

Space Policy Research

우주 정책 연구 2023. Summer
vol.7



한국항공우주연구원
KOREA AEROSPACE RESEARCH INSTITUTE

CONTENTS

Space Policy Research

Part 01 우주정책

08

위성 콘스텔레이션 시대의 위성 데이터 활용 및 산업 진흥 방안

김윤수(한국항공우주연구원, 국가위성정보활용지원센터, 위성활용부 책임연구원)

황진영(한국항공우주연구원, 정책기획본부, 정책팀 책임연구원)

이광재(한국항공우주연구원, 국가위성정보활용지원센터, 위성활용부 책임연구원)

30

국방우주 안보체계 발전

박상중(국방대학교 교수)



part 02
이슈분석
· 제언

64 우주개발 제품의 복합시스템으로서의 특성

김종범(한국항공우주연구원, 정책기획본부, 정책팀 책임연구원)

74 ESG 경영전략과 우주개발

임창호(한국항공우주연구원, 정책기획본부, 정책팀 책임연구원)



The background of the cover features a rocket launch on the left, with a bright plume of fire and smoke. The central focus is the curved horizon of a reddish planet, likely Mars, set against a dark, star-filled space. The text is overlaid on the right side of the planet's horizon.

Space Policy Research

Part 01 우주정책

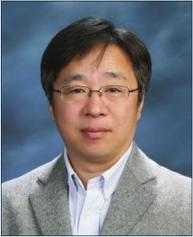


위성 콘스텔레이션 시대의 위성 데이터 활용 및 산업 진흥 방안



김윤수

한국항공우주연구원
국가위성정보활용지원센터,
위성활용부 책임연구원



황진영

한국항공우주연구원,
정책기획본부,
정책팀 책임연구원



이광재

한국항공우주연구원
국가위성정보활용지원센터,
위성활용부 책임연구원



초 록

최근 민간 자본에 의한 우주 상업화는 이미 우주개발의 대세가 되었고, 특히 우주활용 분야에서 소형위성 콘스텔레이션 프로젝트가 이러한 경향을 견인하는 큰 역할을 하고 있다. 기존의 고비용 대형 위성 위주의 지구관측 분야가 이제 민간이 개발한 저비용, 소형위성을 활용하는 방향으로 움직이고 있다. 지금까지 우주개발의 목적은 주로 재난관리, 국가안보 등 특정 분야를 대상으로 하였고, 이를 위해 위성체 및 탑재체와 같은 하드웨어 중심의 기술 개발에 집중하였다. 그러나 다양한 위성이 개발되고 데이터가 늘어나면서 위성 데이터 활용을 고려하지 않고 있던 기타 분야에서도 위성 데이터가 가지는 무한한 잠재력에 주목하기 시작했다. 관련 산업계에서는 이런 점을 고려하여 위성 콘스텔레이션이라는 모델을 통해 고빈도의 지구관측 데이터를 제공함으로써 새로운 위성 데이터 활용 시장을 개척하고 있다. 이런 위성 콘스텔레이션 시대에서의 위성 데이터 활용 활성화와 관련 산업 진흥을 위해서는 발상의 획기적인 전환이 필요하다. 새로운 우주 활용 시대를 맞아 치열한 국제 사회에서 역할과 관련 산업의 경쟁력 강화를 위해서는 우리나라도 이러한 변화를 맞아들이기 위한 문제점들을 찾아 해결하고 우주개발의 효과를 극대화할 수 있는 우주개발과 활용의 새로운 체계를 마련하여야 한다.

Key Words : Satellite Constellation (위성군집), Application Market (활용 시장), Satellite Data(위성 데이터), Application Policy(활용정책), Earth Observation(지구관측)

1. 개 요

최근 우주가 전 세계적인 주목을 받고 있다. Space-X로 대표되는 민간기업의 상업적 우주 발사체 시장 진출, OneWeb과 StarLink 등 민간 위성 통신 사업 활성화, BlackSky, Satellogic, Capella, Umbra 등 지구관측위성 콘스텔레이션 프로젝트의 대두 등 New Space의 물결은 이미 되돌릴 수 없는 현실이 되고 있다.우주가 4차 산업 혁명 시대에 미래의 먹거리가 될 것이라는 전망이 점차 널리 퍼지고 있으며, 이에 따라 세계 각국은 우주개발 체제를 정비하

I. 우주정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

고 우주를 국가 경제 성장을 견인하는 실질적인 산업으로 육성하기 위해 다양한 노력을 기울이고 있다. 우리나라에서도 최근 누리호 3차 발사 성공, 달 탐사선 다누리호 등의 기술적 성과와 더불어 우주항공청 등 우주개발 체제 개편, 우주 경제 활성화를 위한 산업화 지원 등 제도적인 측면에서의 논의가 현안으로 떠오르고 있다.

우리나라는 누리호 발사 성공으로 세계 7대 우주 강국의 입지를 확보했고, 지금까지의 성공적인 연구 개발을 통해 국민 삶의 질 향상과 실질적인 우주 산업화를 추진해 나갈 토대는 마련되었다고 평가받고 있다. 이런 토대 위에 우주를 개발하고 활용하여 다양한 관련 산업을 육성하고 일자리 창출, 국가 경제적 이익 확보, 국민 생활 향상 등을 실질적으로 추구하는 단계로 재도약해야 할 시점이다.

위성체와 탑재체, 지상 체계, 그리고 발사체 등의 하드웨어적인 기술 개발의 궁극적인 목적은 우주로부터 얻어지는 데이터를 활용할 수 있는 수단을 확보하는 것이다. 즉 위성을 이용해 지상 시설만으로는 어려운 전 세계적인 통신과 인터넷 서비스를 제공하고, 항법 위성을 이용한 위치 정보 서비스를 확대하며, 지구관측 영상을 통해 기후 변화와 지구의 다양한 환경 등의 변화 원인을 파악하는 것이 위성개발의 목적이다.

특히 최근 지구관측위성 데이터 활용의 관점에서 언급되어야 할 중요한 점은 위성 콘스텔레이션의 등장이다. 근래 전자 부품의 기술 발전에 따라 위성에 탑재되는 부품의 소형화, 경량화, 고성능화가 진행되고 있고, 위성의 발사 비용도 낮아지고 있다. 또 우주 전용 부품뿐만 아니라 저렴한 기성 제품(COTS)을 위성용으로 전용하는 것도 가능해 짐에 따라, 소형 및 초소형 위성을 다수 발사하여 운영(위성 콘스텔레이션)함으로써, 기존 위성 데이터 활용의 가장 큰 걸림돌이었던 시의적절한 데이터의 공급 부족을 해결하고 위성 데이터의 활용 활성화와 관련 산업 진흥에 획기적인 기회가 될 것으로 기대되고 있다.

본 논문은 이러한 격동적인 시대에 우주개발의 본질이라 할 수 있는 위성 데이터 활용과 산업의 관점에서 우리나라 위성개발의 새로운 추진 방향을 제안해 보고자 한다. 또 지구관측 콘스텔레이션 프로젝트의 등장 배경과 현황, 우주와 IT 기술의 융합 등 위성 데이터 활용에 영향을 미치는 주요 동향을 바탕으로 우리나라가 위성정보 활용 활성화와 관련 산업 진흥을 위해 필요한 사항을 살펴보고자 한다.



2. 위성정보 활용과 위성 콘스텔레이션

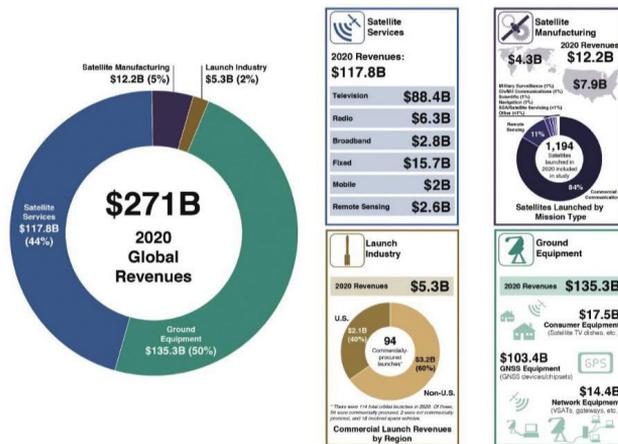
2.1 위성 정보 활용 분야의 동향

I. 우주개발 정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

우주산업 전반에서 새로운 패러다임 변화가 세계적으로 일어나고 있고, 이는 우주 활용 분야에서 특히 그 움직임이 두드러진다. Euroconsult가 2021년 9월 발행한 보고서 Earth Observation Data & Services Market에는 지구관측위성 활용과 관련된 시장을 데이터 시장과 부가 가치 서비스 시장으로 구분하고 있다. 2020년 기준 위성 데이터 시장은 16억 달러, 부가 가치 서비스 시장은 25억 달러를 기록했고, 전체 지구관측(데이터와 부가 가치 서비스) 시장은 2030년 74억 달러를 넘을 것으로 추정하고 있다. 즉, 위성 활용 분야를 잠재력이 엄청나게 큰 시장으로 예상하고 있는 것이다.

또 미국 위성산업협회 SIA(Satellite Industry Association)에 따르면 2020년 세계 우주산업의 시장 규모는 2019년에 비해 1.4% 증가한 약 3,710억 달러이고, 위성과 관련된 시장은 2,710억 달러이며, 그중 위성 데이터 이용 비즈니스(위성 제작, 지상 장비 및 이용 서비스)가 발사체 시장 2%를 제외한 전체 위성 관련 시장의 약 98%를 차지하고 있다. 위성은 상업용을 비롯해 정부용, 학술연구용 등 용도에 따라 다양한 종류가 있지만, 현재 시점에서 그 대부분을 차지하는 것은 위성 통신·방송 분야이며, 현재까지 위성 데이터 이용 비즈니스의 주체가 되어 왔다



<그림 1> 2020 Top-Level Global Satellite Industry Findings

출처: sia.org/wp-content/uploads/2020/2020-SSIR-2-Paper-20200701.pdf

이와 같은 기존 통신·방송 중심 위성 활용 사업에 변화를 일으키고 있는 것이 지구관측위성(원격탐사) 데이터의 활용 분야이며, 최근 많은 국가에서 원격탐사 분야를 위성 데이터 활용의 중심으로 삼아 정책을 추진하고 있다. 이 산업 구조 변화의 배경에는 소형위성의 활발한 보급과 소형위성을 활용한 비즈니스를 추진하는 위성 벤처 기업의 확대가 있다.

2.2 위성 (메가) 콘스텔레이션의 등장

인공위성을 이용한 비즈니스 중에서 최근 가장 주목받고 있는 것은 콘스텔레이션 비즈니스, 특히 메가 콘스텔레이션 비즈니스이다. 기존의 원격탐사 위성은 무게는 수 톤에 달하고 비용은 대당 수천억원씩 소요되는 대형 고성능 위성이 주류를 이루었으며, 이러한 고비용으로 인해 발사가 가능한 위성의 기수가 제한되어 왔다. 따라서 기존의 위성 데이터 활용 분야에서는 ‘데이터가 비싸고 사용하기 어렵다’, ‘영상을 원할 때 얻을 수 없다’, ‘원하는 영상을 받기까지 시간이 오래 걸린다’ 등과 같은 평가를 받아왔으며 [2], 이러한 부정적인 평가들이 민간에 의한 활용 활성화와 관련 비즈니스 진흥에 큰 장애요인이었다. 그러나 최근에는 저렴한 소형, 초소형 위성(수 kg ~ 수백 kg 정도)을 수십 대에서 수백 대를 활용하는 「위성 콘스텔레이션 (Satellite Constellation)」 구상이 많이 나타나고 있다. 이로 인해 소형위성 발사 대수가 세계적으로 빠르게 증가하고 있다.

위와 같은 위성 콘스텔레이션 비즈니스가 주목받는 배경에는 다음의 네 가지 원인이 있다고 생각된다.

첫 번째는 전자 부품의 기술 발전에 따라 위성에 탑재되는 부품의 소형화, 경량화, 고성능화가 진행되고 있다. 우주 전용 부품뿐만 아니라 저렴한 기성 제품(COTS)을 위성으로 전용하는 것도 가능해지고 있다. 그 결과 소형위성도 사용자가 요구하는 성능이나 기능을 갖게 할 수 있게 되어, 위성의 제작 비용이 종래의 수천억 원으로부터 수억 원에까지 낮아져 콘스텔레이션을 실현할 수 있게 되었다.

두 번째는 발사 비용이 낮아지고 있다는 것이다. 대형 로켓의 경우 미국과 유럽이 시장을 거의 양분하고 있고, 미국에서는 NASA가 국제 우주정거장으로의 물자 수송을 민간기업에 위탁한 것을 계기로 신형 기업이 참가해 저비용화가 진행되고 있다. 예를 들어, 미국의 블루 오리진사나 스페이스 X는 로켓의 재사용을 통한 비용 절감을 도모하고 있다. 그리고 유럽 12개국 53개 사가 출자하여 설립된 아리안스페이스사도 비용 절감을 추진하고 있으며, 러시아와 인도도 상용 로켓 발사에 뛰어들며 가격 경쟁이 치열해지고 있다. 소형 로켓의 경우 우주산업에 대한 기대를 배경으로 각국의 민간기업이 참여하고 있다.

셋째, 관측 위성이 수집한 데이터를 해석하기 위한 소프트웨어를 개발하거나 분석 데이터를 제공하는 서비스가 등장하고 있다. 관측 위성의 데이터는 그대로는 이용하기 어렵고 목적에 따라 처리하고 분석할 필요가 있어 위성 데이터의 이용에는 전문 지식이나 고성능의 컴퓨터, 고가의 처리 소프트웨어가 필요하다. 지금은 컴퓨터의 처리 능력이 향상되었고, 저렴하거나 혹은 무료 분석 소프트웨어가 나오고 있으며, 분석한 데이터를 제공하는 서비스도 나오고 있



I. 우주정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안



I. 우주개발 정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

다. 예를 들어 Amazon사는 「Earth on AWS」라는 서비스로 Landsat 등 여러 관측 위성 데이터를 제공하고 있다. 또, 일본의 「Tellus」는 클라우드 상에 정부 기관이나 JAXA의 위성 데이터나 데이터 분석 도구를 무료로 제공하고 있다. 반드시 전문적인 지식이 없어도 위성 데이터를 이용할 수 있는 시대가 도래한 것이다.

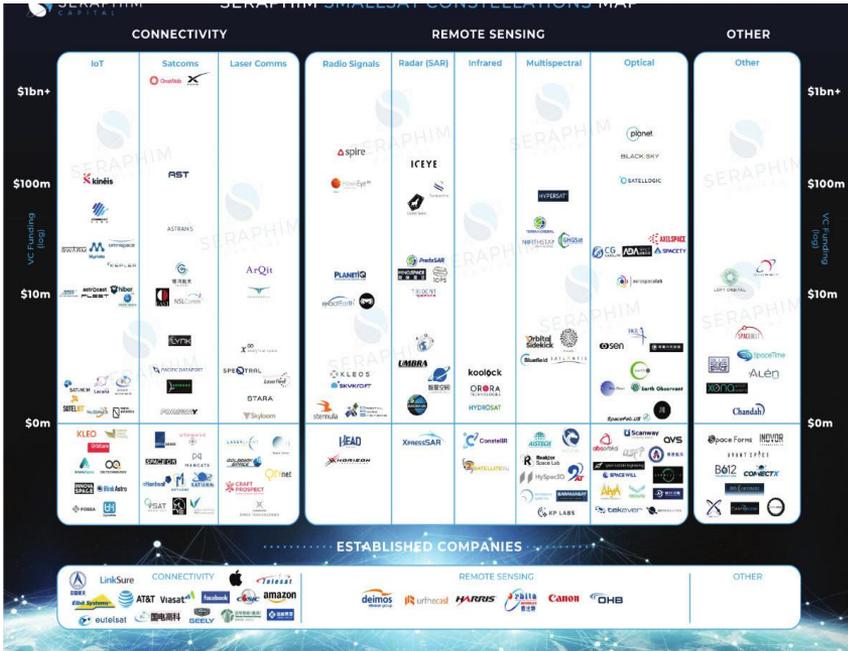
넷째, IoT(Internet of Things: 다양한 사물이 인터넷으로 연결되는 것)의 진전과 빅데이터라고 불리는 방대한 양의 데이터를 처리하는 AI의 발달이다. 최근 자동차나 가전, 그리고 공작기계 등이 인터넷에 접속해 다양한 정보를 대량으로 수집할 수 있게 됐다. 이러한 데이터와 위성 데이터를 조합해 AI로 분석함으로써 지금까지 없는 서비스를 개발할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

2.3 벤처기업이 주도하는 위성 콘스텔레이션

지구관측위성 콘스텔레이션 프로젝트를 주도적으로 추진하는 것은 벤처 기업들이다. 기업 기업들과는 차별화되는 기술과 아이디어로 위성개발, 운영 및 데이터 분석을 하는 기업들이 설립되고 있다.

예를 들어 미국 Planet(구 Planet Labs)은 경쟁사인 RapidEye, 그리고 Google의 Terra Bella (구 Skybox)를 인수하여 약 200기의 위성 콘스텔레이션으로 전 지구의 어느 지점이라도 하루 1회의 빈도로 촬영하여 서비스함으로써 지구관측위성 콘스텔레이션 시대를 성공적으로 열었다. 또 BlackSky, Satellogic, Capella, Umbra 그리고 Spire 등 여러 지구관측 콘스텔레이션 사업자가 새로운 금융 수단인 SPAC(기업인수목적회사) 등을 이용해 상장하면서 지구관측 부문의 시장 확대를 주도하고 있다. [3]

영국의 우주 스타트업 전문 벤처캐피탈 Seraphim Capital은 우주 관련 기업들의 현황을 나타낸 Seraphim SpaceTech Ecosystem Map 2021과 Seraphim Smallsat Constellation Market Map을 발표했다. 이들은 자체적인 소형위성 콘스텔레이션을 추진하려는 전 세계의 크고 작은 약 200개 기업들을 정리하였다. Seraphim Smallsat Constellation Market Map은 소형위성 지구관측 콘스텔레이션 시장을 IoT, 위성 통신, 레이저 통신, Radio Signals, 레이더, 적외선, 다중분광, 광학, 그리고 기타의 9개로 분류하고 있다.



<그림2> 2020 Seraphim Smallsat Constellation Market Map

출처: https://seraphim.vc/wp-content/uploads/2022/05/Seraphim-Smallsat-Constellations-Map-2020_WM.pngpek160114_273



I. 우주정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

3. 주요 위성 콘스텔레이션 프로젝트

3.1 광학 위성분야

RapidEye는 지구관측위성 콘스텔레이션의 개념을 실제로 적용하여 비즈니스를 최초로 만든 기업으로 평가받을 수 있다. 2008년 발사된 5개의 다중분광 지구관측 소형 위성(위성 무게 약 156kg)들이 고도 630km의 궤도에서 약 19분 간격으로 궤도면에서 서로를 따르게 되고, 단일 궤도 평면에서 콘스텔레이션을 활용하면 확장된 촬영 폭을 얻을 수 있다. RapidEye 시스템은 하루 안에 지구상의 모든 지역을 촬영할 수 있고 5일 이내에 북미와 유럽의 전체 농경지를 커버할 수 있었다.

Planet은 2010년 설립되었고, 지구관측 및 분석을 위해 광학 CubeSat을 도입한 기업으로 3~5m 공간해상도로 전 지구 영상을 제공했으며, 비우주용 COTS 부품을 포함하는 저비용 지구관측위성을 자체적으로 제작하여 사용한다.

Satelllogic은 2010년 설립된 아르헨티나의 지구관측위성 전문 스타트업으로, 이 회사의 목



I. 우주개발 정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

표는 저궤도에서 수백 개의 위성 네트워크를 구축하여 고객이 지구 특정 지점의 고해상도 및 실시간 이미지를 얻을 수 있도록 하는 것이다. Satellogic은 지구 전체를 고해상도로 매주 새로 촬영하여 지도화함으로써 일상적인 의사결정을 위한 지리공간정보를 제공할 수 있는 90개 위성으로 구성되는 콘스텔레이션을 개발하고 있다. Satellogic은 작고 가벼우며 저비용 시스템을 활용하며, 각 위성의 무게는 약 35kg이고 1m 고해상도 다중 분광 영상 카메라, 그리고 30m 해상도로 150km 촬영 폭을 가지는 초분광용 카메라 등 두 개의 탑재체가 있다.[4]

GRUS는 일본의 Axelspace가 개발한 80kg 지구관측 소형위성으로 지구관측 웹 플랫폼 AxelGlobe를 구성하는 위성 콘스텔레이션을 말한다. 고성능 광학 카메라를 탑재하여 전장색 해상도 2.5m, 다중분광 5m로 50km 이상의 폭을 촬영할 수 있다. 2022년 4분기 AxelGlobe 콘스텔레이션의 GRUS 위성 4기를 추가로 발사해 지구 어디나 일상 관측이 가능한 9기 위성 콘스텔레이션을 구축할 예정이다.

AIRBUS는 Pleiades Neo 콘스텔레이션을 구성할 새로운 4기의 초고해상도 위성개발을 진행하고 있으며, 이들 위성은 AIRBUS의 다른 광학 및 레이더 위성과 함께 콘스텔레이션에 합류하게 될 것이다. Pleiades, SPOT, Vision-1 및 DMC 콘스텔레이션 등 광학 위성뿐만 아니라 TerraSAR-X, TanDEM-X 및 PAZ로 구성되는 레이더 콘스텔레이션을 통해 AIRBUS는 전체 지리공간정보 가치 사슬에 걸쳐 독보적인 위치를 차지하고 있다.

WorldView Legion은 업계를 선도하는 Maxar의 차세대 WorldView 콘스텔레이션의 발전된 버전으로, 변화 지역을 가장 빨리 재방문하여 다양한 정보를 제공할 수 있는 고성능 위성들의 집합이다. WorldView Legion은 태양동기궤도와 중위도 궤도의 혼합 궤도로 발사될 최고 해상도 30cm 이하의 6개 위성으로 구성되며 Maxar의 현재 영상 수집 능력을 세 배 이상 늘리게 된다. WorldView Legion은 당초 2021년 발사될 예정이었으나, 지연되고 있고 2023년 6월 Space-X Falcon9 발사체를 통해 발사될 계획이다.

3.2 SAR 위성분야

ICEYE는 거의 실시간에 가깝게 SAR 기술 기반 영상을 전 세계적으로 제공하려고 하는 핀란드 기업으로 2012년 설립되었다. ICEYE는 유럽 우주국과 협력하여 합성 개구 레이더(SAR)를 장착한 18개의 마이크로 위성 콘스텔레이션을 개발하고 있고, 2018년 10월 1m 공간해상도의 SAR 영상을 3개의 위성을 이용하여 상업적 서비스를 제공하기 시작했다. 2018년 1월 최초의 100kg 이하의 중량을 가진 ICEYE-X1(70kg)를 시작으로, 2022년 1월 ICEYE-X14와 ICEYE-X16이 발사되었다.[4]

Capella Space는 캘리포니아주 샌프란시스코에 본사를 둔 미국의 우주 회사로 미국 정부와 상용 고객들에게 정기적으로 업데이트된 영상을 제공하기 위해 소형 레이더 위성 콘스텔레이션을 구축하고 있으며, 최종적으로 30개의 위성으로 구성되는 콘스텔레이션을 운영할 계획이다. Capella Space는 세계에서 가장 작은 상용 레이더 위성(40kg 미만)들로 구성되는 콘스텔레이션을 구축하고 있다. 콘스텔레이션의 위성들이 완전히 배치되면 Capella Space는 세계에서 가장 큰 레이더 위성 콘스텔레이션을 통해 지구상의 모든 지점을 매시간 탐지할 수 있게 된다. Capella 콘스텔레이션은 12개의 극궤도로 구성되며, 최대 촬영 범위와 1시간을 초과하지 않는 재방문 시간에 최적화되도록 구성될 것이다.



I. 우주정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

미국 캘리포니아에 위치한 Umbra는 Umbra-SAR 위성 콘스텔레이션을 개발하고 있다. 첫 위성인 Umbra-SAR 2001(Umbra-1)은 65kg의 위성에 X-밴드 SAR를 장착해 16km²의 면적에서 25cm 해상도로 영상을 촬영하게 되고, 2021년 6월 30일 Falcon-9으로 발사되었다. Umbra-2도 2022년 1월 13일 같은 발사체로 발사되었다. Umbra는 높은 품질의 SAR 영상을 획득하기 위해 상대적으로 낮은 전력을 사용하는 독점적인 안테나 기술을 개발했다. Umbra는 미국 연방통신위원회(FCC)로부터 1,200MHz 대역의 합성개구레이더(SAR) 위성을 운용할 수 있는 허가를 취득했고, 이 대역폭 할당을 통해 공간해상도 15cm 영상을 획득할 수 있게 되었다. 또, 국립해양대기청(NOAA)은 2018년 Umbra에 고도 515km에서 운영되는 위성 콘스텔레이션의 공간해상도 25cm 영상을 상업적으로 판매할 수 있는 허가를 내주었다.

3.3 초분광, 열적외 등 기타

HySpecIQ는 2015년 설립된 미국 기업으로 1m 이하 공간해상도의 전정색 영상, 그리고 공간해상도 5m 이하의 초분광 데이터 제공을 목표로 하고 있다. 미국 국가정찰국(NRO)은 BlackSky, Maxar, Planet에 이어 2019년 9월 HySpecIQ와 최초의 상용 초분광 영상 연구 계약을 체결했다. HySpecIQ-1과 2는 고해상도 초분광 센서를 탑재한 지구관측위성으로 12개로 구성될 콘스텔레이션의 프로토타입이며, 초분광 고해상도 탑재체는 HySpecIQ가 개발하고 있다. 첫 번째 위성은 2023년 발사 예정이고, 두 번째 위성이 이어 발사될 예정이다. [4]

2016년 설립된 핀란드 기업인 Kuva Space(구 Reactor Space Lab)는 초분광 영상과 AI를 통해 식생과 토양에 대한 매일 매일의 데이터를 제공하는 비즈니스를 추진하고 있다. 세계에서 가장 성능이 뛰어난 소형 NIR(Near InfraRed) 초분광 카메라를 2018년부터 궤도에서 운용하고 있다. 현재까지 3기의 위성을 발사했다. 초분광 카메라를 탑재한 나노 위성 콘스텔레이션은 AI 분석과 결합하여 뛰어나고 경제적인 SaaS(Software as a Service) 플랫폼을 제공한다. Kuva Space는 400~1,100nm 대역의 영상 획득을 위해 6U 큐브셋 콘스텔레이션을 구축하고 있으며, 차세대 기술로 400~2,500nm 대역 영상 획득을 계획하고 있다.



I. 우주개발 정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

마지막으로 SatelliteVu는 2016년 설립된 영국 기업으로 2021년 2,100만 달러의 자금 조달을 바탕으로 지표면의 열 측정을 위한 초기 7개 위성을 2023년에 발사할 계획이다. SatelliteVu에 대한 투자에는 Lockheed Martin과 In-Q-Tel이 참여하고 있다. 대부분의 지구 관측 콘스텔레이션 프로젝트가 가시광선(예: Planet), 또는 SAR를 활용하는 데 초점을 맞추고 있지만, SatelliteVu는 다양한 산업에 적용할 수 있는 열 영상을 수집한다. 기존 공간해상도 100m와 비교하여 혁신적인 3.5m의 고해상도 영상 제공을 목표로 하고 있다. SSTLI이 현재 SatelliteVu를 위한 첫 번째 MWIR(Mid Wave Infra-Red) 열영상 위성을 제작하고 있다.

4. 국내 위성정보 활용의 현황과 과제

우리나라는 위성, 발사체 등 하드웨어 개발 중심의 우주 개발 체제에서 아직 벗어나지 못하고 있다. 더구나 민간활용과 국가안보 목적을 포함하는 다목적 실용위성임에도 불구하고, 특정목적에 지나치게 편중되고, 기술적 발전도 편중된 방향으로만 진행되어 왔다. 그러다보니, 다양한 민간 활용분야에 대한 고려없이 편중된 목적으로 개발된 위성에 맞춰 위성데이터를 활용할 수 밖에 없는 한계에 처해있다. 이러한 결과 우리나라의 위성정보 활용 기술 수준은 미국 대비 56% 수준으로 15년의 기술격차가 있다고 나타났다[5].

지구관측위성 데이터는 기후 변화, 환경 모니터링, 재해재난 대응, 인프라 유지·관리, 농림수산업, 교통, 물류, 금융·보험 등 다양한 분야에서 활용될 수 있으며, 최근 서구에서는 이와 관련된 다양한 문제 해결을 목표로 하는 솔루션 비즈니스가 활발해지고 있다. 우리나라에서도 민간 위성정보의 활용에 관심을 기울여야 한다는 목소리가 높아지고 있기도 하다. 그러나 현재 상황에서 지구관측위성 데이터 활용의 활성화 및 관련 산업 진흥을 위해서는 넘어서야 할 다음과 같은 과제들이 있다.

첫째, 위성 데이터의 원활한 활용과 위성 데이터 기반의 솔루션을 제공하는 공공 및 상용 서비스를 위해서는 위성 데이터의 지속적인 공급이 보장되어야 한다. 그러나, 지금까지 우리나라의 지구관측 위성개발은 기술적인 지식의 습득과 기술의 성숙도 향상이 가장 큰 목적이었고 따라서 후속 위성에서 획득되는 데이터의 동일성이 유지되는 경우는 매우 드물다. 예를 들면 광학 위성의 경우 KOMPSAT-2의 1m 해상도, KOMPSAT-3의 0.7m 해상도, 그리고 KOMPSAT-3A의 0.5m 해상도 등 탑재체의 해상도 향상 측면에서의 기술 개발이라는 성과를 얻었지만, 이 기술들이 산업체로 이관되어 실질적인 활용을 위한 상업적인 측면에서의 실용화는 구현되지 않은 것이다. 또한 관측 빈도가 높은 데이터가 충분하지 않아 사용자가 원하는 지역의, 원하는 시점에서의 데이터를 공급할 수 없었다. 동일 지점의 촬영을 위해 적어도 며칠간의 간격이

생기는 기존의 저궤도 관측 위성은 순간 대응 능력이 부족하고, 이는 고빈도의 정보 업데이트를 요구하는 국방·안보 및 정보산업 등의 비즈니스에서 위성 데이터가 제한적으로만 이용되는 가장 큰 원인이다.

둘째, 위성 데이터에 접근하기가 매우 어렵다. 우리나라에서는 다목적실용위성, 차세대중형 위성 등 많은 위성이 운용되고 있고, 날마다 많은 데이터가 얻어지고 있다. 그러나 위성개발에 참여했던 현재 각 부처는 개별 포털 사이트 등에서 데이터를 취급하고 있다. 그 결과 사용자가 가용한 데이터가 있는지 없는지, 있다면 어느 기관이나 부처에서 서비스를 하는지 등 필요한 정보를 찾아다녀야 하는 실정이다. 위성의 종류가 다양해지고 활용 분야가 넓어짐에 따라 사용자를 위한 위성 데이터 통합 관리가 국가적으로 이루어져야 하며, 특히 요즘과 같은 빅데이터 시대에서는 다양한 데이터를 융복합하여 활용함으로써 기존에는 생각하지 못했던 결과도 만들 수 있어 데이터의 소재를 분명히 하고 데이터의 특성과 규격 등을 상세히 알 수 있도록 서비스하는 종합적인 국가 데이터 서비스 체계가 절실히 요구된다.

셋째, 위성 데이터 가공, 처리 및 분석의 어려움을 들 수 있다. 일반적으로 위성개발 과정에서 접하게 되는 광범위한 편견 중 하나는 위성에서 획득된 데이터를 사용자가 그대로 쉽게 사용할 수 있다고 생각하는 것이다. 그러나 위성 데이터의 취급에는 기술적인 전문성이 필요하다. 예를 들어, 지구관측위성이 획득한 원시 데이터에서 표준 영상 데이터로의 변환에는 각종 왜곡 보정 처리 등 센서 특성에 따른 기본 처리가 필요하다. 또한 여러 위성 데이터를 조합하여 활용하는 경우에는 센서마다 촬영 방법이 서로 다른 점에 기인하는 중첩의 곤란함, 관측 폭·촬영 시각 및 주기의 차이에 따라 달라지는 관측 조건, 데이터의 가공·처리 비용, 대용량 데이터인 위성 데이터의 수신과 보존에 필요한 노력 등이 요구되는 점에서 위성 데이터의 처리에는 일정 수준의 전문성과 비용이 요구된다. 지구관측위성 데이터 관련 산업은 지금 단순한 데이터 판매에서 솔루션 비즈니스로 넘어가고 있다. 그러나 우리나라에서는 최종 사용자의 수요에 따라 위성 데이터를 분석하고, 솔루션을 제공하는 서비스 제공자가 많지 않다. 위성 데이터 공급자 및 솔루션 개발 사업자는 최종 사용자의 업무와 수요를 충분히 파악하기 어려우므로 어떤 데이터 및 솔루션 제공이 최종 사용자에게 도움이 되는지 모르고 있고, 반대로 최종 사용자도 위성 데이터에서 어떤 솔루션을 얻을 수 있는지를 모르고 있다.

넷째, 북미 및 유럽에서는 다양한 정부 기관이 민간기업이 운영하는 지구관측위성 데이터 및 서비스 조달을 통해 민간 위성 데이터 비즈니스 및 관련 산업 자체의 유지·활성화를 도모하고 지원하고 있다[6]. 예를 들어, 미국 국가지리공간정보국(NGA)은 지구관측위성 콘스텔레이션을 다루는 미국 Planet 사와 영상 구매에 관한 계약을 체결하였고[7], 유럽 해상안전국(EMSA)은 캐나다 MacDonald, Dettwiler and Associates(MDA)사와 지구관측위성 Radarsat-2의



I. 우주정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

5. 우리나라의 위성 데이터 활용 활성화 및 관련 산업 진흥 방안

위성 데이터 활용 활성화 및 관련 산업 진흥을 위해서는 앞서 언급한 과제들을 해결하려는 정부의 의지가 중요하다. 즉 관계 부처 및 관계 기관 등이 서로 협력하여 각 항목에 대해 다음과 같이 국가적 차원에서 대응하여야 한다.



I. 우주정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

5.1 위성 데이터 확보 개념의 획기적 전환

위성 개발·활용 체계의 획기적인 개선이 필요하다. 우선 산업계가 한국항공우주연구원이 개발한 위성 기술을 이전받아 위성의 양산 등 산업화·실용화를 적극적으로 추진하고, 활용 수요를 갖는 관계 부처와 협력하는 새로운 추진체계 마련이 필요하다. 이와 더불어 국가 안보 분야에서의 활용을 목적으로 하는 별도의 정보위성 개발 계획 마련이 병행되어야 한다. 즉 국가 안보와 국방 분야 활용을 위한 위성 개발·운용을 민간 활용 분야와 분리하여 추진함으로써 활용 목적에 최적화된 위성의 개발과 운용을 할 수 있도록 하여야 한다. 일본의 경우 국가적인 재해재난이 발생할 경우에도 정보수집 위성인 IGS가 촬영한 데이터를 공개하지 않는다[10].

민간 활용을 위해서는 실용화·사업화를 위한 위성을 시리즈로 제작·운영하는 민간 프로그램을 통해 지속적이고 안정적인 위성 데이터 공급을 확보하도록 하여야 한다. 이를 바탕으로 관련 기업이 안정적으로 사업 아이디어를 구체화 할 수 있다.

5.2 연속성 있는 위성 데이터의 제공

우선 연속성 있는 위성 데이터의 안정적인 제공이 보장되도록 하여야 한다. 연속성 있는 위성 데이터를 제공하기 위해서는 민간분야의 위성 데이터 활용 수요 등을 정확하게 파악하여 위성개발 프로젝트(우주개발 진흥 기본계획, 위성정보 활용종합계획 등)에 반영하는 제도적 장치를 구체적으로 마련하여야 한다. 미국의 Landsat같이 위성 데이터가 수년에서 수십 년간 지속적으로 제공될 것이라는 확신을 정부 계획이 줄 수 있다면 이를 바탕으로 위성 데이터 활용 솔루션, 서비스를 개발하려는 기업들이 늘어날 수 있다.

한국항공우주연구원은 연구 개발이 주된 역할이기 때문에 신규성보다 계속성이 요구되는 실용화 역할을 담당해가는 데는 한계가 있다. 따라서 기술 개발과 개발된 기술의 산업화·실용화를 동시에 고려한 새로운 우주개발 추진체계 마련이 필요하다. 즉 국가 연구기관인 한국항공우주연구원은 기존에 없던 기술을 새로이 연구하고 위성 운용이나 관측 능력을 혁신적으로 높일 수 있는 미래 기술의 연구 개발 등 새로운 기술의 연구 개발에 치중하도록 하고, 사용 수요를 갖는 관계 부처와 산업 분야가 한국항공우주연구원이 개발한 기술을 이전받아 위성의 양산 등 산업화·실용화를 적극적으로 추진하고 협력하는 새로운 추진체계 마련이 필요하다. 이를 통해 정부는 연구 개발 결과를 토대로 실용화를 위한 위성을 시리즈로 제작·운영



I. 우주개발 정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

하는 프로그램을 통해 지속적이고 안정적인 위성 데이터 공급을 확보하도록 하여 관련 기업의 역량을 키울 수 있도록 지원해야 한다.

또한 정부는 계획 수립단계부터 산업화를 염두에 두고 시장 수요에 대응하는 지속적인 연구 개발과 실용화를 추진해야 한다. 구체적으로는 해외 기술 수준을 따라잡는 추격뿐만 아니라 미래를 바라보고 국내외 시장의 요구와 지금까지 없었던 활용 방법을 염두에 둔 차세대 기술 개발, 저비용화, 개발기간의 단축, 위성의 기동성 향상 등을 각 위성 연구 개발 프로젝트에 지속적으로 반영하도록 하여야 한다.

5.3 국가 위성 데이터 서비스 시스템 구축

위성 데이터의 활용을 촉진하고 관련 산업을 진흥하기 위해서는 위성 데이터로의 접근 환경이 대폭 개선될 필요가 있다. 특히 앞으로 새로이 위성 데이터를 도입하고 활용하고자 하는 IT업계 등 비우주 분야 민간기업을 대상으로 가용한 위성 데이터 정보를 체계적으로 정리하여 제공하도록 하는 것은 산업 촉진 측면에서 큰 의미가 있다. 일본의 경우 이를 위해 JAXA와 「일본원격탐사학회」가 공동으로 위성 데이터의 유형·형식·보존 및 제공 장소 등의 여러 기본 정보를 망라하는 카탈로그를 구축하고 있으며[11], 경제산업성 주도로 일본 최초의 우주 데이터 플랫폼 「Tellus」를 구축·운영하고 있다[12].

우리나라도 물리적인 통합 데이터 서비스 구축은 아니더라도 국가 차원에서 가용한 다양한 데이터를 각종 데이터 센터를 연계하여 편리한 서비스를 할 수 있도록 하여야 한다. 이를 통해 원격탐사 데이터, 측위 데이터 및 지상 데이터 등을 포함한 다양한 데이터를 조합한 융복합 활용을 촉진하도록 하여야 한다.

정부가 보유한 위성 데이터를 무상으로 서비스하는 정책도 고려할 필요가 있다. 미국, 유럽, 일본 등에서는 중저해상도의 경우 정부 위성 데이터의 무료화 정책이 도입되어 산업적 활용을 지원하고 있다. 우리나라도 천리안 위성 데이터 등은 현재에도 무상으로 제공되고 있고, 다목적실용위성의 데이터는 국가 위성이긴 하지만 국내외 위성영상시장에서 상용으로 판매되는 고해상도 영상이므로 공개 및 무료화 정책 도입을 위해서는 다양한 사전 검토가 필요하다.

5.4 고빈도 관측 데이터의 확보

앞서 위성 데이터 활용 활성화와 관련 산업 진흥의 가장 큰 걸림돌은 활용할 수 있는 데이터의 부족이라고 지적한 바 있다. 전 세계적으로 활발하게 추진되고 있는 여러 위성 콘스텔레이션 프로젝트는 궁극적으로 이러한 관측 데이터 부족이라는 제약을 해소함으로써 고객의 만족도를 높이고자 추진되는 비즈니스 모델이다. 농업, 재해재난, 안보 등 다양한 위성정보의 활

용 분야가 있으나, 모든 경우에 고빈도 관측 데이터 부족이 어려움을 야기하고 있다. 특히 국가안보나 재해재난의 경우 특정 대상 지역에 대한 특정 시간의 위성 데이터가 필요한 경우가 대부분이다. 그러나 기존 대형 위성 1~2기로는 위성의 성능이 아무리 뛰어나더라도 이런 요구를 만족하기가 불가능하다. 또 농업 분야의 활용에서도 예를 들어 작황 모니터링을 위해서는 대상 지역을 작물의 생육 주기에 따라 주기적으로 촬영한 영상이 필요하지만, 촬영 폭이 좁은 고해상도 위성의 특성상 이 또한 만족하기가 어렵다.

위성정보 활용에서의 이러한 큰 제약은 오히려 관련 기업에 도전할 만한 블루오션으로 인식되고 있으며, 해외의 수많은 벤처기업이 위성 콘스텔레이션 비즈니스에 뛰어들고 있는 이유이다. 발사체 재사용 등을 통해 발사 비용을 낮춤으로써 고객들의 요구를 만족하여 새로운 비즈니스를 창출하는 것과 같은 맥락으로, 고빈도 촬영 데이터가 부족하다는 고객들의 불만을 해소함으로써 비즈니스를 창출하고 있다. 저비용 발사와 소형위성 콘스텔레이션 두 가지의 새로운 비즈니스가 New Space 시대를 여는 큰 축이라 할 수 있다.

우리나라에서도 최근 초소형위성 개발 사업이 추진되고 있다. 앞서 언급한 바와 같이 이것이 단순히 하드웨어적인 위성 개발 사업으로만 추진되지 않고, 데이터를 활용하거나 데이터를 이용한 비즈니스를 하려는 기업들과 협력하여 이 사업을 통해 얻어지는 데이터가 실질적인 현업에서의 활용과 산업 진흥에 기여할 수 있도록 세심하게 검토되어 추진되어야 한다.

우리나라의 경우 고빈도 위성 데이터 확보를 위해서는 위성정보 활용 목적의 혼재를 정리하여야 한다. 일부 우리나라 위성개발의 목적은 실제로 민간과 국가안보 공동 활용의 성격을 지니고 있다. 따라서 촬영 지역 선정, 촬영 우선순위 등 민간 활용에만 치중할 수 없는 어려움이 발생하고, 민간분야의 활용에 필요한 영상을 적시에 획득하여 공급하지 못하는 추가적 제약으로 작용하고 있다. 일본의 경우 ALOS 등의 민간 활용 위성과 IGS라고 불리는 안보 위성이 별도로 운영되고 있다. 특히 IGS 위성 영상은 재해재난 등 국가적인 상황이 발생하여도 활용할 수 없는 등 민간이 접할 수 없는 철저한 안보용으로만 운영되고 있다.

지금까지는 국가 예산 운영상의 이유로, 또 위성과 발사체 등의 필수 기술의 미확보로 인해 이러한 위성개발 및 활용이 불가피한 측면이 있었다. 그러나 이런 체계로 민간 활용과 안보 두 마리의 토끼를 잡을 수는 없다. 앞서 언급한 고빈도 데이터의 부족 등 산적인 문제 외에도 민간과 국가안보 공동 활용으로 인해 민간 부분에서의 위성 데이터 활용 활성화 및 관련 산업 진흥은 어려운 처지에 놓여있다. 따라서 우리나라도 위성개발 프로그램을 다변화하여 활용 목적에 충실한 위성 데이터 활용에 집중할 수 있도록 해야 할 시점이 다가왔다. 국가안보와 국방 분야, 그리고 민간 활용과 산업화 두 분야로 나누어 특성에 맞는 위성개발 체계를 별도로 운영하여야 민간 활용 활성화와 관련 산업 진흥을 추진할 수 있는 기반이 마련된다. 우



I. 우주정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안



I. 우주개발 정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

주 상업화 시대의 국가적 경쟁력 확보를 위해서는 적어도 다른 나라와 같은 민간 활용 활성화와 관련 산업 진흥을 위한 조건이 만들어져야 한다.

5.5 IT 기술을 활용하는 위성데이터 처리와 분석

세계에서 일어나고 있는 위성 원격탐사 분야 혁신의 배경으로 빅데이터, AI, 클라우드 등 차세대 IT 기술과 우주기술의 융합이 있다. 위성 비즈니스 가치 사슬의 하드웨어 제조에서 위성 운용, 데이터 분석에 이르기까지 다양한 측면에서 차세대 IT 기술이 지금까지의 사업 구조에 변화를 가져오고 있다. 위성 데이터와 IT 기술 융합의 대표 주자는 AI를 이용한 데이터 처리 및 분석 서비스의 고도화이다. 기존의 위성 원격탐사 분야에서는 위성 사업자가 사용자에게 영상 데이터를 판매하는 형태의 비즈니스가 주류를 이루었다. 그러나 이 사업 모델에서는 사용자가 높은 수준의 위성 데이터 활용 노하우를 갖고 있어야 하고, 위성 데이터의 처리와 분석을 위한 고비용 컴퓨팅 시스템을 보유하고 있어야 하므로 활용 활성화와 비즈니스 확산에 어려움이 있었다. IT 기술을 융합한 데이터 처리 및 분석, 클라우드 서비스의 확대는 이런 상황을 타개할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

IT 사업자의 우주 분야 진출에서 가장 대표적인 사례는 Amazon Web Service(AWS)나 Google Cloud 등으로 대표되는 클라우드 기술에 기반을 둔 데이터 플랫폼을 가진 글로벌 사업체의 위성 데이터 사업으로의 진출이다. 이러한 글로벌 플랫폼 사업체들은 각국의 민·관 위성 데이터를 모아 자사의 클라우드 상에서 통합 처리·분석하여 각각의 사업에 활용하고 있다. 이를 이용함으로써 사용자는 위성 데이터의 처리나 가공을 위한 전문적인 지식이나 노하우 없이도 클라우드에서 제공하는 이미 가공·처리된 데이터를 이용해 원하는 결과를 얻어 정책 수립 등 현업에 바로 활용할 수 있는 환경이 구축되어 있다. [13, 14]

위성 데이터와 IT 기술 융합의 또 다른 경향은 지상에서 얻어진 센서 데이터 등 다른 여러 다양한 빅데이터와 융합한 종합적인 데이터 분석에 의한 부가가치의 향상이다. 사용자의 관점에서 보면, 사용자는 위성 데이터 자체를 요구하는 것이 아니라 사용자의 경영이나 사업 판단에 필요한 정보를 얻기 위해 위성 데이터를 사용하는 것이다. 이같이 IT 기술을 우주기술과 함께 활용함으로써 위성 데이터 가공의 어려움을 해소할 수 있을 뿐만 아니라, 위성 데이터만이 아닌 위성 데이터 기반의 부가가치를 창출하는 정보 제공 서비스가 이루어진다.

우리나라에서도 이러한 위성 데이터와 IT 기술 융합 등 위성 데이터의 부가가치를 높여 관련 산업체가 국제 시장에서 경쟁력을 가질 수 있도록 체계적인 지원을 할 수 있는 정책과 계획을 수립해 조속히 시행하여야 한다.

5.6 정부 차원에서 위성 데이터 활용의 적극적 촉진

위성 데이터의 활용 활성화와 관련 산업의 진흥을 위해 위성 데이터에 대한 접근성의 향상과 함께 다양한 솔루션 및 서비스 사업자의 창출과 기존에 위성 데이터 이용에 소극적이었던 국가나 지방자치단체, 공공 기관을 비롯한 잠재적 최종 사용자의 발굴 및 확대가 필요하다. 또한 기존 위성 데이터를 활용하지 않았던 IT 솔루션 사업자 등 기타 분야의 잠재적 사용자·사업자를 유입시키는 것도 필요하다. 위성 데이터 활용 커뮤니티와 산업의 커다란 잠재성을 고려하여 아래와 같은 두가지 사업의 추진을 통해 자발적·자율적 위성 데이터 활용 활성화 및 관련 산업 활성화를 추진할 필요가 있다.

첫째로 정부·공공 기관에서의 원격탐사 위성 데이터 조달 및 활용 확대가 필요하다. 현재 미국 등 해외에서는 일정한 정부 수요가 마중물이 되어 이를 기반으로 정부 수요 이외에 민간 위성 데이터 비즈니스가 성장하고 있다. 미국 상업 원격탐사 시장의 본격적인 개방은 미국 정부가 1992년 Land Remote Sensing Policy Act를 통해 민간 부문이 우주 시스템을 운용할 수 있도록 함으로써 시작되었고, IKONOS, QuickBird 등 민간기업이 운영하는 고해상도 위성 영상을 정부가 안정적으로 조달하도록 함으로써 따라 만개하게 되었다. 최근에도 미 공군은 국방부의 SBIR(Small Business Innovative Research) 프로그램에 따라 벤처기업 EOI(Earth Observant Inc.)에 초저궤도 광학 탑재체 개발 계획을 발주했다. EOI는 우주 및 미사일 센터(SMC), 공군 연구소(AFRL)과 협력하고 있다. 이같이 정부가 위성 개발과 활용 솔루션 및 서비스의 구매자 역할을 충실히 함으로써 위성 데이터 활용 활성화와 관련 산업 진흥을 주도적으로 지원하고 있다. 우리나라에서도 민간 사업자가 관련 기술력 축적을 유도하고 성장 기반을 형성해 나갈 수 있도록 정부·공공 기관이 적극적으로 위성 데이터의 수요자가 되어(소위 앵커 테넌트) 국내에 안정적인 수요를 형성하고, 위성 데이터 활용과 관련 산업의 유지·활성화를 선도적으로 추진하여야 한다.

두번째로 위성 데이터를 활용한 실용화 모델 사업의 지속적인 추진이 필요하다. 위성 데이터의 활용이 가능한 각종 공공분야의 행정 업무에 국내 위성 데이터를 적극적으로 활용하도록 하여야 한다. 또 중소 벤처 기업과의 협업을 초기 단계부터 제도화하여 솔루션과 서비스 사업의 개발에 정부가 수요자가 되어 적극 참여하고, 이를 통해 개발된 솔루션과 서비스를 현업에 활용하도록 하는 장치가 마련되어야 한다. 생산성, 안전성, 품질 향상 등 위성 데이터를 활용한 새로운 솔루션에 의한 효과를 입증하고, 선진 성공 사례 창출을 도모하면서 민간 사업자의 솔루션 개발을 유도하기 위해 사회문제 해결을 위한 위성정보 기반 시범 모델 사업(예를 들면 과학기술정보통신부의 골든 솔루션 사업)을 꾸준히 시행할 필요가 있다. 지금까지 우주산업과 관계가 적었던 비우주 분야의 IT 업체 등과 오랜 기간에 걸쳐 커다란 수요를 가질 수 있는 국가나 지방자치단체 등이 합심하여 새로운 아이디어를 적용하여 솔루션과 서비스를 창출하



I. 우주정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안



I. 우주개발 정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

는 것으로 기존의 우주 관계자만의 폐쇄된 활용에서 타분야 사용자를 포함하여 실용화·사업화까지를 염두에 두도록 해야 한다.

잠재적인 대규모 사용자인 국가나 지방자치단체의 참여를 활성화하여 실제 업무에서의 위성 데이터 활용 분야의 신규 개척과 활용 효과의 가시적 명확화를 도모함으로써 향후 정부 조달 확대를 추진하여야 한다. 또한 큰 잠재적 수요가 기대되는 농림수산업, 방재, 인프라 유지·관리, 교통·물류, 금융·보험 등의 분야에서 위성정보 활용의 선진적인 성공 사례를 만들어냄으로써 이와 같은 실용화 사업이 민간의 위성 데이터 활용 확대의 계기가 되도록 한다. 이때 위성 데이터뿐만 아니라 지상 데이터도 통합한 실용화 사업을 시행하여 비즈니스로서의 위성 데이터 활용 서비스를 만들어 낼 수 있도록 지원하여야 한다. 아울러 공개 및 무료화된 정부 위성정보의 활용 방식이나 체계에 대한 검토와 함께 위성에 대한 시장 수요와 활용 수요를 모아 향후 어떤 지구관측 위성이 필요한지 등에 대해서도 이 사업의 성과를 활용하면서 검토하여야 한다.

5.7 위성 데이터에 대한 보안 규제 검토

2020년 7월 미국해양대기청(NOAA)은 이스라엘 지역을 촬영한 영상의 배포에 대해 20년 이상 동안 적용되어 온 해상도 제한을 변경했다. 이에 따라 미국의 상업적 지구관측위성 사업자는 이스라엘 지역을 촬영한 위성 영상의 해상도 제한을 2m에서 0.4m로 줄일 수 있게 되었다.

우리나라는 분단국가라는 특성으로 인해 위성 영상에 대한 보안규정이 매우 엄격하게 적용되고 있다. 그러나 위에 언급한 이스라엘도 우리나라에 못지않은 안보상 위협이 있음에도 불구하고 해상도 제한을 과감하게 완화하였다. 미국의 NOAA가 미국의 위성 영상에 적용하는 제약이지만 이스라엘 정부와의 협의를 마친 사항이라고 보는 것이 타당하다.

위성 데이터에 대한 보안 규제의 필요성에 대해서는 국가 안보상의 이유로 일부의 암묵적 동의를 얻고 있기는 하지만, 그렇다고 막대한 예산을 들여 추진되는 우주개발의 경제적 효과를 생각하지 않을 수도 없다. 세계화의 시대에 우리나라만이 한반도 지역에 대한 보안을 이유로 위성 데이터의 해상도 제약을 지속하는 것이 큰 의미를 지니지 않을 수도 있다. 데이터의 시대에 위성정보가 가지는 경제적 잠재력은 매우 크다. 이 경제적 잠재력을 최대한 발휘할 수 있도록 기존 보안규정에 대한 종합적인 검토가 필요하다.

5.8 위성 개발 계획과 위성 활용의 연계

지금까지 우리나라는 하드웨어적인 측면에서는 체계적인 우주개발이 진행되어 많은 성과를 거두었다. 그러나 위성개발의 궁극적인 목표는 위성 데이터의 활용이 되어야 한다. 위성을 개발하여 발사하고 운영하여 획득되는 데이터를 활용하여 국가 경제에 기여하고 국민의 삶의 질 향상에 도움이 되도록 하여야 한다. 정부에게는 정책 결정과 행정 업무 효율성을 높이기 하고, 산업계에게는 관련 비즈니스 창출과 진흥에 도움이 되도록 하여야 하며, 학계에게는 다양한 연구에 필수적인 데이터를 지속적으로 제공하여야 한다.

우리나라에서도 위성정보 활용종합계획이 수립되어 추진되고 있으나, 위성정보 활용종합계획이 국가 차원에서의 종합적인 계획이라기보다는 각 부처의 활용 계획을 모두 나열하는 정도에 머물러 있다. 또한 각 부처의 특성에 따른 위성 데이터 활용을 위한 예산은 각 부처에서 마련하고 있으나, 이런 활용 부처들을 지원하기 위한 통합 데이터 지원 센터, 활용지원 플랫폼 구축 등 위성 데이터 활용을 종합적으로 지원하는 예산은 거의 없다.

위성을 우선 개발하고 거기서 획득되는 데이터를 사용하도록 하는 방식이 아니라, 활용 목적을 먼저 구체적으로 정하고 그에 필요한 위성을 개발하는 방식으로 전환해야 한다. 즉, 위성의 개발과 발사 성공이 위성 개발 사업의 성공적 종결이 아니라, 당초에 의도했던 활용 목적이 개발된 위성의 데이터를 통해 성공적으로 달성되었는지가 위성 개발 사업 전체의 궁극적 성공 여부의 판단 기준이 되어야 한다는 것이다.

유럽의 코페르니쿠스 프로젝트는 유럽 연합이 추진하는 대형 우주 활용 프로그램으로 유럽의 환경보호, 기후 변화 대응 등을 위해 우주를 이용한다는 목적을 추구하고 있다. 코페르니쿠스 프로젝트는 활용 목적을 정의하는 Service Component와 이를 위한 하드웨어 개발을 담당하는 Space Component, 그리고 지상에서의 현장관측 데이터 수집을 위한 In-Situ Component로 구성된다. 즉 프로젝트의 이용 목적을 먼저 규정하고(Service Component), 이 목적 달성을 위한 하드웨어 개발 계획(Space Component)을 정하고 있다.[15] 이와 비교하자면 우리나라의 기존 우주개발은 코페르니쿠스의 하드웨어 개발 계획(Space Component)만을 다루고 있다고 할 수 있다. 이제 우리나라도 유럽 코페르니쿠스 프로젝트의 Service Component와 같은 실질적인 활용 프로그램을 기존의 위성개발 프로그램과 연동하는 체제를 구축하여야 한다. 요즘 활발하게 논의되는 우주청 설립과도 연계하여 국가의 우주개발 체계를 재정립해야 한다.

현재와 같이 위성 데이터 수요를 제기한 개별 정부 부처가 위성 개발비의 일부(대부분 탑재체 개발비)를 제공하고, 그 위성 데이터에 대한 개별적 소유권을 주장하며 행사하고 활용하는



I. 우주정책

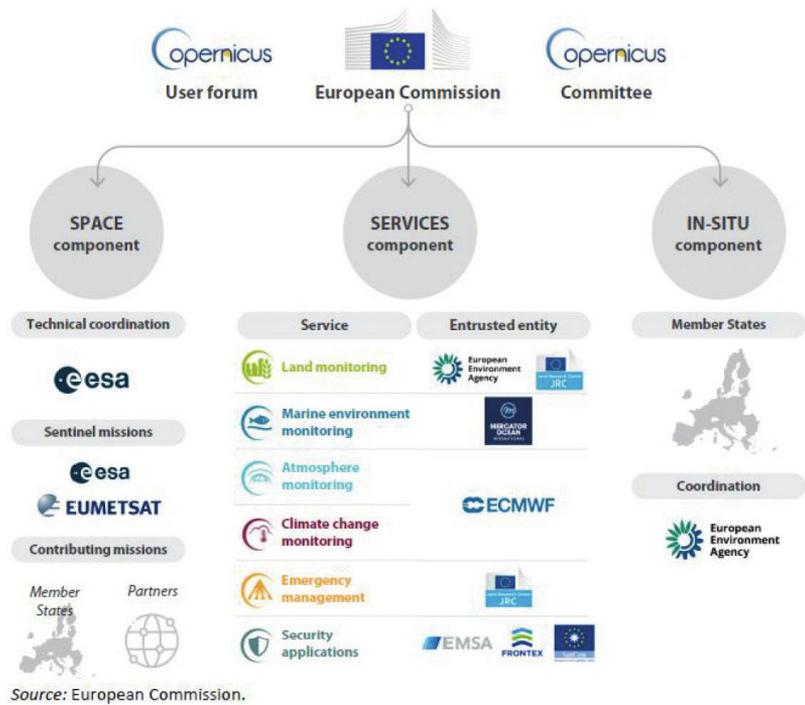
위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안



I. 우주개발 정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

체제를 바꿔야 한다. 국가 예산을 들여 획득한 데이터는 모든 부처, 국민, 나아가 산업계에서도 활용하도록 하여 경제적 부가가치를 창출하도록 관리되어야 한다. 데이터는 많아지고 융·복합적으로 활용되어야만 그 가치가 높아진다. 따라서 (가칭) 국가 위성 데이터 통합 서비스 센터와 같은 기구를 설립하여 가용한 모든 위성 데이터를 통합하여 관리하고 AI, 클라우드, 빅데이터 등 첨단 IT 기술을 이용해 처리, 가공하여 사용자에게 제공하도록 하여야 한다. 이 경우 가급적 국내외 민간 데이터도 계약 조건 등을 통해 포함할 수 있도록 하여야 하고, 특히 기타 다양한 자연과학 및 인문 과학 데이터베이스와의 연계 및 호환성을 구축하여 빅데이터 활용을 지원할 수 있도록 하여야 한다.



<그림 4> Copernicus 프로그램 구성

출처: European Commission, EU space programmes Galileo and Copernicus

6. 결론

지금까지 위성 콘스텔레이션 등장 배경 등 현재 위성 데이터의 활용 동향과 위성 데이터 활용 활성화 및 관련 산업을 저해하는 요인, 그리고 AI, 빅데이터, 클라우드 등의 새로운 IT 기술의 지구관측 분야에서의 활용을 살펴보았다. 위성 데이터 활용 활성화 및 관련 산업을 제약하는 사항들과 새롭게 나타나는 기술들은 일정 부분 연관성을 가지고 있다. 즉, 고빈도 지구관측 데이터가 충분하지 않다는 제약은 위성 콘스텔레이션의 등장으로, 데이터의 소재가 불분명하고 접근이 쉽지 않다는 사항은 위성 데이터 통합 서비스 플랫폼과 클라우드 활용으로, 전문성과 비용 등 위성 데이터의 가공이 쉽지 않아 부가가치를 창출하여 제공하는 서비스가 취약하다는 제약은 AI 활용, 빅데이터 분석 등으로 연계되고 있다. 비즈니스 정상화까지의 안정된 수요가 없다는 제약은 국가가 벤처기업들로부터의 제품과 서비스를 구매하여 안정적인 수요자 역할을 하면서 해결하고 있다. 예를 들면 미국의 SPACE-X가 정부의 발사 서비스를 수주하여 제공하는 점이나, 미국 NOAA가 자국의 Spire사 및 GeoOptics사(모두 민간)와 상용 기상데이터의 활용에 관한 시범 프로그램을 계약한 것이 그런 노력의 일환이라 할 수 있다.

민간기업이 주인공이 되는 New Space 시대에 접어들면서, 기존 지구관측 분야에서의 여러 제약들을 해소하기 위해 민간 벤처기업들이 다양한 아이디어로 무장한 채 등장하고 있고, 각국 정부도 이러한 관련 산업육성을 미래 국가 경제 발전의 중요한 요인으로 인식함에 따라 데이터 및 서비스 플랫폼 구축, 규제 완화, 벤처기업의 제품 및 서비스의 정부 조달 등을 통해 전폭적으로 지원하고 있다.

결론적으로 우리나라도 이제 30년 이상의 우주개발을 통해 새롭게 도래하는 New Space 시대를 맞이할 기술적 토대는 마련하였다. 그러나 이 토대를 바탕으로 국민의 실질적인 삶의 질 향상과 국가 경제에 도움을 주며 고급 인력 양성 등을 통한 일자리 창출로 이어지는 우주 경제를 실현할 수 있도록 국가의 우주개발 체제를 재정립하도록 하여야 한다. 위성 데이터의 무한한 가능성에 세계 여러 나라들이 주목하고 있고 관련 산업의 진흥에 전력을 기울이고 있다. 지금까지 우주개발에 우리나라가 투자한 자원의 효과를 실질적으로 보기 위해서는 위성 데이터의 활용 활성화와 관련 산업의 진흥을 반드시 성공적으로 이루어야 한다.



I. 우주정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안



I. 우주개발 정책

위성 콘스텔레이션 시대의
위성 데이터 활용 및
산업 진흥 방안

참고 문헌

1. SIA(Space Industry Association), State of the Satellite Industry Report June 2022, Bryce Space and Technology
2. 일본 우주산업비전 2030, 제4차 산업혁명하에서의 우주이용 창조, 우주정책위원회 우주산업진흥소위원회, 2017년 5월
3. Erik Kulu, Satellite Constellations - 2021 Industry Survey and Trends, 35th Annual Small Satellite Conference
4. <https://www.newspace.im>, Satellite Constellation-New Space Index/
5. 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원 (2021), 「2020기술수준평가」
6. 우주산업개척보고서, 일본 총무성, 2019년 6월
7. <https://www.planet.com/pulse/nga>, Planet signs Landmark Deal with NGA.
8. 디지털 뉴딜시대, 공간정보산업 활성화를 위한 국가공간정보 보안관리규정 개선방향, 국토정책 브리프, 국토연구원, 2020년 7월 13일
9. 일본 우주기본계획, 2020년 6월 30일, 각의 결정
10. 카토 마사시, 논설위원회 논설위원, 일본 일간공업신문 2015년 04월 08일 종합2/국제면
11. 나이토 이치로, JAXA의 원격감지 위성데이터 정보, JAXA 제1우주기술부문, 2018년 2월 1일
12. 일본 정부 위성 데이터의 오픈 & 프리화 및 이용 환경 정비에 관한 검토회 보고서, 2017년 10월
13. 일본 우주xICT에 관한 간담회 보고서(안), 우주xICT 종합추진전략, 2017년 6월
14. 차세대 IT와 호응하는 우주 빅데이터·비즈니스(우주산업 비전 2030에 의한 가속), 주식회사 노무라 종합 연구소 ICT·미디어 산업 컨설팅부 수석 컨설턴트 사토 마사시, 2017년 4월
15. EU space programmes Galileo and Copernicus: services launched, but the uptake needs a further boost, Special Report, European Court of Auditors, 2021.



국방우주 안보체계 발전



박상중

국방대학교 교수(정책학 박사)
한미연합사 정책자문위원
한국전략연구소 국방우주 연구센터장
nicegift701@kndu.ac.kr



1. 뉴스페이스는 우주공간의 상업화와 민간의 우주개발 참여가 확대되어 기존의 국가 및 대기업 중심의 우주개발로부터 민간 및 중소기업으로 진화되면서 나타나는 우주산업 생태계의 변화를 의미한다.

초 록

4차 산업혁명 우주기술의 도약적 발전과 뉴스페이스(New Space) 시대의 진화로 세계는 우주의 군사화와 무기화를 위한 무한경쟁에 돌입하고 있다. 한반도를 둘러싼 동아시아의 우주안보는 미·중·일·러 등 4대 열강뿐만 아니라 북한의 우주도발까지 가세하면서 심각한 우려가 초래되고 있다. 최근 들어 한국군도 국가우주발전과 연계하여 국방우주전략서와 합동군사우주전략서를 발간, 합참 군사우주과 신설, 방위사업청 및 국방과학연구소의 국방우주전력 전담조직 강화 등을 중심으로 국방우주력 확보에 박차를 가하고 있다. 이러한 과정에서 육·해·공군의 우주에 대한 지나친 주도권 경쟁으로 합동성 강화에 대한 요구가 높아지고 있다. 이 연구에서는 동아시아의 국방우주 추진상황 분석을 통하여 합동성 기반의 한국군 국방우주 안보체계 발전을 위해 합동우주작전사령부의 단계화 창설, 합동우주교리의 발간, 민·관·군 및 한·미·일 우주협력의 강화 등을 제안하였다.

Key Words : New Space Era(뉴스페이스 시대), Militarization of Space(우주의 군사화), Weaponization of Space(한국어), Anti-Satellite Weapon(대위성요격체계), Jointness of Military Space(군사우주의 합동성)

1. 서 론

세계적인 코로나19 팬데믹(Pandemic)의 일상화와 함께 러시아-우크라이나 전쟁의 장기화에도 불구하고 한반도 주변 강대국들은 우주의 영향력 확대를 위해 첨단 우주력 건설에 박차를 가하고 있다. 뉴스페이스(New Space)¹⁾ 첨단우주기술의 군사적 활용이 급증하면서 우주의 군사화(Space Militarization)와 우주의 무기화(Space Weaponization)²⁾ 경쟁이 가속화되고 있다.

한반도의 우주공간을 둘러싼 안보환경 역시 날로 경쟁적이고 위협적으로 변화하고 있다. 미·중·일·러 4대 강국은 우주우위(Space Superiority)의 확보를 위해 우주군을 창설하고 첨단 우주C4ISR 능력을 강화하는 등 치열하게 경쟁하고 있다. 미국과 러시아는 위성 기반 우

주무기를 궤도에 안착시켰으며, 중국과 러시아는 미사일과 킬러위성뿐만 아니라 위성과 지상국의 통신을 방해하는 전파방해장치(Jammer), 대상 위성을 지향성 에너지로 공격하는 레이저 무기 등을 개발하고 있다. 이와 같은 중국과 러시아의 대위성요격체계(ASAT, Anti SATellite Weapons)³⁾ 강화는 미국과 동맹국의 자유로운 우주 이용에 심각한 위협으로 대두되고 있다. 중국은 2021년 8월 핵무기 탑재가 가능한 극초음속 미사일을 시험발사하였으며, 러시아도 2021년 12월 최대속도 마하 9(시속 약 11,000km) 최대사거리 1,000km의 극초음속 미사일 지르콘(Zircon)을 시험발사하였다. 북한도 비대칭 우주역량 확보를 위해 우주발사체, 탄도미사일, 극초음속미사일 개발에 매달리고 있다. 특히, 올해 5월 북한은 군사정찰위성 발사 실패에 대한 공식적인 시인 이후 우주위성 재발사에 총력을 기울이고 있다. 미 국가정찰국(NRO, National Reconnaissance Office)은 2020년부터 신형 정찰위성 2기를 추가 배치하여 북한의 군사활동 정보를 수집하고 있다.

한국은 동맹의 국방우주력을 제외하면 주변국의 우주자산 규모, 군사용 우주체계 개발 기술력, 조직·인력·예산 등에 비교하여 국방우주 안보체계의 강화가 필요하다. 북한감시를 위한 전자광학위성감시체계사업이 진행되고 있지만, 우주감시에 요구되는 독자적 자산 부족으로 동맹의 국방우주력이 지원되지 못할 경우 항법체계의 군사적 활용 제한과 우주기상 변화에 따른 위성활동의 장애 등이 야기될 수 있다. 2021년 5월 미사일 사거리와 탄두 중량을 제한하는 한미미사일지침 해체에 따라 한국군의 우주발사체 개발에 대한 제약이 제거되었다. 올해 5월 25일 한국은 3차 누리호 발사를 통해 차세대소형위성과 7기의 소형위성의 궤도 700km 초속 7.5km 안착에 성공함으로써 1톤급 이상 실용위성 발사능력을 보유한 7번째 국가로 부상하였다.⁴⁾ 2021년 6월 24일 우주개발진흥법 개정을 통해 국가우주위원회위원장을 과학기술정보통신부장관에서 국무총리로 격상시키고, 군사적 우주활용을 제고할 수 있도록 안보우주개발실무위원회를 신설하였다. 또한, 올해 우주항공청 신설과 연계하여 국가우주위원회 위원장을 대통령으로 격상하는 방안도 검토하고 있다. 현재 한국은 동맹의 우주보호를 근간으로 독자적인 정찰위성사업인 425사업⁵⁾과 초소형위성사업을 진행하고 있다. 참고로, 425사업은 2020년대 중반을 목표로 킬체인 구축을 위해 SAR 위성 4기와 EO/IR 위성 1기 등 총 5기의 군사정찰위성을 개발하는 사업이다. SAR 위성은 30cm 해상도로 전천후 정찰이 가능하여 북한 전역을 2시간 단위로 정찰할 수 있을 것으로 평가된다.

2022년 5월 31일 국방부는 국방우주발전위원회 훈령을 개정하여 국방우주발전위원회 위원장을 국방부차관에서 국방부장관으로 격상시켰다. 작년 12월 9일 국방부장관 주관으로 개최된 제4차 국방우주발전위원회는 국방우주전략서(안)과 국방우주개발사업 심의절차 개선 방안 등을 논의하였다. 각 군에서도 국방우주 안보체계 발전과 연계하여 우주에서의 주도권 경쟁을 벌이고 있다. 국방우주력 발전을 위한 각 군의 노력도 필요하지만, 합동성 차원의 통합된 노력이 절실하다. 따라서 이 연구에서는 동아시아의 국방우주 추진동향을 살펴보고, 한국의 국방우주 안보체계 발전방향을 나름대로 제시하겠다.

2. 우주의 군사적 활용 개념은 공식적으로 정립되지 않았다. 우주의 군사화는 우주에서 수행되는 안정적이고 소극적이며 비강제적인 군사활동으로 우주로부터 감시·정찰, 정보수집, 이동·추적, 위성통신, 범지구위치결정시스템(GPS, Global Positioning System) 기반의 유도무기, 드론 운용, 사이버전 등 다양한 영역으로 확대되고 있다. 반면에 우주의 무기화란 대위성요격체계의 배치, 우주기반 탄도미사일 방어 등과 같이 적극적·강제적·독립적 군사활동을 의미한다. 최근 들어 우주의 무기화는 민간겸용기술의 발전으로 더욱 가속화되고 있다.

3. 대위성요격체계는 지상 또는 전투기에서 미사일, 레이저 등을 발사하여 우주공간의 위성을 파괴하는 무기체계이다. 현재 ASAT 보유국가는 미국, 중국, 러시아, 인도 등이다.

4. 1톤급 이상 실용위성 발사능력 보유국가: 러시아, 미국, 프랑스, 일본, 중국, 인도, 대한민국(달성순서)

5. <https://ko.wikipedia.org/wiki/425%E2%82%AC%E2%97%85> (검색일: 2023.7.2.)

I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전



1. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

6. 우주법(Space Law)은 ① 우주영역(Outer Space)에 대한 주권행사를 금지하고 우주영역을 평화적으로 사용할 것과 ② 우주궤도 또는 타행성에 핵무기와 대량살상무기를 배치하는 것을 금지하는 등 우주영역의 군사적 이용을 제약하고 있으나 실효성에는 한계가 있다.

7. 송경은, "지구 위협하는 우주 쓰레기... 매년 100억 개씩 하늘서 떨어진다." <http://donga-science.donga.com/> (검색일: 2023.5.18)

8. 전자기 펄스는 비상상무 기로, 핵무기에서 발생하는 진폭이 작은 감마선이다. EMP는 전자기기에 과전류를 일으켜 영구적인 파손을 일으키거나 인체가 감마선에 지속적으로 노출될 경우 뇌에 부작용을 일으킬 수도 있다.

9. 지구자장의 변화로 캐나다의 퀘벡시는 1989년 수일간 정전사태가 발생하였고, 한국은 2003년과 2008년에 무궁화 통신위성 3호와 2호가 각각 통신장애가 일어났었다.

10. 대륙간 탄도 미사일(ICBM, Intercontinental Ballistic Missile)은 5,500km 이상의 사거리를 갖는 미사일로, 핵탄두를 장착할 경우 장거리 타격이 가능하다.

2. 우주의 군사적 활용추세

2.1 우주의 군사적 위협

4차 산업혁명 첨단과학기술의 혁신으로 우주공간의 활용여건이 개선되면서 우주 분야는 사이버 등과 함께 새로운 안보영역으로 부상하고 있다. 세계는 우주의 평화적 이용에 대한 국제적 합의에도 불구하고, 군사적 우주개발과 우주활용을 확대하기 위해 총력을 기울이고 있다.⁶⁾ 우주는 진공, 초고온과 초저온이 공존하는 영역이다. 우주는 우주 방사선, 우주 먼지, 극심한 온도차 등 척박한 작전환경에서, 최첨단 집적기술을 기반으로 생존을 유지하면서 임무를 수행해야 하는 전장영역이다. 전문가들은 우주잔해물의 위협순위를 ① 러시아 코르모소와 이리디움의 충돌로 발생한 파편형 잔해물, ② 탄도미사일 재진입시 발생하는 잔해물, ③ 수명이 끝난 인공위성의 파편 순으로 평가하였다. 2017년까지 지난 10년간 대기권 재진입 과정에서 전소되지 않고 지표면에 떨어진 우주잔해물은 연평균 420여 개로 총중량은 약 100t에 이른다.⁷⁾ 2022년 12월 22일 유럽우주국(ESA, European Space Agency)에 따르면 10cm 크기의 우주잔해물은 약 36,500개로 추산되며, 2007년 1월 중국의 위성요격시험으로 약 3,000개의 우주잔해물도 우주공간에 제공하고 있다. 우주작전의 4대 위험요소는 우주기상, 우주물체의 증가, 전자기 간섭, 군사적 우주위협 등이다. 현재 타격수단의 정밀도 향상, 아군 전력자산의 보호, 군사작전의 감시 등을 위해 우주영역의 감시·정찰·통신·항법·조기경보 활동이 강화되고 있다. 우주환경에 따라 국가안보 차원에서 위성의 충돌, 소행성·인공위성 등 우주물체의 추락, 태양활동 증가·자기장 변화 등 우주위협과 우주위험에 대한 대비도 요구되고 있다. 미국의 우주감시네트워크(US Space Surveillance Network)에 따르면, 2022년 11월 현재 우주공간에는 5,465기의 운영 위성을 포함하여 25,857개의 우주물체가 떠돌고 있다. 또한, 지름 10cm 이상의 우주잔해물(Space Debris) 36,000여개가 떠돌아다니고 있으며, 연평균 3,000여개가 지구로 추락하고 있다. 우주잔해물은 ① 우주안전(Space Safety)의 주요 위협요인으로 작용하며 ② 지표면에 떨어질 경우 국가적 재난을 초래할 수도 있다. 우주잔해물은 위성의 수명주기 도래, 안정적 우주궤도 진입 실패, ICBM의 대기권 재진입에 따른 잔여 조각 발생 등으로 날로 증가 추세에 있다. 우주무기는 전자기 펄스(EMP, Electromagnetic Pulse)⁸⁾, 고출력 마이크로파(HPM, High-Powered Microwave) 등을 활용하여 지상표적이나 우주공간의 표적을 파괴할 수 있다.

우주기상의 변화는 지구자장의 변화를 초래하여 대규모 정전사태를 유발하기도 하고, 우주의 불규칙한 태양풍에 의해 유도무기의 오작동, 국가위성 전자센서의 장애 발생, 우군 위성에 대한 타국 위성의 신호재밍 및 요격시도, 타국 위성 또는 우주잔해물과 우군 위성의 충돌 등 다양한 형태의 우주위협을 초래하고 있다⁹⁾. 우주위협은 위성에 의한 전력자산 노출, 우주자산 요격, 우주시설 공격, 통신·항법 교란 및 마비 등 다양한 형태로 발생되고 있다. 우

주위협은 ① 대륙간탄도미사일(ICBM)¹⁰⁾을 이용한 핵공격, ② 군사위성¹¹⁾을 이용한 정찰·감시, ③ 우주무기에 의한 위성 및 지상 목표물 공격 순으로 진화하고 있다. 참고로 과학위성은 방어적 군사위성이지만 필요에 따라 궤도핵병기, 킬러위성 등 공격적 군사위성으로 활용 수도 있다.

우주의 군사화는 우주로부터 제반 군사작전을 지원하는 것이다. 특히 정보수집, 감시·정찰, 이동 추적, 위성통신, 드론 운용, GPS(Global Positioning System, 범지구위치결정시스템 또는 위성항법시스템) 기반의 유도무기, 사이버전 등이 강화되고 있다. 비살상무기가 실용화되면 화력을 사용하지 않고도 ① 적의 지휘통제를 마비시키고 ② 적의 전략적 요충지를 점령하여 ③ 적 전투력을 무능화할 수 있다. 우주의 무기화는 재래식무기 또는 핵무기를 우주 궤도에 배치하거나, 우주에서 지구로 미사일을 직접 발사하는 것이다. 우주의 무기화는 지상-대-우주(Ground-To-Space), 직접발사 대위성요격체계(Direct-Ascent Anti-Satellite Missile), 우주-대-우주(Space-To-Space) 무기 등을 활용하여, 전자장기 방해범위에서 다른 인공위성에 접근하는 위성작동(근접작전), 우주-대-지상(Space-To-Ground) 무기로서 우주-기반 요격기(Space-Based Interceptor) 등이 있다.

현재 한반도 상공에는 약 1,000여 기의 위성이 운용되고 있으며, 중국은 매년 100여 기의 위성을 발사하고 있다. 2008년에는 한·미 과학위성에 400m까지 접근한 적도 있었고 2009년에는 미·러 통신위성의 충돌로 수백 개의 위성 파편이 발생되기도 하였다. 우주잔해물에 대한 문제를 해결하기 위해 유엔의 우주공간 평화적 사용협정(UNCOPUOS, United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space), 잔해물 감축 지침(UNDMG, Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space), 우주 장기 지속성 지침(UNLSG, Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities) 등 국제협약과 레짐이 작동하고 있으나 아직 실효성이 떨어지는 상태이다.

우주 감시와 정찰은 우주작전 수행의 근간이 되는 임무이다. 지상으로부터 감시권 상공의 우주 공간에서 활동 중인 타국 위성활동을 감시하고, 위성 간 충돌위험 예측과 우주 잔해물 등 우주물체로부터 자국의 우주전력을 보호하기 위한 관찰임무를 수행하는 것이다. 지상에 기반을 둔 광학 및 레이더 감시체계 등을 통해 자연천체 및 인공우주물체를 대상으로 탐색(Search), 탐지(Detect), 추적(Track), 식별(Identify), 궤도 및 관련 정보 목록화(Catalog), 지속적인 관찰(Monitor) 임무를 수행한다. 정보·감시·정찰 ISR 수행을 위해 다목적 실용 위성(EO/IR, Electro-Optical, Infra-Red/SAR, Semi Active Radar) 등 국가위성을 운용하고, 감시정찰 위성을 통한 적 전력배치, 이동 및 의도파악, 공격징우 판단, 주요표적 식별, 전



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

11. 군사위성은 기능에 따라 정찰위성, 조기경보위성, 군사항법위성, 미사일탐지위성, 핵폭발탐지위성, 군사통신위성, 항행위성, 측량위성, 군용항공위성, 전자정보위성, 해양감시위성 등으로 구분할 수 있다.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

12. 최재원, “우주무기체계 발전추세 및 개발동향,” 『국방과 기술』(431), (2015), pp. 77-80.

13. 신영순, “미국의 미사일방어체계,” 『한국전략문제연구원 월간보고』, (2012), pp. 1-2.

투평가 등 아군 작전계획 및 수행 전반을 지원한다. 위성을 활용한 지휘·통제는 군 통신위성 등을 위용하여 광범위한 지역에 지속적인 장거리 통신능력을 제공한다. 최근에는 소형 위성의 장점이 부각되고 있는데, 이는 작지만 집중된 임무를 부여함에 따라 개발에 있어 비용 측면에서 경제적인 뿐 아니라, 상대적으로 짧은 개발기간, 최신기술사용이 가능해짐을 의미하는 것으로 즉 저렴하고(Cheap), 빠르고(Faster), '더 나은'이 아닌 '충분히 좋은(Good Enough, Not Better)'의 개발 방향으로 발전추세를 이어가고 있다.¹²⁾ 비살상무기는 적 부대를 무능화시키는 마이크로파 발생기, 순간적으로 적군을 맹인으로 만드는 레이저광선, 도로와 교량 사용을 방해하는 특수도로, 적군의 생명을 죽이지 않고 적의 전장수행능력을 떨어뜨리는 전자전 방해 장비 등 다양한 형태로 개발되고 있다.

2.2 우주기반 방어와 공격

우주기반의 미사일방어체계(MD, Missile Defense)는 전장관리, 지휘, 통제, 통신 및 컴퓨터 체계(C4, Command, Control, Communication, and Computers), 지상기반과 우주기반의 감시정찰체계와 요격무기체계 등의 다양한 구성요소로 이루어져 있다. 세계는 우주능력을 평화적 목적으로 활용한다고 표방하고 있으나, 자국의 안보를 위해 우주전담조직을 편성하고 첨단우주기술을 기반으로 우주작전 수행능력을 고도화하는 등 우주의 군사화 현상이 확대되고 있다. 조기경보위성은 우주기반 미사일방어체계의 방어지원수단(DSP, Defense Support Program)으로서, 미사일 발사 초기 단계에서 내뿜는 배기가스를 적외선 센서로 감지하여 위치를 탐지한다. DSP는 현재 더욱 향상된 기능을 갖춘 고궤도의 우주기반 적외선 위성시스템(SBIRS-high, Space-Based Infrared System High-Earth orbit)으로 대체되고 있다. 추진체가 발화되면 MD 체계는 적의 미사일과 물체를 감지하기 위해 또는 다른 장치를 사용하며, 위성과 함께 지상의 X-밴드 레이더를 이용하여 미사일의 이동을 추적하도록 구성되어 있다. 이러한 지상 및 위성을 이용한 추적·유도 시스템 역시 24기의 저궤도 우주기반 적외선 위성(SBIRS-low)으로 대체되고 있다.¹³⁾

MD 체계에서는 공격 미사일을 3단계로 요격한다. 처음에는 미사일 비행 중간단계나 종말 단계에서 요격하는 방어망으로 구성되었는데 기술의 발달로 미사일 발사 초기 가속단계에서도 요격할 수 있는 시스템을 추가하였다. 미사일 발사 직후의 가속단계에서 요격하는 MD 체계의 장점은 탄두와 교란체가 분리되기 전에 요격하기 때문에 훨씬 수월하며, 특히 적 지역의 상공에서 요격이 가능하여 아군 지역에 피해가 없다는 장점이 있다. 그러나 발사 초기 부스트 단계는 불과 3~5분에 지나지 않기 때문에 요격시스템을 적의 미사일 발사지역에 최대한 근접시켜야 한다는 제한사항도 있다. 이와 같은 제한사항을 해결하기 위해 우주기반 레이저(SBL, Space-Based Laser) 개발이 진행되고 있다. 미사일 발사 직후의 가속단계에서 요격이 실패할 경우, 미사일 비행 중간단계 또는 최종단계에서 요격할 수 있는 우주기반 레이저(SBL), 운동에너지무기(KEW) 등이 사용될 수 있다.

우주기반의 공격체계는 인공위성 기술을 이용한 우주무기, 소형위성의 군사적 활용, 기타 우주기반 공격무기 등을 고려할 수 있다. 인공위성 기술을 이용한 우주무기로 대륙간탄도미사일을 요격하려면 발사 직후의 가속단계가 가장 효과적이다. 가속단계는 미사일에 따라 다르지만 대개 3분에서 5분의 가속시간을 가진다. 이와 같은 한정된 시간 내에 목표의 탐지, 인식, 조준, 사격 등 모든 과정이 이루어져야 한다. 따라서 인공위성 기술을 이용한 우주무기는 매우 빠른 반응속도가 요구되기 때문에 레이저와 같은 지향성에너지무기¹⁴⁾와 레일건(Rail-Gun) 중심의 운동성 에너지 무기가 활용된다. 전자가속을 이용한 레일건은 아주 오래 전부터 실험이 이루어지고 있으나, 현재까지 만족할만한 성과를 이루지 못하고 있다. 그러나 레일건을 우주공간에서 운용할 경우 중력과 공기저항 문제를 해결할 수 있기에 실제적인 사용이 가능할 수 있다.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

14. 지향성에너지무기란 열선, 레이저, 전자류, 입자류 등 광속 또는 광속에 가까운 속도로 직진하면서 큰 에너지를 운반하는 무기를 총칭한다. 빛과 같은 빔(Beam)을 형성하기 때문에 빔무기라고 불리기도 한다. 파장과 위상이 가지런한 레이저는 태양광선과는 달리 공기가 없는 우주공간에서 산란을 일으키지 않기 때문에 에너지를 멀리까지 운반할 수 있다. 물론, 먼 거리에 떨어진 미사일을 파괴하려면 극단적으로 큰 에너지를 필요하며 이것을 전기력으로 공급하려면 대형 발전소 몇 개에 해당하는 거대한 장치가 필요하다.

3. 동아시아의 군사우주 추진동향

3.1 미국의 군사우주

미국은 2019년 국방수권법에 따라 우주군(Space Force)과 우주사령부(Space Command)를 창설하였다. 우주군은 미국을 위해 ‘우주 내에서, 우주 밖으로, 우주 안으로의 작전적 자유’를 제공하며, 즉각적이고 지속적인 우주작전을 제공한다. 우주군의 편성은 <그림 1>에서 보는 바와 같다.



<그림 1> 미국의 우주군 편성

우주작전사령부(SPOC, Space Operations Command)는 현용 군 인공위성, GPS, 미사일 경보위성, 위성 통신체계 등 우주자산을 운용 및 관리하며, 우주체계사령부(SSC, Space Systems Command)는 우주군의 주요 장비를 획득하여 관리한다.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

- 15. Tara Copp, Space Force Seeks \$831.7M for Unfunded Priorities, Defense One, June 4, 2021.
- 16. Terri Moon Cronk, Space-Based Capabilities Critical to U.S. National Security, DOD Officials Say, DOD News (May 24, 2021).
- 17. 박병광, “중국의 우주군 사력 발전에 관한 연구” 『국가전략』제15권 4호, (2009), pp.33-35.

우주사령부는 우주에서 미국과 동맹국의 이익을 보호한다. 이를 위해 우주사령부는 통합 전투사령부에 우주능력을 제공할 국방우주력을 획득하고, 우주전 전문가를 양성하며 우주군 교리를 개발하고 우주군을 편성하여 훈련한다.

2020년 6월 17일 미 국방부는 국방우주전략(DSS, Defense Space Strategy)에서 향후 10년 동안 우주역량(Spacepower Capabilities)을 강화하여 우주우세를 유지하고, 중국과 러시아뿐만 아니라 북한과 이란의 점증하는 우주위협에 대비할 것을 적시하였다. DSS의 4대 중점 추진분야(Prioritized Lines of Effort)는 ① 우주에서 포괄적인 군사적 우위를 구축, ② 군사우주력을 국가, 합동, 연합작전에 통합, ③ 유리한 전략환경을 조성, ④ 동맹국, 동반자국, 산업계 및 기타 미 정부부처 및 기관들과 협력이다. 미국의 우주전략목표는 우주 영역에서의 제 도전을 극복하고, 자유로운 우주사용을 보장함으로써 우주에서 미국의 이익과 우주자산을 보호하는 것이며 이를 위해 우주공간에서 무력사용도 배제하지 않으며, 적대 국가에 대해서는 우주공간의 접근을 차단하는 것이다. 미국은 우주무기에 대한 미국의 권리를 묵시적으로 주장하고 이를 제한하는 어떠한 군축협정이나 조치에 반대한다는 입장을 견지하고 있다.

바이든 행정부도 우주력 증강을 지속하고 있으며, 2022 회계연도 국방예산에서 우주안보를 위해 5개의 발사체, GPS 시스템을 포함한 200억 달러를 책정하였다. 또한 우주군은 국방 예산에 추가하여 우주전력 개발을 위해 8억 달러를 의회에 요청하였다.¹⁵⁾ 오스틴 국방부 장관은 의회 전략소위원회에서 중국과 러시아의 대우주 능력이 강화되면서 미국의 동맹국과 파트너 국가들의 우주 활동에 즉각적이고 심각한 위협이 되고 있다고 밝혔다. 국방부 우주정책 국장 힐(John D. Hill)도 중국과 러시아가 우주를 현대전에서 매우 중요한 것으로 인식하고 있어서 대우주 능력을 강화하는 것은 미국의 군사적 효과를 제한하는 수단이자 미래전 승리 수단으로 인식한다고 하원 군사소위원회에서 강조하였다.¹⁶⁾

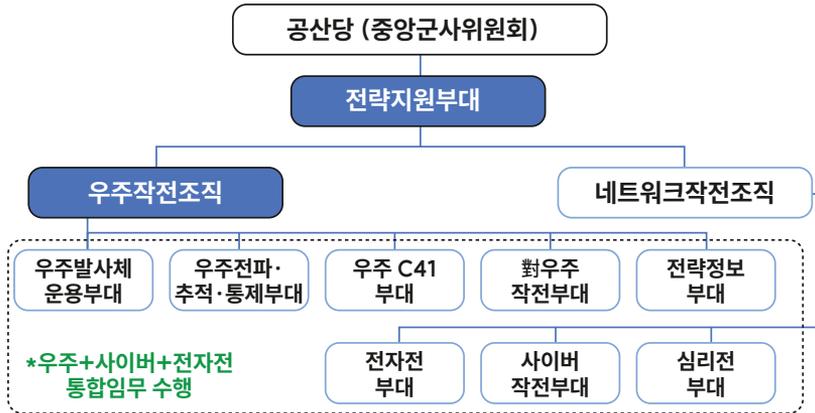
3.2 중국의 군사우주

중국은 현대전에서 승패의 관건은 우주에서의 전략 우위 확보로 판단하고 있다. 중국은 우주개발을 통해 국방현대화를 달성하기 위해서 군부가 주도적인 역할을 하고 있다.¹⁷⁾ 1980년대 후반부터 ‘전략국경’ 개념을 도입하여 우주력 건설에 박차를 가하고 있다. 중국의 국방우주는 공개된 내용이 거의 없어서 미국 등 서방국가의 중국군 평가보고서와 중국이 공개한 문건으로 추론하는 수준이다.¹⁸⁾ 중국의 국방우주조직은 <그림 2>에서 보는 바와 같다.



I. 우주 정책

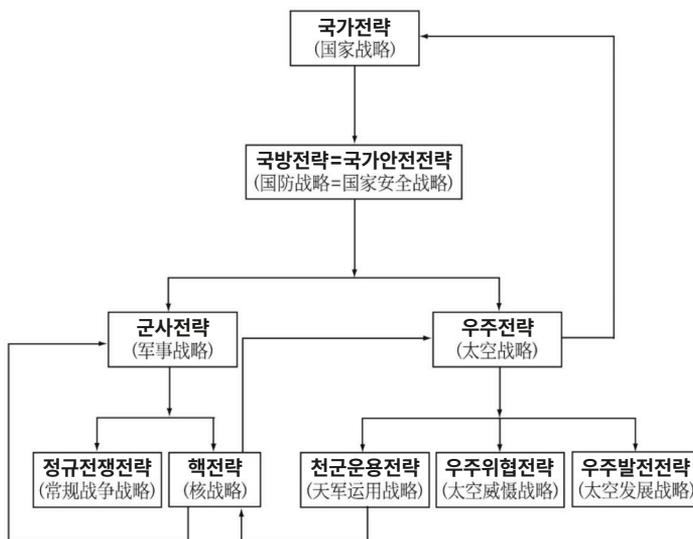
국방우주 안보체계 발전



<그림 2> 중국의 국방우주조직¹⁹⁾

2015년 창설한 전략지원부대(SSF, Strategic Support Force)의 임무가 공식적으로 밝혀지지는 않았지만, 대체로 정보전(IO, Information Operation) 수행, 반접근/지역거부(A2/AD, Anti-Access/Area Denial) 전략 지원, 우주에 기반을 둔 감시정찰 및 지휘통제(C4ISR)²⁰⁾ 능력 구비, 독자적 글로벌 위치체계 구축, ASAT가 가능한 미사일 개발, 사이버공간 장악 등을 지향하는 것으로 추정된다.

군사전문가들은 중국의 우주전략을 <그림 3>에서 보는 바와 같이 군사전략과 함께 국방전략의 한 축으로 보고 있다. 우주전략은 천군운용전략, 우주위협전략, 우주발전전략으로 구체화하여 발전시키고 있다.



<그림 3> 중국의 군사전략과 우주전략²¹⁾

18. 미국의 시각은 2019년 미 국방성의 연례 중국 군사력 보고서(Annual Report), 2019년 1월 미 국방정보본부(DIA)의 중국인민해방군 평가 보고서와 2019년 12월 미중 경제 및 안보 검토위원회(U.S.-China Economic and Security Review Commission) 보고서 등이 있고 중국의 시각은 2015년 중국 군사전략(2015), 2019년 신시대 중국 국방정책 등이 있다.

19. John Costello and Joe McReynolds, China's Strategic Support Force: A Force for a New Era, National Defense University Press, October 2018. p. 11.

20. Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance

21. 장건지·하옥빈, 쟁탈제 천권, 북경: 해방군출판사, 2008, p.182.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

- 22. ① 정보전에서의 승리, ② 전략적 조기경보, ③ 공중 및 우주에서의 미사일 방어체계 구축, ④ 우주를 활용한 사이버전(Cyber warfare) 수행능력의 향상
- 23. 최대사거리 3,000km 개량형 중거리 탄도미사일로 이동하는 함선 타격을 위해 유도용 레이더와 광학센서 장착
- 24. 최대사거리 4,000km 중거리 탄도미사일로, 핵탄두 장착 가능
- 25. 참고로 2008년 미국 공군도 우주공간에서 ASAT를 시험한 바 있다.
- 26. 활동을 마친 인공위성, 로켓 상단부, 부품이나 파편 등 지구를 도는 불필요한 인공물
- 27. 2018년 4월 미국 워싱턴 타임즈에 따르면 2018년 2월 중국이, 같은 해 3월 러시아가 ASAT 발사실험을 하였다고 보도하였다.
- 28. The State Council Information Office of the People's Republic of China, China's Military Strategy(2015) (Beijing: The State Council Information Office of the People's Republic of China, May 2015) 참조.

일각에서는 중국의 군사우주전략 목표를 4가지로 추정하고 있다.²²⁾ 먼저, 지상의 공중과 우주공간의 일체화(空天一致)이다. 로켓사령부가 운용하는 A2/AD 전략 구현 수단인 DF-21D²³⁾ 또는 DF-26²⁴⁾을 지원하기 위해 위성항법시스템(GNSS, Global Navigation Satellite System)과 위치·항법·시각(PNT, Positioning Navigation Timing) 정보를 지원한다. 둘째, 방어와 공세의 일체화(攻防兼备型)이다. 우주영역은 방어망인 동시에 공세적 영역으로 활용할 수 있는 유일한 도메인이다. 2007년 1월에 중국은 세계 최초로 지상에서 발사한 미사일로 자국의 노후화된 위성을 파괴하는 ASAT 실험을 감행하였다.²⁵⁾ 이때 발생한 우주 잔해물이²⁶⁾ 인공위성 궤도에 흩뿌려져 각국의 인공위성 등 우주자산에 심각한 위협으로 작용하고 있다.²⁷⁾ 중국의 ASAT 발사시험은 우주의 무기화를 촉발하였다. 셋째, 우주는 C4ISR 등 첨단 군사과학기술을 제한없이 개발하고 적용할 수 있는 특별한 영역이다. 현재 전략지원부대(SSF) 주도로 우주공간에서 베이더우(北斗) 체계 구축, 지구와 달 간 성공적 비행과 달 뒷면에서 지구로 통신망을 구축하기 위한 별도 통신위성의 궤도 안착, 달 탐사 성공과 귀환 성공 등 다양한 기술개발과 시험을 하고 있다. 2020년 중국은 창어(嫦娥) 5호를 발사하여 달의 토양을 채취하여 귀환하는데 성공하였다. 2021년 5월 15일 첫 화성 탐사선 '텐원(天問) 1호'가 화성에 착륙하여 화성표면을 조사하였으며, 2023년 12월 텐궁(天宮) 다모듈 우주정거장(Chinese large modular space station)을 저궤도에 건설하여 10년간 운용할 예정이다. 마지막으로, 우주는 중국군 특유의 역할과 기능을 살리는 영역이다. 우주영역은 다소 제한은 있으나, 미국과 러시아를 제외하면 중국군 특유의 강점을 발휘할 수 있는 광범위하고 포괄적 영역이다. 중국은 '중국 군사전략 2015'를 통해 우주에서 중국 특유(Chinese Characteristics)의 역할을 적극적으로 수행할 계획이다.²⁸⁾

중국은 1958년 5월 17일 중국 우창(武昌)에서 개최된 중국 공산당 8대 제2차 회의에서 마오쩌둥(毛澤東)이 인공위성 개발을 천명한 이래, 2012년 시진핑이 천명한 중국몽(中國夢)에 따라 우주몽(航天夢)을 적극적으로 추진하고 있다. 특히 1991년 걸프전을 계기로, 미국의 가공할 전쟁수행능력은 정찰·통신·정보 등 우주공간의 위성활용 능력에서 비롯된 것으로 평가하고 있다. 2019년 중국의 국방백서는 우주공간을 전자기 및 사이버 공간과 함께 국방목표로 명시했으며, 전략지원군(Strategic Support Force)이 이러한 전략영역을 관리하고 있다.²⁹⁾ 전략지원군은 우주작전을 담당하는 임무를 하는 우주시스템부와 정보작전 분야를 담당하는 네트워크시스템부라는 2개의 동등하고 상호 반독립적인 조직으로 구성되어 있다.³⁰⁾ 우주시스템부는 베이더우 위성 항법 체계를 만들고 관리하며, 우주 통제능력, 우주 공격 및 방어 능력 등을 개발하고 있다. 구체적으로 우주시스템부는 인공위성을 이용한 우주 감시와 우주 무기를 개발하고 각종 ISR 위성을 활용하여 정보를 수집하고 있으며, 상대방 위성을 무력화시킬 수 있는 공중 레이저와 대위성 미사일 기술을 보유하고 있다. 또한 상대방 위성에 자국의 위성을 근접기동시키는 기술까지 보유한 것으로 분석된다.³¹⁾ 중국의 우주력 발전방향은 크게 3

단계로 추진되고 있는데 1단계(2003년~2015년)로 육지, 해양, 우주공간을 포괄하는 군사용 정보·통신체계를 자주적으로 건설, 2단계(2016년~2030년)로 효과적 위성무기 시스템을 통해 상대방의 우주무기체계를 요격할 수 있는 능력을 완비, 3단계(2031년 이후)로 우주에서 지상의 목표물을 직접 타격할 수 있는 우주무기체계를 갖추는 것이다.³²⁾ 중국은 ‘2021년 중국의 우주’ 백서를 통해 2016년 이후 2021년 12월까지 총 207회의 우주체 발사 임무를 완료하였으며, 이 중에서 운반 로켓인 창정(長征) 계열 발사체는 총 183회, 발사 횟수는 총 400회를 돌파하였다고 명기하면서 향후 5년간 우주발사체의 성능과 능력을 지속적으로 개선할 계획이다. 중국은 2022년 말 우주정거장 완성을 계기로 우주굴기(崛起) 달성을 위해 국가 총력전으로 매진하고 있다.

3.3 일본의 군사우주

일본의 초기 우주개발은 1969년 중의원의 '평화헌법' 정신에 기반한 '우주의 평화 이용원칙' 선언에 따라 우주의 군사화에 반대하여 평화 목적을 위해서만 실행할 수 있었다. 1998년 8월 북한의 대포동 미사일 발사를 명분으로 일본은 2008년 5월 고성능 정찰위성 등 위성의 군사적 이용을 합법화하는 우주기본법을 제정하였다. 이에 따라 일본은 방위를 목적으로 우주의 군사적 이용을 허용하고 자위대가 최첨단 전용위성을 보유할 수 있도록 미사일을 탐지하는 조기경보위성과 정찰위성 도입을 적극 추진하였다. 일본은 평시부터 우주·사이버·전자파 영역에서 자위대의 활동을 방해하는 행위를 사전에 방지하기 위해 관련 정보를 지속적으로 감시·수집·분석하고 있다. 또한, 방해행위가 식별될 경우 사태를 조속히 특정하고 피해의 최소화, 피해복구 등을 신속히 실시하여 우주공간의 안정적 이용을 회복하기 위해 우주시스템의 기능보증(Mission Assurance)에 관한 활동과 일본에 대한 공격이 발생할 경우 기능보증 활동에 추가하여 우주·사이버·전자파 영역을 활용하는 방안을 강구하고 있다. 사회 전반적으로 우주공간과 사이버공간에 대한 의존도가 심화되는 추이를 반영하여, 정부 차원의 협력 및 역할 분담 등 종합대응방안을 발전시키고 있다. 일본의 우주영역 임무부대는 2022년부터 '우주우위 확보를 위한 역량 강화 및 체계 구축'을 위해 본격적으로 임무를 수행하여 일본 우주자산의 방어에 필요한 지상국 운영을 담당하고 있다. 현재 방위성과 일본우주항공연구개발기구(JAXA, Japan Aerospace Exploration Agency)는 우주상황인식(SSA, Space Situational Awareness)의 정비와 2파장 적외선센서의 실증연구 등의 협업을 위해 항공자위관을 쓰쿠바 우주센터에 파견하는 등의 인재교류도 활발하게 시행하고 있다. 일본의 국방우주조직은 <그림 4>에서 보는 바와 같다.



I. 우주 정책

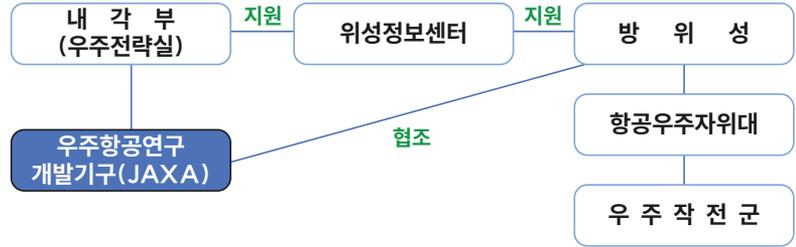
국방우주 안보체계 발전

29. Todd Harrison, Kaitlyn Johnson, Thomas G. Roberts, Tyler Way, Make-na Young, Space Threat Assessment 2020, Center for Strategic & International Studies, (March 2020), p. 10.
30. Rachael Burton and Mark Stokes, The People's Liberation Army Strategic Support Force Leadership and Structure, (Project 2049 Institute, 2018).
31. Center for Strategic & International Studies, "Space Threat Assessment 2020", (CSIS, 2020), pp. 20-29.
32. 1992년 중국은 유인우주선 발사, 우주정거장 건설, 달 및 화성 탐사를 포함한 우주개발 청사진을 제시하였다. 2019년에는 중국 주도의 우주 경제권 구축을 위해 연간 10조 달러(약 1경 830조원)를 투입하여 2030년까지 기본적인 우주 연구를 마무리하고 2040년 달에 이르는 교통 시스템 구축하겠다고 천명하였다.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전



<그림 4> 일본의 국방우주조직

33. 제1 우주작전대(후추기지) 임무는 우주상황을 감시하는 것이며, 제2 우주작전대(호우후기타기지) 임무는 우주감시레이다를 운용하는 것이다.

34. 최우영, "일본 우주개발의 안보 강화에 대한 고찰," 『한국항공우주학회 학술발표회 초록집』(2013), pp.1163-1166.

2021년 항공자위대를 '항공우주자위대'로 확대·개편하고, 우주작전군을 최상위부대로 신편하여 우주작전지휘소운용대의 우주작전 지휘통제를 강화하였다. 2022년 우주작전군은 2개의 우주작전대와 우주시스템관리대를 편성하여 운영하고 있다.³³⁾

일본은 신방위계획대강의 국방우주전략에서 우주공간의 안정적 이용확보 및 안전보장분야에 대한 활용을 강조하면서 우주재군비 등을 포함한 방위계획대강을 확정하였다. 2015년 1월 일본항공우주개발기구(JAXA, Japan Aerospace Exploration Agency)도 일본의 안전보장을 위해 우주의 중요성이 증대되고 있다는 인식을 토대로 안보환경변화에 따른 신우주기본계획을 결정하였다. JAXA는 동 기본계획의 첫 장에서 일본의 우주 안전보장 확보를 위해 위치정보, 위성 원격탐지, 방송통신, 우주운송시스템의 강화 추진을 강조하고 있다.³⁴⁾ 일본은 2018년 12월 발표한 방위계획대강에서 방위성과 자위대의 군사우주전략 구상과 우주군사력 건설 목표를 제시하고 우주전에 대한 중요성을 언급하면서 우주·사이버·전자파 공간에서의 다차원 영역횡단작전 능력을 강조하고 자위대의 우주영역 우위를 확보하기 위한 역량 강화를 공식화했다. 이를 통해 북한 핵미사일 위협, 강대국 간 경쟁적 관계, 그레이존 사태 장기화 등 안보환경의 불확실성이 증대하는 상황에서 다차원통합방위력을 확보하기 위한 우주·사이버·전자전 역량을 강조했는데, 우주공간을 안정적으로 사용하기 위한 위성통신 및 우주항법 등 지속적인 역량 확충을 강조하고 있다.

일본의 우주전략은 과거 민간부문의 역할 증대와 상업적 목적 추구에 중점을 두었으나, 최근에는 점차 국가안보 차원의 비중이 증대되는 추세이다. 일본은 운동성 무기와 비운동성 무기의 실험과 개발을 통해 우주무기를 더욱 강화하려는 움직임을 보이며, 일본의 우주자산 보호를 위한 군사조직인 새로운 우주영역 임무부대를 창설하는 방향으로 나아가고 있다. 아베 총리는 경쟁국이 미사일과 기타 기술을 개발함에 따라 잠재적 위협으로부터 스스로를 보호해야 한다는 필요성을 언급하며, 새로운 우주영역 임무부대가 미국 우주군과 긴밀히 협력할 것임을 강조하고 있다. 또한, 일본의 경단련 등도 우주산업 개발과 관련하여 정부가 보다 적극적으로 우주개발에 나서 주기를 요망하고 있다. 일본의 우주개발은 아베 정권 시기 안보 및 경제

강화 기조에 맞춰 안보적 측면과 산업적 측면을 강조하고 있는데, 2015년 1월에 수정된 우주 기본계획에서는 미·일 간 공조를 통한 우주안보 역량 강화 및 10년 내 우주산업 규모 5조억 엔 달성을 주요 목표로 설정하고 있다. 일본은 2015년 신우주기본계획에서 안전보장을 강화하고, 우주산업의 진흥과 과학기술 강화를 위한 우주개발을 실행한다고 명시하고 있다. 일본은 종전의 '비군사적' 입장을 수정하였으며, 북한의 탄도미사일 공격 능력 향상에 대비하여 다층적이고 지속적인 방호체계 구축을 자위대 체제정비의 주요목표로 설정하였다. 일본은 중국, 북한 위협을 계기로 국가안전보장전략과 방위계획대강을 확정하였는데, 이는 새로운 안보이념의 적극적 평화주의로 전환을 의미하나 집단적 자위권 행사의 배경으로 작용하면서 군사력 강화를 추진하는 명분이 되고 있다.

일본의 우주전략 목표는 ① 우주개발 관련업체들의 기술축적, ② 해외위성 수주와 발사 등 상업적 목적 추구, ③ 국제안보질서 변화에 능동적으로 대처하기 위한 자체 국가안보능력 강화이다.³⁵⁾ 일본은 자위대의 작전수행능력을 강화하기 위해 2020년 5월 우주작전대를 신설하여 우주물체 감시 및 우주전파 방해 대응 임무를 수행하고 있다. 일본은 한반도 정찰 목적의 첫 정찰위성 IGS-1(2003년)과 군사용 정찰위성 IGS-3(2009년)를 발사하였으며, 광학7호 위성(2020년)을 포함해 현재 8기의 군사용 정찰위성을 운용 중이며, 지상 30cm 물체를 식별할 수 있는 기술력 보유하고 있다. 일본은 독자 개발한 H2A로켓과 엡실론로켓을 개량하면 대륙간탄도미사일(ICBM)을 확보할 수 있는 수준에 있다. 일본의 우주전략은 미일 우주안보 협력 위에 추진되고 있는데, ① 일본은 미국에서 정보획득이 않되거나 정보획득이 어려운 지역에서 일본의 정보수집능력을 활용, ② 미국의 우주자산이 파괴 또는 고장 났을 때 일본의 백업 능력, ③ 일본이 국제적 우주협력을 하고 있다는 사실이 공격 억제력을 강화, ④ 미국의 우주산업의 주요 시장으로서 일본의 비중, ⑤ 일본식 즉응형 소형 위성(Operationaly Responsive Space)의 독자적 개발 능력을 추구하고 있다. 일본의 우주전략의 특징은 ① 미일동맹을 근간으로 상호보완하여 우주위협 억제 및 대처능력 제고, ② 우주위협에 대비한 독자적 첨단우주기술 확보, ③ 국제협력과 국내기업의 전략적 제휴를 통한 우주 블록화, ④ 우주 리더십과 주도권 발휘를 위한 국제규범과 기준 선점으로 볼 수 있다.³⁶⁾

일본은 중국과 러시아의 대위성무기 개발에 따른 우주자산의 위협에 대응하고 중국의 우주영역 진출을 억제하기 위해 미국과 동맹관계를 강화하고 있다. 2015년에는 미일 우주방어협력 합의서를 체결하고 양국 이익에 부합하는 우주 상황인식 협력과 우주감시체계를 강화하고 있다. 일본은 중국 및 러시아의 지속적인 우주력 증강과 북한의 계속된 미사일 위협에 따른 국가안보의 시급성을 고려하여 이에 대한 억지력 증강 차원에서 우주공간의 활용의 중요성을 인식하고 있다. 일본은 2025년까지 10기의 첩보위성을 띄우고, 7기의 GPS위성을 쏘아 올릴 계획이다. GPS위성은 일본 열도와 호주 상공을 숫자 8자(字) 형태로 선회하면서 최소한 1기 이



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

35. 박병광, “동아시아의 우주군사력 건설동향과 우리의 대응방향,” 『INSS 전략보고』, No. 80, (2020. 5), p. 10.

36. 조홍제·박상중·이상수, “군사우주전략 개념정립 선행연구,” 국방대학교 안보문제연구소, (2020. 12.) p. 32.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

37. 국가안전보장전략: 국가안보의 최상위 문서로 외교·안보 기본지침(10년 만의 개정)
 • 국가방위전략: 자위대의 역할과 방위력 건설 방향 제공
 • 방위력정비계획: 무기·장비의 구체적인 조달 방침과 계획 제시

38. 러시아 군사독트린, "Военная доктрина Российской Федерации", 2014.12.26., года, <http://news.kremlin.ru/media/events/files/41d527556b-ec8deb3530.pdf>. (검색일: 2023.7.10.)

39. По команде "космос!" Воздушно-космические силы заступили на первое боевое дежурство, <http://www.rg.ru/2015/08/03/voiska-site.html> (검색일: 2023.7.2.).

상이 일본 상공에 떠 있게 한다는 구상이다. 그 외 통신·기상위성도 다수 운영한다. 군사우주전략 실행을 위해 방위성 산하 전파부 등에 전문인력 1,600여명을 배치하였다. 일본 방위계획대강의 핵심은 영역횡단작전이다. 영역횡단작전은 국가와 관계기관 및 기업 등의 유기적 협력체제를 바탕으로 첨단 우주과학 기술을 융합하여 운영한다. 일본은 중국과 러시아의 위협을 미일동맹뿐만 아니라 국제적 지지를 통해 억제하고 대처하는 기반조성을 위해 노력하고 있다. 우주개발은 막대한 예산을 투입하고 오랜 기간 다수의 시행착오를 거듭한 전략적 선택과 집중의 결과이다. 일본은 미국과의 공동연구 및 운용 연계성 강화를 통해 미일동맹을 강화하는 한편 우주개발의 효율성을 도모하고 있다. 특히 탄도미사일 위협 등 미래전에 대비한 근원적 해결수단으로 우주개발과 우주협력에 매진하고 있다.

2022년 12월 일본 기시다 총리는 미일 군사일체화 기조를 유지한 가운데, 3개의 국가안보기획서³⁷⁾에 반격능력 확보를 천명하고, 2027년까지 국방우주력 강화를 추진할 계획이다. 일본이 상대의 위협권 밖에서 원거리 스탠드오프(Stand-off) 반격능력을 구축할 경우 북한, 중국 등 주변국의 핵·탄도미사일 위협에 대한 선제적 대응이 가능할 것으로 전망된다.

3.4 러시아의 군사우주

러시아의 우주개발은 미국을 경쟁자로 상정하여 냉전 시기부터 군 주도로 진행되어 왔다. 러시아는 우크라이나전쟁의 장기화와 국가 재원의 어려움에도 불구하고 우주안보를 확보하기 위해서 미국과의 격차를 줄이기 위해 노력하고 있다. 러시아는 현대전의 특성으로 세계적 정보공간, 항공우주, 지상과 해상에서 적에 대한 동시적 압박 등을 고려하고 있다.³⁸⁾ 주요 군사위협으로 미국의 미사일방어(MD, Missile Defense)체계 구축과 우주무기 배치 등을 상정하고 우주우위를 확보하는 전략을 유지하고 있다. 러시아는 과거 공군이 담당하던 공중공간과 우주군이 담당하던 우주공간을 통합하기 위해서, <그림 5>에서 보는 바와 같이 2015년 8월 항공우주군을 창설하여 통합된 항공우주전 수행능력을 강화하고 있다. 이를 통해 러시아는 항공 및 우주부대 발전, 군사기술정책 일원화, 항공우주방어체제 발전, 항공우주군의 운용 효과 증대 등을 진행하고 있다. 항공우주군은 적의 항공우주공격 정찰 및 조기경고, 적 공격 격퇴 및 목표 타격, 단일 지휘체제에 의한 공중 및 우주전력 지휘 등의 기능을 수행하고 있다.³⁹⁾



<그림 5> 러시아의 국방우주조직

러시아는 미국 및 중국과 함께 우주 선진국으로서 우주기지 운용, 우주선 발사, 우주개발사업을 적극적으로 추진하고 있다. 러시아는 미국의 군사적 우위를 상쇄하기 위한 수단으로써 군사적, 상업적으로 미국의 우주 기반 서비스를 무력화하거나 거부하기 위한 대우주 시스템을 추구하고 있으며, 적의 인공위성을 방해하거나 파괴하기 위한 일련의 무기를 개발하고 있다.⁴⁰⁾ 1990년부터 우주활동에 관한 법령 제정을 기반으로 우주개발 및 연구, 우주기지 운용, 달·화성 탐사 등을 추진하고 있으며, 군에서도 전략적 억제 및 군사력 사용을 위해 국방우주력을 강화하고 있다. 먼저, 우주력의 기반이 되는 우주발사능력과 우주기지의 확보, 항법·통신위성을 중심으로 위성체계 개선을 최우선으로 추진하고 있다.⁴¹⁾ 러시아는 군개혁의 최우선 사업으로 항법위성의 보완을 추진하면서, 2011년 이후 군사적으로 필요한 최소 24개의 범지구위성 항법체계(GLONASS, Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema)를 유지함으로써, 항법위성체계의 회복을 통해 비접촉전을 수행할 수 있는 기반을 완성하였다. 대위성요격체계(ASAT) 무기체계를 우선적으로 증강한다. 러시아는 미국의 우주우세를 인정하고 있다. 또한, 미국이 우주군사력과 함께 미사일방어(MD)를 완성한다면 우주를 활용한 정밀타격능력은 국제적 힘의 균형을 무너트려 전략적 안정성을 해치게 된다고 우려하고 있다.⁴²⁾ 러시아는 미국의 글로벌 즉시타격(PGS, Prompt Global Strike)체계에 대응하기 위해 미군의 과도한 우주 의존도를 미 군사력의 아킬레스로 평가하고 군사우주력 증강에 매진하고 있다.⁴³⁾ 대우주능력의 억지력으로 비운동성 자산이나 전자 무기능력 등을 확대하고 있다. 레이저를 이용한 임시 교란(Jamming)이나 센서 블라인딩(Blinding) 등 비운동성(Non-kinetic) 공격이나 스푸핑(Spoofing)⁴⁴⁾ 등의 기술을 통해 미 위성을 위협에 처하게 할 수 있다.

3.5 북한의 군사우주

북한은 안보환경의 변화 속에서도 미사일 사거리의 확대와 핵무기의 경량화, 다종화, 소형화 등을 집요하게 추진하고 있다. 북한은 중국, 러시아 등과 같이 우주조직, 우주교리 등을 비밀로 유지하기 때문에 북한의 군사우주능력을 평가하는 것은 어려움이 따른다. 북한은 2013년 4월 최고인민회의 제12기 제7차 회의에서 우주개발법을 채택하고, 조선우주공간기술위원회(KCST, Korean Committee of Space Technology)⁴⁵⁾를 모체로 <그림 6>에서 보는 바와 같이 국가우주개발국(NADA, National Aerospace Development Administration)을 재편하였다.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

40. Defense Intelligence Agency, Challenges to Security in Space, DIA, 2019. p. 24.

41. "О Развитии Государственной Корпорации По Космической Деятельности «Роскосмос»," June 13, 2019, <http://government.ru/news/36999/#>.

42. "Missile Defense Missiles and Visas - The US Refused Russian General Staff Officers Entry Into the Country," Rossiyskaya Gazeta(Moscow), 15 OCT 2017.

43. "This is the Achilles' Heel of Washington's Military Power," Sputnik News, 2016.01.30. <https://sputniknews.com/military/201601301033971479-us-space-satellites/> (검색일: 2023.6.8.)

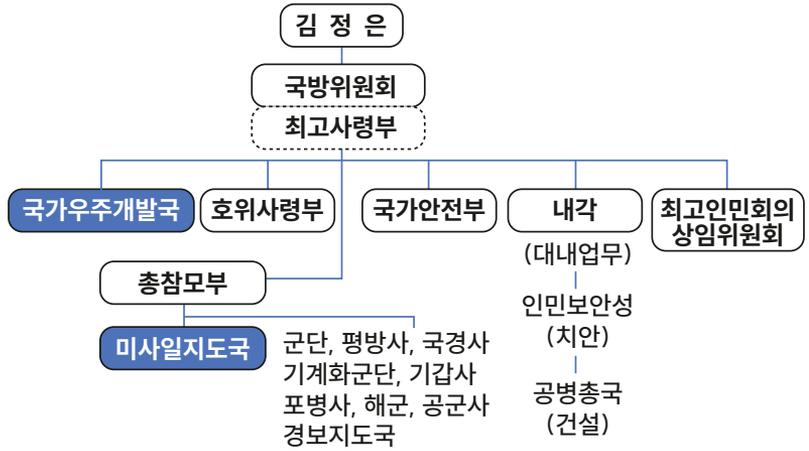
44. 스푸핑은 먼저 IP주소를 변조하고 합법적인 사용자로 위장하여 다른 사람의 컴퓨터 시스템에 접근함으로써 IP 주소에 대한 추적을 회피하는 해킹 기법이다.

45. 조선우주공간기술위원회(KCST)의 활동은 1980년대부터 개시되었다.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전



<그림 6> 북한의 국방우주조직

46. Kari A. Bingen, Kaitlyn Johnson, Make-na Young, and John Raymond, Space Threat Assessment 2023, Center for Strategic and International Studies, 2023. April 14, 2023

47. • 운동에너지무기: 지상위성통제소의 재래식 무기공격, 위성에 근접하여 탄도미사일 폭발 등
 • 전자전: 다수의 차량형 GPS 교란장치 (GSTAR) 및 위성통신 방해장비 운용
 • 사이버공격: 우주체계 관련시설 공격(예, 인도 우주연구소, 이스라엘 우주산업체 등)

48. <http://www.newdaily.co.kr/site/data/html/2020/04/27/2020042700148.html> (검색일: 2021.12.14.)

NADA는 국방위원회(최고사령부) 직속으로 총참모부 예하의 미사일지도국과 긴밀한 연결성을 유지하고 있다. 미사일지도국은 스커드사단(사거리 1,000km), 노동미사일사단(사거리 1,300km), 중거리미사일사단(4,000km) 등을 예하에 두고 있다. NADA는 특히 미사일지도국의 중거리미사일사단과 긴밀한 관계를 유지하며 상호 기술지원과 시험평가를 실시하고 있는 것으로 추정된다. 북한은 당·군·정 차원의 국가역량을 총동원하여 미사일·우주 역량의 동시발전을 도모하고 있다. 미 국제전략문제연구소(CSIS, Center for Strategic and International Studies)의 ‘2023 우주위협평가’에 따르면 북한은 우주의 평화적 이용을 명분으로 우주발사체와 탄도미사일 기술을 발전시키고 있다.⁴⁶⁾ 2013년 국가우주개발국(NADA)을 설립하여 정지궤도 복합위성(광학+통신) 발사를 추진하고 있으며 운동에너지, EMP탄, 전자전, 사이버 공격 등 위성에 대한 간접공격역량⁴⁷⁾을 강화하고 있다. 북한은 동해와 서해에 각각 탄도미사일 발사능력을 갖춘 우주발사시설을 구비하고 있다. 북한은 2017년 11월 29일 국가 핵무력 완성을 선포하고, 현재는 핵전력의 작전 운용과 현대화를 매진하고 있다. 북한전문가들은 북한이 핵공격을 감행할 경우 탄도미사일을 투발수단으로 하여 미국 또는 미국의 우방국을 표적으로 삼을 것으로 전망해왔다. 북한이 ‘화성-12’로 명명한 미사일은 사정거리가 4,500km로 수차례 성공적인 시험발사를 거쳤다. 화성-12는 북한이 ‘화성-14’로 명명한 2단 분리형 미사일 중 1단 추진로켓에 해당된다. 화성-14의 사정거리는 6,700km에 달하여 미국 알래스카 앵커리지를 충분히 타격할 수 있다. 화성-12를 1단 추진로켓으로 사용하는 또 다른 미사일은 화성-15로 사정거리가 12,000km에 달하여 미국 본토 서부의 어느 곳이라도 손쉽게 타격할 수 있을 것으로 평가된다. 북한은 5종의 고체연료 탄도미사일을 보유하고 있다. 이 중에서 개량형 고체연료 미사일 ‘북극성-1’과 ‘북극성-3’은 잠수함발사탄도미사일(SLBM, Submarine-launched Ballistic Missile)로서 한국 전역과 일본을 타격할 수 있다.

북한은 1990

1,300km)와 대

북한은 평화적

고 있다.

I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전



북한은 2020년 4월 11일 인민무력부 예하 병기심사국에서 신형 GPS 교란(Jamming) 장치의 최종시험을 마치고, 5월부터 전방군단 및 사이버부대에 실전배치하고 있다.⁴⁸⁾ 대남 GPS 교란임무는 정찰총국 예하 전자정찰국 121국(사이버전 지도국)에서 수행하는 것으로 추정된다. 북한의 GPS 교란에 대비해 주요 군사장비에 GPS 교란방지장치를 장착하여야 하며, 특히 민간분야의 공항과 항만, 항공기와 선박 등에 GPS 교란 방지장치의 설비가 시급하게 요구된다.

현재 북한의 군사우주력은 발사체 분야에서 상당한 정도의 기술력을 보유하고 있으나, 위성체 분야에서는 그 수준이 미미한 수준으로 볼 수 있다. 그러나 북한은 미사일 기술의 첨단화와 더불어 군사적 측면의 우주관련조치를 강화하고 있다. 또한, 핵무기 소형화에 성공할 경우, EMP탄을 전략적·작전적·전술적 수준으로 운용할 가능성이 크다. 따라서 위성운용 분야는 수준이 낮으나 비대칭적 군사우주관련 체계는 상당한 수준인 것으로 평가할 수 있다.

북한은 1990년 이후 구소련과 중국의 미사일 기술을 바탕으로 다단계 로켓 노동 1호(약 1,300km)와 대포동 1호(2,500km), 대포동 2호(6,700km) 등을 지속적으로 개발하고 있다. 북한은 평화적 우주 이용을 명목으로 <표 1>에서 보는 바와 같이 위성체 발사실험을 지속하고 있다.

<표 1> 북한이 주장하는 위성 발사

위성체	발사일	추진로켓	발사장소	목적	결과
광명성-1호	1998.08.31.	백두산	동해발사장 (함북 수단리)	기술시험	궤도진입 실패
	2006.07.04.	은하-1호		미사일시험	발사 실패
광명성-2호	2009.04.05.	은하-2호		통신위성	궤도진입 실패
광명성-3호	2012.04.13.	은하-3호	서해발사장 (평북 철산군)	관측위성	발사 실패
광명성-3호 2차	2012.12.12.	은하-3호		관측위성	발사 성공
광명성-4호	2016.02.07.	은하		관측위성	발사 성공
위성체	2023.05.31.	천리마1형		군사정찰위성	발사 실패

올해 5월 31일 북한은 평안북도 철산군 동창리 서해발사장에서 군사정찰위성 ‘만리경 1호’를 탑재한 위성운반로켓 ‘천리마 1형’을 발사하였으나 실패하였다고 조선중앙통신을 통해 공식 시인한 바 있다. 지난 5월 31일 북한은 평안북도 동창리 일대에서 정찰위성을 발사하였으나 실패하였다고 시인한 바 있다.⁴⁹⁾

49. 군사정찰위성 ‘만리경-1’호를 싣은 위성운반로켓 ‘천리마-1’형에 탑재하여 발사하였으나 ‘천리마-1’형이 정상비행 도중 1계단 분리 후 2계단 발동기 즉 엔진의 시동 비정상으로 추진력을 상실하면서 서해에 추락하였다고 발표함.



4. 국방우주 안보체계의 발전방안

4.1 우주안보 환경평가

I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

우주안보(Space Security) 개념은 전통적 안보와 포괄적 안보로 구분할 수 있다. 전통적 우주안보는 지상표적이나 우주공간의 자산에 대해 지상에서 우주로, 우주에서 지상으로, 우주에서 우주로 지향되는 군사적 위협에 대응하는 것을 의미한다. 반면에 포괄적 우주안보는 <그림 7>에서 보는 바와 같이 우주공간을 이용하는 군사적 위협에 추가하여 우주잔해물의 낙하, 소행성이나 대형 운석의 추락, 태양풍에 의한 전자통신 기기의 영향 등 자연현상에 의한 위협에도 대응하는 것을 의미한다.



<그림 7> 포괄적 안보 측면의 우주위협 요소

우주의 군사적 활용이 확대되면서 우주영역에서의 위협과 위험이 더욱 증대되고 있다. 우주 선진국들은 자국에 유리한 우주안보환경을 조성하고 위해 우주의 군사적 활용을 위한 노력을 강화하고 있다. 인공위성, 우주비행체 등의 다양한 우주기반 무기체계를 지속적으로 개발하고 있다. 이러한 무기체계들의 개발로 인해 우주잔해물이 급격히 증가하고 있으며, 우주잔해물은 점차 우주영역의 큰 문제가 되고 있다. 또한, 태양활동 증가에 의한 태양풍, 지구자기장의 변화 등은 위성장애를 유발하여 고고도 무인기 운용 제한, 정밀유도무기의 신뢰성 저하, 위성통신 제한 등 한국군의 작전수행에 영향을 미칠 수 있다. 우주의 군사적 활용이 확대되면서 우주는 위성을 활용한 정보획득, 통신, 항법 측지 등 군사작전을 지원하는 우주의 군사화에 추가하여 우주에 있는 적대국 위성의 파괴, 우주에 무기배치 등 우주의 무기화가 진행되고 있다. 걸프전에서는 통신위성과 정찰위성, 아프간전에서는 GPS 정밀유도무기, 이라크전에서는 조기경보 위성이 우주공간에서 운영되었으며, 러시아-우크라이나전쟁에서는 스타링크 등 민간우주기술의 활용까지 확장되고 있다. 민간우주기술의 발전에 따라 우주 패러다임의 변화가 일어나고 있다. 현대전에서는 우주영역을 필수적으로 활용하여 전쟁을 수행하므로 세계 국가들은 우주에서의 군사적 우위를 달성하기 위해 민간기술을 군에 접목하여 국방우주력을 강화하고 있다.

국방우주력은 걸프전, 코소보전, 아프가니스탄전, 이라크전 등에서 유용하게 활용되었으며,

국방우주력은 걸프전, 코소보전, 아프가니스탄전, 이라크전 등에서 유용하게 활용되었으며, 조기경보위성의 미사일 발사 탐지, 항법위성을 활용한 정밀타격, 위성통신 활용 등 다양한 우주전력이 운용되었다. 특히, 이라크전에서는 감시정찰, 조기경보 등 140여 기의 위성이 전쟁에 사용되었고, 우주전력이 전쟁승리의 결정적인 역할을 하였다. 현재 러시아-우크라이나 전쟁에서도 우주의 군사적 활용이 가속화되고 있다. 우주의 군사화 및 무기화, 북한을 포함한 주변국의 군사우주력 발전에 대해 살펴보았다. 동아시아 지역의 군사우주능력 고도화는 <그림 8>에서 보는 바와 같다.



<그림 8> 동아시아 및 북한의 군사우주능력 고도화

북한뿐만 아니라 한반도 주변국의 군사우주력 경쟁이 심화되고 있어서 한국의 군사우주력 발전은 매우 시급한 사안이다. 한국은 북한 및 주변국의 우주위협과 위협에 대비하기 위해서 한미동맹을 근간으로 효과적인 우주작전을 수행하여야 한다. 한국은 우주위협에 대비하여 동맹을 중심으로 국제우주협력을 강화하고 있으며, 민간 우주기술을 활용하기 위해 민·군 우주 협력을 강화해 나가고 있다. 정부 주도의 다양한 우주개발을 통해 국가경제 발전을 활성화시킬 수 있도록 노력하고 있으며, 정찰위성, 통신위성 등 군 우주개발사업이 국가우주산업 발전에 기여할 수 있을 것이다. 위성항법 사용, 재난감시, 위성통신 등 우주를 활용한 산업발전은 국민의 삶의 질을 향상시키고 국민의 안전을 책임질 수 있으며, 다수의 초소형위성군을 사용하여 국가 간의 다양한 교류가 이루어지는 초소형 위성 기반의 인터넷 시대가 도래할 것이다.

한국군의 군사우주역량을 살펴보면 북한의 탄도미사일 위협에 대한 조기경보 능력 부족, 북한지역 정찰을 위한 독자적인 위성 감시자산의 부족 등 주변국의 우주의 군사화 및 무기화 추세와 비교하여 군사적 우주역량이 미흡하며, 우주작전 수행을 위한 병력, 제도, 조직정비도 시급하게 요구되는 실정이다. 따라서 한국군의 군사우주력은 북한 및 주변국의 우주위협, 한정된 국방예산 등 현실적인 상황을 반영하여 실현가능성에 바탕을 두고 단계화 추진이 필요하다. 제1단계(~2025)는 우주감시능력과 우주정보지원능력 보강하고, 제2단계(2026~2030)는 우주감시능력과 우주정보지원능력을 바탕으로 작전능력 기반을 확충하고, 제3단계(2031~)는 제한적 우주전력 투사역량을 구축하는 것이다.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

국방부는 국방우주력의 발전을 위해 ‘국방 우주력 발전 추진계획’을 마련하고 ‘한국군 주도의 우주작전 수행능력 확보’를 장기목표로 선정하였다. 이에 따라 ‘우주에서 효과적인 합동군사작전 지원을 위한 우주역량 구비’를 중기목표로 설정하고 <표 2>에서 보는 바와 같이 ‘정책 기반, 운영체계, 우주전력, 대내외협력’ 등 4개 분야 15개 추진과제를 주기적인 평가를 통해 체계적인 발전을 도모하고 있다.

<표 2> 국방우주력 발전과제(안)

구분	세부 내용
정책기반 (4)	① 국방우주력 발전 법·제도적 근거 강화, ② 국방우주정책/군사우주전략개념 발전, ③ 우주작전 지침·교리·교범 정립, ④ 국방우주기술 연구개발 강화
운영체계 (4)	⑤ 국방우주조직체계 발전, ⑥ 국방우주 인력체계 발전, ⑦ 국방우주 교육훈련 강화, ⑧ 국방우주발전위원회 운영 내실화
우주전력 (4)	⑨ 중·장기 우주전력 확보계획 발전, ⑩ 우주감시 능력 보강, ⑪ 우주정보지원능력 확충, ⑫ 우주발사·우주통제 능력 구비
대내·외 협력(3)	⑬ 民·軍 협력 우주개발 강화, ⑭ 韓·美 국방우주협력 확대, ⑮ 다자·국제 우주협력 확대

4.2 합동성 기반의 군사우주조직 구축

한국군은 미래 우주작전을 수행할 수 있는 국방 차원의 우주전담조직을 신설하고 있으며, 각 군에서도 우주작전 수행능력을 갖추기 위해 매진하고 있다. 주요 우주선진국의 국방 우주전담조직 편성이 가속화되고, 우주영역의 군사적 활용을 넘어선 우주의 무기화 추세가 빨라짐에 따라 국방 우주전담조직의 필요성이 커지고 있다. 고예산이 투입되는 우주분야는 선택과 집중이 절대적으로 필요한 분야로 국가 혹은 국방 차원에서 추진해야 한다. 그러나 국방부와 합참의 우주조직은 각 군의 기능 중복을 해소하고, 군별 직능에 부합한 우주력 발전을 추진하도록 조정·통제하는 역량을 갖추어야 한다. 먼저, 국방우주 전담조직은 국방우주에 대한 컨트롤타워(Control Tower)로서 각 군에 구체적인 임무를 부여하고, 육·해·공군 우주능력의 시너지를 달성할 수 있도록 발전되어야 한다. 이를 통해 각 군의 소모적 경쟁 및 독자적 우주발전계획 추진에 따른 중복된 노력을 사전에 예방할 수 있다. 둘째, 합동성 기반의 우주작전 수행이다. 미래전은 위협의 다변화로 인해 전장영역이 확장될 것이며, 다영역 작전 및 합동성 차원에서의 각 영역에 대한 통합이 중요해질 것이다. 특히, 우주영역은 다른 모든 영역의 기반이 되고, 지상·해상·공중영역의 효율적 작전수행을 위해 필수적으로 발전시켜야 할 분야이다. 국방 우주전담조직은 합동성 차원에서의 우주작전 수행을 위해 군사우주전략 및 합동우주작전 개념을 발전·구현하고 전투발전요소 전 분야의 우주발전 업무를 수행할 것이다. 이러한 군사적 요구능력 충족을 통해 전 영역에서의 승수효과 달성 및 전장기능별 효율적 임무수행을 보장할 수 있다. 셋째, 국내·외 협력강화를 위한 통합된 창구이다. 우주물체의 급증으로 인한

충돌·추락 등 우주위협⁵⁰이 증가하면서 우주안전보장에 대한 관심이 커지고 있다. 우주안전 보장은 한 국가 혹은 기관에서 하기에는 너무 광범위한 분야이기 때문에 우주협력⁵¹에 대한 중요성이 점차 증대되고 있는 추세이다. 현재 한국은 미국을 비롯한 우주선진국들과의 협력을 지속적으로 시행하고 있으며, 향후 이러한 협력을 더욱 강화할 계획이다. 국방 우주전담조직은 타국군 우주조직과의 협력시 일원화된 창구로서의 역할을 할 것이며, 필요시 연합연습·훈련 시행을 통해 우주작전 수행능력을 강화할 수 있다. 또한, 국가 차원의 민·관·군 협력시에도 국방우주의 대표로 참여하고, 민·관·군 공동 우주자산의 효율적인 통합운영을 통해 국가 우주자산의 활용을 극대화할 것이다.

우주전담조직 창설시 고려할 사항은 우주위협에 대한 대응능력을 우선적으로 구비해야 한다. 국방 우주전담조직의 필요성, 편성을 위한 고려사항 등을 전체적으로 생각해볼 때 국방 우주전담조직은 육·해·공군이 수행하는 합동작전을 지원하고, 각 군의 우주기능을 조정·통제할 수 있는 합동부대 형태가 되어야 하며, 우주영역에서의 우세를 확보하는데 중점을 둔 구조로 편성되어야 한다. 이를 위해서는 우주위협에 대응이 가능하고, 우주작전 전 영역을 수행할 수 있는 전자전, 사이버작전 기능이 포함된 사령부급 합동부대 편성이 적절할 것으로 생각된다. 합동우주작전사령부 편성까지는 상당한 물리적인 시간이 필요하므로 합동우주작전사령부 창설 이전까지는 합참에서 합동성 기반의 우주작전을 주도하는 것이 바람직할 것이다. 합동우주작전사령부는 큰 틀에서 우주전략 및 우주작전개념 발전, 우주무기체계 연구, 우주분야 전문인력 운영계획, 우주체계 융합/성능 개량, 우주분야 기술 분석, 국내·외 우주협력 등의 임무를 수행하는 우주연구 기능과 우주작전을 총괄 운영하는 우주작전 기능이 필요하다. 실제 우주작전을 수행하는 우주작전 수행부대는 각 군의 특성을 고려하여 시너지를 발휘할 수 있는 방향으로 발전시킬 필요가 있다. 합동우주작전사령부의 조직편성 방안은 <표 3>에서 보는 바와 같다.

<표 3> 합동우주작전사령부 조직편성(안)



우주연구 기능 전담부서는 전투발전요소별 효율적 우주력 건설을 위한 연구가 핵심임무이며, 우주기획, 우주전략, 우주협력 등의 기능이 필요하다. 우주기획에서는 우주전략, 우주작전, 우주정책 등을 연구하고, 우주부대구조, 전문인력 장기발전 기획/연구, 우주작전 교리 발전 등



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

50. 우주위협에는 인공/자연 우주물체와 위성간의 충돌, 태양 폭풍에 의한 위성 고장 등이 있다. 우주 공간에서 활동 중인 위성에게 우주파편은 매우 위협적인 요소이다. 우주파편에 의한 위성충돌 시 충격에 의해 매년 한 대의 위성이 파괴되고 있으며, 그 위력은 직경 1.2cm의 볼베어링이 6.8km/s의 속도로 충돌 시 18cm 두께의 보호벽을 파손할 만큼 위협적이다.

51. 미 우주군은 전 세계 우주감시망(SSN : Space Surveillance Network)을 구축하여 위성 활동을 추적·감시하는 임무를 수행하고 있으며, 국가간 협력을 강화하기 위해 다국적우주협력반(MSC : Multi-national Space collaboration)을 운영하고 있다.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

52. STO : Space Tasking Order, 우주임무 명령서

53. 1단계(우주작전단 창설): 공군의 우주 관련 부대와 기관을 통합하여 공군작전사령부 직속으로 창설

* 운용전력: 우주감시통제전력, 위성영상수신체계, 소형전술위성편대군체계, 지상 레이더 요격체계 등

2단계(합동우주작전사령부 창설): 우주작전 전반에 대한 총반역량 확보 이후 합참 직속 독립사령부로 창설

* 우주작전단, 육군미사일전략사령부 등을 포함하여 확대 편성

의 업무를 수행한다. 우주전력에서는 분야별 우주무기체계 소요제안, 우주분야 중/단기 인력 운영, 우주전력 기술분석, 우주 및 연관체계 융합/성능개량 등의 업무를 수행한다.

우주작전 기능 전담부서는 우주작전 전 분야의 24시간 운영을 총괄한다. 한미 연합작전 수행을 고려하여, 미 우주군과 유사한 기능으로 편성하는 것이 효율적이다. 따라서 우주작전 기능 전담부서에는 우주전투운영, 우주전략계획, 우주정보감시정찰, 우주통신, 위성운용 등과 관련된 기능이 필요하다. 우주전투운영에서는 우주작전을 운영하고 STO⁵²⁾를 시행한다. 우주전략계획에서는 육·해·공군의 우주임무 소요를 반영하고, 우주영역에서의 우세확보를 목표로 하는 STO를 계획한다. 우주정보감시정찰에서는 우주감시, 우주기상관측, 위성정찰, 우주작전 표적개발 등의 임무를 수행하고, 우주통신에서는 위성통신 환경 보장, 적 통신재밍 대응, 감시정보 공유 등의 네트워크 운용 등을 담당하며, 위성운용에서는 전자전, 사이버전 등을 총괄한다.

합동성 중심의 우주력 발전을 위해서는 전담조직뿐만 아니라 우주분야 인력·교육 발전도 병행되어야 한다. 국방우주력을 활용하여 우주작전을 원활히 사용하기 위해서는 우주전문인력의 양성이 필수적이다. 우주분야 임무수행을 위한 분야별 우주전문인력을 체계적으로 교육시켜 양성, 관리 및 활용한다.

한미 미사일지침 종료와 더불어 국방분야에서도 국방과학연구소내 국방우주기술 출범 및 방위사업청내 우주전담조직 TF가 조직되는 등 국방우주 분야의 기술발전 및 산업 육성을 위한 노력이 다각적으로 이루어지고 있다. 또한, 국방부에서는 한미미사일지침 폐기를 도약의 발판으로 삼아 정찰위성 등 우주전력을 지속 증강하고 우주에서의 합동작전 수행체계를 정리하여 전방위 우주위협에 대비해 나갈 것이며 한국군이 개발한 군사위성을 민간기업에서 우주로 발사하는 선순환체계를 구축함으로써 국가 우주산업 역량이 한층 더 강화될 수 있도록 노력할 것이라고 천명하였다.

국방우주 조직과 전문인력을 보강하기 위해 국방부에 컨트롤타워(Control Tower)를 강화하고 합참 군사우주과를 확대하여 합동성 강화 차원에서 육·해·공군 및 해병대의 개별적인 우주조직의 지휘체계를 일원화하여야 한다. 또한 우주작전에 대한 합동교리가 최우선적으로 개발되어야 한다. 현실적으로 우주조직의 편성은 미국의 사례를 벤치마킹하여 초기에는 공군의 우주조직을 적극적으로 활용하고, 우주작전을 위한 제도적 기반이 구축되면 합동우주작전사령부를 창설하는 방향으로 단계화하여 추진할 필요가 있다.⁵³⁾ 또한, 육군의 미사일전략사령부를 모체로 우주발사체 발사체계, 탄도미사일 방어체계 등을 통합도 적극적으로 강구되어야 한다.

4.3 국방우주전략 수립

군사우주전략 목표는 한반도의 평화와 안정에 기여하기 위한 군사활동을 수행할 수 있도록 우주상 자유로운 접근과 이동을 보장할 수 있어야 하며, 한반도 군사작전 수행 보장을 위한 선별적 우주우세를 획득하고 통제하며 효율적인 합동작전을 지원할 수 있어야 한다. 각 군에서는 우주영역의 주도권 확보를 위해 무한경쟁을 펼치고 있다. 먼저, 육군은 육군비전2050⁵⁴에서 초소형 군집위성을 포함한 초연결 네트워크체계를 8대 게임체인저⁵⁵로 꼽고, 감시정찰과 통신체계는 우주를 이용해야 한다고 강조했다. 또한, 우주발사체를 쓸 수 있는 미사일전략사령부 인프라를 활용하여 우주작전 유형의 하나인 우주전력투사 임무를 발전시키려고 준비하고 있다. 해군은 '21년 해군우주력 발전 업무 추진계획⁵⁶을 발표하면서 해군의 우주에 대한 필요성 및 구체적인 로드맵을 제시하였고, 최근에는 우주작전 및 우주전력 발전방안에 관한 연구과제⁵⁷를 발주하면서 우주분야를 확대해 나갈 계획이다. 공군은 미래 항공우주력 발전 구상인 에어포스 퀀텀 5.0⁵⁸의 스페이스 오디세이⁵⁹를 통해 공중과 우주작전의 연계성을 구체화하고, 공군우주력 발전 기본계획서⁶⁰를 개정발간을 통해 국방우주 역량강화를 위해 노력하고 있다. 작년 12월 1일에는 우주작전대대를 창설하여 우주작전 지휘체계를 단일화하고 우주역량을 통합하였다. 참고로 같은 해 12월 14일 미군에서도 주한미군우주작전대대를 창설한 바 있다.

올해 최초로 발간된 국방우주전략서는 국방기획관리체계의 국방전략서 부록으로 한국군의 국방우주력 발전을 위한 최상위 문서이다. 국방우주전략서는 2030년과 2050년으로 구분하여 중·장기 전략목표, 기본원칙과 전략지침 등을 명기함으로써 합참과 각군, 해병대, 유관기관들이 합동성에 기반한 군사우주전략과 군사우주작전개념을 발전시키고, 우주전력 등을 확충해 나가는 기준으로 활용될 것이다.

4.4 국방우주 전력개발

한국군의 군사우주력 발전은 한국의 사활적 이익뿐만 아니라 동아시아의 안보를 위해서도 매우 시급한 사안이다. 한국군은 북한 및 주변국의 우주위협과 우주위험에 대비하기 위해서 한미동맹을 근간으로 우주작전을 수행할 수 있는 군사적 역량을 구비하여야 한다. 한국군은 <그림 9>에서 보는 바와 같이 우주중견국가로서 군사우주력을 건설하여 국가의 자유로운 우주활동을 보장하며 국민의 안전보장에 기여하고, 효과적인 합동군사작전을 지원할 수 있어야 한다.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

54. 육군비전2050, 2019. 12월
55. 8대 게임체인저 중 하나로 '전장과 전투수단들의 통합을 보장하는 초소형 군집위성을 포함한 초연결 네트워크 체계를 제시함.
56. '21년 해군우주력 발전 업무 추진계획, 2021. 1월
57. 해군본부는 2021년 정책연구과제로 '해양기반의 우주작전개념 및 전력 발전방안 연구'를 발주하였으며, 현재 공군 사관학교 주관으로 수행 중임.
58. 공군 에어포스 퀀텀 5.0, 2020. 4월
59. 스페이스 오디세이는 효율적 우주작전 수행능력 확보를 위한 2050년까지의 단계별 발전 계획임.
60. 공군우주력 발전 기본 계획서, 2021. 5월



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

61. 국방우주력 발전 기본계획서, 2019. 2월



<그림 9> 우주영역인식의 운영개념⁶¹⁾

우주정보지원은 위성정찰, 위성통신, 위성항법, 조기경보위성 등으로 세분화할 수 있다. 먼저, 위성정찰은 우주에서 수집한 영상·신호정보 등의 다양한 우주정보를 합동군사작전에 활용해야 한다. 전천후 고해상도의 위성영상을 획득할 수 있는 중·대형 정찰위성을 지속적으로 확충하고, 표적에 대한 재방문주기를 단축할 수 있는 초소형 위성군을 확보해야 한다. 둘째, 위성통신은 지휘통제체계의 핵심능력인 광역 장거리 통신을 안정적으로 제공해야 한다. 증가하는 위성통신 사용량을 고려하여 초고속 대용량 통신 등 위성통신 능력을 지속적으로 확충해야 한다. 군전용 통신위성 외에 제대별 위성통신의 활용성을 높이기 위해 미국의 스타링크와 같은 저궤도 통신위성군의 확보도 고려해야 한다. 셋째, 위성항법은 미국의 위성항법체계(GPS)를 지속적으로 활용해야 하며, 미국에 대한 의존도를 해소하기 위해 군용 한국형위성항법체계를 확보하여 합동군사작전에 적극 활용해야 한다. 또한, 조기경보위성은 미국의 조기경보위성을 활용하여 비사일 방어태세 유지, 발사원점 타격 등을 지원해야 하며, 장기적으로 독자적인 조기경보위성체계를 구축하여 미사일 조기경보 능력을 갖춰야 한다. 마지막으로, 우주전력투사이다. 위성 등 우주전력을 적시에 우주영역에 배치할 수 있는 능력을 확보해야 한다. 향후 가파르게 증가하는 위성소요에 대비하여 효율적으로 우주발사를 수행할 수 있는 다양한 플랫폼의 발사체를 확보해야 한다. 따라서 국가우주개발계획과 연계하여 지상·해상·공중 우주발사능력을 단계적으로 확보해야 한다.

작년 11월 11일 개정·시행된 우주개발진흥법에 따라 국가우주위원회 산하에 국방부차관·국정원 차장을 공동 위원장으로 하는 안보우주개발실무위원회가 신설되어 국가우주개발체계와 연계한 효율적인 국방우주력 건설을 추진할 것으로 예상된다. 국방과학연구소(ADD, Agency for Defense Development)에서도 작년 6월 국방우주기술센터를 신설하여 국방우주기술 발전방향을 수립하고 핵심 우주기술에 대한 연구역량을 집중할 계획이다. 방위사업청은 우주방

위사업발전 마스터플랜을 수립하고, 국내 기술로 우주무기체계를 개발하고 발사할 수 있는 능력을 확보할 계획이다.

4.5 민간군 우주협력 강화

한국군의 군사우주의 합동성 강화를 위한 전략적 요구조건은 다음과 같다. 먼저, 우주안보를 위해 미국을 포함한 우주선진국과의 협력을 강화하여야 한다. 한국의 독자적 군사우주역량의 구축과 병행하여 미국과의 우주협력뿐만 아니라 주변국 및 우방국과의 우주협력을 확대해 나가는 것이다. 이를 통해서 첨단 과학기술이 적용되며 막대한 비용과 노력이 요구되는 국방우주력을 효율적으로 발전시켜 나갈 수 있다. 증가하는 우주위협 및 위협에 대응하여 우주활동의 안정성을 보장해야 한다. 우주위협 상황에 주도적으로 대응하고, 우주물체 충돌·추락 등 우주위협 상황에서 국가 차원의 노력을 결집해야 한다. 북한 및 주변국 등의 잠재적 위협에 대비하기 위해 우주영역을 활용하여 효율적인 합동군사작전을 지원해야 한다. 국가차원의 우주역량 강화를 위해 민·관·군의 유기적인 협력이 필요하며 이를 위한 협력체계 구축이 시급하다. 먼저, 국제 우주협력 강화를 추진하여야 한다. 한·미 우주협력 강화를 통해 한반도에서의 연합 우주작전 수행체계를 지속 발전시켜야 한다. 군사우주역량을 효과적으로 발전시키기 위해 양국간 군사협업체를 운용하고, 전략적 소통을 강화하여야 한다. 급격히 증가하고 있는 우주위협 및 위협에 대비하기 위해 전·평시 연습 및 훈련체계를 계획, 시행, 사후검토 등 단계별로 목적, 규모 및 범위에 부합되도록 발전시켜야 한다. 이를 통해 북한 및 주변국의 잠재적 우주위협과 우주물체 충돌·추락 등의 우주위협 양상을 분석하고 한반도 상황에 부합되는 시나리오를 개발하여 연습 및 훈련 효과를 증대시킬 수 있다.

우주분야 연합연습 및 훈련, 글로벌 센티넬(Global Sentinel), 슈리버 워게임(Schriever Wargame) 등 국제 우주연습 및 훈련에 적극적으로 참가하여 우주선진국과의 협력을 확대하고 우주위협 및 위협에 공동으로 대응할 수 있는 능력을 향상하여야 한다. 또한, 미국과의 우주정보 공유를 확대하고 연구개발 협력을 강화하여야 한다. 한반도 상공은 <그림 10>에서 보는 바와 같이 미국의 우주감시네트워크(SSN, Space Surveillance Network)⁶² 자산의 공백지역으로, 한국군의 우주감시자산이 구축될 경우 미국과의 우주감시정보 공유를 통한 상호협력 증진이 가능하다.



II. 우주경쟁전략 제언

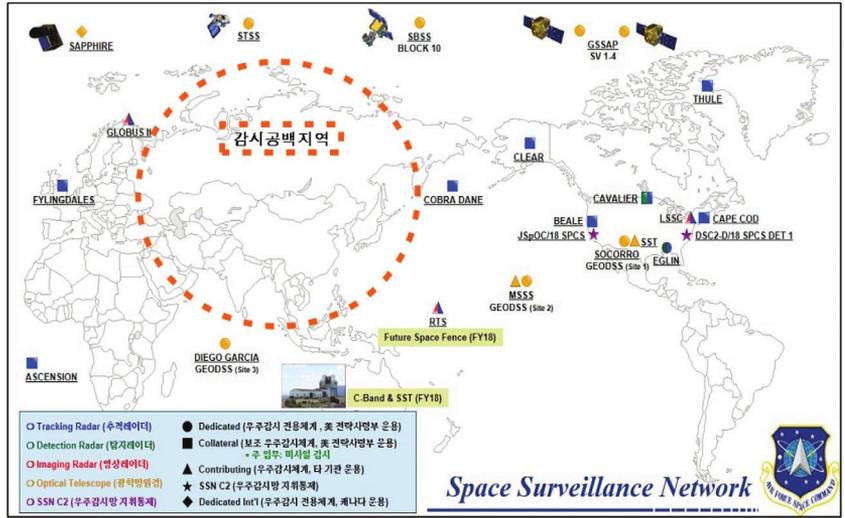
무량무별 행물체계 발전
복합시스템으로서의 특성

62. 미국의 연합우주작전 센터(CSpOC)는 추적탐지 레이더 및 망원경 등 자산을 통해 직경 10cm 이상 총 43,000여개의 우주물체(인공위성, 우주잔해물 등) 추적·감시·목록화 수행



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전



<그림 10> 미국의 우주감시네트워크(SSN) 현황

우주분야의 국제 파트너십 강화를 통한 우주협력의 다변화도 추진하여야 한다. 프랑스, 독일, 캐나다, 호주, 인도 등 우주선진국과의 군사우주 교류 및 협력을 확대하여 대외신뢰도를 향상시키고, 상호 국방우주력을 강화하기 위한 노력을 지속하여야 한다. 특히 양자·다자간 교류를 활성화하고, 우주영역 활용에 있어서 국제사회의 지지와 협력을 확보할 수 있는 기반여건을 조성하여야 한다. 양자 및 다자간의 군사우주역량을 상호 효과적으로 활용할 수 있는 군사협의체 운영을 통해 국제 우주협력을 확대할 수 있다. 다자간 우주정보 공유를 위한 교류 및 협력 또한 강화하여야 한다. 이를 통하여 국제 우주정보 공유체계를 구축하여 정보를 공유하고 수집된 우주정보를 융합, 분석 및 재생산하여 우주물체 감시, 우주환경 감시 등 우주정보의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

5. 결론 및 정책적 함의

세계는 우주의 평화적 이용에 대한 국제적 합의에도 불구하고, 뉴스페이스(New Space)에 따른 우주에 대한 진입장벽이 낮아지면서 군사적 우주활용에 국가적 역량을 집중하고 있다. 우주법(Space Law)은 우주영역(Outer Space)에 대한 주권행사를 금지하고 우주영역을 평화적으로 사용할 것과 우주궤도 또는 타 행성에 핵무기와 대량살상무기를 배치하는 것을 금지하는 등 우주영역의 군사적 이용을 제약하고 있으나 실효성에는 한계가 있다. 뉴스페이스 시대 첨단우주기술의 발달로 미국, 중국, 일본, 러시아 등 한반도 주변국뿐만 아니라 북한도 비대칭 군사우주력 확보에 총력을 기울이고 있다. 미국은 우주군을 독립된 군으로 창설하였고 중국과 러시아는 우주역량을 전략군으로 통합하여 발전시키고 있다. 일본은 우주작전군을 창설

하여 미일 군사일체화전략을 강화하고 있다. 또한, 북한은 탄도미사일과 우주발사체 시험발사 등 우주도발을 집요하게 추진하고 있다.

최근 들어 한국은 국방부와 합참 차원에서 국방우주정책과 군사우주전략을 발전시키고 있고, 각 군에서도 군사우주력 건설을 위해 박차를 가하고 있다. 또한, 2022년 합참에 군사우주과를 신설하였으며, 각군에서도 우주전담부서를 지속적으로 확충하고 있다. 한국군은 ① 북한의 핵·미사일, EMP 및 재밍 위협, ② 중국, 러시아, 일본 등 주변국의 우주력 강화, ③ 우주잔해물에 의한 우주위험 등 우주전에 대응하기 위해서 병력감축 및 인구절벽, 국방 재원의 제한 등 현실적인 한계에도 불구하고 굳건한 한미동맹을 기반으로 독자적인 군사우주력 건설에 매진해야 한다. 한국군의 국방우주 안보체계 발전방안을 요약하여 제시하면 <표 4>에서 보는 바와 같다.

<표 4> 국방우주 안보체계 발전방안

목 표	분야	세부 내용
국제협력 강화	한·미 협력	한·미 군사협력체계 지속 발전
		우주분야 한·미연습 및 훈련체계 발전
	국제 협력	국제 연습 및 훈련 적극 참가
		우주선진국과의 다자 교류 활성화 효과적 우주작전 수행을 위한 우주분야 협력체계 강화
우주위협 및 우주위험 대응	우주위협 대응	GPS 재밍, 위성통신 교란에 대한 효과적인 대응체계 구축
		우주위협 탐지·식별능력 구비
	우주위험 대비	비물리적 수단 위주의 우주능력 확충
		우주기상 악화에 대비한 예경보 능력 구비 우주물체 충돌에 대비한 전천후 우주영역인식 능력 구비 및 국내·외 우주협력체계 구축 우주물체 추락에 대비한 전천후 우주영역인식 능력 구비 및 민·군 합동 대응체계 구축
합동군사작전 지원	지상작전 지원	정찰·통신·항법 위성 활용, 지상기반 우주발사 능력 구비, 우주요격능력 확보
	해상작전 지원	정찰·통신·항법 위성 활용, 해상기반 우주발사 및 회수능력 구비, 위성신호 수신함 운용
	공중작전 지원	정찰·통신·항법 위성 활용, 우주로 확장된 감시능력 구비, 공중기반 우주발사 능력 구비, 유무인 우주비행능력 구비
국가 차원의 협력체계 구축	민군 협력	우주유관기관과 협력체계 지속 발전
		민군 겸용 우주기술의 도입, 민간이전 시행
		군사적 활용이 가능한 민간 우주자산의 식별 및 협조체계 구축
		민군 우주위험·위협 대비 공동 훈련 시행



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

한국군은 북한뿐만 아니라 주변국의 잠재위협과 전시작전통제권 전환과 연계하여 우주전에 대한 대비를 체계적으로 추진하여야 한다. 특히, 전시작전통제권 전환에 대비하여 정찰감시능력을 강화함과 동시에 미국과의 우주협력체계를 강화하여 중국, 러시아를 비롯한 주변국의 우주안보위협에 대응해야 한다. 현실적으로 첨단 우주기술 수준이나 경제적 측면에서 한국이 미국, 중국, 러시아, 일본과 같은 강력한 국방우주체계를 단기간에 갖추는 것은 불가능하다. 따라서 한국군은 중견우주국가로서 일본처럼 동맹의 역량을 최대한 활용하면서, 독자적 우주감시체계와 인공위성을 이용한 정보수집체계를 구축하는 것을 우선 고려할 필요가 있다.

한국군은 북한의 핵 및 미사일 군사적 위협에 대비하기 위한 킬체인인 전제조건으로 군사 위성 개발을 본격적으로 추진하고 있으며, 한·미 양국도 국방부장관 회담 등을 통해 긴밀하게 협력하고 있다. 북한의 핵무장과 미사일 위협에 대비하기 위해 2016년 체결된 한일 군사비밀정보보호협정(GSOMIA, General Security of Military Information Agreement)을 통해 한·미·일 안보협력이 강화되어야 한다. 미국을 동맹으로 하고 있는 한·미·일 안보체제는 중요하고 유익한 협력기반이 될 수 있다. 우주공간에 대한 인식공유와 공동위협 도출을 통해 전략적 공감대가 가능하며, 이를 토대로 전략적 공동목표 설정이 선행되어야 한다.

뉴스페이스 시대에 접어들어 우주의 군사적 활용에 대한 진입장벽은 낮아지고 있으며, 4차 산업혁명의 주요 기술들은 우주력을 더욱 고도화시키고 있다. 최근 우주 강대국들의 우주영역에 대한 치열한 패권 다툼은 미래 전쟁에서 우주가 얼마나 중요한지 알 수 있는 현상이다. 주변국들은 군사적 목적의 우주전담조직을 편성하고 국방우주력을 고도화하는데 역량을 집중하고 있다. 한국군도 중·장기적으로 맞이하게 될 우주위협에 적시적이고 효과적인 대응할 수 있는 기반을 지금부터 준비해야 한다. 한국군은 미래 전작권 전환에 대비하여 국방우주력을 조속히 확보하여야 한다. 국방우주력은 국가 우주활동을 보장하여 국민 안전보장에 기여해야 하며, 효과적인 합동군사작전을 지원하고, 국가 차원의 우주역량 강화에 도움이 되어야 한다. 이러한 역할을 하기 위해 미국을 포함한 우주선진국과의 협력 강화, 우주영역에서의 우주위협·위협 대응 및 우주우세 확보, 지상·해상·공중영역의 군사작전에 대한 효율적인 지원, 국가 차원의 우주력 발전 등이 우선적으로 필요하다. 따라서, 한국의 국방우주력 발전을 위한 국방 우주전략 목표를 우주안보 달성을 위한 국제 우주협력 강화, 우주위협 및 우주위협에 효과적으로 대응, 효율적인 합동군사작전 지원, 국가차원의 우주력 발전을 위한 민·관·군의 유기적 협력체계 구축 등 4가지로 설정할 수 있다. 먼저, 국방우주전략 목표를 구현하기 위한 세부적인 국방우주전략 개념은 우주영역을 효과적으로 활용하고 우주활동의 안정성을 확보하며, 국가안보에 이바지하는 것을 핵심으로 해야 한다. 구체적으로는 첫째, 우주안보 달성을 위해 국제 우주협력을 강화해야 한다. 한·미 간 우주협력을 강화하여 한반도에서의 연합 우주작전 수행체계를 지속 발전시키고, 군사우주역량을 효과적으로 발전시키기 위해 양국간 군사협의

체를 운용하여 전략적 소통을 강화해야 한다. 더불어 우주분야 국제 파트너십 강화를 통한 우주협력의 다변화를 추진하여야 한다. 둘째, 우주위협 및 우주위험에 효과적으로 대응해야 한다. 가용한 모든 군사우주역량을 통합적으로 발휘하여 상시 우주안보를 유지해야 하며, 국가 차원의 우주영역인식 능력 및 국제적인 우주협력체계를 활용하여 적시에 우주위협을 탐지·식별하고 효과적으로 우주위협을 격퇴해야 한다. 또한, 국가 우주자산 통합적으로 활용하여 우주물체 충돌 및 추락 등 우주위험에 대비해야 한다. 셋째, 효율적인 합동군사작전을 지원해야 한다. 합동군사작전 지원을 위한 우주작전의 효율적 지휘통제를 위해 인공지능 기반의 지휘통제체계 능력을 강화하고, 우주작전과 기존 군사작전과의 시너지 창출을 위한 연계성을 강화해야 한다. 마지막으로, 국가 차원의 우주력 발전을 위한 민·관·군의 유기적 협력체계를 구축해야 한다. 제한된 국가 및 국방 재원으로 효율적인 국방우주력 건설을 위해 민·군 협력을 적극 추진하여 국가 및 민간 우주자산을 군사적으로 활용할 수 있는 기반여건을 조성해야 한다. 국가 및 민간 우주 유관기관과의 정례협의체를 구축하여 교류를 확대하고, 협력체계를 적극적으로 발전시킬 필요가 있다. 이를 통해 민·군이 공동으로 활용할 수 있는 우주기술을 식별하여, 민간 우주기술을 적극적으로 도입하는 한편, 민간으로 이전할 수 있는 군사 우주기술을 제공하여 국가우주기술을 발전시켜 나가야 한다.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

참고 문헌

1. 국방부, 국방우주력 발전 기본계획서(2019-2033)
2. 로버트 그린, 『전쟁의 기술』, 안진환·이수경(역), (서울: 웅진지식하우스, 2007).
3. 안보경영연구원, 미래 육군의 우주분야 발전목표와 우주전력 활용방안 연구, 2019.10.
4. 박상중, 조흥제, 주변국 우주군사전략이 한국군에 미치는 함의, 항공우주정책·법학회, 제35권 4호, 2020.12.
5. 조동연, 미래 우주전과 3D전략, 월간 국방과 기술, 2021.3.23.
6. 조흥제, 박상중, 이상수, 군사우주전략 개념정립 선행연구, 2020.12.
7. 조흥제, 박상중, 이성훈, 한국군 군사우주전략 발전방향, 항공우주정책·법학회, 제36권 2호, 2021.6.
8. Anthony H. Cordesman with the assistance of Joseph Kendall, Chinese Space Strategy and Development (Washington, DC: Center for Strategic and International Studies, September 19, 2016.
9. Department of Defense Releases Defense Space Strategy, US Department of Defense, 2002. 6.17.
10. Frank A. Rose, Managing China's Rise in Outer Space (Washington. DC: Global China, April 2020.
11. Matthew. Bodner, "Russian Military Merges Air Force and Space Command." The Moscow Times, 3 Aug 2015.
12. Missile Defense Missiles and Visas - The US Refused Russian General Staff Officers Entry Into the Country, Rossiyskaya Gazeta(Moscow), 15 October 2017.
13. Pawel Bernat, "The Inevitability of Militarization of Outer Space," Safety & Defense, 2019.
14. The State Council Information Office of the People's Republic of China, China's Military Strategy(2015) (Beijing: The State Council Information Office of the People's Republic of China, May 2015.
15. 中須賀真一, 宇宙基本計画およびその後の議論に見る日本の宇宙安全保障政策の現状と考察」.(防衛研究所). 2018.
16. 김호식, "우주안보와 우주상황인식," 「한국항공우주학회 학술발표회 초록집」, 2018.
17. 박병광, "중국의 우주군사력 발전에 관한 연구" 「국가전략」제15권 4호, 2009.

18. 박병광, “동아시아의 우주군사력 건설동향과 우리의 대응방향,” 『INSS 전략보고』, No. 80, 2020. 5.
19. 박상중·조홍제, “주변국 우주군사전략이 한국군에 미치는 함의,” 『항공우주정책법학회지』 35권 4호, 2020. 12.
20. 신영순, “미국의 미사일방어체계,” 『한국전략문제연구원 월간보고』, 2012.
21. 정서영, “주요국의 우주개발 계획 및 정책 현황과 우리나라에의 시사점,” 『한국항공우주학회 학술발표회 논문집』, 2013.
22. 조홍제·박상중·이상수, “군사우주전략 개념정립 선행연구,” 국방대학교 안보문제연구소, 2020. 12.
23. 박상중, 국방우주 발전방안에 관한 연구, 제10회 항공우주정책법 학술대회, 2023.6. 275-299쪽
24. 충남대학교 산학협력단, “미래 우주전장 분석 및 공군 우주전략 수립,” 2020.
25. 충남대학교 산학협력단, “국가 우주개발 정책과 공군의 역할 연구,” 2020.
26. 최재원, “우주무기체계 발전추세 및 개발동향,” 『국방과 기술』(431), 2015.
27. 최우영, “일본 우주개발의 안보 강화에 대한 고찰,” 『한국항공우주학회 학술발표회 초록집』2013.
28. 최현호, 「현실화 되고 있는 차세대 무기들」, 『국방과 기술』제443호, 2016.
29. 안형준, “우주항공 기술강국을 향한 전략과제”, STEPI Insight 제226호, 2018.
30. 안형준 외. “뉴스페이스(New Space)시대, 국내 우주산업 현황 진단과 정책대응”, STEPI 과학기술정책연구원 정책연구 2019-20, 2019.
31. 윤용식, “나노·초소형위성 산업 동향과 개발현황”, 항공우주산업기술동향, 14(1) pp. 18. ~ 25., 2016.
32. 이익현, “우주 관측 소형 위성(Constellation satellite)”, 한국항공우주연구원 e-정책정보센터, 2017.
33. 이춘근, “민군기술협력 촉진방안”, 혁신정책 Brief(18), 과학기술정책연구원, 2006
34. 이혁, “달탐사와 위성 인터넷망 구축을 중심으로 본 뉴스페이스 시대”, STEPI Future Horizon 80-86. 2019
35. 백기태, “Planet 사례로 본 뉴스페이스 비즈니스 모델과 창업 생태계”, KARI 한국항공우주연구원 우주정책연구 vol. 3, 2020.
36. 국방부, 국방우주력 발전 기본계획서, 2019.
37. 육군본부, 육군우주력 발전 기본계획서, 2021.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전

38. 공군본부, 공군우주력 발전 기본계획서, 2021.
39. Center for Strategic & International Studies, “Space Threat Assessment 2023”, CSIS, 2023.
40. Defense Intelligence Agency, Challenges to Security in Space, DIA, 2019.
41. Department of Defense, “Final Report on Organization and Management Structure for the National Security Space Components of the Department of Defense.” Report to Congressional Defense Committee August 9, 2018.
42. John Costello and Joe McReynolds, China’s Strategic Support Force: A Force for a New Era, National Defense University Press, October 2018.
43. 러시아 군사독트린, “Военная доктрина Российской Федерации,” 2014.12.26., года, <http://news.kremlin.ru/media/events/files/41d527556bec8deb3530.pdf>.
44. The White House, “Text of Space Policy Directive-4: Establishment of the United States Space Force.” February 19, 2019.
45. Todd Harrison, Kaitlyn Johnson, Thomas G. Roberts, Tyler Way, Makena Young, Space Threat Assessment 2020, Center for Strategic & International Studies, March 2020.
46. Rachael Burton and Mark Stokes, The People's Liberation Army Strategic Support Force Leadership and Structure, Project 2049 Institute, 2018.
47. Anderson et al, “Military utility: A proposed concept to support decision-making.”, Technology in Society 43, 2015.
48. JDana J. Johnson, Scott Pace, and C. Bryan Gabbard, “Space: Emerging Options for National Power”, Santa Monica, CA: Rand Corporation, 1998.
49. Denis et a, "From new space to big space : How commercial space dream is becoming a reality", Acta Astronica 431.~443., 2020.
50. Jim Oberg, “Space Power Theory”, US Air Force Academy, 1999.
51. Kott et al, “Long-term forecasts of military technologies for a 20–30 year horizon: Anempirical assessment of accuracy”. Technological Forecasting & Social Change, 2018.
52. O’hanlon, M., “Forecasting change in military technology 2020-2040”, Foreign Policy, Brookings Institute., 2020.

53. Terri Moon Cronk, Space-Based Capabilities Critical to U.S. National Security, DOD Officials Say, DOD News May 24, 2021.
54. 동아시아 연구원 스페셜 리포트, "미중경쟁 2050, 군사안보" https://www.eai.or.kr/new/ko/pub/view.asp?intSeq=20634&board=kor_issuebriefing%27,%27kor_workingpaper%27,%27kor_special%27,%27kor_multimedia&keyword_option=&keyword=&more= (검색일 : 2023.6.28.).
55. По команде "космос!" Воздушно-космические силы заступили на первое боевое дежурство, <http://www.rg.ru/2015/08/03/voiska-site.html> (검색일: 2023.7.2.).
56. China's Space Program: A 2021 Perspective, The State Council Information Office of the People's Republic of China, January 28, 2022. <https://www.cnsa.gov.cn/english/n6465652/n6465653/c6813088/content.html> (검색일: 2023.7.16.)
57. Karl A. Bingen, Kaitlyn Johnson, and Makena Young, Space Threat Assessment 2023, CSIS, April 2023.



I. 우주 정책

국방우주 안보체계 발전



The background of the cover features a dramatic space scene. On the left, a rocket is shown in the process of launching, with a bright, intense orange and yellow flame and white smoke plume trailing behind it. The rocket's path is highlighted by a vertical white line. To the right of the rocket, the curved horizon of a reddish-brown planet, likely Mars, is visible against the dark, star-filled expanse of space. The planet's surface shows various craters and geological features. The overall composition is framed by a thin white border.

Space Policy Research

Part 02 이슈 분석·제언

우주개발 제품의 복합시스템으로서의 특성



김종범

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



1. 서론

인공위성, 우주발사체는 기술제품의 특성 상 복합시스템 제품이라는 특성을 갖는다. 본 논문에서는 이러한 복합시스템 제품이라는 특성이 혁신체제에의 영향요인을 이루고 궁극적으로 우주개발 기술진화에 영향을 미치는 결정요인이라는 것을 전제하고 있다.

우주 제품의 복합시스템으로서의 특성을 살펴보고, 한국, 일본, 미국 사례를 검토해 볼 것이다.

2. 기술제품의 특성(복합시스템 제품)

2.1 복합시스템 제품의 특성

복합시스템 제품들은 다음과 같은 세 가지의 공통적인 특성을 가진다.

첫째, 복합시스템 제품은, 서로 연관되어 있으면서 상당부분 주문생산된 요소(component)(여기에는 서브 시스템, 부품 등이 포함된다)들로 구성되어 있다. 시스템의 복잡성은 시간의 경과와 함께 증가한다. 예를들어 1930년대 Frank Whittle이 개발한 초기의 터보제트엔진은 압축기(compressor)와 터빈이 일체화된 매우 단순화된 형태였으나, 시간의 경과와 함께 속도, 고도, 온도조건, 강도 등에 대한 요구에 따라 점점 더 많은 서브시스템들이 추가되어 현재는 22,000여개의 부품으로 구성되어 있다.

둘째, 복합시스템 제품의 기술변화는 비선형성을 지니고 있으며 지속적으로 변화하는 특성을 지니고 있다. 하나의 부품이나 부품에서의 기술혁신활동들은 시스템의 다른 부품 및 시스템에서의 개선활동을 이끌어 낸다. 그리고 이렇게 이루어진 개선활동은 또 다른 부품 및 서브시스템의 변화를 필요로 한다. 예를들어 항공기엔진개발에 있어 최종 테스트단계에서 팬 블레이드(fan

blade)의 결함이 발견될 경우, 문제해결을 위해서는 거의 설계 초기단계에서부터 재검토되어야 하고 아울러 비용에 있어서도 1억 파운드 이상을 추가로 요구한다. 따라서 비용절감을 위해서는 시제품(proto-type) 제작이전 단계에서부터 엄청난 정밀도를 갖는 반복적인 설계노력이 불가피하다. 실제로 새로운 엔진의 개발을 위해서는(컴퓨터화 되기 이전에는) 2.5백만장의 마이크로필름 도면과 300톤의 종이도면이 요구된다.¹⁾

마지막으로 수요자가 혁신과정에 참여하는 정도가 매우 높다. 대량생산 제품의 경우 제품은 기업에서 이를 만들고, 그것이 단순히 시장에서 거래될 뿐이나 복합시스템제품에서의 거래는 주문 제작의 성격과 같이 고객(그것도 소수의 고객)의 직접적인 요구사항을 반영하게 된다. 즉 인공지능의 건설 시 발주자의 요구반영이 절대적인 조건임은 물론 Batch 생산에 해당되는 여객기 개발 시에도 항공운항사의 요구성능에 대한 철저한 조사와 반영이 사업성패에 결정적인 역할을 한다.

Hobday(1997)은 복합시스템제품을 i) 단순한 기능제품이 아닌 컴포넌트 혹은 시스템차원(경우에 따라서는 Array도 포함)의 복잡한 기능과 ii) 최신의 기술을 적용하거나 혹은 요구되는 기술이나 소재등을 새로이 개발되어야 하는 매우 어렵고, 위험부담이 큰 동시에 대단위 투자를 요구하는 산업군으로 정리하고 있다. 이러한 성격의 제품/산업군은 위험부담이 크고 복잡해, 기존의 대량생산 방식의 제품/산업군과는 다른 차원의 기술혁신전략이 요구된다. 제품의 범위 및 기술적 불확실성은 프로젝트의 성격 및 관리와 깊은 연관관계를 갖는다.

시스템의 범위는 크게 어셈블리, 컴포넌트, 시스템, 그리고 array로 구분된다. 여기서 어셈블리는 부품, 재료 등을 단일 기능제품(예, 면도기, 계산기 등)으로 통합하는 것을 말하며, 컴포넌트는 보다 복잡한 시스템의 서브시스템(예, 항공전자, 전화중계기 등)을 말한다. 또 시스템은 상호작용을 하는 컴포넌트, 서브시스템의 보다 복잡한 조합(예, 항공기 혹은 항공기엔진, 전화교환기 등)을 의미하며, array(혹은 system of system)는 매우 크고 복잡한 시스템 및 기능의 통합(예, 공항시스템, 무기체계, 전기망, 이동통신망 등)을 의미한다. 복합시스템제품은 컴포넌트, 시스템 등을 주대상으로 하며, array는 여러 개의 복합시스템제품으로 구성된다고 할 수 있다.

1. Nightingale, P.(1997), "The Organization of Knowledge in CoPS Innovation", Proceeding of the 7th International Forum on Technology Management, Kyoto, Japan.

II. 이슈 분석·제언

우주개발 제품의
복합시스템으로서의 특성



II. 이슈 분석·제언

우주개발 제품의 복합시스템으로서의 특성

2. 송위진·황해란·조황희 (1999.9), "우리나라 복합시스템 제품의 기술혁신 특성에 대한 탐색적 연구-통신시스템 사례를 중심으로", 『기술혁신연구』, Vol. 2/No. 2, pp.275-289.

<표 1> 복합시스템 제품의 사례

항공관제 시스템	고속전철	철도 신호/통제 시스템
비행기 엔진	호버크라프트(Hovercraft)	도로시스템
항공모함	통합우편처리 시스템	도로교통 관리 시스템
전투용 장갑차	통합선로 시스템	로보틱스 시설
항공전자 기기	인텔리전트 빌딩	롤러 코스터 설비
수하물 취급 시스템	인텔리전트 창고	비행관제 시스템
금융자동화 시스템	전투기	인공위성 시스템
이동통신 기지국	메인프레임 컴퓨터	반도체 가공설비
전함	해상 커뮤니케이션 시스템	오수처리공장
교량	핵해체 시스템	우주항공 발사체
화물선	핵융합연구설비	우주관측 시스템
비즈니스 정보 네트워크	핵발전소	우주정거장
화학공장	핵폐기물 처리 시설	전략폭격기
반도체 클린룸	해양시추 시스템	잠수함
Combined cycle gas turbine	석유생산 플랫폼	슈퍼 컴퓨터
정기 순항선(Cruise liner)	석유정제설비	광대역 네트워크
댐	유조선(oil tanker)	싱크로트론 입자가속기
항구	여객기	탱크
전기 네트워크 통제 시스템	항만선적 시스템	탱크 커뮤니케이션 시스템
전자상거래 시스템	석유정제를 위한 공정통제 시스템	통신교환기
전자 소매 네트워크	생산시스템(자동)	통신네트워크 관리 시스템
유연생산체제(FMS)	경주용동력보트	통신중계 시스템
모의비행장치	대형 라디오 전송탑	훈련제트기
소형 구축함	연료보급 항공기 및 시스템	철도운송시스템 (rail transit system)
미사일 통제 시스템	원격 핵 해체 시스템	정수/정화 공장
헬리콥터	경주용 차	수도공급시스템

자료: Hobday, M.(1997), "Product Complexity, Innovation and Industrial Organisation", Research Policy 26, pp. 689-710.

2.2 복합시스템 제품의 기술혁신 특성: 대량생산 제품과의 비교

복합시스템 제품의 기술혁신은 기존 혁신이론에서 주요 분석 대상이 되어왔던 대량생산 제품의 기술혁신과 다른 특성을 지니고 있다.²⁾

대량생산 제품은 대부분의 경우 단일기능을 가지고 있는 제품으로서 비교적 표준화된 부품들

간의 단순한 인터페이스로 연결되어 있는 경우가 많다. 따라서 지식·숙련의 집약도가 상대적으로 낮고 설계가 단순하며 단위당 생산비용도 낮은 경우가 많다. 대량생산 제품은 소비재인 경우가 많으며 상대적으로 짧은 제품수명주기를 특징으로 한다. 반면 복합시스템 제품은 주문 생산된 수많은 부품들이 복잡한 인터페이스로 연결되어 있고 다기능을 지니고 있으며, 제품의 개발 및 생산에 있어 높은 수준의 숙련과 지식의 투입을 요구하는 경우가 많다. 복합시스템 제품은 대부분의 경우 자본재인 경우가 많고 제품수명주기가 상대적으로 길다.³⁾

복합시스템제품의 생산자는 특별한 관리능력을 요구한다. 즉, 해당기업 내부의 관리뿐 아니라 수많은 하청공급자, 파트너, 규제자(regulators and standards), 그리고 정부관계자를 모두 중재하고 관리하는 체계종합자(system integrator)로서의 기능이 그것이다. 아울러 특정산업기술에 머물지 않고 다양한 기술적 능력을 모두 종합화할 수 있어야 한다. 항공기개발 프로젝트의 경우 기계, 전자, 전기전자, 정밀가공, 소프트웨어엔지니어링, 재료, interfacing 기술 등 실로 광범위한 분야의 기술을 통합화할 수 있어야 하며, 또한 이러한 기술은 대부분 문서화되기 보다는 사람에 체화되어 있다. 최근들어 이러한 체계종합기능의 성격이 정보기술(information)의 진보에 힘입어 급격히 변화하고 있다. 저가의 컴퓨터와 체화된(embedded) 소프트웨어 기술은 Concurrent engineering, 시뮬레이션 등 복합시스템제품의 개발 및 생산능력을 현저히 향상시켰다. 경영관리 조직은 공식적이고 계층적인 체제보다는 유기적인 조직이 요구된다. 다시말해, 계층구조는 관료적이고 경직된 체제는 높은 불확실성, 고객과 규제자로부터의 피드백(feed-back), 위험과 기회에 대한 예측과 신속한 반응에는 적절치 않다. 산업구조에 있어서도 대량생산산업과는 달리 소수의 고객과 소수의 공급자로 구성되는 쌍방과점적 특성을 지닌다. 또 경우에 따라서는 독점적 시장환경, 매우 정치적인 구매결정, 정부의 규제, 그리고 까다로운 지적인 구매자를 상대해야 한다. 또 대형엔지니어링 사업(예, 해저터널 등)의 경우에는 체계종합자, 금융기관, 정부기구, 하청계약자 등으로 일시적인 프로젝트베이스의 컨소시엄을 구성하기도 한다. 시장거래의 방식도 상이한 특징을 보이고 있다. 대량생산 제품의 경우 다수의 판매자와 구매자가 거래하는 경쟁적 시장거래를 특징으로 하고 있는데 반해 복합시스템 제품의 시장은 과점적이며 거래가격이나 조건이 협상을 통해 결정된다. 정부나 규제기구가 이 과정에서 개입되어 개별 거래를 규제하거나 정치화시키기도 한다. 정부가 복합시스템 제품의 거래에 개입하게 되는 데에는 안전문제(대규모 공공교통시스템, 핵발전소 등의 사례), 국가 표준 설정의 문제(정보통신 시스템), 그리고 독점력의 남용을 방지하기 위한 목적이나 전략적 혹은 군사적 목적 등 여러 가지 이유가 있다. 이러한 특성 때문에 복합시스템 제품의 거래는 정부나 공기업의 구매정책에 크게 영향을 받는 경향이 있다.⁴⁾ 그리고 '정치적 요인'이 제품의 선택에서 중요한 영향을 미친다. 외국 기업이 공급하는 제품의 성능이 월등한 경우에도 국가적 관점에서 국내 공급업자의 육성을 위해 시장진입을 막는 경우도 있으며 이로 인해 기술수준이 열위에 있는 공급업자가 상당기간 동안 시장을 장악하는 경우도 발생한다.⁵⁾

한편 공급측면에서 보았을 때, 복합시스템 제품의 제품설계 및 기술적 특성으로 인해 복합시스템 제품을 개발하는 조직은 '프로젝트 방식'으로 진행된다. 복합시스템 제품의 프로젝트는 한시적



II. 이슈 분석·제언

우주개발 제품의
복합시스템으로서의 특성

3. Hobday, M.(1997), "Product Complexity, Innovation and Industrial Organisation", Research Policy 26, pp. 689-710.
4. Rosenkopf, L. and Tushman, M.(1998), "The Coevolution of Community Networks and Technology: Lessons from the Flight Simulation Industry", Industrial and Corporate Change, Vol. 7, No. 2.
5. Davies, A.(1996), "Innovations in Large Technical Systems: The Case of Telecommunications", Industrial and Corporate Change, Vol. 5, No. 4.



II. 이슈 분석·제언

우주개발 제품의 복합시스템으로서의 특성

6. Hobday, M.(1997), "Product Complexity, Innovation and Industrial Organisation", *Research Policy* 26, pp. 689-710.

7. 황진영(1997), "기술혁신 전략과 한국의 항공기 산업," 『항공우주』, 통권 55호-58호, 한국항공우주산업진흥협회.

으로 형성된 연합조직에 의해 추진되며 많은 경우 다양한 기업 및 이해집단들이 참여하게 된다. 복합시스템 제품 프로젝트의 라이프사이클은 입찰 → 개념 및 상세 설계 → 제조가공 → 인도 및 설치 → 생산 後 혁신 → 유지보수 → 서비스 및 해체작업 순으로 진행된다.⁶⁾

복합시스템에 대한 연구는 아직까지 초기단계에 있다고 볼 수 있으나, 기존의 대량생산산업과는 분명히 구분되는 산업특성을 제시하고 있다. 즉 i) 기술적 불확실성이 높고 ii) 서비스시스템, 컴포넌트 등 복잡한 시스템의 종합능력이 크게 요구되는 동시에 iii) 기술·제품이 표준화단계에 이르지 못하고 유동기(fluid phase)에 머물며 iv) 기술혁신과정에 있어 고객의 역할이 매우 중요하고 v) 정부 및 규제자의 개입을 회피할 수 없으며 vi) 연구개발, 엔지니어링능력이 절대적인 산업군으로 복합시스템제품을 요약할 수 있다. 따라서, 복합시스템제품에서는 기업 내외의 조직뿐만 아니라 외부의 각종 참여·관련기관과의 조정과 중재능력, 광범위한 분야의 기술을 체계종합하는 능력, 그리고 연구개발 및 엔지니어링 능력 등이 경쟁의 요체라 할 수 있다. 또한 정부와 규제자의 역할과 개입이 그 어느 산업군보다 커, 기업과 정부의 공동노력이 필수적인 산업군으로 할 수 있다. 아울러, 복합시스템제품이 차지하는 경제활동의 비중이 점점 커지고 있는 추세에 있다.⁷⁾

2.3 우주개발 제품의 복합시스템 제품으로서의 특성

우주제품은 자동차, 컴퓨터 등의 대량생산 제품과는 다른 많은 특징을 가지고 있고, 또한 우주제품 자체의 고유한 특성도 있다. 따라서 우주제품개발 프로젝트에서는 이러한 특징들이 반영되어야 하고, 이에 맞는 기술혁신시스템이 갖추어져야 한다.

우주제품의 특징을 살펴보면, 첫째 우주제품(인공위성, 우주발사체)들은 다양하고 많은 첨단기술과 기존기술이 복합화되어 개발되고 있으며, 이의 확보를 위해서는 막대한 장기적 투자와 첨단 시스템기술 개발이 필요하여 정부에 의존도가 매우 높다. 위성은 지상이 아닌 우주공간에 떠있는 시스템이고, 발사체는 발사 후 재사용이 불가능하므로 고장 수리 및 유지관리가 불가능하다. 우주의 혹독한 환경에서 작동할 수 있는가에 대한 많은 시험이 필요하기 때문에 고가의 대형시험설비와 시스템 제작을 위한 특수한 치공구 그리고 관련 전문기술 인력들을 필요로 한다.

둘째, 우주제품은 아주 많은 수의 부품으로 구성되고 부품의 개발·공급원은 모든 산업에 걸쳐있는 제품시스템(product-system)인 대규모의 기술시스템이다. 제품시스템은 다른 기술분야에 속한 많은 부품과 서비스시스템이 함께 구성되는 것으로 다중기술적(multitechnological)이고, 부품, 서비스시스템 그리고 시스템들이 총시스템 속에서 서로간에 많은 상호작용을 하는 특성을 갖는다. 이러한 특성을 갖는 제품시스템에서의 기술변화는 3가지 레벨에서 발생하고, 그것은 부품레벨에서의 구성단위의 혁신(modular innovation), 인터페이스와 링키지 기술에서의 기술혁신(architectural innovation) 그리고 전체시스템에서의 기술혁신(radical innovation)이 있을 수 있다. 부품 수에서 간단하게 살펴보면 오토바이가 수천 개, 자동차가 수만 개인 것에 비해 항공기

가 수십만 개, 인공위성이 수만에서 수십만 개, 로케트나 셔틀이 수십만에서 수백만 개의 순서이다. 시스템의 고장율은 거의 부품 수에 비례하지만 우주에 수리공장은 없기 때문에 우주시스템의 개발에는 많은 수의 부품에 대한 신뢰성·품질관리가 불가피 하다.



II. 이슈 분석·제언

우주개발 제품의
복합시스템으로서의 특성

셋째, 항공기는 하나의 설계로 수십 기에서 수백기의 규모로 양산을 하지만 우주 제품은 하나의 설계로 많아야 2기 규모의 생산을 한다. 발사체인 로켓도 위성의 발사 수요에 맞추어 제작된다. 이 점에서 우주제품개발은 수주생산 방식으로 수요자(주문자)의 요구에 의해 제품혁신과 기능혁신이 일어난다. 위성은 하나의 설계로 비행용 1기, 제작시험용 1기(예비로서 비행용으로 개수 가능한 것)의 규모로 제작되고, 이것을 위한 발사 로켓도 1기만 제작된다. 그리고 위성의 수명은 정지궤도용의 15년에서부터 저궤도용의 2-3년으로 크게 나누어진다. 따라서 2-3년 이후에도 동일한 임무를 지속시키고자 할 때에는 대체위성을 제작하여 올려야한다. 그런데 일회성의 임무만을 띤 위성에서는 동일 임무의 대체위성 보다는 다른 임무의 대체위성으로 운영이 된다. 따라서 위성은 시리즈 형태로 점진적 진화를 하고 임무에 따라 혁신적으로 진화를 한다. 결국 진화할 때마다 지식의 진보에 의해 일부분씩 혹은 전체 시스템이 변화하는 형태를 띄게 되어 각 위성의 제작 프로젝트마다 지식의 진보가 이루어진다. 따라서 위성을 제작하는 각 프로젝트간의 연계와 하나의 프로젝트 내에서의 지식 융합에 의한 지식창출과 기술혁신이 중요하다.

3. 주요국 복합시스템 제품으로서의 우주개발 혁신

3.1. 한국

가. 정부(정부출연연구소) 주도 및 산학연 참여

우주개발은 국가주도의 국가연구개발사업을 통해 한국항공우주연구원을 축으로 하는 정부출연연구소를 중심으로 이루어져 왔고 기업들이 참여하는 방식으로 추진되었다. 국가 및 정부출연(연)의 국가 주도에서 벗어나 민간참여 확대 시책을 펴 왔다. 1999년 발사된 다목적실용위성 1호의 경우 예를들면 본체개발 추진체계에서 기업체는 부분체 설계 및 해석, 부분체 제작/조립 및 시험, 부분체 부품 국산화 등의 역할을 수행하였는데, 구조/열제어계 개발은 대한항공, 두원중공업, 자세제어계 개발은 대우중공업, 전력계 개발은 현대우주항공, 추진계 개발은 한라중공업, 한화, 원격측정 명령계 개발은 삼성항공 등이 수행해 왔다.

다목적실용위성 2호 개발사업의 경우 한국항공우주연구원이 총괄주관기관이 되어 국내 주도로 개발하며 국내기업이 공동설계팀에 참여하여 국산화 부품의 제작/조립 및 시험을 주관하고 전자통신연구원이 주 관제시스템을 개발하며 관련 22개 연구과제를 과학기술원 등 국내 대학이 위탁연구로 수행하게 하였다.



II. 이슈 분석·제언

우주개발 제품의
복합시스템으로서의 특성

다목적실용위성 2호 사업에서의 민간역할을 증대시키기 위하여 위성본체 주관기관 1개사를 선정하여 공동설계, 제작·조립을 담당하게 함으로써 민간기업의 역할을 증대시키고 있다. 또한, 인공위성 개발은 여러 분야의 첨단기술이 종합되어 고부가가치를 생산하게 되는 분야로 첨단기술을 확보하고 기술경쟁력을 갖추기 위해서는 분야별로 민간기업 전문화 육성을 하고 있다. 다목적실용위성 1호 사업부터 7개 기업체가 참여하여 분야별 전문기업으로 육성하였으며 다목적실용위성 2호 사업에서도 다목적실용위성 1호 사업 참여기업을 중심으로 분야별로 전문화하여 개발에 참여하고 있다. 민간기업이 지속적으로 우주개발에 참여하기 위해서는 최소한의 이윤보장이 필요하다. 이에 다목적실용위성 3호 개발사업에서는 기존의 참여 민간기업이 부담해오던 현금 및 현물출자 부담을 없애기 위하여 민간기업을 시제용역 방식으로 참여를 추진하고 있다.

2002년 11월 28일 발사가 이루어진 KSR-III 사업의 경우만 살펴보더라도 국가연구개발사업을 통해 한국항공우주연구원을 축으로 하는 정부출연연구소를 중심으로 이루어져 왔고 기업, 연구소, 대학들이 참여하는 방식으로 추진되었다. 사업 수행 방법은 항공우주연구원이 사업 총괄, 시스템 설계, 시험평가 및 발사시험 등을 수행하고, 참여 기업체는 시스템 총조립, 부품, 서브시스템 설계 및 제작 등의 임무를 수행하고, 협동 연구기관은 로켓관련 기초연구, 탑재 과학장비 및 소프트웨어 개발 등을 개발하는 방식으로 산·학·연 연계체계를 구축하여 국내 가용자원을 최대한 활용코자 하였다.

나. 플랫폼과 복합제품 시스템 진화

우리나라 인공위성 개발의 역사는 1990년 초에 과학기술원 인공위성연구센터의 연구원들이 영국의 Surrey 대학과 공동으로 실험·관측 목적의 우리별위성 개발에 착수함으로써 시작되었다. 미국이나 구소련이 일찍이 1960년대부터 우주기술을 국가전략적으로 활용하기 위하여 우주개발에 뛰어든 것과는 달리 순전히 연구목적으로 시작을 하였던 것이다. 그리고 1992년 8월 드디어 우리별위성 1호가 성공적으로 발사되어 국민 모두에게 미래기술에 대한 국가적인 기대와 관심을 증폭시켜 주었다. 이것이 계기가 되어 1993년 ‘신경제 5개년 계획’의 중점과제로 2000년대 우주기술 세계 10위권 진입을 목표로 한 우주·항공기술 개발을 추진키로 하고 1994년 다목적실용위성의 개발을 본격적으로 추진하게 되었다. 이와 동시에 1996년 4월 정부는 우주개발에 대한 국민적 충의를 집약하여 ‘국가우주개발중장기계획’이라는 국가적인 우주개발 프로그램의 청사진을 제시하고 이에 의거 지금까지 국가우주개발사업을 일관되게 추진하여 왔다.

인공위성개발은 그 개발과정에 최신기술이 적용되고 개발초기부터 거대 자본이 투자되어 이루어지는 특성을 가지고 있으므로 민간기업이 참여하기가 용이하지 않다. 따라서 대부분의 나라에서는 국가가 사업을 주도적으로 추진하고 개발된 기술의 상업화를 위하여 민간기업을 참여시켜 육성하고 있다. 그 동안의 지속적인 노력으로 우리나라의 인공위성 개발과 활용관련 기술은 상당한 수준에 도달했다.

다목적실용위성은 초기 기술개발의 진화를 거듭하였다. 시스템 및 위성본체 분야에서는 1호의 해외공동개발에서 2호, 3호부터는 국내주도 개발로 나아가고 있다. 탑재체 분야에서는 1호 구매 및 OJT에서 2호는 해외공동개발, 3호 이후 국내주도 개발로 나아가고 있다. 지상국은 1호의 관제 기술 국내주도 개발 경험을 살려 2호부터는 국산화 개발로 나아가고 있다.

<표 2> 초기 다목적실용위성의 진화

구분	다목적실용위성 1호	다목적실용위성 2호	다목적실용위성 3호	
분야별	시스템	<ul style="list-style-type: none"> ■ 해외공동개발 <ul style="list-style-type: none"> · 위성시스템 설계 기술 습득 · 조립·시험기술 습득 · 우주환경시험기반 시설 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내주도개발 <ul style="list-style-type: none"> · 고정밀 위성시스템 기술 확보 · 고정밀 조립 및 시험기술 확보 · 시험시설성능개량 (음향챔버구축 등) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내주도 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 차세대 위성 시스템 설계기술 확보 · 고정밀 탑재체 조립 및 시험/검증기술 확보 · 정밀광학 조립·시험 시설 구축
	위성본체	<ul style="list-style-type: none"> ■ 해외공동개발 <ul style="list-style-type: none"> · 위성본체 설계 기술 습득 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내주도개발 <ul style="list-style-type: none"> · 탑재컴퓨터 성능 향상 · 고정밀 자세제어 기술 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내주도 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 정밀구조 설계기술 확보 · 전장품 통합 및 집적화 · 전기적 구조 개선 · 고속 자세기동기술 확보
	탑재체	<ul style="list-style-type: none"> ■ 구매+OJT <ul style="list-style-type: none"> · 광학탑재체 해외 구매 · 탑재체 조립·시험 기술 OJT 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 해외공동개발 <ul style="list-style-type: none"> · 고해상도 카메라 해외공동개발 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내주도 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 고정밀카메라 국내주도 개발
	지상국	<ul style="list-style-type: none"> ■ 관제기술 : 국내주도개발 <ul style="list-style-type: none"> · 위성 관제시설 설치 및 운용기술 습득 · 위성수신시설 설치하는 해외공동개발 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국산화 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 위성 관제/수신기술 국산화 · 고정밀위성 궤도 추적 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국산화 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 위성 다중관제능력확보 · 송수신시스템 신뢰도 향상 · 성능 및 정확도 향상

3.2 일본

복합시스템 개발 특성에서, JAXA 등 정부기관들이 우주활동의 혁신과정을 지배하고 있고, 민간 기업, 대학 및 연구소들도 우주 정부기관들과 긴밀히 협력하고 있어 일본의 경우 제품개발이 국가주도의 국가연구개발사업을 통해 공공기관을 중심으로 기업들이 참여하는 방식으로 추진되었다. 일본의 우주개발 프로그램의 특징은 시나리오와 시리즈 형태로 계획되고 있다. 과학위성은 지속적인 관찰을 위한 반복적인 위성과 특수한 목적을 갖는 하나의 위성으로 우주과학의 시나리오에 의해 개발되어지고, 실용위성은 위성의 개발을 통하여 새로운 기술을 시험하기 위한 기술시험 위성의 시리즈 형태로 개발되고 있다. 실용위성의 각각은 개개의 임무를 갖고 있으면서 또한 새로운 기술을 시험해보는 위성이기도 함. 발사체의 경우는 N-Series, H-Series 등의 예에서 보듯이 시리즈의 형태로 계속 보완, 발전 시켜나가면서 일부를 중첩시키는 개발형태를 보유했다.



II. 이슈 분석·제언

우주개발 제품의 복합시스템으로서의 특성



II. 이슈 분석·제언

우주개발 제품의
복합시스템으로서의 특성

3.3 미국

복합시스템 제품 특성에서, NASA는 우주개발의 전 생애주기를 통하여 기술개발의 개념을 진보시키고 있는데, 자금 제공, 기술이전 프로그램, 혁신 파트너십, 공동연구 등을 통하여 공공/민간 기구, 대학 및 산업체와의 협력을 증진시키고 있다. 우주개발 관계인의 참여를 사전기획부터 늘리고자 하는 계획은 미국 우주탐사 비전에서도 잘 나타난다.

미국의 위성제품 개발에 있어서 플랫폼 형성을 통한 제품의 진화는 세계에서 가장 많은 위성 개발 경험을 가지고 있는 보잉(Boeing)에서 잘 나타난다. 미국의 발사체는 Scout, 새턴 시리즈(Saturn series), 델타 시리즈(Delta series), 아틀라스 시리즈(Atlas series), 타이탄 시리즈(Titan series), 페가수스(Pegasus), 토러스(Taurus) 순으로 발전. 또한, 미국의 발사체는 Scout, 새턴 시리즈(Saturn series), 델타 시리즈(Delta series), 아틀라스 시리즈(Atlas series), 타이탄 시리즈(Titan series), 페가수스(Pegasus), 토러스(Taurus) 순으로 발전한 예에서 알 수 있듯이, 대량생산과 달리 하나의 제품 제작만으로는 그 제품에 대한 완전한 기술 습득이 내재화되기 어려워, 플랫폼을 구축한 이후 몇 번의 기능혁신 그리고 그후 시스템혁신을 이룩하는 플랫폼의 혁신을 따르고 있다. 이러한 방식이 복합제품을 개발하는데 있어서 지속적인 혁신을 일으키게 하고 있다. 우주개발 시스템제품 개발이 이루어진 후, 그것을 플랫폼으로 해서 계속 시스템을 개선·발전시키는 형태로 복합시스템 제품의 진화를 이루었다.

4. 결론

우주제품개발이 국가주도의 국가연구개발사업을 통해 한국 KARI, 일본 JAXA, 미국 NASA 등 대부분의 국가는 공공연구소를 중심으로 기업, 대학, 연구소들이 참여하는 방식으로 추진되었다

대량생산과 달리 하나의 제품 제작만으로는 그 제품에 대한 완전한 기술습득이 내재화되기 어려워, 플랫폼을 구축한 이후 몇 번의 기능혁신 그리고 그후 시스템혁신을 이룩하는 플랫폼의 혁신을 따르고 있었다. 이러한 방식이 복합제품을 개발하는데 있어서 지속적인 혁신을 일으키게 하고 있었다.

참고 문헌

1. Davies, A.(1996), "Innovations in Large Technical Systems: The Case of Telecommunications", Industrial and Corporate Change, Vol. 5. No. 4.
2. Hobday, M.(1997), "Product Complexity, Innovation and Industrial Organisation", Research Policy 26.
3. Nightingale, P.(1997), "The Organization of Knowledge in CoPS Innovation", Proceeding of the 7th International Forum on Technology Management, Kyoto, Japan.
4. Rosenkopf, L. and Tushman, M.(1998), "The Coevolution of Community Networks andTechnology: Lessons from the Flight Simulation Industry", Industrial and Corporate Change, Vol. 7, No. 2.
5. 김종범(2006), 우주개발 혁신체제 특성과 영향요인에 관한 국가간 비교연구, 고려대학교.
6. 송위진·황혜란·조황희(1999.9), "우리나라 복합시스템 제품의 기술혁신 특성에 대한 탐색적 연구-통신시스템 사례를 중심으로", 『기술혁신연구』, Vol. 2/No. 2, pp.275-289.
7. 황진영(1997), "기술혁신전략과 한국의 항공기 산업," 『항공우주』, 통권 55호~58호, 한국항공우주산업진흥협회.

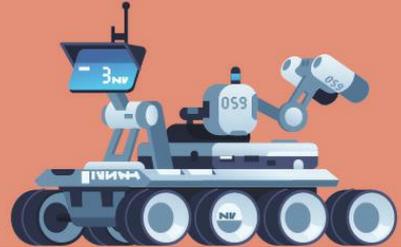


II. 이슈 분석·제언

우주개발 제품의
복합시스템으로서의 특성



ESG 경영전략과 우주개발



임창호

한국항공우주연구원
정책팀 책임연구원
경영학 박사
changho@kari.re.kr



패러다임의 변화

최근 들어 사기업은 물론, 공기업과 공공기관에 화두가 되고 있는 것이 있다. 바로 ESG 경영이다. 우리는 과거 기업의 목표가 ‘이윤의 극대화’라고 배웠었고, 많은 이들이 또한 그렇게 알고 있기도 하였다. 그러나 오늘날 그러한 개념은 적절치 않다. 기업과 산업을 둘러싼 환경과 이해관계자들이 변화하였기 때문이다. 기업과 조직이 목표를 달성하기 위해서는 계속해서 경영활동을 수행하고 또한 살아남아야 한다. 즉 지속가능성이 전제되어야만 한다. 이 기본 개념을 바탕으로 기업과 기관은 관련 산업에서 다양한 경영활동과 관리를 수행해 왔다. 과거, 기업이 재무적 지표를 중심으로 관리하고 경영활동을 해 오던 것에서 오늘날에는 비재무적 지표에 이르는 다양한 사항을 고려하지 않으면 안되는 시대가 된 것이다. 기업과 기관들은 사회와 국가, 더 나아가 세계와 소통하며 그 환경 속에서 저마다 희망하는 목표들을 달성해야 한다. 따라서 사회와 국가 그리고 글로벌 환경이 요구하는 목소리에 귀를 기울일 수 밖에 없다. 다시 말해, 과거 주주자본주의에서 이해관계자 자본주의로의 변화과정에 있다고 할 수 있다.



- 주주이익 극대화
- 환경오염, 거래처, 직원 등 피해

- 공유가치 창출
- 사회적 이윤추구활동과 경제적 이익추구 활동의 일치

(자료: 윤덕진, "ESG 등급, 점수보다 방향과 과정에 초점 지속 가능성 위한 검증으로 촘촘해 졌다.", DBR 2022.1.

< 기업경영의 이해관계자 자본주의로의 전환 >

90년대 초·중반 환경이 이슈가 되면서 많은 기업들이 이음하여 ‘그린 경영’을 하기 시작하였다. 이후 기업의 사회와의 관계가 주목되면서 기업의 사회적 책임이 강조된 CRS(Corporate Social Responsibility) 경영이 이루어졌다. 이후 기업의 가치를 향상하기 위해 사회적 가치도 함께 창출하는 CSV(Creating Shared Value)가 경영환경에 대한 패러다임을 변화시켜 왔다. 이후 미국의 리먼브라더스 사태 이후 지배구조에 대한 인식과 관심이 더해져 이제 기업과 조직의 지배구조 또한 미래가치를 결정하는 중요 요인으로 받아들여져 ESG(Environment, Social, Governance) 경영을 요구받고 있다.



< 경영환경의 주요 패러다임 변화 >

이러한 일련의 경영패러다임의 변화가 기업들에게만 해당하는 것이라 생각하기 쉬우나 그렇지 않다. 기업은 물론 공공기관과 민간기관들도 저마다의 미래가치를 향상시켜 지속가능성을 높여가기 위해서는 이러한 변화에도 관심을 기울여야 한다. 왜냐하면 상황에 따라서는 기업과 기관의 존폐를 가름할 수도 있기 때문이다.

ESG란 무엇인가?

그럼 ESG란 무엇인가? ESG는 말 그대로 환경(Environment), 사회(Social), 지배구조(Governance)의 약자로 기업을 바라보고 평가하고 인식하는 관점의 3축이라 할 수 있다. 크게 어렵지 않은 개념이다. 과거 재무적 지표를 중심으로 기업을 평가하고 그에 따른 투자가 이루어졌다면 오늘날에는 기업이 속한 환경에서 필요로 하는 ‘지속가능성’을 확보하여 경영활동을 이뤄야 하는 상황이다. 기업이 주주와 내부고객인 직원들 외에 기업이 속한 사회와 국가, 더 나아가 글로벌 환경 속에서 각각의 이해관계자들의 요구와 니즈(needs)에 부응한 경영활동을 추구해야 한다. 이 3가지 관점은 기업을 둘러싼 환경에서 중요한 요소로 인식되어 온 시대적인 요구와도 그 맥을 같이 하고 있다. 전술한 바와 같이 CRO (Chief Risk Officer) 사외이사의 전문성, 과도한 사외이사 수 등은 리먼사태의 한 원인으로 평가되고 있다. 이전의 경영이 환경과 사회 같은 기업의 외부환경에 대한 대응이었다면 이제는 기업 내부적인 요인에 대한 대응을 요구받고 있는 것이다.



II. 이슈 분석·제언

ESG 경영전략과 우주개발

Environmental

- 기후변화·위험
- 자원고갈
- 폐기물
- 환경오염
- 산림파괴

Social

- 인권
- 근로조건(보건, 안전)
- 고용관계, 노조관계
- 노동착취
- 책임생산

Governance

- 뇌물
- 부패
- 이사회구성의 다양성
- 정치적으로비, 사회공헌
- 세금전략

(자료: UN PRI)

< ESG 주요 개념 >

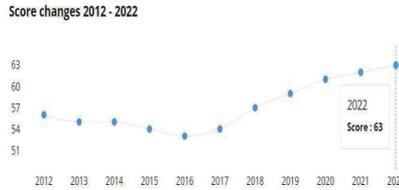
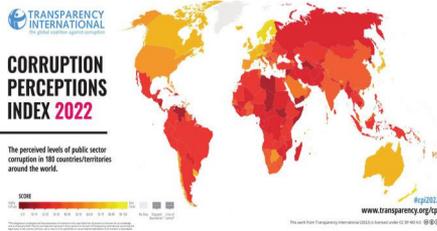
그럼 ESG는 왜 중요한가?

단순히 기업의 이미지 제고 측면에서 접근한다면 ESG에 대한 필요성, 절실함을 이해하기 힘들다. 과거 많은 기업들이 환경적 이슈에 대응하면서 이름하여 “그린워싱(Green Washing)”에 그쳐 진정한 기업의 환경에 대한 책임을 다하지 못하였고 그 결과는 아예 시행하지 않은 것 보다도 못한 기업 이미지를 얻게 되기 때문이다. 이제 ESG를 바라보는 기업들은 이를 덜 나쁜 기업 이미지에서 한층 더 나아가 게임의 룰을 활용하여 자리매김함으로써 또 하나의 기업 경쟁력으로 바꾸어 가야 하는 것이다. 그럼 왜 이렇게 ESG 경영이 주목받고 실행을 하려고 하는 것인가? 이는 단순히 기업이미지 제고 차원의 접근이 아닌 기업경영의 중요 부분인 투자와도 연결되어 있기 때문이다. 월스트리트의 해결사로 불리우며 전 세계에서 가장 많은 자금을 운용하는 ‘블랙록’의 CEO 래리핑크가 2020년 연례서한에서 기후변화에 대응하지 않는 기업에게는 투자하지 않겠다는 발표 이후 ESG의 중요성이 한층 주목 받았다. 오바마와 바이든 정부의 주요 예산 관련 주요 공직자들이 ‘블랙록’의 투자 관련 책임자 등으로 자리를 옮긴 것을 볼 때, 블랙록의 영향은 결코 드러난 것 이상의 영향력을 갖고 있다는 평가다. 이러한 ‘블랙록’의 CEO의 투자원칙은 투자유치를 희망하는 기업 입장에서선 따르지 않을 수 없는 절대기준이 되어가는 것이다. 래리핑크는 “블랙록이 지속가능성에 초점을 두는 것은 환경론자이기 때문이 아니라 자본가이기 때문”이라고 말하고 있다. 이처럼 미래 기업경영에 있어 환경, 지속가능성은 기업 경쟁력의 중요한 요인이 되었음을 단적으로 보여주는 것이라 하겠다. ESG 평가에 모건스탠리가 관련 기준을 제시하고 평가하고 있는 것 또한 기업투자에 있어 ESG 경영이 갖는 중요성을 보여주고 있다. 이 같은 환경적 측면외에 기업의 지배구조의 투명성과 다양성 또한 기업의 경쟁력과 투자기준으로 작용하고 있다. 국제투명성기구의 2022년 각 국가별 부패인식지수를 살펴보면, 1위는 덴마크, 2위 핀란드와 뉴질랜드, 그 뒤를 노르웨이, 싱가포르가 차지하고 있다. 7위 스위스, 8위 네덜란드, 9위 독일, 일본은 18위, 미국은 24위 그 뒤를 이어 대만이 25위이다. 우리나라는 32위에서 지난해 한 단계 올라선 31위를 차지하고 있다.



II. 이슈 분석·제언

ESG 경영전략과 우주개발



< 부패인식 지수 2022 지도맵 >

< 우리나라 부패인식지수 변화 >

(자료: 국제투명성 기구)

이 같은 각 국가의 부패인식 지수는 해외 투자자들로 하여금 투자국에 대한 신뢰를 평가하는데 좋은 기준을 제시해 주고 있다. 정부가 부패하고 기업들의 경영이 투명하지 못하다면 그 국가와 기업을 신뢰할 수 없게 되고 이는 다시 국가와 기업의 신용도에 영향을 미쳐 투자에도 영향을 주게 되는 것이다. 이러한 이유로 ESG에서 지배구조 항목에 부패와 기업이사회 구성의 다양성 등이 평가항목의 하나로 포함되고 있다.

ESG 변화와 발전

ESG가 본격화되는데 촉진자로서 큰 역할을 한 사람이 있다. 바로 코피아난 전 UN 사무총장이 다. 코피아난은 환경과 사회의 다양한 문제를 해결하기 위해서는 기업들이 변화해야 함을 인지하고 1999년 1월, 스위스 다보스 세계 경제 포럼에서 세계 유수의 글로벌 기업의 CEO들에게 ‘지속가능성’을 강조하며 이를 위한 보고서 작성을 위한 가이드라인을 제시할 국제기구인 GRI(Global Reporting Initiative)를 설립하게 된다. 이듬해인 2000년에 UNGC(UN Global Compact)를 출범시켜 기업들의 환경과 사회에 대한 책임 등 지속가능성 향상을 목표로 구체적 계획들을 추진해 나간다.



< UN Global Compact 기구 관계 >

(자료: UN Global Compact)



II. 이슈 분석·제언

ESG 경영전략과 우주개발

이후 2004년에는 9개국 20여 개 금융기관들을 초청해 ESG를 강조하게 되고 이때 UNGC에서 발간한 「Who Cares Wins」라는 보고서에서 ESG라는 용어가 처음 등장한다. 이후 UN PRI에서 책임투자 원칙을 발표하고 이를 투자 결정에 반영하라고 권고하게 된다. 6개 주요 투자원칙과 함께 각 원칙에 따른 실행원칙 등을 명시함으로써 ESG에 대한 책임투자에 대한 각국의 반영과 이행을 강조하고 있다.

< UN 책임투자원칙 >

- Principle 1: We will incorporate ESG issues into investment analysis and decision-making processes.
- Principle 2: We will be active owners and incorporate ESG issues into our ownership policies and practices.
- Principle 3: We will seek appropriate disclosure on ESG issues by the entities in which we invest.
- Principle 4: We will promote acceptance and implementation of the Principles within the investment industry.
- Principle 5: We will work together to enhance our effectiveness in implementing the Principles.
- Principle 6: We will each report on our activities and progress towards implementing the Principles.

이후 2011년에는 기업회계에 있어 ESG를 반영할 기구인 ‘지속가능성 회계기준위원회(SASB)’를 출범시킨다. 이후 SASB는 국제통합보고위원회(IIRC)와 통합되어 가치공시재단(Value Reporting Foundation)으로 새롭게 출범한다. 2014년에는 RE100(Renewable Energy 100%)이, 2015년 파리기후협정을 계기로 TCFD(기후위기 관련 재무정보 공시를 위한 태스크포스팀)가 출범하면서 그 유명한 UN SDGs(Sustainable Development Goals)가 수립된다.



< UN SDGs 17개 목표 >

(자료: UN SDGs)



II. 이슈 분석·제언

ESG 경영전략과 우주개발

UN SDGs는 UN 제70차 총회에서 2030년까지 달성하기로 한 17개 공동목표로 ‘2030 지속가능발전 의제’라고도 하며, 인간, 지구, 번영, 평화, 파트너십 등 5개 영역에서 우리 인류의 방향성을 17개 목표와 169개 세부 목표로 나누어 제시하고 있다. 우리나라도 한국형 지속가능발전목표 즉 K-SDGs를 수립, 포용사회 구현, 깨끗한 환경 보전, 삶의 질을 향상시키는 경제성장, 인권보호와 남북평화 구축, 지구촌협력의 5대 전략 17개 목표, 119개 세부 목표를 제시하고 이를 달성하기 위한 계획을 실행하고 있다.



(자료: 김응섭, 「ESG 2.0 자본주의가 선택한 미래 생존전략」 발췌)

< ESG의 변화와 발전 >

ESG 경영의 실천

기업과 기관의 ESG 활동에 대한 실천의 첫 단계는 바로 공시이다. 즉 고객과의 소통 방법의 시작은 ESG 경영공시 또는 보고서의 발간이다. 이러한 공시자료와 보고서는 고객과 투자자들은 기업이 수행한 ESG 활동과 기업 내부에 내재된 ESG 개념을 파악하는 기본자료가 된다. 또한 고객들로 하여금 기업의 가치를 인지하는 데 도움이 되는 활동을 하는 것 또한 중요하다. 예컨대 기업 입장에서는 CSR의 활동을 적극적으로 홍보하거나 활용하는 데 다소 주저할 수도 있다. 우리는 “왼손이 하는 일을 오른손이 모르게 하라”라는 옛말에서도 느낄 수 있듯이 선행을 들어내는 데에는 부끄럼이 많다. 그러나 이제 ESG 활동이 고객에게도 도움이 되는 것임을 적극적으로 알리는 것은 고객과 기업, 기관 모두에 도움이 된다. 필요하다면 ESG 평가기관을 통해 평가를 받음으로써 기업의 ESG 경영을 한층 체계화할 수 있다. 기업이나 기관이 사용하는 에너지와 물 그리고 배출하는 탄소의 발자국을 데이터로 관리하게 되면 보다 체계화시킬 수 있으며 이는 곧 비용절감으로 이어질 수 있다. ESG 평가에 관계된 기관의 수가 130개가 넘는다. 국외 평가기관의 대표기관은 역시 모건스탠리(MSCI)로 37개 이슈를 중심으로 분석하고 있다. 톰슨앤로이터의 경우, 카테고리별로 2주마다 업데이트를 하고 있다. 다투존스 경우, 특정분야, 산업별 가중치를 부여하여 평가하고 있다는 점이 특징이다. 우리나라의 경우 서스틴베스트이 2006년 지속가



II. 이슈 분석·제언

ESG 경영전략과 우주개발

능성 평가모형을 개발하여 연기금 및 기관투자자 중심으로 평가하고 있다. 또 다른 대표기관으로 한국지배구조원이 대표적이다. 현재는 한국ESG기준원이라는 이름으로 바뀌 평가업무를 수행해오고 있는데 서스틴베스트와 달리 다소 광범위한 이해관계자를 고려하여 ESG의 각 분야별로 평가하고 있다. 그러나 두 기관 모두 국내 상장기업을 대상으로 지속가능성을 ESG 성과항목으로 평가하여 관련 이해관계자들에게 기업가치의 판단 정보를 제공하고 있다는 점에서 그 목적은 같다고 할 수 있다.

< ESG 평가기관과 평가방법 >

구분	기관유형	기관명	평가방법
시스템	평가기관 (시행기관)	한국지배구조원(2011년)	√ 기업공기, 기관자료 등 √ ESG 각항목 평가, KPI, (상하반기) √ 정량적 문항 수기조사
		서스틴베스트 (2006년)	
		대신경제연구소(2017년)	
국외	평가기관 (기준제정)	SASB(지속가능회계기준위)	√ 각 항목에 대한 공시, 회계기준 제정 √ 각 항목에 대한 기준 제정 √ ESG 항목에 대한 기준 제정
		GRI(지속가능보고서국제기구)	
		ISO(국제표준기구)	
국외	평가기관 (시행기관)	Thomson Reuters	√ ESG score, 카테고리별로 2주마다 업데이트 √ 특정분야에 대한 산업별 가중치 부여, 평가 √ 37개 이슈 중심분석, 정부데이터, 등을 활용 √ 120개 지표로 정보누락시 감점 √ ESG 각 항목에 대한 70개 지표로 평가
		Dow Jones	
		Morgan Stanley(MSCI)	
국외	평가기관 (Data 제공)	Bloomberg	√ 28개 이슈, 45개 Topic tag, 각 미디어 자료 √ 영국환경 데이터분석 기업, 관련 data √ AI 기반 ESG data 제공 √ 탄소공개정보 제공
		Sustainalytics	
		RepRisk	
국외	평가기관 (Data 제공)	Trucost	√ 28개 이슈, 45개 Topic tag, 각 미디어 자료 √ 영국환경 데이터분석 기업, 관련 data √ AI 기반 ESG data 제공 √ 탄소공개정보 제공
		TruValue Labs	
		CDP	

(자료: 김현식 “중소기업 ESG 우수사례”, 메리츠증권 “ESG 총정리” 발췌정리)

2025년부터는 자산총액 2조 원 이상 되는 KOSPI 상장 기업들은 ESG 공시가 의무화될 예정이다. 이와 관련하여 한국거래소 ESG 포털을 통해 본 현재 유가증권 시장 상장기업 중 시가총액 상위 50대 기업 가운데 지속가능보고서를 발간하는 기업은 47개에 이른다. 동 포털정보에 따르면 2022년 기준으로 지속가능보고서 발간하는 기업은 122곳이다. 상위 50위에 포함되는 대기업들은 대부분 지속가능보고서를 발간하는 것을 알 수 있다. 반면 규모가 작은 중소기업의 경우, 아직 이와 같은 부분에는 여력이 없거나 제대로 인식하고 있지 못함을 알 수 있다. 우주산업군을 살펴보면, ‘우주산업 실태조사’ 대상기업 428개 기업들 가운데 한국지배구조원, 現한국ESG기준원에 ESG 평가를 받고 있는 기업은 현재 9개 기업에 불과하다. 한 개 기업은 ESG 평가 보고서가 아닌 지속가능보고서를 발간하고 있다. 우주산업군에 속한 기업들 역시 대기업으로 분류되는 기업들은 지속가능보고서를 발간하고 ESG 평가를 받음으로써 기업의 미래가치 향상에 노력을 하고 있으나 그 외 기업들은 아직 이에 미치지 못함을 확인할 수 있다.

우주산업과 ESG 경영

美 NASA는 기존의 화석연료 기반의 발사체 연료를 CO₂ 기반의 지속 가능한 연료로의 대체를 위한 연구를 지원하고 있다. 이는 향후 화성에서의 인간 거주를 염두해 둔 프로젝트로 백만 달러의 상금을 걸고 진행하고 있는 공모로 최근 CO₂를 알콜성분인 보드카로 바꾼 스타트업 기업인 'Air Company'가 주목받고 있다. 이는 비단 향후 화성뿐만 아니라 지구에서도 활용 가능한 기술이다. 이와 같이 우주산업 역시 환경에 영향을 보다 적게 주며 환경친화적인 개발에도 관심과 노력을 이어 왔다.



< NASA CO₂ 변환 대회 >
(자료: NASA)



II. 이슈 분석·제언

ESG 경영전략과 우주개발



< 화성의 인간 거주기지 >
(자료: ESA)

폐기물 산업 하면 우리는 자칫 사양산업으로 인식하고 그다지 관심받지 못하는 산업으로 알고 있다. 그러나 ESG 경영 측면에서 보면 폐기물 산업은 중요산업 중 하나이다. 노르웨이 최대 규모의 폐기물 업체 노르스엔비닝(Norsk Gjenvinning) NG사의 CEO 에리크 오스문은 이러한 시대적 흐름을 인식하고 재활용 분야에 관심을 가지고 사업을 추진하여 주목받는 기업체로 성장시켜 나가고 있다. 우주 분야에서도 이와 같은 기업

을 볼 수 있다. 일본의 아스트로스케일사이다. 아스트로스케일사는 유럽 우주청(ESA)과 영국 우주청(USA)이 투자한 유럽·일본 합작회사이다. 최근 우주잔해물(Space debris) 청소용 궤도선 ELSA-M을 개발중이다. 이 회사는 지난 2021년 ELSA-D 모델을 시험 발사하기도 하였다. 최근 초소형 군집위성의 발사 증가와 우주잔해물(Space debris) 경감을 위한 국제적 움직임을 볼 때 시의적절하게 블루오션 시장을 찾은 것이라 하겠다. 그간 많은 선진 국가와 기업들이 이른바 업스트림 상의 우주발사체와 위성개발 그리고 우주탐사를 위한 우주선 개발에 역점을 두고 투자와 관련 기술을 개발해 왔다. 그러나 앞으로는 우주잔해물(Space debris) 경감과 같은 환경적인 부분에도 관심을 갖고 관련 기술과 투자가 이어져야 할 것이다. 이미 UN COPUOS(외기권의 평화적 이용에 관한 위원회)를 중심으로 관련 논의가 이루어져 오고 있으며 이는 비용적 측면이 아닌 하나의 사업기회로 활용될 수 있다.

스타링크는 정의로운 기업인가?

빛 공해는 우리가 거주하는 생활공간뿐만이 아니라 우주공간에서도 심각한 문제되고 있다. 최근 초소형 군집위성의 경쟁적 개발과 발사로 인해 천문우주 관측에 방해받고 있기 때문이다. “어둡고 조용한 하늘”이라는 문구로 대변되는 우주공간에서의 인공위성에 의한 빛 공해가 문제가 되고 있다. 미국의 ‘스타링크’는 지난 2019년부터 한 번에 60개에 달하는 초소형 위성을 발사하고 있어 지난해까지 2,000개가 넘는 위성을 발사하였으며 향후 안정적 서비스를 위해서는 약 4만 2,000개가 넘는 위성을 발사할 계획이라고 한다. 천문관측을 하는 우주과학자뿐만 아니라 아름다운 밤하늘의 별을 바라보고픈 일반인에게도 이는 심각한 문제가 아닐 수 없다. 밤하늘의 별을 헤아리던 추억과 낭만이 사라진 채 인공위성의 이동을 지켜봐야 하는 답답함을 갖게 될 수도 있기 때문이다.



II. 이슈 분석·제언

ESG 경영전략과 우주개발

환경적 측면이 아닌 다른 ESG 측면에서 우주 기업들의 경영활동을 살펴볼 수 있다. 지난해 러시아의 우크라이나 침공 이후 우크라이나의 미하일페도로프 장관은 미국의 스페이스X의 CEO 일론 머스크에게 스타링크를 이용한 통신지원을 요청하였다. 이에 일론머스크는 요청받은 지 10시간 후 서비스 개시를 통보하였고 46시간 후 페도로프 장관은 단말기를 잘 수령했다는 사진을 송부하게 된다. 참으로 전광석화 같은 조치이다. 이를 통해 우크라이나는 파괴된 통신시설을 대체 할 수 있었다. 또한 우크라이나 전쟁에서 맥사테크놀로지 and 플래닛랩스, 블랙스카이 등은 자사보유 위성으로 러시아군에 대한 관측 영상을 우크라이나 정부와 언론 등에 제공하기도 하였다. 여기에 지상 RF(Radio Frequency) 신호를 위성으로 수신하여 제공하는 스타트업 호크아이 360은 러시아의 교란 신호를 포착하여 우크라이나에 이를 제공하여 도움을 주기도 하였다. 이와 같이 위성 자산을 보유한 우주기업들의 우크라이나 지원은 일반 대중에게 정의로운 기업의 이미지를 제공하게 된다. 이 같은 활동은 기업의 이미지 제고는 물론 ESG 경영의 일환으로 받아들여져 기업홍보와 기업가치를 높이는 데 일조하게 된다.



<러시아 군용차 행렬>

(자료: 맥사테크놀로지, KBS News 인용)



<우크라이나 자포리자원전>

(자료: 플래닛랩스)

그러나 최근 스페이스X는 美 국방부에 “스타링크 서비스의 자금 부담을 지속적으로 안고 갈 수 없어 美국방부가 우크라이나 정부와 군에 제공되는 서비스 이용 요금을 제공하지 않으며 지원을 중단해야 할 수 밖에 없음을 언급하고 향후 1년간의 서비스 비용으로 4억 달러를 제시하기도 하였다. 이 같은 사실로 볼 때, 모순되게도 그럼 과연 스타링크는 정의로운 기업인가? 라는 물음을 갖게 된다. 이 같은 사례는 스타벅스 사례에서도 찾아볼 수 있다. 스타벅스 코리아는 50주년 행사의 일환으로 고객들로 하여금 재사용이 가능한 컵을 사용할 경우, 혜택을 주는 이벤트를 갖은 바 있다. 그러나 이는 직원들의 컵 세척 등 또 다른 업무의 가중을 가져왔다. 환경적으로는 그러한 스타벅스사의 정책이 도움이 되지만, 직원들의 근무와 복지 측면에서는 부정적인 영향을 미치는 정책이었던 것이다. 이렇듯 ESG 경영을 수행함에 있어 “ESG Washing”이란 비난으로부터 자유로울려면 보다 세심하고 꼼꼼한 정책적 검토가 필요하다.

그럼 우주산업, 우주기업 입장에서 검토해 볼 수 있는 ESG 경영에는 어떤 것이 있을까? 발사체 개발과 관련하여서는 비독성 추진제를 사용하고 재사용발사체의 개발과 확대, 아울러 발사안전에

대한 규정과 지침, 관련 시설을 갖추는 것이 필요할 것이다. 위성개발과 관련하여서는 초소형위성의 저감 노력과 함께 빛 공해를 줄일 수 있는 설계, 그리고 플라즈마 추진과 같은 추진방식의 개발 등 기존 화석연료를 벗어난 보다 친환경적 추진 방안을 고려해 볼 수 있겠다. 또한 위성을 활용한 재난 감시와 관리 그리고 환경 모니터링은 보다 안전한 사회의 구축에 도움이 될 수 있다. 이와 함께 공공기관의 경우, 앞서 언급한 우주폐기물 저감과 같은 국제사회의 활동에 동참하고 기여하는 국제적 활동을 수행해야 할 것이다. 기업입장에서는 ESG 경영에 대한 인식과 적용의 확대를 추진하며 공급망과 협력사와의 ESG 활동구축을 고려해 볼 수 있다.

< ESG 경영의 우주산업에의 적용 >

구분	적용가능한 사항
발사체	<ul style="list-style-type: none"> · 비독성추진제 사용 · 재사용 발사체의 확대 · 발사체 안전성 강화 기술 개발 · 발사안전에 대한 규정, 지침 강화
위성	<ul style="list-style-type: none"> · 초소형 군집위성 저감 노력 · 빛 공해 저감 기술 개발 · 친환경 추진(전기추진, 플라즈마 추진 등) · 재난관리, 사회안전, 환경모니터링 기여 확대
국제규범	<ul style="list-style-type: none"> · UN 우주폐기물 저감에 대한 규제와 활동 동참 · 기후변화 국제활동에 동참, 기여 · 국제기구의 각 기준에 대한 분석과 대응 · 우주와 여성 등 워크숍 개최 및 참가
공통사항	<ul style="list-style-type: none"> · 기업경영에 있어 ESG적용과 확대 · 윤리경영, 기업의 사회적 책임 등에 대한 관심과 활동 증대 · 기업 공급망 및 협력사 리스크 관리 구축 · 기업 제품생산과 서비스 제공에 있어 ESG 요소 고려한 경영



II. 이슈 분석·제언

ESG 경영전략과 우주개발



II. 이슈 분석·제언

ESG 경영전략과 우주개발

전략적 시사점

우리는 과거 80~90년대 가전제품의 글로벌 선도기업으로서의 소니를 기억하고 있다. 그러나 이후 일본 경제의 침체와 기술과 사회의 변화 등 경영환경에 대한 변화에 적절히 대응하지 못하여 그 명성이 쇠락해 갔다. 그런 소니가 최근 주요 언론이 주목하는 경쟁력 있는 글로벌 기업으로 귀환하였다. 월스트리트저널(WSJ)이 2020년 세계 지속가능 100대 기업(The 100 Most Sustainably Managed Companies in the World) 가운데 1위로 소니를 선정한 것이다. 한 때 경영 위기 상황을 맞기도 하였으나 2000년대 초반부터 발 빠른 움직임으로 ESG 경영을 표방, 경쟁력을 회복 하였다. 여기에 더 나아가 2025년까지 탄소제로를 달성하겠다는 목표를 추진 중이다. 많은 세계 선도 기업들이 여전히 섣뚱 도전하기 힘든 탄소제로를 2025년까지 달성하겠다는 것이다. 글로벌 거대 IT 기업인 마이크로소프트사도 카본 네거티브(Carbon negative)를 2030년까지 달성하겠다고 발표한 것과 비교해 보더라도 참으로 원대한 계획이다. 이 같은 노력은 기업의 경쟁력으로 이어져 기업의 미래가치를 높이는 데 크게 작용하고 있다. 이제 ESG를 단순히 제재의 수단이나 하지 않으면 피해를 보는 정도로 인식해서는 안된다. 적극적인 수용과 이를 레버리지 삼아 기업의 브랜드로, 그리고 조직의 새로운 목표로 삼아야 하는 시대인 것이다. 이제는 덜 나쁜 기업 이미지에서 더 나아가 이른바 게임의 룰을 정하고 이를 또 하나의 경쟁력으로 가꾸어 가야 한다. 단순히 우리 기업은, 우리기관은 “착하고, 친환경적이예요”라는 식의 공허한 외침이 아닌 기업이 달성해야 할 가치로 ESG를 기업과 기관 내부에 체화시켜 궁극적으로는 사회와 국가, 그리고 전 세계로 그 가치가 이어져 기업과 기관의 차별화된 경쟁력으로 자리잡을 때, 지속가능성은 극대화될 것이다. 브랜딩은 식품기업이나, 유통기업과 같은 전통적 제조산업의 전유물이 아니다. 공공기관이나 공기업도 이러한 활동이 필요하다. 우리는 “NASA”라는 단어를 들었을 때 어떠한 것이 떠오르는가? ‘우주’, ‘세계 최고 수준의 첨단기술’, ‘우수하고 실력 있는 연구인력’ 등등이 아닐까? 싶다. 이러한 이미지 브랜딩은 하루아침에 이뤄지지 않는다. 오랜 시간 공들여 노력하고 실천해 왔기 때문에 가능한 것이다. 이제 오늘날에는 여기에 더해 사회와 인류에 도움이 되는 친환경적 연구의 이미지가 더해져야 하는 시대가 도래한 것이다. NASA의 미션 엠블럼에 새겨져 있는 문구가 생각난다. “For All Mankind” 이제 우리도 대한민국과 전 세계에 우리의 가치를 새롭게 각인시키고 성장, 발전시켜야 한다. 이제 혁신의 시대를 넘어 사회와 환경에 대한 새로운 가치의 시대로 나아가야 할 것이다.

참고 문헌

1. 국가기술표준원, 한국표준협회, 「 ESG 경영·평가 대응을 위한 ISO-IEC 국제표준 가이드 100선」, 2021.7.8.
2. 김덕진, “하늘을 뒤덮는 위성, 6G를 위한 고민과 갈등”, 동아일보, 2022.3.24.일자
3. 김봉수, “과학을 읽다. 청소 or 사냥? ...曰 놀라운 우주쓰레기 제거기술공개”, 아시아경제, 2023. 6. 14.일자
4. 김용섭, 「ESG 2.0 : 자본주의가 선택한 미래 생존전략」,퍼블리온, 2022.7.
5. 김현식, “중소기업 ESG 우수사례 소개”, 중소기업중앙회 ESG 대응전략 Youtube 영상, 2021.11.19.
6. 메리츠증권, “ESG 총정리”, Meritz Research 2020.4.28.
7. 이선경, “대한상공회의소 중소기업 ESG 온라인 교육 2차”, Youtube 영상, 2021.10.
8. 이승균, “ESG 공시 전성시대...50대 기업 47곳 지속가능보고서 발간”, 데일리 임팩트, 202.10.7.
9. 이인형,「ESG 평가 체계 현황과 특성 분석」, 한국자본시장연구원, 이슈보고서 2021. 9.
10. 장윤제, "ESG 평가기관의 현황과 문제점 및 규제 방향" 한국상사판례연구 vol34, No3, PP.423- 471,2021.
11. 지속가능포털, “ESG란 무엇인가? ”, 지속가능발전 교육자료 9호, 2021.10.www.ncsd.go.kr
12. 한국ESG기준원, www.cgs.or.kr
13. Brand Smith, “Microsoft will be carbon negative by 2030”, Microsoft,2020.1.16.
14. Blackrock, “Larry Fink’s 2020 Letter to CEOs.”, Blackrock.com, 2020.1.
15. Blackrock, “Larry Fink’s 2021 Letter to CEOs.”, Blackrock.com, 2021.1.
16. DBR, “ESG 2.0 and beyond : 의무방어전에서 선제적 성장전략으로”, January 2022 Issue 2, No. 337.
17. DBR, “Carbon offset : 자발적 탄소시장에 주목해야 하는 이유”, June 2023 Issue 1, No. 370.
18. Henderson Rebecca, 임상훈 譯, 「자본주의 대전환: 하버드 ESG 경영수업」, 어크로스, 2021.
19. Morning Zettelkasten, “누가 ESG를 어떤 기준으로 평가하고 등급을 매길까?”, Youtube 영상, 2023.3.24.



II. 이슈 분석·제언

ESG 경영전략과 우주개발



II. 이슈 분석·제언

ESG 경영전략과 우주개발

20. Sustainablebrands, “The KPMG Survey of Sustainability Reporting 2020”, sustainablebrands.com, 2020.
 21. The Global Compact, 「Who Cares Wins」, United Nations, Swiss Federal Department of Foreign Affairs, 2004.6.
 22. Transparency International, 「Corruption Perceptions Index 2022」, 2023.
<https://www.transparency.org>,
 23. <https://www.cgs.or.kr>
 24. <https://www.esg.krx.co.kr>
 25. <https://www.esgportal.kr>
 26. <http://fsb-tcdf.org>
 27. <https://www.integratedreporting.org>
 28. <https://www.unfcc.int>
 29. <https://www.unglobalcompact.org>
 30. <https://sdgs.un.org>
 31. <https://www.sasb.org>
 32. <https://www.sustaininvest.com>
 33. <https://www.tnfd.global>
 34. <https://www.valuereportingfoundation.org>
 35. www.msci.com
-



편집위원

박상중	국방대학교 교수	김지희	한국항공대학교 교수
김건희	한밭대학교 교수	정영진	국방대학교 교수
임상민	방위사업청 전문관	장태진	한국항공우주연구원

우주정책연구 7권

Space Policy Research Vol.7

발행인 : 이상률

주 소 : 대전시 유성구 과학로 169-84

편집인 : 장태진

전 화 : (042)870-3651

발행처 : 한국항공우주연구원

팩 스 : (042)860-2118

발행년월 : 2023. 07

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



KARI 한국항공우주연구원
KOREA AEROSPACE RESEARCH INSTITUTE

공공누리	공공저작물 자유이용허락

34133 대전광역시 유성구 과학로 169-84
TEL) 042-870-3655 FAX) 042-860-2015

	07
9 772800 017007	
ISSN 2800-017X	