

# 제2차 우주위험대비 기본계획 수립을 위한 기획연구

2023. 12

iris



과학기술정보통신부  
Ministry of Science and ICT





[별지 제4호 서식]

## 최종보고서 제출양식

한국연구재단 귀하

“ 제2차 우주위험대비 기본계획 수립을 위한 기획연구 ”에 관한 연구의 최종보고서를  
별첨과 같이 제출합니다.

2023. 12. .

연구책임자 박장현 (인)

연구원 조성기 (인)  
조중현 (인)  
임홍서 (인)  
최은정 (인)  
홍정유 (인)  
황은정 (인)  
이수현 (인)



# 제 출 문

과 학 기 술 정 보 통 신 부 장 관 귀하

본 보고서를

“ 제2차 우주위험대비 기본계획 수립을 위한 기획연구 ”의 최종보고서로 제출합니다.



연구기관명 : 한국천문연구원

연구책임자 : 박장현

연 구 원 : 조성기

연 구 원 : 조중현

연 구 원 : 임홍서

연 구 원 : 최은정

연 구 원 : 홍정유

연 구 원 : 황은정

연 구 원 : 이수현

※ 연구기관 및 연구책임자, 연구원은 실제 연구에 참여한 기관 및 자의 명의임.



# 요 약 문

과제번호	RS-2023-00255245		연구기간	2023년 04월 01일 ~ 2023년 12월 31일	
과제명	(한글) 제2차 우주위험대비 기본계획 수립을 위한 기획연구 (영문) Planning for the 2 <sup>nd</sup> Space Hazard Preparation Program				
연구책임자 (주관연구기관)	박장현 (한국천문연구원)	참 여 연구원수	총 8 명	연구비	50,000천원
요약					
<p>○ 우주물체의 지속적인 증가로 인한 추락·및 충돌 등 위험 증가, 국가 우주자산 보호를 위한 지속적인 감시 활동, 국가 우주안보 및 우주위험대응에 필요한 독자적인 우주감시 정보 생산 및 분석 등을 위한 장기 추진전략 및 세부계획 수립</p> <p>○ 제1차 우주위험대비기본계획('14~'23) 종료에 따른 후속 계획 수립 필요</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 1차 기본계획 기간 동안 수행된 내용과 성과를 검토하고, 대내외 환경 변화와 기술 개발 성과를 반영</li><li>- 향후 10년 간 체계적 우주위험 대응을 위한 제2차 우주위험대비기본계획('14~'23) 수립을 위한 조사 및 분석 수행</li></ul> <p>○ 제2차 우주위험대비기본계획 수립을 위한 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 우주위험대응 분야 현황조사 : 미국 등 주요선진국 환경변화 분석 및 시사점 도출, 국내 우주위험감시 정책 추진 성과 분석 및 평가 등</li><li>- 제1차 계획 추진 성과 분석 및 평가 : 국가대응체계, 감시 관측인프라, 감시 및 분석 기술, 국제협력, 인력양성 등 주요 목표에 대한 종합 평가</li><li>- 국가 우주위험 대응체계 운영 계획 수립 : 우주위험대책본부 및 우주환경감시기관 운영 계획 수립, 우주위험대응 상시 협력체계 계획 수립 등</li><li>- 우주위험 감시 및 대응 기술 확보 계획 수립 : 우주물체 추락·충돌 등 우주위험감시 관측인프라 기술 개발 계획, 우주환경감시 및 분석시스템 고도화 계획, 우주위험대비 국제협력 강화 방안 등</li><li>- 우주위험대비 기반 확충 계획 수립 : 우주위험대비 역량 강화를 위한 환경 조성, 인력 양성 및 확보 방안 마련 등</li></ul>					
비공개 사유			비공개 기간		



# 목 차

제1장 개요 .....	21
1. 우주위험대비기본계획의 개요 .....	23
① 계획의 근거 및 의의 .....	23
(1) 법적근거 .....	23
(2) 의의 .....	25
(3) 성격 .....	25
② 계획의 범위 .....	25
③ 수립경과 .....	25
(1) 1차 기본계획 .....	25
(2) 2차 기본계획 .....	26
· 경과 .....	26
· 기획연구 위원회 명단 .....	27
· 위원회 회의록 .....	28
2. 우주위험 정의 .....	28
① 1차 계획 .....	28
(1) 우주위험 정의 .....	28
(2) 우주위험 발생 요인 .....	28
(3) 우주위험 종류 .....	29
(4) 우주위험 대비 .....	29

② 2차 계획 .....	29
(1) 기본 방향 .....	29
(2) 우주위험 정의 .....	30
(3) 우주위험 발생 요인 .....	30
(4) 우주위험 종류 .....	31
(5) 우주위험 대비 .....	31
③ 우주위험감시 관련 주요 용어 .....	32
(1) 우주감시 일반 .....	32
(2) 자연우주물체 .....	32
(3) 인공우주물체 .....	33
(4) 태양위험 .....	33

## 제2장 우주위험 환경 변화 ..... 34

1. 인공우주물체 개체수의 급격한 증가 .....	34
2. 자연우주물체 충돌위험에 대한 국제 공조 요구 .....	38
3. 국가안보 및 국제외교 분야 우주안보의 중요성 증대 .....	44
4. 우주공간 환경보호에 대한 국제사회의 요구와 우주교통관리 필요성 대두 .....	48
5. 윤석열 정부의 국가안보 전략 .....	51
6. 우주상황인식 분야 시장 규모 .....	53
7. 국내·외 우주위험감시 현황 .....	57
[환경분석 종합 및 제안] .....	70



제3장 국내 우주위험대비 정책의 성과와 평가 .....	71
1. 우주위험 범부처 종합 대응체계 구축(System) .....	71
① 우주위험대책본부 수립 및 운영 .....	71
② 우주환경감시기관 지정 및 운영 .....	72
③ 우주위험대응 상시 협력체계 강화 .....	75
④ 운석 관리체계 수립 .....	78
2. 우주위험 감시/대응 기술 확보(Technology) .....	79
① 우주위험 식별 및 통합 분석 .....	79
② 1톤급 추락물체 독자감시 및 조기경보 .....	80
③ 10cm급 인공우주물체 감시 및 충돌 정밀 예측 .....	81
④ 태양위험 감시 및 대응 시스템 고도화 .....	82
3. 우주위험대비 기반 확충(Infrastructure) .....	83
① 우주위험 대비 국제협력 강화 .....	83
② 우주위험 대비 연구개발(R&D) .....	84
③ 우주위험대비 역량강화를 위한 환경조성 .....	86
[성과 요약] .....	87
[성과분석 종합 및 제안] .....	88

< 1안 >

제4장 제2차 우주위험대비기본계획 수립방향 .....	91
1. 기본 방향 .....	91
2. 비전 및 중점과제 .....	91
① 비전 .....	91
② 2대 중점과제 .....	91
3. 성과목표 .....	92
4. 추진전략 .....	93
제5장 비전 및 목표 .....	94
제6장 세부 추진계획 .....	95
[중점과제 1 : 우주감시기술 고도화] .....	95
과제개요 .....	95
핵심목표 .....	95
추진전략 .....	95
<핵심요소> .....	95
[중점과제 2 : 우주위험대응 기반 확보] .....	98
과제개요 .....	98
핵심목표 .....	98
추진전략 .....	98
<핵심요소> .....	98

[전략 1 : 인프라와 기술개발]	101
1. 우주감시영역 확대	101
2. 선도형 관측/추적 인프라 구축	104
3. 우주위험 정보 생산·가공 능력 고도화	117
4. 우주교통관리 핵심기술 확보	129
5. 우주공간 환경보호기술 및 우주기반 관측기술 확보	138
[전략 2 : 정책 및 협력체계]	151
1. 우주위험대응 법령 정비	151
2. 민군 우주안보 협력체계 확립	163
3. 우주교통관리 정책수립 및 국제협력	166
4. 우주위험대응 전문인력 양성	173
5. 우주감시 산업화 기반 강화	175

## < 2안 >

제4장 제2차 우주위험대비기본계획 수립방향 .....	181
제5장 비전 및 목표 .....	182
제6장 세부 추진계획 .....	183
[전략 1-1. 국가 우주위험 대응체계 확대 및 정비] .....	183
[전략 1-2. 우주환경감시기관 역할 강화] .....	189
[전략 1-3. 변화된 우주위험에 대응하는 법·제도 개선] .....	194
[전략 2-1. 주요 분야별 기술개발 로드맵 구축] .....	202
[전략 2-2. 상호보완적 융복합 우주감시시스템 구축·활용] .....	206
[전략 2-3. 국제협력을 통한 글로벌 우주감시 연대 체계 구축] .....	210
[전략 3-1. 특성화 인력양성 강화] .....	216
[전략 3-2. 데이터 공유·활용 조성 및 비즈니스 모델 개발] .....	221
[전략 3-3. 우주감시 산업실태 조사] .....	228
참고문헌 .....	235
별첨 .....	249

## 그림 목차

그림 2-1. 우주물체는 지속적인 증가 추세 .....	34
그림 2-2. NASA 행성방위 조정사무소의 행성방위 전략 및 행동 계획 .....	40
그림 2-3. 근지구소행성 년도별 발견 통계 .....	41
그림 2-4. NASA 닥트 탐사선의 소행성 디디모스 충돌 직후 모습 .....	42
그림 2-5. Kinetic Physical & Non-kinetic Physical 대우주 공격 분류 .....	46
그림 2-6. Electronic & Cyber 대우주 공격 분류 .....	47
그림 2-7. 미국 ODRAD WG 참여 부처와 기관 .....	49
그림 2-8. 우주상황인식(SSA)와 우주교통관리(STM) 프레임워크 .....	50
그림 2-9. 우주상황인식 분야 시장 규모 .....	54
그림 2-10. 미국의 우주감시 네트워크(Space Surveillance Network) .....	58
그림 2-11. OWL-Net 관측소 .....	68
그림 2-12. OWL-Net으로 촬영한 인공위성 궤적 .....	68
그림 1안 6-1. NSOS- $\alpha$ 망원경 설치 예정 부지 .....	107
그림 2안 6-1. 합동우주상황인식센터(안) .....	208
그림 1안 6-2. 고출력 우주물체 레이저감시 시스템 운영 체계도 .....	109
그림 1안 6-3. 다목적실용위성3호 TIRA ISAR 결과 .....	113
그림 1안 6-4. '21 러시아 위성요격실험 우주쓰레기 영상 분석 .....	113
그림 1안 6-5. HUSIR 구성도 .....	113
그림 1안 6-6. NASA SPASE 위성의 영상자료 비교 .....	113
그림 1안 6-7. Passive RF Ranging .....	116

그림 1안 6-8. 우주위험대응 통합시스템 구성 .....	118
그림 1안 6-9. 우주위험 예·경보 시스템(안) .....	118
그림 1안 6-10. 우주위험 통합분석을 통한 모니터링 .....	119
그림 1안 6-11. 우주위험 시현 시스템 및 우주위험 예경보 센터 구축 .....	119
그림 1안 6-12. 능동제거 예시(ESA) .....	129
그림 1안 6-13. 운영위성의 충돌위험 상황 예시 .....	131
그림 1안 6-14. 다중영역 개념 .....	131
그림 1안 6-15. 디지털 트윈 프로세스 .....	132
그림 1안 6-16. 국가위성 개발계획에 따른 연도별 위성 증가현황 .....	133
그림 1안 6-17. 우주 디지털 트윈 구현예시 .....	134
그림 1안 6-18. 통합 플랫폼 구축을 위한 필수 개발요소 .....	135
그림 1안 6-19. 미국 스타링크 위성에 영향받는 밤하늘 .....	139
그림 1안 6-20. 근지점 고도 저하를 통한 지구 재진입 궤도 .....	141
그림 1안 6-21. 다목적실용위성 전파 혼선에 따른 통신 오류 사례 .....	142
그림 1안 6-22. 우주물체 충돌 위험평가 절차 .....	144
그림 1안 6-23. 미국 NASA BUMPER Code .....	144
그림 1안 6-24. 초고속충돌 실험의 예 .....	144
그림 1안 6-25. 우주물체에 의한 실제 손상 .....	145
그림 1안 6-26. 위성 배터리의 초고속충돌 실험 예 .....	145
그림 1안 6-27. 우주물체 개체수 증가 추이 .....	147
그림 1안 6-28. NASA DAS와 ESA의 MASTER .....	148
그림 1안 6-29. 천리안위성 5호에 탑재예정인 KSEM-II 개발 일정 .....	150
그림 1안 6-30. 우주기술개발 실험실 국내, 해외 비교 .....	160
그림 1안 6-31. 시현실(위) 및 회의실(아래) 국내, 해외 비교 .....	161

## 표 목차

표 1-1. 우주위험 정의 대비표 .....	31
표 2-1. 미국의 대표적인 우주감시시스템 현황 .....	59
표 2안 4-1. 기본계획 추진방향 .....	181
표 1안 6-1. 연도별 위성개발계획(안) .....	125
표 2안 6-1. 우주위험대비 관련 정책 및 법령 .....	190
표 1안 6-2. 우주 6대 강국의 우주위험 정책 동향 .....	169
표 2안 6-2. 우주위험에 대응하는 우리나라의 법, 제도, 정책, 대응 매뉴얼 .....	195
표 1안 6-3. 우주위험 대비 주요 국제기구 Initiative 및 instrument .....	171
표 2안 6-3. 우주개발진흥법 제24조, 도업 시행령 제22조 원문 .....	230
표 1안 6-4. 우주쓰레기로 인한 현재와 미래의 경제적 영향 .....	177
표 1안 6-5. 우주 교통 조정 시스템(TraCSS) .....	178





# 제2차 우주위험대비 기본계획 수립을 위한 기획연구

2023. 12

---

## 제1장 개요

---

## 제2장 우주위험 환경 변화

---

## 제3장 국내 우주위험대비 정책의 성과와 평가

---





## I. 개요

지속적인 우주개발로 인한 우주물체의 지구 추락, 우주잔해물과 우주 자산 간 충돌 등 우주위험의 발생 가능성이 증가하고, 독일 뢰트겐 위성 추락('11.10), 러시아 첼랴빈스크 소행성 추락('13.02), 진주 운석 추락('14.03) 등 우주위험에 대한 국민적 관심이 증가함에 따라 정부는 우주 위험에 대한 선제적이고 체계적인 대응을 위하여 2014년에 개정된 우주 개발진흥법 15조에 근거하여 우주위험대비기본계획을 수립하였다.

2014년에 수립된 제1차 우주위험대비기본계획(이하 1차 계획)은 “우주 위험으로부터 국민의 안전과 우주자산 보호” 비전 아래 체계 구축, 기술 확보, 기반 확충과 관련된 3대 목표와 각 목표를 구현하기 위한 중점과제와 세부추진과제를 선정하고 이에 대한 세부계획을 담고 있다. 매년 시행계획을 작성하여 세부계획에 대한 점검을 수행하고, 우주위험대비 체계의 효율적인 구축과 운영을 위하여 우주환경감시기관을 지정하도록 하였다.

한편, 우주개발진흥법에 따르면 10년마다 우주위험대비기본계획을 갱신하도록 하고 있는데 2014년에 수립된 제1차 계획은 2023년에 종료됨에 따라 2024년 제2차 우주위험대비기본계획(이하 2차 계획)을 수립하여야 한다. 이 기획연구에서는 제2차 계획 수립을 위해 필요한 기초정보를 수집하고 분석하여 향후 10년간 국민안전, 국가안보, 우주 자산 보호 등을 위해 필요한 추진전략과 이를 구현하기 위한 세부계획 및 중점사업들을 제시하고자 한다.

1장에서는 우주위험기본계획과 관련된 법령 등 전체적인 개요를 살펴 보고 우주위험과 우주위험 관련 용어를 정의한다. 또한, 기획연구를 수행하기 위한 추진체계를 기술한다. 2장에서는 우주위험 관련 분야에 대한 환경변화와 이에 대한 분석을 기술한다. 인공우주물체 개체수 증가, 자연우주물체 충돌위험, 국가안보 및 국제외교 분야에서 우주안보의

중요성, 우주공간 환경보호에 대한 국제사회의 요구, 윤석열 정부의 국가안보 전략, 우주위험대응 분야의 시장 규모, 국내·외 우주감시 현황 등을 중심으로 살펴본다. 3장에서는 제1차 계획의 중점과제를 중심으로 국내 우주위험대비 정책의 성과를 정리하고 이에 대한 평가를 종합한다. 4장에서는 2장의 환경변화 분석과 3장의 성과 평가를 기반으로 향후 10년 추진 방향을 설정하고 장기적인 전략 목표, 비전, 중점과제, 추진전략 등을 제시한다. 5장에서는 4장에서 설정한 목표를 달성하기 위한 세부추진계획 및 중점사업을 제시한다. 4장과 5장은 구성 내용에 따라 두 개의 안으로 구분하여 별도로 작성하였다.



## 1. 우주위험대비기본계획의 개요

### ① 계획의 근거 및 의의

#### (1) 법적 근거

- 우주위험대비기본계획은 우주개발진흥법 15조에 근거하여 수립

[우주개발진흥법 제15조]

제15조(우주위험대비기본계획의 수립 등)

- ① 정부는 우주위험에 대비하기 위하여 10년마다 우주위험 대비에 관한 중장기 정책 목표 및 기본방향을 정하는 우주위험대비기본계획(이하 "우주위험대비 기본 계획"이라 한다)을 수립하여야 한다.
- ② 우주위험대비기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.
  1. 우주공간의 환경 보호와 감시에 관한 사항
  2. 우주위험의 예보 및 정보에 관한 사항
  3. 우주위험의 예방 및 대비를 위한 연구개발에 관한 사항
  4. 우주위험의 예방 및 대비를 위한 국제협력에 관한 사항
  5. 그 밖에 우주위험의 대비에 관하여 필요한 사항
- ③ 정부는 우주위험대비기본계획을 수립하거나 변경하려는 경우에는 위원회의 심의를 거쳐 확정하여야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변경하려는 경우에는 그러하지 아니하다.
- ④ 정부는 제3항에 따라 확정된 계획을 지체 없이 공고하여야 한다. 다만, 국가의 안전보장에 관한 내용은 공고하지 아니할 수 있다.
- ⑤ 우주위험대비기본계획의 수립과 변경에 관한 세부 절차는 대통령령으로 정한다.  
[본조신설 2014·6·3 법12723]

제15조의2(우주위험대비시행계획의 수립)

- ① 미래창조과학부장관은 우주위험대비기본계획에 따라 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 매년 그 시행계획을 수립·시행하여야 한다.

- ② 제1항에 따른 시행계획의 수립·시행에 관한 세부 절차는 대통령령으로 정한다.  
[본조신설 2014·6·3 법12723]

제15조의3(우주환경 감시기관의 지정 등)

- ① 미래창조과학부장관은 우주위험 예방 및 대비 체계의 효율적인 구축·운영을 위하여 다음 각 호의 업무를 수행할 우주환경 감시기관을 지정할 수 있다.
1. 우주위험 예보·경보 발령체계의 구축·운영
  2. 우주위험의 예방 및 대비를 위한 국제협력체계의 구축·운영
  3. 제1호 및 제2호에서 규정한 사항 외에 우주위험 예방 및 대비와 관련하여 대통령령으로 정하는 업무
- ② 미래창조과학부장관은 제1항에 따라 지정된 우주환경 감시기관에 대하여 예산의 범위에서 같은 항 각 호의 업무를 수행하는 데 필요한 경비의 전부 또는 일부를 지원할 수 있다.
- ③ 미래창조과학부장관은 우주위험의 예방 및 대비를 위하여 필요한 경우에는 미래창조과학부차관을 본부장으로 하는 우주위험대책본부를 설치하여 운영할 수 있다.
- ④ 우주환경 감시기관의 지정 기준과 우주위험대책본부의 구성·운영 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. [본조신설 2014·6·3 법12723]

- 자연우주물체로 인한 우주위험은 우주개발진흥법뿐만 아니라 “재난 및 안전관리 기본법 제3조”에 국가재난으로 분류되어 국가적으로 관리됨

[재난 및 안전관리 기본법 제3조]

제3조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. “재난”이란 국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로서 다음 각 목의 것을 말한다.

가. 자연재난: 태풍, 홍수, 호우(豪雨), 강풍, 풍랑, 해일(海溢), 대설, 한파, 낙뢰, 가뭄, 폭염, 지진, 황사(黃砂), 조류(藻類) 대발생, 조수(潮水), 화산활동, 소행성·유성체 등 자연우주물체의 추락·충돌, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해

나. 사회재난: 화재·붕괴·폭발·교통사고(항공사고 및 해상사고를 포함한다)·화생방사고·환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 대통령령으로 정하는 규모

이상의 피해와 국가핵심기반의 마비, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따른 감염병 또는 「가축전염병예방법」에 따른 가축전염병의 확산, 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」에 따른 미세먼지 등으로 인한 피해

## (2) 의의

- 우주위험으로부터 국민의 안전, 우주자산의 보호, 우주안보, 우주 공간의 환경보호 등을 위한 범정부 차원의 계획(우주위험대비에 대한 단일 종합계획)

## (3) 성격

- 10년 주기로 우주위험대비를 위한 중장기 정책목표와 방향을 설정하고 추진전략과 계획 제시
- 연도별 시행계획 수립을 통해 추진 목표 및 과제를 보완하고 발전시킴

## ② 계획의 범위

- 향후 10년간(24~33) 추진할 정책/사업의 구체적 계획을 중심으로 하되 20년 이상의 장기 비전, 정책 방향 및 목표 제시
- 최근 환경변화를 반영하여 기존의 국민안전과 우주자산 보호 중심의 계획에서 우주안보와 우주공간 환경보호, 산업생태계를 포괄하는 종합적 정책 수립

## ③ 수립 경과

### (1) 1차 기본계획

#### ○ 경과

- 우주위험에 대응하기 위한 우주위험대비기본계획 수립을 명시한 우주개발진흥법 개정안 국회 상정 ('12.8월)
- 박근혜 정부 국정과제로 '우주기술 자립으로 우주강국 실현', '총체적인 국가재난 관리체계 강화' 선정 ('13.5월)

- 우주위험대비기본계획 수립 정책연구('13.10월) 및 우주위험대비기본계획 수립 기획연구('14.5월)
- 전문가 워크숍 개최('14.04.) 및 관계부처 협의('14.05.)
- 우주위험대비기본계획 수립을 명시한 우주개발진흥법 일부개정 법률안 국회 통과('14.5월)
- 제7회 국가우주위원회에서 '제1차 우주위험대비기본계획' 확정('14.5월)

## (2) 2차 기본계획

### ○ 경과

- 제2차 우주위험대비기본계획 수립을 위한 기획연구 수행('23.4월~9월)
- 제2차 계획 기획을 위한 위원회 구성

기획위원회 (위원 10인)	실무 1분과 (위원 10인)	실무 2분과 (위원 10인)
과제 방향/운영 총괄 진도점검 비전/목표 설정 부처/기관 역할분담, 협력체계 예산 확보 방안 대국민 홍보 방안	법/제도 대응체계 대응매뉴얼 국제협력 학회, 워크숍, 심포지움 활성화 핵심임무/ 중점과제도출 세부계획 수립	감시인프라 감시기술 정보 분석/가공 기술 보유장비 운영/공동활용 핵심임무/ 중점과제도출 세부계획 수립



○ 기획연구 위원회 명단

- 기획위원회

이름	소속기관	담당 분야
이준배	과학기술정보통신부	국가우주위험대비 총괄 주무부처
조성기	한국천문연구원	우주환경감시기관
조항희	과학기술정책연구원	우주정책전문기관
김종범	한국항공우주연구원	우주개발전문기관
강경인	KAIST/SaTRec	위성연구개발기관
변용익	연세대학교	학계
송성찬	한화시스템	산업계
선웅	LIG넥스원	산업계
전현석	국방부(합참)	국가안보 주무부처
ooo	국가정보원	우주안보 주무부처
김경근	국방과학연구소	국가안보 연구개발

\*간사 : 황은정(한국천문연구원, 정책부)

- 실무 1분과 위원회

이름	소속	전문 분야
최은정	한국천문연구원/우주위험감시센터	우주위험감시
김은정	한국항공우주연구원/연구혁신팀	우주정책
이호규	과학기술정책연구원/우주정책센터	우주정책
문혜영	KTsat	위성운영
신소현	세종연구소/사이버안보센터	국제법
문홍규	한국천문연구원	지구위협소행성
은종화	연세대학교	재난대응
김지영	국가기상위성센터	우주기상
박지웅	우주전파센터	우주전파환경

\*간사 : 홍정유(한국천문연구원, 우주위험감시센터)

- 실무 2분과 위원회

이름	소속	전문 분야
조중현	한국천문연구원/우주위험감시센터	우주위험감시
정옥철	한국항공우주연구원	충돌위험분석
이병선	한국전자통신연구원	궤도분석
최현태	KAIST/SaTRec	우주쓰레기 제거
진호	경희대학교/우주과학과	우주감시시스템
김경태	포항공과대학/전기전자공학과	레이다신호 분석
안재명	KAIST/항공우주학과	우주위험분석
이성문	우주로테크	위성폐기 솔루션
박상영	한화시스템	우주감시시스템
전상미	LIG넥스원	레이다감시
서인호	국방과학연구소	위성체계단 1팀장

\*간사 : 이수현(한국천문연구원, 정책부)

○ 위원회 회의록 : 별첨 1 참고

## 2. 우주위험 정의

### ① 1차 계획

#### (1) 우주위험의 정의

- 인공/자연 우주물체의 추락·충돌, 태양폭풍 등에 의해 국민안전과 우주자산에 피해를 줄 수 있는 위험

#### (2) 우주위험 발생 요인

- 인공우주물체 : 현재 운용 중이거나 폐기된 인공위성, 인공위성 또는 발사체로부터 발생된 우주잔해물(Space Debris) 등 인간의 우주 활동으로 인해 발생된 물체

- 자연우주물체 : 지구 근접 공간을 지나가는 소행성, 혜성, 유성체 등 태양계 내에서 자연적으로 생성된 물체
- 태양폭풍 : 태양표면에서 대규모로 에너지와 물질이 일시적으로 분출되는 현상

### (3) 우주위험 종류

- 추락위험 : 인공/자연 우주물체가 지상으로 낙하하여 인명 또는 재산상 피해를 줄 수 있는 위험
- 충돌위험 : 인공위성 또는 우주잔해물이 운영 중인 인공위성에 직접적으로 접촉하여 피해를 줄 수 있는 위험
- 태양위험 : 태양폭발로 인해 인공위성 및 지상 시설물에 피해를 줄 수 있는 위험

### (4) 우주위험 대비

- 개념 : 우주위험으로부터 국민의 안전과 우주자산을 보호하기 위한 우주감시 및 선제적 대응
- 범위 : 우주공간의 환경보호와 감시, 우주위험의 예보 및 경보, 우주위험의 예방 및 대비를 위한 연구개발/국제협력, 기타 우주위험 대비에 필요한 사항

## ② 2차 계획

### (1) 기본 방향

- '23년 UN COPUOS OEWS의 지구-우주 간 영역 구분 기준을 활용하여 우주 내 위험(In Space), 우주로부터의 위험(To Space), 우주로부터의 위험(From Space) 등 3개 종류로 구분

Domain	발생 가능한 위협 종류	대응 가능 기술	1차 기본계획 성과	2차 기본계획 상 기술	제도 개선 필요사항
in space	• 심우주 영역 (충돌, 방사선대)	• 심우주감시·항법·통신	-	• 심우주광학감시 기술 • 심우주전파감시 기술	• 대응주체 미비, 국제 협력 강화 필요
	• 정지궤도 영역 (충돌, 영역침범)	• 광학감시, STM	• OWL-Net [일부 구축]	• 중·고궤도 광학감시시스템 구축	
	• 저궤도 영역 (충돌)	• 우주감시레이다 • 궤도분석, STM	• KASIOPEIA, KARISMA [분석시스템 일부 구축]	• 우주감시레이다 구축 • 우주위협대응 통합시스템 구축	
to space	• Kinetic/Non-kinetic 위협 (Direct strike, Laser, Microwave 등)	• 탐지 회피 • 추적 회피 • 고출력레이저 노출보호 • EMP 보호 및 HPM 차단 설계	-	• 우주기반 조기경보체계 • 탐지·추적 회피 위성체계 • 다중센서 위성체계 • 다중 스펙트럼 탐색기 • EMP/HPM 보호 설계	
	• Electronic, Cyber 위협 (Jamming, Intercept 등)	• 대전자전 및 전자보호 기능 • 소극적 사이버 방어 • 적극적 사이버 방어	-	• 위성체 Uplink 및 Downlink 보호체계 • SAR 지상체 암호체계 • KPS 보안/암호 장비	
from space	• 자연우주물체 (추락, 충돌)	• 광학감시 • 소행성 감시레이다	• OWL-Net, 유성체감시네트 워크 [일부 구축]	• 1.5m 광학망원경 구축 • 4m 광학망원경 구축	• 자연·인공우주물체 매뉴얼 일원화 필요
	• 인공우주물체 (추락)	• 광학감시 • 우주감시레이다	• OWL-Net [일부 구축]	• 우주잔해물 감시레이다 테스트베드 구축 • 우주감시레이다 구축	
	• 태양활동 (태양폭풍)	• 광학관측 • 전파관측 • 고에너지관측	• 우주전파재난 대응 국제협력 강화 • 천리안위성 우주기상 활용체계	• 근지구 우주전파환경 예·경보체계 기술개발	• 전파재난법과 이원화 (법령 체계 정비)

## (2) 우주위험 정의

- 인공/자연 우주물체의 추락·충돌, 태양활동 등에 의해 국민안전과 우주자산에 피해를 줄 수 있는 위험, 우리나라의 우주영공 또는 우주자산에 위협을 가하는 행위, 우주공간의 환경에 악영향을 끼칠 수 있는 행위 등

## (3) 우주위험 발생 요인

- 인공/자연 우주물체는 동일
- 태양활동 : 지구 주변 우주공간에 영향을 줄 수 있는 태양표면에서 발생하는 다양한 활동(인공/자연 우주물체와 수준을 통일하기 위해 용어 변경)
- 우주활동 : 능동적으로 우주물체에 영향을 줄 수 있는 행위로 궤도 변경, 전파 또는 빛 방출, 우주공간에서의 직접적인 접촉 시도 등 상업목적, 공공목적, 군사 목적의 모든 활동을 포함

#### (4) 우주위험 종류

- 추락위험, 충돌위험, 태양위험은 동일
- 우주영공/우주자산 위협 : 우주영공 또는 우주자산에 위협을 가하는 행위로 우리나라에 할당된 정지궤도 영역에 허가 없이 침범하는 행위, 우리나라가 운영하는 위성에 피해를 줄 수 있는 행위 등
- 우주공간 환경오염 : 우주공간 환경에 악영향을 끼치는 행위로 고의적인 인공위성 파괴 행위, 우주잔해물 생성 완화 미조치 등

#### (5) 우주위험 대비

- 개념 : 우주위험으로부터 국민의 안전과 우주자산을 보호하고 우주안보 확립 등을 위한 우주감시 및 선제적 대응
- 범위 : 우주공간의 환경보호와 감시, 우주위험의 예보 및 경보, 우주위험의 예방 및 대비를 위한 연구개발/국제협력, 기타 우주위험 대비에 필요한 사항

표 1-1. 우주위험 정의 대비표

구분	1차 계획	2차 계획(확장)
우주위험 발생요인	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공우주물체</li> <li>- 자연우주물체</li> <li>- 태양폭풍</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공우주물체</li> <li>- 자연우주물체</li> <li>- 태양활동</li> <li>- 우주활동</li> </ul>
우주위험 종류	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 추락위험</li> <li>- 충돌위험</li> <li>- 태양위험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 추락위험</li> <li>- 충돌위험</li> <li>- 태양위험</li> <li>- 우주영공/우주자산 위협</li> <li>- 우주공간 환경오염</li> </ul>
우주위험 대비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주위험으로부터 국민의 안전과 우주자산을 보호하기 위한 우주감시 및 선제적 대응</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주위험으로부터 국민안전 확보, 우주자산 보호, 우주안보 확립 등을 위한 우주감시 및 선제적 대응</li> </ul>
우주위험 대비 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주공간의 환경보호와 감시</li> <li>- 우주위험 예보 및 경보</li> <li>- 우주위험 예방을 위한 연구개발 및 국제협력</li> <li>- 기타 우주위험대비에 필요한 사항</li> </ul>	1차 계획과 동일

### ③ 우주위협감시 관련 주요 용어

#### (1) 우주감시 일반

- Space Surveillance : 우주감시  
군사적으로 주변 공간에서의 공격 가능성에 대한 감시를 의미하는 용어지만 가장 일반적으로 사용됨
- SSA(Space Situational Awareness) : 우주상황인식  
유럽에서는 인공우주물체에 대한 탐색 및 추적, 자연우주물체 감시, 우주기상 감시 등 우주위협에 대한 포괄적인 감시의 의미로 사용되고 있지만 미국에서는 인공우주물체에 제한적인 의미로 사용되기도 함
- SDA(Space Domain Awareness) : 우주영역인식  
미국 공군에서 SSA에 대한 확장개념으로 제시한 용어로 공간적인 범위도 달 궤도까지 확장하고 개별적인 대상에 대한 영향보다는 시스템 전체에 대한 영향에 중점을 두고 있음
- STM(Space Traffic Management) : 우주교통관리  
운영 중인 인공우주물체에 영향을 줄 수 있는 모든 요소에 대한 포괄적인 관리로 서비스 중심의 개념
- 우주환경감시  
우리나라에서만 사용하는 고유의 용어로 군사 영역의 우주감시와 대비하여 민간 영역에서 사용하는 용어임

#### (2) 자연우주물체

- Near Earth Object : 지구근접천체  
태양계 내 운동궤도가 지구에 3백만km 이내로 접근하는 천체
- Potentially Hazardous Asteroid : 지구위협소행성  
지구근접천체 중 지구와 충돌 가능성이 있는 소행성

- Asteroid Impact : 소행성 충돌  
태양계 내 있는 소행성궤도와 지구궤도가 일치하여 지구와 물리적으로 접촉하는 현상
- Planetary Defense : 지구방위  
지구와 소행성의 충돌 가능성에 대한 포괄적으로 대비하는 행위

### (3) 인공우주물체

- Satellite Conjunction : 인공위성 근접  
인공위성과 인공위성 또는 우주잔해물이 서로 충돌할 수 있을 정도로 근접하는 현상
- Satellite Reentry : 인공위성 재진입 또는 추락  
인공위성이 지구궤도를 돌다가 에너지를 잃고 지구 대기권으로 진입하여 추락하는 현상
- Space Debris : 우주잔해물, 우주폐기물, 또는 우주쓰레기  
폐기된 인공위성, 인공위성에서 발생한 파편, 인공위성을 우주공간에 올려놓기 위해 사용된 부수물 등 현재 운영 중인 인공위성 제외한 인공우주물체

### (4) 태양위험

- Space Weather : 우주기상, 우주전파환경, 태양우주환경  
태양활동이 지구 근처 우주공간에 미치는 영향을 포괄하는 용어로 우주기상이 국제표준으로 사용되지만, 국내에서는 때에 따라 우주전파환경 또는 태양우주환경이라고도 함

## II. 우주위험 환경변화

### 1. 인공우주물체 개체수의 급격한 증가

인공위성과 같은 인공우주물체는 인류가 지속적으로 우주개발에 적극적으로 나서고 있으므로 위험이 발생할 빈도가 점점 증가하고 있다. 1957년 구소련의 스푸트니크 1호 발사 이후 지속적인 우주개발로 인해 1만 2천여 개의 인공위성이 발사되었다. 이 중 2021년까지 4천여 개의 위성이 추락하였으며 현재 궤도 위에는 8천여 개의 인공위성이 존재하고 있다. 인공위성 발사 과정에서 생기는 발사체의 잔해물이나 인공우주물체 간의 충돌로 발생한 10cm 크기 이상의 우주잔해물만 해도 2만 5천여 개에 이르고 있고, 크기가 1cm 이상인 우주잔해물의 수는 50여만 개로 추정된다. 우주잔해물은 초속 7~8km의 매우 빠른 속도로 움직이고 있어서 1cm 크기만 되어도 인공위성에 부딪히면 치명적인 손상을 줄 수 있고, 10cm 크기가 되면 대형위성도 전체가 파손될 정도로 파괴력이 크다.

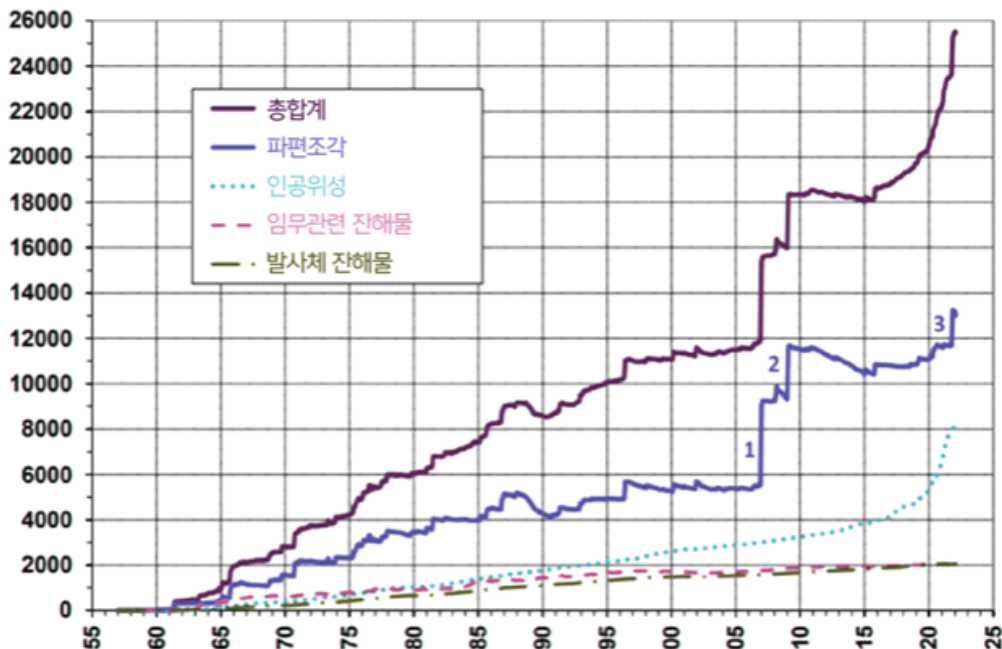


그림 2-1. 우주물체는 지속적인 증가 추세를 보이고 있으며 (1)2007년 중국의 위성 파괴실험, (2)2009년 이리듐-코스모스 위성 충돌, (3)2021 러시아 위성파괴시험으로 우주잔해물의 수가 급격하게 증가하였음. 앞으로도 지속적으로 증가할 것으로 예측됨



우주공간에 분포하는 우주잔해물의 수는 향후 발사하는 인공위성의 수와는 별개로 지속적으로 증가할 것으로 예측된다. 1978년 NASA의 과학자 케슬러(Donald J. Kessler)는 저궤도에 분포하는 인공우주물체의 밀도가 높아 우주물체 간 연쇄 충돌로 우주잔해물의 수가 지속적으로 증가할 것이라고 주장하였다. 이 가설은 사실로 입증이 되었고 현재 전문가들은 우주의 평화적 이용과 우주개발의 지속 가능한 발전을 저해하는 위험한 요소 중 하나로 우주잔해물의 증가를 지목하고 있다.

고도가 1,000km 내외인 저궤도 위성의 경우 약 3~40년 궤도운동을 한 이후에는 지구 표면으로 추락하게 된다. 우주공간은 진공에 가깝지만 희박한 공기라도 인공위성에 계속 마찰력을 작용하기 때문에 운동 에너지를 소모하면서 고도가 점점 낮아져 추락하게 된다. 고도가 200km 이하로 떨어지면 대기의 밀도가 높아져 더욱 빠르게 운동에너지를 잃고 추락한다. 일반적으로 무게 1톤 이하의 인공위성은 지구대기와의 마찰로 대부분 타서 없어지지만, 1톤 이상의 인공위성의 경우 약 20~40% 정도의 잔해물이 타지 않고 지상으로 낙하하는 것으로 알려져 있다.

인공위성 부품 중 알루미늄과 같이 녹는점이 낮은 물질의 경우 대부분 타서 없어지지만, 탄소섬유와 같이 잘 타지 않는 특수재료로 제작된 구성품은 지표까지 낙하할 확률이 높다. 낙하하는 물체와의 직접적인 충돌로 피해를 볼 확률은 매우 낮지만, 대형위성은 핵전지를 탑재한 경우가 많으므로 지상에 추락하면 넓은 지역에 방사선 피해를 줄 수 있다.

미국과 구소련이 냉전 시대에 경쟁적으로 발사한 인공위성 중에는 정보가 공개되지 않는 군사위성이 많아서 핵전지를 탑재한 위성의 수가 정확하게 알려지지는 않는다. 따라서 대형 저궤도위성의 추락으로 인한 위험은 늘 존재한다고 할 수 있다. 장거리를 여행하는 탐사선이나 잦은 기동이 필요한 군사위성의 경우에도 독성이 강한 연료를 다량으로 탑재하고 있어 대기권에서 모두 타버리지 않고 낙하하게 되면 이 역시 넓은 지역에 피해를 줄 수 있다.

우리나라도 우리별위성을 발사한 이후 본격적인 우주개발을 통해 현재(2018년 1월 기준) 22개 이상의 인공위성을 발사하였고, 2030년까지 총 36기의 인공위성 발사가 계획되어 있다. 인공위성 1기를 개발하는 데에는 수백~수천억 원의 예산이 투입되고 운영에도 상당한 인력과 예산이 필요하다. 그러나 우주잔해물의 지속적인 증가는 우리가 보유한 인공위성 등 우주자산에 커다란 위협으로 작용하고 있다.

한국항공우주연구원에서 운영하는 다목적실용위성의 경우 1년에 평균 50여회 정도 충돌위험에 대한 경고를 접수하고 있다. 직접 충돌할 확률은 매우 낮지만 운영하는 위성의 수가 늘어날수록 우리나라 위성에 접근하는 우주잔해물의 수는 늘어나고 그만큼 위성을 운영하는 데 큰 부담으로 작용할 것이다.

### (1) 인공위성 추락

1982년 구소련의 핵연료 탑재 인공위성인 코스모스 1402호가 추락했을 당시 방사능 오염 문제가 대두되어 과학기술처에서 대책반을 운영하였다. 국내에서는 최초로 위성 및 궤도 전문가를 소집하여 대기권 재진입을 분석하여 화제가 되었고 인공위성 궤도계산 분야가 발전하는 계기가 되었다. 2001년 러시아의 우주 정거장인 미르호가 폐기될 때도 대책반을 운영하였는데, 당시 러시아에서 추락지점을 제어했기 때문에 우리나라의 대책반은 상황을 주시하면서 언론에 상황을 전파하는 역할을 하였다.

미르호와 같이 수명을 다하기 전에는 태평양이나 사막 등 사람이 살지 않는 지역에 비교적 안전하게 추락시키는 일이 가능하지만, 인공위성이 수명을 다하거나 고장 난 경우 추락지점을 예측하기가 어렵다. 고도가 200km 이하로 내려와 추락이 시작될 때는 궤도가 계속 바뀌기 때문에 추락 과정을 예측하기 위해서는 짧은 주기의 관측이 꼭 필요하다. 현재 이러한 관측이 가능한 나라는 미국뿐이며, 미국은 관측 정보를 필요시

부분적으로 공개하고 있다. 우리나라는 공개된 정보를 통해 인공위성의 추락 경로를 예측하고 있지만 아직은 그 정확도가 낮다.

2011년 10월 추락한 독일의 X-선 우주망원경인 쥘트겐위성은 우리나라에서 인공위성 추락에 대해 본격적으로 대응하기 시작한 첫 번째 사례이다. 당시 교육과학기술부에서는 쥘트겐위성 추락 상황에 대비하여 위성추락종합대책반을 구성하고 한국천문연구원에 위성추락 상황실을 설치하여 운영하였다. 상황실은 국외에서 위성궤도자료를 획득하여 추락 상황을 자체적으로 분석하고 관계기관 및 언론에 전파하였다. 이때 언론에서도 인공위성 추락에 대해 상당한 관심을 보이기 시작하여 관련 정보를 홈페이지, 트위터 등을 통해 수시로 제공하였고 이와 관련하여 100건 이상 언론에 보도되었다.

이후에도 러시아 화성탐사선(2012년 10월), 러시아 코스모스 1484위성(2013년 1월), 유럽우주청 GOCE위성(2013년 11월), 러시아 우주화물선 프로그레스(2015년 5월) 등 인공위성 추락 사건이 계속 발생하였고, 한국천문연구원은 위성추락상황실을 운영하여 관련 정보를 관계기관 및 언론에 전파하였다. 관련 내용은 주요 방송사의 메인뉴스를 통해 방송되었고 전체적인 언론보도의 양은 큰 폭으로 증가하였다. GOCE위성 추락 시에는 당시 미래창조과학부 주재로 안전행정부, 소방방재청, 국토부, 해양부 등 관련 부처 대응 회의를 소집했다.

## (2) 인공위성 충돌

인공위성 간 충돌 확률은 매우 낮은 것으로 알려졌지만 2009년 2월 미국의 이리듐위성과 러시아의 코스모스 위성이 실제로 충돌하는 사건이 발생했다. 그 결과 충돌한 두 위성은 완전히 파괴되어 수천억 원의 자산 손실이 발생했고, 그 파편 조각들은 수천 개의 우주잔해물을 새로 만들며 인공위성을 운용하는데 또 다른 위협 요인으로 작용하고 있다. 우리나라에서도 2011년 천리안위성과 러시아의 라두가위성 간 충돌 위험성으로 인해 천리안위성에 대해 회피기동을 수행하였다. 이 때문에

천리안위성은 연료를 추가 소모함으로써 그만큼 수명이 단축되는 피해를 보았다. 2013년에는 러시아의 과학위성과 중국의 위성잔해물, 에콰도르의 위성과 러시아 로켓잔해물이 충돌하여 모두 작동불능 상태가 되었다. 2014년에는 우리나라의 과학위성 3호와 러시아 기상위성 잔해물과의 충돌위험이 발생하여 국내 언론에 보도되었고 일반인들도 위성 간 충돌에 대한 위험을 인식하는 계기가 되었다.

## 2. 자연우주물체 충돌위험에 대한 국제 공조 요구

자연우주물체 충돌위험에 관한 연구는 여러 국가에서 수행하고 있지만 미국 백악관에서 5년마다 갱신하여 발표하는 보고서가 가장 정확하고 포괄적으로 관련 정보를 담고 있다. 이 연구에서는 2023년 4월 미국 백악관에서 발표한 “National Preparedness Strategy and Action Plan for Near-Earth Object Hazards and Planetary Defence” 보고서를 중심으로 분석하였다.

### ① 보고서 작성 배경 및 목적

- 미국 백악관 대통령실(Executive Office of the President of the United States, EOP) 산하 과학기술정책실(Office of Science and Technology Policy, OSTP)에서는 2023년 4월 <근지구천체 위협 및 행성방위를 위한 국가대비전략 및 실천방안(National Preparedness Strategy and Action Plan for Near-Earth Object Hazards and Planetary Defense)>이라는 이름의 보고서를 발표함
- 이 보고서는 미국 국가과학기술위원회(National Science and Technology Council, NSTC)의 행성방위 관계부처 실무그룹(Planetary Defense Interagency Working Group)과 관련된 미국 정부 기관 대표자들의 광범위한 논의와 교류를 통해 작성됨

- 이 보고서는 현재 미국 정부와 국제사회에서 보유한 자산을 활용하고 강화함으로써 근지구천체 충돌위험에 관한 문제를 해결하기 위한 미국의 대비체계를 향상시키고 정부 전반에 걸쳐 중요한 역량을 추가하는 데 그 목적을 둠
- 이에 따라 다음과 같이 향후 10년간 달성할 6가지 중요한 목표를 설정함
  - ① 근지구천체 발견, 추적 및 특성화 능력 강화  
Enhance NEO detection, tracking, and characterization capabilities
  - ② 근지구천체 모델링, 예측 및 정보 통합 능력 향상  
Improve NEO modeling, prediction, and information integration
  - ③ 근지구천체 정찰, 궤도변경 및 파괴를 위한 임무 기술 개발  
Develop technologies for NEO reconnaissance, deflection, and disruption missions
  - ④ 근지구천체 위협에 대비하기 위한 국제협력 증대  
Increase international cooperation on NEO preparedness
  - ⑤ 근지구천체 충돌 상황에 따른 긴급 대응 절차 및 조치 프로토콜을 강화하고 정기적인 훈련 실시  
Strengthen and routinely exercise NEO impact emergency procedures and action protocols
  - ⑥ 기관/부처 간 협력 강화를 통한 미국의 행성 방위 관리 능력 향상  
Improve U.S. management of planetary defense through enhanced interagency collaboration

## ② 근지구천체의 위협에 대한 NASA의 행성방위 대응절차

- 미국 NASA의 행성방위는 지구와의 잠재적인 충돌위험이 있는 10미터 이상의 근지구천체(Near-Earth Object, NEO)\*를 발견하고 경고하며, 사전에 충돌을 방지하거나 충돌의 가능한 영향을 완화하는 데 필요한 모든 기능을 포함함



- \* 지구공전궤도 근처에 존재하는 소행성과 혜성으로 근일점거리(태양과 가장 가까워졌을 때 거리)가 1.3au(지구-태양 사이의 거리의 1.3배)이내의 천체를 의미함
- 2016년 NASA는 1998년부터 운영되고 있는 근지구천체 발견을 위한 관측 프로그램 및 기타 지속적인 행성방위 노력을 조직하고 감독하기 위해 행성방위 조정사무소(Planetary Defense Coordination Office, PDCO)를 설립함



그림 2-2. NASA 행성방위 조정사무소의 행성방위 전략 및 행동 계획. 행성 방위는 발견 및 관측, 특성 및 목록화, 계획 및 조정, 실행 및 평가 단계와 유사한 순환 구조로 설명할 수 있음. NASA 행성방위 조정사무소의 이러한 전략 및 행동 계획은 근지구천체를 발견 및 특성화하고 정보를 통합하고 대비체계를 구축하며 근지구소행성 위험을 완화하기 위한 기술을 개발하고 대응을 조정하기 위한 노력을 의미함 (출처: NASA)

### ③ 근지구천체 발견, 추적 및 특성화 능력 강화

- 지구와 잠재적인 충돌위험이 있는 근지구천체를 조기에 발견하고 추적하는 것은 생명의 손실과 중요한 기반 시설의 손상을 방지하기 위해 제 시간에 적절하게 대응할 수 있다는 측면에서 가장 중요함
- NASA는 근지구천체 발견, 추적 및 특성화를 위한 국가 역량 향상을 목표로 로드맵 개발을 주도할 것임

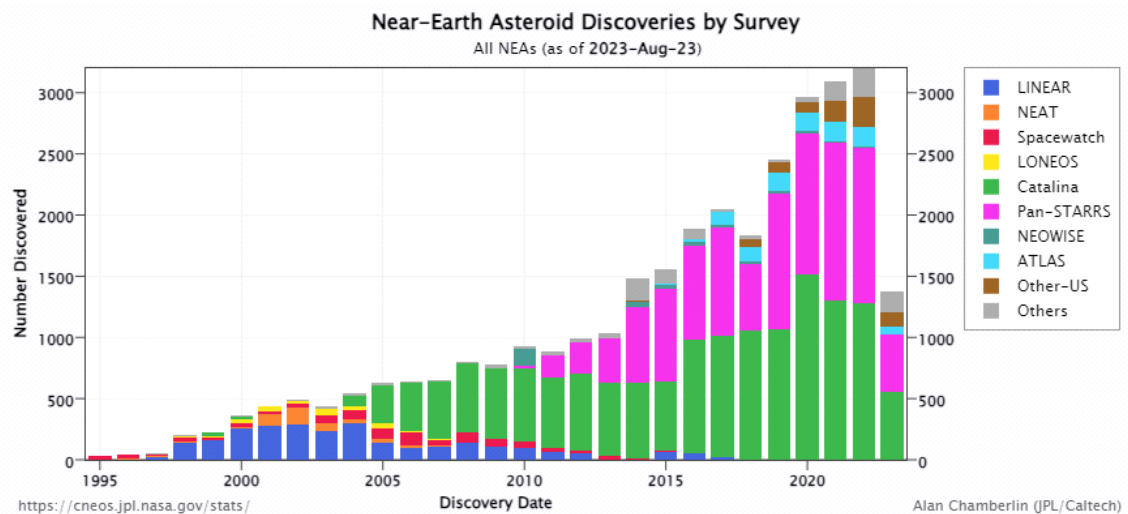


그림 2-3. 근지구소행성 년도별 발견 통계(출처: JPL/Caltech)

#### ④ 근지구천체 모델링, 예측 및 정보 통합 능력 향상

- NASA는 근지구천체 위협에 대응하기 위한 효과적인 의사 결정을 지원하기 위해 데이터 흐름을 통합하고 효율화하기 위하여 노력함
- 근지구천체 충돌위험에 따른 위험을 특성화하고 완화하는 데 도움이 되는 검증된 모델링 도구를 사용하고 시뮬레이션을 개발함

#### ⑤ 근지구천체 정찰, 궤도변경 및 파괴를 위한 임무 기술 개발

- NASA는 근지구천체의 지구 충돌위험에 대비하기 위해 신속 대응 정찰 임무와 DART 임무와 같은 형태의 소행성 궤도변경 및 파괴 임무를 기술 개발을 계속 주도할 것임
- 임박한 위협이 발생하기 전에 이러한 기술을 개발하면 근지구소행성 충돌 재난에 적절히 대응하고 예방하기 위한 노력을 추구할 수 있는 NASA의 능력이 강화될 것임



그림 2-4. NASA 닛 탐사선의 소행성 디디모스 충돌 직후 모습(출처: ASI/NASA)

#### ⑥ 근지구천체 위협에 대비하기 위한 국제협력 증대

- 전 세계적인 근지구천체 충돌위협 문제 해결을 위한 국제적 지원을 알리고 개발하기 위해 "모든 정부(all-of-government)" 접근 방식을 사용할 것임
- 잠재적으로 지구와 충돌 가능성이 있는 근지구천체 위협에 대비하는 것은 전 인류 공통의 과제를 해결하기 위한 목표로 국제사회와 협력하여 공동 연구 및 대응 노력에 대한 협력을 촉진할 독특한 기회를 제공함
- 과학계가 근지구천체 발견을 위한 노력으로 크기가 큰 소행성을 발견하는데 큰 진전을 이루었지만, 여전히 작은 크기의 많은 근지구천체가 확인되지 않은 상태로 남아 있으므로 미국은 이러한 조사와 대비 노력을 가속하기 위해 국제 파트너와 긴밀히 협력할 것임

#### ⑦ 근지구천체 충돌 상황에 따른 긴급 대응 절차 및 조치 프로토콜을 강화하고 정기적인 훈련 시행

- 미국은 근지구소행성 충돌 위협 평가, 위협 대응, 복구 활동을 위한 절차 및 대응 프로토콜을 강화하고 정기적인 훈련을 시행할 것임



- 미국 정부 내 및 외국 정부와 소통을 관리하고 조기에 알려주는 절차를 확립하는 것은 미국 내 및 각국의 근지구소행성 충돌 대비 체계 구축을 향상하고 국가에 대한 물리적, 경제적 피해를 줄일 것임

## ⑧ 기관/부처 간 협력 강화를 통한 미국의 행성 방위 관리 능력 향상

- 행성 방어를 위한 NASA의 대응체계를 개선하는 데 관련된 미국 정부 부처와 기관은 다음 세 가지 방법으로 지속적인 기관 간 조정/협업을 개선할 것임
- 행성 방위와 관련된 기관/부처\* 간 그룹을 소집하여 백악관 수준의 기관 간 실무그룹에서 실행되는 수준보다 더 자세한 실행 문제를 다룸

\* 관련 기관 및 부처: NASA, DOD(Department of Defense), DOE(Department of Energy), DOC(Department of Commerce), DOC/NOAA(Department of Commerce/National Oceanic and Atmospheric Administration), DHS/FEMA(Department of Homeland Security/Federal Emergency Management Agency), DOS(Department of State), NSF(National Science Foundation)

- 2023년 행성방위 전략에 명시된 협력과 실질적으로 관련된 기관 및 부처\*\*는 본 전략 보고서 내에서 요구되는 행성방위를 지원하는 활동을 담당하고 발전시키기 위한 책임과 권한을 부여함

\*\*관련 기관 및 부처: NASA, DOD/USSF(Department of Defense/United States Space Force), USSPACECOM(United States Space Command), DOE(Department of Energy), NSF(National Science Foundation), DHS/FEMA(Department of Homeland Security/Federal Emergency Management Agency), USGS(United States Geological Survey), DOS(Department of State), DOC(Department of Commerce)

- 행성방위와 관련된 기관/부처 간 협력을 개선하고 강화하기 위해 활용할 수 있는 기존 공공기관 및 법률(예: 경제법 Economy Act)을 탐색하기 위한 기획연구를 수립함

## ⑨ 요약 및 분석

- 근지구천체 충돌로 인한 손실은 인간의 생명과 중요한 사회 기반 시설 모두에 복잡한 위험을 초래하고, 상당한 경제적 및 환경적 피해를 초래할 가능성이 있음

- 이 전략 보고서는 근지구천체 위협에 대한 미국 및 국제사회에서 취약성을 감소시키기 위한 효과적인 기술, 정책, 실행 및 절차를 개발하기 위한 협력 및 연방 조정 접근법(federally coordinated approach)에 대한 로드맵을 제공함
- 2018년 발행된 근지구천체 위협 대응을 위한 미국의 첫 번째 전략 보고서(National Near-Earth Object Preparedness Strategy and Action Plan)에서 설정한 5개의 세부 실행 목표에 6번째 “기관/부처 간 협력 강화를 통한 미국의 행성 방위 관리 능력 향상”이 추가됨
- 이는 NASA에서 기존에 강조하던 국제협력과 더불어 미국 내 근지구 천체 위협 대응과 관련된 기관/부처 간 협력을 강조 및 강화함으로써 보다 구체적이고 실질적인 대응체계 구축을 준비할 것으로 보임
- 이 전략 보고서는 미국의 리더십과 우주방위에서의 국제협력에 대한 미국 정부의 역할을 발전시키고, 연방 부서와 기관들의 현재 진행 중인 노력에 기반을 두고 있음
- 향후 10년간 달성할 6가지 목표를 향해 노력함으로써, 미국은 근지구천체 충돌위험으로부터 더 효과적으로 감지하고, 대비하고, 방지할 수 있을 것으로 기대됨

### 3. 국가안보 및 국제외교 분야에서 우주안보의 중요성 증대

국제외교 및 안보 분야의 최고의 싱크탱크로 알려진 미국의 CSIS (Center for Strategic & International Studies)에서 2023년 4월에 발표한 “Space Threat Assessment 2023” 보고서에 의하면 현재 지구는 2차 세계 대전 이후 가장 복잡한 전략적 환경에 노출되어 있으며, 우주는 이러한 복잡성의 중심에 있다고 평가하고 있다. 특히, 중국을 비롯하여 현재 전쟁을 진행하고 있는 러시아, 핵을 보유하고 있는 이란과 북한 등은 핵심 대상으로 분석하고 있다.

CSIS는 우주는 국가의 능력을 상징하는 모든 수단의 기반으로 역할하고 있고, 우주공간에서 이러한 수단에 대해 자유롭게 접근하고 제어할 수 있는 능력은 미국이 전 세계를 이끌어가는 근본적인 힘으로 보고 있다. 따라서 각 국가에서 보유하고 다양한 종류의 우주무기체계와 이에 대응한 방어체계에 대해 분석이 주를 이루고 있는데, 이러한 우주무기체계는 군사적인 위협을 위해 개발되었지만, 일부는 민간 부분에도 영향을 미칠 수 있으므로 이에 대한 이해가 필요하다.

이 보고서에 의하면 우주무기체계는 Kinetic Physical, Non-kinetic Physical, Electronic, Cyber 등 4가지로 분류(그림 2-5) 되는데, 직접적인 타격 위주의 공격인 Kinetic Physical은 일부 국가를 제외한 대부분 국가가 금지하는 데 동의하고 있다. 그러나 나머지 종류의 공격 방법은 무기체계에 대한 피해뿐만 아니라 민간이 운용하고 있는 인공위성에도 피해 가능성이 있으므로 이에 대한 어느 정도의 대비가 필요하다.

Non-kinetic Physical 분류에서 비교적 약한 레이저나 마이크로웨이브를 사용할 경우, 물리적으로 심각한 피해를 주지 않더라도 기능상 문제를 발생시킬 수 있다. Electronic과 Cyber 분류에서는 대부분 공격 여부를 파악하기도 어렵고, 특히 데이터 변형이나 가로채기 같은 경우 사후에도 발견하기 쉽지 않다. 무기체계에 대한 이러한 공격 유형에 대해서는 이미 국가안보 차원의 대응을 위한 체계가 구축되어 있지만 민간 영역에서 피해에 대한 대응체계는 구축되어 있지 않아 민·군 합동 체계를 마련할 필요가 있다.

	Kinetic Physical			Non-kinetic Physical			
Types of Attack	Ground Station Attack	Direct-Ascent ASAT	Co-orbital ASAT	High Altitude Nuclear Detonation	High-Powered Laser	Laser Dazzling or Blinding	High-Powered Microwave
Attribution	Variable attribution, depending on mode of attack	Launch site can be attributed	Can be attributed by tracking previously known orbit	Launch site can be attributed	Limited attribution	Clear attribution of the laser's location at the time of attack	Limited attribution
Reversibility	Irreversible	Irreversible	Irreversible or reversible depending on capabilities	Irreversible	Irreversible	Reversible or irreversible; attacker may or may not be able to control	Reversible or irreversible; attacker may or may not be able to control
Awareness	May or may not be publicly known	Publicly known depending on trajectory	May or may not be publicly known	Publicly known	Only satellite operator will be aware	Only satellite operator will be aware	Only satellite operator will be aware
Attacker Damage Assessment	Near real-time confirmation of success	Near real-time confirmation of success	Near real-time confirmation of success	Near real-time confirmation of success	Limited confirmation of success if satellite begins to drift uncontrolled	No confirmation of success	Limited confirmation of success if satellite begins to drift uncontrolled
Collateral Damage	Station may control multiple satellites; potential for loss of life	Orbital debris could affect other satellites in similar orbits	May or may not produce orbital debris	Higher radiation levels in orbit would persist for months or years	Could leave target satellite disabled and uncontrollable	None	Could leave target satellite disabled and uncontrollable

그림 2-5. Kinetic Physical & Non-kinetic Physical 대우주 공격 분류  
(CSIS, Space Threat Assessment 2023)

대우주 공격 가능성이 높은 국가들을 살펴보면 중국, 러시아, 이란, 북한 등은 전통적으로 서방국과 적대 관계를 유지하고 있고 대부분 최신 무기체계 개발을 위해서 막대한 투자를 하고 있다. 특히, 현대전의 핵심 정보획득 수단인 인공위성을 중심으로 대우주 공격 또는 방어용 무기체계 개발에 심혈을 기울이고 있다. 이러한 대우주 무기체계는 우리나라 단독으로 유지하기에는 엄청난 비용이 소요될 뿐만 아니라 비효율적이기 때문에 국제적인 동맹의 확대와 동맹국들과의 긴밀한 협력체계 구축이 필수적이다.



	Electronic			Cyber		
Types of Attack	Uplink Jamming	Downlink Jamming	Spoofing	Data Intercept or Monitoring	Data Corruption	Seizure of Control
Attribution	Modest attribution depending on mode of attack	Modest attribution depending on mode of attack	Modest attribution depending on mode of attack	Limited or uncertain attribution	Limited or uncertain attribution	Limited or uncertain attribution
Reversibility	Reversible	Reversible	Reversible	Reversible	Reversible	Irreversible or reversible, depending on mode of attack
Awareness	Satellite operator will be aware; may or may not be known to the public	Satellite operator will be aware; may or may not be known to the public	May or may not be known to the public	May or may not be known to the public	Satellite operator will be aware; may or may not be known to the public	Satellite operator will be aware; may or may not be known to the public
Attacker Damage Assessment	No confirmation of success	Limited confirmation of success if monitoring of the local RF environment is possible	Limited confirmation of success if effects are visible	Near real-time confirmation of success	Near real-time confirmation of success	Near real-time confirmation of success
Collateral Damage	Only disrupts the signals targeted and possible adjacent frequencies	Only disrupts the signals targeted and possible adjacent frequencies	Only corrupts the specific RF signals targeted	None	None	Could leave target satellite disabled and uncontrollable

그림 2-6. Electronic & Cyber 대우주 공격 분류(CSIS, Space Threat Assessment 2023)

우주안보는 군사적인 무기체계를 기반으로 하고 있지만 그 피해는 무기체계뿐만 아니라 민간이 운영하는 우주자산에도 영향을 미칠 수 있으므로 국가 차원에서 이들의 영향에 대한 이해와 대응책 준비가 꼭 필요하며, 대응을 위해서는 군 주도의 협동체계를 통한 방식이 효율적일 것으로 판단된다.

#### 4. 우주공간 환경보호에 대한 국제사회의 요구와 우주교통관리의 필요성 대두

UN은 1994년에 우주공간의 환경과 우주쓰레기 문제를 이슈화하고 1999년 발간한 기술보고서를 토대로 7개의 큰 카테고리인 우주환경 보호를 위한 조치사항을 기술하고 있는 “UN 우주쓰레기 경감 가이드라인”을 제정하여 공표하였다. 이와는 별도로 1993년 창설된 국제우주쓰레기조정위원회(IADC)는 우주위험 및 우주쓰레기 관련 실무 전문가들로 이루어진 워킹그룹을 결성하여 우주쓰레기 경감 가이드라인을 제정하였다. 2002년에 처음 제정한 IADC 가이드라인은 2007년 개정을 통해 2019 최종 개정판이 발간되었다. IADC 가이드라인은 UN 가이드라인에 비해 4가지로 간략화되었지만 보다 구체적이고 상세한 내용을 제시하고 있다.

미국 등 선진국들은 관련 가이드라인을 적극 준수하면서 관련 기술을 적극 개발하고 시장을 선점하기 위한 노력을 하고 있다. 우리나라도 우주개발 역량을 고려한다면 국제사회의 기대에 부응하는 환경조성이 필요하다. 최근 우주개발의 참여 주체가 일부 출연연에서 산업체, 대학 등으로 확대됨에 따라, 우리 정부도 2020년 7월, 국내 우주비행체 개발 또는 운영기관이 연구개발 시 참고할 수 있는 “우주쓰레기 경감을 위한 우주비행체 개발 및 운용 권고”를 마련하였다. 이로써 우리나라도 국가 우주자산의 안전한 운용과 우주활동의 장기지속성 확보를 위한 토대를 마련하였고, 이를 바탕으로 미래 우주경제시대를 준비하기 위한 국내외 협력 및 핵심기술에 대한 연구개발이 필요하다.

미국은 이 분야도 백악관이 발표하는 주요 보고서 중에 하나로 포함하고 있는데, 2022년에 발표한 보고서(National Orbital Debris Implementation Plan, July 2022)에 의하면, 우주활동에 대한 미국의 리더십을 위해서는 우주활동에 대한 안전보장이 중요하고 따라서

우주잔해물로 인해 발생하는 위험에 대한 대응조치의 필요성을 제시하고 있다. 이를 위해서 i) 우주잔해물의 발생 경감, ii) 우주잔해물에 대한 추적과 특성 파악, iii) 우주잔해물의 제거 등 3개 항에 대한 조치사항을 기술하고 있다. 그리고 우주잔해물 Interagency Working Group에 참여하는 부처와 기관들을 살펴보면 상무부, 국방부, 국무부, 교통부, FAA, FCC, NASA, 공군, 우주군, 정보기관 등 매우 다양한 부처와 기관이 참여하고 있다(그림 2-7). 특히, 상무부가 부처 중에는 우선순위로 참여하고 있는 것은 우주잔해물이 단순히 연구나 우주안보 대상이 아니라 국가의 경제활동을 위한 대상임을 확인할 수 있다.

## ORBITAL DEBRIS INTERAGENCY WORKING GROUP

### Chair

Ezinne Uzo-Okoro, White House Office of Science and Technology Policy

### Members

#### Departments

Department of Commerce  
Department of Defense  
Department of State  
Department of Transportation

#### Executive Office of The President

National Security Council  
National Space Council  
Office of Management and Budget

#### Agencies and Service Branches

Defense Innovation Unit  
Federal Aviation Administration  
Federal Communications Commission  
National Aeronautics and Space Administration  
Office of the Director for National Intelligence  
United States Air Force  
United States Space Force

그림 2-7. 미국 Orbital Debris Interagency Working Group 참여 부처와 기관

이처럼 미국은 우주활동이 미국의 전 세계에 대한 리더십의 핵심 요소로 파악하고 우주활동에 대한 안전보장을 우주교통관리(STM) 정책으로 확장하고 있다. 우주상황인식(SSA)은 자연 및 인공우주물체의 추락 및 충돌에 대응하여 그 위치를 파악, 분석, 그리고 예측할 수 있는 능력으로서 감시활동과 감시정보를 우선으로 한다. 반면, 우주교통관리는 물리적 또는 전파에 대한 간섭없이 우주로 발사, 우주에서 활동, 우주로부터 귀환을 도모하는 기술과 규제/규정의 체계로서 기술적인 내용보다는 보다는 관리 규정과 체계를 우선으로 한다.

우주교통관리의 프레임워크(그림 2-8)을 살펴보면, 우선 전자광학, 레이더, 전파, 레이저 등 다양한 관측장비를 이용해 자료를 수집하고 분석하는 우주상황인식을 기반으로 국가 차원의 감독/조정/관리를 수행한다. 협의로는 이러한 국가 차원의 종합적인 관리 절차를 우주교통관리로 볼 수 있지만, 넓게 보면 우주상황인식을 기반으로 하는 자료의 생산과 분석, 지구 주변의 우주환경과 운용환경을 모두 포함하는 개념으로 볼 수 있다.

우주교통관리 측면에서 보면, 메가 콘스텔레이션(예: Starlink ~ 42,000 개) 등 절대적인 우주물체 수의 증가와 이에 따른 우주잔해물의 증가, 위협적인 운행, 이에 따른 사고, 통합관리의 부재 등 새로운 위협 요소가 나날이 증가하고 있다. 따라서 여러 국가가 다양한 요구(SSA에 대한 필요성, DoD 제공자료에 대한 신뢰성 부족, 국가안보, 우주자립, 국제협력 등)에 의해 각국의 수준에 따라 우주교통관리를 추구하고 있다.

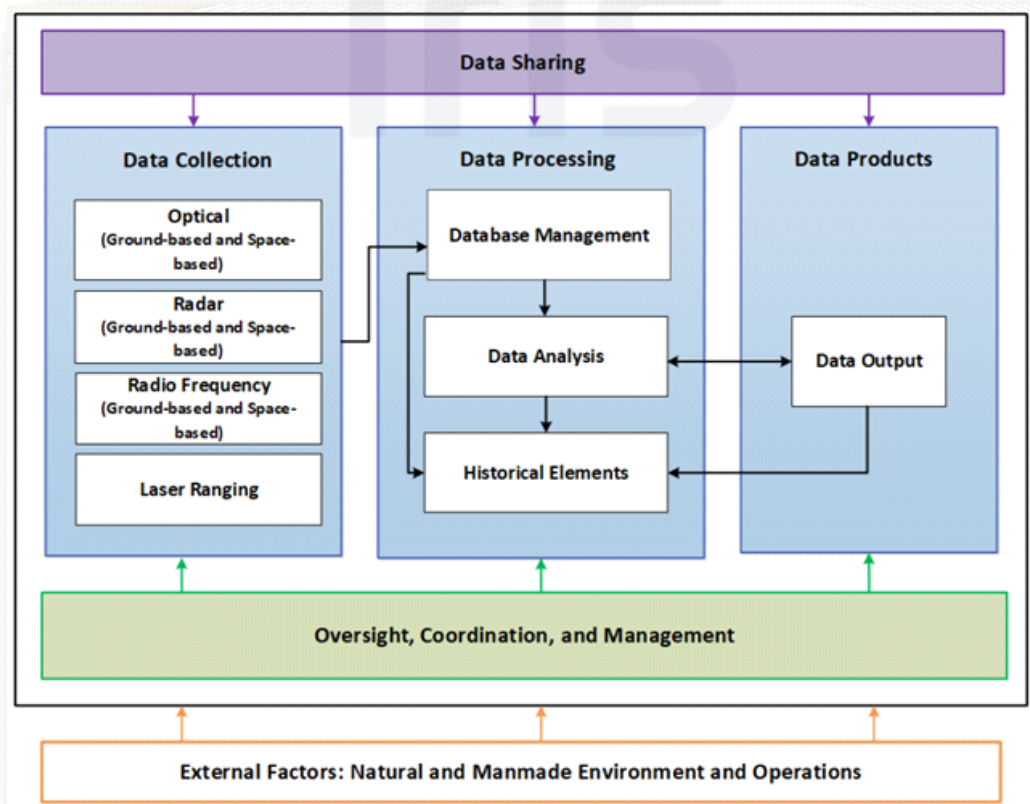


그림 2-8. 우주상황인식(SSA)와 우주교통관리(STM) 프레임워크



결국은 국가별 수준, 요구사항에 따라 정책을 필요로 하고 있는데 그 중심에는 미국이 있기에 대부분 미국의 정책을 주시하고 있다. 미국은 현재 DoC에서 2024년까지 STM 프레임워크를 완성하겠다고 천명하였지만, 지금까지는 기초적인 정보만 제공하고 있다. 우리나라도 우주 개발에 대한 참여 주체가 증가하고 수준도 높아지고 있으므로 이에 대한 주시 및 정책적 준비가 필요하다.

## 5. 윤석열 정부의 국가안보 전략

- 윤석열 정부는 2023년 6월 국가안보와 미래비전에 대한 구상과 고찰을 담은 “국가안보전략”을 발표
- 이 국가안보전략에는 안보환경 평가를 기반으로 국제적인 협력 관계, 과학기술 강군 육성, 경제안보, 신안보 이슈 등에 대한 포괄적인 내용을 포함


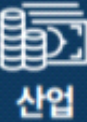



### ① 미국과의 포괄적 전략동맹 강화 주요 성과

- 과학기술 분야에서는 우주협력 촉진을 위한 ‘우주탐사 협력 공동 성명 체결’
- 정보 분야에서는 한미동맹의 협력 범위를 사이버/우주공간으로 확대해 나갈 것을 천명

### ② 과학기술 강군 육성

- 과학기술 강군 육성 첫 번째 항목인 ‘국방혁신으로서의 AI 과학 기술 기반의 방위역량 강화’ 추진과제 중 “우주, 사이버, 전자기 영역의 작전수행체계 구축”에 우주감시체계가 포함
- 전자기스펙트럼작전 능력에도 가시광, 적외선, 전파 등 우주감시에서 일반적으로 이용되는 감시장비가 포함됨



분야	주요 성과
 안보	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 「한국형 확장억제」를 구축해 확장억제 실행력을 강화                         <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 확장억제 강화 방안을 정상간 별도 선언(「워싱턴선언」)으로 문서화하여 최고 수준의 의지 결집</li> <li>&gt; 한미동맹을 핵이 포함된 상호방위 개념으로 업그레이드</li> </ul> </li> </ul>
 산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한미간 경제안보 분야의 전략적 파트너십을 질적으로 제고                         <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 반도체·전기차 등 첨단기술 분야 상호투자 확대</li> <li>&gt; 「인플레이션감축법」·「반도체과학법」의 이행 과정에서 한국 기업에 대한 불확실성 해소</li> </ul> </li> </ul>
 과학기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 첨단기술 협력을 주도할 ‘차세대 핵심·신흥기술 대화’ 신설</li> <li>○ 퀀텀 분야 협력을 위한 ‘양자 과학기술협력 공동성명’ 채택</li> <li>○ 우주 협력 촉진을 위한 ‘우주탐사 협력 공동성명’ 체결</li> </ul>
 문화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인적 교류와 문화 콘텐츠 협력을 촉진하는 ‘문화동행 프로그램’ 확대</li> <li>○ 「한미 청년 특별교류 이니셔티브」를 출범</li> </ul>
 정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정보의 수집, 공유, 분석 관련 공조 심화</li> <li>○ ‘전략적 사이버안보 협력프레임워크’ 채택</li> <li>○ 한미동맹의 협력범위를 사이버·우주 공간으로 확대</li> </ul>

- 따라서, 윤석열 정부의 국가안보 전략의 미래비전에는 우주공간에서의 활동과 우주안보가 중요한 부분을 차지한다고 할 수 있고, 2차 우주위협대비기본계획은 국가계획으로서 우주안보에 대한 대응이 필수적이다.

## 우주, 사이버, 전자기 영역의 작전수행체계를 구축한다.

정부는 합동 우주작전을 효과적으로 수행하고 국가 우주발전에도 기여하기 위해 정찰·통신 위성, 우주발사체, 우주감시체계 등 다양한 우주전력을 확보한다.

또한, 유사시 군의 사이버작전 추진이 가능하도록 관련 법령을 개정하고, 사이버 위협에 대응하기 위한 한미 연합훈련을 추진한다.

이와 함께 모든 전장 영역에서 우세를 확보하기 위해 전자기스펙트럼작전<sup>16</sup> 능력을 갖추도록 노력한다.

.....  
**15** 「유·무인 복합전투체계」는 인간이 통제하는 ‘유인체계’와 AI 기반의 ‘무인체계’가 상호 보완하며 전투 효율성을 극대화하는 무기 체계를 일컫는다.

**16** 전자기스펙트럼은 모든 주파수대의 전자기파를 총칭하며, 전자기스펙트럼작전은 전자기스펙트럼 영역에 대한 군사적 분석, 공격, 방어, 관리 활동을 의미한다.

## 6. 우주상황인식 분야 시장 규모

### ① 전체 시장 규모

- 우주상황인식 분야의 글로벌 수준에서의 시장 규모는 분석회사 대부분이 2021년 기준 약 15억 불(약 2조 원) 규모로 파악하고 있고, 연간 증가율은 4~5% 정도로 예측하고 있다(그림 2-9).

### ② 시장 유형

- 시장 유형은 서비스와 소프트웨어로 크게 구분할 수 있는데, 서비스 부분이 현재 시장을 주도하고 있고 앞으로도 비슷할 것으로 예상하고 있다. 이는 우주잔해물 모델링, 태양계 무인탐사, 우주기상, 소행성 탐색 서비스 등에 대한 지속적인 요구가 있을 것으로 예측되기 때문이다. 반면, 연구개발 분야 등 전통적인 분야는 기존의 범위를 크게 벗어나지 않으리라고 예측된다.

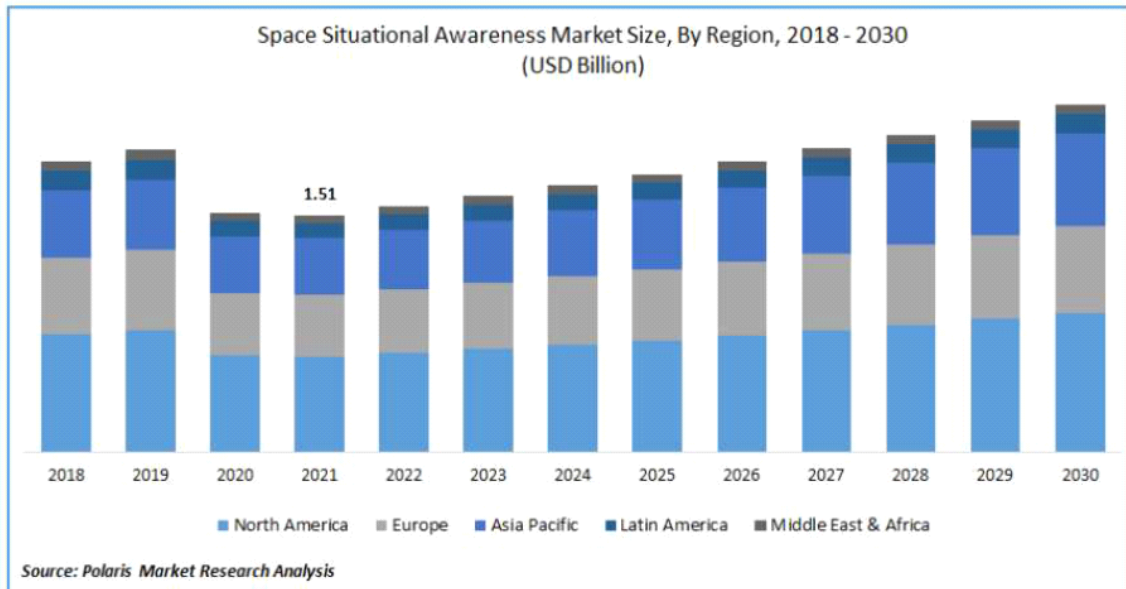


그림 2-9. 우주상황인식 분야 시장 규모

### ③ 사용자

- 우주상황인식 서비스에 대한 사용자는 정부(군 포함)와 민간으로 구분할 수 있는데 민간 부분에서 인공위성 수요가 폭발적으로 증가하면서 인공위성 충돌 방지 및 우주공간 환경보호에 대한 수요도 이에 대응하여 계속 증가할 것으로 예측된다.

### ④ 감시 대상

- 우주공간에 발사되는 인공위성의 수가 폭발적으로 증가함에 따라 임무 관련된 잔해물, 로켓바다, 임무종료 또는 고장난 인공위성 등도 더불어 증가할 것으로 예상되어 이에 대한 감시 수요 또한 가파르게 상승할 것으로 판단된다.

### ⑤ 지역에 따른 수요

- 현재는 인공위성 발사가 가장 활발한 미국을 중심으로 한 북미 지역의 수요가 가장 크지만 향후 유럽과 아시아-태평양 지역도 상당한 부분의 수요 창출이 이루어지고 남미, 중동, 아프리카 지역도 점차 증가할 것으로 예상된다.



## ⑥ 국내 수요

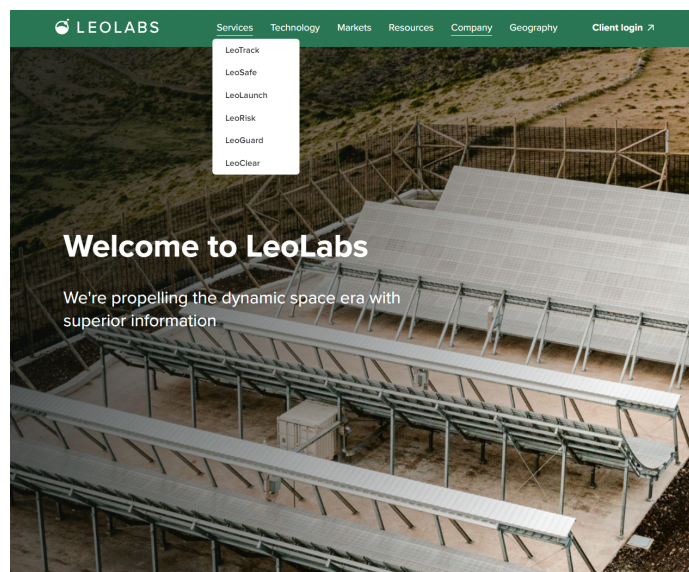
- 국내에서는 본격적으로 우주위험감시가 시작되지 10여 년밖에 지나지 않았고 감시장비도 광학장비 위주로 운영되고 있지만 향후 레이더장비가 구축되고 광학장비도 고도화됨에 따라 장비의 개발 뿐만 아니라 장비에 대한 유지보수와 우주상황인식을 위한 서비스에 대한 개념이 확립되면서 시장 규모도 확대될 것으로 기대된다.

### ○ 우주감시 서비스 제공 예

- 현재 국제적으로 우주감시 서비스를 제공하는 대표적인 회사로는 레이더감시 분야의 LeoLabs, 광학감시 분야의 ExoAnalytic Solutions를 꼽을 수 있는데 간략하게 살펴보면 다음과 같다.

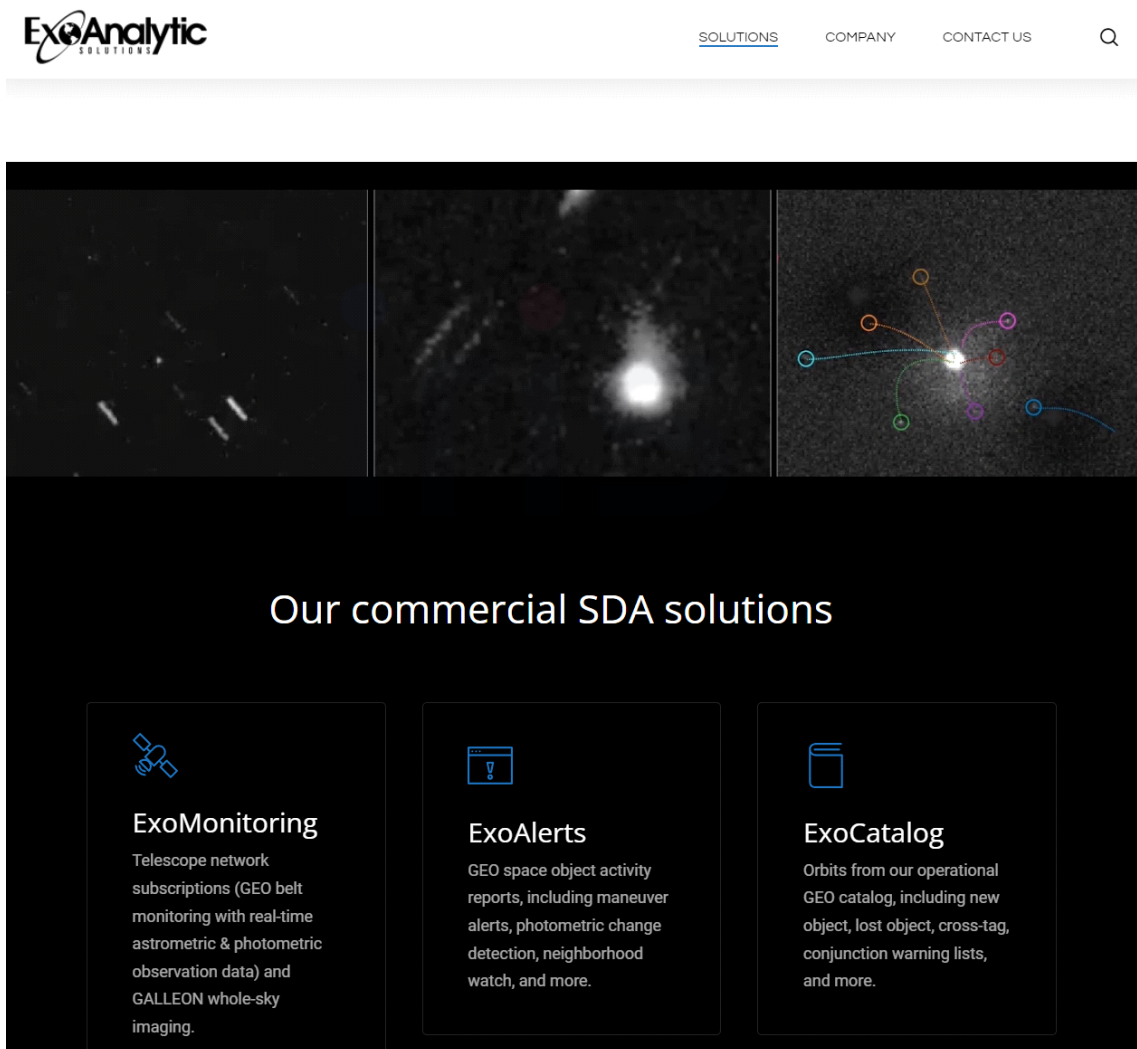
#### (1) LeoLabs

- 우주감시정보를 제공하는 미국의 신생 회사로 기존의 레이더를 개조하거나 자체 제작한 Phased-array 레이더를 전 세계에 설치하여 인공우주물체에 대한 정보를 수집하여 제공하는 서비스를 사업 모델로 하고 있다. 판매 대상은 인공위성 운영기관, 정부 기관, 군 기관 등 주로 공공기관을 대상으로 하고 있다. 고가의 고정밀 감시레이더보다는 저비용으로 다수의 레이더를 전 세계 여러 곳에 설치하여 관측하는 모델로 레이더를 이용한 우주감시 정보서비스의 대표적인 예라 할 수 있다.



## (2) ExoAnalytics Solutions

- 2008년에 설립된 회사로 자체 망원경 네트워크(ExoAnalytic Global Telescope Network; EGTN)을 구축하여 정지궤도를 포함한 고궤도상의 인공위성과 우주잔해물에 대한 측성 및 측광(astrometric and photometric) 자료를 상업적으로 판매를 하고 있다. 현재 가장 규모가 큰 광학감시 네트워크를 운영하고 있으며 2013년에 첫 번째 상용 네트워크를 시작으로 하여 군 기관, 정보기관, 인공위성 운영 기관, 연구기관 등에 유료 서비스를 제공하고 있다.



The image is a screenshot of the ExoAnalytic Solutions website. At the top, the logo "ExoAnalytic SOLUTIONS" is on the left, and navigation links "SOLUTIONS", "COMPANY", and "CONTACT US" are on the right, along with a search icon. Below the navigation bar is a horizontal strip with three panels: the first shows a dark sky with several bright, elongated objects; the second shows a bright, circular object with a diffuse halo; the third shows a network of colored dots connected by lines, representing a constellation or orbital paths. Below this strip is a large dark section with the heading "Our commercial SDA solutions". Under this heading are three white-bordered boxes. The first box, titled "ExoMonitoring" with a satellite icon, describes telescope network subscriptions for GEO belt monitoring and GALLEON whole-sky imaging. The second box, titled "ExoAlerts" with a warning icon, describes GEO space object activity reports including maneuver alerts and photometric change detection. The third box, titled "ExoCatalog" with a book icon, describes orbits from the operational GEO catalog, including new object, lost object, cross-tag, conjunction warning lists, and more.

**ExoAnalytic SOLUTIONS** SOLUTIONS COMPANY CONTACT US Q

Our commercial SDA solutions

- ExoMonitoring**  
Telescope network subscriptions (GEO belt monitoring with real-time astrometric & photometric observation data) and GALLEON whole-sky imaging.
- ExoAlerts**  
GEO space object activity reports, including maneuver alerts, photometric change detection, neighborhood watch, and more.
- ExoCatalog**  
Orbits from our operational GEO catalog, including new object, lost object, cross-tag, conjunction warning lists, and more.

## 7. 국내 · 외 우주위험감시 현황

### ① 미국

우주개발 역사가 오래된 미국은 군사적 방위체계를 주목적으로 세계에서 유일하게 우주위험요인에 대한 전 지구적인 감시를 수행하며 관측한 자료를 통합 관리하고 있다. 우주감시는 2차 대전 당시 미 공군에 의해 도입된 개념으로 미국에서는 군사 목적의 방위체계로 주로 인공 우주물체로 인한 위험 감시를 의미하고 있다. 미국은 전 세계적으로 우주감시를 주도하고 있지만 군사 목적 위주로 운영하고 있어서 군 관련 우주감시 사항은 우주법에는 관련 조항이 포함되어 있지 않다. 그러나 개별 사안별로 이미 세부법령이 제정되어 있고 보다 체계적인 법안 제정에 대한 다양한 논의가 진행 중이고, 영미법의 특성상 항공 우주법안 및 국가우주프로그램 등 상위법에서는 우주물체 또는 우주 위험에 관한 내용이 매우 포괄적으로 다루어져 있고, 세부적인 내용은 하부 개별법에서 다루고 있다.

일례로 2008년 미 상하원에서 동시에 통과된 “NASA Authorization Act of 2008”에서는 자연우주물체의 충돌위험성에 대한 보고와 이에 대한 감시의 내용을 구체적으로 명시하고 있으며, 이후 NASA 관련 법안에도 이에 관한 연구 및 예산지원을 지속해서 적시하고 있다.

미국 정부는 1995년 우주잔해물에 대한 실행안(U.S. Government Orbital Debris Mitigation Standard Practices)을 만들어 놓고 NASA에서 우주 잔해물 사무국(Orbital Debris Program Office)을 운영하고 있다.

미국의 경우 CSpOC와 NASA가 우주위험대응에 대해 전략적인 공동 대응체계를 구축하고 있다. CSpOC는 인공우주물체감시, NASA는 자연 우주물체 및 소속위성 감시를 각각 수행하고 있고, 전략사령부 산하 기관에 의해 우주감시 인프라를 운영하고 있다. 전략사령부는 SSN과

우주기반 우주감시(Space Based Space Surveillance, SBSS) 네트워크의 종합적인 감시시설을 운영하고 있고, CSpOC는 우주위협통합관리와 실제 상황 대응을 위한 상시 운영 시스템을 가동하고 있다. NASA는 연구개발(R&D) 성격의 우주물체 추락 및 우주잔해물 관련 연구를 수행한다.

트럼프 대통령의 행정부 기간('17~'21) 발표된 ‘우주정책 대통령 행정 명령’ 3호와 4호에는 각각 국가 우주위험감시임무와 우주군의 창설에 대한 내용이 구체적으로 명기되어 있다. 앞서 발표된 상업적인 우주 개발과 군사적인 이용까지 엮이면서 우주개발경쟁과 우주안보 구축 및 전장화 추진 등은 뒤돌아볼 새 없이 전세계 선진국 및 우주개발 후발 주자까지 전 방위로 뛰어들게 되었다. 동시에 이해관계에 따른 합종 연횡 및 연합의 압력은 이 시간에도 사방에서 일어나고 있다.



그림 2-10. 미국의 우주감시 네트워크(Space Surveillance Network)

미국은 전 세계 29개소에 다양한 종류의 광학 및 레이더 장비로 구성된 우주감시네트워크(SSN : Space Surveillance Network)를 운영하고 있으며, 감시 능력 확대를 위해 지속적인 성능 개선 작업을 수행하고 있다. 우주감시를 위한 예산 규모는 전략사령부 우주물체 감시시스템의 경우, 2012년 기준 약 3천 2백만 불, CSpOC 약 8천만 불, NASA



근지구천체 탐색 및 추락위험도 평가에 약 2천 만 불로 발표되었다. 특히 3cm급 우주잔해물 상시 감시를 위한 SSN 핵심 센서 중 하나인 새로운 Space Fence 레이더 구축사업을 2020년까지 1조 원 이상의 예산으로 태평양의 마셜제도에 완료하고 시험 운영 중이다.

SSN의 주요 구성은 우주물체 감시 및 추적(Tracking of Space Objects, TSO), 우주물체 식별(Space Object Identification, SOI), 우주감시망원경(Space Surveillance Telescope, SST)으로 이루어져 있다. 우주물체 감시 및 추적은 레이더와 광학관측 장비를 사용하여 우주물체를 감지하고 추적하는 시스템으로 AMOS 광학 감시 관측소, AN/FPS-85 위상배열레이더 등 감시장비를 운용하고 있다.

표 2-1. 미국의 대표적인 우주감시시스템 현황

시스템	관측 방식	관측 장비	감시영역 및 성능	위치
AMOS	광학	구경 3.67m AEOS(Advanced Electro-Optical System), 1.6m/1.2m 광학망원경	저궤도 위성 및 심우주 우주물체 감시, 가시광 및 적외선 영상촬영, 적응광학으로 영상 식별 가능	하와이 마우이
GEODSS	광학	구경 1m 광시야 반사망원경	중고궤도 및 정지궤도 우주물체, 심우주물체의 65%를 추적, 감시, 10,000여개의 인공물체들의 움직임을 지속적으로 기록, 저장	하와이 마우이 외 2곳
AN/FPS-85 레이더	레이더	AN/FPS-85 Spacetrack Radar	최대전력 30MW, 탐지거리 3000km, 감시거리 최대 4만km(지름 30cm정도), 200개의 우주물체 동시 추적 가능.	플로리다
Space Fence	레이더	AESA 우주감시 전용 레이더	최대 36,000km 범위에서 3cm급 우주물체 감시를 위해 S밴드 대역의 레이더 설치	마셜제도
GLOBUS II	레이더	X-밴드 대역에서 최대 200kW의 출력을 가지는 대형 레이더	최대 200kW 출력, 매일 100개 정도의 우주물체를 추적, 3개정도의 우주물체 영상관측 및 식별 가능	노르웨이 스발바드
SBSS Satellite	광학	구경 30cm SBV (Space Based Visible)	지구근접 파편, 우주비행체 또는 심우주 우주물체를 탐지, 위치 및 기동탐지 탐지	우주

우주물체 식별은 활동 중인 위성과 활동 정지된 위성, 발사체, 우주 잔해물 등을 대상으로 우주물체를 검출, 추적, 목록화하여 식별하는 기능을 수행한다. 또한 ASAT(Anti-Satellite Weapon)에 필요한 기능을 포함하고 있다. 미 국방부 DoD(Department of Defense)에서 관리하는 우주물체 목록은 SSN에 제공하는 정보를 바탕으로 유지되며, 이 목록은 미공군우주사령부 AFSPC(Air Force Space Command)에서 관리하는 주요 목록과 미 해군 우주사령부 NSC(Naval Space Command)에서 관리하는 보조 목록으로 나뉘어 관리되고 있다.

SSN은 미 공군, 육군, 해군이 보유한 전 세계 29개소의 관측자료를 취합·관리하며, 10cm이상 대부분의 우주물체를 추적하고 있으며 현재 추적 중인 전체 우주물체 중 7% 정도만 운용 중으로 나머지는 우주 잔해물들이다. 우주감시망원경(SST)는 DARPA 사에서 만든 지상기반의 광학 관측 망원경으로 소행성처럼 어두운 천체를 관측하는 것이 목적이며, 우주방어 임무를 위해서도 사용된다. SST는 아주 어두운 물체의 탐색과 더불어 visible sky의 빠른 탐색도 가능하게 하여, 미 공군에 의해서 2009년 이후 SSN에 포함·운영되고 있다.

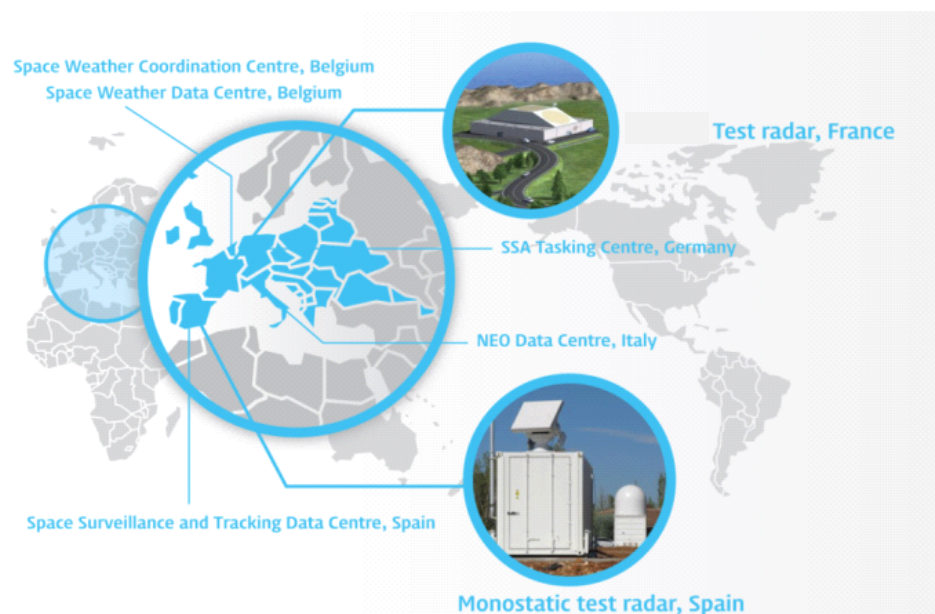
또한 미국은 우주공간 기반의 우주감시(SBSS : Space Based Space Surveillance)도 수행하고 있는데 우주물체감시위성인 SBSS Pathfinder를 2010년 발사하여 현재 운용하고 있다. 직경 30cm의 작은 망원경을 구동부 마운트에 탑재한 감시위성은 약 5년의 수명을 가지고 우주에서의 우주감시능력을 시험하는 데 사용되고 있다. 우주자산과 우주 잔해물에 대한 잠재적인 위협을 포함한 궤도상의 우주물체를 추적하는 첫 번째 위성으로, 지상의 광학망원경에 비해 관측 가능 영역이 월등히 높아 목표로 주어진 우주물체 궤도 추적 능력이 10배 이상 더 정확한 것으로 알려져 있다. 심우주와 지구궤도에 존재하는 우주물체 (Resident Space Objects, RSO)를 추적하고, 위치정보, 궤도조정 감시, 우주물체 식별 정보를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 모든 환경, 주야에서 실시간 우주환경감시가 가능하므로 심우주 우주물체 감시 및

우주물체식별 정보를 제공할 수 있어, SSN으로 함께 운영되고 있다.

미국은 앞으로 이러한 유형의 우주감시위성 프로그램을 계속 발전시킬 예정으로 있다. 또한 캐나다, 독일 등의 다른 나라들도 유사한 개발 계획을 갖고 있는데, 특히 캐나다는 2012년 첫 번째 군사위성으로 우주물체감시를 목적으로 하는 소형위성 Sapphire를 발사하였고, 근지구천체 Sat위성은 지구근접천체의 관측 탐사를 목표로 함께 발사되었다.

## ② 유럽

유럽연합은 국가별 군 주도 우주감시에 따른 폐쇄성의 한계를 인식하고, ESA를 중심으로 우주위험감시 종합 프로그램을 진행하고 있다. 2008년부터 ESA를 중심으로 인공우주물체 뿐만 아니라 자연우주물체, 태양활동 영향 등 포괄적인 감시를 포함하는 우주상황인식(Space Situational Awareness, SSA) 프로그램을 운영하며, 우주물체 감시 및 추적, 우주기상, 근지구물체 감시 분석을 하고 있다.



군 주도의 우주감시에 대한 한계상황에 대한 인식을 통해 국가별 독립적인 법안보다는 ESA를 통해 민간 위주의 종합적인 계획을 마련하게 되었고, 2008년 11월 헤이그에서 개최된 ESA 장관급 위원회에서 우주 위험에 대처하기 위한 우주상황인식 프로그램을 승인하며, 독일에 공식 사무소를 설치하여 운영하기 시작하였다.

영국, 독일, 프랑스 등 국가별로 우주감시 시스템을 운영하고 있으나 유럽우주자산의 적극적인 보호를 위해 2010년부터는 ESA를 중심으로 본격적인 우주위험관리 시스템을 개발하였고, 유럽연합 구성원으로서의 명분과 국가별 실리를 동시에 추구하는 전략을 세웠다. 프랑스, 독일 등은 European Code of Conduct와 UN 권고안을 수용하도록 자국 우주법을 개정하거나 관련법률을 제정하며, 2011년 이후 독자적인 우주감시 프로그램을 구축하고 있다.

우주상황인식(SSA) 프로그램은 우주궤도 및 지상의 우주자산에 대한 위험에 대비하기 위해 우주환경의 시간별 정보를 독자적으로 생성하고 활용할 수 있도록 하는 프로그램으로, 크게 3가지 기능으로 구성되어 있다.

첫째, 우주물체감시 및 추적(Space Surveillance and Tracking, SST)으로 레이더와 광학관측장비를 사용해 우주물체를 탐지, 추적하고 식별하는 기능이다.

둘째, 우주기상(Space Weather, SWE)은 태양과 태양풍, 이온층, 열권, 자기권 등 궤도상 도는 지상의 우주자산에 영향을 줄 수 있는 우주 환경에 대해 감시 하는 기능이다.

셋째, 근지구천체에 대한 감지 및 분석을 수행하는 기능이다. 우주 상황인식 프로그램에 참여하는 국가는 2009년부터 2단계에 걸쳐 총 14개 국가, 벨기에, 핀란드, 프랑스, 영국, 독일, 이탈리아 등이 참여하고 있다. 총예산 규모는 2012년 각료위원회에서 4,650만 유로가

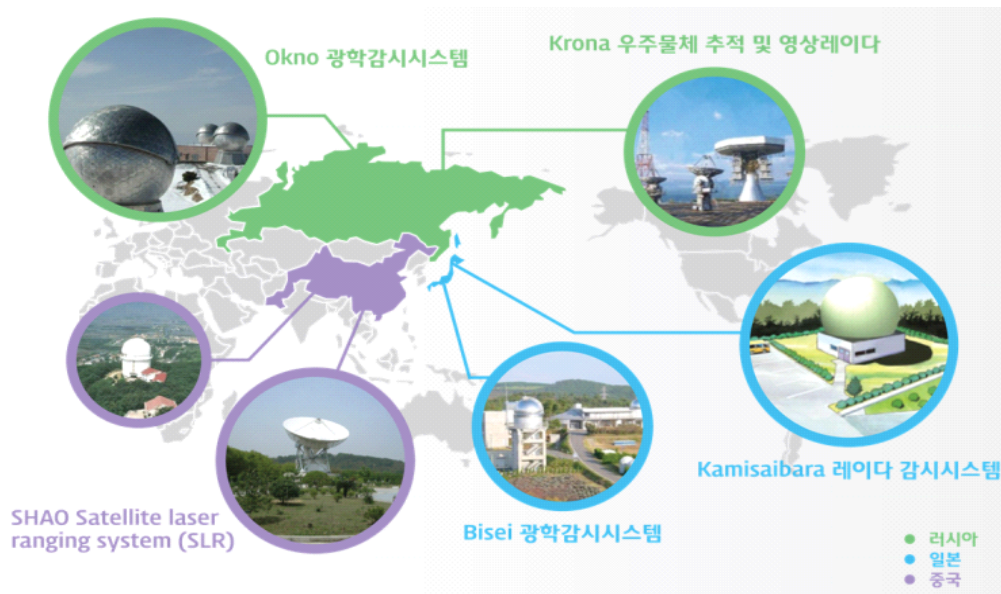
확정되었고, 수행 기간인 2009년부터 2016년까지 전체 투자 비용 1억 유로로 산업계 영향력은 약 3,000만 유로로 예상된다.

유럽은 미국에 비해 감시역량이 제한적이지만, 다양한 우주물체 관측 시스템을 보유하고 있다. 대표적인 설비로는 독일의 프라운호퍼 연구소에 있는 직경 34m의 TIRA(Tracking and Imaging Radar)로 L-band (1.333GHz)를 이용한 추적관측과 Ku-band(16.7GHz)를 이용한 고해상도 영상 관측이 가능한 추적영상레이다이다. 이 레이다는 우주물체의 궤도정보 획득뿐만 아니라 영상관측을 통한 식별도 가능하다. 광역 감시를 위한 레이다로는 프랑스가 GRAVES를 가지고 있고, 영국은 위상배열 레이다와 추적레이다를 보유하고 있다. 이 외에도 광학추적을 위해 스페인에 ESA 1m 망원경과 스위스의 1m 망원경이 배치되어 우주물체를 감시하고 추적하는데 사용되고 있다.





### ③ 아시아 지역



#### (1) 러시아

2013년 2월 소행성 충돌 이후, 우주위험감시의 중요성을 새롭게 인식하고 국가적 우주감시체계 설계 작업 추진 중으로 전담 조직은 없으나, 냉전 시기에 미국에 대응하기 위해 Okno 광학감시시스템과 Krona 레이다 감시시스템을 운영하고 있다. 11개국 23개 관측소의 33개 망원경을 활용하여 전 세계 90여명의 관련자들이 관측에 참여하는 ISON(International Scientific Optical Network) 그룹을 운영하며 우주잔해물 광학감시 관측에 뛰어난 역량을 보이고 있다.

Okno 광학감시시스템은 타지키스탄 Nurak에 있으며 1960년대 초에 개발을 시작하여 1999년부터 운영되고 있다. 고도 2,000~40,000km의 우주물체 추적감시를 목표로 하고 있다. 러시아 Promosrky Krai에 있는 Okno-S 광학감시시스템은, 1980년에 구축을 시작하였고, 30,000km 이상의 고궤도 위성 관측 전용으로 사용되고 있다. 러시아 최초의 우주 감시시스템으로 1967년에 완성된 DNESTR 레이다 감시시스템인 SD-1은 Irkutsk에 있고, SD-2는 Sary Shagan에 있다. 위성 격추용 발사체 추적을 목적으로 200~1,000km 고도의 우주물체 감시 능력을 보유하고 있다. KRONA 레이다 감시시스템은 장거리 레이다 및 광학 추적

시스템으로 남부 러시아 Storozhevaya와 극동 러시아 Nakhodka에 있다. 1974년에 개발이 시작된 KRONA Complex는 추적용 위상배열 레이다, 식별용 레이다, 레이저추적시스템 등으로 구성되어 있으며, 3,200~40,000km 사이의 우주물체 추적 및 식별을 목적으로 하고 있다.

## (2) 일본

일본은 독자적인 우주감시 시스템을 운영하지는 않지만, JSF(Japan Space Forum)에서 인공우주물체와 자연우주물체를 감시하는 비세이 우주방위센터(Bisei Space Guard Center, BSGC)의 광학 관측 시설과 가미사이바라 우주방위센터(Kamisaibara Space Guard Center, KSGC)의 위상배열 레이다 등 다수의 관측시설을 운영하고 있다. 모든 경비는 일본우주항공연구개발기구(Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA)에서 지원하고 있다. 또한 다수의 유성체 관측네트워크를 운영하고 있으며, 북한의 광명성 발사 이후 광학 감시시설과 레이다 감시시설 확충을 추진하며, 아시아 지역에서의 우주감시 협력주도권 확보를 추진하고 있다. 국제협력을 통해 미국, 유럽, 캐나다, 호주 등의 국가와 광학네트워크와 패시브 레이다 네트워크를 구성하여 유성체를 감시하고 있다.

BSGC 1m 광시야 망원경은 정지궤도상 우주물체의 지속적 감시 및 궤도결정에 기여하며 우주잔해물과 근지구천체를 관측하는 데 이용되고 있다. 이 대형 망원경 이외에 구경 50cm와 구경 25cm의 추적용 망원경을 이용하여 주로 고속으로 이동하는 우주잔해물 등의 추적 관찰을 목적으로 최적의 설계 시설로 세계에서 처음으로 운영되고 있다. 대형 망원경의 약 2배 이상의 속도로 경통을 움직일 수 있도록 설계된 마운트에 탑재되어 있고, 수광 소자는 CCD에서 이미지 데이터 분석에서 우주잔해물 등의 궤도 결정 등이 이루어진다. 또한 25cm의 소형 망원경은 주경 지름 1m와 50cm 광학망원경의 보조로 사용하고 있다. 이 시설은 2001년도에 완성되었다.

KSGC는 저궤도 우주잔해물을 관찰하는 레이더 시스템으로 구형 레이돔 내부의 레이더 안테나는 고도 1,000km 정도까지의 낮은 궤도에 있는 우주잔해물을 관찰하고 그것이 어떤 궤도를 돌고 있는지를 추정해 낼 수 있다. 1개소의 레이더 시설에 저궤도 우주잔해물의 궤도를 결정하는 것은 세계 최초의 첨단 기술 시도로, 이 시설은 2004년 3월에 완성되었다. 이 시설은 빔 스캔 범위 내에서 10개의 파편을 동시 추적 가능하도록 설계되어 있으며, 잔해물 관측에 최적의 추적 관찰을 실현하고 있다. 이 시설은 또한 거리 600km 직경 1m의 우주잔해물 관측이 가능하다. 일본은 JAXA 소유의 인공위성에 대한 충돌회피를 위한 TLE 기반의 분석 연구를 수행하고 있으며, 자체 운영 중인 위성에 대해서 이미 확보된 우주 감시 시설의 관측자료를 활용하여 궤도 결정 정밀도를 높임으로써 CDM과 유사한 성능의 충돌회피 기동 결정력을 얻고자 노력하고 있다.

또한, 2013년에 미·일간에 맺은 우주조약에 따라서 일본은 JAXA와 자위대를 두 축으로 하는 우주상황인식체계를 이중으로 구축하는 것을 계획하였다. 이 계획은 미·일간의 강한 협력으로 2019년까지 미국과 각종 조약이나 협정을 맺어 미 공군, 우주군 등과 연합우주작전의 틀을 만들고, JAXA와 자위대에 각각 수백억엔 및 1조 원이 넘는 우주감시 레이더와 통합분석제어센터를 구축하는 것이다.

### (3) 중국

중국은 우주감시시설에 대한 정보가 잘 알려지지 않는으나 독자적인 우주감시를 수행할 수 있는 Chinese Space Surveillance System(CSSS)을 운영하며 다수의 위상배열레이더, 광학감시시스템과 레이저추적시스템을 보유하고 있다. 주로 우주임무를 지원하는 역할을 하고 있지만 미국의 군사위성에 대한 추적감시능력은 확보한 것으로 추정된다. 최근 10년간 여러 레이더와 광학감시 및 레이저추적 시스템을 포함한 우주감시 네트워크를 개발해오고 있으며, 안전한 위성 운용을 위해 독자적이거나 TLE에 기반을 둔 충돌위험 관리시스템을 보유하고 있을 것으로 추정



된다. 2022년에 4개의 포물면반사경형 레이더를 완성한 중국의 푸안 심우주레이더는 최종적으로 100개 이상의 포물면반사경형 레이더를 어레이로 배열해서 1억 5천만 km에 달하는 감시 거리를 갖는 것이 목표이다. 또한 군사적인 우주감시에 사용되는 것으로 의심받고 있다.

#### ④ 우리나라

한국천문연구원은 1986년부터 37년 이상 근지구천체와 소행성, 인공 위성 추적감시 관련 연구 개발을 수행하고 있다. 1986년부터 시작된 ‘인공위성의 궤도 및 추적 S/W 개발’사업은 국내 최초의 위성개발 및 우주감시 연구라고 할 수 있다.

2000년부터 2005년까지 NRL(National Research Laboratory) 사업을 통해 기초기술을 확보한 이후 “우주감시체계구축사업”을 전문연구단, 탐브랜드 사업(2006-2008)으로 수행하였다. 기초기술연구회 협동연구로 “근지구 우주공간 탐사연구”(2007-2010)를 통해 관련 연구를 이어 왔으며, 이들 시설을 통해 기초적인 인공위성 추적과 감시업무를 수행 하였고 필요시 관측자료를 관련기관에 제공한 바 있다.

“우주측지용 레이저 추적시스템 개발”(2008-2014) 사업을 통해 우주 감시 기초인프라 구축이 시작되었고, 우주물체감시를 위한 본격적인 관측시설 개발은 2010년 기초기술연구회의 국가 현안문제 해결형 사업 (National Agenda Program: NAP)의 하나로 한국천문연구원이 보유한 우주물체감시 기술을 이용한 “우주물체 전자광학 감시체계 기술개발” (2010-2016) 사업을 통해 시작되었다.



그림 2-11. OWL-Net 관측소  
(왼쪽 위부터 시계방향으로 몽골, 모로코, 이스라엘, 대전, 보현산, 미국)

우주물체 전자광학 감시체계(Optical Wide-field Patrol, OWL-Net) 사업은 “우주물체로부터 국가우주자산을 보호하고 국가안보 및 사회 안전 위협에 대응하기 위한 전자광학 감시체계 기술을 개발”하는 것을 목표로 2016년까지 본격적인 상시 감시체계 중 광학적인 수단을 제공하는 장비를 개발하였다.

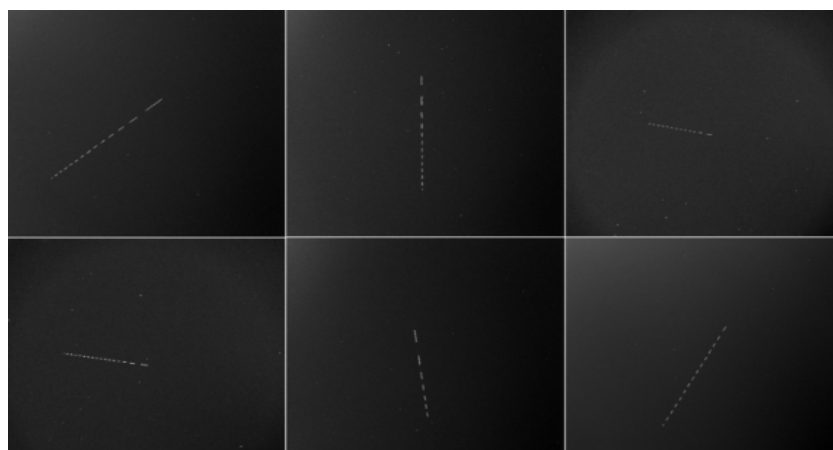


그림 2-12. OWL-Net으로 촬영한 인공위성 궤적

OWL-Net을 활용해 한국천문연구원은 1,500km 이하 저궤도위성에 대한 독자적 우주정보생성을 확인하였으며 관련 기술을 개발하였다. 또한 이 사업을 통해 자국위성과 우주잔해물과의 충돌 방지를 위한 우주잔해물 충돌후보감시를 통해 충돌예보 시스템을 구축하였는데,

자국위성 충돌방지는 지상국을 운영하고 있는 한국항공우주연구원이 NAP사업의 협동기관으로 참여하여 담당하였다.

이 사업은 전자광학 감시시스템을 개발한 한국천문연구원을 기반으로 지상국을 운영하는 한국항공우주연구원, 인공위성 광학감시시스템의 전력화를 추진하고 있는 공군이 긴밀하게 협조하며 진행되었으며, 이 사업을 통해 개발된 기술은 공군의 우주 전력화를 위해 이전되었다.

인공위성 등 우주물체의 추락에 대비하는 위성추락상황실이 한국천문연구원을 중심으로 운영되었고, “우주물체추락 위기관리 표준매뉴얼”(13.11.)이라는 추락위험대응 매뉴얼을 제작하였다. 이에 피해가 예상되는 인공위성이 추락할 경우, 위성추락상황실을 운영하여 추락위험을 분석하고 전파하였다. 2011년 독일 ROSAT을 시작으로 2023년 NASA ERBS 추락까지 총 8회의 위성추락상황실을 운영하였으며, 과학기술부와 한국천문연구원, 공군이 공동으로 상황실을 운영하였다. 그러나 OWL-Net으로는 궤도정보가 확보된 일부 인공우주물체에 대한 추적감시는 가능하지만, 추락물체 궤도변화 정보 및 충돌 가능성이 있는 인공우주물체에 대한 정밀 추적 감시 능력은 없다.

광시야 망원경을 활용한 소행성 탐색 기초연구와 우주위험요인 감시를 위한 국제협력을 일부 수행하고 있다. UN COPUOS에 참여하여 매년 UN에 우주위험 대응 활동을 보고하고 있으며, UN 근지구천체 실행팀, IADC 등 국제협의체도 참여하고 있다. 또한 국가 간 협력을 위해 우주 잔해물 및 궤도조정 관련 국제협력을 수행하고 있다. 그러나 국내의 독자적 감시 자료가 부족하여 UN 권고안 이행을 위한 적극적인 참여 및 국제사회와의 정보공유에 어려움이 있다. 현재는 인공위성 추락 및 충돌에 대한 초보적 대응을 수행하고 있다.

## ◇ 환경분석 종합 및 제언

### ◆ 우주개발 가속화로 인한 인공우주물체의 급격한 증가

- 국민안전 및 국가 우주자산 보호 대책 강화 필요
- 우주위험 국가대응체계 보완
- 우주위험 대응기술 고도화

### ◆ 국제안보환경의 복잡성 증가

- 국제적인 우주안보 변화에 대한 대응력 확보
- 우주분야 동맹 강화 및 우주작전 수행체계 수립 필요
- 대응체계 및 대응기술 민군 협력 강화

### ◆ 지속가능한 우주개발을 위한 국제협력의 필요성

- 소행성 충돌위험에 대한 국제공조능력 확보
- 우주공간 환경보호에 대한 국제사회의 요구에 대응
- 글로벌 우주교통관리 서비스 준비

### Ⅲ. 국내 우주위험대비 정책의 성과와 평가

#### 1. 우주위험 범부처 종합 대응체계 구축(System)

##### ① 우주위험대책본부 수립 및 운영

###### (1) 추진내용

- 범부처 대응체계 수립
- 비상시 합동대응체제 운영

###### (2) 대표성과

###### ○ 우주위험대책본부 운영

- 2018년 3월 30일, 중국 우주정거장 텐궁 1호 추락으로 인한 우주물체추락 위기 “경계” 정보 발령으로 우주위험대책반 운영
- 2023년 1월 9일, 미국 ERBS 추락으로 인한 우주물체추락 위기 “경계” 정보 발령으로 우주위험대책본부 운영

###### ○ 합동대응체계 지원

- 우주물체 추락 시, 비상상황실 운영(2-1 비상상황실 운영 항목 참고), 비상연락망 작성, 상황 분석/보고/전파 수행

###### (3) 평가

- 국가대응체계, 정보 보고 및 전달 체계 등은 기본계획 수립 초기에 구축하여 지속적으로 운영

###### (4) 개선사항

- 우주위험으로 인해 발생하는 재난의 특성이 반영될 수 있도록 기존 관련법의 개정 등 대응체계 개선 필요

## ② 우주환경감시기관 지정 및 운영

### (1) 추진내용

- 우주위험대응 전담조직 설치
- 전문기관 지정 및 실무 총괄
- 비상상황실 운영

### (2) 대표성과

#### ○ 우주환경감시기관

- 우주개발진흥법 15조의3(우주환경감시기관 지정 등)을 근거로 우주개발진흥법 시행령 제13조의4(우주환경감시기관의 지정기준)과 우주개발진흥법 시행규칙 제9조, 10조에 따라 한국천문연구원을 우주환경감시기관으로 지정(2015. 1.)

#### ○ 우주위험감시센터 및 사무국 운영

- 한국천문연구원 내 우주위험감시센터를 우주위험감시 전담 부서로 지정하고 우주위험감시센터 내에 사무국 설치 및 운영

#### ○ 위험대응 매뉴얼 작성

- 자연우주물체 위기관리 표준매뉴얼 제정 및 개정 현황

일자	주요 내용	사유	담당부서
'17.06 ·	소행성·유성체 등 자연우주물체 추락·충돌 재난 대비 위기관리 표준 매뉴얼 제정	재난 및 안전관리 기본법 제3조(정의) 1항. 가에 자연재난 추가	우주기술과
'19.04 ·	소행성·유성체 등 자연우주물체 추락·충돌 재난 대비 위기관리 표준 매뉴얼 제정	재난 및 안전관리 기본법 제3조(정의) 1항. 가 (자연재난)에 '자연우주물체 추락·충돌' 추가	거대공공연 구정책과
'20.12 ·	제1차 표준 매뉴얼 개정	자연우주물체 추락·충돌 재난 대비 위기경보 발령 기준 등 변경	거대공공연 구정책과
'21.12.	제2차 표준 매뉴얼 개정	행정안전부 위기관리매뉴얼 전주기 종합개선계획에 의해 변경	거대공공연 구정책과
'23.05.	제3차 표준 매뉴얼 개정	행정안전부 위기관리매뉴얼 전주기 종합개선계획에 의해 변경	거대공공연 구정책과
'23.08.	제4차 표준 매뉴얼 개정	행정안전부 위기관리매뉴얼 전주기 종합개선계획에 의해 변경	거대공공연 구정책과

- 인공우주물체 추락·충돌 주요상황 대응 매뉴얼 제정 및 개정 현황

일자	주요 내용	사유	담당부서
'15.12.	우주위험 대응 매뉴얼 제정	우주개발진흥법 우주위험대비 기본계획	우주기술과
'18.2.	인공우주물체 추락·충돌 대응 매뉴얼 개정	재난 및 안전관리 기본법 제3조(정의) 1항. 가. 자연재난에 자연우주물체 위험 추가에 따른 분리	우주기술과
'19.2.	인공우주물체 추락·충돌 대응 매뉴얼 개정	중국 우주정거장 '톈궁1호'의 실제 추락('18.4월) 대응 경험을 토대로 보완 ①위기경보 발령조건 및 발령절차 구체화 ②우주위험 대책본부에 소방청 포함 ③상황전파 시스템 체계화, 상황 세분화 등 우주위험 대응체계 현실화 ④행안부 매뉴얼 개정지침 반영	우주기술과
'21.12.	인공우주물체 추락·충돌 대응 매뉴얼 개정	매뉴얼 내용의 명확화와 활용의 편의를 위해 인공우주물체의 추락과 충돌 상황을 분리하여 작성, 유관기관 및 담당부서 등을 현행화	거대공공연 구정책과
'23.09.	인공우주물체 추락·충돌 대응 매뉴얼 개정	위기관리매뉴얼 각 단계별 민방위 경보 활용 의무 반영 등	거대공공연 구정책과

관리  
번호 자연재난-13

**「소행성·유성체 등  
자연우주물체 추락·충돌 재난」  
위기관리 표준매뉴얼**

2023. 09.

Blue 관심
Yellow 주의
Orange 경계
Red 심각

과학기술정보통신부

「인공우주물체 추락·충돌」  
주요상황 대응 매뉴얼(안)

2023. 09.

과학기술정보통신부



## ○ 비상상황실 운영

### - 비상상황실 운영 실적

운영기간	상황	주요 내용	비고
'11.10.17 ~10.23	독일 린트겐위성 추락, 잔해물 지상낙하 위험	- 천문연에 전담 TFT(추락상황실) 설치, 위성궤도 자료 획득 및 분석 - 관련기관 비상연락망 구성 및 상황전파 체계 구축 - 일일보고 12건, 수시보고 6건, 언론보도 113건 등	이 사건을 계기로 우주개발진흥법 개정 추진
'12.01.09 ~01.16	러시아 화성탐사선 포보스-그룬트 발사 후 정상궤도 진입 실패로 추락, 잔해물 및 맹독성 연료에 의한 피해 예상	- 교과부/국방부 민·군 공동 대처 - 천문연, 항우연, 공군 공동 대응 - 정기보고 13건, 수시보고 5건, 문자메시지 3건 - 보도자료 3건, 언론보도 128건, 트위터 22건 등	하이드라진 낙하피해 대응, 민항기 운항통제 권고
'13.01.21 ~01.28	러시아 위성 코스모스 1484호 추락으로 인한 피해 예상	- 교과부/국방부 민·군 공동 대처 - 천문연, 항우연, 공군 공동 대응 - 정기보고 13건, 수시보고 3건, 문자메시지 1건 - 보도자료 1건, 언론보도 76건, 트위터 17건 등	하이드라진 낙하피해 대응, 민항기 운항통제 권고
'13.11.05 ~11.11	유럽우주청 고체(GOCE) 위성이 임무수명을 다하여 추락	- 미래부/국방부 민·군 공동 대처 - 천문연, 공군 공동 대응 - 정기보고 12건, 수시보고 2건, 문자메시지 2건 - 보도자료 2건, 언론보도 176건, 트위터 20건 등	항공사에 추락예상 시간 및 지역에 대한 궤도자료 제공
'15.05.06 ~05.08	러시아 우주화물선 프로그레스(M-27M)의 우주정거장 도킹 실패로 추락	- 미래부/국방부 민·군 공동 대처 - 천문연, 공군 공동 대응 - 사전보고 4건, 정기보고 4건, 수시보고 3건 - 보도자료 2건, 언론보도 63건 등	"주의" 단계
'18.03.30 ~04.02	중국 우주정거장 텐궁 1호 추락	- 과기정통부/국방부 민·군 공동 대처 - 천문연, 공군 공동 대응 - 정기보고 123, 수시보고 3건 - 보도자료 7건, 언론보도 1,213건 등	"경계" 경보 발령에 따른 우주위험대책반 운영
'21.04.05 ~04.06	중국 창정-5B호 로켓 잔해 추락	- 천문연 추락상황 모니터링 - 정기보고 2건, 수시보고 8건	"관심" 단계
'23.01.08 ~01.09	미국 NASA ERBS 추락	- 과기정통부, 국방부, 국토부 등 범부처 공동 대처 - 정기보고 3 - 보도자료 3건	"경계" 경보 발령에 따른 우주위험대책본부 운영

### (3) 평가

- 우주환경감시기관을 지정하여 사무국을 운영, 비상시 대응, 대응 매뉴얼 작성 및 관리, 기초적인 R&D 등을 수행
- 우주환경감시기관 역할 수행을 위한 예산 및 인력 미확보



#### (4) 개선사항

- 우주환경감시기관 사무국 및 관측인프라 운영을 위한 예산 및 인력에 대한 독립적 지원 필요
- 자연 및 인공우주물체로 이원화된 재난 대응 관련법 및 매뉴얼의 일원화

### ③ 우주위험대응 상시 협력체계 강화

#### (1) 추진내용

- 민관군 합동훈련 실시
- 중앙-지방 간 합동대응체계 구축
- 맞춤형 정보서비스 제공

#### (2) 대표성과

##### ○ 안전한국훈련

- 2017년 우주물체 추락·충돌 재난 대비 위기관리 표준 매뉴얼 제정 이후 매년 1회 실시



○ 우주위험대비 상시훈련

- 2016년 우주위험 대응 매뉴얼 제정 이후 안전한국훈련과 상호 보완하면서 정기적으로 수행



○ 홈페이지 운영

- 우주환경감시기관 홈페이지 운영(<https://www.nssao.or.kr>)





- 우주물체 추락·충돌시 국민행동요령 발간(2023.10 개정)
- 우주물체 추락·충돌 상황별, 장소별 행동요령 배포
- 인공위성 추락과 대응(위성추락상황실 운영)
- 우주물체 추락·충돌 국민행동요령(애니메이션) 배포

알면 알수록 더욱 안전합니다

**우주물체 추락·충돌 국민행동요령**

과학기술정보통신부  
Ministry of Science and ICT

KARI 한국항공우주연구원  
Korea Aerospace Research Institute

NSIC 우주항공감시기관  
National Space Incident Center

## CONTENTS

우주물체 추락·충돌 원소에 이렇게 대비합니다	5
우주물체 추락·충돌 발생하면 이렇게 대처합니다	7
우주물체 추락·충돌 장소에 따라 이렇게 행동합니다	11
우주물체 추락·충돌 물이 불려나신 분은 이렇게 행동합니다	15
우주물체 추락·충돌 보호자(조력자)는 이렇게 행동합니다	17
우주물체 추락·충돌 어린이와 함께 있을 때는 이렇게 행동합니다	19
우주물체 추락·충돌 대피 후에는 이렇게 행동합니다	20
우주물체 추락·충돌 해외에서 이렇게 대처합니다	23
우주물체 추락·충돌 상식 및 질의응답	24
우주물체 추락·충돌 상황별 행동요령	29
우주물체 추락·충돌 장소별 행동요령	30

### (3) 평가

- 대응훈련, 대국민 홍보 등 일상적인 업무는 지속적으로 수행
- 국내 관련기관 간 단편적인 협력은 이루어지고 있지만 상시적인 협력체계는 부족함

### (4) 개선사항

- 관련기관 간 개별적인 협력보다는 우주위험대응을 총괄하는 상시 협력체계 구축

## 4] 운석 관리체계 수립

### (1) 추진내용

- 운석 신고 접수 및 운석 관리

### (2) 대표성과

#### ○ 운석등록제 실시

- 우주개발진흥법 제8조의2(운석의 등록), 제8조의3(운석의 국외반출 금지) 신설(2015. 1. 20.)
- 우주개발진흥법 시행령 제10조의2(운석의 등록 신청 등), 제10조의 3(운석의 국외반출 신청 등) 신설(2015. 7. 20.)

#### ○ 운석신고센터 설립

- 기본계획에 따라 한국지질자원연구원에 운석신고센터 설립(2014. 9.) 하여 운석 감정서비스 및 등록 업무 수행
- 총 7,400여 건 운석 감정서비스 수행, 총 29점 운석 등록(국내 운석 2점, 국외 운석 27점)

### (3) 평가

- 운석신고 및 일상적인 관련 업무 수행

#### (4) 개선사항

- 안정적인 운영예산 확보
- 유성체감시와 유기적인 연구협력 등 R&D 강화 필요

## 2. 우주위험 감시/대응 기술 확보(Technology)

### ① 우주위험 식별 및 통합 분석

#### (1) 추진내용

- 감시/관측 시스템 관리
- 관측정보 통합관리
- 위험 식별 및 분석

#### (2) 대표성과

##### ○ 관측시스템 운영

- 전 세계 5개국에 구축된 OWL-Net을 통해 자국위성, 정지궤도 영역 상시감시 수행
- 유성체감시네트워크 시험운영(전국 16개소)

##### ○ 우주감시정보 통합 데이터베이스 운영

- “우주위험통합분석시스템 개발”(‘20~’22, 천문연 주요사업)을 통해 우주위험대응 통합시스템 기초설계 수행
- “우주위험대응 통합시스템 구축” 사업 착수(국가 R&D 사업, ’23~’27, 천문연 수행)

##### ○ 우주위험 식별 및 위험도 평가 연구

- KASIOPEIA(천문연) 개발 및 우주위험분석에 활용
- 국가위성에 근접하는 우주물체 대응을 위한 통합관리시스템 CA-FAST II 개발 및 운영 개시(항우연)

### (3) 평가

- 궤도분석과 기초적인 우주위협 평가 기술은 확보하였지만 통합 데이터 베이스 및 분석시스템 미확보

### (4) 개선사항

- '23년에 착수한 우주위협대응체계 구축사업 마무리를 위한 안정적인 예산확보 및 고도화를 위한 R&D 사업 추진

## ☐ 1톤급 추락물체 독자감시 및 조기경보

### (1) 추진내용

- 1톤급 이상 인공위성 추락 감시
- 50m급 소행성 추락 조기경보 역량 확보
- 지상피해 위험도 분석

### (2) 대표성과

#### ○ 광학감시장비 개발

- OWL-Net 구축('16년 한국, 몽골, 모로코, 이스라엘, 미국 등 5개국에 광학감시 국제 네트워크 구축, 연구회 NAP사업, 천문연 수행)
- 전자광학위성감시체계 구축('21, 공군)
- 유성체감시네트워크 구축('22, 전국 16개소에 유성감시시스템 설치 및 네트워크 구축, 천문연 주요사업)
- “지구위협소행성 감시용 광시야 광학망원경 구축”착수('20~'27, 천문연 주요사업)
- “중고궤도 광학감시시스템 구축”사업 착수(국가 R&D 사업, '23~'27, 천문연 수행)

#### ○ 레이더감시 개발

- 우주잔해물 감시레이다시스템 기술개발 사업 착수('20~'27, 천문연 주요사업)

○ 자연우주물체 추락 감시

- OWL-Net 등 기존의 광학관측 장비를 활용하여 제한적인 감시 수행

○ 지상피해 위험도 분석 연구

- 천문연 고유사업을 통해 기초연구 수행
- 국제우주과편조정위원회(IADC) 우주물체 재진입캠페인 참여 및 재진입 예측 정밀도 향상 연구 수행(항우연)

(3) 평가

- OWL-Net 등 광학감시체계를 활용한 제한적인 감시 수행
- 본격적인 추락감시를 위한 장비 미확보

(4) 개선사항

- 지구위협소행성 감시용 광학망원경 구축사업의 마무리를 위한 안정적인 예산확보 및 4m급 광학망원경 추가를 위한 R&D 사업 추진
- 정밀궤도 추적을 위한 레이더 감시시스템 확보를 위한 R&D 사업 추진

③ 10cm급 인공우주물체 감시 및 충돌 정밀 예측

(1) 추진내용

- 10cm급 인공우주물체 위치 추적
- 자국위성 충돌위험 24시간 감시

(2) 대표성과

○ 충돌예상 인공우주물체 위치추적

- OWL-Net을 활용하여 제한적인 감시 수행
- 우주잔해물 감시레이더시스템 기술개발 사업 착수('20~'27, 천문연 주요사업)

○ 자국 위성 충돌위험 24시간 감시

- 국가위성에 근접하는 우주물체 대응업무 수행(정밀분석, 충돌회피 기동 등)(항우연)
- 미국 CSpOC 및 민간업체의 우주상황인식 데이터 획득 및 유효성 분석 수행(항우연)
- 우주교통관리 대비 타 위성운영기관 궤도데이터 획득 및 분석 절차 마련(항우연)

(3) 평가

- 10cm급 인공우주물체 충돌감시 장비 미확보

(4) 개선사항

- 우주잔해물 감시레이다시스템 개발 사업을 통한 핵심기술 조기 확보
- 우주물체 감시용 레이다 확보를 위한 R&D 사업 추진

④ 태양위험 감시 및 대응 시스템 고도화

(1) 추진내용

- 감시 인프라 확대
- 분석/예측 기술력 강화
- 맞춤형 예경보 서비스

(2) 대표성과

○ 감시 인프라 확대

- “근지구 우주전파환경 예·경보체계” 사업 착수(‘23~’27, 우주전파센터)
- 국내 최초 지구정지궤도 우주기상관측 수행(2018, 천리안 2A호 KSEM 탑재체, 기상청)

○ 분석·예측 기술력 강화

- 천리안위성 우주기상탑재체를 활용한 우주기상 관측자료 서비스 수행(기상청)



- “우주전파환경 예경보체계 고도화”사업(‘20~’21, 우주전파센터)를 통해 국내와 관측데이터 통합 제공

#### ○ 수요기관 맞춤형 예·경보 서비스

- 우주기상 예보 및 특보 정보 대국민 서비스(기상법 제14조의2에 근거 하여 ‘12년 4월부터 시작)

### (3) 평가

- 감시 인프라 확대와 분석/예측 강화를 위한 사업 수행
- 위성관측자료 서비스 수행

### (4) 개선사항

- 수행 중인 사업에 대한 안정적인 예산확보

## 3. 우주위험대비 기반 확충(Infrastructure)

### ① 우주위험 대비 국제협력 강화

#### (1) 추진내용

- 국가 간 협력 확대
- 국제기구 및 협의체 적극 참여

#### (2) 대표성과

#### ○ 국가 간 협력 확대

- 한-미, 한-호 우주정책대화 등 우주상황인식 양자협력 강화
- Global Sentinel 훈련 참가
- 한-미 SCWG, 우주협력 TTX 개최
- 한-불, 한-영 국방 우주협력 강화

○ 국제기구 및 협의체 적극 참여

- UN COPUOS 산하 국제소행성정보네트워크(IAWN), 우주임무기획자문그룹(SMPAG)에 적극참여
- 우주개발전문기관 및 국가위성 운영기관으로 IADC 정식멤버 활동(항우연)
- 제40회 국제우주쓰레기조정위원회(IADC) 총회 개최(2022년 10월, 15개국 114명 참석, 제주 국제컨벤션센터)(항우연)
- IOAG(Interagency Operations Advisory Group), Space Operations Sustainability 워킹그룹 활동(항우연)
- IAF(International Astronautical Federation) Space Traffic Management 워킹그룹 활동(항우연)
- 세계기상기구(WMO) 등 우주기상 분야 국제협력 수행
- 국제민간항공기구(ICAO)
- LST 가이드라인 국내대응 강화

(3) 평가

- 주요 국제회의, 훈련 등 국가적으로 필요한 회의에 정기적으로 참여
- 기본적인 국제협력 수행
- 소수의 인력이 단편적 국제협력 수행

(4) 개선사항

- 국제협력을 총괄하는 컨트롤 타워 필요
- 국제협력 전문인력 양성 필요

② 우주위험 대비 연구개발(R&D)

(1) 추진내용

- 핵심요소기술 연구개발
- 위험도 분석 및 평가기술 개발
- 우주환경보호 미래우주기술 연구개발
- 핵심기술 Spin-off

## (2) 대표성과

### ○ 핵심요소기술

- 레이저 반사경 장착 인공위성 대상 SLR 기술 개발(천문연)
- 우주환경분석 및 국가우주자산 폐기기동 기술 개발(항우연)
- 우주궤도상 서비싱 기반기술 개발(항우연)
- 미래우주경제시대 우주공통관리 발전방안 연구(항우연)

### ○ 위험도 분석 및 평가기술

- 천문연 고유사업을 통해 기초연구 수행
- 국가위성 근접우주물체와 충돌확률 정밀분석 연구(항우연)
- 근접우주물체 근접에 따른 충돌회피기동 최적화 방안 연구(항우연)
- 궤도상 우주물체 분열상황 모사 및 영향성 분석 연구(항우연)
- 한국항공우주연구원 우주쓰레기 경감 기술 고려사항(KARI-SDM-TC-2022-001) 문서 발간(2022년)

### ○ 미래우주기술

- 국가위성의 임무종료 후 폐기방안 연구(항우연)
- 능동우주물체 제거를 위한 대상 선정 연구(항우연)
- 능동우주물체 제거를 위한 랑데부/도킹 시뮬레이터 개발(항우연)
- 궤도상 서비싱을 위한 랑데부/도킹 궤적 설계 연구(항우연)

### ○ 핵심기술 Spin-off

- OWL-Net 핵심기술 기술이전('17, LIG넥스원, 5억원)
- 우주물체비행역학 통합솔루션 기술 및 노하우 기술이전('22, 한화시스템, 5억원)

## (3) 평가

- 기관 고유사업을 통해 필요시 부분적인 연구개발 수행

#### (4) 개선사항

- 우주위험 관련 연구개발에 대한 장기적인 방향 설정 및 국가 차원의 기술개발 로드맵 필요
- 미래기술 확보를 위한 체계적인 R&D 수행

### ③ 우주위험대비 역량강화를 위한 환경조성

#### (1) 추진내용

- 관련 법령 정비
- 인력 양성
- 안전문화 확산

#### (2) 대표성과

##### ○ 관련 법령 정비

- 우주개발 진흥법 시행령 보완
- 재난 및 안전관리 기본법에 자연우주물체 관련 항목 추가

##### ○ 인력 양성

- 한국우주과학회에 우주감시분과 운영을 통한 학문분야 확대

##### ○ 안전문화 확산

- 우주물체 추락·충돌 국민행동요령 배포
- 우주기상 예보 및 특보 정보 대국민 서비스

#### (3) 평가

- 국가 법령에 따른 행정적인 조치 수행
- 인력 양성에 대한 프로그램은 없음

#### (4) 개선사항

- 국가 법령 개선에 관한 체계적인 연구
- 인력양성 프로그램 신설 및 예산 지원

## [성과 요약]

1차 기본계획 개요	핵심 사항	달성 여부	성과 평가
<b>[목표 ①] 우주위험에 대한 신속 대응, 예경보</b>			
<b>[과제-1]</b> 우주위험 대책본부 수립, 운영	진행법 시행령 개정, 대응 매뉴얼 개선	○	시행령 내 우주위험 대책본부 반영, 대응 매뉴얼 수립 완료
<b>[과제-2]</b> 우주환경 감시기관 지정, 운영	환경 감시기관(우주위험 감시센터) 지정, 매뉴얼 실무 총괄	○	천문연 지정, 인공·자연 우주물체 추락·충돌 위기대응 매뉴얼 실무 관리 및 분기별 우주환경 감시 결과 보고
<b>[과제-3]</b> 우주위험 대응 상시 협력체계 강화	민관군 합동훈련(상시훈련, 안전한 국훈련), 중앙·지방 합동 대응체계 구축	○	상시훈련 및 재난안전한국훈련 운영, 위기관리 매뉴얼 상 우주환경감시기관 → 과기정통부 → 중대본·중수본 체계 반영
<b>[과제-4]</b> 운석관리체계 수립	운석신고센터 운영, 등록제 실시(법 개정)	○	지자연 운석신고센터 설립, 운석 등록 및 관리 중
<b>[목표 ②] 우주위험 감시·분석 능력 확보</b>			
<b>[과제-1]</b> 우주위험 식별 및 통합 분석	우주위험 통합분석시스템 구축	△	우주위험 대응 통합시스템('23~), 중고궤도 광학감시('24~)
<b>[과제-2]</b> 1톤급 추락물체 독자 감시 및 조기 경보	광학장비(OWL-Net 구축, 궤도이탈 발견), 레이더(궤도 추적), 50cm 소행성 추락 경보	△	OWL-Net 구축 완료, 독자적 우주감시 레이더 기술 개발 사업 예타 기획 중('24~)
<b>[과제-3]</b> 10cm급 인공우주물체 감시, 충돌 예측	중고궤도 광학망원경, IADC 위원회 연계	△	중고궤도 광학감시('24~), 천문연·항우연 IADC 위원회 참여
<b>[과제-4]</b> 태양위험 감시 대응시스템 고도화	자체 태양위험 감시시스템 확보	○	정지궤도 복합위성 2A 내 우주기상 관측 센서 탑재
<b>[목표 ③] 우주위험 대비 역량 강화, 저변 확대</b>			
<b>[과제-1]</b> 우주위험 대비 국제협력 강화	IAWN, SMPAG, UN COPUOS	○	천문연·항우연 참여 중
<b>[과제-2]</b> 우주위험 대비 연구개발	광학계·레이더 설계, 신호처리 등 요소기술, 위험도 분석·평가 기술, 잔해물 제거 기술	△	천문연·항우연 기관 고요사업으로 부분적인 연구 수행
<b>[과제-3]</b> 우주위험 대비 환경 조성	법령 정비, 인력 양성, 안전 문화 확산	△	안전문화 확산을 위한 오프라인 활동 수행

[ ○: 70% 이상    △: 50% 이상 ]

## ◇ 성과분석 종합 및 제언

### ◆ 우주위협 대응체계(System)

- 관련 법령을 정비하여 국가대응체계를 보완
- 위기관리매뉴얼의 통합 및 보완
- 우주환경감시기관의 역할을 강화하여 실시간 예·경보 능력 확보
- 민군 협력체계 및 동맹국 협력 강화

### ◆ 우주위협 감시/대응 기술(Technology)

- 1차 계획 기간 중 구축된 광학감시 장비는 중·고궤도 영역으로 확장
  - 지구위협소행성 감시용 광학장비 구축
  - 미확보한 레이더시스템은 2차 계획 기간 중 확보
  - 우주기반의 감시 및 우주공간 환경보호 기술 확보
- ※ 제2차 계획 수립 후 별도의 기술로드맵 작성 필요

### ◆ 우주위협대비 기반(Infrastructure)

- 국제협력 참여 확대 및 주도적 위치 확보
- 우주교통관리 정책 수립
- 산업화 기반 강화
- 전문인력 양성 방안 강화

# 제2차 우주위험대비 기본계획 수립을 위한 기획연구

2023. 12

1안

## 제4장 제2차 우주위험대비 기본계획 수립방향

## 제5장 비전 및 목표

## 제6장 세부 추진계획







## IV. 제2차 우주위험대비기본계획 수립방향

### 1. 기본 방향

- 1차 계획상 한정된 우주위험의 범위를 확장하여 국민안전, 우주 자산, 우주안보 등에 피해를 줄 모든 가능성 고려
- 우주공간의 범위를 달 궤도, 라그랑주 지점 등을 포함한 심우주로 확대
- 전자광학에 한정된 관측 파장 범위를 전파, 적외선 영역까지 확장
- 우주기반의 관측, 능동적인 우주환경보호 등 미래기술 포함
- 기획위원회와 실무위원회를 통해 산학연의 다양한 의견을 수렴하여 비전, 성과목표, 중점과제, 세부 추진전략 등을 설정

### 2. 비전 및 중점과제

#### ① 비전

- 우주위험에 대한 선제적·체계적 대응을 위해 장기적으로 우주위험 대비기본계획에서 추구하는 방향을 비전으로 제시

“우주위험으로부터 국민의 안전과 우주자산 보호”

“2045년 독자적 우주위험 대응능력 보유”

“2045년 우주위험대응 강국 실현

“2033년 독자적인 우주위험 대응역량 실현”

#### ② 2대 중점과제

- 1차 계획 기간 중 구축된 기본적인 국가체계를 바탕으로 미진한 부분의 보완하기 위한 2대 중점과제 제시

### ① 우주감시기술 고도화

- 1차 계획에서 구축한 우주감시 시스템에 대한 고도화와 미확보 감시 시스템 구축을 위한 방안 제시

### ② 우주위험대응 기반 확보

- 1차 계획 실행 시 보완이 필요하거나 추가할 정책 방향 제시

## 3. 성과목표

제2차 계획 중점과제 수행 중 예상되는 대표적인 성과를 3개 부분으로 구분하여 제시

#### 우주위험 종합 대응역량 확대

- ① 국가 우주위험예경보센터 설립
- ② 실시간(24시간 이내) 예·경보 능력 확보
- ③ 우주교통관리 플랫폼 구축

#### 우주위험 감시역량 고도화

- ① 지구위협소행성(140m급) 감시능력 확보
- ② 10cm급 저궤도 인공우주물체 레이다감시 능력 확보
- ③ 서브미터급 중고궤도 인공우주물체 감시능력 확보

#### 미래 우주위험대응 기반강화

- ① 국가 우주잔해물 완화 가이드라인 법제화
- ② 글로벌 우주교통관리 대응기술 확보
- ③ 우주기반 우주감시 및 능동제거 기술 확보

## 4. 추진전략

### 우주감시기술 고도화와 연계된 인프라 및 기술개발 부분 세부 추진전략

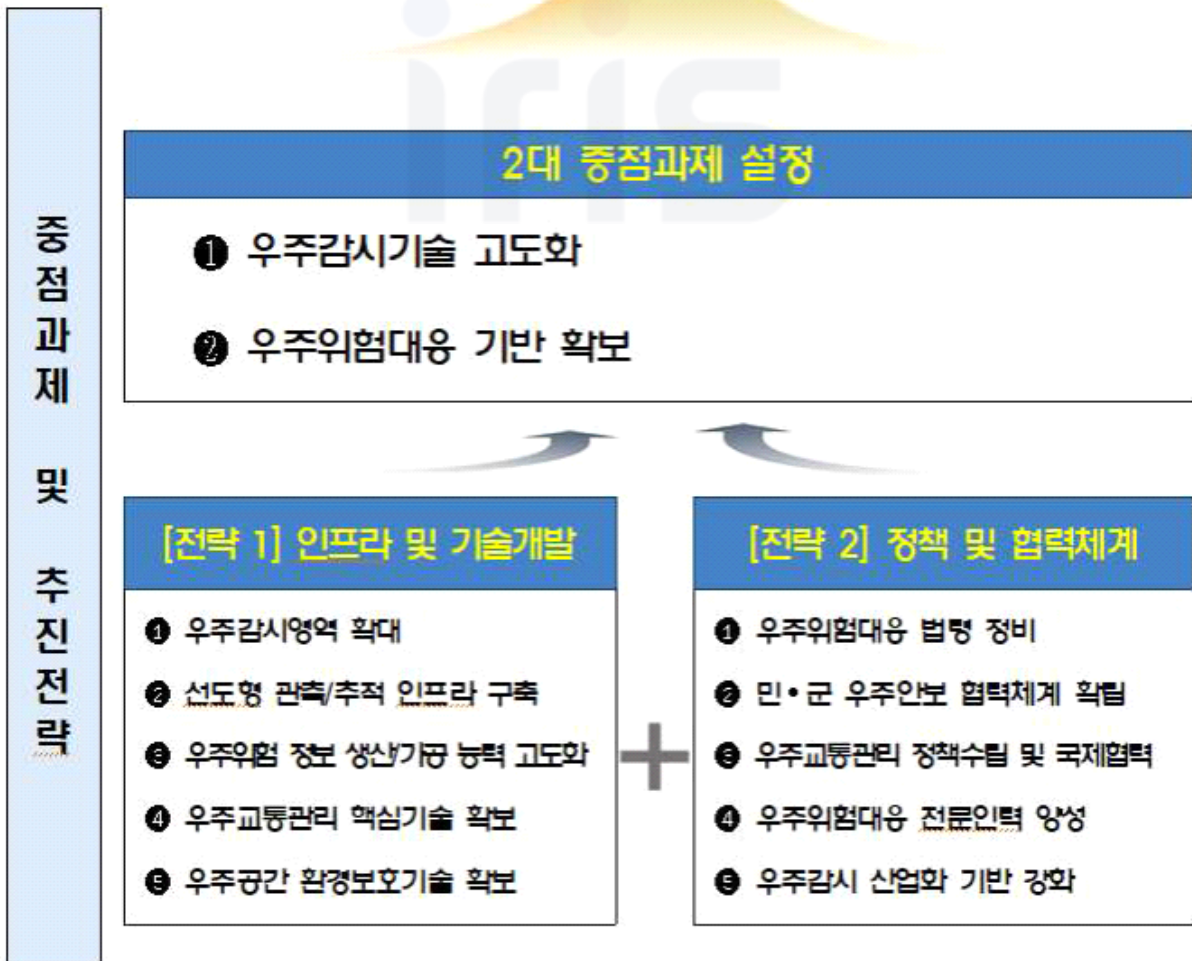
- ① 우주감시영역 확대
- ② 선도형 관측 및 추적 인프라 구축
- ③ 우주위험 정보생산 및 가공능력 고도화
- ④ 우주교통관리 핵심기술 확보
- ⑤ 우주기반 우주물체 감시 및 우주공간 환경보호 기술 확보

### 우주위험대응 기반 확보와 연계된 정책 및 협력체계 부분 세부 추진전략

- ① 우주위험대응 법령 정비
- ② 민군 우주안보 협력체계 확립
- ③ 우주교통관리 정책 수립 및 국제협력
- ④ 우주위험대응 전문인력 양성
- ⑤ 우주감시 산업화 기반 강화

## V. 비전 및 목표

비전	2033년 독자적 우주위험 대응 역량 실현		
성과목표	<b>우주위험 종합 대응역량 확대</b> 선제적 종합대응체계 확보 (‘23, 現수준) 대응역량 미비 → (‘27) 국가 우주위험예경보센터 설립(민군 합동) → (‘30) 우주교통관리 디지털트윈 및 데이터공유 플랫폼 구축 → (‘32) 실시간(24시간 이내) 예경보 능력 확보	<b>우주위험 감시역량 고도화</b> 독자적 우주감시능력 확보 (‘23, 現수준) 감시능력 부족 → (‘27) 140m급 지구위협소행성 감시능력 확보 → (‘33) 10cm급 저궤도(레이다)/서브미터급 중고궤도(광학) 인공우주물체 감시능력 확보	<b>미래 우주위험대응 기반강화</b> 미래 대응 핵심기술 확보 (‘23, 現수준) 관리기반 미약 → (‘30) 국가우주파편완화 가이드라인 마련 → (‘33) 글로벌 우주상황인식, 우주교통관리 대응기술 확보 → (‘35) 우주기반 우주감시 및 우주공간 환경보호 기술 확보



## VI. 세부 추진계획

### 중점과제 1

### 우주감시기술 고도화

▶ **과제개요** : 제1차 계획을 통해 확보한 기반기술을 고도화하는 동시에 미래에 대응하기 위한 핵심기술 확보

#### ▶ 핵심 목표

- 저궤도 10cm급, 중·고궤도 서브미터급 인공우주물체 감시/분석 능력 확보
- 우주교통관리 핵심기술 확보
- 우주기반 우주감시 및 우주공간 환경보호 기술 확보

▶ **추진 전략** : 레이더 감시체계, 중·고궤도 광학감시체계 구축, 우주쓰레기 능동제거 기술 확보

### 핵심요소

#### 인공우주물체 탐색/추적 능력

##### □ 정의

- 우주공간의 인공우주물체를 찾아내고 지속적 으로 추적감시

##### □ 현재수준

- 광학장비를 이용한 추적감시

##### □ 확보전략

- (단기) 레이더탐색 핵심기술, 레이저 추적 기술
- (중기) 레이더 탐색기술, 고출력 레이저 추적기술
- (장기) 식별용 우주감시 레이더

#### 정밀 궤도계산 능력

##### □ 정의

- 인공우주물체에 대한 궤도정보를 미터급 정밀도로 계산

##### □ 현재수준

- 수백미터급

##### □ 확보전략

- (단기) 100m급
- (중기) 10m급
- (장기) 실시간 1m급

정보 생산 능력	정보 분석/가공 능력
<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>우주물체를 탐지하고 추적할 수 있는 능력</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>일부 광학감시 체계 구축 ('16 OWL-Net, '22 유성체감시네트워크)</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 레이다감시 핵심기술, 중·고궤도 광학감시</li> <li>(중기) 소행성 광학감시 기술, 저궤도 우주감시 레이다</li> <li>(장기) 식별용 우주감시 레이다, 4m급 소행성감시 망원경</li> </ul>	<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>우주공간의 인공우주물체를 찾아내고 지속적으로 추적감시</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>장비별 개별 분석, 초보적인 국제협력</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 보유장비 통합분석시스템</li> <li>(중기) 국가우주위험예경보센터를 통한 통합 분석 및 가공</li> <li>(장기) 독자적인 우주위험 예·경보 능력</li> </ul>

상시 감시체계	감시영역(공간, 파장, 시간) 확대(SDA 개념 도입)
<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>우주영공 또는 우주영공을 지나는 우주물체를 상시 감시</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>광학장비를 이용한 제한적인 저궤도 감시</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 중·고궤도 광학감시체계</li> <li>(중기) 저궤도 다기능 레이다감시체계</li> <li>(장기) 장거리/식별용 우주감시레이다</li> </ul>	<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SDA를 위한 우주공간 영역, 관측파장 대역, 관측 시간대의 확장</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>저궤도/광학/야간</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 중·고궤도/광학/야간, 저궤도/적외선/주간</li> <li>(중기) 저궤도/레이다/주야간</li> <li>(장기) 중·고궤도/레이다/주야간</li> </ul>



국제 정보공유 체계
<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>타국과의 인공우주물체 궤도정보 공유</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>현재 운영 중인 인공위성에 대한 충돌 및 제한 궤도정보 공유</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 국내 표준 space catalog 구축</li> <li>(중기) 국내 space catalog 확장 및 고도화</li> <li>(장기) 국제 공유체계 구축 및 유지</li> </ul>

Global STM 체계기술
<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SSA를 바탕으로 한 규제, 라이선스, 운용 상 조정, 동기화, 충돌회피, 재진입시 공역사용 조정 및 주파수 관리 조정</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>STM 개념 정립, 국제기구 주요 의제화</li> <li>미국 NASA 운용체계, 프랑스 CNES 기술 서비스 등 국가별 개별 정립</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 국내외 STM 기능별 기술/규제 항목 파악</li> <li>(중기) 대한민국 STM 체계/운용 방안 정립</li> <li>(장기) Global standard system 기여</li> </ul>

우주기반 감시
<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>인공위성에 감시장비를 탑재하고 이를 활용하여 우주물체 또는 우주환경 감시</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>지상기반 감시장비 개발</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 소형위성 탑재용 감시장비 개발</li> <li>(중기) 소형위성 탑재 실험</li> <li>(장기) 중형위성 탑재체 개발 및 운영</li> </ul>

우주공간 환경보호
<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>우주공간에 있는 우주잔해물에 직접 접근하여 포획 또는 제거</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>핵심기술 지상 실험</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 인공위성 탑재용 기기개발</li> <li>(중기) 소형위성 탑재 실험</li> <li>(장기) 중형위성 탑재 실험</li> </ul>

▶ **과제개요** : 국가적인 우주위험 대응체계를 공고히 하고 국제적인 우주 안보 및 우주위험 관리 대응 추세에 대응

▶ **핵심 목표**

- 국가법령체계 정비
- 실시간(위험발생 24시간 이내) 우주위험 대응체계 구축
- 국내외 우주안보 협력체계 구축
- 우주교통관리 정책 수립

▶ **추진 전략** : 우주위험 선제적 대응체계, 민군 공동대응체계, 국제 공조 체계 구축

핵심요소

국가체계	민군 공동대응체계
<p>□ <b>정의</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 우주위험에 선제적으로 대응할 수 있는 국가체계(우주위험 대책본부, 대응매뉴얼 등)</li> </ul> <p>□ <b>현재수준</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 한시적 운영의 우주위험대책본부, 자연우주물체 대응 표준매뉴얼</li> </ul> <p>□ <b>확보전략</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (단기) 인공우주물체 대응 표준매뉴얼</li> <li>• (중기) 우주위험 관리 상설기구, 우주위험통합대응매뉴얼</li> <li>• (장기) 국제협력 상설기구</li> </ul>	<p>□ <b>정의</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 민군이 보유한 감시장비 및 체계를 공동 활용한 대응체계 구축</li> </ul> <p>□ <b>현재수준</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 우주물체 추락 시 상황실 공동 운영, 일부 자료공유</li> </ul> <p>□ <b>확보전략</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (단기) 자료 공동활용을 위한 보안시스템 구축</li> <li>• (중기) 우주위험 공동대응을 위한 기구 운영</li> <li>• (장기) 장비 공동활용을 위한 보안시스템 구축</li> </ul>

우방국 합동대응체계	국제협력
<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>우주안보를 위한 핵심우방국과의 합동대응체계 구축</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>공군이 미국의 일부 훈련에 참여</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 미국 등 우방국과 훈련 교류 확대</li> <li>(중기) 우방국과 국내에서 훈련 실시</li> <li>(장기) 우방국과의 상호 순환 훈련시스템 구축</li> </ul>	<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>우주상황인식 등에 관한 검토, 활동 및 자료공유를 위해 미국, 일본 등 선진국과 협의</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>운용체제 구상 등에 도움이 되는 수시 정보 수집 및 조율</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 핵심 우방국과 자료공유 수준 확대</li> <li>(중기) 협의 및 자료공유 대상 국가 확대</li> <li>(장기) 상호 호혜평등 수준의 지속 가능 협의 및 자료공유 확대</li> </ul>

국제 공조체계	우주교통관리 정책
<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>우주공간 환경보호를 위한 국제규범 제정 참여 및 실행 관련 활동</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>관련 국제위원회에 현황 모니터링</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 참여 국제위원회 확대</li> <li>(중기) 국제규범 제정 주도, 실행 참여 및 지속 가능 프로그램 참여</li> <li>(장기) 국제규범 국내 법제화 및 위원회 주도적 지위 유지</li> </ul>	<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>지구궤도 상 안전 모니터링 및 지상 우주 이동의 안전 확보를 위한 우주교통관리 정부 정책 방향 수립</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>한반도 산공 우주물체 광학관측 인프라 확보</li> <li>우주자산 보호체계 구축을 위한 정보 제공</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 레이더/전자광학/레이저 감시체계 기획 및 국제논의 참여</li> <li>(중기) 대한민국 STM 거버넌스, 프로그램, 운용체제 혁신</li> <li>(장기) 항공관제 연계한 우주교통관제 절차/가이드라인 정립</li> </ul>

전문인력 양성	산업화 기반
<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>우주위험감시 관련 연구개발, 정책수립, 국제협력 수행 전문인력 수급</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>필수 연구개발 인력으로 정책수립과 국제협력 동시 수행</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 연구개발 인력 확충</li> <li>(중기) 정책 및 국제협력 전문인력 수급</li> <li>(장기) 전문 영역별 전문인력 양성 및 훈련 프로그램 수행</li> </ul>	<p>□ 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>우주위험대응 관련 산업생태계 구축</li> <li>위성 주유/수리 등 유지보수, 우주쓰레기 제거, SSA 정보 등 새로운 서비스 시장 형성</li> </ul> <p>□ 현재수준</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>궤도상 서비스역량 없음, 정부기관의 상업용 SSA 수요</li> </ul> <p>□ 확보전략</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(단기) 로봇팔/랑데부 등 핵심기술 개발</li> <li>(중기) 우주기술 검증 프로젝트 추진</li> <li>(장기) 민간으로 기술이전을 통한 새로운 서비스 창출</li> </ul>

## 1. 우주감시영역 확대

◇ 우주의 상업화 및 군사적인 이용의 증대로, 근지구 영역에서 지구-달계 영역(시스루나)을 거쳐 태양계 내로 우주감시영역 확대 필요

### ① 근지구 공간에서 태양계 내까지 감시영역 확대

- **(방형)** 우주개발 선도국들이 달, 화성, 태양계 내 천체로 우주탐사를 지속하고 있고 우리나라도 우주개발의 범위를 확대함에 따라 우주탐사 범위와 대응되는 심우주감시기술 확보 추진
- **(기술개발)** 지구-달계(시스루나), 태양계 내 우주탐사영역 확대 단계별로 대응하는 심우주광학감시기술 및 심우주전파감시기술 개발
- **(체계구축)** 근지구영역 우주감시 체계의 확장과 선도형 관측인프라 구축으로 심우주감시체계 확보
- **(운영)** 국가 우주감시인프라의 하나로서 우주항공청(가칭) 직속 운영전문기관(설립)에서 전담(예: 비행정보구역은 항공교통본부가 책임운영기관)
- **(활용)** 국가 우주위협대응체계에 핵심 우주위험감시정보 제공
- **(글로벌커버리지)** 국제연합(UN) 또는 우주개발 협력국 간의 전 지구적 우주위험대응체계(예: 우주교통관리)에 상호협력으로 접근 및 공유
- **(사업 추진)** 민·관·군 협력 또는 공동 수요요구에 따라 기획연구 수행 후 예산확보 및 기술개발 또는 구축사업 추진
- **(국제협력)** 우주개발 선도국의 우주기구와 우주개발, 우주안보 정보 및 체계 공유 등 다양한 국제 협력수단으로 활용

## ② 인공 및 자연우주물체 감시 대상 범위 확장

- **(방향)** 상업적 우주감시 업체나 우주감시 선도국들이 현재 통상 감시하고 있는 10cm급 이상 크기의 인공우주물체와 인류에게 위협을 줄 수 있는 140m급 이상의 자연우주물체를 감시할 수 있는 능력 보유 추진
- **(기술개발)** 지구 저궤도에서 10cm급 인공우주물체를 상시 감시할 수 있는 레이더 우주감시기술과 140m급 지구위협소행성 감시기술 개발
- **(체계구축)** 기 운영 중인 ‘우주물체 전자광학 감시네트워크’, ‘인공위성 레이저 추적시스템’ 및 구축 중인 ‘우주잔해물 감시레이더 테스트베드’ 외에 ‘중·고궤도 광학감시시스템’, ‘우주감시레이더’를 개발/구축하고 이를 연계하여 국가 인공우주물체감시 네트워크를 확보하며, 기 운영 중인 ‘유성체 감시네트워크’ 및 구축 중인 ‘지구위협소행성 광학감시시스템’ 그리고 ‘4m급 소행성 탐사광학망원경’을 개발/구축하여 국가 소행성 감시체계 확보
- **(운영)** 국가 우주감시인프라의 하나로서 우주항공청(가칭) 직속 운영 전문기관(설립)에서 전담(예: NASA, NOAA)
- **(활용)** 국가 우주위험대응체계에 핵심 우주위험감시정보 제공
- **(글로벌커버리지)** 국제연합(UN) 또는 우주개발 협력국 간의 전 지구적 지구위협소행성 대응체계(예: IAWN, SMPAG)에 상호협력으로 접근 및 공유
- **(사업 추진)** 민·관·군 협력 또는 공동 수요요구에 따라 기획연구 수행 후 예산확보 및 기술개발 또는 구축사업 추진
- **(국제협력)** 국제연합(UN) 및 정상외교, 양자외교 등에 우주안보 정보 및 체계 공유 등 다양한 국제 협력수단으로 활용

## ③ 우주감시기술의 대역(스펙트럼)과 방법론의 확대

- **(방향)** 우주감시 관측인프라에서 사용되는 전자기파 대역의 확대 또는 병합과 관측자료 획득기술 개선으로 우주감시기술 고도화 추진
- 현재 우리나라 우주감시 관측인프라에서 주로 활용 중인 가시광대역

에서, 적외선 대역, 레이저 광, L밴드, S밴드, X밴드 대역으로 활용 대역을 확대

- 단일 대역 활용 관측에서 다중 대역 활용 병합 관측으로 관측자료 잡음개선 및 획득 우주정보 확대 추진
- 각 관측 대역의 관측자료 획득 기술을 관측 센서의 발달, 관측 방법의 혁신, 신기술(예, 인공지능(AI)) 적용 등으로 관측자료의 종류, 깊이, 질, 양을 개선
- **(기술개발)** 광학, 레이저, 전파 등 대역별 소재, 부품, 소자와 관측자료 획득 기술 및 처리 기술 등 핵심기술 개발·확보 전략 제시
- **(사업 추진)** 민·관·군 협력 또는 공동 수요요구에 따라 기획연구 수행 후 예산확보 및 기술개발 또는 구축사업 추진
- **(수요 확대)** 우주감시 분야의 예정된 수요를 적기에 사업화·추진\* 하고, 민·관 협력을 통해 新서비스 및 우주감시 수요 적극 발굴·확대
  - \* '30년까지 예상되는 130여 기 공공위성 개발에 따른 우주감시 수요 확대로 적기에 기획하여 개발사업 추진
- **(확장 우주감시정보 공개)** 민간에 확장 우주감시정보 공개 확대
  - 민간에서 활용 가능한 확장 우주감시정보 등을 공개하고, 민간 수요 지원
  - 우주위험대응 통합시스템 등 국가 우주위험 관리체계에서 공개할 수 있는 우주감시정보 공유

#### ④ 태양위험 분석·대응기술 연구

- **(추진 방향)** 제 4차 산업혁명 시대 자율주행, GPS, 드론 등 첨단 전파통신 산업 안정성 확보를 위한 원천기술 R&D 추진
  - 태양활동 증가로 인한 전파 혼신·통신 두절, 전파기반의 첨단 서비스 장애 대비 및 위성통신·운용 안정성 지원을 위한 예·경보기술 확보
  - 정부가 추진 중인 각종 우주개발계획의 안정적 추진 지원을 위해 근 지구(10~36,000km 영역) 우주환경 예·경보체계 신규 개발



- 전파법 제51조·61조에 기반한 기관 고유 업무인 우주전파환경 관측 및 예·경보 역량을 강화하고 국내 기술을 선도하기 위한 R&D 추진
  - 지난 1~2차 연구개발 사업에서 개발된 우수한 연구결과(ASSA 등)의 지속 고도화를 통해 현업 활용성 강화
  - 결과물이 직접적으로 예·경보에 활용될 수 있도록 업무 기반 R&D 추진
- 우리나라의 강점인 IT 기술 및 전파/신호처리 등의 기술을 적용하여, 국가 간 기술이전이 제한된 우주전파환경 관측·예측 기술의 확보
  - 태양전파폭발, 전리층(HF통신) 등 우리나라의 강점인 전파분야에서의 우주전파환경 관측데이터 보정, 영향 분석 및 예측기술 연구개발 추진
- 센터가 보유·운용 중인 방대한 양의 우주전파환경 관측데이터를 인공지능·빅데이터 기술과 결합하여 모델 및 예·경보 현업 관련 기술 혁신
  - 그간 개발된 다양한 물리 모델/수치해석 기반의 모델을 빅데이터/AI 기술과 결합하여 정확도 제고 및 활용성 강화 등 기술 혁신

## 2. 선도형 관측/추적 인프라 구축

◇ 확대되는 우주감시영역에 대응하는 국가 역량을 증대하고 우주안보의 초석인 국가 우주위험감시 관측/추적 인프라 개발과 구축

### ① 우주감시레이다 감시역량 확장

- **(기술 확보)** 우주감시 분산형 레이더 기술 확보를 위해 우주감시 레이더 수신기 추가 설치
  - 현재 개발 중인 우주감시레이더 테스트베드(~'24) ⇨ 최소 3곳의 수신기를 추가 설치하여 분산형 레이더 기술 확보

- 수신기 동기화 및 빔 조향 기술 확보
  - 각도 분해능 향상을 통해 신속, 정밀한 궤도결정 기술 확보
  - **(감시능력 확보)** 우주감시레이다 개발사업
    - 우주감시레이다 사업('25~'30, 2,700억 규모) 수행을 통해서 1,500km의 1m급 우주물체 탐지 가능
    - 저궤도 인공위성의 감시/추적 및 목록화 기술 확보
    - 우주물체 충돌위험에 대응하기 위한 우주잔해물 및 소형 큐브위성 감시역량 필요
  - **(감시범위 확장)** 레이다의 심우주감시기술 및 지구-달계(시스루나) 감시 기술 확보
    - Ka 대역 혹은 그 이상의 대역에서 여러 대의 분산형 대형 안테나 배열 구조를 활용한 심우주감시기술 및 지구-달계(시스루나) 감시기술 확보
- ※ 미국 JHU APL과 Northrop Grumman사는 분산형 레이다기술을 이용한 심우주 감시레이다, Deep Space Advanced Radar Capability (DARC) 개발을 위해 341M\$ 규모의 계약, 2025년 호주를 시작으로 유럽, 미국에 설치 예정

## **② 우주위험대응 중·고궤도 광학감시시스템(NSOS-β) 개발**

- **(개요)** 중·고궤도 우주물체 궤도정보 획득을 위한 광학감시시스템 개발
    - 한반도 경도대의 중·고궤도 위성 감시 정보 산출을 위해 고도 2,000km 이상의 인공위성 추적이 가능한 80cm급 광학감시시스템\* 2기 개발(사업비 총액 140억)
- \* 현재 우리나라가 보유 중인 우주물체전자광학감시네트워크(OWL-Net)는 저궤도(~2,000km)의 자국위성 궤도정보 획득이 주임무로, 우주감시레이다로도 불가능한 중·고궤도 영역감시를 위한 광학감시시스템
- **(내용)** 80cm급 광학감시 시스템 및 관측장비 개발
    - 중·고궤도 위성 관측이 가능한 구경 80cm급 광시야 광학망원경 제작 (CMOS 소자를 사용한 4K 또는 6K급 카메라 제작) 및 인공우주물체 추적 특화된 적도의 마운트의 국내 개발

- 완전한 무인 자동 운영에 의한 자동관측 및 실시간 이동물체 검출 후 산출정보를 바탕으로 하는 임무 수행 계획 알고리즘 개발
  - 관측장비들을 보호하고 주변 잡광을 막아주는 돔과 인클로저 구축
  - **(국제 협력)** 우리나라 경도대 중·고궤도 광학감시에 유리한 구축 위치 선정
    - ①우리나라와 동일한 경도대 ②광학관측에 유리한 기상조건 ③남반구 (북반구의 OWL-Net과 연계 운영하여 궤도 결정 정밀도 향상 가능) ④한국형 위성항법시스템(KPS) 궤도 → 호주에 2기 설치
- ※ 현재 구축 후보지: 호주 Capricorn Space, Riverland Dingo Observatory

### ③ 지구위협소행성 광학감시시스템(NSOS-α) 개발

- **(개요)** 지구충돌 가능성을 가진 소행성을 발견함으로써 자연우주물체로부터 우주위험에 대비하기 위해 한국천문연구원은 2020년부터 “우주물체감시 관측인프라 기술개발” 사업의 일환으로 1.5m급 광시야 광학망원경을 남반구 칠레에 설치하는 “지구위협소행성 광학감시 시스템(NSOS-α, Near Space Optical Survey-alpha)구축사업”을 시작하였음
- 7년(2020~2026)에 걸쳐 약 120억 원이 투입될 NSOS-α 사업은 2022년까지 기본 설계를 마치고 2023년 7월 개발 및 구축을 담당할 사업자 선정을 마쳤음. 이후 2024년까지 1년간 상세설계를 진행한 후 2026년 말까지 제작/조립/시험/설치를 진행할 예정임
- **(추진 배경)** 러시아 퉁구스카 소행성 충돌(1908), 러시아 첼랴빈스크 소행성 폭발(2013) 등 자연우주물체로부터의 지구에 대한 위협은 현재도 계속되고 있으며, 그 피해는 도시 규모에서부터 지구 전체에 이를 정도로 매우 심각할 것으로 예측됨
- 2013년 UN에서는 국제소행성경보네트워크(IWAN, International Asteroid Warning Network)의 활동을 승인했으며, 소행성의 지구충돌위험에 대비하기 위한 전 지구적 공동노력을 촉구하였음

- 대한민국은 2014년 우주위험대비기본계획을 수립하고 한국천문연구원을 우주환경감시기관으로 지정하여 우주물체감시에 대한 임무를 부여하였음. 2016년 소행성 추락이 “재난 및 안전관리 기본법”에 포함되었음. 이에 NSOS- $\alpha$ 는 우주환경감시기관의 자연우주물체감시를 담당할 핵심적인 인프라로 활용될 예정임

#### ○ (사업 내용)

#### ○ NSOS- $\alpha$ 의 핵심 성능 및 특징

- 유효 직경 1.5m 이상의 직초점(prime focus) 방식의 망원경
- 관측시야각은 5평방도 이상으로 하룻밤 평균 875평방도 감시 가능
- 적도의 방식의 마운트로 지향정밀도는 10초각 이내, 추적 정밀도는 2분 동안 0.1초각 이내
- 양자효율 85%이상의 9kX9k 크기의 고성능 CCD 카메라 장착
- 남반구 칠레 라세레나(La Serena) 근처에 있는 CTIO(Cerro Tololo Inter-American Observatory) 부지에 설치될 예정임

#### ○ 운영 목표

- 전천 감시를 통해 지구위협소행성을 발견하고 목록화함으로써 우주환경감시기관의 임무 수행
- 발견된 소행성을 국제천문연맹/UN 등에 보고함으로써 국제사회와 인류 문명의 안전에 기여
- 관측된 영상자료를 시민사회에 제공하여 시민 사이언스 발전에 기여

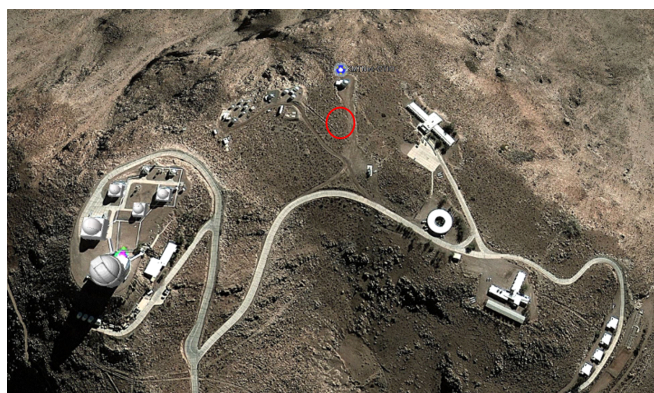


그림 1안 6-1. NSOS- $\alpha$  망원경 설치 예정 부지(붉은색 원, 칠레 CTIO 천문대)

#### ④ 근지구소행성 조기 발견용 중대형 광학감시시스템 개발

- **(개요)** 지구-달계(시스루나) 공간에 충돌위험이 되는 소행성을 조기 발견하여 자연우주물체 예·경보 시스템 구축을 위한 2대의 4미터급 광학감시시스템 개발
  - 10미터급 소행성 조기 발견 및 경보 시스템 구축을 위해서 남·북반구 각 1기씩 총 2기의 4미터급 광학감시시스템 필요
  - 현재 개발 중인 지구위협소행성 광학감시시스템(NSOS-a)의 망원경 구경은 1.5미터로 크기 140미터급 소행성 발견이 목표임
- **(추진 배경)** 인류의 우주활동 증가와 각국의 달탐사 경쟁 및 달기지 건설로 지구-달계(시스루나) 공간 감시 필요성 대두
  - 10미터급 근지구소행성은 모델에서 예측하는 수치에 비해 발견 개수가 0.5%에 불과함
  - 작은 크기의 소행성이라도 속도에 따라 지구충돌 시 피해 규모는 커질 수 있으며 달은 대기가 없는 천체로 10미터급 소행성 충돌 시 막대한 우주자산 손실 발생
  - 2013년 러시아 첼랴빈스크 상공에서 폭발하여 재산 및 인명피해를 일으킨 소행성은 직경 약 17미터로 폭발에너지는 히로시마 원자폭탄의 약 40배인 TNT 규모 400-600kT 수준임
- **(추진 내용)** 남·북반구 각 1기의 4미터급 광학감시시스템 개발
  - 전천탐사를 통해 10미터급 소행성 조기 발견 및 추적 관측
  - 2기의 동일한 망원경으로 탐사 및 추적 관측효율 극대화
  - 지구-달계(시스루나) 공간 자연우주물체 예·경보 감시시스템 구축

#### ⑤ 우주안보 역량 강화를 위한 고출력 우주물체 레이저감시시스템 개발

- **(개요)** 반사경 미장착 우주물체 추적을 위한 고출력 레이저감시시스템 개발



- 지상에서 발사한 레이저를 이용하여 위성까지의 왕복시간을 측정함으로써 밀리미터급 정밀도의 거리를 산출하고, 이를 통해 우주 안보에 필요한 정밀궤도를 결정하는 시스템

- 우주감시 레이더시스템 및 광학시스템에서 산출된 우주물체의 궤도 및 속도 정보를 연계한 반사경 미장착 우주물체 레이저 거리 측정 및 궤도 산출 시스템 개발

※ 현재 우리나라가 보유 중인 인공위성 레이저추적 시스템(SLR, Satellite Laser Ranging system)은 2기로(세종, 거창), 반사경이 장착된 초기궤도가 잘 알려진 인공위성에 대한 레이저 거리측정 및 궤도결정이 주임무임

○ **(내용)** 고출력 우주물체 레이저감시 시스템 개발

- 타 레이저감시 시스템으로부터 자국 위성의 센서를 보호할 수 있는 레이저 항재밍 위성 센서 대응 기술 개발
- 우주물체의 정밀한 레이저추적을 위한 고속, 고정밀 추적마운트 시스템 개발
- 항공기감시시스템과 결합한 주·야간 무인 자동 운영시스템 개발

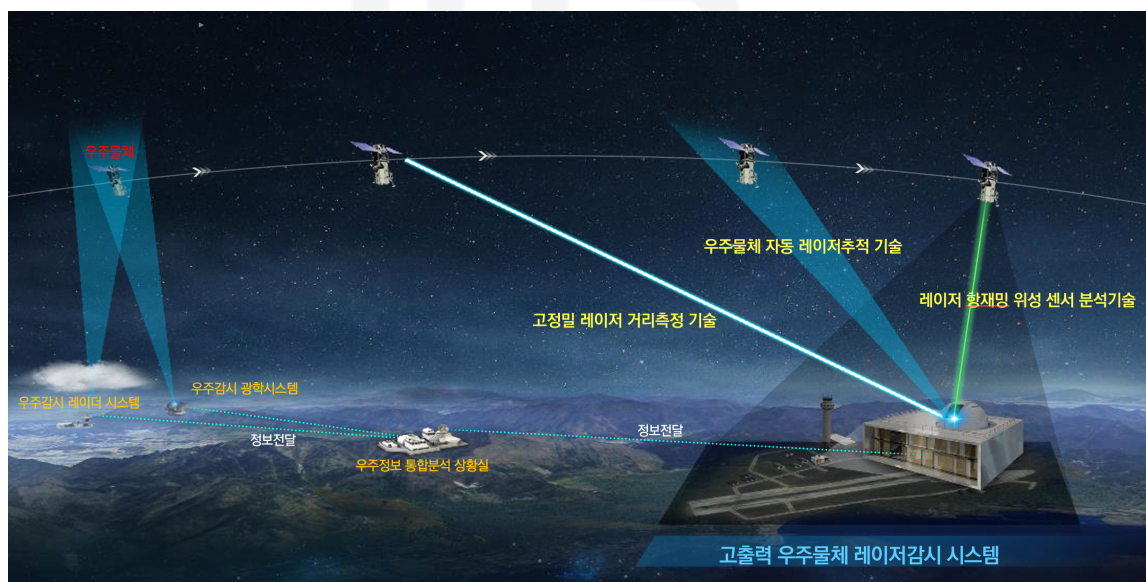


그림 1안 6-2. 고출력 우주물체 레이저감시 시스템 운영 체계도

○ **(산출물 및 활용)** 우주 레이저추적 장비 개발 및 주·야간 레이저 자동 추적시스템 운영

- 반사경 미장착 우주물체에 대한 주·야간 레이저 거리측정시스템 개발

- 항공기감시시스템과 연동한 무인 자동 레이저추적 운영시스템 개발
- 천문연 우주물체 관측인프라들과 연계한 고정밀 레이저추적 및 궤도 결정 기술 개발

#### ○ (국제 협력)

- 반사경 미장착 우주물체의 국제 레이저추적 캠페인 참여
- ILRS Space Debris Study Group(SDSG)과의 국제협력을 통해 우주물체 레이저 정밀 거리측정 기술 개발

※ ILRS(International Laser Ranging Service, 국제레이저추적기구로 현재 우리나라 SLR 관측소 2곳(세종, 거창)이 등록되어 국제 연구활동 수행 중

- 한국형 위성항법시스템의 초기궤도 운영상 궤도 검·보정 시스템 활용

## ⑥ 정밀추적영상레이다

### (1) 개요



- 우주물체의 수가 급증함에 따라, 국가운영위성의 안전한 우주임무 보장을 위하여 한국항공우주연구원은 2010년 독일 GSOC 및 FHR 연구소와 근접물체 관측 연구 협력을 시작으로 레이더 시뮬레이터 개발, 나로호 추적레이더 성능개선, 정밀추적영상레이다 개발기획 연구를 수행함
- 비교적 낮은 개발비용으로 2,000km 거리의 지름 10cm 크기 우주물체에 대한 정밀추적 및 우주물체의 형상, 크기, 상태, 자세 분석이 가능한 영상 획득을 위하여 정밀추적영상레이다 개발이 필요함

### (2) 추진 배경

- 전 세계 민·관·군 분야의 우주활동 확장으로 인한 우주물체(우주쓰레기 포함)의 증가로 우주상황인식을 통한 국가우주자산 보호 필요
- 운영 중인 위성에 중대한 피해를 주는 크기 10cm 이상의 우주물체가 우주궤도상에 약 26,000개 존재하며, 충돌 시 위성은 부분 파손 또는 전손 발생



- '21.11 러시아 자국위성 요격시험 약 1,500개의 우주파편 발생(고도 300~1,100 km)
- '23.07 Starlink 위성군 약 2,500개 저궤도 운영(다목적실용위성과 근접한 고도)
- 운영위성 증가에 따르는 우리나라 위성자산 관리수단 확보필요
  - 제21회 국가우주위원회('21.11) '우주산업 육성 추진전략'에 따라 '31년까지 공공목적 위성 총 170기 개발 예정으로 향후 국가우주 자산의 근접 위험 발생빈도는 기하급수적 증가 예상
- 국가위성 충돌가능성 증가에 따라서 항우연은 충돌회피 대응매뉴얼에 기술된 대응업무 수행 중이나 위성관리수단 부재로 근접 우주물체의 궤도정보의 정확성·적시성 불충분
- 위상배열레이다 대비 낮은 비용으로 구축이 가능하며, 정밀추적/정밀 궤도정보 획득 및 우주물체의 형상, 크기, 상태, 자세분석이 가능한 정밀추적영상레이다의 개발이 필요함
  - NASA의 경우 HUSIR(Haystack Ultrawideband Satellite Imaging Radar)를 통해 우주물체의 궤도정보를 가장 많이 수집
  - TIRA(독일 프라운호퍼[FHR] 연구소)의 경우 현재 ESA에서 가장 주력으로 사용하고 있는 레이더로 2021년 러시아 위성요격시험의 우주쓰레기 추적 성공

구분	정밀추적영상레이다	위상배열레이다
목적	우주물체 정밀추적 및 영상 확보	광역감시를 위한 우주물체 탐지 및 추적
형태	 <p><b>접시형 파라볼릭 레이다</b> (사진: 독일 FHR TIRA)</p>	 <p><b>능동위상배열 레이다</b> (사진: 미국 Space Fence)</p>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 높은 정확도로 작은 물체까지 추적 가능</li> <li>- 추적할 물체의 초기 궤도정보 필요</li> <li>- 상대적으로 낮은 개발비용(수백억 수준)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 빠른 다중 조향을 통한 동시탐지로 광역감시</li> <li>- 미식별 우주물체 탐지에 적합</li> <li>- 상대적으로 높은 개발비용 (수천억~수조 수준)</li> </ul>
활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주물체 정밀궤도정보 획득</li> <li>- 우주발사체(누리호 및 후속) 초기궤적 추적</li> <li>- 국내개발 인공위성 발사 후 초기 궤도정보 확보</li> <li>- 우주물체 형상 및 전개상태 식별</li> <li>- 정밀추적과 영상촬영정보로 궤도상서비스 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미식별 우주물체 탐지 및 식별</li> <li>- 탄도탄 탐지 및 경고</li> <li>- 미상의 미사일, 발사체 탐지 및 경고</li> <li>- 우주작전 수행을 위한 궤도정보 확보</li> <li>- 한반도 상공 우주영역 안보 강화</li> </ul>
해외 사례	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 독일 프라운 호퍼 연구소(FHR) TIRA 레이다</li> <li>- 미국 NASA Lincoln Lab의 HUSIR(Haystack Ultrawideband Satellite Imaging Radar) 레이다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미국 우주군 Space Fence 레이다</li> <li>- 프랑스 공군 Graves 레이다</li> <li>- 일본 JAXA 카미사이바라 레이다</li> </ul>

### (3) 사업 내용

#### ○ 정밀추적영상레이다 핵심 성능 및 특징

- 직경 30m급 파라볼릭 반사판 레이다
- 2,000km 거리의 직경 10cm급 구형표적 추적이 가능하여, 저궤도 물체 중 약 99.2% 추적 가능

※ 거리 해상도: 3m(추적), 0.5m(영상), 각도 해상도: 0.003°(TBD)

- 탐지확률: 95%, 오경보율:  $10^{-6}$
- ISAR(Inverse Synthetic Aperture Radar) 영상 획득 가능

#### (4) 운영 목표

- 우주물체 정밀추적 레이더 운영으로 정확·정밀·적시의 우주상황을 인식하고 국가위성운영과의 연계로 효율적인 국가 우주자산 보호 업무 수행
- 정밀추적 레이더로 근접물체 체계적 관리를 통해 국가 우주자산 보호 실현 및 우주안보 강화
- 영상레이더로 영상 상세 정보획득을 통한 우주자산 현상태 식별 및 감시

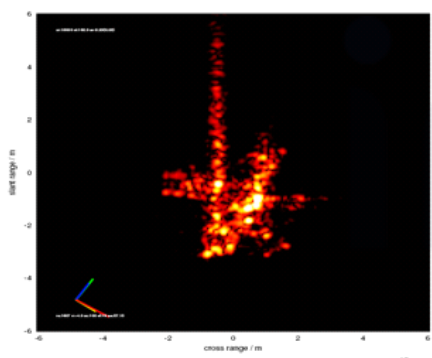


그림 1안 6-3. 다목적실용위성3호 TIRA ISAR 결과

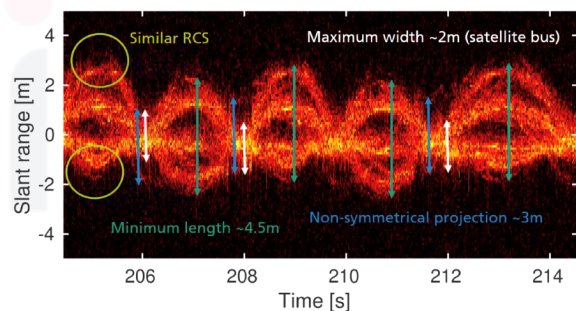


그림 1안 6-4. '21 러시아 위성요격실험 우주쓰레기 영상 분석



그림 1안 6-5. HUSIR 구성도

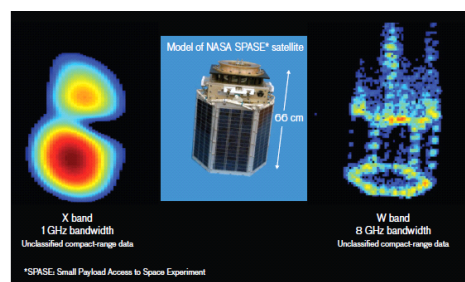


그림 1안 6-6. NASA SPASE 위성의 영상자료 비교

## 7 Passive RF Ranging 시스템

### (1) 개요

- 우주활동의 다양화로 인공위성 수의 급증하였으며, 이에 항우연은 우주 개발전문기관 및 우주임무운영기관으로서 우주시스템 설계·개발·운영·폐기의 주체로, 우주상황인식 및 우주교통관제 역할이 있음
- 급증하는 우주물체의 물성 및 궤도파악 등을 위해, 항우연은 2023년부터 “미래 혁신기술 개념연구”사업의 일환으로 우주물체가 송신하는 RF신호만을 이용하여 레이더보다 저렴한 비용으로 광학시스템의 기상 조건 및 시간/관측환경 제약을 보완하는 Passive RF Ranging 시스템을 연구·개발 중임

### (2) 추진 배경

- New space 시대가 도래함에 따라, 우주활동의 다양화로 인공위성 및 우주물체의 수가 급증하여 안전하고, 안정적이며, 지속적인 우주활동의 보장을 위한 미래 우주시대 대비가 요구됨
- 우주교통관제를 위해 우주물체 탐지, 추적을 통한 우주물체의 궤도 정보가 요구되며, 이는 주로 지상기반 센서인 레이더, 광학시스템, 레이저, 레인징 등이 사용되나 단점이 있음
- 우주상황인식의 센서 데이터 다변화를 통해 궤도정보의 정밀도/신뢰도를 확보하기 위해 Passive RF Ranging 기술에 대한 연구·개발이 필요함

	레이더 시스템	광학 시스템	레인징	Passive RF Ranging*
	주로 LEO 영역의 우주물체에 대한 탐지, 식별, 정밀추적 및 자세분석	주로 GEO 영역의 물체에 대한 탐지, 식별, 추적	운영위성의 궤도정보 획득	LEO/GEO 영역 운영위성에 대한 궤도정보 획득
관측범위	LEO, GEO	GEO, LEO(관측확률 매우 희박)	GEO	GEO, LEO
기상/환경조건	무관	매우 큰 영향	무관	무관
구축비용	매우 높음	낮음	낮음	낮음
추가임무	X	X	O	X
Range/Range rate	O	X	O	O

\* Passive RF Ranging: 우주물체가 전송하는 RF신호를 수백km 떨어진 최소 3곳 이상의 수신국에서 수신하여 각 수신국간의 수신신호 시간차이(TDoA, Time Difference of Arrival) 및 주파수 차이(FDoA, Frequency Difference of Arrival)를 구하고, 이를 통해 해당 우주물체의 궤도정보를 획득하는 기술

### (3) 사업 내용

#### ○ Passive RF Ranging 성능 및 특징

- 다수의 수신국을 이용하여 RF 신호의 수신시간 및 주파수 차이를 통해 궤도정보 획득
- 기상조건 및 시간/환경 제약이 없으며 낮은 구축비용 소요
- 기 구축된 안테나를 이용 가능하며, 다수의 수신국간 시간동기화 오차 수 나노초 이내 달성
- Range 및 Range rate를 포함하는 궤도정보 획득 가능
- 레인징 업무 불필요하며, 궤도결정 정확도(1σ) 는 수십미터 이내를 목표

○ 운영 목표

- 예산대비 고효율성을 갖는 Passive RF Ranging 기술로 국가위성 궤도운영 지원
- 우주상황인식을 위한 타국 위성추적 기반기술 획득 및 전파간섭을 일으키는 근접국 위성 및 지상국 식별에 활용
- 예산소요가 큰 레이더와 관측조건이 까다로운 광학의 대체방안으로 우주상황인식을 위한 인프라 구축 계획에 기여
- 한반도 상공을 통과하는 타국 민간 및 군사 위성의 감시를 통해 국가안보에 기여

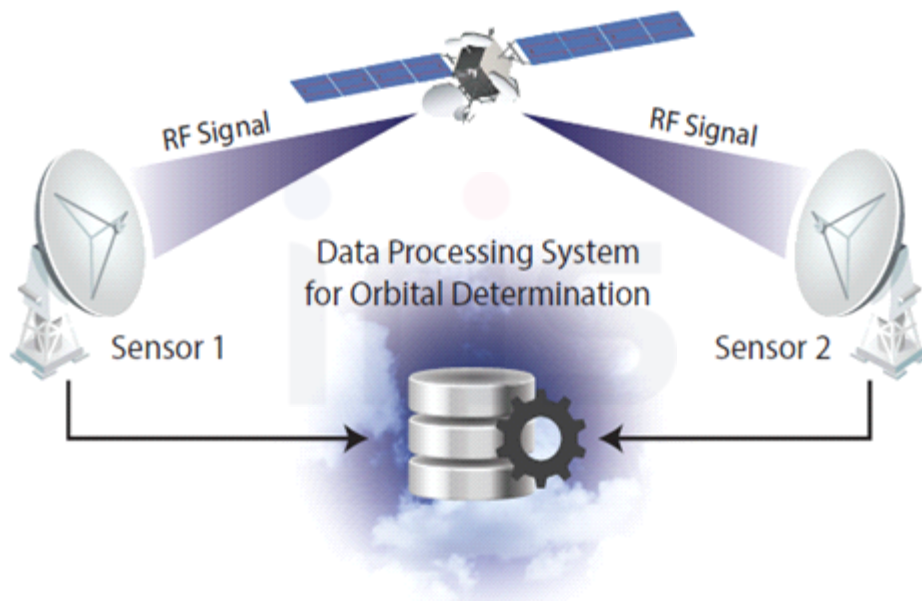


그림 1안 6-7. Passive RF Ranging

### 3. 우주위험 정보 생산·가공 능력 고도화

◇ 빠르게 변화하는 우주 환경에 유연하게 적응할 수 있도록, 인력 저변 확대 및 체계적인 인력 양성 기반·제도 구축

#### ① 국가 우주위험대응 통합시스템 개발

- **(통합데이터 시스템)** 국내 우주물체감시 관측 인프라로부터 관측된 데이터와 해외 협력기관으로부터 획득한 데이터 등을 수집 관리할 수 있는 시스템 개발

※ 데이터 분석이 용이하도록 필터링, 오류수정, 변환 등 데이터 전처리 등을 포함

- 관측인프라 제어, 임무 계획, 인프라 상태 시현, 데이터 통합관리 등 대용량 우주감시정보 처리를 위한 기술 개발, 빅데이터 처리 및 관리 기술 개발 등 근실시간 우주위험정보 활용의 네트워크 기반 기술 개발

- **(통합분석 시스템)** 통합된 데이터를 바탕으로 우주물체 궤도를 분석하고, 추락·충돌 위험도를 평가·분석

※ 다양한 데이터의 통합 처리, 정보 융합 등을 포함한 분석 기술 개발·활용

- 우주물체 궤도예측 및 결정 기술을 포함한 궤도정보 처리 기술, 우주물체 추락·충돌위험 등 우주물체 위험 분석 기술, 정밀 분석을 통한 우주상황 예측 및 분석 기술 등 우주위험 통합분석 기술 개발
- 통합분석을 통한 우주위험 요소에 대한 종합적 위험도 평가 기술 개발





그림 1안 6-8. 우주위험대응 통합시스템 구성

- (예·경보 시스템 및 센터) 분석한 우주위험을 관계부처 및 일반 국민에게 실시간으로 알리고 적시 대응하기 위한 시스템 및 센터 구축

※ 우주위험 정보 포털 구축을 통한 우주위험 상황 정보의 실시간 공유 가능

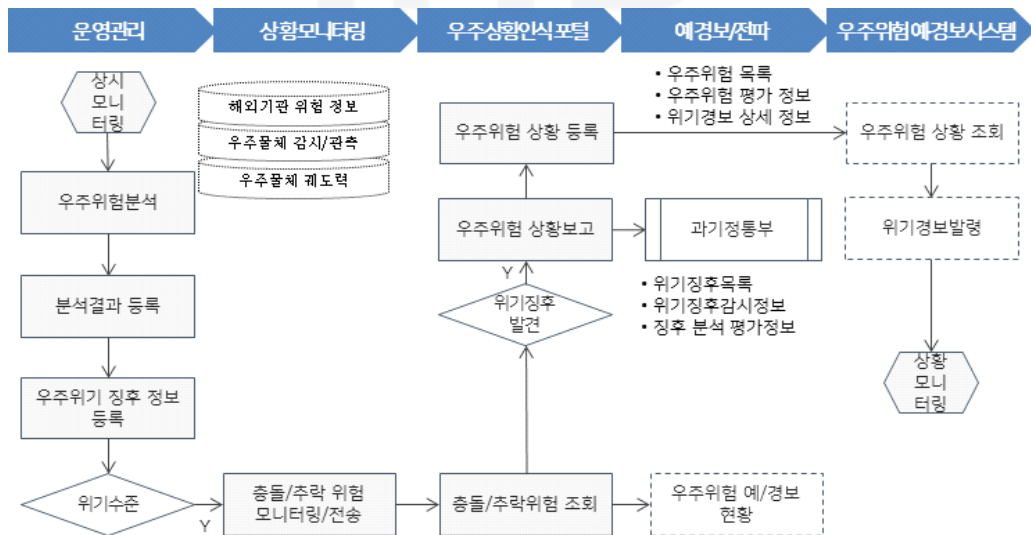


그림 1안 6-9. 우주위험 예·경보 시스템(안)

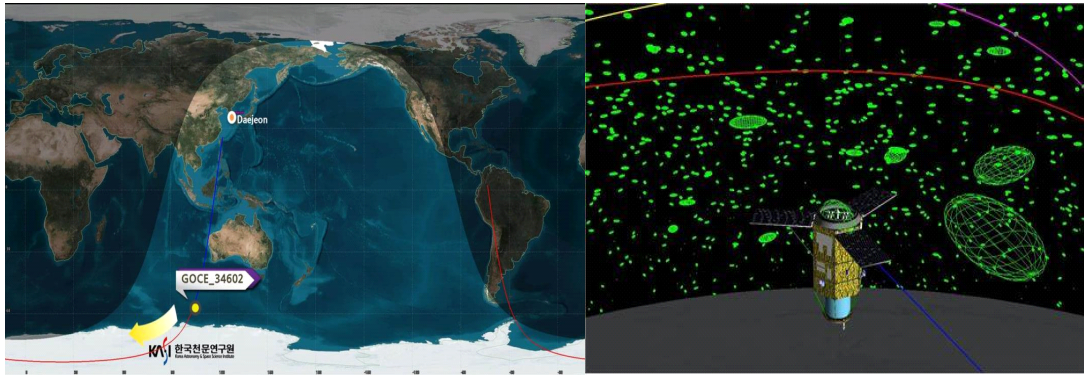


그림 1안 6-10. 우주위험 통합분석을 통한 추락 위험 및 충돌 위험 모니터링



그림 1안 6-11. 우주위험 시현 시스템 및 우주위험 예경보 센터 구축

## ② 인공지능 기반 태양표면 자기장지도 개발

### (1) 추진 배경

- 태양 표면 자기장 지도(Synoptic Map\*)는 우주전파재난 대응의 중심적 역할을 하는 자료(흑점 및 태양풍 분석/예측)이나, 전량 해외 위성에 의존 중
- 해외에서도 고정밀/고해상도의 Synoptic Map을 위해 다양한 태양 관측 기술 개발과 이를 탑재한 태양 관측 위성을 경쟁적으로 발사 및 운영 중

\* Synoptic Map : 지난 27일간의 태양 Magnetogram\*\* 영상에서 중앙 자오선 영역을 추출하여 태양

## (2) 개발 내용

### ○ 인공지능을 이용한 태양 영상 노이즈 제거 기술 개발

- 노이즈가 없는 실제 영상과 동일한 수준으로 보정(지도학습)하거나 노이즈 영상들의 평균 노이즈량이 0이 되도록 학습(비지도학습)하는 모델 개발
- 학습된 모델을 센터 보유의 자기력선 모델(NLFFF)의 입력 자료로 활용하여 노이즈 제거 전후의 예측·분석 결과를 비교하여 성능 검증

### ○ 태양의 Synoptic Map 생성 모델 개발

- SDO 위성, STEREO 위성, Solar Orbiter(SO) 위성의 태양 관측자료를 인공지능 기술을 이용하여 태양 Magnetogram 영상으로 변환
  - ※ 태양의 Magnetogram 영상은 센터의 고도화 시스템을 통해 국내외 수요 기관에게 제공
- 연도에 따른 위성들의 위치를 고려하여 태양의 전체 면적(E0~E180, W0~W180)와 고위도(N0~N70, S0~S70)에서의 태양 Magnetogram 영상 확보
- 태양의 지역별 Magnetogram 영상을 통합하여 태양의 Synoptic Map 생성
  - ※ Solar Orbiter 위성은 태양 고위도 이외에 태양 후면에서도 다양한 태양 자기장 정보를 관측할 수 있어 흑점 발달 및 폭발 가능성 예측에 추가 활용

### ○ 신규 태양 관측 위성을 활용한 태양자기장 모델 입력 정보 최적화

- 태양에 근접하여 관측된 태양자기장 자료와 Synoptic Map 기반의 태양자기장 모델 자료를 비교하여 모델의 입력 정보 최적화
  - ※ Parker Solar Probe 위성 미션은 2025년, Solar Orbiter 위성 미션은 2030년까지 계획이나 SOHO 위성 등 다른 위성들처럼 다년 연장되어 운영될 것으로 예상
  - ※ Solar Orbiter 위성은 태양 극지방 이외에 태양 후면에서도 다양한 태양자기장 정보를 관측할 수 있어 흑점 발달 및 폭발 가능성 예측에 추가 활용

## ○ 태양의 Synoptic Map을 활용한 센터 보유 모델 개선

- 우주전파센터의 태양풍 예측 모델(ENLIL)과 태양 자기력선 수치모델(PFSS) 모델에 Synoptic Map을 적용하여 예측 성능 개선 추진

※ Solar Orbiter 위성 자료를 추가 활용하여 코로나물질방출(CME)과 코로나 홀에 의한 고속태양풍(High Speed Stream) 예측에도 활용

## (3) 개발 계획

- 인공지능을 이용한 태양 Magnetogram 관측 영상의 노이즈를 제거하는 기술을 개발하고, Synoptic Map 생성을 위한 태양 중심 부근의 Magnetogram 영상 개발
- Magnetogram에 대한 노이즈 제거 검증 이후 AIA, EUVI 등 다른 태양 영상에도 적용
- 신규 위성(Solar Orbiter(SO) 및 Parker Solar Probe(PSP))을 활용하여 태양 가장자리와 고위도에서의 Magnetogram 영상을 개발하고, 태양 전체의 Synoptic Map 생성을 위한 Magnetogram 영상 통합
- SO 및 PSP 위성을 이용한 태양자기장 모델 입력 정보 최적화
- 태양 가장자리/고위도에 대한 Magnetogram 영상 대외 제공

## 3] 스포래딕 E층 발생 예측모델 개발

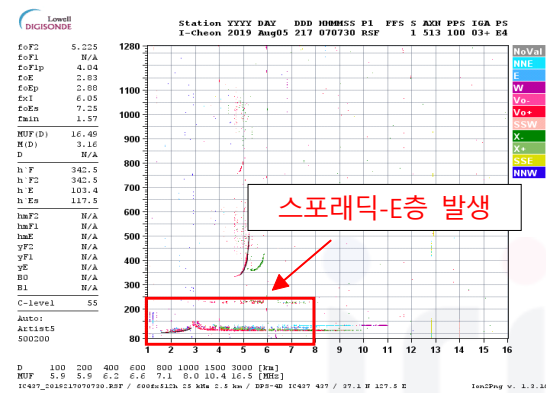
### (1) 추진 배경

- 전리층은 단파 통신 등의 채널 역할을 하는 통신 매개체 역할로, 태양활동에 매우 민감하여 시공간적으로 변화하는 특성을 보임
- 특히, 스포래딕-E층 변화 발생 시 단파 및 초단파 통신, GPS 교란을 유발하므로 전파의 전파를 지연시키는 등 다양한 통신두절 유발
- 전 세계적으로 한반도를 포함한 동아시아 지역은 스포래딕-E층이 자주 발생하는 지역으로, 국내 전리권 교란 예보를 위한 기술 개발 필요

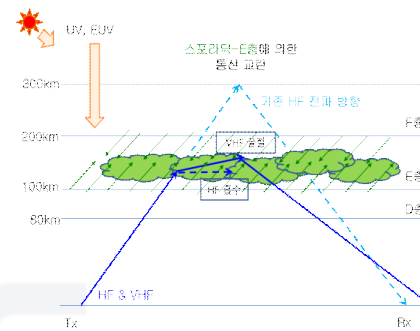
- 스포래딕-E층의 지역적 변화 특성을 반영하여 이를 예측 하는 기술 개발을 통해 안정적 단파통신 이용환경 제공 등 추진

### < 스포래딕-E층(Sporadic-E) 현상 >

- ◆ 전리권 E층(90~120km 고도)에서 발생하는 산발적이고 국지적인 전자밀도 증가 현상으로, 짧게는 수십 분에서 길게는 수시간 정도 지속되는 특성을 보임
- ◆ 태양 활동과 지자기 활동, 중성대기 변화 등의 다양한 원인에 의해 발생하며, 특히 우리나라를 포함한 동아시아 지역의 발생 빈도가 높음
- ◆ 단파(HF) 신호를 흡수하거나 초단파(VHF) 신호를 굴절시켜 통신에 영향을 미치며, 신틸레이션 증가로 인하여 GPS 신호 품질을 저하시킴



< 스포래딕-E층 관측 자료 >



< 스포래딕-E층에 의한 통신 교란 >

## (2) 개발 내용

### ○ 빅데이터 기반 한반도 스포래딕-E층 발생 패턴 모델링

- 장기간 축적된 국내 전리권 관측자료(안양, 이천, 제주)를 분석하여 국내 스포래딕-E층의 발생 통계(지속시간, 규모 등) 분석
- 태양활동, 지자기활동, 중성대기 변화 등 스포래딕-E층 발생 원인에 대한 특성별 상관관계 도출

### ○ 딥러닝을 이용한 한반도 스포래딕-E층 발생 예측모델 개발

- 경향성 분석 결과를 바탕으로 예측모델에 적합한 딥러닝 기법을 적용하여 모델 개발 및 운용체계 구축



- 모델 성능개선을 위해 전리층 관측 신뢰도 평가·기준 분석
- 국내 스포래딕-E층의 규모 및 지속시간에 대한 발생 확률 서비스 시행

#### ○ 예측모델 검증 및 표출 서비스

- 관측값과 예측값의 지속적인 비교를 통해 모델 검증 및 개선점 도출
- 대국민 서비스를 위한 홈페이지 표출 및 예보 활용 체계 구축

### (3) 개발 계획

#### ○ 국내 특성에 맞는 예측모델 개발을 위하여 딥러닝 기법 및 학습 자료 선정에 필요한 국내 스포래딕-E층의 발생 경향 분석이 반드시 선행되어야 하며, 모델 개발 이후 대국민을 위한 표출 서비스 추진

- 스포래딕-E층 발생 예측모델 결과를 국내 전리권 예보에 포함하여 수요자들에게 스포래딕-E층의 발생 가능성을 제공하는 것을 목표로 함

※ 우주전파센터에서 서비스 중인 전리권 3일 예보는 현재 스포래딕 E층과 관련된 예측 정보가 없기 때문에 국내 델린저현상 발생 가능성, 국내 단파 통신 환경 예측 정보만 포함되어 있음

- 개발된 모델의 검증·개선을 통해 대국민 서비스 실시

## 4 우주전파재난 관측 알고리즘 개선 연구

### (1) 추진 배경

#### ○ 센터는 우주전파환경 실시간 감시 및 예·경보 활용을 위해 10종 23식의 전파기반 관측시설 운영 중(67)

- 아울러, ‘우주전파환경 예경보체계 고도화사업(‘20-’21)’을 통해 국내외 모든 관측데이터를 통합 제공하는 데이터센터를 운영

#### ○ 전파기반의 관측기들은 주변 잡음에 매우 취약한 특성이 있어, 잡음을 효과적으로 제거하고 원 관측신호를 분리하는 알고리즘 개발 필요

#### ○ 이를 통해, 고품질 관측데이터 서비스 제공 및 빅데이터 기반의 우주 전파환경 예측모델 개발 및 예·경보 정확도 향상 등 기반 마련

## (2) 개발 내용

### ○ 태양전파 관측데이터 노이즈 제거 알고리즘 개발

- 태양흑점폭발 유형관측기(500MHz~3GHz), 광대역 태양전파 관측기(500MHz~30GHz), 태양활동 수준관측기(2.8GHz) 등 3종 태양전파 관측데이터에 대해 FFT\* 기술을 이용한 노이즈 제거 및 AI 기술을 이용한 분석기술 개발

※ 원거리(1억5천만 km)에서 유입되는 태양전파는 잡음 등 노이즈가 관측데이터에 포함되어 있어 별도의 노이즈 제거 기술 개발 필요

\* Fast Fourier Transform : 시간영역의 신호를 주파수 영역으로 바꿔주는 신호 처리 알고리즘

### ○ 유도전류 관측데이터 품질개선 및 전력 피해분석 연구

- 국내(미금, 포천, 신탄백 등 5곳)와 해외 관측데이터와의 비교 분석 등을 통한 신뢰성 검증 및 품질 개선방안 마련 연구
- 스마트그리드, 전력선통신(PLC) 등 유도전류로 인한 지상 전력망 피해분석 연구

## (3) 개발 계획

구분	2023	2024	2025	2026	2027
전파기반 관측기 노이즈 제거 알고리즘	유형관측기 노이즈 제거 알고리즘	수준관측기 노이즈 제거 알고리즘	광대역 관측기 노이즈 제거 알고리즘		-
유도전류	관측데이터 품질개선 연구		-	-	-

## ⑤ 저궤도 우주전파환경 예보모델 개발

### (1) 추진 배경

- 태양활동 변화로 인한 우주전파재난 피해의 대부분은 위성분야에 집중되며, 위성체 부품피폭, 궤도저하 및 오작동 등의 피해 유발



- '우주산업 육성 추진전략('21)'에 따르면, '22년부터 '21년까지 10년간 90여 개의 공공목적의 위성이 저궤도~정지궤도상에 발사 계획
- 동 궤도는 태양활동의 영향을 직간접적으로 받는 공간이므로, 안정적 위성통신 및 운용 지원을 위한 서비스 개발 필요
- ※ 아울러, 미국 등 선진국에서는 태양활동으로 인한 위성통신/운용 보호를 위해 맞춤형 예보 모델(위성표면대전현상 예측) 개발·운용 중('20~)

표 1안 6-1. 연도별 위성개발계획(안)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31
정지궤도위성*						2기		1기	1기	
다목적실용위성**	2기		1기			2기		1기		
차세대중형위성**	1기	1기	1기	2기	1기	1기		2기	1기	1기
초소형군집위성***	1(차소)		1기	7기	6기	26기	5기	8기	26기	13기

## (2) 개발 내용

- 우주전파환경 변화에 따른 위성피해 분석 및 예측연구
- 위성표면대전현상 예측모델 도입·개발
  - 위성체 표면에 직접적으로 전자기적 방전효과를 유발하는 전자, 이온 등의 시간적 변화 예측모델 개발
  - 표면대전현상을 유발하는 두 입자간의 비율 계산, 산출하여 동현상을 선행적으로 예측할 수 있는 온도지수(Temperature index) 개발
  - 해외 선진모델(Charging monitor/NOAA 개발, Surface charging /NASA 개발) 도입 검토 및 개발모델과의 정확도 비교 분석 등
- 위성궤도 저하현상 예측모델 도입·개발
  - 태양흑점 폭발로 인한 전자밀도 증가를 수치/확률적으로 분석하고, 120~1000km 고도에서의 증가된 neutral density 및 대기항력지수 산출
  - 국내 중·저궤도 위성의 궤도정보를 실시간으로 획득하고, 화면에 표출하여 태양활동에 따른 실시간 궤도저하 피해 파악 및 정보 제공

- 선진기관의 유사모델\*도입을 통해 기초 기반 기술 확보

\* 대기밀도 예측모델(Atmospheric Density) : 영국기상청 등이 개발한 중성 밀도 변화 모델로, 1,000km 이하에서의 대기항력 변화 산출

○ 국내 위성의 우주전파환경 예보지원체계 개발

- 6G 위성통신 및 다수의 공공위성이 위치하는 저궤도~정지궤도 상의 우주전파환경 분석 및 예측 등 맞춤형 예경보서비스 지원방안 개발
- 현재 제공 중인 RSG 예경보 정보와 함께, 우주전파환경 변화로 인한 위성표면대전현상 및 고도 감소 피해 등 정보 제공

(3) 연차별 세부연구계획

연도	연구목표 및 연구내용	주요 성과물
2023년 (1차년도)	<p>[연구목표]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주전파환경의 위성피해 기작 및 대기항력지수 개발 연구</li> <li>- 우주전파환경 초소형 관측 위성망 개발 사전 연구</li> </ul> <p>[연구내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 태양활동 변화에 따른 위성피해 상관성 분석</li> <li>- 위성 운용과 밀접히 연관된 우주환경 인자 도출</li> </ul>	
2024년 (2차년도)	<p>[연구목표]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 위성표면대전현상(surface charging) 예측 모델 개발</li> </ul> <p>[연구내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 태양활동 변화에 따른 위성표면대전현상 예측 모델 개발 및 예보 활용방안 개발</li> </ul>	
2025년 (3차년도)	<p>[연구목표]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 위성 궤도저하현상(satellite Drag) 예측 모델 개발</li> </ul> <p>[연구내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 위성 궤도저하현상 예측모델 개발 및 예보 활용방안 개발</li> </ul>	
2026년 (4차년도)	<p>[연구목표]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 위성 피해 예측 및 사전 예경보방안 개발</li> </ul> <p>[연구내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실시간 국내 위성의 위치정보와 모델과 결합하여 피해발생 가능성을 사전에 예측/통보</li> <li>- 해외 유사모델과 개발모델간 정확도 평가/고도화</li> </ul>	

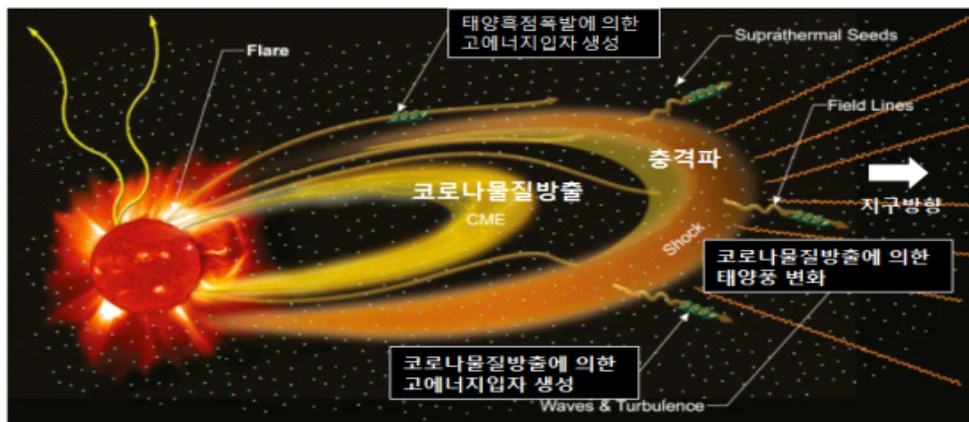
## ⑥ 태양풍·태양입자 유입 예측모델 개발

### (1) 추진 배경

- 코로나물질방출(CME\*)은 태양활동 중 지구에 영향을 미치는 강력한 활동으로, CME에 의해 태양-지구 간 태양풍 환경의 극심한 변화가 일어나며, 이는 곧 지구 주변 위성 및 지상 전파환경에 영향을 줌
  - ※ Coronal Mass Ejection : 태양 코로나에서 고온의 플라즈마가 방출되는 현상
  - ※ CME가 지구에 도달할 경우, 태양풍 변화에 따른 지자기교란이 극심해져 지상 전력 시스템 및 위성 통신 마비 등 사회 인프라에 피해 우려
- CME의 발생은 우주전파재난으로 이어질 수 있어 CME 발생의 빠른 탐지와 분석을 통해 태양입자 유입량 증가 및 태양풍 변화 예측이 시급
- CME 발생 탐지·분석부터 태양입자유입량과 태양풍 예측까지 행성 간 공간 전체를 상시 분석 및 예측하는 알고리즘 개발 필요

#### < CME에 의한 태양입자유입 및 태양풍 변화 >

- ◆ 태양활동이 활발해짐(태양활동 극대기)에 따라 코로나물질방출(CME)이 자주 발생하며, CME에 의해 발생한 충격파의 생성이 고에너지입자 생성으로 이어짐. 우주공간에 생성된 고에너지입자들은 행성 간 자기장을 따라 수십분에서 수시간의 짧은 시간 안에 지구 자기권으로 유입되어 태양입자유입 경보를 일으킴
- ◆ 자기권으로 태양입자유입이 발생한 이후, CME가 배경의 태양풍을 밀어버리면서 지구로 도달하게 되며, CME가 진행·도달함에 따라 태양풍 변화가 극심해지고, CME의 에너지가 자기권에 유입되어 지상 산업 시스템에 피해를 초래



## (2) 개발 내용

- CME 탐지 및 분석 모델 개발
  - CME 형태 분류 및 3차원 모델 설계
  - 모델 개발 및 과거 CME 수동 탐지 결과와 비교 분석
- CME 탐지 분석을 통한 태양풍 예측 연구
  - 실시간 태양풍 예측에 적합한 해외 모델 사전 조사 및 선정·도입
  - 과거 CME 탐지 및 분석 모델 결과를 실시간 태양풍 예측 모델에 적용하여 실제 태양풍 관측데이터와 비교
  - CME 탐지 분석 결과 연계를 통한 태양풍 예측 모델 입력 자동화
- 태양입자유입(고에너지입자) 예측 모델 개발
  - 고에너지입자 원인-발생 양상 프로파일 분석
  - 고에너지입자 3차원 시공간 전파 모형 개발
  - 고에너지입자 증가 프로파일 및 경보 확률 예측모델 개발
  - 태양활동 25주기 극대기 고에너지입자 발생 양상 추가 분석을 통한 예측모델 개선 및 최적화

## (3) 개발 계획

- CME 탐지·분석 모델 기반의 태양풍 예측연구 및 태양입자유입 3차원 시공간 발생 범위 및 규모 예측으로 확장 구현

구분	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년
CME 탐지 및 분석 모델 개발	CME 형태 분류 및 3차원 모델 설계	CME 자동 탐지·분석 모델 개발			
CME 탐지 분석을 통한 태양풍 예측 연구	해외 태양풍 예측모델 사전 조사 및 도입	과거 CME에 의한 태양풍 예측 결과 생산 태양풍 예측 모델과 CME 모델 연계			
태양입자유입 예측모델 개발		고에너지입자 통계 분석 및 모델 설계	고에너지입자 3차원 시공간 전파 모형 개발	고에너지입자 증가 프로파일 및 경보 확률 예측모델 개발	예측모델 개선 및 최적화

## 4. 우주교통관리 핵심기술 확보

◇ 국제적인 우주교통관리 서비스 시행에 대비하여 관련 핵심기술에 대한 선제적 연구 및 확보

### ① 우주물체 능동제거 기술 연구

#### (1) 배경 및 필요성

- 다양한 우주활동을 안전하고 지속적으로 수행할 수 있는 우주시대 대비 필요
- 인공우주물체와 국가우주자산 증가에 따라 안전한 운영을 위한 대비 필요
- 지속적인 미래 우주활동을 위해 고위험 우주물체 선제적 제거기술 필요

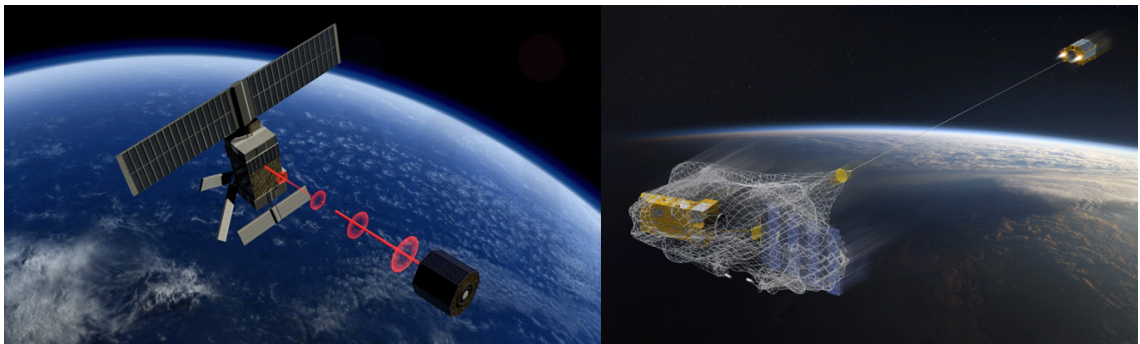


그림 1안 6-12. 능동제거 예시(ESA)

#### (2) 사업 내용

- 우주쓰레기 제거를 위한 랑데부/도킹, 근접운영 기법 연구
  - 우주물체 제거를 위한 랑데부/도킹 사례 조사 및 분석
  - 랑데부/도킹, 근접운영 이론 및 기법 정리
  - 우주물체 제거를 위한 랑데부/도킹, 근접운영의 핵심 고려사항 도출
- 우주쓰레기 포획 및 능동 제거 기술
  - 우주물체 능동제거 전략 및 사례 조사 및 분석
  - 해외 제거물체 선정 방식 조사 및 우리 우주자산 보호를 위한 제거 대상 선정 연구

○ 우주물체 능동 제거 시나리오 연구

- 궤도 상 각종 섭동들이 고려된 시뮬레이션 환경 정의
- 가상현실(VR) 기술을 적용한 랑데부/도킹, 근접운영 시뮬레이터 개발
- 특정 제거대상에 근접하기 위한 궤적 설계 및 임무 시나리오 도출
- 다수 우주물체 제거를 위한 최적의 능동 제거 시나리오 연구

## ② 근접분석 및 대응 기술 연구

### (1) 배경 및 필요성

- 다양한 우주활동을 안전하고 지속적으로 수행할 수 있는 우주시대 대비 필요
- 뉴스페이스로 인한 우주물체의 급격한 증가, 향후 국가 우주자산의 증가로 인해 운영자산에 근접하는 우주물체와의 충돌위험 분석 및 완화 기술의 고도화 및 분석용량의 증가가 시급함
- 세계적인 우주교통관리 추세에 맞추어 다양한 궤도정보를 활용한 근접분석 및 대응 기술 연구 필요

### (2) 사업 내용

○ 우주물체와의 충돌위험 분석 및 완화 기술 고도화

- 우주물체 및 운영위성 증가에 대비한 충돌위험 대응업무의 자동화
- 빅데이터 기반 충돌위험 예측 기술 개발
- 우주물체 궤도상 분열이벤트 모델링 및 시뮬레이션 연구
- 우주교통관리 데이터 획득 및 처리 기술 개발
- 우주교통 현황 모니터링 기술 개발



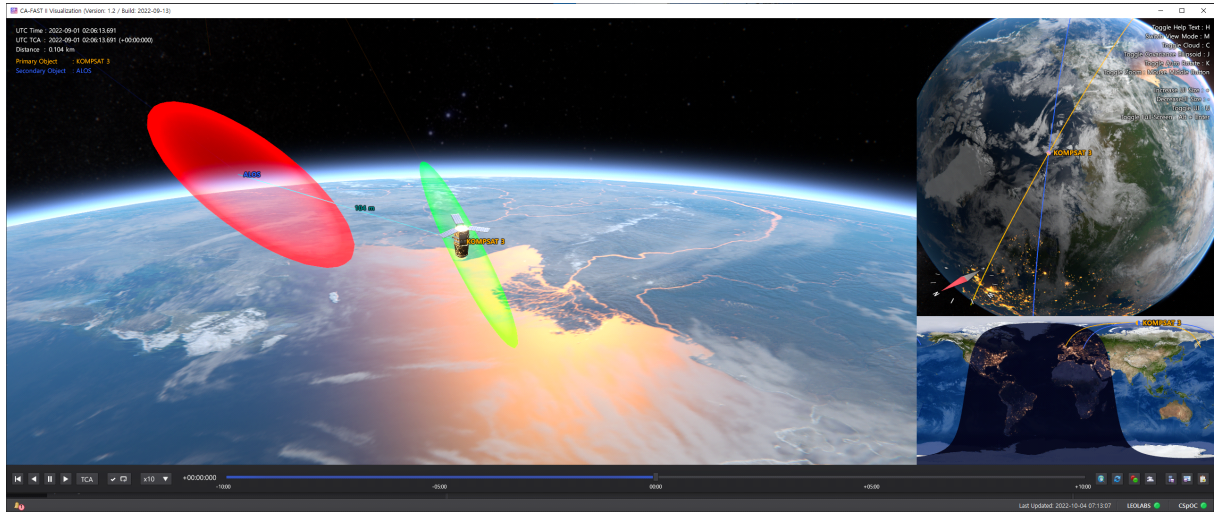


그림 1안 6-13. 운영위성의 충돌위험 상황 예시(항우연, CA-FAST II)

## ② 다중영역 교통관리 데이터 연계체계 연구

### (1) 개요

- 우주/항공/해양/지상의 모든 영역에서 사용되는 교통관리 데이터를 분석하고 상호 간 공유가 필요한 데이터를 연계하는 네트워크 연구

### (2) 배경 및 필요성

- 미래 우주교통관제는 인공위성 발사와 운영이 증가하면서 안전한 우주활동을 담보하기 위해 항공기나 선박 등과의 연계가 필요

### (3) 사업 내용

- 빅데이터와 인공지능 기술 기반의 우주/항공/해양/지상의 개별 교통관리 영역 데이터 분석
- 다중영역 간의 상호 데이터 연계를 위한 표준 프로토콜 연구

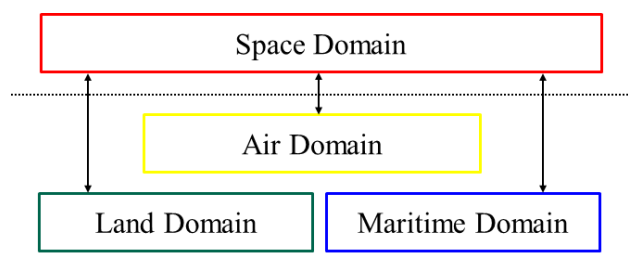


그림 1안 6-14. 다중영역 개념



#### 4 우주교통관리 디지털 트윈

##### (1) 개요

- ‘생애주기 전반에 걸쳐 실시간 데이터를 사용하여 업데이트되고, 시뮬레이션, 머신러닝, 추론을 통해 의사 결정을 돕는 객체 또는 시스템의 가상모델’(IBM)
- 1960년대 NASA의 Apollo 임무에 사용된 ‘living model’이라는 용어에서 유래

※ living model: Apollo 13호의 산소 탱크 폭발과 그에 따른 주 엔진 손상 대응하여 여러 시뮬레이터를 통해 고장 평가하고 디지털 구성요소를 포함하도록 물리적 모델을 확장한 바 있음

- 시뮬레이션 vs. 디지털 트윈

구분	시뮬레이션	디지털 트윈
적용	예상되는 환경 및 조건 하의 행동 예측	실제 사물의 미래 현상 및 상태 변화 예측
활용	기술 R&D 및 제품설계	사용중인 시스템의 최적 운영 및 유지보수

- 디지털 트윈 프로세스

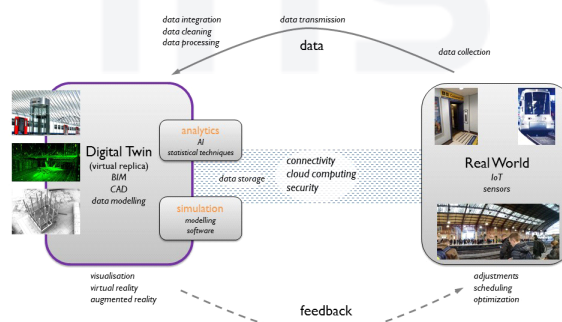


그림 1안 6-15. 디지털 트윈 프로세스

##### (2) 추진 배경

###### ○ 우리나라의 우주활동 증가

- 제21회 국가우주위원회(‘21.11) ‘우주산업 육성 추진전략’ 및 과학기술 정보통신부 ‘제2차 위성정보활용종합계획’에 따라 2031년까지 국가 위성만으로도 약 70기 이상 운영될 예정이며, 산·학·연 모두 큐브 위성 등으로 위성개발 진입장벽이 낮아짐에 따라 국내 우주활동 또한 국제동향에 따라 다양화·증가 추세

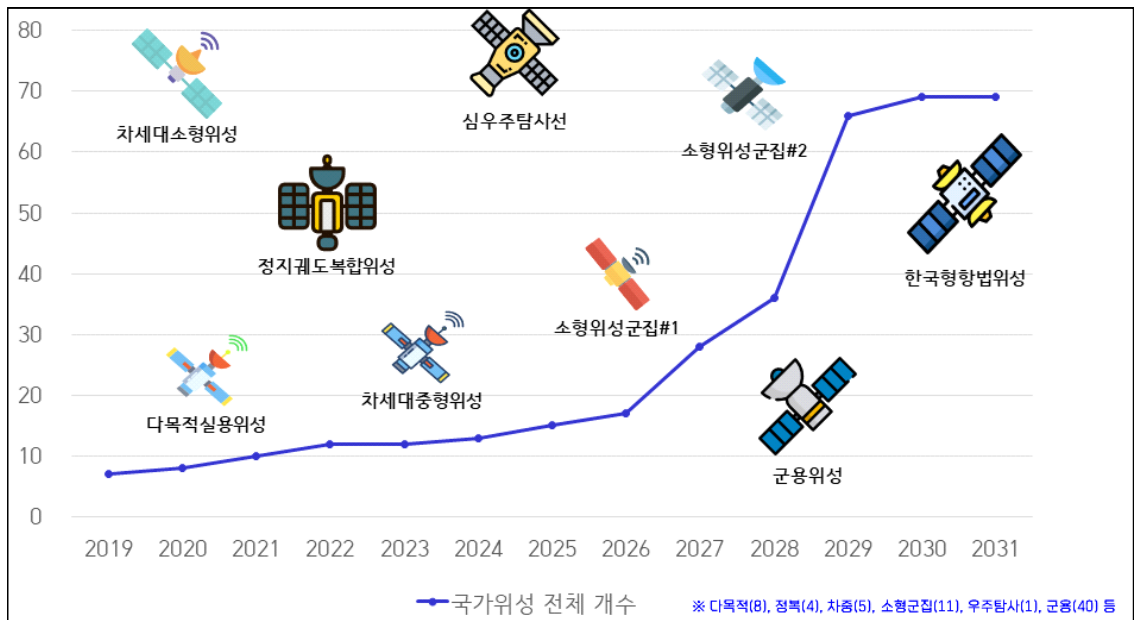
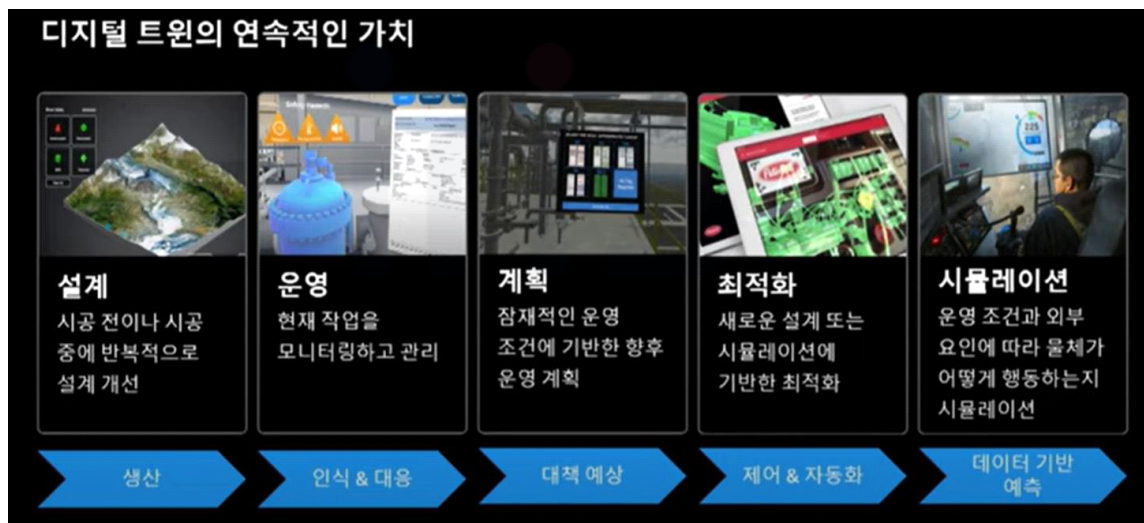


그림 1안 6-16. 국가위성 개발계획에 따른 연도별 위성 증가현황

## ○ 우주비행체의 설계부터 운영까지 이르는 연속성 확보



## ○ 디지털 트윈의 필요성

- 현실세계로부터 수집된 데이터로 구현한 다양한 정보에 대해 직관적인 이해와 연계 및 분석 가능
- 현실의 문제를 시뮬레이션하고 관련 정보 활용 가능성 확보
- 담당자(운영자)가 정확한 정보를 즉각적으로 얻고, 이를 토대로 객관적인 정보 분석 및 판단에 활용
- 정보의 실시간 연동/축적/활용을 통한 시뮬레이션, 분석 및 예측 정보의 가시화를 통한 의사결정지원 최적 도구



그림 1안 6-17. 우주 디지털 트윈 구현예시

### (3) 사업 내용

- **(우주자산 운영)** 위성, 인프라(관측·교신 시설, 네트워크) 디지털 트윈화
- **(지속가능한 우주활동)** 우주상황인식, 우주교통관제 시스템 디지털 트윈화
- **(공공 플랫폼 확장)** 위 디지털 트윈을 공공 플랫폼에 모듈화하여 산·학·연 모두 활용할 수 있도록 공공서비스로 확장

구분	범위	내용
시스템 설계	데이터구조 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 저장/관리/공유 설계</li> <li>데이터자동처리/통계/분석/공유 설계</li> <li>데이터 디스플레이 설계</li> </ul>
	인터페이스 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로세스별 인터페이스 설계</li> <li>우주교통관리/우주상황인식/우주임무운영</li> <li>인프라/데이터 플로우</li> </ul>
	UX/UI 디자인	<ul style="list-style-type: none"> <li>디지털 트윈 SW 구조설계</li> <li>가시화 위한 UX/UI 디자인</li> </ul>
시스템 구현	시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 저장/관리/공유 모듈 개발</li> <li>데이터자동처리/통계/분석/공유 모듈 개발</li> <li>데이터 디스플레이 모듈 개발</li> </ul>
	데이터 연동 및 최적화	<ul style="list-style-type: none"> <li>외부 인터페이스 통한 데이터 자동 수집 및 관리시스템과 연동</li> <li>디스플레이 제어/동기화</li> </ul>
	기술 검증	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 생성 및 검증</li> <li>접속자 모니터링</li> <li>결과 리뷰 및 반영</li> </ul>
	디지털 트윈 구현	<ul style="list-style-type: none"> <li>인프라(네트워크) 디지털 트윈 구현</li> <li>디지털 트윈과 실시간 데이터 연동</li> </ul>
시스템 검증 및 고도화	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>하위부터 상위 시스템 검증시험</li> <li>모듈별 기능 고도화</li> <li>UX/UI 지속개선</li> </ul>

## Ⅴ 우주교통관리 데이터 공유체계

### (1) 개요

- 인프라 및 정보 공유자, 이해관계자를 모두 아우르는 공통된 데이터 공유체계 필요
- 우주교통관리가 필요한 당사자들이 전 세계에 걸쳐있는 수많은 지상 인프라와 우주공간상의 우주자산으로부터 획득한 데이터를 용이하게 공유할 수 있는 플랫폼이 필요함
- 산·학·연 뿐만 아니라 관련부처·기관과 신속한 정보공유 플랫폼으로 활용 가능

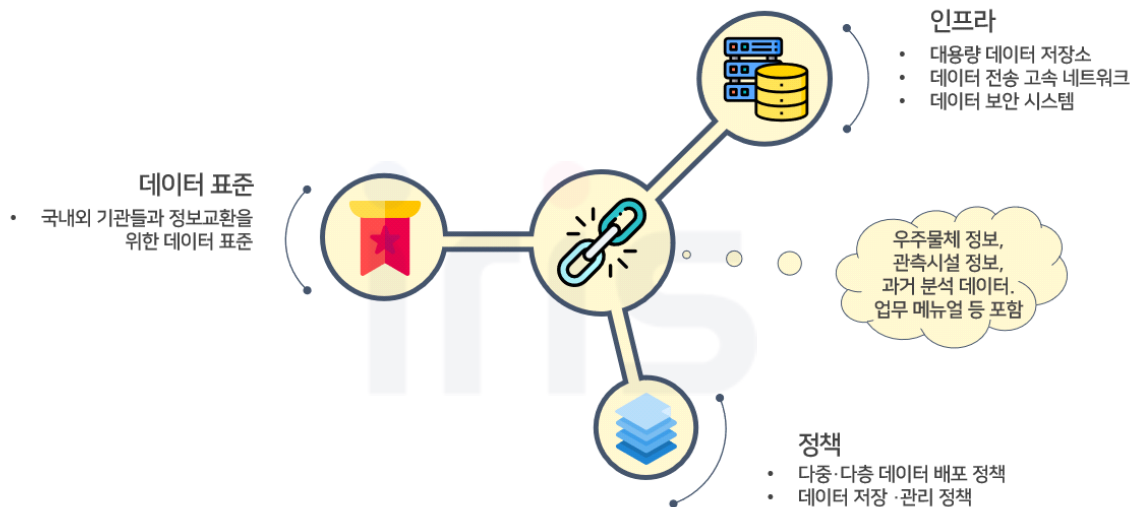


그림 1안 6-18. 통합 플랫폼 구축을 위한 필수 개발요소

- 뉴스페이스 시대에 맞는 자유롭고 다양한 우주활동의 보장
- 우주의 진입장벽을 낮추고 다양한 우주임무의 설계를 지원하기 위한 플랫폼 필요
- 메가트렌드인 메타버스 형식 공공인프라 성격의 플랫폼 구축으로 우주교통관제뿐만 아닌 다양한 우주공간상의 임무설계, 시뮬레이션, 운영지원 가능

## (2) 추진 배경

- 전 세계 민·관·군 분야 우주활동 확장 및 다양화
  - OneWeb社(400기), SpaceX社(1800기) 등 대규모 위성군(Mega-constellation)의 등장, 위성영상 서비스를 넘어서 우주관광, 우주채굴 등 우주영역으로 확장이 점점 심화됨
  - 우리나라도 제21회 국가우주위원회(‘21.11) ‘우주산업 육성 추진전략’에 따라 ‘31년까지 군집위성 포함 공공목적 위성 총 170기 개발 예정으로, 국가우주자산에 대한 우주교통관리의 중요성이 강조되고 있음
- 우주교통관리의 핵심 키워드는 상호운용성과 데이터 셰어링
  - 실시간 우주교통관리를 위해서는 우주자산에 대한 실시간 우주상황 정보가 필요
  - 우주자산의 우주상황 정보를 실시간으로 확보하기 위해서는 데이터 릴레이가 필수이며, 이를 위한 추가적인 우주자산이나 지상자산 등 대형 인프라(데이터릴레이 위성, 지상국 안테나, 지상 네트워크 등) 필요
  - 각자의 인프라를 서로 공유(상호운용성, Interoperability)하고, 확보된 정보 및 분석결과를 공유(데이터 셰어링, Data sharing)하는 것이 우주교통관리를 위한 전제조건

## (3) 사업 내용

- 실시간 우주상황 정보획득
  - 우주환경관리/우주상황인식/우주임무운영 정보의 획득
  - 데이터 셰어링(CCSDS), 인프라 상호운용성(IOAG) 등 표준화 적용
- 빠르고 정확한 정보의 인식
  - 텍스트기반에서 3D 모델기반의 UX/UI
  - 디지털트윈 기반 실시간 정보 인식

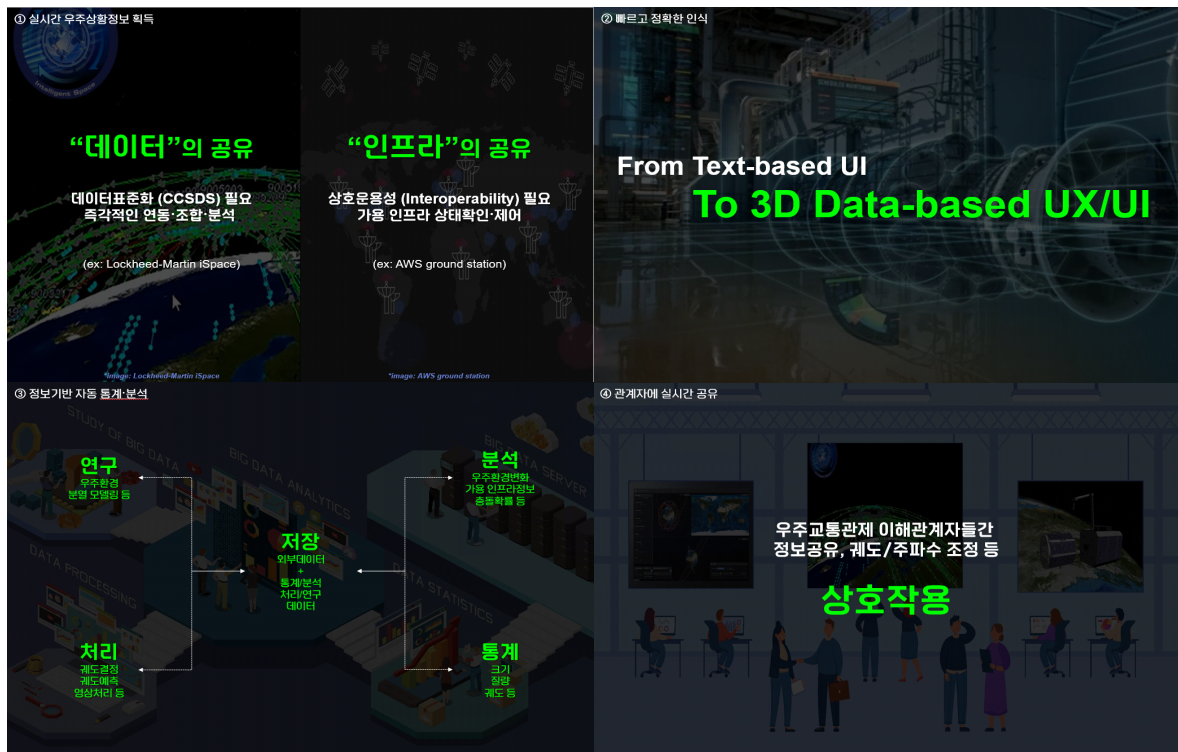


○ 정보기반자동통계/분석/처리

- 데이터 서버의 정보들을 자동으로 통계, 분석, 연구, 가공 후 재저장
- 각 기능은 모듈화 되어 메타버스 플랫폼에 제공

○ 이해관계자에 실시간 공유

- 개발자, 운영자, 기관 관계 등 이해관계자와 데이터 및 결과물 공유
- 실시간 상호작용(교통관리를 위한 궤도 조정, 주파수 조정 등)



## 5. 우주공간 환경보호기술 및 우주기반 관측기술 확보

◇ 우주물체의 증가로 급속히 악화되고 있는 우주공간의 환경보호와 개선을 위한 핵심기술과 우주공간에서 직접 관측하는 기술 연구개발

### ① 우주환경 보호와 개선 기술 연구

#### (1) 개요

- 우주환경 개선을 위해 우주시스템 설계/제작/운영/폐기의 전주기 사이클에 적용가능한 우주파편 감소 기술과 기준을 연구
- Dark & Quiet Sky를 위한 위성 설계/운영 기술 연구
- 우주환경 개선을 위한 우주파편 감소 정책 방안 연구

#### (2) 배경 및 필요성

- 우주물체의 증가로 우주환경이 급속히 나빠지고 있으며, 국제적으로 우주환경을 보호하고 개선하기 위한 기술과 정책의 필요성이 증대되고 있음
- 2023년 제41차 IADC 총회에서 유럽 ESA는 Zero Debris Approach 정책을 소개하면서 미래 우주임무의 위험을 감소시키는 것을 목표로 정책을 수립하고 위성 플랫폼을 업그레이드하는 등 실질적인 행동을 하고 있다고 함. 향후 ESA의 관련 가이드라인에 반영하는 구체적 실현 방안도 연구하고 있음
- 국제천문연맹(IAU)은 Dark and Quiet Skies Global Outreach Project를 통해 어둡고 조용한 하늘 보존의 필요성을 대중에게 인식시키는 캠페인을 벌이고 있음. 이는 인공위성 및 야간 인공조명 증가로 인한 밤하늘의 빛 공해를 줄이고 무선 간섭으로 인한 위협을 줄이자는 취지임





그림 1안 6-19. 미국 스타링크 위성에 영향받는 밤하늘  
(Refer to 유럽남부천문대)

### (3) 사업 내용

- 우주파편 감소 가이드라인과 기술 연구
  - 우주시스템의 전주기 사이클마다 적용할 수 있는 우주파편 감소 기준과 기술 연구
  - 위성 설계와 제작 시에 우주파편 발생이 저감되는 기술 연구
  - 우주파편 발생을 감소시킬 수 있는 폐기 기술 연구
- Dark & Quiet Sky를 위한 위성 설계/운영 고려사항 연구
  - 우주환경 개선을 위한 위성 구조 설계 기준을 연구
  - 빛 반사가 적은 신물질 개발과 우주환경에서의 적합성 시험
  - 전파간섭을 줄일 수 있는 통신장비 개발과 주파수 분배 기준 연구

## ② 우주환경보호를 위한 우주쓰레기 생성방지 연구

### (1) 개요

- 우주환경보호를 위해서는 불필요한 우주쓰레기 생성 방지가 중요함
- 우주쓰레기 생성 방지를 위해서는 위성 설계, 개발, 운영, 폐기 등 단계별로 필요사항을 식별하고 이에 대한 조치를 수행해야 함

## (2) 배경 및 필요성

- IADC(국제우주쓰레기조정위원회) 임무종료 위성 폐기 가이드라인
  - 잔여 연료나 가압가스 등의 액체류는 과도한 압력이나 화학반응으로 인한 우발적인 궤도상 분열(Break-ups) 사고 방지 필요
  - 배터리는 임무 종료 후 충전라인이 비활성화될 수 있도록 구조적/전기적으로 설계 및 제조 고려해야 하고, 플라이휠이나 모멘텀휠의 전원, 기타 다른 형태의 저장 에너지가 폐기단계 중에 종료되어야 함 (Passivation)
- 최근 들어, 일부에서는 기존 IADC '25-year Rule' 대신에 '5-year Rule' 등도 논의되고 있음
- 유럽우주청에서 채택한 Zero Debris 정책 발표(2023년)



## (3) 사업 내용

- 고장 위성 수리 등 궤도상 서비스(견인/수리/교체/조립) 시나리오 연구
- 임무연장을 고려한 고장감지 및 자동폐기 기술
- 위성폐기 및 임무연장 트레이드오프 정량화 연구
- 우주쓰레기 저감기술 연구 (Breakup 방지 기술, Passivation 기술 등)
- 임무종료위성 폐기(Post Mission Disposal) 연구
  - 임무종료 위성을 위한 폐기전략 도출, 폐기경로 및 기동 설계, 잔여 궤도수명 분석

- 정지궤도 임무종료 위성 폐기를 위한 기동 및 절차 분석
- 산학연 큐브위성 개발 및 운영, 폐기 기술지원
- 우주자산 Controlled (Semi-Controlled) Reentry 기술 연구
  - 지구 재진입 과정에서 위험 최소화 방안 도출
- 딥러닝을 이용한 지구 재진입 궤적 예측 정밀도 향상 연구
- 지구 재진입 물체의 내부 부품 생존 가능성 분석 연구
- Casualty Risk 모델링 및 시뮬레이션 연구

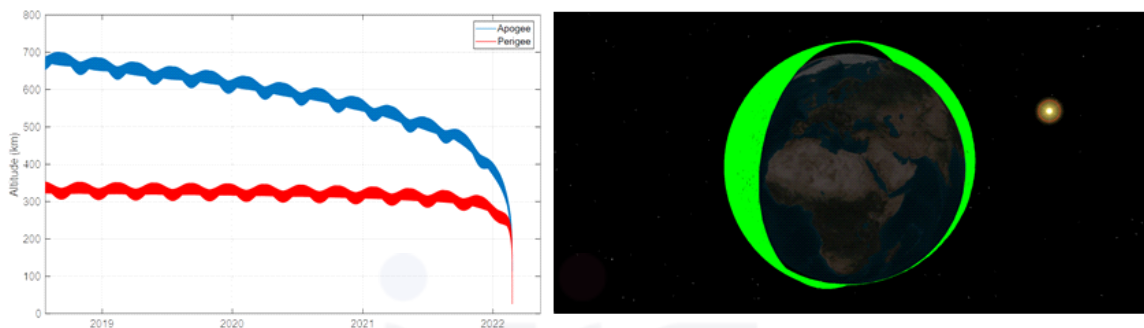


그림 1안 6-20. 근지점 고도 저하를 통한 지구 재진입 궤도

### ③ 우주-지상 통신 주파수 간섭 대응 연구

#### (1) 개요

- 우주물체 급증에 따라 우주-지상 통신을 위한 주파수 간섭 문제가 대두됨
- 미래 우주경제 시대 대비 및 우주환경보호 측면에서 우주운영과정에서 발생 가능한 주파수 간섭 문제를 분석하고 대응(사전 조율 및 방지)하는 체계가 필요

#### (2) 배경 및 필요성

- 우주산업 선진국들은 유한 우주자원 중 하나인 주파수/궤도에 대해 자국의 이익과 보호를 목적으로 철저한 분석, 관리를 통해 위성 등을 운용

- 우리나라는 주변 인접국 및 지리적 밀집 등으로 우주자원 사용 환경이 제한된 열악한 실정이기에 우주 주파수 자원의 안정적인 운영은 매우 중요함
- 실제 인공위성 운영 과정에서 주변국 위성 및 지상국과의 전파 혼선이 발생하여 데이터 손실 및 통신 오류가 발생하고 있음
  - 주파수 간섭으로 인한 위성 영상수신 실패
  - 주변국 지상국을 이용하는 외국 위성의 하향전파가 국내에 설치/운영되고 있는 안테나에 유입됨
- 주파수 간섭 문제는 향후 위성 및 지상국 증가에 따라 지속적으로 발생할 것으로 예상됨

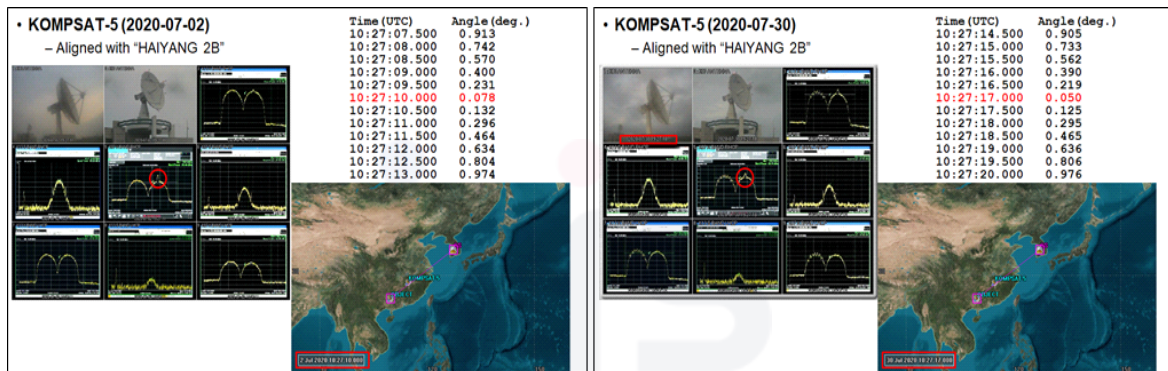


그림 1안 6-21. 다목적실용위성 전파 혼선에 따른 통신 오류 사례

### (3) 사업 내용

- 운영위성 주파수 간섭 예측 및 대응 연구
  - 주파수 간섭 후보군 위성을 식별
    - 기하 배치 관점에서 궤도분석
    - 등록 주파수 및 사용 주파수 데이터베이스(DB) 연계
  - 궤도예측을 통해 사전에 간섭 가능성 파악
  - 간섭 예상시간에 위성-지상국 통신 시간 조정
    - 실시간 분석을 위한 데이터 처리속도 개선

#### ④ 국가위성 충돌손상 영향 분석 및 보호 설계 연구

##### (1) 개요

- 우주물체(인공/자연)와 국가위성 간 초고속충돌 발생 확률을 분석하고 충돌에 의한 손상의 영향을 수치적/실험적으로 분석하여 우주물체에 의한 위험성 평가
- 충돌에 의한 영향을 예측하는 프로그램을 개발하여 우주환경의 변화 예측 연구
- 초고속충돌(Hyper-Velocity Impact)에 의한 임무실패 위험을 감소시키기 위한 위성체 보호 설계 연구

##### (2) 배경 및 필요성

- 1957년 최초의 인공위성인 스푸트니크 1호가 발사된 이후 수많은 발사체와 위성체 증가로 지구궤도 상에 27,000개가 넘는 우주물체가 식별되고 있으며, 이 중 제어가 가능한 것은 30% 이하로 안전한 우주활동을 위협하고 있음
- 이러한 우주환경하에서 궤도상에서 임무를 수행하는 국가위성과 우주물체 간의 충돌 확률을 분석하고 충돌에 따른 손상의 영향, 파편의 전개 범위 등을 평가하는 것은 국가위성의 임무보증을 위한 중요한 요소가 될 것으로 예측됨
- 나아가 우주물체에 의한 초고속충돌이 일어났을 때, 국가위성이 받는 손상영향을 최소화할 수 있는 설계를 개발하여 우주환경보호를 위한 국제적인 방향에 동참하는 것이 중요함

##### (3) 사업 내용

- 우주물체 충돌손상 영향 분석 연구
  - 우주물체에 의한 초고속충돌의 손상확률을 분석하여 위험성을 평가하는 프로그램 개발
  - 초고속충돌 영향을 모델링으로 수치 분석하고 이를 실험적으로 검증



- 충돌에 의해 발생하는 우주파편의 변화를 예측
- NASA, ESA, JAXA 등이 가진 코드와 비교 분석 연구

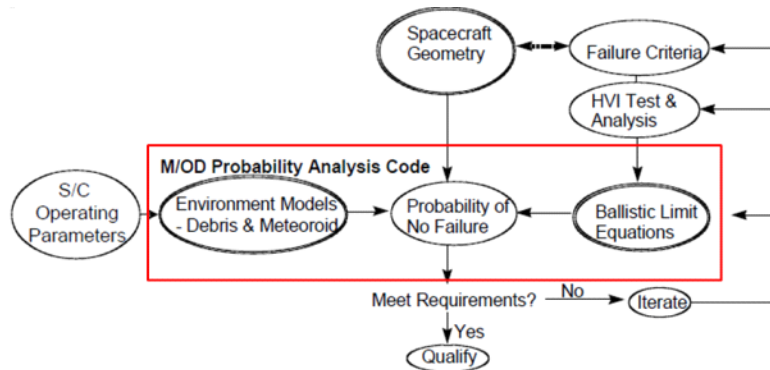


그림 1안 6-22. 우주물체 충돌 위험평가 절차

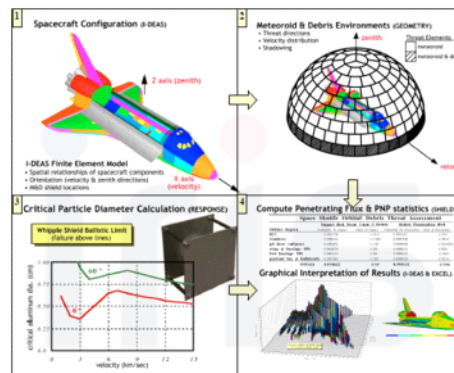


그림 1안 6-23. 미국 NASA BUMPER Code

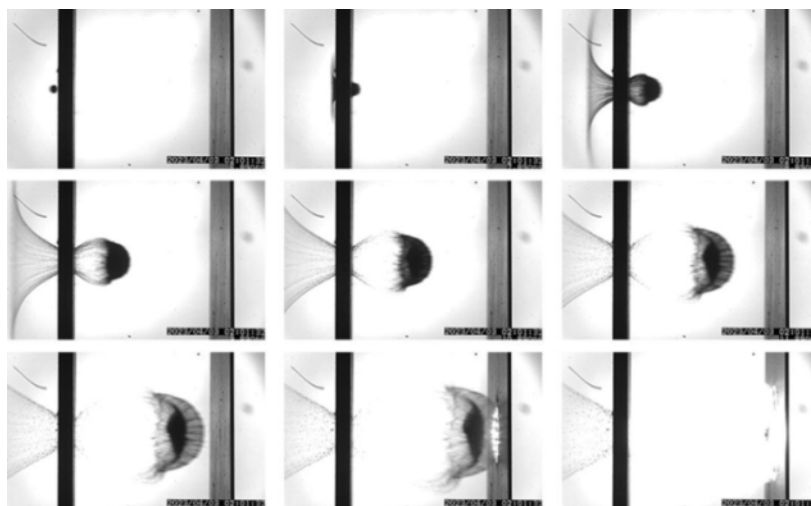


그림 1안 6-24. 초고속충돌 실험의 예

○ 인공위성 및 우주시스템 보호설계와 평가기술 연구

- 충돌손상에 취약한 우주시스템의 설계를 평가하는 기술 개발
- 초고속충돌 위험을 완화할 수 있는 우주시스템 설계 기술 연구

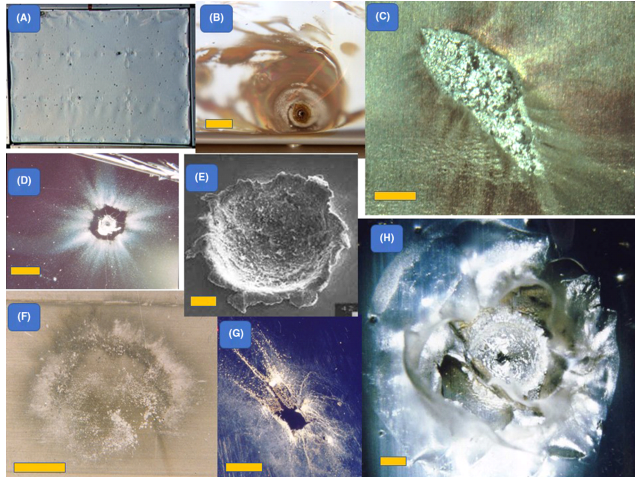


그림 1안 6-25. 우주물체에 의한  
실제 손상 (미국 LDEF)

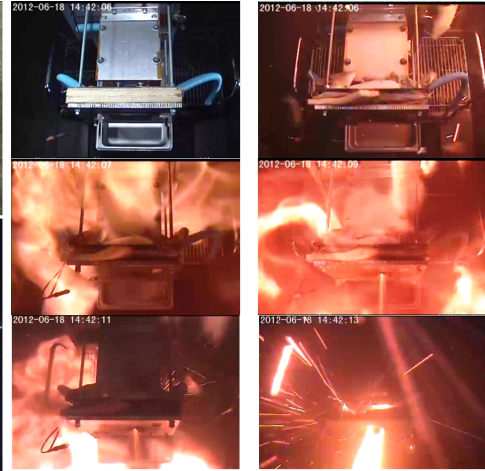


그림 1안 6-26. 위성 배터리의  
초고속충돌 실험 예

⑤ 우주기반 우주감시용 우주감시위성 개발

- **(개요)** 기하급수적으로 증가하고 있는 지구 중력권 상의 우주물체 수는 지상 기반 우주감시 체계의 능력을 넘어서고 있음. 지구 대기권 기상 상태, 관측자 위치의 일몰상태, 태양 위상각도 등의 영향을 최소화 하고 관측확율 및 빈도를 극대화하기 위한 우주기반 우주감시시스템의 수요요구가 필연적임
- 저궤도와 정지궤도/고궤도 영역에서 각각 저궤도 및 중궤도와 정지궤도 및 지구-달계 감시가 가능한 우주감시위성 개발
- **(추진 배경)** 우리나라 및 협력 국가에 구축할 수 있는 지상 기반 우주 감시 체계는 저궤도 및 정지궤도/중고궤도 영역의 인공우주물체 감시체계로서 충분한 역할을 하고 있음. 21세기 들어서 급격하게 증가하는 상업적인 우주개발과 우주의 군사적인 이용은 우주물체의 수를 기하급수적으로 증가시킴. 인류의 우주활동 증가 및 각국의 달탐사 경쟁 및 달기지 건설로 지구-달계(시스루나) 공간 감시 필요성 대두



- 우주 카탈로그(space catalogue)의 준실시간 유지관리를 위해 기상 상태에 영향을 받지 않는 우주기반 관측인프라 필요
- 현재 고궤도부터 지구-달계 영역감시에 정지궤도 상의 우주관측 인프라 필수
- **(추진 배경)** 우주 기반 우주감시 기술 개발 및 감시 체계 구축
  - 저궤도에서 저궤도 및 중궤도 영역을 감시할 수 있는 30cm급 전자광학/적외선 감시체계를 탑재한 차세대중형위성급 우주감시 위성 개발
  - 정지궤도 또는 고궤도에서 정지궤도 영역과 지구-달계(시스루나) 영역을 감시할 수 있는 60cm급 전자광학 감시체계를 탑재한 천리안급 위성 개발

## ⑥ 우주환경 모델링

### (1) 개요

- 우주활동 및 우주개발 증가에 따른 우주환경 혼잡도 증가
- 우주환경 모델링 및 우주물체 개체수 진화 모델링 구축 및 분석, 평가 필요

### (2) 추진 배경

- 지구주변 환경의 문제에 대한 국제적인 대응방안 마련 필요
- IADC(국제우주쓰레기조정위원회)의 Space Debris Mitigation Guideline이 2002년 발표되어 2021년 갱신됨
- 2022년 IADC 보고서에 따르면 지구 주변에만 10cm 이상의 우주 쓰레기가 3만 개 이상, 1cm 이상은 약 100만 개의 물체가 지구 궤도에 존재하여 충돌 및 분열(Break-up)을 통한 연쇄적인 파편 생성 위험성이 증가함을 보이고 있음
- 2010년 이후 대규모 위성군(Mega-constellation) 및 상용위성 등장으로 2000년보다 지구 주변 우주물체 수가 10배 이상 증가하며 충돌 회피나 지구 재진입 관리에 어려움이 증대하고 있음

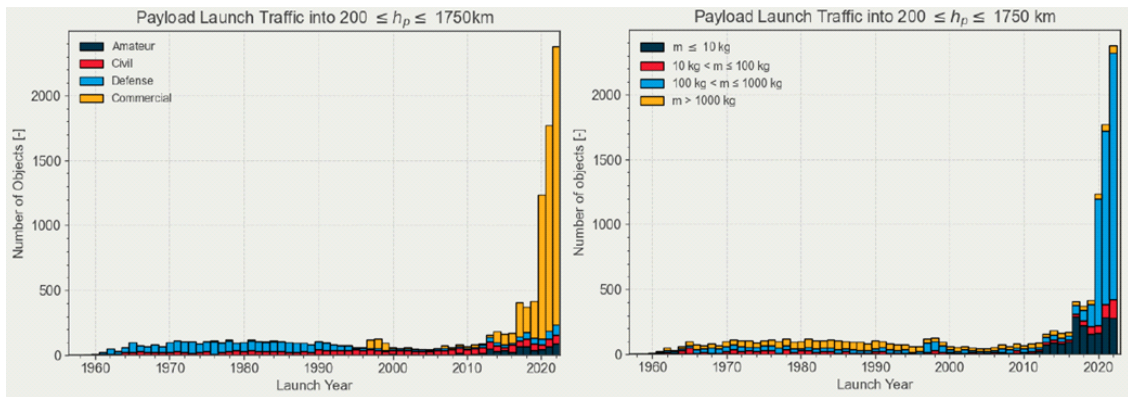


그림 1안 6-27. 우주물체 개체수 증가 추이(좌: 임무별, 우:크기별)

### ○ 우주환경 상태 분석 및 국제협력 노력 필요

- 우주쓰레기 완화조치 검증/실행 수준 모니터링 위한 환경 모델링 필요성 대두
  - 우주쓰레기, 우주환경보호 관련 국제 가이드라인 제정 및 보완 등을 논의하는 주요 국제협약체 적극 참여로 국익반영 및 국제사회요구 적시 대응
  - IADC 회원국 간 협력으로 우주환경 상태를 분석하고 문서화하여 종합 보고서를 작성하고 있음. 또한 이를 주기적으로 발표하여 우주 관련 의사결정자 및 관심 있는 대중에 알리는 활동을 하고 있음
- ※ 항우연에서는 '23년부터 우주환경분석을 수행하는 WG2에 참여하고 있음

### (3) 사업 내용

#### ○ 우주환경 상태 분석을 위한 Space Environment 모델 연구개발

- Space Environment Index 모델 연구
    - 우주환경의 상태와 안전성을 정량적으로 평가하고 표현하기 위한 지표
    - 우주물체 수, 크기, 궤도정보, 충돌확률, 우주물체 증가추세 등을 고려
    - 우주환경변화 모니터링과 우주활동의 결과 및 정책변화가 우주 환경에 미치는 영향 예측하여 우주활동에 대한 의사결정을 지원
- ※ 대규모 위성군의 등장, 우주물체 발사제한 정책 등

- 분열(Break-up) 모델 연구
  - 파편 크기, 질량대비 면적비, 상대속도 등의 추정 방법 연구

※ NASA와 ESA는 각 기관의 고유모델을 제시하고 있음



그림 1안 6-28. NASA DAS와 ESA의 MASTER

- 분열 모델에 따른 각 파편 궤도 예측 및 충돌 위험 평가 기술
- 분열 이벤트의 Space Environment Index 미치는 영향성 평가 기술
- 모델기반 우주환경 상태분석 및 예측 시스템 개발
  - Space Environment Index와 분열 모델을 아우르는 고유모델 개발
  - 고유모델을 통한 우주환경 상태분석 시스템 개발
  - AI를 통한 미래 환경 진화 시뮬레이터 개발

## 7 우주기반의 독자적인 태양폭풍 감시시스템(GK5/KSEM-II)

### (1) 사업 개요

- 대규모의 태양 흑점 폭발 등으로 인한 태양폭풍(solar storm)은 고 에너지 양성자 유입(solar proton event), 지자기 교란 등의 위험 우주기상(space weather) 현상을 초래하여 기상위성, 해양·환경위성, 통신위성, 항법위성 등 국가 우주자산의 안정적 운영에 위협이 될 뿐만 아니라 고주파 통신, 항법, 전력 등 사회적 인프라와 국민 보건(항공 승객과 승무원의 우주방사능 노출)에 큰 피해와 영향을 초래할 수 있음. 따라서 우주에서의 태양폭풍에 대한 실시간 감시 체계의 안정적 구축과 현업 운영이 필요함

## (2) 추진 배경 및 목적

- **(배경)** 기상청은 위성 기반의 독자적 우주기상 상시감시 체계구축의 일환으로 2018년 12월 5일에 발사된 정지궤도 기상위성인 천리안 위성 2A호에 기상관측용 영상기(AMI)와 함께 3종의 우주기상 관측 센서(Particle Detector, Magnetometer, Charging Monitor)로 구성된 우주기상탐재체(Korean Space Weather Monitor, 이하 KSEM)를 통해 국내 최초로 지구 정지궤도(Geostationary Orbit)에서의 우주 기상관측을 시작하였고, 기상청/국가기상위성센터 홈페이지를 통해 2019년 7월부터 우주기상 관측자료의 정식서비스를 시작한 바 있음
- **(목적)** 기상청은 천리안위성 2A호의 우주기상 관측 임무를 승계하고, 위성기반의 독자적인 태양폭풍 감시역량 강화를 위해 GK5/KSEM-II를 개발하여 2031년부터 현업운영 및 실시간 자료 서비스를 실시할 예정임

## (3) 사업 내용

- KSEM-II 핵심 성능 및 특징
  - 10 MeV(메가 전자볼트) 이상의 고에너지 양성자 플럭스를 측정할 수 있는 Particle Detector를 국내 기술로 개발하여 탑재함으로써 태양폭풍 시에 동반되는 태양입자 폭풍(Solar Radiation Storm)에 대한 감시 기능 강화
  - 0.1~4.0 MeV 에너지 대역의 고에너지 전자 플럭스를 측정할 수 있는 Particle Detector를 국내 기술로 개발하여 탑재함으로써 위성체 끌림 및 하전입자 대전에 대한 감시 자료로 활용
  - 유럽우주국(European Space Agency, 이하 ESA)과의 국제협력을 통해 ESA에서 개발한 자력계(SOSMAG-II)를 탑재하여 근지구권의 지구자기장 세기와 지자기 교란 상황을 실시간으로 감시
  - 위성체의 내부대전(Internal Charging)을 감시할 수 있는 대전감시기(Charging Monitor)를 탑재하여 고에너지 하전입자의 위성체 유입에 따른 위성체의 대전 상태를 실시간 감시

## ○ KSEM-II 개발 일정

- 천리안위성 2A호(GK2A)의 우주기상 관측 임무를 승계할 천리안 위성 5호(GK5)는 2025년부터 본격적인 개발에 착수할 예정임. 2031년 상반기에 위성 발사 후 약 6개월 정도의 궤도 상 시험(In-Orbit Test) 기간을 거쳐 2031년 말부터 현업운영 및 정식 자료 서비스를 실시하는 일정으로 사업이 추진되고 있음

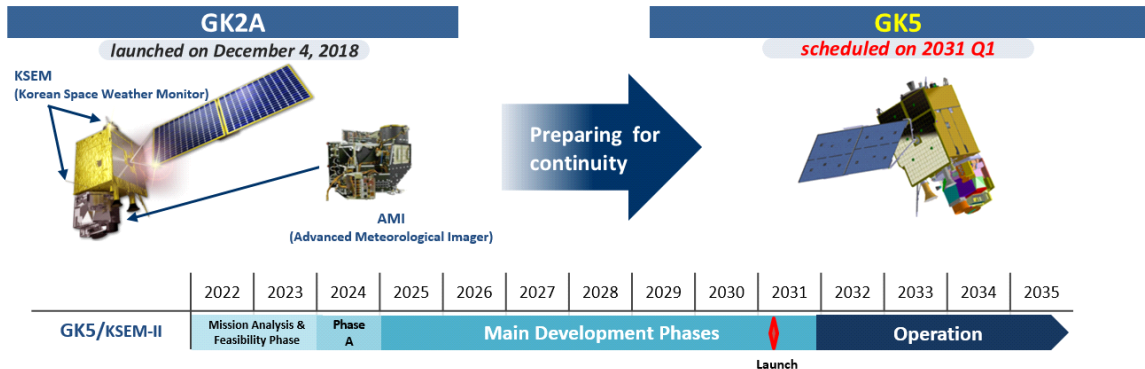


그림 1안 6-29. 천리안위성 5호에 탑재예정인 KSEM-II 개발 일정(출처: 기상청)

## (4) KSEM-II 현업운영 및 활용 계획

- 천리안위성 5호에 탑재될 우주기상탐재체(GK5/KSEM-II)는 동경 128도 부근의 적도 상공(고도 약 38,000km) 지구 정지궤도(Geostationary Orbit)에서 독자적인 우주기상 관측 현업 임무를 수행할 예정이며, 관측 후 약 3분 이내에 관측자료 수집부터 처리 및 배포의 모든 과정이 완료됨에 따라 태양폭풍 등 우주기상 실황감시가 거의 실시간적으로 이루어질 수 있음
- KSEM-II 관측 및 활용자료(L1B, L2 등)는 기상청 홈페이지 표출, 실시간 FTP 서비스(Realtime FTP Service), OPEN API 서비스 등을 통해 국내외 사용자들에게 배포될 예정임. 특히, 국내외 우주관련 핵심 사용자 그룹(과학기술정보통신부(우주전파센터), 국방부(공군 기상단), 한국항공우주연구원, 한국천문연구원, KT-SAT, 우주과학 관련 대학 등) 및 해외 우주 전문기관(NOAA/SWPC, NASA/JPL, ESA, EUMETSAT, NICT, BoM 등)에서 태양폭풍 실황 감시, 우주 기상 모델 개발 및 검증, 우주기상 과학연구 등에 폭넓게 활용될 예정임

## 1. 우주위험대응 법령 정비

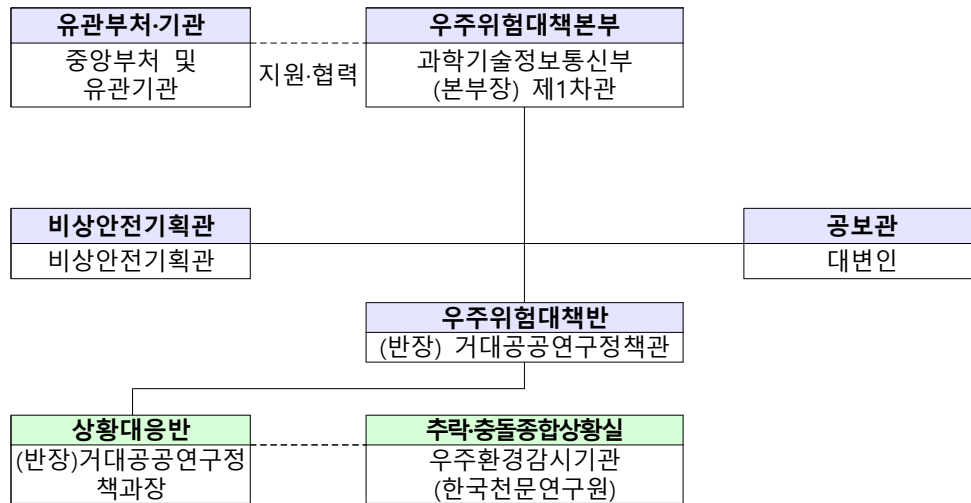
◇ 우주위험에 효율적으로 대응하기 위해 관련 국가법령과 이를 시행하기 위한 제도, 매뉴얼, 조직 등을 정비

### ① 국가 대응체계 정비

#### (1) 개요

- 현재 우주사고에 대한 우주 위험 대응매뉴얼 체제를 수행하는 국가 대응체제는 과기정통부가 우주물체(인공/자연)가 추락·충돌하여 발생하는 재난에 대해 우주위험 대책본부가 구성되어 운영하고 있음
- 우주위험 대책본부는 비상설조직으로 평상시는 상시 우주 환경감시 임무를 법으로 지정받은 천문연구원의 추락·충돌 종합상황실에서 대응(24시간/7일)하다가 우주물체(인공/자연)의 추락·충돌상황 발생 경우에 재난 주관기관인 과기정통부의 1차관이 본부장으로 하는 우주위험 대책본부가 구성되어 운용됨
- 현재 우주사고에 대한 국가 대응체제로서 우주위험 대책본부는 13개의 정부 부처의 국장과 3개 유관기관(한국 항공 우주연구원, 한국천문연구원, KAIST 인공위성연구소)의 원장으로 위원이 구성되어 운용되고 있으며, 재난 시의 우주위험 대책본부운용은 과기정통부의 거대 공공 연구정책과에서 우주위험 대책반(상황대응반)을 편성하여 대응함





## (2) 추진 배경

- 우주 위험재난으로서 인공 및 자연 우주물체의 추락 및 충돌에 의한 재난은 지진재난처럼 단일 직접 피해(지반 붕괴)에 의하여 다양한 복합연계 피해(산사태, 붕괴, 화재, 정전, 해일, 화학사고 등)를 발생 하는 재난 유형의 특성을 가지고 있음
- 그러나 지진재난의 재난관리주관기관이 행정안전부처럼 역량 측면에서 재난의 상황관리단계(징후감시=초기대응-비상대응-수습복구)에서 전체 재난을 통제 가능한 역할과 기능이 과기정통부가 제한 되어 우주사고에 대한 국가 대응체제로서 강화된 우주위험 대책 본부의 위상과 역할의 재정립이 요구됨
- 대한민국의 확대 및 발전된 우주 역량의 증대로 과기정통부의 외청으로 신규 창설되는 우주항공청의 설립으로 우주사고에 대한 국가 대응체제로서 현재의 한시적 대응조직인 우주위험 대책본부의 역할, 편성 및 운용에 대한 발전적 대안의 요구되고 증대되고 있음
- 기존의 우주위험대책본부의 평시 기반, 상시 조직으로 우주환경 감시기관으로 지정된 한국천문연구원과 새로 신설되는 우주항공청이 부여받게 될 우주위험, 사고 대응 기관으로서 임무와의 연계, 융합과정의 취약성으로 조정의 필요성이 요구됨

- 따라서 현재의 한시적으로 재난 발생 시에 구성되어 운용되는 우주 위험대책본부는 미래의 다양화되고 변화된 우주위험 사고 위협에 대하여 기능과 임무, 역할 및 역량이 확대 강화되고 상시화된 우주 위험 대비 국가 대응 체제로 위치재정립과 확대 개편 사업추진이 필요함

### (3) 사업 내용

#### ○ 국가 재난관리체제의 특성

- 국가재난관리체제의 핵심은 해당 재난을 재난관리 전 단계(예방-대비-대응-복구)에 책임지는 재난관리주관기관에 있으며, 특히 대응 단계에서 위기관리 매뉴얼체 제와 비상대응기구의 운용을 통하여 재난의 피해를 최소화하고 있음
- 대응단계의 핵심은 평시 상황에서 재난 상황으로 전환되어 신속히 재난을 극복하는 연계 역량으로 위기 대응매뉴얼의 작동성과 비상 대응기구의 재난대응 수행 역량에 있음
- 따라서 미래에 확대 증가된 우주위험에 대비하여 국가재난 대응 체제로서 우주위험 대책본부의 기능, 임무, 역할 화장과 상시화 조직 으로 확대 개편을 추진하려 함

#### ○ 운용목표

- (단기) 우주위험 재난지휘 통제센터 설립

※ 우주위험 대책본부의 상시화, 확대 개편

#### ○ 우주위험 대책본부의 상시화, 확대 개편(2025년)

- 자연/인공 우주물체에 대한 변화된 위협의 식별 및 재난의 수준 분석
- 변화된 자연/인공 우주물체 위협에 대한 대응 체제 및 역량구축 방안
- 현 과기정통부의 우주위험대책본부 운용임무를 우주항공청으로 임무 전환

※ 예: 재난대응 전문 기능 보유 정부부처 외청에 재난관리주관기관 임무 부여  
(산불: 산림청, 화재: 소방청, 해양오염 사고: 해양경찰청, 방사능 사고: 원안위)

- 상시 운용(24시간/7일) 비상 대응 기구로서 임무, 기능, 역할 및 편성방안

- 우주위험 재난관리 전 단계를 담당하는 비상 대응 국가재난 대응 체제로서 명칭 변경

※ 기구명칭 변경: 「우주위험 재난지휘 통제센터(가칭)」

- 우주 환경 감시기구로서 천문연구원과 우주위험 재난지휘 통제센터와의 역할 관계의 재정립

- 우주 재난 발생 시 「우주위험 재난지휘 통제센터(가칭)」을 우주 위험 대책본부로 격상하여 운용

○ 참고: 상시 운용 국가재난 대응 체제 적용 재난(예: 방사능 재난)

- 원자력안전위원회: 「현장 방사능 방재지휘센터」 운용

※ 평시 원전 지역 비상계획지대(EPZ)10km 내 위치 운용/감시 임무 수행

- 재난 발생 시 원자력안전위원회의 사무처장이 현장 센터장 임무 수행

- 전문 방사능 재난 대응기관 및 지자체, 정부 협업부서 총괄 지휘 통제 수행

※ 한국원자력연구원, 한국원자력안전기술원, 한국원자력의학원

- 방사능 재난 현장 대응활동 총괄 지휘

- 주민보호 의사결정을 위한 합동방재대책협의회 주관

- 시군구(지자체) 방사능대책본부 지휘 및 방재요원 임무 부여



- 소행성 추락이 2017년 「재난 안전 및 안전관리 기본법」 개정을 통하여 '자연 우주물체 추락·충돌'재난이 신규 국가재난으로 지정되었으며, 동년 6월에 「소행성·유성체 등 자연 우주물체 추락·충돌재난 위기관리 표준 매뉴얼」이 제정되었음
- 2018년에 「재난 안전 및 안전관리 기본법」에 국가재난으로 지정되지 못한 인공 우주물체에 대한 우주사고를 대비하기 위하여 '인공 우주물체 추락 충돌'재난을 주요 상황 대응매뉴얼로 분류하여 「인공 우주물체 추락·충돌 주요 상황 대응 매뉴얼」를 제정하였음

## (2) 추진 배경

- 우주 위험 대응매뉴얼을 구성하는 표준 매뉴얼인 「소행성·유성체 등 자연 우주물체 추락·충돌재난 위기관리 표준 매뉴얼」과 주요 상황 대응매뉴얼인 「인공 우주물체 추락·충돌 주요 상황 대응 매뉴얼」은 지구에 추락 및 충돌에 의하여 재난이 발생하는 동일한 형태의 직접 피해 특성을 가지나 법으로 이원화되어 관리 및 적용되고 있어 매뉴얼의 통합의 문제가 제기되었음
- 최근부터 2030년대에까지 급속한 우주공간에서의 인공 우주물체의 증가와 이로 인한 인공 우주물체의 노후에 따른 추락, 인공 우주물체 간의 충돌에 따른 추락, 우주쓰레기의 추락 등의 발생 빈도의 증가 현상으로 소행성·유성체 등 자연 우주물체 추락·충돌에 의한 재난위협보다도 미래에 더 지구상에 위협적인 우주 재난으로 부상하고 있음
- 인공위성을 포함한 인공 우주물체는 각 국가가 안보상의 이유로 군사적 목적으로 운용함으로 상대국(적국)의 군사 표적이 되어 지상에서 요격, 원격제어 및 파괴를 통하여 추락시킴으로서 군사적 안보상 위협 수단으로 새로운 인공 우주물체의 추락이 재난 발생 위협으로 부상하고 있음
- 따라서 주요 상황 대응매뉴얼인 「인공 우주물체 추락·충돌 주요 상황 대응매뉴얼」이 우주위험 대응 매뉴얼로서 미래의 변화된 우주위험 사고에 대한 역할과 기능을 담당하도록 위치재정립을 위한 사업추진이 필요함

### (3) 사업 내용

#### ○ 국가 재난 대응 위기관리 매뉴얼 체제의 특성

- 국가 위기관리 매뉴얼체제는 「재난 안전 및 안전관리 기본법」 상에 적시된 41개의 지정재난에 대하여 표준 매뉴얼, 실무 매뉴얼 및 행동 매뉴얼을 작성하여 재난관리 주관기관 및 책임기관에서 운용토록 되어 있으며, 요건을 갖추지 못한 주요 재난에 대하여는 주요 상황대응 매뉴얼로 등급을 낮추어 관리 및 운용하고 있음
- 주요 상황 대응매뉴얼인 「인공 우주물체 추락·충돌 주요 상황 대응 매뉴얼」이 미래의 위협변화로 표준 매뉴얼로서 충분한 요건이 형성되어 졌기 때문에 주요 상황 대응매뉴얼에서 위기관리 표준 매뉴얼로의 정비작업을 추진하려 함

#### ○ 운용목표

- (단기) 인공 우주물체 재난 위기관리 표준 매뉴얼 전환
- (중기) 우주위험 재난 위기관리 표준 매뉴얼(통합)

※ 자연 우주물체 추락·충돌 + 인공 우주물체 추락·충돌

#### ○ 인공 우주물체 재난 위기관리 표준 매뉴얼 전환(2025년)

- 인공 우주물체에 대한 변화된 위협의 식별 및 재난의 수준 분석
- 변화된 인공 우주물체 위협에 대한 대응 체제 및 역량구축 방안 연구
- 「재난 안전 및 안전관리 기본법」 개정을 통한 국가 신규재난으로 지정 반영
- 「인공 우주물체 재난」 위기관리 표준 매뉴얼 신규 제정

※ 매뉴얼 명칭 변경: 추락·충돌은 재난의 위기유형으로 명칭에서 삭제 단순화

#### ○ 우주위험 재난 위기관리 표준 매뉴얼(통합: 2027년)

- 우주위험 대응 표준 매뉴얼체제로 기존의 「자연 우주물체 재난」 매뉴얼과 「인공 우주물체 재난」 매뉴얼의 운용의 통합성 가능성 연구
- 「재난 안전 및 안전관리 기본법」 개정을 통한 국가재난으로 통합 지정 반영



- 「우주위험 재난」 위기관리 표준 매뉴얼 신규 제정
  - ※ 매뉴얼 명칭 변경: 인공 우주물체 재난과 자연 우주물체 재난을 우주위험 재난의 위기 유형으로 분류하고 통합재난명으로 개정
- 참고: 통합 매뉴얼의 형태(위기관리 표준 매뉴얼)
  - 단일 표준 매뉴얼+ 이중 위기 유형으로 통합: 화학사고(환경부)
    - ※ 화학사고(누출): 도로 탱크로리 전복사고 + 고정생산·저장시설 누출사고
  - 단일 표준 매뉴얼+이중 재난 유형으로 통합: 지진·해일 매뉴얼(행안부)
    - ※ 지진·해일 매뉴얼: 지진+해일

### ③ 국가우주위험대응 예경보센터 설립

#### (1) 개요

- 우주안보의 핵심인 우주위험대응 능력은 크게 3가지 방향으로 제고 가능
  - 우주감시 관측인프라(광학, 적외선, 레이더, 레이저, 전파 등) 구축
  - 우주위험 관측 자료의 수집, 처리, 분석, 관리 체계 구축
  - 우주위험 분석결과의 실시간 제공(예경보) 체계 구축
- 국가적 재난재해 대응의 관점에서는 최종 결과물인 ‘우주위험예경보’ 정보의 생산과 배포가 핵심
- 우주위험대응 능력 관련 연구, 개발, 교육, 체계 구축은 상시 임무에 해당
- 국내 관련 기관 간 협력, 민·군 협력, 국제 협력은 우주위험 대응에서 필수이며, 물리적 공간을 공유하는 정도의 긴밀한 협력까지 필요
- 국내외 유관 기업과의 연구협력, 자료 공유, 유지관리 협력 필수

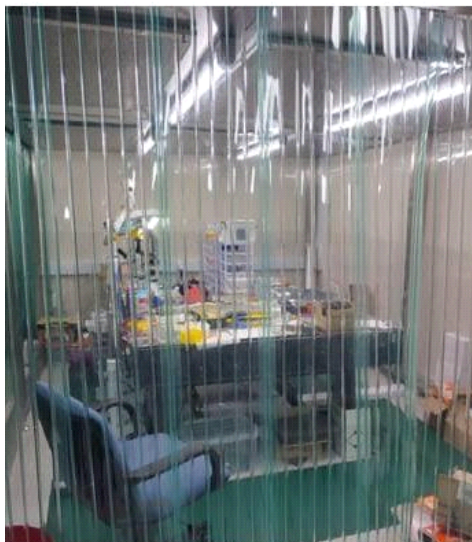
## (2) 추진 배경

- 기 개발되거나 개발 예정인 우주감시 관측인프라 체계 통합운영 필요
  - 전자광학 우주물체 감시체계
  - 유성체 감시네트워크
  - 우주위협대응 중·고궤도 광학감시시스템
  - 지구위협소행성 광학감시시스템
  - 근지구소행성 조기 발견용 중대형 광학감시시스템
  - 우주잔해물 감시레이다
  - 우주감시레이다
  - 고출력 우주물체 레이저감시시스템
  - 저궤도 및 고궤도 우주감시위성
- 우주위험을 실시간 관측·분석하여 조기 경보하는 우주위험대응 통합 시스템 운영 예정
  - 우주위험 통합분석 시스템은 관측 인프라에서 산출된 우주정보를 바탕으로 우주위험 요소를 통합, 분석, 그리고 위험도를 평가하는 시스템
  - 평상시에는 상시 감시 업무를 수행, 우주위험 발생 시에는 우주위험 대책본부의 통제 하에 특정 감시 및 분석 업무를 수행
- 한국형 우주위험 감시체계 및 산업화 기반 구축
  - 국내외 대학 및 연구기관(한국천문연구원, 한국항공우주연구원, 한국과학기술원, 미국 NASA, 등)과 국내 부품개발업체, 국내 시스템개발업체, 패밀리기업 육성 및 국방부와 연계하여 독자적인 기반을 구축
- 우주위험 대비 연구개발(R&D)로 역량 강화를 위한 환경 조성
  - 우주위험 감시를 위한 관측 기술 개발 및 체계 구축을 위한 연구·실험 환경 조성이 필요

- 우주감시 및 우주과학 전문 인력 수용을 위한 연구실과 민군 합동 우주위험감시센터 등 협력기관, 외부 방문 국제협력 연구개발인력 전용 공간, 콜로키움, 워크샵, 세미나, 국제학술회의 등 대·내외 성과 공유를 위한 대형 복합회의실 등 시설 확보 필요

### (3) 사업 내용

- 우주감시 기술 연구, 개발, 체계 구축, 실험, 운영, 관리, 정보 시현, 정보 처리, 국제 협력, 민군 협력, 정부 지원 등의 임무를 수행할 공간 구축
- 우주기술 개발 및 측정 실험 공간 확보
  - 대형 광학, 적외선, 우주감시 레이다, 레이저 등 관측기기 자체 개발을 위한 실험 공간 확보
  - 우주기반 우주감시 탑재체 개발 청정실 및 실험실 공간 확보



▲ 미국 NASA Lab , 대형공간에 높은 청정도를 가진 실험실 모습

출처: 구글 이미지 검색

◀ 한국 천문연구원 세종홀 연구실  
기술개발 실험에 필요한 청정도(1000class)를 위해 클린부스를 만들어 사용 중인 모습

그림 1안 6-30. 우주기술개발 실험실 국내, 해외 비교

○ 우주위협, 우주탐사 통합 시현실 구축

- 2015년 한국천문연구원 우주감시센터 설립이후 유지하고 있는 우주 감시실의 시현시설은 미국 대학 수준의 성능
- 우주물체 관측 인프라 확장 및 우주위협대응 통합시스템의 개발에 따라 실시간 우주위협 분석 결과를 시현하기 위해서는 360도 시현 장비가 필수적
- 개발 중인 각종 우주감시 관측인프라가 본격 운영되기 전인 2027년 전까지 별도 공간 필요

○ 우주감시 및 우주과학 전문 인력 수용

- 우주위협감시센터 업무 확장에 따른 연구 공간
- 국제 협력에 따른 단기 상주 인력과 외부 방문연구자의 연구 공간
- 관측인프라 및 전산장비 유지, 관리, 보수 전문업체 공간
- 대·내외 연구교류 확대를 위한 네트워크 활성화(세미나, 워크샵, 콜로кви움 등) 플랫폼 마련
- 민국 우주감시 협력을 위한 보안구역 필요
- 대국민 홍보 및 활용 공간



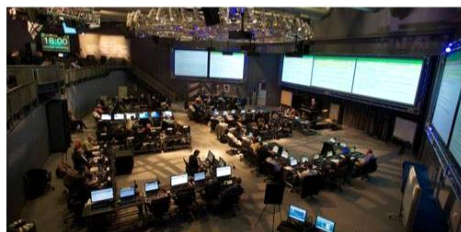
▲ 한국 OWL-Net을 이용한 우주 위험 관측, 시뮬레이션 부재



▲ 미국 ESOC main control room 우주 위험 관측, 분석, 경보 통합 운영



▲ 한국 천문연에서 열린 동아시아 핵심 천문대 연합체 회의 모습



▲ 미국 록히드마틴사의 Lighthouse, Center for Innovation내 회의 모습

그림 1안 6-31. 시현실(위) 및 회의실(아래) 국내, 해외 비교



#### 4] 운석신고센터 운영 및 운석의 활용과 관리

##### (1) 개요

- 2014년 경남 진주에 낙하한 국내 운석의 발견을 계기로 우주운구 자산인 운석의 가치보존 및 학술적 활용의 극대화를 위하여 국가 차원의 체계적인 운석의 관리 및 활용 시스템 구축의 일환으로 운석신고센터를 설립하였음
- 2015년 운석신고센터가 설립된 이래, 운석의 등록 업무 및 대국민 운석 감정 서비스 실시 등의 우주 자산의 확보와 활용을 위한 업무를 수행해 옴

##### (2) 추진 배경

- 2014년 3월 9일 저녁 8시경, 전국 각 지역의 상공에서 화구(fireball)이 목격된 이후, 경상남도 진주 지역에서 총 35kg에 달하는 낙하 운석이 발견되었음. 진주 운석은 1943년 전라남도 고흥군에서 발견된 두원 운석 이후 약 70년 만에 발견된 운석으로 운석의 경제적 가치가 강조 되면서 운석에 대한 국민적 관심이 높아짐
- 이를 계기로 총리실 지시(2014년 3월)로 미래부 주관 범부처 운석 대책판 TFT 회의가 개최되어, 운석등록제 시행, 우주개발진흥법 개정 등을 통해 운석의 국외반출금지 법 조항 신설, 운석의 연구, 전시 활용대책 수립 등의 운석관리대책이 마련됨
- 운석등록제 시행에 따른 국내 운석의 등록 및 이력관리를 주관하는 기관으로 한국지질자원연구원이 지정되어 2015년 2월 운석신고 센터를 설립하여 대국민 운석감정서비스 및 운석등록 업무를 담당 하게 하였음

##### (3) 사업 내용

- 운석의 등록 및 이력의 관리
  - 운석 등록제의 시행에 따른 신규 운석의 등록 및 이력 변경에 따른 업무 처리

- 2015년 운석신고센터 개설 이래, 총 29점(국내 운석 2점, 국외 운석 27점)의 운석이 등록되어 이력이 관리되고 있음
- 대국민 운석감정 서비스 제공
  - 국내 운석의 지속적 발굴을 위해 무료 대국민 무료 운석감정 서비스를 제공하고 있음
  - 2015년 운석감정서비스 실시 이후, 총 7,400 여건(방문 감정 및 온라인 감정)의 감정시료에 대한 서비스를 제공하였고, 앞으로도 지속적인 서비스를 제공할 예정임
- 운석의 과학적 및 대중화를 위한 활용
  - 운석 신고센터가 보유중인 운석의 활용을 위해 운석 연구자를 위한 시료의 공유 및 제공, 박물관/전시관 등의 전시 행사등을 위한 시료의 대여 등을 실시함

## 2. 민군 우주안보 협력체계 확립

◇ 국제정세 및 우주안보 상황에 신속하게 대응할 수 있도록 민·군 협력체계를 재정비

### ① 민·군 합동대응 기구 설립

#### (1) 개요

- 급변하는 국제정세 및 우주안보 상황에 국가차원의 신속대응을 위한 민·군 합동 태스크포스 운영
  - 우주안보의 복잡성으로 인해 다양한 채널을 활용한 정보수집 및 다각적인 분석 필요
- 민·군이 별도로 운영하는 감시장비 공동 활용
- 다양한 정보에 대한 교차 점검 및 분석



## (2) 추진 배경

- 민·군이 별도의 감시장비를 운영하고 있지만 복합적인 문제로 자료 공유나 공동 활용이 매우 제한적임
- 상호 공동 활용에 대한 필요성 공유

## (2) 사업 내용

- 우주안보 관련 신속한 의사결정을 위한 위원회를 설치
  - 국가기관을 대표하는 당연직 위원과 전문가로 구성
- 자료공유를 위한 공동 데이터베이스 구축
  - 상호 접근이 용이한 제3의 장소(예: 국가 우주위협예경보센터)에 공동으로 활용 가능한 데이터베이스 구축
- 자료 공동분석을 위한 전문가 그룹 운영
  - 민·군 합동 상설 전문 분야별 워킹그룹 운영
  - 공동 데이터베이스 구축 장소에 상설 사무실 및 연구실 설치
  - 전임 인력 위주로 운영하되 필요 시 관련 기관에서 인력 파견

## ② 인프라 공동활용을 위한 보안체계 구축

### (1) 개요

- 민·군이 별도로 운영하는 감시장비 및 정보체계 공동활용을 위한 보안체계 구축
  - 감시장비의 하드웨어적 공유를 위한 보안시스템 구축
  - 정보체계 공유를 위한 소프트웨어적 보안시스템 구축

### (2) 추진 배경

- 상호 보안체계의 차이는 장비 공동활용에 가장 큰 방해요소로 작용하고, 특히 민에서 군시설에 대한 접근은 원천적으로 불가

- 국가차원의 자원활용 효율성을 위해서는 공동활용을 위한 보안체계 구축 필요
- 민간 부분의 취약한 보안체제로 인한 연결성 결여
- 민간 부분의 하드웨어 및 소프트웨어 보안체계 강화 필요

### (3) 사업 내용

- 민·군 합동 보안 프로토콜 개발
  - 장비 공동활용 및 자료공유를 위한 통신 프로토콜 개발
- 민간 부분의 보안 강화를 위한 통신망 분리 및 별도 시설 운영
  - 감시장비를 위한 별도의 통신망 설치
  - 감시장비 운영을 위한 독립적인 운영시설 건설
  - 독립적인 데이터 베이스 구축

iris

### 3. 우주교통관리 정책수립 및 국제협력

◇ 급변하는 국제정세에 유연하게 대응할 수 있는 협력체계와 국제적인 우주교통관리 서비스 시행에 대비한 정책 수립

#### ① 우주교통관리 정책 수립

○ **(거버넌스 구축)** 우주강국 도약을 위해 우주상황인식 · 우주교통관리 · 우주영역인식 등을 상호연계하여 거버넌스 구축

※ 미국 우주상황인식 거버넌스

- (국무부) 민군 겸용 STM 체계 수립
- (국방부) 군용 우주물체 카탈로그 관리
- (상무부, 교통부) 상업적 SSA 데이터 서비스 및 STM 체계 구축
- (FCC(연방통신위원회), NASA) 우주쓰레기 경감 표준화 및 위성 설계 및 운영 개선
- (FAA(연방항공국)) 발사 면허, 등록, 재진입 등 제반 규제 업그레이드

○ **(프로그램 마련)** 우주교통관리 연구개발을 효율적으로 수행하기 위하여 개별 과제 차원이 아닌, 프로그램 마련

※ 프랑스 : 우주쓰레기 기술 영역에서 Tech4SpaceCare 프로그램을 추진. 이는 산업 경쟁력을 손상시키지 않으면서 우주의 지속가능한 사용과 우주 운영 안전을 보장하기 위해 궤도시스템을 위한 기술요소를 개발하는 것을 목표로 하여 핵심 기술 연구를 우선적으로 하고자 함

※ 인도 : IS4OM (ISRO System for Safe & Sustainable Operation) 활동을 통하여, i) 관측 데이터 프로세싱 및 목록화, 근접 접근 위험 측정 및 완화, ii) 재진입 위험 분석, iii) 우주파편/우주기상/근지구물체 연구개발 및 모델링 등을 체계적으로 수행

○ **(운용체제 혁신)** 시스템 정비 · 시범운용 등에서 과기부, 국방부 등을 비롯한 정부기관 등이 유기적으로 협력이 되는 운용체제 구축

※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부, 국방부 등

- 우주영역 전문부대의 편제 강화

※ 국방부

- 우주 기반 광학망원경(우주상황 감시위성) 등 신설 · 정비

※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부, 국방부 등

- 우주상황인식 시스템 유지·운용의 구체화를 위한 검토
  - ※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부 등
- 민간기업을 포함한 우주상황인식 관련 정보공유에 관한 구체화를 위한 검토
  - ※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 국방부 등
- 우주기상 정보 공유·활용에 관한 연계 강화
  - ※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부, 기상청, 국방부 등
- 연구개발 수명주기에 따른 우주시스템 전체의 기능 보증 강화에 관한 검토 및 필요한 조치
  - ※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부, 국토부, 국방부, 외교부, 기상청, 환경청, 방사청 등
- 우주선진국 센서 탑재를 통한 우주상황인식 능력 향상을 위한 한·미·일 협력 추진
  - ※ 우주항공청(신설), 외교부 등
- **민/군 협업 우주상황인식-우주교통관리 공동체계 구축이 시급함**
- **(정부가이드라인 설정)** 기존 ‘우주쓰레기 경감을 위한 우주비행체 개발 및 운용권고(2020.우주개발진흥실무위)’에서 법적 성격이 강화된 가이드라인 설정 필요
  - ※ 러시아 : 우주쓰레기 환경 개선 표준안
  - ※ 영국 : in-orbit 활동, Active Debris Removal 등을 위한 규제 마련 중
  - ※ 프랑스 : 2008년6월3일부터 시행 중인 프랑스에서의 우주 활동에 대한 규제 프레임워크(기술 규정)인 French Act Relating to Space Activities에 대하여, 2017년에 첫 번째 개정판이 채택된 이후 두 번째 개정판은 2021년에 시작되었으며 2024년 시행을 목표로 2023년 내내 계속되고 있음
  - ※ 중국 : 2023년, CNSA(국가항천국)는 정책/표준으로서, ‘민간 우주 발사 프로젝트의 인허가 관리 강화 공고’ 등을 통해 (i)미션 종료 후 궤도 이탈(de-orbit) 시켜야 함. ii) 우주물체는 적시 등록해야 함 등)를 발표
  - ※ 미국 : 미국이 보유한 우주자산의 수와 가치가 크게 증가함에 따라 미국 정부는 현재와 미래의 우주 자산을 방어하기 위한 규제 프레임워크를 강화함

- 가장 광범위한 지침인 2018년에 발표한 SPD-3(Space Policy Directive-3)에서는 '국가 우주 교통 관리 정책'(National Space Traffic Management Policy)으로 국가 우주자산을 보호하기 위한 SSA 역량 개발의 중요성을 강조하고 있음
- SPD-3외에도 '2001년 우주 쓰레기 완화 가이드라인(2019년 업데이트)', 'NASA의 궤도 파편 제한을 위한 절차 요구사항', '상업용 발사체에 대한 연방 항공국 규정 및 기타 FCC 규정' 등 우주 쓰레기 완화를 위한 여러 공식 규정들을 발전시켰음

○ **(우주개발전문기관 가이드라인 설정)** 우주개발전문기관인 한국항공우주연구원은 2030년 경, 기존 '한국항공우주연구원 우주쓰레기 경감 기술 고려사항(2022.12.29 : KARI-SDM-TC-2022-001)'을 갱신하여 법적 성격이 강화된 가이드라인 설정 필요

※ 일본 JAXA : 2022년, JAXA는 우주 잔해 완화 표준(JMR-003E) 업데이트하여, "지구 너머" 즉 달, 화성, S-E LP, EM-LP 등을 잔해 완화 범위로 추가함. 또한 우주비행체 충돌 위험 관리 표준(JMR-016)을 발간함



국가	기존
 (미국)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 잔해물 경감을 위한 4대 원칙(①임무 관련 잔해물 발생 통제 ②폭발사고 경감 ③충돌가능성 경감 ④적절한 사후 처리)과 21개 LTS 가이드라인을 강조</li> <li>• 미 우주군(USSF)은 우주물체를 추적하고, 목록화하고 있으며, NASA 내에는 우주잔해물 경감 실무그룹 창설</li> <li>• NASA 기술정책전략실은 2021년 러시아의 위성요격미사일실험에 의해 발생한 잔해물을 분석 중이며, 능동적잔해물제거(ADR) 관련 연구를 지원하고 관련 서비스의 상업적 개발을 위해 회사 선발</li> <li>• 연방통신위원회는 2022년 저궤도 상업위성 운영자들에게 임무 종료 5년 내 위성을 처분할 것을 요구하는 '5년 규칙'을 채택</li> <li>• 지속가능성과 우주잔해물 정책 범위를 지구와 달 사이의 궤도(cislunar)까지로 확장한, 2022년 국가 과학기술전략 발표</li> </ul>
 (일본)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위성요격미사일 실험 중단 공약에 동참하였으며 관련 결의안에 제안국으로 참여 선언('22.9월)</li> <li>• JAXA 차원의 우주잔해물 경감 표준, 궤도 서비스 관련 국가 지침 개발('22.11월), 위성사업자의 회피기동을 위한 'RABBIT' 등 소개</li> </ul>
 (EU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EU 우주 감시 및 추적(SST, Space Surveillance and Tracking)은 위성운영자에게 충돌회피 서비스를 무료로 제공 중이며, 2023년부터는 EU 외 사용자에게도 제공을 시작할 예정이라고 함.</li> <li>• 프랑스는 Tech4SpaceCare 프로그램을 통해 우주활동의 안전성 확보를 위한 궤도상 시스템 기술 요소를 개발 중</li> <li>• 독일, 유럽연합 등도 EU SST를 통한 정보 교환, 충돌 방지 경고 서비스를 강조</li> </ul>
 (중국)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CNSA(국가항천국)은 STM 관련 정책/표준 발표</li> </ul>
 (러시아)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우주잔해물 관련 위험 경감 논의에 적극 참여 중이며, COPUOS의 우주잔해물 경감 가이드라인이 동 논의의 기반이라고 강조</li> </ul>
 (인도)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인도의 모든 위성 발사체는 우주잔해물을 생성할 수 있는 폭발 가능성을 최소화하기 위해 부동화(Passivation) 처리를 한다고 언급하고, 우주 기관 간 정보공유를 강조</li> <li>• 국제우주학회(IAA, International Academy of Astronautics) 우주잔해물 워킹그룹 및 국제우주연맹(IAF, International Astronautical Federation) 우주교통관리 기술위원회 등에 참여</li> </ul>



## ② 국제협력 및 정보공유 체계 강화

- **(국제기구 참여)** 우주 공간의 복잡화나 우주 활동 주체의 다양화 등에 따른 우주 활동의 안전성과 지속성 확보가 어려워지는 가운데, 미국 등 주요국가에서 우주 교통 관리(STM)의 개념을 주창하면서, 우주의 안전, 안보를 위해 다자적 접근이 필요하다는 의견을 냈고, 이에 따라 UN COPUOS 등에서 이를 의제로 다루고, 우주공간의 혼잡 문제에 대한 다양한 해결방안을 논의하고 있음
  - ※ 국제우주파편조정위원회(IADC) : 우주쓰레기로 인한 지구궤도 환경문제와 관련된 전 세계의 우주개발기관들의 기술적·과학적 연구활동 협의체로 기술적인 조언 및 가이드라인 등을 UN에 제공 및 보고(설립연도: 1993년. 회원국: 한국 등 13개국)
  - ※ LTS(장기지속가능성) 가이드라인 : UN COPUOS 합의 21개 가이드라인(A/AC.105/2018/CRP.20)으로, i) 우주활동의 정책과 규범, ii) 우주운영의 안전, iii) 국제협력 및 역량 강화, iv) 연구개발 등 크게 4개 부분으로 구성되어 있고, 우주상황인식이 핵심내용임
  - ※ UN COPUOS 우주쓰레기경감 가이드라인 : 2007년 중국이 기상위성 평원1C를 폭발시킨 것을 대두로 2007년 UN COPUOS 및 유엔총회에서 승인된 UN 가이드라인은 7개의 대원칙을 제시하고 있으며, UN 회원국 및 국제기구들이 상황에 따라 적절하게 반영하여 자발적으로 실행하도록 권고하기 시작(국제법상 법적 구속력이 없음을 명시)
  - ※ 우주체제 - 우주잔해물 경감 요건[ISO 24113](2019) : 위성과 발사체 상단의 설계, 운영 및 폐기 과정에서 우주쓰레기 배출을 최소화 하고자하는 것임. 기술적인 요구사항으로 i) 정지궤도와 저궤도 보호영역에서 25년 이상 머물지 않으면서 정상 운용 중 우주쓰레기 배출 방지, ii) 발사 및 파이로 점화 과정에서 1mm 이상 우주쓰레기 발생 방지, iii) 고의적인 파괴 금지 및 우발적인 파열 확률  $10^{-3}$  이하, iv) 폐기 성공률 최소 0.9 이상, v) 지구정지궤도 보호영역 이외로 폐기, vi) 저궤도 보호영역 내에서 임무 종료 후 25년 이내 잔존 금지, vii) 지구 재진입 시 사상율은 각 기관의 정해진 기준 준수할 것 등으로 이루어져 있음
  - ※ 지구정지궤도의 환경 보호에 관한 ITU 권고(ITU-R S.1003.2)(2010) : 지구정지궤도에 존재하는 인공위성 폐기 궤도에 관한 지침을 제공하는 ITU 권고로서, 지구정지궤도에서 인공위성 및 이와 관련된 발사체의 증가로 인하여 발생하는 파편으로 인한 우주잔해물의 증가를 다루는 것을 주요 내용으로 함
  - ※ ASAT Test Ban resolution(UN총회) : 우리나라는 2022년 10월 위성요격실험(ASAT)을 하지 않겠다고 약속하였으며 이를 모든 국가에 촉구하는 유엔총회 1위원회 결의안지지
  - ※ 국제기구 워킹그룹 활동으로는 IOAG(Inter-Agency Operations Advisory Group : 우주상황인식 워킹그룹), IAF(국제우주연맹 : 우주교통관제 워킹그룹) 등이 있음

표 1안 6-3. 우주위험 대비 주요 국제기구 Initiative 및 instrument

Initiative/instrument	Organisation
Memorandum and AoA, which regulate SDA operations & SDA Terms & Conditions	Space Data Association (SDA)
Recommended Design and Operational Practices (2019)	CONFERS
Best Practices for Sustainability of Space Operations (2019)	Space Safety Coalition (SSC)
Principles of Space Safety (2019)	Satellite Industry Association (SIA)
Net Zero Space Initiative (2021)	Paris Peace Forum
Space Sustainability Rating (2022)	Space Sustainability Rating (SSR)
IADC Space Debris Mitigation Guidelines	IADC
Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities (2018)	UNCOPUOS
Space Debris Mitigation Guidelines (2007)	UNCOPUOS
European Code of Conduct for Space Debris Mitigation (2004)	ESA, ASI, BNSC, CNES, DLR
Space Debris Mitigation Policy for Agency Projects (2014)	ESA
Statement for a Responsible Space Sector Initiative (2022)	ESA
Space Systems – Space Debris Mitigation Requirements [ISO 24113] (2019)	ISO
Mitigation of Space Debris in the New Space Age	Space Safety Institute (SSI)
Environmental protection of the geostationary-satellite orbit [Rec ITU-R S.1003-2] (2010)	ITU
U.S. Government Orbital Debris Mitigation Standard Practices (2019)	United States Federal Government
ASAT Test Ban resolution	UNGA
G7 Science and Technology Ministers' Communique (2023)	G7

- **(양자 협력 강화)** 우주상황인식에 관한 검토·활동을 위해, 미국, 일본 등과의 연계 방향성에 관한 협의 강화(운용 체제 구상 등에 도움이 되는 정보 수집 및 조율)

※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부, 외교부, 국방부 등

- 미군 주관 Global Sentinel 합동훈련 참여
- 한미 민간과학기술회의 (NOAA-OADR(Open Architecture Data Repository) 협력
- 우주개발 선도국 외에 중진국과도 연계하는 우주교통관리 국제협력 다변화

### ③ 국제협력 상설 조직 설치

#### (1) 개요

- 부처 또는 전문기관에 국제협력을 위한 별도의 부서 운영
  - 별도부서 내 전문인력 배치
  - 업무의 전문성 및 일관성을 위한 동일부서 장기 근무 원칙

#### (2) 추진 배경

- 국제공동 연구의 참여 확대
  - 국제적으로 진행되는 다양한 국제협력에 대응하기 위한 전문인력 수요 증가
- 다자간 대규모 국제 공동사업 참여
  - 다수의 국가가 참여하는 대규모 국제 공동사업 참여 기회를 확대하기 위한 전문인력 필요성 증가

#### (3) 사업 내용

- 국제협력 전담부서 설치
  - 국제정책, 국제법 등 국제 관계 전문가 채용
  - 국제협력 경력 전문가 채용
  - 다문화 및 다언어 경력 인력 채용

## 4. 우주위험대응 전문인력 양성

◇ 빠르게 변화하는 연구환경과 연구인력 수요에 대응할 수 있도록, 인력 저변 확대 및 체계적인 인력 양성 기반·제도 구축

### ① 인재양성 전담 조직 설치

#### (1) 개요

- 인재양성 프로그램 및 인력채용을 위한 전담조직 운영
  - 인재양성 프로그램의 구상 및 수행 지원
  - 장기적인 인력채용 계획 수립 및 시행

#### (2) 추진 배경

- 전문인력 수요에 대응한 체계적인 인재양성 및 인재채용 계획 필요
  - 연구환경 변화 및 미래기술에 대응할 수 있는 전문인력 수급
  - 우주위험대응 분야 장기지속성을 위한 인재양성

#### (3) 사업 내용

- 우주위험대응 전문기관 내 인재양성 전담 조직 설치
  - 우수인재 채용을 위한 홍보 및 계획 수립
  - 교육과정 별 인재양성 프로그램 기획 및 수행

### ② 미래세대 교육 저변 강화

#### (1) 개요

- 미래세대 교육을 위한 프로그램 확대
  - 교육과정 별 교육 콘텐츠 개발 및 제공

- 과학영재 대상 고급 프로그램 개발
- 대학 내 관련 학과 연계 프로그램 개발

## (2) 추진 배경

- 이공계 기피 현상 및 인구 감소로 인한 전문인력 확보 어려움 예상
  - 우수 인력의 이공계 및 우주분야 관심도 향상 대책 필요
  - 우주분야에 대한 교사 및 학부모 관심도 제고

## (3) 사업 내용

- 초·중·고 과정별 교육컨텐츠 개발 및 제공
  - 교육과정 별 주 관심사 설문 및 맞춤형 콘텐츠 개발
  - 교사 대상 연수를 통한 우주분야 소양 및 교육 질 제고
- 과학영재고 및 과학고등학교 교육 프로그램 강화
  - 국내 과학영재와 연계한 고등 연수 프로그램 수행
  - 연구기관 보유 관측장비의 직접 활용 또는 관측자료 제공
- 국내대학 관련 학과와 공동연구 프로젝트 확대
  - 기존의 학생연수 프로그램 확대
  - 대학과의 공동연구에 대한 예산지원 확대

## 5. 우주감시 산업화 기반 강화

◇ New Space 시대의 우주위험대비 분야 산업화를 위해, 민간의 참여 확대를 위한 인프라 구축, 기술 지원, 제도 개선 등 다양한 정책 추진

### ① 우주감시 산업기반 강화를 위한 수요 창출

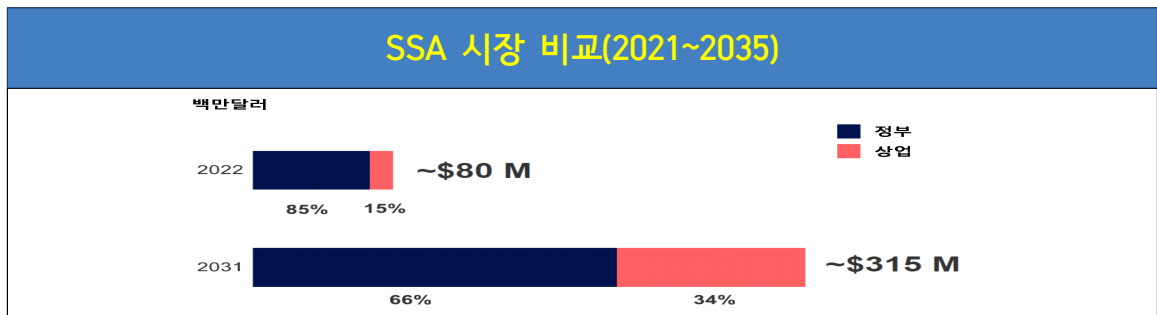
- **(수요 확대)** 상업용 SSA 세계시장은 2022년 약 8천만 달러에서 2031년 약 3억1천5백만 달러 규모로 성장할 것으로 예상됨
  - SSA 시장은 아직 초기 단계에 있으며 상대적으로 SSA 솔루션의 활용도가 낮고 기술 수준이 미성숙하기 때문에 향후 센서 하드웨어 및 소프트웨어의 성능이 향상되고 비용이 절감될 것으로 예상됨
  - 대부분의 SSA 기관들은 제한된 수익으로 운영되고 있으며, 주로 1세대 SSA 솔루션을 배포하고 있음. 정부 자산의 지원, 국방 수요의 증가, 유인 우주비행, 우주 물류 활동(급유, 쓰레기 제거, 화물 운송 등) 증가 등으로 인해 시장이 더욱 크게 성장할 가능성이 있음



출처: Space Logistics Market, Euroconsult, 2023

- 정부기관이 상업용 SSA 서비스의 핵심고객이 될 것이며, 상업용 데이터와 서비스를 활용하는 정부 수요가 민간 기관의 비즈니스 모델을 안정화하여 새로운 역량 개발에 투자할 수 있도록 하는 핵심적인 역할을 하게 될 것으로 예상





출처: Space Logistics Market, Euroconsult, 2023

- 대규모 저궤도 통신 위성군 프로젝트와 같은 저궤도(LEO)의 위성 등 물체의 개체 수 증가로 상업용 SSA 수익 또한 저궤도를 중심으로 급격히 성장할 것으로 예상됨



출처: Space Logistics Market, Euroconsult, 2023

표 1안 6-4. 우주쓰레기로 인한 현재와 미래의 경제적 영향

구분	유형	개요
	쓰레기로 인한 손상	기능 상실 또는 전체 위성 손실: 보고된 사건이 많지 않음
	위성 및 위성군 설계 비용	위성 실드, 충돌 회피 기능, 안전 홀드 모드 및 중복성(예비 위성의 발사등)과 관련된 비용
현재	운영비	우주상황인식 활동, 회피 기동서비스A 및 소고^웨어 비용
	궤도 청소비용	지구정지궤도: 비교적 낮은 편 650km 이상 지구저궤도: 매우 높고 특정 서브시스템이 필요
	보험료	일반적으로 우주쓰레기에 대한 운영자의 책임보험은 제한적. 우주쓰레기 충돌은 역 사적으로 낮은 확률로 간주되어 보험료에 영향을 미치지 않음
	핵심 기능손실	우주쓰레기에 가장 취약한 궤도는 중요한 데이터 및 신호가 발생하는 궤도이며, 특히 극지방의 기상관측위성 및 지구관측위성의 손실은 지구 관측량이 적은 남반구 관측에 큰 영향을 미칠 것임
	수명 상실	국제우주정거장이 위치한 약 4(X)km 고도에서 우주쓰레기는 자연 소멸하지만 여전히 실질적인 충돌 위협이 있음
미래	지구과학 및 기후연구에 방해	연속적인 시계열은 날씨 예측과 기후모델의 정확성과 신뢰성에 매우 중요하지만, 간 섬으로 지구과학 및 기후연구에 방해가 될 수 있음
	투자기회 상실	위성 광대 역통신은 향후 수십 년간 우주활동과 수익의 주요 동인으로 고려됨. 대부분 의 위성군은 지구저궤도 우주쓰레기 벨트 근처 또는 상부에 위치하기 때문에 사실상 모든 지구저궤도 통신 서비스가 영향을 받을 수 있음. 투자자들은 보다 저렴하고 덜 위험한 지상 대안을 선호하기 때문에 벤처 금융에 대한 접근성이 감소할 수 있음
	재분배 악영향	특정 저궤도의 손실로 인한 위성통신 두절은 통신 인프라가 없는 저밀도 주거지역과 저소득 국가에서 심각할 수 있음

○ 우주위험대응 관련 산업생태계 구축

- 아직까지는 궤도상 서비스 역량 없으나, 위성 주유·수리 등 유지보수, 우주쓰레기 제거 등 새로운 궤도상 서비스 시장 형성
- 확보전략
  - (단기) 로봇팔/랑데뷰 등 핵심기술 개발
  - (중기) 우주 기술 검증 프로젝트 추진
  - (장기) 민간으로 기술을 이전하여 새로운 서비스 시장 창출

② SSA 데이터의 상호운용성 향상 및 데이터 공유를 강화하여 국가 공공 이익에 부합하는 공공수요로 전환

- 미국 상무부 Office of Space Commerce(OSC)는 민간 및 상업 위성 소유주/운영자(O/O)를 지원하기 위해 우주상황인식(SSA) 데이터 및 서비스를 제공할 우주 교통 조정 시스템(TraCSS)을 개발
- 급성장하는 글로벌 상업 우주 산업의 SSA 모니터링에 대한 DoD의 책임 완화
- 보다 안전한 우주 운영을 촉진하는 방식으로 "기본 SSA 서비스" 제공

표 1안 6-5. 우주 교통 조정 시스템(TraCSS)

제안된 기본 서비스 (TraCSS에 포함됨)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 위성의 속성, 기능, 상태 및 접점</li> <li>▪ 운영 천체력(O/O Ephemeris)예측의 수신 및 공유</li> <li>▪ 정기적 충돌평가(CA) 스크리닝 및 결합데이터 메시지(CDM) 생산</li> <li>▪ 특수 충돌평가(CA) 스크리닝 및 결합데이터 메시지(CDM) 제작</li> <li>▪ 데이터 품질 평가</li> <li>▪ 충돌 방지(COLA) 검사 시작</li> <li>▪ 운영 천체력(O/OsEphemeris)생성 및 공분산 큐레이션</li> <li>▪ 재진입 관리 및 평가</li> <li>▪ 충돌 확률 계산의 정밀도</li> <li>▪ 충돌 결과 및 파편 생성 가능성</li> <li>▪ 추가 추적을 통한 결합 물체 솔루션 개선</li> <li>▪ 예상 추적 결정</li> <li>▪ 위험 평가 시간 이력 도표</li> <li>▪ 우주 기상 감도</li> </ul>
제안된 고급 서비스 (TraCSS에 포함되지 않음)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 충돌평가(CA) 제품의 융합</li> <li>▪ PC(Probability of Collision) 가변성</li> <li>▪ 추가 컨시어지서비스</li> <li>▪ 이상 해결</li> <li>▪ 개선된 충돌평가(CA)를 위한 설계시간(Design-time)지원</li> <li>▪ 매뉴버트레이드 스페이스(Maneuver Trade Space)</li> <li>▪ 최적화된 기동 권장 사항</li> <li>▪ 파괴 감지, 추적 및 목록화</li> <li>▪ 기동 감지 및 처리</li> </ul>

# 제2차 우주위험대비 기본계획 수립을 위한 기획연구

2023. 12

2안

## 제4장 제2차 우주위험대비 기본계획 수립방향

## 제5장 비전 및 목표

## 제6장 세부 추진계획



## IV. 제2차 우주위험대비기본계획 수립방향

- **(대응체계 고도화)** 국가적 우주위험 대응체계 강화 및 우주의 평화적 이용을 위한 국제규범 준수를 위한 법·제도 및 대응체계 보완·확대
  - 우주항공청 거버넌스 변화, 우주교통관리, 우주안보 등 '확대된' 우주 위험 범위에 따른 국가역량 증대 및 대응체계 보완·확대
  - 지속가능한 우주영역 개발을 위한 국제기구간 전략적 공조 추진
- **(기술혁신)** 美·中·EU 등 선진국 중심 기술패권 경쟁이 심화되며 독자적 우주위험 대응을 위한 우주위험감시 분야의 초격차 기술 확보 필요
  - 독자적 감시역량 확보를 위한 우주감시 레이더 감시체계 구축, 우주위험 감시·대응 핵심기술 확보를 위한 연구자원·투자 확대
  - 우주교통관리 기술, 우주잔해물 처리 기술 등 핵심요소기술 확보 및 우주감시 관측 인프라의 우선순위를 담은 중장기 로드맵 수립
- **(산업화 기반)** 저성장 장기화 시대에 우주경제 활성화를 기반으로 기업과 국방, 공동의 연구역량 결집을 통해 전략적으로 강화 필요
  - 사업화 성과 제고를 위한 산업체 지원 확대, 공공연구기관 역할 강화, 민·군 데이터 공유 등을 통한 우주위험 감시 분야의 산업화 기반 조성
  - 급변하는 우주위험 감시 분야의 유연한 대응을 위한 전문 영역별\* 인력양성 및 우주위험 감시 소분야의 실태조사를 통한 관리 체계화

\* 우주위험 감시 R&D, 정책수립, 국제협력 등

표 2안 4-1. 기본계획 추진방향

	제1차 기본계획	제2차 기본계획
대응체계	· 범부처 국가 대응체계 마련 · 인공·자연 우주물체 대응	· 국가 대응체계 강화, 국제규범 선도적 논의 · 우주활동 등 우주감시 영역 확대
기술혁신	· 저궤도, 광학 중심 감시체계 구축 · 탐지·추적·목록화 데이터 시스템 개발	· 중·고궤도, 레이더 중심 감시체계 구축 · 통합데이터 기반 종합분석시스템 구축
산업육성	· R&D 공공기관 중심 · 군 중심의 인력양성 기반 마련	· 민·군 지원강화, 산업생태계 조성 · 전문 인력양성을 통한 기반 강화



## V. 비전 및 목표

### 비전

## 2033년 독자적 우주위험 대응역량 실현

“우주위험으로 부터 국민의 안전, 우주자산 보호, 우주안보 확립 실현”

“국가 우주위험 대응체계 구축 및 글로벌 수준의 우주감시 역량 확보로  
독자적인 우주위험 대응체계 마련”

### 정책 방향

글로벌 우주위험  
대응체계 구축

세계 수준의  
우주감시역량 고도화

우주위험 대응  
산업 생태계 조성

### 세 부 추진 방안

#### 01

#### 선도형 우주위험 대응체계 구축

##### 1-1 국가 우주위험 대응체계 확대 및 정비

- 1) 우주위험 대응범위 확대
- 2) 국가 우주위험 대책본부 확대·개선
- 3) 우주항공청 내 전담부서 신설

##### 1-2 우주환경 감시기관 역할 강화

- 1) 우주위험 예경보센터 구축  
(상시감시 및 상황전파)
- 2) 우주위험감시 자산 및 정보 통합 관리
- 3) 대국민 교육 및 체험센터 구축

##### 1-3 변화된 우주위험에 대응하는 법·제도 개선

- 1) 인공·자연 우주물체 추락·충돌 매뉴얼 통합
- 2) 우주개발진흥법 개정→ 기본법 체계화
- 3) 우주쓰레기, 우주안보 관련 법조문 제정
- 4) 우주교통관리 정책 수립

#### 02

#### 글로벌 수준의 우주감시 역량 확보

##### 2-1 주요분야별 기술개발 로드맵 구축

- 1) 우주감시기술 분야
- 2) 우주위험 예경보기술 분야
- 3) 우주위험 저감기술 분야

##### 2-2 상호보완적 융복합 우주감시 시스템 구축·활용

- 1) 민간협력센터 운영
- 2) 국가 우주감시자산 공동활용체계 구축

##### 2-3 국제협력을 통한 글로벌 우주감시 연대 체계 구축

- 1) 국제기구 참여
- 2) 국제공동연구 참여, 해외관측소 설치 확대 등
- 3) 우주감시 데이터 공유·활용 체계 구축

#### 03

#### 산업화 기반 조성

##### 3-1 특성화 인력양성 강화

- 1) 전문인재 육성 프로그램 마련
- 2) 과학문화 사업 신설

##### 3-2 데이터 공유·활용 조성 및 비즈니스 모델 개발

- 1) 데이터 공유·개방
- 2) 민간 서비스 시장 창출
- 3) 산학연 연계 협력 프로그램 신설

##### 3-3 우주감시 산업 실태조사

- 1) 우주감시 인프라 산업
- 2) 우주감시정보 서비스 산업

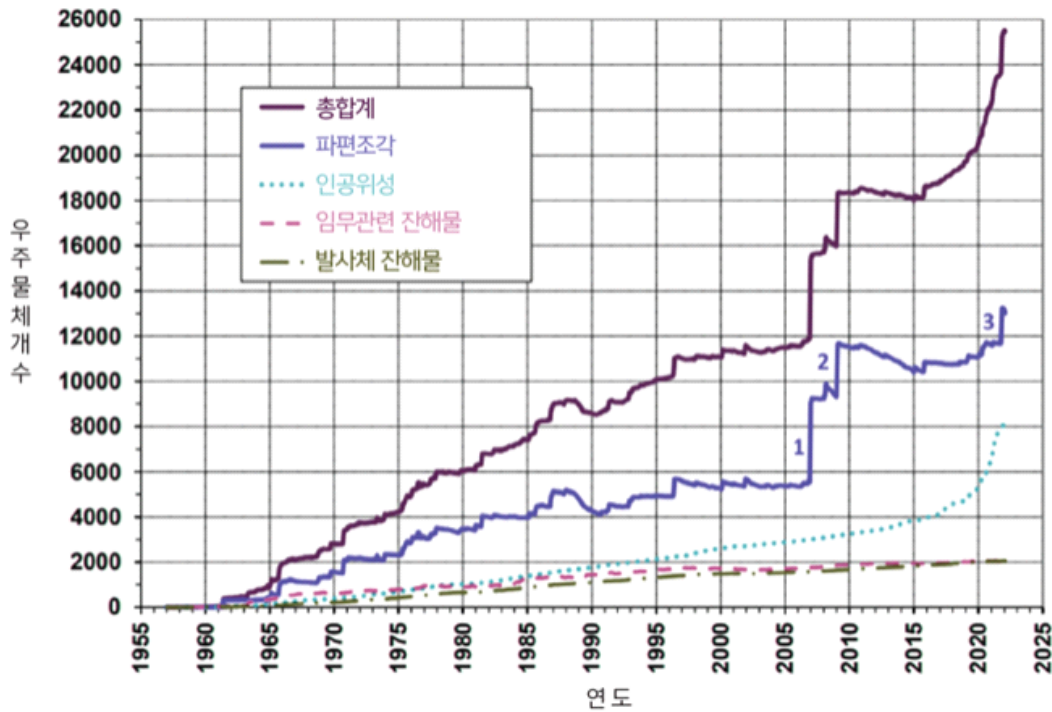
## VI. 세부 추진계획

전략	후보 추진과제명	제안자/기관
1	(1-1) 국가 우주위험 대응체계 확대 및 정비	

### 1. 현황 분석

□ **(현황)** 달 및 화성 탐사 등 탐사영역 확대, 민간역할 확대에 의한 우주물체의 폭발적인 증가, 우주안보의 중요성 증대, 우주항공청 신설 등 국내외 주변 환경 급변

- 미국의 우주영역인식 개념 도입, 우리나라의 달탐사 참여 등 우주위험 대응 범위가 근지구 공간에서 심우주로 확대
    - 미국 우주군은 기존의 우주상황인식에서 공간적인 범위도 달궤도 까지 확장하고 개별적인 대상에 대한 영향보다는 시스템 전체에 대한 영향에 중점을 둔 우주영역인식 개념 도입
    - 우리나라도 Artemis 등 달탐사에 적극 참여하여 국내 최초의 달 탐사선인 다누리를 성공적으로 발사하였고, 달궤도를 넘어서는 L4 지역까지 탐사선을 보내는 계획 수립
  - 지구 주변 우주공간 내 우주물체의 증가세가 정체를 보이다가 민간 부분의 참여 확대에 우주물체 수가 급격하게 증가
    - 2007년 중국의 자국위성 파괴실험과 2009년 이리듐-코스모스 충돌 이후 증가세 정체
    - 2021년 러시아 위성 파괴실험과 민간 통신위성 사업 참여 확대에 급격하게 증가세로 전환
- ※ '22년에만 4천7백여 개의 인공우주물체 등록, Starlink 4만2천 여개 등 향후 10년간 10만개 이상 발사 예정



- 미국 CSIS 2023년도 우주위협평가 보고서\*에는 국제 전략환경에서 우주안보를 핵심요소로 평가
  - 2차 세계대전 이후 가장 복잡한 전략적 환경에 노출되어 있고 우주는 이러한 복잡성의 중심에 있으며 특히, 중국, 러시아, 이란, 북한 등을 핵심대상으로 분석
  - 우주는 국가의 능력을 상징하는 모든 수단의 기반으로 역할 하고 있고, 우주공간에서 이러한 수단에 대한 자유로운 접근 및 제어 능력을 전세계를 이끌어가는 근본적인 힘으로 파악
  - 우주안보를 위협할 수 있는 다양한 우주무기체계가 운영 또는 개발되고 있고, 국가안보 차원의 대응체계는 이미 구축하고 있지만 민간영역에서 피해 가능성도 배제할 수 없음

\* "Space Threat Assessment 2023", Center for Strategic & International Studies

- 정부는 New Space 시대의 도래와 “우주강국 도약 및 대한민국 우주시대” 공약 이행을 위한 우주항공청 신설 추진
  - 제20대 대통령직 인수위원회는 “한국판 NASA인 우주항공청 설립” 발표

- 우주인프라 고도화 및 정책적·제도적 뒷받침을 통해 7대 우주 강국으로 도약 선언
- 우주선진국 도약을 위해 R&D, 국가안보, 산업화, 국제협력 등 다양한 분야의 전문성·리더십을 갖춘 선도형 거버넌스로 개편
- 다부처 정책 조정, 민간의 전문성을 활용하기 위한 조직·기능 설계, 우주산업 활성화를 위한 우주항공청 신설(경남 사천)

□ **(문제점)** 우주위험 대응 범위와 능력이 한정되어 있고 국제적인 환경에 변화에 즉각 대응할 수 있는 전담조직 부재

- 현재 1차 기본계획상 우주위험의 요인은 자연우주물체와 인공 우주물체의 추락과 충돌, 태양활동에 국한되어 있고 감시능력도 제한적임
  - 우리나라의 우주개발 활동영역이 달궤도를 포함한 심우주 영역 까지 확대됨에 따라 정지궤도까지의 근지구 공간에서 발생하는 위험과는 다른 종류의 위험이 발생할 수 있음
  - 자연우주물체나 우주잔해물과는 달리 우주무기체계는 능동적으로 다양한 종류의 위험을 발생시킬 수 있고 민간영역에도 영향을 미칠 수 있음
  - 상업적 우주감시나 우주감시 선도국들의 통상적인 감시능력은 인공우주물체의 경우, 10cm급이고 자연우주물체의 경우, 인류에 심각한 피해 입힐 수 있는 140m급이지만 우리의 능력은 이에 못 미치고 있음
  - 현재 우리나라에서 보유하고 있는 감시장비는 소형 광학장비 위주로 기상상태나 관측시각에 민감하기 때문에 레이더, 대형 광학장비 등 다양화 필요
- 현재 우주위험 대책본부는 비상설 조직으로 복합연계 피해가 발생할 경우 과기정통부의 통제역할이 제한적임

- 우주물체의 추락 및 충돌에 의한 재난은 지진재난처럼 단일 직접 피해에 의하여 다양한 복합연계 피해를 발생시키는 특성을 지니고 있음
- 재난의 상황관리단계에서 과기정통부가 전체 재난에 대한 통제가 가능한 역할과 기능 보유 필요
- 우주위험대응 전담조직 부재로 인한 선제적·체계적 대응과 국제 협력에 한계
- 부처 내 소수의 인력으로 정책개발, 연구개발, 재난대응, 매뉴얼 작성, 국내외 협력 등 다양한 업무수행으로 인한 효율성 및 전문성 저하
- 특히, UN 등 국가 대표성과 장기적인 교류가 필요한 국제협력에 전담인력 필요

## 2. 개선방향

As-is(~'22)	⇒	To-be('23~)
우주위험 발생 영역 및 요인의 다양화		우주위험 대응 범위 확대
국내외 환경 변화에 대응할 수 있는 전담부서 부재		우주위험 대응 전담부서 신설 및 대응체계 개선

## 3. 주요 추진내용

### □ (세부과제1) 우주위험 대응범위 확대

- 근지구 공간에서 태양계 내까지 감시영역 확대
  - 지구-달계(시스루나), 태양계 내 우주탐사영역 확대 단계별로 대응하는 심우주광학감시기술 및 심우주전파감시기술 개발
- 인공 및 자연 우주물체 감시대상 범위 확장
  - 지구 저궤도에서 10cm급 이상 크기의 인공우주물체를 상시 감시할 수 있는 레이더 우주감시기술과 140m급 지구위협소행성 감시기술 개발

- 우주감시기술의 대역(스펙트럼)과 방법론의 확대
  - 현재 우리나라에서 우주감시 관측인프라에 주로 활용 중인 가시광대역에서 적외선, 레이저, L밴드, S밴드, X밴드 대역으로 관측 대역을 확대
- 태양위험 분석·대응기술 연구
  - 태양활동 증가로 인한 전파 혼신, 통신 두절, 전파기반의 첨단 서비스 장애 대비 및 위성 통신·운용 안정성 지원을 위한 예·경보 기술 확보
- **(성과목표)** 저궤도 서브미터급 인공우주물체 상시감시 체계 개발, 140m급 지구위협소행성 감시기술 개발, 근지구(10~36,000km 영역) 우주환경 예·경보체계 개발

#### □ **(세부과제2)** 국가 우주위험대책본부 확대·개선

- 국가 대응체제로서 우주위험대책본부의 위상과 역할 재정립
  - 국가재난관리체계의 핵심인 해당 재난을 재난관리 전 단계(예방-대비-대응-복구)에 책임지는 재난관리주관기관으로서 역할 수행
  - 재난상황으로 전환 시 신속한 재난 극복이 가능한 연계역량 확보
  - 위기대응매뉴얼의 작동성과 비상 대응기구의 재난대응 수행역량 확보
- 우주위험대책본부의 상시화, 확대개편
  - 자연/인공 우주물체에 대한 변화된 위협의 식별 및 재난의 수준 상시 분석 체계 구축
  - 자연/인공 우주물체 위협에 대한 상시 대응체제 및 역량 구축
  - 우주위험 재난관리 전 단계를 담당하는 국가재난 대응체제로 명칭 변경
- ※ 기구명칭 : “우주위험 재난지휘 통제센터(가칭)”
- **(성과목표)** 우주재난 발생 시 우주위험대책본부를 대체하는 상설 우주위험 재난지휘 통제센터 설립

- **(세부과제3)** 우주항공청 내 전담부서 신설 및 전문인력 확보
  - 우주위험에 대한 선제적·체계적 대응 전담인력 확보
    - 우주위험 재난 지휘 및 통제
    - 우주위험 위기대응 매뉴얼 제정 및 개정
    - 우주위험 관련 국내외 정책분석 및 정책개발
  - 우주위험대응 관측인프라 및 대응기술 관리 전담인력 확보
    - 광학, 레이더, 적외선 다양한 관측인프라의 운영 및 관리
    - 기술개발을 위한 국가 R&D 사업의 기획 및 관리
  - 국제협력 및 정책 전문인력 확보
    - 국제공동연구 기획 및 관리
    - UN 등 국제기구 관련 국가 대표성 업무 전담
    - 우주위험 관련 국내외 정책분석 및 정책개발
  - **(성과목표)** 우주항공청 내 우주위험대응 전담 과수준(10여명)의 전담부서 신설



전략	후보 추진과제명	제안자/기관
1	(1-2) 우주환경감시기관 역할 강화	

## 1. 현황 분석

□ **(현황)** 우주환경의 혼잡도 증가에 따라 우주위험에 대한 정부의 역량 강화가 요구됨

○ 최근 우주의 군사적·상업적 이용의 증가로 우주개발이 다양화 되면서 지구궤도 상의 우주환경은 급격히 혼잡

※ '23년 1월 기준, 추적 가능한 지구 궤도 상 인공우주물체는 2만 6천여 개, 운용 중인 인공위성 약 28%인 7천 4백여 개

- 우주물체의 증가는 우주물체의 지구 추락, 궤도상 충돌 위험 등과 같은 우주 공간에서의 잠재적 위험 발생 증가

- 정부의 우주위험에 대한 선제적·체계적 대응을 통한 국민의 안전과 재산 보호의 필요성 증대

- 미공개 정찰·항법 등 위성의 활동과 인공위성 요격실험 등 우주 공간에서의 군사 활동 증가에 따른 안보 위협 확대

※ 미 우주군으로부터 받는 근접메세지 '22년 10만 건

○ 우주개발진흥기본법에 의거 우주위험에 대한 정부의 역할을 명시 하고, 우주위험대비기본계획의 수립과 우주환경감시기관을 지정\*

\* '15년 한국천문연구원 우주환경감시기관 지정

표 2안 6-1. 우주위험대비 관련 정책 및 법령

국정목표	국정과제 79 : 우주강국 도약 및 대한민국 우주시대 개막 레이다·광학 등 우주위험감시 독자 시스템 구축으로 우주안보 확립
우주개발진흥법 제15조	우주위험대비에 관한 중장기 정책 목표 및 기본방향을 정하는 우주위험대비기본계획 수립 및 우주환경감시기관 지정
제4차 우주개발진흥기본계획	우주물체 충돌·추락 대응 우주 감시관측 역량 강화 : 레이다 우주감시체계 등 한반도를 통과하는 우주물체 감시 능력 확보
제1차 우주위험대비기본계획	인공위성의 지상 추락 가능성과 추락지점·시각을독자적으로 예측하는 시스템 구축 우리나라 위성에 접근하는 인공우주물체를 감시·식별하는 지 상시스템 설치·운영
우주환경감시기관	우주위험 예·경보 발령체계 구축·운영 우주위험의 예방 및 대비를 위한 국제협력체계의 구축·운영 위험대응기술 관련 연구개발 관계기관 및 민·관·군 합동 대응체계의 구축·운영 지원

□ (문제점) 우주위험 대응을 위한 전문기관으로 우주환경감시기관을 지정하여 우주위험 대응 임무를 수행하고 있으나 국가 우주위험 대응체계 구축 미비

- 우주위험 상시감시와 상황 전파를 위한 우주정보 통합관리와 우주위험 분석 및 예·경보 체계 구축 필요
- 우주위험 대응을 위한 우주물체 전자광학감시 네트워크\*를 운영하고 있으나 독자적인 우주위험 대응을 위한 우주감시레이다 등 우주감시자산 확충 필요

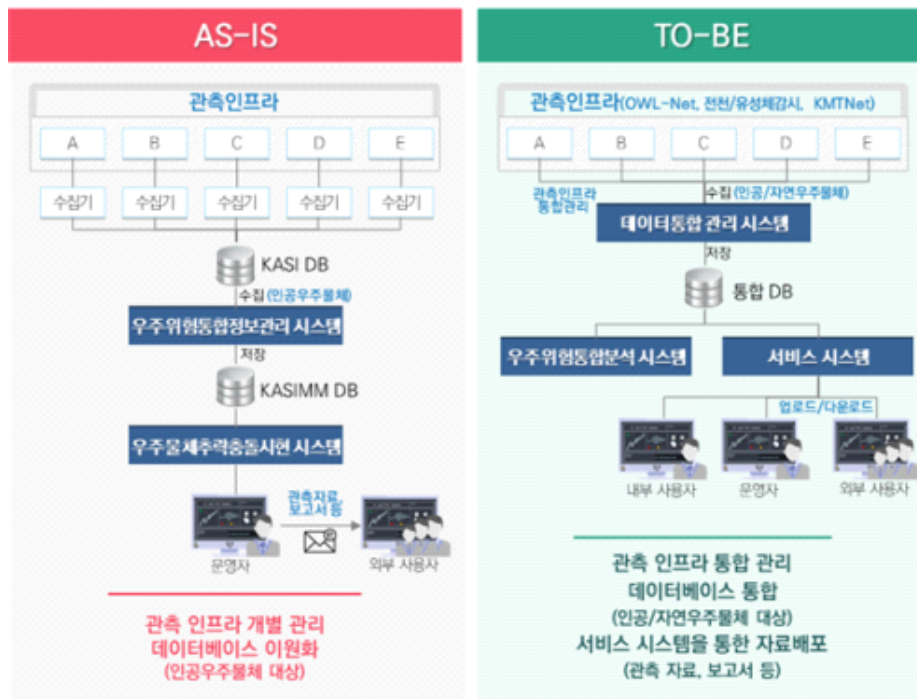
\* 0.5m 전자광학망원경 네트워크(몽골, 이스라엘, 모로코, 미국, 한국 설치)

## 2. 개선방향

As-is(~'23)	⇒	To-be('24~)
우주공간 환경 변화		우주영역인식, 우주교통관리 대응
독자 우주감시 역량 미비		우주위험 예·경보체계 구축

## 3. 주요 추진내용

- **(세부과제1)** 상시 감시와 상황 전파를 위한 우주위험 예·경보센터 구축 추진
  - 우주감시 정보의 통합관리와 우주위험 분석 및 예·경보 정보 생성·배포를 위한 우주위험 예·경보센터 구축
    - 운영 중인 우주감시 자산과 해외 우주감시정보 생산 기관으로부터의 우주정보를 통합·관리
    - 우주정보를 통합 분석하고 우주위험정보를 생성하는 우주위험 통합분석시스템 구축
    - 우주위험 상시·비상시 감시와 우주위험 예·경보 정보 생성·전파를 위한 우주위험 예·경보센터 구축
  - **(성과목표)** 우주위험 예·경보센터 구축하여 국가 우주위험대응 체계 운영

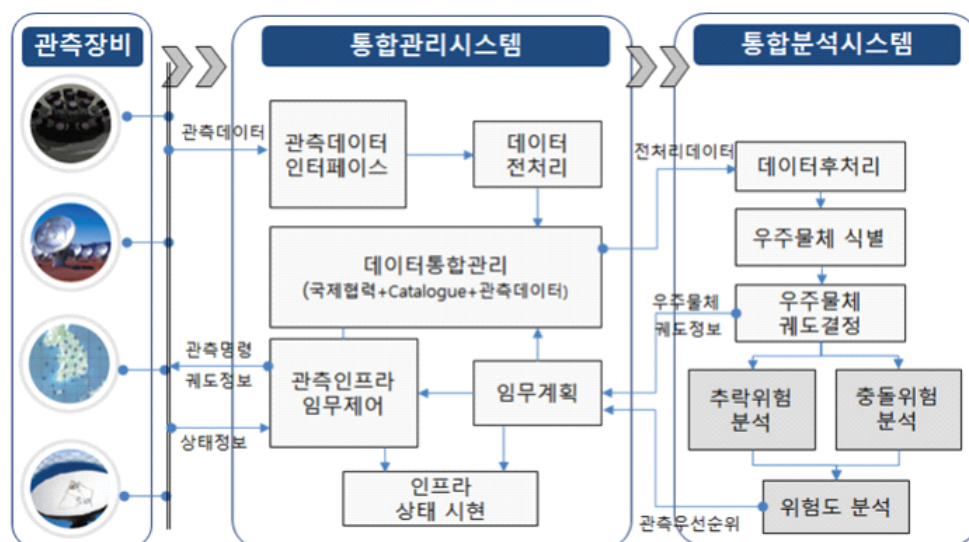


## □ (세부과제2) 우주위험감시 자산 및 정보 통합 관리 추진

### ○ 운영 중인 우주감시 자산의 통합관리체계 구축

- 우주환경감시기관 운영 중인 우주물체전자광학네트워크, 인공위성 레이저추적시스템, 유성체감시네트워크의 통합 운영 체계 구축
- 우주위험 정보의 수집과 관리를 위한 우주위험통합시스템 구축

### ○ (성과목표) 우주감시자산 및 위험정보 통합체계 구축



□ (세부과제3) 대국민 교육 및 체험센터 구축 추진

- 우주위험과 우주위험대응체계를 교육·홍보하는 대국민 체험 시설 구축
  - 대국민 우주물체 정보 및 우주위험 정보 제공 시스템 구축
  - 우주물체 및 우주위험 시연 시스템 및 체험관 구축
- (성과목표) 우주위험 교육·체험센터 구축·운영



전략	후보 추진과제명	제안자/기관
1	(1-3) 변화된 우주위험에 대응하는 법·제도 개선	

## 1. 현황 분석

□ **(현황)** 폭증하는 인공우주물체, 지구-달계\*의 우주개발, 그리고 지구 위협소행성에 대한 국제적인 대응 부각

- 지구-달계로 범위를 확대한 상업적, 군사적인 우주 이용이 제2의 우주개발 경쟁 가속

\* 지구-달계(Cislunar system): 지구와 달을 포함하는 중력권 영향계

- 정부주도적인 우주개발에서 민간기업주도의 우주개발로 변화
  - 로켓 재사용 기술을 이용한 가격경쟁력과 신속한 서비스로 신시장 창출로 연간 발사횟수는 증가일로
  - 우주인터넷인 스타링크 시스템을 필두로 메가 컨스텔레이션\*의 경쟁적인 구축으로 지구저궤도 상 인공위성 고밀도화

\* 메가 컨스텔레이션: 다수의 위성으로 전지구적인 서비스를 목적으로하는 초거대 군집위성 시스템(예: 스타링크는 42,000대의 위성군 구축 목표)

- 우리나라는 ‘아르테미스 협정’에 2021년 5월에 10번째로 가입

※ 심우주 통신·항법 기술, 달 주변 우주 정거장인 ‘루나 게이트웨이’를 포함해 달에서 진행될 각종 연구, 달 거주민을 위한 로봇과 이동수단, 지구 밖으로 진출하는 인간을 위한 우주의학 등의 분야에서 공동 프로젝트 발굴을 위한 개념연구에 착수키로 함. 개념연구 이후 구체적인 협약을 맺어 개발 프로젝트를 공동 추진해 나갈 예정

- 지구위협소행성 탐지, 추적, 목록화, 대응 임무 연구 등 자연우주 물체에 의한 우주위험에 대응하고자 UN은 국제 소행성 경보 네트워크(IAWN)와 우주임무 기획 자문 그룹(SMPAG), 두 협의체의 설립을 권고

※ IAWN에서는 위협이 될 수 있는 천체의 탐지 및 추적의 기획, 조율. 그 천체의 물리적 특성, 충돌 가능성을 계산. 일정 수준보다 높은 위협이 예측될 경우는 IAWN이 UN과 그 회원국에 경보를 발령. 경보가 발령되면 SMPAG는 소행성 궤도를 변경하거나 피해를 최소화할 수 있는 기술적인 방법을 찾고 이를 위한 체계적인 계획을 권고

표 2안 6-2. 우주위험에 대응하는 우리나라의 법, 제도, 정책, 대응 매뉴얼

구분	현재 및 문제점	개선 방향
인공·자연우주물체 추락·충돌 대응 매뉴얼	인공 및 자연우주물체에 의한 우주위험에 개별 대응 매뉴얼 존재	매뉴얼 개정
우주개발진흥법 내 '우주위험의 대비' 관련 조항	폭증하는 우주감시 대상과 대두되는국제 우주감시 및 우주교통관리 체계 대응 미비	법 개정
우주쓰레기 관련 법	장기지속가능한 우주개발 규범, 가이드라인 수정 필요	가이드라인 수정
우주교통관리 관련 정책	관련 정책 미비	정책 수립

- **(문제점)** 인공 및 자연 우주물체에 의한 우주위험 대응 관련 매뉴얼이 각기 존재하며, 현재 그 관심이 증대되고 있는 우주쓰레기 대응 및 지속가능한 우주개발과 관련한 법과 우주의 상업화와 군사화의 가속과 관련 우주교통관리 관련 법 미비
  - 재난 및 안전 관리 기본법에 의거한 자연우주물체 추락·충돌 대응 매뉴얼과 제1차 우주위험대비 기본계획에 의거한 인공우주물체 추락·충돌 대응 매뉴얼은 대상 위험 요소 차이에 따라 근거 법령이 각각 존재하여 관리 주체가 모호하며, 별도의 대응 매뉴얼이 존재
    - ※ 현재 안전한국훈련 관련해서는 자연우주물체의 추락·충돌 대응 훈련만 과기정통부 주관으로 우주환경감시기관인 한국천문연구원에서 실시하고 있음
  - 국가 우주위험대응 관련 법은 현재 우주개발진흥법(제15조)이 있으며, 이를 근거로 제정된 제1차 우주위험대비 기본계획과 매년 수립되는 시행계획이 정부의 대응 정책임



- 기존 우주개발진흥법의 일부 내용 추가 및 변경 등 개정 필요
  - 기존 용어와 문구에서 SSA/STM을 명확히 표현하고 국제적인 흐름에 부합하게 용어 정리, 법적 주체, 주관 부처, 운영 주체, 부처간 협력체계, 국제협력 체계 등 구체 명시 또는 우주위험 대비기본계획에 담을 내용으로 명기
- 우주개발진흥법 개정 필요 내용
  - 제2조 : SSA/STM 용어의 정의 추가
  - 제15조 : 우주위험대비기본계획으로 추진 할 수 있도록 조항 추가
  - 조항 신설 : 법적 주체, 주관 부처, 운영 주체, 부처간 협력체계, 국제협력 체계 등 구체 명시 조항 신설
  - 기타 관련 조항 수정
- 근지구 공간의 활용 및 미래 우주개발에 있어서 큰 변수로 작용할 수 있는 우주쓰레기의 기하급수적인 증가는 능동적 우주쓰레기 제거 기술(ADR)\*의 개발을 고려해도 이미 심각한 문제임. 제한된 근지구공간의 지속가능한 우주개발을 위해 우주쓰레기를 증가를 억제하는 국가적인 법 또는 규정이 필요한 때임
 

\* ADR(Active Debris Removal): 우주공간에 존재하는 우주잔해물 또는 우주쓰레기를 능동적인 수단으로 제거하는 모든 종류의 기술을 총칭함. 현재 초기 연구개발단계임
- 지구 저궤도에서 인터넷 서비스를 제공하거나 지구환경을 감시하는 기능을 갖는 초거대군집위성 시스템이 등장했고 계속 그 수를 늘리는 상황임. 미국 등, 우주선진국에서는 국가 차원의 우주상황 인식 시스템 또는 우주전장영역 시스템을 연구개발을 진행하고 있음. 궁극적으로는 지구-달계를 포함하는 우주공간의 질서있는 활용을 목표로 국가 대 국가 차원의 국제적 공조로 정책, 규범, 법 등의 체계를 갖춰야 함
  - 명확한 정책 제정 없이 우주교통관리 체계 기술개발을 목표로 설정하는 방식은 미래 우주상황인식 또는 우주전장인식 기술 개발에 혼선을 초래할 수 있음(예: 미국의 우주정책 3(SPD-3))

## 2. 개선방향

As-is(~'23)		To-be('24~)
인공우주물체 추락·충돌 매뉴얼 자연우주물체 추락·충돌 매뉴얼		통합 우주물체 추락·충돌 매뉴얼
우주개발진흥법 일부 조항	⇒	우주개발진흥법 상의 우주위험대비 관련 조항 보완
우주쓰레기 및 지속가능한 우주개발 관련 법 미비		우주쓰레기 및 지속가능한 우주개발 관련 법조문 신설
우주안보 관련 법조문 미비		우주안보 관련 법조문 신설
우주교통관리 정책 미비		우주교통관리 관련 정책 수립

## 3. 주요 추진내용

### □ (세부과제1) 인공·자연 우주물체 추락·충돌 매뉴얼 통합

#### ○ 우주위험 통합대응매뉴얼 수립

- 현재 우주사고에 대한 우주 위험 대응 매뉴얼체제는 표준 매뉴얼인 「소행성·유성체등 자연 우주물체 추락·충돌재난 위기관리 표준 매뉴얼」과 주요 상황 대응매뉴얼인 「인공 우주물체 추락·충돌 주요 상황 대응매뉴얼」이 운용되고 있음
- 우주위험 대응 표준 매뉴얼체제로 기존의 「자연 우주물체 재난」매뉴얼과 「인공 우주물체 재난」매뉴얼의 운용의 통합성 가능성 연구
- 「재난 안전 및 안전관리 기본법」개정을 통한 국가재난으로 통합 지정 반영
- 「우주위험 재난」위기관리 표준 매뉴얼 신규 제정

#### ○ (성과목표) 우주위험 대응 통합 매뉴얼 수립

□ **(세부과제2)** 우주위험 및 우주위험 대응 관련법 체계화 및 정비

- 우주위험에 효율적으로 대응하기 위해 관련 국가법령 및 제도 정비
  - ‘재난 안전 및 안전관리 기본법’ 개정을 통해 우주위험을 국가 재난으로 통합 지정 반영
- 국가 대응체계 정비
  - 현재 우주사고에 대한 우주 위험 대응매뉴얼 체제를 수행하는 국가 대응체제는 과기정통부가 우주물체(인공/자연)가 추락·충돌하여 발생하는 재난에 대해 비상성조직인 우주위험 대책본부가 구성되어 운용
    - ※ 우주위험 대책본부는 비상설조직으로 평상시는 상시 우주 환경감시 임무를 법으로 지정받은 천문연구원의 추락·충돌 종합상황실에서 대응(24시간/7일)하다가 우주물체(인공/자연)의 추락·충돌상황 발생 경우에 재난 주관기관인 과기정통부의 1차관이 본부장으로 하는 우주위험 대책본부가 구성되어 운용됨
  - 우주위험 대책본부의 상시화, 확대 개편으로 우주위험 재난관리 전 단계를 담당하는 비상 대응 국가재난 대응 체제로서 ‘우주 위험 재난지휘 통제센터(가칭)’ 설립
- **(성과목표)** ‘재난 및 안전관리 기본법’ 개정

□ **(세부과제3)** 우주쓰레기 및 우주안보 관련 법조문 제정

- 기존 ‘우주쓰레기 경감을 위한 우주비행체 개발 및 운용권고(2020. 우주개발진흥실무위)’에서 법적 성격이 강화된 가이드라인 설정 필요
  - 미국은 보유한 우주자산의 수와 가치가 크게 증가함에 따라 현재와 미래의 우주 자산을 방어하기 위한 규제 프레임워크를 강화함
  - 중국은 CNSA(국가항천국)는 정책/표준으로서, ‘민간 우주 발사 프로젝트의 인허가 관리 강화 공고’ 등을 통해 (i)미션 종료

후 궤도 이탈(de-orbit) 시켜야 함. ii) 우주물체는 적시 등록해야 함 등)를 발표

- **(성과목표)** 우주쓰레기 및 우주안보 관련 법조문 제정

#### □ **(세부과제4)** 우주교통관리 관련 정책 수립 추진

- 우주위험 및 우주위험 대응 관련 법에 우주교통관리 정책 신설
  - 우주교통관리(STM) 정책 및 로드맵 수립
  - 부처간 협력체계, 민군 협력체계 구축
- 우주교통관리 국제협력 대응체계 수립
  - 미국은 우주상황인식(SSA)·우주교통관리(STM)에 관한 국가지침('18.6.)에 따라, 우주물체의 안전표준·기술지침 등을 마련 중
    - ※ 모범 사례, 기술 지침, 안전 표준, 행동 규범, 발사 전 위험도 평가 및 궤도 충돌 회피서비스로 구성된 STM 프레임 워크가 우주운영환경을 보전하는데 필수적이며 타국의 원칙 준수를 권고
  - 독일의 모범 사례(GSSAC)\*와 유사한 민군 합동 우주상황인식(SSA)/우주교통관리(STM) 센터 설립

\* GSSAC: German SSA Center, 민군통합 국가우주상황인센터

- **(거버넌스 구축)** 우주강국 도약을 위해 우주상황인식·우주교통관리·우주영역인식 등을 상호연계하여 거버넌스 구축

※ 미국 우주상황인식 거버넌스

- (국무부) 민군 겸용 STM 체계 수립
- (국방부) 군용 우주물체 카탈로그 관리
- (상무부, 교통부) 상업적 SSA 데이터 서비스 및 STM 체계 구축
- (FCC(연방통신위원회), NASA) 우주쓰레기 경감 표준화 및 위성 설계 및 운영 개선
- (FAA(연방항공국)) 발사 면허, 등록, 재진입 등 제반 규제 업그레이드

- **(프로그램 마련)** 우주교통관리 연구개발을 효율적으로 수행하기 위하여 개별 과제 차원이 아닌, 프로그램 마련

- ※ 프랑스 : 우주쓰레기 기술 영역에서 Tech4SpaceCare 프로그램을 추진. 이는 산업 경쟁력을 손상시키지 않으면서 우주의 지속가능한 사용과 우주 운영 안전을 보장하기 위해 궤도시스템을 위한 기술요소를 개발하는 것을 목표로 하여 핵심 기술 연구를 우선적으로 하고자 함
- ※ 인도 : IS4OM(ISRO System for Safe & Sustainable Operation) 활동을 통하여, i)관측 데이터 프로세싱 및 목록화, 근접 접근 위험 측정 및 완화, ii)재진입 위험 분석, iii)우주파편/우주기상/근지구물체 연구개발 및 모델링 등을 체계적으로 수행
- **(운용체제 혁신)** 시스템 정비·시범운용 등에서 과기부, 국방부 등을 비롯한 정부기관 등이 유기적으로 협력이 되는 운용체제 구축
  - ※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부, 국방부 등
  - 우주영역 전문부대의 편제 강화
  - ※ 국방부
  - 우주 기반 광학망원경(우주상황 감시위성) 등 신설·정비
  - ※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부, 국방부 등
  - 우주상황인식 시스템 유지·운용의 구체화를 위한 검토
  - ※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부 등
  - 민간기업을 포함한 우주상황인식 관련 정보공유에 관한 구체화를 위한 검토
  - ※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 국방부 등
  - 우주기상 정보 공유·활용에 관한 연계 강화
  - ※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부, 기상청, 국방부 등
  - 연구개발 수명주기에 따른 우주시스템 전체의 기능 보증 강화에 관한 검토 및 필요한 조치
  - ※ 우주항공청(신설), 과학기술정보통신부, 국토부, 국방부, 외교부, 기상청, 환경청, 방사청 등
  - 우주선진국 센서 탑재를 통한 우주상황인식 능력 향상을 위한 한·미·일 협력 추진
  - ※ 우주항공청(신설), 외교부 등
  - 민/군 협업 우주상황인식-우주교통관리 공동체제 구축이 시급함

- **(정부가이드라인 설정)** 기존 '우주쓰레기 경감을 위한 우주비행체 개발 및 운용권고(2020.우주개발진흥실무위)'에서 법적 성격이 강화된 가이드라인 설정 필요

- ※ 러시아 : 우주쓰레기 환경 개선 표준안

- ※ 영국 : in-orbit 활동, Active Debris Removal 등을 위한 규제 마련 중

- ※ 프랑스 : 2008년 6월 3일부터 시행 중인 프랑스에서의 우주 활동에 대한 규제 프레임워크(기술 규정)인 French Act Relating to Space Activities에 대하여, 2017년에 첫 번째 개정판이 채택된 이후 두 번째 개정판은 2021년에 시작되었으며 2024년 시행을 목표로 2023년 내내 계속되고 있음

- ※ 중국 : 2023년, CNSA(국가항천국)는 정책/표준으로서, '민간 우주 발사 프로젝트의 인허가 관리 강화 공고' 등을 통해 (i)미션 종료 후 궤도 이탈(de-orbit) 시켜야 함. ii) 우주물체는 적시 등록해야 함 등)를 발표

- ※ 미국 : 미국이 보유한 우주자산의 수와 가치가 크게 증가함에 따라 미국 정부는 현재와 미래의 우주 자산을 방어하기 위한 규제 프레임워크를 강화함

- 가장 광범위한 지침인 2018년에 발표한 SPD-3(Space Policy Directive-3)에서는 '국가 우주 교통 관리 정책'(National Space Traffic Management Policy)으로 국가 우주자산을 보호하기 위한 SSA 역량 개발의 중요성을 강조하고 있음

- SPD-3외에도 '2001년 우주 쓰레기 완화 가이드라인(2019년 업데이트)', 'NASA의 궤도 파편 제한을 위한 절차 요구사항', '상업용 발사체에 대한 연방 항공국 규정 및 기타 FCC 규정' 등 우주 쓰레기 완화를 위한 여러 공식 규정들을 발전시켰음

- **(우주개발전문기관 가이드라인 설정)** 우주개발전문기관인 한국항공우주연구원은 2030년 경, 기존 '한국항공우주연구원 우주쓰레기 경감 기술 고려사항(2022.12.29 : KARI-SDM-TC-2022-001)'을 갱신하여 법적 성격이 강화된 가이드라인 설정 필요

- ※ 일본 JAXA : 2022년, JAXA는 우주 잔해 완화 표준(JMR-003E) 업데이트하여, "지구 너머" 즉 달, 화성, S-E LP, EM-LP 등을 잔해 완화 범위로 추가함. 또한 우주비행체 충돌 위험 관리 표준(JMR-016)을 발간함

- **(성과목표)** 범부처 우주교통관리(STM) 대응체계 구축

전략	후보 추진과제명	제안자/기관
2	(2-1) 주요 분야별 기술개발 로드맵 구축	

- **(현황)** 우주위험 대응에 필요한 단편적인 기술개발과 인프라 구축은 수행하고 있지만 체계적이고 중·장기적 감시기술 개발 및 인프라 구축에 대한 로드맵 미비
- 우주 활동의 증가 및 복잡성 증가, 위성의 대량 발사, 궤도 상 충돌 및 폭발 등에 따라 궤도 상 우주물체의 숫자가 폭발적으로 증가
    - ※ 또한, 관측기술의 발전에 따라 기존 미식별 물체의 상당수도 현재 추적이 가능해짐 (과거 지름 10cm 이상에서 현재 지름 3cm 이상 물체를 추적 가능함)
  - 정부는 우주안보 확립을 위해 제4차 우주개발진흥기본계획을 발표함
    - 우주자산의 안전한 운용을 위하여 우주물체 정보의 획득, 이를 통한 우주안보 역량 강화가 요구됨
  - 전 세계적으로 우주감시의 일환으로서 우주물체에 대한 궤도, 자세, 특징, 회전 등 정보 획득이 요구됨
    - 궤도정보 뿐만 아니라 우주물체의 자세, 회전, 물성, 특징 등 많은 정보가 요구됨
    - 최근, 해외 기관과 상업 기업이 우주물체에 대한 정보를 제공하기 시작함
  - 우주임무 설계 시 우주환경보호에 대한 지속가능성 등을 적극적으로 고려하기보다는 주어진 임무 달성과 이를 위한 효율성에 집중하고 있음
    - 해외 기관들의 분석 툴과 규정을 차용하여 최소한의 분석만 실시하고 있음



## □ (문제점)

- 관심 우주물체 관측을 통한 상세 정보가 요구되나 현재 가용한 우주물체 관측시스템 부재
- 우주물체의 다양한 정보를 기상/환경적 제약사항 없이 획득 가능한 시스템이 요구됨
- 운영위성과 근접하는 우주물체의 수가 폭발적으로 증가하고, 우주임무의 복잡도 상승에 따라 기존 시스템의 분석 기능 및 용량 측면에서의 한계에 직면함
- 임무 종료 후 방치된 물체들이 궤도상에서 폭발하여 수많은 파편을 양산하고 이 파편들은 운영중인 우주자산을 지속적으로 위협하고 있음
  - 또한, 지상에서 추적되지 않는 작은 물체(지름 1cm 내외)로 인한 기능 저하 및 고장이 발생하고 있으며 적절한 대비를 하지 않을 경우 우주임무 수행에 심각한 영향을 줄 수 있음

## 2. 개선방향

As-is(~'22)	⇒	To-be('23~)
제한적인 우주물체 정보 획득 수단 (소형 광학감시 기술 위주)		대형 광학감시, 레이더 감시, 적외선 감시 기술 등
개별적 분석, 분석능력의 한계		통합분석, 분석능력 고도화 우주교통관리 기반 마련
수동적/소극적 우주환경보호		능동적/적극적 우주환경보호

## 3. 주요 추진내용

### □ (세부과제1) 우주감시기술 분야

- 광학감시 기술
  - 중고궤도 광학감시 및 궤적 분석 기술 개발
  - 지구위협소행성 감시용 중대형 망원경 개발

- 레이더감시 기술
    - 서브미터급 우주물체 감시용 레이더 시스템 개발
  - 영상레이더를 이용한 정밀추적 기술
    - 기상/환경 제약 없이 적시에 정확한 정보 획득 가능한 정밀추적 영상레이더 구축을 통해 우주물체의 정밀 궤도, 자세, 특징 및 영상 획득
    - NASA, ESA 등 해외기관의 주력 레이더를 벤치마킹하여 추후 업그레이드를 통한 추가 성능 개선까지 고려
  - Passive RF 시스템
    - 한반도 상공을 지나며 전파를 송신하는 위성에 대한 궤도 정보 획득이 가능한 Passive RF 시스템 구축
    - 총 2단계로 구성하여, 1단계로서 정지궤도 위성에 대한 시스템 구축하고 2단계로 저궤도 위성에 대한 시스템 구축
  - (성과목표) 우주감시기술 분야 기술로드맵 구축
- (세부과제2) 우주위험 예경보기술 분야 로드맵 구축
- 우주위험 감시인프라 통합 관리
  - 우주위험 정보 통합 관리
  - 우주위험 통합분석 기술
  - 우주물체 추락위험 분석 기술
  - 해외 위성운영자 궤도 활용한 충돌분석 및 조정 기능 확장
  - 용량 확대에 따른 분석 용량 및 자동화 기능 확장
  - 신속하고 효율적인 상황전파 및 의사결정을 위한 디지털트윈 및 메타버스 기술 개발
  - (성과목표) 우주위험 예경보기술 분야 로드맵 구축

□ (세부과제3) 우주위험 저감기술 분야 기술로드맵 구축

- 궤도상 분열이벤트 분석 및 영향성 분석 연구
  - 과거 발생한 궤도상 폭발이나 분열 사례를 분석하고, 특정상황에서 발생할 파편의 수나 분포의 수준을 예측하는 모델 연구 개발
  - 분열 발생시 운영중인 위성을 위한 영향성을 분석하고, 상황을 신속하게 전파할 수 있는 시스템 체계 개발
- 위성·발사체에 대한 우주파편 환경 분석시스템 개발
  - 위성 및 발사체 임무고도의 우주파편 환경 분석 도구 개발
  - 위성에 대한 초고속 충돌 시 영향성 분석을 위한 충돌모델 개발
  - 초고속 충돌모델을 활용한 위성의 최적 쉴드 설계 연구 및 부품 손상 예측 기술 개발
- 폐기기동 분석 및 계획수립 시스템 개발
  - 궤도 별 폐기전략 연구 및 위성 노후 및 장애 상태를 고려한 폐기기동 전략 수립 연구
- (성과목표) 우주위험 저감기술 분야 기술로드맵 구축

전략	후보 추진과제명	제안자/기관
2	(2-2) 상호보완적 융복합 우주감시 시스템 구축·활용	

## 1. 현황 분석

□ **(현황)** 민과 군이 우주상황인식·우주영역인식 체계 및 우주감시 자산 구축을 독자적인 계획에 따라 추진 중

○ 민간은 우주개발진흥법 및 우주위험대비기본계획에 따라 과학기술정보통신부 중심으로 우주위험대응체계를 구축 운영 중

- 우주위험대책본부를 설치하여 우주위험대비 범부처 대응체계를 운영 중이며 우주물체 추락·충돌 재난 위기관리 매뉴얼 수립 관리 및 우주물체 추락·충돌 재난 대응 안전한국훈련 등을 주관

- 우주위험기본계획에 따라 우주환경감시기관을 지정하고 우주감시자산 구축과 우주정보통합관리 및 우주위험 분석을 수행 중

○ 군은 자체적인 우주전력 강화 계획에 따라 우주영역감시 및 우주안보 체계를 구축 중

- 공군 우주센터를 설치하여 우주영역에 대한 감시체계를 구축 중

- 우주영공 감시를 위한 전자광학 감시체계\*를 구축하여 운영 중이며 추가적인 우주감시 자산 구축을 계획 중

\* 공군 전자광학위성감시시스템 구축·운영 중('21~)

○ 민과 군은 우주상황인식·우주영역인식 기술 협력 및 정보 공유 협력\* 중

\* 우주상황인식 분야 협력에 관한 합의서(2015년~)

□ **(문제점)** 우주상황인식·우주영역인식 분야의 민·군 간 효율적인 협력과 정보공유 체계 미비

○ 우주상황인식·우주영역인식은 국가적인 역량의 결집과 국제협력을 위한 단일화된 대응체계가 필요

- 민과 군은 우주정보 공유와 우주위협상황 공동 대응 등을 제한적으로 수행 중이나, 효율적인 우주위협대응 역할 분담을 위한 협력 체계의 구축이 필요
- 민·군이 별도의 감시장비를 운영하고 있지만 복합적인 문제로 자료 공유나 공동 활용이 매우 제한적임
- 상호 보안체계의 차이는 장비 공동활용에 가장 큰 방해요소로 작용하고, 특히 민에서 군시설에 대한 접근은 원천적으로 불가
- 국가차원의 자원활용 효율성을 위해서는 공동활용을 위한 보안 체계 구축 필요
- 민간 부분의 취약한 보안체제로 인한 연결성 결여
  - 민간 부분의 하드웨어 및 소프트웨어 보안체계 강화 필요

## 2. 개선방향

As-is(~'23)	⇒	To-be('24~)
민·군 개별적인 우주위협대응체계 및 제한적인 협력체계 운영		국가우주감시 역량 강화를 위한 효율적인 협력체계 구축
감시자산 중복 개발 및 민·군 별도 인프라 운영		민·군 인프라 공동 활용으로 감시자산 최대 활용

## 3. 주요 추진내용

- **(세부과제1)** 민군의 역할 분담과 상호 보완, 국제협력 일원화를 위한 민군협력센터 구축 추진
  - 우주상황인식 대응을 위한 효율적 우주정보의 공유 및 배포 체계를 구축·운영하여 우주상황인식·우주영역인식 국제협력 일원화 대응
  - 우주안보 관련 신속한 의사결정을 위한 위원회를 설치
    - 국가기관을 대표하는 당연직 위원과 전문가로 구성

- 자료공유를 위한 공동 데이터베이스 구축
  - 상호 접근이 용이한 제3의 장소(예: 국가 우주위험예경보센터)에 공동으로 활용 가능한 데이터베이스 구축
- 자료 공동분석을 위한 전문가 그룹 운영
  - 민·군 합동 상설 전문 분야별 워킹그룹 운영
  - 공동 데이터베이스 구축 장소에 상설 사무실 및 연구실 설치
  - 전임 인력 위주로 운영하되 필요 시 관련 기관에서 인력 파견
- (성과목표) 국가 합동우주상황인식 센터 설치·운영

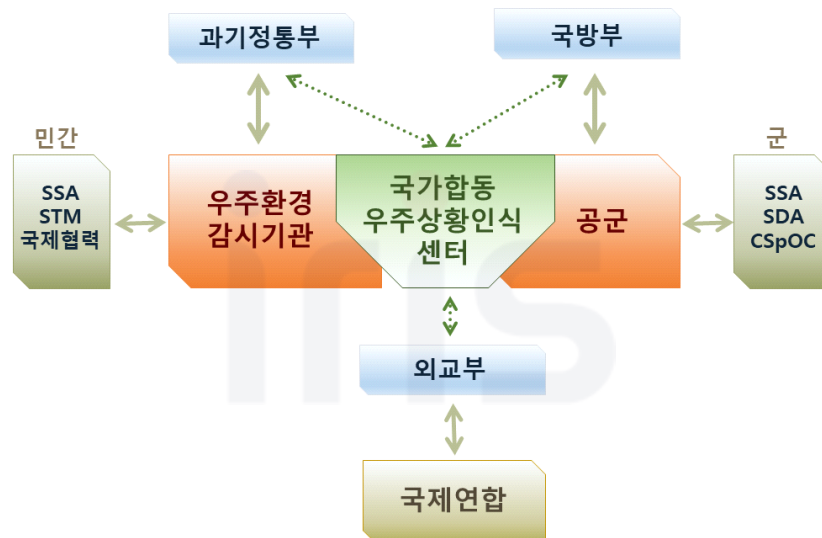


그림 2안 6-1. 합동우주상황인식센터(안)

- (세부과제2) 국가 우주감시자산 공동활용체계 구축 추진
  - 효율적인 우주감시와 우주위험 대응을 위한 우주감시자산의 공동활용체계 구축
    - 과기정통부와 국방부 등의 고유임무 영역을 유지하고, 감시 자산 공동활용 체계를 구축
  - 민·군 합동 보안 프로토콜 개발
    - 장비 공동활용 및 자료공유를 위한 통신 프로토콜 개발

- 민간 부분의 보안 강화를 위한 통신망 분리 및 별도 시설 운영
  - 감시장비를 위한 별도의 통신망 설치
  - 감시장비 운영을 위한 독립적인 운영시설 건설
  - 독립적인 데이터베이스 구축
- (성과목표) 통합우주상황인식시스템 구축·운영





전략	후보 추진과제명	제안자/기관
2	(2-3) 국제협력을 통한 글로벌 우주감시 연대 체계 구축	

## 1. 현황 분석

- **(현황)** 우주공간의 복잡화와 우주 활동 주체의 다양화 등에 따른 우주활동의 안전성과 지속성 확보가 어려워지는 가운데, 우주 감시를 위한 우주상황인식은 우주영역인식과 우주교통관리 개념으로 확대되어 UN COPUOS 등에서 우주공간의 혼잡 문제에 대한 다양한 해결방안을 논의하고 있음
- 전 세계 민·관·군 분야 우주활동 확장 및 다양화
    - OneWeb社(400기), SpaceX社(1800기) 등 대규모 위성군(Mega-constellation)의 등장 및 위성영상 서비스를 넘어서 우주관광, 우주채굴 등 우주영역으로 확장이 점점 심화됨
    - 우리나라도 제21회 국가우주위원회(‘21.11) ‘우주산업 육성 추진 전략’에 따라 ‘31년까지 군집위성 포함 공공목적 위성 총 170기 개발 예정으로, 국가우주자산에 대한 우주교통관리의 중요성이 강조되고 있음
  - UN COPUOS는 안전한 우주활동을 위해 ‘우주활동 장기지속 가능성(LTS)가이드라인을 채택하고, 이행 확산을 위한 국가간 협력(capacity building) 방안 논의
    - LTS가이드라인은 우주활동의 장기지속가능성 정의, 지침의 범위 및 실행, 우주활동을 위한 정책 및 규범체계, 우주운용을 위한 안전, 국제협력, 능력 및 인식제고와 과학기술 연구과 개발 등을 담고 있음
    - 국가 간 상이한 우주활동 관행 및 규정을 국제적 차원에서 공유하여 발생가능한 위협 대처방안 마련 중

- 현재는 법적구속력이 없는 연성법 성격의 결의 의나 지침에 위반한 활동을 지속할 경우 국제협력에 영향을 받을 가능성이 존재, 향후 국제우주규범으로 자리잡을 가능성이 매우 높으므로, 지속적인 검토와 우리나라 입장 정립 필요
- 우주탐사 및 평화적 이용에 관한 국제협력 부문에 관한 의견 교환이나 연구 협력차원에서 다양한 국제기구 활동이 이루어지고 있으나 우주감시 국내 협력과 국제 협력을 확대하기에는 한계를 나타냄
- SMPAG, IWAN, IADC, IOAG, IAF 등 다양한 국제기구의 워킹그룹 활동이 연구그룹 차원에서 수행 중
- ※ IOAG(Inter-Agency Operations Advisory Group : 우주상황인식 워킹그룹), IAF(국제 우주연맹 : 우주교통관제 워킹그룹)
- 우주물체나 자연우주물체의 위험은 전지구적 감시가 필요하기 때문에 국제협력을 통한 감시 네트워크 구축 및 공동대응체제 구축 노력을 강화하는 중
- 우주파편조정위원회(IADC, Inter-Agency Space Debris Coordination Committee)는 우주쓰레기로 인한 지구궤도 환경문제와 관련된 전 세계의 우주개발기관들의 기술적, 과학적 연구활동 협의체로 기술적인 조언 및 가이드라인 등을 UN에 제공 및 보고하고 있음
- 현재 한국을 포함하여 총 13개국이 참여중이며, 매년 총회 및 워킹그룹, 재진입 예측 캠페인 등을 수행 중임
- 관심 우주물체에 대한 정보를 적시에 얻기 위하여 다수의 관측소가 요구됨
- 해외기관 및 사기업은 태국, 호주 등 해외관측소 설치로 관측 기회 증가를 통하여 적시에 관심 우주물체의 정보를 획득
- 적도 부근 또는 남반구 해외관측소 설치로 추적 가능성 향상

- **(문제점)** 국제협력의 컨트롤타워 부재 및 국제기구 활동의 지속 가능한 리더십 부재, 국제협력을 위한 관측시스템 부족
  - 다양한 국제기구 활동에서 자국의 이익을 보호하고 우주의 안전, 안보를 위한 다자적 접근의 국가 리더십 부재
    - UN 등 우주외교분야에서 우주상황인식에 대한 검토·활동을 위한 국제협력 강화 필요
    - SMPAG, IWAN, IADC, IOAG, IAF 등 다양한 국제기구의 워킹그룹 활동이 연구그룹 차원에서 수행 중
  - ※ 국제기구 워킹그룹 활동으로는 IOAG(Inter-Agency Operations Advisory Group : 우주상황인식 워킹그룹), IAF(국제우주연맹 : 우주교통관제 워킹그룹) 등이 있음
  - 국제협력을 통한 감시 네트워크 구축 부재와 국가적인 공식 대응 체계의 부재로 적극적인 참여가 어려운 실정
    - IADC에 참가하고 있는 국내 기관은 한국항공우주연구원이 유일하며, 소수 인원으로 참가하고 있어 우주물체 관측, 우주물체 환경모델, 우주선 보호, 충돌위험 완화와 같은 다양한 주제의 영역에 모두 참가하는데 제약이 있음
    - 정밀추적 레이더 또는 Passive RF 시스템에 대한 해외관측소 설치에 대한 계획 부재
    - 국제 관측 캠페인에 참여 가능한 관측시스템의 절대적인 부족
  - 우주자산의 우주상황 정보를 실시간으로 확보하기 위해서는 데이터릴레이가 필수이며, 이를 위한 추가적인 우주자산이나 지상자산 등 대형 인프라 필요한 상황
    - 각자의 인프라를 서로 공유(상호운용성, Interoperability)하고, 확보된 정보 및 분석결과를 공유(데이터 셰어링, Data sharing) 하는 것이 우주교통관리를 위한 전제조건이나 그에 대한 데이터 표준화 미비와 국제적인 협력인 만큼 한계가 있음

## 2. 개선방향

As-is(~'23)		To-be('24~)
우주감시 인프라 부족으로 인한 국제협력 참여 한계	⇒	우수 인프라 구축을 통한 국제기구 참여 및 주도적 리더십 발휘
우주위험 예·경보기술 한계		국제 공동 연구 및 해외관측소 설치 확대 등 글로벌 우주감시 연대 체계 구축

## 3. 주요 추진내용

### □ (세부과제1) 국제기구 참여 및 주도적 리더십 발휘

- 정부기관 및 산학연 전문가들로 구성된 전문가 그룹을 형성하여 우주상황인식 및 우주교통관리 분야 연구 및 산업화 생태계 조성
  - 주기적인 교류와 협동연구를 통해 국제 경쟁력을 제고하고 관련 분야 국제기구에 참여할 잠재적 참가단을 구성하여 적극적 참여 유도
- UN COPUOS 등 국제 기구 및 워킹그룹의 적극적 참여
  - 지구-달계(시스루나), 태양계 내 우주탐사영역 확대 단계별로 대응하는 심우주광학감시기술 및 심우주전파감시기술 개발
- 국제기구 참여 및 공동 연구 등을 위한 우주위험 대비 국내 기반 조성
  - UN COPUOS LTS 연구반 등 국제기구 참여 및 대응을 위한 국내 연구반 활동
- 우주위험대비 및 감시 능력 강화를 위한 국제공조 협력 체계 구축
- (성과목표) 국제기구의 주도적 참여를 위한 국내 기반 조성 및 UN COPUOS LTS 워킹 그룹 등 국제기구 및 협의체 참여

□ **(세부과제2)** 국제 공동연구 및 해외 관측소 설치 확대 등 글로벌 우주감시 연대 체계 구축

- 우주위험 관측 및 대응시설의 해외 관측소 구축 및 국제 공동연구 강화
  - 해외 관측 시설, 운영 및 관련 연구사업의 공동 연구과제 발굴
  - OWL-Net의 확대 설치 및 NSOS-beta 호주 관측소 설치의 안정적인 운용
- 관측 가능 빈도를 증가시키기 위한 해외관측소 계획 수립
  - 적도 부근 및 남반구 설치를 위한 장소 물색 및 계획 수립
  - 수립된 계획에 따른 신규 해외관측소 구축
- 정밀추적 영상레이더를 통한 국제 관측 캠페인 참여
  - 해외 사례를 참고하여 국제 관측 캠페인 참여를 위한 정밀추적 영상레이더 구축
  - 레이더의 유휴시간을 활용한 빔파크 캠페인 참여
- **(성과목표)** OWL-Net 확장, NSOS-beta 호주 관측소 설치, 정밀추적 영상레이더 구축

□ **(세부과제3)** 글로벌 우주감시 데이터 공유·활용 체계 구축

- 인프라 및 정보 공유자, 이해관계자를 모두 아우르는 공통된 데이터 공유체계 구성
  - 우주교통관리가 필요한 당사자들이 전 세계에 걸쳐있는 수많은 지상 인프라와 우주공간상의 우주자산으로부터 획득 및 분석한 데이터를 용이하게 공유
- 우주위험에 대한 선제적·체계적 대응 전담인력 확보
  - 우주위험 재난 지휘 및 통제

- 국제 SSA/STM 데이터 센터의 국내 허브 센터 구축
  - 광학, 레이더, 적외선 다양한 관측인프라의 운영 및 관리
  - 기술개발을 위한 국가 R&D 사업의 기획 및 관리
- **(성과목표)** 국내 우주감시 데이터 공유활용 체계 구축을 바탕으로 국제 SSA 데이터 서비스 및 STM 체계에 활용, 글로벌 데이터서비스 허브 구축



전략	후보 추진과제명	제안자/기관
3	(3-1) 특성화 인력양성 강화	

## 1. 현황 분석

### □ (현황) 우주경제시대를 대비한 인력 수요 대응 필요

- 우주가 공공의 영역이던 과거에는 정부R&D로 연구인력을 충당 하였으나 민간-공공의 새로운 우주경제시대에는 산학연 현장에서 다양한 새로운 인력이 필요
- 우주위험대응 기술개발을 위한 연구인력 수요 증가
  - 국가안보와 관련된 우주위험대응기술은 독자적인 기술개발을 통해서만 국제사회에서 생존이 가능하기에 이를 위한 연구 개발 인력이 꾸준히 투입되어야 함
- 국제조약·국제협력 증가에 따른 전문인력 수요 증가
  - UN OOSA 등 국제기구에서 국익을 위해 규범 형성을 논의 하고, AMOS, IAC 등 우주위험대응 주요 국제회의 참가하여 국제협력을 이끌어갈 정책·국제협력 전문인력 필요
  - 정기적인 우주위험대응 국제동향 분석 보고서를 발간할 수 있는 전문인력 필요
- 정부는 제4차 우주개발진흥기본계획을 통해 우주경제 기반 구축을 위한 전문인력확보를 세부추진계획으로 확정하고 인력 저변 확대 및 체계적인 인력양성 기반·제도 구축을 추진 중

### □ (문제점)

- 우주위험대응 기술개발과 인프라 운영을 위한 전문인력 부족
  - 인구감소, 관련 석·박사 졸업생 중 우주분야 취업비율 감소 등 신규인력 유입감소 우려 증가



- 우주위험대응 기술개발 현장에 투입이 가능한 대학 전문인력 양성이 시급
- 증가하는 우주위험대응 국제조약·국제협약 등에 대처할 정책·국제협력 전문인력 부족
  - 현재 우주위험대응 인력의 부족으로 인해 필수 연구 인력이 정책과 국제협력을 동시 진행
  - 우주감시정보는 국가안보와 직결되는 국가 주요 자산이므로 국제조약과 국제협력을 체결하기 이전에 우주감시정보를 보호하고 국익에 도움이 되는 방향으로 활용될 수 있도록 충분한 정책적 검토가 필요
  - 증가하고 있는 우주위험대응 분야의 국제조약과 국제협력을 담당할 정책 및 국제협력 전문가 양성 시급
- 체계적인 우주위험대응 교육을 수행하는 기관이나 조직이 없음
  - 현재 우주위험대응 교육은 우주환경감시기관을 방문하는 일회성 교육으로 진행되고 있음
  - 체계적인 교육 프로그램을 수립하고 시행할 우주위험대응 교육 전담 기관이나 조직이 필요
- 미래 우주 시대를 위한 인력 저변 확대 필요
  - 초중고에서부터 우주위험대응 교육이 이루어질 수 있도록 적극적인 지원이 필요
  - 우수과학 영재를 우주위험대응 전문인력으로 양성하기 위한 프로그램 개발 필요

## 2. 개선방향

As-is(~'22)	⇒	To-be('23~)
정부 R&D를 통한 인력 수급		인재양성 전담조직 설치 및 전문인재 육성 프로그램 가동
일회성·호기심 위주의 콘텐츠		미래세대 교육 저변 강화를 위한 과학문화 콘텐츠 제공

## 3. 주요 추진내용

### □ (세부과제1) 전문인재 육성 프로그램 마련

- (전담조직 신설) 우주위험대응 교육 전담조직 마련
  - 우주항공청 내 우주위험대응 인재양성을 주도할 전담조직을 신설하여 전문인재 육성을 위한 로드맵 마련
  - 체계적인 교육 프로그램을 개발하여 시행하고 국내·외 우주 위험대응 환경 변화에 따른 적절한 대응책 마련
- 대학 전문 인력 양성을 통해 연구개발 인력 확충
  - ‘우주 중점 연구실’과 ‘미래우주교육센터’ 등 우주 전문인력양성 프로그램에 우주위험대응 분야를 포함하도록 하여 우주위험 대응 기술 인력 확보 주력
  - 대학 재학생을 대상으로 연구 현장 방문 기회를 확대하는 현장 중심성 강화 프로그램 도입
- 초·중·고 미래세대의 우주위험대응 교육 저변 확대
  - “유성체 네트워크” 등 우주위험대응 관련 장비를 과학고·영재 학교 등에 설치하여 학생들에게 실질적인 체험 기회를 제공하는 등 현장실습교육 연계 프로그램 시행
  - 교육 과정에 우주위험대응 분야를 포함해 빠르게 변화하는 우주 환경에 대응할 수 있도록 지원

- 초·중·고 교사 연수 프로그램에 우주위험대비 분야를 포함하여 미래세대를 위한 교육을 지원
- 정책·국제협력 전문가 육성 과정 마련
  - 신설되는 우주위험대응 교육 전담 조직의 로드맵에 따라 정책·국제협력 전문가 육성 프로그램 진행
  - 고급인력·타분야의 정책·국제협력 전문가에 대한 채용 확대
  - 기업·출연(연)·대학 등의 고정력 퇴직자·근로자를 인력풀(pool)로 활용
- (성과목표) 우주위험대응 교육 전담조직 신설, 우주위험대응 교육 프로그램 실행

#### □ (세부과제2) 과학문화 사업 신설

- 온라인 콘텐츠의 다양화 및 전문화를 통한 과학소통 기반조성
  - 뉴미디어, 방송 미디어, 과학문화포탈 등 국민과의 접점이 활발한 다양한 대중문화 플랫폼을 활용한 우주위험대응 관련 콘텐츠 기획·제작
  - 현장에서 활동하는 전문가가 직접 출연하거나 멘토링 함으로써 제작 콘텐츠의 품질 고도화
- 연구 현장 방문을 위한 프로그램 개발을 통한 체험 기회 제공
  - 출연(연)을 중심으로 연구 현장 방문 프로그램을 기획하고 상설화 하여 일반인 및 청소년의 현장 체험 기회 확대
  - 대한민국 과학축제, 청소년 과학대장정 등 과학문화행사에 연구 현장방문 프로그램을 활용함으로써 연구 현장 방문 프로그램의 활용도 제고

- 민간 과학문화활동 지원 프로그램 개발
  - 민간 과학문화단체가 우주위험대응 콘텐츠를 발굴하여 활용할 수 있도록 지원함으로써 공공·민간 협력체계 강화
  - 전국 과학관·전시관의 과학문화행사에 우주위험대응 콘텐츠가 활용될 수 있도록 지원
- **(성과목표)** 우주위험대응 온라인 콘텐츠 제작, 연구 현장 방문 프로그램 개발, 민간 과학문화활동 지원



전략	후보 추진과제명	제안자/기관
3	(3-2) 데이터 공유·활용 조성 및 비즈니스 모델 개발	

## 1. 현황 분석

□ **(현황)** 우주감시(우주상황인식)원시정보는 지상 기반 또는 우주 기반의 관측인프라로 부터 제공되며, 이로부터 가공된, 궤도정보, 우주위협 정보, 통계 등은 각종 궤도결정 소프트웨어, 우주상황 인식 소프트웨어 시스템, 국가 우주교통관리체계 등으로부터 제공. 국제 우주감시정보 비즈니스는 초기 단계

- 현재 지상기반 전지구적인 우주감시 네트워크\*를 보유한 국가는 미국이 유일함

\* 미국은 전세계에 29개 이상의 우주감시 관측 자산인 우주감시네트워크(SSN: Space Surveillance Network)을 보유 중

- 공개된 10cm크기 이상의 우주물체를 대부분 추적하고 저해상도 궤도정보와 충돌 가능성이 있는 우주물체의 정보를 공개하는 국가는 미국\*이 유일함

\* 미군의 연합우주작전본부(CSpOC)는 공개된 추적 가능한 10cm 이상 크기의 우주물체를 추적하고 그 궤도 정보를 TLE(two line element) 형식으로, 충돌 가능성이 있는 우주물체의 고정밀 정보를 CDM(conjunction data message) 형식으로 공개 중

- 일부 민간회사\*는 미국 정부에서 추진 중인 상업적인 우주활용에 걸맞는 우주상황인식 능력을 보유 중

\* 미국의 리오랩스(leolabs)사는 6개의 운영 중(1개 구축 중)인 위상배열 레이더와 다양한 우주상황인식 서비스 (추적, 안전, 발사, 위험, 보호, 스크리닝)를 제공

- 폭증하는 인공우주물체, 지구-달계의 우주개발, 그리고 지구위협 소행성 대응 등 현황은 기 구축된 우주감시 관측, 분석, 배포 인프라의 대응 능력을 포화

- 인공·자연 우주물체 감시를 위한 국제적 네트워크 필요성 대두

- 생산된 우주감시 정보의 신속한 공유체계 필요

- 미군 주관 Global Sentinel 합동훈련 참여
  - 한미 민간과학기술회의(NOAA-OADR(Open Architecture Data Repository) 협력
  - 우주개발 선도국 외에 중진국과도 연계하는 우주교통관리 국제 협력 다변화
- 상업용 우주상황인식(SSA) 세계시장은 2022년 약 8천만 달러에서 2031년 약 3억1천5백만 달러 규모로 성장할 것으로 예상
- SSA 시장은 아직 초기 단계에 있으며 상대적으로 SSA 솔루션의 활용도가 낮고 기술 수준이 미성숙하기 때문에 향후 센서 하드웨어 및 소프트웨어의 성능이 향상되고 비용이 절감될 것으로 예상
  - 대부분의 SSA 기관들은 제한된 수익으로 운영되고 있으며, 주로 1세대 SSA 솔루션을 배포하고 있음. 정부 자산의 지원, 국방 수요의 증가, 유인 우주비행, 우주 물류 활동(급유, 쓰레기 제거, 화물 운송 등) 증가 등으로 인해 시장이 더욱 크게 성장할 가능
  - 대규모 저궤도 통신 위성군 프로젝트와 같은 저궤도(LEO)의 위성 등 물체의 개체 수 증가로 상업용 SSA 수익 또한 저궤도를 중심으로 급격히 성장할 것으로 예상
- (문제점) 국내에서는 본격적으로 우주위험감시 관련 정책이 수립된 지 10년밖에 지나지 않았고 감시장비도 광학장비 위주로 운영 중. 전천후 저궤도 감시에 필수인 레이더장비는 미보유. 이러한 우주 감시 관측인프라 상황에 따라 국내조차 자료공유가 제한적임. 우주 감시 정보의 활용과 현업운영 활용은 초기 단계. 연구개발, 장비 구축, 유지보수, 운영, 데이터 생산, 공유 및 활용에 현재 민간 및 상업적 영역에서 기여 중이며 시장 창출의 초기 단계
- 국내에 운영 중인 우주감시 장비는 현재 한국천문연과 공군의 광학 장비체계 2개. 생산 중인 우주감시 정보의 교환이 제한적

※ 한국천문연과 공군은 체계 개발 초기부터 자료 공유 상정했으나 민·군의 정보채널 구축이 현실적으로 매우 제한적

- 한국천문연구원은 양해각서(MOU)를 교환한 기관과 우주감시 정보를 주기적으로 공유 중이나 다양한 우주감시 정보의 교환, 공유가 가능한 체계는 현재 개발 중\*

\* '23년부터 한국천문연구원이 수행 중인 '우주위험 대응체계구축'사업은 우리나라 첫 번째 우주감시 분야 국가연구개발사업으로서 내역사업인 '우주위험대응 통합시스템'은 국내외 획득 가능한 우주감시정보의 수집, 분석, 처리, 배포를 하나의 체계에서 가능 하도록 개발 중

- 한국항공우주연구원은 국가위성에 근접하는 우주물체 대응을 위한 통합관리시스템 CA-FAST II 개발 및 운영

- 우주감시 정보의 국제적인 공유는 개별 또는 다자간 훈련 시 시험 등으로 제한적

※ 한국의 민·군 합동팀은 미국이 주관한 국제 우주상황조치 연합연습인 '글로벌 센티넬'에 참가. 글로벌 센티넬 연합연습은 2014년부터 미 우주군이 주관해 시행하는 다국적 연합연습으로, 우리 군은 2017년부터 연습에 참여. '22년도 한국과 미국, 호주 등 25개국 150여명이 참가. 참가국들은 가상의 우주상황을 설정하고 인공위성 충돌 가능성 예측, 회피기동, 우주 물체 추락 시간 및 지점 분석, 국제 우주상황 공유를 위한 감시정보 데이터 표준화 절차 등을 집중적으로 숙달

- 미군 연합작전본부(CSpOC)에서 배포 중인 TLE는 저해상도의 궤도 정보를 특별한 제한 없이 공유 중. CDM은 근접 대상 위성의 소유/운영자에 개별 배포. 위성 소유/운영자의 자체 고해상도 궤도 정보 제공으로 더 자세한 근접 우주정보 공유 가능

- 국외 기관과의 우주감시 정보 교환, 공유를 위한 정책, 채널, 형식, 플랫폼 등 미비

- 현재 국내에서 생산되는 우주감시정보는 광학관측 자료와 이로 부터 생성된 정밀궤도정보로 제한적. 이 정보의 교환, 공유는 협의된 기관으로 제한되어 수행 중. 민간서비스 시장 활성화를 위해서는 먼저 우주감시정보 공유 정책 수립, 국내 우주감시



정보 생산 증대, 정보처리 플랫폼 구축 및 채널 확보, 민간서비스 지원 정책 수립, 민간시장 창출 지원 필요

- 우주감시 분야의 산학연 협력은 대부분 연수원(학생, 박사후 연구원)의 고용을 통한 인적 교류와 정부 출연연구소에서 수행 중인 주요사업이나 국가연구개발사업의 위탁연구나 개발용역 사업 형태의 기술개발 교류로 형성
  - 연수원 프로그램에 의한 인적교류는 개별적인 인적교류로서 지속가능성이 제한적. 인적교류 프로그램의 상설화 필요
  - 개별 사업의 기술적 교류는 특허로 상호보호되고 기술유지가 가능하나 대상 기업이 대부분 중소기업으로서 장기지속가능성은 제한적

## 2. 개선방향

As-is(~'23)	⇒	To-be('24~)
제한적 우주감시 데이터 공유·개방		국내외 우주감시 데이터 공유체계
공공재 성격의 우주감시 정보		우주감시 민간서비스 시장 활성화
위탁, 용역사업 수준의 산학연 협력		우주감시 산학연 협력 프로그램 운영

## 3. 주요 추진내용

### □ (세부과제1) 국내외 우주감시 데이터 공유체계 구축 추진

- 국가 우주감시정보 교환, 공유 정책 수립 추진
  - 위성 소유/운영 기관, 우주감시정보 생산자, 민군 우주감시정보 사용자 간 개별 우주감시 정보나 국가 우주감시정보 등 다자간 다층적 우주감시정보 공유 정책 필요
- 국가 우주감시 데이터 공유 플랫폼\* 구축 추진
  - \* 우주감시정보의 획득, 분석, 관측지시, 정보배포, 보안 등의 기능을 갖춘 체계

- '23년부터 한국천문연구원이 수행 중인 '우주위험 대응체계구축' 사업은 우리나라 첫 번째 우주감시 분야 국가연구개발사업으로서 내역사업인 '우주위험대응 통합시스템'은 국내외 획득 가능한 우주 감시정보의 수집, 분석, 처리, 배포를 하나의 체계에서 가능하도록 개발 중이나, 목표 성능은 초기운영능력 수준으로 고도화 필요
- 핵심 우방국과 우주감시정보 공유 수준확대
- 장기적으로 상호 호혜·평등 수준의 지속 가능 협의 및 자료 공유 확대

○ **(성과목표)** 국내외 우주감시 데이터 공유체계 보유

#### □ **(세부과제2)** 우주감시 민간서비스 시장 창출

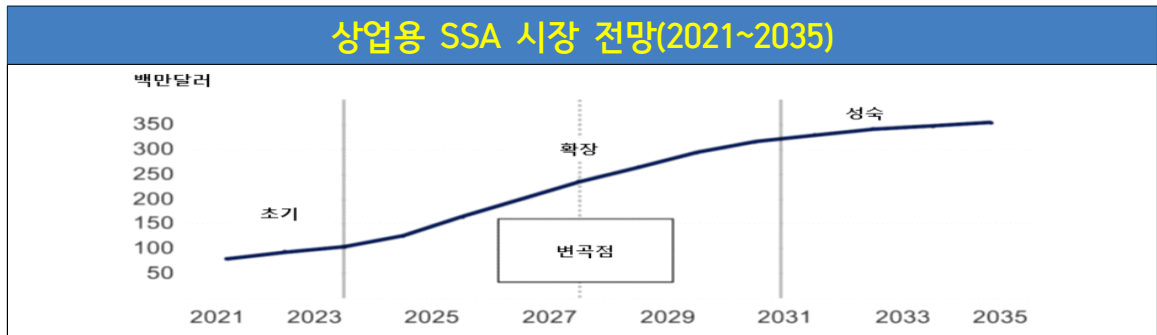
○ 우주감시정보 관련 수요자/공급자 생태계 구축

- 국내 우주감시정보 생산자와 수요자를 연결하는 플랫폼 구축을 통해서 우주감시정보 채널 확보
- 국내 수요자 우선의 우주감시정보 공급 정책으로 국제 우주감시 정보 시장에 민간기업 진입 지원
- 아직까지는 궤도상 서비스 역량 없으나, 위성 주유·수리 등 유지보수, 우주쓰레기 제거 등 새로운 궤도상 서비스 시장 형성

○ 우주감시 산업기반 강화를 위한 수요 창출

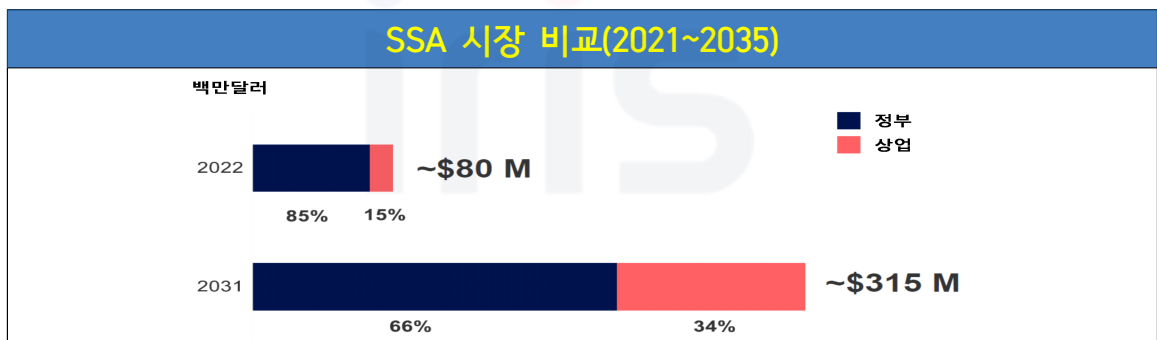
- **(수요 확대)** 상업용 SSA 세계시장은 2022년 약 8천만 달러에서 2031년 약 3억1천5백만 달러 규모로 성장할 것으로 예상됨
- SSA 시장은 아직 초기 단계에 있으며 상대적으로 SSA 솔루션의 활용도가 낮고 기술 수준이 미성숙하기 때문으로 향후 센서 하드웨어 및 소프트웨어의 성능이 향상되고 비용이 절감될 것으로 예상됨
- 대부분의 SSA 기관들은 제한된 수익으로 운영되고 있으며, 주로 1세대 SSA 솔루션을 배포하고 있음. 정부 자산의 지원, 국방 수요의 증가,

유인 우주비행, 우주 물류 활동(급유, 쓰레기 제거, 화물 운송 등) 증가 등으로 인해 시장이 더욱 크게 성장할 가능성이 있음



출처: Space Logistics Market, Euroconsult, 2023

- 정부기관이 상업용 SSA 서비스의 핵심고객이 될 것이며, 상업용 데이터와 서비스를 활용하는 정부 수요가 민간 기관의 비즈니스 모델을 안정화 하여 새로운 역량 개발에 투자할 수 있도록 하는 핵심적인 역할을 하게 될 것으로 예상



출처: Space Logistics Market, Euroconsult, 2023

- 대규모 저궤도 통신 위성군 프로젝트와 같은 저궤도(LEO)의 위성 등 물체의 개체 수 증가로 상업용 SSA 수익 또한 저궤도를 중심으로 급격히 성장할 것으로 예상됨

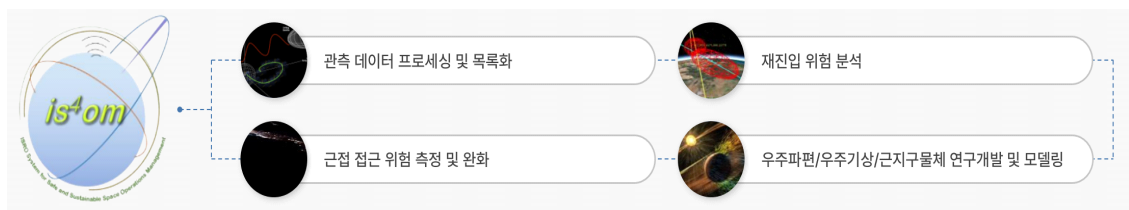


출처: Space Logistics Market, Euroconsult, 2023

- 민간으로 기술 이전을 통해 신 서비스 창출 지원
- **(성과목표)** 우주감시 민간서비스 체계 도입

□ **(세부과제3)** 우주감시 산학연 연계 협력 프로그램 추진

- 국가연구개발을 통해 개발된 기술의 이전 프로그램 실행
  - 이미 확보한 단위기술의 경우 일정 부분 의무적으로 공개하도록 하여 교육에 활용
  - 핵심기술 또는 체계기술은 기업이전 또는 사업화를 적극 유도 하고 이에 대한 적절한 인센티브 지급
- 실무연수를 통한 국제협력 분야 전문인력 양성
  - 국간 간 또는 다자간 국제협력이 중요도가 높아짐에 따라 이에 대응할 수 있는 실무연수 프로그램 마련
- 우주위험감시 기술개발/운영에 있어서 개별 과제단위가 아닌 프로그램 단위 규모 시행하여 다양한 플레이어 참여 유도
  - 예시 1) 인도 IS4OM(ISRO System for Safe & Sustainable Operation)



- 예시 2) 프랑스 Tech4SpaceCare 프로그램(9가지 기술개발 중점)\*

\* 프랑스는 우주쓰레기 기술 영역에서 Tech4SpaceCare 프로그램을 추진. 이는 산업경쟁력을 손상시키지 않으면서 우주의 지속가능한 사용과 우주 운영 안전을 보장하기 위해 궤도시스템을 위한 기술요소를 개발하는 것을 목표로 하여 9가지 기술연구를 우선적으로 하고자 함

- **(성과목표)** 우주감시 산학연 협력 프로그램 상설화

전략	후보 추진과제명	제안자/기관
3	(3-3) 우주감시 산업 실태 조사	

## 1. 현황 분석

### □ (현황) 우주경제시대 진입에 따라 우주상황인식 시장 성장 가속화

- 위성 활용이 증대됨에 따라 궤도 상에서의 안전은 필수 불가결한 요소가 되었으며 우주상황인식의 새로운 시장이 생성되고 있음
- 위성 발사에 따른 로켓 등의 자연적인 부산물 외에도 ASAT\* 실험, 위성 충돌\*\* 등에 의해 우주 잔해물은 큰 폭으로 증가하여 전략 자산에 대한 충돌 위험을 상승시켰으며, 콘스텔레이션 프로젝트와 같은 저궤도에서 소형위성 활용 증가는 우주 잔해물의 위험을 지속하여 고조시킬 것으로 예측됨

※ (\*) ASAT(Anti Satellite Weapons), 중국 자국의 노후 기상위성 FY-1C 파괴(2007)

(\*\*) 이리듐33과 코스모스 2251 위성의 충돌, 2천여 개의 파편 생성(2009)

- 우주 전략 자산의 안전을 위해 우주 선진국들은 우주 잔해물에 대한 정확한 추적 감시를 위해 우주물체 감시 기술을 개발하고 기반 시설을 확충하는 등 고품질의 우주물체정보를 획득하기 위해 노력해 왔음
- 국가 전략 자산을 보호하는 우주상황인식은 정부 주도의 우주가 민간이 참여하는 우주로 전환되는 우주경제시대에서 민간 자산의 안전을 보호하는 수익 창출의 역할로 전환되어 세계 각국의 정부와 민간을 우주상황인식 구매자로 하는 상업용 우주상황인식 시장이 생성되고 있음

※ 2032년까지 상업용 우주상황인식 시장 규모는 15~32억 달러로 추정(유로 컨설트, 2023)

- 2005년부터 국내 우주산업의 현 수준을 진단하고 향후 우주 산업 분야의 국가 경쟁력 확보를 위한 정책 수립의 기초자료 제공을 목적으로 ‘우주산업실태조사’가 시행됨

- 2009년 우주산업의 정의 및 분류체계 재정립
- 2015년 국가승인통계 지정(승인번호 제127001호)
- 2017년 조사표 변경 및 통계표 추가

- 2019년 메타데이터 현황화 및 조사표 변경

※ 2005년 5월 우주개발을 체계적으로 진흥할 목적으로 '우주개발진흥법'을 제정하고 그 세부조항으로 '우주산업실태조사'를 명문화

- 국내 우주감시 분야 업체들은 아직 소수에 불과하며 현재 '우주산업 실태조사' 대상기업에 대부분 해당되며 다양한 분야에 참여하고 있음

- 현재는 주로 위성체 제작, 지상장비, 위성활용 서비스 및 장비 등 분야에 참여하고 있는 것으로 나타남

※ 2022년 우주산업실태조사 대상기업의 수: 428개(우주 및 행성과학: 4개, 무인우주탐사: 3개, 천문학: 1개 기업), 2022년 우주산업실태조사 분야별 매출액: 2,569,713백만원(우주 및 행성과학: 396백만원, 무인우주탐사: 385백만원, 천문학: 311백만원)

#### □ (문제점) 새롭게 생성되는 우주상황인식 시장에 대한 실태조사 필요

- 정부는 우주개발을 체계적으로 진행하고 효율적으로 추진하기 위해 우주개발진흥법을 통해 우주개발 등에 관한 자료수집 및 실태조사를 수행하는 우주산업실태조사를 매년 진행하고 있음. 하지만 새로운 시장인 우주상황인식 시장은 현재 포함되어 있지 않음

- 아직 산업화가 제대로 진행되지 않은 단계로 별도의 조사가 시행되기에는 어려움이 있을 것으로 판단되며 분류체계에 포함이 필요

\* 우주산업실태조사(한국우주기술산업협회 2022),

우주개발진흥법 제24조(우주개발 등에 관한 자료수집 및 실태조사)

- ① 과학기술정보통신부장관은 우주개발을 체계적으로 진흥하고 효율적으로 추진하기 위하여 우주개발 및 우주 분야 산업에 관한 자료수집 또는 실태조사를 할 수 있다. [개정 2013.3.23., 2017.7.26]
- ② 과학기술정보통신부장관은 제1항에 따른 국내 실태조사를 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 관련 행정기관, 연구기관, 교육기관 및 기업에 자료의 제출이나 의견의 진술 등을 요청할 수 있다. [개정 2013.3.23., 2017.7.26]
- ③ 제1항에 따른 자료수집 및 실태조사의 내용·시기·절차 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. [전문개정 2011.6.7.]

우주개발진흥법 시행령 제22조(자료수집 및 실태조사의 시기 등)

- ① 과학기술정보통신부장관은 법 제24조에 따른 우주개발·산업의 현황 분석과 우주개발 동향 분석 등에 필요한 자료수집 및 실태조사를 해마다 실시하고, 그 결과를 우주개발진흥기본계획 및 우주개발진흥시행계획에 반영하여야 한다. [개정 2013.3.23., 2014.12.3., 2017.7.26]
- ② 과학기술정보통신부장관은 자료수집 및 실태조사를 위하여 소속 공무원으로 하여금 관련 행정기관 등을 방문하게 하거나 설문조사 및 통계분석 등을 함께 실시할 수 있다. [개정 2013.3.23., 2017.7.26.]

- 일부 스타트업들의 경우 초기 단계에서는 우주산업실태조사에 포함되지 못하는 문제점이 있음
- 매년 진행되는 우주산업실태조사에 우주상황인식 분야를 포함함으로써 새롭게 생성되는 우주상황인식 시장에서 우리나라 기업들이 활발히 경제활동을 할 수 있도록 지원할 필요가 있음

## 2. 개선방향

As-is(~'22)		To-be('23~)
우주산업실태조사 분류체계에 우주감시 산업 미포함	⇒	우주산업실태조사 분류체계에 우주감시 분야 추가
스타트업 등 신생기업의 조사 미흡		조사대상 기업 풀(Pool)을 확대하여 스타트업 등의 조사 방법 개선
우주감시 분야의 세분화 필요		우주감시 분야의 세부분류체계 수립



### 3. 주요 추진내용

#### □ (세부과제1) 우주감시 인프라 산업

- 우주산업실태조사에서 우주상황인식(대분류)-우주감시 인프라 산업(중분류)으로 설정
- 우주물체정보를 획득하는데 관련된 산업 전반을 포함하여 세분화
  - 우주물체감시 장비 제작·제조 관련 산업
    - ※ 우주관측센서(광학, 레이더, 적외선, 레이저 등), 광학계, 구동부 등
  - 우주물체감시 인프라 구축을 위한 설계·제작·조립·설치 등과 관련한 산업
  - 우주물체감시 장비를 운영하기 위한 소프트웨어
    - ※ 감시장비 자동화, 관측 스케줄링 소프트웨어
  - 우주물체감시 장비로부터 획득한 정보를 분석하고 가공하여 품질을 향상시키는 소프트웨어 산업
    - ※ 관측자료 분석 , 자료 가공 소프트웨어
- 초기에는 정부 투자를 받은 출연(연) 등을 통한 용역업체들이 주로 시장을 형성하며, 향후 축적된 기술과 시설을 바탕으로 관련 장비 및 시설을 제조·제작하여 판매하는 업체들이 증가할 것으로 예측됨
- (성과목표) 우주감시 인프라산업 분야에 대한 우주산업실태조사 포함 및 실태조사 수행

#### □ (세부과제2) 우주감시정보 서비스 산업

- 우주산업실태조사에서 우주상황인식(대분류)-우주감시정보 서비스 산업(중분류)으로 설정

- 획득한 우주물체정보를 활용하여 판매하는 산업 일체
  - 순수한 우주물체정보만을 제공하는 산업
  - 판매자에 맞춰 우주물체정보를 일부 가공하여 제공하는 산업
  - ※ 위성발사원도우 제공 등
  - 솔루션 형태로 위성의 발사부터 운용·폐기까지 사용될 수 있는 우주물체정보 일체를 제공하는 산업
  - ※ 안전한 초기위성궤도 제공부터 운영 중 위성충돌경보 제공 등
- 초기 시장에는 정부가 가장 큰 수요자로 산업을 이끌게 되며, 이후 우주보험, 우주쓰레기 처리 등 다양한 기업들부터 위성 발사를 앞둔 다른 나라 정부 등도 수요자에 포함될 것으로 예상
- **(성과목표)** 우주감시정보 서비스산업 분야에 대한 우주산업실태 조사 포함 및 실태조사 수행

iris

# 제2차 우주위험대비 기본계획 수립을 위한 기획연구

2023. 12

---

## 참고문헌

---

iris





## 참고문헌

- KISTEP (2017) “2016년 기술수준 평가”
- KISTEP (2017) “2016년 기술수준 평가”
- KISTEP (2022) “2020년 기술수준 평가”
- 미래창조과학기술부 (2014) “제1차 우주위험대비 기본계획”
- 미래창조과학기술부 (2017) “제1차 우주위험대비 기본계획 2017년도 시행계획”
- 과학기술정보통신부(2022 개정) “우주개발진흥법”
- 과학기술정보통신부(2022) “제4차 우주개발진흥 기본계획”
- 문현욱, 전민현, 김우중, 오성근, 이종현, 권세웅, 윤영중, “레이더에서 고고도 표적물의 고도 예측 성능 향상을 위한 한국형 지수 모델 개발에 관한 연구” 한국전자과학회 논문지, 23(7), pp. 831-839, July, 2012.
- 손주영 외 (2013) “국내 위성추락 예측 연구”, 통신위성우주산업연구회논문지 제8권 제4호, 142-149
- 조성기 (2017) “우주위험 감시를 위한 레이더의 활용 및 기술개발 현황” 한국전자과학회지 제28권 제2호, 12-19
- 연세대학교 (2012) “우주위험 국가대응체계 수립을 위한 정책연구”
- 한국천문연구원 (2013) “우주위험, 이제는 대비가 필요합니다”
- 한국천문연구원 (2013) “국가 우주위험대응시스템 개발사업 예비타당성 기획보고서”
- 한국천문연구원 (2014) “우주물체감시시스템 개발사업 예비타당성 기획보고서”
- 한국천문연구원 (2015) “우주물체감시 핵심기술 개발사업 기획연구” 보고서
- 한국천문연구원 (2016) “우주물체 감시레이다 시스템 개발을 위한 사전 기획연구” 보고서
- 한국천문연구원 (2017) “우주물체 감시를 위한 감시레이다 운영 시나리오 설계 및 효율성 분석 연구” 보고서
- 한국천문연구원 (2017) “우주감시레이다시스템 기초기술 연구” 보고서
- 한국천문연구원 (2017) “지구 재진입 우주물체 위험도 평가 기술 연구” 보고서
- 한국천문연구원 (2018) “우주물체감시레이다시스템 개발사업 기획연구” 보고서
- 한국천문연구원 (2019) “우주물체감시 관측인프라 기술개발 기획연구” 보고서
- 한국천문연구원(2020) “80cm급 중고궤도 감시망원경 설계안 검토” 보고서

- 한국천문연구원 (2022) “우주위험 대응체계 구축 기획연구” 보고서
- Eunji L., Sang-Young P., Hyewon H., Jin C., Sungki C., Jung Hyun J.. Initial orbit association and long-term orbit prediction for low earth space objects using optical tracking data, *Acta Astronautica*, Vol 176, pp.247-261, 2020
- 최진, 조중현, 최은정, 유지웅, 최병규, 김명진, 임홍서, 노동구, 김수영, 박장현, 조성기 (2020) “우주 탐사 레이더 관측 분석: 우리별 1호 위성의 1년간 관측 및 궤도 결정 결과” 한국우주과학회지, 제37권 제2호, 105-115
- 최진, 조중현, 김수영, 임홍서, 최은정, 노동구, 김명진, 박장현, 조성기 (2019) “광학 우주물체 감시체계(OWL-Net)로 관측한 저궤도 우주물체의 각(Angle) 관측자료 검보정 절차” 한국우주과학회지, 제36권 제1호, 35-43
- 최은정, 이종현, 조성기, 문현욱, 염재명, 유지웅, 박장현, 조중현 (2018) “A Study on the Enhancement of Detection Performance of Space Situational Awareness Radar System” 한국우주과학회지, 제35권 제4호, 279-286
- 문현욱, 최은정, 이종현, 염재명, 권세웅, 홍성민, 조성기, 박장현, 조중현 (2018) “우주 감시레이다에 대한 지구 대기권 영향 분석 연구” 한국전자과학회논문지, 제 29권 제8호, 648-659
- Jin C., Jung Hyun J., Kyung Min R., Hong Suh Y., Eun Jung C., Sungki C., Characteristics of Orbit Determination with Short-Arc Observation by an Optical Tracking Network, *OWL-Net, International Journal of Aerospace Engineering*, 2837301-1, 2018
- Jin C., Jung Hyun J., Hong Suh Y., Eun Jung C., Sungki C., Jang Hyun P., *Sensors*, Vol 18, No 6, 1868-1, 2018
- Jang Hyun P., Hong Suh Y., Young Jun C., Jung Hyun J., Hong Kyu M., Young Sik P., Young Ho B., Sun Youp P., Dong Goo Roh., Sungki C., Eun Jung C., Myung Jin K., Jin C., *OWL-Net: A global network of robotic telescopes for satellite observation, ADVANCES IN SPACE RESEARCH*, Vol 62, No 1, 152-163, 2018
- DeokJin Lee, Eun Jung Choi;Sungki Cho;JungHyun Jo;Tae Soo No, Effective Computational Approach for Prediction and Estimation of Space Object Breakup Dispersion during Uncontrolled Reentry, *International Journal of Aerospace Engineering*, 6824978-1, 2018
- 이종현, 최은정, 문현욱, 박준태, 조성기, 박장현, 조중현(2018) “우주감시를 위한 L-Band 위상배열레이다 시스템 설계” 한국전자과학회논문지, 제29권 제3호, 214-224

- 최은정, 조성기, 조중현, 박장현, 정태진, 박재우, 전호철, 윤아미, 이용휘 (2017) Performance Analysis of Sensor Systems for Space Situational Awareness, Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 34, No 4, 303-313
- 최은정, 조성기, 이덕진, 김시우, 조중현 (2017) A Study on Re-Entry Prediction of Uncontrolled Space Objects for Space Situational Awareness, Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 34, No 4, 289-302
- 이은지, 박상영, 신범준, 조성기, 최은정, 조중현, 박장현 (2017) Orbit Determination of KOMPSAT-1 and Cryosat-2 Satellites Using Optical Wide-field Patrol Network (OWL-Net) Data with Batch Least Squares Filter, Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 34, No 1, 19-30
- 박선엽, 최진, 노동구, 박마루, 조중현, 임홍서, 박영식, 배영호, 박장현, 문홍규, 최영준, 조성기, 최은정 (2016) “우주물체 전자광학 감시체계를 위한 자료처리 알고리즘 개발 II: 검출된 스트릭의 길이 측정 정밀도 향상” 한국우주과학회지, 제33권 제3호, 221-227
- 배영호, 조중현, 임홍서, 박영식, 박선엽, 문홍규, 최영준, 장현정, 노동구, 최진, 박마루, 조성기, 김명진, 최은정, 박장현 (2016) “OWL-Net 해외관측소(몽골) FWHM과 기상 자료 상관관계 분석” 한국우주과학회지, 제33권 제3호, 127-135
- 최진, 조중현, 김명진, 노동구, 박선엽, 이희재, 박마루, 최영준, 임홍서, 배영호, 박영식, 조성기, 문홍규, 최은정, 장현정, 박장현 (2016) Determining the Rotation Periods of an Inactive LEO Satellite and the First Korean Space Debris on GEO, KOREASAT 1, Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 33, No 2, 127-135
- 조중현, 박장현, 조성기, 임홍서, 최진, 박마루 (2015) “지구 정지궤도 영역 상시관측 지원을 위한 저예산 전용 광학관측 시스템 요구사항 분석” 한국위성정보통신학회논문지, 제10권 제4호, 128-135
- 노동구, 최진, 조중현, 임홍서, 박선엽, 박마루, 최영준, 배영호, 박영식, 장현정, 조성기, 김지혜, 박장현 (2015) Magnitude Standardization Procedure for OWL-Net Optical Observations of LEO Satellites, Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 32, No 4, 349-355
- 박마루, 조중현, 조성기, 최진, 김천휘, 박장현, 임홍서, 최영준, 문홍규, 배영호, 박선엽, 김지혜, 노동구, 장현정, 박영식, 정민지 (2015) Minimum Number of Observation Points for LEO Satellite Orbit Estimation by OWL Network, Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 32, No 4, 357-366
- 최진, 조중현, 임홍서, 최영준, 박마루, 박선엽, 배영호, 노동구, 조성기, 박영식, 장현정,



- 김지혜, 박장현 (2015) Optical Monitoring Strategy for Avoiding Collisions of GEO Satellites with Close Approaching IGSO Objects, Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 32, No 4, 411-417
- 박선엽, 최진, 조중현, 손주영, 박영식, 임홍서, 문홍규, 배영호, 최영준, 박장현 (2015) “우주물체 전자광학 감시체계(OWL)를 위한 정지궤도위성 관측자료의 자료처리 알고리즘 개발” Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 32, No 4, 411-417
  - 최진, 조중현, 임홍서, 최영준, 손주영, 박선엽, 배영호, 노동구, 조성기 (2015) “위성 목록 유지를 위한 GSO 영역 광학 탐사 관측 시뮬레이션 결과 및 궤도 결정 전략 분석” Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 32, No 3, 237-245
  - 손주영, 조중현, 최진, 김방엽, 윤요라, 임홍서, 최영준, 박선엽, 배영호, 노동구, 박장현, 김지혜 (2015) “광학관측을 통한 정지궤도인공위성의 정밀궤도결정에 지상관측소의 기선거리가 미치는 영향 2: COMS 실제 관측자료 분석” Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 32, No 3, 229-235
  - 최진, 조중현, 노경민, 손주영, 김명진, 최영준, 임홍서, 문홍규, 김방엽, 박장현, Pavlis, E. Analysis of angle-only orbit determination for optical tracking strategy of Korea GEO satellite, COMS, ADVANCES IN SPACE RESEARCH, Vol 56, No 6, 1056-1066, 2015
  - 손주영, 조중현, 최진 (2015) “지상기반 위성추적 관측소 간 기선거리 변화에 따른 정지궤도 위성의 광학 궤도결정 I : COMS simulation case” Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 32, No 3, 221-228
  - 조중현, 최영준, 임홍서, 최진, 손주영, 전현석, 배영호, 문홍규, 김명진, 박장현, 임여명, 김지혜, 현성경 (2013) “국내 위성추락상황실 운영” 한국위성정보통신학회논문지, 제8권 제4호
  - 손주영, 최진, 최영준, 배영호, 박장현, 문홍규, 임홍서, 김명진, 임여명, 현성경, 김지혜, 조중현 (2013) “국내 위성추락 예측 연구” 한국위성정보통신학회논문지, 제8권 제4호
  - 박선엽, 금강훈, 이성환, 진호, 박영식, 임홍서, 조중현, 문홍규, 배영호, 최진, 최영준, 박장현. 이정호 (2013) “우주물체 전자광학 감시체계(OWL)를 위한 자료처리 알고리즘 개발” Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 30, No 3, 193-206
  - 배영호, 윤요나, 조중현, 문홍규, 최영준, 임홍서, 박영식, 박선엽, 박장현, 최진, 김명진, 김지혜 (2013) “위성 광학관측 가능 기상상태 판단을 위한 Boltwood 구름센서 성능 시험” 통신위성우주산업연구회논문지, 제8권 제3호, 32-40
  - 조중현, 임홍서, 최영준, 최진 (2012) “미래 한국형 위성항법시스템의 궤도와 지상기반

광학추적에 대한 연구” 통신위성우주산업연구회논문지, 제7권 제3호, 22-30

- 최병규, 노경민, 유성문, 조중현, 이상정 (2012) “Kinematic GPS PPP를 이용한 GRACE-A 위성의 정밀궤도결정” Journal of the Korean GNSS Society, Vol1 No1, 59-64
- 박은서, 유성열, 임형철, 방승철, 서윤경, 박장현, 조중현, 박종욱, 나자경, 장정균, 장비호, 김광동, 김병인, 박철훈, 이성휘, 함상용, 손영수 (2012) “인공위성 레이저추적 시스템 (ARGO-M) 개발 현황” PUBLICATIONS OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, Vol27 No3, 49-59
- 조중현, 이우경, 최남미, 백정호 (2012) “미래 한국형 항법위성을 위한 위성항법메세지에 대한 연구” 통신위성우주산업연구회논문지, 제7권 제1호, 108-115
- 김재혁, 조중현, 최진, 문홍규, 최영준, 임홍서, 박장현, 박은서, 박종욱 (2011) Visibility analysis of domestic satellites on proposed ground sites for optical surveillance Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 28, No 4, 319-331
- 최진, 조중현, 최영준, 조기인, 김재혁, 배영호, 임홍서, 문홍규, 박장현 (2011) “광학 망원경을 이용한 인공위성의 관측 및 위치 결정 전략 및 미확인 우주 물체의 초기 궤도 결정” Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 28, No 4, 333-344
- 김재혁, 박상영, 김영록, 박은서, 조중현, 임형철, 박장현, 박종욱 (2011) Analysis of Scaling Parameters of the Batch Unscented Transformation for Precision Orbit Determination using Satellite Laser Ranging Data, Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 28, No 3, 183-192
- 조중현, 박인관, 임형철, 서윤경, 임홍서, 이진영, 방승철, 나자경, 김광동, 장정균, 장비호, 박장현, 박종욱 (2011) The Design Concept of the First Mobile Satellite Laser Ranging System (ARGO-M) in Korea, Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 28, No 1, 93-102
- 조중현, 박인관, 최남미, 최만수 (2011) The Comparison of the Classical Keplerian Orbit Elements, Non-Singular Orbital Elements (Equinoctial Elements), and the Cartesian State Variables in Lagrange Planetary, Journal of Astronomy and Space Sciences, Vol 28, No 1, 37-54
- 최진, 최영준, 임홍서, 조중현, 한원용 (2010) “정지궤도 위성에 대한 광학 스테레오 관측과 예비궤도 결정” 한국우주과학회지, 제27권 4호, 337-344
- 황옥준, 조중현 (2009) “Gauss & Laplace 예비궤도 결정법의 시간간격에 대한 정밀도 변화 특성 분석” 한국우주과학회지, 제26권 4호, 1-18
- 조중현, 이우경, 백정호, 최남미 (2007) “타원 상대운동 여러 궤도 해의 단주기 비교”

한국우주과학회지, 제24권 4호, 315-326

- Abel M. D., The Theory and Use of a Raytracing Model Developed at USAFETAC, USAFETAC/TN-82/005. USAF Environmental Technical Applications Center, Scott AFB IL, September, 1982.
- Alfricano JL, Stansbery EG, Kervin PW, The optical orbital debris measurement program at NASA and AMOS, Advances In Space Research, 34, 892-900 (2004). <http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2003.02.022>
- Alessandro M, Pierluigi D, et. al., A new high sensitivity radar sensor for space debris detection and accurate orbit determination, Jacopo Paoli Metrology for Aerospace (MetroAeroSpace), 2015 IEEE, 4-5 June
- AMISR The Advanced Modular Incoherent Scatter Radar Report
- Baird M, Maintaining Space Situational Awareness and Taking It to the Next Level, Air & Space Power Journal, 50-72, 2013
- Mahafza B, Elsherbeni A, MATLAB Simulations for Radar Systems Design (Chapman and Hall/CRC, 2003)
- Bobrinsky N, Del Monte L, The Space Situational Awareness Program of the European Space Agency, Cosmic Res., 48, 392-398 (2010). <http://dx.doi.org/10.1134/S0010952510050035>
- Bean B. R., ThayerG. D., "CRPL exponential reference atmosphere", Jour. Res. NBS, Vol. 63D, No. 3, pp. 315-317, Jun. 1959.
- Choi, E. J., Yoon, J. C., Lee, B. S., Park, S. Y., and Choi, K. Y. (2009) "Analysis for Chain-crash risk of LEO Satellite due to Collision between Iridium-33 and Cosmos-2251", 60th International Congress 2009
- Choi EJ, Park JH, Cho SK, Shin SH, Chung DW, et al., Preparedness Plan for Space Hazards in Republic of Korea, Presentations of the 2014 APNN&MAPWiST, Seoul, Korea, 29 July - 1 Aug 2014
- Choi EJ, Cho SK, Park JH, Architecture Design for the Space Situational Awareness System in the Preparedness Plan for Space Hazards of Republic of Korea, Proceedings of the 16th AMOS Technologies Conference, Maui, Hawaii, 15-18 Sep 2015a
- Choi EJ, Cho SK, Park JH, Architecture Design for a Korean Space Situational Awareness System, Presentations of the 2015 KSSS Fall Conference, Kyeongju,

Korea, 28-30 Oct 2015b

- Choi, E. J., Cho. S. K., Lee, D. J., et al., "A Study on Re-entry Predictions of Uncontrolled Space Objects for Space Situational Awareness", J. of Astronomy and Space Science, Vol. 34, No. 4, 289-302
- Choi, E. J., Cho, S. K., Jo, J. H., et al., "Performance Analysis of Sensor Systems for Space Situational Awareness", J. of Astronomy and Space Science, Vol. 34, No. 4, 303-314
- CONJUNCTION ASSESSMENT FOR COMMERCIAL SATELLITE CONSTELLATIONS USING COMMERCIAL RADAR DATA SOURCES
- David W. Walsh, "A Survey of Radars Capable of Providing Small Debris Measurements for Orbital Prediction, Accessed from Web, 2013.
- Donath T, Schildnecht T, Martinot V, Monte L, Possible European system for space situational awareness, Acta Astronautica, Vol. 66, Issues 9-10, 1378-1387 (2010). <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.10.036>
- Detailed Assessment of a European Space Surveillance System Final Report, ESOC Contract n° 18574/04/D/HK (SC)
- Debye, P., "Polar molecules," Dover, pp.89-90, 1957
- Edward P, Chatters IV, Brian J, Crothers, Chapter 19 Space Surveillance Network of Space Handbook (U.S. Air University, 2009).
- Ender J, Leushacke L, Brenner A, Wilden H, Radar techniques for space situational awareness, Proceedings of the 12th International Radar Symposium (IRS), Leipzig, Germany, 7-9 Sep 2011.
- Eilers J, MSc S, Neff T, Radar Based System for Space Situational Awareness, Journal of Space Operations & Communicator, Vo. 13, Issue 4 (2016)
- European Space Agency Council "Declaration on the Space Situational Awareness (SSA) Preparatory Programme", ESA/C(2008)192, Att.: ESA/C/SSA-PP/ VII/Dec. 1 (Final), Paris, 8 December 2008
- Fletcher E, Status and progress in the Space Surveillance and Tracking Segment of ESA's Space Situational Awareness Programme, Proceedings of the 11th AMOS Technologies Conference, Maui, Hawaii, 14-17 Sep 2010
- Francesco Villa, "Feasibility study of an innovative surveillance system for space debris observations in LEO based on optical telescopes", Master thesis,

Politecnico Di Milano, 2010

- Greenstreet, S., Ngo, H. and Gladman, B., (2012) The orbital distribution of Near-Earth Objects inside Earth's orbit, ICARUS 217, 355-366
- Haines L, Phu P, Space Fence PDR concept development phase, USAF ESC/HSIB Space C2 and Surveillance Division, Proceedings of the 16th Advanced Maui Optical and Space Surveillance (AMOS) Technologies Conference, Maui, Hawaii, 13-16 Sep 2011
- Haimperl J, Fonder G, Space Fence System Overview, Proceedings of the 16th Advanced Maui Optical and Space Surveillance (AMOS) Technologies Conference, Maui, Hawaii, 15-18 Sep 2015
- Haimperl J, Fonder G, Space Fence System Overview, International Symp. on Ensuring Stable Use of Outer Space, Japan, 3-4 March, 2016.
- Halte S, Space Situational Awareness Phased Array Radar Simulation, Proceedings of the 2012 International Symposium on Signals, Systems, and Electronics (ISSSE), Potsdam, Germany, 3-5 Oct 2012. DOI:10.1109/ISSSE.2012.6374341
- Heiner Klinkrad, Therese Donath and Thomas Schildknecht, "Investigations of the Feasibility of a European Space Surveillance System", Proceedings of the 7th US/Russian Space Surveillance Workshop, Naval Postgraduate School, Monterey, California, 29 Oct. - 2 Nov., 2007
- ITU-R P.853-3, Reference Standard Atmospheres, 1999.
- Kalden O, Bodemann C, Building Space Situational Awareness Capability, 5th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST), 650-654, Istanbul, Turkey, 9-11 June 2011.
- Kate Becker, Emmanouil Detsis, Chijioke(CJ) Nwosa, Vesna Palevska, Minoo Rathnasabapathy, Mahsa Taheran, "SPACE SITUATIONAL AWAREN", SSS Educational series, 2012
- Kennewell J, Vo B, An Overview of Space Situational Awareness, Proceedings of the 16th International Conference on IEEE, 1029-1036, July 2013
- Kentaro Isoda, Takuya Sakamoto, Toru Sato, Effective Echo Detection and Accurate Orbit Estimation Algorithms for Space Debris Radar, IEICE Transactions on Communications Vol. E91.B (2008) No. 3 P 887-895
- Kessler, K.J. and Cour-Palais, B. G., (1978) Collision Frequency of Artificial

Satellites: The Creation of a Debris Delt, *Journal of Geophysical Research* 83:2637-2646

- Klinkrad H, Donath T, Schildknecht T, Investigations of the Feasibility of a European Space Surveillance System, Proceedings of the 7th US/Russian Space Surveillance Workshop, Monterey, California, 29 Oct 2007
- Klinkrad H, Tremayne-Smith R, Alby F, Alwes D, Europe's eyes on the Skies, *ESA Bulletin*, Issue 133 (2008)
- Klinkrad H, Re-entry prediction and on-ground risk assessment, in Proc. Sixth U.S./Russian Space Surveillance WKSH, St. Petersburg, Russia, 2005, pp. 1 - 15
- Krag, H., Klinkrad, H., Flohrer, T., Fletcher E., and Bobrinsky N., "The European Space Surveillance System - Required Performance and Design Concepts", Proceedings of the 8th US/Russian Space Surveillance Workshop, Space Surveillance Detecting and Tracking Innovation, Maui, Hawaii, USA, 2010
- Krag H., Klinkrad H., Jehn R., Markkanen J., Leushacke L., (2007). Detection of Small-Size Space Debris with the FGAN and EISCAT Radars, Proc. 7th US-Russian Space Surveillance Workshop
- Kentaro Isoda, Effective Echo Detection and Accurate Orbit Estimation Algorithms for Space Debris Radar, *IEICE* 2008
- K. Isoda, T. Sakamoto, T. Sato, An effective orbit estimation algorithm for a space debris radar using the quasi-periodicity of the evaluation function, in: Lacoste H, Ouwehand L (ed.). Proceedings of the European Conference on Antennas and Propagation: EuCAP 2006, Vol. ESA SP-626. Nice: ESA, 2006
- Lee, B. S., Hwang, Y, Kim, H. Y., and Kim, B. Y., (2011) GEO Satellite Collision Avoidance Maneuver due to the Close Approach of an Inclined GSO Satellite, European Space Surveillance Conference 2011
- Liebschwager T, Neff T, Foerstner R, Design of a Radar Based Space Situational Awareness System, Proceedings of the 14th AMOS Technologies Conference, Maui, Hawaii, 10-13 Sep 2013
- Loomis I, Air Force turns a keen eye on space junk, *SCIENCE*, Vol. 347, Issue 6218, 115 (2015). <http://dx.doi.org/10.1126/science.347.6218.115>
- Matarazzo, G. & Nicola, A., 2013, Precise Orbit Determination of Satellites through 3 Observations (Gauss method)



- Mehrholz D., L., Flury W., et. a., Detecting, Tracking, and Imaging Space Debris, ESA Bulletin 109 (Feb 2002) 128-134
- Nobuhiro Sakamoto, "Overview of Space Situational Awareness in Japan", ppt, Feb. 26, 2015
- Ono K, Tajima T, Mizutani A, et al., Development of the first Japanese space debris observation radar, The Third European Conference on Space Debris. Noordwijk, Netherlands: ESA Publication Division, 2001. 265-272
- Patyuchenko A, Younis M, Krieger G, Weigel M, A Concept for an Advanced Reflector-Based Space Surveillance Radar, Proceedings of the European Space Surveillance Conference, Madrid, Spain, 7-9 Jun 2011
- Péret, L., Legendre, P., Delavault, S., Martin, T., "Detection of orbital debris collision risk for the Automated Transfer Vehicle", 20th International Symposium on Space Flight Dynamics. Maryland. USA, 2007, NASA/GSFC
- P. D. McCall. Modeling, simulation, and characterization of space debris in low-Earth orbit, PhD thesis, Florida International University, 2013.
- Satterthwaite, C. P. 2000, Space Surveillance and Early Warning Radars: Buried Treasure for the Information Grid
- Settecerria, T.J., Skillicorn, A.D., Spikes, P.C., Analysis of the Eglin Radar Debris Fence, in Acta Astronautica 54, pp. 203 - 213 (2003)
- E. K. Smith and S. Weintraub, "The Constants in the Equation for Atmospheric Refractive Index at Radio Frequencies," PROC. IRE, vol. 41, pp. 1035-1037; August, 1953
- Shell, J. 2010, AMOS Conference, Optimizing orbital debris monitoring with optical telescopes
- Skolnik MI, Introduction to Radar Systems (McGraw-Hill, Singapore, 1980)
- Space-Track, Box Score of The Satellite Situation Report [Internet], cited 2017 Oct 18, available from: <https://www.space-track.org/basicspacedata/query/class/boxscore/>
- Stokely C, Foster J, Stansbery E, Benbrook J, Juarez Q, Haystack and HAX Radar Measurements of the Orbital Debris Environment; 2003, National Aeronautics and Space Administration, Nov 2006
- STRATCOM, USSTRATCOM Space Control and Space Surveillance [Internet], cited 2017 Oct 19, available from <http://www.stratcom.mil/Media/Factsheets/>



- Tomas Arrufat Jackson, Study of the risk of impact between a spacecraft and space debris, Project report, 2013
- Thomas Hasenohr, Initial Detection and Tracking of Objects in Low Earth Orbit, Master thesis, in preparation 2016
- Tsujino T, Space Situational Awareness to Mitigate Disastrous Risks from Space, Science & Technology Trends Quarterly Review, No. 45, 17-29 (2012).
- USASMD, "Construction and Operation of the Space Fence Radar System at the United States Army Garrison" (2014)
- Varaprasad R., et al., Effect of Troposphere and Ionosphere on C-Band Radar Track Data and Correction of Tracking Parameters, Defence Science Journal, Vol. 62, No.6, pp. 417-423, Nov. 2012.
- Yoshitaka Taromaru et al., OBSERVATION OF SPACE DEBRIS BY THE KAMISAIBARA RADAR SYSTEM, PFECSD 2005
- Walsh D, A Survey of Radars Capable of Providing Small Debris Measurements for Orbit Prediction (2013)
- Weeden B, Cefola P, Sankaran J, Global Space Situational Awareness Sensors, Proceedings of the 11th Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference, Maui, Hawaii, 14-17 Sep 2010
- Weigel, M., and Patyuchenko, A., "Orbit Determination Error Analysis for a future Space Debris Tracking Radar", Proc. of the European Space Surveillance Conference, Madrid, 7-9 June 2011
- Wilden H, Kirchner C, Peters O, Bekhti N, Brenner A et al., A phased-array based surveillance and tracking radar for space situational awareness, Proceedings of the Symposium on IEEE, Waltham, USA, 18-21 Oct 2016. DOI:10.1109/ARRAY.2016.7832621
- Wilden H, Kirchner C, Peters O, Bekhti N, Kohlleppel R, et al., GESTRA-Technology Aspects and Mode Design for Space Surveillance and Tracking, Proceedings of the 7th European Conference on Space Debris, Darmstadt, Germany, 18-21 Apr 2017
- Wilden H., et al., "GESTRA - A Phased-Array based surveillance and tracking Radar for Space Situational Awareness", PAST2016
- <https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2015/Juli/radar-guards-against>

t-space-debris.html

- [http://www.spaceguard.or.jp/bsgc\\_jsf/pamphlet/radar-e.htm](http://www.spaceguard.or.jp/bsgc_jsf/pamphlet/radar-e.htm)
- <http://www.fas.org/spp/military/program/track/pavepaws.htm>
- <https://www.sri.com/work/projects/advanced-modular-incoherent-scatter-radar-amisr>
- Harris, C., Thomas, D., Kadan, J., Schroeder, D. K., & Black, J. (2021, September). Expanding the space surveillance network with spacebased sensors using metaheuristic optimization techniques. In Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference (AMOS), Maui, HI, USA.
- Exoanalytic solution, <https://exoanalytic.com>, 20, Feb, 2023
- sharemyspace, <https://www.sharemyspace.space/>, 20, Feb, 2023
- INASAN Science reports, 2022
- Herzog, Johannes, et al. "Software and hardware to improve a remote telescope station." (2021).
- Petit, A., et al. "Share My Space Multi-telescope Observation Stations Performance Assessment." (2021).

iris

# 제2차 우주위험대비 기본계획 수립을 위한 기획연구

2023. 12

---

## 별첨

---

iris



과학기술정보통신부  
Ministry of Science and ICT



# 별첨 1

## 기획위원회 및 분과위원회 회의록

(1) 통합 실무분과회의(2023.06.07.)

제 목	통합실무분과 회의록
개 요	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일시 : 2023. 6. 7. (화) 14:00~16:40</li> <li>○ 장소 : 은하수홀 1층 대회의실</li> </ul>
참석자명	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1실무분과: 은종화, 문홍규, 김은정, 최은정, 박지웅, 신소현, 문혜영, 김은정, 이호규, 홍정유(간사)</li> <li>○ 2실무분과: 이성문(최수용), 이병선(대참: 장동필), 전상미, 박상영, 최현태, 김경태, 이수현(간사)</li> <li>○ 과학기술정통부 : 이준배 거대공공정책과장, 최성호 사무관</li> <li>○ 한국천문연구원 : 조성기 센터장, 박장현(과제책임자)</li> </ul>
토론내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 과제책임자 인사말</li> <li>○ 이준배 과장 인사말               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 우주감시 분야 관심 고조</li> <li>2. 능동적 관점 필요</li> <li>3. 적극적으로 주체적 의견 필요 및 반영 예정</li> <li>4. 연말까지 관심 부탁</li> </ol> </li> <li>○ 분과위원 소개</li> <li>○ 제2차 우주위험대비기본계획 기획연구 소개</li> <li>○ 분과위원토의</li> </ul> <p>주제 1. 과제 범위 확장(군, 사이버, 기후)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (이준배) 1차 계획에서 범위 확장이 필요한 우주 자산 등으로 인한 기후위기 등 관련이 있는지. 기본계획은 과기정통부 계획이 아닌, 국가 전체의 계획임. 이에 대한 장단점을 분석하고 검토할 필요가 있음. 국방, 민군협력, 국제협력, 인프라, 레이더의 산업화 등 다양한 전략을 포함하여 전체를 아우르는 계획으로 승격이 필요</li> <li>- (박장현) 필요하다 생각되면 범위 논의를 통해 정의할 수 있다고 생각. 위성정보활용에서 더 많이 다룰 것. 군사적 내용을 다루기에는 범위 가 너무 큼</li> <li>- (김지영) 기후 변화 등 우주위험과 본질적으로 다른 내용은 불필요하다</li> </ul>

제 목	통합실무분과 회의록
	<p>고 판단 됨. 단 GPS의 우주기상으로 인한 영향 등은 포함 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (조중현) 위협만 할건지, 위협도 다를 것인지에 따라 범위 유지/확대 될 것. 위협의 경우 사이버안보 등 다뤄야 함. 기획위원회에서 토론 필요</li> <li>- (문홍규) 미국 나사 등 국제기구에서는 자연우주물체, 인공우주물체, 태양우주기상 등 세 가지로만 한정 운영하고 있다. 안보 관련은 군사적인 사항. 기후변화, 사이버 등을 포함하면 범위가 너무 크고 통제가 불가능. 분리하는 것이 더 바람직함</li> <li>- (이호규) 과제를 다 포함하기에는 광범위함. 1차에서도 능동적 대응에 대한 부분이 없는 만큼 위협으로 한정해야 함</li> <li>- 국가전략이 우선 마련되어야 함</li> <li>- (김경태) 어느 수준까지, 이를 수 있는지 논의가 필요하다고 생각</li> <li>- 위협과 위협을 가르기 어려움. 위협대비계획이더라도 실효성을 생각한다면 위협을 고려하지 않을 수 없음</li> <li>- (은종화) 자연재난, 사회재난의 입장에서 정부가 관리, 안보재난 새로 등장. 자연우주물체는 이미 국가재난에 등록되고 관리</li> <li>- 향후 10년은 인공우주물체가 압도할 가능성</li> <li>- 범위를 확대하게 되면 수요 대상이 어려워짐. 1차에서 2차로 확장하는 만큼 1차분석이 중요해짐. 3개 재난에서 관리가 가능한 부분만 대비계획에 포함 필요</li> <li>- (이병선) 사이버나 기후까지 이번 계획에 포함 시 범위가 너무 넓어 힘들 것. 다만, 국제협력은 강화 필요</li> <li>- (신소현) 지상에서 우주, 우주에서 지상 등 범위 조정 필요. 민·군이 함께 고려할 필요가 있음</li> </ul> <p>주제 2 기본계획의 기간 논의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10년간 진행되는 만큼 1차의 분석이 충분히 이뤄져야 할 것</li> </ul>

제 목	통합실무분과 회의록
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술 변화가 빠르게 이뤄지는 만큼, 5년정도가 적절함</li> </ul> <p>주제 3. 필요한 정보 및 사전에 해야 할 일</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (김지영) 2차계획 수립 전 1차계획의 성과 평가 및 분석 필요. 정책적 규제 등 체계적 수립 필요</li> <li>- (신소영) 사이버 등의 주제에 대해서는 은 국가 전략이 우선되어야 하므로, 1차계획 리뷰가 우선되어야 함</li> <li>- 제1차 우주위협대비기본계획 공유 예정. 우주개발기본계획의 경우 내부에서 자체적으로 리뷰 수행 하였음</li> </ul> <p>주제 4. 용어정리 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1차용어와 2차 용어의 정의를 명확히 해, 1-2차 보고서의 혼돈을 방지해야 함</li> <li>- (박지웅) 용어정립은 차후에 함께 이뤄질 것으로 예상</li> </ul> <p>주제 5.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (문혜영) 근접경보 알람. 긴급경보 시, 관측데이터 요청. 시간적 여유가 없어 오차를 감안 하여 전달하고 있음. 협력체계가 더 체계적으로 바뀌어 업무 협조가 즉각적 대응이 있었으면 좋겠음</li> <li>- (조중현) 27년도 차후 통합시스템에서 이용 가능할 것으로 예정</li> </ul> <p>주제 6. 우주교통관리 활용방안</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (김은정) 우주교통관리 활용방안 궁금. 미국에서 상업용 위성 발사가 많아 상업용 위성 관리 역할을 할 시점</li> <li>- (박장현) STM의 경우 국가정책이 앞서가야 하며, 계획에 넣어야 한다고 생각. 별도의 연구 필요할 것</li> </ul>



제 목	통합실무분과 회의록
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (조중현) 미국의 행보를 잘 파악해야 함</li> <li>- (문홍규) 차후 액티비티는 붙어야 함. 정부에서 이를 준비하고, 대비할 수 있어야 함</li> <li>- (최은정) 최소 우리가 발사한 위성에 대한 관리를 위해서 우주교통을 다룰 필요가 있음</li>   <li>○ 분과위원장 선출 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1분과위원장: 최은정(한국천문연구원)</li> <li>- 2분과위원장: 이병선(한국전자통신연구원)</li> </ul> </li>   <li>○ 요청사항: 우주위험대비 기본계획(안)등 자료 배포 요청 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 별첨 1. 우주위험대비기본계획 최종본</li> <li>- 별첨 2. 제4차 우주개발진흥 기본계획</li> </ul> </li> </ul>

(2) 1차 기획위원회 회의(2023.06.14.)

제 목	회 의 록
개 요	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일시 : 2023. 6. 14. (수) 14:00~15:40</li> <li>○ 장소 : 세종홀 3층 우주물체감시실</li> </ul>
참석자명	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발표자 : 박장현(천문연)</li> <li>○ 참석자 : 조성기(천문연), 조황희(STEPI), 변용익(연세대), 박상영(한화시스템), 오병훈(합참), 국정원 2인, 황은정(간사, 천문연), 조중현(기술자문, 천문연)</li> <li>※ 서면의견 회신 : 김종범(항우연)</li> </ul>
논의안건 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제2차 우주위협대비 기본계획 기획연구 설명 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주위협분야 환경변화</li> <li>- 국내 우주위협대비 정책의 성과와 평가</li> </ul> </li> <li>○ 제2차 우주위협대비 기본계획 전체 개요(안) 설명</li> <li>○ 제2차 우주위협대비 기본계획 비전 및 추진전략(안) 설명</li> <li>○ 통합 분과위원회 논의사항('23.06.07.) 공유</li> </ul>
논의사항	<p><b>1. 제2차 우주위협대비 기본계획 전체 개요(안) 논의</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ to space의 우주안보 및 국방 기술을 포함 여부 논의 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (박장현) 과기부에서는 우주안보 사항이 포함되길 기대함</li> <li>- (오병훈) 우주안보가 기본계획에 담겨 공개되는 경우 군 차원에서는 국제적 문제 소지가 있음. 방어체제로 고출력 레이저를 활용하나 공격용은 아니고 방어용이며, 정찰위성도 방어용으로 운영하고 있음</li> <li>- (박상영) 공격하고 방어의 개념이 다른데, 적외선 카메라를 눈부시게 하여 못쓰게 하는 것도 공격의 개념일 수 있음</li> <li>- (변용익) 상대의 위치파악도 공격, 다즐링도 공격, 파괴 역시 공격의 범주에 넣을 수 있음. 어느 곳에서 레이저로 우리의 위성을 조사하고 파악하는 것도 방어의 개념으로 볼 수 있음</li> <li>- (오병훈) to space의 사이버와 일렉트로닉 부분은 연결하면</li> </ul> </li> </ul>

제 목	회 의 록
	<p>사용 가능한데, 공격을 위한 명시는 안 되어 있지만 쓰레기 우주위성으로 목적을 전환하여 공격할 수 있도록 추진하고 있음. 키네틱을 전환하기 위한 것이지만 진행하고 있음. 군의 공격 부분은 보안 사항으로 to space 부분은 숨기는 것이 맞음. 우주쓰레기 처리 위성을 활용하게 된다면 효과적일 것으로 판단됨. 군에서는 우주물체가 추락하고 있다면 재난으로 판단하며, 요격하는 것을 고민하고 있음. 기본계획에 포함할 것인지에 관한 판단이 필요함.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (변용익) 우주위협 대비 기술과 동일한 기술을 보유하고 있다면, 취사선택하여 기본계획에 반영하는 것이 맞다 판단됨. 또한 우주충돌의 우연한 피해도 있지만, 의도적인 도발은 우주안보에 해당하는데 어떻게 판단하고 찾을 수 있을지 포함하는 것이 필요함. 예를 들어 정지궤도 위성의 접근 모니터링이나, 다른 나라에서 우리 상공 영역의 위성 레이저로 추적하는지 파악하는 것은 넓은 개념의 우주안보에 해당함. 또한 큰 소행성 및 큰 위성들의 추락·충돌은 포함되어 있으나 자연 유성체 충돌은 빠져 있음. 우주자산 보호 및 안보 차원에서 필요함.</li> <li>- (국정원) to space가 필요한 부분으로 항목별로 가능성을 나열하고 대응방안 및 부처 간 추진계획이 담겼으면 함.</li> <li>- (박장현) 국방에 요청하기 위해 디폴트 값으로 넣었음. 그럼에도 불구하고 우리 위성에 대한 방어로 합참에서 정리를 요청하고자 함. 대응 가능기술도 기술명까지가 아니더라도 학문적 분류로 광학, 레이저 정도로만 기술해도 됨. 추후 공개여부 및 위당은 기획위원회에서 고민해 나가겠음.</li> <li>- (오병훈) 군의 기술을 나열하는데 부담되며, 어려운 점이 있음. 예상 위협에 대한 부분은 공군이 하고 있어 기술을 할 수 있으나 세부 기술명은 드러내기는 어려움. 추후 자료제출까지는 가능할 수 있으나 내부적 검토도 필요함.</li> </ul> <p>○ 1차 기본계획의 성과평가에 대한 논의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (변용익) 제1차 기본계획의 경우 과기부에서 10년간 지원했으나 인력 및 예산투자가 천문연의 고유사업으로 포함되면서 많은 부분 실행이 지연된 부분이 있음. 기본계획의 방향성은 좋았으나</li> </ul>

제 목	회 의 록
	<p>우리의 기술을 실용화하는 데에는 미진했음. 이에 대한 성과의 지적이 있어야 하고 2차 기본계획에서는 1차에 미진했던 부분을 다시 계획에 반영하는 것이 바람직함. 또한 군의 예산은 수백억 단위로 투자되지만, 2차 계획에도 예산이 수반되지 않아 계획 실행이 지연되어 반복된다면 계획수립의 의미가 퇴색됨</p> <p>○ 우주사이버 분야의 포함 필요성 논의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (조성기) 우주위험 대비의 관점으로 우주사이버 내용이 있는데 국정원은 총괄하는지, 사례가 있는지 궁금함.</li> <li>- (국정원) 국정원에서 우주사이버 분야를 총괄하고 있으며, 정리는 안 되어 있으나 적용하고 있음</li> <li>- (변용익) 우주위험 대비 차원이라면 공격을 위한 부분은 언급할 필요가 없다고 판단됨. 국정원 학회로 사이버학회와 안보 학회가 작년부터 신설되었음. 우주사이버가 우주위험의 한 분야임은 맞으나, 우주위험과는 거리가 있어 제외가 필요함</li> <li>- (국정원) 제4차 우주개발진흥계획에 사이버 정책 수립이 포함되어 있으나, 실행계획은 없으며 우주사이버 내용까지 포함하기에는 무리로 보임</li> </ul> <p>○ 우주위험 관련 용어 정의 및 미래 시나리오 파악 논의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (조황희) 우주위험과 관련하여 위험, 안보, 안정 등의 용어가 혼용되어 하이라키가 필요해 보임. 향후 10년간 민간위성 수도 늘어날 전망으로 10년 계획을 수립의 근거로 시나리오 파악이 중요함. 미국의 경우 민간위성 개발 시 안보를 위해 보호하고 대비하라는 기준이 있으며, 국제포럼을 만들어 환기를 시키고 톨킷을 제시하고 있음</li> <li>- (김종범) 우주위험과 관련하여 다양한 용어가 혼재되어 있어 용어 정의 통일이 필요함. 국제우주연맹(IAF), 국제우주법학회(IISL) 등 공동 개념을 참고하여 정의하고자 함</li> <li>- (김종범) SSA 시장 등의 경제분석 및 전망 필요하며, 위성/발사체에 수명주기 관리가 포함되어야 함. 또한 우주영역의 규제 및 정책환경에 대한 고려도 포함되어야 함</li> </ul>



제 목	회 의 록
	<p>○ 우주안보 분야의 포함 필요성 논의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (박상영) 분과회의에서도 언급하였지만 기업의 입장에서는 차기 기본계획이 우주사이버와 우주안보가 누락되는 반쪽짜리 계획이 되지 않았으면 함. 기업으로서는 기술개발을 추격하기에 애로 사항이 많으며, 현재 SLR 기술도 개발하고 있음. 일부는 국방부에서 협조하여 우주안보의 큰 틀에서 변화의 방향을 천문연에서 공유하고 계획을 알려줬으면 좋겠음.</li> <li>- (박장현) 10년 계획이며, 우주안보 분야의 기술발전 트렌드가 명시가 되면 기업들이 어렵게 접근하지 않고, 단계별로 준비하는 데 큰 도움이 될 것임.</li> <li>- (조황희) 미국도 표면적으로 드러나지 않지만 적외선 천문학은 육성하고 있는 분야로, to space 용어가 적합하지 않다면 레이저 천문학으로 용어를 바꿔 표현하는 방법도 있음</li> <li>- (박장현) 우선 기본계획 수립을 위해서는 전체의 범위를 나열하고 기획위원회에서 심도 있는 논의를 통해 우선순위를 정하고 2차 기본계획에 담을 분야를 정의했으면 함</li> </ul> <p>○ 2차 기본계획의 단계별 목표·인력·예산 정리</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (변용익) 2차 기본계획에서 전반부에는 목표와 실행계획을 정리하고 후반부에는 단계별 목표, 소요 인력, 소요 예산이 정리되었으면 좋겠음.</li> <li>- (박장현) 실무분과위원회에서 단계별 소요 기술과 연차별 계획을 수립하고, 세부 사업명과 예산계획 등은 향후 전체 예산이 나올 예정임.</li> <li>- (변용익) 1차 기본계획에는 인력의 규모 및 인력양성 계획이 없으므로 2차 계획에는 반드시 포함되어야 함. 다양한 실행계획을 위해서는 어떤 프로그램으로 인력을 어떻게 배치되는지 보강이 필요함.</li> </ul>

제 목	회 의 록
	<p>○ 우주위협 상황에 대한 상위 총괄·조정 컨트롤타워 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (오병훈) 우주감시의 초반 천문(연)의 OWL-net 운영 시 국방부도 참여하고 있으며, 현재 민관군 합동 TTX를 진행함. 프랑스와 우주위협대응훈련을 하고 있어, 2차 계획에 반영 필요</li> <li>- (박장현) 우주위협 대응은 산학연관군 모든 주체의 참여가 필요함. 과기부가 범부처 컨트롤타워 역할을 하고 있으나, 군과의 소통 및 일괄 대응체계가 부재한 실정임. 또한 국제적 대응 및 공조에 과기부 단독 대응은 어려운 실정임. 현재 과기부 거대공공과에서 제4차 우주개발진흥계획, 우주위협 대응 기본계획, 우주위성 활용계획을 관리하고 있음</li> <li>- (오병훈) 미국은 미우주군이 총괄 콘트롤 타워역할을 하고 민군이 협력해서 운영되고 있어, 한국도 우주위협 대응을 과기부 뿐만 아니라 군과의 협동이 필요함. 우주감시레이더 구축의 경우에도 과기부에서 기관 고유사업의 예산보다 국방의 예산이 투입되면 기술수준을 고도화 할 수 있음.</li> <li>- (조중현) 미국은 과학위원회에서 정책 결정 시 대통령 정권교체와 별개로 일관된 과학기술 정책기조를 유지. 미국 국무부를 통해 기술 수준이 결정되면 Top-down으로 산하기관에 기술개발을 요구하며, 주기적 참여로 관리·감독을 실시함. 그 결과, 미국은 우주통합시스템 개발이 가능하고, 산하기관 협력이 필요한 경우 적극적으로 개입하여 총괄·조정 역할을 수행함. 한국도 산학연관군의 분산된 역량을 종합 조정하고 우주위협에 신속한 대응이 가능한 거버넌스 체계가 필요</li> </ul>
	<p><b>2. 제2차 우주위협대비 기본계획 비전 및 추진전략(안)</b></p> <p>○ 우주위협대비 기본계획의 비전 및 추진전략(안) 논의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (박장현) 기획위원회에서 비전 및 추진전략(안)에 대한 검토를 요청드림. 성과목표는 달성가능한 목표로 설정하였으며, 이 자리에서 논의하시고 추후 이메일로 의견요청을 드릴 예정임.</li> <li>- (변용익) 비전에 독자적인 우주위협 대응능력 보유로 되어 있는데, 한국 독자적인 것만 기술되기보다는 세계 각국과 동반자격으로 참여하는 것으로 기술할 필요 있음.</li> </ul>

제 목	회 의 록
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (김종범) 비전 및 추진전략(안)에 우주상황인식, 우주교통관리, 우주안보(영역인식) 부분 포함이 필요함. 제4차 우주개발진흥 기본계획(안)을 발영하고 우주안보 확립에 대한 반영이 필요. 또한 ‘우주위험대비 기본계획’을 포괄적인 범위로 ‘우주상황 인식 기본계획’ 또는 ‘우주교통관리 기본계획’으로 변경 검토</li>   <li>○(성과목표) 10cm급 인공우주물체 감시능력 확보 타당성 논의             <ul style="list-style-type: none"> <li>- (박상영) 10cm 감시능력 확보를 목표로 잡았으나 10년 이내에 달성 가능한 목표인지, 숫자에 대한 검증 필요</li> <li>- (조중현) 미국에서도 공식적으로 제시하는 숫자로 10cm 이상 공개할 수 있는 숫자이고 우주위험 대비를 위해 10cm급 우주 물체는 관측해야 한다고 판단됨</li> <li>- (오병훈) 우주물체의 크기보다는 궤도 오차를 줄이는 게 더 어려운 기술인 것 같음.</li> </ul> </li>   <li>○ STM 관련 업무범위 포함 및 정책 규범 정리 논의             <ul style="list-style-type: none"> <li>- (조황희) 우주교통(STM)은 국토부에서 관심이 높음</li> <li>- (조중현) 미국은 상무부 산하 NOAA가 STM을 총괄 운영하고 있음. 우주교통트랙픽을 분석하고 오픈할 예정임.</li> <li>- (국정원) 주파수 간섭이 포함되어야 할 것이라, 부처간 협업과 논의를 통해 교통정리가 필요함</li> <li>- (조중현) 우리도 STM 관련 정책·규정·규범이 필요한데, 아직 세부 수준의 규범은 없으나, 미국 사례를 벤치마킹하여 10년간 STM 베이직 서비스까지 정리할 계획임.</li> <li>- (김종범) 세계의 STM 관련 정부 정책 규범 및 제도를 참고하고, STM과 관련 국제기구 가이드라인 준수도 필요함. 또한 우리나라 STM 관련 기관의 업무영역 포괄 필요</li> </ul> </li>   <li>○ 우주위험 대비 실용위성 계획 포함 논의             <ul style="list-style-type: none"> <li>- (변용익) 2차 계획에 우주위험 대비를 위해서 실험용 위성이 상징적으로 포함되었으면 함.</li> </ul> </li> </ul>



제 목	회 의 록
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (박장현) 세부 계획에 포함하기 위하여 분과위원회에서 논의하고 있으며, 우주기반 쪽에서 담을 계획임.</li> <li>○ 우주외교를 위한 외교부 역할 및 중요성 논의             <ul style="list-style-type: none"> <li>- (조황희) 우주외교의 경우, 제4차 우주개발진흥계획도 있고, 우주 위험 대비 기본계획에도 논의되고 있지만, 우주외교도 새롭게 추진하고 있다고 판단되며, 과기부뿐만 아니라 외교부의 역할이 크기 때문에 공조가 필요함.</li> <li>- (조성기) 미국 국무부의 파트너가 외교부이며, 우주 외교를 위해서는 외교부의 역할이 필수적임</li> <li>- (조황희) 국내에서도 우주외교 전담인력이 부족함. 국가우주정책 연구센터에도 우주외교 담당자가 1명으로 부족하며, 기재부에 인력요구에도 인력 충원이 쉽지 않음.</li> <li>- (오병훈) 군에서도 국제우주 훈련도 하고 있고 프랑스랑 우주 감시 협업하고 있어 기본계획에 반영되었으면 함</li> </ul> </li> <li>○ 폐회 및 차기 기획위원회 계획 공유             <ul style="list-style-type: none"> <li>- (박장현) 기획위원회의 적극적인 협조에 감사드리며, 금일 논의 내용을 포함하여 각 파트별로 의견 회신을 요청하겠음. 또한 항우연을 포함하여 의견논의가 필요한 기관은 직접 방문하여 의견을 취합할 예정이며, 1차 기본계획에 대한 성과평가도 정리하여 차기 기획위원회를 소집하여 논의 할 예정임</li> </ul> </li> </ul>

(3) 2차 기획위원회 회의(2023.07.24.)

제 목	회 의 록
개 요	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일시 : 2023. 7. 24.(월) 14:00~16:00</li> <li>○ 장소 : 한국항공우주연구원 연구1동 대회의실</li> </ul>
참석자명	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발표자 : 박장현(천문연)</li> <li>○ 참석자 : 강경인(KAIST), 김종범(항우연), 변용익(연세대), 선웅(LIG 넥스원), 송성찬(한화시스템), 오병훈(합참), 조성기(천문연), 국정원, 황은정(간사, 천문연)</li> </ul>
논의안건 설명	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 제1차 우주위험대비 기본계획 성과평가</li> <li>2. 제2차 우주위험대비 기본계획 기본개념 및 방향</li> <li>3. 기본계획 비전 및 추진전략(안)</li> </ol>
논의사항	<p><b>1. 제1차 우주위험대비 기본계획 성과평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 성과평가 시 미진한 부분에 대한 상세한 기술 필요</li> <li>- (강경인) [목표2-1] 우주위험통합분석시스템의 경우 개별기관에서 R&amp;D 사업으로 예산이 투입되어 진행하고 있으므로 성과평가란에 추진 완료로 표기하는 것이 적절해 보임</li> <li>- (박장현) [목표2-1]은 개별기관에서 필요한 부분에 대해 독자적으로 운영하는 시스템은 갖추고 있으나 국가적인 차원에서는 미진한 부분으로 판단하고 있어 2차 기본계획에서는 통합·확장의 개념으로 넣음</li> <li>- (강경인) 1차 기본계획의 미진한 부분은 상세설명을 기술하고, 2차 계획에서는 보완하여 반영하는 것으로 기술하였으면 함</li> <li>- (변용익) 성과평가는 솔직하고 상세한 평가가 중요함. 우주감시 조기 예·경보의 경우에도 우주감시레이다 등이 예비 타당성 조사 기획 중에 있다면 간략하게 기술하는 것이 필요함</li> <li>- (김종범) [목표3-3] 우주위험 대비 환경 조성의 법령 정비 부분은 우주위험 실무위원회 법·제도와 항우연 규정도 내부지침에 해당되어 법령정비는 없는게 맞음. [목표3-2] 우주위험 대비 연구</li> </ul>

제 목	회 의 록
	<p>개발의 경우에도 연구개발이 미진한 부분임</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (강경인) [목표2-4] 태양위협 감시·대응시스템 고도화 부분은 과기부 2차관에서 우주전파감시센터등을 운영하고 있으며, 관련 내용을 포함하는 것이 좋을 것 같음. 필요시 별표를 달아 별지 등 세부사항으로 표기하는 것도 좋을거 같음</li> </ul> <p><b>2. 제2차 우주위협대비 기본계획 기본개념 및 방향</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ To Space 기술의 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (박장현) To Space에는 민간위성의 피해대응을 위하여 무기체계 관련 기술을 제외하고 대응가능 기술들을 나열함. From Space는 1차 기본계획의 고도화 사항을 담고, In Space도 달궤도 영역 까지 범위를 넓혔음. STM도 중요한 개념으로 포함시켰으며, To Space도 민간부분에서 영향을 받을 가능성이 있으면 향후 10년간 투자방향에 대한 논의가 필요함</li> <li>- (박장현) 우주위협 요인으로 태양풍도 2차 기본계획에 포함 시키고 결정할 예정임. 분과위원회에 각 전문가분들께서 참여 하고 계셔서 세부기술 및 과제를 담을 예정임</li> <li>- (강경인) To Space 기술은 민간보다 국방 주도의 기술 보이며, 위협 요인과 이에 대한 대응기술을 구분할 구분할 필요가 있음. 특히 평화적 목적의 우주활용 측면에서 To Space에 대한 내용이 부각되는 것은 바람직해보이지 않음</li> <li>- (박장현) 군의 무기체계와 관련한 민감한 정보는 들어가지 않고 민간부분에서 준비가 필요하다고 판단될 경우 계획에 포함될 수 있음</li> <li>- (변용익) To Space 기술이 너무 세분화되어 강조되어 있어 혼선을 줄 수 있으니 2개 정도로 정리 필요. 위협종류를 Kinetic과 Non-kinetic를 통합하고 Electronic과 Cyber를 통합</li> <li>- (박장현) 민간위성의 위협요인을 우선 순위화하여 국가 차원의 대응이 필요하면 논의를 통해 선별이 필요함</li> <li>- (선   웅) 우주위협 대응을 위해서는 지상관측이 대부분일 것 같은데, To Space는 주로 위성 운영에 관련된 사항이라 우주위협 대비계획에 담는 것이 맞는지 검토 필요</li> </ul> </li> </ul>

제 목	회 의 록
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ To Space 위험요인(일렉트로닉, 사이버 등) 재분류화 논의 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (강경인) Electronic과 Cyber 내용이 유사하여 그룹핑이 필요함</li> <li>- (강경인) 사이버 분야가 필요한 이유는 민간위성은 군위성과 달리 사이버 공격에 취약하여 R&amp;D를 통해 보호가 필요함</li> <li>- (강경인) 국가의 기본계획으로 위험요인이 정의되지 않으면 대비 계획을 수립할 수 없음. 태양풍 등 관련 위험은 우주물체는 물론 지상 전파교란 등의 위험 요인이 있어 우주전파감시센터 등 부처의 관리가 진행중으로 기본계획 수립 범위 조정이 필요해 보임</li> <li>- (오병훈) 민간위성이 위협에 노출되니 군에서도 위험요인 목록화가 필요하며, 현존하는 위협의 대응은 나열하는 게 필요함</li> </ul> </li> <li>○ In Space의 달궤도 영역에 대한 표현 논의 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (변용익) 범위가 달궤도 영역으로 제한되어 있는데, 달궤도 범위를 넘어가는 인공위성이 있으므로 지구정지 궤도를 넘어갈 경우 심우주의 영역으로는 표기는 어떠한가?</li> <li>- (박장현) 제4차 우주개발진흥계획에 달궤도 범위를 넘어가는 L4 계획이 있으므로 확장을 고려하겠음</li> <li>- (오병훈) In Space 저궤도 영역에 항우연의 KARISMA가 기재되어 있으나, CFAST로 버전이 바뀌었으니 추가 바람</li> </ul> </li> <li>○ To Space의 대응가능 기술에 대한 기술여부 논의 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (양팀장) To Space의 능동적 대응은 다뤄지지 않는 게 맞는데, 위협이 의심되는 사항에 대해 현재 기술로 어디서 왔는지 알아낼 수 있는지? 2차 기본계획에서는 우주위험의 개념을 확장하여 To Space가 일부라도 들어가더라도 대응보다는 위협들이 어떤 원리로 작용하는 파악 필요</li> <li>- (양팀장) 대응가능 세부기술들이 나열되어 부담이 되니, 위협 종류만 남기고 삭제하는 것이 바람직함</li> <li>- (조성기) 대응가능 세부기술은 목록화하기 위함이고, 2차 기본계획의 기술에는 나열하지 않고, 제도개선 사항 만 검토</li> </ul> </li> <li>○ 민간위성의 위험요인에 대한 대응기술 논의</li> </ul>



제 목	회 의 록
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (박장현) 민간위성이 늘어나고 있어 위성운영에 대한 위험요소를 파악하고 대응기술에 대한 고민 필요</li> <li>- (김종범) 일본, 프랑스 등 해외의 경우, 위성개발, 발사, 운영, 폐기, 지구 재진입 시점까지 모든 임무에서 우주파편을 일으키지 않는 데 중점을 두고 있음. 궁극적으로 우주위험을 완화 위해 우리도 이런 계획이 필요함</li> <li>- (변용익) 궤도상에서 폭발을 하거나 재진입 시에도 잔해물을 최소화 할 수 있는 조치 필요</li> </ul> <p><b>3. 기본계획 비전 및 추진전략(안)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전체개요(In-To-From Space)와 비전 및 추진전략간 연계성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (강경인) 우주위험대비 기본계획 개요(안)과 추진전략(안)의 연계성이 부족함. 2대 중점과제와 In To From Space의 체계도가 보이지 않음. 우주감시 인프라, 기술개발, 우주환경 보호 기술 등이 나열되면 좋겠음. 우주감시 기술도 2차 기본계획에서는 1단계 스펙, 2단계 스펙이 명시되면 좋을 것 같음.</li> <li>- (박장현) 우주위험을 UN COPUOS의 In-To-From Space 기준으로 분류한 것으로 추진전략과는 별도임</li> <li>- (선 응) 일반적으로 과기부와 국방부의 R&amp;D 추진 방향이 다른데 범부처적 대응을 위해서 R&amp;D 과제의 일원화도 필요함.</li> </ul> </li> <li>○ 정량적 성과목표 수립 논의 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (김종범) 일본의 JAXA에서는 2023년 달성 목표를 우주감시레이더는 10cm 관측 성공, 광학은 1m급 관측 성공, 2023년부터 하루 1만개 관측자료 생성, 수동에서 자동 관측으로 이동 등 정량적인 목표 중심으로 작성함</li> </ul> </li> <li>○ 실시간 예·경보시스템 능력 적정성 논의 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (변용익) 실시간 예·경보시스템이 '32년이 목표인데 독자적으로 달성 가능한 목표인가?</li> <li>- (조성기) 기본계획 목표에 “독자적”이란 워딩을 뺀 이유는 해외 데이터를 활용한 국제협력을 포함하는 것임</li> </ul> </li> </ul>

제 목	회 의 록
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (박장현) 우주물체 추락, 충돌에 대해 군에서도 데이터를 갖고 있으나 보안 문제로 데이터를 통합하는데는 어려움이 있음.</li> <li>- (강경인) 활용가능한 군의 관측데이터도 있고, 해외 관측데이터도 있으며, 우리 고유의 우주감시를 위해 필요한 데이터가 있음. 국가 안보 차원으로 접근하여 군의 관측데이터가 통합될 수 있도록 기본계획에 명시할 필요가 있음.</li> </ul> <p>○ 10cm급 저궤도(레이다) 감시능력 목표기술 명확화 논의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (강경인) 우주감시레이더는 운영개발 주체를 민간에서 끌어가야 하는게 맞는지 검토가 필요함. 장비의 운용과 활용을 구분하는 것이 필요해 보이며, 장비 운용은 ‘민’ 주도 보다는 ‘군’ 주도의 장비 운용과 운용결과에 대한 데이터 활용에 있어서는 실시간 자료 공유를 위한 민군 협력이 필요해 보임. 목표에 10cm급에 대한 수치보다는 초소형 위성으로 수정하는 것이 어떤가?</li> <li>- (조성기) 10cm급 관측은 미국에서 전수 조사하는 기준으로 선언적이고 상징적인 부분이 있음</li> <li>- (변용익) 10cm급 저궤도 레이더의 경우 기대성능이 관측범위 등에 따라 예산이 2~3배 차이가 날텐데, SSA레이더는 한번에 우주물체 10개까지 관측할 수 있음. 레이더에 대한 구체적인 목표 설정이 필요함</li> <li>- (선 응) 레이더 개발은 수요자가 결정한 기술목표에 따라 요구분석에 따라 성능을 개발하기에 세부 목표는 정하기 어려움</li> <li>- (조성기) 10cm급 저궤도 레이더는 상징적인 큰 성과목표로 세부 목표는 구체적인 논의가 필요함</li> </ul> <p>○ To Space 부분에 대한 범위</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (김종범) 제4차 우주개발진흥계획에 STM에 우주상황인식 역량과 연계한 우주물체 충돌 방지 기반기술 확보 부문이 들어가 있어, 기본계획에 포함이 필요함</li> </ul> <p>○ 독자적 우주위협 대응 실현을 위한 목표 보완</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (강경인) 1차 기본계획으로 우주위협감시센터가 설립이 되고 우주위협 대응관련 국가의 정책이 수립 되었으며, 2차 기본계</li> </ul>

제 목	회 의 록
	<p>획에도 우주감시 부분의 내용이외에 우주위협 대응관련 정책 수립에 필요한 키워드가 빠지지 않도록 할 필요가 있음. 제2차 기본계획의 비전에 있는 독자적 위당 표기에 찬성함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (변용익) 우주감시 능력에 대해 천문연도 군에서도 광학 및 레이다 기술개발을 하고 있어, 현재 기술수준과 미래의 목표 수준을 구체적으로 보고서에 명시했으면 함.</li> <li>- (변용익) 독자적 우주위협 대응부분을 명시되어야 함. 인공위성 추락 시 상황실을 만들어 모니터링도 하고 있음. 군에서 하지 못하는 소형위성도 관측할 수 있기에 우리만의 목표, 한반도를 지나는 위성을 관측과 같은 적당한 수준의 위당이 필요</li> <li>- (강경인) 우주감시 부분은 대부분 군의 장비를 활용하고 있어, 우주위협대비 감시부분의 장비 활용 관련 하여 군의 정보를 활용할 수 있도록 우주감시 관련 민군협력 방안관련 내용을 포함했으면 함</li> </ul> <p>○ 폐회 및 차기 기획위원회 계획 공유 (박장현)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8월 중 : 실무분과위원회 2회 개최 예정 <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 2대 중점과제, 전략별 세부계획에 대해 작성 예정</li> </ul> </li> <li>- 9월 중 : 전체 워크숍을 진행할 예정</li> <li>- 9월 말 : 기획보고서 완료</li> </ul>



(4) 2차 실무 1분과 회의(2023.08.08.)

제 목	회 의 록
개 요	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일시 : 2023. 8. 8. (화) 14:00~15:50</li> <li>○ 장소 : 세종홀 3층 우주물체감시실</li> </ul>
참석자명	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발표자 : 박장현(과제책임자, 천문연)</li> <li>○ 참석자 : 최은정(위원장, 천문연), 은종화(연세대), 김은정(항우연), 김태훈(지자연), 김지영(기상위성센터), 문홍규(천문연), 문혜영(KTsat), 박지웅(우주전파센터), 홍정유(간사, 천문연), 조중현(기록, 천문연)</li> </ul>
논의안건 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제1차 계획 성과 및 평가 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세부과제 별 추진성과 설명</li> <li>- 평가 관련 세부사항 설명</li> </ul> </li> <li>○ 우주위험 분류, 대응방안 정리 <ul style="list-style-type: none"> <li>- UN COPUOS OEWS 영역 기준 분류 설명</li> <li>- 심우주 추가, To Space 부분 설명</li> </ul> </li> <li>○ 비전 및 추진전략 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 성과목표, 2대 중점과제, 세부 추진전략 설명</li> </ul> </li> <li>○ 세부추진 계획 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2대 중점과제 핵심요소 설명</li> <li>- 세부추진계획 예시 설명</li> <li>- 세부사업 예시 설명</li> </ul> </li> </ul>
논의사항	<p><b>1. 논의안건 질의/답변</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (김은정) 우주위험 분류 체계는 정해진 것인가?</li> <li>- (박장현) 담당 사무관이 제안한 ‘23 UN COPUOS OEWS 분류를 차용, 군사기술 관련은 합참 도움으로 작성</li> <li>- (김은정) in space 관련해서 미국에서는 중국과 러시아에서 우주 내 하이재킹 관련 이슈 있음</li> <li>- (박장현) 관련해서는 군사적인 것으로 취급해서 to space에서</li> </ul>

제 목	회 의 록
	<p>다름</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (김은정) 군사적인 부분이 아니라도 가능성이 있음</li> <li>- (김지영) 군사적인 면에서 우주쓰레기도 있고 여러 가지 있으나, 민간도 우주안보에 대해서 고려해야 함. 우주안보 위협수준이 전반에 걸쳐 매우 높아지기 때문에 민간도 대응해야 함.</li> <li>- (김은정) 결국 위성이나 기술 개발 관련 기관에 자료 제공이 되어야 함. 심우주 감시도 대응해야 함. 협력을 통해 심우주 감시를 어떻게 할 것인가 고려해야 함.</li> <li>- (박장현) 실무위원들의 다양한 의견 필요</li> <li>- (은종화) 재난 대응 측면에서 군사적인 새로운 위협이 있다면 등록 가능, 군사적인 부분을 제외하지 말고 영역 확대로 포함 고려해야 함, 태양활동도 인공위성 추락과 관련 있나요?</li> <li>- (박장현) 직간접으로 관련이 있음</li> <li>- (은종화) 그러면 포함해야 함</li> <li>- (박장현) 군사적인 부분도 있음. 일단 다 펼쳐서 구분하겠음</li> <li>- (은종화) 피해는 민간도 있음, 따라서 다 포함해야 함</li> <li>- (박장현) 동의함. 의견 취합 예정.</li> <li>- (간사) 자료는 다 포함해야 함</li> <li>- (은종화) 추진전략 관련하여 상하 3단계 중 전략 2와 상단과 연결이 약함, 성과목표 3을 앞으로 하고 2와 1을 합해서 하나로 하고 전략 2를 위로 올리는 것이 좋아 보임.</li> <li>- (박장현) 모든 것이 연결되지는 않음, 대표성과 위주로 작성됨</li> <li>- (김지영) 140미터급이나 등등 이런 것이 표현되는 것은 아니라고 생각함, 국가성과 목표로 대표성 부족</li> <li>- (박장현) 140미터급이나 10센티미터급이라는 지표는 상징적인 의미가 있음</li> <li>- (김지영) 복합적으로 의미 있는 성과 목표가 필요</li> <li>- (박장현) 그런 의미를 상징적인 숫자로 표현한 것임. 단 미래 기술은 정성적으로 표현</li> <li>- (문홍규) 각 숫자는 매우 중요한 아미를 담은 숫자임. 국제적</li> </ul>

제 목	회 의 록
	<p>으로 통용되는 것임</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (박장현) 대중이 이해하기 쉬운 표현으로 추가 고려</li> <li>- (김지영) 10년짜리 계획이니, 자연 외에 인공적인 위협에 대해서 대응하는 포괄적인 내용이 들어갔으면 함</li> <li>- (박장현) 전문적인 상징성을 풀어쓰는 것도 고려</li> <li>- (문홍규) 일상적 쉬운 표현 필요</li> <li>- (김은정) 성과목표의 각각 카테고리를 명확히 표현하는 표현을 선택하면 좋겠음</li> <li>- (문홍규) 상위 목표와 하위 목표의 이해도 증진이 필요</li> <li>- (박장현) 제시된 의견으로 풀어 쓰고 이해하기 쉬운 용어를 찾아보도록 하겠음</li> <li>- (김은정) 과거 구조가 더 이해하기 쉬움</li> <li>- (김지영) 미국 정부 포맷을 참고하면 좋을 듯</li> <li>- (박장현) 부처에 사용하는 기존의 틀 유지도 필요</li> <li>- (문홍규) 지구달계에서의 감시는 중요 이슈이며, M2M의 63개 주요 과제 중에 감시가 있음</li> </ul> <p><b>2. 세부계획 논의</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (최은정) 의견 취합 임무, 의견의 문서화가 결국 중요, 우선 흐름은 청취, 이제 전략 2에 대한 의견을 듣고 문서 작성이 필요함.</li> <li>- (박장현) 배포된 자료는 예시 샘플로 일부에 불과함</li> <li>- (김지영) 분과위원들이 모든 분야에 전문가는 아님</li> <li>- (최은정) 일단 작성해야 진도 나감</li> <li>- (간사) 법령 외에 매뉴얼도 있음.</li> <li>- (김은정) STM은 1, 2 양쪽에 있음,</li> <li>- (박장현) STM 기술분과는 관련 전문가를 추가하였음</li> <li>- (김은정) STM 기술, 정책, 산업화 작성 도움 가능,</li> <li>- (박장현) 감사, 할 수 있는 분야 도움 필요</li> </ul>

제 목	회 의 록
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (은종화) 재난안전 기본법 준비, 매뉴얼, 국가대응체계 관련 도움, 대응체계 법령 정비는 역량으로 명칭 변경 필요</li> <li>- (박장현) 최종 명칭은 실제 기본계획 작성 시 고려 가능, 현재는 내용 위주의 의견제시 필요.</li> <li>- (최은정) 전파나 태양 등등 합치자는 의견이 나올 수도 있음</li> <li>- (은종화) 통합의 논리적 근거 제시 필요</li> <li>- (박지웅) 접근 방법이 난감함</li> <li>- (은종화) 우주항공청 방향성도 중요</li> <li>- (박장현) 현재는 알 수 없기 때문에 현 상황을 기준으로 작성</li> <li>- (간사) 모든 정책과 기능은 다 가져감</li> <li>- (박지웅) 추진단에서 합치는 생각이라서 통합 고려해야 함</li> <li>- (최은정) 공청회에서 통합 피력</li> <li>- (김지영) 변동 가능성은 고려할 필요 없음.</li> <li>- (최은정) 기본계획과 우주개발진흥계획은 동급으로 같은 틀이 필요 없어 보임, 진흥계획과 동일한 틀로 갈 필요는 없음</li> <li>- (김지영) 성과목표 하나 정도 제시 가능, 태양폭풍 관련</li> <li>- (박장현) 진행 중이거나 계획 중인 과제의 경우 제시한 샘플 형식으로 작성</li> <li>- (김은정) 성과목표 1에서 LTS 가이드 라인 포함되나요?</li> <li>- (박장현) 법령에 포함 가능할 것으로 판단. 최근 미국 성원에서 통과된 법처럼 우리도 법 정비 필요</li> <li>- (최은정) 전략 2의 5개 틀을 채우면 좋겠음</li> <li>- (김은정, 김지영) 좋은 샘플 제시 필요</li> <li>- (최은정) 제시된 전략에서 각 아이템 관련 자료를 공유하면 좋음</li> <li>- (김태훈) 산업 관련 내용 가능함</li> <li>- (최은정) 우주물체의 숫자 증가는 가격 증가 산업 확대</li> <li>- (문홍규) 필진이 편하면 편집이 어려움</li> <li>- (최은정) 일단 집필 후 편집 후 재구성</li> </ul>

제 목	회 의 록
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (김지영) 전략 2만 하나?</li> <li>- (박장현) 전략 1, 2 구분 없이 관심 있는 분야 제시 가능</li> <li>- (김은정) 국내외 현황, 전략 방향, 단기 중기 구분할 수 있음</li> <li>- (최은정) 지금은 포맷 없음, 1차는 개념이 잘 잡혔었음, 2차도 기대!</li> <li>- (김은정) 국제협력이 중요함, 우주감시 관련 과기부 생각은? 정책의 공조를 강조하는 것이 필요. 국제협력의 자세한 부분 기술</li> <li>- (김지영) 커버를 다 할 수는 없지만, 세부적 파악은 필요.</li> <li>- (최은정) UN COPUOS 법사위는 소행성 관련이 매우 큼. 민군 협력은 매우 중요함, 현재 ... 전문인력 양성 등</li> <li>- (문홍규) 외부인력 활용도 필요</li> <li>- (김은정) 인력양성의 세부분야는 무엇인지?</li> <li>- (모두) 포괄적으로 하는 것이 좋겠음</li> <li>- (문홍규) 중국의 예를 들면 교육부와 우주탐사와 밀접한 관계로 인력 양성 수행함.</li> <li>- (최은정) 우주감시 전문인력 용어를 변경</li> <li>- (은종화) 아카데미한 기능을 부여, 대학에 있는 과에 전문 자격등 제도 도입도 고려해야 함.</li> <li>- (문홍규) 양성 후 인력 채용 지원 필요</li> <li>- (김지영) 독립센터로 대학과 연구원 중간에서 발전된 형태 필요</li> <li>- (은종화) 소요 없이 양성이 어려움</li> <li>- (문홍규) 앞쪽의 과제 사업 등이 소요</li> <li>- (최은정) 기상청 등의 체계 참고</li> <li>- (은종화) 산학연의 시장 수요 성장 예측 분석 필요</li> <li>- (김지영) 기본계획 박혀 있어야 함</li> <li>- (문홍규) 위성 발사 수요 증가 중</li> <li>- (김은정) 위성 발사 수요는 조사 되어 있음</li> </ul>



제 목	회 의 록
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (은종화) 미래의 계획이 명확해야 함. 그를 바탕으로 수요에 대한 대비를 주장 가능, 전략 2의 4, 5 기술은 그러한 사전 조사를 바탕으로 해야 함</li> <li>- (김지영, 문홍규, 최은정) 큰 그림 논의 필요</li> <li>- (김은정) 1차에서 보호 대상을 항우연 김은정 박사 등의 우주자산을 국한, 대상의 확대, 탐사, 달 착륙까지 포함.</li> <li>- (최은정) 일단 다 포함 후 정리</li> <li>- (문홍규) 미국은 한국이 장기 우주탐사 계획이 없어서 현재 달 탐사 관한 신뢰가 적음</li> <li>- (최은정) 새로운 아이디어가 계획에 담겨야 함</li> <li>- (문홍규) 어떤 미래 계획이 담기지 않을 때 손해가 된다는 것을 제시해야 함</li> <li>- (최은정) 떠오르는 모든 아이디어를 제시하고 기술해야 함.</li> <li>- (김지영) 1차의 수동적인 보호에서 더 능동적인 대응으로 기술해야 함.</li> <li>- (박장현) 전적으로 동의함</li> <li>- (김은정) 능동적인 대응 중 적극적인 군 쪽의 대응이 있고 resilience 측면의 대응도 있음</li> <li>- (김지영) 신속대응에 대한 부분 중요</li> <li>- (은종화) 국민적 뒷받침 필요, 저변 확대 필요,</li> <li>- (김지영) 홍보의 중요성, 준비된 상태 시현 필요</li> <li>- (최은정) 규제 등 규정 제시에 의한 우주위험 대비 기술 정착 필요</li> <li>- (문홍규) 우주 위험 대응 규정의 정착 필요</li> <li>- (최은정) 에어루스 추락 시도 같은 좋은 예</li> <li>- (박장현) 많은 좋은 의견 감사, 8월말 정리되면 9월 전체 워크샵 예정</li> </ul>

제 목	회 의 록
	<p><b>3. 작성분야 분담</b></p> <p>가. 우주 위험 대응 법령 정비</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 우주개발 진흥법, 재난 및 안전관리 기본법 등 관련 법령 관련 부분 (신소현 박사)</li> <li>2) 우주 위험 대응매뉴얼 정비(은종화 교수)</li> <li>3) 국가 대응체계 정비(은종화 교수)</li> <li>4) 운석 부분(김태훈 박사)</li> </ol> <p>나. 민·군 우주 안보 체계 확립(최은정 박사)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 민·군 합동 대응 기구 설립</li> <li>2) 인프라 공동 활용을 위한 보안 체계 구축</li> <li>3) 우방국 합동 대응체계 구축</li> </ol> <p>다. 우주 교통관리 정책 및 국제협력</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 우주 교통관리 정책 수립(김은정 박사)</li> <li>2) 국제협력 및 정보공유 체계 강화(김은정 박사, 문홍규 박사)</li> <li>3) 우주기상(김지영 박사)</li> </ol> <p>라. 우주감시 전문인력 양성(문홍규 박사)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 기초연구 프로그램을 통한 대학 지원</li> <li>2) 신규 유입 제고 및 고급 인력 유치</li> </ol> <p>마. 우주감시 산업화 기반 강화(문혜영 박사)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 산업기반 강화를 위한 수요 창출</li> <li>2) 일회성 제작 중심의 수요에서 연속성을 갖는 서비스 중심의 수요로 전환</li> </ol> <p>사. 태양 위험 부분(박지웅 박사)</p>



(5) 2차 실무 2분과 회의(2023.08.09.)

제 목	제2차 우주위험대비 기본계획 2실무분과 회의
개 요	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일시 : 2023. 8. 9. (수) 15:00~16:00</li> <li>○ 장소 : 세종홀 우주감시실</li> </ul>
참석자명	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 참석자: 김응현(항우연), 정옥철(항우연), 이병선(전자통신연) 안재명(KAIST) 이성문(우주로테크), 조중현(천문연), 박장현(천문연), 이수현(간사, 천문연)</li> </ul>
논의 안건 설명	<p>1. 회의 어젠다 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제1차 계획 성과 및 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세부과제 별 추진성과 설명</li> <li>- 평가 관련 세부사항 설명</li> </ul> </li> <li>○ 우주위험 분류, 대응방안 정리               <ul style="list-style-type: none"> <li>- UN COPUOS OEWG 영역 기준 분류 설명</li> <li>- 심우주 추가, To Space 부분 설명</li> </ul> </li> <li>○ 비전 및 추진전략               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 성과목표, 2대 중점과제, 세부 추진전략 설명</li> </ul> </li> <li>○ 세부추진 계획               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2대 중점과제 핵심요소 설명</li> <li>- 세부추진계획 예시 설명</li> <li>- 세부사업 예시 설명</li> </ul> </li> </ul>

제 목	제2차 우주위험대비 기본계획 2실무분과 회의
논의 사항	<p>1. 비전 및 추진전략 검토 요청</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비전 및 추진전략은 4차 기본계획과 별도, 4차계획의 틀을 바탕으로 작성을 한 것. 성과목표는 차후에 다시 취사선택 예정. 세부전략(안)에서 <u>보충할 부분이 없는지 확인 요청</u></li> <li>- 기술 관련하여 추가로 필요한 항목 또는 내용이 있으면 제안 요청</li> </ul> <p>2. 세부추진계획안 작성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세부추진계획(안) 7p [전략1]의 5개 항목을 나누어 담당하기로 함 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주감시영역 확대 - 조중현(천문연)</li> <li>- 선도형 관측/추적 인프라 구축 - 조중현(천문연)</li> <li>- 우주위험 정보 생산가능 능력 고도화 - 이성문(우주로테크)</li> <li>- 우주교통관리 핵심기술 확보 - 김웅현(항우연)</li> <li>- 우주공간 환경보호기술 확보 - 정옥철(항우연)</li> </ul> </li> </ul> <p>※ 위 기재된 항목은 주 담당이며 다른 항목도 추가로 작성하여도 무방, 미참석 위원들께는 별도 요청 예정</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1차 취합 - 이수현(간사, 천문연) : 8월 21일</li> <li>○ 최종 정리 - 이병선(위원장, 전자통신연): 8월 28일(예정)</li> <li>○ 9월 중으로 워크숍 예정</li> </ul> <p>3. 질의응답 및 의견 모음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (이병선) 전략 1에 5개 이외 추가 될 사항이 있는지? (주로는) 5개 방안에서 세부방안으로 뭐가 들어갈 수 있는지</li> </ul> <p>(박장현) 의견이 있다면 작성을 부탁드립니다</p>

제 목	제2차 우주위험대비 기본계획 2실무분과 회의
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (이성문) 소형 또는 초소형 위성들은 기동능력이 없거나 제한적이기 때문에 임무 후 자동으로 폐기할 수 있는 아이디어가 필요</li> <li>- (이성문) 우주위험 정보 생산가능 능력 고도화 관련, 생산된 정보를 배포할 수 있는 플랫폼이 필요함. OASIS처럼 민간/기업도 사용할 수 있는 플랫폼 있으면 좋을 것 같음</li> <li>- (김용현) STM 교통관리 용어 관련, 교통관리/교통관제에 용어 설명 요청 (분과위원 의견 정리) 학계 등 용어가 정립된 것은 없으며, 번역하는 과정에서 혼란이 있음. 일반적으로 상위개념에서는 관리(management)를 사용하고, 하위개념인 Control이 들어가면 관제를 사용</li> </ul>

## 제2차 우주위험 대비 기본계획 수립 전체회의 회의록

제 목	회 의 록
개 요	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일시 : 2023. 12 20.(수) 10:00~14:00</li> <li>○ 장소 : 천문연 이원철홀 1층 세미나실</li> </ul>
참석자명	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발표자 : 박장현(천문연)</li> <li>○ 참석자 : 조황희(STEPI), 김종범(항우연), 은종화(연세대), 오병훈(국방부), 이호규(STEPI), 문혜영(KTSat), 신소현(아산정책연구소), 김태훈(지질연), 정옥철(항우연), 이성문(우주로테크) 국정원, 최은정(천문연), 조중현(천문연), 홍정유(천문연), 김애리(천문연), 황은정(천문연)</li> </ul>
논의안건 설명	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 제2차 우주위험대비 기본계획 수립 기획연구 요약</li> <li>2. 제2차 우주위험대비 기본계획 수립일정</li> <li>3. 보고서 검토 및 수정·보완 논의</li> </ol>
논의사항	<p><b>1. 제2차 우주위험대비 기본계획 수립 기획연구 요약</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제1차 기본계획 대비 제2차 기본계획 방향 설정 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1차 기본계획 대비 산업생태계 조성 부분을 중점과제로 부각</li> <li>- 정부 거버넌스 체계보다는 우주환경 감시기관의 역할을 강화하는 방향으로 보완</li> </ul> </li> <li>○ 우주위험 대응 관련 대내외 환경변화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주개발 가속화로 인한 인공우주물체의 급격한 증가</li> <li>- 국제안보 환경의 복잡성 증가</li> <li>- 지속가능한 우주개발을 위한 국제협력 필요</li> </ul> </li> <li>○ 제1차 기본계획 성과분석 종합 및 제언 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우주위험 대응체계 구축</li> <li>- 우주위험 감시/대응 기술 개발</li> <li>- 우주위험대비 기반 확충</li> </ul> </li> </ul> <p><b>2. 제2차 우주위험대비 기본계획 수립일정</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ '23.12. 과기부 기획연구 보고서 제출</li> <li>○ '24.02. 우주개발진흥실무위원회 제2차 기본계획 검토</li> <li>○ '24. 국가우주위원회 안전 상정</li> </ul>

제 목	회 의 록
	<p><b>3. 보고서 검토 및 수정·보완 논의</b></p> <p>○ 제2차 기본계획의 향후계획 질의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (조황희) 제2차 우주위험대비 기본계획은 법정계획으로 공청회를 하도록 되어있는데 향후계획은?</li> <li>- (박장현) 공청회 및 부처에 의견수렴도 진행할 계획임</li> <li>- (조황희) 국토부의 경우 우주교통관리(STM)에 관심이 많다고 들었는데 의견은?</li> <li>- (정옥철) '23년 11월 말에 STM 정책연구 보고서를 제출하였으며, STM의 정책 및 기술 부문으로 구성되어 있음. 기술부문에서는 우주상황인식(SSA), STM의 필수적인 기술이 담겨 있으며, 국토부, 해양부문에서도 관심을 갖고 있어, 폭넓게 접근할 예정임</li> </ul> <p>○ 제2차 기본계획의 계량적 목표 도출 제안</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (김종범) 일본의 우주위험대비 기본계획과 같이 인공우주물체의 감시목표를 10cm급으로 정하는 등 계량적 정립이 필요함(p.56)</li> <li>- (김종범) 국가 우주위험 대응역량 확보를 위해 제안된 우주위험 예·경보 센터도 좋지만, '33년 목표로 산학연관군이 통합된 국가 우주교통관리센터가 있었으면 함. 미국의 경우 우주감시 부문이 국방부에서 상무부로 헤게모니가 넘어가고 있으며, 민군통합 데이터가 민간에 공개되고 있는 상황있어, 한국도 군의 국가계획에 대한 구체적 언급이 필요함. 또한 우주감시 인식역량 강화를 위해 일본-미국 간 공동감시 계획도 있었으면 함(p.133)</li> <li>- (김종범) 산업생태계 측면에서는 당장 규제를 하는데에는 어려움이 있으나, 우주영역의 지속가능성을 염두하면 국제규제 적용이 필요함. 국제협력 부문에서는 우주상황인식 뿐만아니라 STM 부문에서도 중점 국제협력 사항으로 필요한 부분으로 부처에 건의 필요. 우주산업실태조사에 우주감시산업 실태조사를 포함하는 것은 바람직하다고 판단됨</li> <li>- (박장현) 기획보고서와 별개로 기본계획(안)을 별도로 정리하여 부처 보고 중임. 우주안보는 중점과제 2-2에 담겨 있으나 군과 많은 부분 협의가 필요함. 우주항공청 역할 부문은 과기부에서 별도로 정리할 예정임</li> </ul> <p>○ ‘확대된’ 우주위험 개념 정의</p>



제 목	회 의 록
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (신소현) 우주위험의 정의가 기존의 우주위험과 위협 부분이 혼재되고 있어, 정의·범위를 명확히 해야 각 부처별 관할 권한이 부여될 수 있을 것임. 또한 국가적 정의가 명확하지 않으면 국제적인 정의 기준으로 정의될 수 밖에 없음</li> <li>- (박장현) 우주위협도 민간에 위험요소로 작용되어 기획연구 1안은 능동위협도 포함되어 있으나, 2안에서는 위협은 군사안보 관련 활동이 많아 자연·인공 우주물체와 우주위협 대응부분을 포함하여 정리하였음.</li> <li>- (박장현) 제1차 기본계획 때에도 자연·인공 우주물체에 태양활동 영향을 넣을지도 고민했으며, 우주기상, 우주안보 역시 관여하는 곳이 많아, 제2차 기본계획에 논의를 진행하는게 맞는 방향임</li> <li>○ 비전 체계도(안) 검토 및 논의 <ul style="list-style-type: none"> <li>- (은종화) ISO31000을 예로 들어, 위협의 상위개념이 위험관리로 우주위험이 상위개념이 되고 위협요인 분석을 많이 했는데, 선순환 과정에 혼란이 없을 것 같음. 단, 1차 기본계획에 없던 우주위험 대응 산업생태계 조성이 정책방향으로 도출되어 SWOT, STEEP 분석, 성과분석 및 개선방안 등 논리체계가 빈약함.</li> <li>- (박장현) 미국, 유럽 등과 우주위험의 용어가 달라 레퍼런스로 활용하고 매뉴얼화하는데 애로사항이 있음. 우리와 같은 표준 매뉴얼이 없고 미국 산하의 부처가 각기 계획을 수립함. 중점 과제 도출방향은 최종보고 시 논리체계를 마련하여 정리하겠음.</li> <li>- (은종화) 우주환경 감시기관 역할 확장은 무엇인가?</li> <li>- (박장현) 과기부에서는 센터 신설, 우주위험 대책본부의 상위 역할 격상 등은 실효성이 부족한 것으로 판단되어 우주환경 감시기관의 역할 강화로 방향을 전환함. 기존의 역할에서 우주위험 감시 인프라 및 정보 통합관리 역할을 비롯하여 대국민 홍보 및 체험센터를 추가함</li> <li>- (정옥철) 정책방향에 세계 수준의 우주감시 역량 고도화는 10년간 가능할지 구체적인 계획이 필요함. 10년 내 세계적 감시 역량 고도화는 어려워 보임. 또한 우주안보 키워드가 있으나, 사이버 보안에 대한 세부계획이 없음.</li> <li>- (박장현) 우주 사이버보안 분야는 매우 복합적인 영역으로, 구체적으로 들어가면 영역 침범이 있어서 문제가 있어 현실화가</li> </ul> </li> </ul>

제 목	회 의 록
	<p>어려움.</p> <p>○ 우주위협 감시 산업생태계 조성 논의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (이성문) 우주쓰레기를 제거하는 연구를 민간기업으로 산업이 활발하게 성장 중임. 국제적으로 우주잔해물을 줄이기 위하여 임무폐기 계획 강제화, 발사허가를 면밀하게 검토하는 방향으로 가고 있어, 우리나라도 동참이 필요함. 임무폐기를 진행했을 때 우주쓰레기 수를 확실하게 줄이는 방법이라 적극 고려했으면 함.</li> <li>- (박장현) 우주위협 감시 산업기반 만드는데 연구기관은 공동 대형인프라를 구축 및 정보 공유역할을 할 예정이며, 말씀하신 다양한 아이디어는 산업체에 계신 분들의 다양한 의견이 요구됨</li> </ul> <p>○ 우주위협 감시 민군협력 체계 구축방안 논의</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (신소현) 군의 SSA 시스템은 있다고 알고 있는데, 국책연구기관에 SSA가 있는지? 민군 협업 및 정보공유 시스템이 있는지?</li> <li>- (박장현) 천문연에서 인력 및 예산 투입된지 얼마 안되었으며, 우주위협감시시스템을 구축·운영 중. 군과의 협력 MOU는 체결 하였으나, 군의 보안문제로 실질적으로 협업 시 애로사항 잔존</li> <li>- (오병훈) 현재 군은 광학감시, 레이저 추적시스템을 구축하고 있으며 관측정보에 대한 국가차원의 공유·활용 여부는 검토 중. 군 정보의 외부공개 시 보안체계가 요구되며, 군 전체 작전을 컨트롤하는 국방부 합참과 협업 계획이 필요함. 전략목표 2-2에 우주감시 관군 대응훈련을 넣는 방안이 있음.</li> <li>- (박장현) 관군 합동 대응훈련은 세부계획에 포함될 예정임. 군도 콘트롤 타워가 없어 국가차원의 우주감시 대응 콘트롤타워 주체가 있어야 하여, 군과의 협의가 필수적이며, 제2차 기본계획 상에 넣고 협의가 이루어졌으면 함</li> <li>- (오병훈) 최근 합참에 군사우주과가 신설되고, 조정통제를 위한 합동군사우주전략을 수립하여 지침을 제공하며, 우주전략 소요를 가지고 각 군이 어떻게 할 것인지 제시함. 군의 지휘통제 체계는 국방우주전략서에 명시되어 있으며 인가자만 접근 가능함</li> <li>- (은종화) 군 정보의 보안과 관련하여 미국 국방부의 경우 국가 기본계획의 첨부사항으로 비문으로 놓고 처리하기에 벤치마킹이 필요함. 신설되는 우주항공청이 우주위협 감시 대응을 위한</li> </ul>



제 목	회 의 록
	<p>국가 콘트롤타워 역할을 하길 기대.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (박장현) 우주감시를 위해서는 대형관측 인프라가 요구되며, 면적이 협소한 한반도에 군, 민간, 연구기관이 개별적으로 인프라를 구축하는 것은 자원 및 인력 낭비에 해당됨. 국가 계획상에 명시되고 우주항공청이 콘트롤타워 역할을 하면 역할분담도 가능할 것으로 기대함</li> <li>- (수요처) 우주자산 보호를 위해서는 민군의 우주감시 데이터가 공유가 필수적이며, 나아가 STM의 초석이 될 것임. 우주위험 감시데이터가 위성영상이랑 다르지 않아 데이터 공유가 필요하며, 제2차 기본계획에 민관군의 역할 정립 및 활용정책이 논의되었으면 함. 우주감시 레이더도 완공되면, 지속적으로 관측 데이터가 목록화 될 예정인데, 향후 민간위성의 안정적 운용 및 서비스를 하는데 우주환경 감시기관의 역할 강화가 필요함</li> <li>- (오병훈) 민군협력센터에서 통합정보를 제공하는 것에 동의하며, 국내 정보뿐만 아니라, 미국 데이터의 융합에 애로사항이 있어, 구체적인 논의가 필요함.</li> <li>- (박장현) 또한 레이더시스템 등 핵심 인프라는 부처간 협의를 통해 구축하되 우선순위에 대한 합의 필요</li> <li>- (문혜영) 군과 천문연 모두 광학장비를 보유하고 있음. 민군협력센터가 완료되기 전까지 감시데이터가 보안으로 공개가 어렵다면, 위성을 운용하는 민간의 요청 시, 근접위성 등의 상시정보가 아닌 요청구역의 감시정보공유 등 협력체계 구축이 필요함.</li> <li>- (박장현) 민간위성을 위한 우주감시 데이터 공유부분은 가능하며, 우주감시 레이더도 예산투입이 많이 소요되나, 결국 구축되어 민간에 공유체계를 마련하도록 제2차 기본계획에 담고 있음.</li> <li>- (오병훈) 안보영역은 국민들이 안전하게 활동하는데 목표를 두고 있어, 현재 데이터를 목록화 중으로 공개에 대한 논의는 추진 중임. 미국을 포함하여 세계적으로 공유하고 있는 추세로 충분히 공유 가능할 것으로 판단됨</li> <li>- (박장현) 제2차 기본계획 안건 작성 시에도 위원분들께 논의드릴 예정이며, 많은 의견 회신에 감사드립니다</li> </ul>

## 별첨 2

## 기획위원회 및 분과위원회 참석자 명단

### 제2차 우주위험대비기본계획 기획연구 통합 실무분과 회의 참석자명단 [제1실무분과]

○ 일 시 : 2023년 6월 7일(수) 14:00~16:00

○ 장 소 : 한국천문연구원 은하수홀

	소속	성명	개인정보활용동의여부(O/X)	서명
1	과학기술정책연구원	이호규	○	이호규
2	국가기상위성센터	김지영	○	김지영
3	국립전파연구원	박지웅	○	박지웅
4	세종연구소	신소현	○	신소현
5	연세대학교	은종화	○	은종화
6	한국천문연구원	문홍규	○	문홍규
7	한국천문연구원	최은정	○	최은정
8	한국항공우주연구원	김은정	○	김은정
9	KTsat	문혜영	○	문혜영
10				

### 제2차 우주위험대비기본계획 기획연구 통합 실무분과 회의 참석자명단 [제2실무분과]

○ 일 시 : 2023년 6월 7일(수) 14:00~16:00

○ 장 소 : 한국천문연구원 은하수홀

	소속	성명	개인정보활용동의여부(O/X)	서명
1	경희대학교	진호		
2	우주로테크	이성문	○	이성문
3	포항공과대학교	김경태		
4	한국전자통신연구원	이병선		
5	한국천문연구원	조중현	○	조중현
6	한국항공우주연구원	정옥철		
7	한화시스템	박상영	○	박상영
8	KAIST	안재명		
9	KAIST	최현태		
10	LIG넥스원	전상미	○	전상미

## 제2차 우주위험대비기본계획 기획연구 통합 실무분과 회의 참석자명단

○ 일 시 : 2023년 6월 11일(수) 14:00~16:00

○ 장 소 : 한국천문연구원 은하수홀

	소속	성명	개인정보활용동의여부(O/X)	서명
1	과학기술부	이준배	○	이준배
2	"	최성호	○	최성호
3	ETRI	장동환	○	장동환
4	천문연구원	박장현	○	박장현
5	"	홍민규	○	홍민규
6	우주로케트	최수영	○	최수영
7	천문연구원	이수현	○	이수현
8				
9				
10				

## 제2차 우주위험대비기본계획 수립 기획연구 기획위원회 회의

○ 일 시 : 2023년 6월 14일(수) 14:00~16:00

○ 장 소 : 한국천문연구원 세종홀 3층 우주물체감시실

	소속	성명	개인정보활용동의여부(O/X)	서명
1	과학기술정보통신부	이준배		
2	과학기술정책연구원	조항희	○	조항희
3	국방부(합참)	전현석		
4	연세대학교	변용익	○	변용익
5	한국천문연구원	조성기	○	조성기
6	한국항공우주연구원	김종범		
7	한화시스템	송성찬		
8	LIG넥스원	선웅		
9	KAIST	강경인		
10	국가정보원			
11				

## 제2차 우주위험대비기본계획 수립 기획연구 기획위원회 회의

○ 일 시 : 2023년 6월 14일(수) 14:00~16:00

○ 장 소 : 한국천문연구원 세종홀 3층 우주물체감시실

	소속	성명	개인정보활용동의여부(O/X)	서명
1	한화시스템	박상연	○	박상연
2	합참	오병훈	○	오병훈
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

## 제2차 우주위험대비 기본계획 수립 기획위원회

○ 일 시 : 2023년 7월 24일(월) 14:00 ~

○ 장 소 : 한국항공우주연구원 연구1동 대회의실 (대전)

	소속	성명	서명	개인정보수집동의여부(O/X) (성명, 소속 등)
1	과학기술정보통신부	이준배		
2	한국천문연구원	조성기	조성기	○
3	과학기술정책연구원	조항희		
4	한국항공우주연구원	김종범	김종범	○
5	KASIT / SaTRec	강경인	강경인	○
6	연세대학교	변용익	변용익	○
7	한화시스템	송성찬	송성찬	○
8	LIG넥스원	선웅	선웅	○
9	국방부(합참)	오병훈	오병훈	○
10	국방과학연구소	김경근		



## 제2차 우주위험대비 기본계획 수립 1실무분과위원회 (2회)

○ 일 시 : 2023년 8월 8일 (화) 14:00~16:00

○ 장 소 : 세종홀 3층 우주물체감시실

	소 속	성 명	서 명	개인정보수집동의여부(O/X) (성명, 소속 등)
1	한국항공우주연구원	김 은 정	김은정	○
2	국가기상위성센터	김 지 영	김지영	○
3	KTsat	문 혜 영	문혜영	○
4	우주전파센터	박 지 웅	박지웅	○
5	연세대학교	은 증 화	은증화	○
6	한국천문연구원	문 흥 규	문흥규	○
7	한국천문연구원	박 장 현		
8	한국천문연구원	최 은 정		
9	한국천문연구원	홍 정 유	홍정유	○
10	한국천문연구원	조 성 기		
	지리과학연구원	김 태 훈	김태훈	○

## 제2차 우주위험대비 기본계획 수립 2 실무분과위원회

○ 일 시 : 2023년 8월 9일 (수) 14:00~16:00

○ 장 소 : 세종홀 3층 우주물체감시실

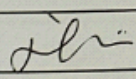
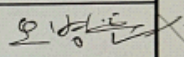
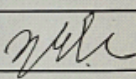
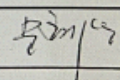
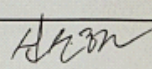
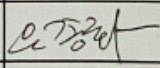
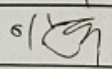
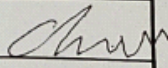
	소 속	성 명	서 명	개인정보수집동의여부(O/X) (성명, 소속 등)
1	한국전자통신연구원	이 병 선	이병선	○
2	한국항공우주연구원	김 응 현	김응현	○
3	한국항공우주연구원	정 욱 철	정욱철	
4	우주로테크	이 성 문	이성문	○
5	한화시스템	박 상 영		
6	KASIT KAIST	안 재 명	안재명	
7	한국천문연구원	조 중 현	조중현	○
8	한국천문연구원	박 장 현	박장현	
9	한국천문연구원	홍 정 유		
10	한국천문연구원	이 수 현	이수현	○
	우주3D테크	최수봉	최수봉	○

## 참석자 명단

○ 행사명 : 제2차 우주위험대비 기본계획 수립 전체 회의 개최 계획(안)

○ 일 시 : 2023년 12월 20일(수) 10:00~14:00

○ 장 소 : 천문연 이원철홀 1층 세미나실

	구 분	이 름	소 속	개인정보제공동의여부	서 명
1	기획위원회	강경인	KAIST		
2	기획위원회	김중범	한국항공우주연구원	동의	
3	기획위원회	변용익	연세대학교		
4	기획위원회	선웅	LIG넥스원		
5	기획위원회	송성찬	한화시스템		
6	기획위원회	오병훈	국방부(합참)	동의	
7	기획위원회	조성기	한국천문연구원		
8	기획위원회	조황희	과학기술정책연구원	동의	
9	기획위원회	ooo	국가정보원		
10	기획위원회	김경근	국방과학연구소		
12	제1실무분과위원회	김은정	한국항공우주연구원		
13	제1실무분과위원회	김지영	국가기상위성센터		
14	제1실무분과위원회	문혜영	Ktsat	✓	
15	제1실무분과위원회	문홍규	한국천문연구원		
16	제1실무분과위원회	박지웅	우주전파센터		
17	제1실무분과위원회	신소현	아산정책연구원 세종연구소	동의	
18	제1실무분과위원회	은종화	연세대학교	동의	
19	제1실무분과위원회	이호규	과학기술정책연구원	〃	
20	제1실무분과위원회	최은정	한국천문연구원	〃	
21	제2실무분과위원회	김경태	포항공과대학		
22	제2실무분과위원회	박상영	한화시스템		
23	제3실무분과위원회	서인호	국방과학연구소		
24	제2실무분과위원회	안재명	KAIST		
25	제2실무분과위원회	이병선	한국전자통신연구원		



	구 분	이 름	소 속	개인정보제공동의여부	서 명
26	제2실무분과위원회	이성문	우주로테크	☑ ✓	이성문
27	제2실무분과위원회	전상미	LIG넥스원		
28	제2실무분과위원회	정옥철	한국항공우주연구원	☑ ✓	정옥철
29	제2실무분과위원회	조중현	한국천문연구원		
30	제2실무분과위원회	진호	경희대학교		
31	제2실무분과위원회	최현태	KAIST		
32		김태홍	K2GAM	✓	김태홍
33	기타연구	양OO	수업연구	✓	양OO
34		이성민	우주로 테크	✓	이성민
35		유일권	우주로 테크	✓	유일권
36	천문연	김대현			김대현
37	기타연구	김성기	센티팩	✓	김성기
38	"	김영진	천문연	✓	김영진
39	"	이종석	"	✓	이종석
40	"	박상현	"	✓	박상현
41	"	홍재현	기타연구	✓	홍재현
42	"	홍은정	정채택	✓	홍은정
43	"	이희재	폴팩	✓	이희재
44	"	김동진	"	✓	김동진
45	"	김재현	차량연구	✓	김재현
46	"	유기호	유일	✓	유기호
47	"	유기호	유일	✓	유기호
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					