

2020년도 예비타당성조사 보고서

스마트 해양예측 기술개발사업

2021.06

제 출 문

과학기술정보통신부 장관 귀하

본 보고서를 「스마트 해양예측 기술개발사업」의 예비타당성조사 최종보고서로 제출합니다.

2021. 06

주관연구기관명 : 한국과학기술기획평가원(KISTEP)

내 부 연 구 진 : 조성식 KISTEP 연구위원(PM)
김현식 KISTEP 연구위원
강민지 KISTEP 연구원

외 부 자 문 단 : 박상언 경기대학교 교수
박창민 한국조선해양기자재연구원 선임연구원
배혜림 부산대학교 교수
이재은 충북대학교 교수
임태호 호서대학교 부교수
전종안 APEC기후센터 선임연구원
최창호 정보통신서비스연구원 연구소장

검 토 위 원 : 국승기 한국해양대학교 교수

목 차

요 약	1
제 1 장 사업 개요 및 조사방법	53
제 1 절 사업 개요	53
1. 일반사항	53
2. 추진배경 및 필요성	55
3. 추진경과	55
4. 사업개념	56
5. 사업규모	57
6. 사업일정	57
제 2 절 조사방법	58
1. 과학기술적 타당성 분석	58
2. 정책적 타당성 분석	59
3. 경제적 타당성 분석	59
제 2 장 기초자료 분석	60
제 1 절 스마트 해양예측의 개념	60
1. 해양예측기술	60
2. 해양관측기술	61
3. 해양 정보서비스	63
제 2 절 스마트 해양예측 정책 동향	66
1. 국내 동향	66
2. 해외 동향	72

제 3 절	스마트 해양예측 산업 동향	76
1.	해양예측 관련 산업 동향	76
2.	해양관측 관련 산업 동향	77
3.	해양 정보서비스 산업 동향	78
제 4 절	스마트 해양예측 기술 동향	79
1.	해양예측 기술 동향	79
2.	해양관측 기술 동향	83
3.	해양 정보서비스 동향	88
제 3 장	과학기술적 타당성 분석	93
제 1 절	문제/이슈 도출의 적절성	93
1.	문제/이슈 발굴의 적절성	93
2.	과학기술 기반의 문제/이슈 해결 필요성	95
제 2 절	사업목표의 적절성	97
1.	사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성	98
2.	사업목표 설정의 적절성	99
3.	성과지표의 적절성	100
4.	수혜자 표적화의 적절성	101
제 3 절	세부활동 및 추진전략의 적절성	102
1.	사업목표와의 논리적 연계성	102
2.	세부활동 도출의 적절성	103
3.	구성 및 내용의 적절성	107
4.	기간추정과 선후관계의 적절성	120
5.	사업 추진전략 및 운영방안의 적절성	122
제 4 장	정책적 타당성 분석	126
제 1 절	정책의 일관성 및 추진체제	126

1. 상위계획과의 부합성	126
2. 사업 추진체제 및 추진의지	136
제 2 절 사업 추진상의 위험요인	153
1. 재원조달 가능성	153
2. 법·제도적 위험요인	155
제 5 장 경제적 타당성 분석	157
제 1 절 비용 추정	157
1. 총사업비 구성	157
2. 총사업비 검토	158
3. 총사업비 및 총비용 추정	161
제 2 절 편익 추정	163
1. 주관부처의 편익추정	163
2. 예비타당성조사의 편익추정	165
제 3 절 경제성 분석	168
제 6 장 종합분석 및 결론	169
제 1 절 사업계획에 대한 조사결과	169
1. 기획보고서 원안에 대한 조사결과	169
2. 주관부처 소명자료 검토결과	174
제 2 절 AHP를 이용한 종합분석	181
1. AHP 기법을 활용한 종합분석의 개요	181
2. 종합평가 결과	182
제 3 절 결론 및 정책제언	188
1. 결론	188
2. 정책제언	190

참 고 문 헌	191
---------------	-----

부 록	195
------------------	-----

부록 1. 종합평가를 위한 AHP 설문지	195
------------------------------	-----

표 목 차

<표 1-1> 내역사업별 예산.....	57
<표 2-1> 해양 관측 종류별 관측항목.....	62
<표 2-2> 해양 관측 종류별 관측항목.....	63
<표 2-3> 과학기술표준분류체계에 따른 해양예측 기술 범위.....	68
<표 2-4> 부처(청)별 해양예측 분야 R&D 투자 현황.....	69
<표 2-5> 소분류별 해양예측 분야 R&D 투자 현황.....	70
<표 2-6> 해양수산부 해양예측 R&D 투자현황.....	71
<표 2-7> 해양수산부 소분류별 해양예측 R&D 투자현황.....	71
<표 2-8> 일본의 해양기본계획 ‘시책’ 내용 비교.....	74
<표 2-9> 국내 해양관측(망) 현황표: 관측소 유형 및 기관별 목록.....	86
<표 2-10> 주요국 해양정보 서비스 현황.....	88
<표 2-11> 미국 해양정보서비스 가시화 현황 및 제공 정보.....	89
<표 3-1> 단계별 성과목표 및 성과지표.....	100
<표 3-2> 기획위원회 전문가 구성.....	104
<표 3-3> 스마트 해양예측 기술개발사업 예측항목별 상세목표.....	110
<표 3-4> 세부과제 기술성숙도와 사업기간 설정(예).....	120
<표 3-5> 해양과학조사 및 예보기술개발사업 상위평가 주요 지적사항.....	125
<표 4-1> 상위계획과의 부합성 조사 결과.....	126
<표 4-2> 상위계획과의 부합성 평가 결과.....	127
<표 4-3> 제4차 과학기술기본계획 동 사업 관련 과제.....	128
<표 4-4> 제4차 과학기술기본계획 동 사업 관련 중점과학기술.....	128
<표 4-5> 해양예측 관련 정부연구개발사업 현황.....	138
<표 4-6> 해양과학조사 및 예보기술개발 개요.....	139
<표 4-7> 해양안전 및 해양교통시설 기술개발 개요.....	140
<표 4-8> 해양재난 대응을 위한 해양조사 현안 기술개발 개요.....	141
<표 4-9> 관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구 개요.....	142
<표 4-10> 한국형 수치예보모델 개발 개요.....	143
<표 4-11> 수치예보·지진업무 지원 및 활용연구 개요.....	144

<표 4-12> 기상재해 사전대비 중심의 시공간 통합형 수치예보 기술개발 개요.....	145
<표 4-13> 기상·지진 See-At 기술개발연구 개요.....	146
<표 4-14> 극한 재난대응 기반기술개발사업 개요.....	147
<표 4-15> 재난예측 및 저감연구개발 개요.....	148
<표 4-16> 재난안전플랫폼기술개발 개요.....	149
<표 4-17> 해양수산부 해양예측 관련 비R&D 사업 현황.....	150
<표 4-18> 해양수산부 연구개발예산 운용 계획.....	153
<표 4-19> 참여의향서 제출 기업 재무 및 연구개발투자 현황.....	154
<표 5-1> 스마트 해양예측 기술개발사업 연도별/재원별 투자현황.....	157
<표 5-2> 스마트 해양예측 관련 사업 연구개발비 현황.....	158
<표 5-3> 스마트 해양예측 기술개발사업 장비도입비 비교.....	159
<표 5-4> 연도별 사업단 운영비.....	160
<표 5-5> 스마트 해양예측 기술개발사업 총사업비.....	161
<표 5-6> 스마트 해양예측 기술개발사업 장비 교체 비용.....	162
<표 5-7> 경제성 분석을 위한 총비용.....	162
<표 5-8> 주관부처의 비용편익비율 요약.....	164
<표 5-9> 기획보고서와 예비타당성조사의 편익추정 방안 비교.....	167
<표 5-10> 동 사업 편익추정 결과.....	167
<표 5-11> 예비타당성조사 편익추정 결과.....	168
<표 6-1> 내역사업 단계별 성과목표 및 성과지표.....	176
<표 6-2> 동 사업 예비타당성조사 AHP 평가항목.....	184
<표 6-3> 동 사업 예비타당성조사 AHP 평가항목별 가중치.....	186
<표 6-4> 동 사업 예비타당성조사 AHP 평가결과.....	187
<표 6-5> 예비타당성조사 결과.....	189

그림 목 차

[그림 1-1] 사업 비전 체계도.....	56
[그림 1-2] 총괄 기술로드맵.....	57
[그림 2-1] 해양 정보서비스 운영 현황.....	65
[그림 2-2] 해양관측 장비 주요국 및 국내 시장 전망.....	77
[그림 2-3] 유럽의 MyOcean 프로젝트 개요.....	80
[그림 2-4] 영국 Met Office의 심해해양예측모델 FOAM-NEMO 시스템.....	80
[그림 2-5] OceanSITES에 등록된 해양관측시스템 현황('18년 3월 기준).....	83
[그림 2-6] 미국 Rutgers 대학교 연안해양관측실험실(RUCOOL).....	84
[그림 2-7] PLOCAN의 전경(왼쪽)과 PLOCAN의 첨단 해양관측 및 연구를 위한 테스트베드 역할(오른쪽).....	85
[그림 2-8] 캐나다 해양정보서비스 가시화 예시.....	90
[그림 2-9] 유럽 해양정보서비스 가시화 예시.....	91
[그림 2-10] 국립해양조사원 해양예측모델 구조도.....	92
[그림 3-1] 사업 논리모형.....	97
[그림 3-2] 해양예측분야 해양환경변화 대응 기술상 문제점.....	98
[그림 3-3] 사업목표와 세부활동 연계도.....	102
[그림 3-4] 사업기획 추진체계.....	103
[그림 3-5] 스마트 해양예측 기술개발사업 연계 및 활용방안.....	107
[그림 3-6] 추진전략 도출 과정.....	122
[그림 3-7] 사업 추진체계 구성도.....	123
[그림 4-1] 제4차 과학기술기본계획.....	127
[그림 4-2] 문재인 정부 국정운영 5개년 계획.....	129
[그림 4-3] 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획.....	130
[그림 4-4] 해양수산부 지능정보화 기본계획.....	131
[그림 4-5] 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획.....	132
[그림 4-6] 해양수산 스마트화 전략.....	133
[그림 4-7] 한국판 뉴딜 종합계획.....	134
[그림 4-8] 관계부처 및 관련 기관과의 업무협력 방안.....	136

[그림 4-9] 관련 사업과의 차별성 및 연계방안.....	137
[그림 4-10] 해양수산물정보 공동활용체계 서비스 구성.....	151
[그림 4-11] WTO 조치가능보조금 분석틀.....	155
[그림 6-1] 관측항목, 예측기술, 정보서비스가 수혜자로 연결되는 흐름도.....	175
[그림 6-2] 분석적 계층화 기법(AHP)을 이용한 평가절차.....	182
[그림 6-3] 동 사업 예비타당성조사 의사결정 계층구조.....	183

약

오



요약

제 1 장 사업 개요 및 조사방법

1. 사업개요

가. 일반사항

- ☐ 사업비전 : 안전하고 편리한 우리 해양영토 만들기(스마트 해양예측: SMART Ocean Grid)
- ☐ 사업목표 : 해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발
 - 통합예측 시스템 구축을 통한 예측 정확도 향상(78% → 85% 이상)
 - 예측 시간 단축(12시간 → 4시간)
 - 무인자율기반 스마트 해양관측 그리드 구축(1개소 → 17개소)
- ☐ 사업비: 1,698억 원(국비 1,612억 원, 민자 86억 원)
- ☐ 사업기간: 2022년 ~ 2029년(8년, 3+3+2)
 - 1단계: 개별기술개발(3년), 2단계: 기술통합·검증(3년), 3단계: 성과확산(2년)
- ☐ 사업유형: 해양영토 관할 공공 연구개발을 추진하는 '기반조성형 사업'
- ☐ 추진체계
 - 주관부처 : 해양수산부
 - 전담기관 : 해양수산과학기술진흥원
 - 추진기관 : 전담기관 내 사업단에서 총괄과제 운영
 - 연구수행 : 산·학·연 연구기관

나. 사업구성

□ 4개 내역사업, 8개 과제로 구성(7개 연구개발 과제, 1개 사업단 과제)

○ 내역사업 1(스마트 해양 그리드 통합 예측기술 개발)

- 과제 1-1: 전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합모델링 및 예측시스템 개발
- 과제 1-2: 인공지능 기반 해양변동 예측기술 개발
- 과제 1-3: 초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 및 활용기반 구축

○ 내역사업 2(스마트 해양그리드 관측기술 개발)

- 과제 2-1: 예측정확도 향상을 위한 스마트 해양 그리드 관측체계 개발
- 과제 2-2: 스마트 해양 그리드 관측체계 통합운영 및 활용정책 개발

○ 내역사업 3(스마트 해양 그리드 정보서비스 기술개발)

- 과제 3-1: 스마트 해양 그리드 서비스 솔루션 개발
- 과제 3-2: 스마트 해양 그리드 서비스 플랫폼 개발

○ 사업단 과제(스마트 해양예측 기술개발 사업단)

- 과제 4-1: 핵심과제 관리와 연구성과 확산 지원 및 예측기술 품질관리

<표 1> 사업의 구성 및 규모

내역사업	재원	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	계
스마트 해양 그리드 통합 예측기술개발	정부	43	278	80	79	76	73	285	68	982
	민간	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	소계	43	278	80	79	76	73	285	68	982
스마트 해양 그리드 관측기술개발	정부	44	103	85	64	66	30	18	18	428
	민간	4	6	5	3	5	5	2	2	32
	소계	48	109	90	67	71	35	20	20	460
스마트 해양 그 리드 정보서비스 기술개발	정부	21	19	23	24	23	24	15	15	164
	민간	7	6	8	7	8	8	5	5	54
	소계	28	25	31	31	31	32	20	20	218
스마트 해양 예측기술 사업단	정부	3	4	4	5	6	5	6	5	38
	민간	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	소계	3	4	4	5	6	5	6	5	38
합계	정부	111	404	192	172	171	132	324	106	1,612
	민간	11	12	13	10	13	13	7	7	86
	소계	122	416	205	182	184	145	331	113	1,698

2. 조사방법

가. 과학기술적 타당성 분석

- ☐ 주관부처에서 제출한 사업계획서의 내용을 기초로 문제/이슈 발굴의 적절성, 정부 R&D 사업추진의 필요성을 평가하여 문제/이슈 도출의 적절성을 분석함
- ☐ 사업목표 설정 근거의 적절성 및 목표 달성 가능성, 성과지표 설정의 적절성 및 객관적 측정 가능성을 분석함
- ☐ 사업목표 달성을 위한 세부활동 도출 과정, 구성 및 내용, 목표수준 설정 근거, 기간 및 논리적 선후관계, 사업 추진전략의 적절성 등을 분석함

나. 정책적 타당성 분석

- ☐ 동 사업의 목표 및 세부활동과 관련된 상위계획과의 부합성을 검토하고, 주관부처의 추진의지 및 추진체제의 적절성을 분석함
- ☐ 재원조달 가능성과 법·제도적 위험요인을 검토하여 향후 사업의 추진과정에서 발생할 수 있는 위험요인을 분석함

다. 경제적 타당성 분석

- ☐ 사업의 총사업비 산정 방법 및 규모의 적절성을 연구개발 세부활동별로 구분하여 점검한 후 각각의 적정 비용을 산출함
- ☐ 연구개발사업의 수행으로 인해 발생할 것으로 기대되는 편익이 합리적인 근거로 책정되었는지 분석함
- ☐ 사업의 수행을 통해 경제적 타당성을 확보할 수 있는지 비용편익분석 기법을 활용하여 분석함

제 2 장 과학기술적 타당성 분석

1. 문제/이슈 도출의 적절성

가. 문제/이슈 발굴의 적절성

- 기후변화에 따른 해양 환경변화 및 지속적으로 발생하는 해양재난재해로 인한 피해 증가와 미래 해양산업 기반조성을 중심으로 해양 분야가 당면한 문제/이슈가 대체로 적절하게 발굴되었다고 판단됨
- 매년 지속해서 발생하고 있는 해양사고와 재난 대형화의 양상 속에서 우리 바다의 안전하고 편리한 이용을 동 사업의 주요 문제/이슈로 제시함
 - 매년 상습적으로 발생하는 태풍에 의한 해일 등 각종 해양사고 및 적조 발생에 따른 어가 피해와 더불어 최근에는 후쿠시마 원전 오염수 방류에 이르기까지 우리 바다는 각종 해양재난재해로 인한 피해가 지속해서 발생하고 있음
 - 지난 5년('15 ~ '19)간 524명(연평균 105명)의 사망·실종자 인명피해가 발생했으며, 해양사고로 인해 총 2조 4,300억 원(연평균 약 4,860억 원, 세월호 미반영¹⁾)에 이르는 경제적 손실이 발생함
 - 급변하는 해양환경에 따라 2012년부터 피해 발생의 고착화 경향이 나타나고 있는 고수온 피해액은 2017년 79억 원(236 어가, 486만 마리)에 이르며, 최근에는 양자강 저염수 유입 피해 발생²⁾ 등 다양한 해양재난의 가능성이 증가하고 있음
- 주관부처는 각종 해양재난재해의 증가에 대한 대응력 부족의 근본 원인과 미래 해양산업 발전을 위해 선결해야 할 문제로 우리 해양에 대한 정확하고 정밀한 정보의 부족을 제시함
 - 해양재난재해는 기후변화에 의한 지구온난화와 그에 따른 태풍 강도 증가 등 급격하게 변하는 해양환경과 해양사고에 기인하나, 이에 대한 대응력 부족의 근본 원인은 정확하고 정밀한 해양자료와 예측정보의 부족에 기인함

1) 제2차 국가해사안전기본계획(해양수산부, 2017)에 따른 5년('11 ~ '15) 통계자료임

2) '96년 제주 서부해역 저염수 유입으로 소라, 전복 등 184톤이 폐사하여 60여억 원의 피해가 발생하였으며, 최근 홍수 등으로 인해 양자강으로부터 유출량이 지난 6년 동안 40% 증가하여 피해 가능성이 증대되고 있음

- 더불어, '해양수산 스마트화 전략' 및 '한국판 뉴딜 종합계획' 등에서 요구하고 있는 미래 해양산업의 성공적인 추진의 전제로 해양예측 기술 고도화를 제시함
 - '해양수산 스마트화 전략'의 실행을 위해서는 해양정보에 대한 접근편의성, 활용성, 해양예측 고도화가 전제되어야 가능함
 - '한국판 뉴딜 종합계획'에 따른 해양수산부 역할의 성공적인 이행을 위해서는 해양수산업 디지털 전환(해양수산 빅데이터 구축)과 해양신산업 육성 및 성장기반 마련(디지털 트윈 해양영토 구현)을 위한 해양예측 기술개발이 요구됨
 - 해양 안전확보 및 피해저감과 더불어 해양산업을 미래 기술산업으로 견인하기 위해서는 보다 정확하고 정밀한 해양정보의 확보가 시급함
- 지구온난화에 따른 이상기후의 발생으로 인한 해양 환경변화 및 해양사고에 대한 대응력 강화와 해양수산 스마트화 전략 추진을 위한 해양예측 연구개발사업의 필요성이 존재함
 - 해양재난재해에 대응하기 위해서는 해양정보의 입체적인 획득과 해양예측을 통한 빠른 현황 파악을 기반으로 해양변동에 대한 능동적인 대응력 확보가 요구됨
 - 주요 해양선진국은 사용자에게 신속하고 정확한 해양정보를 제공하기 위해 개별 또는 국제협력을 통한 관측 및 예측 기술의 개발과 현장 적용을 지속적으로 추진하여 전지구 규모부터 연안에 이르는 대기-해양-육상-해빙-생태계 결합 통합정보시스템을 구축·운영함
 - 그러나, 현재 우리 해양관측은 표층중심의 연안에 치중되어 있어 방사능 오염이나 유류유출 등 외해역으로부터의 변동에 대한 즉각적인 반응이 어려운 상황이며, 기술 수준은 최고기술국 대비 77% 정도에 불과한 실정임
 - 더불어, 실제 사용자에게 필요한 정보서비스를 제공하고 스마트 해양산업 가치사슬 형성의 기반이 되는 정보서비스 플랫폼이 부재한 상황임
 - 안전한 바다를 위한 신속 대응력 향상과 편리한 바다를 위한 해양정보의 효율적 활용을 위한 해양예측 연구개발사업의 추진 필요성이 존재함

3) 2030년까지 자율운항선박 세계시장의 50% 점유, 스마트양식 보급률 50% 달성, IoT항만대기질 측정망 1,000 개소 구축, 해양재해예측 소요시간 12시간→4시간 이내로 단축을 목표로 함

나. 과학기술 기반의 문제/이슈 해결 필요성

- 해양환경변화 및 해양재난재해 대응과 해양수산 스마트화 과정에서 요구되는 신속 정확한 해양예측 정보를 제공하기 위한 기술개발의 필요성이 존재함
- 주관부처는 국정과제 ‘전략3: 국민안전과 생명을 지키는 안심사회’ 중 ‘국민안전 서비스’, ‘현장대응 역량 강화’, ‘4차 산업혁명’의 기조⁴⁾에 따라 해양수산분야 재난재해 관리체계 구축 및 현장 즉시 대응 역량 강화 정책을 지속적으로 추진하고 있음
 - 해양수산 R&D 중장기계획(‘14 ~ ‘20) 중 해양 관측·예보 시스템의 정확도 제고를 통한 국가 안전망 구축 및 주변해역에 대한 과학조사 능력 확보⁵⁾를 추진함(해양수산부, 2014)
 - 국정운영 5개년 계획 중 해양영토 수호와 해양안전 강화(국정과제 62)를 위한 해양안전 강화 및 해양예보 시스템 구축을 추진함(국정기획자문위원회, 2017)
 - 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획 중 재난안전 융·복합 대응 기술개발을 위한 정지궤도복합위성 해양탐재체 개발을 추진함(국가과학기술심의회, 2018)
 - 해양수산 스마트화 활성화 방안 중 IoT 기반 무인해양관측망 확대 및 해양재해 예측시간 단축(해양영토과)과 해양수산정보 통합 빅데이터 플랫폼 구축(정보화담당관·해양공간정책과)⁶⁾을 추진함(해양수산부, 2020)
- 해양재난재해 해결을 위한 다양한 정책수단과 함께 연구개발을 통해 재난재해에 대한 선제적 대응 능력을 확보하겠다는 사업추진 논리의 타당성이 존재함
 - 주관부처는 해양재난재해 해결을 위한 정책대안으로 공공 안전확보 관련 법·제도 정비, 범부처 복합재난 대응훈련을 통한 대응력 함양 등이 가능하지만, 선제적 대응 능력 확보를 위해서는 해양예측 연구개발사업의 추진이 필요하다고 설명함
 - 연구개발을 통해 개발된 해양예측 기술을 협업기관에 이전하여 현장에서 활용하고(R2O: Research to Operation), 협업기관에서 발견된 기술적인 문제점을 연구개발을 통해 다시 해결하겠다는(O2R: Operation to Research) 논리의 타당성이 존재함

4) 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(국가과학기술심의회 p.6, 2018)에서 제시한 국내 재난안전 정책 동향 관련 국정과제 키워드이며, 선진국 정책분석에서는 ‘안전산업 육성’도 포함(p.2)

5) 해양예보시스템 적중률 제고 목표를 (‘13) 70% → (‘17) 75% → (‘20) 80%로 설정하였으나(p.12), 동 사업에서도 예보정확도 목표를 다시 80%로 설정함

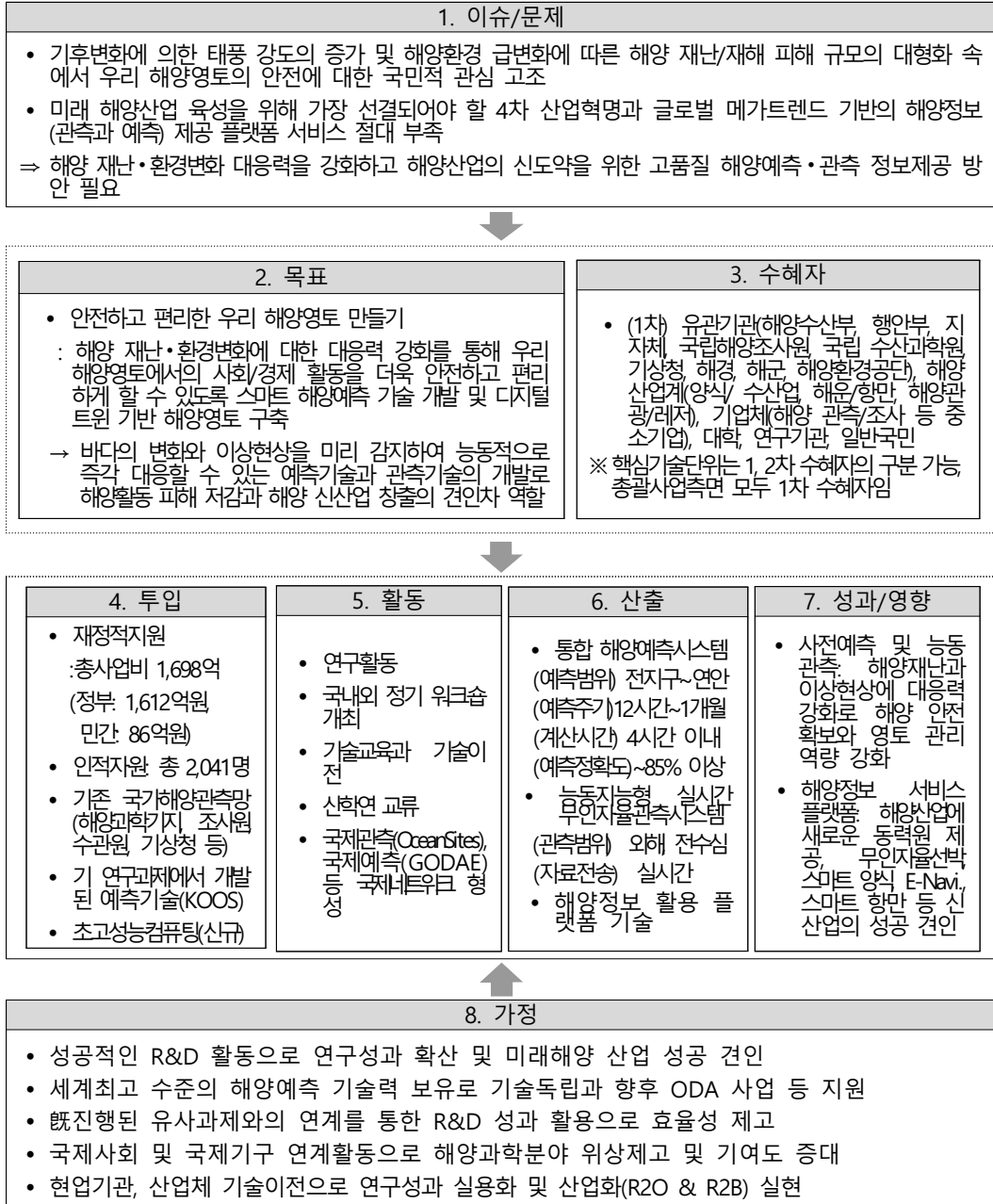
6) (플랫폼) 해양수산 공통기반 빅데이터 플랫폼 구축, (데이터) 시간적·공간적으로 연속된 데이터: (‘19) 245종 → (‘20) 405종 → (‘21) 605종 → (‘22) 770종, (서비스) 해양공간종합지도 및 플로우 빅데이터 구축(p.47)

- 해양예측 기술은 국민의 생명과 재산보호와 밀접하게 연관된 공공기술로 정부차원 연구개발사업의 추진 필요성이 존재하나, 예측, 관측, 정보서비스 기술의 개발이 하나의 사업으로 추진되어야 하는 근거의 제시가 미흡함
- 해양예측 분야의 사회·경제적 중요도를 고려해 볼 때 정부차원의 적극적인 투자가 필요한 상황임
- 국가는 해양재난재해 발생 시 국민의 생명과 재산을 보호해야 하는 책무를 가지며 이에 대한 기술개발을 통한 국가안전 대응체계 마련이 요구됨
 - 국내 해양사고는 매년 증가추세에 있으며⁷⁾, 후쿠시마 원전 사고 당시는 물로 최근 원전 오염수 유출과 관련하여 큰 우려가 있었으나 유사 시 신뢰할 수 있는 예측자료를 제공할 수 있는 기관이 부재한 상황임⁸⁾
 - 해양은 재난재해 발생 시 육상에 비해 접근이 어렵고, 현장 정보가 부족하여 사전에 해양환경 변화 및 재난재해에 대응하기 위한 기술개발이 필수적으로 요구됨
 - 주관부처는 해양수산 스마트화 전략을 추진하여 해양재해재난에 대한 대응력을 강화하고 한국판 뉴딜 종합계획에 따른 해양신산업 육성 및 성장기반 마련에 기여하고자 해양예측 고도화 사업을 추진함
- 해양예측에 필요한 데이터 구축, 예측시스템 개발, 시험·검증을 위한 연구개발사업의 필요성이 존재하나, 개별 기술의 개발이 하나의 대형/장기사업으로 추진해야 하는 근거의 제시가 미흡함
- 주관부처는 예측, 관측, 정보서비스가 체계적으로 연계되는 대형 연구개발사업으로 추진 시 보다 확실한 시너지효과 확보 및 해양예측 문제 해결이 가능하다고 제시함
 - 정확하고 정밀한 해양예측에 필요한 대규모 해양 데이터를 구축 및 인공지능 기반 예측시스템의 개발과 시험·검증을 위한 연구개발사업의 추진 필요성이 존재함
 - 그러나, 내역사업별 목표달성의 한계를 극복하기 위한 예측, 관측, 정보서비스 기술의 개발이 하나의 대형/장기사업으로 추진되어야 하는 논리와 긍정적인 효과 발생의 근거가 명확하게 제시되지 않았음

7) 해양사고는 '14년 1,330척에서 '17년 2,882척으로 연평균 10% 이상(동 기간 121%) 증가추세임(해양수산부, 해양사고통계연보, 2020)

8) 현재 국내 원전 24기, 중국 원전 38기가 운영 중으로 원전 방사능 및 유류유출사고 발생 시 빠르고 정확한 관측 및 정보전달 기술을 활용한 현장 대응력 강화와 유사시 이동예측을 통한 국민대피명령 발령이 필요함

2. 사업 목표의 적절성



[그림 1] 사업 논리모형

출처 : 추가제출자료 재구성

가. 해결해야 할 문제와의 연관성

- 동 사업의 목표는 해양재난재해 대응력 부족과 미래 해양산업 발전을 위해 선결해야 할 문제/이슈와 연관성이 존재함
- 주관부처는 해양예측분야의 문제/이슈의 근본 원인을 ‘우리 해양에 대한 정확하고 정밀한 정보의 부족’으로 정의하고 이의 해결을 동 사업의 목표로 설정함
 - 해양관측부문의 문제점으로 관측지점의 연안 집중, 전수층 관측 부족, 고정/정기 관측의 한계를 제시함
 - 해양예측부문의 문제점으로 계산시간 지연, 악천후/복합예측 정확도 및 활용성 부족, 전지구/통합/AI 연구 부족을 제시함
 - 정보서비스부문의 문제점으로 대용량 정보처리기술 부족, 수요자 접근성 부족, 수요자 중심 정보서비스 부족을 제시함



[그림 2] 해양예측분야 해양환경변화 대응 기술상 문제점

출처: 설명회자료

- ‘해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발’이라는 사업목표는 해양환경변화 대응과정에서 발생하는 기술적인 문제점의 해결과 연관성이 존재함
 - “우리 바다는 안전하고 편리하게 이용할 수 있는가?”를 해양예측분야에서 해결해야 할 문제로 설정하고, 이의 근본적인 해결책은 우리 해양영토에 대한 정확하고 정밀한 정보를 활용하여 적시에 활용토록 하는 것이라는 주관부처의 논리에 타당성이 존재함

나. 사업목표 설정의 적절성

- ‘해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발’이라는 사업목표에 대한 정량목표의 체계적인 제시가 미흡한 것으로 판단됨
- 주관부처는 안전하고 편리한 우리 해양영토 만들기(스마트 해양예측: SMART Ocean Grid)를 비전으로 설정하고, ‘해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발’을 사업목표로 제시함
- 사업의 정량목표로는 ① 예측 정확도 향상(85%), ② 예측시간 단축(4시간), ③ 해양 관측 그리드 구축(17개 허브)을 제시함
 - 정량목표 1: 통합 해양예측시스템 구축을 통한 예측 정확도 향상(‘29년 11개 예측 항목 평균 정확도 85% 이상)
 - 정량목표 2: 예측시간 단축(‘29년 예측 시간 4시간 이내로 단축)
 - 정량목표 3: 무인자율기반 스마트 해양관측 그리드 구축(‘29년 17개 허브 구축)
- 동 사업의 목표인 ‘스마트 해양예측 기술개발’을 통해 달성하고자 하는 효과를 표현하는 정량목표의 체계적이고 논리적인 제시가 미흡함
 - 예측 관련 목표를 중심으로 관측 목표는 설정하였으나 정보서비스 목표는 포함하고 있지 않아 사업 전체를 포괄하는 목표의 체계적인 제시로 보기 어려움
 - 해양예측 정보를 활용하는 수요자의 요구사항이 명확하게 제시되지 않았으며⁹⁾, 이로 인해 목표설정의 적절성 및 도전성을 판단하기 어려움
 - 예측 및 관측항목과 예시된 정보서비스의 구체적인 연관관계 제시가 미흡하며¹⁰⁾, 제시된 예측항목을 통해 필요한 해양정보를 지원할 수 있다고 확신하기 어려움¹¹⁾
 - 제주 남부해역 해양관측정점수 17개소 확대는 사업의 내용에 해당하며, 정량목표는 이러한 허브 구축을 통해 달성하고자 하는 효과를 제시해야 함¹²⁾

9) 동 사업의 수요자들이 요구하는 해양 정보서비스에 따라 필요한 해양정보의 정확성, 신속성(예측시간), 정밀도, 생산주기, 자료생산량, 예측항목이 상이할 수 있는데 이에 대한 면밀한 분석이 부족함

10) 추가제출보완자료에서 예시로 제시한 정보서비스의 내용이 방사능 유출사고 대응, 유류 유출사고 대응, 적조사고 대응, Full-3D 해양예측정보 가시화 등으로 상이함에도 불구하고 스마트 허브 관측항목과 해양순환 예측정보가 동일하거나 유사한 부분에 대한 논리적 근거의 제시가 필요함

11) 추가제출보완자료에서 정보서비스 예시 3/4로 제시한 적조/녹조 사고 대응과 관련된 스마트 양식 서비스의 경우 수온, 염분뿐만 아니라 pH(수소이온농도), DO(용존산소농도), EC(전기전도도), 탁도, 암모니아, 클로로필 등의 예측항목이 요구됨

12) 해양관측 그리드의 성능은 관측정점의 수뿐만 아니라 관측체계, 관측기술 등 다양한 요소에 의해 결정되는

다. 성과지표의 적절성

- 사업목표와의 논리적 연관성이 명확하게 제시되지 않았으며, 과정지표 중심의 구성으로 단계별 성과목표에 부합하는 결과지표의 설정이 부족한 것으로 판단됨
- 주관부처는 사업의 성과지표로 초고성능 컴퓨터센터 구축, 스마트 예측 달성도, 스마트 허브 구축도, 스마트 허브 관리 정책 달성도, 정보서비스 솔루션 개발 등을 제시함
 - 단계별 성과목표로는 (1단계) 스마트 해양예측 원천기술확보 및 기반기술개발, (2단계) 스마트 해양예측 기술 통합 및 검증, (3단계) 스마트 해양예측 기술 운용 및 성과확산을 제시함

<표 2> 단계별 성과목표 및 성과지표

1단계 (2022~2024)		2단계 (2025~2027)		3단계 (2028~2029)	
개별기술개발(3년)		기술통합·검증(3년)		성과확산(2년)	
초고성능 컴퓨터센터 구축	0.4	선진국 대비 기술수준	0.1	선진국 대비 기술수준	0.1
스마트 예측 달성도	0.2	스마트 예측 달성도	0.4	스마트 예측 달성도	0.3
스마트 허브 구축도	0.15	스마트 허브 구축도	0.25	스마트 허브 구축도	0.15
스마트 허브 관리 정책 달성도	0.05	스마트 허브 관리 정책 달성도	0.05	스마트 허브 관리 정책 구축 달성도	0.05
정보서비스 솔루션 개발	0.2	정보서비스 솔루션 개발	0.2	정보서비스 통합플랫폼 개발 및 기술이전	0.2
				논문/특허의 정량적/정성적 목표 달성도	0.2
합계	1.0	합계	1.0	합계	1.0

출처 : 추가제출자료 재구성

- 사업의 목표, 단계별 성과목표, 성과지표의 논리적 연관성이 명확하게 제시되지 않았으며, 과정지표 위주의 구성으로 공공기술개발 유형 사업의 단계별 사업목표 달성 정도를 측정하기 위한 성과지표로서의 적절성이 부족함
 - 사업목표와의 논리적 연계구조가 미흡하여 제시된 성과지표로는 사업목표 및 단계별 성과목표의 달성 여부와 정도를 명확하게 측정하기 어려움
 - 초고성능 컴퓨터센터 구축, 스마트 허브 구축도, 정보서비스 솔루션 개발 등은 연구의 과정에서 도출되는 산출물(output)에 해당하는 지표로 질적 우수성을 측정하

것으로 설명하고 있으므로 관련 내용을 포함하는 대표성 있는 정량목표의 제시가 필요함

기 어려우므로 성과(outcome) 위주의 질적지표 제시 및 비율 준수가 요구됨¹³⁾

- 기술개발(1단계), 통합·검증(2단계), 성과확산(3단계)의 단계에 따른 성과지표의 차별성이 부족하며, 논문/특허지수는 3단계 성과확산 측정지표로 적절성이 부족함
- 예측정확도 85%를 달성하더라도 선진국 대비 90% 기술수준을 확보하기 위해서는 85% 이상의 정확도를 달성해야 하는 경우가 발생 등 성과지표 중복 및 간섭의 문제가 발생함
- 관측기술 달성 성과지표로 ‘스마트 허브 구축도’를 제시하고 있는데, 스마트 그리드 관측시스템에는 스마트 허브 외에도 스마트 부이, 무인 이동형 해양관측장비, 수중 글라이드 등이 다양하게 포함되어 있어 성과지표로서의 대표성이 부족함
- 대국민 서비스와 상업적 필요성 중심의 KPS(Key Product & Service)를 구체적으로 제시하고, 이를 통해 사업의 성과 및 성공 여부를 판단하는 것이 바람직함

라. 수혜자 표적화의 적절성

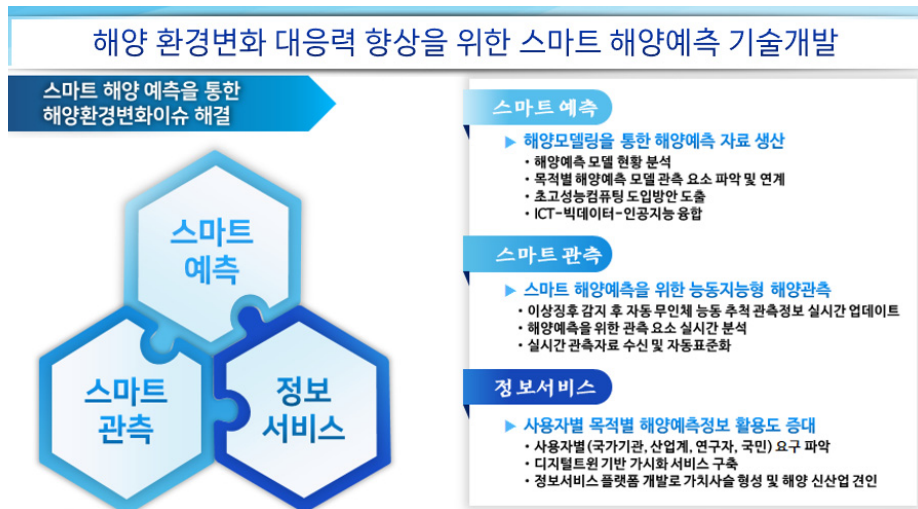
- 사업의 목표에 따른 동 사업의 직접적인 수혜자는 유관기관과 해양산업계 및 해양 관측/조사 관련 기업체이며, 정보서비스가 구체화되는 경우 기타 수혜자로 확대 가능하다고 판단됨
- 주관부처는 동 사업의 수혜자로 유관기관, 해양산업계, 기업체, 대학, 연구기관, 일반국민을 제시함
 - 유관기관: 해양수산부, 행안부, 지자체, 국립해양조사원, 국립 수산과학원, 기상청, 해경, 해군, 해양환경공단
 - 해양산업계: 양식/수산업, 해운/항만, 해양관광/레저 기업
 - 기업체: 해양 관측/조사 등 중소기업
 - 기타: 대학, 연구기관, 일반국민
- 수혜자의 범위가 다소 광범위하게 제시되었으나 동 사업의 목표에 따른 실질적인 수혜자는 유관기관과 해양산업계 및 해양 관측/조사 관련 기업체로 판단됨
 - 다만, 예비타당성조사에서의 수혜자는 사업의 자금을 지원받는 주체가 아니라 직접적인 경제적 혜택을 받을 것으로 예상되는 주체를 의미하므로 정보서비스의 구체화를 통해 기타 수혜자로의 확대 가능성이 있다고 판단됨

13) ‘국가연구개발사업 표준성과지표(5차)-성과목표·지표 설정 안내서(과학기술정보통신부, 2020)’에 따른 성과지표점검에서는 일반적으로 60% 이상의 질적지표 비율을 권장함

3. 세부활동 및 추진전략의 적절성

가. 사업목표와의 논리적 연계성

- 동 사업은 능동지능형 해양관측, 해양예측 자료 생산, 해양예측 정보 활용도 증대를 중심으로 세부활동이 구성되어 '해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발'이라는 사업목표와 논리적 연계성이 존재함



[그림 3] 사업목표와 세부활동 연계도

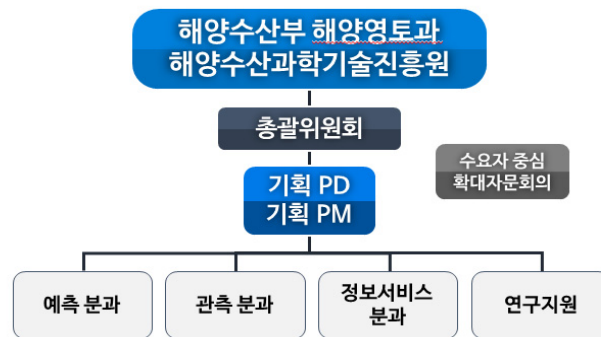
출처 : 기획보고서 재구성

- 주관부처는 사업의 비전 및 목표 달성을 위해 3개 내역사업, 8개 과제, 19개 세부 과제(구성기술)로 세부활동을 구성함
 - 입체적 해양관측 자료의 확보와 보다 빠르고 더 정확한 예측자료의 생산으로 사용자가 자신의 목적에 맞는 새로운 부가가치를 생산할 수 있는 정보서비스를 만드는 일련의 시스템을 목표로 내역사업 및 과제를 구성함
 - 예측, 관측, 정보서비스의 3개 내역사업을 통해 해양예측기술의 개발 및 실증을 진행하고 사업단 과제에서 이를 관리·연계하고 성과확산을 지원함
- 동 사업의 세부활동은 스마트 해양예측 기술 개발을 중심으로 구성되어 사업목표와 논리적 연계성이 존재함
 - 다만, 해양재난재해 대응력 향상 및 해양 신산업 창출의 실현을 위해서는 세부과제 수준까지 논리적 일관성의 유지가 필요함

나. 세부활동 도출의 적절성

(1) 기획 추진체계 구성 및 운영의 적절성

- 동 사업의 기획을 위한 추진체계의 구성은 대체로 적절하게 제시되었으나, 부처, 전담기관, 기획위원회의 역할 및 운영 부분에서는 미흡한 점이 발견됨
- 주관부처는 산·학·연 전문가로 구성된 총괄위원회와 기술분과위원회를 구성·운영하여 동 사업을 기획함



[그림 4] 사업기획 추진체계

출처 : 기획보고서

- 총괄위원회: 총괄위원장을 사업기획단장으로 기획연구의 추진 방향 및 기획내용의 적절성을 검토하는 평가위원회 임무를 수행함
 - 해양수산과학기술진흥원: 사업기획단을 구성하고 PM은 기획위원회 운영 및 예비타당성조사 대응을 총괄하고, PD는 기술적인 내용을 검토하고 조정함
 - 기술분과위원회: 기술적 관점에서 대상 기술의 동향분석 및 개발 계획을 도출함
 - 연구지원: 연구지원 업무와 경제적 타당성 분석 및 시장수요 예측, 비즈니스모델 수립 등의 업무를 수행함
 - 수요자 중심 확대자문회의: 수요기관 전문가를 중심으로 연구개발 성과의 연계 및 확산 관련 자문을 수행함
- 사업을 총괄하여 방향을 제시하고 종합적으로 기획·조정하는 주관부처와 총괄위원회의 역할이 미흡한 것으로 판단됨
- 동 사업의 기획을 총괄하고 추진계획을 종합·검토하는 주관부처로서의 해양수산부

의 역할에 대한 제시가 부족함

- 연구방향 및 내용구성은 기획 PM과 PD가 이원화하여 기획하고 연구내용은 기술 분과위원회와 연구지원 조직에서 담당하고 있어, 총괄기획위원회의 사업 방향설정 및 총괄조정 역할이 미흡함
- 재기획에서 수요기관 전문가 중심 확대 자문회의를 구성하였으나, 착수보고와 최종점검 2회 운영으로 실질적인 수요 도출 및 반영이 이루어졌다고 보기 어려움

□ 동 사업 기획위원회의 전문가 구성이 기술의 공급자 위주로 구성되었으며, 기술전문가 대비 정책 및 경제 전문가의 참여가 부족함

○ 주관부처는 총괄위원회(14)와 기술별 3개 분과위원회에 총 26개 기관, 38명의 전문가(15)로 기획위원회를 구성하여 운영함

<표 3> 기획위원회 전문가 구성

분과	전공	소속	구분
총괄위원회(8)	물리해양학(2), 생명공학(1), 생물학(1), 해양학(1), 해양공학(2), 행정학(1)	부산대학교(1), 아주대학교(1), 전남대학교(1), 한국해양과학기술원(2), 해양수산과학기술진흥원(2), 해양수산부(1)	학(3), 연(4), 관(1)
예측분과(10)	대기과학(2), 물리학(1), 물리해양학(5), 전산학(1), 해양학(1)	Baynex Inc.(1), 국립수산물과학원(1), 국립해양조사원(1), 기초과학연구원(1), 부경대학교(1), 서울대학교(1), ㈜지오시스템리서치(1), ㈜환경과학기술(1), 한국해양과학기술원(2)	산(3), 학(2), 연(5)
관측분과(9)	국제해양법(1), 연안공학(1), 전기전자공학(1), 지질학(1), 해양학(5)	서울대학교(1), 요타오션(1), ㈜오션테크(1), 한국해양과학기술원(5), 한국해양대학교(1)	산(3), 학(1), 연(5)
정보분과(11)	대기과학(2), 응용소재공학(1), 정보통계(1), 해양학(6), 환경공학(1)	㈜네이버시스템(1), ㈜비엔티(1), ㈜오서너(1), ㈜포디솔루션(1), 한국수자원공사(1), 한국해양과학기술원(1), 한국환경공단(2), 해군정보단(1), 해양경찰청(1), 해양정보(1)	산(5), 연(2), 관(4)
합계	38명 (산: 11명(29%), 학: 6명(16%), 연: 16명(42%), 관: 5명(13%))		

출처 : 추가제출자료 재구성

○ 기획위원회의 전문가가 기술의 수요자보다는 공급자 중심으로 구성되어 있으며, 총괄 위원회에는 민간기업 전문가가 부재하여 해양산업 분야의 의견수렴에 한계가 존재함

14) 동 사업의 연구를 총괄하는 PD와 사업관리를 총괄하는 PM은 총괄위원회에 포함하여 분석함

15) 주관부처는 기획연구를 지원한 해양기술정책연구소 전문가 2명(경제학, 경영학)을 기획위원명단에 포함하여 제출하였으나, 예비타당성조사에서는 기획위원회 전문가에 포함하지 않고 분석함

- 기획전문가의 전공별 구성은 해양학(13명, 34.2%)과 물리해양학(7명, 5.4%)이 총 20명(52.6%)으로 다수를 차지하고 있어 사업의 특성을 고려하더라도 다양한 전문가의 참여가 다소 미흡한 것으로 판단됨
- 기획전문가의 소속별 구성은 한국해양과학기술원 전문가가 10명(26.3%), 관측분과의 경우 5명(55.6%)으로 기획이 특정 기관에 의해 주도될 가능성이 큰 구성으로 판단됨
- 정책전문가는 총괄위원회의 주관부처 담당과장(행정학)과 정보분과의 전문가(국제해양법) 2명으로 구성되고, 경제전문가는 기획위원이 아닌 연구지원기관의 전문가 2명으로 구성되어 실질적이고 주도적인 참여가 어려운 구성으로 판단됨¹⁶⁾
- 분야별 기술 공급자 주도의 기획 운영으로 해양예측 기술의 활용수요에 대한 종합적인 대응이 미흡한 것으로 판단됨

(2) 수요조사 및 우선순위 설정의 적절성

- 주관부처는 수요조사를 위해 다양한 활동을 수행하였으나 세부활동의 도출 및 연계 등에서 미흡한 점이 발견됨
- 주관부처는 세부활동의 도출을 위해 Top-down과 Bottom-up 방식을 병행하여 내역사업을 도출하고 세부과제를 구성함
 - 대내·외 환경 분석을 바탕으로 '신속 정확한 예측정보 생산 및 예측시간 단축', '해양예측 정확도 향상을 위한 실시간 대용량 관측자료 확보', '실수요자 맞춤형 정보서비스 기술 개발'이라는 3개 추진전략을 도출함
 - 세부 사업목표로 연계되는 추진전략을 도출 후 3개 추진전략의 실현을 위한 예측, 관측, 정보서비스 관련 3개 내역사업을 구성함
 - 내역사업을 구성 후 기술수요 조사¹⁷⁾와 우선순위 설정과정을 통해 26개 핵심기술을 구성하고 이를 바탕으로 19개 세부과제를 구성함
- 주관부처는 2차에 걸친 수요조사를 수행하였으나 다소 한정된 기관의 전문가로부터 기술 공급자 중심의 수요가 도출된 것으로 판단됨

16) 정책전문가와 경제전문가의 참여가 미흡한 기획위원회의 구성은 동 사업 추진의 필요성 및 경제적 타당성을 논리적으로 명확하게 설명하는데 어려움을 겪는 상황과 무관하지 않은 것으로 판단됨

17) 주관부처는 선행 예비타당성조사 관련 1차 수요조사 시 79개의 수요를 접수하였으며 동 예비타당성조사와 관련하여 2차, 49개의 수요('20.2.5. ~ '20.3.5.)를 접수함

- 1차 수요조사의 경우 79개의 수요를 도출하였으나, 54개는 기존에 수행 중인 국가 연구개발사업 과제 목록으로 실제 제출된 수요는 25개에 불과하며, 2차 49개 수요 중 일부¹⁸⁾는 기존 과제 목록과 일치함
- 2차 수요 49개 중 29개(59.2%)의 수요가 한국해양과학기술원(17개), 환경과학기술(7개), ㈜지오시스템리서치(5개) 등 다소 한정된 기관의 전문가 위주로 도출됨
- 대부분의 기술수요가 기술 공급자들에 의해 작성·제안되었으며, 국립수산물과학원 외 해군, 해경, 국립해양조사원 등 수요기관의 의견수렴이 부족하여 활용 수요에 대한 구체화가 미흡함

□ 주관부처는 우선순위 설정을 위한 일반적인 절차를 따르고 있으나 체계적인 접근이 미흡한 것으로 판단됨

○ 주관부처는 49개의 기술수요에 대한 유사성 분석과 기술의 시급성, 적합성, 시장성, 기술성에 대한 기획위원회의 의견을 반영하여 26개의 핵심기술을 제시함

- 1차 사업기획과의 연속성 유지 및 선행 예비타당성조사의 의견을 바탕으로 기술의 우선순위를 조정하고 연구개발 과제 관리 및 성과확산을 위한 사업단 과제를 신규로 구성함

○ 우선순위 설정의 기준 및 선정 절차에 대한 설명이 미흡하여 우선순위 설정의 적절성을 판단하기 어려우며, 핵심기술과 구성기술의 연관관계 제시가 부재함

- 평가 기준의 설정 근거 및 평가의 방법, 과정, 평가자 등에 대한 설명이 미흡하여 우선순위가 합리적으로 설정되었는지 판단하기 어려움
- 우선순위 설정 과정에서 구성된 26개¹⁹⁾ 핵심기술과 19개 세부과제(구성기술)의 관계 및 도출 과정에 대한 제시가 부재함

18) 예, 드론 활용 해양 IoT 기반 해양관측 플랫폼 구축 및 활용(한국해양과학원), 예측정확도 향상을 위한 해저면 변동 모니터링 인프라 구축 및 활용(한국해양과학원)

19) 기획보고서(pp. 219~221)에는 '기존 상시관측망 기능 확장 기술개발' 등 25개의 목록만 제시됨

다. 구성 및 내용의 적절성

□ 해양 환경변화 및 해양사고에 대한 대응력 강화와 해양수산 스마트화 전략 추진을 위한 스마트 해양예측 기술개발을 중심으로 세부활동을 구성하였으나, 내역사업별 연계, 과제의 구성 및 내용 등에서 미흡한 부분이 발견됨

○ 주관부처는 스마트 해양예측을 위한 능동지능형 해양관측, 해양예측 자료 생산, 해양예측 정보 활용도 증대 기술개발을 중심으로 동 사업의 세부활동을 구성함



[그림 5] 스마트 해양예측 기술개발사업 연계 및 활용방안

출처 : 기획보고서

- 내역사업 1(예측): 보다 빠르고 더 정확한 해양예측 생산을 위한 적재적소 관측요소 활용 증대, 예측시간 단축, 예측 정확도 증대, 장기예측 확대, 해양예측정보 활용 편의성 제공 활동을 수행함
- 내역사업 2(관측): 능동지능형 무인자동 관측기술 확보를 위한 실시간 관측 요소 증대, 인공지능 기반 무인관측장비 개발, 대용량 관측정보 전달이 가능한 해양통신기술개발, 관측정보 활용 편의성 증대 활동을 수행함

- 내역사업 3(정보서비스): 해양정보 신산업 기반구축을 위해 디지털 트윈 구축을 통한 해양자료를 3차원 가시화함으로써 해양공간에 대한 실감형 이해 가능, 스마트 해양그리드 솔루션을 통한 해양스마트 전략을 위한 기반기술 확보 활동을 수행함
- 과제 4-1(사업단): 내역사업 간 자료 및 기술 교류의 연계성 강화를 위한 사업 진도관리 및 성과관리 효율성 확보 활동을 수행함(추가제출자료)
- 스마트 해양예측 기술개발을 위한 3개 내역사업(관측, 예측, 정보서비스)의 구성은 적절하나, 구체적인 연계방안이 제시되지 않아 실질적인 연계 및 시너지 효과 창출에 어려움이 예상됨
 - 3개 내역사업, 8개 과제, 19개 세부과제가 개념적인 수준에서는 연결되어 있으나, 세부활동 연계의 내용 및 방법 등에 대한 구체적인 연계방안은 제시되지 않았음
 - 세부활동의 연관관계에 대한 명확화²⁰⁾와 구체적인 연계방안의 제시를 통한 사업의 통합성 향상 및 시너지 효과 창출이 요구됨
- 주요 수요기관의 요구사항에 대한 면밀한 분석을 통한 필요 정보서비스의 도출 및 이의 실현을 위한 해양 관측 및 예측 기술의 제시가 미흡함
 - 수요기관 설문 및 인터뷰 자료 등에 대한 분석결과의 제시가 미흡하여 동 사업에서 개발하고자 하는 예측모델이나 정보서비스 솔루션 등이 실제 수요기관의 요구사항과 일치하는지 확인하기 어려움
- 관련 연구개발사업 성과의 활용이나 기존에 수집된 데이터의 연계에 대한 구체적인 계획의 제시가 미흡함
 - 현재 제공되고 있는 대국민 서비스와 상업적 활용사례에 대한 분석을 통해 기존 사업의 성과와 한계 및 미래 수요에 대한 필요성을 제시하고, 동 사업의 종료 시점에서 기대되는 발전적인 모습에 대한 제시가 필요함
 - 동 사업에서 개발하고자 하는 11개 예측항목 및 22개 관측항목 외 수요기관에서 요구하는 다양한 해양 정보서비스의 개발에 필요한 기존 기술 및 데이터의 현황과 연계방안의 제시가 필요함²¹⁾
- ‘국민체감 활용 해양 예측서비스 확대’ 부분에서 디지털 트윈의 구축을 제안하고

20) 수요자의 요구사항을 기반으로 어떤 관측 데이터의 수집을 통해 어떤 예측 모델의 성능을 어떻게 향상하고 이를 이용하여 어떤 정보서비스를 플랫폼화하고 시각화 서비스를 제공할 것인지에 대한 명확한 제시가 필요함(수요자의 요구사항 → 정보서비스 도출 → 예측 기술개발 → 관측자료 수집)

21) 관련하여, 한국해양수산개발원에서 2020년부터 추진 중인 해양수산정보 공동활용체계 구축사업의 해양수산 빅데이터 플랫폼과의 해양 데이터 상호 활용 및 빅데이터 플랫폼 연계에 대한 검토가 필요함

있으나, 디지털 트윈의 시각화에 초점을 맞추고 있어 일반적인 디지털 트윈의 효과 달성과 향후 단계로의 연계가 어려움

- 평면정보 제공 대비 3차원 시각화정보 제공의 필요성과 효과가 구체적이고 명확하게 제시되지 않았음
- 디지털 트윈을 사이버물리시스템(CPS)과 분리하여 디지털 공간에서 물리적 공간의 제어 기능을 제외하고 있어 디지털 트윈의 효과가 제한적으로 활용됨²²⁾

○ 해양예측 서비스 플랫폼은 tech-push형으로 선제적 구축·공급보다는 정보서비스를 구체화하는 과정에서 need-driven형으로 도출되는 것이 바람직함

- 대국민 서비스를 위한 Smart Ocean Grid의 기술적 필요성 및 문제점, 상업적 활용 가능성 등에 대한 명확한 제시를 통해 재정투자 확대의 근거가 설명되어야 함

○ 최종성과물의 주요특징(요구성능, spec)으로 제시된 성능목표와 연차별 성과목표 및 성과지표로 제시된 논문발표, 논문게재, 특허출원, SW등록건수, 시제품 출시 건수 등과 세부 사업목표의 논리적 연계성 및 목표설정 근거의 제시가 미흡함²³⁾

22) 디지털 트윈은 일반적으로 데이터 수집·분석·예측을 통한 제어·최적화를 지원하는데, 동 사업의 디지털 트윈은 해양 데이터 관측·예측 기반 시각화·가시화에 한정되어 있어 해양 정보서비스를 위한 미래 추정 기반 제어·최적화 기능이 미흡함

23) 사업의 질적 우수성을 판단할 수 있는 성과지표(예, 예측모델의 정확성, 예측시간 등)를 세부과제와 연계하여 제시하고, 지표별 목표설정 근거의 제시가 필요함

라. 기간추정과 선후관계의 적절성

- 사업의 단계와 기간이 다소 과다하게 산정되었으며, 세부활동의 선후관계 설정 및 연계 부분에서 미흡한 점이 발견됨
- 사업기간의 3단계(3년, 3년, 2년) 설정 필요성 및 근거의 제시가 미흡하고 기간이 다소 과다하게 설정되어 있으므로, 사업의 기간을 단축하고 초기에 상세설계 및 기본구축 활동이 진행될 수 있도록 일정을 조정하는 것이 바람직함
 - 동 사업은 기술개발(1단계) 및 시범서비스를 포함한 통합시험·검증(2단계)의 필요성이 인정되나, 성과확산 및 안착(3단계) 기간이 필요한 근거는 명확하게 제시되지 않았음
 - 세부과제(구성기술)의 현재 기술성숙도(TRL: Technology Readiness Level) 대비 목표 기술성숙도의 차이가 작고, 관측, 예측, 정보서비스 기술개발 일정이 병렬적으로 제시되고 있어 기간을 장기로 설정한 타당성이 부족함

<표 4> 세부과제 기술성숙도와 사업기간 설정(예)

구분	세부과제	현재 TRL	목표 TRL	소요기간
내역사업 1(예측)	세부과제 1-1-1	5	7	8년
	세부과제 1-1-2	6	8	8년
	세부과제 1-1-3	5	8	8년
	세부과제 1-2-1	5	7	8년
	세부과제 1-2-2	3	4	8년
	세부과제 1-2-3	3	5	8년
	세부과제 1-3-1	5	7	7년
	세부과제 1-3-2	5	7	7년

출처 : 기획보고서 재구성

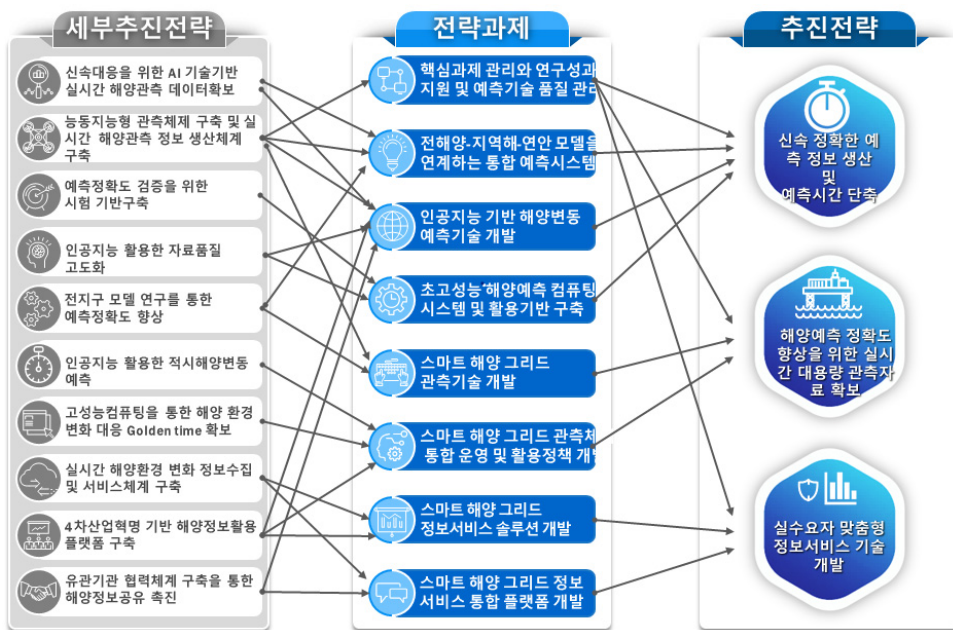
- 사업의 기간을 3단계(1단계: 기술개발, 2단계: 통합·검증, 3단계: 성과확산)로 나누어 제시하고 있으나, 2/3단계에서도 기술개발을 수행하고 통합·검증 및 성과확산 활동이 미흡한 과제가 존재함
 - 과제 1-1(전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합모델링 및 예측시스템 개발) 및 1-2(인공지능 기반 해양변동 예측기술 개발)는 2단계까지 기술을 개발하고 3단계에서 시스템 고도화·검증, 통합시스템 개발, 시범운영을 계획하고 있어 동 사업에서 제시한 2단계 및 3단계의 업무 내용과 불일치함

- 과제 3-1(스마트 해양 그리드 서비스 솔루션 개발)의 연구내용은 1단계 스마트 해양 그리드 솔루션 설계/프로토타입 개발, 2단계 스마트 해양 그리드 솔루션 개발로 구성되어 기술개발만 존재하고 통합·검증 및 성과확산 활동이 부재함
- 동 사업은 재기회를 통해 사업연계 중심의 3단계 8년 사업(1차 기획: 7년)으로 개편하였으나 실제 내역사업별 과제 및 세부과제는 3단계의 사업연계와 부합하지 않는 경우가 많아 사업 개편의 타당성이 부족함
- 연관 과제 간 선후관계의 설정이 부적절하여 선행연구의 기술개발 결과를 후행 연구에서 활용하기 어려운 과제가 발견됨
 - 과제 3-1(스마트 해양 그리드 서비스 솔루션 개발)의 경우 개발기간이 총 6년으로 과제 1-1(전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합모델링 및 예측시스템 개발)과 과제 1-2(인공지능 기반 해양변동 예측기술 개발)의 핵심요소 예측기술 개발(1단계: 3년)과 분석기법·통합 예측시스템 개발(2단계: 3년)의 성과활용이 어려움
- 세부과제 1-2-1(천리안-2B 위성 및 다중 관측자료 활용 지능형 동화기술)은 예측 모델링을 위한 사전 기술개발의 성격이 강하므로 사업의 전반부에 예산을 집중적으로 배정하고 기간을 조정하는 것이 바람직함
- 세부과제 1-3-1(초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 구축 및 활용기술개발)은 비교적 소규모에 해당하는 2PFlops 컴퓨팅 시스템을 분리 구축(1차분: 2차년도, 2차분: 3차년도)하는 일정에 대한 재검토가 요구됨
- 세부과제 2-1-1(입체 해양관측 및 무인자동화 운영/관리 기술)을 일부 진행 후 세부과제 2-1-2(인공지능을 이용한 무인체 연계관측 최적화 기술)를 진행하는 일정이 적절한 것으로 판단됨
- 세부과제 4-1-1(내역사업 관리 및 현업화 지원)의 기술이전 및 성과확산은 사업 후반부에 진행되므로 일정 및 기간 설정에 대한 조정이 필요함
- 사업 세부일정(총괄 기술로드맵)이 수행내용을 나열하는 방식으로 제시되고 있어, 내역사업 및 과제 간 연관관계 및 연도별 연계내용 중심의 제시가 필요함
 - 동 사업의 세부과제들이 연계되어 결과물이 활용되는 선후관계가 존재하는 것으로 판단되나 계획서에는 세부 과제들이 별도의 과제처럼 병렬적으로 나열되어 제시됨
 - 각 세부과제의 연도별 연구내용이 다른 세부과제와 어떻게 연계되고 활용되는지를 고려하여 연구 내용 및 기간이 설정되어야 함

마. 사업 추진전략 및 운영방안의 적절성

□ 해양예측 분야와 동 사업의 특성을 반영한 차별화된 추진전략의 제시가 미흡하며, 사업내용 및 추진방법을 추진전략으로 보기 어려움

○ 주관부처는 SWOT 분석을 바탕으로 10개의 세부 추진전략을 도출하고, 이들 세부 추진전략에서 9개의 전략과제와 3개의 추진전략을 설정하여 제시함

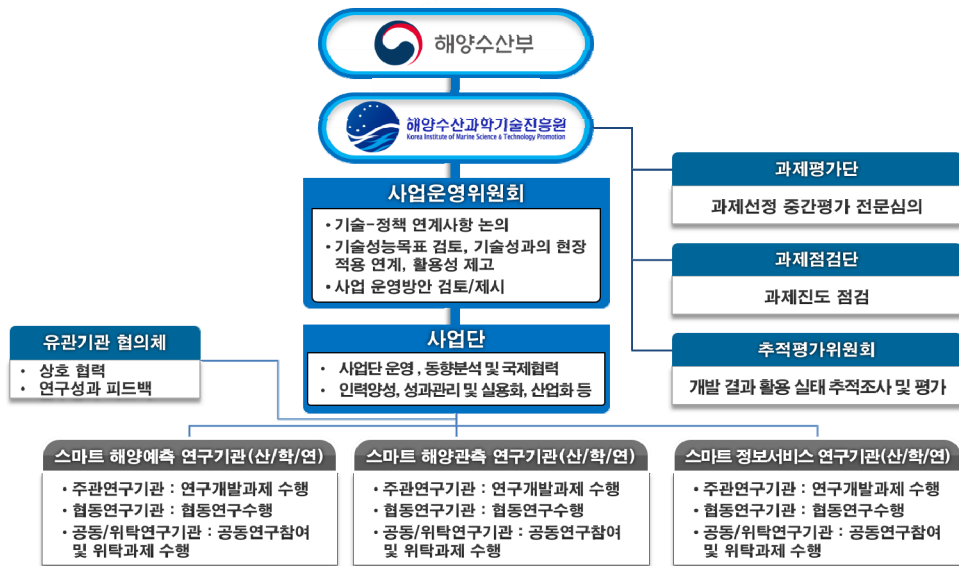


[그림 6] 추진전략 도출 과정

출처 : 기획보고서

- 전략 1(신속 정확한 예측 정보 생산 및 예측시간 단축): 해양 재난재해 예측기술 개발, 4차 산업혁명 기반 해양변동 예측기술 개발, 예측정확도 검증기술 개발을 제시함
- 전략 2(해양예측 정확도 향상을 위한 실시간 대용량 관측자료 확보): 기존 관측시스템 융합기술 개발, 해양 재난재해별 연구해약 선정과 집중연구, 신기술 관측시스템 개발, 해양관측 데이터 고도화를 제시함
- 전략 3(실수요자 맞춤형 정보서비스 기술개발): 개방형 해양정보서비스 플랫폼 기술개발, 디지털트윈 기반 스마트 해양 그리드 가시화 솔루션 개발, 해양재난·해양 변화 대응 정보서비스 의사결정 시스템 개발을 제시함

- 외부 환경요인 및 내부 역량에 대한 SWOT 분석 결과가 사업목표의 효율적인 달성을 위한 구체적인 전략의 제시로 연결되지 않았음
 - 해양예측 분야의 진단을 통해 전략과제와 내역사업의 활동을 선정해 가는 과정을 전략도출 절차로 보기 어려움
 - 주관부처가 제시한 3개 추진전략은 내역사업의 내용 및 추진방법에 해당하는 내용으로 추진전략으로서의 적절성이 부족함
- 추진체계의 구성 및 운영방안은 대체로 적절한 것으로 판단되나, 사업단의 구성 및 역할이 명확하게 제시되지 않았음
- 주관부처는 해양수산연구개발사업 운영규정 및 관리지침에 따라 주체별 역할을 제시하고 연구개발과제의 효율적인 수행을 위한 사업단 운영계획을 제시함



[그림 7] 사업 추진체계 구성도

출처 : 기획보고서

- 해양수산부 : 사업 총괄부처로 사업의 추진과 관련 부처 및 기관과의 상호협력 업무를 수행함
- 해양수산과학기술진흥원 : 전문기관으로 사업단·사업운영위원회 구성 및 운영을 담당함
- 사업운영위원회 : 연구개발사업의 세부 시행계획수립, 과제 지원 우선순위 설정 및 주요 변경사항에 대한 검토·심의·조정 업무를 수행함

- 사업단 : 별도의 법인은 구성하지 않으나 유기적으로 연계된 연구개발과제의 효율적인 수행을 위한 체계를 구성하며, 대상 사업분야 전문가를 사업단장으로 사업총괄 역할을 담당함
 - 과제주관기관 : 과제관리와 성과물 생산을 담당하고, 사업단장의 관리 하에 내역사업, 세부과제 간 기술교류 및 성과교류를 책임짐
 - 유관기관 협의체 : 해양 관련 정부 기관, 해경 해군, 지자체, 대학, 산업체로 협의체를 구성하고 유관기관의 요구사항의 해소 및 상호협력 업무를 담당함
- 해양수산연구개발사업 관련 규정에 따라 사업추진 체계 및 운영방안은 대체로 적절하게 제시되었으나, 사업단의 구성 및 역할이 명확하지 않고 개별 과제와 업무 중복이 우려됨
- 주관부처는 해양수산연구개발사업 운영규정(해양수산부 훈령 제497호, '19.9월) 및 해양수산연구개발사업 관리지침('19.10월)에 따른 사업 추진체계 및 운영방안을 제시함
 - 추가제출보완자료(pp.10~11)에 연도별 투입 인원(총 66명, 연평균 8.3명) 및 인건비(1인당 연평균 17백만 원), 장비구축비(1억 원) 등의 산정 근거가 제시되지 않아 사업단 구성 및 역할에 대한 적절성을 판단하기 어려움
 - 사업 전체의 진도 및 성과관리 등, 각 내역사업에 대한 사업단의 권한 및 성과점검 결과에 대한 강제성이나 유인책 등이 부재하여 사업관리의 실효성 확보에 어려움이 예상됨
 - 세부과제 4-1-1(내역사업 관리 및 현업화 지원)의 내역사업 관리 부분과 세부과제 4-1-2(예측기술 품질관리)는 내역사업 및 과제의 기본 업무로 사업단에서 수행해야 하는 타당성이 미흡하며, 현재 수행 중인 예측정확도 평가를 새로 구축해야 하는 근거가 제시되지 않았음
 - 기술교류를 연 1회 실시하는 것으로 계획하고 있으나, 자료교류를 포함한 기술교류 내용과 실효성 확보 방안의 구체적인 제시가 미흡하여 실질적인 상호협력과 성과교류에 어려움이 예상됨
- 선행사업의 성과 및 한계에 대한 체계적인 분석과 이의 극복을 위한 구체적인 방안의 제시가 미흡함
- 선행사업의 상위평가에서는 사업목표와 성과지표의 연계성 강화, 성과목표의 합리적 설정, 사업성과의 질적 수준 향상 및 확인 가능한 근거의 제시 등이 개선사항으로 제시됨

- 주관부처는 해양과학기술 기초자료 확보 등을 통한 국가관할해역 영토주권 강화를 위해 동 사업의 선행사업인 '해양과학조사 및 예보기술개발사업('94 ~ '22, 일몰)'을 추진함
- 2019년까지 총 4,230억 원의 연구비를 투자하여 해양관측 및 예보시스템 구축을 통해 해양영토의 효율적인 관리와 한반도 주변해역 과학조사 능력 확보에 기여함
- 기간 중 2차례의 상위평가('12: 보통, '15: 보통)에서 사업목표와 성과지표의 연계성 강화, 성과목표의 합리적 설정, 사업성과의 질적 수준 향상 및 확인 가능한 근거의 제시 등의 지적사항이 도출됨

<표 5> 해양과학조사 및 예보기술개발사업 상위평가 주요 지적사항

구분	평가결과	지적사항
2012년 상위평가	보통(73.3점)	• 성과지표와 사업목적 간의 연계성 보완 필요 • 성과지표 목표치의 합리적 설정 필요 • 사업성과의 질적 수준을 확인할 수 있는 명확한 근거 제시 필요
2015년 상위평가	보통(75.4점)	• 계획된 성과목표치 달성도 제고 필요 • 적절한 성과분석 방법론을 활용한 사업의 효과성 검증 필요 • 성과분석 결과를 활용한 사업의 방향성 및 효율성 향상 방안 제시 필요

출처 : 기획보고서 재구성

- 상위평가의 지적사항을 중심으로 선행사업의 한계를 제시하고 있으나, 이에 더하여 선행사업에 대한 체계적인 분석을 통한 구체적인 극복 방안의 제시가 요구됨
- 사업의 목표, 성과지표, 구성기술의 성능지표 설정 등에서 상위평가 결과와 유사한 다수의 개선사항이 발견됨
- 선행사업의 성과와 한계에 대한 체계적인 분석을 통한 사업목표의 설정과 이의 효율적인 달성을 위한 사업목표와 세부활동, 혹은 세부활동 간의 논리적 연계성 및 구성 적절성 향상 등의 구체적인 극복 방안의 제시가 필요함²⁴⁾

24) 상위평가 등에서 제시된 동 사업의 한계를 극복하기 위해서는 ① 문제 해결을 위한 달성 가능한 도전적인 목표의 설정, ② 사업의 목표, 내역사업, 과제로 이어지는 논리적 연관성 및 구성의 적절성에 대한 개선, ③ 수요자의 요구사항 분석에 따른 정보서비스의 도출 및 이의 제공을 위해 필요한 관측정보와 예측기술의 수집·개발 대상과 목표의 설정, ④ 사업목표 달성을 위한 단계별 성과목표에 따른 성과지표의 설정, ⑤ 효율적인 성과달성을 위한 차별화된 전략의 도출 및 운영방안의 제시 등이 요구됨

제 3 장 정책적 타당성 분석

1. 정책의 일관성 및 추진체제

가. 상위계획과의 부합성

- 동 사업이 국정과제, 법정계획, 해양수산분야 중장기계획 등 상위계획과의 일관성 하에 추진될 수 있는지 검토한 결과, 상위계획과의 부합성은 ‘적절’한 것으로 판단됨
- ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)’에 따라 과학기술 분야의 최상위 법정계획인 ‘제4차 과학기술기본계획’을 필수계획으로, 이 외 3개의 법정계획과 3개 비 법정계획을 선택군계획으로 선정하여 부합성을 검토함

<표 6> 상위계획과의 부합성 조사 결과

기간	계획명	부합성		
		낮음	보통	높음
필수계획	제4차 과학기술기본계획(‘18~’22)			○
선택군계획	문재인 정부 국정운영 5개년 계획		○	
	제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(안)			○
	해양수산부 지능정보화 기본계획		○	
	제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획			○
	해양수산 스마트화 전략			○
	한국판 뉴딜 종합계획		○	

- 검토 결과, ‘제4차 과학기술기본계획’에 동 사업과 관련된 기술을 명시하고 있어 부합성이 높은 것으로 확인되며, 그 외 선택군 계획에서도 동 사업 관련 내용을 개별적으로 명시하고 있어 상위계획과의 부합성은 ‘적절’한 것으로 분석됨

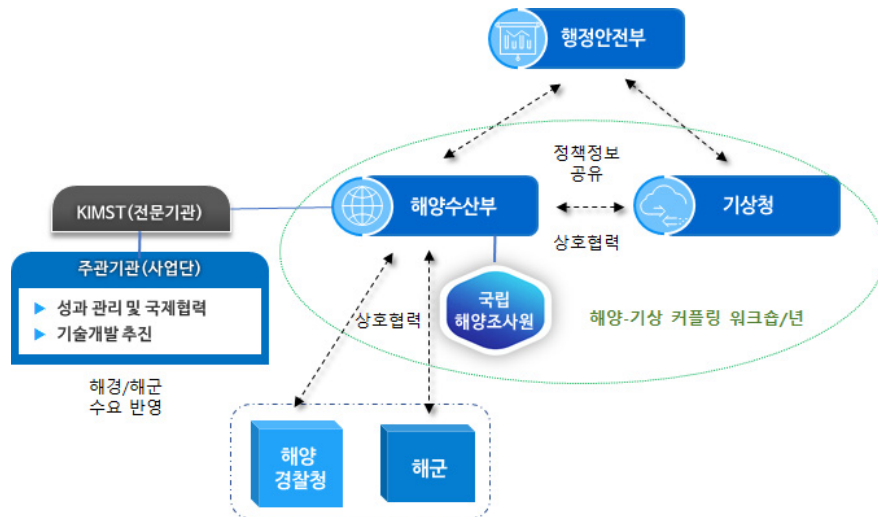
<표 7> 상위계획과의 부합성 평가 결과

필수계획 선택군 계획	부합도 낮음	부합도 보통	부합도 높음
부합도 높음	보통	대체로 적절	적절
부합도 보통	대체로 부적절	보통	대체로 적절
부합도 낮음	부적절	대체로 부적절	보통

나. 사업 추진체제 및 추진의지

(1) 연계·협력 방안의 적절성

- 해양-기상 관련 연구개발 및 정책협력을 위한 관계부처 및 관련 기관 등과의 연계·협력 방안은 대체로 적절하게 제시되었으나, 실질적인 성과 창출을 위해서는 지속적인 개선이 필요한 것으로 판단됨
- 주관부처는 동 사업의 원활한 추진을 위해 유관기관 협의체를 구성하여 상호협력 체계를 구축하고, 기상청과는 매년 개최하고 있는 ‘해양-기상 커플링 워크숍’을 통해 정책정보 공유 및 해양정보 공동활용을 위한 협력을 강화할 계획을 제시함



[그림 8] 관계부처 및 관련 기관과의 업무협력 방안

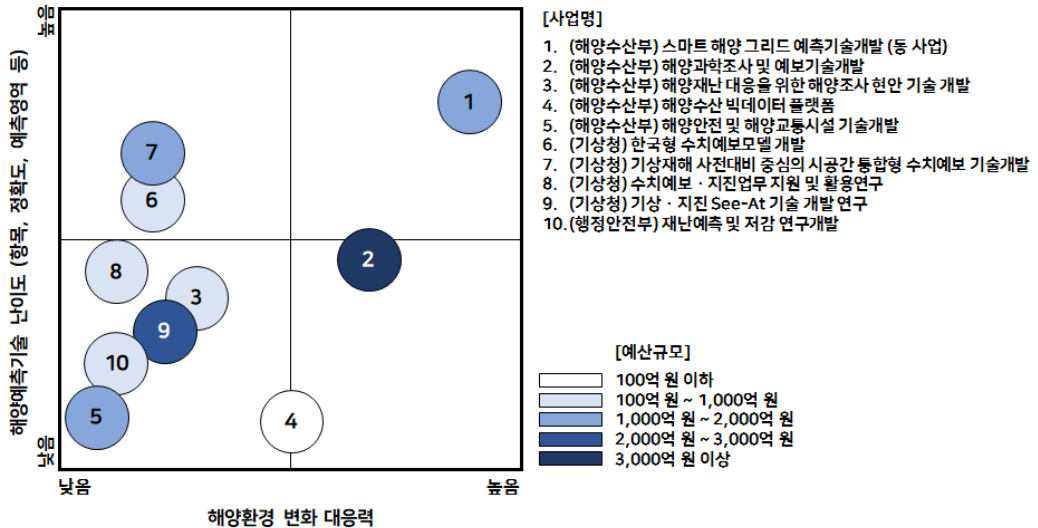
출처: 기획보고서

- 해양경찰청, 해군과는 사업설명회 및 업무협의를 통해 수요기관의 요구사항 반영을 위한 활동을 지속함(20.5.7./7.8./7.14.)
- 국립해양조사원의 해양 예측 및 관측 사업과 동 사업 등 주관부처에서 수행하는 연구개발사업의 차별화 및 연계·활용을 위한 긴밀한 업무협력 관계를 유지함
- 주관부처는 기상청과 매년 ‘해양-기상 커플링 워크숍’을 개최하여 해양-기상 협력과제를 발굴하고 ‘해양조사와 해양정보 활용에 관한 법(해양조사법)’ 등 관련 규정 제정 시에는 이견 최소화 및 업무 명확화 활동을 수행함

- 관계부처 및 관련 기관 등과의 연계·협력 방안은 대체로 적절하게 제시되었으나, 수요기관의 요구사항이 명확하게 반영되지 못하는 부분에 대한 개선이 요구됨
- 주관부처는 해양-기상 관련 연구개발의 효율적인 추진을 위해 관계부처 및 관련 기관, 특히 기상청과의 역할분담 및 협력방안을 제시함
- 그러나, 기상청과의 상호협력과 더불어 해양경찰청, 해군 등 수요기관의 요구사항을 도출하기 위한 노력을 지속하고 있음에도 불구하고 관련 내용이 연구개발에 명확하게 반영되지 못하고 있어 이에 대한 개선이 필요함

(2) 관련 사업과의 차별성 및 성과활용 방안의 적절성

- 해양예측 관련 정부연구개발사업을 대상으로 차별성 등을 검토한 결과, 다수의 사업과 연계 및 성과 활용 가능성이 큰 것으로 조사됨
- 주관부처는 해양환경 변화 대응력과 해양예측기술의 난이도를 기준으로 해양수산부 4개, 기상청 4개, 행정안전부 1개 사업과의 차별성 및 성과 연계·활용 가능성을 설명함



[그림 9] 관련 사업과의 차별성 및 연계방안

출처: 추가제출보완자료

- 해양예측 관련 연구개발사업과의 성과 연계·활용 가능성이 큰 것으로 분석되어²⁵⁾, 개별적인 연계·활용 방안에 더하여 차별화된 전략의 도출이 필요한 것으로 판단됨

25) 해양예측 관련 정부연구개발사업의 분석은 2010년 각 부처의 예산요구서를 우선 조사하고 필요 시 관련 부처 계획 등을 추가적으로 검토함

- 예비타당성조사에서는 주관부처에서 제시한 9개 사업의 사업목적, 사업내용, 지원 분야, 지원대상 등을 중심으로 차별성과 연계·활용 가능성을 우선 검토함²⁶⁾
- 관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구('21년 신규, 해양수산부), 극한 재난 대응 기반기술개발사업(행정안전부), 재난안전플랫폼기술개발(과학기술정보통신부) 사업 등을 추가로 검토함

<표 8> 해양예측 관련 정부연구개발사업 현황

(단위: 억 원)

부처	사업명	사업기간	총사업비
해양수산부	해양과학조사 및 예보기술개발	'94~'22(29년, 일몰)	4,650.5
	해양안전 및 해양교통시설 기술개발	'10~'17(8년, 일몰)	1,873
	해양재난 대응을 위한 해양조사 현안 기술개발	'21~'25(5년)	75.2
	관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구	'21~'26(6년)	50
기상청	한국형 수치예보모델 개발	'11~'19(9년, 종료)	694
	수치예보·지진업무 지원 및 활용연구	'05~계속	943
	기상재해 사전대비 중심의 시공간 통합형 수치예보 기술개발	'20~'26(7년)	189.8
	기상·지진 See-At 기술개발연구	'01~'26(22년, 일몰)	2,854.8
행정안전부	극한 재난대응 기반기술개발사업	'17~'21(5년)	365.1
	재난예측 및 저감 연구개발	'03~'19(17년, 종료)	1,476.4
과기정통부	재난안전플랫폼기술개발	'16~'24(9년)	336.7

- 검토 결과, 관련 사업과의 차별성이 존재하며 선행 및 종료 사업을 포함한 다수의 사업과 성과 연계·활용 가능성이 매우 큰 것으로 분석됨
- 주관부처는 기술개발의 내용 및 난이도 등으로 차별성을 제시하고 개별 사업과의 연계·활용 가능성을 설명하였으나, 이에 더하여 성과 향상을 위한 동 사업의 특성이 반영된 연계·활용 방안 및 전략의 제시가 요구됨

26) 해양안전 및 해양교통시설 기술개발(해양수산부), 한국형 수치예보모델 개발(기상청) 등은 종료사업이나 주관부처에서 관련 사업의 성과 활용방안을 제시하여 포함하여 검토함

(3) 추진의지

- 해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발에 대한 주관부처의 추진의지는 강한 것으로 판단됨
- 주관부처는 해양 환경변화 및 재난재해 대응력 강화 및 미래 해양산업 견인을 위한 고품질의 해양 예측·관측정보의 제공을 위해 다양한 정책을 지속적으로 추진함
 - 1994년부터 동 사업의 선행사업인 ‘해양과학조사 및 예보기술개발사업’을 지속적으로 추진함
 - ‘해양수산 R&D 중장기계획(‘14 ~ ‘20)’을 통해 해양 관측·예보 시스템의 정확도 제고를 위한 국가 안전망 구축 및 주변 해역에 대한 과학조사 능력 확보 계획을 추진함
 - ‘해양수산정보 공동활용체계 구축사업(정보화, ‘16 ~ ‘21)’을 통해 업무별·기관별로 분산되어 보유하고 있는 해양수산정보를 수집·연계하여 공공·연구·민간에서 공동 활용할 수 있는 데이터 플랫폼을 구축함
 - ‘제3차 재난 및 안전관리 기술 종합계획(국가과학기술심의회, 2017)’을 통해 재난 안전 융·복합 대응 기술개발을 위한 정지궤도복합위성 해양탐재체 개발을 추진함
 - 스마트 해양예측 기술개발 연구성과 활용 협약 등을 위한 해양수산부-해군-해양경찰청 간 정책협의회 설립·운영을 위한 업무협약(2019.9.10.)을 체결함
 - ‘해양재난 대응을 위한 해양조사 현안 기술개발사업(‘21 ~ ‘25)’을 통해 협수로, 연안 등 정보 사각지대의 해양조사 및 정밀조사 측량기술 개발을 추진함
- 지속적으로 추진하고 있는 중장기 정책과 연구개발사업 및 정보화사업 등을 검토한 결과, 스마트 해양예측 기술개발에 대한 주관부처의 추진의지는 강한 것으로 판단됨
 - 다만, 주관부처와 한국해양과학기술원 등 기술 공급자 외 다양한 기술 수요자의 참여와 의견반영을 통해 기술개발의 실효성을 높일 필요성이 있다고 판단됨

2. 사업 추진상의 위험요인

가. 자원조달 가능성

- 동 사업의 정부연구개발투자 규모는 조달 가능한 수준이나, 민간재원의 조달 계획은 불확실성이 존재하는 것으로 판단됨
- 주관부처는 총사업비 1,698억 원 중 95%인 1,612억 원은 국고로, 5%에 해당하는 86억 원은 민간재원으로 조달할 계획을 제시함
 - 기업의 참여가 예상되는 과제 2-1(스마트 해양 그리드 관측기술 개발), 과제 3-1(스마트 해양 그리드 솔루션 개발), 과제 3-2(스마트 해양 그리드 플랫폼 개발)의 연구비 중 32억 원(8.9%), 23억 원(25%), 31억 원(24.6%)을 민간재원으로 설정함
- 해양수산부 중장기사업계획('20~'24) 상의 해양예측 관련 예산 규모 및 일몰사업 지정에 따른 연도별 가용예산 등을 고려해 볼 때 동 사업 정부연구개발비 1,612억 원(연평균 201.5억 원)은 조달 가능한 수준으로 판단됨
 - 주관부처는 연구개발예산 연평균 증가 추이(연평균 6.2%) 및 동 사업의 선행사업인 '해양과학조사 및 예보기술개발사업' 등 부처 일몰사업 및 종료과제 고려 시 연평균 1,371억 원의 가용예산이 발생하는 것으로 설명함

<표 9> 해양수산부 연구개발예산 운용 계획

(단위: 억 원)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27
해양수산연구개발예산	6,906	7,885	8,374	8,893	9,444	10,030	10,652	11,312
해양과학조사 및 예보기술개발	250	171	128					

출처 : 추가제출보완자료 재구성

- 더불어, 동 사업 내역사업 2(관측)와 '스마트 해양조사 및 정보활용기술개발('21~'25, 총사업비 398억 원)²⁷⁾의 해양재난 대응을 위한 3차원 광역 해수유동(조류, 해류) 관측기술개발의 중복 가능성 및 조정 계획을 제시함(추가제출보완자료)
- 해양수산연구개발예산 운용 계획, 선행사업 일몰 및 부처 종료과제 발생 현황 등을 고려할 때 정부연구개발비 1,612억 원은 조달 가능할 것으로 판단됨

27) 주관부처는 추가제출자료 등에서 관련 사업과의 차별성을 설명하면서 해당 사업을 '해양재난 대응을 위한 해양조사 현안 기술개발'로 표기하고 있음

- 동 사업의 민간재원은 전체예산의 5%(86억 원) 수준으로 규모가 크지는 않으나, 재원조달 계획이 적절하게 제시되지 않아 불확실성이 존재하는 것으로 판단됨
- 주관부처는 20개 기업의 참여의향서를 접수하고, 약 86.5억 원의 민간재원 조달이 가능한 것으로 제시함

<표 10> 참여의향서 제출 기업 재무 및 연구개발투자 현황

(단위: 천 원)

기업명	기업규모			연구개발투자		민간부담금
	종업원	매출액	이익	연구원	연구비	
(주)비엔티	10	614,737	66,276	6	266,152	1,089,800
(주)네스엔텍	9	1,358,189	78,721	7	1,000,000	287,000
매피스 엔지니어링	43	3,178,332	188,654	6	300,000	345,000
네이버시스템(주)	395	66,168,868	1,960,170	25	1,540,000	4,359,200
백산에스엔케이	8	1,726,944	132,919	7	258,000	228,000
씨드로닉스(주)	6	107,271	-552,102	4	200,000	133,000
(주)에이에이티	9	1,165,742	345,360	3	600,000	235,000
오션테크(주)	31	13,547,274	658,308	5	400,000	392,000
엠디시스템(주)	3	3,096,951	-2,294			132,000
(주)올브릿지	5	79,562	-131,397			40,000
(주)요타오션	2	273,048	2,712			50,000
용비에이티(주)	7	741,888	10,153			50,000
(주)유에스티21	94	11,678,580	972,970	19	659,000	385,000
(주)이오브이올트라소닉스	5	651,983	53,511			65,000
(주)일렉오션	22	2,486,692	245,461	5	169,360	153,000
지마텍(주)	16	1,649,692	414,196			120,000
케바드론	5	402,958	-151,212	2	200,000	85,000
(주)김스유비큐	15	3,711,570	-1,110,418	6	584,000	120,000
(주)환경과학기술	63	6,143,650	375,999			235,000
라이카지오시스템즈	18	16,667,800	480,190			145,000

출처 : 추가제출보완자료

- 그러나, 기업의 규모 및 연구개발 투자 대비 동 사업에 대한 투자금액이 과다하게 제시된 부분이 발견되는 등²⁸⁾ 민간재원 조달 계획의 적절성이 부족함

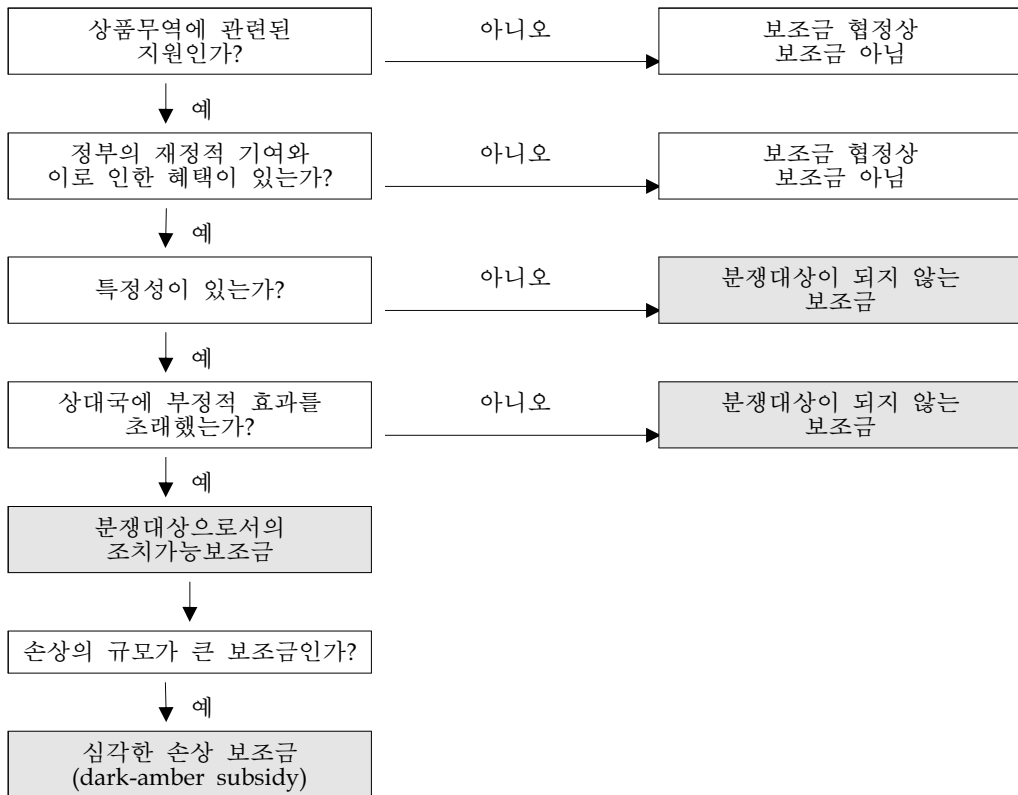
28) 예, (주)비엔티, 매피스 엔지니어링, 네이버시스템(주) 등은 기존 연구개발투자 보다 많은 금액을 동 사업에 투자할 계획을 제시하고 있으며(비엔티의 경우 민간부담금이 기업의 매출액보다 큼), 엠디시스템(주), (주)올브릿지, (주)요타오션 등은 연구인력이나 연구개발투자 이력이 없어 민간재원 조달 계획의 적절성이 미흡함

나. 법·제도적 위험요인

(1) 국제협약

□ WTO 보조금협정에서 규정하고 있는 조치가능보조금에 해당한다고 보기 어려워 국제협약에 따른 분쟁 발생 가능성은 크지 않은 것으로 판단됨

○ 주관부처는 동 사업은 해양 환경변화 대응력 향상을 위한 국가의 공익활동 수행을 목적으로 스마트 해양예측 기술개발을 추진하고 있어 WTO 보조금협정에서 따른 금지 및 조치 가능 보조금에 해당하지 않는다고 설명함



[그림 10] WTO 조치가능보조금 분석틀

출처 : 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)

○ 동 사업을 통해 개발된 기술이 다양한 정보서비스로 상품화될 가능성이 일부 존재하나, 상품무역 관련성, 상대국에 대한 부정적인 효과, 손상의 규모 등을 고려해 볼 때 분쟁의 가능성은 크지 않은 것으로 판단됨

(2) 연구개발사업 관련 법·제도 등

- 스마트 해양 예측 및 관측 기술을 개발하는 등 사업의 국내 연구개발사업 관련 법·제도 위함요인은 크지 않으나, 데이터 관련 법령 등에 대한 위배 가능성 검토 및 대책 마련이 필요한 것으로 판단됨
- ‘기상법’ 및 ‘해양조사와 해양정보 활용에 관한 법’에 따라 예보·특보 항목²⁹⁾을 제외한 해양재난재해 예측 연구와 정보시스템의 구축이 가능함
 - ‘기상법(2017.4.18. 일부개정) 제13조①항에 따라 예보·특보 항목을 제외한 해양예측 정보는 해양수산부에서 생산·활용이 가능함³⁰⁾
 - 해양수산부는 ‘해양조사와 해양정보 활용에 관한 법(해양조사정보법, 2020.2.18. 제정)’에 따른 해양조사, 관측, 예측정보시스템 구축 및 해양재난재해 예측 관련 업무의 주관부처임
 - 해양수산부장관은 ‘해양수산물과학기술 육성법(해양수산물과학기술법, 2020.3.24. 일부개정) 제8조 및 ‘해양조사와 해양정보 활용에 관한 법’ 제12조에 따라 해양조사의 발전을 위한 해양조사 연구·개발의 추진과 예산지원이 가능함
- 다양한 해양예측 관련 데이터의 수집 및 연계·활용을 포함하는 연구개발 수행 시 데이터 3법³¹⁾ 등 관련 법령의 위반 가능성 검토 및 대책 마련이 필요함
 - 동 사업은 다수의 기관과 정보공유 및 전달체계를 포함하고 있어 데이터 3법 중 ‘정보통신망법(2020.6.9. 타법개정)’에서 규정하고 있는 침해사고 관련 대책의 마련이 필요함
 - ‘전자정부법’ 제45조③항에 따라 행정기관 등의 장이 정보시스템을 구축·운영함에 있어서 준수해야 할 ‘행정기관 및 공공기관 정보시스템 구축·운영 지침(2019.8.23.)’ 제8조(보안성 검토 및 보안관리)³²⁾ 관련 대책의 마련이 요구됨

29) 호우, 대설, 폭풍해일, 태풍, 강풍, 풍랑, 황사, 건조, 한파, 폭염

30) 법률 제정 시 기상청과 해양수산부의 업무분장 합의(2016.11월)에 따라 해양예측정보의 생산과 해양 재해 예방·대응 관련 업무는 해양수산부의 역할로 규정함(추가제출보완자료 p.16)

31) 데이터경제 3법이라고도 하며 개인정보 보호법(2020.2.4. 일부개정), 정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률(정보통신망법), 신용 정보의 이용 및 보호에 관한 법률(신용정보법, 2020.6.9. 타법개정) 개정안을 포함하며, 동 사업은 해양 관측 데이터의 수집·관리 및 전송하나 개인정보 및 신용정보는 포함하지 않아 ‘개인정보보호법’ 및 ‘신용정보법’ 위배 가능성은 크지 않은 것으로 판단됨

32) 제8조(보안성 검토 및 보안관리) ① 행정기관등의 장은 정보시스템을 신·증설하는 경우 ‘국가 정보보안 기본지침’ 제14조부터 제19조까지에서 규정한 보안성 검토를 이행하여야 한다.

제 4 장 경제적 타당성 분석

1. 비용추정

가. 총사업비 구성

- 동 사업은 8년간 총사업비 1,698억 원(연평균 약 212.2억 원) 규모로 추진되며, 이 중 국고는 1,612억 원, 민간재원은 86억 원이 투자될 계획임

<표 11> 스마트 해양예측 기술개발사업 연도별/자원별 투자현황

(단위: 억 원)

과제	재원	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	계
(1-1) 전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합 예측시스템	정부	27	38	40	40	37	33	27	26	268
	소계	27	38	40	40	37	33	27	26	268
(1-2) 인공지능 기반 해양변동 예측기술 개발	정부	11	13	14	14	13	12	10	9	96
	소계	11	13	14	14	13	12	10	9	96
(1-3) 초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 및 활용기반 구축	정부	5	227	26	25	26	28	248	33	618
	소계	5	227	26	25	26	28	248	33	618
(2-1) 예측정확도 향상을 위한 스마트 해양 그리드 관측체계개발	정부	36	94	76	55	57	21	10	10	360
	민간	4	6	5	3	5	5	2	2	32
	소계	40	100	81	58	62	26	12	12	392
(2-2) 스마트 해양 그리드 관측체계 통합 운영 및 활용정책 개발	정부	8	9	9	9	9	9	8	8	68
	소계	8	9	9	9	9	9	8	8	68
(3-1) 스마트 해양 그리드 정보서비스 솔루션 개발	정부	13	10	11	12	11	12			69
	민간	4	4	4	3	4	4			23
	소계	17	14	15	15	15	16			92
(3-2) 스마트 해양 그리드서비스 통합 플랫폼 개발	정부	8	9	12	12	12	12	15	15	95
	민간	3	2	4	4	4	4	5	5	31
	소계	11	11	16	16	16	16	20	20	126
(4-1) 스마트 해양 예측기술 사업단	정부	3	4	4	5	6	5	6	5	38
	소계	3	4	4	5	6	5	6	5	38
합계	정부	111	404	192	172	171	132	324	106	1,612
	민간	11	12	13	10	13	13	7	7	86
	소계	122	416	205	182	184	145	331	113	1,698

출처 : 기획보고서 재구성

나. 총사업비 검토

(1) 연구개발비

□ 사업의 복잡성 등으로 인해 예산의 적절성을 판단하기에 한계가 있으나, 세부과제별 연평균 예산은 유사 연구개발사업의 과제와 비교하여 다소 큰 것으로 분석됨

○ 세부과제별 연평균 연구개발 예산은 1,117백만 원으로 스마트 해양예측 관련 정부 연구개발사업의 과제당 연평균 예산인 619백만 원의 약 1.8배로 조사됨³³⁾

<표 12> 스마트 해양예측 관련 사업 연구개발비 현황

(단위: 백만 원)

부처명	사업명	과제수	총사업비 ³⁴⁾
해수부	해양과학조사 및 예보기술개발	26	20,014
기상청	기상·지진See-At기술개발연구 (기상관측/기상예보 분야별 목적형 기초기술 개발)	19	3,238
기상청	수치예보·지진업무지원및활용연구 (수치예보 지원 및 활용기술 개발)	3	5,874
기상청	한국형수치예보모델개발	2	8,844
과기부	재난안전플랫폼기술개발 (재난정보공유/예정보 및 상황전파 플랫폼 개발)	9	4,586
기타(유사과제 ³⁵⁾)		48	23,781

○ 그러나, 유사과제를 토대로 비용을 유추하는 ‘유사사례분석’의 적용은 사업의 복잡성을 고려해 볼 때 주관적인 비용추정이 될 가능성을 배제하기 어렵다고 판단됨

- 그 외, 내역사업별 세부활동의 구체성이 명확하지 않은 상황에서 비용추정의 대상을 요소별로 나누어 해당 구성요소의 비용을 추정하여 이들을 취합해 나가는 상향식 접근방법을 적용하기에도 한계가 있음

○ 적정 연구개발비의 산정을 위해서는 사업목표와의 부합성을 중심으로 과제 추진의 적절성과 연구내용 및 유사·중복 기능성 등에 대한 종합적인 고려가 요구됨³⁶⁾

33) 주관부처는 과제수준으로 8개의 세부활동을 제시하였으나, 유사과제의 범위 및 내용 등을 고려해 볼 때 19개 세부과제와의 규모 비교가 보다 적절하다고 판단됨

34) 2019년 조사분석데이터(KISTEP, 2020) 기준 대상 사업의 총연구비(정부연구비 + 민간연구비)를 도출함

35) NTIS 과제별 키워드(예, 과제1-1-1 : 전지구 통합모델링, 해양관측 동화기술, ensemble system, ocean observation data assimilation 등 16개 사용) 검색 및 2019년 조사분석데이터(KISTEP, 2020) 기준 과학기술 표준분류 중 관련 분야의 유사과제를 추출함

(2) 장비도입비

□ 스마트 해양예측 기술개발사업의 장비도입비용은 18,276백만 원이 적정한 것으로 조사됨³⁷⁾

○ 주관부처는 스마트 해양예측 기술개발사업의 장비도입비용으로 24,367백만 원을 제시하였으나 사업부합성 및 적정규모 검토결과 6,091백만 원이 감소함³⁸⁾

<표 13> 스마트 해양예측 기술개발사업 장비도입비 비교

(단위: 백만 원)

장비번호	장비명	수량적정성		비용적정성		신청금액	조정금액
		신청	조정	신청	조정		
과제1-3-001	초고성능 컴퓨터(HPC)	1	1	13,431	10,602	13,431	10,602
과제1-3-002	자료 저장용 스토리지	1	1	3,850	2,450	3,850	2,450
과제1-3-003	초고성능 컴퓨팅 시스템 냉각기	1	1	900	897	900	897
과제2-1-001	광역 표층해류 관측시스템(HF-Rader)	3	1	203	203	609	203
과제2-1-002	무인선(Unmanned Vehicle)	7	7	302	150	2,114	1,050
과제2-1-003	자동수중무인이동체	3	3	401	305	1,203	915
과제2-1-004	수중 글라이더	3	3	400	381	1,200	1,143
과제2-1-005	유선형 드론	1	1	680	680	680	680
과제2-1-006	수중음향통신모뎀	4	4	50	50	200	200
과제2-1-007	벡터 신호 발생기	2	2	90	68	180	136
합계		26	24	20,307	15,786	24,367	18,276

- 주관부처는 과제 1-3(초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 구축)에 3개 장비와 과제 2-1(스마트 해양 그리드 관측체계 개발)과제에 7종의 장비를 도입할 계획을 제시함
- 장비도입의 적정성을 검토한 결과 광역 표층해류 관측시스템(HF-Rader)의 수량 및 초성능 컴퓨터 등 7종의 장비에 대한 비용의 조정이 필요한 것으로 분석됨

36) 동 예비타당성조사에서는 과학기술적 타당성 부분에서 세부활동 구성 및 내용의 적절성과 함께 규모에 대한 분석을 수행함

37) 도입비용 5천만 원 이상 10종, 26개 장비에 대한 사업부합성 및 적정규모에 대한 검토를 국가연구개발시설 장비진흥센터(NEFC)에 위탁하여 부합성, 적정성, 중복성, 적합성 항목에 대한 검토를 진행함

38) 단, 이 수치는 원안의 비용적정성을 제시한 것으로 과학기술적 타당성 검토 결과에 따라 추가적인 조정이 발생할 수 있으며, 과제1-3-003 장비의 100만 원 이하 금액은 반올림함

(3) 사업운영비

- 연구과제 관리를 위한 사업단 운영비 산정의 적절성을 판단하기 어려우며, 사업단 과제 구성의 타당성이 미흡함
- 주관부처는 사업단 과제 4-1(내역사업 관리 및 현업화 지원과 예측기술 품질관리)을 제시하고, 총사업비의 2.2%에 해당하는 38억 원을 사업단 운영비로 산정함

<표 14> 연도별 사업단 운영비

(단위: 백만 원)

세부과제	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	합계
4-1-1(내역사업관리 및 현업화 지원)	300	400	400	300	400	300	400	300	2,800
4-1-2(예측기술 품질관리)				200	200	200	200	200	1,000
합계	300	400	400	500	600	500	600	500	3,800

출처: 추가제출보완자료 재구성

- 추가제출자료(p.159)에 인건비 11억 원, 연구장비재료비 2억 원, 연구활동비 10억 원, 연구과제추진비 3억 원, 연구수당 2억 원, 간접비 5억 원의 항목별 사업단 운영비를 제시하였으나 총액이 33억 원으로 일치하지 않는 오류가 발견됨
- 총 66명(연평균 8.3명)의 투입 인원과 13억 원의 인건비(1인당 연평균 17백만 원), 장비구축비(1억 원) 등을 제시하였으나 사업단의 인적 구성은 제시되지 않았음
- 사업단의 구성 및 활동에 관한 구체적인 계획의 제시가 미흡하여 사업운영비의 적절성을 판단하기 어려우며, 사업단 과제 구성의 타당성이 부족함
 - 사업운영비 2.2%는 17개 전문기관 기획평가관리비 평균 3.1% 및 해양수산과학기술진흥원 평균 5.6%에 비해 낮은 금액으로 조사되었으나³⁹⁾, 사업단 운영계획의 제시가 미흡하여 적절성을 판단하기 어려움
 - 세부과제 4-1-1(내역사업 관리 및 현업화 지원)의 내역사업 관리 부분과 세부과제 4-1-2(예측기술 품질관리)는 내역사업 및 과제의 기본 업무로 사업단에서 수행해야 하는 타당성이 미흡함

39) 연구관리전문기관 현황조사 분석결과(KISTEP, 2018); 제1차 전문기관 효율화 포럼: 혁신성장 시대, 전문기관이 나아가야 할 방향과 역할(2017.12.20.) 발표자료

다. 총사업비 및 총비용 추정

(1) 총사업비 추정

- 사업계획의 원안이 추진된다는 가정 하에 총사업비는 163,709백만 원으로 추정함
- 총사업비는 연구개발비 141,633백만 원, 장비도입비 18,276백만 원, 사업운영비 3,800백만 원으로 구성됨

<표 15> 스마트 해양예측 기술개발사업 총사업비

(단위: 백만 원)

세부과제	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	합계
연구개발비	11,099	39,529	818	16,998	17,097	13,396	31,896	10,800	141,633
장비도입비	686	1,534	14,470	531	455	300	300		18,276
사업운영비	300	400	400	500	600	500	600	500	3,800
합계	12,085	41,463	15,688	18,029	18,152	14,196	32,796	11,300	163,709

(2) 총비용 추정

- 총비용은 명목가치 기준 196,577백만 원, 현재가치 기준 141,925백만 원으로 분석됨
- 연구개발비는 주관부처가 제시한 141,633백만 원을 적용함
- 장비구축·운영비는 장비도입비, 초고성능 컴퓨터 이전비, 장비교체비, 장비운영비 등 총 51,144백만 원이 산정됨⁴⁰⁾
- 장비도입비는 예비타당성조사의 분석에 따른 18,276백만 원을 적용함
 - 주관부처는 초고성능 컴퓨터를 한국해양과학기술원에서 설치·연구 후 사업종료 시 운영기관인 국립해양조사원으로 이전·운영할 계획이므로 이에 필요한 이전 비용 1,150백만 원을 산정함⁴¹⁾
 - 초고성능 컴퓨터, 저장용 스토리지, 시스템 냉각기 등 3종의 장비에 대한 내용연수 (6년)⁴²⁾에 따른 장비교체비 및 잔존가치를 고려한 비용은 30,223백만 원으로 산정됨

40) 장비도입비 외 장비의 이전비, 교체비, 운영비는 국립해양조사원에 신규로 도입·보장되는 초고성능 컴퓨터 및 관련 장비 등 3종만의 비용을 산정함

41) 주관부처는 초고성능 컴퓨터와 관련 장비의 설치 공사비(기계, 전기, 통신, 소방) 1,150백만 원을 제시하였으나, 사업종료 후 장비의 이전 혹은 신규 도입을 위해서도 공사비가 소요되므로 동일한 비용을 산정함

<표 16> 스마트 해양예측 기술개발사업 장비 교체 비용

(단위: 백만 원)

구분	'30	'36	'42	합계
장비교체비	13,949	13,949	2,325	30,223

- 사업종료 후 회임기간(3년)과 편익기간(10년) 동안 추가적으로 발생하는 운영비용은 매년 115백만 원, 총 1,495백만 원으로 산정함

○ 사업운영비는 주관부처가 제시한 3,800백만 원을 적용함

<표 17> 경제성 분석을 위한 총비용

(단위: 백만 원)

연도	연구개발비	장비구축·운영비	사업운영비	명목가치	현재가치
2022	11,099	686	300	12,085	10,590
2023	39,529	1,534	400	41,463	34,769
2024	818	14,470	400	15,688	12,589
2025	16,998	531	500	18,029	13,844
2026	17,097	455	600	18,152	13,339
2027	13,396	300	500	14,196	9,982
2028	31,896	300	600	32,796	22,069
2029	10800	1,150	500	11,300	7,276
2030		15,214		15,214	9,375
2031		115		115	68
2032		115		115	65
2033		115		115	62
2034		115		115	59
2035		115		115	57
2036		14,064		14,064	6,655
2037		115		115	52
2038		115		115	50
2039		115		115	48
2040		115		115	46
2041		115		115	44
2042		2,440		2,440	887
합계	141,633	51,144	3,800	196,577	141,925

42) 내용연수 [시행 2018.10.5.] [조달청고시 제2018-14호, 2018.9.27., 일부개정]의 관련 물품을 참고함

2. 편익추정

가. 주관부처의 편익추정

- ☐ 주관부처는 동 사업의 편익으로 가치창출 편익과 피해비용저감 편익을 추정 후 합산하여 제시함⁴³⁾
- ☐ 시장수요접근법을 활용한 가치창출 편익과 피해비용저감 편익의 편익산출식을 다음과 같이 제시함
 - 가치창출 편익: 해양예측 시장규모 × 사업기여율 × R&D기여율 × 사업화성공률 × 부가가치율
 - 피해비용저감 편익: 해양재난재해 피해규모 × 사업기여율 × R&D기여율 × 사업화성공률 × 피해저감기여율
- ☐ 미래 시장규모 및 해양재난재해 피해규모의 산정을 위해 해양예측 시장규모와 해양재난재해 피해액을 산정하여 제시함
 - 미래 시장규모: ‘해양산업통계조사(해양수산부, 2020)’ 중 기타 해양기기장비 제조산업의 규모와 ‘2020년 기상산업 실태조사(기상청, 2020)’ 중 기타 기상 관련 서비스업⁴⁴⁾의 규모를 활용하여 선형추세분석을 통해 시장규모를 산출함
 - 해양재난재해 피해규모: ‘2020년 국가안전관리 집행계획(해양수산부, 2020)’의 해양재난재해 현황을 활용하여 선형추세분석을 통해 피해의 규모를 산출함
- ☐ 사업기여율: 유사과제 검색을 통해 유사과제 추출하여 정부투자액을 조사 후 ‘2017년도 연구개발활동조사보고서(KISTEP, 2018)’의 정부 대비 민간 투자 비율을 적용하여 42.4%를 제시함
- ☐ R&D기여율: ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)’에 따라 35.4%를 적용함
- ☐ 사업화성공률: ‘2016년도 성과활용현황조사 분석보고서(한국산업기술진흥원, 2017)’

43) 기획보고서에서는 해양수산분야 예비타당성조사 사례 등을 참고하여 부가가치창출 편익 외 진술선호접근법(stated preference)인 CVM(contingent valuation method, 가상가치평가법) 방법론을 활용한 편익을 제시하였으나, 동 사업은 유사시장을 활용하여 편익의 산출이 가능하여 주관부처와 논의 후 선행 예비타당성조사와 동일하게 부가가치창출 편익을 중심으로 경제성분석을 수행함

44) 기상 관련 손해보험업(기상악화로 인해 여객, 화물, 농업 등에 발생하는 경제적 손실에 대한 보험업무를 수행하는 산업 활동)으로 대상시장으로서의 타당성이 부족한 것으로 판단됨

- 의 기계·소재, 전기·전자 사업화 성공률 산술평균 44.6%를 제시함
- 최근 자료인 '2018년도 성과활용현황조사 분석보고서(한국산업기술진흥원, 2020)'에 따르면 52.5%로 산출됨
 - 부가가치율: '2017년 산업연관표(한국은행, 2019)'의 22개 관련 산업⁴⁵⁾ 부가가치율 평균 40.6%를 제시함
 - 피해저감기여율: '제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획(해양수산부, 2018)'의 공공 분야 해양사고 저감목표인 30%를 적용함
 - 공공분야 해양사고 저감목표가 동 사업을 통해서 개발되는 해양예측기술이 해양사고 피해저감에 기여하는 정도를 의미하는 것이 아니므로 공공분야 해양사고 저감 목표 30%를 피해저감기여율로 활용하는 것은 논리적 타당성이 부족함
 - 편익기간: 선행 예비타당성조사의 특허조사를 통해 도출된 기술수명주기 10년을 동일하게 적용함
 - 기준연도: '예비타당성조사 수행 총괄지침(기획재정부, 2020)' 제49조(분석기준일 및 분석기간)에 따라 동 사업의 예비타당성조사 착수 전년도인 2019년으로 함
 - 사회적 할인율: '예비타당성조사 수행 총괄지침(기획재정부, 2020)' 제50조(사회적 할인율)에 따라 4.5%를 적용함
 - 주관부처는 부가가치창출 편익과 해양재난재해 피해비용저감 편익을 산정하여 동 사업의 비용편익비율(B/C ratio)로 0.61을 제시함

<표 18> 주관부처의 비용편익비율 요약

구분	가치창출 편익	피해비용저감 편익	합계
B/C ratio	0.44	0.17	0.61

출처: 추가제출자료보완 재구성

45) 컴퓨터, 컴퓨터 기억장치, 컴퓨터 주변기기, 기타 무선통신장비 및 방송기기, 측정 및 분석기기, 기타 광학기기, 변압기, 전기변환장치, 전기회로 개폐 및 접속장치, 배전반 및 전기자동 제어반, 산업용 로봇, 기타 특수 목적용 기계, 강철제 선박, 기타 선박, 선박 수리 및 부분품, 기타 운수장비, 무선 및 위성 통신서비스, 유선·위성 및 기타방송서비스, 정보제공서비스, 소프트웨어 개발 공급, 연구개발(국공립), 연구개발(비영리)

나. 예비타당성조사의 편익추정

- 동 사업의 편익추정을 위해 사업의 목표, 수혜자, 자료의 가용성 등을 종합적으로 고려하여 주관부처가 제시한 시장수요접근법을 활용한 가치창출 편익과 피해비용저감 편익을 산출함⁴⁶⁾
- 미래 시장규모 및 해양재난재해 피해규모의 산정을 위해 해양예측 시장규모와 해양재난재해 피해액을 산정하여 제시함
 - 미래 시장규모: ‘해양산업통계조사(해양수산부, 2020)’ 중 기타 해양기기장비 제조산업⁴⁷⁾의 규모와 ‘2020년 기상산업 실태조사(기상청, 2020)’ 중 기상 관련 전문 기술 서비스업과 기상 관련 정보서비스업의 규모를 활용하여 선형추세분석을 통해 시장규모를 산출함
 - 해양재난재해 피해규모: 정보서비스의 기여가 적절히 인정된다는 전제하에, ‘2020년 국가안전관리 집행계획(해양수산부, 2020)’의 해양재난재해 현황을 활용하여 선형추세분석을 통해 피해의 규모를 산출함⁴⁸⁾
- 사업기여율: 스마트 해양예측 관련 연구개발투자에서 동 사업이 차지하는 비율을 조사하여 30.2%로 산정함
 - 사업기여율 = 동 사업 투자 / {동 사업 투자 + (정부 투자 + 민간 투자)}
 - ‘2021년 정부연구개발 투자방향 및 기준(국가과학기술자문회의, 2020)’의 기후·기상 분야 정부 대비 민간 투자 비율 0.1을 적용하여 민간 투자 규모를 산정함
- R&D기여율: ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)’에 따라 35.4%를 적용함

46) 동 사업의 편익은 해양사고의 예방 등에 기여할 수 있는 해양예측 관련 시장에서 사전적인 발생하는 가치창출 편익과 해양재난재해로 인해 발생하는 피해의 규모를 줄임으로써 사후적으로 발생하는 피해비용저감 편익으로 구분하여 산정 후 합산함

47) 기상산업 중에도 하위 분야에 ‘기상 기기, 장치 및 관련 제품 제조업’이 포함되어 있으나, 주로 대기 중에서 발생하는 기상 현상을 관측하는 용도의 제품이 해당하여 주관부처 및 선행 예비타당성조사와 같이 ‘기타 해양기기장비제조산업’ 통계자료를 활용함

48) 주관부처는 태풍 피해(선박, 항만, 어항, 수산증·양식, 어망·어구), 이안류 피해, 대규모 해양오염, 고수온 피해, 적조 피해, 지진 피해, 어선원 및 어선 보험금, 양식 보험금, 어업인 안전 보험금, 해양사고 등 10개 항목의 피해비용저감 편익을 산정하여 제시하였으나, 예비타당성조사에서는 경제적 환산 불가(이안류 피해, 대규모 해양오염), 동 사업과의 직접 연관성 미흡(지진 피해, 해양사고), 발생원인 불특정으로 인한 연관성 확인 불가(보험금) 등의 이유로 동 사업과 관련성이 큰 태풍 피해, 고수온 피해, 적조 피해 등 3개 항목의 피해비용저감 편익을 산정하여 비용편익분석에 반영함

- 사업화성공률: '2018년도 성과활용현황조사 분석보고서(한국산업기술진흥원, 2020)'의 기계·소재(53.7%) 정보통신(52.1%)과 지식서비스(48.2%)의 사업화 성공률 산술평균 51.3%를 적용함
- 부가가치율: '2017년 산업연관표(한국은행, 2019)' 중 기타 무선통신장비 및 방송장비(20.7%), 측정 및 분석기기(33.4%), 정보제공서비스(50.3%), 기타IT서비스(49.7%)의 기본부문 부가가치율 평균 38.5%를 적용함
- 피해저감기여율: 예측정확도 1% 상승 시 피해저감율이 2% 상승한다는 연구결과⁴⁹⁾에 따라 동 사업의 예측정확도 7%(78% → 85%) 향상 목표에 따라 14%를 적용함
- 편익 회임기간: 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)에 따라 응용·개발연구의 회임기간 3년을 적용함⁵⁰⁾
- 편익기간: 선행 예비타당성조사의 특허조사를 통해 도출된 기술수명주기 10년을 동일하게 적용함
- 기준연도: '예비타당성조사 수행 총괄지침(기획재정부, 2020)' 제49조(분석기준일 및 분석기간)에 따라 동 사업의 예비타당성조사 착수 전년도인 2019년으로 함
- 사회적 할인율: '예비타당성조사 수행 총괄지침(기획재정부, 2020)' 제50조(사회적 할인율)에 따라 4.5%를 적용함

49) 지식기반으로서 슈퍼컴퓨팅 사업의 경제적 효과분석(박국흠·김종선, 한국정책학회 동계학술발표논문집 pp.105-130, 2001); 현업 해양예측시스템 구축을 위한 기획연구(기상청, 2011) 재인용

50) 주관부처는 선행 예비타당성조사 결과 등을 근거로 과제 3-2-2(스마트 해양 그리드 서비스 플랫폼 개발)가 착실히 수행되면 관련 효과가 나타난다는 가정하에 별도의 회임기간을 설정하지 않았으나, 예비타당성조사에서는 사업 종료시점의 기술성숙도(과제 3-1/3-2 = TRL 7) 등을 고려하여 응용·개발연구의 회임기간 3년을 적용함

<표 19> 기획보고서와 예비타당성조사의 편익추정 방안 비교

항목	기획보고서 ⁵¹⁾	예비타당성조사
편익항목	• 해양예측시장 가치창출 편익 • 해양재난재해 피해비용저감 편익	좌동
미래 시장규모	해양예측시장	좌동
피해규모	해양재난재해 10개 항목	해양재난재해 3개 항목
사업기여율	42.4%	30.2%
R&D기여율	35.4%	좌동
사업화성공률	44.6%	51.3%
부가가치율	40.6%	38.5%
피해저감기여율	30.0%	14.0%
편익 회입기간	-	3년
편익기간	10년	좌동
기준연도	2019년	좌동
사회적 할인율	4.5%	좌동

□ 총비용은 명목가치 기준 135,346백만 원, 현재가치 기준 59,577 백만 원으로 분석됨

<표 20> 동 사업 편익추정 결과

(단위: 백만 원)

연도	명목가치	현재가치
2033	11,155	6,023
2034	11,684	6,037
2035	12,213	6,039
2036	12,741	6,029
2037	13,270	6,009
2038	13,799	5,979
2039	14,328	5,941
2040	14,857	5,895
2041	15,386	5,842
2042	15,914	5,782
합계	135,346	59,577

51) 기획보고서의 내용에 더하여 주관부처가 예비타당성조사 과정에서 추가로 제출한 수정·보완 사항을 반영함

3. 경제성 분석

□ 동 사업 원안에 대한 비용편익 분석 결과, 비용편익비율(B/C)은 0.42로 추정됨

○ 순현재가치(NPV)는 -82,348백만 원으로 조사됨

<표 21> 예비타당성조사 편익추정 결과

(단위: 백만 원)

총비용 현재가치	총편익 현재가치	B/C	NPV
141,925	59,577	0.42	-82,348

제 5 장 결론 및 정책제언

1. 결론

- ☐ 해양 환경변화 및 재난재해로 인한 피해 증가와 미래 해양산업 기반조성을 중심으로 해양 분야가 당면한 문제/이슈가 대체로 적절하게 발굴됨
- ☐ 해양 예측, 관측, 정보서비스 기술개발 사업의 필요성이 존재하나, 하나의 대형사업으로 추진되어야 하는 근거의 논리적인 제시가 미흡함
- ☐ 사업목표를 통해 달성하고자 하는 효과를 표현하는 정량목표의 체계적이고 논리적인 제시가 미흡함
- ☐ 사업의 목표, 단계별 성과목표, 성과지표의 논리적 연관성이 명확하게 제시되지 않았으며, 사업목표 달성 정도를 측정하기 위한 성과지표의 적절성이 부족함
- ☐ 기획 추진체계의 구성 및 운영과 수요조사 및 우선순위 설정의 체계적인 접근이 다소 미흡함
- ☐ 세부활동의 내역사업별 연계, 과제 구성, 연구의 내용 및 규모, 기간 및 선후관계의 설정 부분에서 미흡한 점이 발견됨
- ☐ 선행사업의 성과 및 한계에 대한 체계적인 분석이 부족하며, 사업의 내용과 구분되는 차별화된 전략의 제시가 미흡함
- ☐ 상위계획과의 부합성은 필수계획 및 선택군 계획에서 모두 적절한 것으로 조사됨
- ☐ 추진체계는 대체로 적절하게 제시되었으나 실질적인 성과 창출을 위해서는 지속적인 개선이 필요함
- ☐ 정부재원 규모는 조달 가능한 수준이나 민간재원의 조달 계획은 불확실성이 잔존함
- ☐ 국제협약 및 연구개발사업 관련 법·제도적 위험요인은 크지 않으나 데이터 관련 법령 등에 대한 위배 가능성 검토 및 대책 마련이 필요함

- 편익항목의 도출 및 산출 과정에서 적용한 논리에서 미흡한 점이 발견되며, 경제성을 확보하지 못한 것으로 분석됨

<표 22> 예비타당성조사 결과

구분	사업계획서
총사업비(억 원)	1,698억 원(국고: 1,612, 민자: 86)
사업기간	2022년~2029년(8년)
B/C Ratio	0.42
AHP	0.337
비고	• 문제/이슈가 대체로 적절하게 도출되었으며 사업의 필요성이 존재하나, 하나의 사업으로 추진되어야 하는 근거의 논리적인 제시가 미흡함 • 사업 정량목표의 체계적이고 논리적인 제시가 부족하며, 단계별 성과의 질적 우수성을 평가하기 위한 성과지표 설정이 미흡함 • 선행사업의 성과 및 한계에 대한 체계적인 분석이 부족하며, 사업의 내용과 구분되는 차별화된 전략의 제시가 미흡함 • 상위계획과의 부합성은 적절한 것으로 조사되었으며, 추진체계는 대체로 적절하게 제시되었으나 성과창출을 위한 지속적인 개선이 필요함 • 정부재원 규모는 조달 가능한 수준이나 민간재원의 조달 계획은 불확실성이 잔존함 • 편익항목의 도출 및 산출 과정에서 적용한 논리에서 미흡한 점이 발견되며, 경제성을 확보하지 못한 것으로 분석됨

2. 정책제언

- 해양예측 및 관측 기술은 안전한 해양영토 활용을 통해 국민의 생명과 재산을 보호하는 공공적 역할이 큰 기술로서 내역사업 간 연계성 강화를 통한 정부차원의 추진이 필요함
 - 해양예측 정확도 향상을 위해 해양예측에 필요한 관측 데이터 확보, 예측시스템 개발, 시험 검증을 위한 연구개발 사업의 지속적인 추진이 필요함
 - 예측, 관측, 정보서비스 기술 개발이 하나의 사업으로 추진해야만 하는 근거 및 당위성을 확보하지 못했다는 지적에 대한 내역사업 간 연계방안의 구체화 및 시너지 창출 방안의 보완이 요구됨
 - 주관부처 단독 추진사업으로 사업의 규모는 크지 않으나 공공기술로 정부 추진의 필요성 및 정책적 타당성이 확보된 사업인 점을 고려하여 기존 사업의 연장선상에서 추진의 필요성이 존재함
- 기존 해양예측 및 관측 사업의 한계 및 이를 극복하기 위해서는 기존 사업에 대한 면밀한 분석을 통한 차별화된 고도화 전략의 제시가 필요함
 - 기존 사업의 문제 해결을 위한 달성 가능한 도전적인 목표의 설정, 사업목표와 세부활동의 논리적 연계 강화, 수요자의 요구사항 분석에 따른 정보서비스의 도출 및 이의 제공을 위한 예측·관측 기술개발을 위한 차별화된 전략의 도출이 요구됨
- 관계부처 및 관련 기관 등과의 연계·협력을 강화하여 실질적인 성과 창출이 이루어지도록 지속적인 노력이 필요함
 - 해양-기상 관련 부처 및 기관 등과의 연계협력을 통해 범정부 차원의 해양예측 기술개발을 추진하는 것이 바람직함
 - 국립수산물과학원, 해양경찰청, 해군 등 수요기관의 요구사항을 명확하게 도출하고 이를 기술개발에 반영하기 위한 지속적인 노력이 요구됨
 - 해양예측 정확도 향상을 위해서는 대용량 관측자료의 처리 및 수치모델링 작업에 필요한 '초고성능 컴퓨팅 시스템'의 구축이 요구되므로 대규모 정보화 사업 등으로 지원하고 연구개발사업과의 연계를 강화할 필요성이 있음

스마트 해양예측 개발사업

제 1 장 사업 개요 및 조사방법

제 2 장 기초자료 분석

제 3 장 과학기술적 타당성 분석

제 4 장 정책적 타당성 분석

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 6 장 종합분석 및 결론

제 1 장 사업 개요 및 조사방법

제 1 절 사업 개요

1. 일반사항

사업명	스마트 해양예측 기술개발사업
총사업비	1,698억 원(국고: 1,612, 민자: 86)
사업기간	2022년~2029년(8년, 3단계)
주관부처	해양수산부 해양영토과
주관기관	해양수산과학기술진흥원 연구기획실
최종목표	○ 사업비전: 안전하고 편리한 우리 해양영토 만들기 ○ 사업목표: 해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발 - 정량목표 1: 통합 예측시스템 구축을 통한 정확도 향상(85% 이상) - 정량목표 2: 예측시간 단축(4시간 이내) - 정량목표 3: 무인자율기반 스마트 해양관측 그리드 구축(17개 허브 구축)
추진체계	○ 예측기술 품질 관리 및 내역사업, 과제 간 기술교류와 연구성과 연계·지원을 위해 해양수산과학기술진흥원 내 총괄과제가 포함된 사업단을 운영

	○ 3개 내역사업, 8개 과제로 구성																							
	<table><tr><th>구 분</th><th>국고</th><th>민자</th><th>합계</th></tr><tr><td>스마트 해양 그리드 예측기술 개발(3개 과제)</td><td>967</td><td>21</td><td>988</td></tr><tr><td>스마트 해양 그리드 관측기술개발(2개 과제)</td><td>450</td><td>10</td><td>460</td></tr><tr><td>스마트 해양 그리드 정보서비스 기술개발 (2개 과제)</td><td>163</td><td>55</td><td>218</td></tr><tr><td>스마트 해양예측 기술개발사업 사업단(1개 과제)</td><td>38</td><td>0</td><td>38</td></tr><tr><td>스마트 해양예측 기술개발사업(8개 과제)</td><td>1,612</td><td>86</td><td>1,698</td></tr></table>	구 분	국고	민자	합계	스마트 해양 그리드 예측기술 개발(3개 과제)	967	21	988	스마트 해양 그리드 관측기술개발(2개 과제)	450	10	460	스마트 해양 그리드 정보서비스 기술개발 (2개 과제)	163	55	218	스마트 해양예측 기술개발사업 사업단(1개 과제)	38	0	38	스마트 해양예측 기술개발사업(8개 과제)	1,612	86
구 분	국고	민자	합계																					
스마트 해양 그리드 예측기술 개발(3개 과제)	967	21	988																					
스마트 해양 그리드 관측기술개발(2개 과제)	450	10	460																					
스마트 해양 그리드 정보서비스 기술개발 (2개 과제)	163	55	218																					
스마트 해양예측 기술개발사업 사업단(1개 과제)	38	0	38																					
스마트 해양예측 기술개발사업(8개 과제)	1,612	86	1,698																					
주요내용	- 내역사업 1(스마트 해양 그리드 통합 예측기술 개발) · 과제 1-1: 전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합모델링 및 예측시스템 개발 · 과제 1-2: 인공지능 기반 해양변동 예측기술 개발 · 과제 1-3: 초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 및 활용기반 구축 - 내역사업 2(스마트 해양그리드 관측기술 개발) · 과제 2-1: 예측정확도 향상을 위한 스마트 해양 그리드 관측체계 개발 · 과제 2-2: 스마트 해양 그리드 관측체계 통합운영 및 활용정책 개발 - 내역사업 3(스마트 해양 그리드 정보서비스 기술개발) · 과제 3-1: 스마트 해양 그리드 서비스 솔루션 개발 · 과제 3-2: 스마트 해양 그리드 서비스 플랫폼 개발 - 사업단 과제(스마트 해양예측 기술개발 사업단) · 과제 4-1: 핵심과제 관리와 연구성과 확산 지원 및 예측기술 품질관리																							
기대효과	○ 해양분야 4차 산업혁명 실현을 위한 기반기술 확보 ○ 해양재난·환경변화 정보전달기술 확보를 통한 대국민 신뢰도 향상 ○ 사용자 친화형 해양정보 기술을 통한 신산업 및 신규 일자리 창출 등																							

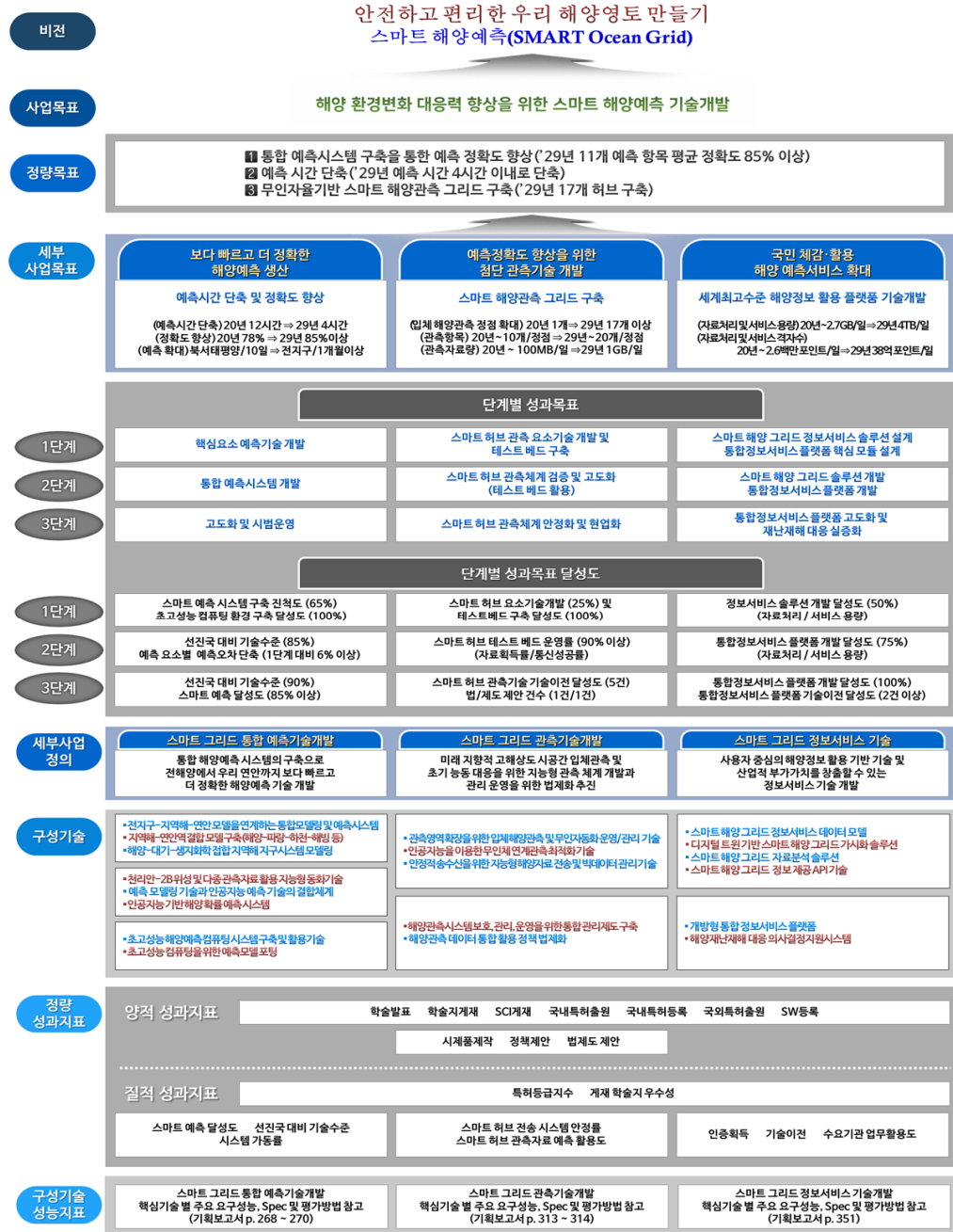
2. 추진배경 및 필요성

- 현재 우리 해양분야는 지속적으로 발생하는 재난재해로부터의 안전확보와 해양산업의 미래 기술산업으로의 전인이라는 국민적 기대에 직면하고 있음
- 해양분야는 신속한 재난재해 대응을 통한 ‘안전한 바다’의 구현 및 해운항만수산 전부분의 스마트화를 통한 ‘편리한 바다’의 구현이라는 요구에 직면하고 있음
- 대한민국의 차세대 먹거리인 미래 해양산업의 성공은 ‘해양수산 스마트화 전략’의 연계기술이자 기반기술인 스마트 해양예측 기술의 발전에 달려 있음
- 해양재난재해 담당부처인 해양수산부는 정부의 핵심 국정목표인 ‘국민의 안전’을 위한 해양환경 변화에 능동적으로 대응하고, 전국토의 디지털 뉴딜을 통해 한국판 뉴딜 종합계획에 부응하기 위해 동 사업을 기획함
- 해양환경 변화 및 해양 재난재해 대응력 강화와 차세대 먹거리 창출을 위한 해양산업의 신도약을 위해서는 고품질의 해양예측·관측 정보의 제공이 필요함
- 실시간 스마트 해양관측, 정확한 해양예측, 해양정보의 신속한 활용 등을 통해 해양환경 변화 및 재난재해 대응이 가능함
- 해양예측 기술의 이전 및 확장 시스템 개발을 통해 해양정보 신산업 기반의 구축 및 해양산업의 스마트화에 기여가 가능함

3. 추진경과

- ‘빅데이터 기반 해양변동예측기술개발사업’ 해양수산부 기획 연구사업 선정(‘17. 9월)
- 사업기획단 구성 및 위원회 운영(‘17. 11월 ~)
- 18년 4차 예비타당성조사 대상사업 선정 및 예비타당성조사 착수(‘19. 1월)
- 예비타당성조사 재기획 추진(‘19. 7월 ~)
- 수요기관 업무 협의 및 재기획 내용 점검(~ ‘20. 7월)
- ‘스마트 해양예측 기술개발사업’ 20년 3차 예비타당성조사 착수(‘20. 10월)

4. 사업개념



[그림 1-1] 사업 비전 체계도

출처 : 추가제출보완자료

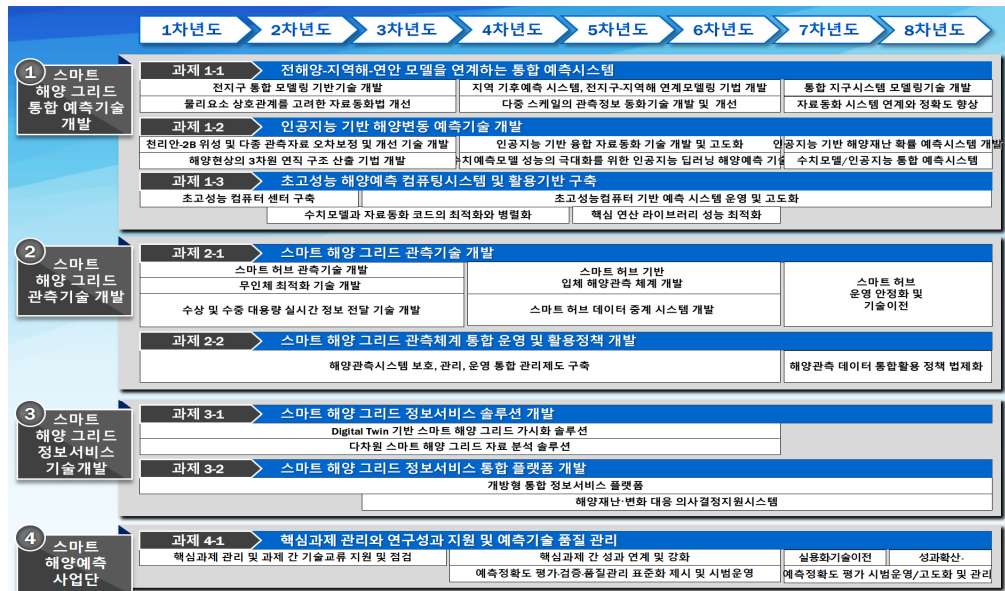
5. 사업규모

<표 1-1> 내역사업별 예산

(단위: 억 원)

내역사업	재원	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	계
스마트 해양 그리드 통합 예측기술개발	정부	43	278	80	79	76	73	285	68	982
	민간	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	소계	43	278	80	79	76	73	285	68	982
스마트 해양 그리드 관측기술개발	정부	44	103	85	64	66	30	18	18	428
	민간	4	6	5	3	5	5	2	2	32
	소계	48	109	90	67	71	35	20	20	460
스마트 해양 그 리드 정보서비스 기술개발	정부	21	19	23	24	23	24	15	15	164
	민간	7	6	8	7	8	8	5	5	54
	소계	28	25	31	31	31	32	20	20	218
스마트 해양 예측기술 사업단	정부	3	4	4	5	6	5	6	5	38
	민간	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	소계	3	4	4	5	6	5	6	5	38
합계	정부	111	404	192	172	171	132	324	106	1,612
	민간	11	12	13	10	13	13	7	7	86
	소계	122	416	205	182	184	145	331	113	1,698

6. 사업일정



[그림 1-2] 총괄 기술로드맵

출처 : 기획보고서 재구성

제 2 절 조사방법

1. 과학기술적 타당성 분석

- ☐ 주관부처에서 제출한 사업계획서의 내용을 기초로 문제/이슈 발굴의 적절성, 정부 R&D 사업 추진의 필요성을 평가하여 문제/이슈 도출의 적절성을 분석함
 - 문제와 이슈의 구조화 과정에서 현황 및 동향 분석을 통한 원인의 진단과 관련 분야의 전문가 의견이 충분히 반영되었는지 검토함
 - 문제와 이슈의 내용 측면에서 문제 해결의 대안으로서의 대규모 정부 R&D 사업의 추진 필요성 및 시급성을 검토함
- ☐ 사업목표 설정 근거의 적절성 및 목표 달성 가능성, 성과지표 설정의 적절성 및 객관적 측정 가능성을 분석함
 - 사업목표가 해결해야 할 문제와의 연관성을 가지면서, 사업 기간 내 달성 가능한 도전적인 목표로 설정되었는지 검토함
 - 사업목표의 달성 정도와 사업의 효과를 객관적으로 측정 가능한 사업의 성과지표가 설정되었는지 검토함
- ☐ 사업목표 달성을 위한 세부활동 도출 과정, 구성 및 내용, 목표수준 설정 근거, 기간 및 논리적 선후관계, 사업 추진전략의 적절성 등을 분석함
 - 기획 추진체계의 구성 및 수요조사와 우선순위 설정 과정을 분석하고 내역사업 및 과제의 구성 및 내용의 적절성을 검토함
 - 세부활동의 추진기간 설정에 대한 근거가 합리적인지 분석하고 세부활동의 선후관계와 연계의 적절성을 검토함
 - 사업 추진체계의 구성 및 역할 분담의 적절성을 분석하고 관리, 운영, 평가 규정 등의 부합성 및 추진전략의 적절성을 검토함

2. 정책적 타당성 분석

- ☐ 동 사업의 목표 및 세부활동과 관련된 상위계획과의 부합성을 검토하고, 주관부처의 추진의지 및 추진체제의 적절성을 분석함
- ☐ 동 사업과 유사·중복 가능성이 있는 사업 및 과제를 도출하고, 차별성 및 연계·활용 가능성을 판단하기 위해 목적, 내용, 지원 분야 및 대상을 비교·분석함
- ☐ 재원조달 가능성과 법·제도적 위험요인을 검토하여 향후 사업의 추진과정에서 발생할 수 있는 위험요인을 분석함

3. 경제적 타당성 분석

- ☐ 사업의 총사업비 산정 방법 및 규모의 적절성을 연구개발 세부활동별로 구분하여 점검한 후 각각의 적정 비용을 산출함
- ☐ 과제 추진의 적절성과 구체적인 연구내용을 종합적으로 분석하고, 해양예측 사업 및 운영 비용을 검토함
- ☐ 연구개발사업의 수행으로 인해 발생할 것으로 기대되는 편익이 합리적인 근거로 책정되었는지 분석함
- ☐ 동 사업의 효과가 반영될 수 있는 편익항목을 도출 후 예상되는 가치의 창출 및 비용의 저감을 편익으로 산정함
- ☐ 사업의 수행을 통해 경제적 타당성을 확보할 수 있는지 비용편익분석 기법을 활용하여 분석함

제 2 장 기초자료 분석

제 1 절 스마트 해양예측의 개념

1. 해양예측기술

가. 해양예측기술 개요

- 해양예측 기술은 자료동화, 수치모델을 이용하여 해양의 흐름과 물리적 현상을 예측하는 해양수치모델링 기법을 포함하며, 현재의 해양 상태로부터 미래의 해양상태를 계산하여 예측자료를 생산하고 해양 현상에 대한 이해와 분석에 활용됨
- 해양예측은 전처리과정, 수치모델, 후처리과정으로 구분될 수 있으며, 전처리과정은 관측자료 처리 및 자료동화 과정, 전처리과정에서 입력된 정보를 통해 해양을 예측하는 수치모델링, 모델 예측결과를 생산 및 가공하는 후처리과정으로 구성됨

나. 해양 수치모델 개요 및 종류

- 해양 수치모델링은 해양의 흐름과 해양의 물리적 현상을 예측하는 방법으로, 수치모델을 이용하여 현재의 해양상태로부터 미래의 해양상태를 계산하여 예측자료를 생산할 뿐만 아니라 해양 현상에 대한 다양한 이해와 분석 등에도 활용됨
- 수치모델이란 현재의 해양상태를 추정한 초기 분석장을 만들고 이를 통해 운동방정식, 열역학방정식, 연속방정식 등 많은 연립 미분방정식(역학과정)과 물리방정식(물리과정)의 해를 구하여 현재의 해양상태로부터 미래의 해양상태를 예측하는 소프트웨어의 집합체임
- 수치모델은 해수특성, 조석 및 조류 등 물리적 해양예측모델과 퇴적물 이동, 침식 등과 같은 지질학적 분야를 포함하는 모델, 엽록소 등 생태계 변수와 상호작용 등을 고려한 생태모델까지 다양함
- 해양수치모델의 종류로는 해양순환모델, 파랑모델, 해양 생지화학모델, 대기모델 등으로 구성됨

- 해양순환모델은 지구유체역학방정식의 일종인 해양원시방정식에 기반하여 수온과 염분, 해면고도와 해류의 변화를 수치적으로 구현하는 수치모델임
- 파랑모델은 대기 수치모델 예측자료(해상풍, 기압)를 활용하여 해상의 유의파고, 파향, 파주기 등 해상 상태를 예측하기 위한 수치모델임
- 해양생지화학모델은 해양에서 일어나는 식물플랑크톤과 동물플랑크톤에 의한 생물학적인 과정과 화학적인 과정을 수치적으로 구현하여 탄소순환을 포함한 물질순환을 모의하는 수치모델임
- 대기모델은 현재의 대기상태로부터 미래의 대기상태를 계산하여 예측자료를 생산하는 수치모델이며, 해양예측시스템에서는 해양에 영향을 주는 기상외력장(바람, 기온, 기압 등) 생산에 사용됨

다. 자료동화

- 해양에서의 자료동화(Data Assimilation)는 현재의 해양상태를 설명하기 위해 해양 관측자료를 사용하여 최적의 수치모델 초기자료를 생성하는 과정으로, 관측정보를 수치모델 역학 과정에 알맞은 형태로 격자화시키는 과정임

2. 해양관측기술

가. 해양관측 기술 개요

- 해양관측은 해양의 특성 및 그 변화를 과학적인 방법으로 관찰·측정하고 관련 정보를 수집하는 것을 의미하며⁵²⁾, 해양관측기술은 센서 및 활용 장비, 실험 등을 통해 해양관측 활동에 필요한 기술을 통칭함
- 해양관측은 조석·조류·해류·해양기상 등 해양의 특성 측정을 대상으로 하며, 해수의 운동 및 열적구조, 해양생물, 해수의 화학적 성질, 해저 지형 및 지질 구조, 지자기 측정을 주요 목적임
- 관측의 종류는 조석관측, 해수유동관측, 수온·염분관측, 파랑관측, 해양기상관측, 기본수준점조사, 바다갈라짐조사, 특별관측으로 구분됨⁵³⁾

52) 「해양조사와 해양정보 활용에 관한 법률」 제2조2항

53) 「국립해양조사원예규」 제103호 해양관측업무규정 제2조1항

<표 2-1> 해양 관측 종류별 관측항목

해양관측 종류	해양관측 대상 항목
조석관측	조위
해수유동관측	유향, 유속
수온·염분관측	파고, 파주기, 파향
파랑관측	수온, 염분
해양기상관측	풍향, 풍속, 기온, 기압
기본수준점조사	높이, 위치
바다갈라짐조사	조위, 지형높이, 사진촬영
특별관측	관측목적에 따라 정함

출처 : 「국립해양조사원예규」 제103호 해양관측업무규정 제4조

- 해양관측 분야는 최근 과학기술 발전에 따라 해수의 표층에서 해수중에 대한 관측, 해양 물리적 특성에서 생지화학적 관측 등 관측범위가 확대되는 추세임
- 최근 기술적인 진보에 힘입어 해양의 표층뿐만 아니라 해수중에 대한 부이 관측이 활성화되고 있으며, 해양의 물리적 특성에서 생지화화적인 특성까지 관측이 가능해짐에 따라 입체적인 해양을 이해할 수 있음
 - 예시로 개방형 해양 국제시스템인 OceanSITES⁵⁴⁾가 운영 중에 있음

나. 해양관측 방법에 따른 분류

- 해양관측은 관측 방법에 따라 선박 관측, 부이 관측, 관측소 관측 등으로 분류될 수 있음
- 선박을 활용한 해양관측은 선박의 항해를 통해 수심수온기록계(Expendable Bathy Thermograph, XBT)를 수중에 강하하고 수온을 측정하는 방법으로, 고전적인 해양관측 방법에 속함
- 해양관측부이는 해양에서 기상 및 해상상황을 자동 관측하기 위해 부이(buoy)에 각종 기상관측센서를 설치하여 무선통신으로 육상에 실시간으로 송·수신하는 기능을 가진 해양자동기상관측 방법⁵⁵⁾으로, 계류부이와 표류부이로 구분할 수 있음
 - 계류 부이(mooring buoy)는 다양한 해양 관측 장비를 로프로 부착시켜 바다 속에 안치시킨 후 특정 정점에서 해양 현상들을 측정할 수 있도록 하는 해양관측장비임
 - 표류 부이(drafting buoy)는 계류부이보다 상대적 가벼운 부표로, 설치 및 관리가

54) 대기-해양에서 해저까지 바다 전체의 수층을 모니터링하는 개방형 해양 국제시스템으로 장기간, 실시간, 고 해상도의 해양표면 및 수위면 관측 데이터를 제공함(출처 : OceanSITES(<http://www.oceansites.org/>))

55) 기상청 해양기상관측(<https://www.kma.go.kr/kma/biz/observation07.jsp>) 내용 재구성

어려운 먼 바다나 국가경계수역 등에 설치되어 관측자료를 생산하며, 태풍, 유류유출 등 긴급한 상황에서 활용됨

- 엘니뇨 현상으로 전지구 해양관측의 요구가 증대하며 관측 부이 네트워크의 중요성이 대두되었음
- '80년대 NOAA가 태평양 부이 네트워크인 TAO가 성공적으로 계류된 것을 필두로, '90년대 대서양의 PIRATA, 인도양의 RAMA 어레이가 구축됨⁵⁶⁾

○ 관측소를 통한 관측은 조위관측소, 해양관측소, 해수유동관측소로 구분될 수 있으며, 표층 및 내부 조석, 지진 및 기상 쓰나미, 표층 해류, 해양 소용돌이, 그리고 해양 기후변화 연구를 위한 기초자료 획득을 포함함

<표 2-2> 해양 관측 종류별 관측항목

관측시설	해양관측 대상 항목
조위관측소	조위, 수온, 염분, 해양기상
해양관측소	조위, 파랑, 해양기상
해수유동관측소	표층의 유향, 유속

출처 : 「국립해양조사원예규」 제103호 해양관측업무규정 제6조

3. 해양 정보서비스

가. 해양 정보서비스 개요

- 해양정보서비스는 파도, 조류와 같이 변동하는 시공간적 해양정보를 생산, 저장, 제공하는 모든 과정을 포함하며, 해양정보를 기반으로 제공되는 정보서비스, 인프라 및 시스템을 의미함
- 해양정보는 '바다'의 시간에 따라 변동하는 파도, 조류 등의 시공간적 융합정보를 의미하며, 관측을 통해 획득한 원시 및 가공자료와 해양수치모델링에 의한 예측자료로 구성됨

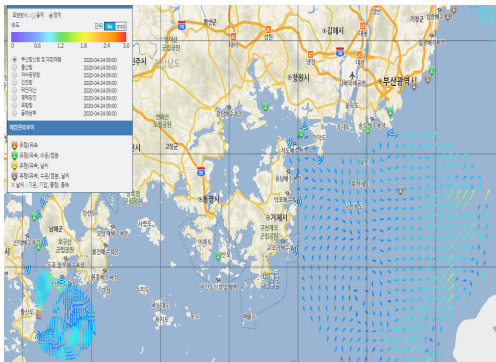
56) TAO(Tropical Atmosphere Ocean), PIRATA(Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic), RAMA(Research Moored Array for African-Asian-Australian Monsoon Analysis and Prediction)

나. 해양 정보서비스 현황

- 국내 주요 해양 정보 제공 서비스로는 국립해양조사원의 ‘바다누리 해양정보 서비스’, ‘국가해양정보 마켓센터’와 국립수산물과학원의 ‘한국해양자료센터(KODC)’, 기상청의 ‘날씨누리’ 서비스가 운영 중임
- ‘바다누리 해양정보 서비스’는 국립해양조사원을 비롯하여 해양수산분야 유관기관에서 보유하고 있는 다양한 해양정보를 제공하는 서비스로 해양 관측 및 예측정보를 격자 체계의 공간 데이터베이스로 구축하고 일반인과 유관 사용자에게 서비스를 제공함
 - 약 100m~100km까지 6단계 격자체계의 대용량 해양정보를 다운로드할 수 있으며, 사용자가 관측자료 분석이 가능한 톨과 데이터 제공을 위한 Open API 등으로 구성
- ‘국가해양정보 마켓센터’는 해수부 및 산하기관에서 생산된 해양정보를 통합하여 서비스하는 플랫폼으로, 통합 플랫폼, 서비스 플랫폼, 유통 플랫폼의 3개 영역으로 구분되며, 해양 관련 산업 활성화에 기여하기 위한 목적으로 구축됨
 - 통합 플랫폼 영역은 통합 DB로써, 해양수산해양수산 법령구역정보, 해양수산통계정보, 해양관측정보, 기본해양공간정보⁵⁷⁾에 대한 데이터 제공
 - 서비스 플랫폼은 대국민, 공무원 대상 공동활용 서비스를 제공하며, 유통 플랫폼의 경우 민간에서 활용가능한 해양 데이터 및 제품을 공유, 홍보, 판매, 구매할 수 있는 마켓플레이스
- 국립수산물과학원이 ‘한국해양자료센터(KODC)’는 해양관측 메타데이터, 한국근해 해양관측자료, 위성해양정보 등 국내외 해양과학 데이터를 수집, 처리, 관리 및 제공하는 목적으로 운영되고 있음
 - 최근 해황 예측정보 서비스를 통해 한반도 주변 해역의 0m, 50m 수심의 수온, 염분, 해류 등에 대한 30일간의 예측정보 제공
- 기상청의 ‘날씨누리’ 시스템은 해상광역과 해상국지 예보구역으로 구분하여 해상 및 태풍 예보를 제공하고 있으며, 예보주기에 따라 단기예보와 장기예보⁵⁸⁾으로 구분하여 제공함
 - 해양기상부이, 위성영상, 파고부이 등 바다날씨 관측자료와 함께 바람, 파랑, 해양순환(해류, 수온, 염분)에 대한 예측자료를 제공

57) 법령구역정보(항로, 어장, 구역, 해상교량, 부표), 해양수산통계정보(수산, 어업, 해사, 항만), 해양관측정보(수온, 조류, 조석 등), 기본해양공간정보(지형, 수심, 해안선 등)

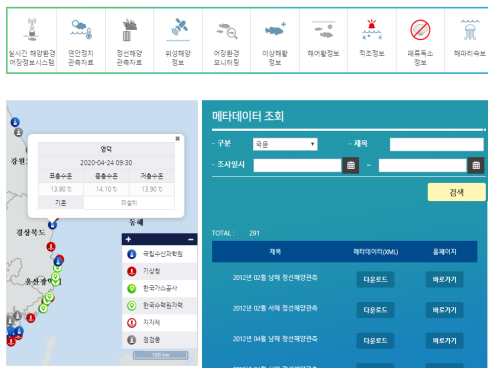
58) 단기예보 : 3시간 간격, 48시간까지 예측, 장기예보 : 12시간 간격, 10일까지 예측



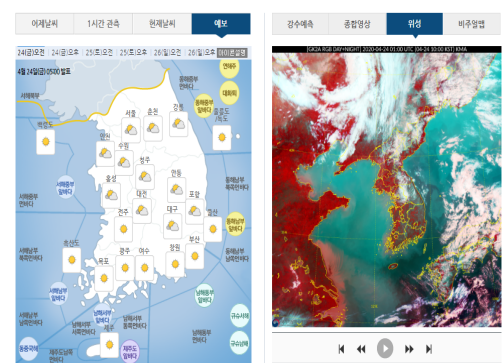
바다누리 해양정보 서비스(KIOST)



국가해양정보 마켓센터(KIOST)



한국해양자료센터



날씨누리(기상청)

[그림 2-1] 해양 정보서비스 운영 현황

출처 : 기획보고서

제 2 절 스마트 해양예측 정책 동향

1. 국내 동향

가. 국내 주요 계획 및 법령

- 문재인 정부의 국정운영 5개년 계획은 5대 국정전략 중 ‘국민안전과 생명을 지키는 안심사회’는 해양영토 수호와 해양안전 강화를 목표로 제시하며 해양 예경보시스템과 같은 주요 인프라 구축 정책을 포함하고 있음
- 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(‘18~’22)을 통해 국민 삶의 질 향상을 위한 재난안전기술 개발 및 환경 조성을 목표로 국민안전 확보를 위한 맞춤형 서비스, 미래·신종재난 대비 안전기술 선진화, 현장 실용화 중심의 안전생태계 구축이라는 추진전략을 수립함⁵⁹⁾
- 미래·신종재난 대비 안전기술 선진화의 경우, 재난안전기술 첨단화를 통한 선제적 대응을 목표로 재난안전 위협요소 예측·영향평가 기술개발 및 빅데이터 기반 재난안전 정보활용 기술개발의 추진과제를 포함하며 재난 예측 및 빅데이터 활용을 강조하고 있음
- 해양수산부 지능정보화 기본계획(‘18~’22)은 민관에서 보유한 해양수산 정보와 첨단 ICT기술의 지능을 결합한 지능정보화 추진을 통해 글로벌 해양강국 실현을 목표로 추진된 해양수산부 상위 계획이며, 해양정보의 수집, 해양사고 신속대응 체계 강화 등의 추진과제로 구성됨
- 특히 추진과제 중 ‘해양정보의 체계적 수집 및 해양영토 관리 강화’는 기존 해양관측정보의 수집·관리 프로세스 정립 및 가시화 등 해양환경 데이터의 체계적 수집 및 품질관리 강화를 제시함
- 또한 ‘해양사고 예방 및 재난에 대한 신속대응체계 강화’는 빅데이터 분석을 통해 태풍 등 해양 재난에 대한 위험예측 및 대응체계를 강화하고 재난 유형별 재난업무처리 시스템의 필요성을 강조하고 있음

59) 해당 계획은 「재난 및 안전관리 기본법」 제71조의 2에 따라 재난 및 안전관리 과학기술을 활용한 국민안전 확보를 위해 수립된 계획으로, 향후 5년간의 비전, 목표가 반영된 3개 추진전략, 10개 추진과제, 2개 관리과제를 제시함

- 해양수산부는 해양수산과학기술 육성 기본계획('18~'22)을 통해 빅데이터 및 초고성능컴퓨팅 기술을 기반으로 사회문제 해결을 위한 해양수산과학기술 기반 확보 추진 전략을 수립함
- 해당 계획은 신산업 육성 및 좋은 일자리를 위한 해양수산과학기술 집중 육성, 사회문제 해결을 위한 해양수산과학기술 기반 확보, 정부의 연구개발 지원체계 혁신, 해양수산과학기술의 지속발전을 위한 생태계 조성의 4개 추진전략으로 구성됨⁶⁰⁾
- 주요 추진전략 중 '사회문제 해결을 위한 해양수산과학기술 기반 확보'는 '22년까지 빅데이터 및 초고성능컴퓨팅 기반의 고도화된 해양서비스 제공을 위해 예측정확도 향상 및 예측시간 단축을 목표로 함
- 해양수산 스마트화 전략의 경우, 해상 운송체계 지능화 등을 위해 추진된 전략으로 무인해양관측망 확대 및 해양재해 예측시간 단축을 통해 해양 예측·관측의 기술 제고를 위한 정책을 제시함
- 해당 계획은 해상 운송체계 지능화 및 물류서비스 혁신, 수산업 스마트 벨류체인 구축, 해양환경·재해·안전 스마트 관리대응을 목표로 9개 과제, 25개 세부과제로 구성됨
- 스마트 해양예측 기술개발 관련 법령으로는 「기상법」을 포함하여 「해양조사와 해양정보 활용에 관한 법」, 「해양수산과학기술 육성법」 및 데이터 수집·활용 관련한 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」(정보통신망법)등이 존재함
- 「기상법」 제13조1항에 따라 해수부는 기상예보·특보를 제외한 해양예측 정보를 생산 및 활용이 가능하며, 「해양조사와 해양정보활용에 관한 법」(이하 해양조사정보법)에 따라 해양조사, 관측, 예측정보시스템 구축, 해양재난재해 예측을 수행하는 주관부처로 지정되어 있음
- 또한 「해양수산과학기술 육성법」 제8조 및 해양조사정보법 제12조는 해양조사 분야의 발전을 위한 해양조사 연구·개발 추진에 대해 규정하고 있음
- 정보통신망법은 데이터의 수집 및 전송에 관한 법률로 해양 관측 데이터의 수집 및 관리 등에서 발생하는 데이터 전송에 관한 규정을 담고 있음

60) 해양수산과학기술 육성 기본계획은 「해양수산과학기술 육성법」 제5조에 따라 5년 마다 수립되는 해양수산 분야 최상위 계획으로, 연구개발, 산업육성, 인력양성 등 해양수산 분야 과학기술 육성 정책의 전반을 포괄함

나. 국내 R&D 투자 동향

(1) 해양예측 기술의 범위

- 해양예측기술은 해양예측, 관측, 정보서비스 등을 포괄하는 기술로, 과학기술표준분류 상 기상과학, 대기과학, 자연재해 분석·예측, 해양과학, 해양자원, 해양환경, 해양안전·교통기술에 일부 해당하는 범위로 정의할 수 있음

<표 2-3> 과학기술표준분류체계에 따른 해양예측 기술 범위

과학기술표준분류 (대분류)	과학기술표준분류 (중분류)	과학기술표준분류(소분류)	분류 코드
지구과학(지구/대기/해양/천문)	대기과학	대기 관측/분석기술	ND0401
		대기 모델링/예보기술	ND0405
	기상과학	해양기상	ND0507
		기상관측/분석기술	ND0501
	기상학	기후시스템 관측/분석기술	ND0601
	자연재해 분석/예측	해양재해발생 분석/예측	ND0704
		기상재해 분석/예측	ND0701
	해양과학	달리 분류되지 않는 해양과학	ND0899
환경	해양환경	해양자원	ND0904
		해양오염방지기술	EH0601
		해양환경보전기술	EH0602
		해양위해성평가기술	EH0604
		기후변화대응기술	EH0605
		달리 분류되지 않는 해양환경	EH0699
건설/교통	해양안전/교통기술	해양안전 방재기술	EI0805

출처 : 국가과학기술표준분류체계 (2018년 개정), 과학기술정보통신부(2018)

(2) 부처 및 소분류별 전체 해양예측 분야 정부연구개발비 투자 현황⁶¹⁾

- 2016년부터 2019년까지 주요 부처별 해양예측 분야 평균 R&D 투자 비중을 살펴보면, 해양수산부가 평균 954억 원(60.9%)으로 가장 높았으며, 기상청이 평균 284억 원(18.1%), 산업부가 68억 원(4.4%), 과기부 62억 원(4.0%), 해양경찰청 59억 원(3.8%) 등의 순으로 조사됨

61) 해당 정부투자개발비는 국고 및 민자가 포함된 총사업비 기준임

- 해양예측 분야의 R&D 투자 추이는 '17년 대비 '18년 대폭 감소하면서 전체 R&D 투자액이 연평균 13.5% 감소하였고, 해양수산부의 해양예측 R&D 투자액은 연평균 19.7% 감소함

<표 2-4> 부처(청)별 해양예측 분야 R&D 투자 현황

(단위 : 백만 원)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	평균(%)		연평균 증감률
해양수산부	117,649	135,069	68,228	60,879	95,456	60.9%	-19.7%
기상청	34,790	39,828	19,005	20,205	28,457	18.1%	-16.6%
과학기술정보통신부	2,584	7,993	6,574	7,747	6,225	4.0%	44.2%
산업통상자원부	6,926	7,554	5,265	3,881	6,851	4.4%	-17.6%
해양경찰청	-	4,819	9,155	6,579	5,906	3.8%	16.8%
환경부	2,640	4,726	2,072	2,070	1,593	1.0%	-7.8%
행정안전부	4,861	1,283	1,419	100	2,763	1.8%	-72.6%
중소벤처기업부	2,354	2,507	1,025	1,319	2,877	1.8%	-17.6%
교육부	556	933	2,270	2,613	919	0.6%	67.5%
기타	-	560	6,187	6,236	5,785	3.7%	233.7%
합계	172,360	205,273	121,200	111,629	156,832	100%	-13.5%

출처 : K2Base 조사분석 데이터셋 (2016~2019)

- 소분류별 해양예측 분야 기술의 R&D 투자 현황을 살펴보면, '달리 분류되지 않는 해양과학'이 평균 665억 원(43.6%)으로 가장 많은 투자 비중을 보였으며, '대기 관측/분석기술'이 173억 원(11.4%), '해양오염 방지기술' 95억 원(6.3%), '해양탐사/관측기술' 90억 원(5.9%) 등의 순으로 투자된 것으로 조사됨
- 연평균 증감률의 경우 대기 모델링/예보기술이 연평균 66.1%로 가장 높은 증가율을 보였으며, 대기 관측/분석기술은 연평균 -42.5%로 대폭 감소함

<표 2-5> 소분류별 해양예측 분야 R&D 투자 현황

(단위 : 백만 원)

구분	2016	2017	2018	2019	평균(%)		연평균 증감률
해양오염방지기술	5,492	10,358	11,432	11,044	9,581	6.3%	26.2%
해양환경보전기술	8,903	3,828	4,208	2,977	4,979	3.3%	-30.6%
해양위해성평가기술	2,737	2,899	2,279	1,852	2,442	1.6%	-12.2%
기후변화대응기술	3,593	6,040	2,023	1,586	3,310	2.2%	-23.9%
달리 분류되지 않는 해양 환경	1,860	2,270	3,188	3,559	2,719	1.8%	24.2%
해양탐사/관측기술	5,562	8,976	9,271	12,446	9,064	5.9%	30.8%
대기 관측/분석기술	27,811	27,958	8,371	5,289	17,357	11.4%	-42.5%
대기 모델링/예보기술	2,594	6,289	9,023	11,878	7,446	4.9%	66.1%
기상관측/분석기술	7,562	10,732	4,661	3,625	6,645	4.4%	-21.7%
기후시스템 관측/분석기술	4,434	4,985	5,350	7,732	5,625	3.7%	20.4%
해양기상	814	1,380	2,356	2,605	1,789	1.2%	47.4%
기상재해 분석/예측	2,499	1,962	2,283	2,677	2,355	1.5%	2.3%
달리 분류되지 않는 해양 과학	87,555	103,317	41,932	33,315	66,530	43.6%	-27.5%
해양재해발생 분석/예측	7,944	9,320	7,654	4,010	7,232	4.7%	-20.4%
해양안전 방재기술	3,000	4,961	7,170	7,035	5,541	3.6%	32.9%
합계	172,360	205,273	121,200	111,629	152,615	100.0%	-13.5%

출처 : K2Base 조사분석 데이터셋 (2016~2019)

(3) 해양수산부 해양예측 분야 정부연구개발비 투자 현황⁶²⁾

□ 2016년부터 2019년까지 해양수산부의 해양예측 분야⁶³⁾ 정부연구개발비 투자 비중을 살펴보면, 해양관측 및 예보 분야가 평균 754억 원(78.1%)으로 가장 높았으며, 해양환경이 평균 135억 원(14%), 해양재해/방재 분야가 평균 76억 원(7.9%) 투자된 것으로 나타남

62) 해당 정부투자개발비는 국고 및 민자가 포함된 총사업비 기준임

63) 해양예측 분야는 <표 2-3> 과학기술표준분류체계에 따른 해양예측 기술 범위를 해양수산 기술분류체계로 재정리한 것으로, 해양관측 및 예보, 해양환경, 해양재해/방재 분야로 구분함

- 해양관측 및 예보 분야 중 달리 분류되지 않는 해양과학(66.2%)과 해양탐사/관측기술(6.9%) 등에 투자가 높게 나타난 반면, 대기모델링/예보기술, 기상관측/분석기술, 기상재해 분석/예측 분야의 경우 최근 4년 간 해수부의 정부연구개발비 지원이 없던 것으로 조사됨

<표 2-6> 해양수산부 해양예측 R&D 투자현황

(단위 : 억 원)

구분	2016	2017	2018	2019	평균	증감률
해양수산부 전체 R&D 투자액	5,723	5,935	6,145	6,362	6,041	7.6%
해양수산부 해양예측 R&D 투자액	1,176	1,351	682	609	954	-19.7%

출처 : K2Base 조사분석 데이터셋 (2016~2019)

<표 2-7> 해양수산부 소분류별 해양예측 R&D 투자현황

(단위 : 백만 원)

구분		2016	2017	2018	2019	평균
해양환경	해양오염방지기술	2,999	3,012	5,337	8,752	5,025 (5.2%)
	해양환경보전기술	3,328	3,137	3,654	2,885	3,251 (3.4%)
	해양위해성평가기술	2,643	2,586	1,506	1,152	1,972 (2.0%)
	기후변화대응기술	1,703	1,650	-	-	1,677 (1.7%)
	달리 분류되지 않는 해양환경	1,539	1,762	1,078	1,958	1,584 (1.6%)
소계		12,212	12,147	11,575	14,748	13,509(14.0%)
해양관측 및 예보	해양탐사/관측기술	4,436	6,161	8,971	7,188	6,689 (6.9%)
	대기 관측/분석기술	6,328	3,019	2,662	2,361	3,592 (3.7%)
	대기 모델링/예보기술	-	-	-	-	(0.0%)
	기상관측/분석기술	-	-	-	-	(0.0%)
	기후시스템 관측/분석기술	-	1,173	472	546	730 (0.8%)
	해양기상	-	353	472	625	483 (0.5%)
	기상재해 분석/예측	-	-	-	-	(0.0%)
	달리 분류되지 않는 해양과학	86,167	102,211	37,769	29,621	63,942 (66.2%)
소계		96,930	112,917	50,346	40,340	75,437(78.1%)
해양재해 / 방재	해양재해발생 분석/예측	6,625	6,495	4,022	2,880	5,005 (5.2%)
	해양안전 방재기술	1,881	3,511	2,285	2,912	2,647 (2.7%)
소계		8,506	10,006	6,307	5,792	7,653 (7.9%)
전체(해양수산부 해양예측 R&D 투자액)		117,649	135,069	68,228	60,879	95,456(100%)

출처 : K2Base 조사분석 데이터셋 (2016~2019)

2. 해외 동향

가. 미국

- 미국의 공동해양위원회는 '17년 해양의 지속가능한 성장 및 경제적 이용을 위해 정부 및 의회에서 9개 항목에 대한 조치를 담은 해양정책 아젠다를 발표하였으며, 이후 '18년 해양정책 관련 업무를 통합 및 조정하기 위해 해양정책위원회를 설립함⁶⁴⁾
- 해양정책 아젠다는 해안 건강성 회복을 위한 인프라 투자 및 해양과학 연구분야 기금 설치 투자 확대를 주로 담고 있음
- 해양정책위원회는 해양경제 성장, 과학연구의 우선순위 지정, 자원 및 데이터 공유 조정 및 이해관계자 연계 강화의 4가지 목적을 가지고 설립됨
- 미국의 해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)은 국립 데이터 부표센터, 데이터 네트워크 센터 등을 통해 해양 관측 및 데이터 수집 체계를 운영하고 있으며, 미국 기상청(National Weather Service, NWS)은 과학기술 연계부처를 통해 해양 운영 모델 개발 및 지원함
- 국립 데이터 부표 센터(National Data Buoy Center)는 200여개 이상의 해양 데이터 수집 부표로 구성된 데이터 네트워크를 구축하고 이를 디자인, 개발, 운영, 관리 등 수행
- 데이터 네트워크 센터는 심해저 쓰나미 측정 및 경보 시스템(Deep ocean assessment and Reporting of Tsunamis, DART), 55개 해안 관측소 등 포함
- 미국 기상청은 과학-기술연계부처(Office of Science and Technology Integration, STI)를 신설하고 NOAA, OAR(Office of Oceanic and Atmospheric Research), 연방과 주 기관 등을 연계하여 해양 운영 모델을 개발하고 지원
- 또한 기상청은 9,900만 달러(약 1,089억 원)를 투자하여 주요 해양 영역의 관측을 위한 관측 인프라 구축, 데이터 수집 관리 및 통신, 예보 및 경보 시스템 강화
 - 세부 항목은 관측 예산 3,360만 달러(약 370억 원), 분석·예측·지원 예산 6,150만 달러(약 677억 원), 과학기술 연계 프로그램 예산으로 390만 달러(약 43억 원)를 책정함

64) KMI 동향분석, “주요국 해양정책 동향과 시사점 - 해양기반 성장전략 다시 만든다.”, 한국해양수산개발원(2019.5.)

나. EU

- EU는 해양수산 분야 관련 청색경제 관련 핵심기술 개발 및 산업육성 전략을 위해 청색성장 관련 R&D전략(15년)을 수립하였으며, 해양에너지 실용화 촉진을 위한 MARINET 프로젝트를 추진함
- 해양수산 관련 청색성장 분야는 해양생명, 수산양식, 해양관광, 해양에너지, 해양광물자원의 5개로 구분됨
- MARINET(Marine Renewable Infrastructure Network) 프로젝트는 11개 EU 회원국 및 전 세계 45개 해양연구소에 대한 인프라 공동활용 및 연구성과 공유·개방을 위한 네트워크 구축이며, 해양에너지 실용화를 촉진하고 전통 과학기술과 ICT 기술 등의 융·복합을 통한 혁신기술 개발도 추진함
 - 지능형 해양고속 항해장치 개발에 2,430만 유로 투자(EU공동), 무인시스템 및 수중통신 등에 2억 파운드를 투자(영국 국방과학연구소)⁶⁵⁾함
- EU의 Horizon 2020 프로그램은 R&D분야 투자를 통해 글로벌 경쟁력 확보 및 직면한 사회문제 해결을 목표로 수립되었으며, 사회적 과제 해결을 위한 미래해양 및 해양연구 분야를 포함하여 추진함
- 2013년 FP7 종료 이후 2014년도부터 기존 프레임워크 프로그램(FP) 대신 Horizon 2020으로 새롭게 지칭하기로 결정하였으며, EU 내 경제 사회 변화 환경 및 R&D 환경 변화 내용을 반영한 프로그램임
- Horizon 2020의 사회적 과제(Societal Challenges) 중 ‘식량안보, 지속가능한 농업, 어업 및 해양연구와 바이오 경제’ 부분은 약 40억 유로 규모의 프로젝트로, 미래 식량자원 확보 차원에서의 농수산업 연구와 해양 및 바이오 산업 연구를 통한 저탄소 에너지기술 확보를 목표로 함⁶⁶⁾
 - (미래해양 분야) BG-08-2018-2019 : 약 3,300만유로 투입(관측 및 예측기술 포함)
 - (해양연구 분야) BG-07-2019-2020 : 약 1,800만유로 투입

65) 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획, 해양수산부(2018)

66) EU의 R&D 전략 ‘Horizon 2020’ 분석, 정보통신산업진흥원(2013)

다. 일본

- 일본의 해양 관련 정책으로 중합해양정책본부는 '18년 「제3차 해양기본계획(2018~2022)」을 새롭게 수립하면서 기존 계획의 틀을 유지하는 한편 인구감소 및 ICT 기술혁신과 같은 국제적인 환경변화와 함께 해양안보에 대비한 정책을 다수 추진 중임⁶⁷⁾
- 인구감소, 정보통신 분야에서의 기술혁신 가속화 등 환경변화를 고려하는 한편, 일본 영해 수역에서의 안보 위협이 증가하는 현실을 직시한 대책을 다수 포함한 것이 특징임
- '해양상황인식(MDA)⁶⁸⁾ 능력 강화'를 통해 해양안보 및 번영을 위한 기반 마련
 - '북극정책 추진'을 위한 연구개발, 국제협력, 지속적인 이용 등 북극 관련 시책이 추가됨으로써 북극해 진출을 염두
 - '해양을 둘러싼 안전보장상 정세 변화'는 영해 침입, 불법 조업 등 일본 주변 해역의 권익 위협에 대비하여 연안국 장비·기술 협력 등 능력 구축 지원 확충 전략을 포함

<표 2-8> 일본의 해양기본계획 '시책' 내용 비교

제1~2차 해양기본계획	제3차 해양기본계획
1. 해양자원 개발 및 이용 추진	1. 해양안전보장
2. 해양환경 보전 등	2. 해양의 산업이용 추진
3. 배타적경제수역 등 개발 추진	3. 해양환경 유지·보전
4. 해상수송 확보	4. 해양상황과악(MDA) 능력 강화
5. 해양안전 확보	5. 해양조사 및 해양과학기술에 관한 연구개발 추진
6. 해양조사 추진	6. 이도 보전 및 배타적경제수역 등 개발 추진
7. 해양과학기술에 관한 연구개발 추진 등	
8. 해양산업 진흥 및 국제경쟁력 강화	7. 북극정책 추진
9. 연안역 종합적 관리	8. 국제적인 제휴 확보 및 국제협력 추진
10. 이도 보전 등	
11. 국제적인 제휴 확보 및 국제협력 추진	9. 해양인재 육성 및 국민 이해 증진
12. 해양에 관한 국민 이해 증진과 인재 육성	

출처: 채첩, “일본 해양기본법 도입과 아베 내각의 제3차 해양기본계획에 관한 일고찰”, 국제학논총 제32집 pp.179-211, 2020

- 일본의 경우, 내각과 기상청(JMA)이 해일 등 해양정보를 비롯한 재난정보를 수집하며, 기상청이 선박 운항 등 해상분포예보 서비스를 제공함

67) KMI 동향분석, “주요국 해양정책 동향과 시사점 - 해양기반 성장전략 다시 만든다.”, 한국해양수산개발원(2019.5.)

68) 해양상황인식(Maritime Domain Awareness, MDA) : 정보수집위성과 통신위성을 사용, 외국함선이나 수상한 선박 등의 동향에 대한 정보를 수집하는 시스템 (출처: 채첩, “일본 해양기본법 도입과 아베 내각의 제3차 해양기본계획에 관한 일고찰”, 국제학논총 제32집 pp.179-211)

- 일본 근해의 선박 운항을 위하여 저기압 등에 관한 정보와 함께 강풍, 농무, 결빙 등의 해상 정보 및 풍향, 풍속, 파고 등의 해상 예보를 제공하며, 해일과 화산에 대한 정보 및 예보 발표도 함께 제공함

라. 중국

- 중국은 해양경제의 종합능력 제고를 위한 ‘전국해양경제 발전 13·5계획’을 추진하고 있으며, 항만·해운의 ‘일대일로(One Belt One Road)’ 이니셔티브에 따른 21세기 해상실크로드(Maritime Silk Road) 전략이 지속될 것으로 전망됨
- 국가해양국과 국가발전개혁위원회는 해양경제 혁신발전, 해양경제협력, 해양생태문명 건설 등 해양경제 제고를 위해 ‘17년 5월 13·5계획을 발표하였으며, 해양수산 분야의 첫 번째 국가급 상위계획으로 평가됨
- 중국의 일대일로 정책에 따라 중국 연안 지역, 인도양 및 태평양, 지중해의 해양 환경과 재난 사전 경보 및 예측 시스템이 구축되었으며, 28개 근해 항로 및 40개 주요 항구를 포함하는 해상 실크로드 예측서비스 시스템을 운영함
 - 일대일로 정책이란 2013년 시진핑 국가주석이 시작한 이니셔티브의 하나로, 중요한 해협 및 채널에 대한 해양 환경 및 해양 기상 예측시스템 구축*하였으며, 21세기 해양 실크로드를 따라 국가의 해양 환경 예측과 해양 방재 및 대응을 위한 의사 결정 서비스를 제공
 - * 국제협력을 통해 72시간 예측시스템을 장기 예측이 가능한 시스템으로 발전시킬 계획
- 중국은 국가해양국의 기능을 강화하면서 해양권익 확보 및 해양안전에 집중하는 한편, 산하에 ‘국가해양국 디지털과학기술 중점실험실’을 설치하고 디지털 해양정보 제공 체계 구축을 추진함
- ‘13년 최고 해양발전전략을 다루는 국가해양위원회 운영 등 해양정책의 주무기관인 국가해양국(SOA)의 기능을 강화함으로써 해양 보안 및 권익 강화를 위한 전략을 추진함⁶⁹⁾
- 또한 국가해양국 디지털과학기술 중점실험실을 통해 해양 시공간 자료 분석 및 동태적 가시화, 해양정보 융합 등을 수행하며, 해양정보 서비스 플랫폼을 통해 제공함
- 2015년 기준 중국의 해양 수산 R&D 투자액은 2조 9,980억 원이며, 해양관측 및 조사, 모니터링 등을 포함하는 해양자연과학 분야는 해양수산 전체 예산의 61%를 차지함

69) “중국 국가해양국 기능 강화”(홍콩·마카오 주요 동향), 주홍콩 대한민국 총영사관, 2013.3.12.

제 3 절 스마트 해양예측 산업 동향

1. 해양예측 관련 산업 동향

가. 해양 데이터 산업

- 인공위성 기반 지구관측 데이터 서비스 세계시장은 2018년 기준 약 71억 달러에 이르는 것으로 추정되며 2018년부터 2023년까지 약 9.10%의 연평균 성장률을 기록할 것으로 예상됨⁷⁰⁾
- 지구관측 데이터는 농업, 기상예보, 환경모니터링, 탐사산업 등에 기여, 2023년에는 약 110억 달러까지 성장할 것으로 예상됨
- 해양 빅데이터 세계시장은 2017년부터 2025년까지 21.5 %의 연평균 성장할 것으로 예상되며, 2025년까지 3,240.5만 달러에 이를 것으로 예상함⁷¹⁾
- 해양 정보의 수집, 관리, 전달, 사업화에 이르는 해양 빅데이터 시장은 초고속 성장세를 보일 것으로 전망됨

나. 해양 예측 서비스 산업⁷²⁾

- 해양 예측 서비스 시장의 경우, 전 세계적으로 '16~'23년까지 연평균 13.1% 성장한 27억 77만 달러로 예상되며⁷³⁾, 기상 예측시스템 및 솔루션 시장의 경우 '17~'22년까지 연평균 7.21% 성장한 38억 달러로 전망됨⁷⁴⁾

70) BIS research(2019), Global Earth Observation Satellite, Data and Service Market: Focus on Subsystem, End-User, Technology and Application - Analysis and Forecast, 2018-2023

71) Marine Big Data Market(Component - Software(Data Analytics, Data Collection Data Discovery & Visualization, and Data Management), Services(Consulting, System Integration and Operation, and Maintenance); Application - Renewable Energy, Oil & Gas, Fishery, Whale Watching, Marine Protected Area, Dredging, Harbor, and Offshore Construction; Data Source - Environmental, Oceanographic, Geological Data, and Economic) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2017 - 2025

72) 해양예측 서비스 시장은 별도의 산업군이 부재하며, 관련 유사 산업이라 할 수 있는 기상 예보서비스, 기상 예측시스템 및 솔루션 시장을 통해 산업 규모를 추정함

73) Weather Forecasting Services Market by Forecasting Type and End-use Industry - Global Opportunity and Forecast, 2016-2023

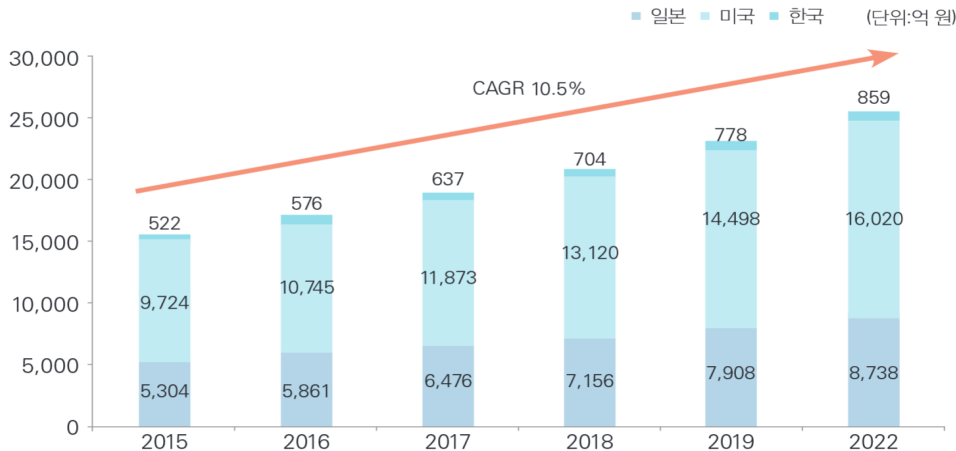
74) Weather Forecasting Systems & Solutions Market by Type, End User, Component, System, Range, Region

2. 해양관측 관련 산업 동향

가. 관측 장비 시장

□ 해양관측 장비 전체 시장 규모는 연평균 10.5% 성장률에 따라 '15년 약 1.5조 원에서 '22년 2.4조 원 이상 될 것으로 예상되며, 국내시장의 경우 '15년 약 522억 원에서 '22년 859억 원으로 전망됨⁷⁵⁾

○ 미국과 일본을 중심으로 주요국 시장을 살펴보면, '15년 미국의 해양관측 장비 시장은 9,724억 원에서 '20년 1조 6,020억 원 규모로 성장할 것으로 전망되고, 일본의 해양관측 장비 시장은 동기간 5,304억 원에서 8,738억 원 규모로 성장할 것으로 전망



[그림 2-2] 해양관측 장비 주요국 및 국내 시장 전망

출처: 한국과학기술정보연구원(KISTI), KISTI MARKET REPORT Vol.5 Issue 12(2015.12.)

□ 해양관측 장비로는 대표적으로 해양 스마트 부표와 해양 모니터링시스템이 있으며, 주로 해외업체가 세계 시장을 주도하고 있음

○ 해양관측 장비 분야의 경쟁기업은 네덜란드의 Datawell, 노르웨이의 Miros, AANDERAA, 미국의 Nobska 등이 존재함

- Datawell은 해양환경에서 장기적으로 안정된 모션센서를 개발하였으며, 주력 제품

- Global Forecast to 2022

75) 한국과학기술정보연구원(KISTI), KISTI MARKET REPORT Vol.5 Issue 12(2015.12.)

은 파고부이와 선박용 모션센서 등이 있고, 최근에는 파고 방향 및 해수면 온도를 측정하는 제품을 출시함

- Miros는 파고와 조류를 모니터링 하는 센서 시스템을 개발함으로써 Met-Ocean and Heli-deck Monitoring system, MIRIS 등의 주력 제품이 존재함
- AANDERAA는 부표뿐만 아니라 다양한 해양 모니터링 시스템, 조류센서 등의 제품군을 보유하고 있음

○ 국내 주요 기업으로는 오션이엔지, 오션테크, 신동디지텍, 지오시스템리서치 등이 존재함

- 오션이엔지는 부표 관측 센서 및 시스템 개발에 대한 역량을 보유한 해양기상관측 전문기업으로 경량의 소형 관측용 부표를 주력으로 함
- 지오시스템리서치는 해양환경 관련 엔지니어링 전문기업으로 수로조사, 연안조사 측량, 항로표지위탁관리 등을 수행하고 있으며, '13년 해양기상부표 공급을 시작으로 사설항로표지시설 위탁관리 등을 수행하고 있음
- 신동디지텍은 '05년 해양기상관측부표를 최초로 국산화한 해양장비 전문기업으로 선박 위치 실시간 감시시스템, 선박용 VSAT 위성 수신시스템 등을 개발하였고, '15년 카타르에 160만 달러 규모의 해양기상부표를 수출하는 등 기술력을 인정받음

3. 해양 정보서비스 산업 동향

□ 해양정보서비스 분야의 전 세계 시장은 2030년 약 100억 달러(10조 원) 이상으로 성장할 것으로 예측됨

○ 해양정보서비스 분야는 해양관측, 위성관측, 해양예보 서비스를 모두 포함하는 개념임⁷⁶⁾

○ 해양공공서비스(모니터링) 분야는 '해양관측, 해양위성 관측, 해양예보 등을 포괄하는 기술'로 특히 최근 해양과 연안에서의 자연재해, 유류오염, 해양환경오염, 적조, 생태계 파괴 등의 문제해결을 위한 해양예측정보의 생산 및 신속한 전파 필요성 증대하고 있음

○ 국내 산업의 경우 해양공공서비스(모니터링) 분야의 기술수준, 연구개발예산 인프라, 인적역량 등을 종합적으로 분석하면 최고국 수준 대비 70% 정도의 역량을 보유한 것으로 나타남

76) 동 사업의 해양정보서비스는 관측, 예측을 통한 정보서비스 제공이라는 점에서 2030 미래해양산업 전략보고서의 해양산업 분류 중 '5. 해양서비스 - 해양공공서비스(모니터링)'의 시장 전망을 활용함 (출처 : 한국공학한림원, 2030 미래해양산업 전략 보고서(2014.4.))

제 4 절 스마트 해양예측 기술 동향

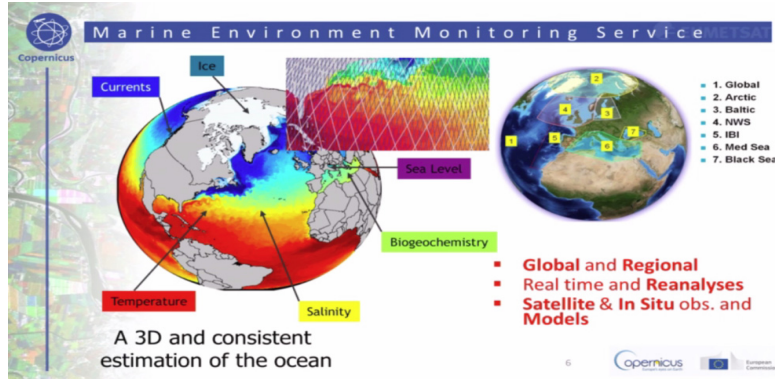
1. 해양예측 기술 동향

가. 해외 기술 동향

- 미국의 해양예측 기술 동향을 살펴보면, 해양기상청(NOAA), 대학 및 연구기관 등 연구주체별로 목적에 따른 해양 예측모델을 개발하고 있음
 - 미국 해양기상청(NOAA)은 궤적 모델인 GNOME(General NOAA Operational Modeling Environment)를 통해 원유 유출 확산 범위에 대한 예측하였음
 - GNOME은 NOAA Office of Response and Restoration(OR&R)의 경로 또는 궤적을 예측하는 모델링 도구로 오염원이 수역을 따라 이동하는 경로를 예측하는 데 사용
 - 해양과학기술소위원회(Joint Subcommittee on Ocean Science and Technology, JSOST)는 해양과 기후의 상호작용을 강조하고 재해사고 예측과 연안 및 해양시스템 등의 연구과제를 추진 중임
 - 마이애미 대학의 해양 및 대기과학 연구기관인 RSMAS⁷⁷⁾는 해양예측시스템의 하이브리드 모델인 HYCOM(Hybrid Coordinate Ocean Model)을 개발하였으며, 미해군 연구소는 HYCOM을 기반으로 해군 해양자료동화 시스템이 결합된 차세대 전 세계 해양 예보시스템을 개발함
 - 미해군 국방부 슈퍼컴퓨팅자원센터(Navy Department of Defense Supercomputing Resource Center, DSRC)에서 매일 7일 예측을 수행 중임
- 유럽의 경우 MyOcean 프로젝트와 같이 EU 전체를 통합한 해양예측 체계를 구축하였으며, 영국의 해양예측시스템 역시 해당 프로젝트와 연계하여 운영되고 있음
 - EU는 MyOcean 프로젝트를 통해 각 국의 해양예보 자료를 한데 묶어 해양예보 및 관련 자료를 한 시스템 안에서 통합 관리서비스하며 유럽 전체의 현업 해양 모니터링 및 예보체계를 구축함
 - 유럽의 29개국 61개의 협력기관으로 구성된 유럽 최고의 관측, 예측 통합시스템으로 분산형 웹 포털 시스템 서비스를 제공
 - 해수온도, 해류, 해빙 등 10개의 주제 영역과 전 세계 해양 7개 지역에 대한 측정

77) Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science

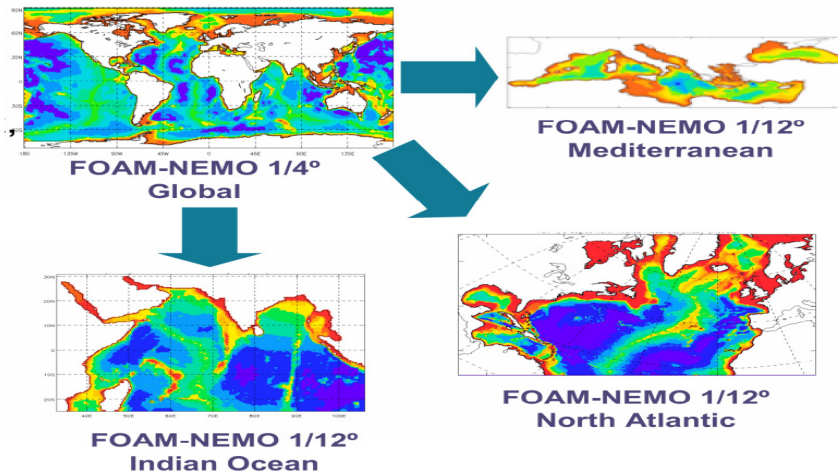
결과 및 예측자료를 분산형 웹 포털 시스템으로 서비스를 제공하였고, '12년 4월부터 '14년 말까지 30개월 일정으로 “MyOcean II” 프로젝트를 통한 고도화가 진행된 바 있음



[그림 2-3] 유럽의 MyOcean 프로젝트 개요

출처: 기획보고서

- 영국 기상청은 해양예측시스템인 FOAM(Forecasting Ocean Assimilation Model System)을 구축하여 운영 중이며, MyOcean 프로젝트와 연계하고 있음
- 기술개발 수준은 전지구부터 연안에 이르기까지 체계적인 해수순환 예보체계를 운영하면서 산업, 수송, 정부, 건강, 멀티미디어, 공공사업, 기후 등에 맞춤 서비스 제공⁷⁸⁾



[그림 2-4] 영국 Met Office의 심해해양예측모델 FOAM-NEMO 시스템

출처: 기획보고서

78) 연안모델(해류, 해수면, 수온, 염분), 심해모델(수온, 염분), 파랑모델(유의파고, 파주기, 파향, 침두주기) 운영 중

- 중국의 해양부 산하 국가해양환경예보센터는 전지구 규모부터 지역해 규모까지 해양예측시스템을 운영하고 있으며, 해양 시공간 자료통합관리, 대량자료 저장 및 교환, 해양정보 융합 및 통합 분야를 주로 개발함
- 주요 연구개발분야로는 해양 시공간 자료통합관리, 대량자료의 저장 및 교환, 해양 정보의 동태적 가시화, 해양정보의 융합 및 통합 등이 있으며, “I-Ocean 디지털 해양”이라는 해양정보 제공 사이트와 모바일 서비스 플랫폼을 구축·운영함
- ‘11년 국가해양국 산하에 “국가해양국 디지털과학기술 중점실험실”을 설치하고 디지털 해양정보 제공체계를 구축하는 등 해양예측 분야 개발이 진행 중임
- 일본 기상청은 단기해양예측시스템 FRA-ROMS를 개발하여 북서태평양, 일본 근해 예측정보 생산하고 있으며, 일본해양연구개발기구(JAMSTEC)은 자료동화체계를 도입한 JCOPE2(Japan Coastal Ocean Predictability Experiment)를 개발 및 운용하고 있음⁷⁹⁾
- JCOPE는 POM(Princeton Ocean Model)을 기반으로 구축되었으며, 북서태평양의 3차원 해수유동 정보 예측을 위해 수평해상도 1/12°, 북태평양 예측을 위해 1/4°의 수평 해상도를 가짐
 - 2007년 자료동화체계를 적용해 JCOPE2로 업그레이드 하였으며, 다운스케일링 기법을 적용하여 수평해상도 1/36°의 JCOPET (The tide-resolving regional nested subsystem of JCOPE) 시스템도 구축 및 운영 중임

79) 구자용·이윤균. “통합해양예보시스템의 필요성 및 정책적 시사점”, 한국해양정책학회지, 제1권, 제2호, 228-243., 2016. 09.

나. 국내 기술 동향

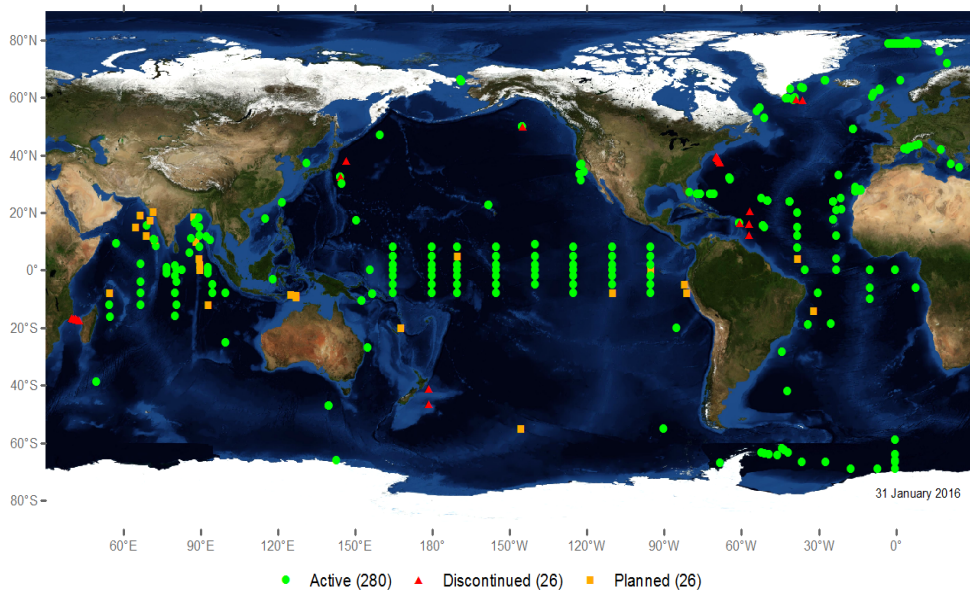
- 국내 해양예측 기술개발의 경우, 정부의 국가연구개발과제 및 연구기관 주요 사업 등 국가 과제를 기반으로 수행되었으며, 전지구 규모에서부터 연안 국지규모에 이르기까지 해양예측 관련 기술을 개발하였음
- 한국해양과학기술원은 국가연구개발과제 및 기관 주요사업 등 연구과제 기반으로 태풍 전파해역에서 온난화하는 해양특성을 관측하고 해양-태풍 결합모델링 기술을 개발함으로써 해양변동 예측 기술 개발에 검증자료로 활용함
 - 또한 전지구 해양시스템의 특성변화, 특히 북태평양 및 동아시아의 수괴 특성과 해류시스템 변화, 대양 서안경계류의 특성 변화를 분석하여 지구시스템모듈 중 해양모델의 성능개선에 활용하였음
- 기상청은 ‘관측·지진기술 지원 및 활용 연구-해양기상 관측기술 및 해양예측시스템 적용연구’, ‘선진기상 기술개발 연구 (III)-지구시스템모델 개발’ 등 주요 연구과제를 통해 성능 향상에 기여하였으며, 계절예측시스템 GloSea5를 운영하고 있음
 - ‘관측·지진기술 지원 및 활용 연구-해양기상 관측기술 및 해양예측시스템 적용연구’는 Argo 자료를 전지구 해양모델에 동화하여 예측 정확도를 향상시키는 연구 수행
 - ‘선진기상 기술개발 연구 (III)-지구시스템모델 개발’을 통해 동아시아 지역 대기의 기후적 특성이 반영되어 모델 성능향상에 기여
 - 기상청은 계절예측시스템 GloSea5를 운영하고 있으며, 이 시스템은 네 개의 모델(대기, 해양, 해빙, 지표면)이 결합된 시스템⁸⁰⁾
 - GloSea5는 대기-해양 플럭스를 3시간 간격으로 OASIS coupler에 의하여 교환하고 60일 적분을 수행한 후 예보 불확실성을 낮추기 위하여 앙상블 예측 수행
- 국립해양조사원은 해양 GIS 정보를 기반으로 하는 KOOFS (Korea Ocean Observing and Forecasting System)를 통해 주요 항만에 대하여 항계안전 해양 정보 제공시스템을 구축하여 해수유동, 수온, 염분, 조위 등의 예측정보 제공

80) 대기모델은 중단기 기상예보에 사용되고 있는 통합모델(Unified Model, UM), 해양모델은 NEMO, 해빙모델은 CICE(communitY Ice Code), 지표면모델은 JULES(Joint UK Land Environment Simulator) (출처 : 기획보고서)

2. 해양관측 기술 동향

가. 해외 기술 동향

- 국제 해양관측 기술 동향의 경우 국제공동연구를 위한 해양관측 시스템을 통해 전세계적, 국가별, 지역별 규모의 장기간 해양연구네트워크 확립
- 해양선진국은 지역 및 전지구적 환경변화로 인한 해양생태계 변화를 이해하기 위해 고정점을 이용한 장기 연구프로그램을 적극적으로 지원하며, 전지구적 기후변화연구를 주도적으로 수행하고 있음
- 고정점의 해양관측시스템의 시계열 관측 장점과 원격탐사(인공위성, 저고도 탐사체 등), 이동식 해양관측시스템(글라이더, AUV, Drifter 등)을 이용한 공간 관측시스템을 결합하여 시공간적인 입체 해양관측시스템으로 발전함
- OceanSITES⁸¹⁾과 같은 통합시스템을 통해 전세계적인 관측과 연구 네트워크를 구축하여 관측자료, 예산, 관측계획에 대한 정보 공유를 통해 관측시스템을 통합적으로 관리·운영함



[그림 2-5] OceanSITES에 등록된 해양관측시스템 현황('18년 3월 기준)

81) Ocean Sustained Interdisciplinary Time-series Environment Observation System

- 미국은 해양대기청(NOAA)의 통합해양관측체계(IOOS)와 국가해양모니터링부이센터, 미국국립과학재단의 OOI 프로그램, Rutgers 대학교 연안해양과학연구소의 해양환경 모니터링 기술 등 주요 해양관련 연구기관 및 학계를 중심으로 관측기술 개발 및 활용되고 있음
- 미국 해양대기청(NOAA)의 IOOS (Integrated Ocean Observing System)는 장기 실시간 관측 및 무인 이동형 해양관측 플랫폼을 연계한 3차원 통합해양관측 체계임
 - IOOS는 17개의 연방정부기관, 11개의 지역연합 등으로 구성되며 737개의 국가관측플랫폼과 335개의 지역관측플랫폼 등이 관측을 수행하는 미국의 통합해양관측 시스템으로서 역할 수행 중
- 또한 NOAA에서는 국가해양모니터링부이센터(NDBC, National Data Bouy Center)를 운영하면서 대서양, 태평양, 멕시코만과 5대호에서 Dial-A-Buoy시스템⁸²⁾을 통하여 연안에서의 기상관측 자료를 제공
- 미국국립과학재단 (NSF: National Science Foundation)의 OOI(Ocean Observatories Initiative) 프로그램은 기상, 해양과 해저면의 물리, 화학, 지질 및 생물학적 변수를 관측하기 위한 네트워크화된 해양관측 인프라로서 연안, 지역해, 전지구 규모의 관측에 이르는 집중적인 관측정보 제공
- 미국 Rutgers 대학교 연안해양과학연구소에서는 위성자료(SST)와 실시간 해양관측(HF-Radar, Glider) 및 해양 예보모델 예측자료(ROMS)의 융합 및 가시화 기술을 개발하여 미중부 대서양 재난재해 시 해양환경 모니터링 및 대응기술에 활용함

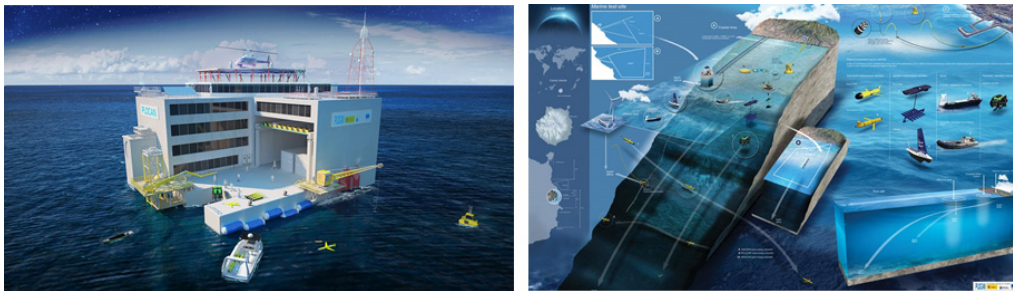


[그림 2-6] 미국 Rutgers 대학교 연안해양관측실험실(RUCOOL)

출처: 기획보고서

82) Dial-A-Buoy는 65개 buoy와 54개 자동 연안 해양모니터링 네트워크(C-MAN, Coastal-Marine Automated Network)를 통해서 풍속과 풍향에 대한 자료를 전화로 받을 수 있는 시스템을 운용

- 유럽은 ERDF(the European Regional Development Fund)를 통해 스페인의 카나리 제도에 위치한 ‘과학 및 기술 인프라’로서 PLOCAN(The Oceanographic Platform of Canary Islands)을 개발 및 구축하여 운영하고 있음
- 해양에너지 연구, 실증 및 운영, 최첨단 무인 수중 해양장비(수중글라이더, AUV, ROV 등)의 운영 거점, 각종 해양연구 및 관련 단체들의 훈련장, 그리고 해양기술 혁신 허브로서 활용 중
 - ‘18년 기준 29개의 연구 프로젝트가 PLOCAN을 베이스로 수행됨



[그림 2-7] PLOCAN의 전경(왼쪽)과 PLOCAN의 첨단 해양관측 및 연구를 위한 테스트베드 역할(오른쪽)

출처: 기획보고서

- 중국은 ‘16년 해양생태부이 모니터링 시스템 프로젝트를 시작으로 사물인터넷 활용한 해양환경 예·경보 부이 운영 등 해양관측 및 모니터링 플랫폼을 본격화함
- 물리, 화학적 요소 등 총 20개 항목의 수문기상 요소를 측정할 수 있으며, 중국이 개발한 해양위성 ‘북두위성’과 GPRS, CDMA 등의 통신 방식으로 관측데이터 실시간 전송
- 데이터 처리 후 자동으로 공유 및 보 할 수 있도록 설계되어 있어, 클라우드 서비스인 원격 제어의 첨단 고밀도 지능화 해양모니터링 플랫폼

나. 국내 기술 동향

- 기상청, 국립해양조사원, 해양과학기술원 등 기관별로 파랑예측, 해수유동예측, 수온·염분 예측 등 관측요소에 대한 관측이 이루어지고 있으며, 관측대상 및 방법에 따라 실시간/비실시간 관측이 존재함

- 국립해양조사원은 외해역에 3개 종합해양과학기지와 다수의 해양관측부이를 운영하고 있으며, 선박 정점관측을 제외하면 모든 관측소에서 1시간 이내의 실시간으로 관측자료를 제공하고 있음
 - 수온, 염분, 조위, 해류 등 해양물리자료를 중심으로 관측을 수행하고 있으며, 종합해양과학기지에서는 해양생물 및 화학 분야의 시계열 관측이 2014년 이후 활발히 수행되고 있음
- 한국해양과학기술원은 연구과제를 기반으로 한 단기 관측수행이 대부분이며 소수의 장기 해양관측시스템 운영. 해양관측부이(황해중부부이)를 '07년부터 운영하고 있음
- 기상청은 해양기상예보를 위한 해양물리관측 및 파랑관측을 활발히 수행 중에 있으며, 1시간 이내의 실시간 관측자료들을 제공하는 등 타 기관 대비 관측시스템과 관측자료의 관리가 체계적으로 수행되고 있는 것으로 나타남
- 국립수산과학원은 수산자원의 확보와 어장보호를 위해 감시 목적으로 정점관측 및 외해관측을 실시하고 있으며 외해의 경우 연 6회로 비실시간 관측이 이루어짐
 - 정선해양조사를 수행하며, 관측위치는 대부분 연안에 집중되어 있으나, 외해 관측인 정선해양조사의 경우에는 연 6회 수행되어 관측자료의 제공은 관측완료 이후 1개월 정도의 시차를 두고 비실시간으로 제공되고 있음

<표 2-9> 국내 해양관측(망) 현황표: 관측소 유형 및 기관별 목록

기관명	관측구분	관측형태	관측개수	관측요소	관측주기	자료제공
국립해양조사원(KHOA)	조위관측소	연안 조위 관측시설	51	조위, 수온, 염분, 기압, 풍향, 풍속, 기온	1분	실시간
	종합해양과학기지	해양관측 타워	3	수온, 염분, 조위, 기압, 기온, 풍향, 풍속, 파랑 등 23개 항목	1분	실시간
	해양관측부이	관측부이 및 등부표	52	파고, 파주기(유의), 유향, 유속, 수온, 염분, 풍향, 풍속, 기온, 기압, 가시거리	5, 10, 30분	실시간
	해양관측소	연안 등표	9	조위, 파고, 파주기, 기온, 기압, 풍향, 풍속	1분	실시간
	해수유동관측소	HF-Radar	28	표층 유향, 유속	1시간	실시간
	정점관측	선박 정점관측	79	유향, 유속, 수온, 염분, 용존산소, pH		비실시간
한국해양과학기술원(KIOST)	해양관측부이	관측부이	1	풍향, 풍속, 기온, 기압, 일사량, 일조량, 강수량, 파고, 파주기, 수온, 염분 등	1분	실시간
	가력타워	해양관측 타워	1	풍향, 풍속, 기온, 기압, 일사량, 일조량, 강수량, 파고, 파주기, 수온, 염분, 엽록소,	1시간	실시간

기관명	관측구분	관측형태	관측개수	관측요소	관측주기	자료제공
	새만금 관측타워	해양관측 타워	1	풍향, 풍속, 기온, 기압, 일사량, 일조량, 강수량, 파고, 파주기, 수온, 염분, 엽록소,	1시간	실시간
기상청	해양기상 부이	관측부이	18	풍향, 풍속, 기압, 습도, 기온, 수온, 파고, 파향, 파주기	30분	실시간
	파고부이	Waverider Buoy	54	파고, 파주기, 수온	1시간	실시간
	등표기상 관측장비	등표	17	풍향, 풍속, 기온, 기압, 수온, 파고, 조위, 파주기	1시간	실시간
	레이다식 파랑계	MIROS Wave Radar	6	파고, 파주기, 파향, 파속, 파장	1시간	실시간
	수위계	연안시설 활용	15	수위, 기압, 풍향, 풍속	-	-
해양환경 관리공단 (KOEM)	해양수질 자동측정망 (오염 심해역)	연안시설 활용	10	염분, 수온, pH, 용존 산소, 탁도, 화학적산소요구량, 총 질소, 총인, 암모니아질소, 질산질소, 인산인	5분 (일부 자료: 1시간)	비실시간
	해양수질 자동측정망 (하구역)	연안시설 활용	6	염분, 수온, pH, 용존산소, 탁도, 클로로필, 남조류, 화학적산소요구량, 총 질소, 총인, 암모니아질소, 질산질소, 인산인, 규산규소	5분 (일부 자료: 1시간)	비실시간
	해양환경 측정망 (연안)	선박 정점 관측	212	수심, 수온, 염분, 수소이온 농도, 용존산소량, 화학적산소요구량, 암모니아질소, 아질산질소, 질산질소, 용존무기질소, 총질소, 용존무기인, 총인, 규산규소, 부유입자물질, 클로로필-a, 투명도	연4회	비실시간
	해양환경 측정망 (오염의심 해역 및 하구역)	선박 정점 관측	135	수심, 수온, 염분, 수소이온 농도, 용존산소량, 화학적산소요구량, 암모니아질소, 아질산질소, 질산질소, 용존무기질소, 총질소, 용존무기인, 총인, 규산규소, 부유입자물질, 클로로필-a, 투명도	연4회	비실시간
	해양환경 측정망 (항만)	선박 정점 관측	51	수심, 수온, 염분, 수소이온 농도, 용존산소량, 화학적산소요구량, 암모니아질소, 아질산질소, 질산질소, 용존무기질소, 총질소, 용존무기인, 총인, 규산규소, 부유입자물질, 클로로필-a, 투명도	연4회	비실시간
국립수산 과학원 (NIFS)	실시간 연안 어장관측	어장시설 활용	74	수온 (표층, 중층, 저층)	30분	실시간
	연안정지 관측소	수동관측	48	수온, 기온, 운량	1일	비실시간
	정선 해양조사	선박 정점 관측	212	수온, 염분, 용존산소, 영양염류, 동식물 플랑크톤 등 17개 항목	연6회	비실시간

출처 : 기획보고서

3. 해양 정보서비스 동향

가. 해외 기술 동향

- ☐ 해양 정보서비스를 제공하는 주요국으로는 미국, 캐나다, 유럽, 호주 등이 있으며, 웹사이트를 통해 관측된 정보 및 예측 정보를 가시화하여 제공하고 있음

<표 2-10> 주요국 해양정보 서비스 현황

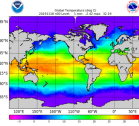
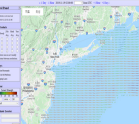
구분	미국	캐나다	유럽	호주
주요 서비스 명칭/운영주체	- nowCOAST - Tide&Current - Environmental Modeling Center - IOOS - EARTH	Government of Canada (캐나다 정부)	- ESA - Marine Copericus.eu - Ocean Forecasts - Windy	Australian Government - Bureau of Meteorology (호주 기상청)

출처 : 기획보고서

- ☐ 미국의 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration, 해양대기청)와 USGS(United States Geological Survey, 지질조사국)에서는 nowCOAST, Tide&Current, Environmental Modeling Center, GLERL, IOOS 등의 사이트를 운영하여 해양관측 및 예측 정보를 제공하고 있음
- nowCOAST는 미국 연안의 실시간 관측, 분석, 조석 예보, 모델 지침, 재난 정보 등을 서비스하는 GIS 기반의 웹매핑 포털사이트로, 사용자의 현재 및 미래 환경 조건에 대한 정보 제공함
- NOAA의 CO-OPS (Center for Operational Oceanographic Products and Services)가 운영하는 Tidal and Current는 미국 연안 및 호수, 항구에 200개 이상의 실시간 센서 통합시스템과 해류 예측 및 관측을 위한 부이 등 해양 관측 인프라를 유지하고 있으며 이러한 시스템을 통해 해양 생명, 경제, 환경을 보호하기 위한 과거 및 실시간 데이터, 예측, 과학적 분석 정보를 제공하고 있음
- 관측점에 대한 바람(풍속, 풍향), 조위, 수온, 염분 정보를 제공하며, nowcast와 forecast 두 가지 방식으로 실제 관측값과 5일 간의 예측값을 그래프로 제공함
- NOAA의 Environmental Modeling Center는 해양 예측 및 분석 시스템 개발을 담당하는 환경 모델링 센터의 일부이며 미국 전역의 해양 및 해안 지역에 대한 기상, 해양 변수에 대한 분석 및 실시간 예측 정보를 제공함

- 미국의 통합해양관측시스템(IOOS, Integrated Ocean Observing System)은 EDS 모델 뷰어, 환경 센서 지도, 해양 생물다양성 관측 네트워크, 모델링 테스트베드, 동물 원격측정망, 웹캠, 고주파(HF) 레이더망 등의 다양한 정보 원천을 연계하여 통합 관리하는 시스템임

<표 2-11> 미국 해양정보서비스 가시화 현황 및 제공 정보

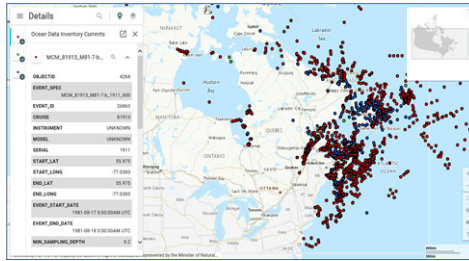
미국 해양정보 서비스	운영주체	주요 제공 정보	가시화 예시
nowCOAST	NOAA, 연방 기관, 기상 관측 시스템 연동	예측항목별(기상 및 바다날씨 예보, 조석예보, 해역/하구/호수 예보, 하천예보), 재난/위험 알람, 폭풍(Tropical Cyclones) 경로와 강도 예보, 관측정보별(정점, 부이, 선상), 레이더 및 위성자료, 웹캠, 분석항목별(표층바람, 표층수온) 정보	
Tidal and Current	CO-OPS ⁸³⁾	조석, 수위, 해류 및 기타 해양 및 기상 정보를 제공	
Environmental Modeling Center	NOAA	표층 공간분포 및 수온, 수온 아노말리, 해면고도, 혼합층 두께, 표층 염분, 염분 아노말리, 해수유동, 빙하 두께, 빙하 분포면적 항목에 대하여 수심별(표층, 100m, 200m, 500m, 700m, 1000m, 2000m, 3000m, 4000m), 레이더별(1, 6, 12, 20, 30) 해양 예측 정보를 제공	
IOOS ⁸⁴⁾	NOAA	고주파(HF) 레이더망을 이용해 표층 해류의 유속 및 유향에 관한 실시간 정보를 제공하며, 수색 및 구조 작업, 기름 유출에 대한 대응, 해상 선박 항해, 유해 녹조 감식 및 추적, 연안 수질 모니터링 지원	

출처 : 기획보고서 재구성

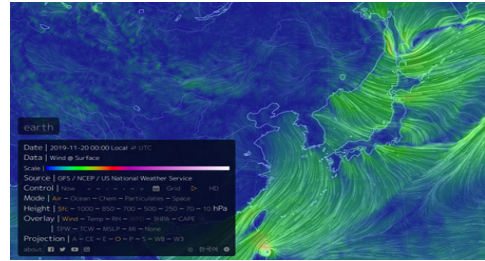
- 캐나다 정부는 오픈맵 데이터 뷰어를 통해 주요 해양관측 정보 및 관측방법을 상세 정보 표와 관측점으로 제공하고 있으며, null school 웹사이트를 통해 대기정보 및 해양정보를 가시화하여 서비스하고 있음
- 캐나다의 오픈맵 데이터 뷰어는 통해 관측점에 대한 해수유동(유속/유향), 염분, 수온 관측 정보를 위경도, 측정 방법 등의 상세 정보와 함께 표로 표시하여 제공함
- null school 웹사이트는 대기, 해양, 화학물질, 미세먼지, 오로라 정보를 향후 3일간 공간분포 스트리밍 방식으로 표출하고, 대기정보의 경우 고도별 정보를 제공하며, 해양정보의 경우 해류, 파도, 해수면온도, 해수면 이상수온 등에 대한 가시화 정보를 제공함

83) Center for Operational Oceanographic Products and Services

84) Integrated Ocean Observing System



캐나다 정부의 해양 정보제공 시스템
가시화 화면

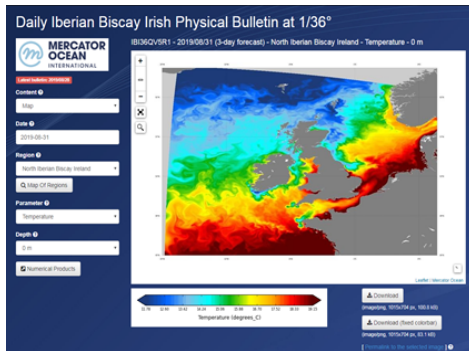


null school 웹사이트의 기온 및 바람
가시화 화면

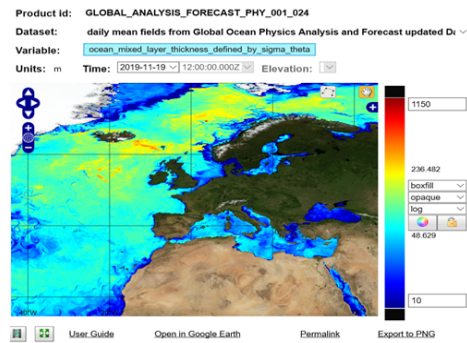
[그림 2-8] 캐나다 해양정보서비스 가시화 예시

출처 : 기획보고서 재구성

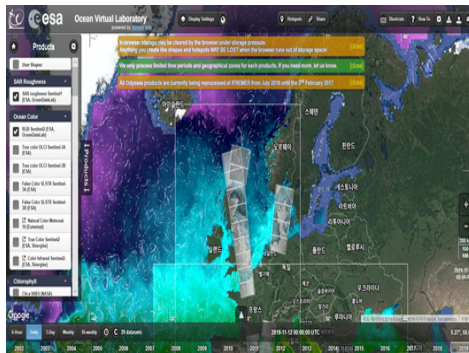
- 유럽의 경우 코페르니쿠스(Copernicus) 해양 환경 모니터링 서비스, 프랑스의 Mercator Ocean International, 유럽 우주국(ESA)의 Ocean Virtual Laboratory 등을 통해 해양정보 서비스를 운영하고 있으며, 체코의 Windy.com은 전 세계 일기예보 서비스를 제공 중임
- 프랑스의 Mercator Ocean International는 해류, 염분, 수온, 해면고도에 대한 일별/수심별 공간분포를 예측하고, 과거 데이터를 스트리밍 형식으로 표출하며, 주로 영국 및 프랑스 연근해의 데이터를 제한적으로 제공함
- EU의 코페르니쿠스 해양 환경 모니터링 서비스는 매일 업데이트 되는 10일간의 3차원 세계 해양 예보를 제공하며, 온도, 염분, 해류, 해수면, 혼합층 깊이 등의 일별 및 월별 평균 정보와 함께 해수면 높이, 온도 및 해류에 대한 표층 시간 평균값을 포함하고 있음
- 유럽 우주국(ESA)의 Ocean Virtual Laboratory는 클로로필 농도, 온도, 해수면, 염분, 바람, 파랑, 해류, 강우, 빙하 등의 항목에 대해 다양한 모델 결과를 제공하고 데이터를 스트리밍 방식으로 제공. 하단의 타임 슬라이드를 클릭하면 원하는 시기의 데이터를 쉽게 열람할 수 있음
- Windy.com은 전 세계에 대화형 일기예보 서비스를 제공하는 체코 회사로서, 현재 일기예보는 스위스 MEteoblue의 GFS 모델, ECMWF 및 NEMS 모델 데이터를 기반으로 함
 - 바람, 비/눈, 온도, 구름, 파도, 공기질, 레이더 및 위성 에 대한 정보를 스트리밍 방식으로 제공



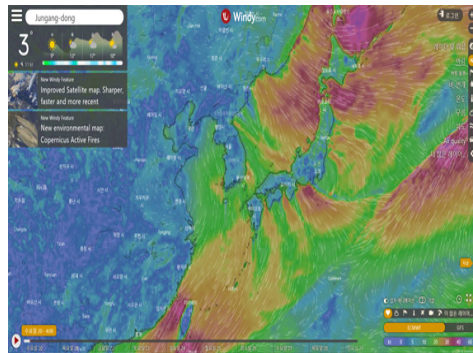
<프랑스의 Mercator Ocean International>



<EU의 코페르니쿠스>



<유럽 우주국의 Ocean Virtual Laboratory>



<체코의 Windy.com>

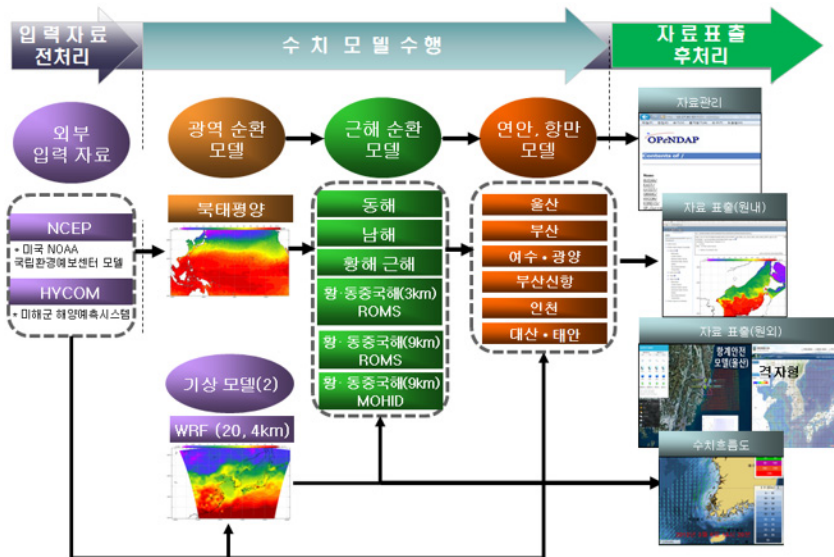
[그림 2-9] 유럽 해양정보서비스 가시화 예시

출처 : 기획보고서 재구성

- 호주 기상청의 Blulink OceanMAPS 예보 사이트에서는 10 km × 10 km 격자 크기로 Bureau's ocean model (OceanMAPS)을 사용하여 수온, 수온+해류, 해수면 아노말리, 해수면 아노말리-해류, 염분, 해류 정보 제공에 대한 공간분포를 스트리밍 방식으로 제공하고 있음

나. 국내 기술 동향

- 국내의 국립해양조사원은 기상모델 2종, 해수순환모델 13종 등 총 15개의 해양예측 모델을 운용 중이며, 웹 GIS 기반의 시스템 및 OPeNDAP 서비스와 연계하여 바다누리해양정보, 해양예측자료 가시화 시스템, 항계안전 해양정보 사이트 등의 해양정보서비스를 제공함
- 기상모델은 해수순환모델의 기상입력자료로 활용되고 있으며, 해수순환모델은 광역, 근해, 항계안전 모델의 순으로 네스팅 과정을 거쳐 자료화됨
- 국립해양조사원에서 운영하는 해양예측모델의 예측자료는 각 모델별로 일일 1개의 NetCDF 파일을 생성하고, 각 파일은 72시간의 해수면, 수온, 염분, 해수유동 예측자료를 포함함
 - 해당 수치모델 예측자료는 OPeNDAP(Open-source Project for a Network Data Access Protocol)을 통해 바다누리 해양정보서비스, 항계안전 해양정보시스템, 해양예측자료 검증·평가시스템, 해양예측자료 가시화시스템 등에서 활용되고 있음



[그림 2-10] 국립해양조사원 해양예측모델 구조도

출처 : 기획보고서

제 3 장 과학기술적 타당성 분석

제 1 절 문제/이슈 도출의 적절성

1. 문제/이슈 발굴의 적절성

- 기후변화에 따른 해양 환경변화 및 지속적으로 발생하는 해양재난재해로 인한 피해 증가와 미래 해양산업 기반조성을 중심으로 해양 분야가 당면한 문제/이슈가 대체로 적절하게 발굴되었다고 판단됨
- 매년 지속해서 발생하고 있는 해양사고와 재난 대형화의 양상 속에서 우리 바다의 안전하고 편리한 이용을 동 사업의 주요 문제/이슈로 제시함
 - 매년 상습적으로 발생하는 태풍에 의한 해일 등 각종 해양사고 및 적조 발생에 따른 어가 피해와 더불어 최근에는 후쿠시마 원전 오염수 방류에 이르기까지 우리 바다는 각종 해양재난재해로 인한 피해가 지속해서 발생하고 있음
 - 지난 5년('15 ~ '19)간 524명(연평균 105명)의 사망·실종자 인명피해가 발생했으며, 해양사고로 인해 총 2조 4,300억 원(연평균 약 4,860억 원, 세월호 미반영)⁸⁵⁾에 이르는 경제적 손실이 발생함
 - 급변하는 해양환경에 따라 2012년부터 피해 발생의 고착화 경향이 나타나고 있는 고수온 피해액은 2017년 79억 원(236 어가, 486만 마리)에 이르며, 최근에는 양자강 저염수 유입 피해 발생⁸⁶⁾ 등 다양한 해양재난의 가능성이 증가하고 있음
- 주관부처는 각종 해양재난재해의 증가에 대한 대응력 부족의 근본 원인과 미래 해양산업 발전을 위해 선결해야 할 문제로 우리 해양에 대한 정확하고 정밀한 정보의 부족을 제시함
 - 해양재난재해는 기후변화에 의한 지구온난화와 그에 따른 태풍 강도 증가 등 급격하게 변하는 해양환경과 해양사고에 기인하나, 이에 대한 대응력 부족의 근본 원인은 정확하고 정밀한 해양자료와 예측정보의 부족에 기인함

85) 제2차 국가해사안전기본계획(해양수산부, 2017)에 따른 5년('11 ~ '15) 통계자료임

86) '96년 제주 서부해역 저염수 유입으로 소라, 전복 등 184톤이 폐사하여 60여억 원의 피해가 발생하였으며, 최근 홍수 등으로 인해 양자강으로부터 유출량이 지난 6년 동안 40% 증가하여 피해 가능성이 증대되고 있음

- 더불어, ‘해양수산 스마트화 전략’ 및 ‘한국판 뉴딜 종합계획’ 등에서 요구하고 있는 미래 해양산업의 성공적인 추진의 전제로 해양예측 기술 고도화를 제시함
 - ‘해양수산 스마트화 전략⁸⁷⁾’의 실행을 위해서는 해양정보에 대한 접근편의성, 활용성, 해양예측 고도화가 전제되어야 가능함
 - ‘한국판 뉴딜 종합계획’에 따른 해양수산부 역할의 성공적인 이행을 위해서는 해양수산업 디지털 전환(해양수산 빅데이터 구축)과 해양신산업 육성 및 성장기반 마련(디지털 트윈 해양영토 구현)을 위한 해양예측 기술개발이 요구됨
 - 해양 안전확보 및 피해저감과 더불어 해양산업을 미래 기술산업으로 견인하기 위해서는 보다 정확하고 정밀한 해양정보의 확보가 시급함
- 지구온난화에 따른 이상기후의 발생으로 인한 해양 환경변화 및 해양사고에 대한 대응력 강화와 해양수산 스마트화 전략 추진을 위한 해양예측 연구개발사업의 필요성이 존재함
 - 해양재난재해에 대응하기 위해서는 해양정보의 입체적인 획득과 해양예측을 통한 빠른 현황 파악을 기반으로 해양변동에 대한 능동적인 대응력 확보가 요구됨
 - 주요 해양선진국은 사용자에게 신속하고 정확한 해양정보를 제공하기 위해 개별 또는 국제협력을 통한 관측 및 예측 기술의 개발과 현장 적용을 지속적으로 추진하여 전지구 규모부터 연안에 이르는 대기-해양-육상-해빙-생태계 결합 통합정보시스템을 구축·운영함
 - 그러나, 현재 우리 해양관측은 표층중심의 연안에 치중되어 있어 방사능 오염이나 유류유출 등 외해역으로부터의 변동에 대한 즉각적인 반응이 어려운 상황이며, 기술 수준은 최고기술국 대비 77% 정도에 불과한 실정임
 - 더불어, 실제 사용자에게 필요한 정보서비스를 제공하고 스마트 해양산업 가치사슬 형성의 기반이 되는 정보서비스 플랫폼이 부재한 상황임
 - 안전한 바다를 위한 신속 대응력 향상과 편리한 바다를 위한 해양정보의 효율적 활용을 위한 해양예측 연구개발사업의 추진 필요성이 존재함

87) 2030년까지 자율운항선박 세계시장의 50% 점유, 스마트양식 보급률 50% 달성, IoT항만대기질 측정망 1,000개소 구축, 해양재해예측 소요시간 12시간→4시간 이내로 단축을 목표로 함

2. 과학기술 기반의 문제/이슈 해결 필요성

- 해양환경변화 및 해양재난재해 대응과 해양수산 스마트화 과정에서 요구되는 신속 정확한 해양예측 정보를 제공하기 위한 기술개발의 필요성이 존재함
- 주관부처는 국정과제 ‘전략3: 국민안전과 생명을 지키는 안심사회’ 중 ‘국민안전 서비스’, ‘현장대응 역량 강화’, ‘4차 산업혁명’의 기조⁸⁸⁾에 따라 해양수산분야 재난재해 관리체계 구축 및 현장 즉시 대응 역량 강화 정책을 지속적으로 추진하고 있음
 - 해양수산 R&D 중장기계획(‘14 ~ ‘20) 중 해양 관측·예보 시스템의 정확도 제고를 통한 국가 안전망 구축 및 주변해역에 대한 과학조사 능력 확보⁸⁹⁾를 추진함(해양수산부, 2014)
 - 국정운영 5개년 계획 중 해양영토 수호와 해양안전 강화(국정과제 62)를 위한 해양안전 강화 및 해양예보 시스템 구축을 추진함(국정기획자문위원회, 2017)
 - 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획 중 재난안전 융·복합 대응 기술개발을 위한 정지궤도복합위성 해양탐재체 개발을 추진함(국가과학기술심의회, 2018)
 - 해양수산 스마트화 활성화 방안 중 IoT 기반 무인해양관측망 확대 및 해양재해 예측시간 단축(해양영토과)과 해양수산정보 통합 빅데이터 플랫폼 구축(정보화담당관·해양공간정책과)⁹⁰⁾을 추진함(해양수산부, 2020)
- 해양재난재해 해결을 위한 다양한 정책수단과 함께 연구개발을 통해 재난재해에 대한 선제적 대응 능력을 확보하겠다는 사업추진 논리의 타당성이 존재함
 - 주관부처는 해양재난재해 해결을 위한 정책대안으로 공공 안전확보 관련 법·제도 정비, 범부처 복합재난 대응훈련을 통한 대응력 함양 등이 가능하지만, 선제적 대응 능력 확보를 위해서는 해양예측 연구개발사업의 추진이 필요하다고 설명함
 - 연구개발을 통해 개발된 해양예측 기술을 협업기관에 이전하여 현장에서 활용하고(R2O: Research to Operation), 협업기관에서 발견된 기술적인 문제점을 연구개발을 통해 다시 해결하겠다는(O2R: Operation to Research) 논리의 타당성이 존재함

88) 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(국가과학기술심의회 p.6, 2018)에서 제시한 국내 재난안전 정책 동향 관련 국정과제 키워드이며, 선진국 정책분석에서는 ‘안전산업 육성’도 포함(p.2)

89) 해양예보시스템 적중률 제고 목표를 (‘13) 70% → (‘17) 75% → (‘20) 80%로 설정하였으나(p.12), 동 사업에서도 예보정확도 목표를 다시 80%로 설정함

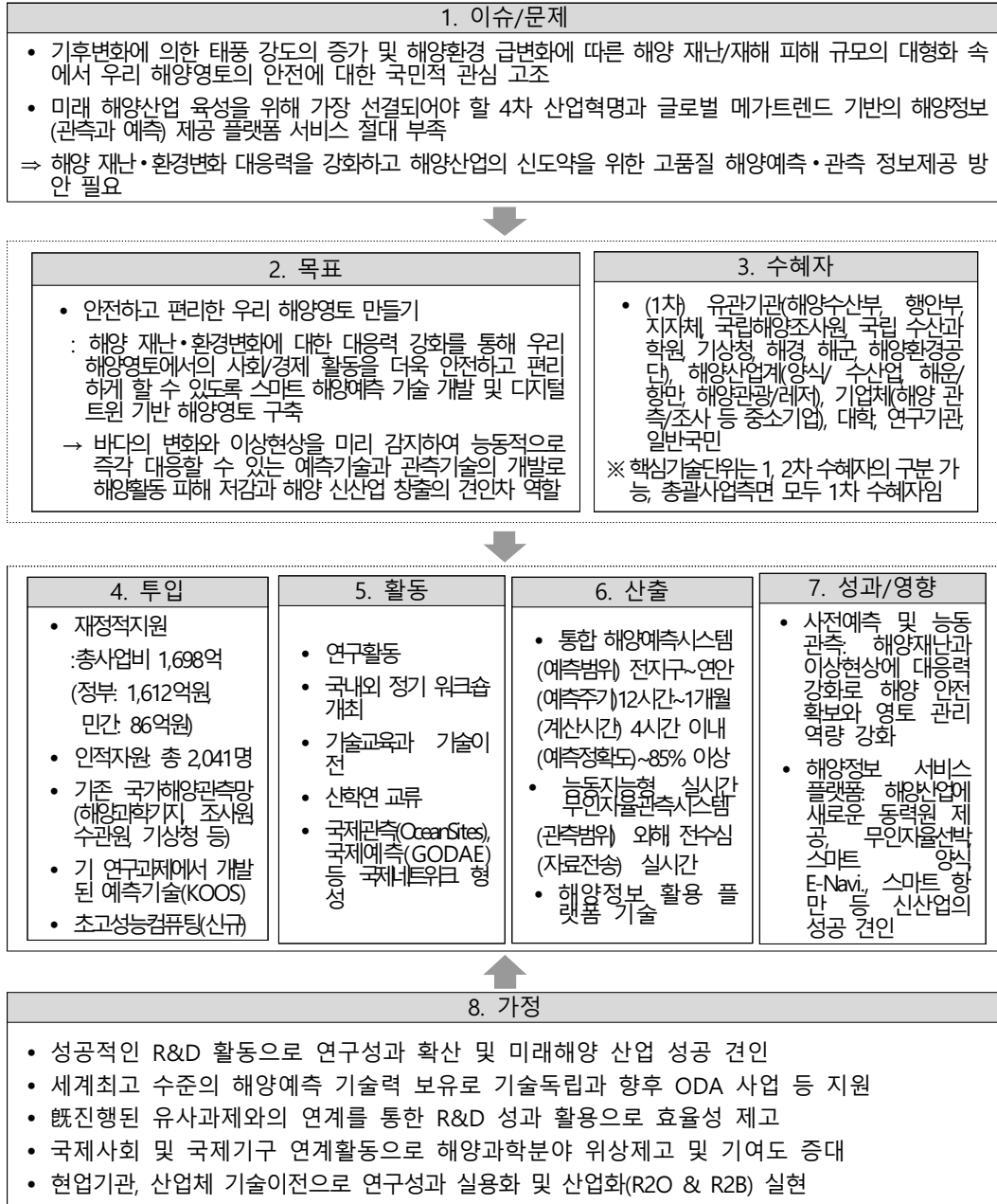
90) (플랫폼) 해양수산 공통기반 빅데이터 플랫폼 구축, (데이터) 시간적·공간적으로 연속된 데이터: (‘19) 245종 → (‘20) 405종 → (‘21) 605종 → (‘22) 770종, (서비스) 해양공간종합지도 및 플로우 빅데이터 구축(p.47)

- 해양예측 기술은 국민의 생명과 재산보호와 밀접하게 연관된 공공기술로 정부차원 연구개발사업의 추진 필요성이 존재하나, 예측, 관측, 정보서비스 기술의 개발이 하나의 사업으로 추진되어야 하는 근거의 제시가 미흡함
- 해양예측 분야의 사회·경제적 중요도를 고려해 볼 때 정부차원의 적극적인 투자가 필요한 상황임
 - 국가는 해양재난재해 발생 시 국민의 생명과 재산을 보호해야 하는 책무를 가지며 이에 대한 기술개발을 통한 국가안전 대응체계 마련이 요구됨
 - 국내 해양사고는 매년 증가추세에 있으며⁹¹⁾, 후쿠시마 원전 사고 당시는 물론 최근 원전 오염수 유출과 관련하여 큰 우려가 있었으나 유사 시 신뢰할 수 있는 예측자료를 제공할 수 있는 기관이 부재한 상황임⁹²⁾
 - 해양은 재난재해 발생 시 육상에 비해 접근이 어렵고, 현장 정보가 부족하여 사전에 해양환경 변화 및 재난재해에 대응하기 위한 기술개발이 필수적으로 요구됨
 - 주관부처는 해양수산 스마트화 전략을 추진하여 해양재해재난에 대한 대응력을 강화하고 한국판 뉴딜 종합계획에 따른 해양신산업 육성 및 성장기반 마련에 기여하고자 해양예측 고도화 사업을 추진함
- 해양예측에 필요한 데이터 구축, 예측시스템 개발, 시험·검증을 위한 연구개발사업의 필요성이 존재하나, 개별 기술의 개발이 하나의 대형/장기사업으로 추진해야 하는 근거의 제시가 미흡함
 - 주관부처는 예측, 관측, 정보서비스가 체계적으로 연계되는 대형 연구개발사업으로 추진 시 보다 확실한 시너지효과 확보 및 해양예측 문제 해결이 가능하다고 제시함
 - 정확하고 정밀한 해양예측에 필요한 대규모 해양 데이터를 구축 및 인공지능 기반 예측시스템의 개발과 시험·검증을 위한 연구개발사업의 추진 필요성이 존재함
 - 그러나, 내역사업별 목표달성의 한계를 극복하기 위한 예측, 관측, 정보서비스 기술의 개발이 하나의 대형/장기사업으로 추진되어야 하는 논리와 긍정적인 효과 발생의 근거가 명확하게 제시되지 않았음

91) 해양사고는 '14년 1,330척에서 '17년 2,882척으로 연평균 10% 이상(동 기간 121%) 증가추세임(해양수산부, 해양사고통계연보, 2020)

92) 현재 국내 원전 24기, 중국 원전 38기가 운영 중으로 원전 방사능 및 유류유출사고 발생 시 빠르고 정확한 관측 및 정보전달 기술을 활용한 현장 대응력 강화와 유사시 이동예측을 통한 국민대피명령 발령이 필요함

제 2 절 사업목표의 적절성



[그림 3-1] 사업 논리모형

출처 : 추가제출자료 재구성

1. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성

- 동 사업의 목표는 해양재난재해 대응력 부족과 미래 해양산업 발전을 위해 선결해야 할 문제/이슈와 연관성이 존재함
- 주관부처는 해양예측분야의 문제/이슈의 근본 원인을 ‘우리 해양에 대한 정확하고 정밀한 정보의 부족’으로 정의하고 이의 해결을 동 사업의 목표로 설정함
 - 해양관측부문의 문제점으로 관측지점의 연안 집중, 전수층 관측 부족, 고정/정기 관측의 한계를 제시함
 - 해양예측부문의 문제점으로 계산시간 지연, 악천후/복합예측 정확도 및 활용성 부족, 전지구/통합/AI 연구 부족을 제시함
 - 정보서비스부문의 문제점으로 대용량 정보처리기술 부족, 수요자 접근성 부족, 수요자 중심 정보서비스 부족을 제시함



[그림 3-2] 해양예측분야 해양환경변화 대응 기술상 문제점

출처 : 설명회자료

- ‘해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발’이라는 사업목표는 해양환경변화 대응과정에서 발생하는 기술적인 문제점의 해결과 연관성이 존재함
 - “우리 바다는 안전하고 편리하게 이용할 수 있는가?”를 해양예측분야에서 해결해야 할 문제로 설정하고, 이의 근본적인 해결책은 우리 해양영토에 대한 정확하고 정밀한 정보를 활용하여 적시에 활용토록 하는 것이라는 주관부처의 논리에 타당성이 존재함

2. 사업목표 설정의 적절성

- ‘해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발’이라는 사업목표에 대한 정량목표의 체계적인 제시가 미흡한 것으로 판단됨
- 주관부처는 안전하고 편리한 우리 해양영토 만들기(스마트 해양예측: SMART Ocean Grid)를 비전으로 설정하고, ‘해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발’을 사업목표로 제시함
- 사업의 정량목표로는 ① 예측 정확도 향상(85%), ② 예측시간 단축(4시간), ③ 해양 관측 그리드 구축(17개 허브)을 제시함
 - 정량목표 1: 통합 해양예측시스템 구축을 통한 예측 정확도 향상(‘29년 11개 예측 항목 평균 정확도 85% 이상)
 - 정량목표 2: 예측시간 단축(‘29년 예측 시간 4시간 이내로 단축)
 - 정량목표 3: 무인자율기반 스마트 해양관측 그리드 구축(‘29년 17개 허브 구축)
- 동 사업의 목표인 ‘스마트 해양예측 기술개발’을 통해 달성하고자 하는 효과를 표현하는 정량목표의 체계적이고 논리적인 제시가 미흡함
 - 예측 관련 목표를 중심으로 관측 목표는 설정하였으나 정보서비스 목표는 포함하고 있지 않아 사업 전체를 포괄하는 목표의 체계적인 제시로 보기 어려움
 - 해양예측 정보를 활용하는 수요자의 요구사항이 명확하게 제시되지 않았으며⁹³⁾, 이로 인해 목표설정의 적절성 및 도전성을 판단하기 어려움
 - 예측 및 관측항목과 예시된 정보서비스의 구체적인 연관관계 제시가 미흡하며⁹⁴⁾, 제시된 예측항목을 통해 필요한 해양정보를 지원할 수 있다고 확신하기 어려움⁹⁵⁾
 - 제주 남부해역 해양관측정점수 17개소 확대는 사업의 내용에 해당하며, 정량목표는 이러한 허브 구축을 통해 달성하고자 하는 효과를 제시해야 함⁹⁶⁾

93) 동 사업의 수요자들이 요구하는 해양 정보서비스에 따라 필요한 해양정보의 정확성, 신속성(예측시간), 정밀도, 생산주기, 자료생산량, 예측항목이 상이할 수 있는데 이에 대한 면밀한 분석이 부족함

94) 추가제출보완자료에서 예시로 제시한 정보서비스의 내용이 방사능 유출사고 대응, 유류 유출사고 대응, 적조사고 대응, Full-3D 해양예측정보 가시화 등으로 상이함에도 불구하고 스마트 허브 관측항목과 해양순환 예측정보가 동일하거나 유사한 부분에 대한 논리적 근거의 제시가 필요함

95) 추가제출보완자료에서 정보서비스 예시 3/4로 제시한 적조/녹조 사고 대응과 관련된 스마트 양식 서비스의 경우 수온, 염분뿐만 아니라 pH(수소이온농도), DO(용존산소농도), EC(전기전도도), 탁도, 암모니아, 클로로필 등의 예측항목이 요구됨

96) 해양관측 그리드의 성능은 관측정점의 수뿐만 아니라 관측체계, 관측기술 등 다양한 요소에 의해 결정되는

3. 성과지표의 적절성

- 사업목표와의 논리적 연관성이 명확하게 제시되지 않았으며, 과정지표 중심의 구성으로 단계별 성과목표에 부합하는 결과지표의 설정이 부족한 것으로 판단됨
- 주관부처는 사업의 성과지표로 초고성능 컴퓨터센터 구축, 스마트 예측 달성도, 스마트 허브 구축도, 스마트 허브 관리 정책 달성도, 정보서비스 솔루션 개발 등을 제시함
 - 단계별 성과목표로는 (1단계) 스마트 해양예측 원천기술 확보 및 기반기술개발, (2단계) 스마트 해양예측 기술 통합 및 검증, (3단계) 스마트 해양예측 기술 운용 및 성과확산을 제시함

<표 3-1> 단계별 성과목표 및 성과지표

1단계 (2022~2024)		2단계 (2025~2027)		3단계 (2028~2029)	
개별기술개발(3년)		기술통합·검증(3년)		성과확산(2년)	
초고성능 컴퓨터센터 구축	0.4	선진국 대비 기술수준	0.1	선진국 대비 기술수준	0.1
스마트 예측 달성도	0.2	스마트 예측 달성도	0.4	스마트 예측 달성도	0.3
스마트 허브 구축도	0.15	스마트 허브 구축도	0.25	스마트 허브 구축도	0.15
스마트 허브 관리 정책 달성도	0.05	스마트 허브 관리 정책 달성도	0.05	스마트 허브 관리 정책 구축 달성도	0.05
정보서비스 솔루션 개발	0.2	정보서비스 솔루션 개발	0.2	정보서비스 통합플랫폼 개발 및 기술이전	0.2
				논문/특허의 정량적/정성적 목표 달성도	0.2
합계	1.0	합계	1.0	합계	1.0

출처 : 추가제출자료 재구성

- 사업의 목표, 단계별 성과목표, 성과지표의 논리적 연관성이 명확하게 제시되지 않았으며, 과정지표 위주의 구성으로 공공기술개발 유형 사업의 단계별 사업목표 달성 정도를 측정하기 위한 성과지표로서의 적절성이 부족함
 - 사업목표와의 논리적 연계구조가 미흡하여 제시된 성과지표로는 사업목표 및 단계별 성과목표의 달성 여부와 정도를 명확하게 측정하기 어려움
 - 초고성능 컴퓨터센터 구축, 스마트 허브 구축도, 정보서비스 솔루션 개발 등은 연구의 과정에서 도출되는 산출물(output)에 해당하는 지표로 질적 우수성을 측정하

것으로 설명하고 있으므로 관련 내용을 포함하는 대표성 있는 정량목표의 제시가 필요함

기 어려우므로 성과(outcome) 위주의 질적지표 제시 및 비율 준수가 요구됨⁹⁷⁾

- 기술개발(1단계), 통합·검증(2단계), 성과확산(3단계)의 단계에 따른 성과지표의 차별성이 부족하며, 논문/특허지수는 3단계 성과확산 측정지표로 적절성이 부족함
- 예측정확도 85%를 달성하더라도 선진국 대비 90% 기술수준을 확보하기 위해서는 85% 이상의 정확도를 달성해야 하는 경우가 발생 등 성과지표 중복 및 간섭의 문제가 발생함
- 관측기술 달성 성과지표로 ‘스마트 허브 구축도’를 제시하고 있는데, 스마트 그리드 관측시스템에는 스마트 허브 외에도 스마트 부이, 무인 이동형 해양관측장비, 수중 글라이드 등이 다양하게 포함되어 있어 성과지표로서의 대표성이 부족함
- 대국민 서비스와 상업적 필요성 중심의 KPS(Key Product & Service)를 구체적으로 제시하고, 이를 통해 사업의 성과 및 성공 여부를 판단하는 것이 바람직함

4. 수혜자 표적화의 적절성

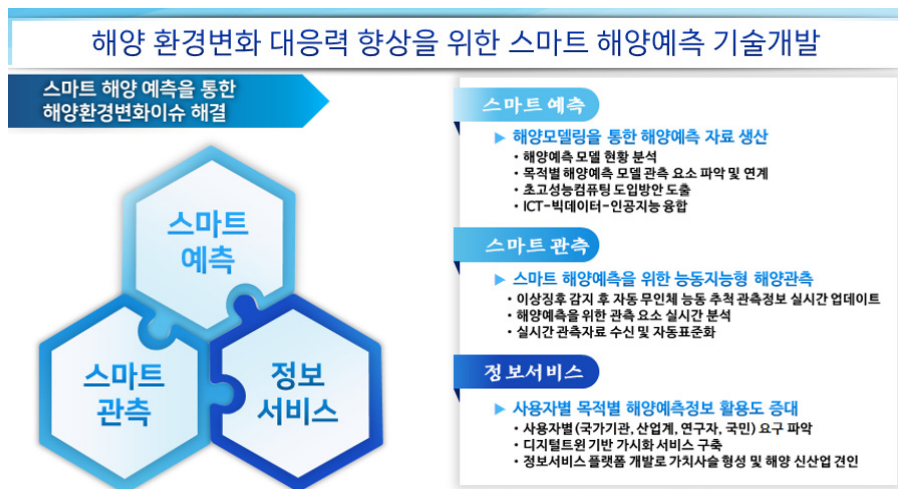
- 사업의 목표에 따른 동 사업의 직접적인 수혜자는 유관기관과 해양산업계 및 해양 관측/조사 관련 기업체이며, 정보서비스가 구체화되는 경우 기타 수혜자로 확대 가능하다고 판단됨
- 주관부처는 동 사업의 수혜자로 유관기관, 해양산업계, 기업체, 대학, 연구기관, 일반국민을 제시함
 - 유관기관: 해양수산부, 행안부, 지자체, 국립해양조사원, 국립 수산과학원, 기상청, 해경, 해군, 해양환경공단
 - 해양산업계: 양식/수산업, 해운/항만, 해양관광/레저 기업
 - 기업체: 해양 관측/조사 등 중소기업
 - 기타: 대학, 연구기관, 일반국민
- 수혜자의 범위가 다소 광범위하게 제시되었으나 동 사업의 목표에 따른 실질적인 수혜자는 유관기관과 해양산업계 및 해양 관측/조사 관련 기업체로 판단됨
 - 다만, 예비타당성조사에서의 수혜자는 사업의 자금을 지원받는 주체가 아니라 직접적인 경제적 혜택을 받을 것으로 예상되는 주체를 의미하므로 정보서비스의 구체화를 통해 기타 수혜자로의 확대 가능성이 있다고 판단됨

97) ‘국가연구개발사업 표준성과지표(5차)-성과목표·지표 설정 안내서(과학기술정보통신부, 2020)’에 따른 성과지표점검에서는 일반적으로 60% 이상의 질적지표 비율을 권장함

제 3 절 세부활동 및 추진전략의 적절성

1. 사업목표와의 논리적 연계성

- 동 사업은 능동지능형 해양관측, 해양예측 자료 생산, 해양예측 정보 활용도 증대를 중심으로 세부활동이 구성되어 '해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발'이라는 사업목표와 논리적 연계성이 존재함



[그림 3-3] 사업목표와 세부활동 연계도

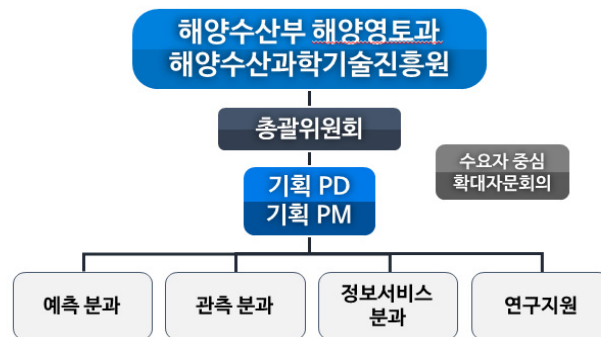
출처 : 기획보고서 재구성

- 주관부처는 사업의 비전 및 목표 달성을 위해 3개 내역사업, 8개 과제, 19개 세부 과제(구성기술)로 세부활동을 구성함
 - 입체적 해양관측 자료의 확보와 보다 빠르고 더 정확한 예측자료의 생산으로 사용자가 자신의 목적에 맞는 새로운 부가가치를 생산할 수 있는 정보서비스를 만드는 일련의 시스템을 목표로 내역사업 및 과제를 구성함
 - 예측, 관측, 정보서비스의 3개 내역사업을 통해 해양예측기술의 개발 및 실증을 진행하고 사업단 과제에서 이를 관리·연계하고 성과확산을 지원함
- 동 사업의 세부활동은 스마트 해양예측 기술 개발을 중심으로 구성되어 사업목표와 논리적 연계성이 존재함
 - 다만, 해양재난재해 대응력 향상 및 해양 신산업 창출의 실현을 위해서는 세부과제 수준까지 논리적 일관성의 유지가 필요함

2. 세부활동 도출의 적절성

가. 기획 추진체계 구성 및 운영의 적절성

- 동 사업의 기획을 위한 추진체계의 구성은 대체로 적절하게 제시되었으나, 부처, 전담기관, 기획위원회의 역할 및 운영 부분에서는 미흡한 점이 발견됨
- 주관부처는 산·학·연 전문가로 구성된 총괄위원회와 기술분과위원회를 구성·운영하여 동 사업을 기획함



[그림 3-4] 사업기획 추진체계

출처 : 기획보고서

- 총괄위원회: 총괄위원장을 사업기획단장으로 기획연구의 추진 방향 및 기획내용의 적절성을 검토하는 평가위원회 임무를 수행함
 - 해양수산물과학기술진흥원: 사업기획단을 구성하고 PM은 기획위원회 운영 및 예비 타당성조사 대응을 총괄하고, PD는 기술적인 내용을 검토하고 조정함
 - 기술분과위원회: 기술적 관점에서 대상 기술의 동향분석 및 개발 계획을 도출함
 - 연구지원: 연구지원 업무와 경제적 타당성 분석 및 시장수요 예측, 비즈니스모델 수립 등의 업무를 수행함
 - 수요자 중심 확대자문회의: 수요기관 전문가를 중심으로 연구개발 성과의 연계 및 확산 관련 자문을 수행함
- 사업을 총괄하여 방향을 제시하고 종합적으로 기획·조정하는 주관부처와 총괄위원회의 역할이 미흡한 것으로 판단됨
- 동 사업의 기획을 총괄하고 추진계획을 종합·검토하는 주관부처로서의 해양수산부

의 역할에 대한 제시가 부족함

- 연구방향 및 내용구성은 기획 PM과 PD가 이원화하여 기획하고 연구내용은 기술 분과위원회와 연구지원 조직에서 담당하고 있어, 총괄기획위원회의 사업 방향설정 및 총괄조정 역할이 미흡함
- 재기획에서 수요기관 전문가 중심 확대 자문회의를 구성하였으나, 착수보고와 최종점검 2회 운영으로 실질적인 수요 도출 및 반영이 이루어졌다고 보기 어려움

□ 동 사업 기획위원회의 전문가 구성이 기술의 공급자 위주로 구성되었으며, 기술전문가 대비 정책 및 경제 전문가의 참여가 부족함

○ 주관부처는 총괄위원회⁹⁸⁾와 기술별 3개 분과위원회에 총 26개 기관, 38명의 전문가⁹⁹⁾로 기획위원회를 구성하여 운영함

<표 3-2> 기획위원회 전문가 구성

분과	전공	소속	구분
총괄위원회(8)	물리해양학(2), 생명공학(1), 생물학(1), 해양학(1), 해양공학(2), 행정학(1)	부산대학교(1), 아주대학교(1), 전남대학교(1), 한국해양과학기술원(2), 해양수산과학기술진흥원(2), 해양수산부(1)	학(3), 연(4), 관(1)
예측분과(10)	대기과학(2), 물리학(1), 물리해양학(5), 전산학(1), 해양학(1)	Baynex Inc.(1), 국립수산물학원(1), 국립해양조사원(1), 기초과학연구원(1), 부경대학교(1), 서울대학교(1), ㈜지오시스템리서치(1), ㈜환경과학기술(1), 한국해양과학기술원(2)	산(3), 학(2), 연(5)
관측분과(9)	국제해양법(1), 연안공학(1), 전기전자공학(1), 지질학(1), 해양학(5)	서울대학교(1), 요타오션(1), ㈜오션테크(1), 한국해양과학기술원(5), 한국해양대학교(1)	산(3), 학(1), 연(5)
정보분과(11)	대기과학(2), 응용소재공학(1), 정보통계(1), 해양학(6), 환경공학(1)	㈜네이버시스템(1), ㈜비엔티(1), ㈜오서너(1), ㈜포디솔루션(1), 한국수자원공사(1), 한국해양과학기술원(1), 한국환경공단(2), 해군정보단(1), 해양경찰청(1), 해양정보(1)	산(5), 연(2), 관(4)
합계	38명 (산: 11명(29%), 학: 6명(16%), 연: 16명(42%), 관: 5명(13%))		

출처 : 추가제출자료 재구성

○ 기획위원회의 전문가가 기술의 수요자보다는 공급자 중심으로 구성되어 있으며, 총괄

98) 동 사업의 연구를 총괄하는 PD와 사업관리를 총괄하는 PM은 총괄위원회에 포함하여 분석함

99) 주관부처는 기획연구를 지원한 해양기술정책연구소 전문가 2명(경제학, 경영학)을 기획위원명단에 포함하여 제출하였으나, 예비타당성조사에서는 기획위원회 전문가에 포함하지 않고 분석함

위원회에는 민간기업 전문가가 부재하여 해양산업 분야의 의견수렴에 한계가 존재함

- 기획전문가의 전공별 구성은 해양학(13명, 34.2%)과 물리해양학(7명, 5.4%)이 총 20명(52.6%)으로 다수를 차지하고 있어 사업의 특성을 고려하더라도 다양한 전문가의 참여가 다소 미흡한 것으로 판단됨
- 기획전문가의 소속별 구성은 한국해양과학기술원 전문가가 10명(26.3%), 관측분과의 경우 5명(55.6%)으로 기획이 특정 기관에 의해 주도될 가능성이 큰 구성으로 판단됨
- 정책전문가는 총괄위원회의 주관부처 담당과장(행정학)과 정보분과의 전문가(국제해양법) 2명으로 구성되고, 경제전문가는 기획위원이 아닌 연구지원기관의 전문가 2명으로 구성되어 실질적이고 주도적인 참여가 어려운 구성으로 판단됨¹⁰⁰⁾
- 분야별 기술 공급자 주도의 기획 운영으로 해양예측 기술의 활용수요에 대한 종합적인 대응이 미흡한 것으로 판단됨

나. 수요조사 및 우선순위 설정의 적절성

- 주관부처는 수요조사를 위해 다양한 활동을 수행하였으나 세부활동의 도출 및 연계 등에서 미흡한 점이 발견됨
- 주관부처는 세부활동의 도출을 위해 Top-down과 Bottom-up 방식을 병행하여 내역사업을 도출하고 세부과제를 구성함
 - 대내·외 환경 분석을 바탕으로 '신속 정확한 예측정보 생산 및 예측시간 단축', '해양예측 정확도 향상을 위한 실시간 대용량 관측자료 확보', '실수요자 맞춤형 정보서비스 기술 개발'이라는 3개 추진전략을 도출함
 - 세부 사업목표로 연계되는 추진전략을 도출 후 3개 추진전략의 실현을 위한 예측, 관측, 정보서비스 관련 3개 내역사업을 구성함
 - 내역사업을 구성 후 기술수요 조사¹⁰¹⁾와 우선순위 설정과정을 통해 26개 핵심기술을 구성하고 이를 바탕으로 19개 세부과제를 구성함
- 주관부처는 2차에 걸친 수요조사를 수행하였으나 다소 한정된 기관의 전문가로부터

100) 정책전문가와 경제전문가의 참여가 미흡한 기획위원회의 구성은 동 사업 추진의 필요성 및 경제적 타당성을 논리적으로 명확하게 설명하는데 어려움을 겪는 상황과 무관하지 않은 것으로 판단됨

101) 주관부처는 선행 예비타당성조사 관련 1차 수요조사 시 79개의 수요를 접수하였으며 동 예비타당성조사와 관련하여 2차, 49개의 수요('20.2.5. ~ '20.3.5.)를 접수함

터 기술 공급자 중심의 수요가 도출된 것으로 판단됨

- 1차 수요조사의 경우 79개의 수요를 도출하였으나, 54개는 기존에 수행 중인 국가 연구개발사업 과제 목록으로 실제 제출된 수요는 25개에 불과하며, 2차 49개 수요 중 일부¹⁰²⁾는 기존 과제 목록과 일치함
- 2차 수요 49개 중 29개(59.2%)의 수요가 한국해양과학기술원(17개), 환경과학기술(7개), ㈜지오시스템리서치(5개) 등 다소 한정된 기관의 전문가 위주로 도출됨
- 대부분의 기술수요가 기술 공급자들에 의해 작성·제안되었으며, 국립수산물과학원 외 해군, 해경, 국립해양조사원 등 수요기관의 의견수렴이 부족하여 활용 수요에 대한 구체화가 미흡함

□ 주관부처는 우선순위 설정을 위한 일반적인 절차를 따르고 있으나 체계적인 접근이 미흡한 것으로 판단됨

○ 주관부처는 49개의 기술수요에 대한 유사성 분석과 기술의 시급성, 적합성, 시장성, 기술성에 대한 기획위원회의 의견을 반영하여 26개의 핵심기술을 제시함

- 1차 사업기획과의 연속성 유지 및 선행 예비타당성조사의 의견을 바탕으로 기술의 우선순위를 조정하고 연구개발 과제 관리 및 성과확산을 위한 사업단 과제를 신규로 구성함

○ 우선순위 설정의 기준 및 선정 절차에 대한 설명이 미흡하여 우선순위 설정의 적절성을 판단하기 어려우며, 핵심기술과 구성기술의 연관관계 제시가 부재함

- 평가 기준의 설정 근거 및 평가의 방법, 과정, 평가자 등에 대한 설명이 미흡하여 우선순위가 합리적으로 설정되었는지 판단하기 어려움
- 우선순위 설정 과정에서 구성된 26개¹⁰³⁾ 핵심기술과 19개 세부과제(구성기술)의 관계 및 도출 과정에 대한 제시가 부재함

102) 예, 드론 활용 해양 IoT 기반 해양관측 플랫폼 구축 및 활용(한국해양과학원), 예측정확도 향상을 위한 해저면 변동 모니터링 인프라 구축 및 활용(한국해양과학원)

103) 기획보고서(pp. 219~221)에는 ‘기존 상시관측망 기능 확장 기술개발’ 등 25개의 목록만 제시됨

3. 구성 및 내용의 적절성

□ 해양 환경변화 및 해양사고에 대한 대응력 강화와 해양수산 스마트화 전략 추진을 위한 스마트 해양예측 기술개발을 중심으로 세부활동을 구성하였으나, 내역사업별 연계, 과제에의 구성 및 내용 등에서 미흡한 부분이 발견됨

○ 주관부처는 스마트 해양예측을 위한 능동지능형 해양관측, 해양예측 자료 생산, 해양예측 정보 활용도 증대 기술개발을 중심으로 동 사업의 세부활동을 구성함



[그림 3-5] 스마트 해양예측 기술개발사업 연계 및 활용방안

출처 : 기획보고서

- 내역사업 1(예측): 보다 빠르고 더 정확한 해양예측 생산을 위한 적재적소 관측요소 활용 증대, 예측시간 단축, 예측 정확도 증대, 장기예측 확대, 해양예측정보 활용 편의성 제공 활동을 수행함
- 내역사업 2(관측): 능동지능형 무인자동 관측기술 확보를 위한 실시간 관측 요소 증대, 인공지능 기반 무인관측장비 개발, 대용량 관측정보 전달이 가능한 해양통신기술개발, 관측정보 활용 편의성 증대 활동을 수행함

- 내역사업 3(정보서비스): 해양정보 신산업 기반구축을 위해 디지털 트윈 구축을 통한 해양자료를 3차원 가시화함으로써 해양공간에 대한 실감형 이해 가능, 스마트 해양그리드 솔루션을 통한 해양스마트 전략을 위한 기반기술 확보 활동을 수행함
- 과제 4-1(사업단): 내역사업 간 자료 및 기술 교류의 연계성 강화를 위한 사업 진도관리 및 성과관리 효율성 확보 활동을 수행함(추가제출자료)
- 스마트 해양예측 기술개발을 위한 3개 내역사업(관측, 예측, 정보서비스)의 구성은 적절하나, 구체적인 연계방안이 제시되지 않아 실질적인 연계 및 시너지 효과 창출에 어려움이 예상됨
- 3개 내역사업, 8개 과제, 19개 세부과제가 개념적인 수준에서는 연결되어 있으나, 세부활동 연계의 내용 및 방법 등에 대한 구체적인 연계방안은 제시되지 않았음
- 세부활동의 연관관계에 대한 명확화¹⁰⁴⁾와 구체적인 연계방안의 제시를 통한 사업의 통합성 향상 및 시너지 효과 창출이 요구됨
- 주요 수요기관의 요구사항에 대한 면밀한 분석을 통한 필요 정보서비스의 도출 및 이의 실현을 위한 해양 관측 및 예측 기술의 제시가 미흡함
- 수요기관 설문 및 인터뷰 자료 등에 대한 분석결과의 제시가 미흡하여 동 사업에서 개발하고자 하는 예측모델이나 정보서비스 솔루션 등이 실제 수요기관의 요구사항과 일치하는지 확인하기 어려움
- 관련 연구개발사업 성과의 활용이나 기존에 수집된 데이터의 연계에 대한 구체적인 계획의 제시가 미흡함
- 현재 제공되고 있는 대국민 서비스와 상업적 활용사례에 대한 분석을 통해 기존 사업의 성과와 한계 및 미래 수요에 대한 필요성을 제시하고, 동 사업의 종료 시점에서 기대되는 발전적인 모습에 대한 제시가 필요함
- 동 사업에서 개발하고자 하는 11개 예측항목 및 22개 관측항목 외 수요기관에서 요구하는 다양한 해양 정보서비스의 개발에 필요한 기존 기술 및 데이터의 현황과 연계방안의 제시가 필요함¹⁰⁵⁾
- ‘국민체감 활용 해양 예측서비스 확대’ 부분에서 디지털 트윈의 구축을 제안하고

104) 수요자의 요구사항을 기반으로 어떤 관측 데이터의 수집을 통해 어떤 예측 모델의 성능을 어떻게 향상하고 이를 이용하여 어떤 정보서비스를 플랫폼화하고 시각화 서비스를 제공할 것인지에 대한 명확한 제시가 필요함(수요자의 요구사항 → 정보서비스 도출 → 예측 기술개발 → 관측자료 수집)

105) 관련하여, 한국해양수산개발원에서 2020년부터 추진 중인 해양수산정보 공동활용체계 구축사업의 해양수산 빅데이터 플랫폼과의 해양 데이터 상호 활용 및 빅데이터 플랫폼 연계에 대한 검토가 필요함

있으나, 디지털 트윈의 시각화에 초점을 맞추고 있어 일반적인 디지털 트윈의 효과 달성과 향후 단계로의 연계가 어려움

- 평면정보 제공 대비 3차원 시각화정보 제공의 필요성과 효과가 구체적이고 명확하게 제시되지 않았음
- 디지털 트윈을 사이버물리시스템(CPS)과 분리하여 디지털 공간에서 물리적 공간의 제어 기능을 제외하고 있어 디지털 트윈의 효과가 제한적으로 활용됨¹⁰⁶⁾

○ 해양예측 서비스 플랫폼은 tech-push형으로 선제적 구축·공급보다는 정보서비스를 구체화하는 과정에서 need-driven형으로 도출되는 것이 바람직함

- 대국민 서비스를 위한 Smart Ocean Grid의 기술적 필요성 및 문제점, 상업적 활용 가능성 등에 대한 명확한 제시를 통해 재정투자 확대의 근거가 설명되어야 함

○ 최종성과물의 주요특징(요구성능, spec)으로 제시된 성능목표와 연차별 성과목표 및 성과지표로 제시된 논문발표, 논문게재, 특허출원, SW등록건수, 시제품 출시 건수 등과 세부 사업목표의 논리적 연계성 및 목표설정 근거의 제시가 미흡함¹⁰⁷⁾

가. 내역사업 1(예측) 스마트 해양 그리드 통합 예측기술 개발

□ 해양예측 시간 단축 및 정확도 향상을 위해 해양 통합 모델링 및 해양예측기술을 개발하고자 하는 동 사업의 추진 필요성이 존재하나, 세부과제의 목표 및 내용에서 미흡한 점이 발견됨

○ 주관부처는 동 내역사업의 세부 사업목표로 보다 빠르고 더 정확한 해양예측 생산(예측시간 단축 및 정확도 향상)을 제시하고 세부활동을 구성함

- (예측시간 단축) 20년 12시간 → 29년 4시간, (정확도 향상) 20년 78% → 29년 85% 이상, (예측 확대) 북서태평양/10일 → 전지구/1개월 이상

○ 사업목표와 구분된 내역사업의 효과를 측정할 수 있는 세부 사업목표의 제시가 필요하며, 세부 사업목표는 내역사업의 세부활동에 반영되어야 함

- 예측시간을 4시간으로 단축하는 것은 해양 예측정보의 시의성 확대 측면에서 의미 있는 목표치로 판단이 되나, 예측시간의 의미와 정의가 명확하게 제시되어

106) 디지털 트윈은 일반적으로 데이터 수집·분석·예측을 통한 제어·최적화를 지원하는데, 동 사업의 디지털 트윈은 해양 데이터 관측·예측 기반 시각화·가시화에 한정되어 있어 해양 정보서비스를 위한 미래 추정 기반 제어·최적화 기능이 미흡함

107) 사업의 질적 우수성을 판단할 수 있는 성과지표(예, 예측모델의 정확성, 예측시간 등)를 세부과제와 연계하여 제시하고, 지표별 목표설정 근거의 제시가 필요함

야¹⁰⁸⁾ 사업의 효과를 정확하게 측정할 수 있음

- 예측정확도 평가 시 정확도와 함께 민감도(예, 사고예측 민감도: 실제 사고 중에서 사고로 예측된 비율)와 정밀도에 대한 측정이 함께 이루어져야 함
- 예측범위를 10일에서 1개월로 확대한다는 목표의 정의에 대한 구체적이고 명확한 제시가 필요함

□ 과제 1-1(전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합모델링 및 예측시스템 개발)

- 방사능 및 유류 유출 사고 등과 같은 인위적 재난재해뿐만 아니라 태풍 등 기상 재난재해의 위험도가 증가할 것으로 전망되어 다양한 규모의 해양변동 예측이 가능한 통합 수치모델을 개발하고자 하는 등 과제의 필요성이 존재함¹⁰⁹⁾
- 기술수준(80), 기술성숙도(TRL 8), 성능목표(60%, 85%, 70%) 설정 근거와 세부과제(구성기술)별 예측항목(생산자료) 및 예측기간이 명확하게 제시되지 않았음

<표 3-3> 스마트 해양예측 기술개발사업 예측항목별 상세목표

상세목표		예측기간			
		3일	1주일	1개월	6개월
정확성	현재	78%	-	-	-
	목표치	85%	70%	60%	55%
신속성 (예측시간)	현재	12시간	24시간	-	-
	목표치	4시간	8시간	1일	4일
정밀도 (해상도)	현재	최소 300m	1/24°	-	-
	목표치	최소 10m	1/48°~1/24°	1/12°	1/12°
예측영역 (해상도)	현재	영해	북서태평양	-	-
	목표치	영해	북서태평양/전지구	전지구	전지구
생산주기	현재	2회/일	1회/1주일	-	-
	목표치	2회/일	1회/일	1회/1주일	1회/1개월
자료생산량	현재	180GB/일	135GB/회	-	-
	목표치	244GB/일	870GB/일	2.2TB/회	13TB/회
예측항목 ¹¹⁰⁾	현재	7개 항목	수온, 염분, 유속, 유향	-	-
	목표치	9개 항목	11개 항목	9개 항목	9개 항목

출처 : 기획보고서

108) 예, 센서측정 시점부터 예보 시점까지의 시간, 인공지능 학습시간 포함 여부 등

109) 해양 재난재해의 피해를 줄이기 위해서는 예측성이 높은 예측자료를 기반으로 한 대비책 마련이 필요함

- 공간적으로 구분(전지구, 지역해, 연안)한 세부과제(구성기술)의 구성은 적절한 것으로 판단되나, 세부과제별 예측항목과 예측기간의 구체적인 제시가 필요함
 - 독립적으로 구성된 세부과제에서 생산·개발되는 자료와 모듈의 연계 및 통합 내용이 제시되지 않았음
 - 우리나라가 포함된 동아시아 지역은 연안이 발달하여 육지-해양 및 지면-대기 상호작용의 예측을 위해서는 독립된 지면모델의 결합이 고려되어야 하나 동 과제에서는 대기모델의 지면모듈을 사용하는 것으로 제시되어 추가적인 검토가 필요함
- 동 과제는 전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합 모델링 및 예측시스템 개발의 주요 목표로 자료동화기술의 개발을 제시하고 있어 세부과제 1-2-1(천리안-2B 위성 및 다중 관측자료 활용 지능형 동화기술)과 개발내용이 유사한 부분이 포함됨
- 국립기상연구소에서 수행한 다양한 대기-해양해빙-탄소순환과정 결합 지구시스템모델 개발 연구과제와 연계·활용이 가능함

□ 과제 1-2(인공지능 기반 해양변동 예측기술 개발)

- 기존 수치모델의 한계점을 극복하여 예측오차를 줄인 통합 예측기술을 개발한다고 제시하고 있으나 기존 수치모델의 한계점이 무엇인지 제시되지 않아 과제의 필요성을 판단하기 어려움
- 예측오차를 줄이기 위해 인공지능 기법을 활용해야 하는 근거의 제시가 미흡하며, 인공지능 기법들 가운데 어떤 기법이 연구의 대상인지 명확하게 정의되지 않았음
 - 추가제출자료에서 딥러닝 해양예측 기술에 적용 가능한 딥러닝 모형으로 제시한 인공신경망(ANN: Artificial Neural Network), 서포트 벡터 머신(SVM: Support Vector Machine), 랜덤 포레스트(RF: Random Forest) 등은 일반적인 기계학습(Machine Learning) 기법으로 딥러닝으로 보기 어려움
- 단계별 성능목표 설정의 근거와 성능지표의 구체적인 정의 및 측정산식의 제시가 미흡함
 - ‘예측 모델링 기술과 인공지능 예측기술의 결합체계(예측시간 단축)’ 및 ‘인공지능 기반 해양재해 확률 예측 시스템(예측정확도)’ 성능지표의 목표설정 객관적인 근거와 측정산식의 제시가 필요함

- 세부과제 1-2-1(천리안-2B 위성 및 다중 관측자료 활용 지능형 동화기술)은 인공위성과 인공지능 활용한 자료동화기술로 세부과제 1-1-1(전지구-지역해 통합 모델링 및 자료동화기술 개발)과 분리해서 수행할 근거가 미흡함¹¹¹⁾
- 세부과제 1-2-2(예측 모델링 기술과 인공지능 예측기술의 결합체계)는 물리모수화 기법의 개발만을 포함하고 있어, 기존 예측기술과 인공지능 기법을 결합한 새로운 예측 모델링 수행을 위한 실질적인 연구내용의 제시가 부족함
- 세부과제 1-2-2과 1-2-3(인공지능 기반 해양 재해 확률 예측 시스템)은 알고리즘 혹은 기법 개발이 주를 이루는 연구내용 대비 예산이 과다한 것으로 판단되며, 세부과제 1-2-1은 예측 모델링을 위한 사전 기술개발의 성격이 강하므로 사업의 전반부에 예산을 집중적으로 배정하고 기간을 조정하는 것이 바람직함

□ 과제 1-3(초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 및 활용기반 구축)

- 동 사업은 전지구 해양을 대상으로 최소 수십미터 해상도 관측자료의 생산을 목표로 하고 있으므로 PFlops¹¹²⁾급 초고성능 컴퓨팅 시스템(HPC: High-Performance Computing System for Ocean Prediction)의 구축 및 활용 필요성이 존재함
 - 해양데이터의 경우 빅데이터 혹은 대용량 데이터의 비중이 높아 신속한 처리와 정확한 예측을 위해서는 고성능 컴퓨터 시스템¹¹³⁾ 혹은 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용이 필요함¹¹⁴⁾
 - 다만, 초고성능 컴퓨터의 운영을 위해서는 다년간 축적된 운영 기술과 인력이 필수적으로 요구되므로 구축 기관의 운영 기술과 인력을 확보 방안의 제시가 필요함
- 단계별 성능목표 및 성능지표의 제시가 부적절하여, 도입 시점의 활용 수요에 바탕을 둔 2PFlops 계산용량 산출 근거의 제시가 미흡함

111) 인공지능과 천리안 위성자료 활용 부분을 별도의 세부과제로 추진하기 위해서는 분리 수행의 장점에 대한 객관적인 근거의 제시가 필요함

112) 플롭스(FLOPS, Floating point Operations Per Second)는 컴퓨터의 성능을 수치로 나타낼 때 주로 사용되는 단위로 초당 부동소수점 연산이라는 의미로 컴퓨터가 1초 동안 수행할 수 있는 부동소수점 연산의 횟수를 기준으로 삼고 있으며, PFlops의 P(Peta)는 10^{15} 으로 컴퓨터가 1초 동안 1천조 번의 연산을 수행함을 뜻함

113) 동 사업에서는 대용량 해양정보 데이터를 신속·정확하게 예측을 할 필요성이 있어 그래픽 카드 가속장치(GPU: Graphical Processing Unit)와 병렬계산(Parallel computing)을 결합하여 대용량 데이터의 빠른 시물레이션이 가능한 초고성능 컴퓨터 시스템의 활용이 필요함

114) 최근 해양분야에서는 위성영상 등 기존 대규모 관측데이터와 함께 센서, IoT 등을 활용하여 해양 빅데이터를 실시간으로 수집하고 통합분석함으로써 복잡한 해양현상에 대한 예측 정확도 향상을 추진함(미국 NOAA 전지구 관측프로그램(GOS), 캐나다 해양관측 통합플랫폼 ONC 등)

- 단계별로 제시된 성능목표 및 성능지표(1단계: 통합 모델링 포팅기술, 2단계:자료 동화모듈 포팅기술, 3단계: 병렬 프로그램 성능 최적화)로는 초고성능 컴퓨터 시스템의 구축 및 활용기반의 달성 정도를 판단하기 어려움
 - 활용 시점의 수요에 기반한 계산용량 산출 근거가 적절하게 제시되지 않았으며¹¹⁵⁾, 기술의 발전속도를 고려해 볼 때 2PFlops급은 초고성능 컴퓨터라고 보기 어려우므로 향후 수요 변화에 대비한 확장 가능성 등에 대한 대비가 필요함
- 초고성능 컴퓨팅 인프라 구축 및 운영 관련 세부과제 1-3-1(초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 구축 및 활용기술 개발)과 예측모델 포팅 및 최적화 병렬화를 위한 세부과제 1-3-2(초고성능 컴퓨팅 센터 운영 및 관리 체계 구축)의 과제 구성은 대체로 적절한 것으로 판단됨
- 다만, 연구의 내용을 초고성능 컴퓨팅 시스템의 단순 구축·운영(세부과제 1-3-1)과 최적화/병렬화 관련 기술개발(세부과제 1-3-2)로 명확하게 구분하고 세부과제의 명칭도 이에 부합하게 수정할 필요성이 있음¹¹⁶⁾
- 한국과학기술정보연구원에서 구축한 슈퍼컴퓨터 5호기 외 유사 장비 등과의 가격을 비교 및 기술 발전속도를 고려해 볼 때 예산 규모가 과다한 것으로 판단됨
- 주관부처는 2018년 기초과학연구원의 사례를 들어 적정가격으로 설명하고 있으나 하드웨어의 가격 대비 성능이 해마다 발전하고 있으며 현재의 환율과 AMD 프로세서의 가격 등을 종합적으로 볼 때 상당히 높게 책정되어 있다고 판단됨¹¹⁷⁾
- 세부과제 1-3-1(초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 구축 및 활용기술개발)의 기간 설정은 대체로 적절한 것으로 판단되나, 1차분(2차년도)과 2차분(3차년도)으로 나누어 분리 구축하는 일정에 대한 재검토가 필요함
- 비교적 소규모에 해당하는 2PFlops 초고성능 컴퓨터를 2차에 걸쳐 나누어 도입하는 근거 및 장단점에 대한 추가적인 제시가 요구됨
- 동 사업에서는 해양대기, 천리안-2B 위성 등의 대용량 데이터를 실시간으로 취득하고 상시 활용해야 하는 상황으로 기존 장비의 공동활용에는 어려움이 존재할 것으로 판단됨¹¹⁸⁾

115) 예측 계산시간의 단축을 위해 필요한 컴퓨팅 용량을 산정하고 이를 수요로 제시하였으나 이러한 방식만으로 자원의 활용 수요를 추정하기에는 무리가 있는 것으로 판단되며, 해당 분야 사용자에게 대한 활용 수요 등을 조사/분석하여 제시할 필요성이 있음

116) 특히, 세부과제 1-3-2의 경우 해양예측 모델의 포팅과 병렬화/최적화를 위한 관련 기술개발 내용을 중심으로 재정리하고 세부과제의 명칭 변경(예, 해양예측모델의 최적화 및 병렬화)에 대한 검토가 필요함

117) 주관부처는 기초과학연구원에서 구축·운영 중인 슈퍼컴퓨터(1.438PFlops, 71.6억원, 2018년 12월) 대비 성능 2배, 가격 1.87배를 근거로 구축 비용의 적절성을 제시함

나. 내역사업 2(관측) 스마트 해양 그리드 관측기술 개발

- 스마트 해양예측 그리드 구축을 위해 고해상도 입체관측 및 지능형 관측체계 개발과 관리운영을 위한 법제화를 추진하고자 하는 등 사업의 추진 필요성이 존재함
- 주관부처는 동 내역사업의 세부 사업목표로 예측 정확도 향상을 위한 첨단 관측기술 개발(스마트 관측기술 개발)을 제시하고 세부활동을 구성·제시함
 - (입체 해양관측 정점 확대) 20년 1개 → 29년 17개 이상, (관측항목) 20년 ~10개/정점 → 29년 ~20개 정점, (관측자료량) 20년 ~100MB/일 → 29년 ~1GB/일
- 세부 사업목표로 설정된 해양관측정점수, 관측항목, 관측자료량 확대의 필요성과 목표설정의 근거가 명확하게 제시되지 않았음
 - 동 내역사업의 연구내용을 세부 사업목표로 설정하였으며, 목표설정의 근거가 명확하게 제시되지 않았음
 - 더불어, 일반재정사업과 차별화되는 연구개발 요소에 대한 명확한 설명이 미흡함
- 과제 2-1(예측정확도 향상을 위한 스마트 해양 그리드 관측체계 개발)
 - 입체적인 관측영역 확장과 고품질의 해양 환경자료 수집의 필요성은 존재하나, 스마트 허브나 무인체 등 연구개발 관련 내용에 대한 구체적인 제시가 미흡함
 - 스마트 허브와 무인체의 정의, 기능, 규격 등에 대한 구체적인 제시가 필요함
 - 대용량 해양자료의 실시간 전송을 위해 필요한 무선 통신 방식, 통신속도, 커버리지 등에 대한 구체적인 제시 및 연구내용의 범위에 대한 명확한 설정이 요구됨
 - 세부과제 2-1-2(인공지능을 이용한 무인체 연계관측 최적화 기술)의 개발에 인공지능 기술이 필요한 근거의 제시가 미흡함
 - 동 세부과제의 연구내용이 구체적으로 제시되지 않았으며, 인공지능 기술이 무인체 연계관측의 최적화에 필요한 이유에 대한 설명이 부재함
 - 세부과제 2-1-3(지능형 해양자료 전송 및 빅데이터 관리 기술)은 서버 또는 플랫폼에서 처리하는 기술이므로 세부과제 3-2-1(개방형 통합 정보서비스 플랫폼 개발)의 스마트 해양 그리드 자료 관리 부분과 연계 추진이 필요한 것으로 판단됨

118) 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴 5호기 누리온은 25.7PFlops의 성능을 보유하고 있으나 사용량이 90%에 이르고, 기상청 기상 슈퍼컴퓨터 4호기는 50PFlops 성능을 보유하고 있으나 사용량이 70%에 이르며 연중 상시 운영되고 있어 24시간 연속 상시 해양예측을 위해 동 사업에서 요구하는 2PFlops를 공동활용하기 어려울 것으로 판단됨

- 동 세부과제에서 다양한 센서 및 시스템을 통해 관측된 데이터를 수집하고 통신을 통해 해양 빅데이터 시스템에 전송하는 부분과 해양 빅데이터 시스템 구축 및 관리하는 부분이 포함될 필요성이 있다고 판단됨
 - 또한, 동 세부과제를 통해 수집·전송되는 데이터는 내역사업 1(예측)과 내역사업 3(정보서비스)의 원천 데이터로 볼 수 있으므로 해양 빅데이터 시스템과 이들 내역사업과의 연계도 필요함
- 세부과제 2-1-1(입체 해양관측 및 무인자동화 운영/관리 기술)을 일부 진행 후 세부과제 2-1-2(인공지능을 이용한 무인체 연계관측 최적화 기술)를 진행하는 일정이 적절한 것으로 판단되므로, 세부과제 간 일정 연계 및 예산 배분 시 관련 부분에 대한 고려가 요구됨
- 해상 부이나 무인체는 운용 시 사고 발생 가능성이 크고, 태풍 등으로 인한 장비의 고장이나 유실이 많이 발생하므로 관련 방안의 제시가 필요함
- 해상 관측장비의 효율적인 사용을 위해서는 설문조사나 인터뷰를 통한 연구 수요자 및 기관의 의견반영이 필요하며, 해양 무인체 및 해양 로봇과 관련한 다수의 국가연구개발과제¹¹⁹⁾가 수행되었으므로 관련 연구의 연계·활용이 요구됨
- 과제 2-2(스마트 해양 그리드 관측체계 통합운영 및 활용정책 개발)
- 해양관측시스템의 보호, 관리, 운영을 위한 통합 관리제도 구축과 해양관측자료의 통합 활용을 위한 법·제도 연구의 필요성이 존재하나, 정책적 관점에서 사업의 전 범위를 다루고 있으므로 과제 4-1(사업단)에서 수행하는 것이 적절하다고 판단됨
- 통합 관리제도 구축과 법·제도 연구는 사업 전체 내용을 고려해야 진행하는 것이 적절함
 - 따라서, 통합 관리제도 구축 및 법제도 연구는 세부 과제에서 수행하는 것보다는 사업단에서 전체사업 관점에서 접근하는 것이 바람직함

119) 예, 해양수산부 장시간 감시 및 지형관측을 위한 공중 및 수상 복합이동체, 연안역 내 수중 환경모니터링 및 해양잠수사 임무 대체를 위한 저가형 수중드론 시스템 개발, 극지 빙하 탐사와 원격 모니터링을 위한 수중로봇 ICT 원천기술 개발 과제 및 과학기술정보통신부 실시간 해상정보 수집용 무인해양관측 디바이스 개발, AI 기반 해양 모니터링 체계 구축을 위한 에너지 자립형 해양드론 개발 과제 등

다. 내역사업 3(정보서비스) 스마트 해양 그리드 정보서비스 기술개발

- 해양 관측 및 예측 시스템을 통해 수집된 대용량 데이터의 저장·관리·활용을 지원하고 정보서비스 솔루션 및 플랫폼을 구축의 필요성이 존재하나, 개발하고자 하는 요소기술과 정보서비스의 연관관계 제시가 미흡함
- 주관부처는 동 내역사업의 세부 사업목표로 국민 체감·활용 해양 예측서비스 확대 (세계최고 수준 해양정보 활용 플랫폼 기술개발)을 제시하고 세부활동을 구성함
 - (자료처리 및 서비스 용량) 20년 ~2.7GB/일 → 29년 4TB/일, (자료처리 및 서비스 격자수) 20년 ~2.6백만 포인트/일 → 29년 38억 포인트/일
- 세부 사업목표가 자료처리·서비스 용량 및 자료처리·서비스격자수의 확대로 한정되어 있어 인공지능 기반 해양 데이터 분석·예측 및 의사결정시스템 구축과 같은 주요 기술개발과 연계성이 부족함
 - 동 내역사업은 해양정보의 다양한 분석 및 해석을 위한 스마트 해양 그리드의 자료 분석기술을 개발하고 인공지능 기반 해양정보 분석·예측을 통해 해양 재난재해 발생 시 사용자별·상황별 맞춤형 정보서비스 지원하나 관련 목표가 부재함
- 동 내역사업에서 개발하는 3차원 가시화, Open API, 통합플랫폼, 의사결정지원시스템 등의 요소기술과 해양 정보서비스의 연관관계가 명확하게 제시되지 않았음
 - 해양 정보서비스에 대한 구체적인 제시가 미흡하여 내역사업 3(정보서비스)의 기술개발 내용과 범위를 명확하게 파악하기가 어려움
- 성능지표로 제시된 해양수치모델 처리 용량 및 처리 격자수 등으로는 해양 그리드 자료분석, 의사결정시스템, 재난재해 시뮬레이션 등과 같은 동 내역사업의 연구성과를 평가하기 어려워 새로운 성과지표의 제시가 필요함
- 동 내역사업의 스마트 해양 그리드 서비스 솔루션 및 플랫폼 개발내용과 과제 1-3 (초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 및 활용기반 구축)의 초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 간의 연계성이 미흡함
 - 세부과제 3-2-2(해양재난·해양 변화 대응을 위한 의사결정지원시스템 개발)는 다양한 해양 재난 및 변화에 신속하게 대처하기 위해 초고성능 컴퓨팅 시스템을 활용하여 인공지능 기반 해양 데이터 분석·예측하므로 과제 1-3과의 면밀한 연계 방안의 제시가 필요함

- 또한, 세부 사업목표를 달성을 위해 필요한 장비(WEB 서버, DB 서버, WAS 서버)에 대한 성능 요구분석이 미흡하고 구체적인 사양(spec)의 제시가 부재함

□ 과제 3-1(스마트 해양 그리드 서비스 솔루션 개발)

- 연구내용이 1단계 스마트해양 그리드 솔루션 설계/프로토타입 개발, 2단계 스마트 해양 그리드 솔루션 개발로 구성되어 기술개발만 존재하고 통합·검증 및 성과확산 활동이 부재하여 단계별 추진내용과 불일치함
- 세부과제 3-1-1(다차원 스마트 해양 그리드 자료 분석 솔루션)과 과제 1-1(전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합모델링) 및 과제 1-2(인공지능 기반 해양변동 예측시스템 개발)의 연구내용이 유사함
 - 과제 1-1은 전지구 해양-해빙-대기 결합모델, 전지구-지역해 통합모델, 지역해-연안역 해양-파랑-하천-해빙 결합모델, 해양·대기·생지화학 결합모델 등을 개발하기 위해 데이터 모델이 필요하므로, 세부과제 3-1-1(다차원 스마트 해양 그리드 자료 분석 솔루션)의 표준 데이터모델 개발 부분과 유사성이 존재함
 - 과제 1-2의 관측 데이터를 활용하고 인공지능 기반 분석을 통해 해양재난·해양변화 대응 의사결정지원을 위한 스마트 예측기술을 개발과 세부과제 3-1-1(다차원 스마트 해양 그리드 자료 분석 솔루션)의 관측 데이터를 통한 스마트 해양 자료 분석 솔루션을 개발 부분에 유사성이 존재함
- 동 과제의 연도별 연구내용과 예산규모를 비교한 결과 연구의 내용에 비해 예산이 과다하게 책정된 것으로 판단됨
 - 세부과제 3-1은 특정 연차에는 스마트 해양 그리드 설계(3-1-1, 1차년도), 3차원 데이터 I/O 및 프레임워크 설계(3-1-2, 1차년도), 3차원 가시화 모듈 설계(3-1-2, 3차년도), 데이터 모델 및 가시화 라이브러리 Open API 설계(3-1-2, 5차년도)와 같은 모델·시스템 설계만을 수행함
 - 그러나, 모델·시스템 개발이 포함된 다른 연차별 연구비와 유사하여 모델·시스템 설계에 국한된 연차별 연구예산이 과다하게 책정된 것으로 판단되므로, 각 설계 및 개발 내용의 특성을 고려한 예산 및 인력 규모의 재산정이 필요함
- 과제 1-1(전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합모델링 및 예측시스템 개발) 및 1-2(인공지능 기반 해양변동 예측기술 개발)의 관측 데이터 기반 통합 모델링, 통합 예측기술 개발 등과의 연계를 위한 선후관계의 설정이 부적절함
 - 동 과제의 개발기간은 총 6년('21 ~ '27)으로 과제 1-1과 과제 1-2의 핵심요소 예

측기술 개발(1단계: 3년)과 분석기법·통합 예측시스템 개발(2단계: 3년)의 연구성과 물을 활용하기 어려움

□ 과제 3-2(스마트 해양 그리드 서비스 플랫폼 개발)

- 과제 3-1의 연구내용인 해양 그리드 서비스 솔루션 개발과 동 과제의 연구내용인 서비스 플랫폼 개발이 명확하게 구분되지 않았음
 - 특히, Open API는 서비스 솔루션보다는 서비스 플랫폼에 해당하며, 의사결정지원 시스템은 플랫폼보다는 솔루션 성격이 강한 것으로 판단됨
- 서비스 플랫폼의 성능지표로 해양 수치모델 '서비스 용량'을 데이터의 규모 단위로 제시하는 것은 적절하지 않은 것으로 판단됨
 - 만일 데이터 규모로 제시하는 경우라면 해양수치모델 정보 제공량으로 성능지표를 개선하는 것이 필요함
- 동 과제의 산출물을 단순히 '개방형 통합 정보서비스 플랫폼'으로 설정하기보다는 플랫폼을 구성하는 각 계층구조에서 개발되는 구성요소를 제시할 필요성이 있음
 - 현재 제시된 내용은 기술개발의 내용이 아닌 해당 기술을 통해 제공되는 서비스의 나열로 부적절함
 - 플랫폼의 구성요소를 명확히 제시하고 연구내용 역시 플랫폼의 구성요소들을 설계, 구축, 개발하는 내용으로 제시해야 함
- 세부과제 3-2-2(해양재난·해양 변화 대응을 위한 의사결정지원시스템 개발)는 플랫폼의 구성요소가 아닌 플랫폼의 구축 후 플랫폼을 통해서 제공되는 서비스로 해당 과제의 내용으로 부적절함
- 세부과제 3-2-1(개방형 통합 정보서비스 플랫폼 개발)은 플랫폼의 구성 내용에 대한 설명이 없어 예산 규모의 적절성을 판단하기 어려우며, 세부과제 3-2-2(해양재난·해양 변화 대응을 위한 의사결정지원시스템 개발)의 예산은 단일 시스템 개발내용에 비해 과도한 규모로 판단됨
- 세부과제 3-2-2의 연구내용 중 재난재해 시나리오 설정, 재난재해 시뮬레이션, 재난재해 대응 시나리오 설정 등은 세부과제 1-2-3(인공지능 기반 해양재해 확률 예측시스템 개발)의 표류예측모델링 기술, 유출유류 이동확산 증장기 예측모델링 기술, 인공지능 기반 해양재난 확률 예측시스템과 연구내용이 유사함

라. 과제 4-1(사업단) 핵심과제 관리와 연구성과 지원 및 예측기술 품질관리

- 사업단의 역할이 명확하게 정의되지 않았으며 주요 업무로 제시된 과제관리와 품질 관리는 사업단의 역할로 보기 어려움
 - 과제의 정의로 제시한 ‘내역사업 간 자료교류 및 기술 교류의 연계 강화’의 필요성과 교류 대상 자료 및 기술에 대한 정의가 제시되지 않았음
 - 기술이전과 관련해서도 어떤 기술을 어떤 필요성에 의해 어느 기관으로 이전할 것인지에 대한 보다 구체적인 계획의 제시가 필요함
 - 내역사업 관리, 기술교육, 성과확산 등 사업단의 활동이 아닌 교류의 목적 달성 여부 및 정도를 평가할 수 있는 성과목표와 성과지표(성능지표)의 제시가 필요함
 - 현재 스펙과 단계별 개발목표 스펙으로 제시한 워크숍 개최 목표와 진척도(%) 등은 사업단 활동의 목표달성 여부와 정도를 측정하기 위한 성과지표로 보기 어려움
 - 예측기술 품질관리의 성능지표가 명확하게 제시되지 않아 ‘예측정확도 표준화 체계’와 ‘코드/버전 관리’의 성능목표를 적절하게 측정하기 어려움
 - 세부과제 4-1-1(내역사업 관리 및 현업화 지원)의 세부내용 중 목표와 효과가 명확하지 않은 워크숍 개최를 ‘내역사업 관리’로 보기 어려우며, ‘기술이전’ 및 ‘성과확산’은 사업 후반부에 진행되므로 기간설정에 대한 조정이 필요함
 - 3개 내역사업(예측, 관측, 정보서비스)은 개념적으로는 연계되어 있으나, 시너지 창출을 위한 유기적인 연계를 위해서는 연계의 절차 및 방법에 대한 추가적인 설명이 요구되며¹²⁰⁾ 그 과정에서 사업단의 역할이 정의될 수 있다고 판단됨
 - 성과확산, 현업화, 산업화 등의 정의와 내용이 구체적으로 명확하게 제시되지 않았으며, 각 내역사업의 충실한 기획 및 수행을 통해 내역사업에서 현업화와 산업화를 수행하는 것이 바람직하다고 판단됨¹²¹⁾
 - 세부과제 4-1-2(예측기술 품질관리)는 내역사업 1(예측)에서 이루어져야 하는 과제 관리의 기본적인 내용으로 사업단의 역할로 보기 어려움¹²²⁾

120) 만약 데이터 기반의 연계인 경우에는 생산 데이터와 사용 데이터에 대한 정의 및 매칭을 통해 별도의 관리가 없이도 연계가 가능할 것으로 판단됨

121) 사업단에서 수행해야 하는 경우로는 내역사업 간의 융합을 통한 융합 산업의 발굴로 생각할 수 있으나, 사업단에서 각 내역사업에 대한 깊이 있는 이해가 없거나 협조가 원활히 이루어지지 않을 경우에는 추가적인 문제가 발생할 수 있다고 판단됨

122) 예측기술 외 관측 및 정보서비스 기술에 대한 품질관리는 포함하고 있지 않아 논리적 일관성이 부족함

4. 기간추정과 선후관계의 적절성

- 사업의 단계와 기간이 다소 과다하게 산정되었으며, 세부활동의 선후관계 설정 및 연계 부분에서 미흡한 점이 발견됨
- 사업기간의 3단계(3년, 3년, 2년) 설정 필요성 및 근거의 제시가 미흡하고 기간이 다소 과다하게 설정되어 있으므로, 사업의 기간을 단축하고 초기에 상세설계 및 기본구축 활동이 진행될 수 있도록 일정을 조정하는 것이 바람직함
- 동 사업은 기술개발(1단계) 및 시범서비스를 포함한 통합시험·검증(2단계)의 필요성이 인정되나, 성과확산 및 안착(3단계) 기간이 필요한 근거는 명확하게 제시되지 않았음
 - 세부과제(구성기술)의 현재 기술성숙도(TRL: Technology Readiness Level) 대비 목표 기술성숙도의 차이가 작고, 관측, 예측, 정보서비스 기술개발 일정이 병렬적으로 제시되고 있어 기간을 장기로 설정한 타당성이 부족함

<표 3-4> 세부과제 기술성숙도와 사업기간 설정(예)

구분	세부과제	현재 TRL	목표 TRL	소요기간
내역사업 1(예측)	세부과제 1-1-1	5	7	8년
	세부과제 1-1-2	6	8	8년
	세부과제 1-1-3	5	8	8년
	세부과제 1-2-1	5	7	8년
	세부과제 1-2-2	3	4	8년
	세부과제 1-2-3	3	5	8년
	세부과제 1-3-1	5	7	7년
	세부과제 1-3-2	5	7	7년

출처 : 기획보고서 재구성

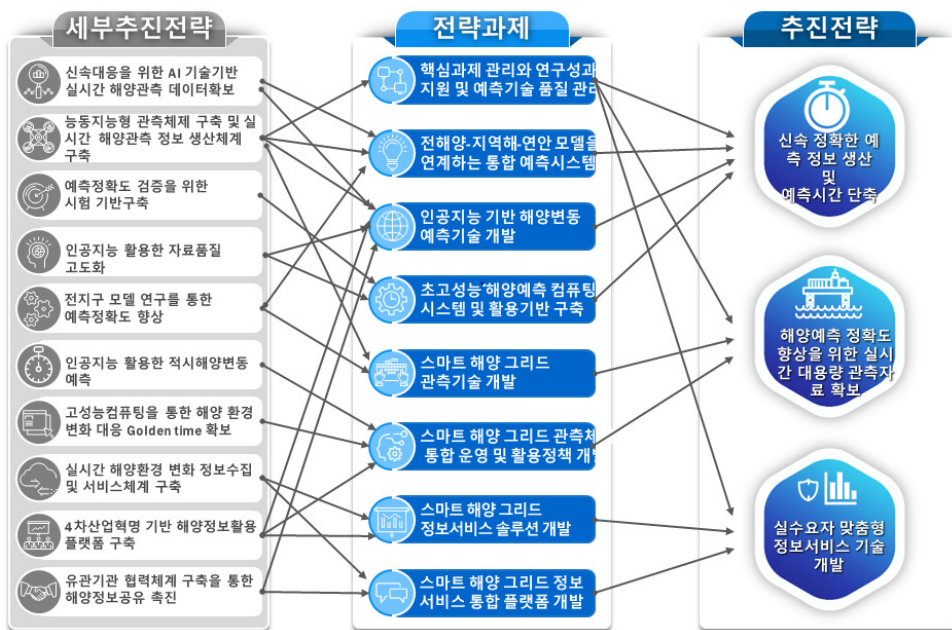
- 사업의 기간을 3단계(1단계: 기술개발, 2단계: 통합·검증, 3단계: 성과확산)로 나누어 제시하고 있으나, 2/3단계에서도 기술개발을 수행하고 통합·검증 및 성과확산 활동이 미흡한 과제가 존재함
- 과제 1-1(전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합모델링 및 예측시스템 개발) 및 1-2(인공지능 기반 해양변동 예측기술 개발)는 2단계까지 기술을 개발하고 3단계에서 시스템 고도화·검증, 통합시스템 개발, 시범운업을 계획하고 있어 동 사업에서 제시한 2단계 및 3단계의 업무 내용과 불일치함

- 과제 3-1(스마트 해양 그리드 서비스 솔루션 개발)의 연구내용은 1단계 스마트해양 그리드 솔루션 설계/프로토타입 개발, 2단계 스마트 해양 그리드 솔루션 개발로 구성되어 기술개발만 존재하고 통합·검증 및 성과확산 활동이 부재함
- 동 사업은 재기회를 통해 사업연계 중심의 3단계 8년 사업(1차 기획: 7년)으로 개편하였으나 실제 내역사업별 과제 및 세부과제는 3단계의 사업연계와 부합하지 않는 경우가 많아 사업 개편의 타당성이 부족함
- 연관 과제 간 선후관계의 설정이 부적절하여 선행연구의 기술개발 결과를 후행 연구에서 활용하기 어려운 과제가 발견됨
 - 과제 3-1(스마트 해양 그리드 서비스 솔루션 개발)의 경우 개발기간이 총 6년으로 과제 1-1(전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합모델링 및 예측시스템 개발)과 과제 1-2(인공지능 기반 해양변동 예측기술 개발)의 핵심요소 예측기술 개발(1단계: 3년)과 분석기법·통합 예측시스템 개발(2단계: 3년)의 성과활용이 어려움
- 세부과제 1-2-1(천리안-2B 위성 및 다중 관측자료 활용 지능형 동화기술)은 예측 모델링을 위한 사전 기술개발의 성격이 강하므로 사업의 전반부에 예산을 집중적으로 배정하고 기간을 조정하는 것이 바람직함
- 세부과제 1-3-1(초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 구축 및 활용기술개발)은 비교적 소규모에 해당하는 2PFlops 컴퓨팅 시스템을 분리 구축(1차분: 2차년도, 2차분: 3차년도)하는 일정에 대한 재검토가 요구됨
- 세부과제 2-1-1(입체 해양관측 및 무인자동화 운영/관리 기술)을 일부 진행 후 세부과제 2-1-2(인공지능을 이용한 무인체 연계관측 최적화 기술)를 진행하는 일정이 적절한 것으로 판단됨
- 세부과제 4-1-1(내역사업 관리 및 현업화 지원)의 기술이전 및 성과확산은 사업 후반부에 진행되므로 일정 및 기간 설정에 대한 조정이 필요함
- 사업 세부일정(총괄 기술로드맵)이 수행내용을 나열하는 방식으로 제시되고 있어, 내역사업 및 과제 간 연관관계 및 연도별 연계내용 중심의 제시가 필요함
 - 동 사업의 세부과제들이 연계되어 결과물이 활용되는 선후관계가 존재하는 것으로 판단되나 계획서에는 세부 과제들이 별도의 과제처럼 병렬적으로 나열되어 제시됨
 - 각 세부과제의 연도별 연구내용이 다른 세부과제와 어떻게 연계되고 활용되는지를 고려하여 연구 내용 및 기간이 설정되어야 함

5. 사업 추진전략 및 운영방안의 적절성

□ 해양예측 분야와 동 사업의 특성을 반영한 차별화된 추진전략의 제시가 미흡하며, 사업내용 및 추진방법을 추진전략으로 보기 어려움

○ 주관부처는 SWOT 분석을 바탕으로 10개의 세부 추진전략을 도출하고, 이들 세부 추진전략에서 9개의 전략과제와 3개의 추진전략을 설정하여 제시함

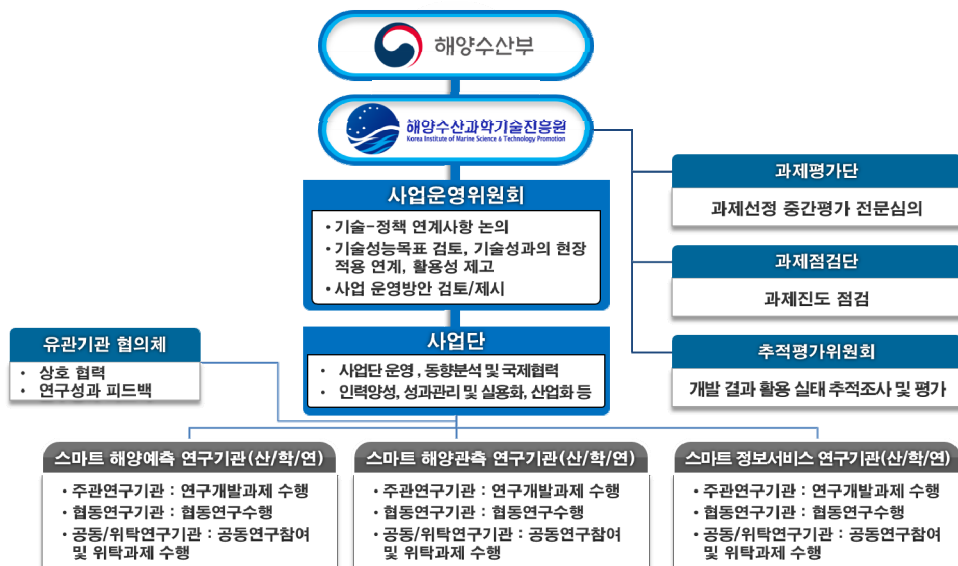


[그림 3-6] 추진전략 도출 과정

출처 : 기획보고서

- 전략 1(신속 정확한 예측 정보 생산 및 예측시간 단축): 해양 재난재해 예측기술 개발, 4차 산업혁명 기반 해양변동 예측기술 개발, 예측정확도 검증기술 개발을 제시함
- 전략 2(해양예측 정확도 향상을 위한 실시간 대용량 관측자료 확보): 기존 관측시스템 융합기술 개발, 해양 재난재해별 연구해약 선정과 집중연구, 신기술 관측시스템 개발, 해양관측 데이터 고도화를 제시함
- 전략 3(실수요자 맞춤형 정보서비스 기술개발): 개방형 해양정보서비스 플랫폼 기술개발, 디지털트윈 기반 스마트 해양 그리드 가시화 솔루션 개발, 해양재난·해양 변화 대응 정보서비스 의사결정 시스템 개발을 제시함

- 외부 환경요인 및 내부 역량에 대한 SWOT 분석 결과가 사업목표의 효율적인 달성을 위한 구체적인 전략의 제시로 연결되지 않았음
 - 해양예측 분야의 진단을 통해 전략과제와 내역사업의 활동을 선정해 가는 과정을 전략도출 절차로 보기 어려움
 - 주관부처가 제시한 3개 추진전략은 내역사업의 내용 및 추진방법에 해당하는 내용으로 추진전략으로서의 적절성이 부족함
- 추진체계의 구성 및 운영방안은 대체로 적절한 것으로 판단되나, 사업단의 구성 및 역할이 명확하게 제시되지 않았음
- 주관부처는 해양수산연구개발사업 운영규정 및 관리지침에 따라 주체별 역할을 제시하고 연구개발과제의 효율적인 수행을 위한 사업단 운영계획을 제시함



[그림 3-7] 사업 추진체계 구성도

출처 : 기획보고서

- 해양수산부 : 사업 총괄부처로 사업의 추진과 관련 부처 및 기관과의 상호협력 업무를 수행함
- 해양수산과학기술진흥원 : 전문기관으로 사업단·사업운영위원회 구성 및 운영을 담당함
- 사업운영위원회 : 연구개발사업의 세부 시행계획수립, 과제 지원 우선순위 설정 및 주요 변경사항에 대한 검토·심의·조정 업무를 수행함

- 사업단 : 별도의 법인은 구성하지 않으나 유기적으로 연계된 연구개발과제의 효율적인 수행을 위한 체계를 구성하며, 대상 사업분야 전문가를 사업단장으로 사업총괄 역할을 담당함
 - 과제주관기관 : 과제관리와 성과물 생산을 담당하고, 사업단장의 관리 하에 내역사업, 세부과제 간 기술교류 및 성과교류를 책임짐
 - 유관기관 협의체 : 해양 관련 정부 기관, 해경 해군, 지자체, 대학, 산업체로 협의체를 구성하고 유관기관의 요구사항의 해소 및 상호협력 업무를 담당함
- 해양수산연구개발사업 관련 규정에 따라 사업추진 체계 및 운영방안은 대체로 적절하게 제시되었으나, 사업단의 구성 및 역할이 명확하지 않고 개별 과제와 업무 중복이 우려됨
- 주관부처는 해양수산연구개발사업 운영규정(해양수산부 훈령 제497호, '19.9월) 및 해양수산연구개발사업 관리지침('19.10월)에 따른 사업 추진체계 및 운영방안을 제시함
 - 추가제출보완자료(pp.10~11)에 연도별 투입 인원(총 66명, 연평균 8.3명) 및 인건비(1인당 연평균 17백만 원), 장비구축비(1억 원) 등의 산정 근거가 제시되지 않아 사업단 구성 및 역할에 대한 적절성을 판단하기 어려움
 - 사업 전체의 진도 및 성과관리 등, 각 내역사업에 대한 사업단의 권한 및 성과점검 결과에 대한 강제성이나 유인책 등이 부재하여 사업관리의 실효성 확보에 어려움이 예상됨
 - 세부과제 4-1-1(내역사업 관리 및 현업화 지원)의 내역사업 관리 부분과 세부과제 4-1-2(예측기술 품질관리)는 내역사업 및 과제의 기본 업무로 사업단에서 수행해야 하는 타당성이 미흡하며, 현재 수행 중인 예측정확도 평가를 새로 구축해야 하는 근거가 제시되지 않았음
 - 기술교류를 연 1회 실시하는 것으로 계획하고 있으나, 자료교류를 포함한 기술교류 내용과 실효성 확보 방안의 구체적인 제시가 미흡하여 실질적인 상호협력과 성과교류에 어려움이 예상됨
- 선행사업의 성과 및 한계에 대한 체계적인 분석과 이의 극복을 위한 구체적인 방안의 제시가 미흡함
- 선행사업의 상위평가에서는 사업목표와 성과지표의 연계성 강화, 성과목표의 합리적 설정, 사업성과의 질적 수준 향상 및 확인 가능한 근거의 제시 등이 개선사항으로 제시됨

- 주관부처는 해양과학기술 기초자료 확보 등을 통한 국가관할해역 영토주권 강화를 위해 동 사업의 선행사업인 '해양과학조사 및 예보기술개발사업('94 ~ '22, 일몰)'을 추진함
- 2019년까지 총 4,230억 원의 연구비를 투자하여 해양관측 및 예보시스템 구축을 통해 해양영토의 효율적인 관리와 한반도 주변해역 과학조사 능력 확보에 기여함
- 기간 중 2차례의 상위평가('12: 보통, '15: 보통)에서 사업목표와 성과지표의 연계성 강화, 성과목표의 합리적 설정, 사업성과의 질적 수준 향상 및 확인 가능한 근거의 제시 등의 지적사항이 도출됨

<표 3-5> 해양과학조사 및 예보기술개발사업 상위평가 주요 지적사항

구분	평가결과	지적사항
2012년 상위평가	보통(73.3점)	• 성과지표와 사업목적 간의 연계성 보완 필요 • 성과지표 목표치의 합리적 설정 필요 • 사업성과의 질적 수준을 확인할 수 있는 명확한 근거 제시 필요
2015년 상위평가	보통(75.4점)	• 계획된 성과목표치 달성도 제고 필요 • 적절한 성과분석 방법론을 활용한 사업의 효과성 검증 필요 • 성과분석 결과를 활용한 사업의 방향성 및 효율성 향상 방안 제시 필요

출처 : 기획보고서 재구성

- 상위평가의 지적사항을 중심으로 선행사업의 한계를 제시하고 있으나, 이에 더하여 선행사업에 대한 체계적인 분석을 통한 구체적인 극복 방안의 제시가 요구됨
- 사업의 목표, 성과지표, 구성기술의 성능지표 설정 등에서 상위평가 결과와 유사한 다수의 개선사항이 발견됨
- 선행사업의 성과와 한계에 대한 체계적인 분석을 통한 사업목표의 설정과 이의 효율적인 달성을 위한 사업목표와 세부활동, 혹은 세부활동 간의 논리적 연계성 및 구성 적절성 향상 등의 구체적인 극복 방안의 제시가 필요함¹²³⁾

123) 상위평가 등에서 제시된 동 사업의 한계를 극복하기 위해서는 ① 문제 해결을 위한 달성 가능한 도전적인 목표의 설정, ② 사업의 목표, 내역사업, 과제로 이어지는 논리적 연관성 및 구성의 적절성에 대한 개선, ③ 수요자의 요구사항 분석에 따른 정보서비스의 도출 및 이의 제공을 위해 필요한 관측정보와 예측기술의 수집·개발 대상과 목표의 설정, ④ 사업목표 달성을 위한 단계별 성과목표에 따른 성과지표의 설정, ⑤ 효율적인 성과달성을 위한 차별화된 전략의 도출 및 운영방안의 제시 등이 요구됨

제 4 장 정책적 타당성 분석

제 1 절 정책의 일관성 및 추진체제

1. 상위계획과의 부합성

- 동 사업이 국정과제, 법정계획, 해양수산분야 중장기계획 등 상위계획과의 일관성 하에 추진될 수 있는지 검토한 결과, 상위계획과의 부합성은 ‘적절’한 것으로 판단됨
- ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)’에 따라 과학기술 분야의 최상위 법정계획인 ‘제4차 과학기술기본계획’을 필수계획으로, 이 외 3개의 법정계획과 3개 비 법정계획을 선택군계획으로 선정하여 부합성을 검토함¹²⁴⁾

<표 4-1> 상위계획과의 부합성 조사 결과

기간	계획명	부합성		
		낮음	보통	높음
필수계획	제4차 과학기술기본계획(‘18~’22)			○
선택군계획	문재인 정부 국정운영 5개년 계획		○	
	제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(안)			○
	해양수산부 지능정보화 기본계획		○	
	제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획			○
	해양수산 스마트화 전략			○
	한국판 뉴딜 종합계획		○	

- 검토 결과, ‘제4차 과학기술기본계획’에 동 사업과 관련된 기술을 명시하고 있어 부합성이 높은 것으로 확인되며, 그 외 선택군 계획에서도 동 사업 관련 내용을 개별적으로 명시하고 있어 상위계획과의 부합성은 ‘적절’한 것으로 분석됨

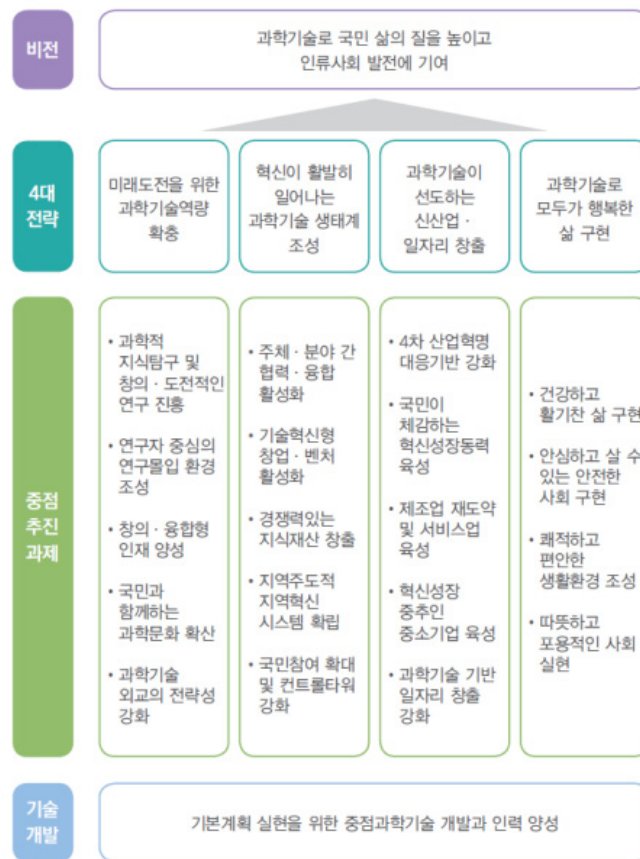
124) 「제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획」, 「제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(안)」, 「해양수산부 지능정보화 기본계획」

<표 4-2> 상위계획과의 부합성 평가 결과

선택군 계획 \ 필수계획	부합도 낮음	부합도 보통	부합도 높음
부합도 높음	보통	대체로 적절	적절
부합도 보통	대체로 부적절	보통	대체로 적절
부합도 낮음	부적절	대체로 부적절	보통

가. 제4차 과학기술기본계획('18~'22)

- 제4차 과학기술기본계획의 '전략4. 과학기술로 모두가 행복한 삶 구현' 중 '(과제18) 쾌적하고 편안한 생활환경 조성'은 동 사업과의 부합성이 높은 것으로 판단됨



[그림 4-1] 제4차 과학기술기본계획

출처 : 과학기술정보통신부(2018)

- ‘과학기술기본계획’은 과학기술기본법 제7조에 따라 수립되는 과학기술분야 최상위 계획으로, 미래사회 변화 방향과 과학기술 정책수요를 분석하여 ‘과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여’라는 비전과 4대 전략, 19개 중점추진과제 그리고 120개 중점과학기술을 제시함¹²⁵⁾
- 동 사업은 해양 환경 변화의 대응력 강화를 위한 해양예측 기술개발을 목표로 한다는 점에서 과제 18에 제시된 ‘기후변화 대응 해양관측·예보시스템 구축’, ‘해양환경 모니터링체계 구축 및 예측·제어·관리기술 개발’이라는 추진과제와 부합하는 것으로 조사됨
- 해당 계획의 ‘(과제18) 쾌적하고 편안한 생활환경 조성’은 기후변화 대응 및 지속가능한 국토환경 조성을 위한 해양관측 및 예보시스템 구축, 해양환경오염물질 통합 모니터링체계 구축 및 예측·제어·관리기술 개발 등을 포함함

<표 4-3> 제4차 과학기술기본계획 동 사업 관련 과제

전략	과제	동 사업 관련 추진과제
(전략 4) 과학기술로 모두가 행복한 삶 구현	(과제 18) 쾌적하고 편안한 생활환경 조성	① 기후변화 및 신기후체제 대응으로 지속가능성 확보 • 기후변화 예측 및 국가적 대응역량 제고: 기후변화 대응을 위한 해양관측 및 예보시스템 구축 및 수산자원관리 고도화 ② 쾌적하고 청정한 생활구현 • 자원순환사회 기반 마련 및 지속가능한 국토환경 조성: 해양환경 및 생태계 보전을 위한 해양환경오염물질 통합 모니터링체계 구축 및 예측·제어·관리기술 개발

출처 : 「제4차 과학기술기본계획(2018~2022)」 재구성

- 중점추진과제별로 도출된 120개 중점과학기술 중 우주·항공·해양 분야의 ‘지속가능한 해양공간 개발 기술’이 동 사업의 기술범위와 부합되는 것으로 확인됨

<표 4-4> 제4차 과학기술기본계획 동 사업 관련 중점과학기술

대분류	중분류	중점과학기술
우주·항공·해양	해양·극한지	• 지속가능한 해양공간 개발 기술 • 극한공간 인프라 기술

출처 : 「제4차 과학기술기본계획(2018~2022)」 재구성

125) 과학기술기본계획은 「과학기술기본법」 제7조에 따라 정부가 의무적으로 5년마다 수립하고 시행해야 하는 최상위 법정계획으로 「제4차 과학기술기본계획(2018~2022)」의 수립방향은 장기적 관점(2040년)에서 과학기술로 달성하고자 하는 미래모습을 제시하고, 향후 5년간 중점적으로 추진할 전략과 구체적인 추진과제를 도출함

나. 문재인 정부 국정운영 5개년 계획

- 국정운영 5개년 계획의 5대 국정전략 중 ‘국민안전과 생명을 지키는 안심사회’에 해양영토 수호와 해양안전 강화를 제시하고 있어 동 사업과 부합성이 있는 것으로 판단됨
- ‘국정운영 5개년 계획’은 국민이 주인인 정부, 더불어 잘사는 경제, 내 삶을 책임지는 국가, 고르게 발전하는 지역, 변화와 번영의 한반도의 5대 국정목표를 중심으로 20대 국정전략 및 100대 국정과제로 구성됨

국가비전	국민의 나라 정의로운 대한민국				
5대 국정목표	국민이 주인인 정부	더불어 잘사는 경제	내 삶을 책임지는 국가	고르게 발전하는 지역	평화와 번영의 한반도
20대 국정전략	1. 국민주권의 쏠림 민주주의 실현 2. 소통으로 통합하는 광화문 대통령 3. 투명하고 유능한 정부 4. 권력기관의 민주적 개혁	1. 소득 주도 성장을 위한 일자리경제 2. 활력이 넘치는 공정경제 3. 서민과 중산층을 위한 민생경제 4. 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명 5. 중소벤처가 주도하는 창업과 혁신성장	1. 모두가 누리는 포용적 복지국가 2. 국가가 책임지는 보육과 교육 3. 국민 안전과 생명을 지키는 안심사회 4. 노동존중·성평등을 포함한 차별 없는 공정사회 5. 자유와 창의를 넘치는 문화국가	1. 풀뿌리 민주주의를 실현하는 자치분권 2. 골고루 잘사는 균형발전 3. 사람이 돌아오는 농산어촌	1. 강한 안보와 책임국방 2. 남북 간 화해협력과 한반도 비핵화 3. 국제협력을 주도하는 당당한 외교
100대 국정과제 (487개 실천과제)	15개 과제 (71개 실천과제)	26개 과제 (129개 실천과제)	32개 과제 (163개 실천과제)	11개 과제 (53개 실천과제)	16개 과제 (71개 실천과제)

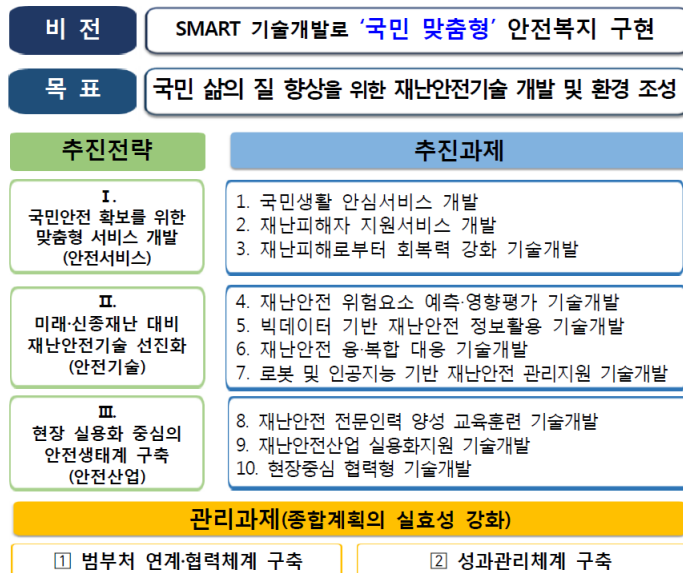
[그림 4-2] 문재인 정부 국정운영 5개년 계획

출처 : 국정기획자문위원회(2017.7.)

- 20대 국정전략 중 ‘국민안전과 생명을 지키는 안심사회’의 국정과제 ‘해양영토 수호와 해양안전 강화’의 목표로 해양영토 수호를 위한 핵심인프라(해양예경보 시스템) 구축을 제시하고 있어 동 사업이 일부 부합함
- 해수부의 해양영토 수호와 해양안전 강화의 주요내용 중 ‘해양예경보 시스템 구축’의 경우, 2019년 초고속 해상재난안전통신망(LTE-M) 구축, 2021년 시스템 고도화 및 2022년 전국 운영에 대한 계획이 포함됨

다. 제3차 재난 및 안전 관리 기술개발 종합계획('18~'22)

- 동 사업은 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획의 '추진전략 II. 미래·신종재난 대비 재난안전기술 선진화'와 부합성이 높은 것으로 판단됨
- 해당 계획은 국민 삶의 질 향상을 위한 재난안전기술 개발 및 환경 조성을 목표로 국민안전 확보를 위한 맞춤형 서비스 개발, 미래·신종재난 대비 재난안전기술 선진화, 현장 실용화 중심의 안전생태계 구축의 3개 추진전략으로 구성됨¹²⁶⁾



[그림 4-3] 제3차 재난 및 안전 관리 기술개발 종합계획

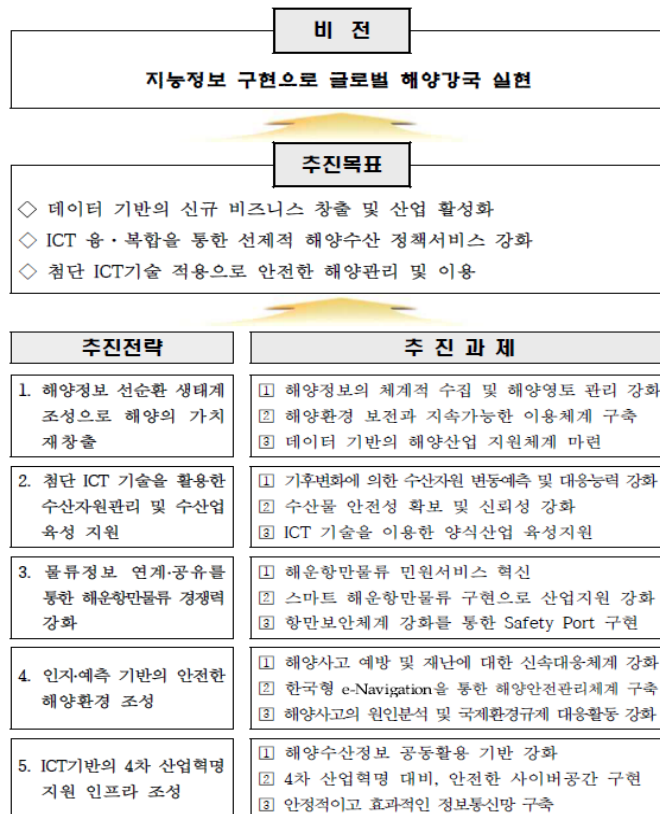
출처 : 국가과학기술심의회(2018.2.)

- 추진전략II는 재난안전기술 첨단화를 통한 재난환경 변화에 대한 선제적 대응을 목표로 하며, 추진과제 중 '(과제4) 재난안전 위험요소 예측·영향평가 기술개발' 및 '(과제5) 빅데이터 기반 재난안전 정보활용 기술개발'이 동 사업과 부합하는 것으로 조사됨
- '4. 재난안전 위험요소 예측·영향평가 기술개발'의 경우 해양환경변화대응기술, 기후변화 대응 해양생태계보전 기술 등 동 사업 관련 해양수산부 사업이 포함됨
 - '5. 빅데이터 기반 재난안전 정보활용 기술개발'의 경우 동 사업의 선행사업인 해양과학 조사 및 예보기술개발사업의 해양관측 인프라 구축 내역사업이 포함됨

126) 해당 계획은 「재난 및 안전관리 기본법」 제71조의 2에 따라 재난 및 안전관리 과학기술을 활용한 국민안전 확보를 위해 수립된 계획으로, 향후 5년간의 비전, 목표가 반영된 3개 추진전략, 10개 추진과제, 2개 관리과제를 제시함

라. 해양수산부 지능정보화 기본계획('18~'22)

- 정보화라는 정책수단에는 차이가 있으나 '1-1. 해양정보의 체계적 수집 및 해양영토 관리 강화', '2-1. 기후변화에 의한 수산자원 변동예측 및 대응능력 강화', '4-1. 해양사고 예방 및 재난에 대한 신속대응체계 강화'와 정책목표 측면에서 부합성이 존재함
- 해당 계획은 민·관에서 보유한 해양수산 '정보'와 첨단 ICT기술 '지능'을 결합한 지능정보화 추진을 통한 글로벌 해양강국을 실현하고자 3대 추진목표 및 5대 전략, 15개 추진과제로 구성됨



[그림 4-4] 해양수산부 지능정보화 기본계획

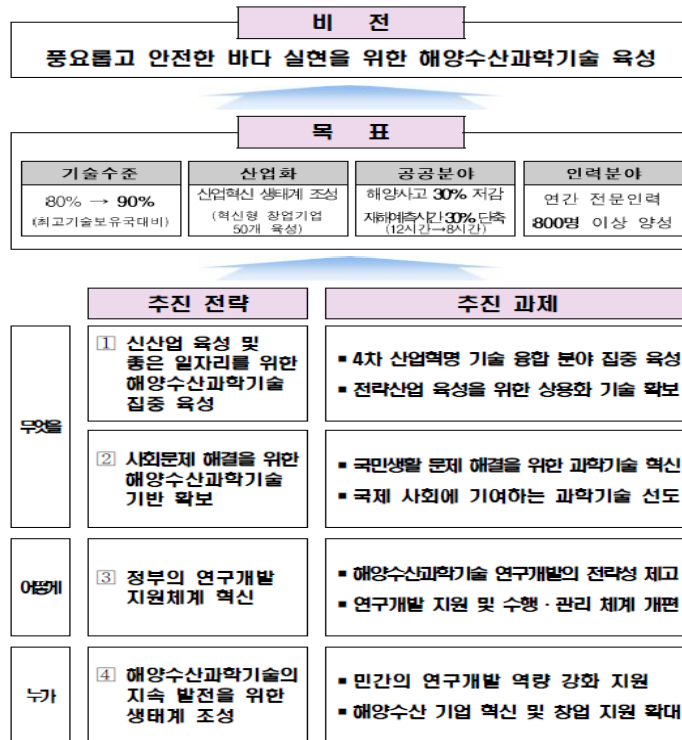
출처 : 해양수산부(2018.2.)

- '추진과제 1-1. 해양정보의 체계적 수집 및 해양영토 관리 강화'는 기존 해양관측정보의 수집·관리 프로세스 정립 및 가시화 등 해양환경 데이터의 체계적 수집 및 품질관리 강화를 제시하여 동 사업과 부합함

- ‘추진과제 2-1. 기후변화에 의한 수산자원 변동예측 및 대응능력 강화’는 기후변화에 대한 수산자원 변동 모니터링을 강화하고 어장생태계 변동 예측 모델 등 예측 기반의 대응지원체계를 강조하고 있어 동 사업과 부합함
- ‘추진과제 4-1. 해양사고 예방 및 재난에 대한 신속대응체계 강화’는 빅데이터 분석을 통해 태풍 등 해양 재난에 대한 위험예측 및 대응체계를 강화하고 재난 유형별 재난 업무처리시스템의 필요성을 강조하고 있으며, 동 사업은 해양 재난재해 사용자별/상황별 대응형 상황정보 제공체계를 개발한다는 점에서 부합함

마. 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획('18~'22)

- 해양수산과학기술 육성 기본계획 중 ‘(추진전략 2) 사회문제 해결을 위한 해양수산과학기술 기반 확보’와 동 사업의 부합성이 높은 것으로 판단됨



[그림 4-5] 제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획

출처 : 해양수산부(2018.6.)

- 해당 계획은 신산업 육성 및 좋은 일자리를 위한 해양수산과학기술 집중 육성, 사회문제 해결을 위한 해양수산과학기술 기반 확보, 정부의 연구개발 지원체계 혁신, 해양수산과학기술의 지속발전을 위한 생태계 조성의 4개 추진전략으로 구성됨¹²⁷⁾
- ‘(추진전략 2) 사회문제 해결을 위한 해양수산과학기술 기반 확보’는 해양 빅데이터를 활용한 해양 예·경보시스템 정확도 제고를 제시함에 따라 동 사업과 부합도가 높음
 - 빅데이터 및 초고성능컴퓨팅 기반의 고도화된 해양서비스 제공을 위해 2022년까지 예측정확도 향상(77%→85%) 및 예측시간 단축(12시간→8시간)을 목표로 제시함

바. 해양수산 스마트화 전략

- 해양수산 스마트화 전략의 9대 핵심과제 중 ‘미리 예측하는 해양 재해 대응체계 구축’의 세부과제로 ‘IoT 무인해양관측망 확대’, ‘해양재해 예측시간 단축’을 제시하고 있어 동 사업이 해당 전략계획에 부합성이 높은 것으로 판단됨

비전		스마트 해양수산 선도국가 도약		
2030년 주요목표		■ 【스마트 해상물류】 자율운항 선박 세계시장 점유율 50% ■ 【스마트 수산】 스마트양식 보급률 ('19) 2.5% → ('30) 50% ■ 【스마트 해양환경】 IoT 항만대기질 측정망 1,000개소·척 설치 ■ 【스마트 해양안전】 해양재해 예측 ('19) 12시간 → ('30) 4시간		
핵심 과제 (9대과제 25개 세부과제)				플랫폼
해상 운송체계 지능화 및 물류서비스 혁신	① 선박·항만 지능화로 스마트 해상물류 실현	① 자율운항선박 개발 및 운항기반 구축 ② 자동화 지능화 항만 개발·구축	해운·항만 통합 플랫폼	
	② 물류 프로세스의 디지털 전환 촉진	① 물류자원 공유경제 생태계 조성 ② 스마트 컨테이너 개발·보급 ③ 물류 주체의 디지털 역량 강화		
	③ 초연결 해상교통 인프라 구축	① 차세대 초고속 해상교통 인프라 구축 ② 한국형 e-Navigation 서비스 제공 ③ 고정밀 해상활동 지원 인프라 구축		
수산업 전 과정에 스마트 밸류체인 구축	④ 지속가능한 스마트 어업 관리체계 구축	① TAC기반 스마트 어업관리 모델 도입 ② TAC 모니터링 AI 옵서버 개발·적용 ③ 빅데이터 기반 수산자원 예측·관리	수산 통합 플랫폼	
	⑤ 건강하게 기르는 스마트양식 확산	① 인공지능을 활용한 양식기술 혁신 ② 양식산업 전 과정 디지털 데이터 전환 ③ 양식현장과 연계한 기술 확산		
	⑥ 믿을 수 있는 수산물 유통·가공체계 구축	① 스마트 유통·위생 시스템 구축 ② 소비자에게 투명한 유통시스템 구축 ③ 스마트 가공 공장 도입 및 확산		
해양환경· 재해·안전 스마트 관리·대응	⑦ 연안·항만 환경의 상시 감시체계 구축	① 해양쓰레기 전주기 관리 플랫폼 개발 ② 항만 대기·오염 모니터링·예측 플랫폼 개발	해양공간 통합 플랫폼	
	⑧ 미리 예측하는 해양 재해 대응체계 구축	① IoT기반 무인해양관측망 확대 ② 해양재해 예측시간 단축 ③ 빅데이터·AI 활용 연안침식 선제대응		
	⑨ 스마트 기술로 연안· 소형선박 안전 강화	① 실시간 선박안전 모니터링 기술 도입 ② 스마트 장비로 해상구조 골든타임 확보 ③ 스마트 해상교통안전지원시스템 구축		

[그림 4-6] 해양수산 스마트화 전략

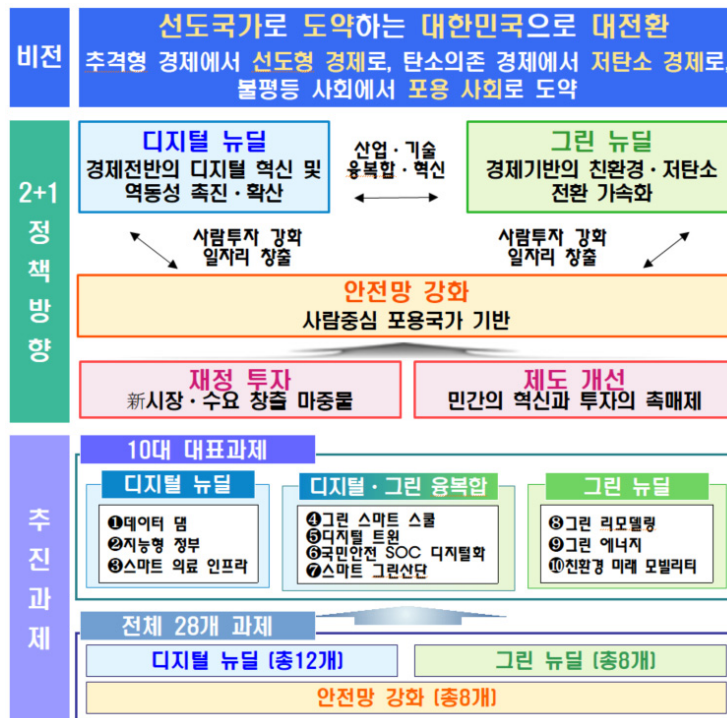
출처 : 해양수산부(2020.4.)

127) 해양수산과학기술 육성 기본계획은 「해양수산과학기술 육성법」 제5조에 따라 5년 마다 수립되는 해양수산 분야 최상위 계획으로, 연구개발, 산업육성, 인력양성 등 해양수산 분야 과학기술 육성 정책의 전반을 포괄함

- 해당 계획은 해상 운송체계 지능화 및 물류서비스 혁신, 수산업 스마트 밸류체인 구축, 해양환경·재해·안전 스마트 관리대응을 목표로 9개 과제, 25개 세부과제로 구성됨
- ‘세부과제 8-1. IoT기반 무인해양관측망 확대’와 ‘세부과제 8-2. 해양재해 예측시간 단축’이 동 사업 기술 개발 내용과 부합함
 - ‘IoT기반 무인해양관측망 확대’는 외해에서 연안까지의 관측자료를 실시간 수집·제공하는 IoT 기반 고정·이동 융복합 무인관측기술 개발을 포함함
 - ‘해양재해 예측시간 단축’은 연안-지역해-전 지구 대상 예측시스템을 통합한 한국형 통합 예측모델 및 초고성능 컴퓨팅을 통한 예측시간 단축을 제시함

사. 한국판 뉴딜 종합계획

- 한국판 뉴딜 종합계획의 디지털 뉴딜 정책은 디지털 트윈 구축을 통한 SOC핵심 인프라 디지털화를 제시하고 있어 동 사업과 부합성이 있는 것으로 판단됨



[그림 4-7] 한국판 뉴딜 종합계획

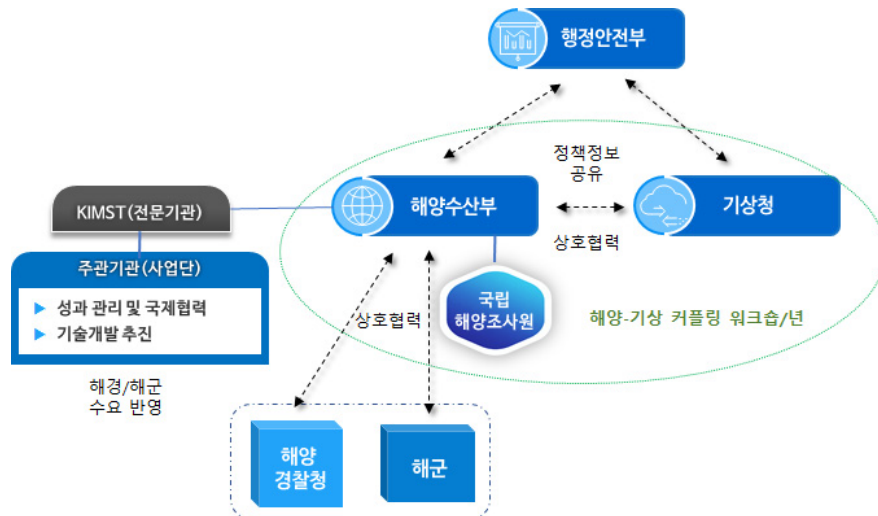
출처 : 관계부처 합동(2020.7.)

- 디지털 뉴딜·그린 뉴딜 추진을 통해 디지털 초격차 확대, 경제기반의 저탄소·친환경 전환 및 안전망 강화를 통한 경제주체 회복을 위해 10대 대표과제를 추진함
- 추진과제 중 10대 대표과제 '⑤ 디지털 트윈'은 안전한 국토·시설관리를 위한 도로, 지하 공간, 항만, 댐 등에 대한 디지털 트윈 구축을 제시하고 있어 동 사업과 일부 부합함

2. 사업 추진체제 및 추진의지

가. 연계·협력 방안의 적절성

- 해양-기상 관련 연구개발 및 정책협력을 위한 관계부처 및 관련 기관 등과의 연계·협력 방안은 대체로 적절하게 제시되었으나, 실질적인 성과 창출을 위해서는 지속적인 개선이 필요한 것으로 판단됨
- 주관부처는 동 사업의 원활한 추진을 위해 유관기관 협의체를 구성하여 상호협력 체계를 구축하고, 기상청과는 매년 개최하고 있는 ‘해양-기상 커플링 워크숍’을 통해 정책정보 공유 및 해양정보 공동활용을 위한 협력을 강화할 계획을 제시함



[그림 4-8] 관계부처 및 관련 기관과의 업무협력 방안

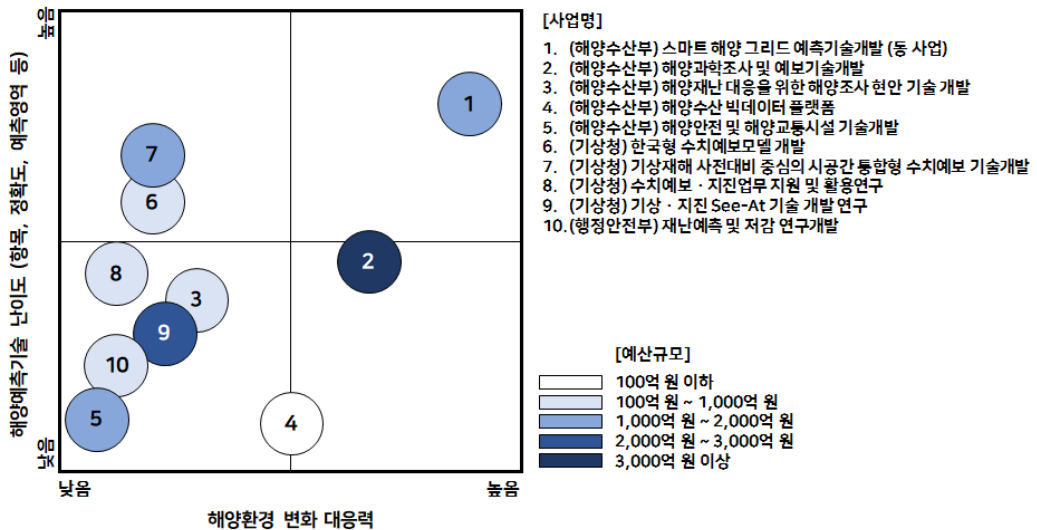
출처 : 기획보고서

- 해양경찰청, 해군과는 사업설명회 및 업무협의를 통해 수요기관의 요구사항 반영을 위한 활동을 지속함('20.5.7./7.8./7.14.)
- 국립해양조사원의 해양 예측 및 관측 사업과 동 사업 등 주관부처에서 수행하는 연구개발사업의 차별화 및 연계·활용을 위한 긴밀한 업무협력 관계를 유지함
- 주관부처는 기상청과 매년 '해양-기상 커플링 워크숍'을 개최하여 해양-기상 협력과제를 발굴하고 '해양조사와 해양정보 활용에 관한 법(해양조사법)' 등 관련 규정 제정 시에는 이견 최소화 및 업무 명확화 활동을 수행함

- 관계부처 및 관련 기관 등과의 연계·협력 방안은 대체로 적절하게 제시되었으나, 수요기관의 요구사항이 명확하게 반영되지 못하는 부분에 대한 개선이 요구됨
 - 주관부처는 해양-기상 관련 연구개발의 효율적인 추진을 위해 관계부처 및 관련 기관, 특히 기상청과의 역할분담 및 협력방안을 제시함
 - 그러나, 기상청과의 상호협력과 더불어 해양경찰청, 해군 등 수요기관의 요구사항을 도출하기 위한 노력을 지속하고 있음에도 불구하고 관련 내용이 연구개발에 명확하게 반영되지 못하고 있어 이에 대한 개선이 필요함

나. 관련 사업과의 차별성 및 성과활용 방안의 적절성

- 해양예측 관련 정부연구개발사업을 대상으로 차별성 등을 검토한 결과, 다수의 사업과 연계 및 성과 활용 가능성이 큰 것으로 조사됨
- 주관부처는 해양환경 변화 대응력과 해양예측기술의 난이도를 기준으로 해양수산부 4개, 기상청 4개, 행정안전부 1개 사업과의 차별성 및 성과 연계·활용 가능성을 설명함



[그림 4-9] 관련 사업과의 차별성 및 연계방안

출처 : 추가제출보완자료

- 해양예측 관련 연구개발사업과의 성과 연계·활용 가능성이 큰 것으로 분석되어¹²⁸⁾, 개별적인 연계·활용 방안에 더하여 차별화된 전략의 도출이 필요한 것으로 판단됨

128) 해양예측 관련 정부연구개발사업의 분석은 2010년 각 부처의 예산요구서를 우선 조사하고 필요 시 관련 부처 계획 등을 추가적으로 검토함

- 예비타당성조사에서는 주관부처에서 제시한 9개 사업의 사업목적, 사업내용, 지원 분야, 지원대상 등을 중심으로 차별성과 연계·활용 가능성을 우선 검토함¹²⁹⁾
- 관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구('21년 신규, 해양수산부), 극한 재난 대응 기반기술개발사업(행정안전부), 재난안전플랫폼기술개발(과학기술정보통신부) 사업 등을 추가로 검토함

<표 4-5> 해양예측 관련 정부연구개발사업 현황

(단위: 억 원)

부처	사업명	사업기간	총사업비
해양수산부	해양과학조사 및 예보기술개발	'94~'22(29년, 일몰)	4,650.5
	해양안전 및 해양교통시설 기술개발	'10~'17(8년, 일몰)	1,873
	해양재난 대응을 위한 해양조사 현안 기술개발	'21~'25(5년)	75.2
	관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구	'21~'26(6년)	50
기상청	한국형 수치예보모델 개발	'11~'19(9년, 종료)	694
	수치예보·지진업무 지원 및 활용연구	'05~계속	943
	기상재해 사전대비 중심의 시공간 통합형 수치예보 기술개발	'20~'26(7년)	189.8
	기상·지진 See-At 기술개발연구	'01~'26(22년, 일몰)	2,854.8
행정안전부	극한 재난대응 기반기술개발사업	'17~'21(5년)	365.1
	재난예측 및 저감 연구개발	'03~'19(17년, 종료)	1,476.4
과기정통부	재난안전플랫폼기술개발	'16~'24(9년)	336.7

- 검토 결과, 관련 사업과의 차별성이 존재하며 선행 및 종료 사업을 포함한 다수의 사업과 성과 연계·활용 가능성이 매우 큰 것으로 분석됨
- 주관부처는 기술개발의 내용 및 난이도 등으로 차별성을 제시하고 개별 사업과의 연계·활용 가능성을 설명하였으나, 이에 더하여 성과 향상을 위한 동 사업의 특성이 반영된 연계·활용 방안 및 전략의 제시가 요구됨

129) 해양안전 및 해양교통시설 기술개발(해양수산부), 한국형 수치예보모델 개발(기상청) 등은 종료사업이나 주관부처에서 관련 사업의 성과 활용방안을 제시하여 포함하여 검토함

(1) 해양과학조사 및 예보기술개발

□ ‘해양과학조사 및 예보기술개발’은 동 사업의 선행사업으로 해양관측 및 예보시스템 구축을 목적으로 하며, 해양 관측 및 예측 기개발 기술에 대한 연계 가능성이 높은 것으로 판단됨

○ 해당사업은 해양과학조사와 관측 인프라 구축 등 일반적 해양현상의 예측을 위한 기술개발로, 한반도 주변해역 과학조사 능력 확보를 목적으로 함

<표 4-6> 해양과학조사 및 예보기술개발 개요

사업명	해양과학조사 및 예보기술개발		
사업기간	1994~2022 (29년)	사업유형	응용연구
총사업비	국고 : 4,650.5억 원		
과제 규모	○ (내역 1) 해양관측 인프라 구축 : 2,990.5억 원 ○ (내역 2) 해양과학조사 연구 : 1,524.2억 원		
사업 목적	○ 해양관측 및 예보 시스템의 구축을 통한 해양영토의 효율적 관리 및 한반도 주변해역 과학조사 능력 확보		
사업 내용	○ (해양관측 인프라 구축) 해양과학기지, 관측시설, 관측자료 등 해양관측 시스템의 연계·확대를 통해 해양관측·예보기술을 개발하고 관할해역 광역감시체계 구축 지원 ○ (해양과학조사 연구) 주변국과의 해양영토 경계확정에 대비하여 과학적 근거자료를 체계적으로 확보하고, 전지구적 해양과학조사를 위한 해양기초과학 구축 지원		
주관부처	해양수산부 해양영토과		
전담기관	해양수산과학기술진흥원		
수행기관	한국해양과학기술원, 한국지질자원연구원		
지원조건	출연 (국고 100%)		

○ ‘해양과학 조사 및 예보기술개발’은 해양환경 변화 대응력 측면에서 동 사업과 가장 유사하나, 예측항목, 예측정확도, 예측영역, 예측시간 등 해양예측기술의 난이도 측면에서 차이를 보이며, 해당사업의 결과물과 동 사업 기술 간 연계가능성이 존재함

- 해양관측 인프라 구축을 통한 해양관측자료의 확보와 해양예측 연구라는 점에서 유사성이 존재하나, 동 사업이 해양 재난재해 발생 시 피해저감을 위한 실시간 관측망, 사용자 중심 정보서비스 등 목적에 있어 차별성이 존재함
- 부처는 해당 사업의 성과물인 운용해양(해양예보)의 예측시스템 기술 및 상시관측망과 관측기술을 동 사업과 연계 활용 가능하며, 고도화할 예정이라고 제시함

(2) 해양안전 및 해양교통시설 기술개발

- ‘해양안전 및 해양교통시설 기술개발’은 해사안전, 해양오염방지, 해양교통분야의 국제 표준 대응을 위한 해양안전사고 예방시스템 기술개발을 포함하며, 해양선박에 해황 및 예측정보를 제공한다는 점에서 동 사업과 연계 활용 가능성이 존재하는 것으로 판단됨
- 해당사업은 국제기구 협약에 따른 해사안전, 오염방지, 해양교통 분야의 국제표준 대응을 목적으로 해양안전사고예방시스템, IMO 차세대 해양안전종합관리체계, 해운 및 조선 기자재 원천기술 개발을 포함함

<표 4-7> 해양안전 및 해양교통시설 기술개발 개요

사업명	해양안전 및 해양교통시설 기술개발		
사업기간	2010~2017(8년, 일몰)	사업유형	응용연구
총사업비	국고 : 1,873 억 원('18년까지 기투자액)		
사업 목적	○ 국제기구(IMO, IALA)의 강제협약에 따른 해사안전, 해양오염방지, 해양교통 분야의 국제표준 제·개정에 적극적으로 대응하기 위한 해양안전사고 예방시스템 및 해운, 조선 기자재 원천기술 개발		
사업 내용	○ 해양안전기술개발 ○ 해양교통기반시설기술개발 ○ IMO 차세대 해양안전종합관리체계 기술개발 ○ 선박 및 인명대피 기술개발 ○ 해양융복합소재 기술개발		
주관부처	해양수산부 해사산업기술과		
수행기관	(주관기관) 선박해양플랜트연구소 등 (참여기관) 삼영이앤씨(주), 수협중앙회 등		
지원조건	출연(국고 100%, 기업참여 시 매칭)		

- 해당 사업의 ‘IMO 차세대 해양안전종합관리체계 기술개발(e-navigaion)’의 경우 해양선박 안전을 위한 해황정보 및 예측정보를 제공한다는 점에서 유사하나, 국제기구(IMO, IALA) 협약 대응 및 선박안전을 목적으로 한다는 점에서 차별성을 가지며, 동 사업의 예측정보서비스를 연계하여 재난재해 정보 제공 등 연계활용 가능함
- 부처는 동 사업의 스마트 해양그리드 서비스 솔루션 및 관측·예측자료를 ‘IMO 차세대 해양안전종합관리체계 기술개발’의 ‘한국형 e-navigation 서비스’에 제공하여 항행선박과 연계함으로써 활용 가능성이 높을 것으로 제시함

(3) 해양재난 대응을 위한 해양조사 현안 기술개발

□ 해양사고의 예방 및 재난 대응을 위한 관측기술 개발을 포함한다는 점에서 유사하나, 관측 대상이 협수로·연안의 위험요소 관측이라는 점에서 차별되며, 동 사업의 스마트 해양 그리드 관측기술 개발의 관측자료와 연계 가능성이 높은 것으로 판단됨

○ 해당사업은 해양사고 예방 및 효과적 재난 대응을 위해 해양조사 및 해양안전정보 제작기술을 확보하고자 3차원 광역 해수유동 관측기술 및 정밀조사측량기술, 해양 GIS 핵심기술 국산화 과제로 구성됨

<표 4-8> 해양재난 대응을 위한 해양조사 현안 기술개발 개요

사업명	해양재난 대응을 위한 해양조사 현안 기술개발		
사업기간	2021~2025(5년)	사업유형	개발연구
총사업비	국고 : 75.2억 원 ('21년 예산요구액)		
과제 규모	○ (내역1) 해양재난 대응을 위한 3차원 광역 해수유동(조류, 해류) 관측기술 개발 27.7억 원 ○ (내역2) 해상교통 안전확보를 위한 정밀조사측량 기술 개발: 15.8억 원 ○ (내역3) S-100 기반 국가 해양 GIS 핵심기술의 국산화 개발연구: 28.7억 원		
사업 목적	○ 해양사고 예방 및 효과적 재난 대응에 필요한 정보 사각지대 해양조사 확대 및 해양 안전정보 제작 기술 개발		
사업 내용	○ (해양재난 대응을 위한 3차원 광역 해수유동(조류, 해류) 관측기술 개발) 효과적인 해난대응에 필수적인 3차원 공간격자 해수유동 정보 실시간 모니터링 기술 및 관측기술 개발 및 실증 ○ (해상교통 안전확보를 위한 정밀조사측량 기술 개발) 선박 측량이 불가능한 미측구역 및 수중시설물 조사를 실시, 미측구역에 대한 해도 수심보정 및 해저 위험물의 3차원 형상파악을 위한 조사기법 개발 및 실증 ○ (S-100 기반 국가 해양 GIS 핵심기술의 국산화 개발연구) 新 국제표준 S-100 기반의 해양 GIS 핵심기술 국산화·상용화로 위촉된 국내 해양정보 기업 비용 저감 및 산업성장 유도		
주관부처	해양수산부 해양영토과		
수행기관	(전담기관) 해양수산과학기술진흥원 / (수행기관) '21년 공모 예정		
지원조건	출연 (기업 참여 시 3/4이내 국고 매칭)		

○ 해당사업의 '(내역1) 해양재난 대응을 위한 3차원 해수유동(조류, 해류) 관측기술 개발'은 해양사고 예방·대응을 위해 실시간 3차원 해수유동 정보 관측·제공 기술을 개발하는 내역사업으로써 동 사업의 스마트 해양 그리드 관측기술 개발과 연계활용 가능함

- 주관부처는 협수로, 연안의 위험요소 관측 및 실시간 정보를 제공하여 외해 및 전수심 상시관측시스템과 인공지능 기반 무인자동 능동 해양관측 기술을 개발하는 동 사업과 차별화되나 스마트 부이 관측자료의 연계·활용이 가능할 것으로 제시함

(4) 관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구

□ ‘관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구’는 동해 첨단 해양과학기지의 인공지능, 무인이동체 활용 관측기술을 통한 지능형 해양관측체계 기술을 개발함으로써 동 사업과 연계 활용 가능성이 존재하는 것으로 판단됨

○ 해당사업은 동해 첨단 해양과학기지 구축 및 기구축 해양관측 인프라의 지능화를 통한 활용 강화를 목적으로 첨단 해양과학기지 구축, 지능형 해양관측체계, 모니터링 연구, 정보서비스 기술 개발 연구로 구성됨

<표 4-9> 관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구 개요

사업명	관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구		
사업기간	2021~2026(6년)	사업유형	응용연구
총사업비	국고 : 50억 원 ('21년 예산요구액)		
사업 목적	○ 동해 첨단 해양과학기지 신규 구축 및 기구축 해양관측 인프라의 지능화를 통한 관측·연구·정보서비스 역할 및 활용 강화		
사업 내용	○ 동해 첨단 해양과학기지 구축 - 기존 황해 및 동중국해 뿐만 아니라 첨단 해양관측기술이 적용된 동해의 해양과학기지 구축 확대 ○ 해양과학기지의 지능형 해양관측체계 구축 - 인공지능, 무인 이동형 해양관측기술 등을 연계하여 해양과학기지 관측역량 확대 ○ 환경변화 정밀 모니터링을 위한 융합 연구 - 해양과학기지를 활용한 학제간 융합 연구로 우리 해양의 변동성 정밀 파악과 해양재난재해 특성 이해 ○ 해양과학기지 정보서비스 - 사용자 친화적인 해양과학기지 정보서비스 체계 수립 및 국제협력 확대		
주관부처	해양수산부 해양영토과		
수행기관	(전담기관) 해양수산과학기술원 (수행기관) 국립해양조사원(기지 운영) 및 주관연구기관		
지원조건	출연(국고 100%)		

○ 해당사업은 첨단 해양과학기지의 지능형 해양관측체계 구축을 위해 인공지능, 무인 이동형 관측기술을 개발 및 활용한다는 점에서 유사하여 연계 및 활용이 가능함

- 사업 대상 범위가 동해라는 점에서 차별성을 가지나, 동 사업과의 연계 및 고도화를 통해 동해를 포함한 전 해역으로 확대가 가능하다는 점에서 연계활용 가능성이 존재함

(5) 한국형 수치예보모델 개발(기상청)

□ ‘한국형 수치예보모델 개발’ 사업은 국내외 협력을 통한 세계적 수준의 한국형수치예보모델 개발을 목적으로 한다는 점에서 차별되며, 기상 환경 관측자료에 대한 물리모수화, 자료동화 등 원천기술을 확보한다는 점에서 요소기술 수준에서의 연계가능성은 존재하는 것으로 판단됨

○ 해당사업은 세계적 수준의 한국형수치예보모델 개발을 통한 수치예보분야 기술경쟁력 확보를 목표로 독자수치예보모델의 원천기술, 시험모델, 협업모델 개발을 포함함

<표 4-10> 한국형 수치예보모델 개발 개요

사업명	한국형 수치예보모델 개발		
사업기간	2011~2019(9년)	사업유형	기초연구
총사업비	694억 원 ('18년까지 기투자액)		
사업 목적	○ 기초기술 개발 및 국내·외 협력을 통한 세계적 수준의 국형수치예보모델 개발로 2020년까지 세계 5위권의 수치예보분야 기술경쟁력 확보		
사업 내용	○ [1단계] 기반구축 및 원천기술 개발 ('11~'13) - 독자수치모델개발을 위한 연구센터 설립 및 연구개발체계 구축 - 역학코어, 물리모수화, 자료동화 분야의 원천기술 개발 ○ [2단계] 시험모델 개발 ('14~'16) - 개발된 역학코어, 물리모수화, 자료동화 모듈 완성 - 모델 구성요소 모듈 커플링을 통한 독자수치모델 Ver.0.9 시험운행 - 독자수치모델 Ver.0.9 시험운행 및 현업 수치모델과의 실시간 상호 비교 수행 ○ [3단계] 현업모델 개발 ('17~'19) - 독자수치모델 Ver.0.9 검증 및 개선을 바탕으로 독자수치모델 Ver.1.0개발 - 독자수치모델의 효율적인 사용 및 응용프로그램 개발을 위한 후처리과정 개발		
주관부처	기상청 수치모델개발과		
수행기관	(전담기관) (재)한국형수치예보모델개발사업단 (수행기관) 기상청, (재)한국형수치예보모델개발사업단		
지원조건	출연(국고 100%)		

○ 해당사업은 ‘기상재해 사전대비 중심의 시공간 통합형 수치예보 기술개발’의 선행 사업으로, 세계적 수준의 기상환경 예보기술 확보를 목적으로 한다는 점에서 차별되나, 수치예보를 위한 물리모델 및 자료동화 등 요소기술 수준에서 예측결과 비교연구 등 연계 가능성은 존재함

(6) 수치예보·지진업무 지원 및 활용연구(기상청)

□ ‘수치예보·지진업무 지원 및 활용연구’는 태풍, 지진, 해일 등 위험기상 대응을 목적으로 기상예측 기술을 개발한다는 점에서 차별되나, 고해상도 수치예보모델, 슈퍼컴퓨터를 활용한 전지구 지진해일 예측시스템 등 세부과제 수준에서의 유사성이 존재하여 연계활용이 가능할 것으로 판단됨

○ 해당사업은 집중호우, 태풍, 지진, 해일 등 위험기상 분석 및 수치예측 정보생산을 통한 자연재해 대응 능력 강화를 목적으로, 수치예보 지원 및 활용기술, 지진화산 업무 지원 및 활용연구 개발 활동으로 구성됨

<표 4-11> 수치예보·지진업무 지원 및 활용연구 개요

사업명	수치예보·지진업무 지원 및 활용연구		
사업기간	’05 ~ 계속	사업유형	응용연구
총사업비	국고 : 943억 원 (’20년까지 기투자액)		
사업 목적	○ 집중호우, 태풍 등 위험기상 분석 및 수치예측 정보생산을 위한 수치예보 기술 개발·개선으로 기상예보 정확도 향상 ○ 지진, 지진해일 및 화산활동 감시 및 예측정보 생산을 통한 자연재해 대응능력 강화		
사업 내용(용130)	□ 수치예보 지원 및 활용기술 개발 ○ 수치예보 및 자료응용 기술개발 - 초단기 위험기상 예측기술 개발 - 이음새 없는 수치예보모델 기반기술개발 - 한반도 집중관측자료를 활용한 수치모델 물리과정 개선 ○ 지역특화 영향예보 서비스 고도화 - 지역특화 국지기상 예측기술개발 - 사회적 기상이슈 대응 기술개발 - 재해영향 산정을 위한 기술개발 ○ 태풍 분석 및 예측기술 개발 - 태풍 단기예측기술 개발 / 태풍 장기예측기술 개발 - 태풍 발생감시와 관측자료 분석기술 개발 □ 지진화산 업무 지원 및 활용연구 ○ 지진·지진해일·화산 감시 및 예측 기술개발 - 지진관측환경 표준화 및 지진정보 생산 개선 연구 - 전지구 지진해일 예측시스템 개발 및 개선연구 - 화산활동 원격감시 및 한반도 지각활동 진단정보 생산		
주관부처	기상청(수치모델링센터, 예보국, 지진화산국)		
수행기관	(전담기관) 해당사항 없음 (주관기관) 기상청(수치모델링센터, 예보국, 지진화산국)		
지원조건	출연 (국고 100%)		

- 해당 사업은 주로 기상예측을 목적으로 한다는 점에서 차별성을 가지나, 수치예보 및 자료응용기술개발, 지진·해일·화산 감시 및 예측기술개발 등의 내역사업에서 개발되는 요소기술 측면에서 유사하여 연계가능성이 존재함
- 고해상도 수치예보모델 기반기술, 전지구 지진해일 예측시스템을 위한 슈퍼컴퓨터 활용 등 세부과제의 기술적 특성이 유사하여 동 사업과 연계·활용 가능성이 있음

(7) 기상재해 사전대비 중심의 시공간 통합형 수치예보 기술개발(기상청)

- ‘기상재해 사전대비 중심의 시공간 통합형 수치예보 기술개발’ 사업은 위험 기상환경 예측의 정확도 개선을 위한 통합형수치예보기술을 개발을 목적으로 한다는 점에서 해양환경 대응력 확보 수준의 차별성을 가지나, 자료동화기술개발, 대기-해양 결합예측기술, 비정형격자 예측모델 등 세부과제 수준에서의 연계가능성이 존재함
- 해당 사업은 위험기상 예보의 정확도 개선을 위한 통합형수치예보기술 개발을 목적으로 4차원 고품질 최신자료동화기술, 가변격자체계 기반 통합형수치예보모델, 거대 수치예측자료 처리 및 활용기술을 개발하는 사업임

<표 4-12> 기상재해 사전대비 중심의 시공간 통합형 수치예보 기술개발 개요

사업명	기상재해 사전대비 중심의 시공간 통합형 수치예보 기술개발		
사업기간	’20~’26(7년)	사업유형	응용연구
총사업비	국고 : 1,023억 원 (’20년까지 기투자액 : 35억 원)		
사업 목적	○ 위험기상 예보의 정확도 개선을 위한 기상재해 사전대비 중심의 시공간 통합형수치예보기술 개발		
사업 내용	○ 4차원 고품질 기상분석을 위한 최신자료동화기술 - 관측자료활용 확대기술 개발 / 결합자료동화기술개발 ○ 가변격자체계 기반 통합형수치예보모델 - 역학코어 개발 / 물리과정 개발 / 결합모델 개발 ○ 거대 수치예측자료의 효율적 처리와 수요 맞춤 활용기술 - 자료처리기술 개발 / 확률예측 체계 개발 / 범용 수치예보모델 개발		
주관부처	기상청 수치모델링센터, 수치모델개발과		
수행기관	(주관기관) (재)차세대 수치예보모델개발사업단(가칭)		
지원조건	출연 (국고 100%)		

- 해당 사업은 ‘한국형 수치예보모델 개발’ 사업의 후속사업으로 해양예측기술 난이도 측면에서 동 사업과 유사성이 높으나, 기상 환경변화 예측을 목표로 하고 있어 해양 환경 변화에 대응력 확보 측면이 동 사업에 비해 다소 낮은 수준으로 차별성을 가짐

- 다만, 자료동화기술개발, 대기-해양 결합예측기술, 비정형격자 예측모델 등 세부과제 수준에서의 연계가능성이 존재하여 예측을 위한 요소기술 수준에서 해당 사업의 연구결과 활용과 해양 예측결과 상호 비교연구 등이 가능함

(8) 기상·지진 See-At 기술개발연구(기상청)

- ‘기상·지진 See-At 기술개발연구’는 자연재해 최소화를 위한 피해저감 연구로 해양기상, 지진, 화산 등의 기초 및 원천연구개발을 목적으로 한다는 점에서 차별되며, 해양기상 및 이상파랑 분야에 대한 관측기술과 예보기술은 비교·연계 활용가능할 것으로 판단됨
- 해당사업은 기상청 고유업무와 수행을 위한 기초원천기술 및 기상서비스 기술 개발을 목적으로 해양기상, 지진, 화산 등 자연재해에 대한 기상관측, 기상예보, 기후변화 과학정보 분야의 목적형 기초기술을 개발하는 사업임

<표 4-13> 기상·지진 See-At 기술개발연구 개요

사업명	기상·지진 See-At 기술개발연구		
사업기간	‘01~’22(일몰혁신, ’26년 종료)	사업유형	기초연구
총사업비	국고 : 2,962.37억 원 (“20년까지 기투자액 : 2,854.76억 원)		
사업 목적	○ 자연재해 최소화를 위한 기상(관측, 예보)·지진·기후 기초원천기술개발 및 타분야 융합을 통한 기상서비스 기반 기술 개발		
사업 내용	○ 기상관측 분야 목적형 기초기술 개발 - 기후변화로 인한 위험기상 감지 능력 향상 및 기상재해 피해 최소화를 위한 기상관측기초 원천기술 개발 * 지상·해상·고층 3차원 기상관측 정확도 향상을 위한 원천 기술 개발 ○ 기상예보 분야 목적형 기초기술 개발 - 위험기상 요소별·규모별 메커니즘을 분석하고 이를 이용한 기상예보 원천기술 개발 * 태풍, 집중호우, 황사 등의 재해기상, 이상파랑, 너울, 이안류 등 해양기상, 기타 해양 및 항공 관련 위험기상 현상 규명 및 예측기술개발 ○ 기상과학기술 개발 - 기후변화대응(적응, 완화, 국제협상 분야 등) 전략수립을 위한 기후변화 과학 정보(감시, 원인규명, 예측 등) 생산 및 활용 기술개발 ○ 지진·화산·지진해일 분야 목적형 기초기술 개발 - 지진·지진해일·화산 현상의 신속정확한 감시·분석 업무 고도화 및 발생 원인 규명 지원을 위한 목적형 기초·원천 기술개발		
주관부처	기상청		
수행기관	(전담기관) 한국기상산업기술원 (수행주체) 대학교, 연구기관, 산업체 등		
지원조건	출연 (국고 100%, 기업참여 시 기업부담금)		

- 해당사업은 기상청 고유업무의 수행을 위한 해양기상 및 파랑 등에 관한 기초 및 원천연구로 동 사업의 연구대상은 해양사고 및 이상수위 등과 관련된 피해저감을

위한 관측, 예측, 정보서비스라는 점에서 차별됨

- 다만, 주관부처는 해양기상과 파랑 관측 자료 및 예측 결과를 동 사업의 내역사업 1(예측)과 내역사업 2(관측)에 연계 및 활용 가능할 것으로 제시함

(9) 극한 재난대응 기반기술개발사업(행정안전부)

- ‘극한 재난대응 기반기술개발사업’은 재난상황에 대비하기 위한 대응기술 및 상황관리 지원기술로 사업목적 측면에서 차별되며, ‘해안가 복합재난 위험지역 피해저감 기술개발’ 과제의 동적결합모델링 기술이 동 사업과 유사하나 예측 대상에서 차별성을 가짐
- 해당사업은 대형 재난 발생 시 극한 상황에 대비하기 위해 대형복합 재난대응 기반 기술, 지진대비 안전인프라 기술, 대형복합재난대비 상황관리 지원기술의 개발을 목적으로 함

<표 4-14> 극한 재난대응 기반기술개발사업 개요

사업명	극한 재난대응 기반기술개발사업		
사업기간	‘17 ~ ‘21(5년)	사업유형	개발연구
총사업비	국고 : 365.1억 원 (‘20년 예산확정액 포함 기투자액)		
사업 목적	○ 대형 재난 발생 시 극한 상황에 대비하기 위한 각종 대응기술 및 상황관리 지원기술 개발		
사업 내용	○ 대형복합 재난대응 기반기술 (‘19년 4,500백만 원) - 시나리오 기반 대형복합재난 확산예측 기술개발 - 해안가 복합재난 위험지역 피해저감 기술개발 - 복합재난 리스크 평가기법 개발 - 지역 기반 메가가뭄 대비 기술개발 ○ 지진대비 안전인프라 기술개발 (‘19년 1,900백만 원) - 댐, 저수지 및 교량의 지진안전성 평가 - 한반도 단층구조선의 조사 및 평가기술 개발 - 국가 주요 시설물의 내진성능 향상 기술개발 ○ 대형복합재난대비 상황관리 지원기술 (‘19년 2,000백만 원) - 재난상황관리 표준화 기술 - 재난관리자원 비축관리 예측기술 및 운영모델 개발 - 재난정보 기반 저수지(댐) 비상대처 및 회복력 강화 기술개발 - 빅데이터 기반 지능형 재난대응 의사결정지원 기반기술 개발		
주관부처	행정안전부		
수행기관	(전담기관) 국립재난안전연구원 (수행기관) 대학, 출연연, 중소기업		
지원조건	출연 (국고 100%, 기업참여 시 기업부담금)		

- 해당사업의 ‘해안가 복합재난 위험지역 피해저감 기술개발’은 내·외수 및 해수면 상승(해일)의 동적결합모델링을 다룬다는 점에서 관련되나, 실시간 침수범람 예측이

- 아닌 시나리오 기반 피해위험성 정밀평가와 침수예상도 생산이라는 점에서 차별됨
- 부처는 동적결합모델 및 해안가 고해상도 공간정보 등 동 사업의 결과물이 재난 관리정보시스템(행정안전부)과 연계될 필요성을 제시함

(10) 재난예측 및 저감연구개발(행정안전부)

- ‘재난예측 및 저감연구개발’은 지진, 기후변화, 화산, 풍수해 등 복합재난의 예방 및 대비, 대응, 복구 기술 개발을 통해 일상생활 복귀 및 사회문제 해결 등 실질적인 피해저감을 위한 실용적·선제적 재난대응 기술개발 사업으로 동 사업과 차별성을 가짐
- 해당사업은 재난 예방, 대비, 대응, 복구 등 실질적인 피해를 저감하기 위한 실용적·선제적 재난대응기술 개발을 목표로, 자연재해 위험평가 및 피해예측 기술, 자연재해 대비·대응 역량강화 기술, 일상생활복귀 재난복구 기술, 사회문제 해결형 재난안심서비스 개발로 구성됨

<표 4-15> 재난예측 및 저감연구개발 개요

사업명	재난예측 및 저감 연구개발		
사업기간	’03 ~ ’19(종료)	사업유형	개발연구
총사업비	국고 : 1,476.4억 원 (’19년 예산확정액 포함 기투자액)		
사업 목적	○ 국민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 재난 예방, 대비, 대응, 복구 기술의 선진화 및 통합화 기술 개발		
사업 내용	○ (자연재해 위험평가 및 피해예측 기술 개발) 재난 취약성·위험도 분석 및 평가, 재난 예방·대비·대응 전략 수립, ICT 융합기술 및 스마트기술을 활용한 고효율·고성능 예·경보체계 구축 기술 개발 ○ (자연재해 대비·대응 역량강화 기술 개발) 기후변화에 따른 재난관리 기술 개발 및 피해저감을 위한 재난대비 방재역량 향상 기술 개발, 화산재해에 대한 신속한 예측, 피해 최소화 및 체계적 대응을 위한 분석기술과 국제협력 네트워크 구축 ○ (일상생활복귀를 위한 재난복구 기술개발) 대규모 복합피해지역에 대한 효율적인 복구방안 연구 및 지진, 지진해일 대비 업무연속성 관리기술 구축 ○ (사회문제 해결형 재난안심서비스) 국격에 맞는 국가 재난구호 정책 및 서비스 수준에 대해 사회적 합의안을 마련, 재난구호 재정운영 최적화 기술 개발		
주관부처	행정안전부		
수행기관	(전담기관) 국립재난안전연구원 (수행기관) 대학, 출연연, 중소기업		
지원조건	출연 (국고 100%, 기업참여 시 기업부담금)		

- ‘재난예측 및 저감연구개발’은 지진, 기후변화, 화산, 풍수해, 가뭄 등 복합재난에 대한 예측과 실질적으로 피해를 저감하기 위한 실용화 및 선제적 재난대응기술 개

받을 목표로 한다는 점에서 동 사업과 대상범위가 상이함

- 다만, 주관부처는 동 사업의 침수범람 관련 정보서비스 구축 결과물을 해당 사업의 풍수해 및 복합재해 연구에 활용함으로써 연구결과의 연계 가능성이 존재하는 것으로 설명함

(11) 재난안전플랫폼기술개발(과기정통부)

□ ‘재난안전플랫폼기술개발’은 각종 재난안전 분야에 공통 및 부처 개별적으로 응용할 수 있는 플랫폼기술과 제품·서비스를 개발하고 제공하기 위한 목적으로 하고 있어 동 사업의 스마트 해양그리드 서비스 통합 플랫폼과 연계·활용이 가능함

○ 해당사업은 각종 재난안전 분야에 공통 및 부처 개별적으로 응용할 수 있는 플랫폼 기술과 제품·서비스를 개발하고 제공하는 것을 목적으로 하는 사업으로 재난정보공유 플랫폼, 화재 예측대응 플랫폼, 재난정보전달 플랫폼 등의 내역사업으로 구성됨

<표 4-16> 재난안전플랫폼기술개발 개요

사업명	재난안전플랫폼기술개발		
사업기간	'16 ~ '24(9년)	사업유형	개발연구
총사업비	국고 : 336.69억 원('20년까지 기투자액)		
사업 목적	○ 각종 재난안전 분야 기술개발에 공통적으로 필요하거나 개별부처·재난상황에 맞게 쉽게 응용이 가능한 기술(플랫폼기술) 및 이를 활용한 제품·서비스 개발 및 제공		
사업 내용	○ 재난정보공유 플랫폼 - 재난안전정보 및 정형/비정형 데이터의 표준화 방안 연구 및 재난안전정보 통합플랫폼 개발 ○ 화재 예측대응 플랫폼 - 재난정보 활용한 화재상황 분석, 지능형 화재위험·피해예측 기술 개발, 화재 대응 플랫폼기술 개발 ○ 재난정보전달 플랫폼 - 예·경보 플랫폼 및 상황전파 플랫폼 개발 - 멀티미디어 기반 재난정보전달 표준 및 플랫폼 개발		
주관부처	과학기술정보통신부 공공기술기반팀		
수행기관	(전담기관) 한국연구재단 (주관기관) 산·학·연 등 연구기관 (참여기관) 산·학·연 등 연구기관		
지원조건	출연 (국고 100%, 기업참여 시 기업부담금)		

○ 주관부처는 ‘재난정보전달 플랫폼’의 예·경보 플랫폼 및 상황전파 플랫폼과 동 사업의 스마트 해양그리드 서비스 통합 플랫폼을 연계 활용함으로써 재난 대응 시 피해저감에 보다 효율을 높일 수 있을 것으로 제시함

(12) 기타 해양예측 관련 사업

- 주관부처에서 추진 중인 해양관측 및 예측 관련 비R&D사업을 검토한 결과, 동 사업의 결과물을 해당 사업에 연계·활용 가능할 것으로 판단됨
- ‘해양조사정보’, ‘지능형 해양수산 재난정보체계 운영사업’, ‘해양수산정보 공동활용 체계 구축사업’ 등 해당 정보화사업에 동 사업의 관측, 예측, 정보서비스 결과물의 응용 및 연계 가능성이 존재함

<표 4-17> 해양수산부 해양예측 관련 비R&D 사업 현황

사업명	사업목적	주요내용
해양조사정보 (계속)	• 종합해양정보시스템구축 • 전지구실시간해양관측센터 구축 • 해양조사정보 기반시설 운영유지	• 품질관리 시스템, 빅데이터 활용체계, 해양공간정보 DB 등 종합해양정보시스템 구축 • 해양관측정보 연계 체계 및 DB, 관리프로그램 정보 연계 등 전지구 실시간 해양관측센터 구축 및 유지관리 • 해양조사정보 기반시설 운영·유지
지능형 해양수산재 난정보체계 운영사업 (‘15 ~ 계속)	• 해양수산분야 재난의 종합적 대응체계 마련을 위해 구축된 지능형 해양수산재난체계구축 및 운영	• 지능형 해양수산재난체계 1단계 구축: 위성연계 광역 선박 정보 수집시스템, 여객선 사고대응 지원 시스템, 항만 위험화물 재난대응 지원시스템 구축 • 해양오염 예방지원, 태풍상황 관리 및 모니터링, 해양수산재난 상황관리 등 지능형 해양수산재난체계 2단계 구축 • 지능형 해양수산재난체계 3단계 구축
해양수산정보 공동활용 체계 구축사업 (‘16 ~ ‘21)	• 업무별·기관별 보유하고 있는 해양수산정보를 수집·연계하여 공공·연구·민간에서 공동 활용할 수 있는 데이터 플랫폼 구축	• 시스템구축: 해양수산정보 공동활용 플랫폼 구축 및 정보분류체계 표준화 관련 인프라 도입 등 • 활용모델 개발: 해양 행위제한, 공간이용 중복 확인, 대용량 축적데이터 AI분석 및 정보활용 모델 개발 • 정보관리: 고품질 해양수산 정보의 공동활용을 위한 제도기반, 국가해양수산정보센터(운영조직) 및 정보 공동활용 규정 마련

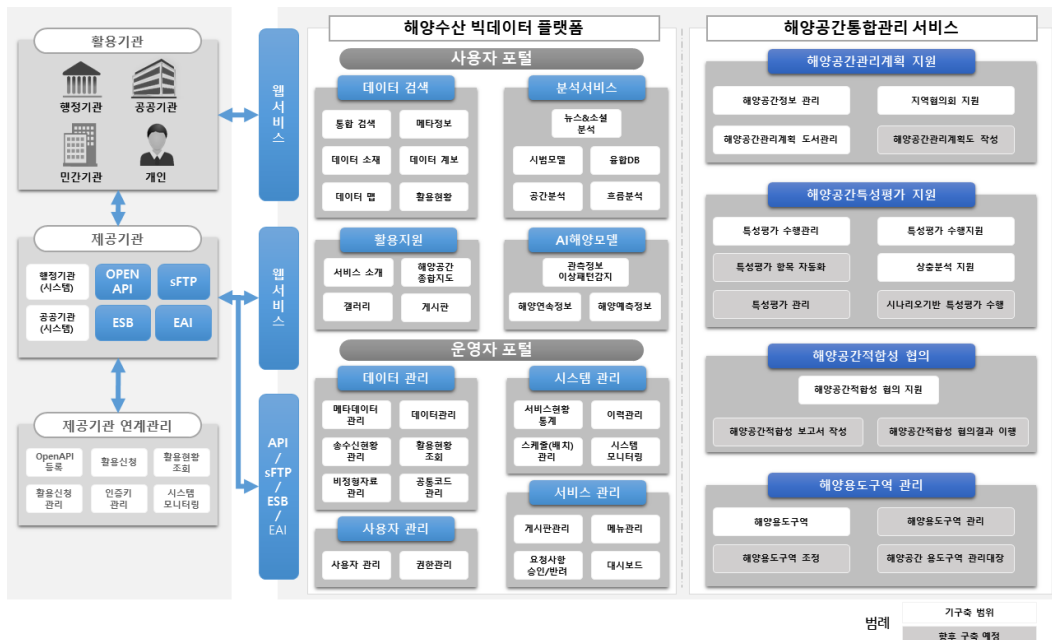
- ‘해양조사정보’는 국립해양조사원에서 수행 중인 사업으로, 종합해양정보시스템 구축 및 전지구 실시간 해양관측센터 구축, 해양조사정보 기반시설 운영 유지를 위한 정보화 사업임

- 해당사업은 주로 국가해양관측망과 같은 해양조사정보 기반시설 운영 관리를 담당함

- ‘지능형 해양수산재난 정보체계 운영사업’은 해양수산분야 재난의 대응을 위한 체계 및 시스템 구축을 목적으로 여객선, 항만, 위험화물 등 해양사고 대응 및 해양오염, 적조 등의 재난 대응을 위한 지원시스템, 상황관리시스템 등을 구축함

- 지능형 시스템 기반의 해양오염 예방활동지원시스템, 태풍상황관리 및 모니터링 시스템, 해양수산재난 상황관리시스템을 구축함으로써 종합적인 대응체계를 마련함

○ ‘해양수산물정보 공동활용체계 구축사업’은 업무별·기관별로 보유하고 있는 해양수산물정보를 수집·연계하여, 공공·연구·민간에서 공동 활용할 수 있는 데이터 플랫폼을 구축하는 사업으로, 공동활용 DB 구축 후 AI를 활용한 대용량 데이터 분석 활용 모델 개발, 고품질 해양수산물 정보의 공동활용을 위한 제도 마련을 포함하고 있음



[그림 4-10] 해양수산물정보 공동활용체계 서비스 구성

출처 : 2020년도 해양수산물정보 공동활용체계 구축사업 제안요청서(해양수산부, 20220)

- 주요 산출물은 ‘해양수산물 빅데이터 플랫폼’으로 다양한 해양주제에 대한 정보서비스 제공 측면에서 해양환경변화 대응력 향상에 기여하는 것으로 판단되나, 주관부처는 해양예측기술 난이도 측면에서 동 사업에 비해 매우 낮은 수준인 것으로 설명함
- 인공지능 기술을 활용한 시·공간적 결측 자료 복원 기술과 일부 예측기술은 연계 활용하며, 동 사업에서 생산되는 관측·예측 자료들은 ‘해양수산물 빅데이터 플랫폼’을 통해 해양공간관리계획, 스마트 해산물류, 스마트 양식장 운영 등 다양한 분야에 활용될 수 있을 것으로 판단됨

다. 추진 의지

- 해양 환경변화 대응력 향상을 위한 스마트 해양예측 기술개발에 대한 주관부처의 추진의지는 강한 것으로 판단됨
- 주관부처는 해양 환경변화 및 재난재해 대응력 강화 및 미래 해양산업 견인을 위한 고품질의 해양 예측·관측정보의 제공을 위해 다양한 정책을 지속적으로 추진함
 - 1994년부터 동 사업의 선행사업인 ‘해양과학조사 및 예보기술개발사업’을 지속적으로 추진함
 - ‘해양수산 R&D 중장기계획(‘14 ~ ‘20)’을 통해 해양 관측·예보 시스템의 정확도 제고를 위한 국가 안전망 구축 및 주변 해역에 대한 과학조사 능력 확보 계획을 추진함
 - ‘해양수산정보 공동활용체계 구축사업(정보화, ‘16 ~ ‘21)’을 통해 업무별·기관별로 분산되어 보유하고 있는 해양수산정보를 수집·연계하여 공공·연구·민간에서 공동 활용할 수 있는 데이터 플랫폼을 구축함
 - ‘제3차 재난 및 안전관리 기술 종합계획(국가과학기술심의회, 2017)’을 통해 재난 안전 융·복합 대응 기술개발을 위한 정지궤도복합위성 해양탐재체 개발을 추진함
 - 스마트 해양예측 기술개발 연구성과 활용 협약 등을 위한 해양수산부-해군-해양경찰청 간 정책협의회 설립·운영을 위한 업무협약(2019.9.10.)을 체결함
 - ‘해양재난 대응을 위한 해양조사 현안 기술개발사업(‘21 ~ ‘25)’을 통해 협수로, 연안 등 정보 사각지대의 해양조사 및 정밀조사 측량기술 개발을 추진함
- 지속적으로 추진하고 있는 중장기 정책과 연구개발사업 및 정보화사업 등을 검토한 결과, 스마트 해양예측 기술개발에 대한 주관부처의 추진의지는 강한 것으로 판단됨
 - 다만, 주관부처와 한국해양과학기술원 등 기술 공급자 외 다양한 기술 수요자의 참여와 의견반영을 통해 기술개발의 실효성을 높일 필요성이 있다고 판단됨

제 2 절 사업 추진상의 위험요인

1. 재원조달 가능성

- 동 사업의 정부연구개발투자 규모는 조달 가능한 수준이나, 민간재원의 조달 계획은 불확실성이 존재하는 것으로 판단됨
- 주관부처는 총사업비 1,698억 원 중 95%인 1,612억 원은 국고로, 5%에 해당하는 86억 원은 민간재원으로 조달할 계획을 제시함
 - 기업의 참여가 예상되는 과제 2-1(스마트 해양 그리드 관측기술 개발), 과제 3-1(스마트 해양 그리드 솔루션 개발), 과제 3-2(스마트 해양 그리드 플랫폼 개발)의 연구비 중 32억 원(8.9%), 23억 원(25%), 31억 원(24.6%)을 민간재원으로 설정함
- 해양수산부 중장기사업계획('20~'24) 상의 해양예측 관련 예산 규모 및 일몰사업 지정에 따른 연도별 가용예산 등을 고려해 볼 때 동 사업 정부연구개발비 1,612억 원(연평균 201.5억 원)은 조달 가능한 수준으로 판단됨
 - 주관부처는 연구개발예산 연평균 증가 추이(연평균 6.2%) 및 동 사업의 선행사업인 '해양과학조사 및 예보기술개발사업' 등 부처 일몰사업 및 종료과제 고려 시 연평균 1,371억 원의 가용예산이 발생하는 것으로 설명함

<표 4-18> 해양수산부 연구개발예산 운용 계획

(단위: 억 원)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27
해양수산연구개발예산	6,906	7,885	8,374	8,893	9,444	10,030	10,652	11,312
해양과학조사 및 예보기술개발	250	171	128					

출처 : 추가제출보완자료 재구성

- 더불어, 동 사업 내역사업 2(관측)와 '스마트 해양조사 및 정보활용기술개발('21~'25, 총사업비 398억 원)¹³¹⁾의 해양재난 대응을 위한 3차원 광역 해수유동(조류, 해류) 관측기술개발의 중복 가능성 및 조정 계획을 제시함(추가제출보완자료)
- 해양수산연구개발예산 운용 계획, 선행사업 일몰 및 부처 종료과제 발생 현황 등을 고려할 때 정부연구개발비 1,612억 원은 조달 가능할 것으로 판단됨

131) 주관부처는 추가제출자료 등에서 관련 사업과의 차별성을 설명하면서 해당 사업을 '해양재난 대응을 위한 해양조사 현안 기술개발'로 표기하고 있음

- 동 사업의 민간재원은 전체예산의 5%(86억 원) 수준으로 규모가 크지는 않으나, 재원조달 계획이 적절하게 제시되지 않아 불확실성이 존재하는 것으로 판단됨
- 주관부처는 20개 기업의 참여의향서를 접수하고, 약 86.5억 원의 민간재원 조달이 가능한 것으로 제시함

<표 4-19> 참여의향서 제출 기업 재무 및 연구개발투자 현황

(단위: 천 원)

기업명	기업규모			연구개발투자		민간부담금
	종업원	매출액	이익	연구원	연구비	
(주)비엔티	10	614,737	66,276	6	266,152	1,089,800
(주)네스엔텍	9	1,358,189	78,721	7	1,000,000	287,000
매피스 엔지니어링	43	3,178,332	188,654	6	300,000	345,000
네이버시스템(주)	395	66,168,868	1,960,170	25	1,540,000	4,359,200
백산에스엔케이	8	1,726,944	132,919	7	258,000	228,000
씨드로닉스(주)	6	107,271	-552,102	4	200,000	133,000
(주)에이에이티	9	1,165,742	345,360	3	600,000	235,000
오션테크(주)	31	13,547,274	658,308	5	400,000	392,000
엠디시스템(주)	3	3,096,951	-2,294			132,000
(주)올브릿지	5	79,562	-131,397			40,000
(주)요타오션	2	273,048	2,712			50,000
용비에이티(주)	7	741,888	10,153			50,000
(주)유에스티21	94	11,678,580	972,970	19	659,000	385,000
(주)이오브이올트라소닉스	5	651,983	53,511			65,000
(주)일렉오션	22	2,486,692	245,461	5	169,360	153,000
지마텍(주)	16	1,649,692	414,196			120,000
케바드론	5	402,958	-151,212	2	200,000	85,000
(주)김스유비큐	15	3,711,570	-1,110,418	6	584,000	120,000
(주)환경과학기술	63	6,143,650	375,999			235,000
라이카지오시스템즈	18	16,667,800	480,190			145,000

출처 : 추가제출보완자료

- 그러나, 기업의 규모 및 연구개발 투자 대비 동 사업에 대한 투자금액이 과다하게 제시된 부분이 발견되는 등¹³²⁾ 민간재원 조달 계획의 적절성이 부족함

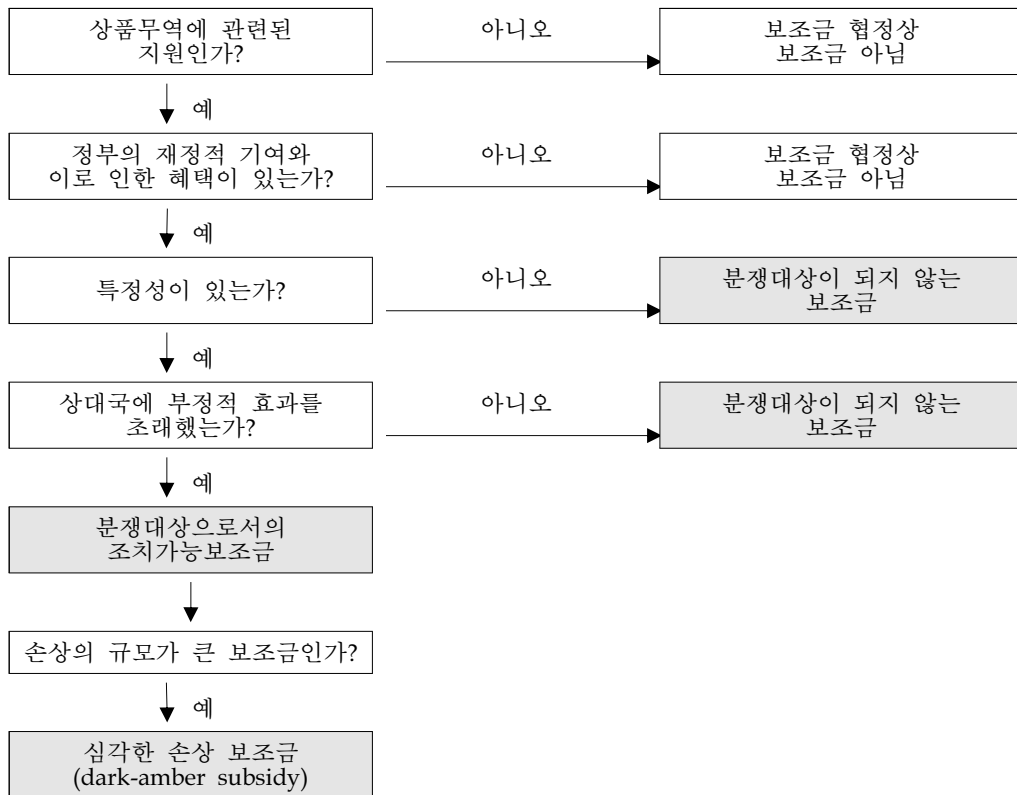
132) 예, (주)비엔티, 매피스 엔지니어링, 네이버시스템(주) 등은 기존 연구개발투자 보다 많은 금액을 동 사업에 투자할 계획을 제시하고 있으며(비엔티의 경우 민간부담금이 기업의 매출액보다 큼), 엠디시스템(주), (주)올브릿지, (주)요타오션 등은 연구인력이나 연구개발투자 이력이 없어 민간재원 조달 계획의 적절성이 미흡함

2. 법·제도적 위험요인

가. 국제협약

□ WTO 보조금협정에서 규정하고 있는 조치가능보조금에 해당한다고 보기 어려워 국제협약에 따른 분쟁 발생 가능성은 크지 않은 것으로 판단됨

○ 주관부처는 동 사업은 해양 환경변화 대응력 향상을 위한 국가의 공익활동 수행을 목적으로 스마트 해양예측 기술개발을 추진하고 있어 WTO 보조금협정에서 따른 금지 및 조치 가능 보조금에 해당하지 않는다고 설명함



[그림 4-11] WTO 조치가능보조금 분석틀

출처 : 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)

○ 동 사업을 통해 개발된 기술이 다양한 정보서비스로 상품화될 가능성이 일부 존재하나, 상품무역 관련성, 상대국에 대한 부정적인 효과, 손상의 규모 등을 고려해 볼 때 분쟁의 가능성은 크지 않은 것으로 판단됨

나. 연구개발사업 관련 법·제도 등

- 스마트 해양 예측 및 관측 기술을 개발하는 등 사업의 국내 연구개발사업 관련 법·제도 위함요인은 크지 않으나, 데이터 관련 법령 등에 대한 위배 가능성 검토 및 대책 마련이 필요한 것으로 판단됨
- ‘기상법’ 및 ‘해양조사와 해양정보 활용에 관한 법’에 따라 예보·특보 항목¹³³⁾을 제외한 해양재난재해 예측 연구와 정보시스템의 구축이 가능함
 - ‘기상법(2017.4.18. 일부개정) 제13조①항에 따라 예보·특보 항목을 제외한 해양예측 정보는 해양수산부에서 생산·활용이 가능함¹³⁴⁾
 - 해양수산부는 ‘해양조사와 해양정보 활용에 관한 법(해양조사정보법, 2020.2.18. 제정)’에 따른 해양조사, 관측, 예측정보시스템 구축 및 해양재난재해 예측 관련 업무의 주관부처임
 - 해양수산부장관은 ‘해양수산과학기술 육성법(해양수산과학기술법, 2020.3.24. 일부개정) 제8조 및 ‘해양조사와 해양정보 활용에 관한 법’ 제12조에 따라 해양조사의 발전을 위한 해양조사 연구·개발의 추진과 예산지원이 가능함
- 다양한 해양예측 관련 데이터의 수집 및 연계·활용을 포함하는 연구개발 수행 시 데이터 3법¹³⁵⁾ 등 관련 법령의 위반 가능성 검토 및 대책 마련이 필요함
 - 동 사업은 다수의 기관과 정보공유 및 전달체계를 포함하고 있어 데이터 3법 중 ‘정보통신망법(2020.6.9. 타법개정)’에서 규정하고 있는 침해사고 관련 대책의 마련이 필요함
 - ‘전자정부법’ 제45조③항에 따라 행정기관 등의 장이 정보시스템을 구축·운영함에 있어서 준수해야 할 ‘행정기관 및 공공기관 정보시스템 구축·운영 지침(2019.8.23.)’ 제8조(보안성 검토 및 보안관리)¹³⁶⁾ 관련 대책의 마련이 요구됨

133) 호우, 대설, 폭풍해일, 태풍, 강풍, 풍랑, 황사, 건조, 한파, 폭염

134) 법률 제정 시 기상청과 해양수산부의 업무분장 합의(2016.11월)에 따라 해양예측정보의 생산과 해양 재해 예방·대응 관련 업무는 해양수산부의 역할로 규정함(추가제출보완자료 p.16)

135) 데이터경제 3법이라고도 하며 개인정보 보호법(2020.2.4. 일부개정), 정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률(정보통신망법), 신용 정보의 이용 및 보호에 관한 법률(신용정보법, 2020.6.9. 타법개정) 개정안을 포함하며, 동 사업은 해양 관측 데이터의 수집·관리 및 전송하나 개인정보 및 신용정보는 포함하지 않아 ‘개인정보보호법’ 및 ‘신용정보법’ 위배 가능성은 크지 않은 것으로 판단됨

136) 제8조(보안성 검토 및 보안관리) ① 행정기관등의 장은 정보시스템을 신·증설하는 경우 ‘국가 정보보안 기본지침’ 제14조부터 제19조까지에서 규정한 보안성 검토를 이행하여야 한다.

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 1 절 비용 추정

1. 총사업비 구성

- 동 사업은 8년간 총사업비 1,698억 원(연평균 약 212.2억 원) 규모로 추진되며, 이 중 국고는 1,612억 원, 민간재원은 86억 원이 투자될 계획임

<표 5-1> 스마트 해양예측 기술개발사업 연도별/자원별 투자현황

(단위: 억 원)

과제	자원	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	계
(1-1) 전지구-지역해-연안 모델을 연계하는 통합 예측시스템	정부	27	38	40	40	37	33	27	26	268
	소계	27	38	40	40	37	33	27	26	268
(1-2) 인공지능 기반 해양변동 예측기술 개발	정부	11	13	14	14	13	12	10	9	96
	소계	11	13	14	14	13	12	10	9	96
(1-3) 초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 및 활용기반 구축	정부	5	227	26	25	26	28	248	33	618
	소계	5	227	26	25	26	28	248	33	618
(2-1) 예측정확도 향상을 위한 스마트 해양그리드 관측체계개발	정부	36	94	76	55	57	21	10	10	360
	민간	4	6	5	3	5	5	2	2	32
	소계	40	100	81	58	62	26	12	12	392
(2-2) 스마트 해양그리드 관측체계 통합 운영 및 활용정책 개발	정부	8	9	9	9	9	9	8	8	68
	소계	8	9	9	9	9	9	8	8	68
(3-1) 스마트 해양그리드 정보서비스 솔루션 개발	정부	13	10	11	12	11	12			69
	민간	4	4	4	3	4	4			23
	소계	17	14	15	15	15	16			92
(3-2) 스마트 해양그리드서비스 통합 플랫폼 개발	정부	8	9	12	12	12	12	15	15	95
	민간	3	2	4	4	4	4	5	5	31
	소계	11	11	16	16	16	16	20	20	126
(4-1) 스마트 해양예측기술 사업단	정부	3	4	4	5	6	5	6	5	38
	소계	3	4	4	5	6	5	6	5	38
합계	정부	111	404	192	172	171	132	324	106	1,612
	민간	11	12	13	10	13	13	7	7	86
	소계	122	416	205	182	184	145	331	113	1,698

출처 : 기획보고서 재구성

2. 총사업비 검토

가. 연구개발비

- 사업의 복잡성 등으로 인해 예산의 적절성을 판단하기에 한계가 있으나, 세부과제별 연평균 예산은 유사 연구개발사업의 과제와 비교하여 다소 큰 것으로 분석됨
- 세부과제별 연평균 연구개발 예산은 1,117백만 원으로 스마트 해양예측 관련 정부 연구개발사업의 과제당 연평균 예산인 619백만 원의 약 1.8배로 조사됨¹³⁷⁾

<표 5-2> 스마트 해양예측 관련 사업 연구개발비 현황

(단위: 백만 원)

부처명	사업명	과제수	총사업비 ¹³⁸⁾
해수부	해양과학조사 및 예보기술개발	26	20,014
기상청	기상·지진See-At기술개발연구 (기상관측/기상예보 분야별 목적형 기초기술 개발)	19	3,238
기상청	수치예보·지진업무지원및활용연구 (수치예보 지원 및 활용기술 개발)	3	5,874
기상청	한국형수치예보모델개발	2	8,844
과기부	재난안전플랫폼기술개발 (재난정보공유/예정보 및 상황전파 플랫폼 개발)	9	4,586
기타(유사과제 ¹³⁹⁾)		48	23,781

- 그러나, 유사과제를 토대로 비용을 유추하는 ‘유사사례분석’의 적용은 사업의 복잡성을 고려해 볼 때 주관적인 비용추정이 될 가능성을 배제하기 어렵다고 판단됨
- 그 외, 내역사업별 세부활동의 구체성이 명확하지 않은 상황에서 비용추정의 대상을 요소별로 나누어 해당 구성요소의 비용을 추정하여 이들을 취합해 나가는 상황식 접근방법을 적용하기에도 한계가 있음
- 적정 연구개발비의 산정을 위해서는 사업목표와의 부합성을 중심으로 과제 추진의 적절성과 연구내용 및 유사·중복 가능성 등에 대한 종합적인 고려가 요구됨¹⁴⁰⁾

137) 주관부처는 과제수준으로 8개의 세부활동을 제시하였으나, 유사과제의 범위 및 내용 등을 고려해 볼 때 19개 세부과제와의 규모 비교가 보다 적절하다고 판단됨

138) 2019년 조사분석데이터(KISTEP, 2020) 기준 대상 사업의 총연구비(정부연구비 + 민간연구비)를 도출함

139) NTIS 과제별 키워드(예, 과제1-1-1 : 전지구 통합모델링, 해양관측 동화기술, ensemble system, ocean observation data assimilation 등 16개 사용) 검색 및 2019년 조사분석데이터(KISTEP, 2020) 기준 과학기술 표준분류 중 관련 분야의 유사과제를 추출함

나. 장비도입비

□ 스마트 해양예측 기술개발사업의 장비도입비용은 18,276백만 원이 적정한 것으로 조사됨¹⁴¹⁾

○ 주관부처는 스마트 해양예측 기술개발사업의 장비도입비용으로 24,367백만 원을 제시하였으나 사업부합성 및 적정규모 검토결과 6,091백만 원이 감소함¹⁴²⁾

<표 5-3> 스마트 해양예측 기술개발사업 장비도입비 비교

(단위: 백만 원)

장비번호	장비명	수량적정성		비용적정성		신청금액	조정금액
		신청	조정	신청	조정		
과제1-3-001	초고성능 컴퓨터(HPC)	1	1	13,431	10,602	13,431	10,602
과제1-3-002	자료 저장용 스토리지	1	1	3,850	2,450	3,850	2,450
과제1-3-003	초고성능 컴퓨팅 시스템 냉각기	1	1	900	897	900	897
과제2-1-001	광역 표층해류 관측시스템(HF-Rader)	3	1	203	203	609	203
과제2-1-002	무인선(Unmanned Vehicle)	7	7	302	150	2,114	1,050
과제2-1-003	자동수중무인이동체	3	3	401	305	1,203	915
과제2-1-004	수중 글라이더	3	3	400	381	1,200	1,143
과제2-1-005	유선형 드론	1	1	680	680	680	680
과제2-1-006	수중음향통신모뎀	4	4	50	50	200	200
과제2-1-007	벡터 신호 발생기	2	2	90	68	180	136
합계		26	24	20,307	15,786	24,367	18,276

- 주관부처는 과제 1-3(초고성능 해양예측 컴퓨팅 시스템 구축)에 3개 장비와 과제 2-1(스마트 해양 그리드 관측체계 개발)과제에 7종의 장비를 도입할 계획을 제시함
- 장비도입의 적정성을 검토한 결과 광역 표층해류 관측시스템(HF-Rader)의 수량 및 초성능 컴퓨터 등 7종의 장비에 대한 비용의 조정이 필요한 것으로 분석됨

140) 동 예비타당성조사에서는 과학기술적 타당성 부분에서 세부활동 구성 및 내용의 적절성과 함께 규모에 대한 분석을 수행함

141) 도입비용 5천만 원 이상 10종, 26개 장비에 대한 사업부합성 및 적정규모에 대한 검토를 국가연구개발시설장비진흥센터(NEFC)에 위탁하여 부합성, 적정성, 중복성, 적합성 항목에 대한 검토를 진행함

142) 단, 이 수치는 원안의 비용적정성을 제시한 것으로 과학기술적 타당성 검토 결과에 따라 추가적인 조정이 발생할 수 있으며, 과제1-3-003 장비의 100만 원 이하 금액은 반올림함

다. 사업운영비

- 연구과제 관리를 위한 사업단 운영비 산정의 적절성을 판단하기 어려우며, 사업단 과제 구성의 타당성이 미흡함
- 주관부처는 사업단 과제 4-1(내역사업 관리 및 현업화 지원과 예측기술 품질관리)을 제시하고, 총사업비의 2.2%에 해당하는 38억 원을 사업단 운영비로 산정함

<표 5-4> 연도별 사업단 운영비

(단위: 백만 원)

세부과제	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	합계
4-1-1(내역사업관리 및 현업화 지원)	300	400	400	300	400	300	400	300	2,800
4-1-2(예측기술 품질관리)				200	200	200	200	200	1,000
합계	300	400	400	500	600	500	600	500	3,800

출처 : 추가제출보완자료 재구성

- 추가제출자료(p.159)에 인건비 11억 원, 연구장비재료비 2억 원, 연구활동비 10억 원, 연구과제추진비 3억 원, 연구수당 2억 원, 간접비 5억 원의 항목별 사업단 운영비를 제시하였으나 총액이 33억 원으로 일치하지 않는 오류가 발견됨
- 총 66명(연평균 8.3명)의 투입 인원과 13억 원의 인건비(1인당 연평균 17백만 원), 장비구축비(1억 원) 등을 제시하였으나 사업단의 인적 구성은 제시되지 않았음
- 사업단의 구성 및 활동에 관한 구체적인 계획의 제시가 미흡하여 사업운영비의 적절성을 판단하기 어려우며, 사업단 과제 구성의 타당성이 부족함
- 사업운영비 2.2%는 17개 전문기관 기획평가관리비 평균 3.1% 및 해양수산과학기술진흥원 평균 5.6%에 비해 낮은 금액으로 조사되었으나¹⁴³⁾, 사업단 운영계획의 제시가 미흡하여 적절성을 판단하기 어려움
- 세부과제 4-1-1(내역사업 관리 및 현업화 지원)의 내역사업 관리 부분과 세부과제 4-1-2(예측기술 품질관리)는 내역사업 및 과제의 기본 업무로 사업단에서 수행해야 하는 타당성이 미흡함

143) 연구관리전문기관 현황조사 분석결과(KISTEP, 2018); 제1차 전문기관 효율화 포럼: 혁신성장 시대, 전문기관이 나아가야 할 방향과 역할(2017.12.20.) 발표자료

3. 총사업비 및 총비용 추정

가. 총사업비 추정

- 사업계획의 원안이 추진된다는 가정 하에 총사업비는 163,709백만 원으로 추정함
- 총사업비는 연구개발비 141,633백만 원, 장비도입비 18,276백만 원, 사업운영비 3,800백만 원으로 구성됨

<표 5-5> 스마트 해양예측 기술개발사업 총사업비

(단위: 백만 원)

세부과제	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	합계
연구개발비	11,099	39,529	818	16,998	17,097	13,396	31,896	10,800	141,633
장비도입비	686	1,534	14,470	531	455	300	300		18,276
사업운영비	300	400	400	500	600	500	600	500	3,800
합계	12,085	41,463	15,688	18,029	18,152	14,196	32,796	11,300	163,709

나. 총비용 추정

- 총비용은 명목가치 기준 196,577백만 원, 현재가치 기준 141,925백만 원으로 분석됨
- 연구개발비는 주관부처가 제시한 141,633백만 원을 적용함
- 장비구축·운영비는 장비도입비, 초고성능 컴퓨터 이전비, 장비교체비, 장비운영비 등 총 51,144백만 원이 산정됨¹⁴⁴⁾
- 장비도입비는 예비타당성조사의 분석에 따른 18,276백만 원을 적용함
 - 주관부처는 초고성능 컴퓨터를 한국해양과학기술원에서 설치·연구 후 사업종료 시 운영기관인 국립해양조사원으로 이전·운영할 계획이므로 이에 필요한 이전 비용 1,150백만 원을 산정함¹⁴⁵⁾
 - 초고성능 컴퓨터, 저장용 스토리지, 시스템 냉각기 등 3종의 장비에 대한 내용연수(6년)¹⁴⁶⁾에 따른 장비교체비 및 잔존가치를 고려한 비용은 30,223백만 원으로 산정됨

144) 장비도입비 외 장비의 이전비, 교체비, 운영비는 국립해양조사원에 신규로 도입·보장되는 초고성능 컴퓨터 및 관련 장비 등 3종만의 비용을 산정함

145) 주관부처는 초고성능 컴퓨터와 관련 장비의 설치 공사비(기계, 전기, 통신, 소방) 1,150백만 원을 제시하였으나, 사업종료 후 장비의 이전 혹은 신규 도입을 위해서도 공사비가 소요되므로 동일한 비용을 산정함

<표 5-6> 스마트 해양예측 기술개발사업 장비 교체 비용

(단위: 백만 원)

구분	'30	'36	'42	합계
장비교체비	13,949	13,949	2,325	30,223

- 사업종료 후 회임기간(3년)과 편익기간(10년) 동안 추가적으로 발생하는 운영비용은 매년 115백만 원, 총 1,495백만 원으로 산정함

○ 사업운영비는 주관부처가 제시한 3,800백만 원을 적용함

<표 5-7> 경제성 분석을 위한 총비용

(단위: 백만 원)

연도	연구개발비	장비구축·운영비	사업운영비	명목가치	현재가치
2022	11,099	686	300	12,085	10,590
2023	39,529	1,534	400	41,463	34,769
2024	818	14,470	400	15,688	12,589
2025	16,998	531	500	18,029	13,844
2026	17,097	455	600	18,152	13,339
2027	13,396	300	500	14,196	9,982
2028	31,896	300	600	32,796	22,069
2029	10800	1,150	500	11,300	7,276
2030		15,214		15,214	9,375
2031		115		115	68
2032		115		115	65
2033		115		115	62
2034		115		115	59
2035		115		115	57
2036		14,064		14,064	6,655
2037		115		115	52
2038		115		115	50
2039		115		115	48
2040		115		115	46
2041		115		115	44
2042		2,440		2,440	887
합계	141,633	51,144	3,800	196,577	141,925

146) 내용연수 [시행 2018.10.5.] [조달청고시 제2018-14호, 2018.9.27., 일부개정]의 관련 물품을 참고함

제 2 절 편익 추정

1. 주관부처의 편익추정

- 주관부처는 동 사업의 편익으로 가치창출 편익과 피해비용저감 편익을 추정 후 합산하여 제시함¹⁴⁷⁾
- 시장수요접근법을 활용한 가치창출 편익과 피해비용저감 편익의 편익산출식을 다음과 같이 제시함
 - 가치창출 편익: 해양예측 시장규모 × 사업기여율 × R&D기여율 × 사업화성공률 × 부가가치율
 - 피해비용저감 편익: 해양재난재해 피해규모 × 사업기여율 × R&D기여율 × 사업화성공률 × 피해저감기여율
- 미래 시장규모 및 해양재난재해 피해규모의 산정을 위해 해양예측 시장규모와 해양재난재해 피해액을 산정하여 제시함
 - 미래 시장규모: ‘해양산업통계조사(해양수산부, 2020)’ 중 기타 해양기기장비 제조산업의 규모와 ‘2020년 기상산업 실태조사(기상청, 2020)’ 중 기타 기상 관련 서비스업¹⁴⁸⁾의 규모를 활용하여 선형추세분석을 통해 시장규모를 산출함
 - 해양재난재해 피해규모: ‘2020년 국가안전관리 집행계획(해양수산부, 2020)’의 해양재난재해 현황을 활용하여 선형추세분석을 통해 피해의 규모를 산출함
- 사업기여율: 유사과제 검색을 통해 유사과제 추출하여 정부투자액을 조사 후 ‘2017년도 연구개발활동조사보고서(KISTEP, 2018)’의 정부 대비 민간 투자 비율을 적용하여 42.4%를 제시함
- R&D기여율: ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)’에 따라 35.4%를 적용함
- 사업화성공률: ‘2016년도 성과활용현황조사 분석보고서(한국산업기술진흥원, 2017)’

147) 기획보고서에서는 해양수산분야 예비타당성조사 사례 등을 참고하여 부가가치창출 편익 외 진술선호접근법(stated preference)인 CVM(contingent valuation method, 가상가치평가법) 방법론을 활용한 편익을 제시하였으나, 동 사업은 유사시장을 활용하여 편익의 산출이 가능하여 주관부처와 논의 후 선행 예비타당성 조사와 동일하게 부가가치창출 편익을 중심으로 경제성분석을 수행함

148) 기상 관련 손해보험업(기상악화로 인해 여객, 화물, 농업 등에 발생하는 경제적 손실에 대한 보험업무를 수행하는 산업 활동)으로 대상시장으로서의 타당성이 부족한 것으로 판단됨

의 기계·소재, 전기·전자 사업화 성공률 산술평균 44.6%를 제시함

- 최근 자료인 '2018년도 성과활용현황조사 분석보고서(한국산업기술진흥원, 2020)'에 따르면 52.5%로 산출됨

○ 부가가치율: '2017년 산업연관표(한국은행, 2019)'의 22개 관련 산업¹⁴⁹⁾ 부가가치율 평균 40.6%를 제시함

○ 피해저감기여율: '제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획(해양수산부, 2018)'의 공공 분야 해양사고 저감목표인 30%를 적용함

- 공공분야 해양사고 저감목표가 동 사업을 통해서 개발되는 해양예측기술이 해양사고 피해저감에 기여하는 정도를 의미하는 것이 아니므로 공공분야 해양사고 저감 목표 30%를 피해저감기여율로 활용하는 것은 논리적 타당성이 부족함

○ 편익기간: 선행 예비타당성조사의 특허조사를 통해 도출된 기술수명주기 10년을 동일하게 적용함

○ 기준연도: '예비타당성조사 수행 총괄지침(기획재정부, 2020)' 제49조(분석기준일 및 분석기간)에 따라 동 사업의 예비타당성조사 착수 전년도인 2019년으로 함

○ 사회적 할인율: '예비타당성조사 수행 총괄지침(기획재정부, 2020)' 제50조(사회적 할인율)에 따라 4.5%를 적용함

○ 주관부처는 부가가치창출 편익과 해양재난재해 피해비용저감 편익을 산정하여 동 사업의 비용편익비율(B/C ratio)로 0.61을 제시함

<표 5-8> 주관부처의 비용편익비율 요약

구분	가치창출 편익	피해비용저감 편익	합계
B/C ratio	0.44	0.17	0.61

출처 : 추가제출자료보완 재구성

149) 컴퓨터, 컴퓨터 기억장치, 컴퓨터 주변기기, 기타 무선통신장비 및 방송기기, 측정 및 분석기기, 기타 광학기기, 변압기, 전기변환장치, 전기회로 개폐 및 접속장치, 배전반 및 전기자동 제어반, 산업용 로봇, 기타 특수목적용 기계, 강철제 선박, 기타 선박, 선박 수리 및 부분품, 기타 운수장비, 무선 및 위성 통신서비스, 유선·위성 및 기타방송서비스, 정보제공서비스, 소프트웨어 개발 공급, 연구개발(국공립), 연구개발(비영리)

2. 예비타당성조사의 편익추정

- 동 사업의 편익추정을 위해 사업의 목표, 수혜자, 자료의 가용성 등을 종합적으로 고려하여 주관부처가 제시한 시장수요접근법을 활용한 가치창출 편익과 피해비용저감 편익을 산출함¹⁵⁰⁾
- 미래 시장규모 및 해양재난재해 피해규모의 산정을 위해 해양예측 시장규모와 해양재난재해 피해액을 산정하여 제시함
 - 미래 시장규모: ‘해양산업통계조사(해양수산부, 2020)’ 중 기타 해양기기장비 제조산업¹⁵¹⁾의 규모와 ‘2020년 기상산업 실태조사(기상청, 2020)’ 중 기상 관련 전문 기술 서비스업과 기상 관련 정보서비스업의 규모를 활용하여 선형추세분석을 통해 시장규모를 산출함
 - 해양재난재해 피해규모: 정보서비스의 기여가 적절히 인정된다는 전제하에, ‘2020년 국가안전관리 집행계획(해양수산부, 2020)’의 해양재난재해 현황을 활용하여 선형추세분석을 통해 피해의 규모를 산출함¹⁵²⁾
- 사업기여율: 스마트 해양예측 관련 연구개발투자에서 동 사업이 차지하는 비율을 조사하여 30.2%로 산정함
 - 사업기여율 = 동 사업 투자 / {동 사업 투자 + (정부 투자 + 민간 투자)}
 - ‘2021년 정부연구개발 투자방향 및 기준(국가과학기술자문회의, 2020)’의 기후·기상 분야 정부 대비 민간 투자 비율 0.1을 적용하여 민간 투자 규모를 산정함
- R&D기여율: ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)’에 따라 35.4%를 적용함

150) 동 사업의 편익은 해양사고의 예방 등에 기여할 수 있는 해양예측 관련 시장에서 사전적인 발생하는 가치창출 편익과 해양재난재해로 인해 발생하는 피해의 규모를 줄임으로써 사후적으로 발생하는 피해비용저감 편익으로 구분하여 산정 후 합산함

151) 기상산업 중에도 하위 분야에 ‘기상 기기, 장치 및 관련 제품 제조업’이 포함되어 있으나, 주로 대기 중에서 발생하는 기상 현상을 관측하는 용도의 제품이 해당하여 주관부처 및 선행 예비타당성조사와 같이 ‘기타 해양기기장비제조산업’ 통계자료를 활용함

152) 주관부처는 태풍 피해(선박, 항만, 어항, 수산증·양식, 어망·어구), 이안류 피해, 대규모 해양오염, 고수온 피해, 적조 피해, 지진 피해, 어선원 및 어선 보험금, 양식 보험금, 어업인 안전 보험금, 해양사고 등 10개 항목의 피해비용저감 편익을 산정하여 제시하였으나, 예비타당성조사에서는 경제적 환산 불가(이안류 피해, 대규모 해양오염), 동 사업과의 직접 연관성 미흡(지진 피해, 해양사고), 발생원인 불특정으로 인한 연관성 확인 불가(보험금) 등의 이유로 동 사업과 관련성이 큰 태풍 피해, 고수온 피해, 적조 피해 등 3개 항목의 피해비용저감 편익을 산정하여 비용편익분석에 반영함

- 사업화성공률: ‘2018년도 성과활용현황조사 분석보고서(한국산업기술진흥원, 2020)’의 기계·소재(53.7%) 정보통신(52.1%)과 지식서비스(48.2%)의 사업화 성공률 산술평균 51.3%를 적용함
- 부가가치율: ‘2017년 산업연관표(한국은행, 2019)’ 중 기타 무선통신장비 및 방송장비(20.7%), 측정 및 분석기기(33.4%), 정보제공서비스(50.3%), 기타IT서비스(49.7%)의 기본부문 부가가치율 평균 38.5%를 적용함
- 피해저감기여율: 예측정확도 1% 상승 시 피해저감율이 2% 상승한다는 연구결과¹⁵³⁾에 따라 동 사업의 예측정확도 7%(78% → 85%) 향상 목표에 따라 14%를 적용함
- 편익 회임기간: 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)에 따라 응용·개발연구의 회임기간 3년을 적용함¹⁵⁴⁾
- 편익기간: 선행 예비타당성조사의 특허조사를 통해 도출된 기술수명주기 10년을 동일하게 적용함
- 기준연도: ‘예비타당성조사 수행 총괄지침(기획재정부, 2020)’ 제49조(분석기준일 및 분석기간)에 따라 동 사업의 예비타당성조사 착수 전년도인 2019년으로 함
- 사회적 할인율: ‘예비타당성조사 수행 총괄지침(기획재정부, 2020)’ 제50조(사회적 할인율)에 따라 4.5%를 적용함

153) 지식기반으로서 슈퍼컴퓨팅 사업의 경제적 효과분석(박국흠·김종선, 한국정책학회 동계학술발표논문집 pp.105-130, 2001); 현업 해양예측시스템 구축을 위한 기획연구(기상청, 2011) 재인용

154) 주관부처는 선행 예비타당성조사 결과 등을 근거로 과제 3-2-2(스마트 해양 그리드 서비스 플랫폼 개발)가 착실히 수행되면 관련 효과가 나타난다는 가정하에 별도의 회임기간을 설정하지 않았으나, 예비타당성조사에서는 사업 종료시점의 기술성숙도(과제 3-1/3-2 = TRL 7) 등을 고려하여 응용·개발연구의 회임기간 3년을 적용함

<표 5-9> 기획보고서와 예비타당성조사의 편익추정 방안 비교

항목	기획보고서 ¹⁵⁵⁾	예비타당성조사
편익항목	• 해양예측시장 가치창출 편익 • 해양재난재해 피해비용저감 편익	좌동
미래 시장규모	해양예측시장	좌동
피해규모	해양재난재해 10개 항목	해양재난재해 3개 항목
사업기여율	42.4%	30.2%
R&D기여율	35.4%	좌동
사업화성공률	44.6%	51.3%
부가가치율	40.6%	38.5%
피해저감기여율	30.0%	14.0%
편익 회입기간	-	3년
편익기간	10년	좌동
기준연도	2019년	좌동
사회적 할인율	4.5%	좌동

□ 총비용은 명목가치 기준 135,346백만 원, 현재가치 기준 59,577백만 원으로 분석됨

<표 5-10> 동 사업 편익추정 결과

(단위: 백만 원)

연도	명목가치	현재가치
2033	11,155	6,023
2034	11,684	6,037
2035	12,213	6,039
2036	12,741	6,029
2037	13,270	6,009
2038	13,799	5,979
2039	14,328	5,941
2040	14,857	5,895
2041	15,386	5,842
2042	15,914	5,782
합계	135,346	59,577

155) 기획보고서의 내용에 더하여 주관부처가 예비타당성조사 과정에서 추가로 제출한 수정·보완 사항을 반영함

제 3 절 경제성 분석

□ 동 사업 원안에 대한 비용편익 분석 결과, 비용편익비율(B/C)은 0.42로 추정됨

○ 순현재가치(NPV)는 -82,348백만 원으로 조사됨

<표 5-11> 예비타당성조사 편익추정 결과

(단위: 백만 원)

총비용 현재가치	총편익 현재가치	B/C	NPV
141,925	59,577	0.42	-82,348

제 6 장 종합분석 및 결론

제 1 절 사업계획에 대한 조사결과

1. 기획보고서 원안에 대한 조사결과

- ☐ 해양 예측, 관측, 정보서비스 기술의 개발이 하나의 사업으로 추진되어야 하는 근거의 제시가 미흡함
 - 해양예측에 필요한 데이터 구축, 예측시스템 개발, 시험·검증을 위한 연구개발사업의 필요성은 존재하나, 개별 기술의 개발이 하나의 대형/장기사업으로 추진해야 하는 근거는 명확하게 제시되지 않았음
- ☐ 사업목표를 통해 달성하고자 하는 효과를 표현하는 정량목표의 체계적이고 논리적인 제시가 미흡함
 - 예측 관련 목표를 중심으로 관측 목표는 설정하였으나 정보서비스 목표는 포함하고 있지 않아 사업 전체를 포괄하는 목표의 체계적인 제시로 보기 어려움
 - 해양예측 정보를 활용하는 수요자의 요구사항이 명확하게 제시되지 않았으며, 이로 인해 목표설정의 적절성 및 도전성을 판단하기 어려움
 - 예측 및 관측항목과 예시된 정보서비스의 구체적인 연관관계 제시가 미흡하며, 제시된 예측항목을 통해 필요한 해양정보를 지원할 수 있다고 확신하기 어려움
 - 제주 남부해역 해양관측정점수 17개소 확대는 사업의 내용에 해당하며, 정량목표는 이러한 허브 구축을 통해 달성하고자 하는 효과를 제시해야 함
- ☐ 사업의 목표, 단계별 성과목표, 성과지표의 논리적 연관성이 명확하게 제시되지 않았으며, 사업의 단계별 사업목표 달성 정도를 측정하기 위한 성과지표로서의 적절성이 부족함
 - 사업목표와의 논리적 연계구조가 미흡하여 제시된 성과지표로는 사업목표 및 단계별 성과목표의 달성 여부와 정도를 명확하게 측정하기 어려움
 - 초고성능 컴퓨터센터 구축, 스마트 허브 구축도, 정보서비스 솔루션 개발 등은 연

구의 과정에서 도출되는 산출물(output)에 해당하는 지표로 질적 우수성을 측정하기 어려우므로 성과(outcome) 위주의 질적지표 제시 및 비율 준수가 요구됨

- 기술개발(1단계), 통합·검증(2단계), 성과확산(3단계)의 단계에 따른 성과지표의 차별성이 부족하며, 논문/특허지수는 3단계 성과확산 측정지표로 적절성이 부족함
- 예측정확도 85%를 달성하더라도 선진국 대비 90% 기술수준을 확보하기 위해서는 85% 이상의 정확도를 달성해야 하는 경우가 발생 등 성과지표 중복 및 간섭의 문제가 발생함
- 관측기술 달성 성과지표로 '스마트 허브 구축도'를 제시하고 있는데, 스마트 그리드 관측시스템에는 스마트 허브 외에도 스마트 부이, 무인 이동형 해양관측장비, 수중 글라이드 등이 다양하게 포함되어 있어 성과지표로서의 대표성이 부족함

□ 부처, 전담기관, 기획위원회의 역할 및 운영 부분에서는 미흡한 점이 발견됨

- 사업을 총괄하여 방향을 제시하고 종합적으로 기획·조정하는 주관부처와 총괄위원회의 역할이 미흡한 것으로 판단됨
- 동 사업 기획위원회의 전문가 구성이 기술의 공급자 위주로 구성되었으며, 기술전문가 대비 정책 및 경제전문가의 참여가 부족함

□ 수요조사 및 우선순위 설정의 체계적인 접근이 미흡한 것으로 판단됨

- 주관부처는 2차에 걸친 수요조사를 수행하였으나 다소 한정된 기관의 전문가로부터 기술 공급자 중심의 수요가 도출된 것으로 판단됨
- 우선순위 설정의 기준 및 선정 절차에 대한 설명이 미흡하여 적절성을 판단하기 어려우며, 핵심기술과 구성기술의 연관관계 제시가 부재함

□ 세부활동의 내역사업별 연계, 과제의 구성 및 내용 등에서 미흡한 점이 발견됨

- 스마트 해양예측 기술개발을 위한 3개 내역사업(관측, 예측, 정보서비스)의 구성은 적절하나, 구체적인 연계방안이 제시되지 않아 실질적인 연계 및 시너지 효과 창출에 어려움이 예상됨
- 주요 수요기관의 요구사항에 대한 면밀한 분석을 통한 필요 정보서비스의 도출 및 이의 실현을 위한 해양 관측 및 예측 기술의 제시가 미흡함
- 관련 연구개발사업 성과의 활용이나 기존에 수집된 데이터의 연계에 대한 구체적인 계획의 제시가 미흡함

- 활용 시점의 수요에 기반한 초고성능 컴퓨터의 계산용량 산출 근거가 적절하게 제시되지 않았으며, 향후 수요 변화에 대비한 확장 가능성 등에 대한 대비가 필요함
- ‘국민체감 활용 해양 예측서비스 확대’ 부분에서 디지털 트윈의 구축을 제안하고 있으나, 디지털 트윈의 시각화에 초점을 맞추고 있어 일반적인 디지털 트윈의 효과 달성과 향후 단계로의 연계가 어려움
- 해양예측 서비스 플랫폼은 tech-push형으로 선제적 구축·공급보다는 정보서비스를 구체화하는 과정에서 need-driven형으로 도출되는 것이 바람직함
- 최종성과물의 주요특징(요구성능, spec)으로 제시된 성능목표, 연차별 성과목표, 성과지표 등과 세부 사업목표의 논리적 연계성 및 목표설정 근거의 제시가 미흡함
- (내역사업 1: 해양예측) 사업목표와 구분된 내역사업의 효과를 측정할 수 있는 세부 사업목표의 제시가 필요하며, 세부 사업목표는 내역사업의 세부활동에 반영되어야 함
- (내역사업 2: 해양관측) 세부 사업목표로 설정된 해양관측정점수, 관측항목, 관측자료량 확대의 필요성과 목표설정의 근거가 명확하게 제시되지 않았음
- (내역사업 3: 정보서비스) 세부 사업목표가 자료처리·서비스 용량 및 자료처리·서비스격자수의 확대에 한정되어 있어 인공지능 기반 해양 데이터 분석·예측 및 의사결정시스템 구축과 같은 주요 기술개발과 연계성이 부족함
- (사업단 과제) 내역사업 관리와 연관된 성과목표 및 성과지표의 제시가 미흡하며, 과제관리와 품질관리는 연구개발과제에 포함되는 기본적인 내용으로 사업단의 역할로 보기 어려움
- 사업의 단계와 기간이 다소 과다하게 산정되었으며, 세부활동의 선후관계 설정 및 연계 부분에서 미흡한 점이 발견됨
 - 사업기간의 3단계(3년, 3년, 2년) 설정 필요성 및 근거의 제시가 미흡하고 기간이 다소 과다하게 설정됨
 - 사업의 기간을 3단계(1단계: 기술개발, 2단계: 통합·검증, 3단계: 성과확산)로 나누어 제시하고 있으나, 2/3단계에서도 기술개발을 수행하고 통합·검증 및 성과확산 활동이 미흡한 과제가 존재함
 - 연관 과제 간 선후관계의 설정이 부적절하여 선행연구의 기술개발 결과를 후행 연

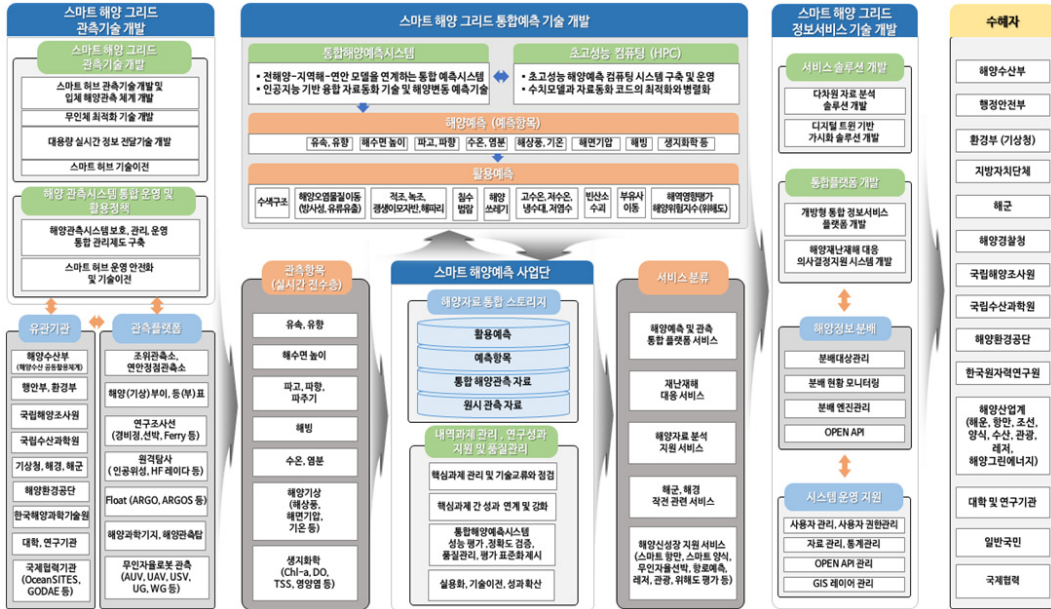
구에서 활용하기 어려운 과제가 발견됨

- 사업 세부일정이 수행내용을 나열하는 방식으로 제시되고 있어, 내역사업 및 과제 간 연관관계 및 연도별 연계내용 중심의 제시가 필요함
- 사업목표의 효율적인 달성을 위한 구체적인 전략의 제시가 미흡한 것으로 판단됨
 - 해양예측 분야의 진단을 통해 전략과제와 내역사업의 활동을 선정해 가는 과정을 전략도출 절차로 보기 어려움
 - 주관부처가 제시한 3개 추진전략은 내역사업의 내용 및 추진방법에 해당하는 내용으로 추진전략으로서의 적절성이 부족함
 - 사업단의 구성 및 역할과 예산 산정의 근거가 명확하게 제시되지 않았으며, 개별 과제와의 업무 중복 및 사업관리 실효성 확보 등의 어려움이 예상됨
 - 해양예측 관련 개별 사업과의 연계·활용 가능성 설명에 더하여 성과향상을 위한 동 사업의 특성이 반영된 연계·활용 방안 및 전략의 제시가 요구됨
- 선행사업의 성과 및 한계에 대한 체계적인 분석과 이의 극복을 위한 구체적인 방안의 제시가 미흡함
 - 사업의 목표, 성과지표, 구성기술의 성능지표 설정 등에서 상위평가 결과와 유사한 다수의 개선사항이 발견되므로, 선행사업에 대한 체계적인 분석을 통한 구체적인 극복 방안의 제시가 요구됨
- 민간재원의 조달 계획은 불확실성이 존재하는 것으로 판단됨
 - 기업의 규모 및 연구개발 투자 대비 동 사업에 대한 투자금액이 과다하게 제시된 부분이 발견되는 등 민간재원 조달 계획의 적절성이 부족하여 불확실성이 존재함
- 데이터 관련 법령 등에 대한 위배 가능성 검토 및 대책 마련이 필요함
 - 동 사업은 다수의 기관과 정보공유 및 전달체계를 포함하고 있어 데이터 3법 중 '정보통신망법'에서 규정하고 있는 침해사고 관련 대책의 마련이 필요함
 - '전자정부법'에 따라 행정기관 등의 장이 정보시스템을 구축·운영함에 있어서 준수해야 할 보안성 검토 및 보안관리 관련 대책의 마련이 요구됨
- 편익항목의 도출 및 산출 과정에서 적용한 논리에서 미흡한 점이 발견됨

- 공공분야 해양사고 저감목표 30%를 피해저감기여율로 활용하는 것은 논리적 타당성이 부족함
- 피해비용저감 편익 산정 시 경제적 환산 불가(이안류 피해, 대규모 해양오염), 동사업과의 직접 연관성 미흡(지진 피해, 해양사고), 발생원인 불특정으로 인한 연관성 확인 불가(보험금) 등의 이유로 편익 산정이 어려운 항목이 존재함

2. 주관부처 소명자료 검토결과

- 해양 예측, 관측, 정보서비스 기술개발 사업의 필요성이 존재하나 하나의 사업으로 추진되어야 하는 근거의 논리적인 제시가 미흡함
 - 주관부처는 해양예측 연구가 하나의 사업으로 추진될 경우 안정적인 예산 및 기간 확보가 가능하여 개별과제 추진의 한계 극복과 시너지 창출이 가능하다고 소명함
 - 소명자료의 목표설정 부분에서 대용량 해양 데이터의 수집·연계, 해양예측 모델의 연구, 정보서비스 기반기술 개발의 연계 필요성에 대한 논리적 근거를 내역사업 연계도를 통해 개념적인 수준에서 제시함
 - 주관부처의 소명은 해양 데이터 구축, 예측시스템 개발, 시험·검증을 위한 연구개발사업의 필요성에 대한 설명을 넘어 하나의 사업으로 추진되어 시너지를 창출하기 위한 근거의 제시로는 부족한 것으로 판단됨
 - 주관부처가 제시한 개별과제 추진의 한계점은 하나의 사업으로 묶이지 못해서 발생하는 문제점이라기보다는 도전적이면서도 실현 가능한 목표의 설정, 이를 관리하기 위한 성과지표의 제시, 부족한 자원을 효율적으로 활용하기 위한 전략의 도출 등이 부족해서 발생한 현상으로 판단됨
 - 스마트 해양예측 관련 기술이 하나의 사업으로 시너지를 창출하기 위해서는 수요에 기반한 정보서비스의 도출, 이를 실현하기 위한 요소기술의 개발, 요소기술에 필요한 예측모델의 연구, 예측기술의 향상에 필요한 관측자료의 수집·연계의 유기적인 제시가 요구됨
 - 더불어, 주관부처가 문제로 제시한 개별과제 추진의 한계를 극복하기 위해서는 상호 연계와 전략적 추진 방안의 구체적인 제시가 요구됨
- 해양 예측과제 중심으로 사업의 정량목표를 변경하여 제시하고 있으나, 목표설정의 논리적 근거 및 체계적인 제시가 부족함
 - 주관부처는 3개 사업목표 중 관측 관련 목표를 제외하여 사업목표를 2개로 재설정하고, 관측/예측 항목과 정보서비스의 연결을 도식화하여 제시함
 - 기존 정량목표 ① 예측 정확도 향상(85%), ② 예측시간 단축(4시간), ③ 해양관측 그리드 구축(17개 허브) 중 해양관측 그리드 구축(17개 허브) 부분을 제외함



[그림 6-1] 관측항목, 예측기술, 정보서비스가 수혜자로 연결되는 흐름도

출처 : 소명자료

- 정량목표 설정의 적절성에 대한 소명이 이루어지지 않았으며, 해양 예측과제 중심으로 목표를 변경·제시함에 따라 대표성의 문제가 지속됨
- 해양예측 수요에 기반한 목표설정의 도전성 및 적절성과 목표설정의 근거 및 평가방법에 대한 소명이 부족함
- 기존의 내역사업 중심의 목표설정에서 내역사업 1(예측) 중심의 예측정확도 향상 및 예측시간 단축으로 변경하는 논리적 근거의 제시가 미흡하며, 원안의 사업구조에서는 전체 사업의 정량목표가 내역사업 1(예측)에 의해서 결정되는 문제가 발생함
- 내역사업 1(예측)의 세부목표 중 일부를 사업 전체의 목표로 설정함으로써 사업목표가 내역사업 2(관측) 및 내역사업 3(정보서비스)을 균형 있게 포함하지 못하는 부분에 대한 설명이 필요함
- 다양한 수혜자에 따라 정보서비스별로 요구되는 예측 목표가 상이할 것으로 판단되나, 평균 예측정확도 85% 이상과 예측시간 4시간 이내로 일괄적으로 제시되고 있어 목표의 정의와 측정산식에 대한 보다 구체적인 제시가 요구됨

□ 사업의 단계별 성과목표를 기준으로 내역사업별 성과목표 및 성과지표를 제시하였으나, 논리적 연관성이 미흡하며 성과목표 및 성과지표의 타당성과 적절성을 확인하기 어려움

○ 주관부처는 기술개발(1단계), 통합검증(2단계), 성과확산(3단계)의 사업 단계별 성과목표를 기준으로 내역사업별 단계별 성과목표와 성과지표를 추가로 제시함

<표 6-1> 내역사업 단계별 성과목표 및 성과지표

내역사업	단계	성과목표	성과지표
해양예측	1단계	• 전지구/1개월 이상 통합해양예측모델 개발	• 전지구 통합해양예측모델을 통해 1개월 이상 예측자료 생산 및 제공 여부
	2단계	• 수치모델/인공지능 기반 자료동화 기술 및 인공지능 예측기술 개발 (정확도 향상 ~ 85%)	• 예측요소별 예측오차 단축 (1단계 대비 오차 감소율 ~10% 이상)
	3단계	• 통합해양예측시스템 안정화 및 예측 시간 단축 (~ 4시간 이내)	• 스마트 해양예측 서비스 및 유관기관 자료 제공 (자료요청 공문 또는 MOU)
해양관측	1단계	• 무인체 연계 스마트 허브 해양 그리드 체계 설계 • 스마트 허브 해양 그리드 요소기술 개발	• 스마트 해양 그리드 관측 요소기술 시제품 제작 및 테스트 결과 제시
	2단계	• 무인체 실험역 운영 기술 개발 • 스마트 허브 연계 관측기술 개발	• 입체 관측 정점 17개소 이상 구축 (항목20개, 자료량 700MB/일) • 스마트 허브 & 무인체 연계 운영 체계 안정율 80%
	3단계	• 스마트 허브 그리드 관측체계 및 무인체 운용 안정화	• 입체 해양관측 관측소 결측률 10% 이하 • 입체 관측 정점 17개소 이상 구축 (항목 20개, 자료량 10GB/일)
정보 서비스	1단계	• 정보서비스 솔루션 설계 및 프로토타입 개발 • 통합정보서비스 플랫폼 설계 및 핵심 기능 개발	• 예측모델 자료처리 및 서비스 용량 (110GB/일) 달성 • 예측모델 자료처리 및 서비스 격자수 (1억 포인트/일) 달성 • 솔루션 핵심기술 (데이터 OpenAPI 및 자료 분석) 2중 확보 • 통합정보서비스 플랫폼 시범 시스템 구축
	2단계	• 솔루션 및 통합정보서비스 플랫폼 개발 • 재난재해 대응을 위한 의사결정시스템 개발	• 예측모델 자료처리 및 서비스 용량 (0.4TB/일) 달성 • 예측모델 자료처리 및 서비스 격자수 (3.8억 포인트/일) 달성 • 솔루션 핵심기술 (3차원 가시화, 통계 및 공간 분석) 3중 확보 • 재난재해 대응 시범시스템 구축
	3단계	• 통합정보서비스 플랫폼 운영 및 실증 • 재난재해 대응을 위한 의사결정시스템 운영 및 실증	• 예측모델 자료처리 및 서비스 용량 (4TB/일) 달성 • 예측모델 자료처리 및 서비스 격자수 (38억 포인트/일) 달성 • 통합정보서비스 플랫폼 기술이전 달성도 (2건 이상) • 재난재해 대응 시스템 기술이전 달성도 (2건 이상)

출처 : 소명자료 재구성

- 사업의 단계별 성과목표 및 성과지표에 대한 수정·보완 없이 내역사업의 성과목표와 성과지표를 설정하고 있으며, 사업의 수준별/단계별 성과목표 및 성과지표의 논리적 연관관계가 부족함
 - 사업의 성과지표와 내역사업의 성과지표 사이의 논리적 연관관계에 대한 설명과 사업의 성과목표 및 성과지표에 대한 소명이 부재함
- 추가로 제시된 성과목표와 성과지표의 설정근거 및 측정방법, 측정산식 등이 제시되지 않아 기획보고서 원안에서 제기된 사업 수준의 문제들과 더불어 설정의 타당성 및 적절성을 확인하기 어려움
- 현실적인 어려움에도 불구하고 기획위원회 참여 전문가를 다양하게 구성해야 할 필요성이 있었던 것으로 판단됨
 - 주관부처는 총괄위원회 위원 중 다수의 위원이 해양분야 주요 정책자문위원으로 활동하는 전문가이고, 경제전문가를 중심으로 기획연구가 지원된 점 등을 근거로 전문가 구성의 적절성을 소명함
 - 주관부처의 소명에도 불구하고 기존 연구의 한계를 극복하고 차별적인 연구를 기획하기 위해서는 보다 다양한 전문가의 참여가 필요했던 것으로 판단됨
 - 정책자문위원에 더하여 정책전문가의 참여를 통해 수요에 기반한 기술개발 내용 및 사업 추진전략의 도출이 이루어질 필요성이 있었다고 판단됨
 - 경제전문가의 기획위원회 참여 및 주도를 통해 타당한 방법론을 채택하고 적절한 범위를 설정하여 경제성 분석에서 발생한 시행착오를 줄일 필요성이 있었던 것으로 판단됨
 - 소명자료에서도 총괄위원회의 역할을 기획연구의 추진방향 및 적정성을 평가하고 자문하는 것으로 제시하고 있어 종합조정 기능이 미흡했던 것으로 판단됨
- 수요조사 및 우선순위 설정의 체계적인 접근이 미흡한 것으로 판단됨
 - 주관부처는 소명자료에서 수요조사 경과, 세부과제 도출 과정, 핵심기술 선정 기준 및 방법 등 기획보고서와 추가제출자료 내용을 재정리하여 제시함
 - 수요조사 및 우선순위 설정의 일반적인 절차를 따르고 있는 점이 확인되나, 기술의 공급자가 아닌 수요자 및 수혜자의 관점에서 수요조사가 이루어지고 이를 기술개발 내용에 반영한 부분에 대한 소명이 미흡한 것으로 판단됨
 - 기관별 수요조사 내용, 필요 서비스, 기관별 우선순위 등이 세부활동과 우선순위

에 어떻게 반영되었는지 명확하게 확인하기 어려움

- 우선순위 설정 과정에서 구성된 26개 핵심기술과 19개 세부과제(구성기술)의 관계 및 도출 과정 등에 대한 소명이 부재함

□ 세부활동의 내역사업별 연계, 과제의 구성 및 내용 등에서 미흡한 점이 발견됨

- 주관부처는 관련 사업과의 차별성 및 연계방안, 수요기관에서 활용 가능한 정보 및 협업내용에 대한 설명을 중심으로 동 사업 세부활동 구성의 적절성을 소명함
- 스마트 해양예측 기술개발을 위한 3개 내역사업(관측, 예측, 정보서비스)의 구체적인 연계방안이 제시되지 않아 실질적인 연계 및 시너지 효과 창출에 어려움이 예상됨
 - 동 사업에서 개발하고자 하는 해양예측 기술을 수요기관에서 어떻게 활용 가능할 것인지를 공급자 관점에서 제시하고 있으며, 수요기관에서 필요로 하는 정보서비스와 동 사업의 기술개발 내용의 연관관계에 대한 설명이 미흡함
 - 수요자의 요구사항을 기반으로 어떤 관측 데이터의 수집을 통해 어떤 예측 모델의 성능을 어떻게 향상하고 이를 이용하여 어떤 정보서비스를 플랫폼화하고 시각화 서비스를 제공할 것인지에 대한 명확한 제시가 필요함
 - 내역사업별 분석결과에 대한 소명에도 불구하고 사업, 내역사업, 과제 구성의 일관성, 내역사업 연계 논리의 타당성, 연구 내용 및 규모의 적절성 등에 미흡한 부분이 잔존함

□ 사업의 단계와 기간이 다소 과다하게 산정되었으며, 세부활동의 선후관계 설정 및 연계 부분에서 미흡한 점이 발견됨

- 주관부처는 소명자료를 통해 3단계(1단계: 기술개발, 2단계: 통합·검증, 3단계: 성과확산) 사업기간 설정의 필요성과 연관과제 간 선후관계를 보완하여 제시함
- 사업의 기간을 3단계로 나누어 완성도를 높이하고자 하는 논리에 타당성이 존재하나, 단계별 과제 추진 및 연관관계의 제시가 여전히 미흡하며 개발내용에 비추어 8년의 사업 기간은 과다한 것으로 판단됨
 - 사업을 3단계로 구성하여 세부활동 간 중간 성과물의 상호 연계를 강화하고 연구성과의 완성도를 제고하고자 하는 논리에 타당성이 존재함
 - 그러나 총괄 로드맵 및 일부 세부과제는 2/3단계에서도 기술개발을 수행하는 것으로 제시되어 있으며, 내역사업 1(예측)과 내역사업 3(정보서비스)은 모두 6차 연도까지 기술개발을 진행하여 예측기술을 정보서비스 활용하기 어려운 문제점 등이 지속됨

- 세부과제의 현재 기술성숙도(TRL) 대비 목표 기술성숙도의 차이가 작고 기술개발이 병렬적으로 제시되어 기간을 장기로 설정한 부분에 대한 적절성이 부족함

□ 사업목표의 효율적인 달성을 위한 구체적인 전략의 제시가 미흡한 것으로 판단됨

- 주관부처는 동 사업의 추진전략을 3개 내역사업과 연계하여 ① 차세대 통합해양예측시스템 구축 및 운영기술 확보, ② 실시간 무인자율관측 기술 확보, ③ 해양 정보서비스 신산업 기반 구축으로 변경하여 제시함
- 새롭게 변경 제시된 전략이 사업의 목표달성에 어떻게 기여하는지에 대한 구체적인 설명이 미흡하며, 사업의 내용과 전략의 구분이 명확하게 제시되지 않았음
- 사업의 효율적인 추진을 위해서는 사업의 내용과 구분되는 차별화된 전략의 구체적인 제시가 요구됨

□ 선행사업의 성과 및 한계에 대한 체계적인 분석과 이의 극복을 위한 구체적인 방안의 제시가 미흡함

- 주관부처는 기존 사업의 성과분석을 통해 사업의 목표-성과지표-성능지표를 보완하였으므로 사업의 목표, 추진체계, 사업단의 구성, 추진전략, 성과목표 등이 기존 사업의 한계극복과 연관되어 있다고 설명함
- 기존 사업의 한계극복 방안과 사업의 목표, 추진체계, 추진전략, 성과지표 사이의 구체적인 연관관계의 제시가 미흡하며, 사업 수준의 성과지표 개선에 대한 소명은 부재함
 - 기존 사업의 한계로 제시한 ① 질적 성과분석 방법 미흡, ② 연구방향 설정 미흡, ③ 연구성과 현장 적용 미흡 등과 극복 방안으로 제시한 사업목표, 추진체계, 추진전략, 성과지표 사이의 구체적인 연관관계의 제시가 미흡함
 - 사업의 성과지표를 질적 우수성이 측정 가능한 성과 위주의 질적 지표로 개선하였다고 설명하고 있으나 소명자료에는 사업의 성과지표 개선에 관한 내용이 부재함

□ 민간재원 조달 계획을 다소 보완하여 제시하였으나, 위험요인이 잔존하는 것으로 판단됨

- 주관부처는 사업참여 의사를 밝힌 20개 기업 중 연구개발투자 경험이 있는 13개 기업을 중심으로 사업참여의향서를 새로 접수하여 제시함
 - 참여의향서에 참여분야, 기업부담금 규모, 국가연구개발사업 관리규정에 따른 민간부담금 분담의사를 확약하여 제시함

- 기존 기업 중 연구개발투자 경험이 없는 기업을 대부분 제외하고 참여의향서를 새로 제출받아 기업의 참여 의지를 재확인하는 등 민간재원 조달 계획을 다소 보완하여 제시함
- 그러나, 현금 투자비율 등을 감안하더라도 기존의 기업 중 일부 기업에서 더 많은 금액을 투자하는 방식으로 변경·제시된 점과 매출액보다 많은 투자금액을 제시한 기업이 발견되는 등 불확실성이 잔존하는 것으로 판단됨
- 데이터 관련 법령 등에 대한 위배 가능성 검토 및 대책 마련이 필요함
 - 주관부처는 추후 사업단 사업관리 과제를 통해 데이터 3법 위배 가능성을 재검토하고 관리대책을 마련하겠다고 소명함
 - 동 사업은 법·제도적 위험요인에 해당 사항이 없다는 기존의 답변(추가제출자료 p.158)과 달리 법·제도적인 위험요인을 인지하고 있으나 관련 내용에 대한 구체적인 제시는 부족한 상황임
- 경제적 타당성 분석에서 적용한 논리와 비용/편익 산출 과정 등에서 미흡한 점이 발견됨
 - 주관부처는 예비타당성조사에서 수행한 총사업비, 총비용, 총편익 등의 산출에 사용한 논리와 방법에 대한 추가적인 의견을 제시하지 않았음
 - 예비타당성조사에서는 기획보고서 원안의 조사내용에 따라 경제적 타당성을 분석하고 비용편익비율 등을 도출하여 제시함

제 2 절 AHP를 이용한 종합분석

1. AHP 기법을 활용한 종합분석의 개요

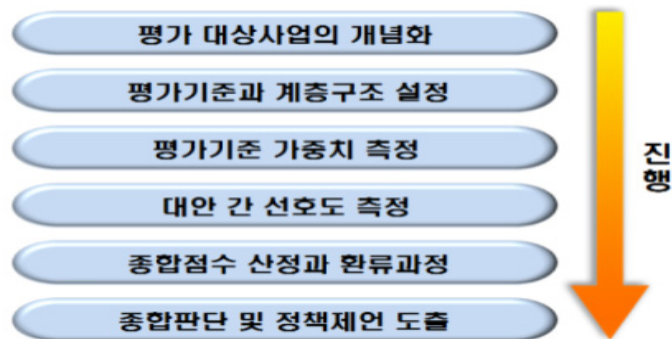
가. 다기준 분석의 필요성

- 국가연구개발사업 예비타당성조사에서는 결론의 도출을 위하여 과학기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제적 타당성의 분석결과를 종합하여 사업 시행의 타당성 정도를 종합적으로 판단함
- 사업 시행의 타당성 정도를 판단하는 단계에서는 정량적 분석 결과와 정성적 분석 결과를 통합하고, 평가의 일관성과 사업의 특수성을 동시에 반영해야 하며, 평가에 참여하는 여러 사람의 의견을 통합하는 어려움이 존재함
- 다수의 속성(multi-attributes)들을 고려하고 다수의 목적(multi-objectives)들을 포함하는 의사결정을 최적화하는 다기준 분석기법(multi-criteria analysis)을 활용하여 이러한 어려움을 극복할 수 있음
 - 따라서, 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침」에서는 다기준 분석 기법의 대표적인 분석 기법인 분석적 계층화법(AHP: Analytic Hierarchy Process)을 활용하여 사업의 타당성 여부를 판단하도록 하고 있음

나. AHP 기법의 개요

- 분석적 계층화법(AHP)은 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이며, 개별 평가기준에 대해 서로 다른 선호도를 가진 대안들을 체계적으로 평가할 수 있도록 설계된 의사결정기법의 하나임
- 1970년대 초 Thomas Saaty가 개발한 방법으로 평가요소들을 동질적인 집합으로 군집화하고 다수의 수준으로 계층화하여, 각 수준별로 분석·종합함으로써 최종적인 의사결정 과정을 지원함
- AHP의 가장 큰 특징은 문제를 구성하는 다양한 평가요소들을 주요 요소와 세부 요소들로 나누어 계층화하고, 계층별 요소들에 대한 쌍대비교(pairwise comparison)를 통해 요소들의 상대적 중요도를 도출하는데 있음

- 이는 인간의 사고와 유사하게 문제를 분해하고 구조화하며, 평가요소 사이의 상대적 중요도와 대안들의 선호도를 비율척도로 측정하여 정량적인 형태로 결과를 도출한다는 점에서 그 유용성을 인정받고 있음
 - 또한, 절차가 간결함에도 불구하고 척도 선정, 가중치 산정절차, 민감도 분석 등에 사용되는 각종 기법이 실증분석과 엄밀한 수리적 검증과정을 거쳐 채택된 방법들을 활용하고 있어 이론적으로도 높은 평가를 받음
- 이러한 장점 때문에 1977년 Saaty에 의해 수행된 수단의 교통시스템 설계 문제를 비롯한 신기술 선택의 문제, 병원 서비스 시스템 설계, 정치적 분쟁 해결 문제 등 다양한 분야에서 활용되어 왔음
- 일반적으로 예비타당성조사에서 사용되는 AHP 절차는 평가대상사업의 개념화, 평가기준과 계층구조 설정, 평가기준 가중치 측정, 대안 간 선호도 측정, 종합점수 산정과 환류과정, 종합판단 및 정책제언 도출의 과정을 거치게 됨



[그림 6-2] 분석적 계층화 기법(AHP)을 이용한 평가절차

출처 : 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2020)

2. 종합평가 결과

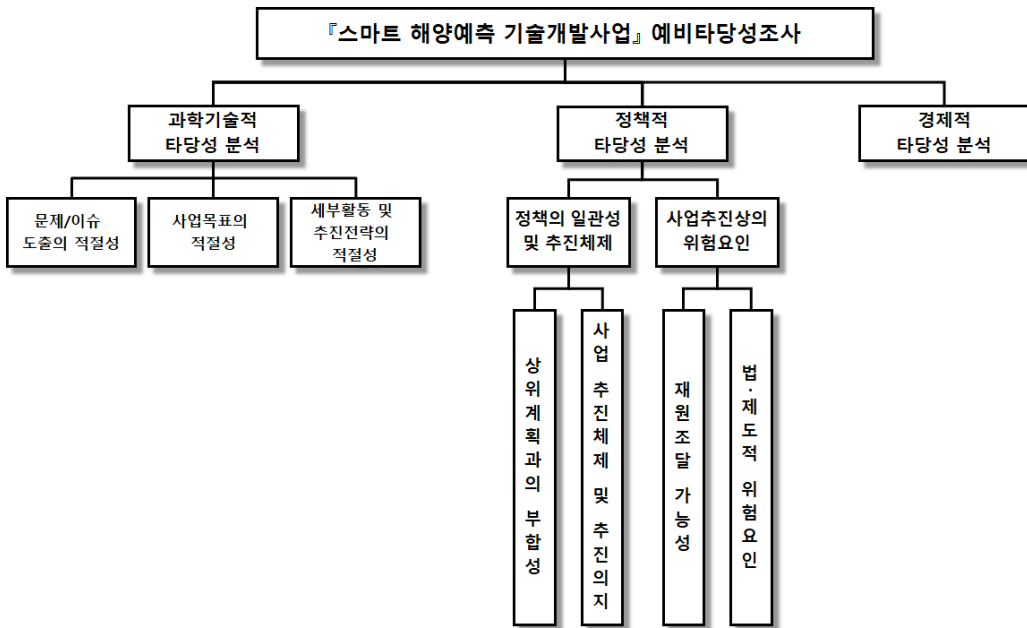
가. 조사 대상 집단

- 과학기술적·정책적·경제적 관점에서 동 사업에 대한 종합 타당성의 결론을 내리고자 국가연구개발사업 총괄위원회가 구성한 동 사업의 종합평가위원회 평가자 12인을 대상으로 AHP를 실시함¹⁵⁶⁾

- 국가연구개발사업평가 총괄위원회는 사업 특성을 고려하여 분과위원회에 사업을 배정하며, 12인은 분과위원장 1인 분과위원 7인, 동 사업 예비타당성조사 참여 자문위원 3인 및 PM(Project Manager) 1인으로 구성됨
- 전체 평가자의 개별 응답을 검토한 결과 모두 일관성을 지닌 것으로 확인¹⁵⁷⁾되었으며, 평가의 객관성을 유지하기 위한 목적으로 평가자 12인 중 최댓값과 최솟값을 제시한 각 1인의 결과를 제외한 총 10인의 응답을 종합하여 평가결과를 도출함

나. AHP 구조 및 평가항목

- 의사결정을 위한 AHP 계층구조는 크게 ‘과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석’ 세 개의 대항목으로 분류되며, 그 하위에 2계층, 3계층 평가항목으로 구성됨
- 동 사업의 의사결정 계층구조와 평가항목별 세부 평가내용 및 평가기준은 다음과 같음



[그림 6-3] 동 사업 예비타당성조사 의사결정 계층구조

156) 「국가연구개발사업 예비타당성조사 운용지침」(2020.8.3, 일부개정)에 따라 2020년 제1차 예비타당성조사 완료사업의 종합평가부터 종합평가위원회의 구성을 기술한 바와 같이 적용함

157) 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침」에서는 비일관성 비율의 최대 허용치를 0.15로 설정하고 있으며, 비일관성 비율이 0.15를 초과하는 응답자에 대해서는 환류(feedback)과정을 통하여 응답 일관성을 높이도록 하는데, 동 사업의 비일관성 비율은 모두 0.15이하인 것으로 확인됨

<표 6-2> 동 사업 예비타당성조사 AHP 평가항목

평가항목 (1계층)	평가항목 (2계층)	평가항목 (3계층)	평가내용	비고
과학 기술적 타당성 분석	문제 /이슈 도출의 적절성	-	· 문제/이슈의 식별 과정·결과의 적절성	식별과정이 합리적이고, 도출된 문제/이슈가 국가적 차원에서 대응이 시급하고 필요성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	사업 목표의 적절성	-	· 목표 설정의 적절성	설정된 목표가 식별된 문제/이슈의 해결과 연관성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	세부활동 및 추진 전략의 적절성	-	· 세부활동 구성 및 내용의 구체성과 연계성 · 추진체계 및 추진전략을 통한 세부활동 간의 연계성을 구체화 정도	세부활동이 사업목표와 연계성이 높고, 추진체계 및 전략을 통해 세부활동의 유기적 관계를 구체화 할수록 사업 시행 점수가 높음
정책적 타당성 분석	정책의 일관성 및 추진체계	상위계획과 의 부합성	· 정부에서 공식적으로 발표한 중장기계획과의 부합 정도	정부 계획과의 부합성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
		사업 추진 체계 및 추진의지	· 사업 거버넌스 · 주관부처 및 참여 주체의 사업 추진의지와 관련 주체의 선호도	사업 거버넌스 구축방안이 적절하고 사업 추진의지와 선호도가 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	사업 추진상의 위험요인	재원조달 가능성	· 사업의 원활한 추진을 위한 재원 부담주체의 재원조달 가능성 여부	재원조달 가능성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
		법·제도적 위험요인	· 사업 추진을 위한 법·제도적 제한 여부 · WTO 보조금협정 차원에서 통상 분쟁의 가능성 및 대응 방안	법·제도적 위험 정도가 낮고 구체적인 대응방안이 마련될 경우 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
경제적 타당성 분석	경제성	-	· 사업비 및 비용 추정 · 편익 추정 · 비용편익 분석	사업비 산정의 타당성이 높고 비용편익(B/C) 비율이 높을수록 사업 시행 점수가 높음.

다. AHP 항목별 가중치 산정

- 연구개발부문 예비타당성조사는 AHP 평가항목별로 가중치를 설정하는데, 가중치는 평가항목 간 상대적 중요도 또는 선호도를 나타내는 쌍대비교를 수행하여 설정함
 - 최상위 계층인 과학기술적·정책적·경제적 타당성 항목의 가중치는 평가자가 직접 비중을 부여하며, 하위 항목의 가중치는 쌍대비교를 통해 설정됨
 - 쌍대비교 질의시의 척도(scale)로는 Saaty가 제안한 9점 척도를 적용하였음
- 평가항목의 1계층인 과학기술적·정책적·경제적 타당성의 가중치는 각각 0.463, 0.390, 0.147로 도출되어 평가자들은 과학기술적 타당성 항목을 상대적으로 가장 중요하게 생각하고 있는 것을 알 수 있음
 - 이어서 정책적 타당성, 경제적 타당성의 가중치 순으로 나타났으며, 이들 가중치의 총 합은 1로 나타나 타당성을 확보함
- 과학기술적 타당성 평가항목의 2계층인 '문제/이슈 도출의 적절성', '사업목표의 적절성', '세부활동 및 추진전략의 적절성'의 가중치는 각각 0.093, 0.143, 0.228로 나타남
 - 평가자들은 동 사업의 과학기술적 타당성을 평가하는데 있어서 '세부활동 및 추진 전략의 적절성', '사업목표의 적절성', '문제/이슈 도출의 적절성' 항목 순으로 중요하게 판단하는 것으로 나타남
- 정책적 타당성 2계층 평가항목인 '정책의 일관성 및 추진체제', '사업추진상의 위험요인'의 가중치는 각각 0.221과 0.169로 나타남
 - '정책의 일관성 및 추진체제'의 하위 3계층 평가항목 중 '상위계획과의 부합성'의 가중치는 0.063, '사업 추진체제 및 추진의지'는 0.158로 상대적 가중치 차이가 분명함
 - '사업추진상의 위험요인'의 3 계층인 '재원조달 가능성', '법·제도적 위험요인'의 가중치는 각각 0.064, 0.105로 평가자들이 상대적으로 '법·제도적 위험요인'을 더 중요하게 인식하는 것을 알 수 있음
- 경제적 타당성 가중치는 0.147로 과학기술적 타당성 및 정책적 타당성에 비해 상대적으로 낮게 도출됨

<표 6-3> 동 사업 예비타당성조사 AHP 평가항목별 가중치

평가항목		세부 종합	평가자										종합
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
과학 기술적 타당성	문제/이슈 도출의 적절성	0.093	0.066	0.171	0.103	0.064	0.111	0.036	0.041	0.045	0.251	0.071	0.463
	사업목표의 적절성	0.143	0.214	0.040	0.166	0.129	0.056	0.151	0.103	0.316	0.054	0.286	
	세부활동 및 추진전략의 적절성	0.228	0.170	0.289	0.131	0.257	0.333	0.313	0.256	0.139	0.095	0.143	
정책적 타당성	정책의 일관성 및 추진체제	0.221	0.080	0.333	0.338	0.080	0.200	0.058	0.133	0.333	0.417	0.225	0.390
	상위계획과의 부합성	0.063	0.013	0.056	0.169	0.027	0.050	0.007	0.044	0.048	0.333	0.056	
	사업 추진체제 및 추진의지	0.158	0.067	0.278	0.169	0.053	0.150	0.051	0.089	0.286	0.083	0.169	
	사업 추진상의 위험요인	0.169	0.320	0.067	0.113	0.320	0.100	0.292	0.267	0.067	0.083	0.075	
	재원조달 가능성	0.064	0.040	0.017	0.028	0.064	0.050	0.219	0.133	0.056	0.017	0.025	
	법·제도적 위험요인	0.105	0.280	0.050	0.084	0.256	0.050	0.073	0.133	0.011	0.067	0.050	
경제적 타당성	경제성	0.147	0.150	0.100	0.150	0.150	0.200	0.150	0.200	0.100	0.100	0.200	0.147

라. 사업계획에 대한 AHP 평가 결과

- 동 사업 계획에 대한 시행·미시행 점수를 예비타당성조사 평가항목별로 분석한 결과, AHP 종합평점은 '사업 시행'이 0.337, '사업 미시행'이 0.663으로 도출되어 사업 미시행에 대한 선호도가 높은 것으로 조사됨
- AHP 평가자 12인 중 최대·최소값 2인을 제외한 10인에 대하여 과학기술적·정책적·경제적 타당성 측면에서 동 사업의 시행 또는 미시행 평가점수를 도출하였으며, 종합결론에서 평가자 10명 중 9명이 '미시행', 1명은 '시행'으로 평가함
- 세부항목별로 살펴보면, 동 사업은 경제적, 과학기술적, 정책적 타당성 순으로 미시행에 대한 선호도가 높았고, 과학기술적 타당성의 경우 2인의 시행의견이 도출됨
- 과학기술적 타당성은 사업 시행에 대한 종합평점이 0.317로 나타났으며, 개별 평가자 10명 중 8명이 미시행, 2명이 시행으로 결론을 도출하였음
- 정책적 타당성의 경우 사업의 시행에 대한 종합평점이 0.395로 가장 높게 나타났으며, 개별 평가자 10명 중 9명이 미시행, 1명이 시행으로 결론을 도출하였음
- 경제적 타당성은 사업 시행에 대한 종합평점이 0.230으로 가장 낮게 나타났으며, 개별 평가자 10명 중 9명이 미시행, 1명이 시행으로 결론을 도출하였음

<표 6-4> 동 사업 예비타당성조사 AHP 평가결과

평가자	종합		과학기술적 타당성		정책적 타당성		경제적 타당성	
	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
1	0.197	0.803	0.143	0.857	0.269	0.731	0.143	0.857
2	0.415	0.585	0.369	0.631	0.404	0.596	0.667	0.333
3	0.555	0.445	0.560	0.440	0.668	0.332	0.200	0.800
4	0.273	0.727	0.285	0.715	0.270	0.730	0.250	0.750
5	0.315	0.685	0.318	0.682	0.379	0.621	0.200	0.800
6	0.241	0.759	0.160	0.840	0.368	0.632	0.100	0.900
7	0.328	0.672	0.260	0.740	0.419	0.581	0.250	0.750
8	0.468	0.532	0.598	0.402	0.371	0.629	0.250	0.750
9	0.286	0.714	0.289	0.711	0.304	0.696	0.167	0.833
10	0.299	0.701	0.236	0.764	0.421	0.579	0.250	0.750
종합평점	0.337	0.663	0.317	0.683	0.395	0.605	0.230	0.770
평가자 수	1	9	2	8	1	9	1	9

제 3 절 결론 및 정책제언

1. 결론

- ☐ 해양 환경변화 및 재난재해로 인한 피해 증가와 미래 해양산업 기반조성을 중심으로 해양 분야가 당면한 문제/이슈가 대체로 적절하게 발굴됨
- ☐ 해양 예측, 관측, 정보서비스 기술개발 사업의 필요성이 존재하나, 하나의 대형사업으로 추진되어야 하는 근거의 논리적인 제시가 미흡함
- ☐ 사업목표를 통해 달성하고자 하는 효과를 표현하는 정량목표의 체계적이고 논리적인 제시가 미흡함
- ☐ 사업의 목표, 단계별 성과목표, 성과지표의 논리적 연관성이 명확하게 제시되지 않았으며, 사업목표 달성 정도를 측정하기 위한 성과지표의 적절성이 부족함
- ☐ 기획 추진체계의 구성 및 운영과 수요조사 및 우선순위 설정의 체계적인 접근이 다소 미흡함
- ☐ 세부활동의 내역사업별 연계, 과제 구성, 연구의 내용 및 규모, 기간 및 선후관계의 설정 부분에서 미흡한 점이 발견됨
- ☐ 선행사업의 성과 및 한계에 대한 체계적인 분석이 부족하며, 사업의 내용과 구분되는 차별화된 전략의 제시가 미흡함
- ☐ 상위계획과의 부합성은 필수계획 및 선택군 계획에서 모두 적절한 것으로 조사됨
- ☐ 추진체계는 대체로 적절하게 제시되었으나 실질적인 성과 창출을 위해서는 지속적인 개선이 필요함
- ☐ 정부재원 규모는 조달 가능한 수준이나 민간재원의 조달 계획은 불확실성이 잔존함
- ☐ 국제협약 및 연구개발사업 관련 법·제도적 위험요인은 크지 않으나 데이터 관련 법령 등에 대한 위배 가능성 검토 및 대책 마련이 필요함
- ☐ 편익항목의 도출 및 산출 과정에서 적용한 논리에서 미흡한 점이 발견되며, 경제성을 확보하지 못한 것으로 분석됨

<표 6-5> 예비타당성조사 결과

구분	사업계획서
총사업비(억 원)	1,698억 원(국고: 1,612, 민자: 86)
사업기간	2022년~2029년(8년)
B/C Ratio	0.42
AHP	0.337
비고	• 문제/이슈가 대체로 적절하게 도출되었으며 사업의 필요성이 존재하나, 하나의 사업으로 추진되어야 하는 근거의 논리적인 제시가 미흡함 • 사업 정량목표의 체계적이고 논리적인 제시가 부족하며, 단계별 성과의 질적 우수성을 평가하기 위한 성과지표 설정이 미흡함 • 선행사업의 성과 및 한계에 대한 체계적인 분석이 부족하며, 사업의 내용과 구분되는 차별화된 전략의 제시가 미흡함 • 상위계획과의 부합성은 적절한 것으로 조사되었으며, 추진체계는 대체로 적절하게 제시되었으나 성과창출을 위한 지속적인 개선이 필요함 • 정부재원 규모는 조달 가능한 수준이나 민간재원의 조달 계획은 불확실성이 잔존함 • 편익항목의 도출 및 산출 과정에서 적용한 논리에서 미흡한 점이 발견되며, 경제성을 확보하지 못한 것으로 분석됨

2. 정책제언

- 해양예측 및 관측 기술은 안전한 해양영토 활용을 통해 국민의 생명과 재산을 보호하는 공공적 역할이 큰 기술로서 내역사업 간 연계성 강화를 통한 정부차원의 추진이 필요함
 - 해양예측 정확도 향상을 위해 해양예측에 필요한 관측 데이터 확보, 예측시스템 개발, 시험 검증을 위한 연구개발 사업의 지속적인 추진이 필요함
 - 예측, 관측, 정보서비스 기술 개발이 하나의 사업으로 추진해야만 하는 근거 및 당위성을 확보하지 못했다는 지적에 대한 내역사업 간 연계방안의 구체화 및 시너지 창출 방안의 보완이 요구됨
 - 주관부처 단독 추진사업으로 사업의 규모는 크지 않으나 공공기술로 정부 추진의 필요성 및 정책적 타당성이 확보된 사업인 점을 고려하여 기존 사업의 연장선상에서 추진의 필요성이 존재함
- 기존 해양예측 및 관측 사업의 한계 및 이를 극복하기 위해서는 기존 사업에 대한 면밀한 분석을 통한 차별화된 고도화 전략의 제시가 필요함
 - 기존 사업의 문제 해결을 위한 달성 가능한 도전적인 목표의 설정, 사업목표와 세부활동의 논리적 연계 강화, 수요자의 요구사항 분석에 따른 정보서비스의 도출 및 이의 제공을 위한 예측·관측 기술개발을 위한 차별화된 전략의 도출이 요구됨
- 관계부처 및 관련 기관 등과의 연계·협력을 강화하여 실질적인 성과 창출이 이루어지도록 지속적인 노력이 필요함
 - 해양·기상 관련 부처 및 기관 등과의 연계협력을 통해 범정부 차원의 해양예측 기술개발을 추진하는 것이 바람직함
 - 국립수산물과학원, 해양경찰청, 해군 등 수요기관의 요구사항을 명확하게 도출하고 이를 기술개발에 반영하기 위한 지속적인 노력이 요구됨
 - 해양예측 정확도 향상을 위해서는 대용량 관측자료의 처리 및 수치모델링 작업에 필요한 '초고성능 컴퓨팅 시스템'의 구축이 요구되므로 대규모 정보화 사업 등으로 지원하고 연구개발사업과의 연계를 강화할 필요성이 있음

참 고 문 헌

- 구자용·이윤균. “통합해양예보시스템의 필요성 및 정책적 시사점”, 한국해양정책학회지, 제1권, 제2호, 228-243., 2016.9.
- 국가과학기술심의회, 「제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획」, 2018.2.
- 국립해양조사원예규 (제103호 해양관측업무규정)
- 국정기획자문위원회, 「문재인 정부 국정운영 5개년 계획」, 2017.7.
- 과학기술정보통신부, 「국가과학기술표준분류체계」, 2018
- 과학기술정보통신부, 「국가연구개발사업 표준성과지표(5차)-성과목표·지표 설정 안내서」, 2020
- 과학기술정보통신부, 「제4차 과학기술기본계획」, 2018
- 관계부처 합동, 「한국판 뉴딜 종합계획」, 2020.7.
- 기상청, “현업 해양예측시스템 구축을 위한 기획연구”, 2011
- 박국흠·김종선, “지식기반으로서 슈퍼컴퓨팅 사업의 경제적 효과분석”, 한국정책학회 동계 학술발표논문집 pp.105-130, 2001
- 정보통신산업진흥원, “EU의 R&D 전략 ‘Horizon 2020’ 분석”, 2013
- 주홍콩 대한민국 총영사관, “중국 국가해양국 기능 강화”, 홍콩·마카오 주요 동향, 2013.3.12.
- 채첩, “일본 해양기본법 도입과 아베 내각의 제3차 해양기본계획에 관한 일고찰”, 국제학논총 제32집 pp.179-211, 2020
- 한국공학한림원, 「2030 미래해양산업 전략 보고서」, 2014.4.
- 한국과학기술기획평가원, 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」, 2020
- 한국과학기술기획평가원, 연구관리전문기관 현황조사 분석결과, “제1차 전문기관 효율화 포럼: 혁신성장 시대, 전문기관이 나아가야 할 방향과 역할(2017.12.20.) 발표자료”, 2018
- 한국해양수상개발원, KMI 동향분석, “주요국 해양정책 동향과 시사점 - 해양기반 성장전략 다시 만든다.”, 2019.5.
- 한국과학기술정보연구원(KISTI), KISTI MARKET REPORT Vol.5 Issue 12(2015.12.)
- 해양수산부, 「제1차 해양수산과학기술 육성 기본계획」, 2018.6.

해양수산부, 「제2차 국가해사안전기본계획」, 2017

해양수산부, 「해양수산부 지능정보화 기본계획」, 2018.2.

해양수산부, 「해양수산 스마트화 전략」, 2020.4.

해양수산부, “2020년도 해양수산정보 공동활용체계 구축사업 제안요청서”, 2020

해양조사와 해양정보 활용에 관한 법률 (법률 제17063호, 2020. 2. 18., 제정)

BIS research, “Global Earth Observation Satellite, Data and Service Market: Focus on Subsystem, End-User, Technology and Application - Analysis and Forecast, 2018-2023”, 2019

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

기상청 해양기상관측(<https://www.kma.go.kr/kma/biz/observation07.jsp>)

K2BASE 조사분석데이터(<https://www.k2base.re.kr/>), 2016-2020

OceanSITES(<http://www.oceansites.org/>)

부 록

1. 종합평가를 위한 AHP 설문지

부록 1. 종합평가를 위한 AHP 설문지

「스마트 해양예측 기술개발사업」의 AHP 평가를 위한 전문가 설문

[전문가 설문 개요]

본 설문은 「스마트 해양예측 기술개발사업」의 타당성을 종합적으로 평가하기 위한 것입니다. 설문은 평가항목 간 상대적 중요도를 결정하는 것과 평가항목별로 사업시행의 타당성 정도(사업 추진, 사업 미추진)를 결정하는 것으로 구성되어 있습니다. 응답의 일관성이 낮은 경우 환류과정을 거치게 되오니 전문가의 관점에서 공정하고, 신중하게 응답하여 주시기 바랍니다.

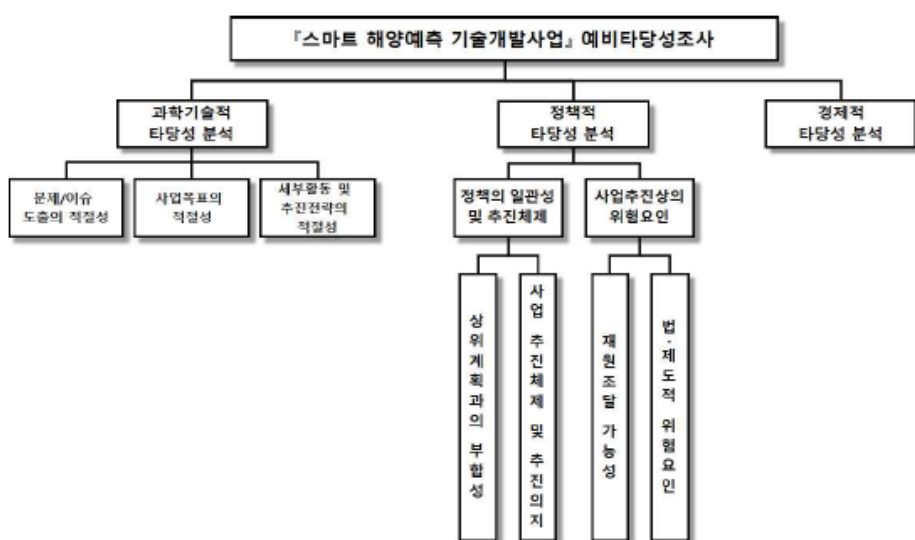
※AHP(Analytic Hierarchy Process : 계층화 분석법)는 의사결정시 고려할 평가 항목들을 계층화하여 의사결정 기준이 되는 항목의 중요성과 의사결정 대상이 되는 대안 간 비교를 종합적으로 수행하는 의사결정 기법입니다.

☐ 응답자 정보

성명	(서명)	연락처	
소속		전화	
직위		E-mail	

□ 설문지 작성안내

- 「스마트 해양예측 기술개발사업」의 타당성 평가를 위한 의사결정 계층구조와 평가항목별 평가내용, 평가기준은 각각 [그림 1], <표 1>과 같습니다.
- 「스마트 해양예측 기술개발사업」의 과학기술적, 정책적, 경제적 측면에서의 타당성조사 세부내용은 회의자료를 참고하시기 바랍니다.



[그림 1] 「스마트 해양예측 기술개발사업」의 예비타당성조사 의사결정 계층구조

<표 1> 「스마트 해양에측 기술개발사업」의 AHP 평가항목

평가항목 (1계층)	평가항목 (2계층)	평가항목 (3계층)	평가내용	비고
과학기술적 타당성 분석	문제/이슈 도출의 적절성	-	• 문제/이슈의 식별 과정·결과의 적절성	식별과정이 합리적이고, 도출된 문제/이슈가 국가적 차원에서 대응이 시급하고 필요성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	사업목표의 적절성	-	• 목표 설정의 적절성	설정된 목표가 식별된 문제/이슈의 해결과 연관성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	세부활동 및 추진전략 의 적절성	-	• 세부활동 구성 및 내용의 구체성과 연계성 • 추진체계 및 추진전략을 통한 세부활동 간의 연계성을 구체화 정도	세부활동이 사업목표와 연계성이 높고, 추진체계 및 전략을 통해 세부활동의 유기적 관계를 구체화할수록 사업 시행 점수가 높음
정책적 타당성 분석	정책의 일관성 및 추진체계	상위계획과의 부합성	• 정부에서 공식적으로 발표한 중장기계획과의 부합 정도	정부 계획과의 부합성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
		사업 추진체계 및 추진의지	• 선택군 계획과 관련된 사업들 간의 차별성 및 연계방안 • 사업 거버넌스	사업의 임무·역할이 분명히 차별화되어 있으며, 관련 사업들과의 연계방안이 구체적일수록 사업 시행 점수가 높음. 사업 거버넌스 구축방안이 적절할수록 사업 시행 점수가 높음
	사업 추진상의 위험요인	자원조달 가능성	• 사업의 원활한 추진을 위한 자원 부담주체의 자원조달 가능성 여부	자원조달 가능성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
		법·제도적 위험요인	• 사업 추진을 위한 법·제도적 제한 여부 • WTO 보조금협정 상의 위험요인 및 대응 방안	법·제도적 위험 정도가 낮고 구체적인 대응방안이 마련될 경우 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
	사업특수 평가항목	(예시) 지역균형발전	• (예시)지역낙후도	(예시) 국내에서 상대적으로 낙후된 지역일수록 사업 시행 점수가 높음
경제적 타당성 분석	경제성	-	• 사업비 및 비용 추정 • 비용편익 분석 / 비용효과 분석	연차별 투입계획 및 총사업비 규모 추정이 구체적이고, 비용편익(B/C) 비율이 높을수록 사업 시행 점수가 높음. 비용 대비 효과의 값이 비교 대안에 비해 클수록 사업 시행 점수가 높음

□ 설문지 작성 및 유의사항

1. 설문지 작성 예

- 예를 들어, 두 가지 평가요소 '항목 A'와 '항목 B'를 비교할 때, '항목 B'가 '항목 A'에 비해 매우 중요하다고 판단하시는 경우 아래 표에서 보시는 바와 같이 척도 '7' 란에 V 표시를 하시면 됩니다.

평가 항목	절대 중요 (9)	(8)	매우 중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간 중요 (3)	(2)	동등 (1)	(2)	약간 중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우 중요 (7)	(8)	절대 중요 (9)	평가 항목
항목 A															V			항목 B

<설문에서 사용되는 상대적 중요도에 대한 평가척도>

척도	1	3	5	7	9
용어	'동등'	'약간 중요'	'중요'	'매우 중요'	'절대 중요'
설명	동등하게 중요 (equal)	약간 더 중요 (weak)	더욱 더 중요 (strong)	대단히 더 중요 (very strong)	절대적으로 중요 (absolute)

(주) 2, 4, 6, 8은 근접해 있는 두개의 척도들 사이의 중간정도의 중요도를 나타냄

2. 응답 일관도

- AHP 분석에서는 분석의 자료로 비일관성지수가 생성되며 응답결과의 신뢰성 판단에 대한 기준으로 적용됩니다. 비일관성 지수가 0.15이상일 경우에 응답 결과를 신뢰할 수 없다고 판단하므로 재설문을 수행하게 됩니다.
- 평가항목이 3개 이상인 경우, 아래와 같은 일관성 결여가 발생하면 비일관성 지수가 높게 나오므로 설문시 유의하시기 바랍니다.

1. 우선순위 일관성 결여

- A가 B보다 중요하고 C가 A보다 중요하다고 응답하였으나, B가 C보다 중요하다고 응답하였을 경우

※ $A > B$ 이고 $C > A$ 라고 한다면, $C > B$ 라고 응답하여야 함

2. 쌍대비교 일관성 결여

- A가 B보다 2배 중요하고 C가 A보다 4배 중요하다고 응답하였으나, C가 B보다 8배 중요함에도 불구하고 2배 중요하다고 응답하였을 경우

[설문 1] 평가항목 간 상대적 중요도 설정

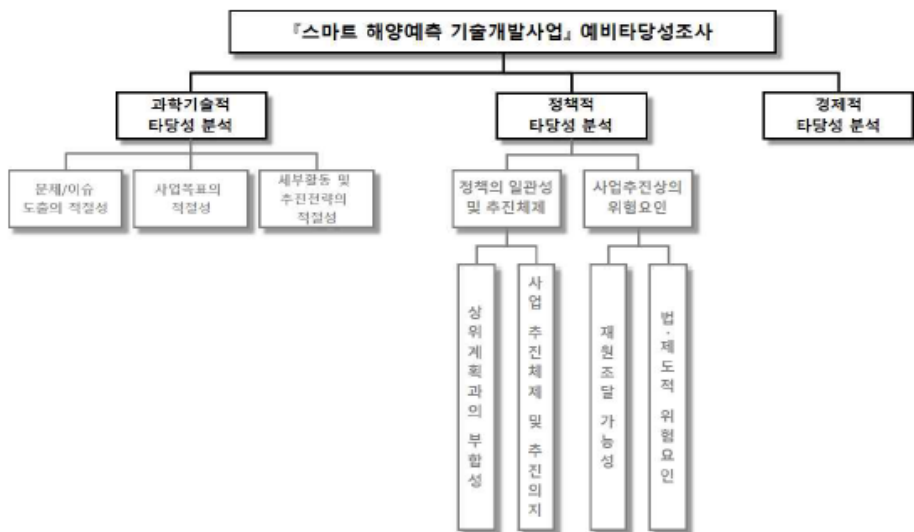
[설문 1.1과 1.2]는 「스마트 해양예측 기술개발사업」의 타당성을 평가하는데 있어 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석의 상대적 중요도와 평가항목별 상대적 중요도를 판단하기 위한 것입니다. 「스마트 해양예측 기술개발사업」의 경우, 어느 평가항목이 상대적으로 얼마만큼 더 중요하다고 생각하시는지 신중히 판단하여 응답해 주십시오.

1.1 사업에 대한 의사결정에 있어서 과학기술적 타당성 분석, 정책적 타당성 분석, 경제적 타당성 분석 간의 상대적 중요도가 어느 정도라고 생각하십니까?

※ 100점 만점으로 응답하여 주십시오. 사업유형별로 각 항목별 기준치 제시범위는 아래와 같습니다.

- 기반조성형 (과학기술성 : 정책성 : 경제성 = 40~50% : 30~50% : 10~20%)

과학기술적 : 정책적 : 경제적 타당성 = () : () : ()



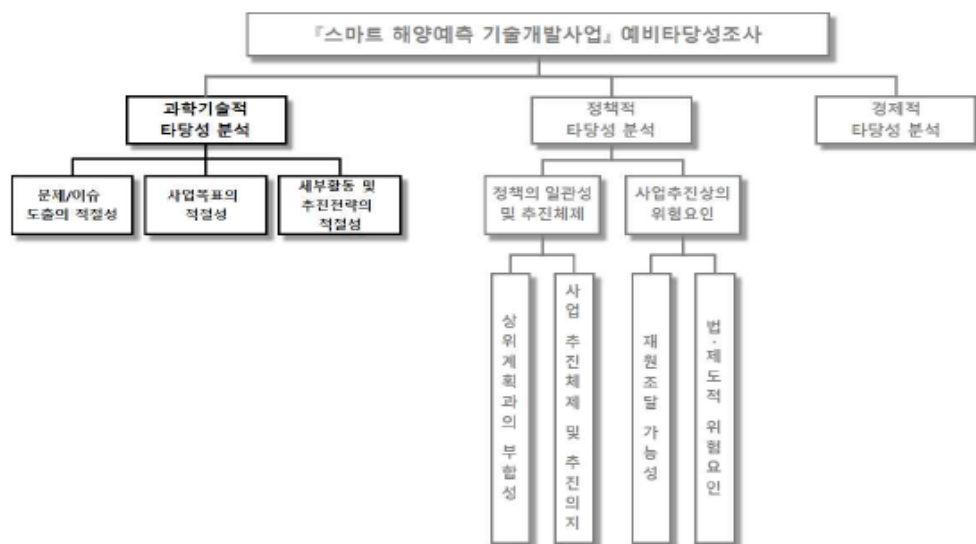
[그림 2] 제1계층 중요도 평가

1.2 과학기술적 타당성 분석, 정책적 타당성 분석, 그리고 경제적 타당성 분석의 세부 평가항목별로 좌측에 기재된 평가항목이 우측에 기재된 평가항목에

비해 상대적으로 얼마나 중요한지를 해당하는 숫자에 V표 하십시오.

1.2.1 과학기술적 타당성 분석의 제2계층

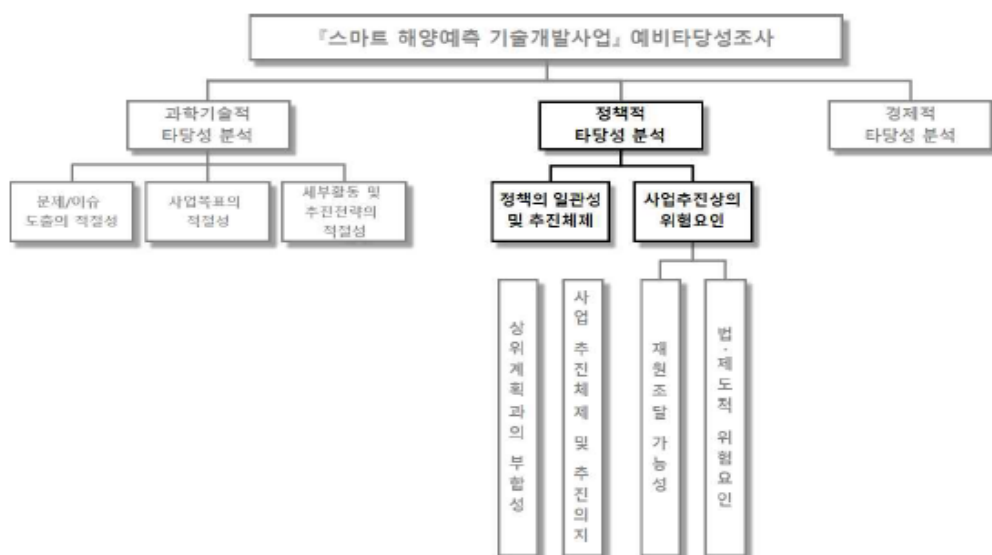
세부 평가항목	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	중 등 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (9)	세부 평가항목
문제/이슈 도출의 적절성																		사업목표의 적절성
문제/이슈 도출의 적절성																		세부활동 및 추진전략의 적절성
사업목표의 적절성																		세부활동 및 추진전략의 적절성



[그림 3] 과학기술적 타당성 제2계층 중요도 평가

1.2.2 정책적 타당성 분석의 제2계층

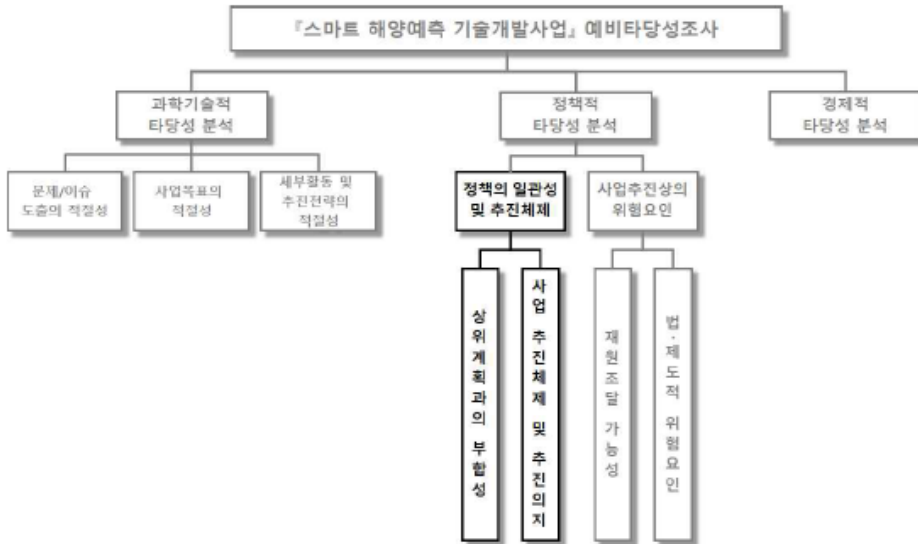
세부 평가항목	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	중 등 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (9)	세부 평가항목
정책의 일관성 및 추진체제																		사업추진상의 위험요인
정책의 일관성 및 추진체제																		사업특수 평가항목
사업추진상의 위험요인																		사업특수 평가항목



[그림 4] 정책적 타당성 제2계층 중요도 평가

1.2.3 정책적 타당성 분석의 제3계층 : 정책의 일관성 및 추진체제 하위항목

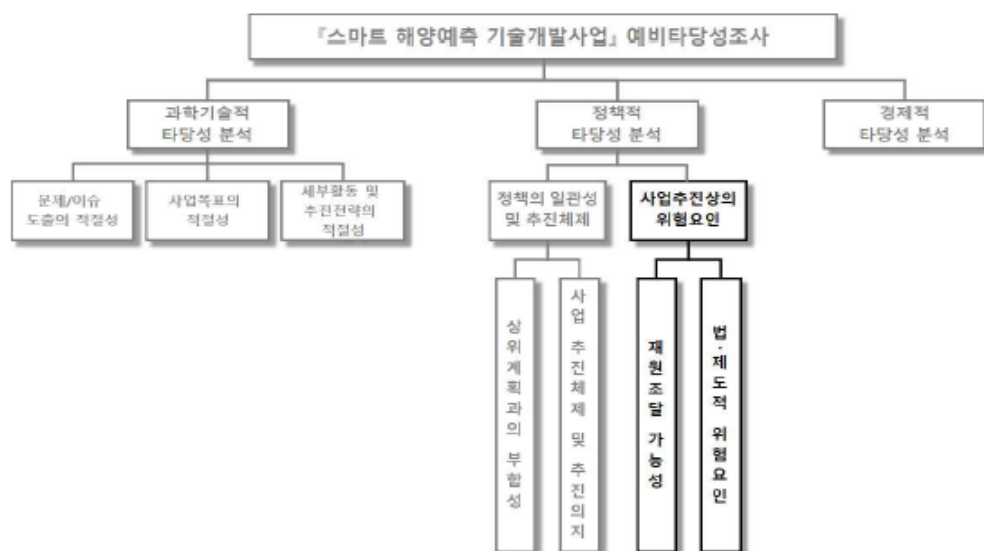
세부 평가항목	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	중 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (9)	세부 평가항목
상위 계획과의 부합성																		사업 추진체제 및 추진의지



[그림 5] 정책적 타당성 제3계층의 중요도 평가 : 정책의 일관성 및 추진체제 하위 항목

1.2.4 정책적 타당성 분석의 제3계층 : 사업 추진상의 위험요인 하위 항목

세부 평가항목	절대 중요 (9)	(8)	매우 중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간 중요 (3)	(2)	중 (1)	(2)	약간 중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우 중요 (7)	(8)	절대 중요 (9)	세부 평가항목
재원조달 가능성																		법·제도적 위험요인



[그림 6] 정책적 타당성 제3계층의 중요도 평가 : 사업 추진상의 위험요인 하위 항목

[설문 2] 평가항목별 시행/미시행 대안의 평점 부여

[설문 2]는 「스마트 해양예측 기술개발사업」의 시행과 미시행 여부를 판단하기 위한 것입니다. 조사 결과를 참고하시어 사업을 시행하는 대안(사업 시행)과 시행하지 않는 대안(사업 미시행) 중 어느 대안이 상대적으로 더 적절하다고 생각하십니까? 평가항목을 기준으로 해당하는 숫자에 V표 하십시오.

평가항목	대안	←								중립	→								대안
		절대적 (9)	(8)	매우적 (7)	(6)	적 (5)	(4)	약간적 (3)	(2)		(2)	약간적 (3)	(4)	적 (5)	(6)	매우적 (7)	(8)	절대적 (9)	
문제/이슈 도출의 적절성	사업 시행																		사업 미시행
사업목표의 적절성	사업 시행																		사업 미시행
세부활동 및 추진전략의 적절성	사업 시행																		사업 미시행
상위계획과의 부합성	사업 시행																		사업 미시행
사업 추진체제 및 추진의지	사업 시행																		사업 미시행
재원조달 가능성	사업 시행	위험요인이 없을 경우 중립, 문제가 있을 경우는 미시행 방향으로 평점 부여																	사업 미시행
법·제도적 위험요인	사업 시행																		사업 미시행
사업특수 평가항목 (지역균형발전)	사업 시행	지역낙후도지수 표준점수 전환식 활용																	사업 미시행
경제성	사업 시행																		사업 미시행

○ 동 사업에 대한 정책제언

- 감사합니다 -

