

Space Policy Research

우주 정책 연구 2024. Winter
vol. 10

CONTENTS

Space Policy Research
vol. 10



Part 01

우주정책

- 08 **인·태지역 주요국의 우주 국제협력 현황과 전망**
신상우 (한국항공우주연구원 전략기획본부 정책팀 선임연구원)
- 42 **중국의 우주정책 변화**
배수인 (푸단대학교 국제관계 및 공공사무학원 국제안보학 박사생)
- 54 **우주상황인식 주요국 및 국제기구 기술정책 동향**
김종범 (한국항공우주연구원 전략기획본부 정책팀 책임연구원)

Part 02

이슈분석

- 68 **위성 근접상황과 전파간섭 발생 빈도의 시계열 분석:
우주 지속 가능성에 대한 시사점**
성재동 (한국항공우주연구원 국가위성정보활용지원센터 SSA연구실 선임연구원)
정유연 (한국항공우주연구원 국가위성정보활용지원센터 SSA연구실 선임연구원)
정옥철 (한국항공우주연구원 국가위성정보활용지원센터 SSA연구실 책임연구원)
송새한 (한국항공우주연구원 국가위성정보활용지원센터 SSA연구실 선임연구원)
- 84 **AAM의 군사적 운용을 위한 정책적 발전방향**
홍준기 (육군 대령 국제 정치학 박사)
박상중 (국방대학교 직무연수원 교수)

A blue-toned image of Earth from space, viewed from a rocky lunar surface. The Earth's horizon is visible on the right, showing swirling cloud patterns and a bright blue glow. The foreground is a dark, craggy lunar landscape. The sky is a deep blue with scattered white stars.

Space Policy Research

I. 우주정책





인·태지역 주요국의 우주 국제협력 현황과 전망



신상우 | 선임연구원
한국항공우주연구원
전략기획본부 정책팀
swshin@kari.re.kr

초 록

인도·태평양 지역의 국가들은 우주 국제협력을 통해 경제적, 안보적, 과학적 목표를 달성하려는 노력을 강화하고 있다. 미국과의 동맹을 기반으로 한 일본과 호주는 민간 및 공공 부문의 협력을 통해 우주 기술 개발과 안보 협력을 확대하고 있다. 인도는 자국의 기술 역량과 우주 탐사를 발전시키며, 다자 및 양자 협력에서 주도적 역할을 하고 있다. 캐나다는 국제우주정거장(ISS)과 아르테미스 프로그램을 통해 미국 및 글로벌 파트너들과 협력을 강화하고 있으며, 민간 부문의 통합과 상업화 역량 확대를 전략적으로 모색 중이다. 이 지역의 국가들은 기후변화 대응, 우주 상황 인식, 데이터 공유를 포함한 다양한 분야에서 협력을 확대하고 있으며, 지속 가능한 우주 거버넌스를 구축하기 위해 다자간 협력에 적극 참여하고 있다. 앞으로 상업적, 안보적 역량의 통합과 기술 혁신을 통한 상호협력 강화가 주요 과제로 예상된다.

Key Words : International cooperation(국제협력), 인도태평양지역(APAC region), Space Policy(우주정책), 4자 안보 협의체(QUAD)

1. 서론

우주 기술은 오늘날 우리의 삶에 깊숙이 스며들어 있으며, 통신, 내비게이션, 안전, 안보 등 다양한 분야에서 중추적인 역할을 하고 있다. 지구를 도는 수천 개의 위성은 현대 사회의 글로벌 네트워크를 구성하며, 스마트폰부터 기상 예보, 농업까지 우리의 일상생활에 필수적인 서비스를 제공하고 있다. 더 나아가, 심우주 탐사는 건강, 정보 기술, 산업 생산성 등 여러 분야에서 과학·기술적 진보를 이끌며 국제적 위상을 높이는 데 기여하고 있다.

또한 우주 영역은 이제 공중, 육지, 해양, 사이버 공간과 함께 국가 안보를 위한 필수 작전 영역으로 자리 잡았다. 특히 군사 작전에서 우주 자산의 중요성은 날로 커지고 있으며, 이를 통해 전력 투사와 국방 활동이 가능해지고 있다. 2023년 전 세계 군사 우주 예산은 570억 달러로, 전체

정부 우주 지출의 절반에 가까운 비중을 차지하고 있다. 미국과 중국 간 전략적 경쟁이 우주 영역으로 확대되면서 우주 군사화와 무기화에 대한 우려가 더욱 커지고 있다.

이와 동시에, 우주 영역은 민간 부문이 필수적인 역할을 수행하며 점차 다원화되고 있다. 오늘날 우주 활동의 상당 부분은 민간 기업에 의해 수행되고 있으며, 이를 통해 정부와 기업 간의 새로운 협력 시대인 ‘스페이스 4.0’이 도래했다. 2024년 기준 6,300억 달러로 평가된 우주 경제는 2035년까지 1조 8천억 달러로 성장할 것으로 전망되며, 민간 부문에 더 많은 기회를 제공할 것으로 기대된다.

현재 80개국이 우주 프로그램을 운영하고 있으며, 이는 2000년의 40개국 대비 두 배로 증가한 수치이다. 아시아는 독립적 우주 역량을 보유한 국가들이 세계에서 가장 밀집된 지역으로, 현대 우주 경쟁의 중심지로 부상하고 있다. 국가들은 우주의 전략적·경제적 중요성을 인식하며 우주 역량 개발에 박차를 가하고 있으며, 심화되는 경쟁과 우주 혼잡 문제는 새로운 법적·제도적 틀과 협력이 필요하다는 논의를 촉진하고 있다.

우주는 과거 소수 국가만이 접근할 수 있었던 독점적 영역이었으나, 이제 점점 더 많은 인도-태평양 국가들에게 새로운 개척지가 되고 있다. 지난 20년간 아시아가 이룬 눈부신 경제적·기술적 성장은 이 지역을 현대 우주 경쟁의 최전선으로 이끌고 있다. 이 글은 우리나라가 입지한 인도-태평양 지역의 미국, 중국, 일본, 인도 등 주요 우주 강국과 캐나다, 호주와 같은 중견국의 우주정책 및 프로그램의 최근 동향과 2025년도 국제협력 활동을 전망한다. 6개 국가의 우주 활동에 초점을 맞추고 있지만, 인도 태평양 지역의 많은 다른 국가들 또한 빠른 속도로 우주 개발을 추진하고 있기 때문에 우주 지정학의 중심으로 떠오르고 있음을 보여준다.

2. 미국

미국은 세계에서 가장 활발하게 우주 활동을 전개하는 국가로, 최근 상업적 우주활동의 양상이 변화하고 있으며 국제 협력 역시 빠르게 진화하고 있다. NASA는 국제 및 상업 파트너들과 협력하여 본격적인 달 복귀 프로그램을 추진 중이며, 장기적으로 화성 탐사를 목표로 하고 있다. 또한, 신설된 미국우주군(U.S. Space Force)은 우주 활동의 보호를 포함한 새로운 임무를 정의하고 있으며, 저궤도(LEO)를 넘어 더 큰 역량을 발휘하는 데 초점을 맞추고 있다.

민간 부문에서는 NASA와 국방부의 수주를 받아 활동하는 것에 그치지 않고, 상업적 발사 서비스와 유인 우주 비행 시장 개척에 나서고 있다. 나아가 과학적 탐사와 탐험을 목표로 하는 야심 찬 계획도 실행 중이다. 그러나 이러한 노력은 경제적 현실의 한계를 드러내고 있다. 정부 예산과 민간 투자 모두 정책 입안자와 기업가들이 꿈꾸는 수준에 미치지 못하고 있는 것이다. 이에 따라 2025년에 출범할 트럼프 행정부 2기에서는 현재 미국의 우주 활동 현황과 미래 방향에 대해 새로운 시각을 제시할 것으로 전망된다.

2.1 주요 우주활동과 프로그램

미국은 여러 정부 기관에 걸친 광범위한 우주 활동을 통해 세계에서 독보적인 우주 리더십을 유지하고 있으며, 이러한 활동에는 수천 개의 상업 기업과 수십 개의 비영리 단체가 참여하고 있다. 미국은 우주 발사(로켓), 유인 우주 비행, 행성 탐사, 천체물리학(우주 망원경), 지구 관측, 통신, 국방 응용, 위성 제작 등 다양한 분야에서 그 입지를 확고히 하고 있다.

미국은 1960년대 후반부터 우주 분야 전반에서 리더십을 발휘해 왔으나, 분야별로는 역동적인 변화가 있었다. 1990년대에는 상업 우주 발사 분야에서 리더십을 잃었고, 2012년 우주왕복선 프로그램 종료 이후 유인 우주 비행 능력을 상실했으며, 한동안 미국의 위성 제작 산업도 침체기를 보였다. 그러나 지난 10년간 상업 우주 산업이 급성장하면서 이러한 모든 분야에서 미국은 다시 우위를 되찾았다. 같은 기간, 미국 지 못하면서 쇠퇴했다. 반면, 중국은 세계 제2의 우주 강국으로 확고히 자리 잡았으며, 인도, 일본, 한국과 같은 아시아 국가들도 최근 몇 년간 우주 분야에서 강력한 야망과 역량을 보여주고 있다.

NASA는 1958년 아이젠하워 행정부 시기에 설립되었으며, 존 F. 케네디 대통령의 강력한 지지를 받아 “인간을 달에 착륙시키고 무사히 지구로 귀환시키는 것”이라는 명확한 목표를 설정했다. 1969년 이 목표는 아폴로 11호의 성공으로 이루어졌다. 이후 NASA는 수십 년간 주목할 만한 우주 업적을 이루었으나, 꾸준히 감소하는 예산 문제에 직면했다. 1960년대 황금기에 비해 연방 지출에서 NASA 예산이 차지하는 비중은 10분의 1 이상 감소했으며, 최근 들어 명목상 예산이 증가했음에도 인플레이션을 감안하면 NASA의 예산은 사실상 정체 상태에 있다. 현재 NASA의 연간 예산은 약 250억 달러 수준으로, 이는 연방 정부 지출의 0.4%에서 1.0%를 차지하고 있다.

NASA는 화성과 외태양계 행성 탐사에서 독보적인 성과를 내고 있으며, 유인 우주 비행은 여전히 저궤도(LEO)에 국한되어 있지만, 우주왕복선 프로그램을 통해 재사용 가능한 우주선을 활용하는 새로운 방식을 개척했다. 국제우주정거장(ISS)의 규모는 매우 주목할 만하며, 이는 NASA의 우주 임무 중 가장 성공적인 사례 중 하나로 평가받고 있다. 2017년 트럼프 행정부는 미국인들을 다시 달로 보내고 궁극적으로 그 너머까지 탐사하겠다는 목표를 약속했다. 당시 트럼프 행정부의 첫 번째 우주 정책 지침은 아폴로 프로그램의 “깃발과 발자국(flags and footprints)” 모델에서 벗어나, 오바마 행정부의 “장기적인 탐사 목표 설정”이라는 접근을 보다 현실적으로 전환한 것으로 평가된다. 이는 지속 가능하고 장기적인 인간 탐사 및 개발을 목표로 삼았으며, 이전에는 정치적으로 실현 불가능하다고 여겨졌던 분야에 대한 중요한 전환점을 나타냈다.

현재 미국 우주정책의 핵심은 아르테미스(Artemis) 프로그램으로 구현되고 있다. 아르테미스는 미국 우주비행사를 달 궤도로 복귀시키고, 달 표면 착륙 및 게이트웨이(Gateway)라는 이름의 궤도 달 기지를 건설하는 NASA의 다각적 인간 중심 프로그램이다. 이 프로그램은 여러 상업 공급업체와 국제 파트너의 시스템 요소를 활용하는 복잡한 구조로 이루어져 있으며, 설계와 운영의 많은 부분에서 민간 공급업체들이 주요 역할을 하고 있다. 예를 들어, SpaceX의 혁신적인 스타쉽(Starship) 변형이 아르테미스의 첫 번째 인간 착륙 시스템으로 선정된 것은 주목할 만한 사례이다.

아르테미스 프로그램의 초기 일정은 2024년 말까지 게이트웨이 완성과 달 착륙을 목표로 했으나, NASA는 현재 아르테미스 III 임무(인간 달 착륙 포함)가 2026년 9월까지 비행하지 못할 것으로 예측하고 있다. 미국 회계감사원(GAO)은 2027년이 더 현실적인 것이라고 보고 있으며, NASA 관리자 빌 넬슨은 최근 중국이 미국보다 먼저 유인 달 착륙을 달성할 가능성에 대해 우려를 표명했다. 이에 따라 일부 보고서에서는 NASA가 아르테미스 III 임무를 착륙이 아닌 다른 임무로 전환할 가능성도 언급되고 있다.

1960년대 이후 처음으로 NASA의 과학임무본부(Science Mission Directorate)가 유인 탐사 목표와 긴밀히 연계되고 있다. 상업 달 화물 서비스(CLPS) 프로그램은 고정 가격 계약을 통해 NASA, 국제, 상업적 화물을 달 표면에 전달할 로봇 달 착륙선을 제작하는 여러 상업 기업에 자금을 지원하고 있다. 2024년 초 두 개의 CLPS 임무가 발사되었으나, 하나는 추진 문제로 실패했고 다른 하나는 착륙 후 전복되었다. 그럼에도 불구하고 향후 몇 년 간 추가적인 CLPS 임무들이 계획되어 있다.

NASA는 소행성 탐사에서도 중요한 성과를 거두었다. 2023년 OSIRIS-REx 임무는 소행성 베누(Bennu)에서 수집한 샘플을 지구로 가져왔으며, 2022년 DART(Double Asteroid Redirect Test) 임무는 소행성의 궤도를 미세하게 조정할 수 있는 우주선의 능력을 성공적으로 입증했다. 또한, 금속 소행성 사이키(Psyche)를 탐사하기 위한 우주선이 발사되었으며, 외태양계 얼음 위성을 탐사하기 위한 주요 임무들이 개발되고 있다. 유로파 클리퍼(Europa Clipper) 궤도선은 목성의 유로파를 탐사하기 위해 2024년 발사되었고, 드래곤플라이(Dragonfly) 임무는 2028년 토성의 위성 타이탄으로 핵추진 헬리콥터를 보내 탐사를 수행할 예정이다.

NASA는 우주 기반 천문학, 천체물리학, 그리고 태양 물리학에서도 선도적인 위치를 유지하고 있다. 제임스 웹 우주망원경(JWST)은 적외선부터 X선에 이르는 스펙트럼을 다루는 우주 기반 관측소로서 NASA 천체물리학의 위상을 높였으며, 파커 태양 탐사선(Parker Solar Probe)은 최초로 태양 대기권에 진입하며 시속 50만 킬로미터의 속도를 기록했다. 심우주 기후 관측소(DSCOVR)는 NOAA와 협력하여 지구-태양 라그랑주점 1(L1)에 위치해 지구에 영향을 미치는 우주 기상 이벤트를 지속적으로 분석하고 있다.

아르테미스 프로그램의 지연과 동반된 비용 초과는 NASA의 예산에 큰 압박을 가하고 있다. 의회와 백악관이 예산 합의에 이르지 못하면서 임시 예산(continuing resolution) 하에 NASA는 예산 불확실성에 직면해 있으며, 제트추진연구소(JPL)는 이에 따라 직원 감축까지 단행해야 했다. 화성 샘플 귀환(Mars Sample Return) 미션은 재정적으로 지속 가능하지 않다고 판단되어 NASA는 새로운 접근 방식을 찾기 위해 제안을 다시 모집하고 있다.

미국이 주도한 국제우주정거장(ISS)은 우주에서 성공적인 국제 협력의 사례로, 이는 아르테미스 프로그램에서도 이어질 것으로 보인다. ISS는 미국 우주비행사들에게 우주에서 생활하고 일할 수 있는 공간을 제공했을 뿐 아니라, 외교적 소프트 파워의 중요한 도구로도 작용했다. 특히 우크라이나 전쟁과 관련된 막대한 긴장 속에서도 미국과 러시아 간 ISS 협력은 계속되고 있다. NASA는 이러한 협력의 성공을 이어가기 위해 아르테미스 아키텍처 개발에도 국제 파트너를 포함하고 있다.

NASA와 미국 국무부가 공동으로 작성한 아르테미스 협정은 달 탐사 및 개발을 위한 국제 행동 규범으로, 1967년 우주 조약에 기반을 두고 있다. 이 협정은 우주 자원 상업 개발에 관한 규정을 문서화하며, 48개국(2024년 12월 9일 자)이 서명하였다.

미국은 저궤도에서 상업 공급업체를 적극적으로 활용하고 있다. 상업 궤도 운송 서비스(COTS) 프로그램과 이를 기반으로 한 상업 재보급 서비스(Commercial Resupply Services)는 국제우주정거장으로의 물자 보급에서 성공을 거두었으며, SpaceX와 노스롭 그러먼(Northrop Grumman)이 주요 역할을 담당하고 있다.

결론적으로, 미국은 세계 우주 산업을 선도하며, 급격히 변화하는 환경 속에서도 지속 가능한 우주 탐사와 상업적 혁신을 통해 새로운 가능성을 모색하고 있다.

2.2 주목해야 할 우주기관

미국 국방부(Department of Defense)는 2019년 창설된 우주군(U.S. Space Force)을 통해 우주에서의 점점 커지는 미국의 역할을 잘 보여주고 있다. 일각에서는 우주의 군사화에 대한 우려를 제기하고 있으나, 미국의 우주 프로그램 역시 러시아와 중국과 마찬가지로 군사적 개발에서 시작되었다는 점을 주목할 필요가 있다. 미국의 우주 활동은 1940년대 군사적 준궤도 발사로 시작되었으며, 최초의 미국 위성인 익스플로러(Explorer)와 밴가드(Vanguard)는 각각 육군과 해군에 의해 제작되었다. 첫 번째 미국 우주비행사들 역시 모두 군 출신으로, 개조된 대륙간 탄도미사일(ICBM)을 통해 우주로 발사되었다.

미국 군대의 모든 부문이 우주 관련 임무를 수행해 왔으나, 공군은 대부분의 위성 발사와 관리에서 선도적 역할을 맡아왔다. 우주군의 초기 역할은 이러한 활동들을 통합하여 전적으로 우주에 헌신하는 조직으로 만드는 것이었다. 2023년 9월, 우주군은 “우주의 국가적 이익을 확보한다(Secure our Nation’s interests in, from, and to space)”라는 새로운 임무 선언문을 채택했으며, 이는 미국 정부와 상업적 우주 활동을 방어하는 명확한 역할을 시사한다. 우주군은 달 탐사와 상업적 개발이 활성화되는 상황에서 지구와 달 사이 우주(cislunar space)에 점점 더 초점을 맞추고 있다.

공군 연구소(Air Force Research Laboratory)는 우주군을 지원하는 임무를 맡고 있다. 우주 이동체 참모본부(Space Vehicles Directorate)은 우주군과 협력하여 최첨단 실험 부품 및 위성 시스템을 개발, 테스트, 배치하고 있으며, 추진참모본부(Propulsion Directorate) 등 다른 연구소 부문들도 우주군을 지원하고 있다.

우주개발국(Space Development Agency)은 2019년에 설립되어 2022년에 우주군에 통합되었으며, 혁신적인 기술과 상업 기술을 군사적 우주 응용에 집중하고 있다. 이 기관은 특히 저비용 상업 위성의 대규모 군집을 활용하여 미사일 추적을 강화하는 데 주력하고 있다. 또한 국방혁신단(Defense Innovation Unit)의 우주 포트폴리오는 즉각적인 국방 요구를 해결하면서도 장기적인 산업 성장을 지원하고 있다. 이 부서는 우주군의 신속 발사(responsive launch) 역량 확보 노력에도 참여하고 있으며, 이는 단기간 내 우주 자산을 배치할 수 있는 능력을

의미한다. 2023년 우주군은 상업 위성을 상업 로켓에 통합하여 24시간 이내에 발사하는 사전 준비 노력을 성공적으로 수행했으며, 이는 현재 다른 어떤 국가도 보유하지 못한 역량이다.

국가정찰국(National Reconnaissance Office, NRO)은 국방부 산하 기관으로, 정부 위성을 제작, 발사, 운영하며 궤도 정찰 임무를 수행하고 있다. 이 기관은 국가지리정보국(National Geospatial-Intelligence Agency, NGA)과 협력하여 우주에서 수집된 데이터를 군 및 정보기관에 제공하며, 두 기관 모두 소형 상업 위성 군집을 운영의 일부로 수용하고 있다. 국방부는 또한 통신을 위해 유연한 저궤도 위성 군집을 적극 활용하고 있다. 특히 러시아-우크라이나 분쟁에서 SpaceX의 스타링크(Starlink) 시스템이 그 가치를 입증한 이후 군용 등급 버전의 위성을 배치하고 있다.

미국의 상업 우주 사업은 연방항공청(FAA)과 국립해양대기청(NOAA) 내 관련 부서들에 의해 감독되고 촉진되고 있다. FAA의 상업 우주운송국(Office of Commercial Space Transportation)은 상업 우주선의 발사와 재진입을 규제하고 있다. 2018년 백악관의 우주정책지침에 따라 NOAA의 우주상업국(Office of Space Commerce)은 과거 군대에서만 담당했던 우주 상황 인식 업무를 맡게 되었으며, 여기에는 충돌 가능성 경고(conjunction warnings)를 발송하는 작업도 포함된다. 러시아와 중국도 유사한 우주 추적 노력을 기울이고 있는 것으로 보이지만, 이들의 데이터베이스는 불투명하다. 반면, 미국의 우주 추적 데이터는 대부분 공개적으로 제공되며, 전 세계 정부와 상업 운영자들에게 무료로 경고 서비스를 제공하고 있다. 우주상업국은 발사 및 재진입 활동을 통합하는 우주 교통 조정 시스템을 개발 중에 있다.

미국 정치 시스템 내에서는 FAA 상업 우주운송국과 NOAA 우주상업국 간의 규제 역할 분배에 대한 논쟁이 계속되고 있다. 일부 전문가들은 이러한 논쟁이 위성 관리 및 우주 쓰레기 추적이라는 점점 더 중요한 작업의 진행을 지연시키고 있다고 지적하고 있다

2.3 상업적 우주활동

우주 기업은 미국의 민간 및 군사 우주 활동에서 경쟁 우위를 유지하는 데 필수적이며, 자체적으로도 중요한 역량을 가진 부문이다. 이들은 광범위한 공급망을 가진 주요 전통 기업과 점차 성공을 거두고 있는 스타트업들로 구성되어 있다.

미국 경제분석국(Bureau of Economic Analysis)은 2022년 미국의 우주 경제 활동이 미국 GDP의 0.5%에 해당하는 1,318억 달러를 차지했으며, 34만 7천 개의 일자리를 지원했다고 보고했다. 인플레이션 조정 후 이 수치는 2.3% 성장했으며, 이는 전체 경제 성장률인 1.9%를 상회하는 수치이다. 이러한 성장의 상당 부분은 우주군과 NASA의 아르테미스 프로그램에 대한 정부의 국방 지출로 인해 이루어진 것이다.

미국의 상업 발사 기업들, 특히 SpaceX가 이끄는 기업들은 이제 전 세계 발사 활동의 대부분을 차지하고 있다. 2023년에는 총 223회의 궤도 우주 발사가 이루어졌으며, 이 중 212회가 성공했다. 이 가운데 116회는 미국에서

이루어졌고, 모두 상업 기업이 수행했다. SpaceX는 98회의 발사를 기록하며 압도적인 점유율을 보였고, 미국 기반 Rocket Lab은 10회의 발사(이 중 7회는 뉴질랜드에서 진행)를, United Launch Alliance는 3회를 기록했다. 반면, 유럽은 2023년에 단 3회의 발사를 기록했다.

2023년 발사된 2,664개의 위성 중 2,166개는 미국 위성으로, 대부분이 SpaceX에 의해 제작되고 운영되었다. 이는 20년 전인 2003년에 전 세계적으로 발사된 위성 수가 88개에 불과했던 것과 비교하면 놀라운 성장이다. 특히 SpaceX의 스타링크 군집은 새로운 위성 발사 대부분을 차지하고 있으며, 2024년 8월 기준 궤도에 있는 스타링크 위성은 6,350개에 달한다. 최종적으로 스타링크는 42,000개의 위성 발사를 목표로 하고 있다. 한편, 아마존의 프로젝트 카이퍼(Project Kuiper)도 네트워크를 위해 3,000개 이상의 위성을 목표로 하고 있다.

미국의 원격탐사(remote-sensing) 운영자들은 적외선, 가시광선, 능동 레이더를 포함한 다양한 스펙트럼으로 지구를 관측하기 위해 수백 개의 위성을 발사했다. 상무부 우주상업국은 이 분야에서 미국의 경쟁력을 높이기 위해 NOAA의 규제 제한을 완화했다.

상업 우주 활동은 다양한 비영리 조직의 강력한 지지를 받고 있다. 우주협회(National Space Society)는 1987년 우주연구소와 L-5 협회의 합병으로 설립되었으며, 유인 우주 비행과 태양계 정착을 옹호한다. 이 단체는 우주 태양광 발전 위성 개발을 추진하는 데도 적극적으로 활동하고 있다. 우주탐사 및 개발을 위한 학생단체(Students for the Exploration and Development of Space)는 유사한 원칙에 기반하여 설립된 대학생 조직이다. 플래네티러리 소사이어티(Planetary Society)는 칼 세이건(Carl Sagan)이 설립한 단체로, 태양계의 과학적 탐사, 특히 로봇 탐사선, 착륙선, 로버에 중점을 둔다. 스페이스 파운데이션(Space Foundation)은 매년 주요 우주 심포지엄(Space Symposium)을 개최하는 영향력 있고 자금이 풍부한 단체이다. 그 외에도 스페이스 프런티어 재단(Space Frontier Foundation), 화성 협회(Mars Society), 어스라이트 재단(Earthlight Foundation), 클럽 포 더 퓨처(Club for the Future), 비욘드 어스 연구소(Beyond Earth Institute) 등 다양한 단체가 존재하며, 이들은 수십만 명의 회원으로 구성되어 있다. 이들은 모두 정부 및 상업 우주 임무를 지원하기 위해 로비와 옹호 활동을 진행하고 있다.

주요 산업 단체로는 상업우주 비행연맹(Commercial Spaceflight Federation), 심우주 탐사연합(Coalition for Deep Space Exploration), 미국 항공우주학회(American Institute of Aeronautics and Astronautics) 등이 있으며, 이들은 수십 개의 기업과 수천 명의 우주 전문가를 대표하고 있다. 다른 어떤 나라도 미국만큼 강력한 시민 및 산업 옹호 네트워크를 보유하고 있지 않다.

2.4 전망

미국의 우주 정책은 주로 백악관이 주도하며, 부통령이 대통령의 주요 고문 역할을 맡고 국가우주위원회(National Space Council)의 의장을 겸한다. 국가우주위원회는 국무장관, 국방장관, 국가안보보좌관, 합참의장, 그리고 우주 관련 이해관계를 가진 주요 정부 인사들로 구성된다. 차기 행정부의 광범위한 우주 정책 목표는 대통령직 인수팀, 특히 NASA와 국방부 인수팀에 의해 설정된다.

하원 과학기술위원회(House Science and Technology Committee)와 상원 상업·과학·교통위원회(Senate Committee on Commerce, Science, and Transportation)는 우주정책의 세부 사항을 설정하는 데 중요한 역할을 맡고 있다. 대통령의 거창한 비전도 이러한 위원회에서 좌절되는 경우가 많다. 또한, 관리예산국(OMB)은 우주 프로젝트에 대한 공적 자금 사용을 감독하며, 야심 찬 프로젝트들의 일정 지연과 예산 초과가 반복되는 역사를 고려해 우주 포트폴리오에 대해 보수적인 입장을 취하고 있다.

트럼프 행정부는 6개의 우주정책지침을 발표하고 국가우주위원회 회의를 8차례 개최하며, 수십 년 만에 가장 중요한 우주 정책 개혁으로 평가받았다. 트럼프 행정부는 국가우주위원회를 재설립하고, 상업 부문을 지원하며, 지속 가능한 방식으로 달에 복귀하고 이를 화성 유인 탐사의 발판으로 삼는 데 전념했다. 또한 사이버안보 및 우주교통관리와 같은 우주 부문 내 중요한 문제를 다루었으며, 이러한 이니셔티브는 초당적 지지를 받아 바이든 행정부에서도 유지되고 확장되었다.

2021년 12월, 바이든 행정부는 첫 국가우주위원회 회의에 앞서 우주 우선순위에 대한 프레임워크 문서를 발표했다. 이 문서는 우주 활동을 “우리 삶의 방식에 필수적”이라고 규정하며, 우주가 미국 기술 혁신에 미치는 중요성을 강조했다. 프레임워크는 기후 및 날씨 문제를 이해하는 데 있어 우주의 역할, 국방 및 국가 안보에서의 우주의 중요성, 국제 협력의 영역으로서의 우주를 인정했으며, 또한 우주에서의 갈등을 피하는 중요성을 언급했다. 비정부, 즉 상업적 우주활동 감독에서의 “명확성과 확실성”의 필요성을 제시하며 협력적인 규제 환경이 미국의 우주 리더십 유지에 필수적임을 강조했다.

2022년 4월, 미국은 파괴적인 직접 상승형 위성 요격 시험(ASAT)을 실행하지 않겠다는 단독 약속을 발표했다. 이는 중국과 러시아의 ASAT 시험이 위험한 우주 쓰레기 구름을 생성한 것에 대한 대응이었다. 2023년 12월에는 세 번째 국가우주위원회 회의와 동시에, 백악관이 “미국의 국제 우주 파트너십 강화”라는 제목의 자료를 발표하며, 아르테미스 협정의 확대와 국제 파트너와의 학문적·군사적 협력을 촉구했다.

<표 1> 2024년 미국 공화당 정강정책 우주분야 내용

공약:

- 미국 근로자들은 지구상에서 가장 생산적이고 재능 있으며 혁신적인 인재들이지만, 그들이 잠재력을 발휘하지 못하는 이유는 민주당의 정책 때문임
- 공화당의 ‘미국 우선 경제계획’은 다섯 가지 핵심 원칙에 기반합니다: 1)규제 완화, 2)세금 감면, 3)공정 무역 거래 확보, 4)저렴하고 안정적인 에너지 공급 보장, 그리고 5)혁신 장려

5. 혁신 장려

- 공화당은 미래의 경제적 번영을 위한 길을 열고, 신흥 산업에서 세계를 선도
- 우주에서의 자유, 번영, 안전 확대

공화당의 리더십 하에 미국은 근지구 궤도에서 강력한 제조업을 구축하고, 미국 우주 비행사를 다시 달에 보내고, 화성으로 향하게 할 것임. 또한 급성장하는 상업 우주 분야와의 협력을 강화해 우주 접근성, 우주 거주, 자원 개발을 혁신할 것임

트럼프 행정부 2기의 구체적인 우주 정책 방향은 아직 공개되지 않았으나, 아르테미스 캠페인의 시작, 우주군 강화, 상업 우주활동 촉진을 통해 미국의 리더십이 더욱 강화될 것으로 전망된다. 2024년 공화당의 정강정책은 트럼프 후보의 선거 구호인 “미국을 다시 위대하게(Make America Great Again: MAGA)”를 바탕으로, 경제, 산업통상, 인플레이션, 이민, 외교 등 20개 의제를 담고 있다. 이 정강정책은 이전보다 더 국수주의적이고 보호주의적인 내용을 담고 있으나, 사회적으로는 덜 보수적인 방향으로 변화했다는 평가를 받고 있다.

공화당의 우주 관련 공약은 미국의 경제적 번영과 우주에서의 리더십 확대에 중점을 두고 있다. 공화당은 근지구 궤도에서의 강력한 제조업 구축, 미국 우주 비행사의 달 및 화성 복귀, 상업 우주 분야와의 협력을 통해 우주 접근성, 거주, 자원 개발의 혁신을 약속하고 있다. 향후 미국의 우주 정책은 전 세계적인 리더십을 유지하며, 해외 기업들이 미국 주도의 우주 활동에 참여하도록 유도하는 방향으로 나아갈 것으로 예상된다.

3. 중국

중국의 점점 커지는 우주 역량은 우주 국제협력에서 가장 중요한 흐름 중 하나로 꼽힌다. 미국이 오랫동안 우주 분야에서 우위를 점해 온 점과 현대 군대, 글로벌 경제, 그리고 일상생활이 우주 자산에 광범위하게 의존하고 있다는 점을 고려할 때, 중국이 우주 강국으로 부상하는 것은 국제 관계에 중대한 영향을 미친다. 최근 몇 년 동안 중국은 우주활동에서 중요한 발전을 이루며, 미국과의 역량 격차를 좁혔으며, 일부 경우에는 이를 뛰어넘는 성과를 보였다. 군사적으로 중국은 접근 거부(Anti-Access/Area-Denial, A2/AD) 능력을 강화하고 있으며, 외교적으로는 자국의 이익을 추구하기 위해 점점 더 많은 유인책을 활용하고 있다.

그러나 미국의 스타링크와 같은 군집위성의 확산은 중국의 대우주(counterspace) 전략에 중요한 도전으로 인식되고 있다. 최근 중국 인민해방군 전략지원부대(PLA Strategic Support Force, SSF)의 해체로 상징되는 조직적 비효율성은 중국이 우주 역량을 공동 작전에 활용하는 데 중요한 장벽이 있음을 시사한다. 또한, 외교적으로 중국은 아직 미국이 주도하는 아르테미스 협정에 대항할 명확한 비전을 제시하지 못하고 있으며, 그러한 비전을 실현할 정치적 자본도 부족한 것으로 평가된다.

3.1 배경

중국의 우주 야망은 경제적, 안보적, 그리고 국가적 위상의 동기가 혼합되어 있으며, 이는 중국의 광범위한 목표인 “중화민족의 위대한 부흥(zhonghua minzu weida fuxing)”과 “중국의 꿈(zhongguo meng)”과 연결되어 있다. 중국은 2049년까지 “전방위적으로 강력한 우주 강국이 되겠다”는 목표를 추구하고 있다. 이러한 계획은 지난 20년 동안 주목할 만한 발전을 이루어냈다. 2003년, 중국은 자체 로켓으로 인간을 우주로 보낸 세 번째 국가가 되었으며, 2007년에는 지대공 운동 에너지 요격체(KKV) 시험을 성공적으로 수행한 세 번째 국가가 되었다. 2020년에는 베이더우(BeiDou) 위성항법시스템의 글로벌 네트워크를 완성하며 미국 GPS, 유럽 갈릴레오, 러시아 글로나스에 대응하는 시스템을 갖추었다.

중국은 우주 탐사에서도 중요한 이정표를 달성했다. 2019년, 달의 뒷면에 착륙한 최초의 국가가 되었으며, 2021년에는 화성 착륙선을 성공적으로 착륙시킨 두 번째 국가가 되었다. 또한 2022년에는 저궤도 우주정거장 텐궁(天宮) 건설을 완료하며 국제우주정거장(ISS)의 퇴역 계획과 맞물려 자체 독립적인 우주 역량을 확보했다. 더 나아가, 중국은 러시아와 협력하여 2035년까지 국제 달 연구 기지를 건설하겠다는 계획을 발표했다.

<표 2> 중국의 우주개발 주요 마일스톤

1956년: 우주 개발을 공식적으로 시작
1970년: 중국 최초의 인공위성 “동팡홍 1호”를 창정 1호 로켓으로 궤도에 성공적으로 발사
1994년: 전 지구 위치 결정 시스템(GNSS) “베이더우(BeiDou)”를 발사
2003년: 첫 유인 우주 비행에 성공
2007년: 첫 번째 궤도 위성 “창정 1호”를 발사에 성공
2008년: 데이터 중계 위성 “텐렌 1호”를 발사
2013년: 첫 달 착륙에 성공(달 탐사선 “창어 3호”), 중국은 러시아와 미국에 이어 세계에서 세 번째로 달 착륙에 성공한 국가가 됨.
2014년: 중국이 위성파괴(ASAT) 실험을 수행했다고 미국 정부가 발표, 중국은 미사일 요격 실험을 주장
2015년: 중국인민해방군(PLA)이 우주, 사이버, 전자기 분야를 통합적으로 다루는 전략지원부대를 설립
2016년: 세계 최초의 양자 통신 위성 “모자이”를 발사, 도청 불가능한 통신 확보에 앞장섬
2019년: 달 탐사선 “창어 4호”가 세계 최초로 달의 뒷면에 착륙
2020년: 달 탐사선 “창어 5호”가 달의 샘플을 채취하여 지구로 귀환
2020년: 전 지구 위치 결정 시스템(GNSS) “베이더우”가 완성
2021년: 화성 탐사 임무를 시작
2021년: 새로운 우주 정거장 “텐궁(天宮)”의 첫 번째 모듈을 발사
2022년: 중국의 ISR(정보 수집·감시·정찰) 위성이 2018년에 비해 두 배 이상인 250개 이상 증가(미국 국방부 보고서)

2022년: 새로운 우주 정거장 “텐궁(天宮)”의 건설 완료
 2025년: 중국의 GNSS 시장의 가치는 1,560억 위안(약 234.4억 달러)에 이를 것으로 예상
 2028년: 달 기지 기초 구조 설립(원자로 등 포함)
 2030년: 유인 달 탐사, 세계 우주 강국의 대열에 서는 것을 목표로 함
 2030년대: 유인 달 기지 건설
 2045년: 완전한 우주 강국으로, 우주 기술의 세계 리더를 목표로 함

3.2 대우주 전략

중국은 1995~96년 대만 해협 위기 당시 미국이 중국의 GPS 접근을 차단했다고 주장하며, 이를 계기로 독자적인 위성항법시스템인 베이더우(BeiDou)를 개발하기 시작했다. 1999년 미국이 베오그라드의 중국 대사관을 실수로 폭격한 사건 이후, 중국 지도자들은 대위성(anti-satellite, ASAT) 프로그램에 대한 지원을 강화했다. 이러한 사건들은 중국이 미국의 우주 의존도를 활용하려는 전략적 사고를 발전시키는 계기가 되었다.

장쩌민(Jiang Zemin) 시기에는 “살수검(shashoujian)”으로 알려진 무기 개발에 집중했는데, 이는 군사적으로 우세한 적과 싸우기 위한 비대칭적 능력을 의미한다. 중국 인민해방군(PLA) 분석가들은 이를 통해 미국 군대의 “약한 갈비뼈(soft ribs)”를 겨냥할 수 있다고 평가했다. 이후 중국은 운동 에너지 요격체(KKV), 지상기반 레이저, 전파 방해(jamming), 전자기 간섭(electromagnetic interference) 등 광범위한 대우주(counterspace) 능력에 투자했다. 또한, 궤도간 작전 능력(co-orbital capabilities)과 로봇팔을 개발하고, 2021년에는 미국의 미사일 방어망을 우회할 잠재력을 가진 부분 궤도 폭격 시스템(fractional-orbital bombardment system)을 테스트했다.

중국의 포괄적인 대우주(counterspace) 능력은 전략적으로 대만 해협과 같은 근해에서의 접근 거부(A2/AD) 전략의 중요한 부분을 차지한다. 중국은 대우주 능력을 통해 전쟁 시 미국의 정보 우위를 차단하거나 위협적으로 차단할 수 있는 능력을 확보하고 있다. 이는 미국군의 통신, 타격 목표 설정, 정보 수집 및 정찰 능력을 방해함으로써 해외 작전을 어렵게 만들 수 있다. 또한, 중국은 우주 자산을 활용해 인민해방군이 중국 해안선에서 더 멀리 작전할 수 있도록 지원하고 있으며, 장거리 탄도미사일의 사거리를 확장하여 A2/AD 전략의 범위를 넓히고 있다.

그러나 스타링크와 같은 군집위성의 부상은 중국의 A2/AD 전략 내 우주 구성 요소의 논리를 약화시키고 있다. 과거에는 소수의 위성을 무력화하거나 파괴하는 것만으로도 갈등 상황에서 우주 접근을 차단할 수 있었으나, 군집위성은 단일 장애 지점이 없는 분산된 아키텍처를 제공한다. 이는 적의 타격 노력을 복잡하게 만들고, 회복력을 크게 증가시킨다. 군집위성은 또한 미국의 거부를 통한 억제(deterrence-by-denial) 전략을 강화하며, 이는 중국이 미국의 우주 접근을 차단하는 것을 매우 어렵게 만들어 대우주 무기의 효용성을 감소시킬 가능성이 있다. 이러한 잠재력은 러시아-우크라이나 전쟁에서 입증되었으며, 이 전쟁은 스타링크 위성의 역할 때문에 “첫 번째 상업 우주전”으로 불리고 있다.

그럼에도 불구하고 거대 위성군이 중국의 대우주 전략을 근본적으로 변화시키는 해결책은 아니다. 분석가들은 SpaceX CEO 엘론 머스크가 중국 내 광범위한 사업 이익을 가지고 있어, 대만에 스타링크 서비스를 제공하는 데 주저할 가능성이 있다고 지적한다. 이러한 우려로 인해 대만은 유텔샷 원웹(Eutelsat OneWeb)과 같은 다른 잠재적 공급업체를 모색하고 있다. 또한, 군집위성의 존재는 중국이 위성 네트워크를 반격하기 위해 더 도발적이거나 무차별적인 수단을 모색하도록 유도할 수도 있다. 그러나 중국은 자체 위성 자산에 대한 의존도가 점차 증가하고 있어, 대규모 무차별 공격을 감행할 의지가 낮을 가능성이 있다.

중국의 대우주 전략 추진 과정에서 관료적 비효율성은 중요한 제약 요인으로 작용하고 있다. 2015년 창설된 전략지원부대(SSF)는 우주, 사이버, 전자전 능력을 통합하여 PLA의 공동 작전 능력을 강화하려는 시도로 평가되었다. SSF는 미국의 골드워터-니콜스 법(Goldwater-Nichols Act)을 모델로 하여 PLA의 조직 구조를 개선하고 새로운 “전략적 최전선”에 초점을 맞추려 했으나, 2024년 해체가 발표되며 실패로 귀결되었다. SSF의 해체는 중국이 여전히 조직 내 갈등을 극복하지 못했음을 시사하며, 향후 우주 자산을 공동 작전에 통합하는 데 어려움을 겪을 가능성을 높인다.

중국의 관료적 비효율성은 국제 협력에서도 제약 요인으로 작용할 수 있다. 2007년 대위성 시험 당시 인민해방군이 중국 외교부와와의 조율 없이 독단적으로 활동했을 가능성이 제기되었으며, 2023년 미국 상공으로 정찰 풍선을 발사한 사건 역시 관료적 비효율성의 결과로 간주된다. 이러한 문제는 우주 분야에서의 중국의 의사결정 과정이 부정확한 정보를 바탕으로 이루어질 위험을 높이며, 이는 비용이 많이 드는 잘못된 판단을 초래할 가능성이 있다. 이러한 이유로, 중국의 우주 개발은 단기적인 기술적 성공에도 불구하고, 장기적으로 조직적 비효율성과 내부 갈등이라는 구조적 제약에 직면할 가능성이 크다.

3.3 우주외교

중국은 점점 강화되는 우주 역량을 국가 외교 목표를 실현하는 데 활용하고 있다. 2021년 발간된 백서에서 중국은 우주 규칙과 규범을 촉진하는 데 더 적극적인 역할을 하겠다고 발표했으며, 이는 국제 거버넌스에서 더 큰 역할을 담당하려는 중국 외교 정책의 방향성을 반영한다. 개혁개방 시기 이후, 중국은 주로 덩샤오핑의 “낮은 자세 유지” 전략을 따랐으나, 최근에는 증가하는 역량을 바탕으로 기존 유엔 기관뿐만 아니라 아시아인프라투자은행(AIIB)과 일대일로(BRI)와 같은 대안적 기구를 통해 영향력을 확대하고 있다.

중국은 증가하는 우주 역량을 외교적 영향력 증대로 전환하기 위해 다양한 도구를 활용하고 있다. 베이징에 본부를 둔 아태우주협력기구(APSCO)를 통해 지역 내 국가들이 모일 수 있는 장을 제공하며, 일대일로 우주 구상을 통해 다른 국가들에 로켓 발사, 위성 서비스, 그리고 데이터를 제공하고 있다. APSCO에는 중국, 방글라데시, 이란, 몽골, 파키스탄, 페루, 태국이 참여하고 있으며, 인도네시아와 터키는 가입 절차를 진행 중이다. 또한, 라틴아메리카와 아프리카에 우주상항감시(SSA) 기지를 늘리고 있는데, 이는 공식적으로는 평화적 목적의 시설로 되어 있으나, 미국 등에서는 군사적 목적도 포함된 것으로 보고 있다.

중국은 “우주정보 회랑”이라는 개념을 통해 통신, 원격 탐사, 위성항법시스템(GNSS)과 지상 시스템을 통합하며, 이를 남아시아, 아프리카, 유럽, 아메리카 대륙과 연결하려 하고 있다. 중국의 베이더우 위성항법시스템은 미국의 GPS를 대체할 세계 표준으로 자리 잡는 것을 목표로 하고 있으며, 우주정거장을 활용해 다른 국가들의 실험을 수용함으로써 향후 국제우주정거장 퇴역 후 더 큰 영향력을 발휘할 가능성이 있다. 또한, 중국은 러시아와 협력해 2035년까지 국제 달 연구 기지(International Lunar Research Station)를 공동 건설하겠다는 양해각서를 체결했다.

중국은 미국과 대립하는 대안적 우주 거버넌스를 구축하려 하고 있다. 예를 들어, 중국과 러시아는 우주에 무기 배치를 방지하는 조약(PPWT)을 제안했으나, 미국은 검증 메커니즘의 부족과 지상 기반 대위성 무기 추구를 허용한다는 이유로 이를 거부했다. 중국은 또한 파괴적인 대위성 시험 중단 모라토리엄을 요구하는 미국 주도의 유엔 결의안에도 반대했다. 미국과 일본이 1967년 우주조약의 대량살상무기 배치 금지 조항을 재확인하는 결의안을 제안했을 때도 중국은 투표를 기권했다.

그러나 중국이 PPWT를 제외하고 미국과 차별화된 독자적 우주 외교 비전을 현실로 전환할 수 있을지는 불분명하다. 중국은 NASA가 주도하는 아르테미스 협정에 대해 비판적이며, 이를 식민지 개척에 비유하기도 했으나, 아직 명확한 대안을 제시하지 못했다. 중국의 유일한 공식 입장은 UN COPOUS 법률소위원회에 제출한 의견에 불과하며, 이는 미국의 달 자원 활용 입장과 대체로 일치한다. 특히, 안전구역(safety zones)에 대한 논의를 제외하면, 중국의 입장은 기존 국제법 원칙을 반복하는 수준에 머물러 있다.

중국이 아르테미스 협정에 대한 대안을 제시하지 못하는 이유는 명확하다. 우주 자원 활용에 대한 이해관계가 미국과 중국 모두에 공통적으로 존재하기 때문이다. 설령 중국이 대안적 자원 거버넌스를 제안한다고 해도, 이를 실현할 정치적 연합은 미국 주도의 아르테미스 협정과 비교해 훨씬 부족하다. 현재 아르테미스 협정에는 48개국 이 서명한 반면, 중국과 러시아가 주도하는 국제 달 연구 기지 구상에는 벨라루스, 파키스탄, 아제르바이잔, 베네수엘라, 남아프리카공화국 등 13개 국가들만 참여하고 있다.

3.4 전망

중국은 우주 분야에서 상당한 진전을 이루며 자국의 이익을 증진하기 위한 중요한 도구를 확보하고 있으나, 여전히 여러 도전에 직면하고 있다. 우주 기술의 발전과 자산 활용의 증가로 인해 우주에 대한 중국의 의존도가 높아지고 있으며, 이는 새로운 기술이 부상하면서 갈등 상황에서의 취약성을 증대시키고 있다. 예를 들어, 군집위성과 같은 분산형 위성 아키텍처의 확산은 중국이 갈등 시 미국의 우주 접근을 차단하려 할 경우 그 비용과 위험을 증가시키는 요인으로 작용하고 있다.

외교적으로도 중국은 우주 및 달 거버넌스에서 자국의 이익을 명확히 정의하고 미국의 이익과 어떻게 다른지를 구체화하는 데 한계를 보이고 있다. 또한, 중국이 미국이 주도하는 국제 규범 체계에 대해 독자적인 대안적 시스템을 성공적으로 발전시킬 수 있을지는 여전히 불확실하다. 현재까지 중국은 NASA가 주도하는 아르테미스

협정에 비판적 태도를 보이며, 이를 식민지적 성격에 비유했으나, 명확한 대안을 제시하지 못했다. 이러한 상황은 국제 협력과 거버넌스의 주도권을 확보하려는 중국의 외교적 전략이 제한적임을 보여준다.

미국은 중국의 우주 역량에 적극적으로 대응하기 위한 노력을 강화하고 있으며, 특히 트럼프 행정부 2기에는 경쟁 우위를 유지하기 위한 정책을 적극적으로 펼칠 것으로 예상된다. 미국은 기술적 발전을 통해 우주에서 거부를 통한 억제(deterrence-by-denial) 전략을 강화하고, 군집위성 및 민간 우주 기업과의 협력을 확대하여 우주에서의 전략적 유연성을 높이고 있다.

그러나 기술 경쟁이나 억제 전략만으로는 우주에서의 장기적인 전략적 우위를 보장할 수 없다. 이는 미국이 기술적 혁신뿐만 아니라, 중국이 대안적 시스템을 구축하지 못하도록 국제 규범과 협력 체계를 강화하고, 동맹국 및 파트너국과의 협력을 심화시키는 다각적 접근이 필요함을 시사한다. 미국의 전략은 단순히 중국을 억제하는 데 그치지 않고, 우주 거버넌스의 기준을 설정하고 유지하며, 동맹과 협력 네트워크를 통해 규범 기반 질서를 강화하는 방향으로 나아가야 할 것이다

4. 인도

인도의 우주 프로그램은 1963년 남인도의 톰바에서 첫 사운드 로켓을 발사한 이후로 큰 발전을 이루었다. 당시 발사된 나이카-아파치 로켓은 NASA가 제공한 것으로, 이는 인도의 우주 프로그램이 국제 협력에 기반해 시작되었음을 보여준다. 자원이 부족한 개발도상국으로서 인도는 초기에는 우주를 사회적, 경제적 진보를 위한 수단으로 활용하는데 중점을 두었다. 그러나 로켓과 같은 전략적 기술의 개발이 국가의 기술적 역량을 증명하고 더 강력한 국가들과 대등한 위치를 차지하는 데 중요하다는 점을 인식했다.

오늘날 인도의 우주 프로그램은 여전히 사회적, 경제적 목표를 추구하면서도, 지난 10년 동안 몇 가지 중요한 변화를 겪어왔다. 인도는 군사와 안보 차원을 우주 프로그램에 포함하려는 노력을 강화하고 있으며, 이는 위성요격무기(ASAT) 능력 개발과 인도 공군이 이끄는 삼군 통합 국방우주청(Defence Space Agency)의 설립에서 분명히 드러난다. 이러한 변화는 인도가 우주를 단순한 사회적 도구로 보는 데서 벗어나 국가 안보와 전략적 자산으로 인식하기 시작했음을 보여준다.

또한, 이전에는 정치인의 우선순위에서 벗어나 있던 우주 탐사와 과학적 목표가 점차 중요성을 얻고 있다. 이는 인도가 단순히 지구 관측과 통신에 국한되지 않고, 심우주 탐사와 첨단 과학 연구를 통해 국제적 리더십을 추구하려는 의지를 나타낸다.

이러한 변화는 특히 중국의 대우주(counterspace) 능력 증대와 같은 인도 주변에서 심화되는 우주 경쟁을 반영한다. 중국의 우주 역량 강화는 인도에게 새로운 안보적 도전을 제기하며, 이는 인도가 국가 안보를 중심으로 한 우주 프로그램으로 방향을 전환하는 데 영향을 미쳤다. 이러한 경쟁은 가까운 미래에도 줄어들 가능성이 낮으며, 이는 인도의

우주 프로그램이 다음과 같은 방식으로 발전할 가능성을 시사한다.

첫째, 우주 안보 역량을 강화하기 위한 기술적 투자와 제도적 정비가 이루어질 것이다. 둘째, 우주와 관련된 정책 조치들이 더욱 체계적으로 추진될 것이다. 마지막으로, 국제 외교 무대에서 우주 안보를 둘러싼 협력과 전략적 관계를 강화하려는 노력이 가속화될 것이다.

<표 2> 중국의 우주개발 주요 마일스톤

1969년: 원자력부 산하에 인도우주연구기구(ISRO) 설립
1972년: ISRO의 활동을 감독하는 우주위원회와 우주청 설립
1975년: ISRO, 인도 최초의 위성 아리아바타를 소련의 발사장에서 연료로켓을 사용해 발사
1980년: 인도산 위성 발사로켓 SLV-3에 의한 국산 위성 “로히니 1호” 발사 성공
1982년: 인도 최초의 정지궤도 위성 통신 INSAT-1A 발사
1988년: 인도 최초의 지구관측위성(국산) IRS-1A 발사
1993년: 경량 극지궤도위성 발사로켓(PSLV) 초도 비행 시험
2001년: 중량 정지궤도위성 발사로켓(GSLV) 초도 비행 시험
2008년: ISRO, 찬드라얀 1호로 달 탐사 임무 시작
2013년: 인도 최초의 화성 탐사선(MOM) 발사
2014년: MOM이 화성 궤도에 진입
2017년: 중량 3.1톤의 대형 인공위성(GSAT-19)을 GSLV 마크 III로 발사
2019년: 인도 국방부 DRDO와 ISRO가 공동으로 위성 파괴(ASTA) 실험(미션 샤크티)
2023년: 달 탐사선 “찬드라얀 3호”가 세계 최초로 달의 남극 근처에 착륙
2025년: 일본과 공동으로 달의 수자원을 조사하는 LUPEX 임무를 예정
2025년: 인도 최초의 유인 우주 비행을 목표
2035년: 인도의 우주정거장 건설을 목표
2040년: 유인 화성 탐사를 목표

4.1 우주정책과 프로그램

인도의 우주 프로그램은 초기부터 자국 인구의 사회적, 경제적 발전을 목표로 시작되었다. 초창기 수십 년 동안 농업 중심의 인도 상황에 맞추어 기상학, 통신, 원격 탐사에 집중하며 지구 관측 및 통신 위성 임무에서 높은 성공도를 달성했다. 이러한 성과를 바탕으로 인도우주연구기구(ISRO)는 일상적 임무를 넘어 우주 탐사를 우주 프로그램의 핵심 목표로 포함하기 시작했으며, 이는 달과 화성 임무로 구체화되었다. 현재 ISRO는 2025년 말로 예정된 첫 유인 우주 임무인 가가니안(Gaganyaan)을 준비하며, 우주 프로그램의 새로운 장을 열고 있다.

인도가 이러한 우주 탐사 임무를 추진하는 데에는 몇 가지 논리적인 이유가 있다. 첫째, 원격 탐사 및 통신 위성을 넘어 보다 정교한 우주 기술 개발은 성숙한 우주 프로그램의 특징이며, 이는 인도의 우주 역량이 성장함에 따라 자연스러운 다음 단계로 간주된다. 둘째, 달 및 화성 임무와 같은 순수 우주 탐사는 경제적 부담에 대한 비판을 받아왔으나, 이러한 임무들은 인도의 기술적 역량과 비용 효율성을 부각시키는 중요한 역할을 했다. 특히, 인도는 저비용으로 복잡한 임무를 성공적으로 수행하며, 개발도상국을 포함한 여러 국가로부터 매력적인 우주 개발 파트너로 인식되고 있다. ISRO는 이러한 성과를 통해 수익을 창출하고, 인도의 소프트 파워를 강화하며, 다양한 국가의 위성 발사를 지원했다.

셋째, 우주 탐사 임무는 인도의 기술 혁신을 촉진하는 데 중요한 역할을 했다. 2008년 찬드라얀-1 임무를 계기로 인도 심우주 네트워크(Indian Deep Space Network)를 설립하였고, 이를 통해 심우주 통신 기술 역량을 강화했다. NASA와 유럽우주국(ESA)의 지원으로 통신 기술을 더욱 발전시켰으며, 이 기술은 우주뿐만 아니라 의료용 스마트 인공 팔다리와 같은 다른 응용 분야에도 기여했다. 가가니안 프로젝트는 인간 우주 거주를 위한 지속 가능성을 목표로 하며, 이는 더 넓은 목적에 활용될 여러 파급 효과를 가져올 것으로 기대된다.

넷째, 우주 기술의 발전은 인도의 글로벌 우주 거버넌스에서의 역할 강화로 이어지고 있다. 인도는 기술적 역량을 통해 국제 무대에서 더욱 영향력 있는 위치를 확보하고 있으며, 이는 우주에서의 국제 협력과 경쟁 구도를 주도할 수 있는 중요한 요소로 작용하고 있다.

이러한 우주 탐사의 강조는 중국과의 경쟁에서 기인한 측면이 크다. 인도는 중국의 대우주 역량 강화와 적대적인 정치적 관계 속에서 우주를 정치적 경쟁의 무대로 인식할 수밖에 없었다. 중국이 인도보다 더 많은 자금을 지원받고 기술적으로도 앞서 있는 상황에서, 인도는 군사적 역량 강화를 포함한 전략적 대응을 우주 프로그램에 통합하고 있다.

4.2 우주기술의 전략적 가치

인도는 우주 기술의 전략적 및 안보적 중요성을 초기부터 인식했지만, 2000년대 후반에 이르러서야 본격적으로 이를 추진하기 시작했다. 냉전 시기 동안 인도는 미국과 소련의 우주 군사화와 무기화에 대해 강력히 비판하는 도덕적 입장을 견지했다. 그러나 2000년대 초반부터 경제 성장과 글로벌 정치에서의 역할 확대로 인해, 인도의 우주 정책은 실용주의에 기반한 안보 중심으로 전환되었다.

인도는 정보, 감시, 정찰(ISR) 및 지구 관측 위성을 개발하며, 군사 목적을 위한 우주 자산을 적극적으로 활용하기 시작했다. 주요 사례로는 레이더 이미징 위성(RISAT) 시리즈가 있다. 이 위성들은 합성 개구 레이더(Synthetic Aperture Radar)를 통해 낮과 밤, 날씨 조건에 관계없이 감시 능력을 제공하며, 2008년 뭄바이 테러 이후 테러 위협 감시를 위해 개발되었다. 또한, 인도 해군은 위성 기반 해양 통신 시스템을 통해 먼 작전 지역에서의 배치를 용이하게 하고, 외국 민간 통신 서비스 의존도를 줄였다.

인도의 위성 기반 내비게이션 시스템은 군대의 외국 내비게이션 시스템 의존도를 최소화하며, 자립적 구조를 갖추는 데 기여했다. 2019년 3월에는 미션 샤키티(Mission Shakti)를 통해 ASAT 시험을 성공적으로 시연하며, 우주 군사화를 지향하던 기존 입장에서 중요한 전환점을 나타냈다. 이는 중국의 2007년 ASAT 시험 이후 새로운 위협에 대비하기 위한 정치적, 과학적, 군사적 결단으로 이루어진 결과였다.

우주 안보를 강화하기 위해 인도는 2009년 통합우주본부를 설립하고, 2018년에는 국방우주청(Defence Space Agency)을 설립했다. 이 삼군 통합 기관은 육군, 해군, 공군 간 협력을 강화하며, 항공우주사령부로 발전하기 위한 기초를 마련했다. ASAT 능력과 공궤도(co-orbital) ASAT 기술 개발은 이러한 노력의 일환으로, 인도는 점점 더 적대적인 우주 환경에 대응하기 위해 지속적으로 우주 안보 역량을 강화하고 있다

4.3 우주안보

인도는 점점 더 보안의 관점에서 우주 파트너십을 구축하며, 이를 통해 자국의 우주 안보를 강화하고 있다. ASAT(위성요격무기) 능력 개발 외에도, 사이버 및 전자전 수단과 고에너지 무기 기술의 발전이 중요한 동향으로 떠오르고 있다. 이러한 무기들은 ASAT 무기와 달리 특정 한계를 넘지 않아 더 자주 배치될 수 있으며, 우주 기반 서비스에 혼란을 초래할 가능성이 있어 더 위험할 수 있다.

중국의 사이버 및 전자전 역량 강화와 이를 우주에 활용하려는 움직임은 인도에게 특히 우려되는 사안이다. 이는 인도의 진화하는 우주 외교의 주요 원인이 되었으며, 이를 배경으로 인도는 미국, 일본, 호주와 함께하는 쿼드(Quad)와의 협력을 강화해 왔다. 쿼드는 최근 몇 년간 우주 안보를 포함한 다양한 분야에서 협력을 심화하고 있으며, 중국의 우주 활동이 인도와 쿼드 회원국들에게 공통된 우려사항으로 작용하고 있다. 또한, 인도는 프랑스와도 우주 협력을 확대하며 민간 및 안보적 측면뿐만 아니라 책임 있는 행동 규범 개발과 글로벌 거버넌스 논의에도 적극적으로 참여하고 있다.

쿼드와 같은 독점적인 그룹 내에서 우주 안보 규범과 규제를 논의하는 것은 인도의 새로운 접근법을 보여준다. 과거 인도는 비동맹국과 글로벌 남반구 국가들과 다자간 플랫폼에서 우주 문제를 논의하며 법적 구속력과 검증 가능한 메커니즘을 선호했지만, 최근에는 규범 기반 합의를 받아들이는 방향으로 변화하고 있다. 이는 인도가 중국과 러시아를 제외한 미국, 일본, 프랑스 등과 우주 안보에 대해 보다 구체적인 대화를 시작하며, 중국의 위협이 인도의 우주 안보 외교에서 중심적 역할을 하고 있음을 반영한다.

인도가 성숙한 우주 강국으로 성장함에 따라, 우주 안보 이익을 단호히 추진하고 글로벌 거버넌스 논의에서 더 많은 선택지를 확보하려는 필요성이 커지고 있다. 이를 위해 인도는 쿼드와 같은 소규모 다자간 협력체를 활용해 파트너십을 강화하고, 우주 안보 위협에 대한 구체적인 의제를 설정하며 협력하고 있다. 우주 안보 협력은 인도의 주요 파트너뿐만 아니라 프랑스, 영국, 캐나다와 같은 전통적 우주 강국들, 그리고 필리핀, 싱가포르, 베트남 등 글로벌 남반구 국가들까지 포함하며, 우주 의존도가 높은 이들 국가들과의 협력은 책임 있는 행동 규범을 개발하는 데 중요한 역할을 할 것으로 보인다.

이러한 파트너십은 정부 간 협력을 넘어 시민사회와 민간 부문도 포함하고 있다. 특히 쿼드 내에서 민간 부문은 일자리 창출, 우주 공급망 회복력 강화, 규범과 표준 설정에서 중요한 역할을 하고 있다. 더불어, 우주 안보 발전을 모니터링하고 기술적 대응책을 마련하는 활동도 이 파트너십의 주요 부분을 차지한다. 구체적으로는 우주 영역 인식(Space Domain Awareness, SDA) 분야에서 협력이 이루어지고 있으며, 이는 자연적 사건부터 의도적 공격까지 모든 위협을 모니터링할 수 있는 역량을 제공한다. 미국은 현재 가장 광범위한 레이더와 센서 네트워크를 보유하고 있으나, 인도-태평양 지역에서의 우주 불안정성 증가는 남반구를 포함한 더 광범위한 감시망 구축 필요성을 시사한다.

우주 협력은 기후 변화에 따른 위협을 해결하는 데에도 점점 더 중요한 역할을 하고 있다. 지구 관측 데이터와 재난 관리 및 완화 정보를 공유함으로써, 이러한 협력은 기후 변화로 인한 도전에 대응하기 위한 효과적인 수단이 되고 있다. 특히, 중국과 러시아로부터의 위협이 감소할 가능성이 낮기 때문에, 우주 안보와 관련된 이러한 협력은 앞으로도 더욱 중요한 의미를 가질 것이다.

4.4 전망

2023년 4월, 인도의 우주 정책이 내각 안전 보장 위원회의 승인을 받으며 중요한 이정표를 달성했다. 정부 내 부처 간 협의가 10년 이상 이어진 끝에 정책 문서가 발표된 것은 긍정적으로 평가되며, 이는 인도우주연구기구(ISRO), NewSpace India Limited(NSIL), 인도우주촉진인가센터(IN-SPACe) 및 민간 부문 등 다양한 이해관계자의 역할과 책임을 명확히 규정한 것이다. 이러한 정책 발표는 민간 부문의 우주 산업 참여를 확대하고, ISRO의 역량 문제를 보완하며 경쟁력을 강화하는 데 중요한 전환점으로 작용하고 있다.

ISRO는 상대적으로 적은 예산에도 불구하고 뛰어난 성과를 거두어 왔으나, 우주 기반 서비스에 대한 수요가 지속적으로 증가하면서 역량 부족 문제가 점점 더 심각해지고 있다. 이에 따라 민간 부문의 참여를 유도하고, 더 평등한 경쟁 환경을 조성하는 것은 필수적인 조치로 인식되고 있다. 2022년 11월, 인도의 민간 기업 스카이루트 에어로스페이스(Skyroot Aerospace)가 인도 최초의 민간 로켓 비크람-S(Vikram-S)를 성공적으로 발사하며, ISRO와 민간 부문 간 협력의 새로운 시대를 열었다. 이 프라람브(Prarambh) 미션은 인도 우주 산업에서 민간 부문의 역할 확대를 상징하는 사례로 평가받고 있다.

또한, 2024년 5월에는 인도공과대학(IIT)에서 육성된 스타트업 아그니쿨 코스모스(Agnikul Cosmos)가 단일 3D 프린트 엔진으로 제작된 세계 최초의 로켓을 발사하며 인도 민간 우주 산업의 기술적 잠재력을 입증했다. 이러한 성공 사례는 인도 우주 산업이 민간 부문에 개방되면서 점차 효과를 거두고 있음을 보여준다.

2023년 발표된 새로운 우주 정책은 ISRO의 역할을 재정립하고, 민간 부문의 협력을 통해 우주 의제를 달성하기 위한 기반을 마련했다. 특히, 2024년 5월, IN-SPACe는 우주 정책 구현을 위한 규범과 절차를 담은 새로운 문서를 발표하며, 비정부 기관의 참여를 강화하기 위한 구체적인 지침을 제시했다. ISRO는 그동안 인도의 모든 우주 요구를 충족시키려 노력했으나, 다양한 분야에서 증가하는 수요, 특히 안보 관련 요구를 단독으로 감당하는데

어려움을 겪어 왔다. 민간 부문이 일상적인 미션을 담당하게 되면, ISRO는 전략적 프로그램과 순수 우주 탐사에 더욱 집중할 수 있을 것으로 기대된다.

이와 같은 변화는 인도의 우주 산업이 점차 다각화되고, 민간 부문의 역량과 혁신을 활용하여 전반적인 경쟁력을 강화하는 방향으로 나아가고 있음을 보여준다. 앞으로도 이러한 민간-공공 협력 모델이 인도의 우주 프로그램을 한층 더 발전시키는 원동력이 될 것으로 전망된다.

5. 일본

일본은 우주의 경제적, 군사적 잠재력을 적극적으로 활용하며, 아시아의 역학 관계 속에서 독자적인 역할을 강화하려 하고 있다. 아시아는 세계에서 독립적인 우주 역량을 보유한 국가들이 가장 많이 밀집된 지역으로, 다양한 정치적, 안보적 우려가 존재하는 동시에 우주에서의 협력과 경쟁이 활발히 이루어지고 있다. 중국, 대만, 호주, 아세안 국가들을 포함한 이 지역 국가들은 미국과 중국 간의 심화되는 경쟁이라는 국제적 배경 속에서 활동하고 있으며, 이러한 경쟁은 점차 우주 분야로도 확장되고 있다.

특히, 미중 경쟁으로 형성된 블록화된 협력 관계는 우주 영역에서도 그 영향을 미치며, 이 지역의 모든 국가들은 전례 없는 상업적 기회와 동시에 우주에서의 군사적 위협에 직면하고 있다. 이러한 구조적 변화는 국가들로 하여금 우주 개발 및 활용 전략을 재정비하고, 자국의 경제적, 안보적 이익을 보호할 방안을 모색하게 만들고 있다.

우주 강국이자 미국의 군사 동맹국인 일본은 이러한 현실 속에서 독자적인 방향을 설정하며, 국제 우주 경쟁과 협력의 중심에서 중요한 역할을 수행하고 있다. 일본은 경제적, 군사적 측면에서 우주의 잠재력을 최대한 활용하기 위한 정책과 전략을 수립하고 있으며, 이를 통해 아시아의 역학 관계에서 자신만의 위치를 확고히 하려 하고 있다.

5.1 우주정책과 프로그램

일본은 기술 협력을 위한 신뢰할 수 있는 파트너로 평가받으며, 우주 강국으로서 독보적인 위치를 점하고 있다. 2차 세계대전 이후, 일본은 이중용도(dual-use) 우주 기술을 성공적으로 개발하고, 광범위한 산업 기반을 구축해 왔다. 수십 년간 이어진 제도적 및 관료적 개편은 우주 개발과 안보를 국가적 우선순위로 격상시키는 데 기여했으며, 이를 바탕으로 발사체, 위성, 우주 탐사선 등 다양한 우주 기술 분야에서 지속적으로 발전을 이루었다.

최근 일본은 변화된 외부 환경과 위협 인식 속에서 우주를 경제 및 안보 분야 국가 계획의 중요한 요소로 통합하기 시작했다. 특히, 이중용도 우주 기술은 일본의 국가안보계획에서 핵심적인 역할을 차지하고 있다. 2022년 12월 발표된 국가안보전략(National Security Strategy), 국방전략(National Defense Strategy), 방위력 정비 계획(Defense Buildup Program)은 일본이 구축하려는 우주 역량과 본토 보호를 위한 구체적인 사용 방식을 명확히 제시하고 있다.

2023년 6월, 일본 정부는 우주 안보 이니셔티브(Space Security Initiative)를 발표하며, 우주 내와 우주로 부터의 안보 중요성을 강조했다. 이 이니셔티브는 경제와 안보를 연결하며, 점점 더 위협적인 외부 환경 속에서 전략적 자율성을 보존하기 위한 일본 정부의 의지를 보여준다. 또한, 경제안보추진법(Economic Security Promotion Act)에서 우주 기술은 정부가 지정한 20개의 핵심 기술 중 하나로 선정되었으며, 공공-민간 파트너십을 통해 정책이 추진되고 있다. 일본 정부는 우주전략기금(Space Strategy Fund)을 설립해 우주 기술 개발을 지원하며, 향후 몇 년간 약 140억 달러를 투자할 계획이다. 이를 통해 상업 및 방위 부문 간의 지식 교류를 강화하고, 일본 행위자들이 글로벌 우주 안보 분야에서 경쟁력을 확보할 수 있도록 뒷받침하고 있다.

일본은 우주 개발에서 여러 중요한 진전을 이루고 있다. 2024년 2월, 새로운 주력 로켓인 H-3가 성공적으로 발사되었으며, 이는 정부와 상업 임무를 위한 주요 수단으로 기대를 모으고 있다. 또한, 일본은 재사용 가능한 로켓 개발에도 적극적으로 나서고 있다. 일본우주항공연구개발기구(JAXA)는 프랑스와 독일과 협력해 재사용 가능한 발사체 프로젝트인 Callisto를 개발 중이며, 이 발사체는 2025~26년 첫 비행을 앞두고 있다. 민간 부문에서도 캐논 전자와 IHI가 지원하는 스페이스 원(Space One)이 상업 발사 시장에서 두각을 나타내며 스페이스 X에 도전장을 내밀고 있다.

민간 기업들도 일본의 우주 개발에서 점차 중요한 역할을 하고 있다. 우주 쓰레기 제거를 전문으로 하는 아스트로스케일(Astroscale)은 도쿄 증권거래소에 상장하며 약 10억 달러의 기업 가치를 기록했다. 이 회사는 미 우주군과 계약을 체결해 연료 보급 우주선을 개발하며 우주 방위 사업을 확장하고 있다. 일본의 은행과 금융 기관들 역시 우주 스타트업에 대한 투자를 확대하고 있으며, 스미토모 미쓰이 금융그룹(SMFG)은 마이크로위성 기술과 데이터 발전에 중점을 둔 기업인 액셀스페이스(Axelspace)에 투자하고 있다.

기존 대기업들도 우주 산업에서 중요한 역할을 담당하고 있다. 미쓰이는 JAXA와 협력해 미국 상업 우주정거장에 부착할 모듈의 타당성을 평가하고 있으며, 아크시엄(Axiom)이 개발 중인 세계 최초의 상업 우주정거장에 투자하고 있다. 도요타는 달 경제 블록에 주목하며, 미쓰비시 중공업 및 JAXA와 함께 달에서 우주비행사를 이동시키기 위한 루나 크루저(Lunar Cruiser)를 개발하고 있다.

5.2 우주안보

일본은 우주 안보에서 민간과 공공의 협력이 강력히 결합된 체계를 구축하고 있다. 방위 목적으로 우주 기술을 발전시켜 왔으며, 특히 랑데부와 근접 작전에서 대우주(counterspace) 능력을 입증했다. 최근에는 사이버 및 전자기 스펙트럼과 같은 새로운 파괴적 기술 개발에 주력하고 있다. 일본은 우주 쓰레기 및 위성 감시를 담당하는 우주작전대(Space Operations Squadron)와 위성의 전자파 위협에 대응하는 또 다른 전담 부대를 운영하며, 이러한 능력을 강화하고 있다.

일본은 쿼드(Quad)를 통해 우주에서의 외교적 역할을 확대하고 있다. 일본은 호주, 인도, 미국과 협력하여 기후 변화, 재난, 해양 자원 문제를 해결하기 위한 우주 응용 프로그램과 기술 개발에 집중하고 있다. 이를 위해

네 국가의 우주 데이터를 통합할 수 있는 쿼드 위성데이터 포털(Quad Satellite Data Portal)을 개발 중이며, 이는 해양영역인식과 같은 다른 이니셔티브에도 기여할 것으로 기대되고 있다.

일본과 미국 간의 우주 협력은 점점 더 긴밀해지고 있다. 일본은 새로운 위협과 기술에 대응하며, 공식 방위 파트너로서의 신뢰를 높이기 위해 구체적인 조치를 취하고 있다. 미일안보조약(U.S.-Japan Security Treaty)이 우주로 확장됨에 따라, 특정 상황에서 제5조를 적용할 수 있다는 점이 확인되었다. 이러한 변화 속에서 일본은 자위대의 통합 작전을 지원하기 위해 통합사령본부부(Joint Command Headquarters)를 2025년 3월 말까지 설립할 계획이다. 이 본부는 육상, 해상, 공중 부대뿐만 아니라 우주와 사이버 공간과 같은 새로운 영역에서의 작전도 포함하게 될 것이다. 위성 보호가 모든 우주 강국의 안보에서 중요해짐에 따라, 이러한 협력은 일본과 미국 간의 우주 안보를 더욱 강화하는 중요한 요소로 작용하고 있다.

5.3 전망

일본은 세계에서 가장 전략적인 분야 중 하나인 우주에서 자국의 기술 역량을 강화하고 발전시키는 데 깊은 관심을 두고 있다. 최근 우주 개발 동향을 살펴보면, 일본은 공공-민간 협력 네트워크를 통해 이 목표를 꾸준히 추진하고 있는 것이 분명하다. 하지만 이는 단순히 산업과 기술적 역량을 강화하는 차원을 넘어, 일본이 우주 영역에서 스스로 어떻게 자리매김하려는지를 명확히 보여준다. 일본의 우주 활동을 전반적으로 살펴보면, 세 가지 특징이 두드러진다.

첫째, 일본은 우주 영역에서 거대 전략을 실행하고 있다. 거대 전략은 특정 전략적 영역에서 국가가 번영과 안보를 달성하기 위해 다양한 수단을 활용하는 방식을 의미하며, 일반적으로 이를 뒷받침하는 지적 구조를 포함한다. 일본은 외부 경쟁과 위협에 적응하고 대응하는 방식으로 오랫동안 주목받아 왔으며, 이러한 접근은 우주 영역에서도 동일하게 적용되고 있다. 특히 일본은 핵 위협을 포함한 다양한 위험 속에서 국제 우주 관계의 모든 전선에서 민간 및 군사적 차원을 아우르는 능동적인 입지를 구축하고 있다.

2008년 제정된 기본우주법(Basic Space Law)은 일본의 군사적 우주 활용에 대한 국제적 해석과 이해를 조율했으며, 2012년 JAXA 설립법의 개정을 통해 국가안보와 관련된 프로젝트에 참여할 수 있는 기반을 마련했다. 2022년에 발표된 여러 전략 문서는 일본 외교 및 방위 정책이 요구하는 우주 역량의 종류를 명확히 규정했으며, 같은 해 도입된 경제안보추진법(Economic Security Promotion Act)은 우주를 공급망 회복력 및 중요 인프라 보호와 같은 더 광범위한 맥락에서 강조하고 있다. 이러한 법적 및 정책적 명확성은 일본의 우주 전략이 더욱 체계적이고 통합적으로 발전하도록 지원하고 있다.

둘째, 일본은 우주 영역의 군사, 경제, 외교적 측면에서 모든 전선에 걸쳐 실질적인 입지를 구축하고 있다. 일본은 미국과의 공식 동맹 관계 아래 우주 자산의 안전과 보안을 위해 우주 도메인 인식(space domain awareness)의 중요성을 공유하며, 센서 기술과 인력을 미국의 우주 방위 구조 내에 배치하고 있다. 미일안보조약의 제5조가 우주로 확장됨에 따라 일본은 대우주(counterspace) 무기와 사이버, 인공지능, 기타 신기술을 활용한 비운동적(offensive nonkinetic) 기술을 재검토하고 있다.

경제적 측면에서 일본은 자국 기업들이 소형 위성, 우주정거장, 외행성 기지와 같은 상업 시장에서 이익을 확보하고 기술적 파급효과를 누릴 수 있도록 지원하고 있다. 일본 정부의 전략기금은 이러한 기업들이 민간, 상업, 군사 우주 시장에서 경쟁력을 갖추는 데 도움을 줄 것으로 기대된다. 일본의 신생 민간 기업들도 새로운 달 경쟁에 참여하고 있으며, 아이스페이스(ispace)는 이미 민간 달 착륙선을 성공적으로 발사했고 추가 임무를 준비 중이다. 도요타와 미쓰비시와 같은 대기업들은 각각 달 이동 수단 및 우주정거장 기술 개발에 주력하고 있다.

셋째, 일본은 기존 우주활동국, 신흥국, 개도국과의 협력을 통해 우주 외교에서도 전략적 포지셔닝을 강화하고 있다. 일본의 우주 외교는 양자, 지역, 다자간 거버넌스 구조를 통해 이루어지며, 이는 기술 경쟁 속에서 일본의 선진 기술을 배치하고, 글로벌 외교 무대에서 도덕적 우위를 확보하는 데 기여하고 있다. 일본은 미국과 같은 기존 강국뿐만 아니라 아랍에미리트(UAE), 터키, 인도, 베트남, 인도네시아와 같은 신흥 우주 파트너들과도 협력하며 기술적, 외교적 영역을 확장하고 있다.

6. 호주

호주는 문화적으로 약자가 거대한 도전에 맞서거나 예상치 못한 선택으로 경쟁의 흐름을 바꾸는 이야기를 좋아하는 경향이 있다. 이는 호주가 우주개발에 임하는 자세에서도 나타난다. 그러나 호주는 독자적인 우주 임무를 수행하거나 독립적인 발사 능력을 보유하지 않고 있다. 현재 개발 중인 상업 우주항은 외국 및 상업용 발사체에 초점을 맞추고 있으며, 지금까지 우주를 비행한 호주인들은 모두 미국 시민권을 보유한 이중국적자로, 호주 국기를 달고 비행한 적이 없다.

우주와 관련된 국가적 서사는 보통 로켓 발사, 독립적인 우주 임무, 또는 우주비행사와 같은 주요 성취에 대한 자부심을 중심으로 이루어진다. 하지만 호주의 국가적 우주 서사는 이를 명확히 규정하기 어려운 상황이다. 또한, 캐나다, 한국, 영국과 같은 중견 우주 강국들과 달리, 우주 능력이 국가의 더 큰 이익에 얼마나 중요한지에 대한 명확한 국가 정책도 부족했다. 그러나 우주시스템이 단순히 우주에 있는 자산(우주 부문)뿐만 아니라, 지상 부문(위성 안테나 및 우주상황인식 관련 지상설비), 데이터 부문(위성과 지상을 연결하는 데이터 링크와 데이터 무결성 관리), 그리고 인력 부문(운영자, 사용자, 그리고 다양한 방식으로 우주 기반 서비스에 의존하는 일반 시민들)으로 구성된다고 본다면, 이 세 가지 지원 부문에서 호주는 탁월한 역량을 보여주고 있다.

2018년 소규모의 호주 우주청(Australian Space Agency)이 설립되고, 2022년 국방부 내 우주사령부가 창설되면서 호주의 우주 산업과 연구는 점차 강화되고 있다. 그러나 업계와 학계 전반에서는 국가의 우선순위가 무엇이어야 하는지, 그리고 우주 기술에 공적 자금을 충분히 투자했는지에 대한 논쟁이 계속되고 있다. 현재 호주는 강력하고 조정된 국가적 접근 방식이 부족하며, 우주 국가로서의 신흥 정체성 또한 초기 단계에 머물러 있다.

그럼에도 불구하고, 호주는 지난 수십 년간 지상 및 데이터 부문에 투자해 온 성과를 명확히 하고, 이를 기반으로 국가 정책 성명서를 통해 방향성을 제시한다면 이러한 상황을 개선할 수 있을 것이다. 중장기적으로 호주는 특히 인도-태평양 지역의 요구를 충족하는 데 있어 우주 중견국으로서 엄청난 잠재력을 보유하고 있다.

6.1 호주의 우주정책

호주는 1960년대 이후 우주 분야에서 선진국과 협력을 추진했으나, 국내 사정으로 정책을 수정했다. 남호주에 위치한 우메라(Woomera) 기지는 영국과 미국의 로켓 실험에 사용된 후, 영국의 노력으로 유럽발사체 개발기구(ELDO, 현재 유럽우주국의 전신)에 제공되었다. 그러나 초기 ELDO 로켓 실험 이후, 당시 호주 정부는 해당 인프라에 계속 투자하는 데 소요되는 막대한 비용을 정당화할 만큼 충분한 이점을 보지 못했다고 판단했다. 총리실과 내각부는 “우주 연구보다 우리에게 더 중요한 것이 많다”는 입장을 보였고, 결국 1966년 호주는 ELDO에서 철수했다. 이 결정은 2008년과 2020년 호주 우주의 미래 방향에 대한 의회 청문회에서 국내적으로 비판받았다.

호주는 이후에도 다른 국가들과 협력을 통해 우주 연구와 인프라에 전략적으로 투자를 지속해 왔다. 특히 지상 및 데이터 부문에서 세계적인 리더로 부상하며, 지구 관측(EO), 통신, 위치·항법·측위(PNT) 역량을 제공하고, 이를 국제 동맹국 및 파트너들로부터 다양한 지원을 받는 형태로 운영하고 있다. 1960년대에 기상청은 기상위성 수신기를 설치했고, NASA 추적 시설은 서호주와 호주 수도 특별구에 설립되었다. 가장 유명한 시설은 허니서클 크릭(Honeysuckle Creek)의 “디쉬”로 아폴로 달 착륙의 통신, 데이터, TV 이미지를 제공했다. 또한, 정부는 국내 통신 수요가 역량을 초과한다고 판단하고 인텔샷(Intelsat)에 450만 파운드를 투자했으며, 파인갭(Pine Gap)과 누룽가(Nurrungar)에 설립된 미군 위성 추적시설은 국가안보 정보 데이터 측면에서 지속적인 이점을 제공해왔다.

호주의 지리적 조건은 넓고 인구가 적은 지역, 광해가 없는 어두운 하늘, 그리고 조용한 전파 환경으로 인해 추적 기지, 다운링크 위성 접시, 우주상황인식(우주 교통 및 잔해 추적 및 모니터링)에 최적이다. 그러나 적은 인구로 인해 대규모 기술 인프라를 위한 공공 예산이 부족한 문제가 있다. 이에 따라 역대 정부는 독립적인 우주 임무를 구축하기보다는 타국이 제공하는 우주 서비스를 활용하면서 지상 및 데이터 부문에 투자하기로 결정했다.

호주가 채택한 유일한 국가 우주 정책인 2013년 위성활용정책(Satellite Utilisation Policy)은 호주가 글로벌 인프라에 기여하지 않고는 타국에 의존할 수 없음을 강조했다. 이 정책은 “호주가 가장 효과적으로 기여할 수 있는 분야는 지상 인프라와 우주 정보를 비용 효율적으로 활용하는 데 있어 호주의 강점이 발휘되는 틈새 영역에서 국가적으로 조정된 제안을 하는 것”이라고 밝혔다.

호주 연방정부 산하의 국립지질지원연구소(Geoscience Australia)와 연방과학산업연구소(CSIRO)는 수십 년간 미국, 유럽, 일본 프로그램에서 생성된 지구관측 데이터를 다운링크하기 위한 대형 안테나를 관리하며, EO 데이터의 세계적 전문기관으로 자리매김했다. 호주는 다양한 출처의 데이터를 처리 및 관리하고, 품질 검사를 위해 교정 및 검증을 수행하며, 이를 전 세계적으로 재배포하는 역할을 맡고 있다. 예를 들어, 호주는 40년 이상 미국 주도의 랜셋(Landsat) EO 프로그램으로부터 혜택을 받아왔다. 2008년, 미국 지질조사국(USGS)이 랜셋 아카이브를 자유롭게 공개하면서, 호주는 CSIRO와 협력하여 데이터를 호주 목적에 맞게 활용 가능하도록 데이터큐브(DataCube)를 개발했다.

호주는 또한 비정부기구인 지구관측위성위원회(CEOS)를 통해 오픈 데이터큐브(Open Data Cube)를 개발하며, EO 데이터를 전 세계 사용자에게 자유롭게 제공하고 지속가능발전목표(SDGs)와 같은 글로벌 우선순위를 지원하고 있다. 최근에는 랜셋 넥스트(Landsat Next)의 도입으로 관리와 데이터 처리의 중요성이 더욱 커졌으며, 이를 위해 코페르니쿠스 오스트랄라시아 지역 데이터 허브(Copernicus Australasia Regional Data Hub)를 통해 유럽 데이터를 제공하고 있다.

호주는 영국과의 강력한 양자간 우주 협력을 통해 스페이스 브리지(Space Bridge) 프로그램을 운영하며, 산업 파트너십에 자금을 지원하고 있다. 호주의 가장 중요한 파트너는 미국으로, 호주는 2020년 아르테미스 협정의 최초 서명국 중 하나로 참여하며 로봇 공학, 달 탐사 로버, 첨단 통신 등의 프로그램에서 협력하고 있다. 2024년 기술보호협정(Technology Safeguard Agreement)의 서명을 통해 미국과의 협력은 더욱 강화될 것으로 보인다. 방위 부문에서도 호주는 미국 우주군과 긴밀히 협력하고 있으며, 파이프 아이즈(Five Eyes) 정보 공유 협정을 확장해 우주 상황 데이터 공유를 포함하는 통합 우주 작전에 참여하고 있다.

2022년 비전 2031(Vision 2031) 성명을 통해, 호주는 국제법에 따라 적대적 우주 활동으로부터 방어하고 보호하며 책임 있는 행위자로서 협력하겠다는 약속을 명확히 했다. 이 이니셔티브는 프랑스, 독일, 이탈리아, 일본, 노르웨이를 포함하도록 확대되며, 우주에서의 보안 필요성을 위한 국제 협력이 증가하고 있음을 보여준다.

6.2 인도-태평양 지역 전략

호주 정부는 우주기술 협력을 안보와 외교와 같은 정책 목표를 달성하기 위한 매개체로 간주해 왔다. 이러한 실용적이고 국제주의적인 접근 방식은 특히 인도-태평양 지역이 지정학적 중심으로 부상하고 있는 현재 더욱 필요하다. 인도-태평양 지역에서의 우주 투자는 정책 지렛대로 작용할 잠재력을 가진다.

호주의 주요 외교적 파트너십 중 하나는 호주, 인도, 일본, 미국으로 구성된 쿼드(Quad)이며, 우주기술 협력도 포함된다. 쿼드는 2007년 보안 대화로 시작해 보다 광범위한 외교적 소다자 그룹으로 발전했다. 2023년 정상회의에서 쿼드는 처음으로 비전 성명을 채택했으며, 이 성명에는 우주기반 응용 기술이 기후 문제 해결, 해양영역 인식, 해양 자원 관리, 우주 지속가능성 등 쿼드의 핵심 약속에 기여할 수 있는 방법이 포함되었다. 이에 따라 지구관측(EO)과 우주상황인식(SSA)이 우선 기술 분야로 강조되었으며, 상업적 우주 협력은 중요한 신흥 기술, 기술 표준, 사이버 보안, 해양 협력, STEM 교육 등 성명의 약속들을 지원하는 데 기여할 수 있다. 이는 인도-태평양 지역에서 안정성을 목표로 하는 네 파트너 간의 우주 협력을 강화하기 위한 명확한 단계를 나타낸다.

호주는 역내 다양한 우주 활동국들과 강력한 협력 관계를 유지하고 있다. 예를 들어, 한국과는 평화적 목적의 우주 협력에 관한 양해각서(MOU)를 체결했다. 호주와 한국의 천문학자들은 오랜 협력 관계를 유지해 왔으며, 2021년에 체결된 MOU는 이 협력을 우주 분야로 확장하는 데 기여했다. 특히 북한의 미사일 발사에 대한 한국의 우려를 감안할 때, 이 협력은 민간 우주 분야에서의 협력뿐만 아니라 우주 외교를 위한 강력한 기반을 마련한다. 또한, 호주는 일본의 하야부사2(Hayabusa2) 과학 임무에서 핵심 파트너로 참여해 소행성에서 추출된 샘플을

담은 캡슐의 귀환 착륙지 역할을 제공했다.

한국과 일본의 파트너십은 외교적으로도 중요한 의미를 가진다. 한국과 일본은 인도-태평양에서 영향력 있는 우주활동국으로, 우주기술을 국가계획에 중요하게 반영하고 있다. 이들은 역내 전략적 협력을 위한 중요한 파트너로 인식되고 있다.

호주는 인도와의 무역 관계가 긴밀해짐에 따라 우주 연구 분야에서도 강력한 협력 관계를 구축하고 있다. 2024년 국제 인도 우주투자 프로젝트 프로그램(International India Space Investment Projects Program)에서는 지구관측(EO), 우주잔해 완화, 위치·항법·시각(PNT) 연구를 위한 주요 양자간 연구 보조금이 수여되었다. 또한, 호주 우주산업협회와 인도의 SatCom 산업협회 간 양해각서(MOU)가 체결되어 양국 간 산업 협력을 증진하고 있다. 직접적인 협력 사례로는 호주-인도 기술·연구·혁신 우주 미션(Space Mission for Australia-India's Technology, Research and Innovation)을 들 수 있으며, 이에 따라 2026년에 호주 기업 Space Machines가 제작한 궤도 내 서비스 위성이 인도의 NewSpace India Limited에 의해 발사될 예정이다.

호주는 2024년 아-태 지역 우주기구포럼(APRSF)의 개최국으로서 역할을 맡았다. APRSF는 일본이 주도하는 이니셔티브로, 역내 민간 우주 부문을 하나로 모으는 것을 목표로 한다. 개최국으로서 호주는 이 지역에서의 참여를 강화하고, 과거의 리더십을 기반으로 이를 확대하려 하고 있다. 대표적인 사례로는 Sentinel Asia 프로젝트가 있다. 이 프로젝트는 자연재해나 기후 재난 상황에서 지구관측 데이터를 교환하며, 회원국들이 재난 대응을 위해 EO 데이터를 요청할 수 있도록 지원한다. 이 프로젝트는 지역 내 국가들을 위한 역량 구축도 포함한다.

호주는 또한 자국의 Aquawatch 프로그램을 기반으로 물 관리(Water Management)를 위한 EO 데이터 공유 체계를 개발하려 하고 있다. 이는 인도-태평양 지역의 우주 협력을 더욱 강화하는 중요한 단계가 될 것이다.

6.3 우주외교

호주는 점점 더 인도-태평양 지역에 초점을 맞춘 우주 이니셔티브를 추진하고 있지만, 동시에 넓은 다자간 우주 거버넌스에서도 중요한 역할을 계속 수행하고 있는 국가이다. 호주는 유엔 평화적 우주이용위원회(UN Committee on Peaceful Uses of Outer Space)의 창립 회원국 중 하나로, 주요 우주조약들을 채택한 국가이다. 또한, 달 협정(Moon Agreement)을 포함한 다섯 가지 우주조약 모두를 비준한 몇 안 되는 국가 중 하나이며, 이는 전 세계적으로 17개국만이 서명한 협정이다.

특히, 호주는 달 협정과 아르테미스 협정 모두에 서명한 세 나라 중 하나로, 이 두 협정이 달과 기타 천체 자원의 채굴 합법성에 대해 상충되는 해석을 가지고 있다는 평가를 받고 있다. 호주는 이 두 협정이 서로 조화를 이룬다고 해석하고 있지만, 달 협정 제11조에 명시된 자원 채굴 활동을 규제할 법적 체계를 수립해야 한다는 의무를 이행하는 데 주도적인 역할을 할지는 아직 명확하지 않다. 달 자원 채굴은 이번 10년안에 실현 가능할 것으로 예상된다.

호주는 국제규범을 형성하는 데 있어 주도국가로 평가받으며, 국제 우주포럼에서 적극적인 활동을 이어가고 있는 국가이다. 호주는 유엔 평화적 우주 이용 위원회 및 유엔 우주 안보 논의에 참여하며, 2020년 우주 위협 감소 위한 개방형 실무 그룹(Open-Ended Working Group) 설립을 위한 유엔 총회 결의안을 공동 발의하였고, 2021년부터 2023년까지 해당 그룹의 회의에 적극 참여하였다. 또한, 2013년 및 2024년 우주무기 방지 정부전문가그룹(Group of Governmental Experts)에도 참여하였다.

호주는 2023년에 직접 상승형 위성 요격 무기(ASAT) 시험을 하지 않겠다는 일방적 약속을 발표하였으며, 현재 37개국이 동참한 상태이다. 또한, 호주는 보안 및 군비 통제 문제에 성인지적 접근(gender-responsive approach)을 도입하는 데 앞장서 왔으며, 필리핀 및 유엔군축연구소(UN Institute for Disarmament Research)와 함께 우주 안보에서의 성별 관점을 다루는 행사를 공동 후원하였다. 현재는 캐나다와 협력하여 유엔의 여성, 평화, 안보(Women, Peace, and Security) 의제를 우주 분야에 적용하려는 노력을 주도하고 있다.

호주의 책임 있는 행동 규범 개발 및 촉진 의지는 2024년 호주-미국 장관급 공동 성명에서도 강조되었다. 이 성명에서 양국의 외무부 및 국방부 장관들은 우주 영역에서의 협력 강화를 약속하며, 우주공간이 세계적 번영, 안보, 연결성에 중심적임을 강조하였다.

우주의 안전성, 안보, 지속가능성의 상호 연결성은 점점 더 많은 의사결정자들 사이에서 인식되고 있으며, 지속가능성은 호주가 2024년에 주최한 아-태 지역 우주기구포럼(APRSAF)에서도 반영되었다. 이러한 논의는 2025년 호주가 개최할 예정인 세계 최대의 우주 회의인 국제우주대회(International Astronautical Congress)에서도 주요 주제가 될 것으로 예상된다.

6.4 전망

호주의 연방제 역사는 자국 내 주(state) 및 준주(territory) 간에 재정 자원, 산업 입지, 성과 인정 등을 둘러싼 경쟁을 초래하였으며, 이는 우주 분야로도 확장되고 있는 상황이다. 특정 주가 우주 산업에 더 적합하거나 국가적으로 선호한다는 비전이 형성됨에 따라, 국가적 접근 방식이 약화되고 해외 파트너들에게 협력 기관 선택에 대한 불확실성을 초래할 위험이 있다. 또한, 제한된 연방 예산으로 인해 우주 산업 내에서도 경쟁이 발생하며, 어떤 역량 분야가 우선되어야 하는지에 대한 의견 충돌이 이어지고 있다.

2018년 설립된 호주 우주청(Australian Space Agency)은 우주 산업 육성과 신규 일자리 창출에 초점을 맞추고 있는 기관이다. 그러나 이 접근 방식은 초기에는 글로벌 우주 상업화 추세를 반영한 것으로 평가되었으나, 이후 국가적 요구를 충족하기 위한 장기적 전략이 부재하다는 비판을 받고 있다.

2022년에 발표된 국방우주 전력 매뉴얼(Defence Space Power eManual) 역시 특정 역량에 중점을 두었으나, 우주 기술을 통해 호주의 안보를 확보하기 위한 중앙 의제를 제시하지는 못하였다. 이에 따라 호주 정부는 위성활용정책(Satellite Utilisation Policy)을 비롯한 기존 정책을 수정하고, 글로벌 우주 인프라에 기여하

는 명확한 역할을 정의하고 있다. 이는 개별 기술의 중요성을 논의하는 것을 넘어 국가적 목표 달성을 위한 체계적 전략을 염두에 둔 것이다.

가장 큰 도전 과제는 호주 우주청이 독립기관이 아니라는 점이다. 우주청은 산업·과학·자원부 산하의 소규모 하위 기관으로, 자율성이 제한되고 자원이 부족하다. 2018년 설립 당시 4년간의 예산은 2,600만 호주 달러로 매우 적었으며, 이후 예산 삭감이 이어졌다. 이러한 어려움에도 불구하고, 호주 우주청은 국제적 기회를 탐색하는 역할을 수행하고 있다. 특히, 2025년 국제우주대회와 유엔 평화적 우주 이용 위원회에서의 리더십 강화를 통해 호주의 역할을 지속적으로 확장하고 있다.

7. 캐나다

캐나다는 2040년까지 글로벌 우주 경제에서 최대 400억 달러의 점유율을 차지할 것으로 전망하고 있으며, 이를 위한 준비를 활발히 진행하고 있는 국가이다. 글로벌 우주 솔루션에 대한 수요가 증가하고 캐나다의 우주 산업 기반이 성장함에 따라, 캐나다는 국내외 소비자를 위한 상업적 혁신을 확장할 수 있는 유리한 위치에 있다. 이를 실현하기 위해 캐나다는 혁신적인 아이디어를 실제 솔루션으로 전환할 수 있는 인센티브를 강화하고, 국가 내에서 상업화를 포함한 국가적 비전을 위한 강력한 파트너십을 형성하며, 동맹 및 파트너 국가들과의 협력을 강화하고 있다.

7.1 캐나다 우주활동과 프로그램

캐나다는 우주 강국으로서 긴 역사를 가지고 있는 국가이다. 캐나다 국방부는 1962년 지구의 이온층을 모니터링하기 위해 개발된 알루에트-I(Alouette-I) 위성을 지원했으며, 이를 통해 캐나다는 완전한 자체 설계와 제조로 위성을 발사한 세 번째 국가가 되었다. 또한, 캐나다의 발명품인 캐나다암(Canadarm)은 1981년 컬럼비아 우주왕복선에 탑재되어 궤도에 올랐으며, 1998년에는 국제우주정거장(ISS)에서 모듈을 이동, 조작 및 연결하는 데 사용되었다. 캐나다는 인간 건강 및 과학 연구를 위해 연구자들을 국제우주정거장에 파견하며, 미세 중력 환경에서의 연구를 지원해 왔다.

캐나다의 우주 부문은 연구자, 학계, 중소기업, 대형 상장기업까지 매우 다양화되어 있으며, 모든 우주 응용 분야에서 역량을 제공하고 있다. 캐나다 기업들은 위성 통신 및 광대역 서비스를 제공하며, 특히 저궤도(LEO) 위성군을 포함한 새로운 기술은 전 세계 농촌 및 외딴 지역의 연결성을 향상시키는 데 기여하고 있다. 감지 및 지구 관측 기술은 날씨를 모니터링하고, 홍수와 산불에 대한 조기 경보를 제공하며, 빙산 이동과 해수면 변화를 추적한다. 이러한 기술은 캐나다 농업 부문에도 활용되고 있으며, 작물 건강을 모니터링하고 새로운 경작지의 잠재력을 평가하며, GPS는 차량 및 드론의 정밀한 사용을 가능하게 한다. 안정적인 GPS 접근은 위치, 항법, 시간 정보를 제공하며, 자율 차량의 필수 요소로 자리 잡고 있다.

감지 기술은 온실가스 배출량을 추적하여 기후변화의 영향을 측정하고 모니터링하는 데에도 사용되고 있다. 우주 탐사 분야에서 캐나다 기업들은 세계적인 로봇공학 기술, 우주선의 명령 및 제어 기술, 심우주 연구 역량을 제공하고 있다. 또한, 우주에서 인간 생존을 유지하기 위한 의료, 광업, 제조 분야의 최첨단 기술도 개발 중이며, 이는 지구상의 외딴 지역에서의 삶을 지원하는 데에도 상당한 잠재력을 가지고 있다.

국방과 국가 안보 분야에서도 캐나다 기업들은 자국 영토 주권 보호를 위한 감지 및 통신 기술을 개발하고 있으며, 해외 임무를 지원하기 위해 필수적인 데이터 및 통신 지원을 제공하고 있다. 이와 함께, 우주와 사이버 보안이 점점 더 밀접하게 연결되고 있는 상황에서, 캐나다는 우주 기반 시설에 대한 사이버 공격과 전자 교란을 방지하기 위한 노력을 강화하고 있다. 예를 들어, Viasat KA-SAT 위성 네트워크에 대한 와이퍼 악성코드 공격 사례는 우크라이나와 중앙유럽의 수만 명에게 영향을 미쳤고, 독일의 풍력 터빈 원격 모니터링 기능을 제거했다. 이처럼 우주 기반 사이버 인프라의 중요성이 높아지면서 모든 우주 역량에서 사이버 보안이 필수 요소로 고려되고 있다.

7.2 우주 비전

캐나다는 캐나다우주국(CSA)과 국방 프로그램을 통해 자국의 우주 이익을 추구하고 있다. 캐나다는 국제우주 정거장(ISS) 운영에 2030년까지 참여하기 위해 11억 캐나다 달러를 투자하고 있다. 또한, 인류의 달 복귀를 위한 프로젝트에도 적극적으로 참여하고 있다. 이 프로젝트는 달 궤도 우주정거장인 게이트웨이 프로젝트를 위한 캐나다암3(Canadarm3) 개발, 달 탐사를 위한 로버의 개발·발사·운영, 아르테미스(Artemis) 미션의 일환으로 두 차례의 우주비행사 달 탐사 비행 약속, 그리고 달 탐사를 위한 혁신 기술 개발을 지원하는 달 탐사 가속화 프로그램(Lunar Exploration Accelerator Program, LEAP)의 출범을 포함하고 있다.

캐나다는 심우주 관측과 탐사에서도 두각을 나타내고 있다. 캐나다는 제임스 웹 우주망원경(JWST)에 사용되는 정밀 유도 센서와 근적외선 이미지 장비, 슬릿리스 분광기를 제공하고 있다. 이 장비들은 캐나다의 대학 네트워크와 국립연구위원회 연구소를 통해 개발된 것으로, 캐나다는 이를 통해 웹 망원경 관측 시간에 대한 접근 권한을 보유하고 있다. 또한, 우주에서의 건강 문제를 해결하기 위해 CSA는 연결형 진료 의료 모듈(Connected Care Medical Module)을 개발해 저궤도(LEO) 및 심우주에서 지속 가능한 의료 솔루션을 제공하고 있다. 이를 통해 우주비행사들이 더 먼 우주로 나아가면서도 건강 서비스를 받을 수 있도록 하고 있다.

지구를 대상으로 하는 대규모 프로그램에서도 캐나다는 적극적으로 참여하고 있다. 캐나다는 라이트스피드(Lightspeed) 프로그램을 통해 저궤도 기반 광대역 연결성을 캐나다 전역에 제공할 계획이다. 또한, 기후 변화의 영향을 추적하고 산불 모니터링을 개선하기 위해 RADARSAT 3 차세대 지구 관측 프로젝트에 10억 캐나다 달러 이상을 투자하고 있다.

국방과 국가안보 측면에서도 캐나다는 방위 정책 Our North, Strong and Free의 일환으로 북미 방위 현대화를 위한 계획을 발표하고 있다. 이 계획에는 극지방 초지평선 레이더, 우주 및 우주 감시, 고급 지휘 통제 시스템,

북극 상륙 기지, 위성 통신, 북부 지역을 위한 우주 기반 내비게이션 및 타이밍 인프라 구축이 포함되어 있다. 또한, 캐나다는 상업적 우주 발사 능력을 확보하려는 노력도 진행하고 있으며, 이를 통해 외국 발사 서비스에 대한 의존도를 줄이고, 자국 내에서 정부와 기업이 자체적으로 위성을 발사할 수 있도록 할 계획이다.

캐나다의 우주 비전에서 부족한 점은 상업 우주 부문에 대한 명확한 역할이다. 현재 우주를 위한 대부분의 혁신은 상업적 역량을 제공하는 기업들에 의해 주도되고 있다. 이는 민간 또는 국방 투자를 줄여야 한다는 의미는 아니며, 오히려 민간 우주 부문이 이중 용도 및 이중 목적 기술을 활용해 민간 및 국방 프로그램을 지원하는 데 중요한 역할을 부여함으로써 전략적 비전과 정책을 강화할 수 있다는 의미이다. 상업적 역량은 미래 우주의 핵심 요소이며, 캐나다의 국가 전략적 우주 비전에도 포함되어야 한다. 이는 캐나다의 여러 동맹국들이 이미 자국의 전략에 내재화한 요소이며, 캐나다 역시 이를 반영해야 한다.

7.3 전망

캐나다의 현재 우주 목표는 우주 탐사와 국가 방위 프로그램에 중점을 두고 있다. 앞서 언급한 바와 같이 캐나다는 로봇공학, 건강, 우주 탐사, 국가 방위, 연구 프로그램 등 다양한 분야에 걸쳐 헌신하고 있다. 그러나 이러한 목표는 캐나다가 소유하고 운영할 역량에만 초점을 맞추고 있는 한계를 가지고 있다. 캐나다가 상업 부문을 민간, 국방, 상업 부문 간의 연결된 우주 비전에 포함시키는 전략적 접근법을 채택한다면, 캐나다의 우주 생태계를 한 단계 더 발전시킬 수 있을 것이다.

2024년 예산안에서는 글로벌 우주 경쟁에서 캐나다의 미래를 확보하기 위해 국가우주위원회(National Space Council)를 설립할 계획이 명시되어 있다. 이는 캐나다가 상업적 영역을 포함한 정부 전반의 접근 방식을 통합하고, 국내 우주 우선순위를 더 잘 조직할 수 있는 긍정적인 진전이다. 동시에, 이는 글로벌 파트너 및 동맹국들에 대한 캐나다의 의지를 보여주는 사례이다. 2017년 트럼프 행정부가 유사한 기구인 국가우주위원회를 재설립해 미국의 우주 전략과 정책을 조율했으며, 바이든 행정부에서도 이를 이어받아 초당적 지지를 강조한 점은 좋은 선례가 되고 있다.

현재 캐나다의 최우선 정책 과제는 국가 전략 비전을 수립하는 것이다. 캐나다의 동맹국과 파트너들은 이미 민간, 국방, 상업 부문을 연결하는 전략적 정책 문서를 통해 상업 부문의 역량을 더 큰 비전을 지원하도록 하고 있다. 호주, 영국, 미국 모두 이러한 체계를 활용해 성과를 내고 있다. 캐나다도 국가우주위원회를 통해 민간 및 국방 부문 간의 연결성을 강화하고, 새로운 우주 역량의 상업화를 중심으로 한 포괄적인 전략 비전을 구축해야 한다.

특히 캐나다의 우주 산업 기반은 상당한 가치와 잠재력을 가지고 있다. 우주 부문은 연구개발(R&D) 중심의 분야로, 캐나다는 다른 제조업 부문에 비해 18배 이상 많은 투자를 유치하고 있다. 캐나다의 기업들은 이러한 투자로 평균 2.21배의 수익을 기록하고 있다. 이러한 투자와 기술 혁신은 우주의 미래에서 중요한 역할을 하며, 인간의 지속 가능한 우주 탐사, 달 복귀, 그리고 화성 탐사를 위한 기술 개발에 기여할 것이다.

우주 기반 기술은 기후 변화와 같은 행성 변화에 대한 조기 경보를 제공해 위험을 완화하고 생명을 구할 수 있다. 또한, 더 넓은 인터넷 연결성을 제공해 외딴 지역과 농촌 지역의 사람들에게 글로벌 경제 참여와 디지털 서비스 이용 기회를 열어줄 수 있다. 이를 통해 디지털 격차를 줄이고 더 많은 이들에게 경제적 혜택을 제공할 수 있다.

국제협력은 캐나다의 우주 목표를 실현하는 데 필수적이다. 캐나다는 미국의 정책을 모범 사례로 삼아 정부와 민간 간 협력 구조를 구축하고 있다. 최근 미 우주군(U.S. Space Force)이 상업 우주 사무소(Commercial Space Office)를 설립해 방위 및 안보 응용 기술에서 상업 혁신을 더 잘 활용하고 있는 점은 참고할 만한 사례이다. 캐나다 역시 캐나다 공군과 함께 상업 통합 셀(Commercial Integration Cell)을 설립해 산업 파트너들과 정보를 신속히 공유하고 있다.

현재 캐나다가 직면한 주요 과제는 민간 부문과 새로운 기술 상업화를 포함하는 전략적 비전과 정책 프레임워크의 부재이다. 2024년 국가우주위원회 설립은 긍정적인 진전이지만, 캐나다는 여전히 국가적 우주 전략 비전을 개발하고 상업적 역량의 통합을 가속화할 필요가 있다. 이를 통해 글로벌 우주 경쟁에서 더 큰 역할을 할 수 있을 것이다.

8. 결론

인도-태평양 지역은 지정학적 특성상, 중국, 미국, 인도, 일본, 호주를 포함한 강대국들이 서로 협력하고 경쟁하는 복합적인 환경을 형성하고 있다. 이러한 역동적인 관계는 우주 경쟁에서도 그대로 드러난다. 특히, 중국과 미국 간의 경쟁은 우주 탐사 및 군사적 우위 확보를 위한 갈등을 더욱 심화시키고 있으며, 인도와 일본 역시 중국의 우주 경쟁에 대응하는 방식으로 우주 프로그램을 강화하고 있다.

<표 4> 인도-태평양 지역 주요국의 우주정책 비교

구분	정책 및 목표	주요 현황	국제협력 이슈
미국	아르테미스 프로그램, 상업 우주 활성화, 우주군 강화	달 복귀 준비, 스타링크 주도, 우주군 창설	아르테미스 협정 중심 국제협력, 중국과의 경쟁
중국	독립적 우주강국 목표, 대우주 전략, 국제달기지 계획	베이더우 항법위성, 화성 탐사 성공, 달 뒷면 착륙	미중 경쟁, 우주 거버넌스 대안 부족
일본	경제 안보와 연결된 우주 개발, 재사용 로켓 개발	달 탐사선 발사, 상업적 파트너십 확대	미일 협력 강화, 아시아 내 경쟁
인도	군사 및 민간 우주 역량 확대, 가가니안 프로젝트 추진	세계 최초 달 남극 착륙, 저비용 우주탐사 기술	중국과의 경쟁, 민간 부문 역할 증대 필요
호주	지구 관측 및 우주상황인식 중심, 인도-태평양 협력	소규모 우주청 설립, 데이터큐브 개발	민간-공공 협력 부족, 독립적 발사 능력 부재
캐나다	로봇공학, 달 탐사, 북극 방위 우주 기술	캐나다암3 개발, 제임스 웹 망원경 협력	상업적 역량 통합 부족, 전략적 비전 필요

우주 경쟁의 핵심은 단지 기술적 발전에 그치지 않고, 국가 안보와 경제적 성장을 이끌어내는 중요한 요소로 작용하고 있다. 중국의 우주 강국 목표와 대우주 전략은 미국과의 경쟁을 더욱 심화시키고 있으며, 인도는 군사 및 민간 우주 역량을 동시에 확대하는 전략을 취하고 있다. 이 지역의 강대국들이 각자 우주 거버넌스와 관련된 정치적 의제를 제시하며, 이를 통해 국제적 영향력을 강화하고 있다는 점에서, 우주는 이제 정치적 수단으로도 활용되고 있다.

우주 경쟁이 치열해짐에 따라, 국제 협력은 점점 더 중요해지고 있다. 주요 우주 강국들은 단기적인 경쟁과 갈등을 넘어서, 상호 협력을 통해 우주 개발과 관련된 기술적 도전을 해결하려는 노력이 필요하다. 예를 들어, 미국은 아르테미스 프로그램을 통해 달 탐사를 추진하면서, 인도, 일본, 호주와 협력하고 있다. 일본은 미국과의 협력을 강화하는 한편, 민간 우주 산업을 발전시키고 있으며, 인도는 저비용 우주 탐사 기술로 국제적인 경쟁력을 키워가고 있다.

또한, 중국과의 경쟁이 중요한 요소로 떠오르고 있는 가운데, 각국은 우주 산업의 상업화와 우주 상황 인식 시스템 구축을 위해 민간-공공 협력을 강화하고 있다. 호주와 같은 중소 규모 국가들은 지구 관측과 우주상황 인식에 집중하면서, 다자간 협력을 통해 경쟁력을 갖추고 있다.

인도-태평양 지역의 신흥국들도 우주 산업에 대한 관심을 높이고 있으며, 이는 지역 내 우주 경쟁을 더욱 복잡하게 만들고 있다. 인도네시아, 베트남, 태국, 말레이시아, 필리핀, 싱가포르 등은 우주 개발을 통해 국가 발전과 경제 성장을 도모하고 있다. 이들 국가는 우주 데이터 활용 및 기후 변화 대응, 재난 관리 등 다양한 분야에서 우주 기술을 적용하고 있으며, 특히 상업적 우주 산업과 관련된 협력도 증가하고 있다. 예를 들어, SpaceX, Blue Origin, Rocket Lab 등 민간 기업들은 이 지역의 국가들과 협력하여 우주항(spaceport) 건설 및 상업적 발사 서비스 제공을 확대하고 있으며, 이는 우주 관광과 우주 물류 등 새로운 시장을 열어가고 있다. 특히 우주 관광은 상업적 우주 개발의 중요한 축으로 자리잡을 가능성이 있으며, 상업적 발사 서비스가 대규모로 이루어질 경우, 민간 기업의 역할은 더욱 확대될 것이다.

인·태 지역은 현재 세계에서 가장 역동적이고 전략적으로 중요한 지역으로, 우주 산업에서도 중요한 역할을 차지하고 있다. 이 지역의 주요 국가들, 특히 미국, 중국, 일본, 인도 등은 우주 개발에 있어 활발한 경쟁과 협력을 펼치고 있으며, 그에 따라 지역 내 우주 산업의 동향과 정책 변화가 글로벌 우주 환경에 큰 영향을 미친다. 이러한 지역적 특성을 반영하여, 인·태 지역에서의 우주 경쟁에 적극적으로 참여하고 협력 관계를 강화해야 한다. 미국과의 기존 협력 관계를 심화시키는 한편, 일본과의 기술 협력, 인도와의 저비용 우주탐사 협력 등 다양한 국가와의 전략적 파트너십을 통해 우주 분야에서의 경쟁력을 높일 수 있다. 특히, 중국의 우주 산업 확장에 대응하기 위해서는 우방국들과의 협력 네트워크를 확장하고, 우주 탐사, 위성 기술, 상업적 우주 산업 분야에서의 협력이 필수적이다. 역내 신흥국들도 우주산업에 대한 관심을 강화하고 있기 때문에 협력을 통해 지구 관측 및 우주 데이터 분석 등에서 상호 이익을 도모할 수 있다. 이를 통해 우주 산업의 글로벌 경쟁력을 높이는 동시에, 지역 내 외교적 관계를 강화할 수 있는 기회를 마련할 수 있다.

참고문헌

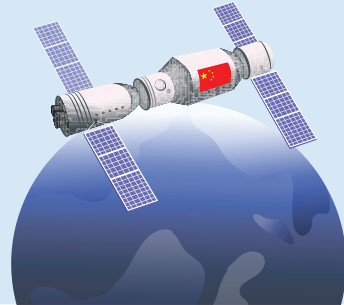
1. William Russell, "NASA Artemis Programs: Lunar Landing Plans are Progressing but Challenges Remain," Government Accountability Office, testimony before the Subcommittee on Space and Aeronautics, Committee on Science, Space, and Technology, House of Representatives, January 17, 2024 u <https://www.gao.gov/assets/d24107249.pdf>
 2. John M. Logsdon, "Asia in Space: The Race to the Final Frontier," Asia Policy 15, no. 2 (2020): 5 u<https://www.nbr.org/publication/asia-in-space-the-race-to-the-final-frontier>.
 3. Tina Highfill, Patrick Georgi, and Chris Surfield, "New and Revised Statistics for the U.S. Space Economy, 2017–2022," Journal of the U.S. Bureau of Economic Analysis (2024) u <https://apps.bea.gov/scb/issues/2024/06-june/0624-space-economy.htm>.
 4. The Space Report 2023 Q4," Space Foundation, January 23, 2024 u <https://www.spacefoundation.org/2024/01/23/the-space-report-2023-q4>
 5. Gregory Kulacki, "An Authoritative Source on China's Military Space Strategy," Union of Concerned Scientists, March 2014, 9 <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/2019-10/Chinas-Military-Space-Strategy.pdf>.
 6. Rush Doshi, The Long Game: China's Grand Strategy to Displace American Order (New York:Oxford University Press, 2021), 68–101.
 7. Wang Hucheng, "The U.S. Military's 'Soft Ribs' and Strategic Weaknesses," Liaowang 27 (2000), cited in Ashley J. Tellis, "China's Military Space Strategy," Survival 49, no. 3 (2007): 49.
 8. Bleddyn Bowen and Cameron Hunter, "Chinese Fractional Orbital Bombardment," Asia-Pacific Leadership Network, Policy Brief, no. 78, November 1, 2021.
 9. Elliot Ji, Michael B. Cerny, and Raphael J. Piliero, "What Does China Think About NASA's Artemis Accords?" Diplomat, September 17, 2020 u <https://thediplomat.com/2020/09/what-does-china-think-about-nasas-artemis-accords>.
 10. Andrew Jones, "China Outlines Position on Use of Space Resources," SpaceNews, March 6, 2024 <https://spacenews.com/china-outlines-position-on-use-of-space-resources>.
 11. Yasuhiro Fukushima, "Japan Endeavors to Utilize Space for Defense Purposes," Stimson Center, February 23, 2023 <https://www.stimson.org/2023/japan-endeavors-to-utilize-space-for-defense-purposes>.
 12. Kazuto Suzuki, "Space Security in Japan's New Strategy Documents," Center for Strategic and International Studies (CSIS), June 21, 2023 <https://www.csis.org/analysis/space-security-japans-new>
-

strategy-documents.

13. Nanae Baldauff, "Space and Strategy: Japan's National Security in Space and Europe," Centre for Security, Diplomacy and Strategy, Brussels School of Governance, Policy Brief, December 13, 2023 <https://csds.vub.be/publication/space-and-strategy-japans-national-security-in-space-and-europe>.
14. Kazuto Suzuki, "How Will the Economic Security Law Change Japan's Sci-Tech Policy?" Tokyo Foundation for Policy Research, May 9, 2023 <https://www.tokyofoundation.org/research/detail.php?id=943>.
15. Pallava Bagla, "On India's First Human Mission's Launch Date, ISRO Chief Says...", NDTV, June 29, 2024 <https://www.ndtv.com/india-news/on-indias-first-human-mission-gaganyaans-launch-dateisro-chief-sr-s-somanath-says-5996094>.
16. Rajeswari Pillai Rajagopalan, "India's Race to Mars Goes Way Beyond Science," Wall Street Journal, November 4, 2013 <https://www.wsj.com/articles/BL-IRTB-21122>.
17. Rajeswari Pillai Rajagopalan, "India's Changing Policy on Space Militarization: The Impact of China's ASAT Test," India Review 10, no. 4 (2011): 354–78.
18. Ajey Lele, "Military Satellites: India Needs to FastTrack," Financial Express, November 25, 2021 <https://www.financialexpress.com/business/defence-military-satellites-india-needs-to-fasttrack-2373221>.
19. Deloitte, "Reaching Beyond: A \$40 Billion Canadian Space Economy by 2040," 2023 <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ca/Documents/ca-reaching-beyond-AODA.pdf>.
20. Euroconsult, "Euroconsult Estimates That the Global Space Economy Totaled \$370 Billion in 2021."
21. Deloitte, "Reaching Beyond: A \$40 Billion Canadian Space Economy by 2040."
22. Open Data Cube <https://www.opendatacube.org>.
23. United States–Australia Joint Leaders' Statement: Building an Innovation Alliance," White House, October 25, 2023 <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/25/united-states-australia-joint-leaders-statementbuilding-an-innovation-alliance>.
24. Space Agency (Australia), "Everything You Need to Know about the TSA" <https://www.space.gov.au/technology-safeguards-agreement-facts>.
25. Release of the Combined Space Operations Vision 2031 Statement," Department of Defence(Australia), February 23, 2022 <https://www.defence.gov.au/news-events/releases/2022-02-23/release-combined-space-operations-vision-2031-statement>.
26. Tristan Moss, "History and Australia's Space Policy," in Moss, "Regional Commentary: The Foundations of Australia's Space Policy," 6.



중국의 우주정책 변화



배수인 | 국제안보학 박사생
푸단대학교
국제관계 및 공공사무학원
tndls93sv@gmail.com

초 록

본 연구는 중국과학원, 중국국가우주국, 중국유인우주공학국이 공동으로 발표한《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》의 주요 내용을 분석하고, 이를《2016-2030 우주 과학 계획 연구 보고서》와 비교하여 중국 우주 과학 전략의 발전 방향을 서술한다. 《국가 우주 과학 중장기 발전 계획》은 2024년부터 2050년까지 약 25년에 걸쳐 중국이 “우주 과학 강국”에서 “우주 선도국”으로 도약하기 위한 장기적 비전을 제시한다. 특히, 심우주 탐사, 달 및 화성 기지 건설, 우주 자원 개발과 같은 대규모 프로젝트를 통해 과학과 기술의 융합을 실현하고자 한다. 계획의 주요 목표는 기초 과학 연구와 응용 기술의 융합을 통해 우주 과학의 독창적 성과를 도출하고, 글로벌 협력과 리더십을 확보하여 국제 우주 과학 질서에서 중심적인 역할을 수행하는 것이다. 또한, 새로운 물리학 법칙 탐구, 외계 생명 탐사, 태양계와 우주의 기원과 진화 연구를 통해 인류 지식의 경계를 확장하려는 전략적 목표를 담고 있다. 본 연구는 이러한 계획의 비전과 세부 목표를 서술하고, 《2016-2030 우주 과학 계획 연구 보고서》와의 비교를 통해 두 계획의 차별성과 연속성을 분석함으로써, 중국 우주 과학 발전 전략의 변화와 미래 가능성을 조망하고자 한다.

Key Words : 중국, 우주 과학, 정책

1. 서론

2024년 10월, 중국과학원, 중국국가우주국, 중국 유인 우주 공학국이 공동으로《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》을 발표했다. 이는 2016년 중국과학원이 발표한《2016-2030 우주 과학 계획 연구 보고서》 이후 8년 만에 공개된 전략 문서로, 중국 우주 과학의 발전 방향이 단기적 성과에서 장기적 목표로 확대되었음을 보여준다. 2016년 보고서는 당시 중국 우주 과학의 전략적 목표와 연구 과제를 구체적으로 제시했으며, 암흑 물질 탐사 위성 “우공”의 성공적인 발사, 텐궁 우주정거장 개발, 화성 탐사 계획과 같은 기초 성과를 통해 중국 우주

과학의 도약을 증명했다. 이를 통해 중국은 단순히 “우주 기술 강국”에서 벗어나, 본격적으로 “우주 과학 강국”으로 자리 잡기 위한 기반을 다졌다.

이번에 발표된 《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》은 이전 계획에서 한 단계 도약해 우주 과학 분야에서 선도국으로 자리매김하려는 중국의 야심을 담고 있다. 특히, 이 계획은 국제적 우주 경쟁이 심화되는 가운데, 중국이 독자적인 기술 역량을 확보하고, 글로벌 협력과 과학 외교를 주도하는 국가로 도약하려는 의지를 분명히 보여준다. 중국은 이번 계획을 통해 단순히 과학적 발견과 기술적 성과를 넘어, 21세기 글로벌 우주 질서에서 핵심적인 역할을 수행하겠다는 장기적 비전을 제시하고 있다. 이는 미국과 유럽 등 전통적 우주 강국들과의 기술 경쟁을 통해 우주 과학 분야의 선도국으로 우뚝 서는 동시에, 과학 외교를 활용해 신흥국과의 연대를 강화하며 새로운 협력 관계를 창출하려는 전략으로도 해석된다. 중국은 이를 통해 전 세계 우주 기술 협력의 중심축으로 자리 잡으려는 목표를 명확히 하고 있으며, 이러한 움직임은 국제사회에서 중국의 기술적·외교적 위상을 한층 강화하려는 전략적 선택으로 평가된다.

2. 국가 우주 과학 중장기 발전 계획 (2024-2050년)

2.1 중국의 우주 과학 발전 목표

중국이 발표한 《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》은 중국의 현재와 향후 시기에 걸쳐 우주 과학 임무 배치와 연구를 이끄는 주요 지침으로 제시된 문서이다. 이 계획은 2년 이상의 기간 동안 연구기관, 대학, 산업 부문 등 관련 분야에서 500명 이상의 전문가와 학자가 참여하여 다양한 의견과 제안을 수렴하고 이를 반영하여 수립되었다.

이 발전 계획에서 제시한 중국의 우주 과학 발전 목표는 다음과 같다. 첫째, 임무 중심의 기초 연구를 강화하고 이를 통해 체계적인 발전을 도모하며, 둘째, 우주 과학 분야에서 높은 수준의 인재를 양성하고, 마지막으로 국제적으로 창의적이고 상징적인 성과를 지속적으로 창출하는 것이다. 이러한 발전 목표를 통해 중국은 국제 우주 과학 분야에서 선두 그룹으로 진입하여 우주 과학 강국으로 자리매김하고자 한다.



중국은 우주 과학 발전 목표를 실현하기 위해 다음과 같은 단계별 목표를 설정하였다.

먼저 첫 번째 단계인 2027년까지는 우주 과학 연구 수준을 전반적으로 도약시키는 것을 목표로 한다. 이 시기에는 중국이 강점을 보유한 고에너지 시변 천문학, 태양-지구 상호작용, 달과 화성의 기원 및 진화, 미세중력 물리학, 우주 생명 과학 분야에서 지속적으로 성과를 창출하고자 한다. 또한 암흑 물질과 극한 우주, 중력파, 원형 성운, 외계 행성, 태양 활동, 태양계 및 지구 시스템 탐사 등 첨단 분야에서 5-8개의 우주 과학 과제를 실행할 계획이며, 이 중 2-3개의 대형 과제는 상징적인 중대 성과를 기대하고 있다. 이와 함께, 우주 개발 체계를 구축하고 관련 분야에서 선도적 역할을 할 인재와 팀을 양성하여 국제적 영향력을 강화하고자 한다.

두 번째 단계인 2028년부터 2035년까지의 기간에는 중저주파 중력파, 우주의 암흑 시대, 거주 가능한 지구형 행성 탐지, 태양 활동과 지구 시스템 반응, 달 자원 활용, 화성 생명 탐사, 블랙홀 및 중성자별, 암흑 물질과 암흑 에너지 등 첨단 분야에서 독창적인 성과를 창출하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 우주 과학 분야에서 국제적 선두 위치를 확보하고자 하며, 동시에 초기 우주, 극단적 천체 물리학, 외계 생명 탐사, 태양 폭발 및 코로나 가열 메커니즘, 태양계 경계 탐사 등 과학 최전선에서 15개의 과학 임무를 논의하고 실행할 예정이다. 이 중 4~5개의 대형 임무가 포함될 계획이다.

마지막으로 세 번째 단계인 2036년부터 2050년까지는, 우주의 기원과 진화, 시공간의 본질, 태양계와 생명의 기원, 유인 심우주 탐사 등에서 혁신적인 기초 연구 성과를 달성하는 것을 목표로 한다. 이 시기에는 30개 이상의 우주 과학 임무를 논의하고 실행하며, 새로운 과학 기술 혁명에서 핵심 경쟁력과 선두 지위를 확보하려 한다. 또한, 국제적으로 최고의 과학 인재를 모아 세계 주요 우주 과학 센터와 혁신 허브를 구축하고자 한다.

중국은 이 계획을 단계적이고 체계적인 접근 방식으로 실행하고자 하며, 연구 주제와 대형 임무를 통해 국제무대에서 선두 지위를 확보하고자 하는 명확한 의지를 보이고 있다.

<표 1> 중국의 국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024년-2050년)

국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)	
1단계 ~2027년까지	<ul style="list-style-type: none">• 중국은 우주 정거장을 운영하며, 유인 달 탐사 및 달 탐사 프로젝트 4단계와 행성 탐사 프로젝트를 실행할 계획• 5~8개의 우주 과학 위성 임무를 수행하여, 국제적으로 중요한 영향을 미칠 수 있는 독창적 연구 성과를 창출하는 것을 목표
2단계 2028년부터 2035년까지	<ul style="list-style-type: none">• 이후 우주 정거장을 지속적으로 운영하며, 유인 달 탐사와 달 과학 연구소 설립과 같은 과학적 임무를 실행하고, 약 15개의 우주 과학 위성 과제를 수행할 계획• 이를 통해 세계 최고 수준의 독창적인 연구 성과를 달성하는 것을 목표
3단계 2036년부터 2050년까지	<ul style="list-style-type: none">• 최종적으로 30개 이상의 우주 과학 임무를 수행 및 구현하며, 특정 중요 분야에서 전 세계 최고 수준에 도달하는 것을 목표

2.2 중국의 우주 과학 우선 발전 방향

중국은 자국의 학문적 강점, 인적 자원, 공학 기술의 특성을 기반으로 다섯 가지 주요 과학 주제를 설정하고, 각 주제별 우선 발전 방향과 해결해야 할 주요 과학적 문제를 제시하였다.

첫 번째 주제는 “극한 우주”로, 우주의 기원과 진화를 탐구하며, 극한 우주 환경에서의 물리 법칙을 규명하는 것을 목표로 한다. 이 주제의 우선 발전 방향으로서는 암흑 물질과 극한 우주, 우주의 기원과 진화, 우주의 중입자 물질 탐사가 선정되었다. 이와 관련하여 해결해야 할 주요 과학 문제로는 암흑 물질 입자의 본질과 우주 고에너지 방사의 근원, 암흑 에너지의 본질, 동적 우주의 탐사와 일시적 천체의 물리적 메커니즘, 우주의 암흑시대와 재이온화 역사, 별과 행성 시스템의 기원과 진화, 중입자 물질의 순환과 피드백 등이 포함된다.

두 번째 주제는 “시공의 잔물결”로, 중저주파 중력파와 원시 중력파를 탐사하며, 중력과 시공간의 본질을 밝히는 데 중점을 둔다. 이 주제의 우선 발전 방향은 우주 중력파 탐사로 설정되었으며, 초대질량 블랙홀과 씨앗 블랙홀의 형성과 이들의 은하와의 협력적 진화, 블랙홀 근처 강력한 중력장에서의 세밀한 구조, 조밀 천체의 분포와 물리적 특성, 초기 우주론 모델의 검증 등이 주요 과학 문제로 제시되었다.

세 번째 주제는 “태양-지구 전체 파노라마”로, 태양, 지구, 태양권 간의 상호작용을 탐구하며, 태양-지구 복합계의 물리적 과정과 태양 및 태양계의 연관성을 규명하는 것을 목표로 한다. 이 주제의 우선 발전 방향으로서는 지구 순환 시스템, 지구-달 종합 관측, 우주 날씨 탐사, 태양 입체 탐사, 외태양권 탐사가 선정되었다. 이와 함께 해결해야 할 주요 과학 문제로는 태양 자기 활동의 특성과 자기 주기의 기원 메커니즘, 태양풍 교란의 3D 전파와 진화 규칙, 태양풍과 자기권 간 에너지 전달 및 소멸 메커니즘, 자기권-전리층-열권 간의 상호작용 등이 있다.

네 번째 주제는 “거주 가능한 행성”으로, 태양계 천체와 외계 행성의 거주 가능성을 탐구하고, 외계 생명체를 찾는 연구를 수행하는 것을 목표로 한다. 이 주제의 우선 발전 방향으로서는 지속 가능한 발전, 태양계 고고학, 행성권 구조 연구, 외계 생명체 탐사, 외계 행성 탐사가 포함된다. 주요 과학 문제로는 달 내부 물질, 층 구조 및 초기 충돌 역사, 소행성과 혜성의 기원과 진화, 화성의 거주 환경 진화와 생명 신호, 얼음 위성과 거대 가스 행성의 생명 신호 탐사, 외계 행성의 거주 가능성과 생명 특성 등이 제시되었다.

마지막으로 다섯 번째 주제는 “우주의 탐구”로, 우주 환경에서의 물질 운동과 생명 활동의 법칙을 탐구하고, 양자 역학과 일반 상대성 이론 등 기초 물리학에 대한 새로운 이해를 심화하는 것을 목표로 한다. 이 주제의 우선 발전 방향으로서는 미세중력 과학, 양자역학과 일반 상대성 이론, 우주 생명 과학이 포함된다. 주요 과학 문제로는 미세중력 환경에서의 복합 유체 물리학 이론, 중력장에서의 양자 효과 및 일반 상대성 이론의 고정밀 검증, 새로운 물리학 탐구, 지구 생명체의 우주 환경 적응성과 생존 전략 등이 제시되었다.

중국은 이 다섯 가지 과학 주제와 우선 발전 방향을 중심으로 연구를 체계화하며, 각 주제에서 구체적인 과학 문제를 해결하기 위한 돌파구를 모색하고자 한다.

<표 2> 중국의 우주 과학 우선 발전 방향 정리

중국의 우주 과학 우선 발전 방향	
극단적 우주	우주의 기원과 진화를 심층적으로 탐구하고, 극단적 우주 환경 조건 하에서의 물리 법칙을 규명
시공간 물건	중저주파 대역의 중력파와 초기 중력파를 탐지하여, 중력과 시공간의 본질에 대한 이론적 이해를 확립
태양-지구 전경	지구, 태양, 및 태양권을 대상으로 한 연구를 통해, 태양-지구의 복잡한 시스템과 태양계 전체의 물리적 상호작용 및 법칙을 해명
거주 가능한 행성	태양계 천체와 외계 행성의 거주 가능성을 탐구하고, 외계 생명체 탐사를 위한 기초 연구 수행
우주 물리학	우주 환경에서의 물질 운동과 생명 활동 법칙을 규명하며, 양자역학 및 일반 상대성 이론 등의 기초 물리학에 대한 심화된 이해를 추구

2.3 우주 계획 발전 로드맵

중국은 다섯 가지 주요 과학 주제를 중심으로 발전 방향을 설정하고, 이를 바탕으로 2027년, 2028~2035년, 2036~2050년의 세 단계에 걸쳐 과학 임무를 계획함으로써 2050년까지의 우주 과학 발전 로드맵을 제시하였다.

먼저 1단계 기간인 2027년까지 중국은 우주 정거장의 운영을 시작으로, 유인 달 탐사, 달 탐사 공정 4단계, 행성 탐사 공정을 통해 국제적으로 중요한 독창적 성과를 창출하는 것을 목표로 한다. 이 시기에는 대형 임무로 우주 X 선 관측, X선 열 중입자 탐사, 우주 중력파 탐사 선구자, 태양 극궤도 탐사 등 23개의 과학 임무를 선정하여 수행할 계획이다. 또한, 중소형 및 기회 기반 임무로는 적외선 우주 관측, 지구 자기권 다중 스케일 위성군, 목성 시스템 관측, 암흑 물질 입자 탐사 등 35개의 임무를 선정하여 실행할 예정이다.

2단계 기간인 2028~2035년 기간에는 첫 번째 단계에서 수행된 임무의 성과를 바탕으로 세계적으로 독창적인 연구 성과를 창출하고, 이를 기반으로 중국 우주 정거장의 지속 운영과 함께 다음과 같은 과학 임무를 추진한다. 유인 달 탐사, 달 연구 기지 건설, 태양계 경계 탐사, 거대 행성 시스템 탐사, 금성 대기 샘플 반환 등의 임무가 주요 목표로 설정되었다. 이 시기에는 대형 임무로 고정밀 적외선 우주 관측, 천체 조석력의 지진 유발 효과 관측, 태양 궤도 탐사, 고에너지 우주 관측, X선 탐사, 우주 중력파 탐사 등 45개의 임무를 선정하여 수행하며, 첫 번째 단계에서 미실행된 대형 임무도 포함된다. 또한, 중소형 및 기회 기반 임무로는 자외선 천문 관측, 해양 에너지 위성군, 우주 날씨 원인 탐구, 지구 동적 변화 관측 등 1011개의 임무를 선정하여 실행할 예정이다.

마지막으로 3단계 기간인 2036~2050년에 중국은 우주 과학의 주요 분야에서 세계적 선도 지위를 확보하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 대형 임무 5~6개와 중소형 및 기회 기반 임무 약 25개를 논의하고 실행하여 국제사회에서 우주 과학 선두 국가로 자리매김하고자 한다. 이를 통해 중국은 우주 과학 강국으로서의 지위를 공고히 하고, 글로벌 리더십을 강화하는 것을 목표로 설정하였다.



<표 3> 2024년부터 2050년까지 중국의 우주 계획 발전 로드맵

우주 발전 계획 로드맵	
1단계 ~2027년까지	• 중국은 우주정거장의 운영을 시작으로, 유인 달 탐사, 행성 탐사 등을 통해 과학 임무를 계획
2단계 2028년부터 2035년까지	• 우주정거장을 운영하면서, 유인 달 탐사, 달 연구 기지 건설 과 같은 과학 임무를 계획
3단계 2036년부터 2050년까지	• 30여개의 과학 임무 항목의 수행과 우주과학 분야에서 세계적 선도 지위를 획득

<표 4> 중국의 우주계획 발전 로드맵

우주 계획 발전 로드맵		
1단계 ~2027년까지	대형임무	<ul style="list-style-type: none"> 우주 X선 등 다파장 협동 관측 X선 열 중입자 탐사 우주 중력파 탐사 선구자 태양 극 궤도 탐사
	중소형 임무 및 가능성 기반 임무	<ul style="list-style-type: none"> 암흑 물질 입자 탐사 우주 테라헤르츠 고속 이미지 관측 초장파 우주 관측 적외선 우주 관측 숨겨진 자연 지형 탐사 투명 해양 위성군 전천후 3D 풍력 관측 지구 복사 에너지 수지 탐사 지구 자기권 다중 스케일 위성군 태양-지구 L5점 태양 탐사 우주 기반 태양 전파 배열 관측 인류 활동 흔적 정밀 관측 글로벌 식생 생물량 시공간 패턴 분석 목성 시스템 관측 외계 행성 탐사

우주 계획 발전 로드맵		
2단계 2028년부터 2035년까지	대형임무	<ul style="list-style-type: none"> • 고정밀 적외선 우주 관측 • 천체 조석력의 지진 유발 효과 관측 • 태양 궤도 탐사 • 고에너지 우주 관측 • X선 탐사 • 우주 중력파 탐사 ※ 2027년까지 미실행된 대형 임무 포함
	중소형 임무 및 가능성 기반 임무	<ul style="list-style-type: none"> • 자외선 천문 관측 • 해양 에너지 위성군 • 주요 대역 다중 간 상호작용 관측 • 경계층 열역학 구조 및 화학 성분 관측 • 글로벌 고정밀 자기장 위성군 • 지구 응력 관측 • 지구 복사대 탐사 • 우주 날씨 원인 탐구 • 편대 태양 고에너지 관측 • 사중 협동 과학 관측 • 지구 동적 변화 관측 • 소행성 탐사 • 외계 행성의 위성 탐사
3단계 2036년부터 2050년까지	대형&중소형 임무 및 가능성 기반 임무	<ul style="list-style-type: none"> • 대형 임무 5-6개와 중소형 및 가능성 기반 임무 약 25개를 논의 중에 있는 것으로 예측

3. 《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》와의 차이점

3.1 《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》의 전략 내용

2016년 중국과학원이 발표한《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》는 향후 15년간 중국의 우주 과학 발전 방향과 로드맵을 제시한 중요한 문서이다. 약 30명의 과학자가 협력하여 작성한 이 보고서는, 2030년까지 중국이 달성해야 할 우주 과학의 전략적 목표와 연구 과제, 그리고 우주 과학 위성 임무를 구체적으로 서술하고 있다.

보고서에 따르면, 중국은 2030년까지 우주의 형성과 진화, 외계 행성과 외계 생명 탐사, 태양계의 형성과 진화, 태양 활동과 지구 우주 환경에 미치는 영향, 지구 시스템의 발전과 진화, 그리고 새로운 물리 법칙의 발견 등 다양한 연구 분야에서 획기적인 과학적 성과를 달성하고자 했다. 이를 통해 중국은 우주 개발과 첨단 기술 분야에서 비약적인 발전을 이루겠다는 목표를 제시했다.

이러한 과학적 목표를 달성하기 위해, 중국은 총 23개의 공간 과학 프로그램과 약 20개의 과학 위성 발사 계획을 포함했다. 주요 과학 프로그램으로는 블랙홀 탐사, 천체 내부 구조 연구, 새로운 관측 기법 개발, 그리고 화성의 전방위 탐사 등이 있다. 특히, 화성 탐사는 글로벌 원격 탐사, 특정 지역 샘플 조사 및 귀환을 통해 심층적으로 수행될 예정이라고 밝혔다.

이러한 우주 탐사 프로그램이 추진된 배경에는, 중국이 “우주 기술 강국이지만 우주 과학 약소국”이라는 딜레마에 직면해 있다는 점이 있었다. 현재 중국 과학자들은 주로 외국 과학 위성에서 공개한 데이터를 활용하고 있어,

독자적이고 창의적인 연구 성과를 창출하는 데 한계가 있었기 때문이다. 이에 따라 중국은 독립적인 과학 위성과 연구인프라를 구축하여 혁신적인 과학 성과를 목표로 하고자 했다.

《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》를 통해 중국은 “우공 위성”, “실천 10호 위성”, “양자 과학 실험 위성” 프로젝트를 통해 초기 성과를 내고 있음을 강조했다. 그러나 이러한 프로젝트는 “일회성” 연구에 머무르고 있어, 지속적이고 안정적인 발전을 위해 NASA나 유럽우주국(ESA)과 같은 체계적이고 안정적인 예산 지원 시스템이 필요하다고 제안했다. 특히, 항공우주 예산의 일정 비율을 우주 과학 연구에 할당함으로써 장기적이고 체계적인 연구 기반을 마련해야 한다는 점을 지적했다.

이후 중국은《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》의 목표대로 암흑 물질 탐사 위성, 양자 과학 위성 등 주요 과학 위성을 성공적으로 발사하였으며, 우주 물리학 연구를 위한 중요한 자료를 축적하였다. 특히 중국의 화성 탐사선인 ‘텐원 1호(天问一号)’는 궤도 진입에 성공하였으며, 탐사 로버 착륙을 성공시키고, 화성 표면을 탐사하는 모습을 보이면서 중국의 행성 탐사 역량을 입증하였다. 달 탐사선 창어 4호는 세계 최초로 달의 뒷면 착륙을 성공시켰으며, 창어 5호는 달의 샘플을 지구로 귀환시키는 모습을 보이면서 우주 분야에서 많은 성과를 보여주었다. 또한 우주정거장인 텐궁을 통해 국제 협력을 확대하면서 국제사회에서 새로운 모습을 보여주었다.

하지만 이러한 성과에도 불구하고, 중국은 해외 데이터에 대한 의존, 고성능 탐사 장비 개발에 관해서 선진국과의 많은 격차 등의 과제가 남아있는 모습을 보였다. 그렇기때문에 중국은 《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》을 통해 기술 자립화와 선진화를 실현하여, 고성능 탐사 장비와 유효 탑재체의 독자적 개발을 목표로 삼고 있다. 이러한 계획을 통해 중국은 지속적이고 안정적인 우주 과학 연구 기반을 마련하고, 향후 15년간의 목표를 달성할 수 있는 체계적인 발전을 도모하고자 한다.

3.2 《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》와《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》의 비교

먼저《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》는 2016년부터 2030년까지 약 15년간의 단기 및 중기 목표를 설정한 보고서로, 중국이 우주 과학 연구의 기초를 다지고 주요 과학적 돌파구를 마련하기 위해 작성되었다. 이 보고서는 기초 과학 분야에 초점을 맞추어 우주의 형성과 진화, 외계 생명 탐사, 물리학적 법칙 탐구, 태양계 형성 연구와 같은 과학적 질문을 다루며, 문제를 해결하기 위한 연구 전략을 제시했다. 이에 반해《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》은 2024년부터 2050년까지 약 25년 이상을 다루는 장기적 전략 문서로, 중국이 우주 과학 강국을 넘어 우주 선도국으로 도약하기 위한 포괄적인 발전 목표를 담고 있다. 이 계획은 미래 기술 확보, 심우주 탐사, 달과 화성 기지 건설과 같은 대규모 프로젝트를 중점적으로 계획하고 있으며, 이를 통해 중국은 글로벌 리더십을 확보하고 국제 우주 과학 분야에서의 역할을 확대하고자 한다.

두 문서는 초점과 방향성에서도 뚜렷한 차이를 보이고 있다. 《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》는 기초 과학 분야의 연구를 우선시하며, 새로운 물리학 법칙의 발견, 외계 생명 탐사, 태양계 형성 과정 분석 등 기초 과학적 질문에 답을 찾고자 했다. 또한 약 20개의 과학 위성을 발사하고, 23개의 구체적인 과학 프로젝트(블랙홀 탐사,

중력파 연구, 화성 탐사)를 통해 과학적 발견을 목표로 삼았다. 특히, 과학 위성과 유인 우주 프로젝트를 통합하여 중국 내 과학적 역량과 독자적인 기술 개발 기반을 강화하는 데 중점을 두었다. 반면《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》은 과학적 발견뿐만 아니라 과학과 기술의 융합을 통해 우주 자원 개발, 달과 화성의 기지 건설, 심우주 탐사 등 대규모 응용 프로젝트에 주력한다. 이러한 대규모 프로젝트는 단순한 과학적 성과를 넘어서, 글로벌 협력과 국제 과학 외교의 중심에서 중국의 리더십을 확립하고자 하는 목표를 내포하고 있다.《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》는 기초 과학 연구와 국내 기술 역량 강화를 우선시하며, 독자적인 기술 개발과 과학적 발견에 중점을 두고 작성되었다. 반면,《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》은 글로벌 협력과 리더십 확보를 목표로, 과학과 기술의 융합을 포함한 포괄적 발전 전략을 담고 있다.

그렇다면, 왜 중,단기의《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》에서 장기의《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》으로 발전한 것일까? 그 이유는 첫 번째로 우주 과학 분야의 특성 때문이라고 할 수 있다. 우주 과학 분야는 기술과 연구의 발전 주기가 긴 특징을 가지고 있으며, 특히 대규모 프로젝트는 장기간에 걸쳐 실행되는 특징을 가지고 있다. 중국은 2030년 이후를 대비하는 장기적인 전략이 필요했고, 그렇기 때문에 연속성이 존재하지만 한층 발전된 중장기 발전 계획을 발표했다고 볼 수 있다.

두 번째로는 미중갈등으로 인하여 경제 성장에 타격이 생기자 이를 돌파하기 위한 수단 중 하나로 우주 항공 기술을 선택했다고 볼 수 있다. 중국은 국가적 차원에서 차세대 과학 기술 발전 산업으로, 인공지능(AI), 반도체 및 첨단 제조, 우주 항공, 신에너지 기술 등에 적극적으로 투자하고 있다. 지속되는 미중갈등으로 인하여 경제적 손실에 직면해 있음에도 불구하고, 이를 타개하기 위하여 과학 기술 발전에 중점을 두고 있다고 판단된다. 중국은 전략적으로 과학 기술의 발전을 통해 갈등 속에서의 해결책을 찾고 있으며, 그 중 우주 항공 기술의 발전을 통해 이를 해결하고자 한다.

<표 5> 《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》와 《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》의 차이점 요약

항 목	《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》	《국가우주과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》
목표 기간	약 15년 (단, 중기 목표)	25년 이상(장기 목표)
초점	기초 과학 연구 강화	기초 연구와 응용의 융합, 기술 혁신
주요 연구 분야	우주의 형성과 진화, 외계 생명 탐사, 태양계 연구	심우주 탐사, 자원 개발, 우주 기술과 응용
성과	암흑 물질 탐사 위성 “우궁”, 텐궁 우주정거장, 화성 탐사 등의 기초 성과	30개 이상의 과학 임무, 달/화성 기지 건설, 심우주 탐사
국제적 맥락	중국 국내의 역량 강화와 독립적 연구 초점	국제 협력에서의 주도과 글로벌 우주 질서 선도

4. 결론

3.1 《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》의 전략 내용

본 연구는 2024년 10월에 발표된《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》을 중심으로, 중국의 장기적인 우주 과학 발전 계획을 서술하였다. 또한, 과거 발표된 《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》와의 비교를 통해 두 계획이 보여주는 목표와 전략적 방향성의 차이와 연속성을 분석하였다. 두 계획은 각각의 목표와 초점에서 차이를 보인다. 《2016-2030 공간 과학 계획 연구 보고서》는 주로 기초 과학 연구와 독자적 기술 역량 강화를 통해 중국 우주 과학의 기반을 다지는 데 초점을 맞췄다. 반면, 《국가 우주 과학 중장기 발전 계획(2024-2050)》은 심우주 탐사, 달과 화성 기지 건설, 우주 자원 개발과 같은 대규모 프로젝트를 통해 과학과 기술의 융합을 이루고, 글로벌 협력을 통해 국제 우주 과학 질서에서 중국의 역할을 확대하고자 한다는 점에서 차별성을 가진다.

이러한 비교 서술을 통해 두 문서가 중국의 우주 과학 발전의 지속 가능성과 글로벌 경쟁력 강화를 위한 단계적 로드맵을 제시한다는 점에서 연속성을 유지하고 있음을 알 수 있다. 현재 글로벌 우주 기술 선진국 중 하나인 미국은 SpaceX의 재사용 로켓 기술과 중형 발사 로켓과 같은 혁신 기술이 있지만 중국은 없으며, 중국 또한 장정 시리즈의 발사체 기술을 가지고 있지만, 미국의 새턴V에는 비교할 수 없는 차이를 갖고있다. 또한 우주 선진국에는 많은 민간 기업들이 존재하지만, 중국은 존재하지 않는다. 향후, 중국이 계획한 대규모 프로젝트가 성공적으로 이루어진다면, 이는 중국의 우주 과학 뿐만 아니라 중국이 바라던 국제적 리더십 강화와 경제적 응용 가능성의 확대에도 중요한 기여를 할 것이다. 본 연구는 두 계획의 주요 내용을 서술하고 비교함으로써, 중국 우주 과학 전략이 보여주는 장기적 비전과 목표의 특징을 서술하고 있다.

참고문헌

1. https://content-static.cctvnews.cctv.com/snow-book/index.html?item_id=17034936271185957330
 2. https://content-static.cctvnews.cctv.com/snow-book/index.html?item_id=10957375567361247106
 3. https://content-static.cctvnews.cctv.com/snow-book/index.html?item_id=15809242956944765537
 4. https://www.cas.cn/syky/202410/t20241014_5035917.shtml
 5. <https://news.cgtn.com/news/2024-10-15/China-releases-first-national-plan-for-space-science-development-1xlniq8FNK/p.html>
 6. <https://thechinaacademy.org/china-unveils-ambitious-26-year-space-science-plan/>
 7. <https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2016/3/340884.shtm>
-



우주상황인식 주요국 및 국제기구 기술정책 동향

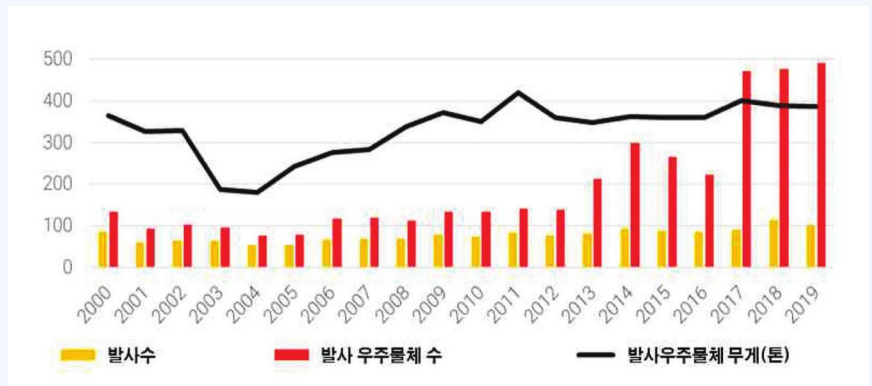


김종범 | 책임연구원
한국항공우주연구원
정책팀
이학(과학기술학) 박사
jbkim@kari.re.kr

1. 서론

우주물체 및 우주활동국 수의 증가로 인한 우주공간의 과밀화, 우주환경의 오염 등으로 우주 물체의 안전한 운용에 대한 위험이 꾸준히 증가하여 이를 추적하고 관리할 필요성이 증가하고 있다. 1957년 이래 약 9,600기의 인공위성이 발사되어 현재 2,666기가 지구궤도에서 정상 작동 중이며, 88개국이 인공위성을 보유·운용 중이다. 2013년 이후 우주활동이 급속히 늘어, 2017~2019년 동안 연간 470기 이상 우주물체가 발사되었다.

인공위성의 파열·폭발·오작동, 인공위성 수명 종료, 우주발사체의 일부분, 우주물체 간 충돌 등으로 인한 우주쓰레기가 기하급수적 증가하고 있다. 우주쓰레기는 34개(10cm 이상), 90만개(1~10cm), 128만개(1mm~1cm)로 추정되나, 정기적 추적이 가능한 우주쓰레기는 22,300개에 불과하다.



<그림 1> 우주활동 변화(2000~2019)

오늘날 우주는 다양한 행위자들에 의해 정의되며 활용되는 공간이 되어 가고있다. 1957년 인공우주물체의 등장은 우주감시의 필요성과 관련기술의 발전을 촉발하였고 오늘날 더욱 다양

한 주체의 우주이용은 우주감시를 우주상황인식과 우주교통관리로 다변화하는 원인으로 작용하고 있다. 나아가 우주에 대한 인류의 이용능력 확장은 각국의 이익을 보전하기 위한 ‘영역화’ 개념의 강조로 이어졌다. 우주는 다각화하여 활용할 수 있는 공간이며, 1967년의 우주조약에 따라 우주에 대한 자유로운 접근이 누구에게나 보장되어야 한다.

체코 출신 연구자인 루보스페렉(Lubos Perek)은 1982년 자신의 논문 우주교통법규(Traffic Rules for Outer Space)에서 우주교통관리(space traffic management, STM)의 개념을 최초로 제시하였다. 기존에도 우주물체의 증가와 관련한 다양한 문제의 가능성을 제시한 논문들은 다수 발표된 바 있으나, 페렉의 논문은 기존 논문들에서 더 나아가 우주교통규칙의 원칙들을 최초로 제시하였다는 점에서 의미다. 그가 제시한 원칙들은 폐기위성의 처리, 무덤궤도(graveyard orbit), 우주쓰레기 감소, 우주물체 식별 및 우주환경 오염의 최소화 등이었다. 페렉의 논문이 발표된 후 얼마 지나지 않아 국가 및 국제기구에서 관련 정책 또는 가이드라인이 수립되기 시작하였다.

<표 1> 주요 우주쓰레기 발생 사건

구 분	명 칭	발사국	연도	파열궤도(km)	우주쓰레기 개수(당시)	우주쓰레기 개수('18년)	파열 원인
인공 위성	Fengyun-1C	중국	2007	850	34,288	2,880	의도적 요격
	Cosmos 2251	러시아	2009	790	1,668	1,141	우발적 충돌
	Iridium 33	미국	2009	790	628	364	우발적 충돌
	Cosmos 2421	러시아	2008	410	509	0	미상
우주 발사체	STEP2	미국	1996	625	745	84	우발적 폭발
	SPOT1	프랑스	1986	805	498	32	우발적 폭발
	OV2-1/LCS-2	미국	1965	740	473	33	우발적 폭발
	CBERS1	중국	2000	740	431	210	우발적 폭발
	Nimbus 4	미국	1970	1,075	376	235	우발적 폭발
	TES	인도	2001	670	372	80	우발적 폭발

<표 2> New Space 시대 전후 SSA의 주요 변화

구 분	SS/SSA	SSA+STM/SDA
행위자	• 정부, 국제기구, 정부 간 연합	• 정부, 국제기구, 정부 간 연합, 민간
형태	• 국가 간 협력	• 국가-민간의 양방향 협력 혹은 계약
주요 활동 및 변화	<ul style="list-style-type: none"> - SSA 관련 국가계획 수립 - 우주물체 추적/감시 - NEO, 우주쓰레기 등 데이터 수집/관리 - 우주기상 모니터링 예보 	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 SSA 활동의 계속적 수행 - 민간과 군의 SSA 관리주체 구분 - 미 우주군, 일본 우주작전대 창설 - 우주안보와 & AI, 5G, IoTs(The Internet of Battlefield Things), JADC2(Joint All-Domain Command and Control)

II. 우주상황인식 등 정의

국제우주학회(IAA), 국제우주연맹(IAF) 간 협력 이니셔티브는 포괄적인 접근법과 제안을 개발하였다. 2018년에 제시한 우주교통관리(STM)에 대한 문서가 성공적으로 완성되었다. 이니셔티브의 목표는 국가 및 국제 수준의 의사결정자를 지원하고 우주공간의 안전한 사용을 촉진하고 조치가 필요한 영역을 식별하는 공동 협력 문서를 작성하는 것이었다.

2022년 9월 17일 파리 IAC에서 열린 공동 특별 세션에서 보고서는 IISL, IAA, IAF 등 세 조직의 회장이 승인하였다. 여기에서 IISL Space Traffic Management Working Group는 STM의 기술 및 법적 측면에서 전문가 간의 학제 간 협력 작업의 중요성을 강조하였다. 이 문서의 주요 권장 사항 중 하나는 국가가 안전조치 측면에서 일정 수준의 조화를 촉진하기 위한 표준을 채택하도록 권장하는 것이었다.

IISL은 STM의 주제가 계속 발전할 것임을 인식하고 있었다. IISL은 이 주제에 대해 IAF 및 IAA를 지원하고 협력하여 STM과 관련된 필요한 법률 및 정책 전문 지식을 제공하였다. 정의를 살펴보면, 우주교통관리(Space Traffic Management; STM)는 외기권 우주에서 안전하게, 지속가능하게, 접근하고 수행하는 수단과 규칙을 포괄한다(EISA 정의). 우주교통관리(Space Traffic Management; STM)는 안전하고 지속가능한 우주 운용 환경에 기여하는 보증가치사슬(assurance value chain)로서 규제, 라이선스 및 우주교통조정(Space Traffic Coordination: 조정, 동기화 및 데이터 공유), 운용상 조정서비스, 충돌회피(궤도상, 발사/재진입시), 발사/재진입 운용시 공역사용자들과의 연계·조정, 주파수 관리·조정 등도 포함하며, 우주상황인식(Space Situation Awareness; SSA)의 기반에 의존한다. 우주상황인식(Space Situational Awareness; SSA)은 우주감시추적(Space Surveillance & Tracking ;SST)(우주물체를 모니터링하고, 충돌위험을 예측/경보하는능력), 우주기상(space weather) 및 근지구물체(NEO) 등을 말한다.

우주영역인식(Space Domain Awareness; SDA)은 우주운영의 군 및 국가 안보 측면이다. 우주환경보전(Space Environment Preservation; SEP)은 잔해 경감(Debris Mitigation), 잔해 교정(Debris Remediation), ADR(Active Debris Removal), 충돌 회피(Just in time Collision Avoidance; JCA), 장기 잔해교통 관리(Long-term Debris Traffic Management; LDTM) 등을 포함한다. 우주운영보증(Space Operation Assurance; SOA)은 SDA, STM, SEP 및 SSA 등을 포괄하여 지칭한다.



<그림 2> SDA, SSA 및 STM 정의 및 범위

III. 주요국 기술 및 정책

1. 미국

미국에서는 국방부 우주군 산하의 연합우주작전본부(Combined Space Operation Center; CSpOC)에서 우주 물체에 대한 감시·추적업무를 수행한다. 전 세계 각지에 분포된 30개소 이상의 레이다 및 광학 관측장비를 연동한 우주감시망(Space Surveillance Network; SSN)을 운영하여 우주물체에 대한 궤도정보를 배포하고 있다. 특히, 저궤도(고도 2,000km 이하)에서는 지름 10cm 이상, 정지궤도(고도 36,000km)에서는 지름 1m 이상의 물체까지 탐지 가능하며, 최근 신규 구축된 지상레이다 시스템인 Space Fence의 경우에는 저궤도에 있는 지름 5cm 크기의 물체까지도 추적이 가능한 것으로 알려져 있다. 최근 들어서는, LeoLabs와 같은 산업체에서 우주물체 레이다 관측 및 데이터 제공과 관련된 상용 서비스도 제공하고 있다.

2000년대 초 우주교통관리 역량을 구축하기 시작한 NASA, 교통부 등이 수행하던 자연 우주물체의 감시와 민간의 우주발사 관리에 더하여, 국방의 역량이 더해져, 우주상황인식정보를 생성하고, 이를 상업용으로 그리고 국외 운용자들에게 제공하는 프로그램 CFE Pilot Program이 시범 운용되고 있다. 국방부(DOD), 연방항공청(FAA), 해양대기청(NOAA), 정보통신청(NTIA), 항공우주청(NASA), 연방통신위원회(FCC) 등 6개 기관에 의해 수행된다. 이들 각각에 대한 임무 및 권한은 우주물체의 발사, 운용 및 폐기 단계에 따라 구분되며, 발사 전 단계, 운용단계, 비활성 단계 등 모든 과정에서 우주교통 관련 임무를 수행한다.

미국 정부는 경제 상황, 전투 능력, 민간 우주 주체 등이 점점 우주자산에 의존하게 됨에 따라, SSA를 우주시스템에 대한 위협을 완화하는 중요한 기능으로 여기고 있다. 우주물체 추적을 위한 미국의 초기 시스템은 Minitrack으로 위성 송신 주파수에 관한 국제협약에 따라 위성을 추적하였다. 이 시스템은 당시 소련이 발사한 위성과 같은 비협조적인 위성을 추적하는데 제한이 있었기 때문에 1950년대 Spacetrack Network를 개발하였고, 이것이 오늘날 미국의 우주감시 네트워크(SSNSpace Surveillance Network)로 발전하게 된다.

우주감시네트워크(SSN)는 CSpOC(Combined Space Operations Center)에서 관리하며 6개의 위성을 기반으로, 30개 이상의 지상 기반 광학망원경과 레이더로 구성되어, 23,000개 이상의 우주물체를 추적할 수 있다. CSpOC는 18우주통제비행대(18th Space Control Squadron) 내에 있으며, SSN 데이터를 사용하여 우주 카탈로그를 유지 및 관리한다. 카탈로그는 군이 내부적으로 사용하는 것과 전체 우주커뮤니티에서 사용하는 것으로, 크게 2개의 데이터베이스로 나뉜다. 현재 SSN은 10cm 이상의 우주물체만 추적할 수 있고 아시아나 남미 등 일부 지역은 커버리지가 적은 한계가 있다.

미 공군은 SSN 시스템을 강화하기 위해 2005년 LEO의 작은 물체를 추적하기 위한 분산된 S-밴드 어레이 레이더의 지상 기반 시스템으로 구성된 우주 펜스 시스템(Space Fence System; SFS)을 시작하였다. 록히드마틴이 마셜제도의 과잘레인 환초(Kwajalein Atoll)에 시스템을 구축하여 2020년 3월부터 운영되고 있다. 이 시스템은 우주사령부(Space Command)가 추적하는 우주물체의 수를 약 20만개로 늘려 2~3cm 크기의 작은 물체도 식별할 수 있는 것으로 알려진다. 정지궤도의 SSA 기능은 미 공군의 GSSAP 위성에서 제공한다. 군용자산만으로는 위성군으로 인해 증가하는 우주물체의 수를 감당할 수 없어 SPD-3를 통해 미국은 SSA 및 STM 책임의 일부를 국방부(DoD)에서 민간기관인 상무부(DoC)로 이전하기 시작하였다, 국방부는 우주물체에 대한 “authoritative catalog”와 군 자체 SSA를 유지하는 한편, 상무부 주도로, 카탈로그의 일부를 공표하고 민간 부문과의 협력을 강화하고 있다.

SPD-3는 상업, 민간 및 국제 주체들이 수입한 정보를 구매하고 공개 데이터 저장소(Open Data Repository)에 통합할 수 있는 가능성을 도입하고, 상업 우주 부문의 성장을 장려한다. 현재 개발 중인 저장소는 SSA 데이터의 상호운용성을 향상하고 SSA 데이터 공유를 확대하려고 하고 있다. 미국은 또한 새로운 센서를 제공하고, SSA 데이터를 공유하며, 특히 데이터소스를 다각화함으로써 SSA 역량의 부족함을 최소화하고자 하고 있다. SPD-3는 또한 국제 STM 표준 및 모범 사례의 개발을 장려하고 있다.

미국 우주군은 Cislunar(지구-달사이) 공간으로 우주영역인식 능력확장을 추진하고 있으며, 특히 Cislunar 공간으로의 SSA 능력을 확충하기 위해 SSA 우선순위를 평가하고 있다. 비용효과적인 새로운 센서를 전개하며, Cislunar 공간 내에서 국내외 사용자와 협력 데이터교환 증진 및 통합적 물체 카탈로그를 공동개발하고 있다. Cislunar 공간 항법 및 우주비행 안전지원뿐만 아니라, Cislunar SSA 데이터 공유를 위한 절차도 개발하고 있다.

2018년 미국 우주 전략(U.S Space Strategy) 이후 국가적 추세는 DoD가 관리하는 중앙집중식 SSA 역량에서 벗어나 상업 부문과 통합된 민간 기능에 대한 개방으로 변화하기 시작하였다. 미국 정부는 고품질 SSA 데이터 및 서비스의 공급자이자 고객 역할을 하며, SPD-3에 의해 기본 수준의 SSA 데이터가 사용자들에게 무료로 제공되도록 보장하고 있어 SSA 시장이 빠르게 성장하고 있다. SSA 회사는 이용 가능한 자산들을 활용하고 미국 정부의 미래 개방형 아키텍처를 사용하여 상업적 부가가치 SSA 서비스를 제공할 수 있다.

미 공군은 현재 민간 이해관계자들을 포함하여 450개 이상의 기관과 2,200기 이상의 위성(spacecraft)을 운영하는 계약을 맺고 있다. 미국 정부는 원격감시 영역 등에서도 같이 상용 데이터 및 서비스 조달로 전환함에 따라 상용 SSA 데이터 구매를 통해 자체 카탈로그 데이터의 품질을 향상시키는 방법을 모색하고 있다. 미국의 SSA 회사들은 미국 정부를 핵심 고객으로 하여 상업용 위성 사업자 및 외국 정부에 계약 서비스를 제공한다. 일부 미국 상업 회사는 정부를 핵심 고객으로 추적 시스템을 운영하여 위성 및 잔해의 독립적인 카탈로그를 유지관리한다. 대부분의 상용 시스템은 정지궤도(GEO)를 위한 광학망원경, 그리고 저궤도(LEO)를 위한 레이더 시스템을 사용하여 광범위한 우주물체를 감지할 수 있는 지상 기반 시스템을 보유하고 있다.

미국의 상업용 SSA 부문은 다양한 규모의 전문 SSA 산업체들로 구성되어 있다. ExoAnalytic Solutions, Analytical Graphics Inc(AGI) 등이 주요 SSA 기업으로 자리 잡았다. AGI는 센서 데이터를 강력한 소프트웨어 알고리즘과 결합하여 상용(off-the-shelf) 서비스를 제공한다. ExoAnalytic Solutions의 네트워크는 전 세계에 설치된 300개 이상의 망원경으로 구성되어 실시간으로 데이터를 결합한다. LeoLabs는 저궤도(LEO)의 상용 레이더 추적 서비스를 제공하며 전 세계 곳곳에 설치된 위상 배열 레이더 네트워크를 통해 미국 우주 펜스(Space Fence) 역량과 비슷한 2cm의 작은 물체를 감지할 수 있으며, 2021년 서호주에 2개의 위상 배열 레이더를 설치하였다. SSA 하드웨어 및 소프트웨어, 데이터 및 서비스에 중점을 둔 수십 개의 스타트업이 설립되고 있으며, SpaceNav, Lockheed Martin 등과 같은 일부 회사는 자체 센서를 보유하지 않고 다른 기관에서 수집한 데이터를 기반으로 SSA 서비스를 상용화하고 있다. SSA를 홍보하고 정부와의 시너지를 통해 데이터와 같은 연구를 제공하는 비영리 법인 The Aerospace Corporation 등의 비상업적 민간기업에서도 SSA 서비스를 제공한다.

<표 3> 미국의 주요 우주감시 프로그램

주요 프로젝트	운용 장비		관리 주체
<ul style="list-style-type: none"> • US Space Surveillance Network (SSN) • NASA Orbital Debris Program Office (ODPO) • NOAA Space Weather Prediction Center (SWPC) • DOD Missile Defense Agency (MDA) 	지상 기반 감시장비	광학장비	<ul style="list-style-type: none"> • 미 우주사령부 (USSC) • 미 군(육/해/공/우주) • 미 항공우주국(NASA) • 미 해양대기국(NOAA) • 미 국방부(MDA) • 대학 부설 연구소 • 기타 민간 연구기관

2. 일본

현재 JAXA의 카미사바라 우주방위센터에는 고도 2,000km 밖까지 지름 1m 이상의 물체를 최대 10개까지 볼 수 있는 레이더 시설이 있다. 비세이 우주방위센터에는 GEO로의 SSA 추적을 위한 광학망원경을 보유하고 있다. SSA 정보수집능력 향상 및 정보공유를 위해 미국 등 양자협력체계 구축, 우주기반 광학망원경 및 SSA 레이저 거리측정 장치 도입을 추진하고 있다. 기존 광학, 레이더 장비는 노후화 되고 있으며, LEO 잔해물의 5% 정도만 추적 가능하며, JAXA가 단독 업무수행하는 체제로 되어있어 역량에 한계가 있다. 650km 밖 지름 10cm의 물체를 감지할 수 있는 새로운 망원경을 비세이 우주방위센터에 설치하고 있다. 우주상황을 상시적, 지속적으로 감시하는 한편, 평시에서 유사시 다양한 단계에서 우주이용의 우위를 확보하도록, 항공자위대에 우주영역 전문부대 1개를 신설하였다. 내각부, JAXA, 방위성을 중심으로 우주상황인식 시스템을 구축하고 있고, 특히 JAXA는 저궤도 감시 레이더, 정지궤도 감시 광학망원경, 분석시스템(궤도파악, 위성접근, 재진입 등)을 구축하고 있다. 방위성은 정지궤도 감시 능력 레이더를 구축하고 있다.

<표 4> 일본 SSA 시스템 구축 목표

구 분		현 재	목표
주체		JAXA	내각부, JAXA, 방위성, 국제협력(미국)
레이더	관측 능력	1.6m 급 (650km 궤도)	10cm 급 (650km 궤도)
	동시 관측 물체 수	최대 10개	최대 30개
광학	한계등급	18(1m급), 16.5(50cm급)	18(1m급), 16.5(50cm급)
분석 시스템	물체 수	최대 3만 0,000개	최대 10만 개
	관측 경로(레이더)	200개/1일	1만 개/1일
	관측 방법	수동	자동

3. 한국

국내에서는 우주개발진흥법 제15조에 근거한 우주위험대비기본계획을 통해 우주공간의 환경보호와 감시, 우주위험의 예방 및 대비를 위한 연구개발을 강조하고 있다. 우주로부터의 위험에 대한 대응과 관련해서 제1차 우주위험 대비 기본계획(2014~2023)에서는 우주위험 범부처 종합대응체계 강화, 민간군 협력 네트워크 강화를 통한 상시적 공조체계 구축, 우주위험감시·대응기술개발, 우주위험대비 국제공조 강화를 위해 노력하였고, 2차계획도 국가 우주위원회에서 2024년 10월 29일 심의·의결되었다.

비전

우주위험으로 부터 국민의 안전, 우주자산 보호, 우주안보 확립

목표

글로벌 수준의 우주감시 역량 확보

선제적 우주위험 대응체계 구축

우주위험대비 산업화 기반 조성

추진 전략

01 글로벌 수준의 우주감시 역량 확보

1-1 독자적 우주위험 대응 기술 확보

- 1) 우주감시기술 분야
- 2) 우주위험 예·경보기술 분야
- 3) 우주위험 저감기술 분야

1-2 국제협력을 통한 글로벌 우주감시 전문성 강화

- 1) 우주위험 국제규범 대응력 강화
- 2) 국제사회 리더십 강화 및 우주감시 협력 활성화
- 3) 국제협력 외연 확대
- 4) 우주감시 데이터 공유·활용 체계 구축

02 선제적 우주위험 대응체계 구축

2-1 국가 우주위험 대응체계 확대·정비

- 1) 확대된 우주감시 범위 대응
- 2) 우주교통관리(STM) 정책 수립
- 3) 우주위험 대응 전문인력 양성

2-2 확대된 우주위험 대응 법·제도 개선

- 1) 우주안보 표준지침 마련
- 2) 인공·자연 우주물체 추락·충돌 대응 매뉴얼 고도화

2-3 상호보완적 민·군 우주감시 시스템 구축·활용

- 1) 민군 우주감시 정보공유 협의체 구성·운영
- 2) 국가우주감시 자산 공동활용 체계 구축

03 우주위험대비 산업화 기반 조성

3-1 데이터 공유·활용 기반 조성

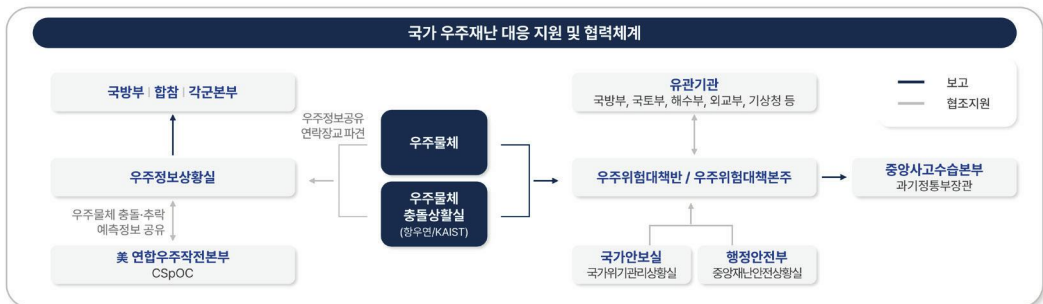
- 1) 국가 우주감시 데이터 공유 정책 수립
- 2) 국내외 우주감시 데이터 공유 플랫폼 활용 강화

3-2 우주감시 비즈니스 모델 개발

- 1) 국내 수요 공급 생태계 구축
- 2) 우주감시 및 우주위험 저감기술 민간 서비스 시장 창출 및 육성 지원

<그림 3> 제2차 우주위험대비기본계획('24~'33)

2020년에는 제34회 우주개발진흥심사위원회를 개최하여 지속 가능한 우주개발, 우주환경 보호를 위한 우주쓰레기 경감 권고안을 마련한 바 있다.



<그림 4> 우리나라 민군 SSA 아키텍처

IV. 국제기구

우주 공간의 복잡화나 우주 활동 주체의 다양화 등에 따른 우주 활동의 안전성과 지속성 확보가 어려워지는 가운데, 이러한 이슈를 다루기 위해 미국 등 주요국가에서 우주 교통 관리(STM)의 개념을 주창하면서, 우주의 안전, 안보를 위해 다자적 접근이 필요하다는 의견이 다수 대두되고 있다. 이에 따라 UN COPUOS 법률소위 등에서 이를 의제로 다루고, 우주공간의 혼잡 문제에 대한 다양한 해결방안을 논의하고 있다.

<표 5> STM 관련 국제기구 활동 개요

국제기구명	활동 개요
우주물체 등록협약	등록협약의 제4조에 따라 국가는 발사 후 “실행 가능한 최대한 빨리” 발사한 물체의 정보를 UN등록부에 제출
국제전기통신연합 (ITU)	2015년 국제전기통신연합 책임자인 Yvon Henri는 2015년 우주교통관제는 어떠한 간섭으로부터도 안전하게 우주로 들어가고, 우주에서 돌아오고, 돌아갈 수 있는 접근 방식을 제공하는 것이라고 정의
국제표준화기구(ISO)	국제표준화기구(ISO)는 2011년 우주시스템 분야에서 우주쓰레기 경감 요구조건을 추가하여 ISO 표준 24113을 발간
유엔 외기권평화적이용위원회 (UN COPUOS)	2019년 안전한 우주환경 보장을 위하여 ‘우주활동 장기지속성 가이드라인’을 채택하고 회원국들에게 가이드라인의 준수를 촉구. 우주로의 안전한 접근을 촉진하고 물리적 또는 무선 주파수의 간섭이 없는 우주에서 안전한 작업을 유지하기 위한 일련의 기술 및 규제 조항의 개발 및 구현으로 정의되는 개념이라고 정의
국제우주쓰레기조정위원회 (IADC)	우주쓰레기로 인한 지구궤도 환경문제와 관련된 전 세계의 우주개발기관들의 기술적·과학적 연구활동 협의체로 기술적인 조언 및 가이드라인 등을 UN에 제공 및 보고 (설립연도: 1993년)
우주데이터시스템자문위원회 (CCSDS)	CCSDS(Consultative Committee for Space Data Systems)는 우주 데이터 시스템 자문위원회로 우주 관련 정보의 상호 교환을 촉진할 목적으로 데이터 표준 개발에 참여한 우주기관들의 국제 조직
ICoC(우주활동 행동규범) 우주 운용 조치	우주에서의 사고 가능성, 우주물체 충돌 또는 우주의 평화적 탐사와 이용을 위한 타국의 권리에 대한 해로운 간섭을 최소화하기 위한 정책과 절차의 수립 및 시행. 직·간접적으로 우주물체의 피해 또는 파괴를 야기할 의도의 모든 행위의 자제. 우주물체 충돌 위험을 최소화하기 위한 적절한 조치 마련
HCoC(헤이그행동규약)	미사일 비확산노력을 위한 국제규약
유엔 우주군비경쟁방지 (PAROS) 정부전문가그룹	우주에서 PAROS 관련 향후 법적 구속력 있는 문서에 규정되어야 할 요소를 논의. 자위권, 무력사용, 우주물체의 공격, 무기의 개발·시험·저장·배치, 우주에서 모든 무기의 배치, 우주쓰레기, 투명성신뢰구축조치 등
우주 투명성신뢰구축조치 유엔정부전문가그룹	논의 내용(비공개) 및 보고서 분석을 통해 우주통제의 가용 범위를 예측
ICAO(국제민간항공기구)	ICAO/UNOOSA 공동 Symposium이 2015년(캐나다 몬트리올), 2016년(UAE 두바이)에서 개최 되었음.

V. 결론

국민의 삶의 질 향상을 위해 국가 우주자산의 안전하고 효율적인 운영, 우주교통관리 활동의 중요성 등이 대두되고 있다. 물리적·전자기적 간섭 방지, 충돌위험 감지·예방, 우주환경·비행정보수집, 우주시스템전주기(설계·발사·운영·폐기등)에 대한 우주교통관리의 활동을 통해, 안전하고 지속가능한 우주활동을 통해 미래 우주 시대를 대비한 우주교통관리의 토대를 마련해야 할 것이다.

우주 선진국의 우주 교통·감시·대응 역량 및 선진국 간 우주 교통·감시정보의 협력체계 분석과 우리나라의 현 우주 감시역량을 진단하여, 민·군협력 우주감시체계 구축을 강화해야 할 것이다. 향후 우주환경 보장을 위한 국제사회의 양자·다자간 회의에도 적극 참여해야 할 것이다.

주요국의 STM 전략·기술동향, 국제기구 논의 등 글로벌 동향 파악을 강화하고, 국내의 STM 우주전략 등의 분야에서 기술·정책·국제관계·국제법 등 서로 다른 전문가 간 네트워크 구축 및 우리나라 우주안보 정책연구의 생태계 조성에 기여해야 할 것이다. 국내·외 STM 수준 분석 및 평가를 통하여, 우주선진국의 STM 기술/정책 사례와 비교분석 및 우리나라 현 STM 역량의 진단을 통해 효율적인 국가 우주안보 전략체계 확립에 기여해야 하고, 국내 민군 STM 협력 커뮤니티 구축 및 대국민 인식 증진에도 힘써야 할 것이다.

참고문헌

1. Kai-Uwe Schrogl, Handbook of Space Security, Springer, 2020
 2. Dominguez, M., Faga, M., Fountain, J., Kennedy, P., and O'Keefe, S, Space Traffic Management, National Academy of Public Administration, 2020
 3. KISTEP, 『일본 2023 우주기본계획의 주요 내용 및 시사점』, 2022.
 4. 관계부처 합동, 『미래 우주경제 로드맵 이행을 위한 제4차 우주개발진흥 기본계획(안)』, 2022.12.
 5. 연합뉴스, 『‘스타워즈’ 기반 레이저 우주물체 추적·감시기술 개발한다』, 2021.01.27.
 6. 최성환, 『러시아-우크라이나 전쟁(러시아의 우크라이나 침공)의 우주전 분석 및 양상 그리고 우주기술 개발시 고려사항 개발한다』, 우주기술과 응용, 한국우주과학회, 2022.5.
-



Space Policy Research

II. 이슈분석



위성 근접상황과 전파간섭 발생 빈도의 시계열 분석: 우주 지속 가능성에 대한 시사점



성재동 | 선임연구원
한국항공우주연구원,
국가위성정보활용지원센터
SSA연구실
acestars@kari.re.kr



정유연 | 선임연구원
yejung@kari.re.kr



정옥철 | 책임연구원
ocjung@kari.re.kr



송새한 | 선임연구원
songsaeahan@kari.re.kr

초 록

최근 우주 개발의 가속화와 저궤도에서의 위성 수 증가로 인해 위성 간 근접상황과 전파간섭 문제가 우주 활동의 주요 이슈로 부각되고 있다. 본 연구는 대한민국의 위성 궤도데이터를 기반으로, 2000년부터 2024년까지 위성 근접상황과 전파간섭의 발생 빈도를 시계열적으로 분석하고, 이러한 문제가 우주 지속 가능성에 미치는 영향을 고찰하였다. 위성 간 근접상황은 CSpOC의 TLE 데이터를 활용하여 분석되었으며, 근접 거리 기준을 100m, 1km, 10km, 50km로 설정하였다. 전파간섭은 위성간 지상국 간의 기하학적 배치를 바탕으로 위성-지상국 간 시야각 내 타 위성이 진입하는 빈도를 측정하였다. 분석 결과, 위성 충돌위험과 전파간섭 빈도는 지속적으로 증가하고 있으며, 이는 우주 쓰레기 발생과 신호 왜곡, 데이터 손실 등 심각한 영향을 초래할 가능성을 시사한다. 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위한 국제 협력의 중요성과 우주상황인식 시스템의 역할을 강조하며, 우주교통관리 및 충돌회피 기동 최적화, 전파간섭 완화 기술 개발 등의 필요성을 논의하였다. 이와 함께 지속 가능한 우주 환경 조성을 위해 고려해야 할 기술적·운영적 요소를 제안하였다.

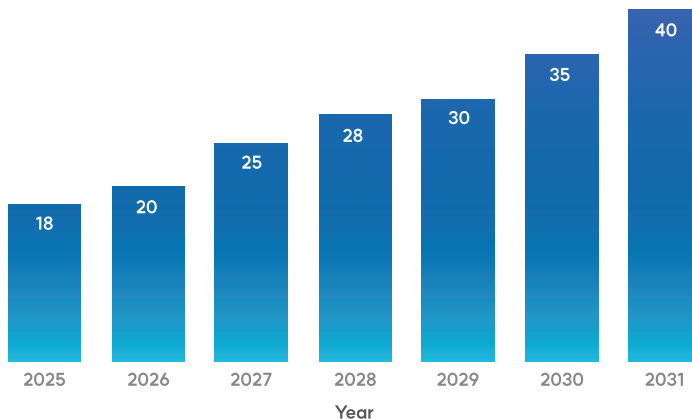
Key Words : Satellite Conjunctions(위성 근접상황), Radio Frequency Interference(전파간섭), Time Series Analysis(시계열 분석), Space Sustainability(우주 지속 가능성), Space Debris(우주파편)

1. 배경

1.1 우주 활동 증가와 환경 변화

최근 수십 년간 상업적, 군사적, 과학적 목적으로 우주 개발이 급격히 증가하며 저궤도(Low Earth Orbit, LEO)는 점차 혼잡한 공간으로 변모하고 있다. 2010년대 초반에는 연간 약 100개의 위성이 발사되었으나, SpaceX와 OneWeb 등 기업들이 메가 컨스텔레이션(Mega-Constellation)을 본격적으로 추진하면서 발사 속도는 기하급수적으로 증가하였다[1,2]. 2022년 한 해에만 약 2,500개의 위성이 발사되었으며, 이는 LEO의 위성 밀집도를 크게 높이고 있다.

이러한 증가세는 단순히 발사 수의 확대에 그치지 않고 궤도 내 인공물체와 우주 쓰레기의 급증을 동반하고 있다. 2024년 현재 추적 가능한 궤도 내 물체는 약 34,000개에 이르며, 이 중 7,500개는 여전히 활성 위성이다[3,4]. 그러나 활성 위성을 제외한 나머지는 대부분 비활성 위성, 로켓 잔해, 충돌로 인해 생성된 파편 등으로 구성되어 있다. 10cm 이상의 우주 쓰레기는 약 34,000개, 1cm 이상의 쓰레기는 약 100만 개, 1mm 이상의 미세 파편은 수억 개에 이르는 것으로 추산된다[5]. 우리나라 또한 [그림 1]과 같이 2031년까지 공공목적의 위성을 총 170여 기 발사하여 운영할 계획을 발표한 바 있다.



<그림 1> 우주산업 육성 추진전략('21) 기반한 향후 발사 예상치

1.2 저궤도(LEO)의 혼잡도

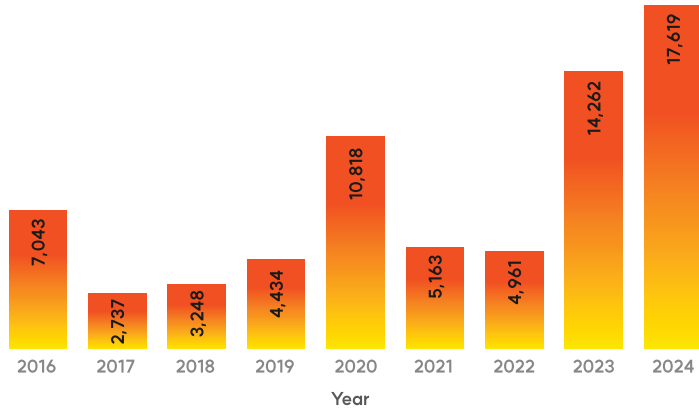
특히 SpaceX의 스타링크(Starlink) 프로젝트는 현재까지 약 5,000개의 위성을 LEO에 배치하였으며, 최종적으로 42,000개 이상의 위성을 배치할 계획이다[6]. 이러한 대규모 위성 배치는 통신 인프라 확대라는 긍정적 효과를 제공하지만, 동시에 위성 간 충돌 가능성과 전파 간섭 문제를 심화시키고 있다. 특정 고도, 예컨대 500km 내외의 저궤도에서는 위성 간 충돌 위험과 우주 쓰레기 간의 근접상황 발생 빈도가 가장 높다. 이 고도는 민간 및 군사용 위성의 주요 운용 영역으로, 많은 국가의 위성과 우주 쓰레기가 혼재하는 공간이다.

1.3 위성 충돌위험과 케슬러 신드롬

저궤도에서의 위성 충돌위험은 근접상황 발생 빈도의 증가와 궤도 내 물체 수의 증가로 인해 더욱 높아지고 있다. 저궤도에서 위성 간 충돌 속도는 평균 약 7~10km/s에 달하며, 충돌 시 생성되는 에너지는 소형 폭발물의 폭발과 맞먹는다. NASA와 ESA의 연구에 따르면, 10cm 이상의 파편과 충돌할 경우 위성의 기능 손실 가능성은 100%에 이르며, 이로 인해 수백 개의 2차 파편이 생성되어 추가적인 위험을 초래할 수 있다. 이러한 연쇄 반응은 케슬러 신드롬(Kessler Syndrome)으로 이어질 가능성을 내포하고 있으며, 이는 특정 궤도의 장기적 사용을 불가능하게 만드는 심각한 결과를 초래할 수 있다[7].

<그림 2>는 2016년부터 2024년 9월까지 한국항공우주연구원에서 운영 중인 저궤도, 정지궤도위성에 대한 충돌 위험 빈도를 나타낸다. 2016년의 경우 정지궤도 인접 위성의 반복적인 근접으로 인해 충돌위험 빈도가 일시적으로

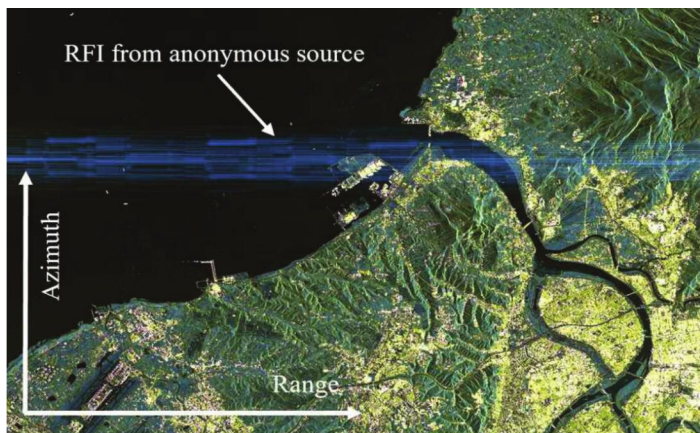
로 높게 나타났으며, 2020년까지 꾸준히 빈도가 증가하는 것을 볼 수 있다. 이러한 충돌위험에 대한 정보는 미국 연합우주작전센터(CSpOC, Combined Space Operation Center)에서 배포하는데 2020년부터는 우주물체 증가, 서비스 유저의 증가 등에 따라 충돌위험 데이터의 배포 정책을 기존 대비 축소하게 되었다. 그로 인해 2021년에 충돌위험 빈도가 절반수준으로 감소한 것을 볼 수 있으나 2023년부터 다시 폭증하여 2024년의 경우 아직 3개월이 남아 있음에도 2023년의 빈도를 초과하는 결과를 보여주고 있다.



<그림 2> 한국항공우주연구원 운영위성에 대한 연도별 충돌위험 빈도

1.4 전파 간섭의 문제

우주 환경에서의 전파 간섭 문제도 중요한 과제로 부상하고 있다. 위성 통신에 사용되는 주요 주파수 대역 (X-band, S-band, C-band 등)은 한정적이므로, 다수의 위성이 동일 주파수 대역을 사용하는 경우 신호 왜곡, 데이터 손실, 통신 지연 등의 문제가 발생한다. 특히, 상업적 경쟁과 군사적 이유로 인해 위성이 사용하는 주파수 정보가 비공개되는 경우가 많아 간섭 문제를 사전에 예방하기 어려운 상황이다. <그림 3>은 전파간섭에 기인하여 발생한 위성영상 피해 사례를 보여준다. 실제 위성운영에서 발생하고 있는 사례로 영상에 노이즈가 생기거나 영상처리 자체가 정상적으로 수행되지 않는 문제들이 발생하고 있다.



<그림 3> 전파간섭에 따른 위성영상 피해 사례 [8]

1.5 국제적 협력과 규제의 필요성

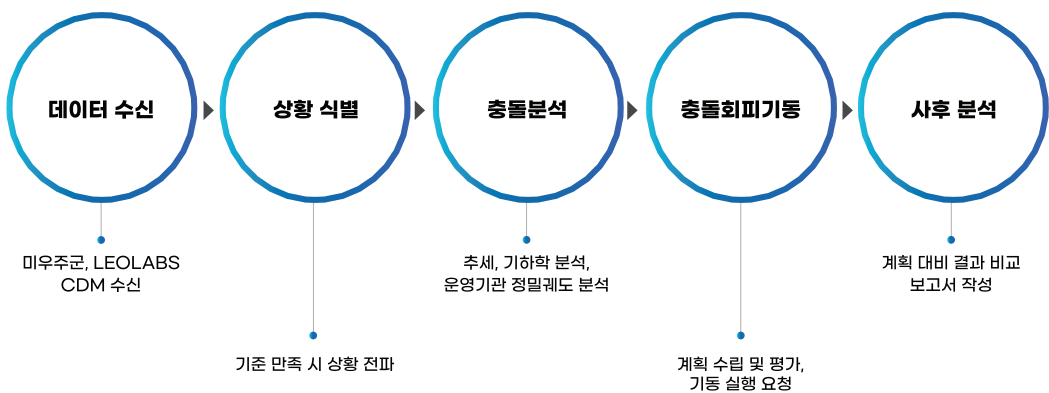
위성 충돌과 전파 간섭 문제는 우주 지속 가능성에 직접적인 영향을 미친다. 이를 해결하기 위해서는 각국 간의 협력과 규제가 필수적이다. 우주상황인식(Space Situational Awareness, SSA) 시스템의 발전, 국제 규제 프레임워크의 강화, 데이터 공유 및 표준화된 대응 프로토콜 구축 등이 요구된다. ITU(국제 통신 연합)는 주파수 자원 할당과 조정의 중추적 역할을 하고 있으나, 점증하는 위성 운영 수요를 완전히 해결하기에는 여전히 한계가 있다.

이와 같이 우주환경 변화와 관련된 다양한 문제들은 우주 개발의 지속 가능성을 저해할 위험 요소로 작용하고 있다. 본 연구는 이러한 배경을 바탕으로 위성 근접상황 및 전파 간섭 문제를 시계열적으로 분석하여, 우주 환경의 안전성과 효율성을 제고하기 위한 대안을 제시하고자 한다.

2. 현실태 분석

2.1 위성 충돌위험 관리

<그림 4>는 한국항공우주연구원에서 운영중인 저궤도 위성 5기, 정지궤도 3기를 위한 충돌위험 대응 절차를 나태낸다. 총 5개의 절차에 대해 분석시스템이 자동으로 수행하거나 운영자가 분석, 의사결정하여 충돌위험상황에 24시간 대응하고 있다[9].



<그림 4> 한국항공우주연구원 운영위성을 위한 충돌위험 대응 절차

첫 번째 단계는 데이터 수신 단계이다. 주로 사용되는 데이터는 미연합우주작전센터에서 제공하는 근접데이터메세지(CDM, Conjunction Data Message)로 위성운영자들에게 한정적으로 배포하는 정보이다. CDM에는 근접상황에 대한 정보, 두 물체의 궤도 및 궤도불확실성, 물성치 등 다양한 정보가 포함되어 세부 분석 및 충돌회피기동 여부를 결정하는데 활용할 수 있다. 최근 미국 LEOLABS社와 같이 우주상황인식 데이터 서비스를 제공하는 민간기업들이 등장하고 있고, 해당 데이터들도 분석에 활용하고 있으나 아직 검증단계로 참고만 하고 있는 상황이다. 2024년 수신한 CDM은 약 60개개로 추정되며 향후 운영위성 및 우주물체의 증가에 따라 이러한 추세는 더욱 가속화 될 것으로 예상된다.

두 번째 단계는 수신한 정보 중 운영자가 확인해야 할 주요상황을 골라 상황을 전파하는 단계이다. 수십만개의 데이터를 운영자가 일일이 살펴보는 것은 매우 비효율적이기에 분석 시스템에서 자동으로 판단하여 저궤도 위성의 경우 잔여시간 7일 이내, 근접거리 1km 이내인 경우 문자나 메일을 이용하여 운영자들에게 알람을 보내도록 구현하여 운영하고 있다. 정지궤도의 경우 근접거리 3km 이내인 경우 알람을 보내고 있다. 운영자는 알람을 받으면 분석실로 이동하여 해당 근접상황을 면밀하게 분석하게 된다.

세 번째 단계는 충돌분석 단계로 다양한 기법을 적용하여 해당 근접상황의 충돌위험에 대해 분석하는 것이다. 실제 충돌위험을 과소평가하게 되면 반드시 충돌회피를 수행했어야 함에도 이를 수행하지 않아 위성에 치명적인 영향을 초래할 가능성이 높아지며, 반대로 충돌위험을 과대평가하는 경우 불필요한 충돌회피기동으로 연료 낭비, 촬영기회 상실 등 임무의 비효율성을 야기할 수 있다. 따라서 기하학적 분석, 궤도불확실성의 추세 확인, 운영궤도정보를 활용한 상세 분석 등 다양한 분석을 통해 실제에 가까운 충돌위험을 분석하고, 그 결과를 이용하여 최종적으로 충돌회피기동 수행 여부를 결정한다. 현재 한국항공우주연구원에서는 저궤도 위성의 경우 근접거리 100m 이내이면서 동시에 충돌확률이 1/1,000 이상인 경우 충돌회피기동을 결정한다.

네 번째 단계는 충돌회피기동이다. 충돌분석 결과 충돌회피기동 수행이 결정되면, 적절한 전략을 활용하여 충돌회피기동을 수행해야 한다. 충돌회피기동 또한 일상적인 궤도조정과 그 절차는 동일하다. 주로 저궤도 위성에서 충돌회피기동 수행이 이루어지는데, 저궤도 위성의 경우 기동 후 즉시 위성상태 모니터링 및 이상상태 대응을 위해 복극 수신소에 예약하는 것을 시작으로 기동계획 생성, 이를 기반으로 위성 커맨드 생성 및 업로드, 위성이 기동을 실행하고 이후 복극 수신소 교신에서 텔레메트리 확인 등의 절차를 통해 기동을 수행할 수 있다. 기본적으로 충돌회피기동은 일상 임무에 영향을 최소화하는 방향으로 수행하는데 저궤도 위성의 경우 대기저항에 기인한 고도하강분을 상쇄해주는 전략, 정지궤도 위성의 경우 위치유지박스(SK Box, Station Keeping Box) 유지 기동의 일정을 조금 앞당겨 미리 수행하는 전략을 사용한다. 어차피 해야 할 기동을 조금 당겨서 수행하는 식으로 충돌회피기동을 수행하고 있고, 이를 통해 연료소모를 최소화하고 있다.

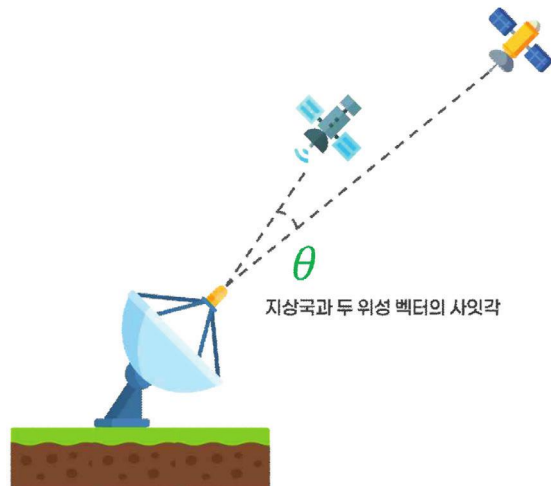
마지막 단계는 사후분석 단계로 충돌회피기동을 수행하고 나면 기동 후 변경된 궤도정보를 획득할 수 있다. 이를 통해 기동 전 계획단계에서 목표한 기동 후 근접거리나 충돌확률 수치를 잘 만족하였는지 평가하고, 위성과의 교신을 통해 위성상태에 문제 없음을 최종적으로 확인한다. 이후 근접상황 전체에 대한 내역 및 분석결과를 정리하여 문서화한다.

2.2 전파간섭 관리

전파간섭에 대한 대응은 실제 위성을 운영하면서 발생한 영상수신 실패에서부터 시작되었다. 위성과 교신하여 영상을 수신하기 시작하면 스펙트럼 분석기를 통해 신호의 파형을 육안으로 모니터링하는데, 이때 예상되는 파형 외 다른 신호들이 유입되는 것을 확인하였고, 이후 영상처리 과정에서 문제가 발생하였음을 인지하게 되었다. 스펙트럼 분석기의 파형으로부터 얻을 수 있는 단서는 매우 한정적이며, 이를 통해 대응할 수 있는 방안이 없다고 판단하여 궤도의 차원에서 간섭원을 찾아보는 시도를 하게 되었다.

CSpOC에서는 공개가능한 모든 우주물체의 궤도정보를 TLE 형태로 매일 2-3회씩 배포하고 있다. 전파간섭이 발생한 시점을 알고 있고, 전파간섭이 발생한 지상안테나의 위치를 알고 있기 때문에 약 23,000여개 우주물체 중 위성으로 분류된 물체들 약 8,000여개에 대해 해당 시점에 지상안테나와 우리 위성 인근에 있는지 여부를 반복하여 확인할 수 있다. 확인결과 특정 국적의 위성 다수가 지속적으로 영향을 미칠 수 있는 가능성이 있다고 판단하였고, 현재는 미리 특정 위성들과 운영위성 간 기하학적 계산, 예측을 통해 전파간섭 예상시점을 임무계획파트에 전달하여 해당 시간 영상수신을 잠시 중단하는 운영을 수행하고 있다. 다행스럽게 간섭이 발생하는 시간이 몇 초에 불과하기 때문에 현재까지 임무에 주요한 영향을 미치지 않는 상황이다.

<그림 5>는 한국항공우주연구원에서 운영중인 위성들을 위한 전파간섭 예측 방법을 나타낸 것으로 그림 내 벡터의 구체적 사잇각은 실제 운영을 통해 얻어낸 경험적 수치를 적용하고 있다. 향후 더 많은 위성들이 발사되며, 다양한 지상국을 활용할 경우 불특정 다수의 위성들과의 기하학 계산을 보다 신속하게 수행할 수 있는 방식이 필요할 것으로 예상하고 있다.



<그림 5> 한국항공우주연구원의 운영위성을 위한 전파간섭 예측 방법

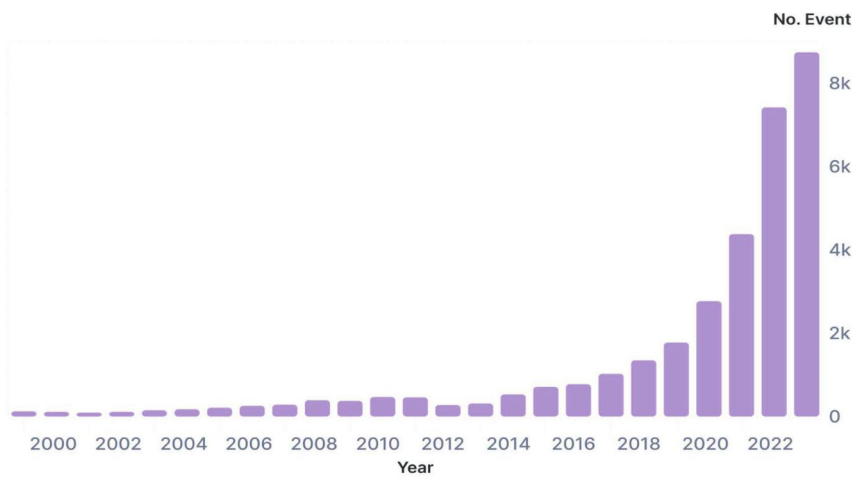
3. 시계열 분석

본 연구에서는 2000년부터 2024년까지 운영위성 및 우주물체들의 TLE 데이터를 기반으로 충돌위험 및 전파간섭 상황의 빈도, 상대물체의 종류나 국적에 대한 비율 등을 분석하였다.

3.1 충돌위험 분석

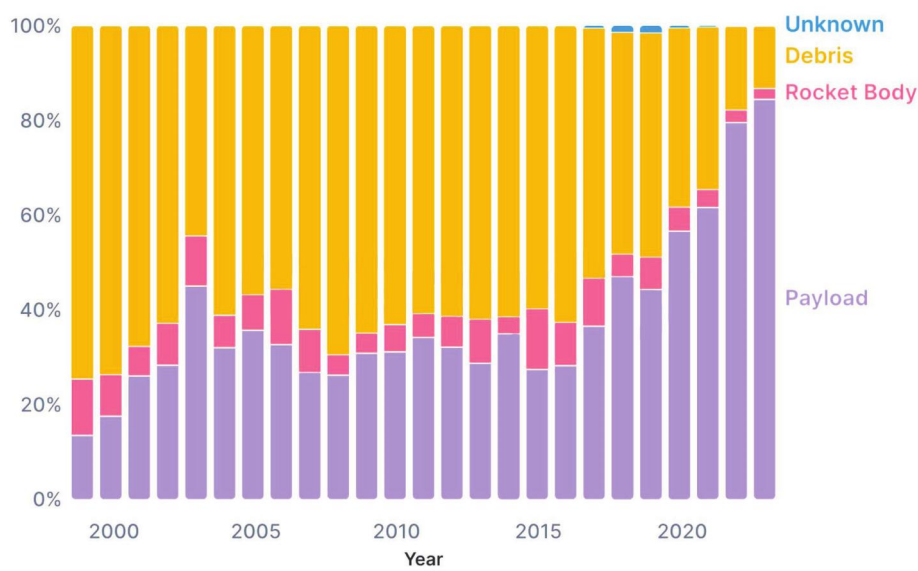
2000년부터 2024년까지 한국 국적의 46개 위성에 대해 근접거리(Minimum Range) 5km 이내인 충돌위험 빈도를 분석하였다. <그림 6>은 시간에 따른 충돌위험 빈도 추세를 나타내는데, 2000년부터 시간이 갈수록 한국 국적의 위성수도 증가하고, 전체 우주물체의 숫자도 증가하기 때문에 자연스럽게 충돌위험 빈도도 가파르게 상승하는 것을 볼 수 있다. 다만, 2010년 이전 대비 2020년 이후의 경우 충돌위험 빈도가 연간 2배 수준으로 급격히

증가하는 것을 볼 수 있는데, 이는 스타링크 위성군과 같은 대형 군집위성의 발사와 함께 다양한 민간 위성 발사 및 운영에 따른 영향으로 추정된다.



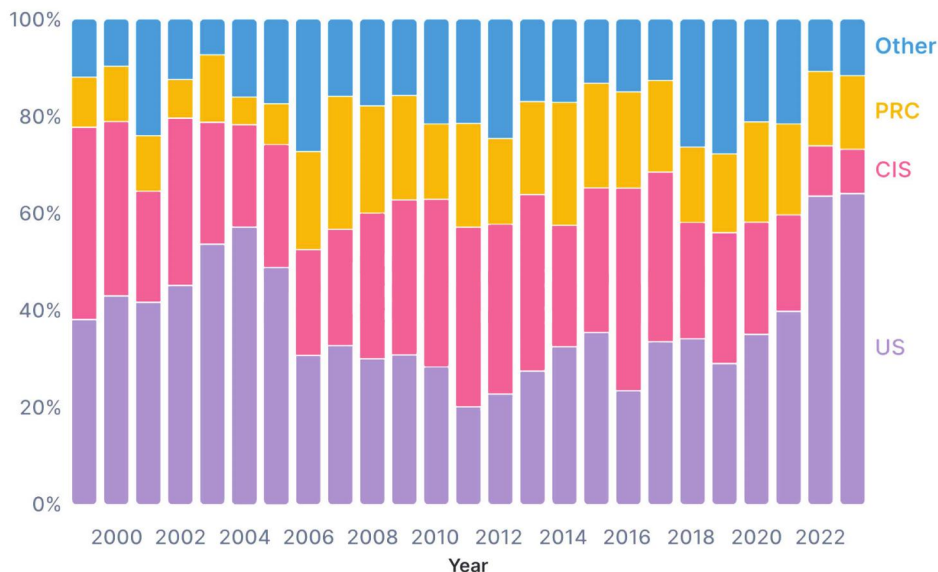
<그림 6> 한국 국적의 위성들의 충돌위험 빈도 추세

<그림 7>과 <그림 8>을 통해 결과를 조금 더 상세히 살펴볼 수 있다. <그림 7>은 한국 국적의 위성들에 대한 충돌위험 상황에 대해 상대 근접물체의 종류별 비율의 추세를 나타낸다. 종류는 위성을 의미하는 Payload, 발사체 동체를 의미하는 Rocket Body, 우주파편을 Debris, 미상물체를 Unknown으로 표시하였다. 시간에 따라 전체 중 위성과의 근접상황이 급격히 증가하고 있음을 알 수 있으며, 그 추세는 2018년 전후부터 뚜렷하게 나타나고 있음을 확인할 수 있다.



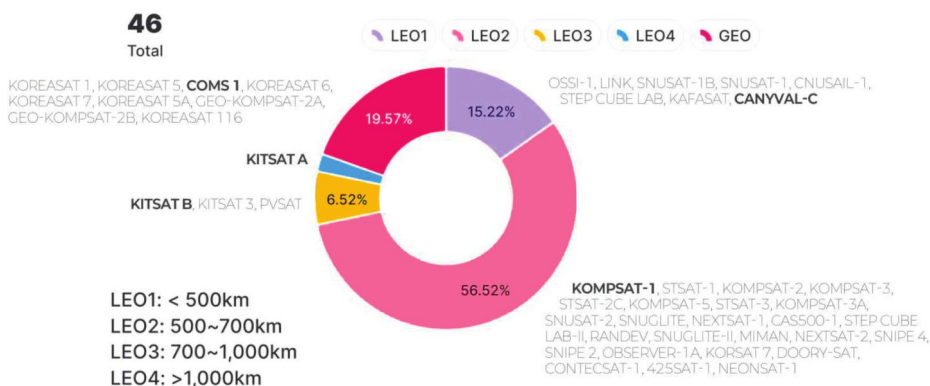
<그림 7> 근접물체의 종류별 비율 추세

<그림 8>은 근접물체의 국적별 비율의 추세를 나타낸다. US는 미국, CIS는 구소련연방(러시아), PRC는 중국, 나머지 국가는 Other로 표시하였으며, 2018년 전후로 CIS의 비율이 급격하게 줄어드는 한편 미국의 비율이 증가하는 모습을 나타낸다. 이를 통해 해당 시점 인근에 많이 발사된 스타링크 위성군이 분석 결과에 주요한 영향을 준 것으로 짐작할 수 있다.



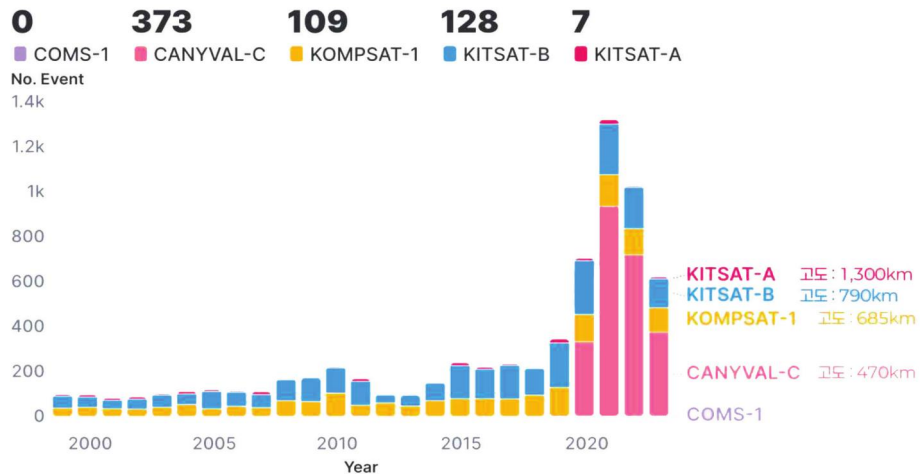
<그림 8> 근접물체의 국적별 비율 추세

다소 거시적 측면에서의 분석에서 궤도영역을 세분화하여 분석해볼 수 있다. [그림 9]는 2024년 9월 기준 한국 국적으로 발사된 인공위성 총 46기를 나열하고, 각각의 임무고도를 기준으로 총 다섯 개의 궤도영역을 구분하였다. 하단의 범례와 같이 저궤도 4개, 정지궤도로 구분하였으며, Satellite Catalog 정보를 토대로 분류하였다. 그림에서와 같이 가장 많은 위성들이 분포한 영역은 고도 500~700km로 다목적실용위성이나 차세대중형위성, 초소형 군집위성 등 다수의 국가 주요위성이나 큐브위성들이 다수 분포한 것을 볼 수 있다.



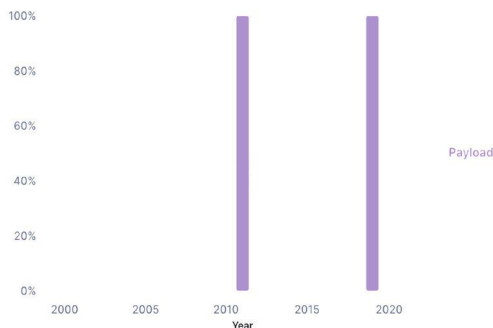
<그림 9> 한국 국적의 위성들과 궤도 분류

각 궤도영역에서 대표위성을 하나씩 선정하 후 충돌위험 빈도의 시계열 분석을 수행하였다. 그림 10은 대표위성들의 시계열 분석 결과로 정지궤도 위성인 천리안 위성의 경우 5km 이내에 근접하는 상황이 거의 발생하지 않았으며 이는 시간에 변화와 무관하게 일정한 양상을 보여주었다. 고도 685km 인근의 다목적실용위성 1호나 우리별 1호, 2호의 경우 시간에 따라 점차 근접상황이 증가하긴 하지만 그 증가세가 두드러지진 않는 모습이었고, 반면 고도 470km 인근에 위치한 카니발-C 위성의 경우 2024년 기준 가장 많은 충돌위험 빈도를 나타냈을 뿐 아니라 시간에 따라 빈도의 변화가 상대적으로 매우 크게 나타나는 특징을 보여주었다.

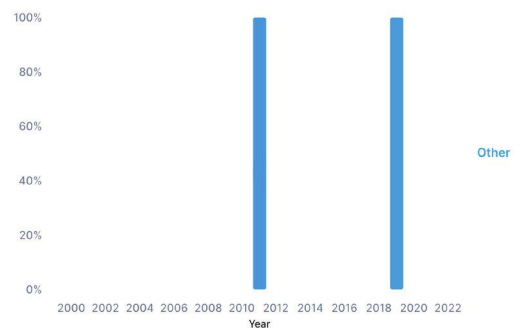


<그림 10> 시계열 분석: 위성별 근접상황 발생 빈도

<그림 11>과 <그림 12>는 천리안 위성의 종류별, 국적별 근접상황 발생 빈도를 나타내는 것으로 총 2010년부터 2024년까지 총 2번의 근접상황이 발생하였고, 모두 위성이며 일본위성과 근접한 것으로 나타났다. 저궤도와 달리 정지궤도영역의 경우 위성의 발사 전에 국제기구로부터 위치유지에 대한 경도영역을 할당받고 이를 유지하기 위한 노력을 운영기간 중 지속적으로 수행하기 때문에 이와 같이 충돌위험 빈도가 적은 것으로 판단된다.

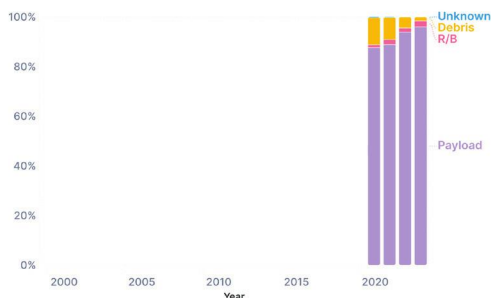


<그림 11> 천리안 위성의 종류별 근접상황 발생 빈도

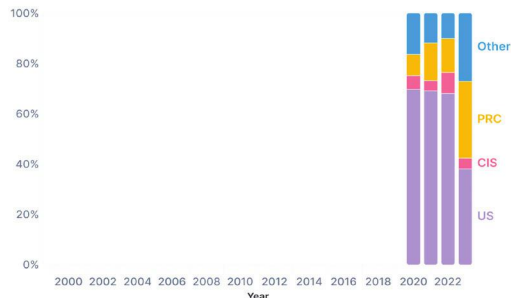


<그림 12> 천리안 위성의 국적별 근접상황 발생 빈도

<그림 13>과 <그림 14>는 카니발-C 위성에 대한 시계열 분석결과로써 연평균 600여건의 충돌위험 상황이 발생하였다. 2020년부터 4개의 결과가 있는데 대부분 위성과의 근접상황이 대부분을 차지하였으며 그 비율이 점차 증가하여 2024년에는 90% 이상이 위성과의 근접임을 볼 수 있다. 또한 상대물체의 국적도 2020년에는 미국국적의 위성 근접이 70%에 육박했었는데 2024년의 경우 중국위성이나 나머지 국적의 위성과의 근접상황이 증가하는 추세를 확인할 수 있다.



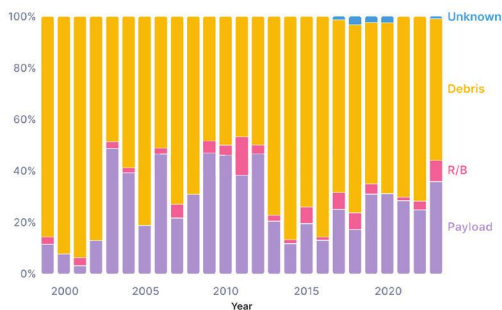
<그림 13> 카니발-C 위성의 종류별 근접상황 발생 빈도



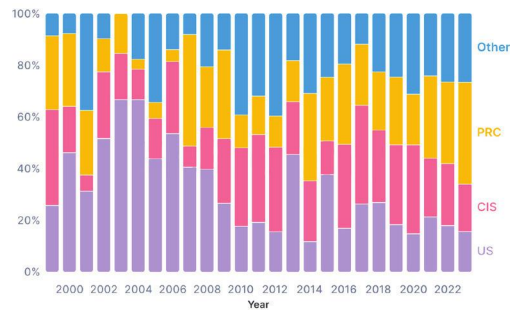
<그림 14> 카니발-C 위성의 국적별 근접상황 발생 빈도

<그림 15>과 <그림 16>은 다목적실용위성 1호의 결과로 최근 5년 기준 연간 120여건의 근접상황이 발생하였다. 종류나 국적별 발생 빈도를 살펴보면 앞선 카니발-C 위성의 결과와 차이점을 확인할 수 있는데, 2000년부터 2024년까지 시간에 따라 위성과의 근접비율이 최대 50%까지 증가하는 경우도 있지만 주로 우주파편과의 근접상황이 가장 높은 비율을 차지하고 있음을 확인할 수 있다. 또한 국적별로 살펴보면 미국국적의 우주물체 비율은 시간에 따라 점차 낮아지고 있고, 중국, 기타 국가의 우주물체와의 근접빈도가 높아지고 있는 추세이다.

이러한 양상은 지속적으로 발생하고 있는 궤도상 분열과 연결해볼 수 있다. 2007년 발생한 중국의 대위성요격 실험은 고도 850km에서 수행되었고, 그 결과 발생한 약 3,000여개 파편 중 일부를 제외한 대부분의 파편이 고도 500km 이하까지 넓은 고도범위 내 분포하여 궤도를 돌고 있는 상황이다. 또한 2009년 발생한 미국과 러시아 위성의 궤도상 충돌은 고도 770km 상공에서 발생하였으며, 또한 대부분의 분열파편이 생존하고 있어 다목적실용위성 1호의 고도 685km 인근에 영향을 미치는 것으로 추정된다.

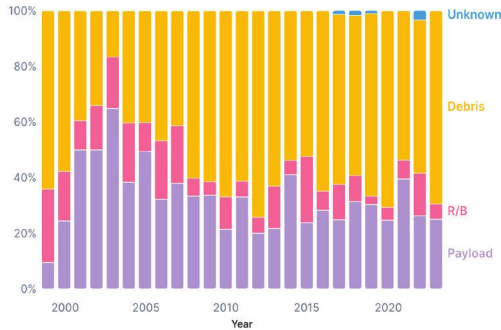


<그림 15> 다목적실용위성 1호의 종류별 근접상황 발생 빈도

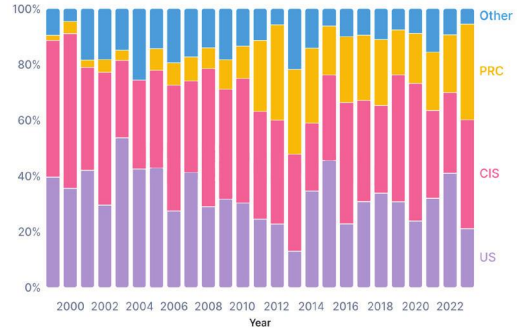


<그림 16> 다목적실용위성 1호의 국적별 근접상황 발생 빈도

<그림 17>과 <그림 18>는 은 우리별 2호의 결과로 최근 5년 기준 연간 200여건의 근접상황이 발생하였다. 고도 790km 영역에 있는 우리별 2호의 경우 다목적실용위성 1호와 유사한 경향을 보여주었는데 국적별 분포에서 미, 중, 러 외 나머지 국가 소속의 물체와 근접비율이 조금 낮고, 러시아 국적의 우주물체와의 근접상황 비율이 더 높음을 확인할 수 있다.

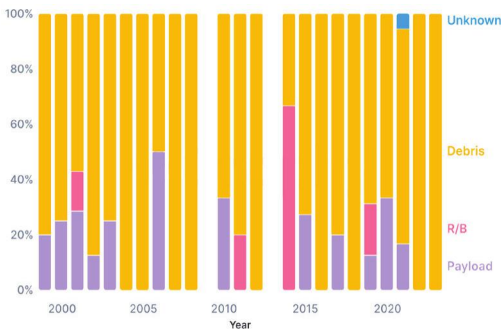


<그림 17> 우리별 2호의 종류별 근접상황 발생 빈도



<그림 18> 우리별 2호의 국적별 근접상황 발생 빈도

<그림 19>과 <그림 20>은 우리별 1호의 결과로 최근 5년 기준 연간 10여건의 근접상황이 발생하였다. 우리별 1호가 위치한 고도 1,300km 영역에는 다른 저궤도 영역 대비 우주물체의 개체수가 상대적으로 적기 때문에 근접상황 빈도 또한 적게 나타났으며, 대부분 미국국적의 우주파편과의 근접하는 것으로 나타났다. 세부적인 분석 결과 ‘Delta 1 DEB’, ‘THORAD DELTA 1 DEB’, ‘OPS 4682 DEB’과 같은 궤도상 분열파편이 지속적으로 우리별 1호에 근접하는 것으로 나타났다. 궤도상 분열로 발생한 파편들이 높은 고도로 인해 지속적으로 궤도에 머무르면서 근접상황을 발생시키는 것으로 해석된다.



<그림 19> 우리별 1호의 종류별 근접상황 발생 빈도



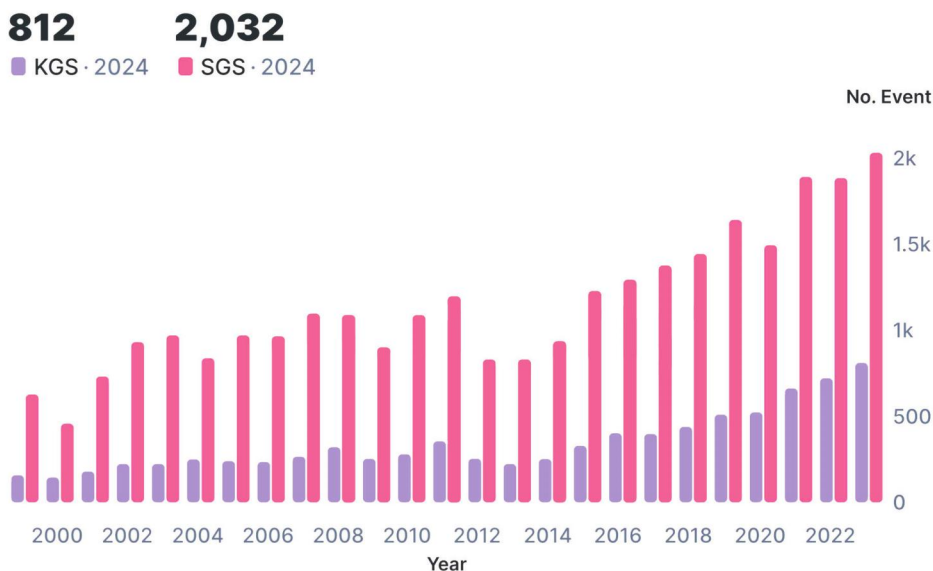
<그림 20> 우리별 1호의 국적별 근접상황 발생 빈도

3.2 전파간섭 분석

2000년부터 2024년까지 다목적실용위성 1호와 대전지상국, 북극지상국을 대상으로 사잇각 1도 이내의 전파간섭 빈도를 분석하였다. [그림 21]은 전파간섭에 대한 시계열 분석 결과를 나타내는데 두 지상국 모두 시간이 지남

에 따라 전파간섭 빈도가 2배 이상 증가하는 것을 확인할 수 있으며, 절대적인 빈도의 경우 북극지상국이 대전지상국 대비 약 2.5배 많은 것으로 나타났다. 다수의 저궤도위성들이 태양동기궤도 등 극궤도를 사용하고 있으며, 이 경우 하루에 15회 극지방을 통과하게 되기 때문에 대전과 비교하여 전파간섭 상황이 발생할 확률이 높다.

대전지상국의 경우 2024년 기준 1일 약 2.2회, 북극지상국의 경우 약 5.5회 전파간섭이 발생할 가능성이 있다고 나타났다. 운영위성이 사용하는 주요 주파수 정보를 기반으로 상대 위성들의 후보군을 줄인다면 아래 전파간섭 빈도는 줄어들 것으로 예상되지만 향후 위성발사 증가에 따라 다시 그 수치는 증가할 것으로 예상된다. 운영위성의 숫자가 증가하고, 운영위성 각각의 주파수를 고려하는 동시에 신규 지상국 추가에 따른 고려사항 등 향후 운영 환경을 고려했을 때 이러한 기하학적 분석에 요구되는 복잡성이나 연산 부담은 증가할 것으로 예상된다.



<그림 21> 시계열 분석: 전파간섭 분석

4. 결론

저궤도에서의 충돌위험과 전파간섭 문제는 우주활동이 급증하면서 그 중요성이 크게 부각되고 있다. 고도 500km는 현재 가장 혼잡한 궤도영역으로, 대규모 군집위성군의 배치로 인해 근접상황 발생 빈도가 빠르게 증가하고 있다. 이 영역은 통신 위성뿐 아니라 지구 관측 및 군사 목적으로도 많이 활용되며, 그 결과 충돌 가능성이 지속적으로 상승하고 있다. 고도 700km에서는 2007년 중국의 대위성요격실험과 같은 궤도상 분열사건에서 발생한 우주파편이 주요한 근접 요인으로 작용하고 있다. 이는 특히 오래된 위성과 파편이 궤도에 장기간 머물며 운영 위성의 안전을 위협하는 구조적 문제로 이어진다. 고도 1,300km 이상에서는 상대적으로 근접상황 빈도가 낮지만, 대부분 분열된 오래된 미국 국적의 우주파편과의 근접이 반복적으로 발생하고 있다. 이는 고도별 파편 분포 특성과 장기적인 궤도 잔류 문제가 결합된 결과로 분석된다.

이러한 환경은 우주상황인식(SSA)과 우주 교통 관리(STM) 체계의 강화가 필수적임을 시사한다. 특히, 충돌 위험 대응 체계의 고도화가 필요하다. 현재 한국항공우주연구원에서 운영 중인 CDM 기반 충돌대응 시스템은 효과적인 대응을 가능하게 하지만, 더 높은 정밀도의 충돌확률 분석과 자동화된 대응 절차가 요구된다. 예를 들어, 500km와 700km의 저궤도 영역에서는 충돌회피 기동의 시뮬레이션 정확도를 높이고, 기동으로 인한 연료 소모와 임무손실을 최소화하는 전략이 중요하다. 또한, 1,300km 이상의 고도에서는 우주 쓰레기 제거(Active Debris Removal) 기술을 도입하여 궤도 위험 요인을 직접적으로 감소시킬 필요가 있다. 전파간섭 문제에 대해서는 전파간섭 예측 시스템을 더 고도화하고, 다국적 위성 간의 데이터 투명성을 확보함으로써 간섭 상황을 사전에 예방하는 기술적·정책적 대책이 요구된다.

향후 우주교통관리와 우주상황인식 분야에서 경쟁력을 확보하기 위해서는 충돌위험 분석 및 전파간섭 대응 능력을 고도화해야 한다. 이를 위해 데이터 분석의 자동화, 다양한 SSA 데이터의 통합 활용, 고도별 맞춤형 대응 전략이 필요하며, 민간기업 및 국제기구와의 협력을 통해 정보 공유 및 대응 프로토콜을 표준화해야 한다. 또한, 대기저항을 활용한 파편 제거 기술이나 고효율 충돌회피기동 전략 등 신기술을 개발해 우주 환경의 지속 가능성을 확보해야 한다. 이를 통해 미래 우주 활동의 안전성과 효율성을 높이는 데 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Federal Aviation Administration (FAA) Commercial Space Transportation Annual Compendium.
2. Union of Concerned Scientists (UCS) Satellite Database.
3. European Space Agency (ESA) Space Debris Office, "Space Environment Statistics".
4. NASA Orbital Debris Program Office.
5. European Space Agency (ESA) Space Debris Office, "ESA's Annual Space Environment Report".
6. <https://www.space.com/spacex-starlink-satellites.html> (2024.9.4. 확인)
7. Isbell, W. M., & Tedeschi, W. J. (1993). Hypervelocity research and the growing problem of space debris. *International Journal of Impact Engineering*, 14(1-4), 359-372.
8. Tao, Mingliang & Li, Jieshuang & Su, Jia & Wang, Ling. (2022). Characterization and Removal of RFI Artifacts in Radar Data via Model-Constrained Deep Learning Approach. *Remote Sensing*. 14. 1578. 10.3390/rs14071578.
9. Seong, J., Jung, O., Jung, Y., & Song, S. (2023). Development and Operation Status of Space Object Collision Risk Management System for Korea Aerospace Research Institute (KARI). *Journal of Space Technology and Applications*, 3(3), 280-300.

11. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Summary by the Chair and Vice-Chair of views and contributions received on the mandate and purpose of the Working Group on Legal Aspects of Space Resource Activities, U.N. Doc. A/AC.105/C.2/120 (2023).
 12. Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects, 961 UNTS 187, adopted on 29 March 1972, entered into force on 1 September 1972 (the ‘Liability Convention’)
 13. Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space, 1023 UNTS 15, adopted on 14 January 1975, entered into force on 15 September 1976 (the ‘Registration Convention’)
 14. The Hague Int’l Space Res. Governance Working Group, Building Blocks for the Development of an International Framework on Space Resource Activities 1 (2019).
 15. Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, 610 UNTS 205, adopted on 27 January 1967, entered into force on 10 October 1967 (the ‘Outer Space Treaty’)
 16. U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act, 51 USC 10101.
 17. United Nations Office for Outer Space Affairs, Working Group on Legal Aspects of Space Resource Activities, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/lsc/space-resources/index.html> (last accessed 2024.02.26.).
-

AAM의 군사적 운용을 위한 정책적 발전방향¹⁾



초 록

이 연구는 미국, 유럽, 중국 등 AAM 개발을 주도하고 있는 주요 선진국의 정책 추진 동향을 살펴보고, AAM의 군사적 운용 필요성과 정책적 발전방안을 제시하는 데 있다. 이를 위해 세 가지 연구 문제를 선정하여 분석하였다.

먼저, 미국, 유럽, 중국 등 AAM 개발을 주도하고 있는 주요 국가들은 미래에 전 세계적으로 경제·사회·환경·군사 안보 영역에서 엄청난 영향을 미칠 것으로 전망되는 AAM을 주도하기 위해 무한경쟁을 하고 있다. 후발주자 한국의 AAM 발전을 위해 AAM 선진국으로부터 연구개발, 실증사업 등 축적된 노하우를 벤치마킹하여 분야별 소요를 도출하였다.

둘째, 경제·사회·환경·군사 안보 측면에서, 첨단 과학기술 발전, 도시화 현상 확산, 지형적 여건 제한, 미래 인구구조 변화 등의 변화요소를 분석하여 AAM의 군사적 운용 필요성을 제시하였다. 특히, 한국은 군사적 측면에서, AAM이 다영역 작전(MDO, Multi-Domain Operations)을 수행하는데 필수적인 기동수단으로 판단하였으며, 세계적인 도시화 현상의 확산에 따른 환경오염과 교통 정체, 한반도의 지형적 여건 제한, 미래 초저출생으로 인한 한국의 급격한 인구 감소 등의 어려운 문제들을 해결할 수 있는 최적의 대안으로 평가하였다.

셋째, AAM 도입 관련 국방기획관리체계 반영 추진, 국방 차원 프로그램 운영, AAM 조종사 양성 시스템 마련 등 선행연구에서 미진했던 AAM의 군사적 운용을 위한 정책적 발전방향을 제시하였다. AAM을 한국군에 도입하기 위해서는 시급성을 고려할 때, AAM의 전력화와 병행하여 부대개편 업무를 추진해야만 2030년대 초반부터 정상적인 도입 및 운용이 가능할 것으로 판단하였다. 또한, 국방 차원에서 미국의 「Agility Prime Program」을 벤치마킹하여 한국군에 AAM 도입을 위한 「한국형 Agility Prime Program」을 추진하고, AAM 조종사 양성은 별도의 AAM 조종사 양성보다 현용 항공기 조종사와 퇴역한 조종사들을 활용하는 방안을 제시하였다.



홍준기 | 제1저자
육군 대령,
국제 정치학 박사
junkih00@naver.com



박상중 | 교신저자
국방대학교
직무교육원 교수,
육군정책자문위원,
한국항공우주정책법학회
이사,
한국전략문제연구소
국방우주연구센터장,
nicegift701@korea.kr

이 연구에서 제시한 바와 같이, 미래에 AAM은 민간 영역에서 혁신적인 교통수단으로 활용될 뿐만 아니라, 미래의 전장에서도 전장 우세를 달성할 수 있도록 전쟁의 수단과 방법을 발전시킬 것으로 전망된다. 한국군 AAM은 다양한 형상과 크기, 능력을 갖춘 AAM 기체를 개발하는 등 발전 단계별 성능의 진화를 통해 조기에 전투 수행 기능별로 다양한 작전 및 지원 임무를 수행할 수 있기를 기대한다.

Key Words : 미래항공모빌리티(AAM), 다영역작전(MDO), 국방기획관리체계, 한국형 도심항공모빌리티(K-UAM), 부대개편

I. 서론

지금으로부터 27년 전인 1997년에 프랑스에서 개봉된 SF 영화 「제5원소」에서 2259년 뉴욕을 배경으로 주인공 브루스 윌리스(Bruce Willis, 코벤 역)가 미래 항공기체인 플라잉 카(Flying Car)를 운전하는 모습이 나온다. 이 영화에서 먼 미래의 항공기체로 여겨졌던 플라잉 카가 이르면 2025년부터 서울의 도심 상공을 날아다니는 모습을 보게 될 것이다.

미국과 유럽, 중국, 한국, 일본, 호주, 브라질 등 주요 첨단 핵심 기술을 보유한 국가들은 AAM 시장을 선제적으로 차지하기 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 미국은 20여 년 전부터 항공우주국과 연방항공청 등을 중심으로 도심항공모빌리티 시장을 주도하기 위해 관련 연구와 정책 추진, 다수의 스타트업 기업들을 지원하고 있으며, 미 공군도 2000년부터 AAM 관련 민간 상용기술을 군에 신속히 도입하기 위한 프로그램을 적극적으로 진행하고 있다. 미국 외 영국, 독일 등 유럽 국가들과 중국도 AAM을 미래 핵심 전략사업으로 규정하고, 관련 연구와 정책을 추진해 나가고 있다.

한국은 AAM 도입을 추진하고 있는 주요 선진국들보다 늦은 2020년 5월에 2025년 UAM 상용화를 목표로 「한국형 도심항공모빌리티(K-UAM) 로드맵」을 발표한 후, SK그룹, LG그룹, 롯데그룹, 현대자동차그룹 등 국내 대기업들을 중심으로 35개 기업들이 7개의 컨소시엄을 구성하여 국내·외 도심항공모빌리티 시장을 먼저 확보하기 위해 ‘K-UAM 그랜드챌린지’ 경쟁에 뛰어들었다.

2023년 8월부터 시작된 ‘K-UAM 그랜드챌린지’는 기체와 버티포트, 교통관리, 운항서비스 등 UAM을 구성하는 모든 분야의 참여기관과 업계가 참여하여 안전성과 통합운용성 등을 검증하는 국토교통부 주관 민간합동 대규모 · 중장기 실증사업이다.²⁾ 국토교통부는 ‘K-UAM 그랜드챌린지’ 실증사업을 통해 UAM의 안정성을 검증하고, 2025년 말에 수도권에서 최초로 상용화 후 2026년부터 전국적으로 확대하는 것을 목표로 추진하고 있다. 국토교통부는 2023년 11월 3일에 전라남도 고흥 상공에서 ‘K-UAM 그랜드챌린지’와 연계한 비행 시연 행사를 개최하였으며, 행사 참석자들은 국내 최초로 만들어진 버티포트와 승객 터미널 등 UAM 관련 인프라와 국내기술로

1. 이 연구는 한국항공우주정책·법학회지(제39권 제2호)에 투고한 내용을 수정·보완하여 발전시켰다.

2. 국토교통부, “국토교통부, UAM 상용화 본격 준비 위한 글로벌 협력,” 보도자료, 2024. 5. 29..

개발된 기체가 비행하는 장면을 직접 볼 수 있었다.³⁾ 2024년에는 ‘K-UAM 그랜드챌린지’에 참여 중인 컨소시엄 중에서 현대차-KT 컨소시엄과 롯데 컨소시엄 등이 1단계 실증사업을 완료하였다. 이들 컨소시엄 외, 한국항공우주산업(KAI)은 미래에 국내·외 운용을 목표로 군사용 AAM으로 운용될 미래 항공기체와 핵심 부품을 개발하고 있다.

국방부는 민간 영역에서 개발하고 있는 AAM을 신속하게 도입하기 위해 국토교통부와 2022년 7월 27일에 「도심항공교통(UAM) 및 드론체계 발전 MOU」를 체결하는 등 민간 상용 첨단 기술을 신속하게 군에 도입하고, 군이 테스트 베드(Test Bed)로 민간 기술의 실증과 확산에 기여하도록 상호 협력을 강화해 나가고 있다.⁴⁾

이 연구에서는 AAM에 대하여 전반적으로 이해할 수 있도록 AAM의 개념과 특징, 구성요소에 대해 먼저 정리해 보고, AAM 개발을 주도하고 있는 주요 국가의 정책 추진 동향을 분석하였으며, AAM의 군사적 운용 필요성과 정책적 발전방안을 제시하였다.

위에서 제시한 연구 목적을 달성하기 위해 아래와 같이 세 가지 연구 문제를 설정하여 분석하였다.

첫째, 미국, 유럽, 중국 등 AAM 개발을 주도하고 있는 주요 국가의 AAM 관련 최신 동향에 대하여 종합 및 분석하여 제시하였다. 특히, 중국 동향은 최근 정부 차원에서 추진하고 있는 ‘저공 경제(低空 经济, Low-Altitude Economy)’와 연계하여 분석하였다.

둘째, 첨단 과학기술 발전, 도시화 현상 확산, 지형적 여건 제한, 미래 인구구조 변화 등의 변화 요소를 분석하여 AAM의 군사적 운용 필요성을 제시하였다.

셋째, AAM 도입 관련 국방기획관리체계 반영 추진, 국방 차원 관련 프로그램 운영, AAM 조종사 양성 시스템 구축 등 기존 선행연구에서 미진했던 AAM의 군사적 운용을 위한 정책적 발전방향을 제시하였다.

3. 국토교통부, “K-UAM 2025년 상용화 카운트다운, 담대한 도전 날갯짓,” 보도자료, 2023. 11. 2.

4. 최평천, “국토부-국방부, 드론·UAM 산업 발전 위해 ‘맞손’…민군 기술교류,” 연합뉴스, 2022. 7. 27.

II. AAM의 개념과 특징

1. AAM의 개념

UAM은 ‘Urban Air Mobility’의 약자로 직역하면 ‘도심항공모빌리티’이다. 미 항공우주국(NASA, National Aeronautics and Space Administration)은 UAM을 “소형 상자 배달 드론부터 승객을 태운 에어택시까지 인구 밀집 지역 상공에서 운행되는 안전하고 효율적인 항공운송 시스템”으로 정의하였으며⁵⁾, 연방항공청(FAA, Federal Aviation Administration)은 UAM을 “도시 지역과 그 주변에서 고도로 자동화되고 협력적으로 승객이나 화물을 운반하는 항공운송 서비스”로 정의하였다⁶⁾. EU의 항공안전청(EASA, European Union Aviation Safety Agency)은 UAM을 “도심 환경에서 승객과 화물을 위한 새로운 운송수단으로 안전하고 지속 가능한 항공운송 시스템”으로 정의하였다⁷⁾. 한국은 2021년에 발간된 「한국형 도심항공교통 기술로드맵」에서 UAM이란, “도심 내의 3차원 공중 교통체계를 활용하는 항공운송 생태계를 의미하며, 도심의 상공에서 사람 또는 화물을 운송하는 항공교통 수단으로, 기체 개발에서부터 인프라 구축, 플랫폼, 서비스, 유지 보수 등 관련 사업을 모두 포괄하는 개념”으로 정의하였다⁸⁾.

위에서 설명한 UAM의 개념 정의를 종합해 보면, UAM은 “도심과 그 주변 상공에서 승객이나 화물을 안전하고 효율적으로 운반하는 항공운송 생태계”로 정의할 수 있다.

AAM은 ‘Advanced Air Mobility’의 약자로 직역하면 ‘미래항공모빌리티’이다. AAM은 도심 상공에서 이동하는 UAM과 지역에서 지역으로 이동하는 RAM (Regional Air Mobility, 지역항공모빌리티)을 포함하는 개념으로, 미 항공우주국에서 처음으로 제시한 이후 전 세계에서 사용하고 있다⁹⁾.

미 항공우주국의 개념 정의를 토대로 AAM과 UAM을 비교하면¹⁰⁾, 이동 구간 측면에서, UAM은 AAM보다 하위 범주로 도심 내의 상공 이동을 목적으로 하나, AAM은 도심과 비도심을 포함하여 지역 간 상공 이동을 목적으로 한다. 동력원 측면에서, AAM과 UAM은 동일하게 전기 추진을 기반으로 하고 있으나, UAM에 비해 AAM은 장거리를 이동하기 때문에 수소 전지와 같은 미래형 차세대 배터리 장착이 필수적이다. 관련 기술 개발 측면에서, UAM은 일찍이 2000년대 초부터 기술 개발이 점차적으로 진척되어 왔으나, AAM은 운용 목적을 고려시 차세대 배터리, AI 기반 자율주행, 충돌 방지 기능 등 새로운 첨단 기술들이 요구되고 있다.

2. AAM의 특징 및 구성요소

AAM의 특징은 안정성, 소음, 경제성, 환경 등 네 가지로 제시할 수 있다. 여기에서 AAM 기체는 eVTOL을 기준으로 제시한다.

5. 미 항공우주국 홈페이지, <https://www.nasa.gov/simlabs/uam/> (검색일: 2024. 10. 3.)

6. FAA, “Urban Air Mobility (UAM) Version 2.0 Concept of Operations,” April 26, 2023.

7. EU 항공안전청 홈페이지, <https://www.easa.europa.eu/en/what-is-uam> (검색일: 2024. 10. 3.)

8. 국토교통과학기술진흥원·한국연구재단, 한국형 도심항공교통 기술로드맵 (서울: 국토교통과학기술진흥원·한국연구재단, 2021. 6.), p.54.

9. NASA, “ATM-X UAM Subproject,” Dec 17, 2020.

10. 박상중·홍준기, “AAM의 군사적 운용 및 부대 편성 방안 연구,” 航空宇宙政策·法學會誌 제39권 2호, (2024), p.65.

첫째, 안정성은 AAM 운용에 있어서 가장 우려하고 있는 사항이다. AAM의 운용 간에 발생할 수 있는 사고는 항공기 사고와 유사하게 AAM 기체(eVTOL)나 승객의 피해뿐만 아니라 AAM 운용 회랑과 인접한 지상에서 인명이나 재산의 피해가 발생할 수 있다. 일반적인 회전익항공기와 다르게 AAM 기체는 여러 개의 로터를 독립적으로 구동하는 기술인 분산전기추진(DEP, Distributed Electric Propulsion) 기술을 사용하기 때문에 로터마다 모터를 이종으로 배치하여 운항 중에 고장 등의 문제가 발생하여도 안전하게 운항할 수 있다. 즉, AAM 기체는 개별 로터가 작동하지 않더라도 다른 로터가 작동하기 때문에 안전하게 기체를 착륙시킬 수 있다는 의미이다.

둘째, 소음은 AAM의 사회적 수용을 위해 필수적으로 해결되어야 할 사항이다. 아래의 < 표 1 >과 같이, 수직 이·착륙이 가능하다는 점에서 AAM 기체와 유사한 현존 회전익항공기인 헬기는 로터와 엔진 소음이 약 90 ~ 100dB로 열차 통과 시 철도 변에서 나는 소음처럼 너무 커서 인구 밀집지역인 도심 상공에서 다수의 항공기를 운용하기에는 제한사항이 매우 많다. 그러나, 분산전기추진 방식인 AAM 기체는 전기 모터를 사용하기 때문에 헬기 대비 소음이 거의 절반 수준인 약 55 ~ 65dB로 조용한 승용차나 사무실 수준의 저소음 운용이 가능하다. 다만, AAM 기체 자체의 소음은 크지 않더라도 앞으로 설치될 AAM 운항노선이나 버티포트 주변에 대한 소음 문제에 대해서는 자연적 환경 요인과 사회적 환경 요인을 결합한 생활환경 측면에서의 검토가 필요하다.

<표 1> 소음원의 사례별 소음 크기¹¹⁾

소음 크기	소음원 사례	비 고
120dB	* 전투기의 이·착륙 소음	
110dB	* 자동차의 경적 소음	
100dB	* 열차 통과시 철도 변 소음	헬기 소음
90dB	* 소음이 심한 공장 안, 큰 소리의 독창	
80dB	* 지하철의 차내 소음	
70dB	* 전화벨 (0.5m), 시끄러운 사무실	eVTOL 소음
60dB	* 조용한 승용차, 보통 회화	
50dB	* 조용한 사무실	
40dB	* 도서관, 주간의 조용한 주택	
30dB	* 심야의 교외, 속삭이는 소리	
20dB	* 시계 초침, 나뭇잎 부딪치는 소리	

* 국가소음정보시스템에서 제공하는 ‘소음원의 사례별 소음 크기’를 재구성하였음.

11. 국가소음정보시스템, <https://www.noiseinfo.or.kr/index.jsp>, (검색일: 2024. 10. 3.)

셋째, AAM 기체는 헬기보다 기체 가격과 유지 비용이 훨씬 저렴하다. 기종과 운항 목적에 따라 비용이 다르기 때문에 정확한 비교는 어려우나, 군에서 운용하는 수리온(KUH-1)의 기체 가격(약 220억 원)에 비해 AAM 기체는 전기모터를 사용하기 때문에 부품 수가 적고 구조가 단순하여 대량생산 시 기체 가격이 약 20억 원(예상 가격)으로 10배 정도 저렴하다. AAM 기체는 헬기보다 저렴한 수리비 및 정비비로 인해 유지 비용도 적게 소요되어 경제성 측면에서 매우 유리하다.

넷째, AAM 기체는 동력원으로 내연기관을 사용하지 않고, 전기 모터를 사용한다. 따라서, AAM 기체는 현재 인류가 직면하고 있는 가장 심각한 도전과제로 기후 위기의 주요 원인인 온실가스와 이산화탄소를 배출하지 않는 친환경적인 모빌리티이다. 미래에 AAM은 도심의 대기 오염과 지상 혼잡을 감소시키는 데 큰 역할을 할 것이다.

통상적으로 AAM의 3대 구성요소로 기체, 이·착륙 인프라, 관제시스템을 들고 있으며, AAM의 구성요소는 AAM과 관련된 각종 정책 업무를 추진할 때 반드시 고려해야 하는 사항이다.

첫째, AAM의 구성요소 중 가장 중요한 핵심 요소는 기체이다. 기체를 먼저 개발해야만 기체를 운용할 수 있는 이·착륙 인프라와 관제시스템을 구축할 수 있다. AAM 기체는 주로 도심 상공에서 이동하기 때문에 매우 안전해야 하며 소음과 온실가스 배출량이 최소화되어야 한다. 이러한 이유로 기체는 전기를 동력으로 사용하도록 개발하고 있으며, 이·착륙 방식에 의해 eVTOL(electric Vertical Take-Off and Landing), eSTOL(electric Short Take-Off and Landing), eCTOL(electric Conventional Take-Off and Landing) 등 세 가지로 구분하고 있다. eVTOL은 활주로가 필요 없는 수직이·착륙기이다. eSTOL은 100m 내외의 단거리 활주로만 있으면 운용할 수 있으며, eVTOL에 비해 이·착륙에 필요한 에너지가 적게 소요되어 더 많은 물량을 적재할 수 있다. AAM을 군사용으로 사용할 때, eSTOL은 eVTOL에 비해 탑승 인원이나 중량이 크기 때문에 다양한 작전 및 지원 임무를 수행할 수 있다. eCTOL은 고정익항공기가 이·착륙하는 활주로를 사용하는 기체이다.

둘째, AAM의 이·착륙 인프라로는 버티포트(Vertiport)가 있다. 2024년 4월 25일에 시행된 「도심항공교통 활용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」 상 버티포트는 도심형 항공기의 이륙, 착륙 및 항행을 위해 사용되는 일정한 시설과 사무시설 등으로 정의하였다¹²⁾. 일반적으로 버티포트는 규모에 따라서 허브공항 개념의 버티허브, 지역 터미널 개념의 버티포트(2개 이상의 이·착륙장), 버티스탑(1개 이·착륙장)으로 분류하고 있다. 군에서 사용하게 되는 버티포트는 군사용 AAM 기체의 이·착륙시설과 계류시설을 구비하고, 기체를 운용하기 위한 배터리 충전과 유지·보수 서비스뿐만 아니라, AAM을 이용하는 병력, 장비, 물자의 승·하차와 하역, 각종 편의 서비스를 제공하는 공간이다¹³⁾. 군에서는 현재 각 군에 설치되어 있는 항공부대의 기반 시설과 항공기 이·착륙 시설 등을 최대한 활용한다면, 버티허브, 버티포트, 버티스탑 등 다양한 종류의 이·착륙 인프라 구축과 운영이 가능할 것이다.

셋째, 정부에서 추진하고 있는 AAM 관제시스템으로는 도심항공교통관리체계(UATM, Urban Air Traffic Management)이다. AAM은 운용 목적상 도심의 상공(지상 고도 300 ~ 600m)에서 이동하기 때문에 지상 고도

12. 도심항공교통 활용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령(대통령령 제34450호, 2024. 4.

13. 국토교통과학기술진흥원·한국연구재단, 앞의 보고서, p.37.

150m 이하에서 이동하는 드론관제체계(UTM, UAS Traffic Management)와는 별도의 UATM을 개발할 예정이다. AAM 관제시스템을 군에 도입 시에는 공군, 육군 항공, 드론, 포병, 방공무기 등 공역 사용 수단별로 운용과도를 다양하게 운용하고 있어서 별도의 통합 관제시스템을 운용하여야 한다.

III. 주요 국가의 AAM 정책추진 동향

1. 미국 추진 동향

미국은 항공우주국(NASA)과 연방항공청(FAA)을 중심으로 AAM 관련 정책을 추진하고 있으며, ‘AAM National Campaign’을 추진하고 있다¹⁴⁾. 미국은 연방항공청의 AAM 운용 개념 정립과 감항인증 지침 마련, 항공우주국의 AAM 발전 전망 및 통합실증(National Campaign) 추진, 미 공군의 민간 R&D 지원, AAM 생태계 강화와 인프라 구축을 위한 미 의회의 법 제정 및 백악관의 정책 발표 등 전방위적인 노력을 통해 AAM 관련 생태계를 조성하고 상용화 기반을 마련하고 있다¹⁵⁾. 연방항공청은 2017년 8월에 일반항공기 감항 표준인 Part 23을 개정하고, 2018년에 적합성 인증방법(Means of Compliance)을 발표하였으며, 2022년 5월 9일부터 Part 21.17(b)의 특별등급(Special Class) 절차에 따라 eVTOL의 형식승인을 하고 있다.¹⁶⁾

미 항공우주국은 타 국가의 정부 기관, 관련 산업 및 학계와 협력하여 AAM과 관련된 연구를 통해 미래 항공교통 시스템 구축을 주도하고 있다. 특히, 미 항공우주국은 미 공군의 혁신 벤처 프로그램(AFWERX), 미 육군 전투능력 개발사령부(DEVCOM) 및 미 해군 연구소(ONR) 등 군 관련 연구기관과 공동 연구를 수행하고 있다¹⁷⁾. 미 항공우주국은 미 공군이 추진하고 있는 혁신 벤처 프로그램(AFWERX)과 다양한 AAM 분야에서 지속적인 정보를 상호 교환하고 있으며, 캘리포니아 에드워즈 공군 기지에서 조비(Joby Aviation)의 AAM 기체를 활용하여 테스트를 시행하고 있다. 미 육군 전투능력개발사령부 및 미 해군 연구소와는 미 육군의 수직 리프트 연구 센터(VLRCE, Vertical Lift Research Centers of Excellence)에 자금을 지원하였으며, 다양한 수직 리프트 기술 과제에 관한 연구를 수행하기 위해 조지아 공과 대학교(Georgia Institute of Technology)와 펜실베이니아 주립 대학교(Penn State University) 및 메릴랜드 대학교(University of Maryland)를 선정하여 지원하고 있다. 이러한 노력은 민간 및 군용 헬기, 기타 수직 리프트 항공기의 안전과 성능, 경제성을 개선하는 데 도움이 되고 있다.

미 의회는 미국 내에서 AAM 생태계를 강화하기 위해 2021년에 「Advanced Air Mobility Coordination and Leadership Act」¹⁸⁾를 제정하였고, 2022년에 「Advanced Aviation Infrastructure Modernization Act(AAIM Act)」를 제정하였다¹⁹⁾. 백악관은 2023년에 「A Vision for America's Continued Global Leadership in Aeronautics」를 발표하는 등 미 정부 및 관련 산업계를 적극 지원하고 있다²⁰⁾.

14. NASA(2020), 앞의 보고서, ‘AAM National Campaign’은 미국의 AAM과 관련된 인프라 구축과 기술 개발을 위한 실증사업이다.

15. KDI 경제정보센터, “해외동향-UAM편,” KDI 해외동향 2023-04 (KDI, 2023), p.7.

16. 위 보고서, p.16.

17. NASA, “NASA Advanced Air Mobility Partnerships,” Mar 20, 2024.

18. H.R.1339 - Advanced Air Mobility Coordination and Leadership Act.

19. H.R.6270 - AAIM Act.

20. The WhiteHouse, “A Vision for America's Continued Global Leadership in Aeronautics,” March 17, 2023.

미 공군은 2020년 4월에 AAM 관련 민간 상용기술을 저렴하고 신속하게 도입하기 위해 「Agility Prime Program」을 추진하고 있다. 「Agility Prime Program」은 중국이 전 세계적으로 70% 이상 상용 드론 시장을 독점하고 있어 야기되는 안보 위협이 발단되어 2020년부터 2025년까지 군사 목적으로 사용할 수 있는 민간 상용 기술을 빠르게 발전시키고, 군사용으로 변환하기 위한 프로그램이다²¹⁾. 이 프로그램은 아처(Archer), 베타(Beta Technologies), 조비(Joby Aviation) 등과 같은 선도적인 eVTOL 기업과 파트너십을 맺고 개발 노력을 가속화 하면서, eVTOL 기술의 잠재적인 군사용 운용 사례를 도출해 내고 있다.



< 그림 1 > 미국 최초의 버티포트 (버지니아 블랙스톤 육군 비행장)

* Russ Niles, "First 'Vertiport' Gets FAA Conditional Approval," AVweb, October 3, 2023.

미 육군은 AAM 도입을 주도하고 있는 미 공군과 협업으로 AAM 운용에 관한 준비를 점진적으로 추진하고 있으며, 2022년에 베타(Beta Technologies)에 시험 비행 예산을 지원하고, Alia-250을 활용하여 병력과 물자 수송에 대한 시험평가를 진행하였다²²⁾. 미 연방항공청은 위의 < 그림 1 >에서 보는 바와 같이, 버지니아주 블랙스톤에 위치하고 있는 앨런 C. 퍼킨슨 블랙스톤(Allen C. Perkinson Blackstone) 육군 비행장(KBKT)에 설치된 미국 최초의 버티포트를 조건부로 승인하였으며, 이에 따라 미 육군은 군사용 버티포트를 테스트할 수 있는 유리한 여건을 마련하였다²³⁾.

2. 유럽 추진 동향

유럽은 선제적으로 AAM 도입을 추진하기 위해 유럽항공안전청(EASA, European Union Aviation Safety Agency)을 중심으로 EU 내 단일한 항공 교통체계를 구축하기 위한 항공기 감항 인증체계 구축과 영공 통합, 운영 및 조종사 면허, 사회적 수용 등의 연구와 관련 법 및 규정을 마련해 나가고 있다.

21. Lauren A. Mayer, Elizabeth Hastings Roer, Jeffrey S. Brown, Richard Mason, Dahlia Anne Goldfeld, "Department of Defense Considerations for Leveraging Commercially Developed Emerging Technologies: Preliminary Insights from Advanced Air Mobility," Research conducted by RAND PROJECT AIR FORCE, Jul 18, 2023.

22. Laura Heckmann, "SPECIAL REPORT: Army Quietly Exploring Electric Aircraft," National Defense, September 6, 2023. <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2023/9/6/army-quietly-exploring-electric-aircraft> (검색일: 2024. 10. 5.)

23. Russ Niles, "First 'Vertiport' Gets FAA Conditional Approval," AVweb, October 3, 2023. <https://www.avweb.com/aviation-news/first-vertiport-gets-faa-conditional-approval/> (검색일: 2024. 10. 5.)

유럽항공안전청은 2019년에 eVTOL 특별 감항 조건인 「SC-VTOL-01」을 제정하였고²⁴⁾, 2021년에 이에 대한 적합성 인증수단(Means of Compliance)을 추가로 발표하였으며, 2022년에 세계 최초로 유인 VTOL과 무인 항공시스템에 관한 포괄적 규제 프레임워크로 「NPA 2022-06」을 제정하였다²⁵⁾. 또한, 유럽항공안전청은 2023년에 유인 VTOL과 무인 항공시스템의 초기 감항성과 특정 범주에서 운영되는 감항성에 대한 규제 프레임워크인 「Opinion No 03/2023」을 발표하였고²⁶⁾, 2024년에 규제 프레임워크에 대하여 허용이 가능한 규정 준수 수단과 지침자료 수립을 제안한 「NPA 2024-01」을 제시하였다²⁷⁾.

영국은 연구혁신기구(UKRI, UK Research and Innovation)를 중심으로 AAM과 드론, 전기 항공기 등을 신속히 도입하고, 관련 기술 개발을 위하여 ‘Future flight challenge’를 진행하고 있다. 영국은 ‘Future flight challenge’를 통하여 AAM 도입 등 혁신을 주도하고 있으며, 최근에는 드론을 이용한 의료용품의 공급망 확대에도 막대한 예산을 투입하고 있다²⁸⁾. 이와 더불어, 영국 정부는 영국군과 해안경비대 등 안보 관련 조직들에도 AAM의 신속한 도입을 선제적으로 추진하고 있다.

독일은 연방교통디지털인프라부(Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure)를 중심으로 2020년에 관련 규정 마련과 R&D 지원, 인증 개발 등 UAM 도입 정책 추진을 위한 실행계획인 「Unbemannte Luftfahrtsysteme und innovative Luftfahrtkonzept - Aktionsplan der Bundesregierung」을 발표하였다²⁹⁾. 독일 정부는 함부르크, 인골슈타트, 아헨, 헤센주 등 4개 지자체와 MOU를 체결하고, 공동으로 UAM 충전·통신인프라 구축, 통합된 공역을 운용하기 위한 실험 시설 구축, 독일 국민을 대상으로 UAM 수용성 확보를 위한 공동 노력 등을 추진하고 있다³⁰⁾.

프랑스는 2024년부터 파리에 eVTOL Test-bed를 구축하고, '24 파리 올림픽에 UAM 실증 비행을 목표로 UAM 생태계 구축을 추진한 바 있으며, ‘Re.Invent Air Mobility Challenge’를 본격적으로 추진하고 있다.

3. 중국 추진 동향

중국은 민용항공국(CAAC, Civil Aviation Administration of China)이 UAM 관련 정책 추진을 주도하고 있다³¹⁾. 민용항공국은 중국 내의 인증체계 구축과 관련 규제를 마련하고 있으며, 세계 민간 드론 시장의 대부분을 차지하고 있는 드론 업체인 DJI처럼 UAM 분야에서도 우위를 선점하기 위해 진취적으로 관련 정책을 추진하고 있다. 이와 더불어, 민용항공국은 베이징시와 항저우시 등 13개 도시를 지정하여 무인 비행 서비스 시범운영을 허용한 바 있다³²⁾.

24. EASA, “Special Condition for small-category VTOL aircraft(SC-VTOL-01),” July 2, 2019.

25. EASA, “Introduction of a regulatory framework for the operation of drones(NPA 2022-06),” Jun 30, 2022.

26. EASA, “Introduction of a regulatory framework for the operation of drones — Enabling innovative air mobility with MVCA, the initial airworthiness of UAS subject to certification, and the continuing airworthiness of those UAS operated in the ‘specific’ category(Opinion No 03/2023),” Aug 31, 2023.

27. EASA, “Introduction of a regulatory framework for the operation of drones — Enabling innovative air mobility with manned VTOL-capable aircraft(NPA 2024-01),” Feb 06, 2024.

28. UKRI, “Future flight challenge,” April 3, 2024.

29. 박상중·홍준기(2024), 앞의 논문, p.70.

30. BMDV, “Unbemannte Luftfahrtsysteme und innovative Luftfahrtkonzept-Aktionsplan der Bundesregierung,” Mai 2020.

31. 박상중·홍준기(2024), 앞의 논문, p.71.

32. 이규복 외, “국내 UAM 산업육성을 위한 정책 제언,” KETI Issue Report (한국전자기술연구원, 2022), p.4.

최근 중국 정부는 ‘저공 경제(低空 经济, Low-Altitude Economy)’라는 새로운 경제 용어를 제시하고, 1,000m 영공 내 비행 관련 인프라 구축, 기체 제작 및 운용 시스템, 다양한 응용 산업 등을 종합적으로 육성하고 있다³³⁾. 중국은 2023년 12월에 중국 지도부 경제 회의인 ‘중앙경제공작회의’에서 ‘저공 경제’를 새로운 핵심 전략산업에 포함하고, 중국의 중앙 및 지방 정부는 신속한 인증과 저고도 공역 제한 완화, 재정지원 등 ‘저공 경제’ 육성을 위한 지원을 확대하고 있다.

‘저공 경제’의 핵심 분야인 eVTOL과 배터리는 중국 정부의 적극적인 지원을 받으면서, 드론과 전기차 등의 제조 기술을 기반으로 육성되고 있으며³⁴⁾, 특히, 중국 상하이시의 ‘경제정보화위원회’에 따르면, 상하이에 중국 민간항공 전문 인력의 70%와 eVTOL·플라잉 드론카 관련 기업의 50%나 모여 있을 정도로 UAM 관련 기업 유치와 정책 추진을 선도하고 있다³⁴⁾.

중국은 UAM을 ‘저공 경제’의 핵심 전략산업으로 집중 육성하여 2030년까지 30만 대 이상의 eVTOL 시장 규모를 조성하는 등 수년 내에 대도시의 주요 교통수단으로 자리매김할 것으로 전망된다.

‘저공 경제’의 핵심 분야인 eVTOL과 배터리는 중국 정부의 적극적인 지원을 받으면서, 드론과 전기차 등의 제조 기술을 기반으로 육성되고 있으며, 특히, 중국 상하이시의 ‘경제정보화위원회’에 따르면, 상하이에 중국 민간항공 전문 인력의 70%와 eVTOL·플라잉 드론카 관련 기업의 50%나 모여 있을 정도로 UAM 관련 기업 유치와 정책 추진을 선도하고 있다³⁵⁾.

중국은 UAM을 ‘저공 경제’의 핵심 전략산업으로 집중 육성하여 2030년까지 30만 대 이상의 eVTOL 시장 규모를 조성하는 등 수년 내에 대도시의 주요 교통수단으로 자리매김할 것으로 전망된다.

33. 최지원·최재희, “중국의 저공 경제(Low-Altitude Economy) 육성 현황 및 시사점,” KIEP 세계경제포커스” (대외경제정책연구원, 2024), pp.2-3. ‘저공 경제’는 1,000m 공역 내 비행 관련 인프라, eVTOL·드론 등 저고도 항공기 제조, UAM·물류·교통 등 서비스와 관련된 경제활동을 통칭하는 개념이다.

34. 위의 보고서.

35. 이별찬, “배달부터 택시까지 하늘로 ... 中 ‘저고도 경제’ 띄운다,”조선포스트, 2024. 10. 3. https://www.chosun.com/economy/weeklybiz/2024/10/03/D7OPSCPL7B-DOVL2E3 C67MYSTDI/?utm_source=naver&utm_medium=referral&utm_campaign=naver-news (검색일: 2024. 10. 5.)

IV. AAM의 군사적 운용 필요성

1. 첨단 과학기술의 발전

4차 산업혁명에 기반한 첨단 기술의 발달이 군사 분야에도 지대한 영향을 미치면서, 향후 도래될 미래전에 관한 논의가 본격적으로 이루어지고 있다. 미래전에 대비한 군사적 혁신의 성패가 곧 한 국가의 국력 수준을 결정하기 때문에 신냉전 시대의 진영을 불문하고 주요 군사 강국들은 미래전에 대비한 군사혁신을 적극적으로 추진하고 있다.

현재 전 세계적으로 주목받고 있는 러시아-우크라이나 전쟁 및 이스라엘-하마스-헤즈볼라 전쟁은 전영역전, 비선형전, 유·무인복합전, 하이브리드전 등처럼 미래전의 다양한 전쟁 유형들을 복합적으로 보여주고 있다³⁶⁾.

이처럼 현재 진행 중인 여러 전쟁 사례에서 보는 바와 같이, 전쟁의 수단과 방법의 급격한 발전으로 전장 영역도 지상, 해양, 공중 영역을 넘어서 우주와 사이버, 인지 및 심리 영역까지 확장되고 있다. 즉, 전장의 영역에서도 변화의 속도가 가속화되면서 기존에 실존하던 것들의 경계가 뒤섞이는 ‘빅블러(Big Blur)’ 현상이 나타나고 있다.

블러(Blur)란 사전적으로 ‘흐릿해지다, 흐릿하게 만들다’는 의미로³⁷⁾, 1998년에 세계적으로 저명한 미래학자인 스탠 데이비스(Stan Davis)와 크리스토퍼 메이어(Christopher Meyer)의 공저인 「블러: 연결된 경제에서의 변화 속도(Blur: The Speed of Change In the Connected Economy)」에서 처음으로 사용되었다³⁸⁾. 이후 플랫폼 전략가인 조용호는 2013년에 저서인 「당신이 알던 모든 경계가 사라진다」에서 사회의 각 분야에 걸쳐 기존에 우리가 알고 있던 경계와 틀이 사라지면서 나타나는 변화를 설명하면서, ‘빅블러’라는 용어를 처음 사용하여 널리 전파되었다³⁹⁾.

앞으로 우리가 직면하게 될 미래전은 미래 첨단 기술을 어떻게 군사용으로 전환하느냐에 달려있다. AI, 클라우드, 사물인터넷, 빅데이터, 양자기술, 나노기술, 5G·6G 무선통신 기술 등은 이미 4차 산업혁명 시대를 대표하는 핵심 기술로 자리잡고 있다. 이러한 새로운 신기술들에 의해 전쟁의 수단들도 급격하게 발전하고 있다. 특히, 차세대 운송 기술로는 자율 항공기(Autonomous Aerial Vehicles), 배송드론(Delivery Drones), 자율주행자동차(Driverless Cars), 플라잉 호텔(Flying Hotel Pods), 플라잉 택시(Flying Taxis), 호버바이크(Hoverbikes), 하이퍼루프(Hyperloop), 마이크로 모빌리티(Micromobility), 자기부상열차(Maglev Trains) 등을 들 수 있다⁴⁰⁾. 이러한 차세대 운송 기술은 대부분 자율 비행과 하이브리드 전기추진으로 장시간 비행이 가능한 미래 항공기체(AAV, Advanced Air Vehicle)의 범주에 속한다. 미래 항공기체는 개인용 비행체(PAV, Personal Air Vehicle)와 AAM 기체인 전기동력수직이착륙기(eVTOL), 드론 택시(Drone Taxi), 플라잉 카(Flying Car) 등 다양한 명칭으로도 불리고 있다.

전장의 영역과 범위가 확대되고, 전투의 진행 속도가 빨라짐에 따라 다영역 작전(MDO, Multi-Domain Operations)을 수행하기 위해서는 위에서 제시하고 있는 미래 항공기체의 운용이 필수적이다. 따라서, AAM은 현

36. 홍준기·노태현, “비선형전 수행에 관한 연구: 러시아-우크라이나 전쟁을 중심으로,” 군사발전연구, 제16권 2호, (2022), p.137.

37. 네이버 어학사전, <https://dict.naver.com/dict.search?query=blur&from=tsearch> (검색일: 2024. 10. 6.).

38. Stan Davis-Christopher Meyer, “Blur: The Speed of Change In the Connected Economy,” March 25, 1998.

39. 조용호, “당신이 알던 모든 경계가 사라진다” (서울: 미래의 창, 2013), pp.23-24.

40. Brooke Becher, “12 Future Transportation Technologies to Watch,” Built in, August 10, 2023. <https://builtin.com/articles/future-transportation> (검색일: 2024. 10. 6.).

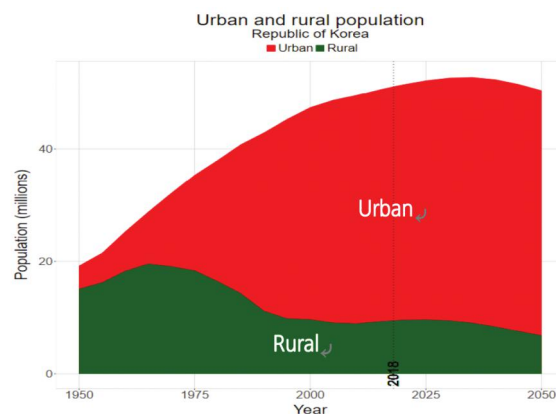
재 운용되고 있는 각종 운송수단의 능력을 뛰어넘는 새로운 유형의 운송수단으로, 상용화되면 인공지능의 확산 추세와 유사하게 지상과 공중, 해양을 연결하는 심리스(Seamless, 끊김이 없이 지속적인) 모빌리티 시대로 급격하게 전환될 것이다. 이러한 미래 운송수단의 발전은 군의 현용 기동수단을 AAM으로 대체하여 미래 전장에서 지상·해양 영역의 지형적 제한사항을 극복하고, 확대된 전장에서 신속한 공중 기동이나 수송 등을 통해 작전적 우세를 달성할 수 있다.

2030년대에 군에서 본격적으로 운용하게 될 AAM은 저궤도 위성통신과 6G 무선통신 기술이 사용되어 초대용량의 데이터를 극도로 빠른 속도로 주고받을 수 있어서 초예지 기반의 완전자율 비행이 실현될 것으로 전망하고 있다⁴¹⁾. AAM의 완전자율 비행이 실현되면, 조종사 없이도 임무를 수행할 수 있기 때문에 위험 지역에서 인명 피해를 감소시킬 수 있으며, 배터리 기술의 발전으로 장시간·장거리 비행과 더 많은 병력과 물자의 수송이 가능해 질 것이다⁴²⁾.

2. 도시화 현상의 확산

도시화 현상은 특정 지역의 도시를 대상으로 도시의 주변이나 농촌의 인구가 집중되고, 도시적인 생활 양식이 확대되는 현상을 의미한다. 도시화 현상이 최초로 나타난 국가는 영국으로, 1차 산업혁명 초기에 농·어촌 지역에서 각종 공장이 위치한 도시로 대규모 인구가 몰려들어 공업 도시가 발달하였으며, 이후 100만 명 이상의 대도시가 등장하면서 도시화가 급격하게 확산되었다⁴³⁾.

UN 경제사회국(Department of Economic and Social Affairs)은 2018년에 발간한 「세계 도시화 전망 2018: World Urbanization Prospects 2018」 보고서에서, 전 세계적으로 2018년 기준 도시화율이 55%에 도달하였다고 평가하였으며, 아래의 < 그림 2 >와 같이, 한국을 세계적인 도시화 국가 사례로 분류하였다⁴⁴⁾.



< 그림 2 > UN 경제사회국의 보고서에 제시된 한국의 도시화

41. 이데일리 미래기술 특별취재팀, “세상을 뒤바꿀 미래기술 25” (서울: 이데일리, 2022. 11.), p.93.

42. 박상중·홍준기(2024), 앞의 논문, p.74.

43. 네이버 지식백과, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=922019&cid=47335&categoryId=47335> (검색일: 2024. 10. 5.)

44. UN 경제사회국, “The speed of urbanization around the world,” December 2018.

통계청에서 제시한 「2023 국제통계연감: 도시화율(OECD 회원국)」에 따르면, 한국은 2023년 기준으로 도시화율이 81.5%를 차지하고 있으며, 2030년 기준으로 82%까지 증가할 것으로 전망하고 있어⁴⁵⁾, 서울과 경기도권을 중심으로 하는 생활권이 지속적으로 확대될 것이다.

위에서 제시한 전망을 토대로 미래 한국은 도시화 현상의 지속적인 확산으로 인해 주거, 교통, 환경, 에너지 등 다양한 분야에서 복잡한 문제와 갈등을 야기할 것으로 보인다. 특히, 미래에 더욱 심각해질 것으로 예상되는 환경오염과 교통 정체 문제를 해결하기 위해 한국은 미래 항공기체(AAV)로 AAM 기체(eVTOL)를 본격적으로 운용할 것이다.

포르쉐 컨설팅(Porsche Consulting)에서 2021년에 발간한 「수직이착륙모빌리티의 경제학: The Economics of Vertical Mobility」 보고서에서, AAM은 도시 인프라의 제약으로 인하여 20km 이상의 거리에서 이동 시 가장 확실한 시간 절약의 이점을 제공하는 것으로 제시하였다⁴⁶⁾. AAM과 자동차의 물리적인 속도를 비교해 보면 공중에서 이동하고, 교통 정체가 없는 AAM이 당연히 빠르지만, AAM은 버티포트에서 탑승해야 하므로 20km 이내의 거리는 도시 인프라의 상황에 따라 자동차가 빠를 수도 있고, eVTOL이 빠를 수도 있다. 그러나, 20km 이상의 거리에서는 확실히 eVTOL이 자동차보다 더욱 신속하게 이동이 가능하다는 것이다. 따라서, 미래에 AAM은 도심의 교통 정체를 해소할 수 있는 가장 확실한 대안이 될 것이다. 분산전기추진 방식인 AAM 기체는 공중 영역에서 전기 모터를 사용하는 친환경 모빌리티로 저소음 운용이 가능하고, 기후 위기의 주요 원인인 이산화탄소와 온실가스를 배출하지 않기 때문에 환경오염 문제를 해결할 수 있는 이동 수단이 될 것이다.

미래에 세계적인 도시화 현상의 확대에 따라 야기되는 사회적·환경적인 문제들은 군에서 운용하는 기동수단에도 큰 영향을 미치므로 AAM의 민간 상용화와 비슷한 시기에 군사용 AAM의 운용은 반드시 필요하다.

3. 지형적 여건의 제한(기동 및 이동)

한반도는 지형적으로 약 70% 이상이 산악지역으로 되어 있다. 특히, 북한 지역은 동·북부 지역의 약 80% 이상이 산악지역으로 형성되어 있다. 이는 북한 지역이 남한 지역보다 기동 및 이동을 위한 지형적 여건의 제한이 많다는 것을 의미한다. 한국의 도로 교통망은 국토 면적에 비해 매우 촘촘하고 광범위하게 짜여 있는데, 2022년 말 기준으로 한국의 도로 총연장은 114,314km로 도로 포장율은 93.2%에 달한다⁴⁷⁾. 이중 고속도로는 2024년 2월 기준 총연장 5,016km로 일부 구간을 제외하면 거의 모든 구간이 왕복 4차로 이상으로 지방의 소도시까지도 비교적 도로망이 잘 구축되어 있으나, 매년 차량 대수의 증가로 인해 상습적인 차량 정체 구간이 늘어나는 추세이다. 또한, 지금까지 일부 지역의 도로망은 비포장·소도로로 되어 있어 군의 중·소형 전술차량의 진입이 제한되는 곳도 있다. 한국의 철도 총연장은 4,900km로 세계적으로 매우 우수한 철도 환경을 구축하고 있으나, 북한화율이 약 62%에 불과하여 약 38%가 단선 철도라는 단점이 있다⁴⁸⁾.

45. 통계청 국가통계포털(KOSIS), "2023 국제통계연감: 도시화율(OECD 회원국)," https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_2KAA204 (검색일: 2024. 10. 6.)

46. Gregor Grandl-John Salib, "The Economics of Vertical Mobility: A guide for investors, players, and lawmakers to succeed in urban air mobility," Porsche Consulting July 14, 2021

47. 국토교통 통계누리, https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statMetaView.do?hRsId=59&hFormId=&hDivEng=&month_yn= (검색일: 2024. 10. 6.)

48. 나무위키, <https://namu.wiki/w/%ED%95%9C%EA%B5%AD%EC%9D%98%20%EC%B2%AO%EB%8F%84%20%ED%99%98%EA%B2%BD> (검색일: 2024. 10. 6.)

북한의 폐쇄성과 관련 정보의 부족으로 북한의 교통 인프라 실태를 파악하기에는 제한사항이 많다. 한국교통연구원 안병민의 연구에 의하면⁴⁹⁾, 북한의 도로를 고속도로와 1~6급 도로 등 총 7개 등급으로 분류하는데, 고속도로 다음으로 가장 등급이 높은 1급 도로조차도 도심 지역만 포장되어 있고, 시외지역은 대부분 비포장 상태로 알려져 있으며, 도로 총연장 약 76,000km 중에서 양방향 통행이 가능한 4급 이상 도로는 약 23,000km로 약 30%에 불과하다. 또한, 북한은 인원 수송의 약 60%와 화물 수송의 약 90%를 철도가 담당하는 구조로 되어 있다. 북한의 철도 총연장은 약 5,300km로, 노선의 98%가 단선으로 되어 있으나, 대량 수송과 정기적인 수송이 가능하고 비용이 저렴하기 때문에 주 운송수단으로 활용되고 있다. 따라서, 북한 지역에서 도로나 철도를 이용한 기동이나 이동은 차량의 크기와 무게, 유형에 따라 다르지만, 여러 가지의 제약이 뒤따를 것으로 예상된다.

위에서 제시한 교통망의 제한사항은 현재뿐만 아니라 미래에도 다양한 작전 임무 수행 간에 충분한 기동력 발휘가 제한되기 때문에 미래 전장에서 요구되는 작전 속도를 보장할 수 있는 새로운 기동수단의 운용은 필수적이다. AAM은 현존하는 다양한 유형의 회전익·고정익 항공기에 비해 기체의 크기가 작고, 임의 지역 어디에서나 수직이·착륙이 가능하다는 장점을 가지고 있어서 군의 진화적인 기동수단이 될 것이다.

4. 미래 인구구조의 변화

최근 한국은 급격한 출산율의 감소로 인해 본격적으로 인구가 감소하기 시작하였고, 한국 사회의 고령화 가속화로 국가 경제를 지탱하는 생산연령인구도 급감하고 있다.

통계청에서 2023년 12월에 발표한 「장래인구추계: 2022~2072년」에 따르면⁵⁰⁾, 한국의 총인구는 2022년을 기준으로 5,167만 명에서 출산율을 현 수준(2022년 기준 0.78명)으로 유지 시 2030년에는 5,146만 명으로 점차 감소하다가, 2040년에는 4,969만 명으로 심리적 한계선인 5천만 명 이하로 떨어질 것으로 전망하였다. 또한, 한국의 생산연령 인구가 2022년 기준으로 3,674만 명에서 2030년대에는 연평균 50만 명 수준으로 지속 감소하고, 고령인구도 2022년을 기준으로 898만 명에서 2025년에 1,000만 명을 넘어서고, 2030년에는 1,298만 명을 넘길 것으로 예상하였다.

가임기 여성(15~49세) 한 명이 낳을 것으로 예상되는 평균 출생아 수인 합계출산율도 2018년에 최초로 1.0명 이하인 0.98명으로 감소한 이후 2023년에는 0.72명까지 급속도로 하락하는 등 미래에는 전방위적인 인구절벽 시대에 직면할 것으로 예측된다⁵¹⁾.

이와 연계하여, 한국군의 상비병력 규모는 2022년 말을 기준으로 약 50만 명에서 현재 적용하고 있는 병역제도를 유지 시 2040년에는 약 35만 명까지 감소하여 현재 상비병력 규모 대비 약 15만 명이 줄어든 것으로 전망되고 있다.

이러한 배경하에서, 정부는 ‘AI 과학기술강군 육성’을 목표로 「국방혁신 4.0」을 추진하면서, 작전 소요와 병력 공급의 균형이 맞도록 2040년을 목표로 적정 상비병력 규모를 설정하고, 효율적인 국방인력구조 재설계를 추진하고 있다⁵²⁾. 따라서, 2030년대 중반부터 본격적으로 시작되는 인구절벽으로 인한 상비병력 규모의 대폭 감소에 따라 AAM은 미래 병력 절약형 군구조 설계 시 최적의 대안이 될 것이다.

V. AAM의 군사적 운용을 위한 정책적 발전방향

1. AAM 운용 관련 국방기획관리체계 반영 추진

AAM을 한국군에 도입하기 위해서는 군구조 및 편성 업무절차를 적용하여야 한다. 일반적으로 군구조 및 편성 업무절차는 국방기획관리체계와 각 군에서 수행하는 전투발전체계의 상호 유기적인 활동을 통해 수행된다. 여기에는 「국방기획관리기본훈령」에 반영된 기획체계와 계획체계, 예산편성체계, 집행체계, 분석평가체계 등의 과정을 거쳐야 하며⁵³⁾, 각 군에서 작성된 미래 비전이나 미래전 개념서, 군구조 발전방향 등과 연계성을 유지하게 된다. 각 군의 전투발전 단계는 미래 비전 제시, 개념 발전, 미래 작전능력 식별, 소요제기, 관련 부서와의 협조 및 구현 등의 과정을 거치게 된다. AAM을 군에 도입하여 운용하려면, 먼저, 미래 비전에 각 군에서 구현하고자 하는 미래상과 기본 방향에 AAM과 연관된 내용이 반영되어야 하고, 개념 발전 단계에서 미래전을 수행하기 위해 AAM을 운용하여 ‘어떻게 싸워야 할 것인가?’에 대한 세부적인 개념 발전이 이루어져야 한다. 이어 미래 작전능력 식별 단계에서 미래전 수행을 위해 ‘어떤 능력이 필요한가?’에 대한 식별이 이루어지는데, 여기에 AAM이 반영되어야 한다. 이를 토대로, 소요제기 단계에서 미래 작전능력 구현을 위해 필요한 전력소요를 제안하게 되는데, 앞의 단계에서 분석한 결과를 토대로 AAM의 전력소요를 판단하여 제기하게 된다. 이후 제기된 AAM 소요의 구현을 위해 관련 부서와 협조 활동을 하게 된다.

AAM을 군에서 운용하기 위해서는 전투발전요소인 ‘DOTMLPF-P’를 적용하여 교리(Doctrine), 조직(Organization), 교육훈련(Training), 물자(Material), 리더십(Leadership & Education), 인력(Personnel), 시설(Facilities) 및 관련 정책(Policy)을 구체화 발전시켜야 하며, AAM을 운용할 수 있는 부대개편 계획을 수립하여야 한다.

부대개편 업무는 주로 국방부와 합참, 각 군 본부를 중심으로 수행되며, 업무절차는 기획단계(F+7년 이전), 계획 및 예산단계(F+6 ~ 1년), 집행 및 평가단계(F년) 순으로 이루어진다. 이러한 부대개편 절차를 적용하면, AAM을 운용하기 위해서는 F+7년 이전에 기획단계가 이루어져야 한다. 한국에서 AAM이 본격적으로 운용되는 2030년대 초반에 우리 군이 AAM을 운용하기 위해서는 지금부터 「국방기획관리기본훈령」에 반영된 기획체계와 관련된 업무절차를 진행하여야만 정상적인 도입 및 운용이 가능할 것이다.

2. 국방 차원 관련 프로그램 운영

미국은 AAM을 주도하기 위한 국가적 차원의 정책을 추진하면서, 군사용 AAM 도입을 어느 선진 군사 강국들보다도 적극적으로 추진하고 있다. 미 공군은 AAM을 스핀온(spin-on)의 방식으로 관련 민간 상용기술을 더욱 신속하고 저렴하게 도입하기 위하여 「Agility Prime Program」을 진행하고 있다. 「Agility Prime Program」은 미 공군의 혁신적인 수직이·착륙 프로그램으로, eVTOL과 관련된 민간 산업과 협력하여 항공우주 분야의 3차 혁명을

49. 안병민, “북한의 교통 인프라 실태와 한반도 교통망 구축방향,” 국토, 제443호, (2018), pp.36-38.

50. 통계청, “장래인구추계: 2022~2072년,” 보도자료, 2023. 12. 14.

51. 홍준기·박상중, “초저출생 시대의 상비병력 충원방안에 관한 연구,” 군사발전연구 제18권 1호, (2024), p.113.

52. 국방부, “국방혁신 4.0 리플릿” (대전: 국방출판지원단, 2023), p.30.

53. 국방부, “국방기획관리기본훈령” (국방부훈령 제2906호, 2024. 3. 5.)

추진하고, 새로운 차원의 항공 모빌리티 시스템을 배치하기 위한 프로그램이다⁵⁴⁾. 이 프로그램은 미·중 기술 패권 경쟁의 심화에 따라 미국의 기술 리더십을 유지하고, eVTOL의 배치를 가속화하기 위해 추진하고 있으며, 전기, 자율성, 제작 등 3대 핵심 기술 영역을 통합하는 데 목적이 있다.

미 공군은 이 프로그램과 연계하여 「소기업 기술이전 프로그램(STTR, Small Business Technology Transfer)」을 통해 기술 가속화를 위한 관련 연구기관을 지원하고, 산업 기반을 육성하며, ‘AFVentures’를 통해 투자 생태계 전반에 걸쳐 관계를 구축하고 있다. 이와 더불어, 이 프로그램을 통해 미국의 AAM 정책을 주도하고 있는 미 항공우주국 및 연방항공청과 협업을 강화하고 있고, 관련 기술 개발과 실증사업을 시행하고 있으며, 단기적인 활용과 더불어 미래 운영개념을 발전시키고 있다. 이와 더불어, 미 육군도 미 공군과 협업을 통해 eVTOL 업체에 시험 비행 예산을 지원하고, 병력과 물자 수송에 대한 시험평가를 진행하는 등 AAM 도입을 점진적으로 추진하고 있다.

위와 같은 미국의 사례를 고려해 볼 때, 우리 군도 어느 특정 군에서 AAM을 운용하는 것이 아니라 각 군이 모두 AAM을 운용해야 하므로 국방 차원에서 미 공군이 추진하고 있는 「Agility Prime Program」을 벤치마킹하여 우리 군에 AAM 도입을 위한 「한국형 Agility Prime Program」을 추진하여야 한다. 이러한 프로그램 운영을 통해 민군 공통기술은 AAM 산업을 주도하고 있는 한국 기업들의 첨단 민간 상용기술들을 신속하게 도입하고, 내탄기능, 작전 임무에 따라 장비를 추가 장착할 수 있는 모듈화 기능, 초고속 통신 및 데이터링크 등 군사용 기술 등은 정부 주도하에 미래도전 국방기술 개발사업으로 추진해 나가야 한다.

3. AAM 조종사 양성 시스템 구축

AAM을 도입하고 운영하는 데 가장 중요한 요소는 AAM 조종사 양성이다. 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵에 따르면⁵⁵⁾, 2025년부터 시작되는 초기 단계에는 AAM을 조종사가 직접 기체를 조종하는 On Board 방식을 적용한다. 초기 단계 이후 성장 단계인 2030년 이후 원격으로 조종하는 Remote 방식으로 발전하고, 성숙 단계인 2030년대 중반 이후 완전 자율 비행(조종사 미탑승)인 Autonomous 방식으로 발전한다. 미국은 eVTOL의 자격 기준과 감항 기준을 Powered-lift 카테고리 확고하고, 조종사 수를 신속하게 확대하기 위해 대체 자격 기준을 허용하였으며, 자격 기준을 충족하는 조종사들은 비행시간 단축이 가능하다. 유럽은 고정익과 회전익항공기의 면허를 가지고 있는 조종사에 한하여 특정 시간 이상 비행시간 등의 요구조건을 충족하는 경우 AAM 조종 자격을 획득할 수 있다⁵⁶⁾. 우리 군의 육군 항공 헬기 조종사 양성 사례를 보면, 육군항공학교(ROK Army Aviation School)에 개설된 조종사 기본과정 및 기종별 보수교육을 통해 정조종사, 부조종사로 분류하며, 특히, 정조종사(PIC, Pilot In Command)는 해 기종 자격을 갖춘 조종사로 총 400시간 이상 비행시간과 200시간 이상 해 기종 비행시간을 보유하고 있다⁵⁷⁾. 아직까지 AAM 도입을 위한 초기 단계인 우리 한국은 구체적인 AAM 조종사 교육이나 훈련 프로그램 등이 마련되지 않았으나, 미국이나 유럽의 유사사례와 같이, 각 군의 항공기 조종사들은 AAM 조종을 위해 요구되는 기본 자격요건을 획득하면, 단기간의 AAM 조종 보수교육 이수만으로 조종이 가능하다고 볼 수 있다. K-UAM 로드맵에 따르면, 2030년대 중반 이후 2040년대에는 AAM의 기술 성숙도 수준에 따라 AAM은 조종사를 필요로 하지 않는 완전 자율 비행이 구현되므로 별도의 AAM 조종사 양성보다 현용 항공기 조종사(특히, AAM과 대체되는 기종)와 퇴역한 조종사들을 활용하는 것이 효율적인 방안이라고 판단된다.

VI. 결론

프랑스 영화 「제5원소」와 같이 SF 영화와 공상과학소설에 등장하던 AAM이 실제로 상용화 직전 단계에 있다. 미국이 2000년대 초반부터 개발을 시작한 지 불과 20여 년 만에 AAM 기체를 개발하여 실증이 이루어지고 있고, AAM과 연관된 각종 인프라가 구축되어 시범운영이 이루어지고 있다.

미래에 AAM은 민간 영역에서도 혁신적인 교통수단으로 자리매김할 것으로 예상되며, 미래의 전장에서도 전장의 우세를 달성할 수 있도록 전쟁의 수단과 방법을 바꾸어 놓을 것이다. AAM은 발전 단계별 성능의 진화를 통해 전투 수행 기능별로 다양한 작전 및 지원 임무를 수행할 것이며, 매우 다양한 형상과 크기, 능력을 갖춘 AAM 기체가 개발될 것이다.

이 연구는 미국, 유럽, 중국 등 AAM 개발을 주도하고 있는 주요 선진기술 보유 국가의 정책 추진 동향을 분석하였으며, AAM의 군사적 운용 필요성과 정책적 발전방안을 구체적으로 제시하였다.

위에서 제시한 연구의 목적을 달성하기 위해 세 가지 주요 연구 문제를 설정하여 분석하였다.

첫 번째 연구 문제는 미국, 유럽, 중국 등 AAM 개발을 주도하고 있는 주요 국가의 AAM 관련 최신 동향을 분석하여 제시하였다. 이 연구에서 분석한 대상 국가들은 미래에 전 세계적으로 경제·사회·환경·군사 안보 영역에서 엄청난 영향을 미칠 것으로 전망되는 AAM을 주도하기 위해 치열한 경쟁을 하고 있으며, 이들 국가들은 한국보다 훨씬 이전에 AAM과 관련된 연구와 개발, 실증사업 등을 진행하여 왔기 때문에 한국이 벤치마킹할 수 있는 분야들이 많이 식별되었다. 특히, 중국은 그동안 AAM 관련 정책 추진 동향이 잘 식별되지 않았으나, 중국 중앙정부 차원에서 국가 역량을 집중하여 추진하고 있는 ‘저공 경제(低空 经济, Low-Altitude Economy)’와 연계하여 분석하였다. 중국은 UAM을 ‘저공 경제’의 핵심 전략산업으로 선정하고, 2030년까지 30만 대 이상의 eVTOL 시장 규모를 조성하려는 목표를 설정하여 본격적으로 추진하고 있다.

두 번째 연구 문제는 첨단 과학기술 발전, 도시화 현상 확산, 지형적 여건 제한, 미래 인구구조 변화 등의 변화 요소를 분석하여 AAM의 군사적 운용 필요성을 제시하였다. 4차 산업혁명에 기반한 첨단 과학기술의 발전으로 전장 영역에서도 기존에 인식하고 있던 경계가 허물어지는 ‘빅블러(Big Blur)’ 현상이 나타나고 있다. 전장의 범위가 확대되고 전투의 진행 속도가 빨라짐에 따라 AAM은 전장의 제한사항들을 극복할 수 있는 대표적인 기동수단으로 부상하고 있다. 이외에도, AAM은 전 세계적인 도시화 현상의 확산에 따른 환경오염과 교통 정체, 한반도의 지형적 여건 제한, 미래 초저출생으로 인한 한국의 인구 감소 등의 각종 경제·사회·환경·문화적 문제들을 해결할 수 있는 최적의 대안으로 평가하였다.

54. AFWERX 홈페이지, <https://afwerx.com/divisions/prime/agility-prime/> (검색일: 2024. 10. 7.)

55. 국토교통과학기술진흥원·한국연구재단, 앞의 보고서, p.10.

56. David Kaminski-Morrow, “EASA spearheads rulemaking for VTOL-capable operations and licensing,” FlightGlobal, July 1, 2022. <https://www.flightglobal.com/safety/easa-spearheads-rulemaking-for-vtol-capable-operations-and-licensing/149255.article> (검색일: 2024. 10. 8.)

57. 박상중·홍준기(2024), 앞의 논문, p.79.

세 번째 연구 문제는 AAM 도입 관련 국방기획관리체계 반영 추진, 국방 차원 관련 프로그램 운영, AAM 조종사 양성 시스템 마련 등 기존 선행연구에서 미진했던 AAM의 군사적 운용을 위한 정책적 발전방향을 제시하였다. AAM을 우리 군에 도입하기 위해서는 이 연구에서 제시한 군구조 및 편성 업무수행 절차를 적용하여야 하며, 이때 국방기획관리체계와 각 군에서 수행하는 전투발전체계 간의 상호 유기적인 활동이 필수적이다. 일반적으로, 부대 개편 업무가 7년 이상의 장기간이 소요됨을 고려하면, 지금부터 AAM의 전력화와 병행하여 부대개편 업무를 추진해야만 2030년대 초반부터 정상적인 도입 및 운용이 가능할 것이다. 또한, AAM은 일부 특정 군에서만 운용할 수 있는 한정적인 체계가 아니기 때문에 미국의 「Agility Prime Program」을 벤치마킹하여 우리 군에 AAM 도입을 위한 「한국형 Agility Prime Program」을 추진하여야 한다. 그리고, AAM을 운영하는 데 가장 중요한 요소인 조종사 양성은 별도의 AAM 조종사 양성보다 현용 항공기 조종사와 퇴역한 조종사들을 활용하는 방안을 제시하였다.

이 연구는 나날이 발전하는 AAM 개발 관련 주요 국가들의 정책 추진 동향을 최신화하여 분석하였고, AAM의 군사적 운용 필요성에 대해 군사 분야에만 한정하지 않고 경제·사회·환경안보 측면에서 구체적으로 분석하였으며, 기존 선행연구에서 미진했던 AAM의 군사적 운용을 위한 정책적 발전방향을 제시하였다는 연구 성과가 있다. 앞으로 이 연구 결과를 토대로 우리 군이 AAM을 도입하여 운용하는 데 도움이 될 수 있는 관련 연구가 계속 진행되기를 기대한다.

참고문헌

[국내문헌]

1. 국방부, 국방혁신 4.0 리플릿, 2023.
2. 국토교통과학기술진흥원, 한국연구재단, 한국형 도심항공교통 기술로드맵, 2021. 6.
3. 안병민, 북한의 교통 인프라 실태와 한반도 교통망 구축방향, 국토, 2018.
4. 이규복 외, 국내 UAM 산업육성을 위한 정책 제언, KETI Issue Report, 2022.
5. 이데일리 미래기술 특별취재팀, 세상을 뒤바꿀 미래기술 25, 2022. 11.
6. 조용호, 당신이 알던 모든 경계가 사라진다, 2013.
7. 최지원, 최재희, 중국의 저공 경제(Low-Altitude Economy) 육성 현황 및 시사점, KIEP 세계경제포커스, 202.
8. 홍준기, 노태현, 비선형전 수행에 관한 연구: 러시아-우크라이나 전쟁을 중심으로, 조선대학교 군사발전연구, 제16권 2호, 2022.
9. 홍준기, 박상중, 초저출생 시대의 상비병력 충원방안에 관한 연구, 조선대학교 군사발전연구, 제18권 1호, 2024.
10. 박상중, 홍준기, AAM의 군사적 운용 및 부대 편성 방안 연구, 航空宇宙政策·法學會誌, 제39권 2호, 2024.

[국외문헌]

1. AFWERX, AFWERX 2.0 PROGRAM OVERVIEW, 2022.
 2. BMDV, Unbemannte Luftfahrtsysteme und innovative Luftfahrtkonzept-Aktionsplan der Bundesregierung, Mai 2020.
 3. EASA, Special Condition for small-category VTOL aircraft(SC-VTOL-01), July 2, 2019.
 4. EASA, Introduction of a regulatory framework for the operation of drones(NPA 2022-06), Jun 30, 2022.
 5. EASA, Introduction of a regulatory framework for the operation of drones — Enabling innovative air mobility with MVCA, the initial airworthiness of UAS subject to certification, and the continuing airworthiness of those UAS operated in the ‘specific’ category(Opinion No 03/2023), Aug 31, 2023.
 6. EASA, Introduction of a regulatory framework for the operation of drones — Enabling innovative air mobility with manned VTOL-capable aircraft(NPA 2024-01), Feb 06, 2024.
 7. FAA, Urban Air Mobility(UAM) Version 2.0 Concept of Operations, April 26, 2023.
-

8. Gregor Grandl, John Salib, The Economics of Vertical Mobility: A guide for investors, players, and lawmakers to succeed in urban air mobility, Porsch Consulting, July 14, 2021.
9. H.R.1339 - Advanced Air Mobility Coordination and Leadership Act.
10. H.R.6270 - AAIM Act.
11. Lauren A. Mayer, Elizabeth Hastings Roer, Jeffrey S. Brown, Richard Mason, Dahlia Anne Goldfeld, Department of Defense Considerations for Leveraging Commercially Developed Emerging Technologies: Preliminary Insights from Advanced Air Mobility, Research conducted by RAND PROJECT AIR FORCE, Jul 18, 2023.
12. NASA, ATM-X UAM Subproject, Dec 17, 2020.
13. NASA, NASA Advanced Air Mobility Partnerships, Mar 20, 2024.
14. Stan Davis, Christopher Meyer, Blur: The Speed of Change In the Connected Economy, March 25, 1998.
15. The WhiteHouse, A Vision for America's Continued Global Leadership in Aeronautics, March 17, 2023.
16. UKRI, Future flight challenge, April 3, 2024.
17. UN 경제사회국, The speed of urbanization around the world, December 2018.

[기 타]

1. 국방부, 국방기획관리기본훈령, 국방부훈령 제2906호, 2024. 3. 5.
2. 국토교통부, K-UAM 2025년 상용화 카운트다운, 담대한 도전 날갯짓, 보도자료, 2023. 11. 2.
3. 국토교통부, UAM 상용화 본격 준비 위한 글로벌 협력, 보도자료, 2024. 5. 29.
4. 국토교통부, 도심항공교통 활용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령, 2024. 4. 24.
5. 이별찬, 배달부터 택시까지 하늘로...中 '저고도 경제' 띄운다, 조선일보, 2024. 10. 3.
6. 최평천, 국토부-국방부, 드론·UAM 산업 발전 위해 '맞손'...민군 기술교류, 연합뉴스, 2022. 7. 27.
7. 통계청, 장래인구추계: 2022~2072년, 보도자료, 2023. 12. 14.
8. 통계청 국가통계포털(KOSIS), 2023 국제통계연감: 도시화율(OECD 회원국), https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_2KAA204 (검색일: 2024. 10. 6.)
9. Brooke Becher, 12 Future Transportation Technologies to Watch, Built in, August 10, 2023. <https://builtin.com/articles/future-transportation> (검색일: 2024. 10. 6.)

10. David Kaminski-Morrow, EASA spearheads rulemaking for VTOL-capable operations and licensing, FlightGlobal, July 1, 2022. <https://www.flightglobal.com/safety/easa-spearheads-rulemaking-for-vtol-capable-operations-and-licensing/149255>. article (검색일: 2024. 10. 8.)
 11. Laura Heckmann, SPECIAL REPORT: Army Quietly Exploring Electric Aircraft, National Defense, September 6, 2023. <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2023/9/6/army-quietly-exploring-electric-aircraft> (검색일: 2024. 10. 5.)
 12. Russ Niles, First 'Vertiport' Gets FAA Conditional Approval, AVweb, October 3, 2023. <https://www.avweb.com/aviation-news/first-vertiport-gets-faa-conditional-approval/> (검색일: 2024. 10. 5.)
 13. 국가소음정보시스템, <https://www.noiseinfo.or.kr/index.jsp>, (검색일: 2024. 10. 3.)
 14. 국토교통 통계누리, https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statMetaView.o?hRsId=59&hFormId=&hDivEng=&month_yn= (검색일: 2024. 10. 6.)
 15. 네이버 어학사전, <https://dict.naver.com/dict.search?query=blur&from=tsearch> (검색일: 2024. 10. 6.)
 16. 네이버 지식백과, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=922019&cid=47335&categoryId=47335> (검색일: 2024. 10. 5.)
 17. 미 항공우주국홈페이지, <https://www.nasa.gov/simlabs/uam/> (검색일: 2024. 10. 3.)
 18. AFWERX홈페이지, <https://afwerx.com/divisions/prime/agility-prime/> (검색일: 2024. 10. 7.)
 19. EU 항공안전청홈페이지, <https://www.easa.europa.eu/en/what-is-uam> (검색일: 2024. 10. 3.)
-



편집위원

박상중	국방대학교 교수	김지희	한국항공대학교 교수
임상민	방위사업청 전문관	장태진	한국항공우주연구원

우주정책연구 10권

Space Policy Research Vol.10

발행인 : 이상률

주 소 : 대전시 유성구 과학로 169-84

편집인 : 장태진

전 화 : (042)870-3651

발행처 : 한국항공우주연구원

발행년월 : 2024.12

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

