# KISTEP 미래예측 브리프 2021-1



# 우주활동 확장 시대 : 미래 우리의 역할은?

KISTEP 기술예측센터, KASI 우주과학본부

KISTEP 한국과학기술기획평가원 Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

KASI 한국천문연구원 Korea Astronomy & Space Science Institute

# 목 차

1. 연구 배경 ····· 1

2. 연구 방법 ····· 7

3. 미래 시나리오 ····· 8

4. 국내외 환경 분석(SWOT) 및 정책방향 ····· 19

5. 요약 및 향후 과제 ····· 24

참고문헌 ····· 26

[별첨1] 참여 전문가 명단 ····· 27

[별첨2] 의사결정요소 ····· 28

# 1 연구 배경

## (글로벌 트렌드) 최근 우주에 대한 관심이 사회 전반에 걸쳐 확대되면서 우주를 활용하는 목적이 다각화되고 우주 생태계의 구성 요소가 재구조화

○ 과거 우주는 주로 과학기술과 안보의 목적에서 활용되었지만, 최근 경제, 사회, 환경 분야로 목적이 다각화되고 새로운 가치를 창출하는 공간으로 변모(표 1)

- '뉴스페이스', '스페이스 레이스', '달·화성 탐사', '우주산업', '우주관광', '위성 모니터링' 등 우주와 관련된 활동이 활발하게 진행

○ **(과학기술)** 우주의 이해 증진을 위한 관측·탐사 활동이 지속되고, 인류의 우주활동 확대에 필요한 탐사선, 발사체 등에서 다양한 기술혁신이 가속화

- 아르테미스 협정국, 중국, 러시아 등의 우주 분야 선도국들이 우주역량 과시와 국가경쟁력 강화를 목적으로 국가 주도의 활발한 우주탐사 추진

※ 아르테미스(Artemis) 협정: 달, 화성 등의 평화적 이용과 국제협력 기반의 우주탐사 추진을 위한 미국 주도의 국가 간 협정. '21년 11월 현재 대한민국 포함 13개 국가가 참여 중

- 과거와 달리 민간기업이 우주탐사의 주요 역할을 담당하면서 기술혁신이 가속화되고 발사체 및 탐사선 등의 기술적 난제가 극복

- 미국, 중국 등 다수의 국가가 화성 탐사에 나서 우주생명체의 흔적을 찾기 위해 첨단 기술을 동원

※ 중국은 미국에 이어 두 번째로 로버 주룽을 화성표면에 착륙시켰으며, 미 NASA는 로버 퍼시비어런스를 착륙시켜, 대기압이 지구의 7/1000 정도로 낮은 화성에서 헬리콥터 인저뉴어티를 운용

○ **(정치)** 우주에서 선도국의 영향력과 기술력 과시가 심화되고, 국가 간 정치적 대립 관계가 우주활동의 국제협력 관계에 투영되면서 (심)우주에서의 분쟁 소지가 발생할 가능성이 증가

- 강대국 간 정치적 갈등은 우주활동에도 영향을 미쳐 아르테미스 협정을 이끄는 미국 중심의 동맹국과 우주굴기를 앞세운 중국 간 우주 패권경쟁이 가속화

  ※ 미국은 우주군(Space Force)를 창설하며 우주에서의 위상 강화에 나섰고, 중국과 러시아는 인공위성의 인위적 제어 및 처리를 위한 기술을 개발 및 실현 중

- 경쟁이 과열되고 있지만, 우주 공간의 활용과 점유, 상업적 목적의 우주 자원 취득 등에 대한 강제력이 동원된 국제적 규범은 부재

  ※ UN 산하 외기권의 평화적 이용에 관한 위원회(COPUOS)에서 제정한 우주법(Space Law)은 우주물체의 사적 소유를 인정하지 않지만, 미국, 일본, UAE, 룩셈부르크는 국내법에서 이를 허용. 향후 국가 간 충돌을 방지하기 위해 현재 COPUOS 산하 법률소위원회에서 「우주자원의 탐사, 개발, 활용에 관한 법적 모형 수립을 위한 활동」 안건을 논의 중

○ **(경제)** 우주산업의 급성장에 따라 기반산업으로서 성장 가능성이 대두되고, 비즈니스 모델의 창출에 따른 신규시장의 출현 및 확대

- 우주탐사에 필요한 궤도선, 착륙선의 제작·발사·운용을 민간기업이 담당하는 우주 운송 서비스 시장이 출현

  ※ 미 NASA의 CLPS 프로그램, 룩셈부르크의 우주자원 계획(Space Resources Initiative) 사업 등 우주 운송 산업에 뛰어드는 민간기업을 지원하는 기반이 확대

- 지구 저궤도 군집위성을 활용한 서비스 시장이 나타나고, 대규모 자원을 앞세운 기업들이 수천 개 이상의 위성으로 구성된 우주인터넷 서비스 구축 예정

- 3D 변환 등 다양한 영상 분석 기술의 적용과 군집위성의 준실시간 관측의 장점을 이용해 위성정보의 부가가치를 높이고 다양한 분야에 활용할 수 있는 위성 영상 서비스가 증가

○ **(사회)** 우주공간 진출이 잦아지며 인간 활동영역과 사고가 확장되고, 우주활동 참여 여부에 따라 새로운 계급층이 등장할 가능성 존재

- 우주관광 시대가 도래하며 우주가 인간의 삶의 일부로 편입되었지만, 고비용 우주서비스를 이용할 수 있는 계층은 매우 제한적

- 우주 기반 정보서비스 접근 여부에 따라 지역별 기후·환경·재난의 대비 및 대응 역량에 차이가 발생

  ※ UN 산하 위성센터(UNOSAT)는 위성에서 확보한 GIS와 영상자료를 활용하여 각국의 재난, 오염, 농업 상황의 모니터링을 통해 국가 간 사회적 격차 해소 노력

- 우주인터넷, 위성통신 등을 기반으로 전세계 문화적 교류의 폭이 폭발적으로 확대되는 반면 문화적 소외 계층의 범위도 증가

○ **(환경)** 우주물체 증가로 인한 광공해, 충돌, 유기, 추락 등 지구 저궤도에서 발생할 수 있는 환경문제가 대두

- 군집위성 서비스가 증가하면서 밤하늘의 천체 관측을 방해하는 광공해 발생

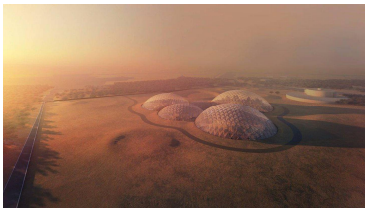
  ※ 계획에 따르면 스타링크, 원웹, 카이퍼 등 우주인터넷 서비스 제공을 위한 군집위성 약 10만기가 발사 예정

- 최근 러시아가 군사적 목적으로 사용될 수 있는 위성 요격실험에 성공하면서 케슬러 신드롬 현상에 따라 우주쓰레기가 급증해 ISS 등 저궤도 인공물체의 운용에 악영향을 미칠 것으로 전망

  ※ 케슬러 신드롬(Kessler Syndrome): 지구 저궤도 우주물체 증가로 물체 간 충돌 빈도가 점차 늘어나고, 충돌에서 발생한 파편과 기존 우주물체의 충돌 횟수는 점차 증가

- 폐기된 우주물체의 충돌, 유기, 추락 등에 대비해 사고의 책임소재를 가리고 물체 간 충돌 회피나 대응을 위한 명확한 국제적 합의사항은 부재

〈표 1〉 우주 분야 주요 트렌드

| 영역 | 변화상 | 주요 트렌드 |
|---|---|---|
| 과학기술 |  우주정착지 개척 시대 준비 | • 우주활용에 혁신기술이 등장하고, 비용저감, 기술확보 용이성 등에 의해 우주 접근성이 점차 높아짐<br>• 아르테미스 협정을 통해 달, 화성 정착지 건설 목표를 참여국이 공유<br>• 우주탐사에 참여하는 국가가 증가 |
| 정치 |  강대국 간 우주활동의 경쟁적 추진 | • 미국과 중국 등 정치적 갈등에 의한 우주 분야 국제협력 국가 집단이 분리<br>• 우주에서의 갈등을 조정할 수 있는 세계적 규범 제정 필요성 증대 |
| 경제 |  우주의 상업성 증대 | • 새로운 비즈니스 모델의 탄생<br>• 민간기업이 우주활동의 전면에 나서고 첨단 기술의 실현 주체로 등장<br>• 경제적 이익을 목표로 하는 민간 기업 간 초국가적 협력 증가 |
| 사회 |  인류 사고영역의 확장 | • 우주가 접근하기 어려운 영역에서 가깝지만 아직 미개척된 영역으로 변화하고 우주에 대한 개척정신과 도전 의식이 부상<br>• 지구 밖 생명에 대한 존재와 우주 속 만물의 생성 기작에 관한 인식확대<br>• 우주생명체의 흔적, 거주조건 등에 관한 연구가 많아지면서 '생명'의 정의 재조명 |
| 환경 |  우주쓰레기 문제의 대두 | • 군집위성 증가는 지구 저궤도의 혼잡도를 급격히 상승<br>• 폐기된 우주물체가 일으킬 수 있는 사고의 책임소재, 비용, 수단 등을 두고 국가 간 다양한 이해관계 조정 필요성 증가 |

## (국내 트렌드) 세계적 변화와 맞물려 국내에서도 우주에 대한 인식이 달라지기 시작

○ 안보의 대상으로서 우주를 활용하고 우주기술 확보에 중점을 두었던 과거와 달리 우주탐사와 우주산업 육성 정책을 확대하고 우주환경과 우주쓰레기 문제에 관심이 증대

○ **(과학기술)** 2022년 달탐사에 이은 후속 우주탐사 추진 의지가 높고, 우주탐사 비전 정립을 바탕으로 우주탐사 계획을 수립 중이며, 독자 핵심 우주기술 확보 추진

- 2022년 하반기 달궤도선 발사 예정이며, 2029년 지구 근접 소행성인 아포피스 탐사 추진
- 누리호 발사('21.11)를 통해 발사체 기술 자립을 눈앞에 두고 있으며, 고해상도 카메라 탑재체, 우주관측 망원경 등 독자 우주개발과 우주탐사 역량 보유 예정

○ **(정치)** 안보 목적의 우주 활용을 고도화하고 미국과 동맹국 주도의 아르테미스 협정에 가입해 국제협력 적극 참여

- 다체급 안보 위성을 확보해 우주를 활용한 감시·정찰 능력을 배가하고, 한반도를 둘러싼 불안정한 정세에 적극 대응
- 아르테미스 협정에 참여하는 등 국제협력에 적극 나서 동맹국과의 협력관계를 두텁게 하고 탐사 역량을 견인하는 기회로 활용

○ **(경제)** 우주산업 육성에 필요한 다양한 제도 개선을 추진하고, 우주 분야 산업체 및 스타트업에 민간·공공 투자가 확대

- 우주산업 성장과 민간 투자를 뒷받침하기 위해 우주산업 육성 추진 전략('21.11) 등을 수립하고 우주 분야 R&D 제도 개선 추진
- 우주산업에 장기간 참여해 온 한화, KAI 등 국내 대기업이 우주탐사, 우주통신, 우주발사 서비스에 투자를 확대하면서 우주산업의 잠재력을 확인

- 국내 스타트업이 소형발사체, 초소형위성 등 새롭게 떠오르는 우주기술 플랫폼 개발 및 서비스에 진출하면서 가시적 성과가 예상

○ **(사회)** 우주에 대한 대중의 관심이 고조되면서 국내 우주개발 역량에 대한 기대치가 상승

- 누리호 시험발사와 '22년 발사 예정인 한국형 달궤도선 발사는 대중의 우주에 대한 인식을 긍정적으로 전환하는 계기로 작용
- 정부의 우주 진출 노력에 이은 구체적 성과는 우주활동에 대한 국민 지지도를 높이고 수용성을 증가시켜 국격 향상과 자부심 고취에 긍정적 영향

○ **(환경)** 우주비행체 개발 및 운용 권고를 마련하는 등 우주쓰레기 문제에 정부와 국민의 관심이 증대

- 국제사회의 일원으로서 COPUOS의 '우주쓰레기 경감 가이드라인'에 준하는 국내 가이드라인인 「우주쓰레기 경감을 위한 권고안」('20.7) 마련

※ 과학기술정보통신부가 마련한 '우주쓰레기 경감을 위한 우주비행체 개발 및 운용 권고'는 우주비행체의 기획, 운용, 폐기의 전주기 단계에서 우주쓰레기를 최소화할 수 있는 개발 기준을 제시

### (주요 이슈) 인류가 우주를 인식하고 활용하는 방법이 빠르게 변화하고 인류가 활동하는 공간이 넓게 확장되면서 미래 우리 사회전반에 미치는 영향이 매우 클 것으로 예상

### (연구 필요성) 사회과학 방법론을 활용하여 미래를 합리적으로 전망하고 우리나라 우주 분야 정책방향 설정에 기여 필요

○ 예측 가능한 미래 시나리오를 통해 우리가 우주를 향하는 이유는 무엇인가에 대한 근원적인 해답을 찾는 데 있어 통찰력을 제공하는 결과물 발굴 필요

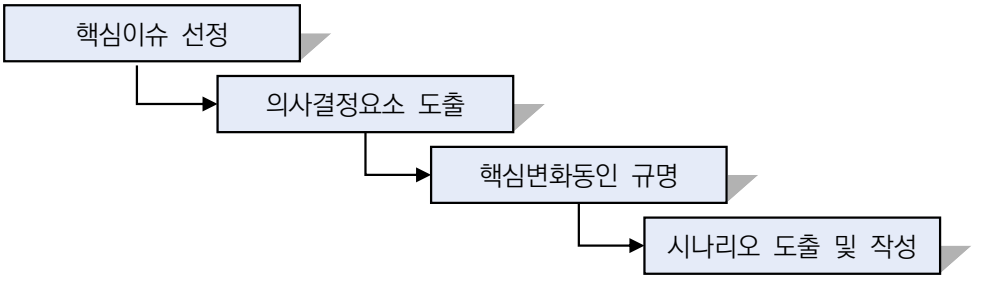
○ 미래 국가연구개발 분야와 우주 분야 정책 수립 시 투자 타당성을 확보하는 근거 마련에 활용

# 2 연구 방법

## 미래 우주활동 시나리오 작성 및 정책방향 제언

○ 시나리오 플래닝 기법에 따라 미래에 발생할 것으로 예상하는 우주활동을 관찰하고 미래 시나리오에 대응하는 전략 및 정책적 시사점의 근거로 활용

- 시나리오 플래닝은 미래에 영향을 미치는 변화동인 간 논리적 연결을 통해 미래 시나리오를 이야기 형식을 빌려 작성하는 기법
- 논리적 인과성과 개연성이 높은 시나리오를 선별하고 미래에 직면할 수 있는 환경에서 기회를 포착하고 위협에 대비하는 전략 수립의 근거로 활용
- 동 연구에서는 시나리오 플래닝 단계를 아래와 같이 정의




**[그림 1] 시나리오 플래닝 단계**

- 각 단계에서는 우주를 둘러싼 환경변화를 사회(S), 과학기술(T), 경제(E), 환경(E), 정치(P) 관점에서 관찰하고 주요 환경요소에 영향을 미치는 동인 도출에 활용
- 도출된 시나리오는 우주 분야 전문가 그룹의 검토 과정을 거쳐 완성도 제고

○ 시나리오에서 그려낸 미래 우주의 모습을 기초로 국내 현황이 반영된 우주 분야 정책방향 마련

- 시나리오로부터 미래 기회와 위협요소를 발굴하고 국내 우주 분야의 강점과 약점을 점검해 SWOT 분석법을 통한 국가 우주 분야 정책방향 제시

## 3 미래 시나리오

### 시나리오 관찰 시점 및 범위

○ 미래상을 탐색하기 위한 시나리오의 관찰 시점은 약 10년으로 설정하고 전후 수년의 여유를 둠

○ 시나리오 관찰 범위는 천문학, 우주과학, 우주탐사, 우주감시, 우주산업 등 인간이 활용하는 우주 영역 대부분을 포함

### 미래 시나리오 핵심이슈 도출

○ 미래 우주에서 일어날 일들을 탐색하기 위한 질문 형식의 '미래 이슈(핵심이슈)' 도출

- 미래예측 관점의 이슈를 고려해 우주 분야 주요 키워드(표 2)를 추출하고, 키워드를 포괄할 수 있는 「인류는 미래에 우주를 어떻게 활용하게 될까」를 미래 이슈로 선정

**〈표 2〉 우주 분야 주요 키워드**

| |
|---|
| 우주활동, 우주탐사, 우주산업, 뉴스페이스, 우주관광, 우주쓰레기, 달, 화성, 소행성, 기술혁신, 우주영역 확장, 신인류, 아르테미스 협정, 우주 접근성, 우주 비즈니스 모델 등 |

### 핵심의사결정요소(미래결정요소) 선정

○ 핵심이슈 해답의 기준이 되는 의사결정요소를 도출하고, 미래 주요 트렌드에 미치는 영향력이 가장 큰 핵심의사결정요소 5개 선정

- 우주 분야 트렌드를 반영하여 질문법을 통해 STEEP 관점에서 의사결정요소를 우선 도출(별첨 2) 후 정제하고 유사한 요소를 묶어 핵심의사결정요소 선정(표 3)

- **(정치적 관점)** 최근 국가 간 정치적 관계에 따라 우주 분야 협력 관계가 구조화되는 가운데 국가 간 이해관계에 따른 **우주개발 협력 방향이** 우주활동의 지속성을 결정할 것

- **(경제적 관점)** 우주를 활용한 비즈니스가 수익을 창출하고 우주산업이 급성장 가도에 놓인 가운데 새로운 비즈니스 모델의 성공 여부와 시장의 규모에 따른 미래 **우주경제의 성장 추이**가 우주산업의 미래를 결정할 것
- **(사회적 관점)** 인류의 활동 영역이 우주로 크게 확장되면서 겪게 될 사회적, 정신적, 심리적 변화를 고려할 때 **우주활동이 인류사회에 미치는 영향**은 미래 우주개척 시대의 모습을 결정할 중요한 요소가 될 것
- **(과학기술적 관점)** 대형 우주탐사의 추진, 위성정보의 고도화, 우주로 향하는 수요 증대, 과학기술의 발전 요인이 **우주기술의 혁신**을 이끌고 있으며, 혁신의 방향이 미래 우주에서 일어날 일들을 예측하는 데 중요한 단서가 될 것
- **(환경적 관점)** 우주수송 횟수가 잦아지고 지구 저궤도에 우주물체가 늘어나면서 예상되는 **우주활동 위험 요인**의 추세는 미래 우주에서 발생할 갈등 해결의 실마리를 제공할 것

**〈표 3〉 핵심의사결정요소**

| 의사결정요소 | 핵심의사결정요소 |
|---|---|
| 각국의 외교 정책 | 국가 간 우주개발 협력 방향 |
| 우주조약 및 협정의 역할과 영향력 | |
| 아르테미스 등 국제 대형탐사 전망 | |
| 인류 문제 해결을 위한 우주활동 지원 | |
| 새로운 비즈니스 모델의 성장 여부 | 우주경제의 성장 추이 |
| 국가 투자규모와 방향 | |
| 우주산업의 규모 | |
| 민간과 공공의 역할 | |
| 우주개발에 대한 시민의 지지도 | 우주활동이 인류사회에 미치는 영향 |
| 민간과 공공의 역할 | |
| 우주활동의 사회적 효과 | |
| 우주기술 수준 | 우주기술 혁신 방향 |
| 과학기술 발전 방향 | |
| 우주에 대한 지식수준 | |
| 아르테미스 등 국제 대형탐사 전망 | |
| 위성정보 및 서비스 전망 | |
| 잦은 우주활동에 의한 지구환경 오염요인 | 우주활동의 위험 요인 |
| 우주탐사에 의한 외계 위협요인 | |

## 핵심변화동인 선정

○ 핵심의사결정요소에 영향을 미치는 환경변수인 변화동인을 도출하고, 변화동인 간 의존도와 파급력을 평가해 핵심변화동인을 선정

- 핵심의사결정요소에 영향을 미치는 변화동인은 시나리오의 방향을 결정하는 주요 키워드이며 극점[1] 간 조합에 따라 시나리오의 줄거리를 결정
- 국내외 우주 트렌드를 반영하고 브레인스토밍 과정을 거쳐 변화동인을 〈표 4〉와 같이 선정

**〈표 4〉 핵심의사결정요소의 변화동인**

| 핵심의사결정요소 | 변화동인 |
|---|---|
| 국가 간 우주개발 협력 방향 | 우주탐사 참여국가 수 확대 전망 |
| | 국가 간 우주개발 경쟁구도 |
| | 신 우주조약의 제정 및 각국의 참여 여부 |
| | 우주기술 무기화 규제 방향 |
| | 우주물체의 권리에 대한 국제적 합의 여부 |
| | 강대국 간 정치적 관계 전망 |
| 우주경제의 성장 추이 | 10년 내 우주채굴의 손익분기 시점 가능성 |
| | 우주관광 시장 전망 |
| | 우주쓰레기 시장 전망 |
| | 새로운 비즈니스 모델의 출현 여부 |
| | 민간의 참여 비중 전망 |
| | 우주 기술혁신의 추세 |
| | 우주산업 가치사슬 성숙도 추세 |
| | 항법 서비스 시장 전망 |
| | 군집위성 시장의 확대 가능성 |
| 우주활동이 인류사회에 미치는 영향 | 민간의 공공역할 대체 여부 |
| | 우주활동 참여와 사회적 계층간 관계 전망 |
| | 인류활동 및 사고영역의 변화 방향 |
| | 외계생명체의 직간접적 증거 확인 여부 |
| | 우주 기반 공공 서비스의 발전방향 |
| | 계층 간 우주 기반 정보 격차 전망 |
| | 새로운 사회문제의 출현 여부 |

1) 변화동인이 관찰 기간 내 취할 것으로 예상하는 두 극단의 상황이며, 시나리오의 범위를 결정

| 핵심의사결정요소 | 변화동인 |
|---|---|
| 우주기술 혁신 방향 | 우주생명체 탐사 방향 |
| | 우주운송수단의 발전 전망 |
| | 우주활동 에너지원 발전방향 |
| | 우주채굴 기술 발전 전망 |
| | 우주탐사 목적의 변화 방향 |
| | 미래 과학기술 발전 방향 |
| | 우주정착지의 규모와 의미의 진화방향 |
| | 지구환경 문제 해결을 위한 기술진보 방향 |
| | 우주쓰레기 저감 기술 발전 방향 |
| | 우주망원경 수요 전망 |
| | 외계생명에 대한 지식 수준 |
| 우주활동의 위험 요인 | 지구 궤도 혼잡 정도 |
| | 우주쓰레기의 위험 수준 |
| | 로켓의 잦은 발사가 지구환경에 미치는 영향 |
| | 외계물체가 지구환경에 미치는 영향 |

- 평가를 통해 미래 우주환경에 미치는 영향력이 크고 불확실성이 높은 변화동인과 영향력은 크지만 불확실성이 낮은 변화동인을 구분
- 미래 영향력과 불확실성이 큰 변화동인에서 동인 간 독립성이 크고 타 동인에 미치는 파급력이 큰 변화동인을 핵심변화동인으로 선정[2](표 5)
- 핵심변화동인 간 조합을 통해 시나리오의 줄거리를 수립하고, 핵심변화동인에서 제외되었지만 미래 영향력이 큰 변화동인은 시나리오 작성 시 주요 키워드로 활용

**〈표 5〉 변화동인의 구분**

<table>
<tr><th colspan="2">변화동인 판단근거</th><th>구분</th></tr>
<tr><td rowspan="2">미래 영향력 큼/<br>미래 불확실성 높음</td><td>변화동인 간<br>독립성 높고 파급력 큼</td><td>핵심변화동인</td></tr>
<tr><td>변화동인 간<br>독립성 낮거나 파급력 낮음</td><td rowspan="2">시나리오 주요 키워드</td></tr>
<tr><td colspan="2">미래 영향력 큼/미래 불확실성 낮음</td></tr>
</table>

2) 변화동인의 독립성과 파급력은 교차영향분석법(Cross Impact Analysis)을 사용하여 평가함

○ 평가를 통해 '**국가 간 우주개발 경쟁 구도**', '**군집위성 시장의 확대 가능성**', '**우주 기반 공공 서비스의 발전방향**'을 핵심변화동인으로 선정

- **(국가 간 우주개발 경쟁 구도)** 우주기술 수준이 높은 미국과 중국 간 정치적 갈등의 고조와 함께 두 나라의 우주정책 방향에 따라 국제협력 관계가 재편되고 있으며, 협력 국가의 우주정책 방향에도 큰 영향을 미쳐, 향후 두 국가와 협력 국가 간 경쟁구도에 따라 전세계 우주개발 트렌드 변화가 예상
- **(군집위성 시장의 확대 가능성)** 기술 장벽이 낮아지며 초소형·소형위성 기반의 군집위성을 통신, 지구관측, 안보 등에 활용하는 사례가 증가하고, 중형·대형위성이 담당하는 기능의 대체나 보완 역할을 수행 중. 미래 군집위성의 활용성이 위성 및 발사체 제작과 서비스 시장의 판도에 영향을 줄 것으로 예상
- **(우주 기반 공공 서비스의 발전방향)** 기후변화, 재난재해 감시 등 인류 삶의 질 향상과 전지구적 문제 해결을 위한 기술 진보는 각국이 우주 기반 정보를 공유하고 해결책을 모색하는 협력체계를 구축하여야 가능. 협력체계 구축이 어려워지면 국지적 사회문제 해결이나 자국의 안보 국방 분야에 공공의 역할이 집중될 것으로 예상

○ 핵심변화동인이 미래에 놓일 수 있는 극점과 현시점의 트렌드를 분석하고 각 극점의 원인을 분석(표 6)

**〈표 6〉 핵심변화동인 분석표**

| 분석항목 | 국가 간 우주개발 경쟁 구도 | 군집위성 시장의 확대 가능성 | 우주 기반 공공 서비스의 발전방향 |
|---|---|---|---|
| 극점(+) | • 미-중 경쟁이 심화되어 국제협력 관계가 양분되고, 동맹국 중심의 우주협력이 강화<br>• 아르테미스 참여국과 그 외 국가로 우주탐사 협력체제 구분 | • 우주인터넷/통신 시장이 성장<br>• 안보 및 지구관측 서비스에 군집위성이 적극 활용되며 글로벌 정보격차 감소 | • 국가 간 갈등 고조로 국방 분야 역할이 강조<br>• 국지적 사회문제 해결에 집중하고, 협력기반 전 지구적 문제 해결은 난망<br>• 민간의 관측정보도 적대국에 판매 제한 |
| 극점(-) | • 목적과 이해관계에 따라 국가 간 협력관계가 다변화하고, 인도, UAE 등 우주개발 중진국의 국제적 긴장완화 노력과 중재 | • 우주인터넷/통신 시장의 성장 주춤<br>• 군집위성의 효용성이 시장의 기대만큼 높지 않고 기존 중대형위성의 일부 | • 재난, 항법, 원격 진료, 환경·기후 등 인류 삶의 질 향상에 초국가적 협력 추진<br>• 공공 목적에 활용되는 타국의 민간정보 구매 가능 |

| 분석항목 | 국가 간 우주개발 경쟁 구도 | 군집위성 시장의 확대 가능성 | 우주 기반 공공 서비스의 발전방향 |
|---|---|---|---|
| | • 아르테미스 등 우주탐사 협력체제의 영향력이 약화 | 보완 역할 수행 | |
| **극점(+) 원인** | • 미-중 간 우주에서 경쟁 심화 | • 충분한 우주인터넷 수요자 확보<br>• 군집위성을 통한 안보 및 지구관측 서비스 효용성 입증되며 시장이 성장하고 중대형위성 시스템을 대체 | • 안보 목적의 공공역할을 강조하고 지엽적 문제 해결에 초점을 둔 방향으로 진화<br>• 전 지구적 문제는 동맹국 중심으로 협력 |
| **극점(-) 원인** | • 미-중-러 간 우주에서 갈등이 해소되고 이외 국가들의 협력관계가 변화 | • 우주인터넷 수요와 매출 예측이 실패<br>• 기능의 한계로 중대형 위성의 보완재 역할 담당 | • 재난감시, 기후위기 감시 등 전 지구적 문제의 심각성을 인지하고 각국이 공동대처 및 협조 |
| **트렌드** | • 미국은 아르테미스 협정에 기반한 국제협력 추진 중<br>• 중국은 독자 우주개발을 추진하고 중진국(예. BRICS)과 협력 관계 형성 중 | • 일부 업체들이 우주인터넷 서비스를 위해 경쟁 중이며, 스타링크 서비스가 시작<br>• 군집위성이 제공하는 위성정보 서비스가 확대 | • 기후위기 감시, 안보 등 일부 영역에 있어서 동맹국 간 협력 추세<br>• GPS에 이어 개별 항법 시스템이 구축 중 |

## 미래 시나리오 작성

○ 핵심변화동인의 극점 조합 경우의 수에서 논리적 흐름이 합리적이라고 판단되는 3개의 미래 시나리오를 선정(표 7)하고 스토리 형식으로 작성

**〈표 7〉 핵심변화동인 극점 간 조합이 가장 논리적인 시나리오**

| 시나리오명 | 국가 간 우주개발 경쟁 구도 | 군집위성 시장의 확대 가능성 | 우주 기반 공공 서비스의 발전방향 |
|---|---|---|---|
| **우주에 한계는 없다!** | • 목적과 이해관계에 따라 국가 간 협력관계가 다변화하고, 인도, UAE 등 우주개발 중진국의 국제적 긴장완화 노력과 중재<br>• 아르테미스 등 우주탐사 협력체제의 영향력이 약화 | • 우주인터넷/통신 시장이 성장<br>• 안보 및 지구관측 서비스에 군집위성이 적극 활용되며 글로벌 정보격차 감소 | • 재난, 항법, 원격 진료, 환경·기후 등 인류 삶의 질 향상에 초국가적 협력 추진<br>• 공공 목적에 활용되는 타국의 민간정보 구매 가능 |

| 시나리오명 | 국가 간 우주개발 경쟁 구도 | 군집위성 시장의 확대 가능성 | 우주 기반 공공 서비스의 발전방향 |
|---|---|---|---|
| **차갑게 식어가는 우주** | • 미-중 경쟁이 심화되어 국제협력 관계가 양분되고, 동맹국 중심의 우주협력이 강화<br>• 아르테미스 참여국과 그 외 국가로 우주탐사 협력체제 구분 | • 우주인터넷/통신 시장의 성장 주춤<br>• 군집위성의 효용성이 시장의 기대만큼 높지 않고 기존 중대형위성의 일부 보완 역할 수행 | • 국가 간 갈등 고조로 국방 분야 역할이 강조<br>• 국지적 사회문제 해결에 집중하고, 협력기반 전 지구적 문제 해결은 난망<br>• 민간의 관측정보도 적대국에 판매 제한 |
| **새로운 질서가 필요한 우주** | • 목적과 이해관계에 따라 국가 간 협력관계가 다변화하고, 인도, UAE 등 우주개발 중진국의 국제적 긴장완화 노력과 중재<br>• 아르테미스 등 우주탐사 협력체제의 영향력이 약화 | • 우주인터넷/통신 시장의 성장 주춤<br>• 군집위성의 효용성이 시장의 기대만큼 높지 않고 기존 중대형위성의 일부 보완 역할 수행 | • 재난, 항법, 원격 진료, 환경·기후 등 인류 삶의 질 향상에 초국가적 협력 추진<br>• 공공 목적에 활용되는 타국의 민간정보 구매 가능 |

○ (시나리오 1) 우주에 한계는 없다!

**우주에 한계는 없다!**

오래 지속된 미국-중국 간 외교적 갈등이 마침내 해소되면서, 또 다른 전장이었던 우주에서의 활동에도 많은 변화가 일어나고 있다. 물론 두 국가 사이에 우호적인 상호협력 관계가 형성된 것은 아니지만 우주활동을 위한 국제협력은 두 국가 중심에서 벗어나 각 국가 간 이해관계에 따라 다양한 형태를 띄고 있다. 각국은 상업적/군사적/과학적 목적 등 개별 상황에 따라 다양한 국가와 적극 협력하고, 과거와 달리 우주기술의 이전과 판매에 제한요소가 사라져 과학 분야, 특히 우주탐사를 위한 기술은 빠르게 확산되는 추세이다. 주체적이고 도전적인 탐사를 추진하기 위해 다양한 국제협력관계를 맺어 온 인도, UAE 등 중진국들은 이제 우주수송, 우주탐사 등 각자의 강점을 내세워 새로운 국제협력 체계에서 중요한 역할을 담당하고 있다. 변화에 이어 아르테미스 약정 등 기존 우주 협력체제의 구속력은 약화되는 추세지만, 다른 협력체계에서도 기존의 협정에서 내세웠던 평화적 목적의 우주활동의 기조는 유지되고 있다. 우주채굴을 지속 추진해 온 룩셈부르크도 몇몇 국가와 기업과의 협력을 바탕으로 곧 소행성 자원채굴을 위한 시험 발사를 진행할 예정이다. 다자간, 다체제간 협력이 대세로

**우주에 한계는 없다!**

자리 잡으며 우주탐사는 더욱 활발하게 추진되고 달, 화성 정착지 건설에 한 발 더 다가가고 있다. 이에 전 세계에는 수년 내 지구 밖 천체에도 인류 정주 지역이 형성되는 시대가 도래하고 인류의 활동영역이 대폭 확장되는 패러다임의 전환을 맞이할 것이라는 기대가 증가하고 있다.

우주에서 국제협력의 확대는 지구의 풍요로운 삶의 영위에도 큰 영향을 미친다. 초국가적 범위의 환경 문제와 재난을 관측하고 이에 대응하는 다양한 우주기반기술이 꾸준히 개발되고 있으며, 이를 여러 국가가 공유하고 적용해보며 발전시키고 있다. 이외에도 항법 서비스, 우주기반 인터넷·통신 서비스 등 인류의 삶의 질을 향상시키고 문화의 폭을 넓히는 우주활용 방안이 증가하고 있다. 특히, 공공 서비스에 활용되는 주요 위성정보를 타 국가로부터 수월하게 구매하게 되면서 위성을 보유하지 않은 국가들도 위성을 활용한 공공 서비스를 제공하게 되어, 전 세계 위성정보 시장의 성장에 크게 이바지하고 있다. 특히, 지구관측 서비스의 성장은 군집위성을 활용한 소형위성 기반의 서비스 시장이 커지는 중요한 계기가 되었다. 군집위성이 관측한 고해상도(~50cm) 준실시간 영상은 재난 감시 등 공공 영역 뿐만 아니라 국방 영역에서도 매우 효과적인 정보로 활용되고, 1만여 기 이상으로 구성된 군집위성 기반의 우주인터넷과 통신 서비스는 6G 기술과 접목하여 지상망을 대체하는 수단으로 자리 잡았다. 군집위성 수요의 증가는 우주수송 수요의 증가로 이어져 발사체 재사용 기술의 보편화와 더불어 대형, 중소형 발사체 시장 성장의 발판이 되었다. 전반적으로 우주산업이 성장하면서 민간의 역할도 함께 확대되고 있다. 새로운 비즈니스 모델이 끊임없이 출현하면서 우주산업은 다양한 분야에서 한동안 호황을 이어갈 것으로 전망된다.

하지만, 저궤도 내 위성 수가 급증하면서 궤도 혼잡도가 크게 증가해 위성 간 충돌 위험성이 점차 커지고 있다. “우주쓰레기” 문제를 해결하기 위한 각국의 노력이 이어지며 위성 회피 기술, 사용 후 위성 처리 기술 등에 투자와 수요가 증가하고 있다. 국제사회는 우주쓰레기 문제의 심각성에 공감하고 국제법에 의한 문제 해결에 노력하고 있지만, 국가별 이해관계가 달라 쉽게 합의점을 찾기는 어려운 실정이다.

○ (시나리오 2) 차갑게 식어가는 우주

**차갑게 식어가는 우주**

오랜 강대국 간 군사외교적 갈등이 끝없이 이어지며 국가 간 우주에서의 경쟁이 심화되고 있다. 국가 안보를 이유로 각국이 우주기술의 군사적/경제적 목적을 중요시하면서 우주의 평화적 활동은 점차 왜곡되고 있다. 강대국에 의한 우주기술의 무기화 규제 강화 방침은 국가 간, 특히, 정치적 노선이 다른 국가로의 기술이전(혹은 이동)이 제한되면서, 아르테미스 협정, Five Eyes, QUAD, AUKUS 등 동맹국 간에 맺어진 국제협력 체제의 구속력과 영향력은 점차 커지고 있다. 국제협력이 동반된 우주탐사 또한 양분된 국제협력 구도 하에 경쟁적으로 추진되고 있다. 지구 저궤도 뿐만 아니라 달, 화성에서의 예기치 못한 국가 간 충돌을 안심할 수 없는 상황에 이르렀고, 국제사회는 이를 사전에 방지할 국제질서가 필요한 시점임을 인지하고 있지만 단기간 내 해결되기는 어려운 상황이다. 각국이 국방의 관점에서 자국 중심의 우주기술 역할을 강조하면서 기후감시 등 인류 문제 해결을 위한 초국가 협력이 요원해지고 각국은 자국을 둘러싼 지엽적이고 동맹국과의 협력을 통해서만 문제 해결의 실마리를 찾고 있다. 정부 뿐만 아니라 민간이 소유한 위성정보 확산의 제한은 위성과 위성정보 시장의 성장세를 둔화시켰고, 시장을 확장할 새로운 비즈니스 모델은 더디게 출현하고 있다. 새롭게 부상할 것으로 기대를 모았던 우주관광, 우주채굴 등 우주 신산업의 성장이 주춤하면서 우주산업은 새로운 동력이 필요한 시점이다. 우주를 둘러싼 위축된 환경은 우주활동과 우주에서 확보되는 정보를 제한하였고 이는 우주 접근성에 있어 사회 계층별 격차를 키워 위성 해킹 등 새로운 사회문제가 출현하는 원인이 되었다.

우주에서 강대국 간 첨예한 대립은 군집위성 기반의 통신 및 지구관측 서비스 확산을 제한하였다. 군집위성이 기존 중대형 위성 기반 체계의 기능을 보완하는 역할에 그치면서 새로운 군집위성 수요가 점차 줄어들고 있는 상황이다. 특히, 기존 메가 군집위성을 구성한 스타링크, 원웹의 수익성이 예상치를 밑돌아 성장에 대한 시장의 기대치 역시 낮아지고 있다. 관련 산업의 확대를 위해서는 기존 군집위성을 활용한 새로운 비즈니스 모델의 발굴이 시급한 상황이다. 군집위성 시장이 축소되면서 지구 저궤도의 혼잡도는 당초 예상보다 크게 높아지지 않았다. 이는 곧 우주쓰레기 처리 문제 해결의 시급성에도 영향을 미치게 되었고, 각 국가는 당초 국제적 합의를 통해 이를 해결하려 했지만 각국의 이해관계 등에 따라 합의는 더욱 요원한 상황이다.

**차갑게 식어가는 우주**

과거 군집위성 발사 증가가 우주수송수단 기술혁신의 주요한 동기로 작용하였지만, 위성수요의 급감이 발사 수요 감소와 직결되면서 수송서비스 시장도 성장 전망이 밝지 않다. 특히, 소형발사체 및 저비용 발사체 기술의 혁신과 보급이 늦어지며 스페이스엑스 등 기존 선두 업체의 시장 내 지위는 더욱 공고해 지고 있다. 우주수송 생태계에서 이루어지는 기술혁신에 이은 발사 비용의 급격한 하락은 당분간 이루어지지 않을 것으로 예상된다.

○ (시나리오 3) 새로운 질서가 필요한 우주

**새로운 질서가 필요한 우주**

끝나지 않을 것 같았던 미국-중국 간 외교적 갈등이 마침내 서서히 막을 내리기 시작하며 두 국가를 중심으로 양분되었던 우주 국제협력 관계에도 변화의 바람이 불고 있다. 국가의 이해관계에 따라 다자간 협력이 증가하지만 국지적 갈등은 여전히 존재해 국제협력은 정형화되지 않은 틀 속에서 추진되고 있다. 자유롭고 무질서한 우주활동이 전개되면서 상업적, 군사적, 과학적 목적의 우주활동이 무분별하게 추진되지만 국제적 합의에 의한 규제나 질서는 찾아보기 힘든 상황이다. 강대국에 의해 규제되었던 국가 간 우주기술의 이전은 정치적 갈등이 심하던 과거와 달리 다소 수월해졌고 이 틈을 타 우주기술이 빠르게 확산하고 있다. 국제협력 구도의 변화와 우주기술 확산은 각국을 아르테미스 협정 등 협력체제에 묶어놓기 보다 인류영역 확장, 자원채굴, 우주관광 등 다양한 목적에 따라 협력과 추진체계를 구성토록 유도하고 있다. 하지만, 무분별한 우주활동이 점차 증가함에 따라 우주에서 국가 간 예상치 못한 충돌이 발생할 가능성이 높아지고 국가 간 우주활동을 중재할 수 있는 국제질서가 필요하다는 데에는 전세계가 공감하고 있다.

국가 간 외교적 갈등이 점차 사라지면서 기후감시 등 범지구적 문제 해결을 위한 각 국의 노력은 협력 기반 하에 원활하게 진행되고 있다. 전 지구적 문제 뿐만 아니라 국지적 문제 해결을 위해 인접 국가가 서로 위성정보를 공유하고 있으며, 특히, 타 국가의 민간 기업이 확보한 위성정보 혹은 서비스를 쉽게 확보하거나 구매하게 되면서 공공 서비스의 질과 양이 크게 증가하고 있다. 결과적으로 국가가 주도적으로

**새로운 질서가 필요한 우주**

우주를 활용하고 민간은 공공 서비스를 지원하는 역할이 명확하게 분리되었다.

군집위성 기반의 인터넷 및 관측 서비스는 과거 10년 전보다 확대되었지만 기대했던 것과 달리 기능의 효용성이 낮아 시장의 예측보다 수요가 많지 않다. 저비용, 다개체에 의한 준실시간 관측 정보 확보의 장점을 갖추었음에도 불구하고 중대형 위성 대비 낮은 해상도와 잦은 고장이라는 고질적인 문제점으로 인하여 안보와 지구관측에 활용되는 기존 중대형 위성의 관측시간 및 관측영역의 확장에 보완을 위한 용도로 사용되고 있다. 또한, 대규모로 기획한 우주인터넷도 시장전망 대비 수요가 적어 관련 산업의 성장세가 둔화되고, 당분간 군집위성의 산업적 파급효과는 기대만큼 높지 않을 것으로 보인다.

군집위성 수요의 감소는 우주수송 시장을 정체시키는 원인이 되었다. 소형발사체 시장은 로캣랩 등 일부 기업을 제외하고는 상업성을 갖추지 못하고, 수송수단의 기술혁신이 정체됨에 따라 재사용 발사체 등 저비용 발사에 필요한 기술은 여전히 스페이스엑스 등 일부 기업의 전유물이다. 군집위성 수요가 줄면서 지구 저궤도의 위성 증가가 눈에 띄게 줄어들고 우려했던 궤도 혼잡도의 상승세도 주춤하다. 저궤도 우주쓰레기 문제의 해결을 위한 국제사회의 공감대는 오래 전부터 형성되었고 관련 기술개발에도 다양한 방법이 논의되고 있지만, 시급성과 필요성이 낮고 처리를 위한 국가 간 이견이 커 이를 해결할 국제적 합의에 도달하기는 요원한 실정이다.

기술적 진보가 빠르게 이루어지고 국가 간 갈등이 해소되어 우주기술의 발전 가능성이 높지만 위성, 수송, 통신 서비스 등 기존 우주산업 영역과 우주쓰레기, 우주탐사(채굴) 등 새로운 우주산업이 모두 정체되어 있어 성장에 필요한 새로운 제도와 동력이 필요한 시점에 이르렀다.

# 4 국내외 환경 분석(SWOT) 및 정책방향

## 국내외 환경 분석 – SWOT(표 8)

○ 앞서 도출한 시나리오는 미래 글로벌 우주 분야 트렌드를 알려주는 나침반이며, 미래에 마주하게 될 기회(Opportunity)와 위협(Threat) 요소를 제시함

○ 시나리오에 따른 국가 우주 전략과 정책방향을 설정하고 나아가 우리의 지향점을 탐색하기 위해 국내 우주 분야의 강점(Strength)과 약점(Weakness)을 도출하고 SWOT 분석 실시

- 국내 우주 분야의 강점과 약점은 전문가 의견과 기존 우주 트렌드 분석 문헌을 공동 활용

※ 이재민&고다영(2021, KISTEP 연구보고서)은 우주 이머징 기술의 국내 기술 수준 분석, 정책 및 R&D 현황 분석, 전문가 토론 등을 통해 국내 우주 분야 강점과 약점을 도출

## 미래 시나리오의 기회(O)와 위협(T) 요인

○ (기회요인) 국가 간 협력 판도에 따라 우주탐사에 참여하거나 우주기술의 확보 기회를 획득할 수 있으며, 글로벌 우주산업의 성장 여부에 따라 국내 기술의 시장 진입 가능성 높음

- (우주에 한계는 없다!) 국가 간 국제협력이 활발해지며 우주기술의 이전과 획득이 용이해지고 우주탐사를 통한 우주산업의 폭발적 성장이 예상되어 우리에게는 국내 기술력과 시장 진입에 기회로 작용
- (차갑게 식어가는 우주) 동맹국과의 공고한 협력체제 아래서 우주탐사의 동력을 유지할 수 있고, 중대형위성 시장에 진출할 기회가 잦아질 것
- (새로운 질서가 필요가 우주) 국가 간 협력 관계가 느슨해져 국제협력 구조가 재편되면 우리의 협력선을 다변화할 기회를 포착할 수 있을 것

○ (위협요인) 해외 선도기업이 글로벌 우주산업의 점유율을 높여 기술을 고도화하고 기술을 선점하는 구조는 국내 기업에 위협요소로 작용하고, 국제협력 관계 재편

방향에 따라 기존의 협력체제가 약해질 수 있음

- (우주에 한계는 없다!) 선도업체가 기술을 선점하고 관련 시장을 독식해 시장 진출을 통한 국내 기업의 경쟁력 강화 전략에는 위협이 될 것
- (차갑게 식어가는 우주) 국제협력 구조의 고착화로 인해 국제협력 다변화를 꾀하기 어려운 상황에 직면하고 우주기술의 고도화에 직간접적 규제가 가해질 가능성 높음
- (새로운 질서가 필요가 우주) 기존 국제협력의 틀이 무너지며 무질서한 우주활동이 이뤄지는 상황은 국내 우주활동을 위축시킬 수 있음

## 국내 우주 분야 강점(S)과 약점(W) 요인

○ (강점요인) 다양한 우주활동을 위한 기반 기술을 보유하고 국제협력을 통해 우주탐사 역량을 강화하려는 정책적 의지가 높음

- 우주탐사에 정부의 정책적 지원과 투자 의지가 높고, 미국 등과의 국제협력을 통한 대형 프로젝트 참여에 적극적
- 다양한 체급의 위성 전주기 개발 역량과 발사체 기초 기술을 보유해 우주탐사 기반 기술을 확보하고, 소형위성 및 소형발사체 개발 업체의 등장에 따라 민간 역량이 확충되는 시점에 도달
- 공공 분야 수요의 지속 제기로 정부R&D 투자 증가가 예상되며, 공공서비스는 기존 기상, 해양, 국토 분야에서 농림, 산림, 항법 등으로 점차 확대될 예정

○ (약점요인) 기반 기술을 확보하였지만 미래기술의 선점을 통한 글로벌 시장 경쟁력 강화가 필요하고, 장기 비전의 전략성과 구체성은 조속히 갖춰야 할 숙제로 남음

- 현 우주기술은 선진국이 주도하는 시장에서 경쟁력이 다소 낮음
- 우주 활용을 위한 제도적·정치적 역량을 키워야 하고, 국내에서 위성 독자 발사를 위해 외교적 노력을 통한 ITAR 문제 해결 필요
- 우주활동의 지향점과 장기 계획의 전략성이 모호하고 계획의 실효성 제고가 필요

## 미래 시나리오에 대응한 우리의 정책방향

○ SWOT 분석은 우리의 강점을 이용해 미래의 기회를 잡는 전략(SO), 우리의 약점을 보완해 미래의 기회를 잡는 전략(WO), 강점을 이용해 미래의 위협을 돌파하는 전략(ST), 약점을 보완해 미래의 위협을 돌파하는 전략(WT)을 알려줌(표 8)

○ 4가지 전략(SO, WO, ST, WT)의 유기적 결합을 통해 미래 시나리오에 대응하는 우리의 **강점 이용 전략(S 전략)**과 **약점 보완 전략(W 전략)**을 마련

- S 전략 : 국내 우주 분야 생태계가 갖춘 장점을 극대화하여 글로벌 시나리오의 기회를 최대한 활용하고 위협에 적극 대응하는 전략
- W 전략 : 국내 우주 분야 생태계가 가진 약점을 최대한 보완하여 글로벌 시나리오의 기회를 활용하고 위협에 안정적으로 대응하는 전략

## S 전략 - 우리의 강점 이용 전략

○ 기술의 유망성과 기술선점 가능성이 높은 분야에 초점을 둔 정책 및 투자 지원 방안을 수립하고 대외협력과 세계시장 진출의 전략성 강화

○ 정부의 우주 분야 지원 의지가 높은 장점을 활용해 국내 수요를 지속 제기하고 안정적인 R&D와 산업 기반 구축을 통한 기술 경쟁력 향상 도모

○ 안보, 지구 모니터링 등 공공 목적의 우주활동 경험을 활용해 관련 기술의 수요국가를 발굴, 협력관계를 다변화하고 위성 및 서비스 수출 추진

## W 전략 - 우리의 약점 보완 전략

○ 국내 우주활동의 제약과 한계를 극복하고 국제질서 재편에 주요 역할 수행을 위해 우주 분야 정치외교적·제도적 노력을 강화하고 관련 연구기반 마련

○ 국제협력에 주도적 참여를 위해 우주과학 기반 확충 방안이 포함된 우주탐사 장기 비전을 수립하고 아르테미스 협정을 근거로 계획의 실효성 제고

○ 독과점 시장이 유지되는 우주수송 시장은 경제성이 확보되는 시점에 가능하므로 소형발사체 단기 확보를 통해 핵심기술 테스트 플랫폼과 시장 진출의 도구로 활용

〈표 8〉 SWOT 분석표

| | | 강점 | 약점 |
|---|---|---|---|
| | | • 우주탐사 정부 정책 지원 및 투자 의지가 높고 국제협력을 통한 우주탐사 추진 노력<br>• 다양한 체급의 위성개발 역량 및 발사체 기초 기술 보유로 우주탐사 기반기술 확보<br>• 위성 전주기 개발 역량을 갖춘 기관과 기업 존재, 소형위성 및 소형발사체 개발 업체 등장으로 민간 역량 확대 중<br>• 공공수요 지속 제기로 R&D 투자 증가 예상되며, 공공서비스 분야 점차 확대 | • 선진국 대비 기반 역량이 부족하고, 미래기술 투자의 전략성 부재<br>• 글로벌 발사체 시장 경쟁력은 낮고, 단기적으로 독자 발사를 위한 ITAR 문제 해결 필요<br>• 우주 활용을 위한 제도적 노력과 국제협력 다변화를 위한 외교적 노력은 다소 부족<br>• 우주탐사 장기 비전의 구체성이 낮고 우주과학 분야 연구기반은 부족<br>• 우주쓰레기 저감 기술 수준이 낮음 |
| 기회 | | SO | WO |
| 우주에 한계는 없다! | • 국가 간 국제협력이 활발하고 우주기술의 이전 용이<br>• 우주정착지 시대 실현 가능성 증대<br>• 자원개발 등 상업 우주탐사 실현<br>• 통신, 지구관측 등에 군집위성 수요 증가<br>• 저비용 발사체 기술 보편화<br>• 우주산업의 호황 | • 높은 수준을 보유한 기술에 투자를 확대해 국가 간 우주탐사 협력 시 강점기술로 활용<br>• 증가하는 군집위성 수요에 대응하기 위해 산학연 위성개발 역량 집중<br>• 고체로켓 역량을 활용해 한국형발사체의 추력을 높이고 경제성 있는 발사체 개발을 통해 우주수송 서비스 세계시장 진출 추진 | • 단기적으로 고체/액체로켓을 활용한 소형발사체 시장 진출 추진<br>• 글로벌 국제협력 구조 재편 기회를 활용해 다양한 국가와 국제협력 확대<br>• 우주탐사 장기 비전을 수립해 국제협력 기초를 마련하고 국내 기업 참여 확대로 우주산업 경쟁력 강화<br>• 우주기술 적극 도입을 통한 우주탐사 역량 확보 |
| 차갑게 식어가는 우주 | • 국제협정 이행을 위한 우주탐사 동력 유지<br>• 국방 분야 중대형위성 수요 지속 유지<br>• 동맹국과의 협력체제 유지 | • 초고해상도 카메라를 탑재한 위성개발 경험을 바탕으로 안보용 위성 수출 추진<br>• 미국 등 동맹국과의 우주탐사 국제협력을 적극 추진하고, 우주탐사 역량 확보의 기회로 활용 | • 아르테미스 협정 참여를 우주탐사 동력으로 활용하고 우주탐사 기반기술 확보 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 새로운 질서가 필요한 우주 | • 우주기술의 거래 용이<br>• 전지구적 문제해결을 위한 국제협력 활발<br>• 국가 간 국제협력 구조의 재편<br>• 우주탐사 목적의 다양화로 참여주체 확대 | • 기후/해양/국토 등 공공 분야 서비스 역량을 활용해 전지구 문제해결에 적극 참여<br>• 우주협력의 범위를 선진국에서 개도국으로 확대하고 지구 문제해결의 주도권 확보추진 | • ITAR 극복을 위한 우주기술 확보방안 다각화<br>• 우주쓰레기 기초 연구 지속투자로 요소기술을 점진적으로 확보하고 기술 우위 추진 |
| **위협** | | **ST** | **WT** |
| 우주에 한계는 없다! | • 우주수송, 우주탐사 분야 선도업체의 기술선점과 시장독식<br>• 정치적 동맹국의 지원 약화<br>• 우주쓰레기의 증가 | • 국내수요를 기반으로 발사체 및 위성 역량 지속 강화<br>• 공공 수요에 선제적 투자와 민간 참여 확대를 통해 국내 우주산업 경쟁력 마련 | • 우주쓰레기 저감 기술 확보를 위해 국방 분야와 협력체계 구축<br>• 국내 보유 발사체 기술을 활용해 소형발사체를 상용화하고 발사체 핵심기술 검증모델로 활용 |
| 차갑게 식어가는 우주 | • 국가 간 갈등이 심화되고, 국제협력 체제가 고착화<br>• 우주기술 무기화 규제 강화<br>• 계층 간 우주정보 격차발생 등 사회문제 대두<br>• 군집위성 서비스 수익성이 악화되고, 우주수송 서비스 시장의 잠재력 감소하는 등 우주산업 동력 상실 | • 높은 수준을 보유한 우주탐사 기술에 투자를 확대하고 국내 독자 우주탐사 추진<br>• 오픈 데이터 정책을 수립해 위성정보 활용 범위와 기회를 확대<br>• 경쟁력을 확보한 우주산업 아이템을 발굴해 집중 육성<br>• 안보 분야 등 국가 전략적 자산 확보 목적의 기술에 투자 집중 | • 우주 분야 외교적 노력을 통해 독자 우주활동을 위한 ITAR 등 정치외교적 규제 제외 노력<br>• 신흥국/개도국과 우주협력 확대로 국내 우주개발 동력 유지 |
| 새로운 질서가 필요한 우주 | • 국제협력의 구심점이 부재하고, 무분별한 우주활동을 제어할 수 있는 국제질서 부재<br>• 우주활동의 민간 역할 한계<br>• 군집위성 수요 감소<br>• 신규 수송서비스 업체의 수익성 악화 | • 안보 등 국내 공공수요를 유지하고 발사체 및 위성 분야 산업역량 강화<br>• 중대형위성 글로벌시장 진출을 위한 전략 구축<br>• 위성, 발사체 분야는 신흥국 및 개도국과의 협력을 통해 국제적 영향력과 산업계 참여 기회 확대 | • 국제법, 우주법 등 우주활동에 필요한 제도 구축 연구에 투자를 강화하고 UN 활동 기반의 국제질서 재편에 주도적 역할 수행 |

## 5 요약 및 향후 과제

### 연구 요약

○ (배경) 세계적인 우주 열풍이 사회 전반에 나타나고 트렌드가 빠르게 변화하면서 우리의 정책방향 설정과 역할 정립이 여느 때보다 중요해짐

- 국내외 우주 분야는 과거 과학기술, 안보 목적에서 주로 활용하였지만, 점차 경제, 사회, 환경 분야까지 활용 영역이 확대
- 인류가 우주를 활용하는 방법이 빠르게 변화하고 인류의 활동 공간이 넓어지면서 우주활동이 미래 우리 사회에 미치는 영향이 매우 클 것으로 예상
- 시나리오 플래닝 기법을 통해 인류가 우주를 활용하는 방법을 전망하고 이를 기반으로 국내 우주 분야 정책방향 설정

○ (미래 시나리오) 핵심변화동인으로 선정된 '국가 간 우주개발 경쟁 구도', '군집위성 시장 규모 확대 가능성', '우주 기반 공공서비스의 발전 방향'의 극점 조합을 통해 3가지 시나리오 도출

- (우주에 한계는 없다!) 강대국 간 갈등이 완화되면서 국가 간 경쟁구도가 약해지고 다양한 국제협력 관계가 형성. 환경·기후 문제 등 전 지구 문제 해결을 위해 초국가 간 협력이 추진되고, 통신 및 지구관측 서비스에 군집위성이 적극 활용되면서 제작, 발사, 서비스 관련 시장이 급성장
- (차갑게 식어가는 우주) 강대국 간 정치적 경쟁이 심화되어 기존 국제협력 체제가 더욱 공고화되는 상황에 이르고, 우주탐사가 공격적으로 진행. 전 지구 문제 해결을 위한 초국가 간 협력은 요원해지고, 군집위성은 중대형위성 체계를 보완하는 임무를 수행하며 산업적 파급효과는 당초 기대치보다 높지 않은 상황
- (새로운 질서가 필요한 우주) 군집위성의 효용성이 기대치를 밑돌면서 관련 산업의 성장이 더디게 이루어짐. 국가 간 갈등이 점차 해소되면서 감시 체계가 느슨해지고 우주가 무분별하게 개발되는 상황에 직면하지만 이를 중재할 수 있는 국제적 합의는 요원한 상황

○ (정책방향) SWOT 분석을 거쳐 우리의 강점을 이용하는 전략(S전략), 우리의 약점을 보완하는 전략(W전략)을 수립

- (S전략) 우주 정책 및 투자 분야의 전략성을 강화하고 대외협력 관계의 다변화를 통해 해외진출에 적극 나설 필요
- (W전략) 장기 비전의 실효성을 높이고 정치외교적·제도적 노력을 강화해 국제협력의 주도권을 확보할 수 있는 기반 구축

## 우주에서 역할 수행을 위한 우리의 과제

○ 우리나라는 지난 30여 년의 우주활동 결과로 우수한 성과를 확보하였지만 한 단계 높은 우주과학 지식을 획득하고 고도의 우주기술 수준에 도달하기 위해서는 지금까지 시도된 적이 없는 도전적 목표를 설정해야 하는 시기에 도달

○ 특히, 정부의 높은 우주 분야 투자 의지는 도전적인 국제협력 프로그램의 참여 동력으로서 미보유 기술 개발과 과학임무 수행의 기회로 활용할 필요. 특히, 심우주 탐사의 근간이 되는 우주과학 분야는 국가 간 협력의 문턱이 상대적으로 낮아 지식과 기술의 획득 성과가 단기간 내 확보 가능

○ 국제협력이 동반된 도전적인 우주활동을 위해서는 미래 트렌드와 국가 우주분야 장기 비전을 근거로 산학연 및 군과의 공조를 통해 세계최고 수준의 전략기술을 확보하고, 중장기적으로 국제무대에서 국가 간 중재자(Moderator) 역할을 주도할 필요

# 참고문헌

[1] 한국과학기술기획평가원 (2021), “우주 분야 이머징 기술의 트렌드 분석을 통한 정부R&D 장기 투자대응 방안 도출 연구”

[2] 과학기술정보통신부(2020), “우주쓰레기 경감을 위한 우주비행체 개발 및 운용 권고안”

[3] www.nasa.gov/specials/artemis-accords/index.html

[4] www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/index.html

[5] www.nasa.gov/content/commercial-lunar-payload-services

[6] space-agency.public.lu/en/space-resources/the-initiative.html

[7] www.unitar.org/sustainable-development-goals/united-nations-satellite-centre-UNOSAT

**[우주 분야 주요 트렌드 이미지] (4페이지)**

[8] Dubai Media Office

[9] alvexo.com/blog/politics/new-space-race-u-s-china-russia-india/

[10] www.youtube.com/watch?v=bqYbgWbKMPc

[11] www.express.co.uk/news/science/1179412/the-universe-what-is-consciousness-part-of-bigger-universe-meaning-human(Getty Image)

[12] news.mit.edu/2017/space-junk-shards-teflon-0619

# [별첨1] 참여 전문가 명단

| 소속 | 직책 | 성 명 |
|---|---|---|
| 한국과학기술원 | 교수 | 김동주 |
| 한국항공우주연구원 | 팀장 | 김은정 |
| 쎄트렉아이 | 의장 | 박성동 |
| 한국과학기술원 | 교수 | 안재명 |
| 과학기술정책연구원 | 팀장 | 안형준 |
| 한국파스퇴르연구소 | 이사 | 이강환 |
| 김앤장법률사무소 | 변리사 | 정해양 |
| 한국천문연구원 | 팀장 | 최은정 |
| G.I. Research Inc. | 대표이사 | 최한림 |

# [별첨2] 의사결정요소

| 질문 | | 의사결정요소 |
|---|---|---|
| 정치 | 얼마나 많은 국가들이 우주탐사에 참여할까? | 국가 간 우주개발 협력 방향 |
| | 우주 진출, 우주산업 발전에 의한 국가 간 경쟁구도 재편 방향은? | |
| | 우리나라의 대외 협력 관계 설정 방향은? | 우리나라의 국제협력 방향 |
| | 주변국과의 관계 설정 방향은? | |
| | 우주 거버넌스의 개편 방향은? | 국내외 우주 거버넌스 개편 방향 |
| | 우주쓰레기를 안전하게 관리·폐기할 책임은 누구에게 있는가? | 우주조약 및 협정의 역할과 영향력 |
| | 우주기술을 위협 수단으로 삼는 것을 견제·제한할 수 있는가? | |
| | 우주 자원(광물 등) 활용에 대한 합의된 규칙이 필요할까? | |
| | 우주 진출이 잦아지는 미래에 국적의 의미는? | |
| | 우주 물체의 소유권·점유권·활용권은 누가 갖는가? | |
| | 우주조약이 우주활동에 미치는 구속력이 얼마나 커질까? | |
| | 아르테미르 협정이 글로벌 우주탐사에 미치는 영향은? | |
| 사회 | 얼마나 많은 사람들이 정부의 우주계획에 동의할까? | 우주개발에 대한 국민 지지도 |
| | 유안우주활동 참여에 대해 국민적 합의가 가능할까? | |
| | 우주개발에서 민간이 공공의 역할을 대신할 수 있을까? | 민간과 공공의 역할 |
| | 우주활동이 우리사회에 주는 편익은 무엇인가? | 우주활동의 사회적 효과 |
| | 우리 사회가 지향하는 것은 무엇일까? | |
| | 우주 여행, 우주산업 참여 가능성은 사회적 계층과 어떤 관계를 갖는가? | |
| | 우주산업이 대중의 신체적·정신적 활동 영역을 확장(혹은 축소)하는가? | |
| | 우주생명체의 발견이 인류에게 얼마나 큰 의미로 다가올까? | |
| 경제 | 우주활동이 국가 경제에 미치는 영향은? | 우주경제의 성장 추이 |
| | 올드스페이스와 뉴스페이스의 경제적 파급효과 차이는? | |
| | 국내 우주 스타트업의 성장 전망은? | 국내 우주산업의 규모 |
| | 국내 우주 분야 참여 기업은 얼마나 늘어날까? | |
| | (광물별) 우주채굴의 손익분기점은 언제인가? | 새 비즈니스 모델의 성장 여부 |
| | 우주관광 시장의 전망은? | |
| | 우주를 활용한 통신시장 전망은? | |
| | 우주쓰레기 처리, 재활용 분야의 시장 전망은? | |
| | 우주를 활용한 새로운 비즈니스는 무엇이 있을까? | |
| | 정부-민간의 우주 분야 투자 비중 전망은? | 정부 투자규모와 방향 |
| | 우리나라의 과학기술 주요 투자 분야는 무엇인가? | |

| 질문 | | 의사결정요소 |
|---|---|---|
| 과학·기술 | 우주 생명체의 발견을 위한 탐사 방향은? | 우주탐사 기술혁신 방향 |
| | 미래 우주식량의 종류와 제조·보관 기술 진보방향은? | |
| | 미래 우주운송수단의 발전 전망은? | |
| | 우주활동의 에너지원의 발전 방향은? | |
| | 우주인의 심리적·신체적 건강에 영향을 미치는 것은? | |
| | 우주채굴 기술의 발전 방향은? | |
| | 우주탐사 혁신기술은 어떻게 발전할까? | |
| | 우주탐사의 목적은 어떻게 변화할까? | |
| | 미래 과학기술의 발전은 어떻게 진행될까? | 과학기술 발전 방향 |
| | 앞으로 우리나라가 탐사를 주도할 천체·우주현상은? | 국내 우주기술 수준 |
| | 아르테미스 계획에서 우리나라가 기여할 수 있는 분야는? | |
| | 우리나라가 유인 우주활동에 참여할 수 있는 분야는? | |
| | 달·화성에서 인류 거주 활동의 규모와 수준은? | 아르테미스 등<br>국제 대형탐사 전망 |
| | 지구환경 문제를 해결하거나 완화할 수 있는 우주기술은? | 인류문제 해결을 위한<br>우주활동 전망 |
| | 수거, 회수 등 우주쓰레기 위험도 저감 방법은? | |
| | 우주망원경의 수요는 어떻게 될까? | 우주에 대한 이해도 |
| | 외계생명 현상에 대한 이해도가 얼마나 넓어질까? | |
| | 운영을 시작할 천문기기가 우주에 대한 지식을 어떻게 바꿀까? | |
| 환경 | 우주쓰레기 처리를 위한 각국의 추진 방향은? | 잦은 우주활동에 의한<br>지구환경 오염요인 |
| | 폭증하는 우주 임무로 인한 궤도 내 혼잡도가 우려되는가? | |
| | 우주쓰레기 문제는 인류 혹은 지구생태계를 얼마나 위협할까? | |
| | 우주에서 유입되는 우주물체가 지구에 미치는 영향은? | |
| | 잦은 로켓 발사가 지구환경에 미치는 영향은? | 우주탐사에 의한 외계의<br>위협요인 |

# 저 자

이재민, bakbear@kistep.re.kr, (Tel)043-750-2445 한국과학기술기획평가원 연구위원

최영준, yjchoi@kasi.re.kr, (Tel)042-865-3266 한국천문연구원 책임연구원

문홍규, fullmoon@kasi.re.kr, (Tel)042-865-3251 한국천문연구원 책임연구원

심채경, cksim@kasi.re.kr, (Tel)042-869-5814 한국천문연구원 선임연구원

이덕행, 7grace7@kasi.re.kr, (Tel)042-869-5810 한국천문연구원 선임연구원

# 우주활동 확장시대 : 미래 우리의 역할은?

KISTEP 한국과학기술기획평가원 Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

KASI 한국천문연구원 Korea Astronomy & Space Science Institute