

2019년도 대외협력기획지원사업

해양 스마트 안전도시 기획연구

- 해양재난안전 지능형모델 구축사업 -

2019. 10

제 출 문

부산과학기술기획평가원장 귀하

본 보고서를 「해양 스마트 안전도시 기획연구: 해양재난안전 지능형모델 구축사업」의 신규사업 기획 최종보고서로 제출합니다.

2019. 10.

주관연구기관명 : 한국해양과학기술원

BISTEP : 이제훈 연구원 기획위원 : 이주아 한국해양과학기술원 선임연구원
(과제책임자)

박성욱 한국해양과학기술원 책임연구원
이문숙 한국해양과학기술원 선임연구원
한택희 한국해양과학기술원 책임연구원
유제선 한국해양과학기술원 책임연구원
권재일 한국해양과학기술원 책임연구원
허기영 한국해양과학기술원 책임연구원
이진학 한국해양과학기술원 책임연구원
김진아 한국해양과학기술원 책임연구원
원덕희 한국해양과학기술원 선임연구원
강정원 한국해양과학기술원 책임연구원
정문수 한국해양대학교 교수
김율성 한국해양대학교 교수
주동일 한국해양대학교 연구원
정은성 서울과학기술대학교 교수
홍성조 충북대학교 교수
김희철 목포대학교 교수
이 훈 신한대학교 교수
김용용 신한대학교 교수
김성국 성균관대학교 선임연구원
박경원 APEC기후센터 선임연구원
박인환 한국건설기술연구원 수석연구원
장운배 경기연구원 선임연구위원
유지현 용인시정연구원 부연구위원

이영민 SH도시연구원 수석연구원
권수미 Lab7 대표
박준현 (주)리얼메이커 대표
배규한 (주)에코디자인센터 대표
이주상 이에스이(주) 연구소장
주종웅 (주)유선엔지니어링건축사사무소 팀장
김형준 (주)이레엔빛 과장
하지덕 해양수산부 부산항북항통합개발추진단 사무관
박광희 부산광역시 스마트시티추진과 주무관

목 차

요 약	01
제 1 장 연구개발 개요	03
제 1 절 사업 개요	03
제 2 절 연구개발 배경 및 필요성	05
제 3 절 연구개발 목표 및 내용	09
제 4 절 연구개발 추진체계 및 전략	12
제 2 장 스마트시티 추진동향 및 사례	15
제 1 절 스마트시티 추진동향	15
1. 국외 정책동향	15
2. 국내 정책동향	19
제 2 절 스마트시티 선진사례	24
1. 국외사례	24
2. 국내 국가시범도시	38
제 3 장 해양 스마트 안전도시 개념 및 도시상	43
제 1 절 해양 스마트 안전도시 개념	43
제 2 절 해양 스마트 안전도시 구성요소 및 도시상	45
제 4 장 해양 자연재난재해 특성 및 주요 방재정책	47
제 1 절 우리나라 자연재난재해 피해특성 및 주요 방재정책	47
1. 우리나라 자연재난재해 피해현황	47
2. 우리나라 주요 방재정책 및 한계	51
제 2 절 부산지역 해양재난재해 피해특성 및 주요 방재정책	54

1. 부산지역 해양재난재해 피해현황	54
2. 부산시 주요 방재정책	57
제 5 장 해양 스마트 안전도시 구축을 위한 기술개발	59
제 1 절 핵심기술개발 목표 및 방향	59
제 2 절 해양 스마트 안전도시 구축을 위한 핵심요소기술 개발	63
1. 해양수산정보 구축 추진현황	63
2. 국내외 기술동향	66
3. 핵심요소기술 개발	81
참 고 문 헌	88
부 록	92

표 목 차

<표 5-1> 국외 재난상황 정보전달시스템	78
<표 5-2> 기술수요조사 종합	87

그림 목 차

[그림 1-1] 우리나라 연안지역 해양재난·재해 발생 가능성	07
[그림 1-2] 연구개발 추진전략 및 추진체계	13
[그림 2-1] 싱가포르 스마트네이션 프로젝트	18
[그림 2-2] 캐나다 벤쿠버 그리니스트 시티 2020 액션플랜	19
[그림 2-3] 우리나라 스마트시티 정책추진 방향	21
[그림 2-4] 우리나라 스마트시티 추진현황	21
[그림 2-5] 네덜란드 암스테르담 스마트시티	24
[그림 2-6] 스페인 바르셀로나 스마트도시	26
[그림 2-7] 핀란드 헬싱키 mySMARTLife 프로젝트	27
[그림 2-8] 핀란드 헬싱키 스마트시티 이니셔티브	28
[그림 2-9] 에스토니아 e-Estonia	31
[그림 2-10] 캐나다 토론토 스마트도시 구상안	32
[그림 2-11] 아랍에미리트 두바이 '10×2.0' 이니셔티브	33
[그림 2-12] 아랍에미리트 아부다비 마스다르 시티	34
[그림 2-13] 일본 도요타시 에코폴타운	35
[그림 2-14] 일본 후지사와 SST	36
[그림 2-15] 중국 항저우 스마트시티 추진계획	37
[그림 2-17] 중국 베이징 식품유통망 스마트기술	38
[그림 2-18] 세종 5-1 생활권 스마트시티 계획과 녹지축 및 모빌리티 체계	40
[그림 2-19] 부산 에코델타 스마트시티 위치 및 공간구상	41
[그림 3-1] '해양도시', '스마트도시', '안전도시' 개념의 융합	43
[그림 3-2] 해양 스마트 안전도시 구성요소	46
[그림 3-3] 해양 스마트 안전도시 개념	46

[그림 4-1] 자연재해로 인한 피해현황(2005~2014년)	49
[그림 4-2] 영종대교 추돌사고 현장	51
[그림 4-3] 서해대교 추돌사고 현장	51
[그림 4-4] 태풍 내습 시 해일침수범람 피해 발생 모식도	55
[그림 4-5] 경남 양산 규모 6.5 지진 때 액상화 현상 시뮬레이션	57
[그림 5-1] 재난안전관리 관련 트렌드 변화	59
[그림 5-2] 해양 스마트 안전도시에서 고려할 안전 위협요소	60
[그림 5-3] 해양 스마트 안전도시 보호대상 시설	61
[그림 5-4] 해양 스마트 안전도시 위협 대응방안	62
[그림 5-5] 해양수산정보 관리체계의 변화모습	64
[그림 5-6] 국가해양관측망 구축현황 및 측정항목	65
[그림 5-7] 해양정보 활용 현황	65
[그림 5-8] NEHRP의 기관별 업무 연계 흐름도	70
[그림 5-9] 일본 삿포로의 지진재해 팸플릿	73
[그림 5-10] 교량 하부의 부식 모니터링 결과 및 가시화.....	74
[그림 5-11] 통합재난정보전달시스템(IPAWS) 개념도	75
[그림 5-12] 미국 NOAA 및 USGS의 GIS 기반 해양정보제공시스템	76
[그림 5-13] GDACS의 태풍 'MITAG' 내습시 경로 및 해일고 예측 서비스	77
[그림 5-14] 재난예방 및 구조에 관여하는 정부기관의 네트워크	78
[그림 5-15] 국립재난안전연구원의 스마트 재난관리 플랫폼 '스마트 빅보드'	79
[그림 5-16] 국립재난안전연구원의 '스마트빅보드'를 이용한 태풍폭염소나기집중호우 등 재난정보 제공	80
[그림 5-17] 부산시 재난상황관리과 '부산 산사태예보시스템'	81
[그림 5-18] 스마트 해양기상재해 관측·예측 기술 개발: 추진전략	83
[그림 5-19] 스마트 해양기상재해 관측·예측 기술 개발: 단계별 기술개발 내용	83
[그림 5-20] 항만 지진피해예측시스템(안)	84
[그림 5-21] 해양 스마트 안전도시를 위한 통합정보 및 의사결정지원 시스템 개발: 추진전략.....	86

유 약



요 약

기후변화에 따른 자연재해 위험성 증가와 함께 연안에서의 피해규모는 점차 커지고 있다. 한편 연안지역은 국가항만, 발전소, 산업단지 및 배후주거지 등이 밀집해 있어 재난시 대규모 및 복합적 피해 발생 가능성이 높은 지역으로 국민적 불안과 관심이 매우 높다. 기후변화, 자원고갈, 금융위기 등 재난재해의 정의가 폭넓어지고 있고, 연안에서의 피해규모 증대, 해양 및 연안지역에서의 이용형태 다양화와 이용수요 증가 등은 해양연안공간에 대한 단편적 접근이 아닌 근본적·지능적·다각적·통합적 관리의 중요성과 필요성을 시사하고 있다.

최근 공간관리 이슈가 사후대응방안에서 사전예측에 의한 선제적 대응체계로 변화하고 있다. 특히 해양은 정지상태가 아니라 계속적인 움직임이 있어 변동성을 가지며 이는 육역과 구별되는 특성으로, 해양 및 연안공간관리를 위해서는 지능정보기술을 기반으로 하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 연안의 도시적 이용밀도가 높게 나타나는 곳을 중심으로 한 해양연안공간관리 모델로, '해양의 특수성으로 인해 특히 취약한 해양재난·재해에의 선제적 대응에 특화되어 기존 스마트도시 구성요소에 해양재난·재해 관련 다양한 혁신기술 요소가 추가결합됨으로써 도시 내 각종 인프라와 사물이 네트워크로 연결되는 형태'인 "해양 스마트 안전도시" 개념을 제안하였다. 또한 "해양 스마트 안전도시" 구축을 위해서는 기 개발된 원천기술을 활용하되 자료수집, 분석·예측, 대응 등의 전체적 과정에서 지역적으로 보다 정확하고 효율적인 서비스가 가능토록 하는 핵심적용기술 개발이 중요하다. 따라서 해양기상재해(태풍, 해일, 해무, 파랑, 조석 등)와 해양지진재해(해양지진, 지진쓰나미)에 대한 상시적 관측과 실시간 자료 확보 및 분석·예측을 위한 지역 맞춤형 기술 개발, 육상기반 스마트 통합 운영센터와의 연계모델 개발, 공공시설물과 주민 등에 사전대비, 안전계획, 긴급대응 등을 지원하는 해양재해 지능형 정보통합지원 시스템 개발 등을 제안하고자 하였다.

4차 산업혁명과 함께 국토·도시를 중심으로 지속가능 성장과 시민 삶의 질 향상을 위한 도시공간계획·관리 개념으로서 지능정보기술 기반의 '스마트시티' 개념이 핵심이슈로 등장하였고, 국내에서도 4차 산업혁명 혁신성장 동력으로 스마트시티를 인식하고 국가의 전략적 측면에서 중점지원 중에 있다. 본 연구에서의 "해양 스마트 안전도시" 모델은 보다 포괄적 개념인 "해양스마트시티"*로 확장시킬 수 있으며, 해양연안공간별 특성 및 주요 현안에 따라 해양환경, 수산자원, 해양생물, 관광산업 등 다양한 분야로의 확대·적용이 가능하다. "해양 스마트 안전도시" 구축을 위한 기술요소 개발을 시작으로 "해양스마트시티" 실현을 위한 국가적 차원에서의 연구개발, 사업 등 장기적·체계적·전략적 접근과 추진이 요구된다. 아울러 지역을 중심으로 한 초년도 시범사업 발굴과 적용가능한 기술요소의 단계적 실증 및 고도화를 통한 성공사례 도출은 지역과 국가 모두의 차원에서 중요하며, 이를 위한 지역의 혁신적인 노력도 함께 이루어져야 함을 강조하고 싶다.

* "해양스마트시티"란, 최첨단 스마트 기술이 적용된 해양연안공간 이용 및 관리를 통해 해양연안공간의 새로운 가치를 창출하고 미래 해양도시 공동체를 실현함으로써 시민들의 삶의 질을 지속가능하게 향상시키는 신개념 모델

해양 스마트 안전도시 기획연구

제1장 | 연구개발 개요

제2장 | 스마트시티 추진동향 및 사례

제3장 | 해양 스마트 안전도시 개념 및 도시상

제4장 | 해양 자연재난재해 특성 및 주요 방재정책

제5장 | 해양 스마트 안전도시 구축을 위한 기술개발

부 록 | 기술수요조사서

제1장 | 연구개발 개요

제1절. 사업 개요

총사업비		9,000억 원 (국비 6,000억, 지방비 1,500억, 민자 1,500억)	사업기간	2021~2025년(5년)
추진 주체	지자체	부산광역시		
	정 부	해양수산부, 국토교통부, 행정안전부, 중소벤처기업부 등		
	기 관	한국해양과학기술원, APEC기후센터, 부산테크노파크 등		
사업목표		<p>□ 해양(연안)공간에서 특히 요구되는 재난·재해 대응 계획·기술을 스마트도시와 접목하고 해양수도 부산에 시범적용 함으로써 해양스마트도시 표준모델 개발 및 세계적인 스마트시티 선도국으로 도약할 수 있는 우리나라 새로운 도시모델 발굴</p> <p>□ 해양기인 자연재해에 대한 사전대비 및 효율적 대응을 통해 시민의 안전 확보는 물론이고 시민체감이 높은 미래 혁신기술의 실용화·상용화로 해양신산업 창출</p>		
추진체계 및 추진전략		<p>□ (기술요소개발) 해양재난안전 지능형모델 구축사업을 통한 해양 스마트 안전도시 실현을 위해 해양공간을 다루는 해양수산부와 육역 중심의 국토교통부, 안전과 관련한 행정안전부 등 범부처 사업으로 추진하며, 기후환경 변화와 관련해서는 APEC기후센터와의 협력적 연구 수행</p> <p>□ (테스트베드) 부산시와 해양수산부(부산항북항통합개발추진단)를 중심으로 적용가능한 기술요소 발굴 및 실증기반 마련과 중·장기적 해양 스마트 안전도시 사업 추진을 위한 시범사업 발굴 및 정책개발 추진, 해양무인체 등 신기술 적용에 필요한 제도정비를 위해 중소벤처기업부의 지원 확보 추진 등</p>		
주요 내용		<p>□ 해양 스마트 안전도시 지능형 모델 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해양재난·재해 발생 및 피해특성 연구와 예방 서비스 시나리오 개발 - 해양재난안전 시나리오별 적용 계획 및 기술요소 도출과 지능형 해양안전도시 계획모델 구상 <p>□ 해양재난·재해에 강한 맞춤형 기술요소 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해양기인 안전위협 요소(지진, 태풍, 해일, 해무 등)와 위협발생 시 보호되어야 할 대상(기초인프라, 교통, 통신 등), 그리고 자연재해 발생 전·중·후 단계에 따라 다루어지는 사전대비, 안전계획, 긴급대응, 사후대책·관리 등 내용별로 도출 - (세부적용기술 개발) 지역 내 해양기상재해(태풍, 해일, 해무, 파랑, 조석 등)와 해양지진재해(해양지진, 지진쓰나미) 등에 대한 상시관측 및 실시간자료 확보, 분석·예측의 세부적용기술 개발과 육상기반 스마트 통합운용센터와의 연계모델 개발 <p>* '해양 스마트 안전도시' 구축을 위해서는 기 개발된 원천기술을 활용하되 자료수집, 분석·예측, 대응 등의 전체적 과정에서 지역적으로 보다 정확하고 효율적인 서비스가 가능토록 하는 핵심적용기술 개발이 중요</p> <ul style="list-style-type: none"> - (의사결정지원체계 구축) 지자체, 주민(주거, 상업·업무, 도로·교통), 연안공공시설물(항만, 공항, 교량 등)과 선박 등에 사전대비, 안전계획, 긴급대응 등을 지원하는 해양재해 지능형 정보통합·지원 시스템 개발 		

	<p>□적용가능한 기술요소의 단계적 실증 및 고도화 사업</p> <ul style="list-style-type: none"> - 초년도 시범사업 발굴 및 중·장기적 전략마련을 위한 해양스마트도시 재난안전관리 기본계획(가칭) 수립 - 해양무인체 운용시스템 실증 및 고도화사업 기획: 해양무인체 자율주행 설계, 해양무인체 기반 통신망 구축 및 규제특례 발굴, 해양무인체 자율운항 R&D 실증센터 및 테스트베드 구축, 해양 스마트빅보드 도입
<p>기대효과</p>	<p>□(기술적 측면) 해양 스마트 안전도시 건설을 위해 접목될 수 있는 핵심기술 및 민간참여 기술의 개발과 육성을 통해 4차 산업혁명의 미래 선도기술 개발 및 확산에 기여</p> <p>* 지능형 해양무인자율운항 시스템의 탑재체, 활용기술 등은 국제적 수준의 기술을 선도하며, 특히 지능형 해양무인자율운항체의 경우 선진국에서도 초기단계의 기술수준으로 실용화 사례가 없음. 따라서 동 기술의 선점은 과학, 산업, 군사적 측면에서 파급효과 클 것으로 예상</p> <p>□(산업적 측면) '해양' 공간적 여건과 '도시' 공간적 특성이 결합된 해양 스마트 안전도시 건설을 위한 계획 및 기술요소 개발은 기초인프라 및 융·복합/융용기술의 실용화와 신산업 창출을 통한 지역기반 신산업 성장기반 마련은 물론이고 해외 건설시장 진출 기회 확대에 기여</p> <p>□(지역적 측면) 해양 스마트 안전도시 건설을 위한 단계적·체계적 접근으로 해양도시 부산의 정책목표인 '해양스마트시티'의 성공적 실현 가능성을 제고하며, 가치있는 해양(연안)공간에서의 안정성 등은 시민체감이 높은 미래 혁신기술의 실용화·상용화로 대정부 신뢰도 제고에 기여</p>



제2절. 연구개발 배경 및 필요성

■ 기후변화에 따른 자연재해 증가와 도시의 연안 집중화에 따른 대규모 재난 가능성 증가로 시민들의 안전 확보가 현안으로 부상¹⁾

○ 기후변화에 따른 자연재해의 위험성 증가와 급격한 도시화에 따른 도시공간 취약성 증가, 자연, 사회·경제적 여건 변화 등으로 인한 해양도시의 대규모 재난 가능성 증가와 도시민들의 불안감 가중

– 연안에서의 자연재해 위협은 전 지구적 이슈이며, 피해규모도 점차 커짐

* 최근 인도네시아 팔루의 지진해일(18.9)에 의해 약 3,500명의 사망·실종 인명피해 발생

– 연안지역의 경우 국가항만, 발전소, 산업단지 및 배후주거지 등이 밀집해 있어 재난시 대규모 및 복합적 피해가 예상되며, 자연재해에 대한 국민적 불안과 관심도 크게 증대

* 우리나라의 경우, 일본 북부에서 규모 7.0의 강진 발생시 2시간 내 동해안의 지진해일 발생 가능



우리나라 연안지역 복합재난 현황

2016년 태풍 차바: 폭우 및 만조위에 의한 하천범람 및 해일 침수범람

피해지역:	피해양상:
- 울산	- 태화강 일대
- 제주	- 용담1동 복새천 일대
- 부산	- 해운대구 마린시티, 송도해수욕장 해안도로
- 창원	- 진해구 응원동 일대, 마산 합포구 일대
	- (해일+하천) 침수범람
	- 하천 침수범람
	- (해일+월파) 침수범람
	- (해일+내수) 침수범람

2017년 슈퍼문(백중사리): 저지대 침수범람 및 역류

피해지역:	피해양상:
- 인천, 보령, 장항	- 소래포구, 오천항, 어선물양장 등
- 영광, 목포	- 법성포 구시미마을, 용해동 등
- 통영, 창원	- 동호안수협공판장, 마산항해운동 등
- 제주	- 우도 천진항, 오조포구
	- 범람+역류
	- 역류
	- 범람
	- 범람+역류

1) 해양 스마트 안전도시 건설을 위한 도시 인프라 및 공간모델 개발 연구(한국해양과학기술원, 2019.05.) 일부내용 발췌 및 재정리

- 우리나라를 비롯한 많은 국가들에서 연안을 중심으로 한 도시적 이용밀도가 증가하고 있어 해양의 특성을 고려한 방재대책 마련이 중요
- 최근 러시아 선박의 광안대교 충돌사고('19.1) 발생으로 해양안전 감시체계 측면에서의 대안마련도 시급

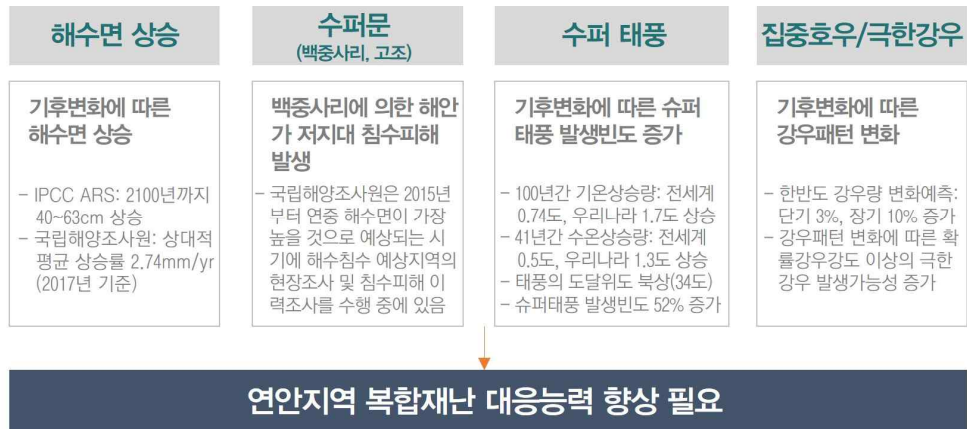
○ 해수면 상승, 이상과랑 증가 등 연안지역의 재난 위험요인 증가로 인해 기존 재난 안전관리 체계의 한계가 드러남

- 태풍 '매미'로 인한 부산 해안가 침수피해('03.9)와 최근 태풍 '차바'로 인한 부산 마린시티 침수피해('16.9)와 같이 특히 태풍, 해일 등 자연재해로부터 취약한 연안도시에서 도시복원 관련 인프라 미비



○ 기후변화, 자원고갈, 금융위기 등 재난재해의 정의가 폭넓어짐에 따라 다각적, 중장기적 위협요인에 단편적 위기 대응이 아닌 근본적 해결책 제시가 필요

- 2000년대 이후 재난·재해의 발생 빈도가 더욱 잦아지고 그 강도도 점점 거세지고 있는 추세
- 재난재해로 인해 발생한 전 세계적 피해액은 2016년 기준 약 2,100억 USD(약 225조 원)에 이르는 것으로 추산되며, 이 중 아시아와 태평양 지역에서 발생한 자연재해가 약 55% 이상을 차지(김영선, 2019)
 - 자연재해 유형별로는 홍수에 따른 피해액이 650억 USD(약 66조원)로 가장 높았으며, 지진, 악천후, 가뭄 등이 그 뒤를 이음
- 우리나라의 경우 자연재해로 인한 경제적 손실이 2016년 기준 약 2천 8백억원에 이르는 것으로 추산(김영선, 2019)
 - 발생 빈도로는 호우(12회), 대설(3회), 태풍(2회), 지진(1회) 순



〈그림 1-1〉 우리나라 연안지역 해양재난재해 발생 가능성

■ 육상 중심의 스마트시티는 국토부를 중심으로 기술개발 및 사업추진 등 다각적 노력이 이루어지고 있으며, 이와 함께 해양 중심의 관련기술 개발을 통한 연계 노력이 필요한 상황

○ 도시인구 비율이 높은 유럽 등 선진국의 경우 도시 노후화 및 기후변화에 대응할 수 있는 지속가능한 도시모델로 스마트시티를 이미 채택하였고, 이를 위한 다방면의 노력 중

- 도시인구 증가는 전 세계적 현상으로 이로 인해 발생이 예상되는 다양한 도시문제 해결과 함께 도시 노후화 및 기후변화에 대응할 수 있는 지속가능한 새로운 도시모델의 필요성이 증대

* UN의 세계 인구전망 보고서(2014)에 따르면, 현재 약 39억 명의 도시 인구가 2050년에는 약 63억 명으로 증가하게 될 것이며, 선진국의 경우 전체인구의 약 86%, 개발도상국의 경우 약 64%가 도시에 거주하게 될 것으로 예상

○ 현재 우리나라 스마트시티는 육상 중심의 교통, 에너지, 환경, 범죄예방, 재난안전 등에 초점을 맞춘 도시모델을 구상 중

■ 우리나라도 기존 개별 주체 또는 기술단위 대신 중앙부처, 지자체, 기업, 시민을 아우르는 국가적 차원의 전략 마련과 함께 세계시장에서 경쟁력을 갖출 수 있는 스마트시티 성공사례 도출을 위한 혁신적인 노력이 필요

○ 해양 및 도시분야 전문가, 정부 및 지자체, 관련 기술 사업체 등의 긴밀한 조합에 의해 인간의 Smart Digital Life와 미래 재난재해의 예측대응이 가능한 해양도시 계획 및 기술요소 개발 필요

- 특히 연안은 다양한 환경, 생태, 자원적 요소가 존재하며, 산업입지에 유리하고 레저·관광을 위한 거점이자 매력적인 거주지로 다방면의 편익을 제공하는 가치있는 공간
 - 그러나 해양의 특수성으로 인해 연안지역은 특히 자연재해(태풍, 해일 등)에 취약해 이로부터 해양국토를 보전하고 인명 및 재산을 보호하는 것이 중요한 문제
 - 따라서 인간의 또 다른 삶의 터전인 해양공간에 대해 미래 재해를 예측하고 이에 대응할 수 있는 '해양 스마트 안전도시' 모델 유형 개발이 시급하며, 연안지역(도시) 특성과 여건에 맞는 계획기법 및 기술요소, 설계기술 개발이 요구됨
- 지자체 중심의 시범사업 발굴·추진과 함께 최소 10년 이상의 장기적·체계적 전략으로 국가적 차원에서의 접근과 추진이 필요

제3절. 연구개발 목표 및 내용

1. 연구개발 목표

■ 최종 목표

해양(연안)공간에서 특히 요구되는 재난·재해 대응 계획·기술을 스마트도시와 접목하고 해양수도 부산에 시범적용 함으로써 해양스마트도시 표준모델 개발 및 세계적인 스마트시티 선도국으로 도약할 수 있는 우리나라 새로운 도시모델 발굴

■ 세부 목표

- 우리나라 연안의 지역별 기초정보 구축 및 체계화를 통해 해양도시의 가치를 높이는 지능형 해양 스마트 안전도시 모델 개발
 - Massive IoT 기반 지능형 수집체계 구축, 재난안전정보 전파 등 해양기후(태풍/해무/etc.) 예측 및 대응을 위한 과학적 조사자료의 축적 및 체계적 활용·운용 기반 마련
 - 해양도시 재난안전 관리 데이터 표준화 및 수집·연계·통합 DB구축, 분석·예측 시스템 개발
 - 발생가능한 다양한 해양재난·재해를 파악-예측-전파 가능하며 재난·재해 발생시 강한 복원력을 갖는 지능형 해양안전도시 모델 및 기반체계(인프라+플랫폼) 개발
- 에너지/교통/행정/관광/건강/복지/범죄/재해 등의 세부요소를 기반으로 하는 스마트도시에 해양재난·재해 관련 요소 접목을 통한 지능형 해양 스마트 안전도시 기술요소 아이템 발굴
 - 해양재난안전 시나리오 개발을 통한 적용 기술요소 도출 및 해양안전도시 맞춤형 지능형 기술 개발
 - 물 순환성 향상 등 그린인프라, 침수대비 저류시설, 방재시설 등 해양의 특성을 반영하고 특히 재난·재해에 강한 계획 및 핵심 기술요소 개발
- 우리나라 대표 해양도시 부산을 중심으로 적용가능한 기술요소의 단계적 실증 및 고도화 전략을 통해 중·장기적으로 해양스마트도시 표준모델 개발 실현
 - 초년도 시범사업 발굴 및 실증기반 마련
 - 기술 고도화 및 추가 기술요소 개발을 통한 해양스마트도시 표준모델 개발

2. 연구개발 주요내용

■ 과학적 조사자료와 정보통신기술의 신기술 적용이 전제된 지속가능한 지능형 해양스마트 안전도시 모델 발굴을 위해 용어개념 정립 및 지능형 정보시스템 기반 관련 기초적 틀 연구

- 해양기인 자연재난·재해에의 선제적 대응에 특화된 '해양 스마트 안전도시' 개념 정립 및 기본방향 정립
- 미래 해양재난·재해를 예측할 수 있는 지능형 정보시스템 구축기반 마련
 - 해양 및 연안지역 관련 기존 과학적 조사자료의 활용 가능성 및 고도화작업 필요성 검토
 - AI기반 해양재난·재해 사전 예측기법 개발수준 검토
 - 재난안전정보의 체계적 수집·저장과 연계·통합, 분석이 가능한 표준화 기반체계 수준 검토

■ 우리나라 연안지역의 특성과 여건에 맞는 해양 스마트 안전도시 지능형 모델 개발

- 지능형 해양안전도시 계획모델 구상
- 해양재난·재해 발생을 사전에 지능적으로 파악-예측-전파하고 대응하는 해양스마트도시 인프라 구축 모델 및 플랫폼 개발
- 해양영토의 안전한 이용기반 구축을 위해 해양재난·재해 피해저감 예측기술 개발과 해양공간 이용 및 관리 관련 기술개발의 연계방안 마련

■ 연안지역에서 빈번하게 발생하는 침수, 풍랑, 태풍 등 해양재난·재해에 강한 맞춤형 기술요소 개발

- 지역특성을 반영한 맞춤형 계획 및 기술요소 개발을 위한 우리나라 연안도시 특성 연구
- 우리나라 연안지역에서의 해양재난·재해 발생 및 피해특성 분석 & 재난안전 예방 서비스 시나리오 개발
- 해양재난안전 시나리오별 적용 계획 및 기술요소 도출
- 핵심기술 개발수준 점검과 도입·적용 가능성 검토
 - 스핀지시티 개념과 스마트 물순환시스템 구축 및 스마트 그리드형 복합플랜트 건설기술, 최첨단 방재기술 등 기술수준 점검과 도입·적용 가능성 검토

■ 적용가능한 기술요소의 단계적 실증 및 고도화 전략 마련

- 초년도 시범사업 발굴 및 중장기적 전략 마련을 위한 해양스마트도시 재난안전관리 기본계획 수립
- 해양 스마트 안전도시 구축을 위한 초년도 시범사업의 일환으로 해양무인체 운용 시스템 실증 및 고도화 사업 기획
 - 해양무인체 자율주행 설계
 - 해양무인체 기반 통신망 구축 및 규제특례 발굴
 - 사업추진을 위한 실증사례 및 규제 샌드박스 등
 - 해양무인체 자율운항 R&D실증센터 및 테스트베드 구축
 - 해양 스마트빅보드 도입
 - ※ 해양 스마트빅보드란, 해양재난재해의 종합적 상황판단 및 신속정확한 의사결정 지원을 위한 실시간 정보제공 시스템
 - 재난대응 해양무인체 기술 및 운용시스템 고도화 전략

제4절. 연구개발 추진체계 및 전략

■ 한국해양과학기술원과 한국해양대학교, APEC기후센터 외에도 선제적 계획기술요소 개발의 국토(도시)계획 관련 전문기관과의 연계협력으로 지능형 해양 스마트 안전도시 표준모델 발굴 및 핵심기술요소 개발을 위한 시너지 효과 도모

- 기후·환경 변화와 4차 산업혁명 등 미래변화에 대응하고 해양(연안)공간의 계획적 이용·관리 기술을 개발한다는 점에서, 해양(연안)공간/환경·기후/재난·재해/공학 등 해양특성 관련 선도적 연구 및 교육이 이루어지고 있는 한국해양과학기술원과 한국해양대학교, 이상기후 감시·예측의 중추적 역할을 수행하는 APEC기후센터, 국토(도시)계획 관련 전문기관 등과의 협력적 연구 수행
- 향후 해양스마트도시가 조성되고 본격적으로 운영될 경우 전문인력 양성 및 시민교육 등에 역할

■ 지자체(부산시)와 중앙정부(해양수산부) 간 연계협력을 통한 실증사업 추진 및 고도화 전략 마련과 해양스마트도시의 중·장기적 사업추진 및 국내·외적 확산이라는 성과목표 달성

- 단기적으로는 해양 스마트 안전도시 구축을 위한 관련 기술수준 검토와 도입·적용 가능성 타진을 위한 초기 시범사업 발굴·추진
 - 해양 스마트 안전도시 실현을 위한 초기 적용기술로 해양무인체를 검토
 - 지능형 해양스마트도시 건설 관련 기술수준 및 도입·적용 가능성 점검을 위해 지역(부산시)을 중심으로 해양무인체 자율운항 R&D실증센터(가칭) 및 테스트베드 구축, 이와 연계한 해양지능정보통합센터(가칭) 운영 등 제안

■ 연구·교육기관과 공공(지자체+중앙정부)의 연계협력으로 지능형 해양 스마트 안전도시 실현을 위한 관련 정책 개발 및 법·제도적 개선방안 강구

- 연구기관으로는 한국해양과학기술원, APEC기후센터 외에도 한국건설기술연구원, 경기연구원, 용인시정연구원, SH도시연구원 등이 참여
- 교육기관으로는 한국해양대학교 외 서울과학기술대학교, 충북대학교, 목포대학교, 신한대학교 등
- 공공기관으로는 부산시(스마트시티추진과)와 해양수산부(부산항북항통합개발추진단) 중심

■ 민간기업과의 연계협력을 통한 기술 상용화 및 산업화, 비즈니스 모델 구축 등 실행력을 담보한 다각적 검토

- 관련기업은 부산지역 내 Lab7, (주)리얼메이커, (주)에코디자인센터 외에도 이에스이(주), (주)유선엔지니어링건축사사무소, (주)이레엔빛 등



〈그림 1-2〉 연구개발 추진전략 및 추진체계

■ '해양 & 국토(도시) 전문가'와 '산-학-민-관 관계자'로 구성된 기획연구회를 정기적으로 운영하되, 기획연구 목표 및 주요내용에 따라 2개 분과로 구분·운영함으로써 연구 개발의 합리성 및 효율성 제고

- 기획연구회는 선제적 계획·기술요소 개발의 국토(도시) 계획 관련 전문가와 해양 관련 전문가, 스마트도시 관련 선도적 정책 및 시범사업 등 추진 중에 있는 관계자, 해양ICT 융합기술/콘텐츠 개발자 등으로 구성
- 기획연구회 운영은 사업기획 목표 및 주요내용에 따라 '핵심기술요소 개발을 위한 제1분과'와 '시범사업 발굴 및 정책개발을 위한 제2분과'로 구분하여 탄력적으로 운영
 - (제1분과) 지능형 해양스마트도시 모델 및 핵심기술요소 개발을 위한 중·장기적 추진전략과 함께 세부과제 발굴 등
 - (제2분과) 부산지역에 적용가능한 초기 시범사업 발굴 및 정책개발 등

제2장 | 스마트시티 추진동향 및 사례

제1절. 스마트시티 추진동향²⁾

1. 국외 정책동향

■ 미 국

- 2014년까지 스마트시티 관련 시장 점유율 15%를 목표로 2010년 스마트그리드 기술개발에 총 34억 달러를 투자
- '15.9월, 'Smart Cities Initiative'를 선언, 총 1.6달러 규모의 스마트시티 연구개발 계획 발표
 - 'Smart Cities Initiative': 기후변화 대응, 교통혼잡 감소, 범죄 대응, 경제성장 촉진 등에 초점을 맞춘 정책
- 미국 교통국(USDOT: U.S. Department of Transportation)이 주관하여 스마트 시티 개발 프로젝트의 일환인 'Smart City Challenge' 추진
 - 'Smart City Challenge'는 기반시설 중 교통체계 개선안을 중심으로 참가 도시들의 다양한 아이디어 경쟁을 통해 우수 도시에게는 스마트시티 프로젝트를 위한 예산을 지원해 주는 사업
 - 콜럼버스는 2016년 Smart City Challenge에서 77개 도시들과 경쟁, 총 2라운드를 거쳐 최종 주승 도시로 선정되었으며, USDOT로부터 4천만 달러, Vulcan Inc.로부터 1천만 달러를 지원받았음

■ 중 국

- 도시화 가속과 이에 따른 에너지 부족문제 해결이 목표
- 지방정부가 개별적으로 추진해오던 스마트시티를 2013년부터 중앙정부가 직접 관리 시작
- 중앙정부(국가발전개혁위원회, 住建部 등) 주도로 '20년까지 1차적으로 전국 500개 스마트시티 건설을 위해 총 1조 위안(약 182조 원)을 투자

2) 해양 스마트 안전도시 건설을 위한 도시 인프라 및 공간모델 개발 연구(한국해양과학기술원, 2019.05.) 일부내용 발췌 및 재정리

■ 일 본

- 에너지 이용 효율화, 지역개발 활성화, 글로벌 경쟁력 강화가 목표
- 지자체별로 스마트시티 추진계획을 마련하고, 정부는 에너지 분야를 중심으로 스마트시티 실증사업에 5년간(2010~2014) 총 8.4억 달러의 예산 투입
 - '11년 동일본 대지진과 후쿠오카 원전사고로 전력 수급에 대한 우려가 커지면서, 에너지 관리 시스템을 적용한 스마트시티 모델을 추진

■ EU

- 유럽의 노후된 도시들의 경쟁력 제고, 경기 활성화 도모, 지속적인 도시환경 개선이 목표
- European Commission(EU, 유럽집행위원회)가 에너지와 교통에 주안점을 둔 스마트시티 도입 촉진 정책을 총괄
- 에너지 효율 증대 및 에너지 사용량 감소를 위한 'European Commission SET-Plan' 이니셔티브를 진행하여 지속적인 성장 도모

■ 인 도

- '15년 20개 1차 대상도시를 선정하였고, 도로와 통신망 등의 인프라 구축이 목표
 - 현재 인도는 스마트시티 국가개발 로드맵 구상 중에 있으며, 구도시형(Brown Field)과 신도시형(Green Field)으로 구분하여 추진
 - 신도시형은 2009년부터 준비해 온 신도시 개발계획과 연계하여 추진하며 10~30년 정도의 기간이 소요될 것으로 예상
 - 구도시형은 2015년 100개 도시를 선정하고, 1차적으로 20개 도시에 대한 도로와 통신망 등의 인프라를 구축, 나머지 80개 도시는 2016년 이후 2차에 걸쳐 40개씩 추진할 계획으로 1~5년 정도가 소요될 것으로 예상
- 중앙정부의 예산 외 지방정부 예산, 민간과 해외투자 유치를 통해 사업진행 계획
- 이전 사업들이 중앙정부 주도로 진행되었으나 부진했던 경험을 토대로 현 인도 정부의 스마트시티 사업은 지방정부 주도로 진행될 예정
 - 중앙정부: 가이드라인 제시, 사업자금 지원
 - 지방정부: 프로젝트 진행과 감독, 중앙정부의 가이드라인 준수

※ 인도 스마트시티 프로젝트 현황

- 코치 스마트시티 프로젝트: Kochi 지역의 부지에 사무용 빌딩과 주택단지, 엔터테인먼트 건물, 학교 등을 건립하고 IT파크 조성을 통해 IT 경제구역 조성
- 구지라트 국제금융기술도시: 110여 개의 신규 빌딩 건립 및 도로, 교통, 통신, 전력, 수도 등 인프라 구축
- 나비-뭄바이 와이파이시티: 186km에 달하는 광학섬유 전선을 나비-뭄바이 전역에 설치하고 약 200개의 안테나 설치를 통해 유무선 인터넷망으로 도시 전체를 연결. 중앙 데이터통제센터에서 수도공급, 신호등 제어, 하수처리 시설 등을 운영
- 난데드-와갈라 스마트시티: 무선고속 데이터통신망으로 도시 전체를 연결하고, 교육, 건강, 도시관리운영, 재난방재관리, 인터넷 사용 등의 부가가치 서비스를 제공하여 도시 통제의 효율성을 높이고 삶의 질을 높임

■ 영 국

- IoT 솔루션을 활용하여 교통, 의료, 에너지 등 분야 서비스 강화가 목표
- 정부부문 400만 파운드 IoT 투자정책의 일환으로 2015년 9월 영국의 IoT 역량 확대를 위한 「IoTUK 프로젝트」 추진
- 2007년 본격적인 사업추진에 앞서 국가기술전략위원회(TSB)를 설치하였으며, 2012년에는 스마트시티 프로젝트에 대한 자치단체 제안서 공모

■ 싱가포르

- '강화된 이동성', '더 나은 가정과 환경', '개선된 공공서비스', '건강과 웰-에이징', '경쟁력 있는 경제'의 다섯 가지 분야에 초점을 맞추고 있음
- 싱가포르 인포컴 미디어 2025 프로젝트를 추진하고, 스마트네이션 프로젝트의 중심이 되는 기반시설, 플랫폼, 어플리케이션 구축에 중추적 역할을 하는 스마트국가 플랫폼 구성

※ 스마트네이션 프로젝트 분야 및 내용

- 주 거: 싱가포르의 공공주택을 스마트시티 테스트베드로 활용하고 에너지, 물 관리, 쓰레기 처리 등 적용
- 건 강: 싱가포르의 노년층 증가에 대비하여 센서 등을 활용하는 모니터링으로 특이사항 발생시 대처
- 교 통: 교통정보 수집, 교통신호 제어, 스마트 파킹, 차량 소유 및 사용·관리 등을 추진 중이며, 최근 자율주행을 활용하는 대중교통 시스템 실험 중
- 리빙랩: Smarter World라는 컨셉으로 제도적 규제 등을 완화하여 스마트시티 관련 서비스들을 테스트 및 상품화하는 리빙랩 사업을 추진
- 데이터개방: Trust and Transparency 컨셉으로 개인정보보호를 염두에 두고 동시에 IoT를 통한 새로운 정보와 기존 공공정보의 공유 및 활용 강조, 투명한 정부 실현



〈그림 2-1〉 싱가포르 스마트네이션 프로젝트: 에너지, 친환경

■ 캐나다

- 정부를 중심으로 스마트시티 챌린지를 통해 각 지자체별로 스마트시티 제안서를 받고 우승지역에 대해 5천만 달러의 스마트시티 개발 지원금을 지원
 - 대회의 절차 등은 미국의 스마트시티 챌린지와 유사함
 - 2018년 4월 제안서를 받고 2018년 여름 후보지를 발표한 후 2019년 상반기에 우승지역 발표

※ 캐나다 밴쿠버

- 캐나다 밴쿠버는 그리니스트 시티 2020 액션플랜(GCAP: Greenest City 2020 Action Plan)을 통해 밴쿠버를 지속가능하고 생태보존적인 스마트시티로 구현하는 것이 목표
 - 2011년 계획수립 이후 Food Scrap Collection Program, 농산물 시장 및 가든 증가, 3,200개의 녹지 관련 일자리 창출을 포함한 약 80%의 액션을 실행 완료
 - GCAP 목표는 다음과 같으며, '20, '40 단계별로 상이함
 - 그린빌딩: 탄소배출 중립을 위한 운영시스템 도입
 - 기후와 재생가능성: 화석연료 의존성 감소, 에너지 재사용
 - 녹색교통: 대중교통을 주요 이동수단으로 함(도보 및 자전거)
 - 쓰레기제로: '08년 대비 고체 쓰레기 50% 감소
 - 자연접근성: 15만 그루의 나무 심기, 공원 및 그린웨이 접근 가능성 증대
 - 깨끗한물: 세계에서 가장 깨끗한 음용수 공급
 - 로컬푸드: 지역 식품 시스템의 국제적 표준화
 - 깨끗한공기: 숨 쉴 수 있는 깨끗한 공기
 - 녹색경제: 녹색일자리 창출('11년 대비 녹색화 사업과 관련된 기업이 두 배 이상 증가)
 - 생태발자국감소: 탄소배출, 식품소비 등 생태발자국 감소 추진



〈그림 2-2〉 캐나다 밴쿠버 그리니스트 시티 2020 액션플랜: 에너지, 친환경

2. 국내 정책동향

■ 국내 스마트시티 추진현황 및 정책추진 방향

- '00년대 우수한 정보통신 기술과 신도시를 접목한 U-City 사업을 통해 스마트시티 선도국으로 각광받았으나, 이후 발전 없이 정체
 - 우수한 ICT를 신도시 개발과 접목해 공공인프라를 확대한 성과는 있으나, 공공(LH) 주도의 일방향적 접근으로 민간 사업모델 발굴, 지속가능성 등에 한계
 - '03년 판교, 송도, 동탄 등을 중심으로 신도시 건설 열풍과 함께 스마트시티 프로젝트를 시작, 이후 '06.12월 정보통신부가 U-City 서비스 표준모델 개발과 'U-City 구축활성화기본계획'을 발표
 - '09.11월 국토해양부는 '제1차 유비쿼터스 도시종합계획(2009~2013)'과 '제2차 유비쿼터스 도시종합계획(2014~2018)'을 발표
 - * 제1차 계획은 U-City 태동 및 성장단계로 공공중심의 제도마련, 핵심기술 및 서비스 개발, 산업육성 지원 등 전반적인 기반조성 위주의 내용
 - * 제2차 계획은 본격적인 U-City 확산과 ICT, 건설산업 중심의 해외시장 진출을 위한 선순환 동반성장구조 확립에 집중
 - * U-City 시범사업 추진으로 '09~'13년 동안 15개 지자체에 231억 원 국비 지원
 - 신도시 내 U-City 사업시 건설 관련 인프라 구축 중심으로 추진되어, 참여 업체의 규모가 영세하고 산업 확장의 역량 부족
 - * LH가 발주하는 통합운영센터 건설 및 S/W 보급을 위한 소규모 업체가 다수였으며, 대기업은 준공 후 통신 등 일부 서비스 보급에만 제한적으로 참여

- 5G, 사물인터넷(IoT), 모바일 관련 세계 최고수준의 ICT기술을 보유하고 있음에도 불구하고, 도시접목 사례는 미흡
- 개별 주체, 기술단위의 좁은 시각에서 접근해 중앙부처·지자체·기업·시민을 아우르는 일관된 추진체계나 국가차원 전략 부재

○ 국내에서도 4차 산업혁명 혁신성장 동력으로 스마트시티를 인식하고 국가의 전략적 측면으로 중점 지원

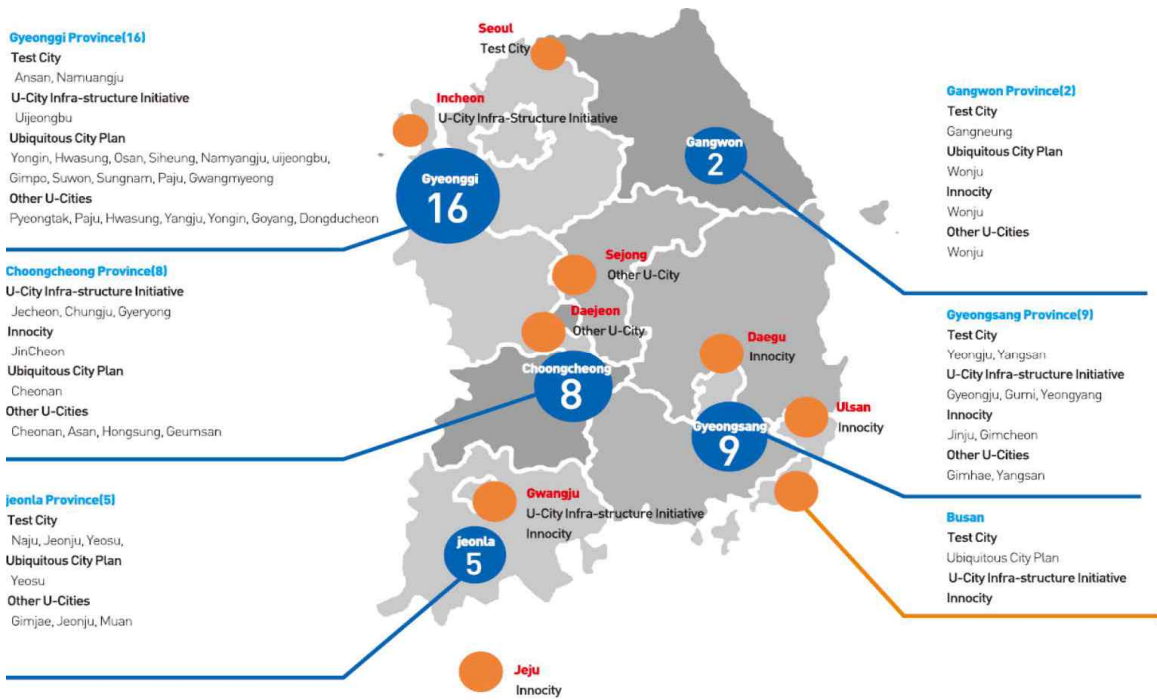
- 4차 산업혁명위원회 산하 '스마트시티 특별위원회'를 구성('17.11월)하여 민관이 협력하는 스마트시티 거버넌스 체계를 구축
- 세계적 수준의 스마트시티 국가시범도시 조성 및 스마트시티 국가전략프로젝트(R&D)를 추진함으로써 세계 스마트시티 시장 선점을 기대
 - 4차 산업혁명 핵심기술 개발 및 육성을 위해 스마트시티 국가전략프로젝트(R&D)로 데이터 기반의 서비스중심형 스마트시티 모델 및 기반기술 개발 추진
 - 스마트시티 국가전략프로젝트(R&D)는 과학기술정보통신부와 국토교통부를 중심으로 '18~'22년까지 5년간 총 약 1,159억 원(정부 843억, 민간 267억 등)을 지원
 - * (스마트시티 모델 및 기반 기술 개발) 스마트시티 데이터 허브 구축 공통기술 개발 및 실증과제의 효율적 진행을 위한 관리시스템 및 협력체계 마련
 - * (서비스 고도화를 위한 Use Case형 실증) 교통, 안전, 행정 등 시민과 밀접한 분야를 중심으로 도시문제 해결을 위한 서비스 개발 및 실증
 - * (비즈니스 창출을 위한 리빙랩형 실증) 디지털 기술을 접목하여 지속가능한 도시 성장 및 재생을 위한 서비스 개발 및 실증

○ 최근 정부는 새로운 스마트시티 모델 개발을 유도하고자 정부주도의 스마트시티 실증단지 조성사업 시행과 함께 지자체별 스마트시티 구축을 위한 노력 중

- '15.6월 '사물인터넷(IoT) 실증단지 조성 공고'를 통해 미래창조과학부는 글로벌 스마트시티 실증단지 조성사업 계획을 발표, 부산시와 SKT 컨소시엄이 사업 대상자로 선정
 - 세종시와 부산시를 스마트시티 국가시범도시로 선정('18.1월)하고 4차 산업혁명 관련 신기술을 자유롭게 실증, 접목할 수 있는 혁신 생태계를 조성
- 스마트시티 실증단지 조성사업을 위해 '15~'17년까지 정부는 약 170억 원을 투입하였으며, 대·중소기업과 함께 다양한 비즈니스 모델을 실증할 수 있는 계획안 발표
 - 세종 5-1 생활권, 부산 에코델타 스마트시티를 국가 시범도시 플랫폼으로 다양한 미래기술이 접목될 수 있도록 지능형 인프라, 융합 신산업 서비스 등을 적극 반영
- 지자체를 중심으로 추진되는 '스마트 서울 2015', '인천 검단 스마트시티' 등

2000~2008 스마트시티 등장 및 기반구축	2008~2014 스마트시티 제도마련 및 전국확산	2014~2017 정보연계 및 거버넌스 도입
<p>동탄, 판교 등 U-City 구축을 시작으로 법률 및 시행령에 따라 제도적 기반 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 화성동탄(03)을 시작으로 송도, 판교 등 제2기 신도시 및 혁신도시를 중심으로 한 스마트시티 구축 	<p>U-City 종합계획, 기술개발 투자 등 신도시 중심의 U-City 지원정책 시행으로 스마트시티 추진을 위한 전반적인 기반 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - U-City법 제정(2008), 제1차 U-City 종합계획 및 관련 지침 수립(2009) - 국가 R&D사업을 통해 통합플랫폼 등 기술개발과 U-City 시범사업 등을 통해 스마트시티 전국 확산 추진 <p><small>* 전국 50여 개 지자체에서 스마트시티 관련 사업 추진</small></p>	<p>인프라구축 중심에서 통합플랫폼 구축을 통한 정보 및 시스템 연계, 통합 중점으로 정책 전환</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지자체 중심으로 운영되던 도시통합 운영센터의 통합적 관리운영을 지원하기 위해 통합플랫폼 보급사업 추진 - 국토부 중심으로 미래부, 산업부, 행자부 등 범부처적 추진단 구성

〈그림 2-3〉 우리나라 스마트시티 정책추진 방향



〈그림 2-4〉 우리나라 스마트시티 추진현황

자료: 지능사회와 스마트시티 발전방안 I : 스마트시티 현황과 전망, 과학기술혁신정책포럼(2018.05)

- 스마트시티 정책추진 방향으로 “7대 혁신변화 도출”을 제시
 - (가치지향) 기술중심 → 미래가치 지향의 “사람 중심” 도시
 - 도시가 지향하는 다양한 가치를 포괄하며, 사람 중심의 도시 구현
 - (성장전략) 단순 도시개발/관리 → “혁신성장 동력” 육성 도시
 - 4차 산업혁명에 따른 다양한 신기술을 도시에 접목·실증하여, 도시 자체가 혁신성장의 동

력을 키워낼 수 있도록 정책 추진

- (문제해결) 확장/인프라 → 효율/서비스 중심 “체감형” 도시
 - ICT를 활용한 효율성 제고, 수요자(시민)의 서비스 체감 관점에서 접근
- (접근전략) 획일적 접근 → 공간/기술/주체별 “맞춤형” 도시
 - 신도시와 기존도시(노후·쇠퇴)를 모두 아우르는 차별화된 접근 모색, 도시 여건에 따라 기술구현 수준, 공공/민간 등 주체별 역할 결정
- (지속가능성) 단편/일회성 → 플랫폼으로서 “지속가능한” 도시
 - 스마트시티의 ‘도시 플랫폼’ 역할을 강조하여, 기본 인프라 위에 공공/민간의 다양한 기술들이 도입·개선되는 지속가능성 추구
- (개방성) 공급자/공공 주도 → 수요자/민간 참여의 “열린” 도시
 - 민간·시민의 의견이 도시설계·운영에 반영되는 열린 도시를 지향
- (융합/협업) 개별부처·기술 → 정책/사업/기술 “융합연계형” 도시
 - 각 부처의 유관 정책·사업이 도시를 중심으로 융합·연계

■ 중앙부처별 지자체 확산방안

- (국토부) 지자체 선호도와 시민체감도가 높은 ‘도시운영 통합플랫폼’ 확산 사업을 지속 추진하고, 신기술 연계 및 신규서비스도 지속 발굴
 - BIS, 교통카드 등 ITS 분야에서의 성과도 타 지자체로 확산
 - * 교통·방법·방재 등 분야별 도시데이터 통합 관리 / 112·119연계 긴급구호 서비스 지원
- (과정부) 차세대통신 네트워크 인프라 구축 및 빅데이터, AI, IoT 등 혁신기술을 통한 ICT융합 도시 솔루션 개발·실증을 지속 확대
 - ‘19년 5G 조기 상용화를 위한 시범사업 추진 및 융합서비스 확대 적용
 - 부산·고양 IoT 실증사업 성과를 타 지자체로 확산하고 교통, 환경, 안전 등 공공분야 新서비스 지속 발굴·검증 추진
 - * 스마트쓰레기통, 스마트가로등, 스마트파킹 등 26개 서비스 발굴·실증(‘15~’17)
- (산업부) 스마트미터(AMI), 에너지관리시스템(EMS), 에너지저장장치(ESS) 등 검증된 기술을 활용해 도시 내 스마트 에너지시스템 확산
 - 초기 시장형성 단계를 넘어 적극적인 민간 참여를 통해 확산사업을 추진하고, 나주 스마트 에너지시티 조성을 통한 성공모델 마련
 - * 한전 본사가 있는 나주 혁신도시를 저탄소·친환경 에너지도시로 조성

- (행안부) 전자정부, 공공데이터 활용 성과를 바탕으로 스마트시티 분야 공공데이터 개방을 확대하고, 우수 서비스도 확대 보급
 - '22년까지 20개 분야를 국가 중점 데이터로 선정해 개방하고, 지자체 스마트서비스 수준 진단 및 컨설팅 지원
 - * 대기오염배출정보, 신재생에너지원 정보, 지능형 교통사고 분석정보 등
- (환경부) 수자원, 전기차 분야 스마트시티 확산사업 지속 추진
 - LID를 적용한 물순환 선도도시를 시범조성(광주광역시 등 5개 도시)하고 전국 확산, ICT를 활용한 스마트 상하수도 관리 사업을 전국으로 확대
 - 전기차 보급과 관련하여 '17년 125개 지자체에 확산한 성과를 바탕으로 '22년까지 전기자동차 35만대, 충전기 1만대 구축 등 추진

■ 국내 기업 동향

- 국내 기업들도 주요 도시들과 협력하여 도시문제 해결·정보통신기술 적용으로 스마트시티 구현을 시도
- ICT기술을 활용하여 자원 및 인프라를 최대한 효율적으로 활용하는 방식을 채택하여 도시문제 해결방안으로 활용
 - (SKT·KT·LGU+) 스마트시티 전략 수립부터 인프라 구축, 서비스 개발 등 통합적으로 제공(SKT: 판교, KT: 강릉, LGU+: 고양)
 - (삼성전자·LG전자) IoT기술과 전자제품을 연결한 스마트홈 서비스 개발
 - (한전) IT를 기반으로 한 스마트그리드 등 서비스로 효율적 전력공급 및 그린스마트시티 추진
 - (LG CNS) 빌딩 자동화, 에너지 관리 등 스마트시티를 위한 다양한 기술 제공

제2절. 스마트시티 선진사례

1. 국외 사례

■ 네덜란드 암스테르담

○ 암스테르담 스마트시티 조성

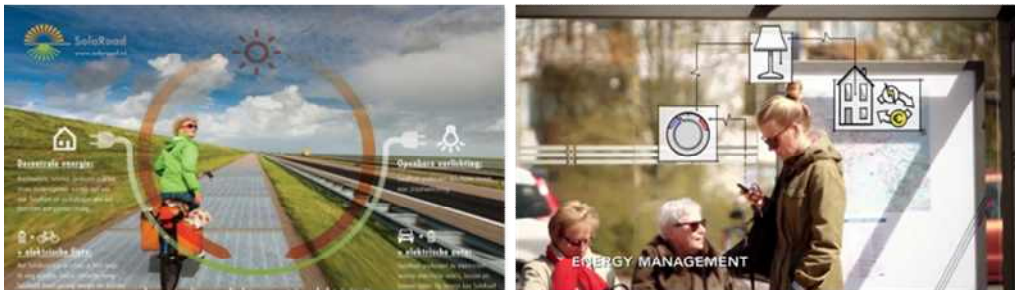
- 암스테르담은 1993년 디지털 시티를 계기로 스마트시티에 대한 논의를 시작
 - 오랜 역사를 통해 도시 혁신이 사회와 시민들의 삶에 자연스럽게 녹아들었음
- EU협약에 따라 네덜란드 정부는 수도인 암스테르담의 이산화탄소 감소를 위해 스마트시티 프로젝트를 추진

○ 목 표

- 암스테르담에서 발생하는 연간 이산화탄소 양을 2025년까지 40% 절감(1990년 대비)
- 암스테르담에서 사용되는 연간 에너지 량을 2025년까지 20% 절감(1990년 대비)

○ 추진전략

- Geuzenveld 프로젝트: 암스테르담 시내 700개 이상 가구에 스마트미터 설치로 이산화탄소 8.9%, 전기사용률 7.4% 감소
- West Orange 프로젝트: 500여 가구에 스마트에너지 기기 보급 및 설치 후 에너지 사용에 대한 피드백 실시로 에너지 사용률 7.4% 감소
- ITO Tower: 스마트 그리드를 통한 건물들 간 연결로 에너지 사용 최적화 및 연간 이산화탄소 발생량 300~500% 감소



<그림 2-5> 네덜란드 암스테르담 스마트시티: 에너지, 친환경

출처: <http://solaseado.com>

○ 민간 주도형 리빙랩 운영

- 암스테르담 스마트시티(Amsterdam Smart City, ASC)는 다양한 이해관계자가 도시문제

해결을 위해 각종 아이디어를 내고 실행하는 오픈 플랫폼

- ASC는 2009년 설립되었으며, 에너지, 모빌리티, 순환경제, 기반시설·기술, 거버넌스·교육, 시민·생활의 6개 부문으로 구성
- 스마트시티 선도 사례로서 유럽위원회의 'City Star Award(2011년)'과 세계 스마트 도시포럼의 '세계 스마트 도시상(2012년)' 등을 수상
- 온·오프라인 플랫폼을 통해 민간 주도의 리빙랩 운영³⁾
 - 온라인 플랫폼: ASC 웹페이지에서 민간 주도로 다양한 프로젝트를 운영
 - 오프라인 플랫폼: '암스테르담 스마트시티 체험랩'이라는 전시공간에서 시민들이 스마트 시티 프로젝트를 직접 체험하고 아이디어를 교류할 수 있도록 함
- ASC가 진행 중인 프로젝트 상당수가 해커톤을 통해 탄생
 - * 해커톤: 한 주제를 놓고 다수가 협업해 시제품을 만드는 대회
 - 암스테르담 서부지역에서는 시민들이 온라인상으로 아이디어를 제시해 100개 이상 '좋아요'를 받으면 지자체가 이행 여부를 공식적으로 논의

ASC 리빙랩 주요 프로젝트 예시

(스마트 루프 2.0) 건물 옥상 원통형의 특수장치를 통해 빗물을 저장했다가 자동센서를 통해 식물에 물을 주는 프로젝트

- 기후변화로 인한 홍수, 폭염에 대응하기 위해 57개의 센서로 어떠한 식물이 어울리는지 등을 실험 중
- 인근 레스토랑의 제안으로 시와 수자원관리회사 워터넷, 연구기관들이 모여 프로젝트를 시작



(스마트 파킹) 마린테린 구역 인근에서는 길가에 10분 이상 주차되어 있는 차량이 있으면 IoT가 장착된 태양광 센서가 이를 인식해 해당 차량에 경고한 뒤 주차관리원에서 알려주는 시스템

- IoT 리빙랩을 만들어 지역주민이 아이디어를 내고 시정부 펀딩을 통해 시스템을 구축함

■ 스페인 바르셀로나

○ 바르셀로나 스마트도시

- 도시계획, 생태학, 정보기술을 통합해 기술의 혜택이 보장되고 시민의 삶의 질을 개선하는

3) 암스테르담 스마트시티 온라인 플랫폼 홈페이지(<https://amsterdamsmartcity.com>)를 통해 회원들이 언제든지 새로운 프로젝트를 계획하고 진행할 수 있으며, 현재 시민 주도로 100개 이상 프로젝트를 운영

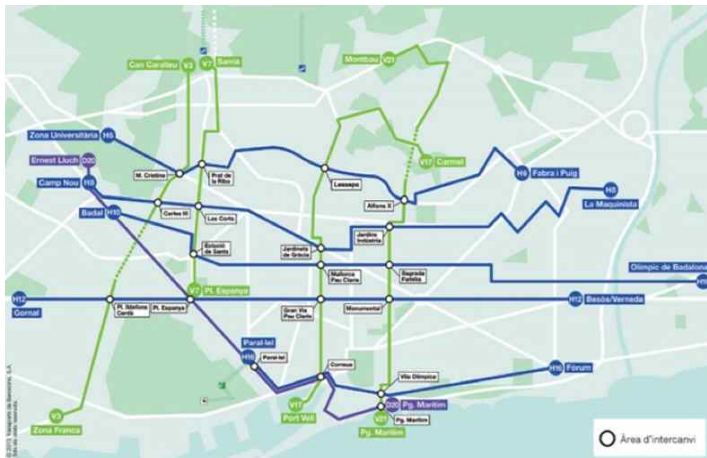
프로그램을 지속적으로 추진 중

○ 현 황

- 하이퍼 커넥티드, 초고속, 배출가스 제로를 목표로 현재 시스코 등 세계 우수 기업과 스페인 기업들이 다수 참여 중
- 새로운 버스 네트워크 구축: 노선 변경, 교통신호의 최적화, 환승의 용이성 확대, 버스 관련 정보 제공, 서비스 효율성 향상 등 시민의 수요를 반영하는 자원의 최적화 등을 포함하는 프로젝트 진행
- 배출 제로 모빌리티: 전기자동차 사용 확대, 스테이션 및 자동차 렌탈 확대사업 추진 중

○ 추진전략

- 바르셀로나 내 지역 회사들이 커뮤니케이션 네트워크, 빅데이터 분석, 에너지 기술, 모빌리티 솔루션 등에서 기술을 제공하고 프로젝트 파트너로 참여
- 낙후된 도시지역을 활성화하는 재개발에서 출발해 여러 프로젝트를 도시 전체로 확대하는 전략 실현



<그림 2-6> 스페인 바르셀로나 스마트도시: IoT, 모빌리티, 탄소제로
: (좌)새로운 버스 네트워크 지도, (우)전기자동차 사용 확대 사업

출처: <http://solaseado.com>

■ 핀란드 헬싱키

○ 헬싱키 mySMARTLife 프로젝트

- 헬싱키는 mySMARTLife 프로젝트의 주요 시범지역으로 스마트한 시민과 스마트한 경제가 현실화되는 지속가능한 도시로의 탈바꿈을 계획

○ 현 황

- 친환경 도시, 이산화탄소 배출 감소, 재생가능 에너지, 시민참여가 가능한 도시 플랫폼 조성
- 에너지효율, 이동성 및 IoT/ICT 관련 분야의 스마트 솔루션을 통해 배출가스 감축

○ 추진전략

- 가정용 태양에너지 구동부터 전기자동차까지 도시의 에너지 절약을 위한 통합적 스마트시티 개발계획 제시
- 세계 최초로 무인자율운행버스를 헬싱키 일반도로에서 시범 운행

○ 민주적 도시운영과 사용자 주도의 리빙랩 운영

- 헬싱키는 스마트시티 이니셔티브를 선언한 대표적인 도시
 - 유럽의회에 의하면 헬싱키는 스마트시티 이니셔티브를 선언한 468개 도시 중 순위 6위 이내로 진입
- 장기적인 도시계획 수립 과정에서 관련 이해관계자들이 참여하는 민주적 의사결정을 강조
 - 공무원, 건축(도시계획)가, 일반 시민들이 함께 모여 공청회 등을 통해 계획을 지속적으로 수립
 - 실제 사용자와의 생활 실험을 중요시 여기는 '사용자 주도의 개방형 리빙랩' 운영

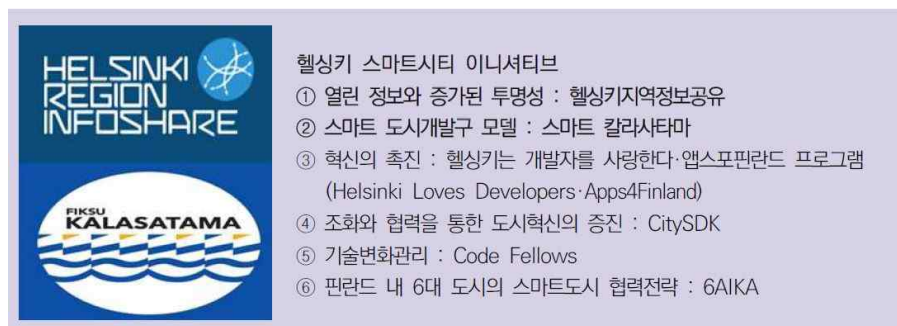


<그림 2-7> 핀란드 헬싱키 mySMARTLife 프로젝트 : IoT, 에너지, 자율주행

출처: <http://solaseado.com>

- 스마트하고 개방된 도시전략 실행을 위해 '포럼 비리움 헬싱키(Forum Virium Helsinki, FVH)' 운영

- FVH는 헬싱키 시의 혁신단위로서 개방형 디지털 서비스를 제공하는 혁신 클러스터
 - 오픈 데이터와 투명성, 스마트시티 분야의 선구자로서 디지털 서비스와 도시 혁신을 위해 헬싱키 시, 기업, 주민들과 긴밀한 협력관계 구축
- 스마트시티 리빙랩 시행을 위한 다양한 이니셔티브 수립
- FVH는 오픈 데이터를 위한 헬싱키 지역정보 공유(Helsinki Region Infoshare, HRI), 오픈 아조(Open Ahjo) 이니셔티브를 수립
 - : HRI은 헬싱키, 에스푸, 반타, 카누이아넨 4개 도시에서 공공데이터를 공유하는 웹서비스로서 상당한 양의 데이터를 축적
 - * 2011년 시작된 이래로 1천개 이상의 공공데이터와 지리, 재정, 교통 등의 데이터에 접근
 - * 현재까지 다양한 모바일 어플리케이션이 개발되었으며('HRI 어플리케이션 갤러리'에서 확인), 성공적인 공공데이터 개방의 대표사례는 '블라인드스퀘어'로 시각장애인을 위한 길 안내 어플리케이션이 있음
 - * 정보제공자와 사용자 간의 네트워크 제공: 우선, 정보소유자가 HRI에 정보를 제공하고 각 기관으로부터 모인 정보는 경제적 부담 없이 사용자가 원하는 방식으로 사용되며, 해당 정보는 클라우드 형태로 모이고, 정보를 활용하여 다양한 실험이 가능함. 클리어링하우스 기능을 통해 데이터 제공자가 데이터를 공개할 수 있도록 하고, 데이터 품질관리와 사용자 피드백 관리를 수행
 - : 도시 의사결정의 투명성 증진을 위해 오픈아조를 실시하면서 헬싱키시의 의사결정과정을 공공 문서화
 - * FVH는 데이터공유의 선두주자로서 HRI 프로젝트를 통해 혁신관련 상을 다수 수상하였으며, 대표적인 예로는 2013년 유럽위원회로부터 수상한 공공정책혁신상이 있음
 - 스마트 도시개발의 지역단위 모델 '스마트 칼라사타마' 이니셔티브를 수립
 - : 헬싱키의 칼라사타마 구역은 스마트한 도시생활과 서비스를 실험하는 도시공간
 - : 2013년부터 2030년까지 시정부와 주민이 함께 만들어가는 장기 프로젝트로 인프라서비스 제공, 다양한 이해관계자의 열린 참여, 공공 데이터의 혁신적 활용 등을 시도
 - : 거주민, 민간회사, 공무원 등 이해관계자들과 긴밀한 협력 하에 도시 내 다양한 파일럿 프로젝트를 실시



〈그림 2-8〉 핀란드 헬싱키 스마트시티 이니셔티브

출처: 스마트시티 리빙랩 사례 분석과 과제, 과학기술정책연구원(2018.04.)

스마트 칼라사타마

칼라사타마는 스마트 도시생활과 서비스를 실험하는 도시공간으로서 세계적 수준의 스마트 도시개발 모델구로 전환하는 것이 최종 목표

- 인프라-긴급서비스의 제공, 다양한 이해관계자의 열린 참여, 공공데이터의 혁신적 활용 등이 포함
 - 스마트 전력그리드 등 기술에만 의존하는 단순 접근방식이 아닌 스마트시티에 대한 통합적 접근을 지향
 - 도시혁신을 위한 공공-민간-시민 간의 협력적 실험 시도
 - 실제 거주민과 공무원, 학자, 시민단체 활동가 등으로 구성된 혁신가 클럽(Innovator's Club) 운영
 - 운영을 위한 재원은 대부분 헬싱키 시와 고용경제부에서 지원(2015~2017년까지 총 예산은 약 90만 유로)

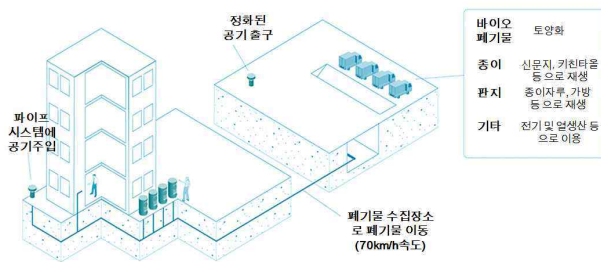


버려진 항구에서 스마트시티로의 전환



2030년 완공 예정인 칼라사타마 조감도

- 스마트미터링, 스마트폐기물 서비스, 건강웰빙센터, 미래학교 등 16개의 프로젝트 포트폴리오 설계 및 운영을 통한 도시문제 해결
 - (프로젝트 포트폴리오) 새로운 주거형태, 건강 및 웰빙센터, 타워 블록, 전기운송수단의 공유, 시니어 협력공간, 미래학교, HIMA 스마트미터링, 폐기물수집 시스템, 스마트조명/Edible Park, 탄소중립 동물원, DIAK 칼라사타마, Abattoir/Pop-up Factory, Suvilahti, 태양광공원/에너지저장장치, Fisuverkko, Surf Park
 - (스마트 기반시설) 스마트그리드, 스마트공간공유, 사물인터넷 & MyData, 에자일파일럿
- * 대표적인 프로젝트 중 하나인 스마트 폐기물 서비스는 지하 파이프라인 기반 폐기물 수집시스템: 폐기물 수집 지점은 각 블록의 출구에 연결되어 있으며, 폐기물은 분리 수거돼 70km/h의 속도로 이동, 지정된 수거함에 도착한 폐기물은 트럭으로 운송되어 각 용도에 맞게 이용됨



스마트폐기물 서비스

출처: 스마트시티 리빙랩 사례 분석과 과제, 과학기술정책연구원(2018.04.)

덴마크 코펜하겐

○ 코펜하겐 'Gate 21'

- 코펜하겐은 2025년까지 탄소중립을 선언한 친환경 도시로서, 지속가능한 도시혁신을 위해 스마트시티 설계 및 운영
- 스마트시티 솔루션 제공을 위한 네트워크 플랫폼 'Gate 21'은 코펜하겐에서 지자체와 기업, 연구기관이 만나는 통합 창구로서 기후변화·에너지문제를 포함한 다양한 도시문제에 대해 솔루션 제공

○ 현 황

- 코펜하겐 스마트시티의 대표적인 리빙랩은 덴마크 실외조명 연구소(Danish Outdoor Lighting Lab, DOLL), 코펜하겐 솔루션랩, 덴마크공과대학의 스마트캠퍼스 등이 있음

○ 추진전략

- 코펜하겐의 스마트시티는 스마트이동성, 에너지와 기후변화, 스마트시민, 건강, 스마트학습의 5개 분야로 구분
- 'Gate 21'은 기후변화·에너지문제를 포함한 다양한 도시문제에 대해 솔루션 제공하고자 지자체와 기업, 연구기관이 만나는 통합창구로, Cisco, OSRAM, Philips와 같은 많은 협력기관이 함께 운영
 - 핵심 분야는 교통, 건물·도시, 에너지, 스마트시티, 녹색성장, 순환경제로 구분
 - 이를 통해 코펜하겐의 녹색전환을 이루는 것을 목표로 함

스마트시티 리빙랩 DOLL(Danish Outdoor Lighting Lab, 덴마크 실외조명 연구소)

덴마크 실외조명 연구소 DOLL은 허스테드(Hersted) 산업공원단지에 위치해 있는 유럽 최대의 조명 실증단지이자 스마트시티 솔루션을 위한 테스트 공간

- 엘버트슬룬드(Albertslund) 시내, 총 길이 14km의 도로에서 실외 조명기법을 시현하고 연구
- LED 기술관련 선두기업을 해당 연구단지에 초청해 스마트 LED 등 실증연구를 통해 새로운 솔루션 제공
- 혁신적인 조명과 스마트시티 솔루션으로 지속가능한 도시를 구현
 - 가로등에서 매년 350GWh의 전력이 소비되고 있으며, 지속가능한 도시를 위해 에너지 절약이 필요
 - 실외조명의 에너지 절감을 통해 약 400백만 유로를 절감하는 것이 목표



DOLL의 실증 플랫폼과 참여기관



조명 실증단지 조감도

- LED 및 스마트시티 기술, 센서 및 WiFi 지능형 관리·통합을 통해 실외조명을 위한 최신 솔루션 제공
 - 스마트 야외 및 실내조명, 스마트 도시 서비스, 빛의 생물학적 효과에 중점을 둠
 - 만물인터넷(Internet of Everything, IoE) 기술을 활용하여 지역 내 가로등을 연결
 - 시스코의 도시용 WiFi 네트워크 기술은 단지에서 사용되는 기술의 한 예임
 - * 시스코의 도시용 WiFi 네트워크 기술: 지역 내 가로등을 모두 연결하여 원격관리가 가능하며, 스스로 조명밝기를 조절해 에너지효율을 극대화
- 실증단지 내 중앙제어시스템을 통해 조명기술을 관리하고 테스트
 - 스스로 조명밝기를 조절하는 방식으로 에너지 효율을 극대화
 - 피크부하 모니터링 등 에너지 사용량 정보를 다방면으로 분석하여 불필요한 소비를 줄임
- 기업의 입장에서 조명 설비, 램프, 에너지원 등에 대한 제품 특성을 테스트하고 모델링하는 기회를 제공하는 동시에 연구의 기회 제공
 - 가상실험실에서 3D 컴퓨터 모델을 통해 조명의 효과, 반사, 눈부심 등에 대해 연구

- DOLL에서 실시하는 대표적인 세부 프로젝트는 스마트 도시 서비스(Smart Urban Services), 조명 메트로폴리스(Lighting Metropolis) 등이 있음
- 앨런버트슬란드(Albertslund) 시정부와 Gate21 간 파트너십을 체결하고 컨소시엄 형태로 진행
 - 2014년 9월부터 3년 동안의 프로젝트로 약 35개 이상 제조·공급업체가 참여
 - 49개 존에서 지능형 거리 조명 및 스마트시티 솔루션 시연이 리빙랩 형태로 운영되며, 이곳에서 공개정보와 비디오 열람이 가능
- DOLL은 리빙랩, 품질랩, 가상랩 3개 연구소로 구성
 - 리빙랩: 실증단지의 실외 조명을 1:1로 체험할 수 있음
 - 품질랩: DTU에서 운영하며 광원, 조명기, 램프 및 조명 구성 요소를 테스트하고 특성을 분석
 - 가상랩: 가상 3D 형태로 조명 솔루션 개발과 시제품 실증 및 검증

■ 에스토니아

○ 에스토니아 e-Estonia

- 블록체인 기술로 보안을 강화하고 데이터를 플랫폼화 해 디지털 행정 구현

○ 현 황

- 전자 주민등록증(e-residency): 블록체인 기반 ID카드로 본인 인증절차 일원화 및 행정절차의 99%을 온라인상 처리 가능
- 국가 데이터허브 플랫폼: DB간 데이터 검색 및 민간 DB 연계로 약 2,400여 개 이상 민관 연계서비스 제공
- EST 코인: 대국민 서비스에서 사용될 가상화폐 EST 코인 발행 검토

○ 추진전략

- 국가 전체가 블록체인 테스트베드로 활용되도록 각종 규제 철폐 및 법인세 감면 혜택 등 제공
- 블록체인 ICO 유치, 행정 서비스의 디지털화 촉진으로 스마트시티 구현



<그림 2-9> 에스토니아 e-Estonia: 블록체인

출처: <http://solaseado.com>

■ 캐나다 토론토

○ 'Sidewalk 토론토'

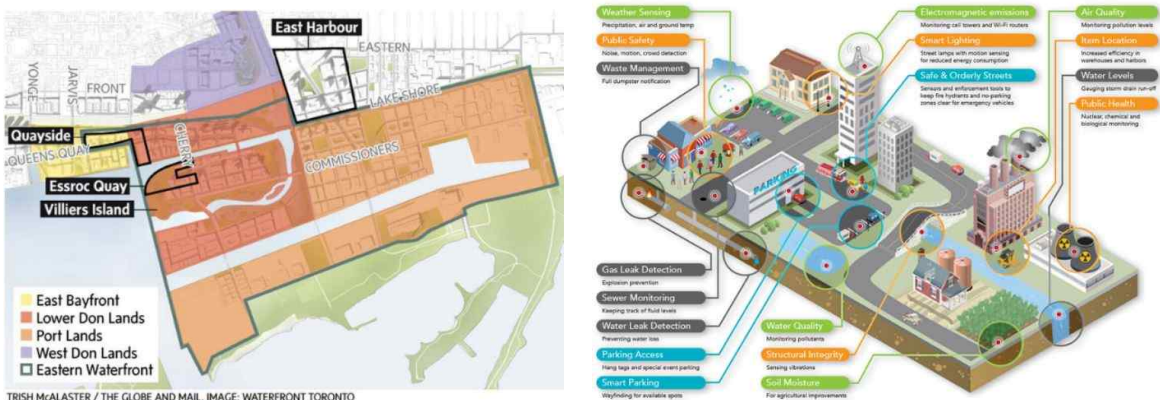
- 토론토는 '17년 캐나다 온타리오 호수지역 개발 및 교통혼잡, 대기오염 등의 도시문제 개선을 위한 사업제안서를 모집하여 구글 사이드워크랩스(Sidewalk Labs)가 파트너로 선정
 - * 토론토시 및 캐나다 연방정부는 2001년 2,000에이커(약 2,450평)에 해당하는 토론토 도심(호수지구) 재활성화를 위해 정부기관 '워터프론트 토론토(Waterfront Toronto)'를 설립
 - * 구글의 창업자 래리페이지는 '15.10월 구글 지주회사인 알파벳을 설립, 구글 자회사들을 알파벳 A부터 A까지 조직개편을 단행함. 구글도 자회사로 편입되었으며, 도시재생 기업 사이드워크랩스, 인공지능개발회사 딥마인드(DeepMind), 생명공학회사 베릴리(Verily) 등 존재

○ 목 표

- 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 5G, AI 기술을 활용해 도시의 대기오염, 소음, 기온 등 환경변화 대응 시스템을 구축하고, 도시의 폐기물을 자체적으로 재활용하는 친환경 도시 구축

○ 추진전략

- 자율주행 대중교통, 지하터널, 모듈러 주택 등을 통해 친환경 스마트시티 추진 예정
- (대중교통) 개인차량 통행을 제한하고, 대중교통 수단으로 소형 자율주행차량인 '택시봇(Taxibot)' 및 자율주행 버스 파일럿 추진 예정
 - 보행자 움직임 감지 신호등, 자전거 도로주행거리 관리센서 적용 등
- (유틸리티) 도시 지하에 유틸리티 터널을 건설해 수도관과 송전선을 배치하고, 쓰레기 및 화물수송 로봇의 이동통로로 이용
 - 자체적으로 폐기물을 재활용해 분리하고 열에너지를 주 에너지원으로 활용해 탄소 없는 친환경 도시 건설 실현
- (주택) 합리적인 주택비용과 신속한 건축을 위해 모듈러 방식을 선택
 - * 모듈러: 조립식 주택을 의미하며, 좁은 공간에서도 건축이 가능하고 건축비용이 저렴
- (건물 및 환경) 사물인터넷(IoT), 빅데이터 등 첨단기술을 기반으로 건물과 공공장소 곳곳에 대기오염, 소음, 기온 등 환경정보 수집 시스템 구축



<그림 2-10> 캐나다 토론토 스마트도시 구상안

■ 아랍에미리트 두바이

○ 두바이 '10×2.0' 이니셔티브

- 두바이 정부 주도로 블록체인, AI, IoT 기술을 기반으로 하여 도시의 다양한 분야에 디지털화를 이끌고 있음

○ 목 표

- 2020년까지 모든 정부 거래를 블록체인 상으로 진행
- 법 제정, 대 시민 서비스, 도시 인프라, 무역에 블록체인 적용
- 차량 관리, 부동산 거래, 학습 인증서 획득, 은행 업무, 관광 등 도시 전 분야에 걸쳐 디지털화 추진

○ 추진전략

- 지속가능성, 디지털사회, 미래가치, 스마트시티 등의 주제와 환경, 에너지, 의료, 교통, 교육 등 10여 개의 세부 주제로 구분하여 두바이 당국이 주도
- 두바이 경제부, 인재개발 당국, 문화청, 상공회의소 등 정부관련 기관에 블록체인 기술 우선 도입, 상용화 촉진



<그림 2-11> 아랍에미리트 두바이 '10×2.0' 이니셔티브: 블록체인, AI

출처: <http://solaseado.com>

■ 아랍에미리트 아부다비

○ 마르다르 시티

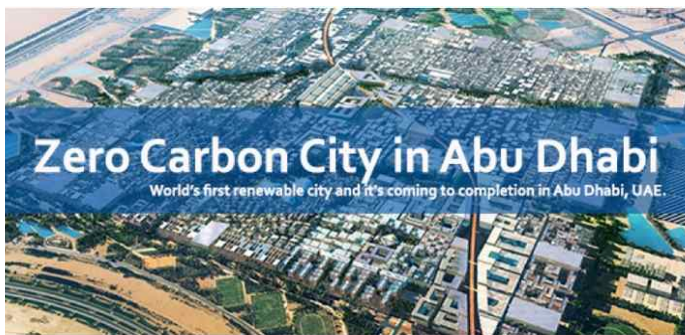
- '석유 이후의 시대'를 슬로건으로 내걸고 아부다비에 건설 중인 온실가스(탄소), 쓰레기, 자동차가 없는 3無도시 건설 프로젝트

○ 현 황

- 220억 달러를 투입하여 7단계에 걸쳐 추진
- 그린에너지 전문기업 1,500여개의 사업장 수용
- 7대 컨셉 요소를 위주로 세계 최대 규모의 탄소제로 도시 건설 추진
 - 7대 컨셉 요소: 탄소제로, 쓰레기제로, 지속가능한 교통, 지속가능한 재료, 지속가능한 식품, 지속가능한 물, 자연생태계

○ 추진전략

- MIT, 동경공업대, 캠브리지대학 등 주요 대학 및 GE 등 유명기업의 연구진들이 참여하여 그린에너지를 기반으로 한 최첨단 기술을 동원
- 태양열, 태양광, 지열, 풍력 등 재생에너지를 자체적으로 생산



〈그림 2-12〉 아랍에미리트 아부다비 마스다르 시티: 친환경, 탄소제로

출처: <http://solaseado.com>

■ 일본 도요타

○ 도요타시 에코폴타운 (Toyota Ecoful Town)

- '미래의 보통'을 테마로 에너지를 여유있게 쓰되, 낭비 없고 효과적으로 사용함으로써 지속적인 저탄소 사회를 실현하고자 함

○ 현 황

- 스마트하우스: 에너지를 최적화한 집으로 가정 내 모든 에너지 흐름을 시각화하여 거주자들의 에너지에 대한 인식 향상 효과
- 스마트교통: 지능형 교통시스템(ITS)을 통해 사람, 차량, 도로 간의 네트워크를 통한 교통 문제 및 환경문제 해결

- 스마트모바일파크: 전기자동차의 충전 및 카셰어링 서비스를 동시에 수행하는 스테이션 구축

○ 추진전략

- 구축 당시 도요타 주식회사를 포함한 13개 기업을 모아 만들어졌으며, 현재 도요타시의 공공시설로 시 정부가 운영
- 지역 전체의 에너지를 총괄하는 시스템인 EDMS를 도요타 시 내 2곳에 설치



<그림 2-13> 일본 도요타시 에코폴타운: 에너지, 친환경, 교통

출처: <http://solaseado.com>

■ 일본 후지사와

○ 후지사와 SST(Fujisawa Sustainable Smart Town)

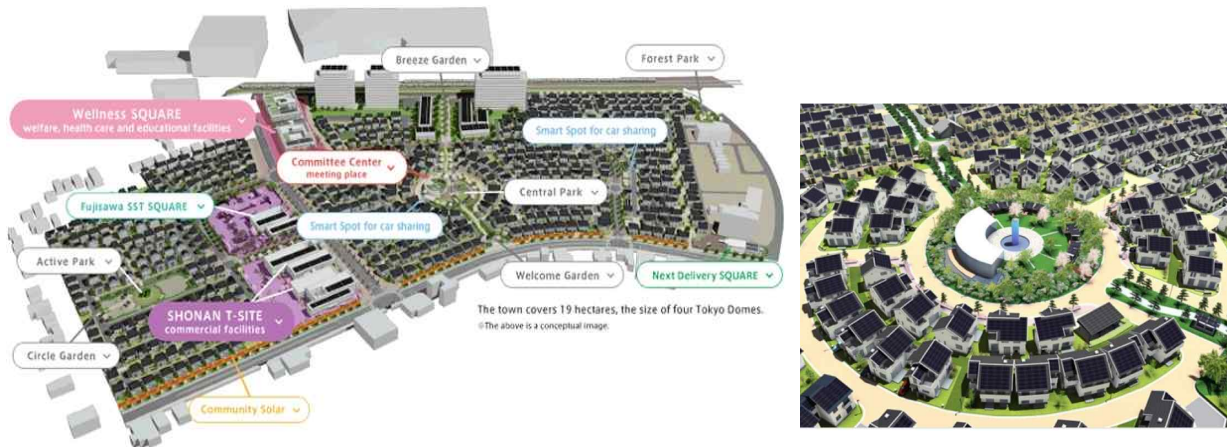
- 100년간 지속가능한 스마트타운 조성이라는 목적을 가지고 에너지, 보안, 이동, 건강, 커뮤니티를 중점으로 하는 스마트단지 구축

○ 현 황

- 단지 내 담장 400m의 태양광 패널을 통한 에너지 생산
- 전기차 렌트, 전기차 및 전기자전거 셰어링 시스템 도입
- 인터넷, 모바일 커뮤니티 제공
- 2020년 총 1,000세대 개발 완료를 목표로 현재 400세대 건축 완료

○ 추진전략

- 태양광 발전 및 전기 판매, 단지 내 광케이블 임대수익 등 수익모델의 다양화
- 에너지의 자가 생산과 자가 소비를 위한 발전시설 구축



〈그림 2-14〉 일본 후지사와 SST: 에너지, 모빌리티, 커뮤니티

출처: <http://solaseado.com>

■ 중국 항저우

○ 항저우 이노바시티(Innova City) 구성

- 중국 완샹그룹이 항저우를 현금, 종이 없는 블록체인 도시로 개발할 계획을 발표하면서 도시 기획단계부터 각종 물리적 인프라와 데이터 인프라를 블록체인 클라우드 기반으로 구축을 계획함
 - 블록체인 기술을 사물인터넷(IoT)과 디지털 월렛(전자지갑) 등에 적용하여 페이퍼리스(Paperless) 사회 구현

○ 목 표

- 항저우 지역 전기차 배터리 생산기지에 스마트시티 건설
- 사물인터넷(IoT), 전자지갑 등을 적용해 금융거래부터 증명서 발급, 투표까지 디지털화
- 블록체인 기반 자동화, 플랫폼 및 생태계 조성

○ 현 황

- 알리바바의 알리페이를 통해 항저우 택시의 98%, 편의점의 95% 정도가 모바일 결제 가능
 - 정부업무, 차량, 의료 등 60여종 서비스 이용 가능
- 얼굴인식과 QR코드 스캔방식을 이용하여 물건을 들고 나가도 모두 자동으로 결제가 이루어지는 무인점포 '티오카페' 운영
- 완샹그룹은 항저우 인근에 전기차 배터리를 생산하는 인구 9만 명 규모의 스마트시티(10 km)를 7~10년 이내 건설 추진
 - 스마트 기계끼리 소통이 가능한 블록체인 기반 시스템을 구축해 생산 공정 효율화 추진

- 완상그룹이 제조한 배터리를 블록체인 네트워크에 등록하여 배터리 사용량을 모니터링하고 교환 시점을 정확하게 예측
- 향후 7년간 약 2,000억 위안(약 33조 4천억 원) 투자 예정

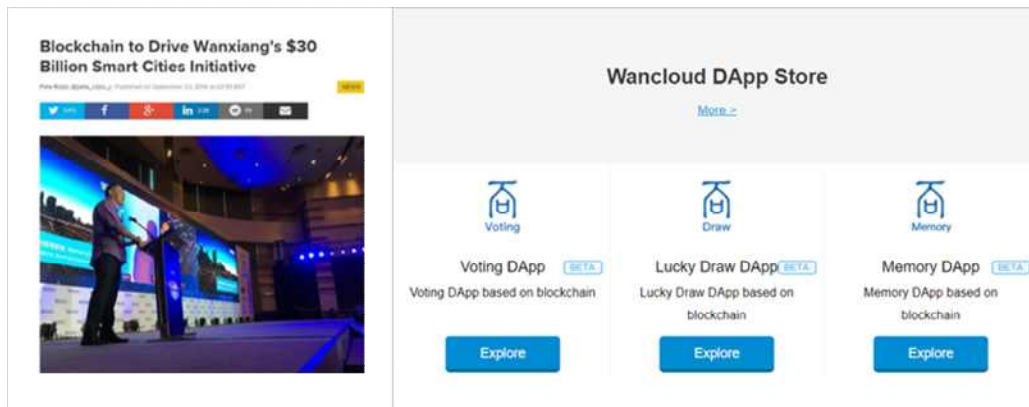


〈그림 2-15〉 중국 항저우 스마트시티 추진계획

출처: 해외 스마트시티 주요사례 분석, 정보통신산업진흥원(2018.10.)

○ 추진전략

- 완상그룹의 주도 하에 벤처캐피탈 및 블록체인 기업 협업으로 R&D, 비즈니스 엑셀러레이팅
- WAN 클라우드 플랫폼 개발 및 서비스 제공
- dApp스토어 오픈소스 API 제공 및 인더스트리 솔루션 제공



〈그림 2-16〉 중국 항저우 이노바시티: 블록체인, IoT

출처: <http://solaseado.com>

■ 중국 베이징

○ 중국 월마트 식품 유통망, 블록체인 도입

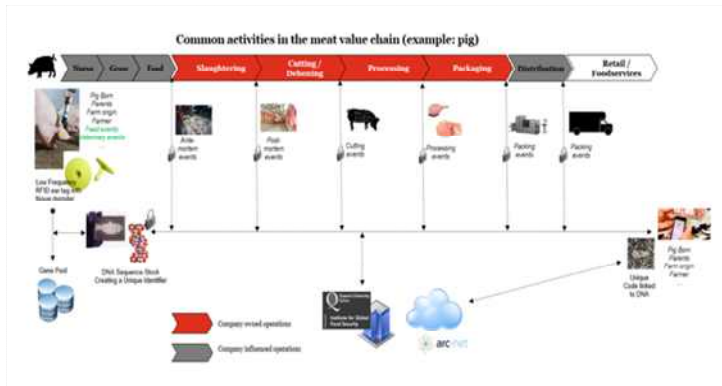
- 식품 유통망에 도입한 블록체인 기술로 식품의 위생상태와 가짜식품 완벽 판별

○ 현 황

- IoT에서 이벤트 트랜잭션이 발생할 때마다 블록체인 분산원장의 시간상 거래 기록이 남음
- 월마트 돼지고기의 도축에서 마트 유통 전 과정을 블록체인에 기록
- 돼지고기 이상 시 원인 파악, 추적에 필요한 시간이 기존 평균 7일에서 2.2초로 앞당겨짐

○ 추진전략

- 돼지별 RFID 태그 부착, 유니크 ID 생성
- 이동경로 이벤트 발생시 IoT 센싱 및 업데이트
- 사육농가, 섭취사료, 건강상태, 최종몸무게, 도축정보 등 저장 및 공유



<그림 2-17> 중국 베이징 식품유통망 스마트기술: 블록체인, IoT

출처: <http://solaseado.com>

2. 국내 국가시범도시

■ 세종 5-1 생활권

- 모빌리티, 헬스케어, 에너지 등 7대 서비스 구현에 최적화된 공간계획을 통해 '미래형 스마트시티 선도모델'로 구축 예정이며, 인공지능(AI), 데이터, 블록체인을 기반으로 한 스마트시티 조성이 목표
- (위 치) 세종시 5-1생활권(274만m², 약 83만평)
- (계획인구) 29,000인
- (시행자) 세종특별자치시, 한국토지주택공사(LH)
- (주요내용) 모빌리티, 헬스케어, 교육, 에너지·환경, 거버넌스, 문화·쇼핑, 일자리의 7대 혁신요소 구현이 최적화된 공간계획

- 최적화된 모빌리티 서비스를 제공할 수 있도록 도시공간구조부터 새롭게 계획해 자율주행 공유 기반의 첨단교통수단 전용도로를 조성하고 일부 구역에서는 개인소유차량 진입을 제한함
- 퍼스널 모빌리티에 최적화된 도로설계, 스마트 횡단보도나 스쿨존 안전서비스 등 보행자를 위한 요소도 공간구상에 반영
- BRT도로와 연계한 스마트 모빌리티 전용도로 설정
 - * 스마트 모빌리티란, 자율주행셔틀버스, 공유자동차, 퍼스널모빌리티(전동보드, 자전거 등), 도보 등의 교통수단을 의미함
- 시민생명과 안전을 선제적이고(예방) 신속하게(응급) 지켜나가기 위한 응급용 드론, 최적경로 및 화상연결 등 '헬스케어' 서비스 제공
- 데이터 기반 도시운영을 위해서는 표준수집체계 마련 및 데이터 관리·활용을 위한 인공지능센터 구축, 3D 공간정보(실내·외, 지하시설물)를 통합한 플랫폼 구축과 도시계획·설계·시공·운영단계에 적용한 솔루션 도출(디지털트윈), 블록체인을 활용한 보안체계 구축 및 시민 데이터 보상으로 지역화폐 발행을 통한 거버넌스 활성화(데이터보안)
 - * 혁신성장진흥구역: 입지규제 최소화 및 스마트서비스 융복합·활성화 공간
 - * 자율주행 전용도로: 자율주행, 공유차, 퍼스널모빌리티 전용(일반차량 제한)
 - * 소유차량 제한구역: 자율주행 전용도로 안으로는 소유차량 진입 제한
 - * AI데이터센터: 핵심 기반시설로 데이터센터(창업인큐베이팅센터 포함) 반영
 - * 스마트교육: 초·중·고등학교간 효율적 시설운영을 위한 학교시설 통합설계
 - * 스마트테크랩: 신기술 테스트베드 및 다목적 기업지원 용지
 - * 제로에너지타운: 마이크로그리드, ESS 등

○ 세종 5-1 생활권 스마트시티 조성을 위해 약 총 1조 5천억 원 소요 예상

- 세부적으로는 공간계획 7,133억 원, 혁신요소 6,850억 원, 중점전략 893억 원 등으로 구분
- 재원은 공공(정부, 지자체, 시행자)부문에서 9,500억 원, 민간(SPC, 민간기업 등)부문에서 5,376억 원 등을 분담할 계획



세종특별자치시
 신성장 거점으로서의 시작
 국토의 중심 역할
 미래세대의 경제기반 구축
 국토의 균형발전 효과

행정중심복합도시
 복합형 행정 자족도시
 주변지역과 상생발전
 차별화된 산업 발굴
 생활환경 특성 부여

(그림 계속)



<그림 2-18> 세종 5-1 생활권 스마트시티 계획과 녹지축 및 모빌리티 체계

출처: <http://www.sjsori.com>

■ 부산 에코델타 스마트시티

- 세 갈래 하천을 중심으로 생태환경과 4차 산업혁명의 주요 기술이 어우러진 도시
- (위 치) 부산 에코델타시티 내 세물머리(280만㎡, 약 84만평)
 - * 부산 에코델타시티 위치: 부산광역시 강서구 명지동/강동동/대저2동 일원
 - * 부산 에코델타시티 총 면적: 1,177만㎡(약 360만평)
- (계획인구) 8,500인(3,380세대)
 - * 부산 에코델타시티 총 계획인구: 76,000인(약 30,000세대)
- (사업기간) 2012~2023년
- (시행자) 부산광역시, 한국수자원공사(K-Water), 부산도시공사
- (주요내용) 로봇활용 생활혁신, 배움-일-놀이 융합사회, 도시행정·관리의 지능화, 스마트워터, 제로에너지 도시, 스마트 교육&리빙, 스마트 헬스케어, 스마트 교통, 스마트 안전, 스마트 공원의 10대 혁신 서비스를 구현한 글로벌 혁신 성장도시
 - 보행보조로봇, 주차로봇, 물류이송로봇, 패트롤로봇(순찰로봇), 의료로봇 등의 도입과 함께 로봇통합관제센터 설치 & 테스트베드 지정으로 관련 기업의 자유로운 개발과 사업화 지원
 - 물순환 전과정인 '강우-하천-정수-하수-재이용'에 첨단 스마트 물관리 기술을 적용
 - 고정밀 소형 강우레이더로 홍수에 대비
 - 평강천과 맥도강에 자연적으로 물이 흘러가며 정화되는 에코필터링 설치(11만㎡)로 수질 향상
 - 가정 등에서 사용된 물은 고도의 정수처리 과정을 거쳐 도시의 물청소와 공원용수 등에

재활용

- 배움, 일, 놀이가 공간적으로 융합되도록 스마트 근무시스템, 사회적 일자리 등을 제공
- 공연·축제를 위해 페스티벌 스트리트(폭 40m, 길이 500m)를 조성하고 증강도시 플랫폼과 연계해 다양한 미래형 콘텐츠를 제공
- 60MW 규모의 수소연료전지발전소를 만들어 전기 100%를 신재생에너지로 공급
- 스마트헬스케어 클러스터에 종합병원을 유치하여 첨단의료서비스를 제공하고 의료기관과 기업간 공동연구 진행
- 퍼스널모빌리티(전기킥보드, 세그웨이 등) 200대 도입과 함께 250m(도보 3분 이내) 간격으로 대여소를 만들어 차량 없이 이동 가능한 시스템 구축
 - * 5대 혁신클러스터: 공공자율혁신, 수열에너지, 헬스케어, 워터사이언스, 신한류AR·VR
 - * 스마트도로: C-ITS, 스마트신호, 모빌리티
 - * 로봇: 로봇웨이, 감시패트롤, 스마트주차장(로봇파킹)
 - * 혁신센터: 도시데이터분석센터, 메이커스페이스
 - * 스마트스쿨: 스마트패드, 전자칠판, AR·VR체험
 - * LWP커뮤니티센터: 도서관, WORK센터 등
 - * 빌딩형정수시설: 스마트 정수장 시범사업



〈그림 2-19〉 부산 에코델타 스마트시티 위치 및 공간구상

출처: <https://www.busan.go.kr>

제3장 | 해양 스마트 안전도시 개념 및 도시상

제1절. 해양 스마트 안전도시 개념

■ ‘해양 스마트 안전도시’란, ICT를 포함한 스마트 첨단기술이 기반이 되어 해양공간의 특성에 의해 발생할 수 있는 다양한 위협으로부터 국민(시민)의 안전성을 증진시킴으로써 도시민의 삶의 질을 개선시켜 나가는 지속가능한 도시로 정의

○ ‘해양 스마트 안전도시’는 ‘해양(연안)공간’, ‘스마트도시’, ‘안전도시’ 개념이 융합된 ‘자연재해 대응형 해양스마트도시’



<그림 3-1> ‘해양도시’, ‘스마트도시’, ‘안전도시’ 개념의 융합

출처: 해양 스마트 안전도시 건설을 위한 도시 인프라 및 공간모델 개발 연구, 한국해양과학기술원(2019.05)

- ‘스마트시티’는 도시에 관련된 문제들을 해결하기 위하여 하드 및 소프트웨어 인프라를 기반으로 시민이 지능형 서비스를 이용할 수 있도록 설계된 신개념 도시
 - 스마트시티 개념은 도시인구 증가, 디지털 기술의 발전, 저출산, 고령화, 저성장, 환경오염 및 자원고갈과 같은 복잡하고 다양한 문제에 대한 대안으로 생겨남
 - 스마트시티에 대한 개념은 국가, 경제수준, 지역 및 도시별 정책 등에 따라 상이하게 정의되고 있어서 하나의 개념으로 정리되기는 어려움이 있으나, 공통적으로 ‘물리적 인프라 구축과 기술개발 외에 정보통신기술을 활용한 시민의 삶의 질 개선, 도시의 지속가능성 향상에 중점을 두고 있음

주요 스마트시티 정의

- (EU) 디지털 기술을 사용하여 시민들의 삶의 질을 향상시키고 시민들에게 더 나은 공공서비스를 제공하며 자원을 효율적으로 사용하고 환경 영향을 최소화함으로써 도시의 지속가능성을 향상시키는 도시
- (Harrison et al.) 물리적 인프라와 디지털 핵심기술이 결합되어 극대화된 도시
- (김갑성) 사물인터넷 등과 같은 정보통신기술을 활용하여 도시문제를 해결하고 도시경쟁력 및 시민 삶의 질을 향상시키는 동시에 도시의 지속가능성을 추구하는 도시
- (김태경 외) 시민들의 삶의 질과 도시 운영의 서비스 효율 및 경쟁력을 향상하기 위해 ICT기술과 기타 첨단기술을 활용한 혁신적인 도시이며, 경제적, 사회적, 환경적으로 현재와 미래 세대가 요구하는 필요를 충족하는 도시
- (이재용 외) 도시공간에 정보통신기술과 친환경기술 등을 적용하여 행정, 교통 및 물류, 방법 및 방재, 에너지 및 환경, 물 관리, 주거 및 복지 등 도시기능을 효율화하여 시민 삶의 질을 향상시키고 도시경쟁력을 향상시키는 동시에 환경적으로도 지속가능한 도시
- (이정훈) 교통, 환경, 에너지, 도시기반시설 등 도시 내에서 발생될 수 있는 다양한 문제들을 시민, 공무원, 민간기업 등의 이해관계자가 함께 ICT를 활용하여 문제를 해결하고 새로운 성장동력을 발굴하며 발전시킬 수 있는 지역혁신시스템/플랫폼을 제공하는 도시

- ‘안전도시’ 개념은 지역사회 모든 구성원들이 사고와 손상의 예방과 안전증진을 위해 자발적으로 노력하는 Community Model로 정의할 수 있으며, 최근 도시의 안전성 강화라는 목표 하에 정부부처별로 다양한 사업들이 수행되었거나 진행 중에 있음
 - 최근 들어서 ‘안전’의 가치가 매우 중요시되고 있으며, 도시민들의 삶의 질을 담보하면서 도시의 경쟁력을 결정짓는 기본 요건이 되었음
 - 관련 사업들로는 국민안전처의 ‘안전마을 만들기 사업’, ‘안전한 보행환경개선사업’과 법무부의 ‘범죄예방 환경개선사업’, 행정안전부의 ‘안전도시 시범사업’, 소방방재청의 ‘방재마을 시범사업’ 등
- ‘해양도시’는 도시가 연안에 입지한 지리적 특성을 반영한 개념으로, 해양도시에서의 삶은 바다와 긴밀한 관계를 맺음으로써 산업, 경제, 문화, 관광, 교통, 안전 등 다방면에 걸쳐 많은 영향을 받음. 특히 해양도시는 해양공간의 특성상 도시의 안전이 위협받을 수 있는 여러 요인들에 노출될 수 있어 이러한 요인이 중요한 의미를 갖게 됨
 - 해양도시의 안전을 위협하는 요인으로는 크게 자연적 재난과 사회적 재난으로 구분 가능
 - (자연적 재난) 태풍, 해일, 풍랑, 호우(홍수), 조수, 적조 등
 - (사회적 재난) 선박교통사고, 해양유류오염사고, 해수욕장 인명사고, 해상에서의 테러, 밀입국 범죄 등
- 본 연구에서 ‘해양 스마트 안전도시’라 함은, 해양도시에서의 안전 위협요소 중 자연적 재난재해에 초점을 둔 스마트시티 모델을 의미함
- 안전도시 구축방안으로 ICT기술의 중요성이 강조되고 있으며, 첨단정보기술을 적용하여 선제적으로 해양기인 자연재난재해 위험을 관리·예방하고 신속하고 효율적 현장대응을 수행하며 민-관 상호협력적 효율성을 강화하는 스마트 안전관리 개념 적용

제2절. 해양 스마트 안전도시 구성요소 및 도시상

■ 해양의 특수성으로 인해 특히 취약한 해양재난·재해에의 선제적 대응에 특화된 '해양 스마트 안전도시'는 기존 스마트도시 구성요소에 해양재난·재해 관련 다양한 혁신기술 요소가 추가결합되어 도시 내 각종 인프라와 사물이 네트워크로 연결되는 형태

○ '해양 스마트 안전도시'는 기존 스마트시티 서비스영역에 안전영역을 추가강화한 요소로 구성

- 스마트시티가 도시민의 총체적인 문제를 다루는 플랫폼적 성격을 지닌다는 점은 스마트시티는 수많은 개별요소의 집합으로 설명될 수 있음

- 스마트시티 실현을 위한 세부요소는 매우 다양하게 제시됨

• 시장조사 전문기관인 Frost & Sullivan(2014)은 스마트시티 구성요소를 스마트에너지, 스마트빌딩, 스마트이동성, 스마트기술, 스마트헬스케어, 스마트기반시설, 스마트정부, 스마트보안, 스마트시민으로 정의

• 이재용 외(2016)는 스마트시티가 포함하는 세부요소를 스마트네트워크, 스마트안전, 스마트교통, 스마트경제, 스마트에너지·환경, 스마트복지로 구분

• 조영태 외(2017)는 교통, 행정, 건강, 복지, 환경, 범죄, 재해 등의 세부요소를 제시

• 김태경 외(2018)는 스마트시티 기술 솔루션 분야를 교통, 에너지, 환경, 방법·안전, 산업·경제, 생활복지로 구분

• KT(2018)는 스마트시티 관련 서비스를 관광, 건강, 에너지, 수자원, 환경, 안전, 교통 분야로 구분

- 아울러 스마트시티 요소들의 실현을 위해서는 기술인프라, 제도, 인적자원이 필요함

• '기술인프라'는 정보통신기술 등을 융·복합한 인프라를 통해 스마트시티를 실현시킴

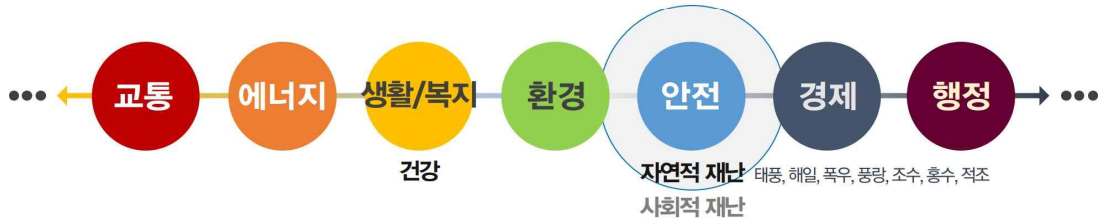
• '제도'는 민관 또는 부처간 거버넌스를 통해 스마트시티 실현을 뒷받침함

• '인적자원'은 혁신성을 가진 시민 및 기업 육성을 통해 스마트시티 실현의 한 축을 담당함

○ 안전 분야에서도 특히 해양으로부터 위협요인이 되는 자연재난·재해에 초점을 맞춘 스마트서비스 강화가 목적이며, 이를 위한 인프라가 구축되고 각종 센서로 정보가 수집·공유되며 처리·분석되는 과정을 통해 시민체감 서비스로 구현되는 일련의 과정이 포함

해양 스마트 안전도시

교통, 환경, 에너지, 도시기반시설 등 도시 내에서 발생될 수 있는 다양한 문제들에 대처하고
 특히 해양재난, 재해 위험의 관리, 예방과 신속, 효율적 대응이 가능할 수 있도록
 공공과 민간, 시민 등 다양한 이해관계자가 함께
 ICT를 활용하여 문제를 해결하고 새로운 성장동력을 발굴, 발전시킬 수 있는 환경으로서 지역혁신 플랫폼



<그림 3-2> 해양 스마트 안전도시 구성요소

출처: 해양 스마트 안전도시 건설을 위한 도시 인프라 및 공간모델 개발 연구, 한국해양과학기술원(2019.05.)

- ‘해양 스마트 안전도시’ 도시상은 ‘교통, 환경, 에너지, 도시기반시설 등 도시 내에서 발생될 수 있는 다양한 문제들에 대처하고 특히 해양재난·재해 위험의 관리·예방과 신속·효율적 대응이 가능할 수 있도록 공공과 민간, 시민 등 다양한 이해관계자가 함께 ICT를 활용하여 문제를 해결하고 새로운 성장동력을 발굴·발전시킬 수 있는 환경으로서 지역혁신 플랫폼’을 구현하는 것



<그림 3-3> 해양 스마트 안전도시 개념

제4장 | 해양 자연재난·재해 특성 및 주요 방재정책

제1절. 우리나라 자연재난·재해 피해특성 및 주요 방재정책

1. 우리나라 자연재난·재해 피해현황

- 세계적 양상과 함께 우리나라도 자연재해로 인한 피해가 점차 대형화·광역화 되어가고 있으며, 자연재해 중에서도 태풍, 집중호우 등 풍수해의 빈도와 강도가 증가하고 있고, 이에 따른 피해와 복구비용도 급증⁴⁾
 - 국토 공간구조상 산지가 약 70%인 우리나라는 3면이 바다인 반도국가로 해양성 기후변화에 따른 태풍 내습으로 집중호우, 장마 등에 의한 생활권 주변 급경사지 붕괴, 산사태 발생 우려가 높음
 - 우리나라 인구의 약 30%가 연안지역에 거주하고 있으며(한국환경·정책평가연구원, 2011), 산업단지, 항만시설 등 국가 주요 기반시설과 배후도시가 연안지역에 밀집하고 있는 특징을 갖고 있어 연안에서의 인구활동 증가와 활용성이 증가됨에 따라 자연재난으로 인한 재산 및 인명피해는 더욱 증가할 것으로 예상
 - 우리나라는 지난 100년간(1906~2005년) 평균기온이 1.7℃ 증가하였고 해수온도는 최근 37년간(1968~2004년) 약 1.0℃ 상승했으며, 연평균 강수량이 1910년대 1,155.6mm에서 2000년대 1,375.4mm로 약 19% 증가하는 등 기후변화에 의한 지구 온난화 현상이 전 세계 평균을 상회하는 것으로 나타남
 - 지구 온난화로 해수온도가 점진적으로 상승하고 있다는 사실은 많은 과학잡지에서 거론하고 있는 사실이며, WODC(World Ocean Data Center)가 1955~2003년 전 세계 해양자료 분석을 통해 바다의 열량이 점차 증가하고 있으며 표층 부근 뿐만 아니라 중심층까지 증가하고 있음을 제시
 - IPCC의 4차 보고서에 따르면 지구 온난화가 꾸준히 진행되면서 전 세계적으로 지난 100년간(1906~2005년) 평균기온이 0.74℃ 상승하였고, 해수온도도 최근 43년간(1961~2003년) 0.1℃ 상승

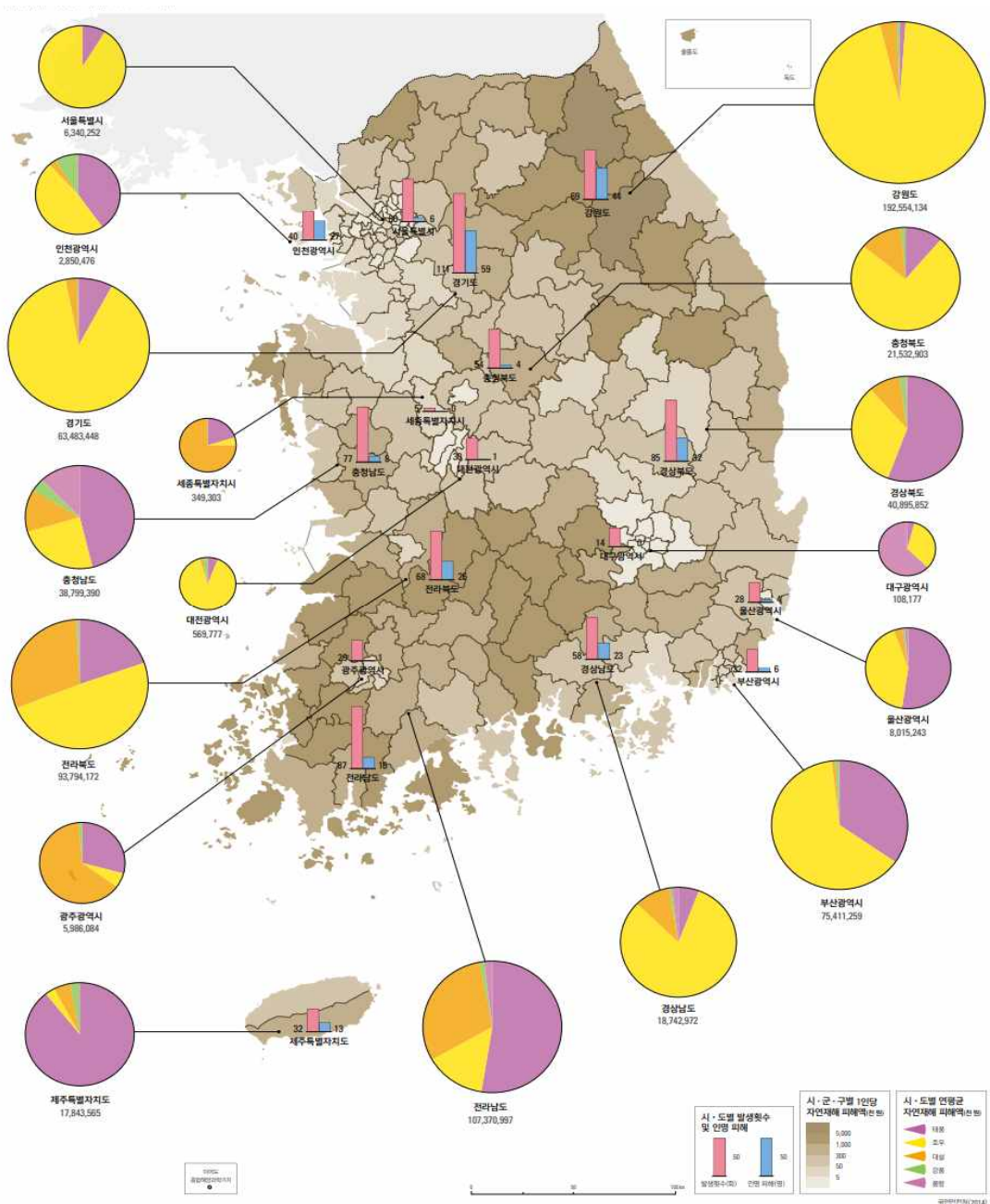
4) 자연재해로부터 안전한 선진도시 부산 구현 방안, BDI 포커스(부산발전연구원, 제261호(2014.09.29.)) 일부내용 발췌 및 재정리

- 지구 온난화는 해수온도 상승으로 인한 해수면 상승은 물론이고 바다 전체의 해류 시스템 변화에도 영향을 줄 것이며, 기온이 3℃ 상승할 경우 아시아에서만 연간 700만 명 이상이 홍수에 의한 재해 위기를 맞을 것으로 예상
- 또한 급속한 산업화·도시화 등으로 인한 기후변화는 재산과 인명피해, 기아, 물부족, 해안침수, 질병 등을 더욱 가중시킬 것으로 예상
 - 자연재해에 따른 재산피해는 1990년 이후 급격히 증가해 2100년이 되면 세계 GDP의 5~10% 수준으로 확대될 것으로 예상
- 국가적으로 관리되고 있는 자연재난·재해 피해유형은 9개로 분류되고 있으며, 그 중 해양재난·재해와 관련된 유형은 풍수해로서 태풍, 홍수, 집중호우, 강풍, 풍랑, 해일, 조수가 해당⁵⁾
- 최근 5년간(2012~2016년) 풍수해로 인한 피해 발생은 감소 추세에 있었으나 2016년 이후 다시 증가세를 보이며, 특히 재산피해는 타 유형 대비 현저하게 많음(국립재난안전연구원, 2018)
 - 매년 226개 시·군·구에서 호우, 태풍, 풍랑, 강풍 등으로 인한 건물 및 농경지 침수, 하천범람, 도로, 항만, 어항, 수리시설 등 공공시설물 파손이 발생하였으며, 연평균 재산피해는 3,309억 원
 - 2012년은 최근 5년 동안 풍수해로 인해 가장 많은 피해를 기록한 해로, 739개 시·군·구 지역에서 피해가 발생하였으며, 재산피해는 1조 689억 원에 이름
- 태풍 및 호우로 인한 피해가 전체 자연재해 피해의 90% 이상을 차지하며, 지난 30년 사이에 가장 큰 피해를 남긴 자연재해는 2002년의 태풍 '루사'로 피해 규모가 8조 원을 상회함. 2003년에는 태풍 '매미'의 영향으로 약 6조 원, 2006년의 태풍 '에위니아'로 약 2조 원, 2012년에는 태풍 '볼라벤'과 '덴빈'에 의해 1조 원이 넘는 피해를 입음
 - 강풍과 함께 400~500mm의 폭우를 동반한 태풍 등으로 인명피해는 물론이고 항만, 철도, 고속도로 등 국가 핵심 인프라의 손실과 함께 제방붕괴, 산사태 및 사면붕괴 등 많은 피해가 발생
 - 1995년 태풍 '재니스(Janis)', 1996년 집중호우, 1998년 집중호우 및 태풍 '애니(Yanni)', 1999년 집중호우, 2000년 태풍 '프라피론(Pripron)', 2002년 태풍 '루사(Rusa)'에 이어 2003년 9월 12일 태풍 '매미(Maemi)'가 한반도를 통과
 - 2012년 태풍 '볼라벤(Bolaven)'에 의한 강한 바람과 파랑으로 해안가 주변의 수산증양

5) 국가안전관리 집행계획 작성지침, 행정안전부(2017; 2018)

식시설과 항만, 어항, 해안도로 등의 공공시설물에 극심한 피해가 발생했으며, 연이어 태풍 '덴빈'의 상륙에 따른 강한 호우는 배수펌프장과 우수배제시설 용량 부족으로 시가지와 산업단지 등 침수, 그리고 하천시설의 통수단면 부족으로 인한 하천범람 및 제방유실을 발생시켜 인근 주택 및 농경지에 큰 피해를 줌

* 2012년 8월25일~30일, 태풍 '볼라벤'과 '덴빈'으로 인해 전국 180개 지자체가 피해를 입었으며, 재산피해액은 약 6,500억 원; 2012년 9월15일~17일, 태풍 '산바'로 인해 전국 149개 지자체 피해액 약 3,500억 원 등(2013 재해연보)



<그림 4-1> 자연재해로 인한 피해현황(2005~2014년)

출처: 대한민국 국가지도집 II, 국토교통부 국토지리정보원(2016.12)

- 국내에서도 게릴라성 집중호우가 빈발하고 있으며, 전국적으로 기상관측 값을 갱신하는 집중호우가 발생
 - 여름철 집중호우는 장마와 태풍과는 달리 예측이 어려워 한번 발생하면 큰 피해로 이어질 수 있음
 - 우리나라에서 최근 10년간(1999~2008년) 일 100mm 이상 집중호우의 발생빈도는 총 385회로 70~80년대 222회에 비해 1.7배나 증가
 - 2002년 태풍 루사 때는 강릉에 870.5mm의 일 최대 강수량을 기록하며 많은 피해가 발생
- 국지성 집중호우 빈발과 함께 도시화로 인한 불투수 면적 증가로 강우시 우수 단기유출량 증대로 인한 저지대 침수피해 증대
 - 서울지역 불투수 면적율은 1962년 7.8%에서 2006년 47.5%
 - 2011년 7월 서울지역에 시설용량을 초과하는 기록적인 폭우로 우면산 등 대규모 산사태 및 침수피해 발생
 - 1시간 최대 강수량 113mm
 - 설계용량은 하수관 65~75mm, 배수펌프장 65~88mm
- 최근 5년간 자연재해로 인한 도로, 하천 등 공공시설의 평균 피해액은 5,727억 원, 복구액은 1조 2,384억 원으로 매년 막대한 예산을 투입해 재해복구사업을 하고 있으며, 투입예산도 점차 증가하고 있는 실정

■ 바다와 인근 해안지역에 발생하는 안개인 해무는 지진이나 태풍과 같이 시설물의 피해를 가져오는 재해요인은 아니지만 선박의 안전운항을 위협할 뿐만 아니라 특히 교량을 통행하는 차량의 시정을 악화시킴으로써 대형사고 발생의 원인이 되는 중요한 자연재해 요인 중 하나

- 해안가에 발생하는 해무의 경우 선박의 안전운항과 항만 및 교량 통제에 지장을 주는 자연재해 요인으로, 특히 교량을 통행하는 차량의 시정을 악화시킴으로써 대형사고 발생의 원인이 되고 있음
 - 도로교통공단에 따르면 시야가 확보되지 않는 해무 등 안개 속 도로에서는 다른 기상상태에 비해 사고 발생 가능성이 크며, 특히 치사율이 9.8%에 이르는 등 흐림, 눈, 비 등의 요인보다 높은 영향을 가지고 있음
- 부산지역의 경우 바다와 인접하고 있어 수분공급이 충분하며 연안지역의 도시적 이용밀도가 높은 해운대, 광안대교 주변 등에서 해무가 잦게 발생

- 해무는 공기와 기상조건, 지형조건, 상공의 바람 상태 등에 따라 발생하기 때문에 사전예측이 매우 어려움
- 해무를 포함한 일반 안개의 발생일수를 살펴보면, 연평균 24일 정도 발생하며 갑작스러운 기온변화와 급격한 일교차에 의해 초여름과 초가을 사이에 가장 빈번하게 발생
- 기후변화에 의한 도시열섬 현상이 나타나면서 도시지역에서의 안개 발생이 보다 잦아지고 있으며 하천과 저수지 등 넓은 개방수면이 위치한 지역 인근에서도 빈번하게 발생하고 있음

○ 해안지역에서 해무에 의한 피해 사례로는 2015년 2월 영종대교에서 발생한 106중 추돌사고(사망 2, 부상 73)와 2006년 10월 서해대교에서 발생한 29중 추돌사고(사망 11, 부상 50)가 있음⁶⁾

* 해안가에 발생하는 해무로 인한 피해는 미국, 유럽 등 선진국에서도 유사하게 나타남. 미국 버지니아주에서도 2013년 95중 추돌사고가 발생하여 28명의 사상자가 발생하였으며, 벨기에 브뤼셀에서도 2013년 130중 추돌사고가 발생하여 77명의 사상자가 발생



〈그림 4-2〉 영종대교 추돌사고 현장(2015.02)

〈그림 4-3〉 서해대교 추돌사고 현장(2006.10)

2. 우리나라 주요 방재정책 및 한계⁷⁾

■ 자연재해 방재정책

○ 우리나라는 2004년 3월 제정된 '재난 및 안전관리 기본법'을 모태로 평상시 행정안전부·국토교통부·해양수산부·소방방재청·지자체 등 정부부처 및 지자체별로 자연

6) 해무 등 안개 발생에 따른 대형사고가 발생함에 따라 정부는 그 위험성을 인지하고 종합관리대책을 수립(15.3월 영종대교 사고 및 16.12월 나주대교 사고 이후 관리대책 수립)한 바 있으며, 관련 교통안전대책으로 사전적인 각종 관리구간 지정 및 안전시설 설치 방안과 사후적인 점멸등, 도로전광표지(VMS), 방무벽등의 선형안내 및 정보제공 등이 있음. 또한 시정거리 250m 이하의 길은 안개가 연 30일 이상 발생하여 사고위험이 높은 구간을 '안개 잦은 지역'으로 지정하여 안전시설 설치 등 집중 관리함

7) 자연재해로부터 안전한 선진도시 부산 구현 방안, BDI 포커스(부산발전연구원, 제261호(2014.09.29.)) 일부내용 발췌 및 재정리

재해 예방정책을 마련해 자연재해 발생시 국가재난안전대책본부 지휘시스템을 가동하는 재난방재시스템을 갖추

- 정부에서는 기상변화에 따른 방재기반 확충을 위한 재해예방 투자를 3배 이상 지속적으로 확대
 - 재해예방사업으로 2007년 3,405억 원에서 2011년 9,929억 원 투입
 - '저수지댐의 안전관리 및 재해예방 관련 법률' 제정(2008.6)과 '지진재해대책법' 제정(2008.3), 제3차 지진방재종합대책 추진(8개 분야 58개 과제) 등 지진재해대책 및 저수지댐 안전관리를 위한 제도적 장치 마련
- 정부는 기후변화에 따른 자연재해를 극복해 나가기 위해 '저탄소 녹색성장 기본법'(2010.1월 제정)에 따라 법정계획으로서 국가기후변화 적응대책을 수립(10개 부문 종합대책으로 13개 중앙부처가 참여)

■ 우리나라 방재정책의 한계점

- 전반적으로 자연재해 예방 중요성에 대한 인식이 미흡하며 도시계획 수립 시 방재요소 반영 미비
 - 도시안전에 있어서 자연재해 대책이 무엇보다 중요한 요소임에도 불구하고 실제 도시계획 수립 시에 방재요소를 중요하게 다루지 않음
 - '자연재해대책법' 제16조제6항 풍수해저감종합계획 등 반영 미비
 - 도심 산지의 경우 토심이 얇고 급경사지에 침엽수로 분포되어 있는 곳이 많아 태풍 등으로 인한 집중호우 시 산사태 위험에 노출되어 있으나 아파트단지 등 도시 내 각종 개발사업 시 자연재해 방재분야 안전성에 대한 검토가 거의 이루어지지 않고 있는 실정
 - 특히 우리나라는 3면이 바다로 둘러싸인 반도국가임에도 불구하고 수도권 등 도시에 초점을 둔 육역 중심의 방재정책으로 태풍, 해일 등 해양기인 자연재난·재해 방재정책에 대한 관심이 부족
 - 우리나라 국토의 공간구조 특성상 산지가 약 70%를 차지하여 태풍, 집중호우 등 해양기인 자연재난·재해로 인한 생활권 주변 급경사지 붕괴나 산사태 피해 위험이 큼
 - 해양도시의 경우도 중앙정부 방재정책에 의존함으로써 해양재난·재해 방재정책에 대한 관심이 부족
 - 자연재해 발생은 발생주기가 일정치 않고 특정시기에 집중되는 등의 특징을 보여 정부정책의 우선순위에서 들지 못하게 되며, 그럼에도 불구하고 자연재난·재해에 대비하기 위한 다양한 정책적·제도적 노력을 하고 있으나 사전대비, 대응, 대피교육 및 홍보, 복구 및 사후관

리의 전반적 과정에서 체계적이지 못해 시행착오를 겪음

○ 자연재난·재해에의 사전예측이나 신기술 방재시설 등 사전대비 관련 사업에 투자가 미흡

- 정부는 태풍, 해일, 집중호우, 홍수, 붕괴 등 다양한 유형의 자연재난·재해 발생에 따른 인명 및 재산피해를 줄이고자 중·장기적 차원에서의 각종 제도 개선과 함께 다양한 방재정책 사업을 추진 중에 있지만, 대부분이 사후복구 및 관리 부분에 집중
- 전반적으로 방재 관련 연구개발사업에의 투자는 확대되고 있으나 우리나라 지형 및 지역여건에 맞는 예측기술 개발 및 예측체계 구축이 미흡
 - 예측모델 개발, 관측장비 개선, 입체상세 관측망 구축 등
- 단순 방재 개념의 접근이 아닌 근본적 대응이 가능한 도시공간적 인프라 계획 및 기술개발이 필요

○ 자연재난·재해 대응시스템의 비체계적이고 비효율적인 운영

- 우리나라의 방재대책은 종합적이고 포괄적이라 할 수 있으며, 집중호우·해일 등 자연재해 유형별, 지역 특성별, 구조물(시설물)별로 세분화된 맞춤형 방재대책은 미흡
 - 현재 안전기준은 개별 법령에 따라 달리 규정되어 있음
- 정부나 지자체에서 '재난 컨트롤 타워'를 구축해 놓고 있으나, 재해관련 기술적 역량에 집중하기보다 시급을 다투는 상황에서 자연재해 전문성이 미약한 상급기관 행정보고체계 등 비효율적 행정체계로 시행착오를 겪음

제2절. 부산지역 해양재난·재해 피해특성 및 주요 방재정책

1. 부산지역 해양재난·재해 피해현황

■ 부산지역은 시역의 약 1/3이 해양에 노출되어 있으며, 대하천인 낙동강 하류에 입지하고 있고 산지가 약 70%를 차지하는 등 지형적으로나 도시공간구조 상 타 지역에 비해 자연재해에 매우 취약함

- 부산은 산지가 약 70%를 차지하며 대하천 낙동강과 수많은 중소규모의 지방하천을 보유하고 있고 특히 시역의 1/3이 바다와 접해 있어 다양한 자연재해 발생 위험이 상존
- 부산은 6·25, 8·15해방 등을 거치면서 급격한 인구유입에 따른 비계획적 도시성장 과정을 거쳤고, 이로 인해 옹벽·석축 등으로 조성된 택지가 많아 자연재해에 매우 취약
- 부산을 강타한 태풍 '매미'(2003년)나 '차바'(2016년)에서 경험한 것처럼 해양재해가 발생하면 천문학적인 피해와 함께 사회·경제적으로 심각한 악영향이 발생
 - 국가 무역항 기능이 집적된 부산은 제반 국가물류기능 마비와 다름없는 큰 피해 가능성이 우려
 - 해운대 마린시티 등 고밀주거나 상업과 같은 시민생활 공간이 바다와 인접하여 개발된 곳이 많아 해양기인 자연재난·재해 발생시 시민생활의 안전을 위협

■ 해양기인 자연재난·재해 피해현황

- 부산은 1995년 태풍 '재니스(Janis)', 1996년 집중호우, 1998년 태풍 '애니(Yanni)', 1999년 집중호우, 2000년 태풍 '프라피론(Pripron)', 2002년 태풍 '루사(Rusa)', 2003년 태풍 '매미(Maemi)' 등에 이어 최근 2016년 태풍 '차바(Chaba)'와 2019년 태풍 '다나스(Danas)', '타파(Tapah)'로 큰 피해를 입음
 - 2019년 9월 태풍 '타파'로 인해 부산지역에서는 22명의 사상자가 발생하고 최대 239mm의 강우 발생
 - 총 2,300여건의 피해 신고 접수(부산소방재난본부 및 부산경찰청)
 - 사망 1명, 부상 21명의 인명피해가 발생
 - 2019년 7월 태풍 '다나스'로 인해 부산에서는 도로 침수와 산사태 발생
 - 부산소방재난본부에 비바람 피해 신고 100건 접수
 - 낙동강과 도심 하천이 불어나면서 도로 통제

- 김해공항 항공편 167편이 결항, 10편은 착륙이 어려워 회항
- 2016년 9월 태풍 '차바'가 남부지방을 강타함에 따라 강풍, 폭우, 해일, 침수범람 등의 피해가 발생하였으며, 특히 만조시에 발생한 폭풍해일로 인한 해수면 상승과 이에 동반한 고파랑에 의해 부산 해운대 마린시티 일대에 대규모 월파 피해가 발생
 - 경남 동부 해역에 상륙 시 만조 시기와 겹치면서 최대 1m에 달하는 폭풍해일이 발생
 - 만조, 저기압, 해일의 지형적 증첩효과 등이 복합되어 해수위가 급격히 상승된 시점에 발생한 고파랑에 의해, 주요 해역에서의 월파 피해가 극심하게 발생(부산 해운대 마린시티, 부산 민락 해변 등)
 - * 해수면 상승은 평상시에는 체감할 수 없는 정도이지만, 태풍 시 저기압 효과에 의해 해수면 자체가 상승하면서 한쪽으로 물이 갇히게 되어 발생하는 국지적 폭풍해일이 만조와 겹치게 되면 안벽고가 낮은 곳에서부터 범람이 발생
 - * 해수의 유입으로 인한 침수범람 피해 발생유형은 첫째, 만조위 + 폭풍해일고(파랑 차폐 해역), 둘째, 만조위 + 폭풍해일고 + 고파랑(파랑 노출 해역), 기타 해수면 상승에 의한 배수관 역류 + 강우에 의한 도시침수의 복합적 발생 등이 있음
 - 태풍 '차바' 내습 시, 부산 해운대 마린시티 침수범람은 만조위 시 폭풍해일이 증첩된 상태에서 들이닥친 대규모 파랑에 의한 월파 피해이며(파랑 노출 해역), 높아진 해수위(폭풍해일 + 만조) 상으로 진행된 4~5m 높이의 파랑이 월파하여 해안에 인접한 아파트 등에 직접적인 피해가 가해짐
 - * 부산시는 2020년까지 790억원(국비 395억원, 시비 395억원)을 들여 마린시티에 해일피해를 예방하는 방파제를 건설할 예정임. 부산시는 2018년 예산에서 해운대 마린시티 재해예방사업 설계비로 행정안전부로부터 국비 9억 원을 지원 받았으며, 재해예방사업은 마린시티 앞바다에 길이 650m 방파제와 길이 780m 호안으로 구성될 예정임



〈그림 4-4〉 태풍 내습 시 해일침수범람 피해 발생 모식도

출처: 16호-태풍 차바(CHABA) 내습 시 주요 연안역 피해 원인과 향후 충청남도 대응전략 수립 방안, 충남기후정보 브리핑(충남연구원, 2016.10.)

- 부산은 특히 폭풍해일 피해에 많이 노출되어 있어 향후 기후변화로 규모가 강한 태풍이 내습할 경우 부산 연안에서 최대 폭풍해일고를 기록한 태풍 '매미'보다 1.5배(태풍 '베라(Vera)')에서 4배 이상(태풍 '카트리나(Katrina)')의 폭풍해일고 수치를 나타낼 것으로 추정(허동수 등, 2008)
 - 한편 최근 동·남해안을 중심으로 너울성 고파 및 이안류와 같은 연안 이상현상이 발생하여 인명피해를 야기하고 있으며, 부산 해운대해수욕장에서는 2012년과 2013년에 발생한 이안류로 약 1천 명의 해수욕객이 긴급구조 조치됨
 - 해수욕장의 이안류에 의한 안전사고 발생으로 2011~2013년 3년간 전국적으로 5명이 사망하였고(동해안 2명, 서해안 2명, 남해안 1명), 부산 해운대해수욕장에서만 2012년 418명, 2013년 546명이 구조 조치됨
 - 방파제에서 이상고파에 휩쓸려 바다에 빠지는 사고도 빈발하고 있으며, 향후 친수공간 이용이 증가하면서 피해는 늘어날 것으로 예상
 - 부산은 연간 3,000만 명 이상이 방문하는 7개 해수욕장을 비롯해 해양레저·관광 수요 증대로 대 국민적 안전을 위한 해양재난·재해 방재대책 마련이 시급
- * '18.8월중 부산 방문 외국인 관광객수는 229,816명으로 전년 동월 대비 9.6% 증가(부산관광공사 자료)

■ 집중호우 피해현황

- 2014.8월 시간당 130mm 이상 국지성 폭우는 부산기상청의 1973년 집중호우 통계 작성 이래 두 번째를 기록
- 부산 북구, 기장군, 강서구, 동래구, 금정구, 해운대구 등 6개 구·군에 걸쳐 5명 사망 등 인명피해와 1,425명 이재민 발생 및 주택 4,545채와 농경지 239ha 침수 등 피해가 발생
- 이 밖에 도시철도 1·2·4호선 일시 운행중단, 고리 2호기 원전가동 수동정지 등

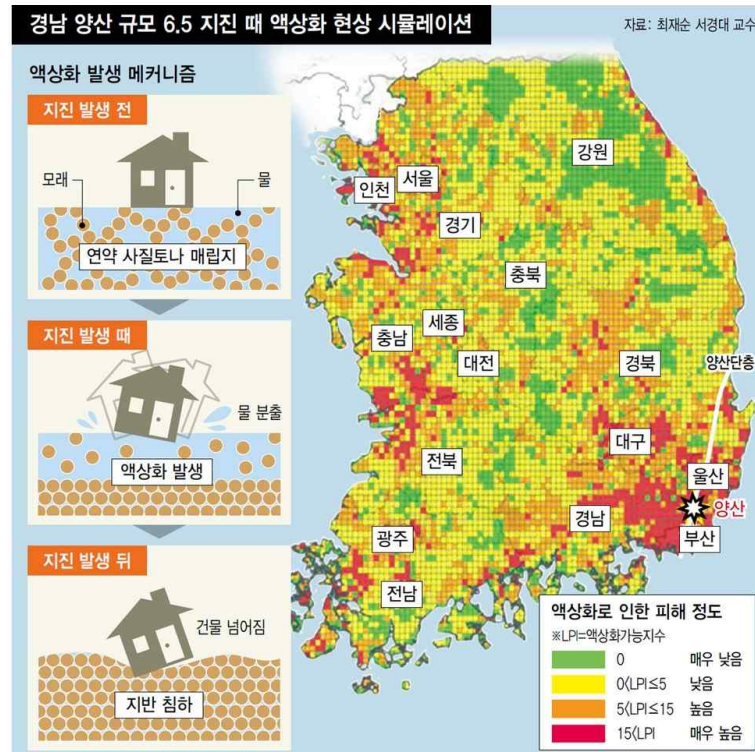
■ 지진피해 예측

- 부산에서 규모 6.5의 지진이 발생 시 건물의 절반 이상이 파괴되고 3만6천명 이상의 사상자가 발생할 것으로 예측⁸⁾
 - 규모 6.5는 한반도 지진역사와 지질특성을 고려해 예상할 수 있는 지진의 최대치
 - 부산 동래구 온천2동 남동쪽 0.59km 지점에서 규모 6.5의 지진이 발생할 경우 시민 2천6백여 명이 숨지고 3만4천여 명이 부상할 것으로 추산되며 건물 4천3백여 채가 붕괴하고 3

8) 부산지역 지진피해 예측정보(소방방재청, 2011.03)

만3천여 채가 심하게 손상될 것으로 예측

- 국가지반정보 통합데이터베이스센터의 시추공 자료를 토대로 우리나라 전역의 액상화 위험도를 분석한 지도에 따르면 부산 등 대도시와 해안가를 중심으로 액상화로 인한 지진 피해 가능성이 매우 높은 것으로 나타남⁹⁾
- 경주 지진의 원인으로 지목되는 양산단층 지대인 부산은 해안가에 연약지반이 많아 액상화 위험 높음



<그림 4-5> 경남 양산 규모 6.5 지진 때 액상화 현상 시뮬레이션

출처: 6.5 지진 덮치면 '액상화'로 부산·서울 등 큰 피해 우려, 한겨레신문, 한겨레신문(최재순, 2016.09.18.)

2. 부산시 주요 방재정책¹⁰⁾

■ 사전대비 관련

- 부산시는 IT기술을 활용한 통합적 재난관리시스템을 갖추기 위해 종합방재운영시스템, 재난유형·단계·상황·임무별 One-Stop 상황전파 등 U-방재도시 통합시스템

9) 6.5 지진 덮치면 '액상화'로 부산·서울 등 큰 피해 우려, 한겨레신문(16.09.18.일자)

10) 자연재해로부터 안전한 선진도시 부산 구현 방안, BDI 포커스(부산발전연구원, 제261호(2014.09.29.)) 일부내용 발췌 및 재정리

구축

- 부산시는 국제안전도시 인증을 받은 바 있으며, 시민참여형 재난예방역량 강화 및 교육·홍보정책 강화, 재난대응 안전한국훈련 등의 현장 및 시스템 훈련(NDMS 활용)을 통해 재난대응 종합훈련 실시
- 풍수해·지진해일 위험요소를 도출하고 단계적 정비를 통한 해소를 위해 풍수해 저감종합계획 수립
 - 일정규모 이상의 시설물 및 건축물을 대상으로 특정관리대상 시설물 안전점검 실시와 함께 항만, 교량, 터널, 하천, 상하수도 등 대규모 1·2종 시설물 및 건축물에 대한 안전지도 실시
- 50층 이상 또는 높이 200m 이상 초고층 건축물과 11층 이상인 지하역사·상가 연결 건축물의 경우 건축물 인·허가 전 사전재난영향성 검토협의를 이행하고 재난예방 및 피해경감계획 수립을 시행
- 안전점검의 날(매월 4일) 대 시민 캠페인, 유치원/초·중등학교 재난안전 순회교육, 부산광역시자원봉사센터 등 16개 단체·기관 참여의 재난예방관련 교육, 재난대응 안전한국훈련, 취약가구 대상 안전점검 등 재난안전네트워크 운영, 구·군 지역자율방재단 16개(4,495명)를 운영
- 지진 및 지진해일을 예측하기 위해 지진가속도 계측기를 설치하고 31개소 임시(긴급) 대피소와 39개소의 지정(이재민 수용) 대피소를 마련

■ 대응체계 관련

- 부산시는 '자연재난 유형별 표준행동매뉴얼', '풍수해(태풍·호우·해일·대설) 현장조치 행동매뉴얼' 등 지자체 자체 재난대응계획을 마련
 - 24시간 종합상황실을 통해 재난상황 문자전송 등을 하고 경찰청, 소방본부, 한전 등과 연락체계를 구축
- 전문가 등 40명으로 구성된 재난안전분야 최고 의결기구인 통합재난관리위원회를 출범
 - 부산시와 경찰, 해경, 소방, 육군 등 유관기관들이 참여한 통합안전협력팀도 전국 최초로 구성해 운영
- 단계별 근무태세를 구축하고, 기상예보에 따라 예비특보단계에서부터 상황판단 회의를 열어 대응계획 마련 등 기상특보에 따른 선제적 대응

제5장 | 해양 스마트 안전도시 구축을 위한 기술개발

제1절. 핵심기술개발 목표 및 방향

- ‘해양 스마트 안전도시’ 구축을 위한 핵심기술개발의 최종목표는 “시민의 안전 확보와 함께 시민체감이 높은 미래 혁신기술의 실용화상용화로 해양신산업을 창출하는 것”

(최종목표) 해양기인 자연재해에 대한 사전대비 및 효율적 대응을 통해 **시민의 안전 확보는 물론이고 시민체감이 높은 미래 혁신기술의 실용화상용화로 해양신산업 창출**

- ‘해양 스마트 안전도시’ 핵심기술개발의 기본방향은, “해양기인 안전 위협요소인 자연재난재해에 대응하여 도시기능 및 시민안전 확보를 위해 재해발생 전·중·후의 단계별로 지역 맞춤형 세부적용기술을 개발하는 것”과, “지자체·주민 등의 의사결정지원체계 모델을 구축하는 것”

- 재난안전관리는 ‘사후대응체계’에서 ‘사전예측에 의한 선제적 대응기술’ 중심으로 변화
- 해양은 정지상태가 아니라 지속적인 움직임이 있어 변동성을 가지며, 이는 육역과 구별되는 특성으로 빅데이터와 AI 처리기술이 특히 중요
 - 자연으로부터 오는 정보를 실시간으로 수집하고 분석·예측하여 대응하는 데는 빅데이터가 기반이 되며 처리기술에 있어서는 AI가 필수적



〈그림 5-1〉 재난안전관리 관련 트렌드 변화

- ‘해양 스마트 안전도시’ 실현을 위한 세부기술요소는 해양기인 안전위협 요소와

위협발생 시 보호되어야 할 대상, 그리고 자연재해 발생 전·중·후 단계에 따라 다루어지는 사전대비, 안전계획, 긴급대응, 사후대책·관리 등 내용별로 도출 가능하며, 해양기인 자연재난·재해에의 대응을 지원하는 지역적 맞춤형 세부적용기술 개발과 의사결정지원체계 구축을 목적으로 함

- '해양 스마트 안전도시' 구축을 위해서는 기 개발된 원천기술을 활용하되 자료수집, 분석·예측, 대응 등의 전체적 과정에서 지역적으로 보다 정확하고 효율적인 서비스가 가능토록 하는 핵심적용기술 개발이 중요
- (세부적용기술 개발) 지역 내 해양기상재해(태풍, 해일, 해무, 파랑, 조석 등)와 해양지진재해(해양지진, 지진쓰나미) 등에 대한 상시관측 및 실시간자료 확보, 분석·예측의 세부적용기술 개발과 육상기반 스마트 통합운용센터와의 연계모델 개발
- (의사결정지원체계 구축) 지자체, 주민(주거, 상업·업무, 도로·교통), 연안공공시설물(항만, 공항, 교량 등)과 선박 등에 사전대비, 안전계획, 긴급대응 등을 지원하는 해양재해 지능형 정보통합지원 시스템 개발
 - 해양기인 자연재난·재해정보 통합·지원기술 개발을 통해 도시기능 유지 및 시민안전 확보를 위한 의사결정지원에 기여

○ '해양 스마트 안전도시'는 기존 스마트도시에서 고려하고 있는 안전요소와 함께 해양기인 안전위협 요소를 함께 고려

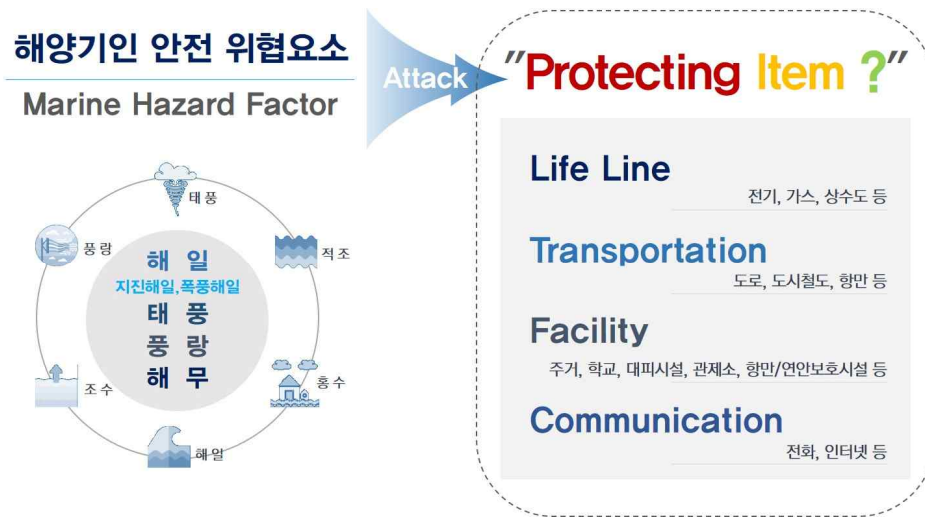
- 스마트 안전도시 위협요소: 지진, 태풍, 홍수, 화재, 테러, 전염병, 교통사고 등
- 해양 스마트 안전도시 추가 위협요소: 지진해일, 폭풍해일, 태풍, 해무, 적조, 풍랑 등



<그림 5-2> 해양 스마트 안전도시에서 고려할 안전 위협요소

○ 태풍, 지진, 해일, 해무 등 해양기인 안전 위협요소로부터의 도시기능 유지 및 시민안전 확보를 위해서는 기반시설과 같은 시설물의 보호와 도시민의 안전대응이 필요

- 해양기인 자연재난·재해로부터 도시기능 유지를 위해 우선 보호되어야 할 시설물은 도시기반시설로 기초인프라, 교통, 통신 등이 있음
 - 전기, 가스, 상수도 공급과 같은 Life Line
 - 도로, 도시철도, 항만 등 시민의 대피 경로 확보와 물자 공급, 도시기능의 정상 수행을 위한 교통시설
 - 시민의 안전 확보를 위한 거주공간과 학교 및 대피시설, 관제소, 항만·연안 보호시설 등
 - 전화 및 인터넷, TV, 라디오 등과 같이 응급상황 전파, 대피 안내, 재해정보 제공, 복구 지휘 및 상황 파악 등을 위한 통신시설



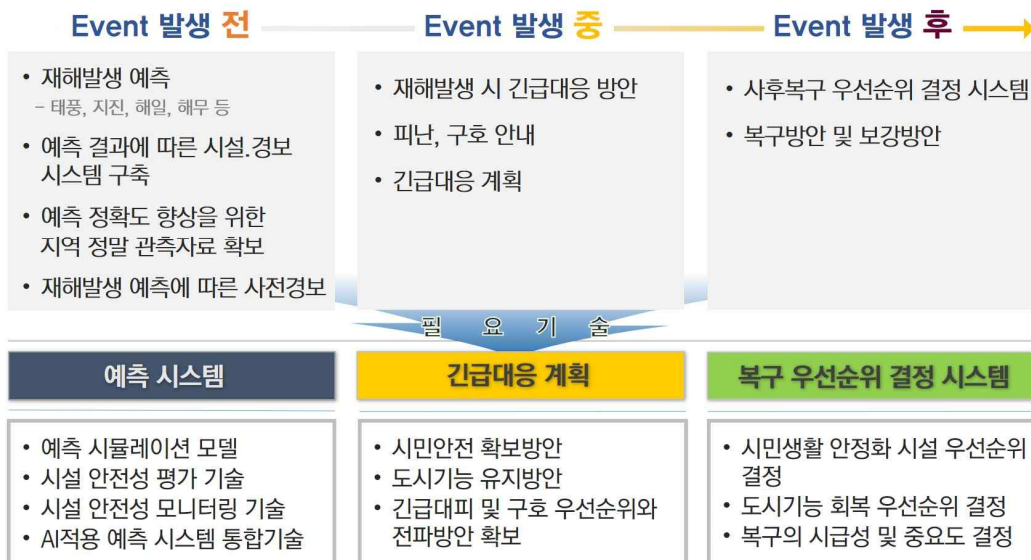
〈그림 5-3〉 해양 스마트 안전도시 보호대상 시설

- 해양기인 안전 위협요소로 자연재난·재해와 관련한 지진, 태풍, 해일, 해무 등에 대비함으로써 도시기능 유지 및 시민의 안전 확보가 필요하며, 이를 위해서는 크게 기반시설과 같은 시설물의 보호와 도시민의 안전대응 측면에서 각 위협요소별로 사전대비, 안전계획, 긴급대응 및 사후대책·관리의 단계별 대응방안이 마련되어야 함
- 해양기인 안전 위협요소에 대한 대응방안은 크게 자연재난·재해 이벤트의 발생 전, 발생 중, 발생 후의 세 단계로 구분 가능하며, 각 단계별 대응방안과 필요기술은 다음과 같음
 - 이벤트 발생 전 대응으로는 이벤트 예측을 위한 시스템 및 방재시설이 필요
 - 이벤트 예측(태풍, 지진, 해일, 해무 등) ▶ 시뮬레이션 모델
 - 예측결과에 따른 시설, 경보 시스템 구축 ▶ 이벤트별 시설 안전성 평가 기술 및 안전시설

구축 기술

- 예측 정확도 향상을 위한 부산지역 정밀 관측자료 확보 ▶ 세부 정밀 관측기술
- 재해발생 예측에 따른 사전경보 ▶ 이벤트별 시설 안전성 모니터링 기술, AI적용 예측 시스템 통합기술
- 이벤트 발생 중 대응을 위해서는 긴급대응 계획이 요구됨
 - 재해발생 시 긴급대응 방안 ▶ 이벤트 발생 시 시민안전 확보방안
 - 피난, 구호 안내 ▶ 긴급대피 및 구호 우선순위와 전파방안 확보
 - 긴급대응 계획 ▶ 이벤트 발생 시의 도시기능 유지방안
- 이벤트 발생 후 대응으로는 복구 우선순위 결정 시스템이 필요
 - 사후복구 우선순위 결정 시스템 ▶ 시민생활 안정화를 위한 시설의 우선순위 결정, 도시기능 회복 우선순위 결정
 - 복구방안 및 보강방안 ▶ 예산 대비 복구의 시급성 및 중요도 결정, 경제적인 공기 단축형 복구기술 확보

해양기인 안전 위협요소 대응방안



<그림 5-4> 해양 스마트 안전도시 위협 대응방안

제2절. 해양 스마트 안전도시 구축을 위한 핵심요소기술 개발

1. 해양수산정보 구축 추진현황

■ 해양수산정보 구축 및 근거

- 국가공간정보 기본법 제2조 제2호 및 제3호에 의거, 사용자가 관련 자료를 편리하고 효율적으로 검색·활용할 수 있도록 공간정보를 체계적으로 정리함으로써 공간정보데이터베이스를 구축
 - 해양수산부는 해양수산부 및 관련기관에서 생산하는 정보들이 개별 기관 또는 부서 단위로 관리되는 경우가 있어 종합적·체계적으로 정보를 관리하고 제공하는데 어려움이 있었음
 - 특히 최근 해양수산 분야의 맞춤형 정보에 대한 수요가 커지고 있어 이에 대응하기 위한 효율적 정보관리의 필요성이 높아짐
- 해양 및 해양수산자원의 합리적인 관리·보전, 개발·이용 및 해양수산업의 육성을 위하여 해양수산정보의 수집·관리 및 공동이용에 관한 사항을 규정하기 위해 「해양수산발전 기본법」 제32조 및 동법 시행령 제23조에 따라 해양수산정보의 수집·관리 및 공동이용에 관한 규칙을 해양수산부령 제260호로 2017년 9월 29일 제정 시행
- 해양수산부는 해양수산정보의 가치기반 데이터 허브 실현을 위한 '제1차('19~'21) 해양수산정보 공동이용 종합계획'(2018.12월)을 수립함으로써 해양수산 행정지원을 위한 연차별 추진계획을 마련
 - ※ 동 종합계획은 해양수산정보의 수집·관리 및 공동이용에 관한 규칙 제3조에 따라 매 3년 마다 수립

법 제32조(해양개발등을 위한 정보화 촉진) ①해양수산부장관은 해양개발등에 관한 정보처리의 고도화 및 정보유통의 원활화를 위하여 필요한 시책을 마련하고, 이를 시행하여야 한다.

②해양수산부장관은 해양개발등에 관한 정보의 효율적인 수집·관리 및 제공을 위하여 국가해양수산정보센터를 설치·운영할 수 있다.

③ 제2항에 따른 국가해양수산정보센터의 설치·운영에 필요한 사항은 해양수산부령으로 정한다.

영 제23조(해양개발등을 위한 정보화 촉진) ①법 제32조제1항에 따른 해양개발등(법 제6조제1항에 따른 해양개발등을 말한다. 이하 "해양개발등"이라 한다)에 관한 정보처리의 고도화 및 정보유통의 원활화를 위하여 필요한 시책은 다음 각 호와 같다.

1. 해양개발등에 관한 정보의 관리체제 개선
2. 해양개발등에 관한 정보의 관리대상이 되는 자료의 범위 확정(劃定)
3. 해양개발등에 관한 정보의 범국가적 수집·관리·제공 및 이용방안 마련
4. 해양개발등에 관한 정보의 표준화 및 데이터베이스의 구축
5. 그 밖에 해양개발등에 관한 정보처리의 고도화 및 정보유통의 원활화를 위하여 필요한 사항

② 법 제32조제2항에 따른 국가해양수산정보센터의 기능은 다음 각 호와 같다.

1. 해양개발등에 관한 정보의 수집·관리 및 제공
2. 해양개발등에 관한 정보의 효율적인 수집·관리 및 제공을 위한 정보시스템, 통신망, 및 중계시스템의 설치·운영
3. 해양개발등에 관한 정보의 공동이용을 위한 정보통신망의 지정·연계
4. 해양개발등에 관한 정보 및 자료의 국내·국제 협력

③ 해양수산부장관은 제1항 각 호 및 제2항 각 호의 사항을 원활하게 추진하기 위하여 해양수산에 관한 정보를 생산·관리하는 기관의 장에 대하여 필요한 자료의 제출을 요청할 수 있다. 이 경우 요청을 받은 기관의 장은 정당한 사유가 없으면 그 요청에 따라야 한다.

■ 해양수산정보 개념

- '해양수산정보'란 해양 및 해양수산자원의 합리적인 관리·보전, 개발·이용 및 해양수산업의 육성에 관한 정보로서 해양수산부장관이 생산·수집·관리하는 정보를 말함(규칙 제2조1호)
- '해양수산정보 공동이용체계'란, 해양수산부장관이 해양수산정보의 공동이용을 위하여 해양수산정보를 수집·저장·분석·가공·연계 및 제공할 수 있도록 구축·운영하는 정보시스템을 말함(규칙 제2조2호)

■ 해양수산정보 관리체계

- 해양수산부는 해양수산정보 관리대상으로 6대 분야(해양, 수산, 해운물류, 해사안전, 항만, 공통행정), 11개 대분류(해양-해양산업, 해양환경, 국제원양, 수산-해양수산, 어업자원, 어촌양식, 해운물류-해운물류, 항만운영, 해사안전, 항만건설, 공통행정)로 구분
- 해양수산부는 해양수산 데이터맵을 통하여 해양수산정보를 한눈에 보면서 필요한 정보의 소재 및 현황을 빠르게 검색 가능한 환경을 구축하고, 이용자 위주의 정보 가공·분석·시각화를 위한 환경을 조성
- 이용자별(중앙부처, 지역단체, 전문가, 국민 등) 참여 및 협력을 통해 의사결정이 이루어 질 수 있도록 해양수산정보 분석을 통한 과학적·합리적 해양수산 행정 지원
- 기관 간 산재된 해양수산정보의 연계·통합을 강화하고 효율적인 해양수산정보 관리 체계 구축 및 개방·활용 기반 조성

	현재(As-Is)	변화 모습(To-Be)
접근성	필요한 데이터가 어디에 있는지 모름	▶ 해양수산 데이터맵을 통하여 데이터의 소재지를 쉽고 빠르게 검색
활용	기관별 데이터 개별 관리 및 활용 개별적·수직적·제한적 활용	▶ 기관간 데이터 연계·통합·융합 활용 ▶ 통합적·수평적·융합적 활용
개방	데이터의 부분적 개방 공공/민간 별도 데이터 제공	▶ 데이터의 개방 지속 확대 ▶ 공공/민간 융합된 데이터 제공
행정추진	직관·경험에 의한 행정	▶ 데이터기반 과학적·합리적 행정 ▶ 정책 예측의 정확도 제고

〈그림 5-5〉 해양수산정보 관리체계의 변화모습

출처: 제1차(19~21) 해양수산정보 공동이용 종합계획, 해양수산부(2018.12.)

■ 종합해양정보시스템 구축 추진

- 해양수산부는 2019년 국가정보화 시행계획에서 재정사업유형으로 정보화사업을 다음과 같이 추진
- 1)어업지도정보화, 2)국립수산물품질관리원정보화, 3)해양수산물재개발원정보화, 4)국립수산물품질관리원정보화, 5)해양수산 행정정보 시스템구축(정보화), 6)사이버안전센터구축 및 운영(정보화), 7)항만물류정보(정보화), 8)해양환경정보(정보화), 9)항행안전정보(정보화), 10)해양심판정보(정보화), 11)해양조사정보(정보화), 12)항만결설사업정보시스템(정보화), 13)항만지하시설물정보구축(정보화), 14)해양생태통합정보(정보화), 15)연안관리정보구축(정보화), 16)지능형해양수산물재난정보체계운영(정보화), 17)수산물정보화(정보화), 18)어촌어항관리시스템 구축(정보화), 19)해양수산물 정보 공동활용체계 구축(정보화)
 - 해양공간정보의 종합적인 분석, 평가를 통한 정책결정을 지원하고, 새로운 가치창출을 위한 산업화 등의 과제를 효과적으로 지원하기 위해 고품질의 데이터를 신속하게 제공할 수 있는 종합해양정보시스템을 구축
 - 국가해양관측망을 통해 수집한 조위, 수온, 염분, 기온, 유향, 유속 등 관측정보와 조석, 조류 등의 예측정보를 제공

관측소(132개소)	표준측정 항목
해양과학기지(3)	파고계, 조위계, 수온계 등 22개 항목
조위관측소(50)	조위, 수온, 염분, 풍향, 풍속, 기온, 기압
해양관측부이(32)	유향, 유속, 파향, 파고, 파주기, 수온, 풍향, 풍속, 기온, 기압
해수유동관측선(44)	광역 해수면의 실시간 유향, 유속
해양관측소(3)	조위, 파고, 파주기, 수온, 염분, 풍향, 풍속, 기온, 기압

〈그림 5-6〉 국가해양관측망 구축현황 및 측정항목

출처: 2019년도 국가정보화 시행계획, 해양수산부(2019.01.)

구분	내용	활용 실적
해양사고 수습 지원 (해수유동예측시스템)	- 해양사고 발생 시 유관기관의 수색구조 지원	- 해수부 상황실·해경 월평균 약 1,230건 활용
해수욕객 안전 (이안류 감시시스템)	- 이안류 발생 가능 지수 제공 및 해안 모니터링	- 이안류 피해 구조건수 감소
정보 제공 (해양예보방송, 바다누리 해양정보 등)	- 해양재해 예상 시 긴급 재난방송 제작 - 수요자 맞춤형 오픈API 제공	- 대국민 해양정보 이해도 향상 - 오픈API 33건 서비스(누적 접속건수 280만건/월평균 24만건)

〈그림 5-7〉 해양정보 활용 현황

출처: 2019년도 국가정보화 시행계획, 해양수산부(2019.01.)

- 해양안전과 관련해서는 2017년부터 선박사고 및 해양오염, 태풍대비, 적조대응 등 해양수산분야 재난의 종합적 대응체계 마련을 위한 '지능형 해양수산재난정보체계를 구축하고 운영
 - '지능형 해양수산재난정보체계' 운영사업은 해양수산재난 예방활동 및 현장중심의 종합적 대응지원을 위해 구축
 - 1~3단계의 단위시스템 운영 및 유지·관리와 기능을 확충하고 예측정보의 생산을 통한 대응 및 예방까지의 지원체계와 실시간 적조 통합체계 구축으로 적조 대응체계를 강화함
 - 여객선 재난대응 지원시스템, 위험물 취급항만 CCTV모니터링 시스템, 해양오염예방활동 지원시스템, 태풍상황관리 및 모니터링 시스템, 해양수산재난 상황관리 및 지휘통제 시스템, 해양재난 취약요소 관리시스템, 해양수산 재난 데이터 허브 등
 - 해양수산재난 상황관리시스템은 구역별로 분할된 관심구역의 해양수산재난정보 일괄제공 기능 구축, 해양사고(선박, 비행체), 자연재해(태풍, 지진) 등 상황에 능동적인 정보 제공, 재난 상황시 해당구역 환경정보를 축적하여 예방분석 기반 마련을 주요 사업내용으로 함

2. 국내외 기술동향

■ 스마트 해양기상재해 관측·예측 기술

○ 미국

- 미국을 비롯한 주요 선진국들은 1990년대 후반부터 자국 주변해역의 해양환경을 고려한 해양예측시스템을 독자 개발·운영
 - NOAA 통합 예측시스템(Unified Forecasting System), 유럽 MyOcean, 영국 FOAM(Forecasting Ocean Assimilation Model System) 등
- 미국 NOAA에서는 최근 32년간의 해수면온도 자료를 사용하여 기계학습을 통한 태풍예측 오차를 감소 연구를 진행하고 있으며, 인공지능을 사용하여 허리케인의 크기와 진로 예측에 활용
 - IBM의 계열사인 Weather Company와 협업을 통해 인공지능을 통해 예측한 결과를 바탕으로 예보를 수정하는 단계까지 와 있음. 기존 예보보다 10~20% 더 정확해졌으며 허리케인의 강도는 최대 30%까지 정확도가 높아짐
- 미국은 연안 파랑에 의해 야기되는 해수욕장 이안류로 인한 연안재해를 저감하기 위해 연안 파랑 및 흐름에 대한 대대적인 관측실험 및 예측모형의 개발연구를 수행함(SANDYDUCK,

1997; RIPEX 2001; RCEX 2007 등)

○ 유럽

- 유럽의 Deltares는 2010년 이후 실시간 연안 안전 예경보시스템(Real-Time Safety on Sandy Coast)를 구축하여 폭풍해일, 너울 및 이안류 등에 대한 예측정보를 서비스하고 있음
- ICT 기술 발전으로 이동형 해양관측 플랫폼의 확대, 원활한 실시간 관측자료 교환 등 실시간 관측자료 획득 활발히 진행
- 2017년에는 REP17-Atlantic 실험을 통해 다종의 무인 해양관측시스템(10대의 AUV, 4대의 고정익 무인기, 2대의 헬리콥터, 제어시스템으로 구성)을 활용한 관측 시도

○ 일본

- 일본의 경우, 일본의 전해역 72개 지점에 대해서 파랑관측망(NOWPHAS: Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HAbourS)을 구축하여 실시간 관측을 수행하고 있음
- 연안에서 파랑의 처오름 및 월파에 대한 연구는 대부분 수리모형 실험을 통해 행해졌으며, 실험역 적용에 대한 정확도는 미흡(de Wall and van der Meer 1992; EurOtop, 2007 등)

○ 국내

- 2018년 '재난재해 대응분야 2018년 정부 업무보고'를 통해 2020년까지 1조7,025억 원을 투입하여 전국 단일 재난안전통신망을 구축 예정
- 국립해양조사원은 HF-Radar(18개 해역 44개소)를 활용하여 주요 항만 및 연안의 표층해류를 관측하고 있으며, 해양관측부이(국립해양조사원 및 한국해양과학기술원)에서는 ADCP를 활용하여 수심별 해수유동을 관측
 - 국내 해양관측은 관측목적에 따라 시공간적인 해상도를 보다 정밀하게 재조율하고 관측 요소를 다양화할 필요가 있음
 - 현재 주로 비실시간 정점 관측의 비중이 높아 이동형 스마트 해양관측플랫폼을 활용하여 다양한 관측요소를 실시간으로 생산하고 전송 가능한 시스템 구축 필요
- 한국해양과학기술원은 국내의 해양관련 최초 시스템인 운용해양 예보시스템을 구축하였으나 재난재해 발생 이후 국가기관 요청이 있는 경우 해양예측 정보 제공
 - 해양 예측 정확도는 현재 78% 정도 수준으로 최첨단 실시간 관측기술 및 초고성능컴퓨팅의 활용으로 예측정보생산시간 단축과 예측정확도 향상 가능
 - 행안부에서는 시간 단축을 위한 단일 재난통신망 구축 예정이며, 현재 국내 재난경보시스템은 각 기관별로 단순 일방향 전달시스템으로 운영

■ 스마트 해양지진재해 관측예측 기술

○ 미 국

- 연방재난관리청(FEMA)은 1978년 「재난구호법(Disaster Relief Act)」에 의해 10여 개의연방기관을 재난 및 긴급대응에 활용할 수 있도록 하였으며, 1998년 「스테퍼드법(Staford Disaster Relief & Emergency Assistance Act)」에 따라 연방 재난 및 긴급대응에 대한 법적 권한을 가지도록 하였음(FEMA, 2007a). 연방재난관리청이 관리하고 있는 재난 유형으로는 허리케인, 토네이도, 지진 등 자연재난과 화재, 원자력 사고 등 인적 재난 등이며, 재난 유형별로 관리체계를 구축하고 있음
 - Northridge 지진(1994)을 계기로 HAZUS(FEMA & NIBS, 1997)를 개발하였음
 - HAZUS는 대상지역의 건물군, 지형도, 지진 위치 및 규모, 경제관련 데이터 등 지진, 홍수, 바람과 같은 자연재해로 인한 피해규모를 추정하는 시스템으로 지진자료와 지역별 기본 입력자료를 이용하여 대상지역의 지진피해를 물리적 재해, 경제적 손실, 사회적 영향으로 나누어 산출함
 - HAZUS의 피해추정 결과를 활용하여 재해위험 예측과 피해저감 계획 수립 등 의사결정을 지원함. 이미 콜롬비아, 스위스, 터키 등에서는 시험적 단계를 거쳐 HAZUS를 이미 사용하고 있거나, 자국의 실정에 맞게 시스템을 변형하여 사용함
- 미국의 지진관리체계는 1997년 제정된 「지진재해경감법(Earthquake Hazards Reduction Act)」을 근거로 추진하였으며, 2004년 기존의 「지진재해경감법」을 보완한 「지진재해경감프로그램개정법(National Earthquake Hazards Reduction Program Re-authorization Act)」에 의해 연방재난관리청 책임 하에 지진관리체계를 구축하였음
- 국가 지진위험 감소 프로그램(NEHRP)
 - 미국 지진분야 R&D사업의 추진체계를 살펴보면 국가 지진위험 감소 프로그램(NEHRP, National Earthquake Hazards Reduction Program)을 통해 FEMA, NIST, NSF, USGS 등이 협력하여 지진방재 정책 및 연구개발을 수행
- 국가 지진해일 재해경감 프로그램(NTHMP)
 - 1992년 캘리포니아에서 발생한 지진해일로 인한 피해 경험한 이후 지진해일의 관측과 예보의 필요성을 인식하여 국가 지진해일 재해경감 프로그램(NTHMP, National Tsunami Hazard Mitigation Program)을 1995년에 수립하였음
 - NTHMP는 해안을 접하고 있는 미국의 28개 모든 주에 대해서 실행하고 있으며, 지진해일의 위험을 최소화하기 위하여 위험 평가, 경고, 대응의 3단계로 구성하여 추진하고 있음
- 미국지진연합연구(IRIS) 프로그램
 - 1984년 NSF에 의해 설립되었으며, 지진관측 자료의 획득분배관리를 위한 과학설비의 운

영을 위하여 미국 내 10여개 이상의 대학들이 컨소시엄을 구성한 비영리 연합기구로 다음과 같은 주요 임무를 수행함

- ① 탄성파탐사법과 다른 지구물리학적 방법들을 이용하여 지구속성 값들과 지진원에 관한 지구물리학적 조사의 수행 및 촉진
- ② 자료포맷, 네트워크망, 교환규약 등의 표준화를 통해 지구물리학적 자료와 지식의 교환을 촉진
- ③ 지구물리학 연구의 발전을 통해 모든 사람에게 이익이 제공되도록 IRIS 구성원, 제휴기관, 기타 연계조직 간의 협력관계를 조성

- 미국해양대기관리청(NOAA) Weather and Water Goal 프로그램

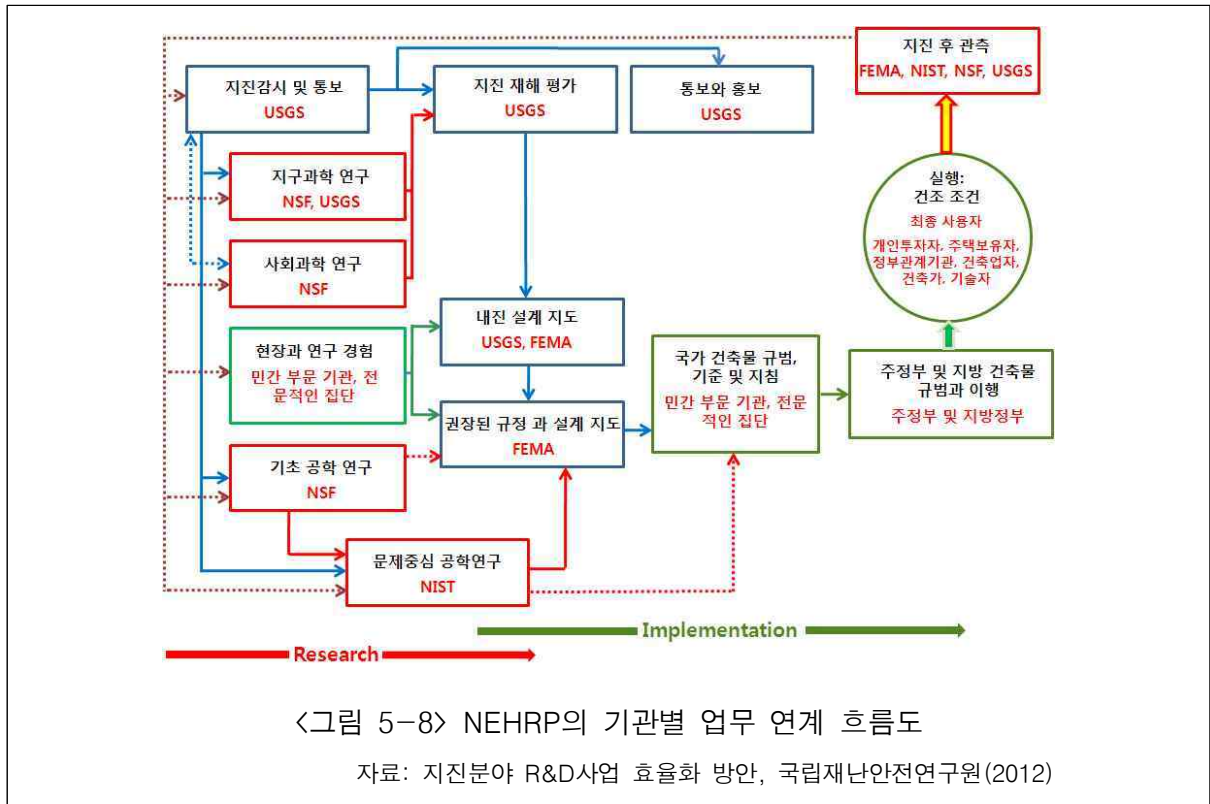
- 지진해일의 감시, 관측, 예측 임무를 수행하기 위해 지진해일연구센터(NCTR, NOAA Center for Tsunami Research)를 운영하고 있음
- NOAA의 지진해일 대응 프로그램인 Weather and Water Goal은 지진해일 정보가 포함된 DB를 구축하여 Web정보를 제공하고 있으며, Weather and Water Goal의 7개 프로그램 중 지진해일 프로그램이 포함되어 있음

- 미국의 지진재난관리체계는 정보수집 및 감시, 재난대응체제로 구성되어 있는데 지질조사국(USGS, United States Geological Survey)과 태평양지진해일경보센터(PTWC, Pacific Tsunami Warning Center)에서 지진과 지진해일 정보를 수집 및 감시를 하고 있으며, 지진 및 지진해일 발생 시 연방재난관리청(FEMA)과 지방정부가 국가대응체계(NRF, National Response Framework)의 긴급지원체계(ESF, Emergency Support Function) 기능에 따라 대응활동을 수행하고 있음

- 미국의 지진방재 관련 기관은 크게 연구, 정보수집 및 감시, 지진재난관리 기관으로 분류할 수 있으며, 미국 지질조사국(USGS)이 정보수집 및 감시기관으로 활동하고 국토안보부와 미국 연방재난관리청(FEMA)이 지진재난관리 기관으로써 지진재난에 대한 대응활동을 수행함. 미국 지진연구연합(IRIS)와 미국 해양대기관리청(NOAA)은 독립적으로 지진재난과 관련된 연구를 수행하며 미국 국립표준기술원(NIST), 미국 국립과학재단(NSF)는 협력 체계로써 재난 프로그램 등을 통해 국가 R&D 연구개발 사업을 공동 또는 지원하고 있음

- 국가 지진해일 재해경감 프로그램 (NTHMP)

- NTHMP는 지진해일의 위험을 최소화하기 위하여 해안을 접하고 있는 미국의 28개 모든 주에서 실행되고 있음. 지진해일이 발생하면 인명구조와 피해저감을 위해 이들 기관의 업무 지휘 아래 평가경고대응의 3단계로 모든 단계를 수행하고 있음



○ 일본

- 일본의 지진재난관리체계는 지진정보에 기반 경계선언 후 대응활동을 수행하고 있음. 지진 정보수집 및 감사는 지진활동 등 종합감시시스템과 지진해일 감시 등 업무시스템을 통해 수집·분석하여 이상 현상을 감지하고 있으며, 이상 현상이 감지되었을 경우, 기상청 장관은 판정위원회와 협의를 통해 지진 여부를 판정하게 되는데 판정 시 내각총리대신에게 보고하여 경계를 선언함으로써, 대응활동을 수행하게 됨
- 일본은 지진방재정보시스템(DIS)을 운용함
 - 1995년 1월 17일 발생한 효교현남부지진(고베지진)은 피해상황의 조기파악과 적절한 초동대응, 관계기관 상호간의 정보공유의 중요성이 재인식되는 계기가 됨. 이후에 정보를 수집하고 정리하여 효과적으로 분석할 것인가에 초점을 맞추어 1995년에 재해대응정책의 모든 시행에 대한 구성을 정의하는 재해대책기본법을 개정함
 - 국토청에서는 컴퓨터상에 수치지도로 연결된 지표정보, 지반정보, 인구, 건물 동수, 재해대응기관 등의 정보를 다루는 지리정보시스템을 활용하여 재해 상황의 조기 파악과 관련기관 상호간 정보를 공유하며 응급복구시의 신속하고 정확한 의사결정을 지원하는 것을 목적으로 지진방재 정보시스템인 DIS를 개발함. DIS의 관리와 운영은 내각부에서 하고 있음
 - 지진방재 정보시스템은 일시적인 피해정보와 복구와 관련된 공공시설, 라이프라인 등에 관한 정보를 지속적으로 수집하여 지도상에 정보를 표현함. 또한 이 시스템은 정부에서 관심

을 갖는 도로, 철도, 라이프라인의 피해에 대한 정보를 제공함으로써 응급 운영대책을 세우는데 유용하게 사용함

- 이 시스템은 분석을 위한 기초를 제공하는 재해정보 조절시스템과 실제 분석을 수행하는 하부시스템들로 구성되어 있음. 재해정보 조절시스템은 지진피해 상정시스템과 지진방재 시설 등 정비계획지원시스템으로 이루어져 있으며, 각 하부시스템의 운용을 위해 필요한 정보를 다루고 조절함. 그리고 하부시스템으로는 지진피해 조기평가 시스템 응급대책 지원 시스템, 복구부흥지원시스템 등으로 구성됨
- 하부시스템을 이루고 있는 각 시스템들을 살펴보면 지진피해 조기평가시스템(EES)은 1996년 4월부터 운용되었으며, 이 시스템은 매우 한정된 정보를 통하여 재해의 정도를 자동으로 평가하고 재해발생 후 30분 이내에 취해야 할 초동대응 활동을 지시함. 이를 위해 국토청은 지진이 발생하였을 때 즉각적으로 통신을 사용할 수 있는 우선권을 가지고 있음
- 응급대책지원시스템(EMS)은 재해정보 조절시스템과 지진피해 조기평가시스템으로부터 생성된 자료를 사용하여 구호물자의 분배를 최적화 하는데 도움을 주고, 조사 및 구호활동을 지원함
- 시간이 지남에 따라 복구재건이 중요함. 다양한 단계에서 복구와 재건계획을 수립하는데 정보를 제공하고, 진행단계를 처리하는 복구부흥지원시스템이 개발됨. 복구부흥지원시스템은 지진발생 후의 활동에 대응하는 시스템임

- 지진피해 조기평가시스템(EES)

- 지진피해 조기평가시스템은 지진발생 직후의 정보가 한정된 상황 하에서 피해규모의 개요를 단시간에 예측하고, 지진발생 초기상황에서 정부의 신속하면서 적절한 판단을 가능하도록 지원하는 것을 목적으로 함
- 지진피해 조기평가시스템에서는 지형, 지반, 건축물, 인구 등에 관하여 일본 전국의 데이터베이스를 정비하고 기상청으로부터의 지진정보를 받으면 메쉬진도 분포, 건축물 피해 및 이에 따른 인적피해를 예측함
- 지진으로 인해 대규모 피해가 발생하는 경우 지진으로 인한 혼란 상태에서 지진발생 초기에는 피해발생 위치나 피해규모 등에 관하여 극히 한정된 정보 밖에 없으므로 지진의 규모 등 발생정보를 이용하여 지진피해 예측을 실시함. 여기서 예측된 내용을 바탕으로 피해규모 및 넓이 등을 고려하여 파견해야 할 구조대의 규모, 장비, 의료진 등 긴급히 필요한 지원의 규모를 결정하여 제공함
- 지진이 발생하면 일본 기상청에서 지진정보로부터 지진피해의 예측 실행여부를 판단하여 지진동 분포를 예측하고 구조물 피해 및 구조물 붕괴로 인한 인적 피해를 예측하여 결과를 표시함. 여기에 사용되는 데이터베이스는 지질, 지형자료, 건축물자료, 인구자료 등 각종 자료가 메쉬별, 시정촌 별로 구축되어 있음

- 응급대책 지원시스템(EMS)

- 응급대책 지원시스템은 재해 시에 관계기관 간 정보 공유화를 통해 정부의 응급대책 활동을 지원하는 것을 목적으로 함. 본 시스템은 도로, 공항, 항만의 긴급수송 관련시설과 소방서, 학교, 물자비축장소 등 방재관련 시설을 지리정보시스템(GIS) 상에 평상시에는 데이터베이스로서 정비해 두고, 재해시에는 관계기관과 지자체에서 수집한 피해정보를 분석, 정리하여 응급대책에 활용할 수 있도록 함

- 구조물피해평가

- 건축물피해평가는 목조건축과 비목조건물로 구분·평가되도록 하였음. 목조건물의 피해 산정을 위해서 진도, 건물수명, 설하중 수준과 지표특성의 네 가지 변수를 조합하여 각 건물의 구조적 특성을 추출하고 비선형 응답해석을 수행함. 이러한 비선형 해석을 통해서 구조물의 붕괴율을 계산하고 계산된 붕괴율에 해당하는 범주에 속하는 주택수를 곱하여 붕괴된 건물의 수를 계산함
- 비목조건물의 경우에도 이와 유사한 방법으로 건물의 피해를 추정함. 목조건물의 그룹은 건축물 수명에 따라서 분류하며 각 건축물 수명 그룹에 속하는 건물의 수를 결정하기 위해서 자치단체의 주택당 평균건물면적 기준으로 다시 재그룹함
- 건축물 공사에 소요되는 골조공사와 벽량을 추정하기 위해서 건물표준법의 주요한 개정이 이루어진 1960년을 기준으로 두 그룹으로 구분함. 비목조건물의 피해는 진도, 건물수명, 지표특성의 형태로 표현함. 각 범주에서 비목조건물의 피해수준은 고베지진에서 건물들이 입은 피해에 의해 평가하고 1982년 이후에 건설된 비목조건물의 붕괴비율은 0으로 추정함

- 재해용 비상연락서비스(일본)

- 일본에서는 재난 시 가족들의 안전과 위치를 확인하기 위해 재해용 비상연락 다이얼시스템, 재해용 전달 게시판, 일본 피난처 가이드 등 서비스를 제공하고 있음. 실제 재난 발생 시 통신이 두절되어 가족과 친구들의 안부를 확인할 수 없는 상황에서 서로의 안부를 확인하고 대피장소를 약속할 수 있는 서비스들로 정부와 민간 기업들이 협력하여 만들어 서비스 하고 있음

- 지진재해 팸플릿(삿포로, 일본)

- 일본의 각 지자체에서는 지진재해 팸플릿을 제작하여 배포하고 있으며 다양한 언어로 번역되어 있음. 해당 팸플릿은 삿포로 시에서 배포하는 한국어판 방재핸드북으로 각종 행동요령, 피해정보, 피해복구 예상시간 등 다양한 내용을 포함하고 있음



<그림 5-9> 일본 삿포로의 지진재해 팸플릿(방재 핸드북)

○ 대 만

- 대만에서는 지진에 의한 피해평가를 위하여 미국 HAZUS를 바탕으로 HAZ-Taiwan을 개발
 - HAZ-Taiwan은 자료수집, 재해분석 모듈 개발 부분 및 소프트 적용과 재분석 부분으로 구성됨. 입력자료는 GIS 정보, 지진재해 및 지질, 분석인자의 3가지로 분류 가능
 - 분석모듈은 입력자료를 기초로 하여 가상시나리오를 통한 재해 및 손실평가를 분석하는 것임. 공학적인 면에서는 건물, 형태, 내진성능 등에 따라 분류할 수 있음
 - 분석모듈은 HAZUS와 같이 잠재적 지구과학적 위험분석, 직접적인 1차피해 분석, 간접적인 2차피해 분석 및 사회경제적 손실 분석, 간접적 경제피해 평가 등으로 구성되어 있음. 각 모듈은 상호보완적이며 한 모듈의 출력은 다른 모듈의 입력으로 사용될 수도 있도록 구성되어 있으며, 전체적인 수정 없이 입력과 모듈이 추가 및 교체가 가능함

■ 스마트 해양시설물 계측평가 및 유지관리 기술

○ 국 외

- 외국의 경우에도 자동화된 유지관리시스템이 도입된 사례는 찾아보기 어려움
- 미국 도심 지하철에서는 550명의 인원이 주 2회 직접 육안으로 시설물을 점검하고, 연 4회

자동화 장비를 이용하여 점검하고 있으나, 정밀검사 필요시 용역회사에 발주하는 등 인적 노력과 비용이 크게 소요되고 있음

- 미국 Virginia DOT(Dept. of Transportation)에서는 TerraSAR-X 레이더 위성 자료를 InSAR 및 SqueeSAR 알고리즘을 적용하여, West Point 지역의 Eltham Bridge와 Long Delaware Bridge에 대하여 11일 간격으로 16개월 동안 장기 변형 모니터링을 수행한 바 있음
- 미국 UIUC, 미국 벤틀리사는 SACS를 비롯한 구조해석 프로그램을 개발하고 판매하는 회사로 최근에는 BIM(Building Information Model)기반 디지털트윈(Digital Twin) 개발을 위하여 BIM과 함께 영상을 이용한 손상분석기법을 Mask R-CNN을 이용해 개발 중임
- 캐나다 도심의 지하철의 경우, 매일 23명의 검사원이 육안점검을 수행하며, 필요시 보수는 자체 보수와 외부계약 보수를 병행하여 진행하고 있으며, 이러한 구조물 보수보강 비용으로 최근 5년간 약 6억 달러가 소요되고 있음
- 캐나다 NRC(National Research Council)에서는 몬트리올의 빅토리아 교량에 대해 인공위성 InSAR 자료를 이용한 변형 모니터링을 수행함으로써 온도변화에 따른 열팽창 변형을 예측하고 그 결과를 이론적인 값과 비교하여 인공위성기반 변형 모니터링의 정확성을 제시
- 독일과 Kyrgyz 공화국은 MI-DAM(Multi-parameter monitoring and risk assessment of hydro-electric dams in the Kyrgyz Republic) 프로젝트를 통하여, Kyrgyz의 Kurpsai 댐과 댐 주변 지반에 대한 장기 변형을 인공위성 InSAR(Interferometric Synthetic Aperture Radar) 기술을 이용하여 모니터링하고, 지진 발생 시 댐의 안정 및 사면안정(land slide) 등과 관련된 연구를 수행 중



<그림 5-10> 교량 하부의 부식 모니터링 결과 및 가시화(Wu and Kalfarisi, 2019)

○ 국 내

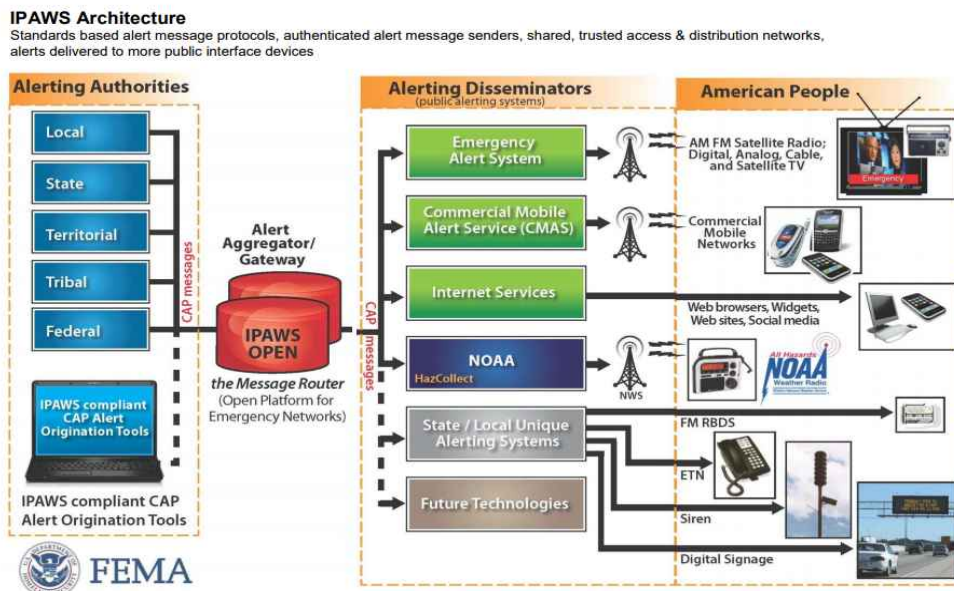
- 국내 성균관대 연구진에서는 PS-InSAR(Permanent Scatterer Interferometric SAR) 기법과 독일 Terra SAR-X 위성영상을 이용하여, 광주 광산구의 지표변위를 분석한 바 있으며, 이를 토대로 해당지역에 연약지반 침하가 우려되는 지점에서 연평균 8mm의 지반침하가 발생하고 있음을 제시한 바 있음

- 한양대학교에서는 콘크리트 시설물의 유지관리를 위하여 콘크리트 표면 영상에 대한 Big Data를 구축하고 데이터가 축적됨에 따라 정보조합과 자가학습을 통해 단시간에 평가가 가능한 딥러닝(Deep Learning)기술의 하나인 Deep Convolutional Neural Network(DCNN) 알고리즘을 적용하여, 콘크리트 시설물 유지관리를 위한 DCNN 기반 사진판독형 콘크리트 성능평가시스템 개발을 수행한 바 있음(한양대학교, 2019)

■ 정보통합 및 의사결정지원 시스템

○ 미국

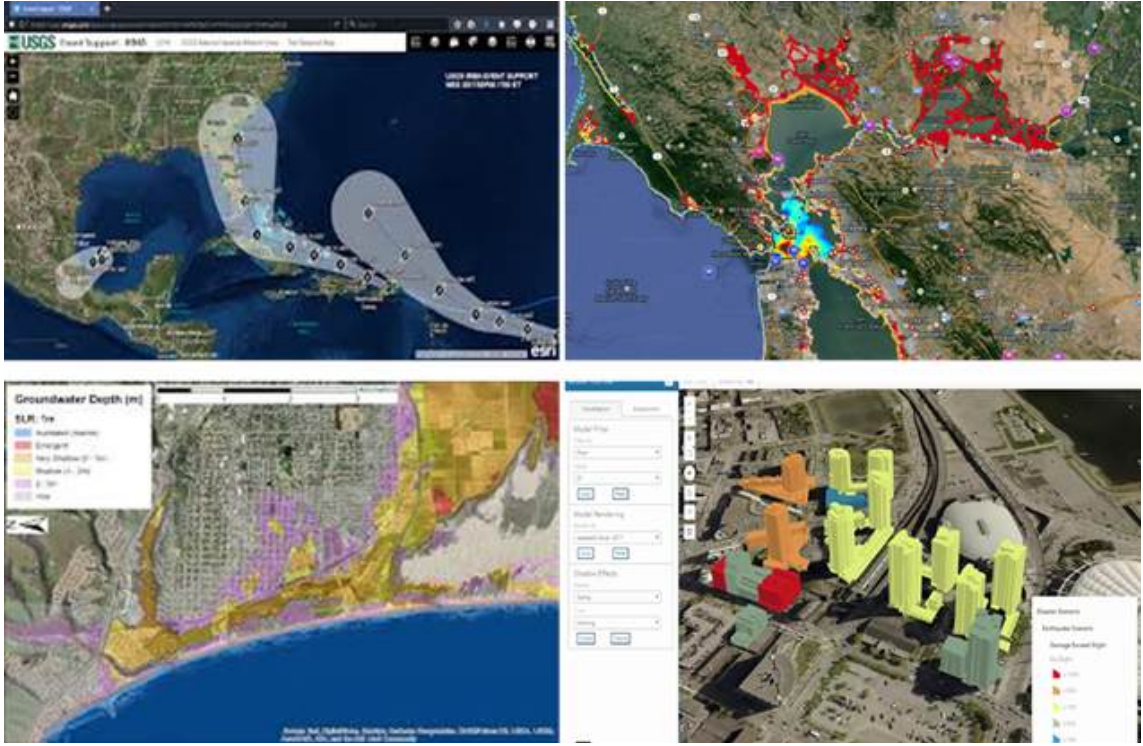
- ICT 인프라 기반의 실용적 기술 개발로 재난안전 기술 축적
- 미국 연방재난관리청(FEMA)는 미국 해양기상청(NOAA) 및 연방 통신위원회와 공동으로 국민들에게 해양관련 재난정보를 전파할 수 있는 기존의 정보전달시스템을 모두 통합한 통합재난정보전달시스템(IPAWS)을 구축함
- NOAA의 해양서비스(NOS: National Ocean Service)에서는 주요항, 항만과 연안, 해양자원의 보호와 안전한 항해 및 경제적 효율성 향상을 목적으로 PORTS(Physical Oceanographic Real-Time System)라는 실시간 관측시스템을 구축하였으며, 지역의 특색에 맞춰 관측항목을 설정하고 이를 해양관련 종사자에게 사용자 편의 중심의 정보전달시스템을 갖추고 있음(<https://tidesandcurrents.noaa.gov/ports.html>)



<그림 5-11> 통합재난정보전달시스템(IPAWS) 개념도

- 미국 NOAA¹¹⁾ 및 USGS¹²⁾에서 구축, 활용하고 있는 GIS기반 해양정보제공시스템

- 허리케인 경로 예측 및 이로 인한 침수범람 예상 재해도와 대피 경로 제공 등 대응을 위해 육상 스마트시티의 도시 인프라 정보와도 일부 연계



<그림 5-12> 미국 NOAA 및 USGS의 GIS 기반 해양정보제공시스템

– 미국 PDC(Pacific Disaster Center) GIS기반 정보시스템 구축

- 강풍, 범람, 지진, 태풍, 화산 등 주요 재난에 대해 시간대별로 전 세계 각 지역별 재난발생의 위치와 상황정보를 표시
- 전 세계 생명과 재산에 영향을 미치는 재난 위험 및 영향 저감을 위해 응용과학, 정보 및 기술기반 재난대응, 민간군사 인도주의 지원 활동, 재난위험 감소, 완화 및 계획에 대한 의사결정지원시스템 활용

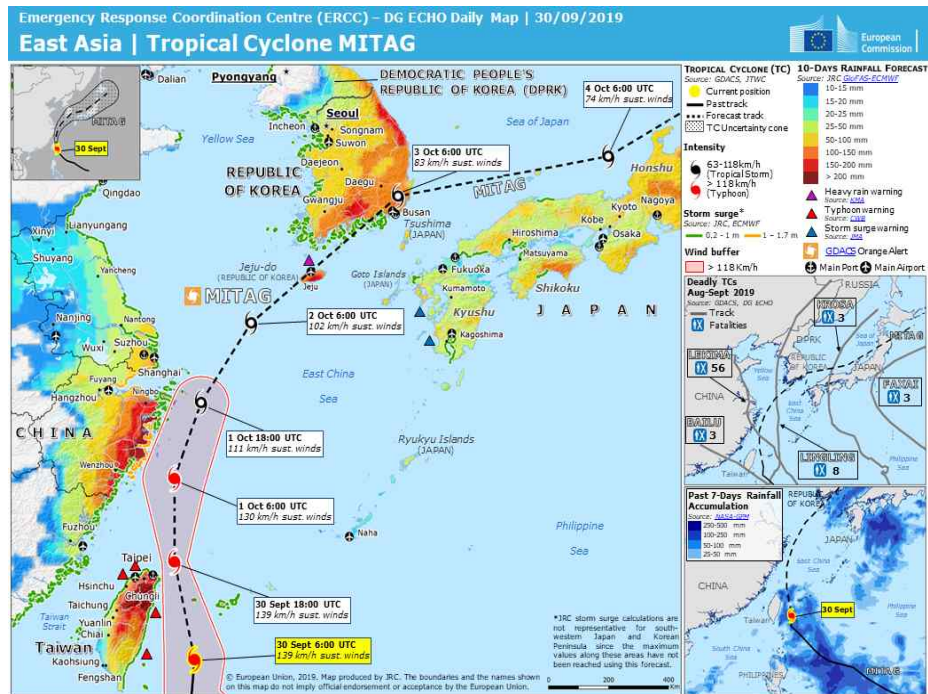
○ 유럽

– UN과 EU GDACS(Global Disaster Alert and Coordinate System)에서는 재난발생 직후 재해경보와 이를 위한 판단 근거자료로 자동재난위험분석 서비스 모델을 구축하여 재난발생 정보를 평가하고 영향력을 예측

- UN과 유럽위원회의 재난관리자 간 협력체제를 통해 운영되고 있으며, <그림 5-8>과 같이 태풍 'MITAG' 내습시 한반도 주변으로 경로 및 해일고 예측 서비스를 제공

11) NOAA: The National Oceanic and Atmospheric Administration (U.S. Department of Commerce)

12) USGS: The United States Geological Survey

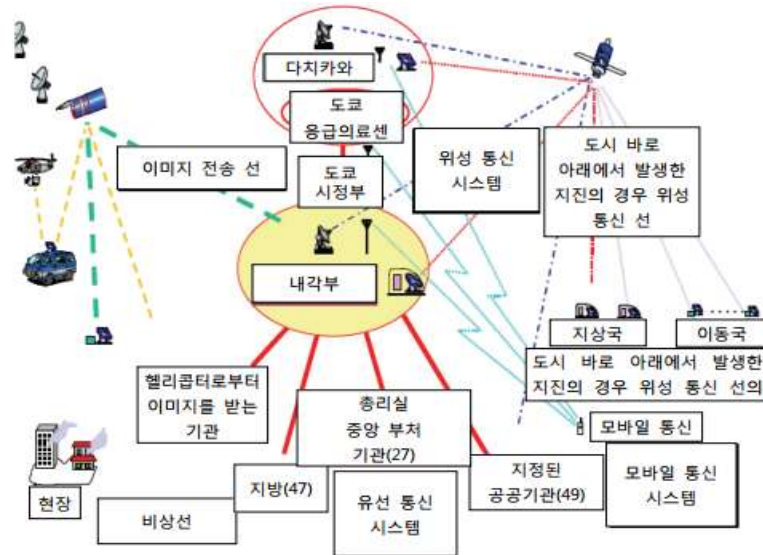


<그림 5-13> GDACS의 태풍 'MITAG' 내습시 경로 및 해일고 예측 서비스

- 'Horizon 2020'을 통해 재난발생 예측 및 감시역량을 강화, 이를 위한 R&D 추진
- 해양사고 정보플랫폼(EMCIP)과 유럽 홍수예측 및 알림시스템(European Flood Awareness System)은 자연재해와 인적사고로 인한 긴급대응 정보를 GIS와 관측자료를 제공하고 있음 (<https://www.efas.eu/en/about>)
- 통신망 정비(주파수 공용무선 통신 시스템 표준인 TETRA를 수립 및 재난안전 통신망을 구축함)
 - 독일: BOSNet
 - 영국: Airwave
- 영국은 2020년까지 재난재해 정보시스템 구축과 운영비용 총 7조 5천억 원, 전환비용 1조 5천억 원 투입 예정
 - 영국 기상청(Met Office)은 해양연구소인 Proudman Oceanography Laboratory과 공동으로 해양예측시스템을 구축하여 현업 해양예보 수행
 - 대서양 및 영국 주변 해역에 대한 국지예측시스템을 운영하고 있으며, 바람, 파고, 시정 및 해일에 관한 구역별 예보를 1일 1~4회 제공
 - 해양기상정보 전달은 방송, 언론 및 인터넷에 국한되고, 위성통신(Inmarsat SafetyNET), VHF(30마일 이내) 라디오, MF(150마일 이내) 라디오, NAVTEX(270마일 이내)을 통한 해양기상 정보전달은 해양경비청(MCA)에서 담당

○ 일본

- 중앙정부, 자치단체 및 주민이 일체가 된 종합방재체제 구축



<그림 5-14> 재난예방 및 구조에 관여하는 정부기관의 네트워크
출처: 해외 주요국의 재난관리 ICT 동향과 시사점, KISTEP(2014)

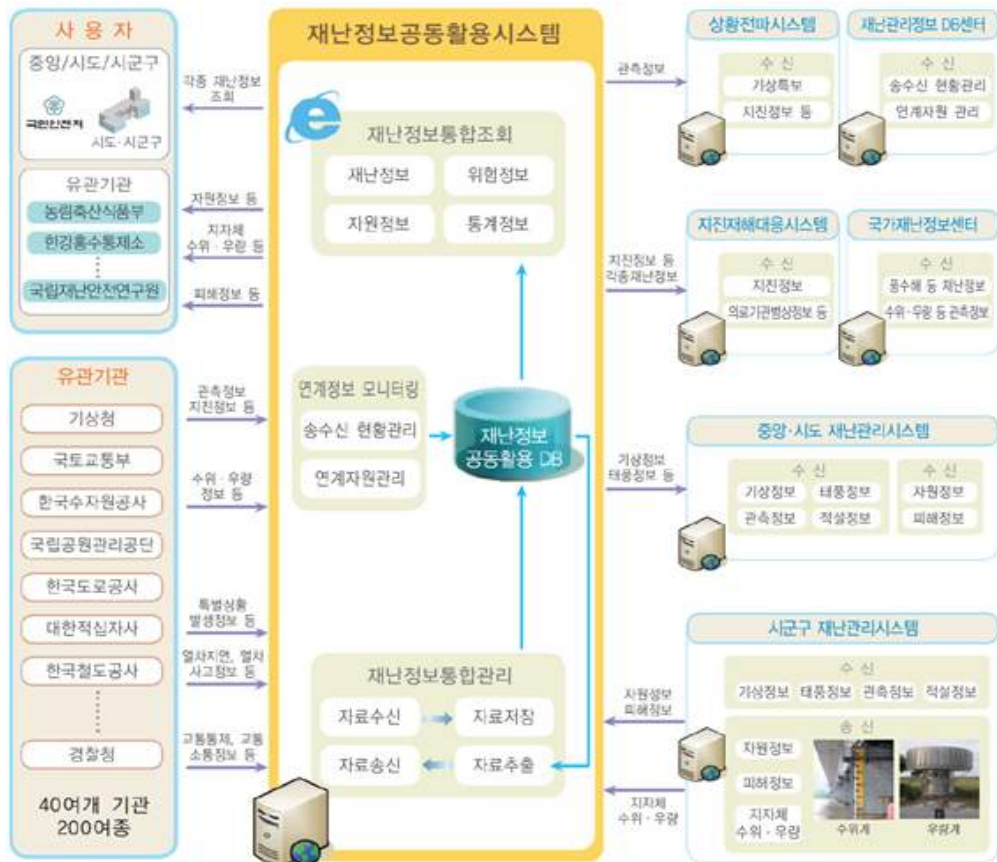
<표 5-1> 국외 재난상황 정보전달시스템

해 당 국 가	재난상황 정보전달시스템	내 용
미 국	통합재난정보전달 시스템(IPAWS)	미국 국민의 생명과 재산을 보호할 수 있도록 어떤 상황에서도 국민들에게 재난정보를 전파할 수 있는 기존의 재난정보전달시스템을 모두 통합한 통합재난정보전달시스템(IPAWS)
	지질조사국 트위터감지기(TED)	미국 지질조사국에서 트위터를 이용하여 지진위치 정보를 파악하고 온라인 지도에 표출하는 시스템
일 본	전국순시경보시스템 (J-Alert)	탄도 미사일 및 재난정보를 수집하여 다양한 매체를 통해 국민에게 재난상황을 전파하는 시스템
유 럽	CHORIST 프로젝트	재난이 발생하였을 때 상황모형을 통한 신속한 재난대응을 가능하게 하며 구조통신망을 통해 현장에서의 구조 및 복구 작업에 지원
	SMART WORK PAD	구조대원들이 휴대용 단말기를 통해 재난정보 및 구조정보를 수신하여 신속하고 효율적인 구조활동을 지원

○ 국 내

- 효율적인 정보 전달을 위한 R&D 및 정부 주도의 통합관리체계 구축 추진
- 다양한 재난 위험요소에 대해 선제적으로 대응하기 위해 데이터 분석을 통한 위험환경 탐색 및 맞춤형 기술 내재화로 재난탐지와 대응활동을 위한 체계적인 시나리오에 기반한 정보제공을 위하여 재난관리를 위한 스마트 빅보드 시스템(Smart Big Board, SBB)이 국내에서 개발·활용

- 지역적 기상변동, 기후변화 등으로 인한 재난발생 증가에 대응해 관련 데이터의 수집·분석을 통한 위험관리체계를 수립하고 재난의 위험정도를 사전적으로 예측하여 피해를 최소화하기 위해서는 과학적, 통계적 분석을 통한 의사결정시스템 구축이 필수적
- 국가 재난정보센터(NDIC)와 재난안전데이터포털 등의 어플리케이션을 통해 온라인 정보제공 및 활용을 위한 OpenAPI 제공 중
- 행정안전부와 소방청, 해양경찰청은 2018년 '재난재해 대응분야 정부 업무보고'를 통해 2020년까지 1조 7,025억 원을 투입하여 전국 단일 재난안전통신망 구축 예정
- 각 기관별로 구축된 재난재해시스템과 연계된 국가재난통신망 구축 및 해양서비스 현황
 - (행정안전부) 경찰-소방-해경 간 신고·전달시간 단축을 위한 전국 단일 재난통신망 구축 시도
 - (국립해양조사원) 설문조사 결과에 따르면 해양예보 서비스를 제공받기 원하는 전달매체는 스마트폰이 43.5%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 뒤이어 인터넷 37.5%, 문자메시지 8.8%의 순으로 나타남(해양조사기술연보, 2016)
- 국립재난안전연구원은 스마트 재난관리 플랫폼 '스마트 빅보드' 시스템을 구축



<그림 5-15> 국립재난안전연구원의 스마트 재난관리 플랫폼 '스마트 빅보드'

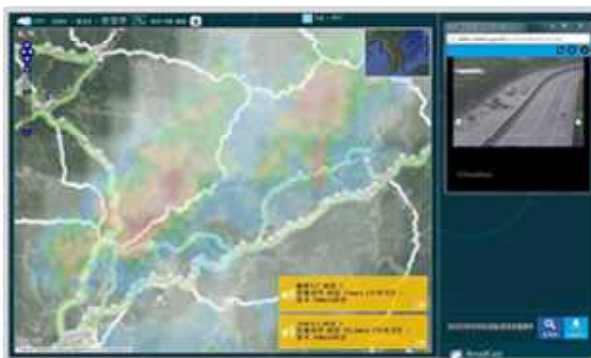
- 재난안전사고 발생시 기상청을 비롯한 12개 유관기관의 31개 빅데이터와 실시간 SNS 정보를 통합 분석·표출
- 실시간 기상정보, 레이더영상, 해상자료, 도로 및 지역 CCTV 정보, 과거 재난이력 등의 자료를 수집해 재난대응에 활용할 수 있는 시각적인 자료로 가시화
- 기상청, 해양연구원, 경찰청, 교통정보센터 등 각 정부부처에서 보유하고 있는 자료들과 매일 약 400만 건씩 올라오는 국민들의 SNS 정보들이 폭우, 화재, 태풍 등 재난과 관련된 71개 키워드로 실시간 분석
- 재난과 관련된 엄청난 양의 빅데이터가 융합되어 재난대응을 위한 실질적인 정보로서의 가치를 발휘할 수 있도록 하는 '재난안전총괄지휘플랫폼'으로 활용



▲ 나크리 소멸 당시 SNS 반응



▲ 폭염경보와 SNS 반응



▲ 소나기와 교통사고 상황



▲ 천안지방 집중호우 SNS 반응

〈그림 5-16〉 국립재난안전연구원의 '스마트 빅보드'를 이용한 태풍, 폭염, 소나기, 집중호우 등 재난정보 제공

- 부산의 경우 도심지에 산이 많아 집중강우로 인한 산사태 발생시 주거지역에 인명과 재산의 피해가 발생할 가능성이 높아 산사태예보시스템을 개발운영 중
 - 산사태 발생 가능성을 가로, 세로 5m 단위로 확인 가능하며, 강우발생에 따른 산사태 발생 가능성을 다섯 단계로 구분해 지도에 표시



〈그림 5-17〉 부산시 재난상황관리과 ‘부산 산사태예보시스템’

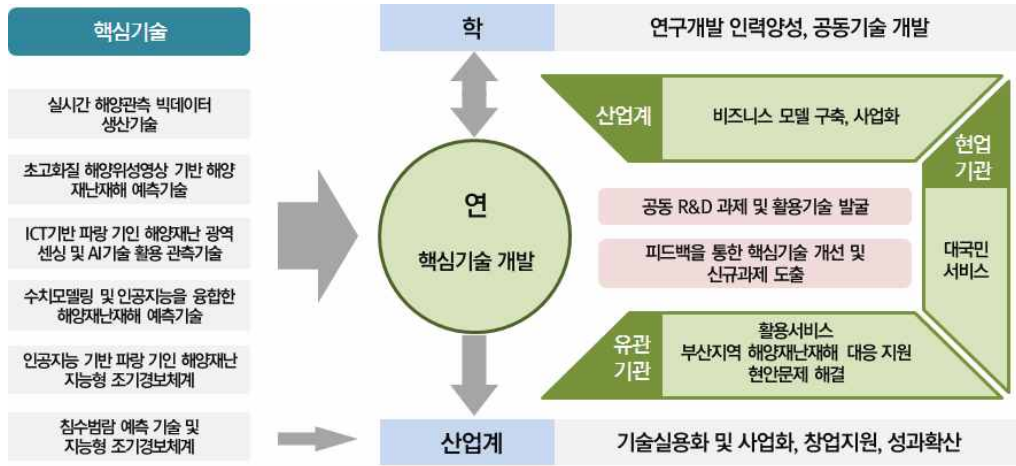
3. 핵심요소기술 개발

■ 스마트 해양기상재해 관측예측 기술 개발

- 스마트 해양기상재해 관측예측 기술 개발 및 해안도시 상세화 정보지원 기술 개발
 - 초고화질 영상 및 다중위성자료 기반 해양재난재해 관련 정보추출 및 자율예측 기술 개발
 - 인공지능 기반 빅데이터 분석시스템 구축 및 상세 해양정보 생산기술 개발
 - 수치모델 및 인공지능을 융합한 하이브리드 해양예측시스템 개발
 - 해안도시 특화 상세 연안침수 통합시스템 개발
 - 위성-무인관측과 연계된 고도의 실시간 해양예측 시스템 기술 향상
- 실시간 해양관측 빅데이터 생산기술 개발
 - 해양 빅데이터 생산과정 표준화 및 실시간 대용량 전송 관측자료 표준화
 - 인공지능 기반 관측자료 실시간 QA/QC 및 저장관리 기술
 - 기존 상시관측체계와 연계가능한 시스템 및 관측체계 개발
 - 유관기관 통합관리 시스템과 연계가능한 실시간 대용량 전송시스템 개발 및 관측자료 표준화

- 초고화질 해양위성영상 기반 해양재난재해 대응지원 예측시스템 구축
 - 해양영상의 화질을 증가시키는 초고화질 영상처리 기술 개발
 - Super Resolution을 위한 물리적 해상도 저하 모델링 구축
 - 역문제 기법을 통한 해상도 증강 영상처리기술 개발
 - 초고화질 영상기반 해양재난재해 관련 정보추출 및 변동예측 기술 개발
 - 딥러닝 기반 해양재난재해 대응지원 예측시스템 개발
- 부산지역 시범해역의 ICT기반 파랑기인 해양재난(고파랑, 월파, 이안류, 침식 등) 발생의 광역 센싱 및 AI기술 활용 관측기술 개발
 - 항해용 레이다, CCTV 및 위성자료 등 원격통합 파랑센싱 기술
 - 해양무인체(수중 드론, 글라이더 등)를 이용한 파랑의 공간센싱 최적화 기술
 - 사물인터넷 기술 활용 관측센서들간 네트워크를 통한 3차원 해수유동 관측 기술
 - 멀티모달 센싱자료의 AI기술 활용 분석을 통한 해양재해 모니터링 및 파랑, 월파, 침식 등의 측정과 모델링
- 부산지역 시범해역의 해양재난(고파랑, 월파, 이안류, 태풍, 해무, 미세먼지, 해일 등) 발생의 예측기술과 ICT기반 관측기술을 결합한 AI기술 적용 지능형 조기경보(Early Warning) 체계 개발
 - 해양 물리적 예측모델의 실시간 예측자료 생산체계
 - ICT기반 관측체계를 통한 실시간 관측체계
 - 실시간 예측자료와 실시간 관측자료의 AI기반 결합분석을 통한 지능형 조기경보(지수화) 기술 개발
- 신속하고 정확한 예측을 위한 수치모델링 및 인공지능 기술 개발
 - 부산지역의 태풍(해상풍), 해무, 미세먼지, 폭풍해일, 파랑, 조석, 조류, 해류 예측을 위한 상세 수치모델 기법 개발, 자료동화 기술, 수치모델 최적화병렬화 기법 및 인공지능 예측기술 개발
 - 예측 모델링 기술과 인공지능 예측기술의 융합 기법 개발
 - 빅데이터 처리를 위한 통계해석 기법 개발
- 수치모델링 및 인공지능을 이용한 부산지역 침수범람 예측기술 개발
 - 부산지역, 특히 연안해역에 특화된 고해상도 해양-대기-하천-도시침수 등이 연계된 연안침수 예측기술 개발
 - 빅데이터와 인공지능을 활용한 연안침수범람 예측기술 개발

- 실시간 예측자료와 실시간 관측자료의 AI기반 결합/분석을 통한 지능형 조기경보 체계 구축



<그림 5-18> 스마트 해양기상재해 관측·예측 기술 개발: 추진전략

○ 인공위성 및 IoT 센서기술을 이용한 광역 모니터링 기술 개발

- 해양 스마트 안전도시 핵심시설물 모니터링 계획
 - 해양 스마트 안전도시 주요 핵심시설물의 재해요소에 대한 취약도 분석(Fragility Analysis)
 - 주요 핵심시설물에 대한 점검항목 도출
- 인공위성 자료와 스마트센서 기술 융합



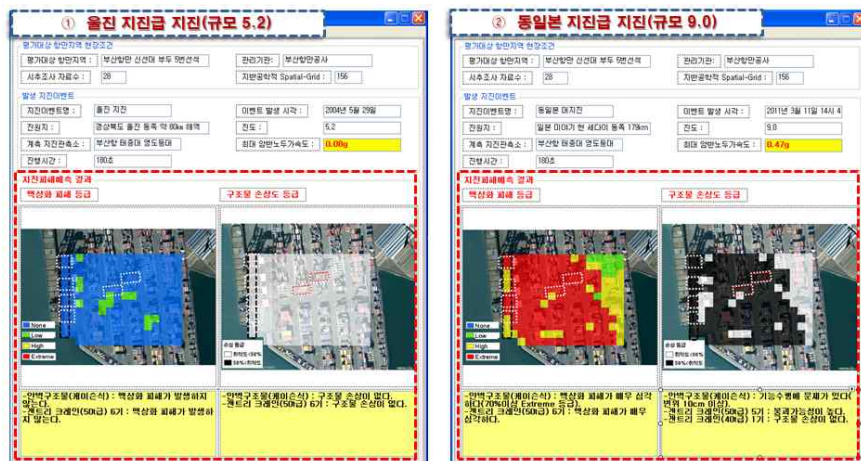
<그림 5-19> 스마트 해양기상재해 관측·예측 기술 개발: 단계별 기술개발 내용

- 인공위성 자료와 InSAR 알고리즘을 이용한 장기 광역 모니터링 기술 개발 및 적용
- 영상, GPS, 광섬유센서, 무선센서 네트워크 등을 이용한 해양 스마트 안전도시 시설물 모니터링 네트워크 개발 및 적용
- 인공위성 자료와 스마트센서 자료 융합기술 개발
- 인공지능 및 디지털 트윈 기술 개발
 - 딥러닝 등 최신 AI 기술을 이용한 센서기반 성능평가(performance assessment) 및 예측 진단(prognosis) 기술 개발 및 적용
 - 디지털 트윈과 연계한 유자관리 의사결정시스템 지원기술 개발

스마트 해양지진재해 관측예측 기술 개발

○ 항만-도시 지진예측시스템의 연계

- 각각 분산되어 설치되어 있는 지진계 설치 현황 조사
- 항만-도시에 설치되어 있는 지진계측시스템의 통합



항만 지진피해예측시스템(안)을 통한 피해 추정

<그림 5-20> 항만 지진피해예측시스템(안)

- 항만-도시 지진계측시스템 기반으로 한 상세 정밀 피해예측시스템 개발
 - 실시간 계측 데이터 기반 항만-도시 정밀 피해예측시스템 개발
 - 항만 시설물 연계 피해 예측시스템 개발
- 통합 피해예측 시스템 기반 긴급대응 시스템 개발
 - 항만 및 시민에게의 효과적인 전파시스템 개발
 - 지진·지진해일 매뉴얼 연계 전파시스템 개발

■ 스마트 해양시설물 계측평가 및 유지관리 기술 개발

- IoT 센서를 통한 실시간 상태 데이터 축적
 - 저전력 IoT 센서 개발을 통하여 주요 시설물의 상태 데이터를 정확하고 지속적으로 측정하고 축적할 수 있는 자동화시스템 개발
 - 주요 시설물의 상태를 분석할 수 있는 대표 측정 위치 선정
- 실시간 거동 분석 시뮬레이션 툴 개발
 - IoT 센서로부터 축적된 상태 데이터의 거동 분석 시뮬레이션 툴로의 자동입력 기술 개발
 - 상태 데이터 기반 유한요소 해석(FEA; Finite Element Analysis) 툴 개발을 통한 시설물 거동의 실시간 자동 분석
- FEA기반 상태정보 제공 디지털 트윈 기술 개발
 - 딥러닝 등 최신 AI 기술을 이용한 FEA 기반 성능평가(performance assessment) 및 예측 진단(prognosis) 기술 개발 및 적용
 - 디지털 트윈과 연계한 유지·관리 의사결정시스템 지원 기술 개발

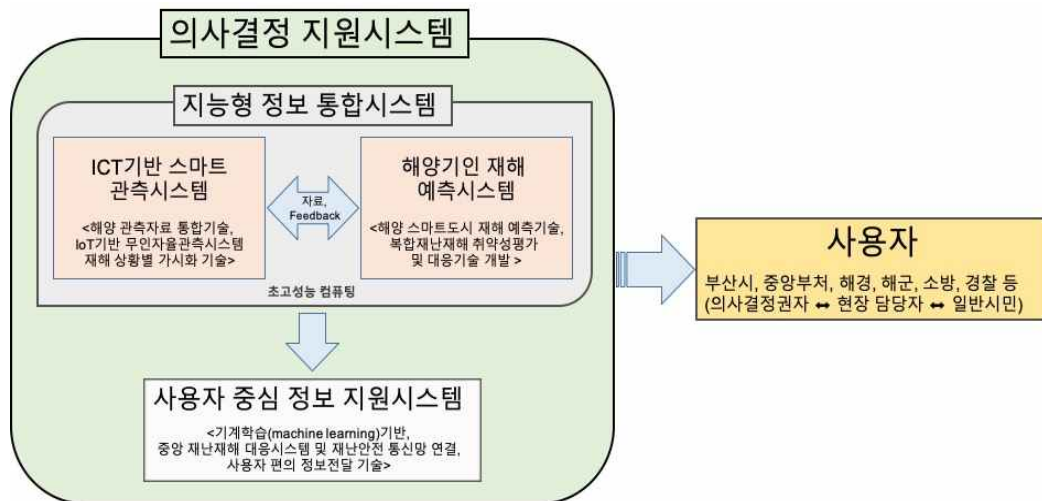
■ 해양 스마트 안전도시를 위한 통합정보 및 의사결정지원 시스템

- 해양기인 재해의 지능형 정보통합 및 정보지원 시스템 개발
 - ICT기반 스마트 관측 및 해양재해 예측자료의 통합기술 개발
 - 사용자 중심 정보지원 시스템 개발
- ICT기반 스마트 관측 및 해양재해 예측자료의 통합정보기술 개발
 - 해양스마트 안전도시를 위한 스마트 관측시스템 구축
 - 중앙부처 및 유관기관에서 수집되는 관측자료의 통합기술 개발
 - 해양스마트 안전도시 중심 IoT기반 최첨단 무인자율관측시스템 구축(대기-해수면-수층-해저면, 해양 구조물과 핵심 시설물 등)

- 해양재해 예측시스템과 관측시스템의 통합기술 개발
 - 기존 또는 신규 해양스마트 안전도시 맞춤형 재해 예측시스템과 관측시스템의 통합기술 개발
 - 통합정보기술 기반 재해 상황별 취약성 가시화 기술
 - 발생가능한 해양기인 복합재난재해 취약성 평가 및 대응기술 개발

○ 사용자중심 정보지원 시스템 개발

- 통합관측시스템과 예측자료의 통합을 통해 해양스마트 도시에 재해 상황별 발생 가능성을 스스로 판단하는 기계학습(machine learning) 기반 자율의사결정 지원시스템 개발
 - 국가 중앙재난재해 대응시스템 및 재난안전 통신망과의 통합 및 상호보완 방안 도출
 - 재해 상황별 해양 정보의 제공자(의사결정자 또는 담당 실무자)-사용자(담당 실무자 또는 시민)간 양방향 정보전달 기술 개발(플랫폼 및 UI/UX 기술개발)
 - 사용자 편의 중심의 재난정보 전달기술 개발
- * 사용자: 의사결정권자부터 상황실 및 현장 실무자와 시민 모두 포함



<그림 5-21> 해양 스마트 안전도시를 위한 통합정보 및 의사결정지원 시스템 개발: 추진전략

기술수요조사 종합

구 분	제 목	주요내용	연구기간 및 규모
스마트 해양기상재해 관측예측 기술 개발	스마트 해양기상재해 관측예측 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실시간 해양관측 빅데이터 생산기술 개발 ○ 초고화질 해양위성영상 기반 해양재난재해 대응지원 예측시스템 구축 ○ 부산지역 시범해역의 ICT기반 파랑기인 해양재난(고파랑, 월파, 이안류, 침식 등) 발생의 광역 센싱 및 AI기술 활용 관측기술 개발 ○ 부산지역 시범해역의 해양재난(고파랑, 월파, 이안류, 태풍, 해무, 미세먼지, 해일 등) 발생의 예측기술과 ICT기반 관측기술을 결합한 AI기술 적용 지능형 조기경보 체계 개발 ○ 신속하고 정확한 예측을 위한 수치모델링 및 인공지능 기술 개발 ○ 수치모델링 및 인공지능을 이용한 부산지역 침수범람 예측기술 개발 	5년 (200억원)
	인공위성 및 IoT 센서기술을 이용한 광역 모니터링 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해양 스마트 안전도시 핵심시설물 모니터링 계획 ○ 인공위성 자료와 스마트센서 기술 융합 ○ 인공지능 및 디지털 트윈 기술 개발 	5년 (50억원)
스마트 해양지진재해 관측예측 기술 개발	항만-도시 연계 지진·지진해일 재난대응 통합시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 항만-도시 지진계측시스템의 연계 ○ 항만-도시 지진계측시스템 기반으로 한 상세 정밀 피해 예측시스템 개발 ○ 통합 피해예측 시스템기반 긴급대응 시스템 개발 	5년 (53억원)
스마트 해양시설물 계측평가 및 유지·관리 기술 개발	디지털 트윈을 이용한 주요 시설물 상태 평가 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ IoT 센서를 통한 실시간 상태 데이터 추적 ○ 실시간 거동 분석 시뮬레이션 툴 개발 ○ FEA 기반 상태정보 제공 디지털 트윈 기술 개발 	5년 (53억원)
해양통합정보 및 의사결정지원 시스템	인공지능 기반 실시간 해양 스마트 재난관리 예측시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 딥러닝 기반 실시간 초단기 태풍 및 집중호우 예측 알고리즘 개발 ○ 웨어러블 GPS와 예측시스템 연동 대피 알림 정보 제공 ○ 인공지능 선박 위험지역 회피 내비게이션 개발 ○ 의사결정자 맞춤형 통합시스템 현업 운영 	5년 (75억원)
	해양 스마트 안전도시를 위한 의사결정지원 체계 구축 (해양스마트빅보드)	<ul style="list-style-type: none"> ○ ICT기반 스마트 관측 및 해양재해 예측자료의 통합기술 개발 ○ 사용자 중심 정보지원 시스템 개발 	5년 (60억원)

참 고 문 헌

공감코리아, “탄소로 자동차도 만들 수 있다고요?”, 공감코리아, 2011.11.03.

교육과학기술부 등, 「선진일류국가를 향한 이명박정부의 과학기술기본계획」, 2008.8.

Audi, R8 accessories catalogue.

Automotive News, "Top 100 Global Suppliers", 2007~2011, 각 년도.

BMW, Group, “INVESTOR PRESENTATION”, 2011.

BMW, M3 coupe catalogue.

Global Industry Analysts, Inc., 「Auto Parts and Accessories」, A Global Strategic business Report, 2010.10.

Hassink, R., 「Regional Innovation Policy」, Utrecht: Utrecht University, 1992.

Fuchs, E.R.H., Field, F.R., Roth, R. and Kirchain, R.E.(2008), “Strategic materials selection in the automobile body: Economic opportunities for polymer composite design,” Composites science and technology, 68(9), 1989~2002.

LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y. and Haffner, P.(1998), “Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition.” Proceedings of the IEEE, 56(11), 2278~2324.

Baygin M, Ozkaya SG, Ozdemir MA, Kazaz I. A New Approach Based on Image Processing for Measuring Compressive Strength of Structures. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering. 2017: 21~25.

기철민·조태훈(2017), “CUDA를 이용한 Convolutional Neural Network의 효율적인 구현”, 한국정보통신학회 논문지, 21(6), 1143~1148.

김지원·표현아·하정우·이찬규·김정희(2015), “다양한 딥러닝 알고리즘과 활용”, 정보과학회지, 33(8), 25~31.

안선만(2016), “딥러닝의 모형과 응용사례”, 지능정보연구, 22(2), 127~142.

이승준·이한승(2017), “배합인자를 고려한 Machine Learning algorithm 기반 콘크리트압축강도 추정 기법에 관한 연구”, 한국건축시공학회 학술기술논문발표회 논문집, 17(1),

152~153.

정현준·양태환·장봉수·문대중(2010), 사장교의 구조물 관리를 위한 교량모니터링시스템 개발, 대한토목학회 정기학술대회, 1321~1324.

김정태·박재형(2010), 스마트 무선센서를 이용한 대형구조물의 구조건전성 모니터링, 소음진동, 20(1), 7~13.

Y. Tamura, Y. M. Matsui, L.C. Pagnini, R. Ishibashi, A. Yoshida, Measurement of wind-induced response of buildings using RTK-GPS. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 90(2002), 1783~1793.

Y.H. Hong, S.G. Lee, H.S. Lee, Design of the FEM-FIR filter for displacement reconstruction using accelerations and displacements measured at different sampling rates, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 38(2013), 460~481.

J. Park, S. Sim, H. Jung(2013), Displacement estimation using multimetric data fusion, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*.

J. Kim, K.Kim, H.Sohn, Autonomous dynamic displacement estimation from data fusion of acceleration and intermittent displacement measurements, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 42(2014), 194~205.

H. Jeon, Y. Bang, H.Myung, A paired visual servoing system for 6-DOF displacement measurement of structures, *Smart Materials and Structures* 20(2013), 045019.

A. Smyth, M. Wu, Multi-rate Kalman filtering for the data fusion of displacement and acceleration response measurement in dynamic system monitoring, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 21(2007), 706~723.

S.W. Kim, N.S. Kim, Multi-point Displacement Response Measurement of Civil Infrastructures using Digital Image Processing, *Procedia Engineering* 14(2011), 195~203.

J.J. Lee, M. Shinozuka, A vision based system for remote sensing of bridge displacement, *NDT&E International* 39(2006), 425~431.

G. Teza, A. Galgaro, N. Zaltron, R. Genevois, Terrestrial laser scanner to detect landslide displacement fields: a new approach, *International Journal of Remote*

Sensing, 28(2007), 3425~3446.

A. Abellan, J.M. Vilaplana, J. Martinez, Application of a long-range terrestrial laser scanner to a detailed rockfall study at Vall de Noria (Eastern Pyrenees, Spain), Engineering Geology, 88(2006), 136~148.

H. Yang, T. Takaki, I. Ishii, Real-time multidirectional modal parameter estimation of beam-shaped objects using high-speed stereo vision, Proceedings of IEEE, Sensors, Taipei, Taiwan, 2012.

한양대학교(2019), 시설물 유지관리를 위한 Deep Convolutional Neural Network(DCNN) 기반 사진판독형 콘크리트 성능평가 시스템 개발, 국토교통과학기술진흥원.

국토해양부(2012), 제3차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획

한국도로공사(2012), 지능형 교량진단시스템 개발 및 건전성 평가기술연구

국토교통부(2017.03), 시설물 안전관리체계 종합개선대책 수립 연구

국립재난안전연구원(2013) 지진재난관리 체계 및 전략 구축

국립재난안전연구원(2006), 지진해일 재해정보 가시화 기술 개발

국립재난안전연구원(2018), 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획연구

국립방재교육연구원 방재연구소(2010), 지진해일 재해정보관리시스템 시범구축

국립재난안전연구원(2013), 지진해일 위험요소 분석을 통한 대응체계 개선

한국시설안전공단, 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침해설서(건축물)

한국시설안전공단(2013), 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침해설서(교량)

국가과학기술지식정보서비스(<http://www.ntis.go.kr>)

부
록



(1세부) 스마트 해양기상재해 관측·예측 기술 개발

연구개발 사업명	스마트 해양기상재해 관측·예측 기술 개발
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 스마트 해양기상재해 관측/예측 기술 개발 및 해안도시 상세화 정보지원 기술 개발 - 초고화질 영상 및 다중위성자료 기반 해양재난·재해 관련 정보추출 및 자율예측 기술 개발 - 인공지능 기반 빅데이터 분석 시스템 구축 및 상세 해양정보 생산 기술 개발 - 수치모델 및 인공지능을 융합한 하이브리드 해양예측시스템 개발 - 해안도시 특화 상세 연안 침수 통합 시스템 개발 - 위성-무인관측과 연계된 고도의 실시간 해양예측 시스템 기술 향상
연구개발 필요성 및 국내·외 동향	<p>① 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 해안에서 파랑에 의해 야기되는 재해현상은 지역적인 해역의 영향을 크게 받는 특성이 있기 때문에, 파랑 기인 해양재해의 예측 정확도를 높이기 위해서는 대상해역에서 양질의 관측자료의 확보가 필요 <input type="checkbox"/> 해양기후변화(지구온난화 및 극한기상변화)에 따라 해무의 발생빈도가 높아지고 안전사고 위험성도 증가 <ul style="list-style-type: none"> - 전체 해난사고의 13%가 해무로 인한 사고임 ※ 오륙도 인근 유조선과 어선충돌(17.4.16), 대천항 낚시어선 방파제 충돌(17.5.1), 영흥도 낚시어선 충돌사고(17.12.3), 흥도 여객선 좌초(18.3.26) 등 <input type="checkbox"/> 최근 기후변화, 급속한 도시화, 세계화 등에 따라 재난의 양상이 갈수록 복합화, 대형화되고, 복합적인 작용으로 연안에 막대한 침수 피해 발생 <ul style="list-style-type: none"> ※ 통계연보(2015)에 의하면 2011~2014년 간 우리나라에서 기상재해로 인한 연평균 재산피해액은 약 5조 5천억 원으로 추정되며, 이는 2001~2010년(약 2조 7천억 원) 대비 약 2배, 1991~2000년(약 7천억 원) 대비 약 7배 이상 증가한 것임 <input type="checkbox"/> 해양재난·재해 피해를 줄이고자 기상청 및 국립해양조사원 등 국가기관에서는 위험요소에 대한 사전 예측정보를 제공 중이나, 단편적인 기상, 해양 정보에 국한됨 <input type="checkbox"/> 사물인터넷 등 ICT 신기술을 활용하여, 해양도시의 인접해역에 대한 해양재해 광역 모니터링 기술을 개발할 필요가 있으며, 광역적 해양위성영상의 제한된 해상도를 향상시켜 고정밀 재난재해정보를 추출하여 해양재난·재해에 발 빠르고 정확하게 대응함으로써 재난재해 피해 최소화 <p>② 국내·외 기술동향</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 미국을 비롯한 주요 선진국들은 1990년대 후반부터 자국 주변해역의 해양환경을 고려한 해양예측시스템을 독자 개발·운영 <ul style="list-style-type: none"> ※ NOAA 통합예측시스템(Unified Forecasting System), 유럽 MyOcean, 영국 FOAM(Forecasting Ocean Assimilation Model System) 등 <input type="checkbox"/> 미국 NOAA에서는 최근 32년간의 해수면온도 자료를 사용하여 기계학습을 통한 태풍예측 오차를 감소 연구를 진행하고 있으며, 인공지능을 사용하여 허리케인의 크기와 진로 예측에 활용하기 시작하였음 <ul style="list-style-type: none"> ※ 특히 IBM의 계열사인 Weather Company와 협업을 통해 인공지능을 통해 예측한 결과를 바탕으로 예보를 수정하는 단계까지 와 있음. 기존 예보보다 10~20% 더 정확해졌으며 허리케인의 강도는 최대 30%까지 정확도가 높아짐 <input type="checkbox"/> 미국, 일본 등 선진국에서는 광범위한 실시간 해상 관측망을 이용하여 해양재해 요소들을 사전에 탐지 및 대비하는 경보체계를 운영 <input type="checkbox"/> 일본의 경우, 일본의 전해역 72개 지점에 대해서 파랑관측망(NOWPHAS: Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HAbourS)을 구축하여 실시간 관측

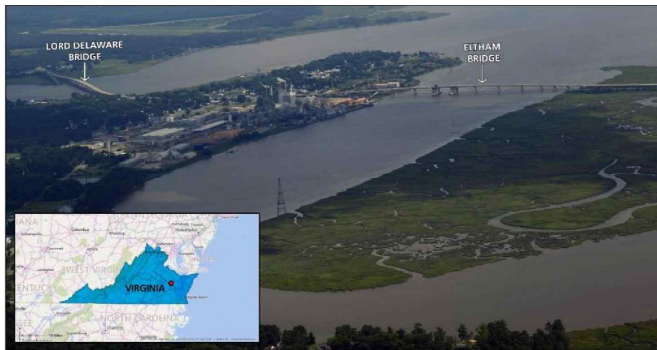
	<p>을 수행하고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 연안에서 파랑의 초오름 및 월파에 대한 연구는 대부분 수리모형 실험을 통해 행해졌으며, 실해역 적용에 대한 정확도는 미흡함(de Wall and van der Meer 1992; EurOtop, 2007 등) □ 미국은 연안 파랑에 의해 야기되는 해수욕장 이안류로 인한 연안재해를 저감하기 위해 연안 파랑 및 흐름에 대한 대대적인 관측실험 및 예측모형의 개발연구를 수행하였음(SANDYDUCK, 1997; RIPEX 2001; RCEX 2007 등) □ 유럽의 Deltares는 2010년 이후 실시간 연안 안전 예경보시스템(Real-Time Safety on Sandy Coast)를 구축하여 폭풍해일, 너울 및 이안류 등에 대한 예측정보를 서비스하고 있음 □ ICT 기술 발전으로 이동형 해양관측플랫폼의 확대, 원활한 실시간 관측자료 교환 등 실시간 관측자료 획득 활발히 진행 <ul style="list-style-type: none"> ※ 2017년에는 REP17-Atlantic 실험을 통해 다종의 무인 해양관측시스템(10대의 AUV, 4대의 고정익 무인기, 2대의 헬콥터, 제어시스템으로 구성)을 활용한 관측 시도 □ 국립해양조사원은 HF-Radar(18개 해역 44개소)를 활용하여 주요 항만 및 연안의 표층해류를 관측하고 있으며, 해양관측부이(국립해양조사원 및 한국해양과학기술원)에서는 ADCP를 활용하여 수심별 해수유동을 관측 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 해양관측은 관측목적에 따라 시공간적인 해상도를 보다 정밀하게 재조율하고 관측요소를 다양화할 필요가 있음 - 현재 주로 비실시간 정점 관측의 비중이 높아 이동형 스마트 해양관측플랫폼을 활용하여 다양한 관측요소를 실시간으로 생산하고 전송가능한 시스템 구축 필요 □ 한국해양과학기술원은 국내의 해양관련 최초 시스템인 운용해양 예보시스템을 구축하였으나 재난재해 발생 이후 국가기관 요청이 있는 경우 해양예측 정보 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 해양 예측 정확도는 현재 78% 수준으로 최첨단 실시간 관측기술 및 초고성능컴퓨팅의 활용으로 예측정보생산시간 단축과 예측정확도 향상 가능 - 행안부에서는 시간 단축을 위한 단일 재난통신망 구축예정이며, 현재 국내 재난경보 시스템은 각 기관별로 단순 일방향 전달시스템으로 운영 <ul style="list-style-type: none"> ※ 2018년 '재난재해 대응분야 2018년 정부 업무보고'를 통해 2020년까지 1조 7,025억 원을 투입하여 전국 단일 재난안전통신망을 구축 예정
<p>연구개발 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> □ 실시간 해양관측 빅데이터 생산기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 해양 빅데이터 생산과정 표준화 및 실시간 대용량 전송 관측자료 표준화 - 인공지능 기반 관측자료 실시간 QA/QC 및 저장, 관리 기술 - 기존 상시관측체계와 연계 가능한 시스템 및 관측체계 개발 - 유관기관 통합관리 시스템과 연계 가능한 실시간 대용량 전송시스템 개발 및 관측자료 표준화 □ 초고화질 해양위성영상 기반 해양재난재해 대응지원 예측시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 해양영상의 화질을 증가시키는 초고화질 영상처리 기술 개발 - Super resolution을 위한 물리적 해상도 저하 모델링 구축 - 역문제 기법을 통한 해상도 증강 영상처리기술 개발 - 초고화질 영상 기반 해양재난재해 관련 정보추출 및 변동예측 기술 개발 - 딥러닝 기반 해양재난재해 대응지원 예측시스템 개발 □ 부산지역 시범해역의 ICT기반 파랑기인 해양재난(고파랑, 월파, 이안류, 침식 등) 발생의 광역 센싱 및 AI기술 활용 관측기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 항해용 레이더, CCTV 및 위성자료 등 원격통합 파랑센싱 기술 - 해양무인체(수중 드론, 글라이더 등)를 이용한 파랑의 공간센싱 최적화 기술 - 사물인터넷 기술 활용 관측센서들간 네트워크를 통한 3차원 해수유동 관측 기술 - 멀티모달 센싱자료의 AI기술 활용 분석을 통한 해양재해 모니터링 및 파랑, 월파, 침

	<p>식 등의 측정과 모델링</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 부산지역 시범해역의 해양재난(고파랑, 월파, 이안류, 태풍, 해무, 미세먼지, 해일 등) 발생의 예측기술과 ICT기반 관측기술을 결합한 AI기술 적용 지능형 조기경보(early warning) 체계 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 해양 물리적 예측모델을 시범해역에 실시간 예측자료 생산체계 - ICT기반 관측체계를 통한 실시간 관측체계 - 실시간 예측자료와 실시간 관측자료의 AI기반 결합/분석을 통한 지능형 조기경보(지수화) 기술 개발 □ 신속하고 정확한 예측을 위한 수치모델링 및 인공지능 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 부산지역의 태풍(해상풍), 해무, 미세먼지, 폭풍해일, 파랑, 조석, 조류, 해류 예측을 위한 상세 수치모델 기법 개발, 자료동화 기술, 수치모델 최적화/병렬화 기법 및 인공지능 예측기술 개발 - 예측 모델링 기술과 인공지능 예측기술의 융합기법 개발 - 빅데이터 처리를 위한 통계해석 기법 개발 □ 수치모델링 및 인공지능을 이용한 부산지역 침수범람 예측기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 부산지역/해역 특화된 고해상도 해양-대기-하천-도시침수 등이 연계된 연안침수 예측기술 개발 - 빅데이터와 인공지능을 활용한 연안침수범람 예측기술 개발 - 실시간 예측자료와 실시간 관측자료의 AI기반 결합/분석을 통한 지능형 조기경보 체계 구축
<p>연구개발 추진방법</p>	<p>① 추진전략</p> <p>② 추진체계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주관연구기관: KIOST - 공동연구기관: ICT 관련 연구기관, 업체 또는 대학 - 위탁연구기관: 가시화 프로그래밍 업체
<p>최종성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 해양재난재해 대응지원 예측시스템(특히, 프로그램, 시작품 등) 및 조기경보 시스템 - ICT기반 파랑 기인 해양재난(고파랑, 월파, 이안류, 침식 등) 발생의 광역 센싱 기술(특히, 프로그램, 시작품 등) - 실시간 예측자료와 실시간 관측자료의 AI기반 결합/분석을 통한 조기경보(지수화) 기술(특히, 프로그램, 매뉴얼 등) - 수치모델링 및 인공지능을 이용한 부산지역 침수범람 예측
<p>연구기간 및 규모</p>	<p>① 연구개발 기간 5년</p> <p>② 연구개발 규모 200억 원</p>

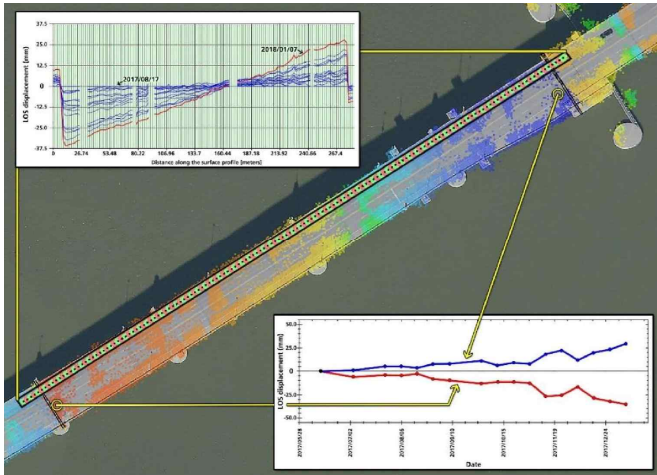
(억 원)						
	구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
	정 부	30.0	40.0	50.0	40.0	40.0
	민 간					
	합 계	30.0	40.0	50.0	40.0	40.0

(1세부) 스마트 해양기상재해 관측·예측 기술 개발

연구개발 사업명	인공위성 및 IoT 센서기술을 이용한 광역 모니터링 기술 개발
연구개발 목표	해양 스마트 안전도시의 주요 시설물(교통, 환경, 에너지 및 도시기반시설 등)에 대한 성능 평가 및 재해발생 시 긴급 피해복구, 보수보강 등의 의사결정 지원을 위한 장기 광역 모니터링 기술을 개발
연구개발 필요성 및 국내외 동향	<p>① 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 태풍, 태풍해일 등 해양기상재해 및 지진, 지진해일 등 해양지진재해 발생에 대비하여, 해양 스마트 안전도시의 교통, 환경, 에너지 및 도시기반시설 등에 대한 사전 성능 평가 및 재해 발생 시의 긴급 피해복구 및 보수보강 등의 의사결정이 필요 - 이러한 의사결정을 위하여 기상 및 지진에 대한 관측과 함께 인공위성 및 IoT 센서 기술 기반 장기 광역 시설물 모니터링 및 자료 분석 기술 필요 <p>② 국내외 기술동향</p> <p>□ 인공위성 기반 시설물 모니터링 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 독일과 Kyrgyz 공화국은 MI-DAM(Multi-parameter monitoring and risk assessment of hydro-electric dams in the Kyrgyz Republic) 프로젝트를 통하여, Kyrgyz의 Kurpsai 댐과 댐 주변 지반에 대한 장기변형을 인공위성 InSAR(Interferometric Synthetic Aperture Radar) 기술을 이용하여 모니터링하고, 지진 발생 시 댐의 안정 및 사면안정(land slide) 등과 관련된 연구를 수행 중 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="403 1077 794 1406"> </div> <div data-bbox="802 1077 1185 1406"> </div> </div> <p style="text-align: right;">Kurpsai 댐의 위치 및 전경(Lang et al. 2019)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="403 1417 1046 1868"> </div> <div data-bbox="1054 1809 1404 1868"> <p>Kurpsai 댐 주변 지반의 연간 변형 속도(Lang et al. 2019)</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> - 미국 Virginia DOT(Dept. of Transportation)에서는 TerraSAR-X 레이더 위성 자료를 InSAR 및 SqueeSAR 알고리즘을 적용하여, West Point 지역의 Eltham Bridge와 Long Delaware Bridge에 대하여 11일 간격으로 16개월 동안 장기 변형 모니터링을 수행한 바 있음

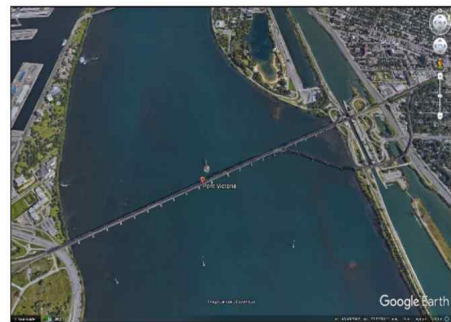
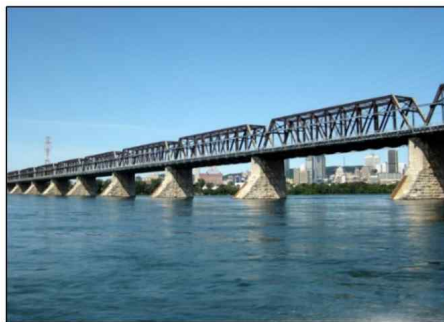


West Point 지역의 모니터링 대상 교량(Hoppe et al., 2019)

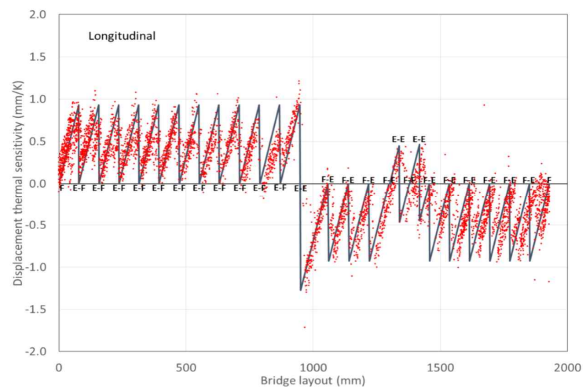


Etitham Bridge의 PS 구간에 대한 모니터링 결과(Hoppe et al., 2019)

- 한편, 캐나다 NRC(National Research Council)에서는 몬트리올의 빅토리아 교량에 대한 인공위성 InSAR 자료를 이용한 변형 모니터링 수행하여, 온도 변화에 따른 열 팽창 변형을 계측하고, 그 결과를 이론적인 값과 비교하여, 인공위성 기반 변형 모니터링의 정확성을 제시

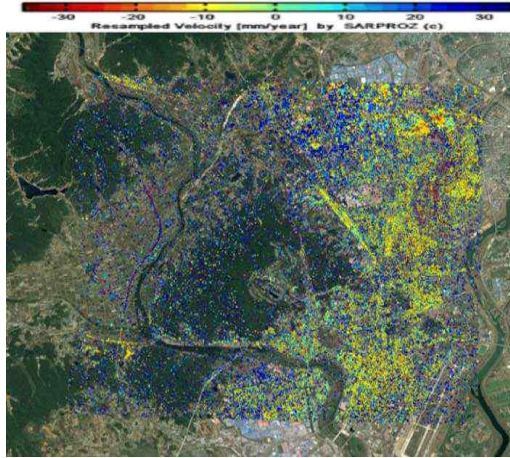


몬트리올 교량 전경 및 위치(Cusson and Ozkan, 2019)



열팽창에 따른 교량 변형의 인공위성 계측결과와 이론값 비교 (Cusson and Ozkan, 2019)

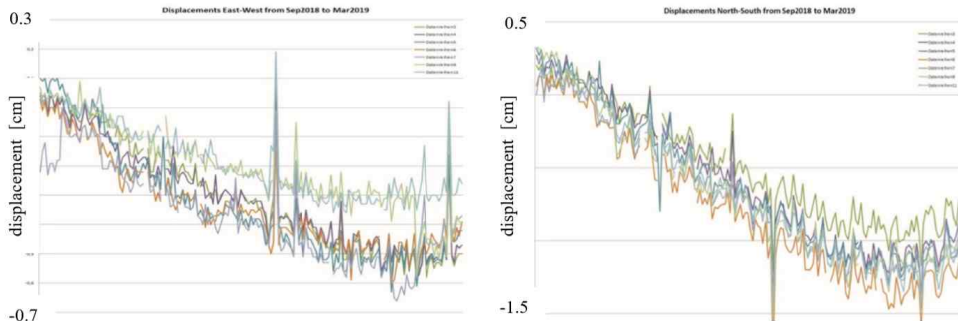
- 한편, 국내 성균관대 연구진에서는 PS-InSAR(Permanent Scatterer Interferometric SAR)기법과 독일 Terra SAR-X 위성 영상을 이용하여, 광주 광산구의 지표변위를 분석한 바 있으며, 이를 토대로 해당 지역에 연약지반 침하가 우려되는 지점에서 연평균 8mm의 지반침하가 발생하고 있음을 제시한 바 있음



광주 광산구의 광역 지반침하 계측결과 (이원웅 등, 2017)

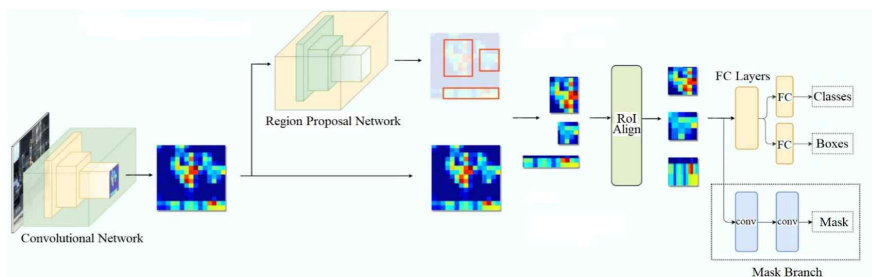
□ IoT 및 스마트센서 기반 시설물 모니터링 기술

- 무선센서, 광섬유센서 및 GPS(또는 GNSS) 센서 등 IoT 기술을 이용한 스마트센서를 이용하여 사회기반시설물에 대한 모니터링을 수행한 사례가 국내외에 다수 있음
- 독일은 위성 자료를 이용한 광역 변형 모니터링 연구과제인 MI-DAM 프로젝트를 통하여 위성 기반의 모니터링과 함께 광섬유센서, GNSS, 지진계(seismic sensor) 등을 이용한 Kupsai 댐의 장기 변형 모니터링 연구를 수행한 바 있음



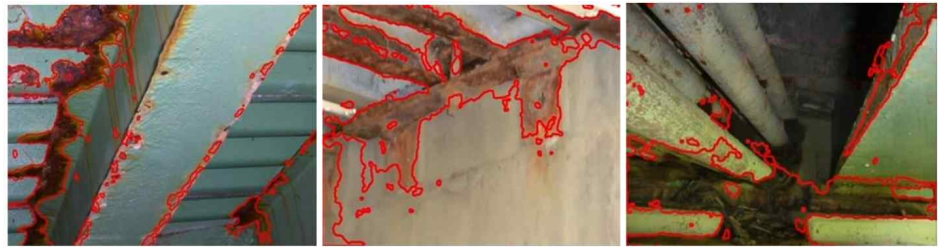
2018년 9월부터 2019년 3월까지 댐 상부에서의 동서, 남북 방향 정적변위 모니터링 결과(Petryna et al 2019)

- GPS(또는 GNSS) 센서, 광섬유센서 등을 이용한 교량 및 건축구조물 등에 대한 모니터링 연구 활발
- 최근에는 기존 스마트센서를 시설물에 설치하여야 하는 어려움을 해결하기 위하여 영상 기반의 모니터링에 대한 연구도 매우 활발하게 진행되고 있음. 특히 드론을 이용한 시설물 균열 등을 탐색하는 연구의 경우, 최근 연구가 활발한 딥러닝(deep learning) 기법 중 Mask R-CNN 등을 이용하는 사례가 많이 있으며, 또한 교량의 거동 특성을 분석하기 위하여 영상을 이용하는 사례도 증가하고 있음



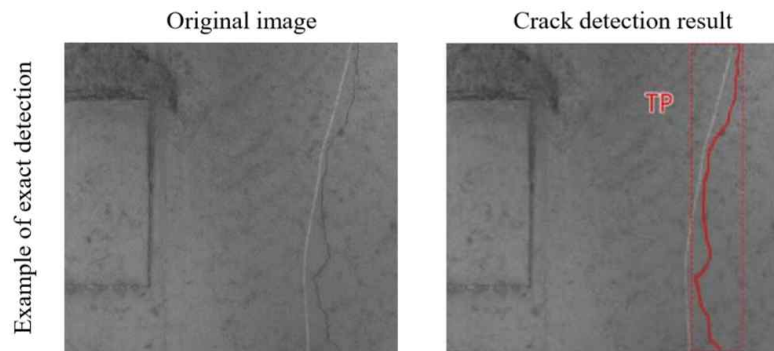
Mask R-CNN 구조(Hui, 2018)

- 미국 벤틀리사는 SACS를 비롯한 구조해석프로그램을 개발, 판매하는 회사로 최근에는 BIM(Building Information Model) 기반 디지털 트윈(Digital Twin) 개발을 위하여 BIM과 함께 영상을 이용한 손상 분석기법을 Mask R-CNN을 이용하여 개발 중임



교량 하부의 부식 모니터링 결과 및 가시화(Wu and Kalfarisi, 2019)

- 국내에서도 이와 유사한 연구를 KAIST, 세종대, 중앙대, 서울시립대 등에서 활발하게 수행하고 있으며, 다양한 종류의 손상(균열, 부식, 부재 탈락 등)을 구분할 수 있는 Mask R-CNN 모델을 개발 중임



Example of exact detection

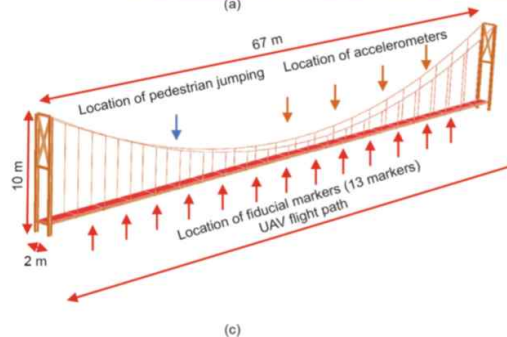
영상을 이용한 균열 탐색 사례
(Cho et al, 2019)

- 미국 UIUC, 국내 충북대에서는 Mask R-CNN을 이용하여 교량 등의 특정 지점의 이동을 추적하고, 그 결과를 이용하여 구조물의 변위 및 특성을 규명하는 연구를 수행(Spencer et al 2019, Lim and Yoon)

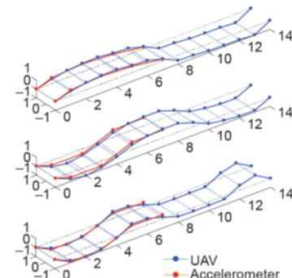


(a)

(b)



(c)



(d)

미국 일리노이주의 한 보도교를 대상으로 한 영상 기반 거동 분석 사례(Spencer et al., 2019)

□ 국내의 연구개발 동향의 시사점

- 인공위성 InSAR 기술을 개선하여 수 mm 단위까지 정밀한 광역 모니터링이 가능해지고 있으며, 이를 이용한 사회기반 핵심시설물에 대한 장기 변형 모니터링이 관심을 받고 있음

	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 스마트센서를 이용하는 시설물 모니터링과 함께 최근에는 이러한 센서를 시설물에 설치하여, 유지·관리 하는 어려움을 해결하기 위하여 고정점에서의 영상 취득 혹은 드론을 이용한 영상 취득을 통하여 쉽게 시설물의 성능을 분석하고자 하는 연구가 활발하게 진행되고 있음 - 이러한 기술은 최근 관심을 받고 있는 디지털 트윈 기술을 구현하는데 큰 도움이 될 것으로 사료되며, 또한 해양 스마트 안전도시의 구현에 있어서도 필요한 기술임
연구개발 내용	<p>□ 해양 스마트 안전도시 핵심시설물 모니터링 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해양 스마트 안전도시 주요 핵심시설물의 재해요소에 대한 취약도 분석(fragility analysis) - 주요 핵심시설물에 대한 점검 항목 도출 <p>□ 인공위성 자료와 스마트센서 기술 융합</p> <ul style="list-style-type: none"> - 인공위성 자료와 InSAR 알고리즘을 이용한 장기 광역 모니터링 기술 개발 및 적용 - 영상, GPS, 광섬유센서, 무선센서 네트워크 등을 이용한 해양 스마트 안전도시 시설물 모니터링 네트워크 개발 및 적용 - 인공위성 자료와 스마트센서 자료 융합 기술 개발 <p>□ 인공지능 및 디지털 트윈 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 딥러닝 등 최신 AI 기술을 이용한 센서 기반 성능평가(performance assessment) 및 예측 진단(prognosis) 기술 개발 및 적용 - 디지털 트윈과 연계한 유지·관리 의사결정 시스템 지원 기술 개발
연구개발 추진방법	<p>① 추진전략</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 자연 및 인위재해유형 분석을 통한 핵심 취약시설물 및 계측 항목 도출 - 우리 연구소 인공위성센터와의 협력을 통한 InSAR 기술 확보 - 해양 스마트 안전도시 설계 시 센서 네트워크를 고려한 설계 - 딥러닝, 디지털 트윈 등 최신 AI, IoT 기술 융합 <p>② 추진체계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주관연구기관: KIOST - 공동연구기관: 인공위성 자료 처리 기술 보유 기관 - 센서네트워크 구축: KT 등 통신서비스업체 및 센서네트워크 설치를 위한 용역
최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> - 인공위성 InSAR 기술을 이용한 광역 장기 모니터링 시스템 - GPS, 광섬유센서, 무선센서 네트워크 시스템 - 인공지능 기반 예측 및 평가 시스템
연구기간 및	<p>① 연구개발 기간 5년</p>

규모

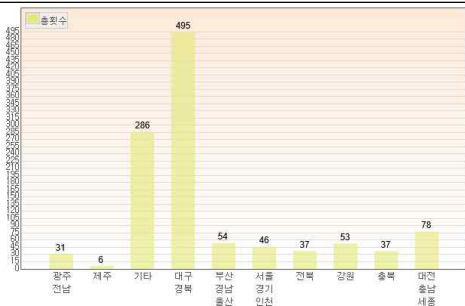
② 연구개발 규모 50억 원

(억 원)

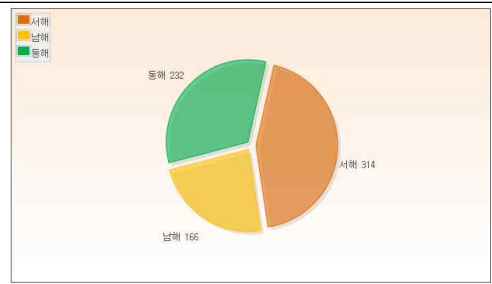
구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
정 부	5.0	10.0	15.0	15.0	5.0
민 간					
합 계	5.0	10.0	15.0	15.0	5.0

(1세부) 스마트 해양지진재해 관측·예측 기술 개발

연구개발 사업명	항만-도시 연계 지진·지진해일 재난 대응 통합 시스템 개발																																																																																																																																																																										
연구개발 목표	항만-도시 연계 지진·지진해일 재난 대응 통합 시스템 개발을 통하여 안전한 도시 구현																																																																																																																																																																										
연구개발 필요성 및 국내·외 동향	<p>① 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1978년 이후 공식적으로 지진계측 이래로 지속적으로 지진 발생 횟수가 증가하고 있으며, 특히 2016년 경주지진과 2017년 포항지진이 발생함으로써 우리나라도 지진에 안전한 지대가 아니라는 것이 증명됨 - 해역과 육상 모두에서 많은 지진이 발생하였음 - 지역별로 분석해 보면 대구경북 등의 경상도 지역에서 많은 지진이 발생하였음 - 가장 규모가 큰 지진으로는 경주지진(규모 5.8), 포항지진(규모 5.4)이 있음 - 해역별로는 서해가 314회로 가장 많이 발생하였지만 전반적으로 모든 해역에서 지진이 발생하고 있는 것으로 나타남 - 항만지역에 대한 피해예측 시스템 개발이 되어 있지 않음 - 항만을 보유하고 있는 지자체의 경우 항만에 대한 피해예측이 불가능할 경우 합리적인 추정이 불가능함 - 지자체는 지역재난안전대책본부로서 모든 시설, 인명에 대한 관리 책임을 가지고 있음. 이에 따라서 관리구역 내에 피해를 추정할 수 있는 시스템 확보가 필요함 																																																																																																																																																																										
 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>78</th><th>79</th><th>80</th><th>81</th><th>82</th><th>83</th><th>84</th><th>85</th><th>86</th><th>87</th><th>88</th><th>89</th><th>90</th><th>91</th><th>92</th><th>93</th><th>94</th><th>95</th><th>96</th><th>97</th><th>98</th><th>99</th><th>00</th><th>01</th><th>02</th><th>03</th><th>04</th><th>05</th><th>06</th><th>07</th><th>08</th><th>09</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Total</td> <td>6</td><td>22</td><td>16</td><td>15</td><td>13</td><td>20</td><td>13</td><td>26</td><td>15</td><td>11</td><td>6</td><td>16</td><td>15</td><td>19</td><td>15</td><td>22</td><td>24</td><td>29</td><td>39</td><td>21</td><td>32</td><td>37</td><td>29</td><td>41</td><td>49</td><td>38</td><td>42</td><td>37</td><td>50</td><td>42</td><td>46</td><td>60</td><td>42</td><td>52</td><td>56</td><td>93</td><td>49</td><td>44</td><td>252</td><td>223</td><td>115</td><td>66</td> </tr> <tr> <td>ML ≥ 3</td> <td>5</td><td>17</td><td>6</td><td>10</td><td>11</td><td>10</td><td>7</td><td>11</td><td>12</td><td>4</td><td>4</td><td>13</td><td>3</td><td>7</td><td>7</td><td>11</td><td>11</td><td>14</td><td>8</td><td>7</td><td>16</td><td>8</td><td>7</td><td>11</td><td>9</td><td>6</td><td>15</td><td>7</td><td>2</td><td>10</td><td>10</td><td>5</td><td>14</td><td>9</td><td>18</td><td>8</td><td>5</td><td>34</td><td>19</td><td>5</td><td>12</td> </tr> <tr> <td>Felt eq.</td> <td>5</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td><td>8</td><td>4</td><td>2</td><td>6</td><td>9</td><td>5</td><td>1</td><td>4</td><td>4</td><td>8</td><td>5</td><td>4</td><td>8</td><td>13</td><td>8</td><td>9</td><td>22</td><td>5</td><td>6</td><td>9</td><td>12</td><td>10</td><td>6</td><td>7</td><td>5</td><td>7</td><td>10</td><td>5</td><td>7</td><td>4</td><td>15</td><td>11</td><td>7</td><td>55</td><td>98</td><td>27</td><td>5</td> </tr> </tbody> </table>		Year	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total	6	22	16	15	13	20	13	26	15	11	6	16	15	19	15	22	24	29	39	21	32	37	29	41	49	38	42	37	50	42	46	60	42	52	56	93	49	44	252	223	115	66	ML ≥ 3	5	17	6	10	11	10	7	11	12	4	4	13	3	7	7	11	11	14	8	7	16	8	7	11	9	6	15	7	2	10	10	5	14	9	18	8	5	34	19	5	12	Felt eq.	5	8	1	3	8	4	2	6	9	5	1	4	4	8	5	4	8	13	8	9	22	5	6	9	12	10	6	7	5	7	10	5	7	4	15	11	7	55	98	27	5
Year	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19																																																																																																																																	
Total	6	22	16	15	13	20	13	26	15	11	6	16	15	19	15	22	24	29	39	21	32	37	29	41	49	38	42	37	50	42	46	60	42	52	56	93	49	44	252	223	115	66																																																																																																																																	
ML ≥ 3	5	17	6	10	11	10	7	11	12	4	4	13	3	7	7	11	11	14	8	7	16	8	7	11	9	6	15	7	2	10	10	5	14	9	18	8	5	34	19	5	12																																																																																																																																		
Felt eq.	5	8	1	3	8	4	2	6	9	5	1	4	4	8	5	4	8	13	8	9	22	5	6	9	12	10	6	7	5	7	10	5	7	4	15	11	7	55	98	27	5																																																																																																																																		
<p>1978년 이후 국내 지진발생 현황</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>지진발생 위치(1978~현재)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>경상도지역 지진발생 현황(1978~ 현재)</p> </div> </div>																																																																																																																																																																											



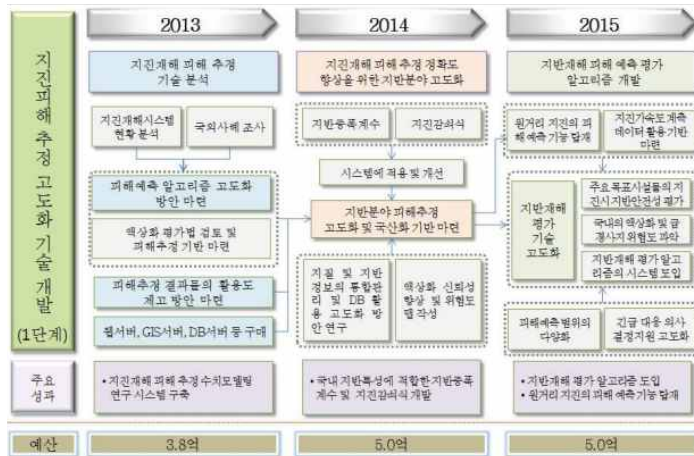
지역별 지진발생 현황(1978~)



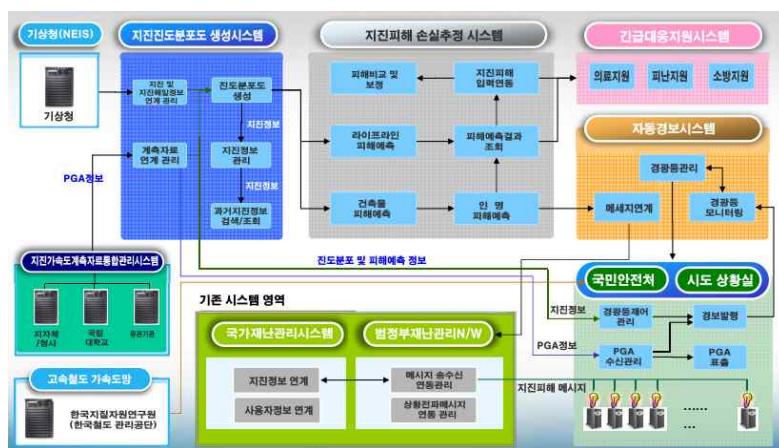
해역별 지진발생 횟수(1978~)

② 국내·외 기술동향

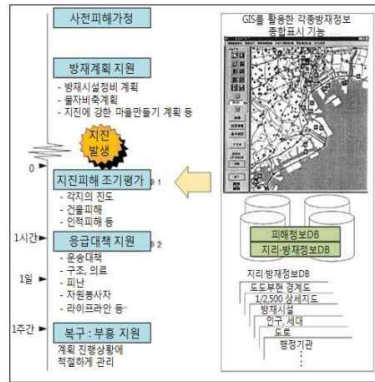
- 국립재난안전연구원에서는 '실시간 재난상황 의사결정 지원기술 중 재난상황의사결정 지원기술 개발'을 연구를 수행하고 있음
- 국립재난안전연구원에서 '지진재해 피해 추정 고도화 기술개발' 과제를 수행한 사례가 있음



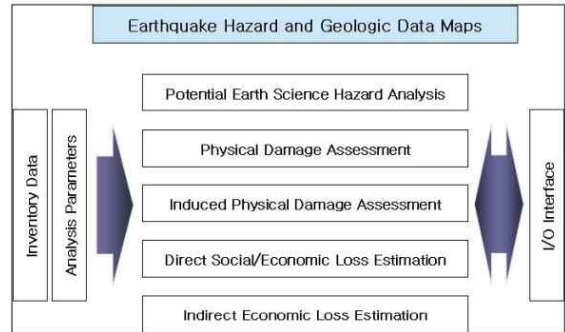
지진재해 피해 추정 고도화 기술 개발 로드맵



- 행정안전부 지진재해대응시스템을 운영 중에 있음
 - 국내 발생지진 및 위험정보 제공
 - 지진재해 피해추정(인명, 건축물, 라이프라인 시설물) 후 중앙 및 지자체에 정보 제공
 - 피해예측 시뮬레이션을 통해 가상지진 및 발생지진에 대한 피해추정 정보 제공
- 미국의 재난관리청에서는 Hazus를 개발하여 대상지역의 건물군, 지형도, 지진 위치 및 규모, 경제관련 데이터 등을 이용하여 피해를 예측할 수 있는 시스템을 구축 사용함
- 일본은 지진방재 정보시스템(DIS)를 개발하여 현재 사용 중에 있음
- 대만은 HaZ-Taiwan을 개발하여 현재 운영 중에 있음. 미국 HAZUS를 기본으로 함



일본 지진방재 정보시스템(DIS)



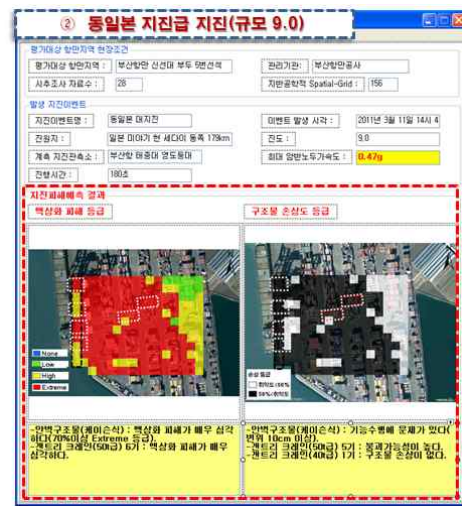
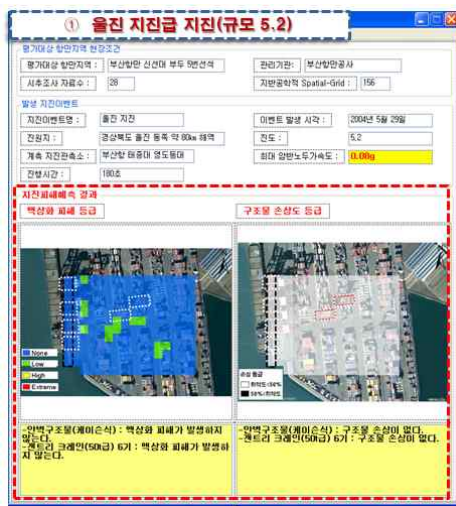
대만 HaZ-Taiwan

연구개발 내용

- 항만-도시 지진계측시스템의 연계
 - 각각 분산되어 설치되어 있는 지진계 설치 현황 조사
 - 항만-도시에 설치되어 있는 지진계측시스템의 통합
- 항만-도시 지진계측시스템 기반으로 한 상세 정밀 피해예측시스템 개발
 - 실시간 계측 데이터 기반 항만-도시 정밀 피해예측시스템 개발
 - 항만 시설물 연계 피해 예측시스템 개발
- 통합 피해예측 시스템 기반 긴급대응 시스템 개발
 - 항만 및 시민에게의 효과적인 전파 시스템 개발
 - 지진-지진해일 매뉴얼 연계 전파 시스템 개발



항만 지진피해 예측시스템(안)



항만 지진피해예측시스템(안)을 통한 피해 추정

연구개발 추진방법	① 추진전략 <input type="checkbox"/> 국가 전체의 지진재난 관리 목표에 부합 - 정부의 지진재난 관리 방법과 목표에 부합하는 기술 개발 - 일관된 지진재난 관리 방법의 비전과 목표 수립 - 기존 기술의 최대한 이용하여 실용적인 기술 개발 - 해당 기관간 정보공유와 의견 수렴의 단계 수립 <input type="checkbox"/> 기존 지진계측시스템과의 연계를 통한 피해 예측시스템 개발 - 항만 지진피해예측시스템(안)과 행안부의 지진피해대응시스템의 기본 이론을 기반으로 한 시스템 개발 - 중복성 회피를 위한 신규 기술의 도입 - 기상청, 행안부, 해수부, 국토부, 지자체 등의 유기적인 협력체 구축 <input type="checkbox"/> 지방정부 지진 대응 매뉴얼과의 연계를 통한 안전 기술 확보 - 지자체 매뉴얼과 피해예측시스템의 연계 - ICT 기술을 이용한 효과적인 통합 재난 시스템 확보																								
	② 추진체계 - 지진, 구조, 지반공학 등 다학제간 연구진으로 구성하여 연구성과의 시너지 효과 극대화 추천 - 지방정부, 정부 등의 유기적인 연계를 위한 연합체 구성 - 학계, 지자체, 연구원 등의 연구를 통한 연구과제물 도출																								
최종성과물	- 항만-도시 연계 지진재난 대응 통합시스템 개발																								
연구기간 및 규모	① 연구개발 기간 5년 ② 연구개발 규모 100억 원 <div style="text-align: right;">(억 원)</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">구 분</th> <th style="width: 15%;">1차년도</th> <th style="width: 15%;">2차년도</th> <th style="width: 15%;">3차년도</th> <th style="width: 15%;">4차년도</th> <th style="width: 15%;">5차년도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>정 부</td> <td>10.0</td> <td>20.0</td> <td>20.0</td> <td>25.0</td> <td>25.0</td> </tr> <tr> <td>민 간</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>합 계</td> <td>10.0</td> <td>20.0</td> <td>20.0</td> <td>25.0</td> <td>25.0</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	정 부	10.0	20.0	20.0	25.0	25.0	민 간						합 계	10.0	20.0	20.0	25.0	25.0
구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도																				
정 부	10.0	20.0	20.0	25.0	25.0																				
민 간																									
합 계	10.0	20.0	20.0	25.0	25.0																				

(1세부) 스마트 해양시설물 계측평가 및 유지·관리 기술 개발

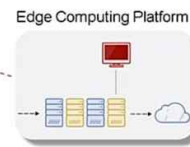
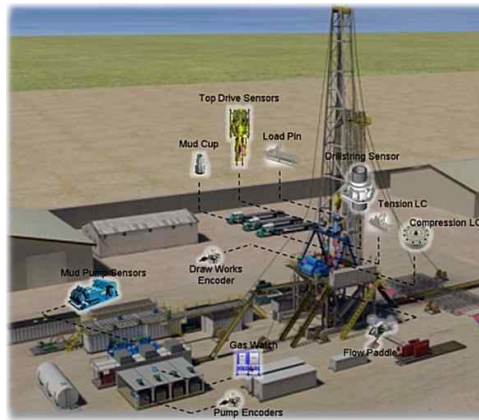
연구개발 사업명	디지털 트윈을 이용한 주요 시설물 상태 평가 기술 개발
연구개발 목표	해양 스마트 안전도시의 주요 시설물(교통, 환경, 에너지 및 도시기반시설 등)에 디지털 트윈을 적용함으로써, 주요시설물의 실시간 손상이력 관리 및 열화상태를 평가하는 효율적인 의사 결정 플랫폼 개발
연구개발 필요성 및 국내외 동향	<p>① 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주요 교통 및 도시기반 시설은 공용기간이 경과함에 따라 콘크리트의 균열, 강재의 부식, 사용하중 증가로 인하여 부재의 열화가 진행되어 내구성이 저하됨 - 해양 스마트 안전도시의 주요 시설물은 장기적이고 체계적인 유지·관리 전략이 필요하며, 체계적이고 효과적인 유지·관리를 위해서는 미래 예측이 가능한 전문적인 유지·관리 시스템의 개발이 필요함 - 디지털 트윈은 운용 중인 실제 물리적 자산을 표현하는 최선의 방법이며, 자산의 현재 상태를 반영하여 자산에 대한 관련 있는 이력 데이터를 반영함 - 디지털 트윈은 주요 시설물의 현재 상태를 평가하는 데 사용할 수 있으며, 보다 중요하게는 미래 동작을 예측하거나 제어를 계량하거나 운용을 최적화하는 데 적용됨 - 따라서, 주요 시설물의 데이터를 축적하고, 손상이력 관리 및 열화 상태를 정밀하게 평가하여 효율적인 의사결정을 하기 위해서는 실제 시설물의 특성을 반영한 사이버 공간의 디지털 트윈 모델 구축 기술의 개발과 의사결정을 위한 AI 플랫폼의 개발이 필요 - 디지털 트윈의 핵심기술은 데이터 계측을 위한 차세대 센싱 시스템, 축적된 데이터를 통한 디지털 모델과 물리적인 시설물 간의 모델 업데이트 기술, 열화상태 평가, 그리고 의사결정을 위한 통합 AI 시스템이며, 이를 구현할 수 있는 기술 개발이 시급함
	<p>② 국내외 기술동향</p> <p>□ 디지털 트윈의 적용 분야</p> <ul style="list-style-type: none"> - 디지털 트윈을 생성하여 사용하면 운용 중인 시스템의 일부로서 인텔리전스의 향상이 가능 - 운용 중인 실제 시설물의 최신 상태를 확보하면 시설물을 비롯한 전체 시스템의 제어 및 최적화 가능하여 미래 성능을 최적화하고, 효율을 높이고, 자동화하고, 평가할 수 있음 - 운용 최적화 분야: 날씨, 규모, 에너지 비용, 성능 인자와 같은 변수를 사용하여, 수백, 수천 가지의 가정(what-if) 시나리오를 실행하여 준비도를 평가하거나 기존 시스템의 설정값에 필요한 조정을 확인 가능. 시스템 운용을 최적화 또는 제어하여 위험을 줄이고, 비용을 절감하고, 각종 시스템 효율을 개선 <div data-bbox="475 1675 1109 2027"> </div> <p>가능한 동작을 평가하는 Monte Carlo 시뮬레이션</p>

- 건전성 예측관리: 디지털 트윈 모델을 사용하여 잔여 수명을 확인함으로써 서비스나 장비 교체를 위한 최적의 시점을 예측



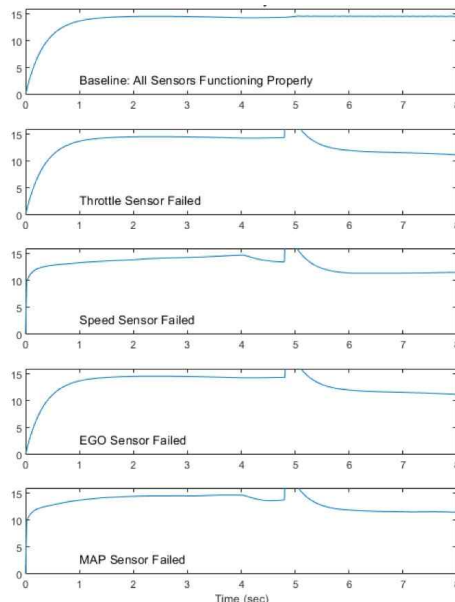
Baker Hughes의 건전성 예측관리경보 시스템

- 이상 탐지: 실제 시설물과 병렬로 실행되는 디지털 트윈 모델을 통하여, 시뮬레이션된 예상 동작에서 벗어난 운용 동작에 즉시 경고 제공
예) 석유회사에서 연속 운용 중인 해외 석유굴착기로부터 센서 데이터를 스트리밍하는 경우, 디지털 트윈 모델이 운용 동작에서 이상 동작을 찾아서 재해성 손상을 방지



디지털 트윈을 사용하여 석유 굴착기에 구축한 산업용 IoT 프로토타입 (National Oilwell Varco)

- 고장 분리: 이상이 발생할 경우, 엔지니어나 시스템이 적절한 조치를 취할 수 있도록 시뮬레이션이 트리거되어 고장을 분리하고 근본원인을 파악



연료 제어 시스템의 고장 분리

	<p>□국내·외 연구동향 및 문제점</p> <ul style="list-style-type: none"> - 최근 국내에서 사회기반시설물의 안전지단 분야에 대한 관심과 필요성이 증대하면서 대항 구조물 및 사회기반시설물의 해석 및 설계를 위한 통합시스템 구축, 스마트 계측, 제어 및 유지관이 통합시스템을 구축하였음 - 하지만, 주로 주요시설물의 국부부재 손상파악 및 생애주기 상태에 대한 연구에 초점을 두었으며, 계측 빅데이터 기반의 디지털 트윈 모델 구축에 대한 연구는 시도되지 않음 - 국외에서도 시설물의 이력관리 시스템은 존재하나 데이터를 통합하여 물리적 시설물의 상태를 평가하는 디지털 트윈 모델에 대한 연구는 시도되지 않음 																								
<p>연구개발 내용</p>	<p>□IoT 센서를 통한 실시간 상태 데이터 축적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 저전력 IoT 센서 개발을 통하여 주요시설물의 상태 데이터를 정확하고 지속적으로 측정하고 축적할 수 있는 자동화 시스템 개발 - 주요 시설물의 상태를 분석할 수 있는 대표 측정 위치 선정 <p>□실시간 거동 분석 시뮬레이션 툴 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - IoT 센서로부터 축적된 상태 데이터의 거동 분석 시뮬레이션 툴로의 자동 입력 기술 개발 - 상태 데이터 기반 유한요소 해석(FEA; Finite Element Analysis) 툴 개발을 통한 시설물 거동의 실시간 자동 분석 <p>□FEA 기반 상태 정보 제공 디지털 트윈 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 딥러닝 등 최신 AI기술을 이용한 FEA 기반 성능평가(performance assessment) 및 예측 진단(prognosis) 기술 개발 및 적용 - 디지털 트윈과 연계한 유지·관리 의사결정 시스템 지원 기술 개발 																								
<p>연구개발 추진방법</p>	<p>① 추진전략</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 자연 및 인위재해유형 분석을 통한 핵심 취약시설물 및 계측 항목 도출 - 실시간 자동 해석 FEA 툴 개발 - 해양 스마트 안전도시 설계 시 센서 네트워크를 고려한 설계 - 딥러닝, 디지털 트윈 등 최신 AI, IoT 기술 융합 <p>② 추진체계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주관연구기관: KIOST - 공동연구기관: FEA SW 개발 기업 및 대학 - IoT 센서 네트워크 구축: 통신서비스업체 및 센서네트워크 설치를 위한 용역 																								
<p>최종성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 저전력 IoT 센서 및 데이터 전송 네트워크 - 실시간 자동 거동 분석 FEA Engine - 인공지능 기반 예측 및 평가 시스템 																								
<p>연구기간 및 규모</p>	<p>① 연구개발 기간 5년</p> <p>② 연구개발 규모 53억 원</p> <p style="text-align: right;">(억 원)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">구 분</th> <th style="width: 15%;">1차년도</th> <th style="width: 15%;">2차년도</th> <th style="width: 15%;">3차년도</th> <th style="width: 15%;">4차년도</th> <th style="width: 15%;">5차년도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>정 부</td> <td>5.0</td> <td>12.0</td> <td>14.0</td> <td>15.0</td> <td>7.0</td> </tr> <tr> <td>민 간</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>합 계</td> <td>5.0</td> <td>12.0</td> <td>14.0</td> <td>15.0</td> <td>7.0</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	정 부	5.0	12.0	14.0	15.0	7.0	민 간						합 계	5.0	12.0	14.0	15.0	7.0
구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도																				
정 부	5.0	12.0	14.0	15.0	7.0																				
민 간																									
합 계	5.0	12.0	14.0	15.0	7.0																				

(2세부) 통합정보 및 의사결정지원 시스템

연구개발 사업명	인공지능 기반 실시간 집중호우 예측시스템 개발						
연구개발 목표	부산시 인근 해양에서 발생하는 태풍 및 집중호우로 인한 생명 및 재산상의 피해를 줄이기 위하여 인공지능 기반 실시간 집중호우 예측 알고리즘 개발 및 적용으로 해양에서 발생하는 자연재해 피해저감 기술 개발						
연구개발 필요성 및 국내·외 동향	① 필요성 - 최근 기후변화로 인한 태풍의 잦은 한반도 이동과 및 집중호우의 복잡화·집중화로 인한 해양재난(선박, 인명)의 피해가 갈수록 대형화 될 가능성이 커지고 있음 - 해양 재난재해 피해저감을 위한 골든타임 확보가 필요하며, 이에 따른 실시간 위성 및 레이더 기반 태풍 및 집중호우 예측정보를 개발이 필요함						
	② 국내·외 기술동향 - 도시지역의 집중호우 예측 시스템은 현재 운영 중이나 해양 내에서의 태풍 및 집중호우 스마트 예측시스템은 전무한 실정임 - 최근 센서 능력이 향상된 국내 천리안 2 위성의 성공적인 발사와 내년 차세대 해양 위성이 발사 예정 중에 있음						
연구개발 내용	- 딥러닝 기반 실시간 초단기 태풍 및 집중호우 예측 알고리즘 개발 - 웨어러블 GPS와 예측시스템 연동 대피 알림 정보 제공 - 인공지능 선박 위험지역 회피 내비게이션 개발 - 의사결정자 맞춤형 통합시스템 현업 운영						
연구개발 추진방법	① 추진전략 - 상황실에 실시간 위성 및 레이더 정보를 제공받아 딥러닝 기반 집중호우 예측 알고리즘 개발 및 적용 - 네이게이션 업체와 협업하여 집중호우 회피 선박 내비게이션 개발 - 테스트베드 선정하여 태풍, 집중호우 예측 및 위험지역 회피 시스템을 시범 적용함으로써 향후 확대 운영의 위험감소 가능 - 상황실 내에 직관적인 해양 스마트 위험관리 통합시스템을 현업 운영						
	② 추진체계 - 부산지역의 대학 및 연구소, 스타트업, IT 업체의 다양한 분야의 전문가 참여로 인한 현업 적용 가능한 기술 개발						
최종성과물	- 실시간 해양 재난관리 통합 예측시스템 개발 및 설치 - 현업운영 및 유지·관리						
연구기간 및 규모	① 연구개발 기간		5년				
	② 연구개발 규모		75억 원				
	(억 원)						
		구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
		정 부	5.0	15.0	15.0	20.0	20.0
		민 간					
		합 계	5.0	15.0	15.0	20.0	20.0

(2세부) 통합정보 및 의사결정지원 시스템

연구개발 사업명	해양스마트 안전도시를 위한 의사결정지원 체계 구축
연구개발 목표	<input type="checkbox"/> 해양기인 재해의 지능형 정보통합 및 정보지원 시스템 개발 - ICT 기반 스마트 관측 및 해양재해 예측자료의 통합기술 개발 - 사용자 중심 정보지원 시스템 개발
연구개발 필요성 및 국내외 동향	<p>① 필요성</p> <input type="checkbox"/> 재해 저감을 위한 의사결정지원시스템 필요 - 해양기인 재해 및 이와 연관된 복합재해 등 긴급 상황 시 피해 저감을 위한 선제적 대응 필요성 증대 - 빠른 속도로 발전하고 있는 ICT 기술과 이를 통합하는 인프라를 기반으로 해양기인 재해의 사전예측, 정확한 현황 파악, 신속한 대응이 가능한 시스템의 구축과 이를 통합하여 의사결정을 지원하는 시스템 필요
	<input type="checkbox"/> 해양 재해 상황 및 사용자별 정보지원 필요 - 재해 상황과 사용자에게 따라 적시에 필요한 정보를 보다 효율적으로 전달하는 정보지원 시스템 필요(다양한 디바이스 및 위치정보 특화 필요) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 상황: 지진, 지진해일, 태풍, 월파, 해일, 침수범람, 이안류, 해안구조물 및 핵심 시설 붕괴, 선박사고 및 수색구조 그리고 이들과 연계된 복합 재해(예, 크루즈 선박과 유조선이 해무 또는 강풍, 부주의로 충돌하여 유류유출과 실종자 발생, 해양구조물 및 핵심 시설물의 붕괴 등) ▶ 사용자: 부산시 관계자(상황실 근무자 포함), 현장실무자(시청, 구청, 소방, 경찰, 해경, 의료종사자 등), 해당지역 시민, 중앙부처, 행안부, 중대본, 지대본 등 - 사용자별 필요한 정보전달 내용 및 방법 예시 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 상황실 근무자: 대형 화면 기반 고해상도 최대 정보 표출, 전광판을 통한 해당지역 정보 제공 ▶ 현장 근무자: 무전기, 스마트폰, tablet 등 potable 전자장비 기반 적정 수준의 정보 표출(중/저 해상도) 및 양방향 통신 필요 ▶ 시민: 스마트폰, 인터넷, 문자서비스(재난문자), SNS 등 간단하고 효율적으로 적정 정보를 전달 (예) GPS 기반으로 특정 재해가 예상되는 지역에 위치한 국민과 거주지 등록 시민에게 재해대응 정보 문자 발송 하는 효율적 접근 필요. 아직은 여러 구청 등에서 재난문자를 재해 예상지역과 시민의 현재 위치를 고려하지 않고 문자정보를 발송하여 효율성 제고 필요 ※ 최근 도시의 재난 발생시 통신망/전기 이용이 불가능한 상황에 대응할 수 있는 정보전달 대처방법 및 홍보, 훈련, 교육 필요
	<p>② 국내외 기술동향</p> <input type="checkbox"/> (국외) 급속히 발전하는 ICT 인프라 기술을 바탕으로 해양 선진국들은 해양기인 재해와 관련하여 보다 효율적인 상시 관측기술 (무인자율관측 등)과 초고성능 컴퓨팅을 활용하여 더 빠르고 정확한 예측 정보를 생산하고 이를 통합하여 의사결정자를 포함한 다양한 사용자에게 올바른 대응을 위한 정보전달체계를 구축하고 활용하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 기상에서부터 해수면, 수층, 해저면에 이르기까지 해양환경의 변화를 무인자율체제기반으로 실시간 관측 기술을 개발, 활용함 - 초고성능 컴퓨팅 기반으로 고해상도, 결합모델의 연구로 보다 정확하고 빠른 예측결과와 생산과 분석 연구 수행 - 정보 획득 매체가 다양화됨에 따라 다양한 제공자-사용자간 정보 획득 및 전달 체계

	<p>개발 중</p> <ul style="list-style-type: none"> - 골든타임 내 긴급 정보전달을 위하여 국가 주도로 안전통신망, 표준화된 정보전달 기법 및 다차원 정보전달 기법에 대한 R&D가 활발히 진행 □ (국내) IoT와 AI가 융복합이 되는 세계최고 수준의 관측망에 대한 시도와 적극적 투자가 필요하며, 해양예측을 위한 초고성능 컴퓨팅의 확보를 통한 빠른 예측능력 확보 필요. 이들 기반위에 사용자 편의 중심의 정보전달체계 구축 필요 - 해양과 관련된 각 기관에서는 각자의 기능과 목적에 맞는 해양환경시스템을 구축하고 운영하고 있으나, 대부분이 연안에 근접한 고정된 지점에서 해수면 즉, 표층 중심의 관측으로 한계점을 가짐 - 또한, 기관별로 관측자료의 통합 활용의 필요성이 지속적으로 강조되고 있음에도 사실상 한 눈에 현황을 파악할 수 있는 시스템은 부재 - 해양기인 자연재해에 대한 예측정보의 생산은 재해에 따라 주체가 다르며, 대형과제부터 소형과제 등 다양한 연구는 시도되고 있음 - 행정안전부에서는 경찰·소방·해경 간 신고 전달시간 단축을 위한 전국 단일 재난통신망 구축 시도 : 2018년 '재난재해 대응분야 2018년 정부 업무보고'를 통해 2020년까지 1조 7,025억 원을 투입하여 전국 단일 재난안전통신망 구축 예정 - 해양예보와 관련된 국립해양조사원의 설문조사 결과에 따르면 가장 선호하는 전달 매체는 스마트폰(43.5%), 인터넷(37.5%), 문자 메시지(8.8%)의 순서로 나타남(해양조사기술연보, 국립해양조사원, 2016)
<p>연구개발 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> □ ICT기반 스마트 관측 및 해양재해 예측자료의 통합정보기술 개발 - 해양스마트 안전도시를 위한 스마트 관측시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> : 중앙부처 및 유관기관에서 수집되는 관측자료의 통합기술 개발 : 해양스마트 안전도시 중심 IoT기반 최첨단 무인자율관측시스템 구축(대기-해수면-수층-해저면, 해양 구조물과 핵심 시설물 등) - 해양재해 예측시스템과 관측시스템의 통합기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> : 기존 또는 신규 해양스마트 안전도시 맞춤형 재해 예측시스템과 관측시스템의 통합기술 개발 ▶ 통합정보기술 기반 재해 상황별 취약성 가시화 기술 ▶ 발생가능한 해양기인 복합재난재해 취약성 평가 및 대응기술 개발 □ 사용자중심 정보지원 시스템 개발 - 통합관측시스템과 예측자료의 통합을 통해 해양스마트 도시에 재해 상황별 발생 가능성을 스스로 판단하는 기계학습(machine learning) 기반 자율의사결정 지원시스템 개발 - 국가 중앙재난재해 대응시스템 및 재난안전 통신망과의 통합 및 상호보완 방안 도출 - 재해 상황별 해양 정보의 제공자(의사결정자 또는 담당 실무자)-사용자(담당 실무자 또는 시민)간 양방향 정보전달 기술 개발(플랫폼 및 UI/UX 기술개발) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 사용자 편의 중심의 재난정보 전달기술 개발 * 사용자: 의사결정권자부터 상황실 및 현장 실무자와 시민 모두 포함
<p>연구개발 추진방법</p>	<p>① 추진전략</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 활용 가능한 관측시스템 및 예측시스템의 통합기술 개발 - ICT와 초고성능 컴퓨팅 기술로 재해대비에 부족한 관측기술과 예측기술 확보 - 자율 의사결정 지원시스템의 개발로 해양도시의 재해 유형별 실시간 취약성 분석과 대응 기술 개발 - 사용자 중심의 정보전달 예측시스템 개발로 재해 상황 시 적시에 효율적인 정보 제공

	<p>② 추진체계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주관연구기관 : KIOST - 공동연구기관 : ICT 관련 연구기관, 대학, 기업연구소 - 위탁연구기관 : 자료 가시화 전문 기업 																								
<p>최종성과물</p>	<p>- 해양기인 재해 발생 시 의사결정 지원시스템 및 정보제공시스템</p>																								
<p>연구기간 및 규모</p>	<p>① 연구개발 기간 5년</p> <p>- 3년간 H/W 및 S/W 개발 및 이후 2년 시스템 유지보수와 업데이트</p> <p>② 연구개발 규모 60억 원</p> <p style="text-align: right;">(억 원)</p> <table border="1" data-bbox="405 1055 1406 1223"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>1차년도</th> <th>2차년도</th> <th>3차년도</th> <th>4차년도</th> <th>5차년도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>정 부</td> <td>10.0</td> <td>20.0</td> <td>20.0</td> <td>5.0</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>민 간</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>합 계</td> <td>10.0</td> <td>20.0</td> <td>20.0</td> <td>5.0</td> <td>5.0</td> </tr> </tbody> </table>	구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	정 부	10.0	20.0	20.0	5.0	5.0	민 간						합 계	10.0	20.0	20.0	5.0	5.0
구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도																				
정 부	10.0	20.0	20.0	5.0	5.0																				
민 간																									
합 계	10.0	20.0	20.0	5.0	5.0																				