2025년도 예비타당성조사 보고서

정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발 사업

2026.10

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

제 출 문

과학기술정보통신부 장관 귀하

본 보고서를 「정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발 사업」의 예비타당성조사 최종보고서로 제출합니다.

2026.10

주관연구기관명 : 한국과학기술기획평가원(KISTEP)

내 부 연 구 진 : 이상남 KISTEP 연구위원(PM)
임승혁 KISTEP 연구위원
김주은 KISTEP 연구원
김수진 KISTEP 연구원

외 부 자 문 단 : 권오성 아주대학교 교수
김덕진 서울대학교 교수
김상신 중소벤처기업연구원 연구위원
민승현 ㈜쎄트렉아이 수석
송동섭 강원대학교 교수
정재운 ㈜이즈파크 부사장
조민수 한국과학기술정보연구원 책임연구원

검 토 위 원 : 이동진 ㈜아이스마트텍 부사장

목 차

요 약 ····· 1

제 1 장 사업 개요 및 조사방법 ····· 71

제 1 절 사업개요 ····· 71
1. 사업 추진배경 및 목적 ····· 74
2. 세부내용 및 예산 ····· 76

제 2 절 조사방법 ····· 82
1. 사업의 특징 ····· 82
2. 항목별 조사방법 ····· 83

제 2 장 기초자료 분석 ····· 86

제 1 절 정지궤도 환경·해양위성 개요 ····· 86
1. 정의 및 원리 ····· 86
2. 정지궤도와 저궤도 비교 ····· 90
3. 기술분류 및 구성 ····· 92

제 2 절 국내·외 기술동향 ····· 95
1. 환경위성 기술개발 동향 ····· 95
2. 해양위성 기술개발 동향 ····· 98
3. 주요 국가·위성별 개발현황 ····· 101

제 3 절 국내·외 정책동향 ····· 103
1. 미국 ····· 103
2. 유럽 ····· 105

3. 일본·중국 ····· 107
4. 한국 ····· 110
5. 국제협력 체계 ····· 111

제 4 절 투자·산업·시장동향 ····· 114
1. 주요국 투자규모 ····· 114
2. 글로벌 환경·해양위성 산업구조 ····· 115
3. 주요 기업 ····· 117
4. 국내 산업구조 ····· 118
5. 지구관측 시장 전망 ····· 119

제 3 장 과학기술적 타당성 분석 ····· 120

제 1 절 문제/이슈 도출의 적절성 ····· 120
1. 문제/이슈 식별 과정 및 결과의 적절성 ····· 120
2. 과학기술 기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성 ····· 127

제 2 절 사업목표의 적절성 ····· 130
1. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성 ····· 130
2. 사업목표 설정의 적절성 ····· 132
3. 성과목표 및 성과지표 설정의 적절성 ····· 134
4. 수혜자 표적화의 적절성 ····· 137

제 3 절 세부활동 및 추진전략의 적절성 ····· 139
1. 세부활동과 사업목표의 연관성 ····· 139
2. 세부활동 도출의 적절성 ····· 141
3. 성과지표의 적절성 ····· 164
4. 세부활동의 기간 추정과 시간적 선후관계의 적절성 ····· 167
5. 사업 추진전략의 적절성 ····· 174

제 4 장 정책적 타당성 분석 ····· 179

제 1 절 정책의 일관성 및 추진체제 ····· 179
1. 상위계획과의 부합성 ····· 179
2. 사업 추진체제 및 추진의지 ····· 197

제 2 절 사업추진상의 위험요인 ····· 202
1. 재원조달 가능성 ····· 202
2. 법/제도적 위험요인 ····· 206
3. 기타 위험요인 ····· 208

제 5 장 경제적 타당성 분석 ····· 210

제 1 절 비용 추정 ····· 210
1. 총사업비의 구성 ····· 210
2. 적정 사업비 검토 ····· 222
3. 적정 운영비 검토 ····· 229
4. 총비용 추정 ····· 231

제 2 절 경제성 분석 ····· 232
1. 주관부처의 경제성 분석 ····· 232
2. 예비타당성조사의 경제성 분석 ····· 238

제 6 장 종합분석 및 결론 ····· 240

제 1 절 조사결과 ····· 240
1. 사업계획 원안에 대한 조사결과 ····· 240
2. 주관부처 소명자료에 대한 검토 결과 ····· 243
3. 예비타당성조사 대안의 도출 ····· 250

제 2 절 AHP를 이용한 종합분석 ····· 255
1. AHP 기법을 활용한 종합분석의 개요 ····· 255
2. 종합평가 결과 ····· 256
제 3 절 결론 및 정책제언 ····· 262
1. 결론 ····· 262
2. 정책제언 ····· 263

참 고 문 헌 ····· **266**

부 록 ····· **277**

표 목 차

〈표 1-1〉 성과목표 및 지표 총괄표 ····· 75
〈표 1-2〉 연도별 성과목표 및 성과지표 ····· 76
〈표 1-3〉 사업 추진 주체별 역할(안) ····· 80
〈표 1-4〉 동 사업의 개발 분야별 소요예산 ····· 81
〈표 1-5〉 동 사업의 연도별 부처별 투입 예산 ····· 81

〈표 2-1〉 정지궤도 환경·해양위성의 구분 및 주요 관측 대상 ····· 87
〈표 2-2〉 정지궤도와 저궤도 환경·해양 관측위성 비교 ····· 90
〈표 2-3〉 정지궤도 환경·해양위성 기술분류 ····· 92
〈표 2-4〉 천리안위성 2B 호 환경·해양탑재체 주요 제원 ····· 94
〈표 2-5〉 위성 기반 대기환경 관측 탑재체의 발전 과정 ····· 95
〈표 2-6〉 주요 해색 관측 탑재체의 발전 과정 ····· 99
〈표 2-7〉 정지궤도 해양탑재체 세대별 성능 비교 ····· 101
〈표 2-8〉 미국 정지궤도 환경·해양 관측 관련 주요 정책·계획 ····· 105
〈표 2-9〉 Copernicus 대기·해양 관측 관련 Sentinel 위성 ····· 106
〈표 2-10〉 유럽 정지궤도 대기·해양 관측 정책 요약 ····· 107
〈표 2-11〉 일본·중국의 환경·해양 관측위성 정책 비교 ····· 109
〈표 2-12〉 한국 정지궤도 환경·해양위성 관련 정책 추진 경과 ····· 110
〈표 2-13〉 정지궤도 환경·해양위성 관련 주요 국제협력 체계 ····· 112
〈표 2-14〉 우주항공청 2026 년 예산(정부안) 주요 분야 ····· 115
〈표 2-15〉 국내 정지궤도 환경·해양위성 산업 생태계 구조 ····· 118

〈표 3-1〉 부처 제시 수량 및 비용 기준 국산화율 ····· 126
〈표 3-2〉 주관부처가 제시한 동 사업의 논리모형 ····· 130
〈표 3-3〉 비전, 전략목표, 이슈/문제 ····· 133
〈표 3-4〉 부처 제시 동 사업 주요 일정(안) ····· 135
〈표 3-5〉 전략/성과목표와 핵심성과지표 ····· 136
〈표 3-6〉 천리안위성 6 호 개발 사업 주관연구개발 참여의향 조사 결과 ····· 138

<표 3-7> 동 사업의 TRL 평가 절차 ·····144
<표 3-8> 부처 제출 '제 3 자 독립평가 방식 TRA 수행체계 및 경과' ·····145
<표 3-9> 기획보고서 상 TRA 평가 결과('자체검토'와 '전문가협의체' 의견 반영) ·····146
<표 3-10> 주관부처가 제시한 동 사업 기획 거버넌스의 참여 주체별 역할 구분 ····148
<표 3-11> 기획보고서 상 동 사업 기획 기구별 산·학·연 전문가 비중 ·····149
<표 3-12> 부처 제시 추진시스템 비교표(산업체 개발역량 포함) ·····155
<표 3-13> 핵심기술 기술향상 방안(본체) ·····160
<표 3-14> 추진시스템 비교표(타 위성 대비 차별적인 고려 사항 표시) ·····161
<표 3-15> 탑재체 및 추진시스템 국산화율 목표(천리안위성 2 호 대비) ·····162
<표 3-16> 스페이스파이오니어 사업과 정지궤도위성 사업의 R&D 역할 구분 ·····162
<표 3-17> 스페이스파이오니어 사업 성과물 및 적용 위성 사업 ·····162
<표 3-18> 천리안위성 2B 호-천리안위성 6 호 시스템 및 본체 주요 사양 비교 ·····164
<표 3-19> 천리안위성 2B 호-천리안위성 6 호 환경탑재체 주요 사양 비교 ·····165
<표 3-20> 천리안위성 2B 호-천리안위성 6 호 해양탑재체 주요 사양 비교 ·····166
<표 3-21> 주관부처가 제시한 동 사업과 선행사업 체계개발 마일스톤별 기간소요 비교 ···168
<표 3-22> 2GHz 대역 국제등록 현황 ·····172
<표 3-23> 8GHz 대역 국제등록 현황 ·····173
<표 3-24> 천리안위성 6 호 사업 추진주체별 역할(안) ·····175

<표 4-1> 상위계획과의 부합성 조사 결과 ·····179
<표 4-2> 상위계획과의 부합성 평점 결과표 ·····180
<표 4-3>「제 5 차 과학기술기본계획」중 동 사업 관련 내용 ·····180
<표 4-4>「제 4 차 우주개발진흥 기본계획」중 동 사업 관련 내용 ·····183
<표 4-5>「이재명정부 국정운영 5 개년 계획(안)」중 동 사업 관련 내용 ·····183
<표 4-6>「대한민국 인공위성 추진전략」중 동 사업 관련 내용 ·····185
<표 4-7>「제 3 차 위성정보활용종합계획」중 동 사업 관련 내용 ·····185
<표 4-8>「우주항공청 정책방향」중 동 사업 관련 내용 ·····188
<표 4-9>「제 4 차 국가 기후위기 적응대책」중 동 사업 관련 내용 ·····189
<표 4-10>「탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제 1 차 국가 기본계획」중 동 사업 관련 내용 ··191
<표 4-11>「제 2 차 해양수산과학기술 육성 기본계획」중 동 사업 관련 내용 ·····193
<표 4-12>「제 3 차 대기환경개선 종합계획」중 동 사업 관련 내용 ·····194

<표 4-13>「제 3 차 해양수산발전 기본계획」중 동 사업 관련 내용 ·····195
<표 4-14> 정지궤도위성 사업내용 비교 ·····198
<표 4-15> 부처 제시 동 사업에 활용가능한 시설장비 소유형태 및 소유기관 ·····199
<표 4-16> 천리안위성 6 호 개발사업 부처별 소요예산 ·····202
<표 4-17> 우주항공청 신규(요구예산) 및 종료(가용예산) 연도별 현황 ·····203
<표 4-18> 기후에너지환경부 신규(요구예산) 및 종료(가용예산) 연도별 현황 ·····204
<표 4-19> 해양수산부 신규(요구예산) 및 종료(가용예산) 연도별 현황 ·····204
<표 4-20> 기획보고서 상 장납기 부품에 대한 기재 내용 ·····209

<표 5-1> 천리안위성 6 호 개발 분야별 소요예산 ·····210
<표 5-2> 시스템 및 본체 개발 소요예산 ·····211
<표 5-3> 환경탑재체 개발 소요예산 ·····212
<표 5-4> 해양탑재체 개발 소요예산 ·····212
<표 5-5> 천리안위성 6 호 개발사업 부처별 소요예산 ·····213
<표 5-6> 천리안위성 6 호 개발 사업 비목별 소요예산 ·····215
<표 5-7> 개발 내용별 구축장비 ·····216
<표 5-8> 부처 제시 구축예정 장비 목록(시스템/본체) ·····216
<표 5-9> 부처 제시 구축예정 장비 목록(환경탑재체) ·····217
<표 5-10> 부처 제시 구축예정 장비 목록(해양탑재체) ·····218
<표 5-11> 천리안위성 6 호 운영비('34～'43) 비목별 연평균 금액 ·····219
<표 5-12> 적정 사업비 검토 ·····222
<표 5-13> 시스템 및 본체 적정 사업비 검토 ·····224
<표 5-14> 환경탑재체 적정 사업비 검토 ·····225
<표 5-15> 해양탑재체 적정 사업비 검토 ·····227
<표 5-16> 발사비 및 보험료 적정 사업비 검토 ·····227
<표 5-17> 연구장비 구축계획 검토 대상 장비 검토결과 ·····228
<표 5-18> 천리안위성 6 호 운영비('34～'43) 비목별 명목 금액 ·····230
<표 5-19> 경제성 분석을 위한 총비용 ·····231
<표 5-20> 주관부처의 경제성 분석(CVM) 결과 ·····233
<표 5-21> 부처의 편익 산출식 ·····233
<표 5-22> 부처의 편익 산출 시 적용 변수 ·····234

<표 5-23> 부처가 고려한 편익 항목 ·····234
<표 5-24> 주관부처의 경제성 분석(비용저감 및 피해저감 편익 추정) 결과 ·····237
<표 5-25> 천리안위성 6호의 연간 편익 ·····239
<표 5-26> 사업의 편익흐름 ·····239
<표 5-27> 대안의 비용편익 분석 결과 ·····239

<표 6-1> 대안 도출을 위한 예산규모 검토 결과 ·····253
<표 6-2> 예비타당성조사 대안의 연차별 투자규모 ·····254
<표 6-3> 예비타당성조사 대안의 연차별 투자규모(부처별) ·····254
<표 6-4> 동 사업 예비타당성조사의 AHP 평가항목 ·····258
<표 6-5> 동 사업 AHP 평가항목별 가중치 산정 결과 ·····260
<표 6-6> 동 사업 대안에 대한 AHP 평가결과 ·····261
<표 6-7> 기획보고서 원안과 예비타당성조사 대안의 비교 ·····262
<표 6-8> 동 사업의 대안에 대한 AHP 평가결과 요약 ·····263

그 림 목 차

[그림 1-1] 천리안위성 6호 시스템 구성도 ····77
[그림 1-2] 정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발 사업 구조 ····78
[그림 1-3] 천리안위성 6호 개발 사업 추진체계 ····79

[그림 2-1] 정지궤도 환경위성 관측 원리 ····88
[그림 2-2] 해양위성 관련 입사광·수중 흡수와 산란·수출광 ····89
[그림 2-3] 정지궤도와 저궤도 위성의 차이 ····91
[그림 2-4] 2025년 주요국 정부 우주예산 ····114
[그림 2-5] 2025년 글로벌 우주경제 구성 ····116
[그림 2-6] 글로벌 지구관측 데이터·서비스 시장 전망 ····119

[그림 3-1] 주관부처의 동 사업 비전 및 목표 중 추진전략 ····129
[그림 3-2] 주관부처가 제시한 동 사업 목표 ····131
[그림 3-3] 주관부처가 기획보고서에서 당초 제시한 동 사업 작업분해도(WBS) ····139
[그림 3-4] 주관부처가 제시한 동 사업 기획 거버넌스 ····148
[그림 3-5] 주관부처가 제시한 동 사업 시스템 및 본체 산업체 수요 발굴 및 기획 검토 절차 ····150
[그림 3-6] 천리안위성 6호 추진계 관련 기술 현재/목표 TRL ····153
[그림 3-7] 부처에서 제시한 천리안위성 2B호 대비 국산화율 목표 ····158
[그림 3-8] 천리안위성 6호 사업 추진 일정(안)(상세) ····170
[그림 3-9] 동 사업 추진체계 ····174

[그림 4-1] 제4차 우주개발진흥 기본계획 수정계획('23~'27) 비전 및 추진전략 ····182
[그림 4-2] 인공위성 분야 전략 로드맵 ····184
[그림 4-3]「제3차 위성정보활용종합계획」비전 및 추진전략 ····186
[그림 4-4]「우주항공청 정책방향('24)」이 제시한 우주청의 비전 및 목표 ····187
[그림 4-5]「탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」비전 및 추진전략 ···190

[그림 4-6] 「제 2 차 해양수산과학기술 육성 기본계획('23~'27)」 비전 및 추진전략 ·····192
[그림 4-7] 「제 3 차 대기환경개선 종합계획('23~'32)」 비전 및 추진전략 ·····194
[그림 4-8] 제 4 차 해양조사기본계획('26~'30) ·····196

[그림 6-1] 분석적 계층화법을 이용한 평가절차 ·····256
[그림 6-2] 동 사업의 예비타당성조사 의사결정 모델 ·····257

요 약

요 약

제 1 장 사업 개요 및 조사방법

1. 사업 개요

가. 사업 추진배경 및 목적

□ 추진배경 및 필요성

○ 한반도 및 주변 환경·해양의 연속적인 광역 관측이 가능한 정지궤도 위성 확보 및 국내 개발역량 확대

□ 추진 근거

○ 「우주개발진흥법」, 「대기환경보전법」, 「해양조사정보법」, 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」의 우주물체(인공위성) 개발 및 국민 보호와 공공복리 증진을 위한 연구개발 추진을 근거로 추진

□ 사업목표

○ (전략목표) 한반도 및 주변 영역의 환경·해양 상시 관측 수요에 지속대응 가능한 서비스 고도화 기반 구축

○ (성과목표) 한반도 및 주변 환경·해양의 연속적인 광역 관측이 가능한 정지궤도위성 확보 및 국내 개발역량 확대

- (성과지표) 목표 대비 진척도(100%), 성능목표 달성도(100%), 핵심기술 확보수(61개), 부(분)품 국산화율(66%)

2. 세부내용 및 예산

□ (전략과제의 구성) 동 사업은 시스템 및 본체, 환경탑재체, 해양탑재체 3개 부문으로 나누어 추진됨

○ (시스템 및 본체) 탑재체 동시 운영 및 관측시간 확대를 위한 하이브리드 추진 정지궤도위성 표준 플랫폼 국내독자 개발

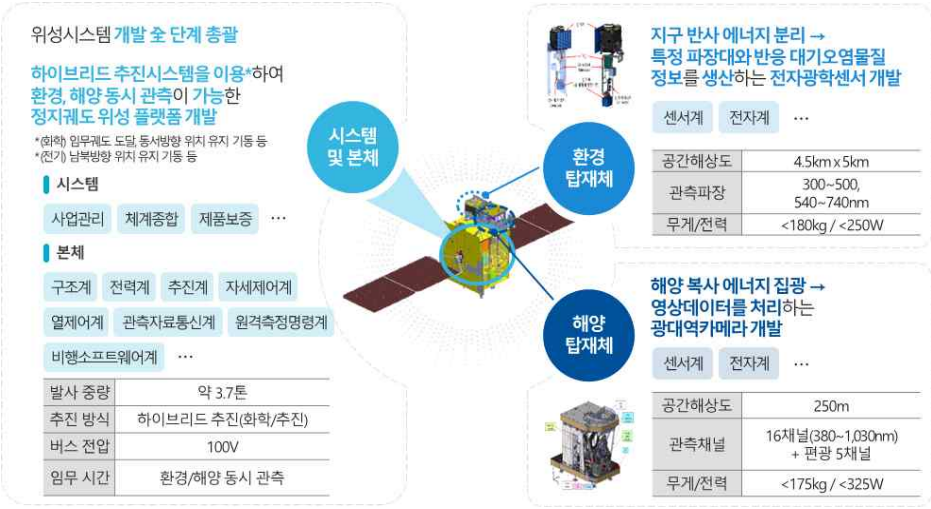
※ 천리안위성 2B호 환경·해양탑재체의 관측시간인 각 30분에서 60분으로 확대

○ (환경탑재체) 평균 동(洞) 단위 수준의 동아시아 대기오염물질(오존, 에어로졸, 이산화질소 등) 관측과 관측 파장 증가에 따른 지표 부근(~2km) 오존·에어로졸 분류·구름 등 산출물 정확도 향상을 목표로 국내주도 개발

※ 천리안위성 2호 해외공동개발에 이은 2번째 개발 → 설계 및 제작, 시험·검증, 운영 등 개발 全과정을 국내에서 수행, 국내 확보 불가 또는 어려운 기술은 해외협력 추진

○ (해양탑재체) 연안해양환경 관측대상 확대(유해조류 세분화, 해무 등 관측) 및 산출물 정확도 향상(오차율 감소)을 목표로 국내독자 개발

※ 천리안위성 1호: 해외도입, 천리안위성 2호: 해외도입 기반 일부 공동개발에 이은 3번째 개발 → 설계 및 제작, 시험·검증, 운영 등 개발 全과정을 국내에서 수행



[그림 1-1] 천리안위성 6호 시스템 구성도

출처: 기획보고서

□ (추진체계) 우주항공청 주관의 다부처 공동사업으로서 부처, 연구개발기관, 위원회 역할 분담

○ 총괄 주관연구개발기관에 사업 종합관리 및 총괄책임을 부여하여, 개발사항 간 연계 및 효율을 도모

○ 관제·전처리시스템은 위성 발사 후의 안정적 통합운영을 위해 한국항공우주연구원이 개발

※ 위성 발사 후 한국항공우주연구원이 관제 수행(천리안위성 공동운영규정 제8조: 위성운용기관(한국항공우주연구원)은 위성 본래 목적을 달성할 수 있도록 위성 관제, 운영 등을 수행한다.)

○ 연구기관·대학 전문가로 구성된 기술전문위원회를 통해 개발 마일스톤에 따른 연구성과물의 기술적 검토 및 기술공정 현황점검 등의 관리를 수행



[그림 1-2] 천리안위성 6호 개발 사업 추진체계

출처 : 기획보고서

□ (소요 예산) 총 사업비 7년간('27~'33) 총 7,530.47억 원이며 분야별로 시스템 및 본체 2,813.9억 원, 환경탑재체 2,183.01억 원, 해양탑재체 1,407.44억 원, 발사/보험료 1,126.12억 원(전액 국고)

※ 우주항공청은 시스템/본체, 기후에너지환경부는 환경탑재체, 해양수산부는 해양탑재체 예산을 담당하고 발사비/보험료는 기후에너지환경부.해양수산부가 공동 분담

<표 1-1> 동 사업의 개발 분야별 소요예산

(단위: 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합 계
시스템 및 본체	287.29	720.76	683.95	620.66	379.89	69.74	51.61	2,813.90
환경탑재체	346.96	410.84	524.27	509.31	359.60	19.13	12.93	2,183.04
해양탑재체	245.58	412.67	396.89	282.81	47.50	11.49	10.49	1,407.43
발사비 및 보험료	-	-	-	112.61	394.14	563.05	56.30	1,126.10
합 계	**879.83**	**1,544.27**	**1,605.11**	**1,525.39**	**1,181.13**	**663.41**	**131.33**	**7,530.47**

출처: 기획보고서

□ 기대효과

○ 세부 행정구역 단위의 정확도 높은 대기오염물질 발생·이동·영향 정보를 제공하여 국민 건강 피해 최소화 및 대기 정책 지원 강화

○ 정확한 해양위성정보 생산으로 유해조류 등 해양재난·재해에 대한 대응력 강화와 해양오염·사고 등으로 인한 인적, 물적 피해 최소화 기대

○ 장기간의 기후·환경(대기·해양) 감시 정보를 통한 기후변화 대응력 강화와 정책적 근거 마련

○ 전 지구적 환경·해양 정보를 축적·공유하여 국제적 위상 제고

○ 전기추진시스템 개발 기술 확보·축적을 통해 통신, 데이터 중계, 상시 감시정찰, 항법서비스 등 다양한 정지궤도 임무 적용 및 활용 분야 확장성 기대

3. 조사방법

가. 과학기술적 타당성 분석

□ 문제/이슈 도출의 적절성 항목에서는 정지궤도 환경·해양위성 개발 관련 문제 및 이슈를 분석한 절차 및 내용의 타당성, 문제/이슈에 대한 과학기술적 해결방안 적절성, 동 사업 외 대안 가능성, 민간주도 가능성 등을 검토

□ 사업목표의 적절성 항목에서는 사업목표, 성과목표와 제시된 문제/이슈와의 연관성 및 문제 해결 기여도 분석, 문제/이슈 해결 기여도와 사업목표 달성 측면에서 객관적이고 연관성이 높은 성과지표인지 검토

□ 세부활동 및 추진전략 항목에서는 문제/이슈의 해결과 사업목표 달성을 위한 핵심 기술요소, 기술개발 내용 구체적인 구성 여부, 시설/장비구축 계획의 적절성, 세부활동 성과지표와 실현시기를 고려한 기간추정의 적합성 등을 분석함

나. 정책적 타당성

□ 정책의 일관성 및 추진체제 항목에서는 상위계획과의 부합성과 기존 또는 유관 연구개발 사업 등과의 차별성 및 성과 연계방안의 타당성, 관련 기업들의 참여의지/가능성 등에 대해 조사함

□ 사업 추진상의 위험요인 항목에서는 부처의 재원조달 가능성과 WTO 보조금 협정, 등 법·제도적 위험요인을 검토

다. 경제적 타당성

□ 비용 추정 항목에서는 세부활동별(연구개발, 장비도입, 위성 발사비용 등) 규모 추정의 적절성 등을 검토함

□ 편익 추정 및 경제성 분석과 관련해서 기획보고서에서 제시한 조건부가치측정법(CVM) 및 편익 항목의 적절성, 편익 추정에 적용된 주요 요소의 적절성 등을 검토함

제 2 장 과학기술적 타당성 분석

1. 문제/이슈 도출의 적절성

가. 문제/이슈 식별과정 및 정의의 적절성

□ 주관부처는 동 사업이 해소해야 하는 문제/이슈로 ① 대기·해양 환경 변화에 대응하는 연속적인 광역 관측 수단 부재, ② 주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속을 제시하였으나, 활용된 일부 사실관계와 가정이 적절하다고 보기 어려움

□ 문제/이슈 식별 과정에서 기존 위성의 성과와 한계, 대체·보완수단과의 관계, 실제 업무효과성에 대한 분석이 부족함

(문제/이슈 ①) 대기·해양 환경 변화에 대응하는 연속적인 광역 관측 수단 부재

□ 동 사업은 문제/이슈 도출 과정에서 기존 정지궤도위성이 운영되고 있음을 고려하여 기능을 승계하려는 천리안위성 2B호 등의 과학기술적 효과 및 한계와 원인 분석 등이 수반되었어야 하나, 제시된 문제/이슈 ①은 전혀 새로운 신규 위성의 추진을 위한 문제/이슈 도출에 가까워 도출 논리와 가정 및 근거 재검토가 필요함

○ 동일 임무를 수행하는 천리안위성 2B호가 실제 운영 중인 상황에서 비교 기준을 천리안위성 2B호의 현 효용이 아닌 전무한 상황과 비교하는 것은 환경·해양 정지궤도위성 사업의 기투자 효과를 배제하게 되어 논리의 적절성에 대한 의문과 동 사업효과의 과다 추정 위험 발생 가능

○ 동 사업이 승계하려는 기존 정지궤도위성(천리안위성 1호/2B호)의 초기 성능 목표 대비 실제 달성 현황 및 원인 분석 내역 제시의 보완이 필요

□ 후속 위성 미운영 시 발생할 수 있는 부작용에 대해 정량적인 근거 제시와 해당 역할을 대체할 수 있는 대안적 수단 및 인프라 고려 시 동 사업이 최적의 대안이라는 논거의 제시는 부족

○ 문제/이슈 식별 과정에서 사업 미시행 시 효과가 감시 불가, 예측의 불확실성 증가, 시계열 데이터 미확보 등의 관측 공백에 대한 현황 중심으로 기술되어 있고 기후

변화에 따른 국민의 재난재해 피해 대응 효과 감소에 대한 객관적이고 정량적인 근거 제시는 부족

○ 천리안위성 2B호기의 후속 정지궤도위성 미운영 시 제기된 문제/이슈를 해결할 수 있는 대안이 전무하다고 보기 어려움에도 주관부처는 본 위성의 기능적 특성(상시, 광역관측)을 중점 강조하며 해당 특성으로 인해 타 관측수단으로 대체 불가하다는 측면만 부각

○ 정지궤도위성과 대안 간의 차별적 특성, 장단점, 효과를 면밀히 검토하여 천리안위성 2B호를 승계하는 정지궤도위성이 최적의 대안임을 피력하여야 하나 정밀한 비교 분석이 부족하여 필요성 판단이 어려움

- 정지궤도위성의 단점은 저궤도위성의 높은 해상도, 편대운영의 용이성, 저렴한 발사비용 등 장점을 통해 절충이 가능하므로 대안간 입체적인 장단점 비교를 통해 동 사업의 필요성 제시가 요구되나 관련 내용은 부족함

□ 주관부처의 주장대로 광역관측을 통한 기후변화에 기인한 대기·해양 환경 변화 정보 제공과 연속적인 학술 분석 보장이라는 ‘ ‘보편타당한 가치’는 인정되나 재난재해 방지 등의 효과성 측면에서 보조적 역할에 가까워 지속적인 대규모 신규 공공부문 투자의 당위성을 입증할 구체적인 근거 제시는 부족함

○ 정지궤도 위성은 특정 광역지역을 장시간 관측한다는 장점이 있으나 지표로부터 원거리에서 대기 기둥을 저해상도로 측정하는 제약으로 인해 보조적 역할에 한정된다는 한계 존재

○ 주관부처는 해양탑재체의 경우 천리안위성 1호와 2B호만으로는 누적 관측 기간이 짧아(<20년) 지구온난화에 의한 해양생태계 변화를 명확히 진단하는 데 한계가 존재한다고 주장하고 있으나 대조군이 없는 지구온난화를 장기 데이터 누적으로 분석할 수 있다는 논리나 근거의 제시는 부족함

□ 대기환경 관측과 관련하여 주관부처는 지상관측망의 관측 공백과 정지궤도위성의 광역·상시 관측 필요성을 강조하였으나, 지상관측망과 위성관측간의 관계, 관측 공백의 의미, 행정서비스 활용 가능성에 대한 설명은 부족함

○ 주관부처는 위성환경관측의 대안으로 전국적 ‘지상관측망’ 설치를 비교하고 있으나 약 70%가 산지인 우리나라의 지형 특성상 전 국토에 ‘지상관측망’ 설치 및 운영이 유효한 대안으로 적절하게 제시되었다고 보기 어려움

□ 환경탑재체의 측정 해상도 개선 기대효과로 법정동 단위 관측정보 제공 가능성과 지상관측망보다 정지궤도 위성이 비용 대비 효과적임을 강조하나 위성과 지상관측망은 대기오염 측정에 보완관계이고 정지궤도위성 데이터의 실제 활용에 소요되는 전산작업 및 기술역량은 고려하지 않아 설명에 한계 있음

○ 정지궤도위성과 지상관측망은 상호 장단점이 있는 보완관계로 완전대체를 가정한 비교는 투입 비용의 과소 추정을 초래할 수 있음

○ 정지궤도위성은 측정 한계가 있고 행정서비스 제공 시 추가 요건 등이 충족되어야 함

- 행정서비스 제공 시 '자료의 융합 및 알고리즘 고도화' 역량이 전제되어야 하며[1] 관련 연구에 추가적인 투자가 필요하고 위성데이터는 특정 지역의 '세부 배출원 규명'[2]에는 한계가 있어 즉각적인 행정 처분이나 단속에 직접 활용하기에는 무리

○ 정밀한 데이터 처리 작업이 선행되어야 하며 해당 작업에도 행정적 비용 소요 및 투자가 필요한 상황으로 지상관측망 대비 효과가 더 높은지 판단 어려움

- 광역대에서 연속 관측 자료 제공으로 대기오염물질의 광범위한 변화를 파악하는 데는 유리하나 실제 예측 정확도 향상과 행정업무에서의 정보 유용성은 별도 검증되어야 할 내용

○ 대기오염물질은 공기 중에서 광역적으로 이동하는 경향이 있어 행정서비스의 수혜자 입장 및 비용 대비 효과 측면에서는 법정동 단위보다 시/군/구 등 광역 단위가 더 적합할 수 있으나 관련 분석 제시 등 부족

□ 해양탑재체는 해양환경변화, 해양사고 유발요소의 연속적인 광역 관측 수단으로서 시간단위 관측데이터 제공을 강조하나 효율성 측면에서 시간 단위 정보 산출 필요성 설득력 미약

○ 현재, 천리안위성 2B호가 운영 중으로 현재 한반도 및 주변해역을 관측하는 연속적인 광역 관측수단이 존재함에도 이러한 핵심 사실을 간과한 '광역관측 수단 부재'라는 현황진단에 의거하여 문제이슈 도출

○ 해양 발생 재난(적조, 저염분수, 괭생이모자반 등)은 계절성이 있거나 중국대륙의 홍수발생, 해수온도 상승 등 주요 원인이 있는바 관측에 투입되는 비용 대비 효과를 고려할 시 연중 상시 시간 단위 관측 필요성 근거 미약

---

1) 위성 데이터와 지상 데이터를 결합하여 지표면 농도를 추정하는 모델링 기술이 필수적

2) 이를테면, 특정 지역의 미세먼지 원인이 특정 공장인지 차량 배출가스인지 등 원인 규명

○ 해양탑재체의 관측해상도[3]가 타 관측수단에 비해 낮아 해양발생재난의 실제 현황 파악을 위해서는 타 관측수단의 추가 확인이 필요한 바 정지궤도위성은 보조적 관측수단이라는 한계 있음

(문제/이슈 ②) 주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속

□ 주관부처가 핵심기술 국산화 필요성을 제시하였으나, 해외도입 의존이 환경·해양 재난 및 기후변화 대응 서비스에 미치는 영향, 국산화율 산정 기준, 동 사업의 고유한 국산화 기여도 측면에서 근거가 부족함

○ "환경·해양 재난 및 기후변화 대응 서비스 구현" 관점에서 정지궤도위성 체계개발의 일정 지연이라는 문제 식별이 필요하나 해당 내용 미흡

- 동 사업의 목표에 부합하는 해결 과제는 "환경·해양 재난 및 기후변화 대응 서비스 미흡"으로 판단되며 본 과제를 해결하기 위해 "위성체계개발 일정 연기 요인" 해소 및 "핵심기술 해외도입 의존 탈피(국산화)"가 중요함을 인과적으로 도출할 필요가 있으나 핵심기술의 해외도입 의존이 "재난 및 기후변화 대응 서비스"에 미치는 영향 분석과 해외도입 의존 해결 시 서비스 개선 효과 등에 대한 설명은 부족
- '문제/이슈2' 관련하여 국내 기술역량 확대 또는 핵심기술 국산화에 기여할 수 있는 다양한 대안이 있으나 정지궤도위성의 '위성체계개발 일정 연기 요인 해결'을 강조하며 대체가 어렵다는 부분 위주로 언급

□ 동 사업을 통한 정지궤도 환경·해양 위성 관련 국산화율 기준 등 R&D 투자를 정당화하기에 일부 부적절한 논거가 포함되어 있음

○ 부처는 천리안위성 2B호 대비 높은 국산화율 달성을 기대효과로 제시하였으나 천리안위성 2B호 이후 정지궤도 공공복합통신위성 (천리안 3호), 정지궤도 기상·우주기상 위성(천리안 5호) 등 복수의 정지궤도위성 사업이 진행되어 정부 R&D 전체 관점에서 동 사업의 고유한 국산화율 제고 효과만을 설정하였다고 보기는 어려움

○ 부(분)품 단위 국내 산업체 주도 개발 시 국산화로 판단하나 국내주도의 정의는 해외협력도 포함하고 있어 해외기술 도입도 국산화로 판정가능하여 기준이 불명확

3) 천리안위성 6호의 관측해상도 개선 성능은 250m× 250m

○ 국산화율 달성 기준을 부(분)품 수량 기준으로 제시하였으나 기술단위에서 부품 또는 부분품이 혼재되어 있고 부품 또는 부분품 기준에 따라 국산화 여부 및 국산화율 산정 수치가 달라질 수 있는 등 기준 설정에 주관적 판단 개입 여지도 있음

- 주관부처는 부(분)품 국산화율을 (국내개발/검증 부(분)품 수 ÷ 전체 부(분)품 수)의 백분율로 정의함
- 부품의 부가가치를 반영한 비용기준 국산화율의 경우 국산화율 수치가 낮아지는 등 국산화율 기준 변경에 따라 국산화 달성 정도에 차이가 있을 수 있어 신뢰가능한 지표 설정이 중요

○ 스페이스파이오니어 사업 성과물의 동 사업 연계 활용 관련 이미 천리안위성 3호 등 타 정지궤도위성 사업에서도 성과물 연계를 추진하였는데 계획 대비 성공/실패 실적 원인 분석 및 개선 방안, 동 사업 유사사례 대응 방안 등 제시가 부족하여 실제 연계 활용 가능성 판단이 어려움

나. 과학기술 기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성

□ 천리안위성 2B호기를 통해 환경·해양위성 확보 및 정지궤도위성의 체계개발 역량을 어느 정도 확보한 것으로 볼 수 있음에도, 전액 국고로 예산을 지원하는 국가연구개발사업으로 동 사업을 신규 추진해야 하는 문제/이슈 식별의 구체성은 부족

○ 「우주개발 진흥법」 개정('22.12. 시행)으로 천리안위성 2B호와 동일하거나 유사한 체계를 조달계약으로 획득할 수 있는 기술적·제도적 대안이 마련되었음에도, 주관부처는 천리안위성 2B호의 후속사업인 동 사업을 국가연구개발 방식으로 추진을 요구

- 또한, 주관부처는 스페이스파이오니어 사업 등 기존 R&D 사업을 통해 국내 기술이 축적되었으나, 국내 정지궤도위성 관련 기술수준은 여전히 국가연구개발사업 지원을 통한 고도화가 필요한 상황이라고 주장

□ 정지궤도 위성 분야에 대한 민간의 기술역량과 지구관측 관련 산업에 대한 시장분석이 필요하나 내용 제시가 부족

○ 동 사업은 지구관측용 정지궤도 대형 위성 산업을 육성하고 민간기업의 기술역량 향상을 목표로 하고 있어 지구관측용 정지궤도 대형 위성 산업에 주안점을 둔 시스템, 탑재체 내 세부 기술별 민간기업의 기술역량을 상세히 분석하고 정부지원 필요성을 제시하여야 하나 해당 내용 미흡

- 동 사업이 시행되더라도, 민간기업이 정지궤도 위성의 체계종합, 시스템 및 본체 주관연구개발기관 역할을 수행하는 것은 '정지궤도 기상위성·우주기상 위성 개발사업' 이후 최초의 정지궤도 위성사업이므로 정부의 지속 지원 필요성을 민간기업의 기술역량 분석 등에 기반하여 제시할 필요가 있음에도 관련 내용 검토는 부족함
- 지구관측 탑재체도 산업시장 규모 및 국내 산업 역량, 민간기업의 세부 기술별 기술역량 분석을 통해 정부 지원 여부가 제시되어야 하나 위성체 제작 관련 시장 현황 자료 이외에 지구관측용 정지궤도 대형 위성에 특화된 시장분석, 민간기업 기술역량 등의 구체적 분석 내역 제시는 미흡

□ 동 사업의 주요 과제로 민간의 체계종합, 본체개발 역량 제고를 제시하고 있으며 정부의 산업기반 조성 역할을 거론하며 정부 차원의 지원 필요성을 언급하였으나 민간기업 수행 역량에 대한 근거 제시는 부족

○ 민간기업이 동 사업을 수행할 수 있는 기술 및 투자 역량과 향후 독자적으로 시장 창출 및 산업여건을 조성할 수 있는지 등 주관부처가 검토한 내역이 구체적으로 확인되지 않음

○ 국내기업은 동 사업의 주관기관으로서 출연연에서 위성 본체/시스템 관련 기술을 이전받아 체계종합을 수행할 예정이므로 기술, 인력, 인프라 등의 확보 정도, 부족할 경우 대안 등 구체적 계획을 제시할 필요가 있음

□ 공공에서 보유하고 있는 정지궤도위성 시스템 체계 개발 및 본체 개발 역량을 민간에 이전하여 국내 기업역량 증진과 산업 육성을 부가적인 목표로 설정하나 구체적인 기술이전 효과, 산업활성화 방안 제시는 미흡

○ 주관부처는 동 사업 추진전략의 일환으로 국내 산업체 역량 강화를 제시하고 핵심기술의 국내 주도 및 신기술 선점 필요성, 하이브리드 추진시스템, 환경/해양 탑재체의 민간 참여 범위 확대를 언급하고 있으나 정부차원의 종합적인 로드맵, 민간기업에 대한 구체적인 육성 전략 제시는 부족함

○ 국내 기술이전을 위해서는 기본적으로 공공과 민간의 기술수준을 구분하여 분석하고 민간기업의 기술역량 강화를 위해 민간기업 입장에서 주요 대상기술 선별과 확보방안 설계가 필요하나 관련 내용 미제시

- 기획보고서에서 핵심기술요소(CTE) 도출과 기술성숙도 평가를 수행하였으나 국가 차원에서 공공, 민간을 구분하여 수행한 내용은 아님

○ 실효성 높은 민간주도 우주산업으로 전환하기 위해서는 주관 후보 민간기업의 정지궤도인공위성 산업시장 창출 의지 및 산업생태계 조성 노력이 필요함에도 관련 내용은 부족

- “환경·해양 정지궤도위성” 산업이 국내 민간기업이 상용 우주개발을 주도할 수 있는 시장인지에 대해 구체적이고 객관적인 자료 제시가 부족하여 본 사업을 통한 “민간 주도 상용 우주개발로 전환”이 합당한지 설득력이 부족함

2. 사업목표의 적절성

가. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성

□ 제시된 동 사업의 문제/이슈는 사업목표의 달성을 통해 일정 부분 해소될 수 있을 것으로 판단되지만, '주요 핵심기술의 대외 의존 지속' 문제 해소에는 한계가 있을 것으로 판단됨

○ 사업목표 설정의 적절성, 달성 가능성 등의 문제를 차치하고 사업목표와 문제/이슈 사이의 연관성만을 고려 시 직접적인 연관관계를 보여주는 경우도 있으나 일부 문제/이슈의 경우 명확한 연결 관계를 제시하지 못하는 것으로 판단됨

- 사업의 목표인 '서비스 고도화 기반 구축'은 '향상된 성능의 위성 운영'을 의미하는 것으로 보이며 동 사업목표 달성 시 문제/이슈 중의 하나인 '연속적인 광역 관측 수단 부재'를 자동적으로 해결함
- '서비스 고도화 기반 구축'이 실현되더라도 '주요 핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속'은 실효성 있는 국산화 노력과 성공 구현이 전제되었을 때만 해결이 가능한 것으로 판단됨

나. 사업목표 설정의 적절성

□ 동 사업의 비전은 선도국과 기술격차 및 서비스 제공 역량 차이가 있음에도 환경·해양 정지궤도 위성의 세계 최초 제작 및 운영 이력을 고려하였을 때 지향 가능한 방향으로 판단됨

□ 동 사업의 전략목표는 문제/이슈 해결을 통한 포괄적인 방향 제시 수준이고 정성적으로 설정되어 달성 수준과 판단기준은 불분명하다는 한계가 있음

○ '지속대응 가능한 서비스 고도화 기반 구축'의 정의와 기준이 불분명하고 문제의 해결 수준도 불명확

○ 동 사업의 전략목표와 제시된 문제/이슈 간에는 연관성은 있으나, 문제/이슈 해결은 동 사업 목표 달성을 위한 일부 요인에 불과하며 정보활용, 행정서비스 등 타 역량이 전제되어야 달성 가능

- 동 사업의 '정지궤도위성 확보'는 '서비스 고도화 기반 구축'의 요소이기는 하나 '서비스 고도화'에는 추가적인 정보분석역량, 행정서비스 역량이 전제되므로 궁극적인 해결을 보장하기에는 한계
- 국내개발 역량 확대는 동 사업만의 이슈로 보기 어려우며, 사업목표에 따른 해결 정도와 기여분에 대한 명확한 기준이 제시되지 못함

□ 동 사업의 전략목표는 향상된 광역, 연속 지구관측 정보 서비스를 제공하기 위해서는 물리적, 업무적 기반 마련이 필수라는 점에서 연관성이 있으나 기반구축의 범위가 모호하고 달성하고자 하는 구체적 효과 제시는 부족

○ ''한반도 및 주변 영역의 환경·해양 상시 관측 수요'의 대표성, 객관성이 충분히 확보되지 못함

- 수요조사 응답자 총 166건(환경탑재체 국내외 95건, 해양탑재체 71건)으로 응답자 규모가 이용 수요 연구자 수요와 모집단을 통계적으로 대표할 수 있다는 근거가 명확하게 제시되어 있다고 보기 어려움

○ 환경·해양 정지궤도위성이 제작, 운영되어야 지구관측 정보서비스 제공이 가능하다는 점에서 전략목표는 성과목표와 연관성이 인정됨

○ 행정체계, 운영조직이 확보되어야 고도화된 서비스가 집행될 수 있다는 점에서 기반 구축 목표 설정의 취지는 납득되나 구체성이 부족한 문제점이 있음

○ 기반이 협의의 의미로는 물리적 시설, 광의의 의미로는 서비스제공 관련 전반적인 시스템을 지칭할 수 있어 목표 범위에 대한 자의적 해석이 개입될 여지가 있음

○ "상시 관측 수요에 지속대응"하여 효과를 효과를 거두는데 "상시 관측 수요"의 내용과 목적이 다양하고 포괄적이며 구체적으로 명시되지 않아 기반구축이 제공하는 '서비스 고도화'를 통해 달성하고자 하는 효과가 불분명하여, 사업을 추진하는 목적 파악에 혼선을 초래할 가능성이 있음

○ 고도화된 서비스는 위성 외에 서비스 운영을 위한 행정체계, 운영조직이 확보되어야 집행 가능하다는 점에서 전략목표 달성을 위해 필요한 요인들이 복합적으로 고려되어야 하나, 주관부처가 제시한 전략목표의 방향성은 개요적인 수준으로 구체성 보완 필요

□ 동 사업의 성과목표인 '정지궤도위성 확보'와 '국내 개발역량 확대'는 사업 추진 시 상반되는 판단기준으로 작용하여 사업의 효율적 진행을 저해할 가능성이 있어 사전에 우선 적용 기준 수립 필요

○ ‘정지궤도위성 확보’는 체계개발의 완성을 우선하나 ‘국내 개발역량 확대’는 국내 기술 적용을 우선하여 기한내 사업 완료를 중시할 시 해외기술 도입이 우선되고 사업기간 동안 국내기술역량 축적을 중시할 시 국내기술 사용이 우선되는 등 상반된 기준으로 적용될 가능성이 있음

○ 사업종료 후 성과평가 시에도 국내기술역량 확보 노력이 부족한 경우에도 사업 완성도를 높이고 정지궤도위성을 확보하기 위한 추진이었다고 해명할 수 있어 사업진행 시 상호 상반되는 기준이 되는 두 목표를 구체적 상황에서 적용하는 가이드를 사전에 마련할 필요가 있음

다. 성과목표 및 성과지표 설정의 적절성

□ 주관부처가 ‘국가연구개발사업 표준성과지표 가이드라인’을 준용하여 성과지표 4개를 수립하였다고 하나, 동 사업에서 성과목표가 전략목표의 주요 내용을 충분히 반영하지 못하거나 성과목표가 단순하게 정의된 측면이 존재함

○ 전략목표인 ‘서비스 고도화 기반 구축’ 관련 성과목표는 ‘정지궤도위성 확보’라는 물리적 기반만을 제시하며 ‘정지궤도위성’ 서비스 고도화의 기능 실현에 관한 내용은 명시되어 있지 않음

○ 현재 동 사업이 승계하려는 정지궤도위성(천리안위성 2B호)이 운영되고 있는 상황을 고려 시 문제/이슈에서 “관측 수단 부재”로 정의한 점은 현황을 과도하게 단순화하거나 초점이 어긋난 측면이 있음

○ 동 사업은 위성제작 외에도 위성발사와 초기운영(IOT)도 포함하고 있어 본 위성의 성능 실현에 대한 성과 측정 방안이 중요하나 제시 내역은 부족

□ 성과지표는 사업 전략목표 달성을 위한 일부 조건에 국한되고 과정지표에 해당하여 서비스 고도화 수준 측정에 한계 있음

○ 전략 목표가 “서비스 고도화 기반 구축”으로 위성이 제공하는 관측정보 품질개선을 지향하고 있어 이에 대한 성과지표 반영도 검토 필요

○ 성과지표의 대다수가 과정지표의 성격을 갖고 있어 위성의 임무 성공보다 위성 제작과정의 절차 완수, 단계 도달에 대한 성과 측정 비중이 높은 것으로 판단됨

- '목표대비 진척도', '성능목표 달성도'는 과정지표에 가까워 사업수행 단계별 완료 여부에 대한 성과지표가 상대적으로 비중이 높음
- '핵심기술 확보 수'도 핵심기술의 체계개발 적용에 따라 사업종료 시점에 자동적으로 도달하게 되는 TRL 개수를 지표로 제시하는 바 과정지표 성격이 있음

□ 사업 내역이 업무, 임무 특성에 따라 크게 시스템/본체, 환경탑재체, 해양탑재체로 구분되는데 현재 총괄적인 성과지표만 제시된 상황으로 부문별 성과를 파악하기에는 한계 있음

○ 총괄적인 성과지표에서 부문별 기술수준 및 업무특성을 반영한 기여도 파악도 필요하나 관련 측정 요소 부족

□ 국산화율 산정 방식이 체계개발에 적용된 국내 부(분)품 수인 수량 기준으로 설정되어 있는데 수치 설정 및 산정에서 주관 개입 가능성이 높아 성과지표로서 신뢰성 부족

○ 수량 기준의 국산화율 산정 방식은 단순 저가·범용 부품의 국내 조달을 통해 수량 기준 국산화율을 높이는 방법으로 오용될 가능성이 있어 안보 및 공급망 리스크 제거 지표로 적용하기에도 한계

○ 수량 기준 국산화율 산정에 적용된 전체 부품 수의 세부 내역 및 상세 자료 제시가 없어 신뢰성이 미흡

라. 수혜자 표적화의 적절성

□ 주관부처는 정부(환경·해양 재난 대응력 강화), 국민(환경·해양 재난 재해 대비), 산업체(위성 개발 역량 향상, 우주헤리티지 확보), 학계/연구계(환경·해양 학술연구 관련 향상된 데이터 활용)를 수혜자로 제시

○ 국민의 경우 수혜 내용이 타 수혜자 대비 추상적인 "대기환경·해양환경 재난재해 대비"로 구체적인 내용 보완이 필요하며, 상시관측과 서비스고도화 기반 구축으로 인한 국민의 혜택 및 실현 방법이 명확하지 않음

○ 중앙정부·지자체가 1차로 제공받은 관측정보를 행정서비스로 전환하여 국민, 연구자에게 2차로 전달되는 구체적 경로 및 내용이 명확히 제시되지 않아 수혜자의 혜택 및 효용이 추상적인 수준에서만 파악되어 실질적 효과 판단 어려움

□ 국내 기술역량 확대의 수혜자인 동 사업 수행 주체에 대한 구체적 표적화와 표적화 근거 미흡

○ 정지궤도위성 관련 국내기술역량 확대에 적합한 수행주체 분석 없이 민간주도 우주산업 육성이라는 정책 방향 차원에서 산업체를 수행주체로 설정하는 접근이 적절하다고 보기 어려움

3. 세부활동 및 추진전략의 적절성

가. 세부활동과 사업목표의 연계성

□ 동 사업은 한반도 및 주변 영역의 환경·해양 상시 관측 서비스 고도화 기반 구축을 목표로 하는 정지궤도 복합위성 체계개발 사업이므로 세부활동과 사업목표 간의 연관성이 존재함

○ 세부활동이 향상된 성능의 위성체(H/W)를 제작하는 업무라는 면에서 사업목표 중 서비스 고도화 기반 구축과 연관성이 존재함

□ WBS와 세부기술간의 일관성과 세부기술의 구체성이 부족하여 동 사업의 체계개발 작업분할구조 파악이 어려움

○ 시스템/본체의 경우 WBS는 1계층 5개, 2계층 41개, 3계층 109개로 구성되며, 331개 세부기술을 제시하고 이 중 30개 핵심기술을 제시함

○ 그러나 환경탑재체가 1계층 4개, 2계층 14개, 3계층 59개, 해양탑재체가 1계층 4개, 2계층 13개, 3계층 57개의 작업분해 수준을 제시하였으나, 세부기술은 작업분해 수보다 적은 각각 30개와 27개로 세부기술이 작업분해 수준을 포괄하지 못하고 세부기술 수가 작업분해 수준보다 많은 시스템/본체와 달라 세부기술의 구분 기준이 불분명함

□ 주관부처가 업무분해도(WBS)를 3계층까지 구체화하고 핵심기술요소(CTE)를 식별하여 제시한 것은 방법론적으로는 적절하나 WBS와 CTE 간의 일관성과 CTE의 구체성이 부족한 면이 있어 결과적으로 CTE 식별 결과의 적절성 입증에 한계 있음

나. 세부활동 도출의 적절성

(1) 수요조사와 우선순위 설정과정의 적절성

(가) 수요조사

□ 사업기획 단계에서 환경·해양 정지궤도위성 예상 수요자[4]를 대상으로 신규 사업의 임무 발굴 및 활용계획 수립을 위해 수요조사를 실시 하였으나 수년 전, 천리안 2B호 운영 초기 시점으로 이용 경험 평가, 최신 수요 반영에는 한계

○ 수요조사가 2021년 하반기[5]에 수행되어 천리안위성 2B호의 상대적으로 짧은 정상서비스 운영기간[6]을 감안하면 이용 경험의 반영이 충분하다고 보기 어렵고 본 예비타당성조사 시작('25. 11) 4년여 전 시점으로 최신 수요 반영 등에는 한계

□ 민간주도 사업 수행 가능 여부를 알아보기 위해 산업체를 대상으로 동 사업 참여의향 및 민간주도 개발 방안을 타진한 바는 합당하나 탑재체 관련 민간기업 참여 수요가 없어 민간주도 수행 가능 여부 추가 점검 필요성 제기

○ 민간주도[7] 또는 분야별[8] 산업체설명회 개최, 기술개발참여업체조사 등을 수행한 것은 적절하나 산업체의 주관연구개발기관 참여 의향은 시스템 및 본체에 국한되며 2개사 정도이고 환경탑재체, 해양탑재체는 전무하여 민간주도 사업 수행이라는 동 사업 취지의 반영에 한계

□ 현장연구자를 대상으로 동 사업의 환경탑재체 해양탑재체 활용수요를 조사하는 방향성 자체는 타당하나 유효응답 규모가 기초과학에 근접한 분야라는 특성을 감안하더라도 작아 수요조사의 대표성에 의문

○ 환경탑재체의 경우 "국내 총 184개 수요 대상" 기관과 "국외 총 237개 수요 대상"에 대해 설문을 실시하였으며 각각 69명과 26명이 유효하게 응답하였으나 유효응답이 모집단을 대표하는지 확인할 수 있는 근거가 제시되어 있지 않음

---

4) (환경탑재체) 정부 부처, 지방자치단체, 공공기관, 연구소, 기업, 발전소, 학회, 외국 정부 등 (해양탑재체) 해수부 산하기관, 기업, 학회 등

5) 2021년 9월 28일(화) ~ 10월 8일(금)

6) 2020년말, 2021년 초 해양정보, 대기환경 정보 정상서비스 시작

7) '23.07.27. 총 16개 기관 참여

8) (시스템/본체) 22개, (환경탑재체) 22개, (해양탑재체) 17개 기관 참여

○ 해양탑재체의 경우 “전문가의 응답” 71건을 수집했다고 하나, “전문가”가 “학계 47.4%, 공공기관 연구소 46.1%, 산업체 21.1%, 현업수행자 26.3%, 모델링 전문가 9.2%”로 “현업수행자”와 “모델링 전문가”의 정의가 불분명한 한계가 존재함

○ 다만 「제4차 우주개발진흥기본계획」에 명시된 ‘민간주도 개발로 단계적 전환’이라는 정책목표 이행을 위해, 총 46개 사에 대한 시스템별 구성 부분품에 대한 기술개발 참여기업 수요조사 이외에도 16개 기업으로부터 시작하여 시스템/본체 및 탑재체별 주관·참여 수요를 도출하려 시도한 것은 국내 위성 산업생태계 정착과 조달 전환 측면에서 바람직함

(나) 핵심기술요소 도출 및 기술성숙도평가

□ 동 사업의 기획에 관여한 기획연구진이 핵심기술요소(CTE) 선정 및 기술성숙도(TRL) 평가를 주관하여 기술성숙도평가(TRA)의 독립성, 객관성 이슈 존재

○ 동 사업에서 해당 업무를 수행한 기획연구진과 분과위원회는 동 사업과 이해관계가 없는 적합한 평가 주체로 보기 어려움

- TRL 판정은 개발자의 주관적 주장이 아닌 객관적 증빙에 기반해야 하므로, 이해관계가 배제된 제 3자의 독립적 평가가 원칙이나[9] 동 사업을 기획한 기획연구진이 CTE 도출과 TRL 판정을 수행

○ 부처에서 추가로 제 3자 독립평가 방식으로 기술성숙도평가(TRA)를 실시하였다고 자료를 제출[10]하였으나 기존 TRA 평가 결과를 바탕으로 2차 검토한 내용으로 완전 독립적인 방식으로 수행되었다고 보기는 어려움

□ 기획연구진의 자체검토(안)에 전문가협의체 평가 의견을 수렴하여 최종 CTE, TRL, 기술확보방안을 설정하였으나 TRL이 부문별(민간/공공)로 구분되지 않고 기술이전 방안도 부족

○ 주관부처는 총 405개 세부기술을 대상으로 61개 핵심기술요소(시스템/본체 30개, 환경탑재체 18개, 해양탑재체 13개)를 선정했다고 설명하였으나, TRL이 민간 기준인지 공공 기준인지 불명확함

---

9) 이를테면 방사청 「기술성숙도평가 업무지침」에는 핵심기술요소(CTE) 확정과 기술성숙도평가(TRA)를 위해 대상사업과 이해관계가 없는 전문가로 구성된 평가팀을 구성하도록 명시함. 방사청의 가이드라인을 준용하라는 의미가 아니라, 타 부처도 객관성과 공정성 원칙 하에 기술성숙도를 평가하고 있다는 의미임에 유의바람

10) 부처는 추가 평가팀을 구성하여 TRA 수행(26. 3.27)한 결과 자료 제출(26.4.3)

○ 민간 주도 체계개발을 추진하는 동 사업 특성상 국내 출연연에서 기업으로 기술이전이 필요하고 객관적인 기술이전 대상 설정을 위해서는 민간, 공공 각각의 TRL 수준 제시가 필요하나 부문별 특성 반영 없이 한 개의 국내 기술 수준만 제시

□ 부처에서 추가로 제 3자 독립평가 방식으로 기술성숙도평가(TRA)를 실시하였다고 하나[11] 핵심기술요소에 대한 복수의 평가결과가 있을 경우 가장 낮은 기술성숙도로 결정[12]하는 기술성숙도 및 기술확보방안 조정이 필요함에도 최종 조정 내역이 확인되지 않음

○ 해당 제 3자 독립평가에 따라 시스템/본체에서 추진계 관련 "전기추진계 추진제 탱크 어셈블리 설계/해석/제작/검증 기술" 등 5개 기술 하향 조정(TRL 6 ⇒ TRL 5)되었으나 동 사업의 최종 기술성숙도 수준으로 해당 내용의 확정 반영 여부는 확인이 어려움

□ '국내주도'의 정의가 해외협력의 모든 경우를 포괄할 정도로 광범위하여 사업수행 과정에서 해외협력이 주축일 경우도 국내주도로 표현되고 성과지표 상 국내 기술확보로 간주될 수 있는 여지 존재

○ '국내주도' 정의가 국내확보가 불가한 경우까지 광범위하게 포함하고 있어 국내 또는 해외 주도와 무관하게 국내외협력하는 모든 경우에 '국내주도'로 폭넓게 명기 가능

- 주관부처는 '국내주도'를 "설계, 제작, 시험·검증, 운영 등 개발 전 과정을 국내에서 수행하되, 기간/일정/비용 등 고려 시 국내 확보 불가 또는 어려운 기술에 대해 해외협력을 통해 수행"한다고 정의함
- 이에 따라 실질적으로 '해외주도'의 국내외협력으로 기술이 확보된 경우에도 사업초기 기술확보방식을 '국내주도'로 명명하였고 해당 기술이 TRL 8단계에 도달하면 외부적으로 국내기술 확보 성과로 홍보할 수 있는 여지 발생 우려

(2) 참여 전문가 집단 구성의 적절성

□ 사업기획에 민간 의견 수렴을 고려하고 "외부 메타 검토를 강화"하는 방향성의 설정은 총론적으로 적절하나, 총괄위원회, 시스템/본체 및 탑재체별 전문가 협의체와 하위 워킹그룹(WG), 검토위원회 등의 계층과 역할이 불분명함

11) 부처는 추가 평가팀을 구성하여 TRA 수행(26. 3.27~4.3)한 결과 자료 제출(26. 4. 3)

12) 「기술성숙도평가(TRA) 업무지침」(방위사업청, 2021) 제13조 평가방법 ④항

○ 동 사업이 우주청, 기후부 및 해수부로 구성된 다부처 사업임에도 기획 거버넌스에 다부처 사업의 이해관계, 작업분할구조 상 버스(시스템/본체)와 탑재체(환경, 해양)를 조율하는 체계와 방법이 확인되지 않음



[그림 2-1] 주관부처가 제시한 동 사업 기획 거버넌스

출처: 기획보고서(p.56) “2025년 3차 예비타당성조사 기획 추진 체계”

○ 총괄기획위원회와 전문가 협의체의 산·학·연 구성은 인원 규모 대비로 적절하다고 할 수 있으나, “검토위원회”는 WG가 수립하는 동 사업 체계개발 세부활동 계획을 검토한다는 측면에서 대학 위주로 구성되는 것이 적절하다고 보기는 어려움

(3) 세부활동 내용 적절성

(가) 세부 기술 설정

□ 동 사업에 대한 산·학·연 수요조사 결과가 비용소요까지 고려한 위성의 최종 사양 결정에 어떻게 반영되었는지 확인이 어렵고 제시된 기술 성능의 적합성 및 도출 근거에 대한 제시 부족

○ 연구자, 산업체 대상 수요조사[13] 결과가 천리안위성 6호의 최종 사양 및 추정 비용에 어떻게 반영되었는지 인과관계가 불분명함

13) 기획보고서(p.483, p.522)

○ 현재 해상도/추진계 등에서 제시된 규격이 “가장 타당한 규격”인지 근거 제시 부족

- 최초 예타 수립 근거 - 현재안 도출 근거 - 변경 사유(해상도/추진계 변경 등)를 중장기 계획 기반으로 비교 제시하여야 하나 관련 내용 미흡

□ 주관부처는 종래 천리안위성 2B호의 탑재체 한계를 동 사업 천리안위성 6호기가 극복함으로써 과학기술적 효용이 발생한다고 언급하고 있으나 구체성이 부족한 한계가 존재

○ 주관부처는 2B호의 해상력 한계를 6호가 극복함으로써 환경·해양탑재체 모두 관측 정확도가 향상됨에 따라 “세계 최고 수준의 기후·환경 연구 등이 가능할 것으로 기대”된다고 하나 제시한 내용은 동 사업의 연장선상에 있는 천리안위성의 성과와 무관한 과거 연구 발췌로 설득력이 부족함

○ 주관부처는 해양탑재체의 경우 천리안위성 1호와 2B호만으로는 누적 관측 기간이 짧아(<20년) 지구온난화에 의한 해양생태계 변화를 명확히 진단하는 데 한계가 존재한다고 주장하고 있으나 애당초 대조군이 없는 지구온난화를 단순히 장기 데이터 누적으로 분석할 수 있다는 논리나 근거 제시는 부족함

□ 주관부처는 해양·환경 탑재체 동시 관측을 통한 동시 활용을 제시하고 있으나 기술적인 근거 기반 제시가 불분명함

○ 환경탑재체(UV, VIS, 산소 b-밴드)가 흡광성 미세가스와 에어로졸 추정에 최적화되어 있으며, 해양탑재체(VIS, NIR-SWIR, 산소 a-밴드, 편광)는 입자 크기, 광두께 및 해색 분석에 강점이 있다는 설명은 적절하나 양 탑재체의 산소 흡광과 편광 정보를 융합하는 접근은 별개의 사안임

○ 개별 탑재체의 측정 결과 융합(fusion)은 단일 탑재체에서 동시 측정하고 정보를 통합 운영하는 상황과 달리 관측데이터의 실시간 공유와 정보처리 역량이 바탕이 되는 상황에서 효과를 발휘할 수 있어 제시한 동시 운용 효과 및 효용의 구체성이 부족함

□ 동 사업에서는 완전전기추진체의 중량, 부피 절감 혜택을 누릴 수 없는 하이브리드 추진계를 계획 중이며 차기 완전전기추진체 기술을 확보하는 중간단계로서 사업수행의 가치를 제안하고 있으나 완전전기추진체 기술 확보에 대한 기술로드맵 등 기술확보전략 제시는 충분하지 않음

○ 동 사업 기획과정에서 시스템 및 본체 ‘전문가 협의체’와 ‘총괄기획위원회’는 ‘개발방향’ 관련 “완전 전기추진으로 추진하기에는 기술적 난이도, 성숙도에 문제가 있

을 수 있으므로 하이브리드로 추진 고려"한다거나 "대내외 동향 등 고려 시"에 "국내 산업의 보유 역량 및 R&D 사업 추진 필요성 논리 강화 등을 고려하여 하이브리드 추진시스템 선정은 타당"하다는 구체적인 근거가 미약한 설명만 제시하고 있어 의사결정 경위를 파악할 수 없는 문제점이 있음

○ 주관부처는 천리안위성 3호기에서 하이브리드 추진시스템을 개발 중이라고 하나 해당 추진시스템은 수입 부(분)품의 조립 형태로 동 사업의 하이브리드 추진시스템 및 추력기 국내 개발의 불확실성을 근본적으로 해소할 수 있는 상황도 아님

○ 이에 따라 동 사업에서 하이브리드 추진체 개발에 따른 경험이 축적된다고 해도 국내 독자적인 완전전기추진체 기술개발에 어떻게 기여될 수 있는지 명확하지 않음

□ 전기추진시스템 확보 불가 시 기술격차가 대폭 확대된다고 주장하고 경과 과정으로서 하이브리드 추진계 개발을 추진하나 전기추진계 국내 기술 자립 가능성에 대한 객관적 평가와 전략 수립이 선행된 후 기술개발 추진 필요

○ 완전 전기추진으로 가는 징검다리라는 명목하에 추진되는 하이브리드(화학+전기) 추진체계는 시스템 복잡성 증가, 효율적인 기술운용 감소 등의 위험도 있음

□ 기후부 등 환경탑재체의 정책 기여 효과는 일부 타당한 내용이 포함되어 있으나 기존 천리안위성 2B호기 위주로 제시되어 있으며 동 사업 천리안위성 6호기만의 특장점의 제시는 구체성이 부족하며, 해양탑재체의 관측자산 기능에 대한 설명은 일부 해양영토 주권수호 등 과도하게 정책 후광 효과를 강조하여 적절한 설명의 제시로 보기 어려움

○ 주관부처가 제시한 GCOS[14] 핵심기후변수(ECV)[15]는 기후변화 감시 및 평가를 위한 국제 표준 관측항목으로, 우리나라 각 부처·기관에서 생산되고 있는 핵심기후변수(총 96개) 중 천리안위성 2B호기의 기여를 서술한 것으로「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」에 따른 "핵심기후변수 감시항목 확대"에서 동 사업의 기여 등 일부 정책기여 효과가 있고 제시된 내용 자체는 타당하나, 동 사업 천리안위성 6호기의 효과에 대해서는 개요적인 "정확도 높은 추가 정보"의 언급에 머물러 있음

○ 천리안위성 2B호기의 "해양탑재체(GOCI-II)는 도서 및 배타적 경제수역(EEZ)의 실시간 해양재난 대응 및 해양영토 주권 수호를 위한 핵심 관측자산으로 기능"한다는

14) Global Climate Observing System : WMO, UNESCO 등에서 공동 운영하는 전지구 기후감시 협력 프로그램

15) Essential Climate Variables

주관부처의 설명은 구체성이 부족하며 해당 논리에 따르면 정지궤도 위성이 아니더라도 기여 여지가 일부라도 있다면 부분 유효할 수 있으므로 적절한 설명의 제시라고 보기도 어려움

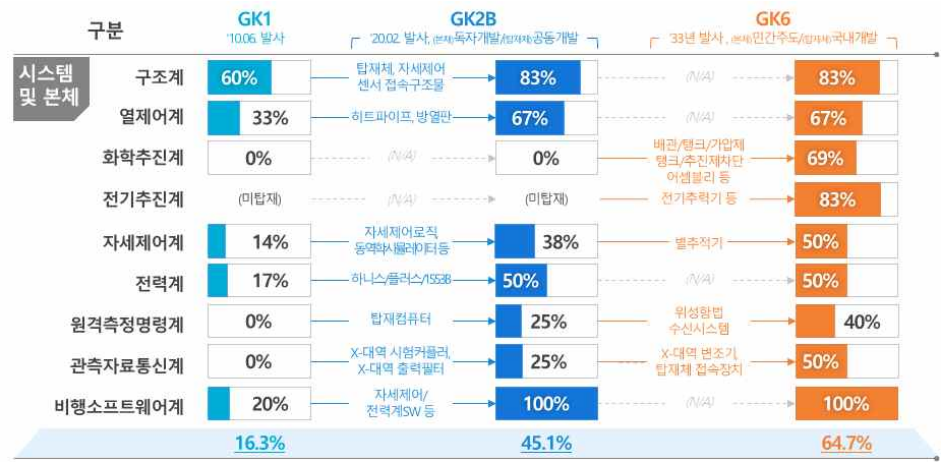
□ 기존 천리안위성 2B호 대비 관측성능 향상을 위해 해양탑재체 신규 채널이 도입되는데 실제 사회경제적 수요 반영 여부 제시 부족

○ 천리안위성 2B호 대비 신규채널 도입이 필요한 이유를 재난 피해저감 등 국민 편익 향상으로 설명하고 있는데 해당 신규채널 및 성능향상으로 천리안위성 2B호 대비 추가적으로 고유하게 편익 향상 정도 제시 필요

(나) 국산화

□ 해외 의존 핵심기술의 국산화를 단기에 달성하는 목표로 기술확보방안 등을 제시하였으나 실현 가능성에 불확실성이 존재

○ 기존 100% 해외 의존 품목이었던 본체 추진시스템(화학, 전기) 기술의 국산화율을 단기간 내 0%에서 70% 수준으로 확대하겠다는 목표를 제시하였으나, 세부 실행방안에 대한 구체적 자료가 없어 실현 가능성 판단 어려움



[그림 2-2] 부처에서 제시한 천리안위성 2B호 대비 국산화율 목표

출처: 부처 1차 질의 답변서, p.12

□ 시스템/본체, 탑재체 관련 핵심기술이 체계개발에 원활하게 적용되기 위해서는 타당한 기술확보 전략인지 사전 구체적으로 철저하게 검증 필요

○ 미소진동 저감 구조 설계 기술확보 방안으로 국내주도 전략을 제시하였는데 통상적으로 국내주도 기술개발하는 방식과 달라 실제 국내 기술확보의 실효성 미약

□ 탑재체에 설정된 국산화 목표의 경우 실질적 국내주도 가능성을 높이기 위한 상세한 전략 제시 부족

○ 기술확보방안이 국내주도이나 제조 없이 설계/조립 및 검증만을 수행한다고 명시된 경우 실제 구체적인 상황에서 체계개발 및 기술확보가 가능한지 의문시되며 충실한 적절성 검토와 내용 제시가 필요

○ 국내주도로 국산화 달성 목표를 제시한 사례 중 환경탑재체와 같이 기술난이도가 높은 경우는 단순 부품조립 수준을 국내주도의 국산화 달성으로 표현한 것인지 제조 능력까지를 포함한 독자 완성이 가능한 수준을 의미하는지 불명확하여 실제 달성 가능한 기술확보 내용을 구체적으로 제시 필요

(다) 과학기술적 유사중복 검토 적절성

□ 정지궤도위성 체계개발 수행이라는 측면에서 '정지궤도 기상위성·우주기상 위성 개발사업', '정지궤도 공공복합통신 위성 개발사업' 등과 동 사업은 유사성이 있으며 임무, 성능의 부분적 차이 설명 차원에서만 비교 사례 제시하여 정부 R&D의 종합적 관점에서 차별성을 보여주는 데에는 한계

○ 시스템/본체 차원에서 기존 정지궤도위성사업과 차별성이 있는 추진계 내용을 비교하고 있으나 정부 R&D 차원의 추진계 연구개발 로드맵, 실행 측면에서 상이한 추진계 시스템 적용 근거 명확하지 않음

○ 국산화 측면에서도 유사 임무라는 측면에서 천리안위성 1호, 2호 대비 개선 비율만 제시하고 천리안위성 3호, 5호 등과의 단계적 국산화율 증가, 부체계, 세부기술별 단계적 차별화, 유사내용에 대한 종합적인 분석은 미비

□ 우주기술 국산화 및 원천기술 확보에 주안점을 둔 '스페이스파이오니어 사업'의 연구성과물을 체계종합 및 실증에 초점을 둔 동 사업에 적용할 계획이나 타 정지궤도위성 사업에 선행 적용되는 '스페이스파이오니어 사업' 연구성과물은 동 사업의 국산화 및 R&D 성과로 보기는 어려움

○ 동 사업에서 스페이스파이오니어 사업을 포함한 기존 R&D 성과의 실증이 진행된다면 개발된 기술의 우주 헤리티지 확보에 기여한다는 점에서 R&D 사업으로 추진 여지가 있음

○ 스페이스파이오니어사업의 성과가 타 위성사업에서 선행 적용되거나 동 사업의 요구 규격 조건을 충족시키지 못하는 경우 연구개발로서 동 사업의 추진 의미가 퇴색

- 별추적기, 이원추진제 추력기, 전기추진시스템, GNSS 수신기 4개 성과물 연계 적용 추진하여 기술성숙도를 제고하려 하나 타 정지궤도위성 사업에 선행 적용, 동 사업의 요구규격 불일치 등으로 실효성 낮을 수 있음
- 동 사업은 사업 초기인 시스템설계검토(SDR) 시점('27. 12)에 국산화 또는 해외 부(부)품 구입 여부를 최종 결정할 예정으로 해당 시점까지 국산화 기술개발이 완료되지 않을 경우 동 사업 적용이 어려울 수 있는 난점이 있음

다. 성과지표의 적절성

□ 기획보고서가 시스템/본체, 환경·해양탑재체의 목표 성능은 어느 정도 제시한 것으로 볼 수 있으나 세부활동에 해당하는 WBS 상 하위 작업의 성과지표가 적절하게 제시되었다고 보기 어려움

○ 주관부처는 시스템/본체, 환경·해양탑재체의 목표 성능은 개괄적으로 제시하였음이 확인되나 하위 계층의 작업별 성능/성과지표의 제시는 단편적으로만 제시됨

○ 환경탑재체/해양탑재체는 하위 작업별 성능 및 규격 목표를 상대적으로 구체적으로 제시하고 있으나, 체계개발의 성과지표라기보다는 시방서의 개략적인 설명의 일환에 가까움

○ 상위 체계의 요구 규격 내지 성능에 대한 언급이 단편적이고 파편적으로 제시되어 있으나 사업계획서 수준의 체계적인 구조화는 제시되어 있지 않음

라. 세부활동의 기간 추정과 시간적 선후관계의 적절성

□ 주관부처가 제시한 총개발 일정(발사까지 73개월)은 천리안위성 5호와 유사한 일정으로 적절하다고 판단

○ 천리안위성 6호의 기술적 수준은 천리안위성 2B호를 기반으로 일부 사양을 고도화한 것으로, 현재 개발 중인 천리안위성 5호와는 비슷한 수준이라는 점을 감안하면 유사한 기간을 설정한 것은 적절하다고 할 수 있음

○ ‘상세설계 검토회의(CDR)’ 및 ‘조립준비 검토회의(IRR)’ 일정이 ‘사업착수(EDC)’ 이후 각각 약 32개월, 44개월 경과한 시점으로 타 정지궤도위성사업(천리안위성 3호, 5호 40개월/50개월, 56개월)에 비해 촉박하여 보다 철저한 사전 준비가 필요

□ 일정 지연 가능성이 있는 구간의 경우 여유기간 확보, 시험설비 및 숙련인력의 적시 공급이 될 수 있도록 철저한 일정 및 자원 관리 노력 필요

○ PDR과 CDR 사이 기간에서 핵심 탑재체의 국산화 부품 개발이나 해외 사양 확정이 늦어질 경우 CDR 단계에서 병목 현상 발생 가능

○ SDR 직후 탑재체의 EM 구매 및 제작이 진행되도록 계획된 일정으로 탑재체에 대한 충분한 선행연구가 사전 수행되어 있지 않으면 초기 설계 오류나 일정 지연 초래 위험이 큼

○ 환경/해양탑재체의 본체 입고 후 시스템 통합/조립/시험에 배정한 기간은 약 15개월이며 미소진동 시험과 2개 탑재체를 장착하는 정렬 숙련도에 따라 일정 지연 초래 가능성 있음

○ 천리안위성 2B호 대비 탑재체의 기능 개선과 더불어 무게와 소비전력도 증가하여 이에 대응할 수 있는 본체와의 인터페이스(전력, 열제어 등) 최적화 설계에 소요되는 시간에 따라 일정 지연 가능성 있음

○ PSR과 발사 시기 간 간격이 2개월로 촉박하여 지연 가능성이 높아 실제 추진 가능성에 대한 면밀한 사전 검토 필요

○ 탑재체 FM 납품 이후 발사까지 기간 자체는 대체로 적절할 수 있으나 FM 조립/정렬/시험 이외에 구체성이 부족

<표 2-1> 주관부처가 제시한 동 사업과 선행사업 체계개발 마일스톤별 기간소요 비교

(단위 : 개월)

천리안위성	6호기(동 사업)*			2A호기		3호기*		5호기*	
마일스톤	일정(안)	총 기간**	단위 기간***	총 기간**	단위 기간***	총 기간**	단위 기간***	총 기간**	단위 기간***
EDC	'27.4.	-							
SRR/SDR	'27.12.	8	8						
PDR	'28.12.	20	12						
CDR	'29.12.	32	12	51		40		40	
IRR	'30.12.	44	12	58	7	50	10	56	16
탑재체입고	'31.11.	55	11	69	11	55	5	58	2
PSR	'33.2.	70	15	86	17	72	17	72	14
위성발사	'334.	72	2	89	3	74	2	74	2
IOT	'33.12.	80	8						

* 기획 기준. 6호기 일정은 기획보고서(p.1352) 기준

** EDC부터 해당 마일스톤까지 소요기간 *** 바로 앞 마일스톤부터 해당 마일스톤까지 소요기간

출처: 부처 추가 제출 자료 및 「정지궤도 기상·우주기상 위성 개발사업 예타 보고서」'<표 3-30> 동 사업과 타 국내 정지궤도위성 개발사업 총괄일정 비교'(p.168) 활용하여 예타연구진 재구성

□ 사업일정 계획상 선후행 업무의 배치 순서가 부적절한 경우가 있어 업무의 원활한 흐름과 논리적 연계를 위해 일정 계획 수정 필요

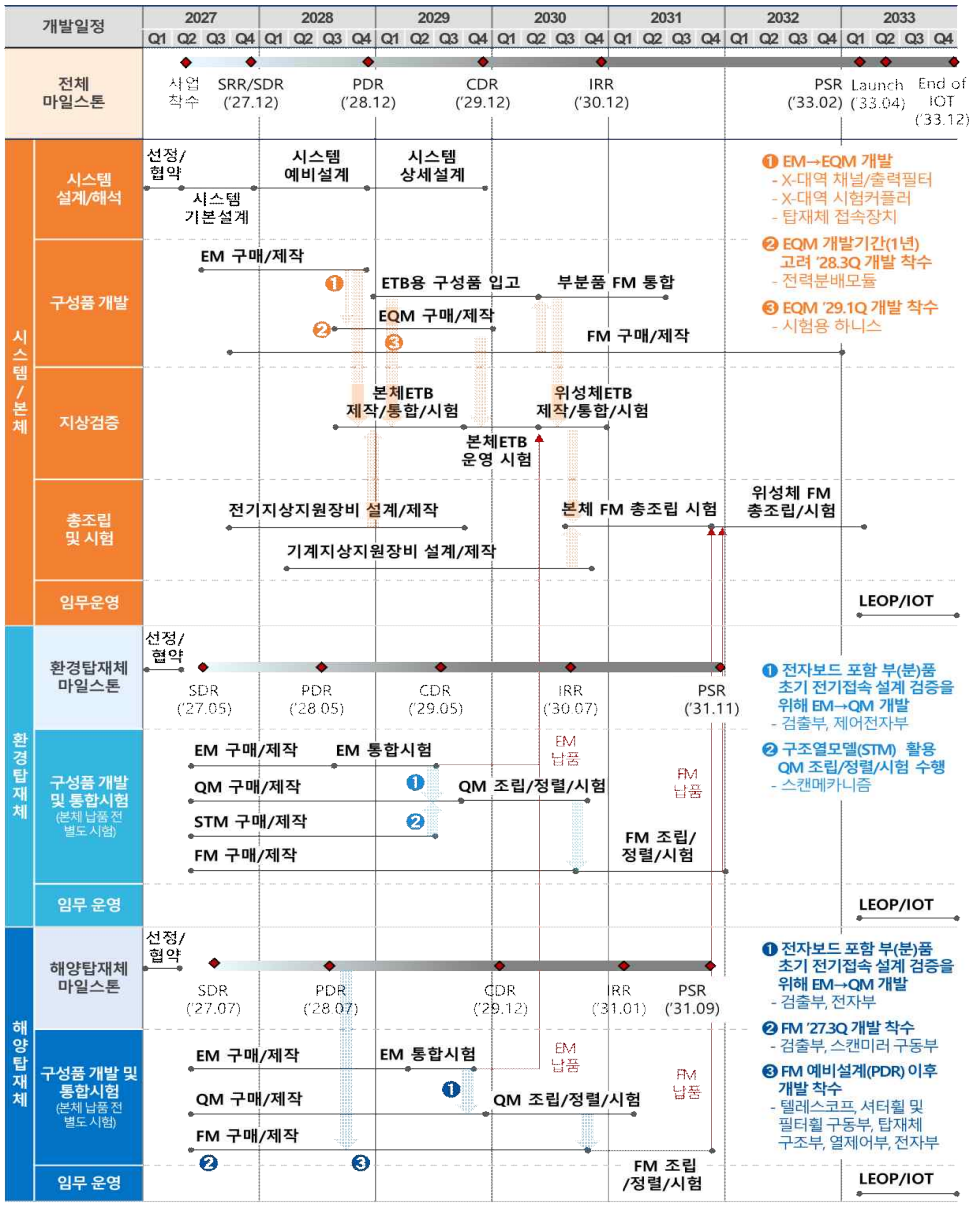
○ 시스템/본체 IRR이 해양탑재체 IRR보다 일정상 먼저 진행되어 추진 일정의 선후관계 조정 필요

□ SDR 이전에 EM 설계가 완료되어야 하는 일정으로 SDR 시점에 규격 요건 충족이 어려운 국산화 부(분)품 등은 동 사업 적용이 어려워 SDR 시점의 규격요건 충족 여부를 기준으로 국산화 대상 재설정 및 국산화 목표 조정 필요

□ 민간기업 주도(체계종합, 본체개발)로 추진되는 동 사업은 공공주도 개발보다 경험과 기술력이 부족하여 추가 일정 지연 리스크가 존재하며 관련 사전 대책 구비 필요

□ 전체적인 개발 일정이 연장될 가능성에 대해 충분한 검토가 필요하며 이전 개발 사례를 참조하여 일정 관리에 차질이 없도록 관리해야 함

□ 천리안위성 6호는 초기운영 기간 편파 분리를 통해 주파수를 이용할 예정으로 ITU에 주파수 등록이 필요하여 부처는 해당 절차 진행에 따른 사업 일정 영향 검토 필요



[그림 2-3] 천리안위성 6호 사업 추진 일정(안)(상세)

출처: 부처 추가 제출 자료

마. 추진전략의 적절성

□ 체계적인 사업관리를 위해 정부부처, 전문기관, 주관연구기관별 역할을 분담하여 사업을 수행하는 체계를 제시한 것으로 판단됨

○ 동 사업은 사업예산이 크고 사업기간이 긴 대형 다부처 사업으로 사업준비단계, 사업수행단계, 사업 종료 후 운영단계 전반에 걸쳐 추진체계 및 추진전략의 완성도가 높아야 성공적인 사업 추진이 가능

○ 다부처 공동으로 환경·해양 정지궤도위성 개발을 효율적으로 추진하기 위해, '(우주항공청) 정지궤도복합위성 공동개발규정('24.11.)'에 따라 추진위원회(연도별 사업계획 등 주요사항 심의·의결), 개발위원회(단계별 개발현안 심의·의결), 운영협의회(부처간 실무협의) 등의 사업추진체계를 구성·운영하는 계획을 제시함

□ 산업생태계 확산 및 민간기업 육성을 위해 사업 추진체계상 민간기업을 정지궤도위성개발 사업총괄, 시스템 및 본체 개발 주관기관으로 설정

○ 민간기업 수행 체계개발의 부실 예방, 완성도 제고를 위해 감리 기능이 필요하나 추진체계상 해당 역할을 수행하는 명문화된 감리기구는 없으며 '추진위원회', '개발위원회', '기술전문위원회'에 기술전문가를 참여시켜 기술 검토 업무 진행 예정

○ 역량 있는 전문가의 위원회 참여와 결정 권한 부여 정도에 따라 본 사업의 감리 기능에 큰 차이가 있을 수 있어 위원회의 운영을 좌우하는 부처와 전문기관에 책임을 부여할 수 있는 기제 적용이 필요하다고 판단됨

□ 민간기업에게 기술경험 축적 기회 제공과 고난이도 기술개발 임무를 동시에 부여하는 추진체계로 사전 위험관리 방안 마련이 기존 천리안위성 관련 사업에 비해 중요

○ 민간기업의 체계종합 및 본체 주관연구개발 수행 역량에 대한 근거와 부족한 연구개발 역량 확보를 위한 신뢰성 있는 방안 제시 필요

□ 관측자료의 산업적 활용과 데이터 시장 확대를 위해서는 관측자료의 품질 제고가 기본이고 동 사업 이후 운영기간을 포함한 체계적 운영전략이 필요

○ 환경 및 해양 관측자료는 복사정확도와 장기 안정성이 확보되지 않을 경우 산업적 활용이 제한되므로, 발사 전 지상검증뿐만 아니라 궤도상 지속적인 교차검증 및 장기 보정 체계를 포함한 운영전략이 필요

제 3 장 정책적 타당성 분석

1. 정책의 일관성 및 추진체제

가. 상위계획과의 부합성

□ 부처에서 제시한 상위계획과 관련된 동 사업의 목적, 추진체계 간의 부합성을 검토한 결과, 동 사업과의 부합성은 대체로 적절한 것으로 판단됨

<표 3-1> 상위계획과의 부합성 조사 결과

구분	중장기계획	부합성		
		낮음	보통	높음
필수 계획	제5차 과학기술기본계획 (2022.12.)			○
선택군 계획	제4차 우주개발진흥기본계획('23~'27)			○
	이재명정부 국정운영 5개년 계획(안)('25)		○	
	우주항공청 우주수송·인공위성·우주과학탐사 전략 로드맵('25)			○
	대한민국 인공위성 추진전략('25)			○
	제3차 위성정보활용종합계획('24~'28)			○
	우주항공청 정책방향('24)			○
	제4차 국가 기후위기 적응대책('26~'30)			○
	탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획('23~'42)			○
	제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획('23~'27)			○
	제3차 대기환경개선 종합계획('23~'32)			○
	제3차 해양수산발전 기본계획('21~'30)		○	
	제4차 해양조사기본계획('26~'30)			○

○ 과학기술분야 최상위 법정계획(필수계획)인「제5차 과학기술기본계획(2023~2027)」 및 유관 과학기술 분야 중장기 계획(선택군 계획)과의 부합성을 검토한 결과, 필수계획과의 부합성은 높으며 주관부처 선택군 계획과의 부합성을 종합적으로 감안한 결과 상위 계획과의 부합성은 '적절'한 것으로 판단됨

<표 3-2> 상위계획과의 부합성 평점 결과표

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) 유사 사업과의 차별성

□ 정지궤도위성인 천리안위성 3호, 천리안위성 5호와 사업목적, 임무에서 차이가 있으나 시스템 본체 측면에서는 유사성이 있음

○ '천리안위성 3호'는 정지궤도 공공복합통신위성으로 천리안 1호의 통신 임무를 승계하고 국가 재난 통신 및 공공 위성통신 서비스를 제공할 통신전용 위성

○ '천리안위성 5호'는 천리안 2A호의 기상 및 우주기상 관측 임무를 승계할 차세대 기상위성

- 황사, 연무 등 관측한다는 면에서 관측대상, 기능상 유사성을 보이나 관측 정밀도, 관측 방식에서는 차이 있음

○ 기술적인 측면에서 천리안위성 3호, 5호, 6호는 천리안위성 2B호에서 완료된 정지궤도위성 국산화 플랫폼을 공유할 예정

- 천리안 2A/2B호 개발 당시 확보한 '천리안 2호급 표준 본체 플랫폼'을 기반, 구조계, 전력계(태양전지판 구동 메커니즘), 추진제 탱크, 자세제어용 휠 및 자이로스코프 등 기본 하드웨어 버스의 설계 국산화 자산을 연계하여 활용
- 탑재체의 유형, 사양, 규모에 따라 본체의 추진계, 전력계 등을 적합하게 조정하여야 하나 본체는 플랫폼 체제로 개발을 진행한다는 면에서 유사성이 있음

○ 개발체계적인 측면에서 민간주도 전환 추진이라는 공통된 사항 있음

- 천리안위성 5호와 6호 사업은 국내 민간 우주 기업이 체계종합 개발을 주도하는 방식으로 설계됨

(2) 선행사업 성과활용 및 시설장비의 검토 적절성

□ 우주항공청의 ‘스페이스파이오니어 사업’ 성과물을 동 사업에 연계 적용하여 국산 기술 자립화를 추진하는 방안은 긍정적이나 성공적이고 실질적인 연계를 위해서는 개발일정, 기술사양 차이를 해소하는 정밀한 계획수립이 필요

○ 스페이스파이오니어 사업의 우주 부품 국산화 기술이 천리안위성 6호 개발에 직접 적용되는 것은 국산화율 제고 및 예산 절감 측면에서 타당성이 있음

○ 기술사양 불일치, 개발일정 조율 실패 시 해외 부품으로 우회하거나 중복 설계를 해야 하는 상황이 발생할 수 있어 이중 투자로 인한 예산 낭비의 위험이 있음

○ 부처는 두 사업간 기술로드맵을 명확하고 구체적으로 동기화하여 부분품 개발 및 사용에 있어 중복 투자가 발생하지 않도록 노력이 필요

□ 스페이스파이오니어 사업 성과물 연계는 동 사업의 추진 의의에도 영향을 미치는 주요 세부활동으로 연계 가능 여부를 사업 추진 전에 확정하여 사업 내용에 반영 필요

○ 동 사업의 성과목표 중의 하나가 ‘국내 개발역량 확대’이고 성과지표(국산화율, 핵심기술 확보)에도 포함됨

○ 동 사업 추진 일정 상 SDR은 ’27년 12월로 계획되어 있어 예비타당성조사 시점과 멀지 않아 스페이스파이오니어 사업 결과물의 적용 여부를 가능한 사업 시작 전에 확정하여 연계 여부에 따른 사업내용 변경을 최소화할 필요 있음

□ 동 사업에서 직접 시설투자에 해당되는 내용은 없으나 체계개발이라는 사업특성으로 인해 제작, 조립, 시험 등에 필요한 시설의 구비가 사업 완수의 필수조건에 해당

○ 부처는 동 사업에서 요구하는 시설/장비 소유현황을 제시하였으며 민간주도 수행이나 민간이 미보유하는 시설은 항우연 시설 활용이 필요하여 사업 수행 시 적시에 사용 가능한지 사전 점검 및 운영관리가 필요

(3) 부처간 연계・협력 방안의 적절성

□ 동 사업은 다부처 공동사업으로 주관기관인 우주항공청은 정지궤도위성 사업총괄, 시스템/본체 개발을 수행하고 참여부처인 기후에너지환경부, 해양수산부는 환경탑재체, 해양탑재체 개발을 수행

○ 주관연구개발기관 선정, 협약체결, 진도관리 평가 등 연구관리 업무는 총괄 및 시스템/본체는 우주항공청에서 직접 수행, 환경탑재체 및 해양탑재체는 각 활용부처별 전문기관에서 수행

○ 추진위원회는 연도별 사업계획 수립, 예산/일정 변경 등 주요사항 심의·의결, 운영협의회는 부처·기관 간 논의 필요 제반사항 실무협의

□ 탑재체 관련 기술의 중장기 기술자립 로드맵이 부재하여 부처의 핵심기술 확보 및 동 사업 후속 연구개발과 연계 의지가 명확하지 않음

○ '인공위성 추진전략('25.2)' 상에 2033년 후속 위성 선행연구 및 2041년 이후 위성 개발이 제시되어 있으나 초점면전자부, 지향미러구동부 등 핵심 탑재체 부분품에 대한 구체적 기술 자립 로드맵 및 연구개발 전환 계획은 누락되어 있어 동 사업 핵심기술에 대한 부처의 지속적인 투자 및 국내기술 확보 의지가 불명확해 보임

□ 산업조성을 위해서는 민간 대기업의 체계개발 및 사업총괄 경험 기회 제공 외에 중소기업 기술구매, 이력축적 등 산업생태계 조성 역할이 필요하나 관련 내용이 미흡하거나 선언적으로만 제시되어 있음

○ 체계종합 민간 대기업은 경제성 위주 사업운영에 따른 국내 중소기업에게 진입장벽 구축 가능성 예방, 정지궤도위성 개발 사업에 국내 중소·벤처기업 국산화 부품의 활발한 적용 등 노력 필요

□ 민간주도 우주산업 육성을 위해 사업 수행 예상 민간기업들의 정지궤도위성사업 지속 추진 및 구체적인 투자 의사 확인이 필요하나 미약

○ 부처는 동 사업을 민간주도 정지궤도위성산업 및 우주산업의 마중물로 활용할 계획으로 상응하는 민간의 우주산업에 대한 투자 확인 및 유인이 필요하나 관련 내용 미흡

2. 사업 추진상의 위험요인

가. 재원조달 가능성

□ 동 사업 예산은 전액 국고로 지원되며 각 부처별 재원 미확보 가능성을 배제할 수 없다고 판단되어 동 사업의 원활한 추진을 위해 사전 관련 문제점의 해소 필요

○ 동 사업 주관 및 참여부처(우주항공청, 기후에너지환경부, 해양수산부)의 주요 R&D 중기사업계획('26~'30)에 따르면 종료 사업 대비 신규 사업의 요구예산 규모가 과도하여 재원조달 위험을 배제하기 어려움

- 우주항공청은 동 사업 시작년도인 '27년 총 21개 신규사업을 계획하고 있으며 총 요구 금액은 2,892.28억 원 가량이나, 종료사업으로 조달 가능한 금액은 약 411.54억 원 가량으로[16] 신규 요구 예산이 종료 예산 대비 약 7배에 달하여 한도 내 예산으로 동 사업의 착수 예산 조달이 불가능한 것으로 판단됨
- 기후에너지환경부는 동 사업 시작년도인 27년 총 38개 신규사업을 계획하고 있으며 총 요구 예산은 3,077.14억 원이나 종료사업으로 조달 가능한 금액은 약 443.07억 원[17]으로 신규 요구 예산이 종료 예산 대비 약 6.9배에 달함
- 해양수산부는 동 사업 시작년도인 '27년 총 56개 신규사업을 계획하고 있으며 총 요구 예산은 3,115.44 억 원이나 종료사업이 부재하여 종료사업 예산을 통한 재원 조달이 어려울 것으로 판단됨

□ 유사한 정지궤도(고고도) 위성인 천리안위성 1호, 2호 등이 보험료 계상 및 사업연장 등의 사유로 총사업비를 증액한 이력과 기존 항우연 주도의 우주 관련 연구개발 사업들에서 발생한 기간 연장 및 예산 증가 사례를 고려할 때 동 사업 실행 시 계획된 사항과 차이가 발생할 가능성이 있음

○ 천리안위성 1호 개발 시 계획인 64개월에서 76개월로 위성 개발 기간이 연장되었으며, 예산도 약 23.2%가량 증액되었고 천리안위성 2호도 2B호 발사 시기 기준으로 사업기간이 약 20개월 연장되었으며 예산도 약 5% 추가 투입되었음

□ 해외 부품 구매 및 발사·보험 등 환율에 영향을 크게 받는 항목들이 많이 포함되어 있어 향후 사업비 상승 우려가 있음

16) 우주항공청 주요R&D의 중기사업예산('26~'30) 현황 자료를 활용하여 예타연구진 산정

17) 기후에너지환경부의 주요R&D의 중기사업예산('26~'30) 현황 자료를 활용하여 예타연구진 산정

○ 사업기획서 기준으로 최근 7년('18~'24년) 평균 매매기준율인 원달러 환율 1,221.68원을 적용하였으나 급격한 환율 변동 등으로 추정 예산을 초과할 위험성도 있어 철저한 사업비 관리가 필요함

나. 법·제도적 위험요인

□ (국가연구개발혁신법) 동 사업은 민간 주관으로 추진될 예정이나, 「국가연구개발혁신법」 제16조 및 동법 시행령 제19조 등에 따라 연구개발성과(천리안위성 6호)가 국가에 귀속됨을 상정하여 기업의 민간부담액을 면제한 전액 국비로 추진될 예정이므로, 혁신법 위반을 방지할 수 있는 면밀한 관리가 요구됨

○ 주관부처는 사업 추진 과정에서 쟁점이 될 수 있는 유·무형의 성과를 식별하고, 해당 성과를 국가 소유로 하고 동 사업 참여 기업이 무단으로 사용할 수 없도록 조치할 필요가 있음

□ (기술이전) 출연연(항우연)에서 민간기업으로 정지궤도위성 핵심기술의 기술이전은 사업의 성공여부를 좌우하는 중요한 사항이므로 부처는 체계개발사업에 대한 규정 정비, 가이드라인 제시, 사업 수행 시 위험관리가 필요

□ (WTO 보조금협정) 기존 인공위성 개발 사례 참고 시 WTO 보조금 협정에 직접적인 규제대상으로 간주될 가능성은 낮지만 위험관리 차원에서 사업계획 전반에 대한 WTO 보조금협정의 저촉 가능성을 검토하여 분쟁 소지를 사전 예방 필요

□ 미국 무기거래규정은 무기가 아닌 상품에도 적용될 수 있어 각 부품의 성격과 특성을 정확히 파악할 필요가 있으며, 단순히 재화뿐만 아니라 미국산 기술을 기반으로 하고 있는 생산품목에도 적용될 수 있어 이에 대한 면밀한 검토가 요구됨

□ 민간주도 사업 추진에 따른 EAR(미국 상무부 수출통제규정) 및 ITAR(미국 국무부 국제무기거래규정) 관련 사각지대가 발생하지 않도록 추진체계에 부합하는 대응방안 마련이 필요

다. 기타 위험요인

□ 글로벌 우주시장의 성장에 따라 구매자에서 공급자 중심으로 공급망이 재편되는 등 장납기 부품의 조달 위험이 증가하는 가운데 세부적인 대응 방안 마련이 요구되나 미흡

○ 장납기 부품은 제작에 수년이 소요되어 사업 기간 연장과 막대한 지체상금 리스크로 연계될 수 있어 관련 부품 식별 및 관리, 기술사양 변경 관리, 다양한 공급선 유지, 재원조달의 유연성 확보 차원에서 세밀한 대응 방안 마련이 필요

□ 동 사업에서 신규 국산화되는 부분품을 중심으로 국산화 실패 요인, 대응 방안을 제시하였으나 최근 산업환경 변화 반영, 대체기술에 대한 면밀한 계획 수립 필요

□ 임무수명 설정에 있어 변동요인을 고려한 재무 계획 및 비용 구조 최적화 등 대응계획 수립 필요

○ 임무수명이 10년이나 연료 탑재량, 설계 시 탑재체 열화 등을 반영하여 임무수명이 변화될 수 있어 임무수명 변동 상황을 반영한 대응계획 제시도 필요

제 4 장 경제적 타당성 분석

1. 비용 추정

가. 총 사업비의 구성

□ 부처는 총사업비를 7년간('27~'33) 총 7,530.47억 원, 연평균 1,075.78억 원으로 전액 국고 지원할 계획을 제시함

○ 분야별로 시스템 및 본체 2,813.90억 원, 환경탑재체 2,183.04억 원, 해양탑재체 1,407.43억 원, 발사비 및 보험료 1,126.10억 원으로 구성됨

<표 4-1> 천리안위성 6호 개발 분야별 소요예산

(단위: 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합 계
시스템 및 본체	287.29	720.76	683.95	620.66	379.89	69.74	51.61	2,813.90
환경탑재체	346.96	410.84	524.27	509.31	359.60	19.13	12.93	2,183.04
해양탑재체	245.58	412.67	396.89	282.81	47.50	11.49	10.49	1,407.43
발사비 및 보험료	-	-	-	112.61	394.14	563.05	56.30	1,126.10
합 계	**879.83**	**1,544.27**	**1,605.11**	**1,525.39**	**1,181.13**	**663.41**	**131.33**	**7,530.47**

출처: 기획보고서

□ 부처별 소요예산 중 우주항공청 2,813.90억 원으로 전체 부처별 예산의 37.4%를 차지

○ 환경부 2,746.09억 원으로 36.5%, '해양수산부'가 1,970.48억 원으로 26.2%를 차지

- 우주항공청은 시스템/본체 개발비, 환경부 및 해양수산부는 각 탑재체 개발비와 발사/보험료 분담할 계획

□ (비목별 소요예산) 발사비 및 보험료를 제외한 세목별 원안 총사업비는 인건비 485.1억 원, 연구시설장비비 70.04억 원, 연구재료비 5,377.8억 원, 연구활동비 148.75억 원, 간접비 322.69억 원으로 구성됨

○ 연구재료비가 전체 사업비의 84%를 차지하며, 인건비 7.6%, 간접비 5%, 연구활동비 2.3%, 연구시설장비비 1.1% 순임

□ (인건비) 총 투입 인력은 422.49MY(Man-Year)이며, 연평균 60.36MY 인력 투입

○ 인건비 단가 관련 민간기업은 기술수요조사서를 제출한 기업의 전자공시시스템(DART) 정기 공시의 평균 연봉과 최근 7년('18~'24) 평균 임금상승률(3.59%)을 적용, 출연연(항우연)은 평균 인건비 및 임금상승률(탑재체 3.35%, 관제 및 전처리시스템 1.39%)을 적용

○ 분야별로 '시스템 및 본체'는 관제 및 전처리시스템(항우연(87백만원, '24년)) 이외에는 민간기업 임금(87백만원, '24년))을 적용, '탑재체'는 출연연(항우연) 임금을 적용(110백만원, '24년)

□ (연구재료비 및 연구활동비) 주관부처는 가능한 한 견적서 기반으로 산출하였으며, 필요시 견적가 또는 유사사례 비용(실적가)에 물가상승률 및 관부가세와 환율을 적용했다고 설명함

□ (간접비) 직접비 합계에 예상 수행기관에 따른 간접비 비율을 적용

○ (민간기업) 천리안 5호 개발 사업의 민간기업 협약에 적용한 간접비 비율 5.23% 적용

○ (항우연) '25년 간접비 고시 비율(5.36%)적용

□ (연구시설장비비) 동 사업의 장비구축 규모는 총 70.04억 원으로, 본체 및 시스템 1.39억 원, 환경탑재체 36.82억 원, 해양탑재체 31.83억 원으로 구성

○ 대부분의 장비(텔레스코프 및 스펙트로미터 조립 정렬, 성능측정용, 광학시스템 통합시험 운용, 고정밀 레이저 라이다 3차원 측정기, 진공용 간섭계)는 탑재체의 성능 시험을 위한 장비에 해당

□ (발사비 및 보험료) 발사비는 Space-X社의 Falcon 9 로켓 활용을 기준으로 한 견적서를 바탕으로 산출하였고 발사비는 969.81억 원, 보험료는 156.30 억 원

○ 보험료는 시스템 및 본체, 환경 및 해양탑재체 개발비 합산의 5% 요율을 적용하여 산출

<표 4-2> 천리안위성 6호 개발 사업 비목별 소요예산

(단위: 억 원)

비 목			2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합 계
직접비	인건비	시스템 및 본체	29.23	52.05	54.23	52.27	42.11	35.29	25.18	290.37
		환경탑재체	10.68	14.65	15.84	19.10	27.08	6.66	3.89	97.91
		해양탑재체	11.25	15.35	17.66	16.01	22.37	7.08	7.11	96.82
		소계	51.16	82.05	87.73	87.38	91.56	49.03	36.18	485.09
	연구시설장비비	시스템 및 본체	-	0.50	0.61	0.06	-	0.23	-	1.39
		환경탑재체	-	36.82	-	-	-	-	-	36.82
		해양탑재체	0.90	30.78	0.03	0.06	0.03	0.03	-	31.83
		소계	0.90	68.10	0.64	0.11	0.03	0.26	-	70.04
	연구재료비	시스템 및 본체	234.89	617.48	579.33	522.37	304.91	19.68	14.24	2,292.91
		환경탑재체	314.56	334.91	474.63	457.35	311.57	9.26	6.90	1,909.19
		해양탑재체	217.43	341.92	351.69	245.17	18.91	0.35	0.23	1,175.70
		소계	766.88	1,294.31	1,405.66	1,224.89	635.39	29.29	21.37	5,377.80
	연구활동비	시스템 및 본체	8.88	14.90	15.76	15.09	13.93	11.04	9.59	89.19
		환경탑재체	4.07	3.56	7.12	6.95	2.66	2.23	1.49	28.07
		해양탑재체	3.51	3.62	7.32	7.19	3.77	3.46	2.62	31.49
		소계	16.46	22.08	30.20	29.22	20.36	16.72	13.71	148.75
	소계		835.40	1,466.54	1,524.22	1,341.61	747.35	95.30	71.25	6,081.68
간접비		시스템 및 본체	14.29	35.83	34.02	30.87	18.93	3.50	2.59	140.03
		환경탑재체	17.65	20.90	26.67	25.91	18.29	0.97	0.66	111.06
		해양탑재체	12.49	20.99	20.19	14.39	2.42	0.58	0.53	71.60
		소계	44.43	77.73	80.88	71.17	39.64	5.06	3.78	322.69
합 계			**879.83**	**1,544.27**	**1,605.11**	**1,412.78**	**786.99**	**100.36**	**75.04**	**6,404.37**

주) 발사비 및 보험료 제외
출처: 기획보고서

□ (연구장비구축비) 총 연구장비구축비는 70.04억 원이며 시스템/본체 1.39억 원, 환경탑재체 36.82억 원, 해양탑재체 31.83억 원에 해당

○ 총 구축 장비 품목 수는 19개이며 시스템/본체는 44개, 환경탑재체는 6개, 해양탑재체는 8개임

○ 총 구축 장비 수량은 68개이며, 시스템/본체는 44개, 환경탑재체는 6개, 해양탑재체는 18개임

<표 4-3> 개발 내용별 구축장비

구 분	비용(백만원)	품목(개)	수량(개)
시스템/본체	139	5	44
환경탑재체	3,682	6	6
해양탑재체	3,183	8	18
합 계	7,004	19	68

□ (운영비) 주관부처는 현재 운영 중인 천리안위성 2B호의 운영비를 기준으로 천리안위성 6호 발사 이후 운영비를 산출하였으며, 천리안위성 6호 설계수명인 10년간('34~'43)의 운영비를 총 646.1억 원으로 제시

○ 주관부처는 관제운영비를 천리안위성 2B호 운영비에 물가 및 임금상승률(5%)을 적용하여 산정한 총 646.1억 원을 제시

○ '유지관리 인건비'는 내부 인력(20인)은 119억 원, 외부용역(20인)은 127.5억 원으로 총 246.5억 원에 해당

○ '직접비'는 총 468.4억 원이고 인건비성 외부용역비를 제외할 경우 340.9억 원이며 직접비 내에서 '관제 및 운용 소프트웨어 유지보수' 137.4억 원, '레인징' 93.5억 원, '지상설비 관리' 42.5억 원 등이 상대적으로 높은 비중을 차지

○ '간접비' 58.7억 원으로 인건비 및 직접비의 10%에 해당

<표 4-4> 천리안위성 6호 운영비('34~'43) 비목별 연평균 금액

분 류	비 목	관제 운영비*(억 원)
인건비	인건비(20인)	11.90
직접비	지상설비 관리	4.25
	안테나 및 RF 등 장비 구입	1.70
	관제 및 운용 소프트웨어 유지보수	13.74
	운용 외부 용역	12.75
	국내외 여비	0.51
	연구활동비	3.15
	공공요금	1.39
	레인징	9.35
간접비	간접비	5.87
합 계		64.61

* 상기 금액은 부가가치세 등이 제외된 금액이며 추후 변경될 수 있음
출처: 부처 추가 질의 답변서('25. 5.14)

□ 원안은 주관부처가 사용한 기준환율, 일부 원가요소 추적에 한계가 있는 견적내용 등으로 총사업비 추정에 제약이 존재

□ (인건비) 세부요소기술별 인력 투입 계획(MY 단위)의 일부 산정 근거의 타당성이 부족하여 인건비 규모의 조정이 필요하고 MY당 인건비의 통일성이 부족

○ 출연연의 경우 '관제 및 전처리', '탑재체 개발' 등 업무특성과 실 임금 차이를 반영하여 차별화된 인건비 단가를 적용하여 산정하나 내부 인건비 정보로 근거 확인에 한계

□ (연구재료비) 주관부처는 견적서 작성 연도 또는 최근 환율을 적용하였으나, 예비타당성조사 수행 가이드라인에 따르면 조사 기준년도인 '24년의 평균 환율*을 적용하여야 하며, 각 항목의 산정 근거자료 및 물가상승률 적용에 대한 명확한 기준 제시가 미흡

* 미국달러(1,363.98원/$), 유럽 유로(1,475.05원/€)
※ 환율변동 및 상승 경향이 큰 금융시장을 고려하면 향후 사업 추진 과정에서 환율 변동으로 인한 비용 증가 위험성 존재

○ 여러 연도에 걸쳐 예산이 투입되는 항목들이 많으나 근거자료인 견적서에는 총액만이 기재되어 연도별 예산 투입 계획에 대한 근거 제시 미흡

□ (연구활동비) 예비타당성조사 수행 가이드라인에 따라 조사 기준년도인 '24년의 평균 환율을 적용하여야 하며, 각 항목의 산정 근거자료(견적서, 유사사례) 또는 산출과정 산식이 일부 구체적이지 않아 연구활동비 규모 적절성 판단에 제약 요인으로 작용

□ (연구시설장비비) 동 사업에서 구축하고자 하는 단가 3천만 원 이상 연구장비에 대하여 적정비용을 검토한 결과, 과다 장비에 따른 비용 감소 요인과 환율 적용 기준 시점에 따른 비용 증가 요인이 상존

○ 장비 개수에서 축소 조정이 필요한 내용의 경우 비용 감소 요인에 해당

○ 예비타당성조사 수행 가이드라인에 따르면 조사 기준년도인 '24년의 평균 환율을 적용하지 않고 최근 수년의 평균 환율을 적용한 것으로 판단되는 견적서 등은 비용 증가 요인에 해당

□ (발사비) SpaceX Falcon 9의 ROM price를 적용한 것으로, 정밀 견적이 아니어서 변동성이 크고 달러 환율에 민감함

○ 해당 견적은 '25년 6월 6일에 발행되었고, 60일간(for 60 days) 유효하므로, 사업 수행 시 가격이 변동될 우려가 있어 이에 대한 충분한 민감도 분석이 이루어져야 함

- 또한 당시 환율(약 1,222원)을 기준으로 계산하였기 때문에 환율에 대한 민감도 분석 역시 필수적임

나. 적정 사업비 검토

□ 총사업비는 주관부처가 제시한 사업계획의 원안이 추진된다는 가정하에 2024년 환율 및 조정된 내용을 반영한 결과 7,694.28억 원으로 추정됨

<표 4-5> 적정 사업비 검토

(단위 : 억 원)

구 분			주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)
시스템 및 본체	직접비	인건비	290.37	290.47	0.10
		연구시설장비비	1.39	1.28	△0.11
		연구재료비	2,292.91	2,338.36	45.45
		연구활동비	89.19	88.07	△1.12
		소계	2,673.87	2,718.18	44.31
	간접비		140.03	105.31	△34.72
	계		2,813.90	2,823.49	9.59
환경탑재체	직접비	인건비	97.91	64.56	△33.35
		연구시설장비비	36.82	36.64	△0.18
		연구재료비	1,909.19	2,032.97	123.78
		연구활동비	28.07	23.97	△4.10
		소계	2,071.99	2,158.15	86.16
	간접비		111.06	65.43	△45.63
	계		2,183.04	2,223.58	40.54
해양탑재체	직접비	인건비	96.82	66.81	△30.01
		연구시설장비비	31.83	31.42	△0.41
		연구재료비	1,175.70	1,226.53	50.83
		연구활동비	31.49	26.51	△4.98
		소계	1,335.84	1,351.27	15.43
	간접비		71.60	67.91	△3.69
	계		1,407.43	1,419.18	11.75
발사비 및 보험료	발사비		969.81	1,070.46	100.65
	보험료		156.29	157.58	1.29
	계		1,126.10	1,228.03	101.93
합 계			7,530.47	7,694.28	163.81

(1) 시스템 및 본체

□ 시스템 및 본체 인건비 관련 비업무활동에 인원 배정, 유사업무이나 상이한 투입인력 수 등은 투입인력 조정이 필요한 것으로 판단

○ ‘사업관리계획’, ‘사업성과평가’ 투입인력 등 직접 업무 수행이 예상되지 않는 기간에도 인원이 배정되어 조정, ‘예산관리의 사업 세부 분야 및 업무별 예산 계획’, ‘형상관리계획’ 등 동일유형 업무 투입인력 일관성 있게 조정

□ 시스템 및 본체 연구재료비는 EM, EQM, FM 개발 관련 부분품 및 소요량에 대해 부처안을 사용하였고 견적서는 예비타당성조사 기준년도인 2024년 기준[18]으로 조정하여 산정

□ 시스템 및 본체 연구활동비 관련 투입인력이 반영되지 않는 시기의 출장비, 투입인력 규모와 비례하지 않는 사무용품비 등 조정이 필요한 것으로 판단

○ 2028~2033년에는 투입 인력이 반영되지 않는 사업관리계획 등의 업무 관련 출장비 삭감하여 조정

○ '관제 및 전처리 체계종합 및 접속 설계'에 대한 투입 인력과 소요량이 불일치하는 내용에 대해 SW 활용비 조정

□ 간접비는 '관제 및 전처리 시스템' 업무는 연구기관인 항우연의 2024년 간접비 비율(8.36%), 이외 업무는 부처안에서 고려하는 산업체의 간접비 비율(5.23%)을 적용하였고 직접비 중 해외구매 비용으로 지불되는 금액은 제외[19]하고 간접비 산출

<표 4-6> 시스템 및 본체 적정 사업비 검토

(단위: 억 원)

구 분			주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)
시스템 및 본체	직접비	인건비	290.37	290.47	0.10
		연구시설장비비	1.39	1.28	△0.11
		연구재료비	2,292.91	2,338.36	45.45
		연구활동비	89.19	88.07	△1.12
		소계	2,673.87	2,718.18	44.31
	간접비		140.03	105.31	△34.72
합 계			2,813.90	2,823.49	9.59

18) 총사업비 산정 기준년도(24년)와 불일치하는 견적서는 부처로부터 재제출 받았고 재제출이 어려운 견적서는 물가상승률을 고려하여 24년 금액으로 조정

19) 천리안위성 5호 예비타당성조사에서 '위성체계 획득을 위한 체계개발' 사업 특성을 고려 시 해외 업체에서 부품을 구매하여 조립하는 활동에 일괄 간접비 매칭은 과다하여 해외 업체에 지불되는 비용은 간접비율 적용대상에서 제외하고 간접비 산출(「정지궤도 기상·우주기상 위성(천리안위성 5호) 개발 사업 예타보고서」(2023. 8), p.246)

(2) 환경/해양탑재체

□ 환경/해양탑재체 인건비 관련 사업일정계획과 배치되는 비업무활동 시기 인원 배정, 유사업무이나 상이한 투입인력 수 등은 투입인력 조정이 필요한 것으로 판단

○ 환경/해양탑재체는 위성체의 탑재장비로 사업 일정계획에 따르면 2031년까지 완료가 필요하여 본 시기 이외 배정된 인원수 축소

○ 주관연구개발기관은 개방되어 있으나 부처 사전 수요조사 시 산업체의 참여의향이 없어 인건비 단가는 출연연(항공우주연) 기준을 준용

□ 환경/해양탑재체 연구재료비는 시스템 및 본체와 같이 EM, EQM, FM 개발 관련 부분품 및 소요량에 대해 부처안을 사용하였고 견적서는 예비타당성조사 기준년도인 2024년 기준[20]으로 조정하여 산정

□ 환경/해양탑재체 연구활동비 관련 역할 및 필요성이 명확하지 않거나 유지보수 필요성이 미약한 내용, 사업계획과 사용시기가 불일치하는 비용 등은 조정이 요구된다고 판단

○ '연구인력지원비' 관련 계약직연구원에 대한 연구인력지원비가 배정되었으나 역할 및 필요성이 제시되지 않아 적합성 판단이 불가하여 비용 미반영

○ '연구환경유지비' 관련 사무비품 및 비품은 유지보수가 필요한 비품이 아니어서 사업착수연도에 구매비만을 반영

○ 환경/해양탑재체 제작에 사용되는 프로그램 라이선스 비용 관련 위성체 총조립이 완료된 이후의 유지보수 비용 삭감

□ 간접비는 연구기관인 항우연의 2024년 간접비 비율(8.36%)을 적용하고 직접비 중 해외구매 비용으로 지불되는 금액은 제외하고 간접비 산출

20) 총사업비 산정 기준년도(24년)와 불일치하는 견적서는 부처로부터 재제출 받았고 재제출이 어려운 견적서는 물가상승률을 고려하여 24년 금액으로 조정

<표 4-7> 환경/해양탑재체 적정 사업비 검토

(단위: 억 원)

구 분			주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)
환경탑재체	직접비	인건비	97.91	64.56	△33.35
		연구시설장비비	36.82	36.64	△0.18
		연구재료비	1,909.19	2,032.97	123.78
		연구활동비	28.07	23.97	△4.10
		소계	2,071.99	2,158.15	86.16
	간접비		111.06	65.43	△45.63
합 계			2,183.04	2,223.58	40.54

구 분			주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)
해양탑재체	직접비	인건비	96.82	66.81	△30.01
		연구시설장비비	31.83	31.42	△0.41
		연구재료비	1,175.70	1,226.53	50.83
		연구활동비	31.49	26.51	△4.98
		소계	1,335.84	1,351.27	15.43
	간접비		71.60	67.91	△3.69
합 계			1,407.43	1,419.18	11.75

(3) 발사비 및 보험료

□ 주무부처 제시 비용과 견적서 검토 결과, 환율 및 2024년 기준 연도로 비용 조정

<표 4-8> 발사비 및 보험료 적정 사업비 검토

(단위: 억 원)

구 분		주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)
발사비 및 보험료	발사비	969.81	1,070.46	100.65
	보험료	156.29	157.58	1.29
합 계		1,126.10	1,228.03	101.93

(4) 연구시설장비비

□ 동 사업에서 구축하고자 하는 단가 3천만 원 이상 연구장비에 대하여 적정비용을 검토한 결과, 원안 대비 약 81백만 원 감액이 필요한 것으로 조사됨

○ 모든 장비의 도입 타당성이 존재한다고 판단되나, 적정비용은 원안 70억 원에서 약 0.8억 원 감액된 69.2억 원으로 조사됨

다. 적정 운영비 검토

□ 천리안위성 6호 발사 후 임무기간 10년('34~'43) 동안 주관부처가 제시한 총운영비는 명목금액 기준으로 646.1억 원이며 인건비 119억 원, 직접비 468.4억원, 간접비 58.7억 원에 해당

□ 운영비는 주관부처가 제시한 운영계획의 원안이 추진된다는 가정하에 임무기간 10년('34~'43) 동안 명목금액 기준 605.62억 원으로 추정됨

○ 주관부처는 임금인상률 및 물가상승률로 5%를 적용하였으나 예비타당성조사는 임금인상률로 사업비에서 검토한 산업체 및 연구기관의 임금인상률인 3.59%, 2.59%를 적용하고 물가상승률은 예비타당성 조사 할인율인 4.5%를 적용

○ 직접비는 주관부처가 적용한 물가상승률 5% 대신 예비타당성조사 할인율인 4.5%를 적용하여 산정

○ 간접비는 주관부처가 적용한 10% 대신 한국항공우주연구원의 '24년 간접비율인 8.36%를 적용

○ 임무기간 10년('34~'43) 동안 명목금액으로 인건비는 106.43억 원, 직접비는 452.47억 원, 간접비는 46.72억 원으로 추정됨

라. 총비용 추정

□ 총비용은 주관부처가 제시한 사업계획의 원안이 추진된다는 가정하에 조정된 사업비 내용을 반영한 결과 명목가치는 8,299.9억 원, 현재가치(2024년 기준)는 6,390.48억 원으로 추정됨

○ 총비용은 총사업비에 사업기간 종료 이후 임무수명 기간(10년: 2034~43) 동안 위성운영에 소요되는 사업운영 및 유지관리 비용을 추가로 반영

※ 사회적 할인율 4.5%를 적용

<표 4-9> 경제성 분석을 위한 총비용

(단위 : 백만 원)

연 도	예비타당성조사	
	명목가치	현재가치
2027	88,633	77,669
2028	155,356	130,276
2029	163,851	131,482
2030	156,244	119,979
2031	121,584	89,344
2032	70,625	49,662
2033	13,135	8,838
2034~2043	60,562	31,798
합 계	829,990	639,048

2. 경제성 분석

가. 주관부처의 경제성 분석

□ 부처는 최초 조건부가치측정법(CVM) 중 진술선호분석을 사용하여 동 사업의 편익을 제시하였으나, 이후 비용저감 편익 분석 자료를 추가로 제시함

(1) 조건부가치측정법(CVM)에 기반한 경제성 분석

□ 주관부처는 일반 국민의 지불의사금액(WTP)을 파악하는 조건부가치측정법(CVM)으로 편익을 산정하여 비용편익 비율(B/C ratio) 0.71을 제시함

○ 천리안위성 6호 편익 수혜자는 일반 국민 전체로 볼 수 있으며, 이로 인해 일반 국민이 얻게 되는 직·간접적인 편익의 정량화에 한계가 있어 비시장재화 가치를 측정하기 위한 진술선호접근법을 선택

□ 주관부처의 경제성 분석에는 편익 추정을 위한 모집단 규모 설정과 비용 추정을 위한 기준환율 적용 등의 문제점이 있음

○ 주관부처가 편익 추정 시 모집단 규모로 가구수가 아닌 세대수를 적용한 점은 부적절

- 부처는 모집단 규모 적용 근거로 2023년 12월 기준 주민등록인구현황의 세대수(23,914,851)를 활용하였으나 가구당 추가 세수부담 진술선호 분석을 수행하는 조건부가치 추정 지침에 따라 인구총조사의 2024년 기준 가구수(22,997,120) 적용이 타당

○ 비용 추정 시 적용한 환율은 예비타당성조사 지침에 부합하지 않은 기준년도 및 평균값을 사용하여 지침에 부합하는 환율을 적용하는 등 비용 재계산 필요

(2) 비용저감 및 피해저감 편익 추정에 기반한 경제성 분석

□ 부처는 정지궤도 환경·해양위성 관측 정보 기반의 정책 집행(긴급재난문자 발송 등)으로 예상되는 비용저감 효과에 대해서 해외의 위성 활용 및 효과 분석 사례 등을 토대로 비용편익분석(Cost-benefit Analysis)을 신규로 수행하여 B/C 1.50을 도출

○ 편익 항목으로 '미세먼지로 인한 피해저감', '관측 공백영역 해소를 위한 도시대기 측정망 구축 비용 저감', '적조로 인한 피해저감' 등 9가지 유형 고려

□ 주관부처의 비용편익분석은 기본 가정과 적용 모수, 편익 유형별 중복 등 문제점으로 인해 적절한 경제성 분석이 수행된 것으로 볼 수 없음

나. 예비타당성조사의 경제성 분석

□ 예비타당성조사에서는 비시장재화인 정지궤도 환경해양위성의 경제적 편익 도출을 위해 국민의 지불의사금액(WTP)을 살펴보는 조건부 가치측정법(CVM)을 활용

○ 비시장재화의 가치를 측정하는 대표적 방법인 조건부 가치측정법(CVM)은 일반인 대상 면접 조사를 통해 평가대상 공공서비스에 대한 지불의사액을 파악하여 무형자산의 경제적 가치를 화폐 단위로 추정하는 조사 기법

○ 예비타당성조사 연구진은 주관부처 CVM이 대체로 지침을 준용하여 수행되었음에 착안하여 별도로 CVM을 재수행하지 않고, 주관부처에서 수행한 조사결과를 활용하여, 일부 자료 보완 후 편익을 산출하였음

□ 주관부처에서 수행한 조사결과를 설문구성, 제시금액, 분석과정의 적정성 측면에서 검토하였고 대부분 적정하게 수행된 것으로 판단

○ 주관부처가 진술선호분석을 위해 수행한 설문 자체는 동 사업의 효과를 다소 과장한 측면은 있으나 대체로 적절하게 수행되었다고 판단

○ 사전조사 응답 결과를 바탕으로 한 본조사 제시금액 설정, 지불의사금액(WTP) 도출을 위한 분석 과정은 예비타당성조사 지침[21]에 따라 적절하게 수행된 것으로 확인됨[22]

□ 예비타당성조사 연구진은 주관부처가 활용한 조건부가치추정법(CVM)을 대체로 준용하되, 모집단 추정 준거를 KDI의 CVM 가이드라인에 부합하도록 수정 적용하여 편익을 재추정함

○ KDI의「CVM분석지침개선 업무가이드라인」(2015)에 의하면 기본적인 CVM의 조사 단위를 가구로 제시하고 있으며 주관부처도 CVM 시행 시 지불의사금액 조사 단위를 가구로 설정하고 설문을 설계함[23]

○ 이에 따라, 편익 산정 시 모집단을 세대수가 아닌 가구수로 대체하고 가구수는 설문조사 시점인 2024년의 국가 공식 통계를 적용

- 모집단 규모로 주관부처가 사용한 2023년 12월 기준 주민등록인구현황의 세대수 23,914,851 대신에 2024년 기준 인구총조사의 가구수 22,997,120를 적용

□ 가구당 지불의사금액에 가구수를 곱해 연간 편익을 산정한 결과 92,722백만 원, 5년간 지급되는 연간 편익을 현재가치로 환산하여 합산한 결과 약 4,070억 원으로 산정됨

○ 편익 약 4,070억 원은 설문조사에서 소득세를 2025년부터 5년 동안 지급하는 것으로 상정하였기에 해당 5년 동안의 연간 편익에 할인율(4.5%)을 적용하여 현재가치(2024년 기준)로 전환한 수치임

---

21)「예비타당성조사를 위한 CVM 분석지침 개선 연구」(한국개발연구원, 2012)

22) 다만 주관부처 CVM의 보기카드는 동 사업이 유일한 정지궤도 위성인 것처럼 호도하는 경향을 배제하기 어려우므로, 주관부처 CVM 원자료를 활용한 분석은 지불의사금액의 상한선 추정에 가깝다는 한계가 존재

23) 주관부처는 기획보고서에서 CVM 조사 단위 관련 "본 조사에서는 가구 당 총 소득세의 증가를 통한 천리안위성 6호 사업 추진을 위한 비용의 확충이라는 지불수단을 제시" 등 지불의사액인 총소득세 증가의 조사 단위를 가구로 설정하였음을 명시

<표 4-10> 천리안위성 6호의 연간 편익

	WTP(원/가구당)		가구수(가구)	연간편익(백만 원)
	2024년 2월 말 기준	2024년 12월 말 기준		
원안	3,992.2	4,031.8	23,914,851	96,421.1
대안			22,997,120	92,722.1

<표 4-11> 사업의 편익흐름

(단위 : 백만 원)

연 도	편익(현가)
2025	88,729
2026	84,908
2027	81,252
2028	77,753
2029	74,405
총 편익	407,048

□ 예비타당성조사 대안의 비용편익 비율은 0.637로 경제성이 사업계획 원안 대비 감소함

<표 4-12> 대안의 비용편익 분석 결과

(단위 : 억 원)

총편익 현재가치	총비용 현재가치	B/C 비율	순현재가치
4,070.5	6,390.5	0.637	△2,320.0

제 5 장 종합분석 및 결론

1. 사업계획 원안에 대한 조사결과

□ 동 사업이 해결하고자 하는 문제/이슈*와 수요의 도출 근거를 보완할 필요가 있음

* ① 대기·해양 오염물질 등으로 인한 재난재해 및 기후변화로 인해 가속화되는 대기·해양 환경 변화에 대응하는 연속적인 광역 관측 수단 부재 ② 정지궤도위성 주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속

○ 천리안위성 2B호가 대기·해양 환경의 광역·연속 관측 임무를 수행 중이므로, '관측 수단 부재'보다는 후속 위성을 통한 임무 승계와 성능향상의 필요성을 기존 위성의 운영성과 및 한계에 근거하여 제시할 필요

○ 주관부처가 제기한 "주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속"이 위성체계 개발과 어떠한 인과관계를 갖는지, 대외의존 해소가 왜 중요한지에 대한 분석이 충분하지 않으며, 수요조사도 수행 시점('21년)을 감안할 때 응답규모·위성 이용경험·조사시점 측면에서 최신 수요를 대표하는지 재확인이 필요함

□ 정지궤도위성 개발을 국가연구개발사업으로 추진하는 동 사업이 조달 등 타 대안 대비 우수하다는 논리와 근거 제시가 부족함

○ 조달계약, 기존 기술 활용, 현 성능 수준의 후속위성, 저궤도위성 편대, 항공·드론 원격탐사 및 지상관측망 보완 등과 비교하여 정지궤도위성 연구개발의 기능적·경제적 우위를 체계적으로 제시한 것으로 보기 어려움

○ 환경탑재체는 법정동 단위 정보 제공과 지상관측망 대비 비용우위를 강조하나 추가 행정효과와 소요자원에 대한 분석이 부족함

※ 대기오염의 확산 및 이동성 고려 시 행정서비스 이용자 입장에서 광역단위 정보제공 대비 실효성, 해상도 차원에서 정지궤도위성의 정밀 관측의 경제성 등 관련 분석 내용 제시 부족

○ 해양탑재체는 계절적·불규칙적으로 발생하는 해양현상*에 대해 시간 단위 상시관측이 필요한 이유와 비용 대비 개선효과가 충분히 입증되지 않음

* 적조, 저염분수, 괭생이모자반 등은 특정 계절에 발생이 국한되거나 중국의 홍수 발생, 해수온도 상승 등의 발생 원인이 명확함에도 정지궤도위성을 활용한 시간 단위의 연속 관측 필요 논리 제시는 부족함

□ 사업목표 간 우선순위와 성과지표가 사업의 목적과 최종 성과를 적절히 반영하도록 정비할 필요

○ 환경·해양탑재체의 '정지궤도위성 확보'와 '국내 개발역량 확대'가 상충할 경우 위성의 적기 확보가 우선될 수 있으므로, SDR 이전에 국내기술 적용과 해외도입의 판단기준 및 우선순위를 명확히 설정할 필요가 있음

- 탑재체별 성능목표 달성 여부가 실제 관측정보의 정확도 향상, 사용자 활용성 제고, 정책·행정서비스 개선으로 이어지는지 판단할 수 있는 부문별 성과지표 보완 필요

○ 성과지표가 제작 절차와 단계 도달 등 과정지표 위주로 구성되어 서비스 고도화의 실현 정도, 환경·해양탑재체 개발역량, 관측정보의 정확도·활용성 및 정책·행정서비스 개선효과를 충분히 측정하기 어려움

□ 기술성숙도평가, 기술확보방식 및 국산화율 산정기준의 객관성과 일관성이 부족함

○ 사업기획에 참여한 연구진이 CTE 선정과 TRA를 주관하여 평가의 독립성이 미흡하고, 기술성숙도 수준과 기술확보 방식의 기준·시점의 일관성이 부족함

○ 해외협력·해외기술 활용을 폭넓게 수용하더라도 TRL 8단계 도달만으로 국내 기술확보로 인정되는 '국내주도'의 정의가 적절하다고 보기 어려움

○ 국산화율을 수량 기준으로 정의하여, 부품의 중요도·가치와 동 사업의 순증 기여를 반영하지 못하며 산정내역의 제시도 부족함

□ 탑재체 요구성능, 사업 세부활동 구성 및 실행계획의 구체성과 상호 연계가 부족함

○ 환경·해양탑재체의 해상도·관측채널·산출물 정확도 등 성능향상 요구가 최종 위성사양, 비용·일정·기술위험 및 서비스 개선효과로 연결되는 논리와 절충 기준이 불명확함

○ WBS와 일정계획은 제시되었으나 탑재체 제작 세부활동, 장납기·수출통제 품목 대응, 주요 마일스톤 지연이 발사 및 IOT에 미치는 영향 등 실행 위험 관리 수준이 구체화 되었다고 보기 어려움

○ 주파수·궤도 승계, 위성자료 검보정 및 서비스 제공체계 등 운영계획을 사업의 실현 가능성과 성과 측정을 뒷받침할 수 있도록 구체화할 필요

□ 추진시스템의 단계적 국산화 전략과 선행사업 성과의 연계·기여 범위 명확화 필요

○ 하이브리드 추진시스템을 완전전기추진계 확보의 중간단계로 제시하였으나, 양 추진시스템의 사양·구조 차이를 고려한 기술로드맵의 제시가 부족하며, 해외의존도가 높은 화학·전기 추진시스템의 국산화율을 단기간에 70% 수준으로 높이는 실행방안도 충분히 제시되지 않음

※ 주관부처는 동 사업에서 적용한 하이브리드 추진계 기술을 천리안위성 3호 후속(35년 개발 착수)의 완전전기추진계에 적용하는 계획을 제시하였으나 사양과 구조가 동 사업의 천리안위성 6호기와 상이하므로 실제 연계 가능성에 불확실성이 존재함

○ 스페이스파이오니어 사업의 성과물과 천리안위성 3호·5호 개발성과의 적용 시점, 요구규격 충족 가능성 및 SDR 이전 확보 가능성이 불분명하며, 타 위성에 선행 적용되는 성과와 동 사업의 고유한 국산화 기여를 구분할 필요가 있음

※ 동 사업은 사업 초기인 시스템설계검토(SDR) 시점('27. 12)에 국산화 또는 해외부(분)품 구입 여부를 최종결정할 예정으로 해당 시점까지 국산화 기술개발이 완료되지 않을 경우 사업 적용 어려움

□ 민간주도 추진체계와 국내 산업생태계 조성 전략의 근거 제시가 부족함

○ 산·연의 정지궤도위성 기술수준과 체계종합 역량에 대한 구체적인 식별 및 분석 내역과 민간 취약기술의 이전 대상·방식과 수행주체 선정에 대한 논거 등이 제시되지 않은 상태에서 산업체를 총괄주관기관으로 지정한 근거와 논리를 파악하기 어려움

○ 산업생태계 조성방안을 제시하고는 있으나, 중소·벤처기업의 국산화 부품 적용, 구매·비행이력 축적 및 개요적인 민간기업의 시설투자 계획을 실제로 담보할 구체적 기제 제시는 부족함

□ 주관부처의 최근 신규 R&D예산 동향을 감안할 때 사업기간 중 안정적인 재원 확보 가능성을 낙관하기 어려움

○ '27년 신규사업 요구예산은 종료사업으로 조달 가능한 재원 대비 우주항공청 약 7배, 기후에너지환경부 약 6.9배이며 해양수산부는 종료사업이 없어, 사업기간 동안 우주항공청 2,813.9억 원, 기후에너지환경부 2,746.09억 원, 해양수산부 1,970.48억 원을 확보하는 데 차질이 발생할 가능성을 배제하기 어려움

2. 주관부처 소명자료에 대한 검토 결과

□ 주관부처는 소명자료를 통해 동 사업이 해결하고자 하는 문제/이슈로 제기한 현행 위성의 임무 승계 필요성과 수요조사의 대표성을 일부 보완함

○ 주관부처는 천리안위성 2B호의 운영 효과, 기후·환경 변화 및 정책수요 확대에 따른 개선 요구 등을 제시하여, 대기·해양 환경문제 대응을 위한 광역·연속 관측 임무의 승계 필요성을 소명함

○ 주관부처는 소명자료에서 수요조사 대상의 규모·구성·전문성, 기관 대표 응답 및 잠재 활용인력 포함 등 조사절차를 설명하여 조사절차와 응답자 구성에 관한 설명은 보완되었으나 표본 대표성과 최신성의 한계가 해소된 것으로 보기는 어려움

- '21~'22년에 실시된 조사인 만큼 연구·정책수요를 현행화하여, 동 사업의 성능개선 수준의 효과성을 점검하고 필요시 고도화된 성능개선 목표 반영 필요

□ 주관부처가 정지궤도위성의 관측상 비교 우위와 정부R&D 추진 필요성을 소명함

○ 소명자료에서 주관부처는 저궤도위성 편대, 지상관측망 및 현 성능 정지궤도위성의 공간해상도·관측영역·관측주기·임무수명·관측물질 등 대안 비교분석을 통해 특정 광역지역의 고빈도·장기 관측에서 동 사업 정지궤도위성의 우위를 제시함

○ 단, 부처는 정지궤도위성과 지상관측망 두 관측수단이 측정 목적, 대상, 정밀도의 차이로 상호보완적 역할이 있음을 인정하고 위성·지상관측·기상자료를 융합하는 알고리즘 기술의 발전과 위성기반 지상추정농도 정확도의 지속적 향상으로 향후 정부의 맞춤형 행정서비스 제공에 위성정보 활용이 확대될 가능성과 이를 위한 위성정보 생산 필요성을 제시하고 있는데 일정 부분 인정됨

○ 부처는 소명자료를 통해 천리안위성 2B호 대비 6호기가 관측 성능 향상이 기대되는 사례 보완 설명 및 대조군 없는 지구온난화 분석에 장기 데이터가 필요한 이유를 논리적으로 해명

○ 위성·지상관측·기상자료 융합에 따라 지상추정농도 정확도와 맞춤형 행정서비스가 향상될 가능성은 인정되나, 환경탑재체가 지상관측망이 부재한 지역에서 완전한 기능 대체를 전제로 한 설치비용 비교와 비용우위 소명은 두 관측수단이 상호보완적이며 시스템·본체 개발비를 포함하면 비용우위가 없어 적절한 대안 비교로 인정하기 어려움

- 주관부처는 하드웨어 관련 지상관측망 설치비(3,505.57억 원)와 환경탑재체 개발비(발사 및 보험료 50%를 포함한 2746.07억 원)를 비교하여 비용우위를 설명하나 시스템 및 본체 개발비 50%(1,406.95억원)를 추가 고려하였을 경우 비용우위에 있지 않음

○ 조달계약과 비교하여 핵심기술 대외의존 해소, 선행 R&D 성과의 실증 및 민간 보유기술·제품의 검증이 가능하다는 점을 제시하여 신규 핵심기술의 국산화를 위한 정부 R&D 필요성은 일부 인정됨

□ 사업목표와 성과지표의 연계 문제점 보완이 확인되며, 국내 개발역량 확보의 우선순위와 서비스 성과 측정을 전제로 한 대안 도출 가능성이 존재한다고 판단됨

○ '성능목표 달성도', '핵심기술 확보 수' 및 '부(분)품 국산화율'이 전략목표와 산출 성과를 측정한다는 설명과 알고리즘 궤도상시험(안)을 제시하는 등 IOT를 통한 기술성능 검증방안의 보완이 확인됨

- 다만 서비스 고도화와 최종 수혜자 효과를 측정하는 결과지표는 여전히 부족

○ 소명자료에서 주관부처는 '정지궤도위성 확보'와 '국내 개발역량 확대' 간 상충을 관리하는 방안으로 개발단계별 가이드라인과 사업 착수 후 4년 이내의 중간평가를 제시하였으나, SDR 등 마일스톤은 주로 위성 성능과 적기 확보를 관리하므로 국내 개발역량 확대가 후순위로 밀릴 가능성을 충분히 해소했다고 보기 어렵고, 국산화 판단기준도 국내기술 적용을 보장할 정도로 구체적이지 않은 한계가 존재함

○ 천리안위성 6호의 산출물, 정보제공체계 및 수혜자별 성과·영향의 연결과정을 제시하여 위성정보가 서비스로 제공되는 경로가 구체화됨

□ TRA의 객관성에 대한 해명은 보완된 것으로 볼 수 있으며, 기술 확보 방식과 국산화 성과의 판정 기준에 대한 주관부처의 설명은 일부 인정되는 측면은 있으나 보강 필요

○ 별도 전문가협의체 구성과 평가 시 부처 담당자를 배제하는 등 독립적인 TRA를 수행하고, 기획연구진의 역할을 자료 취합·절차 관리로 한정하였다는 설명을 고려할 때 평가의 객관성 유지 노력은 인정됨

- '천리안위성 6호 기술개발 방안 설정 기준'은 천리안위성 5호 사업 기획 시에도 준용한 기준[24]이고 기본적으로 일관성, 통일성 있는 기술확보 방안 설정을 위해서

24) 「정지궤도 기상·우주기상 위성(천리안위성 5호) 개발 사업 예타보고서」 (2023. 8) '<표 29> 동 사업의 기술확보방안 설정 기준'(p.228)에서 동일 기준 사용

는 기술성숙도 수준에 기반한 기술확보방안 수립 및 기술수준과 기술확보방안 기준 시점을 일치시켜서 도출하는 것이 바람직하다고 판단됨

○ 그러나 주관부처는 '국내주도'에 해외지원이 포함되고 TRL 8단계 도달만으로 국내 기술확보로 인정될 수 있다는 주장을 고수하고 있어, 해외기술이 실질적 기반인 경우까지 성과로 산정될 가능성이 해소된 것으로 보기는 어려움

○ '핵심기술 확보 수'와 '부(분)품 국산화율'은 설계·제작·시험검증·운영의 국내 수행 범위와 해외협력 허용범위를 사전에 엄격히 정의하고, 그 기준을 충족한 경우에만 성과로 인정할 필요가 있음

○ 수량 기준 국산화율은 타 사업과의 비교 및 환율변동 회피에는 유리하나 부품의 중요도·가치, 산정범위의 자의성 및 성과 과대계상 문제를 해소하지 못함

○ 동 사업의 문제/이슈인 '정지궤도위성 주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속'을 해결하기 위해 사업의 성과목표를 '국내개발 역량 확대'로 설정한 취지를 고려해서도 '국내주도'의 정의를 명확하게 정리할 필요

- '국내개발역량 확대' 성과목표와 관련된 성과지표인 '핵심기술확보 수', '부분품 국산화율'의 경우도 국내 기술확보에 대한 사전 측정방식을 엄격히 정의하고 사전 설정된 방식으로 수행한 경우만 성과지표 달성으로 판정하는 등 정비 필요

□ 탑재체 사양 설정과 일부 실행계획은 적절히 소명되었으나, 세부 제작기술·일정위험 및 일부 운영계획은 추가 구체화가 필요함

○ 사용자 요구를 전문가 자문과 초기설계로 구체화하여 환경·해양탑재체 사양에 반영한 절차는 적절한 것으로 판단됨

○ 탑재체시스템·서브시스템 중심으로 기술을 도출했다는 설명과 국산화 대상 부분품 관련 산업체의 유사 개발이력을 조사한 노력은 인정되나, 국내 기술확보 성과의 기본 요건인 제작기술을 세부기술로 도출하지 않은 이유는 충분히 설명되지 않았으므로, WBS 하위 작업의 요구사양과 성과지표를 사업 착수 이후가 아니라 사전에 가능한 범위까지 구체화할 필요가 있음

○ 장납기·수출통제 품목 대응과 주요 마일스톤 지연이 발사·IOT에 미치는 영향에 대한 추가 소명이 없어 일정위험 관리방안은 여전히 보완이 필요함

○ 위성망은 주파수와 궤도를 함께 승계해야 하므로 천리안위성 3호·5호가 동일 궤도에 있더라도 다른 주파수를 사용하면 승계할 수 없다는 문구의 의미가 해명되었

고, 편파분리 재사용과 신규 등록 모두 7년의 사업기간 내 가능하다는 설명이 제시되어, 주파수·궤도 승계와 검보정 운영계획은 대체로 소명됨

□ 주관부처는 소명자료를 통해 추진시스템의 단계적 국산화 가능성과 선행성과 활용 방안을 보완하여 제시함

○ 소명자료에서 제시된 천리안위성 3호의 하이브리드 추진시스템 개발에서 축적한 설계·해석·검증 경험과 화학추진계 배관 어셈블리·고온단열재, 스페이스파이오니어의 이원추진제추력기·전기추진계 부품을 단계적으로 연계 및 활용하는 방안은 적어도 동 사업의 기술확보에 기여할 수 있다는 방향성은 인정되며, 동 사업의 높은 국산화율 목표와 결부되는 측면이 존재함

- 천리안위성 5호와 달리 이원추진제추력기를 주·부추력기에 적용하고 전기추진계 및 탑재체 구동부를 최초 실증한다는 차별성은 동 사업의 고유한 성과로 인정할 수 있음
- 다만 GNSS 수신기, 별추적기 및 일부 이원추진제 부추력기는 천리안위성 5호에 선행 적용될 예정이므로, 동 사업에서 최초로 실증하거나 추가로 성숙시킨 부분만 국산화 성과로 산정할 필요가 있음
- 그러나 소명자료를 통해 주관부처가「국가 중점우주기술 개발 로드맵 3.0」의 2040년대 화학·전기추진계 국산화 목표와 하이브리드 방식의 선정 경위를 제시하였음은 확인되나, 하이브리드 추진시스템이 완전전기추진계 확보로 연결되는 구체적 기술단계와 전환조건을 명확화하고 초점면전자부·지향미러구동부 등 핵심 부분품의 후속 연구개발 계획도 구체화할 필요가 있음

□ 민간기업의 시스템·본체 수행 가능성에 관한 자료는 보완되었으나, 정지궤도위성 체계종합을 독자 수행할 역량과 기술위험 대응능력의 완비로 보기에는 제약이 존재하므로 민간주도 추진근거와 산업생태계 조성·투자계획은 여전히 보완 필요

○ 주관부처는 소명자료를 통해 산・연의 시스템·본체 TRL을 구분하고 참여의향 조사, 민간 수행사례 및 산·연·관 협의체를 통한 기술이전 계획을 제시하여, 동 사업의 민간기업 수행 가능성의 근거가 보완되었음이 확인됨

- 추진체의 경우 주관부처가 미소진동 저감·추진시스템을 민간 상용기술로 제시하였는데, 동 사업에서 해당 시스템을 CTE로 분류하고 출연연 성과를 활용한다는 설명이 병치되어 있어 상충적인 문제 해소 필요
- 탑재체 기술수준은 산・연 구분 없이 국내 역량만 총괄적으로 제시한 반면 환경·해양탑재체의 부분품 대부분을 국내 산업체가 설계·제작·조립·검증한다는 계획을

제시하여 설명의 일관성이 부족하며, 검출부·스캔메커니즘 등 국산화 제외 품목을 포함한 국내 기술수준과 확보 방안을 담은 상세 전략의 제시도 부족함

○ 중소·벤처기업 참여 장려 방침은 제시되었으나 국산화 부품의 구매·비행이력 축적을 담보하는 구체적 장치가 없고, 민간기업의 시설투자 의사도 미이행 시 책임이 없는 수준이어서 실질적인 투자계획으로 보기 어려움

- 사업 추진 이후 투자 의사를 확인하겠다는 설명만으로는 민간역량과 투자의사에 기반한 민간주도 전략을 뒷받침하기에는 부족하므로, 주관연구개발기관 선정·협약 단계에서 중소기업 참여와 민간투자 이행조건을 구체화할 필요가 있음

□ 주관부처는 재원 확보 가능성에 대한 추가 소명을 제시하지 않아 향후 다부처 사업의 특성과 재원조달의 어려움이 복합적으로 작용할 시 사업기간 연장 등 일정 차질의 개연성이 있음

○ 주관부처의 신규 R&D 예산요구와 종료사업 재원 규모를 고려할 때 우주항공청 2,813.9억 원과 기후에너지환경부 2,746.09억 원 및 해양수산부 1,970.48억 원을 사업기간 중 안정적으로 확보하기 어려울 가능성이 존재함

○ 특히 동 사업이 우주청 단독이 아니라 기후부와 해수부가 참여하는 다부처 사업임을 감안할 때 특정 부처의 예산 조달 실패는 사업 전체 지연을 야기한다는 점에서 주관부처와 참여부처의 지속적인 재원조달 의지가 보장될 필요

□ 주관부처는 조건부가치측정법(CVM) 및 비용저감 편익분석을 활용하여 편익 추정치를 제시하였으나 비용저감 편익분석은 기본가정과 적용변수 등의 문제로 수치 인정이 어려움

○ 주관부처는 최초 진술선호분석 중 조건부가치측정법(CVM)을 사용하여 동 사업의 편익을 제시하였으나, 이후 비용저감 편익 분석 자료를 추가로 제시함

○ 주관부처가 비용편익 비율로 0.71을 제시한 CVM은 설문조사 시 활용한 보기카드의 포함 범위와 편익 산출 시 모집단 적용 기준 등 일부 문제점은 있으나 전반적으로 표준지침을 준수하여 수행한 것으로 판단됨

○ 주관부처는 비용저감 편익분석을 통해 비용편익 비율을 1.5로 제시하였으나 추정 시 사용한 변수값의 타당성, 피해저감 대상 설정의 적절성, 산정 방식의 객관성 등이 충족되지 않아 산출된 편익 규모 인정이 어려움

- 주관부처가 편익산출 시 적용한 사업기여율, R&D 사업화성공률은 산정방법이 일반적이지 않거나 자의적인 수치가 사용되어 추정의 오류를 유발할 소지가 있음

- 미세먼지, 오존, 유류유출, 적조, 이상조류, 괭생이모자반, 해무 등 본 분석에서 고려한 9가지 편익 항목은 모집단 규모, 적용 대상 연도, 위성 기여수준, 피해/비용 절감 수준, 상이한 환경 조건 등의 문제가 있어 추정 수치의 수용이 어려움

3. 예비타당성조사 대안의 도출

□ 동 사업이 지향하는 천리안위성 2B호의 환경·해양 광역·연속 관측 임무 승계 및 관련된 정책서비스의 지속, 해당 궤도위치·주파수 할당의 국제등록상 지위 유지와 국내 핵심기술 역량 확대의 정책적 필요성은 인정됨

○ 기후·환경 위기와 재난·재해에 대응하여 국민의 건강과 안전을 보호하고, 천리안위성 2B호의 임무 종료 이후에도 대기·해양에 대한 광역·연속 관측과 관련 서비스의 유지 필요성이 인정됨

○ 또한 한정된 우주자원인 주파수와 정지궤도의 사용권을 계속 확보하고, 위성 제작 과정에서 국내기술 적용 기회 확보와 환경·해양 정지궤도위성의 개발역량을 확대한다는 점에서 사업 추진 필요성이 인정됨

○ 다만 이러한 필요성의 인정이 주관부처가 제시한 사업 원안의 과학기술적 타당성이나 국가연구개발 방식의 우위가 사업계획서나 추가제출자료를 통해 완전히 입증되었다는 의미는 아님

- 특히 최신 수요와 기존 위성의 운영 성과, 국내 기술역량을 감안한 기술확보 방식, 민간산업 생태계 조성, 개발일정 및 다부처 재원조달 가능성 등에 관한 쟁점은 소명자료를 통해서도 충분히 해소되지 않음

□ 따라서 다음 사항을 사업 착수 전 상세기획과 사업관리계획 및 협약에 구체적으로 반영하고, 핵심 조건을 충족하지 못할 경우 성능·일정·획득방식 및 사업범위를 재조정하는 것을 전제로 추진할 필요가 있음

○ 천리안위성 2B호의 최신 운영성과와 사용자 수요를 바탕으로 환경·해양탑재체의 성능향상 목표와 행정서비스 개선효과를 재검증하고, 실수요에 부응하는 고도화된 관측정보와 서비스가 구현되도록 성과지표를 결과지향적으로 보완할 필요

- 위성의 제작·확보 여부뿐만 아니라 관측정보의 정확도·적시성·활용성, 사용자 수요 충족도 및 정보서비스 개선 정도를 측정할 수 있는 지표를 마련할 필요가 있음

- 국민의 재난·재해 피해 저감, 건강 보호 및 삶의 질 개선 등 위성정보가 최종 수혜자에게 실효성 있게 전달되는지를 평가할 수 있도록 서비스 성과지표의 비중을 확대할 필요가 있음

○ 정지궤도 위성 확보가 국내 개발역량 확대보다 우선되어 해외기술과 조달 위주의 획득을 방지하도록 기술확보 방식의 유형과 판정 기준이 명확화되어야 함

- '국내독자', '국내주도', '해외협력' 및 '해외도입'의 정의는 설계·제작·시험검증·운영의 국내 수행 범위와 연계하여 명료하게 구분되어야 함
- 해외기술이나 해외지원이 실질적인 개발 기반인 경우까지 '국내주도'로 분류되어 '핵심기술 확보 수'의 성과로 인정되지 않도록 국내주도의 정의와 성과판정 기준을 엄격히 설정할 필요가 있음
- SDR 등 주요 개발단계에서 국내기술 적용 여부와 해외도입 여부를 결정할 때 적용할 우선순위, 판단기준 및 승인절차를 사전에 마련할 필요

○ 주관부처는 국내 기술역량의 실질적인 축적이 가능하도록 개발과정별 국내기술수준과 기술확보계획을 구체화하여야 함

- CTE와 환경·해양탑재체 기술을 대상으로 설계, 제작, 시험·검증 및 운영 개발과정별 국내 기술수준과 기술격차를 식별하고, 이를 토대로 특히 탑재체의 국내 제작 기술 수준, 국내 수행 가능 범위, 해외지원 필요 분야 및 과정별 기술확보방안을 구체적으로 마련하여야 함
- 장납기·수출통제 품목, 탑재체-본체 인터페이스 및 발사준비 일정에 충분한 예비기간과 위험저감계획을 반영할 필요
- 민간 주관연구개발기관의 기술위험을 관리할 수 있도록 기술감리, 설계변경 승인 및 단계별 중단·조정 권한을 명확히 하고, 항우연 등 공공연구기관의 지원범위와 책임을 협약에 구체화할 필요

○ 국산화 관련 성과지표는 기술의 부가가치와 국내 역량의 실질적인 축적을 반영할 수 있도록 산정·판정 기준을 개선하여야 함

- '핵심기술 확보 수'와 '부(분)품 국산화율'은 국내에서 설계·제작·시험검증을 수행하고 실제 위성체계에 적용·실증한 경우에 한하여 성과로 인정하는 것을 원칙으로 할 필요가 있음
- 수량 기준 국산화율만으로는 핵심·고부가가치 부품의 중요도를 반영하기 어려우므로, 비용 기준 국산화율을 병행하거나 이를 중심으로 국산화 성과를 산정할 필요가 있음

- 다른 정부R&D 사업에서 이미 확보하거나 실증한 기술을 동 사업의 신규 국산화 성과로 중복 산정하지 않도록, 동 사업을 통해 추가로 향상된 기술수준과 최초 적용·실증 성과 등 고유한 기여분만을 성과로 인정할 필요가 있음

○ 환경·해양 정지궤도위성 분야의 산업생태계를 강화할 수 있도록 중소·벤처기업의 참여와 성장을 지원하는 전략을 구체화할 필요가 있음

- 국산화 대상 부품의 개발·구매·체계적용과 비행이력 확보 과정에 중소·벤처기업이 참여할 수 있도록 주관연구개발기관 선정 및 협약 단계에서 구체적인 참여·구매 계획을 제시하도록 할 필요가 있음
- 민간기업의 시설투자, 기술이전 및 후속사업 참여계획이 실제로 이행되도록 투자 규모·시기와 역할분담 및 이행점검 방안을 사업관리계획에 반영할 필요가 있음

□ 동 사업 환율 및 견적의 기준시점 조정, 사업계획과 부합하지 않는 인력, 자원 소요 등을 적절하게 조정하여 부처 원안 대비 약 163.8억 원 증가한 총 7,694.3억 원 규모의 대안이 도출됨

○ 예비타당성조사 기준년도인 2024년에 부합하도록 환율, 견적금액, 인건비 단가, 임금상승률 및 간접비율 등을 조정하고, 인력·자원 배치와 비목별 산출근거를 검토하여 비용 재조정

○ (인건비) 비업무 시기의 인력 배정, 유사 업무에 상이한 투입인력 등을 조정하고, 공시자료에 근거하여 인건비 단가와 임금상승률을 재산정한 결과 485.1억 원에서 63.3억 원 감소한 421.8억 원을 반영

○ (연구재료비) EM, EQM, FM 개발에 필요한 부(분)품과 소요량은 부처안을 적용하되, 견적서와 환율을 예비타당성조사 기준년도(2024년) 기준으로 재산정한 결과 5,377.8억 원에서 220.1억 원 증가한 5,597.9억 원을 반영

○ (연구활동비) 투입인력이 부재한 기간의 출장비, 인력규모에 비례하지 않는 사무용품비, 활용내역이 불명확한 연구인력지원비, 업무계획과 사용시기가 상이한 프로그램 비용 등을 조정한 결과 148.8억 원에서 10.2억 원 감소한 138.6억 원을 반영

○ (연구시설·장비비) 업무내용과 부합하도록 장비수량 조정 및 기준연도 환율을 적용하여 재산정한 결과 69.9억 원에서 7천만 원 감소한 69.2억 원을 반영

○ (발사비 및 보험료) 견적서와 환율을 예비타당성조사 기준년도(2024년) 기준으로 재산정한 결과 1,126.1억 원에서 101.9억 원 증가한 1,228.0억 원을 반영

○ (간접비) 간접비율 조정(항우연의 '24년 간접비율 8.36%), 환율조정에 따른 직접비 증가, 직접비 중 해외구매 비용으로 지불되는 금액은 제외하고 간접비 산출을 적용한 결과 332.7억 원에서 84.0억 원 감소한 238.7억 원을 반영

<표 5-1> 대안 도출을 위한 예산규모 검토 결과

(단위 : 억 원)

구 분			원안	대안	원안 대비 변경사항
①시스템 및 본체	직접비	인건비	290.37	290.47	관제·전처리 시스템 재산정
		연구시설장비비	1.39	1.28	비용 검토 결과 반영
		연구재료비	2,292.91	2,338.36	비용 검토 결과 반영
		연구활동비	89.19	88.07	비용 검토 결과 반영
		소계	2,673.87	2,718.18	연구재료비 증가
	간접비		140.03	105.31	직접비·간접비 조정 반영
	계		2,813.90	2,823.49	연구재료비 증가
②환경탑재체	직접비	인건비	97.91	64.56	대안기준 재산정
		연구시설장비비	36.82	36.64	비용 검토 결과 반영
		연구재료비	1,909.19	2,032.97	비용 검토 결과 반영
		연구활동비	28.07	23.97	비용 검토 결과 반영
		소계	2,071.99	2,158.15	연구재료비 증가
	간접비		111.06	65.43	직접비·간접비 조정 반영
	계		2,183.04	2,223.58	연구재료비 증가, 간접비 감소
③해양탑재체	직접비	인건비	96.82	66.81	대안기준 재산정
		연구시설장비비	31.83	31.42	비용 검토 결과 반영
		연구재료비	1,175.70	1,226.53	비용 검토 결과 반영
		연구활동비	31.49	26.51	비용 검토 결과 반영
		소계	1,335.84	1,351.27	연구재료비 증가
	간접비		71.60	67.91	직접비·간접비 조정 반영
	계		1,407.43	1,419.18	연구재료비 증가
④발사비 및 보험료	발사비		969.81	1,070.46	비용 검토 결과 반영
	보험료		156.29	157.58	비용 검토 결과 반영
	계		1,126.10	1,228.03	발사비, 보험료 증가
총 사업비 (①+②+③+④)			7,530.47	7,694.28	
B/C			0.71	0.637	

<표 5-2> 예비타당성조사 대안의 연차별 투자규모

(단위 : 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합계
시스템 및 본체	285.02	718.34	692.06	624.22	381.94	68.85	53.06	2,823.49
환경탑재체	353.83	416.49	540.29	526.35	360.43	15.8	10.39	2,223.58
해양탑재체	247.48	418.73	406.16	289.07	43.66	7.58	6.5	1,419.18
발사/보험료	-	-	-	122.8	429.81	614.02	61.4	1,228.03
총 사업비	886.33	1,553.56	1,638.51	1,562.44	1,215.84	706.25	131.35	7,694.28

<표 5-3> 예비타당성조사 대안의 연차별 투자규모(부처별)

(단위 : 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합계
우주청	285.02	718.34	692.06	624.22	381.94	68.85	53.06	2,823.49
환경부	353.83	416.49	540.29	587.75	575.34	322.81	41.09	2,837.60
해수부	247.48	418.73	406.16	350.47	258.56	314.59	37.20	2,033.19
합계	886.33	1,553.56	1,638.51	1,562.44	1,215.84	706.25	131.35	7,694.28

※ 발사 및 보험료 환경부, 해수부 50% 공동 부담

4. 결론 및 정책제언

가. 결론

□ 동 사업의 사업계획 원안은 실행방안 등 사업기획의 구체성이 부족한 측면이 존재하나 기후·환경 위기 대응의 필요성과 위성 체계개발 기술 확보의 중요성, 주관부처의 소명자료 제출을 통한 기획의 보완 등을 종합적으로 고려하여 조사 대안을 도출하여 사업 추진의 타당성을 제고함

○ 주관부처가 상세기획과 사업관리계획 수립 시, △결과지표로서의 성과지표 반영, △기술확보계획 구체화, △기술확보 방식 정의와 판정기준 명확화, △국산화 성과지표 개선, △산업생태계 지원 전략 구체화 등을 전제로 하는 대안을 도출함

○ 예비타당성조사 대안의 적정 사업비 규모는 사업계획 원안 7,530.5억 원 대비 163.8억 원 증가한 7,694.3억 원임

<표 5-4> 기획보고서 원안과 예비타당성조사 대안의 비교

항목	기획보고서 원안	예비타당성조사 제시 대안
총사업비 (국고)	7,530,5억 원 (7,530,5억 원)	7,694.3억 원 (7,694.3억 원)
분야별 사업비	▪ 시스템/본체: 2,813.9억 원 ▪ 환경탑재체: 2,183.0억 원 ▪ 해양탑재체: 1,407.4억 원 ▪ 발사비/보험료: 1,126.1억 원	▪ 시스템/본체: 2,823.5억 원 ▪ 환경탑재체: 2,223.6억 원 ▪ 해양탑재체: 1,419.2억 원 ▪ 발사비/보험료: 1,228.0억 원
사업기간	2027년~2033년 (7년)	2027년~2033년 (7년)
경제성 분석	(B/C) 0.71	(B/C) 0.64
비고	▪ 문제/이슈 및 대안 분석 미흡 ▪ 기술성숙도 평가 대상 구분 미흡 ▪ 사업추진 연계 일정 미흡 ▪ 비용 자료 기준연도 일관성 부족	▪ 문제/이슈 및 대안 분석 개선 ▪ 기술성숙도 평가 대상 구분 개선 ▪ 사업추진 연계 일정 보완 ▪ 비용 자료 기준연도 일관성 제고

□ 동 사업 예비타당성조사 대안에 대한 AHP 평가 결과, 평가자 총 12명 중 전원이 사업 '시행'에 대한 선호도가 높은 것으로 나타나 '시행'을 최종 결론으로 도출하였음

○ 평가항목의 1계층인 과학기술적·정책적·경제적 타당성의 가중치는 각각 0.475 0.379, 0.146으로 계산되어 평가자들은 과학기술적 타당성 항목을 상대적으로 가장 중요한 것으로 판단하고 있음을 알 수 있음

○ 동 사업 대안에 대한 AHP 종합평점은 '사업 시행'이 0.706, '사업 미시행'이 0.294로 도출되어 사업 시행에 대한 선호도가 높은 것으로 조사됨

<표 5-5> 동 사업의 대안에 대한 AHP 평가결과 요약

평가자	종합		과학기술적 타당성		정책적 타당성		경제적 타당성	
	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
종합평점	0.706	0.294	0.759	0.241	0.637	0.363	0.720	0.280
평가자 수*	12	0	11	1	11	1	10	1
가중치	1.000		0.475		0.379		0.146	

* '경제적 타당성'의 경우 중립 결론 1명이 있어 시행, 미시행 평가자 수는 11인

나. 정책제언

□ 동일 임무를 수행하는 선행 정지궤도위성의 후속 사업으로 기반 구축, 운영 경험 축적을 넘어 관측정보 활용 확대 및 경제사회적 효과 창출에 주력 필요

○ 천리안위성 1호, 2B호를 승계하여 10년, 20년 이상 탑재체 운영 경험이 축적된 이후 발사되는 위성으로 기존 투자와 연계하여 종합 성과를 창출하는 사업으로 자리매김 필요

○ 기존 위성 개발 및 운영 성과, 예비타당성조사 증액 결과를 반영하여 위성 임무 수명을 13년 이상 연장하는 사업 추진 방안 검토 필요

○ 탄소중립 국가 어젠다와 전지구적 기후변화에 대응하는 정책 의사결정을 지원하고 안정적 국제공동협력체계를 강화하는 고품질 데이터 솔루션 제공 등 서비스 내실화 필요

□ 관측 성능 향상에 부합하는 정보서비스 제공을 위해 환경·해양 관측 자료 융합 완성도 제고, 정보처리역량 강화, 고객 중심 정보생산 고도화 노력 병행 필요

○ 환경, 해양 동시 관측과 자료 융합이 산출 정보의 범위 확대와 정밀도 향상으로 귀결되기 위해서는 데이터 통합, 전처리, 모델링 등 정보처리 과정 전반의 선제적인 역량 강화 필요

○ 관측자료에 기반한 실효성 높은 행정서비스 및 정책 활동 촉진을 위해서는 현행 천리안위성 2B호의 운영 성과에 대한 종합적인 분석을 바탕으로 운영 체계 및 서비스 내용 개선 필요

□ 사업 기한 내 위성체계 확보가 가능하도록 상세기획 단계에서 사업 추진 체계 및 사업 관리 방안 보완 필요

○ 사업 주관부처인 우주항공청의 연구관리전문기관 부재로 인해 사업관리, 부처협력에 차질이 발생하지 않도록 사업 개시 전 우주항공청의 연구관리 역량 및 사업추진 체계 보완 필요

○ 상세기획 단계에서 국내 개발역량 확대의 주요 요소인 제작기술에 대한 업무분할 구조(WBS) 분석과 세부기술 도출 등 하위 작업의 요구사양과 성과지표 구체화 필요

○ 장납기수출통제 품목 대응과 주요 마일스톤 지연이 발사·IOT에 미치는 영향에 대한 일정위험 관리방안 보완 필요

□ 사업목표인 국내개발 역량 확대를 위해 핵심기술개발사업 성과의 원활한 연계와 사전 체계적이고 완성도 높은 기술자립화 전략 마련과 충실한 이행 필요

○ 스페이스파이오니어사업 등 위성 관련 핵심기술개발사업의 성과가 동 사업에 유기적으로 연계되도록 부처의 종합적인 연관 사업 관리와 성과 이전 노력 필요

○ 동 사업의 하이브리드추진계가 완전전기추진계 확보에 충실히 기여하도록 기술사양, 개발활동 측면에서 연계 방안을 명확히 하고 초점면전자부, 지향미러구동부 등을 포함한 중장기 기술 전략에 기반하여 탑재체 핵심 부분품에 대해 자립화 실행 필요

□ 동 사업에 고유하고 부가가치가 높은 국산화 기여를 정확히 측정할 수 있도록 성과인정 범위를 엄밀하게 적용하고 국내기술 자립 정도를 명확히 반영하도록 성과지표 개선 필요

○ 타 정지궤도 위성에서 선행 적용되지 않고 동 사업에만 고유하게 활용되는 기술에 한해 국산화율을 산정하고 부품의 부가가치를 포괄하는 비용기준 국산화율 사용 필요

○ 국내독자·국내주도 기술개발 방안 정의상 예외 조건을 최소화하고 성과지표 중 '핵심기술 확보 수'와 '부(분)품 국산화율'은 기술개발과정의 국내 수행 범위와 해외협력 허용범위를 사전에 엄격히 정의하여 명확한 기술자립화 수준 측정 필요

□ 향후 민간주도 조달방식으로 정지궤도위성체계개발 사업이 안정적으로 전환될 수 있도록 원활한 민간 기술이전, 중소기업 참여의 폭넓은 보장 등 산업생태계 조성 노력 필요

○ 향후 국내기술 수준의 성숙, 민간산업 활성화를 위한 시장친화적 기제 활용 등을 고려하여 정지궤도 위성확보를 구매조달 방식으로 추진하는 것이 바람직

○ 산업체가 사업종합관리·총괄책임, 시스템·본체 주관연구개발기관 역할을 수행하는 사업체계로 기한 내 위성개발이 완료되도록 유기적인 기술이전, 면밀한 성능 점검 요구됨

○ 대·중소기업 상생 산업생태계 조성과 민간기업의 실질적인 시설투자 촉진을 위해 주관연구개발기관 선정·협약 단계에서 실효성 있는 중소기업 참여방안과 민간투자 이행조건 등을 명기하여 시행 필요

정지궤도 환경·해양 위성 (천리안위성 6호) 개발 사업

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 사업개요

<table>
<tr><td colspan="2">총사업비</td><td>7,530.47억 원
(국고: 7,530.47억 원)</td><td>사업기간</td><td>’27년～’33년
(7년)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">추진
주체</td><td>주무부처</td><td colspan="3">주관: 우주항공청
참여: 기후에너지환경부/국립환경과학원 환경위성센터
참여: 해양수산부 / 국립해양조사원 국가해양위성센터</td></tr>
<tr><td>관리기관</td><td colspan="3">한국환경산업기술원, 해양수산과학기술진흥원</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업목표</td><td colspan="3">○ (전략목표) 한반도 및 주변 영역의 환경·해양 상시 관측 수요에 지속대응 가능한 서비스 고도화 기반 구축
○ (성과목표) 한반도 및 주변 환경·해양의 연속적인 광역 관측이 가능한 정지궤도위성 확보 및 국내 개발역량 확대
- (성과지표) 목표 대비 진척도(100%), 성능목표 달성도(100%), 핵심기술 확보수(61개), 부(분)품 국산화율(66%)</td></tr>
<tr><td colspan="2">추진체계</td><td colspan="3"> 

<천리안위성 6호 개발 사업 추진체계></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요내용</td><td colspan="3">○ 사업규모 : 총 사업비 7,530.47억 원
- ’27년 사업 착수 후 주요 마일스톤 수행하고, ’33년 중 위성 발사 후 ’33년 말 초기 운영하는 것을 목표로 추진</td></tr>
</table>

<사업 추진규모(단위: 억 원)>

세부사업	사업 내용	총사업비	국고	지방비	민자
합 계		7,530.47	7,530.47	-	-
과학기술개발	시스템 및 본체	2,813.90	2,813.90	-	-
	환경탑재체	2,183.01	2,183.01	-	-
	해양탑재체	1,407.44	1,407.44	-	-
기타	발사/보험료	1,126.12	1,126.12	-	-

<부처별 투입 예산(단위: 억 원)>

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합계
	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
우주청	288.54	732.78	683.33	615.09	376.75	68.03	49.38	2,813.90
환경부	346.95	410.82	524.25	567.89	556.69	300.64	38.83	2,746.07
해수부	244.48	414.35	395.25	343.40	244.07	292.72	36.23	1,970.50
합계	879.97	1,557.95	1,602.83	1,526.38	1,177.51	661.39	124.44	7,530.47

○ (시스템/본체) 환경·해양 탑재체 동시 운용이 가능한 시스템/본체 및 전기추진시스템 핵심기술 확보를 목표로 국내 산업체 주관 개발
- 천리안위성 6호 개략적인 설계(안)를 기반으로 주요 미소진동(지터) 요인 분석 수행하였을 시, 반작용 휠에 의한 영향이 가장 큰 것으로 분석되어 미소진동저감장치 장착하여 동시 운영 수행할 계획
  * GK2B 환경·해양탑재체 30분 주기 교차운영 → 동시 운영 및 관측시간 60분 확대
- 산업체 주관의 사업 추진으로 민간기업의 우주개발 역량 향상 및 경쟁력 있는 전기추진시스템 기술 확보의 두 가지 중점사항을 고려하여 하이브리드(화학+전기) 추진시스템 개발
  * 2022년 기준 최근 3년 동안 개발된 정지궤도 인공위성의 2/3가 전기추진 시스템을 적용하고 있음을 고려하여, 국내도 전기추진 시스템의 헤리티지 확보가 중요
- 국내 산업체 개발 수요, 타 사업 성과물* 연계·활용 등 전문가 의견을 고려하여 국내 개발 가능한 기술·부품을 우선 적용, 핵심기술(30건) 100% 국내개발과 부품 기준 국산화율 64.7% 달성 추진
  * 저장성 이원추진제추력기, 200mN급 고추력 전기시스템, 별추적기, GNSS 수신기 등

○ (환경탑재체) 동(洞) 단위 대기오염물질 관측과 관측 파장 증가에 따른 산출물 정확도 향상을 목표로 국내개발 추진(국내주도)
- 가시광선 파장(540~740nm) 추가를 통해 대기오염물질 생성·이동·확산 정보 제공과 천리안위성 2B호 대비 공간해상도 향상으로 전 국토에 균일한 해상도의 대기질 정보 생산 가능
- 국내 산업체 개발 수요 및 전문가 의견 등을 고려하여 국내 개발 가능한 기술·부품을 우선 적용, 핵심기술(18개) 100% 국내개발과 부품 기준 국산화율 71.4% 달성 추진

○ (해양탑재체) 연안해양환경 관측대상(유해조류 세분화, 해무 등) 확대 및 산출물 정확도 향상을 목표로 국내개발 추진(국내독자)
- 가시광선 1채널, 근적외선 2채널, 단파적외선 1채널 추가로 해양관측 오차 발생(구름에 의한 오탐지 등)에 대한 문제 해결 가능

<table>
<tr>
<td></td>
<td>- 국내 산업체 개발 수요 및 전문가 의견 등을 고려하여 국내 개발 가능한 기술·부품을 우선 적용, 핵심기술(13건) 100% 국내개발과 부품 기준 국산화율 75.0% 달성 추진
 

<천리안위성 6호 개발 사업의 구성></td>
</tr>
<tr>
<td>기대효과</td>
<td>○ 세부 행정구역 단위의 정확도 높은 대기오염물질 발생・이동・영향 정보를 제공하여 국민 건강 피해 최소화 및 대기 정책 지원 강화
○ 정확한 해양위성정보 생산으로 유해조류 등 해양재난·재해에 대한 대응력 강화와 해양오염・사고 등으로 인한 인적, 물적 피해 최소화 기대
○ 장기간의 기후・환경(대기・해양) 감시 정보를 통한 기후변화 대응력 강화와 정책적 근거 마련
○ 전 지구적 환경·해양 정보를 축적·공유하여 국제적 위상 제고
○ 전기추진시스템 개발 기술 확보·축적을 통해 통신, 데이터 중계, 상시 감시정찰, 항법서비스 등 다양한 정지궤도 임무 적용 및 활용 분야 확장성 기대</td>
</tr>
</table>

1. 사업 추진배경 및 목적

가. 사업 추진배경

□ 추진배경 및 필요성

○ 국가 대기환경 및 해양 발생 재난/재해 피해 저감·대응을 위한 환경·해양 관측 수단으로 운영 중인 천리안위성 2B호의 후속 위성확보 필요

- 천리안위성 2B호는 기후변화로 인한 고농도 미세먼지, 오존 발생, 적조/녹조 증가에 대응하여 대기 및 해양환경 관련 대국민 위성 정보 서비스 제공
- 세계최초 정지궤도 환경·해양 위성을 통해 전 지구적 모니터링 체계 강화 및 위성 개발·활용·검증 등 다각적인 국제협력 연구 지속 및 실효적 성과 창출 필요
  ※ 미국, 유럽과 함께 북반구 감시 체계를 견고히 하고, 위성을 활용한 전 지구적 환경문제를 해결하기 위해서는 아시아 상시 관측 정보 필요
- '34년까지만 연장 운영이 가능한 천리안위성 2B호의 잔여 수명과 위성 개발 기간(7~8년)을 고려 시 '27년 개발 착수하지 않을 경우 대기 및 환경해양 광역·연속 관측 수단 공백 발생 우려
  ※ 천리안위성 2B호의 정지궤도 및 주파수 등 우주자원 유지를 위한 신규 정지궤도 환경·해양위성 개발 및 발사가 필요

○ 고품질의 다양한 관측 수요를 충족시키기 위한 정지궤도위성 및 탑재체 성능 개선 필요

- (환경) 국민의 밀접 생활권 수준에서 건강 영향 차원의 상세 정보를 제공하고, 대기오염물질에 의해 발생할 수 있는 피해를 저감하기 위해 환경탑재체 성능 향상 필요
  ※ (환경탑재체) 탑재체 성능 향상을 위한 공간해상도 및 분광 대역 증가, 연속 관측 능력 확보를 위한 부분품/부분체 성능 향상
- (해양) 최근 부영양화 등으로 녹조, 갈조의 국내유입 및 피해 발생률 증가가 예상되며, 이로 인해 발생할 수 있는 피해에 대응하기 위한 해양탑재체 채널 추가 및 SNR 향상 필요
  ※ (해양탑재체) 시간에 따른 변화율이 낮은 해양 특성 고려, 성능 향상을 위한 관측 채널 증가
- 성능이 향상된 탑재체에 요구되는 관측정보 생산을 위해서는 관측 시간 확대(30→60분)가 필요하며, 천리안위성 2B호와 동일한 60분 주기의 관측정보 제공을 위해서는 환경 및 해양탑재체의 동시 운영 기술 개발 필요

○ 대기 및 해양환경 관측 목적의 유일한 정지궤도 위성이자 국가안보 및 재난 핵심 인프라로서 정부 주도의 R&D 추진 및 기술 확보 필요

- 위성개발기술은 국가전략기술 중 하나로 R&D가 유일한 확보 수단이며, 높은 기술 진입 장벽에 의해 선진국과의 기술격차 지속 확대 중임
- 천리안위성 2호 개발 지연은 주로 해외의존도가 높은 탑재체 관련 납품 지연, 계약 문제, 결함 발생에 기인하여 R&D를 통한 국내 기술 자립 역량 강화 필요

□ 추진 근거

○ 「우주개발진흥법」, 「대기환경보전법」, 「해양조사정보법」, 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」의 우주물체(인공위성) 개발 및 국민 보호와 공공복리 증진을 위한 연구개발 추진을 근거로 추진

나. 사업 목표

□ 전략목표

○ 한반도 및 주변 영역의 환경·해양 상시 관측 수요에 지속대응 가능한 서비스 고도화 기반 구축

□ 성과목표

○ 한반도 및 주변 환경·해양의 연속적인 광역 관측이 가능한 정지궤도위성 확보 및 국내 개발역량 확대

○ (성과지표) ①목표 대비 진척도(100%), ②성능목표 달성도(100%), ③핵심기술 확보수(61개), ④부(분)품 국산화율(66%)

<표 1-1> 성과목표 및 지표 총괄표

구분	내용		
전략목표	한반도 및 주변 영역의 환경·해양 관측 수요에 지속적으로 대응 가능한 서비스 고도화 기반 구축		
성과목표	한반도 및 주변 환경·해양의 연속적인 광역 관측이 가능한 정지궤도위성 확보 및 국내 개발역량 확대		
핵심성과지표	지표명	지표구분 (질/양)	성과 지표 설명
	목표대비 진척도(%)	질	계획대비 진도율(연구내용, 생성자료)로 평가
	성능목표 달성도(%)	질	위성 개발을 위해 단계별 시스템 레벨 요구사항 달성 여부를 평가
	핵심기술 확보 수(개)	질	도출한 핵심기술의 국내 확보여부를 평가
	부(분)품 국산화율(%)	질	도출한 부(분)품 중 국내 민간기업이 개발하고, 우주환경에서의 검증까지 완료한 부(분)품 비중을 평가

출처: 기획보고서

<표 1-2> 연도별 성과목표 및 성과지표

① 목표 대비 진척도

성과 지표명	단위	목표치							성과 유형
		'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	
목표대비 진척도	%	100	100	100	100	100	100	100	인프라 성과

② 성능목표 달성도

성과 지표명	단위	목표치						성과 유형
		SRR/SDR	PDR	CDR	IRR	PSR	IoT	
성능목표 달성도	%	100	100	100	100	100	100	기술적 성과

- SRR: System Requirement Review, 시스템요구조건 검토회의
- SDR: System Design Review, 시스템설계검토회의
- PDR: Preliminary Design Review, 예비설계검토회의
- CDR: Critical Design Review, 상세설계검토회의
- IRR: Integration Readiness Review, 조립/통합준비검토회의
- PSR: Pre-Shipment Review, 선적전검토회의
- IoT: In-Orbit Test, 궤도상시험

③ 핵심기술 확보 수

성과 지표명	단위	목표치	성과 유형
		'33	
핵심기술 확보 수	개	61	기술적 성과

④ 부(분)품 국산화율

성과 지표명	단위	목표치	성과 유형
		'33	
부(분)품 국산화율(%)	%	66.4 (48.5 / 73)	기술적 성과

출처: 기획보고서

2. 세부내용 및 예산

가. 전략과제의 구성 및 내용

□ 동 사업은 시스템 및 본체, 환경탑재체, 해양탑재체 3개 부문으로 나누어 추진됨

○ (시스템 및 본체) 탑재체 동시 운영 및 관측시간 확대를 위한 하이브리드 추진 정지궤도위성 표준 플랫폼 국내독자 개발

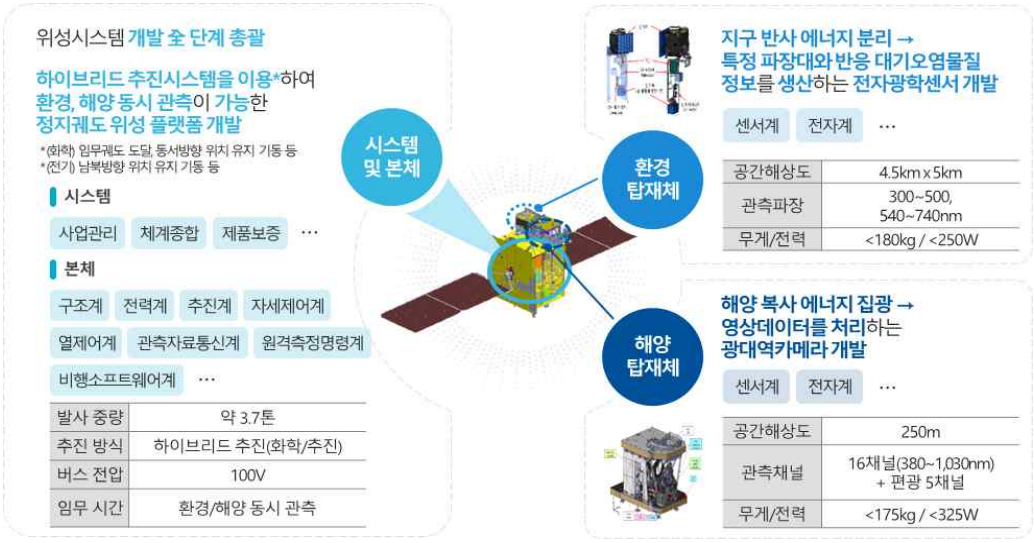
※ 천리안위성 2B호 환경·해양탑재체의 관측시간인 각 30분에서 60분으로 확대

○ (환경탑재체) 평균 동(洞) 단위 수준의 동아시아 대기오염물질(오존, 에어로졸, 이산화질소 등) 관측과 관측 파장 증가에 따른 지표 부근(~2km) 오존·에어로졸 분류·구름 등 산출물 정확도 향상을 목표로 국내주도 개발

※ 천리안위성 2호 해외공동개발에 이은 2번째 개발 → 설계 및 제작, 시험·검증, 운영 등 개발 全과정을 국내에서 수행, 국내 확보 불가 또는 어려운 기술은 해외협력 추진

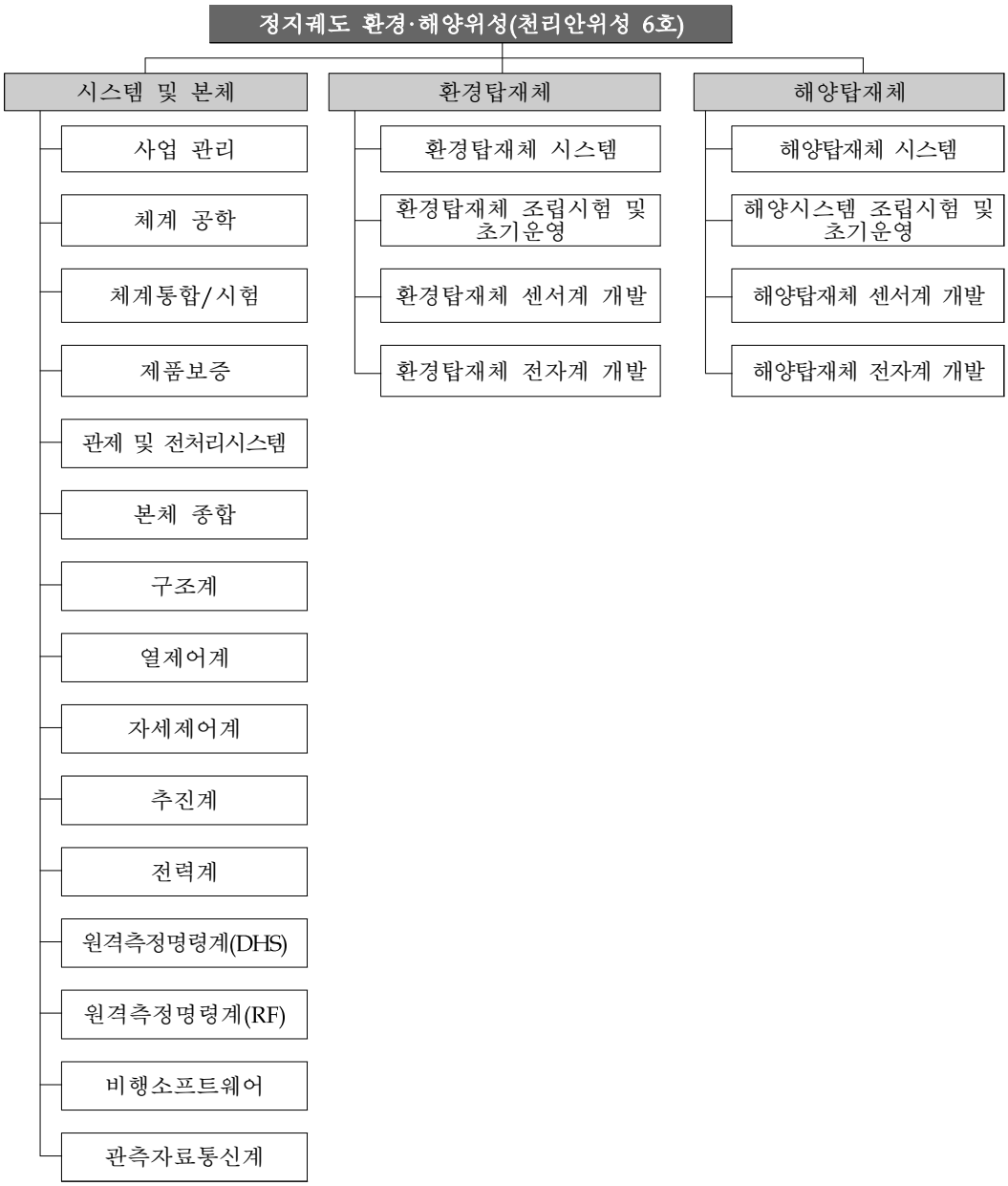
○ (해양탑재체) 연안해양환경 관측대상 확대(유해조류 세분화, 해무 등 관측) 및 산출물 정확도 향상(오차율 감소)을 목표로 국내독자 개발

※ 천리안위성 1호: 해외도입, 천리안위성 2호: 해외도입 기반 일부 공동개발에 이은 3번째 개발 → 설계 및 제작, 시험·검증, 운영 등 개발 全과정을 국내에서 수행



[그림 1-1] 천리안위성 6호 시스템 구성도

출처: 기획보고서



[그림 1-2] 정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발 사업 구조

출처 : 기획보고서

나. 사업 추진체계

□ 우주항공청 주관의 다부처 공동사업으로서 부처, 연구개발기관, 위원회 역할 분담

○ 총괄 주관연구개발기관에 사업 종합관리 및 총괄책임을 부여하여, 개발사항 간 연계 및 효율을 도모

○ 관제·전처리시스템은 위성 발사 후의 안정적 통합운영을 위해 한국항공우주연구원이 개발

※ 위성 발사 후 한국항공우주연구원이 관제 수행(천리안위성 공동운영규정 제8조: 위성운용기관(한국항공우주연구원)은 위성 본래 목적을 달성할 수 있도록 위성 관제, 운영 등을 수행한다.)

○ 연구기관·대학 전문가로 구성된 기술전문위원회를 통해 개발 마일스톤에 따른 연구성과물의 기술적 검토 및 기술공정 현황점검 등의 관리를 수행



[그림 1-3] 천리안위성 6호 개발 사업 추진체계

출처 : 기획보고서

<표 1-3> 사업 추진 주체별 역할(안)

추진주체		주요 기능 및 역할	
부처		우주항공청	• 사업 운영 총괄 • 위성 시스템·본체 개발 주관 및 예산 분담
		기후에너지환경부	• 환경탑재체 개발 주관 및 예산 분담 • 발사비/보험료 예산 분담
		해양수산부	• 해양탑재체 개발 주관 및 예산 분담 • 발사비/보험료 예산 분담
추진위원회		• 연도별 사업계획 수립 • 예산/일정 변경 등 주요사항 심의·의결	
개발위원회		• 분야별(시스템 및 본체, 환경탑재체, 해양탑재체)로 구성 • 주요 단계별 개발 현안 등 필요사항 논의 및 심의/의결	
운영협의회		• 부처·기관 간 논의 필요 제반사항 실무협의	
기술전문위원회		• 시스템, 본체의 사업 계획에 따른 연구 성과물 기술 검토 및 기술 공정 현황점검 등의 관리 수행	
전문기관		• 협약 체결 및 연구비 지원, 연차별 진도관리 평가 및 정산 등 연구 관리 수행 ※ 총괄 및 시스템/본체 우주항공청에서 직접 수행, 환경탑재체 및 해양탑재체는 각 활용부처별 전문기관에서 수행	
주관 연구 개발 기관	총괄	• 천리안위성 6호 개발 사업 종합관리 및 총괄책임 * 발사체 및 보험 계약, 초기운영 포함	
	시스템 및 본체	• 위성시스템 엔지니어링 • 위성본체 개발 • 관제·전처리시스템 개발(한국항공우주연구원 수행)	
	환경 탑재체	• 환경탑재체 개발	
	해양 탑재체	• 해양탑재체 개발	

출처 : 기획보고서

다. 소요예산

□ 총 사업비는 7년간('27~'33) 총 7,530.47억 원이며 분야별로 시스템 및 본체 2,813.9억 원, 환경탑재체 2,183.01억 원, 해양탑재체 1,407.44억 원, 발사 및 보험료 1,126.12억 원으로 구성됨(전액 국고)

<표 1-4> 동 사업의 개발 분야별 소요예산

(단위: 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합 계
시스템 및 본체	287.29	720.76	683.95	620.66	379.89	69.74	51.61	2,813.90
환경탑재체	346.96	410.84	524.27	509.31	359.60	19.13	12.93	2,183.04
해양탑재체	245.58	412.67	396.89	282.81	47.50	11.49	10.49	1,407.43
발사비 및 보험료	-	-	-	112.61	394.14	563.05	56.30	1,126.10
합 계	**879.83**	**1,544.27**	**1,605.11**	**1,525.39**	**1,181.13**	**663.41**	**131.33**	**7,530.47**

출처: 기획보고서

□ 부처별 예산 중 우주항공청 2,813.90억 원으로 전체 예산의 37.4%를 부담하고 환경부 2,746.09억 원으로 36.5%, 해양수산부가 1,970.48억 원으로 26.2%를 차지

○ 우주항공청이 시스템/본체 개발비, 환경부 및 해양수산부는 각 탑재체 개발비와 발사/보험료 분담할 계획을 제시함

<표 1-5> 동 사업의 연도별 부처별 투입 예산

(단위: 억 원)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합계
	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
우주청	288.54	732.78	683.33	615.09	376.75	68.03	49.38	2,813.90
환경부	346.95	410.82	524.25	567.89	556.69	300.64	38.83	2,746.07
해수부	244.48	414.35	395.25	343.40	244.07	292.72	36.23	1,970.50
합 계	**879.97**	**1,557.95**	**1,602.83**	**1,526.38**	**1,177.51**	**661.39**	**124.44**	**7,530.47**

출처 : 기획보고서

제 2 절 조사방법

1. 사업의 특징

□ 동 사업은 한반도 주변의 해양 및 대기환경을 관측하는 천리안위성 2B호의 임무를 승계하는 후속 사업으로 기획됨

○ 한반도 및 동아시아 지역의 대기 이동, 미세먼지 등을 상시 모니터링하기 위한 정지궤도 위성의 지속운영 필요성을 강조

○ 기후위기 대응과 초미세먼지, 산불, 적조, 유류 유출 등 환경·해양 재난 대처를 위해 장기 연속 관측과 데이터 구축의 중요성을 명시

○ 향후 임무 수명이 도래하는 기존 천리안위성 2B호의 교체 수요에 대응하고 위성 궤도, 주파수 자원의 안정적인 승계를 위해 후속 사업 추진 필요성 강조

□ 정지궤도 위성 기술자립화의 일환으로 국내기술역량 확대를 사업목표로 설정하고 위성체계 확보를 연구개발 방식으로 추진

○ 해외 의존도가 높은 정지궤도 환경·해양 탑재체의 국내 독자 개발 및 본체 국산화를 통해 위성 기술 자립과 글로벌 수출 경쟁력 확보의 기반 마련 시도

○ 우주전략기술의 자립화를 지향하는 스페이스파이오니어사업의 성과 등을 전략적으로 연계하여 주요 핵심 부품의 우주 환경 사용 이력(Space Heritage) 확보를 추진

○ 관측 성능 고도화를 위해 대기·해양 탑재체의 동시 관측 및 고해상도 기술을 적용하고, 추진계는 완전전기추진계로의 이행을 위해 화학·전기 하이브리드 추진계를 도입

□ 민간 중심의 우주산업 생태계 조성을 위해, 국내 산업체가 시스템 및 본체 개발을 주관하는 사업 구조

○ 민간 대기업의 적극적인 인프라 투자와 기술력 있는 우주 분야 중소기업의 참여 기회 보장을 통해 뉴스페이스 시대의 지속 가능한 산업 생태계 조성을 기대

○ 주관 민간기업이 사업 기한 내에 완성도 높은 국산화 결과물을 산출할 수 있도록, 원활한 기술이전, 체계적 성과관리, 신속한 사업조율 등 충실한 사업기획과 내실 있는 운영 역량이 필요

2. 항목별 조사방법

가. 과학기술적 타당성 분석

□ 문제/이슈 도출의 적절성

○ (문제/이슈의 적절성) 정지궤도 환경·해양위성 관련 기술개발의 시급성, 필요성에 관한 문제/이슈의 원인을 분석한 내용의 타당성을 검토

- 핵심 문제/이슈로 “대기·해양 오염물질 등으로 인한 재난재해 및 기후변화로 인해 가속화되는 대기·해양 환경 변화에 대응하는 연속적인 광역 관측 수단 부재”와 “정지궤도위성 주요 핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속”이 제시됨
- 해결할 문제로서 기존 천리안위성 2B호의 수명 종료 후 활용계획에 따른 대체 위성 필요성과 향후 수요를 고려한 기술 자립 당위성에 대해 검토

○ (과학기술기반 문제해결 필요성) 제시된 문제/이슈에 대한 과학기술적 해결방안 적절성, 동 사업 외 대안 가능성, 민간주도 가능성 등을 검토

- 동 사업에서 계획하는 위성 활용 계획과 수요를 고려한 국내 기술 자립 대비 해외 기술 도입 또는 민간 기술 수용(발주 형태)가능성을 검토

□ 사업목표의 적절성

○ (사업목표의 구체성) 사업목표의 문제/이슈 해결 정도에 대한 기여도, 목표설정에 대한 적절성을 세부활동과 연계하여 검토

※ 사업목표: 한반도 및 주변 환경·해양의 연속적인 광역 관측이 가능한 정지궤도 위성 확보 및 국내 개발역량 확대

- 요구되는 정지궤도 환경·해양위성 확보를 위한 성능 및 국내 개발 역량 확대 필요성과 수준에 대한 검토

○ (성과지표의 적절성) 문제/이슈 해결 기여도와 사업목표 달성 측면에서 객관적이고 연관성이 높은 지표인지 검토

- 해당 성과지표와 사업목표간 연관성, 적절한 세부활동 확보 여부와 연계 검토

※ 성과지표로서 ① 목표 대비 진척도(100%), ② 성능목표 달성도(100%), ③ 핵심기술 확보수(61개), ④ 부(분)품 국산화율(66%)을 제시하였으며, 목표치 달성이 의미하는 바와 수준, 문제해결과의 연관성, 적정성 등 검토

○ (수혜자 표적화의 적절성) 동 사업의 결과에 따라 직접적 이익을 받는 수혜자 식별을 위한 직·간접적 이익 발생 경로 검토

- 사업 수혜자는 국가, 국민, 산업체, 학계, 연구계로 다양하게 제시되고 있으므로 사업성과 활용을 고려한 구체적인 편익 경로를 검토

□ 세부활동 및 추진전략의 적절성

○ (사업목표와의 논리적 연계성) 문제/이슈의 해결과 사업목표 달성을 위한 핵심 기술요소, 기술개발 내용을 구체적으로 구성하였는지 검토

○ (세부활동 도출 및 수요조사의 적절성) 동 사업은 위성본체, 탑재체 등 체계개발 사업의 형태로 구성되었으며, 임무 달성을 위한 요소기술 구성 등에 대한 기술·정책 분석, 의견 수렴 및 검증 과정을 검토

- 기술수요조사, 기술기획위원회를 통한 필요기술 발굴, 우선순위 선정과정, 핵심 요소기술(CTE) 및 기술성숙도(TRL) 등 검토

○ (시설 또는 장비구축 계획의 적절성) 연구개발 활동과의 연계성 소요 예산과 구축 계획의 적정성 검토

○ (세부활동 성과지표의 적절성) 개발계획의 적절성 확보 여부와 연계하여 제시된 부분별 개발계획서 및 개발 규격 등 검토

○ (기간추정의 적절성) 동 사업에서 제시한 요소기술별 기술로드맵과 실제 기술의 실현, 활용 시기 등을 검토하고 연구개발, 장비구축·운영 순서 점검 등을 종합 검토

○ (추진전략의 적절성) 기존사업의 한계 극복방안, 과제선정 기준 및 절차, 성과관리 방안, 주요 의사결정 체계 및 추진주체 간 역할분담 등이 적절히 제시되었는지 검토

나. 정책적 타당성

□ 상위계획과의 부합성

○ '과학기술기본계획' 및 '우주개발진흥기본계획'을 포함하여 '위성정보활용종합계획' 등 유관정책과의 부합성 검토

□ 사업 추진체제 및 추진의지

○ 유사 사업과의 차별성 및 기추진 중인 사업과의 연계 방안, 부처별 유사 과제 분석 결과 및 관련 기업들의 참여의지 및 참여가능성 등을 검토

□ 사업 추진상의 위험요인

○ 동 사업의 수행을 위한 국비 확보 가능성 및 재원 조달기준 검토

- 참여 부처들의 R&D 가용 재원, 분담 비율 등을 검토

○ 사업과 유관한 법·제도 및 국제협약에 대한 검토

다. 경제적 타당성

□ 비용 추정

○ 세부 활동별(연구개발, 장비도입, 위성 발사비용 등) 규모 추정의 적절성

○ 연구개발 활동에 따른 적정 비용에 대한 타당성과 사업 종료 후의 운용 및 활용 등 기술 검증 관련 업무 추진에 따른 비용 포함 여부 등을 검토

□ 경제성 분석

○ 주관부처의 경제성 분석 방법의 적용 및 분석 결과의 타당성 검토

※ 주관부처가 제시한 동 사업의 비용-편익 비율(B/C ratio)은 0.71로 제시되었으며, 일반 국민의 지불의사액을 파악하여 산출하는 조건부가치측정법(CVM)으로 편익을 분석

제 2 장 기초자료 분석

제 1 절 정지궤도 환경·해양위성 개요

1. 정의 및 원리

가. 정의

□ 정지궤도 환경·해양위성은 적도 상공 약 35,786km의 정지궤도에서 지구 자전과 같은 주기로 공전하면서 특정 지역의 대기환경과 해양환경을 연속적으로 관측하는 지구관측위성을 의미함[25)]

○ 정지궤도에서는 위성이 지상에서 볼 때 항상 같은 위치에 정지해 있는 것처럼 보이므로, 동일 지역을 하루에도 여러 차례 반복 관측하여 대기오염물질과 해양현상의 시간에 따른 변화(일변화)를 추적할 수 있음

○ 기존 정지궤도 기상위성이 구름·수증기·기온 등 기상 요소를 주로 관측하는 반면, 환경·해양위성은 대기 중 미량기체·에어로졸과 해수의 광학적 특성(해색)을 정밀하게 측정하는 데 특화됨

□ 정지궤도 환경위성은 자외선~가시광선 영역의 초분광(hyperspectral) 분광기를 탑재하여 오존(O_3), 이산화질소(NO_2), 이산화황(SO_2), 포름알데히드(HCHO), 에어로졸 등 대기오염물질의 농도와 이동을 관측하는 위성임[26)]

○ 대표적으로 우리나라 천리안위성 2B호에 탑재된 환경탑재체(GEMS, Geostationary Environment Monitoring Spectrometer), 미국 NASA의 TEMPO(Tropospheric Emissions: Monitoring of Pollution), 유럽 Copernicus의 Sentinel-4가 있으며, 세 위성이 북반구 주요 지역을 분담 관측하는 '정지궤도 대기환경 관측 위성군'을 형성함

---

25) WMO(2019), 「Vision for the WMO Integrated Global Observing System in 2040」, 미래에셋증권(2025. 1.16.), 「우주산업, ZERO TO ONE 상업우주, 세상에 없던 시장이 열린다」

26) Kim, J. et al., (2020), "New Era of Air Quality Monitoring from Space: Geostationary Environment Monitoring Spectrometer (GEMS)", BAMS 101(1), E1-E22

□ 정지궤도 해양위성은 가시광선 및 근적외선 영역의 다분광(multispectral) 또는 초분광 해색(ocean color) 센서를 탑재하여 클로로필 농도, 부유물질, 용존유기물, 적조, 해무, 유류 유출 등 해양환경 변화를 관측하는 위성임[27]

○ 2010년 천리안위성 1호(통신해양기상위성, COMS)에 탑재된 해양관측탑재체(GOCI, Geostationary Ocean Color Imager)가 세계 최초의 정지궤도 해색 센서이며, 2020년 천리안위성 2B호의 GOCI-II가 이를 계승함

○ 미국은 정지궤도 연안 관측 임무(GLIMR)를 추진 중이며, 초분광 해색 센서를 활용하여 멕시코만과 미국 남동부 연안 등의 해양환경을 하루 여러 차례 관측할 계획임

<표 2-1> 정지궤도 환경·해양위성의 구분 및 주요 관측 대상

구 분	관측 파장	주요 관측 대상	대표 탑재체
환경위성	자외선~가시광선(약 300~500nm) 초분광	• 대기오염 미량기체: O_3 , NO_2 , SO_2 , HCHO, 글리옥살(CHOCHO) • 에어로졸 광학두께·유형, 지표 PM 추정	• GEMS(한국, 2020) • TEMPO(미국, 2023) • Sentinel-4(유럽, 2025)
해양위성	가시광선~근적외선(약 380~865nm) 다분광·초분광	• 클로로필-a, 부유물질, 용존유기물 • 적조·녹조, 해무, 저염분수, 해수 투명도	• GOCI(한국, 2010~2021) • GOCI-II(한국, 2020) • GLIMR(미국, 개발 중)

출처: 국립환경과학원 환경위성센터, 국립해양조사원 국가해양위성센터, NASA 및 ESA/Copernicus의 탑재체 제원·산출물 자료를 종합하여 예타연구진 작성

나. 관측 원리

□ 정지궤도 환경·해양위성은 태양광이 지구 대기와 해양에서 산란·흡수·반사되어 우주로 되돌아오는 복사에너지를 파장별로 정밀하게 측정하는 수동형(passive) 광학 원격탐사 원리를 이용함[28]

27) 최종국 외(2021), "GOCI-II 발사 1년, 현재와 미래", 대한원격탐사학회지 37(5-2)

28) Platt, U. and Stutz, J.,(2008), "Differential Optical Absorption Spectroscopy: Principles and Applications", Springer

○ 태양 입사광은 대기 분자(레일리 산란)와 에어로졸(미 산란)에 의해 산란되고, 오존·이산화질소 등 미량기체는 고유한 파장에서 빛을 흡수하므로 위성이 측정한 스펙트럼에는 각 물질의 '분광 지문(spectral fingerprint)'이 남게 됨

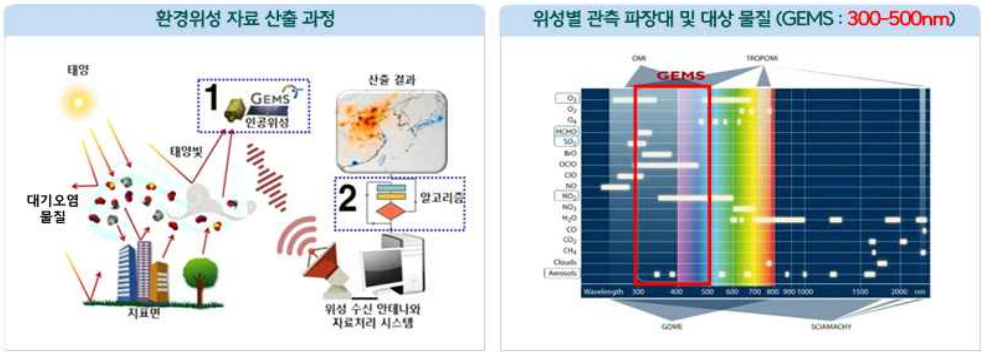
○ 해양 관측의 경우 해수면 아래로 투과한 빛이 식물플랑크톤 색소, 부유물질, 용존 유기물 등에 의해 흡수·산란된 후 다시 해수면 밖으로 나오는 수출광(water-leaving radiance)을 측정하여 해양 성분을 추정함[29)]

□ (환경위성 산출 원리) 대기 미량기체 농도는 측정 스펙트럼과 기준 태양 스펙트럼을 비교하여 흡수량을 계산하는 차등흡수분광법(DOAS)으로 산출함

○ 경사 칼럼 농도(SCD)를 산출한 후 대기복사전달모델로 계산한 대기질량인자(AMF)를 적용하여 연직 칼럼 농도(VCD)로 변환하며, 구름·지표반사도·에어로졸 정보가 정확도를 좌우함[30)]

○ 오존은 자외선 영역의 흡수띠를 이용하여 연직 분포(프로파일)까지 산출할 수 있으며, 이산화질소는 가시광선 영역의 흡수 구조를 주로 이용함[31)]

- 정지궤도 분광기는 0.6nm 내외의 분광분해능과 0.2nm 내외의 분광 샘플링이 요구되며, 높은 신호대잡음비(SNR)와 정밀한 파장 보정 기술이 산출 정확도의 핵심임[32)]



[그림 2-1] 정지궤도 환경위성 관측 원리

출처: 국립환경과학원 환경위성센터(2025.4.), 『환경위성 활용도구 교육자료』

29) IOCCG(2000), "Remote Sensing of Ocean Colour in Coastal, and Other Optically-Complex, Waters", Reports of the IOCCG No. 3,

30) Platt and Stutz,(2008), 앞의 자료

31) Kim ,et al.(2020), 앞의 자료

32) Kang, M. et al.(2020), "Spectral Calibration Algorithm for the Geostationary Environment Monitoring Spectrometer (GEMS)", Remote Sensing 12(17)

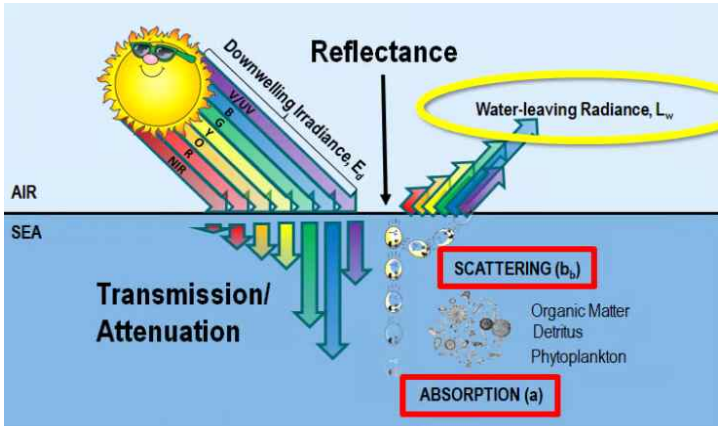
○ 에어로졸은 자외선 흡수 지수(UVAI)와 다파장 반사도를 이용하여 광학두께(AOD), 단일산란알베도(SSA), 에어로졸 유형(황사·연무·산불 연기 등)을 산출하고, 이를 다시 지상 미세먼지(PM) 농도 추정에 활용함

□ (해양위성 산출 원리) 위성이 측정한 대기상한 복사휘도 가운데 해양에서 나온 수출광은 비중이 높지 않아 대기 산란 효과를 제거하는 대기보정(atmospheric correction)이 해색 원격탐사의 핵심 기술임[33]

○ 일반적으로 해수가 거의 빛을 반사하지 않는 근적외선 밴드의 신호를 에어로졸 정보로 이용하여 가시광선 영역의 대기 효과를 추정·제거함

- 연안 탁수역에서는 근적외선에서도 해수 반사가 존재하므로 단파적외선(SWIR) 밴드 또는 영상 기반 보정 기법, 인공지능 기반 대기보정 기법 등이 연구되고 있음

○ 대기보정 후 얻은 원격반사도(Rrs)를 생물광학 알고리즘에 적용하여 클로로필-a 농도, 총부유물질(TSS), 유색용존유기물(CDOM), 적조 지수 등을 산출함[34]



[그림 2-2] 해양위성 관련 입사광·수중 흡수와 산란·수출광

출처: NOAA CoastWatch, Satellite Course—Ocean Color, https://coastwatch.gitbook.io/satellite-course/lectures/ocean-color; 원그림: Jeremy Werdell(NASA)

□ 정지궤도에서의 관측은 저궤도와 달리 위성-지구 간 거리가 수십 배 이상 멀기 때문에, 동일 공간해상도와 신호대잡음비를 확보하려면 대구경 광학계, 고감도 검출기, 긴 노출(적분) 시간, 정밀 지향 안정도를 임무 요구조건에 맞게 최적화 필요[35]

33) IOCCG(2010), "Atmospheric Correction for Remotely-Sensed Ocean-Colour Products", Reports of the IOCCG No. 10

34) IOCCG(2000), 앞의 자료

○ 또한 일 단위 반복 관측 과정에서 태양 천정각·위성 관측각이 시간대별로 변하므로, 시간대별 편향을 보정하는 산출 알고리즘과 장기간 복사 보정 안정성 확보가 정지궤도 관측 고유의 기술 과제임

2. 정지궤도와 저궤도 비교

□ 지구관측위성은 운용 궤도에 따라 정지궤도(GEO)와 저궤도(LEO, 주로 태양동기궤도)로 구분되며, 두 궤도는 관측 빈도·공간해상도·관측 범위 측면에서 상호 보완적 특성을 가짐[36]

○ 저궤도 위성은 고도 약 500~1500km에서 약 100분 주기로 지구를 공전하여 전 지구를 관측할 수 있으나, 특정 지역은 하루 1~2회만 관측 가능함

<표 2-2> 정지궤도와 저궤도 환경·해양 관측위성 비교

구분	정지궤도(GEO)	저궤도(LEO, 태양동기)
고도	약 35,786km	약 500~1500km
관측 범위	지구 원반의 약 1/3(특정 지역 고정)	전 지구(궤도 이동에 따라 순차 관측)
관측 빈도	관심지역 1일 8~10회 이상(주간 매시간)	동일 지역 1일 1~2회
공간해상도	수 km급(환경), 250m~수백m급(해양)	수 km급(환경), 300m~1km급(해양)
장점	• 일변화 관측, 이동·확산 추적 • 구름 틈 관측 확률 증가 • 재난 대응 실시간성	• 전 지구 균일 관측, 극지역 관측 • 상대적으로 소형·저비용 • 다양한 센서 탑재 용이
단점	• 고위도·극지역 관측 제한 • 대형 광학계 필요, 고비용 • 관측각 변화에 따른 보정 필요	• 일변화 관측 불가 • 구름에 의한 결측 시 재관측까지 긴 대기 시간 • 관측 시간 고정
대표 위성	GEMS, TEMPO, Sentinel-4, GOCI-II	TROPOMI, OMI, OMPS, VIIRS, OLCI, PACE/OCI

출처: 국립환경과학원 환경위성센터 「GEMS 브로슈어」, 기상청 「초급예보관훈련용교재: 원격탐사」, WMO OSCAR/Space, 위성·탑재체 데이터베이스를 참고하여 예타연구진 작성

35) 한국해양과학기술원(2014), 「정지궤도복합위성 해양탑재체(GOCI-Ⅱ) 통합자료처리시스템 개발 기획연구 최종보고서」, National Research Council(2000), 「The Role of Small Satellites in NASA and NOAA Earth Observation Programs」, Jiacheng Zhu et al.(2023), "Geostationary Full-Spectrum Wide-Swath High-Fidelity Imaging Spectrometer: Optical Design and Prototype Development", Remote Sensing

36) 기상청, 「초급예보관훈련용교재: 원격탐사」, https://www.kma.go.kr/down/e-learning/beginning/beginning_05.pdf?utm_source=chatgpt.com (2026. 5. 접속). 미래에셋증권(2025. 1.16.) 앞의 자료

○ 정지궤도 위성은 지구 원반의 약 1/3을 상시 관측 범위로 두고, 관심 지역을 시간당 1회 이상 관측하여 대기오염물질과 해양 현상의 일변화를 직접 추적할 수 있음

□ 정지궤도 환경·해양 관측의 장점은 '시간해상도'에 있으며, 이는 대기오염 예·경보, 배출원 추적, 해양 재난 대응 등 실시간성이 요구되는 공공서비스에 기여 가능[37]

○ (대기환경) 아침 시간대 교통 배출에 따른 이산화질소 증가, 오후 광화학 반응에 따른 오존 생성, 국외 미세먼지의 시간별 유입 경로 등을 정량적으로 관측 가능

○ (해양환경) 조석에 따른 부유물질 이동, 적조의 하루 중 이동·확산, 해무의 생성·소멸 등 수 시간 단위의 변화를 관측할 수 있어 연안 관리와 수산 피해 예방에 활용[38]

○ (구름 회피) 하루 여러 차례 관측하므로 구름 사이로 관측될 확률이 높아져, 유효 관측자료 확보율이 저궤도 대비 향상



[그림 2-3] 정지궤도와 저궤도 위성의 차이

출처: 국립환경과학원(2024. 9), 「정지궤도 환경위성 (GEMS) 브로슈어」

37) Kim, et al.(2020), 앞의 자료

38) 과학기술정보통신부·해양수산부·환경부(2020.10.5.), 「보도자료: '우주의 눈' 천리안위성 2B호, 해양위성영상 제공 개시」

□ 반면 정지궤도 위성은 고위도 지역(대략 위도 60° 이상) 관측이 어렵고, 전 지구 관측을 위해서는 경도별로 여러 기의 위성이 필요하므로 저궤도 위성과의 역할 분담과 상호 검·보정 체계가 필요

○ 저궤도 위성은 전 지구 균일 관측자료를 제공하여 정지궤도 위성 간 상호 보정의 기준(transfer standard)이 되며, 정지궤도 위성은 저궤도 위성이 관측하지 못하는 시간대를 채우는 상호 보완 구조가 국제적으로 정착되고 있음

3. 기술분류 및 구성

□ 정지궤도 환경·해양위성 기술은 위성 체계, 위성 본체(버스), 탑재체(환경·해양), 지상국 및 자료처리, 산출·활용 기술로 구분됨

○ 위성 본체는 정지궤도 기상위성·통신위성과 공통 플랫폼으로 개발되는 경우가 많으며, 탑재체와 산출 알고리즘이 임무 성능을 결정하는 핵심 기술임

<표 2-3> 정지궤도 환경·해양위성 기술분류

대분류	중분류	세부 기술
위성 체계	체계설계·종합	• 임무 분석, 요구사항 정의, 궤도·관측 운용 설계 • 체계 조립·시험(AIT), 발사 및 초기 운용
위성 본체	구조·열제어	• 대형 구조체, 탑재체 열 안정화, 방열판·히트파이프
위성 본체	자세·궤도제어	• 고정밀 지향·지향 안정도 확보, 별추적기·자이로, 반작용휠, 지향 안정도
위성 본체	추진	• 화학추진(이원추진제), 전기추진(홀 추진기), 화학·전기 하이브리드 추진
위성 본체	전력·전자	• 태양전지판·배터리, 전력조절분배, 탑재컴퓨터, 원격측정·명령
환경탑재체	광학계·분광계	• 스캔미러, 망원경, 격자(grating) 분광기
환경탑재체	검출기·전자부	• 자외선 고감도 CCD 검출기, 냉각, 고속 신호처리
환경탑재체	보정장치	• 태양 확산판(diffuser), 내부 광원, 파장 보정
해양탑재체	광학계·필터	• 대구경 망원경, 필터휠, 다분광·초분광 분광
해양탑재체	검출기·보정	• 대면적2차원 검출기, 태양 확산판 보정, 스트레이라이트 억제
지상국·자료처리	수신·처리	• 대용량 자료 수신, 복사·기하 보정(L1B), 자료 배포 시스템
산출·활용	알고리즘·서비스	• 대기보정, 미량기체·에어로졸 산출(L2), 자료동화, AI 기반 산출, 예·경보 서비스

출처: 기획보고서, 한국항공우주연구원 및 국립환경과학원·국립해양조사원 자료를 참고하여 예타연구진 작성

□ (위성 본체) 정지궤도 위성 본체는 약 3~5톤급의 대형 플랫폼으로 10년 이상의 임무수명 동안 정밀 지향과 궤도 유지를 수행해야 하며, 천리안위성 2A·2B호를 통해 국내 독자 정지궤도 본체 개발 기술을 확보함[39)]

○ 천리안위성 2B호는 약 3.4톤급 위성으로 정지궤도 환경탑재체(GEMS)와 해양탑재체(GOCI-II)를 동시에 탑재하고 있으며, 동경 128.2°에서 운용 중임

□ (환경탑재체) 정지궤도 환경탑재체는 동서 방향으로 스캔미러를 회전시키며 남북 방향의 슬릿 영상을 순차적으로 획득하는 '푸시브룸-스텝 스캔(Pushbroom-Step Scan)' 방식의 초분광 격자 분광기가 주류임[40)]

○ GEMS는 300~500nm 파장 범위를 약 0.6nm 분광분해능(0.2nm 샘플링)으로 관측하며, 1033×2048 화소의 CCD 검출기를 이용하여 공간 방향과 파장 방향 정보를 동시에 획득함[41)]

○ TEMPO는 290~740nm로 관측 파장을 가시광선 장파장 영역까지 확장하였고, Sentinel-4는 자외선·가시광선(305~500nm)에 근적외선(750~775nm) 채널을 추가하여 구름·에어로졸 고도 정보 산출을 강화함[42)]

□ (해양탑재체) 정지궤도 해양탑재체는 필터휠과 2차원 대면적 검출기를 이용하여 관측 영역을 여러 조각(slot)으로 나누어 촬영한 후 모자이크하는 '스텝-앤-스테어(step-and-stare)' 방식을 사용[43)]

○ GOCI-II는 250m 공간해상도로 한반도 주변 2,500km×2,500km 지역을 하루 10회 관측하며, 하루 1회 정지궤도 관측 가능 전 영역(Full Disk)을 관측함[44)]

□ (지상국·자료처리) 정지궤도 환경·해양위성은 매일 대용량의 원시자료를 생산하므로, 고속 수신·처리 인프라와 산출물 배포 체계가 위성 활용성을 좌우함

---

39) 항공우주연구원 홈페이지 '정지궤도복합위성(천리안위성 2B호)' 설명자료, https://www.kari.re.kr/kor/contents/43

40) Kim ,et al.(2020), 앞의 자료

41) Kang, M. et al.(2020), 앞의 자료

42) NASA Earthdata, "TEMPO"(2026. 5. 접속), https://www.earthdata.nasa.gov/sensors/tempo; eoPortal, "Copernicus: Sentinel-4"(2026. 5. 접속), https://www.eoportal.org/satellite-missions/copernicus-sentinel-4

43) Airbus Defence and Space(2019), "Status of GOCI-II development", GOCI-II 발표자료 (IOCS 2019); Faure, F., Coste, P. & Kang, G.(2009), "The GOCI Instrument on COMS Mission – The First Geostationary Ocean Color Imager.", https://ioccg.org/sensors/GOCI-Faure.pdf

44) 최종국 외(2021), 앞의 자료

○ 국내에서는 국립환경과학원 환경위성센터가 GEMS 자료를, 국립해양조사원 국가해양위성센터가 GOCI-II 자료를 각각 처리·배포하고 있으며, 위성 운영은 한국항공우주연구원이 담당함

○ 최근에는 수치예보·대기질 예보 모델과의 자료동화, 인공지능 기반 결측 보완 및 지상 농도 추정, 클라우드 기반 자료 배포 등이 지상 처리 기술의 주요 발전 방향임

<표 2-4> 천리안위성 2B호 환경·해양탑재체 주요 제원

구 분	환경탑재체(GEMS)	해양탑재체(GOCI-II)
관측 파장	300~500nm(자외선~가시광선)	380~865nm(가시광선~근적외선)
분광 특성	분광분해능 약 0.6nm, 샘플링 0.2nm	12개 관측 밴드(+광대역 1개)
공간해상도	7km×8km(가스), 3.5km×8km(에어로졸)	250m(국지관측), 1000m(전구관측)
관측 영역	아시아(5°S~45°N, 75°E~145°E), 약 5,000km×5,000km	국지 2,500km×2,500km, 전구 원반(Full Disk)
관측 횟수	주간 1일 8회 내외(계절별 6~10회)	국지 1일 10회, 전구 원반 1일 1회
개발	한국항공우주연구원·Ball Aerospace & Technologies Corp(미국) 공동	한국항공우주연구원·Airbus Defence and Space(프랑스) 공동
자료 처리	국립환경과학원 환경위성센터	국립해양조사원 국가해양위성센터

출처: 항공우주연구원 홈페이지 '정지궤도위성', '정지궤도복합위성(천리안위성 2B호)', Kang et al.(2020), Remote Sensing 12(17); 최종국 외(2021), 대한원격탐사학회지37(5-2) 참고하여 예타연구진 작성

제 2 절 국내·외 기술동향

1. 환경위성 기술개발 동향

가. 위성 기반 대기환경 관측 기술의 발전

□ 위성 기반 대기환경 관측은 1970년대 전지구 오존층 관측에서 출발하여, 2000년대 대류권 오염물질 관측 고도화, 2020년대 정지궤도 주간 시간별 관측으로 발전함[45)]

○ 1978년 미국 Nimbus-7 위성의 TOMS(Total Ozone Mapping Spectrometer)가 전 지구 오존 전량 관측을 시작하였고, 1995년 유럽 ERS-2의 GOME가 자외선~가시광선 연속 스펙트럼 관측을 통해 이산화질소 등 대류권 미량기체 관측의 길을 열었음

<표 2-5> 위성 기반 대기환경 관측 탑재체의 발전 과정

탑재체	위성(국가)	발사 연도	궤도·해상도*	의의
TOMS	Nimbus-7(미국)	1978	저궤도, 50km급	• 전 지구 오존 전량 관측, 오존홀 감시
GOME	ERS-2(유럽)	1995	저궤도, 40km×320km	• 연속 스펙트럼 관측, 대류권 NO_2 산출 시작
SCIAMACHY	Envisat(유럽)	2002	저궤도, 수십km급	• 자외선~단파적외선 관측, 온실가스 포함
OMI	Aura(미국)	2004	저궤도, 13km×24km	• 2차원 검출기 푸시브룸, 일일 전 지구
GOME-2	MetOp(유럽)	2006~	저궤도, 80km×40km	• 현업 기상위성 기반 장기 관측
OMPS	Suomi NPP 등(미국)	2011~	저궤도, 50km급	• 미국 현업 오존 관측
TROPOMI	Sentinel-5P(유럽)	2017	저궤도, 3.5km×5.5km	• 도시 규모 배출원 식별
GEMS	천리안2B호(한국)	2020	정지궤도, 3.5~7km×8km	• 세계 최초 정지궤도 환경탑재체
TEMPO	Intelsat 40e(미국)	2023	정지궤도, 2.1km×4.4km	• 북미 매시간 관측, 상업 통신위성 호스팅
Sentinel-4	MTG-S1(유럽)	2025	정지궤도, 8km급	• 유럽 매시간 관측, 기상위성 동시 탑재
Sentinel-5	MetOp-SG A1(유럽)	2025	저궤도, 7km급	• 현업 저궤도 대기조성 관측

* 해상도는 연직 직하점 기준 대표값

출처: Kim et al.(2020), 최현영 외(2025), ESA·EUMETSAT(2024) “Announcement of Opportunity for Calibration and Validation Activities for Sentinel-4 and Sentinel-5”, Issue 1.0 자료 참고하여 예타연구진 작성

45) 최현영 외(2025), “인공지능을 활용한 위성 기반 대기질 모니터링: 연구 현황과 전망”, 한국대기환경학회지41(2); Kim, J., et al.(2020) 앞의 자료

○ 2004년 NASA Aura 위성의 OMI(네덜란드·핀란드 제작)는 2차원 검출기 기반 푸시브룸 방식으로 13km×24km의 공간해상도와 일일 전지구 관측을 구현[46]

○ 2017년 발사된 유럽 Sentinel-5P/TROPOMI는 3.5km×5.5km(2019년 이후)의 공간해상도로 도시 규모 배출원 식별을 가능하게 하였고, 저궤도 대기환경 관측 성능을 크게 향상시킴[47]

나. 정지궤도 환경위성 기술 현황

□ 2020년 2월 발사된 천리안위성 2B호의 GEMS는 세계 최초의 정지궤도 환경탑재체로, 아시아 지역의 대기오염물질을 하루 8회 관측함[48]

○ GEMS는 한국항공우주연구원과 미국 Ball Aerospace가 공동 개발하였으며, 산출 알고리즘은 국립환경과학원과 국내 대학·연구기관이 주도하여 개발함[49]

○ 2024년 12월 산출 알고리즘이 버전 2.0에서 3.0으로 개선되어 이산화질소, 오존 프로파일 정확도가 향상되었으며, 2024년 10월부터는 지표 미세먼지 추정농도 수치자료를 산출기법의 오차정보와 함께 제공[50]

○ 2024년 12월 지도 기반 조회 서비스(GIS Viewer)를 개시하고, 2025년 4월 비전문가용 분석 소프트웨어(GEMSAT)를 정식 공개하는 등 활용 저변 확대가 진행 중임[51]

□ 미국 TEMPO는 2023년 4월 상업 통신위성(Intelsat 40e)에 호스팅 탑재체 형태로 발사되어, 북미 지역을 주간 매시간 관측하고 있음[52]

○ TEMPO는 Smithsonian 천체물리관측소(SAO)가 주관하고 Ball Aerospace(현 BAE Systems)가 제작하였으며, NASA 지구벤처(EVI-1) 프로그램으로 추진됨[53]

---

46) KNMI, "Ozone Monitoring Instrument", https://www.knmiprojects.nl/projects/ozone-monitoring-instrument

47) 최현영 외(2025) 앞의 자료; TROPOMI 데이터 소개 홈페이지, https://www.tropomi.eu/data-products/nitrogen-dioxide?utm_source=chatgpt.com

48) 국립환경과학원(2025) "CEOS AC-VC-21 GEMS 현황 발표자료", https://ceos.org/document_management/Virtual_Constellations/AC-VC/Meetings/AC-VC-21/Presentations/AC-VC_3.03_Yu.pdf

49) Kang et al.,(2020), 앞의 자료; Kim ,et al.(2020), 앞의 자료

50) 국립환경과학원(2025), 앞의 자료; 국립환경과학원(2024.10.), 「천리안 환경위성으로 산출한 지상 미세먼지 추정농도값 공개」 보도자료

51) 국립환경과학원(2025), 앞의 자료

52) NASA(2023), "NASA's High-Resolution Air Quality Control Instrument Launches" 보도자료

○ 2025년 6월 20개월간의 기본 임무를 완료하였고, 최소 2026년 9월까지 임무가 연장되었으며, 3시간 이내 자료 전달 시험 성공, 단일 연도 자료 다운로드량 2PB 초과, 800명 이상의 고유 사용자 확보 등의 성과를 보고함[54]

- 호스팅 탑재체 방식은 위성 본체·발사 비용을 통신위성 사업자와 분담하여 정지궤도 환경 관측의 비용을 절감한 사례로 평가됨[55]

□ 유럽 Sentinel-4는 2025년 7월 1일 EUMETSAT의 기상위성 MTG-S1에 탑재되어 발사되었으며, 2025년 10월 첫 이산화질소 관측 영상을 공개하고 시험운용을 진행 중임[56]

○ Sentinel-4는 Airbus Defence and Space(독일)가 개발한 자외선·가시광선·근적외선 분광기로, 유럽과 북아프리카 지역의 대기오염물질을 매시간 관측하여 Copernicus 대기감시서비스(CAMS)에 활용될 예정임[57]

○ 기상위성에 환경탑재체를 함께 탑재하는 방식은 플랫폼 공유를 통한 비용 절감과 기상-대기질 자료의 동시 획득이라는 장점이 있음[58]

다. 환경위성 기술의 발전 방향

□ 정지궤도 환경위성 기술은 공간해상도 향상, 관측 파장 확장, 탑재체 소형·경량화, 산출물 다양화 방향으로 발전하고 있음

○ (공간해상도) 1세대 GEMS의 7km×8km에서 TEMPO는 2.0km×4.75km로 공간해상도를 높이는 방향으로 대기오염 관측을 지향함

○ (파장 확장) 가시광선 장파장·근적외선 채널을 추가하여 저고도 오존과 에어로졸의 분리, 구름·에어로졸 고도 산출, 식생 형광(SIF), 야간 불빛(야간광) 관측 등 신규 산출물을 확보하는 추세임

---

53) Tempo 홈페이지, TEMPO Team, https://tempo.si.edu/team.html

54) NASA(2025), "NASA Mission Monitoring Air Quality from Space Extended" 보도자료

55) V. Eric Roback et al.(2024), “Systems Engineering Technical Excellence in Commercial Spacecraft Hosting of the NASA TEMPO Instrument”, https://tempo.si.edu/documents/SE_Tech_Excellence_Commercial_SC_Hosting_TEMPO_20240418.pdf

56) ESA(2025. 7.) "MTG-S1 and Sentinel-4 launch to change how we see our atmosphere" 보도자료; EUMETSAT(2025.10.) "First Copernicus Sentinel-4 images showcase Europe’s hourly air pollution watch", https://www.eumetsat.int/first-copernicus-sentinel-4-images-showcase-europes-hourly-air-pollution-watch

57) eoPortal, 앞의 자료; EUMETSAT(2025.10.), 앞의 자료

58) eoPortal, 앞의 자료

○ (소형화) 자유곡면 광학, 경량구조, 소형 분광기 설계를 통해 탑재체 질량·부피를 줄이는 연구가 진행 중임

○ (온실가스) 정지궤도에서 이산화탄소·메탄을 관측하려던 NASA GeoCarb 임무는 비용 증가로 2022년 취소되었으나, 정지궤도 온실가스 관측은 배출원 시간변화 추적 수요로 인해 차세대 연구 과제로 지속 논의되고 있음[59]

2. 해양위성 기술개발 동향

가. 해색 원격탐사 기술의 발전

□ 해색 원격탐사는 1978년 미국 Nimbus-7의 CZCS(Coastal Zone Color Scanner)로 시작되어, SeaWiFS, MODIS, MERIS, VIIRS, OLCI 등 저궤도 위성을 중심으로 40년 이상 장기 자료가 축적되어 왔음[60]

○ 1997년 SeaWiFS를 계기로 전 지구 해양 일차생산력·탄소순환 연구가 본격화되었으며, 이후 MODIS(1999·2002), MERIS(2002), VIIRS(2011), Sentinel-3 OLCI(2016), 일본 GCOM-C SGLI(2017) 등이 장기 연속 자료를 확보함

○ 2024년 2월 발사된 NASA PACE 위성의 OCI(Ocean Color Instrument)는 자외선~근적외선 초분광과 단파적외선 밴드를 갖춘 차세대 해색 센서로, 식물플랑크톤 군집 구분 등 신규 산출물을 제공하기 시작함[61]

---

59) "NASA cancels greenhouse gas monitoring satellite due to cost", https://www.click2houston.com/news/world/2022/11/29/nasa-cancels-greenhouse-gas-monitoring-satellite-due-to-cost/ (AP, 2022.11.29.)

60) WMO OSCAR/Space, 앞의 자료; IOCCG(2012), 「Mission Requirements for Future Ocean-Colour Sensors」, Report No. 13.

61) NASA(2024.4.11.), “NASA’s PACE Data on Ocean, Atmosphere, Climate Now Available” 보도자료

<표 2-6> 주요 해색 관측 탑재체의 발전 과정

탑재체	위성(국가)	발사 연도	궤도·해상도	특징
CZCS	Nimbus-7(미국)	1978	저궤도, 825m	• 최초의 위성탑재 해색 전용 센서
SeaWiFS	OrbView-2(미국)	1997	저궤도, 1.1km	• 전 지구 해양 장기 관측 기반 마련
MODIS	Terra·Aqua(미국)	1999·2002	저궤도, 1km(해색)	• 해색·해수면온도 동시 관측
MERIS	Envisat(유럽)	2002	저궤도, 300m	• 연안 고해상도 해색 관측
GOCI	천리안1호(한국)	2010	정지궤도, 500m	• 세계 최초 정지궤도 해색, 1일 8회
VIIRS	Suomi NPP 등(미국)	2011~	저궤도, 750m	• 미국 현업 해색 관측
OLCI	Sentinel-3(유럽)	2016~	저궤도, 300m	• 21개 밴드, 현업 해양감시
SGLI	GCOM-C(일본)	2017	저궤도, 250m	• 편광·다각도 관측 포함
GOCI-II	천리안2B호(한국)	2020	정지궤도, 250m	• 12개 밴드, 국지 1일 10회·전구 1일 1회
OCI	PACE(미국)	2024	저궤도, 1.2km	• 초분광(자외선~근적외선)+단파적외선

출처: IOCCG 홈페이지(https://ioccg.org/) ‘Historical Ocean-Colour Sensors’, ‘Current Ocean-Colour Sensors’; 국가해양위성센터, 홈페이지(https://www.nosc.go.kr/) ‘정지궤도 해양위성 소개’ 등 참고하여 예타연구진 작성

나. 정지궤도 해양위성 기술 현황

□ 우리나라는 천리안위성 1호 GOCI(2010~2021)와 2B호 GOCI-II(2020~)를 통해 세계에서 유일하게 정지궤도 해색 관측을 15년 이상 연속 수행하고 있음

○ GOCI는 8개 밴드, 500m 해상도로 한반도 주변 2,500km×2,500km 해역을 하루 8회(주간 매시간) 관측하였으며, 설계수명(7년)을 넘겨 약 10년 9개월간 운용된 후 2021년 3월 GOCI 해양관측 임무를 종료함[62)]

○ GOCI-II는 해색관측용 밴드를 12개로 확대하고 공간해상도를 250m로 향상하였으며, 국지 영역 관측을 하루 10회로 늘리고 전구 원반 관측 모드를 추가함[63)]

- GOCI-II의 탑재체는 Airbus Defence and Space가 한국 연구기관과 공동개발하였으며, 한국항공우주연구원이 체계 및 위성 본체 개발을 담당함

62) 해양과학기술원 블로그, “세계 최초 정지궤도 해양관측 인공위성 천리안 1호! 임무 종료”(2021. 4.26.), https://blog.naver.com/kordipr/222323431349

63) 항공우주연구원 홈페이지 ’정지궤도복합위성(천리안위성 2B호)‘ 설명자료, https://www.kari.re.kr/kor/contents/43; 최종국 외(2021), 앞의 자료

- 자료는 한국해양과학기술원의 자료 생산·품질관리와 국립해양조사원 국가해양위성센터*의 대국민 서비스 체계를 통해 제공되며 GOCI-II는 26종 내외의 Level-2 산출물을 생산

  * 2020년 10월 서비스를 개시

□ 미국은 2007년 국가연구회의(NRC) 지구과학 10년 계획에서 정지궤도 해양·대기 통합 관측 임무(GEO-CAPE)를 권고하였으나, 비용 문제로 단일 임무가 실현되지 못하고 TEMPO(대기)와 GLIMR(해양)로 분리 추진됨[64]

○ GLIMR(Geosynchronous Littoral Imaging and Monitoring Radiometer)은 2019년 NASA 지구벤처(EVI-5) 임무로 선정되었으며, 뉴햄프셔대학교가 주관하고 Raytheon이 초분광 해색 탑재체를 제작함

□ 중국은 저궤도 해양위성(HY-1C·1D 등) 위주로 해색 관측을 수행하고 있으며, 2015년 발사된 정지궤도 광학위성인 GF-4가 50m급 가시·근적외 영상을 제공하여 연안·재난 관측에 활용되나 해색 전용 정지궤도 탑재체는 아직 운용되지 않음[65]

다. 해양위성 기술의 발전 방향

□ 정지궤도 해양위성 기술은 초분광·다채널화, 편광 관측, 고신호대잡음비, 연안 고해상도, 인공지능 기반 산출 방향을 시도

○ 해양관측 대상의 범위, 정밀도를 높이기 위해 관측 채널 확대, 편광 채널 추가, 신호대잡음비 향상 등의 시도가 있음

○ 편광 관측은 해수면 반사광(sun glint)과 대기 에어로졸 신호를 분리하여 연안 탁수역 대기보정 정확도를 개선하는 데 활용됨[66]

○ 인공지능 기반 대기보정, 구름 아래 결측 복원, 적조 종 판별 기술이 활발히 연구되고 있으며, 해양수치모델과의 자료동화를 통한 해양 예측 고도화를 추진

---

64) Raytheon(2019.8.26.), ."Raytheon-built space sensor will fly aboard NASA satellite to measure coastal and ocean ecosystems", https://raytheon.mediaroom.com/2019-08-26-Raytheon-built-space-sensor-will-fly-aboard-NASA-satellite-to-measure-coastal-and-ocean-ecosystems

65) 중국 자연자원부 제2해양연구소(2025), “Progress in China’s OC satellite missions & remote sensing application technologies”, 국제해색과학회의(IOCS) 발표자료, https://iocs.ioccg.org/wp-content/uploads/2025/12/AgencyTalk-HE-SIOMNR-rr.pdf

66) IOCCG(2010), 앞의 자료

<표 2-7> 정지궤도 해양탑재체 세대별 성능 비교

구 분	GOCI(2010)	GOCI-II(2020)
관측 채널	8개	12개(+광대역1)
공간해상도	500m	250m
관측 횟수	1일 8회	지역 1일 10회, 전구 1회
주요 개선	세계 최초 정지궤도 해색	전구 원반 관측 신설

출처: 한국항공우주연구원, 홈페이지 '인공위성탑재체/해양탑재체' https://www.kari.re.kr/kor/contents/48

3. 주요 국가·위성별 개발현황

□ 2026년 정지궤도에서 대기환경을 관측하는 위성은 한국(GEMS), 미국(TEMPO), 유럽(Sentinel-4) 3기이며, 정지궤도 해색 관측은 한국(GOCI-II)이 유일함

○ 일본과 중국은 고성능 정지궤도 기상위성(Himawari, FY-4)의 다채널 영상기를 활용하여 에어로졸·황사 등을 산출하고 있으나, 대기 미량기체 관측용 초분광 환경탑재체나 정지궤도 해색 전용 탑재체는 운용하지 않음[67]

□ (한국) 정지궤도 환경·해양 관측 분야의 선도국으로, 천리안위성 1호(2010) → 2B호(2020)로 이어지는 정지궤도 해양 관측 15년 이상 연속성과 정지궤도 환경 관측 세계 최초 운용 경험을 보유함

○ 다만 1·2세대 탑재체는 해외 기업과의 공동개발 또는 해외 기업 주관으로 개발되어, 탑재체 핵심기술의 국내 자립은 탑재체 개발의 핵심 과제에 해당

□ (미국) NOAA와 NASA는 GOES-R 후속 체계인 GeoXO를 통해 기존 기상영상·낙뢰 관측을 고도화하고, 적외선 탐측·대기조성·해색 관측을 추가하는 계획을 추진[68]

○ 현업 정지궤도 위성의 활용 범위를 기상예보에서 대기질·연안 수질·해양생태계 및 환경 위해 현상 감시로 확대하는 계획을 추진

67) "Himawari Services", https://www.jma.go.jp/jma/en/Publications/202506_Himawari_Services.pdf (일본 기상청(JMA), 2025.6); "Feng Yun 4C, 4D, 4E, 4F", https://space.skyrocket.de/doc_sdat/fy-4c.htm (Gunter's Space Page,, 2026.6. 접속)

68) Lindsey, D. T., et al. (2024). "GeoXO: NOAA's Future Geostationary Satellite System." Bulletin of the American Meteorological Society, 105(3)

□ (유럽) Copernicus 프로그램과 EUMETSAT 기상위성을 연계하여 정지궤도(Sentinel-4)와 저궤도(Sentinel-5, 5P) 대기환경 관측을 현업 체계로 운영하는 유일한 지역으로, 2040년대까지 관측 연속성이 계획되어 있음[69]

□ (일본·중국) 정지궤도 기상위성의 고성능 영상기를 활용한 에어로졸·황사 관측에 강점이 있으며, 미량기체 관측은 저궤도 위성(일본 GOSAT 계열, 중국 GF-5 계열) 중심으로 수행하고 있음[70]

69) ESA, "Meteosat Third Generation"(2026. 5. 접속), https://esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Meteorological_missions/meteosat_third_generation; 유럽의회OEIL, "Space programme 2021-2027 and European Union Agency for the Space Programme" 요약, https://oeil.europarl.europa.eu/oeil/en/document-summary?id=1660652

70) 일본 기상청(JMA)(2025.6.), 앞의 자료; 일본 국립환경연구소(NIES)(2025.7.1.), 'GOSAT-GW ("IBUKI GW") Successful Launch and Completion of Critical Operations Phase' 보도자료, https://www.nies.go.jp/en/pr/news-and-updates/2025/20250701/20250701.html

제 3 절 국내·외 정책동향

1. 미국

가. 지구관측 정책 체계

□ 미국은 NASA의 지구과학 연구·관측기술 개발과 NOAA의 지속적인 현업 관측·예보 서비스를 연계하고, EPA 등 자료 활용기관이 참여하는 역할 분담 체계를 통해 위성 기반 환경관측과 정책 활용을 추진[71]

○ NASA는 지구과학 연구와 새로운 관측기술·탑재체 개발을 추진하고, NOAA는 지속적인 환경관측과 예보·경보 등 현업 서비스를 담당하는 협력체계를 구축함

○ NOAA의 정지궤도 위성사업은 NOAA가 예산·사업관리·운영·자료 서비스를 담당하고, NASA가 위성체·탑재체의 개발·획득 및 발사를 관리하는 방식으로 추진됨

□ NRC·NASEM의 지구과학 Decadal Survey를 바탕으로 대기질·해양생태계 관측의 투자 우선순위를 설정하고, 경쟁형 임무와 지속 관측 프로그램을 추진함[72]

○ NRC의 2007년 지구과학 Decadal Survey는 정지궤도에서 대기오염과 연안 해양 환경을 반복 관측하는 GEO-CAPE 임무를 권고함

○ NASEM의 후속 Decadal Survey인 Thriving on Our Changing Planet(2018년)은 대기질·생태계·기후변화 등의 관측 우선순위와 비용상한형 경쟁 임무, 지속 관측을 위한 Venture Continuity 등을 제시함

나. 사업 내용

□ GEO-CAPE의 비용 부담과 사업 위험을 낮추기 위해 분산·단계적 구현 전략을 채택하고, TEMPO·GLIMR 등으로 정지궤도 관측 역량을 확보함[73]

---

71) NASEM(2018), "Thriving on Our Changing Planet: A Decadal Strategy for Earth Observation from Space", National Academies Press; NASA 홈페이지 Earth Science, https://science.nasa.gov/earth-science/; NOAA NESDIS 홈페이지, https://www.nesdis.noaa.gov/our-satellites/currently-flying/geostationary-satellites?utm_source=chatgpt.com

72) NASEM(2018), 앞의 자료;

73) NASA 홈페이지 GEO-CAPE Implementation, https://science.larc.nasa.gov/geo-cape/implementation/?utm_source=chatgpt.com

○ GEO-CAPE 연구 과정에서 대형 단일 위성 방식의 비용 부담을 줄이기 위해, 관측 기기를 개별 임무로 개발하고 상업위성에 호스팅 탑재하는 단계적 구현 전략을 모색함

○ 이러한 접근을 통해 대기 분야의 TEMPO와 연안 해양 분야의 GLIMR 등으로 정지궤도 관측 역량을 확보하는 방향을 추진함

□ NASA는 비용상한형 경쟁 프로그램인 Earth Venture를 통해 TEMPO·GLIMR를 선정하고, 상업위성 호스팅 등 다양한 방식으로 관측기술 개발을 추진[74)]

○ NASA는 Earth Venture 프로그램을 통해 연구책임자 주도의 소규모·혁신적 지구 관측 임무를 경쟁 선정하며, 비용상한과 일정 제약을 적용함

○ TEMPO는 2012년 EVI-1 임무로 선정되어 2023년 발사되었으며, 상업 통신위성에 호스팅 탑재하는 방식으로 북미 대기질의 시간별 관측을 구현함

○ GLIMR는 2019년 EVI-5 임무로 선정되어, 정지궤도 초분광 해색 관측을 통해 연안 생태계와 유해조류·유류 유출 등의 단시간 변화를 관측하는 것을 목표로 개발이 추진됨

□ NOAA와 NASA는 GOES-R 후속 GeoXO에 대기조성·해색 관측 등을 추가하여, 현업 정지궤도 관측을 기상에서 대기환경·해양관리로 확대하는 계획을 추진함[75)]

○ NOAA와 NASA는 GOES-R 후속 체계인 GeoXO를 통해 기존 기상영상·낙뢰 관측을 고도화하고, 적외선 탐측·대기조성·해색 관측을 추가하는 계획을 추진함

○ 대기조성 관측기 ACX는 대기오염물질의 시간별 변화를, 해색 관측기 OCX는 연안 수질·생태계 변화와 해양 위해현상을 관측하도록 계획하여, 정지궤도 관측의 활용 범위를 기상에서 대기환경·해양관리로 확대하려 함

○ 당시 위성 구성안은 동·서측 위성에 영상기·낙뢰관측기·해색관측기를, 중앙 위성에 적외선 탐측기·대기조성관측기를 배치하는 구조로 제시됨

---

74) NASA 홈페이지 ESSP 프로그램, https://essp.larc.nasa.gov/

75) NASA(2024, 6.), “NASA Selects Lockheed Martin to Build Next-Gen Spacecraft for NOAA 보도자료; NASA(2024. 5.), “NASA Selects BAE Systems to Develop Ocean Color Instrument for NOAA” 보도자료

<표 2-8> 미국 정지궤도 환경·해양 관측 관련 주요 정책·계획

정책·계획	주관	주요 내용
지구과학 10년 계획(2007)	NRC	• 정지궤도 대기·연안 통합 관측 임무(GEO-CAPE) 권고
지구과학 10년 계획(2018, Thriving on Our Changing Planet)	NASEM	• 대기질·해양생태계 등 관측 우선순위 제시 • 비용상한 경쟁 임무를 통한 관측 다변화 권고
지구벤처 탑재체(EVI) 프로그램	NASA	• EVI-1: TEMPO(2012 선정, 2023 발사) • EVI-5: GLIMR(2019 선정, 위성 조달 중)
GeoXO 프로그램	NOAA·NASA	• 2020년대 초 대기조성(ACX)·해색(OCX) 포함 6기 체계 계획
청정대기법(Clean Air Act)	EPA	• 대기환경기준 관리, 위성자료를 배출원 감시·평가 보조자료로 활용

출처: NRC(2007), NASEM(2018), NASA의 TEMPO·GLIMR 선정 및 임무자료, NOAA GeoXO 사업자료, EPA의 청정대기법·TEMPO 자료를 참고하여 예타연구진 작성

2. 유럽

가. EU 우주프로그램과 Copernicus

□ 유럽은 EU 우주프로그램 규정(2021~2027)을 근거로 지구관측 프로그램인 Copernicus를 운영하며, 대기·해양·기후 등 6대 서비스를 통해 위성자료를 무료·개방 원칙으로 제공함[76]

○ EU 우주프로그램의 2021~2027년 예산은 약 148.8억 유로이며, 이 중 Copernicus에 약 54억 유로가 배정되어 대규모 공공 지구관측 프로그램에 해당

○ 대기감시서비스(CAMS)와 해양환경감시서비스(CMEMS)는 Sentinel 위성자료를 수치모델에 동화하여 대기질 예보, 해양 예측 등 정책 지원 정보를 생산함[77]

76) 유럽의회 OEIL, "Space programme 2021-2027 and European Union Agency for the Space Programme" 요약, https://oeil.europarl.europa.eu/oeil/en/document-summary?id=1660652

77) Copernicus Satellite observations, https://atmosphere.copernicus.eu/satellite-observations; Sources of Copernicus Marine data, https://help.marine.copernicus.eu/en/articles/5046704-sources-of-copernicus-marine-data

<표 2-9> Copernicus 대기·해양 관측 관련 Sentinel 위성

위성	궤도·플랫폼	주요 임무
Sentinel-3	저궤도	• 해색(OLCI)·해수면온도·해수면고도 관측, Copernicus Marine의 주요 관측자료
Sentinel-4	정지궤도(MTG-S 탑재)	• 유럽·북아프리카 대기오염물질 주간 매시간 관측(2025 발사)
Sentinel-5P	저궤도	• TROPOMI, 전 지구 대기조성 일일 관측(2017 발사)
Sentinel-5	저궤도 (MetOp-SG A 탑재)	• 일일 전 지구 대기조성 관측 및 현업 서비스 지원(2025 발사)
Sentinel-6	저궤도	• 해수면고도 정밀 관측
CO_2M(계획)	저궤도	• 인위적 이산화탄소 배출 감시

출처: ESA, EUMETSAT, European Commission 자료를 참고하여 예타연구진 작성

□ EU는 2024년 대기환경기준 지침을 개정(Directive (EU) 2024/2881)하여 2030년까지 미세먼지·이산화질소 등 대기오염물질 기준을 세계보건기구(WHO) 권고에 근접하도록 강화하였으며, Sentinel-4와 CAMS는 이러한 정책 이행을 지원하는 위성관측 및 대기질 정보 기반으로 활용됨[78]

나. EUMETSAT과 ESA

□ EUMETSAT은 「EUMETSAT Strategy: Destination 2030」에 따라 3세대 정지궤도 기상위성(MTG)과 2세대 극궤도 위성(EPS-SG)을 운영하면서 Copernicus 대기·해양 임무를 함께 수행함[79]

○ MTG는 영상위성(MTG-I) 4기와 탐측위성(MTG-S) 2기로 구성되며, MTG-S에 Copernicus Sentinel-4 분광기를 탑재하여 기상 탐측과 대기질 관측을 동시에 수행함[80]

- MTG-I1은 2022년 12월, MTG-S1은 2025년 7월 발사되었으며, 2040년대까지 관측 연속성을 확보할 계획임

78) EEA(2025), "Benchmark analysis against the standards in the revised directive (EU) 2024/2881", https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-status-report-2025/benchmark-analysis-against-the-standards-in-the-revised-directive-eu-2024-2881

79) EUMETSAT(2021), "EUMETSAT Strategy: Destination 2030"

80) EUMETSAT, Meteosat Third Generation agreement signed at Ministerial meeting, https://www.eumetsat.int/meteosat-third-generation-agreement-signed-ministerial-meeting; EUMETSAT, Meteosat Third Generation Sounder 1 and Copernicus Sentinel-4, https://www.eumetsat.int/meteosat-third-generation-sounder-1-and-copernicus-sentinel-4

○ EUMETSAT은 Sentinel-4 자료를 처리·배포하고, 정지궤도 대기조성 자료를 회원국 기상청·환경기관에 제공하는 역할을 담당함[81]

□ ESA는 Copernicus 위성의 개발을 담당하며, 2025년 11월 각료이사회(CM25)에서 역대 최대 수준의 회원국 출자를 확보하여 지구관측을 포함한 차기 프로그램 추진 기반을 마련함[82]

○ ESA는 CO_2M, CHIME, CIMR 등 Sentinel 확장 임무와 차세대 Sentinel 개발을 통해 유럽 지구관측 역량과 선도적 지위를 유지하고, 유럽 기업의 산업 경쟁력을 강화하는 정책을 추진함

<표 2-10> 유럽 정지궤도 대기·해양 관측 정책 요약

구 분	주관	주요 내용
EU 우주프로그램 (2021~2027)	EU 집행위원회	• 총 약 148.8억 유로, Copernicus 약 54억 유로 • 위성자료 무료·개방 정책
Copernicus 서비스	EU·ECMWF·Mercator 등	• CAMS(대기), CMEMS(해양) 등 6대 서비스 운영
Destination 2030	EUMETSAT	• MTG·EPS-SG 운영, Copernicus 임무 수행, 사용자 기반 확대
대기질 지침 개정 (2024)	EU	• 2030년 대기환경기준 강화, 감시·평가 체계 고도화
ESA 각료이사회 (CM25)	ESA	• 차기 지구관측 프로그램 재원 확보

출처: European 이사회(2024.10.14.), “Air quality: Council gives final green light to strengthen standards in the EU”, EUMETSAT(2021), “EUMETSAT Strategy: Destination 2030”, ESA(2025.11.), “ESA Member States commit to largest contributions at Ministerial” 등 참고하여 예타연구진 작성

3. 일본·중국

가. 일본

□ 일본은 「우주기본계획」(2023년 개정)과 「우주안보구상」을 통해 지구관측 위성의 연속성 확보와 우주산업 육성을 추진하고 있으며, 2024년부터 JAXA에 10년간 총 1조 엔 규모의 ‘우주전략기금’을 조성하여 민간 기술개발을 지원함[83]

81) EUMETSAT(2025.10.), 앞의 자료

82) SpacePolicyOnline(2025.11.27.), "ESA Member States Pledge Record Level of Funding", https://spacepolicyonline.com/?p=85281

○ 기상청(JMA)은 Himawari-8·9를 운용 중이며, 후속기인 Himawari-10은 Mitsubishi Electric이 제작하여 2029년경 운용을 목표로 하고 있음[84]

- Himawari-10에는 기존 영상기에 더해 초분광 적외 탐측기가 탑재될 예정으로, 대기 연직 정보를 시간별로 관측하여 집중호우 예측 정확도를 높이는 것이 목표임

○ 일본의 정지궤도 환경관측은 Himawari 기상영상기를 중심으로 이루어지며, 다채널 영상자료를 이용해 에어로졸·황사·해수면온도 정보를 산출·활용하고 있음

□ 환경성·JAXA·국립환경연구소(NIES)는 저궤도 온실가스 관측위성 GOSAT(2009), GOSAT-2(2018), GOSAT-GW(2025)를 통해 온실가스·대기오염물질 관측을 수행하고 있음[85]

○ GOSAT-GW는 온실가스 관측 센서(TANSO-3)와 마이크로파 수증기·해양 관측 센서(AMSR3)를 함께 탑재하여 기후변화와 물순환 관측을 동시에 수행함

○ 해양 관측은 GCOM-C(SGLI) 등 저궤도 위성을 활용해 해색과 해수면온도 등을 관측

나. 중국

□ 중국은 「국가 민용 우주기반시설 중장기 발전계획(2015~2025)」을 기반으로 기상·해양·환경재해·고해상도 지구관측 체계를 확충해 왔으며, 2024년에는 우주과학의 장기 목표와 임무 추진 방향을 제시한 「국가 우주과학 중장기 발전계획(2024~2050)」을 발표함[86]

○ 정지궤도 기상위성은 FY-4 시리즈로 고도화하고 있으며, FY-4C가 2025년 12월 발사되어 FY-4A를 대체할 예정이고, FY-4D, 4E, 4F 등 후속 임무도 계획되어 있음[87]

---

83) 経団連タイムス(2024.2.29.), 宇宙戦略基金 관련 기사, https://www.keidanren.or.jp/journal/times/2024/0229_10.html

84) 일본 기상청(JMA)(2025.6.), 앞의 자료; Business Wire(2023.2.23.), "Mitsubishi Electric Wins New Japanese Meteorological Satellite Contract", https://www.businesswire.com/news/home/20230223005050/en

85) JAXA 홈페이지, 'AMSR-related Satellite Catalog: GOSAT-GW', https://www.eorc.jaxa.jp/AMSR/satellite/gosat-gw_en.html

86) CSET, "National Medium- to Long-Term Civilian Space Infrastructure Development Plan (2015-2025)" 정책문서 번역자료, 홈페이지, https://cset.georgetown.edu/publication/national-medium-to-long-term-civilian-space-infrastructure-development-plan-2015-2025/

87) Gunter's Space Page, 앞의 자료

○ FY-4 시리즈는 다채널 영상기(AGRI), 적외 초분광 탐측기(GIIRS), 낙뢰 영상기(LMI) 등을 탑재하며, 정지궤도 초분광 적외 탐측을 세계 최초로 실현한 바 있음[88]

□ 대기환경 관측은 저궤도 위성 중심으로 추진되어, GF-5 시리즈(2018·2021)의 대기 미량기체 분광기(EMI), 대기환경 감시위성 DQ-1(2022, 이산화탄소 라이다 탑재) 등을 운용하고 있음[89]

○ 해양 관측은 HY-1(해색), HY-2(해양동역학), 중·프 해양위성(CFOSAT) 등으로 구성된 해양위성 체계를 운영[90]

○ 중국은 기술 자립과 우주산업 확장을 국가 전략으로 추진하고 있어, 정지궤도 환경·해양 탑재체 분야에서도 경쟁 역량을 확대할 가능성이 있는 국가로 평가됨[91]

<표 2-11> 일본·중국의 환경·해양 관측위성 정책 비교

구 분	일본	중국
주요 계획	• 우주기본계획(2023 개정) • 우주전략기금(10년1조 엔)	• 민용 우주기반시설 중장기계획(2015~2025) • 우주과학 중장기계획(2024~2050)
정지궤도 기상위성	• Himawari-9 운용, 10호 개발(초분광 적외 탐측기)	• FY-4A·4B·4C 운용, FY-4D~4F 계획
대기환경 관측	• 저궤도 GOSAT 계열(온실가스 중심)	• 저궤도 GF-5(EMI), DQ-1
해양 관측	• 저궤도 GCOM-C(SGLI)	• 저궤도 HY-1·HY-2, CFOSAT
정지궤도 환경·해양 전용 위성	• 없음	• 없음(GF-4 정지궤도 광학 영상)
특징	• 민간 주도 산업화, 국제협력 중시	• 국가 주도 체계적 위성군 구축, 기술 자립

출처: 일본 내각부(2023.6.13.) 「宇宙基本計畫」,·JAXA(2024) 「「JAXA 社會環境報告書 2024」, , JMA(2025) Himawari Services 소개자료, 중국 CMA·CNSA https://www.cnsa.gov.cn/, WMO OSCAR https://space.oscar.wmo.int/satellites 등 참고하여 예타연구진 작성

88) 중국 국가위성기상센터(NSMC), "Geostationary Interferometric Infrared Sounder (GIIRS)", https://nsmc.org.cn/nsmc/en/instrument/GIIRS.html

89) WMO OSCAR/Space, 앞의 자료

90) 중국 자연자원부 제2해양연구소(2025), “Progress in China’s OC satellite missions & remote sensing application technologies”, IOCS 2025 발표자료

91) 중국과학원(2024.10.15.), 앞의 자료

4. 한국

가. 우주개발 정책 및 추진체계

□ 우리나라는 「우주개발 진흥법」(2005년 제정)에 근거하여 5년 단위 「우주개발진흥 기본계획」을 수립하고 있으며, 2024년 5월 우주항공청을 개청하여 우주개발 전담 추진체계를 마련함

○ 「제4차 우주개발진흥 기본계획(2023~2027)」은 '우주경제 강국 실현'을 비전으로 우주탐사 확대, 우주수송 역량 확보, 우주산업 창출, 우주안보 확립, 우주과학 확장의 5대 임무를 제시함

○ 위성 분야에서는 정지궤도 기상·환경·해양 위성의 연속성 확보와 공공 위성 개발의 민간 이양, 위성 핵심 부품·탑재체 국산화를 주요 과제로 포함함

<표 2-12> 한국 정지궤도 환경·해양위성 관련 정책 추진 경과

시기	주요 내용
2003~2010	• 통신해양기상위성(천리안위성1호) 개발, 2010.6. 발사(세계 최초 정지궤도 해색 탑재체GOCI)
2011~2020	• 정지궤도복합위성(천리안위성2A·2B호) 개발, 2B호2020.2. 발사(GEMS·GOCI-II)
2018~2021	• 국립환경과학원 환경위성센터(GEMS), 국립해양조사원 국가해양위성센터(GOCI-II) 자료처리·서비스 기반 구축 • GOCI-II 자료 서비스 개시(2020.10.), GEMS 자료 공개(2021~)
2023.5.	• 제4차 우주개발진흥 기본계획(2023~2027) 수립
2024.5.	• 우주항공청 개청
2025.10.	• 기후에너지환경부 출범(환경위성 소관 부처 개편)

출처: 한국항공우주연구원 홈페이지 '인공위성 개요', https://www.kari.re.kr/kor/contents/32, 과학기술정보통신부·우주항공청, 환경부·기후에너지환경부, 해양수산부 자료를 참고하여 예타연구진 작성

나. 환경·해양 분야 위성 활용 정책

□ (환경) 국립환경과학원 환경위성센터는 GEMS 자료를 대기질 예보 지원, 국외 유입 및 주요 배출원 분석, 정책 효과 평가 등에 활용[92]

92) UNESCAP, "Geostationary Environment Monitoring Spectrometer (GEMS): Republic of Korea", https://sdghelpdesk.unescap.org/technical-assistance/best-practices/geostationary-environment-monitoring-spectrometer-gems-republic

○ 미세먼지 계절관리제, 고농도 미세먼지 비상저감조치 등 대기질 정책 수립 시 위성 관측자료를 과학적 근거로 활용하고 있으며, 아시아 각국에 GEMS 자료를 공유하여 환경외교 수단으로도 활용하고 있음[93]

□ (해양) 국립해양조사원 국가해양위성센터는 GOCI-II 기반 적조·녹조, 해무, 저염분수, 괭생이모자반 등의 정보를 제공하여 해양환경 감시와 재해 대응을 지원함[94]

○ 한국해양과학기술원(KIOST)은 해양위성센터를 중심으로 산출 알고리즘 연구와 GOCI 장기 자료 재처리를 수행하며, 기후변화에 따른 해양환경 변화 연구에 활용함

5. 국제협력 체계

□ 정지궤도 환경·해양 관측 범위는 특정 지역에 한정되므로, 광역 관측망 연계와 자료의 일관성 확보를 위한 국제협력이 중요함

○ 지구관측위성위원회(CEOS), 세계기상기구(WMO), 지구관측그룹(GEO), 국제해색조정그룹(IOCCG) 등이 관측 조정, 자료 공유, 검증 및 표준화 관련 협력 채널로 기능함[95]

□ (CEOS) 정지궤도 대기질 위성군 관련 CEOS AC-VC는 2010년대부터 GEMS(아시아), TEMPO(북미), Sentinel-4(유럽)를 연계한 정지궤도 대기질 위성군의 관측·검증 협력을 추진해 왔으며, 2025년 Sentinel-4 발사로 아시아·북미·유럽을 담당하는 세 관측 임무가 모두 궤도에 배치됨[96]

○ 각 임무는 자료 형식·메타데이터의 조화와 공통 검증체계 구축을 추진하고 있으며, TROPOMI 등 저궤도 위성과 지상 관측망을 활용한 산출물 비교·검증을 통해 자료의 일관성을 평가하고 있음[97]

□ (한·미 협력) 국립환경과학원과 NASA는 2016년 한·미 협력 대기질 공동조사(KORUS-AQ)를 통해 대기질 공동 관측·연구 기반을 구축[98]

---

93) UNESCAP, 앞의 자료

94) 최종국 외(2021), 앞의 자료

95) 국립환경과학원(2025), 앞의 자료

96) CEOS AC-VC,(2019), 「Geostationary Satellite Constellation for Observing Global Air Quality: Geophysical Validation Needs」, Version 1.1

97) Zhao et al.(2025), “Geostationary Satellites Total Ozone Observations: First Results on Ground-Based Networks Validation Efforts for TEMPO and GEMS.”, Geophysical Research Letters 52(12)

○ 2024년에는 아시아 다국가 공동 관측 캠페인(ASIA-AQ)에서 조사 범위를 아시아로 확대하여 GEMS 관측자료 검증과 대기질 연구를 수행함[99]

○ GEMS와 TEMPO는 Ball Aerospace가 개발에 참여한 기술적으로 연관된 탑재체로, 공동 알고리즘 논의와 과학팀 워크숍 등을 통해 연구·검증 협력을 이어가고 있음[100]

□ (아시아 협력) 한국은 GEMS 관측 범위에 포함된 동·동남·남아시아 국가에 위성 자료와 활용 교육을 제공하고 있으며, Pandora 아시아 관측망 구축을 통해 지상 검증 체계를 확대하고 있음[101]

<표 2-13> 정지궤도 환경·해양위성 관련 주요 국제협력 체계

협력체계	구성	주요 활동
CEOS 대기조성 가상위성군(AC-VC)	위성 운영기관(NASA, ESA, EUMETSAT, NIER 등)	• GEMS·TEMPO·Sentinel-4 정지궤도 대기질 위성군 조정 • 산출물 상호비교·검증 표준화
CEOS 해색 가상위성군(OCR-VC)	해색 위성 운영기관	• 해색 자료 상호보정, 장기 기후자료 구축
WMO 우주프로그램·WIGOS	WMO 회원국	• 전지구 통합관측시스템, 관측 요구사항(OSCAR) 관리 • 대기조성 관측(GAW)과 위성 연계
GEO(지구관측그룹)	회원국 정부·참여 국제기구 및 기관	• 전 지구 관측 시스템(GEOSS), 대기질·해양 이니셔티브
IOCCG	해색 연구기관·위성기관	• 해색 기술 보고서, 교육·역량 강화, 국제해색과학회의(IOCS)
Pandora 지상관측망	NASA·ESA·국립환경과학원 등	• 위성 검증용 지상 원격관측망, 아시아 관측망 확대
국제 공동 관측 캠페인	NASA·국립환경과학원 등	• KORUS-AQ(2016), ASIA-AQ(2024) 항공·지상·위성 통합 관측

출처: CEOS AC-VC(2019), Geostationary Satellite Constellation for Observing Global Air Quality: Geophysical Validation Needs; CEOS·IOCCG의 OCR-VC 자료; WMO의 WIGOS 자료; GEO 홈페이지; NASA Pandora Project; 국립환경과학원(2024) 자료를 참고하여 예비타당성조사 연구진 작성

98) Crawford, J.H. et al.(2021), "The Korea-United States Air Quality (KORUS-AQ) field study", Elementa 9(1), https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8675105

99) 국립환경과학원(2024.2.18.) '미항공우주국(NASA)과 공동으로 아시아 대기질 조사… 관측장비 총 동원' 보도자료

100) TEMPO/GEMS Joint Science Team Workshop, https://tempo.si.edu/presentations/August2024/Oral/Agenda_TEMPO-GEMS%20Workshop_update.pdf

101) UNESCAP(2024.8.), "Introduction of PAN (Pandora Asia Network) project", https://www.unescap.org/sites/default/d8files/2024-08/Introduction_of_PAN_project_PPTX.pdf; UNESCAP, 앞의 자료

○ GOCI·GOCI-II 자료는 국내 운영기관의 배포체계와 IOCCG의 국제 자료 안내 등을 통해 국제 해색 연구에 제공되고 있으며, 한반도 주변 해역의 해색 관측·검증 연구 협력에 활용되고 있음[102)]

102) 최종국 외(2021), 앞의 자료

제 4 절 투자·산업·시장동향

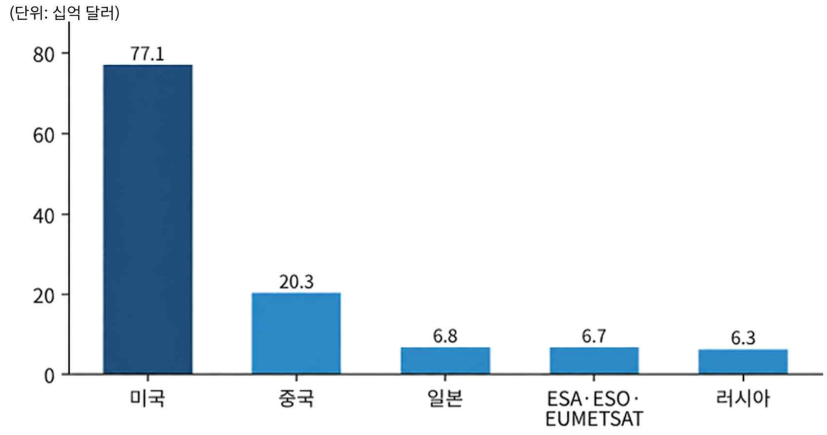
1. 주요국 투자규모

가. 글로벌 공공 부문 우주예산

□ 2025년 전 세계 정부 및 국제기구 우주예산은 약 1,374억 달러로 집계되었으며, 국방·안보 수요 확대와 달 탐사, 지구관측 투자 증가에 힘입어 증가세를 이어가고 있음[103]

○ 미국이 약 771억 달러로 전체의 절반 이상을 차지하고, 중국(약 203억 달러), 일본(약 68억 달러), 유럽 기구(ESA·ESO·EUMETSAT, 약 67억 달러), 러시아(약 63억 달러) 순임

○ 지구관측은 통신·항법과 함께 정부 우주예산의 핵심 분야로, 기후변화 대응·재난 관리·환경 감시 수요 확대에 따라 각국이 관측 연속성 확보를 위한 장기 투자를 지속하고 있음



[그림 2-4] 2025년 주요국 정부 우주예산

출처: Novaspace(2026.), NewSpace Economy(2026.1.26.) 재인용

□ 2022년 기준 글로벌 정부 우주예산이 약 1,030억 달러(비국방 54%, 국방 46%)였던 점을 고려하면, 3년간 30% 이상 증가한 것으로 국방 분야 투자 확대가 증가를 주도하고 있음[104]

---

103) Novaspace(2026.), NewSpace Economy(2026.1.26.), "137 billion reasons why the space economy is just getting started" 자료 재인용,
https://newspaceeconomy.ca/2026/01/26/137-billion-reasons-why-the-space-economy-is-just-getting-started

104) Euroconsult(2022.12.), Government Space Programs: Benchmarks, Profiles and Forecasts to 2031

나. 국내 투자 현황

□ 국내 정부 우주예산은 우주항공청 개청 이후 빠르게 증가하고 있으며, 2026년 우주항공 R&D 예산은 약 9,495억 원(전년 대비 4.5% 증가, 53개 세부사업)으로 편성됨

○ 우주항공청 전체 예산은 2026년 1조 1,201억 원으로 2025년 예산(9,649억 원) 대비 16.1%(1,552억 원) 증가하였으며 우주수송(2,662억 원), 인공위성(2,362억 원), 우주항공정책(2,253억 원), 우주과학 탐사(968억 원), 산업분야(631억 원) 등에 배분

<표 2-14> 우주항공청 2026년 예산(정부안) 주요 분야

분야	예산(억 원)	주요 내용
우주수송	2,662	• 누리호 발사, 소형발사체 분야 고성능 상단 엔진 개발, 차세대 발사체 개발, 궤도수송선 개발
인공위성	2,362	• 관측·통신·항법 위성, 한국형 위성항법시스템(KPS), 초소형·중형·군집형 위성체계, 우주물체 능동제어 선행기술 개발
우주항공정책	2,253	• 항우연 및 천문연 연구운영비 및 시설지원, 우주위험대응체계 구축, 우주분야 인재양성, 국가 우주상황 인식시스템
우주과학탐사	968	• 달 착륙선 개발 단계적 확대, 국제 거대전파망원경 협력
산업분야	631	• 우주산업클러스터 삼각체계 구축, 엔진연소 시험시설 구축, 수출통제 대상 핵심기술 조기 확보, 위성정보 빅데이터 활용지원체계 개발
항공혁신	511	• 미래 항공 핵심기술, 친환경 추진시스템 및 첨단 항공엔진 소재·부품 기술 개발
R&D 전체	9,495	• 2025년(9,085억 원) 대비 16.1% 증가
우주항공청 전체	11,201	• 2025년(9,649억 원) 대비 16.1% 증가

출처: 「우주항공청 '26년도 예산 1조 1,201억원 확정」(우주항공청 보도자료, 2025. 12.3.), 「'우리 기술로 K-Space 도전'을 위해 2026년 연구개발(R&D) 사업 9,495억 원 투자」(우주항공청 보도자료, 2026. 1.4.)

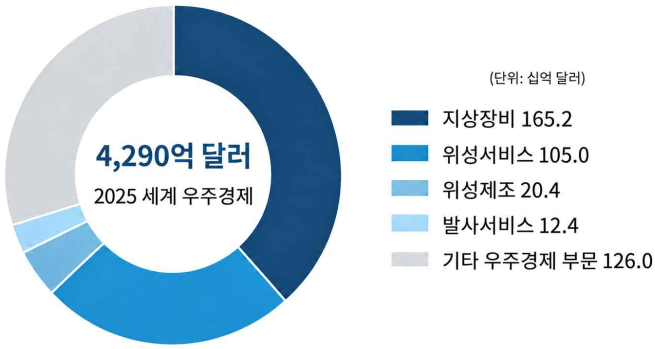
2. 글로벌 환경·해양위성 산업구조

가. 글로벌 우주경제 및 위성산업 규모

□ 2025년 글로벌 우주경제 규모는 약 4,290억 달러이며, 이 중 상업 위성산업이 약 3,030억 달러(71%)를 차지함[105]

○ 위성산업은 지상장비(약 1,652억 달러), 위성서비스(약 1,050억 달러), 발사서비스(약 124억 달러), 위성제조(약 204억 달러)로 구성되며, 지상장비와 서비스 등 하류(downstream) 부문이 대부분을 차지함

○ 2025년에는 상업 발사 296회로 역대 최다인 4,434기의 위성이 궤도에 투입되었으며, 미국 제조사가 상업 발사 위성의 83%, 위성제조 매출의 47%를 차지함



[그림 2-5] 2025년 글로벌 우주경제 구성

출처: SIA·BryceTech(2026) 참고하여 예타연구진 작성

나. 환경·해양위성 산업의 가치사슬

□ 환경·해양위성 산업은 위성·탑재체·지상시스템의 개발·제조 및 발사와, 위성 운영·자료처리·정보서비스로 이어지는 가치사슬을 형성함[106]

○ 주요 정지궤도 공공 관측사업은 정부 투자·조달을 중심으로 추진되며, 관측자료의 개방과 배포를 통해 연구·정책·산업 활용을 지원함

○ 상류 부문은 위성 체계종합, 본체, 광학계·분광기·검출기 등 탑재체, 지상시스템 구축 및 발사서비스로 구성되고 우주 제조업은 소량 생산과 높은 연구개발 강도·전문화가 특징이며, 정부 조달과 대형 체계기업·전문 공급기업의 역할이 큼

105) SIA·BryceTech(2026.5.13.), "Affordability and Productivity Drive Historic Satellite Industry Growth: Satellite Industry Association Releases the 29th Annual State of the Satellite Industry Report"

106) OECD(2022), "OECD Handbook on Measuring the Space Economy"; OECD(2023), "The Space Economy in Figures"

○ 하류 부문은 대기·해양환경 감시, 재난 대응, 기후 연구 등 공공 활용을 지원하며, 지구관측 산업 전반에서는 ESG 보고, 환경감사, 온실가스 배출 감시, 보험·금융 등 민간 활용 분야로 확장되고 있음

□ 정지궤도 환경·해양 관측사업은 사업별 개발·교체 일정에 따라 수요가 발생하는 공공조달형 특성을 보임

○ 기상위성과의 결합 탑재, 상업 통신위성 호스팅, 다부처 공동 개발 등 다양한 방식으로 관측 인프라와 투자 부담을 분담하고 있음

○ 자료 개방과 클라우드·인공지능 기반 처리 기술은 자료 접근 및 초기 분석 부담을 완화하고 새로운 서비스 개발을 지원

3. 주요 기업

□ 정지궤도 환경·해양 탑재체의 주요 개발기업으로는 BAE Systems 미국 사업부문(구 Ball Aerospace)과 Airbus Defence and Space 등이 있으며, 이들은 GEMS, TEMPO, GOCI 계열, Sentinel-4 등의 개발·납품 실적을 보유함[107)]

○ (BAE Systems·Ball Aerospace) 저궤도 오존 관측탑재체 OMPS와 정지궤도 대기환경 관측탑재체 GEMS, TEMPO의 개발 실적을 보유

○ (Airbus Defence and Space) GOCI·GOCI-II 개발 실적을 보유하고, Sentinel-4의 개발·제작을 주도하여 정지궤도 해색 및 대기조성 관측탑재체 양 분야의 실적을 확보함

□ (하류 기업) 위성자료 기반 환경 정보 분야에서는 위성 운영과 분석을 결합한 민간기업(메탄감시 위성 기업 등)과 클라우드·AI 기반 분석기업이 성장하고 있으며, 공공 위성자료를 가공한 대기질·해양 정보 서비스 시장이 형성되고 있음[108)]

---

107) BAE SYSTEMS 홈페이지 GEMS / TEMPO 소개, https://www.baesystems.com/en/product/gems-tempo; AIRBUS(2017.12.), “Airbus delivered GOCI-II instrument to the Korean space agency” 보도자료; AIRBUS(2022.12.), ”Airbus delivers first Sentinel-4 air-monitoring instrument to ESA“ 보도자료

108) EOMAP(2024.4.) “eoapp AQUA – new water quality app launched” 보도자료

4. 국내 산업구조

□ 국내 기업체의 우주분야 매출액은 2016년 약 2조 7,792억 원에서 2023년 약 3조 2,230억 원으로 증가하였음[109)]

○ 위성체 등 우주기기 제작 분야는 정부·공공기관의 연구개발 및 조달 수요가 주요 시장을 형성하고 있어, 사업 일정과 발주 규모의 영향을 받는 구조임[110)]

○ 국내 '우주 관측·센싱기술'은 2024년도 기술수준평가에서 최고기술 보유국인 미국 대비 65.0% 수준, 기술격차 8.0년으로 평가*되었음[111)]

* 위성 시스템·본체·탑재체 등을 포괄하는 평가로, 정지궤도 환경·해양 관측탑재체만의 기술 수준을 의미하지 않음

<표 2-15> 국내 정지궤도 환경·해양위성 산업 생태계 구조

구 분	주요 주체 및 역할
정책·재원	• 우주항공청(위성 개발 총괄), 기후에너지환경부(환경위성 활용), 해양수산부(해양위성 활용)
연구개발	• 한국항공우주연구원(위성 체계·본체·운영), 한국해양과학기술원(해양 산출 알고리즘) • 국립환경과학원(환경 산출 알고리즘), 한국천문연구원·한국표준과학연구원(광학·보정 기반)
자료처리·서비스	• 국립환경과학원 환경위성센터, 국립해양조사원 국가해양위성센터, 국가기상위성센터(기상청)
산업체(상류)	• 위성 체계종합·본체, 광학 탑재체, 전장품·구성품, 지상국 기업
산업체(하류)	• 위성영상 분석·AI 서비스, 환경·해양 정보 서비스 기업
학계	• 원격탐사·대기과학·해양학 분야 대학(알고리즘·검증·활용 연구)

출처: 「정지궤도 환경·해양위성 체계개발 사업 예타 기획보고서」(2025), 중소기업기술정보진흥원(2024), 등을 참고하여 예타연구진 작성

□ 천리안위성 1호의 국제 공동개발 경험을 바탕으로 천리안위성 2A·2B호의 시스템·본체·지상국을 국내 주도로 개발하여, 정지궤도 위성 체계 및 본체 개발 역량을 확보[112)]

○ 천리안위성 2A·2B호의 주요 관측탑재체는 해외 도입 또는 국제 공동개발 방식으로 확보하였으며, 정지궤도 기상·환경·해양 관측탑재체의 독자 개발 역량 확대가 과제로 남아 있음

109) 과학기술정보통신부(2017), 「2017년 우주산업실태조사」; 우주항공청(2025), 「2024년 우주산업실태조사」

110) 중소기업기술정보진흥원(2024), "중소기업 전략기술로드맵 2024~2026 「우주·항공」"

111) 한국과학기술기획평가원(2026), 「2024년도 기술수준평가」

112) 항공우주연구원 홈페이지 정지궤도위성, https://www.kari.re.kr/kor/contents/39

○ 국내 광학탑재체 기술은 다목적실용위성과 차세대중형위성 등 저궤도 고해상도 지구관측 사업을 통해 축적되어 왔으며, 이를 기반으로 정지궤도 환경·해양 관측용 분광탑재체의 개발 역량 확대 요구도 있음

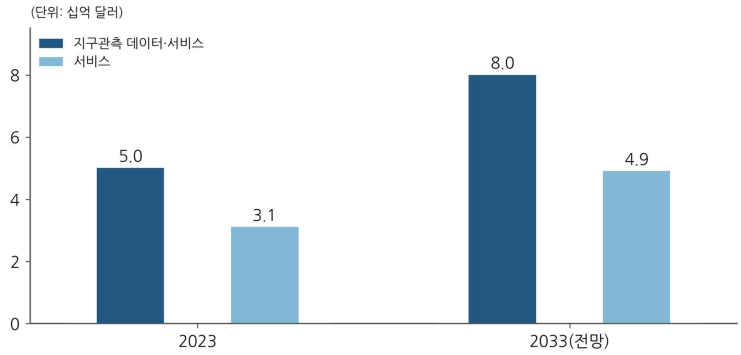
□ 정부는 공공위성 개발을 연구기관 주도에서 산업체 주도로 전환하는 정책을 추진 중이며, 차세대중형위성 사업에서 산업체가 체계종합을 맡는 등 민간 이양 경험이 축적되고 있음

5. 지구관측 시장 전망

□ 세계 상업 지구관측 데이터·서비스 시장은 2023년 약 50억 달러에서 2033년 80억 달러 이상으로 성장하고 이 중 서비스 부문은 약 31억 달러에서 49억 달러로 확대될 전망임[113)]

○ 지역별로는 2023년 북미와 유럽이 각각 전체 매출의 44%, 22%를 차지하였으며, 아시아의 비중은 2033년 23%에 이를 것으로 예상됨

○ 인공지능, 클라우드 컴퓨팅, 고도화된 하향링크 기술 등이 시장 성장을 뒷받침하며, 국방 분야의 상업 지구관측 데이터 매출은 2023~2033년 약 11억 달러 증가할 것으로 전망됨



[그림 2-6] 글로벌 지구관측 데이터·서비스 시장 전망

출처: Novaspace(2024), SpaceQ(2024.11.28) 보도자료 재인용 참고하여 예타연구진 작성

113) Novaspace(2024), Earth Observation Data & Services Market 17th edition,, SpaceQ2024.11.28.) 재인용, "Novaspace Projects $8 Billion Earth Observation Market by 2033", https://spaceq.ca/novaspace-projects-8-billion-earth-observation-market-by-2033/

제 3 장 과학기술적 타당성 분석

제 1 절 문제/이슈 도출의 적절성

1. 문제/이슈 식별 과정 및 결과의 적절성

□ 주관부처는 동 사업이 해소해야 하는 문제/이슈로 ① 대기·해양 환경 변화에 대응하는 연속적인 광역 관측 수단 부재, ② 주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속을 제시하였으나, 활용된 일부 사실관계와 가정이 적절하다고 보기 어려움

□ 문제/이슈 식별 과정에서 기존 위성의 성과와 한계, 대체·보완수단과의 관계, 실제 업무효과성에 대한 분석이 부족함

(문제/이슈 ①) 대기·해양 환경 변화에 대응하는 연속적인 광역 관측 수단 부재

□ 동 사업은 문제/이슈 도출 과정에서 기존 정지궤도위성이 운영되고 있음을 고려하여 기능을 승계하려는 천리안위성 2B호 등의 과학기술적 효과 및 한계와 원인 분석 등이 수반되었어야 하나, 제시된 문제/이슈 ①은 전혀 새로운 신규 위성의 추진을 위한 문제/이슈 도출에 가까워 도출 논리와 가정 및 근거 재검토가 필요함

○ 동일 임무를 수행하는 천리안위성 2B호가 실제 운영 중인 상황에서 비교 기준을 천리안위성 2B호의 현 효용이 아닌 전무한 상황과 비교하는 것은 환경·해양 정지궤도위성 사업의 기투자 효과를 부정하게 되므로 적절한 논리 전개로 볼 수 없으며 동 사업의 효과를 과다 추정할 위험을 배제하기 어려움

○ 동 사업이 승계하려는 기존 정지궤도위성(천리안위성 1호/2B호)의 초기 성능 목표 대비 실제 달성 현황 및 원인 분석 내역 제시의 보완이 필요

- '지상관측망 운영에도 전국토의 70% 관측 공백지역 존재'함을 강조하기 위해 "관측 수단 부재"로 표현한 것으로 보이나 "부재"로 현황을 제시함으로써 동일한 기능을 수행한 기존 위성의 성과와 한계 분석을 문제 식별 과정에서 주관부처 스스로 부정하는 접근이 적절하다고 보기 어려움
- '문제/이슈1'을 도출하게 된 배경으로 '지상관측망 운영에도 전국토의 70% 관측 공백지역 존재'를 근거로 제시하나 이는 대기오염 정도와 무관하게 전국토를 대상으로 한 대기오염 측정 시행과 측정 수단 설치가 필요하다는 전제에 의존함

□ 후속 위성 미운영 시 발생할 수 있는 부작용에 대해 정량적인 근거 제시와 해당 역할을 대체할 수 있는 대안적 수단 및 인프라 고려 시 동 사업이 최적의 대안이라는 논거의 제시는 부족

○ 기후변화에 따른 재난재해 피해 저감을 목표로 하는 동 사업의 특성상 기반조성형 연구개발로 분류될 수 있는데 문제/이슈 해결을 통한 공익증진의 효과가 사업 미시행 시와 정량적으로 비교 검토된 내용의 제시는 부족함

- 문제/이슈 식별 과정에서 사업 미시행 시 효과가 감시 불가, 예측의 불확실성 증가, 시계열 데이터 미확보 등의 관측 공백에 대한 현황 중심으로 기술되어 있고 기후변화에 따른 국민의 재난재해 피해 대응 효과 감소에 대한 객관적이고 정량적인 근거 제시는 부족
- '대규모 오염 유출사고' 발생 대응 효과 등 사례를 제시하는 경우도 해양·환경 정지궤도위성 보유 여부에 따라 피해 경감 기여에 차이가 발생하는 실질적인 인과 메커니즘 제시 필요

○ 천리안위성 2B호기의 후속 정지궤도위성이 미운영 시 제기된 문제/이슈를 해결할 수 있는 대안이 전무하다고 보기 어려움에도 주관부처는 본 위성의 기능적 특성(상시, 광역관측)을 중점 강조하며 해당 특성으로 인해 타 관측수단으로 대체 불가하다는 측면만 부각

- '문제/이슈1' 관련하여 대기·해양 오염물질을 관측하고 피해저감에 기여할 수 있는 다양한 대안이 현재 운영 중인데 정지궤도위성의 상시, 광역 관측 기능이 없어 대체가 어렵다는 부분만 언급

○ 정지궤도위성과 대안 간의 차별적 특성, 장단점, 효과를 면밀히 검토하여 천리안위성 2B호를 승계하는 정지궤도위성이 최적의 대안임을 피력하여야 하나 정밀한 비교 분석이 부족하여 필요성 판단이 어려움

- 정지궤도위성은 고고도에 정지궤도로 운영되어 특정 지역의 광역, 상시 관측이 가능한 장점이 있으나 고고도에 따른 낮은 해상도, 연직(column) 측정으로 인한 지표부근 측정 제한 등의 단점도 있음
- 정지궤도위성의 단점은 저궤도위성의 높은 해상도, 편대운영의 용이성, 저렴한 발사비용 등 장점을 통해 절충이 가능하므로 대안간 입체적인 장단점 비교를 통해 동 사업의 필요성 제시가 요구되나 관련 내용은 부족함

□ 주관부처의 주장대로 광역관측을 통한 기후변화에 기인한 대기·해양 환경 변화 정보 제공과 연속적인 학술 분석 보장이라는 '보편타당한 가치'는 인정되나 재난재해 방지 등의 효과성 측면에서 보조적 역할에 가까워 지속적인 대규모 신규 공공부문 투자의 당위성을 입증하는 구체적인 근거 제시로는 부족함

○ 정지궤도 위성은 특정 광역지역을 장시간 관측한다는 장점이 있으나 지표로부터 원거리에서 대기 기둥을 저해상도로 측정하는 제약으로 인해 보조적 역할에 한정된다는 한계 존재

- 주관부처는 2B호의 해상력 한계를 6호가 극복함으로써 환경·해양탑재체 모두 관측 정확도가 향상됨에 따라 "세계 최고 수준의 기후·환경 연구 등이 가능할 것으로 기대"된다고 하나 제시한 내용은 동 사업의 연장선상에 있는 천리안위성의 성과와 무관한 과거 연구 발췌로 설득력이 부족함[114)]

○ 주관부처는 해양탑재체의 경우 천리안위성 1호와 2B호만으로는 누적 관측 기간이 짧아(<20년) 지구온난화에 의한 해양생태계 변화를 명확히 진단하는 데 한계가 존재한다고 주장하고 있으나 대조군이 없는 지구온난화를 장기 데이터 누적으로 분석할 수 있다는 논리나 근거의 제시는 부족함

□ 대기환경 관측과 관련하여 주관부처는 지상관측망의 관측 공백과 정지궤도위성의 광역·상시 관측 필요성을 강조하였으나, 지상관측망과 위성관측간의 관계, 관측 공백의 의미, 행정서비스 활용 가능성에 대한 설명은 부족함

○ 주관부처는 위성환경관측의 대안으로 전국적 '지상관측망' 설치를 비교하고 있으나 약 70%가 산지인 우리나라의 지형 특성상 전 국토에 '지상관측망' 설치 및 운영이 유효한 대안으로 적절하게 제시되었다고 보기 어려움

- 대기환경 관측 수단은 기본적으로 대기오염 측정이 목적으로 대기오염 정도가 낮거나 파급효과가 미미한 지역의 경우 설치 필요성이 낮음[115)]
- 또한, 광역, 상시 관측의 필요성을 실효성 있는 수요보다 관측 빈도수와 관측 범위 차원의 비교우위를 단순 강조하여 제시

---

114) 예를 들어, 주관부처는 환경탑재체의 MODIS-OMI 융합 산출물을 활용한 에어로졸 높이 민감도 향상 연구를 예시하였으나(Satheesh, S.K., et al., 2009) 2009년 발표 논문으로 동 사업의 성과물도 아니고 동 사업의 천리안위성 6호기가 필수 불가결한 연구 내용도 아님

115) 대기환경 관측 수단은 환경부의 「대기오염측정망 설치·운영 지침」에 따라 설치 인구수와 오염도 등을 기반으로 입지가 선정되며, 오염물질이 대기환경기준을 초과할 우려가 큰 지역에 우선 설치

- 대기오염 문제 해결 관련 광역, 상시 관측이 제공하는 정보의 필요성과 중요성을 구체적으로 제시하여야 하나 정보가 많으면 좋다는 다다익선 관점[116]에서 필요성을 언급
- "아시아 전역의 대기오염물질 발생 및 국가 간 이동을 파악하기 위한 광역지역의 시간단위 정보 획득"[117] 등 사용처를 언급한 내용도 있으나 타 측정수단으로도 관측이 가능하여 상시, 광역 측정이 필수임을 수용하기에는 한계

□ 환경탑재체의 측정 해상도 개선 기대효과로 법정동 단위 관측정보 제공 가능성과 지상관측망보다 정지궤도 위성이 비용 대비 효과적임을 강조하나 위성과 지상관측망은 대기오염 측정에 보완관계이고 정지궤도위성 데이터의 실제 활용에 소요되는 전산작업 및 기술역량은 고려하지 않아 설명에 한계 있음

○ 정지궤도위성과 지상관측망은 상호 장단점이 있는 보완관계로 완전대체를 가정한 비교는 비용의 과소 추정을 초래할 수 있음

- 정지궤도위성은 '광역 감시 및 이동 경로 추적', 지상관측망은 '지상 검증 및 정밀 측정'에 강점이 있으며, 또한 지상관측망은 위성에서 관측한 광역 데이터의 정확도를 검증하고 보정하는 기준점 역할을 수행[118]

○ 정지궤도위성은 측정 한계가 있고 행정서비스 제공 시 추가 요건 등이 충족되어야 함

- 정지궤도위성은 기상 조건에 따른 관측 제약, 지표면 근처 관측의 정확도 저하, 낮은 공간해상도라는 측정 한계가 있음
- 행정서비스 제공 시 '자료의 융합 및 알고리즘 고도화' 역량이 전제되어야 하며[119] 관련 연구에 추가적인 투자가 필요하고 위성데이터는 특정 지역의 '세부 배출원 규명'[120]에는 한계가 있어 즉각적인 행정 처분이나 단속에 직접 활용하기에는 무리

○ 정밀한 데이터 처리 작업이 선행되어야 하며 해당 작업에도 행정적 비용 소요 및 투자가 필요한 상황으로 지상관측망 대비 효과가 더 높은지 판단 어려움

---

116) "드론, 존데, 저궤도 위성(1~2회/1일) 등은 관측 시간과 장소의 제약으로 동아시아/한반도 광역의 시간단위 정보 획득에는 한계"(기획보고서, p615)

117) 기획보고서, p.615

118) 정지궤도 위성은 넓은 지역에 걸쳐 연속 관측하는 기능으로 오염물질의 국가 간 장거리 이동 경로와 발원지 파악에 유리하고 지상관측망은 특정 지점의 대기질을 시간 단위로 매우 정확하게 측정

119) 위성 데이터와 지상 데이터를 결합하여 지표면 농도를 추정하는 모델링 기술이 필수적

120) 이를테면, 특정 지역의 미세먼지 원인이 특정 공장인지 차량 배출가스인지 등 원인 규명

- 광역대에서 연속 관측 자료 제공으로 대기오염물질의 광범위한 변화를 파악하는 데는 유리하나 실제 예측 정확도의 향상과 행정업무에서의 정보 유용성은 별도 검증되어야 할 내용

○ 대기오염물질은 공기 중에서 광역적으로 이동하는 경향이 있어 행정서비스의 수혜자 입장 및 비용 대비 효과 측면에서는 법정동 단위보다 시/군/구 등 광역 단위가 더 적합할 수 있으나 관련 분석 제시 등 부족

□ 해양탑재체는 해양환경변화, 해양사고 유발요소의 연속적인 광역 관측 수단으로서 시간단위 관측데이터 제공을 강조하나 효율성 측면에서 시간 단위 정보 산출 필요성 설득력 미약

○ 현재, 천리안위성 2B호가 운영 중으로 현재 한반도 및 주변해역을 관측하는 연속적인 광역 관측수단이 존재함에도 이러한 핵심 사실을 간과한 '광역관측 수단 부재'라는 현황진단에 의거하여 문제이슈 도출

○ 해양 발생 재난(적조, 저염분수, 괭생이모자반 등)은 계절성이 있거나 중국대륙의 홍수발생, 해수온도 상승 등 주요 원인이 있는바 관측에 투입되는 비용 대비 효과를 고려할 시 연중 상시 시간 단위 관측 필요성 근거 미약

- 계절성이 있는 해양 발생 재난의 경우 특정 시기 관측으로도 해당 사건 탐지가 가능하고 주요 원인인 홍수, 해수온도 등은 기상관측용인 타 정지궤도위성에서 상시 광역 측정이 가능

○ 해양탑재체의 관측해상도[121]가 타 관측수단에 비해 낮아 해양발생 재난의 실제 현황 파악을 위해서는 타 관측수단의 추가 확인이 필요한 바 정지궤도위성은 보조적 관측수단이라는 한계 있음

(문제/이슈 ②) 주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속

□ 주관부처가 핵심기술 국산화 필요성을 제시하였으나, 해외도입 의존이 환경·해양 재난 및 기후변화 대응 서비스에 미치는 영향, 국산화율 산정 기준, 동 사업의 고유한 국산화 기여도 측면에서 근거가 부족함

○ "환경·해양 재난 및 기후변화 대응 서비스 구현" 관점에서 정지궤도위성 체계개발의 일정 지연이라는 문제 식별이 필요하나 해당 내용 미흡

121) 천리안위성 6호의 관측해상도 개선 성능은 250m× 250m

- '문제/이슈2'인 "정지궤도위성 주요 핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속"은 위성체계개발 일정 연기 요인을 해소하기 위한 '문제/이슈'에 해당
- 동 사업의 목표에 부합하는 해결 과제는 "환경·해양 재난 및 기후변화 대응 서비스 미흡"으로 판단되며 본 과제를 해결하기 위해 "위성체계개발 일정 연기 요인" 해소 및 "핵심기술 해외도입 의존 탈피(국산화)"가 중요함을 인과적으로 도출할 필요가 있으나 핵심기술의 해외도입 의존이 "재난 및 기후변화 대응 서비스"에 미치는 영향 분석과 해외도입 의존 해결 시 서비스 개선 효과 등에 대한 설명은 부족
- '문제/이슈2' 관련하여 국내 기술역량 확대 또는 핵심기술 국산화에 기여할 수 있는 다양한 대안이 있으나 정지궤도위성의 '위성체계개발 일정 연기 요인 해결'을 강조하며 대체가 어렵다는 부분 위주로 언급

□ 동 사업을 통한 정지궤도 환경·해양 위성 관련 국산화율 기준 등 R&D 투자를 정당화하기에 일부 부적절한 논거가 포함되어 있음

○ 부처는 천리안위성 2B호 대비 높은 국산화율 달성을 기대효과로 제시하였으나 천리안위성 2B호 이후 정지궤도 공공복합통신위성 (천리안 3호), 정지궤도 기상·우주기상 위성(천리안 5호) 등 복수의 정지궤도위성 사업이 진행되어 정부 R&D 전체 관점에서 동 사업의 고유한 국산화율 제고 효과만을 설정하였다고 보기는 어려움

○ 부(분)품 단위 국내 산업체 주도 개발 시 국산화로 판단하나 국내주도의 정의는 해외협력도 포함하고 있어 해외기술 도입도 국산화로 판정가능하여 기준이 불명확

- 주관부처는 '국내주도'를 설계, 제작, 시험·검증, 운영 등 개발의 전 과정을 국내에서 수행하고, 기간·일정·비용 등 고려 시 국내 확보 불가 또는 어려운 기술에 대해 해외협력을 통해 수행한다고 정의함

○ 국산화율 달성 기준을 부(분)품 수량 기준으로 제시하였으나 기술단위에서 부품 또는 부분품이 혼재되어 있고 부품 또는 부분품 기준에 따라 국산화 여부 및 국산화율 산정 수치가 달라질 수 있는 등 기준 설정에 주관적 판단 개입 여지도 있음

- 주관부처는 부(분)품 국산화율을 (국내개발/검증 부(분)품 수 ÷ 전체 부(분)품 수)의 백분율로 정의함
- 부품의 부가가치를 반영한 비용기준 국산화율의 경우 국산화율 수치가 낮아지는 등 국산화율 기준 변경에 따라 국산화 달성 정도에 차이가 있을 수 있어 신뢰 가능한 지표 설정이 중요

- 위성본체, 해양/환경 탑재체 대상 비용기준 국산화율은 52.4%로 부(분)품 수량기준 국산화율 66.4%(73개 중 48.5개 국산화) 보다 약 14%p 하락해 수치기준 국산화율은 핵심·고부가가치 부품의 중요도를 저평가하고 국산화율을 과대 계상함을 시사

<표 3-1> 부처 제시 수량 및 비용 기준 국산화율*

구 분			수량 기준 국산화율	비용 기준 국산화율		
				해외 지불비용 (억원) (A)	총 개발비(억원) (B)	((B-A)/B)
위성본체	구조계		83.3% (5/6)	35.96	149.69	76.0%
	열제어계		66.7% (4/6)	5.25	68.83	92.4%
	자세제어계		50.0% (4/8)	167.82	255.23	34.2%
	추진계	화학	68.8% (5.5/8)	166.53	533.12	68.8%
		전기	83.3% (5/6)	-	-	-
	전력계		50.0% (3/6)	392.61	570.33	31.2%
	원격측정명령계		40.0% (2/5)	94.22	297.26	68.3%
	비행소프트웨어계		100% (5/5)	-	40.86	100.0%
	관측자료통신계		50.0% (4/8)	64.85	209	69.0%
	소계		64.7% (37.5/58)	927.24	2124.32	56.4%
환경탑재체			71.4% (5/7)	1,221.68	2,071.99	41.0%
해양탑재체			75.0% (6/8)	485.87	1,335.83	63.6%
합계			66.4% (48.5/73)	2,634.79	5,532.14	52.4%

* 수량기준 국산화율과 비교대상 일치를 위해 부처 제출 비용기준 국산화율 표 중 '위성체계종합', '본체종합' 구분은 제외, 추진계 중 전기 추진계 비용기준 국산화율은 부처 미제시
출처: 부처 기획보고서, 부처 2차 질의 답변서, 부처 추가 답변 자료를 예타연구진이 종합 정리

○ 스페이스파이오니어 사업 성과물의 동 사업 연계 활용 관련 이미 천리안위성 3호 등 타 정지궤도위성 사업에서도 성과물 연계를 추진하였는데 계획 대비 성공/실패 실적 원인 분석 및 개선 방안, 동 사업 유사사례 대응 방안 등 제시가 부족하여 실제 연계 활용 가능성 판단이 어려움

2. 과학기술 기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성

□ 천리안위성 2B호기를 통해 환경·해양위성 확보 및 정지궤도위성의 체계개발 역량을 어느 정도 확보한 것으로 볼 수 있음에도, 전액 국고로 예산을 지원하는 국가연구개발사업으로 동 사업을 신규 추진해야 하는 문제/이슈 식별의 구체성은 부족

○ 「우주개발 진흥법」 개정('22.12. 시행)으로 천리안위성 2B호와 동일하거나 유사한 체계를 조달계약으로 획득할 수 있는 기술적·제도적 대안이 마련되었음에도, 주관부처는 천리안위성 2B호의 후속사업인 동 사업을 국가연구개발 방식으로 추진을 요구

- 또한, 주관부처는 스페이스파이오니어 사업 등 기존 R&D 사업을 통해 국내 기술이 축적되었으나, 국내 정지궤도위성 관련 기술수준은 여전히 국가연구개발사업 지원을 통한 고도화가 필요한 상황이라고 주장

□ 정지궤도 위성 분야에 대한 민간의 기술역량과 지구관측 관련 산업에 대한 시장 분석이 필요하나 내용 제시가 부족

○ 동 사업은 지구관측용 정지궤도 대형 위성 산업을 육성하고 민간기업의 기술역량 향상을 목표로 하고 있어 지구관측용 정지궤도 대형 위성 산업에 주안점을 둔 시스템, 탑재체 내 세부 기술별 민간기업의 기술역량을 상세히 분석하고 정부지원 필요성을 제시하여야 하나 해당 내용 미흡

- 동 사업이 시행되더라도, 민간기업이 정지궤도 위성의 체계종합, 시스템 및 본체 주관연구개발기관 역할을 수행하는 것은 '정지궤도 기상위성·우주기상 위성 개발사업' 이후 최초의 정지궤도 위성사업이 되므로 정부의 지속 지원 필요성을 민간기업의 기술역량 분석 등에 기반하여 제시할 필요가 있음에도 관련 내용 검토는 부족함

- 지구관측 탑재체도 산업시장 규모 및 국내 산업 역량, 민간기업의 세부 기술별 기술역량 분석을 통해 정부 지원 여부가 제시되어야 하나 위성체 제작 관련 시장 현황 자료 이외에 지구관측용 정지궤도 대형 위성에 특화된 시장분석, 민간기업 기술역량 등의 구체적 분석 내역 제시는 미흡

□ 동 사업의 주요 과제로 민간의 체계종합, 본체개발 역량 제고를 제시하고 있으며 정부의 산업기반 조성 역할을 거론하며 정부 차원의 지원 필요성을 언급하였으나 민간기업 수행 역량에 대한 근거 제시는 부족

○ 민간기업이 동 사업을 수행할 수 있는 기술 및 투자 역량과 향후 독자적으로 시장 창출 및 산업여건을 조성할 수 있는지 등 주관부처가 검토한 내역이 구체적으로 확인되지 않음

- 부처는 차세대중형위성, 천리안위성 5호 민간기업 수행 사례를 들어 민간기업 수행 가능성을 제시하나[122] 차세대중형위성은 운영 궤도와 규모가 다르고 천리안위성 5호도 현재 개발 중이므로 객관적인 사업수행 역량을 제시한다고 보기는 어려움

○ 국내기업은 동 사업의 주관기관으로서 출연연에서 위성 본체/시스템 관련 기술을 이전받아 체계종합을 수행할 예정이므로 기술, 인력, 인프라 등의 확보 정도, 부족할 경우 대안 등 구체적 계획을 제시할 필요가 있음

- 현재 기술료나 기술이전방식 등의 구체적인 사항이 미정으로 향후 기술이전 과정에서 불확실성을 높일 요인이 존재

□ 공공에서 보유하고 있는 정지궤도위성 시스템 체계 개발 및 본체 개발 역량을 민간에 이전하여 국내 기업역량 증진과 산업 육성을 부가적인 목표로 설정하나 구체적인 기술이전 효과, 산업활성화 방안 제시는 미흡

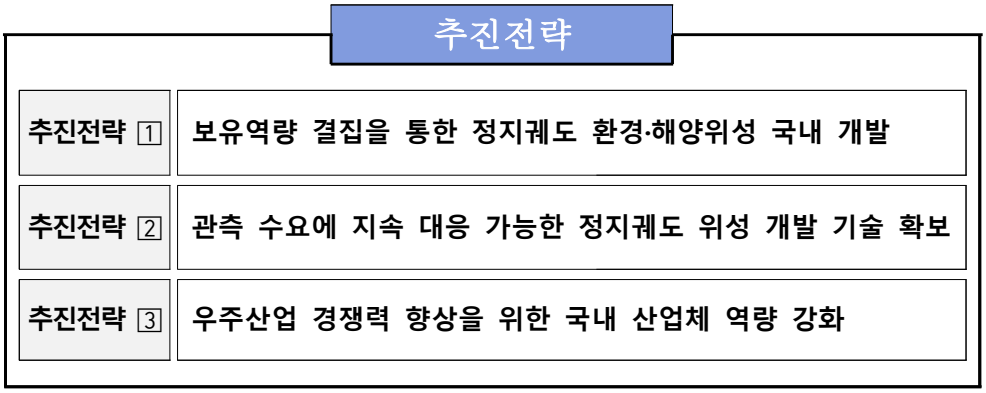
○ 주관부처는 동 사업 추진전략의 일환으로 국내 산업체 역량 강화를 제시하고 핵심기술의 국내 주도 및 신기술 선점 필요성, 하이브리드 추진시스템, 환경/해양 탑재체의 민간 참여 범위 확대를 언급하고 있으나 정부차원의 종합적인 로드맵, 민간기업에 대한 구체적인 육성 전략 제시는 부족함

- 주관부처의 동 사업 추진전략에 "3 우주산업 경쟁력 향상을 위한 국내 산업체 역량 강화"가 명시되어 있으며, 핵심기술로 "우주선진국만이 주도하는 미래 위성기술 분야(전기추력제어, 제어모멘트 자이로 및 센서 등)"(기획보고서, p726)을 명시

○ 국내 기술이전을 위해서는 기본적으로 공공과 민간의 기술수준을 구분하여 분석하고 민간기업의 기술역량 강화를 위해 민간기업 입장에서 주요 대상기술 선별과 확보방안 설계가 필요하나 관련 내용 미제시

- 기획보고서에서 핵심기술요소(CTE) 도출과 기술성숙도 평가를 수행하였으나 국가차원에서 공공, 민간을 구분하여 수행한 내용은 아님

122) 부처 2차 질의 답변서 p.60 등



출처: 기획보고서, p.630

[그림 3-1] 주관부처의 동 사업 비전 및 목표 중 추진전략

○ 민간주도 우주산업으로 실효성 높게 전환하기 위해서는 주관 후보 민간기업의 정지궤도인공위성 산업시장 창출 의지 및 산업생태계 조성 노력이 필요함에도 관련 내용은 부족

- “환경·해양 정지궤도위성” 산업이 국내 민간기업이 상용 우주개발을 주도할 수 있는 시장인지에 대해 구체적이고 객관적인 자료 제시가 부족하여 동 사업을 통해 “민간주도 상용 우주개발로 전환”이 합당한지 설득력이 부족함

제 2 절 사업목표의 적절성

1. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성

<표 3-2> 주관부처가 제시한 동 사업의 논리모형

1. 문제/이슈

- **대기·해양 오염물질 등으로 인한 재난재해 및 기후변화로 인해 가속화되는 대기·해양 환경 변화에 대응하는 연속적인 광역 관측 수단 부재**
  - **(대기환경)** 대기오염물질의 국내외 발생 및 유입·이동 감시·예측, 대기환경에 영향을 미치는 재난에 대응하기 위한 연속적인 광역 관측 수단 부재
  - **(해양)** 유해조류, 해양오염물질 및 저염분수 등 어업/해양활동에 피해를 주는 해양환경변화, 해양사고유발요소에 대한 연속적인 광역 관측 수단 부재
  - **(장기환경변화)** 기후변화와 대기오염 간의 상호영향 및 해양환경 변화에 대응하기 위한 광역/연속/장기 관측수단 부재
- **정지궤도위성 주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속**
  - 탑재체 해외도입 기반 공동개발의 한계로 인한 대외의존도 지속으로 인해 요구 기술적용 및 납기일 제약, 이상 상황 대처 지연 등 사업위험도 증가
  - 전기추진시스템을 적용한 정지궤도위성 개발이 확대되고 있으나, 국내의 경우 화학추진시스템을 중심으로 개발/운용되고 있으며 추진시스템 주요 부분품의 해외구매에 따른 국내 개발역량 정체

⇩

2. 목표

- 한반도 및 주변 영역의 환경·해양 관측 수요에 지속적으로 대응 가능한 서비스 고도화 기반 구축

⇨

3. 수혜자

- (국가/정부) 대기환경·해양 환경 재난 대응력 강화
- (국민) 대기환경·해양환경 재난재해 대비
- (산업체) 정지궤도위성 개발 역량 향상, 우주 헤리티지 확보
- (학계/연구계) 대기환경·해양환경 연구개발을 위한 향상된 위성데이터 활용

⇩

4. 투입

- 사업기간 : 7년('27~'33)
- 사업비 : 7,530억원
- 인력 : 420.92MY

⇨

5. 활동

- 환경, 해양 동시 관측 및 하이브리드 추진 시스템이 적용된 시스템/본체 민간주도 개발
- 채널 추가 및 공간해상도가 향상된 환경탑재체 국내 개발
- 채널 추가 및 편광 채널이 신규 도입된 해양탑재체 국내 개발

⇨

6. 산출

- 요구 성능을 만족하는 정지궤도 환경·해양 위성 1기
- 국내 확보 핵심 기술

⇨

7. 성과/영향

- 대기환경·해양 환경에서의 재난 및 기후변화로부터 국민안전 확보
- 환경·해양 관측분야 글로벌 국가 위상 강화
- 환경·해양탑재체 핵심기술 확보
- 정지궤도위성 추진 시스템 등 산업체 개발역량 강화

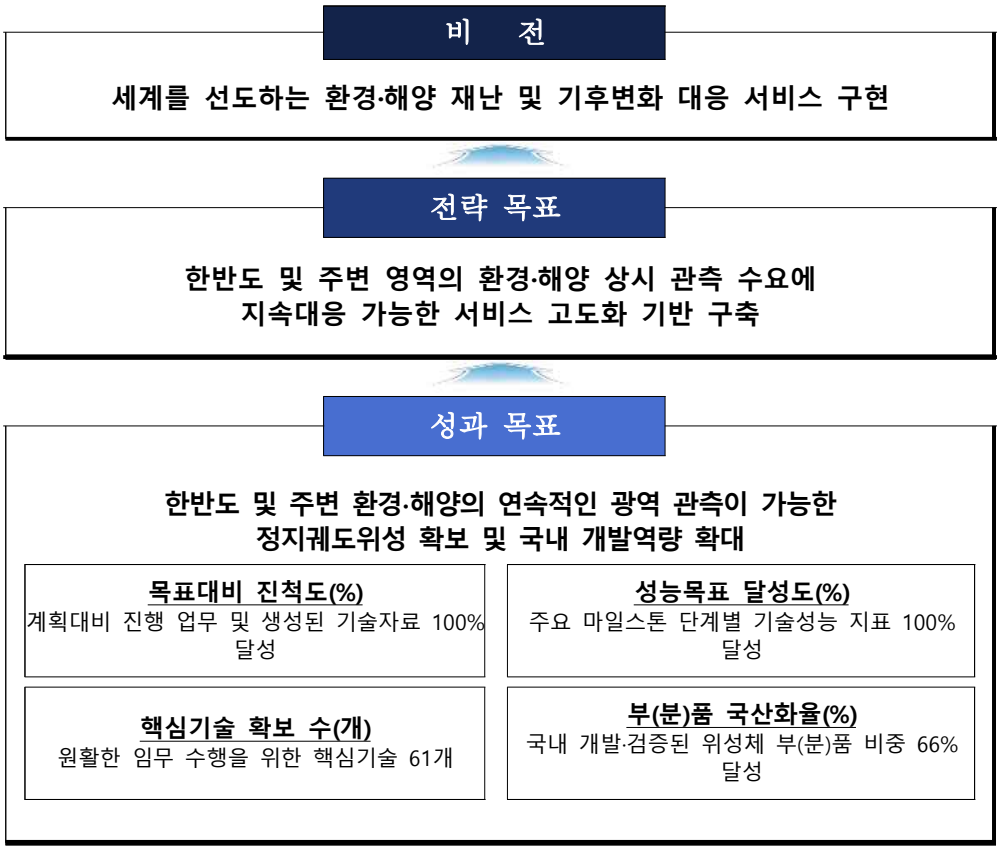
⇧

8. 가정

- 위성을 활용한 관측역량이 높아지면 대기환경·해양에서 발생하는 다양한 변화(에어로졸 농도, 저염분수 증가 등)에 대한 대응력 강화 가능
- 환경·해양탑재체의 핵심기술을 국내개발하게 되면 대외의존도, 기술적 제약 및 사업위험도 감소로 글로벌 경쟁력 제고, 사업추진의 효율성 확보 가능

□ 주관부처는 기획보고서를 통해 위와 같이 동 사업의 논리모형을 제시함

○ 또한 동 사업의 목표 및 성과지표를 다음과 같이 정리하여 제시함



[그림 3-2] 주관부처가 제시한 동 사업 목표

출처: 기획보고서

□ 제시된 동 사업의 문제/이슈는 사업목표의 달성을 통해 일정 부분 해소될 수 있을 것으로 판단되지만, '주요 핵심기술의 대외 의존 지속' 문제 해소에는 한계가 있을 것으로 판단됨

○ 사업목표 설정의 적절성, 달성 가능성 등의 문제를 차치하고 사업목표와 문제/이슈 사이의 연관성만을 고려 시 직접적인 연관관계를 보여주는 경우도 있으나 일부 문제/이슈의 경우 명확한 연결 관계를 제시하지 못하는 것으로 판단됨

- 사업의 목표인 '서비스 고도화 기반 구축'은 '향상된 성능의 위성 운영'을 의미하는 것으로 보이며 동 사업목표 달성 시 문제/이슈 중의 하나인 '연속적인 광역 관측 수단 부재'를 자동적으로 해결함
- "사업목표의 과제"(재난/기후변화 대응 서비스 구현)를 달성하기 위해서는 위성 정보생산 외 정보전달, 정보활용, 서비스 제공 등 실제 서비스가 구현되는 방식, 체계, 개선점 관련 전반적인 작동 형태에 대한 설명이 필요하나 예시적인 사례만 제시
- '서비스 고도화 기반 구축'이 실현되더라도 '주요 핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속'은 실효성 있는 국산화 노력과 성공 구현이 전제되었을 때만 해결이 가능한 것으로 판단됨

2. 사업목표 설정의 적절성

□ 동 사업의 비전은 선도국과 기술격차 및 서비스 제공 역량 차이가 있음에도 환경·해양 정지궤도 위성의 세계 최초 제작 및 운영 이력을 고려하였을 때 지향 가능한 방향으로 판단됨

○ 정지궤도 위성 본체, 환경 및 해양탑재체 등 위성제작 관련 기술 및 민간 산업생태계 수준은 선도국 대비 격차가 있음

○ 비전 달성을 위해서는 경쟁력이 있는 정보통신인프라 및 공공부문 행정조직, 집행역량을 바탕으로 체계적인 계획에 근거한 추진이 필요함

□ 동 사업의 전략목표는 문제/이슈 해결을 통한 포괄적인 방향 제시 수준이고 정성적으로 설정되어 달성 수준과 판단기준은 불분명하다는 한계가 있음

○ '지속대응 가능한 서비스 고도화 기반 구축'의 정의와 기준이 불분명하고 문제의 해결 수준도 불명확

○ 동 사업의 전략목표와 제시된 문제/이슈 간에는 연관성은 있으나, 문제/이슈 해결은 동 사업 목표 달성을 위한 일부 요인에 불과하며 정보활용, 행정서비스 등 타 역량이 전제되어야 달성 가능

- 동 사업의 '정지궤도위성 확보'는 '서비스 고도화 기반 구축'의 요소이기는 하나 '서비스 고도화'에는 추가적인 정보분석역량, 행정서비스 역량이 전제되므로 궁극적인 해결을 보장하기에는 한계
- 국내개발 역량 확대는 동 사업만의 이슈로 보기 어려우며, 사업목표에 따른 해결 정도와 기여분에 대한 명확한 기준이 제시되지 못함

<표 3-3> 비전, 전략목표, 이슈/문제

비전		전략목표		이슈/문제
세계를 선도하는 환경·해양 재난 및 기후변화 대응 서비스 구현	⇔	한반도 및 주변 영역의 환경·해양 관측 수요에 지속적으로 대응 가능한 서비스 고도화 기반 구축	⇔	대기·해양 환경 변화에 대응하는 연속적인 광역 관측 수단 부재
			⇔	주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속

출처 : 기획보고서 재구성

□ 동 사업의 전략목표는 향상된 광역, 연속 지구관측 정보 서비스를 제공하기 위해서는 물리적, 업무적 기반 마련이 필수라는 점에서 연관성이 있으나 기반구축의 범위가 모호하고 달성하고자 하는 구체적 효과 제시는 부족

○ '한반도 및 주변 영역의 환경·해양 상시 관측 수요'의 대표성, 객관성이 충분히 확보되지 못함

- 수요조사 응답자 수는 총 166건(환경탑재체 국내외 95명, 해양탑재체 71건)으로 응답자 규모가 연구자 수요와 모집단을 통계적으로 대표할 수 있다는 근거가 명확히 제시되었다고 보기 어렵고 해양탑재체 관련 응답자 중 천리안위성 1호, 2B호 이용경험이 없는 비중이 44.7%에 해당하는 등 유사한 임무를 수행하는 기존 정지궤도 위성을 활용한 경험이 없는 수요자도 응답자에 포함되어 수요조사의 대표성을 보장하기는 어려움

○ 환경·해양 정지궤도위성이 제작, 운영되어야 지구관측 정보서비스 제공이 가능하다는 점에서 전략목표는 성과목표와 연관성이 인정됨

○ 행정체계, 운영조직이 확보되어야 고도화된 서비스가 집행될 수 있다는 점에서 기반 구축 목표 설정의 취지는 납득되나 구체성이 부족한 문제점이 있음

○ 기반이 협의의 의미로는 물리적 시설, 광의의 의미로는 서비스제공 관련 전반적인 시스템을 지칭할 수 있어 목표 범위에 대한 자의적 해석이 개입될 여지가 있음

○ "상시 관측 수요에 지속대응"하여 효과를 거두는데 "상시 관측 수요"의 내용과 목적이 다양하고 포괄적이며 구체적으로 명시되지 않아 기반구축이 제공하는

'서비스 고도화'를 통해 달성하고자 하는 효과가 불분명하여, 사업을 추진하는 목적 파악에 혼선을 초래할 가능성이 있음

○ 고도화된 서비스는 위성 외에 서비스 운영을 위한 행정체계, 운영조직이 확보되어야 집행 가능하다는 점에서 전략목표 달성을 위해 필요한 요인들이 복합적으로 고려되어야 하나, 주관부처가 제시한 전략목표의 방향성은 개요적인 수준으로 구체성 보완 필요

- 이를테면 천리안위성 2B호가 제공하는 기존 서비스와 서비스 기반을 개선하기 위해서는 기존 서비스의 목표 대비 문제점을 분석하고 서비스 기반(정지궤도 인공위성)의 과학기술적 개선 사항을 도출하여 제시할 필요성이 있음

□ 동 사업의 성과목표인 '정지궤도위성 확보'와 '국내 개발역량 확대'는 사업 추진 시 상반되는 판단기준으로 작용하여 사업의 효율적 진행을 저해할 가능성이 있어 사전에 우선 적용 기준 수립 필요

○ '정지궤도위성 확보'는 체계개발의 완성을 우선하나 '국내 개발역량 확대'는 국내 기술 적용을 우선하여 기한내 사업 완료를 중시할 시 해외기술 도입이 우선되고 사업기간 동안 국내기술역량 축적을 중시할 시 국내기술 사용이 우선되는 등 상반된 기준으로 적용될 가능성이 있음

○ 사업종료 후 성과평가 시에도 국내기술역량 확보 노력이 부족한 경우에도 사업 완성도를 높이고 정지궤도위성을 확보하기 위한 추진이었다고 해명할 수 있어 사업진행 시 상호 상반되는 기준이 되는 두 목표를 구체적 상황에서 적용하는 가이드를 사전에 마련할 필요가 있음

3. 성과목표 및 성과지표 설정의 적절성

□ 주관부처가 '국가연구개발사업 표준성과지표 가이드라인'을 준용하여 성과지표 4개를 수립하였다고 하나, 동 사업에서 성과목표가 전략목표의 주요 내용을 충분히 반영하지 못하거나 성과목표가 단순하게 정의된 측면이 존재함

- 주관부처는 사업 활동을 투입, 과정, 산출, 결과(단기/중기/장기)로 나누어 각 단계의 사업논리 및 성과목표를 고려하여 SMART[123]에 준하는 성과지표 후보를 도출했다고 설명

123) 명확성(Specific), 측정가능성(Measurable), 원인성(Attributable), 신뢰성(Reliable), 적시성(Timely)

○ “서비스고도화 기반 구축”이 인공위성 체계개발 외 향상된 서비스를 제공하는 운영 기반도 포함하나 고도화된 기능 및 서비스 구현 관련 성과목표는 명확하게 설정되지 않음

- 전략목표인 ‘서비스 고도화 기반 구축’ 관련 성과목표는 ‘정지궤도위성 확보’라는 물리적 기반만을 제시하며 ‘정지궤도위성’ 서비스 고도화의 기능 실현에 관한 내용은 명시되어 있지 않음

○ 현재 동 사업이 승계하려는 정지궤도위성(천리안위성 2B호)이 운영되고 있는 상황을 고려 시 문제/이슈에서 “관측 수단 부재”로 정의한 점은 현황을 과도하게 단순화하거나 초점이 어긋난 측면이 있음

○ 동 사업은 위성제작 외에도 위성발사와 초기운영(IOT)도 포함하고 있어 본 위성의 성능 실현에 대한 성과 측정 방안이 중요하나 제시 내역은 부족

<표 3-4> 부처 제시 동 사업 주요 일정(안)

주요 마일스톤	추진 일정	주요 내용
사업 착수	2027.04.	천리안위성 6호 개발 사업 착수
시스템 요구조건 검토회의/시스템 설계 검토회의(SRR/SDR)	2027.12.	시스템 및 본체 요구사항 분석/수립, 시스템 설계 검토 진행
예비 설계 검토회의(PDR)	2028.12.	시스템 성능요구사항 하위시스템 할당, 탑재체 임무요구사항을 고려한 설계 수행 여부 등 검토
상세 설계 검토회의(CDR)	2029.12.	시스템 및 서브시스템 성능요구조건 만족 설계 완료여부 등 검토
조립 준비 검토회의(IRR)	2030.12.	총 조립시험 수행을 위한 분야별 준비상태 점검
선적 전 검토회의(PSR)	2033.02.	발사장 선적 전 위성 준비상태 점검
위성 발사(Launch)	2033.04.	천리안위성 6호 발사
초기 운영(IOT)	2033.12.	초기운용 및 궤도상시험

출처 : 기획보고서, p.1352

□ 성과지표는 사업 전략목표 달성을 위한 일부 조건에 국한되고 과정지표에 해당하여 서비스 고도화 수준 측정에 한계 있음

○ 성과지표는 전략목표 보다 성과목표(정지궤도위성 확보, 국내개발역량 확대)에 국한되어 서비스 고도화 기반의 일부분만 반영

- 전략 목표가 “서비스 고도화 기반 구축”으로 위성이 제공하는 관측정보 품질개선을 지향하고 있어 이에 대한 성과지표 반영도 검토 필요

○ 성과지표의 대다수가 과정지표의 성격을 갖고 있어 위성의 임무 성공보다 위성 제작과정의 절차 완수, 단계 도달에 대한 성과 측정 비중이 높은 것으로 판단됨

- ‘목표대비 진척도’, ‘성능목표 달성도’는 과정지표에 가까워 사업수행 단계별 완료 여부에 대한 성과지표가 상대적으로 비중이 높음
- ‘핵심기술 확보 수’도 핵심기술의 체계개발 적용에 따라 사업종료 시점에 자동적으로 도달하게 되는 TRL 개수를 지표로 제시하는 바 과정지표 성격이 있음
- ‘부(분)품 국산화율’은 체계개발에 적용한 국산 부(분)품 개수를 기준으로 지표가 설정되어 있으나 부(분)품의 중요도에 따른 가중치 부여를 누락하여 보완이 필요하며, 스페이스파이오니어 사업 성과물이 타 위성사업에서 먼저 적용될 것이 예상되는 경우 동 사업의 고유한 성과로 보기에는 근거가 부족

<표 3-5> 전략/성과목표와 핵심성과지표

구 분	내용		
전략목표	한반도 및 주변 영역의 환경·해양 관측 수요에 지속적으로 대응 가능한 서비스 고도화 기반 구축		
성과목표	한반도 및 주변 환경•해양의 연속적인 광역 관측이 가능한 정지궤도위성 확보 및 국내 개발역량 확대		
핵심성과지표	지표명	지표구분 (질/양)	성과 지표 설명
	목표대비 진척도(%)	질	계획대비 진도율(연구내용, 생성자료)로 평가
	성능목표 달성도(%)	질	위성 개발을 위해 단계별 시스템 레벨 요구사항 달성 여부를 평가
	핵심기술 확보 수(개)	질	도출한 핵심기술의 국내 확보여부를 평가
	부(분)품 국산화율(%)	질	도출한 부(분)품 중 국내 민간기업이 개발하고, 우주환경에서의 검증까지 완료한 부(분)품 비중을 평가

출처: 기획보고서

□ 사업 내역이 업무, 임무 특성에 따라 크게 시스템/본체, 환경탑재체, 해양탑재체로 구분되는데 현재 총괄적인 성과지표만 제시된 상황으로 부문별 성과를 파악하기에는 한계 있음

○ 총괄적인 성과지표에서 부문별 기술수준 및 업무특성을 반영한 기여도 파악도 필요하나 관련 측정 요소 부족

○ 부문별 업무, 기술 수준에 차이가 있고 세부 추진도 분리, 병행 진행할 예정으로 분야별 수준 및 수행 수준을 보여주기 위해서 부문별 성과를 파악하기 위한 성과 지표 제시도 필요

□ 국산화율 산정 방식이 체계개발에 적용된 국내 부(분)품 수인 수량 기준으로 설정되어 있는데 수치 설정 및 산정에서 주관 개입 가능성이 높아 성과지표로서 신뢰성 부족

○ 수량 기준의 국산화율 산정 방식은 기존 천리안위성 사업 검토에서도 문제점이 지적되어 시정이 요구되었던 방식

- 단순 저가·범용 부품의 국내 조달을 통해 수량 기준 국산화율을 높이는 방법으로 오용될 가능성이 있어 안보 및 공급망 리스크 제거 지표로 적용하기에도 한계

○ 수량 기준 국산화율 산정에 적용된 전체 부품 수의 세부 내역 및 상세 자료 제시가 없어 신뢰성이 미흡

- 해외 구매 부품이 일부 포함된 경우 일률적으로 국산화 지수 '0.5'를 부여하는 방식도 정확한 국산화율 산정 방향에 배치되는 측면이 있음

4. 수혜자 표적화의 적절성

□ 주관부처는 동 사업의 수혜자로 정부, 국민, 산업체, 학계/연구계를 제시

○ 주관부처는 정부(환경·해양 재난 대응력 강화), 국민(환경·해양 재난 재해 대비), 산업체(위성 개발 역량 향상, 우주헤리티지 확보), 학계/연구계(환경·해양 학술연구 관련 향상된 데이터 활용)를 수혜자로 제시

○ 국민의 경우 수혜 내용이 타 수혜자 대비 추상적인 "대기환경·해양환경 재난재해 대비"로 구체적인 내용 보완이 필요하며, 상시관측과 서비스고도화 기반 구축으로 인한 국민의 혜택 및 실현 방법이 명확하지 않음

○ 국민 관련 수혜 내용은 "대기환경·해양환경 재난재해 대비"인데 동 사업은 위성 관측 정보 생산 및 정부 제공까지를 주요 기획 범위로 설정하고 있어 국민에게 의도한 결과물이 효과적으로 전달되도록 기획되었는지 여부는 판단이 어려움

- 대국민 효과를 달성하기 위해서는 관측 정보수집 외 정보전달체계와 재난대응 운영 등 행정서비스 구현이 필요한 바 성과물이 전달되고 혜택이 발생하는지 등의 전달경로에 대해서는 판단이 어려움

□ 정보혜택 효과 구현을 위한 수혜자간 연관 관계 제시 미흡

○ 1차 수혜자는 관측정보를 가공하여 행정서비스로 제공하는 중앙정부·지자체이고 국민, 연구자는 가공된 관측정보를 전달받아 실생활, 연구에서 이용하는 2차 수혜자임

- 관측정보를 1차로 제공받은 중앙정부·지자체가 행정서비스 제공을 통해 국민에게 정책·서비스로 환류되는 구조

○ 해당 관측정보 전달 경로 및 내용이 명확히 제시되지 않아 수혜자의 혜택 및 효용이 추상적인 수준에서만 파악되어 실질적 효과 판단 어려움

□ 국내기술역량 확대의 수혜자인 동 사업 수행 주체에 대한 구체적 표적화와 표적화 근거 미흡

○ 정지궤도위성 관련 국내기술역량 확대에 적합한 수행주체 분석 없이 민간주도 우주산업 육성이라는 정책 방향 차원에서 산업체를 수행주체로 설정하는 접근이 적절하다고 보기 어려움

- 동 사업 성과목표인 국내기술역량 확대는 참여기관에서 실현되는데 기술역량 축적과 파급효과 측면에서 적합한 사업 수행주체에 대한 타당성 검토가 충분하지 않음

- 대안 수행주체의 설정은 체계개발의 목표달성 측면에서 적절할 수는 있으나 주관부처가 제시한 민간주도 우주산업 육성과 부합하기 위해서는 국내기술역량 제고 및 공공부문에서 민간부문으로의 기술확산(spillover) 전략 등의 제시가 필요하나 관련 내용 부족함

<표 3-6> 천리안위성 6호 개발 사업 주관연구개발 참여의향 조사 결과

참여 희망 범위	시스템 및 본체	환경탑재체	해양탑재체
주관연구개발	2곳	-	-

출처 : 기획보고서, p.537

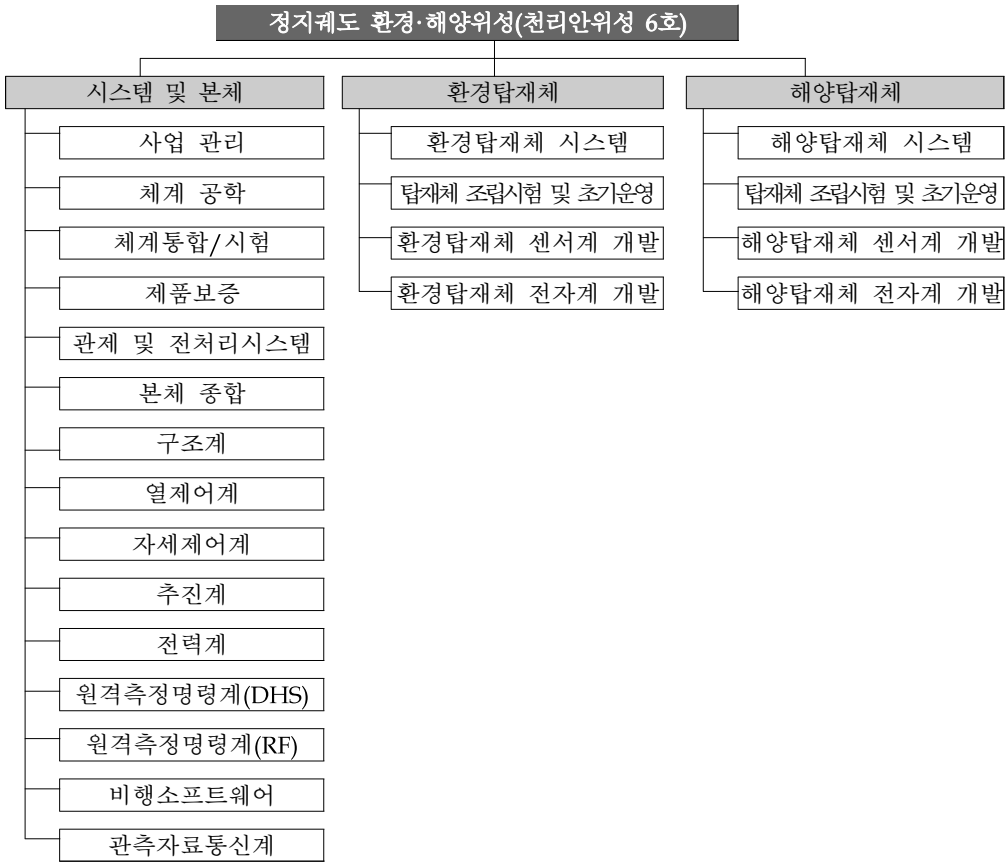
제 3 절 세부활동 및 추진전략의 적절성

1. 세부활동과 사업목표의 연관성

□ 동 사업은 한반도 및 주변 영역의 환경·해양 상시 관측 서비스 고도화 기반 구축을 목표로 하는 정지궤도 복합위성 체계개발 사업이므로 세부활동과 사업목표 간의 연관성이 존재함

○ 세부활동이 향상된 성능의 위성체(H/W)를 제작하는 업무라는 면에서 사업목표 중 서비스 고도화 기반 구축과 연관성이 존재함

□ 주관부처는 체계개발을 위한 WBS를 제시하고 CTE를 설정함



[그림 3-3] 주관부처가 기획보고서에서 당초 제시한 동 사업 작업분해도(WBS)

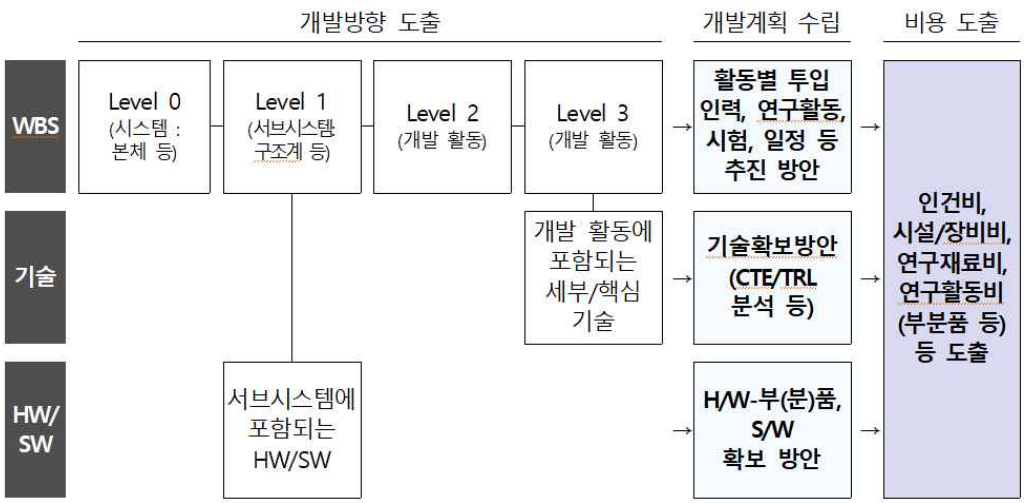
□ WBS와 세부기술간의 일관성과 세부기술의 구체성이 부족하여 동 사업의 체계개발 작업분할구조 파악이 어려움

○ 시스템/본체의 경우 WBS는 1계층 5개, 2계층 41개, 3계층 109개로 구성되며, 331개 세부기술을 제시하고 이 중 30개 핵심기술을 제시함

○ 그러나 환경탑재체가 1계층 4개, 2계층 14개, 3계층 59개, 해양탑재체가 1계층 4개, 2계층 13개, 3계층 57개의 작업분해 수준을 제시하였으나, 세부기술은 작업분해 수보다 적은 각각 30개와 27개로 세부기술의 작업분해 수준을 포괄하지 못하고 세부기술 수가 작업분해 수준보다 많은 시스템/본체와 달리 세부기술의 구분 기준이 불분명함

○ 또한 일부 기술확보방안에서 제시하는 기술이 WBS의 최소단위(3단계) 보다 포괄적이라 국내개발 또는 해외 구매하는 항목이 어떤 WBS 항목에 대응되며 어느 정도의 예산이 배정되는지 파악할 수 없어 원가 추적이 곤란하다는 문제가 있음

□ 주관부처가 업무분해도(WBS)를 3계층까지 구체화하고 핵심기술요소(CTE)를 식별하여 제시한 것은 방법론적으로는 적절하나 WBS와 CTE 간의 일관성과 CTE의 구체성이 부족한 면이 있어 결과적으로 CTE 식별 결과의 적절성 입증에 한계 있음



○ “CTE/TRL 분석을 통해 도출된 기술의 확보방안은 인건비나 연구활동비 등에 포함하여 반영”되었고, “부(분)품 등 HW와 S/W 확보방안은 연구재료비나 연구활동

비(상용 SW)에 포함하여 반영"되었다는 설명을 제시하고 있으나 해당 문구는 실제로는 비목별로 예산계획을 수립했다는 내용으로 환원되며 동 사업의 체계개발 비용의 구체성을 입증하는 서술이라고 보기는 어려움

2. 세부활동 도출의 적절성

가. 수요조사와 우선순위 설정과정의 적절성

(1) 수요조사

□ 사업기획 단계에서 환경·해양 정지궤도위성 예상 수요자[124]를 대상으로 신규 사업의 임무 발굴 및 활용계획 수립을 위해 수요조사를 실시하였으나 일정 기간 경과, 천리안 2B호 운영 초기 시점으로 이용 경험 평가, 최신 수요 반영에는 한계

○ 주관부처는 예상 수요자를 (환경탑재체) 정부 부처, 지방자치 단체, 공공기관, 연구소, 기업, 발전소, 학회, 외국 정부 등 (해양탑재체) 해수부 산하기관, 기업, 학회 등으로 설정

○ 수요조사가 2021년 하반기[125]에 수행되어 천리안위성 2B호의 상대적으로 짧은 정상서비스 운영기간[126]을 감안하면 이용 경험의 반영이 충분하다고 보기 어렵고 본 예비타당성조사 시작('25. 11) 4년여 전 시점으로 최신 수요 반영 등에는 한계

□ 민간주도 사업 수행 가능 여부를 알아보기 위해 산업체를 대상으로 동 사업 참여의향 및 민간주도 개발 방안을 타진한 바는 합당하나 탑재체 관련 민간기업 참여 수요가 없어 민간주도 수행 가능 여부 추가 점검 필요성 제기

○ 민간주도[127] 또는 분야별[128] 산업체설명회 개최, 기술개발참여업체조사 등을 수행한 것은 적절

---

124) (환경탑재체) 정부 부처, 지방자치단체, 공공기관, 연구소, 기업, 발전소, 학회, 외국 정부 등 (해양탑재체) 해수부 산하기관, 기업, 학회 등

125) 2021년 9월 28일(화) ~ 10월 8일(금)

126) 2020년말, 2021년 초 해양정보, 대기환경 정보 정상서비스 시작

127) '23.07.27. 총 16개 기관 참여

128) (시스템/본체) 22개, (환경탑재체) 22개, (해양탑재체) 17개 기관 참여

○ 그러나 산업체의 주관연구개발기관 참여 의향은 시스템 및 본체에 국한되며 약 2개사 가량으로 한정되며, 환경탑재체, 해양탑재체는 전무하여 민간주도 사업 수행이라는 동 사업 취지와 일부 부합하지 않음

□ 현장연구자를 대상으로 동 사업의 환경탑재체와 해양탑재체 활용수요를 조사하는 방향성 자체는 타당하나 유효응답 규모가 기초과학에 근접한 분야라는 특성을 감안하더라도 작아 수요조사의 대표성에 의문

○ 환경탑재체의 경우 "국내 총 184개 수요 대상" 기관과 "국외 총 237개 수요 대상"에 대해 설문을 실시하였으며 각각 69명과 26명이 유효하게 응답하였으나 유효응답이 모집단을 대표하는지 확인할 수 있는 근거가 제시되어 있지 않음

- 또한 기획보고서의 수요조사 응답 기관유형이 한국환경산업기술원이 정부기관으로, 국립환경과학원(슈퍼컴퓨터센터)이 대학으로 분류[129]되어 있는 등 기관유형 구분에 오류가 존재함
- 국외 유관기관의 수요를 조사한 것에 의미를 부여할 수 있으나, 동 사업의 특성상 응답자의 이용수요 외에 기관 차원의 데이터 이용량 등이 반영되어 있지 않아 데이터(정보) 소요 파악이 미약한 한계가 존재
- 기획보고서는 "산출물 요구사항"에서 "공간해상도 1km 미만, 시간해상도 1시간 미만의 위성 산출물 자료가 필요한 것으로 파악"되었다고 하나 수합 과정이 정성적이고 불분명하며, "수요 설문조사에 사용된 총 28개의 세부 산출물을 12개의 큰 항목으로 분류하여 시급성이 높은 순으로 산출물 우선순위를 확인"했다고 하나 "전체 설문자 수 대비 응답 수 비율"을 "우선순위"로 정의했다는 설명과 설문에 선택지로 적용한 "중요성 및 시급성"을 가중평균하여 "중요도 및 시급성"을 도출하고 "사용할 의향"과 산술평균한 값이 "우선순위"가 되는 설명과 일관성 여부를 확인할 수 없는 등 도출 논리와 근거가 명확하다고 볼 수 없음

○ 해양탑재체의 경우 "전문가의 응답" 71건을 수집했다고 하나, "전문가"가 "학계 47.4%, 공공기관 연구소 46.1%, 산업체 21.1%, 현업수행자 26.3%, 모델링 전문가 9.2%"로 "현업수행자"와 "모델링 전문가"의 정의가 불분명한 한계가 존재함

○ 다만 「제4차 우주개발진흥기본계획」에 명시된 '민간주도 개발로 단계적 전환'이라는 정책목표 이행을 위해, 총 46개 사에 대한 시스템별 구성 부분품에 대한 기술개발 참여기업 수요조사 이외에도 16개 기업으로부터 시작하여 시스템/본체 및 탑재체별

129) 기획보고서(p.497)

주관·참여 수요를 도출하려 시도한 것은 국내 위성 산업생태계 정착과 조달 전환 측면에서 바람직함

(2) 핵심기술요소 도출 및 기술성숙도평가

□ 동 사업의 기획에 관여한 기획연구진이 핵심기술요소(CTE) 선정 및 기술성숙도(TRL) 평가를 주관하여 기술성숙도평가(TRA)의 독립성, 객관성 이슈 존재

○ 동 사업에서 해당 업무를 수행한 기획연구진과 분과위원회는 동 사업과 이해관계가 없는 적합한 평가 주체로 보기 어려움

- TRL 판정은 개발자의 주관적 주장이 아닌 객관적 증빙에 기반해야 하므로, 이해관계가 배제된 제 3자의 독립적 평가가 원칙이나[130] 본 사업을 기획한 기획연구진이 CTE도출과 TRL판정을 수행

○ 부처에서 추가로 제 3자 독립평가 방식으로 기술성숙도평가(TRA)를 실시하였다고 자료를 제출[131]하였으나 기존 TRA 평가 결과를 바탕으로 2차 검토한 내용으로 완전 독립적인 방식으로 수행되었다고 보기는 어려움

- 별도 독립적으로 CTE, TRL, 기술확보방안을 도출하지 않고 기존 자료를 추가 검토하는 방식으로 진행하였고 평가팀 규모 및 구성도 불충분

- 평가팀 총 7인(시스템/본체 3인, 환경탑재체, 해양탑재체 각 2인)의 규모상 고도의 전문성이 요구될 수 있으나 평가자의 전문성에 대한 근거 제시는 이루어지지 않았으며, 평가팀 중 산업계는 없어 산·학·연 구성 요건도 미충족

□ 기획연구진의 자체검토(안)에 전문가협의체 평가 의견을 수렴하여 최종 CTE, TRL, 기술확보방안을 설정하였으나 TRL이 부문별(민간/공공)로 구분되지 않고 기술이전 방안도 부족

○ 주관부처는 총 405개 세부기술을 대상으로 61개 핵심기술요소(시스템/본체 30개, 환경탑재체 18개, 해양탑재체 13개)를 선정했다고 설명하였으나, TRL이 민간 기준인지 공공 기준인지 불명확함

---

130) 이를테면 방사청 「기술성숙도평가 업무지침」에는 핵심기술요소(CTE) 확정과 기술성숙도평가(TRA)를 위해 대상사업과 이해관계가 없는 전문가로 구성된 평가팀을 구성하도록 명시함. 방사청의 가이드라인을 준용하라는 의미가 아니라, 타 부처도 객관성과 공정성 원칙 하에 기술성숙도를 평가하고 있다는 의미임에 유의바람

131) 부처는 추가 평가팀을 구성하여 TRA 수행(26. 3.27)한 결과 자료 제출(26.4.3)

<표 3-7> 동 사업의 TRL 평가 절차

단계	수행(평가) 주체	평가 기준	결과물
핵심기술 기술준비도 평가 ('23.01.19. ~ '23.10.06.) ※선행 예타(2024년 4차)	기획연구진/ 검토위원회	기술준비도 정의* 핵심기술요소(CTE) 표준 체크리스트** 주요/핵심기술 및 기술준비도 자체평가 결과 주요/핵심기술 상세설명서	검토위원 평가 의견 주요/핵심기술 및 기술준비도 결과 확정 주요/핵심기술 상세설명서 확정
⇩			
핵심기술 재식별 ('25.03.10. ~ '25.03.31.)	기획연구진/ 워킹그룹	기술준비도 정의* 핵심기술요소(CTE) 표준 체크리스트**	주요/핵심기술 및 기술준비도 자체평가 결과(초안)
⇩			
자체검토 ('25.04.01. ~ '25.06.08.)	기획연구진/ 워킹그룹	주요/핵심기술 및 기술준비도 자체평가 결과(초안)	주요/핵심기술 및 기술준비도 자체평가 결과 주요/핵심기술 상세설명서
⇩			
기술준비도 평가 ('25.06.09. ~ '25.07.15.)	전문가 협의체	기술준비도 정의* 핵심기술요소(CTE) 표준 체크리스트** 주요/핵심기술 및 기술준비도 자체평가 결과 주요/핵심기술 상세설명서	전문가 평가 의견
⇩			
전문가 의견 수렴 ('25.07.16. ~ '25.08.20.)	기획연구진/ 워킹그룹	전문가 평가 의견 기술준비도 정의* 핵심기술요소(CTE) 표준 체크리스트** 주요/핵심기술 및 기술준비도 자체평가 결과 주요/핵심기술 상세설명서	주요/핵심기술 및 기술준비도 결과 확정 주요/핵심기술 상세설명서 확정

* 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2024.07. 기준)
** 방위사업청, 기술성숙도평가(TRA) 업무지침 기준

출처: 기획보고서, p.673

○ 민간 주도 체계개발을 추진하는 동 사업 특성상 국내 출연연에서 기업으로 기술이전이 필요하고 객관적인 기술이전 대상 설정을 위해서는 민간, 공공 각각의 TRL 수준 제시가 필요하나 부문별 특성 반영 없이 한 개의 국내 기술 수준만 제시

- 부처에 공공, 민간 구분한 기술준비도 자료를 요청[132]하였으나 부처는 현재 진행 중인 정지궤도위성 개발사업의 공공-민간 간 기술이전 사례를 들어 향후 기술이전도

132) 2차 추가자료 요청서

원활할 것이라는 근거기반이 제시되지 않은 일반적인 답변만 제시하여 구체성이 부족함[133]

<표 3-8> 부처 제출 '제3자 독립평가 방식 TRA 수행체계 및 경과'

□ 부처 제출 내용

○ (수행 개요) 제3자이자 관련 분야(시스템/본체, 탑재체) 개발 경험이 있는 전문가로 구성된 별도 평가팀을 구성하여 세부기술별 기술성숙도평가(TRA)를 재시행했으며, 재평가한 결과에 근거하여 기술 개발 방안을 보완하였음

○ (수행체계 및 경과) **사업 기획을 담당하는 '프로그램 그룹'에서 검토한 CTE 및 TRL을 '평가팀'에서 독립적으로 평가하여 기술성숙도평가(TRA) 결과를 도출**하였음

경과	수행주체	내용
CTE 및 TRL 검토 (~3.27)	(사업기획) 프로그램 그룹	- 기술 정의, 핵심기술 및 기술별 TRL 검토 - TRL에 따른 기술확보 방안 검토 - 기술별 보유역량 및 개발내용 작성
▼		
기술성숙도평가 (TRA) (3.27~3.31)	평가팀	- CTE 선정 및 TRL 평가(서면) ※ 프로그램 그룹 CTE 및 TRL 검토 자료 제공
▼		
평가 결과 정리 (3.31)	(사업기획) 프로그램 그룹	- 평가팀 평가결과 정리
▼		
기술성숙도평가 (TRA) 회의 (4.1~4.2)	평가팀 등	- 기술성숙도평가(TRA) 결과 논의 - CTE 및 TRL 확정 ※ (4.1) 시스템 및 본체, 해양탑재체, (4.2) 환경탑재체
▼		
CTE 및 TRL 확정 내용 정리 (4.3)	(사업기획) 프로그램 그룹	- 확정된 TRL에 따른 기술별 보유역량 및 개발 내용 보완 등

출처 : 부처 2차 질의 답변서 추가 제출자료('25. 4.3)

□ 부처에서 추가로 제 3자 독립평가 방식으로 기술성숙도평가(TRA)를 실시하였다고 하나[134] 핵심기술요소에 대한 복수의 평가결과가 있을 경우 가장 낮은 기술성숙도로 결정[135]하는 기술성숙도 및 기술확보방안 조정이 필요함에도 최종 조정 내역이 확인되지 않음

133) "현재 진행 중인 정지궤도위성 개발 사업에서 민간기업 기술역량 강화를 위해 정지궤도위성에 필요한 부족 기술을 분석/식별하여 항우연으로부터 기술이전을 진행 중" (부처 2차 질의 답변서, p30)

134) 부처는 추가 평가팀을 구성하여 TRA 수행(26. 3.27~4.3)한 결과 자료 제출(26. 4. 3)

135) 「기술성숙도평가(TRA) 업무지침」(방위사업청, 2021) 제13조 평가방법 ④항

○ 해당 제 3자 독립평가에 따라 시스템/본체에서 추진계 관련 “전기추진계 추진제 탱크 어셈블리 설계/해석/제작/검증 기술” 등 5개 기술 하향 조정(TRL 6 ⇒ TRL 5) 되었으나 동 사업의 최종 기술성숙도 수준으로 해당 내용의 확정 반영 여부는 확인이 어려움

<표 3-9> 기획보고서 상 TRA 평가 결과(‘자체검토’와 ‘전문가협의체’ 의견 반영)

< 기술성숙도(TRL) 평가 결과(주요/핵심기술) >

구분	자체검토			전문가 검토 이후		
	주요	핵심	합계	주요(비교)	핵심(비교)	합계(비교)
시스템 및 본체	326	17	343	318 (-8)	30 (+13)	348 (+5)
환경탑재체	13	16	29	12 (-1)	18 (+2)	30 (+1)
해양탑재체	13	14	27	14 (+1)	13 (-1)	27 (-)
합계	352	47	399	344 (-8)	61 (+14)	405 (+6)

주) 시스템 및 본체 주요/핵심기술 검토 시, 관제 및 전처리시스템 주요/핵심기술은 제외하고 검토

출처 :기획보고서, p.687

□ ‘국내주도’의 정의가 해외협력의 모든 경우를 포괄할 정도로 광범위하여 사업수행 과정에서 해외협력이 주축일 경우도 국내주도로 표현되고 성과지표 상 국내 기술 확보로 간주될 수 있는 여지 존재

○ ‘국내주도’ 정의가 국내확보가 불가한 경우까지 광범위하게 포함하고 있어 국내 또는 해외 주도와 무관하게 국내외협력하는 모든 경우에 ‘국내주도’로 폭넓게 명기 가능

- 주관부처는 ’국내주도’를 “설계, 제작, 시험·검증, 운영 등 개발 전 과정을 국내에서 수행하되, 기간/일정/비용 등 고려 시 국내 확보 불가 또는 어려운 기술에 대해 해외협력을 통해 수행”한다고 정의함
- 이에 따라 실질적으로 ‘해외주도’의 국내외협력으로 기술이 확보된 경우에도 사업초기 기술확보방식을 ‘국내주도’로 명명하였고 해당 기술이 TRL 8단계에 도달하면 외부적으로 국내기술 확보 성과로 홍보할 수 있는 여지 발생 가능성 우려

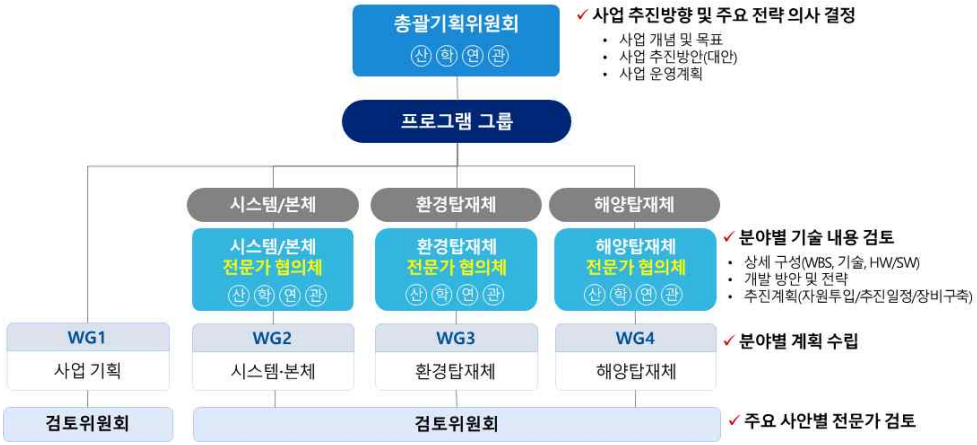
- 궁극적으로 TRL 8단계 도달이 성과지표 기준인 '핵심기술확보'가 포괄할 수 있는 기술범위가 넓어지고 목표달성이 용이해질 수 있어 동 사업 성과지표의 신뢰성 하락도 유발 가능

나. 참여 전문가 집단 구성의 적절성

□ 사업기획에 민간 의견 수렴을 고려하고 "외부 메타 검토를 강화"하는 방향성의 설정은 총론적으로 적절하나, 총괄위원회, 시스템/본체 및 탑재체별 전문가 협의체와 하위 워킹그룹(WG), 검토위원회 등의 계층과 역할이 불분명함

○ 동 사업이 우주청, 기후부 및 해수부로 구성된 다부처 사업임에도 기획 거버넌스에 다부처 사업의 이해관계, 작업분할구조 상 버스(시스템/본체)와 탑재체(환경, 해양)를 조율하는 체계와 방법이 확인되지 않음

- 주관부처가 기획보고서에 기획 경과에 관한 설명에서 약 29회 가량의 "부처 간 협의" 내역을 제시한 것은 적절하나, 기획 추진체계상으로 명료한 역할 및 책임(R&R)이 주관부처(우주청)와 참여부처(기후부, 해수부) 간에 설정된 것으로 보이지는 않아 체계적인 체계개발 협력이 이루어졌다기보다는 단기 현안 위주 상호 논의한 것에 가까워, 실무자 교체 등에 따른 리스크를 감안하여 체계적인 사업계획이 수행되었다는 방증으로 간주하기에는 한계가 있음
- "프로그램 그룹"의 역할이 최상위 "총괄기획위원회"와 명료하게 구분된다고 볼 수 없고 기획보고서에서 "프로그램 그룹"이 실제로 기획 과정에서 기여한 내용이 불분명함



[그림 3-4] 주관부처가 제시한 동 사업 기획 거버넌스

출처: 기획보고서(p.56) "2025년 3차 예비타당성조사 기획 추진 체계"

- "전문가 협의체"와 하위 워킹그룹(WG) 간 역할 구분이 명료하지 않고 최하위 "검토위원회"와의 역할 및 책임(R&R)도 구체적으로 구분되어 있다고 보기 어려움

<표 3-10> 주관부처가 제시한 동 사업 기획 거버넌스의 참여 주체별 역할 구분

기 구	역 할
총괄기획위원회	사업 개념 및 전략 검토, 최적대안 선정, 사업 추진계획 등 의사결정
프로그램 그룹	사업 기획단계에서 사업 추진방향 및 주요 전략 검토
전문가 협의체	분야별 기술/정책 대안 분석, 개발 내용 등 기술 내용 검토
워킹 그룹	분야별 사업 추진을 위한 세부 활동 및 추진 전략 도출, 수행 계획 수립
검토위원회	사업 계획 사항의 적합성 및 타당성 검토, 의견 개진

출처: 기획보고서, p.56

○ 기획에 참여한 전문가의 구성은 총괄기획위원회와 전문가 협의체는 대체로 적절하여 표면적으로는 정지궤도 환경·해양위성 기술수요를 어느 정도 충족한다고 볼 수 있으나, "검토위원회"는 학계가 70%가량으로 대부분을 차지하여 체계개발 특성이 적절하게 반영된 구성으로 보기 어려움

- 총괄기획위원회와 전문가 협의체의 산·학·연 구성은 인원 규모 대비로 적절하다고 할 수 있으나, "검토위원회"는 WG가 수립하는 동 사업 체계개발 세부활동 계획을 검토한다는 측면에서 대학 위주로 구성되는 것이 적절하다고 보기는 어려움

<표 3-11> 기획보고서 상 동 사업 기획 기구별 산·학·연 전문가 비중

(단위 : 인)

기 구	계	산	학	연	관
총괄기획위원회	14	4	4	5	1
전문가 협의체	27	6	8	11	2
검토위원회	40	2	28	10	-

출처: 기획보고서 기구별 명단(p.57 ~ p.59)에 기반하여 예타연구진 정리

□ 주관부처는 기획보고서를 통해 기획 단계부터 민간이 참여하였음을 강조하고자 하나 제시된 내용으로는 오히려 민간이 동 사업체계 기획 실무를 수행한 것처럼 나타나 동 사업이 국고로 100% 재원이 조달되는 연구개발로서 추진이 타당한지 문제 제기 소지를 완전히 배제하기 어려움

○ 주관부처 설명에 따르면 시스템/본체(bus)에 대해서는 동 사업에 참여의향을 제출한 기업에게 전술한 총괄기획위원회 등이 방향성을 제시하면, 해당 기업들이 제출한 제안서와 방향성을 정렬하여 WBS, CTE, HW·SW 등을 설계하고, 이를 실질적인 “개발계획”으로 활용하게 됨

○ 다만 탑재체(payloads)에 대해서는 민간기업들이 주관을 희망하지 않아 “경험 축적을 위해 국내 연구기관 주관 희망”한다면서 개발계획을 “국내 연구기관”이 주관하는 것으로 제시하였으나 경위에 대한 설명이 불분명함

다. 세부활동 내용 적절성

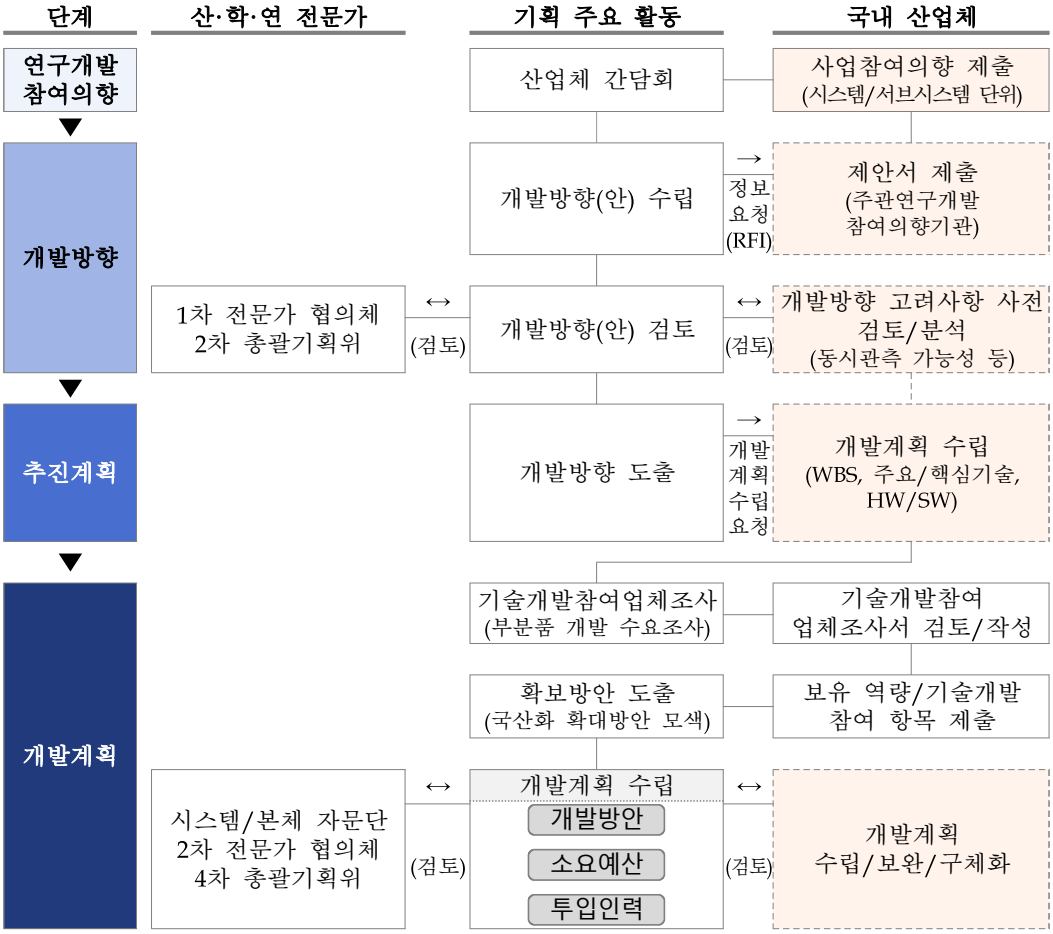
(1) 세부 기술 설정

□ 동 사업에 대한 산·학·연 수요조사 결과가 비용소요까지 고려한 위성의 최종 사양 결정에 어떻게 반영되었는지 확인이 어렵고 제시된 기술 성능의 적합성 및 도출 근거에 대한 제시 부족

○ 연구자, 산업체 대상 수요조사[136] 결과가 천리안위성 6호의 최종 사양 및 추정 비용에 어떻게 반영되었는지 인과관계가 불분명함

136) 기획보고서(p.483, p.522)

- 무상으로 제공되는 정부 R&D 위성 정보의 특성상 수요자는 항상 고사양을 원함으로 비용과 수요자 요구 간의 절충(Trade-off)을 통한 '적정 사양' 결정 기준과 근거가 제시되어야 하나 관련 내용 부족



주) 표시는 사업참여의향 조사 시, 시스템/본체 주관연구개발 참여의향기관 제출한 산업체임

[그림 3-5] 주관부처가 제시한 동 사업 시스템 및 본체 산업체 수요 발굴 및 기획 검토 절차

출처: 기획보고서, p.61

○ 현재 해상도/추진계 등에서 제시된 규격이 "가장 타당한 규격"인지 근거 제시 부족

- 최초 예타 수립 근거 - 현재안 도출 근거 - 변경 사유(해상도/추진계 변경 등)를 중장기 계획 기반으로 비교 제시하여야 하나 관련 내용 미흡

- 환경탑재체에서 '픽셀의 지상 대응'과 '관측영역(coverage)' 개념을 분리해 명확히 기능을 설명해야 하나 "공간해상도 4.5km×5km"로만 표기하여 혼동을 유발하는 등 구현 성능의 장단점을 명확히 보여주지 못하는 한계도 있음

□ 주관부처는 종래 천리안위성 2B호의 탑재체 한계를 동 사업 6호기가 극복함으로써 과학기술적 효용이 발생한다고 언급하고 있으나 구체성이 부족한 한계가 존재

○ 주관부처는 2B호의 해상력 한계를 6호가 극복함으로써 환경·해양탑재체 모두 관측 정확도가 향상됨에 따라 "세계 최고 수준의 기후·환경 연구 등이 가능할 것으로 기대"된다고 하나 제시한 내용은 동 사업의 연장선상에 있는 천리안위성의 성과와 무관한 과거 연구 발췌로 설득력이 부족함

- 예를 들어, 주관부처는 환경탑재체의 MODIS-OMI 융합 산출물을 활용한 에어로졸 높이 민감도 향상 연구를 예시하였으나[137], 2009년 발표 논문으로 동 사업의 성과물도 아니고 동 사업의 천리안위성 6호기가 필수불가결한 연구 내용도 아님

○ 주관부처는 해양탑재체의 경우 천리안위성 1호와 2B호만으로는 누적 관측 기간이 짧아(<20년) 지구온난화에 의한 해양생태계 변화를 명확히 진단하는 데 한계가 존재한다고 주장하고 있으나 애당초 대조군이 없는 지구온난화를 단순히 장기 데이터 누적으로 분석할 수 있다는 논리나 근거 제시는 부족함

□ 주관부처는 해양·환경 탑재체 동시 관측을 통한 동시 활용을 제시하고 있으나 기술적인 근거 기반 제시가 불분명함

○ 환경탑재체(UV, VIS, 산소 b-밴드)가 흡광성 미세가스와 에어로졸 추정에 최적화되어 있으며, 해양탑재체(VIS, NIR-SWIR, 산소 a-밴드, 편광)는 입자 크기, 광두께 및 해색 분석에 강점이 있다는 설명은 적절하나 양 탑재체의 산소 흡광과 편광 정보를 융합하는 접근은 별개의 사안임

○ 개별 탑재체의 측정 결과 융합(fusion)은 단일 탑재체에서 동시 측정하고 정보를 통합 운영하는 상황과 달리 관측데이터의 실시간 공유와 정보처리 역량이 바탕이 되는 상황에서 효과를 발휘할 수 있어 제시한 동시 운용 효과 및 효용의 구체성이 부족함

- 주관부처가 제시한 해양 대기보정 오차 절감이나 식물성플랑크톤 종 분류가 가능하게 되는 부분은 바람직한 방향일 수 있으나 대기보정 오차 절감의 효용이 무엇

137) Satheesh, S.K., *et al.* (2009). J. Geophys. Res., 114, D05209.

인지 알 수 없으며 해양 먹이망 및 수산 자원 변동성 예측이 가능하다는 주장의 근거도 부족함

□ 동 사업에서는 완전전기추진체의 중량, 부피 절감 혜택을 누릴 수 없는 하이브리드 추진계를 계획 중이며 차기 완전전기추진체 기술을 확보하는 중간단계로서 사업 수행의 가치를 제안하고 있으나 완전전기추진체 기술 확보에 대한 기술로드맵 등 기술확보전략 제시는 충분하지 않음

○ 동 사업 기획과정에서 시스템 및 본체 '전문가 협의체'와 '총괄기획위원회'는 '개발 방향' 관련 "완전 전기추진으로 추진하기에는 기술적 난이도, 성숙도에 문제가 있을 수 있으므로 하이브리드로 추진 고려"한다거나 "대내외 동향 등 고려 시"에 "국내 산업의 보유 역량 및 R&D 사업 추진 필요성 논리 강화 등을 고려하여 하이브리드 추진시스템 선정은 타당"하다는 구체적인 근거가 미약한 설명만 제시하고 있어 의사결정 경위를 파악할 수 없는 문제점이 있음

- '4차 총괄기획위원회'에서는 "전기추진과 화학추진이 병합된 하이브리드 방식의 도입은, 두 기술의 병행 개발이라는 의미"라는 언급이 존재하나 이 또한 불분명함

○ 주관부처는 천리안위성 3호기에서 하이브리드 추진시스템을 개발 중이라고 하나 해당 추진시스템은 수입 부(분)품의 조립 형태로 동 사업의 하이브리드 추진시스템 및 추력기 국내 개발의 불확실성을 근본적으로 해소할 수 있는 상황도 아님

- 기획보고서는 "천리안위성 3호의 하이브리드 추진시스템 체계개발 성과 기술이전 등을 통한 연계 및 스페이스파이오니어 사업의 이원추진제 추력기(화학) 및 전기 추력기(전기) 성과물 적용 등 연계 추진"한다고 설명하고 있으나, 수입 부(분)품으로 개발되는 천리안위성 3호기의 추진시스템으로부터 성과연계가 되는 국산화를 시도하는 동 사업의 대상 및 방식을 구체적으로 알 수 없음

○ 이에 따라 동 사업에서 하이브리드 추진체 개발에 따른 경험이 축적된다고 해도 국내 독자적인 완전전기추진체 기술개발에 어떻게 기여될 수 있는지 명확하지 않음

- 부처는 체계개발 사업 측면에서 동 사업에서 적용된 하이브리드 추진계 기술이 천리안위성 3호 후속(35년 개발 착수)의 완전전기추진계에 연계 적용될 것으로 계획을 제시[138]하였으나 완전전기추진계 기술은 사양과 구조가 달라 실제 연계가 가능한지 불투명하여 하이브리드를 거쳐 완전전기추진계로 가는 방안이 합리적인지 등 구체적인 비교 검토가 필요하나 해당 내용 제시는 부족

138) 부처 3차 질의 답변서 (p.68~p.69)

천리안위성 6호 추진계 → **천리안위성 3호 후속위성 추진계**

하이브리드(화학+전기) 추진시스템 기술 확보 → **완전전기추진시스템으로의 기술 고도화 및 확보**

번호	기술	착수('27)	완료('33)
1	화학/전기 추진계 설계 요구사항 분석 및 규격서 개발 기술	3	8
2	화학/전기추진계 통합 조립 기술	6	8
3	화학/전기추진계 통합시험 검증 기술	6	8
4	본체/위성체 통합시험 지원 기술	6	8
5	발사장 작업 지원 기술	3	8
6	위성체 발사초기운영 및 궤도상시험 지원 기술	3	8
7	화학추진계 형상 설계 기술	6	8
8	화학추진계 구성품 설계/선정 기술	5	8
9	화학추진계 운영 설계 기술	5	8
10	화학 추진계 열해석 기술	6	8
11	화학추진계 유동해석 기술	6	8
12	화학 추진계 배기가스해석 기술	6	8
13	화학추진계 성능해석 기술	5	8
14	전기추진계 형상설계 기술	5	8
15	전기추진계 구성품 설계/선정 기술	5	8
16	전기추진계 운영 설계 기술	5	8
17	전기추진계 열해석 기술	5	8
18	전기 추진계 유동해석 기술	5	8
19	전기추진계 배기가스해석 기술	5	8
20	전기추진계 성능해석 기술	5	8
21	화학추진계 추진제탱크 어셈블리 설계/해석/제작/검증 기술	5	8
22	화학추진계 가압제탱크 어셈블리 설계/해석/제작/검증 기술	5	8
23	화학추진계 압력제어 어셈블리 설계/해석/제작/검증 기술	5	8
24	화학추진계 추진제격리 어셈블리설계/해석/ 제작/검증 기술	5	8
25	화학추진계 액체원지점엔진 어셈블리 설계/해석/제작/검증 기술	5	8
26	화학추진계 반동제어추력기 어셈블리 설계/해석/제작/검증 기술	5	8
27	화학추진계 티타늄 배관망 어셈블리 설계/해석/제작/검증 기술	8	8
28	화학추진계 고온 단열재 제작/조립/장착 기술	8	8
29	전기추진계 추진제 탱크 어셈블리 설계/해석/제작/검증 기술	5	8
30	전기추진계 유량제어 어셈블리 설계/해석/제작/검증 기술	5	8
31	전기추력기 어셈블리설계/해석/ 제작/검증 기술	5	8
32	전기추진계 전원공급장치(PPU) 설계/해석/제작/검증 기술	5	8
33	전기추진계 배관망 어셈블리 설계/해석/제작/검증 기술	8	8
34	전기추진계 고온 단열재 제작/조립/장착 기술	8	8

기술	착수('35)	완료('41)
①완전전기추진 시스템 설계 및 해석기술 ②안전모드 완전전기추진 시스템 설계 및 해석기술 ③완전전기추력기 플룸 해석 및 영향 분석 기술	6	8
④완전전기추진 시스템 제작 조립 기술 ⑤안전모드 완전전기추진 시스템 제작 조립 기술 ⑥발사장 작업 및 추진제 주입 기술	6	8
⑦완전전기추진 기반 정지궤도 천이 기술	5	8

[그림 3-6] 천리안위성 6호 추진계 관련 기술 현재/목표 TRL

출처: 부처 3차 질의 답변서, p.69

- [그림 3-6]을 보면 시간흐름상 '천리안위성 6호 하이브리드 추진계' 기술(종료 시점 TRL 8달성)이 '천리안위성 3호 후속위성 추진계' 기술로 완전히 연계되는 것으로 보일 수 있으나 실제 '천리안위성 3호 후속위성 추진계' 착수 시점의 TRL은 6으로 규모, 사양 등이 달라 '천리안위성 6호 추진계 목표 달성(TRL 8) 기술을 그대로 사용할 수 없는 상황

- 정부 전체 R&D 전략 차원에서 대형 위성급 '완전전기추진계' 국내독자기술 확보 전략 제시와 연구개발[139], 체계개발 사업간의 역할 분담 등의 로드맵 제시가 필요하나 확인되지 않음

○ 또한, 시스템/본체는 민간기업이 주관연구개발기관으로서 기술개발 경험을 보유하게 되는데 기술개발 경험 이전 방법을 사전 명확히 설정해 놓지 않을 경우 차후 타기관이 완전전기추진체를 적용한 정지궤도위성개발 사업을 수행 시 본 사업의 기술개발 경험이 사장될 가능성도 있음

□ 전기추진시스템 확보 불가 시 기술격차가 대폭 확대된다고 주장하고 경과 과정으로서 하이브리드 추진계 개발을 추진하나 전기추진계 국내 기술 자립 가능성에 대한 객관적 평가와 전략 수립이 선행된 후 기술개발 추진 필요

○ 완전 전기추진으로 가는 징검다리라는 명목하에 추진되는 하이브리드(화학+전기) 추진체계는 시스템 복잡성 증가, 효율적인 기술운용 감소 등의 위험도 있음

- 화학계와 전기계의 이질적인 두 추진 메커니즘을 정지궤도의 극단적인 우주 환경에서 동시에 통합·운용해야 하는데 이는 오히려 개발 리스크와 비용이 가중될 수 있어 철저한 사전 준비 필요

□ 기후부 등 환경탑재체의 정책 기여 효과는 일부 타당한 내용이 포함되어 있으나 기존 천리안위성 2B호기 위주로 제시되어 있으며 동 사업 천리안위성 6호기만의 특장점의 제시는 구체성이 부족하며, 해양탑재체의 관측자산 기능에 대한 설명은 일부 해양영토 주권수호 등 과도하게 정책 후광 효과를 강조하여 적절한 설명의 제시로 보기 어려움

139) 대형 고출력 전력 시스템 및 전기 추력기(Hall/Ion Thruster) 등 완전전기추진계 핵심기술 독자 역량 확보를 위한 연구개발 방안 등

<표 3-12> 부처 제시 추진시스템 비교표(산업체 개발역량 포함)

구 분		하이브리드시스템	완전 전기추진시스템
성능/규격	발사중량(추진제 중량)	약 3.7톤 (약 2톤)	약 2.5톤 (약 1톤)
	전력생성량	2.74kW @ 전이궤도 5.2kW @ 임무 말(GK3 기준)	7.13kW @ 전이궤도 5.50kW 이상 @ 임무 말
	태양전지판	2기 (2패널)	2기 (3패널)
	국내 검증 시설 유/무 주1)	O	X
비용 주2)	추진시스템 개발비	약 592억 원	약 670억 원
	화학추진시스템 대비 추가 하드웨어 개발 비용	약 45억 원 (태양전지판, 전력계 유닛)	약 108억 원 (태양전지판, 전력계 유닛)
	발사비/보험료	약 1,126억 원	약 670억 원
	신규 구조/성능 플랫폼 검증 비용	-	약 170억 원
	소계	약 1,718억 원	약 1,447억 원
일정	발사~IOT 기간	7개월	13개월
R&D 요소 주3)	시스템 개발	(GK3 플랫폼 적용)	신규 플랫폼 설계/제작/검증
	부(분)품 개발	(화학) 이원추진제추력기 (전기) 추력기 우주검증 /신규 국산화	(전기) 추력기 우주검증 /신규 국산화
산업체 시스템 개발 역량	설계 및 해석	**수행 가능** **(산학연 협력 수행 필요)**	**수행 불가능**
	조립/시험	**수행 가능** **(산학연 협력 수행 필요)**	**수행 불가능**

주1) 태양전지판 3개 패널 완전전개 시험이 가능한 규모의 시설 유/무를 뜻함
주2) 하이브리드시스템은 현재 기획('25년), 완전 전기추진시스템은 선행기획('24년) 기준으로 작성되어 향후 실제 견적서 확보 등을 통해 증감될 수 있음
주3) 천리안위성 3호, 천리안위성 5호 등 타 정지궤도위성과의 차별적인 사항 고려

출처: 부처 기획보고서, p.654

○ 주관부처가 제시한 GCOS[140] 핵심기후변수(ECV)[141]는 기후변화 감시 및 평가를 위한 국제 표준 관측항목으로, 우리나라 각 부처·기관에서 생산되고 있는 핵심기후변수(총 96개) 중 천리안위성 2B호기의 기여를 서술한 것으로 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」에 따른 "핵심기후변수 감시항목 확대"에서 동 사업의 기여 등 일부 정책기여 효과가 있고 제시된 내용 자체는 타당하나, 동 사업 천리안위성 6호기의 효과에 대해서는 개요적인 "정확도 높은 추가 정보"의 언급에 머물러 있음

140) Global Climate Observing System : WMO, UNESCO 등에서 공동 운영하는 전지구 기후감시 협력 프로그램
141) Essential Climate Variables

○ 천리안위성 2B호기의 “해양탑재체(GOCI-II)는 도서 및 배타적 경제수역(EEZ)의 실시간 해양재난 대응 및 해양영토 주권 수호를 위한 핵심 관측자산으로 기능”한다는 주관부처의 설명은 구체성이 부족하며 해당 논리에 따르면 정지궤도 위성이 아니더라도 기여 여지가 일부라도 있다면 부분 유효할 수 있으므로 적절한 설명의 제시라고 보기도 어려움

- 주관부처는 “위성정보는 선박을 통한 조사의 시·공간 해상도 한계를 극복하는 데 중요한 정보로 활용”된다면서 “천리안 해양위성은 세부적인 해양활동 감시에는 한계가 있다“는 등 모순된 설명을 제시
- 주관부처는 천리안위성 2B호기 대비 동 사업 천리안위성 6호기의 해양탑재체가 분광밴드가 세밀화되어 해양현안 대응능력 향상을 주장하나 분광밴드 세밀화가 신속한 대응력 확보와 어떠한 상관관계가 있는지 구체적인 설명은 부족

□ 환경탑재체 해상도 성능 등 일부 기술적 향상 메커니즘의 구현 방식이 실사용자 요구를 반영한 최적 사양 인지 및 구체적 향상 내용에 대한 근거 제시 필요

○ 관측파장 분해능 규격(≤0.6 nm FWHM)이 기존과 동일함에도 불구하고 관측성능을 향상시킨다고 하는데 실사용자 요구조건에 부합하는 과학기술적인 최적 사양인지 제시는 부족

- 주관부처는 관측파장 분해능은 천리안위성 2B호와 동일하나 망원경부 초점길이, 광학구경 등의 광학계 설계변경을 통하여 공간해상도를 향상한다고 설명[142)]
- 주관부처는 데이터 처리 알고리즘 개선, 보정 기술, 센서 SNR 최적화를 근거로 성능향상이 가능함을 제시하였으나 본 사양이 사용자 요구조건으로부터 과학적으로 도출된 최적 사양인지 근거 제시는 부족

○ 망원경부 및 분광부의 천리안위성 2B호 대비 설계 변경된 내용이 실제 사업기간 내 구현이 가능한지에 대해 기술적으로 검증된 내용이 부족하여 실제 적용 가능 여부 판단이 어려움

- 부처는 천리안위성 2B호 기반의 설계 변경 타당성 검토가 완료되었음을 언급하나 사업 기간 내 실제 구현 가능 여부 및 설계 변경에 따른 제작 일정 영향 평가가 수행되었는지는 근거 미약

142) 부처 1차 추가 질의답변서, p22

□ 해양탑재체 신규 채널 도입에 따른 설계변경, 데이터 처리량 급증, 전자부 과부하 처리 등 사업일정 지연으로도 직결될 수 있는 기술적 위험에 대한 적절한 기술적 대응 방안 제시 필요

○ 관측 채널이 기존 12개에서 16개로 늘어나고 편광채널(5개 채널)이 신규 도입되면서 광학계 구조가 전면 재설계(SiC 텔레스코프 및 필터휠 설계 변경)되며 이 휠의 구동 및 정밀 제어 메커니즘에서 물리적 마모나 구동 오류가 발생할 위험이 크나 관련 대응 및 기술확보 방안 제시 불충분

○ 검출부에 'On-chip ADC(아날로그-디지털 변환기)'를 적용하여 대용량 영상 데이터를 디지털로 직접 수집·전송하도록 설계가 변경됨. 채널 증가로 인해 데이터 처리 역량과 전자부 전원공급/제어 회로의 복잡성이 증가하여 신호 간섭이나 열 발생 위험이 크나 관련 대응 및 기술확보 방안 제시 불충분

○ 단파적외선(SWIR) 및 가시광선/근적외선 채널이 구름 등으로 인한 해양 관측 오차를 해결하기 위해 추가되는데 다중 채널들이 융합되어 실제 오탐지를 줄일 수 있는 기술역량 보유 여부 제시 부족

- 오탐지율 감소 및 고신뢰성 검증을 위해 알고리즘 역량 및 필터 국산화 완성도가 높아야 하나 관련 내용 제시 부족

□ 기존 천리안위성 2B호 대비 관측성능 향상을 위해 해양탑재체 신규 채널이 도입되는데 실제 사회경제적 수요 반영 여부 제시 부족

○ 천리안위성 2B호 대비 신규채널 도입이 필요한 이유를 재난 피해저감 등 국민 편익 향상으로 설명하고 있는데 해당 신규채널 및 성능향상으로 천리안위성 2B호 대비 추가적으로 고유하게 편익 향상 정도 제시 필요

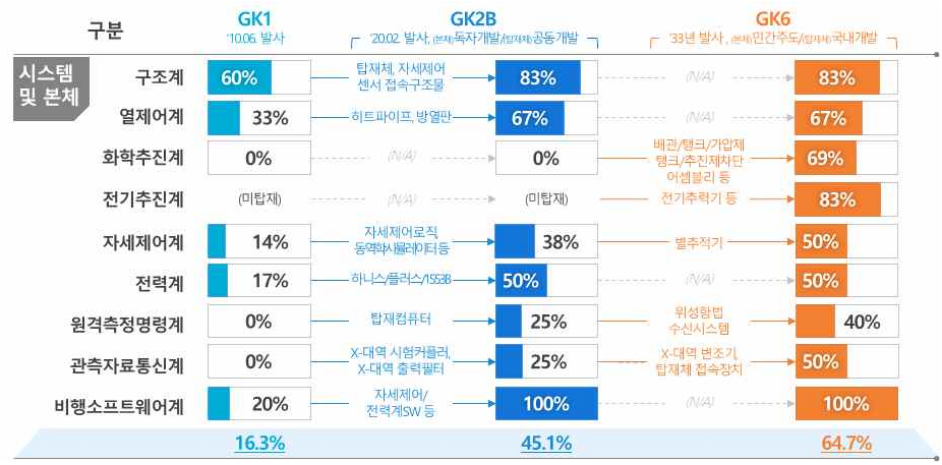
○ 신규 채널 도입에 따른 성능 향상 및 국민 편익(재난 피해 저감, 해상교통 안전 향상 등)은 기술되었으나, 기존 편익 대비 신규 도입으로 인한 '편익의 순변화(Incremental Benefit)'가 산출되지 않음

- 기획보고서상에 단순히 '강화', '제고', '저감' 등 추상적 용어만 반복되고 있어, 재난 피해 저감 등에 따른 실질적 경제적 효과(화폐 가치화된 금액) 제시가 필요

(2) 국산화

□ 해외 의존 핵심기술의 국산화를 단기에 달성하는 목표로 기술확보방안 등을 제시하였으나 실현 가능성에 불확실성이 존재

○ 기존 100% 해외 의존 품목이었던 본체 추진시스템(화학, 전기) 기술의 국산화율을 단기간 내 0%에서 70% 수준으로 확대하겠다는 목표를 제시하였으나, 세부 실행 방안에 대한 구체적 자료가 없어 실현 가능성 판단 어려움



[그림 3-7] 부처에서 제시한 천리안위성 2B호 대비 국산화율 목표

출처: 부처 1차 질의 답변서, p.12

- 천리안위성 2B호 대비 100% 해외에 의존하던 추진시스템(화학, 전기) 기술을 국내에서 개발하고 국산화율을 0→70% 수준으로 확대, 그 외에도 국산화율 50% 미만인 자세제어계, 원격측정명령계 및 관측자료통신계 기술에 대해서도 개발 집중 및 국산화율 향상 제고[143]

□ 시스템/본체, 탑재체 관련 핵심기술이 체계개발에 원활하게 적용되기 위해서는 타당한 기술확보 전략인지 사전 구체적으로 철저하게 검증 필요

○ 미소진동 저감 구조 설계 기술확보 방안으로 국내주도 전략을 제시하였는데 통상적으로 국내주도 기술개발하는 방식과 달라 실제 국내 기술확보의 실효성 미약

- 부처는 '미소진동 저감구조 설계기술' 기술확보방안 관련 기술성숙도 평가결과 자료[144]에서는 "개발은 해외추진, 설계/해석/검증은 국내수행으로 국내주도로 확보"로 명시하였으나 1차 질의답변에서는 "설계 및 개발은 해외에서 추진하되 해석/검증은 국내에서 수행[145]"한다고 설계업무에 대한 상이한 내용을 제시

143) 부처 1차 질의 답변서(p.12)

144) 부처 1차 질의 답변서 17번 별첨자료

- 또한, 통상적으로 설계자가 해석을 수행하고 제 3자가 결과를 검증하는 것이 정상적인 엔지니어링 프로세스이나 국내는 해석/검증을 담당하여 설계업무는 해외 수행으로 보이며 이 경우 국내주도로 명시하였으나 실질적인 설계기술 국내 확보 여부 불확실

□ 탑재체에 설정된 국산화 목표의 경우 실질적 국내주도 가능성을 높이기 위한 상세한 전략 제시 부족

○ 기술확보방안이 국내주도이나 제조 없이 설계/조립 및 검증만을 수행한다고 명시된 경우 실제 구체적인 상황에서 체계개발 및 기술확보가 가능한지 의문시되며 충실한 적절성 검토와 내용 제시가 필요

- 국내주도라고 명명되었으나 제조 능력 없이 단순 부품 도입으로 기술확보한 경우 오류 발생 시 독자 대응 등 독립적이고 완성도 높은 국내 역량 확보가 가능한지 의문

○ 국내주도로 국산화 달성 목표를 제시한 사례 중 환경탑재체와 같이 기술난이도가 높은 경우*는 단순 부품조립 수준을 국내주도의 국산화 달성으로 표현한 것인지 제조 능력까지를 포함한 독자 완성이 가능한 수준을 의미하는지 불명확하여 실제 달성 가능한 기술확보 내용을 구체적으로 제시 필요

* 천리안위성 2B호 체계개발 시 미국 항공우주기업 “볼 에어로스페이스 & 테크놀로지스(BATC)”와 의도적으로 공동개발 추진하여 기술확보해야 할 정도로 기술의 난이도가 높음

※ 단순 부품 조립 수준이라면 국산화 자립이 가능한 구성 부분품의 비용기준 점유율 제시가 필요

(3) 과학기술적 유사중복 검토 적절성

□ 정지궤도위성 체계개발 수행이라는 측면에서 ‘정지궤도 기상위성·우주기상 위성 개발사업’, ‘정지궤도 공공복합통신 위성 개발사업’ 등과 동 사업은 유사성이 있으며 임무, 성능의 부분적 차이 설명 차원에서만 비교 사례 제시하여 정부 R&D의 종합적 관점에서 차별성을 보여주는 데에는 한계

○ 시스템/본체 차원에서 기존 정지궤도위성사업과 차별성이 있는 추진계 내용을 비교하고 있으나 정부 R&D 차원의 추진계 연구개발 로드맵, 실행 측면에서 상이한 추진계 시스템 적용 근거 명확하지 않음

- 추진계 적용 측면에서 국산화 정도, 주관연구개발기관 등이 상이하기는 하지만 하이브리드(‘천리안위성 3호’) ⇒ 화학(‘천리안위성 5호’) ⇒ 하이브리드(‘천리안위성

145) 기획보고서 및 부처 1차 질의 답변서(p.41)

6호')로 계속 변경되어 일관성이 낮아 보이는 점이 있는데 정부 R&D 전략 차원에서 변경한 근거 제시는 부족

○ 국산화 측면에서도 유사 임무라는 측면에서 천리안위성 1호, 2호 대비 개선 비율만 제시하고 천리안위성 3호, 5호 등과의 단계적 국산화율 증가, 부체계, 세부기술별 단계적 차별화, 유사내용에 대한 종합적인 분석은 미비

<표 3-13> 핵심기술 기술향상 방안(본체)

구 분			기술향상 방안
본체	구조계	미소진동 저감 구조 설계 기술	- 제어모멘트자이로 개발 경험 등을 통해 해외 도입품을 분석/통합하여 국내주도 개발 - 앞서 진행되고 있는 **천리안위성 5호의 개발 경험을 추가 활용**
	자세 제어계	태양전지판구동기 미소진동하중 저감장치 설계/해석/제작/검증 기술	- 설계/해석/검증은 국내주도로 개발 및 기술 확보 - **천리안위성 5호, 6호 국내주도 개발로 통합된 구성품 실 운용**
	비행 소프트웨어계	향상된 위성오류관리 지원을 위한 SW 아키텍처 설계 기술	- **필요 기술에 대해 천리안위성 5호 개발 간 기술이전** - 정지궤도 위성 비행소프트웨어 대한 헤리티지 확보하고, 실 운용

출처: 부처 2차 질의 답변서, p.37

□ 우주기술 국산화 및 원천기술 확보에 주안점을 둔 '스페이스파이오니어 사업'의 연구성과물을 체계종합 및 실증에 초점을 둔 동 사업에 적용할 계획이나 타 정지궤도 위성 사업에 선행 적용되는 '스페이스파이오니어 사업' 연구성과물은 동 사업의 국산화 및 R&D 성과로 보기는 어려움

○ 동 사업에서 스페이스파이오니어 사업을 포함한 기존 R&D 성과의 실증이 진행된다면 개발된 기술의 우주 헤리티지 확보에 기여한다는 점에서 R&D 사업으로 추진할 수 있는 여지가 있음

- 우주분야는 검증된 부품의 사용이 중요하므로 국내 개발성과의 실증 R&D가 요구됨

○ 스페이스파이오니어사업의 경우 타 위성사업에서 선행 적용, 동 사업의 요구규격 조건 미충족의 위험이 발생할 경우 연구개발로서 본 사업 추진의 의미가 퇴색

- 별추적기, 이원추진제 추력기, 전기추진시스템, GNSS 수신기 4개 성과물 연계 적용 추진하여 기술성숙도를 제고하려 하나 타 정지궤도위성 사업에 선행 적용, 동 사업의 요구규격 불일치 등으로 실효성 낮을 수 있음

- 전기추진시스템과 GNSS 수신기는 전원공급 장치의 소모전력 요구규격 불충족과 1PPS 정확도 요구규격 불충족 등의 사유로 천리안위성 6호의 요구규격을 충족시키지 못할 가능성을 배제하기 어려움[146)]

<표 3-14> 추진시스템 비교표(타 위성 대비 차별적인 고려 사항 표시)

구 분		하이브리드시스템	완전 전기추진시스템
성능/규격	발사중량(추진제 중량)	약 3.7톤 (약 2톤)	약 2.5톤 (약 1톤)
	전력생성량	2.74kW @ 전이궤도 5.2kW @ 임무 말(GK3 기준)	7.13kW @ 전이궤도 5.50kW 이상 @ 임무 말
	태양전지판	2기 (2패널)	2기 (3패널)
	국내 검증 시설 유/무 주1)	O	X
비용 주2)	추진시스템 개발비	약 592억 원	약 670억 원
	화학추진시스템 대비 추가 하드웨어 개발 비용	약 45억 원 (태양전지판, 전력계 유닛)	약 108억 원 (태양전지판, 전력계 유닛)
	발사비/보험료	약 1,126억 원	약 670억 원
	신규 구조/성능 플랫폼 검증 비용	-	약 170억 원
	소계	약 1,718억 원	약 1,447억 원
일정	발사~IOT 기간	7개월	13개월
R&D 요소 주3)	시스템 개발	(GK3 플랫폼 적용)	신규 플랫폼 설계/제작/검증
	부(분)품 개발	(화학) 이원추진제추력기 (전기) 추력기 우주검증 /신규 국산화	(전기) 추력기 우주검증 /신규 국산화
산업체 시스템 개발 역량	설계 및 해석	수행 가능 (산학연 협력 수행 필요)	수행 불가능
	조립/시험	수행 가능 (산학연 협력 수행 필요)	수행 불가능

주1) 태양전지판 3개 패널 완전전개 시험이 가능한 규모의 시설 유/무를 뜻함

주2) 하이브리드시스템은 현재 기획('25년), 완전 전기추진시스템은 선행기획('24년) 기준으로 작성되어 향후 실제 견적서 확보 등을 통해 증감될 수 있음

주3) 천리안위성 3호, 천리안위성 5호 등 타 정지궤도위성과의 차별적인 사항 고려

출처: 부처 1차 질의 답변서, p.65

146) 단, 후자의 경우 Clock bias 보상을 위한 알고리즘 적용으로 개선 여지는 있음

<표 3-15> 탑재체 및 추진시스템 국산화율 목표(천리안위성 2호 대비)

구분	서브시스템	국산화율	
		천리안위성 2호	천리안위성 6호
본체	화학추진계	0%	69%
	전기추진계	(미탑재)	83%
환경탑재체	센서계	33%	67%
	전자계	50%	100%
해양탑재체	센서계	7%	71%
	전자계	50%	100%

출처: 부처 2차 자문회의 발표자료, p.13

- 4개 성과물 모두 타 정지궤도 위성에도 선행 적용되어 본 사업을 통한 기술성숙도 향상의 효과가 크다고 할 수 없음

<표 3-16> 스페이스파이오니어 사업과 정지궤도위성 사업의 R&D 역할 구분

구 분	연구개발 역할 및 주안점
스페이스파이오니어 사업	○ 우주기술 국산화 및 원천기술 확보 • 위성 본체 및 탑재체 등에 필요한 16개 국가우주중점기술 개발 • 해외 의존도가 높은 핵심부품의 국산화 설계 및 검증
정지궤도위성 사업	○ 특정 임무 수행을 위한 체계종합 및 실증 • 기상·해양·환경 관측 등 공공 목적의 대형 위성시스템 종합 개발 • 궤도상에서의 임무수행 성능 및 운용기술 검증

출처: 각 사업 자료(홈페이지 등) 내용을 참조하여 예타연구진 정리

<표 3-17> 스페이스파이오니어 사업 성과물 및 적용 위성 사업

기술	적용 사업	적용 연도
별추적기	정지궤도 기상위성	'31
이원추진제 추력기	정지궤도 기상위성	'31
전기추진시스템	경사궤도/정지궤도 항법위성	'29
GNSS 수신기	정지궤도 공공복합통신 위성	'27년 이전

출처: 스페이스파이오니어 사업 홈페이지(https://www.kari.re.kr/kor/contents/75) 등을 참고하여 예타연구진 정리

- 동 사업은 사업 초기인 시스템설계검토(SDR) 시점('27. 12)에 국산화 또는 해외 부(부)품 구입 여부를 최종 결정할 예정으로 해당 시점까지 국산화 기술개발이 완료되지 않을 경우 동 사업 적용이 어려울 수 있는 난점이 있음

※ 자세제어계의 '미세진동 저감 구조'의 경우 기획보고서상 SDR 시점이 촉박하여 SDR 시점에 위성의 미세진동 저감을 위한 조건도 수립되지 않을 가능성이 높고 SDR시점에 국산화 추진 여부 최종 결정한다면 해외구매로 전환될 가능성 높음

3. 성과지표의 적절성

□ 기획보고서가 시스템/본체, 환경·해양탑재체의 목표 성능은 어느 정도 제시한 것으로 볼 수 있으나 세부활동에 해당하는 WBS 상 하위 작업의 성과지표가 적절하게 제시되었다고 보기 어려움

○ 주관부처는 시스템/본체, 환경·해양탑재체의 목표 성능은 개괄적으로 제시하였음이 확인되나 하위 계층의 작업별 성능/성과지표의 제시는 단편적으로만 제시됨

<표 3-18> 천리안위성 2B호-천리안위성 6호 시스템 및 본체 주요 사양 비교

구분	천리안위성 2B호	천리안위성 6호	비고
임무수명	10년	**10년**	-
임무	환경 및 해양 관측	**환경 및 해양 관측**	- 환경 및 해양 동시 관측
임무궤도/주파수	정지궤도 (위성운용경도 동경 128.2도)	**정지궤도 (위성운용경도 동경 128.2도)**	-
추진방식	화학추진	**하이브리드 추진 (화학+전기)**	- 전이궤도 화학 추진 사용
임무시간	매 시간 당 환경/해양 각 30분	**환경·해양 동시 관측**	-
버스전압	50V	**100V**	- 전압 상승에 따른 전력선의 전력손실 저감
위성체 크기	2.9m × 2.4m × 4.6m	**3.7m × 2.5m × 4.6m (TBD)**	-
발사중량	약 3.5톤	**약 3.7톤**	-

출처: 기획보고서

○ 기획보고서는 업무분해도(WBS) 상 하위 계층의 세부활동에 대한 목표성능은 물론 논문·특허 등 산출성과에 대해 제시하지 않음

- 시스템/본체의 경우 열제어계, 추진계 등에서 추진계의 액체원지점엔진의 “추력 425N 급, 비추력 320s 급 성능 필요” 등 단편적인 주요 규격이 언급되기는 하나, 사업 관리, 체계 공학, 체계통합/시험, 제품보증, 관제 및 전처리시스템, 본체 종합, 구조계, 자세제어계, 전력계, 원격측정명령계(DHS), 원격측정명령계(RF), 비행소프트웨어, 관측자료통신계에서 구체적인 성능 및 규격 목표를 제시하지 않음

<표 3-19> 천리안위성 2B호-천리안위성 6호 환경탑재체 주요 사양 비교

구분	천리안위성 2B호	천리안위성 6호	비고
임무수명	10 years after IOT	**10 years after IOT**	- 검출기 성능 열화를 고려한 임무 수명 규격
공간 해상도	7(N/S) × 8(E/W)㎞ @서울	**4.5(N/S) × 5(E/W)㎞**	- 해상도 약 2배 증가에 따른 동(洞)단위 수준 정보 제공 가능
관측영역	N/S Range: 5S to 45N(7.78°) E/W Range: 75E to 145E(11.8°)	**N/S Range: 13N to 45N(4.76°)** **E/W Range: 90E to 145E(8.95°)**	-
관측주기	8회/1일 (한반도 및 주변 : 30분)	**10회/1일** **(한반도 및 주변 : 60분)**	- 환경·해양 동시 관측
관측파장 범위	300~500㎚	**300~500, 540~740㎚**	- 산출물 정확도 향상 - 건강 영향 차원 상세 정보* 제공 * 지표 부근(~2km) 오존, 에어로졸 분류 - 야간 조도 추가 산출
MTF	> 0.3 at Nyquist	**> 0.3 at Nyquist**	-
신호대 잡음비 (SNR)	> 252 @ 300㎚	**> 340 @ 600 ㎚**	-
관측파장 분해능	≤ 0.6 nm FWHM	**≤ 0.6 nm FWHM**	-
관측파장 안정도	< 1/10 spec. pix	**< 1/10 spec. pix**	-
복사보정 정확도	< 4%	**< 4%**	-
무게	160㎏	**<180㎏**	- 탑재체 성능 증가에 따른 크기 및 전력 증가
부피	1.2×1.1×0.9㎥	**1.4×1.1×1.2㎥**	
전력	<200W	**<250W**	

출처: 기획보고서

<표 3-20> 천리안위성 2B호-천리안위성 6호 해양탑재체 주요 사양 비교

구분	천리안위성 2B호	천리안위성 6호	비고
해상도	250m	**250m**	-
관측영역	2,500km x 2,500km	**2,500km x 2,500km**	-
관측주기	10회/1일 (한반도 및 주변 : 20분), 1회/1일 (전구 : 170분)	**10회/1일 (한반도 및 주변 : 40분), 1회/1일 (전구 : 270분)**	- 환경·해양 동시 관측
관측 채널 수	12	**16 (380nm ~ 1,030nm) + 편광 5채널**	- 해무 관측, 녹조/갈조 분류 등 해양 관측 정확도 향상
MTF @ GOCI-III	> 0.25	**> 0.25**	-
신호대 잡음비 (SNR)	~1,000	**~1,000**	-
무게	< 150kg	**< 175kg (TBD)**	- 구동부 전자부, 필터휠 설계변경 반영하여 무게 증가
전력	< 250W	**< 325W (TBD)**	- 구동부 전자부, 필터휠 설계변경 반영하여 전력 증가
부피	1,520mm x 1,005mm x 908mm	**채널 & Radiator 크기 증가에 따라 Volume 증가**	- 필터휠 설계변경에 따른 증가
텔레 스코프	SiC 텔레스코프	**SiC 텔레스코프**	- 필터휠 설계변경을 수용하기 위한 광학계 설계변경
필터휠	12채널 관측(1축 구동)	**16채널 관측 및 편광채널 추가하기 위한 설계 변경**	- 관측채널 증가를 반영한 설계변경
검출부	2D CMOS	**2D CMOS (On-chip ADC)**	- 전자부 설계 개선을 위한 검출부의 on-chip ADC 적용
전자부 주요설계	- 센서부 전원공급 - 센서부 구동부 - 센서부 검출기 제어 - 센서부 열제어 - 영상 획득(Analog data) /전송(버스) - 위성체와의 전기접속	**- 센서부 전원공급(구동부 접속 변경) - 관측채널 증가에 따른 구동부 제어 변경 - 검출기 변경에 따른 검출기 제어 변경 - 센서부 열제어 - 영상 수집 (Digital data) 및 전송 (버스) - 위성체와의 전기접속 (버스 전원 접속 변경)**	- 해양탑재체 성능 향상 및 관측 채널 증가에 따른 설계 변경

출처: 기획보고서

- 환경탑재체/해양탑재체는 하위 작업별 성능 및 규격 목표를 타 내용 대비 구체적으로 제시하고 있으나, 체계개발의 성과지표라기보다는 시방서의 개략적인 설명의 일환에 가까움
- 상위 체계의 요구 규격 내지 성능에 대한 언급이 단편적이고 파편적으로 제시되어 있으나 사업계획서 수준의 체계적인 구조화는 제시되어 있지 않음

○ 작업별 목표 기술성숙도의 제시를 동 사업 세부활동의 성과지표로 간주하기 위해서는 발사와 IOT에 상응하는 성과지표 제안이 수반되었어야 함

4. 세부활동의 기간 추정과 시간적 선후관계의 적절성

□ 주관부처가 제시한 총개발 일정(발사까지 73개월)은 천리안위성 5호와 유사한 일정으로 적절하다고 판단

○ 천리안위성 6호의 기술적 수준은 천리안위성 2B호를 기반으로 일부 사양을 고도화한 것으로, 현재 개발 중인 천리안위성 5호와는 비슷한 수준이라는 점을 감안하면 유사한 기간을 설정한 것은 적절하다고 할 수 있음

○ '상세설계 검토회의(CDR)' 및 '조립준비 검토회의(IRR)' 일정이 '사업착수(EDC)' 이후 각각 약 32개월, 44개월 경과한 시점으로 타 정지궤도위성사업(천리안위성 3호, 5호 40개월/50개월, 56개월)에 비해 촉박하여 보다 철저한 사전 준비가 필요

○ 그러나 개발일정에 환경·해양 복수 탑재체 동시활용, 하이브리드 추진시스템의 자체 개발 등의 도전적 기술개발이 포함되어 있음을 고려했는지는 불분명함

□ 일정 지연 가능성이 있는 구간의 경우 여유 기간 확보, 시험설비 및 숙련인력의 적시 공급이 될 수 있도록 철저한 일정 및 자원 관리 노력 필요

○ PDR과 CDR 사이 기간에서 핵심 탑재체의 국산화 부품 개발이나 해외 사양 확정이 늦어질 경우 CDR 단계에서 병목 현상 발생 가능

- 과도하게 낙관적인 일정 수립 경향이 있으며, 가용한 여유기간 확보가 중요한 단계라고 판단됨

○ SDR 직후 탑재체의 EM 구매 및 제작이 진행되도록 계획된 일정으로 탑재체에 대한 충분한 선행연구가 사전 수행되어 있지 않으면 초기 설계 오류나 일정 지연 초래 위험이 큼

- 이는 전반적인 탑재체 성능 설계가 SDR 이전에 완료되어야 함을 의미함

<표 3-21> 주관부처가 제시한 동 사업과 선행사업 체계개발 마일스톤별 기간소요 비교

(단위 : 개월)

천리안위성	6호기(동 사업)*			2A호기		3호기*		5호기*	
마일스톤	일정(안)	총 기간**	단위 기간***	총 기간**	단위 기간***	총 기간**	단위 기간***	총 기간**	단위 기간***
EDC	'27.4.	-							
SRR/SDR	'27.12.	8	8						
PDR	'28.12.	20	12						
CDR	'29.12.	32	12	51		40		40	
IRR	'30.12.	44	12	58	7	50	10	56	16
탑재체입고	'31.11.	55	11	69	11	55	5	58	2
PSR	'33.2.	70	15	86	17	72	17	72	14
위성발사	'33.4.	72	2	89	3	74	2	74	2
IOT	'33.12.	80	8						

* 기획 기준. 6호기 일정은 기획보고서(p.1352) 기준

** EDC부터 해당 마일스톤까지 소요기간 *** 바로 앞 마일스톤부터 해당 마일스톤까지 소요기간

출처: 부처 추가 제출 자료 및 「정지궤도 기상·우주기상 위성 개발사업 예타 보고서」'<표 3-30> 동 사업과 타 국내 정지궤도위성 개발사업 총괄일정 비교'(p.168) 활용하여 예타연구진 재구성

○ 환경/해양탑재체의 본체 입고 후 시스템 통합/조립/시험에 배정한 기간은 약 15개월이며 미소진동 시험과 2개 탑재체를 장착하는 정렬 숙련도에 따라 일정 지연 초래 가능성 있음

- 환경탑재체는 천리안위성 2호의 STM을 활용해 QM 조립/정렬/시험을 수행할 계획인데 사양 변경과 노후화 등으로 인해 실제 정렬 및 검증 단계에서 예상치 못한 기술적 부적합 문제 발생 및 일정 지연 초래 위험 있음

○ 천리안위성 2B호 대비 탑재체의 기능 개선과 더불어 무게와 소비전력도 증가하여 이에 대응할 수 있는 본체와의 인터페이스(전력, 열제어 등) 최적화 설계에 소요되는 시간에 따라 일정 지연 가능성 있음

- 천리안위성 2B호 대비 공간해상도가 약 2배 향상되고 관측 파장이 추가됨에 따라, 탑재체 무게(<180kg)와 소비전력(<250W), 부피가 모두 증가

○ PSR과 발사 시기 간 간격이 2개월로 촉박하여 지연 가능성이 높아 실제 추진 가능성에 대한 면밀한 사전 검토 필요

- 발사장 운송 준비, 위성 포장, 운송, 보험·통관·보안 절차, 발사장 입고 후 점검, 추진제 충전, 발사체 어댑터 접속, 발사체 측과의 전기·기계 인터페이스 점검 등의 통상적인 절차 수속에 2개월을 할애한 것은 매우 촉박하여 실현이 불가할 수 있는 일정이며, 특히 수출통제·운송·보험·통관 등은 불확실성을 배제하기 어려움
- 발사시기를 특정 시기로 한정하고 있으나, 발사장 운송·통관·보험·추진제 충전·발사체 접속·발사체 인터페이스 시험을 고려하면 완충기간에 대한 안배가 부족하다고 판단됨

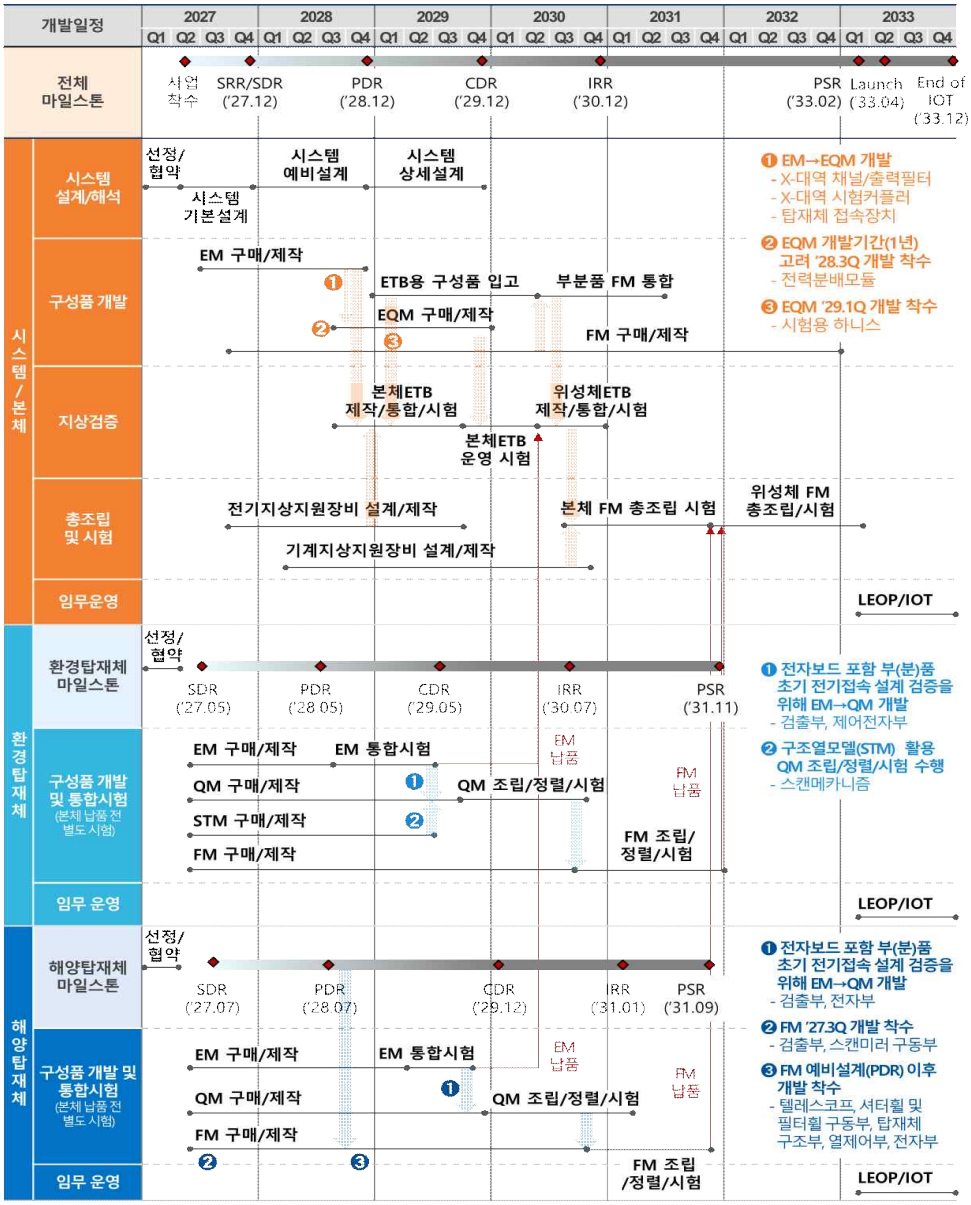
○ 탑재체 FM 납품 이후 발사까지 기간 자체는 대체로 적절할 수 있으나 FM 조립/정렬/시험 이외에 구체성이 부족

- 위성체-탑재체 전기적 인터페이스 시험, 기계적 결합 및 정렬 검증, 열진공·진동·음향·EMC/EMI·태양전지판·안테나·전개체·추진계 누설·충전 시험, 운용 시나리오 및 지상국 연계, 발사체 인터페이스, 비행소프트웨어 검증 등에 관한 수행 계획이 불분명함
- 본체 ETB, 본체 TB, 위성체 FM 조립·시험 등과 별개로 탑재체별 인터페이스 검증에 관한 사항이 구체화 되었다고 보기 어려움
- 동 사업이 IOT까지 포함한 예산을 요구함을 감안하면 발사 전 지상체계 준비와 모의운영이 체계개발 일정에 구체화되었어야 하나, 지상국·임무운영·자료처리계 개발 일정이 과도하게 단순함

□ 사업일정 계획상 선후행 업무의 배치 순서가 부적절한 경우가 있어 업무의 원활한 흐름과 논리적 연계를 위해 일정 계획 수정 필요

○ 시스템/본체 IRR이 해양탑재체 IRR보다 일정상 먼저 진행되어 추진 일정의 선후관계 조정 필요

□ SDR 이전에 EM 설계가 완료되어야 하는 일정으로 SDR 시점에 규격 요건 충족이 어려운 국산화 부(분)품 등은 동 사업 적용이 어려워 SDR 시점의 규격요건 충족 여부를 기준으로 국산화 대상 재설정 및 국산화 목표 조정 필요



[그림 3-8] 천리안위성 6호 사업 추진 일정(안)(상세)

출처: 부처 추가 제출 자료

○ 초기 설계 검증용 모델인 EM 구매, 제작이 SDR('27. 12) 직후 진행되는 일정으로 SDR 이전 설계가 완료되어야 하고 규격 조건을 충족시키지 못하는 국내 연구개발 성과물 및 부분품들은 동 사업 적용이 어려울 수 있음

- 환경탑재체 보정부에 속하는 스페이스파이오니어 사업의 “탑재체용 1축 구동부”는 기술개발이 완료되지 않았고 정지궤도급 규격으로 상향 기능 발휘 여부가 중요하여 SDR 시점에 국산화 여부 최종 결정 가능성 불투명

○ 국산화 부분품을 준비할 수 있는 기간이 짧고 일정이 촉박하여 현실적으로 국산화가 가능한 기술 범위, 실제 달성 가능한 국산화 목표로 조정 필요

- 시스템/본체의 자세제어계에 속하는 “미세진동 저감 구조” 기술은 SDR 시점에 위성의 미세진동 저감을 위한 요구조건도 수립하지 못할 가능성이 커서 국산화 최종 결정 시점이 SDR일 경우 국산화 추진은 무의미

□ 민간기업 주도(체계종합, 본체개발)로 추진되는 동 사업은 공공주도 개발보다 경험과 기술력이 부족하여 추가 일정 지연 리스크가 존재하며 관련 사전 대책 구비 필요

○ 과거 정부 출연연구소 중심의 공공주도 개발과 달리, 민간기업이 총괄 책임을 지고 체계종합(SI)을 수행해야 하므로 초기 기술 공백이나 우주 환경 검증 실패에 따른 사업 지연 리스크가 존재

- 정지궤도 위성은 기술 진입 장벽이 높아 민간기업 독자적으로 대규모 투자를 이어가기 어려운 난점 있음

□ 전체적인 개발 일정이 연장될 가능성에 대해 충분한 검토가 필요하며 이전 개발 사례를 참조하여 일정 관리에 차질이 없도록 관리해야 함

○ 국내 위성개발 사례를 살펴보면 통상적으로 당초 계획 대비 실제 발사는 최소 1년 반 ~ 2년 반 이상 지연되는 것으로 조사되었고 천리안 2호도 1년 반 ~ 2년 정도 지연되었음

○ 기존 위성 개발사업에서 발생한 문제들을 검토하여 발생 가능성이 높은 항목들을 발굴하고 집중관리하여 일정 지연을 최소화할 필요성이 존재하나, 이러한 문제점과 관리 방안 등의 제시는 부족함

□ 천리안위성 6호는 초기운영 기간 편파 분리를 통해 주파수를 이용할 예정으로 ITU에 주파수 등록이 필요하여 부처는 해당 절차 진행에 따른 사업 일정 영향 검토 필요

○ 천리안위성 6호는 초기운영 기간 동안 천리안위성 2A, 2B호 동시 운영하며 한정된 주파수를 편파 분리를 통해 이용할 예정이고 추가 조정, 등록에 따른 소요기간을 보다 구체적으로 검토 필요

- 주관부처는 ITU 전파규칙[147]에 따라 새로운 편파 사용으로 인해 상대방 위성망의 잡음 온도 증가율(ΔT/T)이 6%를 초과하거나, 인접궤도내에 다른 위성이 위치할 경우 조정이 필요하다고 설명[148]
- 사업일정 영향에 대해 부처는 "편파 분리 사용 등록을 위해 사전 검토 (3~6개월), API(3~6개월), 조정(2~5년), 등록(6~12개월) 등 소요 기간이 필요하며, 천리안위성 6호 발사 전 등록이 가능함에 따라 운영 일정에는 차질이 발생하지 않음"으로 설명

□ 다만 주관부처의 천리안위성 6호 주파수에 대한 설명은 위성망에 대한 주관부처 설명과 상충 되는 경향이 있어 최소한 논리 정비가 필요

○ 주관부처는 2차 추가 질의 답변서에서 "위성망이란 전파법에 따라 주파수와 궤도를 모두 포함하며 본 궤도 (동경 128.2도)에 타 위성이 있다고 하더라도 주파수 승계는 불가능"*하다고 설명하고 있으며 이 설명대로라면 전술한 2A/2B호와 6호 동시 운영과 무관하게 2A/2B호 수명 도과에 따라 2A/2B호의 위성망은 망실되므로 주관부처의 연속성 주장과 앞뒤가 맞지 않게 되는 문제점이 발생

* 부처 2차 추가 질의 답변서, p.2

<표 3-22> 2GHz 대역 국제등록 현황

국가명	위성명	궤도위치	국제등록	제출일자
CHN	CHNSAT-B-123.2E	123.2	조정자료 제출	2024-04-03
KOR	KPS-G1	124.5		2022-05-30
CHN	CHINASAT-G-125E	125.0		2019-11-23
CHN	CHINASAT-H-125E	125.0		2023-04-10
CHN	CHINASAT-F-126E	126.0		2019-02-28
CHN	CHNHTSAT-127.2E	127.2		2021-06-15
CHN	SIGNSAT-127E	127.3		2019-11-08
KOR	GEO-KOMPSAT-2-128.2E	128.2	통고서 제출	2023-09-25
CHN	CHNSAT-2-130E	130.0	통고서 제출	2012-04-27
CHN	CHNHTSAT-130E	130.0	조정자료 제출	2019-11-23
RUS	PROGNOZ-5	130.0		2022-11-30
CHN	SIGNSAT-132E	132.1		2018-02-12

출처: ITU 위성망 국제등록 데이터베이스

147) ITU Radio Regulation Appendix 5

148) 부처 3차 질의 답변, p41

○ 또한 천리안위성 3호나 5호가 2B호 임무 종료에 따른 주파수 승계는 “2B호 국제등록 위성망을 삭제 후 재확보”*는 매우 어렵다고 한 주관부처 설명과 전술한 편파 분리 사용 등록의 수월성은 삭제 후 재확보와 분리 사용이라는 행정적인 차이에도 불구하고 다소 선택적인 설명의 제시에 가까워 확인이 필요하여 정지궤도와 위성망, 주파수를 망라하여 사실관계를 명확히 정리할 필요

* 부처 2차 추가 질의 답변서, p.3

<표 3-23> 8GHz 대역 국제등록 현황

국가명	위성명	궤도위치	국제등록	제출일자
CHN	CHNSAT-B-123.2E	123.2	조정자료 제출	2024-04-03
CHN	FYGEOSAT-A-123.5E	123.5	통고서 제출	2023-11-02
CHN	FYGEOSAT-A-123.5E	123.5	조정자료 제출	2024-03-23
CHN	FYGEOSAT-B-123.5E	123.5		2024-07-17
J	JMCS-6-124E	124.0		2020-01-10
CHN	CHINASAT-G-125E	125.0		2019-11-23
CHN	CHINASAT-H-125E	125.0		2023-04-10
CHN	CHINASAT-F-126E	126.0		2019-02-28
THA	THAISAT-126E	126.0		2019-12-24
UAE	MADAR-127E	127.0		2019-08-22
UAE	MADAR-127E-2	127.0		2021-06-17
UAE	MADAR-127E-3	127.0		2023-12-14
CHN	CHNHTSAT-127.2E	127.2		2021-06-15
RUS	GALS-10	128.0		2014-12-23
RUS	GALS-10	128.0	통고서 제출	2019-11-21
RUS	RGS-S-128E	128.0	조정자료 제출	2019-12-17
KOR	GEO-KOMPSAT-2-128.2E	128.2	통고서 제출	2023-09-25
RUS	GALS-5	130.0	통고서 제출	2005-03-15
CHN	CHNSAT-2-130E	130.0		2012-04-27
RUS	GALS-M-5	130.0	조정자료 제출	2022-12-14
PNG	P-SAT-131E	131.0		2018-12-21
UAE	MADAR-131E	131.0		2021-05-04
UAE	MADAR-131E-2	131.0		2023-12-14
VTN	VINASAT-5	131.8		2022-12-23
J	JMCS-6-132E	132.0		2020-01-10
VTN	VINASAT-6	132.0		2023-12-27
CHN	FYGEOSAT-A-133E	133.0		2017-03-23
CHN	FYGEOSAT-A-133E	133.0	통고서 제출	2024-06-26
CHN	FYGEOSAT-B-133E	133.0	조정자료 제출	2024-07-17

출처: ITU 위성망 국제등록 데이터베이스

○ 주관부처는 천리안위성 2B호 안테나의 X밴드 수신 편파분리도 분석을 통해 동 사업의 천리안위성 6호기와 병행운영이 가능하다고 하나, 관제용 S밴드의 좌원편파-우원편파 변경 사용에 따른 별도의 신규 주파수를 전제로 한 설명이며, 해당 신규 주파수 대역 확보를 위한 조치 등의 준비 수준을 제시하지 않아 기술적인 가능성 타진 수준의 설명이며 실제로 동 사업에서 기능하기를 기대하기에는 한계가 존재

5. 사업 추진전략의 적절성



[그림 3-9] 동 사업 추진체계

□ 체계적인 사업관리를 위해 정부부처, 전문기관, 주관연구기관별 역할을 분담하여 사업 수행하는 체계를 제시한 것으로 판단됨

○ 동 사업은 사업예산이 크고 사업기간이 긴 대형 다부처 사업으로 사업준비단계, 사업수행단계, 사업 종료 후 운영단계 전반에 걸쳐 추진체계 및 추진전략이 충실히 수립되어야 성공적인 사업 추진이 가능

○ 다부처 공동으로 환경·해양 정지궤도위성 개발을 효율적으로 추진하기 위해, '(우주항공청) 정지궤도복합위성 공동개발규정('24.11.)'에 따라 추진위원회(연도별 사업계획 등 주요사항 심의·의결), 개발위원회(단계별 개발현안 심의·의결), 운영협의회(부처간 실무협의) 등의 사업추진체계를 구성·운영하는 계획을 제시함

○ 실무적인 연구관리 및 사업관리를 위해 기후에너지환경부, 해양수산부 산하 전문기관은 연구관리, 전문가로 구성된 기술전문위원회는 마일스톤 단위 기술검토 및 현황점검을 수행할 예정

○ 민간주도 사업추진을 위해 사업종합관리, 시스템 및 본체 개발의 주관연구개발기관을 산업체로 특정함

<표 3-24> 천리안위성 6호 사업 추진주체별 역할(안)

추진주체	주요 기능 및 역할	
천리안위성 6호 부처	부처 공통사항	• 천리안위성 6호 예산 편성·지급 - 각 부처별 전문기관*에서 해당 부처의 예산을 받아 주관연구개발기관 선정, 협약, 평가 등을 추진 * 우주항공청은 직접 수행 • 천리안위성 6호 추진체계 참여 - 천리안위성 6호 추진위원회에 위원으로 참석, 천리안위성 6호 운영협의회에 부처 공무원 파견 등
	우주항공청(주관)	• 사업 운영 총괄 • 위성 시스템·본체 개발 주관 및 예산 분담 ※ 우주항공청은 R&D 사업 추진 시 부서별 업무분장에 따라 사업담당 부서는 사업관리(사업기획, 진도점검, 위원회 및 협의회 관리 등)를 임무지원단은 연구관리(과제공고, 선정/단계/최종평가, 성과관리, 연구비 관리 등)를 수행
	기후에너지환경부(참여)	• 환경탑재체 개발 주관 및 예산 분담 • 발사비/보험료 예산 분담
	해양수산부(참여)	• 해양탑재체 개발 주관 및 예산 분담 • 발사비/보험료 예산 분담
추진위원회	• 연도별 사업계획 수립 • 예산/일정 변경 등 주요사항 심의·의결	
개발위원회	• 분야별(시스템 및 본체, 환경탑재체, 해양탑재체)로 구성 • 주요 단계별 개발 현안 등 필요사항 논의 및 심의/의결	
운영협의회	• 부처·기관 간 논의 필요 제반사항 실무협의 • 정지궤도복합위성 공동개발 규정 제14조(목적 및 기능): 위성개발사업의 다부처 관련 개발사항을 협의하기 위하여 '정지궤도복합위성 개발 운영협의회'를 둠 - 탑재체/탑재체, 탑재체/본체 연계 사항, 개발일정 등 사업 간에 연관·파급되어 다부처 이해관계에 해당하는 사항 - 추진위원회의 심의가 필요한 안건 중 논의가 필요한 사항 및 의결된 사항의 세부계획 등 - 예산확보, 홍보, 위성정보 공동활용 등 다부처 공동대응방안이 필요하다고 판단되는 사항 - 기타 해당 위성개발사업 추진에 필요하다고 위원이 제기한 사항	

추진주체		주요 기능 및 역할
기술전문위원회		• 시스템, 본체의 사업 계획에 따른 연구 성과물 기술 검토 및 기술공정 현황 점검 등의 관리 수행 • 연구성과물에 대한 기술 검토 - 주관연구개발기관이 개발 단계에 따라 산출 하는 연구성과물을 검토하여 연구결과의 적절성을 평가- 연구성과물 기술 검토는 개발 마일스톤 단계별 기술문서를 기본으로 수행 • 현황 점검 - 개발 전 단계에서 주관연구개발기관의 기술공정 등의 현황 점검- 설계, 구성품 개발, 위성체 조립/시험, 발사 준비, 초기운용의 단계별로 적절성을 평가- 현황점검은 참관평가를 기본으로 수행
전문기관		• 협약 체결 및 연구비 지원, 연차별 진도관리 평가 및 정산 등 연구관리 수행 ※ 총괄 및 시스템/본체 우주항공청에서 직접 수행, 환경탑재체 및 해양탑재체는 각 활용부처별 전문기관에서 수행
주관연구개발기관	총괄	• 천리안위성 6호 개발 사업 종합관리 및 총괄책임 * 발사체 및 보험 계약, 초기운영 포함
	시스템 및 본체	• 위성시스템 엔지니어링 • 위성본체 개발 • 관제·전처리시스템 개발(한국항공우주연구원 수행)
	환경탑재체	• 환경탑재체 개발
	해양탑재체	• 해양탑재체 개발

출처: 기획보고서

□ 산업생태계 확산 및 민간기업 육성을 위해 사업 추진체계상 민간기업을 정지궤도 위성개발 사업총괄, 시스템 및 본체 개발 주관기관으로 설정

○ 민간기업 수행 체계개발의 부실 예방, 완성도 제고를 위해 감리 기능이 필요하나 추진체계상 해당 역할을 수행하는 명문화된 감리기구는 없으며 '추진위원회', '개발위원회', '기술전문위원회'에 기술전문가를 참여시켜 기술 검토 업무 진행 예정

- 주관부처는 정지궤도복합위성 개발 사업에서는 별도의 기술 감리를 도입하지 않고 "설계 변경에 대한 권한은 사업 추진상 주요사항을 심의·의결하는 사업 추진위원회에 있다"고 설명[149]
- 주관부처는 "정부출연연(항우연) 전문가는 마일스톤 단위 연구성과물의 기술 검토 및 현황 점검을 담당하는 '기술전문위원회' 뿐만 아니라 필요시 기술적 사항 등에 대해 논의 및 심의·의결하는 '개발위원회 위원 또는 위원장'으로서 기술개발에 대한 감리에 준하는 역할을 부여할 수 있다"고 설명[150]

149) 부처 2차 질의 답변서, p28

150) 부처 3차 질의 답변서, p44

○ 역량 있는 전문가의 위원회 참여와 결정 권한 부여 정도에 따라 본 사업의 감리 기능에 큰 차이가 있을 수 있어 위원회의 운영을 좌우하는 부처와 전문기관에 책임을 부여할 수 있는 기제 적용이 필요하다고 판단됨

□ 기존 정지궤도위성 사업을 통해 민간기업이 사업총괄, 시스템 및 본체 개발 경험을 축적할 수 있는 복수의 기회가 이미 제공되어서 본 사업의 추진체계에는 공공연구기관이 민간기업으로 기술이전하는 구조는 명문화하지 않은 것으로 판단됨

- 동 사업은 천리안위성 5호의 사업기획과 달리 추진체계상 정부출연연(항우연)의 기술이전 역할을 명시하고 있지 않음

○ 민간기업이 정지궤도위성 체계개발을 수행할 수 있는 다수의 기회가 제공되고 있으며 국내 체계개발이 가능한 일정 규모 이상의 업체는 4개 이내로 판단되며 기술이전 및 경험이 축적된 상황

- 정지궤도위성 관련 시스템 및 본체 개발을 기 경험한 민간기업은 기술이전 필요성이 낮고 필요한 특정 기술에 대해서는 기업부담 별도 기술이전 계약을 통해 이행이 가능

○ 민간기업에 체계개발 경험이 축적됨에 따라 정부도 산업조성을 위해 완성된 체계를 구매하는 조달 방식으로 전환 필요

□ 기술역량이 부족한 민간기업에게 기술경험 축적 기회 제공과 고난이도 기술개발 임무를 동시에 부여하는 추진체계로 사전 위험관리 방안 마련이 기존 천리안위성 관련 사업에 비해 중요

○ 민간 주도 정지궤도위성 산업 조성을 위해 체계개발 종합 및 본체 주관연구개발 기관으로 민간기업을 설정하는 가운데 본체 개발과제에서는 전기추진시스템 기술 경쟁력 확보를 위해 하이브리드 추진체 개발이라는 난이도 높은 업무를 부과

□ 민간기업의 체계종합 및 본체 주관연구개발 수행 역량에 대한 근거와 부족한 연구개발 역량 확보를 위한 신뢰성 있는 방안 제시 미흡

○ 민간 주관 사업자가 정지궤도위성 체계 조립·시험·검증(AIT)을 독자적으로 수행할 수 있는 근거로 '타인공위성체계개발 사업에 민간기업 참여 경험이 있다'는 사실을 단순하게 제시하는 수준

- 민간기업이 정지궤도 위성 조립·시험·검증을 독자 수행한다고 하였으나 근거로 제시한 천리안위성 5호는 아직 개발이 완료되지 않은 상태임

○ 천리안위성 5호의 성과가 확인되지 않은 상황에서 6호의 민간 주도를 확신할 수 있는 근거자료 제시 필요

○ 부처는 기술적 난관 발생 시 기술전문위원회에 참여한 출연연(항우연) 전문가의 개입으로 해결 가능하다고 설명하나 항우연의 조직적 책임 및 법률적 역할 수행을 보장하지는 않으므로 실제 민간-항우연 간의 유기적 협업 구조 및 역할 분담 체계 정립하는 방안이 필수적으로 고려되어야 함

□ 관측자료의 산업적 활용과 데이터 시장 확대를 위해서는 관측자료의 품질 제고가 기본이고 동 사업 이후 운영기간을 포함한 체계적 운영전략이 필요

○ 환경 및 해양 관측자료는 복사정확도와 장기 안정성이 확보되지 않을 경우 산업적 활용이 제한되므로, 발사 전 지상검증뿐만 아니라 궤도상 지속적인 교차검증 및 장기 보정 체계를 포함한 운영전략이 필요

제 4 장 정책적 타당성 분석

제 1 절 정책의 일관성 및 추진체제

1. 상위계획과의 부합성

□ 부처에서 제시한 상위계획과 관련된 동 사업의 목적, 추진체계 간의 부합성을 검토한 결과, 동 사업과의 부합성은 대체로 적절한 것으로 판단됨

<표 4-1> 상위계획과의 부합성 조사 결과

구분	중장기계획	부합성		
		낮음	보통	높음
필수 계획	제5차 과학기술기본계획 (2022.12.)			○
선택군 계획	제4차 우주개발진흥기본계획('23~'27)			○
	이재명정부 국정운영 5개년 계획(안)('25)		○	
	우주항공청 우주수송·인공위성·우주과학탐사 전략 로드맵('25)			○
	대한민국 인공위성 추진전략('25)			○
	제3차 위성정보활용종합계획('24~'28)			○
	우주항공청 정책방향('24)			○
	제4차 국가 기후위기 적응대책('26~'30)			○
	탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획('23~'42)			○
	제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획('23~'27)			○
	제3차 대기환경개선 종합계획('23~'32)			○
	제3차 해양수산발전 기본계획('21~'30)		○	
	제4차 해양조사기본계획('26~'30)			○

○ 과학기술분야 최상위 법정계획(필수계획)인「제5차 과학기술기본계획(2023~2027)」 및 유관 과학기술 분야 중장기 계획(선택군 계획)과의 부합성을 검토한 결과, 필수계획과의 부합성은 높으며 주관부처 선택군 계획과의 부합성을 종합적으로 감안한 결과 상위 계획과의 부합성은 '적절'한 것으로 판단됨

<표 4-2> 상위계획과의 부합성 평점 결과표

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

가. 제5차 과학기술기본계획('23～'27)

<표 4-3> 「제5차 과학기술기본계획」 중 동 사업 관련 내용

전략	추진과제	세부내용
3. 과학기술 기반 국가적 현안 해결 및 미래 대응	3-1. 탄소중립 선도 및 지속가능한 환경으로 전환	3-1-2. 산업 저탄소화 기반 조성 및 탄소 관리 인프라 구축 • 탄소중립 관련 글로벌 규제변화 대응역량 강화 • 탄소 다배출 산업의 대체·유망분야 사업전환 지원 • 과학적 측정 및 예측 기반의 탄소 관리 시스템 신규 구축
	3-4. 미래위험 대응 및 안전사회 구현	3-4-2. 미래 위험의 예방·관리 및 글로벌 대응력 확보 • 글로벌 재난 감지-예측-대응 체계 구축 - 감염병, 방사능 누출사고, 범지구적 기후재난(폭염, 가뭄, 한파, 산불, 홍수 등)에 대한 징후 감지·관측·예측·영향 분석 기술 고도화 - 기후위기 등 범국가적 재난에 공동 대응하기 위한 재난 관련 기술·정보 공유 강화 및 글로벌 공조 체계 구축
	3-7. 우주·해양·극지 개척을 통한 과학영토 확대	3-7-1. 우주 개척을 선도하는 탐사·수송·활용 역량 강화 • 우주영토 확장을 위한 도전적 탐사 및 역량 개발 • 경쟁력 있는 위성시스템 구축 및 국가 우주수송력 향상 - 우주정보 획득 및 항법통신 지원 우주시스템 인프라 지속 구축 • 민관이 함께하는 우주산업 생태계 구축 및 활용서비스 확대 - 발사체위성기술 등 공공부문 기술의 민간이전 촉진, 기업 참여 확대를 위한 제도개선 등 자생적 산업 생태계 기반 조성 3-7-2. 연안-대양-극지 탐사로 미래자원 확보 및 해양안전체계 구축 • 연근해·대양·심해 탐사 및 해양에너지 활용 핵심기술 개발 • 해양환경 관리 체계화 및 복합 해양재해 대응 기반 마련 - 복합 해양재해의 위기징후 조기감지및 장기예측 기술확보를 통한 해양재난·안전 대응 체계화 • 미래자원 확보를 위한 극지 탐사기술 고도화 및 인프라 확충

출처: 제5차 과학기술기본계획('22.12., 과학기술정보통신부)

□ 「제5차 과학기술기본계획」은「과학기술기본법」제7조에 따라 과학기술 발전에 관한 최상위 계획으로 과학기술의 발전목표 및 정책의 기본방향, 민간부문의 과학기술혁신 촉진 등 법정 사항을 포함

○ 본 계획은 '과학기술혁신이 선도하는 담대한 미래'를 비전으로 3대 중점전략, 17개 추진과제 도출

□ 동 사업은 우리나라의 과학기술 발전에 관한 중·장기목표, 기본방향 등을 제시하는 과학기술 분야 최상위계획에 근거하여 추진되었으며, 경쟁력 있는 위성시스템 구축 측면에서 연관성 있음

나. 제4차 우주개발진흥 기본계획 수정계획('23~'27)

□ 「제4차 우주개발진흥 기본계획」은 변화된 환경을 분석하고 이를 정책에 신속히 반영하여 우주개발 동력 확보를 제시함

○ '2045년 우주경제 글로벌 강국 실현'을 비전으로 제시하고 있으며 장기 전략 목표로서 5대 임무와 이행수단으로서의 2대 실천전략을 설정함

□ 동 사업은 국가 우주개발의 중장기 정책목표와 방향을 설정하고, 우주개발 추진 전략을 제시하는 상위계획에 근거하여 추진되었으며, 다양한 임무에 효율적으로 대응할 수 있는 위성 및 핵심기술 개발 측면에서 연관성 있음

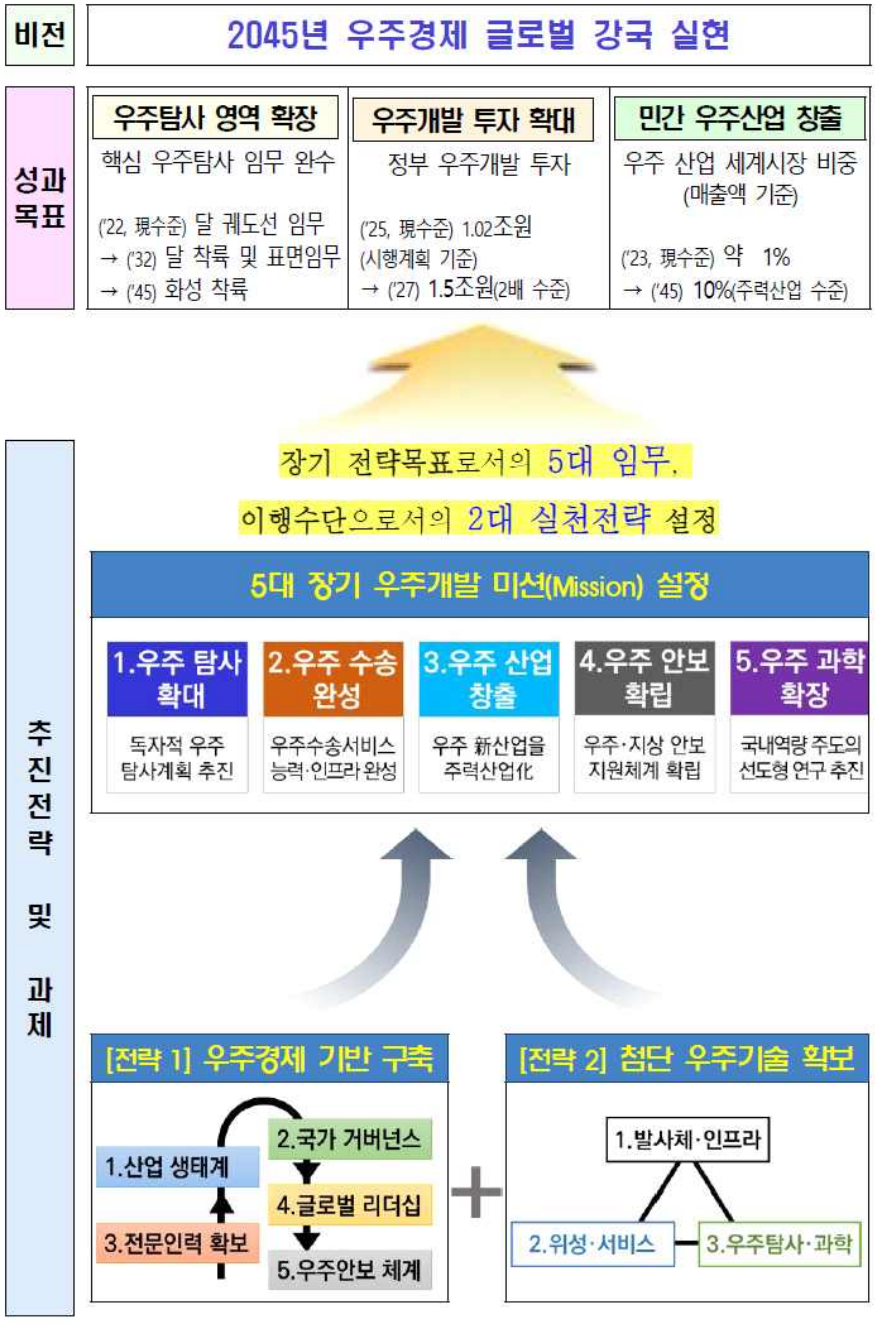
○ 추진전략 "우주강국으로 발돋움하는 첨단 우주기술 확보"의 '위성 시스템 및 서비스 개발'에 '정지궤도 위성 기반 국민생활 서비스 강화' 내용의 일환으로 동 사업 내용 언급

다. 이재명정부 국정운영 5개년 계획(안)('25)

□ 「이재명정부 국정운영 5개년 계획(안)」은 이재명정부의 비전인 '국민이 주인인 나라, 함께 행복한 대한민국' 실현하기 위한 국정운영 방향과 추진과제를 제시함

○ 비전, 5대 국정목표, 23대 추진전략으로 국정운영 5개년 계획 체계를 구성하고, 123대 국정과제를 내용에 따라 23대 추진전략별로 배치함

□ 동 사업은 과학적 관측 기반의 실효성 있는 기후변화 대응을 위한 관측 자산 확충 및 유지 측면에서 연관성이 존재함



[그림 4-1] 제4차 우주개발진흥 기본계획 수정계획('23~'27) 비전 및 추진전략

<표 4-4>「제4차 우주개발진흥 기본계획」중 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제	세부 추진계획
(5대 임무) 3. 우주산업 창출	위성활용 공공서비스	• (정의)기후/(우주)기상/환경/국토관리 등 국민 생활 밀접 분야에서 위성 정보를 활용한 공공서비스 제공 • (현재수준)분야별 단일위성 기반으로 대기 상시 관측, 국가 공간정보 생산 등 초기단계 공공서비스 수행 • 확보전략 - (단기) 서비스 다양화를 위한 위성 추가 개발 검토 및 기존 산출물 활용도 제고 추진 - (중기) 위성 추가개발 착수, 준실시간 대기환경/국가공간정보 제공 등 서비스 지속 확장 - (장기) 환경문제 및 재난재해 대응 역할 강화, 3차원 공간정보 서비스 제공 등 고도화
(전략1)우주경제 기반구축	민간 주도의 우주산업 생태계 촉진	• 우주 경제의 중심축인 민간의 우주개발 참여 확대를 위한 인프라 구축, 국산화 지원, 제도 개선 등 다양한 정책 추진 - 공공 분야 위성·발사체 개발(제조) 및 서비스를 민간 중심으로 전환하고 공공은 구매자로서 역할 정립 - 공공 분야의 예정된 수요를 적기에 사업화·추진하고, 민-관 협력을 통해 新서비스 및 위성개발 수요 적극 발굴·확대 - 소재, 부품, 소자까지 우주산업 全분야 핵심기술을 망라하여 개발·확보 전략을 제시하는「국가 중점 우주기술 로드맵 3.0(안)」수립
(전략2)첨단 우주기술 확보	우주 산업의 광맥: 위성 시스템 및 서비스 개발	• 국가 및 사회 운영에 필수적인 위성 확보 및 활용 촉진을 통하여, 관련 산업의 육성과 위성핵심 기술의 경쟁력 확보 - 공공・민간의 한반도 상시 관측 수요(기상, 해양/환경, 통신 등)에 대응한 정지궤도 위성 서비스 고도화

출처: 제4차 우주개발진흥 기본계획 수정계획 (`25.11., 관계부처합동)

<표 4-5> 「이재명정부 국정운영 5개년 계획(안)」중 동 사업 관련 내용

국정목표	국정과제	과제목표 및 주요 내용
기후위기 대응과 지속가능한 에너지 전환	43. 국가 기후적응 역량 강화	• (과학적 기후변화 감시·예측) 고해상도 한반도 기상·기후 감시 위성(천리안 5호) 개발·발사, 1개월~10년까지 예측하는 국가 기후예측시스템 개발
기본이 튼튼한 사회	76. 흔들림 없는 해양주권, 안전하고 청정한 우리바다	• 해양과학조사·해양시설물 확충 등을 통한 주권적 권리행사 강화 • 해양사고 인명피해 50% 저감, 인명구조율 99% 이상을 달성하고, 관할 해역 30% 해양보호구역 등 지정

출처: 이재명정부 국정운영 5개년 계획(안)('25.8., 국정기획위원회)

라. 우주항공청 우주수송·인공위성·우주과학탐사 전략 로드맵('25)

□ 「우주항공청 우주수송·인공위성·우주과학탐사 전략 로드맵」은 우주수송·인공위성·우주과학탐사 분야 통합을 기반으로 우주경제 플랫폼 구축, 우주산업 밸류체인 형성, 전주기 민간참여 생태계 완성을 추진함

□ 동 사업은 우주수송·인공위성·우주과학탐사 분야의 핵심 임무 목표를 구체화하는 상위계획에 근거하여 추진되었으며, 사회현안 해결을 위한 임무수행 위성확보 측면에서 연관성 있음



[그림 4-2] 인공위성 분야 전략 로드맵

출처 : 우주항공청 우주수송·인공위성·우주과학탐사 전략 로드맵('25.6., KASA)

마. 대한민국 인공위성 추진전략('25)

□ 「대한민국 인공위성 추진전략」은 위성분야 5대 강국 입국을 위한 개발·활용 생태계 조성을 위한 전략목표 및 16개 추진전략 제시

□ 동 사업은 우주강국 실현을 위한 위성 개발·활용 생태계 조성을 위해 수립된 상위계획에 근거하여 추진되었으며, 재해·재난 대응을 위한 위성 개발 측면에서 연관성 있음

바. 제3차 위성정보활용종합계획('24~'28)

□ 「제3차 위성정보활용종합계획」은 우주개발진흥법 제5조의3에 따라 위성정보의 보급·활용 촉진을 위해 수립함

○ 우주개발진흥법 제5조의4에 따라 세부추진과제 이행을 위한 '위성정보 활용 시행계획'을 매년 수립함

<표 4-6>「대한민국 인공위성 추진전략」중 동 사업 관련 내용

추진전략	세부 추진전략
1. 사회 현안 해결을 위한 임무 수행 위성 확보	1-2. 정지궤도 지구관측 • 재해·재난, 기상 이변, 해양·환경 변화 등을 관측하기 위한 정지궤도 관측위성 개발 - 위험기상 감시·예측을 강화하기 위한 기상위성 개발 - 초분광 관측 등 환경변화 분석을 위한 환경·해양위성 개발
3. 기술·활용 생태계 조성 및 민간의 역량 강화	3-4. 우주인증 기회 확대 • 국내 업체가 생산한 소자·부품의 인증기회 확대를 통해 위성개발 기업의 글로벌 경쟁력 확보 - 국내기업의 우주산업 진출 기회제공 및 경쟁력 확보를 위한 부품발굴 - 민간 주도 개발을 위한 우주산업 인증체계 구축 3-7. 신시장 창출 임무 발굴 • 체계개발 전 핵심 기술을 선제적으로 확보할 수 있도록 구체적인 위성·핵심기술 개발계획 수립 - 탐색-기획-선행-체계 개발의 유기적 위성개발 체계화 - 구체적 개발계획을 제시하여 민간의 위성 개발 참여 및 투자 확대 - 중·장기 위성 개발계획에 따라 단계별 기술목표 설정 및 확보

출처: 대한민국 인공위성 추진전략('25.2., 우주항공청)

<표 4-7>「제3차 위성정보활용종합계획」중 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제 및 내용
2. 위성정보의 공공영역 기여 확대	2-1. 재난재해 예방.대응 역량 강화 및 국제사회 기여 확대 • (우주전파재난 대응체계 고도화) 태양관측위성 영상 자료 노이즈 제거 및 한반도 상공의 전리권 예측 등을 위한 분석·예측모델 개발 • (융합분석 체계 구축) 다종위성·공간정보 융합 활용 등 재난분야 위성자료 활용성 증대 방안 도출 및 긴급 공간정보 서비스 운영 - 저수지 및 주요하천 수자원 탐지 기술 확보 및 표출 시스템 개발 - 산불 발생에 대한 위성정보 기반 긴급 공간정보 서비스 모델 구축 및 유관 기관 제공 및 풍수해 대응 가공된 위성정보 제공 모델 개발 • (기후위기 대응) 정지궤도 위성정보 기반 기후 감시, 고농도 대기오염물질 정보 제공 등 기후위기 대응 역량 강화 - 아시아 배출정보 생산, 한반도 주변해역의 해양환경(수온 예측, 해양열파 발생 등) 모니터링 및 생태계 중장기 변동 파악 • (국제사회 기여) 재난·재해 지원을 위해 국제협의체인 인터내셔널 차터 등에 위성정보 제공을 통한 국제사회 기여 확대 - 국제우주정거장에 한미 공동개발 태양 코로나그래프(COronal Diagnostic EXperiment) 설치('24.11.)

출처: 제3차 위성정보활용종합계획 2025년도 시행계획(안)('25.3., 관계부처 합동)

○ 위성정보 산업생태계 조성 및 공공가치 기여를 통한 우주경제 실현 가속화를 위해 4대 추진전략, 12개 추진과제 도출

□ 동 사업은 위성정보의 효율적인 활용을 위해 수립된 상위계획에 근거하여 추진되었으며, 기후위기 대응을 위한 후속 정지궤도 위성개발 측면에서 연관성 있음

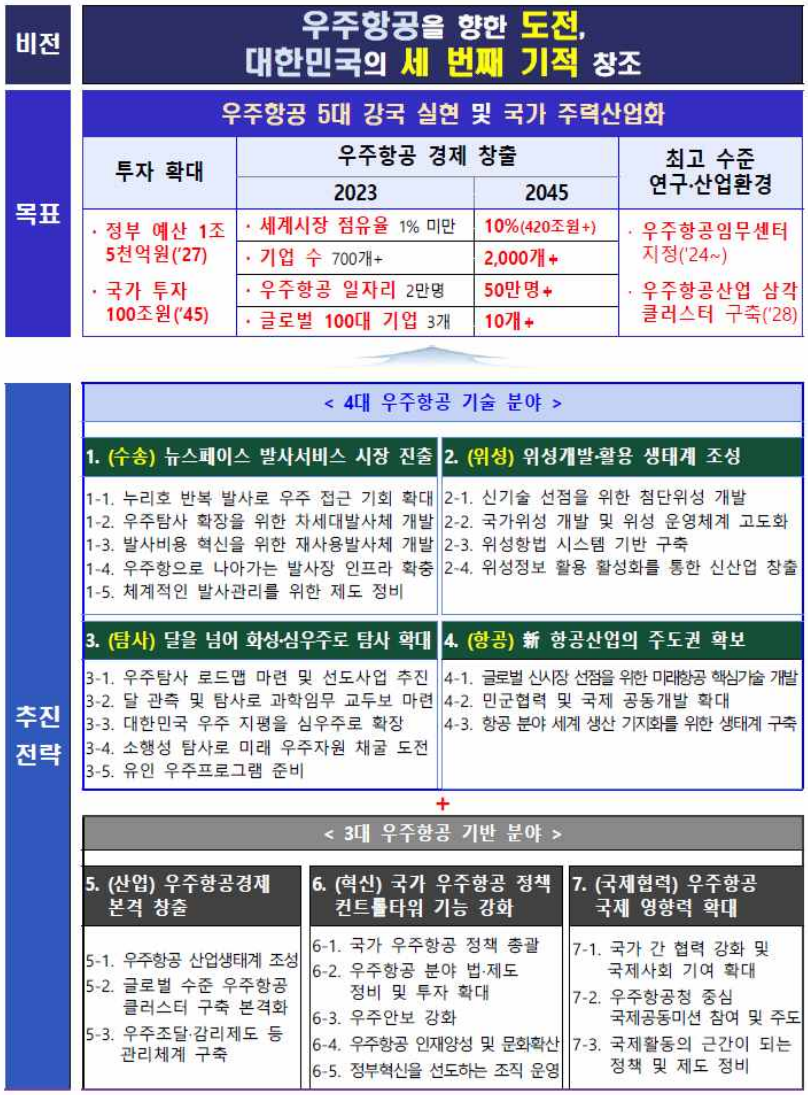
비전	위성정보 산업생태계 조성 및 공공가치 기여를 통한 우주경제 실현 가속화
목표	ㅇ 민간 주도 위성정보 산업생태계 조성 - 위성정보를 활용한 민간 연구개발·부가가치서비스 활성화 - 수요맞춤형 국가위성 정보 공개체계(플랫폼, S/W, 관련기술 등) 구축 ㅇ 위성정보 활용 공공가치 증진 - 국민체감형 위성정보 공공활용기술 현장 적용 확대 - 공공부문의 효율적인 위성정보 활용 체계 구축

추진전략	추진과제
[1] 민간 위성정보 활용시장 여건 조성	1) 민간 연구개발 적극 지원 2) 위성정보 활용산업 활성화 3) 법령 제정 및 제도 개선
[2] 위성정보의 공공영역 기여 확대	1) 재난재해 예방·대응 역량 강화 및 국제사회 기여 확대 2) 위성정보의 대국민 공공 서비스 고도화 3) 위성정보와 행정현장 간 연계 강화
[3] 위성정보 활용지원 정책 기반 정비	1) 국가위성 통합운영 체계 강화 2) 국가위성의 효율적 활용체계 마련 3) 위성정보 품질 안정화
[4] 위성정보 활용역량 제고	1) 위성정보 활용 핵심인력 양성 2) 위성정보 활용 네트워크 강화 3) 위성정보 활용 문화 확산

[그림 4-3] 「제3차 위성정보활용종합계획」 비전 및 추진전략

사. 우주항공청 정책방향('24)

□ 「우주항공청 정책방향」은 기존 우주항공 정책·계획의 방향과의 정합성을 유지하면서 뉴스페이스 시대에 대응한 신규 규범 마련과 우주경제 성장을 견인할 핵심 프로젝트 선정을 기본방향으로 함



[그림 4-4] 「우주항공청 정책방향('24)」이 제시한 우주청의 비전 및 목표

<표 4-8>「우주항공청 정책방향」중 동 사업 관련 내용

추진전략	
2. (위성) 위성개발·활용 생태계 조성	2-1. 신기술 선점을 위한 첨단위성 개발 • (초고해상도 위성) 세계 수준의 해상도(15cm)를 갖춘 초고해상도 첨단위성* 개발을 통해 국가 정찰 역량 강화(보강기획('24下), 선행연구('25)) * (목표) 레이더위성(15cm급), 광학위성(15cm급) 등 • (미래 위성기술 선행연구) 현재 우주선진국만이 주도하는 미래 위성기술 분야에 대해 우주항공청 중심으로 핵심기술 확보 추진 - 우주광통신·인터넷, 전기추력제어, 제어모멘트 자이로 및 센서, 우주양자통신, 우주태양광 등 핵심 탑재체 기술을 확보하고 우주 실증 추진 - 무중력 우주환경 기반 신약·신소재 실험 기회 제공을 위해 저궤도 무인플랫폼(실험모듈) 구축 검토 • (민간기업 육성) 뉴스페이스 시대를 맞이하여 주요 위성 프로젝트를 산업체가 주도할 수 있도록 사업 추진 체계 전환 2-1. 국가위성 개발 및 위성 운영체계 고도화 • (국가 위성 개발) 재난·재해 대응, 지상 관측 등 국민 체감형 공공서비스 혁신 및 R&D 성과 검증 등 국가임무 수행을 위한 위성 지속 개발·발사 - (차세대중형위성) 민간 주도로 지상관측 등 공공서비스 제공 목적의 중형위성(500kg급, 표준플랫폼 기반)을 개발 및 순차적 발사('25~) * ('25년) 2호(국토관리), 3호(과학기술), 4호(농업·산림) / ('28년) 5호(수자원) - (군집위성) 여러 개의 초소형(100kg급) 위성으로 동시 촬영하여 국가안보 강화 및 재난·재해 상황을 신속히 파악·대응하는 군집위성 개발·발사 * 1호기('24.4.24), 2~6호기('26, 누리호 탑재), 7~11호기('27, 누리호 탑재) * 민군 겸용 체계위성 개발 지속 및 활용방안 구체화 - (다목적실용위성) 고해상도 광학 및 영상레이더를 탑재하여 전천후 지상 및 해양 초정밀관측 추진 * (발사) 6호('25.5), 7호('25下), 7A호('26) / (개발) 8호 예타 면제 신청('25)
5. (산업) 우주항공경제 본격 창출	• (중소·중견기업) 강소기업 육성을 위해 인증제도 마련, 수출 연계, 제조 생산성 제고 등 우주항공 분야 상생협력 촉진 - (수출지원 및 기술 자립) 해외 수주 사업 대상 초도품 개발 비용 지원, 해외구매품목의 국산화 지원 등 추진

출처: 우주항공청 정책방향('24.5., 우주항공청)

○ 우주항공을 향한 도전, 대한민국의 세 번째 기적 창조를 위해 4대 우주항공 기술 분야와 3개 우주항공 기반 분야로 추진전략 도출

□ 동 사업은 '우주개발진흥기본계획', '항공산업발전기본계획' 등 기 발표된 국가 계획의 주요 취지 및 내용에 대한 통합적 방향을 제시하는 정책에 근거하여 추진되었으며, 재난·재해 대응을 위한 위성 개발 측면에서 연관성 있음

아. 제4차 국가 기후위기 적응대책('26~'30)

□ 「제4차 국가 기후위기 적응대책」은 기후위기의 근본적인 해결방안은 획기적인 탄소 감축 추진, 이와 더불어 우리 국민들이 기후위기를 감내하지 않게 정부의 적극적 대응 정책 필요로 추진됨

○ 사회전반의 혁신을 통한 기후위기 대응 안전국가 실현을 위해 3대 전략과 11개의 부문별 핵심 정책 과제로 도출

□ 동 사업은 심화되는 기후위기로 전세계 피해 급증과 우리 국민이 직접 경험한 기후재난에 대한 대책 마련으로 수립된 상위계획에 근거하여 추진되었으며, 기후감시 기술 고도화를 위한 입체적인 감시체계 구축 연관성 있음

○ 핵심정책과제 11 '(이행체계) 과학적 기반의 범정부 기후위기 합동 대응'은 각 부처에서 기후위기 감시·예측, 사업 등 분절적으로 추진되는 기후위기 감시·예측과 관련 사업의 연계를 제시함

<표 4-9>「제4차 국가 기후위기 적응대책」중 동 사업 관련 내용

핵심정책과제	내용
11. (이행체계) 과학적 기반의 범정부 기후위기 합동 대응	• 미래 기후위험에 대한 분석을 바탕으로 각 부처 계획·사업 추진 • 과학적 기반의 기후위기 감시·예측 - 고해상도(250m) 기상·기후 감시를 위한 천리안 후속 위성(5호·6호) 개발 및 발사 추진, 대형 기상관측선 도입('28~) 등 입체적인 감시체계 구축 - 우리나라 기상·기후를 고려한 (단기)AI 기반 단기 예측 모델(1개월~1년 이내, '25~'29) 및 (장기)국가기후예측시스템 개발(1개월~10년 후, '30) * (기존) 1~3개월 → (개선) 1개월~10년 기후 예측 정보 생산 - 각 기관의 승인 시나리오와 IPCC 신규 시나리오(AR7)를 기반, 국가 기후변화 표준 시나리오*를 생산 → 정책 일관성 확보 및 부문간 연계성 향상 * IPCC 신규 시나리오(AR7) 기반 전지구('28) → 동아시아('29) → 남한('30) 표준 시나리오 생산

출처: 제4차 국가 기후위기 적응대책('25.12., 관계부처합동)

자. 탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획('23~'42)

□ 「탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」은 탄소중립 사회로의 이행을 위한 국가비전 및 중장기감축 목표 등의 달성을 위해 수립

○ 화석연료 의존적 사회구조를 탈피할 탄소중립·녹색성장 정책의 철학과 비전 제시하며 4대 전략과 12대 과제 마련

□ 동 사업은 탄소중립 사회로의 이행을 위한 국가비전 및 중장기감축 목표 등 달성을 위해 수립된 상위계획에 근거하여 추진되었으며, 기후위기 감시·예측 정확도 향상을 위한 위성 개발 측면에서 연관성 있음



[그림 4-5]「탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」비전 및 추진전략

<표 4-10>「탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」중 동 사업 관련 내용

전략	과제
4. 기후위기 적응과 국제사회를 주도하는 능동적인 탄소중립	2-1-1. 기후위기 감시 체계 및 예측기술 강화 • 지상에서 위성까지 입체적 감시역량 강화 - 지상 입체관측망 확충*으로 기후변화 원인물질의 국가·지자체 단위 실시간 농도 및 온실가스 배출원·흡수원 감시 기능 강화('22~) * (배출원·흡수원) ('22) 1개소 → ('25) 10개소 → ('42) 106개소 (기후변화 원인물질) ('22) 4개소(37종) → ('27) 5개소(40종) ※ 감시자료 실시간 제공: ('22) 메탄 등 8종 → ('27) 아산화질소, 육불화황 등 30종 - 한반도 해역 해수면 상승, 해양 온난화·산성화, 대양·빙권(氷圈) 감시 데이터 고도화 및 한반도 기후변화와 연계한 예측 추진('23~) - 핵심기후변수 등 천리안위성 기반 기후위기 감시.예측 정확도 향상 ※ 핵심기후변수 감시항목 확대(기상·해양 29종 → 기상·환경·해양 96종), 시공간 해상도 향상, 감시 주기 단축 ※ 후속 정지궤도 기상/기후 위성('31), 환경.해양 위성('33) 발사 - 입체감시 기반 관측자료와 고해상도 기상모델을 결합한 세계기상기구 통합 전지구 온실가스 과학정보시스템(WMO IG3IS) 구축사업 추진(~'27) - 온실가스 관측 및 해양.극지의 재난 대응을 위한 초소형 군집·복합위성 개 ※ 이산화탄소 감시 및 초소형 위성 공동활용플랫폼 구축(기상청, '24~), 메탄(환경부, '27) 및 해양·극지 재난(해수부, '24~) 감시

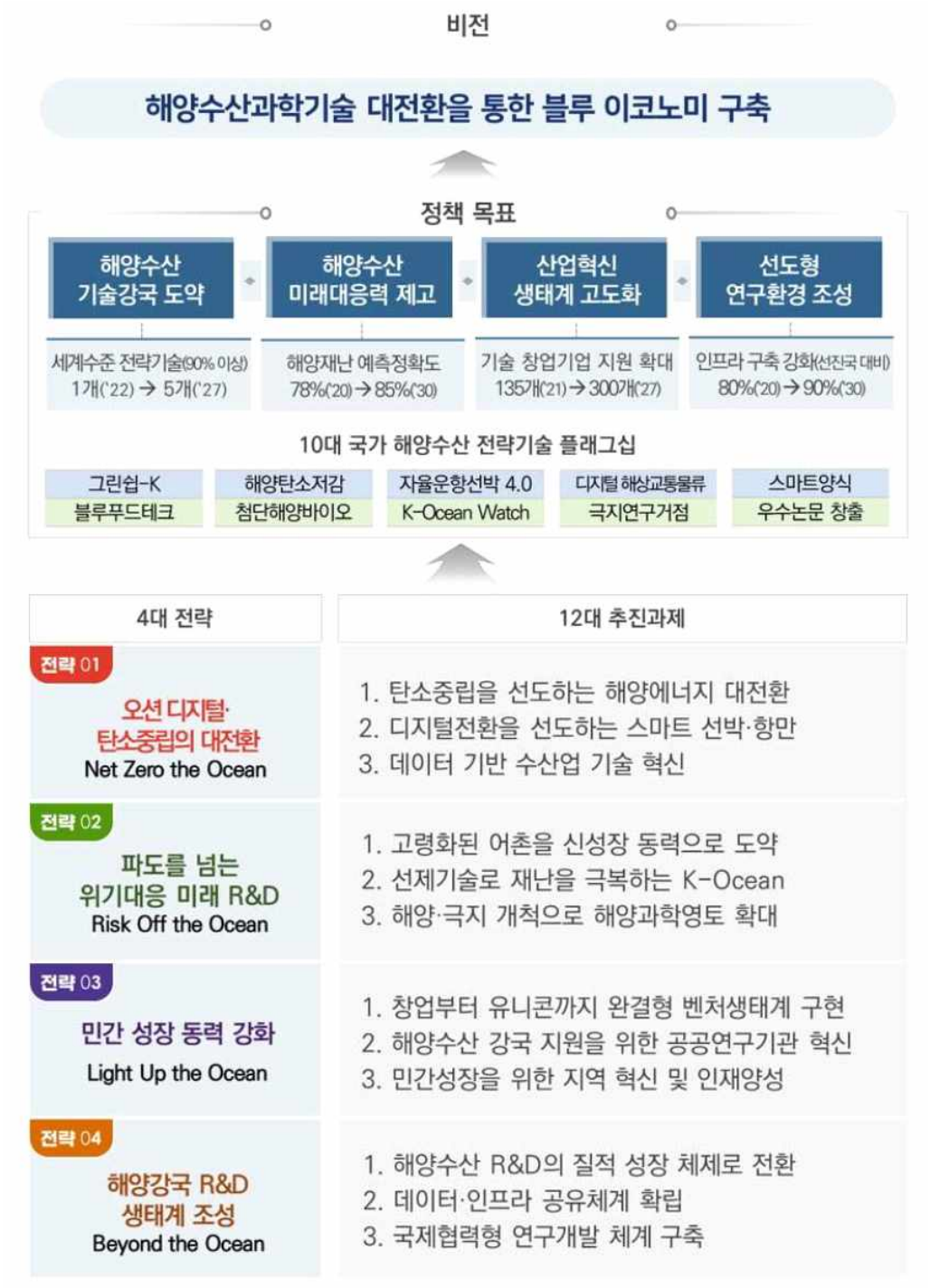
출처: 탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획('23.4., 관계부처합동)

차. 제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획('23～'27)

□ 「제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획」은 해양수산 R&D분야 중점기술 개발전략, 실용화 및 상용화, 연구 투자방향, 인력양성 등을 포괄

○ '해양수산과학기술 대전환을 통한 블루 이코노미 구축'을 비전으로 4대 전략과 12대 추진과제가 제시됨

□ 동 사업은 국가 해양수산 과학기술 육성을 위한 정책목표 달성을 위해 수립된 상위 계획에 근거하여 추진되었으며, 천리안위성 2B호 후속 위성 개발 측면에서 연관성 있음



[그림 4-6] 「제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획('23~'27)」 비전 및 추진전략

<표 4-11>「제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획」중 동 사업 관련 내용

전략	추진과제	내용
2. 파도를 넘는 위기대응 미래 R&D	2-2. 선제기술로 재난을 극복하는 K-Ocean	2-2-1. 해양영토를 지속화하는 K-Ocean Watch • (관측인프라) 동·남·서해안, 연안·외해 등 다양한 국내 해양 환경에 적합한 스마트 해양 관측 인프라 구축 및 인프라 간 연계 관측기술 개발 - (해양위성) 천리안 2B호의 임무 승계를 위한 후속 정지궤도 위성 개발 및 수온관측, 해양재해 대응을 위한 중·소형 해양위성 개발

출처: 제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획('23.2, 해양수산부)

카. 제3차 대기환경개선 종합계획('23~'32)

□ 「제3차 대기환경개선 종합계획」은 대기환경 개선을 위한 향후 10년간의 정책방향과 대책 등을 제시하는 대기오염 분야 최상위 전국 단위 행정계획

○ 온실가스 분야는 다른 법률에 따라 목표·대책 등이 마련되므로 관련 내용은 해당 행정계획 등에 기반하여 정합성 유지

○ '깨끗한 공기, 건강한 국민'을 비전으로 5개의 핵심전략이 제시됨

□ 동 사업은 건강 위해성 기반 관리 확대 추진을 위해 수립된 상위계획에 근거하여 추진되었으며, 고성능의 후속 정지궤도 환경위성 개발 추진 측면에서 연관성 있음



[그림 4-7] 「제3차 대기환경개선 종합계획('23~'32)」 비전 및 추진전략

<표 4-12> 「제3차 대기환경개선 종합계획」 중 동 사업 관련 내용

핵심전략	
5. 과학적 역량 강화 및 실효적 국제협력 추진	5-1. 환경위성 활용성·정확성 제고 • 환경위성 운영 및 감시·분석 능력 강화 - 위성 기반 국내 배출 및 국외 감시·대응 확대, 정확도 향상 - 장거리 이동 대기오염물질 등 위성 활용산출물 생산 확대* 및 축적자료 기반 대기오염물질 변동 추세 분석 등 실시 * 재난(산불·화산 등) 및 특이현상 발생 시 대기오염물질 탐지, 영향분석 인자 도출 등 - 위성자료 본격 활용과 연계한 자료생산 결측 최소화 • 정지궤도 환경위성 후속 고성능 위성 개발 추진 - 위성 관측의 연속성 확보, 도심지 상세지역 고해상도·고품질* 관측을 위한 후속 정지궤도 환경위성 개발('24년~, '30년 이후 발사) * 공간해상도는 7㎞×8㎞ → 2㎞×2㎞ 이내로 세밀화, 신호 강도 등 품질 향상 - 대기오염물질·온실가스 감시 등 위성 관측항목 확대를 위한 정지궤도 초분광 온실가스 관측위성 사업 추진('25년~) ※ 우주 궤도 및 주파수 확보 등 제반 환경에 따라 추진 일정 변경 가능

출처: 제3차 대기환경개선 종합계획('22.12, 환경부)

타. 제3차 해양수산발전 기본계획('21~'30)

□ 「제3차 해양수산발전 기본계획」은 최상위 해양수산계획으로 다른 법령에 따라 수립되는 해양, 수산, 해운, 항만 각 분야별 해양수산 계획에 우선하며 그 기본이 됨

○ '전환의 시대, 생명의 바다 풍요로운 미래'을 비전으로 3대 목표와 6대 추진전략이 제시됨

□ 동 사업은 향후 10년간 정부가 추진할 해양수산 분야의 통합적·거시적 정책방향을 제시하는 상위계획에 근거하여 추진되었으며, 고해상도 해양·환경 관측 위성개발 측면에서 연관성 있음

<표 4-13>「제3차 해양수산발전 기본계획」중 동 사업 관련 내용

추진전략	정책목표	정책과제
6. 국제협력을 선도하는 해양강국	2. 굳건한 해양안보로 해양영토 수호	6-2-가. 해양영토 주권·주권적 권리 행사 강화 • 해양영토 관리역량 고도화 - 우리나라 EEZ 및 대륙붕에서 어족 자원의 지속가능한 생산을 위한 지표개발, 타국의 불법어업 및 남획 차단을 위한 해상 법집행권 제고 - 해양공간관리계획, 해양자원 개발·이용, 해양협력 구축 등을 토대로 통합적인 해양 영토관리 전략 마련 추진 - 고해상도 해양·환경 관측위성 개발 사업 등을 통해 관할해역의 광역 감시망 확대·구축을 통한 해양이익 증진 및 해양문제 대응력 제고 - 해양과학조사 능력 및 자원 탐사 능력 강화로 우리나라 대륙붕에 부존하는 석유 및 가스 자원을 지속적으로 탐사하고 자원 확보 - 한일 대륙붕 공동개발협정에 따라 2028년까지 공동 탐사 및 개발이 예정되어 있는 한일 간 대륙붕 공동개발의 실질적 이행을 위한 여건 마련 - 한일 대륙붕 공동개발 협정의 이행 재개를 통하여 주변국과의 해상 긴장을 완화하고 새로운 협력 기반 구축을 위한 시발점으로 활용

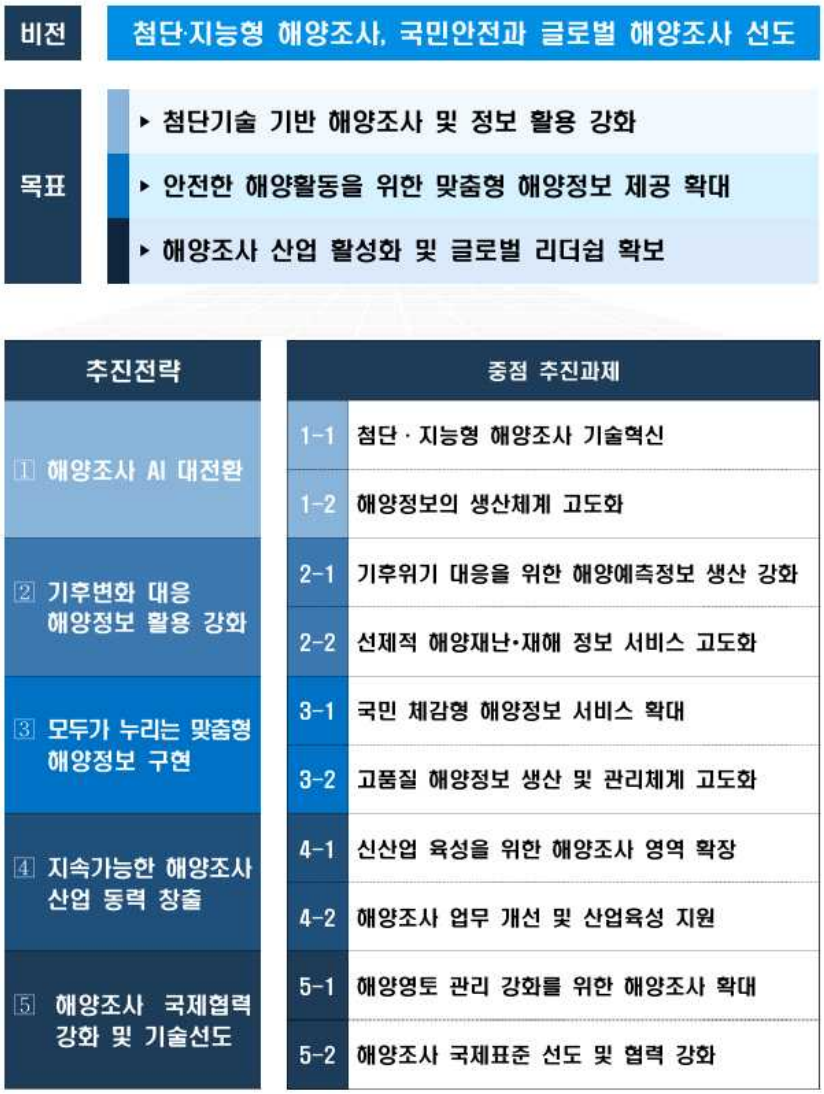
출처: 제3차 해양수산발전 기본계획('21.1, 대한민국 정부)

파. 제4차 해양조사기본계획('26～'30)

□ 「제4차 해양조사기본계획」은 AI·빅데이터 등 첨단기술을 적극 활용하여 미래 해양조사를 실현하고, 기후변화·해양재해 대응능력 제고 및 북극항로·해양안보 등 조사 영역과 역할을 확대하는 것을 주요 내용으로 함

○ '첨단·지능형 해양조사, 국민안전과 글로벌 해양조사 선도'를 비전으로 5개의 추진전략과 10개의 중점 추진과제가 제시됨

□ 동 사업은 국내·외 해양조사 환경변화와 미래수요를 반영한 기본계획에 근거하여 추진되었으며, 기후위기 대응을 위한 해양 예측정보 생산, 해양재난·재해 정보 서비스 고도화 측면에서 연관성 있음



[그림 4-8] 제4차 해양조사기본계획('26～'30)

2. 사업 추진체제 및 추진의지

가. 유사 사업과의 차별성

□ 정지궤도위성인 천리안위성 3호, 천리안위성 5호와 사업목적, 임무에서 차이가 있으나 시스템 본체 측면에서는 유사성이 있음

○ '천리안위성 3호'는 정지궤도 공공복합통신위성으로 천리안 1호의 통신 임무를 승계하고 국가 재난 통신 및 공공 위성통신 서비스를 제공할 통신전용 위성

○ '천리안위성 5호'는 천리안 2A호의 기상 및 우주기상 관측 임무를 승계할 차세대 기상위성

- 황사, 연무 등 관측한다는 면에서 관측대상, 기능상 유사성을 보이나 관측 정밀도, 관측 방식에서는 차이 있음

○ 기술적인 측면에서 천리안위성 3호, 5호, 6호는 천리안위성 2B호에서 완료된 정지궤도위성 국산화 플랫폼을 공유할 예정

- 천리안 2A/2B호 개발 당시 확보한 '천리안 2호급 표준 본체 플랫폼'을 기반, 구조계, 전력계(태양전지판 구동 메커니즘), 추진제 탱크, 자세제어용 휠 및 자이로스코프 등 기본 하드웨어 버스의 설계 국산화 자산을 연계하여 활용
- 탑재체의 유형, 사양, 규모에 따라 본체의 추진계, 전력계 등을 적합하게 조정하여야 하나 본체는 플랫폼 체제로 개발을 진행한다는 면에서 유사성이 있음

○ 개발체계적인 측면에서 민간주도 전환 추진이라는 공통된 사항 있음

- 천리안위성 5호와 6호 사업은 국내 민간 우주 기업이 체계종합 개발을 주도하는 방식으로 설계됨

<표 4-14> 정지궤도위성 사업내용 비교

구분	천리안위성 6호	천리안위성 3호	천리안위성 5호
사업기간	2027년 ~ 2033년	2021년 ~ 2027년	2025년 ~ 2031년
사업목적	대기환경 및 해양 관측	공공 통신망 확보	기상 및 우주기상 관측
사업범위	동아시아 광역 영토 및 전 지구적 기후 감시	대한민국 영토·영해 및 재난 재해 발생 지역	한반도 및 아시아·태평양 전역 기상 관측
사업내용	미세먼지(환경) 및 적조·녹조(해양) 모니터링	재난·재해 통신, 홍수 등 수재해 감시, 정밀항법보강 지원 등	초고해상도 기상탑재체 개발 및 우주기상 경보

출처 : 사업소개 자료(항우연 홈페이지, NTIS 등) 활용하여 예타연구진이 정리

나. 선행사업 성과활용 및 시설장비의 검토 적절성

□ 우주항공청의 '스페이스파이오니어 사업' 성과물을 동 사업에 연계 적용하여 국산 기술 자립화를 추진하는 방안은 긍정적이나 성공적이고 실질적인 연계를 위해서는 개발일정, 기술사양 차이를 해소하는 정밀한 계획수립이 필요

○ 스페이스파이오니어 사업의 우주 부품 국산화 기술이 천리안위성 6호 개발에 직접 적용되는 것은 국산화율 제고 및 예산 절감 측면에서 타당성이 있음

- 외산 부품 의존도 탈피, 범용성 모듈화 부품 적용으로 표준화 및 예산 절감 등의 긍정적 효과 발생 가능

○ 기술사양 불일치, 개발일정 조율 실패 시 해외 부품으로 우회하거나 중복 설계를 해야 하는 상황이 발생할 수 있어 이중 투자로 인한 예산 낭비의 위험이 있음

- 부품 레벨의 R&D가 천리안위성 6호 시스템 레벨의 인증 기준(QM/FM 모델 검증)을 충족하지 못하면 설계 변경이 반복되어 이중 투자 발생

○ 부처는 두 사업간 기술로드맵을 명확하고 구체적으로 동기화하여 부분품 개발 및 사용에 있어 중복 투자가 발생하지 않도록 노력이 필요

□ 스페이스파이오니어 사업 성과물 연계는 동 사업의 추진 의의에도 영향을 미치는 주요 세부활동으로 연계 가능 여부를 사업 추진 전에 확정하여 사업 내용에 반영 필요

○ 동 사업의 성과목표 중의 하나가 '국내 개발역량 확대'이고 성과지표(국산화율, 핵심기술 확보)에도 포함됨

○ 스페이스파이오니어 사업 개발품이 천리안위성 6호 요구 규격을 충족하지 못할 경우 사업 추진 일정에 영향이 없도록 조기(SDR시점)에 해외 제품 대체로 전환할 계획

<표 4-15> 부처 제시 동 사업에 활용가능한 시설장비 소유형태 및 소유기관

구분	시설장비 명	소유형태 및 소유기관	
		공공	민간
클린룸 및 조립 시험	ISO Class 7~8 Clean Room	보유(항우연)	보유(A社/B社)
	ESD Floor / ESD Workbench	보유(항우연)	보유(A社/B社)
	Clean Air Supply System	보유(항우연)	보유(A社/B社)
	Air Shower / Gowning Room	보유(항우연)	보유(A社/B社)
	대형 크레인	보유(항우연)	보유(A社/B社)
	대형 조립 테이블	보유(항우연)	보유(A社/B社)
	광학용 클린 텐트	보유(항우연)	미보유
시험 시설 및 시험 장비	고소 작업대	보유(항우연)	보유(B社)
	전동견인차	보유(항우연)	보유(B社)
	대형 열주기 시험장치	보유(항우연)	보유(B社)
	베이크아웃 챔버	보유(항우연)	보유(A社) '26년 투자(B社)
	소형 열진공 챔버	보유(항우연)	보유(A社/B社)
	중형 열진공 챔버	보유(항우연)	보유(A社/B社)
	대형 열진공 챔버	보유(항우연)	'27년 투자(B社)
	충격 시험기	보유(항우연)	보유(A社) '26년 투자(B社)
	대형 진동 시험기	보유(항우연)	'26년 투자(B社)
	중형 진동 시험기	보유(항우연)	보유(A社) '26년 투자(B社)
	음향 챔버	보유(항우연)	'27년 투자(B社)
	모달시험 장비	보유(항우연)	'26년 투자(B社)
	질량특성 시험장비	보유(항우연)	보유(A社) '26년 투자(B社)
	위성정렬 측정 장치	보유(항우연)	보유(A社) '26년 투자(B社)
	전자파 측정 시험장비	보유(항우연)	보유(A社/B社)
	전자파 측정 시험시설 (근접전계 시험장)	보유(항우연)	보유(A社/B社)

출처: 부처 2차 질의 답변서, p.62

○ 동 사업 추진 일정 상 SDR은 '27년 12월로 계획되어 있어 예비타당성조사 시점과 멀지 않아 스페이스파이오니어 사업 결과물의 적용 여부를 가능한 사업 시작 전에 확정하여 연계 여부에 따른 사업내용 변경을 최소화할 필요 있음

- 스페이스파이오니어 사업에 본 사업의 요구조건을 반영하여 변경 추진할 경우 개발 기간을 고려한 본 사업 연계 여부도 사전 확정 필요

□ 동 사업에서 직접 시설투자에 해당되는 내용은 없으나 체계개발이라는 사업특성으로 인해 제작, 조립, 시험 등에 필요한 시설의 구비가 사업 완수의 필수조건에 해당

○ 부처는 동 사업에서 요구하는 시설/장비 소유현황을 제시하였으며 민간주도 수행이나 민간이 미보유하는 시설은 항우연 시설 활용이 필요하여 사업 수행 시 적시에 사용 가능한지 사전 점검 및 운영관리가 필요

- 민간은 미보유 중인 대형 환경시험 시설에 대해 투자를 계획하고 있다고 하나 투자 의향 수준 정도만 확인되었으므로 일정 차질 없는 사업 수행을 보장하기 위해 부처는 실제 시설 투자 및 준공 시기, 대체 시설 활용 가능성 여부를 면밀하게 확인 필요

다. 부처간 연계・협력 방안의 적절성

□ 동 사업은 다부처 공동사업으로 주관기관인 우주항공청은 정지궤도위성 사업총괄, 시스템/본체 개발을 수행하고 참여부처인 기후에너지환경부, 해양수산부는 환경탑재체, 해양탑재체 개발을 수행

○ 주관연구개발기관 선정, 협약체결, 진도관리 평가 등 연구관리 업무는 총괄 및 시스템/본체는 우주항공청에서 직접 수행, 환경탑재체 및 해양탑재체는 각 활용 부처별 전문기관에서 수행

○ 추진위원회는 연도별 사업계획 수립, 예산/일정 변경 등 주요사항 심의·의결, 운영협의회는 부처·기관 간 논의 필요 제반사항 실무협의

□ 탑재체 관련 기술의 중장기 기술자립 로드맵이 부재하여 부처의 핵심기술 확보 및 동 사업 후속 연구개발과 연계 의지가 명확하지 않음

○ '인공위성 추진전략('25.2)' 상에 2033년 후속 위성 선행연구 및 2041년 이후 위성 개발이 제시되어 있으나 초점면전자부, 지향미러구동부 등 핵심 탑재체 부분품에

대한 구체적 기술 자립 로드맵 및 연구개발 전환 계획은 누락되어 있어 동 사업 핵심기술에 대한 부처의 지속적인 투자 및 국내기술 확보 의지가 불명확해 보임

□ 산업조성을 위해서는 민간 대기업의 체계개발 및 사업총괄 경험 기회 제공 외에 중소기업 기술구매, 이력축적 등 산업생태계 조성 역할이 필요하나 관련 내용이 미흡하거나 선언적으로만 제시되어 있음

○ 체계종합 민간 대기업은 경제성 위주 사업운영에 따른 국내 중소기업에게 진입 장벽 구축 가능성 예방, 정지궤도위성 개발 사업에 국내 중소·벤처기업 국산화 부품의 활발한 적용 등 노력 필요

□ 민간주도 우주산업 육성을 위해 사업 수행 예상 민간기업들의 정지궤도위성사업 지속 추진 및 구체적인 투자 의사 확인이 필요하나 미약

○ 부처는 동 사업을 민간주도 정지궤도위성산업 및 우주산업의 마중물로 활용할 계획으로 상응하는 민간의 우주산업에 대한 투자 확인 및 유인이 필요하나 관련 내용 미흡

- 부처는 민간기업의 시설 투자 의사는 확인하였으나 미이행 시에도 책임 부여가 없는 약속에 불과하여 향후 관련 투자 미발생 시 본 사업의 민간주도 우주산업 육성 추진에 부정적 결과 발생 우려

제 2 절 사업추진상의 위험요인

1. 재원조달 가능성

□ 동 사업 예산은 전액 국고로 지원되며 각 부처별 충당 가능성을 검토한 결과 재원 미확보 가능성을 배제할 수 없다고 판단되어 동 사업의 원활한 추진을 위해 사전 관련 문제점이 해소되어야 할 필요성이 있음

○ 우주항공청, 기후에너지환경부, 해양수산부의 최근 부처 R&D 예산 추이 및 중기 재정 등 근거자료를 바탕으로 예산 충당 가능성을 예측함

□ 부처별 예산 중 우주항공청 2,813.90억 원으로 전체 부처별 예산의 37.4%를 부담

○ 환경부 2,746.09억 원으로 36.5%, 해양수산부가 1,970.48억 원으로 26.2%를 차지

- 우주항공청이 시스템/본체 개발비, 환경부 및 해양수산부는 각 탑재체 개발비와 발사/보험료 분담할 계획을 제시함

○ 우주항공청은 연평균 401.99억 원, 최대 720.76억 원/년의 예산을 투입할 계획

○ 환경부는 연평균 392.30억 원, 최대 565.61억 원/년의 예산을 투입할 계획

○ 해양수산부는 연평균 281.47억 원, 최대 412.67억 원/년의 예산을 투입할 계획

<표 4-16> 천리안위성 6호 개발사업 부처별 소요예산

(단위: 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합 계
우주항공청	287.29	720.76	683.95	620.66	379.89	69.74	51.61	2,813.90
환경부	346.96	410.84	524.27	565.61	556.67	300.65	41.09	2,746.09
해양수산부	245.58	412.67	396.89	339.12	244.57	293.02	38.63	1,970.48
합 계	879.83	1,544.27	1,605.11	1,525.39	1,181.13	663.41	131.33	7,530.47

출처: 기획보고서

□ 동 사업 주관 및 참여부처(우주항공청, 기후에너지환경부, 해양수산부)의 주요 R&D 중기사업계획('26~'30)에 따르면 종료 사업 대비 신규 사업의 요구예산 규모가 과도하여 재원조달 위험을 배제하기 어려움

○ 우주항공청은 동 사업 시작년도인 '27년 총 21개 신규사업을 계획하고 있으며 총 요구 금액은 2,892.28억 원 가량이나, 종료사업으로 조달 가능한 금액은 약 411.54억

원 가량으로[151] 신규 요구 예산이 종료 예산 대비 약 7배에 달하여 한도 내 예산으로 동 사업의 착수 예산 조달이 불가능한 것으로 판단됨

- '28년 이후 신규 사업 수는 매년 1개 정도로 감소하나, '27년 신규 계획한 사업수가 많아 종료사업(27년 이후) 대비 신규사업(27년 이후) 요구예산 규모는 '30년에도 2.3배에 이름

<표 4-17> 우주항공청 신규(요구예산) 및 종료(가용예산) 연도별 현황

(단위: 억원, 개)

년도	2026	2027	2028	2029	2030
전체	9,208	17,772	20,310	22,048	20,036
계속	9,208	14,880	13,852	13,788	12,580
신규(요구예산)	-	2,892	6,458	8,260	7,456
종료(가용예산)	20	412	1,106	2,971	3,228
배수(신규/종료)	-	7.0	5.8	2.8	2.3
신규(사업수)	14	21	1	1	0

출처: 부처 추가 제출 자료, "주요 R&D 중기사업계획 예산현황" 활용하여 예타연구진이 작성

○ 기후에너지환경부는 동 사업 시작년도인 27년 총 38개 신규사업을 계획하고 있으며 총 요구 예산은 3,077.14억 원이나 종료사업으로 조달 가능한 금액은 약 443.07억 원[152]으로 신규 요구 예산이 종료 예산 대비 약 6.9배에 달함

- 신규사업이 '27년도에만 있다고 가정해도 종료사업에 따른 여유 재원 대비 신규사업 진행에 따른 '30년 요구예산도 1배로 나타나 부처내 재원조달 여력이 크지 않음
- 부처의 중기사업예산 자료에 '28년 이후 신규 사업에 대한 내용은 없어 '28년 이후 신규 사업 추진에 따른 추가 예산 소요가 없다고 가정

151) 우주항공청 주요R&D의 중기사업예산('26~'30) 현황 자료를 활용하여 예타연구진 산정

152) 기후에너지환경부의 주요R&D의 중기사업예산('26~'30) 현황 자료를 활용하여 예타연구진 산정

<표 4-18> 기후에너지환경부 신규(요구예산) 및 종료(가용예산) 연도별 현황

(단위: 억원, 개)

년도	2026	2027	2028	2029	2030
전체	15,605	20,252	20,355	20,884	18,689
계속	15,599	17,175	15,939	15,527	14,338
신규(요구예산)	5	3,077	4,416	5,358	4,351
종료(가용예산)	-	443	1,470	2,905	4,385
배수(신규/종료)		6.9	3.0	1.8	1.0
신규(사업수)	31	38			

출처: 부처 추가 제출 자료, “주요 R&D 중기사업계획 예산현황” 활용하여 예타연구진이 작성

○ 해양수산부는 동 사업 시작년도인 ’27년 총 56개 신규사업을 계획하고 있으며 총 요구 예산은 3,115.44 억 원이나 종료사업이 부재하여 종료사업 예산을 통한 재원 조달이 어려울 것으로 판단됨

- 신규사업이 ’27년도에만 있다고 가정해도 종료사업에 따른 여유 재원 대비 신규사업 진행에 따른 ’30년 요구예산도 1.3배로 나타나 부처내 재원조달 여력이 크지 않음
- 부처의 중기사업예산 자료에 ’28년 이후 신규 사업에 대한 내용은 없어 ’28년 이후 신규 사업 추진에 따른 추가 예산 소요가 없다고 가정

<표 4-19> 해양수산부 신규(요구예산) 및 종료(가용예산) 연도별 현황

(단위: 억원, 개)

년도	2026	2027	2028	2029	2030
전체	7,305	12,606	14,444	13,469	11,712
계속	7,305	9,491	9,506	9,073	7,999
신규(요구예산)	-	3,115	4,938	4,396	3,713
종료(가용예산)	-	-	716	1,657	2,890
배수(신규/종료)			6.9	2.7	1.3
신규(사업수)	26	56			

출처: 부처 추가 제출 자료, “주요R&D 중기사업계획 예산현황” 활용하여 예타연구진이 작성

□ 유사한 정지궤도(고고도) 위성인 천리안위성 1호, 2호 등이 보험료 계상 및 사업연장 등의 사유로 총사업비를 증액한 이력과 기존 항우연 주도의 우주 관련 연구개발 사업들에서 발생한 기간 연장 및 예산 증가 사례를 고려할 때 동 사업 실행 시 계획된 사항과 차이가 발생할 가능성이 존재함

○ 천리안위성 1호 개발 시 당초 계획되었던 64개월에서 76개월로 위성 개발 기간이 연장되었으며, 예산도 약 23.2%가량 증액됨

○ 천리안위성 2호의 경우에도 2B호 발사 시기 기준으로 사업기간이 약 20개월 연장되었으며 예산도 약 5% 추가 투입되었음

□ 해외 부품 구매 및 발사·보험 등 환율에 영향을 크게 받는 항목들이 많이 포함되어 있어 향후 사업비 상승 우려가 존재함

○ 사업기획서 기준으로 원달러 환율 1,221.68원을 적용[153]하였으나 급격한 환율 변동 등으로 추정 예산을 초과할 위험성도 있어 철저한 사업비 관리가 필요함

153) 최근 7년('18~'24년) 평균 매매기준율 적용

2. 법/제도적 위험요인

□ (국가연구개발혁신법) 동 사업은 민간 주관으로 추진될 예정이나,「국가연구개발혁신법」제16조 및 동법 시행령 제19조 등에 따라 연구개발성과(천리안위성 6호)가 국가에 귀속됨을 상정하여 기업의 민간부담액을 면제한 전액 국비로 추진될 예정이므로, 혁신법 위반을 방지할 수 있는 면밀한 관리가 요구됨

○ 주관부처는 사업 추진 과정에서 쟁점이 될 수 있는 유·무형의 성과를 식별하고, 해당 성과를 국가 소유로 하고 동 사업 참여 기업이 무단으로 사용할 수 없도록 조치할 필요가 있음

※ "연구개발성과를 국가 소유로 하는 경우에는 기관부담 연구개발비 면제가 가능하지만 동 사업의 최종 성과물 외에도 과제 수행 과정에서 발생하는 지적재산권 등 유·무형의 성과도 국가가 소유해야 함" (천리안5호 예타보고서, p37)

□ (기술이전) 출연연(항우연)에서 민간기업으로 정지궤도위성 핵심기술의 기술이전은 사업의 성공여부를 좌우하는 중요한 사항이므로 부처는 체계개발사업에 대한 규정 정비, 가이드라인 제시, 사업 수행 시 위험관리가 필요

○ 체계개발 및 획득의 성격을 갖고 있는 동 사업에 적합한 관련 규정이 충분히 마련되지 않은 상태로 판단되며, 이에 따라 향후 사업 추진 시 기술료 등에 대한 협상이 사업 추진에 큰 영향을 끼칠 우려가 있음

○ 사업 시행 이전 기술이전 계약 내용을 특정할 수 없으므로 부처는 동 사업과 유사한 사업유형에 대한 규정 정비, 위험관리가 필요

- 계약당사자간 자율적인 협의가 필요한 기술이전 상세내용에 대해 사전 특정에는 한계

□ (WTO 보조금협정) 기존 인공위성 개발 사례를 참고할 때, 동 사업이 WTO 보조금협정에 직접적인 규제대상으로 간주될 가능성은 낮다고 판단되나 위험관리(Risk management) 차원에서 사업계획 전반에 대한 WTO 보조금협정의 저촉 가능성의 사전 검토 및 예방 노력 필요

○ 동 사업은 국가적으로 운용하는 정지궤도 위성의 기술력을 확보하고자 하는 목적으로 추진되어 일반적인 사회간접자본에 해당할 수 있어 WTO 보조금 협정에 저촉될 가능성은 낮다고 판단됨

- WTO 보조금 및 상계조치에 관한 협정에서는 보조금을 정부가 일반적인 사회간접자본 이외의 상품 또는 서비스를 제공하거나 구매한 경우로 정의하고 있으며, 동 정지궤도 환경·해양위성은 사회간접자본으로 볼 수 있다고 판단됨[154]

○ 또한 동 사업의 성과가 기업의 해외 수출로 이어질 가능성이 낮아 WTO 보조금 협정의 제재 대상에 포함될 가능성은 낮다고 판단

○ 위험관리(Risk management) 차원에서 사업계획 전반에 대한 WTO 보조금협정의 저촉 가능성을 사전 검토하여 추후 발생할 수 있는 분쟁 소지 예방 필요

□ 미국 무기거래규정은 무기가 아닌 상품에도 적용될 수 있어 각 부품의 성격과 특성을 정확히 파악할 필요가 있으며, 단순히 재화뿐만 아니라 미국산 기술을 기반으로 하고 있는 생산품목에도 적용될 수 있어 이에 대한 면밀한 검토가 요구됨

○ 인공위성을 개발하고자 하는 동 사업의 성격상 해당 위성을 구성하는 부품 중 일부를 수입할 계획에 있으므로 USML(미 군수품 목록)·CCL(상무부 통제목록) 분류에 따라 적용 미국 무기거래규정(ITAR) 규제 또는 수출관리규정(EAR)이 적용될 수 있음

- 미국산 부품이 포함된 지구관측용 정지궤도 위성의 ITAR 위반 가능성은 미국 정부의 승인(수출허가) 없이 위성 기술을 제3국에 이전하거나 타국 발사체에 무단 탑재할 경우 발생

□ 민간주도 사업 추진에 따른 EAR(미국 상무부 수출통제규정) 및 ITAR(미국 국무부 국제무기거래규정) 관련 사각지대가 발생하지 않도록 추진체계에 부합하는 대응 방안 마련이 필요

○ EAR(미국 상무부 수출통제규정) 및 ITAR(미국 국무부 국제무기거래규정) 위반 가능성은 미국산 핵심 기술이나 부품을 허가 없이 제3국으로 유출하거나 통제 대상 국가의 발사체·인력과 접촉할 때 발생할 수 있어 면밀한 검토가 필요

154) 다만 해당 협정 제1.1조의 '일반 인프라' 예외는 정부가 재화·서비스를 제공하는 경우에 관한 문구이며, 기업에 대한 전액 국비 지원이라는 직접 자금이전 판단을 자동 배제하지 않으므로, 혜택·특정성·수출 또는 국산품 사용 조건을 별도로 검토해야 할 가능성을 완전히 배제하기는 어려울 수 있음에 유의

3. 기타 위험요인

□ 글로벌 우주시장의 성장에 따라 구매자에서 공급자 중심으로 공급망이 재편되는 등 장납기 부품의 조달 위험이 증가하는 가운데 세부적인 대응 방안 마련이 요구되나 미흡

○ 장납기 부품은 제작에 수년이 소요되어 사업 기간 연장과 막대한 지체상금 리스크로 연계될 수 있어 관련 부품 식별 및 관리, 기술사양 변경 관리, 다양한 공급선 유지, 재원조달의 유연성 확보 차원에서 세밀한 대응 방안 마련이 필요

○ 동 사업 기획보고서 상 장납기 부품조달에 대한 위험은 인식하고 사업기획 시 회의에서 논의, 개발방안, 위험요인으로 기재하고 있으나 일반적인 내용으로 구체적으로 명확히 대응 방안이 수립되었는지는 판단 불가

□ 동 사업에서 신규 국산화되는 부분품을 중심으로 국산화 실패 요인, 대응 방안을 제시하였으나 최근 산업환경 변화 반영, 대체기술에 대한 면밀한 계획 수립은 부족

○ 이전 위성개발 사업(천리안위성 2호, 5호 등) 대비 천리안위성 6호에서 신규 국산화되는 부분품별 기술적 위험요인을 식별하고 해외구매, 기술협력 등 대응방안을 제시

- 대응방안에 대해 기술, 일정, 비용 등을 중심으로 변경가능성도 검토

○ 그러나, 최근 글로벌 지정학적 변화와 우주산업의 공급망 불안정에 따른 병목현상 발생 가능성에 대한 고려 및 대응 방안 수립은 부족

- 위성체계 개발에 사용되는 특수합금, 센서 등의 부품은 특정 해외 국가에 대한 수입 의존도가 높아 공급망 불안정에 취약

□ 임무수명 설정에 있어 변동요인을 고려한 재무 계획 및 비용 구조 최적화 등 대응계획 수립 미흡

○ 임무수명이 10년이나 연료 탑재량, 설계 시 탑재체 열화 등을 반영하여 임무수명이 변화될 수 있어 임무수명 변동 상황을 반영한 대응계획 제시도 필요

- 천리안위성 1호의 경우 설계수명(7년) 보다 긴 약 16년 동안 임무 수행, 정지궤도 공공복합통신위성은 설계 수명 15년

○ 임무수명이 증가 또는 감소함에 따라 감가상각 기간과 사용기간에 영향을 미치므로 임무수명 변동에 따른 민감도 분석(Sensitivity Analysis), 수명 연장 또는 조기 도태에 따른 이익 및 손실 최적화 계획 수립 필요

<표 4-20> 기획보고서 상 장납기 부품에 대한 기재 내용

구 분	내 용	출처
'해양탑재체 1차 전문가 협의체 주요 결과' 중 '해양탑재체 개발방향'	- 국내독자 개발이기 때문에 너무 큰 설계 변경은 RISK 발생 가능성이 있어, 기존 설계 헤리티지를 최대한으로 유지 - 탑재체 주요 구성품 국내개발 가능성 면밀한 검토가 필요 - 편광, 분광시스템 등 개발 역량(경험)이 부족한 부분에 대해서는 해외 기술 도입 등도 고려되어야 함 - 광학부 분광사양 관련 좀 더 세부적이고 명확한 규격을 제시가 필요 - **해외도입 장납기 품목(CMOS 검출기) 납기준수방안 검토**	기 획 보 고 서 p.69
'4차 총괄기획위원회 주요 결과' 중 '사업 추진계획'	- 기존 성과물(스페이스파이오니어 사업, GK3 등)로 확보된 구조체 및 하드웨어 데이터 연계 활용 - 탑재체별 개발 일정의 현실성 및 개발 리스크 최소화를 위해 **롱리드 아이템(장납기 품목)에 대한 조기발주 방식 등 고려 필요** - 위성체와 탑재체 이외의 지상국 비용 등의 고려 시 규모 증가 정도를 파악하여 예산 설명 필요	기 획 보 고 서 p.77
'시스템 및 본제 개발 방안' 중 '사업관리 개발 업무'의 '구매/조달품목' 관리 대상	**장기조달부품(LLI, Long Lead Items)을 사업 초기에 식별하고 글로벌 공급망을 통하여 개발 일정에 문제가 없도록 관리** · 해외 개발품의 경우, 위성 사업에서 빈번히 발생하는 지연요소	기 획 보 고 서 p.757
'사업 추진상의 위험요인 및 대응방안' 중 '개발일정 지연'의 위험요인 식별 및 대응방안	[위험요인] (조립/제작 지연) ITAR(International Traffic in Arms Regulations) 규제 및 **LLI(Long Lead Items) 등으로 인한 우주급 부품 수급 문제로 인한 개발 일정 지연 가능성 존재** [대응방안] **장납기 품목(LLI) 식별 및 헤리티지 제품 위주로 제품 조기 선정 및 계약 수행으로 부품 수급 관리**	기 획 보 고 서 p.1362, p.1364

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 1 절 비용 추정

1. 총사업비의 구성

□ 부처는 총사업비를 7년간('27~'33) 총 7,530.47억 원, 연평균 1,075.78억 원으로 전액 국고 지원할 계획을 제시함

○ 분야별로 시스템 및 본체 2,813.90억 원, 환경탑재체 2,183.04억 원, 해양탑재체 1,407.43억 원, 발사비 및 보험료 1,126.10억 원으로 구성됨

<표 5-1> 천리안위성 6호 개발 분야별 소요예산

(단위: 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합 계
시스템 및 본체	287.29	720.76	683.95	620.66	379.89	69.74	51.61	2,813.90
환경탑재체	346.96	410.84	524.27	509.31	359.60	19.13	12.93	2,183.04
해양탑재체	245.58	412.67	396.89	282.81	47.50	11.49	10.49	1,407.43
발사비 및 보험료	-	-	-	112.61	394.14	563.05	56.30	1,126.10
합 계	**879.83**	**1,544.27**	**1,605.11**	**1,525.39**	**1,181.13**	**663.41**	**131.33**	**7,530.47**

출처: 기획보고서

□ 시스템 및 본체는 총 2,813.90억 원이며 시스템은 306.96억 원, 본체는 2,506.94억 원으로 구성

○ 시스템 중 '관제 및 전처리시스템'이 152.24억 원으로 시스템 전체 예산의 49.6%를 차지

○ 본체 중 '관제 및 전처리시스템'이 600.15억 원, '추진계'가 533.12억 원으로 본체 전체 예산의 23.9%, 21.3%를 차지

<표 5-2> 시스템 및 본체 개발 소요예산

(단위: 억 원)

구 분		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합 계
시스템	사업관리	2.31	2.11	2.21	2.21	1.91	1.98	2.02	14.76
	체계공학	13.01	8.61	9.26	27.13	10.98	6.80	8.10	83.89
	체계통합/시험	1.47	3.05	3.16	1.83	3.03	8.62	9.19	30.34
	제품보증	3.73	3.65	3.84	4.05	4.15	3.11	3.20	25.73
	관제 및 전처리시스템	6.04	7.31	22.48	22.01	44.69	27.81	21.89	152.24
	소계	26.57	24.73	40.96	57.22	64.74	48.32	44.40	306.96
본체	본체 종합	3.95	72.08	67.39	75.59	81.67	7.27	2.87	310.82
	구조계	70.73	45.06	30.22	1.19	1.23	1.27	-	149.69
	열제어계	1.27	59.24	3.39	2.30	1.30	1.34	-	68.83
	자세제어계	4.30	133.74	70.97	26.92	31.43	1.22	-	268.58
	추진계	155.85	108.39	108.56	157.80	1.26	1.26	-	533.12
	전력계	1.59	209.39	238.42	147.61	1.22	1.24	0.68	600.15
	원격측정명령계 DHS	0.82	15.86	82.52	101.80	102.15	1.88	0.55	305.59
	원격측정명령계 RF	0.79	1.22	1.66	1.72	0.88	0.47	0.48	7.22
	비행소프트웨어계	20.62	4.91	5.12	4.68	3.32	2.68	1.67	43.00
	관측자료통신계	0.80	46.14	34.73	43.83	90.69	2.79	0.95	219.93
	소계	260.72	696.03	642.98	563.44	315.15	21.41	7.21	2,506.94
합 계		**287.29**	**720.76**	**683.95**	**620.66**	**379.89**	**69.74**	**51.61**	**2,813.90**

출처: 기획보고서

□ 환경탑재체 개발 소요예산은 총 2,183.04억 원이고 세부 항목 중 '환경탑재체 센서계 개발'이 1,620.90억 원으로 전체 예산의 74.2%를 차지하여 가장 높은 비중을 차지

○ 그다음으로 '환경탑재체 전자계 개발'이 332.47억 원으로 전체 예산의 15.2%를 차지

<표 5-3> 환경탑재체 개발 소요예산

(단위: 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합 계
환경탑재체 시스템	8.88	14.54	11.45	12.95	12.63	9.58	3.63	73.65
환경탑재체 조립시험 및 초기운영	2.02	47.78	10.93	31.72	46.28	8.52	8.78	156.02
환경탑재체 센서계 개발	269.13	290.62	427.72	385.63	246.42	0.94	0.44	1,620.9
환경탑재체 전자계 개발	66.94	57.90	74.17	79.01	54.27	0.09	0.09	332.47
합 계	**346.96**	**410.84**	**524.27**	**509.31**	**359.60**	**19.13**	**12.94**	**2,183.04**

출처: 기획보고서

□ 해양탑재체 개발 소요예산은 총 1,407.43억 원이고 세부 항목 중 '해양탑재체 센서계 개발'이 1,033.02억 원으로 전체 예산의 73.4%를 차지

○ 그다음으로 '해양탑재체 전자계 개발'이 246.30억 원으로 전체 예산의 17.5%를 차지

<표 5-4> 해양탑재체 개발 소요예산

(단위: 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합 계
해양탑재체 시스템	4.22	5.11	5.89	6.10	6.82	3.37	3.67	35.17
해양탑재체 조립시험 및 초기운영	3.31	39.43	11.39	14.36	18.73	2.91	2.81	92.93
해양탑재체 센서계 개발	194.33	297.60	306.16	211.07	16.23	4.35	3.29	1,033.02
해양탑재체 전자계 개발	43.72	70.54	73.45	51.29	5.73	0.86	0.72	246.3
합 계	**245.58**	**412.67**	**396.89**	**282.81**	**47.50**	**11.49**	**10.49**	**1,407.43**

출처: 기획보고서

□ 부처별 소요예산 중 우주항공청 2,813.90억 원으로 전체 부처별 예산의 37.4%를 차지

○ 환경부 2,746.09억 원으로 36.5%, '해양수산부'가 1,970.48억 원으로 26.2%를 차지

- 우주항공청은 시스템/본체 개발비, 환경부 및 해양수산부는 각 탑재체 개발비와 발사/보험료 분담할 계획

○ 우주항공청은 연평균 401.99억 원, 최대 720.76억 원/년의 예산을 투입할 계획

○ 환경부는 연평균 392.30억 원, 최대 565.61억 원/년의 예산을 투입할 계획

○ 해양수산부는 연평균 281.47억 원, 최대 412.67억 원/년의 예산을 투입할 계획

<표 5-5> 천리안위성 6호 개발사업 부처별 소요예산

(단위: 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합 계
우주항공청	287.29	720.76	683.95	620.66	379.89	69.74	51.61	2,813.90
환경부	346.96	410.84	524.27	565.61	556.67	300.65	41.09	2,746.09
해양수산부	245.58	412.67	396.89	339.12	244.57	293.02	38.63	1,970.48
합 계	**879.83**	**1,544.27**	**1,605.11**	**1,525.39**	**1,181.13**	**663.41**	**131.33**	**7,530.47**

출처: 기획보고서

□ (비목별 소요예산) 발사비 및 보험료를 제외한 세목별 원안 총사업비는 인건비 485.1억 원, 연구시설장비비 70.04억 원, 연구재료비 5,377.8억 원, 연구활동비 148.75억 원, 간접비 322.69억 원으로 구성됨

○ 연구재료비가 전체 사업비의 84%를 차지하며, 인건비 7.6%, 간접비 5%, 연구활동비 2.3%, 연구시설장비비 1.1% 순임

○ (인건비: 규모) 총 투입 인력은 422.49MY(Man-Year)이며, 연평균 60.36MY 인력 투입

- 세부 분야별로 시스템 및 본체 275.83MY, 환경탑재체 73.74MY, 해양탑재체 72.92MY로 구성됨

- 산업계는 244.33MY, 연구계는 178.16MY 인력 투입

○ (인건비: 단가) 주관부처는 민간기업 평균 연봉은 기술수요조사서를 제출한 기업의 전자공시시스템(DART) 정기 공시 상의 평균 연봉에 최근 7년('18~'24) 평균 임금상승률(3.59%)을 적용*하였고, 출연연(항우연)은 업무를 고려한 평균 인건비 및 임금상승률(탑재체 3.35%, 관제 및 전처리시스템 1.39%)을 적용했다고 하나 세부 근거 미제시

* 인건비 산정을 위해 참여 출연연(항우연) 및 전자공시시스템(DART)에서 인건비 확인이 가능한 민간기업의 평균 연봉과 연평균 임금상승률을 적용함

- (시스템 및 본체) 관제 및 전처리시스템(항우연(87백만원, '24년)) 이외에는 민간기업 임금(87백만원, '24년))을 적용
- (환경탑재체/해양탑재체) 출연연(항우연) 임금을 적용(110백만원, '24년)

○ (연구재료비 및 연구활동비) 주관부처는 가능한 한 견적서 기반으로 산출하였으며, 필요시 견적가 또는 유사사례 비용(실적가)에 물가상승률 및 관부가세와 환율을 적용했다고 설명함

- 주관부처는 타 위성개발 사업 등을 통해 해당 부분품 개발 또는 납품 이력이 있는 기업과 협의 후 견적서를 확보함

○ (간접비) 직접비 합계에 예상 수행기관에 따른 간접비 비율을 적용

- (민간기업) 천리안 5호 개발 사업의 민간기업 협약에 적용한 간접비 비율 5.23% 적용
- (항우연) '25년 간접비 고시 비율(5.36%)적용

○ (연구시설장비비) 동 사업의 장비구축 규모는 총 70.04억 원으로, 본체 및 시스템 1.39억 원, 환경탑재체 36.82억 원, 해양탑재체 31.83억 원으로 구성

- 대부분의 장비(텔레스코프 및 스펙트로미터 조립 정렬, 성능측정용, 광학시스템 통합시험 운용, 고정밀 레이저 라이다 3차원 측정기, 진공용 간섭계)는 탑재체의 성능 시험을 위한 장비에 해당

○ (발사비 및 보험료) 발사비는 Space-X社의 Falcon 9 로켓 활용을 기준으로 한 견적서를 바탕으로 산출

- 보험료는 시스템 및 본체, 환경 및 해양탑재체 개발비 합산의 5% 요율을 적용하여 산출

※ 천리안위성 5호 사업 예타 조사 당시 보험료 위성체 가격의 2.5% 요율 적용

- 발사비는 969.81억 원, 보험료는 156.30 억 원

<표 5-6> 천리안위성 6호 개발 사업 비목별 소요예산

(단위: 억 원)

비 목			2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합 계
직접비	인건비	시스템 및 본체	29.23	52.05	54.23	52.27	42.11	35.29	25.18	290.37
		환경탑재체	10.68	14.65	15.84	19.10	27.08	6.66	3.89	97.91
		해양탑재체	11.25	15.35	17.66	16.01	22.37	7.08	7.11	96.82
		소계	51.16	82.05	87.73	87.38	91.56	49.03	36.18	485.09
	연구시설장비비	시스템 및 본체	-	0.50	0.61	0.06	-	0.23	-	1.39
		환경탑재체	-	36.82	-	-	-	-	-	36.82
		해양탑재체	0.90	30.78	0.03	0.06	0.03	0.03	-	31.83
		소계	0.90	68.10	0.64	0.11	0.03	0.26	-	70.04
	연구재료비	시스템 및 본체	234.89	617.48	579.33	522.37	304.91	19.68	14.24	2,292.91
		환경탑재체	314.56	334.91	474.63	457.35	311.57	9.26	6.90	1,909.19
		해양탑재체	217.43	341.92	351.69	245.17	18.91	0.35	0.23	1,175.70
		소계	766.88	1,294.31	1,405.66	1,224.89	635.39	29.29	21.37	5,377.80
	연구활동비	시스템 및 본체	8.88	14.90	15.76	15.09	13.93	11.04	9.59	89.19
		환경탑재체	4.07	3.56	7.12	6.95	2.66	2.23	1.49	28.07
		해양탑재체	3.51	3.62	7.32	7.19	3.77	3.46	2.62	31.49
		소계	16.46	22.08	30.20	29.22	20.36	16.72	13.71	148.75
	소계		835.40	1,466.54	1,524.22	1,341.61	747.35	95.30	71.25	6,081.68
간접비		시스템 및 본체	14.29	35.83	34.02	30.87	18.93	3.50	2.59	140.03
		환경탑재체	17.65	20.90	26.67	25.91	18.29	0.97	0.66	111.06
		해양탑재체	12.49	20.99	20.19	14.39	2.42	0.58	0.53	71.60
		소계	44.43	77.73	80.88	71.17	39.64	5.06	3.78	322.69
합 계			**879.83**	**1,544.27**	**1,605.11**	**1,412.78**	**786.99**	**100.36**	**75.04**	**6,404.37**

주) 발사비 및 보험료 제외
출처: 기획보고서

□ 연구장비구축 관련 총 장비구축비는 70.04억 원이며 시스템/본체 1.39억 원, 환경탑재체 36.82억 원, 해양탑재체 31.83억 원에 해당

○ 총 구축 장비 품목 수는 19개이며 시스템/본체는 5개, 환경탑재체는 6개, 해양탑재체는 8개임

○ 총 구축 장비 수량은 68개이며, 시스템/본체는 44개, 환경탑재체는 6개, 해양탑재체는 18개임

<표 5-7> 개발 내용별 구축장비

구 분	비용(백만원)	품목(개)	수량(개)
시스템/본체	139	5	44
환경탑재체	3,682	6	6
해양탑재체	3,183	8	18
합 계	7,004	19	68

○ 시스템/본체 구축예정 장비 목록은 <표 5-8>과 같음

<표 5-8> 부처 제시 구축예정 장비 목록(시스템/본체)

(단위: 백만 원)

장비번호	구축장비명	모델명	구축연차	설치지역	단가	수량	총금액
관제-01	분석용 워크스테이션	워크스테이션	2차년도 3차년도	대전	35.53	2	71.06
관제-02	관제/전처리 시스템 개발 및 설계용 모니터	LG 32UN650K LED	2차년도 3차년도	대전	0.50	7	3.50
관제-03	설계용 PC	인텔 코어 울트라 9 시리즈2 285K(애로우레이크	2차년도 3차년도	대전	4.40	7	30.80
관제-04	분석용 노트북 컴퓨터	삼성 갤럭시북5 Pro NT960XHA-K71AR 노트북	3차년도 4차년도	대전	2.75	4	11.00
관제-05	분석용 하드	분석용 하드	6차년도	대전	0.95	24	22.80
합 계					-	44	139.16

출처: 기획보고서

○ 환경탑재체 구축예정 장비 목록은 <표 5-9>와 같음

<표 5-9> 부처 제시 구축예정 장비 목록(환경탑재체)

(단위: 백만 원)

장비 번호	구축장비명	모델명	구축연차	설치지역	단가	수량	총금액
환경-01	텔레스코프 및 스펙트로미터 정렬용 고정밀 스캐닝 레이저 트래커 세트	Leica Laser Tracker AT960MR-T Products	2차년도	대전	632.92	1	632.92
환경-02	텔레스코프 및 스펙트로미터 조립 정렬을 위한 고정밀 6자유도 이송장비	H-850.H2A	2차년도	대전	529.20	1	529.20
환경-03	환경탑재체 광학시스템 통합시험 운용장비	정지궤도 환경탑재체 광학 시스템 통합시험 운용 장비	2차년도	대전	1,418.01	1	1,418.01
환경-04	텔레스코프 및 스펙트로미터 엔드-투-엔드 성능 측정을 위한 시준기 시스템	정지궤도 환경탑재체 광학 부품	2차년도	대전	296.84	1	296.84
환경-05	텔레스코프 및 스펙트로미터 조립 정렬 및 열진공 광학성능 측정을 위한 진공용 간섭계	PhaseCam 6110 Dynamic Interferometer 632.8nm	2차년도	대전	788.52	1	788.52
환경-06	열제어부 해석 WS 등	Precision 7960 XCTO	2차년도	대전	16.50	1	16.50
합 계					-	6	3,681.98

출처: 기획보고서

○ 해양탑재체 구축예정 장비 목록은 <표 5-10>과 같음

<표 5-10> 부처 제시 구축예정 장비 목록(해양탑재체)

(단위: 백만 원)

장비 번호	구축장비명	모델명	구축예정연차	설치예정 지역	단가	수량	총금액
해양-01	3차원 정밀 좌표 측정기	Leitz Infinity 12.10.7	2차년도	대전	1,413.50	1	1,413.50
해양-02	고정밀 6자유도 이송장치 시스템	H-850.H2A	2차년도	대전	142.45	3	427.35
해양-03	시험용 노트북	삼성전자 갤럭시북5 프로 360 (NT960QHA-K71AR)	2차년도 (1) 3차년도 (1) 4차년도 (2) 5차년도 (1) 6차년도 (1)	대전	2.98	6	17.88
해양-04	고정밀 레이저 라이다 3차원 측정기	LADAR LD-25TM Kit	2차년도	대전	706.09	1	706.09
해양-05	진공용 간섭계	PhaseCam 6010 Dynamic Interferometer	2차년도	대전	527.94	1	527.94
해양-06	광학분석용 워크스테이션	Precision 7960 XCTO	1차년도	대전	15.00	2	30.00
해양-07	광구조체분석 워크스테이션	Precision 7960 XCTO	1차년도	대전	15.00	2	30.00
해양-08	탑재체 열해석 워크스테이션	Precision 7960 XCTO	1차년도	대전	15.00	2	30.00
합 계					-	18	3,182.76

출처: 기획보고서

□ 총비용 관련하여 부처는 천리안위성 6호의 예상 운영비를 제시함

○ 주관부처는 현재 운영 중인 천리안위성 2B호의 운영비를 기준으로 천리안위성 6호 발사 이후 운영비를 산출하였으며, 천리안위성 6호 설계수명인 10년간('34~'43)의 운영비를 총 646.1억 원으로 제시

- 주관부처는 관제운영비를 천리안위성 2B호 운영비에 물가 및 임금상승률(5%)을 적용하여 산정한 총 646.1억 원을 제시

- '유지관리 인건비'는 내부 인력(20인)은 119억 원, 외부용역(20인)은 127.5억 원으로 총 246.5억 원에 해당
- '직접비'는 총 468.4억 원이고 인건비성 외부용역비*를 제외할 경우 340.9억 원이며 직접비 내에서 '관제 및 운용 소프트웨어 유지보수' 137.4억 원, '레인징' 93.5억 원, '지상설비 관리' 42.5억 원 등이 상대적으로 높은 비중을 차지
  * 외부용역비는 127.5억 원이며 상시 현업 업무(24시간/365일) 수행을 위해 시스템·인프라 운영 및 관리에 산업체 외주 용역을 활용
- '간접비'는 58.7억 원으로 인건비 및 직접비의 10%에 해당하나, 주관부처는 간접비 산출 근거는 미제시

<표 5-11> 천리안위성 6호 운영비('34~'43) 비목별 연평균 금액

분 류	비 목	관제 운영비*(억 원)
인건비	인건비(20인)	11.90
직접비	지상설비 관리	4.25
	안테나 및 RF 등 장비 구입	1.70
	관제 및 운용 소프트웨어 유지보수	13.74
	운용 외부 용역	12.75
	국내외 여비	0.51
	연구활동비	3.15
	공공요금	1.39
	레인징	9.35
간접비	간접비	5.87
합 계		64.61

* 상기 금액은 부가가치세 등이 제외된 금액이며 추후 변경될 수 있음
출처: 부처 추가 질의 답변서('25. 5.14)

□ 원안은 주관부처가 사용한 기준환율, 일부 원가요소 추적에 한계가 있는 견적내용 등으로 총사업비 추정에 제약이 존재

○ 주관부처는 부품별 견적서를 제출했으나, WBS, 기술확보전략과 각 비용요소 간의 관계가 일부 불분명하여 원가요소 추적에 기반한 총사업비의 적절성 검토에 어려움 있음

□ (인건비) 세부요소기술별 인력 투입 계획(MY 단위)의 일부 산정 근거의 타당성이 부족하여 인건비 규모의 조정이 필요하고 MY당 인건비의 통일성이 부족

○ 출연연의 경우 '관제 및 전처리', '탑재체 개발' 등 업무특성과 실 임금 차이를 반영하여 차별화된 인건비 단가를 적용하여 산정하나 내부 인건비 정보로 근거 확인에 한계

□ (연구재료비) 주관부처는 견적서 작성 연도 또는 최근 환율을 적용하였으나, 예비타당성조사 수행 가이드라인에 따르면 조사 기준년도인 '24년의 평균 환율*을 적용하여야 하며, 각 항목의 산정 근거자료 및 물가상승률 적용에 대한 명확한 기준 제시가 미흡

* 미국달러(1,363.98원/$), 유럽 유로(1,475.05원/€)
※ 환율변동 및 상승 경향이 큰 금융시장을 고려하면 향후 사업 추진 과정에서 환율 변동으로 인한 비용 증가 위험성 존재

○ 여러 연도에 걸쳐 예산이 투입되는 항목들이 많으나 근거자료인 견적서에는 총액만이 기재되어 연도별 예산 투입 계획에 대한 근거 제시 미흡

□ (연구활동비) 예비타당성조사 수행 가이드라인에 따라 조사 기준년도인 '24년의 평균환율을 적용하여야 하며, 각 항목의 산정 근거자료(견적서, 유사사례) 또는 산출과정 산식이 일부 구체적이지 않아 연구활동비 규모 적절성 판단에 제약 요인으로 작용

□ (연구시설장비비) 동 사업에서 구축하고자 하는 단가 3천만 원 이상 연구장비에 대하여 적정비용을 검토한 결과, 과다 장비에 따른 비용 감소 요인과 환율 적용 기준 시점에 따른 비용 증가 요인이 상존

○ 장비 개수에서 축소 조정이 필요한 내용의 경우 비용 감소 요인에 해당

○ 예비타당성조사 수행 가이드라인에 따르면 조사 기준년도인 '24년의 평균 환율을 적용하지 않고 최근 수년의 평균 환율을 적용한 것으로 판단되는 견적서 등은 비용 증가 요인에 해당

□ (발사비) SpaceX Falcon 9의 ROM price를 적용한 것으로, 정밀 견적이 아니어서 변동성이 크고 달러 환율에 민감함

○ 해당 견적은 '25년 6월 6일에 발행되었고, 60일간(for 60 days) 유효하므로, 사업 수행 시 가격이 변동될 우려가 있어 이에 대한 충분한 민감도 분석이 이루어져야 함

- 또한 당시 환율(약 1,222원)을 기준으로 계산하였기 때문에 환율에 대한 민감도 분석 역시 필수적임

2. 적정 사업비 검토

□ 본 예비타당성조사에서는 주관부처가 제시한 총사업비 관련 세부항목을 '24년 경상가 기준으로 살펴보되 기존 정지궤도위성 개발 사례, 주관부처 사업비 관련 추가 자료 등을 전문가 자문을 통해 종합적으로 검토하고 적정 비용을 추정함

□ '24년 경상가 기준으로 주관부처가 제시한 총사업비는 7,530.47억 원이며 분야별로 시스템 및 본체 2,813.90억 원, 환경탑재체 2,183.04억 원, 해양탑재체 1,407.43억 원, 발사비 및 보험료 1,126.10억 원에 해당

□ 총사업비는 주관부처가 제시한 사업계획의 원안이 추진된다는 가정하에 2024년 환율 및 조정된 내용을 반영한 결과 7,694.28억 원으로 추정됨

<표 5-12> 적정 사업비 검토

(단위 : 억 원)

구 분			주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)
시스템 및 본체	직접비	인건비	290.37	290.47	0.10
		연구시설장비비	1.39	1.28	△0.11
		연구재료비	2,292.91	2,338.36	45.45
		연구활동비	89.19	88.07	△1.12
		소계	2,673.87	2,718.18	44.31
	간접비		140.03	105.31	△34.72
	계		2,813.90	2,823.49	9.59
환경탑재체	직접비	인건비	97.91	64.56	△33.35
		연구시설장비비	36.82	36.64	△0.18
		연구재료비	1,909.19	2,032.97	123.78
		연구활동비	28.07	23.97	△4.10
		소계	2,071.99	2,158.15	86.16
	간접비		111.06	65.43	△45.63
	계		2,183.04	2,223.58	40.54
해양탑재체	직접비	인건비	96.82	66.81	△30.01
		연구시설장비비	31.83	31.42	△0.41
		연구재료비	1,175.70	1,226.53	50.83
		연구활동비	31.49	26.51	△4.98
		소계	1,335.84	1,351.27	15.43
	간접비		71.60	67.91	△3.69
	계		1,407.43	1,419.18	11.75
발사비 및 보험료	발사비		969.81	1,070.46	100.65
	보험료		156.29	157.58	1.29
	계		1,126.10	1,228.03	101.93
합 계			7,530.47	7,694.28	163.81

□ 적정사업비 검토에서 사용한 인건비 단가와 임금인상률은 다음과 같음

○ 인건비 단가 중 산업체는 주관부처가 사용한 '기술개발참여업체조사서를 제출한 국내 산업체'의 전자공시시스템(DART) 상 2024년 평균 인건비 단가(0.87억 원)를 동일하게 적용

- 연구기관은 한국항공우주연구원의 '경영공시 자료'를 통해 확인된 2024년 인건비 단가(0.92억 원)를 적용

○ 임금인상률은 산업체의 경우 '경총 보고서'[155]의 상용근로자 연임금 총액의 2021년~2024년 기준 연평균 증가율을 근거로 임금인상률(3.59%) 설정

- 연구기관의 경우 한국항공우주연구원의 '경영공시 자료'를 통해 확인된 2021년~2024년 기준 연평균 증가율을 근거로 임금인상률(2.59%) 설정

가. 시스템 및 본체

□ 시스템 및 본체 인건비 관련 비업무활동에 인원 배정, 유사업무이나 상이한 투입인력 수 등은 투입인력 조정이 필요한 것으로 판단

○ '사업관리계획', '사업성과평가' 투입인력 등 직접 업무 수행이 예상되지 않는 기간에도 인원이 배정되어 조정, '예산관리의 사업 세부 분야 및 업무별 예산 계획', '형상관리계획' 등 동일유형 업무 투입인력 일관성 있게 조정

○ 산업체를 주관연구개발기관으로 선정할 예정으로 인건비 단가는 산업체 기준을 준용하되, 관제 및 전처리시스템은 한국항공우주연구원*이 전담함을 감안하여 한국항공우주연구원의 인건비를 준용

* 천리안위성 공동운영규정 제8조에 따라 한국항공우주연구원이 관제 및 전처리시스템 개발 수행

□ 시스템 및 본체 연구재료비는 EM, EQM, FM 개발 관련 부분품 및 소요량에 대해 부처안을 사용하였고 견적서는 예비타당성조사 기준년도인 2024년 기준[156]으로 조정하여 산정

□ 시스템 및 본체 연구활동비 관련 투입인력이 반영되지 않는 시기의 출장비, 투입인력 규모와 비례하지 않는 사무용품비 등 조정이 필요한 것으로 판단

---

155) 경총보고서, '2025년 사업체 임금인상 특징 분석', 2026.3.22.

156) 총사업비 산정 기준년도(24년)와 불일치하는 견적서는 부처로부터 재제출 받았고 재제출이 어려운 견적서는 물가상승률을 고려하여 24년 금액으로 조정

○ 2028~2033년에는 투입 인력이 반영되지 않는 사업관리계획 등의 업무 관련 출장비 삭감하여 조정

○ '관제 및 전처리 체계종합 및 접속 설계'에 대한 투입 인력과 소요량이 불일치하는 내용에 대해 SW 활용비 조정

□ 간접비는 '관제 및 전처리 시스템' 업무는 연구기관인 항우연의 2024년 간접비 비율(8.36%), 이외 업무는 부처안에서 고려하는 산업체의 간접비 비율(5.23%)을 적용하였고 직접비 중 해외구매 비용으로 지불되는 금액은 제외[157]하고 간접비 산출

<표 5-13> 시스템 및 본체 적정 사업비 검토

(단위: 억 원)

구 분			주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)
시스템 및 본체	직접비	인건비	290.37	290.47	0.10
		연구시설장비비	1.39	1.28	△0.11
		연구재료비	2,292.91	2,338.36	45.45
		연구활동비	89.19	88.07	△1.12
		소계	2,673.87	2,718.18	44.31
	간접비		140.03	105.31	△34.72
합 계			2,813.90	2,823.49	9.59

나. 환경탑재체

□ 환경탑재체 인건비 관련 사업일정계획과 배치되는 비업무활동 시기 인원 배정, 유사업무이나 상이한 투입인력 수 등은 투입인력 조정이 필요한 것으로 판단

○ 환경탑재체는 위성체의 탑재장비로 사업 일정계획에 따르면 2031년까지 완료가 필요하여 본 시기 이외 배정된 인원수 축소

- 사업일정계획상 탑재체 관련 장비개발은 2030년까지 완료, 환경탑재체 검보정을 2031년부터 2033년에 수행

○ 주관연구개발기관은 개방되어 있으나 부처 사전 수요조사 시 산업체의 참여의향이 없어 인건비 단가는 출연연(항공우주연) 기준을 준용

157) 천리안위성 5호 예비타당성조사에서 '위성체계 획득을 위한 체계개발' 사업 특성을 고려 시 해외 업체에서 부품을 구매하여 조립하는 활동에 일괄 간접비 매칭은 과다하여 해외 업체에 지불되는 비용은 간접비율 적용대상에서 제외하고 간접비 산출(「정지궤도 기상·우주기상 위성(천리안위성 5호) 개발 사업 예타보고서」 (2023. 8), p.246)

□ 환경탑재체 연구재료비는 시스템 및 본체와 같이 EM, EQM, FM 개발 관련 부분품 및 소요량에 대해 부처안을 사용하였고 견적서는 예비타당성조사 기준년도인 2024년 기준[158]으로 조정하여 산정

□ 환경탑재체 연구활동비 관련 역할 및 필요성이 명확하지 않거나 유지보수 필요성이 미약한 내용, 사업계획과 사용시기가 불일치하는 비용 등은 조정이 필요한 것으로 판단

○ '연구인력지원비' 관련 계약직연구원 2명을 7년간 고용하여 연구인력지원비가 배정되었으나 역할 및 필요성이 제시되지 않아 적합성 판단이 불가하여 비용 미반영

○ '연구환경유지비' 관련 사무비품 및 비품은 유지보수가 필요한 비품이 아니어서 사업착수연도에 구매비만을 반영

○ 탑재체 제작에 사용되는 프로그램 라이선스 비용 관련 위성체 총조립이 완료된 이후의 유지보수 비용 삭감

□ 간접비는 연구기관인 항우연의 2024년 간접비 비율(8.36%)을 적용하고 직접비 중 해외구매 비용으로 지불되는 금액은 제외하고 간접비 산출

<표 5-14> 환경탑재체 적정 사업비 검토

(단위: 억 원)

구 분			주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)
환경탑재체	직접비	인건비	97.91	64.56	△33.35
		연구시설장비비	36.82	36.64	△0.18
		연구재료비	1,909.19	2,032.97	123.78
		연구활동비	28.07	23.97	△4.10
		소계	2,071.99	2,158.15	86.16
	간접비		111.06	65.43	△45.63
합 계			2,183.04	2,223.58	40.54

다. 해양탑재체

□ 해양탑재체 인건비 관련 사업일정계획과 배치되는 비업무활동 시기 인원 배정, 유사업무이나 상이한 투입인력 수 등은 투입인력 조정이 필요한 것으로 판단

158) 총사업비 산정 기준년도(24년)와 불일치하는 견적서는 부처로부터 재제출 받았고 재제출이 어려운 견적서는 물가상승률을 고려하여 24년 금액으로 조정

○ 해양탑재체는 위성체의 탑재장비로 사업 일정계획에 따르면 2031년까지 완료가 필요하여 본 시기 이외 배정된 인원수 축소

- 사업일정계획 상 탑재체 관련 장비개발은 2030년까지 완료, 해양탑재체 검보정을 2031년부터 2033년에 수행

○ 주관연구개발기관은 개방되어 있으나 부처 사전 수요조사 시 산업체의 참여의향이 없어 인건비 단가는 출연연(항공우주연) 기준을 준용

□ 해양탑재체 연구재료비는 시스템 및 본체와 같이 EM, EQM, FM 개발 관련 부분품 및 소요량에 대해 부처안을 사용하였고 견적서는 예비타당성조사 기준년도인 2024년 기준[159]으로 조정하여 산정

□ 해양탑재체 연구활동비 관련 역할 및 필요성이 명확하지 않거나 유지보수 필요성이 미약한 내용, 사업계획과 사용시기가 불일치하는 비용 등은 조정이 필요한 것으로 판단

○ '연구인력지원비' 관련 계약직연구원 1명을 7년간 고용하여 연구인력지원비가 배정되었으나 역할 및 필요성이 제시되지 않아 적합성 판단이 불가하여 비용 미반영

○ '연구환경유지비' 관련 사무비품 및 비품은 유지보수가 필요한 비품이 아니어서 사업착수연도에 구매비만을 반영

○ 탑재체 제작에 사용되는 프로그램 라이선스 비용 관련 위성체 총조립이 완료된 이후의 유지보수 비용 삭감

□ 간접비는 연구기관인 항우연의 2024년 간접비 비율(8.36%)을 적용하고 직접비 중 해외구매 비용으로 지불되는 금액은 제외하고 간접비 산출

159) 총사업비 산정 기준년도(24년)와 불일치하는 견적서는 부처로부터 재제출 받았고 재제출이 어려운 견적서는 물가상승률을 고려하여 24년 금액으로 조정

<표 5-15> 해양탑재체 적정 사업비 검토

(단위: 억 원)

구 분			주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)
해양탑재체	직접비	인건비	96.82	66.81	△30.01
		연구시설장비비	31.83	31.42	△0.41
		연구재료비	1,175.70	1,226.53	50.83
		연구활동비	31.49	26.51	△4.98
		소계	1,335.84	1,351.27	15.43
	간접비		71.60	67.91	△3.69
합 계			1,407.43	1,419.18	11.75

라. 발사비 및 보험료

□ 주무부처 제시 비용과 견적서 검토 결과, 환율 및 2024년 기준 연도로 비용 조정

<표 5-16> 발사비 및 보험료 적정 사업비 검토

(단위: 억 원)

구 분		주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)
발사비 및 보험료	발사비	969.81	1,070.46	100.65
	보험료	156.29	157.58	1.29
합 계		1,126.10	1,228.03	101.93

마. 연구시설장비비

□ 동 사업에서 구축하고자 하는 단가 3천만 원 이상 연구장비에 대하여 적정비용을 검토한 결과, 원안 대비 약 81백만 원 감액이 필요한 것으로 조사됨

○ 연구장비에 대한 우주항공 전문가의 분석에 기반하여 각 장비의 부합성, 적정성, 중복성, 적합성을 검토함

○ 검토 결과, 모든 장비의 도입 타당성이 존재한다고 판단되나, 적정비용은 원안 70억 원에서 약 0.8억 원 감액된 69.2억 원으로 조사됨

<표 5-17> 연구장비 구축계획 검토 대상 장비 검토결과

(단위: 백만 원)

장비번호	구축장비명	주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)	비고
관제-01	분석용 워크스테이션	71.06	71.06	-	
관제-02	관제/전처리 시스템 개발 및 설계용 모니터	3.50	3.50	-	
관제-03	설계용 PC	30.80	22.00	△8.80	수량조정 (7대⇒5대)
관제-04	분석용 노트북 컴퓨터	11.00	8.25	△2.75	수량조정 (4대⇒3대)
관제-05	분석용 하드	22.80	22.80	-	
환경-01	텔레스코프 및 스펙트로미터 정렬용 고정밀 스캐닝 레이저 트래커 세트	632.92	615.38	△17.54	기준년도 조정
환경-02	텔레스코프 및 스펙트로미터 조립 정렬을 위한 고정밀 6자유도 이송장비	529.20	529.20	-	
환경-03	환경탑재체 광학시스템 통합시험 운용장비	1,418.01	1,418.01	-	
환경-04	텔레스코프 및 스펙트로미터 엔드-투-엔드 성능 측정을 위한 시준기 시스템	296.84	296.84	-	
환경-05	텔레스코프 및 스펙트로미터 조립 정렬 및 열진공 광학성능 측정을 위한 진공용 간섭계	788.52	788.52	-	
환경-06	열제어부 해석 WS 등	16.50	16.50	-	
해양-01	3차원 정밀 좌표 측정기	1,413.50	1,374.34	△39.16	기준년도 조정
해양-02	고정밀 6자유도 이송장치 시스템	427.35	415.51	△11.84	기준년도 조정
해양-03	시험용 노트북	17.88	17.88	-	
해양-04	고정밀 레이저 라이다 3차원 측정기	706.09	686.53	△19.56	기준년도 조정
해양-05	진공용 간섭계	527.94	561.87	33.93	환율/기준년도 조정
해양-06/07/08	광학분석용 워크스테이션/광구조체분석 워크스테이션/탑재체 열해석 워크스테이션	90.00	75	△15.00	수량조정
합 계		**7,003.91**	**6,923.18**	**△80.73**	**80.73백만원 감소**

3. 적정 운영비 검토

□ 본 예비타당성조사에서는 주관부처가 제시한 운영비 관련 세부항목을 인상률 등 적용 수치와 산정 근거의 적절성 측면에서 검토하여 적정비용을 추정함

□ 천리안위성 6호 발사 후 임무기간 10년('34~'43) 동안 주관부처가 제시한 총운영비는 명목금액 기준으로 646.1억 원이며 인건비 119억 원, 직접비 468.4억원, 간접비 58.7억 원에 해당

□ 운영비는 주관부처가 제시한 운영계획의 원안이 추진된다는 가정하에 임무기간 10년('34~'43) 동안 명목금액 기준 605.62억 원으로 추정됨

○ 주관부처는 임금인상률 및 물가상승률을 5%로 적용하였으나 예비타당성조사에서는 임금인상률로 사업비 검토에서 사용한 산업체 및 연구기관의 임금인상률 각각 2.59%, 3.59%를 적용하고 물가상승률은 예비타당성 조사 할인율인 4.5%를 적용

- 천리안위성 6호 운영은 한국항공우주연구원 수행을 가정하고 연구기관 임금인상률 2.59%를 적용하였고 직접비 중 운영외부용역은 용역업체에서 수행하여 산업체 임금인상률 3.59%를 적용

○ 직접비는 주관부처가 적용한 물가상승률 5% 대신 예비타당성 조사 할인율인 4.5%를 적용하여 산정

○ 간접비는 주관부처가 적용한 10% 대신 한국항공우주연구원의 '24년 간접비율인 8.36%를 적용

○ 임무기간 10년('34~'43) 동안 명목금액으로 인건비는 106.43억 원, 직접비는 452.47억 원, 간접비는 46.72억 원으로 추정됨

<표 5-18> 천리안위성 6호 운영비('34~'43) 비목별 명목 금액

(단위: 억 원)

분 류	비 목	관제 운영비		
		주관부처(A)	검토안(B)	증감(B-A)
인건비	인건비(20인)	119.00	106.43	△12.57
직접비	지상설비 관리	42.50	41.52	△0.98
	안테나 및 RF 등 장비 구입	17.00	16.61	△0.39
	관제 및 운용 소프트웨어 유지보수	137.40	134.24	△3.16
	운용 외부 용역	127.50	119.42	△8.08
	국내외 여비	5.10	4.98	△0.12
	연구활동비	31.50	30.77	△0.73
	공공요금	13.90	13.58	△0.32
	레인징	93.50	91.35	△2.15
간접비	간접비	58.70	46.72	△11.98
합 계		**646.10**	**605.62**	**△40.48**

4. 총비용 추정[160]

□ 총비용은 주관부처가 제시한 사업계획의 원안이 추진된다는 가정하에 조정된 사업비 내용을 반영한 결과 명목가치는 8,299.9억 원, 현재가치(2024년 기준)는 6,390.48억 원으로 추정됨

○ 총비용은 총사업비에 사업기간 종료 이후 임무수명 기간(10년: 2034~43) 동안 위성운영에 소요되는 사업운영 및 유지관리 비용을 추가로 반영

※ 현재가치는 예비타당성조사 일반지침에 따라 2024년을 기준년도로 산정함

※ 사회적 할인율 4.5%를 적용[161]

<표 5-19> 경제성 분석을 위한 총비용

(단위 : 백만 원)

연 도	예비타당성조사	
	명목가치	현재가치
2027	88,633	77,669
2028	155,356	130,276
2029	163,851	131,482
2030	156,244	119,979
2031	121,584	89,344
2032	70,625	49,662
2033	13,135	8,838
2034~2043	60,562	31,798
합 계	829,990	639,048

160) 시스템 및 본체, 환경탑재체, 해양탑재체를 개발하고 발사/보험료를 포함하는 원안을 기준으로 한 총비용 추정

161) 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침」(과학기술정보통신부훈령 제261호, 2024. 3. 20., 일부개정) 제33조에 따라 「예비타당성조사 수행 총괄지침」 제50조 제1항 준용

제 2 절 경제성 분석

1. 주관부처의 경제성 분석

□ 부처는 최초 조건부가치측정법(CVM) 중 진술선호분석을 사용하여 동 사업의 편익을 제시하였으나, 이후 비용저감 편익 분석 자료를 추가로 제시함

(1) 조건부가치측정법(CVM)에 기반한 경제성 분석

□ 주관부처는 일반 국민의 지불의사금액(WTP)을 파악하는 조건부가치측정법(CVM)으로 편익을 산정하여 비용편익 비율(B/C ratio) 0.71을 제시함

○ 천리안위성 6호 편익 수혜자는 일반 국민 전체로 볼 수 있으며, 이로 인해 일반 국민이 얻게 되는 직·간접적인 편익의 정량화에 한계가 있어 비시장재화 가치를 측정하기 위한 진술선호접근법을 선택

- 진술선호접근법 중에서도 예타 사례, 위성 가치의 대안 비교 한계 등을 고려하여 일반 국민의 지불의사금액을 파악하는 조건부가치측정법(CVM)으로 편익을 산정

○ 개방형 질문 형식으로 전국 100명을 대상으로 사전조사를 실시한 결과를 바탕으로 초기 제시금액을 설정하여 1,000명을 대상으로 본조사를 진행하는 등 대체로 지침[162]을 준용하여 CVM을 수행

- 세금납부에 대한 결정 권한이 있다고 볼 수 있는 소득이 있는 가구의 만 20세 이상 65세 이하의 가구주 또는 가구주의 배우자를 설문 대상으로 설정함
- 가구당 소득세를 지불수단으로 설정

□ 주관부처의 경제성 분석에는 편익 추정을 위한 모집단 규모 설정과 비용 추정을 위한 기준환율 적용 등의 문제점이 있음

○ 주관부처가 편익 추정 시 모집단 규모로 가구수가 아닌 세대수를 적용한 점은 부적절

- 부처는 모집단 규모 적용 근거로 2023년 12월 기준 주민등록인구현황의 세대수(23,914,851)를 활용하였으나 가구당 추가 세수부담 진술선호 분석을 수행하는

162) KDI(2012). “예비타당성조사를 위한 CVM 분석지침 개선 연구” 등

조건부가치 추정 지침에 따라 인구총조사의 2024년 기준 가구수(22,997,120) 적용이 타당

○ 비용 추정 시 적용한 환율은 예비타당성조사 지침에 부합하지 않은 기준년도 및 평균값을 사용하여 지침에 부합하는 환율을 적용하는 등 비용 재계산 필요

<표 5-20> 주관부처의 경제성 분석(CVM) 결과

(단위: 억 원)

현재가치(NPV)		비용편익 비율 (B/C ratio)	순현재가치 (NPV)
편익	비용		
4,232.86	5,948.12	0.71	△1,715.26

(2) 비용저감 및 피해저감 편익 추정에 기반한 경제성 분석

□ 부처는 정지궤도 환경·해양위성 관측 정보 기반의 정책 집행(긴급재난문자 발송 등)으로 예상되는 비용저감 효과에 대해서 해외의 위성 활용 및 효과 분석 사례 등을 토대로 비용편익분석(Cost-benefit Analysis)을 신규로 수행하여 B/C 1.50을 도출

○ 편익 산출 시 불확실성 등을 반영하기 위하여 사업기여율, R&D기여율, R&D사업화성공률, 편익기간을 적용함

<표 5-21> 부처의 편익 산출식

비용저감 편익 = 비용절감효과 x 사업기여율 X R&D기여율 x R&D 사업화성공률

<표 5-22> 부처의 편익 산출 시 적용 변수

항 목	기준값	근 거
편익기간	2034~2043년	천리안위성 6호 위성 운영기간
사업기여율	93.2%	주관부처는 '사업비(7,530.47억)+향후 활용부처 구축 지상국의 예상 구축비(환경 267.4억+해양 283억) 대비 사업비 비중'으로 계산함
R&D기여율	35.4%	국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침, 2024
R&D 사업화성공률	99.6%	주관부처는 '기후부, 천리안위성 2B호 운영 성공률(2025)'을 적용함
사회적 할인율	4.50%	기획재정부훈령, 예비타당성조사 수행 총괄지침, 2026
기준연도	2025년	주관부처는 '예타 지침상 사업 기획시점의 전년도를 기준'으로 적용함

○ 편익 항목으로 '미세먼지로 인한 피해저감', '관측 공백영역 해소를 위한 도시대기 측정망 구축 비용 저감', '적조로 인한 피해저감' 등 9가지 유형 고려

<표 5-23> 부처가 고려한 편익 항목

구 분	번호	편익 항목
환경	1	미세먼지로 인한 피해저감
	2	오존으로 인한 피해저감
	3	관측 공백영역 해소를 위한 도시대기측적망 구축 비용 저감
해양	4	유류유출로 인한 피해저감
	5	적조로 인한 피해저감
	6	이상조류(녹조 등)로 인한 피해저감
	7	괭생이모자반으로 인한 피해저감
	8	해무로 인한 피해저감
	9	블루카본 모니터링을 통한 탄소배출원 손실 피해 저감

□ 주관부처는 동 사업의 편익 및 비용 항목과 상기 편익산출식 및 변수를 적용하여 도출된 편익에 대해 2025년 기준으로 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 경제적 타당성을 분석한 결과 B/C 1.5를 도출하였으나, 기본 가정과 적용 모수, 편익 유형별 중복 등 문제점으로 인해 적절한 경제성 분석이 수행된 것으로 볼 수 없음

□ 주관부처가 제시한 편익 규모는 정량적 편익산출의 기준을 충족시키지 못해 산출 내용의 적절성 인정이 어려움

○ 천리안위성 6호는 관측 및 데이터 전송 기능에 한정되므로 미세먼지로 인한 피해 저감, 오존으로 인한 피해저감, 각종 해양 재해 피해 저감 등의 편익은 직접적인 편익으로 보기 어렵고, 편익 간 상호 중복성에 대한 추가 고려 내역이 제시되어 있지 않음

- 이를테면「대기환경보전법」및「대기오염측정망 운영계획 및 대기환경측정망 설치·운영지침」등에 따른 도시대기측정망 상시 측정항목에 미세먼지와 오존이 포함되어 있으므로 구축비용 저감과 피해저감 효과가 완벽하게 분리되었다고 볼 수 없음에도 중첩 편익에 대한 고려사항 등의 제시는 미흡함

○ 단계적 영향 효과를 고려하여 간접적 편익을 산정하기 위해서는 사업기여율, 사업화성공률, 피해액에 대한 가정이 필요하고 해당 과정에서 대상 범위, 산정 방식의 객관성이 결여될 경우 산출된 편익 규모 인정이 어려움

- 동 사업과 같이 관측 및 데이터 전송의 경우 편익 산정의 일반 구조는 관측 → 정보 산출 → 의사결정/대응 → 피해 저감으로 볼 수 있음

○ 주관부처가 편익산출 시 적용한 사업기여율, R&D 사업화성공률은 산정방법이 일반적이지 않거나 자의적인 수치가 사용되어 추정의 오류를 유발할 소지가 크다고 판단됨

- 사업기여율은 일반적으로 '(동 사업 예산)/(동 사업 예산 + 유사 정부 연구개발투자액 + 유사 민간 연구개발투자액)' 등 유사 분야 연구개발 투자 대비 동 사업의 투자 비중으로 정의되나 주관부처는 '(동 사업 예산)/(동 사업 예산 + 향후 활용부처 구축 지상국의 예상 구축비(환경+해양))'으로 동 사업의 총수명주기 예산에서 동 사업의 명목가액의 비율로 정의하는 등 적절한 모수가 적용된 것으로 볼 수 없음

- R&D 사업화성공률을 천리안위성 2B호의 운영성공률로 대체하였으나, 연구개발 투자의 직접적인 화폐가치화 수준을 계량하는 "사업화성공률"과 달리 "운영성공률"은 정의가 불분명하며 직접 화폐가치로 환산되지 않는 간접 지표로 부적절함

○ 미세먼지로 인한 피해저감 편익 산출 시 '미세먼지로 인한 사망자 수', 위성 기여 수준 수치 적용에 오류 가능성 존재

- 추정 방법론, 대상 인구, 기준 연도, 노출 정의가 모두 상이한 세 출처의 사망자 수치[163]를 단순평균 한 37,414명을 적용은 부적절함

- 위성기여수준(1.25%)을 참조한 논문의 위성 기여도는 연구대상이 미국이고 이례적인 산불활동이 있는 연도에 도출된 수치로 국내 여건과 상이한 환경에서 특이점에 가까운 값을 보편적인 기여도로 일반화하기에는 논리적 비약 존재

○ 구축비용 저감 편익도 보완적인 측정 수단을 완전 대체수단으로 가정하고 산정하여 대체 비용 산출의 적정성, 산정 수치의 신뢰성에 대해 의문 제기 가능성 있음

- 위성측정이 지상측정망을 완전대체한다는 가정하에 '관측 공백영역 해소를 위한 도시대기측정망 구축 비용 저감 편익'을 산정하였으나 위성과 지상측정망은 상호 대체제보다 보완재[164]에 가까워 비용저감 효과는 제한적이거나 없어 계산값을 액면 그대로 반영하기 어려움

○ 유류유출로 인한 피해저감 편익 산출 시 '위성활용에 따른 비용절감 수준'(60%) 수치 적용에 오류 가능성 존재

- 비용절감수준인 60%는 '업무 비용' 절감률이며 '방제비용' 절감률은 아니므로 방제비용에 적용 시 피해저감액을 과대추정할 수 있으며 또한 비용절감 수준은 인터뷰 기반 정성적 추정치로 비용편익 분석에 직접적용하기에는 무리

○ 적조로 인한 피해저감 편익 산출 시 수산피해액은 장기 평균이 아닌 피해가 극심했던 연도의 피해액을 포함한 극단치로 볼 수 있어 피해액을 과대 계상할 가능성이 높음

○ 블루카본 모니터링을 통한 탄소배출원 손실 피해저감 편익 추정은 분석대상과 입지조건이 다른 인용문헌 수치를 국내 연안갯벌에 단순 적용하여 피해저감 편익을 산정하여 과대 계상할 가능성이 높음

- 블루카본에 대한 편익 추정의 근거로 인용한 논문[165]은 아마존 열대우림의 가뭄, 벌목, 산불 등 육상 산림 황폐화에 대한 연구로 조간대 갯벌의 탄소 흡수 메커니즘과 흡수 효과가 동일하다는 학술적 근거가 부재하여 적절한 문헌에 근거한 추정이라고 볼 수 없음

---

163) ① 23,000명 (질병관리청 조사결과(2022) 재인용(KBS 뉴스보도(2022)), ② 33,578명(Kim & Lee (2024), "Ambient PM2.5 exposure and rapid population aging: A double threat to public health in the Republic of Korea", 「Environmental Research」), ③ 55,665명(박정현 외 (2023), "인구구조 변동 추세를 반영한 미세먼지 노출에 의한 조기 사망자 추정", 한국환경보건학회지)

164) WHO와 미국 EPA는 두 측정의 통합 활용을 권고하며, 위성 자료가 지상측정망을 대체할 수 없음을 명시

165) Eric L. Bullock et al (2020)."Satellite-based estimates reveal widespread forest degradation in the Amazon", 「Global Change Biology」

○ 해무로 인한 피해저감 편익 산출 시 안개 탐지 적중률 증가 비율을 피해 저감 비율로 적용하고 해무 외 기상재해로 인한 해양사고 피해 비용 전액을 대상으로 저감 편익을 계산하는 등 논리적 근거가 부족

○ 괭생이모자반으로 인한 피해저감 편익 산출 시 피해가 발생한 특정 3개년 평균값을 일반적인 연간 피해액으로 사용하여 피해액이 과다 추정되었을 가능성이 큼

- 기대 피해액은 피해가 발생한 연도에 대해서만 평균을 계산하지 않고 피해가 발생하지 않았던 연도도 포함해서 산정 필요

□ 주관부처가 제시한 비용 규모는 예비타당성조사 기준년도(2024년)가 아닌 2025년을 기준으로 할인율을 적용하여 산출된 수치임

○ 환율 및 견적가 등의 기준연도 역시 예비타당성조사 기준년도에 부합하지 않고 일관성이 미흡하여 총비용이 적절하게 추정되었다고 보기 어려움

<표 5-24> 주관부처의 경제성 분석(비용저감 및 피해저감 편익 추정) 결과

(단위: 억 원)

현재가치(NPV)		비용편익 비율 (B/C ratio)	순현재가치 (NPV)
편익	비용		
7,116.1	10,652.7	1.5	3,536.6

2. 예비타당성조사의 경제성 분석

□ 예비타당성조사에서는 비시장재화인 정지궤도 환경해양위성의 경제적 편익 도출을 위해 국민의 지불의사금액(WTP)을 살펴보는 조건부 가치측정법(CVM)을 활용

○ 비시장재화의 가치를 측정하는 대표적 방법인 조건부 가치측정법(CVM)은 일반인 대상 면접 조사를 통해 평가대상 공공서비스에 대한 지불의사액을 파악하여 무형자산의 경제적 가치를 화폐 단위로 추정하는 조사 기법

○ 예비타당성조사 연구진은 주관부처 CVM이 대체로 지침을 준용하여 수행되었음에 착안하여 별도로 CVM을 재수행하지 않고, 주관부처에서 수행한 조사결과를 활용하여, 일부 자료 보완 후 편익을 산출하였음

□ 주관부처에서 수행한 조사결과를 설문구성, 제시금액, 분석과정의 적정성 측면에서 검토하였고 대부분 적정하게 수행된 것으로 판단

○ 주관부처가 진술선호분석을 위해 수행한 설문 자체는 동 사업의 효과를 다소 과장한 측면은 있으나 대체로 적절하게 수행되었다고 판단

○ 사전조사 응답 결과를 바탕으로 한 본조사 제시금액 설정, 지불의사금액(WTP) 도출을 위한 분석 과정은 예비타당성조사 지침[166]에 따라 적절하게 수행된 것으로 확인됨[167]

□ 예비타당성조사 연구진은 주관부처가 활용한 조건부가치추정법(CVM)을 대체로 준용하되, 모집단 추정 준거를 KDI의 CVM 가이드라인에 부합하도록 수정 적용하여 편익을 재추정함

○ KDI의 「CVM분석지침개선 업무가이드라인」(2015)에 의하면 기본적인 CVM의 조사 단위를 가구로 제시하고 있으며 주관부처도 CVM 시행 시 지불의사금액 조사 단위를 가구로 설정하고 설문을 설계함[168]

---

166) 「예비타당성조사를 위한 CVM 분석지침 개선 연구」(한국개발연구원, 2012)

167) 다만 주관부처 CVM의 보기카드는 동 사업이 유일한 정지궤도 위성인 것처럼 호도하는 경향을 배제하기 어려우므로, 주관부처 CVM 원자료를 활용한 분석은 지불의사금액의 상한선 추정에 가깝다는 한계가 존재

168) 주관부처는 기획보고서에서 CVM 조사 단위 관련 "본 조사에서는 가구 당 총 소득세의 증가를 통한 천리안위성 6호 사업 추진을 위한 비용의 확충이라는 지불수단을 제시" 등 지불의사액인 총소득세 증가의 조사 단위를 가구로 설정하였음을 명시

○ 이에 따라, 편익 산정 시 모집단을 세대수가 아닌 가구수로 대체하고 가구수는 설문조사 시점인 2024년의 국가 공식 통계를 적용

- 모집단 규모로 주관부처가 사용한 2023년 12월 기준 주민등록인구현황의 세대수 23,914,851 대신에 2024년 기준 인구총조사의 가구수 22,997,120를 적용

□ 가구당 지불의사금액에 가구수를 곱해 연간 편익을 산정한 결과 92,722백만 원, 5년간 지급되는 연간 편익을 현재가치로 환산하여 합산한 결과 약 4,070억 원으로 산정됨

○ 편익 약 4,070억 원은 설문조사에서 소득세를 2025년부터 5년 동안 지급하는 것으로 상정하였기에 해당 5년 동안의 연간 편익에 할인율(4.5%)을 적용하여 현재가치(2024년 기준)로 전환한 수치임

<표 5-25> 천리안위성 6호의 연간 편익

	WTP(원/가구당)		가구수(가구)	연간편익(백만 원)
	2024년 2월 말 기준	2024년 12월 말 기준		
원안	3,992.2	4,031.8	23,914,851	96,421.1
대안			22,997,120	92,722.1

<표 5-26> 사업의 편익흐름

(단위 : 백만 원)

연 도	편익(현가)
2025	88,729
2026	84,908
2027	81,252
2028	77,753
2029	74,405
총 편익	407,048

□ 예비타당성조사 대안의 비용편익 비율은 0.637로 경제성이 사업계획 원안 대비 감소함

<표 5-27> 대안의 비용편익 분석 결과

(단위 : 억 원)

총편익 현재가치	총비용 현재가치	B/C 비율	순현재가치
4,070.5	6,390.5	0.637	△2,320.0

제 6 장 종합분석 및 결론

제 1 절 조사결과

1. 사업계획 원안에 대한 조사결과

□ 동 사업이 해결하고자 하는 문제/이슈*와 수요의 도출 근거를 보완할 필요가 있음

* ① 대기·해양 오염물질 등으로 인한 재난재해 및 기후변화로 인해 가속화되는 대기·해양 환경 변화에 대응하는 연속적인 광역 관측 수단 부재 ② 정지궤도위성 주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속

○ 천리안위성 2B호가 대기·해양 환경의 광역·연속 관측 임무를 수행 중이므로, '관측 수단 부재'보다는 후속 위성을 통한 임무 승계와 성능향상의 필요성을 기존 위성의 운영성과 및 한계에 근거하여 제시할 필요

○ 주관부처가 제기한 "주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속"이 위성체계 개발과 어떠한 인과관계를 갖는지, 대외의존 해소가 왜 중요한지에 대한 분석이 충분하지 않으며, 수요조사도 수행 시점('21년)을 감안할 때 응답규모·위성 이용 경험·조사시점 측면에서 최신 수요를 대표하는지 재확인이 필요함

□ 정지궤도위성 개발을 국가연구개발사업으로 추진하는 동 사업이 조달 등 타 대안 대비 우수하다는 논리와 근거 제시가 부족함

○ 조달계약, 기존 기술 활용, 현 성능 수준의 후속위성, 저궤도위성 편대, 항공·드론 원격탐사 및 지상관측망 보완 등과 비교하여 정지궤도위성 연구개발의 기능적·경제적 우위를 체계적으로 제시한 것으로 보기 어려움

○ 환경탑재체는 법정동 단위 정보 제공과 지상관측망 대비 비용우위를 강조하나 추가 행정효과와 소요자원에 대한 분석이 부족함

※ 대기오염의 확산 및 이동성 고려 시 행정서비스 이용자 입장에서 광역단위 정보제공 대비 실효성, 해상도 차원에서 정지궤도위성의 정밀 관측의 경제성 등 관련 분석 내용 제시 부족

○ 해양탑재체는 계절적·불규칙적으로 발생하는 해양현상*에 대해 시간 단위 상시 관측이 필요한 이유와 비용 대비 개선효과가 충분히 입증되지 않음

* 적조, 저염분수, 괭생이모자반 등은 특정 계절에 발생이 국한되거나 중국의 홍수 발생, 해수온도 상승 등의 발생 원인이 명확함에도 정지궤도위성을 활용한 시간 단위의 연속 관측 필요 논리 제시는 부족함

□ 사업목표 간 우선순위와 성과지표가 사업의 목적과 최종 성과를 적절히 반영하도록 정비할 필요

○ 환경·해양탑재체의 '정지궤도위성 확보'와 '국내 개발역량 확대'가 상충할 경우 위성의 적기 확보가 우선될 수 있으므로, SDR 이전에 국내기술 적용과 해외도입의 판단기준 및 우선순위를 명확히 설정할 필요가 있음

- 탑재체별 성능목표 달성 여부가 실제 관측정보의 정확도 향상, 사용자 활용성 제고, 정책·행정서비스 개선으로 이어지는지 판단할 수 있는 부문별 성과지표 보완 필요

○ 성과지표가 제작 절차와 단계 도달 등 과정지표 위주로 구성되어 서비스 고도화의 실현 정도, 환경·해양탑재체 개발역량, 관측정보의 정확도·활용성 및 정책·행정서비스 개선효과를 충분히 측정하기 어려움

□ 기술성숙도평가, 기술확보방식 및 국산화율 산정기준의 객관성과 일관성이 부족함

○ 사업기획에 참여한 연구진이 CTE 선정과 TRA를 주관하여 평가의 독립성이 미흡하고, 기술성숙도 수준과 기술확보 방식의 기준·시점의 일관성이 부족함

○ 해외협력·해외기술 활용을 폭넓게 수용하더라도 TRL 8단계 도달만으로 국내 기술확보로 인정되는 '국내주도'의 정의가 적절하다고 보기 어려움

○ 국산화율을 수량 기준으로 정의하여, 부품의 중요도·가치와 동 사업의 순증 기여를 반영하지 못하며 산정내역의 제시도 부족함

□ 탑재체 요구성능, 사업 세부활동 구성 및 실행계획의 구체성과 상호 연계가 부족함

○ 환경·해양탑재체의 해상도·관측채널·산출물 정확도 등 성능향상 요구가 최종 위성사양, 비용·일정·기술위험 및 서비스 개선효과로 연결되는 논리와 절충 기준이 불명확함

○ WBS와 일정계획은 제시되었으나 탑재체 제작 세부활동, 장납기·수출통제 품목 대응, 주요 마일스톤 지연이 발사 및 IOT에 미치는 영향 등 실행 위험 관리 수준이 구체화 되었다고 보기 어려움

○ 주파수·궤도 승계, 위성자료 검보정 및 서비스 제공체계 등 운영계획을 사업의 실현 가능성과 성과 측정을 뒷받침할 수 있도록 구체화할 필요

□ 추진시스템의 단계적 국산화 전략과 선행사업 성과의 연계·기여 범위 명확화 필요

○ 하이브리드 추진시스템을 완전전기추진계 확보의 중간단계로 제시하였으나, 양 추진시스템의 사양·구조 차이를 고려한 기술로드맵의 제시가 부족하며, 해외의존도가 높은 화학·전기 추진시스템의 국산화율을 단기간에 70% 수준으로 높이는 실행방안도 충분히 제시되지 않음

※ 주관부처는 동 사업에서 적용한 하이브리드 추진계 기술을 천리안위성 3호 후속(35년 개발 착수)의 완전전기추진계에 적용하는 계획을 제시하였으나 사양과 구조가 동 사업의 천리안위성 6호기와 상이하므로 실제 연계 가능성에 불확실성이 존재함

○ 스페이스파이오니어 사업의 성과물과 천리안위성 3호·5호 개발성과의 적용 시점, 요구규격 충족 가능성 및 SDR 이전 확보 가능성이 불분명하며, 타 위성에 선행 적용되는 성과와 동 사업의 고유한 국산화 기여를 구분할 필요가 있음

※ 동 사업은 사업 초기인 시스템설계검토(SDR) 시점('27. 12)에 국산화 또는 해외부(분)품 구입 여부를 최종결정할 예정으로 해당 시점까지 국산화 기술개발이 완료되지 않을 경우 사업 적용 어려움

□ 민간주도 추진체계와 국내 산업생태계 조성 전략의 근거 제시가 부족함

○ 산·연의 정지궤도위성 기술수준과 체계종합 역량에 대한 구체적인 식별 및 분석 내역과 민간 취약기술의 이전 대상·방식과 수행주체 선정에 대한 논거 등이 제시되지 않은 상태에서 산업체를 총괄주관기관으로 지정한 근거와 논리를 파악하기 어려움

○ 산업생태계 조성방안을 제시하고는 있으나, 중소·벤처기업의 국산화 부품 적용, 구매·비행이력 축적 및 개요적인 민간기업의 시설투자 계획을 실제로 담보할 구체적 기제 제시는 부족함

□ 주관부처의 최근 신규 R&D예산 동향을 감안할 때 사업기간 중 안정적인 재원 확보 가능성을 낙관하기 어려움

○ '27년 신규사업 요구예산은 종료사업으로 조달 가능한 재원 대비 우주항공청 약 7배, 기후에너지환경부 약 6.9배이며 해양수산부는 종료사업이 없어, 사업기간 동안 우주항공청 2,813.9억 원, 기후에너지환경부 2,746.09억 원, 해양수산부 1,970.48억 원을 확보하는 데 차질이 발생할 가능성을 배제하기 어려움

2. 주관부처 소명자료에 대한 검토 결과

□ 주관부처는 소명자료를 통해 동 사업이 해결하고자 하는 문제/이슈로 제기한 현행 위성의 임무 승계 필요성과 수요조사의 대표성을 일부 보완함

○ 주관부처는 천리안위성 2B호의 운영 효과, 기후·환경 변화 및 정책수요 확대에 따른 개선 요구 등을 제시하여, 대기·해양 환경문제 대응을 위한 광역·연속 관측 임무의 승계 필요성을 소명함

- 현재 천리안위성 2B호가 기후변화, 대기·해양 유해물질 탐지 및 대국민 서비스를 제공하고 있으므로, 후속 위성 미운영 시의 관련 정책효과 상실 우려가 인정됨
- 다만 천리안위성 2B호 운영 이전인 '15~'17년의 업무진척도와 국산화품목 확보율을 제시한 내용은 실제 운영성과 분석으로 보기 어려우며, 후속 위성 미운영의 부작용도 정량적으로 충분히 제시되지 않음

○ 주관부처는 소명자료에서 수요조사 대상의 규모·구성·전문성, 기관 대표 응답 및 잠재 활용인력 포함 등 조사절차를 설명하여 조사절차와 응답자 구성에 관한 설명은 보완되었으나 표본 대표성과 최신성의 한계가 해소된 것으로 보기는 어려움

- '21~'22년에 실시된 조사인 만큼 연구·정책수요를 현행화하여, 동 사업의 성능개선 수준의 효과성을 점검하고 필요시 고도화된 성능개선 목표 반영 필요

□ 주관부처가 정지궤도위성의 관측상 비교 우위와 정부R&D 추진 필요성을 소명함

○ 소명자료에서 주관부처는 저궤도위성 편대, 지상관측망 및 현 성능 정지궤도위성의 공간해상도·관측영역·관측주기·임무수명·관측물질 등 대안 비교분석을 통해 특정 광역지역의 고빈도·장기 관측에서 동 사업 정지궤도위성의 우위를 제시함

- 환경탑재체는 대기 상층 분포, 장거리 이동·광역 확산 및 지상관측망 공백지역의 정보를 제공하고, 위성자료를 활용한 에어코리아 등 행정서비스로 연계할 수 있다는 점이 인정됨
- 해양탑재체는 현장조사나 1일 1~2회 관측하는 극궤도위성으로 추적하기 어려운 적조·저염분수·부유조류 등의 발생·이동 정보를 제공하며, 이들 현상의 불규칙성과 동적 변화 및 관측정밀도 향상을 고려할 때 시간 단위 관측의 필요성이 인정됨
- 다만 고빈도 광역관측으로 추가되는 정보가 해양오염 대응의 비용 대비 개선효과로 이어지는지에 대한 근거는 보강할 필요가 있음

○ 단, 부처는 정지궤도위성과 지상관측망 두 관측수단이 측정 목적, 대상, 정밀도의 차이로 상호보완적 역할이 있음을 인정하고 위성·지상관측·기상자료를 융합하는 알고리즘 기술의 발전과 위성기반 지상추정농도 정확도의 지속적 향상으로 향후 정부의 맞춤형 행정서비스 제공에 위성정보 활용이 확대될 가능성과 이를 위한 위성정보 생산 필요성을 제시하고 있는데 일정 부분 인정됨

○ 부처는 소명자료를 통해 천리안위성 2B호 대비 6호기가 관측 성능 향상이 기대되는 사례 보완 설명 및 대조군 없는 지구온난화 분석에 장기 데이터가 필요한 이유를 논리적으로 해명

- 부처는 천리안위성 6호 해양탑재체는 2B호에 없는 편광 채널과 780, 1030nm를 신규 도입하여 대기보정·산출물 정확도를 높임으로써, 장기 기후 시계열에서 미세한 변화 신호의 검출 신뢰도와 자연 변동성과의 구분 정밀도 향상이 기대된다는 기능 향상 사례 설명
- 부처는 기후변화 분석에 대조군이 없는 한계를 극복하기 위해 해양현상의 변동성과 인위적 변화(추세)를 통계적으로 분리하기 위해 WMO가 기후 평년값을 30년 이상으로 산정하는 등 장기 연속 시계열 기준의 편차·추세 분석을 국제 표준으로 한다는 설명으로 소명

○ 위성·지상관측·기상자료 융합에 따라 지상추정농도 정확도와 맞춤형 행정서비스가 향상될 가능성은 인정되나, 환경탑재체가 지상관측망이 부재한 지역에서 완전한 기능 대체를 전제로 한 설치비용 비교와 비용우위 소명은 두 관측수단이 상호보완적이며 시스템·본체 개발비를 포함하면 비용우위가 없어 적절한 대안 비교로 인정하기 어려움

- 주관부처는 하드웨어 관련 지상관측망 설치비(3,505.57억 원)와 환경탑재체 개발비(발사 및 보험료 50%를 포함한 2746.07억 원)를 비교하여 비용우위를 설명하나 시스템 및 본체 개발비 50%(1,406.95억원)를 추가 고려하였을 경우 비용우위에 있지 않음

○ 조달계약과 비교하여 핵심기술 대외의존 해소, 선행 R&D 성과의 실증 및 민간 보유기술·제품의 검증이 가능하다는 점을 제시하여 신규 핵심기술의 국산화를 위한 정부 R&D 필요성은 일부 인정됨

- 주관부처는 소명자료에서 「제4차 우주개발진흥 기본계획 수정계획」과 「국가 중점우주기술 개발 로드맵 3.0」의 관측탑재체·위성플랫폼 국산화 목표와 동 사업 기술의 연계 등을 제시하여 정부 R&D 추진 근거를 보완함

□ 사업목표와 성과지표의 연계 문제점 보완이 확인되며, 국내 개발역량 확보의 우선순위와 서비스 성과 측정을 전제로 한 대안 도출 가능성이 존재한다고 판단됨

○ '성능목표 달성도', '핵심기술 확보 수' 및 '부(분)품 국산화율'이 전략목표와 산출 성과를 측정한다는 설명과 알고리즘 궤도상시험(안)을 제시하는 등 IOT를 통한 기술성능 검증방안의 보완이 확인됨

- 궤도상시험에서는 표준자료 생산을 위한 자료처리기법과 산출물 정확도를 확인할 예정이므로 '서비스 고도화 기반 구축'의 구현 정도를 평가하는 데 활용 가능함이 인정됨

※ 시험운영을 포함하는 사업범위를 고려하여 완성된 관측정보 생산 여부와 서비스의 사용자 수요 충족도를 측정하는 지표 비중을 확대하고, 시스템·본체와 환경·해양탑재체의 부문별 기여도를 파악할 수 있도록 보완할 필요가 있음

- 다만 서비스 고도화와 최종 수혜자 효과를 측정하는 결과지표는 여전히 부족

○ 소명자료에서 주관부처는 '정지궤도위성 확보'와 '국내 개발역량 확대' 간 상충을 관리하는 방안으로 개발단계별 가이드라인과 사업 착수 후 4년 이내의 중간평가를 제시하였으나, SDR 등 마일스톤은 주로 위성 성능과 적기 확보를 관리하므로 국내 개발역량 확대가 후순위로 밀릴 가능성을 충분히 해소했다고 보기 어렵고, 국산화 판단기준도 국내기술 적용을 보장할 정도로 구체적이지 않은 한계가 존재함

○ 천리안위성 6호의 산출물, 정보제공체계 및 수혜자별 성과·영향의 연결과정을 제시하여 위성정보가 서비스로 제공되는 경로가 구체화됨

□ TRA의 객관성에 대한 해명은 보완된 것으로 볼 수 있으며, 기술 확보 방식과 국산화 성과의 판정 기준에 대한 주관부처의 설명은 일부 인정되는 측면은 있으나 보강 필요

○ 별도 전문가협의체 구성과 평가 시 부처 담당자를 배제하는 등 독립적인 TRA를 수행하고, 기획연구진의 역할을 자료 취합·절차 관리로 한정하였다는 설명을 고려할 때 평가의 객관성 유지 노력은 인정됨

※ 주관부처는 소명자료에서 TRL 수준과 기술확보 방식의 불일치 이유로 국내 여건, 신뢰도·경제성 및 선행사업을 통한 성숙도 향상을 제시

- '천리안위성 6호 기술개발 방안 설정 기준'은 천리안위성 5호 사업 기획 시에도 준용한 기준[169]이고 기본적으로 일관성, 통일성 있는 기술확보 방안 설정을 위해

169) 「정지궤도 기상·우주기상 위성(천리안위성 5호) 개발 사업 예타보고서」 (2023. 8) '<표 29> 동 사업의 기술확보방안 설정 기준'(p.228)에서 동일 기준 사용

서는 기술성숙도 수준에 기반한 기술확보방안 수립 및 기술수준과 기술확보방안 기준 시점을 일치시켜서 도출하는 것이 바람직하다고 판단됨

○ 그러나 주관부처는 '국내주도'에 해외지원이 포함되고 TRL 8단계 도달만으로 국내 기술확보로 인정될 수 있다는 주장을 고수하고 있어, 해외기술이 실질적 기반인 경우까지 성과로 산정될 가능성이 해소된 것으로 보기는 어려움

○ '핵심기술 확보 수'와 '부(분)품 국산화율'은 설계·제작·시험검증·운영의 국내 수행 범위와 해외협력 허용범위를 사전에 엄격히 정의하고, 그 기준을 충족한 경우에만 성과로 인정할 필요가 있음

○ 수량 기준 국산화율은 타 사업과의 비교 및 환율변동 회피에는 유리하나 부품의 중요도·가치, 산정범위의 자의성 및 성과 과대계상 문제를 해소하지 못함

※ 특정 기준연도의 환율을 공통 적용하면 환율변동을 통제할 수 있으므로 비용 기준을 병행하고, 타 정부R&D 대비 동 사업이 추가로 높인 국산화율(%p)을 구분하여 제시하는 방안도 검토 필요

○ 동 사업의 문제/이슈인 '정지궤도위성 주요핵심기술의 해외도입으로 인한 대외의존 지속'을 해결하기 위해 사업의 성과목표를 '국내개발 역량 확대'로 설정한 취지를 고려해서도 '국내주도'의 정의를 명확하게 정리할 필요

- 일례로 '미소진동하중 저감장치'는 부분품 국산화율에서는 해외구매 대상으로 제외하면서 '핵심기술 확보 수'에는 국내주도 기술로 포함하고 있어 성과지표 간 기준을 일치시킬 필요가 있음
- '국내개발역량 확대' 성과목표와 관련된 성과지표인 '핵심기술확보 수', '부분품 국산화율'의 경우도 국내 기술확보에 대한 사전 측정방식을 엄격히 정의하고 사전 설정된 방식으로 수행한 경우만 성과지표 달성으로 판정하는 등 정비 필요

□ 탑재체 사양 설정과 일부 실행계획은 적절히 소명되었으나, 세부 제작기술·일정위험 및 일부 운영계획은 추가 구체화가 필요함

○ 사용자 요구를 전문가 자문과 초기설계로 구체화하여 환경·해양탑재체 사양에 반영한 절차는 적절한 것으로 판단됨

※ 환경탑재체는 망원경부·분광부 광학설계와 후보 검출기 사양을 반영하여 MTF, SNR 및 관측범위를 분석하고 제작 가능성과 비용을 조사함

※ 해양탑재체는 29명·17개 기관의 의견수렴과 국내외 전문가 자문을 거쳐 편광관측, 정확도 향상 등의 우선순위를 도출하고 광학계·텔레스코프·필터휠의 구현 가능성을 검토함

- 환경탑재체는 천리안위성 2B호 대비 신규 파장·편광채널 등을 통해 지표 부근 오존, 에어로졸 분류, 기후변화 인자 및 야간조도 등 추가 정보 생산 및 성능개선 효과를 부분적으로 소명하였으며, 전처리(L0·L1), 기본산출물(L2), 활용산출물(L3·L4)의 정확도를 지상원격관측소·존데·타 위성과 주기적으로 검증하는 방안 등 실행계획을 보완 제시함
- 해양탑재체의 파장 780nm·1030nm 채널과 편광관측은 대기보정과 산출물 정확도를 높여 장기 시계열의 미세 변화와 자연변동을 구분하는 데 기여하며, 30년 이상 장기 자료를 활용한 편차·추세 분석의 필요성 등이 인정되었고, GOCI-II 원격반사도 기반 대리교정을 수행하며 온보드·지상 복사보정을 병행할 계획을 제시한 것도 대체로 적절함

○ 탑재체시스템·서브시스템 중심으로 기술을 도출했다는 설명과 국산화 대상 부분품 관련 산업체의 유사 개발이력을 조사한 노력은 인정되나, 국내 기술확보 성과의 기본 요건인 제작기술을 세부기술로 도출하지 않은 이유는 충분히 설명되지 않았으므로, WBS 하위 작업의 요구사양과 성과지표를 사업 착수 이후가 아니라 사전에 가능한 범위까지 구체화할 필요가 있음

○ 장납기·수출통제 품목 대응과 주요 마일스톤 지연이 발사·IOT에 미치는 영향에 대한 추가 소명이 없어 일정위험 관리방안은 여전히 보완이 필요함

○ 위성망은 주파수와 궤도를 함께 승계해야 하므로 천리안위성 3호·5호가 동일 궤도에 있더라도 다른 주파수를 사용하면 승계할 수 없다는 문구의 의미가 해명되었고, 편파분리 재사용과 신규 등록 모두 7년의 사업기간 내 가능하다는 설명이 제시되어, 주파수·궤도 승계와 검보정 운영계획은 대체로 소명됨

※ 주관부처는 주파수의 편파분리 재사용 등록 절차*를 정리하고 S밴드, X밴드 주파수 확보 계획을 제시하여 X대역은 이중 편파 운용 신뢰도가 높아 통보 처리로 승인 가능할 것으로 구체적 검토 내용을 보완

* 기존 등록 네트워크 존재 → 편파 추가 여부 판단
간섭 증가 없음 : RR No.11에 따른 수정(Modification) 통보만으로 처리
간섭 증가 가능 : RR No.9에 따른 신규 조정 절차 수행 후 통보

□ 주관부처는 소명자료를 통해 추진시스템의 단계적 국산화 가능성과 선행성과 활용 방안을 보완하여 제시함

○ 소명자료에서 제시된 천리안위성 3호의 하이브리드 추진시스템 개발에서 축적한 설계·해석·검증 경험과 화학추진계 배관 어셈블리·고온단열재, 스페이스파이오니어

사업의 이원추진제추력기·전기추진계 부품을 단계적으로 연계 및 활용하는 방안은 적어도 동 사업의 기술확보에 기여할 수 있다는 방향성은 인정되며, 동 사업의 높은 국산화율 목표와 결부되는 측면이 존재함

- 천리안위성 5호와 달리 이원추진제추력기를 주·부추력기에 적용하고 전기추진계 및 탑재체 구동부를 최초 실증한다는 차별성은 동 사업의 고유한 성과로 인정할 수 있음
- 다만 GNSS 수신기, 별추적기 및 일부 이원추진제 부추력기는 천리안위성 5호에 선행 적용될 예정이므로, 동 사업에서 최초로 실증하거나 추가로 성숙시킨 부분만 국산화 성과로 산정할 필요가 있음
- 그러나 소명자료를 통해 주관부처가「국가 중점우주기술 개발 로드맵 3.0」의 2040년대 화학·전기추진계 국산화 목표와 하이브리드 방식의 선정 경위를 제시하였음은 확인되나, 하이브리드 추진시스템이 완전전기추진계 확보로 연결되는 구체적 기술단계와 전환조건을 명확화하고 초점면전자부·지향미러구동부 등 핵심 부분품의 후속 연구개발 계획도 구체화할 필요가 있음

□ 민간기업의 시스템·본체 수행 가능성에 관한 자료는 보완되었으나, 정지궤도위성 체계종합을 독자 수행할 역량과 기술위험 대응능력의 완비로 보기에는 제약이 존재하므로 민간주도 추진근거와 산업생태계 조성·투자계획은 여전히 보완 필요

○ 주관부처는 소명자료를 통해 산·연의 시스템·본체 TRL을 구분하고 참여의향 조사, 민간 수행사례 및 산·연·관 협의체를 통한 기술이전 계획을 제시하여, 동 사업의 민간기업 수행 가능성의 근거가 보완되었음이 확인됨

- 추진체의 경우 주관부처가 미소진동 저감·추진시스템을 민간 상용기술로 제시하였는데, 동 사업에서 해당 시스템을 CTE로 분류하고 출연연 성과를 활용한다는 설명이 병치되어 있어 상충적인 문제 해소 필요
- 탑재체 기술수준은 산·연 구분 없이 국내 역량만 총괄적으로 제시한 반면 환경·해양탑재체의 부분품 대부분을 국내 산업체가 설계·제작·조립·검증한다는 계획을 제시하여 설명의 일관성이 부족하며, 검출부·스캔메커니즘 등 국산화 제외 품목을 포함한 국내 기술수준과 확보 방안을 담은 상세 전략의 제시도 부족함

○ 중소·벤처기업 참여 장려 방침은 제시되었으나 국산화 부품의 구매·비행이력 축적을 담보하는 구체적 장치가 없고, 민간기업의 시설투자 의사도 미이행 시 책임이 없는 수준이어서 실질적인 투자계획으로 보기 어려움

- 사업 추진 이후 투자 의사를 확인하겠다는 설명만으로는 민간역량과 투자의사에 기반한 민간주도 전략을 뒷받침하기에는 부족하므로, 주관연구개발기관 선정·협약 단계에서 중소기업 참여와 민간투자 이행조건을 구체화할 필요가 있음

□ 주관부처는 재원 확보 가능성에 대한 추가 소명을 제시하지 않아 향후 다부처 사업의 특성과 재원조달의 어려움이 복합적으로 작용할 시 사업기간 연장 등 일정 차질의 개연성이 있음

○ 주관부처의 신규 R&D 예산요구와 종료사업 재원 규모를 고려할 때 우주항공청 2,813.9억 원과 기후에너지환경부 2,746.09억 원 및 해양수산부 1,970.48억 원을 사업기간 중 안정적으로 확보하기 어려울 가능성이 존재함

○ 특히 동 사업이 우주청 단독이 아니라 기후부와 해수부가 참여하는 다부처 사업임을 감안할 때 특정 부처의 예산 조달 실패는 사업 전체 지연을 야기한다는 점에서 주관부처와 참여부처의 지속적인 재원조달 의지가 보장될 필요

□ 주관부처는 조건부가치측정법(CVM) 및 비용저감 편익분석을 활용하여 편익 추정치를 제시하였으나 비용저감 편익분석은 기본가정과 적용변수 등의 문제로 수치 인정이 어려움

○ 주관부처는 최초 진술선호분석 중 조건부가치측정법(CVM)을 사용하여 동 사업의 편익으로 제시하였으나, 이후 비용저감 편익 분석을 추가제출자료로 제시함

○ 주관부처가 비용편익 비율로 0.71을 제시한 CVM은 설문조사 시 활용한 보기카드의 포함 범위와 편익 산출 시 모집단 적용 기준 등 일부 문제점은 있으나 전반적으로 표준지침을 준수하여 수행한 것으로 판단됨

- 주관부처는 환경, 해양 재난재해 피해 저감에는 타 위성 및 관측망 등이 복합적으로 기여함에도 부처 수행 조사에서는 일부 정지궤도위성만 비교대상으로 고려함
- 가구 단위의 지불의사금액을 조사하였으나 전체 편익 산출 시 모집단을 세대수 기준으로 적용하여 편익 과다 추정 소지가 있음
- 그러나 조사 설계, 제시금액 설정, 지불의사금액 도출 과정은 예비타당성조사 지침에 따라 적절하게 수행된 것으로 확인됨

○ 주관부처는 비용저감 편익분석을 통해 비용편익 비율을 1.5로 제시하였으나 추정 시 사용한 변수값의 타당성, 피해저감 대상 설정의 적절성, 산정 방식의 객관성 등이 충족되지 않아 산출된 편익 규모 인정이 어려움

- 주관부처가 편익산출 시 적용한 사업기여율, R&D 사업화성공률은 산정방법이 일반적이지 않거나 자의적인 수치가 사용되어 추정의 오류를 유발할 소지가 있음
- 미세먼지, 오존, 유류유출, 적조, 이상조류, 괭생이모자반, 해무 등 본 분석에서 고려한 9가지 편익 항목은 모집단 규모, 적용 대상 연도, 위성 기여수준, 피해/비용 절감 수준, 상이한 환경 조건 등의 문제가 있어 추정 수치의 수용이 어려움

3. 예비타당성조사 대안의 도출

□ 동 사업이 지향하는 천리안위성 2B호의 환경·해양 광역·연속 관측 임무 승계 및 관련된 정책서비스의 지속, 해당 궤도위치·주파수 할당의 국제등록상 지위 유지와 국내 핵심기술 역량 확대의 정책적 필요성은 인정됨

○ 기후·환경 위기와 재난·재해에 대응하여 국민의 건강과 안전을 보호하고, 천리안위성 2B호의 임무 종료 이후에도 대기·해양에 대한 광역·연속 관측과 관련 서비스의 유지 필요성이 인정됨

○ 또한 한정된 우주자원인 주파수와 정지궤도의 사용권을 계속 확보하고, 위성 제작 과정에서 국내기술 적용 기회 확보와 환경·해양 정지궤도위성의 개발역량을 확대한다는 점에서 사업 추진 필요성이 인정됨

○ 다만 이러한 필요성의 인정이 주관부처가 제시한 사업 원안의 과학기술적 타당성이나 국가연구개발 방식의 우위가 사업계획서나 추가제출자료를 통해 완전히 입증되었다는 의미는 아님

- 특히 최신 수요와 기존 위성의 운영 성과, 국내 기술역량을 감안한 기술확보 방식, 민간산업 생태계 조성, 개발일정 및 다부처 재원조달 가능성 등에 관한 쟁점은 소명자료를 통해서도 충분히 해소되지 않음

□ 따라서 다음 사항을 사업 착수 전 상세기획과 사업관리계획 및 협약에 구체적으로 반영하고, 핵심 조건을 충족하지 못할 경우 성능·일정·획득방식 및 사업범위를 재조정하는 것을 전제로 추진할 필요가 있음

○ 천리안위성 2B호의 최신 운영성과와 사용자 수요를 바탕으로 환경·해양탑재체의 성능향상 목표와 행정서비스 개선효과를 재검증하고, 실수요에 부응하는 고도화된 관측정보와 서비스가 구현되도록 성과지표를 결과지향적으로 보완할 필요

- 위성의 제작·확보 여부뿐만 아니라 관측정보의 정확도·적시성·활용성, 사용자 수요 충족도 및 정보서비스 개선 정도를 측정할 수 있는 지표를 마련할 필요가 있음
- 국민의 재난·재해 피해 저감, 건강 보호 및 삶의 질 개선 등 위성정보가 최종 수혜자에게 실효성 있게 전달되는지를 평가할 수 있도록 서비스 성과지표의 비중을 확대할 필요가 있음

○ 정지궤도 위성 확보가 국내 개발역량 확대보다 우선되어 해외기술과 조달 위주의 획득을 방지하도록 기술확보 방식의 유형과 판정 기준이 명확화되어야 함

- '국내독자', '국내주도', '해외협력' 및 '해외도입'의 정의는 설계·제작·시험검증·운영의 국내 수행 범위와 연계하여 명료하게 구분되어야 함
- 해외기술이나 해외지원이 실질적인 개발 기반인 경우까지 '국내주도'로 분류되어 '핵심기술 확보 수'의 성과로 인정되지 않도록 국내주도의 정의와 성과판정 기준을 엄격히 설정할 필요가 있음
- SDR 등 주요 개발단계에서 국내기술 적용 여부와 해외도입 여부를 결정할 때 적용할 우선순위, 판단기준 및 승인절차를 사전에 마련할 필요

○ 주관부처는 국내 기술역량의 실질적인 축적이 가능하도록 개발과정별 국내기술 수준과 기술확보계획을 구체화하여야 함

- CTE와 환경·해양탑재체 기술을 대상으로 설계, 제작, 시험·검증 및 운영 개발과정별 국내 기술수준과 기술격차를 식별하고, 이를 토대로 특히 탑재체의 국내 제작기술 수준, 국내 수행 가능 범위, 해외지원 필요 분야 및 과정별 기술확보방안을 구체적으로 마련하여야 함
- 장납기·수출통제 품목, 탑재체-본체 인터페이스 및 발사준비 일정에 충분한 예비기간과 위험저감계획을 반영할 필요
- 민간 주관연구개발기관의 기술위험을 관리할 수 있도록 기술감리, 설계변경 승인 및 단계별 중단·조정 권한을 명확히 하고, 항우연 등 공공연구기관의 지원범위와 책임을 협약에 구체화할 필요

○ 국산화 관련 성과지표는 기술의 부가가치와 국내 역량의 실질적인 축적을 반영할 수 있도록 산정·판정 기준을 개선하여야 함

- '핵심기술 확보 수'와 '부(분)품 국산화율'은 국내에서 설계·제작·시험검증을 수행하고 실제 위성체계에 적용·실증한 경우에 한하여 성과로 인정하는 것을 원칙으로 할 필요가 있음

- 수량 기준 국산화율만으로는 핵심·고부가가치 부품의 중요도를 반영하기 어려우므로, 비용 기준 국산화율을 병행하거나 이를 중심으로 국산화 성과를 산정할 필요가 있음
- 다른 정부R&D 사업에서 이미 확보하거나 실증한 기술을 동 사업의 신규 국산화 성과로 중복 산정하지 않도록, 동 사업을 통해 추가로 향상된 기술수준과 최초 적용·실증 성과 등 고유한 기여분만을 성과로 인정할 필요가 있음

○ 환경·해양 정지궤도위성 분야의 산업생태계를 강화할 수 있도록 중소·벤처기업의 참여와 성장을 지원하는 전략을 구체화할 필요가 있음

- 국산화 대상 부품의 개발·구매·체계적용과 비행이력 확보 과정에 중소·벤처기업이 참여할 수 있도록 주관연구개발기관 선정 및 협약 단계에서 구체적인 참여·구매 계획을 제시하도록 할 필요가 있음
- 민간기업의 시설투자, 기술이전 및 후속사업 참여계획이 실제로 이행되도록 투자 규모·시기와 역할분담 및 이행점검 방안을 사업관리계획에 반영할 필요가 있음

□ 동 사업 환율 및 견적의 기준시점 조정, 사업계획과 부합하지 않는 인력, 자원 소요 등을 적절하게 조정하여 부처 원안 대비 약 163.8억 원 증가한 총 7,694.3억 원 규모의 대안이 도출됨

○ 예비타당성조사 기준년도인 2024년에 부합하도록 환율, 견적금액, 인건비 단가, 임금상승률 및 간접비율 등을 조정하고, 인력·자원 배치와 비목별 산출근거를 검토하여 비용 재조정

○ (인건비) 비업무 시기의 인력 배정, 유사 업무에 상이한 투입인력 등을 조정하고, 공시자료에 근거하여 인건비 단가와 임금상승률을 재산정한 결과 485.1억 원에서 63.3억 원 감소한 421.8억 원을 반영

○ (연구재료비) EM, EQM, FM 개발에 필요한 부(분)품과 소요량은 부처안을 적용하되, 견적서와 환율을 예비타당성조사 기준년도(2024년) 기준으로 재산정한 결과 5,377.8억 원에서 220.1억 원 증가한 5,597.9억 원을 반영

○ (연구활동비) 투입인력이 부재한 기간의 출장비, 인력규모에 비례하지 않는 사무용품비, 활용내역이 불명확한 연구인력지원비, 업무계획과 사용시기가 상이한 프로그램 비용 등을 조정한 결과 148.8억 원에서 10.2억 원 감소한 138.6억 원을 반영

○ (연구시설·장비비) 업무내용과 부합하도록 장비수량 조정 및 기준연도 환율을 적용하여 재산정한 결과 69.9억 원에서 7천만 원 감소한 69.2억 원을 반영

○ (발사비 및 보험료) 견적서와 환율을 예비타당성조사 기준년도(2024년) 기준으로 재산정한 결과 1,126.1억 원에서 101.9억 원 증가한 1,228.0억 원을 반영

○ (간접비) 간접비율 조정(항우연의 '24년 간접비율 8.36%), 환율조정에 따른 직접비 증가, 직접비 중 해외구매 비용으로 지불되는 금액은 제외하고 간접비 산출을 적용한 결과 332.7억 원에서 84.0억 원 감소한 238.7억 원을 반영

<표 6-1> 대안 도출을 위한 예산규모 검토 결과

(단위 : 억 원)

구 분			원안	대안	원안 대비 변경사항
①시스템 및 본체	직접비	인건비	290.37	290.47	관제·전처리 시스템 재산정
		연구시설장비비	1.39	1.28	비용 검토 결과 반영
		연구재료비	2,292.91	2,338.36	비용 검토 결과 반영
		연구활동비	89.19	88.07	비용 검토 결과 반영
		소계	2,673.87	2,718.18	연구재료비 증가
	간접비		140.03	105.31	직접비·간접비 조정 반영
	계		2,813.90	2,823.49	연구재료비 증가
②환경탑 재체	직접비	인건비	97.91	64.56	대안기준 재산정
		연구시설장비비	36.82	36.64	비용 검토 결과 반영
		연구재료비	1,909.19	2,032.97	비용 검토 결과 반영
		연구활동비	28.07	23.97	비용 검토 결과 반영
		소계	2,071.99	2,158.15	연구재료비 증가
	간접비		111.06	65.43	직접비·간접비 조정 반영
	계		2,183.04	2,223.58	연구재료비 증가, 간접비 감소
③해양탑 재체	직접비	인건비	96.82	66.81	대안기준 재산정
		연구시설장비비	31.83	31.42	비용 검토 결과 반영
		연구재료비	1,175.70	1,226.53	비용 검토 결과 반영
		연구활동비	31.49	26.51	비용 검토 결과 반영
		소계	1,335.84	1,351.27	연구재료비 증가
	간접비		71.60	67.91	직접비·간접비 조정 반영
	계		1,407.43	1,419.18	연구재료비 증가
④발사비 및 보험료	발사비		969.81	1,070.46	비용 검토 결과 반영
	보험료		156.29	157.58	비용 검토 결과 반영
	계		1,126.10	1,228.03	발사비, 보험료 증가
총 사업비 (①+②+③+④)			7,530.47	7,694.28	
B/C			0.71	0.637	

<표 6-2> 예비타당성조사 대안의 연차별 투자규모

(단위 : 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합계
시스템 및 본체	285.02	718.34	692.06	624.22	381.94	68.85	53.06	2,823.49
환경탑재체	353.83	416.49	540.29	526.35	360.43	15.8	10.39	2,223.58
해양탑재체	247.48	418.73	406.16	289.07	43.66	7.58	6.5	1,419.18
발사/보험료	-	-	-	122.8	429.81	614.02	61.4	1,228.03
총 사업비	886.33	1,553.56	1,638.51	1,562.44	1,215.84	706.25	131.35	7,694.28

<표 6-3> 예비타당성조사 대안의 연차별 투자규모(부처별)

(단위 : 억 원)

구 분	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	합계
우주청	285.02	718.34	692.06	624.22	381.94	68.85	53.06	2,823.49
환경부	353.83	416.49	540.29	587.75	575.34	322.81	41.09	2,837.60
해수부	247.48	418.73	406.16	350.47	258.56	314.59	37.20	2,033.19
합계	886.33	1,553.56	1,638.51	1,562.44	1,215.84	706.25	131.35	7,694.28

※ 발사 및 보험료 환경부, 해수부 50% 공동 부담

제 2 절 AHP를 이용한 종합분석

1. AHP 기법을 활용한 종합분석의 개요

가. 다기준 분석의 필요성

□ 국가연구개발사업 예비타당성조사의 결론을 도출하기 위하여 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석 결과를 종합해 사업 시행의 타당성 정도를 종합적으로 판단함

○ 각각의 타당성 분석 결과를 종합하는 과정에 있어 어려움[170]이 존재하며, 이를 극복하고자 사업 종합 판단에 있어 다기준 분석기법(multi-criteria analysis)을 활용함

○ 다기준 분석기법은 다수의 속성(multi-attributes)을 고려하고 다수의 목적(multi-objectives)을 포함하여 최적의 의사결정을 도출하는 기법임

- 다기준 분석기법은 자료의 특성에 따라 확장적, 통계적, 퍼지 방법 등이 있고, 정보처리 과정에 따라 가중합, 가중곱, 분석적 계층화법(AHP) 등이 있음

□ 동 예비타당성조사에서는 대표적인 다기준 분석기법인 분석적 계층화법(AHP, Analytic Hierarchy Process)으로 종합분석을 수행함

○ 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침」에서는 분석 기법인 '분석적 계층화법(AHP)'을 활용하여 사업 시행의 타당성 여부 판단을 원칙으로 제시함

나. AHP 기법의 개요

□ AHP는 의사결정의 목표 또는 평가 기준이 다수이며, 개별 평가기준에 대해 서로 다른 선호도를 가진 대안들을 체계적으로 평가할 수 있도록 지원하는 의사결정 기법임

○ 1970년대 초 Thomas Saaty에 의해 개발된 방법으로 평가요소들을 동질적인 집합으로 군집화하고 다수의 수준으로 계층화하여 각 수준별로 분석·종합함으로써 최종적인 의사결정에 이르는 과정을 지원함

□ AHP는 구성하는 다양한 평가 요소를 주요 요소와 세부 요소로 나누어 계층화하고, 계층별 요소들에 대한 쌍대비교(pairwise comparison)를 통해 요소들의 상대적 중요도를 도출함

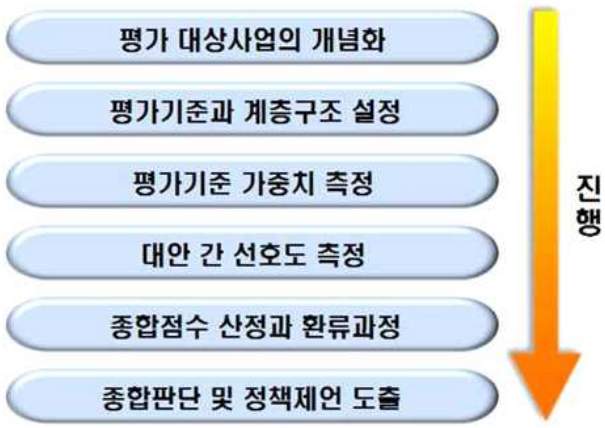
---

170) 평가항목의 중요도를 합리적으로 결정하고 정량적·정성적 분석 결과를 통합하고, 평가의 일관성 및 사업의 특수성을 동시 반영해야 하는 어려움, 평가에 참여하는 다수의 의견을 통합하는 과정에서 상반된 견해를 고려해서 대표성을 가진 최종적인 결론에 도달하기까지의 난제 등이 존재함

○ AHP는 인간의 사고와 유사한 방법으로 문제를 분해·구조화하며, 평가 요소 사이의 상대적 중요도와 대안들의 선호도를 비율척도로 측정하여 정량적 형태로 결과를 도출한다는 점에서 그 유용성을 인정받음

○ 또한, 간결한 적용절차에도 불구하고 척도 선정, 가중치 산정 절차, 민감도 분석 등에 사용되는 각종 기법이 실증분석과 엄밀한 수리적 검증 과정을 거쳐 채택된 방법을 활용하여 이론적으로 높은 평가를 받음

□ AHP의 평가 절차는 평가대상 사업의 개념화, 평가기준 및 계층구조 설정, 평가 기준 가중치 측정, 대안 간 선호도 측정, 종합 점수 산정과 환류과정, 종합판단 및 정책제언 도출의 과정으로 이루어짐



[그림 6-1] 분석적 계층화법을 이용한 평가절차

출처 : 한국과학기술기획평가원, 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」, '24.7.

2. 종합평가 결과

가. 조사 대상 집단

□ 「국가연구개발사업 예비타당성조사 운용지침」에 따라 구성된 종합평가위원회에서 종합평가를 시행하며, 평가자 14인 중 최댓값과 최솟값을 부여한 각각의 평가자를 제외한 총 12인의 평가점수를 종합하여 최종 평가결과를 도출함

○ 국가연구개발사업평가 총괄위원회는 사업의 특성을 고려하여 분과위원회에 사업을 배정하며, 종합평가위원회 평가자 14인은 분과위원장 1인, 분과위원 9인, 동 사업의 예비타당성조사 참여 자문위원 3인 및 PM(Project Manager) 1인으로 구성됨

○ 전체 평가자의 개별 응답에 대해 검토한 결과 모두 일관성을 지닌 것으로 확인[171] 되었고, 평가자의 개인별 선호를 가능한 배제하고 객관성을 유지하기 위해 평가자 14인 중 최댓값과 최솟값을 제시한 각 1인의 결과를 제외함

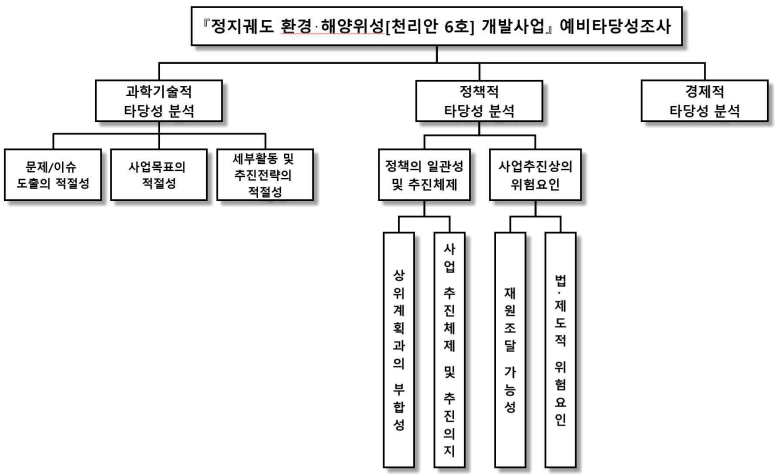
나. AHP 구조 및 평가항목

□ 본 AHP 분석의 최종목표는 세부 평가항목별 분석결과들을 종합하여 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석별로 각각의 종합결론을 도출하는 것임

○ 동 사업의 의사결정을 위한 AHP 계층구조는 다음과 같이 3단계로 구성됨

- 제1계층은 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석으로 크게 세 개의 대항목으로 분류되며, 그 하위에 제2계층, 제3계층의 평가항목으로 구성됨

○ 평가항목별 세부 평가 내용과 평가 기준은 다음 표와 같음



[그림 6-2] 동 사업의 예비타당성조사 의사결정 모델

171) 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침」에서는 비일관성 비율의 최대 허용치를 0.15로 설정하고 있으며, 동 사업의 비일관성 비율은 모두 0.1 이하인 것으로 확인됨

<표 6-4> 동 사업 예비타당성조사의 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 추진전략의 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 추진체제	상위계획과의 부합성	▪ 정부에서 공식적으로 발표한 중·장기 계획과의 부합 정도	▪ 정부 계획과의 부합성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
		사업 추진체제 및 추진의지	▪ 선택군 계획과 관련된 사업들 간의 차별성 및 연계방안 ▪ 사업거버넌스	▪ 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	재원조달 가능성	▪ 사업의 원활한 추진을 위한 재원 부담주체의 재원조달 가능성 여부	▪ 재원조달 위험요인이 낮을수록 사업시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
		법·제도적 위험요인	▪ 사업 추진을 위한 법·제도적 제한 여부 ▪ WTO 보조금협정 상의 위험요인 및 대응방안	▪ 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 ▪ 비용편익 분석/비용효과 분석	▪ 연차별 투입계획 및 총사업비 규모 추정이 구체적이고, 비용대비 편익 비율이 높을수록 사업 시행 점수가 높음 ▪ 비용 대비 효과의 값이 비교대안에 비해 클수록 사업 시행 점수가 높음

다. AHP 항목별 가중치 산정

□ AHP 평가항목별 가중치는 평가항목간 상대적 중요도 또는 선호도를 나타내는 쌍대비교를 수행하여 설정되며, 동 사업의 AHP평가 항목에 따른 평가자별 및 종합 가중치 결과는 <표 6-5>와 같음

○ 최상위 계층인 과학기술적·정책적·경제적 타당성 항목의 가중치는 쌍대비교가 아닌 평가자의 직접적인 비중 부여를 통해 설정되며, 하위 항목의 가중치는 쌍대비교를 통해 설정됨

○ 쌍대비교 질의 시 척도(Scale)로는 Saaty가 제안한 9점 척도를 적용함

□ 1계층 평가항목 중 과학기술적 타당성의 가중치는 0.475, 정책적 타당성은 0.379, 경제적 타당성이 0.146으로 도출되어 평가자들은 과학기술적 타당성 항목을 가장 중요하게 판단한 것으로 확인됨

○ 과학기술적 타당성 항목의 2계층인 '문제/이슈 도출의 적절성', '사업목표의 적절성', '세부활동 및 추진전략의 적절성'의 가중치는 각각 0.158, 0.187, 0.129으로 도출됨

- 과학기술적 타당성 항목에서는 평가자들이 '사업목표의 적절성'을 가장 중요하게 인식한 것으로 확인됨

○ 정책적 타당성 항목의 2계층인 '정책의 일관성 및 추진체제', '사업 추진상의 위험요인' 항목은 각각 0.262, 0.117로 도출되어 평가자들이 '정책의 일관성 및 추진체제'를 더 중요하다고 판단한 것을 알 수 있음

- '정책의 일관성 및 추진체제'의 하위 3계층 항목에서 '상위계획과의 부합성'과 '사업 추진체제 및 추진의지'의 가중치는 각각 0.126, 0.136으로 나타나 '사업 추진체제 및 추진의지' 항목을 더 중요하게 인식한 것으로 보임
- '사업추진상의 위험요인'의 하위 3계층 항목 중 '재원조달 가능성'과 '법·제도적 위험요인'의 가중치는 0.086, 0.030으로, 동 사업 추진과 관련하여 '재원조달 가능성' 항목의 중요성이 더 높게 인식된 것으로 확인됨

○ 경제적 타당성 가중치는 0.146로 과학기술적 타당성과 정책적 타당성에 비해 상대적으로 낮은 가중치가 도출됨

<표 6-5> 동 사업 AHP 평가항목별 가중치 산정 결과

평가항목		세부 종합	평가자												종합
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
과학 기술적 타당성	문제/이슈 도출의 적절성	0.158	0.041	0.071	0.337	0.371	0.098	0.251	0.214	0.270	0.096	0.038	0.080	0.167	0.475
	사업목표의 적절성	0.187	0.205	0.214	0.113	0.091	0.247	0.112	0.214	0.148	0.317	0.058	0.160	0.167	
	세부활동 및 추진전략의 적절성	0.129	0.205	0.214	0.050	0.038	0.155	0.037	0.071	0.082	0.087	0.353	0.160	0.167	
정책적 타당성	정책의 일관성 및 추진체제	0.262	0.200	0.267	0.240	0.100	0.100	0.400	0.263	0.267	0.240	0.350	0.375	0.320	0.379
	상위계획과의 부합성	0.126	0.033	0.089	0.180	0.050	0.033	0.200	0.219	0.178	0.060	0.044	0.188	0.274	
	사업 추진체제 및 추진의지	0.136	0.167	0.178	0.060	0.050	0.067	0.200	0.044	0.089	0.180	0.306	0.188	0.046	
	사업 추진상의 위험요인	0.117	0.200	0.133	0.060	0.200	0.200	0.100	0.088	0.133	0.060	0.050	0.125	0.080	
	재원조달 가능성	0.086	0.150	0.100	0.045	0.133	0.133	0.083	0.066	0.089	0.045	0.044	0.063	0.064	
	법·제도적 위험요인	0.030	0.050	0.033	0.015	0.067	0.067	0.017	0.022	0.044	0.015	0.006	0.063	0.016	
경제적 타당성	경제성	0.146	0.150	0.100	0.200	0.200	0.200	0.100	0.150	0.100	0.200	0.150	0.100	0.100	0.146

라. 사업계획 대안에 대한 AHP 평가 결과

□ 동 사업계획 대안에 대한 시행/미시행 점수를 예비타당성조사 평가항목별로 분석한 결과, AHP 종합평점은 '사업 시행'이 0.706, '사업 미시행'이 0.294로 나타나 '사업 시행'에 대한 선호도가 높은 것으로 조사됨

○ 아래 표는 종합평가위원회의 평가자 12명(최대·최솟값 2인은 제외)이 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 측면에서 동 사업 시행 또는 미시행 평가점수를 도출한 것으로, 종합결론에서 평가자 12명 전원이 '시행'으로 평가함

- 과학기술적 타당성의 경우, 사업 시행에 대한 종합평점이 0.759로 나타났으며, 평가자 11명 사업 시행, 1명이 사업 미시행으로 결론을 도출함

- 정책적 타당성의 경우, 사업 시행에 대한 종합평점이 0.637로 나타났으며, 평가자 11명이 사업 시행, 1명이 사업 미시행으로 결론을 도출함
- 경제적 타당성의 경우, 사업 시행에 대한 종합평점이 0.720으로 나타났으며, 평가자 10명이 사업 시행, 1명이 중립, 1명이 미시행으로 결론을 도출함

<표 6-6> 동 사업 대안에 대한 AHP 평가결과

평가자	종합		과학기술적 타당성		정책적 타당성		경제적 타당성	
	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
1	0.776	0.224	0.900	0.100	0.643	0.357	0.900	0.100
2	0.736	0.264	0.830	0.170	0.649	0.351	0.667	0.333
3	0.779	0.221	0.817	0.183	0.703	0.297	0.800	0.200
4	0.599	0.401	0.727	0.273	0.339	0.661	0.667	0.333
5	0.645	0.355	0.681	0.319	0.545	0.455	0.750	0.250
6	0.775	0.225	0.867	0.133	0.690	0.310	0.889	0.111
7	0.563	0.437	0.619	0.381	0.625	0.375	0.167	0.833
8	0.638	0.362	0.667	0.333	0.600	0.400	0.667	0.333
9	0.768	0.232	0.791	0.209	0.714	0.286	0.800	0.200
10	0.826	0.174	0.849	0.151	0.798	0.202	0.833	0.167
11	0.550	0.450	0.480	0.520	0.625	0.375	0.500	0.500
12	0.752	0.248	0.783	0.217	0.716	0.284	0.750	0.250
종합평점	0.706	0.294	0.759	0.241	0.637	0.363	0.720	0.280
평가자 수	12	0	11	1	11	1	10	1

제 3 절 결론 및 정책제언

1. 결론

□ 동 사업의 사업계획 원안은 실행방안 등 사업기획의 구체성이 부족한 측면이 존재하나 기후·환경 위기 대응의 필요성과 위성 체계개발 기술 확보의 중요성, 주관부처의 소명자료 제출을 통한 기획의 보완 등을 종합적으로 고려하여 조사 대안을 도출하여 사업 추진의 타당성을 제고함

○ 주관부처가 상세기획과 사업관리계획 수립 시, △결과지표로서의 성과지표 반영, △기술확보계획 구체화, △기술확보 방식 정의와 판정기준 명확화, △국산화 성과지표 개선, △산업생태계 지원 전략 구체화 등을 전제로 하는 대안을 도출함

○ 예비타당성조사 대안의 적정 사업비 규모는 사업계획 원안 7,530.5억 원 대비 163.8억 원 증가한 7,694.3억 원임

<표 6-7> 기획보고서 원안과 예비타당성조사 대안의 비교

항목	기획보고서 원안	예비타당성조사 제시 대안
총사업비 (국고)	7,530,5억 원 (7,530,5억 원)	7,694.3억 원 (7,694.3억 원)
분야별 사업비	▪ 시스템/본체: 2,813.9억 원 ▪ 환경탑재체: 2,183.0억 원 ▪ 해양탑재체: 1,407.4억 원 ▪ 발사비/보험료: 1,126.1억 원	▪ 시스템/본체: 2,823.5억 원 ▪ 환경탑재체: 2,223.6억 원 ▪ 해양탑재체: 1,419.2억 원 ▪ 발사비/보험료: 1,228.0억 원
사업기간	2027년~2033년 (7년)	2027년~2033년 (7년)
경제성 분석	(B/C) 0.71	(B/C) 0.64
비고	▪ 문제/이슈 및 대안 분석 미흡 ▪ 기술성숙도 평가 대상 구분 미흡 ▪ 사업추진 연계 일정 미흡 ▪ 비용 자료 기준연도 일관성 부족	▪ 문제/이슈 및 대안 분석 개선 ▪ 기술성숙도 평가 대상 구분 개선 ▪ 사업추진 연계 일정 보완 ▪ 비용 자료 기준연도 일관성 제고

□ 동 사업 예비타당성조사 대안에 대한 AHP 평가 결과, 평가자 총 12명 중 전원이 사업 '시행'에 대한 선호도가 높은 것으로 나타나 '시행'을 최종 결론으로 도출하였음

○ 평가항목의 1계층인 과학기술적·정책적·경제적 타당성의 가중치는 각각 0.475, 0.379, 0.146으로 계산되어 평가자들은 과학기술적 타당성 항목을 상대적으로 가장 중요한 것으로 판단하고 있음을 알 수 있음

○ 동 사업 대안에 대한 AHP 종합평점은 '사업 시행'이 0.706, '사업 미시행'이 0.294로 도출되어 사업 시행에 대한 선호도가 높은 것으로 조사됨

<표 6-8> 동 사업의 대안에 대한 AHP 평가결과 요약

평가자	종합		과학기술적 타당성		정책적 타당성		경제적 타당성	
	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
종합평점	0.706	0.294	0.759	0.241	0.637	0.363	0.720	0.280
평가자 수*	12	0	11	1	11	1	10	1
가중치	1.000		0.475		0.379		0.146	

* '경제적 타당성'의 경우 중립 결론 1명이 있어 시행, 미시행 평가자 수는 11인

2. 정책제언

□ 동일 임무를 수행하는 선행 정지궤도위성의 후속 사업으로 기반 구축, 운영 경험 축적을 넘어 관측정보 활용 확대 및 경제사회적 효과 창출에 주력 필요

○ 천리안위성 1호, 2B호를 승계하여 10년, 20년 이상 탑재체 운영 경험이 축적된 이후 발사되는 위성으로 기존 투자와 연계하여 종합 성과를 창출하는 사업으로 자리매김 필요

○ 기존 위성 개발 및 운영 성과, 예비타당성조사 증액 결과를 반영하여 위성 임무 수명을 13년 이상 연장하는 사업 추진 방안 검토 필요

○ 탄소중립 국가 어젠다와 전지구적 기후변화에 대응하는 정책 의사결정을 지원하고 안정적 국제공동협력체계를 강화하는 고품질 데이터 솔루션 제공 등 서비스 내실화 필요

□ 관측 성능 향상에 부합하는 정보서비스 제공을 위해 환경·해양 관측 자료 융합 완성도 제고, 정보처리역량 강화, 고객 중심 정보생산 고도화 노력 병행 필요

○ 환경, 해양 동시 관측과 자료 융합이 산출 정보의 범위 확대와 정밀도 향상으로 귀결되기 위해서는 데이터 통합, 전처리, 모델링 등 정보처리 과정 전반의 선제적인 역량 강화 필요

○ 관측자료에 기반한 실효성 높은 행정서비스 및 정책 활동 촉진을 위해서는 현행 천리안위성 2B호의 운영 성과에 대한 종합적인 분석을 바탕으로 운영 체계 및 서비스 내용 개선 필요

□ 사업 기한 내 위성체계 확보가 가능하도록 상세기획 단계에서 사업 추진 체계 및 사업 관리 방안 보완 필요

○ 사업 주관부처인 우주항공청의 연구관리전문기관 부재로 인해 사업관리, 부처협력에 차질이 발생하지 않도록 사업 개시 전 우주항공청의 연구관리 역량 및 사업추진 체계 보완 필요

○ 상세기획 단계에서 국내 개발역량 확대의 주요 요소인 제작기술에 대한 업무분할 구조(WBS) 분석과 세부기술 도출 등 하위 작업의 요구사양과 성과지표 구체화 필요

○ 장납기수출통제 품목 대응과 주요 마일스톤 지연이 발사·IOT에 미치는 영향에 대한 일정위험 관리방안 보완 필요

□ 사업목표인 국내개발 역량 확대를 위해 핵심기술개발사업 성과의 원활한 연계와 사전 체계적이고 완성도 높은 기술자립화 전략 마련과 충실한 이행 필요

○ 스페이스파이오니어사업 등 위성 관련 핵심기술개발사업의 성과가 동 사업에 유기적으로 연계되도록 부처의 종합적인 연관 사업 관리와 성과 이전 노력 필요

○ 동 사업의 하이브리드추진계가 완전전기추진계 확보에 충실히 기여하도록 기술사양, 개발활동 측면에서 연계 방안을 명확히 하고 초점면전자부, 지향미러구동부 등을 포함한 중장기 기술 전략에 기반하여 탑재체 핵심 부분품에 대해 자립화 실행 필요

□ 동 사업에 고유하고 부가가치가 높은 국산화 기여를 정확히 측정할 수 있도록 성과인정 범위를 엄밀하게 적용하고 국내기술 자립 정도를 명확히 반영하도록 성과지표 개선 필요

○ 타 정지궤도 위성에서 선행 적용되지 않고 동 사업에만 고유하게 활용되는 기술에 한해 국산화율을 산정하고 부품의 부가가치를 포괄하는 비용기준 국산화율 사용 필요

○ 국내독자·국내주도 기술개발 방안 정의상 예외 조건을 최소화하고 성과지표 중 '핵심기술 확보 수'와 '부(분)품 국산화율'은 기술개발과정의 국내 수행 범위와 해외협력 허용범위를 사전에 엄격히 정의하여 명확한 기술자립화 수준 측정 필요

□ 향후 민간주도 조달방식으로 정지궤도위성체계개발 사업이 안정적으로 전환될 수 있도록 원활한 민간 기술이전, 중소기업 참여의 폭넓은 보장 등 산업생태계 조성 노력 필요

○ 향후 국내기술 수준의 성숙, 민간산업 활성화를 위한 시장친화적 기제 활용 등을 고려하여 정지궤도 위성확보를 구매조달 방식으로 추진하는 것이 바람직

○ 산업체가 사업종합관리·총괄책임, 시스템·본체 주관연구개발기관 역할을 수행하는 사업체계로 기한 내 위성개발이 완료되도록 유기적인 기술이전, 면밀한 성능 점검 요구됨

○ 대·중소기업 상생 산업생태계 조성과 민간기업의 실질적인 시설투자 촉진을 위해 주관연구개발기관 선정·협약 단계에서 실효성 있는 중소기업 참여방안과 민간투자 이행조건 등을 명기하여 시행 필요

참 고 문 헌

【국내 정책계획 및 보고서】

과학기술정보통신부, 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침」, 과학기술정보통신부훈령 제261호, 2024.3.20. 일부개정.

과학기술정보통신부, 「제5차 과학기술기본계획(2023~2027)」, 2022.12.

과학기술정보통신부, 「2017년 우주산업실태조사」, 2017.

관계부처 합동, 「제3차 위성정보 활용 종합계획 2025년도 시행계획(안)」, 2025.3.

관계부처 합동, 「제4차 국가 기후위기 적응대책」, 2025.12.

관계부처 합동, 「제4차 우주개발진흥 기본계획 수정계획」, 2025.11.

관계부처 합동, 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」, 2023.4.

국립환경과학원, 「정지궤도 환경위성(GEMS) 브로슈어」, 2024.9.

국립환경과학원 환경위성센터, 「환경위성 활용도구 교육자료」, 2025.4.

국립환경과학원, 「CEOS AC-VC-21 GEMS 현황 발표자료」, 2025.
https://ceos.org/document_management/Virtual_Constellations/AC-VC/Meetings/AC-VC-21/Presentations/AC-VC_3.03_Yu.pdf

국정기획위원회, 「이재명정부 국정운영 5개년 계획(안)」, 2025.8.

기상청, 「초급예보관훈련용교재: 원격탐사」
https://www.kma.go.kr/down/e-learning/beginning/beginning_05.pdf

대한민국 정부, 「제3차 해양수산발전 기본계획(2021~2030)」, 2021.1.

방위사업청, 「기술성숙도평가(TRA) 업무지침」, 2021.

우주항공청, 「2024년 우주산업실태조사」, 2025.

우주항공청, 「대한민국 인공위성 추진전략」, 2025.2.

우주항공청, 「우주항공청 정책방향」, 2024.5.

우주항공청, 「우주수송·인공위성·우주과학탐사 전략 로드맵」, 2025.6.

우주항공청·기후에너지환경부·해양수산부, 「정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발사업 기획보고서」, 2025

중소기업기술정보진흥원, 「중소기업 전략기술로드맵 2024~2026: 우주·항공」, 2024.

한국개발연구원, 「예비타당성조사를 위한 CVM 분석지침 개선 연구」, 2012.

한국경영자총협회, 「2025년 사업체 임금인상 특징 분석」, 2026.3.22.

한국과학기술기획평가원, 「2024년도 기술수준평가」, 2026.

한국과학기술기획평가원, 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」, 2024.7.

한국과학기술기획평가원, 「정지궤도 기상·우주기상 위성(천리안위성 5호) 개발 사업: 2023년도 예비타당성조사 보고서」, 2024.8.

한국해양과학기술원, 「정지궤도복합위성 해양탑재체(GOCI-II) 통합자료처리시스템 개발 기획연구 최종보고서」, 2014.

해양수산부, 「제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획(2023~2027)」, 2023.2.

해양수산부, 「제4차 해양조사기본계획(2026~2030)」, 발행연도 확인 필요.

환경부, 「제3차 대기환경개선 종합계획(2023~2032)」, 2022.12.

【국내 학술논문】

최종국·박명숙·한경수·김현철·임정호, 「GOCI-II 발사 1년, 현재와 미래」, 대한원격탐사학회지, 제37권 제5호 제2부, pp.1229-1234, 2021.

최현영 외, 「인공지능을 활용한 위성 기반 대기질 모니터링: 연구 현황과 전망」, 한국대기환경학회지, 제41권 제2호, pp.179-198, 2025.

【국내 보도자료 및 산업자료】

과학기술정보통신부·해양수산부·환경부 보도자료, 「'우주의 눈' 천리안위성 2B호, 해양위성 영상 제공 개시」, 2020.10.5.

국립환경과학원 보도자료, 「천리안 환경위성으로 산출한 지상 미세먼지 추정농도값 공개」, 2024.10.30.

국립환경과학원 보도자료, 「미항공우주국(NASA)과 공동으로 아시아 대기질 조사… 관측장비 총동원」, 2024.2.18.

미래에셋증권, 「우주산업, ZERO TO ONE: 상업우주, 세상에 없던 시장이 열린다」, 2025.1.16.

우주항공청 보도자료, 「우주항공청 '26년도 예산 1조 1,201억원 확정」, 2025.12.3.

우주항공청 보도자료, 「'우리 기술로 K-Space 도전'을 위해 2026년 연구개발(R&D) 사업 9,495억 원 투자」, 2026.1.4.

한국해양과학기술원, 「세계 최초 정지궤도 해양관측 인공위성 천리안 1호! 임무 종료」, 공식 블로그, 2021.4.26., https://blog.naver.com/kordipr/222323431349

【국외 정책문서 및 보고서】

CEOS Atmospheric Composition Virtual Constellation(AC-VC), 「Geostationary Satellite Constellation for Observing Global Air Quality: Geophysical Validation Needs」, Version 1.1, 2019.

ESA·EUMETSAT, 「Announcement of Opportunity for Calibration and Validation Activities for Sentinel-4 and Sentinel-5」, Issue 1.0, 2024.

EUMETSAT, 「EUMETSAT Strategy: Destination 2030」, 2021.

Euroconsult, 「Government Space Programs: Benchmarks, Profiles and Forecasts to 2031」, 2022.12.

IOCCG, 「Remote Sensing of Ocean Colour in Coastal, and Other Optically-Complex, Waters」, Reports of the IOCCG, No.3, 2000.

IOCCG, 「Atmospheric Correction for Remotely-Sensed Ocean-Colour Products」, Reports of the IOCCG, No.10, 2010.

IOCCG, 「Mission Requirements for Future Ocean-Colour Sensors」, Reports of the IOCCG, No.13, 2012.

Japan Aerospace Exploration Agency(JAXA), 「JAXA社會環境報告書2024」, 2024.9.30. https://www.jaxa.jp/about/iso/index_j.html

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine(NASEM), 「Thriving on Our Changing Planet: A Decadal Strategy for Earth Observation from Space」, National Academies Press, 2018.

National Research Council(NRC), 「The Role of Small Satellites in NASA and NOAA Earth Observation Programs」, National Academies Press, 2000.

National Research Council(NRC),「Earth Science and Applications from Space: National Imperatives for the Next Decade and Beyond」, National Academies Press, 2007.

Novaspace,「Earth Observation Data & Services Market」, 17th edition, 2024.

OECD,「OECD Handbook on Measuring the Space Economy」, 2nd edition, OECD Publishing, 2022.

OECD,「The Space Economy in Figures: Responding to Global Challenges」, OECD Publishing, 2023.

Platt, U. and Stutz, J.,「Differential Optical Absorption Spectroscopy: Principles and Applications」, Springer, 2008.

World Meteorological Organization(WMO),「Vision for the WMO Integrated Global Observing System in 2040」, WMO-No.1243, 2019.

일본 내각부,「宇宙基本計畫」, 2023.6.13.

【국외 학술논문 및 학술발표자료】

Airbus Defence and Space,「Status of GOCI-II Development」, IOCS 2019 발표자료, 2019.4., https://iocs.ioccg.org/wp-content/uploads/2019/05/goci-ii_presentation_coste_iocs2019_icebreaker.pdf

Crawford, J. H., et al.,「The Korea-United States Air Quality (KORUS-AQ) Field Study」, Elementa: Science of the Anthropocene, 9(1), 2021.

Faure, F., Coste, P. and Kang, G.,「The GOCI Instrument on COMS Mission: The First Geostationary Ocean Color Imager」, 발표자료, 2009., https://ioccg.org/sensors/GOCI-Faure.pdf

Kang, M., Ahn, M.-H., Liu, X., Jeong, U. and Kim, J.,「Spectral Calibration Algorithm for the Geostationary Environment Monitoring Spectrometer (GEMS)」, Remote Sensing, 12(17), 2846, 2020.

Kim, J., et al.,「New Era of Air Quality Monitoring from Space: Geostationary Environment Monitoring Spectrometer (GEMS)」, Bulletin of the American Meteorological Society, 101(1), pp.E1-E22, 2020.

Kim, N. R. and Lee, H. J.,「Ambient PM2.5 Exposure and Rapid Population Aging: A Double Threat to Public Health in the Republic of Korea」, Environmental Research, 252, 119032, 2024.

Lindsey, D. T., et al.,「GeoXO: NOAA's Future Geostationary Satellite System」, Bulletin of the American Meteorological Society, 105(3), pp.E660-E679, 2024.

Roback, V. E., et al.,「Systems Engineering Technical Excellence in Commercial Spacecraft Hosting of the NASA TEMPO Instrument」, 발표자료, 2024., https://tempo.si.edu/documents/SE_Tech_Excellence_Commercial_SC_Hosting_TEMPO_20240418.pdf

Satheesh, S. K., et al.,「Improved Assessment of Aerosol Absorption Using OMI-MODIS Joint Retrieval」, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 114, D05209, 2009.

Zhao, X., et al.,「Geostationary Satellites Total Ozone Observations: First Results on Ground-Based Networks Validation Efforts for TEMPO and GEMS」, Geophysical Research Letters, 52(12), 2025.

Zhu, J., et al.,「Geostationary Full-Spectrum Wide-Swath High-Fidelity Imaging Spectrometer: Optical Design and Prototype Development」, Remote Sensing, 15(2), 396, 2023.

중국 자연자원부 제2해양연구소,「Progress in China's OC Satellite Missions & Remote Sensing Application Technologies」, IOCS 2025 발표자료, 2025., https://iocs.ioccg.org/wp-content/uploads/2025/12/AgencyTalk-HE-SIOMNR-rr.pdf

【국외 보도자료 및 기사】

Airbus Defence and Space 보도자료,「Airbus Delivered GOCI-II Instrument to the Korean Space Agency」, 2017.12., https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2017-12-airbus-delivered-goci-ii-instrument-to-the-korean-space-agency

Airbus Defence and Space 보도자료,「Airbus Delivers First Sentinel-4 Air-Monitoring Instrument to ESA」, 2022.12.

Associated Press(AP),「NASA Cancels Greenhouse Gas Monitoring Satellite Due to Cost」, Click2Houston 게재, 2022.11.29.

Council of the European Union 보도자료,「Air Quality: Council Gives Final Green Light to Strengthen Standards in the EU」, 2024.10.14.

EOMAP 보도자료, 「eoapp AQUA: New Water Quality App Launched」, 2024.4.

ESA 보도자료, 「MTG-S1 and Sentinel-4 Launch to Change How We See Our Atmosphere」, 2025.7.

ESA 보도자료, 「ESA Member States Commit to Largest Contributions at Ministerial」, 2025.11.27.

EUMETSAT, 「First Copernicus Sentinel-4 Images Showcase Europe's Hourly Air Pollution Watch」, 2025.10.

Mitsubishi Electric 보도자료, 「Mitsubishi Electric Wins New Japanese Meteorological Satellite Contract」, Business Wire 게재, 2023.2.23., https://www.businesswire.com/news/home/20230223005050/en

NASA 보도자료, 「NASA's High-Resolution Air Quality Control Instrument Launches」, 2023.4.7.

NASA 보도자료, 「NASA's PACE Data on Ocean, Atmosphere, Climate Now Available」, 2024.4.11.

NASA 보도자료, 「NASA Selects BAE Systems to Develop Ocean Color Instrument for NOAA」, 2024.5.20.

NASA 보도자료, 「NASA Selects Lockheed Martin to Build Next-Gen Spacecraft for NOAA」, 2024.6.18.

NASA, 「NASA Mission Monitoring Air Quality from Space Extended」, 2025.7.3.

NewSpace Economy, 「137 Billion Reasons Why the Space Economy Is Just Getting Started」, 2026.1.26., https://newspaceeconomy.ca/2026/01/26/137-billion-reasons-why-the-space-economy-is-just-getting-started/

Raytheon 보도자료, 「Raytheon-Built Space Sensor Will Fly Aboard NASA Satellite to Measure Coastal and Ocean Ecosystems」, 2019.8.26.

Satellite Industry Association(SIA)·BryceTech, 「Affordability and Productivity Drive Historic Satellite Industry Growth: Satellite Industry Association Releases the 29th Annual State of the Satellite Industry Report」, 2026.5.13.

SpacePolicyOnline, 「ESA Member States Pledge Record Level of Funding」, 2025.11.27. https://spacepolicyonline.com/?p=85281

SpaceQ, 「Novaspace Projects $8 Billion Earth Observation Market by 2033」, 2024.11.28. https://spaceq.ca/novaspace-projects-8-billion-earth-observation-market-by-2033/

Chinese Academy of Sciences(CAS), 「China Releases Space Science Development Program for 2024-2050」, Xinhua 기사 재게재, 2024.10.15., https://english.cas.cn/newsroom/cas_media/202410/t20241015_691782.shtml

National Institute for Environmental Studies(NIES), 「GOSAT-GW ("IBUKI GW") Successful Launch and Completion of Critical Operations Phase」, 2025.7.1. https://www.nies.go.jp/whatsnew/20250701/20250701-e.html

일본경제단체연합회(経団連), 「文科省の宇宙分野における研究開発への取り組み」, 週刊 経団連タイムス, No.3627, 2024.2.29., https://www.keidanren.or.jp/journal/times/2024/0229_10.html

【웹페이지 및 데이터베이스】

국립환경과학원 환경위성센터, 홈페이지. https://nesc.nier.go.kr/

국립해양조사원 국가해양위성센터, 「정지궤도 해양위성 소개」, 홈페이지. https://www.nosc.go.kr/

한국항공우주연구원, 「정지궤도위성」, 홈페이지. https://www.kari.re.kr/kor/contents/39

한국항공우주연구원, 「정지궤도복합위성(천리안위성 2B호)」, 홈페이지. https://www.kari.re.kr/kor/contents/41

한국항공우주연구원, 「해양 탑재체」, 홈페이지. https://www.kari.re.kr/kor/contents/48

한국항공우주연구원, 「스페이스파이오니어」, 홈페이지. https://www.kari.re.kr/kor/contents/75

BAE Systems, 「GEMS / TEMPO」, 홈페이지. https://www.baesystems.com/en/product/gems-tempo

Center for Security and Emerging Technology(CSET), 「National Medium- to Long-Term Civilian Space Infrastructure Development Plan (2015-2025)」, 정책문서 번역자료, 홈페이지. https://cset.georgetown.edu/publication/national-medium-to-long-term-civilian-space-infrastructure-development-plan-2015-2025/

Copernicus Atmosphere Monitoring Service(CAMS), 「Satellite Observations」, 홈페이지. https://atmosphere.copernicus.eu/satellite-observations

Copernicus Marine Service, 「Sources of Copernicus Marine Data」, 홈페이지. https://help.marine.copernicus.eu/en/articles/5046704-sources-of-copernicus-marine-data

eoPortal, 「Copernicus: Sentinel-4」, 홈페이지, 2026.5. 접속. https://www.eoportal.org/satellite-missions/copernicus-sentinel-4

ESA, 「Meteosat Third Generation」, 홈페이지, 2026.5. 접속. https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Meteorological_missions/meteosat_third_generation

European Environment Agency(EEA), 「Benchmark Analysis Against the Standards in the Revised Directive (EU) 2024/2881」, Air Quality Status Report 2025, 홈페이지, 2025. https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-status-report-2025/benchmark-analysis-against-the-standards-in-the-revised-directive-eu-2024-2881

European Parliament, 「Space Programme 2021-2027 and European Union Agency for the Space Programme」, Legislative Observatory(OEIL) 문서 요약. https://oeil.europarl.europa.eu/oeil/en/document-summary?id=1660652

EUMETSAT, 「Meteosat Third Generation Agreement Signed at Ministerial Meeting」, 홈페이지. https://www.eumetsat.int/meteosat-third-generation-agreement-signed-ministerial-meeting

EUMETSAT, 「Meteosat Third Generation Sounder 1 and Copernicus Sentinel-4」, 홈페이지. https://www.eumetsat.int/meteosat-third-generation-sounder-1-and-copernicus-sentinel-4

Gunter's Space Page, 「Feng Yun 4C, 4D, 4E, 4F」, 홈페이지, 2026.5. 접속. https://space.skyrocket.de/doc_sdat/fy-4c.htm

IOCCG, 「Current Ocean-Colour Sensors」, 홈페이지. https://ioccg.org/

Japan Aerospace Exploration Agency(JAXA), 「AMSR-Related Satellite Catalog: GOSAT-GW」, 홈페이지. https://www.eorc.jaxa.jp/AMSR/satellite/gosat-gw_en.html

Japan Meteorological Agency(JMA), 「Himawari Services」, 2025.6. https://www.jma.go.jp/jma/en/Publications/202506_Himawari_Services.pdf

KNMI, 「Ozone Monitoring Instrument」, 홈페이지. https://www.knmiprojects.nl/projects/ozone-monitoring-instrument

NASA, 「Earth Science」, 홈페이지. https://science.nasa.gov/earth-science/

NASA, 「Earth System Science Pathfinder(ESSP) Program」, 홈페이지. https://essp.larc.nasa.gov/

NASA Earthdata, 「TEMPO」, 홈페이지, 2026.5. 접속. https://www.earthdata.nasa.gov/sensors/tempo

NASA Langley Research Center, 「GEO-CAPE Implementation」, 홈페이지. https://science.larc.nasa.gov/geo-cape/implementation/

NOAA CoastWatch, 「Satellite Course: Ocean Color」, 온라인 교육자료. https://coastwatch.gitbook.io/satellite-course/lectures/ocean-color

NOAA NESDIS, 「Geostationary Satellites」, 홈페이지. https://www.nesdis.noaa.gov/our-satellites/currently-flying/geostationary-satellites

TEMPO Science Team, 「TEMPO Team」, 홈페이지. https://tempo.si.edu/team.html

TEMPO/GEMS Science Teams, 「TEMPO/GEMS Joint Science Team Workshop Agenda」, 2024.8. https://tempo.si.edu/presentations/August2024/Oral/Agenda_TEMPO-GEMS%20Workshop_update.pdf

TROPOMI, 「Nitrogen Dioxide」, Data Products, 홈페이지. https://www.tropomi.eu/data-products/nitrogen-dioxide

UNESCAP, 「Geostationary Environment Monitoring Spectrometer (GEMS): Republic of Korea」, SDG Help Desk, 홈페이지. https://sdghelpdesk.unescap.org/technical-assistance/best-practices/geostationary-environment-monitoring-spectrometer-gems-republic

UNESCAP, 「Introduction of PAN (Pandora Asia Network) Project」, 발표자료, 2024.8. https://www.unescap.org/sites/default/d8files/2024-08/Introduction_of_PAN_project_PPTX.pdf

World Meteorological Organization(WMO), 「OSCAR/Space: Satellite and Instrument Database」, 데이터베이스. https://space.oscar.wmo.int/satellites

중국 국가위성기상센터(NSMC), 「Geostationary Interferometric Infrared Sounder (GIIRS)」, 홈페이지. https://nsmc.org.cn/nsmc/en/instrument/GIIRS.html

중국 국가항천국(CNSA), 홈페이지. https://www.cnsa.gov.cn/

부 록

종합평가를 위한 AHP 설문지

「정지궤도 환경 · 해양위성(천리안위성 6호) 개발 사업」의 AHP 평가를 위한 전문가 설문

[전문가 설문 개요]

본 설문은 **「정지궤도 환경 · 해양위성(천리안위성 6호) 개발 사업」**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 평가항목들을 계층화하여 의사결정 기준이 되는 항목의 중요성과 의사결정 대상이 되는 대안 간 비교를 종합적으로 수행하는 의사결정 기법입니다.

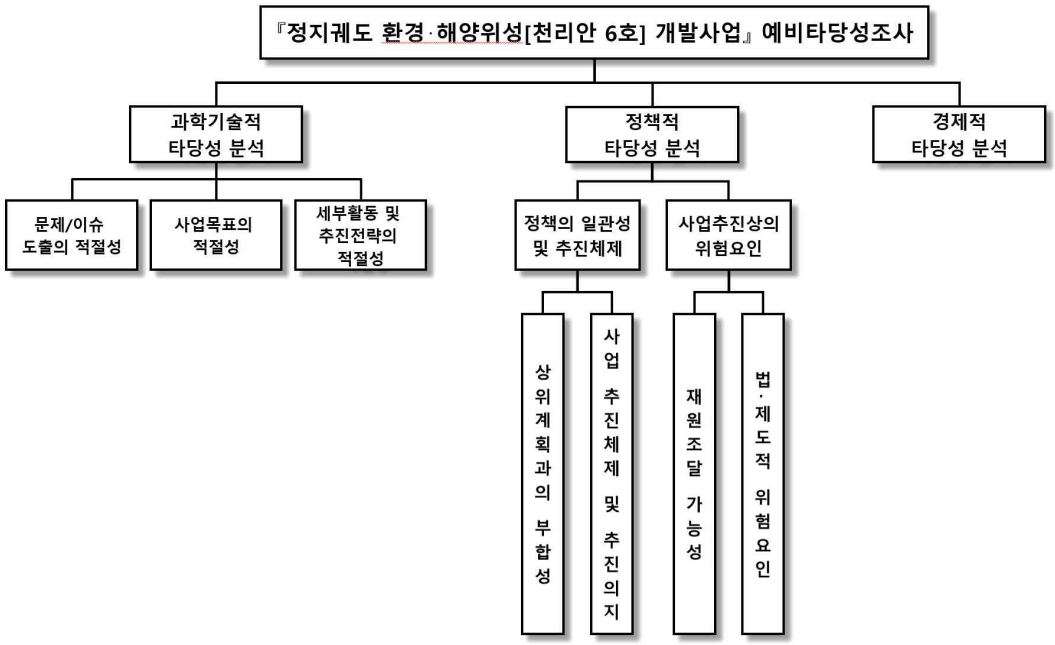
□ 응답자 정보

성명	(서명)	연락처	
소속		전화	
직위		E-mail	

□ 설문지 작성안내

○ 「정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발사업」의 타당성 평가를 위한 의사결정 계층구조와 평가항목별 평가내용, 평가기준은 각각 [그림 1], <표 1>과 같습니다.

○ 「정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발 사업」의 과학기술적, 정책적, 경제적 측면에서의 타당성조사 세부내용은 회의자료를 참고하시기 바랍니다.



[그림 1] 「정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발사업」의 예비타당성조사 의사결정 계층구조

<표 1> 「정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발사업」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 추진전략의 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 추진체제	상위계획과의 부합성	· 정부에서 공식적으로 발표한 중장기계획과의 부합 정도	정부 계획과의 부합성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
		사업 추진체제 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	재원조달 가능성	· 사업의 원활한 추진을 위한 재원 부담주체의 재원조달 가능성 여부	재원조달 가능성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음 **(시행과 미시행의 동등이 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 동등이 최대 평점)**
	사업특수 평가항목	지역균형발전	· 지역낙후도	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 0.15 이상일 경우에 응답결과를 신뢰할 수 없다고 판단하므로 재설문을 수행**하게 됩니다.

○ 평가항목이 3개 이상인 경우, 아래와 같은 일관성 결여가 발생하면 비일관성 지수가 높게 나오므로 설문 시 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 > B라고 응답하여야 함

2. 쌍대비교 일관성 결여
   - A가 B보다 2배 중요하고 C가 A보다 4배 중요하다고 응답하였을 경우, C가 B보다 8배 중요함을 의미함. 그럼에도 불구하고 2배 중요하다고 응답하였을 경우

[설문 1] 평가항목 간 상대적 중요도 설정

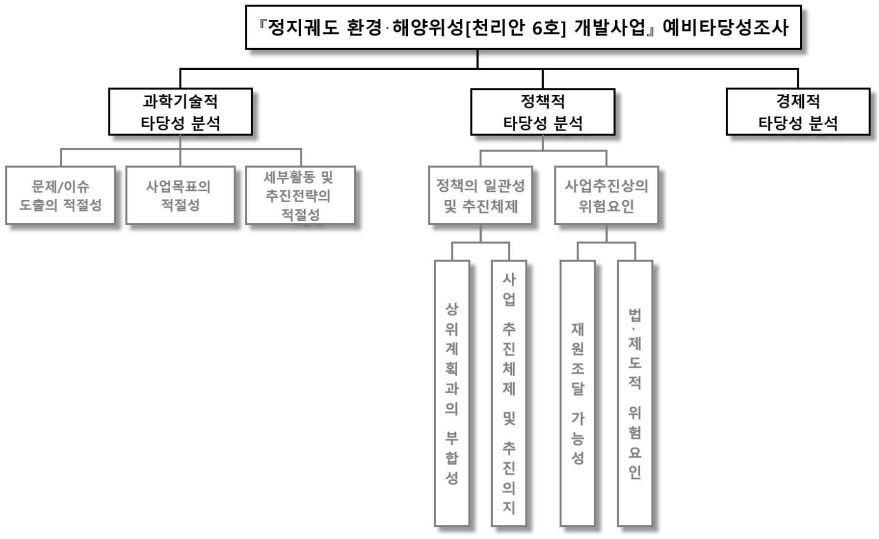
[설문 1.1과 1.2]는 「정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발 사업」의 타당성을 평가하는데 있어 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석의 상대적 중요도와 평가항목별 상대적 중요도를 판단하기 위한 것입니다. 「정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발 사업」의 경우, 어느 평가항목이 상대적으로 얼마만큼 더 중요하다고 생각하시는지 신중히 판단하여 응답해 주십시오.

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 가중치 제시범위는 아래와 같습니다.

- 도전·혁신형(과학기술성 : 정책성 : 경제성 = 55~65% : 20~40% : 5% 이하)
- 성 장 형 (과학기술성 : 정책성 : 경제성 = 40~50% : 20~40% : 10~40%)
- 기반조성형(과학기술성 : 정책성 : 경제성 = 40~50% : 30~50% : 10~20%)

과학기술적 : 정책적 : 경제적 타당성 = (____) : (____) : (____)

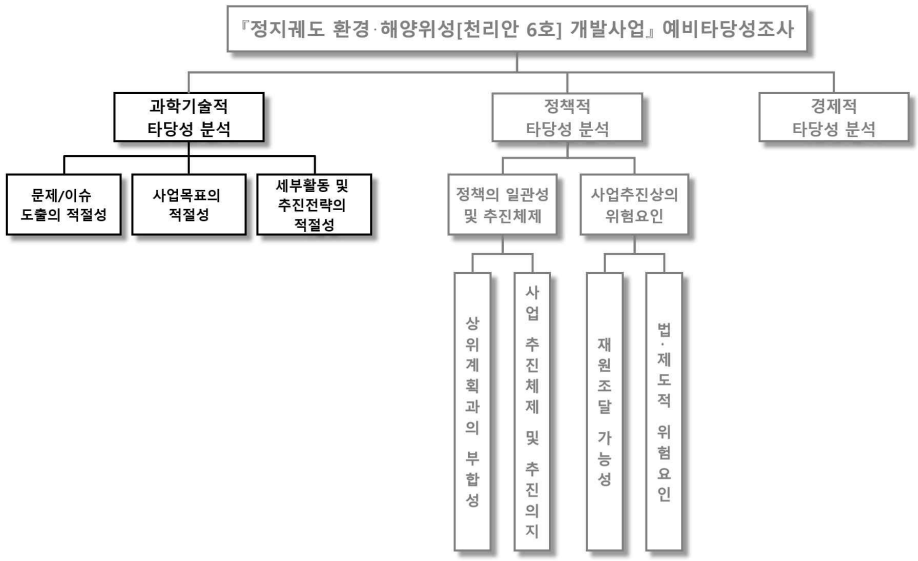


[그림 2] 제1계층 중요도 평가

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

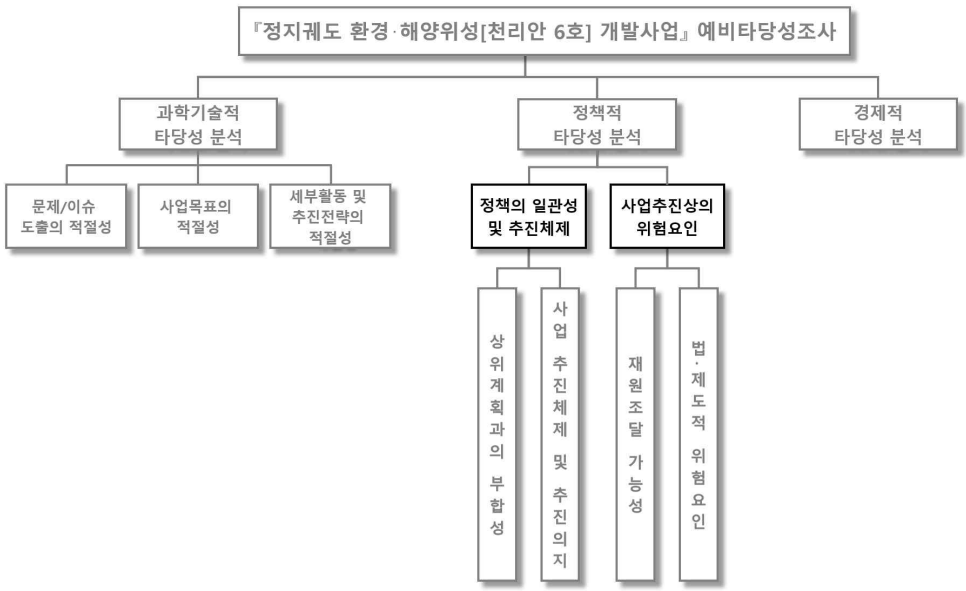
세부 평가항목	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	동등 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (9)	세부 평가항목
문제/이슈 도출의 적절성																		사업목표의 적절성
문제/이슈 도출의 적절성																		세부활동 및 추진전략의 적절성
사업목표의 적절성																		세부활동 및 추진전략의 적절성



[그림 3] 과학기술적 타당성 제2계층 중요도 평가

1.2.2 정책적 타당성 분석의 제2계층

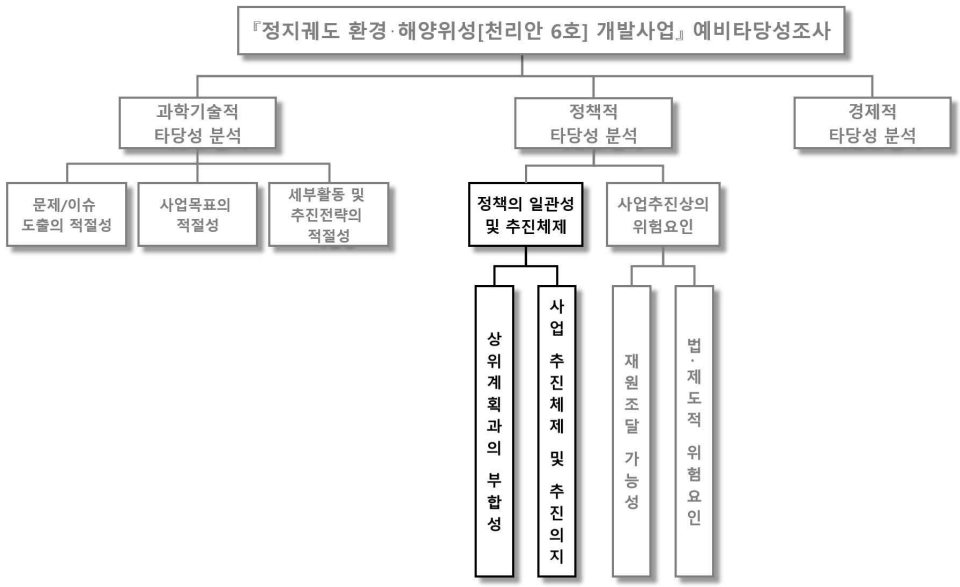
세부 평가항목	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	동등 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (9)	세부 평가항목
정책의 일관성 및 추진체제																		사업추진상의 위험요인
정책의 일관성 및 추진체제																		사업특수 평가항목
사업추진상의 위험요인																		사업특수 평가항목



[그림 4] 정책적 타당성 제2계층 중요도 평가

1.2.3 정책적 타당성 분석의 제3계층 : 정책의 일관성 및 추진체제 하위항목

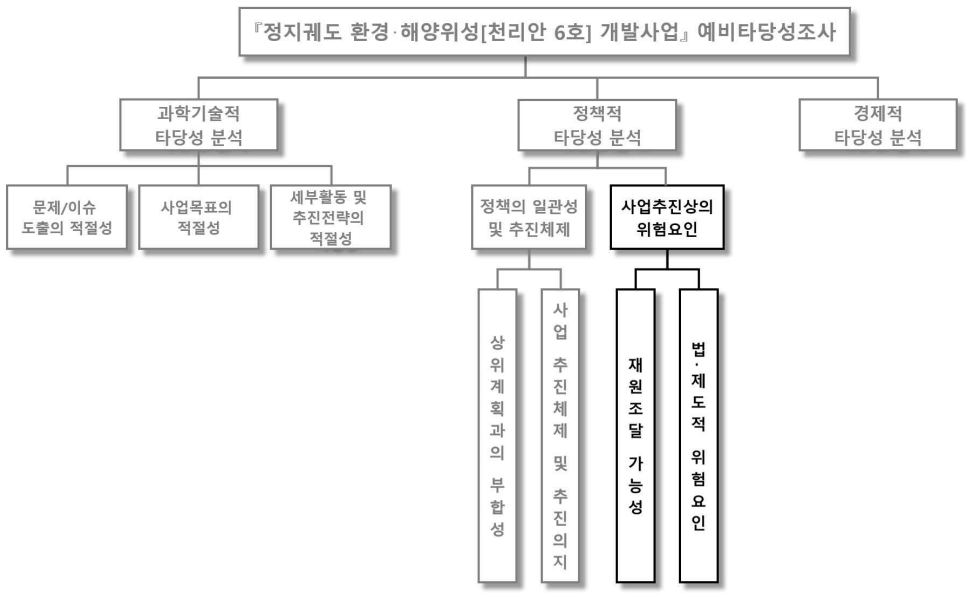
세부 평가항목	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	동등 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (9)	세부 평가항목
상위 계획과의 부합성																		사업 추진체제 및 추진의지



[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	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	동등 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (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 **「정지궤도 환경·해양위성(천리안위성 6호) 개발 사업」**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 생각하시는지 평가항목을 기준으로 해당하는 숫자에 V표 하십시오.

평가항목	대안	절대적절 (9)	(8)	매우적절 (7)	(6)	적절 (5)	(4)	약간적절 (3)	(2)	중립 (1)	(2	약간적절 (3)	(4)	적절 (5)	(6)	매우적절 (7)	(8)	절대적절 (9)	대안
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 동등, 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

- 감사합니다 -