

Space Policy Research

우주 정책 연구 2026. Summer
vol. 13



한국항공우주연구원
KOREA AEROSPACE RESEARCH INSTITUTE

CONTENTS

Space Policy Research
vol. 13



Part 01

제도와 거버넌스

08 주요국의 우주프로그램 회계감사제도의 비교 연구

신상우 (한국항공우주연구원 우주항공정책팀 책임연구원)

24 OECD 우주경제 측정 논의 동향과 한국의 과제

백기태 (한국항공우주연구원 우주항공정책팀 선임연구원)

38 재도약을 위한 호주의 우주정책 동향과 시사점

황진영 (한국항공우주연구원 우주항공정책팀 책임연구원)

Part 02

우주안보와 신산업

64 LEO PNT 글로벌 정책 동향 및 국내 정책 제언

윤아미 (한국항공우주연구원 우주항공정책팀 선임연구원)

86 우주 데이터센터 산업의 글로벌 동향과 한국의 전략적 대응 방안

남기원 (한국항공우주연구원 우주항공정책팀 책임연구원)

108 국제분쟁과 미국 대외정책 변화가 한국 우주산업 공급망에 미치는 영향: 우주안보 관점의 전략적 시사점

임창호 (한국항공우주연구원 우주항공정책팀 책임연구원)

The background of the cover is a deep space scene. On the right side, a large, dark, textured sphere, possibly a planet or moon, is partially visible. Below it, the curved horizon of Earth is shown with a thin layer of white clouds and a bright orange-yellow glow from the sun or moon. The rest of the background is a dark expanse filled with numerous stars and a prominent, glowing nebula with reddish-orange and purple hues on the left side.

Space Policy Research

I. 제도와 거버넌스





주요국의 우주프로그램 회계감사제도의 비교 연구



신상우 | 한국항공우주연구원
전략기획본부
우주항공정책팀
책임연구원
swshin@kari.re.kr

초 록

우주개발은 기간이 길고 비용이 막대하며 조달 과정에서 경쟁이 충분히 작동하지 않아, 비용 초과와 일정 지연이 되풀이되는 분야이다. 이러한 위험을 관리하기 위해 주요국은 우주프로그램이 제대로 작동하는지와 막대한 예산이 적정하게 집행되는지를 함께 점검하는 공공감사를 발전시켜 왔다. 본 연구는 미국·유럽연합·독일·프랑스·일본의 우주정책과 회계감사 제도를 최근 현황까지 정리하고, 각국 감사기구가 펴낸 실제 감사보고서를 분석하여 한국에 주는 시사점을 도출하였다. 분석 결과 주요국의 우주분야 감사는 평가 가이드라인의 활용, 핵심성과지표(KPI)를 통한 모니터링, 업무 절차의 개선, 과학기술 전문성의 확보, 대형 프로젝트의 정기 감사라는 다섯 가지 방향으로 정리되었다. 또한 감사기구 사이의 차이는 합규성에서 유효성에 이르는 ‘감사 지향성’의 차이에서 비롯되며, 그 지향성은 우주예산의 규모와 의회·국민의 관심도에 따라 달라진다는 점을 확인하였다. 한국은 우주항공청 출범과 누리호·한국형 위성항법시스템(KPS) 등 대형 사업의 동시 추진으로 비용 초과·일정 지연 위험에 함께 놓여 있어, 우주분야 공공감사의 관점과 방법을 정립할 필요성이 크다. 본 연구는 이를 바탕으로 한국형 KPI와 평가 가이드라인의 마련, 과학기술 전문가와의 협력체계 구축, 민수와 국방을 아우르는 감사 관점의 정립을 정책 방향으로 제시한다.

1. 서론

인공위성을 이용한 항법·통신·방송은 이미 일상에 깊이 자리 잡았고, 우주정책은 경제와 사회를 떠받치는 중요한 기반이 되었다. 안보 측면에서도 그 비중이 갈수록 커지고 있다. 그런데 우주사업은 기획에서 완성과 운용에 이르기까지 오랜 시간이 걸리고, 개발과 조달에 드는 비용도 매우 크다. 게다가 이러한 조달에는 시장 경쟁이 충분히 작동하지 않는다. 따라서 사업의 경제성과 효율성을 따지고 기술개발 비용을 정확히 파악하려면 전문지식과 노하우가 반드시 필요하다. 우주정책은 고도의 기술과 정밀한 운용을 요구하기 때문에 일정 지연과 비용 초과가 자주 발생하는데, 이는 우주 선진국에서도 마찬가지다.

이 때문에 주요국은 두 가지 관점에서 우주프로그램을 회계감사한다. 하나는 각 프로그램이 제대로 작동하는지 점검하는 것이고, 다른 하나는 앞으로 투입될 막대한 비용을 관리하는 것이다. 이를 위해 핵심성과지표(KPI)로 사업을 모니터링하고, 조직 안에 과학기술을 평가·분석하는 전담팀을 두며, 외부 전문가와 네트워크를 구축하기도 한다.

한국은 2024년 5월 27일 우주항공청을 출범시켜 우주개발 거버넌스를 크게 바꾸었다. 이때 한국항공우주연구원과 한국천문연구원도 우주항공청 산하로 편입되었다. 또한 누리호를 거듭 발사하며 민간으로 기술을 이전하고 있고, 다누리 임무를 연장했으며, 한국형 위성항법시스템(KPS)도 구축하는 등 대형 사업이 동시에 진행되고 있다. 사업의 규모와 복잡성이 빠르게 커지는 이 전환기에 우주분야 공공감사의 관점과 방법을 정립하는 일은 시의성이 높다. 본 연구는 미국·EU·독일·프랑스·일본의 우주정책과 감사 현황, 그리고 실제 감사 사례를 정리·분석하여 한국의 우주분야 회계감사에 도움이 될 정보를 제공하고자 한다. 구체적으로는 다음 세 가지를 살펴본다.

첫째, 주요국 감사기구는 우주정책 감사계획을 어떻게 세우는가. 둘째, 우주정책 감사의 관점과 방법은 무엇인가, 셋째, 피감기관에 어떤 권고를 하고, 그 이행을 어떻게 사후관리하는가.

본 연구의 대상은 미국, 유럽연합, 독일, 프랑스, 일본이다. 각국의 우주정책 개요와 각국 감사기구가 우주정책을 어떤 관점과 방법으로 감사하는지를 함께 본다. 연구방법으로는 각국 정부·기관의 공표자료와 선행연구를 검토하는 문헌조사와, 각국 감사기구가 펴낸 실제 감사보고서를 분석하는 사례연구를 함께 사용했다.

II. 주요국의 우주정책

감사의 관점과 방법은 감사 대상 사업의 성격에 따라 정해진다. 그래서 이 장에서는 각국 우주정책의 추진체계와 예산, 주요 프로그램을 최근 현황까지 살펴본다. 2024년 이후 주요국 우주정책은 거버넌스·예산·전략 면에서 빠르게 바뀌었다. 그 결과 회계감사의 핵심 쟁점인 비용초과·일정지연 위험과, 민간이전·안보화에 따른 새로운 감사 대상이 한층 뚜렷해졌다.

1. 미국

미국 연방정부의 우주정책은 대통령부의 국가안전보장회의(NSC)와 과학기술정책국(OSTP)이 입안하고, 항공우주국(NASA)이 중심이 되어 집행한다. 이러한 기본 구조는 유지되고 있으나, 2025년 1월 출범한 트럼프 행정부에서 정책 방향은 크게 변화하였다. 행정부는 화성 유인탐사를 전면내 내세우는 한편 NASA 예산을 약 24% 삭감하는 안을 제출하였다. 또한 비용이 지속적으로 증가한 우주발사체(SLS)와 오리온(Orion) 우주선을 아르테미스 3차 임무 이후 퇴역시키고, 달 궤도 정거장 게이트웨이(Gateway)를 종료하며, 과학·교육 예산을 대폭 축소하고 일부 기후관측위성 예산은 폐지하고자 하였다. 이는 SLS와 오리온을 과도한 고비용 사업으로 판단하고 차세대 상업수송서비스로 전환하려는 의도로, 본 연구가 다루는 비용 초과 문제와 직접적으로 맞닿아 있다.

다만 행정부의 삭감안과 의회의 입장은 크게 대립하였다. 2025년 7월 제정된 「One Big Beautiful Bill Act」는 아르테미스 3차 이후의 추가 달착륙 임무에 약 100억 달러를 배정하고, 국제우주정거장(ISS)이 2030년대 초 퇴역

할 때까지의 운영 재원을 확보하였다. 같은 시기 아르테미스 II 유인 달 선회비행이 성공함으로써, 약 50여 년 만에 인류를 달 인근으로 보내는 임무를 완수하고 무사히 귀환하였다. 신임 NASA 청장으로는 재러드 아이작먼(Jared Isaacman)이 인준되었다.

요컨대 미국의 우주정책은 민간 상업수송으로의 신속한 전환, 화성으로의 무게중심 이동, 그리고 대형 기존 사업의 비용 정당성을 둘러싼 행정부와 의회의 긴장으로 요약된다. 이러한 흐름은 GAO가 NASA 조달관리를 고위험목록으로 관리해 온 배경을 더욱 분명하게 드러낸다.

2. EU(유럽연합)

유럽의 우주정책은 EU와 유럽우주기구(ESA)가 함께 이끌어 왔으나, 최근에는 EU가 직접 관련 제도를 정비하는 움직임이 크게 진전되었다. 폰테데라이엔 2기 집행위원회는 국방과 우주를 한 사람이 함께 맡는 집행위원직을 처음으로 만들었고, 안드리우스 쿠빌리우스(Andrius Kubilius)가 이 자리를 맡고 있다. 이는 우주를 안보의 관점에서 다루려는 흐름을 조직 구조로 뒷받침한 것이다.

쿠빌리우스 집행위원은 2025년 6월 EU 우주법안(EU Space Act) 초안을 발표하였다. 이 법안은 세 축으로 이루어진다. 곧 우주물체를 추적하고 잔해를 줄이는 안전(Safety), 사이버 보안을 강화하는 복원력(Resilience), 그리고 지속가능성(Sustainability)이다. EU는 2030년부터 이 규정을 회원국에 곧바로 적용하는 것을 목표로 한다. 다만 초안이 EU 밖의 기업에까지 규제를 적용하는 문제(역외 적용)를 두고 규제가 지나치다는 비판을 받으면서, 2026년에도 수정 논의가 계속되고 있다.

주요 프로그램으로는 갈릴레오(Galileo)와 코페르니쿠스(Copernicus)가 핵심 인프라로 유지된다. 여기에 데이터와 통신자산을 지키기 위한 안전연결 위성군 IRIS²가 SpaceRISE 산업컨소시엄에 의해 구축되고 있다. 또한 군과 민간이 함께 쓰는, 거의 실시간 감시가 가능한 지구관측 정부서비스(EOGS)가 2028년 개시를 목표로 추진 중이다. 현재 EU의 우주 예산은 약 170억 유로 수준이며, 2028~2034년 예산은 유럽이사회·의회와 협상하고 있다.

3. 유럽우주청(ESA)

ESA는 2025년 창설 50주년을 맞아 「ESA 2040 전략」을 내놓고, 사상 최대 규모의 예산을 확정했다. 2025년 11월 독일 브레멘에서 열린 각료이사회(CM25)에서 회원국들은 앞으로 3년간 약 221억 유로를 쓰기로 합의했다. 직전 3년의 약 169억 유로보다 약 30% 늘어난 액수다. 기여 구조에도 변화가 있었다. 독일이 약 50.7억 유로로 최대 기여국이 되었고, 프랑스가 약 36억 유로, 이탈리아가 약 34.6억 유로로 뒤를 이었으며, 스페인이 약 18.5억 유로로 4위로 올라섰다. 예산은 우주수송에 약 44.4억 유로, 과학에 약 37.9억 유로, 지구관측에 약 34.6억 유로, 유인·로봇 탐사에 약 29.8억 유로가 배정되었다.

감사와 경쟁의 관점에서 두 가지가 눈에 띈다. 먼저 CM25는 미래 발사서비스를 고르는 유럽발사체챌린지의 결정 시점이 되어, 5개 최종후보 기업에 각각 최대 1억 6,900만 유로를 지원할 수 있게 했다. 또한 비공격적 방위 목

적의 우주응용을 활용하도록 위임한 점은 ESA로서는 역사적 변화다. 발사체를 보면, 아리안 6(Ariane 6)가 2024년 7월 첫 발사에서 상단부 이상으로 부분적 차질을 겪었으나 2025년 3월 첫 상업비행에서 정찰위성 CSO-3를 성공적으로 올렸다. 킬로그램당 비용은 약 40% 줄었지만, 연간 발사 횟수 목표는 2026년 현재까지 이루지 못했다. 한편 ECA의 감사 권한은 EU 수입·지출에만 미쳐 ESA는 대상에서 빠지는데, 이 점은 여전히 유럽 전체 우주정책 감사의 구조적 공백으로 남아 있다.

4. 독일

독일에서 우주정책의 위상은 정권 교체와 더불어 크게 제고되었다. 2024년 11월 신호등 연정이 붕괴한 뒤 출범한 기민·기사연합(CDU/CSU)과 사민당(SPD)의 새 정부는 연정합의에서 우주를 미래 핵심기술로 규정하였다. 부처 명칭에도 우주가 포함되어 연구·기술·우주부 체제가 출범하였으며, 집행기관은 종전과 같이 독일항공우주센터(DLR)이다. 독일은 CM25를 브레멘에서 주최하였고 최대 ESA 기여국으로 부상하였다. 이는 그간 프랑스 중심이던 유럽 우주 거버넌스의 무게중심이 부분적으로 이동하고 있음을 시사한다.

5. 프랑스

프랑스의 우주정책은 고등교육·연구·혁신부의 전략 아래 국립우주연구센터(CNES)가 집행한다. 정부와 CNES가 5년마다 체결하는 「합의목표와 행동(COP)」이 사실상의 전략 기능을 수행한다. 프랑스는 아리안 로켓 개발을 주도해 온 전통을 이어, 기아나 쿠루 우주센터를 기반으로 아리안6 운용에서 핵심적 역할을 담당한다. CM25에서 프랑스는 약 36억 유로를 기여하여 독일에 이어 2위를 차지하였고, IRIS² 관련 기술투자 자원 마련을 주도하였다. 프랑스 회계감사원(CDC)이 COP의 성과지표를 KPI로 점검하고 CNES의 역할과 지식재산권 전략까지 감사해 온 점은, 본 연구가 한국에 제시하는 시사점의 직접적 본보기가 된다.

6. 일본

일본의 우주정책은 2008년 제정된 「우주기본법」을 전환점으로 삼는다. 동 법으로 우주개발·이용의 이념에 안보를 포함한 국민생활 향상과 우주산업 강화가 명시되었고, 민간 우주활동에 관한 법 정비도 진전되었다. 법에 따라 내각에 우주개발전략본부가 설치되어 우주기본계획을 수립한다. 2023년 6월 각의에서 결정된 현행 우주기본계획은 네 가지 목표를 제시한다. 곧 ① 우주안보의 확보, ② 국토 강인화와 지구 규모 과제 대응 및 혁신 실현, ③ 우주과학·탐사를 통한 새로운 지식과 산업 창출, ④ 우주를 떠받치는 종합 기반 강화이다. 우주정책을 담당하는 부처가 다수여서 내각관방·내각부·총무성·문부과학성·경제산업성·국토교통성·방위성 등이 사업을 분담하며, 내각부의 우주개발전략본부가 이를 조정한다.

예산 측면에서 2023년도 우주 관련 당초예산은 약 4,268억 엔이다. 이 가운데 문부과학성이 35.8%, 방위성이 29.9%, 내각관방이 14.6%를 차지하여, 세 기관이 전체의 약 8할을 점한다. 우주정책의 집행기관은 우주항공연구개발기구(JAXA)이다. JAXA는 2003년 우주과학연구소(ISAS)·항공우주기술연구소(NAL)·우주개발사업단(NAS-DA)의 통합으로 설립되었고, 2015년 4월 국립연구개발법인으로 전환되었으며, 직원은 약 1,600명(2023년 기준)이다. 주요 사업으로는 내각부의 준천정위성시스템(QZSS), 문부과학성의 H3·엡실론 S 로켓과 아르테미스 참여, 국토교통성의 차세대 정지기상위성, 방위성의 X 밴드 방위통신·우주작전지휘통제 정비 등이 있다.

최근 동향은 다음과 같다. 기간 로켓 H3는 2023년 3월 첫 발사에 실패하였으나, 2024년 2월 두 번째 발사에 성공하여 더미위성과 소형위성을 궤도에 진입시켰다. H3는 1990년대부터 운용된 H-IIA를 대체하며, 2030년대 초 연간 약 10회 발사를 목표로 한다. 미쓰비시중공업(MHI)과 공동 개발하였고, 발사비용을 이전 세대의 약 절반으로 절감하는 것을 목표로 한다. 또한 일본은 2024년 약 1조 엔 규모의 10년 단위 「우주전략기금」을 신설하였다. 동 기금은 JAXA를 자금배분기관으로 삼아 민간기업과 대학의 첨단 우주기술 개발·실증·상업화를 지원하며, 2030년대 전반 연간 약 30회의 기간·민간 로켓 발사를 KPI로 제시하였다. 국제협력 측면에서도 일본은 ISS에 참여하고, 화성위성탐사(MMX)에서 프랑스·독일과, 수성탐사(BepiColombo)에서 ESA와 협력하는 등 다수의 국제 공동 프로젝트를 수행하고 있다.

III. 주요국의 우주분야 회계감사 제도와 사례

1. 미국 회계감사원(GAO)

미국에서 우주정책 감사는 회계감사원(GAO)이 담당한다. 주로 「계약·국가안전보장조달(CNSA)」팀이 맡으나, 주제에 따라 「방위능력·관리(DCM)」, 「물리적 인프라(PI)」, 「IT·사이버보안(ITC)」팀이 담당하기도 한다. NASA 주요 프로젝트 평가, 달 프로그램(아르테미스), 제임스 웹 우주망원경, 국방부(DOD)의 우주조달, 연방항공청(FAA)의 상업 우주수송 등은 정기적 감사 대상이다.

NASA의 주요 프로젝트는 대부분 비용 증가와 일정 지연의 이력을 갖고 있다. 이에 GAO는 NASA 조달관리를 고 위험목록(High-Risk List)에 지정하고, 다섯 가지 KPI로 2년마다 점검·평가한다. 그 다섯 가지는 ① 리더십의 관여, ② 위험 저감 역량, ③ 행동계획의 수립·실행, ④ 기관 리더의 모니터링, ⑤ 시정조치 진척의 입증이다.

<표 1> GAO 비용추정 가이드의 12단계와 기술준비평가의 5단계

비용추정 가이드의 12단계	기술준비평가(TRA)의 5단계
1. 비용추정 정의 2. 추계계획 수립 3. 대상 프로그램 정의(기술적 베이스라인) 4. 작업분해구조(WBS) 결정 5. 근본 규칙·가정 특정 6. 데이터 취득 7. 점추정 수행 8. 민감도 분석 9. 위험·불확실성 분석 10. 추정의 문서화 11. 경영진에 추정결과 제시 12. 추계의 갱신	1. 계획 준비와 평가팀 선정 2. 중요기술의 선정 3. 중요기술의 평가 4. 기술준비평가 보고서 작성 5. 평가보고서 결과의 활용

각 단계마다 「프로그램이 절차를 얼마나 잘 따랐는가」를 평가하는 점검질문(Key Questions)을 제시해, 감사관이 확인할 사항을 질문 형식으로 정리한다.

자료: GAO 가이드라인(GAO-20-195G, GAO-24-105506, GAO-20-48G)을 토대로 재구성

GAO 감사의 가장 큰 특징은 자체적으로 개발한 평가 가이드라인을 활용한다는 점이다. 비용추정 평가 가이드, 애자일 평가 가이드, 기술준비 평가 가이드가 대표적이다. 예컨대 NASA 주요 프로젝트를 평가할 때 중요기술의 기술 성숙도(TRL)를 가이드의 기준과 대조하여 그 충족 정도를 판단한다. 이들 가이드는 우주 감사에 국한되지 않고 여타 프로그램 감사에도 두루 활용되는 도구이다. 이러한 감사를 뒷받침하기 위해 GAO는 응용연구·방법(ARM)팀에 더하여 2019년 1월 과학·기술평가·분석(STAA)팀을 신설하였다.

GAO 감사보고 사례
[사례 1] NASA 주요 프로젝트 평가 GAO는 NASA의 주요 프로젝트 포트폴리오를 매년 평가한다. 2022년 6월 보고서에서 GAO는 누적 개발비 초과가 6년 연속 악화되고 평균 일정 지연도 2년 연속 늘었다고 지적했다. 당시 누적 개발비 초과 약 120억 달러의 거의 전부가, 전체 21개 프로젝트 가운데 9개의 「카테고리1」(생애주기비용 20억 달러 이상의 고비용·복합 프로젝트)에서 발생했다. GAO는 비용·일정 성과를 꾸준히 개선하려면 카테고리 1 프로젝트의 초과·지연을 줄여야 한다고 권고했다.
[사례 2] 제임스 웹 우주망원경(JWST) JWST는 빅뱅 직후의 빛부터 행성계 형성까지 우주의 역사를 관측하는 망원경으로, NASA·ESA·캐나다 우주청의 국제협력으로 개발되었다. 그러나 비용과 일정이 거둬 붙어났다. 2001년에는 총액 약 10억 달러로 추정되었으나, 2009 회계연도에 생애주기비용이 약 49억 6,400만 달러로 늘었고, 이후 수정 계획에서 약 88억 3,500만 달러까지 증가했다. 의회는 추가 상한예산을 80억 달러로 정했다. GAO는 기술적 난제가 일정을 늦추고 비용을 키운 과정을 추적하고, 비용·일정 신뢰도 분석을 더 정교하게 하도록 권고했다. NASA는 2021년 12월 발사에 성공했다.
[사례 3] NASA 달 프로그램(아르테미스) GAO는 아르테미스 계획의 복잡성이 커지면서 임무 지침과 장기 인력계획이 더 필요하다고 보았다. 특히 과거 두 정권에서 달 복귀의 장기 계획이 없었던 점을 NASA 전략적 인력계획의 약점으로 지적하고, 불확실한 미래에 대비해 장기 인력계획 시나리오를 세우는 절차를 반복하라고 권고했다.
[사례 4] 민간 우주비행사 프로그램·우주 지휘통제 민간 우주비행사 프로그램 감사에서 GAO는 NASA와 연방항공청(FAA)에 각각 한 건씩 허가절차 개선을 권고했고, 두 기관 모두 동의했다. 또한 우주 지휘통제 사업에서는 추적 작업과 보고를 개선해 지연이 이어지는 가운데서도 진척 상황을 점검하도록 했다. 이처럼 GAO는 같은 영역을 여러 해에 걸쳐 반복적으로 감사하며 권고의 이행을 사후관리한다.

2. 미국 NASA 감찰총감실(NASA-OIG)

NASA 안에서는 감찰총감실(NASA-OIG)이 「감찰총감법」에 따라 NASA의 프로그램과 운영을 객관적으로 감찰하고, 그 결과를 NASA 장관·의회·일반시민에게 독립적으로 보고한다. GAO와 비교하면 NASA-OIG는 내부관리와 업무 절차를 개선하도록 유도해 프로그램의 효율성·유효성을 높이려는 색채가 짙다. 인사관리 요건을 충족시켜 유효성을 끌어올리려는 관점도 있다. 이를 돕기 위해 고도데이터분석프로그램(ADAP)을 운영하며, 여기서 통계 전문가의 지원을 받는다. 실제 감찰에서는 프로그램 계획·비용추정·위험평가 문서를 검토하고, NASA 계약담당자와 계약상대 민간기업 담당자를 인터뷰하는 방법을 자주 쓴다.

NASA-OIG 내부감찰 사례
[사례 1] 발사시스템 부스터·엔진 계약 관리 우주발사체(SLS)의 당초 계획은 2018년 11월까지 발사하는 것이었으나 거듭 미뤄졌다. NASA-OIG는 SLS의 부스터·엔진 계약 관리를 감찰해, 계약상대 업체가 NASA의 비용·일정 목표를 맞추지 못하는 문제가 과거 감찰에서도 반복 지적되었음을 확인했다. 또한 조달 담당 인력의 규모와 경험이 부족하다는 점이 현장에서 제기되었다. 이런 문제가 누적되어 아르테미스 1회 발사 비용이 최소 약 42억 달러까지 늘어나는 것으로 분석되었다. OIG는 계약·인력 관리 개선을 위한 다수의 권고를 제시했고, NASA 경영층은 권고 대부분에 동의했다.
[사례 2] 우주비행사 관리 NASA-OIG는 우주비행사 관리도 감찰했다. 고도의 전문성을 갖춘 인력을 확보하는 데 NASA가 민간부문과 경쟁하고 있으며, 지식 이전이 제대로 되지 않으면 기술적 전문성이 훼손될 위험이 있다고 지적했다. OIG는 직원 사기를 높이고 인력 확보·유지를 개선하는 방안을 권고했다. 이는 사업의 유효성을 인사관리 측면에서 점검한 사례다.

3. 유럽 회계감사원(ECA)

유럽에서는 유럽회계감사원(ECA)이 EU의 수입·지출을 감사한다. ECA는 EU의 감사기관이므로 EU 수입·지출 사항만 감사할 수 있다. 그래서 EU 기관인 EU 우주계획청(EUSPA)은 대상이 되지만, 유럽 여러 나라가 함께 세운 ESA는 대상이 아니다. 감사 건수가 많지는 않다. 다만 갈릴레오·코페르니쿠스에서 파생된 서비스의 보급을 돕기 위해 유럽위원회가 취한 조치를 감사하거나, 우주개발에서 유럽위원회의 관리를 강화하려는 관점에서 감사한다. ECA는 합구성보다 사업 목적이 달성되었는지, 비용 대비 효과가 좋은지 같은 유효성·효율성·경제성에 초점을 둔다. 감사기법으로는 데이터 분석과 당사자 인터뷰 외에, 여러 분야 전문가를 공모로 뽑아 패널토론을 연 사례도 있다.

ECA 감사보고 사례
[사례 1] 갈릴레오·코페르니쿠스 ECA는 EU의 양대 우주프로그램인 갈릴레오(위성항법)와 코페르니쿠스(지구관측)를 감사했다(특별보고서 07/2021). ECA는 두 시스템의 서비스가 시작되어 유럽 사회에 편익이 나타나고 있음을 인정하면서도, 그 보급(uptake)에는 더 큰 노력이 필요하다고 지적했다. 그래서 서비스 보급을 촉진할 포괄적이고 미래지향적인 전략을 세우고, 편익을 추계할 틀을 만들어 성과측정을 개선하라고 권고했다. 우주데이터가 정책에 충분히 활용되는지를 본 점이 특징이다.
[사례 2] 갈릴레오 개발·검증 단계 관리 ECA는 갈릴레오의 개발·검증 단계 관리도 감사했다. 이 과정에서 EU와 ESA의 협력 관계를 규정한 2003년 기본협정(Framework Agreement)이 그동안의 변화를 반영하지 못한다고 보고, 기본협정의 재검토가 필요하다고 권고했다. 이는 ECA가 사업 자체뿐 아니라 거버넌스·협력 틀의 적정성까지 들여다본 사례다.

4. 독일 연방회계감사원(BRH)

독일에서 연방정부의 우주정책 감사는 독일 연방회계감사원(BRH)이 맡는다. 다만 BRH의 감사는 정부 자금이 어떻게 흘러가는지를 점검하는 정도에 그친다. 감사기법도 관계기관 청취와 문서 검토 수준에 머무른다. 우주정책을 유효성 관점에서 감사하는 일은 하지 않는 것으로 보인다(또는 하더라도 피감기관이 결과에 동의해 보고서에 실리지 않는다). 우주에 특화된 특별보고서는 드물고, DLR을 감독하는 부처의 연차보고서 안에서 언급되는 정도다. 다만 국가 우주혁신계획에 대한 우주산업의 자금 거출률이 낮다고 지적하며 목표를 세우라고 권고한 사례는 있다.

5. 프랑스 회계감사원(CDC)

프랑스에서는 회계감사원(CDC)이 정부의 우주정책을 감사한다. 감사의 관점은 세 가지다. ① CNES가 제 역할을 하려면 무엇이 필요한가, ② 프랑스 우주정책의 과제와 유럽 파트너와의 관계는 어떠한가, ③ 유럽 우주정책에 프랑스가 얼마나 기여하는가다. 또한 정부와 CNES가 5년마다 맺는 「합의목표와 행동(COP)」의 업적지표를 KPI로 점검한다. 이 지표에는 비용·납기·특허출원 수·시장점유율·방위분야 자금조달률 등이 들어간다. 나아가 CNES가 주도한 기술혁신의 대가로 산업계에서 사용료를 받는지, 지식재산권을 활용할 전략이 있는지도 감사한다. 궤도계 연구개발을 맡은 툴루즈 우주센터(CST)에 대해서는 대규모 개수계획을 따로 감사해, 자금계획과 실제 투자액의 차이나 입찰의 경쟁성 확보 여부 등을 점검했다.

CDC 감사보고 사례
[사례 1] 툴루즈 우주센터(CST)와 CNES 궤도 프로그램 관리 CDC는 CNES의 궤도계 연구개발을 맡은 툴루즈 우주센터(CST)의 대규모 시설 개수계획을 감사했다. 여기서 자금 계획과 실제 투자액 사이의 차이를 점검하고, 고도의 기술 요건이 붙는 입찰에서 경쟁성이 충분히 확보되었는지를 살폈다. 시설 투자와 조달의 적정성을 구체적으로 따진 사례다.
[사례 2] 프랑스 국립우주연구센터(CNES) CDC는 CNES 자체를 여러 각도에서 감사했다. 정부와 맺은 「합의목표와 행동(COP)」의 업적지표 달성, 재무상황, 19 명으로 구성된 이사회 중심의 의사결정 구조, 인력구성과 고용형태를 점검했다. 또한 CNES가 기술혁신의 대가로 산업계에서 사용료·라이선스료를 제대로 받는지, 지식재산권을 활용할 전략이 있는지를 따지고, 앞날을 내다본 전략적 인력계획을 도입하라고 권고했다.
[사례 3] 우주로켓 정책 CDC는 프랑스의 우주로켓 정책을 「앞으로의 큰 과제」로 다루었다. 민간(특히 미국 기업)과의 경쟁이 거세지는 가운데 유럽의 자율적 우주접근을 지키려면 어떤 대응이 필요한지를 점검하고, ESA에 내는 프랑스 분담금을 여러 해 기준으로 검토하라고 권고했다. 우주에 대한 주권적 접근을 넓히려면 유럽 전체의 자금 거출 확대가 필요하다는 점도 강조했다.

6. 일본 회계감사원

일본에서 국가 회계를 감사하는 곳은 헌법상 독립기관인 회계감사원(会計検査院)이다. 감사의 관점은 합규성·경제성·유효성에 바탕을 두며, 감사보고에 실는 사항은 「의견표시(意見表示)」와 「조치완료사항(処置済事項)」

으로 나타난다. 그런데 우주정책에 관한 감사보고 사례는 매우 적다. 작업 절차가 제대로 마련되어 있는지를 꼼꼼히 확인해 앞으로 인공위성 운용에 지장을 주지 않도록 지적하는 등, 사업의 유효성을 높이려는 감사는 일부 한다. 그러나 프로젝트나 사업 전체의 경제성·효율성을 정면으로 검증한 감사는 찾아보기 어렵다.

7. 비교분석

주요국 감사기구의 차이는 단순히 일하는 방식이 달라서가 아니라, 구조적인 이유에서 비롯된다. 이 절에서는 세 가지를 차례로 본다. ① 각 기구가 무엇을 따지는가(감사 지향성), ② 그 차이가 왜 생기는가(네 가지 조건), ③ 한국은 지금 어디에 있고 어디로 가야 하는가다. 먼저 표면적인 특징을 정리하면 [표 2]와 같다.

미국·EU·프랑스는 가이드라인·KPI·전문가 네트워크를 활용한 깊은 감사를 발전시킨 반면, 독일·일본은 자금 흐름 점검이나 기본적인 합규성 감사에 머물러 사업 전체가 제값을 했는지까지는 잘 따지지 않는다는 점이 대비된다.

<표 2> 주요국 감사기구의 우주분야 감사 특징 비교

기관	감사 전반의 특징	감사의 관점	감사기법
미국 GAO	같은 주제를 지속·반복 감사. NASA 비용초과·일정지연을 고위험목록 지정.	주요 프로젝트의 비용·일정 실적, 기술개발·성숙도, 사업현황 중시. 기업기술의 안보 요건 부합도 점검.	독자 가이드라인(기술성숙도·비용추정·애자일) 활용, KPI 지속 모니터링, 내부 전문가팀(STAA·ARM).
미국 NASA-OIG	내부관리·업무 절차 개선 유도. 주요 프로젝트 감찰 다수.	프로그램·계약상 낭비·부적절 관리를 찾아 경제성·효율성·유효성 향상. 인사관리 요건 관점 포함.	고도데이터분석(ADAP) 지원, 문서검토 및 NASA·계약상대 양쪽 인터뷰.
EU ECA	EU 수입·지출 사항만 대상(ESA 제외). 2016년 이후 감사 증가.	갈릴레오·코페르니쿠스 파생 서비스 보급 촉진, 위성데이터의 정책 활용, 회원국 협조.	데이터 분석, 당사자 인터뷰, 외부 전문가 공모, 여러 분야 패넬토론.
독일 BRH	우주 특화 특별보고서 드뭄. 감독부처 연차보고서 내 언급 수준.	자금 흐름 점검 중심. 산업계 자금 거출률이 낮다는 점 문제 제기.	문헌조사, 관계기관(DLR·감독부처) 청취·문서검토 중심.
프랑스 CDC	CNES 지속 감사. 유럽 파트너와의 관계·기여도 감사.	CNES 가 역할을 하는 데 필요한 조치, 지적권 보호전략 유무, 유럽 우주정책 기여.	정부-CNES 「COP」 KPI 점검, 투자계획·선정기준·문서 참조.
일본 회계 감사원	감사사례 매우 적음. 「의견표시」「조치완료사항」 기재 위주. 미·EU 기법 학습 위해 위탁연구 수행.	합규성·경제성 감사에 더해 사업 유효성 제고 관점 일부. 사업 전체 경제성·효율성 검증은 약함.	계약내용을 꼼꼼히 살피는 감사 중심.

자료: 일본 회계감사원 위탁보고서(2024)를 토대로 재구성. ECA의 ESA 비대상 등 감사 권한 범위에 유의.

감사가 무엇을 따지는지는 크게 두 가지로 나뉜다. 하나는 「돈을 규정대로 썼는가」를 보는 것이고(합규성), 다른 하나는 「그 돈이 제값을 했는가」를 보는 것이다(유효성). 그 사이에 「더 싸게 할 수 있었나(경제성)」, 「더 효율적으로 할 수 있었나(효율성)」가 놓인다. 합규성에서 유효성으로 갈수록 더 깊고 어려운 감사다. 주요국 감사기구는 이 단계의 서로 다른 지점에 서 있다. 한눈에 보면 [표 3]과 같다.

<표 3> 감사 지향성의 단계와 각국 감사기구의 위치

독일 BRH 일본 회계감사원	프랑스 CDC 미국 NASA-OIG	미국 GAO 유럽 ECA
알고 기본적인 감사	→ 갈수록 깊고 어려움→	가장 깊은 감사

감사 지향성이 가장 심화된 기구는 미국 GAO와 유럽 ECA이다. GAO는 비용·일정·기술성속도와 같은 정량 지표를 통해 사업의 비용 대비 성과를 검증하며, ECA는 합규성보다 사업 목적의 달성 여부와 비용 대비 효과를 중시한다. 중간 단계에는 프랑스 CDC와 미국 NASA-OIG가 위치한다. CDC는 성과지표(COP)와 지재권 전략까지 검토하나 주로 단일 집행기관(CNES)을 심층적으로 감사하며, NASA-OIG는 업무 절차의 개선을 통한 효율 제고에 중점을 둔다.

연속선의 반대편에는 독일 BRH와 일본 회계감사원이 위치하며, 이들은 주로 자금의 합규적 집행 여부를 확인하는 데 중점을 두어 사업 전체의 비용 대비 성과를 심층적으로 검증하는 경우는 드물다.

이러한 차이는 대체로 우주예산의 규모가 크고 의회·국민의 관심이 높은 국가일수록 심층 감사가 발달하였다는 점에 기인한다. 미국·EU가 이에 해당한다. 반면 예산 규모가 작고 관심이 분산된 독일·일본에서는 감사가 산발적이고 기본적 수준에 머무른다.

IV. 정책적 시사점

주요국의 사례는 우주분야 회계감사가 다섯 가지 공통 접근으로 수렴함을 보여준다. 곧 ㉠ 평가 가이드라인에 근거한 감사, ㉡ KPI를 통한 모니터링, ㉢ 내부관리·업무 절차 개선을 통한 효율성·유효성 제고, ㉣ 내부 양성과 외부 네트워크를 통한 과학기술 지식의 확보, ㉤ 대형 프로젝트에 대한 정기적·반복적 감사이다. 주목할 점은 이 다섯 가지가 일본 회계감사원이 자국 감사의 발전 방향으로 스스로 도출한 결론과 일치한다는 사실이다. 한국은 일본과 후발 우주개발국이라는 위치와 헌법상 독립한 최고감사기구라는 제도적 조건을 공유하므로, 일본의 자기진단은 한국에 이중으로 검증된 준거로 기능한다.

다만 이러한 접근을 한국에 이식할 때에는 한국 고유의 세 가지 구조적 조건을 함께 고려해야 한다. 첫째, 정책·진흥·연구개발 기능이 우주항공청이라는 단일 기관에 통합됨으로써, 성과를 설정·집행하는 주체와 그 성과를 점검받는 대상이 상당 부분 중첩된다. 둘째, 발사서비스가 민간 주도로 전환되면서 계약·조달이 새로운 감사 대상으로 부

상하고 있다. 셋째, KPS와 같은 갈릴레오형 대형 인프라가 동시다발적으로 추진되어 비용·일정 위험과 편익 실현의 불확실성이 누적되고 있다. 이하의 일곱 가지 시사점은 주요국의 준거를 이러한 한국적 조건에 비추어 재해석한 것이다.

1. 우주정책 핵심기관의 운영·관리를 점검하는 감사

프랑스 CDC는 CNES를 COP 성과·재무상황·거버넌스·인력구성·정보시스템 투자·지식재산권 전략 등 다각도로 감사하며 전략적 인력계획의 도입을 권고하였고, 미국 GAO 또한 아르테미스 계획의 장기 인력계획 시나리오 수립을 권고하였다. 두 사례는 공통적으로 집행기관의 운영·관리 그 자체를 감사 대상으로 삼는다는 특징을 지닌다. 한국에서 이에 상응하는 기관은 우주항공청과 그 산하 KARI로, 일본의 JAXA에 견줄 수 있다.

여기서 한국의 첫 번째 구조적 조건이 분석적 함의를 갖는다. 우주항공청이 정책·진흥·R&D 기능을 단일 기관에 통합한 결과, 성과목표를 설정하는 주체와 그 달성을 점검받는 대상이 중첩되어 자체 점검만으로는 객관성을 담보하기 어렵다. 이러한 이해상충의 소지는 독립적 외부 감사를 통해 보완될 필요가 있으며, 그 감사는 단순한 예산집행 점검을 넘어 거버넌스 구조·인력 운용·정보시스템 투자·지재권 전략을 포괄하는 CDC형 기관감사로 설계되는 것이 바람직하다. 요컨대 통합 거버넌스의 효율성은 그에 상응하는 외부 감사의 심도가 뒷받침될 때 비로소 확보된다.

2. 핵심성과지표(KPI)를 통한 지속적 모니터링

GAO는 NASA 조달관리를 고위험목록에 지정하고 다섯 가지 KPI로 2년마다 점검하며, CDC는 정부-CNES COP의 업적지표를 KPI로 활용한다. 일본 또한 우주전략기금에서 2030년대 전반 연간 약 30회 발사를 KPI로 제시하는 등 성과지표 활용을 확대하고 있다. 주요국과 한국의 현황을 대조하면 [표 4]와 같다.

아래 표에서 드러나듯 주요국은 사업 단위의 표준화된 KPI와 평가 가이드라인을 갖추고 이를 주기적으로 점검하는 반면, 한국은 아직 우주분야에 특화된 감사 KPI나 가이드라인을 정립하지 못한 단계에 있다. 한국 적용의 제약은 세 가지로 정리된다. 첫째, 사업이 초기 단계에 있어 비용·일정의 누적 실적 데이터가 충분하지 않다. 둘째, 정책·진흥·R&D가 우주항공청에 통합되어 KPI를 설정·점검하는 주체와 그 대상이 중첩될 우려가 있다. 셋째, KPS·달 탐사와 같이 기술 불확실성이 큰 사업은 표준 KPI를 그대로 적용하기 어렵다. 이러한 제약을 고려할 때, 단기적으로는 정부-KASA 또는 KASA-KARI 간 사업목표·성과지표를 감사 기준으로 전용하고, 중기적으로는 감사원이 독자적 KPI를 설계하여 누리호 후속사업·KPS·달 탐사의 비용·일정·성과 달성도를 주기적으로 추적하는 단계적 접근이 적절하다. KPI는 단순한 점검 도구에 그치지 않고 감사의 착안점과 기법을 확장하는 장치로 기능한다는 점에서 그 의미가 크다.

<표 4> 주요국의 KPI 감사 가이드라인 활용 비교

국가·기관	핵심 KPI·성과지표	감사 가이드라인	점검 주기
미국 GAO	고위험목록 5대 지표(리더십 관여, 위험저감 역량, 행동계획 수립·실행, 리더 모니터링, 시정조치 입증)	비용추정(12단계)·기술준비 평가(5단계)·애자일 평가 가이드	2년 주기
프랑스 CDC	정부-CNES COP 업적지표(비용·납기·특허출원 수·시장점유율·방위 자금조달률)	COP 기반 점검	COP 5년 주기
EU ECA	서비스 보급률, 편익 추계 틀, 성과측정 시스템	(사안별)	비정기
일본	우주전략기금 발사 목표(2030년대 전만 연 30회) 등	미·EU 기법 학습을 위한 위탁 연구 단계	비정기

3. 비용추정·기술성숙도·애자일 등 가이드라인의 활용

GAO 감사의 핵심 특징은 비용추정·애자일·기술준비 평가에 관한 자체 가이드라인을 활용한다는 점이다. 이들 가이드라인은 우주 전용 도구가 아니라 다양한 프로그램 감사에 두루 적용되며, 감사 기준을 명시함으로써 감사기관과 피감기관 양측의 예측가능성을 제고한다. 가이드라인의 본질적 기능은 감사의 일관성과 객관성, 그리고 결과의 반증가능성을 확보하는 데 있다. 따라서 한국 감사원 또한 각 부서가 축적한 감사 실적을 정리·분석하여 비용추정·기술성숙도(TRL) 평가·일정관리에 관한 한국형 가이드라인을 제도화할 필요가 있다. 특히 누리호의 민간 이전이나 KPS 구축과 같이 비용·기술 불확실성이 큰 사업일수록, 표준화된 평가 기준은 감사 판단의 자의성을 줄이고 피감기관의 수용성을 높이는 기반이 된다.

4. 과학기술 전문가와의 네트워크 구축

우주정책 감사는 최신 과학·기술에 대한 깊은 이해를 전제로 한다. GAO는 STAA·ARM 팀과 미국 과학아카데미·첨단 기업의 지식을 활용하고 내부 연수를 통해 역량을 축적하며, ECA 또한 갈릴레오·코페르니쿠스 감사에서 외부 전문가를 공모로 선정하였다. 우주분야 감사의 근본적 제약은 피감기관이 기술 정보에서 우위를 점하는 정보 비대칭에 있으며, 전문성의 확보는 이 비대칭을 완화하는 핵심 조건이다. 이러한 관점에서 한국 감사원은 내부 전문 인력의 양성과 병행하여, 필요 시 외부 전문지식을 적시에 동원할 수 있도록 KARI·KASI·대학·출연연과 조직 차원의 협력협정을 체결하는 방안을 검토할 필요가 있다.

5. 대형 프로젝트의 현황을 점검하는 감사

미국은 의회 설명문서를 통해 NASA 주요 프로젝트의 포트폴리오·비용·일정 실적, 기술개발·성숙도, 프로젝트 현황을 GAO가 정기적으로 감사하도록 제도화하였다. ECA는 갈릴레오·코페르니쿠스 서비스의 보급을 위해 포괄적·미래지향적 전략의 존부, 성과측정 시스템의 구비 여부, 자금의 적정 투입, 보급 지원 조치의 유무를 감사하고 편익 추계의 틀을 마련하도록 권고하였다. 우주개발의 사회·경제적 편익을 정량적으로 추계하는 일은 기술적으로 용이하지 않다.

그러나 개발에서 활용에 이르는 편익 발생 경로가 문서화되어 있는지를 점검하는 것은 실현 가능하며, 이는 KPI 모니터링의 기반이 된다는 점에서 의의가 크다. 이러한 관점은 누리호·관측위성·KPS와 같은 한국의 주요 프로젝트 감사에 직접적으로 적용될 수 있다.

6. 국제협력 프로젝트에 대한 감사

ECA는 EU 예산 부분만을 감사할 수 있고 ESA는 그 대상이 아님에도 회원국 간 협력 전략의 수립을 요구하였으며, CDC는 ESA에 납부하는 프랑스 분담금을 다년도 기준으로 검토하도록 권고하였다. 일본 또한 ISS·MMX·BepiColombo 등 다수의 국제 공동 프로젝트를 수행하고 있어 동일한 감사 관점을 적용할 수 있다. 한국의 KARI 역시 ISS 협력, 달·심우주 탐사, NASA와의 아르테미스 약정 등 국제협력을 수행하고 있다. 따라서 ECA·CDC의 관점은 향후 감사원이 KASA·KARI의 국제협력 프로젝트를 감사할 때 분담금의 적정성과 기여의 효과성을 검증하고, 나아가 협력의 산출물(데이터·지식재산)이 국내로 적절히 환류되는지를 점검하는 데 준거가 된다.

7. 국방 우주프로그램과 연계

주요국 사례에서 우주와 국방의 결합은 뚜렷한 추세를 형성한다. 미국 GAO는 국방부 (DOD)의 우주조달을 정기적으로 감사하고, EU는 국방과 우주를 함께 담당하는 집행위원직을 신설하였으며, 일본은 우주 관련 예산의 약 30%를 방위성이 점한다. 한국에서도 위성항법(KPS)의 군사적 활용, 군 위성통신·정찰 자산 등 국방 우주의 비중이 확대되고 있어 민수 우주사업과 분리하여 다루기 어렵다. 따라서 감사원이 우주분야 감사 체계를 설계할 때 민수와 국방을 함께 포괄하는 관점이 요구되며, 이는 예산 효율성의 확보와 국방 경쟁력의 강화라는 두 목표에 동시에 기여할 수 있다.

다만 국방 사업은 보안상 공개 감사가 제약되는 영역이 존재하므로, 비용·일정의 효율성을 점검하면서도 보안 요건을 충족하는 균형 잡힌 접근이 필요하다. 한국 국방 우주정책과 감사 동향에 대한 구체적 분석은 본 연구의 범위를 넘어서므로 별도의 후속 연구로 다룰 필요가 있다.

V. 결론

본 연구는 미국·EU·독일·프랑스·일본의 우주분야 회계감사 제도와 사례를 최근 현황까지 반영하여 분석하고, 이를 통해 한국에 주는 시사점을 도출하였다. 주요국의 우주정책은 국제경쟁과 국제협조의 병존, 민간 우주개발의 확대, 발사체의 재사용·저비용화라는 공통된 흐름을 보였다. 이에 대응하는 감사 또한 ① 평가 가이드라인에 근거한 감사, ② KPI 모니터링, ③ 업무 절차 개선을 통한 효율성·유효성 제고, ④ 과학기술 전문성의 확보, ⑤ 대형 프로젝트에 대한 정기적 감사라는 다섯 가지 접근으로 모인다는 점을 확인하였다.

분석 결과, 각국 감사기구의 차이는 단순한 기법의 차이가 아니라 합규성에서 유효성에 이르는 감사 지향성의 차이에서 비롯되며, 그 지향성은 우주예산의 규모와 의회·국민의 관심도에 따라 달라진다는 점이 드러났다. 또한 이 다섯 가지 접근은 일본 회계감사원이 자국 감사의 발전 방향으로 스스로 제시한 결론과도 일치하였다. 후발 우주개

발국이면서 독립적 최고감사기구를 둔 한국에 이러한 일치는 이중으로 검증된 증거가 된다는 점에서 의의가 크다.

다만 한국은 주요국과 마찬가지로 비용 초과·일정 지연의 위험을 안고 있으면서도, 정책·진흥·연구개발을 단일 행정기관에 통합한 거버넌스, 민간 주도 발사서비스로의 전환, KPS와 같은 갈릴레오형 대형 인프라의 동시 추진이라는 고유한 조건에 놓여 있다. 본 연구가 주요국의 시사점을 한국의 조건에 비추어 재해석한 까닭도 여기에 있다.

따라서 주요국의 제도를 그대로 도입하기보다는, 우주분야에 적합한 KPI를 설계하고 한국형 비용추정·기술성숙도 평가 가이드라인을 제도화하며 과학기술 전문가와의 협력체계를 갖추는 일을 우선적 과제로 삼는 것이 바람직하다. 아울러 우주의 안보화 흐름을 고려할 때, 민수 사업과 국방 우주사업을 함께 아우르는 감사 관점을 마련한다면 예산의 효율성 확보와 국방 경쟁력 강화에 동시에 기여할 수 있을 것이다.

본 연구는 그동안 국내에서 충분히 다루어지지 않은 주요국의 우주분야 회계감사 제도를 비교·정리하고 한국적 적용의 방향을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 다만 문헌과 공개된 검사보고서에 근거한 분석이라는 점에서, 한국 우주프로그램의 실제 성과를 정량적으로 검증하는 데까지는 이르지 못하였다는 한계가 있다. 향후 연구에서는 한국 우주프로그램의 예산·일정 데이터를 활용하여 위험을 정량적으로 분석하고, 감사원의 성과감사 사례를 실증적으로 평가하며, 국방 우주정책과 감사 동향을 별도로 검토함으로써 본 연구의 논의를 한층 구체화할 필요가 있다.

참고문헌

1. 会計検査院 委託 (2024). 「欧米主要国等における宇宙政策に対する会計検査等の状況 に関する調査研究」(令和 5 年度 会計検査院委託業務報告書), 三菱 UFJ リサーチ& コンサルティング.
2. U.S. Government Accountability Office (2020). Cost Estimating and Assessment Guide (GAO-20-195G).
3. U.S. Government Accountability Office (2020). Technology Readiness Assessment Guide (GAO-20-48G).
4. U.S. Government Accountability Office (2024). Agile Assessment Guide (GAO-24-105506).
5. U.S. Government Accountability Office (2022). NASA: Assessments of Major Projects (GAO-22-105212).
6. U.S. Government Accountability Office (2021). NASA Lunar Programs: Significant Work Remains, Underscoring Challenges to Achieving Moon Landing in 2024 (GAO-21-330).
7. U.S. Government Accountability Office (2022). NASA Lunar Programs: Improved Mission Guidance Needed as Artemis Complexity Grows (GAO-22-105323).
8. U.S. Government Accountability Office (2020). NASA Lunar Programs: Opportunities Exist to Strengthen Analyses and Plans for Moon Landing (GAO-20-68).
9. NASA Office of Inspector General (2020). NASA's Management of the Space Launch System Booster and Engine Contracts (IG-20-012).
10. NASA Office of Inspector General. NASA's Management of Its Astronaut Corps (우주비행사 관리 감찰보고서).
11. European Court of Auditors (2021). EU space programmes Galileo and Copernicus: services launched, but the uptake needs a further boost (Special Report 07/2021).
12. European Commission, DG DEFIS (2025). EU Space Act — proposal and Vision for the European Space Economy.
13. European Space Agency (2025). CM25 Council at Ministerial Level outcomes (Bremen, Nov. 2025); ESA Strategy 2040.
14. Cour des Comptes (2023). Le Centre national d'études spatiales (CNES) (S2023-0412); Le Centre spatial de Toulouse et la conduite des programmes orbitaux du CNES (S2023-0360).
15. 内閣府 (2023). 宇宙基本計画(2023. 6.); 宇宙関係予算
우주항공청(KASA). 기관 소개 및 보도자료 <<https://www.kasa.go.kr>>; 「우주항공청의 설치 및 운영에 관한 특별법」(2024).
16. 한국항공우주연구원(KARI). 누리호·다누리·KPS 연구개발 자료 <<https://www.kari.re.kr>>



OECD 우주경제 측정 논의 동향과 한국의 과제



백기태 | 한국항공우주연구원
전략기획본부
우주항공정책팀
선임연구원
bkt@kari.re.kr

초 록

글로벌 우주경제 규모에 대한 추정치는 발표 기관에 따라 상당한 차이를 보이고 있으며, 이는 우주경제의 범위를 정의하는 기준과 측정 방법이 기관별로 크게 상이하기 때문이다. 이러한 차이는 단순한 통계상의 불일치에 그치지 않고 우주산업의 구조와 성장성에 대한 해석, 투자와 산업 육성 전략의 우선순위 결정, 국가 간 우주경제 통계 비교 등에 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 이에 본 연구는 OECD 우주포럼을 중심으로 전개되고 있는 최근 우주경제 측정을 위한 주제별 계정 방법론의 발전 과정을 살펴보고, 이를 한국 통계체계에 적용할 때 발생할 수 있는 주요 쟁점을 검토한다. 이를 위해 OECD 우주포럼 관련 문헌, 미국 우주경제 위성계정(SES) 및 유럽 우주경제 주제별 계정(ESETA) 등 사례를 분석한다. 이를 바탕으로 한국표준산업분류(KSIC)와 국제표준산업분류(ISIC) 간의 구조적 매칭 가능성을 검토하고, 한국의 우주경제 주제별 계정 구축 방향을 제안한다. 또한 향후 한국이 국제적으로 비교 가능한 우주경제 통계를 구축하기 위해 필요한 단계별 과제를 제시한다.

Key Words : 우주경제(Space Economy), OECD 우주포럼(OECD Space Forum), 주제별 계정 (Thematic Accounts), 다운스트림 경계(Downstream Perimeter), 한국 우주통계(Korean Space Statistics)

I. 서론

1.1 연구 배경 및 문제의식

글로벌 우주경제 규모에 대한 추정치는 발표 기관에 따라 상당한 차이를 보인다. 2024년 동일 연도를 기준으로 Space Foundation은 약 6,130억 달러를 제시한 반면[11], SIA/BryceTech는 약 4,150억 달러로 추정하였다[10]. 동일 연도에 대해 약 2,000억 달러(약 260조 원)의 차이가 발생하는 것은 우주경제의 범위를 정의하는 기준과 측정 방법이 기관별로 상이하기 때문이다. 이러한 차이는 단순히 시장 규모 추정의 오차를 넘어, 각국 정부가 우주산

업의 성장성을 평가하고 산업 육성 전략의 우선순위를 정하는 과정에서 정책 판단에 영향을 미칠 수 있다. 특히 위성 TV, 위성항법시스템(GNSS) 수신기, 스마트폰 기반 위치정보 서비스와 같은 다운스트림 소비자 서비스를 어디까지 우주경제에 포함할 것인지는 전체 규모 추정치뿐 아니라 우주산업의 구조와 성장성에 대한 해석에도 직접적인 영향을 미친다. 따라서 우주경제 통계는 단순히 대규모 시장을 제시하는 수단이 아니라, 어떤 활동을 우주경제로 볼 것인지에 대한 경계 설정과 함께 해석될 필요가 있다.

경제협력개발기구(OECD) 역시 이러한 문제를 우주경제 측정의 핵심 쟁점으로 지적해왔다. OECD 핸드북 제2판은 우주경제 측정의 주요 한계로 기존 산업분류체계가 ‘우주’를 독립적으로 구분하지 못한다는 점, 위성 신호와 데이터를 활용하는 다운스트림 경계가 불명확하다는 점, 기존 자료가 단발성 조사나 전문가 판단에 의존하는 경우가 많다는 점을 제시하였다[8]. 예컨대 국제표준산업분류(ISIC) 4자리 코드 중 우주활동 전체가 포함되는 코드는 ISIC 6130(위성통신) 하나에 불과하며, 그 밖의 우주활동은 항공우주, 전자, 통신, 군수 등 더 넓은 산업 범주 안에 혼재되어 있다[9]. 이는 우주경제가 기존 산업분류체계 안에서 독립적으로 식별되기 어렵고, 국가나 기관의 범위 설정 방식에 따라 추정 결과가 달라질 수 있음을 의미한다. 따라서 우주경제를 국제적으로 비교 가능하게 측정하기 위해서는 기존 산업분류를 단순히 사용하는 것만으로는 충분하지 않으며, 우주 관련 활동을 식별하고 국민계정 체계와 연결하는 별도의 방법론이 필요하다.

이러한 경계 설정 문제는 실제 위성산업 매출 구성에서도 확인된다. SIA/BryceTech(2025)에 따르면, 2024년 글로벌 위성산업 매출 2,930억 달러 가운데 지상장비(위성항법시스템(GNSS) 수신기, 단말기 등)가 1,553억 달러(53%), 위성서비스(위성 TV 등)가 1,083억 달러(37%)를 차지한다. 그러나 전통적으로 핵심 우주 인프라에 해당하는 위성제조(200억 달러, 6.8%)와 발사서비스(93억 달러, 3.2%)는 전체의 약 10%에 불과하다[10]. 즉, 위성산업으로 집계되는 매출의 상당 부분은 스마트폰 내 GNSS 칩셋과 위성 TV 구독료에서 발생하며, 핵심 우주 인프라 산업의 매출 규모와는 상당한 괴리가 존재한다. 이처럼 다운스트림 소비자 서비스가 광범위하게 포함될 경우 우주경제의 총량은 크게 나타날 수 있으나, 그 수치가 곧 위성 제조, 발사, 지상국 등 핵심 우주 인프라 부문의 성장 규모를 의미하는 것은 아니다.

이 같은 구조적 괴리는 다른 산업자료에서도 확인된다. 유럽연합 우주프로그램청(EUSPA)의 2024년 GNSS 시장 보고서에 따르면 GNSS 기기 판매의 약 90%가 스마트폰과 웨어러블 기기에서 발생하며, GNSS 신호에 의존하는 앱을 포함할 경우 연간 GNSS 관련 매출은 약 2,600억 유로에 달한다[2]. 이 경우 GNSS 관련 시장의 주요 기업에는 애플, 삼성, 구글 등이 포함되지만, 이들을 전통적인 의미의 우주 기업으로 보기는 어렵다. 이에 대해 Gatti(2025)는 최근의 우주경제 추정치가 GNSS 장비와 위성 TV 구독 등 다운스트림 소비자 서비스를 폭넓게 포함함으로써, 핵심 우주 시스템의 생산과 광범위한 다운스트림 활용이 하나의 수치로 혼합되어 해석될 수 있다는 점을 비판하고 있다[3].

이러한 문제의식은 OECD의 관련 문헌과 논의에서도 확인된다. OECD(2022)는 우주 부문(space sector)과 우주활용(use of space)의 측정을 구분해야 한다는 점을 강조하였으며, 업스트림 제조·발사와 다운스트림 활용 간의 경계 설정이 향후 핵심 과제임을 제시하였다[8].

1.2 연구 목적 및 구성

본 연구는 이러한 문제의식에 따라 우주경제 측정 논의의 주요 쟁점을 검토하고, 이를 한국 통계체계에 적용할 때의 과제를 도출하는 것을 목적으로 한다. 구체적으로 첫째, OECD와 미국·유럽의 관련 논의를 바탕으로 우주경제의 통계적 범위와 주제별 계정 접근법이 어떻게 전개되고 있는지 살펴본다. 둘째, 우주경제 측정에서 특히 문제가 되는 다운스트림 경계 설정과 주제별 계정 작성상의 제약을 검토한다. 셋째, 이러한 방법론을 한국의 통계체계에 적용할 때 발생할 수 있는 쟁점을 분석한다. 이를 통해 한국이 국제적으로 비교 가능한 우주경제 통계를 구축하기 위해 필요한 단계별 추진 과제를 제시하고자 한다.

2. OECD의 우주경제 측정 방법론과 주요 쟁점

앞서 살펴본 우주경제 추정치의 차이는 우주경제의 통계적 범위와 측정 방법이 기관별로 다르게 설정되는 데서 비롯된다. 따라서 우주경제를 국민계정 체계 안에서 측정하기 위해서는 먼저 우주경제의 통계적 범위를 설정하고, 이를 기존 산업 및 상품분류와 연결하는 작업이 선행되어야 한다. 그러나 대부분의 우주 관련 활동은 기존 산업분류 안에 부분적으로 포함되어 있으므로, 단순한 코드 식별만으로는 충분하지 않다. 이하에서는 우주경제의 통계적 정의와 분류코드 매핑 논의를 먼저 검토하고, 미국 BEA와 유럽의 주제별 계정 사례 및 OECD 우주포럼의 논의를 비교한다. 다음으로 우주경제 측정에서 쟁점이 되는 다운스트림 경계 설정 문제와 주제별 계정 작성상의 구조적 제약을 살펴본다.

2.1 통계적 기반: 우주경제의 정의 및 분류코드 매핑

우주경제를 보다 정확히 측정하기 위한 첫 단계는 ‘무엇이 우주경제인가’를 통계적으로 정의하는 것이다. 2023년 12월, OECD, 미국 경제분석국(BEA), 유럽우주국(ESA), 유럽통계청(Eurostat), 유럽위원회 공동연구센터(JRC)는 우주경제 측정을 위한 통계분류 공동보고서(이하 ‘공동보고서’)를 발간하였다. 이 보고서는 국제, 북미, 유럽의 세 수준에서 우주경제를 측정하기 위한 최초의 포괄적 통계코드 목록을 비교 가능한 형태로 정리하여 제시하였다[9].

BEA의 통계적 정의

주제별 계정 구축을 위해 미국 BEA는 통계 목적에 적합한 조작적 정의(operational definition)를 제시하였다. 이 정의에 따르면 우주경제는 다음 세 가지 기준 중 하나를 충족하는 재화와 서비스로 구성된다. (1) 우주에서 사용되거나 우주에서 사용되는 재화와 서비스를 직접 지원하는 것, (2) 기능하기 위해 우주로부터의 직접적 입력(input)을 필요로 하거나 이를 직접 지원하는 것, (3) 우주 연구와 관련된 것이다[9]. 이 정의는 이후 유럽의 주제별 계정 개발에도 기본적인 출발점으로 활용되었다.

코드 매핑 프로세스

BEA는 위 정의를 바탕으로 북미산업분류체계(NAICS)를 기반으로 201개의 우주 관련 상품코드를 선정하였다[9]. 이 코드는 OECD가 식별한 산업, 미국 상무부 산하 산업안보국 보고서, 민간 부문과 우주기관 자료, 애널리

스트 및 산업 전문가 피드백을 통해 검토 및 선정되었다[9].

유럽의 경우 ESA에서 BEA의 상품코드 201개를 NAICS 산업 코드 54개로 집약한 뒤, 공식 대응표와 ESA 자체 전문성을 활용하여 NACE 후보 코드 53개와 CPA 후보 코드 333개를 도출하였다¹⁾. 이후 기술 전문가 검토를 거쳐 최종적으로 51개 NACE 코드와 221개 CPA 코드가 유럽 우주경제의 통계적 범위로 정리되었다[9].

국제 분류체계 간 관계

국제 수준에서는 국제표준산업분류(ISIC)와 중심생산물분류(CPC)가 기본 체계를 구성한다. 유럽의 NACE와 CPA는 상위 수준일수록 각각 ISIC와 CPC와 일치하며 하위 수준에서는 좀 더 세분화된 범주를 제공한다. 또한 NAICS는 ISIC와 부분적으로 대응하며, 2자리 수준까지 집계 비교가 가능하다. 현재의 한국표준산업분류(KSIC)는 ISIC Rev.4를 기반으로 ISIC의 편제 원칙과 분류 구조를 최대한 반영하여 작성된다. 대분류 수준에서는 ISIC과 구조적으로 대응하며 하위 수준으로 갈수록 차이가 발생하고, 5자리 세세분류부터는 한국 고유의 분류를 추가하고 있다[14]. 국가데이터터 통계분류 포털에서 KSIC-ISIC 공식 연계표를 제공하고 있어 한국도 앞서 미국과 유럽이 제시한 코드 체계와 상당 부분 대응할 수 있는 토대가 있다고 볼 수 있다.

2.2 주제별 계정 접근의 국제 선행 사례

통계 분류코드 정비가 ‘무엇을 측정할 것인가’에 해당한다면, 주제별 계정은 ‘어떻게 측정할 것인가’에 해당한다. 주제별 계정은 기존 국민계정의 개념체계와 연결되면서도, 특정 경제활동이나 정책 주제에 대한 추가적인 세분화와 재분류를 제공하는 통계 프레임워크이다. 국민계정체계(System of National Accounts, SNA) 2025에서는 기존에 위성계정으로 포괄되던 계정 유형을 주제별 계정과 확장계정으로 구분하여 설명하고 있으며[12], 우주경제 측정은 이 가운데 특정 경제활동의 규모와 구조를 국민계정 체계 안에서 가시화하는 주제별 계정 접근과 밀접하게 관련된다.

미국 BEA의 우주경제 위성계정(SESa)

BEA는 2020년 최초로 우주경제 위성계정(U.S. Space Economy Satellite Account, SESa) 예비 추정치를 발표하였으며[5], 2025년 3월까지 2012-2023년 통계를 공표하였다. BEA는 전용 홈페이지를 통해 SESa의 개념, 방법론, 통계자료를 제공하고 있으며, 2023년 기준 미국 우주경제의 GDP 기여액은 1,425억 달러로 전체 GDP의 0.5%를 차지하며, 총산출은 2,409억 달러, 민간 고용은 약 373,000명 수준으로 나타난다[4].

BEA 방법론의 핵심은 공급사용표(Supply and Use Tables, SUTs)에 있다. OECD et al. (2023)에 따르면 이 방법론은 각 우주산업의 투입, 산출, 소득, 상품 분배 구조를 일관되게 파악할 수 있다[9]. Highfill et al. (2020)도 이러한 국민계정 기반 접근법이 기업 매출 기반 추정치에 비해 정부지출의 이중계상 문제를 줄이고, 우주와 비우주 매출을 더 명확히 구분할 수 있으며, 매출만으로는 포착할 수 없는 간접적인 경제효과도 보다 체계적으로 다룰 수 있다고 설명하였다[5].

1) NAICS: 북미산업분류체계, NACE: 유럽경제활동통계분류, CPA: 활동별 생산물분류.

BEA는 또한 위성 TV, 위성라디오, 교육 부문 등 일부 범주를 제외한 협의(narrow) 정의에 대한 추정치도 부록으로 제공하고 있다. 2023년 기준 협의 정의에 의한 실질 GDP 성장률은 2.0%로 광의 정의에 의한 실질 GDP 성장률 0.6%보다 높은데, 이는 위성 TV 매출이 2017년 이후 지속 감소하고 있어 전체 우주경제 성장률을 하향 견인하기 때문이다[4]. Highfill and Weinzierl(2024)도 우주 제조업의 실질 산출 성장률이 우주경제 전체의 성장률을 크게 상회한다는 점을 보였다[6]. 이는 우주경제 통계를 해석할 때 핵심 우주 인프라 부문과 다운스트림 소비자 서비스 부문을 구분하여 살펴볼 필요가 있음을 보여준다.

유럽의 우주경제 주제별 계정(ESETA)

유럽에서는 2022년 3월 ESA가 유럽통계청(Eurostat)과 협력 프로젝트를 시작하였고, 이후 유럽위원회 공동연구센터(JRC)가 합류하여 유럽 우주경제 주제별 계정(European space economy thematic account, ESETA) 방법론이 정리되었다. 2023년 이들이 발간한 ESETA 방법론 보고서는 유럽 차원의 주제별 계정 구축을 위한 개념적 가이드 역할을 한다[1]. 이 프로젝트는 세 가지 작업 패키지로 구성되었다. (1) 방법론 개발, (2) 통계적 정의를 위한 코드 선정, (3) 방법론과 코드의 적용가능성 검토 및 미세조정이다.

최종 선정된 CPA 코드의 대다수는 C 제조업, J 정보통신, M 전문·과학·기술 서비스 부문에 집중되어 있으며, 일부는 F 건설, H 운수·창고, K 금융·보험, O 공공행정, P 교육, R 예술·오락 부문에서도 코드가 식별되었다[1].

OECD 우주포럼의 국제 비교 논의

OECD 우주포럼에서는 국가 간 비교 가능한 공급사용표²⁾ 기반 자료를 활용하여 회원국 간 비교 가능한 우주경제 주제별 계정을 구축하는 방안이 논의되고 있다. 관련 논의를 종합하면, 우선 BEA의 통계적 정의와 OECD 공동 보고서의 코드체계를 바탕으로 우주 관련 산업 및 상품 범위를 설정하고, 이를 국가 간 비교 가능한 공급사용표에 적용하는 방식으로 정리할 수 있다. 다만 국가별 산업구조와 자료 여건이 다르기 때문에, 최종적으로는 서베이, 사업체 자료, 국민계정 산업연관표 등 각국 자료를 활용하여 우주 관련 가치계수를 보정하는 절차가 필요하다.

여기서 우주 관련 가치계수는 특정 경제활동 또는 제품의 총 가치 중 우주경제에 귀속되는 부분을 식별하기 위한 비중을 의미한다³⁾. 다만 이러한 접근은 아직 실험적 성격이 강하므로, 특정 국가의 산업구조를 기준으로 산출한 계수를 다른 국가에 그대로 적용하기보다는 국가별 자료를 반영한 보정 절차가 필요하다.

이상의 사례를 종합하면, BEA, 유럽 및 OECD의 접근은 모두 기존 산업조사만으로는 우주경제의 규모와 구조를 정확히 측정하기 어렵다는 공통적인 문제의식에서 출발한다. 다만 각 접근법의 초점에는 차이가 있다. BEA의 SESA는 미국의 공급사용표와 국민계정 체계 안에서 우주 관련 상품과 산업을 식별하여 부가가치와 고용 등을 산출하는 데 초점을 둔다. 유럽의 ESETA는 NACE 및 CPA 코드 체계를 활용하여 유럽 차원의 우주경제 통계

2) OECD Inter-Country Input-Output(ICIO) SUTs는 국가 간 비교 가능한 산업·상품 거래 구조를 제공하는 공급사용표 기반 자료체계를 말한다.

3) Eurostat, ESA and JRC의 ESETA 방법론 보고서는 "space-related value coefficient"라는 표현을 사용하면서, 이를 특정 경제활동 또는 제품의 총 가치 중 우주경제에 귀속되는 부분을 식별하기 위한 "space-related share" 또는 "space share"로 설명한다. 본 연구에서는 이를 우주 관련 가치계수로 번역하여 사용한다.

범위를 설정하고 각 산업 및 상품 부문에서 우주 관련 비중 또는 가치계수를 식별하는 절차를 강조한다. OECD 우주포럼의 논의는 이러한 국가별·지역별 접근을 국제 비교 가능한 공통 구조로 연결하려는 시도라는 점에서 의미가 있다.

2.3 다운스트림 경계 설정의 기준과 쟁점

앞서 살펴본 주제별 계정 접근은 우주 관련 활동을 국민계정 체계 안에서 식별하려는 시도이지만, 실제 계정 작성에서는 어떤 활동을 우주경제에 포함할 것인가가 핵심 쟁점으로 남는다. 특히 위성 신호와 데이터를 활용하는 다운스트림 부문은 우주경제 규모 추정치에 큰 영향을 미치지만, 그 범위에 대해서는 아직 국제적으로 완결된 합의가 이루어지지 않았다.

OECD(2022)는 우주경제를 업스트림, 다운스트림, 우주 파생(space-derived)의 세 가지 활동으로 구분하고 있다[8]. 업스트림은 우주기기 제조, 발사, 지상 운용 등 우주 인프라의 직접 생산을 포함하며, 다운스트림은 위성 신호와 데이터를 직접 입력으로 활용하는 제품과 서비스를 포함한다. 우주 파생 활동은 원래 우주 프로그램에서 개발되었으나 현재는 비우주 분야에서 독립적으로 활용되는 기술이전 제품을 지칭한다.

다만 최근 우주경제 측정 논의에서는 업스트림과 다운스트림 구분이 산업구조와 공급망을 설명하는 데에는 유용하지만, 통계 작성 단계에서 활동의 포함 여부를 판단하는 기준으로는 충분하지 않을 수 있다는 점이 제기되고 있다. 이에 따라 우주경제의 통계적 범위는 앞서 살펴본 BEA의 조작적 정의와 같이 우주에서 사용되거나 이를 직접 지원하는 재화·서비스, 우주로부터의 직접적 입력을 필요로 하는 재화·서비스를 중심으로 판단하는 방향으로 정리되고 있다[9].

이는 단순히 다운스트림 범위를 넓게 볼 것인지 좁게 볼 것인지의 문제가 아니라, 위성 데이터·신호와 최종 제품·서비스 사이의 직접성을 어떻게 판단할 것인지와 관련된다. 예컨대 위성통신 서비스, 위성운용 기반 서비스, GNSS 수신기, 위성영상 처리용 전문 소프트웨어처럼 위성 신호·데이터가 제품과 서비스의 기능 수행에 직접 필요한 경우에는 우주경제 포함 여부가 비교적 명확하다. 반면 스마트폰 기반 위치정보 앱, 차량호출·배달서비스, 농업·보험·금융 분야의 지구관측 데이터 활용 서비스처럼 위성 신호·데이터가 일반 정보통신기술(ICT) 서비스 또는 비우주 산업의 중간투입으로 활용되는 경우에는 전체 매출 중 우주 관련 부분을 식별하기 어렵다. 이 경우 해당 활동을 모두 우주경제에 포함하면 핵심 우주산업의 규모와 성장성이 과대평가될 수 있다.

이러한 관점에서 다운스트림 경계를 설정할 때 다음과 같은 기준을 고려할 수 있다.

<표 1> 다운스트림 경계 검토를 위한 판단 기준

구분	판단 기준	통계 작성 시 처리 방향
우주경제 포함 대상	위성 신호·데이터가 제품이나 서비스의 기능 수행에 직접 필요하고, 해당 제품·서비스가 우주경제 공급망 안에서 식별되는 경우	우주경제 추정치에 포함
우주 비중 산정 필요 대상	위성 신호·데이터를 직접 활용하지만, 일반 ICT 서비스 또는 특정 산업 서비스와 결합되어 우주 관련 비중을 별도로 식별해야 하는 경우	우주 관련 비중 산정 후 반영
별도 지표 관리 대상	위성 신호·데이터가 중간투입으로 활용되지만, 최종 제품·서비스의 성격이 일반 소비자 서비스 또는 비우주 산업에 가까운 경우	우주경제 추정치와 구분하여 별도 지표로 제시 가능

출처: [1], [4], [8], [9]를 바탕으로 저자 정리

이 기준에 따르면 GNSS 수신기나 위성영상 처리용 전문 소프트웨어는 위성 신호·데이터의 활용을 직접 가능하게 한다는 점에서 우주경제 추정치에 포함될 수 있다. 반면 스마트폰 위치정보 앱이나 차량호출·배달서비스는 GNSS 신호를 활용하지만, 서비스의 가치가 일반 디지털 플랫폼, 소프트웨어, 네트워크 효과 등 여러 요소와 결합되어 형성되므로 우주경제 추정치에 그대로 포함하기 어렵다. 지구관측 데이터의 경우에도 원자료 판매, 위성영상 처리 소프트웨어, 전문 분석서비스, 산업별 응용서비스 사이의 경계를 구분할 필요가 있다. EUSPA(2024)의 시장 자료에서 확인되듯이, GNSS와 지구관측 데이터는 다양한 소비자 서비스와 산업 분야에서 활용되고 있으나, 이러한 활용 매출 전체를 우주경제로 볼 것인지는 별도의 경계 설정 문제를 수반한다[2].

위성 TV와 위성 라디오의 경우 별도 관리가 필요한 항목이다. 이들 서비스는 위성 신호를 통해 제공된다는 점에서 우주경제에 포함될 수 있으나, 가입자 매출의 상당 부분은 비우주 콘텐츠의 제공과 관련된다. 따라서 이를 포함하더라도 별도 항목으로 식별하거나, 포함 여부에 따른 추정치 차이를 확인할 수 있도록 제시하는 것이 바람직하다. BEA의 SESA가 위성 TV 등을 포함한 추정치와 일부 항목을 제외한 협의의 추정치를 함께 제시하는 것도 이러한 실무적 대응으로 이해할 수 있다[4].

따라서 향후 한국의 우주경제 계정에서도 하나의 총량 수치만 제시하기보다는, 우주경제 추정치에 포함할 핵심 범위와 우주활용 효과로 별도 제시할 범위를 구분할 필요가 있다. 이때 단순히 다운스트림 범위를 넓게 또는 좁게 설정하기보다는 위성 신호·데이터와의 직접성, 공급망상 위치, 해당 활동의 우주 관련 비중을 함께 고려하는 판단기준이 필요하다.

2.4 주제별 계정 작성과 국제 비교의 구조적 제약

다운스트림 경계 설정이 우주경제 측정의 범위에 대한 문제라면, 주제별 계정 작성은 이를 실제 통계로 전환하는 과정에서 발생하는 자료와 방법론상의 문제를 포함한다. 앞서 검토한 주제별 계정 방법론과 코드 체계의 특성을 고려할 때, 국제 비교 가능한 우주경제 계정을 구축하는 과정에서는 다음과 같은 제약이 예상된다.

첫째, 주제별 계정의 품질은 각국이 산업 및 상품 부문별 우주 관련 가치계수를 얼마나 일관되게 산출하는지에 크게 좌우된다. 이는 각국이 해당 계수를 경험적으로 산출할 수 있는 데이터 인프라를 갖추고 있는지에 달려 있다. 현재 이러한 기반을 갖춘 국가는 미국과 유럽 등 일부에 한정된다. 둘째, NAICS와 ISIC 간 분류 전환이 완전하지 않으며, 특히 하위 수준의 코드 대응에서 불일치가 클수록 비교 가능성이 떨어질 수 있다[9]. 이는 한국의 KSIC 체계에 적용할 때에도 동일하게 발생할 수 있는 문제이다. 셋째, 국가별 제도와 산업구조, 공공부문의 역할, 자료 접근성, 비시장 산출물의 처리 방식 등의 차이가 국제 비교를 어렵게 할 수 있다[8]. 넷째, 경상이격 기준 결과에는 환율과 가격 수준의 국가 간 차이가 반영되므로, GDP 대비 비율 등 지표 해석에도 주의가 필요하다.

3. 한국 우주경제 통계의 현황과 과제

3.1 한국의 우주경제 통계 체계

현재 한국의 우주경제 통계는 주로 두 가지 경로를 통해 파악된다. 첫째는 우주항공청(Korea AeroSpace Administration, KASA)이 실시하는 ‘우주산업 및 항공제조산업 실태조사’이다. 이는 매년 기업, 연구기관, 대학의 우주 관련 활동금액(실태조사 대상 기업/기관이 자체 보고한 우주 관련 매출 등 합계)과 종사자 수 등을 집계하는 산업실태조사 방식의 공식 통계이다[16]. 둘째는 산업 통계는 아니지만 정부의 연도별 ‘우주개발진흥 시행계획’을 통해 부처별 우주개발 예산을 종합하여 공표하고 있다[13].

가장 최근 공표된 「2025년 우주산업 및 항공제조산업 실태조사」(2024년 실적 기준)에 따르면, 한국 우주산업의 총 활동금액은 약 4조 3,568억 원, 총 종사자 수는 11,146명이다. 업스트림(우주기기 제작)은 약 1조 8,085억 원, 다운스트림(우주활용)은 약 2조 5,482억 원으로 추정된다[16]. 한편 2026년도 우주개발진흥 시행계획에 따른 2026년 정부 우주개발 예산은 1조 1,605억 원으로 전년 대비 약 16% 증가하였다[13].

또한 2026년 1월 28일 국가데이터처 고시 제2026-18호로 「우주항공산업 특수분류」가 제정 및 시행되면서 기존 KSIC 안에 분산되어 있던 우주항공 관련 산업활동을 보다 체계적으로 식별할 수 있는 제도적 기반이 마련되었다[15]. 이는 기존 KSIC만으로는 우주 관련 활동을 충분히 포착하기 어렵다는 점을 보완하려는 시도로 OECD의 접근법과도 연관된다. 이 특수분류는 실태조사 자료, 산업조사 자료, 산업연관표 등을 연계하여 한국의 우주 관련 가치계수를 구축하는 과정에서 기초 자료로 활용될 수 있다.

3.2 주제별 계정 접근법의 국내 적용 쟁점

앞서 검토한 미국, 유럽 및 OECD의 사례를 한국에 적용하기 위해서는 기존 접근법을 그대로 수용하기보다는 한국의 산업구조와 자료체계에 맞게 조정할 필요가 있다. 한국의 핵심 과제는 KSIC 구조, 우주항공산업 특수분류, 우주산업 실태조사, 산업연관표를 연결하여 산업 및 상품 부문별 우주 관련 가치계수를 산출하는 것이다. 동일한 산업분류 코드라 하더라도 국가마다 산업 및 생산구조가 다르기 때문에, 우주 관련 활동이 차지하는 실제 비중 역시 달라질 수밖에 없다.

특히 한국은 반도체, 전자, ICT 산업의 규모가 크고 우주 관련 활동이 기존 산업 내부에 부분적으로 흩어져 있어, 해당 산업분류 코드 안에서 우주 관련 활동을 어떻게 식별하고 분리할 것인지가 중요한 쟁점이 된다. 해당 산업의 우주 관련 가치계수를 어떻게 설정하는지에 따라 전체 우주경제 총부가가치(Gross Value Added, GVA) 추정치가 크게 달라질 수 있기 때문이다.

또한 기존의 실태조사와 주제별 계정 측정 체계의 차이도 중요한 문제이다. 현행 한국의 실태조사는 기업 자체 보고 기반의 총 활동금액을 집계하는 반면, OECD 주제별 계정 접근법은 국민계정과 산업연관표에 기반한 부가가치를 산출한다. 양자는 측정 개념, 자료 원천, 우주활동 범위의 설정 방식이 서로 다르기 때문에 직접 비교하는 것은 적절하지 않다. 다만 기존 실태조사가 지금까지 우주 분야의 대표적인 공식 통계로 활용되어 온 만큼, 향후 주제별 계정 추정치와 기존 실태조사 결과 간 차이는 충분히 설명될 필요가 있다.

따라서 한국의 경우 우주경제 주제별 계정 작성에서 우주 관련 가치계수의 성격을 보다 구체적으로 정의할 필요가 있다. SESA나 ESETA는 공급사용표 및 국민계정 체계 안에서 우주 관련 상품 및 산업을 식별하고, 각 산업별, 상품별 우주 관련 비중을 산출하는 방식으로 접근한다. 그러나 한국의 우주산업은 독립된 대규모 산업군이 아닌 기존 제조업, 전자, 통신, 정보서비스, 연구개발 부문 내부에 소규모로 분산되어 있다는 특징이 있다.

실제로 2026년 제정된 우주항공산업 특수분류에 따르면 한국의 우주산업은 총 127개의 KSIC 세세분류 코드에 걸쳐 있으며, 26개의 산업 중분류(Division)에 분산되어 있다[15]. 2024년 기준 우주산업 실태조사 응답 기업체의 40.4%가 자사 총매출 대비 우주 매출 비중이 10% 미만인 것으로 나타나[16], 대부분의 관련 KSIC 코드 내에서 우주 관련 비중은 극히 작을 것으로 추정된다. 따라서 전체 산업 규모가 매우 큰 부문에 아주 작은 우주 관련 계수를 일률적으로 부여할 경우, 계수의 미세한 차이만으로도 전체 우주경제 추정치가 크게 변동할 수 있다.

이 점에서 한국형 우주경제 주제별 계정에서는 실태조사에서 확인된 우주활동을 산업연관표 부문으로 연결하기 위한 브리지 계수⁴⁾ 접근을 검토할 필요가 있다. 이 접근은 「우주산업 및 항공제조산업 실태조사」에서 확인된 기업별·기관별 우주 관련 활동금액, 인력, 수출입, 투자 자료를 우주항공산업 특수분류 및 KSIC과 연결하고, 이를 다시 산업연관표의 산업 및 상품 부문에 배분하여 우주 관련 가치계수를 산출하는 방식이다. 이때 우주 관련 가치계수

4) 본 연구에서 말하는 브리지 계수는 실태조사에서 식별된 우주 관련 활동금액을 KSIC 및 산업연관표 부문에 배분하여, 기존 산업분류와 국민계정 체계를 연결하기 위한 계수를 의미한다.

는 산업분류 코드에 외생적으로 부여되는 전문가 판단 값 대신, 실태조사에서 확인된 우주활동을 국민계정 및 산업연관표 체계에 연결하기 위한 브리지 역할을 하는 계수로 이해할 수 있다.

구체적으로, 산업연관표의 특정 부문에 대한 우주 관련 가치계수는 실태조사에 포함된 각 기업 및 기관의 우주 관련 활동금액을 해당 부문에 배분한 합계를 그 부문의 총산출로 나눈 비율로 산출할 수 있다. 이 비율은 해당 부문의 전체 산출 중 실태조사에서 식별된 우주 관련 활동이 차지하는 비중을 의미한다. 이렇게 산출된 계수를 산업연관표에 적용하면, 총산출, 중간소비, 부가가치 등을 추정할 수 있으며 이를 미국과 유럽의 선행사례와 비교할 수 있다. 다만 이 방식은 우주 관련 활동의 부가가치율이 해당 산업 평균과 동일하다는 가정을 포함할 수 있으므로, 향후 기업자료, 원가구조, 연구개발비, 정부계약 자료 등을 활용한 보정이 필요하다.

또한 실태조사 기반 매출액을 산업연관표 부문에 매칭하여 계수를 산출하더라도, 이 과정만으로 주제별 계정이 완성되는 것은 아니다. 실태조사는 기업의 활동금액 또는 매출액을 중심으로 작성되는 산업통계인 반면, 주제별 계정은 국민계정 체계 안에서 총산출, 중간소비, 부가가치, 고용, 수출입 등을 일관되게 재구성하는 작업이다. 따라서 최종 계정 작성 단계에서는 공급망 내부거래에 따른 이중계상 가능성, 수입품과 국내생산의 구분, 공공 연구개발 및 비시장 산출의 처리, 기존 실태조사 결과와 국민계정 기반 추정치 간 차이를 설명하는 조정표 작성이 병행되어야 한다.

3.3 국제·국내 산업분류(ISIC-KSIC) 연계 및 가치계수 개발 과제

앞서 제안한 브리지 계수 접근을 실현하기 위해서는 OECD 공동보고서가 제시한 우주 관련 ISIC 코드에 대응하는 KSIC 코드를 체계적으로 식별하는 작업이 선행되어야 한다. 2.1절에서 검토한 바와 같이 KSIC은 UN의 ISIC Rev.4를 기반으로 하며, 대분류부터 소분류(Group) 수준까지는 ISIC의 분류 원칙을 최대한 반영하고, 세분류(Class) 이하에서 한국 고유의 산업 특성을 반영하여 세분화하고 있다[14]. 따라서 KSIC은 OECD가 제시한 ISIC 기반 우주경제 코드목록과 구조적 연계가 가능하며, 국가데이터처 통계분류포털에서 제공하는 KSIC-ISIC 공식 연계표를 통해 대응코드를 체계적으로 식별할 수 있다.

다만, KSIC과 ISIC은 상위분류에서는 구조적으로 연계되지만, 하위 분류로 갈수록 국가별 산업 특성을 반영하여 항목 수와 범위가 달라지므로, 1:1 대응이 아닌 경우에 대한 별도의 기준과 전문가 피드백을 통한 상세한 매핑 작업이 필요하다.

매핑 작업의 우선 대상은 OECD 공동보고서가 제시한 주요 우주 관련 ISIC 코드이다. 우주경제에서 유일하게 전체가 우주 활동에 해당하는 ISIC 6130(위성통신), 상당한 우주 비중을 포함하는 ISIC 3030(항공기·우주선 제조), ISIC 2651(측정·시험·항행장비 제조), ISIC 7210(자연과학 R&D) 등이 우선 대상이 된다[9]. 이들 ISIC 코드에 대응하는 KSIC 코드를 공식 연계표를 통해 확인하고, 각 코드 내에서 한국의 우주 관련 가치계수를 측정하는 것이 주요 과제이다.

실제 우주 관련 가치계수를 산출하는 과정에서는 몇 가지 어려움이 예상된다. 첫째, 대부분의 ISIC 코드는 우주와 비우주 활동이 혼합된 코드이므로, 각 코드 내 우주 관련 비중을 경험적으로 산출해야 한다. 이를 위해서는 우주산업 실태조사 데이터, 우주항공산업 특수분류, 국가데이터처의 산업조사 데이터, 국가 우주개발 예산 자료 등을 교차 활용하는 방법론이 개발되어야 한다. 둘째, KSIC과 ISIC 간 1:1 대응이 아닌 코드들에 대한 처리 기준을 수립하여야 한다. 특히 한국 고유의 우주 관련 산업 분류코드를 식별하기 위해서는 기존 「우주산업 및 항공제조산업 실태조사」 대상 기업들의 KSIC 코드와 우주항공산업 특수분류 간 연계를 정비하는 작업이 중요한 기초가 될 수 있다. 다만 기업의 복수 활동, 우주 매출의 분리, 산업연관표 부문 배분 문제를 현재 자료만으로 모두 설명하기에는 한계가 있으므로, 향후 조사항목과 행정자료 연계 방식을 보완할 필요가 있다. 셋째, 우주 관련 가치계수의 산출 과정에서 기존의 실태조사 데이터와 OECD 주제별 계정 프레임워크 간 측정 체계의 정합성을 확보하는 것이 각 통계의 신뢰성 확보를 위해 매우 중요하다.

3.4 한국은행 산업연관표 활용 가능성

SESA의 공급사용표 접근에 비추어 볼 때, 한국은행이 5년 주기로 작성하는 산업연관표⁵⁾는 한국의 우주경제 주제별 계정 구축에 활용 가능한 핵심 자료가 될 수 있다. 산업연관표는 산업별·상품별 거래구조를 제공하므로, 상품 기본부문과 산업 기본부문 중 우주 관련 부문을 식별하고, 각 부문에 우주 관련 가치계수를 적용하는 방식이 검토될 수 있다[17]. 이를 통해 SESA의 공급사용표 접근과 유사하게 산업별·상품별 구조를 고려한 시험적 추정 이 가능하다.

구체적 활용 방안은 다음과 같다. 우선 산업연관표의 기본부문 중 우주 관련 부문을 식별할 필요가 있다. ‘항공기 및 우주선’, ‘전자부품’, ‘통신 및 방송 장비’, ‘통신 서비스’, ‘자연과학 연구’ 등이 직접 관련 부문으로 우선적으로 검토될 수 있다. 다음으로 우주산업 실태조사, 국가데이터처 산업조사, KASA 및 관계부처 예산자료 등을 교차 활용하여 각 부문 내에서 우주 관련 활동이 차지하는 비중, 즉 우주 관련 가치계수를 산출할 수 있다. 이렇게 산출된 계수를 산업연관표에 적용하면 총산출, 중간소비, 부가가치 등을 추정할 수 있으며, 이를 미국·유럽의 선행 사례와 비교하는 데 활용할 수 있다.

국내에서는 한국해양수산개발원(KMI)이 해양수산 위성계정의 기본 구조를 제안한 바 있으며[18], 해양수산부와 OECD 협력 하에 해양 주제별 계정의 공식 통계화를 추진 중에 있어 유용한 참고 사례가 될 수 있다[7][19].

4. 결론 및 향후 과제

4.1 국제 동향과 본 연구의 기여

본 연구는 OECD를 중심으로 전개되고 있는 우주경제 측정 방법론의 발전 과정을 정리하고, 이를 한국에 적용할 때의 핵심 쟁점을 도출하였다. 검토 결과, 국제적으로는 BEA의 조작적 정의를 출발점으로 통계 분류코드의 정비

5) 산업연관표(Input-Output Table)는 일정 기간 동안 경제 내 산업 간 재화·서비스 거래 구조를 행렬 형태로 정리한 통계표로, 산업별 총산출, 중간투입, 부가가치 구조 등을 파악하는 데 활용된다.

와 주제별 계정 프레임워크의 구축이 상당히 진전되었으며, SESA와 ESETA가 국민계정 기반 접근의 주요 선행사례를 제공하고 있다. 반면, 다운스트림 경계 설정과 국가별 산업 구조 차이의 반영은 여전히 진행 중인 과제로 남아있다. 한국의 경우, KSIC-ISIC 간 구조적 연계 기반이 존재하고, 우주항공산업 특수분류가 제정되어 제도적 토대는 갖추어지고 있으나, 우주 관련 가치계수의 경험적 산출과 실태조사와 국민계정 기반 추정치 간 정합성 확보가 주요 과제임을 확인하였다.

4.2 한국의 단계별 추진 과제

앞선 분석을 바탕으로 한국의 우주경제 통계 구축 과제는 다음과 같이 정리할 수 있다.

<표 2> 한국의 우주경제 통계 구축 과제(안)

구분	중점 과제	주요 내용
단기 (1~2년)	KSIC-ISIC 코드 매핑 및 우주 관련 코드 목록 식별	OECD 공동보고서의 ISIC 코드를 기반으로 KSIC 매핑, 우주산업 실태조사 및 우주항공산업 특수분류와 교차검증
중기 (3~4년)	우주 관련 가치계수 산출과 GVA 시험 추정	실태조사와 산업연관표를 연계하여 부문별 우주 관련 가치계수를 산출하고 총산출 및 GVA를 시험적으로 추정, 정합성 검토
장기 (5년 이후)	우주경제 주제별 계정의 공식 통계화 검토	OECD와 지속적인 협력을 통한 국제 비교 가능성을 점검하고, 정례 작성 체계와 갱신 절차를 마련

4.3 연구의 한계 및 향후 과제

본 연구는 문헌분석에 기반하여 우주경제 주제별 계정 방법론과 KSIC-ISIC 간 구조적 대응 가능성을 검토하였으나, 실제 우주 관련 가치계수 산출이나 GVA 추정은 본 연구의 범위에 포함하지 않았다. 이를 위해서는 미국과 유럽의 사례에서와 같이 정부부처, 통계작성기관, 연구기관, 산업 전문가의 협업과 자료 검증 절차가 필요하다. 한국은행 산업연관표를 활용하여 한국 우주경제 GVA를 시험적으로 추정하고, 이를 미국·유럽의 선행 연구결과 및 현행 실태조사 수치와 체계적으로 비교하는 작업은 향후 과제로 남겨둔다. 이때는 우주경제의 측정 개념과 범위의 차이를 명확히 구분해야 하며, 향후 OECD 우주포럼 등 관련 국제 논의가 공식 문서화된다면, 한국 적용 과정의 쟁점과 한계를 한층 정밀하게 검토할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Eurostat, ESA and JRC (2023). Developing a Space Economy Thematic Account for Europe, 2023 Edition. Publications Office of the European Union.
2. EUSPA (2024). EUSPA EO and GNSS Market Report, Issue 2. European Union Agency for the Space Programme.
3. Gatti, E. (2025, September 10). Rethinking the Size of the Space Economy. The Space Republic. <https://www.thespacerepublic.news/p/rethinking-the-size-of-the-space>
4. Georgi, P. and Surfield, C. (2025, March). New and Revised Statistics for the U.S. Space Economy, 2012-2023. Survey of Current Business, 105(3), Bureau of Economic Analysis.
5. Highfill, T., Jouard, A. and Franks, C. (2020, December). Preliminary Estimates of the U.S. Space Economy, 2012-2018. Survey of Current Business, 100(12), Bureau of Economic Analysis.
6. Highfill, T. and Weinzierl, M. (2024). Real Growth in Space Manufacturing Output Substantially Exceeds Growth in the Overall Space Economy. Acta Astronautica, 219, 236-242.
7. Jolliffe, J., and Jolly, C. (2024). Eight lessons learned from comparing ocean economy measurement strategies across countries. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2024/02. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/1cb42a67-en>
8. OECD (2022). OECD Handbook on Measuring the Space Economy, 2nd Edition. OECD Publishing, Paris.
9. OECD, BEA, ESA, Eurostat and JRC (2023, December). International, North American and European Statistical Classifications for Space Economy Measurement. Publications Office of the European Union.
10. SIA/BryceTech (2025). 2025 State of the Satellite Industry Report. Satellite Industry Association.
11. Space Foundation (2025). The Space Report 2025 Q2. Space Foundation, Colorado Springs, CO.
12. European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations, and World Bank. (2025). System of National Accounts 2025 (pre-edit version).
13. 한국우주항공청. (2026). 「2026년도 우주개발진흥 시행계획」.
14. 국가데이터처 통계분류포털. (n.d.). 「한국표준산업분류 (KSIC)」 및 「KSIC-ISIC 연계표」.
15. 국가데이터처. (2026. 1. 28.). 「우주항공산업 특수분류 제정 고시」, 국가데이터처 고시 제2026-18호.
16. 한국우주항공청. (2026). 「2025년 우주산업 및 항공제조산업 실태조사 결과보고서」.
17. 한국은행. (각 연도). 「산업연관표」. 한국은행 경제통계시스템.
18. 장정인, 김태진, 정수빈, 김성은, 박희대, 고병욱, 이현동, 하태영. (2019). 『해양수산 위성계정 기초연구(I)』. 한국 해양수산개발원.

19. 한국해양수산개발원. (2025. 5. 8.). 「한국해양수산개발원, ‘해양위성계정 및 블루이코노미 포럼’ 해양수산부와 공동 개최」 보도자료.



재도약을 위한 호주의 우주정책 동향과 시사점



황진영 | 한국항공우주연구원
전략기획본부
우주항공정책팀
책임연구원
cyhwang@kari.re.kr

초 록

호주의 우주개발 활동은 우리에게 잘 알려져 있지 않다. 그러나 호주는 우주개발 초기인 1950년대부터 미국 NASA와의 긴밀한 협력관계를 유지해 오고 있으며, 지리적 특수성으로 인해 우주탐사 등 우주개발에서 매우 유리한 지정학적 이점을 가지고 있다. 호주는 80~90년대의 정부의 무관심으로 인한 침체기를 벗어나, 2018년 호주우주청을 설립하고 호주 우주산업을 부흥시키기 위해 국가 민간우주전략(2019-2028)을 수립하고 본격적으로 우주산업을 육성하고 있다. 본고에서는 호주의 역사적 우주개발 궤적을 살펴보고, 호주 우주청을 중심으로 하는 호주의 우주개발 거버넌스와 호주의 우주개발 전략을 살펴보고자 한다. 특히, 2018년 설립된 호주 우주청의 우주개발 육성 방향과 발전 전략, 2022년 창설된 국방 우주사령부의 계획을 살펴보고, 호주의 우주분야 재도약을 위한 국가 우주전략에 대한 시사점 도출과 한국과의 향후 협력 가능성에 대해 논의하고자 한다.

Key Words : Australian Space Agency(호주우주청), Space Policy(우주정책), Space Governance(우주 거버넌스), Space Strategy(우주전략), 국방우주(Defence Space)

1. 서론

우주정책은 더 이상 과학기술정책의 하위 영역으로만 이해되기 어렵다. 현대 우주정책은 발사체, 위성체, 지상국, 우주상황인식, 위성항법, 원격탐사, 국방우주, 국제협력, 민간 우주산업 육성 등 다양한 정책영역이 결합된 복합적 국가전략으로 발전하고 있다. 특히 우주는 국가안보, 산업경쟁력, 디지털 전환, 해양감시, 기후·환경 모니터링, 자원관리, 재난대응, 외교안보 협력과 긴밀히 연결되고 있다. 따라서 특정 국가의 우주정책을 분석하기 위해서는 단순히 해당 국가의 우주기술 수준이나 우주산업 규모만을 검토하는 것으로는 충분하지 않다. 그 국가가 처한 국토 조건, 인구구조, 경제발전 경로, 산업구조, 외교안보 환경, 지정학적 위치를 함께 고려해야 한다.

이러한 관점에서 호주와 한국은 매우 흥미로운 비교 대상이다. 양국은 모두 인도-태평양 지역에 위치한 고소득 중견국이며, 미국과 긴밀한 안보협력 관계를 유지하고 있다. 또한 민주주의, 시장경제, 개방적 국제질서, 규칙 기반 질서의 중요성을 강조한다는 점에서도 공통점을 가진다. 그러나 양국의 국가적 기반은 상당히 다르다. 호주는 대한민국의 77배에 달하는 광대한 국토와 낮은 인구밀도, 풍부한 자원, 적도 부근의 남반구라는 지리적 위치, 인도양과 태평양을 연결하는 해양국가적 특성을 보유하고 있다. 반면 한국은 협소한 국토, 높은 인구밀도, 제조업 중심의 고도 산업구조, 북한과의 군사적 대치, 동북아 강대국 경쟁이라는 압축적 지정학 환경 속에서 발전해 왔다.

본 논문에서는 호주의 국가 전반적인 경제산업 등 국가적 기반을 살펴보고, 호주가 그동안 걸었던 우주개발 궤적에 대해 알아보고자 한다. 아울러 이러한 역사적 궤적 속에서 호주가 선택했던 우주개발 전략의 배경을 살펴보고, 변화하는 세계 우주환경 속에서 향후 한국과의 협력을 위한 시사점을 논하고자 한다.

2. 호주의 우주개발 과정

호주는 남반구의 광활한 영토와 지정학적 우위를 바탕으로 냉전기 우주 개발의 전초기지 역할을 수행해 왔으나, 정책적 일관성의 결여로 장기적인 침체기를 겪기도 하였다. 그러나 최근 ‘뉴 스페이스(New Space)’ 패러다임의 도래와 함께 호주는 단순한 인프라 제공자를 넘어, 민간 주도의 상업적 가치 창출과 국가 주권 확보를 지향하는 전략적 도약을 꾀하고 있다. 본 분석은 호주 우주 정책의 역사적 궤적과 독특한 거버넌스 모델, 그리고 미래 전략을 심층적으로 고찰 하고자 한다.

호주의 우주 개발사는 국제 정세에 따른 지정학적 부침과 국가 전략적 우선순위의 변화를 여실히 보여준다. 초기 황금기의 기술적 성취가 정책적 공백으로 인해 단절되었다가, 다시금 현대적 부활을 맞이하는 과정은 국가 우주 역량 강화에 있어 ‘범정부적 거버넌스’의 중요성을 시사한다.

2.1 제1기: 초기 황금기 [1950년대~1970년대] - 미국과의 전략적 파트너십 구축

이 시기 호주는 미국과의 긴밀한 안보 동맹과 지리적 이점을 바탕으로 글로벌 우주 경쟁의 중심에 서 있었다. 1960년 미국과 ‘우주선 추적에 관한 양자 조약’을 체결한 호주는 우메라(Woomera)에 NASA 외 지역 최초의 딥스페이스 추적 기지를 설립하며 핵심 파트너로 부상했다. 특히 호주는 심우주 탐사의 허브 역할을 담당하였는데, Honeysuckle Creek 및 Parkes 전파 망원경(구경 64m)은 아폴로 11호의 인류 첫 달 착륙 영상을 전 세계에 중계하는 결정적 역할을 수행하며 NASA 미션의 중추적 인프라로 기능했다.

아울러, 1967년 11월, 호주는 WRESAT(중량 45kg) 위성을 자국 영토에서 성공적으로 발사하며 세계 4번째 자국 영토 발사국이 되었다. 이는 미국의 3단 Sparta 로켓(1단 액체 Redstone, 2단 고체 Antares-2, 3단 고체 BE-3)으로, 비록 호주의 자체 로켓은 아니지만, 자국에서 자체 개발한 위성을 호주 발사대에서 발사했다는 점에서 당시 호주의 기술적 잠재력을 세계에 알린 사건이었다.

2.2 제2기: 무관심과 침체기 [1980년대~1990년대] - 정책적 공백과 예산 삭감

1980년대 중반 이후, 호주는 통합된 우주 기구의 부재와 예산 부족으로 인해 긴 침체기에 진입했다. 1985년 마디간 보고서가 우주청 설립과 지상 관측 역량 집중을 권고하고 1986년 국가 우주 프로그램(NSP)이 가동되었으나, 1990년대 중반 하워드 정부의 예산 삭감으로 프로그램이 폐지되는 정책적 단절을 겪으면서, 호주의 우주분야는 정체기를 맞게 된다. 이 시기의 유일한 성과는 1992년 자외선 망원경 엔데버(Endeavour) 실험과 1998년 ‘우주 활동법(Space Activities Act)’ 제정이었으나, 이는 체계적인 산업 육성보다는 규제 정비에 치우친 한계를 보였다.

2.3 제3기: 현대의 부활과 도약 [2018년~현재] - 산업육성과 우주주권 강화

2018년 호주우주청(ASA)의 공식 출범은 우주를 ‘산업적 경제 자산’으로 정의하는 패러다임의 대전환을 상징한다. 호주는 아르테미스 협정(2020) 서명과 미국과의 기술보호협정(TSA) 발효(2024)를 통해 글로벌 공급망 진입을 가속화하고 있으며, 2025년 상업용 캡슐(Varda Space)의 지상 재진입 성공 등으로 상업적 발사 및 귀환 역량을 입증하고 있다. 아울러 2018년 국방우주사령부 창설과 함께 국방우주에 대한 투자를 크게 확대하면서 주권적 우주역량 강화를 추진하고 있다.

<표 1> 호주의 우주개발 역사¹⁾

시기	주요 마일스톤	핵심 의미
1957	우메라(Woomera)에서 우주활동 개시	과학로켓 발사 및 미국 Vanguard 위성 등 우주추적 활동 시작
1964-1970	유럽발사체개발기구(ELDO), 우메라에서 10회 시험발사	호주가 유럽 발사체 개발의 시험장 역할 수행
1967-1970	호주 최초 위성 발사: WRESAT-1, Australis OSCAR-5	호주의 독자 위성 개발·발사 초기 성과
1968-1972	NASA 아폴로 프로그램 지원	아폴로 11호 달 착륙 중계와 우주통신 지원
1984	폴 스컬리-파워, 호주 출생자 최초 우주비행	호주 출신 인력의 유인우주 활동 진입
1985-1995	호주 실험장비·과학기기, 위성과 NASA 우주왕복선에 탑재	우주과학·탐재체 분야 참여 확대
1996-2005	앤디 토머스, NASA 미션 스페셜리스트로 4회 우주비행	호주 출생 우주비행사의 본격적 활동
2002	FedSat 기술실증 위성 발사	호주산 기술실증 소형위성 개발
2018	호주우주청(Australian Space Agency) 설립	국가 차원의 민간우주 정책·산업 육성 체계 구축

3. 호주 우주 분야의 정부 투자와 부문별 현황²⁾

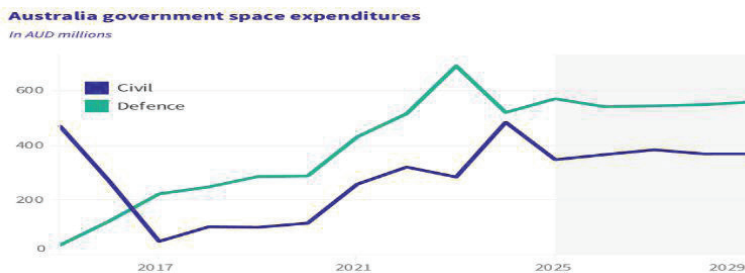
호주의 우주분야는 2018년 호주우주청 설립, 2022년 호주 국방부 산하의 우주사령부 설치이후 빠르게 발전하고 있다. 현재 호주의 우주 산업은 국방과 민간의 전략적 공조를 통해 역동적인 성장을 기록하고 있으며, 특히 국방 분야의 강력한 지출 구조가 산업 전체의 하방을 지지하고 있다.

3.1 정부의 우주 투자 추이

2025년 기준 호주 정부의 우주 지출은 6.5억 미국 달러로 한국(11.7억달러)의 약 1/2 수준에 불과하다. 더구나 2017년~2020년까지는 정부 우주지출이 2~3억 달러 수준에 머물러 있었다. 그러나 최근 5년간의 연평균 성장률(CAGR)은 18%에 달해 호주 우주산업의 확장세가 뚜렷하다. 주목할 점은 민간(Civil) 부문이 2.44억 미국달러, 국방(Defence) 부문이 4.05억 미국달러로 민간과 국방의 비중이 37:62이다. 호주의 우주국방예산은 2014년 이전에는 전무에 가까웠으나, 2016년 이후 민간 우주투자를 추월하였으며, 2022년 국방우주사령부 창설 전후로 급격히 상승하고 있다. 이는 호주가 우주 역량을 국가 안보 및 주권 확보의 핵심 수단으로 인식하고 있음을 보여준다.

이에 반해 한국의 경우는 전체 정부 우주개발 투자 11.7억달러중 민간부문이 8.15억달러이고, 국방분야는 3.52억달러로 민간과 국방의 비중이 70:30으로 민간부문이 절대적이다. 다만 최근들어 한국도 국방우주에 대한 투자가 크게 증가하고 있는데, 이는 양국이 세계적인 추세를 반영하고 있다고 볼 수 있다.

<그림 1> 호주의 정부우주 예산 추이



자료: NOVASPACE, 2025

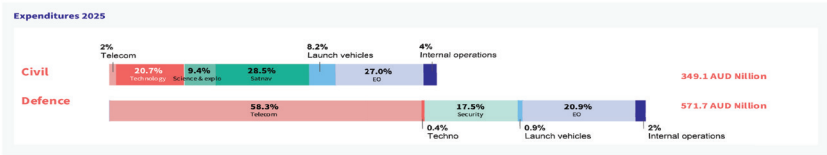
3.2 부문별 주요 동향

호주의 우주개발 예산은 2018년 호주우주청 설립이후 크게 증가하고는 있으나, 아직까지 민간분야는 2.44억 달러 수준에 머물러 있다. 민간 우주분야는 지구관측(27%), 위성통신(28.5%) 분야가 제일 많이 투자되고 있으며, 기술개발(20.7%), 우주과학 및 탐사(9.4%), 우주발사체(8.2%) 분야 순이다. 그러나, 민간 우주분야 정부 투자에 있어 정부는 직접 주도적으로 위성 등 우주자산을 개발하지 않고, 해외로부터 위성 및 위성데이터를 획득하고 있으며, 민간 기업이 추진하는 사업에 일부 지원하거나, 인프라를 지원하는 형태이다.

한편 호주의 우주국방 투자는 약 4억 달러 수준으로 위성통신(58.3%), 우주관측/정찰(20.9%), 우주안보(17.5%) 분야에 집중되어 있다. 호주의 대표적인 국방우주 사업은 우주기반통신망 구축 사업(GEO 위성 획득사업)과 장거리 전략 고주파 통신망 현대화사업이다. 지구관측/정찰위성 부분에서는 아직까지는 외국의 상업용 민간 위성 데이터에 의존하고 있다.

호주의 국방우주전략을 보면“주권적 우주역량 고도화”를 강조하고 있다. 이러한 국방 주도 성장이 현재 우주전 파망원경 등 우주통신 및 심우주탐사 인프라 중심의 우주연구 및 국제협력, 그리고 해외 위성 획득 및 영상 데이터의 활용 중심에서, 향후 Upstream 분야의 우주산업 역량 강화로 이어질 수 있을 것으로 예상된다.

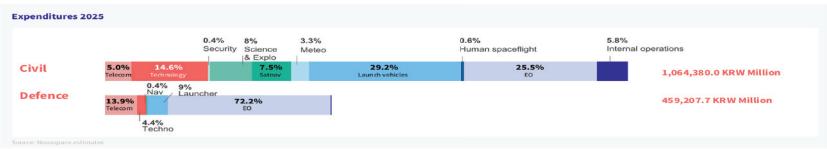
<그림 2> 호주의 분야별 투자(2025년)



자료: NOVASPACE, 2025

한국의 정부 우주개발 투자와 비교한다면, 한국은 앞서 언급한 대로 민간 우주에 대한 투자가 70:30으로 압도적으로 많으며, 상당부분이 발사체(29.2%), 지구관측위성(25.5%) 등 시스템 개발비용이고, 국방우주 분야는 지구관측(정찰) 위성 개발 부분이 72%를 점하고 있다. 이는 한국의 우주정책이 민간분야는 기술자립 중심의 제조업 육성, 국방부문은 남북이 대치하고 있는 한국의 안보현실을 반영한 정찰역량 강화에 있음을 보여준다.

<그림 3> 한국의 분야별 투자(2025년)



자료: NOVASPACE, 2025

3.2.1 위성 및 활용분야

① 위성항법(PNT): 호주는 위성항법을 단순한 지도 서비스가 아니라 PNT(Positioning, Navigation and Timing) 핵심 인프라로 보고 있다. 호주의 위성항법 정책은 한마디로 “독자 위성항법 체계 구축”보다는 “보정·복원력·산업활용 중심의 PNT 정책”에 가깝다. 즉, GPS 같은 외부 GNSS에 의존하되, 국가 인프라와 SBAS 보정서비스를 통해 더 정확하고 끊기지 않는 항법 환경을 만드는 방향이다. 호주 국방은 위성통신과 함께 PNT를 핵심 우주역량으로 분류하고, 우주 감시·미사일 경보·공간통제와 연계해 운용한다.

대표적인 사업으로 호주정부는 민간 최대 지출 항목인 SouthPAN 프로젝트에 20년간 14억 호주달러*를 투입할 예정이다. 호주는 정부기관인 Geoscience Australia가 총괄하고, 뉴질랜드의 LINZ가 공동 파트너이다. SouthPAN 프로젝트는 남반구 고정밀 위치 보정 네트워크를 구축하는 사업으로, 록히드 마틴 호주(지상 부문) 및 비아셋(위성 부문)과의 대규모 계약을 통해 인프라를 확충하고 있다. 사우스팬(SouthPAN)은 호주와 뉴질랜드 양국에서 향상된 위치 및 항법 서비스를 제공하게 될 예정이다.

- ② 지구관측(EO): 지구관측은 호주 우주정책에서 매우 중요한 실용 분야이다. 호주는 산불, 농업, 수자원, 해양, 기후 모니터링 같은 국토관리에 상당한 예산을 투입해 왔다. 특히 원격지·광역 국토라는 호주의 지리적 조건 때문에, 위성영상과 분석서비스 수요가 크고, 이를 기반으로 민간 서비스 산업도 함께 성장하고 있다. 그러나, 호주는 12억 호주달러 규모의 독자 위성망(NSMEO) 계획을 최근 중단하고, 미국의 Landsat Next 프로그램에 2억 740만 호주 달러(5년)를 투자하여 해외(미국) 위성의 데이터를 활용하는 전략으로 선회했다. 이는 산업기반이 없는 상황에서 독자 구축의 위험부담을 줄이고, 국제 파트너십을 통해 ‘데이터’의 안정적 확보를 추구하려는 전략적 판단이다.

2034-35년 이후에도 호주정부는 파트너십 유지를 위해 연간 평균 4,320만 호주 달러를 잠정 배정하였으며, 지오사이언스 오스트레일리아는 엘리스 스프링스 위성 지상국을 업그레이드하고 랜즈샷 넥스트 임무를 지원하기 위한 새로운 데이터 처리, 분석 및 과학 역량을 도입할 예정이다. 지구관측 예산의 나머지 부분은 국가 오픈소스 지구관측 데이터 플랫폼인 디지털 어스 오스트레일리아(DEA)를 지원한다. DAE는 향후 30년간의 랜즈샷(Landsat) 아카이브와 센티넬(Sentinel) 제품에 대한 접근을 제공받는다.

- ③ 위성통신: 호주의 위성통신 분야는 국방·원격지역 연결·정밀항법 보정·저궤도(LEO) 서비스 도입을 중심으로 빠르게 커지고 있다. 특히 호주는 넓은 국토와 인구 분산 때문에 위성통신 수요가 크고, 정부도 이를 국가 인프라와 안보 자산으로 보고 있다. 호주는 LEO 위성통신의 대표적인 테스트·확장 시장 중 하나인데, 텔스트라는 원웹(OneWeb)과 함께 호주 전역에 저궤도 위성망 기반 서비스를 도입했고, 이는 지형·비용 때문에 지상망 구축이 어려운 지역의 커버리지를 넓히는 데 목적이 있다.

또한 2024년 정부는 국가 통신 부문을 강화하는 양자 기반 솔루션 발전을 위해 최대 3,600만 호주 달러를 지원하는 ‘핵심 기술 도전프로그램’을 출범시킨 바 있으며, 2023년에는 호주우주청(ASA)이 서호주대학교에 400만 호주 달러를 지원해 남반구 최초의 운영용 광학 지상국 네트워크인 ‘테라넷(TeraNet)’을 개발중에 있다.

* 2026년 6월기준 1호주달러 = 0.71 미국달러

3.2.2 발사 역량 및 인프라

호주는 적도 부근에 위치한 지리적 이점을 바탕으로 보웬 우주센터를 비롯해, 웨일러스 웨이, 케이프 요크, 우메라 등 4대 주요 발사장을 운영하며 지리적 이점을 상업화하고 있다. 호주 정부는 1998년 Space Activities Act를 마련하여 발사시설 허가, 발사허가, 해외발사 인증, 복귀허가 등을 규율하며 상업 발사를 위한 발사안전 체계를 구축하였다. 2023년에는 미국기업들이 호주에서 우주발사를 수행할 수 있도록 미국과의 기술보호협정(TSA)을 체결한 바 있으며, 이를 기반으로 향후 10년간 호주 우주센터에서 45~95회의 발사를 지원할 수 있을 것으로 전망하고 있다.

자체 발사체 개발과 관련해서는 대부분 국가의 정부주도 개발방식이 아닌, 민간주도 + 정부지원 방식으로 추진하고 있는데, 스타트업인 길모어 스페이스에서 300kg급 위성 발사 능력을 갖는 총추력 46톤급의 에리스(Eris) 로켓(소형 3단 발사체)을 2025년 시험발사(궤도진입 실패) 한데 이어, 2026년 두 번째 시험발사가 예정되어 있다. 전체 개발비 1.1억 미국 달러중 약 1/3을 정부에서 지원하고 있다. 길모어는 향후 Eris Block 2 (탑재능력 1톤급)와 Eris Heavy (탑재능력 약 4톤) 개발계획도 갖고 있다.

3.2.3 우주과학 및 우주탐사

호주는 NASA 및 유럽우주청(ESA)과 협력하여 심우주 통신 및 우주선 추적 업무를 수행하는 세계적 수준의 핵심 우주인프라를 운영하고 있다. NASA의 Deep Space Network(DSN) 3개 거점 중 하나가 위치한 국가로, 행성간 우주선과의 통신·추적·데이터 수신에서 핵심 역할을 수행하고 있다. 남반구 최대 규모의 파스 전파 망원경을 보유하고 있으며, 세계 최대 규모의 전파망원경인 SKA(Square Kilometer Array) 구축 프로젝트도 추진하고 있다. 파스 전파망원경은 과거 아폴로 11호 미션의 핵심 수신기로 활약한 바 있으며, 현재는 NASA의 상업용 달 탐사 서비스(CLPS) 등 다양한 달 탐사 미션에 활용되고 있다.

호주의 우주탐사 분야는 전통적인 독자 탐사보다는 국제공동임무 참여형의 성격이 강하다. 대표적인 사례로 NASA 아르테미스 미션을 위한 소형 로버 ‘루버(Roo-ver)’ 개발에 약 3,000만 미국달러를 투자할 예정이다. 이 탐사차는 달 토양을 채취해 NASA 탑재체로 전달할 계획이며, 달 표면 탐사와 레굴리스 수집, 산소 추출 실험을 추진하고 있다. 이 사업은 호주의 광업·농업 로봇공학, 자동화, 원격조종 기술을 달 탐사에 적용하는 상징적 프로젝트이다. 또한 호주 기업 엔트엑스(entX)의 방사성 동위원소 히터 장치 개발 등 5개 프로젝트를 추진중이며, 2024년 8월, 학계에서 제작한 3개의 큐브셋(Binar-2-3-4)이 국제우주정거장(ISS)을 통해 발사되어 호주 제작 위성군 운영 시험을 목표로 하고 있다. 이 3개의 위성은 새로운 방사선 차폐 재료를 시험하기 위한 CSIRO 기기와 퍼스 기업 AVI의 S-밴드 무선 송신기 시제품을 탑재하고 있다.

<그림 4> 호주의 우주발사 및 우주전파·통신 인프라



출처: 저자 정리, 그림은 Claude 활용

3.2.4 우주안보

우주안보는 최근 몇 년간 빠르게 부상한 분야이다. 호주는 2019-2028 전략에서 우주상황인식(SSA)과 우주파편 감시를 핵심 우선순위로 제시했고, 2024년 국방투자계획에서는 심우주 레이더, 우주감시, 통제 역량을 대폭 강화하겠다고 발표한 바 있다.

최근에는 호주의 스페이스 머신즈 컴퍼니(Space Machines Company)사가 궤도서비스, 위성접근/기동기술 검증용 위성인 Optimus OTV(Orbital Transfer Vehicle(궤도상 비행체))를 개발하고 있다. 2024년에는 미국의 Falcon 9으로 270kg급 Optimus OTV(Orbital Transfer Vehicle)를 발사한 바 있으며, 또한 인도의 뉴스페이스 인디아 리미티드(NSIL)사와 궤도상 유지 및 우주 쓰레기 저감 기술 시연이 임무인 ‘스페이스 마이트리(Space MAITRI)’ 협약을 체결하고, Optimus-2 위성(450kg급)을 NSIL의 소형 위성 발사체(SSLV)에 실어 발사할 예정이다. 또한 후속 Optimus Viper에는 호주의 기업인 High Earth Orbit Robotics(HEO)사가 개발하는 우주에서 다른 우주물체를 촬영하는 비지구 영상 카메라를 우주선(OTV)에 탑재할 계획이다.

또한 호주 우주청(ASA)은 “달에서 화성까지 공급망 역량 강화 지원금(Moon to Mars Supply Chain Capability Improvement Grants)” 프로그램을 만들어 25만~100만 호주달러를 호주 기업에 지원할 예정이며, 민간 우주 감시 역량을 강화하기 위해 HEO사의 홀즈 이미저(Holmes Imager, 비지구영상 광학센서) 개발을 위한 자금을 지원하기로 하였다.

3.2.5 국방우주

국방우주는 호주의 우주분야중 가장 빠르게 발전하는 분야이다. 2024년 방위 계획에 따르면 향후 10년간 우주와 사이버에 최대 227억 미국달러를 투입하고, 그중 64억~85억 미국달러를 우주영역에 배당하였다. 우선순위는 위성통신, PNT, 우주상황인식, 미사일 경보, 위성운용, 우주통제, ISR(정보·감시·정찰), 환경감시이며, 호주 국방부는 전용 우주 인력과 자주적 위성통신 체계를 구축할 계획이다.

호주의 대표적인 국방우주 사업은 우주기반통신망 구축 사업(GEO 위성 획득사업)인 JP9102(군사위성통신), 지상/전리층 기반 통신 현대화 사업인 JP9101(장거리전력 고주파 통신망 현대화사업)이다. 그러나 위성통신사업인 JP9102 사업은 2024년 사실상 재검토/취소되었는데, 향후 MEO/LEO 기반 우주통신시스템 구축으로 재추진될 전망이다.

지구관측/정찰위성 부분에서는 한국의 425사업과 같은 독자 군사정찰위성 체계를 구축하지는 못하고 있으며, 상업용 민간 위성(Planet, Maxar, Airbus)의 데이터를 주로 활용하고 있다. 그러나, 호주 국방부의 통합 국방 역량 체계 계획(Def 7000)에는 “독자위성기반영상능력” 확보가 언급되어 있어 아직 구체화되어 있지는 않으나 지구관측위성분야에 대한 투자도 이루어질 전망이다. 그럼에도 불구하고 호주 국방부의 프로그램은 위성/우주 제조업 역량 구축 기반의 계획이라기 보다는 해외 위성이나 해외영상 데이터 획득 및 활용 능력 강화의 성격이 더 크다.

3.2.6 산학협력 연구 및 국제협력

① 산학연 협력 센터: 정부는 학계와 산업계가 공동으로 자금을 지원하는 국가 연구 네트워크인 우주 관련 협력 연구센터(CRC)를 3개 운영해 왔다. CRC 프로그램은 산업계와 학계를 다양한 분야에 걸쳐 연결해 산업 주도형 응용연구를 수행하는 장기 경쟁 프로그램으로, 7~10년간 지원을 받는다. 그 중 우주정보 CRC와 우주환경연구 CRC는 사업이 종료된 바 있고, 현재 운영중인 스마트셋 CRC(SmartSat CRC)는 2018년 설립되어 자동 위성 모니터링 시스템 등의 연구 프로젝트를 수행하고 있다. 호주 내 39개 대학 중 40% 이상에 해당하는 17개 대학과 80개 이상의 중소기업(SME)이 회원으로 참여하고 있는데, 국제 우주 투자 기금(ISI Fund)을 포함해 일자리 창출과 기술 역량 강화를 위해 2025년 약 5,133만 미국 달러를 투자하고 있다.

② 국제협력: 국제협력은 호주의 전통적인 우주전략중 하나이다. 미국과의 협력 사업이 대부분이나, 인도, 영국, 뉴질랜드 등과의 협력 사업도 확대하고 있다. 예를 들어 2023년, 국제우주투자(ISI)-인도 프로젝트 보조금 프로그램이 4년간 1,500만 미국 달러 규모로 신청을 접수하였으며, 2024년, ISI 기금의 일환으로 호주 정부는 호주와 인도 간 3개 협력 우주 프로젝트(인도에서 발사될 탄소 배출 정보 수집용 저궤도(LEO) 위성과 같은 기술의 공동 개발 등에 사용)에 1,278만 미국달러의 자금을 지원한다고 발표한바 있다. 이 기금은 호주 기업 및 연구 기관이 인도 우주 생태계와 공동 프로젝트를 수행하고 긴밀한 관계를 구축할 수 있도록

하는데 지원된다. 또한 2024년, 호주 우주청(ASA)과 영국 우주청(UK Space Agency)은 영국 국제 양자 기금(International Bilateral Fund)을 통해 협력 우주 프로젝트를 지원하고 있다.

4. 호주의 우주 분야 거버넌스 체계

호주는 오랫동안의 정책적 무관심에서 벗어나, 2018년에 호주우주청을 설립하고, 2022년 국방우주사령부를 창설하면서 호주의 우주분야 재도약을 위한 정책추진 체계를 구축하였다.

새로이 구축된 호주의 우주 거버넌스는 민간 우주분야는 산업과학자원부(DISR) 산하의 호주우주청에서, 국방우주분야는 국방부 산하의 국방우주사령부가 담당하고 있으며, 국방과 민간분야의 조정은 호주 우주청장이 위원장인 우주조정위원회에서 이루어진다.

연구개발 분야에서는 미국의 NASA, 일본의 JAXA, 한국의 한국항공우주연구원(KARI)과 같은 국가우주전문연구기관은 없으며, 비영리 국가 종합연구기관인 연방과학산업연구기구(CSIRO)에서 담당하고 있다. CSIRO와 정부의 관계는 일방적인 지시가 아닌 상호계약적인 독특한 성격을 갖고 있다.

요약하여, 호주의 국가 우주개발의 거버넌스 상호관계는 ①정책 수립은 산업혁신과학부(DISER) → ②전략 집행 및 규제는 호주우주청 → ③기술 지원은 CSIRO와 학계 → ④ 안보는 우주조정위원회에서 국방부와의 결합과 조정의 사슬로 연결되어 있다고 할 수 있다.

4.1 호주우주청(ASA): 산업중심의 전략기구이자 조정자(Coordinator)

2018년에 설립된 호주 우주청은 별도의 독립법으로 설립된 법정기관이 아니라, 산업과학자원부(DISR) 내부의 조직으로 정책·조정 기관의 성격을 갖는 비법정(non-statutory) 행정기관이다. 호주우주청은 경제적 성장과 국가적 이익을 실현하기 위해 ① 우주 산업 성장 및 일자리 창출(산업육성 역할), ② 국제 협력의 ‘관문’(외교적 역할), ③ 국가 전략 수립 및 규제(거버넌스 역할), ④ 국민적 영감 고취(교육적 역할), ⑤ 인프라 구축 지원 역할을 수행한다.

호주우주청의 특징은 NASA(미) 등 다른 나라의 우주기구와는 달리 직접 우주 미션을 수행하기보다 민간 기업이 성장할 수 있도록 돕는 조력자이자 규제자(발사안전)의 역할에 집중하는 ‘산업 중심 모델’을 채택하고 있다. 아울러, 호주 우주청은 정부, 국방, 학계, 그리고 상업적 스타트업 사이의 경계에서 이들의 이해관계를 조정하고 대화를 촉진하는 중재자 역할을 수행하는 동시에, 호주 우주 예산의 가장 큰 부분을 차지하는 국방부와의 민군협력을 담당한다. 우주항공청 내부의 우주규제국(OSR)은 ‘우주활동법 2018’에 근거하여 발사 면허 및 안전 규제를 엄격히 관리한다.

요약하자면, 호주우주청은 호주가 과거의 우주 강국 위상을 되찾고 뉴 스페이스(NewSpace) 시대의 주역으로 도약하기 위해 설립된 “산업 중심의 전략 기구”라고 할 수 있음

<표 2> 호주 우주청의 법적 정체성

1. 법적 지위: “독립 법정기관(statutorily established agency)”이 아니라 연방정부 부처 산하의 행정기관 (executive agency 형태의 프로그램 조직). 즉, 별도의 독립법에 의해 설립된 법인기관이 아니라 정부 행정부 내 조직
2. 산업과학자원부(DISR) 소속으로 연구기관이 아니라 부처내 정책·조정 기관의 성격
3. 인력은 설립당시 30여명에서 현재 100여명 수준
4. 한국의 우주항공청은 특별법에 의해 설립된 ‘중앙행정기관’이면서, 동시에 과학기술정보통신부 산하의 ‘부처 산하 외청’
※ NASA는 독립연방기관, JAXA는 독립행정법인임.

4.2 연방과학산업연구기구(CSIRO): 비영리 국가종합연구기관으로 자율성 보장

호주는 우주 주요국과는 달리 독립된 우주개발전담 연구기관은 없으며, 1916년에 설립된 호주 연방 정부의 독립적인 국가과학 및 산업 연구기관인 연방과학산업연구기구(CSIRO, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation)에서 우주 연구개발을 함께 수행한다. CSIRO는 지난 60년 간 전파천문학 및 우주선/위성 통신 분야를 선도해 온 호주 우주 기술 개발의 핵심 허브이다.

CSIRO는 호주 연방 정부의 관리 감독을 받는 비영리 정부 기관으로, 정부와의 관계는 일방적인 지시가 아닌 상호 계약적 성격을 갖는 독특한 제도로 운영된다. 법적으로는 1949년 제정된 과학산업연구법(Science and Industry Research Act 1949)과 공공 거버넌스, 성과 및 책임법(PGPA Act 2013)에 의거하여 운영되며, 기관이 정치적 외풍으로부터 독립하여 과학적 객관성을 유지할 수 있는 자율성을 보장하는 동시에, 공공 자산으로서의 엄격한 성과 책무를 부여한다.

호주 정부로부터 4년 단위로 재정을 지원받지만, 연구의 우선순위와 세부 전략은 정부와 협의하여 자체적으로 수립한다. 구체적으로 산업과학자원부 장관은 CSIRO에 대한 정부의 정책적 기대와 우선순위를 제시하는 기대 선언서(Statement of Expectations)를 CSIRO에 전달하고, CSIRO는 최고 의사결정 기구인 CSIRO 이사회(Board)에서 경영진과 함께 자율적으로 전략과 우선순위를 결정하여, 기관의 자원이 어떻게 국가 전략과 정렬되는지 구체적인 실행 계획을 담은 의향 선언서(Statement of Intent)를 정부에 제시한다.

CSIRO는 세계적인 전파천문학 및 우주선/위성 통신 인프라를 운영하고 있다. 남반구 최대 규모의 파스 전파 망원경을 보유·운영하고 있으며, 세계 최대 규모의 전파망원경인 SKA(Square Kilometer Array) 구축 프로젝트도 추진하고 있다.

CSIRO는 단순한 연구 기관을 넘어, 호주의 지리적 이점과 축적된 통신 기술을 결합하여 호주를 글로벌 우주 산업의 강국으로 변모시키는 기술적 토대 역할을 추구하고 있다.

4.3 국방우주사령부: 국방 우주 역량을 강화

국방부는 호주 우주 산업에서 가장 큰 예산을 투입하는 핵심 행위자이며, 우주 보안 및 군사화가 가속화되는 뉴 스페이스 시대의 주축을 담당한다. 우선 호주 국방부 (Department of Defence)는 국방 분야의 우주 정책을 정의하고, 관련 활동 전반을 총괄하며 이행하는 역할을 담당한다. 호주 국방부는 우주 조정 위원회(Space Coordination Committee)의 멤버로 참여하여 호주 항공우주청(ASA) 등 다른 정부 부처들과 함께 우주 관련 활동을 조율한다.

국방부 산하의 국방 우주 사령부 (Defence Space Command)는 국방 우주 정책을 실질적으로 이행하고, 국방 우주 역량을 강화하기 위한 실무 활동을 주도하는 핵심 조직이다. 국방우주사령부는 2022년 1월 공군 산하 부대로 창설되었으나, 2023년 7월 국방부 직할인 합동역량그룹(Joint Capabilities Group, JCG) 산하로 재편되어 육·해·공군이 모두 참여하는 합동 사령부 체계를 갖추었다.

우주사령부는 전략적 우주 계획 수립, 우주 시설의 설계, 건설, 유지 및 운영을 담당하며, ‘Commercial-First’ 전략을 채택, 독자 위성 확보 전까지 민간 상업용 기술(COTS)을 적극 도입하여 역량 격차를 해소하고자 하고 있다. 최근 발표된 ‘Concept SELENE’에 따라 우주 영역 인식 (Space Domain Awareness, SDA), 위성 통신 (SATCOM), 우주 통제 (Space Control), 정보·감시·정찰 (ISR), 포지셔닝 및 타이밍 (PNT) 등 핵심 역량을 강화하고 있다.

국방과학기술그룹(Defence Science & Technology Group, DSTG)은 호주 국방부(Department of Defence) 소속의 과학 기술 전문 기관으로, 호주의 국방 및 국가 안보를 위한 과학적 조연과 혁신적인 기술 솔루션을 제공하는 핵심 기구이며, 국방 관점에서 우주를 활용하기 위한 ‘첨단 기술과 전략’을 개발하는 실행 동력이라고 할 수 있다.⁴⁾

4.4 호주 우주거버넌스 센터(ACSG): 우주법/정책연구 싱크탱크

호주 정부는 우주산업 확대와 우주활동 증가에 따른 우주잔해 문제, 위성 안보, 우주 군사화, 우주자원 등 정책 대응 필요성 증대에 대응하여 정책·법·거버넌스 연구를 수행하기 위해 2020년 ACSG를 설립하였다. ACSG는 다학제적 비영리 연구기관으로, 우주법·우주정책·국제규범 연구를 수행하는 민간·학술 중심의 연구·정책 네트워크형 싱크탱크 기관이다. 정직원 수는 10명이내이고, 약 20~30명의 전문가로 네트워크를 구성하며, 호주 정부, 국방부, 외교부가 위치한 정책 중심 도시인 캔버라에 위치하고 있다.

ACSG는 호주가 글로벌 우주 산업에서 ‘책임 있는 행위자’로서 역할을 수행할 수 있도록 이론적 기반을 마련하며, 정부 및 국제기구에 우주정책과 국제 규범에 대한 정책 자문을 제공하는 역할을 수행한다. ACSG의 핵심 기능은 우주법 (Space Law), 우주안보, 우주 환경 지속가능성, 우주 교통 관리, 국제 규범 및 윤리 분야이며, 워크숍, 정책 포럼, 교육 프로그램, Space governance podcast 등 아웃리치 활동도 수행하고 있다.

4. DSTG는 과거 무기연구소(Weapons Research Establishment)를 모태로 하고 있는데, 우주 관련 기술의 설계와 테스트를 담당하며 호주의 방위 자산에 들어가는 핵심 기술을 개발한다.

<표 3> 호주 우주개발 거버넌스 요약

구분	주요기관	역할 핵심	거버넌스 특징
정책 총괄	산업과학자원부	국가 우주정책 방향 설정, 산업정책과 우주정책의 연계	우주를 과학기술 영역보다 산업/경제 성장 전략의 일부로 관리
민간우주정책 · 집행	호주우주청 (ASA) - 우주규제국 (OSR)	우주산업 성장, 국제협력 창구, 우주 활동(발사 면허, 발사안전) 규제, 인프라 지원, 정부·산업·학계 조정	NASA·JAXA식 직접 미션 수행기관이 아니라 산업 중심의 전략·조정·규제기관
연구개발 · 기술 기반	연방과학산업연구 기구 (CSIRO)	전파천문, 심우주 통신, 위성·우주기술 연구, NASA·ESA 협력, 기술 상업화	호주에는 KARI·JAXA 같은 우주 전담 연구기관이 없고, CSIRO가 국가 과학기술 수행 및 우주전파 통신 인프라 운영
국방우주정책 · 집행	호주 국방부, 국방우주사령부	- 국방 우주정책 수립, 우주 안보 · 군사 우주 역량 총괄 - SDA, SATCOM, ISR, PNT, 우주통제 등 국방 우주역량 강화	호주 우주 분야에서 가장 큰 예산을 투입하는 핵심 행위자. 공군 중심에서 육·해·공 합동 체계로 전환. Commercial-First 방식으로 민간기술 활용
민군·부처 간 조정	우주조정위원회	민간·국방·정부 부처 간 우주활동 조정	민간 우주정책과 국방 우주정책 연결 및 조정
정책·법·규범 연구	호주 우주거버넌스 센터 ACSG	우주법, 우주안보, 우주 지속가능성, STM, 국제규범 연구 및 자문	정부기관은 아니지만, 호주의 책임 있는 우주활동과 국제규범 논의에 기여

5. 호주의 우주개발 전략

5.1 국가 민간 우주전략[2019~2028]⁵⁾ 및 미래 로드맵

5.1.1 개요

호주 우주청은 2018년 출범이후 국가 민간우주분야의 재도약을 위한 중장기 전략을 발표하였다. 비전은 “호주 경제를 견인하고, 국민 삶을 개선하는, 국제적으로 책임있고, 존중받는 우주산업 구축”으로 정의하였다. 민간 우주전략의 핵심비전으로 “산업 규모를 2030년까지 현재의 3배 이상인 1.1조 호주달러(누적 경제 효과 기준)로 확대하고, 3만 개의 일자리를 창출”하는 정량적 목표를 제시하였다. 이를 위한 전략으로 ①국제협력을 통한 시장개방, ②국내적으로는 국가우주 우선순위에 대한 단계적 로드맵 수립 및 집중투자, ③발사안전, 국제우주규범 준수 등 안전하고 책임있는 우주환경 조성, ④ STEM 등 인재양성을 선정하였다. 이러한 전략 수행에 있어, 정부는 “직접 주도”가 아니라 국제협력의 창구가 되는 동시에, 시장 촉진자(Facilitator), 조정자(Coordinator) 역할을 수행하는 것으로 설정하고 있다.

항목	2018년	2030년
산업규모	A\$350billion	A\$1.1 trillion
고용규모	10,000 명	30,000 명
연평균 성장률 목표	8.5% 이상	
외국인 투자 유치	2019-2025년 최소 A\$1 billion 파이프라인 구축	

5.1.2 전략적 비전 및 목표

호주 우주청은 이를 위해 4대 전략적 축(Pillars)을 중심으로 구체적 발전전략을 발표하였는데, 그 내용은 다음과 같다.

- ① 국제 개방(International): 국제협력을 통한 시장개방을 목표로 양자 및 다자 협력을 확대하고 특히 NASA·ESA와의 협력을 강화함. ISI(International Space Investment) 프로그램을 통한 글로벌 공급망 진입을 지원함.
- ② 국내 역량(National) 강화: 국가 경쟁우위 분야를 육성한다는 목표아래, 7대 분야를 선정하여 집중 투자함. 이를 위해 구체적인 기술로드맵을 수립하고, 산업 규모화 및 가치사슬 구축을 추진함.
- ③ 책임(Responsible): 안전하고 책임있는 우주활동 보장을 목표로 하고, 이를 위해 국제 규범 준수 및 안전한 발사 환경 구축.
- ④ 영감(Inspire): STEM 인재 양성 및 ‘Moonshot’ 미션을 통한 국민적 관심 고취함.

5. Australian Space Agency, Australian Civil Space Strategy 2019-2028 (Advancing Space) , 2018

이러한 4대 전략적 축을 중심으로 호주 우주청은 다음 7대 우선분야를 선정해 단계적 투자계획을 수립하였다.

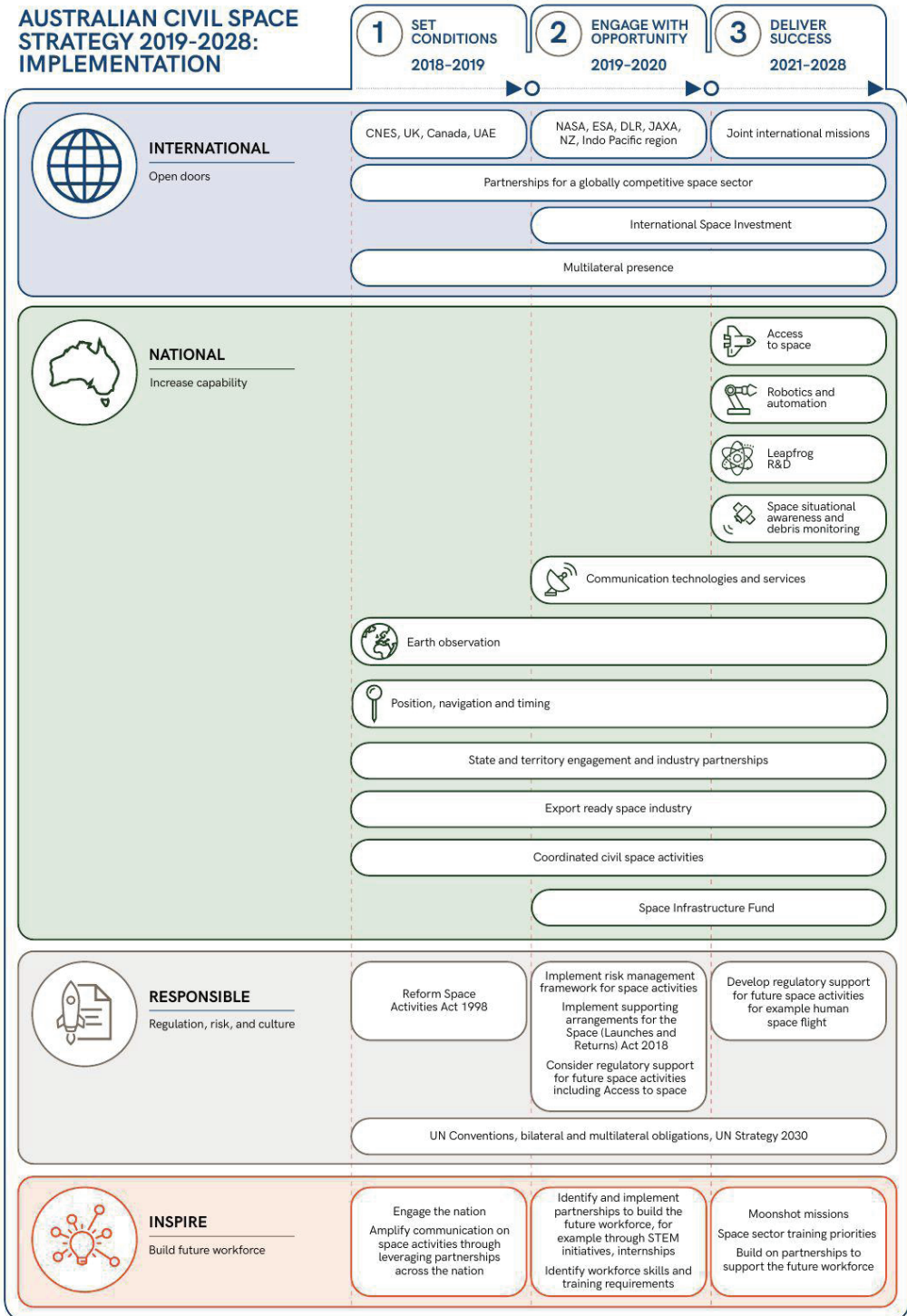
- ① Position, Navigation & Timing (PNT): 국가 경제 인프라 핵심
- ② Earth Observation (EO): 농업·수자원·해상 모니터링
- ③ Communications Technologies: 양자통신, 레이저 통신
- ④ Space Situational Awareness (SSA): 우주잔해 감시
- ⑤ Leapfrog R&D: 차세대 로켓, 우주의학 등
- ⑥ Robotics & Automation: 원격자산관리 강점 활용
- ⑦ Access to Space: 국내 발사체 역량 확보

호주 우주청은 4대 전략적 축을 중심으로, 7대 우선분야에 대한 전략적 육성방안을 3단계로 나누어 다음과 같은 실행로드맵을 수립하였으며, 이 로드맵을 기본으로 하여, 2020년 「Communications Technologies and Services Roadmap (2021-2030)」, 2021년 「Earth observation from space roadmap (2021-2030)」, 2022년 「Robotics and Automation on Earth and in Space (2021-2030)」 등 3개의 분야별 로드맵을 수립해 육성전략을 추진하고 있다.

<표 5> 국가 민간 우주전략: 3단계 실행 로드맵

단계	역할 핵심	거버넌스 특징
1단계(2018-2019):	성장기반 구축단계로 PNT, EO 집중	- 우주청 설립 - Space Activities Act 개정 - SBAS, DEA 투자
2단계(2019-2021):	기회 확장 단계로 통신 및 인프라 구축	- Space Infrastructure Fund (A\$19.5M) - ISI 프로그램 (A\$15M) - 발사 규제 세부체계 확립
3단계(2021-2028):	본격 성장 단계로 SSA, 로보틱스, R&D, Access to Space	- Access to Space 본격 추진 - Human Space Flight 기반 검토 - 공동 국제 미션 추진

<그림 6> 호주의 민간 우주전략(2019-2028)



출처: Australian Space Agency

5.2 국방 우주전략⁶⁾

호주 국방부는 최근 호주 우주청과는 별도로 호주의 국방우주전략인 「Australia Defence Space Strategy 2022」를 발표하였다. 국방우주전략에는 동맹국과의 협력과 함께 호주의 주권적 우주역량 확보를 강조하고 있다. 이 전략은 국방 우주 사령부(Defence Space Command)의 창설과 맞물려 호주가 우주 강국으로 나아가기 위한 중요한 이정표로 평가된다.

5.2.1 비전 (Vision)

호주 국방 우주 전략의 핵심 비전은 “혼잡하고(congested) 경쟁적인(contested) 환경에서 호주의 우주 접근성을 보장”하는 것이다. 이는 호주가 단순히 우주 서비스를 소비하는 수동적 입장에서 벗어나, 국가 안보를 위해 우주 영역에서 능동적으로 작전하고 영향력을 발휘할 수 있는 역량을 갖추는 것을 의미한다.

5.2.2 목표 (Objectives)

국방 우주전략은 2020년 국방 전략 업데이트(DSU) 및 전력 구조 계획(FSP)에서 정의된 우주 임무를 달성하는 것을 목표로 하며 다음과 같은 세부 목표를 가진다.

- ① 우주 역량의 보장: 동맹국과의 협력 또는 독자적 수단을 통해 호주 국방군(ADF)의 우주 자산과 서비스에 대한 안정적인 접근을 유지
- ② 주권적 역량 확보: 동맹국(특히 미국)에 대한 의존도를 인정하면서도, 호주만의 독자적인 우주 역량(Sovereign Capability)을 개발하여 비용 효율성을 높이고 국가적 필요를 충족
- ③ 우주 전문 인력 양성: 우주 분야에 특화된 전문 지식을 갖춘 국방 인력을 교육하고 확보하여 우주 작전의 전문성을 강화

5.2.3 5대 중점 추진 분야 (Lines of Effort)

전략은 목표 달성을 위해 국방 우주 역량 강화와 범정부 및 동맹국과의 통합을 비롯해 다음과 같은 5가지 중점 추진 분야를 설정하고 있음.

- ① 국방 우주 역량 강화 (Enhancing Defence's space capability): 2020 전력 구조 계획에서 이미 확인된 우주 관련 전력(통신, 감시 등)을 구체적으로 구축하고 강화
- ② 범정부 및 동맹국과의 통합 (Integrating across government and with allies): 호주 정부 내 여러 부처와 협력하고, 미국, 영국 등 주요 동맹국과의 파트너십을 통해 우주 역량의 상호 운용성을 높임.

6. Australian Defence Space Command, The 2022 Australia Defence Space Strategy, 2022

- ③ 우주의 중요성에 대한 국가적 이해 증진 (Growing the nation's understanding): 우주가 국가 안보 및 경제에 미치는 영향과 중요성에 대해 호주 국민과 국방부 내의 인식을 높임
- ④ 호주의 주권적 우주 역량 고도화 (Advancing Australia's sovereign space capability): 지구 관측, 우주 제어 및 우주 서비스 분야에서 호주 자체의 기술과 역량을 점진적으로 발전시킴.
- ⑤ 일관되고 효율적인 우주 사용 보장 (Ensuring a coherent, efficient and effective use of space): 우주 자산의 획득 및 운용 프로세스를 개선하여 자원의 낭비를 막고 전략적 목적에 부합하는 운영 체계를 확립함.

5.2.4 주요 작전 역할 (Operational Roles)

국방우주전략에서 정의하는 호주 국방 우주력(Space Power)의 구체적인 역할은 우주영역인식, 우주제어, 합동군지원, 우주군수지원으로 구분된다.

- ① 우주 영역 인식 (Space Domain Awareness, SDA): 우주 물체를 추적하고 식별하여 안전한 우주 작전을 지원
- ② 우주 통제 (Space Control): 우주 자산에 대한 위협에 대응하고 필요시 적대적 세력의 우주 이용을 거부
- ③ 합동군 지원 (Support to the joint force): 지상, 해상, 공중 작전의 효과성을 높이기 위한 우주 기반 정보(통신, PNT 등)를 제공
- ④ 우주 군수 지원 (Space logistics): 우주 자산의 발사 및 유지 관리를 포함한 물류 체계를 구축

6. 호주 우주전략의 핵심 요소와 특징

6.1 지리적 이점 활용

호주는 우주분야에서 특별한 지리적 강점을 가지고 있는데, 이는 단순히 국토가 넓어서가 아니고, 지리적 위치, 전파환경, 글로벌 네트워크 구조, 남반부 관측 이점이 결합되어 있기 때문이다.

미국 NASA의 심우주 네트워크는 미국 캘리포니아, 스페인 마드리드, 호주 캔버라의 3지역에 약 120도 경도 간격으로 배치되어 있다. 지구가 자전하면서 우주선이 한 지역 지평선 아래로 사라져도 다음 지역이 이어받아 통신을 할 수 있어 24시간 끊김 없는 연속 통신이 가능한 구조이다. 또한 심우주 탐사선이 태양계 밖 또는 남쪽 하늘 방향으로 이동하면, 북반구 관측소에서는 가시성이 제한되는 반면, 호주는 남반구에 위치하여 이러한 제약요건 없이 통신이 가능하다. 실제로 호주 캔버라의 대형안테나는 Voyager 2호에 명령을 보낼 수 있는 유일한 지상국이다. 뿐만 아니라 호주는 인구 거주 지역이 극히 적어 수십억 km 떨어진 탐사선의 극도로 약한 신호를 전파 간섭 없이 수신할 수 있는 매우 유리한 조건을 가지고 있다.

아울러, 호주는 비록 적도 국가는 아니지만, 적도에 근접한 남반구에 위치해 우주발사체 발사에 연료 효율성을 높일 수 있는 이점을 가지고 있으며, 광대한 인구 희박 지역으로 인해 발사 및 우주선의 귀환시 위험성으로 부터도 자유로운 지리적 조건을 갖추고 있다.

이러한 지리적 이점을 배경으로 세계적으로 경쟁력 있는 심우주통신 및 우주천문망원경, 우주발사체 발사기지 등 인프라를 구축하고, 미국을 비롯한 세계주요국과의 국제협력을 추진하고 있다.

6.2 미국과의 전략적 파트너십

호주는 미국과의 동맹을 인도-태평양 전략의 중심축으로 삼아 왔으며, 영국·미국과의 AUKUS, 미국·일본·인도와 의 Quad 협력, 남태평양 도서국과의 관계, 동남아 및 인도양 지역과의 연계를 중시한다. 호주의 2017년 「Foreign Policy White Paper」는 미국과의 동맹을 인도-태평양 접근의 중심으로 규정하고, 미국의 정치·경제·안보적 관여가 역내 질서 유지에 필수적이라고 설명한다.

호주는 미국과의 전통적인 협력 관계를 중심으로 위성관측 분야는 기존의 독자 위성망 구축 계획을 포기하고, 미국 Landsat Next 파트너로 참여하는 등 미국 LANDSAT의 데이터를 활용하는 정책으로 변경한 바 있다. 우주 탐사분야에서는 1950년대부터 미국 NASA와 아폴로 11호, 바이킹 등 달 및 화성 탐사 등 심우주통신 협력을 제공했으며, 최근에는 넓은 비거주 지역과 적도 남반구의 지리적 이점을 배경으로 세계 수준의 우주전파망원경 인프라를 유지하면서 미국 NASA의 Artemis 에 Rover 탐사차 개발과 상업용 달탐사 서비스(CLPS) 등 다양한 달 탐사 임무에 참여하고 있다. 또한 2024년에는 기술보호협정을 체결하여 미국 기업이 호주에서 우주발사체를 발사할 수 있는 법적 기반을 구축하고, 호주의 발사장에서 미국 발사체의 상업발사를 유치할 계획이다.

6.3 산업중심 정책 및 연구자율

NASA와 같은 다른 국가 우주 기구가 국가적 우주미션에 큰 비중을 두는 것과 달리, 호주 우주청은 직접 우주 미션을 수행하기보다 민간 기업이 성장할 수 있도록 돕는 조력자이자 조정자의 역할에 집중하는 “산업 중심 전략” 모델을 채택하고 있다.

연구개발에 있어서는 과학임무를 우주청 역할에서 분리하여 국가 종합연구개발기구인 호주 연방과학산업연구기구(CSIRO)에서 우주전파망원경 등 대규모 R&D 시설의 운영과 연구개발을 시행한다. 특히 CSIRO는 정부로부터 일방적인 지시를 받는 관계가 아니라 정부의 정책방향이 담긴 기대선언서(Statement of Expectation)를 받아, 기관 자체적 의사결정을 통해 국가전략과 정렬되는 구체적 실행계획인 의향선언서(Statement of Intent)를 제시하는 자율적 구조로 되어 있다.

6.4 국방우주를 통한 주권적 우주역량 확보

최근들어 호주의 국방우주예산은 민간분야의 우주개발 투자를 압도하고 있다. 2022년 발표된 「Australia Defence Space Strategy 2022」에는 그동안의 호주의 우주활동의 중심축인 지리적 이점 활용, 미국과의 전략적 협력, 민간산업의 조력자 및 조정자 역할과는 달리 호주의 우주 주권 확보를 강조하고 있다. 이러한 국방우주 목표는 필연적으로 독자적인 지구관측, 우주통신 및 정보, 우주상황인식 및 우주통제 자산 등을 요구하게 될 것이다. 다시말해 국방우주전략은 그동안의 소극적 우주정책에서 보다 적극적인 우주전략 자산 확보의 방향으로 나아갈 것으로 예상된다.

<그림 7> 호주의 우주전략: 5대 핵심 축



출처: 저자 정리, 그림은 ChatGPT 활용

7. 결론 및 시사점

호주의 우주개발은 60-70년대 초기에 지리적 이점과 미국과의 국제협력을 중심으로 우주분야에 참여한 이래, 오랜기간 무관심속에 방치하다가, 최근들어 그동안의 소극적 우주 육성 정책에서 벗어나 뉴스페이스 시대와 우주 안보 역량 강화를 위한 우주정책에 적극 나서고 있다.

첫 번째로 호주 정부는 우주분야의 재도약을 위해 거버넌스 체제를 구축하였다. 우주개발 거버넌스 체제는 한 나라의 우주개발 정책방향을 설명해 준다. 우선 호주 우주개발 정책은 산업과학자원부(DISR)가 총괄하고 민간분야는 DISR 산하의 호주우주청에서 담당한다. 우주청은 산업육성 및 각 분야의 중재자 역할에 중심축에 두고, 해외협력을 위한 국제적 창구 역할을 담당하며, 연구개발은 호주의 종합 국가과학기관인 연방과학산업연구기구(CSIRO)가 담당한다. 국방분야는 국방부와 산하의 국방우주사령부에서 담당하되, 민간과 국방과의 민군협력은 호주우주청장이 위원장인 우주조정위원회를 통해 이루어지도록 거버넌스 체제를 정비하였다.

두 번째로 국가 우주분야 재도약을 위한 국가우주전략을 수립하였다. 2018년 발표된 호주 국가 민간 우주전략(2019-2028)의 비전은 우주산업규모를 2030년까지 3배 규모로 키우고, 고용규모를 3만명 수준으로 확대하는 등 “산업육성”을 최우선 순위에 두고 이 로드맵을 기본으로 하여, 통신, 지구관측, 우주탐사 관련 분야별 로드맵을 수립해 육성전략을 발표하였다.

세 번째로, 국방우주사령부 창설과 함께 국방우주 분야의 예산을 크게 증가하였다. 2025년에는 호주 우주예산 중 62%를 차지하는 호주 우주분야의 주도적 역할자로 등장하였다. 2022년 발표된 국방우주분야의 전략 목표에는 “우주 역량의 보장”과 “주권적 역량 확보”를 포함하고 있다. 이를 위해 우주통신, 감시, 지구 관측, 우주 제어 및 우주 서비스, 우주발사체 분야에서 호주 자체의 기술과 역량을 적극적으로 발전시켜나간다는 의지로 보여져 그동안의 호주 우주정책에 변화를 가져올 것으로 보인다.

그동안 호주의 우주 발전경로와 목표는 한국과는 많은 차이를 보이고 있는데, 이는 국토조건, 산업구조, 지정학적 조건 및 외교안보 전략 등에 기인한다. 즉, 호주는 넓은 공간과 지리적 전략적 위치를 우주정책의 자산으로 전환하는 국가이고, 한국은 고도 제조업과 기술자립 역량을 우주정책의 기반으로 삼는 국가이다. 이러한 차이는 우주정책의 정책수요에도 직접적인 영향을 미쳐왔다. 우선, 산업구조의 차이에서 볼 때 호주의 우주정책은 대규모 제조업 기반의 독자 발사체 개발이나 위성체 개발 및 양산전략보다는, 지리적 입지와 동맹 네트워크, 지상 인프라, 데이터 활용, 우주상황인식, 원격탐사, 통신, 방위우주 협력을 중심에 두고 발전해 왔다.

외교정책의 측면에서도 호주는 미국 동맹을 인도-태평양 전략의 중심축으로 삼아 왔으며, 영국-미국과의 AUKUS, 미국-일본-인도와의 Quad 협력, 남태평양 도서국과의 관계, 동남아 및 인도양 지역과의 연계를 중시한다. 한국 역시 한미동맹을 안보정책의 핵심축으로 유지하고 있으며, 최근에는 한반도와 동북아를 넘어 인도-태평양 차원의 외교전략을 공식화하였다. 그러나 양국의 안보환경은 질적으로 다르다. 호주는 직접적인 국경 대치나 단기적 침공

위협보다는 해양교통로, 북부 접근로, 남태평양 영향권, 인도양·태평양의 전략균형, 중국의 부상, 동맹 네트워크의 신뢰성에 더 큰 관심을 둔다. 반면 한국은 북한의 핵·미사일 위협이라는 직접적이고 지속적인 군사위협에 직면해 있으며, 수도권과 핵심 산업시설이 군사분계선과 상대적으로 가까운 위치에 있어 국방우주를 위해 요구되는 우주 안보 자산에 있어 우선순위에 차이가 있을 수밖에 없다.

한국의 관점에서 우주정책은 흔히 발사체 개발, 위성체 제작, 우주항공청 설립, 민간 우주기업 육성, 국방우주 역량 확보, 우주탐사 참여 등 기술·산업 중심 의제로 이해되는 경향이 강하다. 그러나 호주의 사례는 그동안 대규모 제조 기반이나 독자 발사체 중심이 아니라, 지리, 영토, 동맹, 자원, 해양, 데이터, 우주과학, 지상 인프라를 결합함으로써 남반구 관측, 우주상황인식, 심우주 통신, 지상국 운영, 국방우주 협력, 원격탐사 데이터 활용 등에 중점을 두고 있다.

이러한 양국간의 차이는 동시에 양국간의 협력 가능성이 높음을 의미한다. 다시말해 우주 기술/제조능력은 한국이 우위라고 보여지는 반면, 호주는 미국과의 네트워크 등 국제협력 분야와 우주천문연구 및 우주통신 인프라, 우주발사장 관련 지리적 이점 보유하고 있다. 따라서, 호주의 심우주통신 인프라와 미국과의 긴밀한 우주협력 구조를 연계해 한국의 달탐사 등 심우주탐사의 우주통신 네트워크를 활용하고, Artemis 등 우주탐사 사업에 한국, 호주, 미국의 3자 협력 사업을 모색해 보는 방법을 고려해 볼 수 있다. 또한 향후 한국이 정지궤도 우주발사체를 개발할 경우, 적도 부근의 지리적 이점을 갖는 호주의 우주발사장을 이용하는 방법도 적극적으로 검토해 볼 필요가 있다. 아울러, 호주가 주권적 우주역량 확보 과정에서 요구되는 위성 개발 및 운영, 영상 데이터, 우주발사체 개발 분야에서는 한국의 기술적 우위를 바탕으로 양국간 협력 사업을 추진해 볼 수 있겠다. 마지막으로 호주는 UN 우주의 평화적 이용을 위한 위원회(UN COPUOS) 창설 멤버이자, 두차례 UN COPUOS 과기소위 위원장을 역임한바 있는 우주법/규범의 주도국중 하나이다. 따라서 최근 UN COPUOS 등 국제 무대에서 활발히 논의되고 있는 국제 우주규범에 대한 공동 이해와 연구 등도 좋은 협력 분야로 생각된다.

호주는 1960년대의 황금기 이후 80~90년대의 침체기를 겪은 역사를 가지고 있다. 이러한 국가 우주정책의 일관성 부족이 호주의 우주발전에 많은 장애가 되었음을 알 수 있었다. 한국의 경우 1996년 국가우주개발 중장기 계획 이후 4차례에 걸친 우주개발진흥기본계획의 수립과 실행을 통해 지속적이고 일관된 국가우주정책을 추진해 왔으며, 이것이 1990년대 들어 뒤늦게 참여한 우주개발분야임에도 불구하고, 세계 7위권의 우주선진국 대열에 접근하고 있는 요인이라고 할 수 있겠다.

참고문헌

1. Australian Space Agency, “Australian Civil Space Strategy 2019–2028 (Advancing Space)”, 2018
 2. Australian Space Agency, “Australian Space Milestones”, 2025
 2. Australian Space Agency, “Communications Technologies and Services Roadmap 2021-2030”
 3. Australian Space Agency, “Earth Observation from Space Roadmap 2021-2030”, 2021
 4. Australian Space Agency, “Robotics and Automation on Earth and in Space Roadmap 2021-2030”, 2022
 5. Australian Defence Space Command, The 2022 Australia Defence Space Strategy, 2022
 6. Brett Biddington, “Is Australia Really Lost in Space?”, Space Policy, 2021, ELSEVIER
 7. Novaspace, “Government Space Programs, Benchmarks, Profiles and Forecasts to 2034”, 2025
 8. www.space.gov.au
 9. www.defence.gov.au
 10. <http://researchcenter.army.gov.au>
-

A cosmic background featuring a vibrant nebula with red and orange hues on the left, and a large, dark, textured planet on the right. The bottom of the image shows the curved horizon of Earth with a thin layer of clouds and a bright light source, possibly the sun, creating a golden glow.

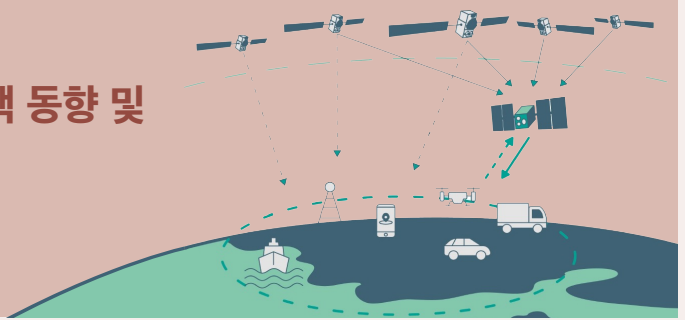
Space Policy Research

II. 우주안보와 신산업





LEO PNT 글로벌 정책 동향 및 국내 정책 제언



윤아미 | 한국항공우주연구원
전략기획본부
우주항공정책팀
선임연구원
ami37@kari.re.kr

초 록

본 연구는 저궤도 위성 기반 위치·항법·시각(PNT) 기술인 LEO PNT의 부상에 대응하여 미국·유럽·중국의 정책 동향과 국제규범 환경을 비교·분석하고, 이를 바탕으로 우리나라의 정책 방향을 제안하는 것을 목적으로 한다. 최근 GPS 등 기존 중궤도 기반 GNSS 체계의 재밍·스푸핑 취약성과 국가 핵심 인프라의 PNT 의존도가 증가함에 따라, 저궤도 위성망·통신망·지상망을 결합한 resilient PNT 체계 구축이 주요국의 핵심 정책 이슈로 부상하고 있다. 미국은 민간 상용기술 중심의 CPNT 정책과 실증사업을 통해 시장 기반 생태계를 구축하고 있으며, 유럽은 Galileo 현대화와 ESA FutureNAV·Celeste 프로그램을 중심으로 전략적 자율성과 공공 주도형 resilient PNT 인프라 구축을 추진하고 있다. 반면 중국은 BeiDou(BDS)를 중심으로 저궤도 위성망·5G/6G·정밀 위치서비스를 통합하는 ‘종합 시공간 인프라’ 전략 아래 국가 주도의 군·민 융합형 PNT 체계를 확대하고 있다. 또한 ITU, 3GPP, CCSDS, IMO, ICAO 등 국제기구 논의를 분석한 결과, LEO PNT는 단순 기술 개발 단계를 넘어 주파수·궤도·표준·안전 인증을 포함한 국제 규범 경쟁 단계로 진입하고 있는 것으로 나타난다. 특히 WRC-31의 5GHz RNSS 논의, 통신-항법 융합, SoOP(Signals of Opportunity), 대규모 저궤도 위성군의 주파수·궤도 선점 경쟁은 향후 국제 PNT 질서 재편의 핵심 변수로 분석된다. 이에 따라 우리나라도 단순 독자 GNSS 구축 여부를 넘어, 다중소스 resilient PNT 체계 구축, 국제 표준화 및 주파수 논의 참여, 통신-항법 융합 기술 확보, 핵심 인프라 중심의 실증 생태계 조성을 종합적으로 추진할 필요가 있다.

Key Words : LEO PNT(저궤도 위치·항법·시각), GNSS(위성항법시스템), RNSS(무선항행위성업무), NTN(비지상망), Signals of Opportunity(기회신호)

1. 서론

위치·항법·시각(Positioning, Navigation and Timing, PNT) 서비스는 통신, 금융, 항공, 국방, 에너지 등 현대 사회의 핵심 인프라를 지탱하는 기반 기술로, 디지털 전환과 초연결 사회로의 진입에 따라 그 전략적 중요성이 더욱 확대되고 있다. 특히 글로벌 위성항법시스템(Global Navigation Satellite System, GNSS)은 전 세계적으로 표준화된 PNT 제공 수단으로 활용되며 다양한 산업의 운영 효율성과 안정성을 뒷받침해 왔다.[1]

그러나 중궤도 기반 GNSS는 신호 세기가 약하고 개방형 구조를 가지기 때문에 재밍, 스푸핑, 전파 간섭 등에 취약하며, 실제로 유럽과 중동 지역을 중심으로 항공 및 해상운항에 영향을 미치는 GNSS 교란 사례가 증가하고 있다.[2] 또한 국방 분야에서도 GNSS 취약성이 지속적으로 노출되고 있다. 러시아-우크라이나 전쟁에서는 러시아에 의한 GPS 재밍 및 스푸핑이 드론, 정밀유도무기, 항공기 운용에 광범위한 영향을 미친 것으로 보고되었으며, 발트해 및 흑해 인근 지역에서는 군사 활동과 연계된 GNSS 교란이 민간 항공·해상 분야로 확산되는 사례가 발생하고 있다.[3] 이러한 상황은 기존 단일 항법 체계 의존 구조가 국가안보 및 산업 안정성 측면에서 구조적 문제를 내포하고 있음을 보여준다.

이와 같은 배경에서 저궤도(Low Earth Orbit, LEO) 기반 위성군을 활용한 LEO PNT는 기존 GNSS의 취약성을 보완하기 위한 대안으로 주목받고 있다. LEO PNT는 낮은 궤도에서 운용되는 다수의 위성을 통해 GNSS 대비 강한 신호와 높은 재방문 주기를 가지며, 도심 및 복잡한 환경에서의 수신 성능을 개선하고 시스템 전반의 복원력을 강화할 수 있는 특징을 가진다.[4] 이에 따라 주요국은 GNSS 중심의 단일 항법체계에서 벗어나, 다양한 궤도와 기술을 결합한 다중계층 PNT 구조(Multi-layer PNT Architecture)를 국가 전략 차원에서 추진하고 있다.

최근 글로벌 정책 동향을 보면, LEO PNT는 기술 검증 단계를 넘어 정책 경쟁의 영역으로 빠르게 전환되고 있다. 유럽은 European Space Agency(ESA)를 중심으로 LEO 기반 항법 실증 프로그램을 추진하며 GNSS 보완계층 구축에 나서고 있으며, European Union Agency for the Space Programme(EUSPA) 역시 차세대 위성항법 시장 전망을 통해 다중계층 PNT 인프라의 필요성을 강조하고 있다. 한편 미국은 국방 수요를 기반으로 저궤도 PNT 네트워크 구축을 추진하는 동시에 민간기업 중심의 상업화 모델을 병행하고 있으며, 중국은 자국 BeiDou 체계와 연계한 LEO 보완망 구축을 적극 추진하고 있다.

이와 같이 LEO PNT는 단순한 기술적 보완 수단을 넘어, 통신·모빌리티·에너지·국방 등 다양한 산업과 연계된 국가 시공간 인프라(spatio-temporal infrastructure)로 발전하고 있으며, 향후 글로벌 경쟁은 기술 개발뿐 아니라 표준화, 주파수 확보, 수신기 생태계, 보안 인증 체계 등 정책적 요소를 중심으로 전개될 것으로 전망된다.[5]

따라서 본 논문은 LEO PNT를 기술 및 시장 관점이 아닌 정책 및 전략 관점에서 접근하여, 글로벌 주요국의 정책 동향과 국제규범 환경을 비교·분석하고, 이를 바탕으로 우리나라의 정책 방향을 제안하는 것을 목적으로 한다.

2. LEO PNT 개념과 정책 쟁점

LEO PNT는 저궤도 위성군을 활용하여 위치·항법·시각 정보를 제공하거나 기존 GNSS를 보완하는 차세대 PNT 서비스 구조이다. 기존 중궤도(MEO) 기반 GNSS가 전 지구 항법의 백본 역할을 수행한다면, LEO PNT는 상대적으로 높은 신호세기, 빠른 기하 변화, 높은 시각·공간 갱신성, 다중 신호원 확보를 통해 GNSS 취약 환경에서 PNT 서비스의 복원력을 강화하는 보완 계층으로 기능한다. 향후 PNT 체계는 GNSS, LEO 위성군, 지상망, 통신망, 자율센서가 결합된 system-of-systems 구조로 발전할 가능성이 높으며, 이에 따라 LEO PNT의 역할은 단순 항법 보조를 넘어 위치와 시간 정보를 기반으로 통신·전력·금융·모빌리티 등 핵심 인프라 운영을 지원하는 국가 시공간 인프라의 일부로 확대되고 있다.

GNSS뿐만 아니라 LEO PNT는 RNSS(Radionavigation-Satellite Service, 무선허행위성업무), NTN(Non-Terrestrial Network, 비지상망)와도 연결된다. RNSS는 국제전기통신연합(ITU) 무선통신규정에서 정의하는 radiodetermination-satellite service의 일종으로, 위성을 이용한 무선허행 서비스를 의미²⁾하며, GPS, Galileo, BeiDou 등 기존 GNSS가 대표적인 RNSS 체계에 해당한다. GNSS는 위치·항법 서비스와 함께 정밀 시각 기능을 제공하기 때문에 PNT 인프라로 활용된다. LEO PNT가 전용 항법 신호를 송출하고 국제적으로 보호받는 서비스로 발전하기 위해서는 RNSS 또는 관련 위성업무 분류, 주파수 분배, 전파간섭 보호 기준이 핵심 쟁점이 된다. 특히 WRC-31 예비의제에서는 5030–5150 MHz 및 5150–5250 MHz 대역 또는 그 일부에 대한 RNSS(space-to-Earth) 추가 분배 가능성이 검토되고 있으며³⁾, 이는 향후 LEO PNT를 포함한 신규 RNSS 신호 수요와 기존 항공·위성통신 업무 간 보호·공유 기준을 둘러싼 중요한 정책 쟁점이 될 수 있다.

한편 Starlink와 같은 LEO 통신위성 신호를 기회신호(Signals of Opportunity)로 활용하는 방식은 전통적인 RNSS와 달리 통신서비스 주파수와 민간 운영망에 기반하므로, 항법 서비스로서의 보호, 책임, 인증 범위가 불명확하다는 문제가 있다. 특히 민간 통신위성망을 공공 PNT 인프라의 일부로 활용할 경우, 서비스 지속성, 위기 시 접근권, 국가 우선 사용권, 운영자의 책임, 국내 법제화 가능성 등 주권적·법적 쟁점이 발생할 수 있다. 따라서 통신 위성 기반 PNT는 기술 가능성과 별개로 공공성, 신뢰성, 법적 책임 구조를 함께 검토할 필요가 있다.

NTN은 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서 정의하는 비지상 네트워크로, 위성 또는 HAPS(High Altitude Platform Station) 등이 통신 중계 노드나 기지국 역할을 수행하는 네트워크를 의미한다. 3GPP는 LEO 위성을 통상 500–2,000km 고도에서 운용되는 위성으로 설명하며, LEO 기반 NTN은 GEO 대비 낮은 지연과 상대적으로 우수한 link budget 을 가질 수 있으나, 지속적인 커버리지를 위해 다수의 위성, 빈번한 핸드오버, 정교한 네트워크 관리가 필요하다는 특징을 가진다. NTN과의 관계에서 LEO 통신위성망은 통신뿐 아니라 위치·시간 정보를 제공하는 플랫폼으로 확장될 가능성이 있으며, 5G/6G NTN 표준과 연계한 통신-항법 융합은 향후 LEO PNT 정책의 새로운 영역으로 부상하고 있다.

1. ITU Radio Regulations, Article 1, Section I, No. 1.40-1.43

2. CEPT, Proposal for WRC-31 on RNSS at 5 GHz, 2023.

3. 글로벌 정책 동향 분석

본 장에서는 주요국의 LEO PNT 정책 동향을 다각적으로 분석하기 위해 정책 이슈의 범위를 ①표준화, ②주파수, ③보안·인증, ④산업 생태계, ⑤국제협력의 다섯 가지 영역으로 설정하고, 각 영역에 대해 공통된 질문을 하여 비교하였다. 이를 통해 LEO PNT를 단순한 위성항법 기술이 아니라 국가 핵심 시공간 인프라와 전략산업의 관점에서 분석하고, 향후 우리나라 PNT 인프라 고도화를 위한 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

2.1 미국: GPS의존 완화와 민간 상용 PNT활용

미국 PNT 정책의 핵심 목표는 GPS 단일 의존 구조를 완화하고, GPS 교란·저하 상황에서도 핵심 인프라가 지속적으로 작동할 수 있는 복원력 중심의 PNT 체계를 구축하는 것이다. FCC는 2025년 PNT 관련 질의³⁾를 통해 GPS를 보완할 수 있는 우주·지상 기반 대체 PNT 기술의 필요성을 제기하며, “resilient and secure PNT system-of-systems” 구축 필요성을 강조하였다. 이러한 정책 목표는 단순 위치정보 제공을 넘어, 통신망 시각동기, 금융거래, 전력망, 국방 등 국가 핵심 인프라 보호와 연결된다.

또한 미국은 LEO PNT를 독립적 차세대 GNSS보다는, 기존 GPS와 병행 운용되는 보완계층으로 접근하고 있다. 이에 따라 정책적으로 보완 PNT 기술의 성능 기준과 시험절차를 마련하기 위한 표준화 문제, GPS 교란·스푸핑 대응을 위한 보안·인증 문제, 민간 상용서비스를 활용한 산업생태계 구축, 그리고 다양한 PNT 기술 간 상호운용성과 국제협력 확보가 주요 정책 이슈로 제기되고 있다.

① 표준화

미국의 LEO PNT 관련 표준화 정책은 LEO PNT 단일 기술 규격을 정부가 선제적으로 확정하는 방식이 아니라, 다양한 보완 PNT 기술을 실제 운영환경에서 검증하고 이를 성능요건, 시험절차, 모니터링 역량, 조달·채택 기준으로 연결하는 실증 기반·시장 연계형 표준화 전략으로 볼 수 있다.[6] 이 과정은 ① 신속실증(Rapid Phase)를 통한 상용 CPNT(Complementary Positioning, Navigation, and Timing) 기술의 실증 데이터 생산, ② Volpe Center 중심의 시험·평가 및 성능기준 개발 지원, ③ 연방 PNT 서비스 클리어링하우스(Federal PNT Services Clearinghouse)와 정부 구매력을 활용한 시장 채택 촉진으로 구성된다.[6][7] 특히 Rapid Phase II는 운용 가능한 CPNT 서비스 설치, 정부의 성능·복원력 평가 방법론 확보, 핵심 인프라 대표 시험장 구축을 성공 조건으로 제시하고 있어, 미국의 CPNT 정책이 기술개발 보다 상용 기술의 운용 검증과 시장 도입에 초점을 두고 있음을 보여준다.[8]

3. 미국 연방통신위원회(FCC)가 통신 인프라 가속화, AI 규제 대응, 광대역 인터넷 서비스 및 스펙트럼 확보 등을 목적으로 발행한 질의 고시(Notice of Inquiry, NOI)

구분	1단계	2단계	3단계
목적	• 상용 CPNT 기술의 실증 데이터 생산 • 성능·복원력·운용 한계 데이터 확보	• 시험·평가 및 성능 기준 개발 지원	• 시장 채택 가속화
수단	• Rapid Phase I('24~'25) • Rapid Phase II('25~'26)	• Volpe Center	• Federal PNT Services Clearinghouse • 정부 구매
정책적 의미	• 단순 R&D가 아니라 상용 기술의 운영검증 수행 • 향후 표준·인증·조달 기준의 근거자료 생산	• 특정 기술 지정이 아니라 객관적 평가 기준 구축 • 표준화·인증 논의의 기술적 기반 형성	• 정부 구매력을 활용한 시장 형성 • 공공 조달과 민간 시장을 연결하는 정책 플랫폼 역할 • 시장 기반 복원력 생태계 구축 방향 반영
예시	• Xona Space System 등 저궤도 항법위성 • Iridium LEO PNT 등 저궤도 통신위성 기최신호	• LEO PNT 시장의 연방 가이드라인 등	• 정부 공인 표준 카탈로그 등

② 주파수

미국의 LEO PNT 주파수 정책은 “전용 주파수 확보”라기보다 ① 기존 GNSS/RNSS 대역과의 호환성 활용, ② C-band RNSS 추가 분배 가능성에 대한 국제 논의 대응, ③ 통신위성 기반 PNT의 스펙트럼·책임·보호 기준 검토로 구성된다. 이는 미국이 LEO PNT를 독립 주파수 정책으로만 다루기보다, CPNT 생태계 전반의 스펙트럼 공존성과 복원력 확보 문제로 접근하고 있음을 보여준다.

구분	핵심 내용	정책적 의미	주요 쟁점
L-Band 활용	• Xona Space Systems 등 민간기업이 기존 GNSS 인접 L-band를 활용한 LEO PNT(Pulsar) 개발 추진	• 기존 GPS/GNSS 수신기 생태계와의 호환성을 활용하여 시장 진입 장벽 최소화	• 기존 GNSS와의 간섭·공존, 수신기 호환성, 상용 서비스 제도권 편입
C-Band RNSS 논의	• WRC-31의 제 2.9에서 5030-5250 MHz 대역의 RNSS 추가 분배 가능성 검토	• 차세대 LEO PNT·RNSS를 위한 신규 스펙트럼 확보 가능성	• 항공·Wi-Fi·통신 서비스와의 sharing 및 보호 기준
기최신호 (SoOP) 활용	• Starlink-Iridium 등 통신 위성 신호를 PNT에 활용하는 통신-항법 융합 접근[9]	• 5G/6G NTN 기반 PNT 및 다중형 PNT 구조 가능성 확대	• RNSS 법적 지위 부재, 서비스 책임·보안 인증·공공 적용 기준 미정
FCC 규제 방향	• FCC NOI를 통해 우주·지상·통신 기반 보안 PNT 기술의 스펙트럼·규제 문제 검토	• 단일 GNSS 중심에서 다중 PNT 공존 구조로 정책 전환	• 간섭관리, 국제조화, 성능·복원력 기준 정립
방향성	• 전용 LEO PNT 대역 확보보다 다양한 PNT 기술의 공존성과 복원력 확보 중시	• 독점형 주파수 전략보다 “복원력 기반 CPNT 생태계 구축” 지향	• 주파수 보호, 국제 표준화, 서비스 인증·책임 체계

③ 보안/복원력

미국의 PNT 보안 및 복원력 정책은 기존 GPS 의존 구조의 취약성을 인정하고, 이를 단일 기술의 대처가 아니라 다중 PNT 소스와 위험관리 체계를 결합하는 방식으로, 위험을 완화하려는데 초점이 있다. DOT의 PNT Strategic Plan은 PNT 서비스의 중단·조작이 핵심 인프라의 안정적 운영을 저해하지 않도록 해야 한다는 Executive Order 13905⁴⁾의 문제 인식을 바탕으로 기존 시스템 보호·강화와 보완 PNT(CPNT)의 도입, 사이버보안, 스펙트럼 보호, 법정부 조정을 주요 전략목표로 제시하고 있다.[10]

구분	핵심 내용	정책적 의미	주요 쟁점
PNT의 책임 있는 사용	• (NIST) 사이버보안 프레임워크를 PNT 서비스에 적용⁵⁾ • (DHS) IEEE 기반 Resilient PNT 표준 적합성 평가 프로그램을 추진⁶⁾	• PNT를 단순 위치정보가 아니라 국가 핵심 인프라의 사이버·운영 리스크 관리 대상으로 전환	• 법적 의무보다는 자발적 위험관리 성격이 강하며, 실제 산업 적용 범위는 확대 단계
LEO 기반 물리적 복원력	• LEO PNT는 짧은 전파 경로, 빠른 기하 변화, 높은 도플러 특성 등을 통해 GPS 취약 환경에서 보완적 복원력 제공 가능	• GPS 단일 의존 구조를 완화하고 재밍·스푸핑 대응력을 높일 수 있는 잠재적 수단	• 신호강도·재밍 저항성은 시스템 별로 다르며, 모든 LEO PNT가 동일 수준의 anti-jamming 성능을 갖는 것은 아님
신호 무결성 및 인증	• EO PNT 및 통신위성 기반 PNT가 공공 인프라에 활용되기 위해서는 위험에 대응가능한 신호 인증과 사이버 보안체계 필요	• 민간 PNT에서도 신호 인증·무결성 검증이 핵심 보안 요소로 부상	• 상용 LEO PNT 전체에 통합된 인증 표준은 아직 부재
Zero Trust 기반 다층형 구조	• (DOT) GPS, CPNT, 지상망, 센서, 타이밍 소스 등을 결합하여 단일 의존을 줄이는 방법 제시	• 특정 GNSS에 대한 단일 실패 지점⁷⁾ 제거	• 아직 구축 완료 단계가 아니라 실증·표준화·조달 단계에서 발전 중
방향성	• GPS를 폐기하기보다 다중 PNT 소스를 결합해 복원력 강화	• 신호 보호보다 국가 인프라 지속 운영 중심의 보안 전략	• 기술·표준·조달·운영 책임 체계가 아직 완전히 정립되지 않음

④ 산업생태계

미국의 LEO PNT 산업생태계는 정부가 직접 위성항법 인프라를 구축·운영하는 방식보다, 민간 상용 기술의 성숙도를 시험·검증하고 초기 시장 신뢰를 형성하는 정부-민간 연계형 생태계로 발전하고 있다. 미국 정부는 DOT의 CPNT Action Plan과 Rapid Phase 실증 프로그램을 통해 성숙도가 높은 상용 CPNT 기술을 실제 운영환경에서 검증하고 있으며, 이를 통해 민간기업이 개발한 LEO PNT, 지상 PNT, 통신 기반 PNT 서비스가 공공 및 핵심 인프라 시장에 진입할 수 있는 정책적 기반을 제공하고 있다. 특히 DOT Rapid Phase II는 2025년부터 실제 핵

4. 2020년 2월 트럼프 행정부에서 발표한 대통령 행정명령으로, 정식명칭은 Executive Order 13905 — Strengthening National Resilience Through Responsible Use of Positioning, Navigation, and Timing Services(위치·항법·시간(PNT) 서비스의 책임있는 사용을 통한 국가 복원력 강화) 임.

5. 조직이 PNT 신호와 데이터 교환·조작 위험을 식별·보호·탐지·대응·복구할 수 있도록 돕는 자발적 위험관리 지침 (NIST(National Institute of Standards and Technology) IR 8323 Rev. 1, 2023.)

6. 핵심 인프라 사용자가 PNT 장비·서비스의 표준 부합성과 신뢰성을 확인할 수 있도록 지원하는 제도적 기반(U.S. Department of Homeland Security, Resilient PNT Standard IEEE Conformity Assessment Program Fact Sheet, 2024.)

7. 단일 실패 지점(single point of failure)이란 특정 시스템 또는 인프라가 하나의 핵심 요소에 과도하게 의존하여, 해당 요소의 장애 발생 시 전체 시스템 기능이 중단되거나 심각하게 저하되는 구조를 의미

심 인프라 환경에서 상용 CPNT 서비스의 운용 배치(deployment) 및 현장 테스트 단계로 전환되었으며, 이는 미국의 CPNT 정책이 단순 기술개발보다 운용 검증과 시장 도입 중심으로 이동하고 있음을 보여준다.[11],[12],[13]

구분	주요 내용	정책적 의미	대표 사례 및 근거
전용 LEO PNT 위성군 모델	• 민간 스타트업이 전용 LEO PNT 위성군 구축 추진	• GPS 보완·대체용 독립 PNT 인프라 형성	• Xona Space Systems 'Pulsar'(258기, 약 1,080km) '26년 Series C 1.7억 달러 투자 유치 ⁸⁾
통신망 기반 PNT(SoOP) 모델	• 기존 LEO 통신위성을 활용한 resilient PNT 서비스 확대	• 통신-항법 융합형 PNT 시장 형성	• Iridium STL, Satelles 인수('24), L-band 기반 PNT 서비스 ⁹⁾
통신 인프라 연계 실증	• 실제 5G 네트워크 환경에서 CPNT 실증 진행	• GPS 장애 시 통신망 복원력 확보	• Iridium-T-Mobile, 미국 내 90개 이상 live 5G sites timing synchronization 실증 ¹⁰⁾
칩셋·단말 생태계 확대	• 초소형 PNT ASIC 기반 단말 통합 확대	• LEO PNT의 대중시장·IoT 확산 가능성 증가	• Iridium 8mm×8mm PNT ASIC 공개, 2026년 상용화 계획 ¹¹⁾
정부의 역할	• 정부는 직접 공급자가 아니라 초기 검증자·시장 신뢰 형성자 역할 수행	• Government as Lead Adopter 모델	• DOT RapidPhase II 실증, SpaceWERX STRATFI 지원 ¹²⁾
미국 산업생태계 방향성	• 정부 실증 + 민간 투자 + 통신·우주 융합 구조	• “정부 구축형”보다 “시장 기반 복원력 생태계” 중심	• CPNT 기반 민간 PNTaaS(PNT-as-a-Service) 시장 확대

⑤ 국제협력

미국은 GPS 국제협력 체계를 유지하면서, FCC·DOT 중심의 국내 CPNT 실증·표준화 결과를 바탕으로 ITU/WRC¹³⁾, ICG¹⁴⁾, NATO¹⁵⁾, Quad¹⁶⁾ 등 기존 다자·동맹 채널에서 PNT 복원력, 주파수 공존, 상호운용성 논의를 확대하는 전략을 취하고 있다고 평가할 수 있다. 즉, 기술 개발과 서비스 실증은 민간기업과 국내 제도권을 중심으로 추진하되, 국제적으로는 ITU/WRC, ICG, NATO 및 Quad 등 기존 협력 채널을 통해 PNT 복원력, 주파수 공존, GNSS 상호운용성, 우주상황인식 등 관련 의제를 조율하는 ‘국내 시장 주도 + 국제 규범 연계형’ 전략으로 볼 수 있다. FCC도 2025년 PNT NOI에서 LEO 위성 등 보완 PNT 기술을 검토하면서 국제적 고려사항을 평가 요소로 포함하였다.[14]

8. Xona Space Systems, “Next Era Navigational Intelligence,” 2026.

9. Xona Space Systems, “\$170M Series C to Accelerate Pulsar’s Path to Scale,” 2026.

10. Federal Communications Commission, Notice of Inquiry: Promoting the Development of Positioning, Navigation, and Timing Technologies and Solutions, FCC 25-20, WT Docket No. 25-110, 2025.

11. Iridium Communications, “Iridium Awarded U.S. Department of Transportation C 기술개발보다 ract for Complementary Positioning, Navigation, and Timing Services Deployment and Testing,” Oct. 21, 2025.

12. Iridium Communications, “Iridium PNT ASIC,” 2025.

13. 국제전기통신연합(The International Telecommunication Union)이 3~4년마다 개최하는 국제회의(World Radiocommunication Conference

14. International Committee on GNSS

15. North Atlantic Treaty Organization(북대서양 조약 기구)

16. Quadrilateral Security Dialogue : 미국, 일본, 호주, 인도 4 개국이 인도-태평양 지역의 안보와 경제 협력을 논의하기 위해 결성한 비공식 협의체

협력	미국의 접근	정책적 의미
GPS 중심 국제협력 유지	• GPS 를 글로벌 PNT 백본으로 유지하면서, 보완 PNT를 통해 복원력 강화	• 미국 주도 PNT 질서 유지
ITU/WRC-ICG 연계	• 주파수 공존, RNSS 보호, GNSS 상호운용성 논의 참여	• LEO PNT·CPNT 의 국제 제도권 편입 기반 마련
NATO·안보 협력	• GPS 교란·스푸핑 증가에 대응해 연합작전 차원의 resilient PNT 필요성 확대	• PNT를 집단안보·전장 복원력 문제로 인식
Quad·인도태평양 협력	• 우주상황인식, 위성자료 활용, 재난대응 등 우주협력 확대	• 중국 중심 우주·PNT 의존 완화에 간접 기여 가능
민간기업 해외 확장	• Xona, Iridium, TrustPoint 등 미국 민간 PNT 기업의 글로벌 서비스 가능성 확대	• 미국형 CPNT 생태계의 국제 확산 가능성

2.2 유럽: Galileo 보완과 항법 주권 강화

유럽의 정책 목표는 Galileo와 EGNOS를 보완하는 다층형 PNT 인프라를 구축하고, 유럽의 항법 주권을 강화하는 것이다. ESA의 Celeste는 LEO 위성군을 통해 새로운 항법 신호를 시험하고, Galileo·EGNOS·기타 GNSS와 결합해 PNT 서비스의 복원성, 견고성, 새로운 서비스 가능성을 높이는 것을 목표로 한다.

유럽은 LEO PNT를 독립 체계로만 보지 않고, 기존 Galileo를 강화하는 보완 계층으로 설계한다. 이는 미국의 상용서비스 활용과 달리, 공공 인프라 중심의 유럽형 접근이다.

① 표준화

유럽의 LEO PNT 표준화 정책은 미국의 시장 주도형 CPNT 접근과 달리, Galileo를 중심으로 한 공공 GNSS 인프라의 진화와 유럽의 전략적 자율성 확보를 목표로 하는 하향식 공공주도형 전략을 취하고 있다. 유럽은 정책적 규칙을 선제적으로 정의한 뒤, 민간 방산 컨소시엄을 경쟁시켜 규격을 표준화하는 거버넌스를 구축하고 있다. 단, 현재 유럽이 LEO PNT의 세부 기술표준을 확정·강제하고 있다고 보기는 어렵고, ESA의 FutureNAV¹⁷⁾ 및 Celeste¹⁸⁾을 통해 다중궤도 PNT 구조, Galileo와의 상호운용성, 신호·수신기 호환성, 우주환경 지속가능성 등 핵심 요구사항을 궤도상에서 검증하는 단계이다.[15]

17. 궤도(MEO)의 Galileo 시스템을 저궤도(LEO) 계층과 입체적으로 통합하여 '다중계층 위성항법 시스템'을 구축하기 위한 유럽의 공식 최상위 프로그램

18. FutureNAV의 핵심 실전 과제로, 고도 약 510km의 저궤도에 총 11기(예비 2기 포함)의 위성군을 배치하여 기술 규격을 정립하는 프로젝트

구분	핵심 내용	정책적 의미	주요 특징·쟁점
Celeste-FutureNAV 연계	• ESA FutureNAV 프로그램의 핵심 LEO-PNT 실증 사업으로 Celeste 추진	• Galileo를 보완하는 다중궤도 PNT 구조 검증	• Galileo·EGNOS와 연계한 resilient PNT 지향 • '26 년 L/S-band 이중 주파수 신호 실증[16][17]
Galileo 상호운용성 중심 표준화	• 기존 LEO 통신위성을 활용한 resilient PNT 서비스 확대	• 기존 유럽 GNSS 인프라와의 정합성 유지	• GST ¹⁹⁾ ·GTRF ²⁰⁾ 정렬, GNSS와 호환되는 신호 검토, 기존 칩셋·단말 호환성 중시 [17] [18]
복원력 및 자율성 강화 기술	• 다중주파수·위성 자율성·향후 위성간 연결(ISL) 등 후보 기술 검토	• GPS/GNSS 취약 환경 대응 및 전략적 자율성 확보	• C-band-ISL·on-board ODS ²¹⁾ 등은 연구·검증 단계
우주환경 지속가능성 (Zero Debris)	• ESA Zero Debris 정책 및 쓰레기 완화 요구 반영	• 대규모 LEO 위성군의 지속가능성 확보	• 임무 종료 후 폐기·충돌위험 저감 요구 가능성 및 향후 조달·표준화 조건화 가능성[19]

② 주파수

유럽의 LEO PNT 주파수 전략은 기존 Galileo 기반 GNSS 자산과 상호운용성을 유지하면서, 안보적 회복력 및 5G통신·항법 융합을 고려한 다중 스펙트럼 전략을 보인다. 특히 ESA의 FutureNAV 및 Celeste 프로그램은 기존 L-band 기반 GNSS 생태계를 활용하는 동시에 향후 S-band 및 C-band 활용 가능성을 검증하는 방향으로 추진되고 있다.[20]

구분	핵심 주파수 전략	정책적 목적	주요 특징·쟁점
L-band 기반 상호운용성 유지	• 기존 Galileo·GNSS와 호환 가능한 L-band 활용	• 기존 수신기·칩셋 생태계 활용 및 도입 비용 최소화	• '26 년 L/S-band 이중 주파수 신호 실증[16]
S-band 기반 NTN·통신 융합 검토	• 3GPP NTN 및 통신·항법 융합 가능성 검토	• 위성통신·PNT 통합 서비스 가능성 평가	• S-band는 아직 공식 RNSS 표준이 아니라 실증·연구 단계
C-band 기반 차세대 RNSS 논의	• C-band(5030-5250 MHz) RNSS 추가 분배 연구 참여	• 차세대 resilient PNT 및 고정밀 timing 가능성 확보	• WRC-23 후속 sharing studies 진행, 항공·통신 간섭 이슈 존재[14]
다중주파수 기반 복원력 전략	• 단일 주파수 의존 대신 multi-frequency 구조 지향	• 재밍·스푸핑·서비스 장애 대응력 강화	• FutureNAV·Celeste 통해 다양한 주파수·신호 구조 검증[19]

19. Galileo System Time: 갈릴레오 공식 기준시간

20. Galileo Terrestrial Reference Frame: 갈릴레오 시스템이 사용하는 유럽의 지구 좌표 기준계

21. Orbit Determination and Time Synchronization: 위성이 지상국 도움없이 스스로 자신의 위치와 시간을 계산·동기화하는 기능

③ 보안/복원력

유럽의 LEO-PNT 보안 및 복원력 정책은 단일 GNSS 궤도·주파수·지상 인프라에 대한 의존을 줄이고, Galileo를 중심으로 LEO 계층, 다중주파수 신호, 위성 자율성 기술을 결합하여 PNT 서비스의 견고성과 복원력을 강화하려는 방향으로 전개되고 있다.

구분	핵심 내용	정책적 의미
재밍 저항성 강화	• LEO는 MEO보다 낮은 고도에서 운용되어 상대적으로 강한 수신 신호 제공 가능	• GNSS 취약 환경에서 복원력(resilience) 향상 가능
스푸핑 탐지 강화	• 빠른 궤도 변화·도플러 특성을 활용한 비정상 신호 식별 가능	• 스푸핑 탐지·신뢰성 검증 보조 수단
위성 자율성(On-board ODS)	• 위성 자체 궤도·시간 계산 기술 검증	• 지상국 의존도 감소 및 전략적 자율성 강화
다중주파수 기반 복원력	• S-band 실증 및 C/UHF 후보 대역 검토	• 다양한 전파환경·교란 대응 가능성 연구
전략적 자율성 확보	• Galileo 중심 PNT 인프라에 LEO 계층 추가	• 유럽형 resilient PNT·공공 인프라 주권 강화

④ 산업생태계

유럽의 LEO PNT 산업 생태계는 ESA와 EU 공공 재정을 기반으로, Galileo 중심 PNT 인프라의 전략적 자율성을 강화하고 유럽 내 공급망을 육성하려는 공공 주도형 산업 정책의 성격을 가진다.[1][2] 미국이 민간 상용 CPNT 서비스 시장 형성을 우선하는 반면, 유럽은 공공 프로그램(FutureNAV·NAVISP)을 통해 핵심 기술·위성 플랫폼·수신기 생태계·운영 역량을 유럽 내부 산업계에 단계적으로 구축하려는 접근을 취하고 있다.

구분	핵심 내용	정책적 의미	특징·쟁점
공공 재정 기반 산업 육성	• ESA가 FutureNAV·NAVISP에 대규모 공공 예산 투자	• 초기 기술 개발·실증 리스크 완화	• Galileo 기반 전략산업 육성
복수 컨소시엄 경쟁 구조	• Thales Alenia Space, GMV, OHB 등 복수 컨소시엄 참여	• 단일 기업 독점 방지 및 기술 다양성 확보	• 다양한 LEO-PNT 아키텍처 병렬 검증
CubeSat·New Space 활용	• 소형위성·큐브셋 기반 실증 확대	• 빠른 개발·저비용 실증 가능	• 중소기업·스타트업 공급망 참여 확대
공공 조달 기반 시장 형성	• ESA가 실증 결과·기술 사양을 산업계와 공유	• 자동차·통신·드론 등 downstream 시장 형성 지원	• 공공인프라기반수요 창출 모델
유럽 산업정책 방향성	• Galileo 중심 전략적 자율성(strategic autonomy) 강화	• 유럽 내부 PNT 공급망·기술 역량 확보	• 미국식 시장주도형과 차별화된 공공 주도 모델

⑤ 국제협력

유럽의 국제협력 전략은 ESA 회원국간 공동 재정과 산업 협력을 기반으로 Galileo 중심의 유럽 PNT 자립을 강화하는 내부 결속형이다. 2025년 ESA 회의에서 회원국들은 내비게이션 프로그램에 총 9억 6,900만 유로를 할당하며 Celeste는 LEO-PNT In-Orbit Preparatory phase로 확대되어 FutureNAV의 핵심 축으로 자리 잡았다.[21]

협력	핵심 내용	정책적 의미
ESA 회원국 공동 협력	• 회원국 공동 재정으로 FutureNAV·Celeste 추진 [21]	• 유럽형 PNT 자율성(strategic autonomy) 강화
Galileo 중심 전략적 자율성	• 비유럽 PNT 의존 완화 및 Galileo 보완형 LEO-PNT 구축[21],[22]	• 유럽 독자 resilient PNT 역량 확보
ITU/WRC-CEPT 국제 조정	• 5GHz RNSS 추가 분배 및 sharing studies 참여[23]	• LEO PNT 국제 주파수 보호·공존 기준 마련
NATO·미국과의 안보 연계 가능성	• PNT 복원력·상호운용성 논의와 정책적으로 연결 가능[24]	• 전장·인프라 환경에서 resilient PNT 중요성 확대
유럽 국제협력 방향성	• 공공 주도형 유럽 PNT생태계 유지 + 국제 규범 참여[23]	• Galileo 중심 다중궤도 PNT 질서 형성 시도

2.3 중국: BeiDou 고도화와 다중궤도 항법주권 강화

중국의 LEO PNT 정책은 독립적인 저궤도 항법 서비스 구축이라기보다, BeiDou(BDS)를 중심으로 저궤도 위성망, 지상 통신망, 정밀 위치서비스를 통합하는 ‘종합 시공간 인프라’ 전략의 일부로 이해할 수 있다.[1][2] 중국은 중앙정부와 군·민 융합 체계 아래, 국가 주도의 하향식 방식으로 LEO 기반 PNT 역량을 확대하고 있다.

① 표준화

중국의 LEO PNT 표준화 정책은 BeiDou(BDS)를 중심으로 저궤도 위성망·통신망·정밀 위치서비스를 통합하는 국가 차원의 ‘종합 시공간 인프라’ 전략의 일부로 추진되고 있다. 중국은 CSNO(China Satellite Navigation Office)를 중심으로 군·민 융합 기반의 하향식 표준화 체계를 운영하며, 대규모 저궤도 위성군(Guowang·Qianfan), 위성 간 링크(ISL), 통신·항법 융합, 다중계층 PNT 구조 등을 연계하여 차세대 PNT 표준과 산업 생태계를 동시에 구축하려는 특징을 보인다. 특히 미국·유럽이 민간 시장 또는 공공 실증 중심으로 LEO PNT를 발전시키는 것과 달리, 중국은 국가 주도의 통합 인프라와 산업 정책을 결합하여 표준·주파수·칩셋·서비스 구조를 일체화하려는 전략적 접근을 취하고 있다.[25],[26],[27],[28]

구분	핵심 내용	정책적 의미
종합 시공간 인프라 전략	• BeiDou 중심으로 LEO·5G/6G·정밀위치서비스 통합 추진	• 국가 차원의 통합 PNT 인프라 구축
Guowang·Qianfan 등 LEO 위성군 활용	• 대규모 저궤도 위성망과 BeiDou 연계 가능성 추진	• 통신·항법 융합형 시공간 서비스 지향
군·민 융합 기반 산업 정책	• CASC·CASIC·CAS ²²⁾ 등 국유기관과 민간 ICT 산업 연계	• 국가 전략산업과 PNT 공급망 동시 육성
ISL·자율운용 기반 복원력	• BeiDou-3의 ISL·자율운용 개념을 차세대 위성망으로 확대	• 지상국 의존도 감소 및 resilient PNT 강화
정책 방향성	• 국가 주도의 통합형 시공간 인프라 구축	• 미국·유럽과 다른 중앙집중형 PNT 전략

② 주파수

중국의 LEO PNT 주파수 정책은 BeiDou 고도화, 대규모 LEO 통신위성망 구축, 통신·항법 융합 연구, ITU 주파수·궤도 등록을 결합한 다층적 스펙트럼 확보 전략이다. BeiDou의 기존 RNSS 대역을 보호하면서, Guowang·Qianfan 등 LEO 통신위성망을 향후 통신·항법 융합 플랫폼으로 활용할 가능성을 확대하고 있으며, 동시에 ITU Filing을 통해 대규모 비정지궤도 위성망의 주파수·궤도 조정 우선권을 확보하려는 움직임을 보이고 있다. 중국의 차세대 BeiDou는 2027년 시험을 시작하고 2035년까지 고도화된 실시간·고정밀 서비스를 목표로 한다.[29]

구분	핵심 내용	정책적 의미
BeiDou 기존 RNSS 대역 보호	• BeiDou 고도화와 기존 항법 주파수 보호 지속	• 중국 독자 PNT 인프라 안정성 확보
LEO 통신망의 PNT 활용 가능성	• Guowang·Qianfan 등 LEO 통신망이 향후 SoOP·통신항법융합 플랫폼으로 활용될 가능성	• 통신·항법 융합형 PNT 확대 가능
ITU filing 을 통한 자원 확보	• 대규모 LEO 위성망의 주파수·궤도 국제 조정 우선권 확보 시도	• 장기적 스펙트럼·궤도 경쟁력 확보
C-band RNSS 국제 논의 참여	• WRC-31 RNSS 5GHz 논의에 이해당사자로 참여	• 차세대 PNT 주파수 질서 형성에 영향
정책 방향성	• BeiDou + LEO 통신망 + 통신항법융합 + ITU filing 결합	• 중앙집중형 다층 스펙트럼 전략

22. CASC(China Aerospace Science and Technology Corporation), CASIC(China Aerospace Science and Industry Corporation), CAS(Chinese Academy of Sciences)

③ 보안/복원력

중국의 보안/복원력 정책은 BeiDou의 안정적 운용, BDS-3의 위성 간 링크(ISL), LEO 통신위성망, 지상 기반 보강망, 통신·항법 융합 연구를 결합하여 단일 GNSS 의존을 줄이고 국가 핵심 인프라의 PNT 복원력을 높이려는 방향을 보이고 있다. 중국 학계와 정책문헌에서도 단일 PNT 기술의 취약성을 전제로 종합 PNT 및 resilient PNT 체계의 필요성이 강조되고 있다. [30],[31],[32],[33]

구분	핵심 내용	정책적 의미
다중소스 PNT 복원력	• BeiDou 중심으로 LEO·지상망·센서 등을 결합하는 종합 PNT 지향	• 단일 GNSS 의존 완화
분산형 LEO 인프라	• LEO 통신위성망은 항후 통신·항법 융합 플랫폼 가능성	• 물리적 분산성·가용성 향상 가능
재밍·스푸핑 대응	• LEO 저고도·다중신호 구조는 보완적 복원력 제공 가능	• MEO GNSS 약신호 취약성 보완
ISL·자율운용	• BDS-3 ²³⁾ 의 ISL 경험은 다중궤도 PNT 복원력 설계에 활용 가능	• 지상국 의존도 완화
군·민 융합·공급망 보안	• BeiDou 산업정책은 군민융합·국산화와 연계	• 사이버·공급망 리스크 관리

④ 산업생태계

중국의 LEO PNT 산업생태계 정책은 BeiDou 기반 위성항법 산업, 대규모 LEO 위성 인터넷, 통신·항법 융합 기술이 결합 되는 국가 주도형 산업정책의 일부이다. 중국은 중앙정부의 상업우주 관리체계 강화, 지방정부의 산업 클러스터 조성, 대규모 위성 양산 능력 확대, BeiDou 응용시장 확산을 통해 차세대 시공간 인프라와 산업 공급망을 동시에 육성하고 있다.

구분	핵심 내용	정책적 의미
상업우주 거버넌스 강화	• CNSA ²⁴⁾ 상업우주 전담부서 신설 및 '25~'27 행동계획 발표[34]	• 위성·발사·응용산업의 국가 관리체계 강화
위성 양산 기반 확대	• Qianfan/G60 공장 등 대량 생산체계 구축 [35]	• LEO 통신·항후 통신항법융합 인프라 기반 확보
BeiDou 내수시장 확대	• BeiDou기반 산업 규모가 향후 5년 내 1조 위안을 초과할 것으로 전망, 대규모 응용 확대 정책을 지속 추진[36]	• 거대한 다운스트림 시장 형성
국산화·공급망 통제	• 위치·항법·차량용 칩 등 국산 부품 사용 확대 유도[37]	• 공급망 안정성 및 기술자립 강화
정책 방향성	• BeiDou + 상업우주 + LEO 위성인터넷 + 통신 항법융합 결합	• 국가 주도형 시공간 산업생태계 조성

23. BeiDou Navigation Satellite System-3
24. China National Space Administration, 중국국가항천국

⑤ 국제협력

LEO PNT에 대한 국제협력 전략이 따로 있는 것은 아니나 ‘우주 실크로드 (Space Silk Road)’와 ‘디지털 실크로드(Digital Silk Road)’ 전략을 통해 BeiDou 기반 PNT 서비스와 디지털 인프라 협력을 연계하고 있으며, 이를 일대일로 참여국의 스마트 교통·물류·통신·도시 인프라와 결합하는 방향으로 추진하고 있다. 이러한 접근은 중국의 위성항법 및 시공간 인프라 영향력을 국제적으로 확대하는 동시에, 장기적으로 중국 기술 기반의 다층형 PNT 생태계를 구축하려는 전략으로 이해할 수 있다.[38],[39]

구분	핵심 내용	정책적 의미
우주 실크로드 기반 디지털 인프라 확산	• BRI ²⁵⁾ ·Digital Silk Road 와 연계하여 BeiDou 기반 PNT 서비스를 스마트시티·항만·철도·물류·농업 등 해외 디지털 인프라 협력에 활용	• 중국 중심 시공간 인프라 및 기술 표준 영향력 확대
중국-아랍 협력 포럼 및 해외 협력 거점 구축	• 중국-아랍 BDS 협력포럼 운영(‘17~) ²⁶⁾ • 튀니지 BDS/GNSS 협력센터 설립(‘18)	• 중동·북아프리카 지역의 BeiDou 협력 네트워크 및 기술 확산 기반 확보
Multi-GNSS 기반 글로벌 단말 생태계 확대	• 글로벌 스마트폰·차량·IoT 칩셋에서 BeiDou 포함 multi-GNSS 수용 확대[40]	• BeiDou의 국제 호환성 및 글로벌 시장 채택 확대
ITU/WRC 기반 국제 주파수 외교 참여	• WRC-31 RNSS 추가 분배 및 5GHz 대역 연구 논의 참여 ²⁷⁾	• 차세대 위성항법·통신 주파수 규범 형성 과정에서 영향력 확보

2.4 국가별 비교 및 시사점

분석 축	미국 (시장 기반 플랫폼형)	유럽 연합 (전략 자율형 공공 인프라)	중국 (국가 통합형 군민융합)
정책 거버넌스 유형	• 민간 혁신 제도권 편입형	• 공공 아키텍처 주도형	• 국가 주도 통합형
표준화 메커니즘	• 민간 CPNT 기술을 Rapid Phase로 실증 후 성능요건·시험절차·조달 기준으로 연결	• ESA 주도의 FutureNAV·Celeste 기반 다중궤도 PNT 프레임워크 검증	• BeiDou 중심의 LEO·통신·정밀위치서비스 연계 구조를 국가 차원에서 통합 추진
주파수	• 기존 GPS/GNSS 생태계와의 공존 및 CPNT 스펙트럼 활용 검토	• L/S-band 기반 상호운용성과 C-band 등 차세대 RNSS 가능성 검토	• BeiDou 기존 대역 보호와 LEO 통신망·ITU filing 기반 스펙트럼·궤도 자원 확보 추진
안보·복원력 메커니즘	• GPS 단일 의존 완화를 위한 Zero Trust 기반 다중계층 PNT 구조	• Galileo 중심 다중궤도·다중주파수 기반 복원력 PNT 검증	• BeiDou·LEO·ISL·군민융합 기반 국가 복원력 강화
생태계 및 조달 방식	• VC 투자 + 정부 실증·초기 조달	• ESA 공공 재정 기반 공급망·산업 컨소시엄 육성	• 국가 주도 산업정책·대량생산·내수시장 연계
국제 외교 노선	• NATO·Quad·ITU/WRC 중심 상호운용성 및 복원력 협력	• 전략적 자율성 유지와 국제 규범 참여 병행	• BRI·Digital Silk Road 기반 BeiDou·디지털 인프라 확산

25. Belt and Road Initiative: 중국이 교통·에너지·디지털·우주 인프라를 해외에 확산시키기 위해 추진하는 국제 협력 전략으로, 최근에는 Digital Silk Road 및 Space Silk Road를 통해 BeiDou 기반 시공간 인프라 협력까지 확대

26. Arab Information and Communication Technologies Organization, “Fifth China-Arab BDS Cooperation Forum,” 2025.

27. CEPT, Proposal for WRC-31 on RNSS at 5 GHz, 2024.

종합하면, 글로벌 LEO PNT 경쟁은 민간의 혁신성과 자본 유동성을 제도권에 편입하는 미국의 시장 기반 플랫폼
품형 모델, 공공 재정과 전략적 자율성을 바탕으로 안보 복원력과 기술 주권을 내재화하는 유럽의 공공 인프라형
모델, 그리고 군·민 융합과 대규모 산업 동원을 통해 시공간 인프라와 국제 영향력 확대를 추진하는 중국의 국가
주도 통합형 모델로 구분된다.

이는 LEO PNT가 단순한 차세대 항법 기술 경쟁을 넘어, 국가의 디지털 주권·우주 안보·통신 인프라·산업 공급망·
국제 표준 질서를 포괄하는 ‘차세대 시공간 인프라 패권 경쟁’으로 진화하고 있음을 시사한다.

특히 향후 경쟁의 핵심은 독립 GNSS 보유 여부 자체보다, 기존 위성항법체계와 저궤도·지상망·통신망·센서 데이
터를 얼마나 유기적으로 통합하여 복원력과 상호운용성을 확보하느냐에 달려 있을 가능성이 높다.

4. 국내 현황 및 정책 제언

4.1 국제기구 동향

앞서 분석한 미국·유럽·중국의 LEO PNT 정책 경쟁은 단순한 위성항법 인프라 확장 차원을 넘어, 국제 표준과 규
범 체계 내 주도권 확보 경쟁으로 연결되고 있다.

특히 주파수 분배와 전파 규칙을 다루는 ITU, 비지상망(NTN) 기반 통신-항법 융합 구조를 표준화하는 3GPP, 우
주 항법 데이터 및 메시지 교환 체계를 정의하는 CCSDS, 해상 분야의 resilient PNT 및 e-Navigation 안전 요구
를 논의하는 IMO, 그리고 항공 분야의 항법 무결성·안전성·보강체계 기준을 수립하는 ICAO의 최근 논의는, LEO
PNT가 더 이상 개별 기술 실험 단계에 머무르지 않고 글로벌 차세대 시공간 인프라의 핵심 구성요소로 제도권에
편입되고 있음을 보여준다.

이는 향후 LEO PNT 경쟁이 단순한 위성 숫자 경쟁이 아니라, 주파수·신호 구조·상호운용성·안전 인증·복원력 요
구사항까지 포괄하는 국제규범 및 표준화 경쟁으로 확장될 가능성이 높음을 시사한다.

각 국제기구별 LEO PNT 관련 핵심 동향과 정책적 의미를 정리하면 아래와 같다.

국제기구	LEO PNT 관련 핵심 동향	정책적 의미
ITU / WRC	• WRC-31 예비의제 2.9에서 5030-5150 MHz 및 5150-5250 MHz 대역의 RNSS 추가 분배 가능성 검토 중 • Resolution 684(WRC-23)에 따른 후속 연구 진행	• LEO PNT가 전용 항법 신호를 송출하려 면 RNSS 주파수 분배와 기존 항공·통신 업무와의 간섭 보호 기준이 핵심 쟁점이 됨.
3GPP ²⁸⁾	• Release 17 부터 5G NTN이 표준화 시작 • Release 18-19에서 위성 기반 NR-NTN, IoT- NTN, D2D 기능 확대	• LEO 통신위성이 통신뿐 아니라 위치· 시각 정보를 제공하는 통신-항법 융합 PNT 구조 기반 형성

CCSDS ²⁹⁾	위성 궤도·추적·항법 데이터 교환을 위한 Navigation Data Messages, Tracking Data Message 등 우주기관 간 데이터 표준을 제공	향후 LEO PNT 위성군의 궤도결정·시각 동기·지상국 연계에 필요한 우주 데이터 상호운용성 기반 제공
IMO ³⁰⁾	- 해상 분야에서 GNSS 재밍·스푸핑 대응, e- Navigation, PNT 정보의 무결성·신뢰성 문제가 지속적으로 논의 - IMO 문헌은 e-Navigation 에서 데이터 유효성, 무결성, redundancy 필요성을 강조	LEO PNT는 해상 GNSS 교란 대응을 위한 대체·보완 PNT 수단으로 검토될 수 있음. IMO는 기술개발보다 사용자 안전·운항 신뢰성 요구를 제시하는 쪽에 가까움
ICG	UN 산하로, GNSS 간 상호운용성, 호환성, 서비스 성능 정보 공유	LEO PNT가 기존 GNSS와 결합되는 경우, 다중 GNSS·다중궤도 PNT 상호운용성 논의와 연결 가능
ICAO ³¹⁾	항공 분야에서 GNSS 성능, 무결성, 보강시스템, 항공안전 기준을 다룸	LEO PNT가 항공용 PNT로 쓰려면 ICAO의 안전성·무결성·인증 요구와 연결될 가능성이 큼

4.2 주파수·궤도·간섭 관리 쟁점

LEO PNT의 국제 규범화 과정에서 가장 핵심적으로 부상하는 이슈는 주파수 확보와 궤도·전파 자원의 관리 문제이다. 기존 GNSS 체계가 주로 중궤도(MEO) 기반의 L-band 항법 신호를 중심으로 발전해 온 반면, 최근의 LEO PNT는 통신·항법 융합 구조와 대규모 저궤도 위성군을 기반으로 전개되고 있어, 기존 국제 전파 규범과 충돌 가능성이 점차 확대되고 있다. 특히 차세대 LEO PNT는 기존 GNSS와 동일한 L-band를 사용할 것인지, 새로운 C-band 또는 S-band 기반 RNSS 체계를 구축할 것인지에 따라 향후 국제 표준 경쟁의 방향이 달라질 가능성이 높다.

현재 국제전기통신연합(ITU)은 WRC-31 관련 준비회의 및 연구반 논의를 통해 5030~5150 MHz 및 5150~5250 MHz 대역의 RNSS 추가 분배 가능성을 검토하고 있다.[41] 이는 기존 GPS·Galileo·BeiDou 중심의 L-band 체계에서 벗어나, 보다 넓은 대역폭과 높은 재밍 저항성을 갖는 차세대 LEO PNT용 주파수 체계를 제도권에 편입할 수 있는지를 결정하는 핵심 논의로 평가된다.

그러나 이러한 신규 RNSS 대역 논의는 기존 항공·통신·위성 서비스와의 간섭 문제를 동반한다. 특히 5030~5250 MHz 대역은 이미 항공 이동 업무, 위성통신 및 일부 항공 안전 서비스와 인접 또는 중첩되어 활용되고 있기 때문에, 기존 서비스와의 공존성을 확보하기 위한 주파수 공유 조건과 유해 간섭 보호 기준 논의가 핵심 쟁점으로 부상하고 있다.[42] 이에 따라 향후 WRC-31까지 진행될 공존성 검토(compatibility study)와 간섭 영향 평가(interference assessment)가 차세대 LEO PNT 국제 표준화의 핵심 변수로 작용할 가능성이 높다.

28. 3GPP(3rd Generation Partnership Project)는 전 세계 이동통신 사업자, 제조사, 연구기관 등이 참여해 이동통신 기술 표준을 제정하는 세계 최대 규모의 국제 표준화 단체

29. The Consultative Committee for Space Data Systems

30. The International Maritime Organization

31. The International Civil Aviation Organization

또한 최근에는 Starlink-Iridium과 같은 저궤도 통신위성 신호를 PNT에 활용하는 SoOP(Signals of Opportunity) 기반 접근도 빠르게 확산되고 있다. 이 방식은 기존 RNSS처럼 국제적으로 보호되는 전용 항법 신호가 아니라 통신 신호를 위치·시각 정보 추정에 활용하는 구조이기 때문에, 서비스 책임, 인증 체계, 보안성 및 장애 발생 시 책임 소재가 명확하지 않다는 한계를 가진다. 특히 공공 인프라 또는 항공·해상 안전 서비스에 적용될 경우, 기존 ICAO 및 IMO 체계와 어떤 방식으로 연계될 것인지가 새로운 규범 이슈로 부상하고 있다.

한편, LEO PNT 경쟁은 단순한 주파수 경쟁을 넘어 궤도·전파 자원의 선점 경쟁과도 긴밀히 연결된다. 대규모 저궤도 위성군 사업자는 ITU filing 제도를 활용하여 특정 주파수와 궤도 사용 우선권을 확보하려 하고 있으며, 실제 위성 발사를 통해 이를 기정사실화하려는 경향도 나타나고 있다. 이러한 현상은 향후 LEO PNT 경쟁이 단순한 기술 경쟁이 아니라, 국제 전파 규칙과 우주교통관리(STM), 비정지궤도 위성군 간 공존 문제까지 포괄하는 복합적 국제규범 경쟁으로 확대될 가능성을 보여준다.

종합하면, 향후 LEO PNT의 국제 제도권 편입 여부는 단순한 기술 성능보다도 RNSS 추가 분배, 통신·항법 융합 신호의 법적 지위, 기존 GNSS와의 간섭 보호 기준, 그리고 ITU filing 기반 궤도·전파 자원 조정 체계와 같은 국제 규범 문제에 의해 좌우될 가능성이 높다. 따라서 향후 글로벌 LEO PNT 경쟁은 위성 숫자 경쟁을 넘어, 주파수·궤도·간섭 관리 체계를 둘러싼 국제 규범 및 표준화 경쟁으로 전개될 것으로 전망된다.

5. 국내 LEO PNT현황 및 정책 제언

5.1 국내 LEO PNT 추진 현황과 한계

우리나라는 현재 독자 위성항법체계인 한국형위성항법시스템(KPS)을 중심으로 국가 PNT 역량 확보를 추진하고 있다. 정부는 2035년까지 정지궤도 및 경사정지궤도 기반의 KPS 8기 체계 구축을 목표로 하고 있으며, 이를 통해 GPS 의존도를 완화하고 국가 핵심 인프라의 위치·항법·시각 정보 자립성을 확보하고자 한다. 그러나 현재 정책 논의는 중궤도·정지궤도 기반 KPS구축에 집중되어 있으며, LEO기반 PNT는 아직 독립적인 국가 전략 또는 제도 체계로 구체화되지 않은 상황이다.

또한 국방 분야에서도 GPS 의존도 완화와 PNT 복원력 확보 필요성이 점차 증대되고 있다. 최근 러시아-우크라이나 전쟁에서 GPS 재밍·스푸핑이 드론, 정밀유도무기, 지휘통제체계 운용에 직접적인 영향을 미친 사례는 전시 환경에서 단일 GNSS 의존의 취약성을 보여주고 있다. 우리 군 역시 현재 GPS를 중심으로 다양한 무기체계와 지휘통제체계를 운용하고 있으나, 전시 또는 전파교란 상황에서 독자적인 PNT 확보 수단은 제한적인 상황이다. 특히 KPS는 민·군 공동 활용이 가능한 국가 인프라로 추진되고 있으나, 현재까지는 군사적 운용 개념이나 저궤도 PNT와의 연계 활용 방안에 대한 논의가 본격화되지 못한 상황이다.

반면 국제적으로는 미국·유럽·중국을 중심으로 기존 GNSS를 보완하기 위한 저궤도 PNT 계층 구축 경쟁이 빠르게 전개되고 있다. 특히 글로벌 논의는 단순한 독립 항법위성 개발이 아니라, 기존 GNSS와 저궤도 위성·지상망·

통신망·센서 데이터를 결합하는 다층형·resilient PNT체계 구축 방향으로 이동하고 있다. 이러한 흐름과 비교할 때, 국내 정책은 여전히 “독립 항법 시스템 확보”에 무게가 집중되어 있으며, 복원력과 다중계층화 관점의 논의는 상대적으로 제한적이다.

또한 국내는 GPS 전파교란 및 스푸핑 위협에 지속적으로 노출되어 있음에도, 이를 국가 차원의 resilient PNT 정책으로 체계화한 사례는 아직 제한적이다. 특히 항공·항만·전력·통신·금융망 등 국가 기간 인프라가 GPS 기반 시각동기화에 크게 의존하고 있다는 점에서, 단일 GNSS 의존 구조는 국가 안보 및 산업 운영 측면의 잠재적 취약 요인으로 평가될 수 있다.

5.2 정책적 시사점

앞서 분석한 미국·유럽·중국 사례는 LEO PNT를 단순한 차세대 항법 기술이 아니라, 국가 디지털 주권과 우주 안보, 통신 인프라, 산업 공급망, 국제 표준 질서를 포괄하는 차세대 시공간 인프라로 인식하고 있음을 보여준다. 특히 세 국가 모두 독립 GNSS 체계를 유지하면서도, 저궤도 계층을 활용한 복원력 강화와 통신-항법 융합 구조를 동시에 추진하고 있다는 점은 국내 정책에도 중요한 시사점을 제공한다.

첫째, 우리나라 역시 LEO PNT를 KPS의 경쟁 체계가 아니라 “KPS 보완 계층”으로 접근할 필요가 있다. 미국의 CPNT 개념처럼, 향후 국내 PNT 정책은 KPS 단독망 구축을 넘어 저궤도 위성, 지상 시각망, 6G NTN, 통신 기반 timing source 등을 결합하는 다층형 resilient PNT 구조로 발전할 필요가 있다.

둘째, 국내 LEO PNT 정책은 위성항법 정책과 6G NTN 정책을 분리해서 접근하기보다 통합적 시공간 인프라 전략 차원에서 추진될 필요가 있다. 국제적으로도 3GPP NTN 표준화와 LEO PNT 논의가 점차 결합되고 있으며, 향후 통신위성 기반 positioning·timing 서비스가 확대될 가능성이 높다. 따라서 국내 역시 저궤도 위성통신, KPS, 6G NTN, 자율주행, 도심항공교통(UAM), 스마트 항만 등을 통합적으로 고려한 정책 설계가 요구된다.

셋째, 표준화 측면에서는 단순 기술 개발 중심 접근을 넘어 실증 기반 제도화 체계를 마련할 필요가 있다. 미국은 Rapid Phase 실증과 Volpe Center 평가를 통해 민간 기술을 조달 및 제도 체계로 연결하고 있으며, 유럽 역시 Celeste 실증을 통해 Galileo 기반 다중계층 PNT 구조를 검증하고 있다. 반면 국내는 아직 LEO PNT의 성능 요건, 인증체계, 시험평가 절차 등이 체계화되어 있지 않다. 따라서 정부 주도의 테스트베드와 공공 실증사업을 통해 국내형 LEO PNT 성능 기준과 활용 표준을 조기에 정립할 필요가 있다.

넷째, 국제규범 및 주파수 전략 대응도 강화되어야 한다. 현재 ITU에서는 5030–5250 MHz 대역의 RNSS 추가 분배 가능성이 논의되고 있으며, 3GPP NTN 및 IMO·ICAO의 resilient PNT 논의 역시 확대되고 있다. 그러나 국내는 아직 KPS 중심의 제한적 대응 수준에 머물러 있다. 향후 우리나라도 WRC-31, 3GPP NTN, ICG, ICAO 등의 국제 논의에 적극 참여하여 차세대 LEO PNT 규범 형성 과정에서 영향력을 확보할 필요가 있다.

다섯째, LEO PNT는 민간 인프라뿐 아니라 국방 분야의 복원력 확보 측면에서도 중요하다. 미국은 CPNT 정책을

통해 군용 GPS와 상용 PNT 서비스를 결합한 다중계층 구조를 발전시키고 있으며, 유럽 역시 전략적 자율성 확보 차원에서 Galileo와 LEO PNT 기반의 복원력 강화를 추진하고 있다. 우리나라도 KPS 구축 과정에서 국방부 및 합동참모본부를 중심으로 전시 GPS 거부(GPS-denied) 환경을 가정한 군사 PNT 운용 개념을 마련하고, KPS·LEO PNT·관성항법장치(INS)·지상 기반 PNT 체계를 통합 운용하는 방안을 검토할 필요가 있다. 또한 무인기, 유·무인 복합체계, 장거리 정밀유도무기, 합동지휘통제체계 등에 적용 가능한 resilient PNT 기술을 선제적으로 확보함으로써 향후 민·군 겸용 PNT 기술 생태계 조성에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

5.3 종합 제언

종합하면, 향후 우리나라의 LEO PNT 정책은 독립적인 저궤도 항법 시스템을 단기간 내 구축하는 방식보다, KPS를 중심으로 저궤도 위성·6G NTN·지상 시각망·센서 융합을 결합한 “한국형 다중계층 인프라 전략”으로 접근하는 것이 현실적이다. 특히 글로벌 경쟁이 단순한 위성 숫자 경쟁을 넘어 복원력, 상호운용성, 주파수 확보, 국제 표준 주도권 경쟁으로 확장되고 있다는 점을 고려할 때, 국내 역시 기술개발·표준화·주파수 정책·산업생태계·국제협력력을 통합적으로 연계하는 국가 차원의 중장기 전략 수립이 요구된다. 아울러 국방 분야에서는 KPS와 향후 LEO PNT를 연계한 군사 PNT 아키텍처를 구축하고, GPS 거부 환경에서도 작전 수행이 가능한 resilient PNT 운용개념을 조기에 정립함으로써 국가 안보와 국가 핵심 인프라의 복원력을 강화할 필요가 있다.

참고문헌

1. European Union Agency for the Space Programme, GNSS Market Report, 2024.
2. GPS World, The Rise of LEO PNT, 2026.
3. Gattis, B., Baltic Sea GNSS Jamming and Spoofing Emitter Detection and Localization, GPS Solutions, 2026.
4. FrontierSI, State of the Market: LEO PNT, 2024/2025.
5. MarketsandMarkets, Low Earth Orbit (LEO) PNT Market Forecast to 2030, 2025.
6. U.S. Department of Transportation (DOT), Complementary PNT and GPS Backup Technologies Demonstration Report, 2024.
7. Federal Communications Commission (FCC), Notice of Inquiry: Promoting the Development of Positioning, Navigation, and Timing Technologies and Solutions, FCC 25-20, 2025.
8. U.S. Department of Transportation, “Complementary Positioning, Navigation, and Timing (CPNT) Services Rapid Phase II,” 2025.
9. GPS World, “SpaceX details Starlink’s role in enhancing US PNT resilience amid FCC inquiry, 2025
10. U.S. Department of Transportation (DOT), Positioning, Navigation, and Timing Strategic Plan, 2024
11. U.S. Department of Transportation (DOT), Complementary PNT Action Plan, 2024.
12. Iridium Communications, “Iridium Awarded U.S. Department of Transportation Contract for Complementary Positioning, Navigation, and Timing Services Deployment and Testing,” Oct. 21, 2025.
13. Xona Space Systems, “\$170M Series C to Accelerate Pulsar’s Path to Scale,” 2026.
14. International Telecommunication Union (ITU), Resolution 814 (WRC-23): Preliminary Agenda for WRC-31, 2023.
15. European Space Agency (ESA), FutureNAV Programme and Celeste LEO-PNT Demonstration, 2026.
16. European Space Agency, “ESA’s Celeste Broadcasts First Navigation Signal from Low Earth Orbit,” 2026.
17. u-blox Analysis on Celeste and GNSS Compatibility
18. European Space Agency, Zero Debris Charter, 2024.
19. ESA NAVISP Advisory Committee, PNT Vision 2035 White Paper, 2024.
20. 3GPP, Non-Terrestrial Networks (NTN) Overview, Release 17/18.
21. European Space Agency (ESA), European Satellite Navigation Opens New Chapter at ESA’s Ministerial Council (CM25), 2025.
22. European Space Agency (ESA), Celeste Programme Overview, 2026.

23. European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), Proposal for WRC-31 on RNSS at 5 GHz, 2024.
 24. NATO, Resilient PNT and Navigation Warfare Discussions, 2024.
 25. China Satellite Navigation Office (CSNO), Development of the BeiDou Navigation Satellite System, 2024.
 26. State Council of the People's Republic of China, Outline for Building National Comprehensive PNT Infrastructure, 2023.
 27. China Aerospace Studies Institute (CASI), China's LEO Megaconstellation Development and Integrated Space Infrastructure, 2025
 28. European Space Policy Institute (ESPI), China's Space Infrastructure and Strategic Autonomy, 2024.
 29. Reuters, "China to Test New-Generation BeiDou Network Rivaling GPS by 2027," 2024. 30. GPS World, "China Leads World with Plan for Comprehensive PNT," 2023.
 31. Yihai Liao, Sicong Liu, Xuemin Hong, Jianghong Shi and Ling Cheng, Integration of Communication and Navigation Technologies toward LEO-Enabled 6G Networks, *Space: Science & Technology*, vol. 4, 2024.
 32. Inside GNSS, "BeiDou Completes Inter-Satellite Link Testing," 2023.
 33. China Aerospace Studies Institute (CASI), To Be More Precise: BeiDou and China's PNT Strategy, Air University, 2024.
 34. https://english.www.gov.cn/news/202511/30/content_WS692b9763c6d00ca5f9a07da0.html?utm_source=chatgpt.com
 35. <https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=7854008>
 36. https://english.news.cn/20260306/ee6c9d8c010d4f648d3d60e436255c5e/c.html?utm_source=chatgpt.com
 37. https://www.ft.com/content/98a50ed8-1265-4f31-986f-6c874bc815f0?utm_source=chatgpt.com
 38. Sewall, S., Vandenberg, T., and Malden, K., China's BeiDou: New Dimensions of Great Power Competition, Belfer Center, Harvard Kennedy School, 2023.
 39. Middle East Institute, National University of Singapore, The Space Silk Road and China- Arab States BeiDou Cooperation, Insight 309, 2024.
 40. European GNSS Agency (GSA), GNSS User Technology Report, 2024.
 41. ITU-R, Resolution 684 (WRC-23): Studies relating to spectrum needs and possible new allocations to the radionavigation-satellite service, World Radiocommunication Conference 2023.
-

42. CEPT, Proposal for WRC-31 studies on RNSS in the 5 GHz band, European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, 2024.



우주 데이터센터 산업의 글로벌 동향과 한국의 전략적 대응 방안



남기원 | 한국항공우주연구원
전략기획본부
우주항공정책팀
책임연구원
giwony@kari.re.kr

초 록

인공지능(AI) 기술의 급속한 발전에 따라 지상 데이터센터는 전력, 냉각, 부지 확보라는 3대 물리적 한계에 직면하고 있다. 국제에너지기구(IEA)에 따르면 글로벌 데이터센터 전력 소비는 2024년 415TWh에서 2035년 최대 1,700TWh까지 증가할 것으로 전망되며, 미국 핵심 지역의 송전망 연결 대기 시간은 7년~12년에 이른다. 이러한 구조적 한계의 대안으로 우주 데이터센터 개념이 부상하고 있으며, 최근 궤도상 AI 연산 실증이 이루어지면서 우주 데이터센터는 개념 단계에서 실증 단계로 전환되고 있다. 본 논문에서는 세계 주요국의 우주 데이터센터 추진 전략과 최신 동향을 분석하고 ITU 주파수 및 궤도 자원 선점 경쟁과 다국적 데이터 거버넌스 충돌이라는 규제 환경을 검토한다. 또한 한국의 K-문샷 우주 데이터센터 미션과 국방반도체 국산화를 포함한 산업 생태계를 진단하고, SWOT 분석을 통해 민간·법적 거버넌스와 군사동맹 차원의 우주자산 방호를 아우르는 5대 전략 방향을 제시한다.

Key Words : Orbital Data Center(ODC, 우주 데이터센터), K-Moonshot(K-문샷), Dawn-Dusk Sun-Synchronous Orbit(DDSSO, 여명-황혼 태양 동기궤도), ITU Frequency Allocation(ITU 주파수 할당), Cross-border Data Governance(다국적 데이터 거버넌스)

1. 서론

민인공지능(AI)은 단순한 기술 트렌드를 넘어 국가 경제의 지형과 산업 경쟁력의 근본 구조를 재편하고 있다. 대규모 언어모델(LLM), 자율주행, 휴머노이드 로보틱스, 디지털 트윈, 신약 개발 시뮬레이션, 기상·기후 예측 등 응용 분야가 다변화되면서 AI 데이터센터는 단순한 IT 지원 시설에서 국가 경쟁력과 산업 주도권을 좌우하는 핵심 인프라로 격상되었다[1].

그러나 AI 수요를 지탱하는 지상 데이터센터는 물리적 한계에 직면해 있다. 국제에너지기구(IEA)의 「Energy and AI」보고서(2025)는 2024년 약 415TWh였던 글로벌 데이터센터 전력 소비량이 기본 시나리오(AI 도입 속도와 에너지 인프라 여건이 현재 추세대로 진행된다)가

정)에서 2030년 약 945TWh, 리프트오프 시나리오(AI가 더 빠르게 확산되고 에너지 부문 병목까지 적극적으로 해소된다고 가정한 상한 전망)에서는 2030년 1,260TWh, 2035년 최대 1.700TWh까지 증가할 것으로 전망하였다[2]. 특히 미국과 중국이 전 세계 데이터센터 소비 증가분의 80%를 차지하며, 2027년까지 약 6GW 규모의 전력 공급 부족이 예상된다.

전력 외에도 냉각수 부족과 부지 확보 문제가 있다. 100MW급 하이퍼스케일 시설 한 곳은 연간 수천만 리터의 냉각수를 소비하며, 아일랜드 수도는 2023년 신규 데이터센터 건설을 사실상 전면 금지하였고, 싱가포르도 2019~2022년 모라토리엄²⁾을 시행한 바 있다[3]. 미국 내 핵심 데이터센터 허브에서는 송전망 연결 대기 시간이 7년에서 최장 12년에 이른다. 국내 데이터센터는 2024년 기준 국가 총 전력의 약 4%를 소비하고 있으며 연평균 15% 이상 증가하는 추세인데, 수도권 집중 구조와 초고전력 산업이 밀집된 지정학적 여건 속에서 대안 입지를 확보하기 어려운 상황이다.

이러한 지상의 구조적 한계에 대한 대안으로 우주 공간이 부상하고 있다. 대기권 밖의 태양광 발전 효율은 지상 대비 약 8배에 달하며, 여명-황혼 태양동기궤도(DDSSO, Dawn-Dusk Sun-Synchronous Orbit)에서는 연중 99% 이상의 연속 일조가 가능하다. 또한 심우주의 복사 온도 약2.7K(-270.45°C)는 무한 히트싱크로 작용하여 복사 냉각 환경을 제공한다[4,5]. 2025년에는 궤도 데이터센터의 탄소중립 가능성과 생애주기 탄소사용효율을 분석한 연구가 Nature Electronics에 발표된 바 있다[6].

우주 데이터센터는 최근 일부 기업과 국가를 중심으로 개념 검증 및 궤도상 AI 연산 실증이 추진되면서 산업적 가능성이 점차 구체화되고 있다. 2025년 11월 미국 Starcloud는 NVIDIA H100 GPU를 탑재한 60kg급 위성인 Starcloud-1을 저궤도 325km에 배치하였고, 12월에는 nanoGPT 모델을 셰익스피어 전집으로 학습시키며 세계 최초 궤도상 LLM 학습에 성공하였다[7]. SpaceX의 CEO는 2026년 1월 세계경제포럼(WEF)에서 “AI를 배치할 가장 저렴한 장소는 2~3년 안에 우주가 될 것”이라고 선언하였으며[8], 구글 CEO 역시 “향후 10년 안에 우주에 데이터센터를 짓는 것이 정상적인 방식이 될 것”이라고 공언한 바 있다[9].

본 논문은 이러한 글로벌 산업 전환기에 한국이 직면한 전략적 기로를 체계적으로 진단하고자 한다. 우주 데이터센터는 국가의 디지털 주권, 에너지 주권, 안보 주권이 중첩되는 21세기 전략 인프라이며, 글로벌 경쟁 구도에서 후발 주자로서 진입할 수 있는 마지막 골든타임이 임박해 있다. 본 논문은 먼저 우주 데이터센터의 개념과 핵심 기술 체계를 정리(2장)하고, 이후 미국, 중국, 유럽, 일본의 최신 산업 동향을 분석(3장)한다. 다음으로 국제 규제 환경과 보안 및 데이터 거버넌스를 검토(4장)하고, 국내 산업 현황과 K-문샷 미션을 진단(5장)한다. 마지막으로 SWOT 분석을 통해 한국의 5대 전략 방향을 도출(6장)한다.

2. 신규 데이터센터 건설 인허가를 한시적으로 전면 중단함. 이후 전력효율과 재생에너지 사용을 까다롭게 요구하는 조건부 허가만 부여함

2. 우주 데이터센터의 개념과 기술 체계

2.1 정의 및 기본 개념

우주 데이터센터(Space Data Center) 또는 궤도 데이터센터(Orbital Data Center, ODC)는 지상이 아닌 지구 궤도 또는 달이나 행성 표면에 컴퓨팅, 저장, 통신 자원을 배치하여 AI 모델 학습과 추론, 엣지 컴퓨팅, 데이터 저장, 클라우드 서비스, 위성 영상 실시간 처리 등을 수행하는 인프라이다[3, 10]. 궤도상에 분산된 노드들이 연결되어 우주에서 대규모 AI 연산을 분산처리 하는 형태이며, 우주 발사체, 위성 제작 및 운용, 반도체 광통신, 클라우드 컴퓨팅, AI 플랫폼, 데이터 서비스를 모두 결합한 복합 가치사슬을 가진 융합 산업으로 정의된다[11]. 이는 단순히 지상 데이터센터를 궤도로 옮겨놓는 것이 아니라, 궤도 환경의 물리적 제약(진공, 방사선, 미세중력, 발사 하중 제한 등)에 적응한 새로운 분산 컴퓨팅 아키텍처의 실현이라는 점에서 패러다임 전환의 의미가 있다.

2.2 핵심 기술 구성 요소

우주 데이터센터는 (1) 전력 계통, (2) 연산 및 저장 계통, (3) 통신 계통의 3대 핵심 기술군으로 구성된다.

(1) 전력 계통: 고효율 태양전지와 전력 제어

우주 데이터센터의 에너지원은 태양광 발전이다. 현재 우주급 태양전지는 갈륨비소(GaAs) 기반 다중접합 셀이 주류로 약 30% 이상의 효율을 높이지만 공급가가 높다. 페로브스카이트(Perovskite) 기반 차세대 태양전지는 고효율, 대량 생산, 박막 형태로 제작 가능하여 차세대 대안으로 부상하고 있으며, 국내에서는 한화솔루션, HD현대에너지솔루션, OCI홀딩스, 유니테스트 등이 관련 기술을 개발 중이다[3, 13]. Starcloud는 장기적으로 4km×4km 규모의 태양광-냉각 결합 패널을 궤도 데이터센터에 적용하고자 한다. 이 태양광 패널은 25μm 미만 두께의 박막 실리콘 셀을 적용하여 발사 시에는 접거나 말아서 압축 보관한 뒤 궤도에서 전개하는 설계를 적용하고 있으며, 방열판도 동일한 전개 방식이다[14, 15]. 이는 ESA ASCEND 프로젝트가 EROSS IOD 위성을 통한 궤도상 조립(OSAM)을 단계적 로드맵으로 삼고 있는 것[44]과 대비되는 접근으로, 동일한 GW급 목표에 대해 글로벌 업계가 경량 전개와 궤도 조립이라는 두 가지 기술 경로로 분기하고 있음을 시사한다.

(2) 연산 및 저장 계통: 내방사선 반도체와 열제어

우주 방사선 환경에서 AI 연산과 데이터 저장을 안정적으로 수행하는 하드웨어 개발은 가장 큰 기술적 도전과제이다. 저궤도의 총이온화선량(TID)은 5년 임무 기준 약 750rad(Si)³⁾ 수준이며, 단일사건효과(SEE)로 인한 비트 플립, 래치업, 펄스-트랜지언트⁴⁾ 등 일시적이거나 영구적인 손상이 발생할 수 있다[3,4,12]. 구글은 Project Suncatcher 연구에서 자체 개발한 AI 반도체의 방사선 환경 시험을 수행하였으며, 저궤도에서 5년 발을 방사선

3. rad는 방사선 흡수선량 단위(1rad=100erg/g=0.01Gy), 같은 방사선을 피더라도 어떤 물질이 흡수하느냐에 따라 흡수되는 에너지가 다르므로 괄호 안에 기준 물질 명시. rad(Si)는 '실리콘이 흡수한 선량'을 뜻함

4. - 비트 플립(bit flip): 메모리 셀이나 레지스터에 저장된 논리값이 뒤집히는 현상. 일시적 현상이며 복구 가능

- 래치업(Latch-up): 반도체 내부에 기생 구조가 활성화되어 전류가 비정상적으로 급증하는 현상. 영구적 손상으로 이어질 가능성 높음.

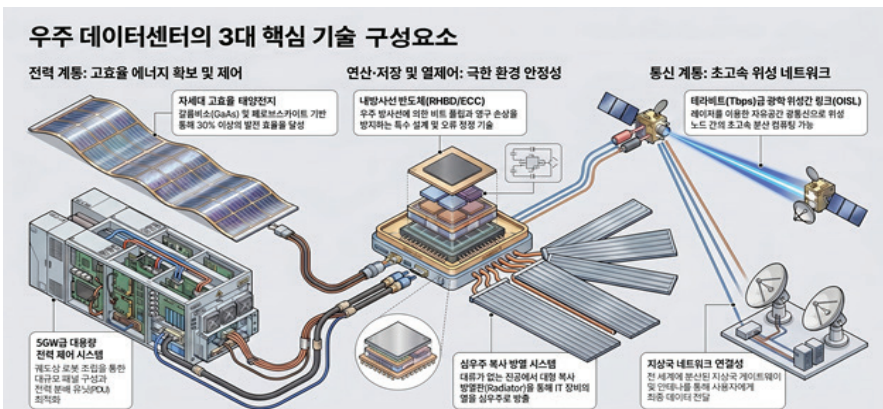
- 펄스-트랜지언트(pulse-transient): 방사선 입자가 충돌한 순간에 아주 짧은 시간 동안 전압이나 전류에 스파이크가 발생하는 현상. 이로 인해 비트 플립이나 시스템 오작동을 일으킬 수 있음

량의 3배인 2krad(Si) 강도의 시험에도 무결함을 확인하였고, 최대 15krad(Si)에서도 영구 손상이 없음을 입증하였다. 국내에서는 한국전자통신연구원(ETRI)이 2025년부터 과기정통부 글로벌 TOP 전략연구단 과제로 약 1,050억 원을 투입하여 ‘우주항공반도체 전략연구단’을 운영하고 있으며, 통신 2종, 전력 2종, 메모리 1종 등 총 7종의 우주반도체 국산화를 2030년까지 추진하고 있다[3, 17].

진공 환경에서 AI 가속기 발열 해소를 위해서는 히트파이프, 전개형 방열판, 상변화 재료(PCM) 기반 수동 냉각과 냉각 루프 기반 능동 열제어 기술의 병행 개발이 필요하다. 특히 수백 와트급 AI 가속기에서 발생하는 집중 열을 효율적으로 심우주로 방출하기 위한 대형 복사 방열판 기술이 필수적이다. 2026년 5월에 발표된 연구에는 위상 최적화와 전기화학적 적층 제조를 결합하여 순수 구리 냉각판을 제작함으로써, 데이터센터 전력의 전체 30% 이상을 차지하던 냉각 전력을 약 1.1%로 줄일 수 있음을 실증하였다[18]. 이 기술은 1GW급 데이터센터의 냉각 전력을 550MW에서 11MW로 절감할 수 있음을 보였다. 이 연구는 지상 데이터센터를 대상으로 한 것이지만, 우주 데이터센터에도 시사하는 바가 있다. 심우주 복사 냉각은 최종 열 배출 단계이며, 그 이전에 AI 가속기의 좁은 다이에서 발생하는 집중 열을 빠르게 칩 밖으로 빼내는 1차 열 수송 단계가 필요하다. 이 연구에서 제시한 것은 이 단계에 해당하며, 우주 데이터센터에 적용한다면 동일 열량을 처리하기 위한 펌프나 배관 시스템 및 복사 방열판 면적을 축소할 수 있다. 다만 순수 구리의 높은 밀도와 미세중력 환경에서의 누설 리스크는 우주 적용 시 추가 검증이 필요하다.

(3) 통신 계통: 위성 간 광학 링크(OISL)와 지상국

분산된 위성 노드를 하나의 거대 데이터센터처럼 통합하기 위해서는 위성 간 초고속 데이터 전송 기술이 요구되며, 대표적으로 광학 위성 간 링크(OISL)와 자유공간 광통신(FSO)이 적용된다. 기존 RF 기반 위성 간 통신이 수십 Mbps~ 수 Gbps 수준인 반면 OISL은 Tbps급 대역폭을 가진다[3, 12]. 구글은 실험실에서 두 장비 사이에 초당 1.6Gbps 교신에 성공하였고, 파장 분할 다중화(DWDM)⁵⁾ 기술을 결합해 다중 테라비트급 위성 간 링크를 계획하고 있다[19]. 중국 ADA Space의 삼체 컴퓨팅 군집위성은 궤도 운용 기준 100Gbps를 실제로 운용 중이며[20], 미국 Axiom Space는 Kepler Communications와 협력해 미 국방부 Tranche 1 규격에 맞춘 2.5Gbps OISL을 탑재하고 있다[21].



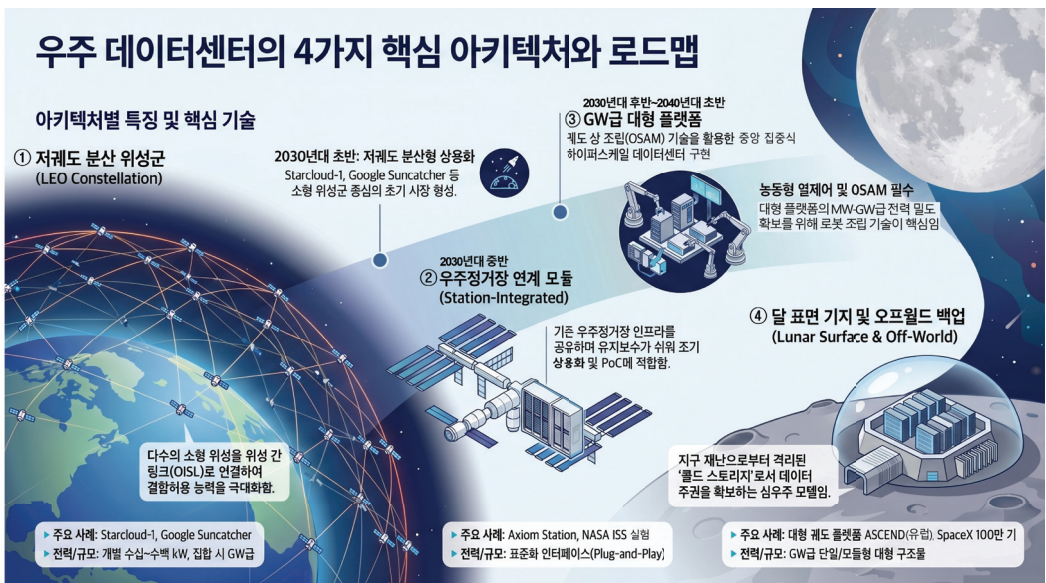
5. Dense Wavelength Division Multiplexing: 여러 개의 서로 다른 파장에 각각 다른 데이터 신호를 실어, 동시에 같은 경로로 전송한 뒤, 수신 측에서 파장별로 분리해 원래 데이터를 복원하는 기술

2.3 아키텍처 유형

우주 데이터센터는 설치 위치, 임무 유형, 규모에 따라 네 가지 주요 아키텍처로 분류되며, 각 유형은 서로 다른 기술적 도전과제와 상용화 시점을 가진다.

유형	특징 및 기술 요건	주요 사례
저궤도 분산 위성군	□ 500~2,000km 궤도에 소형 GPU·TPU 위성 다수 배치 □ 태양 동기궤도 활용, OISL로 연결 □ 개별 위성 수십~수백 kW, 집합 시 GW급 □ 분산 편대 비행 제어	Starcloud-1, Google Project Suncatcher, ADA Space 삼체 군집, Aether Flux
대형 궤도 플랫폼	□ GW급 단일 또는 모듈형 대형 구조물 □ 궤도 조립 로봇과 재사용 발사가 필수 □ 2030년대 중반 이후 본격화 예상	ASCEND 1GW, Starcloud-4 구상, CASC 1GW, SpaceX 100만 기 집합
우주정거장 연계형	□ ISS 또는 상업 우주정거장 모듈에 컴퓨팅 노드 연동 □ 유인 유지 보수 가능 □ 단기 상용화에 유리	Axiom Station AxDCU/AxODC, NASA ISS 실험 탑재
달·심우주형	□ 달 궤도·표면(용암 동굴 등)에 데이터 저장 및 백업 시설 □ 방사선 차폐와 전지구적 재난 격리 가능	Lonestar Data Holdings (Independence, Freedom)

시장 수요와 기술 성숙도에 따른 다층 아키텍처 상용화 발전 방향은 다음과 같이 예상된다.



3. 글로벌 산업 현황

3.1 시장 규모와 성장 전망

글로벌 우주 데이터센터 시장은 2025년 5억 달러에서 2035년 391억 달러로 연평균 67.4%의 성장이 예상되며, 2035년 이후 750억 달러 이상으로 확대될 전망이다[1, 27]. 우주 데이터센터 시장의 3대 성장 동력으로는 (1) 지상 데이터센터의 만성적 전력·부지 부족 해결, (2) 발사비용 급감 전망(kg당 \$10~\$150), (3) AI 연산 수요의 지수적 폭등에 따른 공간 확장 필요성이다.

우주 데이터센터의 산업적 타당성을 판단하기 위해서는 초기 설치 비용과 운영 비용 차원에서 지상 데이터센터와 정량적으로 비교할 필요가 있다.

(1) 초기 설치 비용

지상 AI 특화 데이터센터의 건설 비용은 MW당 약 2,000만 달러 이상이며, GW 규모의 경우 GW당 450~550억 달러에 이른다[28]. 반면 우주 데이터센터(ODC)의 초기 설치 비용은 발사 비용이 핵심을 차지하며, 1MW급 ODC를 궤도에서 운영하려면 IT 하드웨어, 태양광 패널, 방열판, 구조체 및 배터리 등 약 20톤을 궤도에 올려야 하는 것으로 추산된다[29]. 구글 Project Suncatcher의 타당성 연구는 LEO 발사 비용이 kg당 약 \$200 수준에 도달해야(현재 약 \$4,000~\$20,000/kg) 지상 데이터센터의 에너지 비용 대비 경쟁력을 확보할 수 있다고 분석하였다[30].

(2) 운영비

지상 데이터센터와 우주 데이터센터는 운영비 구조가 다음과 같이 서로 다르다.

지상 데이터센터	우주 데이터센터
□ 전력 비용(가장 큰 비중) □ 냉각·물 사용(PUE 오버헤드)⁶⁾ □ 인건비(현장 직원, 보안 등) □ 토지 임대 및 자산 비용 □ 광섬유 네트워크 연결성	□ 발사 비용 □ 인건비(지상 관제팀) □ 지상 통신 세그먼트 비용 □ [잠재 손실] 하드웨어 교체 어려움 (연간 GPU 고장률 9.0%, 태양전지 열화율 연 2.5% 등)

IEEE Spectrum(2025)이 1GW 규모 시스템의 5년 운영 기준으로 두 데이터센터 운용비용을 비교한 결과는 다음과 같다.

	지상 데이터센터	우주 데이터센터
총 비용(5년)	약 160억 달러	약 510억 달러
W당 비용	\$14.80/W	\$31.20/W
LCOE ⁷⁾	\$398/MWh	\$891/MWh

6. IT 장비 전력 외에 추가로 소모되는 모든 전력

7. Levelized Cost of Energy/Electricity: 발전소나 에너지 시설의 수명 주기 전체에 걸친 평균 전력 생산 단가

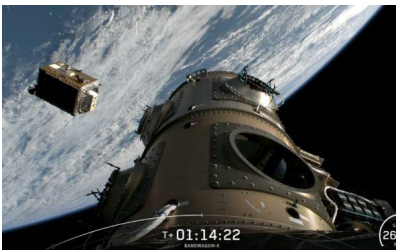
즉, 2026~2030년 시점에서 우주 기반 시스템은 동일 지상 시설 대비 약 3배 더 비싸다는 의미를 가진다. 그러나 이 격차는 두 가지 변수에 의해 좁혀질 전망이다. 첫째는 발사 비용 하락이다. Starship 완전 운용 시 kg당 \$10~\$150 수준이 달성되면 ODC의 초기 설치 비용이 큰 폭으로 감소한다. 둘째는 지상 전력 인프라의 한계이다. 미국 핵심 허브 송전망 연결 대기 7~12년, 데이터센터 부지 모라토리엄, 냉각수 부족 등으로 지상 LCOE는 상승 압력을 받는다. 지상과 우주의 LCOE 곡선이 교차하는 지점이 바로 글로벌 ODC 산업의 비용 경쟁 기점이 된다.

3.2 국가별 차별화된 추진 전략

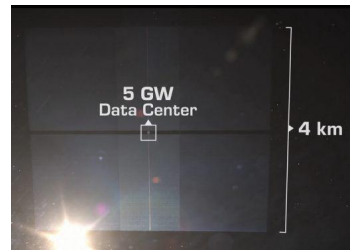
(1) 미국: 민간 주도 수직 통합 모델

미국의 우주 데이터센터 생태계는 민간 자본과 빅테크, 국방부, NASA의 분산 수요가 상호 강화하는 구조이며, Starcloud, SpaceX, Google, Axiom Space, Lonestar 등의 기업이 서로 다른 아키텍처로 경쟁하고 있다.

Starcloud(구 Lumen Orbit)는 2024년 1월에 설립된 Y Combinator⁸⁾ 출신 스타트업으로, 2026년 3월에는 추가 투자를 유치하며 11억 달러 가치의 유니콘 기업⁹⁾으로 등극하였다. Starcloud-1 위성엔 NVIDIA H100 GPU를 탑재하여 2025년 12월 궤도상 학습을 성공시킴으로써 세계 최초의 궤도상 AI 워크로드 실증을 달성하였다[7, 34]. Starcloud-2 위성에는 비트코인 채굴 ASIC¹⁰⁾를 탑재하여 우주에서의 비트코인 채굴을 추진한다고 발표하였으며, 이는 AI 활용도가 낮은 시기에도 수익률을 창출하는 중간 전략으로 해석된다[35]. Starcloud-2는 2026년 10월 발사 예정이며, 1호기 대비 10배 발전 성능과 NVIDIA Blackwell GPU, AWS 서버 블레이드를 탑재한다. 향후 10년 내에 88,000기 위성 군집 계획을 미 연방통신위원회(FCC)에 제출하였고, 최종적으로는 4km×4km 규모 패넬 기반 5GW급 궤도 데이터센터 구축을 목표로 한다.



<NVIDIA H100 GPU를 탑재한 Starcloud-1 궤도 배치 장면>



<Starcloud-4, 5GW 데이터센터와 방열판>

SpaceX는 2026년 1월 30일 FCC에 100만 기 태양광 궤도 데이터센터 위성 신청서를 제출하였으며, 고도 500~2,000km 범위의 태양동기궤도(SSO) 및 30도 경사궤도에 차세대 Starlink V3 기반 위성을 배치할 계획이다[36, 37]. 일론 머스크는 2026년 2월 xAI와의 합병을 통해 로켓·위성·AI를 단일 생태계로 묶는 ‘카르다쇼프 II형 문명’ 비전을 제시하였으며[38], 2026년 5월 월스트리트저널 보도에 따르면 Google과 SpaceX는 Project Suncatcher의 시험 위성을 SpaceX 로켓으로 발사하기 위한 협의를 진행 중이다[39].

8. 2005년 폴 그레이엄이 설립한 세계에서 가장 영향력 있는 미국의 스타트업 초기 투자/육성 기관

9. 기업가치 10억 달러 이상인 비상장 스타트업

10. Application-Specific Integrated Circuit: 특정 용도 집적 회로, 특정 작업 하나만을 위해 설계된 맞춤형 반도체 칩

Axiom Space는 ISS 연계 엠티 컴퓨팅 모델로, 2025년 8월 프로토타입 연산 유닛(AxDCU-1)을 ISS에 투입하였고, 2026년 1월에는 Kepler Communications와 협력해 자유 비행 노드 2기를 발사하였다[41, 42]. 2027년에는 Spacebilt, Skyloom, Phison, Microchip 등과의 컨소시엄을 통해 ISS 모듈에 AxODC Node를 발사할 예정이다. Lonestar Data Holdings는 달 기반 디지털 자산 백업 모델을 추구하며, 2024년 2월 Independence 미션과 2025년 3월 Freedom 미션을 통해 달 표면 및 궤도에서의 데이터 전송 실증에 성공하였다[43, 44].

NVIDIA는 2026년 3월 ‘Space Computing’ 이니셔티브를 공식 출범하며 우주 미션용 가속 컴퓨팅 플랫폼을 발표하였고, Aetherflux, Axiom Space, Kepler Communications, Planet, Sophia Space, Starcloud를 파트너로 영입하였다[45]. 또한 Anthropic은 2026년 5월 SpaceX의 Colossus 1 슈퍼컴퓨터(NVIDIA H100/H200/GB200 22만 기 이상)에 대한 사용 계약을 체결하고, 수 GW급 궤도 컴퓨팅 협력에 관심을 표명하였다[39].

(2) 중국: 국가 주도 컴퓨팅 군집 모델

중국은 미국의 첨단 반도체 수출 통제를 우주 컴퓨팅으로 우회 돌파하는 전략으로 우주 데이터센터를 국가 핵심 프로젝트로 선정하였다. 민간 스타트업(ADA Space), 공공 연구소(저장 연구소), 국영기업(CASC), 대형 IT기업(알리바바), 지방정부(저장성)의 5중 파트너십을 통해 궤도, 주파수, 자본 및 수요를 결합하는 국가자본주의형 개발 모델을 구축하고 있다[46, 47]. 각각의 역할 및 생태계 내 연관성은 다음 표에 나타내었다.

주체	핵심 역할	생태계 내 연관성
[민간 스타트업] ADA Space 성산계획	위성 본체 및 페이로드 설계, AI 가속기 탑재, 위성 운영 및 상용 서비스 제공	저장연구소로부터 R&D 지원, CASC 로켓으로 발사, 알리바바 클라우드와 데이터 연동, 저장성 지원으로 본사 운영
[공공 연구소] 저장연구소 알리바바- 저장성 합작	AI 모델, 궤도 컴퓨팅 알고리즘 연구, 위성-지상 통합 컴퓨팅 아키텍처 설계	ADA Space에 핵심 기술 이전, 알리바바와 모델 학습 인프라 공유, 저장성에 정책 자문, 상하이교통대 등 학계와 인재 연계
[국영기업] CASC 중국항천과기집단	창정 로켓 발사 서비스, 1GW급 국가 ODC 인프라 구축(2030년)	ADA Space 위성을 창정 2D로 궤도 진입, 베이징시와 1GW 로드맵 공동 발표, 국가 안보 및 우주 외교 의제 주도
[대형 IT기업] 알리바바 +SoftStone	Qwen 등 LLM 제공, 클라우드 컴퓨팅 자원 공급, 지상-우주 통합 데이터 플랫폼 구축	저장연구소 공동 설립, ADA Space 위성에 Qwen3 모델 탑재(2026.1), 저장성의 디지털 산업 클러스터 참여
[지방 정부] 저장성 정부	50억 위안 재정 투입, 산업 클러스터 조성, 인허가 및 세제 지원, ITU 주파수 신청 행정 대리	저장연구소 공동 설립, ADA Space 본사 유치, 알리바바 본거지 활용, CASC 발사 인프라 정책 연계

(3) 유럽: 공공 타당성 연구 기반 주권 모델

유럽은 ASCEND(Advanced Space Cloud for European Net Zero emission and Data sovereignty) 프로젝트 중심의 공공 주도 모델을 추진하고 있다. 유럽집행위원회(EC)의 Horizon Europe 프로그램 일환으로 Thales Alenia Space(TAS) 주관 컨소시엄으로 타당성 연구를 진행하였으며, 중간 결과(2024.6)에서 (1) 친환경 재사용 발사체 확보 시 지상 대비 탄소 배출 저감 가능, (2) 수냉 시스템 불필요로 유럽 내 수자원 절약 기여, (3) 2050년까지 1GW급 배치 시 수십억 유로의 투자 수익 기대라는 세 가지 핵심 결론을 도출하였다[48]. 단계별로는 2026년 EROSS IOD 위성을 통한 궤도 내 로봇 조립 기술 실증, 2031년 50kW급 개념실증 ODC 배치, 2050년 1GW급 상용 데이터센터 운영을 목표로 한다.

2026년 5월에는 영국의 Edge Aerospace가 유럽우주국(ESA)의 Space Cloud 프로그램 하에 궤도 데이터센터의 사용 사례, 아키텍처, 구현 로드맵 연구 계약을 수주하면서 유럽의 ODC 활동이 한층 가속화되고 있다[49].

(4) 일본: 통신-컴퓨팅 융합 계층화 모델

일본의 Space Compass는 자체 GPU 생산 한계를 극복하기 위해 기존의 통신 인프라와 위성 자산을 결합한 3계층 수직 통합 구조(GEO 우주 데이터센터, LEO 센싱·통신 계층, HAPS 고고도 플랫폼)를 추진한다[50, 51]. 2022년 7월 NTT와 SKY Perfect JSAT의 50:50 합작법인으로 설립되었으며, 2025년 4월에는 일본 방위성의 '정지궤도 광통신 기술 실증' 계약을 수주하여 우주 영역 인식(SDA) 데이터 전송 능력을 확보하는 등 국가 안보와 상업 서비스가 결합된 이중 시장 구조를 형성하고 있다.

4. 국제 규제 환경 및 데이터 보안과 거버넌스

4.1 ITU 선착순(FCFS) 원칙과 DSSO 자원 고갈

ITU는 유한 자원인 주파수와 궤도를 ‘사전 계획’과 ‘선착순(First-Come, First-Served, FCFS)’ 두 가지 메커니즘으로 할당한다. FCFS 체계는 (1) 사전 공시(API), (2) 조정 요청, (3) 통보 및 등록의 3단계로 작동하며, 등록 완료자가 사실상 독점적 권리를 확보한다[52]. 더불어 BIU(Bring Into Use) 의무에 따라 위성이 해당 궤도 위치에서 신청 주파수로 90일 연속 작동해야 하며, NGSO¹¹⁾ 마일스톤(Res.35(WRC-19), 2년 내10%, 5년 내50%, 7년 내100% 운용)을 충족하지 못하면 권리가 비례적으로 감소한다[53]. 이는 단순 기술 가능성이 아닌 실제 발사 능력을 전제로 하는 제도이며, 발사 역량을 확보한 국가나 기업에 절대적으로 유리한 구조를 만든다.

DSSO는 99% 이상 지속 일조와 지상 대비 8배 전력 효율을 제공하는 우주 데이터센터의 핵심 궤도 자원이지만, 고도 및 경사각이 고정되어 수용 가능한 위성 수가 극히 제한된다[4, 54]. 구글 Project Suncatcher, Starcloud, 중국 삼체 등 글로벌 주요 프로젝트가 모두 이 궤도대를 목표로 하고 있으며, SpaceX의 100만 기, ADA Space의 2,800기, CASC의 1GW급 등 거대 계획이 현실화되면 후발 주자의 진입 슬롯이 영구 봉쇄될 수 있다. V-band(40-75GHz)와E-band(60-90GHz) 초고주파 대역 또한 차세대 위성 다운링크의 핵심 자원으로 부상하고 있으나, 간섭 조율의 기술적 난이도로 선발 주자 승자 독식 구조가 형성되고 있다.

2025년 9월 SpaceX가 차세대Starlink Direct-to-Cell 위성 운용 목적으로 기존 사업자(EchoStar)의 주파수(AWS-4, H-block 등)를 인수한 사례는 주파수 자원의 경제적 무기화를 단적으로 보여준다. 한국이 우주 데이터센터 구축 시 자체 주파수를 확보하지 못할 경우, 향후 해외 사업자에게 천문학적 임대료와 프리미엄을 영구적으로 지불하는 경제 종속이 우려된다.

4.2 신뢰 인프라로서의 우주 데이터센터: 보안과 거버넌스

글로벌 우주 데이터센터 산업이 2025년 하반기 실증 단계, 2027~2030년 상용화 단계에 진입하면서 ‘신뢰 인프라’가 새로운 경쟁력으로 부상하고 있다. 신뢰 인프라는 (1) 사이버 보안 및 암호와(2) 다국적 데이터 거버넌스라는 2개의 축으로 구성되며, 두 축 모두 ‘보이지 않는 결정 변수’이자 ‘표준 형성 시기’라는 특성을 공유한다[55, 56].

보안 위협의 실재성은 여러 사례로 입증되었다. 2022년 러시아의 우크라이나 침공 직전 발생한 AcidRain 와이퍼 공격은 우크라이나군 지휘통신과 독일 풍력터빈 약 5,800기를 동시에 마비시켰으며, 서방 국가는 이를 러시아 소행으로 지목했다[57]. 또한, 2023년 ‘Hack-A-Sat 4’ 대회에서는 실제 궤도 위성을 대상으로 한 침투시험이 성공해 임의 표적 촬영 등이 가능함이 입증되었다[58]. 이어 2024년에는 저궤도 메가콘스텔레이션의 위성 간 광통신(OISL) 신호 도청 시연이 공개되면서 광통신 역시 측면 채널 공격에 취약함이 확인되었다.

11. Non-Geostationary Orbit, 비정지궤도: 정지궤도(GSO)와 달리 지구에 대해 상대적으로 이동하는 모든 궤도를 통칭. 저궤도(LEO) 및 중궤도(MEO)에 다수의 위성을 배치하는 위성군이 이에 해당하며, 우주 데이터센터가 목표로하는 궤도대도 대부분 NGSO에 속함

암호화 측면에서는 양자내성암호(Post-Quantum Cryptography, PQC) 전환이 핵심이다. ‘선점 저장 후 나중 복호화(Harvest Now, Decrypt Later, HNDL)’ 위협에 대응하기 위해 NIST는 2024년에 양자내성암호 표준을 공식 발표하였으며, 미국 국가안보국(NSA)의 CNSA 2.0 로드맵에 따라 2027년부터 PQC를 탑재하지 않은 우주 시스템은 미국 공공 우주 시장 진입이 원천 차단된다[59][60]. 양자키분배(QKD)는 물리 법칙 기반의 보안 기술로, 중국이 Mozi 위성을 통해 4,600km 네트워크¹²⁾를 구축하고 GEO급 배치를 시작하는 등 선도하고 있는 반면, 한국은 지상망과 광원 모듈 연구 단계에 머물러 있다[61].

다국적 데이터 거버넌스 측면에서는 4대 법체계(EU GDPR, 한국 PIPA, 중국 PIPL/DSL, 미국 CLOUD Act)의 충돌이 새로운 규제 장벽으로 작용한다[62]. 단일 위성이 90분 주기로 100여 개국 영공을 통과하면서 처리하는 개인 및 국가정보는 등록국 관할권 원칙(1967년 우주조약 제8조)만으로는 해결할 수 없으며, EU 시민의 정보가 한국 위성에서 처리되어 미국으로 전송될 경우 EU GDPR(일반개인정보보호규정)의 역외 적용 규정, 한국 PIPA(개인정보보호법)의 국외 이전 규정, 미국 연방·주법이 동시에 얹히는 법적 충돌 현상이 발생한다. 특히 미국 CLOUD Act에 따라 미국 기업이 보유한 데이터는 해외 저장본도 미국 사법기관의 접근 대상이 되며, 한-미 간 행정합의가 부재한 현 상황에서 한국의 데이터 주권 침해 우려가 존재한다.

12. 베이징-상하이 지상 광섬유 양자키분배(QKD) 네트워크와 Mozi 위성을 연결한 통합 양자통신 백본의 총 길이

5. 국내 산업 현황 및 K-문샷 미션

5.1 K-문샷 우주 데이터센터 미션

2026년 2월 정부가 발표한 ‘K-문샷 추진전략’의 12대 국가 미션 중 우주 분야 단일 과제로 ‘우주 데이터센터 원천 기술 확보 및 실증’이 지정되었다[3, 16, 63]. K-문샷은 AI와 과학기술을 융합해 국가 핵심 미션을 해결하는 범국가 프로젝트로, 2030년까지 연구생산성을 2배로 높이고 2035년까지 12대 국가 미션을 해결하는 것을 목표로 한다.

우주항공청은 2026년 4월 첫 번째 전문가 간담회를 개최하고 한국형 우주 데이터센터(K-ODC) 개발 밑그림을 공식 공유하였다[64, 65]. 추진 일정은 (1) 단기(2026~2027): 전담PD 선정 및 기획연구 수행, 누리호를 통한 메모리·전력·통신 반도체 소자의 우주 검증 착수, (2) 중기(2030): 핵심기술의 우주 실증 완료, (3) 장기(2035): 실제 서비스 가능한 ‘마이크로 우주 데이터센터(μ -ODC)’ 발사이다.

선정된 3대 중점 기술은 (1) 고효율 태양전지판 기반 전력제어 기술, (2) 우주방사선을 견디며 AI 연산과 데이터 저장을 수행하는 반도체와 발열 해소를 위한 열제어 기술, (3) 초저지연·대용량 데이터 전송이 가능한 저궤도 우주 통신 기술이다. 이를 ‘검증플랫폼 위성’에 탑재해 누리호 발사로 우주 환경에서 성능을 검증한다는 구상이며, 민간 기업의 기술 실증 참여도 상시 개방되어 있다.

5.2 주요 연구기관 및 산업 생태계

한국전자통신연구원(ETRI) 우주항공반도체 전략연구단은 2025~2030년 5년간 약 1,050억 원의 정부 출연금을 투입하여 7종의 우주반도체 국산화를 추진하고 있다. 지능형반도체(1조 원 규모)와 K-클라우드(4,000억 원 규모) 예타 사업과 연계하여 지상용 AI 반도체를 우주 환경에서 검증하며, 9개 기업과의 협업을 통해 2035년까지 국산 우주 반도체 매출 2,000억 원 달성을 지향한다[3, 17]. 한국항공우주연구원(KARI) 위성우주탐사연구소는 검증 플랫폼 위성 프로그램을 통해 K-ODC 핵심 기술의 우주 실증을 전담하며, 링 구조체 기반 확장형 플랫폼 위성2기로 고중량·대용량 부품의 광범위한 실증을 수행한다(임무 수명 1년).

한편 우주 데이터센터의 핵심 부품인 내방사선·고신뢰성 반도체는 무기체계용 국방반도체와 소자 신뢰성 및 내환경성 요구가 상당 부분 중첩되므로, 최근 본격화된 국방반도체 국산화 정책은 우주 데이터센터 산업의 후방 공급망 기반과 직결된다. 무기체계에 적용되는 반도체의 해외 의존도가 약 99%에 이르는 가운데[70], 방위사업청은 산하 국방과학연구소(ADD)의 기초·응용 연구와 국방기술진흥연구소(KRIT)의 부품국산화개발 사업을 축으로 국방반도체 국산화를 추진해 왔다. 특히 정부는 2025년 10월부터 방위사업청·과학기술정보통신부·산업통상자원부가 참여하는 범정부 「국방반도체 발전 TF」를 운영하여 법 제정을 추진하였으며[71], 그 결과 「국방반도체 육성 및 지원에 관한 법률(국방반도체법)」이 2026년 5월 7일 국회 본회의를 거쳐 6월 2일 국무회의를 통과하였고, 6월 중 공포되어 이르면 2026년 4분기에 시행될 예정이다[70, 71]. 동 법은 국방반도체를 국가 전략자산으로 규정하고 설계·제조·검증 체계를 국내에 구축하는 한편, 발전 기본계획·시행계획 수립, 특화 연구개발 지원, 신뢰성 시험·인증체계 구축, 우선구매 제도, 지체상금 감면, 국방반도체사업자 지정제도 등을 담아 단순 무기체계 제조·조립 수

준을 넘어 핵심 기술인 반도체 설계 및 자립 역량을 확보하는 전환점을 마련하였다[71, 72]. 정부는 고출력 RF 반도체, 송수신 SoC(System on Chip), AI 반도체, 질화갈륨(GaN)·탄화규소(SiC) 기반 화합물 반도체 등 미래 무기체계 핵심 부품 분야의 지원을 확대할 방침이다[72]. 이로써 범정부 차원의 국방반도체 추진체계가 법적 기반 위에 상설화되고 산·학·연·군 협력 거버넌스가 공고해지고 있으며, 이는 ETRI의 우주반도체 국산화와 더불어 내방사선·화합물 반도체 소자 기반 및 신뢰성 검증 인프라를 공유·강화한다는 점에서 우주 데이터센터용 반도체 생태계의 저변을 함께 넓히는 효과가 기대된다.

국내 산업 생태계는 우주 데이터센터 플랫폼을 직접 구축하는 기업은 없으나, 가치사슬 계층별로 경쟁력 있는 기업들이 분포한다. 위성 시스템 분야에는 세트랙아이, 한화시스템, 한화에어로스페이스가 있으며, 지상국·데이터 서비스 분야에는 컨텍[23](제주·알래스카 등 글로벌 지상국 네트워크 운영)이, 위성 안테나 분야에는 인텔리안테크[24]가 글로벌 공급을 담당한다[66]. 반도체 분야에서는 삼성전자, SK하이닉스가 내방사선 M램·D램·CIS·화합물반도체 7종을 2030년 SpaceX 탑재하는 계획을 추진하고 있으며, Artemis 2호에는 ‘케이라드큐브’¹³⁾ D램 방사선 시험이 실시될 예정이다. AI 반도체 분야에서는 리벨리온과 퓨리오사 AI 등 국내 NPU 스타트업이 K-클라우드 예타사업을 통한 지상 실증 후 우주 검증을 병행할 필요성이 제기되고 있다

13. KRADcube, Korea Radiation cube: 한국 D램의 우주 방사선 환경 내성을 검증하기 위한 큐브셋

6. SWOT 분석 및 전략적 시사점

6.1 SWOT 분석

한국의 강점(S)은 세계 최고 수준의 메모리 반도체 공급망(삼성·SK하이닉스의 글로벌 시장 70% 점유)과 누리호 기반 자주적 발사 역량, 한화그룹 중심의 위성 시스템 턴키 제작 역량, 인텔리안테크·컨텍 등 글로벌 수준의 우주 서비스 인프라, 한화솔루션 등 세계적 수준의 태양광 기술 등 하드웨어 제조 기반의 경쟁우위에 있다[1, 3].

반면 약점(W)은 (1) 하이퍼스케일 클라우드 플랫폼 부재(미국 Google·AWS와 중국 Alibaba가 주도하는 시장에서 독자적 지배력 확보 어려움), (2) 우주항공청 핵심 기술군에서 ‘보안·암호’의 누락 및 우주 보안 표준 검증 체계와 통합 보안 스택 부재, (3) 우주개발진흥법 내 데이터 처리 규정 전무, (4) 주파수 및 궤도 자원 선점을 위한 상설 협의체 부재, (5) 글로벌 경쟁사들의 조 단위 투자 대비 K-문샷 미션 예산 규모의 한계 등 소프트웨어·보안 및 제도적 인프라 부족에 있다[1, 67].

기회 요인(O)으로는 (1) 글로벌 ODC 상용화 전환기라는 골든타임(2027년이 핵심 분기점), (2) 미국의 반도체 수출 통제로 신뢰할 수 있는 대안 공급망(한국 등)을 찾는 수요 증가, (3) 6G 표준이 지상-위성 통합 네트워크로 방향을 잡으면서 한국 네트워크 생태계의 수출 모델 확장 가능성, (4) 미국 Golden Dome, 유럽 Horizon Europe, 일본 Beyond 5G 등 주요국 대규모 공공 자금 투입 프로젝트 참여 기회, (5) NIST 양자내성암호(PQC) 표준 도입기에 맞춘 한국형 알고리즘 반영 가능성이 있다[68].

위협 요인(T)으로는 (1) ITU FCFS 원칙에 따른 DDSSO 궤도와 V/E-band 주파수의 조기 고갈 위기, (2) 미국 NSA의 양자내성암호 의무화(2027년 시작) 미준수 시 미국 핵심 공공 시장 진입 불가, (3) 각국 데이터 규제 상충에 따른 규제 준수 비용과 기술적 부담, (4) 국가·기업 데이터가 타국 사법기관의 접근권에 놓일 수 있는 데이터 주권 공백 등이 존재한다[3, 69].

강점(S)	약점(W)
☐ 메모리 반도체 세계 1위 ☐ 독자 우주 발사 역량 ☐ 수직 통합 공급망(발사체, 위성, 지상국) ☐ 에너지 기술(고효율 태양전지)	☐ 플랫폼 서비스 부재 ☐ 보안 거버넌스 공백 ☐ 법제도 및 가이드라인 미비 ☐ 예산 및 시장 규모 한계
기회(O)	위협(T)
☐ 상용화 골든타임 ☐ 공급망 다변화 수요 ☐ 차세대 통신 표준 ☐ 거버넌스 형성기	☐ 주파수 및 궤도 자원 고갈 및 종속 ☐ 보안 표준 장벽 ☐ 규제 충돌 및 비용 ☐ 사이버 안보 위협

6.2 전략적 시사점

위와 같은 SWOT 분석 결과, 한국이 우주 데이터센터 산업의 후발 주자로서 골든타임을 활용하기 위한 5대 핵심 전략을 다음과 같이 제시한다.

첫째, 현실적 타겟팅 전략이다. 하이퍼스케일 클라우드 플랫폼의 직접 구축보다는 반도체·광통신·태양전지 등 강점 분야 중심으로 글로벌 프로젝트의 핵심 파트너로 참여하는 전략이 현실적이다. 미국 NVIDIA의 Space Computing 이니셔티브¹⁴⁾[45]와 같이 빠르게 확장되는 글로벌 공급망에 한국 반도체 기업이 조기 진입하여 핵심 부품 공급자 지위를 확보해야 한다.

둘째, ‘자원 알박기(Fast BIU)’ 전략이다. 기초 통신 기능을 갖춘 실용형 시험위성을 1~2년 내에 최단기 발사하여 DSSO 궤도와 V/E-band 주파수 점유권을 우선 확보하여야 한다. K-ODC 미션의 ‘검증플랫폼 위성’을 단순 기술 실증 외에 ITU BIU 충족 수단으로 적극 활용해야 한다.

셋째, 법제화 및 우주외교 강화 전략이다. 주파수와 궤도를 단순 자원이 아닌 ‘국가 전략 자산’으로 명문화하여 우주개발진흥법 및 관련 법령을 정비하고, 우주외교 상설 협의체를 통해 주파수 인접국과의 조정을 선제적으로 추진해야 한다.

넷째, ‘Security-by-Design’ 내재화 전략이다. K-문샷의 3대 핵심 기술군(전력, 반도체·열제어, 통신)에 누락된 ‘보안·암호’를 제4대 핵심 기술군으로 정식 지정하고, 설계 단계부터 NIST PQC 표준과 QKD 모듈을 필수 적용하여야 한다. 이는 2027년 미국NSA CNSA 2.0 의무화에 대응하기 위한 필수 조건이다.

다섯째, 다자 거버넌스 주도 전략이다. UN COPUOS 법률소위 및 EU Space Act 입법 시점(2030년 시행 예정)에 맞춰 한국의 외교 및 표준화 활동을 정렬하고, UN COPUOS 법률소위의 ‘Space and Data Governance’ 작업반에 적극 참여하여 표준 형성기에 발언권을 확보해야 한다.

다만 다자 거버넌스는 UN COPUOS·EU Space Act로 대표되는 민간·법적 차원뿐 아니라, 군사동맹 차원의 우주자산 상호방호(Mutual Defense of Space Assets) 논의로도 확장되고 있다. 우주 데이터센터는 상업 서비스와 정보·감시·정찰(ISR), 위성통신 등 군사적 활용이 중첩되는 군·민 양용(dual-use) 자산이라는 점에서, 평시의 사이버·물리 위협은 물론 유사시 위성요격(ASAT), 전파교란, 위성 간 광통신(OISL) 도청 등으로부터 어떻게 보호할 것인가가 핵심 안보 의제로 부상한다. 북대서양조약기구(NATO)는 2019년 우주를 제5의 작전영역으로 선언한 데 이어 2021년 브뤼셀 정상회의에서 ‘우주를 향한·우주로부터의·우주 내에서의 공격(attacks to, from, or within space)’이 집단방위조항인 제5조¹⁵⁾의 발동으로 이어질 수 있음을 명시하였으며, 그 발동 여부는 북대서양이사회

14. 2026년 3월, GPU Technology Conference에서 출범한 우주 컴퓨팅 종합 플랫폼으로, 3대 하드웨어 라인업(Space-1 Vera Rubin, IGX Thor, Jetson Orin), 우주용 소프트웨어 스택(Omniverse Space 등), 6개 파트너 생태계로 구성됨

15. 회원국 한 곳에 대한 무력공격을 전체에 대한 공격으로 간주해 공동 대응한다는 “하나를 위해, 모두는 하나를 위해” 조항

(NAC)¹⁶⁾가 사안별로 결정하도록 하였다[73]. 미·일 또한 일정 조건에서 우주에서의 공격이 미일안보조약 제 5조¹⁷⁾의 적용 대상이 될 수 있음을 거듭 확인한 바 있다[74]. 다만 우주조약(OST) 제2조가 우주공간의 국가 전유(專有)를 금지하여 우주에는 ‘관할 영토’가 존재하지 않으므로, 이러한 상호방호는 조약 문언의 자동 적용이 아니라 동맹의 존재 자체와 ‘누가, 어떤 자산을, 어떤 근거로 보호하는가’에 대한 해석상의 명확화를 통해 비로소 작동한다는 법적 과제를 안고 있다[75].

따라서 한국은 우주 데이터센터를 단순 상업 인프라가 아닌 안보 인프라로 식별하고, 다음 세 가지를 병행하여야 한다. 첫째, 한미상호방위조약상 우주자산에 대한 방호 의무의 적용 범위와 발동 요건을 NATO 제5조 및 미일안보조약 제5조의 선례를 참조하여 사전에 해석·정립한다. 둘째, 한미일 캠프데이비드 협력체계 및 연합우주작전 이니셔티브(CSpO) 등 다자 우주안보 협력체와 연계하여 우주영역인식(SDA) 정보 공유와 상호방호 절차를 제도화한다[76, 77]. 셋째, 한미 ‘우주동맹’을 첨단 과학·기술 및 탐사 영역에서 우주안보 영역으로 확장하는 외교·국방 협의를 추진한다[78]. 이처럼 민간·법적 거버넌스와 군사동맹 거버넌스를 양 축으로 정렬할 때, 한국의 ‘우주 데이터 영토’는 규범 형성기의 발언권과 유사시의 실질적 방호 체계를 동시에 확보할 수 있다.

종합하면, 한국은 메모리 반도체와 발사 역량 등 하드웨어 제조 기반을 갖추고 있으나 보안 거버넌스와 플랫폼 경쟁력이 미흡한 상황이다. 글로벌 상용화 전환기인 골든타임을 활용해 차세대 보안 표준 및 다자간 규제 협상에 적극 참여함으로써 자원 고갈과 데이터 종속의 위협을 극복하고 ‘우주 데이터 영토’를 선점할 수 있는 시간이 임박해 있다

16. NATO(North Atlantic Treaty Organization)가 조직 전체이고, NAC(North Atlantic Council)는 그 안에서 모든 회원국이 참여하는 최고 의사 결정 기구임. ※NATO는 북미와 유럽 국가 간 집단 방위 군사 동맹

17. 1960년에 개정된 조약으로 일본 영토(통치 하에 있는 지역)가 공격받으면 미국이 일본 방위에 나설 의무의 근거가 되는 조항. 미·일 양국은 일정 조건에서 우주에서의 공격이 제5조 적용 대상이 될 수 있음을 정치적으로 확인해 왔음(미일 우주협력 관련 공동성명)

7. 결 론

본 논문은 AI 시대 지상 데이터센터의 구조적 한계와 우주 공간이 제공하는 해법으로서의 우주 데이터센터(ODC) 산업을 다각도로 분석하였다. 2025년 11월 Starcloud-1 위성의 궤도상 LLM 학습 성공, 2026년 1월 SpaceX의 100만기 FCC 신청, 2026년 3월 Starcloud의 유니콘 등극, 2026년 5월 Google-SpaceX의 협력 협의 등 일련의 사건들은 우주 데이터센터가 더 이상 공상과학이 아닌 현실의 산업 경쟁 영역임을 입증한다.

한국은 2026년 2월 K-문샷 추진전략을 통해 우주 데이터센터를 12대 국가 미션 중 우주 분야 단일 과제로 지정하고, 2026년 4월 첫 전문가 간담회를 통해 산학연 협조 체계를 가동하였다. 그러나 미·중·유럽·일본의 동시다발적 경쟁 구도와 ITU 자원 고갈 압박이라는 외부 환경 속에서, 한국이 활용할 수 있는 골든타임은 짧다.

본 논문은 SWOT 분석을 통해 도출한 5대 전략(현실적 타겟팅, Fast BIU 자원 알박기, 법제화·우주외교, Security-by-Design, 민간·군사동맹 양면의 다자 거버넌스 주도)이 향후 한국의 우주 데이터센터 정책 수립에 실질적 지침이 되기를 기대한다. 특히 우주 데이터센터는 국가의 디지털 주권, 에너지 주권, 안보 주권이 중첩되는 21세기 전략 인프라이며, ‘우주 영토’ 선점 경쟁에서의 한국의 자리매김은 향후 수십 년의 국가 경쟁력을 좌우할 핵심 변수이다. 특히 우주 데이터센터의 군·민 양용 특성을 고려할 때, 국방반도체 국산화를 통한 공급망 자립과 한미동맹·한미일 안보협력 차원의 우주자산 상호보호 체계 구축은 산업 경쟁력과 안보 주권을 동시에 담보하는 핵심 과제이다

참고문헌

- [1] 한국경제인연합회(FKI), 「Global Brief Vol.24」, ‘지구로는 부족하다: 우주로 향하는AI 데이터센터’, 2026.
- [2] International Energy Agency(IEA), 「Energy and AI Report」, IEA Publications, 2025.
- [3] 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 「KISTEP 기술동향브리프: 우주 데이터센터, AI 시대 데이터 인프라의 새로운 대안」, KISTEP, 2025.
- [4] Google Research Blog, ‘Expanding a space-based scalable AI infrastructure system design’, 2025.11.4.
<https://research.google/blog/>
- [5] NVIDIA Blog, ‘How Starcloud is Bringing Data Centers to Outer Space’, 2025.12.12. <https://blogs.nvidia.com/>
- [6] Aili, A., Choi, J., Ong, Y.S. et al., “The development of carbon-neutral data centres in space,” Nature Electronics, Vol.8, pp.1016–1026, 2025. DOI: 10.1038/s41928-025-01476-1
- [7] CNBC, ‘Nvidia-backed Starcloud trains first AI model in space, orbital data centers,’ 2025.12.10.
- [8] Fortune, ‘SpaceX seeks FCC nod to build data center constellation in space,’ 2026.2.1.
- [9] SpaceNews, ‘Planet bets on orbital data centers in partnership with Google,’ 2025.12.30.
- [10] 김선우, ‘전자신문ET 시론,’ 전자신문, 2026.3.20.
- [11] 우주데이터센터연구회(공동회장 김승조 서울대 명예교수), 「우주데이터센터연구회 출범 자료집」, 2026.3.26.
- [12] Google Research Preprint, ‘Towards a future space-based, highly scalable AI infrastructure system design,’ 2025.11.
- [13] 서울경제, ‘뉴스페이스 기술 국산화,’ 2026.2.21.
- [14] Feilden, E., Oltean, A., Johnston, P., 「Why we should train AI in space」, White Paper v1.03, Lumen Orbit (현Starcloud), 2024.9. <https://starcloudinc.github.io/wp.pdf>
- [15] Data Centre Magazine, ‘Orbital Data Centers Outlook,’ 2026.3.
- [16] 우주항공청, 「K-문샷 로드맵」, 2026.4.
- [17] 서울경제, ‘우주도 가는 삼성M램,’ 2026.4.16.
- [18] Bazmi, B., Lad, A.A., Shatskiy, E., Garimella, V.S., Luo, K., Aflatounian, S., Belosludtsev, V., Park, W.Y., Ganesan, V., Du, X., Madril, J., Matthews, M., Dufrane, J., Immonen, T., de Aquino Castro, D., King, W.P., Winfield, I., Miljkovic, N., “Ultra-high-performance cold plate development through topology optimization and electrochemical additive manufacturing,” Cell Reports Physical Science, 2026. DOI: 10.1016/j.xcrp.2026.103272
- [19] InfoQ, ‘Google Unveils Project Suncatcher, Envisioning AI Models Running in Space,’ 2025.11.14.
- [20] SpaceNews, ‘China launches first of 2,800 satellites for AI computing constellation,’ 2025.5.14.

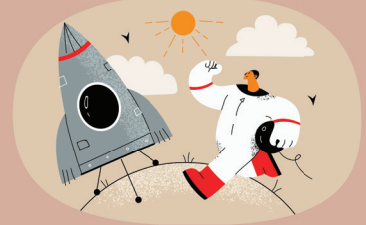
- [21] Axiom Space Press Release, 'Axiom Space, Spacebilt Announce Orbital Data Center Node Aboard International Space Station,' 2025.9.16.
 - [22] Bargatin, I., Jin, D., Alansari, Z., Raney, J.R., "Tether-Based Architecture for Solar-Powered Orbital Data Centers," AIAA SciTech Forum 2026, Paper No. AIAA 2026-1237, 2026.1. DOI: 10.2514/6.2026-1237
 - [23] 대신증권, '컨택: 아시아 유일 지상국 서비스 기업,' 2025.6.25.
 - [24] 메리츠증권, '인텔리안테크: 다음 속제는 마진을 개선,' 2025.10.30.
 - [25] Fierce Network, 'Space data centers: Starcloud, SpaceX and Project Suncatcher explained,' 2026.1.
 - [26] Cutter Consortium, 'On-Orbit Data Centers: Mapping the Leaders in Space-Based AI Computing,' 2025.9.17.
 - [27] Research and Markets, 'Global Orbital Data Center Market Report 2025-2035,' 2025.
 - [28] Jones Lang LaSalle(JLL), 「Global AI Data Center Construction Cost Report」, JLL Research, 2026.
 - [29] Medium, 'Economic Analysis of Orbital Data Centers: Launch Mass and Cost per MW,' Industry Analysis Article, 2026.
 - [30] Google Research, 「Project Suncatcher Feasibility Study: Toward Cost-Competitive Space-Based AI Infrastructure」, 2025.11.
 - [31] IEEE Spectrum, '1 GW Orbital vs Terrestrial Data Center: Five-Year LCOE Comparison,' 2025.
 - [32] Data Center Dynamics, 'Space data center company Starcloud secures \$170 million Series A,' 2026.3.30.
 - [33] Tech-Insider, 'Starcloud's \$170M Series A: The \$1.1B Space Data Center Bet,' 2026.4.
 - [34] IEEE Spectrum, 'Nvidia Sends a Powerful GPU to Space,' 2025.11.3.
 - [35] Wikipedia, 'Space-based data center,' 2026.5. (Starcloud Bitcoin mining ASIC announcement, 2026.3.7. 인용)
 - [36] SpaceNews, 'Starcloud files plans for 88,000-satellite constellation,' 2026.3.15.
 - [37] FCC Public Notice DA-26-113, 'Space Bureau Accepts For Filing SpaceX's Application for Orbital Data Centers,' 2026.2.4.
 - [38] Introl Blog, 'SpaceX Files for 1 Million Orbital Data Centers,' 2026.2.6.
 - [39] TechCrunch, 'Report: Google and SpaceX in talks to put data centers into orbit,' 2026.5.12. (The Wall Street Journal 원보도)
 - [40] Google Blog, 'Meet Project Suncatcher,' 2025.11.4.
 - [41] Red Hat Press Release, 'Red Hat Teams Up with Axiom Space to Launch, Optimize the Space Company's Data Center Unit-1 On Orbit,' 2025.3.6.
 - [42] Axiom Space Press Release, 'Axiom Space and Spacebilt to Launch Optically Interconnected Orbital Data Center (ODC) Node on ISS in 2027,' 2025.9.16.
-

- [43] Lonestar PR Newswire, ‘Lonestar Successfully Tests Lunar Edge Computing on Intuitive Machines’ IM-1 Mission,’ 2024.2.18.
- [44] Lonestar PR Newswire, ‘Lonestar’s ‘Freedom’ Payload Reaches Lunar Orbit Aboard Intuitive Machines’ IM-2,’ 2025.3.5.
- [45] Cloud News, ‘Google and SpaceX explore taking AI data centers to space,’ 2026.5. (NVIDIA Space Computing 이니셔티브 발표 인용)
- [46] Live Science, ‘China is building a constellation of AI supercomputers in space,’ 2025.6.2.
- [47] China in Space, ‘AI Constellation Successfully Tasks Robot on Earth from Orbit,’ 2026.3.20.
- [48] Thales Group Press Release, ‘ASCEND: Thales Alenia Space to lead European feasibility study,’ 2022.11.14.
- [49] European Space Agency(ESA), ‘Edge Aerospace awarded ESA Space Cloud Programme contract,’ 2026.5.5.
- [50] NTT Group Press Release, ‘NTT and SKY Perfect JSAT Agree to Establish Space Compass Corporation,’ 2022.4.26.
- [51] NTT R&D, ‘Overview of Space Integrated Computing Network,’ 2022.12.28.
- [52] ITU Radio Regulations Article 9, ‘Procedure for effecting coordination with or obtaining agreement of other administrations,’ 2024.
- [53] Rivera Advisers, ‘ITU Myth #4: All I Need Is an ITU Filing,’ 2026.3.
- [54] SatNews, ‘Google Addresses Orbital Debris Risks,’ 2026.1.19.
- [55] CISA, ‘Space Systems Sector-Specific Plan,’ Cybersecurity and Infrastructure Security Agency, 2025.
- [56] U.S. Congressional Hearing Testimony, ‘Data Centers, Telecommunications Networks, and Space-Based Systems,’ 2026.4.29.
- [57] Viasat Inc., ‘KA-SAT Network Cyber Attack Overview,’ 2022.3.30.
- [58] U.S. Space Force, ‘Hack-A-Sat 4 Final Report,’ 2023.8.
- [59] NIST SP 800-175B Rev.1, ‘Guideline for Using Cryptographic Standards,’ National Institute of Standards and Technology, 2020.
- [60] NSA, ‘Commercial National Security Algorithm Suite 2.0(CNSA 2.0) Memorandum,’ 2022.9.
- [61] Yin, J. et al., “Satellite-based entanglement distribution over 1200 kilometers,” Science, Vol.356, 2017.
- [62] International Institute of Space Law(IISL), ‘Position Paper on Data Sovereignty in Orbit,’ 2024.
- [63] 과학기술정보통신부, 「K-문샷 추진전략」, 2026.2.
- [64] 우주항공청 보도자료, ‘K-우주 데이터센터의 구축을 위해 전문가 협력 체계 가동,’ 2026.4.17.

- [65] 아시아경제, '우주에 데이터센터 띄운다...K-문샷 핵심 우주 데이터센터 시동,' 2026.4.17.
- [66] 주식스토커, '우주 데이터센터 관련주 국내TOP10,' 2026.2.17.
- [67] SPD-5, 'Cybersecurity Principles for Space Systems,' The White House, 2020.9.4.
- [68] Fortune, '우주 데이터센터 구축은 아직 아무 국가도 시작하지 않았다,' 2026.2.1.
- [69] Regulation (EU) 2016/679 (GDPR), Articles 3, 44-50; CJEU Judgment C-311/18 (2020.7.16.) 'Schrems II.'
- [70] 디지털타임스, "'해외의존도 99%' 국방반도체 자립화...국방반도체법 국무회의 통과됐다,' 2026.6.4.
- [71] 굿모닝충청, '국방반도체법 국무회의 통과, '반도체 자주국방' 시대 연다,' 2026.6.3.
- [72] SPN 서울평양뉴스, '국방반도체법 국무회의 의결...핵심전투체계 국산화 추진,' 2026.6.2.
- [73] NATO, 'Collective defence and Article 5,' nato.int. (2021 Brussels Summit Communiqué).
- [74] U.S. Department of State, 'Joint Statement at the United States-Japan Comprehensive Dialogue on Space,' 2024.
- [75] Lieber Institute, West Point, 'A Japanese Perspective on Treaty Obligations Regarding Attacks To, From, or Within Space,' 2025.
- [76] 주한미국대사관, '팩트 시트: 미국의 글로벌 우주 파트너십 강화,' 2023.12.
- [77] 외교부, '한미일 외교차관협의회 공동성명,' 2024.
- [78] 한국국가전략연구원(INSS), 「미국의 「상업 우주 통합 전략」과 시사점」, 2025.
-



국제분쟁과 미국 대외정책 변화가 한국 우주산업 공급망에 미치는 영향 : 우주안보 관점의 전략적 시사점



임창호 | 한국항공우주연구원
전략기획본부
우주항공정책팀
책임연구원
changho@kari.re.kr

초 록

미국 트럼프 2기 정부의 출범과 함께 전개된 미국 우선 중심의 무역정책과 강대국의 패권 경쟁은 그 간의 다자주의와 협력, 조정의 글로벌 체제를 다극화와 자국중심으로의 정책 전환을 가져오고 있다. 특히 최근 호르무즈 해협 봉쇄로 인한 글로벌 공급망 위기는 에너지 산업은 물론 첨단산업, 특히 우주 산업에도 큰 변화를 가져오고 있다. 본 연구에서는 국제분쟁과 미국 대외정책 변화가 한국 우주산업, 공급망에 미치는 영향을 우주안보(space security) 관점에서 분석하였다. 우주산업은 전략기술을 기반으로 하는 산업으로 관세와 수출통제 기술협력의 영향 또한 큰 분야이다. 따라서 미국 정부의 정책 변화와 국제분쟁 상황이 우주산업에 대한 영향은 여타 산업에서의 단순한 비용 증가의 차원을 넘어선 전략적 환경의 재편으로 이해하여야 한다. 이에 우주산업 글로벌 공급망 네트워크 역시 미국 중심의 가치사슬에 편입, 자리매김을 할 것인지 아니면 다른 전략적 방향을 선택할 것인지에 대한 산업정책과 기업 전략의 시사점을 도출하였다.

Key Words : 우주안보(space security), 공급망 안보(supply chain security), 한국 우주산업(Korean space industry), 국제분쟁(international conflicts), 우주주권(space sovereignty), 글로벌 가치사슬(global value chain)

I. 서론

1. 연구의 배경

2025년 RAND 연구소는 우크라이나 전쟁에서 우주 기반 서비스와 그 교란이 전례 없이 중요한 역할을 했다고 평가하였다(Radin et al., 2025). 위성통신(SATCOM), 위치·항법·시각정보(PNT), 정보·감시·정찰(ISR)이 현대전의 핵심 기반역량이 된 것이다. 또한 UNCTAD는 호르무즈 해협 봉쇄가 에너지 시장, 해상운송, 글로벌 공급망에 큰 영향을 준다고 분석하였다. 여기에 미국의 자국 우선주의 정책에 따른 무역환경의 변화와 안보협력의 변화는 전 세계 공급망 네트워크의 재편을 가져오고 있다. 여기에 더해 미국의 최근 우주정책, 우주우위(space superiority), 상업우주(commercial space), 국가안보, 민간기업 중심의 조달체계 강화는

우리에게도 미래 전략 방향에 대해 고민케 한다. 또한 유럽우주청(ESA)의 ExoMars 협력 중단 사례는 우주 협력이 지정학적 갈등에 따라 급격히 분절될 수도 있음을 보여주고 있다. 미국의 정책 변화, 우크라이나 전쟁, 호르무즈 해협 봉쇄와 같은 국제분쟁은 한국 우주산업에 단기적으로는 비용 상승, 납기 지연, 조달 불확실성 증가, 발사 일정 리스크를 초래하지만, 중장기적으로는 우주부품의 국산화, 우주상황인식(Space Domain Awareness, SDA), 군집위성(Constellation), 위성통신, 민군겸용(dual-use) 기술개발 강화, 동맹 기반 공급망 참여라는 전략적 기회 또한 함께 제공한다. 따라서 한국은 우주산업을 단순한 신성장산업이 아니라 경제안보(economic security), 기술주권(technological sovereignty), 우주주권(space sovereignty)을 구성하는 핵심 전략산업으로 재정의해야 하는 시기가 도래한 것이다.

우주산업은 과거 국가 주도 과학기술 개발의 영역으로 인식되었으나, 최근에는 경제안보, 국방안보, 산업정책, 외교 전략이 함께 결합되는 복합 전략산업으로 변화, 발전하고 있다. 발사체, 위성, 우주부품, 지상국, 위성데이터, 우주서비스 산업은 더 이상 독립된 각각의 기술 영역이 아니라 국가안보와 글로벌 공급망의 일부로서 작동하고 있는 것이다. 한국 우주산업 역시 이러한 변화에서 자유롭지 않다. 한국은 누리호 발사 성공, 달 궤도선 다누리, 민간 우주기업 성장, 한국형 위성항법시스템(KPS), 국방우주 역량 강화, 우주항공청(KASA) 출범 등을 통해 우주산업 생태계를 확장하고 있다. 그러나 한국 우주산업은 여전히 핵심 부품, 우주급 반도체, 고성능 센서, 시험평가 장비, 일부 소재·장비 분야에서 해외 의존도가 높다. 따라서 국제분쟁이나 미국의 대외정책 변화는 한국 우주산업의 기술개발 일정, 조달비용, 국제협력 구조, 시장진입 전략에 직접·간접적 영향을 줄 수 있다. 이에 우주안보 관점에서 미국의 정책과 국제분쟁이 우리나라 우주산업, 공급망에 미치는 영향과 시사점에 대해 살펴보고자 한다.

2. 연구 문제와 구성

본 연구는 첫째, 미국 트럼프 행정부의 대외정책 및 우주정책 변화가 한국 우주산업에 어떠한 영향을 미치는가를 묻는다. 둘째, 우크라이나-러시아 전쟁과 호르무즈 해협 봉쇄와 같은 국제분쟁이 한국 우주산업의 조달, 발사, 제작, 국방우주 수요 등에 어떤 영향을 미치는가를 분석한다. 셋째, 한국은 이러한 국제정치적 충격에 대응하기 위해 어떠한 우주안보·공급망 전략을 수립해야 하는가를 검토한다. 이를 위해 먼저 현상을 설명할 이론적 배경을 고찰하고, 그 개념적 틀을 활용하여 우주안보 측면에서의 공급망 회복탄력성, 기술주권 확보 방안을 설명하고자 한다. 이러한 분석을 바탕으로 향후 우주산업의 전략적 방향과 그 시사점을 도출한다.

II. 이론적 배경과 선행연구

1. 우주안보(space security)의 확장

우주안보는 전통적으로 군사위성 보호, 미사일 조기경보, 우주감시, 우주군(space force) 운용 등 군사적 성격이 강한 개념이었다. 그러나 최근 우주안보는 위성통신, 위성항법, 지구관측, 우주데이터 활용, 우주잔해물(space debris), 사이버보안, 민간 위성서비스, 발사서비스, 공급망 안정성까지 포함하는 넓은 개념으로 확장되고 있다. 이는 우주공간이 군사적인 전장만이 아니라 경제활동, 사회기반시설, 재난대응, 금융, 물류, 통신, 에너지 관리의 핵심 인프라로 그 기능이 확장되고 있기 때문이다. Secure World Foundation의 ‘Global Counterspace Capabilities’ 보고서는 공동궤도(co-orbital), 전자전(electronic warfare), 지향성 에너지(directed energy), 사이버(cyber) 역량을 중심으로 주요국의 대우주(counter space) 능력이 확대되고 있다고 보았다. 이러한 변화는 우주자산 보호와 우주서비스 연속성 확보가 국가안보뿐만 아니라 산업정책으로서도 중요한 과제가 되었음을 의미한다.

2. 글로벌 가치사슬(Global Value Chain, GVC)과 공급망 회복탄력성

글로벌 가치사슬 이론은 특정 산업의 생산과 서비스가 여러 국가와 기업에 분산되어 있다는 점에 주목한다(Gereffi, 1994). 우주산업도 연구개발, 설계, 부품·소재, 제조, 시험평가, 발사, 운용, 데이터 처리, 서비스 판매로 이어지는 복합적 가치사슬을 형성하고 있다. 그러나 우주산업의 공급망은 일반 제조업과 달리, 신속한 대체가 어렵다. 그 이유는 우주자산에 사용되는 우주급 부품은 고신뢰성을 요구하고 방사선 및 장기 안정성 등에 엄격한 인증/보증 절차를 요구하기 때문이다. 한국 우주산업은 아직 성장 단계에 있으며, 일부 핵심 부품과 시험평가 장비, 우주급 전자부품, 고성능 센서 분야에서는 여전히 해외 의존도가 높다. 최근 상용부품(COTS)의 활용증대는 이러한 요인을 가중시키고 있다. 따라서 한국 우주산업의 경쟁력은 독자 기술개발 능력뿐 아니라 국제 가치사슬 내에서 어떤 위치를 점하고 그 역량을 확보하는가에 의해 결정된다.(Lee & Shin, 2024) 또한 공급망 회복탄력성은 외부 충격 이후에도 공급망이 핵심 기능을 유지하거나 신속히 복구할 수 있는 능력을 의미하는 것으로 우주산업에서 회복탄력성은 단순히 재고를 늘리는 문제가 아니다. 핵심 부품의 이중 공급처 확보, 대체 부품 인증, 국내 시험평가 인프라, 국제협력 네트워크, 정부 조달제도, 기술 표준 참여 능력까지도 포함한다. 한국 우주산업의 공급망 회복탄력성은 기업 차원의 조달 관리 능력만으로 형성되기 어렵다. 우주산업은 소량·고신뢰성·장주기 개발 특성을 갖기 때문이다.

3. 경제안보, 기술주권, 우주주권(space sovereignty)

경제안보는 국가경제의 핵심 기능이 외부 충격이나 전략적 압박에 의해 훼손되지 않도록 보호하는 개념이다. 우주산업은 반도체, 소재, 통신, 인공지능, 방산, 해양, 에너지, 기상, 재난관리와 연결되어 있어 경제 안보의 핵심 기반 산업으로 볼 수 있다. 따라서 기술주권은 핵심기술의 개발, 운용, 유지, 표준화, 수출입 통제 대응에서 자율성을 확보하는 능력을 뜻한다. 우주산업에서 기술주권은 우주주권(space sovereignty)과 연결된다. 한국이 독자적인 우주 임무를 기획하고, 발사하고, 운용하고, 데이터를 활용할 수 있는 능력을 갖추 때, 우주주권도 실질적으로 강화된다. 우주항공청(KASA)의 출범은 이러한 정책 전환의 제도적 기반으로 볼 수 있다.

4. 지경학(geo-economics)과 우주산업 공급망

지경학(geo-economics)은 군사력만이 아니라 무역, 투자, 기술표준, 수출통제, 금융, 에너지, 원자재, 시장접근과 같은 경제 수단이 국가 전략과 권력 경쟁의 도구로 활용되는 상황을 설명하고 있다. Luttwak(1990)은 냉전 이후 갈등의 논리가 상업의 문법과 결합하는 방향으로 전환된다고 보았고, Blackwill and Harris(2016)는 지경학을 국가 이익을 증진하고 방어하기 위해 경제 수단을 사용하는 국가 전략으로 설명하고 있다. Wigell(2016)은 지역 강국의 지경학 전략을 신제국주의, 신중상주의, 헤게모니, 자유 제도주의 유형으로 구분함으로써 경제수단과 권력정치의 결합을 분석할 수 있는 틀을 제시하고 있다. 지경학은 미국 대외정책 변화와 국제분쟁이 한국 우주산업 공급망에 영향을 미치는 제도적·전략적 경로를 설명하는데 도움을 줄 수 있다. 미국의 수출통제, 기술표준, 조달 시장, 동맹 기반 공급망 재편은 단순한 시장 변수가 아니라 지경학적 국가전략의 일부로 이해할 수 있다. 또한 호르무즈 해협 봉쇄와 같은 해상교통로(choke point) 리스크는 에너지·물류·보험료를 통해 첨단 제조업과 우주산업 비용 구조에 전이되게 된다. 따라서 지경학 관점은 국제분쟁이 우주산업의 부품조달, 발사 서비스, 기술협력, 시장 접근에 미치는 영향을 포괄적으로 설명하는데 유용한 틀을 제공한다.

5. 거래비용경제학

거래비용경제학은 “왜 모든 거래가 시장에서 단순 구매 방식으로 이루어지지 않고, 기업 내부화, 장기계약, 전략적 제휴, 공공조달, 수직통합과 같은 다양한 거버넌스(governance) 방식으로 조직되는가”를 설명하는 이론이다. Williamson(1979, 1985, 1991)은 자산 특수성이 높고 불확실성이 큰 거래일수록 단순 시장거래 보다 장기계약, 관계적 계약, 전략적 제휴, 수직통합 또는 내재화가 적합하다고 설명하고 있다. 거래비용경제학 관점에서 한국 우주산업의 공급망 리스크는 단순히 해외 의존도의 문제가 아니라 거래구조의 문제로 이해할 수 있다. 우주급 반도체, 방사선 내성 부품, 고성능 센서, 발사 서비스, 우주환경 시험평가 인프라는 자산 특수성이 높고, 대체공급처 탐색과 인증에 상당한 시간이 소요된다. 국제분쟁이나 수출통제 강화는 이러한 거래의 탐색비용, 협상비용, 감시비용, 전환비용을 증가시킨다. 따라서 한국 우주산업은 모든 품목을 동일한 방식으로 관리하기보다, 거래비용과 전략성에 따라 시장조달, 장기공급계약, 전략적 제휴, 공공조달, 국내화·내재화를 차등적으로 선택할 필요가 있는 것이다.

6. 동태적역량(dynamic capabilities)과 자원기반관점(Resource-Based View, RBV)

자원기반 관점은 기업이나 국가가 희소성(rareness), 불완전 모방가능성(imperfect imitability), 대체 불가능성(non-substitutability)을 지닌 자원을 보유 할 때 지속적 경쟁우위의 원천을 가진다고 보고 있다(Barney, 1991). 한국 우주산업에 이를 적용하면, 우주급 부품 설계능력, 우주급 반도체 생산과 시험기술, 관련 인프라의 확보는 전략적 우위를 점할 수 있는 자원을 확보하는 관점으로 이해하여야 한다. 또한 국방우주 조달 경험, 국제 공동개발 네트워크 참여 경험은 단기간에 모방하기 어려운 전략자원으로 해석할 수 있다.

동태적 역량은 급변하는 환경에서 자원을 재구성하고 새로운 기회를 포착하는 능력이다(Teece, 2007). 국제분쟁과 공급망 위기 상황에서 한국 우주기업과 정부가 단순히 기존 공급망을 유지하는 데 그치지 않고, 대체 공급망을 구축하고, 국산화 품목을 재선정하며, 동맹 기반 협력과 수출시장 진입 전략을 재조정한다면 중요 역량과 자산을 확보하는 것이다.

<그림 1> 이론적 배경



이상의 내용을 정리하면 기존 연구는 우주공간의 군사화와 대우주 능력의 확산, 우주산업의 성장경로, 정부 주도 산업정책, 민간기업 육성, 클러스터 전략을 분석 할 수 있다. 또한 공급망 연구는 반도체·소재·방산 분야의 공급망 취약성과 회복탄력성에 대해 논의하고 있다. 여기에 경제안보 연구는 첨단기술과 전략산업이 국가안보와 결합되는 현상을 설명하고 있다. 그러나 국제분쟁, 미국 대외정책 변화, 우주안보, 한국 우주산업 공급망을 하나의 분석틀로 연결한 연구는 아직 제한적이다. 따라서 본 연구는 첫째, 우주안보를 군사적 위협에 한정하지 않고 공급망 네트워크 또한 안보적 개념으로 확장, 우주산업에 적용하였다는 점에 차별화 된다고 할 수 있다.

<표 1> 기존 연구 정리 요약

연구주제	주요 관심	본 연구와의 연결
우주안보 연구	우주자산 보호, 대우주 능력, SDA, 군사적 우주 활용 등	국제분쟁이 우주 서비스와 우주자산의 전략적 가치를 확대한다는 근거 제공
공급망·GVC 연구	글로벌 가치사슬, 병목, 회복탄력성, 조달 리스크	부품·소재·발사 서비스 의존 리스크 분석 틀 제공
거래비용경제 연구	자산특수성, 장기 공급계약, 전략적 제휴, 내재화, 수출통제	국제분쟁, 수출통제, 제재, 발사 일정, 환율, 에너지 가격, 기술표준 변화, 납기 지연, 임무 실패 가능성 등
지경학 연구	경제 수단의 전략적 사용, 수출통제, 기술표준, 에너지·물류 choke point, 경제안보	미국 대외정책 변화와 호르무즈 해협 봉쇄가 우주산업 공급망에 미치는 제도적·비용적 경로를 설명
자원기반이론(RBV) 연구	희소·가치·비모방·대체불가능 자원과 지속적 경쟁우위	우주급 부품, 시험평가 인프라, 시스템 통합역량, 국제협력 네트워크를 한국 우주산업의 전략자원으로 해석
동태적 역량 (DC)	변화하는 환경에서 자원을 감지 (sensing), 포착(seizing), 재구성 (reconfiguring)하는 능력	국제분쟁 속에서 우주기업·정부가 감지, 포착, 재구성하는 역량을 설명

III. 연구내용

1. 연구방법 및 분석 틀

본 연구는 사례분석과 이론적 배경을 바탕으로 미국의 대외정책 변화와 국제분쟁의 국내 우주산업에 대한 영향에 대해 살펴보았다. 분석 대상은 세 가지이다. 첫째, 미국 트럼프 행정부의 대외정책 및 우주정책 변화이다. 이는 미국 중심 상업우주, 우주우위, 동맹 기반 공급망 재편, 수출통제 체계와도 연관된다. 둘째는 우크라이나-러시아 전쟁으로 러시아와 서방 국가들 간의 우주협력 단절, 위성통신과 위성영상의 군사적 활용, 전자전과 사이버 위협, 발사 서비스 재편의 시사점을 제공한다. 끝으로, 호르무즈 해협 봉쇄는 에너지 가격, 해상물류, 보험료, 원자재 조달, 제조 비용 상승을 통해 우주산업에 미치는 간접적 영향에 대해 분석하였다.

2. 사례분석

가. 미국 대외정책 변화와 한국 우주산업

트럼프 행정부의 우주정책은 미국의 우주우위 확보, 상업우주 활성화, 민간기업 중심 조달체계 강화, 국가안보와 경제안보의 결합을 특징으로 한다. 백악관은 2025년 「Ensuring American Space Superiority」 행정명령에서 우주에서의 우위가 미국의 안보와 번영에 중요하다고 제시하고, 상업적 우주개발과 국가안보 이익 보호를 강조하였다(The White House, 2025a). 또한 상업우주 경쟁 촉진 관련 정책은 민간기업의 역할 확대와 규제환경 정비를 통해 미국 우주산업의 주도권을 강화하려는 흐름으로 해석할 수 있다. 이러한 변화는 한국 우주산업에 두 가지 상반된 영향을 준다. 하나는 기회요인이다. 한미 우주협력 확대, 달·화성 탐사 협력, 우주상황인식, 위성통신, 국방우주, 우주데이터 서비스 분야에서 한국 기업과 연구기관의 참여 가능성이 커질 수 있다. 특히 한국은 반도체, 전자, 통신, 제조, 방산 역량을 보유하고 있어 미국 중심 우주공급망에서 특정 기능을 담당할 가능성이 있다. 다른 하나는 위험요인이다. 미국 중심 기술표준과 수출통제 체계가 강화될 경우 한국 기업은 핵심 부품과 기술 접근에서 제약을 받을 수 있다. 또한 SpaceX, Blue Origin, Amazon Kuiper 등 미국 민간기업 중심의 플랫폼 질서가 강화되면 한국 기업은 독자적 시장지배력을 확보하기보다 특정 플랫폼의 하위 공급망에 편입될 가능성도 있다. 따라서 한국의 전략은 협력하되 종속되지 않는 구조를 만드는 것이 중요하다. 이를 위해 한국은 시스템 설계, 시험평가, 우주급 부품, 지상국 운용, 우주데이터 처리, 위성서비스 응용 분야에서 독자적 강점을 확보해야 할 필요가 있다. 이 같은 미국의 정책 변화는 한국 우주산업 공급망에 자국 우선주의, 상업우주 플랫폼 중심 질서, 국가안보 우주전략 강화라는 세 경로를 통해 영향을 미친다.

<표 2> 미국의 정책 변화와 한국의 우주산업

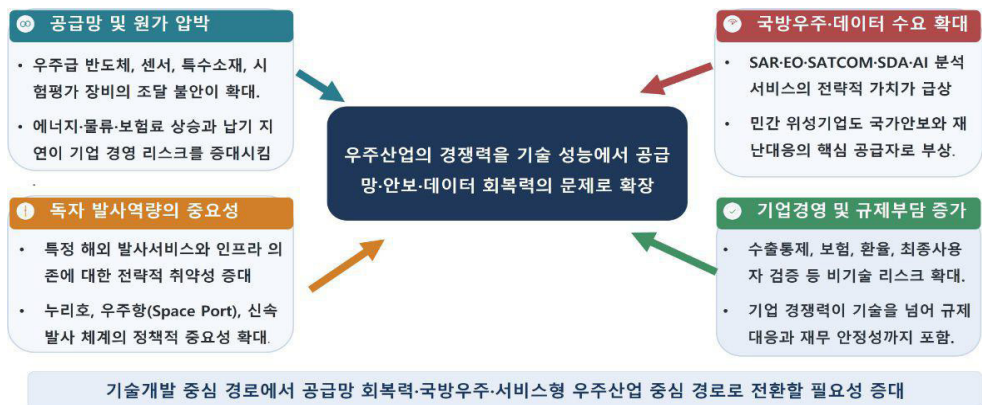
미국 정책 변화	한국 우주산업에 대한 영향
• 자국 우선주의 무역정책	• 관세, 수출통제, 공급망 재편 압력 증가
• 상업우주 중심 우주정책	• SpaceX 등 미국 민간 플랫폼 중심 질서 강화
• 국가안보 우주전략 강화	• 국방우주, SDA, 위성통신, 우주기반 서비스 협력 확대와 통제 강화 병존

또한 우리나라는 누리호(KSLV-II)를 통해 독자 발사 역량을 확보했지만, 위성제작시 미국산 핵심부품의 포함 여부는 한국 발사체로 발사하는 과정에서 제약요인으로 작용할 수 있다. 미국의 기술 통제가 단순한 행정절차가 아니라 한국 우주산업의 기술주권(technological sovereignty)과 우주주권(space sovereignty) 문제로 연결됨을 보여주는 것이다. 여기에 더해 미국의 자국 우선주의 무역정책은 우주산업에 “우주부품 관세”라는 직접적인 형태로만 작용하지 않는다. 더 중요한 것은 전자부품, 금속소재, 정밀기계, 배터리, 통신장비, 반도체 장비, 복합소재 같은 우주산업 기반 품목의 비용 구조와 조달경로를 변화시킬 수 있다는 점에서 의미를 가진다.

나. 우크라이나-러시아 전쟁과 우주 협력의 분절

우크라이나-러시아 전쟁은 우주산업의 지정학적, 지경학적 취약성을 극명하게 보여준다. 유럽우주청(ESA)은 2022년 3월 Roscosmos와의 ExoMars 협력 중단을 공식 발표하였다(European Space Agency, 2022). 이는 우주탐사와 발사 서비스 같은 장기 국제협력 사업도 국제 정치적 갈등에 따라 중단될 수 있음을 보여주는 사례라 할 수 있다. 국제협력이 장기간 축적된 기술·제도적 신뢰를 바탕으로 하더라도, 안보 위기가 발생하면 우주협력은 단기간에도 분절될 수 있다. 또한 우크라이나 전쟁은 상업위성 서비스가 전쟁 수행에 있어 민간 상용 위성의 가치를 재평가하는 중요한 계기가 되었다. RAND 연구소는 우크라이나 전쟁에서 SATCOM, PNT, ISR 이 핵심적인 우주 임무 영역이었다고 분석하였다(Radin et al., 2025). 이 점은 한국 우주산업에 중요한 의미를 가진다. 국방우주 수요는 더 이상 군 전용 위성에 국한되지 않고, 민간 위성통신, 상업위성 영상, 저궤도 군집위성, 재밍 대응기술, 위성 사이버보안 등으로 확장된다. 한국은 이 흐름을 통해 SAR 위성, 광학위성, 저궤도 통신 위성, 군집위성(Constellation), SDA, 위성데이터 분석, 우주 사이버보안 분야에서 새로운 산업 기회를 확보할 수 있다. 그러나 이를 위해서는 핵심 부품과 소프트웨어, 지상국, 데이터 처리 알고리즘, 국방 조달 체계와 민간 기업 참여 구조를 함께 정비해야 한다.

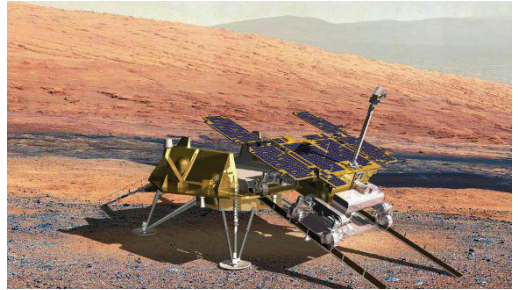
<그림 2> 우크라이나-러시아 전쟁의 영향



자료: 임창호, “트럼프 정부의 정책과 국제분쟁이 한국 우주산업에 미치는 영향과 전략적 시사점”, 항공우주시스템 총계학술대회 발표, 2026.

우크라이나-러시아 전쟁 이후 러시아 Soyuz 발사 서비스 이용이 어려워지면서, 세계 각국의 위성 발사 수요가 SpaceX 등 미국 상업 발사 서비스로 집중되었다. 우리나라도 다목적실용위성 6호 발사가 러시아 관련하여 지연된 사례가 있다. 이는 발사 서비스가 단순 구매 서비스가 아니라 전략적 공급망 병목이라는 점을 보여준다. 당초 다목적실용위성 6호의 제작 완료 시점인 2022년 8월, 러시아의 우크라이나 침공으로 인해 국제 사회의 對 러시아 제재가 발생하게 된다. 이로 인해 계약되어 있던 러시아

<그림 3> ExoMars lander 모습



자료: ESA

양가라 발사체 이용이 불가능해지게 된다. 이후 대체 발사체인 유럽 아리안스페이스社의 ‘베가C(Vega-C)’발사체가 2022년 12월 비행 중 폭발하는 사고가 발생했고, 안전성 검증 및 결함 보완 작업으로 인해 발사 일정이 연기되었다. 여기에 더해 공동 탑재 위성인 ‘플라티노-1(Platino-1)’의 개발 지연으로 일정 연기가 이어지고 있다. 이는 국제분쟁과 공급망 위기가 국내 위성산업에 미치는 영향을 보여주는 단적인 사례라고 할 수 있다.

다. 호르무즈 해협 봉쇄와 우주산업의 간접 충격

호르무즈 해협 봉쇄는 우주산업과 직접 관련이 없어 보일 수 있지만, 실제로는 에너지 가격, 해상운송, 보험료, 원자재 가격, 제조 비용, 시험평가 비용을 통해 우주산업에 간접적 충격을 준다. UNCTAD는 2026년 호르무즈 해협 봉쇄가 에너지 시장, 해상운송, 글로벌 공급망으로 파급된다고 분석하였다(UNCTAD, 2026a). Kiel Institute도 호르무즈 해협 폐쇄가 에너지 병목과 글로벌 식량·무역 충격으로 전이될 수 있음을 분석한 바 있다.(Hinz et al., 2026).

<그림 4> 호르무즈 해협 봉쇄의 영향

구분	위험 요인	기회 요인	정책·기업 대응
 공급망	원자재·부품·운송·보험비 상승	대체공급망 구축 명분 강화	핵심부품 재고, 복수공급처, 국산화
 신뢰성	납기 지연, 프로젝트 일정 리스크	공급망 신뢰성 인증 수요 증가	공급망 리스크 관리체계 구축
 기업경영	현금흐름 악화, 투자 위축	국방·해양·에너지안보 수요 증가	공공 초기수요, 금융·보험지원
 기술개발	해외 시험·부품 의존 위험	SAR, EO, 위성통신, SDA 수요 확대	민군겸용 기술개발
 글로벌 경쟁	미국·유럽·중국 모두 우주안보 투자 확대	한국 기업의 공동개발·수출 기회	한미·한·EU 협력, 수출통제 대응
 산업정책	클러스터 사업 비용 증가	클러스터를 회복력 거점으로 전환	전남·경남·대전 기능 재설계
 핵심 위험: 에너지·물류·보험 비용 상승  핵심 기회: 해양감시·국방우주·위성데이터 수요 확대  핵심 대응: 공급망 회복력 + 우주클러스터 재설계  시사점: 기술 신뢰성뿐 아니라 조달·물류·에너지·재무 신뢰성까지 통합 관리가 필요			

자료: 임창호, “트럼프 정부의 정책과 국제분쟁이 한국 우주산업에 미치는 영향과 전략적 시사점”, 항공우주시스템 춘계학술대회 발표, 2026.

우주산업은 고정밀의 제작과 시험평가를 필요로 한다. 열진공시험, 진동시험, 전자파 및 방사능 시험, 클린룸 운영, 발사장 운용, 대형 장비 운송은 에너지와 물류에 크게 의존한다. 따라서 호르무즈 해협 봉쇄 리스크는 한국 우주기업의 원가 구조와 프로젝트 일정에 영향을 줄 수 있다. 특히 한국은 에너지 수입 의존도가 매우 높고, 우주산업 핵심 소재·장비·부품 중 일부를 해외에서 조달한다. 따라서 중동 분쟁은 단순히 석유 가격 문제가 아니라 우주산업 프로젝트의 비용과 일정 안정성을 흔드는 공급망 리스크로 전환될 수 있다. 해상교통로(choke point)와 에너지·물류 충격이 첨단 제조업의 비용과 조달 안정성에 영향을 미치는 간접 경로를 보여준다고 하겠다. 따라서 우주산업 정책은 발사체와 위성 기술개발뿐 아니라 에너지, 물류, 보험, 원자재, 해상교통로 리스크까지 포함하는 공급망 관리의 통합적 접근이 필요하다.

<그림 5> 미국 정책 변화와 국제분쟁의 한국 우주산업에의 영향



자료: 임창호, “트럼프 정부의 정책과 국제분쟁이 한국 우주산업에 미치는 영향과 전략적 시사점”, 항공우주시스템 춘계학술대회 발표, 2026.

3. 연구결과 요약

가. 공급망에 대한 영향

국제분쟁과 미국 대외정책 변화는 한국 우주산업에 단선적 영향이 아니라 다층적 영향 경로를 통해 작용하는 것을 확인할 수 있다. 지경학적 압박은 관세, 제재, 에너지 수출입 병목, 수출통제, 기술 표준을 통해 우주산업 공급망의 조달비용과 납기 안정성에 영향을 미치게 된다. 동시에 우크라이나-러시아 전쟁은 위성통신, ISR, PNT, SDA 등 우주기반 서비스의 군사·안보적 중요성을 부각시킴으로써 국방우주 및 민·군겸용 우주기술 수요를 확대하고 있다. 따라서 한국 우주산업은 국제분쟁을 단순한 외부 위험 요소로만 볼 것이 아니라, 공급망 회복력, 동태적 역량, 기술주권, 우주주권을 강화하는 산업적 전환의 계기로 활용할 필요가 있다.

1 국제분쟁의 우주산업 공급망 리스크 확대

국제분쟁은 우주산업 공급망의 조달 리스크와 비용 리스크를 확대한다. 우크라이나 전쟁은 러시아와 서방 국가들간 우주협력 단절을 초래했고, 호르무즈 해협 봉쇄는 에너지와 해상운송 비용 상승 및 공급망 불안정으로 전이될 수 있음을 보여주었다. 특히 우주산업은 일반 제조업보다 공급망 대체가 신속하게 이뤄지기 어렵기 때문에 이러한 충격에 더욱 민감하다.

나. 우주안보 측면 영향

우크라이나 전쟁은 우주기반 서비스가 현대전과 국가위기 대응에서 핵심적 역할을 수행한다는 점을 극명히 보여주었다. 과거 위성영상 이미지 획득을 통한 첩보활동에서 확대되어 위성통신은 지휘통제와 민간 통신 복원에 기여하고, ISR 위성은 전장 감시와 표적식별에 활용되고 있으며, PNT는 무기체계와 물류, 작전 수행에 필수적인 요소로 받아들여지고 있다. 따라서 이 같은 우주자산의 전략적 가치의 증대는 국방우주 수요의 확대로 이어질 수 있다. 특히 군집위성, 저궤도 통신망, SAR 위성, 위성영상 분석, SDA, 위성 사이버보안은 향후 전략적 수요가 커질 분야이다.

I 국제분쟁의 우주안보 수요 증대

국제분쟁은 위험적 요소를 가져다 주지만 동시에 우주자산이 갖는 가치에 대한 인식을 높여 우주안보 강화를 위한 수요를 유발한다.

다. 미국의 정책 대응의 측면

미국의 상용우주 중심 정책은 우리나라에 한·미 우주협력 확대라는 기회를 제공한다. 그러나 동시에 미국 중심의 기술표준, 수출통제, 플랫폼 기업 중심 시장구조가 강화될 경우, 한국 기업의 전략적 자율성은 제한될 수 있다. 따라서 한국의 대응은 협력과 자율성의 균형점을 찾아야 한다. 미국과의 협력을 통해 기술·시장 접근성을 높이되, 핵심 부품, 시험평가, 데이터 활용, 소프트웨어, 지상국 운용 등에서는 독자 역량을 확보해야 한다. 즉 대체 불가의 자원기반의 경쟁우위를 확보해야 한다. 한편, 지경학 관점에서 보면 이러한 미국 정책 변화는 단순한 우주정책 변화가 아니라 경제 수단을 활용한 전략산업 재편의 성격을 갖는다. 수출통제, 기술표준, 연방 조달시장, 민간 플랫폼 기업 중심의 생태계는 우주산업 가치사슬의 어느 단계에 한국 기업이 편입될 것인지를 결정하는 제도적 압력으로도 작동한다. 따라서 글로벌 가치사슬상에서 우리만의 독보적 경쟁우위 요소를 확보하는 것이 중요하다.

I 미국 정책 변화는 협력 기회와 편입 위험의 동시 유발

미국의 상용우주 중심의 정책 변화는 우리에게 협력 확대와 시장진입의 기회를 제공하는 동시에 미국의 공급망 속에 제한되어 자율성에 제약을 받는 위험적 요소도 함께 가진다. 또한 미국 우선주의의 무역정책은 글로벌 공급망에서의 미국 주도의 공급 네트워크에 편입, 그 속에서의 경쟁우위 포지션을 확보해야 하는 과제 또한 함께 갖게 된다.

라. 국제분쟁(지정학적 갈등)의 영향

앞서 유럽우주청(ESA)의 ExoMars 중단 사례는 발사 서비스와 국제 공동개발이 지정학적 갈등에 취약하다는 점을 단적으로 보여준다. 우리나라의 우주산업 역시 해외 발사서비스, 해외 부품, 국제 공동개발 일정에 의존할 경우, 유사한 리스크에 노출될 수 있다. 다목적 실용위성 6호의 발사 지연이 이를 보여주는 사례라 할 수 있다. 따라서 국내 발사역량 고도화, 민간 발사서비스 육성, 해외 발사 파트너 다변화, 발사 보험 및 재보험 체계 강화, 임무 일정 리스크관리 체계를 보다 종합적이고 유기적으로 마련해야 할 필요성이 높다. 국제분쟁을 단순한 위기가 아니라 산업 경쟁력 강화의 계기로 전환할 수 있다. 한국은 반도체, 전자, 통신, 제조, 방산 분야의 기반을 보유하고 있으므로 우주산업 공급망을 전략적으로 육성할 경우, 국제분쟁 이후 재편되는 우주 공급망에서 새로운 위치를 확보할 수 있다. 이를 위해서는 핵심 품목의 국산화, 대체부품 인증체계, 우주환경 시험평가 인프라, 민군겸용 R&D, 조달시장 연계, 우주산업 클러스터 고도화가 필요하다. 자원기반이론(RBV) 관점에서 한국 우주산업의 경쟁력은 단순한 생산량이나 기업 수가 아니라 모방하기 어려운 자원의 축적 여부에 달려 있는 것이다. 우주환경 시험평가 인프라, 우주급 부품 설계와 인증 경험, 시스템 통합능력, 국방 우주 조달 참여 경험, 국제 공동개발 네트워크는 가치 있고 희소하며 단기간에 대체하기 어려운 자원인 것이다.

| 지정학적 갈등은 임무 리스크 확대와 새로운 산업기회를 창출

우주산업에 있어 지정학적 갈등은 발사 서비스 및 국제 공동개발, 글로벌 공급망이 재편 등의 리스크적 요인을 가져온다. 또한 국제분쟁의 갈등 상황은 우주공급망상에서의 경쟁우위적 포지션을 확보할 수 있는 기회를 제공하기도 한다.

마. 국가 전략 산업으로서의 우주산업

국제분쟁이 장기화될수록 우주산업은 단순한 신성장산업이 아니라 국가전략산업으로 재정의된다. 위성통신, 정찰, 항법, 기상, 재난대응, 금융, 물류, 에너지 관리 등은 국가 핵심 기능과 연결되어 있다. 따라서 우주산업의 안정성은 경제안보와 국가 안보의 일부가 되었다. 따라서 우주산업을 단순히 미래 성장산업으로만 접근해서는 충분하지 않다. 우주산업은 기술주권, 공급망 안보, 우주 주권을 구성하는 기반 전략산업으로 보아야 한다.

| 우주산업의 국가 전략 산업으로의 재정의 필요성 증대

우주산업은 단순한 미래 먹거리 산업이 아닌 국가 전략산업, 안보산업으로 재평가되어 기술주권, 공급망 안보, 국가 전략산업으로의 재정의에 따른 육성전략 마련이 필요하다.

IV. 한국 우주산업 영향 경로와 전략 대안

1. 영향 경로의 종합

이상의 사례를 종합하면, 국제분쟁과 미국 정책 변화는 한국 우주산업에 네 개의 경로를 통해 영향을 미친다. 첫째는 물리적 공급망 경로이다. 에너지 가격 상승, 해상운송 지연, 보험료 상승, 원자재 조달 불안정은 우주부품 제작과 시험평가 비용을 높이는 요인 된다. 둘째는 제도적 공급망 경로이다. 미국의 수출통제, 기술표준, 보안규정, 조달규정 변화는 한국 기업의 시장 접근성과 기술협력 방식에 영향을 준다. 셋째는 임무수행 경로이다. 발사서비스, 해외 시험시설, 국제 공동개발 일정이 지경학적 갈등에 의해 지연되거나 재조정될 수 있다. 넷째는 수요 창출의 경로이다. 국제분쟁은 위성통신, ISR, PNT, SDA, 재난·위기대응 위성서비스에 대한 수요를 증가시킨다. 이 경로들은 서로 독립적으로 작동하지 않는다. 예컨대 호르무즈 해협 봉쇄는 에너지·물류 비용을 상승시키고, 이는 우주부품 제조와 시험평가 비용을 높인다. 우크라이나 전쟁은 우주기반 서비스의 전략적 가치를 높이는 동시에 재밍, 사이버공격, 서비스 중단 가능성이라는 새로운 위협을 동시에 부각시킨다. 또한 미국 정책 변화는 한국에 협력 기회를 제공하지만, 미국 중심 공급망과 민간 플랫폼 기업에 대한 종속 가능성도 함께 높여 준다. 따라서 우리의 대응은 단일 정책적 수단이 아닌 공급망, 기술, 국방, 외교, 산업금융을 결합한 종합적 형태가 되어야 한다.

<표 3> 한국 우주산업에의 영향 경로

영향경로	구체적 메커니즘	한국 우주산업 영향	대응 방향
물리적 공급망	에너지·물류·보험·원자재 비용 상승	제조비 상승, 납기 지연, 시험평가 일정 불안정	핵심품목 재고·대체 공급처·물류 리스크 관리
제도적 공급망	수출통제, 보안규정, 기술표준, 조달규정 변화	기술협력 제약, 시장접근성 변화, 인증부담 증가	표준화 참여 법률·통상리스크 대응체계
임무수행	발사서비스 중단, 국제공동개발 지연, 해외 시험시설 접근 제한	임무 일정 재조정, 발사보험 비용 상승	국내 발사역량, 민간 발사서비스, 해외 파트너 다변화
수요창출	전장·위기관리에서 위성서비스 가치 확대	국방우주·민군겸용 수요 증가	SDA, SATCOM, ISR, SAR, 군집 위성 투자 확대
지경학적 경로	수출통제, 관세, 투자심사, 기술표준, 전략물자 관리	핵심기술 접근성 변화, 공급망 편입·배제 위험, 조달시장 진입 제약	정책정보 모니터링, 법률·통상 대응, 표준화 참여, 동맹 내 공동개발

2. 전략 대안의 우선순위

한국 우주산업의 전략 대안은 단기 안정화, 중기 경쟁력 강화, 장기 우주주권 확보의 세 단계로 구분하여 살펴볼 수 있다. 단기적으로는 현재 진행 중인 위성·발사체·국방우주 프로젝트의 성공적 완수와 조달 차질을 최소화하는 것이다. 이를 위해 핵심 부품 목록, 단일 공급처 품목, 장기 납기 품목, 수출허가 필요 품목을 식별하는 등의 활동을 통해 리스크 관리를 준비할 수 있을 것이다. 이와 더불어 우주급 전자부품, 방사선 내성 반도체, 고성능 센서, 추진계 부품, 복합소재, 시험평가 장비에 대한 공급망 취약성 점검이 필요하다.

중기적으로는 공급망 회복탄력성을 산업 경쟁력으로 전환해야 한다. 한국은 반도체, 배터리, 전자, 통신, 방산, 정밀제작 분야의 기반을 보유하고 있으므로, 이를 우주산업으로 전환·확장하는 전략이 필요하다. 이 과정에서 단순한 국산화를 제고보다 중요한 것은 우주환경 인증, 품질보증, 임무보증, 시험평가 데이터 축적, 국제표준에 대응하는 대응 능력이다. 또한 국산화가 실제 임무에 투입되기 위해서는 기술개발과 인증·조달·보험·수출 제도까지 연결되어야 한다.

장기적으로는 우주주권(space sovereignty)을 실질화해야 한다. 이는 모든 기술을 국내에서 독자적으로 생산한다는 폐쇄적 자립을 의미하지 않는다. 오히려 핵심기술과 전략 기능에서는 자율성을 확보하고, 비핵심 영역에서는 동맹과 파트너십을 활용하는 선택적 자율성(selective autonomy)을 확보해야 한다. 한미동맹을 기반으로 우주 협력을 확대하되, 유럽, 일본, 호주, 인도, ASEAN 등과도 협력 네트워크를 다변화할 필요가 있다.

<표 4> 전략목표 및 정책수단

주체	핵심 역할	생태계 내 연관성
단기	프로젝트 차질 최소화	공급망 취약품목 조사, 대체 공급처 확보, 긴급 조달체계, 발사·보험 리스크 점검
중기	회복탄력성 기반 경쟁력 강화	우주급 부품 국산화, 시험평가 인프라 확충, 민군겸용 R&D, 조달 연계 인증
장기	우주주권과 전략적 자율성 확보	핵심기술 자립, 동맹 기반 공급망 참여, 국제 표준 선점, 우주데이터·서비스 역량 강화

V. 결론 및 향후 연구

1. 결론 및 전략적 시사점

국제분쟁은 한국 우주산업에 단기적으로 비용 상승, 납기 지연, 발사 일정 불확실성, 핵심 부품의 조달 리스크를 초래한다. 그러나 중·장기적으로는 국방우주 수요 확대, 군집위성, SDA, 위성통신, SAR 위성, 우주부품 국산화, 민·군겸용 기술개발, 동맹 기반 공급망 참여라는 전략적 기회 또한 함께 제공할 수 있다. 이러한 관점에서 첫째, 한국은 우주산업 공급망 리스크 조기 경보체계(Space Supply Chain Early Warning System)를 구축해야 한다. 핵심 부품, 소재, 장비, 소프트웨어, 시험평가 인프라, 발사 서비스의 해외 의존도를 정기적으로 점검하고, 국제분쟁 발생시 영향 경로를 신속히 분석할 수 있어야 한다. 둘째, 우주국방과 민간 우주를 연결하는 민·군 겸용 우주기술 전략이 필요하다. 위성통신, ISR, PNT, SDA, 위성 사이버보안, 전자전 대응 기술은 국방과 민간 양쪽에서 활용 가능성이 높다. 셋째, 한·미 우주 협력은 강화하되 전략적 자율성을 확보해야 한다. 이때 미국 중심 공급망에 참여하는 것은 필수적이다. 그러나, 핵심 부품, 시험평가, 소프트웨어, 데이터 처리, 지상국, 우주 서비스 분야에서는 독자적 역량 확보는 매우 중요하다. 넷째, 발사 서비스 다변화와 국내 발사 역량 강화가 필요하다. 지정학적 갈등은 발사 서비스 접근성을 제한할 수 있으므로, 한국은 누리호 후속 발사체, 민간 발사 서비스, 해외 발사 협력, 발사보험 체계를 함께 발전시켜야 할 것이다. 끝으로, 우주산업 공급망은 과학기술, 산업, 국방, 외교, 통상, 금융이 결합된 문제이므로 부처 간 분절적 접근으로는 한계가 있다. 따라서 우주산업, 우주안보, 국제협력, 민간기업 육성, 공급망 안정화 등의 통합적이고 국가 전략적인 접근이 필요하다.

2. 향후 연구과제

본 연구는 질적 사례분석을 통해 국제분쟁과 미국 대외정책 변화가 한국 우주산업 공급망에 미치는 영향을 분석하였다. 향후 연구에서는 한국 우주산업의 핵심 부품·소재·장비에 대한 정량적 공급망 의존도에 대한 추가적인 분석이 필요하다. 또한 국제분쟁이 우주기업의 비용, 주가, 납기, 발사일정, 보험료에 미치는 영향을 이벤트 분석(event study) 방식의 연구도 고려해 볼 수 있다. 마지막으로 우주안보와 산업정책을 통합한 한국형 우주산업 전략 모델을 개발할 필요가 있다. 이는 우주항공청, 국방부, 산업통상자원부, 과학기술정보통신부, 민간기업, 연구기관, 대학의 역할 분담을 포함해야 할 것이다.

피터 자이한은 “흡스의 세계에 머물 것이냐? 아니면 미국의 세계에 속 할 것이냐?”를 요구받고 있다고 말하고 있다. 이제 우리의 우주산업도 어느 공급망 네트워크에 참여할 것인가? 를 진지하게 고민해 보아야 하는 시기가 된 것이다.

참고문헌

1. Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120.
 2. Blackwill, R. D., & Harris, J. M. (2016). *War by other means: Geoeconomics and statecraft*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.
 3. Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1-14.
 4. European Space Agency. (2022). ExoMars suspended. Retrieved from https://www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/ExoMars_suspended
 5. Gereffi, G. (1994). The organization of buyer-driven global commodity chains: How U.S. retailers shape overseas production networks. In G. Gereffi & M. Korzeniewicz (Eds.), *Commodity chains and global capitalism* (pp. 95-122).
 6. Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78-104.
 7. Westport, CT: Praeger. Hinz, J., Mahlkow, H., Sogalla, R., & Willmann, G. (2026). The cost of closing the Strait of Hormuz: Energy bottlenecks and global food security (Kiel Policy Brief No. 206). Kiel Institute for the World Economy.
 8. Hwang, W. (2025). South Korea's geoeconomic strategy in space, driving factors, and challenges. *Asian Security*.
 9. Lee, S., & Shin, S. (2024). Evolution and dynamics of the space industry in South Korea (Asie.Visions No. 137). Institut français des relations internationales.
 10. Luttwak, E. N. (1990). From geopolitics to geo-economics: Logic of conflict, grammar of commerce. *The National Interest*, 20, 17-23.
 11. National Aeronautics and Space Administration. (2025). President Trump's FY26 budget revitalizes human space exploration.
 12. Ponomarov, S. Y., & Holcomb, M. C. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management*, 20(1), 124-143.
 13. Radin, A., et al. (2025). Lessons from the war in Ukraine for space: Challenges and opportunities for future conflicts. RAND Corporation.
 14. Secure World Foundation. (2026). 2026 global counterspace capabilities report.
-

15. Sheffi, Y., & Rice, J. B., Jr. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. MIT Sloan Management Review, 47(1), 41-48.
 16. Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of enterprise performance. Strategic Management Journal, 28(13), 1319-1350.
 17. The White House. (2025). Ensuring American space superiority.
 18. The White House. (2025). Fact sheet: President Donald J. Trump launches a new age of American space achievement.
 19. The White House. (2025). Enabling competition in the commercial space industry.
 20. United Nations Conference on Trade and Development. (2026). Strait of Hormuz disruptions: Implications for global trade and development.
 21. United Nations Conference on Trade and Development. (2026). Strait of Hormuz disruptions: Growth and financial implications.
 22. Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. Strategic Management Journal, 5(2), 171-180.
 23. Wigell, M. (2016). Conceptualizing regional powers' geoeconomic strategies: Neo-imperialism, neo-mercantilism, hegemony, and liberal institutionalism. Asia Europe Journal, 14(2), 135-151.
 24. 우주항공청. (2026). KASA 주관 '제2회 항공우주의 날'기념사
 25. 임창호(2026), 미국 정부의 정책과 국제분쟁이 한국 우주산업에 미치는 영향과 전략적 시사점, 항공우주시스템 공학회 춘계학술대회
 26. 피터 자이한, 홍지수, 정훈 역(2018), 21세기 미국의 패권과 지정학(The Accidental Superpower). 김앤김북스.
-



편집위원

박상중	국방대학교 교수	김지희	한국항공대학교 교수
임상민	방위사업청 전문관	신상우	한국항공우주연구원

우주정책연구 13권

Space Policy Research Vol.13

발행인 : 이상철

주 소 : 대전시 유성구 과학로 169-84

편집인 : 신상우

전 화 : (042) 870-3651

발행처 : 한국항공우주연구원

발행년월 : 2026. 6

※ 본 저널에 수록된 연구내용은 연구자의 견해이며 한국항공우주연구원의 공식적인 견해가 아님을 밝힙니다.

