 있다. (From Kim et al., 2016)	8
그림 1-7. Slocum 대서양 4,500km 횡단(상), ROV, AUV, 수중글라이더의 관측범위 비교(우).	9
그림 1-8. 미국해군해양국(NAVO) 수중글라이더 편대(상), 대형 방산업체에서 판매하고 있는 수중글라이더(하).	10
그림 1-9. Google Trekker 이용 해안선 촬영(Coastal view, 상), MBES 이용 라쿤 해협 정밀수심 측량(하).	11
그림 1-10. 캘리포니아 해역의 활성단층 (Fisher et al., 2009).	13
그림 1-11. 수중글라이더 자율제어 시험('14년/국립해양조사원 수조).	19
그림 1-12. 무인수상선 운용시험('17년/거제도).	20
그림 1-13. 수중의 음향표적 탐지를 위한 최적센서 배치 예.	21
그림 1-14. 수중 음향센서를 최적 배치를 위한 실험해역 음탐분석 예.	21

그림 1-15. 환경자료 DB를 표출 S/W 화면 예.	22
그림 1-16. 음탐 분석 체계용 음향 모델 적용 예.	22
그림 2-1. 영상 AI기반 연안파랑 모델링 기술 개념도.	69
그림 2-2. 월파 예측시스템 모식도	70
그림 2-3. 해무 예측시스템 개념도	70
그림 2-4. 해무 예측모델 시범운영 개념도	71
그림 2-5. 좌·우 스테레오 영상으로부터 특징점 추출 및 매칭을 통한 3차원 해수면 복원 과정.	78
그림 2-6. 스테레오 영상이용 송도해수욕장에서 관측한 3차원 해수면결과.	78
그림 2-7. 픽셀별 파랑 변화의 크기 맵(밝을수록 파랑의 위치 및 모양의 변화가 큼) . .	79
그림 2-8. 바운딩박스를 통한 추적결과 표현 예.	79

제 1 장 해양방위 및 안전기술 개발

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 개요

○ 수중글라이더 개발 및 해양방위 탐사 지원기술 개발 연구

- 수중글라이더 설계 및 수학적 모델링
- 동역학 모델 기반 시뮬레이터를 이용한 운동 성능 검증
- 무인관측 시스템 센서통합 페이로드 개발
- 모델 및 실시간 관측 자료를 이용한 최적 경로계획 알고리즘 개발

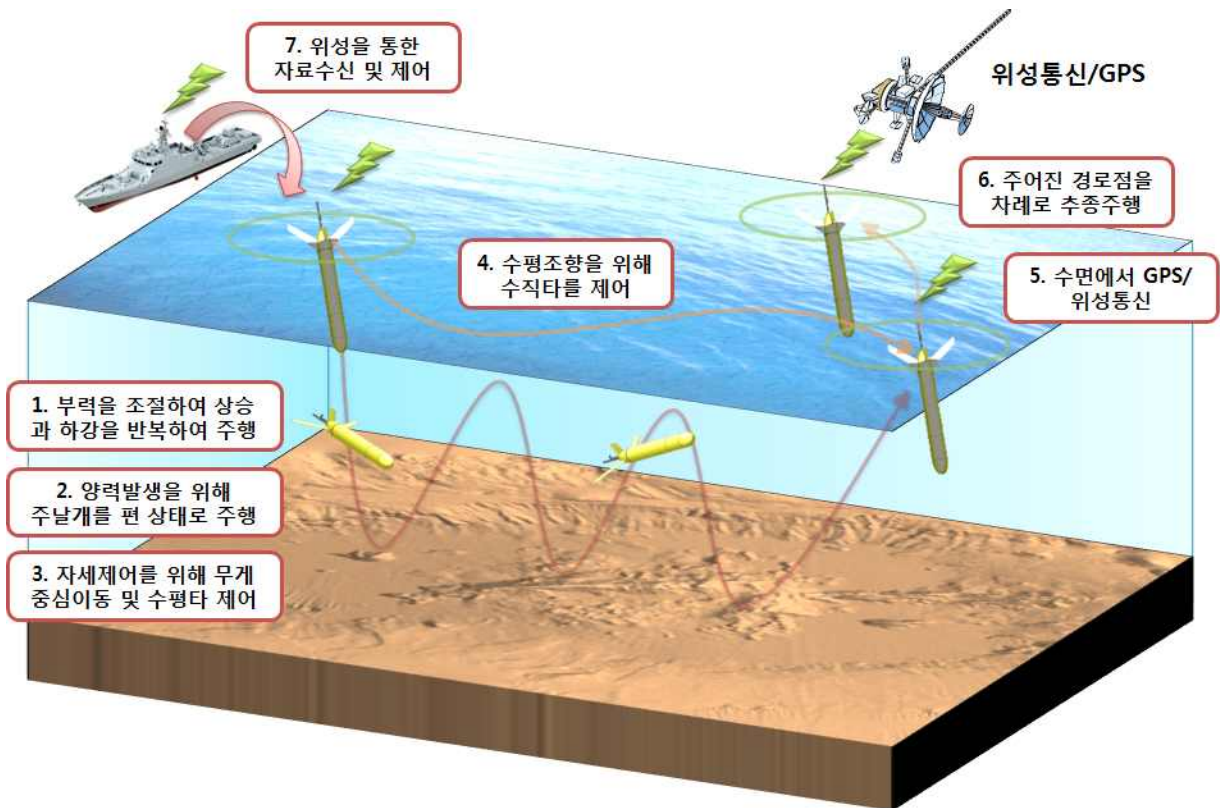


그림 1-1. 수중글라이더 통제 및 제어 개념도.

- 무인수상선(WAM-V, Wave Adaptive Modular Vehicle)을 이용한 접근이 제한된 해역*에 대한 다목적 탐사기술 개발·연구
 - RF 및 LTE 망을 이용한 플랫폼 ↔ 무인수상선 및 탐사장비 통제체계 연동
 - 다양한 센서 연동 모듈 개발 및 다목적 관측기술 개발
 - 해양방위 지원을 위한 분석체계 구축

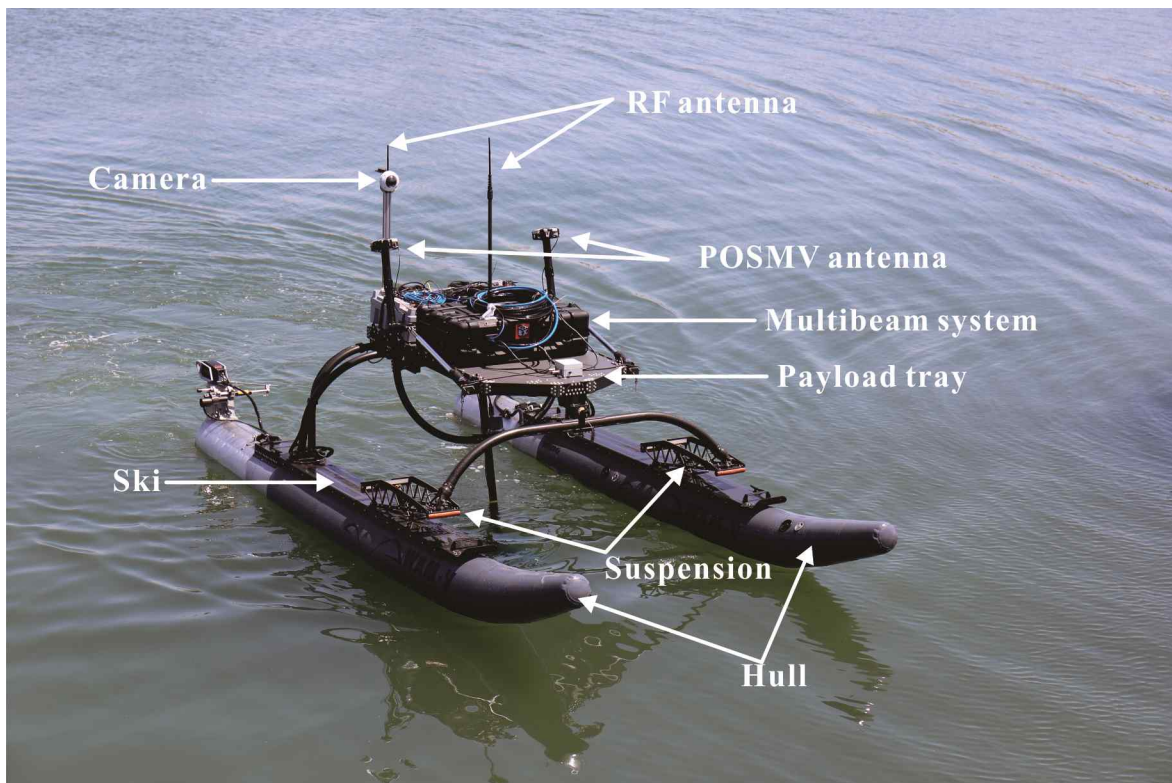


그림 1-2. 무인수상선(WAM-V).

- 해양방위 지원용 해양 환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합 기술 개발
 - 수중음향 분석 체계 기술 보유를 통해 향후 해양방위 기술 발달에 적용
 - 해양 방위용 수중음향 분석 체계 요소 기술 개발

- KIOST 보유 및 타기관(국내 및 국외)의 해양환경 자료 및 수중음향 자료 확보 및 음탐 분석용 DB 구축
 - 선박 수중소음 해석을 위한 AIS 체계 구축, 자료 저장 및 분석 기술 확보
 - 해역/계절별 환경 변수 및 수중소음 등 입력변수 기반의 음탐모델 해석 기술 확보
 - 선박 기인 수중소음 분석 및 실험역 자료와 비교
- 수중음향 분석 가시화 체계 구축 및 시범 운용

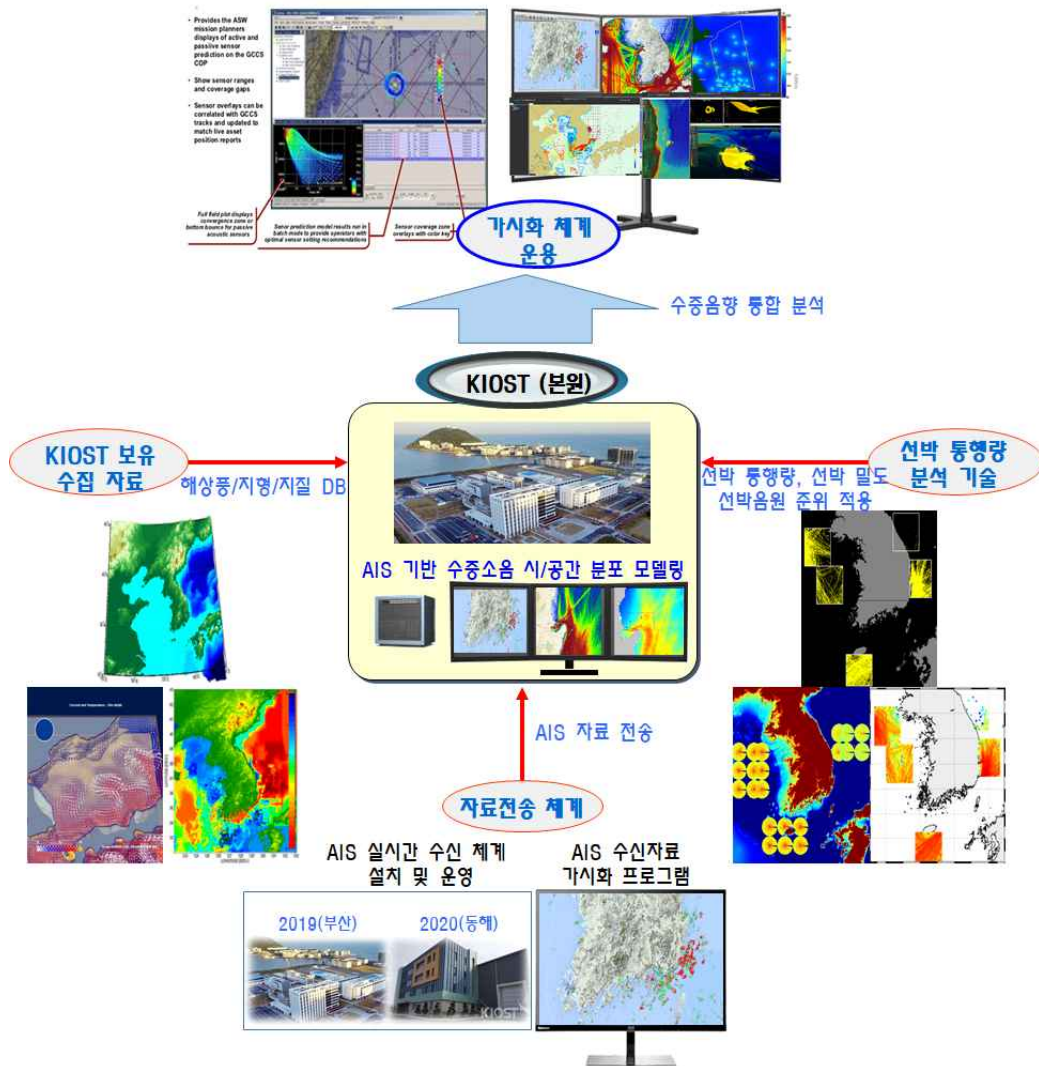


그림 1-3. 수중음향 분석체계 흐름도.

- 남동해역 (부산-울산간) 해저 단층의 분포와 활동특성 해석
- 남동해역 4기 단층지도 제작
- 인공지능(AI) 탄성파자료 해석기법개발
- 한반도 주변해역 탄성파자료의 인공지능 해석 적용

2. 연구개발 대상의 국내외 현황

가. 국내연구 현황

- 국내 해양무인체(수중글라이더) 탐사기술
 - 국내에서는 한국해양과학기술원(KIOST)에서 3기의 수중글라이더를 해군 및 연구용 해양관측에 활용하고 있고, 13-14년도(2년)에 방위사업청 응용연구과제(8억)를 수행하여 기본적인 개발 기술을 확보하였으며, 한국해양대, KAIST 등 학계에서도 수중글라이더를 연구하고 있음

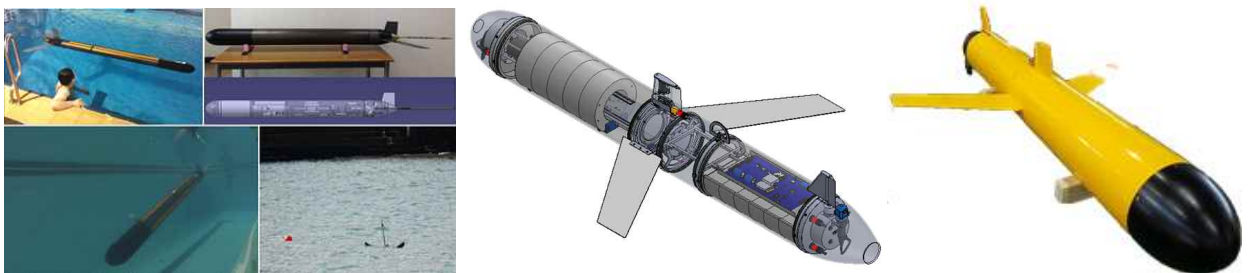


그림 1-4. 방사청 과제 시험결과(좌), 200m급 설계(중), 시제 제작(우).

- 국내 무인잠수정 개발(2011~2015년)
 - (주)한화는 방위사업청 주관의 신개념 기술시범사업 일환으로 해저면에 위치한 기뢰를 탐색하고 해저지형을 탐색하는 수중탐색용 자율무인잠수정을 개발하였으나 수중에서의 실시간 위치보정이 제한적이고 대형 표적 탐지기능 이외 정밀수심을 관측하는 데에는 한계가 있음

○ 국내 수중글라이더 운용

- 2011년 해군본부 주관 정보사업 일환으로 해양방위안전연구센터는 미국의 Slocum 및 Littoral(현 Coastal) 글라이더 3대를 도입하여 동해에서의 장거리 운용가능성 확인을 위한 해상시험평가를 수행하였고, 동해 중부해상의 복잡한 해류특성을 극복하고 동해 앞바다에서 울릉도 근해까지 440Km를 11일간 주파하는데 성공하였으며, 이후 군사적 목적으로만 투입되고 있음



그림 1-5. (주)한화 무인잠수정(좌), 해양방위안전연구센터 수중글라이더(우).

○ 국내 무인수상선 개발

- 2011년 이후 선박해양플랜트연구소는 자율주행이 가능한 다목적 지능형 무인선, 아라곤 1, 2호를 개발하였으며, 표면탐색용 레이더, 광학센서(전자광학, 자외선)를 탑재하여 주로 조업감시, 수색구조 임무용으로 활용하기 위한 연구를 진행 중임. 2013년 이후 국방과학연구소는 수중 음향표적 자율추적기술개발 연구사업 일환으로 자율주행 항법장치와 음향센서를 탑재한 잠수함정 탐지용 무인수상선 개발을 진행 중이나 해양환경 관측 기능은 없음

○ 국내 무인수상선 운용

- 방위사업청, 해군, LIG넥스원이 2015년부터 연안해역에서 감시정찰, 기뢰탐색, 재난·재해 초동조치 등 복합임무를 수행하는 해양무기체계인 해검을 개발하였음. 해검은 자율운항 제어, 통신모듈 및 임무장비 등의 전자, IT, 인공지능과 선방 선형 플랫폼 등의 첨단기술을 융합하여 제

작하였으나 해양환경 관측 기능은 없었으나 2019년부터 해검의 기능과 함께 해양환경 관측을 기능을 포함시킨 해검2를 개발 중에 있음

○ 국내 무인수상선 운용

- 2017년 해양방위안전연구센터는 파도에 의한 진동을 흡수하며 이동하는 무인수상선(WAM-V)을 미국 Marine Advanced Research社로부터 도입하였고 다중빔음향측심기(MBES)를 설치하여 시화호 및 장목항에서 저수심지역 정밀수심을 측량하는데 성공하였으며 향후 LTE망 연동 등 장거리 양방향 관측자료 송·수신을 위한 통신모듈 확장작업을 시도 중이나 정식 연구사업으로서 후속 지원이 없는 실정임

○ 한국해양과학기술원(KIOST)

- 다양한 해양환경 자료를 보유하고 있으나 해양방위 지원용 음향탐지 분석 체계 연구는 시작 단계임. 향후 해군의 수중 음향 분석 체계 관련 연구 사업에 선제적으로 대응하기 위해서는 기관 자체의 기술력 확보가 수반되어야 함

○ 방위산업체

- 수중음향 분석 체계 요소인 하드웨어 부분에는 강점을 가지고 있으나 해양환경 자료 기반의 요소 기술 연구에는 제한점이 있음. 향후 업체 주도의 체계 구축 사업을 대비하기 위하여 수중음향 체계 분석 기술 보유를 통해 협업 체계 구축 요구가 있음

○ 대한민국 해군

- 2000년 초반 해군 음향정보 관리체계(Naval Acoustic Information Management System, NAIMS) 내에 통합 해양환경 분석체계(Integrated Ocean Environment Analysis System, IOEAS)로 통합 해양환경 분석/예측을 통한 대잠전 음탐장비의 탐지성능을 목적으로 운영하고 있으나 성능 개량이 요구되고 있음

○ 국내에서 남동해역내 해저단층의 분포를 조사한 것은 원전부지의 지진안정성을 평가하기 위한 일환으로 시작되었으며, 한국해양과

학기술원(KIOST)는 2012년부터 2017년까지 주요사업과 기상청의 지진기술개발사업을 수행하여 양산단층군이 연장되어 있을 것으로 예상되는 거제-부산간의 남동해역에서 4기 단층의 구조와 층서해석 그리고 단층의 활동특성을 연구하였음

- KIOST에서 수행한 연구를 통해 최초로 남동해역에서 양산단층의 해역연장 분포와 4기 활동성을 구명하고 이를 이용한 한반도 중심의 신기지구조 운동의 framework을 정립하고 있음. 특히, 육상에서 양산단층 시스템의 주단층이 4기에 반복적으로 활동한 증거를 찾지 못했으나 대륙붕에서 이를 확인하여 운동특성을 밝히고 양산단층의 slip rate를 처음으로 구함으로써 양산단층의 활동특성 연구에 새로운 전기를 마련하였음 (그림 1-4) (Kim et al., 2016). 최근에는 동해의 대륙주변부에 대해 단층의 분포와 특성, 지체구조, 그리고 지진발생을 연계하여 해석하는 neotectonics 연구를 수행한 바 있음 (김한준 등, 2017)
- KIOST 및 한국지질자원연구소는 각각 ICT융합연구단과 Geo-ICT융합연구실을 설치하여 인공지능 기법의 과학 연구 분야 적용을 위한 인력확보를 추진하고 있으나, 탄성과해석 분야에선 관련 연구가 진행되지 못하고 있음
- 인공지능 기법의 탄성과 해석 분야 적용에 대한 관심도는 높아지고 있으나 국내에서의 관련 연구 진행은 이루어진 바 없음

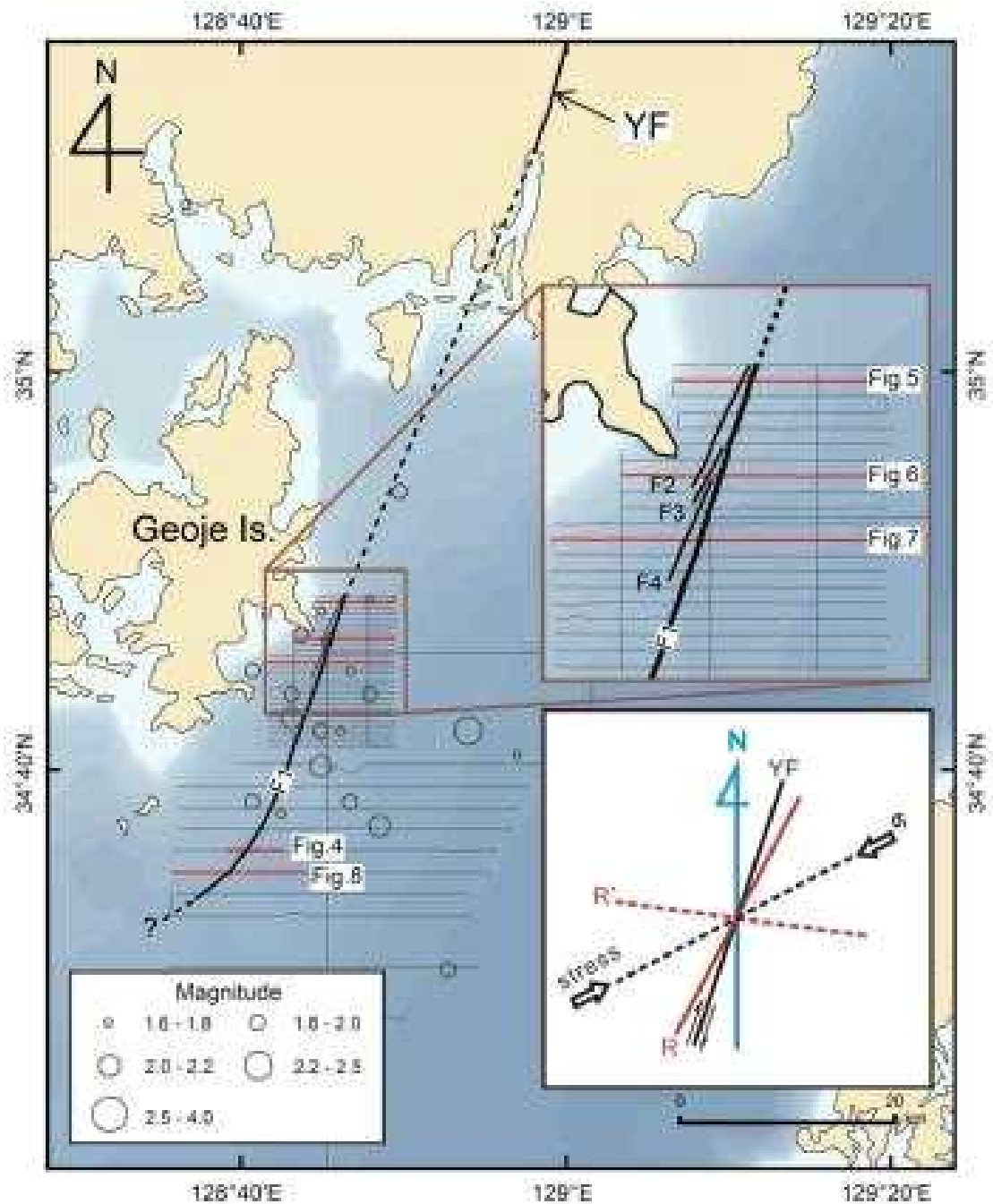


그림 1-6. 양산단층의 대륙붕 연장. 양산단층은 대륙붕에서 주단층과 보조단층으로 이루어진 시스템을 형성하고 있다. 단층의 배치로부터 한반도 남동부와 주변해역의 응력은 동북동-서남서 방향의 압축력임을 알 수 있다. (From Kim et al., 2016)

나. 국외연구 현황

○ 국외 해양무인체(수중글라이더) 탐사기술

- 2000년대 초반 미국에서 Slocum, Spay, Seaglider 등 3종의 수중글라이더의 최초 상업판매 이후 미국, 프랑스, 일본, 중국 등에서 해양탐사 및 군사적인 용도로 활발히 활용 및 개발되고 있음
- 미국의 Slocum은 LBS-G라는 체계로 미해군해양국(NAVO)에서 200기 이상이 운영되고 있고, 최근 새로운 기술을 적용하여 업그레이드 됨 (이동거리 4,000 km 이상, 3개월 운영, 잠항수심 1,000 m, 속도 1.0 kn)

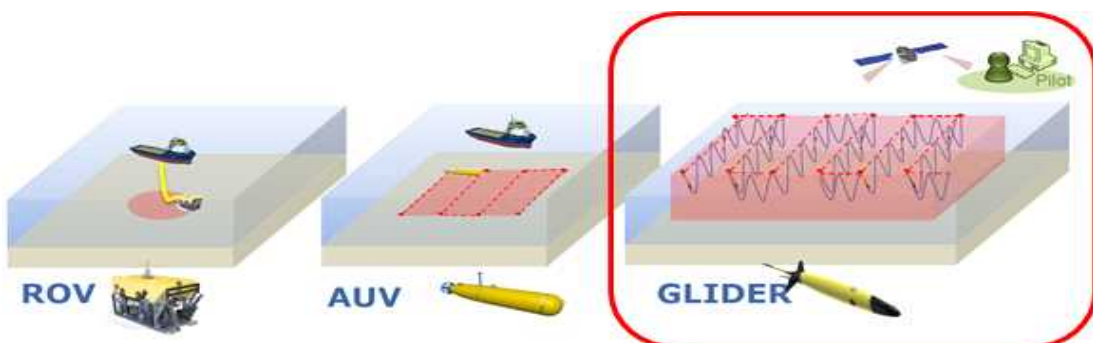


그림 1-7. Slocum 대서양 4,500km 횡단(상), ROV, AUV, 수중글라이더의 관측 범위 비교(우).

- 미국 Scripps, 일본 JAMSTEC, 중국 Tienjin 대학 등 연구소 및 학계에서도 다양한 목적에 따라 수중글라이더를 연구개발하고 있음



그림 1-8. 미국해군해양국(NAVO) 수중글라이더 편대(상), 대형 방산업체에서 판매하고 있는 수중글라이더(하).

○ 유럽연합 무인선 개발

- 유럽연합(EU)은 해양사고 조난자 수색구조를 위한 ICARUS (Integrated Components for Assisted Rescue and Unmanned Search operations) 프로젝트를 통해 무인선과 무인항공기 협업에 의해 재난 사고에 대응할 수 있는 무인시스템을 개발 중임

○ 미국 무인수상선 연구

- 무인수상선을 이용한 해양탐사 분야는 미국에 의해 선도적으로 수행되어 왔으며 특히 MAR社에서 개발된 무인수상선, WAM-V는 쌍동선 (Catamaran) 선체구조에 충격을 2중으로 완화시키는 선체구조를 채택하여 파도에 의한 상하 진동을 흡수하도록 설계되어 정밀한 선체자세가 요구되는 해양탐사에 꾸준히 활용되고 있음. 특히 Goole社가 샌프

란시스코 만에서 해안선 영상(Coastal view)을 촬영하는데 무인수상선을 사용하였고, 항만국에서는 Kongsberg社의 M3 MBES 센서를 탑재하여 샌프란시스코 만 내부의 Raccoon 해협에 대한 정밀수심을 측량하는데 성공하였음.

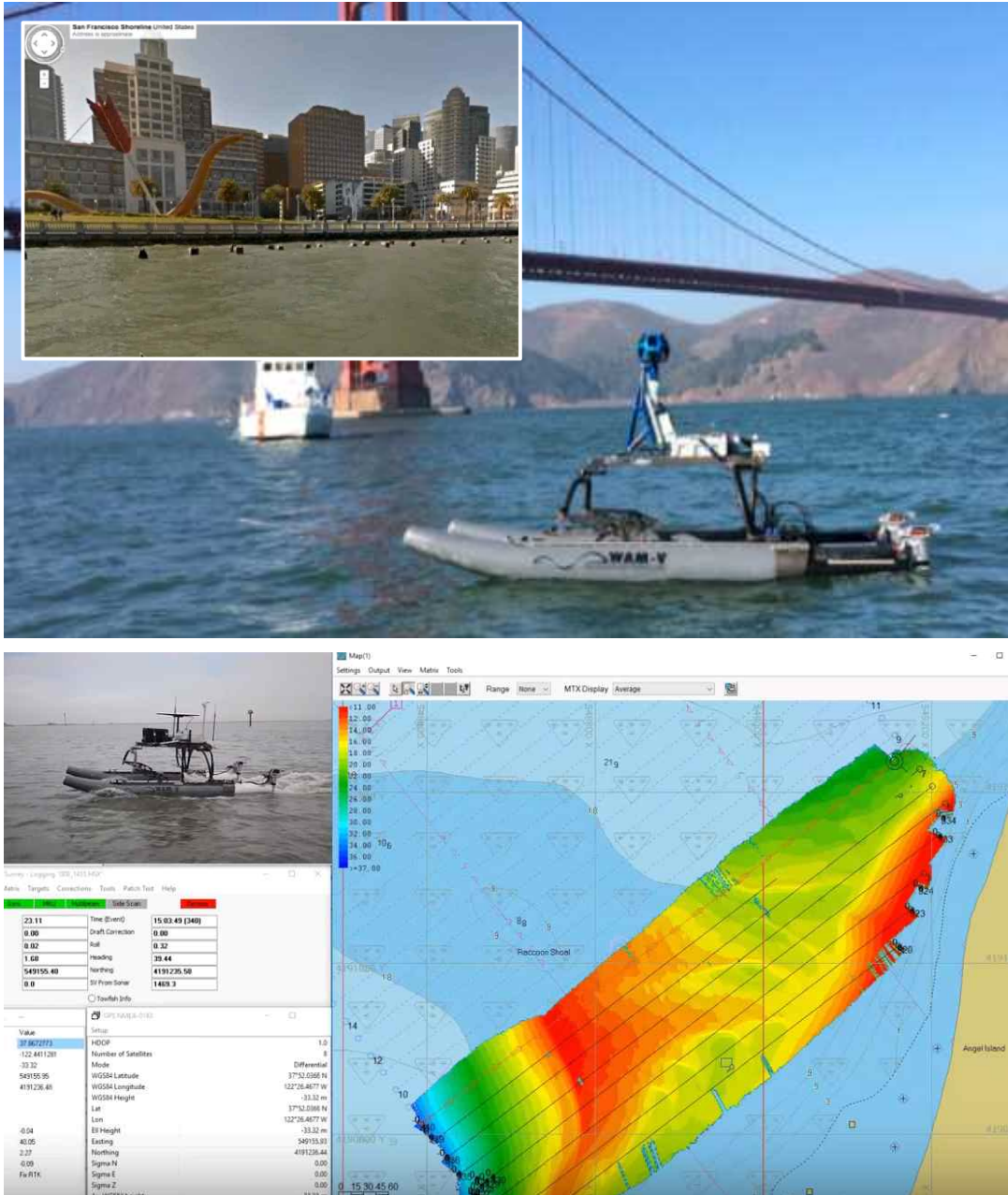


그림 1-9. Google Trekker 이용 해안선 촬영(Coastal view, 상), MBES 이용 라쿤 해협 정밀수심 측량(하).

○ 유럽 무인수상선

- iXblue사에서 개발된 무인수상선, Drix는 새로운 형태의 다기능 조사 플랫폼으로서 높은 속도에서도 작동소음이 적고 경류를 사용함으로써 5~8일정도 사용이 가능함. 장비가 해수면 표면에서 2m 아래에 내려가 있고 중심역할을 통해 배의 움직임에 크게 영향을 받지 않아 질 좋은 자료 획득 가능함. 현재 5대가 만들어져 호주, NOAA, Furgo, 유럽 등에서 활용하고 있음

○ 미국

- 전 세계 해역에 대한 해양 및 음향 정보 활용을 통한 해양환경 분석 및 음향 분석 체계 개발 및 운용 중이며, 해군해양국을 중심으로 해양 정보 및 음향정보 연계망 중심의 해양정보 공급 체계 구축을 위해 해양/음향환경 분석 지원 체계 개발을 실시하고 있음

○ 독일

- 잠수함 건조 능력과 더불어 잠수함 승조원의 훈련을 위한 음향탐지 분석 체계를 발전시키고 있음

○ 영국

- 전 세계 선박의 항행정보와 해양의 기상 및 물리 예보체계와 연동하여 해양 수중소음의 공간적인 분포를 예측하는 체계(Ambient Noise Prediction System, ANPS)를 구축하여, 영국 해군 함정의 운항 스케줄을 관리하고, 함정에 부착된 능/수동 소나의 탐지효과를 극대화하기 위한 필수 자료로 활용되고 있음

○ 해저단층 연구

- 일본: 1960년대 이후 지체구조학, 구조지질학, 제4기 지질학, 그리고 지진학 등 다학제적으로 활성단층연구를 수행하고 있음. 활성단층에 대한 자료는 대규모 지진의 장기예측과 강진동 예측에 사용중임
- 뉴질랜드: 태평양판과 호주판이 만나는 경계지역내에 위치하므로 지진

활동이 심하고 활성단층 활동이 발생하므로 단층연구를 통해 (1) 단층들이 어떻게 상호작용을 하고 연결되어 단층계 (fault system)를 형성하는가? (2) 단층의 전파와 연결이 시간에 따라 어떻게 변하는가? (3) 단층이 어떻게 어떤 비율로 성장하는가? 그리고 (4) 지진의 재래주기는 얼마인가 등을 연구. 최근에는 어느 위험한 단층에 대해 발생가능한 지진의 규모와 시기 등을 예측하는 모델링까지도 수행 중

- 미국: San Andreas 단층 등에서 발생하는 지진활동에 의해 많은 피해를 입는 미국은 U.S. Geological Survey와 많은 연구 기관이 연안에서 탄성과 탐사를 수행하여 활성단층의 분포를 조사하고 있음 (그림 1). 특히 San Andreas 단층에 의한 피해가 큰 캘리포니아의 경우, 변형률 (strain)의 partitioning이 복잡하고 단층구조가 오래 전에 형성되어 지진재해의 평가가 매우 어렵기 때문에 다중채널 탄성과 탐사 등을 통해 단층의 분포와 구조 그리고 지진활동과 관련된 특성을 연구하고 있음 (e.g., Fisher et al., 2009)



그림 1-10. 캘리포니아 해역의 활성단층 (Fisher et al., 2009).

○ 인공지능 탄성과 해석분야

- 머신러닝의 기술력은 인공지능기법의 하나인 딥러닝의 발전으로 급속하게 향상되고 있으며 탄성과 해석 분야에서도 이 딥러닝을 활용하여 다중속성분석 및 지질구조 이미지 분석 분야에서 연구 진행
- 다중속성분석 분야에서는 기존의 탄성과 정량해석 기법에 unsupervised SOM (Self-Organizing Map) 또는 supervised SVR (Support Vector Regression) / SVC (Support Vector Classification) 방법을 적용시켜 탄성과 물성을 석유 물성 결과와 지질 자료와 함께 교차 보정하는 방법이 연구되었음 (Liu and Sacchi, 2003; Liu et al., 2012).
- 이미지 분석 분야에서는 작게 분할된 단층 이미지를 분석·조합하여 하나의 큰 단층면 이미지를 만드는 ant-tracking 방법 (Pedersen et al., 2002; Pedersen et al., 2003), 작은 패치들을 활용하여 큰 단층면을 형성하는 방법 (Gibson et al., 2005; Admasu et al., 2006; Kadlec et al., 2008) 등이 제안되었음
- Hale (2013)은 단층으로 추측되는 이미지, 주향, 경사를 활용하여 단층면을 계산하는 연구를 진행하였음. 그리고 추출된 단층면을 바탕으로 지층과 상관관계를 분석하여 단층이동을 계산하는 방법도 연구되었음 (Borgos et al, 2003). 또한, 3차원 탄성과 자료를 활용하여 단층면을 추출하는 방법도 연구 된 바 있음 (Wu and Hale, 2013)

3. 연구개발의 중요성

가. 무인체계 분야

- KIOST 전략목표 “5. 우리바다 지키기” 목표 가운데 “자주국방 지원 해양과학기술 개발”이 포함되어 있음(성과목표 5-3). 이러한 목표 설정 달성을 위해서는 ① 해양환경 변화에 따라 요구되는 최신 해양환경정보 생산 및 제공, ② 해양방위를 위한 맞춤형 해양환경 정보 지원 체계 구축, ③ 한반도 해역 내 해양·음향 예보 체계 개발에 대한 선행연구 혹은 R&D 기술 개발이 필요함
- 자주국방 지원 해양과학기술 개발 측면에서 KIOST는 해군본부의 해양특성조사 사업에 집중된 현장 조사 중심의 자료 취득에 집중되어 수행되었으며, 해당 사업 특성상 국방 분야 연구 역량 확장에는 한계가 있는 상황임. 현재 수준의 자주국방 지원 연구 분야 R&D 연구 역량으로는 향후 해양과 관련된 해군과의 연구 수행에서 질적 하락 및 타 기관과의 경쟁 체제에서 우위를 유지하기 어려움 상황임
- 해양조사 수요 증가에 따른 대체수단 확보
 - 해양조사선, 항공기 등 기존의 고비용·저효율 대형 유인탐사 플랫폼을 대체하는 저비용·고효율 소형 무인탐사기술 확보가 시급함
 - 해·조류가 강하고 해안선이 복잡한 한반도 주변해역에 최적화된 무인탐사기법 및 절차를 개발하고 지속적인 운영관리 기반 구축이 필요함.
 - 접근이 제한된 해역에서 탐사 가능한 무인체계 및 탐사기술 확보
 - 저수심, 위험구역 등 접근이 제한된 해역에 대한 무인탐사기법 활용 연구는 전무
 - 무인수상선, 무인잠수정 등 다양한 무인해상체계는 개발되고 있으나

한반도 주변해역 해양환경 특성에 최적화된 해양/음향센서 연동 및 운용성 연구는 부족

- 간출암, 저수심(극천해), 위험구역(해상사격장, 특정해역) 등에서 운용 가능한 무인탐사기법 확보가 요구됨
- 향후 해군·해경 및 민간 해양조사 영역 확대를 위한 무인해양탐사 인프라 및 역량 확보가 시급하며, 국내·외 시장 선점을 위해 KIOST의 선제적 연구 추진이 필요함
- 해양방위연구 관련 해양특성 조사사업(해군본부 수탁사업) 일환으로 분야별 세부연구를 수행 중이나 대부분 해양조사선을 이용한 유인탐사 방식이고 무인탐사 관련 연구는 매우 제한적이며 모든 장비 및 관측 자료는 군사적 용도 이외 과학연구용으로 활용이 제한됨

나. 수중음향 분야

- 해양방위 지원용 해양 환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합 기술 개발
 - 한반도 해양 환경 특성을 고려할 수 있는 해양물리, 해양지질 자료의 DB를 구성, 수중 소음원 분류, 수중소음의 시공간적 분포와 연계된 음향 환경 분석 및 이에 따른 음향탐지 환경 분석 기술 향상 필요
 - 대양 해군 지향의 국방 장기 목표에 대비하여 해양 환경 기반의 음향 특성 이해 및 탐지 성능 해석 능력 강화에 KIOST 기여 필요
- 향후 수중음향 분석 체계 관련 사업 참여를 위한 역량 보유
 - 향후 해군의 NAIMS 성능 개량 사업 등 해양 환경 기반의 음향 분석 체계 구축 사업 참여를 위한 선행 연구 결과 보유 필요
 - 해양환경, 지질환경, 음향환경 자료 확보의 유리한 환경을 가진 KIOST의 장점을 확대를 위해 해양방위의 최종 목표인 분석 체계 발전에 우월성을 확보할 수 있음

다. 남동해역의 4기 단층 분포와 활동성 연구

- 2016년 울산해역지진, 경주지진, 그리고 2017년 포항지진은 남동권역에서 발생하여 우리나라에서 지진관측이 시작된 이후 가장 규모가 큰 지진으로서 국민적인 불안을 야기하였음
- 한반도의 남동부는 인구가 많을 뿐만 아니라 원전 등 주요 산업시설이 밀집해 있으며 주변해역은 산업활동의 무대이므로 해양영토의 개념으로 지진대비 안정성 확보와 지진특성의 연구가 매우 중요함
- 2017년부터 범부처 공동사업으로 육상 활성단층지도 작성을 위한 조사/연구를 동남권을 우선 대상으로 하고 2041년까지 수행할 예정으로 있음. 해수부에서도 육상조사와 연계하여 2018년부터 1단계 5년간 동남해역을 대상으로 단층조사를 수행할 예정이며 이 후 장기간에 걸쳐 연구지역을 확장할 계획임
- 남동해역의 넓은 면적을 고려하면 우리 원에서 남동해역의 활성단층과 사면사태를 연구함으로써 해수부에서 수행하는 사업과 서로 보완하여 정밀한 단층지도를 작성할 수 있음
- 2015년부터 2017년까지 거제-부산간 해역에서 수행한 우리 원의 주요사업을 통해 완료한 4기 단층의 mapping을 확장하여 부산-울산간 해역에 대해 mapping을 함으로써 부산-울산간 해역 전체에 대한 해저단층 조사연구를 완성할 수 있음
- 단층의 활동특성은 차후 발생가능한 지진의 최대규모와 재래주기의 산정에 매우 중요한 변수이므로 남동해역에서 이와 관련한 연구를 수행함으로써 지진재해를 대비하고 사회적 재난비용을 경감할 수 있는 선제적 정책을 마련하는 데에도 크게 기여할 수 있음

라. 인공지능 탄성과 해석분야

- 한반도 주변해역에서 중규모 이상의 지진이 빈번하게 발생되며, 그 발생 빈도와 규모가 증가하는 추세. 해저단층과 해저사태 같은 해저기인 지구조 운동에 의해 발생하는 것으로 추측됨
- 지진대응과 관련하여 중·장기 해저단층 분포/특성 연구에서 대량의 탄성과 단면이 생산될 예정이며, 이를 빠른 시간 내에 일관성 있게 정확한 해석을 수행할 수 있는 시스템으로 활용
- 이 기법은 기존자료 및 신규 탄성과자료를 빠른 시간 내에 오류를 최소화하면서 해석할 수 있으므로 해저지질 위험성의 광역적인 분포·특성 분석과 해저지질위험 민감 지역의 선정 등과 같은 중요 분야에 시간과 인력을 매우 효율적으로 관리
- 한반도 주변해역 해저 단층위험요소에 대한 과학적 자료를 제공할 수 있어 해양 시설물 관리와 예측 기반 마련 등에 매우 유용하게 사용될 수 있음
- 기존 R&D 연구사업의 결과자료인 탄성과자료 활용도 증가
- 지능형 시스템은 다른 해양자료의 적용을 위한 기초연구로 사용될 수 있으며 향후 인공지능을 이용한 해양자료 해석 등의 연구를 위한 국가정책 마련에 활용할 수 있음

4. 선행연구 내용 및 결과

- 수중글라이더 자율제어 기술 개발(방위사업청 핵심기술연구과제)
 - 2012~2014년, 해양방위안전연구센터는 『무인 수중글라이더 자율제어 기술(9.02억원)』 연구용역을 수행하여 자율제어 관련 핵심기술을 개발. 수조에서 자율주행기능 시험평가 수행
 - 자율제어 알고리즘이 탑재된 플랫폼 개발 이외 위성통신체계 및 센서 연동 등은 연구사업 범위에 포함되지 않아 진행되지 않음
- 무인수상선(WAM-V) 기초 운용시험 수행(해양방위안전연구센터 자체 연구)
 - 2017년 해양방위안전연구센터는 파도에 의한 진동을 흡수하며 이동하는 무인수상선(WAM-V)을 미국 Marine Advanced Research社로부터 도입하였고 다중빔음향측심기(MBES)를 설치하여 시화호 및 장목항에서 저수심지역 정밀수심을 측량하는데 성공하였으며 향후 장거리 양방향 관측자료 송·수신을 위한 통신모듈 확장작업을 시도 중이나 정식 연구사업으로서 후속 지원이 없는 실정임



그림 1-11. 수중글라이더 자율제어 시험('14년/국립해양조사원 수조).



그림 1-12. 무인수상선 운용시험('17년/거제도).

- 해양방위 지원용 해양 환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합 기술 개발
 - '10~'18에 걸쳐 주요 군항 입구 및 중요 해군 작전 해역에 설치하는 수중 음탐 감시망 구축 사업을 수행하며 해당 해역의 해양 환경 자료 및 음향 자료 확보 및 분석 연구 수행을 통해 요소 기술의 부분적 보유
 - 수중 음향센서 배치를 위한 해당 해역의 음향 DB 구축 및 음향 센서 설치 최적인 도출을 위한 음탐 분석 프로그램 요소 기술 보유

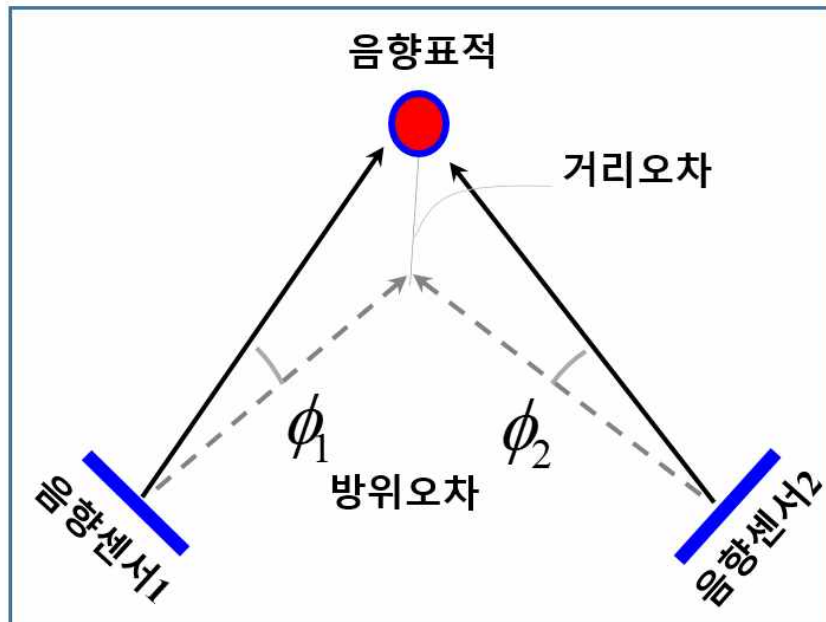


그림 1-13. 수중의 음향표적 탐지를 위한 최적센서 배치 예.

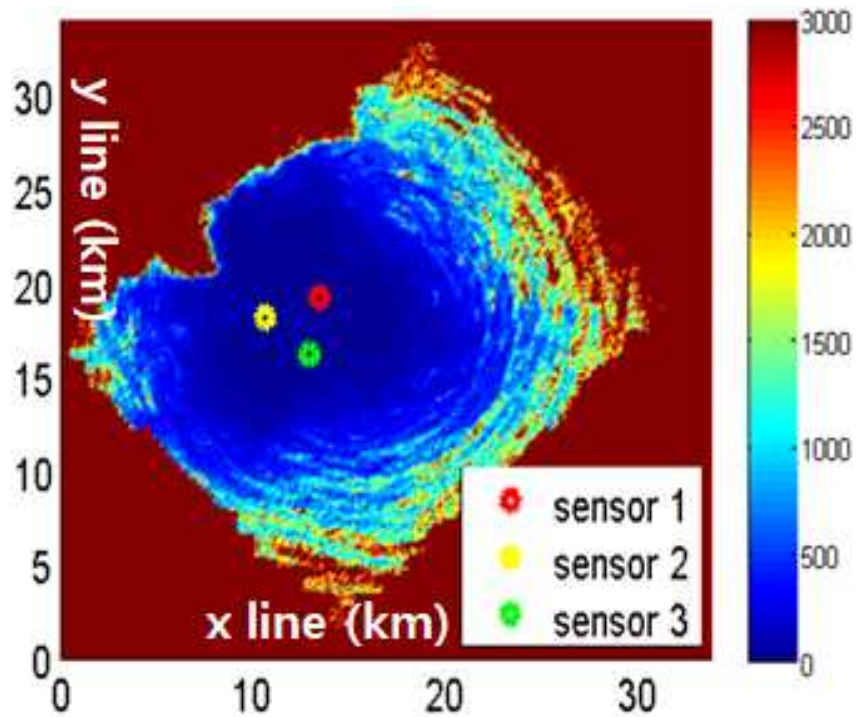


그림 1-14. 수중 음향센서를 최적 배치를 위한 실험역 음탐분석 예.

- 해양 및 음향 DB를 활용한 수중음향 모델 기반의 초기 버전 음탐 분석용 S/W를 PC 기반으로 부분적으로 수행하여 2차원, 3차원 음탐 분석 및 가시화 요소 기술을 부분적으로 보유

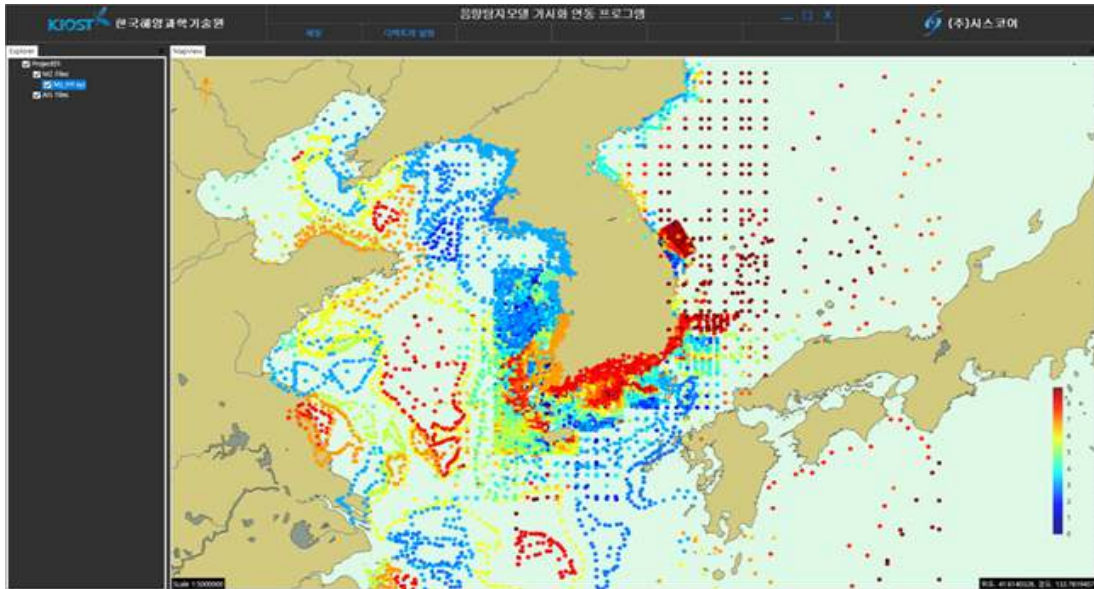


그림 1-15. 환경자료 DB를 표출 S/W 화면 예.

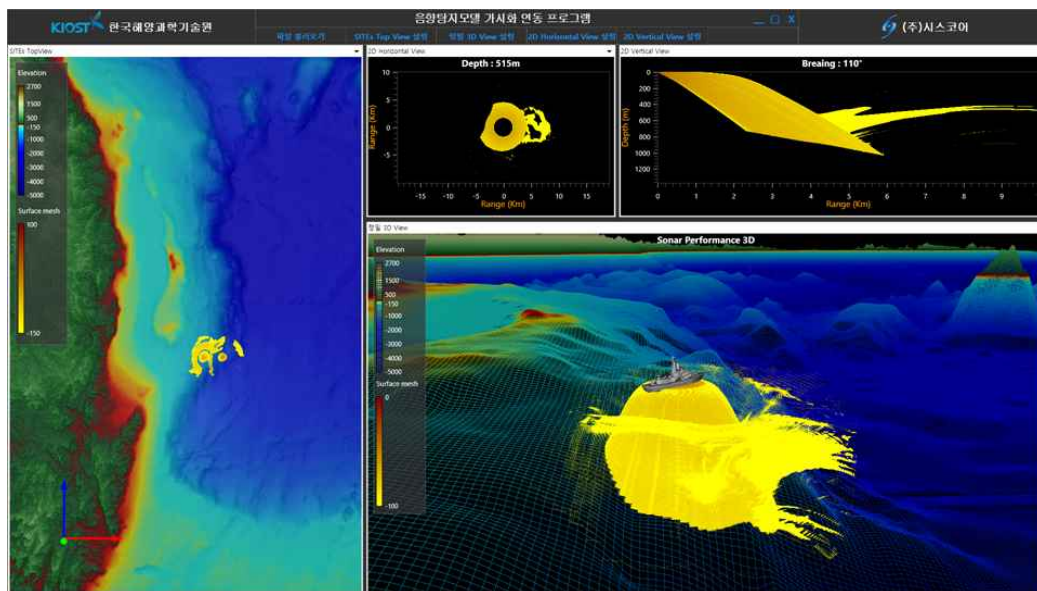


그림 1-16. 음탐 분석 체계용 음향 모델 적용 예.

- 국내에서 남동해역내 해저단층의 분포를 조사한 것은 원전부지의 지진안정성을 평가하기 위한 일환으로 시작되었으며, 한국해양과학기술원(KIOST)는 2012년부터 2017년까지 주요사업과 기상청의 지진기술개발사업을 수행하여 양산단층군이 연장되어 있을 것으로 예상되는 거제-부산간의 남동해역에서 4기 단층의 구조와 층서해석 그리고 단층의 활동특성을 연구하였음
- KIOST에서 수행한 연구를 통해 최초로 남동해역에서 양산단층의 해역연장 분포와 4기 활동성을 구명하고 이를 이용한 한반도 중심의 신기지구조 운동의 framework을 정립하고 있음. 특히, 육상에서 양산단층 시스템의 주단층이 4기에 반복적으로 활동한 증거를 찾지 못했으나 대륙붕에서 이를 확인하여 운동특성을 밝히고 양산단층의 slip rate를 처음으로 구함으로써 양산단층의 활동특성 연구에 새로운 전기를 마련하였음 (Kim et al., 2016). 최근에는 동해의 대륙주변부에 대해 단층의 분포와 특성, 지체구조, 그리고 지진발생을 연계하여 해석하는 neotectonics 연구를 수행한 바 있음 (김한준 등, 2017)

5. 연구개발과제 및 대상기술의 중복성

- 수중글라이더 관련 연구는 총 16건(NTIS 검색 결과)이 수행되었으며 대부분 자율제어 등 알고리즘 개발 위주로 연구되었고, 실제 해역에서의 운용성 관련 연구는 100km 내외의 단거리 운용성능 측정연구로 진행되었음. 본 연구사업에서 수행하고자 하는 200km 이상의 중·장거리 운용능력 확보를 목적으로 하는 연구와 중복되는 연구는 진행되지 않았음.
- 무인수상선 관련 연구는 총 67건(NTIS 검색 결과)이 수행되고 있으나 2016년까지는 대부분 동체 설계, 제어 알고리즘 개발 등 플랫폼 구축 관련 기술이 연구되었으며 2017년부터 해양탐사관련 연구사업이 증가하고 있지만, 본 연구사업에서 수행하고자하는 해양방위관련 다양한 센서 모듈, 장거리 통신(LTE망) 연동 등 무인체계를 이용한 해양조사를 직접적으로 목적으로 하는 연구는 전무한 실정임
- 수중 음향탐지 분석 체계 관련 연구는 대부분이 연구개발 과제보다는 국방 분야 하드웨어 구축사업 성격으로 진행되고 있으며 대형 체계 사업의 부체계 항목으로 진행되는 경우가 있음
- NTIS 검색 결과 수중 음향 탐지 분석과 관련하여 직접적인 연구개발과제 수행은 검색되지 않아 중복성은 없음
- “남동해역 해저단층과 사면사태의 분포와 활동특성 연구를 위한 기획” 사업
 - 한반도 주변 남동해역에서 단층의 분포와 활동특성을 연구하기 위해 한국해양과학기술원이 수행한 기획 사업으로 실제 연구를 하는 본과제와 성격이 다름

- “한반도 일대의 지체구조 해석을 위한 조사연구” 사업
 - 육상 이동식 지진계 네트워크를 이용하여 지진을 관측하는 것이 주 내용인 기획사업
- “고해상 탄성과 탐사를 이용한 한반도 연안의 신기 지진활동 분석” 사업
 - 거제-부산간 해역의 단층 분포와 활동성 해석

부처명	사업명	과제명	연구기관	연구책임자
	한국해양과학기술원주요사업	(1) 남동해역 해저단층과 사면사태의 분포와 활동특성 연구를 위한 기획	한국해양과학기술원	김한준
기상청	지진기술개발사업	(2) 한반도 일대의 지체구조 해석을 위한 조사연구	한국해양과학기술원	김한준
기상청	지진기술개발사업	(3) 고해상 탄성과 탐사를 이용한 한반도 연안의 신기 지진활동 분석	한국해양과학기술원	김한준

6. 상위목표와의 연계성

- 해양과기원 임무 및 경영목표 등과의 연계성
 - KIOST 이사부 프로젝트 “바다 지키기” 전략 달성
 - 5대 중과제의 ‘우리바다 지키기’의 성과 목표 가운데 하나인 ‘자주 국방 지원 해양과학기술 개발’에 연계하여 전략 목표 달성에 기여
 - 해양방위안전연구센터의 고유 기능인 국방 지원 및 연구 능력 향상 측면에서 기관 차원의 R&D 지원과 이를 통해 축적된 기술을 바탕으로 방위사업, 해군 등 국방 관련 연구 도출 및 수행을 위한 핵심 기술 연구 수행이 시급함
 - 해양방위 지원용 해양 환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합 기술 개발은 해양과기원의 주요 임무 및 기능 가운데 하나인 “해양과학기술 및 해양산업 발전에 필요한 원천연구, 응용 및 실용화연구” 부분에 수

중음향 연구 분야의 응용 및 실용화 부분에 직접적으로 부합됨

- 해양과기원의 전략목표 중 “국가해양영토 관리체제 구축 및 해양경제영토 확대를 위한 과학기술 개발”의 달성을 위해 적합함
- 국가 해양영토내 해저기인 자연재해 요소를 평가하고 분석
- 국가 해양영토 중 가장 활용도가 높은 한반도 남동해역(남해 및 동해 부분)을 대상

- 해양수산부의 해양수산 R&D 3대 추진과제 해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대”에 해당되며 해양영토관리의 근간이 되는 해양과학조사를 효율화·고도화할 수 있음
- 또한, 본 사업의 주요기술은 인공지능 기계학습으로 해양수산 R&D 33번째 협조과제인 “4차 산업혁명 기반 성장동력 창출”에 속함
- 본 기술의 개발은 ICT 기술과의 융합을 통해 고부가가치 산업으로의 기반을 조성하고 인공지능분야 및 해저기인 자연재해 대응 분야에서 글로벌 해양과학기술 선도

○ 해양과기원 연구성과계획서 성과목표와의 부합성

- KIOST 연구부분 연구성과 계획서의 전략목표 4 “(해양영토관리) 해양방위·재난 및 공간관리 기술 개발”, 해당 전략목표 내의 성과목표 4-1 “해양방위 및 안전기술 개발”에 부합

○ 국가적 아젠다(정부 140대 국정과제, 제3차 과학기술기본계획 등)와의 연계성

- 국정 목표와의 부합성
 - 5대 국정 목표 가운데 하나인 평화와 번영의 한반도, 20대 국정 전략인 강한 안보와 책임 국방, 100대 국정과제 가운데 하나인 북핵 등 비대칭 위협 대응 능력 강화의 일환으로 북한의 수중 잠수함(SLBM 포함) 세력의 탐지 능력 향상과 대해군 작전 능력 향상을 통한 비대칭 국방 전력의 균형을 이루기 위한 우리원의 연구 개발 필요
- 제62대 국정과제 『해양영토 수호와 해양안전 강화』 구현을 위한 무인탐사기법 연구

- 국정 목표와의 부합성
 - 다양한 무인탐사체계를 실질적으로 활용하기 위한 센서 연동, 탐사기법 연구 및 실해역 적용 시험이 필수적임
- 제 3차 과학기술 기본계획 19개 분야 중 6번째 분야인 걱정없는 안전 사회 구축”첫 번째 과제인 선제적 자연재해 대응과 피해 최소화”에 속함
- 본 사업은 4차산업혁명의 주요기술인 인공지능을 이용하고 있으며, 이는 문재인정부 100대 국정과제 중 33 및 34번 항목에서 강조하고 있는 4차산업 선도기반구축, 고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성에 해당됨
- 2019년도 정부연구개발투자 방향을 보면 ICW-SW에 대한 투자방향은 AI, 빅데이터 등 4차 산업혁명 관련 핵심기술 중 고위험 도전적인 연구 및 사회문제 해결형 R&D 지원 강화로 되어 있으며, 이 연구는 선도적이고 지진대응문제해결과 연계된 사회문제 해결을 위한 R&D에 해당함

제 2 절 연구개발 목표 및 내용

1. 연구개발의 목표 및 세부목표

가. 연구개발 목표

구분	제안과제	연구성과계획서 성과목표	부합 여부
최종목표	○ 해양방위 및 안전을 위한 무인 체계, 수중음향 분석 체계 및 해저 활성 단층 요소 기술 개발		동등
	• 무인체계를 이용한 다목적 해양환경 탐사 및 해양방위 지원 분석 기술 개발	• 해양방위 지원 무인해양탐사 기술 확보	
	• 해양방위 지원용 해양 환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합 기술 개발	• 해양방위 지원용 해양 환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합 기술 개발	
	• 한반도 남동해역 해저 활성단층 분포와 지진유발 위험성 평가	• 반도 남동해역 해저 활성단층 분포와 지진유발 위험성 평가	
최종목표 설정근거	• 무인수상선을 이용한 다목적 탐사기술 및 개발능력 확보	• 무인탐사의 필수요소인 장애물회피, 장거리 운용, 다목적 관측 등의 기능 구현을 위한 관련 기술 개발	동등
	• 해군본부 주관 해양특성 조사사업과 연계하여 대잠 및 기뢰전 훈련해역에 대한 환경정보 제공 여건 확보	• 대잠전, 기뢰전 등 해양방위 지원 자료 분석 기법 • 해양방위 지원을 위한 한국형 무인 관측 시스템 자율운영 및 탐사기술 개발	
	• 해양 자료 기반의 해양 방위용 수중 음향 분석 체계의 요소 기술 연구 목표 설정 • 연차별 계획에 따라 수중음향 분석 가시화 기술 연구를 거쳐 수중음향 분석 및 가시화 체계 시범 운영을 목표치로 도출	• 해양방위용 수중음향 분석 체계를 위한 통합 해양자료 기반의 음향 분석체계 요소 기술 확보, 가시화 및 체계 시범 운영을 목표치로 도출	
	• 한반도 지진유발 후보지역인 부산-울산간 해역 4기 단층 조사의 시급성 • 탄성파해석에 인공지능 기술을 접목하여 4차산업 첨단기술 확보	• 한반도 지진유발 후보지역인 부산-울산간 해역 4기 단층 조사의 시급성 • 탄성파해석에 인공지능 기술을 접목하여 4차산업 첨단기술 확보	

나. 연구개발 세부목표

구분	제안과제	연구성과계획서 성과목표	부합 여부
세부목표	<ul style="list-style-type: none"> • ○해양방위 탐사임무에 최적화된 통신 및 통제체계 자체 개발 • 자율주행 알고리즘 개발 • 해양방위 지원용 다목적 센서연동 • 해양방위 지원 분석기술 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 통신모듈(RF→LTE) 확장 및 해상통신시험 • 자율주행 알고리즘 개발 및 수중 장애물 회피 해상시 • 다목적 센서 탑재/연동 및 해상시험 • 무인체계 수집자료의 대잡전, 기뢰전 등 해양방위분야 분석 	동등
	<ul style="list-style-type: none"> • 해양방위 지원용 해양 환경 기반의 수중 음향 분석 체계 통합 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 해양자료 표준화 및 DB 구축 - AIS 정보기반 수중소음 분석 체계 기술 확보 및 시스템 운영 (부산 1, 동해 1) - 수중음향 통합 분석 및 가시화 체계 구축 및 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 해양환경 기반 수중음향 분석 구조 수립 및 선박 기인 수중 소음 분석 기법 연구 • 선박기인 수중소음측정 및 분석기술 개발 • 해양환경 및 수중소음 자료 기반 수중음향 통합 분석 가시화 기술 개발 • 해양환경 및 수중소음 자료를 이용한 통합 가시화 체계 운용 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 부산-기장간 근해 해저 단층의 분포와 활동특성 해석 • 탄성파AI 학습자료구축 • 울산해역 진앙지 해저 단층의 분포와 활동특성 해석 • 탄성파해석 인공지능모델 수립 • 기장-울산간 4기 단층지도 작성 • 인공지능 해석시스템 프로토타입 완성 • 울산외해 단층지도 작성 • 한반도 주변해역 탄성파자료에 대한 인공지능 해석 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 부산-울산 근해 해저단층 분포와 활동특성 해석 • AI 학습자료 구축 • 부산-울산 외해 해저단층 분포와 활동특성 해석 • 탄성파해석 인공지능모델 수립 • 구룡포-울산 근해 해저단층 분포와 활동특성 해석 • 인공지능 해석시스템 프로토타입 완성 • 구룡포-울산 외해 해저단층 분포와 활동특성 해석 • 지능형 해석시스템 구현 및 적용 	

2. 연차별 연구개발 목표 및 내용

가. 연차별 연구개발 로드맵

핵심기술	요소기술	1차년도 (2019년)	2차년도 (2020년)	3차년도 (2021년)	4차년도 (2022년)	Target 성과물
무인탐사체계 다목적 해양환경 탐사	수중글라이더 수중환경 관측	동체설계 유도시뮬레이 션개발	자율주행알 고리즘개발	음향센서연동 자체소음저감	해양방위지원분석기술 무인탐사체계 최적화	무인해양탐사 기술 확보
	무인탐사체계 운용기법 개발	LTE 통신망 연동/확장	원격제어 장애물 회피	자력계/SSS 연동	다중센서 연동 해군작전기술 적용	
수중음향 분석체계 통합기술 확보	해양자료 기반의 음향분석체계 확보	음향분석구조 수립 수중소음분석	수중소음 측정/분석 기술개발	해양환경/수 중음향 가시 화기술개발	해양환경/수중소음 통합가시화 체계 운용	수중 소음원 분석용 AIS 측정 체계 구축
해저 활성단층 탐사	고해상 탄성파 탐사	부산-기장 간 근해	울산해역	기장-울산간 근해	울산 외해	남동해역 4기 단층지도
	단층의 운동 특성 해석	지진발생 모델링	구조와 층서해석	구조와 층서해석	구조와 층서해석	남동해역 단층의 분포와 운동특성
		남동해역 해저단층의 4기 운동 특성 구명 남동해역의 neotectonics 구명				
인공지능 탄성파자료 해석기법개발	탄성파해석 인공지능기 법설계	탄성파학습 자료 DB구축 탄성파해석 인공지능 모델 수립		탄성파학습 자료 DB보완 인공지능 모델 보완		탄성파자료 학습DB 인공지능 모델
	지능형 탄성파해석 시스템구축	인공지능 탄성파해석시스템 구축				인공지능 탄성파해석시 스템
	실해역 탄성파자료에 대한 인공지능 해석 적용				실해역 탐사자료 및 한반도 주변 탄성파 자료의 인공지능 탄 성파자료 해석 시스 템 적용	한반도주변 탄성파자료에 대한 지능형 자료해석 결과

나. 1차년도(2019년)

해당연도 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해양방위 탐사임무에 최적화된 통신 및 통제체계 자체 개발 ▪ 해양방위 및 안전을 위한 무인 체계, 수중음향 분석 체계 및 해저 활성 단층 요소 기술 개발 ▪ 부산-기장간 근해 해저 단층의 분포와 활동특성 해석 ▪ 탄성파AI 학습자료구축
-----------------	--

세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비 (천원)	수행기관	가중치
수중글라이더 동체설계 및 동역학 기반 운동성능 검증	<ul style="list-style-type: none"> • 수중글라이더 동체설계 연구 • 동역학 방정식 기반 6자유도 운동 시뮬레이션 개발 	84,500	KIOST	50
무인수상선 통신망 확장 및 통제체계 개발	<ul style="list-style-type: none"> • LTE 통신모듈 연동/통신망 확장 및 통제 체계 개발 	84,500		50
해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합기술 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 해양환경 DB 구축 (해역별 대표 구역) • 서버 기반 음탐 모델 연산 최적화 • 선박 기인 수중소음 분석 기법 확보 • 수중소음원 분석용 AIS 측정 체계 시범 구축 (부산) 	183,000		100
고해상 탄성파 자료 획득	<ul style="list-style-type: none"> • 1000 km 이상의 고해상 다중채널 탄성파 자료 획득과 처리 	120,000		20
4기 단층 발달과 활동성 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 4기층서 해석과 구조해석 	130,000		30
탄성파해석 AI 모델 시험/분석	<ul style="list-style-type: none"> • 탄성파 기계학습 모델 시험/비교/분석 	390,000		30
탄성파 자료 DB 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능 학습자료 관리를 위한 DB 시스템 구축 	70,000		(주)환경과 학기술
탄성파해석 AI 학습자료 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 탄성파해석 기계학습을 위한 학습자료구축 및 전처리 적용 	40,000	인하대학 교	10

연구개발내용 및 범위 상세기술
<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양방위 탐사임무에 최적화된 통신 및 통제체계 자체 개발 <ul style="list-style-type: none"> • 전산유체역학 유체력 계수 측정 • 6자유도 운동방정식 전개 및 운동 모델링 수행 • 설계파라미터 및 제어알고리즘 검증용 시뮬레이터 개발 • 개발된 시뮬레이터로 최적의 설계 파라미터를 도출, 내압하우징, 최적선형과 제어방식 도출 ○ 무인수상선 통신망 확장 및 통제체계 개발 <ul style="list-style-type: none"> • LTE 통신모듈 연동/통신망 확장 및 통제체계 개발 ○ 해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합기술 확보 ○ KIOST 및 국내외 타기관 보유 해양환경 및 음향자료 DB 분류

- 음탐 분석용 해양물리, 해양지질, 해양 생물 등 자료 수집 및 목록화
- 음탐 분석용 DB 분류 및 구축
- 연안 해역 해양 및 음향자료 DB 분석
 - 연산 속도 효율성을 위한 음탐 분석용 DB 구조 분석 및 최적화
- 서버 기반 음탐 모델 연산 최적화
 - 대용량 연산 속도를 최적화를 위한 서버 기반 병렬 연산 등 음탐 모델 연산 최적화 방법 적용
- 수중 소음원 분석을 위한 선박운항정보(AIS) 수신 및 자료전송 체계 구축 (부산)
 - 실시간 AIS 자료 수집을 통한 선박 수중소음 분석 적용
 - 대표 해역으로 선박 통행량이 많은 부산항 입출항 선박 위치 정보 수집 및 분석
- 선박 통행량 분석 기술을 활용한 선박 기인 수중소음 분석 기법 연구
 - 실시간 수집되는 AIS 자료로부터 선박 밀도, 위치에 따른 수중소음 산출
 - 실시간 수중소음 자료를 적용한 음탐 분석 적용
- 4기 단층 탐사
 - 2000 혹은 5000 joule 이상의 고에너지 스파커 음원 혹은 소형 에어건을 이용한 고해상 탐사
 - 다중채널 탄성파 자료 획득과 처리를 통한 고분해능 지질구조 제작
 - 해수면 변동과 관련된 4기층의 층서해석
 - 4기 단층의 분포와 운동특성 (단층시스템, 단층의 운동성, slip rate, 육상구조와 연결성 등) 해석
- 남동해역의 neotectonics 해석
 - Ambient noise tomography결과와 지진자료를 이용한 지진지체구조 해석
- 탄성파 AI 학습자료 구축
 - 인공지능 기계학습을 위한 탄성파 DB 시스템 구축
 - 인공지능 탄성파학습자료 구축
 - 탄성파해석을 위한 인공지능 기계학습 모델 시험/분석

다. 2차년도(2020년)

해당연도 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 자율주행 알고리즘 개발을 통한 무인탐사체계 관련 기술 확보 ▪ 해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합기술 확보 ▪ 울산해역 진앙지 해저 단층의 분포와 활동특성 해석 ▪ 탄성파해석 인공지능모델 수립
-----------------	--

세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비 (천원)	수행기관	가중치
자율주행 알고리즘 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 수중글라이더 자율주행 알고리즘 개발 • 해류 모델 및 실시간 관측자료를 이용한 수중글라이더 최적 경로계획 연구 	87,500	KIOST	50
무인수상선 수중 장애물 회피 기능 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 전방주시소나 연동 시스템 구축 • 원격제어방식을 통한 수중장애물 회피 기능 개발 	87,500		50
해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합기술 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 수중소음원 분석용 AIS 측정 체계 시범 구축 (동해) • 실시간 AIS 정보 기반 수중소음 분석 체계 기술 확보 	183,000		100
고해상 탄성파 자료 획득	<ul style="list-style-type: none"> • 1000 km 이상의 고해상 다중채널 탄성파 자료 획득과 처리 	120,000		20
4기 단층 발달과 활동성 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 4기층서 해석과 구조해석 	130,000		30
탄성파해석 인공지능모델 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 탄성파해석 기계학습을 위한 학습자료의 전처리 적용 • 기계학습 모델 수립 및 기계학습 수행 • 기계학습 신뢰도 검증 및 모델 보완 	450,000		40
탄성파해석 AI 학습자료 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 탄성파해석 기계학습을 위한 학습자료구축 및 전처리 적용 	50,000		인하대학교

연구개발내용 및 범위 상세기술

- 자율주행 알고리즘 개발
 - 운영해역의 환경조건(수온, 염분, 유속)을 반영한 최적 제어 알고리즘 개발
 - 해류 모델을 이용한 최적경로 예측
 - 수중글라이더의 동역학기반 위치 추정 알고리즘을 이용한 평균수평유속(0~200 m 수심의 평균 유속)을 반영한 최적경로 계획 알고리즘 개발
- 무인수상선 (WAM-V) 수중 장애물 회피 기능 개발
 - 전방주시소나 연동 시스템 구축
 - 원격제어방식을 통한 수중장애물 회피 기능 구축 및 개발
- 해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합기술 확보
 - KIOST 및 타기관 보유 해양환경 및 음향자료 DB 분석 및 표준화 (계속)
 - 연안 및 외해역 해양 및 음향자료 DB 표준화 및 DB 구축 (계속)
 - 수중 소음원 분석을 위한 AIS 수신 및 자료 전송 체계 구축 및 운용(동해)
 - 실시간 AIS 정보 기반의 수중소음 시/공간 분석 기법 연구
 - 수중음향 분석 체계용 가시화 체계 수립
- 해저 단층 탐사
 - 2000 혹은 5000 joule 이상의 고에너지 스파커 음원 혹은 소형 에어건을 이용한 고해상 탐사
 - 다중채널 탄성과 자료 획득과 처리를 통한 고분해능 지질구조 제작
 - 해수면 변동과 관련된 4기층의 층서해석
 - 4기 단층의 분포와 운동특성 (단층시스템, 단층의 운동성, slip rate, 육상구조와 연결성 등) 해석
- 남동해역의 neotectonics 해석
 - Ambient noise tomography결과와 지진자료를 이용한 지진지체구조 해석
- 탄성과해석 인공지능모델 수립
 - 탄성과해석 기계학습을 위한 학습자료의 전처리 적용
 - 기계학습 모델 수립 및 기계학습 수행
 - 기계학습 신뢰도 검증 및 모델 보완

라. 3차년도(2021년)

해당연도 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해양방위 지원용 다목적 센서 연동 ▪ 해양환경 및 선박운항정보 융합 기반의 수중음향 분석체계 기술 확보 ▪ 기장-울산간 4기 단층지도 작성 ▪ 인공지능 해석시스템 프로토타입 완성
-----------------	--

세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비 (천원)	수행기관	가중치
해양방위 지원용 다목적 센서연동기술	<ul style="list-style-type: none"> • 수중글라이더에 적합한 해양관측/음향 센서 연동에 대한 연구 • 자체 소음 저감에 대한 하드웨어/소프트웨어 적인 방안 연구 	87,500	KIOST	50
무인수상선 다목적 센서 연동 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 자력계(Magnetometer)/사이드스캔소나 연동 	87,500		50
해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합기술 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 해양환경 및 AIS 정보 융합 기반의 수중음향 분석체계 기술 확보 • 해양환경 및 수중소음 자료를 이용한 가시화 체계 기술 확보 	183,000		100
고해상 탄성과 자료 획득	<ul style="list-style-type: none"> • 1000 km 이상의 고해상 다중채널 탄성과자료 획득과 처리 	120,000		10
4기 단층 발달과 활동성 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 4기층서 해석과 구조해석 	70,000		20
거제-부산-울산간 남동해역의 4기 단층지도	<ul style="list-style-type: none"> • 단층의 분포와 활동특성 	60,000		20
인공지능 해석시스템 프로토타입 완성	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능 탄성과해석시스템 초기타입 구축 및 시험자료 적용 • 기존 자료의 적용 및 결과 feedback을 통한 모델 수정/보완 	450,000		40
탄성과해석 AI 학습자료 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 탄성과해석 기계학습을 위한 학습자료구축 및 전처리 적용 	50,000		인하대학교

연구개발내용 및 범위 상세기술
<p>○ 해양방위 지원용 다목적 센서연동기술</p> <ul style="list-style-type: none"> • 수중글라이더의 동적인 이동방식(사선으로 상승하강 반복)과 적합한 센서 인테그레이션

방안 연구

- 저전력 구동을 위한 센서 및 프로세서 구현방식에 대한 연구
- 자체 소음 저감에 대한 기계적인 저감방식에 관한 연구
- 수중글라이더의 역학적인 특성에 따른 구동부 최소 동작 알고리즘 개발(소프트웨어적 소음 저감)

○ 무인수상선 다목적 센서 연동 연구

- 자력계(Magnetometer)/사이드스캔소나 연동 시스템 구축

○ 해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합기술 확보

- KIOST 해양환경 및 음향자료 DB 구축 및 업데이트 (계속)
- 구축된 해양/음향환경 DB 기반의 음향탐지 효과도 기법 연구
- AIS 기반 수중소음 시/공간 분포 모델링 기법 구현 및 적용
- AIS 기반 수중소음 분석과 해상 시험을 통한 실측값 비교 및 보완
- 수중음향 분석체계 2D, 3D 음탐 분석 가시화 기술 구현, 설계, 구축 및 시범 운용

○ 4기 단층 탐사

- 2000, 5000 joule 이상의 고에너지 스파커음원 혹은 소형 에어건을 이용한 고해상 탐사
- 다중채널 탄성과 자료 획득과 처리를 통한 고분해능 지질구조 제작
- 해수면 변동과 관련된 4기층의 층서해석
- 4기단층의 분포와 운동특성(단층시스템, 단층의 운동성, slip rate, 육상구조와 연결성 해석

○ 거제-부산-울산간 남동해역의 4기 단층지도

- 단층의 분포, 활동특성, 그리고 지진발생 해석

○ 인공지능 해석시스템 프로토타입 완성

- 인공지능 탄성과해석시스템 초기타입 구축 및 시험자료 적용
- 기존 자료의 적용 및 결과 feedback을 통한 모델 수정/보완

마. 4차년도(2022년)

해당연도 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해양방위 지원 분석기술 연구 ▪ 수중음향 통합 분석 및 가시화 체계 시범 운용 ▪ 울산외해 단층지도 작성 ▪ 한반도 주변해역 탄성파자료에 대한 인공지능 해석 적용
-----------------	---

세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비 (천원)	수행기관	가중치
해양방위 지원 분석기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 해양방위 지원 분석기술 연구 • 한반도 주변해역에 최적화된 무인탐사 체계 운용기법 개발 	87,500	KIOST	50
무인수상선을 이용한 해양방위 지원 분석 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 센서 모듈과 연동시스템을 통한 수중장애물 탐지기술 개발 • 해양방위 분야인 대잠전, 기뢰전 등의 분석 기술 적용 	87,500		50
해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합기술 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 해양환경 및 수중소음 자료를 이용한 가시화 체계 기술 확보 및 시범 운용 	183,000		100
고해상 탄성파 자료 획득	<ul style="list-style-type: none"> • 1000 km 이상의 고해상 다중채널 탄성파자료 획득과 처리 	120,000		10
4기 단층 발달과 활동성 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 4기층서 해석과 구조해석 	70,000		20
거제-울산외해 간 남동해역의 4기 단층지도	<ul style="list-style-type: none"> • 단층의 분포와 활동특성 	60,000		20
한반도 실해역 자료의 인공지능해석 적용	<ul style="list-style-type: none"> • 실해역 탄성파자료의 인공지능 해석 적용 • 한반도주변 남동해역자료에 대한 단층 해석 및 분석 	500,000		50

연구개발내용 및 범위 상세기술
<p>○ 해양방위 지원 분석기술 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> • 수중글라이더의 장기간, 고해상도 데이터 획득 시험 • 수집된 해양데이터의 분석기법에 대한 연구

- 관측자료 통합관리 시스템 개발
- 무인수상선을 이용한 해양방위 지원 분석 기술 개발
 - 다양한 센서 모듈과 연동시스템을 통한 수중장애물 탐지기술 개발
 - 해양방위 분야인 대잠전, 기뢰전 등의 분석 기술 적용
- 해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합기술 확보
 - 서버 기반의 해양/음향환경 DB 관리, 통합 운용 성능 개선
 - 해양환경 및 수중소음 자료를 융합하는 수중음향 분석 체계 구축 및 운용
 - 대잠, 대수상함 시나리오 기반의 음향탐지 효과도 기법 적용을 통한 수중음향 분석 체계 구축 및 시범 운용
- 4기 단층 탐사
 - 2000 혹은 5000 joule 이상의 고에너지 스파커 음원 혹은 소형 에어건을 이용한 고해상 탐사
 - 다중채널 탄성파 자료 획득과 처리를 통한 고분해능 지질구조 제작
 - 해수면 변동과 관련된 4기층의 층서해석
 - 4기 단층의 분포와 운동특성 (단층시스템, 단층의 운동성, slip rate, 육상구조와 연결성 등) 해석
- 울산 외해 남동해역의 4기 단층지도
 - 단층의 분포, 활동특성, 그리고 지진발생 해석
- 한반도 실햄역 자료의 인공지능해석 적용
 - 기존 자료에 대한 인공지능 탄성파해석시스템 적용 및 검증
 - 한반도주변 남동해역자료에 대한 인공지능 단층해석 및 분석

3. 연구개발의 창의성 · 혁신성 · 도전성 등

- 육상은 침식환경이며 4기 퇴적층이 제대로 보존되지 못해 그 동안 육상에서 탄성과 탐사를 통해 양산단층 자체에 대한 4기 활동을 구명하지 못하였다.
- 해양과학기술원에서는 바다가 퇴적환경인 점에 착안하여 대륙붕에서 양산단층의 연장과 4기 활동특성을 정확히 구할 수 있었으며 그 성과로 우리나라 주변해역에서 활성단층의 연구가 중요한 것을 부각시켰다.
- 한반도의 남동권과 주변 남동해역은 한반도의 대륙지각과 울릉분지의 해양지각간 경계지역으로 지각의 구조와 특성이 급격히 변하는 지역으로 이에 따라 지진의 발생이 상대적으로 자주 일어난다. 따라서 남동권의 주변해역에서 4기 단층의 활동특성을 해석하고 지진지체구조와 연계하여 neotectonic한 운동을 정확히 해석하는 것은 지진에 대비한 새로운 연구방법으로 정립될 수 있다.
- 전문성이 요구되는 과학분야에 AI 기술의 적용이 현재 거의 이루어지지 못하고 있는 상황임을 감안하면, 탄성과탐사의 전문분야인 단층해석분야에 AI 기술을 접목하는 연구는 우리나라 지진대비 단층연구에 획기적 성과가 될 것으로 기대된다.

4. 정량적 성과목표 및 성과지표

가. 1차년도(2019년)

구분	가중치*	달성 목표(건)	성과목표(건)	세부 가중치	설정도(%) (설정목표/성과목표)
과학적 성과	논문	40%	mrnIF 61~80	1	30%
		mrnIF 41~60	2	30%	
		mrnIF 40 이하/ SCOPUS	2	40%	
		소계	5	100%	비중평균
	체계 운용성	40%	LTE 원거리 통신망 운용	1	100%
			소계	1	100%
기술적 성과	특허	20%	국제특허 출원		
			국제특허 등록		
			국제특허 추가등록		
			국내특허 출원	1	100%
			국내특허 등록		
경제적 성과	기술료	0%	기술이전 성과		
사회적,인프라..	홍보활동	0%	대외 전시		
계	-	100%		7	

※ 정량목표 설정 근거(또는 당위성)

- 본 사업의 주 목표가 수중음향 분석체계 개발과 무인체계 탐사기술체계 운영이므로 최종 결과물인 ① 음향 분석체계의 실질적 운용, ② 무인체 운용은 실 해역에서의 운용을 위한 기술 항목으로 정량 목표를 설정하였음

나. 2차년도(2020년)

구분	가중치*	달성 목표(건)	성과목표(건)	세부 가중치	설정도(%) (설정목표/성과목표)
과학적 성과	논문	40%	mrnIF 41~60	1	
			mrnIF 40 이하/ SCOPUS	1	40%
			소계	2	
	체계 운용성	40%	운용프로그램 개발	1	50%
			항행선박측정체계	1	50%
			소계	2	100%
기술적 성과	특허	10%	국제특허 출원		
			국제특허 등록		
			국제특허 추가등록		
			국내특허 출원	2	100%
			국내특허 등록	1	
경제적 성과	기술료	0%	기술이전 성과		
사회적,인프라..	홍보활동	10%	성과 언론 홍보	1	100%
	대외활동	0%			
계	-	100%		8	

※ 정량목표 설정 근거(또는 당위성)

- 본 사업의 주 목표가 수중음향 분석체계 개발과 무인체계 탐사기술체계 운영이므로 최종 결과물인 ① 음향 분석체계의 실질적 운용, ② 무인체 운용은 실 해역에서의 운용을 위한 기술 항목으로 정량 목표를 설정하였음

다. 3차년도(2021년)

구분		가중치*	달성 목표(건)	성과목표(건)	세부 가중치	설정도(%) (설정목표/성과목표)
과학적 성과	논문	40%	mrnIF 41~60	1	30%	
			mrnIF 40 이하/ SCOPUS	3	60%	
			소계	4	100%	비중평균
	체계 운용성	60%	해양/음향 센서 연동	1	50%	
			선박운항정보 기반 수중음향분석체계	1	50%	
			소계	2	100%	비중평균
기술적 성과	특허	0%	국제특허 출원			
			국제특허 등록			
			국제특허 추가등록			
			국내특허 출원			
			국내특허 등록			
경제적 성과	기술료	0%	기술이전 성과			
사회적,인프라..	홍보활동	0%				
	대외활동	0%		1		
계	-	100%		7		

※ 정량목표 설정 근거(또는 당위성)
- 본 사업의 주 목표가 수중음향 분석체계 개발과 무인체계 탐사기술체계 운영이므로 최종 결과물인 ① 음향 분석체계의 실질적 운용, ② 무인체 운용은 실 해역에서의 운용을 위한 기술 항목으로 정량 목표를 설정하였음

라. 4차년도(2022년)

구분		가중치*	달성 목표(건)	성과목표(건)	세부 가중치	설정도(%) (설정목표/성과목표)
과학적 성과	논문	40%	mrnIF 61~80	1	30%	
			mrnIF 41~60	1	30%	
			mrnIF 40 이하/ SCOPUS	3	40%	
			소계	5	100%	비중평균
	체계 운용성	50%	관측자료 통합관리 시스템 개발	1	50%	
			수중음향 통합 분석 및 가시화 체계	1	50%	
소계			2	100%	비중평균	
기술적 성과	특허	10%	국제특허 출원			
			국제특허 등록			
			국제특허 추가등록			
			국내특허 출원	2	100%	
			국내특허 등록			
경제적 성과	기술료	0%	기술이전 성과			
사회적,인프라..	홍보활동	0%	기관 접견실 전시			
	대외활동	0%				
계	-	100%		9		

※ 정량목표 설정 근거(또는 당위성)
- 본 사업의 주 목표가 수중음향 분석체계 개발과 무인체계 탐사기술체계 운영이므로 최종 결과물인 ① 음향 분석체계의 실질적 운용, ② 무인체 운용은 실 해역에서의 운용을 위한 기술 항목으로 정량 목표를 설정하였음

5. 정성적 성과목표 및 성과지표

가. 1차년도(2019년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
무인체계 운용성	25%	LTE 원거리 통신망 운용 1건	LTE 원거리 통신망 운용 후 실효역 탐사 1건	동등
해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합 기술 확보	25%	수중소음원 분석용 AIS 측정 체계 1건 (부산)	수중소음원 분석용 AIS 측정 체계 1건 (부산)	동등
해저탄성과 탐사	25%	부산-기장간 근해 해저 단층의 분포와 활동특성 해석	부산-울산 근해 진앙지단층지도제작 1건	미달
인공지능 탄성과자료 해석기법 개발	25%	탄성과 AI 학습자료 구축	탄성과 학습자료 구축	동등
계	100%			동등

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 본 사업의 주 목표가 수중음향 분석체계 개발과 무인체계 탐사기술체계 운영이므로 최종 결과물인 ① 음향 분석체계의 실질적 운용, ② 무인체 운용은 실 해역에서의 운용을 위한 기술 항목으로 정성 목표를 설정하였음

나. 2차년도(2020년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
무인체계 운용성	25%	운용프로그램 개발 1건	운용프로그램 개발완료 후 현장적용 1건	미달/동등/초과
수중음향 분석 체계 통합 기술 확보	25%	수중소음원 분석용 AIS 측정 체계 1건 (동해)	수중소음원 분석용 AIS 측정 체계 1건 (동해)	동등
해저탄성과 탐사	25%	울산해역 진앙지 해저 단층의 분포와 활동특성 해석	구룡포-울산 근해 진앙지단층지도제작 1건	동등
인공지능 탄성과자료 해석기법 개발	25%	탄성과해석 인공지능모델 수립	탄성과해석인공지능 모델 수립	동등
계	100%			동등

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 본 사업의 주 목표가 수중음향 분석체계 개발과 무인체계 탐사기술체계 운영이므로 최종 결과물인 ① 음향 분석체계의 실질적 운용, ② 무인체 운용은 실 해역에서의 운용을 위한 기술 항목으로 정성 목표를 설정하였음

다. 3차년도(2021년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
무인체계 운용성	25%	해양/음향 센서 연동 1건	해양/음향 센서 연동 테스트 완료 1건	동등
수중음향 분석 체계 통합 기술 확보	25%	해양환경 및 선박운항정보 융합 기반의 수중음향 분석체계 기술 확보 1건	해양환경 및 선박운항정보 융합 기반의 수중음향 분석체계 기술 확보 1건	동등
해저탐성과 탐사	25%	기장-울산간 4기 단층지도 작성	구룡포-울산 근해 진앙지단층지도제작 1건	동등
인공지능 탐성과자료 해석기법 개발	25%	인공지능 해석시스템 프로토타입 완성	인공지능 해석시스템 프로토타입 완성	동등
계	100%			동등

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 본 사업의 주 목표가 수중음향 분석체계 개발과 무인체계 탐사기술체계 운영이므로 최종 결과물인 ① 음향 분석체계의 실질적 운용, ② 무인체 운용은 실 해역에서의 운용을 위한 기술 항목으로 정성 목표를 설정하였음

라. 4차년도(2022년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
무인체계 운용성	25%	관측자료 통합관리 시스템 개발 1건	운용프로그램 개발 활용 1건	동등
수중음향 분석 체계 통합 기술 확보	25%	수중음향 통합 분석 및 가시화 체계 시범 운용 1건	수중음향 통합 분석 및 가시화 체계 시범 운용 1건	동등
해저탐성과 탐사	25%	울산외해 단층지도 작성	구룡포-울산 외해 진앙지단층지도제작 1건	초과
인공지능 탐성과자료 해석기법 개발	25%	한반도 주변해역 탐성과자료에 대한 인공지능 해석 적용	지능형 해석시스템 구현 및 적용	동등
계	100%			동등

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 본 사업의 주 목표가 수중음향 분석체계 개발과 무인체계 탐사기술체계 운영이므로 최종 결과물인 ① 음향 분석체계의 실질적 운용, ② 무인체 운용은 실 해역에서의 운용을 위한 기술 항목으로 정성 목표를 설정하였음

제 3 절 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계

1. 연구개발 추진전략·방법

- 구축되어 있는 무인수상선 활용
 - 정밀해저지형조사가 가능하게 구축된 무인수상선(WAM-V) 활용
 - LTE 통신망 확장으로 무인수상선의 운용 및 활용범위 확장방안연구
 - 다양한 센서 모듈 및 연동시스템 구축
 - 전방주시소나 구축을 통한 수중장애물 회피 기술 개발을 위한 기반 확보
 - 추후 연동될 자력계/ 사이드스캔소나 등의 다양한 센서 구축
 - 해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합기술 개발
 - 해양환경/해양지질/해양음향 자료 목록화 및 DB 구축: KIOST 및 타 기관 자료 활용
 - 음탐 모델 선정, 검증 및 음향 DB : KIOST 수행
 - 음탐 결과 분석, 구성 및 가시화 초기 설계 : KIOST 수행
 - AIS 기반 수중소음 시/공간 분포 모델링 기법 연구 : KIOST 수행
 - 기존 해군 음탐 분석 체계 분석 : 전문가 초청 수행
 - 선박운항정보(AIS) 수신체계 및 DB 서버 구축 : 외부업체 수행 (시작품 제작)
 - 음탐 모델 C++ 포팅 및 음탐 결과 가시화 구현 : 외부업체 수행 (시작품 제작)
 - 4기 단층의 분포와 활동특성 구명
 - 지진 탄성과 자료 등의 취합 및 활용
- 부산-울산간 근해 mud belt 아래의 지층을 탐사하기 위한 고출력 고해상 탐사

- 4기층에 대한 정확한 층서 해석 시도
- 단층의 구조와 4기 활동의 정량적 분석방안 활용
- 범부처 R&D 사업과 연계하여 육상에 분포하는 단층과 연결성 및 운동특성 파악
- 지진지체구조와 지진발생간 관련성 파악 시도

○ 인공지능(AI) 탄성파자료 해석기법개발

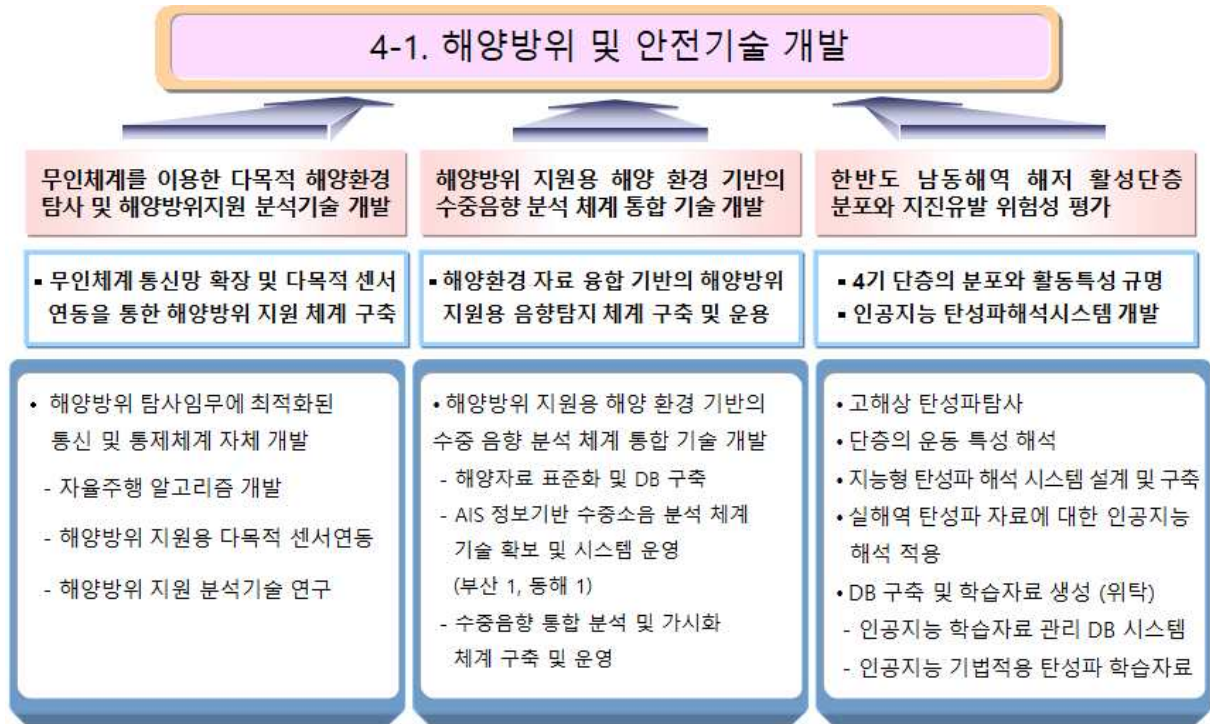
- 인공지능 기계학습 연구역량 확보를 위한 정기적 기술세미나 및 정보 교환
- 석유공사, 지질자원연구원, 대학 등과의 교류를 통한 국내 탄성파탐사 자료 수집
- 위탁연구를 통한 DB 시스템 구축 및 기초 학습자료 생성
- 탄성파해석 기계학습에 적합한 모델 설정, 기계학습 적용, 그리고 feedback을 통한 모델 수정/보완,
- 지능형 탄성파해석 프로토타입 완성 및 합성자료 및 DB 자료 적용
- 최종 완성된 인공지능해석시스템의 실험자료 적용 및 분석

<테스트베드 구축방안>

○ 무인탐사체계 테스트베드 구축을 통한 운용기술 축적

- 다양한 센서 모듈 구축과 연동시스템 구축

2. 연구개발 추진체계



3. 연구개발 추진일정

해당 연도	세부 성과 목표	추진 일정												책임자 (소속기관)	
		월별 추진 일정													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
2019	수중글라이더 설계 동역학 기반 운동성능 검증														신 동 혁 (KIOST)
	LTE 통신모듈 연동/통신망 확장 및 통제체계 개발														
	수중 소음원 분석을 위한 선박 운항정보(AIS) 수신 및 자료전 송 체계 구축 (부산)														조성호 (KIOST)
	KIOST 및 국내외 타기관 보유 해양환경 및 음향자료 DB 분 류														
	연안 해역 해양 및 음향자료 DB 분석/음탐모델 최적화														
	선박 통행량 분석 기술을 활용 한 선박 기인 수중소음 분석 기법 연구														
	부산-기장간 근해 고해상 탄성파자료 획득과 처리														전형구 (KIOST)
	4기 단층의 분포와 활동특성 해석														김한준 (KIOST)
	탄성파 학습자료 DB 구축														송태윤 (환경과학) 편석준 (인하대학교)
	탄성파해석 인공지능 모델 수립														주형태 (KIOST)
2020	수중글라이더 최적 경로계획 연구														신 동 혁 (KIOST)
	전방주시소나 연동 시스템 구축														
	원격제어방식을 통한 수중장애물 회피 기능 개발														조성호 (KIOST)
	수중 소음원 분석을 위한 AIS 수신 및 자료 전송 체계 구축 및 운용(동해)														
	해양환경 및 음향자료 DB 분														

	탄성과 학습자료 DB 보완																			편석준 (인하대학교)
	기계학습 수행 및 실습 / 탄성과해석 인공지능 모델 보완																			주형태 (KIOST)
	인공지능 탄성과해석 시스템 프로토타입 구축																			
2022	해양방위 지원 분석기술 연구																			신 동 혁 (KIOST)
	한반도 주변해역에 최적화된 무인탐사체계 운용기법 개발																			
	무인수상선 (WAM-V)의 운용 및 활용범위 확장방안연구																			
	한반도 주변 해역에 최적화된 무인탐사체계 운용기법 개발																			
	서버 기반의 해양/음향환경 DB 관리, 통합 운용 성능 개선																			조성호 (KIOST)
	해양환경 및 수중소음 자료를 융합하는 수중음향 분석 체계 구축 및 운용																			
	수중음향 분석 체계 구축 및 시범 운용																			
	울산 외해역 고해상 탄성과자료 획득과 처리																			전형구 (KIOST)
	4기 단층의 분포와 활동특성 해석 단층지도 제작																			김한준 (KIOST)
	탄성과 기계학습 수행																			주형태 (KIOST)
인공지능 탄성과해석 시스템 구축 실해역 탄성과자료에 대한 인공지능 해석 적용																				

제 4 절 연구개발 성과의 중요성 및 기대효과

1. 연구개발 성과의 중요성

- 해양조사 수요 증가에 따른 대체수단 확보
 - 해양조사선, 항공기 등 기존의 고비용·저효율 대형 유인탐사 플랫폼을 대체하는 저비용·고효율 소형 무인탐사기술 확보
 - 해·조류가 강하고 해안선이 복잡한 한반도 주변해역에 최적화된 무인탐사기법 및 절차를 개발하고 지속적인 운영관리 기반 구축
- 접근이 제한된 해역에서 탐사 가능한 무인체계 및 탐사기술 확보
 - 저수심, 위험구역 등 접근이 제한된 해역에 대한 무인탐사기법 관련 연구에 활용
 - 간출암, 저수심(극천해), 위험구역(해상사격장, 특정해역)등에서 운용가능한 무인탐사기법 확보
- 무인해양탐사분야 기술선점을 위한 기관고유사업 수행
 - 향후 해군 및 민간 해양조사 영역 확대를 위한 무인해양탐사 인프라 및 역량 확보
 - 무인해양탐사 국내·외 시장 선점을 위해 KIOST 고유사업 일환의 선제적 연구 추진
- 한반도 해양방위 개념 변화에 따른 수중 비대칭 위협 대응 능력 강화
 - 한반도를 비롯한 동북아시아 지역의 해양방위 구역 확대에 발맞추어 KIOST 수중음향 통합 음탐분석 체계 구현을 기반으로 자주국방 지원 체계 구축
 - 수중음향 분석 체계 핵심기술 국내 자체 개발을 통한 해양방위 자주적 능력 구축
 - KIOST 보유자료 활용 극대화 및 수중음향 분석 능력 확장을 위한

R&D 역량 강화

- 한반도 남동 연안은 인구뿐만 아니라 원전과 산업시설이 밀집해 있으며 운송 등 해상활동이 가장 활발하지만 한국해양과학기술원이 거제-부산간 해역에 대해 규명한 것을 제외하면 4기 단층 분포와 활동성에 대한 연구가 이루어지지 않고 있음
- 한반도 남동부 연안에서 제4기 단층의 분포와 특성, 그리고 활동성을 밝힘으로써 한국의 지질특성에 적합한 지진안전성 평가를 체계적으로 수행할 수 있을 것으로 기대
- 일반적으로 지질재해는 육상에 한정되어 연구 프로젝트가 수행되어 왔는데 본 연구과제의 연구 성과를 기반으로 해양 지질재해로의 연구과제 확대를 도모함
- 현재 한반도 주변에서 잦은 지진으로 인해 연안지역의 안정성에 대한 관심이 높아지고 있으며, 이와 관련하여 기존 자료를 인공지능 단층판별 해석기법에 적용하면 연안지역 위험성 파악을 위한 기초자료로 이용 될 수 있음
- 인공지능 해석시스템의 개발을 통해 한반도 연안 단층해석으로 한반도 주변의 잠재적 위험요인을 파악하고 그 특성을 정량적으로 분석함으로써 자연재해의 피해를 최소화에 기여
- 인공지능 탄성파해석 기술은 앞으로 지능형 시스템의 초기모델로 전문지능시스템의 개발을 위한 기초자료로 활용될 수 있음

2. 연구개발 성과의 활용방안

- 해양조사 수요 증가에 따른 대체수단 확보
 - 해양조사선, 항공기 등 기존의 고비용·저효율 대형 유인탐사 플랫폼을 대체하는 저비용·고효율 소형 무인탐사기술 확보
 - 해·조류가 강하고 해안선이 복잡한 한반도 주변해역에 최적화된 무인탐사기법 및 절차를 개발하고 지속적인 운영관리 기반 구축
- 접근이 제한된 해역에서 탐사 가능한 무인체계 및 탐사기술 확보
 - 저수심, 위험구역 등 접근이 제한된 해역에 대한 무인탐사기법 관련 연구에 활용
 - 간출암, 저수심(극천해), 위험구역(해상사격장, 특정해역) 등에서 운용 가능한 무인탐사 기법 확보
- 해군 해양 방위용 해군 음탐체계 구축 및 국가 R&D 기술 개발에 활용
 - 향후 해군해양정보단의 수중 음탐예보체계 향상 사업에 핵심 요소기술 제안 및 적용
 - IMO 선박 수중소음 국제 규제 대응을 위한 연안항만 통행선박 시공간 모니터링 기술 개발에 활용
 - 기관의 국방 연구 역량 홍보를 위한 2, 3차원 음향탐지 가시화를 통해 국방지원 및 연구 능력 가시화
- 무인해양탐사분야 기술선점을 위한 기관고유사업 수행
 - 향후 민간 해양조사 영역 확대를 위한 무인해양탐사 인프라 및 역량 확보
 - 무인해양탐사 국내·외 시장 선점을 위해 KIOST 고유사업 일환의 선제적 연구 추진
- 해군 해양 방위용 무인체계 구축 및 성능 향상 기술 개발에 활용
 - 해군의 수중 무인체계 향상 사업에 핵심 요소기술 제안 및 적용

- 2016년 경주지진 이후 범부처 R&D로 2041년까지 장기사업으로 우리나라 활성단층 지도 작성을 수행하고 있으며 주변해역으로 영역을 확대할 계획임. 본 연구과제의 성과를 바탕으로 범부처 사업에 참여하거나 성과를 제공
- 주변해역 4기 단층의 분포와 활동특성은 확률적 지진재해의 계산과 지진규모와 재래주기의 추정에 직접 활용
- 연구를 통해 축적한 탐사기술은 수요가 증가하는 교량과 항만시설 등 연안역의 건설사업에서 필요한 기반구조의 조사에 활용
- 지진대응과 관련하여 중·장기 해저단층 분포/특성 연구에서 대량의 탄성과 단면이 생산될 예정이며, 이를 빠른 시간 내에 일관성 있게 정확한 해석을 수행할 수 있는 시스템으로 활용 될 수 있음
- 이 기법은 기존자료 및 신규 탄성과자료를 빠른 시간 내에 오류를 최소화하면서 해석할 수 있으므로 해저지질 위험성의 광역적인 분포·특성 분석과 해저지질위험 민감 지역의 선정 등과 같은 중요 분야에 시간과 인력을 매우 효율적으로 관리
- 지능형 시스템은 다른 해양자료의 적용을 위한 기초연구로 사용될 수 있으며 향후 인공지능을 이용한 해양자료 해석 등의 연구를 위한 국가정책 마련에 활용할 수 있음
- 개발된 인공지능 해석시스템은 정부 R&D 사업등을 통해 지속적인 기계학습의 신뢰도를 높인후 개방형서비스 시스템으로 구축할 예정임

3. 기대효과

[기술적 측면]

- 천해 및 극천해역 다목적 탐사 가능한 무인수상선체계 구축
 - 접근이 제한되는 해역에 대한 다목적 탐사기술 확보
 - * 간출암, 저수심(극천해), 위험구역(해상사격장, 특정해역) 등
- 해양방위용 음향탐지 분석체계 요소 기술 연구 및 가시화 체계 구현을 통해 기관의 방위연구 역량 강화 및 해군 해양특성조사사업의 경쟁 체제에 대비한 연구 역량 강화에 기여
- 4기의 지체구조와 해양환경 변화 연구
 - 육상 단층조사와 연계한 남동권과 주변해역의 종합 단층지도 제작
 - 고해상 탄성파탐사를 이용하여 퇴적환경인 주변해역에서 4기층을 변형시킨 4기 단층의 구조와 분포를 쉽게 파악할 수 있음
 - 지각의 구조와 특성이 변하는 한반도 육상지각에서 동해 해양지각간 전이지역인 주변해역에서 4기 단층 특성을 파악함으로써 남동해역의 지진발생과 관련한 neotectonic 연구가 가능함
- 현재 한반도 주변해역에서 중규모 이상의 지진이 빈번하게 발생하고 있으며 그 발생 빈도와 규모가 증가하는 추세임. 이는 해저단층과 해저사면사태 같은 해저기인 지구조 운동에 의해 발생하는 것으로 추측되고 있음. 인공지능을 이용한 탄성파자료 해석기술은 탄성파 탐사 자료 분석 방식을 질적으로 고도화시켜 통합적이고 효율적인 해석이 가능하게 함. 특히 한반도 주변 활성단층의 파악을 위해 이 기술을 적용할 경우 매우 유용하게 사용될 수 있을 것임
- 그동안 많은 양의 탄성파 자료들을 획득하고 축적하였으나 기술, 인력, 시간 등의 제약으로 해석결과는 전체정보를 반영하지 못하

고 핵심내용들을 요약한 경우가 많음. 이러한 요약과정에서 일부가 누락되기도 하고 오류가 있는 경우가 많으나, 자료들을 다시 재처리하거나 해석하는 것은 시간 및 인력제한으로 사실상 불가능에 가까움. 인공지능을 이용한 해석 시스템은 이러한 제약에서 벗어나 방대한 양의 탄성과 자료를 빠른 시간 내에 오류를 최소화하면서 종합적인 해석을 가능하게 함

- 지진대응과 관련하여 중·장기 해저단층 분포/특성 연구에서 대량의 탄성과단면이 생산될 예정이며, 이를 빠른 시간 내에 일관성 있게 정확한 해석을 수행할 수 있는 시스템으로 활용 될 수 있음

[경제·산업적 측면]

- 고가의 외국 음향탐지 분석 체계 대체로 인한 예산 및 운용성에 장점
- 유인 관측체계 대비 해양관측 예산 절감 기대
 - 유인 항공기, 해양조사선 대비 관측체계 대입 및 운용예산 대폭 감소 예상
- 고가의 외국 음향탐지 분석 체계 대체로 인한 예산 및 운용성에 장점
- 한반도 남동부에 밀집된 주요 산업 시설물의 안정성 평가 및 지반 위험성 연구 기반 조성
- 이 기법은 기존자료 및 신규 탄성과자료를 빠른 시간 내에 오류를 최소화하면서 해석할 수 있음. 한반도 주변해역 해저 단층위험요소에 대한 과학적 자료를 제공할 수 있어 해양 시설물 관리 등에 매우 유용하게 사용될 수 있음

[사회적 측면]

- 수중 비대칭 위협 대응 능력 강화를 통한 자주국방 지원체계 구축에 기여
- 향후 한반도 주변해역 무인 해양관측 및 감시망 구축을 통해 국가 안전보장에 기여
 - 기존의 유인 항공기, 함정, 해양조사선 등과 통합된 유무인 감시체계 구축에 기여
- 저수심 또는 항해위험구역에 대한 다목적 조사를 통해 해양안전에 기여
- 수중 비대칭 위협 대응 능력 강화를 통한 자주국방 지원체계 구축에 기여
 - 수중음향 분석 체계 핵심기술 국내 자체 개발을 통한 해양방위 자주적 능력 구축
- 최근 발생한 포항지진, 경주지진, 그리고 울산해역 지진은 국민적 불안을 야기하였으며 과학적 설명을 제시하여 못하여 불안이 가중되었음. 지질구조를 과학적으로 규명하는 것은 지진에 대비한 정책을 마련하기 위한 첫 단계이며 국민적 불안을 해소하는 데에 큰 역할을 함
- 이러한 지능형 시스템은 여타의 다른 해양자료에도 적용을 위한 기초연구로 사용될 수 있어 앞으로의 인공지능 이용한 해양자료 해석 등의 연구를 위한 국가정책 마련에 활용할 수 있음

제 5 절 과제제안요구서(RFP)

성과목표4-1	해양방위 및 안전기술 개발
---------	----------------

과제제안요구서(RFP)

중과제	(해양영토관리) 해양방위·재난 및 공간관리 기술 개발		
제안 과제명(안)	해양방위 및 안전기술 개발		
총연구기간	'19.01.01 ~ '22.12.31 (4년)		
총연구비	4,400백만원	'19년도 연구비	1,100백만원

1. 연구개발의 필요성

□ (지원근거)

- 한반도 화해협력 분위기 조성에 따른 해양안전 및 방위 관할해역 확대
- 군병력 감축 대비 해상무인체 및 수중음향 체계 대폭 확대 추진(국방부 발표/2018.5.23.)
- 한반도 해양방위 개념 변화에 따른 비대칭 위협 대응 능력 강화 대비 (국정과제 85)를 위한 해양과기원의 능동적인 역할 필요
- 2016년 울산해역지진(M5.2), 경주지진(M5.8) 등 관측 이후 최대규모의 지진 발생
- 해저재해 대비를 위한 한반도 주변 해저활성단층 연구 및 AI 활용 재해석 필요

□ (필요성)

○ 경제 사회적

- 해양조사 수요 증가에 따른 대체 수단으로 해양무인체계 확보 및 운용 기술 필요. 해양조사선과 같은 고비용·저효율 대형 유인탐사 플랫폼을 대체 할 수 있는 저비용·고효율 소형 무인탐사 기술 확보가 시급함
- 유인조사선 운용이 불가능한 지역 또는 반복적인 조사에서 해양무인체계 구축 필요
- 동·서해 접적해역 북방한계선(NLL) 인근해역, 한반도 주변 해안선 측량(극천해역정밀수심 및 육상지형), 독도, 울릉도, 서해5도, 다도해 등 도서지역 인근 해역
- 수중음향 분석 체계 핵심기술 국내 자체개발을 통한 고가의 국외 분석 체계 도입 대체 효과
- 한반도를 비롯한 동북아시아 해양방위 구역 확대를 위한 음탐 분석 체계 구현 측면에서 광역 해양자료 활용 극대화
- 우리나라의 남동해안에는 많은 인구가 거주할 뿐만 아니라 중요한 산업시설이 위치하고 있으며 주변 해역에는 해저 케이블과 가스 파이프라인 등 매우 중요한 사회기반 시설이 분포함
- 따라서 남동해역내 해저 단층의 분포와 활동특성을 파악하고 해저단층의 지진유발 위험성을 규명하는 것은 국민과 산업을 보호하는 측면에서 큰 경제·산업적 가치를 가짐
- 지능형 시스템은 다른 해양자료의 적용을 위한 기초연구로 사용될 수 있으며 향후 인공지능을 이용한 해양자료 해석 등의 연구를 위한 국가정책 마련에 활용할 수 있음

○ 과학기술적

- 접근이 제한된 천해역 또는 간출암 지역 등에서의 탐사 가능한 무인체계 및 탐사기술 확보 필요
- 해안선이 복잡한 한반도 주변 해역에 최적화된 무인탐사기법 및 체계를 개발하고 지속적인 운영관리 기반 구축이 필요함

- KIOST 보유 자료 활용 극대화 및 수중음향 분석 능력 확장을 위한 R&D 역량 강화 확대 필요
- 해양에서 선박이 방사하는 소음은 수중 생물 특히 고래류와 같은 해양 포유류의 활동에 심각한 영향을 미침으로 국제해사기구(IMO)에서는 선박소음 규제를 위한 국제법 제정을 가시화 하고 있음
- 해양 수중소음 측정은 기존의 실험역 측정 방법 이외에 IMO의 향후 규제 대응에 맞추어 선박의 위치 정보에 따른 수중소음 모델 기반의 예측 시뮬레이션 기술이 집중적으로 연구되고 있음 (미국, EU, 일본 등)
- 2011년 발생한 동일본 대지진 이후 2016년 7월의 울산해역지진, 9월의 경주지진, 그리고 2017년 11월 포항지진 등 남동권역을 중심으로 지진관측
- KIOST가 2015년부터 2017년까지 주요사업을 수행하여 거제-부산간 해역에 대해 단층의 분포와 활동성의 연구를 마무리함에 따라 후속 연구로서 부산-울산간 해역의 연구를 수행하여 남동해역 전역에 대한 조사를 마무리할 것이 요구됨
- 지진대응과 관련하여 중·장기 해저단층 분포/특성 연구에서 대량의 탄성과 단면이 생산될 예정이며, 이를 AI를 이용하여 빠른 시간 내에 일관성 있게 정확한 해석을 수행할 수 있는 시스템을 만드는 것이 필요함

2. 연구개발 동향

□ 국내

- 해양무인체(수중글라이더) 탐사기술
 - 국내에서는 한국해양과학기술원(KIOST)에서 3기의 수중글라이더를 해군 및 연구용 해양관측에 활용하고 있고, 13-14년도(2년)에 방위사업청 응용연구과제(8억)를 수행하여 기본적인 개발 기술을 확보하였으며, 한국해양대, KAIST 등 학계에서도 수중글라이더를 연구하고 있음
- 해양무인체(무인선) 탐사기술
 - 국내 무인수상선 개발은 2011년 이후 선박해양플랜트연구소는 자율

주행이 가능한 다목적 지능형 무인선, 아라곤 1, 2호를 개발하였으며, 2013년 이후 국방과학연구소는 잠수함정 탐지용 무인수상선 개발을 진행 중이나 해양환경 관측 기능은 없음

- 무인수상선 관련 연구는 대부분 동체 설계, 제어 알고리즘 개발 등 플랫폼 구축 관련 기술이 연구되었으며, 본 연구사업에서 수행하고자하는 정밀지형 관측센서(MBES) 연동, 장거리 통신(LTE망) 연동 등 무인체계를 이용한 해양조사를 직접적으로 목적으로 하는 연구는 전무한 실정임

○ KIOST

- 방대한 해양환경 자료를 보유하고 있으나 해양방위 지원용 음향탐지 분석 체계 연구는 시작 단계임
- 해군 해양특성조사 사업으로 부분적으로 음향탐지 분석이 실시되고 있으나 보안성이 정부수탁 사업으로 진행되어 자료의 활용 제한 및 최종 권한 미비로 체계적이며 관련 연구 노하우 보유에 어려움이 있음
- KIOST의 최대 장점인 대량의 해양자료 기반의 음향탐지 모델 구축을 통한 예보체계 연구는 기관의 장점을 살리며, 타 기관과에 비해 우수한 연구 결과를 도출할 수 있음
- 또한 향후 해군의 수중 음향 분석 체계 관련 연구 사업에 선제적으로 대응하기 위해서는 기관 자체의 기술력 확보가 수반되어야 함

○ 해군

- 유사한 예보체계 시뮬레이터가 국방과학연구소, 해군 해양정보단에서 일부 운영중이나 음향 탐지 예보 체계의 핵심인 해양 자료의 부족으로 기술 및 예보 분석의 성숙도는 낮은 수준임
- 현재 유사한 해군 음향탐지 분석 체계는 해군 주관으로 2009년 전력화를 통해 구축된 해군 음향정보 관리체계(Naval Acoustic Information Management System, NAIMS) 내에 통합 해양환경 분석 체계 (Integrated Ocean Environment Analysis System, IOEAS)로 통합 해양환경 분석/예측을 통한 대잠전 음탐장비의 탐지성능을 목적으로 운영하고 있음

- 방위산업체
 - 해양방위 부분의 다양한 업체주도 사업이 진행되나 대부분 장비 개발에 집중되고 해양환경 및 음향 특성에 대한 부분은 연구소나 대학에 의존하고 있음
 - KIOST는 방산업체들과 다양한 업체주도 사업을 진행해 왔으나 주로 현장 지원조사에 집중되어 왔음. 향후 대형 체계 구축 사업을 대비하기 위하여 수중음향 체계 분석 기술 보유를 통해 협업 체계 구축 요구가 있음
- KIOST는 2000년대 이후 고해상 단채널 및 다중채널 탄성과탐사를 이용하여 우리나라 남동해역에서 처음으로 양산단층 등 단층의 연장을 확인하고 4기의 활동성을 규명
 - 양산단층과 일광단층의 대륙붕 연장과 4기 활동 해석
 - 양산단층의 4기 slip rate계산
- KIOST 및 한국지질자원연구소는 각각 ICT융합연구단과 Geo-ICT융합연구실을 설치하여 인공지능 기법의 과학 연구 분야 적용을 위한 인력 확보를 추진하고 있으나 탄성과 해석분야는 현재까지 뚜렷한 연구가 진행되지 못함
- 인공지능 기법을 이용한 탄성과 해석 분야는 그 필요성 및 관심도에 비해 국내에서의 관련 연구 진행은 이루어진 바 없음

□ 국외

- 해양무인체(수중글라이더) 탐사기술
 - 2000년대 초반 미국에서 Slocum, Spay, Seaglider 등 3종의 수중글라이더의 최초 상업판매 이후 미국, 프랑스, 일본, 중국 등에서 해양탐사 및 군사적인 용도로 활발히 활용 및 개발되고 있음
 - 미국의 Slocum은 LBS-G라는 체계로 미해군해양국(NAVO)에서 200기 이상이 운영되고 있고, 최근 새로운 기술을 적용하여 업그레이드 됨 (이동거리 4,000 km 이상, 3개월 운영, 잠항수심 1,000 m, 속도 1.0 kn)
 - 미국 Scripps, 일본 JAMSTEC, 중국 Tienjin 대학 등 연구소 및 학계에

서도 다양한 목적에 따라 수중글라이더를 연구개발하고 있음

- 해양무인체(무인선) 탐사기술
 - (유럽연합 무인선 개발) 유럽연합(EU)은 해양사고 조난자 수색구조를 위한 ICARUS (Integrated Components for Assisted Rescue and Unmanned Search operations) 프로젝트를 통해 무인선과 무인항공기 협업에 의해 재난 사고에 대응할 수 있는 무인시스템을 개발 중임.
 - 미해군은 다수의 무인체계를 이용하여 전세계 해양환경 관측에 활용하고 있으며 무인체 관리 및 활용 기술 확보 및 실제 해양 작전 해역에서 운용 중에 있음
- 미국
 - 전 세계 해역에 대한 해양 및 음향 정보 활용을 통한 해양환경 분석 및 음향 분석 체계 개발 및 운용 중
 - 미국은 해군해양국을 중심으로 해양정보 및 음향정보 연계망 중심의 해양정보 공급 체계 구축을 위해 해양/음향환경 분석 지원 체계 개발을 실시하고 있음
- 영국
 - 영국 연안의 선박에 의한 수중소음 관측 체계를 구축하여 음향 모델과 접목하여 음향탐지 체계에 활용하고 있음
- 독일
 - 잠수함 건조 능력과 더불어 잠수함 승조원의 훈련을 위한 음향탐지 분석 체계를 발전시키고 있음
- 일본: 주변해역에서 활성단층의 mapping에 많은 노력을 들이고 있으며 매년 Geological Survey of Japan 등의 기관이 해양탄성과 탐사를 통해 연안의 활성단층에 대해 분포와 활동성을 조사하고 있음
- 미국 등 선진국은 단층의 분포와 slip rate 등을 구하여 발생가능한 지진의 최대규모 산정과 지진발생 확률계산에 활용하고 단층운동과 지각구조 그리고 지진발생을 종합적으로 파악하는 신기지구조운동(neotectonics)을 활발히 연구
- 현재 세계적으로 인공지능 기법을 이용한 탄성과자료의 처리 및 해석 분야는 탄성과속성분야, 정량적 분석 분야 등의 제한적인 범위 내에서

연구되고 있음

- 기계학습을 활용한 탄성파탐사자료의 해석분야는 국외를 중심으로 대학, 연구소 및 기업에서 진행되고 있으며 탄성파속성 분석법과 CNN(Convolutional Neural Network) 기법을 적용시켜 탄성파자료로부터 지질학적인 특징을 이미지화하는 작업이 진행된 바 있음

3. 연구목표 및 성과지표

(1) 최종목표 및 성과물

□ 최종목표

- 무인체계를 이용한 다목적 해양환경 탐사 및 해양방위 지원 분석 기술 개발
- 해양방위 지원용 해양 환경 기반의 수중음향 분석 체계 통합 기술 개발
- 한반도 남동해역 해저 활성단층 분포와 지진유발 위험성 평가 및 인공지능(AI) 탄성파자료 해석기법 개발

□ 최종성과물

- 무인관측 시스템 센서통합 페이로드 시스템 및 통신 통제체계 개발
- 무인 시스템 연동 관측자료 관리 시스템
- 모델 및 관측자료를 이용한 최적 경로계획 알고리즘
- 무인관측 시스템 실패역관측 자료를 활용한 해양방위 지원 분석기술 연구
- LTE망을 이용한 원거리 무인탐사체(무인선) 통신 및 통제체계 개발
- 무인체계의 다양한 센서 연동을 통한 다목적 관측 기술 개발
- 수중 장애물 회피를 위한 무인체 원격 제어시스템 구축
- 해양환경 및 수중소음 자료 기반 수중음향 통합 분석 가시화 기술 개발
 - 수중 소음원 분석용 선박운항정보(AIS) 측정 체계 구축 및 운영
- 수중음향 통합 분석 체계 구축 및 운영

- 부산항, 동해 연안(포항 혹은 죽변 인근)해역을 대상으로 (준)실시간 수중 음향 통합 분석 가시화 체계 구축 및 시범 운용
- 남동해역 4기 단층 지도
 - 거제-부산-울산간 4기 단층 지도
 - 남동해역의 지진지체구조
- 인공지능 탄성과 해석시스템 개발
 - 지능형 탄성과해석시스템 프로토타입
 - 한반도 주변해역 탄성과자료에 대한 인공지능 단층해석

(2) 성과목표 및 성과지표

성과목표 (최종성과물)		성과지표	목표치	비고 (설정근거, 평가기준 등)
4-1-1 해양방위 지원을 위한 해양무인체 탐사기술 개발	무인관측 시스템 센서통합 페이로드 시스템 및 통신 통제체계 개발	-페이로드 플랫폼 -통신(LTE, 위성) 통제체계 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 시제 1식 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 위성 원격제어를 통한 수중음향자료 획득 평가
	무인 시스템 연동 관측자료 관리 시스템	관측자료 통합관리 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 시제 1식 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 무인시스템 연동 해양 관측자료 분석 시연
	무인체 운영 및 해양방위 지원 분석기술	논문	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SCIE) 4편 	
	무인탐사체(무인선) 통신 및 통제체계 개발	LTE망을 이용한 무인선 통제시스템	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LTE 망을 이용한 원거리 탐사자료 확보 여부 평가
	무인체계의 다양한 센서 연동을 통한 관측기술 개발	특허	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 특허 2건 	
	수중 장애물 회피 기능 개발	프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 프로그램 1건 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 개발된 프로그램을 이용한 장애물 회피 원격제어 시스템 구축
4-1-2 해양방위 지원용	해양환경 자료 융합 기반의 해양방위 지원용 음향탐지 체계 구축 및 운용	해양 방위 지원용 해양 환경 기반의 수중음향	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수중소음원 분석용 AIS 측정 체계 구축 및 운영 (부산 1, 동해 1) ▪ 해양환경 및 선박운항정보 융 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해양자료 기반의 2D, 3D 음향 분석체계 구축 목표 설정 ▪ 연도별 세부 실행계획

해양환경 기반의 수중음향 분석체계 통합기술 개발		분석체계 통합 기술 확보	<ul style="list-style-type: none"> 합 기반의 수중음향 분석체계 기술 확보 1건 수중음향 통합 분석 및 가시화 체계 시범 운용 1건 	<ul style="list-style-type: none"> 획에 따라 수중음향 분석 가시화 기술 연구를 거쳐 최종적으로는 수중음향 분석 및 가시화 체계 시범 운영을 목표로 도출 수중소음원 분석용 AIS 측정 체계 구축 및 운영 여부 음향 분석 가시화 체계 제시 해군 관련 부대 혹은 방위산업체와의 체계 효용성 및 성능 평가
		SCI(E) 등재	2편이상	
4-1-3 해저재해 대비 안전기술 개발	4기 단층 지도 제작	고해상 탄성과 자료 획득과 처리	<ul style="list-style-type: none"> 5000 joule 이상의 음원사용 탐사량 1,000 km/년 다중채널 자료의 표준처리 고해상 탄성과 자료 해석 단층 활동 해석 	<ul style="list-style-type: none"> 4기층 탐사 가능성 연간 적정 탐사량
		인공지능을 활용한 탄성과해석 시스템구축	인공지능 탄성과해석 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> 기존자료의 DB및 모델링을 통한 학습자료 확보 지능형 해석 기계학습 모델 수립 기기계학습 수행 및 모델 보완 인공지능 해석시스템 프로토타입 구축 지능형해석시스템 적용
		SCI(E) 등재 논문	5편이상	

4. 주요연구내용 및 범위

□ 연도별 연구내용

성과목표	실행년도	주요 연구내용
4-1-1 해양방위 지원을 위한 해양무인체 탐사기술 개발	2019	<ul style="list-style-type: none"> 해양방위 탐사임무에 최적화된 통신 및 통제체계 자체 개발 - 무인수상선 통신확장(LTE 통신모듈 연동) - 수중글라이더 동체설계 및 동력학 기반 운동성능 검증
	2020	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행 알고리즘 개발 - 무인수상선과 전방주시소나(Forward looking sonar) 연동 시스템 구축 - 원격제어방식을 통한 수중 장애물 회피 기능 개발 - 수중글라이더 자율주행 알고리즘 개발 - 해류 모델 및 실시간 관측자료를 이용한 수중글라이더 최적 경로 계획 연구
	2021	<ul style="list-style-type: none"> 해양방위 지원용 다목적 센서연동 - 자력탐사기(Magnetometer)/사이드스캔소나 연동 - 수중글라이더 및 해양/음향센서 연동 - 최적 센서 연동방안 연구, 자체 소음 저감대책 연구
	2022	<ul style="list-style-type: none"> 해양방위 지원 분석기술 연구 - 무인수상선 및 MAD 센서 이용 수중장애물(침선, 모의기뢰 등) 탐지기법 연구 - 한반도 주변해역에 최적화된 무인탐사체계 운용기법 개발
4-1-2 해양방위 지원용 해양환경 기반의 수중 음향 분석체계 통합 기술 개발	2019	<ul style="list-style-type: none"> 해양환경 DB 구축 (해역별 대표 구역) 선박 기인 수중소음 분석 기법 확보 수중소음원 분석용 AIS 측정 체계 시범 구축 (부산)
	2020	<ul style="list-style-type: none"> 수중소음원 분석용 AIS 측정 체계 시범 구축 (동해) 실시간 AIS 정보 기반 수중소음 분석 체계 기술 확보
	2021	<ul style="list-style-type: none"> 해양환경 및 AIS 정보 융합 기반의 수중음향 분석체계 기술 확보
	2022	<ul style="list-style-type: none"> 해양환경 및 수중소음 자료를 이용한 가시화 체계 기술 확보 및 시범 운용
4-1-3. 해저재해 대비 안전기술 개발	2019	<ul style="list-style-type: none"> 부산-울산 근해 해저단층 분포와 활동특성 해석 - 고해상 탐사를 이용한 해저단층 위험성 규명 탄성과 AI 학습자료 구축
	2020	<ul style="list-style-type: none"> 부산-울산 외해 해저단층 분포와 활동특성 해석 - 고해상 탐사를 이용한 해저단층 위험성 규명 탄성과해석 인공지능모델 수립
	2021	<ul style="list-style-type: none"> 구룡포-울산 근해 해저단층 분포와 활동특성 해석 - 고해상 탐사를 이용한 해저단층 위험성 규명 인공지능 해석시스템 프로토타입 완성
	2022	<ul style="list-style-type: none"> 구룡포-울산 외해 해저단층 분포와 활동특성 해석 - 고해상 탐사를 이용한 해저단층 위험성 규명 지능형 해석시스템 구현 및 적용

5. 기타

연구선 사용계획

○ 이어도호: 2019. 06. 13 - 06. 20.(8일간)

제 2 장 AI기반 파랑기인 연안재해 모델링 플랫폼 및 해무 예측기술 개발

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 개요

○ 영상기반 파랑기인 연안재해 모델링 기술개발

- 트윈(스테레오) 드론을 이용한 연안재해 파랑 현상의 3차원 영상 관측 시스템 개발
- 해안 파랑관측 3차원 영상기반 수심지형 역계산 예측기술 개발

- 영상 AI기술을 이용한 연안 파랑 모델링 기술 개발

- 연안 쇄파대 및 포말대에
서 파랑은 센서를 통한 현
장관측이 어렵고, 현상자체
의 강한 비선형성으로 기
존의 수치모델 및 경험식
기반의 모델링 방법들에
부정확도가 높아 실제 활
용에 한계
- 이에 해안 CCTV 영상과
비디오 이해 및 생성 딥
러닝 기술을 이용하여 연
안 쇄파대 파랑 추출 및
비선형 파랑 모델링을 통
한 연안 파랑 예측

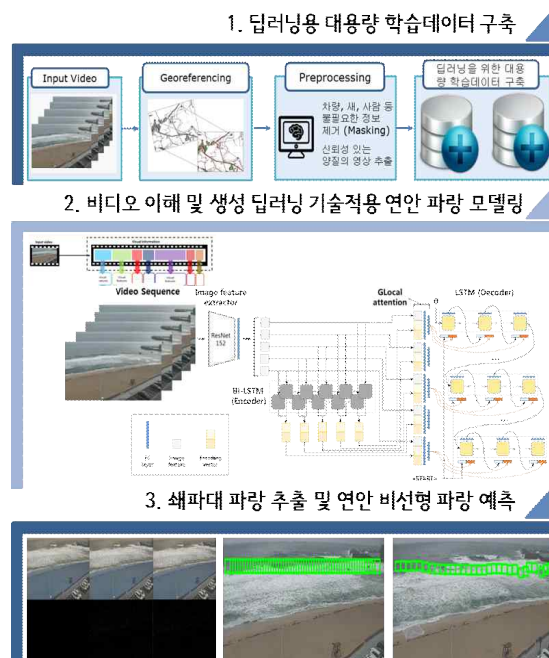


그림 21 영상 AI기반 연안파랑 모델링 기술 개념도

○ 지역해 파랑 예측시스템과 연계된 월파 예측시스템 구축

- 기개발 파랑 예측시스템(KOOS 등) 및 개선된 파랑 예측시스템과 연계된 주요항만 월파 예측 시스템 구축
- 대상항 선정 및 수심 및 해안 지형 및 구조물 조사
- 기상청 등 외해 파랑관측자료 수집 및 연안 파랑관측

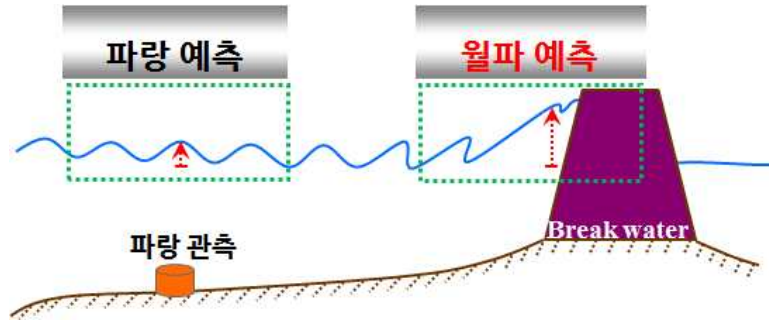


그림 2-2. 월파 예측시스템 모식도

○ 해양-대기-안개 결합 모델링 기반 해무 예측시스템 개발

- 3D 기상모델의 연직 해상도 (50m ~ near the surface) 문제로 인해 구름 미세물리과정이 overestimate되는 문제를 해결하기 위하여 대기-해양 결합 모델을 구축하고 1차원 안개 모델을 결합한 해무 예측시스템 개발
- 핵심기술 : 해양-대기 결합 모델링 기술 및 1차원 안개 모델의 결합 모델링 기술

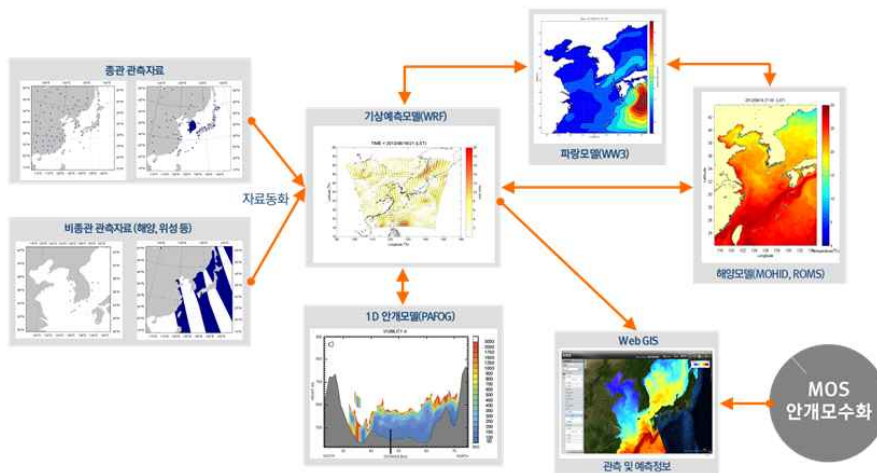


그림 2-3. 해무 예측시스템 개념도

- 해무예측모델 개선 및 고도화 및 시범운영

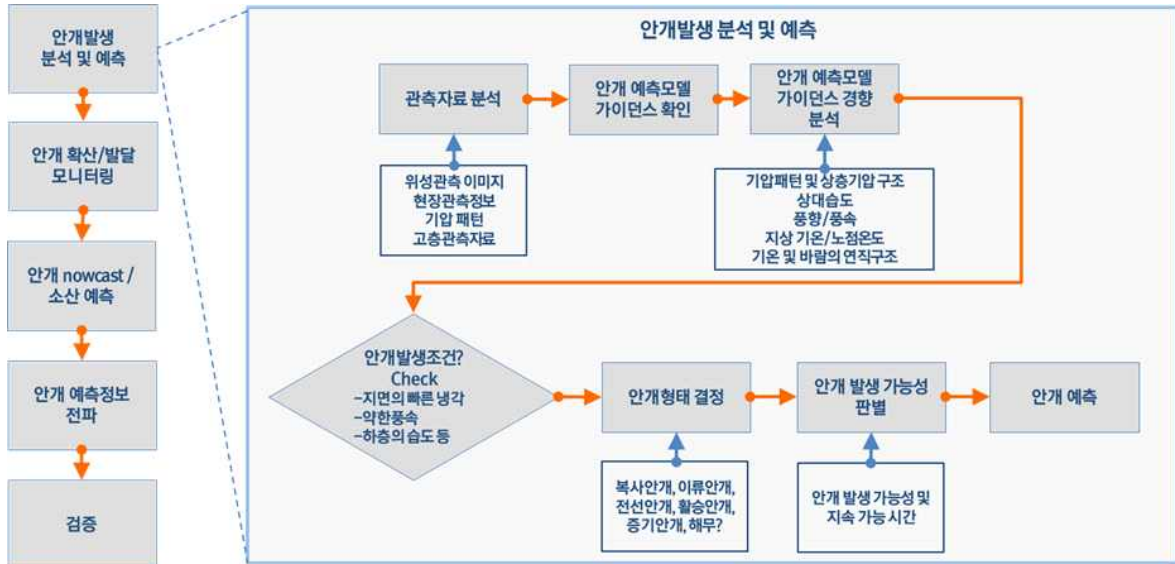


그림 2-4. 해무 예측모델 시범운영 개념도

2. 연구개발 대상의 국내외 현황

가. 국내연구 현황

○ 연안 파랑 및 월파 예측

- 국립해양조사원의 연구사업으로 수행된 “실시간 해수면(고파) 분석시스템 정확도 향상 연구(2013년)”에서는 동해안의 파랑 관측자료를 이용하여 너울성 고파의 발생역을 추정하는 너울성 고파 추정 시스템을 구축하였으나, 동해 남부해역에서는 정확성이 떨어지는 한계가 있음.
- 소방방재청의 연구사업(2013) “IT기술을 이용한 너울성파랑 대처기술 개발”에서는 기상청, 국립해양조사원 등 관계기관의 파랑관측부이로부터 너울성 파랑 특성의 분석을 분석하고 수치모형의 구축을 통하여 너울성 고파를 재현하기 위한 연구를 수행함.
- 해양수산부의 연구개발사업(2014~2018) “연안 이상현상(이상고파, 이안류) 발생원인 규명 및 대응체계 구축” 과제에서는 너울성 고파랑 및 이안류에 대한 예측모델의 정확도를 높이기 위해 발생원인 및 전파 메커니즘에 대한 수치모의기술을 연구중임.
- 국립해양조사원은 2011년부터 해운대 해수욕장에 대한 관측기반의 실시간 이안류 감시시스템을 구축하여 이안류 발생 가능성의 서비스를 제공하고 있음.

○ 해무 예측기술

- 안개/해무 예측에 특화된 모델의 개발 시도는 있어 왔으나 대부분 실패하였고, 기상분야에서 연구를 계속하고 있으나 현업용 해무예측시스템은 없음
- 기상연구소와 부산대학교가 연구용 예보모델 MM5을 개발하였으나 현업화 실패로 2003년 운영중단(해양효과를 반영 못하고 수평해상도가 낮음)
- 현재 기상청에서는 위성 및 UM 모델에서 산출된 안개 및 시정 정보와 지역 해양순환모델에서 산출된 냉수대 분포를 통해 해무 가능성을

예보하고 있으나, UM 지역모델의 해상도는 9km로 국지적 해무의 예·
경보에는 부적합함

- 기상청은 천리안위성 15분 간격영상, 일기도 및 수치모형 결합하여 광
역 해무 탐지 및 발생 여부를 판정하고 있으나 국지적 해무 예보는 못
하고 있음
- 연세대학교에서는 1차원 안개모델인 PAFOG와 3차원 수치모델을 결
합하여 해무예측 가능성 연구를 수행하였지만, 아직 기초적인 수준이
며 시스템의 운영기술 구축 연구가 필요함
- 한국해양과학기술원에서는 소청초 등 과학기지에서 해무 관측자료를
실시간으로 수집중임
- 국립해양조사원에서는 2017년 ‘항계안전을 위한 해무정보 생산기반 구
축’, 2018년 ‘항계안전을 위한 해무예측정보 서비스 개선 및 확대’ 사
업을 통해 11개 지점의 해무관측소를 운영하고 있으며, 인공지능망을
적용한 해무예측기법 개발, 인공위성자료 기반 해무탐지 영역 분류 알
고리즘 개발을 수행하고 있으며, 홈페이지를 통해 서비스 중임

※ 최근 10년 간 수행된 해무예측관련 기존 국내 연구

2015 연세대학교, ‘안전하고 경제적인 항행 항공예보기술 개발’ (기상청)

2011 연세대학교, ‘한반도 서해안 지역 안개 발생에 관한 기초 연구’ (교육과학기술부)

2010 부산대학교, ‘안개예보를 위한 통계적 예보 가이드스 개발’ (기상청)

2009 부산대학교, ‘국지성 해무 감시 및 예측시스템 구축방안 연구’ (국립해양조사원)

나. 국외연구 현황

○ 연안 파랑 및 월파 예측

- 미국, 일본 등 해외 선진국에서는 광범위한 해상 관측망을 이용하여 실시간으로 많은 관측자료를 확보하여 해양재해 요소들을 사전에 탐지하여 대비하는 경보체계를 운영하고 있음.
- 미국 파랑관측망은 연해, 외해 및 대륙붕 지역에 걸쳐서 구축되어 있어서, 깊은 바다에서 너울의 발생을 관측하여 미리 연안에 예측정보를 제공하고 있음.
- 일본의 국토교통성(항만국) 및 항만공학기술연구소에서는 일본의 전해역 72개 지점에 대해서 파랑관측망(NOWPHAS: Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HAbourS)을 구축하여 실시간 관측을 수행하고 있음.
- 연안에서 파랑의 처오름 및 월파에 대한 연구는 대부분 수리모형 실험을 통해 행해졌으며, 이를 통해 처오름 높이 및 월파량을 산정하는 실험식을 제시하는 형태로 행해졌음(Ahrens and Heimbaugh 1988; de Wall and van der Meer 1992; Hedges and Reis 1998; Besley 1999; Mori and Cox 2003, 등).
- 2000년도에는 유럽의 CLASH(Crest Level Assessment of Coastal Structure and Hazard Analysis)를 중심으로 하여 처오름 높이 및 월파에 대한 실험자료 데이터베이스가 구축되었으며, 이를 이용하여 새로운 처오름 높이 및 월파에 대한 경험식을 도출하였음(EurOtop, 2007).
- 미국은 이안류로 인한 인명피해 등 연안재해를 저감하기 위한 대응기술을 개발하기 위해, SANDYDUCK(NC, 1997), RIPEX(CA, 2001), NCEX(CA, 2003), MUDEX(Brazil, 2005), RCEX(CA, 2007) 등 연안 파랑 및 흐름에 대한 대대적인 관측실험 및 예측모형의 개발연구가 수행되어 왔음.
- 호주는 연안재해평가 연구사업(CoastSAFE Alive Project)에 의해 개

발된 연안 영상 모니터링 시스템(CoastalCOMS)을 활용하여 이안류 발생정보를 실시간으로 제공하는 연구를 수행중임.

- 유럽의 Deltares는 2010년 이후 실시간 연안 안전 예경보시스템 (Real-Time Safety on Sandy Coast)를 구축하여 폭풍해일, 너울 및 이안류 등에 대한 예측정보를 서비스하고 있음.

○ 해무 예측기술

- 국외 선진기관에서는 안개/해무를 예측하기 위한 연구가 활발히 수행되고 있으며, 관측 및 예측 연구가 병행되고 있음
- (미국) 뉴올리언스의 NOAA는 해무 예측 연구에 주력하고, 미국지질조사국(USGS)에서는 태평양 연안안개 프로젝트(Pacific Coastal Fog Project)를 수행하여 관측, 원격탐사, 수치모델링을 통한 연안의 안개 실시간/예측 정보를 제공하고 있음
- (유럽) 인공위성을 이용한 안개 탐지 기술 개발 및 검증에 집중하고 있음
- (독일) 독일기상청에서는 2002년 1차원 안개모델인 PAFOG를 개발하여 운영하고 있으나 육상에서 발생하는 복사무에 초점이 맞춰져 있음
- (중국) 정지궤도위성의 해무탐지기법 및 이를 활용한 수치모델 자료동화기술 개발 연구 수행

3. 연구개발의 중요성

○ 기술적 측면

- 파랑기인 연안 재해현상의 예측 정확도를 높이기 위해서는 양질의 관측자료의 확보가 필요하며, 이를 위해 차세대 AI 영상기술 도입하여 「해양+AI」 융합연구의 기반을 마련할 필요가 있음.
- 해양 빅데이터 활용의 극대화를 위해서 차세대 인공지능 기술을 해양 과학 분야에 도입하는 기반연구를 추진할 필요가 있음.
- 비정형 및 비선형의 특성을 갖는 해양재난·재해의 문제 해결을 위한 차세대 예측기술 개발로 국제적 원천기술을 확보하고 기술우위를 선점할 필요가 있음.
- 해양기후변화(지구온난화 및 극한기상변화)에 따라 해무의 발생빈도가 높아지고 안전사고 위험성도 증가할 것이므로 선제적 연구가 필요함.

○ 경제산업적 측면

- 기계학습 및 인공지능 등을 이용한 해양의 예측기술 개발을 통하여 해양분야 4차산업을 리딩할 필요가 있음.
- 해양 재난·재해 대응과 피해 저감을 통하여 해양산업 분야의 미래 경제 및 계획의 효율성을 증대시킬 필요가 있음.
- 물류 증가에 따른 항해선박, 연안도로의 차량, 항공기 안전에 필수 정보로써 안개 및 해무의 예측기술의 개발이 필요함.

○ 사회문화적 측면

- 최근 20여 년간 지속되고 있는 해안개발과 기후변화, 빈도와 강도가 증가 추세인 폭풍으로 동해안 너울성 고파랑, 해변침식에 따른 해안도로 및 호안 붕괴, 해수욕장의 이안류 발생, 서·남해안 해양장파 등 연안재해 현상이 빈번하게 발생하여 인명 및 재산 피해가 갈수록 급증하고 있으며, 향후 대규모 연안재해 발생 가능성이 매우 높음.

- 연안의 자연재해를 예방하고, 늘어나는 피해를 최소화하려면 파랑기인 연안재해의 특성 및 재해예방 연구, 각종 형태의 자연재해 감시 및 예측 기술 등의 개발이 요구됨.
- 해양기후변화(지구온난화 및 극한기상변화)에 따라 해무의 발생빈도가 높아지고 안전사고 위험성도 증가할 것이므로 선제적 연구가 필요함.
- 전체 해난사고의 13%가 해무로 인한 사고로, 해난사고의 효과적인 예방 및 저감대책을 세우기 위해서는 안개 및 해무에 대한 예측기술의 개발이 요구됨.

4. 선행연구 내용 및 결과

- 영상 AI기반 파랑기인 연안재해모델링 플랫폼 개발을 위한 예비연구(2018 Pilot Study)
 - 스테레오 영상으로부터 3차원 해수면 관측기법 개발에 관한 테스트 연구 수행

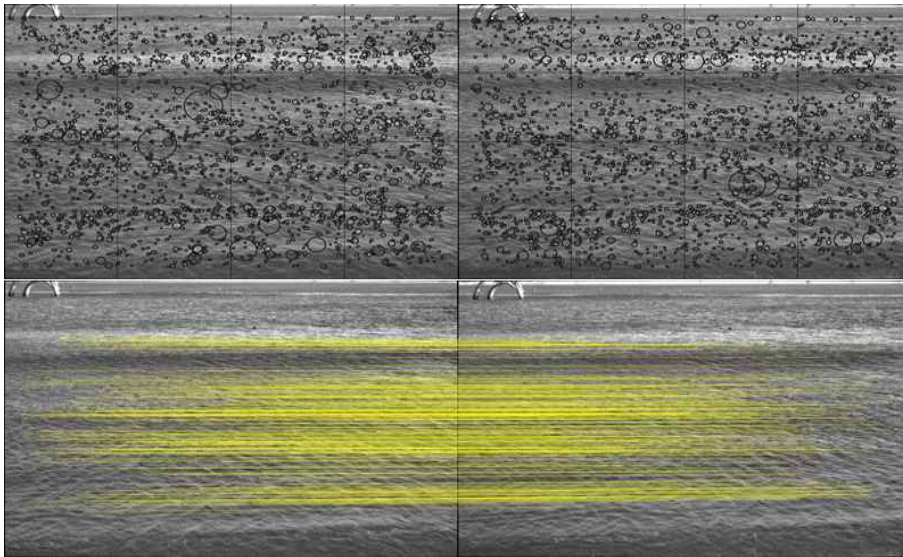


그림 25. 좌우 스테레오 영상으로부터 특징점 추출 및 매칭을 통한 3차원 해수면 복원과정

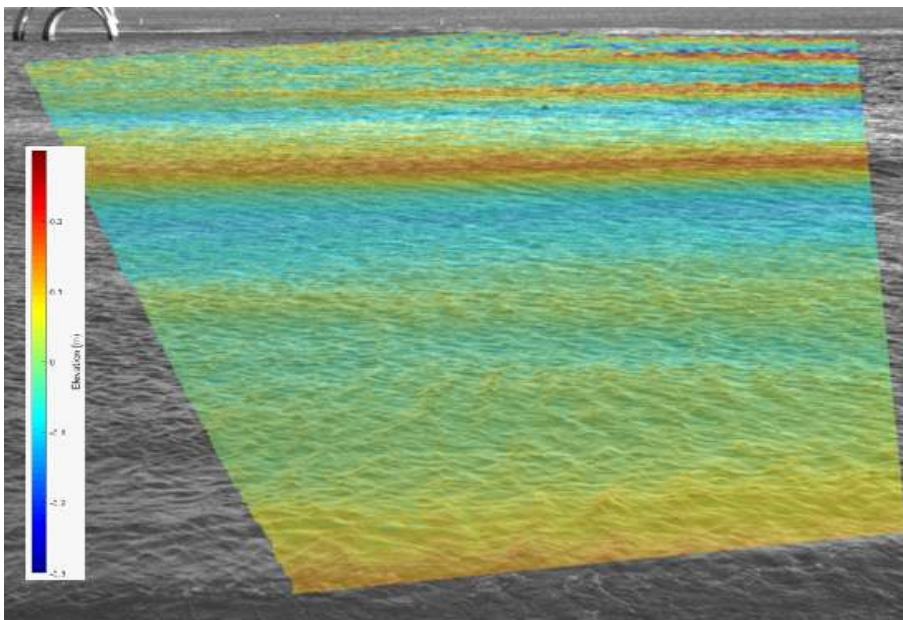


그림 2-6. 스테레오 영상이용 송도해수욕장에서 관측한 3차원 해수면결과.

- 영상 AI기술을 이용한 연안 쇄파대 파랑-흐름 인식 및 추적 기법 연구
 - 대용량 학습 비디오에 GAN(generative adversarial network) 모델기술을 적용하여, 해안 CCTV 영상으로부터 쇄파대에서 파랑 및 흐름에 대한 1)인식, 2)검출, 3)추적을 위한 시범적용 및 기술성능평가를 수행

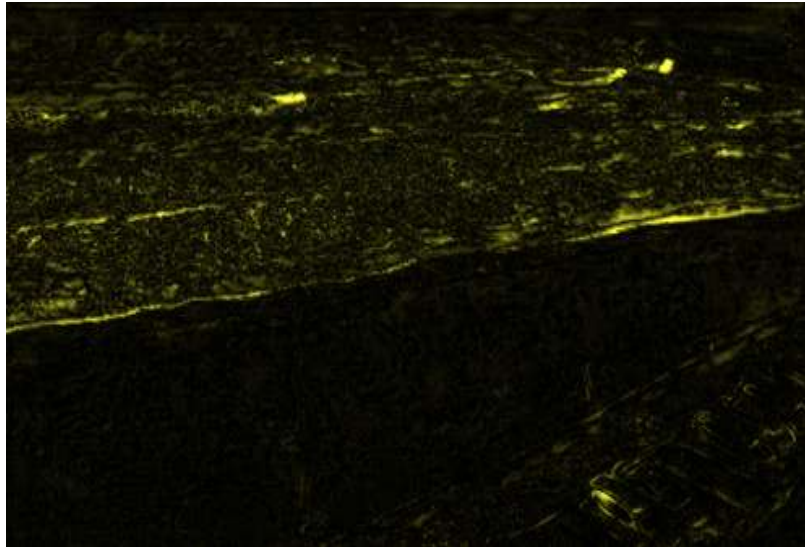


그림 27. 픽셀별 파랑 변화의 크기 맵(밝을수록 파랑의 위치 및 모양의 변화가 큼).

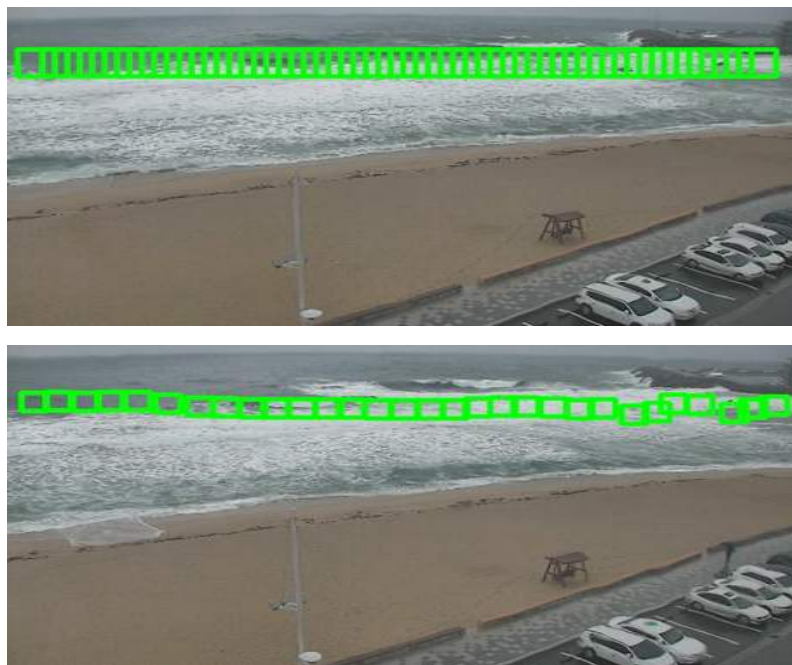


그림 2-8. 바운딩박스를 통한 추적결과 표현 예.

5. 연구개발과제 및 대상기술의 중복성

○ 연안 파랑 및 월파 예측기술

부처명	과제명	연구기관	연구책임자	유사성	차별성
해양수산부	이안류 거동특성 파악 및 예측감시기술 개발연구	한양대학교 에리카산학협력단 (2014.5.1.~ 2018.12.31)	윤성범	이상고파 및 이안류와 같은 연안이상현상 발생원인 규명 및 거동특성 파악에 관한 연구 수행	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 연구결과의 부정확도 및 불확실성이 높음. • 정도 높은 다양한 연안재해 현상 규명 및 예측을 위해 본 연구에서는 영상 시기술 적용을 통해 연안 파랑모델링 기술개발을 통해 보다 높은 정확도의 연안 재해재난 예측에 기여하고자 함
해양수산부	이안류 관측 및 발생구조 연구	성균관대학교 산학협력단 (2010.6.1.~ 2012.2.28)	이정렬	CCTV 및 해양관측장비 이용 이안류 발생원인과 메커니즘 규명 및 예측모델 개발	
KIOST	방파제 재해예방 경보시스템 시범설치 사업	KIOST (2010.4.1.~ 2012.5.31)	전기천	CCTV 이용 너울성 파도 실시간 모니터 및 경보 시스템 설치	
해양수산부	IT기술을 이용한 너울성파랑 대처기술 개발	군산대학교 (2011.5.1.~ 2014.4.30)	김태림	너울성 파랑 모니터링 기술 및 수치모델링 기술 개발	

○ 해무 예측기술

- ‘한반도 서해안 지역 안개 발생에 관한 기초 연구 (2011)’는 서해안 해무 발생의 특성을 연구한 기초 연구 결과를 제시하였고, 본 과제의 해무 예측기술 개발에 활용이 가능함
- ‘안전하고 경제적인 항행 항공예보기술 개발 (2015)’ 과제에서는 인천 공항의 안개 예측을 위한 시스템을 개발하였으나, 3차원 기상모델의 해상풍 및 습도 예측결과를 1차원 안개모델에 적용한 것으로 결합모델링을 개발하고자 하는 본 과제와는 차별됨
- ‘지구온난화추세 및 아열대기후 환경에서의 한반도 연안환경 기상영향 분석 및 정량적 예측기술 개발 (2009)’ 과제는 연안환경 변화에 따른 해무발생 기후의 변화를 예측한 연구로써 본 과제의 해무 예측시스템 개발과는 차별됨

부처명	사업명	과제명	연구기관	연구책임자
교육과학기술부	중견연구자지원사업	한반도 서해안 지역 안개 발생에 관한 기초 연구	연세대학교 산학협력단	염성수
기상청	기상기술개발사업	안전하고 경제적인 항행 항공예보기술 개발	연세대학교 산학협력단	전혜영
환경부	차세대핵심환경기술개발	지구온난화추세 및 아열대기후 환경에서의 한반도 연안환경 기상영향분석 및 정량적 예측기술 개발	부산대학교 산학협력단	하경자

6. 상위목표와의 연계성

- 해양과기원 임무 및 경영목표 등과의 연계성
 - 해양과기원 발전전략(2020)의 연안재해·재난 대응기술과 연계
 - 해양과학기술 및 해양산업 발전에 필요한 원천연구, 응용 및 실용화 연구

- 해양과기원 연구성과계획서 성과목표와의 부합성
 - 성과목표 4-2 : 해양 재난재해 피해저감을 위한 예측기술 개발
 - (4-2-2) 해무 예측 기반기술 개발
 - (4-2-3) 연안파랑 예측기술 개발

- 국가적 아젠다(정부 140대 국정과제, 제3차 과학기술기본계획 등)와의 연계성
- 문재인 정부 100대 국정과제
 - 전략 3 : 국민안전과 생명을 지키는 안심사회
 - (55)안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축
 - (56)통합적 재난관리체계 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화
 - 전략 4 : 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명
 - (33)소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축
 - (34)고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성
- 제4차 과학기술기본계획 중 (과제 17)안심하고 살 수 있는 안전한 사회 구현
 - 해양/해난 사고 예방·대응 및 신속 구난 시스템 개발
 - 재난현장 지원·대응을 위한 스마트 재난안전관리시스템 확보
 - 과학기술기반 국방역량 강화로 안보에 강한 나라 실현
- 해양수산R&D 중장기계획의 (전략1)해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대
 - 해양 관측/예보 시스템의 정확도 제고를 통한 국가 안전망 구축
 - 주변해역에 대한 과학조사 능력 확보에 직접적으로 연관

제 2 절 연구개발 목표 및 내용

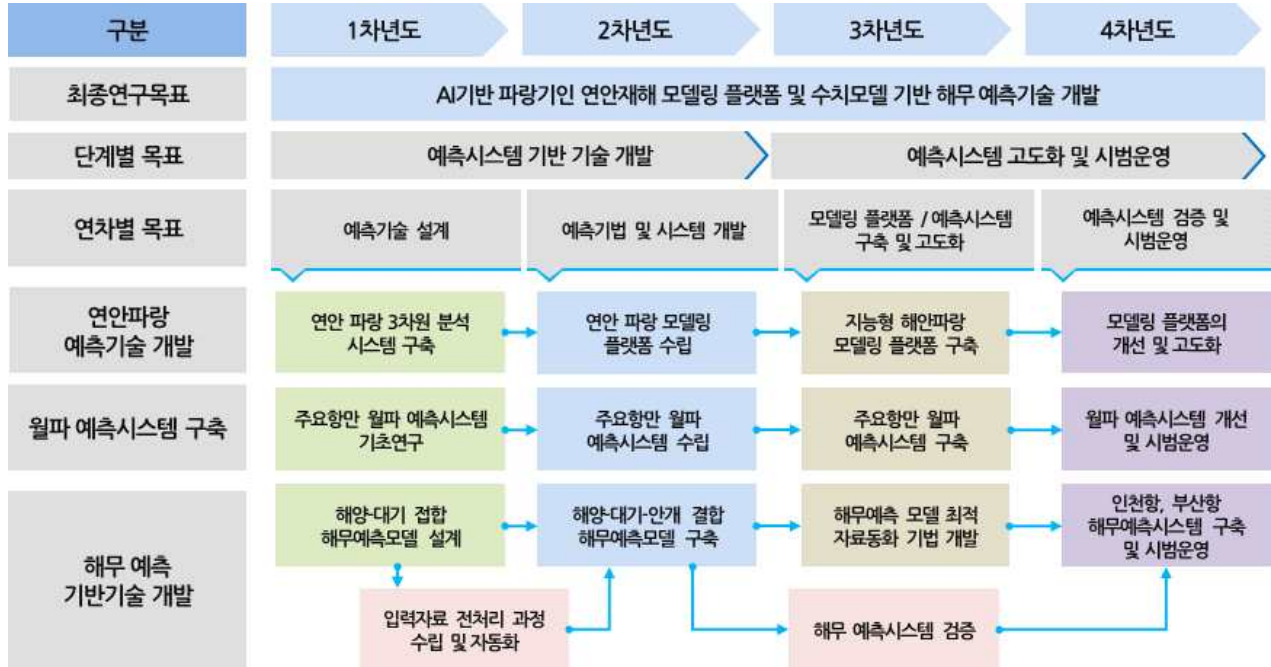
1. 연구개발의 목표 및 세부목표

가. 연구개발 최종목표

구분	제안과제	연구성과계획서 성과목표	부합여부
최종 목표	<ul style="list-style-type: none"> 영상기반 파랑기인 연안재해 모델링 기술 개발 해양-대기-안개 결합 모델링 기반 해무 예측시스템 개발 및 구축 (인천항, 부산항) 	<ul style="list-style-type: none"> 연안파랑 예측기술 개발 (주요 항만 월파 경보시스템 구축 및 AI 딥러닝기술 기반 해안파랑 및 연안월류 모델링 플랫폼 개발) 주요 항만 해무예측시스템 구축 (인천항, 부산항) 	동등
설정 근거	<ul style="list-style-type: none"> 기존 연구수행결과를 근거로 하며, 특히 해무예측기술은 초기 연구단계로 현업화된 예측시스템은 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 해양재난재해 대응과 피해저감을 위한 예측 기술 개발 및 예측정확도 향상 	동등
세부 목표	<ul style="list-style-type: none"> 영상 기반 파랑 관측/예측시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 파랑 관측정확도 95% 이상 - 수심 예측정확도 80% 이상 - 월파/쇄파대 파랑예측도 78% 이상 해무 예측 기반기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 주요항만 해무 예측시스템 구축 및 연도별 2% 정확도 향상 (최종목표 : 예측정확도 55%) 	<ul style="list-style-type: none"> 연안파랑 예측기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 지능형 해안파랑 및 연안월류 모델링 플랫폼 개발 - 주요항만 월파 경보시스템 구축 (예측정확도 78% 이상) 해무 예측 기반기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 주요항만 해무 예측시스템 구축 (예측정확도 55%) 	동등/초과

2. 연차별 연구개발 목표 및 내용

가. 연차별 연구개발 로드맵



나. 1차년도(2019년)

해당연도 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ 해양방위 탐사임무에 최적화된 통신 및 통제체계 자체 개발 ■ 해양방위 및 안전을 위한 무인 체계, 수중음향 분석 체계 및 해저 활성 단층 요소 기술 개발 ■ 부산-기장간 근해 해저 단층의 분포와 활동특성 해석 ■ 탄성파AI 학습자료구축
-----------------	--

해당연도 연구개발 목표	파랑기인 연안재해 모델링 플랫폼 및 예측시스템 기반 기술 설계
-----------------	------------------------------------

세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비(천원)	수행기관	가중치
연안파랑 3차원 분석 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연안 파랑 3차원 분석기술 개발 ■ 비디오 AI기술을 위한 딥러닝 학습용 대용량 학습/검증데이터 구축 ■ 베이스라인 딥러닝 모델 환경 구축 	244,000	KIOST	60%
주요항만 월파 예측시스템 기초연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 대상항 선정, 월파 예측 시스템 설계 ■ 월파예측모델 수립을 위한 자료 수집 	40,000	KIOST	10%
정밀격자 해무 예측시스템 설계	<ul style="list-style-type: none"> ■ 해양-대기 접합 해무예측모델 설계 ■ 입력자료 전처리 과정 수립 	120,000	KIOST	30%

연구개발내용 및 범위 상세기술 (1차년도)	
연안파랑 3차원 분석 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연안 파랑 3차원 분석기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 스테레오 영상으로부터 3차원 해수면 생성 알고리즘 개발 ○ 3차원 해수면 영상으로부터 파랑 및 연안류 정량화 알고리즘 개발 ■ 비디오 AI기술을 위한 딥러닝 학습용 대용량 학습 및 검증데이터 구축 <ul style="list-style-type: none"> ○ 동해 안목 해안 동시 2부 CCTV 영상 확보 및 지오퍼런싱을 통한 좌표보정 수행 ○ 약지도학습(weakly supervised learning)을 위한 영상 마스킹 등 영상 전처리 수행 ○ 대용량 영상자료 핸들링 및 딥러닝 학습 데이터셋 구축 ○ 전남대 분산공유형 수리모형실험을 통한 파랑변형 및 처오름-월파 예측과 비디오 영상 관측 및 자료 분석을 통한 검증 데이터셋 구축 ○ 동해 안목 해안 수심, 파랑, 유속 등 관측자료 확보 및 분석 ○ 기상 및 파랑 수치모델 재분석 자료 확보 및 분석 ■ 베이스라인 딥러닝 모델 환경 구축 <ul style="list-style-type: none"> ○ 구글 메모리 네트워크, 페이스북 VGG Net, GAN (Generative Adversarial Network) 모델 구현 및 테스트 (멀티 GPU 및 Python, Tensorflow, Caffe, PyTorch, Lua 등 개발환경) <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <p><해안 CCTV 영상 확보 및 전처리를 통한 딥러닝 학습데이터 구축></p> </div>

<p>주요항만 월파 예측시스템 기초연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 대상항 선정, 월파 예측시스템 설계 <ul style="list-style-type: none"> ○ 부산항을 포함한 주요항만 월파 사례 조사 ○ 월파 특성 파악 및 모델 선정 ■ 월파예측모델 수립을 위한 자료 수집 <ul style="list-style-type: none"> ○ 대상항 주변 수심 및 항만 구조물 자료 수집 ○ 대상항 주변 파랑관측자료 및 연안 파랑 예측자료 수집
<p>정밀격자 해무 예측시스템 설계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 해양-대기 결합 해무예측모델 설계 <ul style="list-style-type: none"> ○ 대기-해양-파랑 결합예측시스템 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 대기예측모델 (WRF), 해양순환모델 (ROMS), 파랑예측모델 결합 (WW3) - 경계입력자료를 위한 재분석장 및 대기모델 예측결과 수집 및 분석 - 대기-해양-파랑 결합예측시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> : 대기, 해양, 파랑 모델 간 교환변수 전송 모듈 개발 <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 접합모델 격자체계 수립 ■ 입력자료 전처리 과정 수립 <ul style="list-style-type: none"> ○ 초기/경계자료 수집 및 전처리 과정 수립 ○ 지상, 고층, 해양, 위성 관측자료 수집 및 자료동화 입력체계 구축

다. 2차년도(2020년)

해당연도 연구개발 목표	연안재해 모델링 플랫폼 및 예측시스템 개발			
세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비(천원)	수행기관	가중치
연안파랑 모델링 플랫폼 수립	<ul style="list-style-type: none"> 연안 파랑 3차원 영상기반 수심지형 역계산 예측기술 개발 비디오 이해 딥러닝 기술적용을 통한 연안 파랑 인식-검출-추적 기법 개발 	244,000	KIOST	60%
주요항만 월파 예측시스템 수립	<ul style="list-style-type: none"> 파랑 관측 월파예측모델 수립 	40,000	KIOST	10%
정밀격자 해무 예측시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> 해양-대기 결합모델과 1차원 안개모델의 결합체계 구축 입력자료 전처리 과정 자동화 모듈 개발 	120,000	KIOST	30%

연구개발내용 및 범위 상세기술 (2차년도)

연안파랑 모델링 플랫폼 수립

- 연안 파랑 3차원 영상기반 수심지형 역계산 예측기술 개발**

1. 스테레오 영상으로 입사파랑 관측

2. 입사파랑 특성량의 3차원 정량화

3. 비선형 파랑이론 이용, 수심지형 역계산 예측

$h = f(H, T, L)$

<연안 파랑의 3차원 영상으로부터 수심지형 역계산 예측 흐름도>
- 비디오 이해 딥러닝 기술적용을 통한 연안 파랑 인식-검출-추적 기법 개발**

<비디오 영상을 통한 객체 인식-검출-추적을 위한 딥러닝 모델 구조 (예) 컨셉 다이어그램>

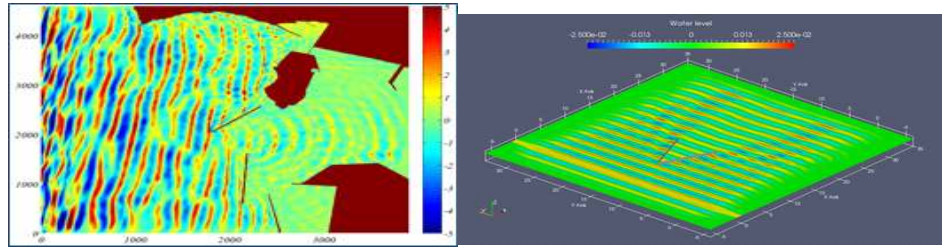
주요항만 월파
예측시스템 수립

■ 연안 파랑 관측

- 대상항 파랑 특성 연구를 위한 파랑 관측 수행

■ 월파예측모델 수립

- 항만내 굴절 및 회절 등이 고려된 대상 모델 선정 및 구축
- 지역해 파랑 예측시스템과 연계한 월파 예측 모델 구축

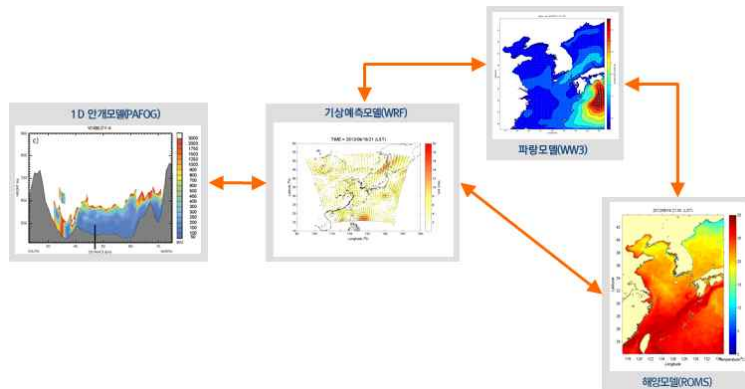


<부산항 인근 FUNWAVE-TVD 모형 적용 예(좌), CFD 모형(OpenFOAM)의 규칙파 적용성 검토(우)>

정밀격자 해무
예측시스템 개발

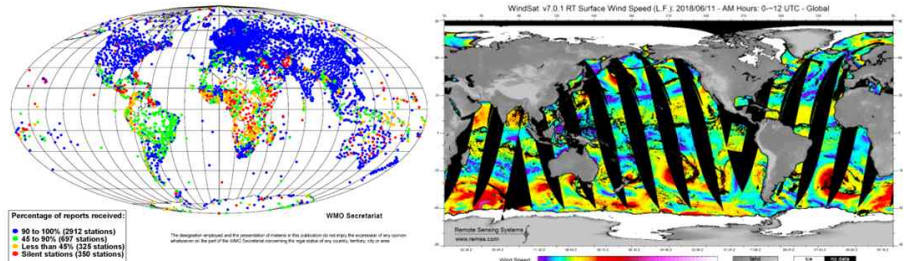
■ 해양-대기 결합모델과 1차원 안개모델의 결합체계 구축

- 대기-해양-파랑-1차원 안개모델 결합예측시스템 수립
 - 해양-대기 결합모델과 1차원 안개모델 (PAFOG)의 결합체계 구축
 - 대기, 해양, 파랑, 안개 모델 간 교환변수 전송 모듈 개발



■ 입력자료 전처리 과정 자동화 모듈 개발

- 초기/경계자료 수집 및 전처리 과정 자동화 모듈 개발
- 지상, 고층, 해양, 위성 관측자료 수집 및 자료동화 입력체계 자동화 모듈 개발



라. 3차년도(2021년)

해당연도 연구개발 목표	연안재해 모델링 플랫폼 / 예측시스템 구축 및 고도화
--------------	-------------------------------

세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비(천원)	수행기관	가중치
지능형 해안파랑 모델링 플랫폼 구축	<ul style="list-style-type: none"> 연안 파랑 예측정확도 개선을 위한 지능형 모델링 플랫폼 구축 비디오 생성 딥러닝 기술 적용을 통한 연안 파랑 생성 	244,000	KIOST	60%
주요항만 월파 예측시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> 파랑 및 월파 관측자료 수집 월파 예측 시스템 검증 및 고도화 	40,000	KIOST	10%
정밀격자 해무 예측시스템 고도화	<ul style="list-style-type: none"> 해무예측 시스템 최적 자료동화 기법 개발 해무 예측시스템 검증 	120,000	KIOST	30%

연구개발내용 및 범위 상세기술 (3차년도)

지능형 해안파랑 모델링 플랫폼 구축

- 연안 파랑 예측정확도 개선을 위한 지능형 모델링 플랫폼 구축**
 - 영상기술 이용 시공간 관측자료와 파랑 예측모델을 결합한 지능형 모델링 플랫폼 개발

<지능형 연안파랑 모델링 플랫폼 개념도>

- 비디오 생성 딥러닝 기술 적용을 통한 연안 파랑 생성기술 개발**
 - 비디오 영상에 대한 representation 학습, 움직이는 물체에 대한 scene dynamics 학습을 통한 전경-배경-마스크 등을 분리 생성, 업샘플링 등 비디오 합성을 통한 다중 딥러닝 모델 구조의 영상 생성 딥러닝 모델 개발

<안목 해안 CCTV 영상에 대한 물체 추적 딥러닝 기술 적용 예>

다. 4차년도(2022년)

해당연도 연구개발 목표	연안재해 모델링 플랫폼 / 예측시스템 검증 및 시범운영			
세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비(천원)	수행기관	가중치
지능형 해안파랑 모델링 플랫폼의 개선	<ul style="list-style-type: none"> ■ 지능형 해안파랑 모델링 플랫폼의 실효적 적용, 검증 및 개선 ■ 영상 AI기술 기반 비선형 연안 파랑 모델 구축 및 고도화 	244,000	KIOST	60%
주요항만(부산항 등) 월파 예측시스템 시범운영	<ul style="list-style-type: none"> ■ 월파예측 시스템 시범 운영 및 알림시스템 구축 	40,000	KIOST	10%
주요항만 해무 예측시스템 시범운영	<ul style="list-style-type: none"> ■ 부산항 및 인천항 해무예측시스템 구축 및 시범운영 	120,000	KIOST	30%

연구개발내용 및 범위 상세기술 (4차년도)

지능형 해안파랑 모델링 플랫폼의 개선

- **지능형 해안파랑 모델링 플랫폼의 검증 및 개선**
 - 영상기술 기반 파랑 관측, 수심 역계산 예측결과 및 파랑모델을 결합한 해안파랑 모델링 플랫폼의 실효적 적용을 통한 검증 및 개선
- **영상 AI기술 기반 비선형 연안 파랑모델 구축 및 고도화**
 - 비디오 생성 딥러닝 모델 적용을 통해 안목 해안 파랑 생성
 - 생성된 비디오 평가를 통한 단기 연안파랑 예측정도 평가 및 검증
 - 연안 파랑 인식-검출-추적 기술과 시공간 파랑 생성 기술을 통합한 영상 AI기반 비선형 연안 파랑모델 구축
 - 안목 해안 및 검증 데이터셋을 통한 성능평가를 통한 고도화 및 최적화

<영상 AI기술을 이용한 연안 파랑 모델링 기술 개념도>

주요항만 월파
예측시스템 구축

■ 월파 예측시스템 시범 운영 및 알림시스템 구축

- 주요항만 (부산항 포함)의 관측자료 및 예측자료를 이용한 월파 예측 시스템 구축
- 월파 여부를 사전에 파악할 수 있는 알림 시스템 구축



<월파 알림 시스템의 예>

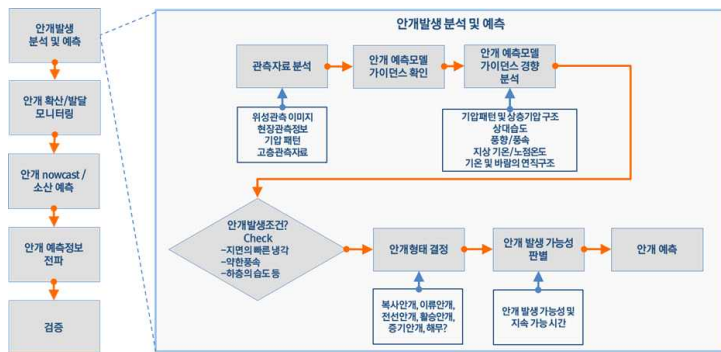
■ 월파 예측시스템 예측정확도 평가

- 연차별 Hindcasting을 통한 예측정확도 향상률 산출 및 제시

정밀격자 해무
예측시스템
고도화

■ 부산항 및 인천항 해무예측시스템 구축 및 시범운영

- 주요항만 2개소(부산항, 인천항)의 관측자료 및 예측자료를 이용한 해무발생 가이드
스 작성
- 해무 예측시스템 시범 운영 및 표출시스템 구축



■ 해무예측시스템 예측정확도 평가

- 연차별 Hindcasting을 통한 예측정확도 향상률 산출 및 제시

3. 연구개발의 창의성·혁신성·도전성 등

○ 파랑 예측기술

- 본 연구를 통해 해양 빅데이터 활용의 극대화를 위한 차세대 인공지능 기술 도입 기반을 구축하고, 별도의 지배방정식 없이 비정형화된 해양 문제 해결에 인공지능기술 도입 및 시범 적용연구 수행(기후변화 등 해양 장기변동성 이해·예측 및 연안 재해·재난 대응 등)
- KIOST의 선도 원천기술 확보 및 국제적 기술우위 선점, 관련업계 및 지자체와의 기술 산업화 가능성 높음

○ 해무 예측기술

- 우리원에 구축될 해무관측시스템(국립해양조사원)을 활용하여 부산항 및 주변지역에 특화된 해무예측시스템을 개발하고 부산시, 부산항만공사(BPA), 선박 등에 정보를 제공하는 사업 발굴 및 기술이전을 통한 경제적 성과 창출
 - 기존 연구들은 해양기인 재해인 해무를 기상 수치모델만을 활용하여 예측을 시도하였기 때문에 예측에 실패하였음
 - 해양-대기-안개 접합모델을 개발하고 그동안 축적된 장기간 관측자료를 활용한 통계모델의 결합을 통해 혁신적 기술 개발이 가능함
 - 부산의 3개 기관 (국립해양조사원, 부산지방기상청, 국립수산과학원) 및 부산항만공사(BPA)와 협력하여 관측-인공지능-수치모델 기반 예측으로 구성된 정확도 높은 해무예측시스템을 개발하고 부산지역 유관기관 및 해양클러스터의 협력과 실질적인 협업의 성공모델로 개발이 가능

4. 정량적 성과목표 및 성과지표

가. 1차년도(2019년)

구분	가중치 (%)*	설정목표(건)	성과목표(건)*	세부 가중치(%)	설정도(%) (설정목표/성과목표)		
과학적 성과	논문	mrnIF 61~이상					
		mrnIF 41~60					
		mrnIF 40점 이하	2	2	70	100	
		국내외 학술발표	0	2	10	-	
		국내 등재(후보)지	0	2	20	-	
	소계	2	6	100	300		
저서	0	국내 저서					
기술적 성과	특허	국제특허 출원					
		국제특허 등록					
		국내특허 출원	0	2	100	-	
		국내특허 등록					
경제적 성과	기술료	0	기술이전 성과				
사회적,인프라..	홍보활동	0	뉴스 등 언론보도				
	대외활동	5	세미나 개최	0	2	100	-
계	-	100	-	2	10	-	500

※ 정량목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 국내외 학술지에 논문게재 및 국내외 학술발표를 통한 연구목표의 달성도 근거 제시
 - 국내특허 출원을 통한 연구성과의 실용화 근거 마련

나. 2차년도(2020년)

구분	가중치 (%)*	설정목표(건)	성과목표(건)*	세부 가중치(%)	설정도(%) (설정목표/성과목표)		
과학적 성과	논문	mrnIF 61~이상					
		mrnIF 41~60					
		mrnIF 40점 이하	2	2	70	100	
		국내외 학술발표	0	3	10	-	
		국내 등재(후보)지	0	2	20	-	
	소계	2	7	100	350		
저서	0	국내 저서					
기술적 성과	특허	국제특허 출원					
		국제특허 등록					
		국내특허 출원	0	2	50	-	
		국내특허 등록	0	1	50	-	
경제적 성과	기술료	0	기술이전 성과				
사회적,인프라..	홍보활동	0	뉴스 등 언론보도				
	대외활동	5	세미나 개최	0	2	100	-
계	-	100	-	2	12	-	600

※ 정량목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 국내외 학술지에 논문게재 및 국내외 학술발표를 통한 연구목표의 달성도 근거 제시
 - 국내특허 출원 및 등록을 통한 연구성과의 실용화 근거 마련

다. 3차년도(2021년)

구분	가중치 (%)*	설정목표(건)	성과목표(건)*	세부 가중치(%)	설정도(%) (설정목표/성과목표)		
과학적 성과	논문	35	mrnIF 61~이상				
			mrnIF 41~60	1	1	50	100
			mrnIF 40점 이하	1	1	35	100
			국내외 학술발표	0	3	5	-
			국내 등재(후보)지	0	2	10	-
			소계	2	7	100	350
저서	0	국내 저서					
기술적 성과	특허	20	국제특허 출원				
			국제특허 등록				
			국내특허 출원	0	2	50	-
			국내특허 등록	0	1	50	-
경제적 성과	기술료	35	기술이전 성과	0	1	100	-
사회적,인프라..	홍보활동	5	뉴스 등 언론보도	0	1	50	-
	대외활동	5	세미나 개최	0	2	50	-
계	-	100	-	2	14	-	700

※ 정량목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 국내외 학술지에 논문게재 및 국내외 학술발표를 통한 연구목표의 달성도 근거 제시
 - 국내특허 출원 및 등록을 통한 연구성과의 실용화 근거 마련

라. 4차년도(2022년)

구분	가중치 (%)*	설정목표(건)	성과목표(건)*	세부 가중치(%)	설정도(%) (설정목표/성과목표)		
과학적 성과	논문	30	mrnIF 61~이상				
			mrnIF 41~60	1	1	50	100
			mrnIF 40점 이하	1	1	35	100
			국내외 학술발표	0	3	5	-
			국내 등재(후보)지	0	2	10	-
			소계	2	7	100	350
저서	20	국내 저서		1	100	-	
기술적 성과	특허	10	국제특허 출원				
			국제특허 등록				
			국내특허 출원	0	2	50	-
			국내특허 등록	0	1	50	-
경제적 성과	기술료	30	기술이전 성과	0	1	100	-
사회적,인프라..	홍보활동	5	뉴스 등 언론보도	0	1	50	-
	대외활동	5	세미나 개최	0	2	50	-
계	-	100	-	2	15	-	750

※ 정량목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 국내외 학술지에 논문게재 및 국내외 학술발표를 통한 연구목표의 달성도 근거 제시
 - 국내특허 출원 및 등록 등 지적재산권의 기술이전을 통한 연구성과의 실용화

5. 정성적 성과목표 및 성과지표

□ 1차년도 (2019년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
과량 예측정확도 향상	70%	예측정확도 향상률 >2%	예측정확도 향상률 >2%	동등
월과 예측정확도 향상	6%	예측정확도 향상률 >2%	예측정확도 향상률 >2%	동등
해무 예측시스템 구축	24%	해무예측시스템 수립	해무예측시스템 실행 프로그램 등록 1건	동등
계	100%			동등

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 예측시스템의 정확도 향상을 제시 할 수 있는 지표로써 예측정확도 향상률($\% = (A - B) \times 100 / A$)을 제시함
 (단, A: 전년도 예측오차 (RMSE), B: 당해년도 예측오차 (RMSE) 또는 기준년도 예측오차 (RMSE))
 - 해무 예측시스템 수립을 위해 예측시스템 실행 소프트웨어 등록으로 설정

□ 2차년도 (2020년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
과량 예측정확도 향상	70%	예측정확도 향상률 >2%	예측정확도 향상률 >2%	동등
월과 예측정확도 향상	6%	예측정확도 향상률 >2%	예측정확도 향상률 >2%	동등
해무 예측정확도 향상	24%	예측정확도 향상률 >2%	예측정확도 향상률 >2%	동등
계	100%			동등

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 예측시스템의 정확도 향상을 제시 할 수 있는 지표로써 예측정확도 향상률($\% = (A - B) \times 100 / A$)을 제시함
 (단, A: 전년도 예측오차 (RMSE), B: 당해년도 예측오차 (RMSE) 또는 기준년도 예측오차 (RMSE))

□ 3차년도 (2021년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
과량 예측정확도 향상	70%	예측정확도 향상률 >2%	예측정확도 향상률 >2%	동등
월과 예측정확도 향상	6%	예측정확도 향상률 >2%	예측정확도 향상률 >2%	동등
해무 예측정확도 향상	24%	예측정확도 향상률 >2%	예측정확도 향상률 >2%	동등
계	100%			동등

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 예측시스템의 정확도 향상을 제시 할 수 있는 지표로써 예측정확도 향상률($\% = (A - B) \times 100 / A$)을 제시함
 (단, A: 전년도 예측오차 (RMSE), B: 당해년도 예측오차 (RMSE) 또는 기준년도 예측오차 (RMSE))

□ 4차년도 (2022년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
과량 예측정확도 향상	70%	예측정확도 향상률 >2%	예측정확도 향상률 >2%	동등
월과 예측정확도 향상	6%	예측정확도 향상률 >2%	예측정확도 향상률 >2%	동등
해무 예측정확도 향상	24%	예측정확도 향상률 >2%	예측정확도 향상률 >2%	동등
계	100%			동등

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
 - 예측시스템의 정확도 향상을 제시 할 수 있는 지표로써 예측정확도 향상률($\% = (A - B) \times 100 / A$)을 제시함
 (단, A: 전년도 예측오차 (RMSE), B: 당해년도 예측오차 (RMSE) 또는 기준년도 예측오차 (RMSE))

제 3 절 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계

1. 연구개발 추진전략·방법

- 영상 AI 기반 파랑기인 연안재해모델링 기반기술 개발
 - 영상기반 파랑추출 및 파랑예측 등 파랑관련 국제 최고 수준의 기술력을 보유한 네덜란드 Deltares 및 이탈리아 해양연구소 ISMAR-CNR 등과 공동연구 추진을 통한 트윈드론 3차원 영상관측시스템 개발
 - 전세계적으로 유일무이하게 이용되고 있는 연안재해 평가를 위한 대형 수리모형실험 자료를 확보하고 있는 네덜란드 Delft 공대 및 Deltares, 영국 기상청, 호주 기상청 전문과들과의 연구협력 네트워크 구축 및 개발될 영상 AI기반 연안재해 예측기술에 대한 우위 선점 및 활발한 국제공동연구 수행
 - Google, Facebook에서 개발한 인공지능 Open API를 활용한 영상 AI 기반 파랑 모델링 연구 수행
 - 과학기술정보통신부 인공지능 국가전략프로젝트 ‘차세대 비디오지능 기술 개발 (2017~2021, 연간 60억)’을 수행 중인 KAIST, 서울대학교와의 협력연구를 통한 비디오지능기술 개발 도입 및 파랑 모델링과의 접목 연구 수행

- 기 관측되고 있는 관측자료를 수집하여 해무 예측시스템 검증 및 자료동화에 활용
 - 국립해양조사원에서 운영 중인 우리원 제4연구동 옥상의 해무 관측장비로부터 자료를 수집하여 활용
 - 세 곳의 종합해양과학기지에서 관측하고 있는 해무 및 해양-대기 상호작용 분석을 위한 플릭스 자료 활용
 - 부산지방 기상청과 국립해양조사원에서 개발하고 있는 인공지능 기반 해무예측기술 정보 수집



2. 연구개발 추진체계

연구개발과제		총 참여 연구원																					
과제명	시 기반 파랑기인 연안재해 모델링 플랫폼 및 해무 예측기술 개발	주관연구책임자 (유제선) 외 총 25명																					
<table border="1"> <tr> <td>한국해양과학기술원</td> <td>경북대(위탁)</td> <td>한국해양과학기술원</td> <td>한국해양과학기술원</td> </tr> <tr> <td>영상 시 기반 파랑기인 연안 파랑 모델링 플랫폼 개발</td> <td>대용량 비디오 학습을 위한 딥러닝 베이스라인 모델 및 환경 구축 연구</td> <td>주요항만 (부산항 포함) 월파 예측시스템 구축</td> <td>해무 예측기술 개발</td> </tr> <tr> <td>(유제선) 외 12명</td> <td>(김재일) 외 1명</td> <td>(최진용) 외 2명</td> <td>(허기영) 외 7명</td> </tr> <tr> <td>담당기술개발내용</td> <td>담당기술개발내용</td> <td>담당기술개발내용</td> <td>담당기술개발내용</td> </tr> <tr> <td>영상기술 이용 파랑관측 및 예측시스템 개발</td> <td>연안 파랑 및 시기술 융합연구를 위한 딥러닝 모델환경 구축 및 제공</td> <td>주요항만 (부산항 포함) 월파 예측시스템 구축</td> <td>수치모델 기반 해양-대기-안개 결합 해무예측시스템 개발</td> </tr> </table>		한국해양과학기술원	경북대(위탁)	한국해양과학기술원	한국해양과학기술원	영상 시 기반 파랑기인 연안 파랑 모델링 플랫폼 개발	대용량 비디오 학습을 위한 딥러닝 베이스라인 모델 및 환경 구축 연구	주요항만 (부산항 포함) 월파 예측시스템 구축	해무 예측기술 개발	(유제선) 외 12명	(김재일) 외 1명	(최진용) 외 2명	(허기영) 외 7명	담당기술개발내용	담당기술개발내용	담당기술개발내용	담당기술개발내용	영상기술 이용 파랑관측 및 예측시스템 개발	연안 파랑 및 시기술 융합연구를 위한 딥러닝 모델환경 구축 및 제공	주요항만 (부산항 포함) 월파 예측시스템 구축	수치모델 기반 해양-대기-안개 결합 해무예측시스템 개발		
한국해양과학기술원	경북대(위탁)	한국해양과학기술원	한국해양과학기술원																				
영상 시 기반 파랑기인 연안 파랑 모델링 플랫폼 개발	대용량 비디오 학습을 위한 딥러닝 베이스라인 모델 및 환경 구축 연구	주요항만 (부산항 포함) 월파 예측시스템 구축	해무 예측기술 개발																				
(유제선) 외 12명	(김재일) 외 1명	(최진용) 외 2명	(허기영) 외 7명																				
담당기술개발내용	담당기술개발내용	담당기술개발내용	담당기술개발내용																				
영상기술 이용 파랑관측 및 예측시스템 개발	연안 파랑 및 시기술 융합연구를 위한 딥러닝 모델환경 구축 및 제공	주요항만 (부산항 포함) 월파 예측시스템 구축	수치모델 기반 해양-대기-안개 결합 해무예측시스템 개발																				

3. 연구개발 추진일정

추진 일정														
해당 연도	세부 성과 목표	월별 추진 일정												책임자 (소속기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2019	연안파랑 3차원 분석시스템 구축													유제선 (KIOST)
	월파 예측시스템 기초연구													최진용 (KIOST)
	정밀격자 해무 예측시스템 설계													허기영 (KIOST)
2020	연안파랑 모델링 플랫폼 수립													유제선 (KIOST)
	주요항만 월파 예측시스템 수립													최진용 (KIOST)
	정밀격자 해무 예측시스템 개발													허기영 (KIOST)
2021	지능형 해안파랑 모델링 플랫폼 구축													유제선 (KIOST)
	주요항만 월파 예측시스템 구축													최진용 (KIOST)
	정밀격자 해무 예측시스템 고도화													허기영 (KIOST)
2022	지능형 파랑 모델링 플랫폼의 개선													유제선 (KIOST)
	주요항만 월파 예측시스템 개선													최진용 (KIOST)
	주요항만 해무 예측시스템 시범운영													허기영 (KIOST)

제 4 절 연구개발 성과의 중요성 및 기대효과

1. 연구개발 성과의 중요성

- 기존의 경험식 및 물리이론식 기반의 파랑 예측모델이 가지고 있었던 예측정도의 한계를 획기적으로 개선하기 위한 영상 AI기반 파랑기인 연안재해모델링 플랫폼 및 예측기술 개발 필요
 - 비정형 특성의 해양재난·재해 문제 해결을 위한 국제 선도 원천기술 확보 및 기술우위 선점
- 스테레오 영상을 통한 파랑기인 연안 재해현상 모델링을 위한 차세대 AI 영상기술 도입을 통해 「해양+AI」 융합연구 기반 마련
 - 국제적 우수 연구성과 도출 및 관련 업계 및 지자체와의 기술 산업화 추진
- 해무 연구에서 가장 어려웠던 것은 해양 기상 관측자료, 특히 해무 관측자료가 부족하였기 때문이었으나, 최근 국립해양조사원에서 해무를 관측하기 위한 관측소를 대폭 확충하였음
- 특히 현업 수치예보 모형은 조밀한 영역을 표현하는데 무리가 있어 안개예측이 어려움
 - 조밀한 영역을 수치모의할 수 있는 1차원 모형과 현업 수치모형을 접합하여 예측성 향상을 기대할 수 있음
- 부산지역 유관기관 및 해양클러스터 유관기관들의 협력과 실질적인 협업을 통해 관측-인공지능
 - 수치모델 기반 해무예측시스템을 개발하여 지역사회에 기여 가능
- 정밀격자 해무 예측시스템을 개발하여 해무 사고위험 및 안전운전 정보를 제공함으로써 해무로 인한 사고 예방 및 사고피해를 최소화하는 기술을 개발하고자 함

2. 연구개발 성과의 활용방안

- 영상 AI기반 파랑기인 연안재해모델링 플랫폼 개발로 너울고파, 방파제월파, 위험이안류, 연안쇄파, 연안월류, 육빈침식 등 각종 연안재해 예측 및 대응방안 수립에 활용
- 연안 구조물 설계 및 너울성 고파랑·이안류 예측, 연안침식 방지를 위한 해안사구 복원·설계 기초자료 제공
- 기후변화 등 장기 해양변동성 분석과 연안 재해재난 예측·대응 등 해양 빅데이터 활용 극대화 및 차세대 인공지능기술 도입 및 시범 적용 연구
- 차세대 인공지능기술과 KIOST 니즈 분석을 통한 해양과학분야 융합연구 도출 및 연구 활성화 기여
- 본 연구의 결과는 해무 발생을 결정하는 중요 기상학적 요인에 대한 이해를 증진하는데 기여할 것이며, 직접적인 영향을 받는 주요 항만이나 주요공항, 안개로 인한 피해가 빈번한 서해안 고속도로 주변에서의 안개 예측을 개선하기 위한 가이드라인으로 활용이 가능함
- 안개의 피해를 줄이고자 시도될 수 있는 안개 소산 실험이 수행될 경우 매우 중요한 기초 자료로도 활용
- 해무관측시스템(국립해양조사원)과 더불어 부산항 및 주변지역에 특화된 해무예측시스템을 개발하고 부산시, 부산항만공사(BPA), 선박 등에 정보를 제공하는 사업 발굴 및 기술이전을 통한 경제적 성과 창출, 또한 기상청과 교류를 통한 예측정보 제공 노력

3. 기대효과

[기술적 측면]

○ [파랑 예측기술]

- 드론촬영 및 CCTV를 이용한 시공간 해안 및 파랑 관측기술 개발로 고가의 수입장비 대비 수입대체효과가 있으며, 수출을 통한 부가가치 생산도 가능할 것으로 판단됨.
- AI기술 이용 파랑 및 해수면 모형을 개발함으로써 파랑 및 해수면 모형의 성능이 향상될 것으로 예상

○ [해무 예측기술]

- 대기-해양 접합모델링 및 안개/해무예측 수치모델링 기술 확보 및 선점
- 해무는 예측이 가장 어려운 해양기상 요소 중 하나임. 해외 및 국내의 경우 해무 예측연구는 초기 연구 단계이므로 해무 예측 기술 선점이 가능함
- 안개 발생/소멸 메커니즘에 대한 과학적 연구결과 제공

[경제·산업적 측면]

○ [파랑 예측기술]

- 본 연구를 통하여 개발된 해안 파랑 및 지형 관측시스템, AI기반 모델링 플랫폼 등 연구성과물의 기술이전으로 해양산업 발전에 기여

- 정도 높은 해안의 시공간 관측자료 및 예측자료의 생산기술을 보급함으로써 국가 연안개발 및 연안정비 사업의 효율 극대화에 기여

○ [해무 예측기술]

- 항해 안전 확보, 해상사고 저감, 해양레저 및 이용객 편의 증진, 군·경 작전지원
- 해무는 해상충돌 사고의 최대 원인(약 23%) 예방에 따른 인명 및 재산 피해 저감
- 유류선박 충돌 및 좌초로 인한 해양환경피해 저감

[사회적 측면]

○ [과량 예측기술]

- 트윈드론 기반 관측시스템 및 AI기반 예측시스템의 지자체/유관기관 기술이전으로 인명 및 재산피해를 저감하고 안전하고 쾌적한 연안환경을 유지하는데 기여
- 드론 및 AI영상 기술을 활용한 연안재해 평가 및 모델링 신기술 개발로 해양분야 제4차산업 세계적 최신퉴chnology 선점

○ [해무 예측기술]

- 항해 안전 확보, 해상 및 해상교량의 교통사고 저감에 기여
- 안전한 해양레저 및 효과적인 어업 활동으로 해양관광 및 수산사업 활성화
- 군·경 해상작전 지원에 따른 안보 강화로 사회 안전에 기여

제 5 절 과제제안요구서(RFP)

성과목표4-2	해양 재난·재해 피해저감을 위한 예측기술 개발
---------	---------------------------

과제제안요구서(RFP)

중과제	<input type="checkbox"/> (기후·해양환경 변화 대응) 기후변화 예측 및 해양환경변화 대응 <input type="checkbox"/> (해양전략자원 개발) 해양바이오·전략광물자원 개발 및 미개척 대양 신자원 탐사 <input type="checkbox"/> (첨단해양공학기술 창출) 해양공학핵심기술 및 첨단장비 개발 <input checked="" type="checkbox"/> (해양영토관리) 해양방위·재난 및 공간관리 기술 개발		
제안 과제명(안)	AI기반 파랑기인 연안재해 모델링 플랫폼 및 해무 예측기술 개발		
총연구기간	'19.1.1 ~ '22.12.31 (4년)		
총연구비	1,600백만원	'19년도 연구비	400백만원

1. 연구개발의 필요성

(지원근거)

- 해양과기원 기관고유미션 및 연구성과계획서와의 연계성
 - 성과목표 4-2 : 해양 재난재해 피해저감을 위한 예측기술 개발
 - (4-2-2) 해무 예측 기반기술 개발
 - (4-2-3) 연안파랑 예측기술 개발
 - 해양과기원 발전전략(2020)의 연안재해·재난 대응기술과 연계
- 국가적 아젠다(정부 국정과제, 제4차 과학기술기본계획 등)와의 연계성
 - 문재인 정부 100대 국정과제
 - 전략 3 : 국민안전과 생명을 지키는 안심사회의 (55)안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축, (56)통합적 재난관리 체계 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화와 연계
 - 전략 4 : 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명의 (33)소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축, (34)고부

가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성과 연계

- 제4차 과학기술기본계획 중 (과제 17)안심하고 살 수 있는 안전한 사회 구현
 - 해양/해난 사고 예방·대응 및 신속 구난 시스템 개발, 재난현장 지원·대응을 위한 스마트 재난안전관리시스템 확보와 과학기술기반 국방역량 강화로 안보에 강한 나라 실현과 연계
- 해양수산R&D 중장기계획의 (전략1)해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대
 - 해양 관측/예보 시스템의 정확도 제고를 통한 국가 안전망 구축 및 주변해역에 대한 과학조사 능력 확보에 직접적으로 연관

□ (필요성)

○ 기술적 측면

- 파랑기인 연안 재해현상의 예측 정확도를 높이기 위해서는 양질의 관측자료의 확보가 필요하며, 이를 위해 차세대 AI 영상기술 도입하여 「해양+AI」 융합연구의 기반을 마련할 필요가 있음.
- 해양 빅데이터 활용의 극대화를 위해서 차세대 인공지능 기술을 해양과학 분야에 도입하는 기반연구를 추진할 필요가 있음.
- 비정형 및 비선형의 특성을 갖는 해양재난·재해의 문제 해결을 위한 차세대 예측기술 개발로 국제적 원천기술을 확보하고 기술우위를 선점할 필요가 있음.
- 해양기후변화(지구온난화 및 극한기상변화)에 따라 해무의 발생빈도가 높아지고 안전사고 위험성도 증가할 것이므로 선제적 연구가 필요함.

○ 경제·산업적 측면

- 기계학습 및 인공지능 등을 이용한 해양의 예측기술 개발을 통하여 해양분야 4차산업을 리딩할 필요가 있음.
- 해양 재난·재해 대응과 피해 저감을 통하여 해양산업 분야의 미래경제 및 계획의 효율성을 증대시킬 필요가 있음.

- 물류 증가에 따른 항해선박, 연안도로의 차량, 항공기 안전에 필수 정보로써 안개 및 해무의 예측기술의 개발이 필요함.

○ 사회·문화적 측면

- 최근 20여 년간 지속되고 있는 해안개발과 기후변화, 빈도와 강도가 증가 추세인 폭풍으로 동해안 너울성 고파랑, 해변침식에 따른 해안도로 및 호안 붕괴, 해수욕장의 이안류 발생, 서·남해안 해양장과 등 연안재해 현상이 빈번하게 발생하여 인명 및 재산 피해가 갈수록 급증하고 있으며, 향후 대규모 연안재해 발생 가능성이 매우 높음.
- 연안의 자연재해를 예방하고, 늘어나는 피해를 최소화하려면 파랑기인 연안재해의 특성 및 재해예방 연구, 각종 형태의 자연재해 감시 및 예측 기술 등의 개발이 요구됨.
- 해양기후변화(지구온난화 및 극한기상변화)에 따라 해무의 발생빈도가 높아지고 안전사고 위험성도 증가할 것이므로 선제적 연구가 필요함.
- 전체 해난사고의 13%가 해무로 인한 사고로, 해난사고의 효과적인 예방 및 저감대책을 세우기 위해서는 안개 및 해무에 대한 예측기술의 개발이 요구됨.

2. 연구개발 동향

□ 국내

연안 파랑예측 관련

- 국립해양조사원의 연구사업으로 수행된 “실시간 해수면(고파) 분석시스템 정확도 향상 연구(2013년)”에서는 동해안의 파랑 관측자료를 이용하여 너울성 고파의 발생역을 추정하는 너울성 고파 추정 시스템을 구축하였으나, 동해 남부해역에서는 정확성이 떨어지는 한계가 있음.
- 소방방재청의 연구사업(2013) “IT기술을 이용한 너울성과파랑 대처기술 개발”에서는 기상청, 국립해양조사원 등 관계기관의 파랑관측부이로부터 너울성 파랑 특성의 분석을 분석하고 수치모형의 구축을 통하여 너울성 고파를 재현하기 위한 연구를 수행함.

- 해양수산부의 연구개발사업(2014~2018) “연안 이상현상(이상고파, 이안류) 발생원인 규명 및 대응체계 구축” 과제에서는 너울성 고파랑 및 이안류에 대한 예측모델의 정확도를 높이기 위해 발생원인 및 전파 메커니즘에 대한 수치모의기술을 연구중임. I
- 국립해양조사원은 2011년부터 해운대 해수욕장에 대한 관측기반의 실시간 이안류 감시시스템을 구축하여 이안류 발생 가능성의 서비스를 제공하고 있음.

해무예측 관련

- 안개/해무 예측에 대해 특화된 모델의 개발 시도가 있어 왔으나 대부분 실패하였고, 기상분야에서 연구를 계속하고 있으나 현업용 해무예측시스템은 없음.
- 국립해양조사원에서는 2017년 ‘항계안전을 위한 해무정보 생산기반 구축’, 2018년 ‘항계안전을 위한 해무예측정보 서비스 개선 및 확대’ 사업을 통해 11개 지점의 해무관측소를 운영하고 있으며, 인공지능망을 적용한 해무예측기법 개발, 인공위성자료 기반 해무탐지 영역 분류 알고리즘 개발을 수행하고 있으며, 홈페이지를 통해 서비스 중임.

□ 국외

연안 파랑예측 관련

- 미국, 일본 등 해외 선진국에서는 광범위한 해상 관측망을 이용하여 실시간으로 많은 관측자료를 확보하여 해양재해 요소들을 사전에 탐지하여 대비하는 경보체계를 운영하고 있음.
- 미국 파랑관측망은 연해, 외해 및 대륙붕 지역에 걸쳐서 구축되어 있어서, 깊은 바다에서 너울의 발생을 관측하여 미리 연안에 예측정보를 제공하고 있음.
- 일본의 국토교통성(항만국) 및 항만공항기술연구소에서는 일본의 전해역 72개 지점에 대해서 파랑관측망(NOWPHAS: Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HAbourS)을 구축하여 실시간 관측을 수행하고 있음.
- 연안에서 파랑의 초오름 및 월파에 대한 연구는 대부분 수리모형 실

험을 통해 행해졌으며, 이를 통해 처오름 높이 및 월파량을 산정하는 실험식을 제시하는 형태로 행해졌음(Ahrens and Heimbaugh 1988; de Wall and van der Meer 1992; Hedges and Reis 1998; Besley 1999; Mori and Cox 2003, 등).

- 2000년도에는 유럽의 CLASH(Crest Level Assessment of Coastal Structure and Hazard Analysis)를 중심으로 하여 처오름 높이 및 월파에 대한 실험자료 데이터베이스가 구축되었으며, 이를 이용하여 새로운 처오름 높이 및 월파에 대한 경험식을 도출하였음(EurOtop, 2007).
- 미국은 이안류로 인한 인명피해 등 연안재해를 저감하기 위한 대응기술을 개발하기 위해, SANDYDUCK(NC, 1997), RIPEX(CA, 2001), NCEX(CA, 2003), MUDEX(Brazil, 2005), RCEX(CA, 2007) 등 연안 파랑 및 흐름에 대한 대대적인 관측실험 및 예측모형의 개발연구가 수행되어 왔음.
- 호주는 연안재해평가 연구사업(CoastSAFE Alive Project)에 의해 개발된 연안 영상 모니터링 시스템(CoastalCOMS)을 활용하여 이안류 발생정보를 실시간으로 제공하는 연구를 수행중임.
- 유럽의 Deltares는 2010년 이후 실시간 연안 안전 예경보시스템(Real-Time Safety on Sandy Coast)를 구축하여 폭풍해일, 너울 및 이안류 등에 대한 예측정보를 서비스하고 있음.

해무예측 관련

- 국외 선진기관에서는 안개/해무를 예측하기 위한 연구가 활발히 수행되고 있으며, 관측 및 예측 연구가 병행되고 있음
- (미국) 뉴올리언스의 NOAA는 해무 예측 연구에 주력하고, 미국지질조사국(USGS)에서는 태평양 연안안개 프로젝트(Pacific Coastal Fog Project)를 수행하여 관측, 원격탐사, 수치모델링을 통한 연안의 안개 실시간/예측 정보를 제공하고 있음
- (유럽) 인공위성을 이용한 안개 탐지 기술 개발 및 검증에 집중하고 있음
- (독일) 독일기상청에서는 2002년 1차원 안개모델인 PAFOG를 개발하

- 여 운영하고 있으나 육상에서 발생하는 복사무에 초점이 맞춰져 있음
- (중국) 정지궤도위성의 해무탐지기법 및 이를 활용한 수치모델 자료 동화기술 개발 연구 수행

3. 연구목표 및 성과지표

(1) 최종목표 및 성과물

□ 최종목표

- 영상 AI기반 파랑기인 연안재해모델링 플랫폼 개발
 - 영상 AI 신기술을 이용, 해안 영상자료로부터 파랑기인 연안재해 현상의 자동인식 및 정량화 기술 개발
 - 비디오지능 AI 신기술 이용, 연안재해 발생 메커니즘의 비정상성 해석을 통한 모델링 기술 개발
- 주요항만 월파예측시스템 구축
 - 부산항을 포함한 권역별 고파랑 및 월파 알림시스템 구축
 - 관측자료 대비 예측정확도 78% 이상
- 초단기, 단기, 해무 발생 가능성 예측을 위한 정밀격자 해무 예측체제 구축
 - 대기-해양-안개 결합 모델링 기반 주요항만 해무예측시스템 구축 (인천항, 부산항)
 - 예측정확도 55% 이상 (양분예보기법 기반)

□ 최종성과물

- 트윈(스테레오) 드론 이용 3차원 해안영상 관측시스템
 - 트윈 드론의 스테레오 영상 동기화 이미징시스템
 - 스테레오 이미지로부터 3차원 해수면 복원 알고리즘
 - 움직이는 스테레오 영상으로부터 3차원 육지면/해수면 생성 알고리즘
- 3차원 해안영상 이용, 파랑, 유속 공간분포 및 수심지형 추산 예측기술

- CCTV 및 드론 영상을 이용한 영상 AI기반 연안 파랑 및 해류의 시공간 정량화 알고리즘
- 비선형 파랑이론을 이용한 연안 수심지형 역계산 예측기술
- AI기술 기반 연안 파랑 모델링 플랫폼
 - AI기술 기반 관측 및 예측자료의 통합을 통한 예측오차 최소화기법
 - AI기술 이용, 연안 파랑 예측결과 개선기술
- 주요항만 (부산항 포함) 월파 예측시스템 구축
 - 광역·지역해 예측과 연계한 이용한 최적 월파예측 기법 개발
 - 항별 최적 월파 예측 기법 개발 및 위험 알림시스템 구축
- 해양-대기-안개 결합 모델링 기반 해무예측기술
 - 양방향 해양-대기 접합모델 수립 및 정밀격자 해무예측모델 구축
 - 해양-대기 접합모델과 1차원 안개모델의 결합체계 구축
- 해무예측모델 최적 자료동화 기법
 - 모델 입력자료 전처리 과정 수립 및 자동화
 - 해무예측모델 최적 자료동화 기법개발
- 주요항만 해무예측시스템 구축
 - 인천항, 부산항 해무예측시스템 구축

(2) 성과목표 및 성과지표

성과목표 (최종성과물)	성과지표	목표치	비고 (설정근거, 평가기준 등)
트윈 드론 이용 3차원 해안영상 관측시스템	파랑관측 정확도	> 95%	■ 현장 관측자료 대비 정확도
3차원 해안영상 이용 수심지형 추산 예측기술	수심 역추산 정확도	> 80%	■ 수심 측량자료 대비 정확도
AI기술 기반 연 안 파랑 모델링 플랫폼	연안 파랑 정확도 향상률	> 2%	■ 예측시스템의 정확도 향상을 제시 할 수 있는 지표 예) 정확도 향상률(%) = (A-B)×100/A

			A: 전년도 예측오차 (RMSE) B: 당해년도 예측오차 (RMSE) 또는 기준년도 예측오차 (RMSE)
주요항만 월과 예측시스템 구축	월과 예측 정확도 향상률	> 2%	■ 예측시스템의 정확도 향상을 제시 할 수 있는 지표 예) 정확도 향상률(%) = (A-B)×100/A A: 전년도 예측오차 (RMSE) B: 당해년도 예측오차 (RMSE) 또는 기준년도 예측오차 (RMSE)
해양-대기-안 개 결합 모델링 기반 해무예측기술	예측정확도	55%	■ 양분예보(예/아니요)에 대한 방법 중 정확도(Accuracy)이용
해무예측모델 최적 자료동화 기법	자료동화로 인한 오차 감소율	> 2%	■ 평균제곱근오차 감소율(%) $= \frac{(RMSE_{Before} - RMSE_{After})}{RMSE_{Before}} \times 100$ * 자료동화 적용 후의 평균제곱근오차 감소율
주요항만 해무예측시스템 구축	해무 예측 정확도 향상률	> 2%	■ 예측시스템의 정확도 향상을 제시 할 수 있는 지표 예) 정확도 향상률(%) = (A-B)×100/A A: 전년도 예측오차 (RMSE) B: 당해년도 예측오차 (RMSE) 또는 기준년도 예측오차 (RMSE)

4. 주요연구내용 및 범위

□ 연구내용

- 트윈(스테레오) 드론을 이용한 연안재해^{※)} 현상의 3차원 영상 관측시스템 개발
 - ※) 너울고파, 방파제월파, 위험이안류, 연안쇄파, 연안월류, 육빈침식 등
 - 스테레오 영상의 촬영을 위한 트윈 드론 동기화 이미징 시스템 개발
 - 움직이는 스테레오 영상으로부터 3차원 육지면/해수면 생성 알고리즘 개발
- 해안 파랑관측 3차원 영상기반 수심지형 역계산 예측기술 개발
 - 3차원 영상으로부터 입사파랑(파고, 파주기, 파향 등) 및 해류의 시공간 정량화 알고리즘 개발

- 비선형 파랑이론을 이용한 연안 수심지형 역계산 예측기술 개발
- 영상 AI기반 연안 파랑모델링 프레임워크(플랫폼) 구축 및 개발
 - 영상 AI기반 연안 파랑모델링을 위한 CCTV 및 드론 영상을 이용한 대용량 학습 데이터 구축 (해안 현장 및 수리모형실험)
 - 비디오 딥러닝 기술적용을 통한 연안 비선형 파랑모델링 기술개발 (연안 쇄파대 및 포말대의 수심 및 연안류 발생 등)
 - 영상 AI기반 파랑모델링 프레임워크 구축 및 이를 이용한 연안 파랑 예측
 - 구축된 프레임워크의 시범 운영을 통한 정확도 평가 및 개선
- 항만 월파예측시스템 수립 및 검증
 - 부산항 등 월파 예측 시범적용 대상지 선정 및 현장 조사
 - 광역, 지역해 파랑예측 자료를 경계로 하는 월파 예측모델 수립 및 평가
- 권역별 고파랑 및 월파 알림시스템 구축
 - 광역 및 지역해 파랑 예측자료 이용, 권역별 고파랑/월파 알림시스템 구축
 - CCTV 등 관측 영상을 통한 예측모델 검증 및 고도화
- 국립해양조사원의 해무관측시스템, KIOST의 종합해양과학기지 해양-대기 상호작용 및 해무 관측자료, 부산지방기상청 기상관측자료, 국립수산과학원의 관측자료와 KIOST의 수치계산용 전산자원(클러스터 서버)을 활용한 관측-수치모델 기반 해무예측시스템 개발
 - 관측자료 기반의 해무 발생 및 소멸 메커니즘 분석, 부산항 및 주변해역 Testbed 구축
 - 양방향 해양-대기 접합모델 수립 및 정밀격자 해무예측모델 구축
 - 해무예측을 위한 물리과정 모수화 방안 개선
 - 지상 관측 네트워크 및 위성자료를 이용한 초단시간 예보 기술 개발
- 부산지역 유관기관 및 해양클러스터 유관기관들의 협력과 협업을 통해 개발될 부산항 관측-수치모델 기반 해무 예·경보 시범운영체계 개발

제 3 장 해양공간 통합관리 연구

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 개요

- 이 연구는 해양공간 통합관리를 위한 정책전략 개발을 목표로 다음과 같은 연구내용 및 범위로 구성하고 있음
 - 해양공간관리제도 및 전략연구
 - 핵심해역 갈등관리 및 남북해양협력
 - 해양정보분석 및 산업화전략 수립
- 해양공간관리제도 및 전략 연구
 - 해양공간적합성협의를 위한 이용 및 개발계획의 세부 평가 및 협의기준(안) 제시
 - 해양공간에서의 이용 및 개발 행위에 대한 통합규제제도 기본방향 설정 및 타당성 제시
 - 해양공간특성 평가, 분석 등 해양공간에 필요한 정보 생산 및 방법론 개발을 위한 연구개발 전략 제시
- 핵심해역 갈등관리 및 남북해양협력
 - 남북 접경지역(NLL), 해양경계미확정 핵심해역 관리 정책 연구
 - 북한 해역별 해양정보 구축 및 남북한 해양수산협력 연구
- 해양정보분석 및 산업화전략 수립
 - 국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보 분석
 - * 빅데이터 분석을 기초로 미래유망 신기술 분야 도출, 해양과학기술 동향 분석
 - 제4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 수립
 - * 권역별 해양산업 진흥전략을 수립하고, 각 권역별 특화 산업육성정책 수립

2. 연구개발 대상의 국내외 현황

가. 국내연구 현황

(1) 해양공간관리 제도 및 전략연구

- 해양수산부 정책사업으로 ‘해양공간계획체계 구축 시범사업’이 ‘16년부터 추진 중
 - ‘16년부터 지속된 해양수산부 정책연구용역에서는 해양공간계획법 및 관련 제도 도입안 마련, 시범해역(경기만, 부산경남해역) 해양공간관리 계획 수립, 해양공간관리기본계획 수립, 해양공간계획 체계 도입을 위한 로드맵 수립 등이 진행중
 - 해양공간계획법 제정에 따른 세부 규정화 및 지침화에 우선하여 추진됨에 따라, 새로운 정보, 평가방법, 협의수단을 고려하기는 어렵고 **현재 가용 가능한 수준에서만 접근**이 이루어지는 한계가 있음
- 해양수산 R&D 사업으로 ‘생태계기반 해양공간계획 기술 고도화 연구개발’ 추진 중
 - ‘17년부터 지속된 해양수산R&D에서는 해양공간계획을 지원하기 위한 기술개발 연구가 진행 중이나 생태계가치 평가에 기반한 **해양공간평가 기술 및 조정 의사결정체계 지원에 초점**을 두고 있음
- 해양수산부는 해양공간계획체계구축의 추진을 위해 정책방향에 대한 공감대 형성 및 홍보를 강화하기 위하여 지역 민·관·산·학이 다양하게 참여하는 포럼을 구성 및 운영하기 위해 준비 중이며 이를 통해 해양공간계획 수립 과정 및 결과에 대한 이해관계자 의견수렴을 추진할 예정
- 국내 관련 연구개발이 정부의 정책용역사업과 R&D 사업 등으로 추진되고 있으나, 주로 시급한 정책지원을 위한 연구결과에 집중하고 있으며, 해양공간계획체계의 확립 및 공간관리수단의 실효

적 이행력 강화를 위한 연구를 진행하지 못함. 또한 현황이나 현재의 이용상태를 기준으로 공간계획을 수립하는 것이 아니라, 미래지향적 가치나 환경적 변화를 과학적으로 예측, 평가하여 계획수립에 활용하기 어려운 실정

(2) 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력

- 해양경계 미확정상태에 있는 우리나라는 주변국과의 끊임없는 해상갈등 상황이 지속되고 있으나, EEZ와 대륙붕, 지역해(황해) 차원의 통합적 관리를 위한 연구에 대한 체계적 연구는 통합적으로 이루어지지 않은 상태임
 - 제도적 측면에서 국가관할권 내측의 해양공간 관리를 위한 MSP 법은 2018.4월 제정(2019년 발효)되었으며, 황해 지역해 관리협력은 이론적 초기 단계에 제한적임
- 남북접경, 해양경계 미확정 지역, 독도, 이어도 등 주변국과 상시적 갈등관계에 있는 해양현안 대응에 이론적 접근은 제한적이고, 남북해양협력은 기후, 자원, 보건, 경제문제 등에서 주로 육상 중심의 경제협력에 제한적임
 - 남북관계 개선에 따른 NLL 등 남북접경지역 관리, 주변국과의 해양경계 미확정 수역 관리 등 대외비적이고 실무적 정책결정을 위한 국내 연구는 제한적임
 - 정치적 영역과 해양수산 분야에서 남북관계 연구를 간헐적으로 수행은 하고 있으나, 현재의 지역해 질서는 정치적 긴장, 군사충돌, 해상활동 갈등 등이 복합적으로 작용하고 있는 현상을 반영하고 있지 않음
 - 남북협력을 위해, 통일부 주도의 다양한 교류협력 체계(주로 육상, 경제, 교통 등)는 형성되어 있으나, 북한의 해양수산 정보 구축과 인프라 현황, 해양영역 전문가와의 직접교류 등을 토대로 협력체계를 진행하는 사례는 없음
 - 한국해양수산개발원은 「통일시대 대비 남북한 해양수산협력방안」

(2006)을 수행하였는 바, 이 사업은 남북 경제교류현황, 통일비용과 해양수산부분 역할, 해양환경보전, 수산, 해운물류, 항만 등의 영역에서 비교적 포괄적 협력방안을 제시하고 있음

- 단, 상기 사업은 남북 접근의 한계를 적시하면서도, 북한 해양수산자원 현황에 대한 정보인프라 구축 없이 단순한 문헌적 조사와 협력방안 제시로 일관되고 있다는 점에서 실천력을 확보하기에는 상당한 한계가 있음

(3) 해양정보 분석 및 산업화전략 수립

○ 해양산업 육성 전략수립을 위한 국내의 정보분석은 초보적 단계에 해당하며, 기술개발 선진국들이 R&D 전략수립에 활용하는 정보분석 등 다양한 접근법이 모색될 필요

- 다수의 R&D 기획연구에서 3P(Papers, Patents, Products) 분석에 기초한 분석결과를 포함하고 있으나, 우리나라의 R&D 기획의 정서상 이들 정보는 기획을 위한 정보획득이라기 보다는 기획의 구색 맞추기의 일환으로 치부되는 경향이 강함
- 해양수산 분야의 정책이슈 및 과학기술 이슈 발굴을 위해서는 주요국 및 주요기관, 주요 국제기구에 대한 정책동향분석자료를 생산하여, 내·외부 정책고객에게 전파하는 것이 매우 중요함
- 해양수산 분야에서 주요한 역할을 수행하고 있는 주요 국가(미국, 유럽, 일본, 러시아 등)와 기관(WHOI, SIO, BIO, NOC 등)들은 이미 뚜렷하게 식별되고 있으며, 이들 국가와 기관들(경우에 따라서는 개인연구자 등)을 대상으로 하는 동향조사 및 분석의 중요성이 매우 높을 것으로 판단됨
- 특히 해양수산부를 비롯한 정부기관들과 해양관련 연구자들의 경우 주요 국가 및 기관에서 수행하고 있는 R&D 사업 및 각종 정책사업들에 대한 정보취득 수요를 지속적으로 제기하고 있음
- 우리원은 과거 장덕희 외(2014)¹⁾의 연구 등을 통해 세계 주요 해양연

1) 장덕희·한종엽·강길모·권기석·서만덕·도수관. (2014) “세계 주요 해양연구기관과의 비교 분석을 통한 시사점 도출.” <해양정책연구>. 17(2): 153-183.

구기관들 간의 비교가 이뤄진 바 있으나, 주로 정량자료를 통해 이뤄진 단편적인 연구로 각 기관들이 수행하고 있는 R&D 사업 및 사업성과에 대한 효과적인 분석이 이뤄지지 못한 한계가 있음

- 최근 빅데이터 분석에 대한 중요성이 지속적으로 강조되고 있으며, 연구개발 활동에 필요한 과학기술정보 분석을 위한 다양한 기법과 전략의 활용이 급속도로 확산되고 있는 상황임

나. 국외연구 현황

(1) 해양공간관리 제도 및 전략연구

- 영국에서 계획을 수립할 때는 지속가능성평가(Sustainability appraisal, SA), 서식지규정평가(Habitats Regulations Assessment, HRA) 등 계획에 대한 다양한 영향평가 실시도록함. 특히 지속가능성평가는 개별 계획수립 절차와 동시에 추진하여 계획과정(plan-making process)의 일부로 이루어지고 있으며, 계획에 대한 사회적(social), 경제적(economic), 환경적(environmental) 영향을 평가하여 계획이 지속가능한 개발의 개념을 준수하도록 하고 있음
- 미국 메사추세츠주는 해양법을 통해 해양공간계획을 수립 및 이행하며, 해양공간에 대한 관리, 집행과 베이스라인 평가와 과학적 지원체계에 관한 사항을 다룸. 메사추세츠 해양파트너십(Massachusetts Ocean Partnership: 이하 MOP)과 생태분석 및 통합 센터(National Center For Ecological Analysis and Synthesis : NCEAS)를 통해 해양서식지에 인간 활동의 강도와 공간적 분포를 설명하기 위한 누적영향지도를 개발하고 해양공간계획에 반영하기 위한 노력 중
- * 누적영향평가(Cumulative Impacts) : 생태계 취약성, 생태계 분포, 인간의 압력을 결합한 것

- 중국은 해역사용관리법, 해양환경보호법을 근거로 **해양이용 및 개발행위에 대하여 공간계획에 근거한 통합규제 적용**. 해역사용권 제도는 법인(단체)나 개인인 해역을 사용할 경우 반드시 해역사용권을 국무원으로부터 취득해야 하고, 국무원은 반드시 해양기능구획에 따라 해역사용권을 허가토록 하는 제도로 우리의 해양공간적 합성협의제도와 유사
- * 중국은 해양공간계획(해양기능구획)의 경우 해역의 위치·자연속성을 과학적으로 분석하여 기능을 확정하며, 해양기능구획의 방법과 기준 등 절차에 대해서는 ‘해양기능구획 기술지침’을 별도로 마련·적용하고 있음

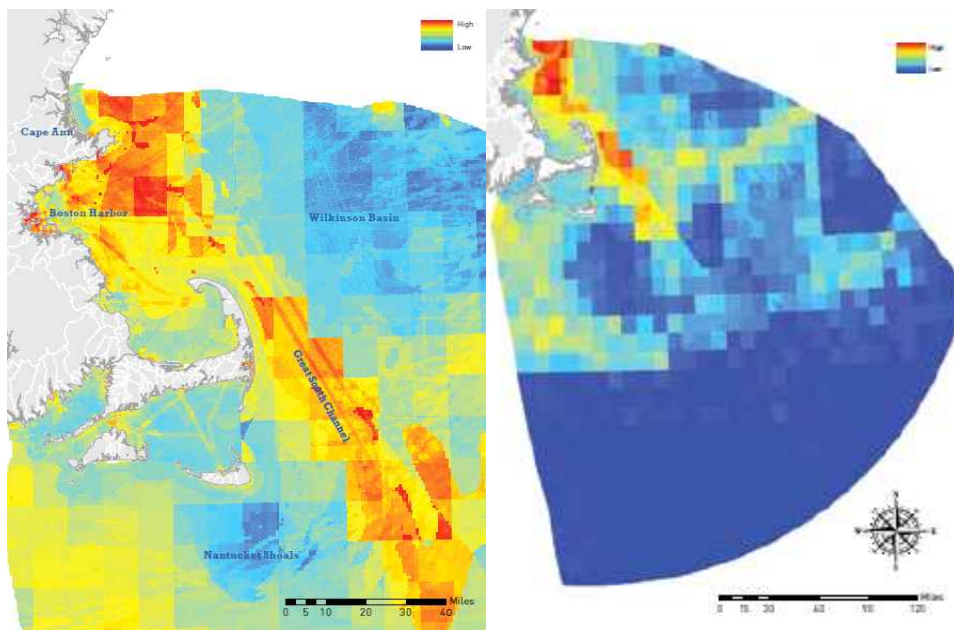


그림 3-1. 해양생태계에 미치는 인간활동의 영향 지도화 사례(메사추세츠).

(2) 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력

- EU, IOC, UNESCO 등 국제기구는 전세계 해양 및 지역해, 국가차원의 해양공간계획 수립을 위한 정책방향을 설정하고 추진하고 있음
 - '17년 기준 전세계 60여 개국이 해양공간계획을 추진 중이며, UNESCO IOC는 '25년까지 전 세계 해양의 1/3에 대한 해양공간계획 적용을 미래목표로 설정
 - EU 국가들은 2016년까지 국내 법제화, 2021년까지 해양공간계획 수립을 권고받고 있으며, Baltic 등 주요 지역해를 중심으로 지역해 공간관리(Regional MSP) 추진도 활발하게 진행
 - 영국, 중국, 일본 등 주요국들은 해역관리 강화를 위한 법률 제·개정 및 관련 제도 강화를 통해 해양공간계획 및 이행수단을 확보
- 중국은 '일대일로'라는 외교 및 경제정책을 추진하고 있으며, 연구영역에서는 최근 '황해·동중국해연구소'를 설립하고 지역해 연구를 시작하려는 움직임을 보이고 있음
 - 중국은 이미 '84년 북한과 해양관련 협력사업 추진, '00년대 전후 북한 수산물양식, '10년 동해어업협력협정을 체결하는 등 북한 자원을 선점하고 있으며, 가장 많은 북한해양수산 정보를 갖추고 있음
 - 특히, 북한 동해수역은 중국의 수산물 확보를 위한 다양한 연구와 입어활동이 진행중에 있는 바, 남북한 동해 수역의 자원 관리에 대한 심각한 손실의 원인으로 작용하고 있음
 - 석유가스 자원은 북한의 서해(서한만)는 중국, 동해(동한만)는 몽골자본이 진출해 있으며, 서한만에서는 일부 상업적 생산 가능성을 평가받은 상태(상업단계에 이르지 않음)임
 - 북한의 나진선봉 지역 항만건설을 위해 중국과 러시아가 진출하고 있으며, 이는 주로 해상 교통로와 대양진출로 확보를 위한 작업을 목적으로 함

- 해양분야에서 남북협력은 PEMSEA, YSLME, WESTPAC을 통해 이루어졌으며, 수행은 남북 해양과학기술협력을 위한 양해각서 체결 → 남북 협력과제 제안(남, 북 제시)를 통해 수행되었고, 국제심포지엄 개최와 참석, 교육프로그램 개발 및 실시 등을 중심으로 이루어짐
- * YSLME 사업은 GEF, UNDP, 중국, 북한 등과 공동 협력하에 자원남획, 과도한 연안개발 등으로 훼손된 황해 환경의 지속가능한 이용과 관리를 도모하는 사업으로 발해만을 북쪽 폐쇄선으로 하고, 제주도(육지-제주 폐쇄선)와 양쯔강 하구를 있는 해역을 대상으로 함
- * 북한은 제1기 사업연도였던 2008년 YSLME와 우리나라에 연구계획서를 제출하였는 바, 여기에는 (1) 중국 대련 SHMA 대표사무국의 UNDP/GEF YSLME 사업활동에 대한 권한부여, (2) 연안 해양환경자료 수집능력 강화를 위한 사업, (3) 북한 국가해양생태계 연구능력 배양사업 지원, (4) 북한 해양환경에 대한 대중인식을 증가시키기 위한 국가행동계획 제안서 등을 포함하고 있음
- YSLME 사업은 현재 제2기 사업이 2014년부터 2017년까지 예정되어 있으며, 총 사업비는 제1기 (2005~2011) 보다 증가한 약 3,351만 달러로 책정되었으며, 제2기에는 북한의 참여가 예상되고 있음

(3) 해양정보 분석 및 산업화전략 수립

- 주요 기술개발 선진국들은 1990년대 중반부터 지식기반 경제성장을 위해 노력해 왔으며, 정보분석 결과를 활용한 국가 R&D 추진 전략을 수립해 왔음
 - 미국과 유럽, 일본 등의 국가들은 정보분석 결과에 기초한 과학적 방법의 적용을 통해 R&D 추진전략을 수립하고, 이를 기초로 성과중심 R&D 사업을 집행하고 있음
- 미국의 국립과학재단(NSF), 해군연구국(ONR) 등은 정보 분석에 기초해 R&D 사업을 선정하고 있음
 - 미국은 NSF를 중심으로 국가정보인프라를 구축하였고, 정책담당자들

간 정책내용을 공유하고, 정보를 결합하여 국가 지식활용시스템을 구축하여 운영 중임

- 미국 해군연구국은 군 활동과 관련된 논문과 특허기술 DB를 구축하고, 이에 대한 정보 분석결과를 활용해 해군연구소에서 발주하는 R&D 프로젝트의 선정에 활용하고 있으며, 정보 분석 결과의 활용은 해군이 지원하는 R&D 프로젝트 선정의 객관성과 성과제고에 긍정적으로 기여하였다고 평가받고 있음

○ 유럽의 다수 국가들 역시 정보분석 결과에 기초해 R&D 정책을 수립하고 집행하는 다양한 프로그램들을 운영 중임

- 영국은 REF(Research Excellence Framework) 제도를 통해 대학 및 연구기관, 기업에 대한 R&D 지원 등 자원배분 결정의 중요한 판단기준으로 활용, 특히 1986년 이후 현재까지 RAE(Research Assessment Exercise) 제도를 통해 R&D 기획과 관리과정에 대한 과학화와 기술 지원 정책의 객관성을 높이기 위해 노력하고 있음

3. 연구개발의 중요성

가. 해양공간관리 제도 및 전략연구

- 전통적 이용행위와 미래지향적 수요의 증가로 해양공간의 복잡성과 다양성이 증대함에 따라 **통합적, 체계적 해양공간관리체계 구축 필요성 제기**
 - 기존의 연안관리법에 따른 연안통합관리체계의 한계, 배타적경제수역 등에 대한 해양공간관리수단의 부재로, **수많은 관리 영역과 대상에 대한 관리공백이 발생**
 - 해양공간의 다양한 계획, 구역·지역·해역, 이용행위 등을 **통합적으로 조정·관리할 수 있는 제도적 수단 및 합리적 근거 부재**
 - * 해양공간은 7개 부처, 37개 법률, 29개 국가계획에 따른 보전·이용·개발 중이며, 지정 가능한 구역·지역·해역의 종류는 약 79개
- ‘해양공간계획 및 관리에 관한 법률(이하 ‘해양공간계획법’이라 함)’ 제정 이후 관련 하위법령, 각종 규정 및 세부 지침 작업이 진행중임에 따라 **장기적 관점에서 해양공간관리 제도의 확장을 위한 기초이론 연구 및 세부 지침과 연계연구가 필요**
 - 해양공간계획법은 연안해역과 배타적 경제수역을 포괄하는 통합적 해양공간관리 법률이며, 해양공간에 대한 과학적 조사 및 평가, 계획 수립, 이행수단에 관한 규정을 주요 내용으로 함
 - 장기적 관점에서 해양공간관리 영역별, 해역별 심화이론 연구를 통해 객관적 기준과 자료를 확보하고 실행지침에 연계할 수 있는 방안 마련 필요
- **해양공간특성평가, 해양공간적합성협의 등 신 해양공간관리제도의 세부적 기준 및 방법을 마련하고, 향후 지속적으로 발전해야 하는 해양공간관리 제도의 확장성을 고려한 측면에서의 기초연구가 필요**

- 시범단계의 해양공간특성평가는 법정조사 등에 따라 가용가능한 정보 수준을 기반으로 이루어지고 있는 한계. 미래 해양수요를 고려하고 다양한 해양활동의 조정계획을 위한 추가적인 필요정보, 생산방법 등을 도출하고 해양공간에 대한 평가 및 계획 적용 방법 마련 필요
- 해양공간적합성협의 관련하여 세부적인 적합성 판단 기준 마련 및 협의 기준을 구체화하기 위한 과학적 근거를 마련하고, 해양공간적합성 협의를 다른 행위관리제도(점용 및 사용허가, 행위제한 등)등과 통합하여 실효적 해양공간관리 수단으로 작용케 하기 위한 기초 연구 필요

나. 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력

- 해양공간계획법 제정(2018) 및 심해저활동법 제정(2018예정)에 따라 EEZ(CS)를 포함한 전체 관할해역 이용(개발)행위의 조정력을 확보하고 공해/심해저 규범화 대응 수요 급증
 - 해양공간 관리의 가장 유력한 수단으로 등장한 MSP(해양공간계획)를 통해 EEZ와 대륙붕을 포괄하는 통합적 해양공간관리의 제도화와 관리 수단 확보가 시급
 - MSP법 발효(2019.4.)에 따라 국가관할권 내측의 해양공간 계획 수립을 통한 해양자원의 합리적 안배와 이용구조 정착을 위한 정책지원이 시급
- 핵심해역, 접경해역 등 해양문제에 대한 법적 해석, 지역질서(지정학적) 이해와 남북한 해양수산협력을 통한 정부의 지역해, 남북협력 의사결정 지원 연구가 시급히 요구됨
 - 정부정책결정 지원은 주변국 동향분석(해양관할권 확대 양상과 정책), 핵심해역에 대한 국가간 이해도(圖), 상호관계, 해양경계 입장과 관할권 행사 범위(최대, 최소) 등을 분석하여 행위별 국가간 충돌가능성과 법적 대응방향을 제시 필요
 - 남북 해양수산협력수요를 위해 북한의 해역별 해양수산정보를 구축하

고, 육상 및 해상 인프라/자원 등이 연계된 남북한 해양협력 방향 도출 필요

- 지역해 협력 및 남북해양협력을 위한 추가적 조치로 해양분야 비전통적 위협요소 공동대응을 위한 관리협력체계 구축(환황해 포럼, 환동해 포럼)과 남북 해양협력 환경 조성

다. 해양정보 분석 및 산업화전략 수립

○ 체계적인 글로벌 해양정보(정책, 과학기술, 통계 등) 수집 및 분석을 통한 국가현안문제 해결지원과 4차산업 혁명을 견인할 해양산업 활성화 정책수립 필요

- 해수부 등 중앙정부뿐만 아니라 원내 연구자들은 국내외 해양정책 및 해양수산과학기술 정보수집·분석, 해양수산 분야에 대한 기초 통계자료 등을 기초로 심층적인 해양과학기술 연구개발 전략 수립에 대한 요구 증대
- 거대과학 분야인 해양과학기술 분야는 R&D 정책 실패 시 엄청난 매몰비용(sunk-cost)를 발생시키므로, 정보 분석에 기초한 R&D 기획의 과학화와 고도화 추진이 필수적
- 각 기술 분야의 기술궤적(technology trajectory) 분석에 기초한 미래 기술수요 예측은 물론, 기술개발에 따른 정치, 경제, 사회적 측면의 정책효과분석에 대한 병행 필요
- 최근 국가 R&D 결정과정에서는 논리모형(logic-model)에 근거한 목표중심 R&D 사업 지원체제로 변화했으며, 사업예산배정을 위해서는 논리에 근거한 증거주의를 채택
- 정부 R&D 사업 추진과정에서는 기존 소수의 전문가위원회(peer review) 방식을 여전히 활용하고 있으나, 최근 빅데이터 기반의 R&D 정보 분석의 중요성을 지속 강조

4. 선행연구 내용 및 결과

가. 해양공간관리 제도 및 전략연구

- 해양공간통합관리체계 시범체계 구축 연구(해양수산부 정책연구용역, '16~)
 - 해양공간계획 및 관리에 관한 법률 마련 및 제정 추진 지원(완료)
 - 해양공간계획 및 관리에 관한 법률 하위법령 마련 및 제정 추진지원(진행중)
 - 해양공간관리계획, 해양공간특성평가, 해양공간적합성협의, 해양용도구역 관련 세부지침 마련(진행중)
 - 해양공간기본계획, 시범해역해양공간관리계획(수립중)
 - 해양공간정보 통합 시스템 구축 및 운영사업(구축 중)
- 해양수산R&D(한국해양과학기술진흥원, '17~)
 - 해양생태계서비스 평가를 통한 해양공간관리 적용 기술 개발(2차년도 연구 수행)
- 관할해역 해양공간계획체계구축 기획연구(한국해양과학기술진흥원, '12년)
 - 관할해역 해양공간계획체계를 도입하기 위한 개념정립, 법제 정비, 기술개발 등에 관한 마스터 플랜 제시

나. 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력

- 우리원 주요과제로 「동북아 해양의 평화적 관리협력을 통한 남북한 통일시대 해양정책 수립 연구」(2015-2017)를 수행
 - 남북 해양자원의 지속가능한 이용을 위한 해양수산과학기술 정보교류 및 협력기반 연구
 - 북한 해양정책 및 해양공간 이용 연구를 통한 통일시대 해양분야 국

가정책 연구

- 동북아시아 해양이용 및 역량충돌의 갈등요소 분석과 비전통적 협력 연구

다. 해양정보 분석 및 산업화전략 수립

- 해양과기원에서 수행한 일부 사업들은 본 사업에서 수행하려는 연구사업의 선행연구로 활용될 수 있음
 - 해양과기원은 국내 유일의 해양수산과학기술 분야 종합연구기관으로, 해양 분야 국가 R&D 전략수립을 위한 다양한 연구개발 활동을 추진해 왔으며, 대부분의 정책연구는 이미 확정된 사업의 수행을 위한 실행전략 수립을 위한 것으로 해양 분야 국가 R&D Agenda로 진입된 사업을 주로 대상으로 하였음
- 기존에 해양과기원이 수행해 왔던 분야별 사업기획은 결정된 사업에 대한 사업논리 개발과 실행전략 수립에 있으므로, 기존과 같은 형태를 병행하는 것이 필요
 - 국가 과학기술 R&D 거버넌스의 변화에 따라 해양수산부는 물론, 과학기술심의회, 기획재정부 등 국가 R&D 정책결정과정에 참여하는 핵심 참여자들에 대한 효과적인 관리체계 구축이 필요
- 해양과기원이 주요사업으로 '18년 수행한 '해양과학기술 정보분석을 통한 해양산업 진흥 정책연구'는 본 사업과 유사한 면이 있으나, 이는 계속사업으로 추진이 필요한 부분에 해당함
 - 기존 사업은 총 3년의 계획기간을 두었으나, 1차 연도에서 종료된 사업으로 해양수산과학기술 분야의 국가정책 수립과 해양과기원의 연구전략 수립을 위해 필요한 정책정보를 수집하는 데 한정되었음

5. 연구개발과제 및 대상기술의 중복성

가. 해양공간관리 제도 및 전략연구

- 본 과제와 관련한 해양수산부 정책연구용역이 추진되고 있으나, 본 연구에서는 정책연구용역에서 제시되지 않는 심화 및 확장연구를 진행할 예정임(해양수산부 정책연구용역내 해당 과제 연구진이 참여하고 있으므로 연계를 통한 심화 및 확장연구의 활용성을 높일 수 있음)
- 본 과제와 관련한 해양수산 R&D 연구과제가 수행중이나, 본 연구에서는 해당 R&D에서 다루지 않은 다른 기술 개발에 대한 방향을 도출할 예정

나. 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력

- 본 사업 중 지역해와 주변수역 갈등요소에 따른 정부 해양현안 대응사업은 유사 사업이 부재하며, 남북한 협력사업이 정부 주도의 ‘통일부’ 사업, 연구기관의 남북한 기술협력 사업이 추진된바 있으나 문헌조사 중심의 연구 한계를 가짐. 본 과제에서는 북한 해양수산 정보를 (1) 북한 해양수산법과 제도(정책), (2) 북한 해양수산정보, (3) 해역별 정보, (4) 해양수산 분야 국제입찰 정보, (5) 주요 해안 지역의 육상 인프라 정보, (5) 국제협력 정보 등을 중심으로 구축하여 분명한 차별성을 가지고 진행 예정

>> 최종 본 과제와 관련하여, 기 수행되었거나 유사과제와의 중복여부에 대하여 NTIS를 통한 조사 결과 본 과제와 유사 또는 동일과제는 확인되지 않음

유사과제 검색결과					
검색일시	2018.12.11 16:34				
검색범위	기 수행과제 + 타인등록과제 + 공공R&D과제				
기준유사도	60				
검색결과 요약	등록과제 수		유사과제여부		
	1 건		0 건		
세 부 검 색 결 과					
순번	과 제 명	연구 책임자	유사과제여부		
			기수행과제	타인등록과제	공공 R&D과제
1	해양공간 통합관리 연구	양희철	X	X	X
<p>국가과학기술지식정보서비스</p>					
<p>주1) 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행했거나 수행되고 있는 과제(조사분석 수집 과제) 주2) 타인등록과제 : 다른 사용자가 유사과제 여부를 판단하기 위해 등록된 과제 주3) 공공R&D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 중 국가 R&D 예산으로 수행된 과제를 제외한 그 외 R&D 과제 주4) 기준유사도 : 유사과제라고 판단할 최소 기준이 되는 유사도 점수</p>					
<p>상기 내용은 과제개요 내 주요 텍스트 비교를 통한 1차적인 유사과제 결과이며, 최종적인 과제의 유사여부는 발주기관의 연구심의위원회에서 결정됩니다.</p>					
<p>국 가 과 학 기 술 지 식 정 보 서 비 스</p>					

6. 상위목표와의 연계성

가. 해양과기원 임무 및 경영목표 등과의 연계성

- 우리원의 정관 제4조(2호)에 부여된 “해양 및 극지과학기술 정책, 제도연구”에 해당하며, 해양수산과학기술 분야 협력 기반 구축, 동북아 해양분쟁 대응, 통일대비 주변해역 해양공간관리 기반구축 등 경영목표로 설정된 ‘우리바다 지키기’ 목적 달성에 기여
- 우리원은 해양과학기술 분야의 대표적 연구기관이며, 동시에 해양 과학정보에 기반한 법적 대응방안을 정부에 전달하는 가장 체계적 기관임. 해양질서가 지역 세력갈등 기조와 연계되어 진행되는 현상을 직시하고, 정부의 해양현안 정책지원 수요에 대한 단기 - 중기 - 장기적 대응방향을 체계적으로 구축할 필요가 있음
- 우리원은 해양환경, 생태, 자원에 대한 종합연구기관으로 그동안 생산한 자료와 정보를 해양공간계획 및 관리체계를 통해 국가 정책 발전에 기여할 의무가 있으며, 우리부서는 국가해양정책과 해양과학기술의 연계 전략을 수립하고 심도 있는 법제도 연구를 지원하는 고유 기능을 부여받고 있음

나. 해양과기원 연구성과계획서 성과목표와의 부합성

- 이 사업은 해양과기원 경영성과계획서 상 【전략목표 4】, 해양영토관리 분야의 성과목표인 해양공간통합관리연구(성과목표 4-3)와 부합
 - 해양공간 통합관리 연구(성과목표 4-3)은 ①해역별 해양공간특성과 관리계획수립, ②핵심해역 갈등관리 및 남북해양협력플랫폼구축, ③해양과학기술 동향·이슈분석 및 해양산업활성화 전략수립이 포함

- 이 사업은 해양과기원 연구성과 계획서 성과목표와 부합되도록 연구 내용 구성

◇ 성과목표 4-3. 해양공간통합관리연구			
구분	임기전('15~'17)	임기중('18~'22)	임기후('23~'28)
해역별 해양공간특성과 관리계획 수립	•영해중심의 연안관리지역계획수립	•영해, EEZ/CS 통합관리 법제확보 및 해역별 특성평가, 관리계획수립	•황해 월경성 해양이용 MSP 협력체 구축
핵심해역 갈등관리 및 남북해양협력플랫폼구축	•정부대응 수요별 법집행, 외교대응 초기 매뉴얼 수립	•NLL, 대화퇴, 한강하구, 경계미획정수역 갈등관리매뉴얼 •남북해양자원 이용협력 기반 구축	•해역별 갈등대응매뉴얼, 해양활동매뉴얼 수립 •남북한 해양협력 거점확보
해양과학기술 동향·이슈분석 및 해양산업활성화전략 수립	•사업중심의 산업적 활용성 정책제시	•특성산업, 지역권별 해양산업 발전방향 수립	•국가 해양신산업 육성방안 수립

다. 국가적 아젠다(정부 140대 국정과제, 제3차 과학기술기본계획 등)와의 연계성

- 국정과제 84번(깨끗한 바다, 풍요로운 어장), 해양공간의 통합관리와 계획적 이용체계 구축(84-5) 관련하여 해양공간관리에 대한 세부 제도 및 전략 수립 연구가 시급
 - 본 사업은 해양공간의 통합적 관리와 계획적 이용에 대하여 적시하고 있는 국정과제 84번과 연계되며, 정부가 직접 추진하는 해양공간계획 체계 구축 방향에 부합하는 범위 내에서 필요로 하는 세부 지침의 기초연구와 공간관리 핵심정보 생산을 위한 연구개발 전략 연구가 진행될 수 있을 것임
- 국정과제 62번(해양영토 수호와 해양안전 강화), 90번(한반도 신경 체지도 구상 및 경제통일 구현), 93번(남북교류 활성화를 통한 남북관계 추진) 등 해양 현안대응과 장기적 남북관계의 주도적 형성을 위한 정책연구가 시급

- 국정과제 중 해양영토 수호를 위한 핵심인프라 구축, 중국 어선 불법 조업 근절 등의 문제는 본 사업에서 ‘해양경계 미확정수역’, ‘남북 접경 지역’ 관리, ‘지역해 갈등구조 분석’ 등의 문제와 연계되며, 해역별 갈등구조와 요소, 대응방안을 통해 지원 가능
 - 이 사업은 남북 간 화해협력을 적시하고 있는 국정과제 제90번, 제93번과 연계되며, 남북한 해양학자간 직접 교류와 학술회의를 통해 해양 자원의 통합적 기반 구축을 위한 선행 연구로 진행될 수 있을 것임
 - 한반도 신경제지도 구상실행은 동해안과 서해안의 경제축을 연결하는 작업과 연계되어, 본 사업의 북한 해역 및 육상 인프라 정보 구축과 관계가 되며, 남북한 간 경험 개시의 환경적 여건 정보를 제공할 수 있음
 - 특히, 남북 접경지역의 평화적 관리를 위한 기초 자료를 위해서는 해역별 ‘국제법적 성질’과 ‘남북한 국제법적 및 국내법적, 남북한 간 특수관계’ 등 다양한 요소를 분석하여야 하는 바, 본 사업의 정책지원 가능성을 제고
- 국정과제 34번(고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성), 37번(친환경 미래 에너지 발굴·육성) 등 고부가가치 해양산업 육성과 일자리 창출 정책연구 시급
- 문재인 정부 출범이후 해양수산부는 다음과 같은 정책이슈들이 강조
- 바다와 연안의 생태환경과 자원 회복을 통해 바다를 생명력이 넘치는 공간으로 되살리고, 수산업을 고부가가치 산업으로 발전
 - 해양바이오, 관광레저, 친환경 선박·해양신산업 등 신산업 육성을 통한 일자리 창출 등

제 2 절 연구개발 목표 및 내용

1. 연구개발의 목표 및 세부목표

가. 연구개발 최종목표

구분	제안과제	연구성과계획서 성과목표	부합여부
최종목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양공간관리 제도 및 전략연구 ○ 핵심해양 갈등관리 및 남북해양협력연구 ○ 해양정보분석 및 산업화전략 수립 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해역별 공간특성과 관리계획수립 ○ 핵심해역 갈등관리 및 남북해양협력 플랫폼 구축 ○ 해양과학기술 동향이슈분석 및 해양 산업활성화전략 수립 	초과
최종목표 설정근거	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양과기원 임무 및 경영목표 등과의 연계 ○ 해양과기원 연구성과계획서 성과목표의 반영 ○ 국가적 아젠다(현정부 국정과제 및 과학 기술기본계획등) 연계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양공간정보에 기반한 해역별 자원의 통합 관리정책 수립 및 국제 해양 질서 변화에 대응 ○ 경계미확정해역 등 핵심해역 갈등관리와 북한 해양정보에 기반한 협력정책수립 ○ 국가현안문제 해결전략 및 해양산업 진흥정책 수립 	초과
세부목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양공간관리 제도 및 전략연구 <ul style="list-style-type: none"> - 해양공간적합성 세부평가 기준 및 방법 - 해양이용 및 개발행위 통합규제제도 구축 - 해양공간 정보 생산 및 방법론 개발을 위한 연구개발 전략 제시(특정해역 시범적용) ○ 핵심해양 갈등관리 및 남북해양협력연구 <ul style="list-style-type: none"> - 접경지/핵심해역 갈등대응 - 북한해양수산정보 구축 - 남북한해양수산협력 및 지역해포럼 운영 ○ 해양정보분석 및 산업화전략 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 해양정보분석 및 서비스구축 - 권역별 해양산업진흥전략 수립 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양공간관리 제도 및 전략연구 <ul style="list-style-type: none"> - 영해, EEZ/CS 통합관리 법제확보 및 해역별 특성평가 관리계획수립 ○ 핵심해역 갈등관리 및 남북해양협력 플랫폼 구축 <ul style="list-style-type: none"> - NLL, 대화퇴, 한강하구, 경계미확정 수역 갈등관리 매뉴얼작성 - 남북해양자원 이용협력 기반구축 ○ 해양과학기술 동향이슈분석 및 해양 산업활성화전략 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 특성산업, 지역권별 해양산업 발전방향 수립 	초과

2. 연차별 연구개발 목표 및 내용

가. 연차별 연구개발 로드맵

연구목표		1차년도('19년)	2차년도('20년)	3차년도('21년)	4차년도('22년)
해양공간 통합관리 연구	해양공간관리 제도 및 전략연구	<ul style="list-style-type: none"> 공간관리 수단의 세부기준 분석 이용행위 통합규제제도 분석 해양공간계획 연구개발 전략 분석) 	<ul style="list-style-type: none"> 공간관리 수단 시범적용 이용행위 통합규제제도 기본방향 수립 해양공간계획 연구개발 목록 및 로드맵 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 공간관리 수단 시범적용 고도화 이용행위 통합규제제도 방향설정 해양공간계획 융합기술 RFP 작성 	<ul style="list-style-type: none"> 공간관리 수단 세부기준 설정 및 적용 이용행위 통합규제제도 타당성 확보 해양공간계획 융합기술 RFP 작성
	핵심해양 갈등관리 및 남북해양협력 연구	<ul style="list-style-type: none"> 핵심해양갈등관리 전략 분석 북한해양수산정보구축 남북해양수산협력동로 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 핵심해양갈등관리 방안 마련 북한해양수산정보구축 남북해양수산협력사업 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 핵심해양갈등관리 방안 마련 북한해양수산정보구축 남북해양수산협력사업 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 핵심해양갈등관리 방안 마련 북한해양수산정보구축 남북해양수산협력사업 운영
	해양정보 분석 및 산업화 전략 수립	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석 제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석 제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석 제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석 제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석

나. 1차년도(2019년)

해당연도 연구개발 목표	해양공간통합관리연구 기반 분석 및 시스템 구축
-----------------	---------------------------

세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비(천원)	수행기관	가중치
해양공간관리 제도 및 전략분석	<ul style="list-style-type: none"> ○공간관리 수단의 세부기준 분석 ○이용행위 통합규제제도 분석 ○해양공간계획 연구개발 전략 분석 	252,000	KIOST	0.4
핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축	<ul style="list-style-type: none"> ○핵심해역갈등관리 전략 분석 ○북한해양수산정보구축 ○남북해양수산협력통로 구축 	146,000	KIOST	0.3
해양정보 분석 및 산업화전략 수립	<ul style="list-style-type: none"> ○국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석 ○제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석 	180,000	KIOST	0.3

연구개발내용 및 범위 상세기술
<p>1) 해양공간관리 제도 및 전략분석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○공간관리 수단의 세부기준 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 대상별 적합성 보고서 작성 세부 기준 분석 - 대상별 적합성 협의 세부 기준 분석 ○이용행위 통합규제제도 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 이용 및 개발사업 허가관리제도 분석 - 이용 및 개발사업의 평가 및 협의제도 분석 ○해양공간계획 연구개발 전략 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 해양공간계획 지원에 필요한 융합기술 검토 - 핵심해역(외곽도서) 해양공간특성평가 항목 및 방법 설계 - 연안해역 해양공간 정보분석 시스템 구축 및 적용 <p>2) 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축</p> <ul style="list-style-type: none"> ○핵심해역갈등관리 전략 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 황해 중첩수역 MSR갈등 해석 - 서해 및 동해 NLL, 특정금지구역 해석 - EEZ/대륙붕 등 핵심해역 MSP 방향도출

연구개발내용 및 범위 상세기술

○북한해양수산물정보구축

- 북한 해양수산물정보 DB구축
- 북한 해역별 자원정보 도업화

○남북해양수산물협력 통로 구축

- 남북 해양학자포럼 정례화
- 환황해, (환동해) 포럼 운영

3) 해양정보 분석 및 산업화전략 수립

○국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석

- 해양과학 기술 분야에 대한 정보분석 자료 생산 및 공유
- 주요국, 주요기관 및 국제기구 등 동향자료 기반 이슈페이퍼 작성 및 공유
- 미래 해양과학기술 정책수요 식별

○제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석

- 동해안권 해양산업 진흥전략 수립
- 해양에너지 분야 신산업 도출 및 추진전략 수립
- 해양신산업 육성을 위한 정책패널 구축 및 의견조사·분석

다. 2차년도(2020년)

해당연도 연구개발 목표	해양공간통합관리연구 정보 구축 및 시범사업 추진
-----------------	----------------------------

세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비(천원)	수행기관	가중치
해양공간관리 제도 및 전략분석	<ul style="list-style-type: none"> ○공간관리 수단 시범적용 ○이용행위 통합규제제도 기본방향 수립 ○해양공간계획 연구개발 목록 및 로드맵 수립 	252,000	KIOST	0.4
핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축	<ul style="list-style-type: none"> ○핵심해역갈등관리 방안 마련 ○북한해양수산정보구축 ○남북해양수산협력사업 운영 	146,000	KIOST	0.3
해양정보 분석 및 산업화전략 수립	<ul style="list-style-type: none"> ○국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석 ○제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석 	180,000	KIOST	0.3

연구개발내용 및 범위 상세기술
<p>1) 해양공간관리 제도 및 전략분석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○공간관리 수단 시범적용 <ul style="list-style-type: none"> - 대상별 적합성 보고서 작성 세부 기준 작성 - 대상별 적합성 협의 세부 기준 및 적용 ○이용행위 통합규제제도 기본방향 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 통합규제 제도 기본방향 수립 - 타 제도와와의 관계 분석 ○해양공간계획 연구개발 목록 및 로드맵 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 해양공간계획 지원에 필요한 융합기술 목록 및 로드맵 도출 - 핵심해역(외곽도서) 해양공간특성평가 자료 구축 및 설계안 개선 - 연안해역 해양공간 정보분석 시스템 구축 및 시범적용 <p>2) 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축</p> <ul style="list-style-type: none"> ○핵심해역갈등관리 방안 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 어업협정수역 갈등 관리정책 - EEZ/대륙붕 MSP 핵심이익 적용(圖) - JDZ관리방안 ○북한해양수산정보구축 <ul style="list-style-type: none"> - 북한 해양수산정보 DB구축

연구개발내용 및 범위 상세기술

- 북한 해역별 자원정보 도업화

○ 남북해양수산협력사업 운영

- 남북 해양학자포럼 / 남북협력센터(연) 설립

- 환황해, (환동해) 포럼 운영

3) 해양정보 분석 및 산업화전략 수립

○ 국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석

- 해양과학 기술 분야에 대한 정보분석 자료 생산 및 공유

- 주요국, 주요기관 및 국제기구 등 동향자료 기반 이슈페이퍼 작성 및 공유

- 미래 해양과학기술 정책수요 식별

○ 제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석

- 서해안권 해양산업 진흥전략 수립

- 해양자원 분야 신산업 도출 및 추진전략 수립

- 해양산업 현안문제 도출 및 대응방안 구축

라. 3차년도(2021년)

해당연도 연구개발 목표	해양공간통합관리연구 정보 구축 및 시범사업 고도화
-----------------	-----------------------------

세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비(천원)	수행기관	가중치
해양공간관리 제도 및 전략분석	○공간관리 수단 시범적용 고도화 ○이용행위 통합규제제도 방향설정 ○해양공간계획 융합기술 RFP 작성	252,000	KIOST	0.4
핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축	○핵심해역갈등관리 방안 마련 ○북한해양수산정보구축 ○남북해양수산협력사업 운영	146,000	KIOST	0.3
해양정보 분석 및 산업화전략 수립	○국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석 ○제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석	180,000	KIOST	0.3

연구개발내용 및 범위 상세기술
<p>1) 해양공간관리 제도 및 전략분석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○공간관리 수단 시범적용 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 대상별 적합성 보고서 작성 세부 기준 작성 - 대상별 적합성 협의 세부 기준 및 적용 ○이용행위 통합규제제도 방향설정 <ul style="list-style-type: none"> - 통합규제 제도 기본방향 수립 - 타 제도와의 관계 분석 ○해양공간계획 융합기술 RFP 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 해양공간계획 지원에 필요한 융합기술 RFP 작성(필요시, 연차별로 지속 작성) - 핵심해역(외곽도서) 해양공간특성평가 모델을 적용한 소해역 해양공간계획도 시범 작성 - 연안해역 해양공간 정보분석 시스템을 활용한 소해역 해양공간계획도 시범 작성 <p>2) 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축</p> <ul style="list-style-type: none"> ○핵심해역갈등관리 방안 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 남북해상법집행 갈등관리 - JDZ해양분쟁관리 ○북한해양수산정보구축 <ul style="list-style-type: none"> - 북한 해양수산정보 DB구축 - 북한 해역별 자원정보 도업화 ○남북해양수산협력사업 운영

연구개발내용 및 범위 상세기술

- 남북 해양학자포럼 운영
- 환황해, (환동해) 포럼 운영

3) 해양정보 분석 및 산업화전략 수립

- 국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석
 - 해양과학 기술 분야에 대한 정보분석 자료 생산 및 공유
 - 주요국, 주요기관 및 국제기구 등 동향자료 기반 이슈페이퍼 작성 및 공유
 - 미래 해양과학기술 정책수요 식별
- 제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석
 - 남해안권 해양산업 진흥전략 수립
 - 해양바이오 분야 신산업 도출 및 추진전략 수립
 - 해양신산업 활성화 대책 수립

마. 4차년도(2022년)

해당연도 연구개발 목표	해양공간통합관리연구 정보 구축 및 전략개발 강화
-----------------	----------------------------

세부 성과지표	세부 연구개발 내용 및 범위	연구비(천원)	수행기관	가중치
해양공간관리 제도 및 전략분석	<ul style="list-style-type: none"> ○공간관리 수단 세부기준 설정 및 적용 ○이용행위 통합규제제도 타당성 확보 ○해양공간계획 융합기술 RFP 작성 	252,000	KIOST	0.4
핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축	<ul style="list-style-type: none"> ○핵심해역갈등관리 방안 마련 ○북한해양수산정보구축 ○남북해양수산협력사업 운영 	146,000	KIOST	0.3
해양정보 분석 및 산업화전략 수립	<ul style="list-style-type: none"> ○국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석 ○제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석 	180,000	KIOST	0.3

연구개발내용 및 범위 상세기술
<p>1) 해양공간관리 제도 및 전략분석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○공간관리 수단 세부기준 설정 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 대상별 적합성 보고서 작성 세부 기준 설정 - 대상별 적합성 협의 세부 기준 및 적용 ○이용행위 통합규제제도 타당성 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 통합규제 제도(안) 설정 및 공개포럼 ○해양공간계획 융합기술 RFP 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 해양공간계획 지원에 필요한 융합기술 RFP 작성(필요시, 연차별로 지속 작성) - 핵심해역(외곽도서) 해양공간특성평가 모델 표준화 및 고도화 방향 제시 - 연안해역 해양공간 정보분석 시스템을 활용한 소해역 해양공간계획도 시범 작성 <p>2) 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축</p> <ul style="list-style-type: none"> ○핵심해역갈등관리 방안 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 동중국해, 이어도 갈등관리 방안 마련 - 동아시아 해양갈등과 주변수역 위협 해소방안 구축 ○북한해양수산정보구축 <ul style="list-style-type: none"> - 북한 해양수산정보 DB구축 - 북한 해역별 자원정보 도업화

연구개발내용 및 범위 상세기술

○ 남북해양수산협력사업 운영

- 남북 해양학자포럼 운영
- 환황해, (환동해) 포럼 운영

3) 해양정보 분석 및 산업화전략 수립

○ 국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석

- 해양과학 기술 분야에 대한 정보분석 자료 생산 및 공유
- 주요국, 주요기관 및 국제기구 등 동향자료 기반 이슈페이퍼 작성 및 공유
- 미래 해양과학기술 정책수요 식별

○ 제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석

- 제주권 해양산업 진흥전략 수립
- 해양기기장비 분야 신산업 도출 및 추진전략 수립
- 해양신산업 육성 마스터플랜 수립

3. 연구개발의 창의성 · 혁신성 · 도전성 등

- 해당 없음

4. 정량적 성과목표 및 성과지표

가. 1차년도(2019년)

구분	가중치*	설정목표(건)	성과목표(건)*	세부 가중치	설정도(%) (설정목표/성과목표)		
과학적 성과	논문	mrnIF 81점 이상	-	-	-		
		mrnIF 61~80	-	-	-		
		mrnIF 41~60	1	-	10%	1/-	
		mrnIF 40점 이하	1	-	10%	1/-	
		KCI급 논문게재	7	-	70%	7/-	
		SSCI/SCOPUS	1	-	10%	1/-	
	소계	10	-	100%	10/-		
	저서	20%	국제저서	-	-	-	
			국내저서	1	-	40%	1/-
			국제편저	-	-	-	-
역서 등			2	-	60%	2/-	
소계	3	-	100%	3/-			
기술적 성과	특허	국제특허 출원	-	-	-		
		국제특허 등록	-	-	-		
		국제특허 추가등록	-	-	-		
		국내특허 출원	-	-	-		
		국내특허 등록	-	-	-		
경제적 성과	기술료	기술이전 성과	-	-	-		
사회적,인프라..	홍보활동	인터뷰/뉴스 등	2	100%	-		
	대외활동	20%	해군/해경/부처TF/교육	9	-	100%	9/-
	정책활동	30%	정책현안 대응건수	25	18	50%	25/18
정책보고서작성			6	6	50%	6/6	
계	-	100%	-	-	-		

* 정량목표 설정 근거(또는 당위성)
해양공간계획에 대한 정부정책 로드맵, 예산 및 남북관계 개선 상황, 지역질서 협력관계 도출 등의 요소를 고려하여 정량적 목표를 설정하였으며, 다만 정책현안에 대한 지원 건수는 해양문제를 고려하여 설정

나. 2차년도(2020년)

구분	가중치*	설정목표(건)	성과목표(건)*	세부 가중치	설정도(%) (설정목표/성과목표)		
과학적 성과	논문	mrnIF 81점 이상	-	-	-		
		mrnIF 61~80	-	-	-		
		mrnIF 41~60	1	-	10%	1/-	
		mrnIF 40점 이하	2	-	10%	2/-	
		KCI급 논문게재	8	-	70%	8/-	
		SSCI/SCOPUS	2	-	10%	2/-	
	소계	13	-	100%	13/-		
	저서	20%	국제저서	-	-	-	
			국내저서	1	-	40%	1/-
			국제편저	-	-	-	-
역서 등			2	-	60%	2/-	
소계	3	-	100%	3/-			
기술적 성과	특허	국제특허 출원	-	-	-		
		국제특허 등록	-	-	-		
		국제특허 추가등록	-	-	-		
		국내특허 출원	1	-	-	-	
		국내특허 등록	-	-	-	-	
경제적 성과	기술료	기술이전 성과	-	-	-		
사회적,인프라..	홍보활동	인터뷰/뉴스 등	2	100%	-		
	대외활동	20%	해군/해경/부처TF/교육	13	-	100%	11/-
	정책활동	30%	정책현안 대응건수	27	18	50%	27/18
정책보고서작성			6	6	50%	6/6	
계	-	100%	-	-	-		

* 정량목표 설정 근거(또는 당위성)
해양공간계획에 대한 정부정책 로드맵, 예산 및 남북관계 개선 상황, 지역질서 협력관계 도출 등의 요소를 고려하여 정량적 목표를 설정하였으며, 다만 정책현안에 대한 지원 건수는 해양문제를 고려하여 설정

다. 3차년도(2021년)

구분		가중치*	설정목표(건)	성과목표(건)*	세부 가중치	설정도(%) (설정목표/성과목표)	
과학적 성과	논문	30%	mrnIF 81점 이상	-	-	-	
			mrnIF 61~80	-	-	-	
			mrnIF 41~60	1	-	10%	1/-
			mrnIF 40점 이하	1	-	10%	1/-
			KCI급 논문게재	11	-	90%	11/-
			SSCI/SCOPUS	4	-	10%	4/-
		소계	17	-	100%	17/-	
	저서	20%	국제저서	-	-	-	
			국내저서	3	-	40%	3/-
			국제편저	-	-	-	
역서 등			2	-	60%	2/-	
	소계	5	-	100%	5/-		
기술적 성과	특허		국제특허 출원	-	-	-	
			국제특허 등록	-	-	-	
			국제특허 추가등록	-	-	-	
			국내특허 출원	-	-	-	
경제적 성과	기술료		기술이전 성과	-	-	-	
			국내특허 등록	-	-	-	
사회적,인프라..	홍보활동		인터뷰/뉴스 등	2	100%		
	대외활동	20%	해군/해경/부처TF/교육	14	-	100%	12/-
	정책활동	30%	정책현안 대응건수	27	18	50%	27/18
			정책보고서작성	6	6	50%	6/6
계	-	100%			-		

※ 정량목표 설정 근거(또는 당위성)
해양공간계획에 대한 정부정책 로드맵, 예산 및 남북관계 개선 상황, 지역질서 협력관계 도출 등의 요소를 고려하여 정량적 목표를 설정하였으며, 다만 정책현안에 대한 지원 건수는 해양문제를 고려하여 설정

라. 4차년도(2022년)

구분		가중치*	설정목표(건)	성과목표(건)*	세부 가중치	설정도(%) (설정목표/성과목표)	
과학적 성과	논문	30%	mrnIF 81점 이상	-	-	-	
			mrnIF 61~80	-	-	-	
			mrnIF 41~60	1	-	10%	1/-
			mrnIF 40점 이하	2	-	10%	2/-
			KCI급 논문게재	8	-	90%	8/-
			SSCI/SCOPUS	4	-	10%	4/-
		소계	15	-	100%	12/-	
	저서	20%	국제저서	-	-	-	
			국내저서	2	-	40%	2/-
			국제편저	-	-	-	
역서 등			2	-	60%	2/-	
	소계	3	-	100%	4/-		
기술적 성과	특허		국제특허 출원	-	-	-	
			국제특허 등록	-	-	-	
			국제특허 추가등록	-	-	-	
			국내특허 출원	1	-	-	
경제적 성과	기술료		기술이전 성과	-	-	-	
			국내특허 등록	-	-	-	
사회적,인프라..	홍보활동		인터뷰/뉴스 등	2	100%		
	대외활동	20%	해군/해경/부처TF/교육	14	-	100%	12/-
	정책활동	30%	정책현안 대응건수	27	18	50%	27/18
			정책보고서작성	6	6	50%	6/6
계	-	100%			-		

※ 정량목표 설정 근거(또는 당위성)
해양공간계획에 대한 정부정책 로드맵, 예산 및 남북관계 개선 상황, 지역질서 협력관계 도출 등의 요소를 고려하여 정량적 목표를 설정하였으며, 다만 정책현안에 대한 지원 건수는 해양문제를 고려하여 설정

5. 정성적 성과목표 및 성과지표

□ 1차년도 (2019년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
해양공간 협의 세부기준안	15%	세부 기준안 2건	세부 기준안 2건	동등
해양공간관리고시 대응	15%	해양공간관리고시등(3건),	해양공간관리고시등(3건),	동등
어업협정수역갈등대응매뉴얼	15%	어업협정수역갈등 대응매뉴얼(2건)	어업협정수역갈등 대응매뉴얼(2건)	동등
해양과학조사동의/허가	20%	해양과학조사동의/허가(10건)	해양과학조사동의/허가(10건)	동등
계	100%			

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
해양공간계획에 대한 정부정책 로드맵, 예산 및 남북관계 개선 상황, 지역질서 협력관계 도출 등의 요소를 고려하여 목표 설정

□ 2차년도 (2020년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
해양공간 협의 세부기준안 및 시범적용	20%	세부기준 및 시범적용(2건)	세부기준 및 시범적용(2건)	동등
해양공간 연구개발 전략 및 로드맵	20%	연구개발전략 및 로드맵(1건)	연구개발전략 및 로드맵(1건)	동등
자원조사갈등 대응매뉴얼	20%	자원조사갈등 대응매뉴얼(2건)	자원조사갈등 대응매뉴얼(2건)	동등
해양과학조사동의/허가	20%	해양과학조사동의/허가(10건)	해양과학조사동의/허가(10건)	동등
계	100%			

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
해양공간계획에 대한 정부정책 로드맵, 예산 및 남북관계 개선 상황, 지역질서 협력관계 도출 등의 요소를 고려하여 목표 설정

□ 3차년도 (2021년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
해양공간 이용행위 통합규제 방안	25%	통합규제 방안(1건)	통합규제 방안(1건)	동등
해양공간 융합기술 RFP		기술 개발 RFP	기술 개발 RFP	
해양공간정보 관리지침	25%	해양공간정보 관리지침(1건)	해양공간정보 관리지침(1건)	동등
JDZ 갈등대응 매뉴얼	25%	JDZ 갈등대응 매뉴얼(2건)	JDZ 갈등대응 매뉴얼(2건)	동등
해양과학조사 동의/허가	25%	해양과학조사 동의/허가(10건)	해양과학조사 동의/허가(10건)	동등
계	100%			

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
 해양공간계획에 대한 정부정책 로드맵, 예산 및 남북관계 개선 상황, 지역질서 협력관계 도출 등의 요소를 고려하여 목표 설정

□ 4차년도 (2022년)

항목	가중치*	설정목표	성과목표	부합여부
해양공간 협의 세부기준안 및 시범적용	20%	세부기준 및 시범적용(2건)	세부기준 및 시범적용(2건)	동등
해양공간특성평가	20%	해양공간특성평가(1건)	해양공간특성평가(1건)	동등
갈등대응매뉴얼	20%	갈등대응매뉴얼(2건)	갈등대응매뉴얼(2건)	동등
해양과학조사 동의/허가	20%	해양과학조사 동의/허가(10건)	해양과학조사 동의/허가(10건)	동등
계	100%			

※ 정성목표 설정 근거(또는 당위성)
 해양공간계획에 대한 정부정책 로드맵, 예산 및 남북관계 개선 상황, 지역질서 협력관계 도출 등의 요소를 고려하여 목표 설정

제 3 절 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계

1. 연구개발 추진전략·방법

가. 해양공간관리 제도 및 전략분석

- 공간관리 수단 세부기준 설정 및 적용
 - 제도의 실질적 실행을 위한 자료를 생산하고, 정부부처와 긴밀한 협조하에 제공
 - 다양한 해양공간 관리 분야의 전문가를 활용하여 연구결과에 대한 실증 검토
- 이용행위 통합규제제도 타당성 확보
 - 관련 법률과 관련 제도의 연계성 분석과 국외 유사사례 분석을 통해 통합규제제도 기본 방향 검토
- 해양공간계획 융합기술 RFP 작성
 - 원내 해양공간계획 TF와 연계하여 세부 과학기술분야 참여자를 활용한 기술 RFP작성
 - 핵심해역과 특정 연안해역에 적용가능한 해양공간정보분석 모델을 제시하고 소해역 시범 도면을 작성함으로써 필요 기술개발 방향 설정

나. 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축

- 핵심해역 및 지역해 갈등은 해양수산부와 외교부, 해군, 해양경찰청을 중심으로 수요를 도출하고, 해역별 갈등을 국제법적, 지역질서(패권) 환경변화와의 연계성을 검토하여 작성
- 지역해 협력을 위해 '환황해포럼'과 '환동해포럼'을 구축 운용할 예정인 바, '15년과 '16년 선행 연구를 통해 '환황해 포럼(가칭)의 운용을 시도한 바 있음. 포럼의 안정적 추진을 위해 중국, 러시아,

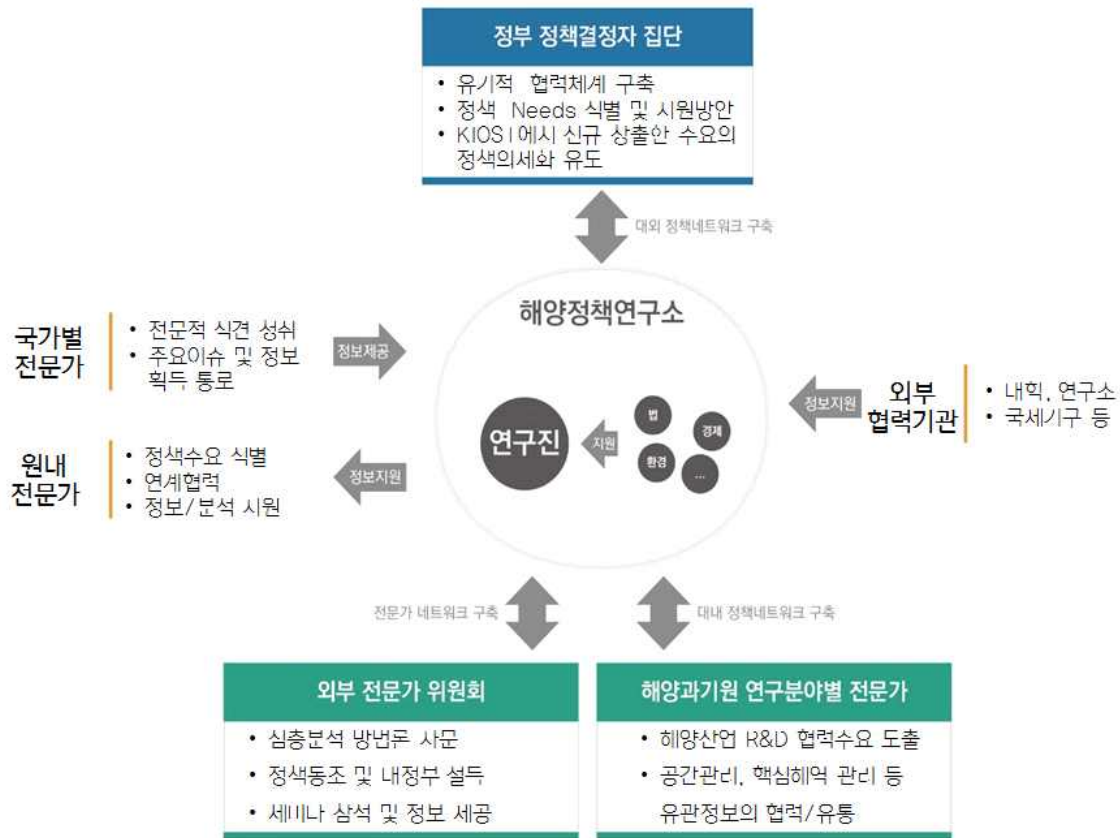
일본 영역별 전문가 참여를 확대할 계획임

다. 해양정보 분석 및 산업화전략 수립

○ 정책연구소 중심의 전략수립

- ①주요국 국가정책 동향분석, ②주요기관 연구개발 동향분석, ③국제기구 Agenda 분석을 실시하며, 이를 기반으로 분야별 연구자들과의 협의를 통해 미래유망 기술분야를 도출하며, 분석결과는 해양과기원 연구자 집단과 정책고객인 정부영역의 정책결정자 집단에 제공하며, 각 집단에 제공하는 심층분석 정보는 해당 정보의 사용자 수요 (Needs)에 적합한 형태로 가공
- 연구분야 전문가들이 필요로 하는 정보는 각 기관별 정책정보와 더불어, 분야별 연구동향 심층분석 정보이며, 이를 기초로 한 정보를 통해 연구개발 전략수립
- 신산업육성을 위해서는 개별 산업 분야에 특화된 세부 심층분석 정보가 필요하며, 주로 미래유망 해양신산업 분야에 대하여 특화된 심층분석 정보를 확보, 분석함으로써, 연간 2건 이상의 미래유망 해양신산업 분야 정책 자료를 작성하여 제공

2. 연구개발 추진체계



- 본 사업은 해양정책연구소 내에 합당한 전문연구진을 중심으로 구성하여 수행
 - 사업에 직접적으로 참여하지 않으나, 정책연구소 내의 해양법, 경제성 분석, 환경 등 관련 정책전문가들은 본 사업을 수행하는 데 필요한 정책정보를 지원하는 기능을 수행함
 - 정책연구소 내의 모든 전문가가 융합적으로 참여하여 최고의 사업성과 창출
- 본 사업의 성공적인 수행을 위한 핵심 파트너는 해양과기원 내 연구분야별 연구자들임
 - 본 사업의 성공적 수행을 위하여 부원장 산하의 각 연구본부 및 연구

- 센터 핵심 연구자들과의 유기적 대내 정책네트워크를 구축하여 운영
 - 연구사업의 수행과정에서는 분야별 연구자들의 정책역량 제고를 위한 정책동향 분석자료와 연구개발동향 심층분석 정보를 제공하고, 이를 기반으로 각 분야의 연구성과를 창출함
- 정부정책결정자 집단과 대외 정책네트워크를 구축해, 해양과기원과 상호 이익을 도모함
 - 정책연구소 차원의 주기적인 정례회의를 실시(필요시 연구원 차원의 정례회의를 구성하고 연구진에서는 정례회의에 필요한 정보 제공)
 - 정보 획득을 위해 국제협력부가 보유하고 있는 전문가 네트워크를 이용
 - 원내에서 확보하기 어려운 인적네트워크는 개별 국가에 진출해 있는 한인과학자 Pool을 적극 활용

3. 연구개발 추진일정

해당 연도	세부 성과 목표		추진 일정												책임자 (소속기관)	
			월별 추진 일정													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
2019	해양공간관리 제도 및 전략분석	공간관리 수단의 세부기준 분석														이문숙 (해양법제도연구실)
		이용행위 통합규제제도 분석														이문숙 (해양법제도연구실)
		해양공간계획 연구개발 전략 분석														이문숙 (해양법제도연구실)
	핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축	핵심해역갈등관리 전략 분석														양희철 (해양정책연구소)
		북한 해양수산정보 구축														양희철 (해양정책연구소)
		남북해양수산 협력통로 구축														양희철 (해양정책연구소)
	해양정보 분석 및 산업화 전략수립	국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석														장덕희 (미래전략실)
제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석															박세현 (해양신산업실)	
2020	해양공간관리 제도 및 전략분석	공간관리 수단 시범적용													이문숙 (해양법제도연구실)	
		이용행위 통합규제제도 개본방향 수립													이문숙 (해양법제도연구실)	
		해양공간계획 연구개발 목록 및 로드맵 수립														이문숙 (해양법제도연구실)
	핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축	핵심해역갈등관리 방안 마련														양희철 (해양정책연구소)
		북한해양수산정보 구축														양희철 (해양정책연구소)
		남북해양수산협력사업 운영														양희철 (해양정책연구소)
	해양정보 분석 및 산업화 전략수립	국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석														장덕희 (미래전략실)
제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석															박세현 (해양신산업실)	
2021	해양공간관리 제도 및 전략분석	공간관리 수단 시범적용 고도화													이문숙 (해양법제도연구실)	
		이용행위 통합규제제도 방향설정														이문숙 (해양법제도연구실)
		해양공간계획 융합기술 RFP 작성														이문숙 (해양법제도연구실)
	핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축	핵심해역갈등관리 방안 마련														양희철 (해양정책연구소)
		북한해양수산정보구축														양희철 (해양정책연구소)
		남북해양수산협력사업 운영														양희철 (해양정책연구소)
	해양정보 분석 및 산업화 전략수립	국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석														장덕희 (미래전략실)
제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석															박세현 (해양신산업실)	
2022	해양공간관리 제도 및 전략분석	공간관리 수단 세부기준 설정 및 적용													이문숙 (해양법제도연구실)	
		이용행위 통합규제제도 타당성 확보														이문숙 (해양법제도연구실)
		해양공간계획 융합기술 RFP 작성														이문숙 (해양법제도연구실)
	핵심해역 관리 및 남북해양수산협력 정보구축	핵심해역갈등관리 방안마련														양희철 (해양정책연구소)
		북한해양수산정보구축														양희철 (해양정책연구소)
		남북해양수산협력사업 운영														양희철 (해양정책연구소)
	해양정보 분석 및 산업화 전략수립	국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석														장덕희 (미래전략실)
제4차산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 분석															박세현 (해양신산업실)	

제 4 절 연구개발 성과의 중요성 및 기대효과

1. 연구개발 성과의 중요성

가. 해양공간관리 제도 및 전략연구

- 공간관리 수단 세부기준 설정 및 적용
 - 해양공간계획 및 관리에 관한 법률 제정에 따라 도입된 제도의 원활하고 효율적인 운영을 위해 관련 정책의 심화 연구가 시급히 필요하며, 연구의 중요도는 매우 높음
- 이용행위 통합규제제도 타당성 확보
 - 새로운 법제가 생성될 시기에는 단계적 정착 및 확대를 고려하는 것임에 따라, 향후 장기적인 해양공간 이용행위 통합규제제도 타당성을 검토하기 위한 선제적 준비 연구가 매우 중요할 것으로 판단
 - 특히, 공유수면에서의 단일 행위 허가에서부터 상위 이용 및 개발계획에 대한 협의·승인의 관리에 이르는 통합규제는 다양한 이해가 복잡하게 작용하는 문제로 장기적인 접근과 해결방안 모색이 필요
- 해양공간계획 융합기술 RFP 작성
 - 해양공간계획 지원을 위한 생태계서비스평가 기반 시나리오분석 기술 개발 등이 이루어지고 있으나, 기존 다른 정보들을 활용한 다양한 공간분석 및 평가 모델에 대한 적용 및 검증이 요구
 - 법률에 따른 해양공간특성평가 제도를 고도화 하기 위한 기술개발 방향을 검토하고, 일부 해역을 중심으로 이를 시범 검증해 보는 것이 중요

나. 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력

- 해역별 법집행 근거의 모호성과 정책적 의지의 혼란은 관할해역의 안정성을 해칠 뿐 아니라, 해양자원의 보전에도 중대한 영향을 미

치는 바, 법해석의 명확성을 통해 핵심해역, 관할권 주장 중첩수역에서의 안정적 관리기반 확보하는 것이 중요

- 본 사업을 통해 도출된 남북해양수산협력사업을 통해 북한의 해역별 자원이용 방향을 제시, 영역별로는 해양과학기술협력을 통해 능력을 배양함으로써, 북한 해양자원의 이용 적정성이 유지하는 것이 매우 중요

다. 해양정보 분석 및 산업화전략 수립

- 해수부 등 중앙정부뿐만 아니라 원내 연구자들은 국내외 해양정책 및 해양수산과학기술 정보수집·분석, 해양수산 분야에 대한 기초통계자료 등을 기초로 심층적인 해양과학기술 연구개발 전략 수립에 대한 요구 증대
 - 거대과학 분야인 해양과학기술 분야는 R&D 정책 실패 시 엄청난 매몰비용(sunk-cost)를 발생시키므로, 정보 분석에 기초한 R&D 기획의 과학화와 고도화 추진이 필수
 - 정부 R&D 사업 추진과정에서는 기존 소수의 전문가위원회(peer review) 방식을 여전히 활용하고 있으나, 최근 빅데이터 기반의 R&D 정보 분석의 중요성을 지속 강조
- 현 정부 국정과제 및 제4차 과학기술기본계획('18~'22)을 반영한 R&D 기반 해양신산업 창출을 위한 정책적 지원이 필요
 - 국정과제 34번(고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성), 37번(친환경 미래 에너지 발굴·육성), 62번(해양영토 수호와 해양안전 강화), 84번(깨끗한 바다, 풍요로운 어장) 등
 - 관련하여 문재인정부 들어와 해양수산부는 해양수산 신산업 창출을 통한 부가가치 창출과 양질의 일자리 창출의 중요성을 지속적으로 강조

2. 연구개발 성과의 활용방안

가. 해양공간관리 제도 및 전략연구

- 공간관리 수단 세부기준 설정 및 적용
 - 해양공간적합성협약, 해양용도구역별 관리를 위한 정부 정책에 직접 활용
- 이용행위 통합규제제도 타당성 확보
 - 해양공간 통합규제제도 개선 방향을 마련하기 위한 기초자료로 활용
- 해양공간계획 융합기술 RFP 작성
 - 해양공간계획 관련 기술개발 방향을 정립하고, 타당성을 검토하기 위한 기초 자료로 활용

나. 핵심해역 관리 및 남북해양수산협력

- 북한해양공간 가치와 해양경계확정 방향 등 통일한국 해양영토 확보에 활용
- 북한 해양수산자원의 부존도 파악을 통한 남북협력 및 북한해양자원의 합리적 이용력 제고 기반을 제공, 일방적 수산자원 훼손 방지에 활용

다. 해양정보 분석 및 산업화전략 수립

- 해양과기원의 핵심 연구분야를 중심으로 한 미래연구개발 수요 창출
 - 핵심적인 R&D 성과가 예상되는 분야를 대상으로 대형 R&D 전략기획 지원
- 정책네트워크 구축을 통한 내·외부 역량강화 및 해양신산업 창출 지원

- 정부의 정책고객들을 대상으로 하는 유기적인 정책네트워크 구축을 기반으로, 우리나라 해양수산 R&D 정책기획력 제고에 기여하고, 이를 기초로 한 신규 R&D 사업 창출 지원
- 해양과학기술 분야의 국가정책 수립을 간접적으로 지원함으로써, 해양과학기술원의 대외 역량을 제고하고, 신규 R&D 사업을 통한 해양신산업 발굴 지원

3. 기대효과

[기술적 측면]

- 해양공간관리 수단의 세부 기준 확립, 해양공간계획지원을 위한 융복합 연구개발 추진을 통한 해양이용행위 통합규제제도 확립
- 한강하구, 서해와 동해 NLL, 관할권 중첩수역, 동해 북한수역 입어 중국어선에 대한 법집행 이행력 강화와 해양관리 역량 제고
- 국내외 정책동향분석과 연구개발 환경 분석 등 미래전망 기법을 활용하여, 미래 유망기술 분야 및 미래해양 신산업 분야 식별 및 해양산업 현안문제에 대한 대응체계 구축 및 지소격인 해양산업성장 기반 확충을 위한 정책지원

[경제·산업적 측면]

- 해양공간계획 지원에 필요한 정보분석, 평가, 시나리오 모델 등에 대한 융복합 연구개발전략을 수립함으로써, 기술기반 해양공간계획체계 구축에 기여
- 한강하구, 서해와 동해 NLL, 관할권 중첩수역, 동해 북한수역 입어 중국어선에 대한 법집행 이행력 강화와 해양관리 역량 제고 및 북한의 해양공간 가치와 해양경계획정 방향 등 한반도 해양영토

확보에 활용

- 권역별 해양신산업 진흥전략, 전문인력 양성정책 등 해양산업 진흥을 이끌어갈 정책기반 마련

[사회적 측면]

- 법에 따른 하위법령 등에 대한 세부 기준을 확립함으로써 해양공간계획의 실질적 이행기반 구축에 기여
- NLL, 경계미확정, 관할해역의 안정적 관리기반 확보 등 정부의 해양현안 대응력 강화
- 해양 분야 현안에 대한 인식 확산 및 해양과기원의 역할비중 확대 및 정부의 주요 정책결정자 집단에 대한 분석정보 제공을 통해 정책고객 수요충족 및 국가현안문제 대응

제 5 절 과제제안요구서(RFP)

성과목표4-3	해양공간통합관리연구
---------	------------

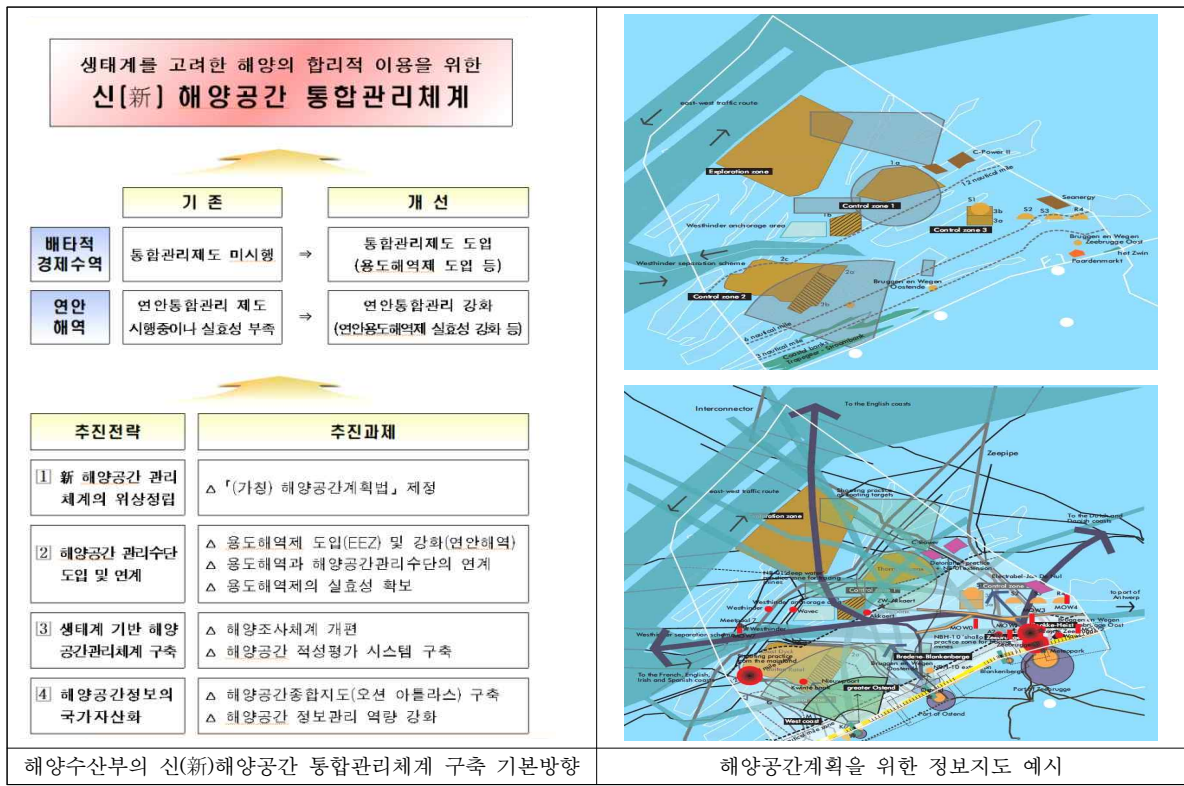
과제제안요구서(RFP)

중과제	<input type="checkbox"/> (기후·해양환경 변화 대응) 기후변화 예측 및 해양환경변화 대응 <input type="checkbox"/> (해양전략자원 개발) 해양바이오·전략광물자원 개발 및 미개척 대양 신자원 탐사 <input type="checkbox"/> (첨단해양공학기술 창출) 해양공학핵심기술 및 첨단장비 개발 <input checked="" type="checkbox"/> (해양영토관리) 해양방위·재난 및 공간관리 기술 개발		
제안 과제명(안)	해양공간 통합관리 연구		
총연구기간	'19.1.1 ~ '22.12.31 (4년)		
총연구비	3624백만원	'19년도 연구비	5.74백만원

1. 연구개발의 필요성

국가적 아젠다(국정과제, 과학기술 기본계획 등)과의 연계성

- 국정과제 84번(깨끗한 바다, 풍요로운 어장), 해양공간의 통합관리와 계획적 이용체계 구축(84-5) 관련하여 해양공간관리에 대한 세부 제도 및 전략 수립 연구가 시급
- 본 사업은 해양공간의 통합적 관리와 계획적 이용에 대하여 적시하고 있는 국정과제 84번과 연계되며, 정부가 직접 추진하는 해양공간계획체계 구축 방향에 부합하는 범위 내에서 필요로 하는 세부 지침의 기초연구와 공간관리 핵심정보 생산을 위한 연구개발 전략 연구가 진행될 수 있을 것임



- 국정과제 62번(해양영토 수호와 해양안전 강화), 90번(한반도 신경제지도 구상 및 경제통일 구현), 93번(남북교류 활성화를 통한 남북관계 추진) 등 해양 현안 대응과 장기적 남북관계의 주도적 형성을 위한 정책연구가 시급
- 국정과제 중 해양영토 수호를 위한 핵심인프라 구축, 중국 어선 불법조업 근절 등의 문제는 본 사업에서 '해양경계 미확정수역', '남북 접경지역' 관리, '지역해 갈등구조 분석' 등의 문제와 연계되며, 해역별 갈등구조와 요소, 대응방안을 통해 지원 가능
- 본 사업은 남북 간 화해협력을 적시하고 있는 국정과제 제90번, 제93번과 연계되며, 남북한 해양학자간 직접 교류와 학술회의를 통해 해양자원의 통합적 기반 구축을 위한 선행 연구로 진행될 수 있을 것임
- 한반도 신경제지도 구상실행은 동해안과 서해안의 경제축을 연결하는 작업과 연계되어, 본 사업의 북한 해역 및 육상 인프라 정보 구축과 관계가 되며, 남북한 간 경험 개시의 환경적 여건 정보를 제공 할 수 있음
- 특히, 남북 접경지역의 평화적 관리를 위한 기초 자료를 위해서는 해역별 '국제법적 성질'과 '남북한 국제법적 및 국내법적, 남북한 간 특수 관계' 등 다양

한 요소를 분석하여야 하는 바, 본 사업의 정책지원 가능성을 제고

- 국정과제 34번(고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성), 37번(친환경 미래 에너지 발굴·육성) 등 고부가가치 해양산업 육성과 일자리 창출 정책연구 시급
- 문재인 정부 출범이후 해양수산부는 다음과 같은 정책이슈들이 강조
 - 바다와 연안의 생태환경과 자원 회복을 통해 바다를 생명력이 넘치는 공간으로 되살리고, 수산업을 고부가가치 산업으로 발전
 - 해양바이오, 관광레저, 친환경 선박·해양신산업 등 신산업 육성을 통한 일자리 창출 등

□ 우리원의 기관 정체성 확립 및 부서고유기능 수행

- 우리원의 정관 제4조(2호)에 부여된 “해양 및 극지과학기술 정책, 제도연구”에 해당하며, 해양수산과학기술 분야 협력 기반 구축, 동북아 해양분쟁 대응, 통일대비 주변해역 해양공간관리 기반구축 등 경영목표로 설정된 ‘우리바다 지키기’ 목적 달성에 기여
- 우리원은 해양과학기술 분야의 대표적 연구기관이며, 동시에 해양과학정보에 기반한 법적 대응방안을 정부에 전달하는 가장 체계적 기관임. 해양질서가 지역 세력갈등 기초와 연계되어 진행되는 현상을 직시하고, 정부의 해양현안 정책지원 수요에 대한 단기 - 중기 - 장기적 대응방향을 체계적으로 구축할 필요가 있음
- 우리원은 해양환경, 생태, 자원에 대한 종합연구기관으로 그동안 생산한 자료와 정보를 해양공간계획 및 관리체계를 통해 국가 정책 발전에 기여할 의무가 있으며, 우리부서는 국가해양정책과 해양과학기술의 연계 전략을 수립하고 심도 있는 법제도 연구를 지원하는 고유 기능을 부여받고 있음

□ 필요성

<해양공간관리 제도 및 전략연구>

- 전통적 이용행위와 미래지향적 수요의 증가로 해양공간의 복잡성과 다양성이

증대함에 따라 **통합적, 체계적 해양공간관리체계 구축 필요성** 제기

- 기존의 연안관리법에 따른 연안통합관리체계의 한계, 배타적경제수역 등에 대한 해양공간관리수단의 부재로, 수많은 관리 영역과 대상에 대한 관리공백이 발생
- 해양공간의 다양한 계획, 구역·지역·해역, 이용행위 등을 **통합적으로 조정·관리할 수 있는 제도적 수단 및 합리적 근거 부재**

* 해양공간은 7개 부처, 37개 법률, 29개 국가계획에 따른 보전·이용·개발 중이며, 지정 가능한 구역·지역·해역의 종류는 약 79개

- ‘해양공간계획 및 관리에 관한 법률(이하 ‘해양공간계획법’이라 함)’ 제정 이후 관련 하위법령, 각종 규정 및 세부 지침 작업이 진행중임에 따라 **장기적 관점에서 해양공간관리 제도의 확장을 위한 기초이론 연구 및 세부 지침과 연계연구가 필요**
- 해양공간계획법은 연안해역과 배타적 경제수역을 포괄하는 통합적 해양공간관리 법률이며, 해양공간에 대한 과학적 조사 및 평가, 계획 수립, 이행수단에 관한 규정을 주요 내용으로 함
- **해양공간특성평가, 해양공간적합성협의를 등 신 해양공간관리제도의 세부적 기준 및 방법을 마련하고, 향후 지속적으로 발전해야하는 해양공간관리 제도의 확장성을 고려한 측면에서의 기초 연구가 필요**
- 시범단계의 해양공간특성평가는 법정조사 등에 따라 가용가능한 정보 수준을 기반으로 이루어지고 있는 한계. **미래 해양수요를 고려하고 다양한 해양활동의 조정계획을 위한 추가적인 필요정보, 생산방법 등을 도출하고 해양공간에 대한 평가 및 계획 적용 방법 마련 필요**
- 해양공간적합성협의를 관련하여 세부적인 적합성 판단 기준 마련 및 협의 기준을 구체화하기 위한 **과학적 근거를 마련하고, 해양공간적합성 협의를 다른 행위관리제도(점용 및 사용허가, 행위제한 등)등과 통합하여 실효적 해양공간관리 수단으로 작용케 하기 위한 기초 연구 필요**

<핵심해역 관리 및 남북해양수산협력>

- 해양공간계획법 제정(2018) 및 심해저활동법 제정(2018예정)에 따라 EEZ(CS)를 포함한 전체 관할해역 이용(개발)행위의 조정력을 확보하고 공해/심해저 규범화 대응 수요 급증
 - 해양공간 관리의 가장 유력한 수단으로 등장한 MSP(해양공간계획)를 통해 EEZ와 대륙붕을 포괄하는 통합적 해양공간관리의 제도화와 관리 수단 확보가 시급
 - MSP법 발효(2019.4.)에 따라 국가관할권 내측의 해양공간 계획 수립을 통한 해양자원의 합리적 안배와 이용구조 정착을 위한 정책지원이 시급
- **핵심해역, 접경해역 등 해양문제에 대한 법적 해석, 지역질서(지정학적) 이해와 남북한 해양수산협력을 통한 정부의 지역해, 남북협력 의사결정 지원 연구가 시급히 요구됨**
 - 정부정책결정 지원은 주변국 동향분석(해양관할권 확대 양상과 정책), 핵심해역에 대한 국가간 이해도(圖), 상호관계, 해양경계 입장과 관할권 행사 범위(최대, 최소) 등을 분석하여 행위별 국가간 충돌가능성과 법적 대응방향을 제시 필요
 - 남북 해양수산협력수요를 위해 북한의 해역별 해양수산정보를 구축하고, 육상 및 해상 인프라/자원 등이 연계된 남북한 해양협력 방향 도출 필요
 - 지역해 협력 및 남북해양협력을 위한 추가적 조치로 해양분야 비전통적 위협요소 공동대응을 위한 관리협력체계 구축(환황해 포럼, 환동해 포럼)과 남북 해양협력 환경 조성

<글로벌 해양정보 분석 및 4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥정책 수립>

- 체계적인 글로벌 해양정보(정책, 과학기술, 통계 등) 수집 및 분석을 통한 국가 현안문제 해결지원과 4차산업 혁명을 견인할 해양산업 활성화 정책수립 필요
 - 해수부 등 중앙정부뿐만 아니라 원내 연구자들은 국내외 해양정책 및 해양수산과학기술 정보수집·분석, 해양수산 분야에 대한 기초 통계자료 등을 기초로 심층적인 해양과학기술 연구개발 전략 수립에 대한 요구 증대
 - 거대과학 분야인 해양과학기술 분야는 R&D 정책 실패 시 엄청난 매몰비용

(sunk-cost)를 발생시키므로, 정보 분석에 기초한 R&D 기획의 과학화와 고도화 추진이 필수적

- 각 기술 분야의 기술궤적(technology trajectory) 분석에 기초한 미래 기술수요 예측은 물론, 기술개발에 따른 정치, 경제, 사회적 측면의 정책효과분석에 대한 병행 필요
- 최근 국가 R&D 결정과정에서는 논리모형(logic-model)에 근거한 목표중심 R&D 사업 지원체제로 변화했으며, 사업예산배정을 위해서는 논리에 근거한 증거주의를 채택
- 정부 R&D 사업 추진과정에서는 기존 소수의 전문가위원회(peer review) 방식을 여전히 활용하고 있으나, 최근 빅데이터 기반의 R&D 정보 분석의 중요성을 지속 강조

2. 연구개발 동향

□ 국내

<해양공간관리 제도 및 전략연구>

- 해양수산부 정책사업으로 ‘해양공간계획체계 구축 시범사업’이 ‘16년부터 추진 중
 - ‘16년부터 지속된 해양수산부 정책연구용에서는 해양공간계획법 및 관련 제도 도입 안 마련, 시범해역 해양공간관리계획 수립, 해양공간관리기본계획 수립, 해양공간계획 체계 도입을 위한 로드맵 수립 등을 주요 내용으로 함
 - 해양공간계획법 제정에 따른 세부 규정화 및 지침화에 우선하여 추진됨에 따라, 새로운 정보, 평가방법, 협의수단을 고려하기는 어렵고 **현재 가용 가능한 수준에서만 접근**이 이루어지는 한계가 있음
- 해양수산 R&D 사업으로 ‘생태계기반 해양공간계획 기술 고도화 연구개발’을 추진 중임
 - ‘17년부터 지속된 해양수산R&D에서는 해양공간계획을 지원하기 위한 기술개발 연구가 진행 중이나 생태계가치 평가에 기반한 해양공간평가 기술 및 조정 의사

결정체계 지원에 초점을 두고 있음

- 해양수산부는 해양공간계획체계구축의 추진을 위해 정책방향에 대한 공감대 형성 및 홍보를 강화하기 위하여 지역 민·관·산·학이 다양하게 참여하는 포럼을 구성 및 운영하기 위해 준비 중이며 이를 통해 해양공간계획 수립 과정 및 결과에 대한 이해관계자 의견수렴을 추진할 예정
- 국내 관련 연구개발이 정부의 정책용역사업과 R&D 사업 등으로 추진되고 있으나, 주로 시급한 정책지원을 위한 연구결과에 집중하고 있으며, 해양공간계획체계의 확립 및 공간관리수단의 실효적 이행력 강화를 위한 연구를 진행하지 못함. 또한 현황이나 현재의 이용상태를 기준으로 공간계획을 수립하는 것이 아니라, 미래지향적 가치나 환경적 변화를 과학적으로 예측, 평가하여 계획수립에 활용하기 어려운 실정

<핵심해역 관리 및 남북해양수산협력>

- 해양경계 미확정상태에 있는 우리나라는 주변국과의 끊임없는 해상갈등 상황이 지속되고 있으나, EEZ와 대륙붕, 지역해(황해) 차원의 통합적 관리를 위한 연구에 대한 체계적 연구는 통합적으로 이루어지지 않은 상태임
 - 제도적 측면에서 국가관할권 내측의 해양공간 관리를 위한 MSP법은 2018.4월 제정(2019년 발효)되었으며, 황해 지역해 관리협력은 이론적 초기 단계에 제한적임
- 남북접경, 해양경계 미확정 지역, 독도, 이어도 등 주변국과 상시적 갈등관계에 있는 해양현안 대응에 이론적 접근은 제한적이고, 남북해양협력은 기후, 자원, 보건, 경제문제 등에서 주로 육상 중심의 경제협력에 제한적임
 - 남북관계 개선에 따른 NLL 등 남북접경지역 관리, 주변국과의 해양경계 미확정 수역 관리 등 대외비적이고 실무적 정책결정을 위한 국내 연구는 제한적임
 - 정치적 영역과 해양수산 분야에서 남북관계 연구를 간헐적으로 수행은 하고 있으나, 현재의 지역해 질서는 정치적 긴장, 군사충돌, 해상활동 갈등 등이 복합적으로 작용하고 있는 현상을 반영하고 있지 않음
 - 남북협력을 위해, 통일부 주도의 다양한 교류협력 체계(주로 육상, 경제, 교통 등)

는 형성되어 있으나, 북한의 해양수산 정보 구축과 인프라 현황, 해양영역 전문가와의 직접교류 등을 토대로 협력체계를 진행하는 사례는 없음

- 한국해양수산개발원은 「통일시대 대비 남북한 해양수산협력방안」(2006)을 수행하였는 바, 이 사업은 남북 경제교류현황, 통일비용과 해양수산부분 역할, 해양환경보전, 수산, 해운물류, 항만 등의 영역에서 비교적 포괄적 협력방안을 제시하고 있음
- 단, 상기 사업은 남북 접근의 한계를 적시하면서도, 북한 해양수산자원 현황에 대한 정보인프라 구축없이 단순한 문헌적 조사와 협력방안 제시로 일관되고 있다는 점에서 실천력을 확보하기에는 상당한 한계가 있음

<글로벌 해양정보 분석 및 4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥정책 수립>

- **해양산업 육성 전략수립을 위한 국내의 정보분석**은 초보적 단계에 해당하며, 기술개발 선진국들이 R&D 전략수립에 활용하는 정보분석 등 다양한 접근법이 모색될 필요
- 다수의 R&D 기획연구에서 3P(Papers, Patents, Products) 분석에 기초한 분석 결과를 포함하고 있으나, 우리나라의 R&D 기획의 정서상 이들 정보는 기획을 위한 정보획득이라기 보다는 기획의 구색 맞추기의 일환으로 치부되는 경향이 강함
- 해양수산 분야의 정책이슈 및 과학기술 이슈 발굴을 위해서는 주요국 및 주요 기관, 주요 국제기구에 대한 정책동향분석자료를 생산하여, 내·외부 정책고객에게 전파하는 것이 매우 중요함
- 해양수산 분야에서 주요한 역할을 수행하고 있는 주요 국가(미국, 유럽, 일본, 러시아 등)와 기관(WHOI, SIO, BIO, NOC 등)들은 이미 뚜렷하게 식별되고 있으며, 이들 국가와 기관들(경우에 따라서는 개인연구자 등)을 대상으로 하는 동향조사 및 분석의 중요성이 매우 높을 것으로 판단됨
- 특히 해양수산부를 비롯한 정부기관들과 해양관련 연구자들의 경우 주요 국가 및 기관에서 수행하고 있는 R&D 사업 및 각종 정책사업들에 대한 정보취득 수요를 지속적으로 제기하고 있음

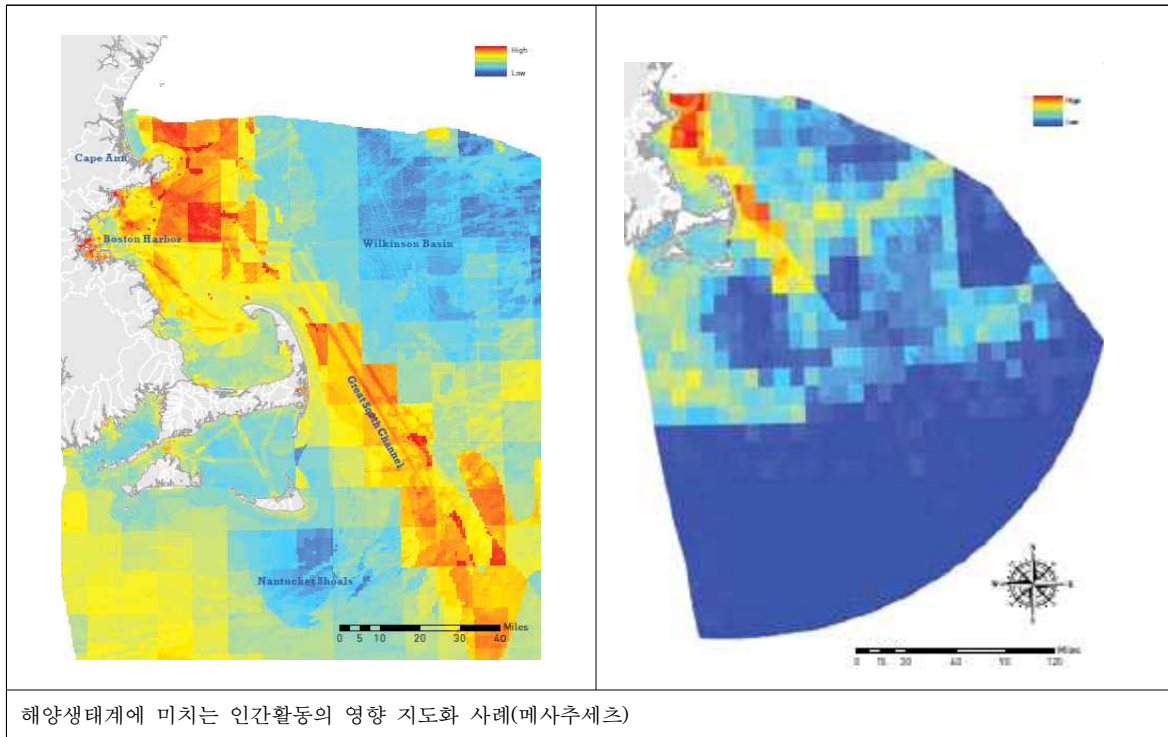
- 우리원은 과거 장덕희 외(2014)²⁾의 연구 등을 통해 세계 주요 해양연구기관들 간의 비교가 이뤄진 바 있으나, 주로 정량자료를 통해 이뤄진 단편적인 연구로 각 기관들이 수행하고 있는 R&D 사업 및 사업성과에 대한 효과적인 분석이 이뤄지지 못한 한계가 있음
- 최근 빅데이터 분석에 대한 중요성이 지속적으로 강조되고 있으며, 연구개발 활동에 필요한 과학기술정보 분석을 위한 다양한 기법과 전략의 활용이 급속도로 확산되고 있는 상황임

□ 국외

<해양공간관리 제도 및 전략연구>

- 영국에서 계획을 수립할 때는 **지속가능성평가(Sustainability appraisal, SA)**, **서식지규정평가(Habitats Regulations Assessment, HRA)** 등 계획에 대한 다양한 영향평가 실시도록 함. 특히 지속가능성평가는 개별 계획수립 절차와 동시에 추진하여 계획과정(plan-making process)의 일부로 이루어지고 있으며, 계획에 대한 사회적(social), 경제적(economic), 환경적(environmental) 영향을 평가하여 계획이 지속가능한 개발의 개념을 준수하도록 하고 있음.
- 미국 메사추세츠주는 해양법을 통해 해양공간계획을 수립 및 이행하며, 해양공간에 대한 관리, 집행과 베이스라인 평가와 과학적 지원체계에 관한 사항을 다룸. **메사추세츠 해양파트너십(Massachusetts Ocean Partnership: 이하 MOP)**와 **생태분석 및 통합 센터(National Center For Ecological Analysis and Synthesis : NCEAS)**를 통해 해양서식지에 인간 활동의 강도와 공간적 분포를 설명하기 위한 누적영향지도를 개발하고 해양공간계획에 반영하기 위한 노력 중
 - * 누적영향평가(Cumulative Impacts) : 생태계 취약성, 생태계 분포, 인간의 압력을 결합한 것

2) 장덕희 · 한종엽 · 강길모 · 권기석 · 서만덕 · 도수관. (2014) “세계 주요 해양연구기관과의 비교 분석을 통한 시사점 도출.” <해양정책연구>. 17(2): 153-183.



- 중국은 해역사용관리법, 해양환경보호법을 근거로 **해양이용 및 개발행위에 대하여 공간계획에 근거한 통합규제 적용**. 해역사용권제도는 법인(단체)나 개인인 해역을 사용할 경우 반드시 해역사용권을 국무원으로부터 취득해야 하고, 국무원은 반드시 해양기능구획에 따라 해역사용권을 허가토록 하는 제도로 우리의 해양공간적합성협의제도와 유사

* 중국은 해양공간계획(해양기능구획)의 경우 해역의 위치·자연속성을 과학적으로 분석하여 기능을 확정하며, 해양기능구획의 방법과 기준 등 절차에 대해서는 ‘해양기능구획 기술지침’을 별도로 마련·적용하고 있음

<핵심해역 관리 및 남북해양수산협력>

- EU, IOC, UNESCO 등 국제기구는 전세계 해양 및 지역해, 국가차원의 해양공간계획 수립을 위한 정책방향을 설정하고 추진하고 있음
- ‘17년 기준 전세계 60여 개국이 해양공간계획을 추진 중이며, UNESCO IOC는 ‘25년까지 전 세계 해양의 1/3에 대한 해양공간계획 적용을 미래목표로 설정
- EU 국가들은 2016년까지 국내 법제화, 2021년까지 해양공간계획 수립을 권고받

고 있으며, Baltic 등 주요 지역해를 중심으로 지역해 공간관리(Regional MSP) 추진도 활발하게 진행

- 영국, 중국, 일본 등 주요국들은 해역관리 강화를 위한 법률 제·개정 및 관련 제도 강화를 통해 해양공간계획 및 이행수단을 확보

- 중국은 ‘일대일로’ 라는 외교 및 경제정책을 추진하고 있으며, 연구 영역에서는 최근 ‘황해·동중국해연구소’ 를 설립하고 지역해 연구를 시작하려는 움직임을 보이고 있음
 - 중국은 이미 ‘84년 북한과 해양관련 협력사업 추진, ’ 00년대 전후 북한 수산물 양식, ‘10년 동해어업협력협정을 체결하는 등 북한 자원을 선점하고 있으며, 가장 많은 북한해양수산물 정보를 갖추고 있음
 - 특히, 북한 동해수역은 중국의 수산물 확보를 위한 다양한 연구와 입어활동이 진행중에 있는 바, 남북한 동해 수역의 자원 관리에 대한 심각한 손실의 원인으로 작용하고 있음
 - 석유가스 자원은 북한의 서해(서한만)는 중국, 동해(동한만)는 몽골자본이 진출해 있으며, 서한만에서는 일부 상업적 생산 가능성을 평가받은 상태(상업단계에 이르지 않음)임
 - 북한의 나진선봉 지역 항만건설을 위해 중국과 러시아가 진출하고 있으며, 이는 주로 해상 교통로와 대양진출로 확보를 위한 작업을 목적으로 함
 - 해양분야에서 남북협력은 PEMSEA, YSLME, WESTPAC을 통해 이루어졌으며, 수행은 남북 해양과학기술협력을 위한 양해각서 체결 → 남북 협력과제 제안(남, 북 제시)를 통해 수행되었고, 국제심포지엄 개최와 참석, 교육프로그램 개발 및 실시 등을 중심으로 이루어짐
 - * YSLME 사업은 GEF, UNDP, 중국, 북한 등과 공동 협력하에 자원남획, 과도한 연안개발 등으로 훼손된 황해 환경의 지속가능한 이용과 관리를 도모하는 사업으로 발해만을 북쪽 폐쇄선으로 하고, 제주도(육지-제주 폐쇄선)와 양쯔강 하구를 있는 해역을 대상으로 함
 - * 북한은 제1기 사업연도였던 2008년 YSLME와 우리나라에 연구계획서를 제출하였는 바, 여기에는 (1) 중국 대련 SHMA 대표사무국의 UNDP/GEF YSLME 사업활동에 대한 권한부여, (2) 연안 해양환경자료 수집능력 강화를 위한 사업, (3) 북한 국가해양생태계 연구능력 배양사업 지원,

(4) 북한 해양환경에 대한 대중인식을 증가시키기 위한 국가행동계획 제안서 등을 포함하고 있음

- YSLME 사업은 현재 제2기 사업이 2014년부터 2017년까지 예정되어 있으며, 총 사업비는 제1기(2005~2011) 보다 증가한 약 3,351만 달러로 책정되었으며, 제2기에는 북한의 참여가 예상되고 있음

<글로벌 해양정보 분석 및 4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥정책 수립>

- 주요 기술개발 선진국들은 1990년대 중반부터 지식기반 경제성장을 위해 노력해 왔으며, 정보분석 결과를 활용한 국가 R&D 추진전략을 수립해 왔음
 - 미국과 유럽, 일본 등의 국가들은 정보분석 결과에 기초한 과학적 방법의 적용을 통해 R&D 추진전략을 수립하고, 이를 기초로 성과중심 R&D 사업을 집행하고 있음
- 미국의 국립과학재단(NSF), 해군연구국(ONR) 등은 정보 분석에 기초해 R&D 사업을 선정하고 있음
 - 미국은 NSF를 중심으로 국가정보인프라를 구축하였고, 정책담당자들 간 정책내용을 공유하고, 정보를 결합하여 국가 지식활용시스템을 구축하여 운영 중임
 - 미국 해군연구국은 군 활동과 관련된 논문과 특허기술 DB를 구축하고, 이에 대한 정보 분석결과를 활용해 해군연구소에서 발주하는 R&D 프로젝트의 선정에 활용하고 있으며, 정보 분석 결과의 활용은 해군이 지원하는 R&D 프로젝트 선정의 객관성과 성과제고에 긍정적으로 기여하였다고 평가받고 있음
- 유럽의 다수 국가들 역시 정보분석 결과에 기초해 R&D 정책을 수립하고 집행하는 다양한 프로그램들을 운영 중임
 - 영국은 REF(Research Excellence Framework) 제도를 통해 대학 및 연구기관, 기업에 대한 R&D 지원 등 자원배분 결정의 중요한 판단기준으로 활용, 특히 1986년 이후 현재까지 RAE(Research Assessment Exercise) 제도를 통해 R&D 기획과 관리과정에 대한 과학화와 기술지원 정책의 객관성을 높이기 위해 노력하고 있음

3. 연구목표 및 성과지표

(1) 최종목표 및 성과물

□ 최종목표

- 해양공간관리 제도 및 전략연구
- 핵심해역 갈등관리 및 남북해양협력 연구
- 글로벌 해양정보 분석 및 4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥정책 수립

□ 최종성과물

- 해양공간특성별 세부 적합성 평가 및 관리 방법 개발
- 접경 및 핵심해역 분쟁대응 시나리오
- 북한 해양정보(정책, 과학기술, 통계 등) DB구축과 협력방안도출
- 수요자 맞춤형 해양정책정보 자료 제공 시스템 구축

(2) 성과목표 및 성과지표

성과목표 (최종성과물)	성과지표	목표치	비고 (설정근거, 평가기준 등)
해양공간 관리제도연구	해양공간적합성협의 세부 기준 및 시범적용	2건/연	이용 및 개발 특성별 협의 기준(안)
		2~3건/연(2차년도 ~)	시범적용 결과물
	해양이용 및 개발행위 통합규제제도 구축(안)	1건(1차년도)	이용 및 개발행위 관리제도 분석
		1건(2차~3차년도)	통합규제 제도 기본방향
		1건(4차년도)	통합규제 제도(안)에 대한 공개 포럼
해양공간분석·평가·예 측 정보 생산 및 시나리오 기반 계획 수립 연구개발 RFP	총 5건	해양공간계획 관련 연구개발 RFP(환경, 생태, 자원, 위성 등 관련 분야 전문가TFT 결과_원내 워킹그룹과 연계)	
핵심해역관리 및 남북해양협력	접경지/핵심해역 갈등대응	2건/연	핵심해역 대응 방안(법해석,법집행) 수립
		5건/연	지역해, 핵심해역 갈등구조(圖)
	북한해양수산물정보 구축	15건/연	해양수산물 양자 협약정보
		120건/연	법령정보, 해양관련 기관정보, 동향정보
		해양자원정보 (圖)	해역별 자원(석유가스, 수산자원, 인프라 등)부존
남북해양수산물협력 및 지역해포럼	2건	남북해양수산물협력회의(환동해포럼), 환황해포럼	
해양정보분석 및 산업화전략	글로벌해양정보분석 및 서비스구축	11건/연	주요국 해양정책 및 해양정보 제공 체계 구축
	권역별 해양산업진흥전략	3건/연	서해권, 남해권, 동해권 해양산업 발전전략

4. 주요연구내용 및 범위

□ 연구내용

○ 해양공간관리제도 및 전략 연구

- 해양공간적합성협의를 위한 이용 및 개발계획의 세부 평가 및 협의기준(안) 제시
- 해양공간에서의 이용 및 개발 행위에 대한 통합규제제도 기본방향 설정 및 타당성 제시
- 해양공간특성 평가, 분석 등 해양공간에 필요한 정보 생산 및 방법론 개발을 위한 연구개발 전략 제시

○ 핵심해역 갈등관리 및 남북해양협력

- 남북 접경지역(NLL), 해양경계미확정 핵심해역 관리 정책 연구
- 북한 해역별 해양정보 구축 및 남북한 해양수산협력 연구

○ 해양정보분석 및 산업화전략 수립

- 국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보 분석
 - * 빅데이터 분석을 기초로 미래유망 신기술 분야 도출, 해양과학기술 동향 분석
- 제4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 수립
 - * 권역별 해양산업 진흥전략을 수립하고, 각 권역별 특화 산업육성정책 수립

구분	연도	세부 성과목표	세부 연구개발 내용 및 범위	비고
4-3-1	제1차 년도	공간관리 수단의 세부 기준	○ 대상별 적합성 보고서 작성 세부 기준 ○ 대상별 적합성 협의 세부 기준 ○ 공간관리 기준적용을 위한 해양환경정보시스템 구축	분석
		이용행위 통합규제제도	○ 이용 및 개발사업 허가관리제도 분석 ○ 이용 및 개발사업의 평가 및 협의제도 분석	

4-3-2	제2차 년도	해양공간계획 연구개발 전략	○ 해양공간계획 지원에 필요한 융합기술 검토	시범적용/ 타 제도 연계
		공간관리 수단의 세부 기준	○ 대상별 적합성 보고서 작성 세부 기준 ○ 대상별 적합성 협의 세부 기준 및 적용	
		이용행위 통합규제제도	○ 통합규제 제도 기본방향 ○ 타 제도와의 관계 분석	
	제3차 년도	해양공간계획 연구개발 전략	○ 해양공간계획 지원에 필요한 융합기술 목록 및 로드맵 도출	시범적용 /통합규제 방 향 /기술로드맵
		공간관리 수단의 세부 기준	○ 대상별 적합성 보고서 작성 세부 기준 ○ 대상별 적합성 협의 세부 기준 및 적용	
		이용행위 통합규제제도	○ 통합규제 제도 기본방향 ○ 타 제도와의 관계 분석	
	제4차 년도	해양공간계획 연구개발 전략	○ 해양공간계획 지원에 필요한 융합기술 RFP 작성(필요시, 년차별로 지속 작성)	기준완성 /통합규제 타 당성 / 기 술 개 발 RFP
		공간관리 수단의 세부 기준	○ 대상별 적합성 보고서 작성 세부 기준 ○ 대상별 적합성 협의 세부 기준 및 적용	
		이용행위 통합규제제도	○ 통합규제(안), 공개포럼	
	제1차 년도	핵심해역갈등관리	○ 황해 중첩수역 MSR갈등 해석 ○ 서해 및 동해 NLL, 특정금지구역 해석 ○ EEZ/대륙붕 등 핵심해역 MSP방향도출	접경지관리 / 북한해양정보 구축
		북한 해양수산정보구축	○ 북한 해양수산정보 DB구축 ○ 북한 해역별 자원정보 도업화	
		남북해양수산협력	○ 남북 해양학자포럼 정례화 ○ 환황해, (환동해) 포럼	
제2차 년도		핵심해역갈등관리	○ 어업협정수역 갈등 관리정책 ○ EEZ/대륙붕 MSP 핵심이익 적용(圖) ○ JDZ관리방안	남북협력 센터설립
		북한 해양수산정보구축	○ 북한 해양수산정보 DB구축 ○ 북한 해역별 자원정보 도업화	
		남북해양수산협력	○ 남북 해양학자포럼 / 남북협력센터(연)	

4-3-3	제3차 년도		○ 환황해, (환동해) 포럼	남북해상법집 행/ 북한해양정보 구축
		핵심해역갈등관리	○ 남북해상법집행 갈등관리 ○ JDZ해양분쟁관리	
		북한 해양수산물정보구축	○ 북한 해양수산물정보 DB구축 ○ 북한 해역별 자원정보 도업화	
	제4차 년도	남북해양수산물협력	○ 남북 해양학자포럼 ○ 환황해, (환동해) 포럼	지역해관리 강화정책
		핵심해역갈등관리	○ 동중국해, 이어도 갈등관리 ○ 동아시아 해양갈등과 주변수역 위협	
		북한 해양수산물정보구축	○ 북한 해양수산물정보 DB구축 ○ 북한 해역별 자원정보 도업화	
	제1차 년도	남북해양수산물협력	○ 남북 해양학자포럼 ○ 환황해, (환동해) 포럼	정책정보분석 / 신산업 육성
		국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석	○ 해양과학 기술 분야에 대한 정보분석 자료 생산 및 공유 ○ 주요국, 주요기관 및 국제기구 등 동향자료 기반 이슈페이퍼 작성 및 공유 ○ 미래 해양과학기술 정책수요 식별	
		제4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 수립	○ 동해안권 해양산업 진흥전략 수립 ○ 해양에너지 분야 신산업 도출 및 추진전략 수립 ○ 해양신산업 육성을 위한 정책패널 구축 및 의견조사·분석	
제4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 수립		○ 해양과학기술 분야에 대한 정보분석 자료 생산 및 공유 ○ 주요국, 주요기관 및 국제기구 등 동향자료 기반 이슈페이퍼 작성 및 공유 ○ 미래 해양과학기술 정책수요 식별		
제2차 년도	제4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 수립	○ 서해안권 해양산업 진흥전략 수립 ○ 해양자원 분야 신산업 도출 및 추진전략 수 립 ○ 해양산업 현안문제 도출 및 대응방안 구축	정책정보분석 / 신산업 육성	
	제4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 수립	○ 해양과학기술 분야에 대한 정보분석 자료 생산 및 공유 ○ 주요국, 주요기관 및 국제기구 등 동향자료 기반 이슈페이퍼 작성 및 공유		
제3차 년도	국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석	○ 해양과학기술 분야에 대한 정보분석 자료 생산 및 공유 ○ 주요국, 주요기관 및 국제기구 등 동향자료 기반 이슈페이퍼 작성 및 공유	정책정보분석 / 신산업 육성	

			○ 미래 해양과학기술 정책수요 식별		
		제4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 수립	○ 남해안권 해양산업 진흥전략 수립 ○ 해양바이오 분야 신산업 도출 및 추진전략 수립 ○ 해양신산업 활성화 대책 수립		
	제4차 년도	국내외 해양정책 및 해양과학기술 정보분석	○ 해양과학 기술 분야에 대한 정보분석 자료 생산 및 공유 ○ 주요국, 주요기관 및 국제기구 등 동향자료 기반 이슈페이퍼 작성 및 공유		정책정보분석 / 신산업 육성
		제4차 산업혁명을 견인할 해양산업 진흥전략 수립	○ 미래 해양과학기술 정책수요 식별 ○ 제주권 해양산업 진흥전략 수립 ○ 해양기기장비 분야 신산업 도출 및 추진전략 수립 ○ 해양신산업 육성 마스터플랜 수립		

5. 기타

□ 1차년도 (2019년)

구분		가중치*	달성 목표(건)		세부 가중치	달성(건)	달성도(%)
과학적 성과	논문	40%	학진등재지 건수	7	100%	-	-
			SSCI(E)/SCOPUS	2	-	-	-
			소계	9	100%	-	-
	저서	20%	국제저서	-	-	-	-
			국내저서	1	-	-	-
			국제편저	-	-	-	-
			역서 등	3	-	-	-
소계	4	-	-	-	-		
기술적 성과	특허	-	-	-	-	-	
경제적 성과	기술료	-	-	-	-	-	
사회적,인프라..	정책대응	30%	정책현안 대응건수	25	100%	-	-
	대외활동	10%	해군/해경/부처 TF(건)	9	100%	-	-
계	-	100%			100%	-	-

※ 정량목표 설정 근거(또는 당위성)

- 해양공간계획에 대한 정부정책 로드맵, 예산 및 남북관계 개선 상황, 지역질서 협력관계 도출 등의 요소를 고려하여 정량적 목표를 설정하였으며, 다만 정책현안에 대한 지원 건수는 해양문제를 고려하여 설정

□ 2차년도 (2020년)

구분		가중치*	달성 목표(건)		세부 가중치	달성(건)	달성도(%)
과학적 성과	논문	40%	학진등재지 건수	9	50%	-	-
			SSCI(E)/SCOPUS	2	50%	-	-
			소계	11	100%	-	-
	저서	10%	국제저서	-	-	-	-
			국내저서	1	-	-	-
			국제편저	-	-	-	-
			역서 등	2	-	-	-
소계		-	-	-	-		
기술적 성과	특허	-	-	-	-	-	
경제적 성과	기술료	-	-	-	-	-	
사회적,인프라..	정책대응	40	정책현안 대응건수	27	100%	-	-
	대외활동	20	해군/해경/부처 TF(건)	11	100%	-	-
계	-	100%			100%	-	-

□ 3차년도 (2021년)

구분		가중치*	달성 목표(건)		세부 가중치	달성(건)	달성도(%)
과학적 성과	논문	40%	학진등재지 건수	10	50	-	-
			SSCI(E)/SCOPUS	4	50%	-	-
			소계	14	-	-	-
	저서	10%	국제저서		-	-	-
			국내저서	3	100%	-	-
			국제편저		-	-	-
			역서 등	2	-	-	-
			소계	5	100%	-	-
	기술적 성과	특허	-	-	-	-	-
경제적 성과	기술료	-	-	-	-	-	
사회적,인프라..	정책대응	40	정책현안 대응건수	27	100%	-	-
	대외활동	20	해군/해경/부처 TF(건)	12	100%	-	-
계	-	100%			100%	-	-

□ 4차년도 (2022년)

구분		가중치*	달성 목표(건)		세부 가중치	달성(건)	달성도(%)
과학적 성과	논문	40%	학진등재지 건수	10	50%	-	-
			SSCI(E)/SCOPUS	4	50%	-	-
			소계	14	100%	-	-
	저서	10%	국제저서		-	-	-
			국내저서	2	100%	-	-
			국제편저		-	-	-
			역서 등	2	-	-	-
			소계	4	100%	-	-
	기술적 성과	특허	-	-	-	-	-
경제적 성과	기술료	-	-	-	-	-	
사회적,인프라..	정책대응	40	정책현안 대응건수	27	100%	-	-
	대외활동	20	해군/해경/부처 TF(건)	12	100%	-	-
계	-	100%		39	100%	-	-

주 의

1. 이 보고서는 한국해양과학기술원에서 수행한 주요사업의 연구결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 한국해양과학기술원에서 수행한 주요사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.