

우주와 국제개발협력: 우주기술을 활용한 지속가능발전목표 달성에 대한 탐색적 분석*

정 현 주, 백 유 나, 정 윤 영†

연세대학교

지구 공동의 문제를 해결하고 사회·경제적 발전을 도모하기 위해 우주 기반 기술과 서비스를 활용하는 움직임이 최근 활발히 전개되고 있다. 특히 기후변화 관측과 대응, 원격진료, 원격교육, 산업 생산성 증대, 재난·재해 예방과 대응 등 다양한 부문에서 지구관측위성, 통신위성, 글로벌항법위성시스템과 같은 우주기술을 활용하는 다양한 시도들이 전개되고 있다. 우주 기술은 대부분 군사적 목적을 위해 개발되고 발전해 왔지만, 최근 민간 영역에서의 활용 분야가 점차 확대되고 있다. 특히, 우주기술을 활용하여 인류 공동목표와 발전을 도모하는 논의와 시도들이 이뤄지고 있다. 하지만, 이러한 움직임을 체계적으로 소개하고 국제적으로 합의된 개발목표인 지속가능발전목표(SDGs)와 우주기술이 어떻게 연계되는지를 구체적으로 분석한 연구를 찾기는 어렵다. 본 연구는 우주기술을 활용한 SDGs 달성에 관한 국제사회의 논의를 소개하고, 우주기술이 SDGs의 핵심 가치인 5Ps-사람, 지구환경, 번영, 평화, 파트너십-에 어떻게 기여하는지에 대해 구체적 사례를 통해 살펴본다. 본 연구는 우주기술을 활용한 다양한 국제협력 노력과 새로운 가능성 모색에 기여한다는 점에서 실천적 함의가 있다.

주요어: 우주기술, 지속가능발전목표(SDGs), 지구관측위성, 통신위성, 글로벌항법위성시스템 (GNSS), 5Ps(People, Planet, Prosperity, Peace, Partnership)

* 논문의 질적 향상을 위해서 건설적인 논평을 해주신 익명의 심사위원 세 분께 진심으로 감사드립니다.
이 논문은 연세대학교 학술연구비의 지원으로 이루어진 것임.

† 교신저자(Corresponding Author) : 정윤영, 연세대학교 행정학과 박사과정, 충청북도 음성군 맹동면태정로 6 한국고용정보원, E-mail : yunyeong@yonsei.ac.kr

정현주, 연세대학교 행정학과 교수(제1저자)

백유나, 연세대학교 언더우드국제대학 경제학과 학부생(공동저자)

■ 최초투고일 : 2021년 11월 30일 ■ 심사마감일 : 2022년 3월 30일 ■ 게재확정일 : 2022년 4월 15일

1. 서론

모든 인간이 지속 가능한 환경에서 더 나은 삶을 영위하는 이상적 미래는 시대에 따라 다양한 방식으로 나타났다. 이러한 이상은 때로는 이념 혹은 정치적 강령과 비전으로, 또는 문학작품과 대중매체에서 구체화 되었다. 그러한 노력 중 가장 최근의 움직임은 지구상에서 인간다운 삶을 영위할 수 있는 환경 조성 과 빈곤 타파, 경제적 번영, 생태계 회복, 평화와 협력의 미래상을 제시한 UN의 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals, SDGs)이다. 2000년부터 2015년까지의 노력인 새천년개발목표(Millennium Development Goals, MDGs)에 이어 SDGs는 2016년부터 2030년까지 달성하고자 하는 인류 공동의 미래비전을 제시하고 있다.

이러한 미래를 실현하기 위한 다양한 노력에도 불구하고, 2030년까지 SDGs를 달성할 가능성은 크지 않다. UN에 따르면, 몇몇 분야에서의 중요한 진전에도 불구하고 2030년까지 SDGs를 달성하기에는 여전히 많은 도전이 가로막고 있다(UN, 2020a). 게다가 코로나19 팬데믹 발발 이후 국제 개발협력 사업이 취소 또는 연기되는 등 발전을 위한 다양한 자원이 코로나 위기 대응을 위해 쓰이면서 SDGs 달성 가능성을 더욱 어렵게 만들고 있다. 특히, 코로나19의 세계적 대유행 상황에서 나타난 백신 민족주의 등은 인류 공동의 목표 달성이 자국의 이익과 상충한다면 후자가 우선시되는 경향이 여전히 강력함을 보여주고 있다(Bollyky & Bown, 2020; Gulrajani & Silcock, 2020).

동시에 4차 산업혁명으로 일컬어지는 혁신적 첨단기술, 특히 와해적(disruptive) 기술의 등장과 이로 인한 경제적, 사회적 변화는 발전의 패러다임을 변화시키고 있다. 즉, 과거처럼 선진국에서 기술적 혁신이 발생하고 그 영향이 경제적 수준

이 상대적으로 낮은 국가로 시차를 두고 전파되는 것이 아니라, 혁신적 기술을 활용한 다양한 변화들이 선진국, 개발도상국, 최빈국에서 동시다발적으로 발생하고 있다. 불평등 심화 등 4차 산업혁명이 가져오는 부정적 영향에도 불구하고, 혁신적 기술과 지식의 활용이 앞으로 SDGs를 달성하고, SDGs 이후의 발전을 가로막는 문제 해결에서 중요한 역할을 담당할 것이라는 점에서는 이견이 많지 않다(이향희, 이명진, 2020). 이러한 점에서 과학기술혁신(science, technology, and innovation, STI)을 SDGs 달성과 접목하려는 시도들이 이미 다양한 부문에서 전개되고 있다(UN, 2020b).

이러한 맥락에서 최근 우주 기반 기술과 서비스(space-based technologies and services) 및 우주자산(space assets)을 활용하여 지구 공동의 문제를 해결하고 사회·경제적 발전을 도모하는 시도들이 여러 부문에서 진행되고 있다. 예를 들면, 지구관측위성을 활용한 환경오염 모니터링, 통신위성 기반 원격진료 및 원격교육, 무중력 환경에서의 신약 개발 등이 있으며, 그 활용 범위가 지속적으로 확대되고 있다. 그러나 우주기술을 활용한 SDGs 달성의 중요성과 다양한 노력에도 불구하고 특정 우주 프로그램에서 우주기술이 어떻게 SDGs 달성에 기여하는지에 관한 연구는 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 우주 기반 기술과 서비스가 인류 공동의 문제 해결과 발전을 위해 활용 및 논의되고 있는 내용을 구체적으로 살펴본다. 특히 우주기술이 SDGs의 핵심 가치인 5Ps—사람(People), 지구환경(Planet), 번영(Prosperity), 평화(Peace), 파트너십(Partnership)—에 어떻게 기여하는지에 대해 구체적 사례를 통해 살펴본다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 먼저 제2장에서는 우주와 국제협력과 관련된 선행연구를 살펴본다. 제3장에서는 우주기술을 활용하여 SDGs를 달

성하기 위한 국제사회의 노력 및 이와 관련된 다양한 협력 프로그램과 SDGs의 17개 목표를 연계하고 이를 5Ps를 중심으로 분류한다. 제4장에서는 개별 우주 프로그램이 구체적으로 어떻게 SDGs에 기여하는지를 사례를 통해 살펴본다. 마지막으로 제5장에서는 결론과 함의를 제시한다.

2. 선행연구 검토

역사적으로 우주는 다양한 행위자들의 경쟁과 협력이 공존하는 공간이었다. 우주강국은 자국의 안보를 위한 군사적 목적과 자국의 위신을 높이기 위한 정치적 목적을 위해서 우주공간을 활용하였으며, 탈냉전 이후에는 민간부문의 참여가 활발해지면서 우주의 상업화가 가속화되었다. 최근 뉴스페이스(New Space)에 대한 많은 관심은 민간행위자들의 적극적인 우주개발 참여와 이를 통한 새로운 가치 창출, 그리고 다양한 파트너십을 통한 협력과 경쟁의 동학(dynamics)을 반영한다. 우주공간에서의 경쟁과 협력에 관한 기존 연구는 우주공간에서의 국제질서의 변화, 우주기술 활용과 관련된 국제협력과 규범, SDGs 달성을 위한 우주기술 활용에 관한 연구 등 크게 세 가지로 분류할 수 있다. 이를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 우주공간에서 국제질서의 변화에 관한 연구이다. 우주공간은 전통적으로 강대국의 점유 공간이자 군사적 안보와 국익을 위한 경쟁의 장으로 인식되었다. 특히, 1991년 미국이 우주자산을 적극 활용하여 승리한 걸프전쟁은 최초의 “우주전쟁(space war)”이라고 불리며 우주공간의 군사적 중요성을 각인시킨 계기가 되었다(Sheehan, 2007; Anson & Cummings, 1991). 걸프전쟁 이후 미국은 전지구위치측정시스템(Global Positioning System, GPS)을 활용한 정밀유도무기와 스텔스

전투기를 조합하여 우주기술을 활용한 군사작전을 지속적으로 수행하였다(Greenemeier, 2016). 그러나 2000년 이후, 미국에 의한 우주 독점 시대에 변화의 바람이 불기 시작했다. 우주 신흥국의 부상과 다양한 행위자가 등장하면서 우주의 국제질서 지형에 변화가 생긴 것이다(Samson, 2009; Moltz, 2019).

먼저 중국은 군사적 목적 이외에 정치적·경제적 가치를 제고하기 위한 수단으로써 우주를 활용하고 국제협력을 진행하고 있다(Acuthan, 2006; Ohlandt, 2014; Goswami, 2018). 중국이 개발한 글로벌항법위성시스템(global navigation satellite system, GNSS)인 베이더우(北斗)는 디지털 일대일로의 주요 수단으로써 이를 활용한 경제외교를 강화하고 있고, 2021년에는 자국의 국제우주정거장 텐궁(天宮) 건설을 위해 유인우주선 선저우(神舟) 13호를 발사했다(東興証券, 2021). 인도는 우주기술 발전과 남아시아 지역협력협회(SAARC)의 위성기술 협력을 통해 경제적 이익과 안보 등 지정학적 이익을 동시에 추구하기 위해 노력하고 있다(Gupta, 2016). 아시아 국가 중 최초로 화성 궤도에 진입하며 우주 신흥국으로서의 명성을 쌓아온 인도는 미국·중국·러시아에 이어 달 탐사 프로젝트 집중하며 2022년 현재 찬드라얀(Chandrayaan) 3호 발사를 준비하고 있다.

신흥 우주국의 부상과 추격이 전통 우주강국인 미국의 지배적 위치를 위협하는가는 논쟁적이다. 4차 산업혁명 시대 기술적 혁신을 통해 신흥 우주국이 미국을 위협할 잠재력이 있다는 의견(Goswami, 2018)과 미국이 혁신정책을 통해 우주산업을 주도하면서 우주에서의 우위를 유지할 것이라는 전망(McLean, 2003; Moltz, 2019)이 혼재하고 있다. 후자와 관련하여 NASA는 SpaceX, Blue Origin, Boeing 등 자국의 민간기업으로 기술을 이전하고 이를 기반으로 혁신성장을 이룬 민간기업이 세계의

우주산업을 선도하면서 미국의 우주 우위에 중요한 역할을 수행하고 있다(Frankowski, 2021; Chaben, 2020). 예를 들면, 미국의 SpaceX는 NASA의 우주 비행사를 국제우주정거장(International Space Station, ISS)으로 보내는 유인우주선 발사 임무를 성공시켰고, 저궤도위성군으로 상업용 인터넷서비스를 제공하고 있다. 또한, 2021년 7월 아마존 창업자 제프 베이조스가 설립한 Blue Origin은 유인 우주여행을 성공적으로 수행했고(동아사이언스, 2021.7.22), 재사용 로켓 개발 등 혁신적 기술을 개발·활용하는 위한 우주 스타트업도 대거 등장하고 있다(중앙일보, 2021.10.27).

이렇듯 전통적인 안보 분야는 국가가 주도하지만, 기술발전과 상업적 이윤 창출이 가능한 분야에서는 정부 개발 기술의 민간 이전(spin-off)이 확대됨에 따라 우주의 군사화와 상업화가 동시에 전개되고 있다. 나아가 국가, 민간기업뿐만 아니라 국제기구, 대학, 연구기관들 등 다양한 행위자들의 참여로 인해서 우주공간에서의 경쟁과 협력의 양상은 더욱 복잡하게 전개되고 있다(신상우, 김은정, 2021; 안형준 외, 2021). 우주공간의 민주화로 평가되기도 하는 이러한 상황에서 우주공간의 평화적 이용을 위한 국제협력이 중요하다는 점이 강조되고 있다(Paat-Dahlstrom, 2020; Baiocchi & Welser, 2015).

둘째, 우주기술 활용과 관련된 국제협력체제 및 규범에 관한 연구가 다수 수행되었다. 우주공간의 국제질서 변화와 다양한 행위자의 등장으로 우주공간의 평화적 이용을 위한 제도적 장치 마련의 필요성이 증가하고 있으며, 협력의 매개체로서 국제기구의 역할이 강조되고 있다. 우주에 관한 국제제도 및 규범은 사실상 인류가 우주공간에 첫발을 내디디면서 시작되었다(김형국, 2010; 신소현, 2021; 김한택, 2015). 1957년 최초의 인공위성인 소련의 스푸트니크(Sputnik) 발사 성공 이듬해인

1958년 UN 총회에서는 외기권을 평화적 목적으로 사용하고 인류를 위해서 활용할 것을 결의하였고, 이를 위해 외기권의 평화적 이용에 관한 임시위원회(Ad Hoc Committee on the Peaceful Uses of Outer Space)를 설립했다. 다음 해인 1959년 12월에는 UN 총회 결의에 따라 “외기권의 평화적 이용에 관한 위원회(Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, COPUOS)”가 정식으로 구성되었고, 이를 지원하기 위한 UN 우주업무사무국(UN Office for Outer Space Affairs, UNOOSA)이 빈(Vienna)에 설립되었다. 이후 COPUOS와 UNOOSA는 우주거버넌스의 중요한 행위자로서 우주공간을 활용하는데 필요한 제도와 규범을 형성하기 위한 다양한 노력을 수행하였다.

이러한 노력 중 대표적인 것은 우주공간에서의 국제적 협력 증진을 위한 방안 모색을 목표로 하는 특별총회 형식인 “외기권의 탐사 및 평화적 이용에 관한 유엔회의(United Nations Conference on the Exploration and Peaceful Uses of Outer Space, UNISPACE 혹은 유엔 우주총회)”이다. 1968년 UNISPACE-I과 1982년 UNISPACE-II에서는 개발도상국을 위한 우주 과학·기술의 효율성과 가능성 및 개발도상국의 역량을 강화하기 위한 지역협력이 강조되었다. 하지만, 실질적인 이행 노력은 부족하였다고 평가된다(UN COPUOS, 2016, p. 4). 1999년 UNISPACE-III에서는 전 지구적 차원에서의 경제적, 사회적, 문화적 발전을 도모하고 이를 가로막는 도전에 대응하기 위해 우주공간을 활용하려는 움직임이 확대되었고, 이는 “우주와 인간 개발에 관한 빈 선언문”으로 이어졌다(UN, 1999).

UN을 중심으로 한 국제협력에도 불구하고 불확실성이 높고 법적 강제력이 부재한 우주공간에서의 협력의 가능성은 크지 않다. 특히 언제든 군

사적 용도로 전용될 수 있는 우주기술의 양면성(dual use technology)은 우주에서의 협력의 어려움과 갈등의 잠재력을 잘 보여준다(Cervino, 2003). 이러한 맥락에서 강제력 있는 국제적 규범의 중요성이 제기된다(Christol, 2003). 미국과 유럽은 국가안보 및 우주의 경제적 이익을 동시에 확보하기 위해 우주환경의 군사화에 반대하고 평화적 사용을 위한 방안 마련에 적극적이다. 특히, 우주를 활용하여 군비통제분야에서 투명성과 신뢰성을 확보하기 위해 원칙을 수립하고 의견을 교환할 플랫폼을 구축하려는 노력은 이러한 우주를 활용한 협력의 가능성을 보여준다(Marchisio, 2019; Pellegrino & Stang, 2016; Chow, 2020).

셋째, 보다 구체적인 국제협력의 목표로서 SDGs 달성을 위한 우주기술 활용의 중요성을 강조한 연구이다. UN은 우주와 SDGs의 연계 필요성을 주장하는 가장 중요한 행위자 중 하나이다. 2018년 개최된 유엔 우주총회인 UNISPACE+50에서는 우주를 활용해 SDGs를 달성하고자 하는 “Space2030 의제”가 제시되었는데, 이는 인류 공동의 목표 달성을 위한 우주공간의 중요성을 인식한 매우 중요한 전환점이었다. 지속가능한 발전을 위한 촉매제로서의 우주(space as a driver for sustainable development) 및 우주기술을 강조하는 “Space 2030”은 ‘우주와 경제(space economy)’, ‘우주와 사회(space society)’, ‘우주와 접근성(space accessibility)’, ‘우주와 외교(space diplomacy)’ 등 4대 핵심분야(pillar)에서 우주의 역할을 강조하고 있다(Kojima, 2019; Chiu, 2019). 이 가운데 SDGs 달성과 관련성이 가장 큰 ‘우주와 경제’ 및 ‘우주와 사회’는 각각 우주를 활용한 경제적, 사회적 이익의 증대를 의미한다(UN, COPUOS, 2017, p. 11; UN COPUOS, 2019, p. 5).

나아가 우주기술이 SDGs를 달성하는데 핵심적인 역할을 수행한다는 주장이 제기되고 있다

(Balogh et al., 2017; Haubold et al., 2020). 과학기술혁신을 대표하는 우주기술은 SDGs를 달성하는데 걸림돌이 되는 문제에 맞춤형 솔루션을 제공하고 국제협력의 효율성 증진을 위한 도구로 활용도가 점차 확대되고 있다(Pollitzer, 2019; 선인경 외, 2020). 특히 기후변화와 코로나19 팬데믹과 같이 일부 국가가 개발도상국에게 공적개발원조를 제공하는 방식으로서는 해결할 수 없는 글로벌 위기에 대해 효율적으로 대응하기 위해서는 우주기술이 필수적이라는 공감대가 형성되고 있다(UN, 2020).

이렇듯 최근 국제사회는 우주기술과 자산을 활용하여 기후변화, 식량안보, 재난재해, 의료 및 교육, 우주 쓰레기 등 공동의 문제를 해결하기 위한 노력에 중점을 두고 있다. 이와 같은 노력은 우주를 기반으로 한 기술과 서비스가 우리 삶의 다양한 영역에 미치는 영향이 갈수록 중요시되는 것과 궤를 같이한다. 기상예보, 위성통신, 위성TV, 내비게이션, 다양한 위치기반 서비스뿐만 아니라 금융거래, 원격진료, 원격교육 등 일상생활과 밀접한 분야에서 우주기술은 삶의 질을 높이고 사회·경제발전에 중요한 요소가 되고 있다.

우주기술이 발전하고 활용도가 높아짐에 따라 우주공간에서의 경쟁과 협력에 관한 다수의 연구가 수행되었지만, 다음과 같은 한계를 노정하고 있다. 먼저 우주와 국제협력과 관련한 많은 선행 연구는 우주를 국익 추구를 위한 경쟁의 공간으로 규정하고 평화적 이용을 위한 국제규범과 질서 수립의 필요성을 강조하지만, 당위성을 강조하는데 그치고 있다. 또한, SDGs 달성을 위한 우주기술 활용의 중요성과 필요성에 대한 논의에도 불구하고, 개별 우주 프로그램이 SDGs의 개별 목표를 달성하는데 어떻게 기여하는지를 구체적으로 살펴본 연구는 부족하다. 특히, SDGs가 추구하는 핵심 가치인 5Ps를 중심으로 우주기술을

활용한 국제협력 프로그램을 분석한 연구는 부재하다. 본 연구는 이러한 한계를 고려하여 대표적인 우주 프로그램이 SDGs 달성을 위한 노력과 어떻게 연계되는지에 대해 5Ps를 중심으로 분석한다.

3. 우주와 SDGs: 5Ps를 중심으로

본 장에서는 우주기술을 활용한 다양한 국제협력 프로그램을 5Ps를 기준으로 재분류하고 이를 통해 이러한 프로그램이 SDGs 달성과 어떻게 연계되는지를 살펴본다.

SDGs가 추구하는 핵심 가치이자 준거틀인 5Ps는 ‘사람’, ‘지구환경’, ‘번영’, ‘평화’ 등 4Ps와 이를 이행하기 위한 원칙인 ‘파트너십’으로 구성되어 있다. 첫째, ‘사람’은 기아와 빈곤을 종식하고 모든 인간의 존엄성과 평등을 기반으로 건강한 환경 안에서 자아실현을 보장하는 것으로 SDGs 목표의 1번부터 6번까지의 내용을 포함한다. 둘째, ‘지구환경’은 현재와 후속세대의 지속가능한 발전을 위하여 생산과 소비를 보장하고, 자원을 관리하며 기후변화에 대응하는 것으로 SDGs 목표 7번과 12번부터 15번까지를 포함하는 개념이다. 셋째, ‘번영’은 모든 인간이 풍족한 삶을 영위하고 경제, 사회, 기술적인 면에서 환경과 조화롭게 진보하는 것으로 SDGs 목표 8번부터 11번까지 포괄한다. 넷째, ‘평화’는 SDGs 목표의 16번과 연계되어 지속가능한 발전과의 상호작용을 추구하고, 마지막으로 ‘파트너십’은 17번 목표로 취약국가, 시민사회단체, 민간기업 등을 포함한 모든 이해관계자가 글로벌 연대를 강화하는 것을 의미한다(UN, 2015).

이행원칙인 파트너십을 제외한 4Ps가 SDGs의 각 목표와 어떻게 연계되는지를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 ‘사람’을 위한 우주기술

프로그램은 주로 재난재해 예측 및 위기대응, 빈곤, 기아, 건강, 교육 등을 주요 목표로 하여 진행되고 있다. 예를 들면, 재해 모니터링 프로그램은 다국적 협력을 통해 위성 데이터를 공유하고 재해 관측과 재난 발생 시에 사전경보시스템을 발동함으로써 긴급대응을 지원한다. 또한, 원격감지 위성에서 제공하는 데이터는 농업과 어업 분야에서도 활용되고 있다. 예를 들면, 유럽의 스마트농업 프로그램은 우주기술을 접목하여 농업 자동화 관련 데이터를 수집하고 농업생산과정 통제 및 생산성 향상을 위한 기술혁신을 추진하고 있다.

‘지구환경’ 분야 협력을 살펴보면, 기후변화, 차세대 에너지 개발, 자원 효율성 증대, 생태계 보호 및 지속가능한 성장에 초점이 맞춰져 있다. 대표적인 프로그램은 주로 글로벌항법위성시스템을 활용한 스마트 그리드, 유럽의 지구관측시스템 코페르니쿠스를 활용한 해양과 대기 등 환경 모니터링 프로그램이 있다. 특히, NASA가 운영하는 SERVIR Global 프로그램은 지구의 허파라고 불리는 아마존 지역을 집중적으로 모니터링함으로써 동 지역의 환경변화를 지속적으로 관찰하고 관련 데이터를 축적하며, 해당 지역의 불법 채굴 및 벌목을 감시하고 있다.

‘번영’을 위한 국제협력은 인류의 지속가능한 발전과 산업혁신에 중점을 두고 있다. 양질의 일자리 창출, 사회기반시설 확충, 지속가능한 도시공동체 건설 등이 대표적이다. 미국의 GPS, 중국의 베이더우, 유럽의 갈릴레오 등 GNSS는 번영을 위한 주요 프로그램으로 자동차, 운송 및 물류 분야로 확대되어 경제적 효율성 증대와 산업혁신을 지원하고 있다. 또한, 위성항법시스템과 센서, IoT, 빅데이터 및 인공지능 기술이 결합된 스마트 시티 건설은 공간적, 사회경제적, 지리적 요소와 결합하여 자원의 효율적 사용과 공공서비스 제공을 용이하게 한다(Duygan et al., 2022; Jiang, 2020).

‘평화’를 위한 국제협력은 우주의 평화적 사용을 위한 규칙을 제정하고 공동문제 해결을 위한 노력에 집중되고 있다. 특히, 위성이미지를 활용한 유엔 평화유지군 활동 지원과 군비통제 및 군축 분야 활용이 대표적이다. 또한, 최근 심각한 문제로 부상한 우주 쓰레기 처리 문제에 대해 유럽과 일본을 중심으로 다양한 연구와 협력이 시도되는 것 역시 평화를 증진하기 위한 우주 프로그램이다(동아시아연스, 2018.04.03., 2020.03.25., 2021.

06.18; JAXA, 2020.03.23).

SDGs의 개별 목표를 달성하는데 기여하는 대표적 우주 프로그램과 활동 내용은 <표 1>과 같다. 우주기술의 특성상 동일한 우주 프로그램이 1개 이상의 SDGs에 기여할 수 있지만, 개별 SDGs와 가장 연관성 높은 우주 프로그램을 제시하였다. 대표 우주 프로그램은 우주강국의 우주정책 관련 예산 비중이 높고 현재 진행 중인 프로그램으로 선정하였다.

<표 1> SDGs와 연계된 대표적 우주 프로그램

구분	SDGs	대표 우주 프로그램	내용/활동
사람 (People)	1. 빈곤퇴치	The International Charter Space and Major Disasters	• ESA와 17개 회원국의 다자협력 프로그램으로 지구관측위성을 활용하여 재난재해 예측 및 대응
	2. 기아종식	Desert Locust Watch	• FAO의 사막 메뚜기떼 관찰 및 농작물 피해 감소를 위한 모니터링 데이터 제공, 식량안보 및 물류 관리 지원
	3. 건강과 웰빙	Tele-Medicine	• 인도 ISRO의 통신위성을 활용한 원격의료 서비스 제공
	4. 양질의 교육	Tele-Education	• 인도 ISRO의 통신위성을 활용한 원격교육 제공
	5. 양성평등	Space4Women	• UNOOSA에서 주최하는 양성평등 기반 우주인 양성 프로그램
	6. 깨끗한 물과 위생	Space4Water Portal	• UNOOSA에서 제공하는 수질 모니터링, 물 순환 분석, 홍수 및 가뭄 모니터링 데이터 포털
지구환경 (Planet)	7. 깨끗한 에너지	GNSS를 활용한 스마트 그리드	• GNSS를 활용한 차세대 지능형 에너지 전력망 구축, 에너지 효율화
	12. 책임있는 소비와 생산	Micro-Ecological Life Support System Alternative (MELiSSA) Foundation	• ESA와 14개 기관과의 다자협력 프로그램으로 폐기물로부터 식량, 물, 산소 생산을 위한 미래 재생 프로젝트
	13. 기후변화 대응	코페르니쿠스 기후변화 서비스 (C3S)	• 유럽집행위원회의 기후변화 모니터링 프로그램으로 일기예보, 조기경보시스템 등 기후변화 적응 정책 마련 기초자료 제공
	14. 해양생태계 보존	Satellite High-performance ARGOS-3/-4 Receive/transmit Communication (SHARC) Project	• ESA의 위성 데이터를 활용하여 해양 생물을 추적하고 해양 생태계 보존에 기여
	15. 육상 생태계 보호	SERVIR	• NASA의 지구관측 활용 시스템으로 육상 생태계 보호 분야에서는 주로 사막화·벌채 감시 및 생태계 모니터링
번영 (Prosperity)	8. 양질의 일자리와 경제성장	KiboCUBE	• UNOOSA와 일본 JAXA의 파트너십을 통해 개도국 우주기술 역량 강화, 기술과 혁신의 확대, 경제성장에 기여
	9. 산업, 혁신, 사회기반시설	Starlink	• SpaceX의 대표적 저궤도위성군을 활용한 인터넷 통신서비스
	10. 불평등 감소	Access to Space for All	• UNOOSA와 국가우주국, 연구기관 및 민간기관(산업계 등) 협력 프로그램으로 우주 기반 시설의 정보 접근성 확대 및 인프라 개발
	11. 지속가능한 도시와 공동체	글로벌항법위성시스템 (GNSS)	• 미국의 GPS, 중국의 베이더우, 러시아의 GLONASS, 유럽의 Galileo 등 GNSS를 활용하여 스마트 시티 구축에 기여
평화 (Peace)	16. 정의, 평화, 효과적인 제도	UN Operational Satellite Application Programme (UNOSAT)	• 재난과 분쟁지역의 지리정보 수집, 통합 및 분석을 통해 난민 등 인도적 지원과 평화유지에 기여하는 UNHCR 프로그램

출처: 주요 프로그램 홈페이지 참조

다음 장에서는 8개의 주요 우주 프로그램을 통해 이러한 프로그램이 어떻게 인류 공동의 가치에 기여하는지를 구체적으로 살펴본다.

4. SDGs 달성을 위한 우주기술 활용 사례

본 장에서는 우주기술과 프로그램이 ‘사람’, ‘지구환경’, ‘번영’, ‘평화’라는 가치를 창출하는지를 살펴보기 위해, 각각에 대해 다자협력 사례와 개별 국가 사례로 나누어 총 8개의 프로그램을 분석한다.

1) 사람(People)을 위한 우주 프로그램

SDGs를 구성하는 첫 번째 핵심 가치인 ‘사람’은 기아와 빈곤을 종식하고 모든 인간의 존엄성과 평등을 기반으로 건강한 환경에서 자아실현을 보장하는 것을 의미한다. 인간다운 삶을 가로막는 다양한 문제들을 식별하고 해결방안을 도출하기 위해 우주기술은 새로운 가능성을 제시하고 있다. 예를 들면, 빈곤과 기아종식을 위해서는 식량을 비롯한 다양한 자원이 이를 필요로 하는 국가와 집단으로 빠르고 정확하게 전달될 필요가 있다. 지구관측위성과 글로벌항법위성시스템은 보다 효율적이고 정확한 운송과 물류관리를 가능하게 함으로써 빈곤퇴치에 기여하고 있다. 또한, 특정 지역에 적합한 농작물, 가축 및 산림을 식별하여 정보를 제공하고 이러한 자원을 효율적으로 관리하는데 지구관측 데이터가 활용되고 있다. 교육과 의료 등 기초적인 서비스에 대한 접근의 어려움은 인간다운 삶을 위한 기본적 기능을 제한함으로써 개인과 사회의 지속가능한 발전을 가로막는 중요한 장애물이다(Sen, 2002). 이러한 기본적인

서비스에 대한 접근이 제한되는 공간-최빈국, 취약국 등-과 환경-전쟁, 내전, 자연재해 등-에서 우주기술을 활용한 원격서비스는 매우 유용하다(OECD, 2019, p. 52). 특히, 지상통신망 구축이 지형적으로 어렵고 비용이 많이 소요되는 환경에서 통신위성 기반 원격서비스는 공간과 시간에 제약받지 않고 양질의 서비스를 제공한다. 마지막으로, 우주기술은 재난·재해 예방, 대응, 재건 등 인도주의적 위기를 극복하기 위한 다양한 노력에도 기여하고 있다. 이렇듯 우주기술과 자산은 기아와 빈곤을 종식하고, 기본적인 교육·의료 서비스에 대한 접근성을 높이며, 재해·재난으로 인한 인도주의적 위기에 대응함으로써 SDGs를 구성하는 첫 번째 핵심 가치이자 준거틀인 ‘사람’의 삶의 질 향상에 기여한다.

(1) 글로벌 재난대응: The International Charter Space and Major Disasters

인터내셔널 차터(The International Charter Space and Major Disasters)는 재난·재해 대응을 목적으로 운영되고 있는 국제협력 프로그램으로 인공위성을 운영하는 국가가 상호협력을 통해 다양한 활동을 진행하고 있다(이정호, 2016). 2000년 유럽 우주국(ESA), 프랑스 우주국(CNES), 캐나다 우주청(CSA)에 의해 설립된 인터내셔널 차터는 현재 한국항공우주연구원을 포함한 17개의 회원국이 활동하고 있으며, 재해 발생지역의 위성영상을 신속하게 분석하여 제공함으로써 전 세계 재난과 위기상황에 대응하고 있다. 재난·재해 발생 국가 혹은 주변국의 승인을 받은 사용자는 인터내셔널 차터에서 제공하는 영상자료를 공식적으로 요청하고 이를 활용한다(김성삼, 구신희, 박영진, 2012).

인터내셔널 차터는 2000년 설립 이후 2021년까지 총 61개의 위성을 활용하여 129개 국가에 재

난재해 관련 위성영상 데이터를 제공하였다. 특히 중국, 인도, 인도네시아, 아르헨티나 등 자연재해 발생빈도가 높은 국가의 경우 인터내셔널 차터로부터 다양한 위성영상을 제공받고 있다. 2021년 9월 태국의 홍수로 긴급지원이 필요한 상황에서, 유엔훈련조사연구(United Nations Institute for Training and Research, UNITAR)의 활동 요청으로 적시에 위성 정보가 제공된 것은 최근 사례 중 하나이다. 인터내셔널 차터는 대표적인 우주기술인 지구관측위성을 보유한 국가들이 상호 파트너십을 형성하여 각국의 위성 자료를 수집 및 제공함으로써 재난·재해를 예측·예방하고, 위기발생시 피해 규모를 분석하며, 이에 대한 효과적인 대응을 가능하게 하고, 더 나아가 지속가능발전에 기여하고 있다.

(2) 인도의 원격의료: Tele-Medicine

사회·경제적 기반시설이 열악한 개발도상국가의 경우, 주민들이 기초적인 의료 및 교육서비스에 대한 접근이 쉽지 않고, 이러한 어려움은 도시로부터 멀어질수록 커지게 된다. 이와 같은 특징을 지닌 지역은 사회 기반시설 부족 외에도 외부에서 방문한 의료진이 해당 지역에 접근이 어려워져서 직접적인 활동이 힘든 경우가 많다. 이때 통신위성을 활용한 원격의료의 유용한 해결책이 되고 있다(Mars, 2014). 특히, 지형이 험준하거나 인구밀도가 낮은 지역, 재난재해와 분쟁 발생지역은 인간이 접근하기 어려운 지역으로 통신위성과 같은 우주기술을 활용하면 이러한 문제를 극복할 수 있다(OECD, 2019, pp. 51-52).

인도의 원격의료 프로그램인 ‘Tele-Medicine’은 “언제 어디서나 모두를 위한 건강관리(Health care for all, anytime, anywhere)”라는 목표 아래 우주기술을 활용하여 삶의 질 제고에 기여하는 대표적인 프로그램이다. 이 프로그램은 2001년

시작 이후 꾸준히 발전해 왔으며, 통신위성을 활용하여 인도의 도시에 있는 384개의 일반병원과 60개의 전문병원 및 지방을 거점으로 하는 306개의 병원을 상호 연결하고 있다. 진료 분야는 일반 가정의학을 포함하여 안과, 산부인과, 흉부외과, 방사선과 등 다양한 영역으로 확대되고 있으며, 지방정부, NGO, 의료·과학 전문가, 산업체 간 파트너십을 형성함으로써 인력 및 기반시설 확충을 위한 효율적인 네트워크를 구축하고 있다. 2016년 인도 아마르나스(Amarnath) 동굴 지역의 힌두교 성지순례자를 위해 제공된 원격의료 서비스 제공 사례는 이러한 가능성을 잘 보여준다. 성지순례를 위해 오지로 이동하는 수십만 명의 주민들에게 화상회의장비, 원격의료 소프트웨어, X-Ray 진단기와 같은 의료장비를 활용함으로써 원격의료 서비스를 제공하였다.

원격의료는 의료서비스 질 저하, 의료사고 분쟁, 기술적 안정성과 개인 의료기록 보안 문제 등 다양한 한계점이 존재한다(이경호, 2015). 그러나 가장 기본적인 의료서비스에 접근조차도 어려운 상황에서 원격의료는 인간의 기본권 보장 차원에서 삶의 질을 제고할 수 있다. 원격수술과 같은 고난도 기술이 적용된 원격의료에서부터 원격 모니터링과 의료정보 제공, 예방교육, 진단에서부터 처방, 치료까지 종합적인 의료서비스 제공에 활용되고 있다(Chellaiyan, 2019). 따라서 우주기술을 활용하여 공여국에서 수원국으로 다차원적인 원격의료 제공이 가능하다. 최근 코로나19 팬데믹 상황과 향후 지속적인 감염병 발생 우려를 고려할 때, 우주기술 기반 원격의료서비스의 활용도는 더욱 커질 것으로 예상된다(최연석, 2020; Masson-Zwaan, 2020).

2) 지구환경(Planet)을 위한 우주 프로그램

‘지구환경’은 현재와 미래의 지속가능한 생산과

소비를 보장하고, 자원을 관리하며 기후변화에 대응하는 것으로 모두를 위한 깨끗한 에너지, 책임 있는 생산과 소비, 기후변화 대응, 해양생태계 보존 및 육상생태계 보호 등을 목적으로 한다. 특히, 전 지구적 화두인 기후변화 대응을 위해 우주기술과 자산을 보유한 국가와 국제기구가 양자 및 다자 파트너십을 구축하여 다양한 노력을 기울이고 있다.

우주기술은 기후변화를 포함한 지구환경 보전을 위해 다차원적 접근 방법을 제시한다. 첫째, 국경이 존재하지 않는 지구환경과 생태 및 국경을 넘나드는 환경오염물질의 영향을 우주에서 바라봄으로써 생성되는 지구관측데이터는 인류가 하나로 연결되어 있다는 공통의 인식을 제고한다. 둘째, 기후변화에 효과적으로 대응하기 위해서 방대한 지구관측데이터가 활용되고 있다. 유럽이 선도하는 코페르니쿠스(Copernicus) 프로그램과 미국 NASA가 선도하는 SERVIR 프로그램 등은 ‘지구환경’을 위한 대표적인 우주 프로그램이다. 일본, 인도 등과 같은 우주강국 역시 다양한 형태의 파트너십을 통해 지구환경의 지속가능성을 제고하는데 노력하고 있다. 셋째, 우주기술을 활용하여 기존의 방식보다 더욱 효율적이고 효과적으로 기후변화 및 이에 대응하기 위한 이행과정을 모니터링함으로써 SDGs 169개 세부목표 중 65개에 직간접적으로 기여한다(Ferretti et al., 2016; UN, 2018; Di Pippo, 2019). 이렇듯 우주기술은 지구환경에 대한 공통의 인식 형성과 제고, 지구관측데이터의 공동 활용을 통한 기후변화 적응 및 완화 정책 수립, 이행 모니터링 등을 통해 SDGs를 구성하는 두 번째 핵심 가치이자 준거틀인 ‘지구환경’에 기여하고 있다.

(1) EU의 코페르니쿠스(Copernicus) 프로그램

코페르니쿠스 프로그램은 유럽집행위원회(European

Commission, EC)가 관리하는 EU의 지구관측 프로그램으로 대기, 해양, 토양, 기후변화, 안보, 재해대응 등 여섯 가지 분야의 위성관측 및 관련 데이터를 제공하는 서비스이다. 유럽위원회, 유럽 우주국, 유럽기상위성탐사기구, 유럽중기예보센터가 참여하는 다자 파트너십을 통해 전 세계를 대상으로 위성데이터를 무료로 개방하고 있으며 호혜주의를 기반으로 미국, 브라질, 인도, 아프리카 국가들과 데이터 교환 국제협력을 수행하고 있다. 지구관측데이터뿐만 아니라 지상·항공·해양센서를 통해 취합한 데이터를 처리하여 사용자에게 제공한다. 코페르니쿠스 프로그램에서 제공하는 기후변화 서비스(The Copernicus Climate Change Service, C3S)는 적시에 데이터 활용이 가능하여 기후변화 적응과 정책 마련을 위한 기초자료가 되고 있다.

코페르니쿠스 프로그램은 유럽연합의 기후환경 정책을 지원하기 위한 데이터를 제공하고 있으며, 다양한 지역 및 국가와의 협력적 파트너십을 구축하고 있다. 예를 들면, 코스타리카와 같은 기후변화 민감지역에 대한 생태계 모니터링 자료를 이해관계자에게 제공하거나, 하이네켄 양조장의 수질과 물 관리를 위한 ‘Green Circle’ 협동조합 지원을 통해 지속가능성과 상업적 가치를 동시에 추구하기도 한다. 또한, 코페르니쿠스 대기 모니터링 서비스(Copernicus Atmosphere Monitoring Service, CAMS)는 대기의 상태와 조성에 대한 모니터링과 예측 데이터를 기반으로 건강, 환경, 재생에너지, 기상현상, 기후변화가 융합된 다양한 응용 프로그램을 제공한다. 예를 들면, 온실가스, 황성가스, 오존층 등 대기조성 성분 분석 데이터를 공공 및 민간단체에 제공함으로써 지구 표면의 태양복사를 활용한 건강증진, 농업생산성 향상, 재생에너지 개발 연구에 도움을 준다.

(2) 미국의 SERVIR 프로그램

미국의 NASA와 국제개발처(USAID)에서 공동으로 운영하는 SERVIR 프로그램은 지구관측 기술을 기반으로 토지 이용과 생태계 파괴, 농업과 식량안보, 물 관련 자연재해, 기후변화에 대한 대응 및 정책형성 마련에 도움이 되는 다양한 데이터를 제공한다. 2004년 프로그램이 시작된 이후 지구관측 위성과 지리공간 기술을 활용하여 아프리카, 메콩, 히말라야, 아마존 지역의 개발도상국 및 지역사회의 생태계와 재난상황을 모니터링하고 농업, 수자원, 토지 이용 등과 관련된 지구관측데이터를 제공하고 있다. 2020년에 발표된 “SERVIR Global Report 2020: Connecting Space to Village”에 따르면, SERVIR 프로그램을 통해서 35개의 위성과 우주센서를 활용한 다양한 데이터가 45개 국가에 제공되었다(SERVIR Global, 2020).

특히 환경변화 모니터링이 중요한 지역-네팔, 메콩강, 아마존 등-은 지역별로 특화된 정보를 별도로 제공하고, 전문지식이 필요한 분야는 대상 국가의 정부와 관련 국제기구, 그리고 미국의 민간기업과의 파트너십을 통해 맞춤형 서비스를 제공한다. 예를 들어, 히말라야 지역에서는 네팔 정부와 협력하여 기후 복원력을 위한 산림관리 시스템(Climate Resilient Forest Management System)을 운영하고 있다. 해당 서비스는 산림 생태계의 관찰 및 기후변화 영향, 산림 황폐화 등 예측을 위한 데이터를 제공하며, 긴급 경보나 모니터링이 필요한 산림 지역을 식별한다. 따라서, SERVIR 프로그램은 네팔 생태계의 복원력 구축을 위한 신속하고 효과적인 의사결정 도구로 기능을 하고 있다. 또한, SERVIR-Mekong은 우주 기반 지리공간 기술을 활용하여 태국의 화재 예방과 화재 발생 시 긴급지원을 위한 대응책을 마련할 수 있는 위성 데이터를 제공한다. ‘우주와 마을을 연결한다’라는 슬로건에 따라 SERVIR 프

로그램은 ‘지구환경’뿐만 아니라 ‘사람’과 ‘번영’을 연계하며 SDGs 달성에 기여하고 있다.

3) 번영(Prosperity)을 위한 우주 프로그램

‘번영’은 모든 인간이 풍족한 삶을 누리고 경제적·사회적·기술적으로 환경과 조화를 누리며 진보하는 것을 의미한다. 혁신적인 우주기술의 발전과 이를 활용한 다양한 서비스는 사회 전반의 생산성 향상, 양질의 일자리 창출, 불평등 문제를 해결하고, 모든 인간이 풍족한 삶을 영위하기 위한 환경 구축에 기여한다. 최근 빠른 속도로 성장하는 우주산업은 이러한 가능성을 더욱 앞당기고 있다(Scatteia et al., 2020). 우주산업은 그 자체로서 새로운 일자리 창출과 경제성장에 기여할 뿐만 아니라, 다양한 산업의 부가가치를 증대시킴으로써 ‘번영’에 이바지한다. 이러한 맥락에서 수많은 국가는 우주기술을 개발하고 활용하기 위해 다양한 자원을 투입하고 노력을 아끼지 않고 있으며, 이에 따라 민관협력도 활발하게 진행하고 있다.

특히, 글로벌항법위성시스템과 같은 우주기술은 농업, 임업, 수산업 등에서 생산성을 제고할 뿐만 아니라, 관광산업, 자원운영과 관리 등에서 새로운 가치를 창출한다. 최근 상업적 이윤을 추구하는 민간기업의 참여와 혁신적 기술발전을 통해 제공되는 다양한 우주 기반 서비스에 개발도상국의 국가와 기업, 개인의 접근성이 높아짐에 따라 경제적 가치 창출의 가능성을 높이고 있다. 예를 들면, 발사체 재활용기술 발전으로 인해 과거에 비해 훨씬 저렴한 비용으로 다수의 통신위성을 저궤도에 띄울 수 있게 됨에 따라 원격서비스에 대한 접근성이 대폭 향상되었다. 최근 미국의 SpaceX와 Amazon 등 민간기업이 추진하고 있는 저궤도 초소형위성군(Low Earth Orbit Microsatellite Constellation)을 활용한 통신서비스 시장의 확

대는 위성을 활용한 원격서비스의 발전가능성을 더욱 높이고 있다.

(1) 글로벌항법위성시스템(GNSS)

대표적 우주기술인 GNSS는 다양한 경제적 부가 가치를 창출한다(UN, 2018; UN ECOSOC, 2020). 예를 들면, GNSS는 정확한 위치·항법·시각(positioning, navigation, timing, PNT) 서비스를 제공함으로써 농업생산성을 제고하고, 농업용 차량의 위성안내시스템 및 토지활용, 자원이용의 효율성을 높인다(OECD, 2019, p. 52; Marucci et al., 2017). 구체적으로 GNSS와 지구관측데이터를 함께 활용하면 농약과 비료의 투입비용을 20%까지 낮추고, 농업생산성을 10% 이상 증대시킬 수 있는 것으로 보고되었다(UN, 2018, p. 48). 2021년 기준 GNSS 보유국가 현황을 살펴보면, GPS(미국), 베이더우(중국), GLONASS(러시아), Galileo(유럽)가 있으며, 인도와 일본은 지역적 수준에서의 항법위성시스템(Regional Navigation Satellite System, RNSS)인 IRNSS와 QZSS를 각각 운영 중이다.

GNSS는 산업혁신과 생산성 향상에 도움이 될 뿐만 아니라 새로운 형태의 부가가치 창출을 유도한다. GNSS를 활용한 실시간 위치정보 제공 서비스는 운송, 자율주행, IoT 등과 융합하여 복합적으로 활용됨으로써 새로운 사업영역을 개척하고 있다. 또한, GNSS는 도시인프라 모니터링, 지형조사 등에도 응용되어 관련 산업 분야를 개선하고 확장하고 있다. 일례로, 우주관광 분야는 기존에 없던 혁신산업으로써 미지의 영역인 우주 공간은 일반인이 향유할 수 있는 공간으로 변모하고 있다.

이렇듯 안정적이고 신뢰도 높은 GNSS는 사회 경제적 발전과 번영에 기여한다. 수억 명의 사용자들이 내비게이션과 위치 추적을 위해 사용하는

GPS의 경제적 이익을 분석한 보고서 “Economic Benefits of the Global Positioning System”에 따르면, 1980년대 GPS가 상업 목적으로 활용하는 것이 허용된 이후 2017년까지 미국에서만 약 1조 4천억 달러의 경제적 이익이 창출되었다고 추정한다(O'Connor et al., 2019). 최근 10년 동안 정보기술의 발전, 터미널기기의 소형화 및 상용화, 무선 서비스의 가용성으로 인해 제품과 서비스의 품질 및 생산성 향상, 개인의 효율 증가, 환경 및 공중보건에 긍정적 영향을 미쳤다. 특히 통신, 정밀 농업, 전기, 금융, 위치 기반 서비스, 해양, 광업, 석유, 천연가스, 텔레매틱스(telematics) 산업 등의 성장에 GNSS는 중요한 역할을 하였다. GNSS를 통해 축적된 경제적 가치의 90% 이상이 2010년 이후 발생했다는 점은 4차 산업혁명 시대 GNSS에 기반한 서비스의 중요성을 잘 보여준다.

또 다른 예로 탄자니아의 다르에스살람에서 진행된 연구에 의하면, GPS 추적 데이터 활용은 비공식 교통수단의 경제적 가치 제고에 기여한다(Goletz & Ehebrecht, 2018). 대다수의 개발도상국에서 택시와 오토바이를 포함한 비공식 교통수단은 중요한 이동수단이지만, 타 교통수단에 비해 국가 규제로부터 자유로워서 운송 정보를 정확히 얻을 수 있는 경로가 많지 않다. 따라서 GNSS 기술은 개발도상국의 비공식 교통수단 및 운송에 대한 정보제공을 가능하게 함으로써 도시 거주지 개발, 교통서비스의 수요와 공급 변화에 대한 정보 추적과 활용을 통해 경제적 이득을 가져다 줄 수 있다.

(2) SpaceX의 스타링크

미국의 SpaceX는 뉴스페이스의 혁신을 대표하는 민간기업이다. SpaceX에서 제공하는 대표적 서비스인 스타링크(Starlink)는 저궤도 공간에 소

형 군집 위성 약 12,000개를 띄우고 전 지구상에서 초고속 인터넷 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다. 2022년 현재 북미지역을 포함한 일부 지역에서만 상용서비스를 제공하고 있으나 향후 서비스 지역은 점차 확대될 전망이다(동아시아인스, 2021.06.30). 스타링크 통신서비스는 지상 인프라가 갖춰지지 않은 지역이나 고립된 지역의 주민에게 특히 효과적이다(Fletcher, 2021). SpaceX는 최근 인도의 농촌 지역에 인터넷 서비스를 제공할 계획을 밝혔다(Shah, 2021). 또한, 정치적으로 불안정한 미얀마와 같은 지역에서의 효과성도 기대되고 있다. 2021년 미얀마 쿠데타 발생 당시 미얀마 군부는 야간에 모든 국민의 휴대폰 접속 네트워크를 차단함으로써 철저하게 외부와의 연락을 통제했는데 당시 테슬라의 미얀마 직원이 일론 머스크에게 스타링크 서비스를 이용하게 해달라고 트위터로 요청하면서 화제가 되었다(JTBC, 2021.04.21).

이렇듯 우주기술 활용을 통해 기존 인터넷 서비스의 지리적 제약이 극복하게 된다면 이는 단순한 통신서비스를 넘어서 새로운 가치 창출이 기대되는 분야로 성장할 것이다. 지상의 통신망 미설치 지역, 해상 및 도서·산간 지역 등에서 데이터 전송 속도가 뛰어난 우주 인터넷을 합리적인 가격에 이용하게 됨으로써 경제적 효율성을 높이고 정보의 평등을 가져와 디지털 격차를 줄이는 기회를 제공한다(Herath, 2021). 특히, 통신 기반시설이 부족한 이유로 서비스 제공이 불가능한 지역에서 우주기술 상용화를 통해 창출되는 다양한 부가가치는 다면적 수준에서 발생하는 개발격차(development gap)를 줄여나갈 수 있는 계기를 제공한다.

4) 평화(Peace)를 위한 우주 프로그램

‘평화’는 정의롭고 포용적인 사회 육성을 통해

공포와 폭력이 없는 지속가능한 사회를 만들고 평화를 달성하는 것을 의미하여, SDGs의 16번 목표인 정의, 평화, 효과적인 제도(Peace, Justice and Strong Institutions)와 연계된다. 즉, 우주공간을 평화적으로 활용하고 지상에서의 평화와 정의, 제도 구축에 우주기술을 활용하는 것이다. 하지만, 우주공간의 군사적 유용성이 커지면서 우주공간은 다양한 행위자들이 자신의 군사적, 안보적 이익을 추구하고 경쟁하는 공간으로 빠르게 변하고 있다. 우주의 군사화(militarization)로 표현되는 이러한 현상은 탈냉전 초기 소강상태였으나, 2000년대 이후 재점화되고 있다. 그럼에도 불구하고, 우주기술은 평화유지활동을 효과적, 효율적으로 수행하는 데 중요한 역할을 한다.

특히, 고해상도의 위성 촬영 이미지는 다양한 UN 평화유지활동, 즉 국경선경과 집행, 정전(ceasefire)과 평화협정을 위한 협상과 실행, 안정화와 폭력방지, 선거 지원, 민간인 보호, 인권 모니터링, 공권력 확장과 법치, 인도주의적 지원 등에 활용된다(Convergne & Snyder, 2015). 예를 들면, 무력분쟁의 과정에서 발생하는 다양한 인권침해, 잔혹행위 등을 모니터링하고 방지하는 것은 매우 어렵다. 특히 국제기구 등 외부행위자의 접근이 제한된 가운데 광범위한 지역에서 발생하는 잔혹행위를 모니터링하고 이를 방지하기에는 한계가 있다. 이러한 맥락에서 지구관측위성에 의해서 촬영된 다양한 위성이미지는 거의 실시간으로 무력분쟁으로 인한 파괴 현장과 강제적인 주민 이동을 보여주어 국제적 관심을 끌고, 분쟁의 당사자들에게 압력을 가할 수 있다. 2007년 Amnesty International은 수단 다푸르(Darfur) 지역 마을에 가해진 폭력과 파괴 현장의 위성이미지를 웹사이트에 공개함으로써 국제적 이목을 집중시켰다(국제엠네스티 홈페이지).

이렇듯 우주기술은 국가 간, 집단 간 갈등을 모

니터링하고, 무력분쟁이 발생할 가능성을 조기에 발견하여 대응하고, 불법 무기거래, 반인륜적 범죄행위 등을 추적·관찰하는데 활용되고 있다. 나아가, 민주적 선거를 위한 선거구 확정과 선거 실시 등에도 도움을 주고 있다(UNOOSA 홈페이지). 마지막으로, UN 평화유지군이 평화유지활동을 수행하고 이들의 안전을 보장하는데 지구관측 위성과 통신위성은 중요한 역할을 한다.

(1) 위성이미지를 활용한 UN 평화유지활동

UN은 평화와 안정을 위한 증거기반(evidence-based) 정책을 수립하고 집행하는데 공간정보의 중요성을 인식하고 2001년 유엔활동위성프로그램(UN Operational Satellite Application Programme, UNOSAT)을 설치하고 이를 통해서 UN 기구들과 회원국들에게 위성이미지 기반 해결책을 제시하고 있다(UNITAR, 2021.11.25). 특히, UN 평화유지활동을 효과적으로 수행하는데 다양한 위성이미지를 활용하고 있다.

UN의 다양한 평화유지활동 중 UN 남수단 임무단(UN Mission in South Sudan, UNMISS) 사례는 민간인을 보호하고 평화유지활동을 수행하는데 위성이미지가 효과적이었음을 보여준다. 2013년 12월 중순 남수단에서 내전이 발생하고 수도인 주바(Juba)와 보르(Bor) 간 200km에 달하는 도로를 모니터링하는 과정에서 UNMISS는 2014년 1월 위성이미지를 분석하여 보르로 향하는 약 300여 명의 군인과 12대의 무장차량을 식별하고, 평화유지군의 대비태세를 강화하고 전략적 위치를 선점함으로써 민간인 일부를 보호할 수 있었다(Convergne & Snyder, 2015, pp. 571-572).

또한, 유엔은 수단과 남수단 간 분쟁을 방지하기 위하여 유엔안보리는 두 정부가 국경에서 군대를 철수할 것을 포함하는 결의안(2046호)을 통과시켰는데, 위성이미지를 통해 두 국가 모두 결

의안에 따르지 않았음을 확인하고 더욱 강력한 제재를 가하였다(Avtar et al., 2021, p. 12). 이렇듯 유엔은 한정된 자원으로 수행되는 평화유지활동의 효과성을 제고하기 위해 우주기술을 활용하고 있다.

(2) 군비통제, 군축과 검증

양자 혹은 다자 협의를 통해서 국가의 전체 군사력 혹은 특정 무기체계의 개발이나 운용을 관리하여 군사적 위협을 약화시킴으로써 안보를 증진하는 방안인 군비통제(arms control)나 군사력 혹은 특정 무기체계를 감축 혹은 폐기하는 군축(disarmament)은 평화를 위한 중요한 방안으로 여겨진다(한용섭, 2019, 7-8쪽). 이러한 군비통제나 군축을 위해서는 군사적 상호신뢰구축조치(confidence building measures, CBMs)가 필수적인데, 위성이미지는 군비통제나 군축 과정을 검증하는데 매우 유용하다(Hettling, 2003).

군비통제나 군축을 검증하는 방식에는 당사국의 보고서, 정기적 혹은 비정기적 검사, 현장 센서, 다른 국가들과의 정보 교환, 위성이미지 등이 포함된다. 특히, 위성이미지는 광범위한 영역에 걸쳐서 오랫동안 추적관찰이 가능하며, 다양한 이미지 방식과 머신러닝 등을 통해서 변화를 추적하고, 지상에서의 활동들을 모니터링하는데 활용되고 있다. 물론 이러한 위성이미지는 현장 검사와 다른 정보들과 결합되었을 때 그 효과가 배가된다. 이렇듯, 우주기술은 국가 간 군사적 협력과 평화 구축에 기여하고 있다.

5) 소결

우주기술을 활용하여 인류 공동의 문제를 해결하고 새로운 가치를 창출하려는 노력은 다양한 방식으로 전개되었다. 이러한 노력을 SDGs의 핵

심 가치인 5Ps로 분석하였을 때 다음과 같은 특징을 확인할 수 있다.

첫째, 우주기술과 자산, 특히 지구관측위성, 통신위성, GNSS 등을 활용한 프로그램은 삶의 질을 제고하고, 지구환경의 지속가능성을 높이며, 경제적 가치를 창출함과 동시에 평화를 유지하고 형성하는 데 이바지한다. 특히 코로나19 팬데믹으로 인해 개발협력을 위한 자원이 제한됨으로써 2030년 SDGs 달성에 대한 기대가 어려워지는 상황에서 우주기술을 활용한다면 기존 자원과 역량을 최대한 효율적으로 사용할 수 있다. 기후변화 문제에 대응하고 다양한 산업에서 생산성을 제고하는 지구관측데이터는 무료로 전 세계에 개방되고 있으며, GNSS를 활용하여 새로운 부가가치를 창출할 수 있다.

둘째, 우주강국들과 우주에 진입하려는 국가들은 국가 주도의 우주 프로그램을 진행함과 동시에 다양한 행위자와의 파트너십을 구축하고 있다. 냉전 시기 국가가 독점하다시피 했던 우주공간에 2000년대 이후 새로운 행위자가 등장하기 시작하였으며, 2010년대 후반부터는 민간부문이 선도하는 뉴스페이스 시대가 도래하였다. 혁신적인 기술과 막대한 자본을 바탕으로 한 민간기업은 이 우주공간에서의 존재감을 높이고 있다. 하지만, 리스크가 크고 막대한 비용이 드는 다양한 우주 프로그램은 한 국가나 기업이 독자적으로 진행하기 보다는 다양한 파트너십을 형성하여 진행되고 있다. 예를 들면, 달에 지속가능한 유인 우주기지를 건설을 목표로 하는 유인 우주탐사 계획인 아르테미스(Artemis) 프로그램에는 한국, 미국, 유럽, 영국, 일본, 캐나다, 이탈리아, 호주, 뉴질랜드, 룩셈부르크, 브라질, 우크라이나, 아랍에미레이트 등 우주강국뿐만 아니라 신흥국가들도 참여하고 있다. 또한, 앞서 설명한 우주 프로그램에는 다양한 민간기업, 대학 등이 파트너로 참여하여 SDGs

달성에 기여하고 있다.

마지막으로, 다양한 우주 프로그램을 조정하고 협력을 증진시키는 제도, 즉 우주거버넌스는 여전히 취약하다. 우주공간을 활용하려는 다양한 행위자가 등장하고, 인공위성과 잔해물 등 우주물체가 급증하면서, 우주공간을 효과적으로 관리할 필요성이 나날이 커지고 있다. 하지만, 우주협력의 필요성에도 불구하고 통합적인 우주교통관제 체제는 존재하지 않는다. 나아가, 우주공간을 협력적으로 관리하기 위한 가장 기본적인 규범과 원칙조차 마련되어 있지 않다. 예를 들면, 외기권(outer space)이 어느 지점에서부터 시작하는지, 즉 우주공간을 어떻게 정의할 것인가에 대한 국제적 합의는 2022년 현재까지도 마련되지 않은 상황이다. 우주기술의 중요성을 인식하고 이를 활용하여 경제·사회적 발전을 도모하고자 하는 수많은 개발도상국과 다양한 이해당사자들은 최근 기술혁신으로 인해 진입장벽이 낮아지면서 우주공간에 더욱 손쉽게 진출할 수 있게 되었다. 따라서, 우주강국뿐만 아니라 이러한 다양한 이해당사자들을 포괄하는 우주거버넌스 구축을 통해 SDGs를 달성하는데 우주공간을 보다 적극적으로 활용할 수 있다.

5. 결 론

인류의 공공재로서 우주의 영향력은 점차 확대되고 있다. 우주를 탐사하고 개발하는 과정에서 파생된 많은 기술과 이를 응용한 상품과 서비스는 삶의 질을 높여주었고, 새로운 산업과 시장을 창출하였으며, 지구가 겪고 있는 환경문제를 우리 모두의 문제로 인식하는 데 도움을 주었다. 2000년대 이후 우주공간은 주로 군사적이고 상업적 목적을 위해 활용되었지만, 동시에 인류 공동의

목표를 달성하기 위해 우주를 어떻게 활용할 것인가에 대한 논의 역시 본격적으로 전개되었다. 특히 2030년까지 지속가능발전목표를 달성하기 위해서 우주기술의 중요성이 주목받으면서, 많은 이해당사자들은 다양한 우주 프로그램을 진행하거나 계획 중에 있다.

본 연구는 다양한 우주 프로그램이 어떻게 SDGs 달성에 기여하는지를 체계적으로 살펴보았다. 특히 17개 SDGs를 구성하는 핵심 가치이자 준거틀인 5Ps를 활용하여, ‘사람’, ‘지구환경’, ‘변영’, ‘평화’의 가치를 추구하는 대표적인 우주 프로그램을 소개하고 이러한 가치를 창출하는데 우주기술이 어떻게 기여하는지를 분석하였다.

첫째, 지구관측위성, 통신위성, GNSS 등 우주기술은 빈곤퇴치, 원격교육·원격의료서비스 제공, 재난·재해 예방과 대응, 인도주의적 지원 등 다양한 분야에서 인류의 삶의 질 제고에 기여하고 있다. 둘째, 실시간 및 오랫동안 축적된 방대한 분량의 지구관측데이터는 기후변화에 대한 인류 공동의 인식을 제고하고, 효과적 대응을 위한 정책형성에 기초를 제공함으로써 지속가능한 지구환경을 위해 핵심적인 역할을 하고 있다. 셋째, 우주기술은 산업 생산성 향상, 새로운 시장과 일자리 창출, 불평등 해소를 통해 다양한 경제적 가치를 창출하고 있다. 넷째, 우주기술은 지상의 평화를 형성·유지하는데 이용되고 있다. 마지막으로, 이러한 우주 프로그램은 정부, 국제기구, 민간기

업, 연구기관 등 다양한 이해당사자의 파트너십을 통해서 수행되고 있다. 이렇듯 본 연구는 SDGs를 달성하는데 우주기술은 매우 유용할 뿐만 아니라 효율적이라는 점을 확인하였다.

인류 공동의 목표 달성을 위한 우주, 우주기술의 활용에 대한 도전 역시 존재한다. 군사적, 상업적 목적을 추구하기 위하여 갈수록 많은 국가 및 비국가행위자가 우주공간을 활용하고 있으며, 이들은 우주에서의 경쟁을 제로섬 게임으로 인식하고 행동할 가능성이 크다(정헌주, 2021). 이러한 상황에서 인류 공동의 목표 달성을 위해 우주를 활용하는 노력은 비현실적인 이상으로 비칠 수 있다. 그럼에도 불구하고 인류가 공동으로 처한 상황과 그 문제가 심각해지는 현실에서 협소한 국익 추구의 수단으로서 우주가 아닌 공동의 가치를 창출하기 위한 공간으로서 협력의 필요성이 커지고, 이를 위한 다양한 우주 프로그램이 수행되고 있다. 이러한 노력이 실질적 성과로 이어지기 위해서는 우주강국과 첨단 우주기술을 보유한 민간기업이 개발도상국 정부 및 민간부문과의 파트너십을 구축하고 우주기술을 활용하여 다양한 서비스를 개발·제공하고, 이를 위한 역량을 함께 구축하는 것이 중요하다. 마지막으로, 다양한 이해관계자들의 관계를 제도화하고 예측가능성을 높이기 위한 규범을 형성하고 협력을 제고하기 위한 우주거버넌스를 강화하기 위한 노력으로 전개되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 고재원 (2021. 7. 22). 우주의 달과 별 파는 ‘아마존의 우주시대’ 도래했다. 동아사이언스.
 김성삼·구신희·박영진 (2012). 국제재난기구 협업을 통한 적시적 재난대응. <한국지형공간정보학회지>, 20(2)
 김한택 (2015). 우주의 평화적 이용에 관한 국제법 연구. <한공우주정책법학회지>, 30(1), 273-302
 김형국 (2010). 우주경쟁: 제도화와 과제. <한국동북아논총>, 55, 295-328.

- 박병광 (2020). 동아시아의 우주군사력 건설동향과 우리의 대응방향. <INSS 전략보고>, No. 80.
- 박시수 (2021. 6. 18). [우주산업 리포트] 우주쓰레기 청소 사업에 나선 기업들. 동아시아언스.
- 송경은 · 윤신영 (2018. 4. 3). 지구 위협하는 우주 쓰레기…매년 100t씩 하늘서 떨어진다. 동아시아언스.
- 신상우 · 김은정 (2021). 우주분야 공공민간협력을 위한 정책수단과 운영사례 연구. <한국항공우주학회지>, 49(1), 343-354.
- 신소현 (2021). 우주 안보와 국제법. <국제법학회논총>, 66(1) 157-181.
- 안형준 · 박현준 · 강민지 · 유지은 (2021). 뉴스페이스 시대, 우주산업 경쟁력 제고를 위한 민관협력 확대 방안. <과학기술정책연구원>.
- 이경호 (2015). 정부의 원격의료 문제점 진단과 처방. <의료정책포럼>, 13(4), 81-85.
- 이영진 (2013). 상업적 우주활동의 국제법적 규제. <한국우주정책법학회지>, 28(2), 183-221.
- 이정호 (2016. 11. 15). 위성영상을 활용한 자연재해 분석 최신 사례. 한국항공우주연구원 [On-line] Available: https://www.kari.re.kr/cop/bbs/BBSMSTR_000000000064/selectBoardArticle.do?nttId=5930&nttId=5930
- 이향희 · 이명진 (2020). 유엔 지속가능발전목표 이행을 위한 과학기술혁신 국제논의 동향과 정책제언: 과학기술혁신 국제협력정책을 중심으로. <STEPI Insight>, 251, 과학기술정책연구원.
- 임성훈 (2020. 3. 25). [글로벌-Biz 24] 일본 아스트로 스케일, 우주 쓰레기 문제 해결 나선다. 글로벌 이코노믹.
- 정원엽 (2021. 10. 27). 우주를 향해 싸라, 근데 누가? 중앙일보.
- 정현주 (2021). 미국과 중국의 우주 경쟁과 우주안보딜레마. <국방정책연구>, 37(1), 9-40.
- 조승환 (2021. 6. 30). 일론 머스크 “스타링크 8월 전 세계 서비스…내년 고객 50만명 넘을 것”. 동아시아언스.
- 천세범 (2018). 한국형 위성항법시스템 저잡음/고감도 기반기술 개발. <한국항공우주연구원>.
- 최연석 (2020). 원격의료의 도입에 관한 연구: 코로나바이러스감염증19 전염병과 원격의료 도입의 필요성. <국제법무>, 12(1), 113-137.
- 한용섭 (2019). 군비통제 관점에서 본 9.19 남북군사합의의 의의와 전망. <국가전략>, 25(2), 5-31.
- 東興証券 (2021). 國防軍工：衛星導航与位置服務産業白皮書發布, 2020年蓬勃發展.. 東興証券研究所.
- Access to Space for All. (2021. 10. 18). [On-line], Available: [unoosa.org/oosa/en/ourwork/access2space4all/index.html](https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/access2space4all/index.html)
- Acuthan, J. P. (2006). China's Outer Space Programme: Diplomacy of Competition or Co-operation? *China Perspectives*, 63, 34-44.
- Amnesty International (2009. 11. 17). Darfur: New Evidence of Attacks on Villages. [On-line], Available: <https://www.amnestyusa.org/darfur-new-evidence-of-attacks-on-villages>
- Baiocchi, D., & Welsch IV, W. (2015). The democratization of space. *Foreign Affairs*, 94, 98.
- Bajracharya, B. et al. (2021). *Earth Observation Science and Applications for Risk Reduction and Enhanced Resilience in Hindu Kush Himalaya Region: A Decade of Experience from SERVIR*. Springer Nature.
- Balogh, W. R. et al. (2017). Towards a results-based management approach for capacity-building in

- space science, technology and applications to support the implementation of the 2030 agenda for sustainable development. *Acta Astronautica*, 139, 385-389.
- Bollyky, T. J., & Bown, C. P. (2020). The tragedy of vaccine nationalism: only cooperation can end the pandemic. *Foreign Affairs*, 99(5), 96-100.
- Chellaiyan, V. G. et al. (2019). Telemedicine in India: Where do we stand? *Journal of family medicine and primary care*, 8(6), 1872.
- China (2021. 10. 18). BeiDou Navigation Satellite System (BDS). [On-line], Available: <http://en.beidou.gov.cn>
- Chow, B. G. (2020). Space Traffic Management in the New Space Age. *Strategic Studies Quarterly*, 14(4), 74-102.
- Copernicus (2018. 10. 1). Climate change impacts on biodiversity in Costa Rica. [On-line], Available: <https://climate.copernicus.eu/climate-change-impacts-biodiversity-costa-rica>
- Copernicus (2021. 10. 18). About Copernicus. [On-line], Available: <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus>
- Copernicus (2021. 10. 18). Climate Change Services(C3S). [On-line], Available: <https://climate.copernicus.eu>
- Copernicus (2021. 10. 18). Copernicus Services. [On-line], Available: <https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services>
- Copernicus (2021. 10. 18). Heineken "Brewing a better world." [On-line], Available: <https://climate.copernicus.eu/heineken-brewing-better-world>
- Copernicus (2021. 10. 18). International Cooperation in the area of Data Exchange. [On-line], Available: <https://www.copernicus.eu/en/international-cooperation-area-data-exchange>
- Department of Space, Indian Space Research Organisation (ISRO) (2021. 10. 18). ISRO enables Telemedicine service enroute Amarnath. [On-line], Available: <https://www.isro.gov.in/isro-enables-telemedicine-service-enroute-amarnath>
- Department of Space, Indian Space Research Organisation (ISRO) (2021. 10. 18). Tele-Medicine. [On-line], Available: <https://www.isro.gov.in/applications/tele-medicine>
- Desert Locust (2022. 2. 10). The International Charter Space and Major Disasters. [On-line], Available: <https://www.fao.org/locusts/en>
- Desert Locust Watch (2021. 10. 18). [On-line], Available: www.fao.org/locusts/en
- Di Pippo, S. (2019). The contribution of space for a more sustainable earth: leveraging space to achieve the sustainable development goals. *Global Sustainability*, 2, 1-3.
- Digital Earth Africa (2021. 10. 18). Agriculture and Food Security. [On-line], Available: <https://www.digitalearthafrika.org/why-digital-earth-africa/agriculture-and-food-security>
- Duygan, M. et al. (2022). Where do Smart Cities grow? The spatial and socio-economic configurations

- of smart city development. *Sustainable Cities and Society*, 77, 103578.
- ESA (2021). *ESA's Annual Space Environment Report*. Germany: ESA Space Debris Office.
- ESA (2022. 2. 22). SHARC(Satellite High-performance ARGOS-3/-4 Receive/transmit Communication) Project. [On-line], Available: <https://artes.esa.int/projects/sharc>
- EU. (2021. 10. 18). Galileo [On-line], Available: https://ec.europa.eu/defence-industry-space/eu-space-policy/galileo_en
- Ferretti, S. (2018). *Space for sustainable development*. Yearbook on Space Policy 2016, Springer: 129-152.
- Fletcher B. (2021. June). Musk says Starlink 'nice complement' to fiber, 5G. *Fierce Wireless*.
- Frankowski, P. (2017). Outer space and private companies consequences for global security. *Politeja-Pismo Wydziału Studiów Międzynarodowych i Politycznych Uniwersytetu Jagiellońskiego*, 14(50), 131-147.
- Goletz, M., & D. Ehebrecht (2020). How can GPS/GNSS tracking data be used to improve our understanding of informal transport? A discussion based on a feasibility study from Dar es Salaam. *Journal of Transport Geography*, 88, 102305.
- Goswami, N. (2018). China in space: Ambitions and possible conflict. *Strategic Studies Quarterly*, 12(1), 74-97.
- Government of Nepal Ministry of Forests and Environment. (2021. 10. 18). Climate Resilient Forest Management System. [On-line], Available: <http://110.44.114.238//CRFMS>
- Greenemeier, L. (2016). GPS and the World's First "Space War". *Scientific American*, 8(02).
- Gulrajani, N., & E. Silcock (2020). Principled aid in divided times: Harnessing values and interests in donor pandemic response. *Overseas Development Institute*.
- Gupta, B., & Raju, K. D. (2016). Space Exploration by India and Socio-economic Cooperation with SAARC Countries. *India Quarterly: A Journal of International Affairs*, 72(3), 278-289.
- Haubold, H. J., Mathai, A. M., & Pyenson, L. (2020). Space Science and Technology Education, Teaching, Research. *Space policy*, 53, 101384.
- Herath, H. M. V. R. (2021). Starlink: A Solution to the Digital Connectivity Divide in Education in the Global South. *arXiv preprint arXiv:2110.09225*.
- ICT Agri Food (2021. 10. 18). Available: <https://www.ictagrifood.eu>
- India (2021. 10. 18). Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS)/Navigation Indian Constellation (NavIC). [On-line], Available: <https://www.isro.gov.in/irnss-programme>
- International Charter (2020). *The International Charter "Space and Major Disasters"*. Annual Report. 8.
- International Disasters Charter (2021. 10. 18). [On-line], Available: disasterscharter.org
- International Disasters Charter (2022. 2. 10). The International Charter Space and Major Disasters. [On-line], Available: <https://disasterscharter.org>
- Japan (2021. 10. 18). Quasi-Zenith Satellite System(QZSS). [On-line], Available: <https://qzss.go.jp/en>

- Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) (2020. March 23). JAXA concludes partnership-type contract for Phase I of its Commercial Removal of Debris Demonstration (CRD2).
- Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) (2021. 10. 18). Ensuring the safety of space missions now and in the future. [On-line], Available: <https://www.kenkai.jaxa.jp/eng/research/debris/debris.html>
- Jiang, D. (2020). The construction of smart city information system based on the Internet of Things and cloud computing. *Computer Communications*, 150, 158-166.
- Jones, B. K. et al. (2015). *The International Charter 'Space and Major Disasters'. Time-Sensitive Remote Sensing*, New York: Springer, 79-89.
- J-SPARC (2021. 10. 18). [On-line], Available: <https://aerospacebiz.jaxa.jp/solution/j-sparc>
- KiboCUBE (2021. 10. 18). [On-line], Available: unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/hsti/kibocube.html
- Marucci, A., Colantoni, A., Zambon, I., & Egidi, G. (2017). Precision farming in hilly areas: The use of network RTK in GNSS technology. *Agriculture*, 7(7), 60.
- Masson-Zwaan, T. (2020). Combating COVID-19: The Role of Space Law and Technology. *Air and Space Law*, 45(Special issue), 39-60.
- McLean, A. (2003). Space Politics and Policy: An Evolutionary Perspective. *Space Policy*, 19(4), 299-300.
- Micro-Ecological Life Support System Alternative (MELiSSA) Foundation (2021. 10. 18). [On-line], Available: melissafoundation.org
- Moltz, J. C. (2019). The changing dynamics of twenty-first-century space power. *Journal of Strategic Security*, 12(1), 15-43.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2021. 10. 18). SERVIR Overview. [On-line], Available: https://www.nasa.gov/mission_pages/servir/overview.html
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2021. 10. 18). Space Debris and Human Spacecraft. [On-line], Available: https://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html
- O'Connor, A. C. et al. (2019). Economic benefits of the global positioning system (GPS). *RTI International*
- OECD (2019). The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy. *OECD Publishing*, 45-52.
- Ohlandt, C. J. R. (2014). Competition and Collaboration in Space between the U.S., China, and Australia. *Asian Survey*, 54(2), 395-417.
- Paat-Dahlstrom, E., & Dahlstrom, E. (2020). Democratizing Access to Space: Cocreating a Star Trek Universe. *New Space*, 8(4), 166-170.
- Pellegrino, M., & Stang, G. (2016). International Cooperation for Space Security. *In Space security for Europe*, 53-68.
- Russia (2021. 10. 18). Glonass. [On-line], Available: <https://www.glonass-iac.ru/en>

- Samson, V. (2009). Making a Mark in Space: An Analysis of Obama's Options For a New U.S. Space Policy. *Arms Control Today*, 39(8), 13-18.
- Scatteia L., Frayling, A., & Atie T. (2020). The Role of Emerging Space Nations in Supporting Sustainable Development and Economic Growth. PwC Report.
- Sen, A. (2002). Development as Freedom: the spaces of Amartya Sen. *Progress in Development Studies*, 2(3).
- SERVIR (2021. 10. 18). [On-line], Available: <https://www.servirglobal.net>
- SERVIR Global (2020). SERVIR Global Report 2020. *SERVIR Global*, 3-6.
- Shah A. (2021. November 2). Musk's Starlink registers India unit, targets rural districts. Reuters.
- Sheehan, Michael (2007). The International Politics of Space. London: Routledge, 98.
- Space4Water Portal (2021. 10. 18). Vision and Mission. [On-line], Available: <http://space4water.org/about/vision-mission>
- Space4Women (2021. 10. 18). [On-line], Available: space4women.unoosa.org
- Starlink (2021. 10. 18). [On-line], Available: starlink.com
- Tele-Education (2021. 10. 18). [On-line], Available: www.isro.gov.in/applications/tele-education
- Tele-Medicine (2021. 10. 18). [On-line], Available: www.isro.gov.in/applications/tele-medicine
- Telemedicine Society of India (2021). [On-line], Available: <https://tsi.org.in>
- The International Charter Space and Major Disasters (2021. 10. 18). [On-line], Available: <https://disasterscharter.org/web/guest/home>
- The International Charter Space and Major Disasters (2021. 10. 18). About the Charter. [On-line], Available: <https://disasterscharter.org/web/guest/about-the-charter>
- UN (1999). *The Space Millennium: Vienna Declaration on Space and Human Development. Third United Nations Conference on the Exploration and Peaceful Uses of Outer Space.*
- UN (2015). "Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015," United Nations, A/RES/70/1.
- UN (2018). *European Global Navigation Satellite System and Copernicus: Supporting the Sustainable Development Goals.* United Nations Office for Outer Space Affairs.
- UN (2020a). *The Sustainable Development Goals Report 2020.* United Nations.
- UN (2020b). *Guidebook for the Preparation of Science, Technology, and Innovation (STI) for SDGs Roadmaps.* United Nations.
- UN COPUOS (2016). *Fiftieth Anniversary of the United Nations Conference on the Exploration and Peaceful Uses of Outer Space: the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space and Global Governance of Outer Space Activities.* UN Committee on the Peaceful Uses of Outer Space.
- UN COPUOS (2017). *The "Space2030" agenda and the Global Governance of Outer Space Activities.* UN Committee on the Peaceful Uses of Outer Space.

- UN COPUOS (2019). *The “Space2030” Agenda: Space as a Driver of Sustainable Development*. UN Committee on the Peaceful Uses of Outer Space.
- UN ECOSOC (2020). *Exploring Space Technologies for Sustainable Development and the Benefits of International Research Collaboration in this Context*. Commission on Science and Technology for Development of UN Economic and Social Council. Report to the Secretary-General.
- UNITAR (2022. 2. 10). United Nations Satellite Center UNOSAT. [On-line], Available:
<https://www.unitar.org/sustainable-development-goals/united-nations-satellite-centre-UNOSAT>
- UNOOSA (2021. 10. 18). Access to Space for All. [On-line], Available:
<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/access2space4all/index.html>
- UNOOSA (2021. 10. 18). Sustainable Development Goal 7: Affordable and Clean Energy. [On-line], Available: [unoosa.org/oosa/en/ourwork/space4sdgs/sdg7.html](https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/space4sdgs/sdg7.html)
- UNOOSA (2021. 10. 18). UN-Space. [On-line], Available:
<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/un-space/index.html>
- UNOOSA (2022. 2. 10). Sustainable Development Goal 16: Peace, Justice and Strong Institutions. [On-line], Available: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/space4sdgs/sdg16.html>
- UNOOSA (2022. 2. 10). Sustainable Development Goal 7: Affordable and Clean Energy. [On-line], Available: <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/space4sdgs/sdg7.html>
- USA (2021. 10. 18). The Global Positioning System(GPS). [On-line], Available: <https://www.gps.gov>
- Von Schuckmann, K. et al. (2016). The copernicus marine environment monitoring service ocean state report. *Journal of Operational Oceanography*, 9(sup2), s235-s320.

Space and International Development Cooperation: An Exploratory Analysis on Achievement of SDGs with Space Technologies

Heon Joo Jung, Yuna Baek, Yunyeong Jung

Yonsei University

Space-based technologies and services are being increasingly used to solve global challenges and achieve socio-economic development. Space technologies such as Earth Observation (EO) satellites, communications satellites, and the Global Navigation Satellite System (GNSS) are being employed to address development-related issues such as climate change observation and response, telemedicine, distance education, productivity increase, and disaster risk reduction and response. Although the role of space technologies in achieving Sustainable Development Goals (SDGs) has been widely discussed and stressed, few studies take a closer look at how each SDG is linked with and supported by space technologies. This study introduces global agendas such as Space4SDGs and examines how major space programs, both national and multilateral, contribute to the achievement of SDGs using the 5Ps framework: People, Planet, Prosperity, Peace, and Partnership. In the context of militarization and commercialization of space, this study emphasizes new possibilities for space technologies to create a variety of shared values in the development of international cooperation.

Keywords: Space-Based Technology, Sustainable Development Goals, Earth Observation Satellite, Communications Satellite, Global Navigation Satellite System (GNSS), 5Ps (People, Planet, Prosperity, Peace, Partnership)