

*Korea Ocean
Research &
Development
Institute*

KORDI 한국해양연구원

MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리시스템 구축 기획연구

2012.4

한국해양연구원

2011년도 해양 융·복합 기획연구사업

BSPE98716-10122-7

*Korea Ocean
Research &
Development
Institute*

MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리시스템 구축 기획연구

2012. 4

KORDI 한국해양연구원

MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리시스템 구축 기획연구

2012. 4

제 출 문

한국해양연구원장 귀하

본 보고서를 「MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리시스템 구축 기획연구」
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2012. 4

총괄연구책임자 : 송 환 빈

참 여 연 구 원 : 최복경, 강돈혁, 김광희,
김봉채, 신동혁, 신창웅,
양찬수, 이 석, 이용국,
정갑식, 조철호, 김병남,
정섬규, 이하웅, 송규민,
장영석, 박요섭, 조성호,
김성현, 박은석, 이동완,
이승훈, 정의용, 한성민,
이윤호, 강길모, 박세현,
남광현, 차정미, 김수지,
김민지, 조민주, 이미희



요 약 문

1. 사업개요

가. 추진배경

- 관할해역이란 연안국이 주권, 배타적 관할권을 행사하는, 내수, 영해, 접속수역, 배타적 경제수역 및 대륙붕을 아우르는 해역임. 관할해역 내에서의 불법어로 행위, 사전예고 없이 수행되는 수상/수중 해양자원조사 행위, 그리고 해양 오염 물질 투기 행위 등은 실시간 감시체계의 운용을 필요로 하며, 불법행위의 조기 탐지로 국가적인 손실을 사전에 차단함으로써 해양영토를 보호해야 함
- 남해(이어도 해역), 동해(독도 해역)를 우선 설치해역으로 선정하여 불법행위 실시간 감시기능을 강화하는 것이 필요. 지구온난화 과정 모니터링, 수산자원 이동경로 모니터링, 쓰나미, 해저지진 및 특이 기상현상 등 자연재해 모니터링 등으로부터 매우 중요한 자료를 실시간으로 수집·분석하여 배포함으로써 국민 삶의 질 향상에 기여할 수 있음
- 기존의 해양영토 관리를 위한 관측망 시스템은 점(point) 조사에 국한되어 있으며, 이러한 점 조사는 주로 육지 및 연안에 위치하고, 해양관측부이는 해수유동, 물성 등의 단편적인 모니터링이 주기능이었음
- 다각적 실시간 해양관측부이 시스템의 수상부분은 Radar & AIS 로 주변선박을 식별하고, 수중에서는 해양물리, 해양화학센서 및 수중생물채집센서 등의 관측장비를 통하여 종합적 해양환경을 파악, 해저면은 해양음향감시 관측케이블을 이용하여 수중이동체, 생물이동 및 해양기인 재해 원인신호 등을 관측하여 실시간으로 해역 감시 가능
- 실패역에 설치하기 전에 시험평가장을 연중 운영하여 예산 및 시간을 절약할 필요가 있음. 해양/음향 시험평가장(KOAS)을 설치하여 집중적인 장비개발과 운용을 실험하고, 실패역 설치 및 운용에 대비하여 사전에 충분한 시험평가장이 될 것임



- 해양예보 및 기상예보를 더욱 충실히 실시하기 위해서는 이들 관할해역에 대한 해양환경 자료 및 기상정보의 수집을 확대하여 수행할 필요가 있음. 또한 관할해역 중 경제성이 높고 어류의 회유경로와 연근해 어장형성에 중요한 역할을 하고 있는 주요 해역에 대한 관리가 필요. 그러나 최근 중국 어선단의 월경 불법 어로에 의해 해양 생태계가 파괴되고 있을 뿐만 아니라 어장 황폐화가 심각하게 진행되고 있는 실정. 이러한 이유로 주요 관할해역을 효율적으로 관리하기 위해 해양영토 관할권 강화가 요청되고 있음

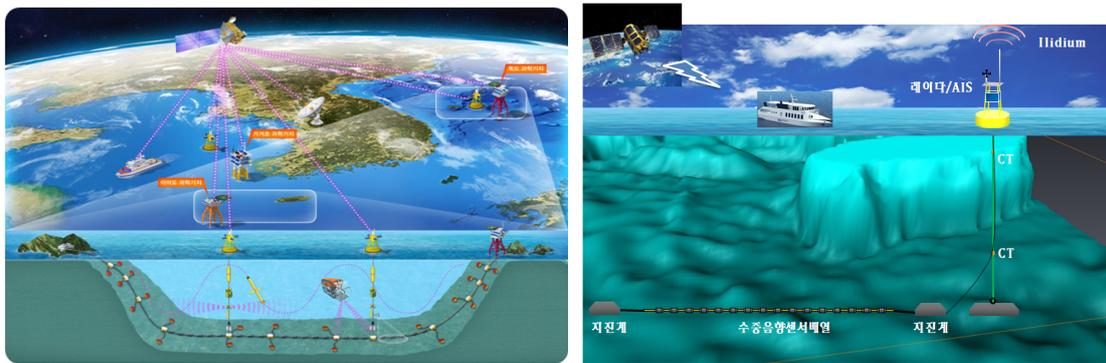
나. 필요성

- Radar 및 AIS(선박자동위치식별) 시스템을 활용하여 불법 어로감시 활동 및 선박 모니터링 기술 개발은 해상 교통 문화와 선박 운항환경을 개선하고 충돌/해양오염사고 방지에 기여함
- 국내의 해양관측부이는 해수유동, 물성 등의 단편적인 모니터링이 주 기능이며, 점(point) 조사에 국한되어 있음. 따라서 기존의 점(point) 조사를 벗어나 광역(regional)에서 실시간 해양환경 및 선박 모니터링을 위한 신개념 관측시스템이 필요
- 주요 해역의 해저관측케이블에 장착된 해양/음향 자료의 장기적 모니터링으로 수중 이동체의 실시간 감시 및 군사적 해양환경자료로 활용이 가능
- 해양생물의 실시간 장기 모니터링을 위해서는 비접촉식 해양생물 관측 방법의 도입 필요
- 제주도 인근에서는 여름철 양자강 담수의 유입과 대규모 녹조의 발생이 빈번히 발생하고 있으며, 이에 의한 연안어장의 담수쇼크 등 피해가 발생. 주요 연안어장 부근에 실시간 해양관측시스템을 설치하여 이상징후를 사전에 파악할 수 있으며, 양식인 또는 어민들에게 실시간 정보를 제공하여 이상고온(고염) 및 저온(저염) 등에 대한 2차 피해를 최소화할 필요가 있음



다. 기본개념

- 관할해역의 해양영토 관리 및 실시간 연안환경 감시체계 구축을 위하여 MT-IT 융합 실시간 해양환경관리시스템을 구축함. 해저관측케이블, 부이, 해양과학기지, 인공위성 등을 이용하고, 차세대 IT 통신기능을 활용하여 국가관할해역을 3차원 입체적으로 실시간 관측·감시하고 그 정보를 분석·제공하는 통합관리 시스템 (그림 1, 좌)
- 다각적 실시간 해양관측부이 시스템은 수상, 수중과 해저면으로 구분할 수 있음. 먼저, 수상 Radar & AIS로 주변선박, 수중 해양환경, 해저면 해양기인 재해 원시신호 등을 관측하여 이리듐(Iridium) 방식으로 연구선 또는 연구소로 실시간 통신모듈로 전송(그림 1, 우)



[그림 1] 실시간관리체계 개념도 및 해양/음향 센서배열 및 실시간 해양환경 모니터링 개념도

라. 핵심기술

- 해저음향관측 케이블
- 수중통신제어
- 수중 글라이더
- 퇴적물이동(TISDOS) 관측
- 해저 지진계
- 다목적 해양환경측정 부이
- 해상 레이더 및 선박추적시스템(AIS)
- 해상 통신시스템
- 인공위성 활용
- 비접촉식 해양생물자원 관측 기술



마. 활용분야

- MT-IT 융합 실시간 해양관리시스템 기술을 확보하여 연안의 해양환경 장기간 모니터링을 통한 실시간 감시로 연안역의 고온, 저염 등과 같은 이상현상을 파악할 수 있을 것임. 해양/음향 자료 및 해양환경 자료를 데이터베이스(DB)화하여 해군 등에 제공하여 국가안보에 활용할 수 있으며, 관할 해역에 대한 해양주권을 확보(그림 2)



[그림 2] 실시간 해양관측 자료 이용

바. 사업 목표

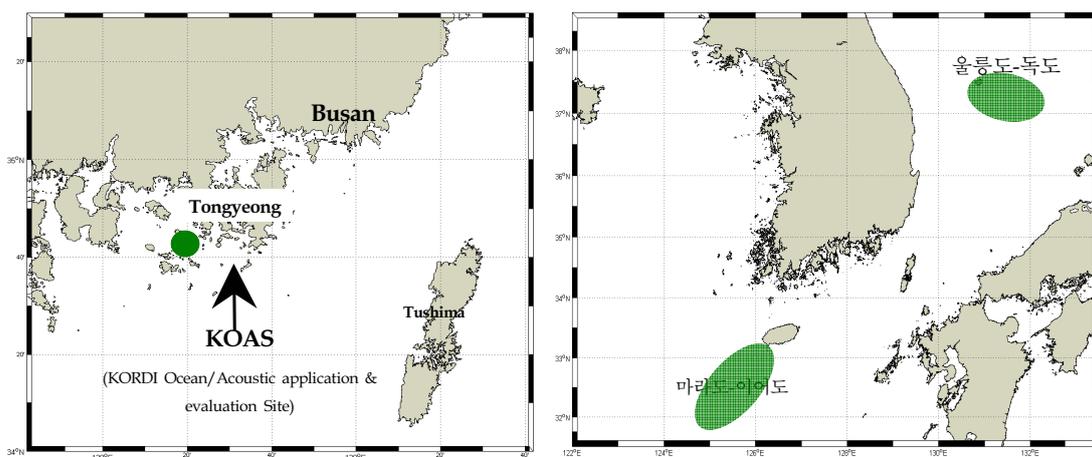
- 국가 관할해역에 대한 광역의 해양환경(기상, 수온, 염분, 해수유동, 클로로필 등)을 관측하고 해양재해에 대비하기 위한 해저지진 관측 및 수상/수중이동체 탐지를 위한 실시간 음향관측모니터링 시스템을 구축(그림 3)



[그림 3] MT-IT 융합 관할해역 시스템 관측시스템 구축 개념도(안)

사. 사업 범위

- MT-IT 융합 시스템의 설계 및 운용을 하기 위해서는 KOAS를 설치 장비 개발 및 운용을 상시로 실시하면서 지속적인 연구 수행(그림 4, 좌)
- 한반도 주변의 동해, 서해 및 남해에서 주요 관할해역으로서 울릉도-독도, 이어도 및 마라도 등을 시범 설치해역으로 선정(그림 4, 우)



[그림 4] 해양/음향 시험평가장 위치 및 시범 설치해역



아. 연구개발

- MT-IT 융합 실시간 관할해역 관측시스템 구축 시범사업의 1단계는 관측시스템 구축, 2단계는 독도-울릉도 해저관측케이블 설치, 3단계는 마라도-이어도 해저 관측케이블을 설치하여 실시간 해양환경을 관측하는 통합관리 시스템(표 1)

〈표 1〉 MT-IT 융합 실시간 관할해역 관측시스템 구축 시범사업 1단계 목표

구분	목표	내용 및 범위
1차년도 (2013)	해양/음향, 기상, 물리, 음향분야, 생물 영상 센서 중심으로 시제품 운용과 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 설계	<ul style="list-style-type: none"> • 수중소음관측 시범용 해저관측케이블 제작 • 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 설계/제작 • 클로로필 센서(Fluorometer) 도입, 부이 시스템에 설치 및 시험 • 부이 시스템 및 관측 장비의 안전을 위한 Watch-dog 시스템 제작 및 설치 • 실시간 해양환경 자료 송수신 시스템 개발 • 해양관측 부이 제작 및 시범해역(통영, 마라도 인근) 설치 실험 • 생물영상정보 수집장치 및 생물부착 방지장치 개념 설계
2차년도 (2014)	지진계 및 화학/생물 센서 부착운용, 레이더와 AIS 연동 시험, 기존의 연안해양예보시스템과 연계성 고려	<ul style="list-style-type: none"> • 해저관측케이블에 지진계 설치 및 시범운영 • 생물(클로로필), 화학(CO₂ 등) 센서 부착 운용 • 수중설치 장비의 통신시스템 개발, 시험 운용 • 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 기술향상 및 인공위성 융합기술 연구 • 양방향 송수신 제어 시스템 개발 및 적용 • 생물영상정보 수집장치 및 생물부착 방지장치 제작 및 성능 평가
3차년도 (2015)	원거리 실효역 실시간 입체적 해양관측시스템 프로토타입 설계/제작 및 시범해역 구축 운용	<ul style="list-style-type: none"> • 시범해역 해양환경 종합모니터링 실시 • 레이더/AIS 및 인공위성 융합기술 적용 • 해수유동/수온/염분 관측 자료의 실시간 이용으로 담수 확장 및 냉수대 출현 등 이상현상 발생시 실시간 모니터링 가능 • 연안 해양환경에 대한 현실적 대책 방안 제시 • 생물영상정보 수집장치 및 생물부착 방지장치 보정 및 장기 운용성 평가



2. 정책적 타당성

가. 기존사업과의 차별성

- 국가연구개발사업 중에서 기존의 실시간 해양관측 관련과제는 국토해양부 1개, 일반사업 기상청 1개, 국가연구개발사업 교육과학기술부 1개 사업이 있음
- 실시간 수중음향 측정 및 활용
- 수산음향/영상 측정 어류 등의 수산자원 실시간 관측 및 활용
- 쓰나미 및 해저지진 관측장치를 통한 관측 및 경고 시스템 활용
- 다목적해양관측부이에 의한 관할해역 해양환경 실시간 관측
- 레이더 및 AIS 시스템을 이용한 수상 이동체 감시 시스템 활용
- 관할해역 관리체계 구축 및 활용 등의 연구개발

나. 국가 정책과의 연계성

- 국가과학기술지도(NTRM) : 자연재해 예측 및 저감기술(기후변화/지진 예측, 지각변형 감시 및 연안재해 관리기술)이 핵심기술에 포함
- 미래 국가유망기술 선정 : 해양영토 관리 및 이용기술, 재해·재난 예측·관리 기술 등
- 국가 R&D 사업 토털 로드맵 : 해양분야 특성화 기술에는 해양영토 관리 및 이용기술, 해양환경 조사 및 보전·관리기술, 환경보전 및 복원기술, 자연재해·재난 예방 및 대응기술이 선정됨
- 이명박 정부의 과학기술기본계획 : 국가경쟁력의 핵심동력인 과학기술에 대한 체계적 계획 수립·추진
- 해양수산발전기본계획(OK 21) : 첨단 해양관측·예보시스템 구축의 일환으로 인공 위성, 해양관측부이, 해양조사선 등에 의한 국가 해양관측시스템 구축 등이 포함
- 해양과학기술(MT) 개발계획 : 첨단 해양과학기술 개발을 위한 해양·기상 관측 장비 설치, 국가 해양관측시스템 구축, 해양과학정보 네트워크 구축 등이 포함
- 해양과학기술 중장기 계획(2009~2013년) : 해양인프라 구축을 위한 해양관측 타워 등 해양 관측·조사 연구를 위한 탐사장비 및 연구시설 확충 등이 포함



다. 국제법적 검토

- 유엔해양법협약 제56조(배타적 경제수역에서의 연안국의 권리, 관할권 및 의무)에 의하면 배타적 경제수역에서 연안국은 권리와 의미를 가짐
- 유엔해양법협약 제60조(배타적 경제수역에서의 인공섬, 시설 및 구조물)에 의하면 배타적 경제수역에서 연안국은 제56조에 규정된 목적과 그 밖의 경제적 목적을 위한 시설과 구조물을 건설하고, 이에 관한 건설, 운용 및 이용을 허가하고 규제하는 배타적 권리를 가짐
- 유엔해양법협약 제79조(대륙붕에서의 해저전선과 도관)에 의하면 모든 국가가 이 조의 규정에 따라 대륙붕에서 해저전선과 도관을 부설할 자격을 가짐
- 유엔해양법협약 제297조(구속력 있는 결정을 수반하는 강제절차 적용에 대한 제한)에 의하면 이 협약에 규정된 연안국의 주권적 권리 또는 관할권 행사와 이 협약의 해석이나 적용에 관한 분쟁이 발생시 강제절차 적용의 절차를 제한할 수 있음

3. 로드맵

가. 로드맵 개요

- 한반도 주변 해역을 주기적으로 감시할 수 있는 위성자료 수집 시스템을 구축, 이를 분석하여 관심해역의 수상 및 수중 이동체 감시, 해상 오염 인자 인식 및 추적, 해상풍, 파랑, 해류 등의 물리적 인자 추출에 이용할 있는 분석 시스템 구축, 그리고 처리된 정보를 관련기관에 배포할 수 있는 자료배포 시스템 개발 (표 2)
- MT-IT 융합 실시간 관할해역 관측시스템 구축을 위하여 시범사업은 1단계 (2013~2015년), 2단계 (2016~2020년), 3단계(2021~2025년)로 구분하여 진행
- 1단계는 관측시스템 구축, 2단계는 독도-울릉도 해저관측케이블 설치, 3단계는 마라도-이어도 해저관측케이블을 설치하여 실시간 해양환경을 관측하고 통합적 관리



〈표 2〉 전체 로드맵

단계c (年)	1단계(구축사업)			2단계(울릉도-독도 line)					3단계(마라도-이어도 line)				
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1. 음향관측 해저관측케이블 제작	제작			제작/설치					제작/설치				
2. 해양관측 부이 제작	제작			제작/설치					제작/설치				
3. Radar & AIS 시스템 개발	제작			제작/설치					제작/설치				
4. 화학/생물 음향/영상 정보 수집 센서 부착 및 운영	운영			제작/운영					제작/운영				
5. 이동형 Radar & AIS 기반 통합 선박모니터링	모니터링			감시 및 모니터링					감시 및 모니터링				
6. 양방향 송수신제어시스템 개발	개발			설치/운영					설치/운영				
7. 연안 해양환경 모니터링 실시	실시			측정 및 예측					측정 및 예측				
8. 연안 해양환경에 대한 현실적 대책 방안 제시	제시			관측해역 방안제시					관측해역 방안제시				
9. 울릉도-독도간 해저관측케이블 관측시스템 개발 및 운용				해저관측케이블 설치 및 운용									
10. 마라도-이어도간 해저관측케이블 관측시스템 개발 및 운용									해저관측케이블 설치 및 운용				

나. 시스템 구축을 위한 연구개발 활동 및 관련 법규

○ 연구 개발 활동

- 수중음향 체계 구축 : 국외 기술도입 제한요소가 있으므로 체계관리, 센서개발 및 환경 정보 통합분석을 위한 국내 기술 개발
- 해저음향관측케이블 : 음향벡터 센서 모듈 배열기술 국내 개발
- 수중통신 및 네트워크 구축 : 수중음향 게이트웨이와 통합 수중음향 노드들간 수중음향통신장치 개발 및 네트워크 체계 개발
- 수중 글라이더 융합 시스템 구축 : 수중 글라이더를 활용한 광역 조사 체계 개발
- 해상 레이다 및 선박추적시스템(AIS) 구축 : 실시간 선박모니터링을 통한 선박 이동 감시 체계 개발



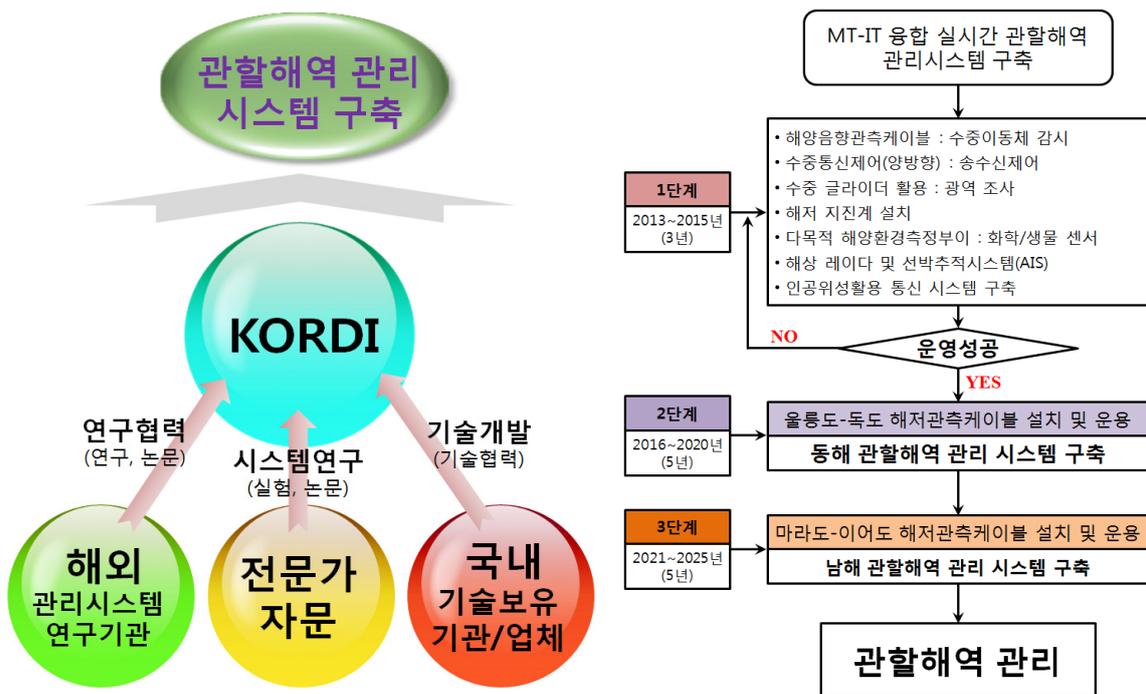
- 퇴적물이동(TISDOS) 관측 : 연안 침식현상을 모니터링하고 연안재해를 예보하는 기술 개발
 - 해상 통신시스템 구축 : 실시간 양방향 송수신 기술 개발
 - 수산음향/영상정보 관측시스템 구축 : 해양생물자원량 평가, 동식물플랑크톤과 어류의 음향반사 특성 및 영상 정보 수집 시스템 개발
 - 해저지진 및 쓰나미 시스템 구축 : 해저 발생 지진 및 쓰나미 실시간 모니터링 하며, 경보 시스템 구축
 - 해역관리 관측부이 구축 : 해역관리 및 수중음향 측정자료 해석 등에 필요한 해양 환경을 실시간으로 관측하기 위한 해양관측부이 개발
 - 인공위성 활용 시스템 구축 : 위성자료 수집 시스템 구축, 수상 이동체 감시, 해상 오염 인자 인식 및 추적 등 다양한 정보 분석 시스템 구축
- 시스템 구축관련 법규/기준
- 해저케이블 보호 법률 : 미국, 일본, 호주, 뉴질랜드 등 외국의 경우 해저케이블 훼손에 따른 벌금 또는 징역 등을 부과하여 해저케이블을 보호하고 있으나, 국내의 경우 해저케이블 보호구역 지정 및 보호구역 안의 특정행위금지를 구체적으로 규정하지 않고 있으며, 포괄적 규정을 통해 일반적으로 보호하고 있음
 - 해저케이블 주변에서 자유로운 어로활동을 가능하게 함으로 어로활동에 의한 해저케이블 훼손이 국제 평균보다 20% 이상 높음
 - 해양관측시설 관리 및 운영 지침(국립해양조사원 예규 제71호) 해양관측부이 운영 지침에 따라 해양관측 부이를 설치하여 운영함



4. 기술개발전략 및 역할 분담

가. 기술개발전략 및 추진체계

- 한국해양연구원이 주관으로 수행하며, 해외의 관리시스템 유관기관, 전문가, 국내 기술보유 기관 및 업체 등과 협조체제를 유지. 세미나 및 자문회의를 수시로 개최하여 새로운 정보 및 기술을 도입(그림 5, 좌)
- 관할해역 관리 시스템 구축을 위하여 1단계에 관리시스템에 필요한 모든 기술 개발을 완료. 2~3단계는 동해 및 남해에 융합 실시간 관리시스템을 구축하여 실시간 해양환경을 감시하여 관할해역 관리(그림 5, 우)

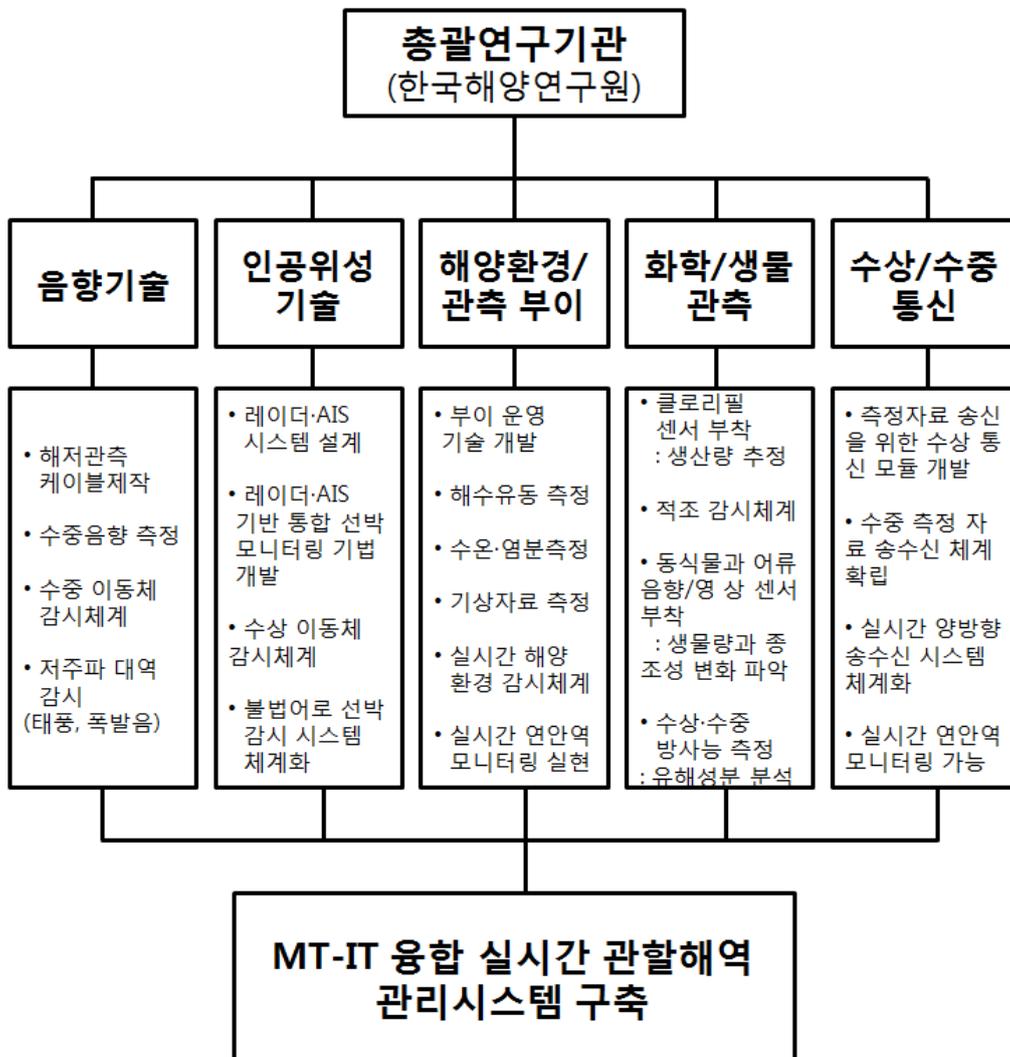


[그림 5] 기술개발전략 모식도 및 추진체계



나. 역할분담

- 수중은 음향기술 분야에서 해저음향관측케이블을 통하여 수중 이동체 및 저주파 대역을 감시
- 해양관측 부이에서 해양물리환경(해수유동, 수온·염분 등)을 실시간 측정하고, 화학 및 생물 센서를 통하여 해역의 생지학적인 측면을 연구
- 해저관측케이블에서 측정된 자료는 수중통신 모뎀을 통하여 해양관측부이로 전송되고, 해양관측부이에서 측정된 물리, 화학 및 생물 자료는 수상 통신 모듈을 이용하여 실시간으로 연구센터로 전송되며, 실시간 연안역 모니터링(그림 6)



[그림 6] MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리시스템 구축을 위한 역할분담



다. MT-IT 융합 체계

○ MT-IT 융합

- 수중통신/부이공중 LTE통신/수중클라이더활용 등 최신의 정보통신(IT)기술을 해양기술(MT)에 접목
- 특히 해저관측케이블(IT복합기술)이 국내 최초로 해양기술에 적용되어 실시간 첨단 해양관측망을 구축하여 융복합 체계 정립

○ 해양기술간 융합(해양 및 대기과학 등의 기술 융합)

- 해상 : 기상학 (기상, 기온 등)
 - 해양위성학 (선박 추적, 선박 감시 등)
 - 해양화학학 (대기 방사능 농도 등)
 - 통신분야 (음파통신, 전파통신, 양방향 송수신 등)
- 수중 : 해양물리학 (해수유동, 물성 등)
 - 해양생물학 (동·식물플랑크톤 현존량, 어군 탐지 등)
 - 해양화학학 (중금속 농도, 수중 방사능 농도 등)
 - 수중음향학 (수중 이동체, 해상선박추적 신호 탐지 등)
- 해저 : 수중음향학 (해양기인 쓰나미, 해저화산, 태풍 등)
 - 지구물리학 (해저지진 등)
- 해양 및 대기과학 등의 각 분야가 밀접히 연계된 종합 해양관측망을 구성하므로 해양기술간 융합이 필수적임

○ 타분야간 융합(타기관과의 협력)

- 주요협력기관(정부출연연구기관)
 - 광주과학기술원 : 실시간 관할해역 체계 기술개발 하드웨어 구성 협력
 - 표준과학연구원 : 해양관측 시스템 정립에 관한 협력
 - 전자통신연구원 : 수중·수상 통신 기술에 관한 협력
 - 한국지질자원연구원 : 해저지층구조연구 및 모니터링 기술 협력



- 정부기관
 - 기상청 : 기상 관측 방법 및 대기-해양 분석 방법 등 협력
 - 국립해양조사원 : 실시간 관측 시스템 관리 및 유지·보수 협력
 - 국립수산물품질관리원 : 어군 탐지 등 수산생물 측정에 관한 기술 협력
- 해양관련 대학
 - 부경대, 서울대, 한국해양대, 충남대, 군산대 등
 - 해양관련 대학과 기초학술연구를 병행하여 기초과학 연구 협력
- 우수 기술 보유 기업체
 - 한화, LIG-넥스원, KTSUBmarine, LS 전선, 극동전선 등
 - 기업체를 통해 대규모 해양관측 센서배열망 설계/제작
- MT-IT 융합을 위하여 산학연의 기술 융합을 추구함

○ 사업운영 외부연구기관 참여 예산배분

- 한국해양연구원을 주관연구기관으로 위탁 및 장비 설계, 제작을 위하여 협동, 위탁 등의 방법으로 MT-IT 융합 시스템 완성(표 3)

〈표 3〉 사업운영 외부기관 참여 예산배분(1차년도)

(단위 : 억원)

참여구분	참여기관명	추정배분예산	역 할
주 관	한국해양연구원	20	연구주도
협 력	정부출연연구원	5	주요협력
위 탁	대학	5	위탁참여
협동/위탁	정부기관	5	협동/위탁
장비설계/제작	기업체	15	제품제작
	합 계	50	



라. 사업규모

○ 소요예산

- 해양에 설치된 관측시스템을 유지·보수하고 운영하기 위하여 13년간 총 약 650억원의 소요예산 산출(표 4)

〈표 4〉 소요예산

(단위 : 억원)

단 계 연 도	1단계			2단계					3단계					합계
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
해저관측케이블 제작/운영	20	20	15	20	20	15	20	20	20	20	15	20	20	245
해양관측부이 제작/운영	10	10	8	10	10	8	8	8	10	10	8	8	8	116
Radar & AIS 시스템 개발/운영	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52
화학/생물 센서개발/운영	10	10	9	10	10	9	7	7	10	10	7	7	7	113
양방향 송수신제어시스템 개발/운영	6	6	4	6	6	4	6	6	6	6	6	6	6	74
연안 해양환경 모니터링 시스템 개발/운영	-	-	10	-	-	10	5	5	-	-	10	5	5	50
합 계	50	650												

○ 인력 확보

- MT-IT는 하루가 다르게 새로운 기술개발이 이루어지는 분야로서 새로운 연구 개발사업 수행을 위한 우수한 연구 인력 확충 필요(표 5)

〈표 5〉 소요인력 및 확보 방안

(단위 : 명)

단 계	박사급	석사급	연구조원급	합 계	
1단계	2013	15	20	40	75
	2014	15	20	40	75
	2015	20	25	50	95
2단계 (5년)	30	35	60	125	
3단계 (5년)	40	50	80	170	
합 계	120	150	270	540	



마. 추진일정

○ 연도별 사업 추진일정은 <표 6>과 같음

<표 6> 연도별 주요 추진일정

단계	연도	주요 추진내용	비고
1 단계	2013	<ul style="list-style-type: none"> 수중소음관측 시범용 해저케이블 제작 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 설계/제작 해양생물센서 도입, 부이 시스템에 설치 및 시험 클로로필 센서(Fluorometer) 도입, 부이 시스템에 설치 및 시험 부이 시스템 및 관측 장비의 안전을 위한 Watch-dog 시스템 제작 및 설치 실시간 해양환경 자료 송수신 시스템 개발 해양관측 부이 제작 및 시범해역(통영, 마라도 인근) 설치 실험 	
	2014	<ul style="list-style-type: none"> 해저케이블에 지진계 설치 및 시범운영 생물(클로로필, 음향, 영상정보 등), 화학(CO2 등) 센서 부착 운용 수중설치 장비의 통신시스템 개발, 시험 운용 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 기술향상 및 인공위성 융합기술 연구 양방향 송수신 제어 시스템 개발 및 적용 	
	2015	<ul style="list-style-type: none"> 실해역 해양환경 종합모니터링 실시 레이더/AIS 및 인공위성 융합기술 적용 해수유동/수온/염분 관측 자료의 실시간 이용으로 담수 확장 및 냉수대 출현 등 이상현상 발생시 실시간 모니터링 가능 연안 해양환경에 대한 현실적 대책 방안 제시 	
2 단계	2016 ~ 2020	<ul style="list-style-type: none"> 수중소음관측 해저케이블 제작 울릉도-독도 해저케이블 관측시스템 개발 및 운용 다목적 해양관측 부이 제작 : 해양물리, 생물, 화학 센서 탑재 실시간 레이더와 AIS 기반 실시간 선박모니터링 양방향 송수신 제어 시스템 적용 동해 독도해역 해양주권강화/해양환경 실시간 모니터링 	
3 단계	2021 ~ 2025	<ul style="list-style-type: none"> 수중소음관측 해저케이블 제작 마라도-이어도 해저케이블 관측시스템 개발 및 운용 다목적 해양관측 부이 제작 : 해양물리, 생물, 화학 센서 탑재 실시간 레이더와 AIS 기반 실시간 선박모니터링 양방향 송수신 제어 시스템 적용 남해 이어도해역 해양주권강화/해양환경 실시간 모니터링 	

목 차



▣ 요약문	i
I. 사업 개요	1
1. 추진 배경 및 필요성	1
2. MT-IT 융합 실시간 해양관리시스템 개요	4
3. 국내·외 시스템 구축 및 연구개발 현황	13
4. 사업 내용 및 범위	42
II. 정책적 타당성	48
1. 기존사업과의 차별성	48
2. 국가 정책과의 연계성 및 관련 법·제도 검토	54
III. 로드맵	60
1. 로드맵 개요	60
2. 시스템 구축을 위한 연구개발 활동 및 관련 법규	66
IV. 기술개발전략 및 역할 분담	72
1. 기술개발전략	72
2. 시스템 구축을 위한 사업 추진체제 및 역할 분담	73
3. 사업 규모	77
4. 추진일정	79
V. 결 론	80
부 록 : 전체 및 세부기술 로드맵	82

표 목 차



<표 1-1> 능동·수동탐지 응용 및 식별 기술	14
<표 1-2> 국외 수산음향 분야의 탐지 및 식별 기술	39
<표 1-3> MT-IT 융합 실시간 관할해역 관측시스템 구축 시범사업 1단계 목표 ..	47
<표 2-1> 실시간 해양관측 관련 기존사업	48
<표 2-2> 인공위성 관측시스템 구축 관련 기존사업	48
<표 2-3> 해양조사자료의 관리범위	57
<표 4-1> 사업운영 외부기관 참여 예산배분(1차년도)	76
<표 4-2> MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리시스템 구축을 위한 소요예산	77
<표 4-3> 소요인력 및 확보 방안	78
<표 4-4> 연도별 주요 추진일정	79
<표 부록-1> 전체 로드맵 (해양과학, D08)	83
<표 부록-2> 기술맵, 항목별로드맵, 기술분류(국가과학기술표준분류체계) 및 산업기술코드	84
<표 부록-3> 기술맵, 항목별로드맵, 기술분류(국가과학기술표준분류체계) 및 산업기술코드 계속	85
<표 부록-4> 기술맵, 항목별로드맵, 기술분류(국가과학기술표준분류체계) 및 산업기술코드 계속	86

그림 목 차



[그림 1-1] 실시간관리체계 개념도	4
[그림 1-2] 해양/음향 센서배열 및 실시간 해양환경 모니터링 개념도	5
[그림 1-3] 해저관측케이블 센서부 내부 구성	6
[그림 1-4] 해저관측케이블에서 획득한 자료 송신을 위한 수중통신부	7
[그림 1-5] 수중글라이더 종류 및 실증시험	8
[그림 1-6] 퇴적물이동 자동관측기(TISDOS)	8
[그림 1-7] 해저지진계의 외형 및 내부 구성요소	9
[그림 1-8] 다목적 해양관측 부이 구성도	10
[그림 1-9] 해상 레이더 및 AIS 시스템	10
[그림 1-10] 실시간 해양관측 자료 이용	12
[그림 1-11] 해저광케이블 포설 현장 사진(kt submarine)	16
[그림 1-12] 수중통신을 이용한 데이터 전송 예	19
[그림 1-13] 한국해양연구원에서 수행한 수중음향통신시스템 개발 개념도	19
[그림 1-14] 국립해양조사원의 실시간 관측정점	20
[그림 1-15] Seaweb의 개념도	24
[그림 1-16] PLUSNet의 개념도	25
[그림 1-17] AOSN의 개념도	26
[그림 1-18] NEPTUNE 설치 위치(좌) 및 운용 개념도(우)	27
[그림 1-19] EOSNET 전체 영역 및 관측기지 설치지역	28

[그림 1-20] LinkQuest 모뎀의 실물 사진	30
[그림 1-21] Teledyne Benthos 모뎀의 실물 사진	31
[그림 1-22] EvoLogics R-시리즈(a, b), M-시리즈(c, d) 모뎀의 실물 사진	31
[그림 1-23] Tritech 모뎀의 실물 사진	32
[그림 1-24] GOOS 지역 협력프로그램 (http://www.ioc-unesco.org)	33
[그림 1-25] ARGO 부이 관측 시스템(좌) 및 2008년 12월 22일 현재 해양에 투하하여 작동되는 ARGO 부이 위치(우)	34
[그림 1-26] TAO/TRITON 부이 설치 위치(상) 및 TAO/TRITON 부이에서 관측된 수온과 바람 및 5일 평균 이상치(하)	35
[그림 1-27] 열대해역 계류부이 정점	36
[그림 1-28] OOI 프로그램 개념도	37
[그림 1-29] IMOS 개념도	38
[그림 1-30] MT-IT 융합 관할해역 시스템 관측시스템 구축 개념도(안)	42
[그림 1-31] 해양/음향 시험평가장 위치	44
[그림 1-32] MT-IT 융합 실시간 관할해역 관측시스템 시범 설치해역	46
[그림 4-1] MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리 시스템 구축 기술개발전략 모식도	72
[그림 4-2] MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리 시스템 구축을 위한 추진체계 ...	73
[그림 4-3] MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리 시스템 구축을 위한 역할분담 ...	74



I

사업 개요

1) 추진 배경 및 필요성

1.1. 추진배경

관할해역이란 연안국이 주권, 배타적 관할권을 행사하는, 내수, 영해, 접속수역, 배타적 경제수역 및 대륙붕을 아우르는 해역을 말한다. 관할해역관리는 해양영토 관리이며, 이는 경제, 사회, 정치 등 우리나라의 주권이 미치는 부속도서 및 배타적 경제수역을 타국 선박의 불법적인 침범행위로부터 보호하기 위한 제반사항을 포함한다. 특히 관할해역 내에서의 불법어로 행위, 사전예고 없이 수행되는 수상/수중 해양자원조사 행위, 그리고 해양 오염물질 투기 행위 등은 실시간 감시체계의 운용을 필요로 하며, 불법행위의 조기탐지로 국가적인 손실을 사전에 차단함으로써 해양영토를 보호해야 함은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다.

남해(이어도 해역), 동해(독도 해역)를 우선 설치해역으로 선정하여 불법행위 실시간 감시기능을 강화하는 것이 필요하다. 또한 국가정책 수립 및 수행에 필요한 지구온난화 과정 모니터링, 수산자원 이동경로 모니터링, 쓰나미, 해저지진 및 특이 기상현상 등 자연재해 모니터링 등으로부터 매우 중요한 자료를 실시간으로 수집·분석하여 배포함으로써 국민 삶의 질 향상에 기여할 수 있을 것이다. 감시체계를 통해 생산되는 자료는 그 특징이 실시간 자료이며 이를 관련기관(국토해양부, 해군, 해양경찰청, 기상청, 소방방재청, 농림수산식품부, 연구기관, 대학)에 배포함으로써 실시간 해양영토 관리뿐만 아니라 깨끗한 바다, 풍부한 수산자원 확보, 재해로부터 인명 및 재산보호 등 국민의 복리증진에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

기존의 해양영토 관리를 위한 관측망 시스템은 점(point) 조사에 국한되어 있으며, 이러한 점 조사는 주로 육지 및 연안에 위치하고, 해양관측부이는 해수유동, 물성 등의 단편적인 모니터링이 주기능이다. 그러나 이러한 감시체계 운용의 효과를 극대화하기 위해서는 수상, 수중 및 해저면에서 다각적인 조사를 실시하여야 할 것이다.

다각적 실시간 해양관측부이 시스템의 수상부분은 Radar & AIS¹⁾ 로 주변선박을

1) AIS(선박자동식별장치): Automatic Identification System



식별하고, 수중에서는 물리특성(해수유동, 수온·염분 등), 해양화학센서 및 수중 생물채집센서 등의 관측장비를 통하여 종합적 해양환경을 파악하고, 해저면은 해양 음향감시 관측케이블을 이용하여 수중이동체, 생물이동(고래류) 및 해양기인 재해 원인신호(태풍, 지진, 해일, 폭발음, 파동 등) 등을 관측하여 실시간으로 해역을 감시할 수 있을 것이다.

이러한 실시간 해양관측시스템을 실험해역에 설치하기 위해서는 많은 예산과 시간이 소요된다. 따라서 실험해역에 설치하기 전에 시험평가장을 연중 운영하여 예산 및 시간을 절약할 필요가 있다. 한국해양연구원의 바다목장화기지가 경남 통영에 위치하고 있으며, 실험에 필요한 전력 및 부대 시설이 갖추어져 있어, 이곳은 해양/음향 시험평가장(KOAS²)의 최적지로 생각된다. 연안(경남 통영 연안)에 KOAS를 설치하여 집중적인 장비개발과 운용을 실험하고, 실험해역 설치 및 운용에 대비하여 사전에 충분한 시험평가장이 될 것이다.

주요 관할해역은 우리나라 주변 해양환경 변화의 근원지이다. 따라서 해양예보 및 기상예보를 더욱 충실히 실시하기 위해서는 이들 관할해역에 대한 해양환경 자료 및 기상정보의 수집을 확대하여 수행할 필요가 있다. 또한 관할해역 중 경제성이 높고 어류의 회유경로와 연근해 어장형성에 중요한 역할을 하고 있는 주요 해역에 대한 관리가 필요하다. 그러나 최근 중국 어선단의 월경 불법어로에 의해 해양생태계가 파괴되고 있을 뿐만 아니라 어장 황폐화가 심각하게 진행되고 있는 실정이다. 이러한 이유로 주요 관할해역을 효율적으로 관리하기 위해 해양영토 관할권 강화가 요청되고 있다.

1.2. 필요성

2011. 12. 12. 인천시 옹진군 소청도 남서방 87km 해역에서 실시된 중국어선 나포 작전 중 중국 선원이 휘두른 흉기에 찔려 해경 1명 사망, 1명 부상 당하는 사건이 발생하였다. 연안국의 주권을 행사할 수 있는 관할해역에서 발생한 사건으로 공동 어로구역에서 Radar 및 AIS 시스템을 활용하여 월경하는 중국 어선단의 불법 어로감시 활동이 필요하며, 선박 모니터링 기술 개발은 해상 교통 문화와 선박 운항환경을 개선하고 충돌 및 해양오염사고 방지에 기여할 수 있다.

2) KOAS(해양/음향 시험평가장): KORDI Ocean/Acoustic application & evaluation Site



국내의 해양관측부이는 해수유동, 물성 등의 단편적인 모니터링이 주 기능이며, 연구선을 이용한 단편적인 현장조사는 다각적인 해양자료 획득에 많은 비용 및 시간이 필요하다. 현재 기상청 기상망, 지질자원연구원 지진망, 국립해양조사원 연안조위관측망 등은 주로 육지 및 연안에 위치하여 있으며, 점(point) 조사에 국한되어 있다. 따라서 기존의 점(point) 조사를 벗어나 광역(regional)에서 실시간 해양환경 및 선박 모니터링을 위한 신개념 관측시스템이 필요하다. 관할 해역의 주요 해상거점에서의 해양환경 변화를 정밀한 시간단위로 실시간 관측할 수 있는 기술이 요구되며, 이를 위해 안정적인 관측과 통신이 가능한 해양관측부이 기술의 개선과 활용이 필요하다. 실시간 관측시스템을 설치하여 장기적이고 광역적 해양관측 자료를 획득하고, 세계적인 IT 기술을 보유한 한국에서 MT & IT의 융합을 통해 신기술융합 해양관측시스템을 구축하여 산업적인 활용이 필요하다. 이 기술을 이용하여 해양관측부이에 실시간으로 선박모니터링을 할 수 있는 Radar, AIS 등을 설치하고, IT 통신기능을 활용하여 인공위성으로 통신하는 양방향 송수신 시스템의 개발이 필요하다.

실시간으로 관할해역의 해양환경 및 선박 등을 관측함으로써 주요 관할해역의 주요 어장에 대한 해양환경 자료 획득으로 수산 자원 확보에 지원이 가능하고, 주요 해역의 어류회유로 파악 및 보호대책 수립을 통한 수산자원을 확보할 수 있으며, 주요 해역의 해저관측케이블에 장착된 해양/음향 자료의 장기적 모니터링으로 수중 이동체의 실시간 감시 및 군사적 해양환경자료로 활용이 가능할 것이다.

최근 제주도 인근에서는 여름철 양자강 담수의 유입과 대규모 녹조의 발생이 빈번히 발생하고 있으며, 이에 의한 연안어장의 담수쇼크 등 피해가 발생하고 있다. 주요 연안어장 부근에 실시간 해양관측시스템을 설치하여 이상징후를 사전에 파악할 수 있으며, 양식인 또는 어민들에게 실시간 정보를 제공하여 이상고온(고염) 및 저온(저염) 등에 대한 2차 피해를 최소화할 필요가 있다.

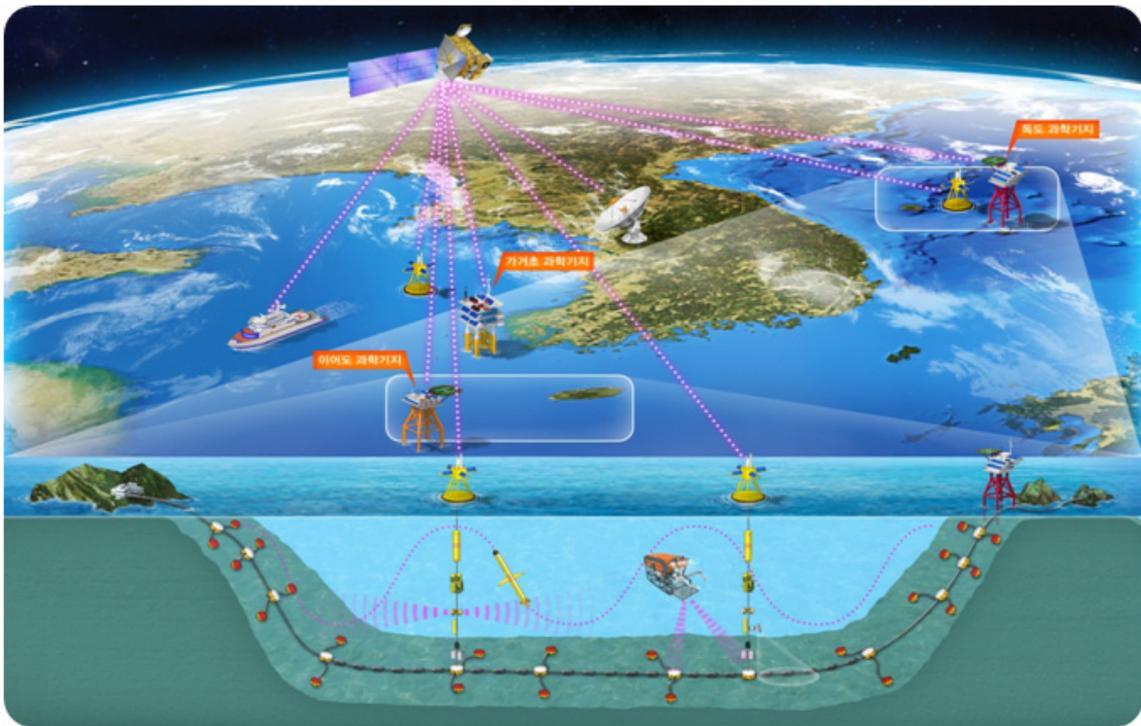
이러한 MT-IT 융합 시스템의 설계 및 운용을 하기 위해서는 연안역에 해양/음향 시험평가장(KOAS)이 필수적이다. 한국해양연구원이 보유하고 있는 경남 통영의 바다목장화기지에 KOAS를 설치하고, 실험역 시험에 대비하여 장비 개발 및 운용을 상시로 실시하면서 지속적인 연구 수행이 가능할 것이며, 실험역 설치 시 관측시스템의 성공 가능성을 높일 수 있을 것이라 판단된다.



2 MT-IT 융합 실시간 해양관리시스템 개요

2.1. 기본개념

관할해역의 해양영토 관리 및 실시간 연안환경 감시체계 구축을 위하여 MT-IT 융합 실시간 해양환경관리시스템을 구축한다. 해저관측케이블, 부이, 해양 과학기지, 인공위성 등을 이용하고, 차세대 IT 통신기능을 활용하여 국가관할해역을 3차원 입체적으로 실시간 관측·감시하고 그 정보를 분석·제공하는 통합관리 시스템이다(그림 1-1).

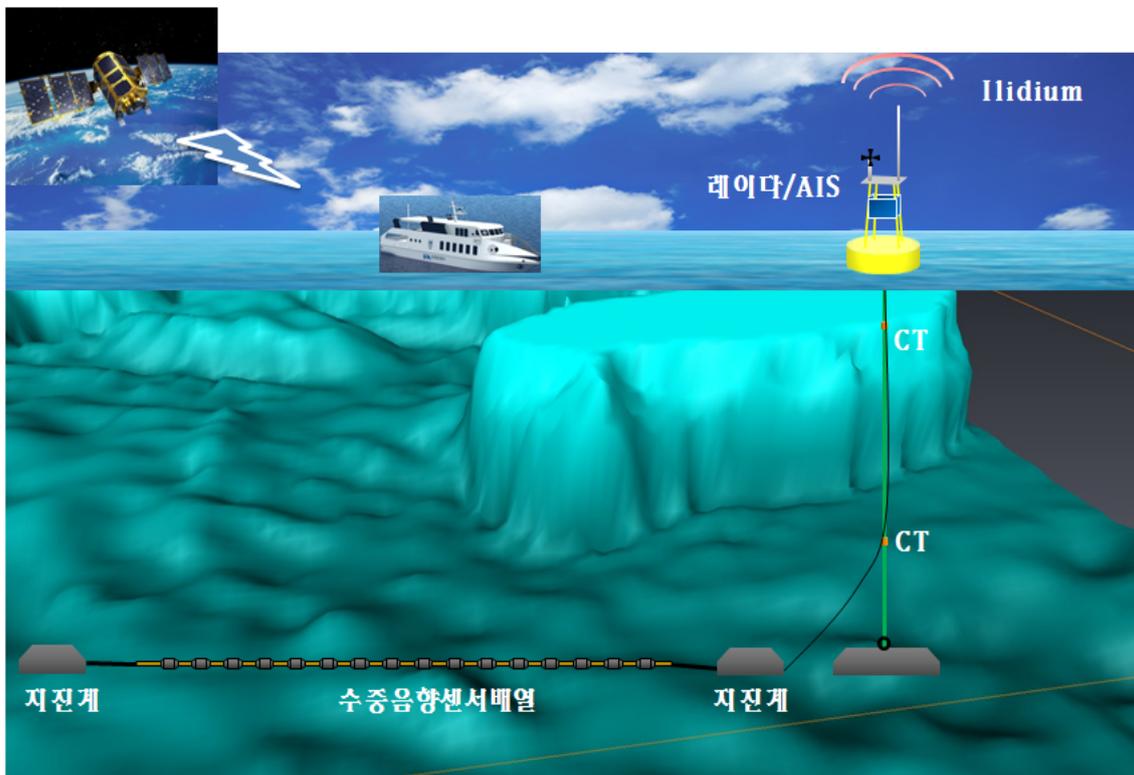


[그림 1-1] 실시간관리체계 개념도

MT-IT 융합 실시간 해양환경관리시스템은 수상, 수중과 해저면으로 구분할 수 있다. 먼저, 수상부분은 해양관측부이에 탑재된 Radar & AIS로 주변선박을 식별하여 IT와 융합하여 Iridium 방식으로 연구선 또는 연구소로 실시간 통신모듈로 전송된다. 그리고 통신모듈은 해양관측부이에서 data를 송신하는 단방향 통신뿐만 아니라, 연구선 또는 연구소에서 실시간으로 해양관측부이의 관측기기를 제어할



수 있는 양방향 통신을 구축하여, 실시간으로 변화하는 해양환경을 적시에 관측할 수 있을 것이다. 수중에서는 해양물리 특성 중 음파식해류계(ADCP³⁾)를 설치하여 해수유동, 수온염분측정계(CTD⁴⁾)를 설치하여 수온·염분 등을 실시간 관측하며, 해양화학센서 중 형광계(Fluorometer)를 이용한 클로로필(Chl. a) 등 생산량 측정 및 수중생물채집센서를 통하여 생물상 등을 관측하여 종합적 해양환경을 파악한다. 그리고 해저면은 해양음향감시 관측케이블을 이용하여 수중이동체, 생물이동(고래류) 및 해양기인 재해 원인신호(태풍, 지진, 해일, 폭발음, 파동 등) 등을 관측하여 실시간으로 해역을 감시할 수 있을 것이다(그림 1-2).



[그림 1-2] 해양/음향 센서배열 및 실시간 해양환경 모니터링 개념도

3) ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) : 음파의 도플러 효과를 이용하여 유속의 프로파일을 얻기 위해 TRDI(Teledyne RD Instruments)에서 개발된 유속관측 장치.

4) CTD (Conductivity Temperature Depth) : 수심별 수온과 염분 측정 장치

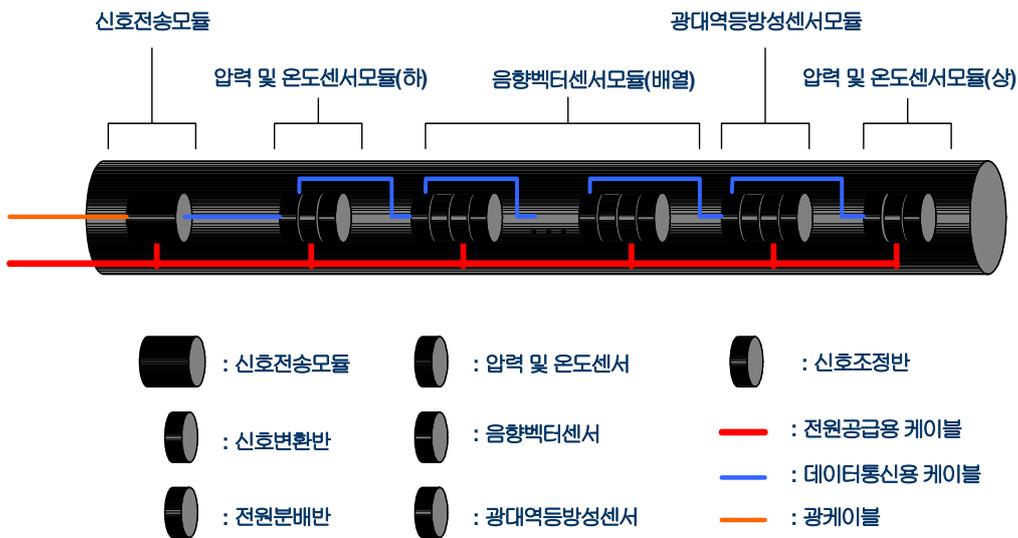


2.2. 핵심기술

기존의 해양관측부이는 부이에 연직적으로 해수유동, 수온·염분, 클로로필 등의 센서를 이용하여 측정하였다. 그러나 MT-IT 융합 실시간 해양관리시스템은 해저면에 수중음향센서를 탑재한 해저관측케이블을 설치하여 탐지해역을 광역적으로 관측함으로써, 하나의 점(point)이 아닌 탐지영역의 확대가 가능한 형태로 해양환경을 측정하며, 해양관측부이에 양방향 송수신 통신모듈을 통하여 실시간으로 자료 송신하며, 해양관측부이에 장착된 관측기기들을 제어할 수 있다.

2.2.1. 해저음향관측케이블

표적의 수중음향 정보획득 및 청음이득을 높이기 위해 음향벡터 센서 모듈이 복수 개로 배열되어 구성되며, 배열 최상단과 최하단에 위치한 수심 및 온도 측정 센서, 광대역 음향신호 수신을 위한 광대역 등방성 음향센서 등으로 구성된다(그림 1-3). 물리적인 양에서 전기적인 신호로 변환된 각각의 센서 출력신호는 필요에 따라 신호 조정반을 거쳐 신호의 왜곡 및 손실을 최소화하는 형태로 1차 가공되며, 이 신호는 신호 변환반에서 디지털 형태로 변환된다. 디지털로 변환된 다중 다채널 디지털 센서신호는 신호전송 모듈에서 Multiplexing된 후 광변환되어 수중통신부에서 해양관측부이 통신모듈로 전송하여 육상으로 전송된다.



[그림 1-3] 해저관측케이블 센서부 내부 구성



2.2.2. 수중통신제어

수중 통신부는 탐지영역 확장을 위해 계류형 통합 수중음향 노드(ISAN-M) 시스템과의 수중통신 네트워크를 형성하여 원격 취득자료를 육상으로 전달하는 Gateway 역할을 담당한다. 한국해양연구원에서 수중무선통신시스템을 개발하였다. 2007년에 양방향 9.7km/10kbps의 양방향 수중 음향 모뎀을 개발하였고, 2008년에 양방향 6km/10kbps, 장거리 16km/5kbps의 분산형 수중음향 네트워크 모뎀을 구현하였으며, 2009년에 분산형 수중음향통신 네트워크를 최적화하였고, 2010년에 수중음향 게이트웨이 및 통신망을 구현하였다. 2011년에 원격 수중음향 통신망 감시 및 관리 체계를 구축하였다. 수중무선통신시스템을 이용하여 해저음향관측케이블에서 획득한 자료를 실시간으로 전송할 수 있다(그림 1-4).

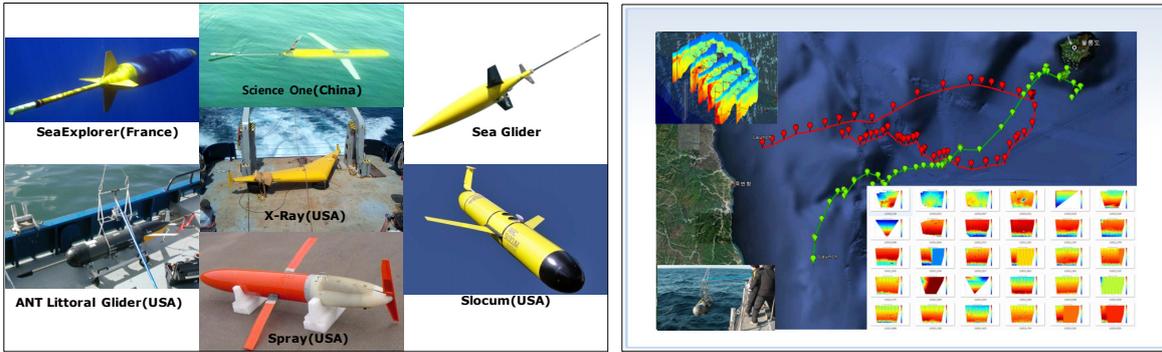


[그림 1-4] 해저관측케이블에서 획득한 자료 송신을 위한 수중통신부



2.2.3. 수중 글라이더

무인 원격 제어 해양환경 관측 기기인 수중 글라이더를 사용한다. 수중 글라이더는 원하는 경로를 설정하여 측정할 수 있으며, 글라이더에 부착한 센서를 통하여 실시간 해역 관측이 가능하다(그림 1-5).



[그림 1-5] 수중글라이더 종류 및 실증시험

2.2.4. 퇴적물이동(TISDOS) 관측

연안에서는 높은 파도로 인해 동서남해안 전체에서 침식이 일어나고 있어 국가적인 현안으로 대두된 바 있다. 부유물 측정시스템(OBS) 및 파고/퇴적물이동 시스템을 이용하여 연안 파도로 인한 퇴적물이동을 상시 모니터링함으로써 연안의 지형 변화 및 침식변화를 미리 예측하고 재해에 대비할 수 있다.

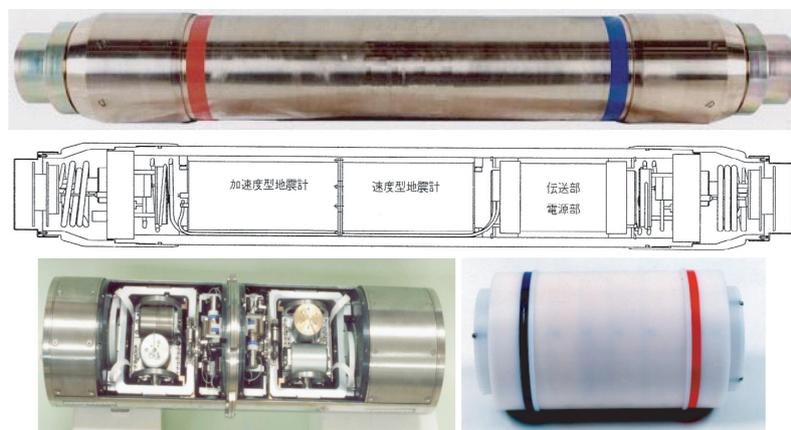


[그림 1-6] 퇴적물이동 자동관측기(TISDOS)



2.2.5. 해저 지진계

지진 관측부는 근거리 및 원거리에서 발생하는 지진으로부터 발생하는 지진파를 감지하며, 쓰나미 관측부는 지진으로 인하여 발생된 해일의 전파현황을 실시간으로 감시한다. 지진 관측부는 ISAG-B 시스템 주위에서 발생하는 지진의 근접 정밀 감시 임무를 수행하며, 전지구적 대규모 지진활동 감시의 기능도 수행한다. 쓰나미 및 지진 관측부는 100 samples/s(20~250 samples/s 중 선택적으로 사용) 정도의 샘플링 속도로 지진 및 쓰나미 정보를 수집한다(그림 1-7).

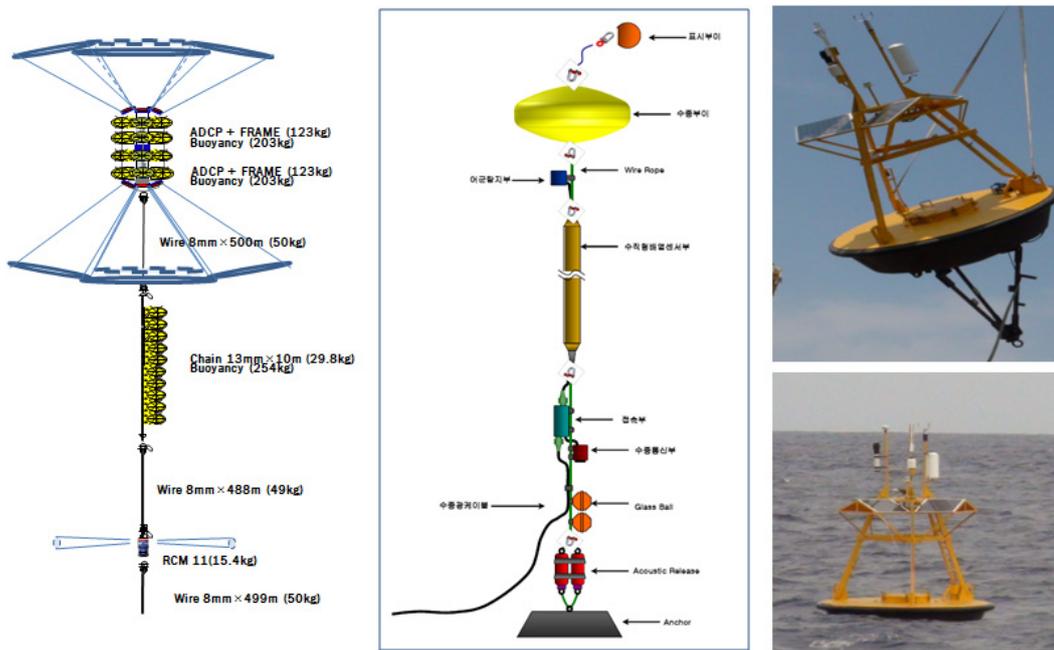


[그림 1-7] 해저지진계의 외형 및 내부 구성요소

2.2.6. 다목적 해양환경측정 부이

해역관리인자 관측부이(OBAM) 시스템의 구성은 크게 부이 본체, 자료취득 및 처리 시스템, 표출 시스템의 세 부분으로 나눌 수 있다(그림 1-8). 부이 본체에서 취득한 원시 데이터는 이리둠(Iridium)을 통하여 관할해역 연구센터의 자료처리 시스템으로 전송되고, 전송된 데이터는 시스템 내에서 처리과정을 거친 후 최종적으로 사용자의 PC, 웹, 모바일 등 각종 표출 시스템으로 무선을 통하여 전달되는 구성을 이루고 있다(그림 1-8).

부이 본체는 무선통신을 위해 표층 계류형으로 한다. 계류 부이는 부이 본체, 계류삭, 앵커로 구성되어 있다. 부이 본체는 선박형이나 원통형보다 안정된 원반형으로 제작된다. 계류장비로는 CTD 장착을 위해서 Wire Rope를 사용하고, ADCP는 해저면에 설치하여 정확한 해수유동 자료를 획득한다.



[그림 1-8] 다목적 해양관측 부이 구성도

2.2.7. 해상 레이더 및 선박추적시스템(AIS)

해양관측부이에 실시간으로 선박모니터링을 위한 레이더, AIS 등을 설치하고, IT 통신기능을 활용하여 인공위성으로 통신하는 방식 필요하며, 국가 관할해역의 해양환경 및 항행선박을 3차원 입체적으로 실시간 관측하여 자료 제공한다(그림 1-9).



[그림 1-9] 해상 레이더 및 AIS 시스템



2.2.8. 해상 통신시스템

부이설치 지역의 위치상 자료송신의 안전성과 가격효율을 감안하여 CDMA 또는 이리듐(Iridium) 통신방법을 사용한다. 부이가 CDMA 통신 가능지역 밖에 설치되면 이리듐(Iridium) 통신을 이용한다. 또한 설치장소에서 부이가 이탈하였을 경우에는 부이의 위치를 저궤도위성을 이용한 이리듐(Iridium) 통신으로 추적한다.

2.2.9. 인공위성활용

한반도 주변 해역을 주기적으로 감시할 수 있는 위성자료 수집 시스템을 구축, 이를 분석하여 관심해역의 수상 및 수중 이동체 감시, 해상 오염 인자 인식 및 추적, 해상풍, 파랑, 해류 등의 물리적 인자 추출에 이용할 있는 분석 시스템 구축, 그리고 처리된 정보를 관련기관에 배포할 수 있는 자료배포 시스템을 개발한다.

2.2.10. 수중음향/영향 센서 활용

부이설치 지역에서 실시간으로 해양생물음향 특성을 측정하여 생물량 변화를 분석한다. 생물영상정보를 실시간으로 측정하여 생물음향 정보내 구성 생물의 구성과 변화를 분석한다.



2.3. 활용분야

MT-IT 융합 실시간 해양관리시스템 기술을 확보하여 연안의 해양환경 장기간 모니터링을 통한 실시간 감시로 연안역의 고온, 저염 등과 같은 이상현상을 파악할 수 있을 것이다. 해양/음향 자료 및 해양환경 자료를 데이터베이스(DB)화하여 해군 등에 제공하여 국가안보에 활용할 수 있으며, 관할 해역에 대한 해양주권을 확보할 수 있다(그림 1-10).

해양/음향 시험평가장(KOAS)을 설치하여 해양환경 실험장에서 실험해역에서 실험하기 전에 시험장으로 활용할 수 있으며, 다양한 연구가 이루어질 것이다.

관할해역 해양 오염이나 해난사고 발생 시 방제 및 구난을 위한 기본해양환경 자료의 실시간 정보 제공이 가능하며, 향후 해상 보안 및 안전적 측면에서 국가 대응 체계의 기반을 마련하며, 어업자원의 효과적 관리를 통한 지역분쟁 방지에 기여하고, 국가 자산이 한반도 주변 인공위성 영상의 효율적 관리 및 활용으로 실시간 관할해역 감시 체계를 구축할 수 있을 것이다.



[그림 1-10] 실시간 해양관측 자료 이용



3 국내·외 시스템 구축 및 연구개발 현황

3.1. 국내

1990년대에 해양연구원에서 실시간 해양관측부이를 도입한 이래, 서울대, 군산대, 국립해양조사원 등 관계기관에서 해양관측부이를 이용한 국가 관할해역에 대한 실시간 해양환경 모니터링을 진행하고 있다.

기상청 기상망, 지질자원연구원 지진망, 해양조사원 연안조위관측망 등은 주로 육지 및 연안에 국한되어 있으며, 점(point) 조사에 국한되어 있으며, 국내에서 현재 까지 해저 해양관측케이블 운용은 전무한 상황이다.

한국해양연구원에서 1990년대에 3m급 해양관측부이 도입, IMASAT, Argos 통신 위성을 이용한 실시간 해양환경 모니터링 실시하고 있으며, 이후, 수송 및 관리가 용이한 2.4m급 부이를 도입, 저렴한 이동통신(CDMA)을 이용한 근거리 실시간 자료전송과 Orbcomm 통신위성을 이용한 원거리 감시 시스템 등을 개발하여 가거도, 새만금 등의 해역에서 해양환경 실시간 모니터링 실시중이다.

최근에는 이리듐(Iridium) 위성 통신모듈을 이용하여 안정적인 실시간 자료전송 시스템을 구축하였고 해양/음향 모뎀 (Acoustic modem)을 이용한 자료 송·수신 기술을 개발하였고, 한국해양연구원에서는 인공위성기반 항행선박탐지 연구를 2004년부터 수행하여 알고리즘 개발, 현장 시험 등을 마침. 앞으로 시범운영을 위한 프로토타입(prototype⁵⁾) 개발을 진행할 예정이며, AIS와 인공위성에 의한 탐지 연구를 최근에 수행하였다.

3.1.1. 수중음향 탐지 기술

능동탐지의 대상은 주로 고주파 음향 시스템을 사용하여 수중으로 방사된 펄스 음파가 해양생물, 해저지형, 해저 구조물 등에 의해 반사되어 수신기로 되돌아오는 신호 특성을 이용하는 방법으로 응용되고 있다. 수동탐지 대상은 능동탐지와 달리 주로 낮은 주파수 대역에서 응용되고 있으며, 수중청음기(hydrophone)에 수신되는 신호를 사용하고 있다(표 1-1).

5) prototype : 원래의 형태 또는 전형적인 예, 기초 또는 표준이다. 시제품이 나오기 전의 제품의 원형(原型)으로 개발 검증과 양산(量産) 검증을 거쳐야 시제품이 될 수 있다.



〈표 1-1〉 능동·수동탐지 응용 및 식별 기술

탐지항목	탐지	탐지 및 응용대상	식별 기술
해양생물	능동	· 수산자원 조사	- 사용 주파수에 대한 탐지대상의 음향 반사강도로 식별
		· 동물 플랑크톤 분포	- 다중 주파수에 의한 음향 반사강도 차이로 식별
		· 유해 적조생물 분포	- Coded 수신신호로부터 위치 추적
		· 유해성 해파리 분포	- 영상정보로 생물종 분석
	수동	· 어류 위치 추적	- 생물기원(포유류/새우류/멸치류) 해양 잡음 특성분석으로 이동 및 자원 파악
		· 해양 포유류 이동 조사 · 생물기원 해양잡음원 조사	
해양물리	능동	· 해류 측정	- 수신신호의 doppler 변위로 식별 - 수신신호의 음향 반사강도로 식별 - 음파의 travel time 변위로 식별
		· 유량 측정	
		· 파고 측정	
		· 조석특성 파악	
	수동	· 수온구조 파악	
		· 해상 강수량 측정 · 해상풍 세기 측정	- 강우에 의해 발생하는 해양잡음의 분석 - 해상풍에 의한 해양잡음의 분석
해양화학	능동	· 연안 오염물질 파악	- 수신신호의 음향 반사강도로 식별
해양지질	능동	· 해저지형 탐색	- 수신신호의 음향 반사강도로부터 퇴적물 조성 식별 - 지형구조에 의한 수신신호 강도 이용 - 수신신호의 음향 반사강도 이용
		· 해저수심 측정	
		· 해저지층 구조	
		· 해저퇴적물 구성	
		· 해저 열수광상 탐색	
	수동	· 지각변동 모니터링	- 지각균열 발생음의 분석
복합 분야	능동	· 침몰선박 탐색	- 수신신호의 음향 반사강도로 식별 - Coded 수신신호로 식별정보 전송
		· 인공어초 구조물	
		· 수중통신	
		· 수중 구조물 분리 및 균열 탐색	
		· 탐색용 음향 카메라	
	수동	· EEZ 광역 감시	- 수신신호의 해양잡음 분석으로 식별 - 수신신호의 음향특성 분석으로 식별
		· 이동선박 탐지	
		· 수중 구조물 균열 탐색	
		· 수중자료 수신 시스템	
		· 수신 음향영상 시스템	



3.1.2. 해저케이블(전력 및 광통신) 기술 (출처 : kt submarine)

가) 해저전력케이블 기술 동향

최근 현대사회는 정보통신의 급격한 발전과 더불어 에너지 특히 전력수요는 1990년 이후 2000년까지 연평균 9.8%이상(국내기준) 꾸준히 증가하는 등 날로 가중되고 있는 실정이다. 전력은 그 사용의 편리성으로 인하여 경제성장 및 국민생활 수준 향상에 따라 소비가 급증하는 경향을 가지며, 이에 따른 전력수요 증가에 대하여 수요관리의 강화와 지속적인 설비 확충으로 전력수급 안정을 유지할 필요가 대두되고 있다.

이에 1973년을 시작으로 가공선로 구성이 기술적으로 불가능한 지역과 고가도로, 고속도로, 철도 등이 횡단하는 장소 등에 가공 배전선로의 지중화가 추진되었으나, 도시환경 미화, 도로중복 굴착으로 인한 교통체증, 시민생활 불편 및 예산절감을 위해 공동구를 건설, 전력선을 지중으로 건설토록 정부에서 유도하고 있는 실정이다.

또한, 국내 도서지역의 관광상품 개발과 지역발전에 따른 전력공급 요구는 날로 가중되고 있는 현실에 전력산업구조개편에 따른 시장경쟁 체제 도입으로 과거 장기 전력수급계획 체제를 유지하기가 곤란하여짐에 따라 새롭게 등장하는 다양한 전력공급 요구와 배전 전력계통의 연계를 목적으로 중장기 전력수급 안정을 도모할 필요가 절실하고 있다. 이에 따라, 국내 도서지역의 전력수요에 부응하고자 해월철탑 설치로 배전계통을 연계하고자 하였으나, 해당 건설지역 주민의 이기주의의 팽배와 환경 친화적인 차원의 건설곤란 및 기상영향으로 인한 고장과 사고에 따른 공급 불안정문제, 장경간인 경우 설치가 곤란한 점 등으로 건설 타당성에 많은 문제가 제기되어 오고 있다.

이로 인한 문제점을 해결하고자 대안으로 추진되어온 것이 도서지역간의 해저 전력케이블이며, 이는 곧 배전선로의 반영구 적인 안정된 전력 공급을 가능하게 하고 도서지역의 고품질 전력공급 요구에 부응, 부하증가에 따른 저전압 해소 등 무엇보다 장시간 정전으로 인한 집단민원 예방에 해저 전력케이블 건설의 가장 절대적인 추진배경이 되고 있다.

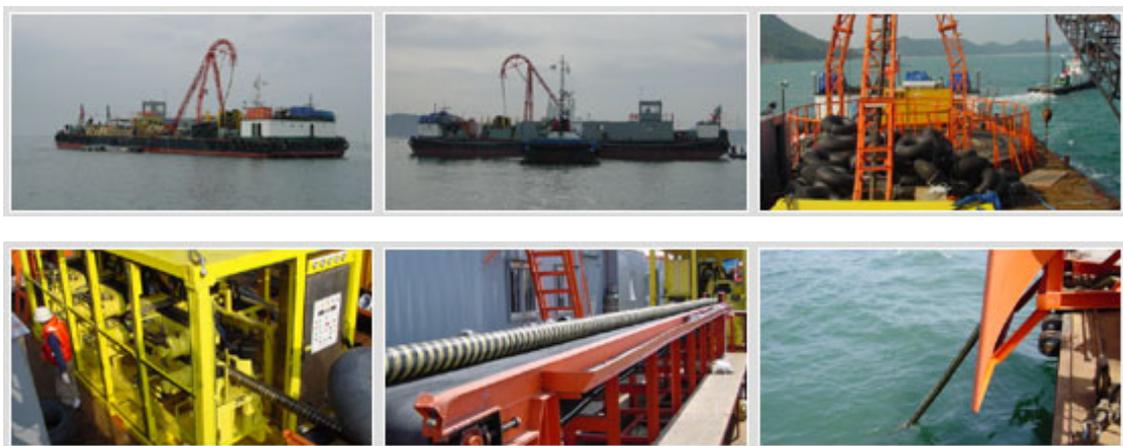
이와 같이 국내에서도 해저 전력케이블의 특징과 장점을 향상시키기 위하여 케이블 포설 후 해저면에 노출되는 방식이 아닌 매설하는 방식으로서의 공법이



2001년도부터 연속적으로 추진 중에 있으며, 해저 전력케이블의 안전과 반영구적 수명을 유지하기 위하여 해저케이블 건설 후 케이블의 안전확보를 최선의 방향으로 보고 보호관 취부와 매설공법을 병행 채택하여 건설공사가 추진되는 실정이다.

또한, 국내와 마찬가지로 신규 건설이 활발한 동남아시아 등에서도 신규 전력 수요는 필수적으로 요구되고 있음에 따라, 해저 전력케이블은 초고압화, 대용량화, 장·공장화가 이루어지고 있는 추세로 있고, 유럽의 경우에는 해저 전력케이블의 경량화, 간소화 및 용량 확대와 절연성능 향상 기술을 모색하고 있으며, 더불어 해저 통신과 해저 전력을 함께 수용한 복합형 케이블 도 건설공사가 추진, 예상되는 추세이다. 보다 진보된 차세대 기술개발과 합리적인 건설을 위하여 지속적인 기술 향상에 노력과 박차를 가하고 있다.

1979년부터 본격적으로 건설되기 시작한 국내 해저 전력케이블 공사는 약 25년간 국내 기술력의 자립도가 부족하여 해외의 건설업체를 통하여 추진되어 왔으나, 1994년에 설립된 당사는 수많은 해저 케이블의 건설과 보수를 경험으로 1997년 전남 완도군 흑일도-마삭도 해저 전력케이블 보수공사를 기치로 하여 현재에 이르기 까지 꾸준한 기술력 향상과 노력에 심혈을 기울여 왔으며, 추후 건설될 국내 해저 전력케이블 건설공사는 외화유출 방지 차원과 해저케이블 국내 기술 자립도 향상이 우선적으로 고려되어야 할 항목이고, 해외 유수의 해저 전력케이블 프로젝트 역시 당사가 보유한 2척의 케이블 포설선박 등 다양한 특수장비와 많은 경험을 바탕으로 보다 많은 실적과 기술 경험을 위하여 모든 관계자들이 합심하여 추진할 것으로 전망된다(그림 1-11).



[그림 1-11] 해저광케이블 포설 현장 사진(kt submarine).



나) 해저광통신케이블 기술 동향

최근의 해저 광케이블 시스템은 TDM(Time Division Multiplexing) 기술에 비교되는 WDM (Wavelength Division Multiplexing) 기술이 폭넓게 적용되어 왔다. WDM 시스템은 비교적 적은 비용으로 대용량을 수용할 수 있는 큰 장점이 있다. 또한 WDM 기술의 진화된 기술인 고밀도파장분할다중화 (DWDM) 방식으로 Fiber Pair 당 전송용량이 640Gbps로 증가하게 되었다.

현재 태평양횡단 장거리 구간에는 파장당 10Gbps 기술로서 파장수를 확장해 가고 있으며 현재 64개 정도가 임계수치이나 매년 기술발전에 따라 매년 수용 파장수가 증가되고 있다.

현재의 장거리 구간은 EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) 를 이용, C-Band (1,530 nm~1,570 nm) + L Band (1,585 nm~1,610 nm)를 결합하여 전송되는 파장의 수를 늘리고 있는데, 태평양 횡단과 같은 초장거리 전송효율을 높이기 위한 DMF(Dispersion Managed Fiber)이 고려되고 있다. 현재 새롭게 고려되고 있는 증폭 방식은 DRA(Distributed Raman Amplification) 인데 이는 파이버 전구간에 걸쳐서 증폭효과를 가지도록 하는 방식인데 장거리 구간에서 대역폭을 넓히는 효과를 가지는 것으로 평가되며, 현재 곧 상용화가 가능할 것으로 기대된다.

해저 케이블망의 발전은 초기의 Fish-bone Network 에서 지금은 NPE(Network Protection Equipment) 를 통하여 자동복구가 되는 Ring Network 방식이 주류를 이루고 있다.

그러나 이러한 Ring Network 의 단점은 대용량 시스템이 될 경우 NPE 수량 증가로 인한 전력소모의 증가와 복구를 위해 항상 50%의 용량을 미사용 상태로 두어야 하는 것과 이중 고장시 복구가 불가능하다는 단점들이 지적되어 왔으므로 차세대 Network으로 OXC(Optical Cross Connect)를 NPE 대신 채택한 Mesh Network이 Ring Network의 단점들을 보완할 수 있는 차세대 네트워크로서 인식되고 있다.

WDM 기술 개발에 따른 전송용량의 획기적인 증가로 해저 광케이블의 경제성이 한층 증대되었고 DWDM 및 광 스위칭 기능에 대한 신기술 개발과 더욱더 경제적이고 대용량의 해저 광케이블 건설이 기대되고 있다.

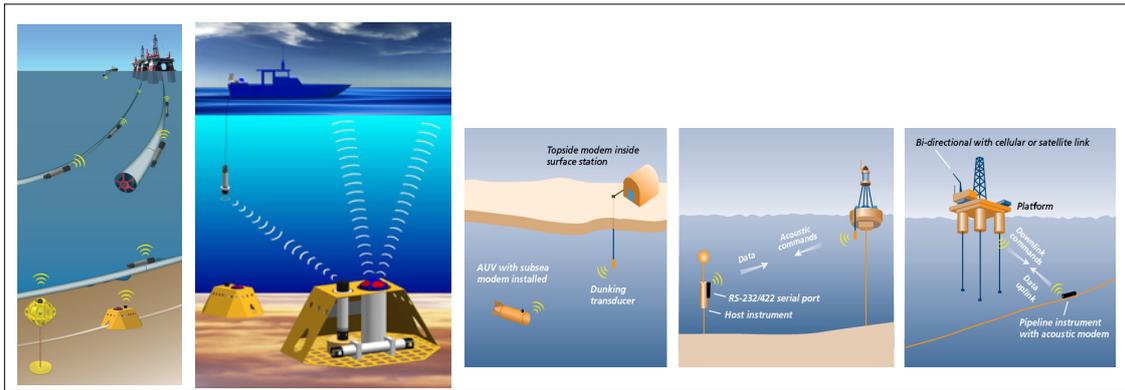


3.1.3. 수중음향 통신 기술

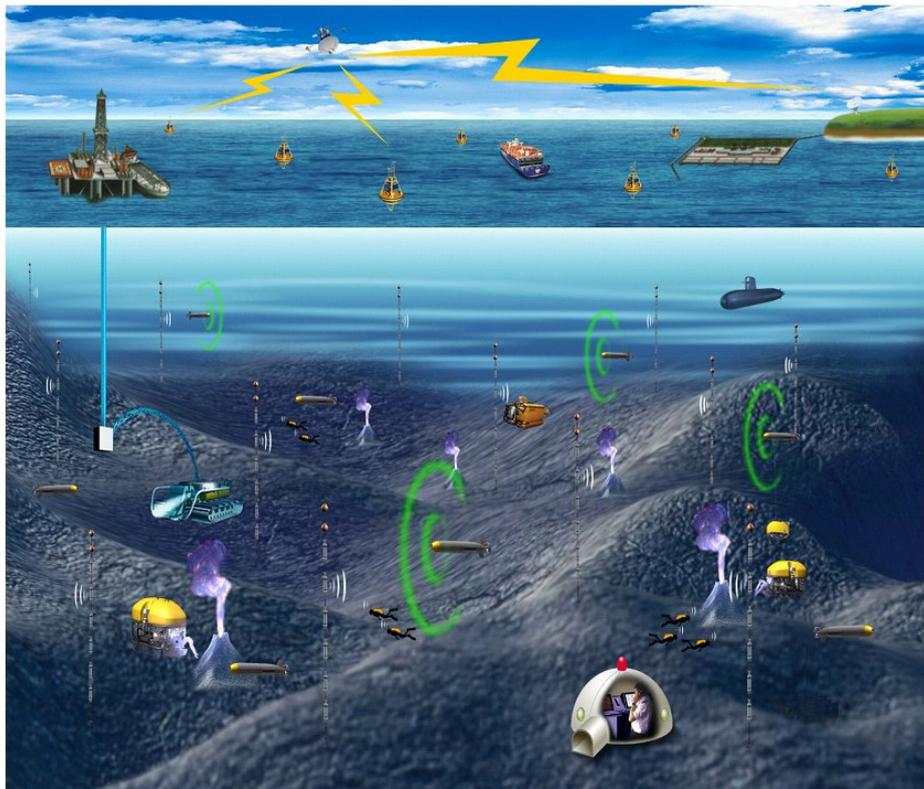
수중에서는 전자파나 광파의 전달거리가 매우 짧은 매질의 특성으로 인해 주로 음파를 이용하여 무선통신을 하고 있다. 수중음향 모뎀은 수중에서 무선으로 통신할 수 있는 장치로서 수중음향 트랜스듀서와 디지털 통신 신호처리 시스템으로 구성되어 있다.

수중음향 모뎀은 수중에서 이동하는 잠수정이나 케이블 설치가 어려운 곳에 효과적으로 사용할 수 있으며 해저유전 탐사, 무인 잠수정과 모선간의 통신, 무인 잠수정간의 통신, 실시간 연안감시 네트워크, 실시간 해양관측 시스템, 항만감시 체계, 잠수함간 통신, 수상함-잠수함 통신 등 활용영역이 매우 넓다. [그림 1-12]는 수중음향 통신을 이용한 데이터 전송 예를 보여주고 있다.

한국해양연구원에서 1999년부터 2003년까지 산업자원부의 민군겸용사업으로 「초음파를 이용한 수중 영상정보 전송기술 개발」 과제를 수행하여 수중음향 통신에 필요한 광대역 수중음향 트랜스듀서 설계·구현 기술, 고속 신호처리 기술 및 배열 신호처리 기술에 대한 연구를 수행하였으며 이를 통해 수중음향 통신을 이용한 영상전송 시스템을 개발하였다. 또한 2004년부터 국토해양부의 지원을 받아 해양공간 자원 개발사업으로 「수중 무선통신 시스템 개발」 과제를 수행 중에 있다 (그림 1-13). 본 과제를 통하여 수중 초음파 통신에 필요한 광대역 수중음향 트랜스듀서 설계 기술을 고도화하고 있으며, 새로운 복합소재를 이용하여 고성능 초음파 센서와 이의 구동을 위한 송·수신 증폭기 설계 기술, 수중음향 채널에서 발생하는 왜곡을 보상하기 위한 기술, 고속 배열 신호처리를 위한 기술에 관한 연구를 수행하였다. 결과물로 2005년도에는 4 km, 10 kbps의 수중통신 모뎀, 2006년도에는 7.4 km, 10 kbps의 수중통신 모뎀, 2007년도에는 10 km, 10 kbps의 양방향 수중통신 모뎀을 개발하였다. 2008년도에는 5 kbps의 장거리 모뎀(통신거리: 16 km) 과 네트워크 구성을 위한 무지향성 양방향 모뎀(통신거리: 5 km)을 개발하였다. 2009년도 이후에는 Ad-hoc 통신망 개발을 위한 연구를 진행할 예정이다. 또한 국방과학연구소의 지원으로 2007년부터 ‘수중음향 통신 및 탐지 특화센터’가 경북대학교에 설치되어 경북대학교를 비롯한 학계를 중심으로 수중음향 통신 및 수중음향 탐지 알고리즘에 대한 연구가 진행 중이다.



[그림 1-12] 수중통신을 이용한 데이터 전송 예



[그림 1-13] 한국해양연구원에서 수행한 수중음향통신시스템 개발 개념도



3.1.4. 다목적 해양환경측정 부이

해양관측은 목적과 수단에 따라 다양한 방법으로 수행된다. 선박을 이용하는 방법은 연구원이 승선하여 여러 가지 장비로 직접 관측할 수 있는 장점이 있으나 장기간 동안 시간에 따른 변화를 관측하기 어려운 단점이 있다. 해양환경의 시간에 따른 변화를 관측하기 위해서는 관측장비를 계류하여 일정기간 동안 관측후 장비를 회수하여 자료를 얻거나 해저 케이블이나 표층에 부이를 띄워 유무선 통신 기술로 실시간 자료를 취득할 수 있다. 그러나 계류방식으로 관측하는 방법은 한정된 지점에 대한 관측이므로 넓은 해역을 관측하기 위해서는 여러 개의 관측점이 필요하다.

국내에서 해양환경과 관련된 자료를 확보하기 위해 현장관측을 정기적으로 수행하고 해양정보의 가공, 관리, 유통을 담당하고 있는 기관으로 국립수산과학원, 국립해양조사원, 환경부, 해양경찰청, 한국해양연구원, 기상청 등이 있다. 이 외에 해양경찰청, 기상청, 환경부 등이 해양관측 업무를 수행하고 있으며, 서울대 및 부경대 등 대학에서 일부 해역을 대상으로 연구목적에 따라 해양관측 부이를 이용하여 해양을 관측하고 있다(그림 1-14). 국가해양관측망 구축 기본계획의 실시간 해양관측계획(국토해양부, 2001)에 따라 79개소가 구축되어 운영 중이다.



[그림 1-14] 국립해양조사원의 실시간 관측정점



3.1.5. 해양생물자원 탐지 기술

현재 특정 연안해역 혹은 광역해역으로 유입되는 해양생물자원 조사는 선박을 이용한 어구어법을 이용하고 있으며, 음향과 영상정보를 이용하는 방법은 보조적인 수단에 한정되어 운용되고 있는 상황이다.

선박을 이용하는 전통적인 방법은 고비용 구조이며, 조사시기만의 현상을 파악하는 일회성 자료만을 양산하는 어려움을 가지고 있다.

우리나라 EEZ 해역의 수산자원은 동중국해를 기점으로 한·중·일 3국의 해역을 회유하는 어류를 포함한 해양생물에 의해 자원분포 특성이 결정되므로 해양생물의 이동경로와 분포 특성에 대한 연속적인 모니터링이 필요한 상황이나 이에 대한 연속관측 시스템은 운용하지 못하고 있는 상황이다.

EEZ 해역의 어류 음향자원 조사를 위한 음향 시스템은 국내에서 일부 개발을 시도하였으나 상용화하지는 못하였고 현재 전부 국외에서 개발되는 시스템을 사용하고 있는 수준이며, 활용측면에서도 외국에 비해 현저히 낮은 수준이다.

3.1.6. 해저지진관측 기술

우리나라에서 1905년 계기지진이 시작된 이래 수차례의 발전단계를 거쳐 현재의 지진관측망에 이르고 있다. 1963년 미국지질조사소(USGS⁶⁾)의 세계지진관측망(WWSSN⁷⁾) 사업, 1978년 규모 5.0의 홍성지진, 1996년 영월지진, 1997년 경주지진 등이 현재의 기상청 지진관측망을 구축하도록 동기를 부여한 사건 중 일부이다.

우리나라의 경우 기상청에서 육상 및 주변해역에서 발생하는 지진을 실시간 감시하고 지진발생시 그 사실을 국민에게 통보하는 임무를 수행함으로써 만약에 발생할 수 있는 지진재해에 대비하고 있다. 이 밖에 기상청에서는 한반도 및 주변국에서 발생하는 인공지진 또한 감시하고 있다. 기상청에서 2007년 말 현재 운영하고 있는 지진관측 장비는 초광대역 지진계 1대, 광대역 지진계 12대, 단주기 지진계 23대, 가속도계 75대로 전국 75개 관측소에 7종 387점에 대하여 상시 지진감시망을 설치/운영하고 있다(기상청, 2007). 또한 기상청에서는 지진관측 강화사업의 일환으로 지진관측망을 신설하고 지진관측 환경개선 사업을 실시하고 있다.

6) USGS: United States Geological Survey

7) WWSSN: World-Wide Standardized Seismograph Network



한국지질자원연구원은 1982년 한반도 남동부에 위치한 양산단층 일원의 지진 활동도 정밀규명을 위하여 이동식 임시 지진관측망을 설치/운영하기 시작하였으며, 2005년 11월 현재 국내에 광대역관측소 14개소(시추공형 4개소, 지표형 9개소), 단주기 지진계 15개, 가속도계 16개, 초광대역 1개 및 배열식 관측망 3개소를 운영하고 있다. 한국지질자원연구원의 지진관측망 역시 우리나라 전역에서 발생하는 지진을 감시하기에 충분하며, 기상청 지진관측망과 비교하여 특이사항은 특수목적의 지진관측망을 설치/운영하고 있다는 것이다. 특히 양산단층의 활동성을 규명하고 이 지역 지진발생 감시, 지진위험성 연구 등을 위하여 이 지역에 8개 이상의 지진관측소를 설치하여 비교적 고해상의 지진관측망을 운영하고 있다. 또한 원주 KSRS⁸⁾ 운영, 배열식 관측망, 인프라 사운드 관측망 등을 구축하여 연구목적의 지진 관측망을 운영하고 있다.

한국원자력안전기술연구원, 한국전력연구원, 한국철도공사, 한국가스공사, 한국해양연구원 등에서도 각 기관의 고유목적에 달성코자 지진관측망을 운영하고 있다. 한국원자력안전기술연구원과 한국전력연구원은 원자력발전소 부지의 지진안정성 평가를 위해서 원전부지 및 그 주변지역에 지진관측소를 설치/운영하고 있다. 한국철도공사는 고속철도 등의 안전성 확보를 위하여 고속선로 주변에 지진관측소를 설치 운영하고 있다. 한국가스공사 또한 주요 가스 공정시설 및 보급선로의 안전성을 확보하기 위하여 지진관측망을 설치 운영하고 있다. 한국해양연구원에서는 황해 및 그 주변에서 발생하는 지진의 위험성을 규명코자 황해 주변에 국립공주대학교, 중국과학원 지질지구물리연구소와 함께 임시 지진관측망을 설치/운영하고 있다.

3.2. 국외

미국 NOAA, 캐나다 등 해양선진국은 해양관측부이를 이용한 연안 해양환경 상시감시망을 운영하여 해양환경의 장기변동 예측 및 평가에 직접 활용하고 있다.

미국에서는 국립과학재단(NSF)의 후원으로 '08년부터 '22년까지 6천억원을 투입하는 대규모 해양관측 프로그램 OOI(Ocean Observatories Initiative) 사업을 수행 중이며, 해양 및 해저에 물리, 화학, 생물, 지질 환경요소를 관측하기 위해 센서가 장착된 관측망 구축하였고, 전지구적·3차원 다중 관측시스템으로 기존의 관측시스템

8) KSRS: Korea Seismic Research Stations



과 차별화되어 있다. 캐나다의 경우 벤쿠버 연안에 해저관측네트워크 프로그램 (Neptune) 가동 중이다.

그리고 EU는 2007년부터 지구환경과 안전을 감시하기 위하여 유럽 주변 바다 전체를 연결하는 해저고정관측망 구축(ESONET) 사업을 2.2억 유로 규모로 추진 중이며, 유럽해사안전청(EMSA) SAR위성 2기와 AIS를 이용하여 선박 및 오염을 감시하고 있다(매년 약 1천억원 예산).

중국은 해양정보 실시간 모니터링, 지진과 해일 등에 관련된 데이터 수집, 항해 및 군사분야에 활용하기 위해 「동중국해 해저관측 네트워크」를 5년 내에 구축할 예정이며, 2단계에 남중국해에도 확대 설치할 계획을 가지고 있다.

또한 미국, 캐나다, 독일, 노르웨이 등 선진국에서 위성 및 통신기반기술로 밀입국 선박 및 불법어로 감시하고 있으며, 연안 감시를 위해서 레이더와 AIS를 활용하고 있으며, 탐지기술은 거의 개발이 완료되었으나 인식기술은 현재 초기 단계이고, 광역 감시를 위해 미국과 독일 등에서는 HF레이더 연구개발도 많이 이루어지고 있다.

3.2.1. 해양관리기술

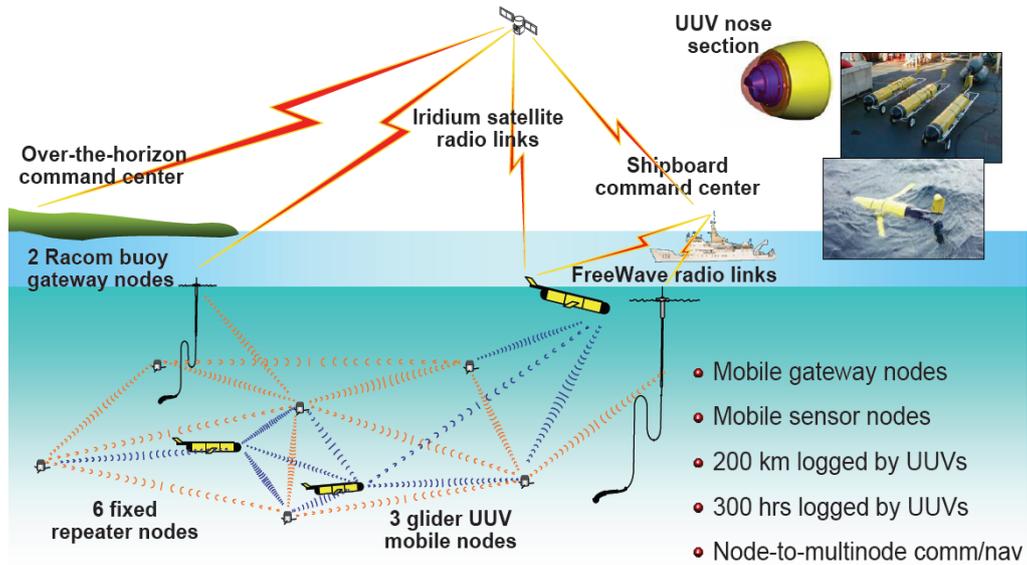
가) Seaweb

Seaweb 프로젝트(Rice et al. 2000, Rice 2004)는 미 해군이 광범위한 연안지역을 실시간으로 감시할 수 있는 수중음향 네트워크 구축을 목표로 1998년부터 현재까지 지속적으로 연구를 수행하고 있다(그림 1-15). 이 프로젝트는 미 해군 SNWSC⁹⁾가 주축이 되고 관련업체(Delphi Comm., Benthos)와 연구소(WHOI¹⁰⁾)가 참여하여, 초기에는 해저면에 고정된 소수의 해양계측 센서에 수중음향 모뎀을 탑재하여 네트워크 노드를 구성하고 중간에 전달 노드를 두어 수상의 게이트웨이까지 데이터를 전송하는 센서 네트워크 방식이었으나, AUV/글라이더 등과 같은 무인잠수정이 이동 노드로 참여하면서 MANET¹¹⁾로 진화하였으며, 수상의 함정 또는 부이를 게이트웨이로 활용하여 인공위성을 통해서 육상의 원격제어 센터와 수중음향 네트워크를 실시간으로 연동하였다.

9) SNWSC: Space and Naval Warfare Systems Center

10) WHOI: Woods Hole Oceanographic Institution

11) MANET: Mobile Ad-hoc Network



[그림 1-15] Seaweb의 개념도

나) PLUSNet

PLUSNet¹²⁾(Grund et al. 2006)은 서태평양 연안의 디젤 엔진을 탑재한 조용한 잠수함을 탐지하고 추적을 위한 수중음향 네트워크 구축 사업으로서 ONR¹³⁾ 지원 하에 펜실베이니아 주립대학 주관으로 연구소, 산업체, 대학, 군 등 총 12개 기관 참여로 2005년 5월에 시작되었다(그림 1-16). 이 연구는 2008년 5월에 완료되었으며, 총 2,770만 달러의 사업비가 투입되는 대규모 사업이다. PLUSNet은 해저에 고정된 배열센서 노드와 AUV¹⁴⁾/글라이더 등과 같은 이동 노드들로 구성된 반자율 제어 네트워크로서 대잠전(ASW¹⁵⁾) 협동체계를 이루는 것을 목표로 연구가 진행되고 있다. PLUSNet은 클러스터 단위로 네트워크가 형성이 되고 클러스터 내부(intra)와 클러스터 사이(inter)의 2개의 통신 모드가 존재하는데, 클러스터 내부통신은 고속 데이터 통신을 하고, 클러스터간 통신은 전송거리가 수십 km에 이르는 장거리 통신으로서 해상 RF 통신 또는 저주파 대역을 이용한 수중음향 통신을 이용하여 저속 데이터 통신을 한다. PLUSNet은 모뎀을 별도로 개발하지 않고 AUV/Glider에 WHOI Micro Modem을 탑재하고 있고, 2006년 8월에 Monterey Bay에서 가장 기초적인 MAC으로 실험을 수행하였으며, 이 실험 결과를 바탕으로

12) PLUSNet: Persistent Littoral Undersea Surveillance Network

13) ONR: Office of Naval Research

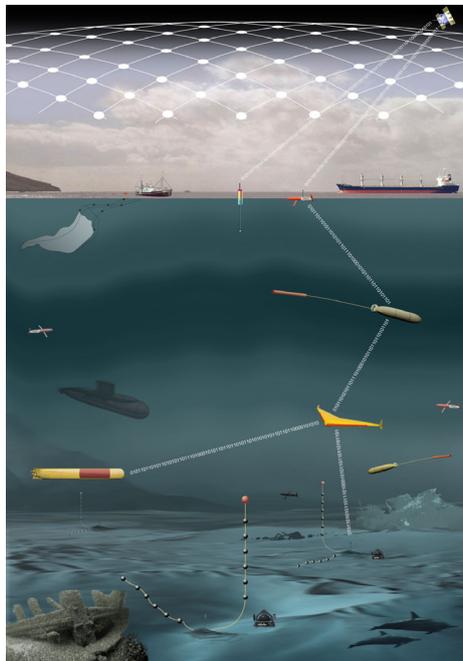
14) AUV: Autonomous Underwater Vehicle

15) ASW: Anti-Submarine Warfare



향상된 MAC¹⁶⁾ 및 그 상위 계층설계를 진행할 예정이다. PLUSNet의 주요 사양은 다음과 같다.

- 고정노드: 하이드로폰 어레이 2개(수직/수평 1개씩),
전기장 필드 센서 2개
- 이동노드: Seaglider AUV 4대, Bluefin AUV 2대, XRay glider 1대
- 게이트웨이: Buoy(2개의 마이크로 모뎀을 탑재: 하나는 10 km 이상
거리 통신을 위하여 10 kHz 또는 3 kHz로 동작하고,
다른 하나는 단거리 통신을 위하여 25 kHz로 동작)
- 매체접속 제어/라우팅 프로토콜은 연구 진행 중



[그림 1-16] PLUSNet의 개념도

다) AOSN¹⁷⁾

AOSN은 실시간 해양관측 네트워크로서 넓은 해양에 걸쳐 장기간 해양에 대한 종합적인 자료를 수집하기 위하여 AUV/Glider 및 각종 고정센서 노드들을 수중에서 무선 네트워크로 연결하여 채집 데이터를 실시간으로 육상의 실험실에 전송하기 위한 네트워크를 구축하는 것을 목표로 1998년에 MIT¹⁸⁾와 MBARI¹⁹⁾가 주축

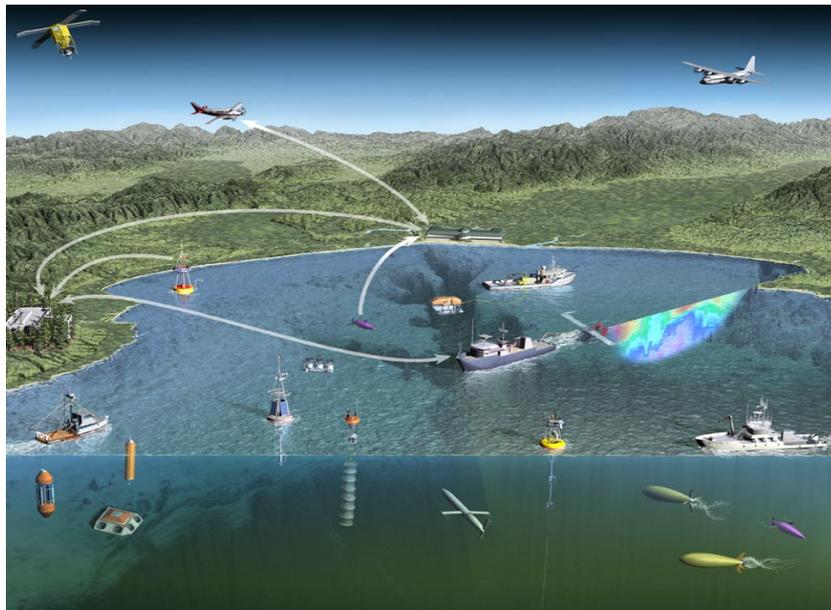
16) MAC: Media Access Control

17) AOSN: Autonomous Oceanographic Sampling Network (<http://www.mbari.org>)

18) MIT: Massachusetts Institute of Technology



이 되어 ONR의 사업비 지원으로 시작되었고, 2000년에 AOSN II 그리고 2006년부터 AOSN III 프로젝트가 지속적으로 수행되고 있다(그림 1-17). AOSN은 초기에 짧은 시간 안에 광범위한 영역의 해양관측 데이터를 습득하기 위해서 수중 AUV 및 해상 관측소와 양방향 통신 및 AUV 도킹이 가능한 계류 네트워크를 통해 크기는 작으면서 저가의 AUV를 여러 대 운용할 수 있는 가상 계류 통신망 개발을 시작으로 WHOI에서는 전력소모가 적고 소형화된 마이크로 모뎀을 개발하였으며 AOSN III의 일환으로 추진된 Monterey Bay 2006 field experiment에서는 총 12개 기관이 참여하여 13개의 연구선, 36대의 무인잠수정 및 많은 해양계측 장비들을 이용하여 몬터레이만 연안에서 지금까지 연구한 기술들을 검증하기 위한 실험이 수행되었다.



[그림 1-17] AOSN의 개념도

라) NEPTUNE²⁰⁾

NEPTUNE은 센서 지정, 명령, 제어 등을 비롯하여 파일전송, 데이터 스트리밍, 비디오 스트리밍 등의 수중응용에서 인터넷에 연결할 수 있는 고속 광대역 통신 플랫폼을 제공하기 위한 해저 관측기지용 네트워크이다(그림 1-18). 1998년 NOPP²¹⁾

19) MBARI: Monterey Bay Aquarium Research Institute

20) NEPTUNE: North East Pacific Time-series Undersea Networked Experiments (<http://www.neptune.washington.edu>)

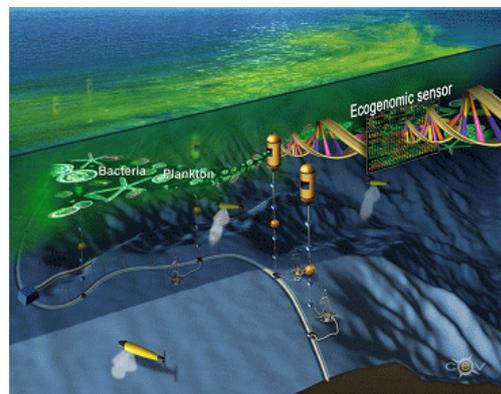
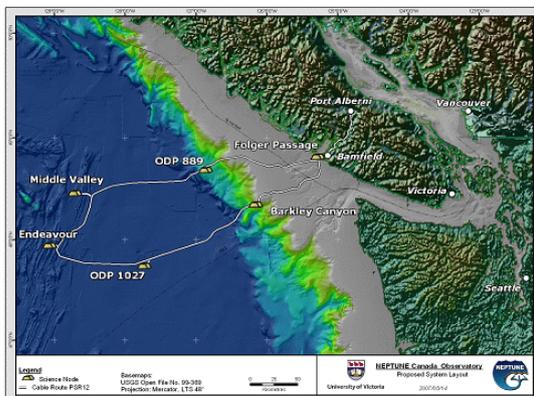
21) NOPP: National Oceanographic Partnership Program



에서 NEPTUNE에 대한 타당성 연구가 있었으며, 2000년 NSF²²⁾에서 WHOI에 NEPTUNE의 통신부분에 대한 과제수행을 시작하였다. 2004~2006년 사이에 VENUS²³⁾와 MARS²⁴⁾라는 두 개의 시험 네트워크를 설치하였는데 VENUS는 Victoria대의 주관으로 British Columbia 남부해안에 설치되었으며, MARS는 캘리포니아 Monterey만에서 실시되었다. 2007~2008년도에 본격적으로 캐나다에 광통신 네트워크를 구성(예산: 112 million \$)하였으며 주요 사양은 다음과 같다.

- 구성: 825 km 단일루프 광케이블
(Port Alberni, British Columbia에서 시종단)
- 구성 노드수: 5개 (브랜칭 유닛을 이용하여 연결),
700개 이상 센서지원
- 전원공급: 육상에서 직류전압 공급 (전류: 8 A)

2009~2010년도에는 미국영역에 확장하여 설치할 계획이며, 2011~2040년도에 본격적인 NEPTUNE 운용에 들어갈 계획이다.



[그림 1-18] NEPTUNE 설치 위치(좌) 및 운용 개념도(우)

마) ESONET²⁵⁾

ESONET는 유럽 GMES²⁶⁾의 바다속 구성요소로서 장시간 동안 해양의 물리/생물/화학적 특성을 실시간으로 관찰할 수 있는 해저관측 네트워크 구축사업으

22) NSF: National Science Foundation

23) VENUS: Victoria Experimental Network Under the Sea (<http://www.wenus.uvic.ca>)

24) MARS: Monterey Accelerated Research System (<http://www.mbari.org/mars>)

25) ESONET: European Sea Floor Observatory Network (<http://www.oceanlab.abdn.ac.uk>)

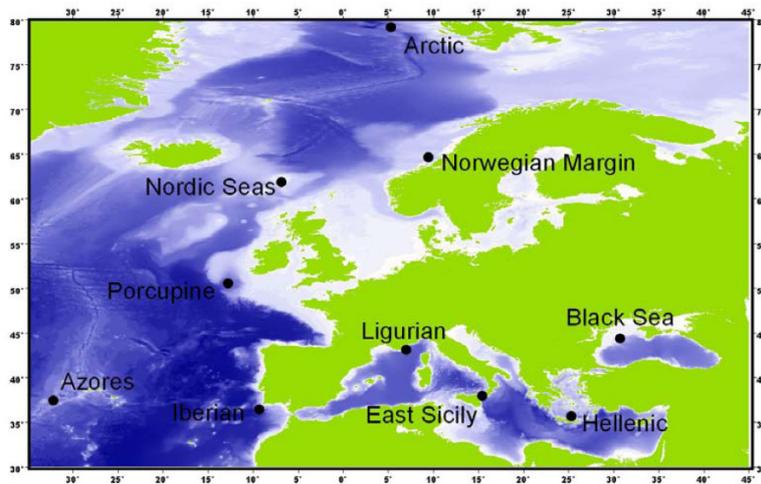
26) GMES: Global Monitoring for Environment and Security



로서 구체적인 일정은 다음과 같다(그림 1-19).

- 2001~2003년 : 초기 개발 단계, GMES 과제의 광역해양감시를 위한 과제중 하나로 시작
- 2003~2008년 : GMES의 구현단계
- 2005. 11~2007. 7 : ESONIM²⁷⁾과제 수행
- 2007. 3~2011. 2 : ESONET NoE²⁸⁾(예산: 7백만 유로) 과제 수행

프랑스 IFREMER²⁹⁾가 주축이 되어 유럽 9개국(영국, 네덜란드, 독일, 프랑스, 아일랜드, 그리스, 이탈리아, 포르투갈)에서 14개 기관이 참여하고 있다. ESONET이 취득해야 할 데이터 요구조건 및 현재 유럽이 보유하고 있는 해저관측 기지 관련 기술현황을 정리하고 해저관측 기지가 설치될 10개의 장소를 결정하였으며, 향후 ESONET 구축을 위해서 필요한 기술들을 센서, 관측기지 아키텍처, 케이블 시스템, 운영방안 등에 대해서 고찰하고 ESONET 구현을 위한 핵심요소들을 제시하였다.



[그림 1-19] ESONET 전체 영역 및 관측기지 설치지역

3.2.2. 수중음향 탐지 기술

국외 국방용 음향 시스템 연구현황 및 기술수준은 대부분의 경우 국가안보 측면이 고려되어 대외적으로 알려진 사항은 극히 일부분이다. 국내 음향탐지 시스템

27) ESONIM: European Seafloor Observatories Implementation Model (<http://www.oceanlab.abdn.ac.uk>)

28) NoE: Network of Excellence (http://www.euprojekt.su.se/index.php/kb_93/io_1413/io.html)

29) IFREMER: Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
(French Research Institute for Exploitation of the Sea)



운용은 주로 수중표적 탐지 및 연안 항만방어 시스템 구축 분야에 응용되고 있는 것으로 알려지고 있다. 그러나 외국 선진국과는 달리 특정 연안지역에 한정되어 있어 해양영토 관리 측면에서 활용하기 불가능한 상황이다.

미국, 유럽연합(EU)은 연안해역 해저에 설치된 각각의 IER, SOSUS와 같은 국방용 광역 감시망을 운용하여 해양영토 관리에 활용하고 있다.

미국의 경우 1998년 말에는 연안 수신소에 SIPS³⁰⁾와 SDS³¹⁾를 설치하였으며, 현재 IUSS³²⁾로 발전하고 있는 상황이다. 미국은 이외에 2008년부터 6년간 해저 관측 케이블망 구축을 목적으로 OOI³³⁾ 프로그램을 진행 예정이며, 수중 node-to-node 네트워크를 이용하는 Seaweb 프로그램이 진행되고 있다. 일본의 경우에도 광역 해양영토 감시체계가 운용되고 있으나, 이에 대한 대외적인 자료는 발표되고 있지 않다.

해양 선진국에서 운용중인 해양 광역감시 체계는 자국의 EEZ를 중심으로 운용되고 있으며, 대상해역에서 관측되는 연속적인 실시간 자료는 외형적으로 순수 해양환경 연구에 활용되고 있으나, 최종 자료결과는 해양영토 관리에 직접적으로 이용되고 있다.

3.2.3. 수중음향 통신 응용 데이터 전송기술

수중음향을 이용하여 데이터를 전송하는 기술에 대한 연구는 1960년대(Hearn 1966) 이후 지속적으로 수행되어 왔다. 최근에는 CPU³⁴⁾의 신호처리 속도의 발달로 아날로그 방식이 아닌 디지털 방식의 모뎀 개발이 주류를 이루고 있으며 Stojanovic (1994)이 동기방식의 수중음향 통신시험을 수행한 이후 PSK³⁵⁾ 방식 또는 이를 포함한 연구가 활발히 진행 중에 있다. Kilfoyle 등(2000)과 Akyildiz(2005) 등의 문헌에 모뎀 기술에 대한 정리가 되어 있으며, 이밖에도 전문학술지 및 관련 학회를 통해 다수의 논문이 발표되고 있다.

30) SIPS: Shore Signal Information Processing Segment

31) SDS: Surveillance Direction System

32) IUSS: Integrated Undersea Surveillance System

33) OOI: Ocean Observatories Initiative

34) CPU: Central Processing Unit

35) PSK: Phase Shift Keying



가) 상용 모뎀

최초의 상용 수중음향 모뎀은 Datasonics(현 Teledyne Benthos)사에서 FSK³⁶⁾ 방식의 수중음향 모뎀 제품이며 현재는 PSK 방식의 모뎀이 주로 사용되고 있다. 상용 모뎀을 제작하는 업체로는 LinkQuest³⁷⁾, Teledyne Benthos³⁸⁾, Evologics³⁹⁾, Trittech⁴⁰⁾ 등이 있으며, 각각의 사양을 살펴보면 다음과 같다.

(1) LinkQuest Inc.

LinkQuest사에서는 주파수 대역, 전송속도 및 거리, 운용수심 등에 따라서 8종류의 UWM 시리즈 모뎀을 판매하고 있다(그림 1-20). LinkQuest 모뎀은 대역확산 방식을 사용하고 있으며 채널 등화기, 자동 전송속도 조절기능 등이 들어있다. UWM2200은 트랜스듀서와 회로 부분이 분리되어 있으며 모델명의 마지막 H는 다중경로 환경에서 사용가능한 알고리즘을 탑재하고 있는 모델에 사용된다.



(a) UWM1000



(b) UWM10000

[그림 1-20] LinkQuest 모뎀의 실물 사진

(2) Teledyne Benthos

Teledyne Benthos사에서는 MFSK⁴¹⁾와 PSK 방식의 변조기법을 사용하며 다중 경로를 피하기 위한 가드타임(guard period) 설정이 가능하다. 또한 컨벌루션 코딩을 사용하고 있다. 수중과 수상과의 데이터 통신을 위해 수상 유닛용 모델(ATM-891 등)이 있다(그림 1-21).

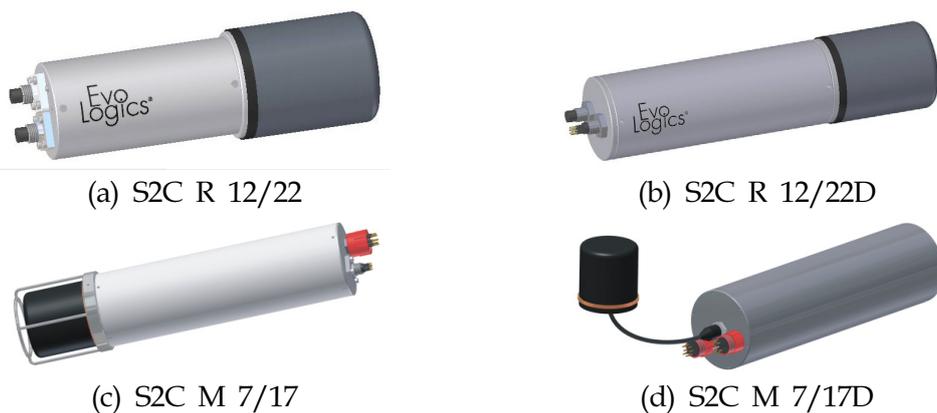
36) FSK: Frequency Shift Keying
 37) <http://www.link-quest.com>
 38) <http://www.benthos.com>
 39) <http://www.evologics.de>
 40) <http://www.tritech.co.uk>
 41) MFSK: Multi Frequency Shift Keying



[그림 1-21] Teledyne Benthos 모뎀의 실물 사진

(3) EvoLogics

EvoLogics는 독일에 본사를 둔 회사로서 S2C⁴²⁾ 기술을 적용한 모뎀 제작사이다. 모델은 크게 R 시리즈(그림 1-22, a, b)와 M 시리즈(그림 1-22, c, d)로 구분되며 주파수 대역, 전송속도 및 거리, 운용수심 등에 따라 구분된다. R 시리즈는 USBL⁴³⁾을 이용한 위치추적 기능이 가능한 특징이 있다.



[그림 1-22] EvoLogics R-시리즈(a, b), M-시리즈(c, d) 모뎀의 실물 사진

(4) Tritech International Ltd.

Tritech은 영국 업체로서 수중음향 모뎀을 비롯한 여러 장비를 생산하고 있다. 수중음향 모뎀으로는 AM-300과 Micron Data Modem의 두 종류가 있다(그림 1-23). Micron Data Modem은 ROV⁴⁴⁾나 AUV 장착이 용이한 소형모델이며, 위치탐지가 가능한 특징이 있다.

42) S2C: Sweep-Spread Carrier

43) USBL: Ultra-short Baseline

44) ROV: Remotely Operated Vehicle



(a) AM-300



(b) Micron Data

[그림 1-23] Trittech 모뎀의 실물 사진

3.2.4. 해양관측 부이 응용 기술

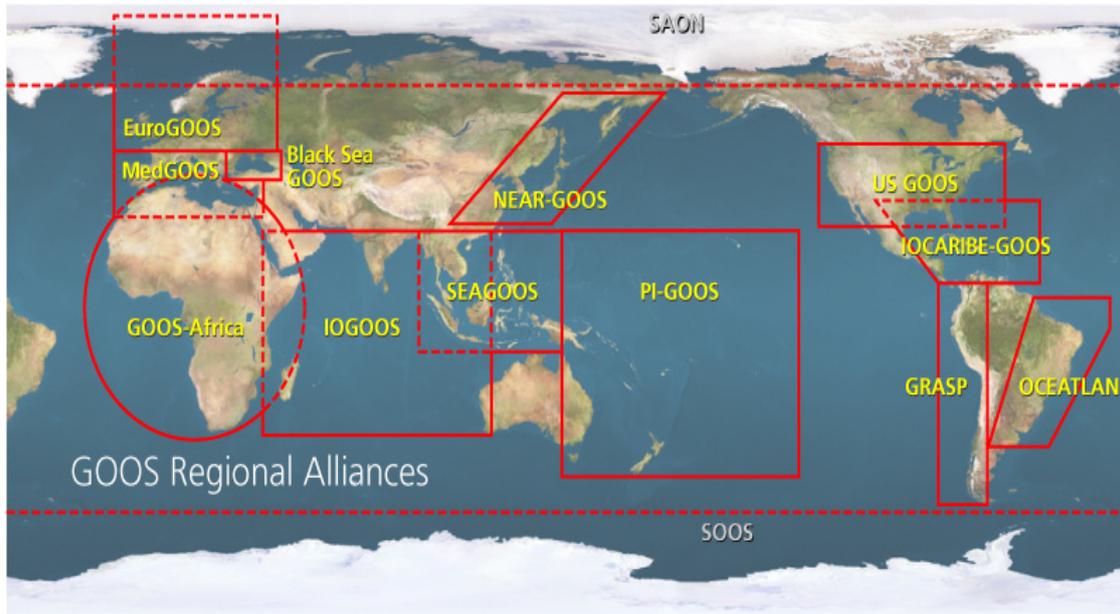
가) 전지구 해양관측 프로그램

인류의 이익을 위해 포괄적, 통합적 그리고 지속가능한 지구관측을 성취하는 것을 목표로 하는 지구관측시스템(GEOSS⁴⁵)의 10년 실행계획이 2005년 2월 벨기에 브뤼셀에서 개최된 제3차 지구관측정상회의에서 채택되어 지구관측시스템이 실행 단계에 도달하였다. GEOSS의 해양모듈인 전지구 해양관측시스템(GOOS⁴⁶)의 구축이 IOC⁴⁷ 주도하에 1991년부터 추진 중이다. GOOS의 주요 임무는 해양관련 문제들을 다루기 위해 체계적으로 해양자료를 취득하고 전파하는 통합된 네트워크의 개발을 통해 정부, 기업, 과학계, 일반 국민이 요구하는 해양정보를 제공하는 시스템을 구축하는 것이다. 해양관측시스템의 세계적인 추세는 운용해양학을 목표로 진전되고 있으며, 현재 GOOS의 지역 프로그램으로 유럽의 EuroGOOS, 한국, 중국, 일본 및 러시아가 공동으로 추진하는 동북아 해양관측시스템(NEAR-GOOS), 발틱해 해양관측 시스템(BOOS) 등 10개의 지역 프로그램이 추진 또는 운용 중이다(그림 1-24).

45) GEOSS: Global Earth Observation System of Systems

46) GOOS: Global Ocean Observing System

47) IOC: Intergovernmental Oceanographic Commission



[그림 1-24] GOOS 지역 협력프로그램 (<http://www.ioc-unesco.org>)

나) ARGO⁴⁸⁾

ARGO 사업은 세계기상기구(WMO⁴⁹⁾) 및 국가간 해양과학위원회(IOC)의 국제 공동 프로그램으로 전지구 기후/해양 관측 시스템(GCOS⁵⁰)/GOOS)과 기후변동 및 예측 실험(CLIVAR⁵¹), 전지구 해양자료동화(GODAE⁵²) 사업과 연계하여 시·공간적인 해양의 수온, 염분 및 해류의 준 실시간 감시 및 체계적인 관측을 수행하고 있다(그림 1-25). 우리나라에서는 기상청 국립기상연구소와 한국해양연구원이 참여하고 있다.

ARGO 플로트는 일정한 수심까지 잠수하도록 설계되어 그 수심에서 해류를 따라 일정기간 표류하다가 플로트 내부의 동력에 의해 표층으로 부상하면서 수온과 염분을 연속적으로 관측하고, 기록된 모든 정보를 ARGO 위성에 송신한다. 플로트에서 관측된 자료는 ARGO 센터로 보내져서 즉시 자료처리 과정을 거친 후 ARGO 사업 참여국가에 GTS⁵³), FTP⁵⁴), e-mail 등 다양한 방법으로 전송된다.

48) ARGO: Array for Real-time Geostrophic Oceanography

49) WMO: World Meteorological Organization

50) GCOS: Global Climate Observing System

51) CLIVAR: Climate Variability and Predictability

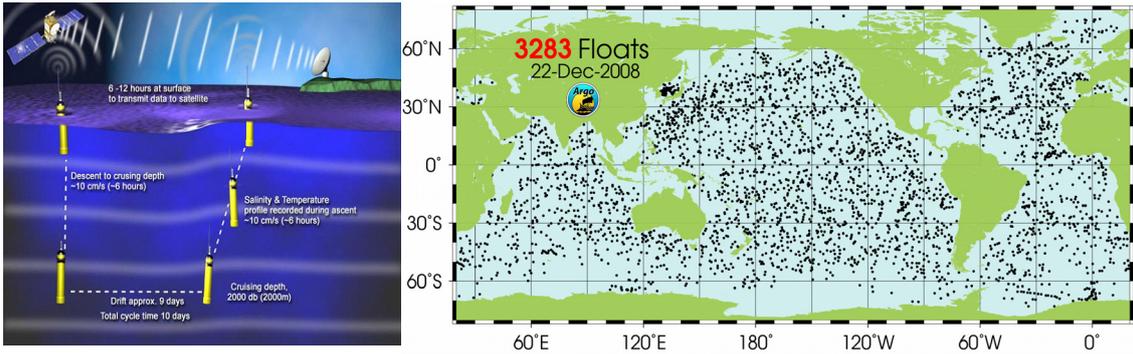
52) GODAE: Global Ocean Data Experiment

53) GTS: Global Telecommunications System

54) FTP: File Transfer Protocol



ARGO 사업의 목적은 실시간 전구 해양 감시망 구축, 해양 상층부 열교환량 및 열용량 분석, 해양/대기 예측모델의 초기자료 확보, 해양역학 모델 및 자료동화 시스템 검증이 목적이다. ARGO 자료는 기후예측 모델의 초기조건, 위성에서 관측된 해양자료 검증, 해양에서 기후변화에 영향을 주는 인자를 밝히는데 활용되고 있다.



[그림 1-25] ARGO 부이 관측 시스템(좌) 및 2008년 12월 22일 현재 해양에 투하하여 작동되는 ARGO 부이 위치(우)

다) TAO/TRITON array⁵⁵⁾

TAO는 Tropical Atmosphere Ocean project의 약자로 엘니뇨와 라니냐의 탐지, 이해 및 예측을 위하여 열대 태평양에 해양부이를 설치하여 실시간으로 기상자료와 해표면 수온 등을 측정하여 서비스하는 사업이다. 초기에 TAO는 미국 NOAA⁵⁶⁾ 위주의 사업이었으나 확장되어 2000년 1월부터 일본 JAMSTEC⁵⁷⁾의 참여로 TAO/TRITON⁵⁸⁾ array로 변경되어 현재 열대 태평양에 약 70개의 해양기상 데이터 부이가 ARGO 위성 시스템으로 실시간 자료를 전송하고 있다(그림 1-26).

이 해양기상 데이터 부이 어레이는 엘니뇨/남방진동(ENSO⁵⁹⁾) 관측 체계, 전지구 기후관측체계(GCOS), 전지구해양관측체계(GOOS)의 주요 성분이다. 현재 미국 해양기상대기청(NOAA), 일본 JAMSTEC, 프랑스 등의 참여로 지원되고 있다.

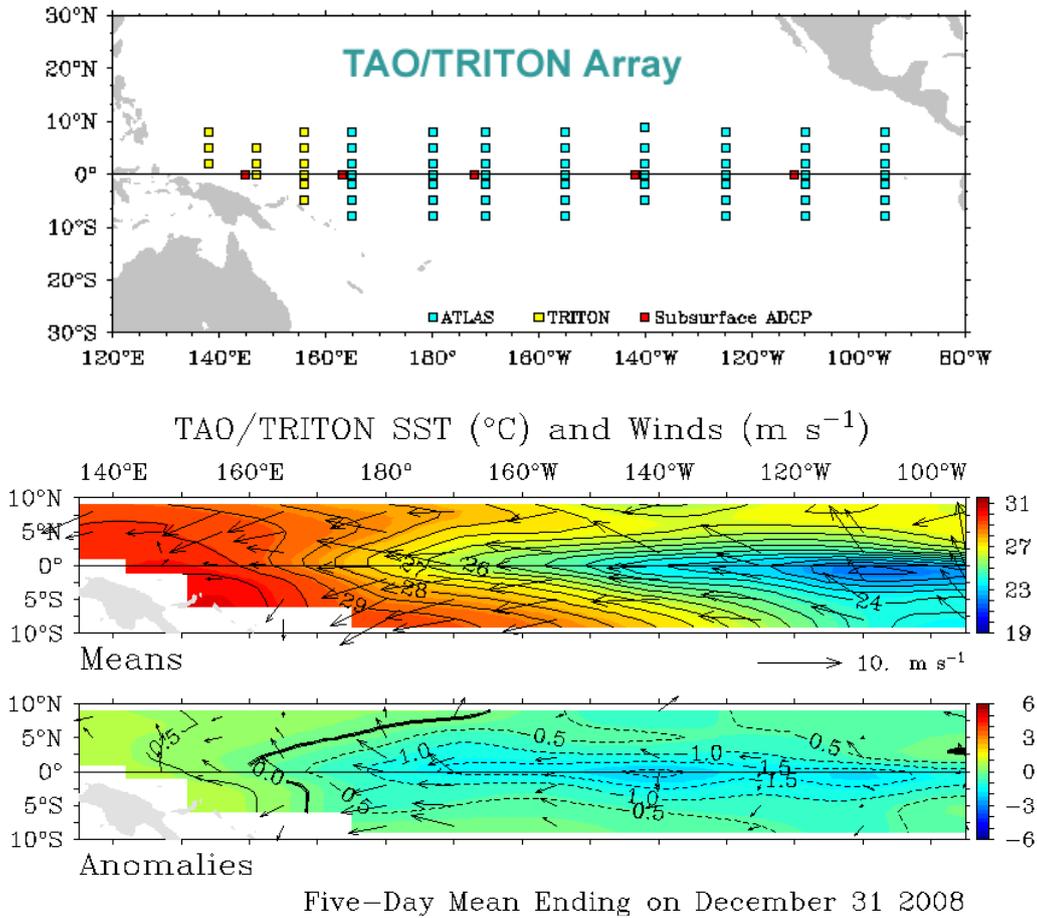
55) <http://www.pmel.noaa.gov/tao>

56) NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

57) JAMSTEC: Japan Marine Science and Technology Center

58) TRITON: Triangle Trans-ocean Buoy Network

59) ENSO: El Nino-Southern Oscillation



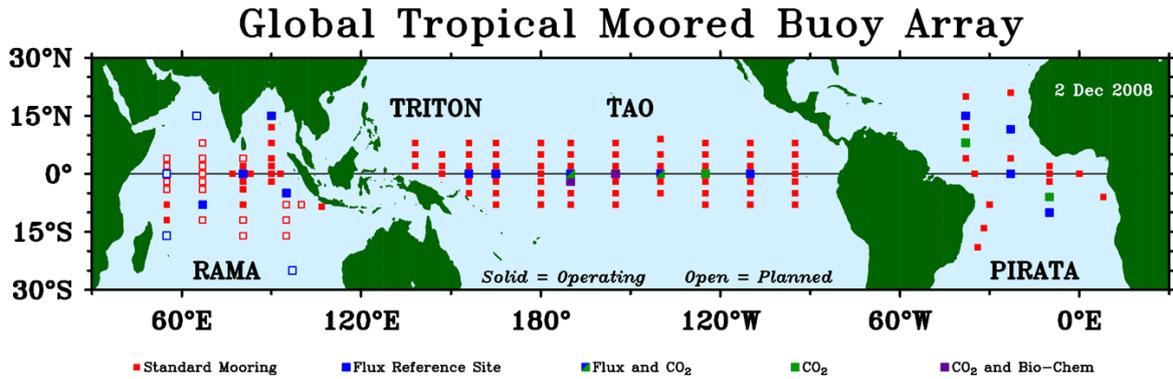
[그림 1-26] TAO/TRITON 부이 설치 위치(상) 및 TAO/TRITON 부이에서 관측된 수온과 바람 및 5일 평균 이상치(하)

전지구 열대해역 계류부이 어레이⁶⁰⁾는 기후연구와 예측을 위하여 여러 국가의 노력으로 운영되며 실시간으로 자료가 제공된다(그림 1-27). 태평양에는 TAO/TRITON array, 대서양에서는 PIRATA⁶¹⁾, 인도양에서는 RAMA⁶²⁾가 운영되고 있으며 목적은 다음과 같다. 태평양에서는 엘니뇨/남방진동, 대서양에서는 북반구와 남반구 간의 이중모드, 적도 온난 사건, 허리케인 활동, 인도양에서는 인도양 이중모드, 계절주기보다 짧은 변동성 등을 관측하고 연구하기 위함이다.

60) Global Tropical Moored Buoy Array

61) PIRATA: Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic

62) RAMA: Research Moored Array for African-Asian-Australian Monsoon Analysis and Prediction



[그림 1-27] 열대해역 계류부이 정점

라) 미국 - OOI

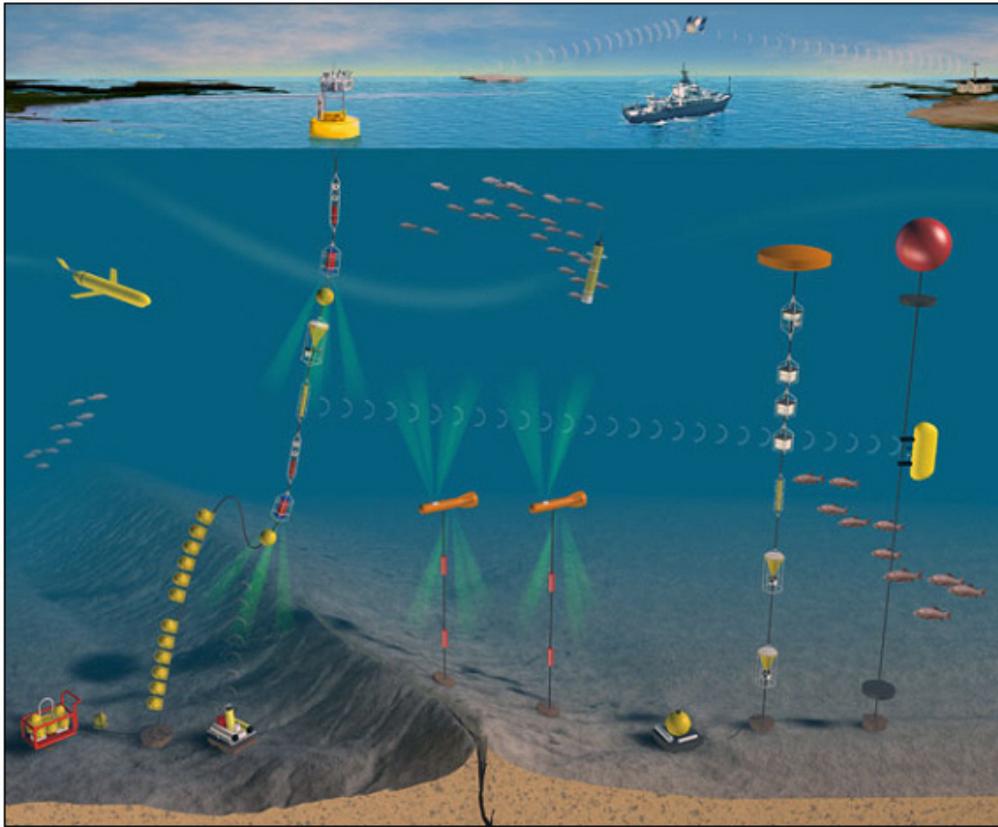
미국 국립과학재단(NSF)은 31개 해양연구기관이 참여하는 JOI⁶³⁾라는 가상 기구를 만들고 'Advancing global understanding of the Earth' 라는 비전하에 해양시추사업(IODP⁶⁴⁾)과 같은 대규모 해양연구 사업을 추진중이다. 해양관측은 IODP와 동등한 위치의 거대사업으로 OOI 프로그램을 시작하였다(그림 1-28).

OOI 프로그램에 2008년부터 총 약 5,000억원을 투자하여 총 309.5million US\$가 6년간 관측 네트워크 구축에 사용되고, 총 240 million US\$가 8년간 시설유지 및 운영을 위해 사용될 계획이다.

이 프로그램은 과학자들이 이끄는 ORION⁶⁵⁾에 의해 관리될 것이다. 기본적으로 OOI 프로그램은 3가지의 범주, 즉, ①케이블망을 이용해 지판을 가로지르는 지구와 심해의 과정(process)을 연구하는 것, ②계류, 부이, AUV 등을 이용해 연안환경의 건강과 안전 등을 관측하는 것, ③표류계, 부표, 부이 어레이, 계류 및 기타 쌍방향 통신 시스템을 이용해 영양염 순환, 대기-해양 반응, 해류 등의 연구로 구분된다.

MARS, Martha's Vineyard 연안관측소 등의 유사 프로그램이 선행되었고, ORION은 NEPTUNE, 국제 장기 계류연구, 케이블망으로 연결된 연안고정 관측소 연구 등과 맥을 같이하고 있다.

63) JOI: Joint Oceanographic Institutions
 64) IODP: Integrated Ocean Drilling Program
 65) ORION: Ocean Research Interactive Observatory Networks



[그림 1-28] OOI 프로그램 개념도

마) 호주 - IMOS

해양예보시스템(BLUElink⁶⁶)에 제공될 해양관측 자료는 IMOS⁶⁷라는 해양관측망을 통해 이루어지도록 진행 중이며 호주 NCRIS⁶⁸ (2005~2011년 예산 약 4,400억원)의 핵심사업 중의 하나로 Tasmania 대학을 중심으로 CSIRO⁶⁹와 해군 등이 참여하며 2006년부터 약 460억원의 연구비가 투입되어 시작되었다.

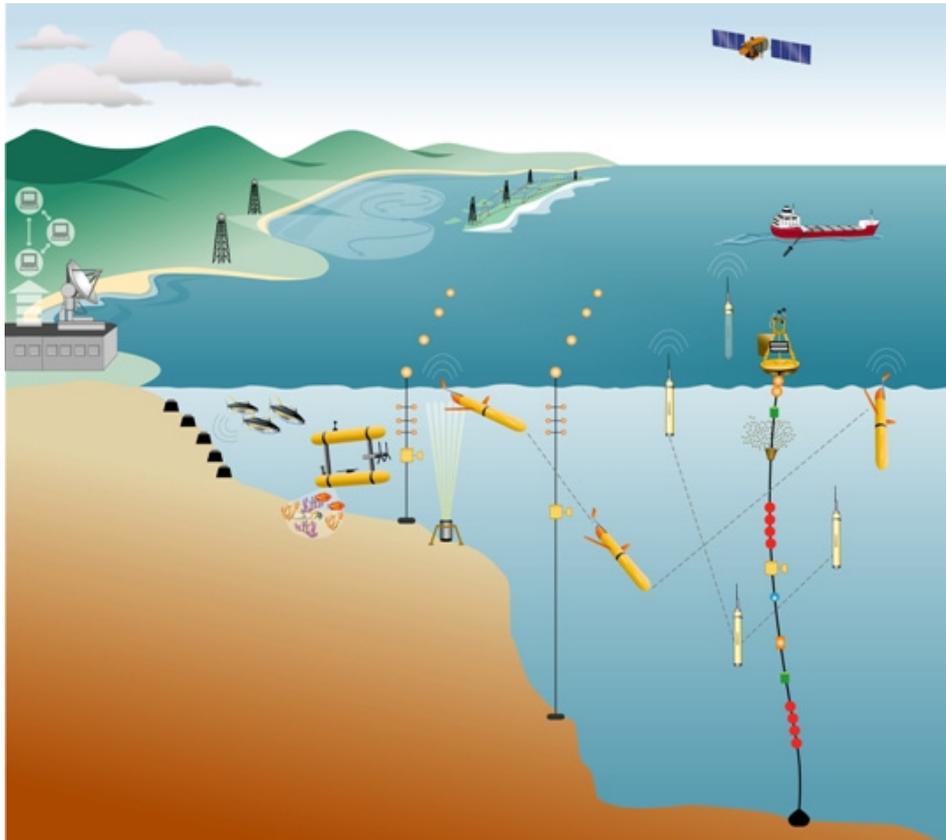
호주의 각 해역별로 5개 구역의 사업이 있고 해양관측을 위한 11개 분야(ARGO, 부이관측망, 위성, 무인잠수정 관측 등)로 구분되어 있다(그림 1-29).

66) <http://www.cmar.csiro.au/bluelink>

67) IMOS: Integrated Marine Observing System

68) NCRIS: National Collaborative Research Infrastructure Strategy

69) CSIRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization



[그림 1-29] IMOS 개념도

3.2.5. 수산자원 탐지 기술

노르웨이, 일본, 프랑스, 미국 등의 음향 관측장비 회사에 의해 여러 종류의 과학 어군탐지기 및 소나가 개발되어 운용되고 있다. 미국의 경우 기 개발된 어군탐지 음향장비를 관심해역의 해저면 혹은 중층에 설치하여 자원량 변동을 실시간 모니터링 하는 기법을 운용 중이다(표 1-2). 선박에 설치된 계량어군탐지기와는 달리 특정해역에서의 고정형 어군탐지 시스템은 현재 노르웨이 등에서 관심해역을 대상으로 어류의 이동특성을 연속적이며, 장기적으로 파악하고 있다. 기존의 계량어군탐지기를 이용한 자료는 조사 당시의 자원현황을 나타내고 있으므로, 특정지역에서 수산자원의 시간에 따른 변동특성이나 분포특성을 파악하기 위하여 주요 어류의 이동지점에 고정 관측망을 적용하고자 하는 시도가 이루어지고 있다. Laser Optical Particls Counter와 같은 영상정보를 이용하여 동물플랑크톤의 종조성과 자원량 평가를 하려는 시도가 이루어지고 있다.



〈표 1-2〉 국외 수산음향 분야의 탐지 및 식별 기술

분야	탐지 대상	식별 기술	선진국 기술 수준
· 시스템 개발	· 어군탐지기 · 소나	- 수신음의 2D, 3D 음향 반사 특성	- 다양한 시스템의 연구 개발 및 활용
· 응용 분야 - 수산자원 - 동물 플랑크톤	· 시공간 분포 파악 · 자원량 파악	- 어류 및 동물 플랑크톤 음향 반사강도 - 반사강도의 주파수 차이 이용	- 어류 및 동물 플랑크톤 조사에 다양하게 활용
· 적용 방법	· 선박을 이용한 장·단기 조사에 활용 · 특정해역에 고정된 시스템을 이용한 연속적이며, 장기 모니터링 실시		

3.2.6. 지진관측 기술

지구내부를 이해하고 지진발생 현황과 지진으로 인한 유해성/위해성 연구를 위하여 지진관측을 수행한다. 지진관측은 주로 육상에 지진관측기를 설치하여 수행되고 있으므로, 지구표면의 3분의 2를 차지하는 해저 지하구조와 해양에서 발생하는 지진의 규모, 시간, 장소 등의 지진발생 현황과 그 원인 및 결과에 대한 이해는 매우 미비한 실정이다. 해저에서 발생하는 지진을 관측하고 그와 관련된 현상을 규명하기 위해서는 우선 해저에 지진관측기를 설치하고 양질의 관측자료를 수집하여야 하는데, 깊은 수심으로 인한 압력과 매우 부드러운 퇴적물이 깊은 두께에 걸쳐 쌓여있는 해저표면 상태 등으로 인하여 지진관측소의 설치가 어렵다. 또한, 해저에서의 전원공급 및 자료 송수신의 난점 등은 해저에서의 지진자료 획득을 더욱 힘들게 한다. 그러나 일단 지진자료를 해저에서 관측할 수 있는 여건이 확보된다면, 육상에 비하여 인위적 잡음이 적으므로 양질의 자료를 기대할 수 있다.

해저에서 지진을 관측하기 위한 장비가 해저면 지진계(OBS⁷⁰⁾이다. 크게 나누어 일정 기간을 현지에서 수록한 후 수거되는 자기부상식 해저면 지진계와 해저케이블을 이용해 전원공급과 데이터전송을 하는 온라인/실시간 관측 해저면 지진계가 있다. 이 두 종류의 지진계는 상호 보완적으로 운영되는 경우가 많다. 케이블식 해저 지진계는 실시간 전원공급과 자료의 송수신이 자유롭기 때문에 실시간 지진 감시를 위해서 반드시 필요하지만 설치 초기비용이 막대하게 투입되며 일단 설치되면 관측점 이동이 어렵다는 취약점이 있다. 이에 반해 자기부상식 지진계는 케이블식 해저지진계에 비하여 투자비용이 매우 저렴하고 이동이 용이한 장점이 있는 반면,

70) OBS: Ocean Bottom Seismometer



실시간 지진감시가 불가능한 단점이 있다. 그러므로 케이블식 지진계를 설계하는 과정에서 최적의 관측점을 선택하고, 관측 예정지역의 주변잡음 상태파악, 관측소 설치시의 기대효과 검증, 그리고 지진관련 연구목적으로 자기부상식 지진계를 설치/운영하는 것이 반드시 필요하다.

3.2.7. 인공위성 이용 해수면 탐사 기술

인공위성을 이용한 해수면 탐사는 선박이나 항공기를 이용한 직접탐사 방식에 소요되는 시간과 비용을 절감하기 위한 한 방법으로 사용된다. 해양은 육지에 비해 접근성이 떨어지며, 탐사영역이 클 경우 직접탐사에는 막대한 시간과 비용이 요구된다. 인공위성을 이용한 원격탐사는 단일촬영으로 비교적 넓은 영역의 이차원 데이터를 얻을 수 있으며, 같은 영역을 주기적으로 관측하고 그 결과를 분석하면 관심영역의 목표물을 주기적으로 감시할 수 있다. 해수면 탐사로 얻고자 하는 정보는 크게 인공정보와 자연정보로 구분할 수 있다. 인공적인 정보는 인공위성이 관측한 영역 내에서 활동하는 수상 및 수중 이동체에 관한 정보(수상 및 수중 이동체의 위치, 속도, 진행방향, 제원 등)와 해양오염 인자에 대한 감시활동(수상 오염물질 유출 등) 이 있다. 자연정보로는 해당 감시영역 해수면의 물리적인 특성을 감시하는 것으로 해상풍, 파랑, 해류, 내부파의 물리적인 특성과 시간에 따라 변화하는 값 등이 있다. 근래에는 인공위성 촬영 데이터에서 얻을 수 있는 내부파의 특성을 이용하여 수중 이동물체를 확인하는 수준에까지 도달하고 있다.

위성데이터를 이용하여 수상 및 수중 이동체의 정보를 추출하는 기술은 현재 여러 국가에서 개발 중이거나 실무에 적용하기 시작하는 단계로 수상 및 수중 이동체의 안전 및 오염사고에 대비할 수 있는 가장 효율적인 방법 중의 하나로 인식되고 있다. 수상 및 수중 이동체 정보분석에는 광학위성 데이터와 레이더위성 데이터를 이용한다. 광학위성은 1 m 이내의 고해상도 데이터를 이용할 수 있어, 수상 및 수중 이동체의 위치 및 형태를 명확하게 구분할 수 있는 장점을 가지고 있지만, 기상상태의 영향을 많이 받는 단점이 있다. 이에 비해 레이더 데이터는 기상조건에 무관하게 정보를 추출할 수 있지만, 자료해석의 어려움과 보통 광학 데이터에 비해 저해상도 데이터를 생산하기 때문에 수상 및 수중 이동체의 크기가 작으면 식별이 불가능한 경우가 있다. 가장 이상적인 방법은 광학 데이터와 레이더 데이터를 동시에 이용하여 분석하는 것으로, 현재 이 두 가지 종류의 위성 데이터를 동시에 사용하면 관심영역의 수상 및 수중 이동체 식별확률이 90% 이상에 이른다.



수상 및 수중 이동체 식별과 함께 중요하게 고려되는 사항은 수상 오염물질 유출과 같은 해상오염을 감시하는 것이다. 해상을 운행하는 수상 및 수중 이동체의 대형화 추세로 좌초되거나 충돌로 인해 손상된 수상 및 수중 이동체에서 유출되는 오염물질은 해상의 넓은 영역을 빠르게 오염시키고 복구에는 막대한 비용과 시간이 든다. 따라서 이를 조기에 발견하여 방재활동을 수행하는 것이 필수적이며, 해양위성을 활용한 감시가 주요 수단으로 선택되고 있다. 해상에 유출된 오염물질은 해수와 다른 화학적인 특성으로 인해 레이더 데이터의 편광신호를 이용하여 구분이 가능하다. 주기적으로 관측된 위성 데이터를 분석하면 오염원, 오염의 확산방향 및 면적 등을 산출할 수 있다. 또한 이들 오염원의 이동은 해수면의 물리적인 특성인 해상풍, 해류, 조류 등에 따라 변화하므로 해수면의 물리적인 특성을 동시에 분석하는 것이 요구되기 때문에 이에 대한 연구도 진행되고 있다.

위성 데이터를 이용한 해수면 탐사기술 발전은 관측위성의 성능과 밀접한 연관성을 가지게 되고 고해상도 위성의 등장과 함께 그 발전속도가 더욱 빨라지고 있다. 또한 광학 데이터와 더불어 고해상도 레이더 위성의 발달은 해수면에서 발생하는 해상풍, 파랑, 해류 등의 정보를 정량적으로 분석할 수 있는 기반을 제공한다.

해외의 수상 및 수중 이동체 감시 기술은 주로 선진국과 바다로 둘러싸인 국가를 중심으로 발전해오고 있다. 레이더 데이터를 이용한 수상 및 수중 이동체의 위치파악 분야의 연구가 가장 활발하고, 그 외 속도, 항적, 운항정보와 부가정보 탐지 분야에 대한 연구를 수행하고 있다. 노르웨이는 ESA⁷¹⁾의 위성을 이용한 수상 및 수중 이동체 탐지를 수행 중이며, 캐나다는 자체 보유하고 있는 RADARSAT 위성⁷²⁾을 이용한 해수면 감시모듈을 개발하였다. 호주와 뉴질랜드와 같은 국가는 농림부, 이민국, 환경부, 연방경찰 등의 수요를 충족시키기 위해서 수상 및 수중 이동체 정보 및 해수면 정보를 국가에서 제공하고 있다. 일본도 자체 보유중인 위성을 이용하여 레이더 데이터로부터 수상 및 수중 이동체의 위치, 항적, 유출된 수상 오염물질의 특성을 원격으로 탐지하는 알고리즘 연구를 수행중이며, 제3기 과학기술기본계획(2006~2012)년에 해양 불법침입 탐지기술 개발 항목이 반영되어, 해수면 감시를 본격화하고 있으며, 감시의 주된 대상은 한국과 북한의 수상 및 수중 이동체일 것으로 추정된다.

71) ESA: European Space Agency

72) http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/radar/spaceborne/radarsat1/index_e.php



4 사업 내용 및 범위

4.1. 사업 목표 및 내용

4.1.1. 사업 목표

- 국가 관할해역에 대한 광역의 해양환경(기상, 수온, 염분, 해수유동, 클로로필, 해양생물음향/영상 등)을 관측하고 해양재해에 대비하기 위한 해저지진 관측 및 수상/수중이동체 탐지를 위한 실시간 음향관측모니터링 시스템을 구축(그림 1-30)



[그림 1-30] MT-IT 융합 관할해역 시스템 관측시스템 구축 개념도(안)



4.1.2. 사업 내용

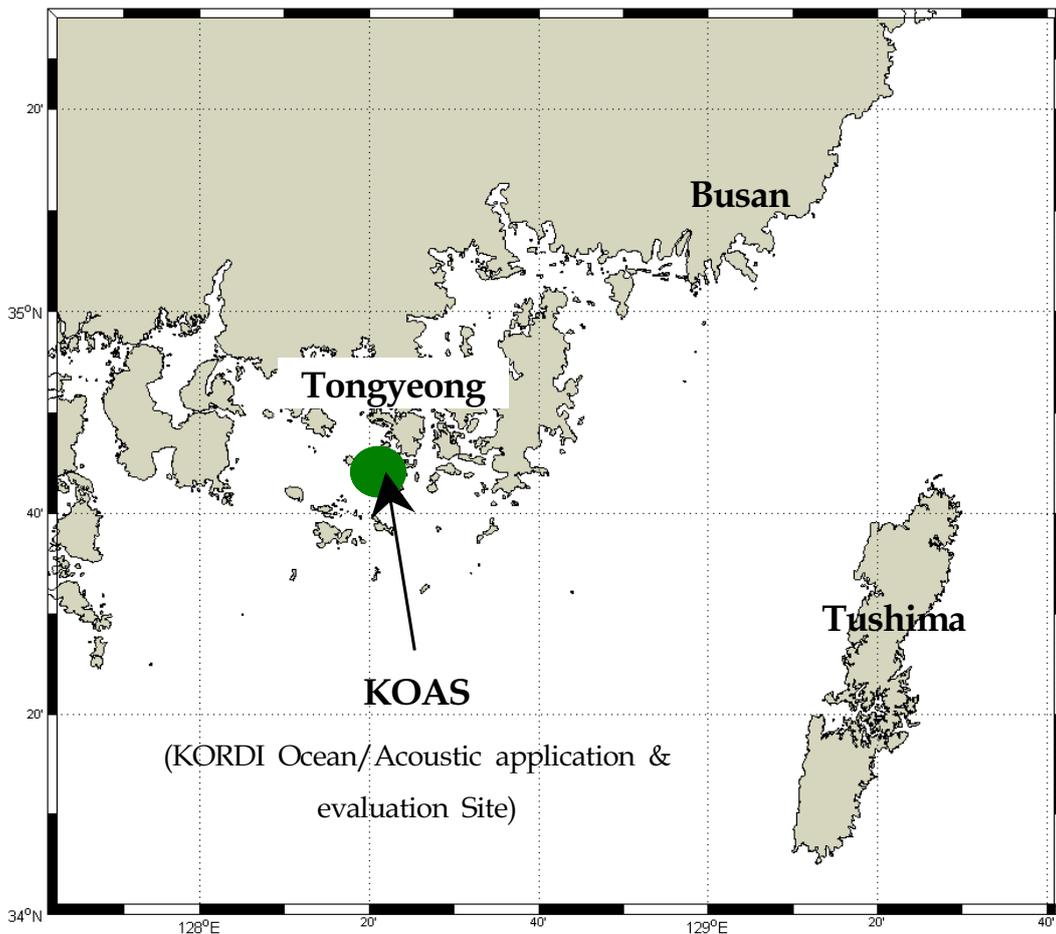
- (1) 자료원격통신, 기상, 물리, 음향분야 센서 중심으로 시제품 운용과 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 설계
 - 수중소음관측 시범용 해저관측케이블 제작
 - 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 설계/제작
 - 클로로필 센서(Fluorometer), 해양생물음향/영상 센서 도입, 부이 시스템에 설치 및 시험
 - 부이 시스템 및 관측 장비의 안전을 위한 Watch-dog 시스템 제작 및 설치
 - 실시간 해양환경 자료 송수신 시스템 개발
 - 해양관측 부이 제작 및 시범해역(통영, 마라도 인근) 설치 실험
- (2) 지진계 및 화학/생물 센서 부착 운용, 레이더와 AIS 연동 시험, 기존의 연안 해양예보시스템과 연계성 고려
 - 해저관측케이블에 지진계 설치 및 시범운영
 - 생물(클로로필), 화학(CO₂ 등) 센서 부착 운용
 - 수중설치 장비의 통신시스템 개발, 시험 운용
 - 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 기술향상 및 인공위성 융합기술 연구
 - 양방향 송수신 제어 시스템 개발 및 적용
- (3) 원거리 실효역 실시간 입체적 해양관측시스템 프로토타입 설계/제작 및 실효역 구축 운용
 - 실효역 해양환경 종합모니터링 실시
 - 레이더/AIS 및 인공위성 융합기술 적용
 - 해수유동/수온/염분 관측 자료의 실시간 이용으로 담수 확장 및 냉수대 출현 등 이상현상 발생시 실시간 모니터링 가능
 - 연안 해양환경에 대한 현실적 대책 방안 제시



4.2. 사업 범위

4.2.1. 시범 설치해역

대한민국은 삼면이 바다로 둘러싸인 반도국이며, 주변에 강대국인 일본, 중국 및 러시아 등과 바다를 통해서도 국경을 접하고 있다. 우리나라의 관할해역을 모두 관리하기에는 무리가 있으며, 집중적인 관리가 필요한 해역만을 대상으로 특별히 선정할 필요가 있다. 우선 MT-IT 융합 시스템의 설계 및 운용을 하기 위해서는 연안역에 해양/음향 시험평가장(KOAS)이 필수적이다. 한국해양연구원이 보유하고 있는 경남 통영의 바다목장화기지에 KOAS를 설치하고, 실험해역 시험에 대비하여 장비 개발 및 운용을 상시로 실시하면서 지속적인 연구 수행이 가능할 것이다(그림 1-31). 연구개발 대상해역의 선정에는 다음과 같은 점을 고려하였다.



[그림 1-31] 해양/음향 시험평가장 위치



첫째, 우리의 관할해역에 타국의 어선이 월경하여 불법어로 해위를 사전에 탐지할 필요가 있다. 이는 우리나라의 대표적인 근해 어장에서 중국 등의 어선단들이 월경하여 꽃게, 병어 및 조기 등 주요 수산자원을 채취해가고, 불법어로(기선저인망) 행위로 어장을 황폐화하고 있으며, 해양 생태계 파괴가 심각하게 진행되고 있다. 따라서 수산자원을 온전하게 보호하고 우리나라 어선의 어로작업을 안전하게 보장하기 위해 타국 어선의 월경 불법어로에 대한 감시 및 관리가 필요한 실정이다.

둘째, 해양영토 주권을 강화하기 위해 인위적인 수상 및 수중 이동체의 출현을 감시할 필요가 있는 해역을 우선적으로 고려하였다. 중국에 의한 이어도 주변해역의 불법 해양조사 및 이어도 영유권 문제제기, 일본에 의한 독도 영유권 주장 및 독도 근해의 부정기적 순시 등의 해양관할권 침해, 북한에 의해 간헐적으로 자행되는 잠수함 및 반잠수정 침투 등에 대비하기 위해 관련된 관할해역에 집중적인 감시 및 관리가 요청되고 있다.

셋째 수중음향 게이트웨이 및 통합 수중음향 노드 등의 수중음향 탐지센서들을 운용함으로써 확보된 실시간 수중음향 및 해양환경 자료가 해양경찰청, 해군 및 기상청 등 관련기관의 업무 효율성 증대에 기여할 수 있는 해역을 중점적으로 선정하였다. 수중음향 탐지센서에 의해 획득된 자료는 수상 및 수중 이동체에 관한 정보뿐만 아니라 해양환경 및 해양기상 정보, 고래류 등 해산포유류 정보 등을 망라하고 있으므로 이러한 정보의 활용을 통해 해역 관리에 필요한 관련기관의 업무를 지원하는 것이 필요하다.

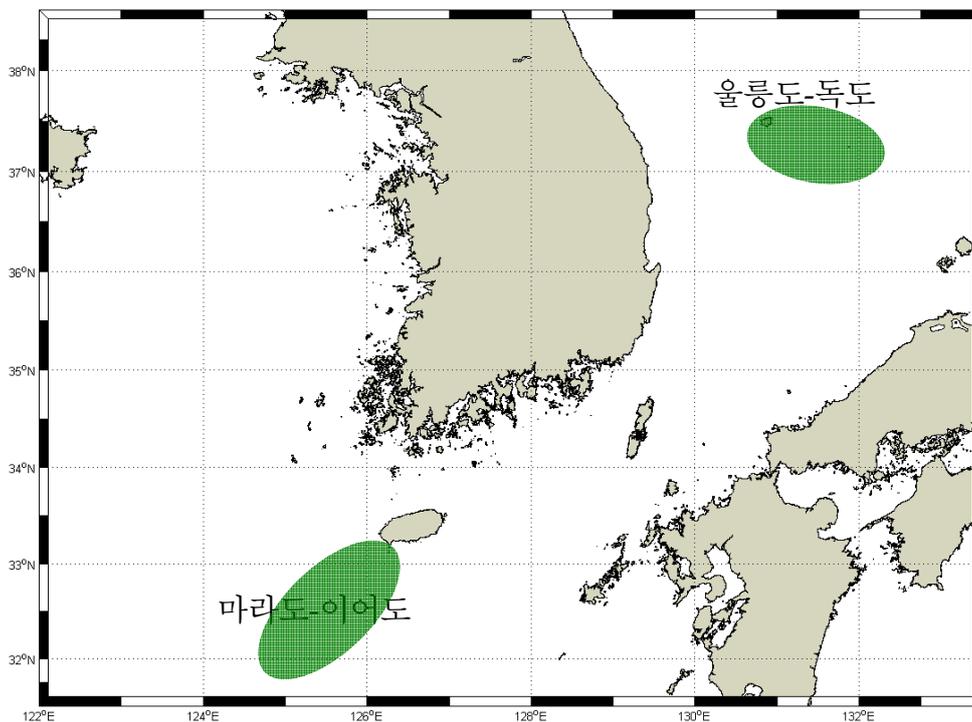
넷째 실제의 연근해 주요 어장에서 경제성이 있는 수산자원의 이동을 연속적으로 파악할 수 있는 해역을 고려하였다. 우리나라 연근해 주요 어장의 수산자원은 회유하고 있는 것이 대부분이다. 연근해 수산자원의 어획이 지속가능하도록 유지하기 위해 어장이 형성되는 실해역에서 직접 수산자원의 이동을 연속적으로 관측하여 수산자원의 회유로 및 자원량을 파악할 필요가 있다.

다섯째 쓰나미 및 해저지진 등 자연재해를 조기에 예측하기 위해 전방탐지를 수행할 수 있는 해역을 선정하였다. 엘니뇨, 라니뇨 및 지구온난화 등 기상이변에 의해 갑작스런 쓰나미 및 해저지진 등 자연재해가 발생하여 막대한 인적 및 물적 피해를 주는 경우가 빈발하고 있다. 가능한 한 자연재해를 조기에 전방에서 탐지함으로써 해안 가까운 곳에 거주하는 사람들이 대피할 수 있도록 충분한 시간적인 여유를 갖게 하는 것이 필요하다.



여섯째 해양학적으로 중요한 관측해역 자료의 실시간 제공으로 국내 해양관련 연구내용의 국제적 우위를 확보하는 것이 중요하다. 해양관측 시스템 개발과제에 의해 관측된 연안 가까운 곳의 해양환경 자료를 획득하는 것은 비교적 용이한 실정이다. 또한 종합해양과학기지 구축사업에 의해 이어도 종합해양과학기지 등에서 관측된 수온 및 유속 등 해양환경 자료를 획득하는 것도 어렵지 않다. 그러나 이어도 등의 종합해양과학기지는 건설상의 애로점 때문에 수심 40 m 이내에 시설되므로 그곳에서 관측된 해양환경 자료가 그 해역을 대표하기에는 부적절한 경우가 일반적이다. 따라서 주요 관할해역과 같은 외해역의 충분한 수심이 확보된 위치에서 연속적으로 관측한 해양자료는 이어도 등의 종합해양과학기지 활용을 보완할 뿐만 아니라 국내 해양연구에도 필요하다.

이상과 같은 점들을 고려하여 한반도 주변의 동해, 서해 및 남해에서 주요 관할해역으로서 울릉도-독도, 이어도 및 마라도 등을 시범 설치해역으로 선정하였다 (그림 1-32).



[그림 1-32] MT-IT 융합 실시간 관할해역 관측시스템 시범 설치해역



4.2.2. 연구개발

MT-IT 융합 실시간 관할해역 관측시스템 구축 시범사업의 범위는 1-2-3단계로 구분한다. 1단계는 관측시스템 구축, 2단계는 독도-울릉도 해저관측케이블 설치, 3단계는 마라도-이어도 해저관측케이블을 설치하여 실시간 해양환경을 관측하고 통합적으로 관리하고자 한다.

1단계 관측시스템 구축에서 1차년도는 해저관측케이블, 레이더·AIS 시스템 제작, 해양관측 부이 시스템 제작 및 통신 모듈 설계 등을 실시한다. 2차년도는 지진계 및 화학/생물 센서 등을 부착하여 운용하고, 레이더·AIS 시스템 연동 시험 등을 실시한다. 그리고 3차년도에는 원거리 실효역 실시간 입체적 해양관측시스템 프로토타입 설계/제작 및 실효역 구축 운용한다(표 1-3).

〈표 1-3〉 MT-IT 융합 실시간 관할해역 관측시스템 구축 시범사업 1단계 목표

구분	목표	내용 및 범위
1차년도 (2013)	해양/음향, 기상, 물리, 음향분야 센서 중심으로 시제품 운용과 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 설계	<ul style="list-style-type: none"> • 수중소음관측 시범용 해저관측케이블 제작 • 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 설계/제작 • 클로로필 센서(Fluorometer), 생물음향/영상 센서 도입, 부이 시스템에 설치 및 시험 • 부이 시스템 및 관측 장비의 안전을 위한 Watch-dog 시스템 제작 및 설치 • 실시간 해양환경 자료 송수신 시스템 개발 • 해양관측 부이 제작 및 시범해역(통영, 마라도 인근) 설치 실험
2차년도 (2014)	지진계 및 화학/생물 센서 부착운용, 레이더와 AIS 연동 시험, 기존의 연안해양예보시스템과 연계성 고려	<ul style="list-style-type: none"> • 해저관측케이블에 지진계 설치 및 시범운영 • 생물(클로로필, 생물음향/영상 센서), 화학(CO₂ 등) 센서 부착 운용 • 수중설치 장비의 통신시스템 개발, 시험 운용 • 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 기술향상 및 인공위성 융합기술 연구 • 양방향 송수신 제어 시스템 개발 및 적용
3차년도 (2015)	원거리 실효역 실시간 입체적 해양관측시스템 프로토타입 설계/제작 및 시범해역 구축 운용	<ul style="list-style-type: none"> • 시범해역 해양환경 종합모니터링 실시 • 레이더/AIS 및 인공위성 융합기술 적용 • 해수유동/수온/염분 관측 자료의 실시간 이용으로 담수 확장 및 냉수대 출현 등 이상현상 발생시 실시간 모니터링 가능 • 연안 해양환경에 대한 현실적 대책 방안 제시



II 정책적 타당성

1 기존사업과의 차별성

1.1. 실시간 해양관리시스템 구축관련 기존 사업

실시간 해양관측과 관련된 과제는 국토해양부 및 기상청에 집중되어 있다. <표 2-1>에 나타난 바와 같이 국가연구개발사업 중에서 기존의 실시간 해양관측 관련과제는 국토해양부 1개 사업이 있고, 일반사업 중에서 실시간 해양관측 관련 과제는 기상청 1개 사업이 있다. 그리고 <표 2-2>에 나타난 바와 같이 인공위성 관측시스템 구축관련 기존의 과제는 국가연구개발사업으로서 교육과학기술부 1개 사업이 있다.

<표 2-1> 실시간 해양관측 관련 기존사업

주관 부처	사업명	과제명	구분
국토해양부	해양관측조사 인프라 구축사업	종합해양과학기지 구축	국가연구 개발사업
		해양관측 시스템 개발	
기상청	해양기상 관측망 확충	해양기상 관측망 확충	일반사업

<표 2-2> 인공위성 관측시스템 구축 관련 기존사업

주관 부처	사업명	과제명	구분
교육과학 기술부	다목적 실용위성 5호 개발사업	SAR를 이용한 해양 모니터링 기술 개발	국가연구 개발사업
		SAR 영상자료 활용 기초기술 개발	



1.1.1. 해양관측조사 인프라 구축사업

「해양관측조사 인프라 구축사업」은 해양과학조사 및 예보기술 개발사업의 세부사업으로서 해양개발기본계획(Ocean Korea 21) 수립 이후 국가 관할해역에 대한 해양영토의 체계적 관리를 위한 해양과학조사 사업의 활성화를 목표로 하고 있다. 그리고 이 사업은 해양관측조사 및 예보 등 통합시스템 개발을 통한 해양영토 확보 및 체계적 관리를 사업추진의 주요 목적으로 하고 있다. 주된 과제로는 「종합해양과학기지 구축」 및 「해양관측 시스템 개발」 등이 있다.

1.1.2. 종합해양과학기지 구축

한반도 선단해역에 종합해양과학기지를 구축하여 해양관측을 체계적으로 수행함으로써 해양, 기상 및 어장예보 제고에 필요한 실시간 해양자료 제공과 해양예보 실용화를 목적으로 하고 있다.

「종합해양과학기지 구축」 과제의 일환으로 2003년도 이어도 종합해양과학기지를 구축 완료하였으며, 2004년부터 2008년까지 가거초 종합해양과학기지 타당성조사, 실시설계 및 구조물 제작을 완료하여 2009년도 상반기 중에 설치를 완료하였다. 향후 백령도 및 울릉도 부근에도 종합해양과학기지 건설을 계획 중에 있다.

현재 구축이 완료되어 운영 중인 이어도 종합해양과학기지에서는 다양한 관측장비를 동원해 기상 및 해양을 관측하여 그 자료를 기상청, 국립해양조사원 및 한국해양연구원 등에 제공하고 있다. 이러한 관측자료는 기상예보, 해양예보, 원격탐사, 지구환경연구, 지역 해양구조물 안정성 연구 및 태풍연구 등에 활용되고 있다.

이어도 및 가거초 종합해양과학기지의 경우 주변 수심이 약 60~70 m인 데 비해 이어도 종합해양과학기지는 수심 약 40 m인 곳에 설치되어 있고, 가거초 종합해양과학기지는 수심 약 14 m에 설치할 예정이다. 이것은 수심이 충분히 깊은 곳에 설치할 경우 예산이 많이 소요될 뿐만 아니라 시공하는 데에도 여러 가지 어려움이 따르기 때문이다. 그리고 이러한 종합해양과학기지는 일반적으로 암초위에 설치되는 것이 보통이다. 이어도 및 가거초 등의 종합해양과학기지에서 관측된 수온 및 유속 등의 해양환경 자료는 해표면 부근에 치중되어 있으므로 그 주변해역을 대표하기에 부적절한 경우가 많다.

최근에는 독도의 근접해상에 독도종합해양과학기지를 설치할 예정으로 있다.



1.1.3. 해양관측 시스템 개발

「해양관측 시스템 개발」 과제는 연안재해, 유류오염 및 해양환경 오염 등 자연 재해 저감을 위한 해양환경 변화와 예측정보를 생산하여 제공할 수 있는 운용해양학 시스템 구축을 사업의 주된 목적으로 하고 있다.

「해양관측 시스템 개발」 과제를 통해 2007년까지 실시간 해양관측 시스템 79개소를 구축하였으며, 운영해양학 시스템 구축계획을 수립하였다. 연안재해, 해양환경, 유류오염, 적조 등 해양환경 및 예측정보 제공을 통해 신속한 예방대책 수립 및 피해저감이 가능하도록 지원하고 있다. 그리고 유류유출 사고시 유류오염 확산의 예측을 통해 신속한 방제활동 및 대책수립에 활용되도록 하고 있다. 또한 동북아 지역 해양관측시스템(NEAR-GOOS⁷³⁾) 및 전지구 관측시스템(GEOSS⁷⁴⁾)에 적극 동참하여 동북아 중심국가로서 주도적 역할을 수행하는데 기여하고 있다.

「해양관측 시스템 개발」 과제는 사업목적에 제시된 바와 같이 연안역에 집중되어 있고, 해표면 부근의 파랑 등 해양환경 관측에 치중하고 있는 실정이다.

1.1.4. 해양기상 관측망 확충

「해양기상관측망 확충」 과제는 해상의 기상실황을 실시간으로 자동 관측하여 해상기상 예보의 검증 및 정량적 기상관측 자료를 제공하기 위해 해양기상 관측 부이를 설치하는 사업이다. 현재까지 인천 덕적도, 목포 칠발도, 여수 거문도, 통영 거제도 및 동해 중부 등의 5개소 부이를 운영하고 있으며, 동해 남부, 제주도 남부 및 서해 중부에 추가로 설치할 예정이다.

해양기상 관측부이는 해양기상 자료의 획득이 주된 목적이므로 대부분이 연안역에 설치되어 있고 기상관측에 치중하고 있으며, 해양환경 관측도 해표면에 치중하고 있는 실정이다.

73) NEAR-GOOS: North-East Asian Regional Global Ocean Observing System

74) GEOSS: Global Earth Observation System of Systems



1.1.5. 다목적 실용위성 5호 개발사업

「다목적 실용위성 5호 개발사업」의 위탁 연구과제중 「SAR⁷⁵⁾를 이용한 해양 모니터링 기술개발」과 「SAR 영상자료 활용 기초기술 개발」과제가 실시간 해양 관측과 관련이 있다. 해양 모니터링 기술개발 과제는 다목적 실용위성 5호의 고해상도 SAR 영상자료를 활용하여 해양역학에 대한 기본적인 연구와 더불어 해상 선박사고 등을 방지하기 위한 해상표적 모니터링 기술개발을 주목적으로 하고 있다. 그리고 SAR 영상자료 활용 기초기술 개발과제는 다목적 실용위성 5호 고해상도 SAR 영상자료를 다양한 분야에 효과적으로 활용하기 위한 데이터 퓨전 및 정합 등과 같은 기초기술을 개발하고자 한다.

「SAR를 이용한 해양 모니터링 기술개발」과제와 「SAR 영상자료 활용 기초기술 개발」과제는 단기간에 걸친 소규모 사업으로서 기초기술을 개발하기 위한 기반연구로 수행되었다. 따라서 다목적 실용위성을 선박추적 및 해양환경 모니터링 등 실제의 해상에 적용하는 데에는 더욱 많은 체계적인 연구가 필요한 실정이다.

1.2. 기존 사업과의 차별성

「MT-IT 융합 관할해역 관측시스템 구축 사업」은 관할해역의 해양영토 관할권을 강화하기 위해 주요 관할해역에서 수상 및 수중 이동체의 이동을 상시 감시/관리하고, 수산자원, 쓰나미 및 해저지진, 해역관리 해양환경 인자 등을 연속적으로 관측할 관할해역 관리체계 구축 및 활용에 관한 연구개발을 주요 목적으로 하고 있다. 그리고 이것을 보완하기 위해 Radar & AIS 등을 설치하여 인공위성을 통한 실시간 통신으로 수상 이동체 및 재해유발 환경인자 등을 모니터링하기 위한 연구개발을 동시에 수행하는 것을 사업의 부차적인 목적으로 하고 있다. 이러한 사업 목적을 달성하기 위해 관할해역 관리체계는 수중음향 배열센서, 수산음향 측정장치, 쓰나미 및 해저지진 관측장치 등으로 구성된 통합 수중음향 게이트웨이 및 통합 수중음향 노드와 수온 및 유속 등 해역관리인자 관측부이 등을 갖추고 있다. 따라서 동 연구과제는 기존의 연구과제와 다음과 같은 점에서 차별성을 갖고 같다.

75) SAR: Synthetic Aperture Radar



첫째, 실시간 수중음향 측정 및 활용을 주된 사업내용으로 하고 있다. 대규모의 해저관측케이블과 같은 수중음향 배열센서에 의한 수중음향 측정으로부터 수상 및 수중 이동체에 관한 정보를 획득하여 제공할 뿐만 아니라 수중음향 측정결과를 활용하여 해양기상 자료를 축출하여 생산하고자 한다. 또한 실시간 수중음향 측정으로부터 고래류 등의 생물음향 특성을 분석하여 고래류 등 해산포유류의 회유경로와 자원량 등에 관한 자료를 제공하고자 한다.

둘째, 생물음향/영상 측정장치에 의해 주요 관할해역에서 어류를 포함한 해양생물을 실시간으로 직접 관측하고자 한다. 연근해 어장을 형성하는 주요 관할해역의 외해역에서 회유하는 어류 등의 해양생물자원을 실시간으로 직접 관측하여 해양생물자원 관리에 필요한 자원량 및 생산성 등의 자료를 생산하고자 한다.

셋째, 쓰나미 및 해저지진 관측장치에 의해 주요 관할해역에서 쓰나미 및 해저지진 등을 연속적으로 관측하고자 한다. 갑작스런 쓰나미 및 해저지진 등의 자연재해에 대비하고 기상청 지진관측망 사업을 보완할 수 있도록 외해에 위치한 주요 관할해역에서 쓰나미 및 지진 등에 관한 자료를 제공하고자 한다.

넷째, 해역관리인자 관측부이에 의해 주요 관할해역에서 수온 및 유속 등을 실시간으로 관측하고자 한다. 외해에 위치한 주요 관할해역에서 해표면으로부터 해저까지 여러 해수층에서 수온 및 유속 등을 실시간으로 관측하여 해역관리에 필요한 해양환경 인자를 생산함으로써 해양연구에 필요한 자료를 제공하고 기존에 설치되어 운영 중인 이어도 등의 종합해양과학기지 활용을 보완하고자 한다. 해역관리인자 해양부이가 설치될 위치는 주요 관할해역에서 수중음향 배열센서 등 수중음향 측정장치의 중심이 되는 곳이다. 종합해양과학기지에서는 해양기상과 해양에 대한 여러 가지 관측센서를 설치하여 실시간으로 관측자료를 사용자에게 제공하고 있다. 우리나라에서 실시간 관측을 위하여 기존에 설치되어 있는 해양부이는 대부분 연안에 국한되어 있고, 해양기상(바람, 기온, 파도, 해표면 수온 등)을 주로 관측하고 있다. 해양 내부에 대한 관측은 새만금 해역의 부이와 같이 수심이 매우 얇은 천해역이 대부분이다. 다만 서울대에서 연구용으로 오토로닉스(주)에 위탁하여 운영하고 있는 동해연안 부이는 수심 125 m에 위치하여 수심별 수온과 유속을 실시간으로 제공하고 있고, 2009년에는 독도환경조사 사업의 일환으로 한국해양연구원에서 독도 동쪽 수심 약 150 m에 서울대 부이와 유사한 부이를 설치할 계획이다. 이어도



종합해양과학기지는 수심 40 m에 위치하여 다른 해양 구조물에 비하여 비교적 깊은 곳에 설치되어 있으며, 독도 종합해양과학기지도 수심 40 m에 건설할 예정이다. 또한 앞으로 건설될 백령도와 가거초 기지의 수심도 깊지 않을 것이다. 더욱이 이어도 기지는 암초 가까이에 설치되어 있어 이곳에서 관측되는 수중 환경자료가 그 주변의 해역을 대표하기 어려운 형편이다. 따라서 해역 관리체계의 해역관리인자 관측부이는 독도의 경우 수심 500 m, 백령도, 가거도 및 이어도 경우 각각 수심 50~60 m에 설치하여 이곳에서 관측된 해양환경 자료가 그 주변해역을 대표할 수 있도록 할 예정이다.

다섯째, Radar & AIS 등을 설치하여 인공위성을 통한 실시간 통신을 이용하여 수상 이동체 및 재해유발 환경인자 등의 모니터링 체계구축 및 실해역 적용에 관한 연구개발을 추진하고자 한다. Radar & AIS에 의한 수상선박 및 해양환경 모니터링은 관할해역의 체계적인 선박감시를 실시할 수 있으므로 수중음향 배열센서에 의한 수중음향 측정결과를 보완할 뿐만 아니라 유류오염 및 적조 등에 대한 방재활동 및 대책수립에 기여하고자 한다.

여섯째, 관할해역 관리체계 구축 및 활용 등의 연구개발을 동시에 추진하고자 한다. 관할해역 관리체계 구축에 관한 연구개발을 추진하여 운영함으로써 국토해양부, 해양경찰청, 기상청 및 해군 등의 관계기관에 관련자료를 제공할 뿐만 아니라 관할해역 관리체계를 활용하여 주요 관할해역 해양환경을 집중적으로 연구함으로써 해양영토 관할권 강화에 기여하고자 한다.



2 국가 정책과의 연계성 및 관련 법·제도 검토

2.1. 국가 계획과의 연계성

2.1.1. 범부처 차원에서 수립한 계획과의 연계성

가) 국가과학기술지도(NTRM)

- 국가과학기술지도는 2002년 7월에 수립된 국가계획으로서 21세기 국가경쟁력 제고를 위해 ‘선택과 집중’ 전략에 의한 자원의 효율적 배분 및 활용의 필요성이 제기되어 수립됨
- 국가과학기술지도 중 자연재해 예측 및 저감기술(기후변화/지진 예측, 지각변형 감시 및 연안재해 관리기술)이 핵심기술에 포함

나) 미래 국가유망기술 선정

- 정부는 2005년 8월 국가경쟁력과 혁신역량을 주도하여 ‘국부(國富)’를 지속적으로 창출할 수 있는 미래 국가유망기술 21개를 도출·선정함
- 미래 국가유망기술 중 해역 관리를 위한 기술로는 해양영토 관리 및 이용기술, 재해·재난 예측·관리기술 등임

다) 국가 R&D 사업 토털 로드맵

- 국가 R&D 사업 토털 로드맵은 2007년 2월에 국가 R&D 사업의 역할과 효율성 제고를 위해 수립됨. 토털 로드맵에는 90개의 국가중점육성기술군이 선정되었고, 그 중에서 특성화 기술(33개) 및 특성화 후보기술(57개)로 분류함
- 해양분야 특성화 기술에는 해양영토 관리 및 이용기술, 해양환경 조사 및 보전·관리기술, 환경보전 및 복원기술, 자연재해·재난 예방 및 대응기술이 선정됨

라) 이명박 정부의 과학기술기본계획

- 선진일류국가를 향한 이명박 정부의 과학기술기본계획(577 Initiative) (2008~2012년)은 국가경쟁력의 핵심동력인 과학기술에 대한 체계적 계획 수립·추진, 이명박 정부 출범 후 주요 여건변화를 반영, 국정철학과 과학기술분야 국정과제 등을 충실히 반영하기 위해 2008년 8월에 수립됨



- 동 계획의 비전은 선진일류국가(잘 사는 국민, 따뜻한 사회, 강한 나라)이며, 목표는 국가 총 연구개발투자를 GDP 대비 5%를 달성하며, 이를 7대 중점분야(7대 R&D, 7대 시스템)에 투입함으로써 2012년 세계 7대 과학기술강국을 실현으로 설정함
- 7대 R&D에는 50개의 중점육성기술과 40개의 중점육성후보기술로 분류함. 이중 해양분야 중점육성기술에는 해양영토 관리 및 이용기술, 해양환경 조사 및 보전·관리기술, 기후변화 예측 및 적응기술, 자연재해·재난 예방 및 대응기술 등이 포함되었으며, 중점육성후보기술에는 해양생물자원보전 및 해양생명공학이용기술, 해양탐사 개발기술 등이 포함됨
- 7대 시스템 중 하나인 과학기술 하부구조 고도화를 실현하기 위한 중점추진과제에 연구시설·장비의 전략적 확충 및 활용이 선정되었으며, 특히 출연연 연구환경 첨단화에 필요한 첨단장비 확충이 추진될 전망

마) 해양수산발전기본계획(OK 21)

- 21세기 해양개발 능력과 기술력 향상에 대비한 해양수산 분야의 새로운 비전과 전략을 제시하고, 해양의 합리적 개발·이용·보전으로 국민 삶의 수준을 향상시키기 위하여 2000년 5월 해양수산부가 중심이 되어 관계부처 합동으로 해양수산발전기본계획을 수립
- 해양수산발전기본계획의 비전은 “청색혁명을 통한 해양부국 실현”이며, 기본 목표는 생명력 넘치는 해양국토 창조, 지속가능한 해양자원 개발, 지식기반을 갖춘 해양산업 창출로 설정함
- 추진전략으로는 생명·생산·생활의 해양국토 창조, 깨끗하고 안전한 해양환경조성, 해양광물·에너지·공간자원의 상용화 등이며, 해양수산발전 100개 중점과제를 도출함
- 동 계획에서 해역 관리와 관련된 중점과제는 첨단 해양관측·예보시스템 구축의 일환으로 인공위성, 해양관측부이, 해양조사선 등에 의한 국가 해양관측시스템 구축 등이 포함



바) 해양과학기술(MT) 개발계획

- MT 개발을 통한 신해양가치 창출로 국민소득 2만불 시대 조기달성 기여와 지속 가능한 개발을 위한 실천방안 제시를 위하여 2004년 7월 해양수산발전기본법 제17조에 의한 법정계획으로 수립됨
- MT 개발계획의 목표는 동북아 물류중심국가 건설을 위한 기술기반 구축, 국가 성장동력 확보에 필요한 자원 및 에너지원 개발, 해양재난·재해 통합관리기술 개발, MT 연구기반 구축 등으로 설정됨
- MT 개발계획에는 3개 분야(첨단 해양산업육성기술, 해양자원 개발 및 이용기술, 해양환경 관리·보전기술)에서 총 71개 중점추진과제가 선정되었으며, 향후 10개 년간(2004~2013년) 3조 1천억원을 집중 투자·육성하고, MT 로드맵(MTRM)을 작성하여 구체적인 분야별·연차별 실행계획을 수립·추진하도록 계획됨
- 동 계획에는 첨단 해양과학기술 개발을 뒷받침할 연구기반 구축의 일환으로 동·서·남해 해양과학기지 구축, 2010년까지 총 91개소의 해양·기상 관측장비 설치, 국가 해양관측시스템 구축, 해양과학정보 네트워크 구축 등이 포함

사) 해양과학기술 중장기 계획(2009~2013년)

- 국토해양부는 해양의 중요성과 잠재력이 부각됨에 따라 국가발전의 중심축으로서 21세기 해양산업을 주도할 해양과학기술 R&D 중장기 계획의 필요성이 제기되어 「해양과학기술 중장기계획(2009~2013년)」을 2008년 3월에 수립함
- 특히 MT 개발계획, MTRM 등에서 제시된 중장기 전략, 미래 전략기술들을 종합적으로 반영하고, 이명박 정부의 과학기술기본계획의 정책기조 및 연구개발 방향 등을 반영하여 국가정책과의 연계성을 강화시키는 한편 국내외 환경변화 등을 고려한 새로운 전략적 우선순위를 설정함
- 동 계획에서 선정된 18개 우수중점추진과제에는 해양인프라 구축이 포함되었으며, 세부적으로는 해양관측 타워 등 해양 관측·조사 연구를 위한 탐사장비 및 연구시설 확충 등임



2.2. 해양관리시스템 구축 · 운영에 따른 국제법적 검토

2.2.1. 유엔해양법협약 제56조

- 유엔해양법협약 제56조(배타적 경제수역에서의 연안국의 권리, 관할권 및 의무)에 의하면 배타적 경제수역에서 연안국은 다음과 같은 권리와 의무를 짐
 - 해저, 하층토 및 상부수역의 생물 또는 무생물에 관계없이 천연자원의 탐사, 개발, 보존 및 관리를 목적으로 하는 주권적 권리와 해수, 해류 및 해풍을 이용한 에너지 생산 등에 관한 동수역의 경제적 개발 및 탐사를 목적으로 한 기타활동에 관한 주권적 권리
 - 본 협약의 관련규정에서 규정한 관할권은 ①인공섬, 시설 및 구조물의 설치와 사용, ②해양과학조사, ③해양환경의 보호와 보존
 - 한편 위에서 언급된 해양과학조사의 개념을 살펴보면 “모든 인류의 이익을 위하여 해양환경에 대한 과학적 지식을 증진하기 위한 활동(유엔해양법협약 제246조 3항)”으로 통상적인 과학조사 개념을 유추하여 정의하고 있음
 - 우리나라 해양과학조사법에는 “해양의 자연현상을 구명하기 위하여 해저면·하층토·상부수역 및 인접대기를 대상으로 하는 조사 또는 탐사 등의 행위(제2조 1항)”로 해양과학조사를 정의하고 있음
 - 해양과학조사와 유사개념으로는 수로측량, 군함을 이용한 군사적 목적의 조사가 있음
 - 해양과학조사법시행령(1995. 7. 13/대통령령 제14733호) 제13조에 따른 조사자료의 관리범위는 <표 2-3>과 같음

<표 2-3> 해양조사자료의 관리범위

항 목	조사 자료
물리해양	수온, 염분, 해류, 조류, 조석, 파랑, 해면변화, 해수광학특성 및 수중음향
화학해양	수소이온농도, 용존산소, BOD, COD, 용존 영양염류, 입자성 부유물, 미량금속 및 무기물, 방사성 핵종, 유기화합물, 석유 및 관련화학물질, 유기염소계 화합물, 용존기체, 핵산 추출물, 기타 독성물질 및 오염물질
생물해양	기초생산력, 클로로필 및 색소류, 해양미생물, 플랑크톤, 저서생물, 부착생물, 난·치자어, 유영동물, 조류, 해양파충류, 해양포유류
지질해양 및 지구물리	수심 및 해저지형, 지자기 및 고지자기, 중력, 지진 및 탄성과 탐사, 해저면 영상, 층서퇴적, 시추자료 및 해저표층 시료분석(고생물·지화학·연대측정자료 포함), 부유퇴적물, 해안선 정보
기상해양	기온, 기압, 풍속, 풍향, 강수량, 일사량, 운량, 시정, 습도, 대기조성물질



2.2.2. 유엔해양법협약 제60조

- 유엔해양법협약 제60조(배타적 경제수역에서의 인공섬, 시설 및 구조물)에 의하면 배타적 경제수역에서 연안국은 다음을 건설하고, 이에 관한 건설, 운용 및 이용을 허가하고 규제하는 배타적 권리를 가짐
 - 인공섬
 - 제56조에 규정된 목적과 그 밖의 경제적 목적을 위한 시설과 구조물
 - 배타적 경제수역에서 연안국의 권리행사를 방해할 수 있는 시설과 구조물
- 연안국은 이러한 인공섬, 시설 및 구조물에 대하여 관세·재정·위생·안전 및 출입국관리 법령에 관한 관할권을 포함한 배타적 관할권을 가짐
- 이러한 인공섬, 시설 또는 구조물의 건설은 적절히 공시하고, 이러한 것이 있다는 사실을 경고하기 위한 영구적 수단을 유지해야 함. 만약 버려졌거나 사용되지 아니하는 시설이나 구조물은 항행의 안전을 보장하기 위하여 제거하며, 이 경우 이와 관련하여 권한 있는 국제기구에 의하여 수립되어 일반적으로 수락된 국제기준을 고려해야 함. 이러한 제거작업을 수행함에 있어서 어로·해양환경 보호 및 다른 국가의 권리와 의무를 적절히 고려함. 또한 완전히 제거되지 아니한 시설 또는 구조물의 깊이, 위치 및 규모는 적절히 공표해야 함
- 연안국은 필요한 경우 항행의 안전과 인공섬, 시설 및 구조물의 안전을 보장하기 위하여 이러한 인공섬, 시설 및 구조물의 주위에 적절한 조치를 취할 수 있는 합리적인 안전수역을 설치할 수 있음
- 인공섬, 시설 및 구조물은 섬의 지위를 가지지 아니하며, 이들은 자체의 영해를 가지지 아니함. 또한 이들의 존재가 영해, 배타적 경제수역 또는 대륙붕의 경계 확정에 영향을 미치지 아니함

2.2.3. 유엔해양법협약 제79조

- 유엔해양법협약 제79조(대륙붕에서의 해저전선과 도관)에 의하면 모든 국가는 이 조의 규정에 따라 대륙붕에서 해저전선(海底電線, submarine cable)과 도관(導管, pipeline)을 부설할 자격을 가짐
- 연안국은 대륙붕의 탐사와 대륙붕의 천연자원 개발 그리고 도관에 의한 오염의 방지, 경감 및 통제를 위한 합리적 조치를 취할 권리에 따라 이러한 전선이나 도관의 부설이나 유지를 방해할 수 없음



- 대륙붕에서 위의 도관 부설경로의 설정은 연안국의 동의를 받아야 함
- 대륙붕과 관련된 어떠한 규정도 자국 영토나 영해를 거쳐 가는 전선이나 도관에 대한 조건을 설정하는 연안국의 권리, 대륙붕의 탐사나 그 자원의 개발 또는 자국 관할권 아래에 있는 인공섬, 시설 및 구조물의 운용과 관련하여 부설하거나 사용하는 전선과 도관에 대한 연안국의 관할권에 영향을 미치지 아니함
- 각국은 해저전선이나 도관을 부설함에 있어서 이미 설치된 전선이나 도관을 적절히 고려해야 하며, 특히 기존 전선이나 도관을 수리할 수도 있는 가능성은 침해받을 수 없음

2.2.4. 유엔해양법협약 제297조

- 유엔해양법협약 제297조(구속력 있는 결정을 수반하는 강제절차 적용에 대한 제한)에 의하면 이 협약에 규정된 연안국의 주권적 권리 또는 관할권 행사와 이 협약의 해석이나 적용에 관한 다음과 같은 분쟁이 발생시 강제절차 적용의 절차를 제한할 수 있음
 - 연안국이 항해·상공비행의 자유와 권리, 해저전선 및 도관 부설의 자유와 권리 또는 제58조에 명시된 그 밖의 국제적으로 적법한 해양이용권에 관한 이 협약의 규정에 위반되는 행위를 하였다고 주장되는 경우
 - 어느 한 국가가 앞에 언급된 자유, 권리 또는 이용권을 행사함에 있어서 동 협약 또는 동 협약과 상충하지 아니하는 그 밖의 국제법 규칙에 부합하여 연안국이 채택한 법령에 위반되는 행위를 하였다고 주장되는 경우
- ※ 본 조에서 말하는 강제절차 적용이란 분쟁이 발생하여 해결이 이루어지지 아니하는 경우 분쟁의 해결을 위하여 다음 수단중의 어느 하나 또는 그 이상을 자유롭게 선택할 수 있음
 - 제6부속서에 따라 설립된 국제해양법재판소
 - 국제사법재판소
 - 제7부속서에 따라 구성된 중재재판소
 - 제8부속서에 규정된 하나 또는 그 이상의 종류의 분쟁해결을 위하여 그 부속서에 따라 구성된 특별중재재판소



Ⅲ 로 드 맵

1) 로드맵 개요

1.1. 로드맵이 목표로 하는 실시간 해양관리시스템 조건

기존의 해양관측부이는 부이에 연직적으로 해수유동, 수온·염분, 클로로필 등의 센서를 이용하여 측정하였다. 그러나 MT-IT 융합 실시간 해양관리시스템은 해저면에 수중음향센서를 탑재한 해저관측케이블을 설치하여 탐지해역을 광역적으로 관측함으로써, 하나의 점(point)이 아닌 탐지영역의 확대가 가능한 형태로 해양환경을 측정하며, 해양관측부이에 양방향 송수신 통신모듈을 통하여 실시간으로 자료 송신하며, 해양관측부이에 장착된 관측기기들을 제어할 수 있다.

해저음향관측케이블은 표적의 수중음향 정보획득 및 청음이득을 높이기 위해 음향벡터 센서 모듈이 복수 개로 배열되어 구성되며, 배열 최상단과 최하단에 위치한 수심 및 온도 측정 센서, 광대역 음향신호 수신을 위한 광대역 등방성 음향센서 등으로 구성된다. 물리적인 양에서 전기적인 신호로 변환된 각각의 센서 출력신호는 필요에 따라 신호 조정반을 거쳐 신호의 왜곡 및 손실을 최소화하는 형태로 1차 가공되며, 이 신호는 신호 변환반에서 디지털 형태로 변환된다. 디지털로 변환된 다중 다채널 디지털 센서신호는 신호전송 모듈에서 다중화(Multiplexing)시킨 후 광변환되어 수중통신부에서 해양관측부이 통신모듈로 전송하여 육상으로 전송된다.

수중 통신부는 탐지영역 확장을 위해 계류형 통합 수중음향 노드(ISAN-M) 시스템과의 수중통신 네트워크를 형성하여 원격 취득자료를 육상으로 전달하는 Gateway 역할을 담당한다. 접속부의 연동단자를 통해 동작에 필요한 전원을 공급받고, 수직형 음향센서부와 RS-232 통신을 통해 수중 통신부와 연결되며, 수중 통신부를 통하여 제어명령 및 데이터를 패킷형태의 디지털 데이터로 ISAN-M 시스템과 교환할 수 있도록 구성한다. 수중 통신부의 물리계층은 신호전송을 위하여 송신 신호처리부, 송신신호 증폭부, 송수신 겸용 트랜스듀서로 구성된 송신부와 송신된 신호수신을 위하여 송수신 겸용 트랜스듀서, 수신신호 증폭부, 수신 신호처리부로 구성되며, 10 kbps(kilo bits per second) 이상의 전송속도로 전달거리 3 km 이상을 전파할 수



있고, 전송효율은 10-5 이하가 되도록 설계한다. 다수의 ISAN-M 시스템과 효율적 정보교환을 위한 매체접근 제어기능 및 목적지까지 정보가 전달되기 위한 경로설정 기능을 포함한 수중 네트워크 형성이 가능하도록 설계한다.

무인 원격 제어 해양환경 관측 기기인 수중 글라이더를 사용한다. 수중 글라이더는 원하는 경로를 설정하여 측정할 수 있으며, 글라이더에 부착한 센서를 통하여 실시간 해역 관측이 가능하다.

지진 관측부는 근거리 및 원거리에서 발생하는 지진으로부터 발생하는 지진파를 감지하며, 쓰나미 관측부는 지진으로 인하여 발생된 해일의 전파현황을 실시간으로 감시한다. 지진 관측부는 ISAG-B 시스템 주위에서 발생하는 지진의 근접 정밀감시 임무를 수행하며, 전지구적 대규모 지진활동 감시의 기능도 수행한다. 쓰나미 및 지진 관측부는 100 samples/s(20~250 samples/s 중 선택적으로 사용)정도의 샘플링 속도로 지진 및 쓰나미 정보를 수집한다.

해역관리인자 관측부이(OBAM) 시스템의 구성은 크게 부이 본체, 자료취득 및 처리 시스템, 표출 시스템의 세 부분으로 나눌 수 있다. 부이 본체에서 취득한 원시 데이터는 이리둠(Iridium)을 통하여 관할해역 연구센터의 자료처리 시스템으로 전송되고, 전송된 데이터는 시스템 내에서 처리과정을 거친 후 최종적으로 사용자의 PC, 웹, 모바일 등 각종 표출 시스템으로 무선을 통하여 전달되는 구성을 이루고 있다.

부이 본체는 무선통신을 위해 표층 계류형으로 한다. 계류 부이는 부이 본체, 계류삭, 앵커로 구성되어 있다. 부이 본체는 선박형이나 원통형보다 안정된 원반형으로 제작된다. 계류장비로는 CTD 장착을 위해서 Wire Rope를 사용하고, ADCP는 해저면에 설치하여 정확한 해수유동 자료를 획득한다.

해양관측부이에 실시간으로 선박모니터링을 위한 레이더, AIS 등을 설치하고, IT 통신기능을 활용하여 인공위성으로 통신하는 방식 필요하며, 국가 관할해역의 해양환경 및 항행선박을 3차원 입체적으로 실시간 관측하여 자료 제공한다.

부이설치 지역의 위치상 자료송신의 안전성과 가격효율을 감안하여 CDMA 또는 이리둠(Iridium) 통신방법을 사용한다. 부이가 CDMA 통신 가능지역 밖에 설치되면 이리둠(Iridium) 통신을 이용한다. 또한 설치장소에서 부이가 이탈하였을 경우에는 부이의 위치를 저궤도위성을 이용한 이리둠(Iridium) 통신으로 추적한다.



한반도 주변 해역을 주기적으로 감시할 수 있는 위성자료 수집 시스템을 구축, 이를 분석하여 관심해역의 수상 및 수중 이동체 감시, 해상 오염 인자 인식 및 추적, 해상풍, 파랑, 해류 등의 물리적 인자 추출에 이용할 있는 분석 시스템 구축, 그리고 처리된 정보를 관련기관에 배포할 수 있는 자료배포 시스템을 개발한다.

1.2. 로드맵 전체 개요

MT-IT 융합 실시간 관할해역 관측시스템 구축을 위한 전체 로드맵은 부록에 있다. 시범사업은 1단계 (2013~2015년), 2단계 (2016~2020년), 3 단계(2021~2025년)로 구분하여 진행한다. 1단계는 관측시스템 구축, 2단계는 독도-울릉도 해저관측케이블 설치, 3단계는 마라도-이어도 해저관측케이블을 설치하여 실시간 해양환경을 관측하고 통합적으로 관리하고자 한다.

1단계 관측시스템 구축에서 1차년도는 해저관측케이블, 레이다·AIS 시스템 제작, 해양관측 부이 시스템 제작 및 통신 모듈 설계 등을 실시한다. 2차년도는 지진계 및 화학/생물 센서 등을 부착하여 운용하고, 레이다·AIS 시스템 연동 시험 등을 실시한다. 그리고 3차년도에는 원거리 실효역 실시간 입체적 해양관측시스템 프로토타입 설계/제작하여 시범해역에 구축하여 운용한다.

2단계는 독도-울릉도 해저관측케이블을 설치하여 운용한다. 1단계에 실시한 음향관측 해저케이블을 울릉도-독도 사이에 설치하고, 관측케이블 중간에 해양관측 부이를 제작하고 Radar 및 AIS 기반 통합 선박모니터링 시스템을 설치한다. 해양관측 부이에 화학·생물 센서를 부착하고, 양방향 송수신제어시스템을 활용하여 울릉도-독도 해양관측케이블 설치해역에 대한 연안 해양환경 모니터링 및 이동형 레이더와 AIS 기반 통합 선박 모니터링 시스템을 확고히하며, 연안 해양환경에 대한 현실적 대책 방안을 제시한다.

3단계는 마라도-이어도 해저관측케이블을 설치하여 운용한다. 2단계에 설치 제작된 해저관측케이블과 유사한 사양으로 설치해역을 변경하여 실시한다.

독도-울릉도, 마라도-이어도에 설치된 해저관측케이블을 통하여 실시간 해양환경 모니터링 및 연안 해양환경에 대한 현실적 대책 방안을 빠르게 제공할 수 있으며, 관할해역에 대한 주권행사에도 크게 기여할 것이다.



기술 및 항목별 10가지로 나누어 정리한다(표 부록-1).

1. 해저음향관측케이블 제작. 각 단계별 초기 2년 동안 제작하여 설치한다. 제작 중 음향 감도 테스트 등을 통하여 관측케이블의 성능을 향상시킨다.
2. 해양관측 부이 제작. 각 단계별 초기 2년 동안 제작하여 설치한다. 설치 해역의 수심, 해수유동 등 해양상황을 고려하여 부이 크기 및 와이어 굵기/길이 등을 산정한다. 기상 센서, AIS 센서, 레이다 센서 등 부이 상단에 설치할 센서와 CTD, ADCP 등 수중에 설치할 센서 등을 파악하여 설치해역에 합당한 부이를 제작하여 설치한다.
3. Radar & AIS 시스템 개발. 해양관측 부이 상단에 설치할 Radar & AIS 시스템을 개발한다.
4. 화학/생물 센서부착 및 운영. 해양관측 부이에 화학(Fluorometer), 생물음향/영상 정보 수집센서 등을 부착하여 함께 운영한다.
5. 이동형 Radar & AIS 기반 통합 선박모니터링. Radar & AIS 시스템을 개발하여 해양관측 부이 상단에 설치하여 부이 주변해역을 운항하는 선박을 모니터링 한다.
6. 양방향 송수신제어시스템 개발. 관측한 data를 수신하고, 해양관측 부이를 연구선 및 연구실에서 제어할 수 있도록 한다.
7. 연안 해양환경 모니터링 실시. 관측한 data를 양방향 송수신제어시스템을 활용하여 실시간으로 확인하여, 해양환경을 실시간 모니터링 한다.
8. 연안 해양환경에 대한 현실적 대책 방안 제시. 연안 해양환경 모니터링을 실시간을 실행하여 연안 해양환경에 대한 현실적 대책 방안을 제시할 수 있다.
9. 울릉도-독도간 해저관측케이블 관측시스템 개발 및 운용. 1단계 구축사업을 통한 노하우를 바탕으로 울릉도-독도간 해저관측케이블을 설치하여 운용한다.
10. 마라도-이어도 해저관측케이블 관측시스템 개발 및 운용. 2단계 울릉도-독도간 해저관측 케이블 설치 완료 후 마라도-이어도 해저관측 케이블을 설치하여 운용한다.



1.3. 기술, 항목별 로드맵

MT-IT 융합 실시간 관할해역 관측시스템 구축 시범사업의 각 기술 및 항목을 10개로 나누었고 세부적으로 국가과학기술표준분류체계 및 한국표준산업분류로 구분하였다.

먼저 국가과학기술표준분류체계는 대한민국에서 과학관련기술 정보·인력·연구개발사업 등을 효율적으로 관리할 수 있도록 분류한 체계이다. 2002년 처음 수립되었으며, 이후 몇 번의 개편과정을 거쳐 2008년 지금과 같은 체계가 되었다. 현재 분류체계는 (연구분야) 6대 분야, 33개 대분류, 371개 중분류, 2,902개 소분류 (적용분야) 2대 분야, 32개 대분류로 나뉘어져 있으며 알파벳 + 숫자 + 숫자의 3자리를 가진다(예시: A01). 과학기술기본법 제 27조(국가과학기술표준분류체계의 확립) 및 동법 시행령 제 41조에 명시되어 있으며, 국가과제들은 모두 이 코드에 따라 분류된다. 선진국의 과학기술분류동향을 조사·분석하고 새로운 기술의 출현 등을 고려하여 3년마다 국가과학기술표준분류표를 수정·보완 한다⁷⁶⁾.

그리고 한국표준산업분류(KSIC⁷⁷⁾)는 산업관련 통계자료의 정확성, 비교성을 확보하기 위하여 작성된 것으로 유엔의 국제표준산업분류(ISIC⁷⁸⁾)에 기초하여 제정되었다(통계청→통계분류→한국표준산업분류⁷⁹⁾). 1964년에 제정된 한국표준산업분류는 유엔의 국제표준산업분류의 개정과 국내의 산업구조 및 기술변화를 반영하기 위하여 주기적으로 개정되었다('65, '68, '70, '75, '84, '91, '98, 2000, 2008). 한국표준산업분류의 활용시 유의사항은 한국표준산업분류는 사업체가 주로 수행하는 산업활동을 그 유사성에 따라 체계적으로 유형화(분류)한 것으로 일반 행정목적과 맞지 않을 수 있다(참고 : 국무조정실 규제개혁위원회 2001.11.21 경제1분과위원회 제152회 의결사항). 통계자료의 분류를 목적으로 작성된 한국표준산업분류를 타 행정기관 및 공공기관 등에서 통계업무 이외의 소관 사무를 수행함에 있어 산업부문별 영역을 정하는 기준으로 준용하여 사용하고 있는 바, 준용 시 법령 운용기관은 해당 법령의 목적에 맞게 적용하여야 하며 최종 산업분류의 결정은 해당 업무 처리기관에서 판단하여야 한다. 산업분류는 사업체에서 수행하는 주된 산업활동의 특성(산출물, 원재료, 제조공정 및 방법, 기능 및 용도, 제공하는 서비스 및 제공

76) http://www.kistep.re.kr/major/duty/plan_02_05.jsp

77) Korean Standard Industrial Classification

78) International Standard Industrial Classification

79) <http://kostat.go.kr/kssc/main/MainAction.do?method=sub&catgrp=kssc&catid1=kssc01>



방법 등)에 따라 분류되므로 산업활동의 특성을 미리 정리하여 산업분류를 다음과 같이 설정한다.

1. 음향관측 해저관측케이블 제작은 국가과학기술표준분류체계(이하 기술분류) 중 해양탐사/관측기술(D0904), 산업기술코드(이하 산업코드) 중 세세분류로 기타 절연선 및 케이블 제조업(28302)에 속한다. 1.1 해저관측케이블 음향센서 부착은 기술분류 중 고정밀센서기술(O1301), 산업코드 중 세세분류로 물리, 화학 및 생물학 연구개발업(707111)에 속한다. 1.2 해저관측케이블 음향센서 감도 테스트는 기술분류 중 측정분석 장비기술(O1302), 산업코드 중 세세분류로 물리, 화학 및 생물학 연구개발업(707111)에 속한다. 1.3 음향해저관측케이블 전력 설치는 기술분류 중 고정밀 센서기술, 산업코드 중 세세분류로 일차전지 제조업(28201)에 속한다. 1.4 음향해저관측케이블 방향성 확인은 기술분류 중 측정분석 장비기술(O1302), 산업코드 중 세세분류로 물리, 화학 및 생물학 연구개발업(707111)에 속한다.

1~10의 기술맵, 항목별로드맵, 기술분류 및 산업기술코드를 표 부록-2에 분류하였으며, 각각에 해당하는 기술분류 및 산업기술코드는 첨부 1, 첨부 2에 포함하였다.

MT-IT 융합 실시간 관할해역 관측시스템 구축은 MT, IT, 해양위성, 통신, 시제품 제작 기술, 해양환경 모니터링 기술 등 다양한 기술의 융합으로 실현될 것이다.



2 시스템 구축을 위한 연구개발 활동 및 관련 법규

2.1. 시스템 기술개발 항목 및 연구개발 활동

2.1.1. 수중음향 체계 구축

- (1) 수중음향 기술 특성상 체계구축에 필요한 연구의 국외 기술도입 및 활용에 많은 제한 요소가 있으므로 체계관리, 센서개발 및 환경정보 통합분석에 대한 국내기술 개발
- (2) 통합체계 종합, 분석, 시험평가 기술 연구
- (3) ISAG, ISAN 센서 및 수중통신 센서 개발
- (4) 음향 및 환경정보 통합분석 연구

2.1.2. 해저음향관측케이블

- (1) 표적의 수중음향 정보획득 및 청음이득을 높이기 위해 음향벡터 센서 모듈이 복수 개로 배열하는 국내기술 개발
- (2) 수중음향 측정 정밀도 향상 연구
- (3) 수중 이동체 이동경로 및 방향성 연구
- (4) 음향신호 수신장치 개발

2.1.3. 수중통신 및 네트워크 구축

- (1) 관할해역 주변의 수중음향 관리체계의 통합 수중음향 게이트웨이와 통합 수중음향 노드들간 실시간 무선 데이터 통신용 수중음향 통신장치 개발 및 수중통신 네트워크 체계 개발
- (2) 음향 전파특성 측정, 분석 및 모델링
- (3) 통합 수중음향 게이트웨이와 통합 수중음향 노드용 수중음향 통신장치 개발
- (4) 해역 관리체계에 적합한 수중통신 네트워크 체계 개발

2.1.4. 수중 글라이더 융합 시스템 구축

- (1) GPS, 압력센서, 기울기 센서, 마그네틱 콘파스 등을 탑재하고 특정위치 및 수심으로 향해하며, 수온, 전도율(염도), 해류, 엽록소 농도, 혼탁도, 수심,



음파산란도 등의 다양한 정보를 수집하는 수중 글라이더를 활용한 광역 조사 체계 개발

- (2) 해저음향관측케이블 주변 항해 기술 개발
- (3) 수중정찰 및 전략적 해양데이터 수집 가능
- (4) 무인항만감시 체계 개발

2.1.5. 해상 레이더 및 선박추적시스템(AIS) 구축

- (1) 해양관측 부이에 실시간으로 선박모니터링을 위한 레이더, AIS 등을 설치하여 선박이동 감시 체계 개발
- (2) 레이더 및 AIS 측정 자료 저장 기술 개발
- (3) 이상 선박에 대한 추적 기술 개발
- (4) 불법어로 선박감시 체계 개발
- (5) 측정 자료의 활용 방안 연구

2.1.6. 해상 통신시스템 구축

- (1) 해양관측 부이 본체에 취득한 원시 데이터를 이리듐(Iridium)을 통하여 관할 해역 연구센터 또는 연구선의 자료처리 시스템으로 전송하고, 연구센터 또는 연구선에서 해양관측 부이 시스템을 제어할 수 있는 양방향 송수신 기술 개발
- (2) 해양관측 부이 본체에 원시 데이터 저장 기술 개발
- (3) 방대한 원시 데이터를 자체 처리하여 실시간 해역 감시에 필요한 핵심 데이터만 전송하는 기술 개발
- (4) 해양관측 부이 시스템 제어를 위한 송신 기술 개발
- (5) 측정 자료의 실시간 전송 기술 개발

2.1.7. 생물음향/영상 관측시스템 구축

- (1) 생물음향/영상 수집 센서로 획득되는 음향/영상자료들을 이용한 자원량 평가 혹은 계절별 중요 생물종 판별 및 음향반사 특성을 이용한 생물량 측정
- (2) 개개 어종에 대한 길이별, 주파수별 음향특성 연구
- (3) 어군에 대한 주파수별 음향특성 연구



- (4) 어군 음향자료 분석 알고리즘 연구
- (5) 어군탐지기 국내 양산 시스템 구축을 위한 H/W 개발
- (6) 영상정보를 활용한 주요 생물종의 구성 분석

2.1.8. 해저지진 및 쓰나미 시스템 구축

- (1) 해저에서 발생하고 있는 지진을 실시간 정밀·근접 모니터링하며, 수집된 자료와 정보를 관련기관에 배포할 수 있는 자료배포 시스템을 개발·구축
- (2) 자료수집 시스템
- (3) 실시간 해저지진 발생 모니터링
- (4) 지진 및 쓰나미 자료처리 시스템
- (5) 자료관리 및 자료관리 시스템

2.1.9. 해역관리 관측부이 구축

- (1) 해역관리 및 수중음향 측정자료 해석 등에 필요한 해양환경을 실시간으로 관측하기 위한 해역관리인자 관측부이 개발
- (2) OBAM 설치해역 해양환경 조사 및 분석
- (3) OBAM 설계, 구축, 운용 및 관리

2.1.10. 인공위성 활용 시스템 구축

- (1) 한반도 주변 해역을 주기적으로 감시할 수 있는 위성자료 수집 시스템을 구축, 이를 분석하여 관심해역의 수상 및 수중 이동체 감시, 해상 오염 인자 인식 및 추적, 해상풍, 파랑, 해류 등의 물리적 인자 추출에 이용할 있는 분석 시스템 구축, 그리고 처리된 정보를 관련기관에 배포할 수 있는 자료 배포 시스템을 개발
- (2) 자료수집, 자료관리, 영상처리, 가시화, 자료분배 시스템
- (3) 수상 및 수중 이동체 인식 및 탐지 소프트웨어 개발
- (4) 해수면 유해물질 식별 소프트웨어 개발



2.2. 시스템 구축관련 법규/기준

2.2.1. 해저케이블 보호 법률

가) 해외 입법 사례

미국의 경우, Federal Submarine Cable Act (47 U.S.C.21)에서 해저케이블을 손상하는 행위에 대해 고의 또는 중과실의 경우 5,000달러 이하 벌금 또는 2년 이하의 징역, 경과실은 500달러 이하의 벌금 또는 3개월 이하의 징역을 규정하고 있고, 모든 선박은 해저케이블 수리선박에서 1마일, 해저케이블 부표로부터 0.5마일 거리를 유지하는 보호구역을 설정하고 있다.

일본의 경우, 미국과 동일하게 케이블 법률로서 해저케이블을 보호하고 있으며, 선로로부터 1km 이내, 하천법 적용구역은 50m 이내에 보호구역을 설정(보호 구역을 육표로 표시)하여 보호구역 내에서 선박 정박, 저인망 어업 행위 및 토사 채굴 등을 금지하고 있으며 행위 위반 시에는 10만엔 이하의 벌금을 부과한다.

호주의 경우, Submarine and Pipelines Protection Act 1963에서 해저전선, 전화케이블, 해저 파이프, 해저고압전선 등 해저 시설의 고의적 손괴 행위에 대해서는 1,000달러 이하 벌금 또는 징역 12월과 과실손괴행위에 대해서는 1,000달러 이하 벌금 또는 징역 3월을 부과하여 해저케이블을 보호하고 있고 선주가 케이블 손상을 피하기 위해 어업기구를 포기한 경우 그 손실 비용을 케이블 소유자에게 청구가 가능하도록 하는 적극적인 해저케이블 보호를 규정하고 있다.

뉴질랜드의 경우, 1996년 의회를 통과한 해저케이블 및 파이프라인 보호법에 의해 해저 고압전선 및 해저통신용 광케이블을 보호 대상으로, 해저 시설의 고의 또는 과실에 의한 손괴의 경우 250,000달러 이하 또는 선박압수, 보호구역내 어로, 닛 내림의 경우 100,000달러 이하 또는 선박압수 등의 금지행위 및 처벌을 규정하고 있다.

나) 국내 입법 사례

한국은 해저케이블 보호구역 지정 및 보호구역 안의 특정행위금지를 구체적으로 규정하고 있지 않고 전기통신사업법 제50조 (전기통신설비 보호) 및 제69조 (벌칙) 등 포괄적 규정을 통해 해저케이블을 일반적으로 보호하고 있다.

이는 해저케이블 주변에서 자유로운 어로활동을 가능하게 함에 따라, 어로활동에 의한 장애가 국제 평균값보다 20%이상 높게 발생되고 있다.



2.2.2. 해양관측시설 관리 및 운영 지침

해양관측시설 관리 및 운영 지침에 따라(국립해양조사원 예규 제 71호(2010. 8. 16)) 해양관측부이를 운영한다.

해양관측시설 관리 및 운영 지침

제1조(목적) 이 지침은 측량·수로조사 및 지적에 관한 법률 제31조 제5항에 따른 국립해양조사원의 해양관측시설을 체계적으로 관리·운영하기 위하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

라. “해양관측부이”라 함은 파랑(파고, 주기), 해수흐름(유향, 유속), 해양기상 등을 관측하기 위한 관측장비와 부대장비를 갖춘 부표 시설을 말한다.

제4조(해양관측시설의 설치)

② 해양관측시설을 설치·이설하고자 할 경우에는 구조물에 대한 설계를 실시하여야 하며, 기타 법률에 따라 관련기관과 업무협의를 해야 한다. 다만, 관측장비만을 설치할 경우에는 설계를 하지 않을 수도 있다.

제5조(해양관측시설의 표준화) ① 해양관측시설의 표준화를 위하여 국제기준에서 정하는 표준을 고려하여 다음 각 호에 대한 해양관측시설 관련기준을 해양관측표준화협의회(이하 “협의회”라 한다)에서 2년마다 심의·의결하여야 한다.

1. 해양관측시설의 장소·위치의 선정 및 설치환경에 관한 기준
2. 해양관측시설의 관측장비의 종류·수량, 성능·규격, 자료수집·처리장치에 관한 기준
3. 해양관측 항목별 단위 및 마지막 자리에 관한 기준

② 제5조 제1항에 따른 해양관측 기준은 다음 각 호와 같다.

1. 해양관측시설의 설치환경에 관한 기준은 별표 1과 같다.
2. 해양관측장비의 종류·수량에 관한 기준은 별표 2와 같다.
3. 해양관측장비의 성능·규격에 관한 기준은 별표 3과 같다.
4. 해양관측자료의 수집 및 처리장치에 관한 기준은 별표 4와 같다.
5. 해양관측 항목별 단위에 관한 기준은 별표 5와 같다.



제6조(해양관측시설의 등급화) ① 관리자는 해양관측시설의 종류·규모(구조물형태, 설치장소, 관측 기간, 관측항목), 장비의 검·교정, 관측환경, 자료관리 및 활용, 유지관리 상태 등을 고려하여 관측시설별로 등급을 1~5등급으로 분류하여 관리·운영하여야 한다.

② 해양관측시설의 등급결정 및 등급부여 기준(별표 6)은 2년마다 협의회에서 심의·의결한다.

③ 관리자는 해양관측시설의 유지관리 및 협의회 심의 결과를 토대로 단계적으로 고도화를 추진하여 관측시설이 상위등급(1~2등급)으로 부여받을 수 있도록 노력하여야 한다.

제27조(보험) 관리자는 해양관측시설의 특성상 손·망실 또는 도난 등의 위험이 있는 장비에 대해서는 보험에 가입하여야 한다.

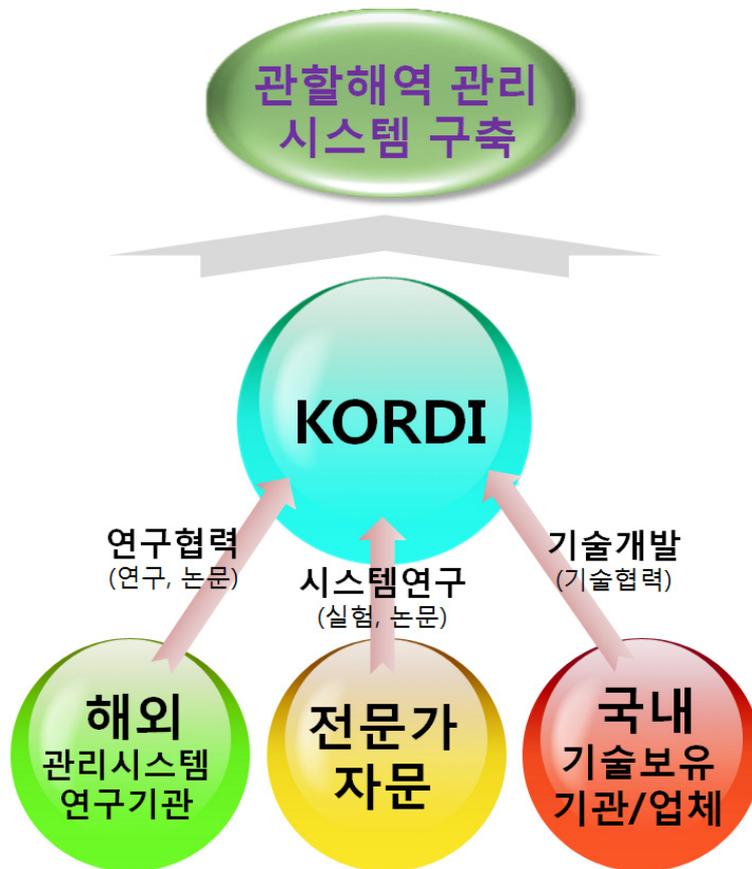
이상과 같은 해양관측시설 관리 및 운영지침에 따라 해양관측 부이를 설치하고 운영한다.



IV 기술개발전략 및 역할 분담

1 기술개발전략

관할해역 관리 시스템을 구축하기위하여 한국해양연구원이 주관으로 수행하며, 해외의 관리시스템 유관기관, 전문가, 국내 기술보유 기관 및 업체 등과 협조체제를 유지한다. 그리고 세미나 및 자문회의를 수시로 개최하여 새로운 정보 및 기술을 도입한다(그림 4-1).



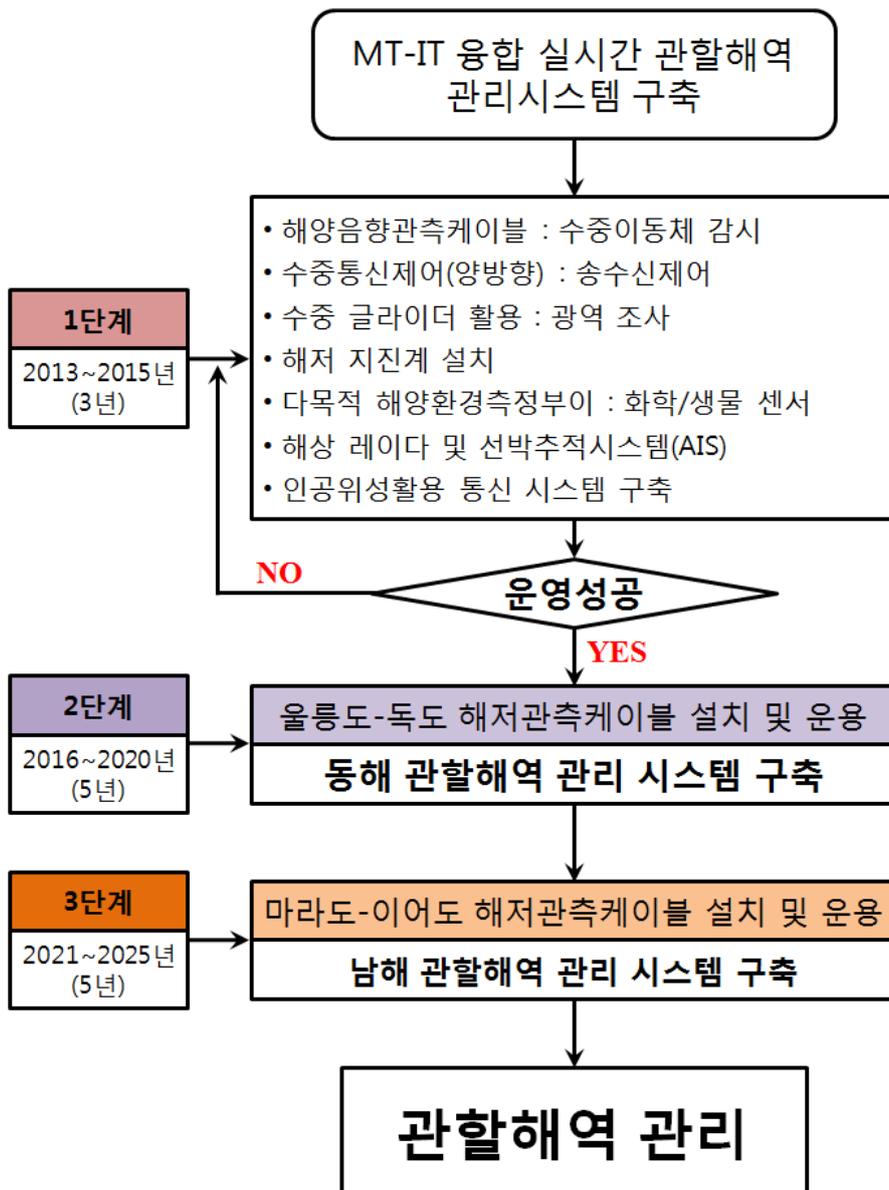
[그림 4-1] MT-IT 융합 실시간 관할해역관리 시스템 구축 기술개발전략 모식도



2) 시스템 구축을 위한 사업 추진체제 및 역할 분담

2.1. 추진체제

관할해역 관리 시스템 구축을 위하여 1단계에 관리시스템에 필요한 모든 기술 개발을 완료한다. 2~3단계는 동해 및 남해의 관할해역에 융합 실시간 관리시스템을 구축하여 실시간 해양환경을 감시하여 관할해역을 관리한다(그림 4-2).

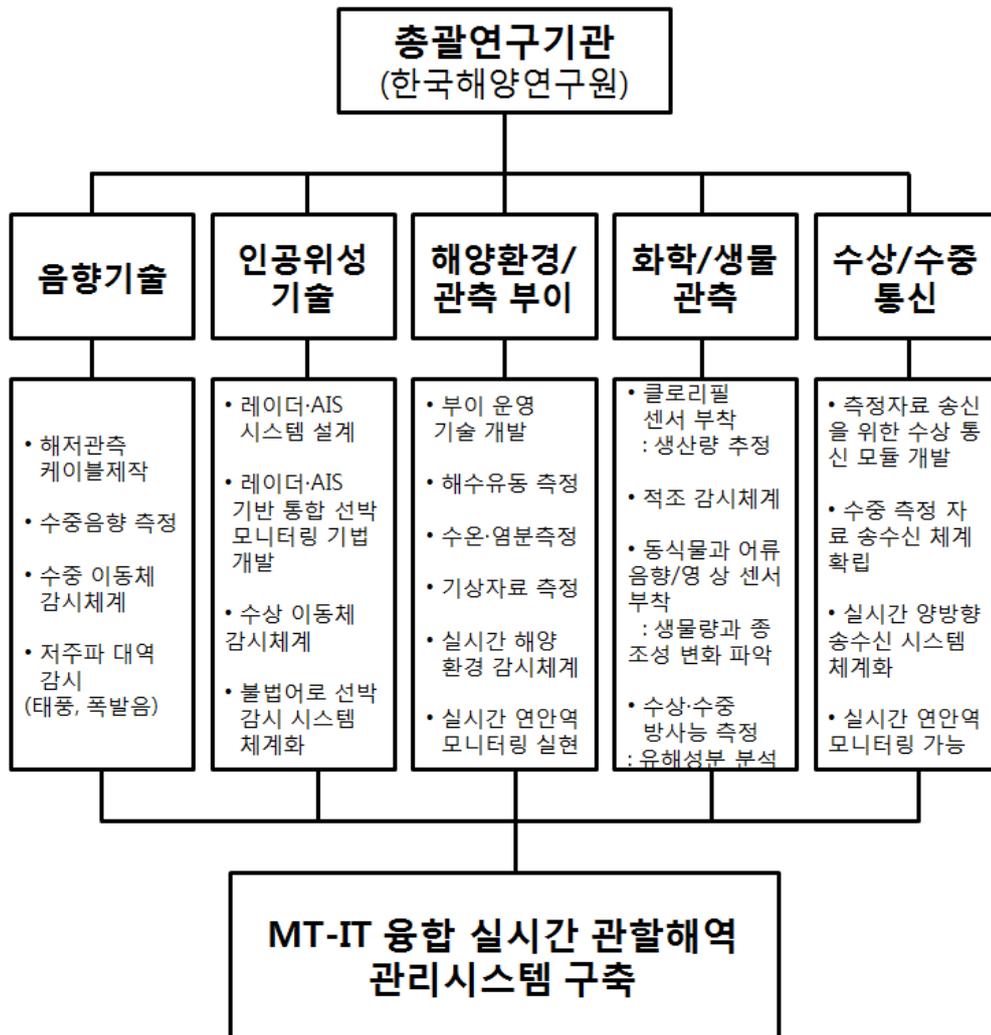


[그림 4-2] MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리시스템 구축을 위한 추진체제



2.2. 역할분담

MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리시스템 구축을 위하여 한국해양연구원이 총괄 연구기관으로 운영한다. 먼저, 수중은 음향기술 분야에서 해저음향관측케이블을 통하여 수중 이동체 및 저주파 대역을 감시한다. 해양관측 부이에서 해양물리환경 (해수유동, 수온·염분 등)을 실시간 측정하고, 화학 및 생물 센서를 통하여 해역의 생지화학적 측면을 연구한다. 해저관측케이블에서 측정된 자료는 수중통신 모듈을 통하여 해양관측부이로 전송되고, 해양관측부이에서 측정된 물리, 화학 및 생물 자료는 수상 통신 모듈을 이용하여 실시간으로 연구센터로 전송되며, 실시간 연안역 모니터링이 가능할 것이다(그림 4-3).



[그림 4-3] MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리시스템 구축을 위한 역할분담



2.3. MT-IT 융합 체계

2.3.1. MT-IT 융합

- (1) 수중통신/부이공중 LTE통신/수중글라이더활용 등 최신의 정보통신(IT)기술을 해양기술(MT)에 접목
- (2) 특히 해저관측케이블(IT복합기술)이 국내 최초로 해양기술에 적용되어 실시간 첨단 해양관측망을 구축하여 융복합 체계 정립

2.3.2. 해양기술간 융합(해양 및 대기과학 등의 기술 융합)

- (1) 해상 : 기상학 (기상, 기온 등)
 - 해양위성학 (선박 추적, 선박 감시 등)
 - 해양화학학 (기상 방사능 농도 등)
 - 통신분야 (음파통신, 전파통신, 양방향 송수신 등)
- (2) 수중 : 해양물리학 (해수유동, 물성 등)
 - 해양생물학 (동·식물플랑크톤 현존량, 어군 탐지 등)
 - 해양화학학 (중금속 농도, 수중 방사능 농도 등)
 - 수중음향학 (수중 이동체, 해상선박추적 신호 탐지 등)
- (3) 해저 : 수중음향학 (해양기인 쓰나미, 해저화산, 태풍 등)
 - 지구물리학 (해저지진 등)
- (4) 해양 및 대기과학 등의 각 분야가 밀접히 연계된 종합 해양관측망을 구성하므로 해양기술간 융합이 필수적임

2.3.3. 타분야간 융합(타기관과의 협력)

- (1) 주요협력기관(정부출연연구기관)
 - 광주과학기술원 : 실시간 관할해역 체계 기술개발 하드웨어 구성 협력
 - 표준과학연구원 : 해양관측 시스템 정립에 관한 협력
 - 전자통신연구원 : 수중·수상 통신 기술에 관한 협력
 - 한국지질자원연구원 : 해저지층구조연구 및 모니터링 기술 협력



(2) 정부기관

- 기상청 : 기상 관측 방법 및 대기-해양 분석 방법 등 협력
- 국립해양조사원 : 실시간 관측 시스템 관리 및 유지·보수 협력
- 국립수산물품질관리원 : 어군 탐지 등 수산생물 측정에 관한 기술 협력

(3) 해양관련 대학

- 부경대, 서울대, 한국해양대, 충남대, 군산대 등
- 해양관련 대학과 기초학술연구를 병행하여 기초과학 연구 협력

(4) 우수 기술 보유 기업체

- 한화, LIG-넥스원, KTSUBmarine, LS 전선, 극동전선 등
- 기업체를 통해 대규모 해양관측 센서배열망 설계/제작

(5) MT-IT 융합을 위하여 산학연의 기술 융합을 추구함

2.3.4. 사업운영 외부연구기관 참여 예산배분

- (1) 한국해양연구원을 주관연구기관으로 위탁 및 장비 설계, 제작을 위하여 협동, 위탁 등의 방법으로 MT-IT 융합 시스템 완성(표 4-1)**

〈표 4-1〉 사업운영 외부기관 참여 예산배분(1차년도)

(단위 : 억원)

참여구분	참여기관명	추정배분예산	역 할
주관	한국해양연구원	20	연구주도
협력	정부출연연구원	5	주요협력
위탁	대학	5	위탁참여
협동/위탁	정부기관	5	협동/위탁
장비설계/제작	기업체	15	제품제작
	합 계	50	



3 사업 규모

3.1. 소요예산

MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리시스템 구축을 위하여 관측 시스템제작을 위한 많은 예산이 소요가 예상된다. 그리고 해양에 설치된 관측시스템을 유지·보수하고 운영하기 위한 소요예산을 산출하였으며, 산출결과 13년간 총 약 650억원이 소요될 것으로 산출되었다(표 4-2).

〈표 4-2〉 MT-IT 융합 실시간 관할해역 관리시스템 구축을 위한 소요예산

(단위 : 억원)

단 계	1단계			2단계					3단계					합계	
	연 도	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		25
해저관측케이블 제작/운영	20	20	15	20	20	15	20	20	20	20	20	15	20	20	245
해양관측부이 제작/운영	10	10	8	10	10	8	8	8	10	10	8	8	8	116	
Radar & AIS 시스템 개발/운영	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52	
화학/생물 센서개발/운영	10	10	9	10	10	9	7	7	10	10	7	7	7	113	
양방향 송수신제어시스템 개발/운영	6	6	4	6	6	4	6	6	6	6	6	6	6	74	
연안 해양환경 모니터링 시스템 개발/운영	-	-	10	-	-	10	5	5	-	-	10	5	5	50	
합 계	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	650	



3.2. 소요인력 및 확보 방안

해양관측시스템을 구축하기 위하여 단계별 소요인력을 산정하였다. MT-IT는 하루가 다르게 새로운 기술개발이 이루어지는 분야이다. 따라서 기존 해양관측분야의 연기 인력만으로는 새로운 연구개발사업 수행에 무리가 있다. 연구사업 참여 기관, 전문가 자문, 외부 업체 등과 유기적 관계를 통해 연구 역량을 극대화할 필요가 있다. 우수한 연구자 참여를 위하여 공모사업 등을 통해 실시간 해양관측시스템 연구에 함께 참여하도록 유도하여, 연구 분야의 저변 확대와 연구 인력이 확충될 것이다(표 4-3).

〈표 4-3〉 소요인력 및 확보 방안

(단위 : 명)

단 계		박사급	석사급	연구조원급	합 계
1단계	2013	15	20	40	75
	2014	15	20	40	75
	2015	20	25	50	95
2단계 (5년)		30	35	60	125
3단계 (5년)		40	50	80	170
합 계		120	150	270	540



4 추진일정

MT-IT 융합 실시가 관할해역 관리시스템 구축 사업의 연도별 사업 추진일정은 <표 4-4>와 같다.

<표 4-4> 연도별 주요 추진일정

단계	연도	주요 추진내용	비고
1 단계	2013	<ul style="list-style-type: none"> 수중소음관측 시범용 해저케이블 제작 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 설계/제작 해양생물센서 도입, 부이 시스템에 설치 및 시험 부이 시스템 및 관측 장비의 안전을 위한 Watch-dog 시스템 제작 및 설치 실시간 해양환경 자료 송수신 시스템 개발 해양관측 부이 제작 및 시범해역(통영, 마라도 인근) 설치 실험 	
	2014	<ul style="list-style-type: none"> 해저케이블에 지진계 설치 및 시범운영 생물(클로로필, 음향, 영상정보 등), 화학(CO₂ 등) 센서 부착 운용 수중설치 장비의 통신시스템 개발, 시험 운용 레이더와 AIS 기반 선박모니터링 기술향상 및 인공위성 융합기술 연구 양방향 송수신 제어 시스템 개발 및 적용 	
	2015	<ul style="list-style-type: none"> 실해역 해양환경 종합모니터링 실시 레이더/AIS 및 인공위성 융합기술 적용 해수유동/수온/염분 관측 자료의 실시간 이용으로 담수 확장 및 냉수대 출현 등 이상현상 발생시 실시간 모니터링 가능 연안 해양환경에 대한 현실적 대책 방안 제시 	
2 단계	2016 ~ 2020	<ul style="list-style-type: none"> 수중소음관측 해저케이블 제작 울릉도-독도 해저케이블 관측시스템 개발 및 운용 다목적 해양관측 부이 제작 : 해양물리, 생물, 화학 센서 탑재 실시간 레이더와 AIS 기반 실시간 선박모니터링 양방향 송수신 제어 시스템 적용 동해 독도해역 해양주권강화/해양환경 실시간 모니터링 	
3 단계	2021 ~ 2025	<ul style="list-style-type: none"> 수중소음관측 해저케이블 제작 마라도-이어도 해저케이블 관측시스템 개발 및 운용 다목적 해양관측 부이 제작 : 해양물리, 생물, 화학 센서 탑재 실시간 레이더와 AIS 기반 실시간 선박모니터링 양방향 송수신 제어 시스템 적용 남해 이어도해역 해양주권강화/해양환경 실시간 모니터링 	



V

결론

관할해역이란 연안국이 주권, 배타적 관할권을 행사하는, 내수, 영해, 접속수역, 배타적 경제수역 및 대륙붕을 아우르는 해역을 말한다. 관할해역 내에서의 불법 어로 행위, 사전예고 없이 수행되는 수상/수중 해양자원조사 행위, 그리고 해양 오염물질 투기 행위 등은 실시간 감시체계의 운용을 필요로 하며, 불법행위의 조기 탐지로 국가적인 손실을 사전에 차단함으로써 해양영토를 보호해야 한다.

따라서 관할해역의 해양영토 관리 및 실시간 연안환경 감시체계 구축을 위하여 MT-IT 융합 실시간 해양환경관리시스템을 구축한다. 해저관측케이블, 부이, 해양 과학기지, 인공위성 등을 이용하고, 차세대 IT 통신기능을 활용하여 국가관할해역을 3차원 입체적으로 실시간 관측·감시하고 그 정보를 분석·제공하는 통합관리 시스템이다.

MT-IT 융합 실시간 해양환경관리시스템은 수상, 수중과 해저면으로 구분할 수 있다. 먼저, 수상부분은 해양관측부이에 탑재된 Radar & AIS로 주변선박을 식별하여 IT와 융합하여 Iridium 방식으로 연구선 또는 연구소로 실시간 통신모듈로 전송된다. 그리고 통신모듈은 해양관측부이에서 data를 송신하는 단방향 통신뿐만 아니라, 연구선 또는 연구소에서 실시간으로 해양관측부이의 관측기기를 제어할 수 있는 양방향 통신을 구축하여, 실시간으로 변화하는 해양환경을 적시에 관측할 수 있을 것이다. 수중에서는 해양물리 특성 중 음파식해류계(ADCP)를 설치하여 해수유동, 수온염분측정계(CTD)를 설치하여 수온·염분 등을 실시간 관측하며, 해양화학센서 중 형광계(Fluorometer)를 이용한 클로로필(Chl. a) 등 생산량 측정 및 수중생물채집센서를 통하여 생물상 등을 관측하여 종합적 해양환경을 파악한다. 또한, 수중 글라이더를 활용하여 해양환경관리시스템 주변해역에 대하여 다양한 해양환경 정보를 획득할 수 있을 것이다. 그리고 해저면은 해양음향감시 관측케이블을 이용하여 수중이동체, 생물이동(고래류) 및 해양기인 재해 원인신호(태풍, 지진, 해일, 폭발음, 파동 등) 등을 관측하여 실시간으로 해역을 감시할 수 있을 것이다.

이상과 같은 MT-IT 융합 실시간 해양관리시스템 기술을 확보하여 연안의 해양 환경 장기간 모니터링을 통한 실시간 감시로 연안역의 고온, 저염 등과 같은 이상 현상을 파악할 수 있을 것이다. 해양/음향 자료 및 해양환경 자료를 데이터베이스



(DB)화하여 해군 등에 제공하여 국가안보에 활용할 수 있으며, 관할 해역에 대한 해양주권을 확보할 수 있다.

해양/음향 시험평가장(KOAS)을 설치하여 해양환경 실험장에서 실험해역에서 실험하기 전에 시험장으로 활용할 수 있으며, 다양한 연구가 이루어 질 것이다.

관할해역 해양 오염이나 해난사고 발생 시 방제 및 구난을 위한 기본해양환경 자료의 실시간 정보 제공이 가능하며, 향후 해상 보안 및 안전적 측면에서 국가 대응 체계의 기반을 마련하며, 어업자원의 효과적 관리를 통한 지역분쟁 방지에 기여하고, 국가 자산이 한반도 주변 인공위성 영상의 효율적 관리 및 활용으로 실시간 관할해역 감시 체계를 구축할 수 있을 것이다.



부록

전체 및 세부기술 로드맵

- ▣ 표 부록-1. 전체로드맵 (해양과학, D08)
- ▣ 표 부록-2. 기술맵, 항목별로드맵, 기술분류(국가과학 기술표준분류체계) 및 산업기술코드
- ▣ 표 부록-3. 기술맵, 항목별로드맵, 기술분류(국가과학 기술표준분류체계) 및 산업기술코드 계속
- ▣ 표 부록-4. 기술맵, 항목별로드맵, 기술분류(국가과학 기술표준분류체계) 및 산업기술코드 계속
- ▣ 첨 부 1. 국가과학기술표준분류체계('08년 재판)
- ▣ 첨 부 2. 한국표준산업분류(KSIC)



〈표 부록-1〉 전체 로드맵 (해양과학, D08)

단계	1단계(구축사업)			2단계(울릉도-독도 line)			3단계(마라도-이어도 line)						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1. 음향관측 해저관측케이بل 제작	제작	제작	제작	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치
2. 해양관측 부이 제작	제작	제작	제작	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치
3. Radar & AIS 시스템 개발	제작	제작	제작	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치	제작/설치
4. 화학/생물 음향/영상 정보 수집 센서 부착 및 운영	운영	운영	운영	제작/운영	제작/운영	제작/운영	제작/운영	제작/운영	제작/운영	제작/운영	제작/운영	제작/운영	제작/운영
5. 이동형 Radar & AIS 기반 통합 선박모니터링	모니터링	모니터링	모니터링	감시 및 모니터링	감시 및 모니터링	감시 및 모니터링	감시 및 모니터링	감시 및 모니터링	감시 및 모니터링	감시 및 모니터링	감시 및 모니터링	감시 및 모니터링	감시 및 모니터링
6. 양방향 송수신제어시스템 개발	개발	개발	개발	설치/운영	설치/운영	설치/운영	설치/운영	설치/운영	설치/운영	설치/운영	설치/운영	설치/운영	설치/운영
7. 연안 해양환경 모니터링 실시	실시	실시	실시	추정 및 예측	추정 및 예측	추정 및 예측	추정 및 예측	추정 및 예측	추정 및 예측	추정 및 예측	추정 및 예측	추정 및 예측	추정 및 예측
8. 연안 해양환경에 대한 현실적 대 책 방안 제시	제시	제시	제시	관측해역 방안제시	관측해역 방안제시	관측해역 방안제시	관측해역 방안제시	관측해역 방안제시	관측해역 방안제시	관측해역 방안제시	관측해역 방안제시	관측해역 방안제시	관측해역 방안제시
9. 울릉도-독도간 해저관측케이بل 관 측시스템 개발 및 운용	해저관측케이بل 설치 및 운용	해저관측케이بل 설치 및 운용	해저관측케이بل 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용
10. 마라도-이어도간 해저관측케이بل 관측시스템 개발 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용	해저관측케이블 설치 및 운용



〈표 부록-3〉 기술맵, 항목별로드맵, 기술분류(국가과학기술표준분류체계) 및 산업기술코드 계속

로드맵	기술 및 항목	기술 분류	산업 코드	1단계(구축사업)			2단계(유통도·독도 line)			3단계(마라도-이도 line)				
				2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
3	Radar & AIS 시스템 개발	D0904	70129	개발	개발	개발	개발	개발		개발				
3.1	Radar 관측 시스템 개발	O1303	70129	개발	개발	개발	개발	개발		개발				
3.2	AIS 연동 시스템 개발	O1303	70129	개발	개발	개발	개발	개발		개발				
3.3	Radar & AIS 연동 시스템 개발	O1303	70129	개발	개발	개발	개발	개발		개발				
3.4	Radar & AIS 자료 확인	O1302	70129	확인	확인	확인	확인	확인		확인				
4	화학/생물 센서 부착 및 운영	D0904	70111	운영	운영	운영	운영	운영		운영				
4.1	화학 센서 부착	D0802	70111	부착	부착	부착	부착	부착		부착				
4.2	생물 센서 부착	D0803	70111	부착	부착	부착	부착	부착		부착				
4.3	화학/생물 센서 운영	O0901	70111	운영	운영	운영	운영	운영		운영				
4.4	화학/생물 센서 관측 자료 확인	O0901	70111	확인	확인	확인	확인	확인		확인				



[첨부 1] 국가과학기술표준분류체계('08년 재편)

54 | 국가과학기술표준분류체계('08년 재편) 범부처 활용체계 구축

D. 지구과학(지구/대기/해양/천문)

중분류	소분류	중분류	소분류
D01 지질과학	D0101. 광물학 D0102. 암석학 D0103. 광상/자원지질학 D0104. 구조지질학 D0105. 층서/퇴적/화석/지사학 D0106. 화산/제4기지질학 D0107. 응용지질학/지질공학 D0199. 달리 분류되지 않는 지질과학	D09 해양자원	D0805. 고해양학 D0806. 융합해양과학 D0899. 달리 분류되지 않는 해양과학 D0901. 해양광물자원 D0902. 해양수자원 D0903. 해양에너지 D0904. 해양탐사/관측기술 D0999. 달리 분류되지 않는 해양자원
	D02 지구 물리학		D0201. 지열/지구내부물리/지구동력학 D0202. 지진학 D0203. 중력/지자기/측지학 D0204. 지전자기학 D0205. 응용/환경 지구물리학 D0299. 달리 분류되지 않는 지구물리학
D03 지구화학		D0301. 지구연대학 D0302. 지하유체 지구화학 D0303. 환경지구화학 D0399. 달리 분류되지 않는 지구화학	D11 극지과학
D04 대기과학	D0401. 대기 관측/분석기술 D0402. 대기물리 D0403. 대기역학 D0404. 대기화학 D0405. 대기 모델링/예보기술 D0406. 응용환경대기과학 D0407. 고층대기 D0408. 대기질감시 D0499. 달리 분류되지 않은 대기과학	D1101. 빙하학 D1102. 동토학 D1103. 극지환경감시/극지 생지화학 순환 D1104. 극지 광물자원 탐사/수집/활용 D1105. 극지 광물자원 탐사 D1106. 극지 생태계 모니터링 D1107. 극지 해양 D1108. 극지 우주과학 D1109. 극지 저온생물학/적응생리 D1110. 극지 인프라구축 및 활용 D1199. 달리 분류되지 않는 극지과학	
	D05 기상과학	D0501. 기상관측/분석기술 D0502. 기상원격탐사기술 D0503. 기상예보기술 D0504. 기상조절 D0505. 수치예보 D0506. 농업기상 D0507. 해양기상 D0508. 보건기상 D0509. 산업기상 D0510. 항공기상 D0511. 생명기상 D0599. 달리 분류되지 않는 기상과학	D12 천문학
D06 기후학		D0601. 기후시스템 관측/분석기술 D0602. 기후역학 D0603. 기후모델링/예측기술 D0604. 기후변화영향평가/대응기술 D0605. 고기후학 D0606. 응용/환경 기후학 D0607. 자연지리학 D0699. 달리 분류되지 않는 기후학	
	D07 자연재해 분석/ 예측	D0701. 기상재해 분석/예측 D0702. 지진발생 분석/예측 D0703. 산사태발생 분석/예측 D0704. 해양재해발생 분석/예측 D0705. 수재해발생 분석/예측 D0706. 황사 분석/예측 D0707. 태풍재해발생 분석/예측 D0708. 집중호우재해발생 분석/예측 D0709. 폭염재해발생 분석/예측 D0710. 가뭄재해발생 분석/예측 D0711. 한파재해발생 분석/예측 D0799. 달리 분류되지 않는 자연재해 분석/예측	D14 천문우주 관측기술
D08 해양과학		D0801. 물리해양학 D0802. 화학해양학 D0803. 생물해양학 D0804. 지질해양학	
			D9999. 달리 분류되지 않는 지구과학



[첨부 1] 국가과학기술표준분류체계('08년 재편) 계속

L. 정보/통신

중분류	소분류	중분류	소분류
L01 정보이론	L0101. 컴퓨터 이론 L0102. 알고리즘 L0103. 컴파일러 L0104. 프로그래밍 언어/자연어 처리 L0105. 데이터베이스 L0106. 소프트웨어 공학 L0107. 오퍼레이팅 시스템 L0108. 인공지능 L0109. Human Computer Interface L0110. Cloud computing/Grid computing L0111. 실시간 시스템 L0112. 정보검색 L0199. 달리 분류되지 않는 정보이론	L08 홈 네트워크	L0801. 홈네트워크 기기 L0802. 유/무선 홈네트워킹 기술 L0803. 지능형 정보가전 L0804. 홈네트워크 응용/서비스기술 L0899. 달리 분류되지 않는 홈네트워크
		L09 RFID/ USN	L0901. RFID 기술 L0902. USN 기술 L0903. 모바일-RFID L0904. 활용서비스 플랫폼 및 응용 S/W L0905. RFID/USN 서비스 L0999. 달리 분류되지 않는 RFID/USN
L02 소프트 웨어	L0201. 임베디드 S/W L0202. S/W 솔루션 L0203. System Integration L0204. 인터넷 S/W L0299. 달리 분류되지 않는 소프트웨어	L10 U-컴퓨팅	L1001. U-컴퓨팅 플랫폼/응용기술 L1002. 서버기술 L1003. U-컴퓨팅 기기/주변기기 L1099. 달리 분류되지 않는 U-컴퓨팅
L03 정보보호	L0301. 공통 보안기술 L0302. 네트워크 시스템 보안 L0303. 서비스/응용보안 L0304. 산업보안/융합보안 L0399. 달리 분류되지 않는 정보보호	L11 정보통신 모듈/ 부품	L1101. 이동통신 모듈/부품 L1102. 위성/방송 모듈/부품 L1103. 광통신모듈/부품 L1104. 멀티미디어 모듈/부품 L1105. 안테나 모듈/부품 L1199. 달리 분류되지 않는 정보통신 모듈/부품
		L12 ITS/ 텔레 매틱스	L1201. ITS 단말/기기 L1202. 텔레매틱스 단말/기기 L1203. ITS 응용서비스 L1204. 텔레매틱스 응용서비스 L1299. 달리 분류되지 않는 ITS/텔레매틱스
L04 광대역 통합망	L0401. 네트워크 구조설계/운영지원 L0402. 서비스/제어 L0403. 전달망 L0404. 가입자망 L0499. 달리 분류되지 않는 광대역 통합망	L13 재난정보 관리	L1301. 재난정보관리체계 L1302. 재난취약요소 진단 정보관리기술 L1303. 비상재난통신망 구축기술 L1304. 예경보 발령/전달체계 L1305. 재난상황대응 의사결정시스템 L1306. 재난지리정보기술 L1399. 달리 분류되지 않는 재난정보관리
L05 위성/전파	L0501. 위성통신/방송 전송 L0502. 위성통신/방송 단말 L0503. 위성항법 L0504. 위성통신 네트워크 L0505. 탑재체/관제 L0506. EMI/EMC L0507. 전자파기기 L0508. 전자파 진단/방호 L0599. 달리 분류되지 않는 위성/전파		L14 국방정보 통신
		L06 이동통신	
L07 디지털방송	L0701. 디지털방송 서비스 L0702. 디지털방송 매체 L0703. 디지털방송 이동방송 L0704. 디지털방송 통방융합 L0705. 디지털방송 실감방송 L0706. 디지털방송 단말 L0799. 달리 분류되지 않는 디지털방송	L99 기타 정보/통신	L9999. 달리 분류되지 않는 정보/통신



[첨부 1] 국가과학기술표준분류체계('08년 재편) 계속

68 | 국가과학기술표준분류체계('08년 재편) 범부처 활용체계 구축

O. 환경

중분류	소분류	중분류	소분류
001 대기질 관리	00101. 대기오염 방지기술 00102. 미세먼지오염 개선기술 00103. 오존/스모그오염 개선기술 00104. 실내/유해대기오염물질 관리기술 00199. 달리 분류되지 않는 대기질관리	009 환경보건	00901. 환경보건 모니터링기술 00902. 환경독성 평가기술 00903. 노출평가기술 00904. 환경유해물질 관련 건강영향평가 00905. 환경역학 관련기술 00906. 환경보건관리 인프라기술 00907. 기후변화 환경보건 대응기술 00908. 미래환경보건 문제예측/대응기술 00999. 달리 분류되지 않는 환경보건
	002 물관리		00201. 수질오염 방지기술 00202. 정수장 효율향상/고도처리기술 00203. 관망 최적 관리기술 00204. 양질의 상수원수 확보/유지관리기술 00205. 하/폐수 고도처리/핵심요소기술 00206. 친환경 방류수 처리/관리기술 00299. 달리 분류되지 않는 물관리
003 토양/지하수 복원/관리		00301. 사전예방기술 00302. 오염조사기술 00303. 오염정화기술 00304. 사후관리기술 00399. 달리 분류되지 않는 토양/지하수 복원/관리	011 친환경 소재/제품
	004 생태계 복원/관리	00401. 훼손된 자연생태계 복원기술 00402. 생태환경 이용/관리기술 00499. 달리 분류되지 않는 생태계 복원/관리	012 친환경 공정
005 소음/진동 관리		00501. 소음/진동 배출특성 및 음질평가 관리기술 00502. 소음/진동 방지/저감기술 00503. 차음/방진성능 향상기술 00599. 달리 분류되지 않는 소음/진동관리	013 측정분석 장비/장치
	006 해양환경	00601. 해양오염방지기술 00602. 해양환경보전기술 00603. 해양생태계관리기술 00604. 해양위해성평가기술 00605. 기후변화대응기술 00699. 달리 분류되지 않는 해양환경	014 청정생산 /설비
007 폐기물 관리/ 자원순환		00701. 폐기물 감량/관리기술 00702. 폐기물 자원화기술 00703. 유해폐기물 처리/처분기술 00799. 달리 분류되지 않는 폐기물 관리/자원순환	015 작업환경 기술
	008 위해성 평가/ 관리	00801. 위해성 관리/요소기술 00802. 인체 위해성 평가기술 00803. 생태 위해성 평가기술 00899. 달리 분류되지 않는 위해성 평가/관리	099 기타 환경
			09999. 달리 분류되지 않는 환경



[첨부 2] 한국표준산업분류(KSIC⁸⁰⁾)

(중분류) 제조업 → (소분류) 전기장비 제조업 →
(세분류) 절연선 및 케이블 제조업 → (세세분류) 기타 절연선 및 케이블 제조업
(28302)

분류코드	28302 (세세분류)	프린트
분류명	기타 절연선 및 케이블 제조업	
<p>비철금속 등에 절연물질을 피복하여 전기 및 통신용의 절연피복선, 예나멘선, 알루미늄 절연선 또는 절연케이블 및 절연동축케이블을 제조하는 산업활동을 말한다.</p> <p><예 시> 절연금속선 제조 : 절연금속케이블 제조</p> <p><제 외> 비절연 비철금속선 제조(242) 비절연 금속케이블 또는 전기도체용으로 사용할 수 없는 피복케이블 제조(25943) 광섬유케이블 제조(28301) 절연선 및 케이블 절단가공하여 코드세트를 제조(28303)</p>		
색인어	가공절연선제조(금속선), 가공케이블제조(절연금속선 ; 전기 통신용), 고주파전선제조(절연선), 고주파케이블제조(절연금속선 ; 전기 통신용), 국내케이블 제조(절연금속선 ; 전기 통신용), 권선용전선, 권선용절연피복선제조(전기 통신용금속선), 동력용케이블제조(전기 통신용금속선), 동선제조(절연선 ; 전기 통신용), 동전선제조(절연선), 동계권선용전선제조, 동축케이블제조(전기및통신용), 리드선제조(절연선 ; 전기 통신용금속선), 리드와이어제조(절연금속선 ; 전기 통신), 마그네트케이블제조(절연금속선 ; 전기 통신)	

통계청 → 통계분류 홈페이지

(중분류) 연구개발업 → (소분류) 자연과학 및 공학 연구개발업 →
(세분류) 자연과학 연구개발업 → (세세분류) 물리, 화학 및 생물학 연구개발업
(70111)

분류코드	70111 (세세분류)	프린트
분류명	물리, 화학 및 생물학 연구개발업	
<p>물리, 화학 및 생물학분야에 관하여 연구개발을 수행하는 산업활동을 말한다.</p> <p><예 시> 물리화학 연구 : 핵물리 연구 유기화학 연구 : 에너지분자 물리 연구 생화학 연구 : 생태학 연구 미생물학 연구 : 천문학 연구 유기화학 연구 : 발효학 연구 동식물 생리학 연구</p>		
색인어	고분자물리연구, 고에너지물리연구, 고전물리연구, 고체물리연구, 동식물생리학연구, 무기화학연구, 물리연구, 물리연구개발, 물리화학연구, 물성물리연구, 미생물병연구, 미생물연구소, 미생물학연구, 발효연구, 발효학연구	

통계청 → 통계분류 홈페이지

80) KSIC : Korean Standard industrial Classification

http://kostat.go.kr/kssc/stclass/StClassAction.do?method=searchName&classKind=1&catgrp=kssc&catid1=kssc01&catid2=kssc01b



[첨부 2] 한국표준산업분류(KSIC) 계속

(중분류) 제조업 → (소분류) 전기장비 제조업 →
 (세분류) 일차전지 및 축전지 제조업 → (세세분류) 일차전지 제조업(28201)

분류코드	28201 (세세분류)	
분류명	일차전지 제조업	
<p>규모 및 용도를 불문하고 건식 또는 습식 등의 일차전지 및 그 부분품을 제조하는 산업활동을 말한다. 일차전지의 일반적 특성은 재충전성을 가지지 않는다.</p> <p><예 시> 리튬 전지 제조 알칼리 망간 건전지 제조 망간 건전지 제조 수은 전지 제조</p>		
색인어	1차전지제조, 건전지제조, 공기전지제조, 루벤전지제조, 리튬계일차전지제조, 리튬건전지제조, 리튬전지제조(일차전지), 마그네슘건전지제조, 망간건전지제조, 산화수은전지제조, 산화수은계일차전지제조, 산화은전지제조(일차전지), 순전통배터리제조, 수은건전지제조, 수은전지제조	

통계청 → 통계분류 홈페이지

(중분류) 연구개발업 → (소분류) 자연과학 및 공학 연구개발업 →
 (세분류) 공학 연구개발업 → (세세분류) 기타 공학 연구개발업(70129)

분류코드	70129 (세세분류)	
분류명	물리, 화학 및 생물학 연구개발업	
<p>물리, 화학 및 생물학분야에 관하여 연구개발을 수행하는 산업활동을 말한다.</p> <p><예 시> 물리화학 연구 핵물리 연구 유기화학 연구 에너지분자 물리 연구 생화학 연구 생태학 연구 미생물학 연구 천문학 연구 유기화학 연구 발효학 연구 동식물 생리학 연구</p>		
색인어	고분자물리연구, 고에너지물리연구, 고전물리연구, 고체물리연구, 동식물생리학연구, 무기화학연구, 물리연구, 물리연구개발, 물리화학연구, 물성물리연구, 미생물병연구, 미생물연구소, 미생물학연구, 발효연구, 발효학연구	

통계청 → 통계분류 홈페이지



[첨부 2] 한국표준산업분류(KSIC) 계속

(중분류) 통신업 → (소분류) 통신업 →
(세분류) 위성통신업 → (세세분류) 위성통신업(61230)

분류코드	61230 (세세분류)	프린트
분류명	위성통신업	
<p>위성 통신시설을 이용하여 음성, 데이터, 문자, 음성, 영상 및 기타 정보를 송 수신하는 산업활동을 말한다.</p> <p><예 시> 위성전화 서비스 : 위성인터넷 서비스</p> <p><제 외> 인공위성 시스템을 이용한 텔레비전 방송활동(60229)</p>		
색인어	위성통신서비스, 위성전화서비스, 위성호출서비스, 인터넷서비스(위성), 전화서비스(위성)	

통계청 → 통계분류 홈페이지