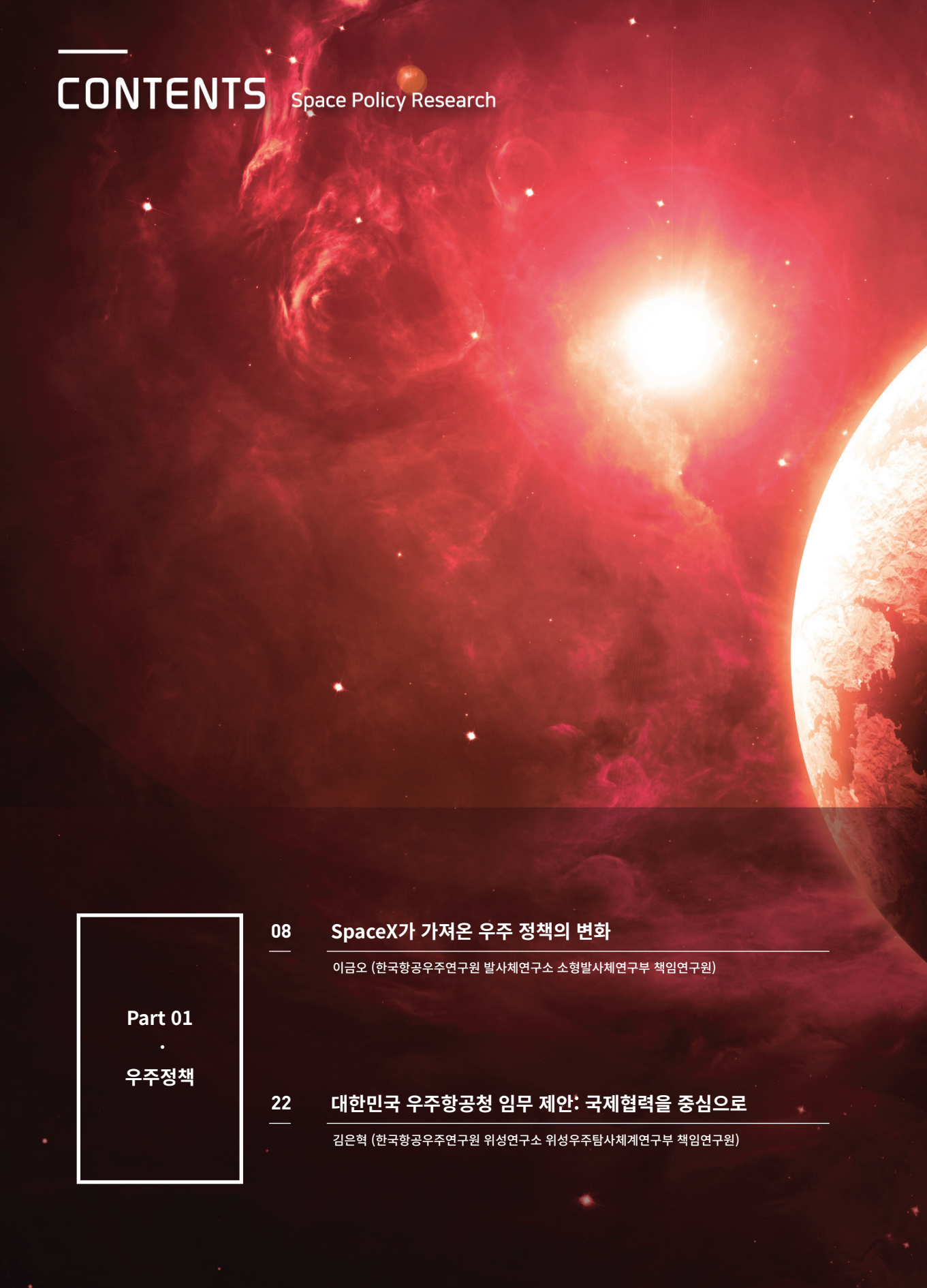
Space Policy Research

우주 정책 연구

2024. Summer
vol. 9

KARI 한국항공우주연구원
Korea Aerospace Research Institute

CONTENTS Space Policy Research



Part 01 · 우주정책

08 **SpaceX가 가져온 우주 정책의 변화**

이금오 (한국항공우주연구원 발사체연구소 소형발사체연구부 책임연구원)

22 **대한민국 우주항공청 임무 제안: 국제협력을 중심으로**

김은혁 (한국항공우주연구원 위성연구소 위성우주탐사체계연구부 책임연구원)

Part 02
·
이슈분석

40 UNCOPUOS에서 논의 중인 우주 자원의 주요 논점 분석

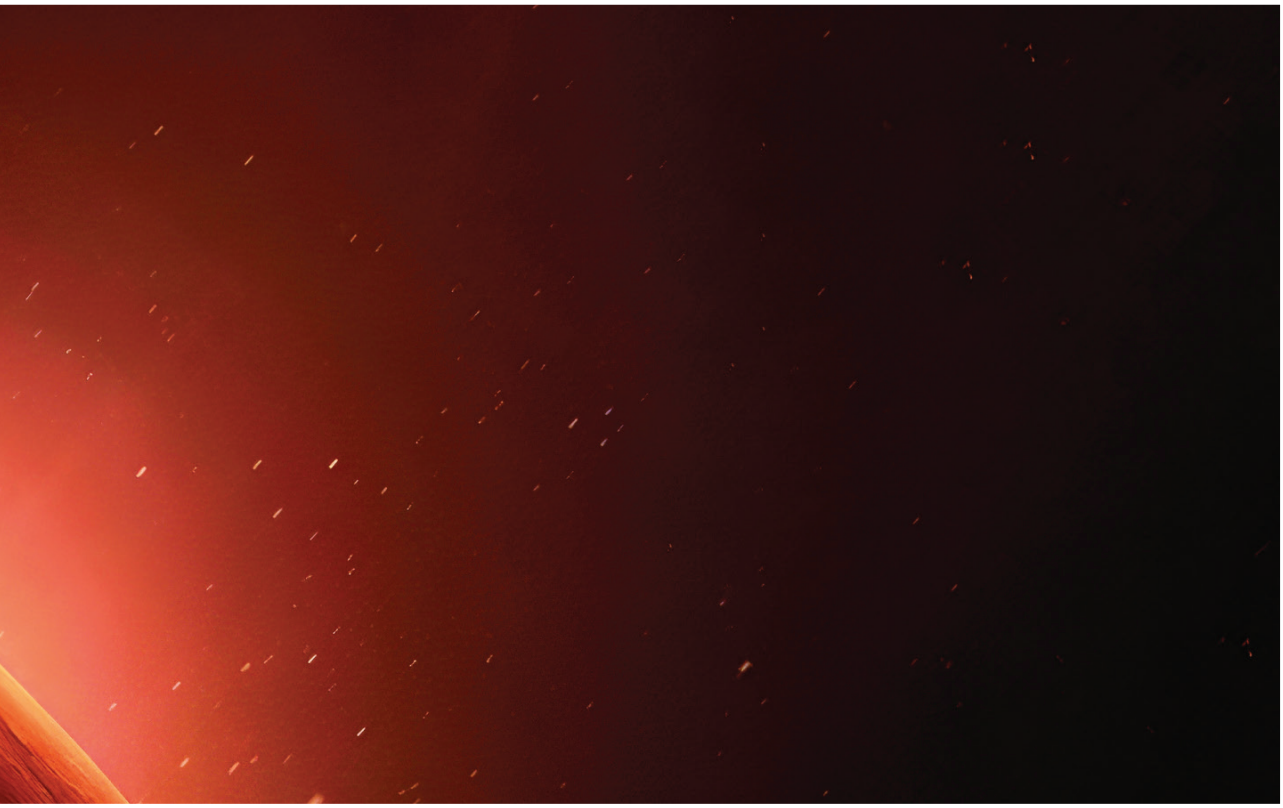
윤나영 (한국항공우주연구원 전략기획본부 정책팀 선임연구원)

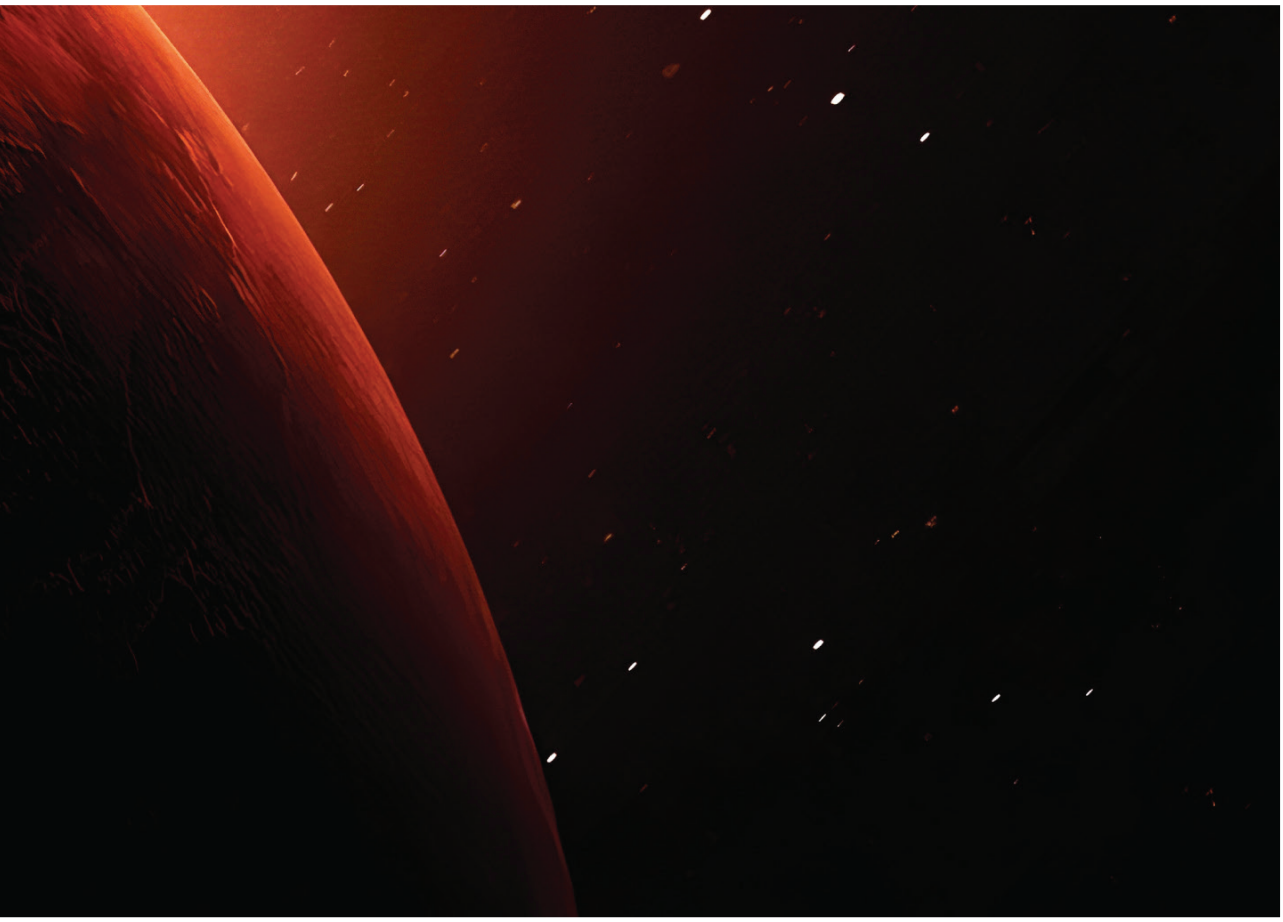
54 세계 우주항(Spaceport)의 현황과 전망

임창호 (한국항공우주연구원 전략기획본부 정책팀 책임연구원)

Space Policy Research

Part 01 · 우주정책





SpaceX가 가져온 우주 정책의 변화

이금오

한국항공우주연구원,
발사체연구소
소형발사체연구부
책임연구원
kol@kari.re.kr

초 록

SpaceX는 그동안 막대한 예산과 실패위험이 높은 발사체 분야에서 혁신적인 모습으로 경제적인 재사용 발사체 개발에 성공하여 우주 산업에 뉴스페이스라는 새로운 흐름을 만들고 전 세계의 우주개발 정책을 바꾸고 있다. SpaceX에서 이루어 낸 거대한 정책의 변화는 뉴스페이스 정책, 재사용 발사체 개발 정책, 군집위성 개발 정책 등이 대표적이라고 할 수 있으며, SpaceX의 선전으로, 중국, 러시아, 인도, 일본 등 여러 후발국들과 다른 뉴스페이스 업체들이 새로운 우주 경쟁의 장으로 들어오게 되었다.

Key Words : New Space(뉴스페이스), Falcon 9(팔콘 9), Reusable Launch Vehicle(재사용 발사체), Satellite Constellation(군집위성), China(중국), Russia(러시아), India(인도)

1. 서론

SpaceX는 그동안 국가가 주도해 왔던 발사체 정책에서 많은 변화를 가져왔다. 이미 민간 시장이 활성화 되었고, 민간에서 주도적으로 개발이 진행되었던 위성 분야와는 달리 발사체 분야는 막대한 개발비용과 높은 실패 위험, 대륙간 탄도미사일 연계 기술에 따른 높은 보안 등급으로 인해 민간에서 자체 예산으로 개발할 엄두를 내지 못했고, 개발에 뛰어든 많은 업체들이 파산으로 그 끝을 맺었다. 그래서 오래전부터 이어오던 농담 중 하나는 백만장자가 되기 위한 가장 쉬운 방법은 억만장자로 시작해서 우주산업을 시작하라는 것이었다. 우주에 관심이 많은 억만장자들이 우주 산업에 뛰어들고 로켓을 개발하기 시작하지만 거의 대부분이 성공하지 못하고 파산했다는 것이었다. 2002년 페이팔을 이베이에 매각하고 1.7억 달러를 확보한 일론 머스크는 SpaceX를 창업하였고, 자신들의 최초의 로켓인 Falcon 1을 개발하기 시작했다. 다음해인 2003년에 콜롬비아 우주왕복선의 승무원들이 모두 사망하는 사고가 일어났고, 2011년 모든 우주왕복선이 퇴역하면서 미국 NASA가 가지고 있던 주도권은 러시아로 빼앗기기 시작했다. SpaceX는 2008년 파산위기에 몰렸지만, NASA는 Commercial Resupply

Services (CRS)로 16억 달러의 계약을 맺어 SpaceX의 민간 우주 사업을 지원하였고, 이후 SpaceX는 2015년 세계 최초 1단 착륙에 성공, 2020년 우주왕복선 이후 최초의 유인 우주비행 성공, 2022년 Falcon 9의 60회 발사로 1979년 소유즈-U가 가지고 있었던 47회의 단일 기종 최대 연간 발사기록을 뛰어넘는 저력을 보였다[1].

2023년 Falcon 9과 Falcon Heavy<그림 1>를 96회 발사 성공하였고, 2024년 5월 14일 올해 50번째 발사를 성공한 SpaceX는 저비용 발사 서비스와 압도적인 경쟁력를 무기로 각 국가의 우주 정책을 변화시키고 있다. 본 논문에서는 SpaceX가 추구했던 여러 시도들과 성취들이 각국의 우주 정책을 어떻게 변화시켰는지에 대해서 서술하고자 한다.

<그림 1> Falcon Heavy의 발사[2]

2. 뉴스페이스 정책

뉴스페이스(new space)라는 용어는 2000년대 초반에 각각 우주기업을 세웠던 제프 베조스, 리처드 브랜슨, 일론 머스크 등 억만장자 우주 경쟁(billionaire space race)을 새로운 우주 경쟁(new space race)으로 지칭했던 2005년 6월 14일자의 뉴욕타임스 기사[3]가 뉴스페이스를 최초로 언급한 내용으로 보인다. 이 표현은 이전에 미국과 구소련이 각각 유인 달 착륙을 놓고 경쟁을 펼쳤던 유명한 용어인 우주 경쟁(space race)이 민간만의 자본으로 억만장자들이 우주로 가는 경쟁으로 변화된 것으로 표현한 것이라 할 수 있다. 당시만 하더라도 2004년 6월 21일 SpaceShipOne 비행을 통해 최초의 민간 자금으로 우주 경계인 100 km 카르만 라인까지 준궤도 유인비행을 성공한 마이크로소프트의 공동창업자 폴 앨런이 가장 주목을 받았지만, 결국 뉴스페이스를 이끌게 된 사람은 SpaceX의 일론 머스크였다[4]. SpaceX는 Falcon 1을 통해 2006년 민간 발사체 업체로는 처음으로 궤도 발사를 시작했고, 2010년 Falcon 9을 자체 개발하여 발사하였고, 2020년에 최초로 민간이 개발한 발사체로 승무원을 ISS로 실어 나르게 되었다.

뉴스페이스라는 말이 강력한 용어 중 하나로 언급되기 시작하면서, 미국의 소규모 로켓 스타트업들에 투자 자금이 쏟아지기 시작한 시기는 2016년이라고 할 수 있다. 2006년 창업한 Rocket Lab[5]과 2014년 창업한 Firefly Aerospace[6], 2015년 창업한 Relativity Space[7] 등은 2016년~2017년을 지나면서 투자금이 갑자기 증가하기 시작했고, 이후에 Astra(2016년), Launcher(2017년) 등 후발 주자들의 창업이 이어지게 되었다. 이 시기의 가장 중요한 이벤트라고 볼 수 있는 것은 SpaceX에서 2015년 말에 성공한 1단 부스터 지상 착륙 성공, 2016년 초에 성공한 1단 부스터 해상 착륙 성공을 꼽을 수 있으며, 이 사건은 민간 기업이 NASA를 뛰어넘는 기술력을 확보하였다는 상징적인 사건이었다[8]. 이후 발사체의 재사용을 통한 SpaceX의 가격 절감 가능성이 증명되면서, 민간 발사체 스타트업으로 자금이 급속하게 밀려들게 되었고, 뉴스페이스라는 말이 많은 곳에서 언급되기 시작하였다. 우리나라에서도 이노스페이스가 2017년에 설립되었고, 페리지 에어로스페이스가 2018년에 설립되어 뉴스페이스가 유행하고 투자금이 많이 풀리기 시작한 시점 이후에 설립되었음을 알 수 있다.

<그림 2> Falcon 9 v1.2 발사체의 드론십 착륙 장면[9]

SpaceX의 일론 머스크는 스스로 뉴스페이스라는 용어를 사용하지 않지만, 그가 주도하고 있는 민간 투자에 의한 자체적인 발사체 설계 및 개발, 그리고 우주에서 본격적으로 비즈니스를 진행하기 시작한 스타링크(Starlink) 사업 등은 주변 국가의 우주 정책에도 영향을 주었다. 유럽의 아리안 스페이스는 Ariane 5를 통해 2010년 중반까지 안정적인 우주 사업을 진행하고 있었지만, SpaceX의 Falcon 9에 의해서 가격 경쟁력이 밀리기 시작하면서 큰 타격을 입기 시작했다. 삼성증권의 보고서에 따르면 Falcon 9은 Ariane 5에 비해 kg당 가격이 75%나 적은 가격으로 계산되면서[10], 유럽 우주국(ESA)은 Ariane 6부터 가격을 다운시키겠다고 하였으나 재사용을 사용하지 않아 여전히 경쟁력이 없는 것으로 평가되었다. 이에 유럽 우주국과 유럽연합 집행위원회(European Commission)는 유럽의 우주발사체 자주권을 강화하기 위해서 2024년 1월 발사체 5곳을 선정하여 유럽 연합이 추구하는 '궤도 내 실증 및 검증

기술 프로그램'에 참여하도록 하였다. 선정된 발사체 기업은 기존의 대기업인 Arianespace(프랑스)를 포함하여, Rocket Factory Augsburg (독일), Orbex (스코틀랜드), PLD Space (스페인), Isar Aerospace (독일) 이다[11].

SpaceX는 국가위주의 정책을 펼쳤던 중국에도 영향을 미쳤다. 2015년부터 중국의 정부기관과 국영기업에 소속되었던 항공우주 부문 전문 인력들이 독립해서 발사체 개발 업체들을 창업하기 시작하였으며, 미국의 우주 산업에 대해서 경쟁력을 갖기 원했던 중국 정부는 이러한 창업을 장려하였다. 2015년부터 2019년까지 중국 상업용 항공우주산업은 시장 규모가 3764억위안(71조원)에서 8362억위안(158조원)으로 늘어 복합연간성장률(CAGR)은 22.1%였다[12]. 2015년 창립한 랜드스페이스(藍箭航天空間科技公司)는 2023년 7월에 '주췌(朱雀) 2호'를 발사하였고, 이는 메탄을 연료로 한 발사체로는 세계 최초로 궤도 진입에 성공하였다[13]. SpaceX의 Merlin 1D 엔진과 추력이 거의 비슷한 78톤급 가스발생기형 메탄 엔진 TQ-12를 Falcon 9과 같이 1단에 9개, 2단에 1개 배치한 주췌 2호는 Falcon 9의 메탄형 복사 제품이라고 말할 수 있을 정도이다[14]. 2019년 랜드스페이스의 CTO에서 독립하여 스페이스파이오니어(北京天兵科技有限公司)를 창립한 Kang Yonglai는 개발에 성공한 케로신 연료 발사체 '톈룽(天龍) 2호'를 2023년 4월에 발사하여 중국 민간 발사체로는 실패없이 궤도에 도달한 첫 발사체로 기록되었다[15]. 톈룽 2호는 500km SSO (Sun-synchronous orbit)에 1.5톤을 보낼 수 있어 700km SSO에 1.5톤을 보낼 수 있는 누리호와 비슷한 성능을 가지고 있다. 이 외에도 2016년에 창업하여 2019년에 고체 발사체를 발사한 아이스페이스(i-Space, 星际荣耀), 2020년에 창업하여 2024년 1월에 해상발사에 성공한 오리엔스페이스(东方空间科技有限公司), 2018년에 창업하여 2020년에 고체 발사체 발사에 성공한 갤럭틱에너지(星河动力) 등이 발사체를 개발하고 있으며, 활발한 경쟁이 이루어지고 있다.

<그림 3> LandSpace가 개발하여 메탄 발사체로는 세계최초로 궤도 진입에 성공한 주췌-2[13]

일본에서는 기존에 취미로 로켓을 개발했던 그룹이 뉴스페이스의 흐름을 타고 스페이스 기업으로 성장한 인터스텔라테크놀러지스(インターステラテクノロジズ(株))와 2018년에 창업된 스페이스원(スペースワン株式会社)이 대표적이다. 일본은 자체적으로 중소기업 연구 프로그램(SBIR)을 운영하고 있으며, 2023년에는 SBIR 예산 중 우주 운송(Space transportation)에 350억엔을 배정하였고, 이 중 인터스텔라에의 바이오 메탄 발사체 '제로' 개발에 20억엔을 지원하였다. 2023년 6월 내각이 승인한 새로운 기본 우주 계획의 틀에 따라 2028년부터는 일본의 위성을 정부 로켓 또는 민간 로켓을 이용해 발사 가능성을 모색하는 프로그램을 기획하고 있다[16]. 그러나 일본에서 소형발사체를 개발하는 스타트업이 고체 발사체 이외에는 잘 성장하지 못하였는데, 그 이유로는 H-IIA와 같은 일본의 주력 발사체는 고체 발사체 부스터와 수소 엔진을 사용하여 구성되었고, 수소 엔진은 연료 비용과 개발 비용이 매우 비싸고 초극저온의 수소 연료를 다루는 것이 매우 어렵기 때문에 케로신 엔진 등으로 빠르게 개발을 시도하였던 다른 나라에 비해 속도가 뒤쳐진 것으로 여겨진다. 또한 H-II가 1994년에 첫 발사에 성공하여 30년 동안 주력 발사체로 이어져 왔던 것들을 생각해볼 때, 발사체를 처음부터 설계할 수 있었던 주력 기술자들이 현재 거의 은퇴를 해버린 시점이라 다음 세대가 자신들만의 방법으로 기술을 개발할 수 있도록 주요 노하우들을 전수할 타이밍을 놓쳐버렸기 때문으로 생각된다.

인도에서는 2020년 나렌드라 모디 총리가 우주산업의 전 부문을 민간 기업에 개방하기로 하면서 스페이스 기업이 급격히 증가하기 시작했다. 뉴욕타임스 보도에 의하면 2020년 당시 5개의 우주기업에 불과하였던 인도가 2023년 7월에는 140여개의 우주기술 신생기업이 창업되었다고 하였다. 2017년까지 누적 3800만달러(약 500억원)이었던 우주부문 스타트업에 대한 투자는 2022년 1억 1900만달러(약 1600억원)으로 3배 이상 증가하였다[17]. 인도의 대표적 뉴스페이스 기업은 2017년 창업한 AgniKul Cosmos와 2018년 창업한 Skyroot Aerospace이다. 이 중 Skyroot Aerospace는 인도우주연구기구(ISRO)의 전직 엔지니어와 과학자들이 설립하였으며, 2022년 11월 'Vikram S'의 준궤도 발사에 성공하여 우주에 도달한 인도 최초의 민간 기업이 되었다.

뉴스페이스라는 말이 유행하게 되면서, 뉴스페이스라는 용어를 원래 의미와는 다르게 부르는 경우들이 많이 생겼다.

첫 번째로는 "민간 주도 우주 개발"을 뉴스페이스라고 지칭하는 경우이다. 민간 주도 우주 개발은 크게 민간의 위성 개발과 발사체 개발로 나뉠 수 있고, 민간의 위성 개발은 뉴스페이스라는 말이 쓰여지기 전에도 이미 넓게 존재했다는 것을 생각해볼 수 있다. 대표적인 업체가 1985년에 창업되었던 룩셈부르크의 SES, 1986년에 창립된 미국의 Viasat, 2003년 창립되었던 미국의 Globalstar, 2008년에 창립되었던 미국의 EchoStar Corporation 등 통신

업체 등을 중심으로 설립되었던 위성 회사들은 이미 존재하였으며, 대한민국에서도 1999년에 창립한 쎄트렉아이가 있었다. 하지만 이런 업체들이 운영되던 시절에 뉴스페이스라는 말이 사용되지는 않았다. 뉴스페이스라는 말은 오직 SpaceX, Rocket Lab 등이 만들어낸 민간 주도 발사체 개발에서만 사용되었다.

두 번째로는 "정부기관이 설계하는 발사체"를 민간에서 제작했다고 뉴스페이스라고 지칭하는 경우이다. 예를 들어 대한민국의 차세대 발사체를 모 업체에서 제작한다고 그것을 뉴스페이스라고 주장하는 경우이다. 이는 보잉의 델타-IV 발사체나 록히드마틴의 아틀라스 V 발사체, 미쯔비시 중공업의 H-IIA를 뉴스페이스라고 부르지 않는 경우와 마찬가지이다. 업체가 스스로 설계하고, 업체 자신의 자본금을 투입해서 개발하며, 공공에서는 서비스 계약 비용을 받고 발사체를 개발하는 것이 뉴스페이스이다. 따라서 대한민국에서 뉴스페이스를 주장할 수 있는 업체는 이노스페이스와 페리지 에어로스페이스 정도이며, 국내의 그 어떤 대기업도 뉴스페이스 방식으로 개발하고 있지 않다.

3. 재사용 발사체 정책

재사용 발사체를 최초로 개발한 것은 SpaceX가 아니다. 최초의 재사용 발사체는 상단 재사용을 하였던 미국의 우주왕복선이었다. 그러나 우주왕복선은 경제적이지 못했고, 심지어 소모성 발사체인 소유즈보다도 경제적이지 못했다. 7명을 우주에 보냈을 때 전체 우주 왕복선 프로그램 예산을 고려하면 발사당 비용은 2012년 기준 16억 4200만 달러였다[18]. 2020년 유인발사체 소유즈-2.1a의 시트당 가격은 8,600만 달러로 세 명의 우주인을 보내는 유인 소유즈의 가격은 2억 5,800만 달러라고 할 수 있다[19]. 물론 인공위성을 보낼 때의 소유즈는 2023년 가격으로 3,500만 달러에서 8,000만 달러로 알려져 있다[20]. 우주 왕복선은 상단을 재사용하였기 때문에 재사용을 하였음에도 비용이 효율적이지 못했고, 이로 인해 재사용 발사체를 개발하는 것이 오히려 손해라는 인식이 매우 강해졌다. SpaceX는 이러한 고정관념을 깼으며, 1단을 수직으로 낙하시켜 재사용에 성공함으로써 수직 착륙에 의한 재사용 발사체 개발이 가능하다는 것을 보여주었고, 심지어 재사용 발사체가 경제적이라는 것을 가격으로 증명하였다.

2015년 12월 Falcon 9 v1.2가 착륙에 성공하고 2016년부터 Falcon 9의 서비스 가격을 6,200만 달러로 고정하기 시작하였는데, 이 가격은 코로나가 끝나는 2022년 중반까지 유지되었다. 이 6,200만 달러에 대해서 2020년에 로스코스모스의 드미트리 로고진 사장은 SpaceX가 30% 가격을 덤핑한다고 비난하였으며, NASA에 비용을 청구할 때는 1.5배에서 4배는 가격을 청구한다고 주장하였다. 이에 대해서 일론 머스크는 Falcon 9이 재사용이 가능하기 때문에 러시아 로켓과는 다르다고 하였다[21]. 6,200만 달러보다 30%가 비싸면 약

8,000만 달러가 되는데, 이후에 일론 머스크와 다른 이들의 말을 종합하여 보았을 때 8,000만 달러가 Falcon 9이 소모성 발사체로 발사될 때의 원가가 맞는 것으로 보인다. 이후 SpaceX의 임원인 Christopher Couluris는 로켓을 재사용하면 발사 가격이 낮아질 수 있으며, 그것은 2,800만 달러라고 중요한 이야기를 털어놓았다. 이 내용들을 바탕으로 하였을 때, 2,800만 달러에서 8,000만 달러를 나누면 35%가 되고 이것이 Falcon 9을 재사용했을 때 실질적으로 절감되는 비율이라고 할 수 있다[22]. 그리고 ULA의 Tony Bruno가 재사용 발사체가 손익분기점을 달성하기 위해서 10번의 재사용을 해야한다고 주장하였을 때에도 일론 머스크는 부스터 및 페어링의 재사용으로 인하여 탑재체 중량이 감소하는 것은 40% 미만인데, 복구 및 개조에는 10% 미만의 비용이 들기 때문에 대략 2번만 발사를 하면 가격이 소모성 발사체와 비슷해지고 3번 발사부터 높아진다고 하였다[21]. 이를 나타내면 <표 1> 같이 설명할 수 있다[22].

<표 1> Falcon 9의 재사용에 따른 누적 비용과 누적 탑재량의 비교 [26]

발사 횟수 (# Launch)	Falcon 9			
	비용 (Cost)	누적 비용 (Acc. cost)	탑재량 (Payload)	누적 탑재량 (Acc. payload)
1	100%	100%	65%	65%
2	35%	135%	65%	130%
3	35%	170%	65%	195%
4	35%	205%	65%	260%
5	35%	240%	65%	325%
6	35%	275%	65%	390%

<표 1>에서 재사용 발사체라도 첫 발사에는 재사용을 할 수 없기 때문에, 소모성 발사체 비용과 동일한 100%의 비용이 소모된다. 두 번째 발사부터 1단과 페어링을 재사용하면서 2,800만 달러, 즉, 35%의 비용만이 소모가 되고, 따라서 2회차까지 누적 발사 비용은 소모성의 200% 대비 135%로 줄어들게 된다. 3회차까지는 비슷한 논리로 총 170%가 된다. 일론 머스크는 탑재량이 소모성 발사체 대비 40% 이하로 떨어진다고 하는데, 그러면 60% 이상의 탑재체 중량을 실을 수 있게 된다. 이를 평균잡아서 65% 정도라고 가정하면 1단을 회수하고 2번째 발사시까지는 누적 탑재량이 130%가 되게 된다. 그러면 2회 발사시 130%의 탑재량을 135%의 비용으로 발사하였기 때문에 소모성의 200%의 탑재량을 200%의 비용으로 발사한 것과 비슷한 누적 탑재량 대 누적 비용이 된다. 3회 발사에서는 195%의 탑재량을 170%의 비용으로 발사하는 것이 되어 소모성보다 이익이 나게 된다[22]. 이것이 일론 머스크가 증명한 재사용 발사체의 비용 감소이다. 2024년 4월에 20번 비행과 착륙을 달성한 Falcon 9 부스터가 탄생함으로 SpaceX는 자신들의 재사용 능력들을 입증해 나가고 있다.

Falcon 9의 재사용 공습에 가격 경쟁력을 잃어버린 유럽은 2024년 현재 Ariane 5 발사체

대신 Ariane 6를 출시 예정이지만, 여전히 발사 서비스 가격 경쟁력은 없는 상태이고, Ariane 6에 비해 발사 비용을 절반으로 줄이기 위해 Ariane Next 사업을 시작하였다. 이를 위하여 메탄을 연료로 사용하는 Prometheus 엔진 개발에 나섰고, 2023년에 연소 시험을 진행하였다. Falcon 9과 비슷하게 1단에는 7개에서 9개의 Prometheus 엔진을 사용하고, 2단에는 동일한 엔진을 사용하는 방식으로 제작하고자 하였다[23]. 하지만 유럽의 우주국은 이렇게 재사용 발사체로 빨리 전략을 변경해야 함에도 매우 복잡한 의사결정 구조 때문에 민첩하게 움직이고 있지 못하다는 분석이 있다. 예를 들어 유럽 우주국의 모든 예산에 대한 결정은 22개 회원국 대표로 구성된 장관급 위원회(Ministrial council)의 승인을 받아야 하며, 회원국별로 자체적인 우주개발 프로젝트를 운영하고 있고, 각국이 생각하는 우주개발에 대한 우선순위가 달라 필요한 곳에 충분한 예산 지원을 어렵게 만드는 구조로 되어 있다. 그리고 유럽 기상위성 개발기구(European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites)와 유럽연합 집행위원회(European Commission) 등도 정책 입안에 각각의 목소리를 내기 때문에 빠른 속도로 재사용 발사체를 개발하지 못하고 있다[24].

중국의 민간기업들은 유럽에 비해 조금 더 민첩하게 움직이기 시작했다. 2023년 11월과 12월 두 번에 걸쳐 중국 민영업체인 싱지룽야오(星際榮耀, 영문명 아이스페이스, iSPACE)는 간쑤(甘肅)성 주취안(朱泉) 위성발사센터에서 자체개발한 로켓 솽취셴(雙曲線) 2호(Hyperbola-2)의 두 번째 시험발사를 성공하였다. 여기서 시험한 발사 시험은 SpaceX가 2012년부터 수행하였던 Grasshopper의 VTVL(Vertical Take-off Vertical Landing) 시험으로 비행고도는 342m 정도였다[25]. 메탄 발사체 '주췌(朱雀) 2호'를 2023년 7월에 성공적으로 궤도 투입에 성공한 랜드스페이스(藍箭航天空間科技公司)는 2024년 1월에 '주췌(朱雀)-3VTVL-1'을 중국 네이멍자치구에 있는 주취안위성발사센터에서 발사했고, 이것은 이륙 후 350m까지 올라갔다가 착륙장에 착륙하였다. 랜드스페이스는 중국 발사체 업체에서 재사용 발사체 완성에 가장 가깝게 다다른 업체로 보이며, 2025년 재사용 로켓의 첫 발사를 목표로 하고 있다[26].

<그림 4> 중국의 발사체 스타트업 Landspace의 첫 번째 수직 이륙, 수직 착륙 시험 장면 [26]

중국의 국영 발사체 기업인 ExPace의 '카이저우(Kuaizhou)'의 수직 이착륙 시연체는 고체연료를 사용해 1.5m 높이에서 9초 동안 고도를 유지한 후 착륙하는데 성공하였으며, 갤럭틱에너지(星河动力航天)도 5톤의 탑재체를 LEO에 올릴 수 있는 재사용 발사체 '팔라스(Pallas)-1'을 개발하고 있다. 또한 스페이스파이오니어(天兵科技, Space Pioneer)도 LEO에 17톤, 500km SSO에 14톤의 탑재체를 올릴 수 있는 Falcon 9급 재사용 발사체 'Tianlong-3'을 개발해 중국 위성군집 프로젝트에 참여하려고 하고 있다. Deep Blue Aerospace는 LEO에 1톤급 탑재체를 올릴 수 있는 재사용 케로신 발사체 Nebula-1을 개발하고 있으며, Orienspace도 Gravity-2라는 Falcon 9급 재사용 발사체를 개발하고 있다. 중국 정부에서는 80톤에서 150톤을 LEO에 보낼 수 있는 Starship급 초대형 발사체 장정 9호(长征九号火箭, LM-9)를 재사용으로 개발하고 있으며, 14톤급을 LEO에 보낼 수 있는 장정 10A호를 재사용으로 개발하고 있다[25].

4. 군집위성(Satellite Constellation) 정책

재사용 발사체를 SpaceX가 최초로 개발하지 않은 것처럼 군집위성(Satellite Constellation, 위성별자리)을 고안한 것 역시 SpaceX가 아니다. 하지만 재사용 발사체와 마찬가지로 군집위성 상용화에 가장 먼저 성공한 것은 SpaceX이다. 1990년대 Celestri, Teledesic, Iridium 및 Globalstar와 같은 약 100개의 위성을 사용한 상업용 위성 군집 시스템이 있었으나 과도한 출시 비용으로 모든 기업이 파산했다. 이후 소형위성을 통한 최초의 군집위성을 고안한 것은 OneWeb의 Greg Wyler였다. OneWeb의 초기 개념은 2014년 지구 표면 전체에 일관된 인터넷을 제공하기 위해서 20개의 궤도면에 20개의 위성이 작동하도록 하는 것이었다[27]. 초기에 SpaceX의 일론 머스크는 OneWeb의 Greg Wyler와 긴밀히 협력하고 있었지만, 공식적인 관계가 확립되지 않았고, 2014년 6월에 논의가 결렬되었다. 2015년에 Virgin Group과 Qualcomm으로부터 자금을 확보한 OneWeb은 125kg의 무게의 소형위성 650개를 1200km의 저궤도에 배치해서 작동하는 것을 발표하였다. 불과 며칠 후에 일론 머스크는 스타링크를 발표하면서, 워싱턴 주 레드먼드에 SpaceX의 위성 개발 시설을 개장하였다. OneWeb은 코로나로 인해 투자가 어려워지면서 파산을 겪었고, 러시아의 우크라이나 침공으로 인해 발사가 취소되는 등 여러 부침을 겪었으나, 이에 반해 스타링크는 2015년 성공한 Falcon 9의 재사용으로 인해 많은 위성 수요를 만들어 내는 주요 동력원이 되었다. 동시에 발사 서비스로는 화성 계획에 필요한 자금을 확보하는 것이 불가능한데, 이 계획을 통해 위성 인터넷 서비스 판매로 인하여 많은 자금을 확보할 수 있을 것으로 여겼다. 2018년 5월에 SpaceX는 스타링크 군집위성 계획에 대한 개발 및 구축 비용이 100억 달러에 달할 것으로 예상하였다[28].

2018년 2월에 두 개의 테스트 위성을 발사한 후, 60개의 운용 가능한 스타링크의 배치가

2019년 5월부터 본격적으로 시작되었다. 스타링크의 중량은 Falcon 9이 해상착륙(ASDS, Autonomous Spaceport Drone Ship)을 할 때의 최대 탑재체 중량 15.6톤의 1/60에 맞추어서 설계가 되었으며, Falcon 9을 최대한 활용할 수 있도록 하여 많은 수의 위성을 빠른 속도로 배치할 수 있었다. 또한 위성 투입 초반에는 재사용 발사체의 재사용성을 확신하지 못했던 고객들이 많았기 때문에 재사용성을 확인해야하는 용도로도 스타링크가 지속적으로 투입되기도 하였다. 2020년 이후에 발사된 스타링크용 Falcon 9의 부스터는 주로 재사용 횟수가 많은 부스터로 배치되었고, 재사용 횟수가 적은 부스터는 고객에게, 그리고 신규 부스터는 주로 유인 발사체에 사용되었음을 알 수 있다. 스타링크는 2020년 Falcon 9의 26번의 발사 중 14회로 절반 이상이었고, 2021년에는 31회의 발사 중 17회로 역시 절반 이상이었다. 2022년의 발사에서는 60회의 발사 중 스타링크는 34회였으며, 2023년에는 91회의 발사 중 63회로 2/3 이상을 차지하게 되었다[29]. 2022년 SpaceX는 2세대(Gen2) 스타링크 군집위성을 배추하기 위한 29,988개의 위성에 대한 승인을 요청하였다.

<그림 5> 스택되어있는 SpaceX의 최초의 스타링크 위성 60개(2019년 5월 23일) [30]

2020년 11월 스타링크의 베타 인터넷 서비스가 공개된 이후, 2021년 초부터 미국과 캐나다에 처음으로 대중에게 공개되었다. 2022년 2월 러시아의 우크라이나 침공 중에 파괴된 인터넷 서비스를 교체해달라는 우크라이나 측의 요청으로 스타링크가 우크라이나 상공에서 활성화 되었고, 이것이 전쟁의 향방을 바꾸면서 스타링크는 여러 국가의 관심을 받게 되었다. 2022년 5월 중국의 군사 연구원들은 국가 안보를 위협할 경우 스타링크를 파괴하기 위한 전략을 저널에 게재하였고, 이는 중국이 외부 인터넷사용을 최대한 검열하고 있는데, 스타링크가 자유로운 접속을 가능하게 할 경우 주민통제에 상당한 어려움을 겪을 수 있기 때문이었다. 또한 대만을 침공하는 전략 시 중국은 해저 케이블을 끊어 대만의 인터넷 접속을 차단할 계획이었는데, 스타링크가 대만에 인터넷 연결을 가능하게 하여 아무런 전략상 이점을 제공하지 못하기 때문이었다[31]. 우크라이나 전쟁이 스타링크로 인해 방해를 받자 당시 러시아 우주국 수장인 드미트리 로고진은 스타링크가 미래에 합법적인 군사 표적이 될 수 있다고 경고하

였지만, 현실적이지 않았던 것은 스타링크를 파괴하기 위해서 쏘아 올리는 미사일의 비용이 스타링크를 궤도에 올려서 운용하는 비용보다 훨씬 비쌌기 때문이었다. 러시아는 스타링크가 우크라이나에 제공된 바로 다음날부터 재밍 등 전자전 공격을 감행하였으나 스타링크측은 이를 파악한 다음날 소프트웨어를 업데이트하여 문제없이 서비스를 제공하였다[31]. 스타링크는 우크라이나군의 전후방간 통신과 물자 배분, 고립된 지역에서의 전황 영상을 업데이트, 드론 운영 등 우크라이나 군의 지휘통제 시스템들이 스타링크를 기반으로 하여 원래 목적의 민간 인터넷 서비스보다 전장에서 큰 명성을 누리게 되었다.

전장에서의 스타링크의 활약을 본 각국에서는 관련된 전략을 새로 짜게 되었다. 2022년 12월 미군은 군사용 위성통신 위성 서비스 Starshield 계획을 발표하였고, 2023년 9월 SpaceX와 계약을 맺었다. 스타링크는 민간용으로 개발된 것과 달리 Starshield는 암호화 및 전파 방해에 대한 저항성 등을 갖춘 이동형 군사 시스템에 대한 일반적인 요구사항을 갖추고 있다.

2015년에 SpaceX가 스타링크 계획을 발표하였을 때, 중국도 재빠르게 움직이기 시작했다. 2016년 11월에 중국항천공사(CASC)는 총 320개의 저궤도 위성으로 구성된 중국판 스타링크인 홍안(鴻雁) 프로젝트를 발표했다. 2022년까지 먼저 60개의 위성을 쏜다는 계획을 가졌으나 실제로 2018년에 홍안-1호를 발사하고 끝나버렸다. 다음에는 중국우주항공과학산업(CASIC)이 주도한 홍운(鴻運) 프로젝트였다. 중국내 오지를 인터넷 통신위성 864개로 연결한다는 계획이었으나 역시 2017년 4개 위성만을 발사하고 흐지부지되었다. 이후 2020년 중국은 궈왕(GW) 프로젝트를 발표하였다. 궈왕 프로젝트는 13,000개의 GW 위성을 스타링크와 같이 발사하는 것인데, 문제는 중국의 주력 발사체인 장정 5B(CZ-5, Long March 5B)가 재사용발사체가 아니라는 것이다. 25톤급 탑재체를 태울 수 있어 GW 위성의 무게가 스타링크처럼 약 260 kg이라고 할 때 13,000개를 궤도에 투입하기 위해서는 CZ-5를 1200번 쏴야 한다는 문제가 발생한다. 2027년 구축 완료시점으로 삼았지만, 현실이 받쳐주지 않는 상황이다[32].

2024년 5월에 중국의 상하이 란지안 홍칭 기술회사는 지구 저궤도에 10,000기의 위성을 배치하는 군집위성 프로젝트를 본격화하였고, 이름은 '홍후-3'(Honghu-3)라는 이름으로 총 160개의 궤도평면에 배치할 예정으로 알려졌다. 이 상하이 란지안 홍칭 기술회사의 최대 주주는 중국의 발사체 기업 랜드스페이스(Landspace)로서 48%의 지분을 보유하고 있다[33]. 또한 중국의 지리(Geely) 자동차의 자회사인 지스페이스(Geespace)도 저궤도 군집위성 구축을 위해 1단계 사업으로 2025년까지 위성 72기를 발사하고, 2단계 사업에 168기의 위성을 추가로 발사해 실시간 데이터 통신 구현과 센티미터급 위성항법 서비스를 제공할 계획을 가지고 있다[34].

스타링크에 자극받은 유럽연합도 유럽 자체 우주인터넷망인 '아이리스2'를 구축하는데 필요한 60억 유로를 투입하는 계획을 2023년 2월에 승인하였고, 이를 위해 170기 정도의 위성을 개발하여 발사하기로 하였다. 시범 서비스는 2025년에 시작될 예정이고 현재 정지궤도에 있는 유럽의 통신위성들과 통신하며 기능을 보완하는 역할을 하게 될 것으로 여겨진다[35]. 이에 영국은 자국 기업인 OneWeb의 군집위성을 유럽용 위성 네트워크로 사용하자는 제안을 냈다. OneWeb은 2024년 5월 현재 1세대 위성 634기를 운영하고 있고, 2세대 위성을 테스트 중이다[36].

5. 결 론

지금까지 SpaceX가 20여년간 사업을 진행하면서 전 세계에 미친 정책적인 영향에 대해서 정리하였다. 대표적으로 영향을 미친 정책들은 뉴스페이스 정책, 재사용 발사체 정책, 군집위성 정책으로 정리가 된다. 이 글을 작성하는 시점에 SpaceX는 자신들의 초대형 발사체 Starship의 6월 6일 4차 발사를 성공적으로 진행하여 1단 Super Heavy를 멕시코만 앞바다에 성공적으로 소프트 스플래시다운시켰고, 2단 Starship도 대기 재진입에 성공하여 제어된 스플래시다운에 성공시켰다[37]. 비록 Starship 상단이 재진입 하면서 앞부분 날개가 일부 손상되기는 하였지만, 재점화 및 자세제어에 성공하면서 4차 통합비행시험이 성공적으로 진행되었다. LEO에 대한 탑재량이 100톤을 초과하고 GTO에 대한 탑재량이 21톤이 될 것으로 예상하면서 Starship이 완성되면 소형발사체 Falcon 1의 비용을 1000만 달러로 측정을 했었던 일론 머스크는 Starship의 발사비용이 200만 달러에서 300만 달러 정도가 될 것으로 예상하고 있다[38]. 곧 Starship이 완성될 것이고 이로 인하여 발생되는 정책적인 변화는 지금까지 있었던 변화와는 차원이 다른 새로운 변화가 발생할 것으로 예상된다.

참고문헌

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Soyuz-U (2024. 5. 19. 확인)
2. https://www. teslarati.com/spacex-falcon-heavy-block-5-launch-photos/(2024. 5. 19. 확인)
3. https://www.nytimes.com/2005/06/14/science/space/thrillionaires-the-new-space-capitalists.html (2024. 5. 19. 확인)
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Billionaire_space_race (2024. 5. 19. 확인)
5. https://www.crunchbase.com/organization/rocket-lab/company_financials (2022. 6. 17 확인)
6. https://www.crunchbase.com/organization/firefly-aerospace/company_financials (2022. 6. 17 확인)
7. https://www.crunchbase.com/organization/relativity-space/company_financials (2022. 6. 17 확인)
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Falcon_9 (2024. 5. 19. 확인)
9. https://spaceflightnow.com/2018/08/05/spacex-set-to-re-fly-first-falcon-9-block-5-booster-tuesday/ (2024. 5. 19. 확인)
10. "상업우주 2.0, 이미 불붙은 우주경쟁의 도화선", Samsung Securities Research Report, (2024. 1. 17. 확인)
11. https://spacenews.com/esa-and-eu-collaborate-on-launch-initiative/(2024. 5. 19. 확인)
12. http://m.economyinsight.co.kr/news/articleView.html?idxno=6319(2024. 5. 25. 확인)
13. https://spacenews.com/chinas-landspace-reaches-orbit-with-methane-powered-zhuque-2-rocket/ (2024. 5. 19. 확인)
14. https://en.wikipedia.org/wiki/LandSpace (2024. 5. 25. 확인)
15. https://en.wikipedia.org/wiki/Space_Pioneer#Rockets (2024. 5. 25. 확인)
16. https://www.spaceradar.co.kr/news/articleView.html?idxno=2352 (2024. 5. 25. 확인)
17. https://www.hani.co.kr/arti/science/future/1107925.html (2024. 5. 25. 확인)
18. https://en.wikipedia.org/wiki/Space_Shuttle (2024. 5. 25. 확인)
19. https://www.forbes.com/sites/jonathanocallaghan/2020/04/09/the-last-soyuznasa-ends-reliance-on-russia-with-final-launch-before-crew-dragon/?sh=4dc95f25235a (2024. 5. 25. 확인)
20. https://spaceimpulse.com/2023/08/16/how-much-does-it-cost-to-launch-a-rocket/ (2024. 5. 25. 확인)

21. https://en.wikipedia.org/wiki/Falcon_9 (2024. 5. 25. 확인)
22. 이금오, 서대반, 김현준, 김철웅, 최상현, 박재성, 이기주, “Falcon 9 형 메탄 재사용 발사체 개념설계 및 경제성 분석”, 한국추진공학회지, 제27권, 제2호, 2024, pp.1-20.
23. https://en.wikipedia.org/wiki/Ariane_Next (2024. 5. 25. 확인)
24. https://www.sankyungtoday.com/news/articleView.html?idxno=42285 (2024. 6. 4. 확인)
25. https://www.sankyungtoday.com/news/articleView.html?idxno=45164 (2024. 6. 4. 확인)
26. https://spacenews.com/chinas-landspace-conducts-first-vtvl-test-for-reusable-stainless-steel-rocket/ (2024. 6. 9. 확인)
27. https://en.wikipedia.org/wiki/Eutelsat_OneWeb (2024. 6. 4. 확인)
28. https://en.wikipedia.org/wiki/Starlink (2024. 6. 4. 확인)
29. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Falcon_9_and_Falcon_Heavy_launches (2024. 6. 5. 확인)
30. https://www.space.com/spacex-30000-more-starlink-satellites.html (2024. 5. 19. 확인)
31. https://namu.wiki/w/%EC%8A%A4%ED%83%80%EB%A7%81%ED%81%AC (2024. 6. 5. 확인)
32. https://www.cosmostimes.net/mobile/article.html?no=23282 (2024. 6. 5. 확인)
33. https://www.sankyungtoday.com/news/articleView.html?idxno=46311 (2024. 6. 5. 확인)
34. https://www.spaceradar.co.kr/news/articleView.html?idxno=3557 (2024. 6. 5. 확인)
35. https://www.spaceradar.co.kr/news/articleView.html?idxno=882 (2024. 6. 5. 확인)
36. https://www.sankyungtoday.com/news/articleView.html?idxno=43578 (2024. 6. 5. 확인)
37. https://spaceflightnow.com/2024/06/06/live-coverage-spacex-to-launch-its-starship-rocket-on-its-fourth-test-flight/ (2024. 6. 9. 확인)
38. https://spacenews.com/musk-outlines-plans-to-increase-starship-launch-rate-and-performance/ (2024. 6. 9. 확인)

대한민국 우주항공청 임무 제안: 국제협력을 중심으로

김은혁

한국항공우주연구원
위성연구소
위성우주탐사체계연구부
책임연구원
eunhyeuk@kari.re.kr

초 록

대한민국 우주항공청이 2024년 5월 27일 개청하였다. 전 세계적으로 우주 관련 산업 규모가 확대되고 있고 국가 간 우주 경쟁이 심화 되는 상황에서 우주항공청을 컨트롤타워로 우주 개발을 주도하고 동시에 다양한 국내외 요구에 적극 대응할 수 있는 체계가 마련된 것은 매우 고무적이다. 우주항공청의 조직 체계와 설치 지역에 대한 논쟁과 협의가 진행되는 등 산고를 겪은 만큼 이제 기관의 역할과 임무 정립을 위한 건설적인 논의가 필요하다. 우주항공청은 미국의 우주청 NASA를 모델로 조직을 구성하고 임무를 수립하는 것을 목표로 하였기에 미국을 포함한 우주 선진국 우주청의 조직 및 역할을 살펴보고 우리의 우주항공청이 나아갈 바를 살펴보는 작업이 지금 필요하다. 특히, 우주항공청에서 본격적으로 수행될 국제협력을 통한 우주 탐사의 내용과 수행 방법에 대해서 다면적으로 알아보는 것이 시급히 요구된다. 대한민국의 우주 탐사는 우주항공청 산하 우주항공임무본부가 주도하여 수행해야 한다. 대한민국 주도로 수행할 수 있는 탐사 주제를 발굴하며 동시에 국제 사회의 주요 관심사를 모니터링하여 한국이 참여할 수 있는 다양한 탐사 내용을 찾아야 할 것이다. 또한, 국제 협력 기반 우주 탐사 임무 수행에서 많은 경험을 축적하고 있는 산하 기관의 역량을 십분 활용할 수 있는 방안도 마련해야 한다.

Key Words : Space Agency(우주청), Organization(조직), Buget(예산), Space Exploration(우주탐사), Mission(임무), KASA(대한민국 우주항공청)

1. 서 론

1969년 인류 최초의 유인 달 착륙이 성공하면서 본격적으로 시작된 우주 탐사는 어느덧 대한민국에게도 매우 중요한 화두가 되고 있다. 국내 유일의 우주개발전문기관으로 자리매김한 한국항공우주연구원(이하 항우연)뿐만 아니라 다수의 출연(연)에서 우주를 매개로 한 다양한 과제와 사업들이 진행되고 있다. 동시에 대학을 중심으로 수행된 소규모 우주 탐사 개발 경험을 토대로 신진 우주 인력이 양성되고 있으며 우주 개발·탐사 관련 민간 기업이 속

속 발굴되면서 산·학·연 전체를 아우르는 우주 생태계가 조성되고 있다. 동시에 전 세계적으로 달 및 화성에 대한 관심이 급속히 증가하면서 1972년 이후 다시 인간이 달을 방문할 계획(미국의 아르테미스 계획)이 최근 발표되었고 달과 화성을 포함한 우주의 평화적 이용 등에 대한 국제적 협력의 도구인 아르테미스 약정서에는 이제 40개의 국가가 서명하여 명실공히 달, 화성 탐사에 있어서 추구해야 할 국제 표준으로 자리매김하고 있다.

대한민국이 이러한 국내외 우주 관련 변화에 능동적으로 대응할 수 있는 정부 차원의 조직체계 (이하 우주청 혹은 영문 Space Agency)를 갖추게 된 것은 매우 고무적이다. 그간 우주 관련 국제 무대에서 대한민국은 공식 Space Agency 기관을 갖지 못하였기에 책임 있고 능동적 대응이 어려웠고 이는 대한민국과 협력을 진행하는 상대방도 동시에 느끼는 어려움이었다. 예를 들어 우주 관련 협력을 위한 국제회의에 참석하는 경우 대표성을 갖고 있는 정부 관계자는 대개 전문성이 부족하고 전문성을 갖추고 있는 출연(연)을 포함한 우주 관련 종사자들을 대표성이 없기에 적극적인 의견 개진이 어려웠기에 국제적인 관심 사항을 국내에 환기하여 이를 통한 개발 동인을 만들고 국내의 요구를 국제 무대라는 협력의 틀에서 진행할 수 있는 다수의 기회가 있었음에도 이를 적절히 이루지 내지 못하였다.

여러 가지 어려움이 있었고 다양한 논의와 때로는 날 선 상호 비판도 있었지만 이제 대한민국의 우주항공청 (Korea AeroSpace Administration; KASA)이 개청한 만큼 단지 우주항공청의 성공이 아니라 우주항공청이 대한민국 우주 개발과 우주 탐사를 견인하고 이를 통해 우주 산업 육성의 교두보가 될 수 있도록 관련 업무에 종사하는 사람들의 성원과 때로는 비판이 필요한 시점이다. 현재 우주항공청은 청 유지와 임무 수행에 필요한 인력이 모두 확보되지 않았다. 다만, 우주항공청의 역할과 임무에 동의하며 우주에 대한 열정과 꿈을 갖고 있는 인력이 점차 충원되면 "청"으로서 정상 궤도에 도달하고 필요한 업무를 유기적으로 진행할 수 있을 것으로 본다. 본 연구에서는 현재 제시되고 있는 우주항공청의 조직을 통해 업무 내용을 살펴보고 이를 주요 우주 선진국의 우주청과 비교하여 우리의 강·소점을 확인하고 만약에 약점이 있다면 어떻게 돌파할 것인가에 대한 의견을 제시하고자 한다. 특히, 국제협력이 필요한 우주 탐사 분야에서 우주항공청의 역할에 대한 필자의 의견을 제시하고자 한다. 본 연구에서 제시되는 모든 내용은 그동안 대한민국 최초의 우주 탐사 임무를 수행 중인 다누리 (Korea Pathfinder Lunar Orbiter; KPLO) 개발 초기부터 현재 운영에 이르기까지 전 과정에 참여하였고 특히, NASA와의 국제협력 업무를 총괄한 경험에서 축적된 필자의 개인적인 의견임을 밝힌다.

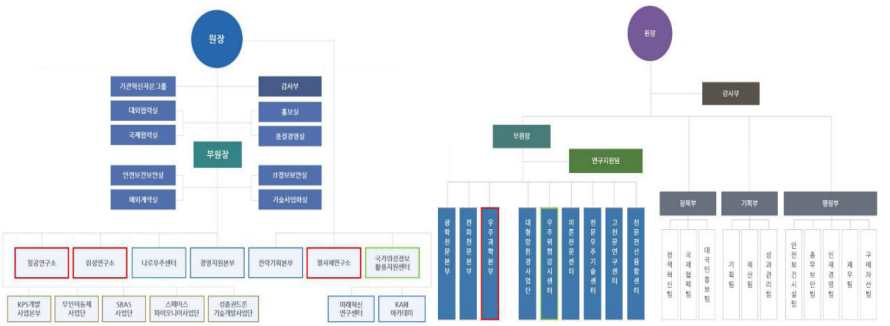
2. 대한민국 우주항공청의 조직과 임무

2.1 우주항공청 조직도

우주항공청 누리집에 안내된 우주항공청의 조직도를 (그림 1) 살펴보면 우주항공청이 지향하고자 하는 바를 이해할 수 있다. 우주항공청은 청장(Administrator) 휘하에 청장 부재 시 청장 역할을 대행하는 차장(Deputy Administrator)과 우주 항공 관련 개발 업무를 수행할 우주항공임무본부장이 있다. 차장은 일반 행정 조직을 지휘/감독하며 우주항공임무본부장은 휘하에 4개 우주 항공 관련 부문(우주 수송, 인공위성, 우주과학탐사, 항공 혁신)을 두고 있다. 우주항공청 명칭에서도 알 수 있듯이 항공에 비해서 우주에 방점을 두는 조직임을 알 수 있다. 그리고 외부적으로도 우주항공청이 소위, Space Agency로 명명되는 점 역시 우주항공청이 대한민국의 우주 관련 제반 업무를 관장한다는 점을 강조한다.

우주항공청 우주항공임무본부의 조직 구조는 항우연의 조직도와 유사하다 (그림 2). 다만, 항우연 조직에 포함되지 않은 우주과학 연구와 탐사를 위한 우주청 조직은 한국천문연구원(그림 2)의 우주과학본부와 유사하다고 판단된다. 항우연 조직에 포함된 국가위성정보활용센터와 천문연의 우주위험감시센터는 각각 국가위성운영센터와 우주환경센터로 자리매김한 것으로 판단된다. 물론, 우주항공청의 세부 조직에서 수행하는 업무 내용과 임무 등이 아직 공개되지 않은 점을 고려하면 단지 조직명이 유사할 뿐 연구·개발 내용은 다를 수도 있으므로 앞으로 공개될 내용을 기다리는 것이 필요하다. 그러나 모두가 예상할 수 있듯이 그동안 대한민국의 우주개발 관련한 제반 업무를 우주개발전문기관인 항우연이 수행해 왔고 우주과학 관련 연구는 천문연이 수행한 것으로 미루어 볼 때 우주청의 새로운 연구 조직이 항우연과 천문연 두 산하 기관의 업무를 이어 받아 진행할 것으로 예상하는 것은 어렵지 않다. 여기에 더해서 기존 과학기술정보통신부(이하 과기부)의 우주 관련 부서에서 수행하던 업무는 차장 휘하의 일반 행정 부서에서 수행할 것으로 예상된다. 조직 구성을 보면 우주항공청은 그동안 정부의 여러 부처에서 분화되어서 진행되어 온 우주 관련 일반 행정 업무와 항우연과 천문연을 중심으로 진행되던 우주개발과 우주과학 연구 업무를 망라한 조직으로 구성되었다.

<그림 1> 대한민국 우주항공청의 조직도 (https://kasa.go.kr)



<그림 2> 한국항공우주연구원(KARI, 왼쪽 그림)과 한국천문연구원(KASI, 오른쪽 그림)의 조직도

2.2 우주항공청의 예상 임무

우주항공청은 그동안 과학기술정보통신부, 국토교통부, 환경부, 해양수산부 등에서 분산되어서 진행되어 온 국가의 우주 관련 제반 업무를 관장하는 것을 목표로 하는 것으로 판단된다. 다만, 국가 방위에 필요한 우주 기반 국가 방위 요소 개발 등은 여전히 소관 부처인 국방부에서 진행할 것으로 예상된다. 우주청 차장이 지휘하는 일반 행정 조직은 그동안 정부의 여러 부처에 분산된 업무를 총괄해서 진행하는 것으로 기대된다. 이를 통해 업무의 비효율성이 상당 부분 해소될 것으로 기대되며 그동안 소위 부처 이기주의로 인해 효율적으로 진행하지 못했던 부분들 역시 필요한 결정 등이 빠르게 진행될 수 있다는 점에서 매우 바람직하다. 다만 그동안 각 부처에서 인력, 예산을 이용해서 진행해 오던 사업을 우주청에서 총괄해서 수행할 수 있는 체계가 마련되어 있는 지는 확인해야 한다. 현재 우주청의 위상이 과기부 산하 독립청인 점을 고려해 볼 때 직제상 상부 기관인 정부 부처를 총괄해서 임무를 진행할 수 있는 가에 대한 의문은 남아 있다. 우주청은 전문가 집단이 주축인 정부 기관의 하나이며 청 업무의 특징으로 보면 환경부 산하의 기상청과 유사하다고 할 수 있다. 이는 다른 말로 하면 기상청과 환경부의 관계, 기상청 구성 인원의 수행 업무의 특성, 기상청의 대국민 서비스 내용 등을 파악해서 적극 활용할 필요가 있다. 우주청 개설 시점부터 우주청이 미국의 NASA를 모델로 함을 천명했으나 도리어 정부 유사 조직의 구성과 업무 방식을 원용하는 것이 더 적절할 수 있을 것으로 판단된다.

정부 타 부처와 구별되는 우주청의 특징은 앞서 언급한 것처럼 전문가 집단을 중심으로 조직이 구성된다는 것이다. 물론 현재 우주청 구성의 초기 단계에서 전문가 확보에 시간이 소요되므로 일반 행정 조직 위주로 구성하는 것은 (아마 대부분 과기부를 대표로 기존 정부 부처 인원 일부가 전보 발령되었을 것으로 생각됨) 피할 수 없을 것이다. 그러나, 우주청 업무 수행을 위해 필요한 전문가 집단을 시급히 충원하는 것이 사전 계획한 업무를 수행하는 데 있어서 매우 중요한 요소이므로 우주청의 관련 부서에는 이를 최우선으로 추진할 필요가 있다. 한 가지 더 강조하는 것은 우주청의 일반 행정 업무와 연구 개발·행정 업무의 유기적 결합이 필요하다는 것이다. 특히, 국제 협력 업무를 수행하는 경우 협력 당사자 각각은 협력의 기술적 내용뿐만 아니라 협력을 위해서 필요한 법적, 행정적 지원과 협력 당사국의 우주청을 포함하여 타 부처 (한국의 경우 대표적으로 외교부, 미국의 경우 국무부)의 협력도 동시에 필요하므로 이를 총괄하여 업무를 수행할 수 있도록 해야 한다.

우주항공임무본부는 4개의 우주항공개발 연구 부문으로 구성되어 있다. 각 연구 부문에는 공통으로 임무설계프로그램과 임무보증프로그램을 업무를 수행할 수 있는 부서가 배치되었으며 각 연구 부문의 특성에 맞게 – 우주 수송의 경우 재사용발사체, 위성 부문은 한국형 항법시스템, 우주과학탐사에서는 달 착륙 프로그램, 항공 혁신 부문의 미래 항공기 프로

그램 - 세부 프로그램을 구성하였다. 이 중 일부 (한국형 항법 시스템과 달 착륙 프로그램)는 이미 개발이 진행되고 있거나 예비타당성을 통과하여 곧 개발에 착수할 연구 내용이다. 재사용발사체는 현재 우주 수송 관련하여 가장 관심이 고조되는 분야로서 대표적으로 미국의 상용 발사서비스업체 Space-X가 가장 앞서서 성공하여 발사 가격을 획기적으로 절감할 수 있는 방법으로 알려진다. 즉, 재사용발사체 연구 없이 우주 수송 관련하여 국제 사회에서 경쟁력을 확보할 수 없다는 것은 이미 확고한 사실이다. 미래 항공기 프로그램은 미래 도시 간 운영이 예상되는 개인용 항공기에 적용될 수 있는 다양한 기술 개발을 주관할 수 있을 것으로 예상된다.

우주항공임무본부 하위 직제로 4개 부문 모두에서 임무설계프로그램 수행 부서를 구성한 것은 매우 적절한 것으로 판단 된다. 우주청 주요 임무 중의 하나가 장단기 국가 우주 정책 및 수행 계획 마련이므로 (현재는 과기정통부장관이 5년 단위의 국가우주개발계획 수립을 수행하는 것이 관련 법에 정의되어 있음) 단위 별 임무 프로그램 개발 조직이 필요하다. 그동안 국가우주개발계획 수립은 과기정통부장관에게 부여된 임무였으나 실제 과기정통부에 이를 수행할 수 있는 전문가 집단이 거의 없었기에 항우연을 필두로 출연(연)에서 진행했다는 것을 상기하면 우주청에는 이를 수행할 수 있는 전문가 집단이 필요하다는 것을 알 수 있다. 우주청이 NASA를 모델로 한 만큼 단지 외형적이 아니라 임무 수행에서도 NASA가 수행하는 것과 유사한 업무를 수행하기를 기대한다. 대표적으로 NASA가 요청하여 민간이 진행하는 연구 분야별 Decadal Survey와 같은 장기 우주 개발 계획 수립에 있어서 우주청이 주도적인 역할을 하기를 기대한다.

임무 설계 업무가 외형적으로 그 모습과 업무 내용을 어느 정도 예측할 수 있으나 임무 보증 프로그램 조직에서 어떠한 연구 개발 업무를 수행할 지를 예측하는 것은 쉽지 않다. 우주항공 연구 개발은 대부분 극한 환경 및 존재하지 않는 새로운 기술 개발을 목표로 진행될 가능성이 높기에 기술 및 시스템 개발 후 그 내용에 대한 검증과 보증은 기술 개발에 필적할 만큼 중요하다. 임무 보증을 위해서는 다양한 시험이 필수적이므로 시험 시설과 시험 설비 운영과 시험 수행 관련하여 많은 경험을 갖는 인력 확보가 필요하다. 대표적으로 항우연의 경우 위성 개발 후의 시험, 항공기 개발 관련 시험 시설을 다수 확보하고 있으며 위성 또는 항공기 개발 후 보증 업무에 전력을 기울기고 있다. 우주청에서 보증 관련 업무 수행을 위하여 연구 설비 확충을 하는 것은 제한된 자원을 효율적으로 사용하는 것이 아니므로 기존에 해당 업무를 수행한 연구 기관과의 협업이 중요하며 이를 위한 체계 구축에 지금 나서야 한다.

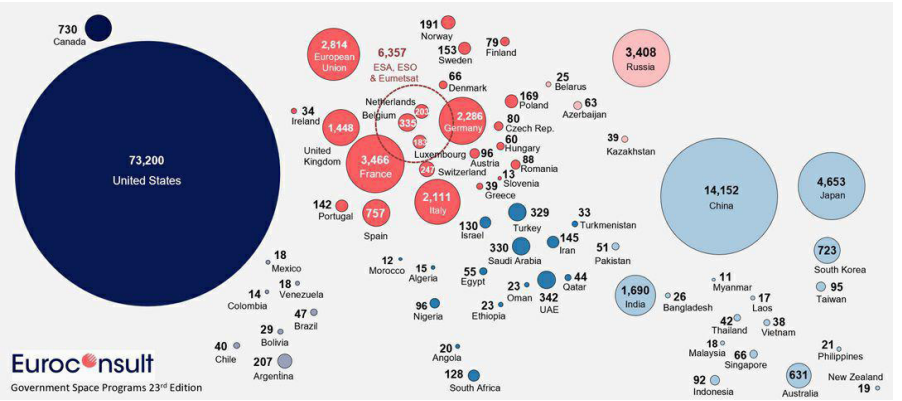
3. 우주 선진국의 우주청 조직과 우주 예산 규모

3.1 주요국의 우주 예산

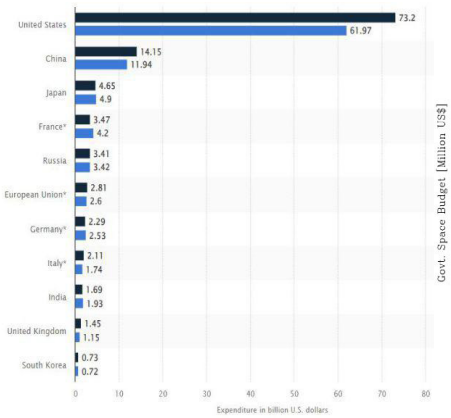
우주청의 수행 임무는 당연히 우주청의 연구비 규모와 밀접하게 관련된다. 먼저 대한민국 정부의 우주 예산 규모를 주요 우주 선진국 포함 국제 사회에서의 값과 비교하여 우리의 현 위치를 파악하고자 한다. 전 세계 국가의 정부가 지출하는 우주 관련 예산을 살펴보면 2023년 각국 정부의 우주 관련 전체 예산은 미화 1,170억 달러로서 전년 대비 15% 증가한 것이다. 미국의 우주 예산은 전체의 약 63% 수준이며 전 세계에서 가장 많은 예산을 투자하는 국가이다. 다만, 2000년 대비 미국의 예산이 차지하는 비중은 전체의 75%에서 의미 있는 양만큼 감소하였고 이를 통해서 2000년 대비 우주 개발 수행 국가의 수와 우주 관련 투자가 지속적으로 증가함을 알 수 있다. 2009년 이후 2021년까지 전 세계의 우주 관련 매출은 연평균 7% 증가하였다[1]. 그림 3은 2023년 전 세계 정부의 우주 관련 예산을 도식으로 보여주고 있다[2]. 대륙별 색을 달리했고 국가의 우주 예산 규모를 원의 크기로 표시하였다. 미국의 2023년 우주 예산은 미화 약 730억 달러이며 같은 해 미국의 우주 개발 전문기관 NASA의 예산은 254억 달러로 미 정부 우주 예산의 절반 이상이 NASA 외 정부 기관 즉, 국방과 안보, 국가 보안등에 사용되고 있음을 확인할 수 있다. 미국 다음으로 우주 예산을 많이 사용하는 국가는 중국이다. 중국은 최근 달 탐사에 있어서 미국과 매우 근접한 경쟁을 하고 있다. 미국이 비록 65년 전에 유인 달 착륙을 성공시켰지만 이후 달 착륙에 연속 착륙한 국가는 중국이 유일하다. 중국은 곧 유인 달 탐사를 추진할 것으로 예상되는 만큼 달에서의 미·중 경쟁이 더욱 치열하게 진행될 것으로 예상된다.

2023년 대한민국 정부의 우주 예산은 미화 약 7.23억 달러로서 우주 예산 규모로 보면 캐나다 다음으로 전체 13번째이다. 아직 미국의 우주군과 같은 개념의 군 조직을 확보하지 않은 것을 고려하면 대한민국의 국방 관련 우주 예산이 크지 않다는 것을 쉽게 예측할 수 있다. 미래에는 국방 분야의 우주 수요가 급속히 증가할 것으로 예상되는 만큼 이와 관련한 정부 지출액 역시 급격히 상승할 것으로 예상된다. 2022년 대비 2023년의 예산을 보면 (그림 4) 미국과 중국이 가장 큰 증액을 했음을 확인할 수 있으며 대한민국의 경우 거의 변화가 없다. 한 걸음 더 나아가 국가의 GDP 대비 우주 예산을 살펴보면 미국이 압도적인 1위를 차지하고 있으며 (GDP 대비 약 0.27%) 러시아가 뒤를 따르고 있다 (0.18%). 그림 5에서 2023년 각국의 GDP 순위는 그림의 왼쪽부터 감소한다 (2023년 대한민국의 GDP 순위는 세계 13위임). 중국, 일본, 프랑스, 이탈리아가 GDP 대비 우주 예산 규모에서 중간층(3위 그룹)을 차지하고 있으며(약 0.07~0.1%) 대한민국은 독일, 인도, 영국, 캐나다, 호주, 스페인 등과 비슷한 규모를 갖는다(4위 그룹, 약 0.04~0.05%). 남미와 중미의 브라질과 멕시코는 GDP 대비 매우 적은 우주 예산을 배정하였다. 4위 그룹 중 독일, 영국, 인도는 우주 예산의 절대적인 규모가 한국의 2~5배이므로 다양한 우주 개발 임무 수행이 가능하다. 예산 규모와 GDP 대비 우주 예산 비율이 한국과 비슷한 캐나다는 우주 예산 항목에 우주발사체 관련 부분이 포함되지 않는

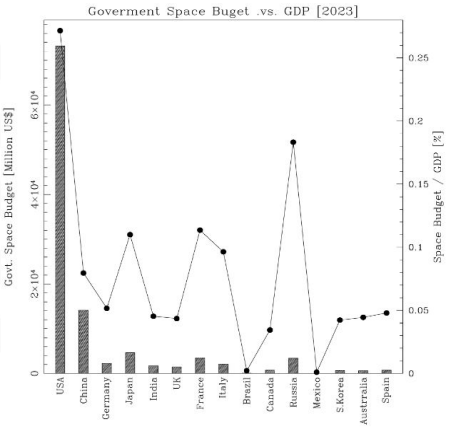
다 (캐나다 우주 프로그램에 우주발사체 개발은 포함되지 않음). 그러므로, 캐나다는 예산 사용에 있어서 자유도가 훨씬 크다고 할 수 있고 이에 따라 다양한 우주 개발 프로그램을 구축·진행하고 있다. 호주는 2018년 우주청을 개청하였고 여러 가지 면에서 한국과 유사하며 호주 우주청의 구조, 예산 배분과 임무 수행 등을 살펴보면 우리의 우주청 발전에 많은 도움을 줄 것으로 예상된다. 예산 규모를 보면 대한민국의 일차적 목표는 GDP 대비 우주 예산 3위 그룹으로 진입하는 것이다. 국가의 GDP가 단기간에 변하지 않으므로 2023년 대비 우주 예산을 2배 이상 증액해야만 이룰 수 있는 목표이다. 앞서 언급한 것처럼 국방 관련 우주 예산이 급증하면 자연스럽게 대한민국 정부의 우주 예산이 증가할 것이고 이는 곧 GDP 대비 우주 예산 증가를 의미하므로 적절한 시점에 3위 그룹으로 진입할 것으로 예상된다. 다만, 국방 예산은 대부분 예산 활용의 자유도가 제한적인 만큼 국방뿐만 아니라 탐사 임무 예산 증액이 필요하며 이는 우주항공청이 계속 추진해야 하는 중요한 과제라고 할 수 있다.



<그림 3> 2023년 세계 각국의 우주 관련 예산



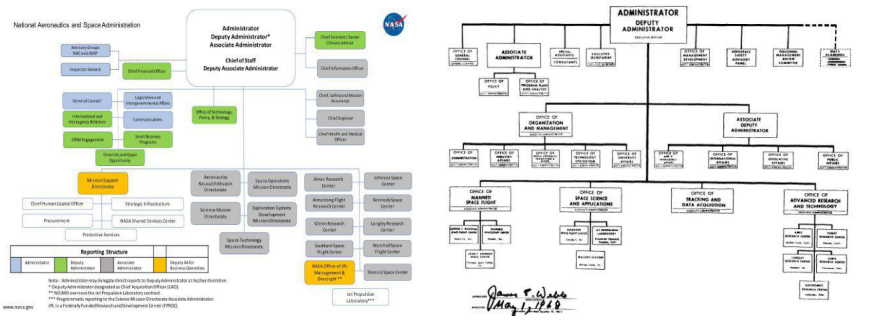
<그림 4> 2022~2023년 주요국 우주 예산 규모



<그림 5> 2023년 주요국의 GDP 대비 우주 예산

3.2 미국 우주청 (NASA)의 조직도와 임무

미국 우주청 (NASA)의 조직도를 그림 6에 표시하였다. 참고를 위해 2023년과 더불어 아폴로 11호 발사 직전인 1968년 NASA의 조직도를 같이 보여주었다. NASA는 수도 워싱턴 소재의 NASA/HQ에 주요 임무 기구(Mission Directorate)를 두고 있으며 개발, 시험과 발사를 위한 시설 11곳을 전국에 포진시키고 있다. 현재 HQ에는 5개의 임무 기구 (Aeronautics Research, Science, Space Operation, Exploration System Development, 그리고 Space Technology)가 있으며 동시에 내부 조직 간 또는 정부 내 타 부처와의 협업, 타 국가와의 협력을 위한 전문가 집단 조직을 운영하고 있다. 또한 오랜 기간 해당 분야에서 다양한 전문 지식을 축적한 전문가의 자문을 위해 우주청장에게 직접 자문을 수행하는 Chief Scientist와 Chief Engineer Office를 운영하면서 지식의 전달과 정책 결정에서 있어서 다양한 요소를 고려하는 시스템을 구축하고 있다.



<그림 6> 미국우주청(NASA)의 조직도 (좌: 2023년, 우:1968년)

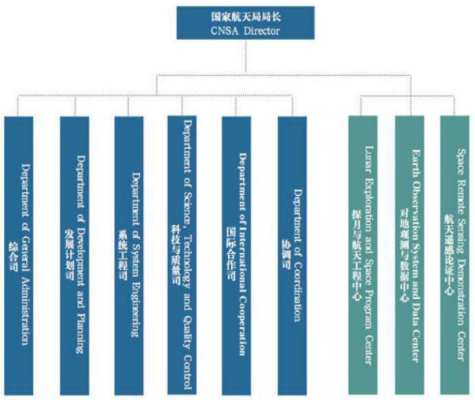
대한민국 우주청의 조직은 아마 시간이 지나면서 조정될 것이다. 해당 시기의 주요 요구 내용과 국가 주도의 우주 개발 내용에 따라서 중간 단위 규모의 변화는 필요하다. 다만, 상위 레벨의 조직 변화는 제한적이어야 하며 65년의 시간차를 갖는 미국 NASA의 조직 변화를 보면 미국 우주 정책 개발과 수행의 기본 내용을 파악할 수 있다. 가장 큰 차이는 현재 Mission Directorate로 명명된 조직이다. 1968년 당시 유인 달 탐사가 NASA 수행 임무의 최전선에 있으므로 HQ 내에 유인 우주비행 수행 부서를 두었고 우주과학과 활용부서, 탐사선 추적과 자료 획득 부서 (아폴로 미션 지원을 위한 것으로 추정됨), 그리고 NASA 직할의 외부 기관 감독을 위한 부서(Advanced Research and Technology)로 구성되었다. 2023년의 조직도와 비교하면 유인 우주 비행 부서가 Space Operation과 Exploration Systems Development 부서로 분화된 점이 가장 두드러진다. 1968년의 Tracking and Data Acquisition 부서의 업무는 현재 Space Operation 임무부서 내 SCaN (Space

Communications and Navigation)에서 수행하고 있다. 1968년 NASA는 과학 연구 수행 업무는 HQ외 센터 (GSFC, JPL 등)에서 수행하였으나 우주과학을 세분화하여 지구 관측, 태양계 탐사, 태양 연구, 천문학 연구를 위한 부서로 세분화해서 조직을 운영하고 있다. 대한민국 우주청의 과학 연구는 우주과학탐사부문에서 진행하는 것으로 예상되나 연구 대상을 NASA와 같이 확대할 것인 지를 궁극적으로 고민해야 할 것이다.

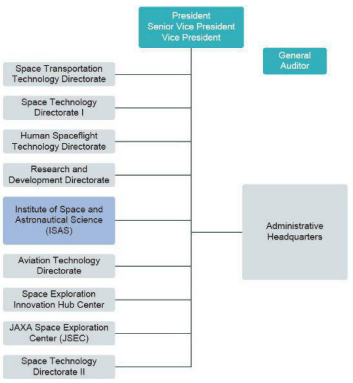
3.3 중국우주청 (CNSA)의 조직도와 임무

중국의 우주청은 “중국국가항천국 (China National Space Administration, CNSA)”이며 1993년에 설립되었다[1]. CNSA의 조직도는 미국의 NASA에 비해서 단순하다는 것을 알 수 있다. “국” 규모의 6개 기구를 두고 있으며 개별 임무 수행을 위한 센터 (달 탐사 및 우주 프로그램 센터, 지구 관측 및 데이터 센터, 원격탐사시연센터)를 운영하고 있다. 중국 우주 개발의 목표는 우주과학 분야에서 중국의 위상을 높이고, 우주 공간에 중국의 유인 우주 정거장을 건설하고 운영하는 것, 그리고 유인 달 탐사 및 달 기지 구축, 이에 기반한 화성 탐사를 수행하는 것이다. 중국은 CNSA에서 우주 관련 총괄 업무를 진행하고 동시에 중국항천과기집단, 중국항천과공집단공사등을 통해서 필요한 연구·개발을 진행하고 있다고 알려진다.

중국 우주청 조직도에서 눈에 띄는 것은 국제협력국의 위상이다. 중국은 국제협력 업무를 “국”차원에서 대응하고 있다. 즉, 우주 개발과 탐사에서 국제 협력을 중요한 주제로 다루고 있으며 이는 미국을 위시한 서방 세계에 대응하기 위한 우군 확보를 위한 것이라고 판단된다. 최근 달 및 화성 탐사를 위한 국제 협력 “아르테미스 협약”에 대응하기 위하여 중국은 러시아와 긴밀한 대화 및 협력을 정상회의에서 논의한 바 있으며 자국의 우주 프로그램에 많은 국가를 참여시키기 위한 노력을 진행하고 있다.



<그림 7> 중국우주청(CNSA)의 조직도



<그림 8> 일본항공우주개발기구의 조직도

3.4 일본항공우주개발기구 (JAXA)의 조직도와 임무

일본항공우주개발기구는 2003년 이전까지 독립적으로 운영되던 항공우주 관련 3개의 기관 (Institute of Space and Astronautical Science: ISAS, National Aerospace Laboratory of Japan: NAL, National Space Development Agency of Japan: NASDA)을 통합하여 구성된 일본의 독립된 항공우주기관이다. 이 중에서 ISAS는 과학연구개발, NAL은 항공 관련 연구에 특화된 기관들이었다. 그리고, NASDA는 우주발사체와 위성 개발을 주로 수행하던 기관이었다. JAXA의 목표는 우주 대상의 연구 개발을 통해 일본과 전 인류를 위한 활동에 기여하는 것으로서 도쿄에 본부를 두고 있다. NASDA가 문부과학성 소속의 외청으로 역할을 하였으나 JAXA는 일본국 수상을 의장으로 하는 내각 산하의 우주개발전략본부 소속으로 격상되어 명실공히 일본을 대표하는 우주청의 역할을 수행하고 있다. JAXA의 조직 구성을 보면 기존 3개 기관 중 ISAS는 그대로 유지하며 우주과학 연구의 중추로 기능하고 있고 NAL과 NASDA는 분화되어서 미국 NASA/HQ의 임무 기구 (Mission Directorate)와 유사한 기구를 두고 있다. JAXA에는 우주 수송 관련 최상위 부서가 마련되어서 일본이 우주 개발에서 우주발사체 연구에 박차를 가하고 있다는 점을 확인할 수 있다. JAXA의 이러한 조직은 한국의 우주청과 일맥상통하는 부분이다.

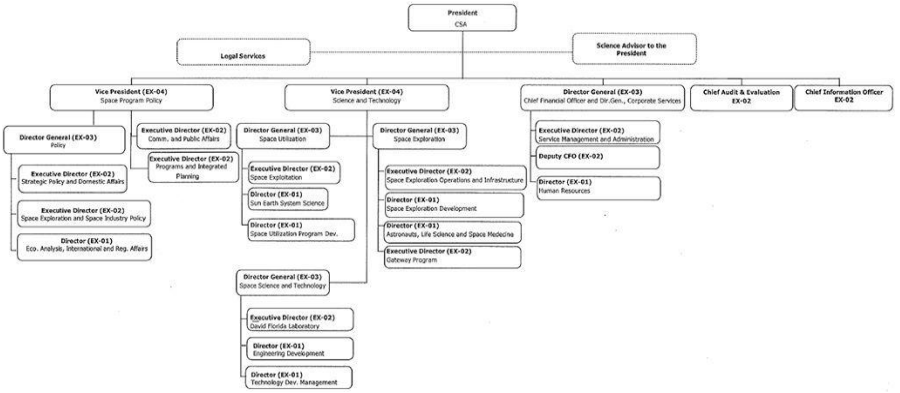
JAXA는 기존의 우주 관련 연구·개발 기관을 조직도에 포함해 유기적인 우주개발이 수행될 수 있는 토대를 마련하였다. 반면 한국은 기존 연구 조직인 항우연과 천문연이 산하 기관으로만 지정되면서 우주청-항우연-천문연의 통합된 유기적 연구 수행에 장애가 될 수도 있다. 기존 연구 조직을 통합하여 운영한 JAXA의 경험은 현재 비슷한 기관을 산하에 두고 있는 한국의 상황과 비교 가능하다. 우주청-항우연-천문연의 관계 설정 포함 전반적인 조직 구성 방법을 다른 차원에서 살펴볼 필요가 있으며 일본이 이미 경험한 바를 연구하면 한국 우주청의 바람직한 미래 모습을 구성하는 데 있어서 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

3.5 캐나다 우주청 (CSA)의 조직도와 임무

캐나다우주청 (Canadian Space Agency: CSA, 프랑스어 Agence Spatiale Canadienne: ASC)는 1990년 제정된 캐나다우주법에 의해서 설립된 캐나다를 대표하는 Space Agency이다. CSA의 본부는 퀘벡주 몬트리올 근처 Longueuil에 위치하며 약 900명 근무하고 있다. CSA는 유럽우주국 (European Space Agency)과 밀접한 협력관계를 맺고 있으며 동시에 미국의 NASA, 인도의 ISRO, 일본의 JAXA 및 스웨덴우주청과도 다양한 우주 프로그램에서 협력을 진행하고 있다. 캐나다우주청의 조직은 청장 휘하에 우주 프로그램 정책 개발과 과학 및 기술 개발 업무를 담당하는 2명의 부청장을 두고 있다. 그리고, 법적 내용과 과학 연구 내용에서 자문을 수행하는 기구를 청장 직속으로 구성하였다. 캐나다 우주 프로그램에서 가장 주목되는 것은 국제우주정거장(International Space Station: ISS)의 주요 구성요소인

모바일 서비스 시스템이다. 여기에는 Canadarm2 (SSRMS)와 Dextre (SPDM)등이 포함된다. 특히, Canadarm은 캐나다 화폐 5 CAD에 포함되어 국가의 우주 개발 의지와 성과를 국민과 공유하고 있다.

국제우주정거장에서 주요한 역할을 수행하고 있는 만큼 캐나다는 다수의 우주인을 배출하였으며 ISS에서 캐나다 개발의 로봇팔을 이용한 업무를 수행하는 모든 우주인의 임무 교육을 담당하고 있다. 1984년 이후 모두 17명의 캐나다 국적 우주인이 미국의 우주왕복선 임무, 국제우주정거장 임무에서 활동하였다. 캐나다는 우주인 육성과 훈련 부문에서 미국 다음으로 많은 경험을 갖고 있으며 미래 한국이 유인 우주 임무를 계획하고 수행하는 경우 협력할 수 있는 후보국 중의 하나라고 생각된다. 캐나다우주청은 우주정거장 임무와 미국 주도의 Gateway 임무에 주력할 것으로 예상된다. 한국과 비슷한 규모의 우주 예산을 특정 주제에 투자하는 만큼 빠르게 많은 성과를 얻을 것으로 예상되며 캐나다의 우주청 조직과 임무 내용 중 집중 투자는 한국 우주청의 향 후 임무 설정에서 고려할 만한 요소라고 할 수 있다.



<그림 9> 캐나다우주청(CSA)의 조직도

4. 결론

지금까지 대한민국 우주항공청의 조직과 이를 통한 예상 임무, 그리고 우주 선진국의 우주청 조직과 수행 임무에 대해서 간단히 살펴보았다. 우리의 우주청은 이제 막 걸음을 시작한 만큼 앞으로 발전할 가능성이 무한하다고 할 수 있다. 다만, 발전은 올바른 방향으로 진행할 때만 가능하다. KASA의 임무 중 우주 수송은 그간 항우연 주축으로 개발된 내용에 더하여 재사용발사체 개발에 방점을 둘 것으로 예상된다. 다만, 국제 사회에서 발사체 개발은 국가 간 협력이 거의 불가능하기에 한국 독자 개발의 큰 틀이 바뀔 가능성은 없을 것이다. 우주에서의 국제협력이 가장 활발하게 이루어지는 분야는 우주 탐사 및 우주 과학 연구이다. 국제우주정거장에서 활발한 우주 협력이 수행되고 있으나 자세히 뜯어보면 참여국이 보유한 특정 기술을 기반으로 국제우주정거장 개발과 운영에서 각각 참여하는 방식이므로 국가 간 기술 이전은 거의 발생하지 않는다.

2024년 시점 우주에서 대한민국이 주도하며 협력하고 있는 가장 대표적인 것은 달 궤도선 다누리이다. 다누리 임무는 한국이 주도하여 궤도선을 개발하고 달로의 우주 비행을 책임지고 수행하고 이어지는 달 궤도 진입과 달 궤도에서의 운영을 진행하며 미국 NASA는 다누리 궤도선에 탑재체 ShadowCam을 탑재하여 달에 관한 과학 자료를 획득하고 (획득한 과학 자료는 1년 이후 일반에 공개됨) 다누리 운영에 필요한 항행 및 지상국 이용을 지원하여 다누리가 달 궤도에서 원활하게 운영될 수 있도록 하고 있다. 다누리 임무의 성공은 한국의 우주 개발 역량, 특히 우주 탐사 부문에서 한국이 주도적으로 역할을 수행하여 임무를 성공시켰다는 점을 세계에 보여주었다. 2022년 말 달 임무 궤도 진입 이후 2023년 1월부터 현재까지 다누리는 매우 안정적으로 임무를 수행하고 있으며 과학 재체가 생산한 중요한 과학 자료를 2024년 2월부터 전 세계의 모든 사람들에게 제공하는 등 계획된 모든 임무를 차질 없이 수행하고 있다. 이를 통해 국제 달 및 행성 탐사와 관련한 주요 국제 학회에서 그 결과를 발표하여 큰 호응을 얻고 있으며 기술적으로는 미국의 유인 달 착륙 임무 – 아르테미스 미션 – 성공을 위한 탐사 자료 생산에서 주요한 역할을 진행하고 있고 앞으로 2025년까지 임무가 연장되었으며 앞으로 달과 관련한 더욱 중요한 과학 자료를 생산할 것이다.

항우연-NASA 협력을 통한 다누리 임무 성공에 있어서 임무 시작 시점인 2015년부터 지금까지 직접적으로 관여한 필자의 경험에 비추어 우주항공청이 앞으로 수행해야 할 국제협력에 기반한 우주 탐사 업무에 있어서 필요한 내용을 다음과 같이 정리하였다.

- □ 대한민국이 주도하여 수행할 수 있는 국제협력 임무 및 아이템 생산
  - □ 국제 협력 임무를 세분화해서 한국 주도, 한국 참여 등으로 이원화할 것
  - □ 국제 협력 참여 정도에 따른 (예를 들어 탑재체 개발 한정, 공동 위성체 개발, 공동 운영

등) 소요 기술 목록화 및 개발 일정을 제시할 것

□ 우주항공임무본부가 협력을 주도할 것

□ 다누리 국제 협력에 참여한 NASA의 인원을 보면 당시 HEOMD(현 ESDMD)의 중간관리자가 전체 책임자로 역할을 하였고 법적, 제도적 지원을 위한 인력, 개별 NASA 센터에서 관련 업무를 맡고 있는 실무자가 협력 회의에 참석하고 실제 협력을 진행하였고 협력에 있어서 매우 효율적임을 확인하였음

□ 국제 협력 인원은 가급적 임무 종료까지 참여하고 Primary/Backup 시스템을 구성하여 협력 인원 교체 시 문제가 발생하지 않도록 할 것. NASA는 모든 업무를 주/부 개념으로 구체화하여 진행해 인력 변동이 있더라도 협력에 있어서 거의 문제가 없었음

□ 우주항공청 산하 기관이 축적한 경험을 십분 활용할 것

□ 항우연과 천문연은 20년 이상 우주 개발과 과학 연구를 수행하여 연구 개발 경험을 축적하였기에 이를 활용하는 것이 필수적임

□ 산하 기관이 확보한 다양한 인적 네트워크 등 유무형 자산을 적극 활용할 것

□ 우주 탐사 임무 진행을 통해 대국민 홍보를 강화할 것

□ 우주항공청의 모든 예산이 국민 세금에 기원함을 고려하고 우주에 대한 한국 국민의 관심을 적극 반영하여 국민의 우주 관련 궁금증을 해소하는 데 최선을 다할 것

□ 다양한 임무 성공을 통해 KASA가 세계적으로 앞서가는 우주 조직임을 홍보할 것

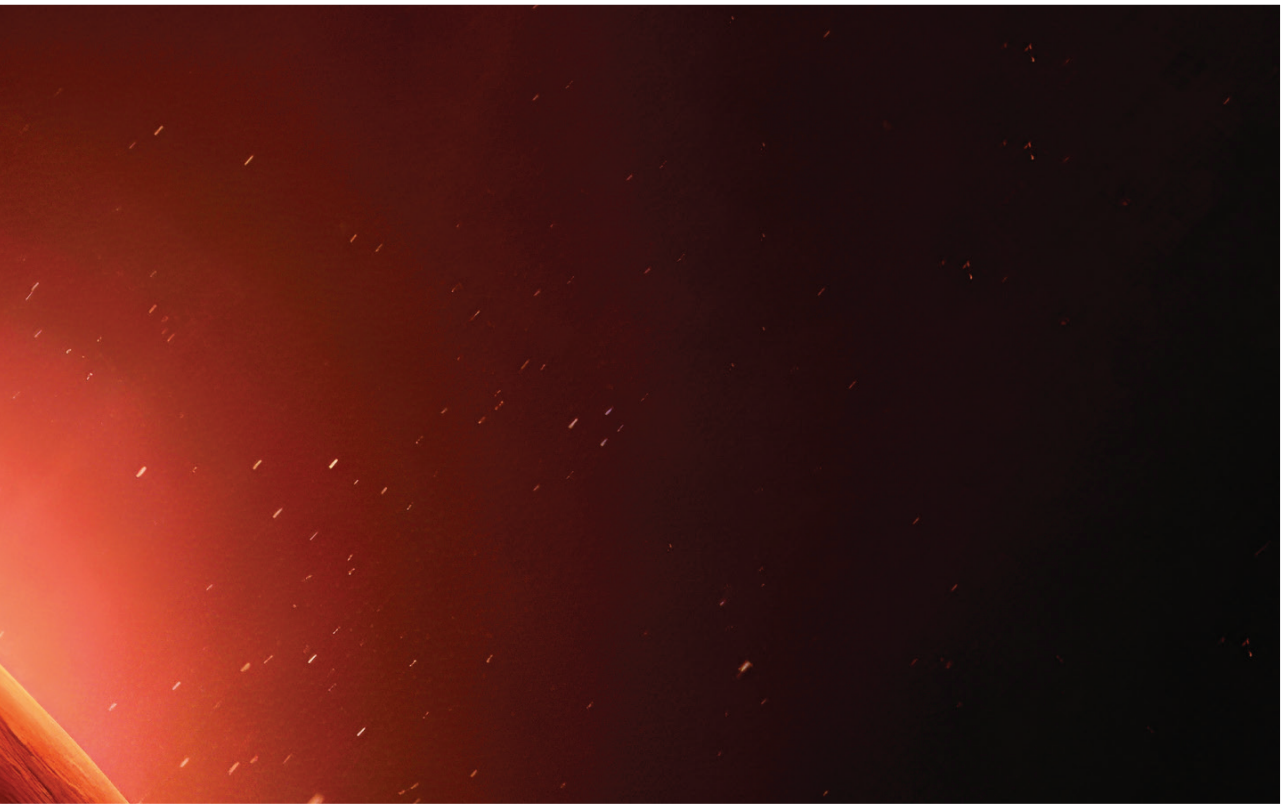
우주항공청이 공식 개청 되고 관련된 인사들을 통해서 앞으로 어떠한 임무를 수행할 예정인 지 조금씩 그 모습이 드러나고 있다. 최근, 언론에 언급된 것은 태양-지구의 라그랑지안 지점 (L4)에 탐사선을 보내는 것과 지구 근접 소행성 아포피스를 탐사하는 탐사선을 개발할 계획이라는 것이다. 다양한 우주 탐사를 시도하는 것은 고무적이다. 다만, 앞서 살펴본 것처럼 대한민국의 우주 예산이 충분하지 않고 그 상황에서 우주 탐사 임무는 더욱 제한되므로 국내외적으로 다수가 환영하고 인류 보편의 중요한 결과를 생산할 수 있는 임무가 설정되어서 한국 우주항공청의 위상이 대내외적으로 높아지기를 희망한다. 이를 위해서는 임무 내용을 구체화하며 우주 관련 산·학·연의 전문가들의 지지를 받는 것이 매우 중요하다는 점을 잊지 말아야 한다.

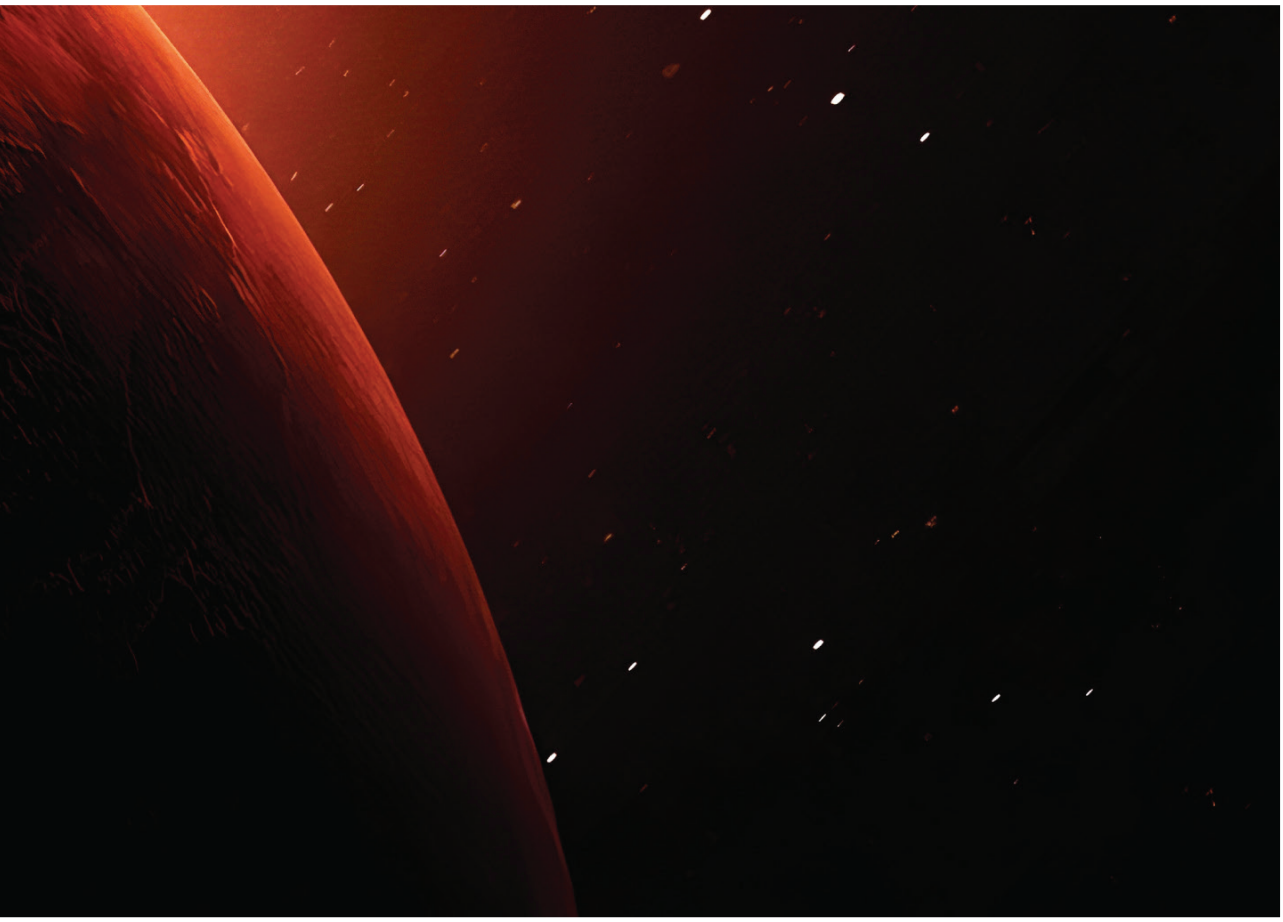
참고 문헌

1. 이형목, 임철호, 김소영, 안오성, “우주과학 우주개발을 효율적으로 수행할 수 있는 바람직한 거버넌스”, 한림연구보고서 147, 2022
2. Euroconsult, https://www.euroconsult-ec.com/
3. KASA Homepage, https://kasa.go.kr/
4. Petr Zimclk, “Why Billionaires want to go to space?”, Proceedings of the 14th International Scientific Conference, 2021
5. Akari Yoneyama, “JAXA Agency Report”,2021
6. Annual Report of the Institute of Space and Astronautical Science, JAXA/ISAS, 2022

Space Policy Research

Part 02 · 이슈분석





UNCOPUOS에서 논의 중인 우주 자원의 주요 논점 분석

윤나영

한국항공우주연구원,
전략기획본부
정책팀 선임연구원
법학(우주법) 박사
nayoungy@kari.re.kr

초 록

2016년도 UNCOPUOS 법률소위에서 다수의 국가가 미국의 일방주의 노선에 대한 우려 및 우주자원 활동 규범에 대한 다자간 합의의 필요성을 제기하였다. 이를 바탕으로 2017년도부터 법률소위의 의제 중 하나로 새로이 우주 자원 관련 항목이 채택되었다. 나아가 2019년도에 우주자원 워킹그룹 설치 제안을 계기로 2021년 워킹그룹 운영방안이 합의되었으며, 2022년에는 워킹그룹의 5개년 업무계획(2023~2027년) 또한 합의되어 활발히 활동이 이루어지고 있다. 이에 따라, 의장·부의장이 워킹그룹 활동에 관하여 회원국의 의견을 묻기 위해 2022년 7월에 9가지의 질의를 포함한 의견 제출을 요청하였다.

본 연구에서는 워킹그룹에서 회원국에 의견을 요청한 우주자원의 범위를 논하는 질의 1, 우주자원 관련 현행 국제법 및 법적 체제에 관한 견해를 묻는 질의 4, 질의 5 및 질의 6에 대한 각 회원국의 의견을 살펴보고자 한다. 질의 1, 4, 5, 그리고 6을 종합하여 살펴보면, 우선 공통된 의견으로 우주조약 및 국제법 거버넌스 장치들이 우주자원 활동에 관한 현행 법적 체제 검토의 중요한 기반이 되기에 이에 부합하는 '우주자원 활동 원칙 권고(안) 초안' 작성이 필요하다는 의견을 제시하였다. 특히 대다수 국가는 아르테미스 약정, 우주자원 활동 국제 체제 마련을 위한 빌딩블록 및 국제공법과 국내법 등의 다양한 문건에 대한 검토 또한 유용할 것이라는 견해를 제시하였다. 이를 바탕으로 현존하는 법적 체계와 부합하는 '우주자원 활동 원칙 권고(안) 초안' 을 발전시킨다면 법적 예측 가능성, 안전, 지속가능성 및 우주의 평화적 이용 등의 관점에서 이 점을 찾을 수 있음을 보고하였다. 다만, 각국의 기술 발전 속도 및 각국의 정책 동향 등의 차이로 인하여 생기는 이견이 크게는 아르테미스 프로그램에 참여하는 국가와 아닌 국가, 작게는 국가별로 보이기에 이에 대한 조율이 앞으로 워킹그룹에서 헤쳐 나가야 할 부분으로 보여진다.

Key Words : Space Resources(우주 자원), Space Mining(우주 채굴), UNCOPUOS(UN외기권평화적이용위원회), Space Law(우주법)

1. U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act, 51 USC 10101.
2. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Report of the Legal Subcommittee on its fifty-fifth session, held in Vienna from 4 to 15 April 2016, U.N. Doc. A/AC.105/1113 (2016) Para. 23-35.
3. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Annotated provisional agenda on its Fifty-ninth Session, U.N. Doc. A/AC.105/C.2/L.312 (2020).
4. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Proposal for the establishment of a working group for the development of an international regime for the utilization and exploitation of space

1. 서론

2015년 미국이 자국의 국내법인 '상업 우주 발사 경쟁력법(2015 U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act)'[1]을 제정하여 공표함으로써 국제적으로 우주자원 활동에 대한 법적 규범 논의의 필요성이 제기되었다. 특히 2016년도 UNCOPUOS 법률 소위원회(Legal Subcommittee, 이하, '법률소위')에서 다수의 국가가 미국의 일방주의 노선에 대한 우려 및 우주자원 활동 규범에 대한 다자간 합의의 필요성을 제기하였다.[2] 이를 바탕으로 2017년도부터 법률소위의 의제 중 하나로 '우주 자원의 탐사, 개발 및 활용 활동에 대한 잠재적 법적 모델에 대한 일반적인 견해 교환(General exchange of views on potential legal models for activities in exploration, exploitation and utilization of space resources)'이라는 제목으로 새로이 우주 자원 관련 항목이 채택되었다.[3] 나아가 2019년도에는 벨기에 및 그리스의 우주자원 워킹그룹 설치 제안[4]을 계기로 2021년도에 관련 비공식 논의가 진행됨에 따라, 2021년 의장 및 부의장 선출을 포함한 워킹그룹 운영 방안이 합의[5]되었으며, 2022년에는 워킹그룹의 5개년 업무계획(2023~2027년) 또한 합의[6]되어 활발히 활동이 이루어지고 있다.

이에 따라, 의장·부의장이 워킹그룹 활동에 관하여 회원국의 의견을 묻기 위해 2022년 7월에 9가지의 질의를 포함한 의견 제출을 요청하였다.[7] 1차 기한이 2022년 말이었으며 총 19개 회원국 및 7개 옵저버 기관이 본 질의에 의견서를 서면 제출하였다.[8]

따라서, 본 연구에서는 우선, 우주자원 워킹그룹에 대해 짧게 알아본 후, 워킹그룹에서 회원국에 의견을 요청한 9가지 질의 중 질의 1인 '워킹그룹에서 논의할 우주자원의 범위(The type of space resources that fall within the mandate and scope of the Working Group)', 질의 4인 '우주자원 관련 현행법 체계에 관한 회원국의 견해(The views of stakeholders regarding the existing legal framework for space resource activities)', 질의 5인 '현행 법적 체제에서의 우주자원 활동 이행의 어려움과 현재의 관행(The current practices and challenges in the implementation of the existing legal framework for such activities)' 및 질의 6인 '우주자원 활동 원칙 권고(안) 초안 개발에 따른 이점 및 도전 과제(The benefits and challenges to the development of a set of initial recommened principles for such activities)'에 대한 각 회원국의 의견을 살펴보고자 한다. 이를 통하여 현재 각국의 의견이 어떠한 차이점 또는 공통점이 있는지, 국제적으로 주류인 의견은 어떠한 의견인지를 인지하여 이를 바탕으로 향후 우주자원 워킹그룹의 방향성을 제언하고자 한다.

resources, U.N. Doc. A/AC.105/C.2/L.311 (2019).

5. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Report of the Legal Subcommittee on its sixtieth session, held in Vienna from 31 May to 11 June 2021, U.N. Doc. A/AC.105/1243 (2021) Para. 251-258.

6. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Report of the Legal Subcommittee on its sixty-first session, held in Vienna from 28 March to 8 April 2022, U.N. Doc. A/AC.105/1260 (2022) Annex II.

7. United Nations Office for Outer Space Affairs, Working Group on Legal Aspects of Space Resource Activities, https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/lsc/space-resources/index.html (last accessed 2024.02.26.).

8. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Responses to the invitation by the Chair and Vice-Chair for Submissions from States members and organizations having permanent observer status with the Committee on Legal Aspects of Space Resource Activities, U.N. Doc. A/AC.105/C.2/2023/CRP. 7~32; U.N.Doc. A/AC.105/C.2/2024/CRP.5

2. 우주 자원 워킹그룹

우주자원 워킹그룹은 2019년도에 벨기에 및 그리스의 워킹그룹 설치 제안[9]을 계기로 2021년 폴란드 외교부 국제법·조약 국장이자 전 UNCOPUOS 법률소위 의장을 맡은 Andrzej Misztal이 의장을 맡았으며, 호주의 Western Sydney 대학 국제법 교수이자 국제우주법학회(AIAA) 이사인 Steven Freeland가 부의장으로 선출되었다. 이를 바탕으로 워킹그룹 운영방안 및 워킹그룹의 5개년 업무계획(2023~2027년)이 합의[10]되어 활발한 활동이 이루어지고 있다.

특히 워킹그룹의 업무 내용으로 우주자원의 탐사, 개발, 이용과 관련된 정보 수집, 우주자원 활동에 관한 기존 법적 체제 검토 및 법적 체제를 발전시키는 것의 이점을 평가하여 이를 바탕으로 우주자원 활동 원칙에 대한 일차적 권고(안)을 마련하는 것을 주요 업무 범위로 지정하였다. 이는 우주자원 활동이 반드시 국제법을 준수하여야 한다는 점 및 안전하고 지속 가능하며 합리적이고 평화적으로 이해하여야 한다는 점을 고려하여 정해진 내용이다. 이와 관련하여 2023년도 UNCOPUOS 과학기술 소위원회에서 의장·부의장은 우주자원 워킹그룹에 대한 소개를 공식적으로 하며 향후 각국의 기술 개발 현황 및 사업계획 등의 정보를 공유해 줄 것을 요청하였다.[11]

이와 별개로 2023년 법률소위에서 다시금 우주자원 워킹그룹의 활동을 공식적으로 개시하여 회원국 및 옵저버 기관에서 사전에 제출한 의견서를 요약하고 정리한 문서를 준비하여 해당 내용을 소개하였다.[12] 이는 워킹그룹 5개년 업무계획 중 2024년의 우주자원 활동에 관한 법적 체제를 더욱 발전시키는 것의 이점 평가 및 2026년의 현행 법적 체제 조사 자료에 대한 최종 검토 및 수정, 법적 체제를 더욱 발전시키는 것의 이점 평가 등의 결과물로 이어질 정보 수집 및 현황 파악 업무로 보여진다.

3. 각국이 제출한 의견서를 바탕으로 본 회원국의 견해

본 연구에서 분석할 회원국 및 옵저버가 제출한 의견서는 워킹그룹의 의장·부의장이 워킹그룹 활동에 관하여 2022년 7월 9가지의 질의를 포함한 의견 제출 요청에 대한 답변이다. 1차 기한이 2022년 말이었으며, 사전 제출 기간이 아닌 회기 중에 미국과 중국이 의견서를 제출하였다. 우리나라는 2024년 법률소위가 열리기 직전 제출하여 총 20개 회원국[13] 및 7개 옵저버 기관[14]이 본 질의에 의견서를 서면 제출하였다.[15] 9가지의 질의 중, 본 장에서는 우주자원 활동에서 가장 기본이 되는 질의인 우주자원의 범위를 논하는 질의 1을 시작으로 우주자원 관련 현행 국제법 및 법적 체제에 관한 견해를 묻는 질의 4, 질의 5 및 질의 6을 집중적

9. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, supra note 4.

10. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, supra note 5.

11. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Report of the Scientific and Technical Subcommittee on its sixtieth session, held in Vienna from 6 to 17 February 2023, U.N. Doc. A/AC.105/1279 (2023) Annex II.

12. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Summary by the Chair and Vice-Chair of views and contributions received on the mandate and purpose of the Working Group on Legal Aspects of Space Resource Activities, U.N. Doc. A/AC.105/C.2/120 (2023).

13. 그리스, 노르웨이, 뉴질랜드, 독일, 대한민국, 러시아, 룩셈부르크, 모로코, 미국, 바레인, 벨기에, 벨라루스, 아제르바이잔, 영국, 요르단, 일본, 중국, 캐나다, 프랑스, 호주.

14. ESA, For All Moonkind, Hague Institute for Global Justice, Moon Village Association, National Space Society, Open Lunar Foundation, Space Generation Advisory Council.

으로 살펴보고, 이를 바탕으로 우주자원 워킹그룹에서 제정하려고 하는 '우주자원 활동 원칙 권고(안) 초안' 작성에 대한 각국의 현재 시점에서의 의견을 알아보고자 한다.

3.1 질의 1에 대한 각국의 의견

질의 1은 '워킹그룹에서 논의할 우주자원의 범위(The type of space resources that fall within the mandate and scope of the Working Group)'를 묻는 것으로 우주자원에 관한 법적 체제를 논의하기에 앞서 제일 먼저 모든 국가의 합의를 도출해야 하는 가장 기본적인 질의라고 할 수 있다. 물론 질의 1은 보편적인 '우주자원'의 정의를 확인한다기보다는 본 워킹그룹에서 논의할 우주자원이 어디서부터 어디까지인지 각국의 의견을 확인하는 부분이라는 점에 한계가 있다. 그러나 본 질의에 대한 의의는 모든 국가의 합의가 이루어진 '우주자원'의 정의를 도출하기 위한 하나의 시작점으로 보기 충분하다고 평가된다.

우선 천체에 자연적으로 존재하는 비생물성(abiotic) 천연자원으로 추출 및 회수가 가능한 물질인 돌(rock), 흙(soil), 물(water), 광물(mineral), 휘발성 물질(fugacious substance), 표토(regolith), 금속(metal), 산소(oxygen) 등은 통상적 개념의 우주자원에 해당되어 대다수의 국가가 본 워킹그룹에서의 논의 범위에 포함시키자고 언급하였다. 특히 미국, 룩셈부르크 및 일본은 비생물성 천연자원 자체를 우주자원으로 정의하였으며, 캐나다 및 뉴질랜드는 본 워킹그룹의 논의 대상을 비생물성 천연자원으로 제한하여야 한다고 주장하였다. 프랑스는 본 워킹그룹의 논의 대상을 비생물성 천연자원으로 제한하지는 않지만, 이를 논의의 주요 대상으로 보아야 한다고 하였으며, 독일은 논의 주제의 일부가 되어야 한다고 의견을 제출하였다. 다만, 러시아, 독일, 그리스 및 중국은 우주물체의 궤도 및 주파수에 대해 국제전기통신연합(International Telecommunication Union; ITU)으로부터 한정된 천연자원으로 인정받고 있어 이 또한 우주자원에 포함된다는 의견을 피력하였다. 모로코를 제외한 나머지 국가에서는 궤도 및 주파수에 대해 타 국제기구의 소관이며 본 워킹그룹의 논의 대상은 아니라는 점에서는 동일한 의견을 가지고 있는 것으로 보여진다.

특이점으로는 미국, 룩셈부르크 및 일본은 각국의 국내법에서 정립한 '우주자원'의 정의를 표한 것이다.[16] 상기와 같이 각국의 국내법 모두 비생물성 천연자원을 우주자원이라고 정의하고 있기에 본 워킹그룹에서 논의할 우주자원의 범위에서 가장 기본적이고 모든 의견을 제출한 회원국의 의견과 상이하지 않은 정의라고 할 수 있다.

나아가 우주자원의 범위를 논의할 때의 근거자료로 '헤이그 우주자원 거버넌스 워킹그룹(Hague Space Resources Governance Working Group)'에서 만든 '우주자원 활동 국제체제 마련을 위한 빌딩블록'[17]이 다수의 국가에서 언급되었다. 미국을 시작으로 캐나다, 룩

15. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, supra note 8.

16. 예를 들어, 미국에서는 "Under U.S. domestic law, a space resource has been defined as "an abiotic resource in situ in outer space" and includes water and minerals."라고 하였으며, 룩셈부르크는 "According to the Luxembourg legislator, space resources are now commonly defined as abiotic resources that are in situ in outer space and can be extracted. This notion includes, for example, mineral resources and water", 일본은 "Under Japan's Space Resources Act, "space resources" means water, minerals and other natural resources that exist in outer space, including the Moon and other celestial bodies."라고 표기하여 의견서를 제출하였다.

17. The Hague Int'l Space Res. Governance Working Group, Building Blocks for the Development of an International Framework on Space Resource Activities 1 (2019).

셈부르크, 호주, 뉴질랜드 및 프랑스가 있으며, '우주자원 활동 국제 체제 마련을 위한 빌딩블록'에서 정립한 'space resource', 'utilization of space resources' 및 'space resource activity'를 정의의 시발점으로 제시하였다. 본 빌딩블록에서 정립한 'space resource'는 "an extractable and/or recoverable abiotic resource in situ in outer space"으로 대다수의 국가가 본 워킹그룹에서의 논의 범위에 포함시키자고 언급한 부분과 동일한 것을 알 수 있다.

의견서를 제출한 국가 간의 이견이 보이는 부분은 천체의 특정 지형, 즉 극지방 크레이터 봉우리 등 태양 빛을 오래 받는 곳이나 달 후면 등의 전파 공해가 없는 지역, 또는 영구음영지역 등의 휘발성 물질을 가두는 콜드 트랩(Cold Trap) 등의 모든 우주자원 활동을 하는 참여자의 경쟁이 예상되는 지역이다. 프랑스, 독일 및 러시아가 이러한 의견을 제시하였으며 이는 우주자원 자체에 대한 정의에 포함시키려는 움직임이라고 보기보다는 제한된 지역을 제한된 자원으로 보고 전략적 요충지 선점을 위한 국가 간의 경쟁을 우려하여 본 워킹그룹에서 논의해야 한다고 제출한 것으로 보여진다. 이는 최대한 본 워킹그룹에서 논의하는 범위를 좁히고 싶은 미국 및 미국과 의견이 유사한 국가와 반대되는 견해로 향후 워킹그룹에서 적극적으로 논의될 전망이다.

러시아 및 요르단은 태양계 행성, 행성의 위성 등을 포함하는 태양계 천체(celestial bodies)를 모두 포함하여 우주자원이라고 정의를 내리고 본 워킹그룹에서 논의되어야 한다는 의견을 제시하였다. 그러나 이는 본 워킹그룹에서의 논의 범위를 너무 넓히는 정의이며, 타 국가와 큰 이견이 보이는 부분이기에 향후 워킹그룹에서 어떠한 방식으로 논의가 진행될지 눈여겨 보아야 할 부분으로 보인다.

우리나라는 대부분의 국가와 같은 방향으로 천체에 존재하는 물질적 자원만 워킹그룹 논의 범위에 포함시킬 것을 제안하였다. 물과 광물이 포함된다("this includes resources such as water and minerals")는 문구를 추가하여 비물질적 자원인 궤도 또는 주파수 및 태양광은 제외한다는 것을 간접적으로 표현한 것으로 보인다.

마지막으로 현재 국제적으로 통용되는 우주자원에 대한 정의가 없어 국가 간 합의된 정의가 필요하다는 의견에는 회원국 간의 이견은 없는 것으로 보여진다. 특히 노르웨이 및 ESA는 어떠한 것이 우주자원에 해당하고 해당하지 않는지 명확한 정의에 합의를 도출하는 것이 중요하다고 제출하였다. 나아가 독일 및 ESA는 우주자원을 특성별로 분류하여 구분해서 논의할 필요가 있다고 주장하고 있다.

상기와 같이 '천체에 자연적으로 존재하는 비생물성 천연자원으로 추출 및 회수가 가능한

18. Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, 610 UNTS 205, adopted on 27 January 1967, entered into force on 10 October 1967 (the 'Outer Space Treaty').

19. 국제법에서 우주조약만 언급한 국가는 그리스, 일본, 미국이다.

20. Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies, 1363 UNTS 3, adopted on 18 December 1979, entered into force on 11 July 1984 (the 'Moon Agreement').

21. Article 6 of the Moon Agreement.

22. Outer Space Treaty; Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and the Return of Objects Launched into Outer Space, 672 UNTS 119, adopted on 22 April 1968, entered into force on 3 December 1968 (the 'Rescue Agreement'); Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects, 961 UNTS 187, adopted on 29 March 1972, entered into force on 1 September 1972 (the 'Liability Conven-

물질'이라는 부분을 제외한 각국의 나머지 의견은 각국의 기술 발전 속도 및 현재 각 국내 산업 상황 등의 차이에서 오는 차이점으로 앞으로 워킹그룹에서 조율하여 합의해 나가야 할 부분으로 보여진다.

3.2 질의 4에 대한 각국의 의견

질의 4는 '우주자원 관련 현행법 체계에 관한 회원국의 견해(The views of stakeholders regarding the existing legal framework for space resource activities)'를 묻고 있으며, 이는 워킹그룹의 업무 내용 중 우주자원 활동에 관한 기존 법적 체제를 검토하고 이를 발전시키는 것의 이점을 평가하기 위한 사전 정보수집으로 보여진다.

현존하는 법 제도에 대한 질의에 답변한 모든 회원국은 우주조약(Outer Space Treaty; OST)[18]을 언급하였다. 우주조약은 가장 많은 우주활동국이 가입한 국제우주법을 논할 때 가장 기본이 되는 조약이며, 특히 본 조약의 제1조(달과 천체의 탐사 및 이용의 자유) 및 제2조(달과 천체의 비전유원칙)를 가장 많은 국가에서 언급하였다. 특히 국제법에서 우주조약만 언급한 국가도 있을 정도로 우주조약은 우주자원 활동을 논의할 때 현행법 체계로 이견이 없는 조약이라고 할 수 있다.[19] 이와 반대로 달 협정(Moon Agreement)[20]에 대해서는 언급한 국가와 언급을 하지 않은 국가로 나뉘어진다. 벨기에, 호주, 벨라루스, 프랑스, 독일, 룩셈부르크, 모로코, 러시아 및 ESA는 달 협정에 대하여 언급하며 우주자원 관련 현행법으로 인정하였지만, 캐나다, 그리스, 일본, 뉴질랜드, 노르웨이, 영국, 미국, 중국 및 우리나라는 본 협정 자체를 언급하지 않고 있다. 이는 달 협정이 현재의 기술이나 우주산업 활동을 고려하지 않은 40여 년 전에 채택되어 과학 목적이 아닌 우주자원 채취 활동을 금지하는 규정으로 해석될 여지가 있는 조항[21]이 있어 미국을 시작으로 활발하게 우주 활동을 하는 국가가 가입하지 않은 협정이라는 특징이 드러난 것으로 보여진다. 특이점으로는 호주, 독일, 모로코, 프랑스 및 룩셈부르크는 현존하는 국제 우주 5 조약[22]을 모두 언급하였다는 점이다. 이는 우주자원에 관한 직접적인 조문이 없을지라도 우주 활동에 있어 필요한 조약 체계의 연결성을 나타냈다고 볼 수 있다.

이와 별개로 아르테미스 약정(Artemis Accords)[23]에 가입한 회원국은 관련 약정을 언급하였으며, 호주를 시작으로 '우주자원 활동 국제 체제 마련을 위한 빌딩블록'을 현존하는 법 제도로 밝히기도 하였다. 국제우주법 및 관련 연성법 혹은 문서 외에도 일반 국제법의 활용이 필요하다는 의견도 있었다. 항공법 및 해양법은 벨라루스와 그리스, 그리고 러시아에서 언급하였으며, 벨기에는 남극 조약을, 그리고 러시아는 이미 발전되어 있고 경험이 쌓인 ITU의 법 체계를 응용하여 활용할 필요성이 있다고 강조하였다.

그 외에는 일본, 룩셈부르크 및 미국에서 각국의 국내법을 소개하였으며, 캐나다는 국내법

tion'); Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space, 1023 UNTS 15, adopted on 14 January 1975, entered into force on 15 September 1976 (the 'Registration Convention'); Moon Agreement.

23. 2020년 미국에서 제시한 달 탐사 활동 규범의 기본 원칙인 아르테미스 약정(Artemis Accords)은 아르테미스 프로그램 참여 조건으로 현재(2023년 10월) 29개국이 서명하였다. 정치적인 선언이며 법적 구속력은 없지만, 향후 대다수의 국가가 서명하여 참여하게 된다면, 새로운 달 탐사 활동 규범으로 자리잡힐 가능성이 있다. 관련 내용으로는 지속 가능한 우주 탐사를 위해 달, 화성, 소행성 자원의 이용이 필요하며, 우주조약에 근거하여 우주자원의 추출 및 이용이 가능하다는 점, 그리고 분쟁 방지를 위한 '안전지대(Safety Zone)'을 설정한다는 점 등이 있다.

제정 계획을 표하였다.

상기 각국의 의견을 종합하면, 세 가지로 나눌 수 있다. 첫째 현존하는 법 제도로도 충분하다는 의견, 두 번째 현존하는 법 제도의 해석을 명확히 할 필요가 있다는 의견, 마지막으로 세 번째로는 우주자원 활동과 관련된 구체적인 법 제도의 필요성이 있다는 의견이다.

현존 법 제도만으로도 우주자원 활동을 충분히 보호할 수 있다고 주장한 국가는 미국이며, 상업 목적을 제외한다면 현존하는 국제 우주 5 조약으로 우주 자원 활동을 포함한 현재 및 미래의 우주활동을 모두 어우를 수 있다고 언급한 국가는 독일이다. 이와 별개로 노르웨이와 중국은 본 워킹그룹을 통하여 현존하는 법 제도의 우주 자원 활동에 대한 해석의 명확화할 필요가 있음을 의견서에 담아 제출하였다.

반면 현존하는 법 제도만으로는 우주자원 활동을 규제 혹은 보호하기에 충분하지 않기에 우주자원과 관련한 구체적인 법 제도가 필요하다고 작성한 국가가 다수이다. 러시아, 벨라루스를 시작으로 독일, 일본, 뉴질랜드 및 ESA 또한 우주자원 탐사, 개발, 이용에 관한 특정한 국제법 체제의 개발이 바람직하다고 주장하고 있다. 독일은 상업 목적을 가진 우주자원 탐사에 있어서만 새로운 국제법이 필요하다고 하였지만, 다른 국가에서는 강력하게 우주자원 활동에 관련된 구체적인 법제도의 필요성을 강조하였다. 특히 ESA의 경우, “With regard to space resources utilization and exploitation, it is recalled that there is no international consensus concerning the legality under international law, nor are there universally accepted international legal norms on the legal status of space resources and their governance beyond the rights and obligations contained in the Outer Space Treaty”라고 의견서를 제출하며 우주자원에 대한 어떠한 국제적 컨센서스를 얻은 국제법 또는 국제 문서가 없음을 피력하고 있다.

우리나라는 우주자원 활동과 관련하여 현존하는 컨센서스를 가진 법 제도가 없음을 언급하고 이를 위한 논의의 필요성을 강조하고 있다. 다만, 이러한 논의는 우주조약을 바탕으로 진행되어야 하며, 기존 법 제도의 범위 내에서 이루어져야 한다는 단서 조항이 포함되어 있다. 이는 현존하는 법 제도만으로 충분하다는 미국의 견해와는 조금 다르지만 대다수의 회원국과 함께 본 워킹그룹의 필요성을 피력하는 태도로 볼 수 있다.

3.3 질의 5에 대한 각국의 의견

질의 5는 ‘현행 법적 체제에서의 우주자원 활동 이행의 어려움과 현재의 관행(The current practices and challenges in the implementation of the existing legal framework for such activities)’에 관한 각국의 의견을 묻는 것으로 질의 4에 이어 우주자원 활동에 관한 법적

체제를 발전시키는 것의 이점을 평가하기 위해 필요한 사전 정보수집으로 생각된다.

우선 국가 관행 사례를 언급한 국가는 호주 및 일본뿐이다. 그 중, 호주는 우주자원 활동에 관련된 국가 관행 사례가 부족하다고 말하였으며, 일본은 자국의 스타트업인 ispace inc.에 2022년 11월 첫 번째 라이선스를 발급한 사례를 언급하였다.

우주자원 활동 이행의 어려움에 대해서는 법조문 해석의 불확실성 및 정보수집의 어려움을 꼽는 국가가 대다수였다. 특히 회원국 간의 일관성 있는 정보수집 및 수집한 정보를 검증하는 것의 어려움을 제기한 국가는 바레인이며 다른 질의에 대한 답변으로 정보수집 및 검증된 정보 확보에 대한 어려움을 표한 타 국가들도 있다.[24] 그 외에 프랑스는 기술 발전에 법규범이 따라가지 못하여 생기는 제한을 언급하였으며, 독일은 현존하는 법규범으로 새로운 기술 활동을 함에 있어 힘듦이 있을 수는 있으나, 그럼에도 불구하고 현행 법규범으로도 충분함을 앞선 4번 질의에 이어 주장하였다.

법조문 해석의 불확실성에 대해서는 호주, 캐나다, 러시아, 벨라루스 및 우리나라가 의견을 제시하였으며, 상세하게는 다자 발사국, 등록 관련 문제, 우주공간의 비전용 문제, 이익 공유 문제, 제한된 공간 자원 문제, 천체의 영토에 인프라를 배치하는 것에 대한 문제, 소형 우주선의 다중 위성 시스템 배치 및 사용과 관련된 문제 등을 특히 러시아에서 세세하게 작성하여 제출하였다.[25]

3.4 질의 6에 대한 각국의 의견

질의 6는 '우주자원 활동 원칙 권고(안) 초안 작성에 따른 이점 및 도전 과제(The benefits and challenges to the development of a set of initial recommended principles for such activities)'에 관한 각국의 의견을 묻는 것으로 우주자원 워킹그룹의 활동에 대한 결과물로 예상되는 권고(안) 초안에 대한 각국의 현재 시점에서의 의견을 수렴하기 위한 질의로 보여진다.

우선 '우주자원 활동 원칙 권고(안) 초안'이 제정될 경우의 이점으로 호주, 캐나다, 독일, 그리스 및 우리나라는 우주자원에 대한 법적 이해도를 높이고 법 제도가 우주자원 활동에 어떻게 적용되는지 명확히 하는데 도움이 될 것이라는 의견을 제출하였다. 이를 통해 모든 인류를 위한 안전하고 지속 가능하며 평화로운 우주탐사 및 이용 보존·촉진이 기대된다는 의견이었다. 특히, 호주는 "Australia considers that the work of this Working Group will be instrumental in better understanding and clarifying how the existing legal framework applies to the exploration, exploitation and utilization of space resources. … It would be beneficial if the further development of a framework is consistent with the existing legal framework and considers other relevant

24. 예를 들어, 질의 6에서 캐나다 및 영국이 우주자원 워킹그룹에서 제정할 'a set of initial recommended principles for the exploration, exploitation and utilization of space resources (우주자원 활동 원칙 권고(안) 초안)'에 따른 이점 및 도전 과제 중 도전 과제로 정보수집 및 확보를 언급하였다.

25. 러시아의 의견 제출서 원문을 보면 아래와 같다: "(The non-appropriation of outer space issue) the Working Group needs to define the boundary between "use" and "appropriation by use" of outer space and to establish the legal status of mined space resources. … (Benefit-sharing issue) The Working Group therefore needs to determine how to ensure the equal and equitable sharing of the benefits arising from the exploitation of space resources. … (The issue of limited space resources) it is necessary for the Working Group to determine a mecha-

nism for prioritizing missions and the number of admissible missions in the light of the physical characteristics of the celestial body and to consider the issues of the avoidance of the depletion of extraterrestrial resources and conservation of the space environment, among other issues. … (The issue related to the placement of infrastructure on the territory of a celestial body) there is an urgent need to develop a legal basis for the use of the territories of celestial bodies and also to determine whether the principle of "free access to all areas of celestial bodies" applies in the context of the placement of space infrastructure of the participants in such activities. … (Issue related to the placement and use of multi-satellite systems of small spacecraft) We consider that the Working Group should focus its efforts on the rational use of the orbital-fre-

instruments, as appropriate."라고 작성하며 현존하는 법제도와 일관성을 가지고 좀 더 발전된 법적 문서가 된다면 현존하는 법적 체제를 이해하고 명확히 하는데 도움이 될 것이라고 표하였다. 우리나라 또한 권고(안)이 제정되면 각국에서 우주자원 활동을 관리하는데 있어 일관성을 가질 수 있게 될 것임을 언급하였다. 이와 비슷하게 기존 국제우주법의 통합으로 규제의 예측 가능성 및 법적 보안을 제공하여 상업적 행위자에 대한 보호로서 본 권고(안) 초안이 중요하다는 의견을 프랑스, 독일, 뉴질랜드 및 ESA에서 제시하였다. 예로 프랑스는 "predictability and legal security at the regulatory level"이라는 문장을, 독일은 "enhancing legal certainty"라는 단어를 사용하며 명확하게 규제의 예측 가능성 및 법적 확실성을 큰 이점으로 보고 있다. 같은 맥락으로 본 권고(안) 초안을 통하여 모든 국가가 우주자원에 합리적으로 접근할 수 있도록 보장이 되는 점은 이점으로 꼽으며 지속가능한 우주탐사 및 이용을 작성하여 제출한 국가는 캐나다, 그리스, 일본, 모로코 및 영국이다.

본 권고(안) 초안 작성에 관한 도전 과제로는 앞서 질의 5에서도 나온 정보 수집 및 확보에 대한 염려가 바레인, 캐나다 및 영국에서 언급하였다. 일본에서는 기술 발전과 현재 관행을 고려한 적절한 규칙으로 본 권고(안) 초안이 제정되어야 함을 하나의 도전 과제로 꼽았다. 우리나라는 우주자원 활동 관련 기술이 아직 초기 단계에 있다는 점을 하나의 과제로 표현하였으며, 그 외의 국가에서는 도전 과제를 언급하지 않았다.

3.5 소결론

질의 1, 4, 5, 그리고 6을 종합하여 살펴보면, 우선 대부분의 국가로부터 본 워킹그룹의 우주자원 검토 범위로 천체에 자연적으로 존재하는 비생물성 천연자원으로 추출 및 회수가 가능한 물질을 언급하며 궤도 및 주파수 관련 사항은 다른 국제기구의 소관 업무에 해당하므로 논의 제외 대상으로 보고 있다. 또한, 공통된 의견으로 우주조약 및 국제법 거버넌스 장치들이 우주자원 활동에 관한 현행 법적 체제 검토의 중요한 기반이 되기에 이에 부합하는 '우주자원 활동 원칙 권고(안) 초안' 작성이 필요하다는 의견을 제시하였다.[26] 특히 상반수의 국가는 아르테미스 약정, 우주자원 활동 국제 체제 마련을 위한 빌딩블록 및 국제공법과 국내법 등의 다양한 문건에 대한 검토 또한 유용할 것이라는 견해를 제시하였다.[27] 이를 바탕으로 현존하는 법적 체계와 부합하는'우주자원 활동 원칙 권고(안) 초안'을 발전시킨다면 법적 예측가능성, 안전, 지속가능성 및 우주의 평화적 이용 등의 관점에서 이점을 찾을 수 있음을 보고하였다.

다만, 각국의 기술 발전 속도 및 각국의 정책 동향 등의 차이로 인하여 생기는 이견이 크게는 아르테미스 프로그램에 참여하는 국가와 아닌 국가, 작게는 국가별로 보이기에 이에 대한 조율이 앞으로 워킹그룹에서 헤쳐 나가야 할 부분으로 보여진다.

4. 결론

우주법에 대한 다자간 논의는 전통적으로 UNCOPUOS, 그중에서도 특히 법률소위에서 이루어졌다. 이러한 법률소위에서 2017년부터 의제 중 하나로 '우주 자원의 탐사, 개발 및 활용 활동에 대한 잠재적 법적 모델에 대한 일반적인 견해 교환(General exchange of views on potential legal models for activities in exploration, exploitation and utilization of space resources)'이라는 제목으로 새로이 우주 자원 활동 관련 항목이 포함되었다.[28] 더불어 2021년부터 우주자원 워킹그룹이 설치되어 합의된 워킹그룹 운영 방안 및 워킹그룹의 5개년 업무계획(2023~2027년)을 바탕으로 활발한 활동이 이루어지고 있다.

2022년 7월, 본 워킹그룹의 의장 및 부의장이 9가지의 질의를 포함한 의견 제출 요청을 회원국 및 옵저버에게 하였고, 본 연구에서 우주자원의 범위를 논하는 질의 1, 우주자원 관련 현행 국제법 및 법적 체제에 관한 견해를 묻는 질의 4, 질의 5 및 질의 6을 살펴보았다.

질의 1에서는 보편적인 '우주자원'의 정의를 논하기보다는 본 워킹그룹에서 논의할 우주자원의 범위를 묻는 것이었지만, 대부분 의견을 제출한 국가에서 '우주자원'의 정의 확립의 중요성을 표하며 통상적 개념의 우주자원을 작성한 국가가 다수였다. 비생물성 천연자원을 우주자원이라고 정의하고 본 워킹그룹에서의 논의 범위로 보자는 의견에는 이견이 보이지 않는다. 또한, 우주물체의 궤도 및 주파수에 대해서는 ITU의 소관이기에 본 워킹그룹에서의 논의 대상에서는 제외시키자는 점에서도 의견이 모여질 것으로 보여진다. 다만, 천체의 특정 지형 등의 모든 우주자원 활동을 하는 참여자의 경쟁이 예상되는 지역 등에 대해서는 향후 워킹그룹의 논의 범위로 포함이 될지 의견이 분분하다.

질의 4에서는 우주자원 관련 현행법 체계에 대해 묻고 있으며, 모든 국가에서 우주조약을 언급하였다. 물론 달 협정이나 다른 국제 우주 5 조약을 언급한 국가도 있으며, 아르테미스 약정에 가입한 회원국은 본 약정을 언급하기도 하였다. 항공법 및 해양법, 남극 조약, 그리고 ITU의 법체계 등 국제우주법 및 관련 연성법 외에도 일반 국제법의 활용이 필요하다고 답한 국가도 다수 있었다. 현존하는 국제우주법 제도만으로도 충분하다는 의견을 피력한 국가도 있지만, 현존하는 법 제도의 해석을 명확히 할 필요가 있다는 의견 또는 더 나아가 우주자원 활동과 관련된 구체적인 법 제도의 필요성을 주장한 국가가 다수이기에 본 워킹그룹에서 우주자원 활동에 관한 법적 체제 발전의 이점을 견고히 할 필요가 있어 보인다.

질의 5가 우주자원 활동에 관한 법적 체제를 발전시키는 것의 이점을 평가하기 위한 사전 정보 수집으로 현행 법적 체제에서의 우주자원 활동 이행의 어려움과 현재의 관행에 대한 의견을 묻고 있다. 법조문 해석의 불확실성 및 정보수집의 어려움이 대다수의 국가가 꼽은 우주

quency resource within the existing legal framework."

26. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, supra note 12.

27. Ibid.

28. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Annotated provisional agenda on its Fifty-ninth Session, U.N. Doc. A/AC.105/C.2/L.312 (2020).

자원 활동 이행의 어려움이었으며, 특히 기술 발전에 법규범이 따라가지 못하여 생기는 제한 및 힘듦을 언급한 국가 등이 있었다.

질의 6에서는 이러한 현재 상황에서 우주자원 활동 원칙 권고(안) 초안이 작성됨에 따른 이점 및 도전 과제에 대한 각국의 의견을 묻고 있다. 이에 대해 많은 국가에서 우주자원에 대한 법적 이해도를 높이고 법 제도가 우주자원 활동에 어떻게 적용되는지 명확히 하는데 도움이 될 것이라고 하였으며, 기존 국제우주법의 통합으로 규제의 예측 가능성 및 법적 보안을 제공하여 상업적 행위자에 대한 보호가 이루어질 것이라는 의견도 다수 보였다. 이와 비슷하게 본 권고(안) 초안이 모든 국가가 우주자원에 합리적으로 접근할 수 있도록 보장해 줄 것이라는 점을 이점을 꼽으며 지속 가능한 우주탐사 및 이용이 보존되고 촉진될 것이라는 기대의 의견도 다수였다. 다만, 질의 5에서도 나온 정보 수집 및 확보에 대한 염려가 거듭 언급된 점은 간과할 수 없을 것이다.

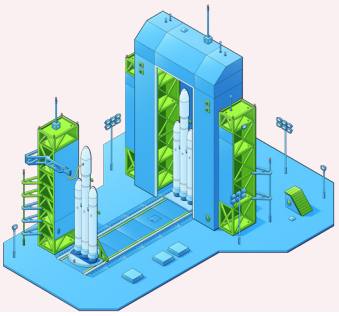
워킹그룹의 의장 및 부의장의 의견 제출 요청에 대한 1차 기한이 2022년 말이었지만, 사전 제출 기한이 지난 후 제출한 미국 및 중국을 포함하여도 총 102개 회원국 중 20개 회원국 및 7개 옵저버만이 의견서를 서면 제출하여 아직 다수의 국가가 우주자원 활동에 대한 어떠한 의견을 가지고 있는지를 알기는 어려운 실정이다. 다만 본 워킹그룹을 통하여 우주자원 활동 원칙에 대한 일차적 권고(안)이 마련된다면, 그 과정에서 기존 국제우주법 및 법적 체제에서 확인하기 어려운 우주 자원 활동에 관한 각국의 현황 확인 및 법적 체계 관련 명확한 지침의 발판이 될 것이다. 아직 논의가 시작된지 얼마 되지 않은 워킹그룹의 의견 요청이었기에 향후 아직 의견서를 제출하지 않은 회원국으로부터, 또는 의견서를 제출하였지만 덧붙여 제출하는 회원국은 계속해서 늘어날 것이라 전망된다. 이러한 다양한 각국의 의견서를 바탕으로 각기 다른 의견에 대한 조율이 본 워킹그룹에서 이루어져야 할 부분으로 보여진다.

참고문헌

1. Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies, 1363 UNTS 3, adopted on 18 December 1979, entered into force on 11 July 1984 (the 'Moon Agreement').
2. Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and the Return of Objects Launched into Outer Space, 672 UNTS 119, adopted on 22 April 1968, entered into force on 3 December 1968 (the 'Rescue Agreement')
3. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Annotated provisional agenda on its Fifty-ninth Session, U.N. Doc. A/AC.105/C.2/L.312 (2020).
4. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Annotated provisional agenda on its Fifty-ninth Session, U.N. Doc. A/AC.105/C.2/L.312 (2020).
5. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Proposal for the establishment of a working group for the development of an international regime for the utilization and exploitation of space resources, U.N. Doc. A/AC.105/C.2/L.311 (2019).
6. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Report of the Legal Subcommittee on its fifty-fifth session, held in Vienna from 4 to 15 April 2016, U.N. Doc. A/AC.105/1113 (2016).
7. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Report of the Legal Subcommittee on its sixtieth session, held in Vienna from 31 May to 11 June 2021, U.N. Doc. A/AC.105/1243 (2021).
8. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Report of the Legal Subcommittee on its sixty-first session, held in Vienna from 28 March to 8 April 2022, U.N. Doc. A/AC.105/1260 (2022) Annex II.
9. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Report of the Scientific and Technical Subcommittee on its sixtieth session, held in Vienna from 6 to 17 February 2023, U.N. Doc. A/AC.105/1279 (2023) Annex II.
10. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Responses to the invitation by the Chair and Vice-Chair for Submissions from States members and organizations having permanent observer status with the Committee on Legal Aspects of Space Resource Activities, U.N. Doc. A/AC.105/C.2/2023/CRP. 7~32.

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

세계 우주항(Spaceport)의 현황과 전망



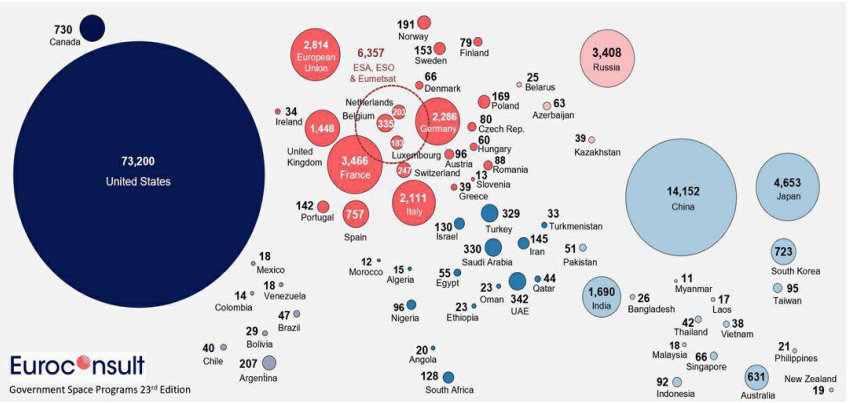
임창호

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

1. 서 론

우주분야 시장조사 전문기관의 자료에 따르면 2023년 세계 우주개발 정부 예산이 전년 대비 15% 상승한 1,170억 달러를 넘어섰다고 한다. 또한 우주개발 프로그램을 추진하는 국가 또한 77개국에 달한다.[1] 이름하여 “뉴스페이스” 로 대변되는 우주개발 르네상스 시대를 맞이하여 우주에 대한 관심과 진출이 확대되고 있는 것이다. 최근 주목 받고 있는 초소형위성 발사의 활성화는 이러한 변화를 더욱 가속화시키고 있다. 이러한 우주로의 독자적인 진출을 위해서는 필수 기반을 갖추어야 한다. 바로 우주발사체, 우주선을 발사할 수 있는 발사시설이다. 우주로 위성과 우주물체를 실어 나를 수 있는 운송수단인 발사체와 함께 반드시 갖추어야 하는 시설이다. 발사체 개발 못지않게 우주발사 시설 또한 구축하는데 높은 기술력과 경험을 필요로 한다. 독자적인 우주개발을 추진하기 위해서는 우주물체인 인공위성과 우주발사체 그리고 이를 발사할 수 있는 발사장 이 세 가지 요소를 갖추어야 한다.

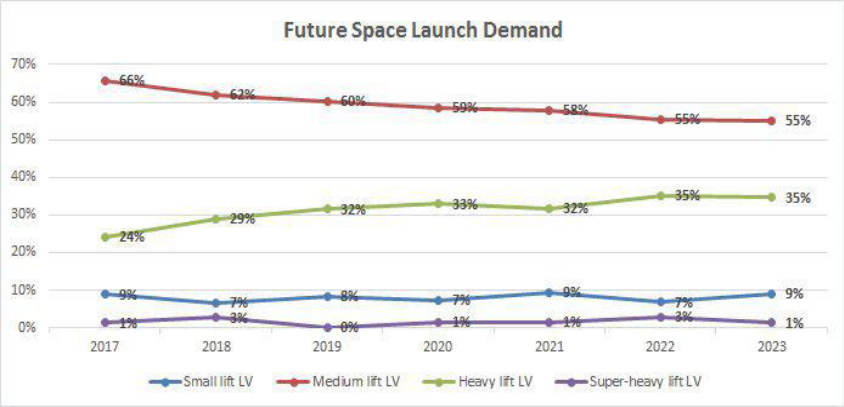
1. Euroconsult, “New historic high for government space spending mostly driven by defense expenditures”



<그림 1 > 세계 주요국 정부의 우주개발 예산 2023

자료: Euroconsult

이 세 가지 가운데 인공위성이나 우주발사체 기술이 주목받아 왔고 우주개발 내용의 대부분을 채우는 중요 요소로 받아들여져 온 것이 사실이다. 그러나 전술한 바와 같이 많은 국가들이 우주개발에 관심을 갖고 미래 국가 경쟁력은 우주에서 나온다는 인식 아래 우주개발에 대한 예산을 늘리고, 참여를 확대해 오고 있다. 여기에 민간 우주산업이 활성화됨에 따라 그러한 변화는 더욱 가속화되고 있다. 이는 시장경제에서 말하는 '수요와 공급의 법칙'이 적용됨을 의미한다. 인공위성을 발사하고자 하는 국가와 기관은 증대하고 있는 반면, 우주발사체와 발사장은 제한적이다. 더욱이 최근에는 러시아와 우크라이나 전쟁으로 인해 과거 러시아 발사체로 발사되던 발사가 서방 국가들의 발사체와 발사장에만 의존하게 됨에 따라 그 수요가 집중되고 있다. 여기에 더해 "뉴스페이스" 변화를 타고 저렴한 가격에 인공위성을 발사할 수 있게 되어 국가는 물론, 기관과 지자체 그리고 산업체들도 인공위성을 개발하여 발사, 운용하고 있어 그 수요는 더욱더, 가속화될 전망이다.



<그림 2 > 미래 우주발사체 수요 전망 ('17~-'23)

자료: 조동현, 유일상, "우주발사체 발사 용량별 발사 현황 및 수요 분석 (2010년~2023년)", 항공우주학회 2017년 추계 학술대회

그러나 전술한 바와 같이 이러한 수요에 대응하는 우주발사체와 발사시설은 제한적이다. 최근에는 재사용 발사체와 발사체의 비용 절감을 위한 기술들이 개발되고 있어 발사체 공급기회는 증대되고 있는 반면, 발사장은 상대적으로 증가폭이 적다. 발사시설을 갖춘다는 것은 일정 수준 이상의 우주개발에 대한 기술력 즉 독자적인 발사체를 가지고 우주개발 독립을 추진하는 국가들이나 상용수요에 맞춰 발사장을 운용하는 국가들만이 시설을 갖추고 있기 때문이다. 발사시설은 또한 지리적인 위치에도 영향을 받기 때문에 건립에 여려 요인들을 고려해야 한다. 그러나 한 가지 변하지 않는 중요한 사실은 독자적인 우주개발을 위해서는 독자 우주발사장, 발사시설이 반드시 필요하다는 점이다. 본 考에서는 우주 독립을 위해 반드시 필요한 시설인 우주항(Space port)에 대해 살펴보고 향후 변화에 대해 전망해 보고자 한다.

Ⅱ. 본론

1. 우주항(Spaceport)이란 무엇인가?

우주발사체, 우주선을 발사하기 위한 기반 시설이 바로 우주항(Spaceport) 또는 코스모드롬(Ccosmodrom)이라는 발사시설이다. 우리가 공항을 이용하여 좋아하는 휴가지로 가는 국제선을 탈 수 있는 것처럼, 우주항(Spaceport)은 국가 및 상업용 우주 조직이 우주선, 또는 우주발사체를 우주로 발사하는 지상 기반 시설을 말한다.[2] 우주물체, 우주선을 발사하기 위한 장소로 과거 발사대(launch pad), 발사장(launch site), 우주센터(Space center), 우주기지라는 이름에서 민간의 우주개발이 활성화되고 여기에 준궤도(sub-orbital) 우주관광 등 민간 상용 개발이 활발해지고 그 기능 또한 복합적으로 더해지면서 그 명칭도 변하게 되었다. 기존의 발사장, 우주기지, 우주센터라는 이름에서 선박의 항구 또는 항공기의 공항의 개념인 "port"라는 명칭이 덧붙여진 것이다.[3] 일부에서는 우주항(Spaceport)을 "우주공항" 이라는 이름으로 칭하기도 한다. 그러나 이는 오늘날 우주항(Spaceport)의 기능과 발사방식이 다양해지는 점을 고려한다면 "우주항"이라는 용어가 보다 적합한 용어라 하겠다. '에어앤 스페이스 포트(Air & Space port)' 기능을 하는 곳도 있지만 그렇지 않은 곳이 존재하기 때문이다. 이러한 변화에 발맞추어 국제민간항공기구인 ICAO와 UN의 우주활동을 관할하는 기구인 UN OOSA(United Nations Office for Outer space affairs)는 2015년 심포지움을 공동 개최하여 관련 동향과 개념에 대해 논의하기 시작하였다. 이렇게 국제민간항공기구와 UN의 우주기구가 공동으로 관련 동향에 대해 논의한다는 것은 기술 발전에 따라 이제 더 이상 공역과 우주공간이 각각 구분되는 영역이 아닌 통합적 관점에서 접근하여야 한다는 것을 보여주는 것이다. 여기에는 과거 항공기와 우주발사체, 우주선의 구분이 명확하였으나 이제 새로운 개념의 비행체 개발로 인해 그 운항영역의 구분이 모호해지고 있음을 의미하는 것이다. 우주발사체 발사 관련 시설에는 지상기반의 발사시설 외에도 해상발사대 공중발사의 개념까지 아우르는 개념으로 이해할 수 있겠다.[4] 최초의 우주 발사시설은 1957년 건립된 舊소련의 바이코누르 우주기지이다.[5] 舊소련, 러시아에서는 우주항(Space port) 대신 코스모드롬(Ccosmodrom)이라는 명칭으로 불리운다. 이는 우주인을 지칭하는 용어의 차이인 아스트로놋(Astronaut)과 코스모놋(Cosmonaut)의 차이와 같은 맥락이라고 할 수 있다.

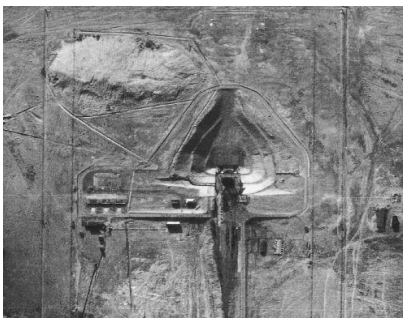
<그림 3> Peenemünde 로켓 발사시설
자료: The national Archives UK 홈페이지

2. Mark Smith, "What are spaceports?", Space.com, 2022.12.5.
3. 임창호, 유용재, "Airport(공항)와 Spaceport(우주항)에 대한 비교 고찰", 항공우주시스템공학회 춘계학술대회, 2017.
4. Thomas G. Robers, "Spaceports of the World", CSIS, 2019.3.
5. 위키백과, https://ko.wikipedia.org/wiki/우주기지, 2024.5.10. 검색

2. 우주항(Spaceport)의 태동과 변화

우주물체 발사시설, 우주항의 태동과 변화를 살펴보면, 우주발사체의 시작이라고 할 수 있는 로켓의 개발과 발전으로 거슬러 올라간다. 우주발사체의 근대적 태동이라고 하면 로켓의 개발과 함께한다. 우주에 도달한 최초의 로켓은 제2차 세계 대전 중 개발, 1944년 독일의 Peenemünde에서 발사된 V-2 로켓에서 찾을 수 있다.[6)]

시험 발사된 70개 V-2 로켓 가운데 47개는 100km에서 213km 사이의 고도에 도달함으로써 우주발사체의 태동을 가져온다. 초기 우주항, 우주기지의 시작은 로켓 발사장에서 시작되었다고 할 수 있다. 발사된 로켓이 날아갈 것으로 예상되는 지역과 착륙할 범위를 관측하기 위한 추적소도 필요하게 되면서 발사대 외 여러 관련 시설이 함께 건립되게 된 것이다. 로켓 시험발사가 아닌 실질적인 우주발사장인 우주항(Space port)은 인류 최초의 인공위성 발사와 유인우주 발사를 위한 시설인 舊소련의 바이코누르 발사장이다. 최초의 ICBM으로 알려진 R-7 로켓 발사를 시작으로 우주발사장의 태동이 일어났다고 보는 것이 일반적이다. 카자흐스탄 남부에 있는 이 바이코노루 발사장은 초기 외부에 알려지지 않았으나 미국의 U-2 정찰기가 카자흐스탄의 철도 노선을 따라 정찰 후 그 장소를 확인한 후에야 외부에 알려지게 되었다. 이후 바이코누르 우주기지는 1961년 인류 최초의 우주인을 우주로 보냄으로써 명실상부한 우주기지,우주센터, 우주항(Space port)으로서의 발전을 거치게 된다. 이 바이코누르는 舊소련의 우주기지로 현재 카자흐스탄 지역에 위치하고 있다. 러시아는 이 시설을 이용하기 위해 2050년까지 매년 1억 1,500만 달러 이상을 지불하며 사용하고 있다. 舊소련의 이러한 개발에 대응해 미국 또한 플로리다의 케이프 커내버럴에 우주항(Space port)을 건설하게 된다. 이후 수많은 발사가 이뤄지고 이후 인접한 케네디 우주센터가 건설되어 '아폴로' 우주선의 발사가 이뤄지고 지금은 퇴역한 우주왕복선의 발사도 이뤄지기도 했다.



<그림 4> U-2 정찰기가 찍은 바이코노루 기지
자료: CIA, 위키백과에서 재인용

한편 유럽은 프랑스령 기아나 쿠루에 '기아나' 우주센터를 건립하여 유럽 발사체인 아리안 발사체의 발사를 하고 있다. 아시아에서는 일본이 1970년과 1975년 우치노우라와 다네가시마 우주센터에서 발사를 수행함으로써 우주발사 경쟁에 참여하게 된다. 이후 인도가 1980년에, 중국이 주취안과 시창 발사장에서 1970년과 1984년에 각각 발사함으로써 우주 강국으로서의 첫발을 내딛게 된다. 이후 주요 우주개발 국가들은 독자적인 우주개발 수행을 위한 우주센터, 우주항(Space port) 건립을 추진하게 된다.

6. 위키백과, The national Archives UK 홈페이지 2024.5.10. 검색

3. 주요국의 우주항(Spaceport) 운영 현황

가. 세계 우주항(Spaceport) 현황

바이코노루 우주항(Spaceport)의 발사 이후 전 세계 27개의 우주항에서 발사가 이뤄졌다. 최근 10년간의 발사에는 22개의 우주항에서 발사가 이뤄지고 있다.[7] 현재도 새로운 우주항이 계획되고 건설이 진행중이다. 우주발사체의 발사에는 기본적으로 지상발사는 물론 공중발사, 해상발사도 함께 포함한다. 또한 탑재되는 우주물체의 궤도에 따라 지구 저궤도, 중궤도, 정지궤도 기타 궤도 등으로 구분하여 볼 수 있다. 우주항(Spaceport)은 여러 요건과 이유로 건설된다. 먼저 가장 중요한 요소는 지리적 위치와 요건이다. 우리가 잘 알고 있는 케이프 커내버럴 우주항은 인구가 많은 미국 동부지역에 위치하고 있다. 남쪽에는 카리브해의 섬 나라들이 위치해 있다. 이를 피해 허용하는 발사 방위각은 35°에서 120° 사이이다. 반면 서부의 반덴버그 우주항은 158°~201° 사이의 발사 방위각을 갖고 있다. 이처럼 위치에 따라 지구의 자전을 이용하지 못하거나 북쪽으로의 발사하게 되는 제한적 요소를 갖게 된다.

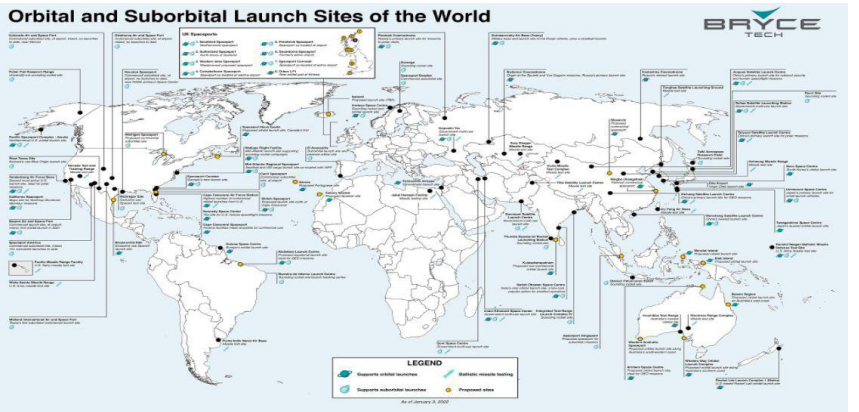
<그림 5> KSC와 반덴버그 우주항의 발사 방위각

자료: CSIS, 「Spaceports of the World」, 2019.3

또한 우주항은 위치에 따른 발사각도 중요하지만 날씨 등의 환경적 요인에도 영향을 받는다. 자연재해나 위험이 적은 위치가 보다 적합한 것은 어찌 보면 당연한 요건이다. 지진이 많은 일본의 경우, 지진으로부터 상대적으로 영향이 적은 곳에 우주항이 위치하고 있다. 다네가시마와 우치노우라 모두 이 같은 사항을 고려하여 건립되었다. 다네가시마 우주항은 2010년 진도 8.9의 지진을 경험하기는 하였지만 두 우주항 모두 일본의 지진의 영향이 적은 남부에 위치하고 있다. 지진 외에도 우주항의 고도 또한 중요한데 인도의 사티쉬 다완 우주항은 2004년 인도양에서 발생한 쓰나미로 인해 발사가 연기된 적이 있다. 미국의 반덴버그 우주항은 2016년 발생한 캘리포니아 산불로 인해 발사가 지연된 적이 있다. 한편, 케이프 커내버럴과 케네디 우주항의 경우, 플로리다 해안에 몰아닥친 허리케인으로 인해 2017

7. Thomas G. Robers, "Spaceports of the World", CSIS, 2019.3.

년 9월 지원 인력들이 대피하는 상황도 경험하였다. 프랑스령 기아나 쿠루 우주항에서는 2017년과 2018년에 높은 고도에서 발생되는 바람으로 인해 발사가 영향을 받기도 하였다. 이는 뉴질랜드, 중국 북부, 러시아 남부, 카자흐스탄의 우주항도 마찬가지이다. 높은 상공에서 부는 윈드시어(windshear)로 인해 발사가 영향을 받기도 한다. 또한 온도 또한 발사에 영향을 미치는데 과거 NASA의 우주왕복선의 경우 외부 평균 온도가 낮을 경우, 외부 탱크의 추진제을 주입하지 않았다. 날씨가 추운 플레세츠크 우주항 또한 추운 날씨로 인해 발사가 영향을 받기도 하였다. 또한 정치적 이유로 인해 접근이 제한되기도 한다. 전술한 바와 같이 현재 러시아가 운영하는 바이코누르 우주항은 카자흐스탄 영토에 위치해 있다. 이에 임대료를 지불하면서 운영하고 있다. 케냐 포모사만의 브로글리오 우주항의 경우, NASA와 로마 사피엔자 항공우주센터간의 협약에 의해 운영되는 우주항이다. 알제리의 함마귀르 시험 발사장은 1960년대 프랑스 육군에 의해 건설되어 운영되었던 우주항이다. 이후 프랑스는 저위도, 적도 부근의 기아나 쿠르 우주항을 건설하여 운영하게 된다. 때론 정치적 이유로 우주항의 기능이 제한되기도 한다. 이스라엘의 팔라마침(Palamachim)공군기지는 주변국들의 영향으로 인해 서쪽으로 역행 궤도로 발사하는 우주항이다. 한편 효율적인 우주 발사를 위해 국가간 협정을 통해 발사시 영공 통과를 허용하기도 한다. 러시아는 카자흐스탄 영공을 통해 발사하며, 영국은 미국 NASA와의 협력 통해 카리브해 영국령에 지상국을 건설하여 발사를 지원하기도 한다.



<그림 6> 세계 우주항 현황

자료: Bryce TechNick, Routley, “All of the World’s Spaceports on One Map”, Visualcapitalist.com, 2022.10.18. 로부터 재인용

이처럼 우주항은 여러 요인들이 반영되어 건립, 운영되어 오고 있다. 2013년 기준으로 30여 국가가 우주항을 운영해 오던 것이 현재는 60여 개의 크고 작은 여러 형태의 우주항이 운영중에 있다. 여기에는 해상발사는 제외한 수치로, 이 가운데 미국이 가장 많은 21개의 우주항을 운영중이다.

<표 1> 세계 우주항 현황

우주항	위치	국가	비고
케이프 캐너버럴 우주군 기지	플로리다주	미국	수직/수평
스페이스 플로리다 발사 콤플렉스 46	플로리다주	미국	
스페이스 플로리다 발사&착륙시설	플로리다주	미국	수평/재진입
케네디 우주센터	플로리다주	미국	수직/수평
세실필드 우주항	플로리다주	미국	수평
스페이스 코스트 리전널 공항	플로리다주	미국	수평
콜로라도 우주공항	콜로라도주	미국	수평
반덴버그 공군기지	캘리포니아주	미국	수직/수평
모하비 우주공항	캘리포니아주	미국	수평
오클라오마 우주공항(Air&Space Port)	오클라호마주	미국	수평
포커플랫 연구발사장	알래스카주	미국	
퍼시픽 우주항 복합시설	알래스카주	미국	
우주항 아메리카	뉴멕시코 주	미국	수직/수평
원 웨스트 텍사스(블루오리진)	텍사스주	미국	
휴스턴 우주항(앨링턴 공항)	텍사스주	미국	수평
미드랜드 우주공항(Air&space port)	텍사스주	미국	수평
스페이스 X 우주개발 시험시설	텍사스주	미국	
스페이스 X 스타베이스	텍사스주	미국	
캠덴 우주항	조지아주	미국	
미드 아틀란틱 우주항	버지니아주	미국	
월럽 우주발사장	버지니아주	미국	
카푸스틴 발사장	아스트라칸주	러시아	
플레체스크 발사장	아칸첼스크 주	러시아	
보스토크니 발사장	아머주	러시아	
야스니 발사기지	오렌버그주	러시아	
안헴 우주센터	노던테러토리	호주	
웨일러 웨이 복합발사시설	사우스오스트렐리아	호주	
쿠니바 시험발사장	사우스오스트렐리아	호주	
래간 시험발사장	콰잘렌 환초	마샬군도	
보웬 우주발사장	퀸즈랜드	호주	
로켓랩 발사장 1	와이로아	뉴질랜드	
바이코노루	바이코노루	카자흐스탄	

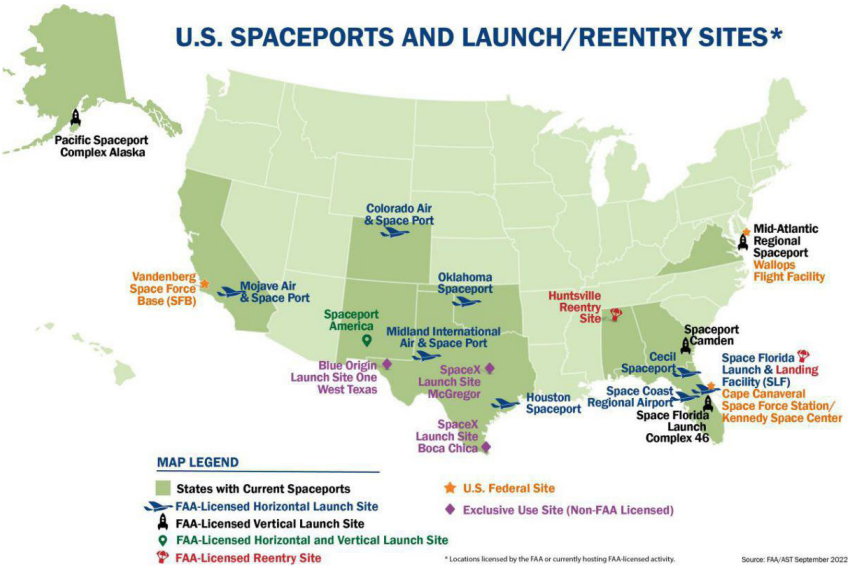
우주항	위치	국가	비고
나로 우주센터	외나로도	대한민국	
서해위성 발사장	평안북도	북한	
오이타 우주항	오이타	일본	
타네가시마 우주센터	가고시마	일본	
우치노우라 우주센터	가고시마	일본	
타이키 항공우주연구 단지	홋카이도	일본	
홋카이도 우주항	홋카이도	일본	
리오리 발사장	이와테	일본	
손미아니 위성발사장	발로키스타	파키스탄	
오디샤 조립시험장	오디샤	인도	
썸바적도 로켓발사장	커랄라	인도	
사티쉬 다완 우주센터	스리하리코타	인도	
기아나 우주센터	쿠르	프랑스령 기아나	
바레이라 두 인페르노 발사센터	리오그란데 도노르테	브라질	
알칸타라 우주센터	마란하오	브라질	
스타시운 펠운쿠란 로켓	서 자바	인도네시아	
지취안 위성발사센터	간수성	중국	
타이위안 위성발사센터	산시성	중국	
원창 우주발사장	하이난	중국	
시창위성 발사센터	시창성	중국	
팔마침 공군기지	중부구	이스라엘	
이만 호메이니 우주발사장	셈만	이란	
쿰 발사장	쿰주	이란	
엘 아레노실로 시험센터	우엘바	스페인	
우주항 스웨덴	라플랜드	스웨덴	
에스라 우주항	라플랜드	스웨덴	
색사보드 우주항	셰틀랜드군도	영국	
수더랜드 우주항	수더랜드	영국	
웨스턴군도 우주항	북서부군도	영국	

주: 비고란의 수직/수평은 우주비행체의 수평(Horizontal), 수직(Vertical) 발사가 이뤄지는 우주항을 말하며 표기가 되지 않은 우주항의 경우, 수직 발사를 하는 우주항을 나타냄.

자료: Nick Routley,"All of the World's Spaceports on One Map",Visual capitalist.com, 2022.10.18. 재구성

나. 미국

미국의 대표적인 우주항은 美공군이 운영하는 케이프 커내버럴과 케네디 우주센터로 제45우주비행단과 NASA가 관리하고 있다. 이 두 곳은 플로리다에서 인도양까지 10,000 마일 이상 뻗어있는 우주항으로 1958년 미국 최초의 인공위성을 발사한 이래로 궤도 발사를 지원해 오고 있다. 2024년 4월 기준으로 18개의 FAA 또는 연방정부의 허가를 받은 우주항이 있으며 블루오리진과 스페이스X社가 운영하고 있는 민간 우주항도 있다. 오랜 우주개발 역사와 함께 "뉴스페이스"를 이끌어 가고 있는 국가답게 가장 많은 우주항이 운영되고 있다.



<그림 7> 미국의 우주항 현황

자료: FAA

"뉴 스페이스" 시대를 열었던 2004년 6월 캘리포니아 모하비 우주항에서는 상용 우주비행, 준궤도 우주관광을 위한 'SpaceShipOne'의 수평이륙, 발사 그리고 착륙으로 이어지는 우주비행체 운행으로 우주관광 시대를 열었다. SpaceX社는 2015년 케이프 커내버럴 우주항에서 수직 발사, 발사체를 회수함으로써 우주발사체의 혁신적 기술을 선보이기도 하였다. 이처럼 미국은 전통적 우주발사장에서 우주항(Spaceport)으로의 진화를 이끌어 내었다. 단순한 우주발사체의 발사장, 우주기지를 넘어 민간 우주관광을 통한 '포트(port)'의 개념 적용을 만들어 낸 것이다. 전통적 우주항 외에 기존 공항을 새롭게 변화시켜 우주항으로 변모시킨 경우도 있다. 'Front Range Airport'의 경우 General Aviation이나 Kit-built Aircraft 공항으로 그 기능을 해 오던 공항이었다.2005년까지는 ATC를 갖춘 관제 타워도 없을 정도로 작은 공항이었다.

<그림 8> 콜로라도 우주항 조감도

자료: Colorado Air and spaceport 홈페이지

경영마저 어려웠던 공항이 현재는 미국 내 General Aviation 공항 중 가운데 가장 큰 관제탑을 갖춘 공항으로 비행학교 및 소형항공기 공항으로서 자리매김 하였다. 여기에서 더 나아가 새로운 공항운영사 사장과 주지사의 노력으로 콜로라도주(州)를 "Spaceport State"로 지정하여 'Front Range Airport' 공항을 수평 이착륙이 가능한 '우주항(Spaceport)'으로 승인을 받았다. 콜로라도 우주항의 경우, 미국의 댄버 국제공항과는 차로 불과 18분 거리(약 5km), 시내까지는 40분 거리에 위치하고 있어 지리적 접근성이 좋으며, 미래에는 콜로라도의 기업체들이 준궤도 우주비행체를 이용하여 유럽과 아시아로의 비행을 할 경우, 전 세계를 1일 생활권으로 만들 수 있다는 계획으로 발전을 추진중이다. 특히 콜로라도 주(州)에는 인공위성 제작사인 Ball Aerospace社와 발사체 기업인 ULA(United Launch Alliance)를 비롯한 많은 미국 우주기업들이 위치하고 있어 입지면에서 경쟁우위에 있으며 매년 우주 심포지움을 개최하고 있다. 이밖에도 NASA의 존슨 스페이스 센터와 인접한 휴스턴의 'Ellington Airport'의 경우, '우주항(Spaceport)'으로 탈바꿈하기 위한 변화를 추진해 오고 있다. 또한 미국의 플로리다 잭슨빌 인근에는 과거 美해군의 비행장으로 사용하던 곳을 우주항으로 승인한 'Cecil 우주항(Spaceport)'과 'New Mexico 우주항(Spaceport)'로 더 잘 알려져 있는 'Spaceport America'가 있다. 이곳이 바로 'Virgin Galatics' 社의 앵커 우주항이기도 하다. 미연방항공청(FAA)으로부터 2008년 승인을 받은 이곳은 수직, 수평 발사가 모두 가능항 우주항이다. 메인 터미널 행거에는 모선인 'White Knight' 2기와 SpaceShip Two 5기를 수용할 수 있다. 이처럼 미국은 "뉴 스페이스" 변화를 타고 전통적 우주항, 발사장 외에도 기존 공항을 변모시켜 우주항으로의 발전을 추진해 나가고 있다. 이 같은 흐름에 맞춰 최근 NSIWG (NATIONAL SPACEPORT INTERAGENCY WORKING GROUP)을 통해 향후 우주항을 효율적이고 통합적인 개념에서 운영하고자 정부 부처간 협업과 통합적 접근을 통해 우주개발의 중요 인프라인 우주항 발전에 노력을 기울이고 있다.

<그림 9> 휴스턴 우주항 야간 조감도

자료: Houston Airport System

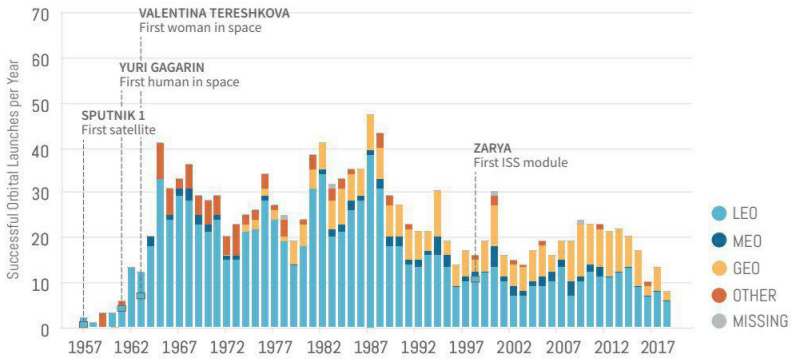
<그림 10> Spaceport America 모습

자료: Spaceport America

8. 이다현 "세계 주요우주항 운영 현황" 한공우주산업기술동향 20권1호, 2022

다. 러시아

러시아는 세계 최초로 인공위성 발사와 유인 우주비행을 한 국가로 1957년부터 2021년까지 세계 발사 임무의 약 55.1%(3,129건)를 수행하였다. 러시아의 대표적 우주항은 바이코노루 우주항으로 1955년 카자흐스탄 남부에 건립되었다. 처음에는 R-7 로켓 개발을 지원하기 위해 만들어져 인류 최초의 유인 우주비행이 이뤄진 곳이기도 하다. 바이코누르는 현재 국제우주정거장 발사를 지원하는 유일한 우주항이다. 1957년 10월 첫 발사 이후 2021년까지 총 1,431번 발사 임무를 수행한 이곳은 7,720 km² 규모로 세계에서 가장 큰 우주항이기도 하다.[8] 이 우주항은 저궤도에서 지구 동기궤도까지 모든 궤도 임무를 수행하고 있다. 舊소련의 붕괴 후 독립한 카자흐스탄에 위치한 우주항으로 노후화된 시설과 주변 여건, 그리고 러시아 영토 밖에 위치하고 있다는 점으로 인해 러시아 푸틴 대통령은 바이코누르 우주항의 이용 의존도를 낮추고자 하고 있다.



<그림 11> 바이코누르 발사 현황(1957-2017)

자료: THOMAS G. ROBERTS, 「Spaceport of the world」, CSIS, 2019.3

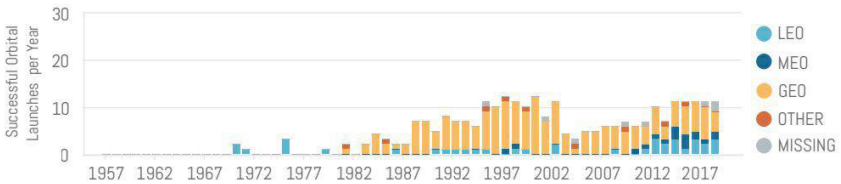
그보다는 보스토크니(Vostochny)우주항의 활용을 높이고자 노력을 기울이고 있다. 한편 플레체스크 우주항(cosmodrome)은 1957년 건립되어 1966년 3월 첫 발사 이후 2021년까지 세계에서 가장 많은 총 1,589번의 발사가 이뤄졌다. 모스크바에서 북쪽으로 800 km 떨어진 이곳은 세계 우주항 중 가장 높은 위도에 위치하고 있다. 舊소련의 첫 ICBM 발사장으로 활용되던 곳으로 러시아에서 두 번째로 활발히 운영되는 우주항이 되었다. 그 밖에 2006년 8월 첫 발사를 한 야스니 발사기지는 돔바롭스키 공군기지로도 불리며, 이곳 역시 ICBM 기지였으며 현재는 러시아 우주군이 운영하고 있다. 드네프르 발사체 발사를 위해 2000년대에 개조, 운영되고 있다. 보스토크니(Vostochny) 우주항(Cosmodrome)은 2016년 첫 발사 후 지속적인 개발을 추진해 오고 있는 우주항으로 저궤도 발사 임무를 수행하고 있다. 총 7개의 발사대 구축이 계획되어 있다.

<그림 12> 보스토치니 우주항

사진: Space News

라. 프랑스

1962년 3월 18일 프랑스가 '에비앙 협정'을 체결하면서 알제리가 독립하고 프랑스군이 철군하게 된다. 이로써 알제리 함마귀르 시험센터를 더 이상 이용하지 못하고 대체 시설을 마련하게 된다. 이때 프랑스 대도시를 제외한 프랑스 영토 및 설치 가능한 국가 중에서 우주항 건립 후보지를 검토하게 된다. 이때 거론된 후보지를 보면, 아프리카의 디부티, 소말리아, 인도양 주변국으로 세이셸, 스리랑카, 마다가스카르, 태평양 주변국으로 프랑스령 폴리네시아 및 북호주, 카리브해 주변국으로 트리니다드 및 프랑스령 서인도 제도, 남미 브라질과 프랑스령 기아나가 검토되었고 1964년 4월 지진과 허리케인으로부터 비교적 안전하다고 판단되는 기아나가 최종 선정된다. 프랑스 "기아나 우주센터(Guiana Space Centre)"는 1964년에 완공되어 1968년부터 운용, 1970년 3월 첫 궤도 발사를 수행하였다. 프랑스령 기아나 쿠루에 위치해 있으며 운영은 유럽우주청(ESA)과 프랑스의 CNES이다. 기아나 우주항은 적도에 근접해 있고 동쪽으로 발사할 수 있기 때문에 지구의 자전을 이용하여 위성을 지구의 자전 방향으로 직접 발사할 수 있어 발사체 연료를 절감할 수 있다. 기아나 우주센터는 지구 정지궤도 위성발사에 유리한 입지를 갖고 있다. 이런 이유로 아리안, 베가, 소유즈 등 대형 발사체 발사에 장점을 갖는다.

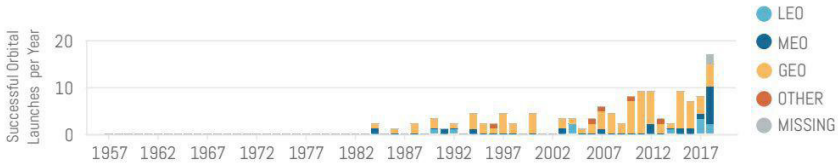


<그림 13> 기아나 우주센터 발사 현황(1957-2018)

자료: THOMAS G. ROBERTS, 「Spaceport of the world」, CSIS, 2019.3

마. 중국

중국의 대표 우주항으로 시창위성발사센터(XSLC)를 들 수 있다. 시창위성발사센터(XSLC)는 가장 많이 사용되는 우주공항으로 쓰촨성 중남부에 위치하고 있으며 1984년 1월 인공위성을 발사하게 된다. 인민해방군의 기지인 시창위성발사센터(XSLC)는 원창위성발사센터가 건설되기 전에 중국 유일의 우주항으로 정지궤도(GEO)로의 발사에 주요 이용되었다. 또한 2007년에는 ASAT(anti-satellite weapon)을 발사하기도 하였다. 또한 인구 밀집 지역 근접성으로 인해 발사시 문제가 있으며 실제 피해가 발생하기도 하였다. 중국의 또 다른 우주항으로 북부 간쑤성에 있는 주취안 위성발사센터(JSLC)가 있다. 미사일 시험센터라고도 알려져 있는 이곳은 1958년 舊소련의 지원으로 건립한 곳으로 몽골 국경에서 약 200km(125마일) 떨어진 고비 사막에 위치하고 있다. 주취안 위성발사센터는 중국의 가장 큰 우주 발사시설 중 하나이지만, 탄도 미사일 개발 및 테스트 센터로 주로 사용되었기 때문인지, 1970년대 첫 발사 이후 2000년대 초반까지 매년 세 번 미만의 발사가 이뤄졌다. 이후 2000년 주취안 주취안 위성발사센터는 명실상부한 우주항으로 재탄생하게 된다. 중국 유인 우주 프로그램이 이뤄지는 곳으로 선정되었기 때문이다. 2003년 10월, 중국은 최초유인 우주비행을 시작으로 선저우 프로그램과 중국 우주정거장 텐궁 1호, 2호가 발사되기도 하였다. 타이위안 위성발사센터는 중국에서 두 번째로 오래된 우주항으로 1966년 설립, 1988년 9월 처음 발사가 이루어졌다. 타이위안 위성발사센터는 주로 극궤도 위성발사에 많이 이용되었다. 하이난의 원창 우주발사장은 중국 최남단의 우주항으로 2014년 완공, 2016년 11월 첫 발사 이후 2021년까지 총 13회 발사가 이뤄졌다. 위도가 낮은 지리적 이점으로 인해 대형 발사체 발사에 많이 활용된다.



<그림 14> 시창위성발사센터 발사 현황(1957-2018)

자료: THOMAS G. ROBERTS, 「Spaceport of the world」, CSIS, 2019.3----

바. 일본

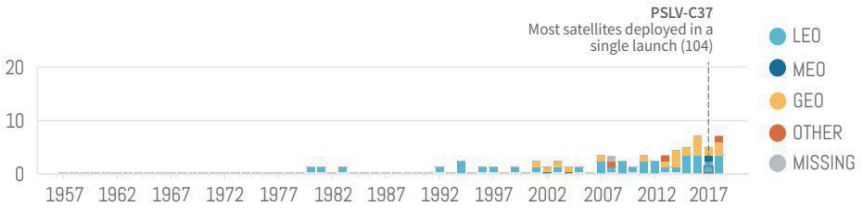
일본의 대표 우주항인 다네가시마 우주센터(TNSC)는 우치노우라 우주센터에 이어 1966년 두 번째로 완성된 우주항으로 일본 최남단 가고시마현 다네가시마 섬에 위치하고 있다. 다네가시마 우주센터(TNSC)는 GEO 발사를 포함한 일본의 모든 대형 우주발사를 담당하고 있다. 1975년 9월 N-1 로켓 발사를 시작으로 H-II 발사체 발사가 수행되었다. 또한 이곳은 국제 우주 정거장으로의 화물 재공급 임무를 지원하고 있다. JAXA에 의해 운영되고 있으며 LEO, GEO, 그리고 달탐사 임무들을 수행하고 있다.

<그림 15> 다네가시마 우주센터 모습

자료: THOMAS G. ROBERTS, 「Spaceport of the world」, CSIS, 2019.3

사. 인도

인도의 사티시 다완 우주센터는 인도의 유일한 궤도 발사시설이다. 첸나이에서 북쪽으로 약 70km (43마일) 떨어진 동부 해안에 위치해 있으며, 인도 우주연구기구(ISRO)가 관할하고 있다. 이 우주항은 1970년대 준궤도 우주비행 시험이 이뤄진 곳이다. 이후 1980년 7월 인도 위성발사체(SLV)의 발사에 성공하게 된다. 이후 보다 개량된 위성발사체(ASLV)가 1987년과 1988년 두 번의 발사 실패를 겪은 후 1992년까지 발사가 중단되기도 하였다. 이후 PSLV 및 GSLV의 대형 발사체의 발사가 수행되었다. 그러던 중 지난 2018년 인도 정부가 유인 우주프로그램(Indian Human Space Flight Initiative)를 발표하였고 사티시 다완 우주센터가 이를 지원하게 되어 명실상부한 우주항이 될 계획이다.



<그림 16> 사티쉬 다완 우주센터 발사현황 (1957-2018)

자료: THOMAS G. ROBERTS, 「Spaceport of the world」, CSIS, 2019.3

아. 우리나라 우주항(Space port) 현황

우리나라는 나로 우주센터를 통해 우주개발을 수행해 오고 있다. 나로 우주센터는 전남 고흥 외나로도에 2003년 8월 착공하여 2009년 6월 준공함으로써 세계 13번째 우주항 보유국이 되었다. 나로 우주센터에서는 2009년 8월 첫 발사 시도를 포함하여 총 7회의 발사가 수행되었다. 2013년 나로호 발사 성공, 2018년 누리호 시험발사체 발사와 2회의 발사를 성공하였다.

<그림 17> 누리호와 나로 우주센터 모습

자료: KARI

현재는 '제3차 우주개발진흥기본계획'에 따라 고체연료의 소형발사체 발사를 지원하기 위한 발사장 구축 사업을 추진, 발사체 클러스터 구성이 추진되고 있다. 향후 2031년까지 4,000억 원 규모의 우주발사체 국가산업단지를 새로 조성한다는 계획이다. 이를 통해 액체연료 발사체를 포함하여 다양한 발사체의 발사가 이뤄질 것으로 전망된다. 국가가 운용하는 우주항은 아니지만 최근 민간 스타트업이 자체적으로 발사시설을 구축하고 있다. 우주 스타트업 페리지에어로스페이스는 제주 서귀포시 용수리 해상에서 높낮이 조절과 이동이 가능한 바지선 형태의 자체 해상발사장을 건설하여 운용할 계획이다. 이 곳에서 자사 시험 로켓인 '블루웨일(Blue Whale)'의 수직 이착륙 시험에 성공한 바 있다. 이처럼 누리호 발사체 개발성공과 우주항공청 개청에 따라 우주개발이 더욱 활성화될 것으로 전망된다.

<그림 18> 페리지에어로스페이스 발사 장면

자료: 페리지에어로스페이스

4. 우주항(Spaceport)의 발전 전망

과거 우주발사체 발사장, 우주기지, 우주센터 등으로 불리우던 우주물체 발사시설은 기술의 발전과 새로운 형태의 우주비행체의 등장으로 인해 새롭게 변화되고 있다. 전통적 우주발사장에서 미래 우주관광 등 유인 우주프로그램을 염두해 둔 시설로서의 변화를 진행중이다. 또한 민간 우주발사체 기업들의 성장과 우주 스타트업들의 활성화로 인해 소형발사체 시장이 주목받고 있다. 이러한 수요에 맞춰 발사장, 우주항에도 다양한 형태가 나타나고 있다. 그 한 특징이 민간 우주발사장, 우주항의 등장이다. 발사수요에 맞춰 자사의 발사체를 발사할 수 있는 발사장의 확보는 곧 기업의 경쟁력으로 연결되기에 발사시설 확보는 중요하다. 이에 민간이 직접 우주항을 건립하거나 해외의 발사시설을 활용하기 시작하였다. 스페이스X의 경우 미국내 우주항 이외에도 입지 좋은 곳에 해외 발사장 건립을 검토하기 시작하였다. 한편 기존 공항(Airport)들도 미래 발전 전략의 일환으로 단순한 공항의 개념에서 벗어나 우주항으로의 발전을 꾀하고 있다. 준궤도 우주관광 등 보다 통합적인 시각으로 미래 발전을 추진하고 있으며 이미 일부 공항은 성공을 거두고 있다. 아울러 과거 공항이 허브-앤-스포크 방식을 통해 효율화를 달성하였듯이 이제 공항과 우주항의 연결을 통해 미래 경쟁력을 확보해 나가고 있기도 하다. 헌트빌 우주항도 이와 같은 개념을 갖고 발전을 추진하고 있으며 앨링턴 공항의 휴스턴 우주항도 공항과 우주항을 연결하는 개념의 발전을 추진하고 있다. 그 밖에 주요 지역의 우주항의 특징을 정리하면 아래 표와 같다.

<그림 19> 헌트빌 우주항의 발전개념

자료: FAA

< 표2 > 권역별 우주항 특징 비교

국가/지역	주요 특징
러시아	• 군사적 목적으로 가장 먼저 구축, 운영 • 시설 노후로 인해 시설개선과 활용 계획중
미국	• 가장 많은 우주항을 운영중 • 상용 우주항 건설과 운용으로 활성화 기대 • 우주항, 우주공항의 운영과 활성화가 전망
유럽	• ESA를 중심으로 프랑스의 우주항을 많이 활용 • 최근 영국과 북유럽 국가들의 우주항 건설을 추진중
중국	• 아시아에서 가장 많은 우주항을 운영중 • 군사적 목적의 활용이 강함 • 유·무인 우주프로램을 지원할 수 있는 우주항 보유
일본	• 지리적 열세에도 불구하고 일찍부터 구축, 운영 • 저궤도 및 정지궤도, 우주정거장 지원에 이르는 다양한 우주프로그램을 지원

III. 결론 및 시사점

우주개발은 실제적 혜택과 목적을 수행하는 인공위성 개발, 이를 수송하기 위한 운송수단인 우주발사체 개발 그리고 이를 지원하는 발사 관련 시설로 구분된다. 오늘날 기술과 우주산업의 발전으로 인해 초소형 위성 등 인공위성을 보유, 운영하는데 따른 진입장벽이 낮아져 학생들의 기술 습득과 교육 목적으로도 인공위성을 개발하여 발사하고 있다. 그러나 이를 수송하는 우주발사체와 발사장, 발사 시설의 확보는 그렇지 않다. 우선 우주발사체 개발은 안보 전략적 이유로 인해 기술 습득이 어려우며 시험과 이를 위한 시설확보가 어렵다. 특히 발사체를 발사하기 위한 발사시설은 앞서 전술한 바와 같이, 지리적, 자연재해적, 기술적, 정치적 이유 등 건립에 고려해야 할 사항이 많다. 과거 냉전 시대에는 미사일 발사기지 또는 우주개발을 위한 비밀장소로 여겨왔다. 그러나 오늘날에는 더 이상 비밀스럽게 진행되지 못한다. 일단 우주물체가 궤도에 진입하면 美연합우주작전센터(CSpOC)를 통해 그 위치를 파악할 수 있기 때문이다. 그럼에도 불구하고 우주항은 우주개발의 전진기지 역할을 하고 있다. 더욱이 요즘에는 이름하여 “뉴 스페이스” 변화에 힘입어 관련 산업이 성장, 발전하여 많은 민간 기업과 스타트업들이 우주발사체 개발과 발사시설 확보에 직접 나서고 있다. 여기에 더해 우주관광이 현실화되면서 인공위성 발사의 무인 우주개발에 우주탐사, 유인 우주프로그램, 우주관광의 “port”로서의 개념이 더해지고 있다. 그 영향으로 이름하여 “우주항(Spaceport)”이라는 이름으로 그 개념과 기능이 점차 확대되어 가고 있으며 이는 기존 공항(airport)들에게도 영향을 미치고 있다. 우주항을 확보하고 잘 활용하는 것은 쉽지 않다. 전술한 바와 같이 우선 부지를 선택하고 건립하는데 많은 비용과 노력이 소요되기 때문이다. 우주비행체 발사에 유리한 위치를 점하고 있는 국가들은 그들의 전략으로, 우주발사체 개발과 우주항 건설에 높은 기술력을 보유하고 있는 국가들은 그들 국가 나름의 전략으로, 미래를 향한 전략을 수립하여 추진해 나가야 할 것이다. 그러나 여기에 변하지 않는 중요한 한 가지가 있다. 그것은 바로 우주를 향한 관문인 우주항(spaceport)은 우주개발에 있어 반드시 갖추어야 할 필요조건이라는 점이다. 임차를 하던, 직접 건립하여 보유 하던지 아니면 역외 국가와 협력하여 타국의 영토에 마련해야 하는 필수 시설인 것이다. 우주산업의 성장과 함께 인공위성, 우주비행체의 발사 수요는 계속하여 증가할 것이다. 여기에 기술력을 갖춘 선진기업들과 국가들은 저마다의 경쟁력으로 시장에 뛰어들고 있다. 최근 국내 기업체가 자사의 발사체를 브라질 알칸타라 발사장에서 발사한 바 있다. 또한 우리의 초소형 위성을 타국의 발사장에서 발사하였다. 여기에는 여러 가지 이유가 있을 것이다. 이와 같은 현상들은 향후 우주항을 건설하고 확보하는데 있어 어떠한 전략으로 추진해야 할 것인지? 에 대한 전략적 선택의 시사점을 제시하고 있다. 향후 우리나라 우주항 발전을 계획함에 있어 이러한 여러 시사점들을 고려하여 보다 효율적이고 현명한 계획을 수립하여, 추진해 나가야 할 것이다.

참고 문헌

1. 고재현, “이노스페이스, 우주발사체 발사 성공...상업 발사 가능 국내 첫 기업”, 동아사이언스, 2023.03.21., 2024, 5.17 검색
2. 김동삼, 우주전진기지 제주의 비상… “내년초 우주발사체 상단 준궤도 시험 발사”, 서울신문, 2023.11.8. 2024, 5.17 검색
3. 조동현, 유일상, “우주발사체 발사 용량별 발사 현황 및 수요 분석 (2010년~2023년)”, 한국항공우주학회 추계학술대회, 2017.
4. 이다현, “세계 주요 우주항 운영현황”, 항공우주산업기술동향 20권1호, 2022
5. 임창호, 유용재, “Airport(공항)와 Spaceport(우주항)에 대한 비교 고찰”, 항공우주시스템공학회 춘계학술대회, 2017.
6. Brian Gulliver, “Commercial Spaceports”, ICAO/UNOOSA Symposium, 2016.3
7. FAA, “Chater for National Spaceport Interagency Working Group”, 2022.7.
8. Derek Webber, “Point-to-point people with purpose—Exploring the possibility of a commercial traveler market for point-to-point suborbital space transportation“, Acta Astronautica, 2012.5.
9. Thomas G. Roberts, “Spaceports of the World”,Data Repository, aerospace CSIS, 2019.3.
10. Makena Young, “The Evolution of French Space Security”, aerospace CSIS, 2024, 3. 14.
11. Mark Smith, “What are spaceports?”, Space.com, 2022.12.5., 2024.5.19. 검색
12. https://en.wikipedia.org/wiki/Spaceport, 2024.05.10. 검색
13. Euroconsult, “New historic high for government space spending mostly driven by defense expenditures”, www.euroconsult-ec.com/press-release, 2024.5.18. 검색
14. Julia Seibert, “Countries With Space Programs: An Overview”, space impulse, 2023.11.27.
15. https://coloradoairandspaceport.com, 2024.5.16 검색
16. https://spacenews.com, 2024.5.18 검색

편 집 위 원

박상중	국방대학교 교수	**김지희**	한국항공대학교 교수
임상민	방위사업청 전문관	**장태진**	한국항공우주연구원

우주정책연구 9권

Space Policy Research Vol.9

발행인 : 이상률

편집인 : 장태진

발행처 : 한국항공우주연구원

발행년월 : 2024.06

주 소 : 대전시 유성구 과학로 169-84

전 화 : (042)870-3651

팩 스 : (042)860-2118

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

OPEN
공공누리
출처표시 상업용금지 변경금지
공공저작물 자유이용허락

KARI 한국항공우주연구원
Korea Aerospace Research Institute
34133 대전광역시 유성구 과학로 169 - 84
TEL) 042-870-3655 FAX) 042-860-2015

09
9 772800 017007
ISSN 2800-017X