
출장보고서

우주산업 국제현황 분석
(제75회 국제우주대회 참관)

2023. 10. 13 ~ 2023. 10. 19

I

출장 개요

- 과제명: 미래기술 산업생태계 연구
- 출장자: 이경애 전문위원, 고혜원 전문연구원
- 주요출장장소: 이탈리아 밀라노
 - 제75회 국제 우주대회(International Astronautical Congress), 이하 IAC) 참석
- 출장기간: 2024년 10월 13일(일) ~ 2024년 10월 19일(토)

II

출장 목적 및 필요성

- (목적 및 필요성) 연내 수행 중인 「미래기술 산업 생태계 연구」의 우주분야 보고서 작성을 위한 자료수집을 위해 「국제우주대회」를 참관하고 관련 기업 및 전문가에 대한 면담 수행
→ 우주 분야의 글로벌 정책 및 기업 혁신 현황 파악하여 산업 분석의 기초자료로 활용
 - 「미래기술 산업 생태계 연구」는 기재부 「신성장 4.0 전략 추진계획」의 일환인 신기술 미래개척 분야 중 우주 및 AI 기술과 관련한 산업 생태계현황을 조사하고, 이를 통해 향후 정책의 개선 사항을 제시하는 것을 목표
 - 국내외 사례 조사와 전문가 면담, 기업방문 등을 통해 미래기술 활성화 관련 이슈와 문제점을 파악하고, 정부정책의 우선순위를 논의
 - 제75회 국제우주대회(75th International Astronautical Congress, 이하 IAC)에 참여하여 우주분야의 최신 이슈를 파악하고 글로벌 정책 현황 및 우주기업의 혁신 사례에 관한 면담을 수행하여 상기 과제의 기초 분석자료로 활용

■ IAC 행사 개요

- 행사명 : IAC 2024(75th International Astronautical Congress)
 - 세계 우주관련 기관 및 항공우주 글로벌 기업, 다수 전문가와 기업인들이 참가하는 우주분야 최대의 국제 행사
- 기간 : '24. 10. 14(월) ~ 10. 18(금) (5일간)
- 장소 : 이탈리아, 밀라노 / Milano Convention Centre
- 주요 프로그램
 - ① (Plenary program) 우주경제 및 산업 전략과 관련한 컨퍼런스 및 강연
 - ② (Technical Program) 우주 신기술 및 R&D, 상업화 관련 이슈를 심도 있게 논의하며 심포지엄 형식의 기초강연과 다양한 기술 세션으로 구성
 - ③ (IAF Global Networking Forum) 분야별 우주전문가 및 기업 네트워킹
- 주요 참여 기관 및 기업: NASA, UK Space agency 등 우주관련 글로벌 기관과 Space X, Airbus, TUA, Voyager Space 등 국내외 주요 기업

III

주요 일정

일자	시간	일정
10.13 (일)	· 13:40 · 20:00	- 인천공항 출발 * 대한항공, Economy, 비행시간: 총13 시간 - 이탈리아 밀라노(말펜사 공항) 도착
10.14 (월)	· 10:00-11:30 · 13:45-15:15 · 15:30-18:00 · 19:00-21:00	- IAC 개막식 참석 - (Plenary program) One-to-One with Head of Agency - (Technical Session A7.1) Earth orbiting small satellites constellations: towards using the Earth surrounding layers as giant detectors for astro and geo sciences from space - 전문가 간담회(우주기술진흥협회)
10.15 (화)	· 09:00 · 09:00-10:00 · 11:35-12:45 · 12:45-15:00 · 15:00-16:10 · 16:20-17:30	- IAC 입장 - (Plenary program) New Lunar Frontiers: How the Non-space industry is unlocking future markets - (Special Session1) Orbital Debris Remediation - 기업 및 기관 부스 탐방 - (Special Session2) The Next Technology Breakthrough to Drive Transformational Space Science Discovery - (Special Session3) ESA Moonlight: Lunar Communication and Navigation Services for the Lunar Economy
10.16 (수)	· 09:00 · 09:00-10:00 · 10:15-12:45 · 13:45-14:45 · 15:00-18:00 · 19:00-21:00	- IAC 입장 - (Plenary program) Intelligent Space: Big data, advanced algorithms, and autonomous robotics in space - (Technical Program E3.3) Space Economy Session: A focus on space sustainable operations and the role of governments - (Plenary program) Observing the Earth, Serving our Societies: Space in the AGE of Climate Change - 2024 Humans In Space - Final Pitch Competition 참관 - 전문가 간담회(대전 TP 우주정책팀)
10.17 (목)	· 09:00 · 09:00-10:00 · 10:15-12:45 · 12:45-15:00 · 15:00-17:45 · 19:00-21:00	- IAC 입장 - (Plenary program) New Opportunities Benefit Human Space Flight on Earth, In Space and Beyond - (Technical Program E7.3) Artificial Intelligence and Safe Space Communication - 기업 방문 및 부스 투어 - (Technical Program B2.5) International Collaborative Ground Stations Support in the Moon-to-Mars Era - 전문가 간담회(한국항공우주연구원)
10.18 (금)	· 09:00 · 10:00-12:45 · 22:00	- IAC 입장 - 기업 방문 및 부스 투어 - 이탈리아 밀라노(말펜사 공항) 출발 * 대한항공, Economy, 비행시간: 총 10시간
10.19 (토)	· 16:45	- 인천공항 도착

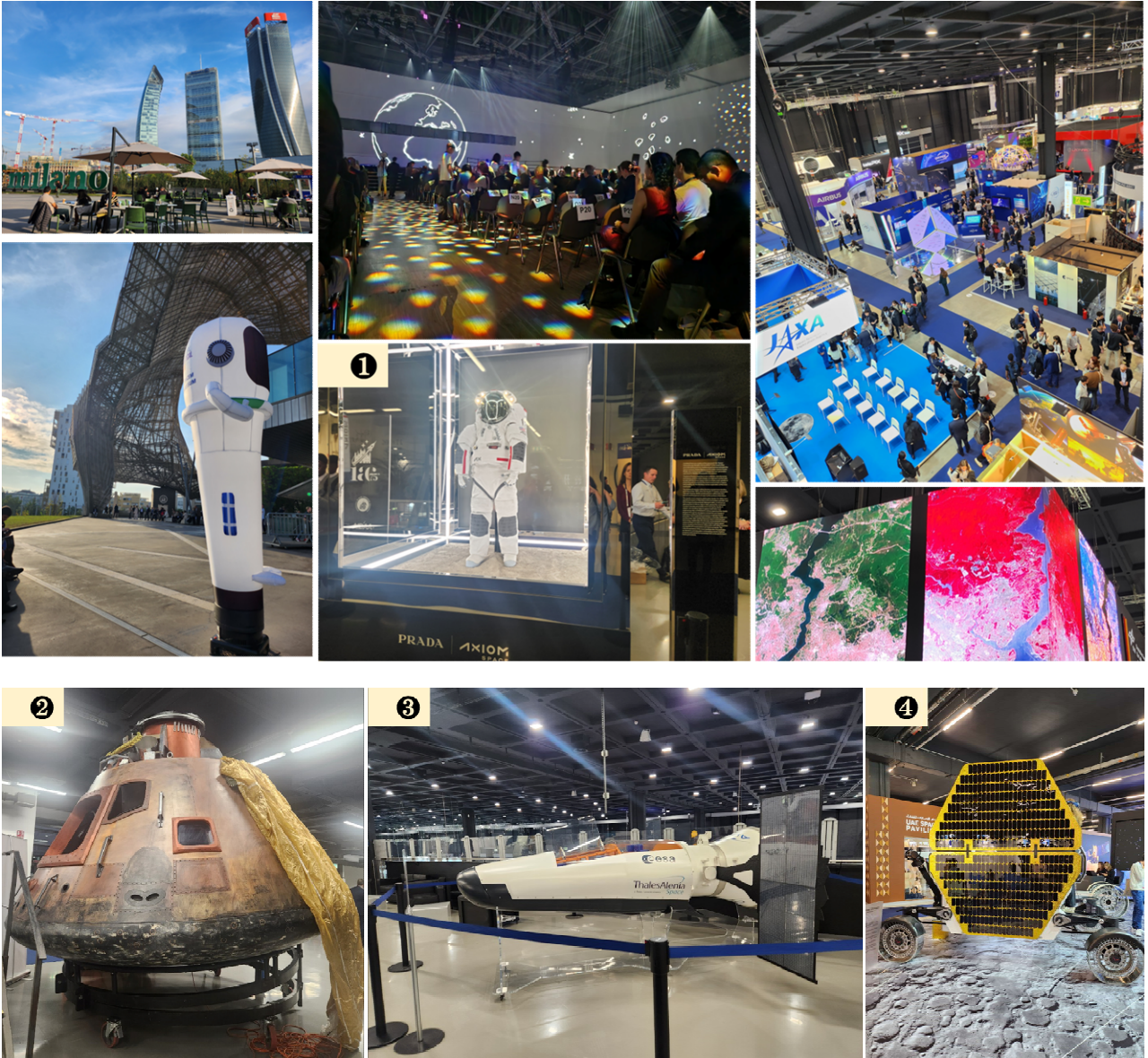
IV

주요 조사 내용

- 국제우주대회는 세계 75개국 460여 개 기관이 가입한 국제우주연맹(International Astronautical Federation)이 매년 10월에 개최하고 있는 행사로 1950년 파리에서 제1회가 개최된 이후 올해 75번째 행사로 올해 약 7,000여 명이 참가
 - 다양한 주제에 대한 발표와 토론이 병행하여 우주 탐사와 기술 발전이 가속화될 뿐만 아니라, 글로벌 협력과 지속 가능한 우주 활동에 대한 공감대를 확립하는데 목적
 - 국내에서도 과학기술정보통신부, 한국항공우주연구원, 한국천문연구원, KAIST 인공위성 연구소 등 정부부처와 연구기관, 대학 전문가 및 학생들을 비롯해 국내 기업 관계자 약 100여 명이 참가
 - 제약기업인 보령은 Axiom Space, NASA와 함께 Human In Space 프로그램의 최종경연을 IAC에서 개최
 - 텔레픽스, 이노스페이스, 컨텍, 카이 등 국내 기업도 다수 참여
- 제75회 IAC에서는 우주 탐사의 미래와 산업화, 지속가능성 및 국제 협력의 중요성을 강조
 - 특히 민간 기업들의 우주 산업 참여가 활발해지고, AI와 우주 생명 과학, 그리고 우주 환경 보호가 중요한 주제로 논의되었으며 구체적으로 8가지 주제가 제시
- ① 우주 탐사 및 인류의 우주 거주
 - (달 탐사) NASA의 아르테미스 프로그램과 관련된 최신 연구 및 진행 상황이 논의
 - 달에 인간을 재착륙시키기 위한 계획과 그에 따른 기술적 도전 과제들에 대한 논의가 활발
 - (화성 탐사) 화성에 대한 탐사 임무 및 화성 거주를 위한 기술적 발전 상황
 - 로버와 드론 기술, 화성의 자원 활용 및 거주지 건설에 대한 새로운 접근 방식이 소개
- ② 우주 산업의 상용화
 - (상용 우주 비행) SpaceX, Blue Origin, 아리안스페이스 등 민간 기업들이 우주 관광, 화물 운송, 위성 발사 서비스 등 다양한 분야에서 혁신적인 기술을 소개하고 전시
 - (우주 기반 인터넷) SpaceX의 Starlink와 같은 위성 인터넷 네트워크의 확장, 이를 통한 전 세계 인터넷 서비스의 보급에 대한 논의를 진행
 - (우주 자원 채굴) 우주 자원 활용 가능성과 관련된 기술적 발전과 법적, 윤리적 문제들에 대한 제도기반 준비를 논의함.
- ③ 인공지능(AI)과 우주 기술
 - (AI와 머신러닝) 우주 탐사, 데이터 분석, 위성 운영에서 AI 기술의 적용 사례가 발표

- AI는 우주 탐사의 효율성을 극대화하고, 자율비행 시스템 및 데이터 처리에 혁신을 활성화
 - (우주 환경 모니터링) AI를 활용한 우주 환경의 실시간 모니터링 기술 발전 및 향후 정책과제 논의
 - 구체적으로 우주 쓰레기 추적 및 관리 기술에 초점
- ④ 지구 외 생명체 탐사 및 우주 생명 과학
- (생명체 탐사) 외계 생명체 탐사를 위한 최신 연구와 기술이 공유되었는데 특히, 태양계 외부의 생명체 가능성에 대한 연구가 주목
 - (우주 생명 과학) 우주에서의 인간 생리학적 변화, 우주 방사선, 그리고 우주 환경에서 생명이 지속 가능하게 할 수 있는 기술적 도전과 해결책을 논의
- ⑤ 지속 가능성 및 우주 환경 보호
- (우주 쓰레기 문제) 우주 쓰레기 문제 해결을 위한 국제적인 협력과 기술 개발
 - 다양한 우주청정 프로젝트와 우주 환경 보호의 필요성을 논의하고 관점을 공유
 - (우주 임무의 지속 가능성) 우주 탐사와 개발의 지속 가능성에 대한 장기적인 관점에서의 정책, 규제 및 협력 방안에 대해 논의
- ⑥ 국제 협력 및 우주 정책
- (국제 협력) NASA, ESA, Roscosmos, CNSA(중국), ISRO(인도), JAXA(일본) 등 여러 국가의 우주 기구들이 협력하여 우주 탐사 및 기술 발전을 이끌어가는 방법에 대해 논의
 - (우주 법과 정책) 우주 자원 개발, 우주 기반 무기화 방지, 국제적인 우주 규제 체계 등에 대한 법적, 정책적 논의를 진행
- ⑦ 미래의 우주 항해
- (우주 수송 및 발전) 새로운 우주 발사체 기술, 재사용 가능한 로켓, 우주 운송 시스템의 발전과 미래 우주 수송에 대한 구체적인 계획이 발표
 - (인류의 우주 경제) 우주 경제가 어떻게 발전할 것인지, 그리고 이를 위해 필요한 인프라와 시장 규모에 대한 예측과 분석을 발표
- ⑧ 우주 탐사를 위한 글로벌 파트너십
- 우주 탐사와 연구의 글로벌 협력을 촉진하는 다양한 국가 간 파트너십 사례들이 소개
 - 국제우주정거장(ISS) 프로젝트 이후의 글로벌 우주 협력 모델을 기반으로 한 향후 협력 방안이 관심

[그림 1] IAC 전시장 내외 전경 및 전시물 사례



주: 전시물은 ① 프라다 디자인 우주복, ② 아폴로 11호 실물, ③ ESA 신규 로켓, ④ 인도의 달탐사 로버 등

1. 국가별 우주정책 추진 현황¹⁾

가. 미국 NASA

1) 달 남극 탐사

□ 달의 남극 지역 탐사의 중요성

- 영구 음영 지역(Permanently Shadowed Regions, PSRs): 달의 남극에는 영구 음영 지역이 존재하는데, 이 지역은 태양광이 도달하지 않아 수십억 년 동안 극저온 상태가 유지
 - 달의 남극은 달 표면에 존재할 수 있는 얼음(특히 물)이나 기타 휘발성 물질이 보존될 가능성이 높기 때문에, 물의 존재를 확인하고 연구하는 데 매우 중요한 장소
- 자원 활용 가능성: 물은 달 탐사 및 미래의 달 기지와 화성 탐사에서 중요한 자원
 - 물은 산소와 수소로 분해할 수 있어, 우주 연료와 음식/음료 공급에 사용
 - 달에서 직접 자원을 채굴하여 지구로 운반하는 비용을 줄이는 데 큰 이점

□ 달 표면의 물 분석을 위한 미션으로 달 얼음의 위치와 분포의 확인, 달 표면의 물 분석을 위한 기기 개발 등을 수행 중

- 달 얼음의 위치와 분포: NASA는 Lunar Reconnaissance Orbiter(LRO), SHARAD (Shallow Radar)와 같은 우주 탐사 기기를 사용하여, 달의 남극 지역의 얼음 분포를 확인
 - 고해상도 이미지를 제공하며, 영구 음영 지역의 표면 특성을 분석하고, 달 표면 아래에 존재할 수 있는 얼음의 깊이와 분포를 탐지
- 달 표면의 물 분석을 위한 미션으로 Lunar Water Miner, NASA's Volatiles Investigating Polar Exploration Rover Project 등을 수행
 - Lunar Water Miner: 이 미션은 달에서 물을 추출하고 분석하는 기술을 테스트하는 임무로, 달 표면에서 물을 채취하여 분석할 수 있는 장비를 실험
 - Volatiles Investigating Polar Exploration Rover (VIPER): 2023년에 발사 예정인 VIPER 로버는 달 남극의 영구 음영 지역에서 물과 다른 휘발성 물질(예: 메탄, 암모니아 등)을 직접 탐사하고 분석
- 물의 성분 분석: 달 표면의 물은 주로 물 얼음 형태로 존재할 것으로 예상되지만, NASA는 그 성분을 분석하여 이 물이 과거의 우주 환경에서 어떻게 영향을 받았는지, 화학적 특성이 어떻게 변했는지 연구

1) Plenary1 One-To-One with Heads of Agencies 강연에서 각국 우주기구 대표가 발표한 내용을 정리

- 아르테미스 프로그램(Artemis Program)은 유인 우주탐사를 다시 시작하는 상징적 의미를 가지고 있으며 궁극적으로 화성 탐사를 준비하는 것이 목표
 - 인간을 다시 달에 보내고, 지속 가능한 달 기지를 구축하며, 궁극적으로 화성 탐사를 위한 발판을 마련하는 것을 목표
 - (Artemis I) 달에 대한 새로운 데이터를 수집하고, 달 궤도와 달 탐사의 기초를 마련하기 위한 시험 비행을 수행
 - (Artemis II, Artemis III 2024년, 2025년) 유인 우주 비행을 포함하여 달의 남극 지역에 착륙하는 것을 목표 → 향후 아르테미스 III에서는 유인 탐사를 통해 달 남극에 실제로 착륙하고, 물의 존재를 확인할 계획
 - NASA의 여성 및 다양한 인종의 우주인들을 포함하여, 달 탐사에 다채로운 참여
 - (Lunar Gateway) 달 궤도에서 운영되는 우주 정거장으로, 아르테미스 미션의 기지 역할을 수행
 - 남극 지역 탐사를 위한 로버나 탐사 장비가 발사되어 달 표면에서 물을 포함한 다양한 자원을 수집
- 향후 달 남극에서의 물 탐사는 우주 탐사의 중요한 전환점일 될 것으로 기대
 - 달에서 유의미한 수준의 물을 발견한 경우 우주 기지 및 기상 관측소를 달에 건설하는데 필요한 물을 확보하는 것이 가능하며, 이는 연료 생산 및 우주여행에 있어 중요한 의미
 - 연료 생산: 물을 산소와 수소로 분리하여 로켓 연료로 활용할 수 있습니다.
 - 우주 여행: 달에서 자원을 추출하여 화성과 같은 먼 행성으로의 우주 여행에 필요한 자원을 효율적으로 공급 가능
 - 아르테미스 프로그램과 VIPER 로버 등의 미션을 통해, 달 남극의 물을 포함한 자원에 대한 중요한 과학적 데이터를 수집하고 있으며, 이는 향후 지속 가능한 우주 탐사를 위한 중요한 발판

2) 아르테미스 협정을 통한 국제 협력

- 아르테미스 프로그램의 주요 미션은 인류의 달 복귀, 달 남극 탐사, 기술개발 및 자원활용, 화성탐사 준비 등으로 구분
 - 인류의 달 복귀: 아르테미스 I 미션을 시작으로, 유인 탐사를 통해 달에 인간을 다시 보내는 것을 목표
 - 달의 남극 탐사: 달의 남극 지역은 물 얼음이 존재할 가능성이 있어, 이 지역에 지속 가능한 기지를 건설
 - 기술 발전 및 자원 활용: 달 자원을 활용하여 우주 기지와 기후 연구, 우주 탐사 활동에

필요한 자원을 확보하는 기술을 개발

- 화성 탐사를 위한 준비: 달에서의 경험을 바탕으로 화성 탐사를 준비하는 중요한 단계로 시행착오의 거점

□ 아르테미스 프로그램의 주요 미션은 단계별로 진행

- 아르테미스 I: 오리온 우주선과 스페이스 론치 시스템(SLS) 로켓을 결합하여 달 궤도에 도달하는 첫 번째 시험 비행을 무인으로 진행(' 22)
- 아르테미스 II: 오리온 우주선에 우주인이 탑승하여 달 궤도를 비행하고 지구로 돌아오는 유인 시험 비행이 예정 (' 25.9)
- 아르테미스 III: 달 남극 지역에 최초로 여성 우주인을 포함한 유인 탐사를 진행하는 미션으로 인간이 달의 남극에 착륙하고 물의 존재를 확인하는 것이 목표(' 27)
- 아르테미스 IV 및 그 이후: 달 기지와 우주 탐사를 위한 기지 역할을 수행할 Lunar Gateway(달 궤도 정거장)를 건설하고 화성탐사와 연계(' 27~)

□ 아르테미스 프로그램은 여러 국가들이 협력하는 국제적인 우주 탐사 프로젝트로, 특히 미국, 유럽연합(ESA), 캐나다(CSA), 일본(JAXA), 호주 등 주요 우주 강국들이 참여하고 있지만, 아프리카 국가들의 참여는 상대적으로 적은 편으로 향후 아프리카 국가들의 참여 확대를 기대

- 여러 나라들이 다양한 방식으로 참여하고 있으며 각 국가들은 자신들의 기술적 강점과 우주 자원을 공유하며, 공동으로 달 탐사 및 지속 가능한 기지 구축을 목표로
 - 미국(NASA): NASA는 아르테미스 프로그램의 주도적인 국가로, 모든 미션과 전략을 관리하며, 우주 탐사, 로켓 개발, 우주선 설계 등에서 핵심적인 역할을 수행
 - 유럽연합 (ESA): 아르테미스 프로그램에 핵심적인 파트너국으로 ESA가 참여하고 있으며, Lunar Gateway를 위한 전력 시스템과 운반 모듈을 제공하고 달 착륙선과 관련된 기술 개발에 참여중
 - 캐나다 (CSA): Lunar Gateway에 사용할 로봇팔을 제공하고 유인우주프로그램까지 참여
 - 일본 (JAXA): Lunar Gateway 프로젝트에 참여하며, 달 탐사 및 기지 건설에 대한 기술적 기여와 유인우주탐사에 참여 중
 - 호주 (ASA): 달 탐사와 관련된 지상 통신 및 추적 지원
 - 한국 (KARI): 탐사 장비 개발을 중심으로 일부 기술 프로그램에 참여
 - 이스라엘, 멕시코, 아랍에미리트(UAE), 영국 등도 아르테미스 프로그램에 기여하고 있으며, 달 탐사와 관련된 과학적 연구나 기술 개발에 협력 중
- 남아프리카 공화국(SANSA)과 나이지리아, 케냐 등이 우주개발활동을 강화하고 아프리카 우주 기구(African Space Agency, ASA)를 설립하는 등 협력을 강화하고 있으나, 기술적,

경제적, 정치적 한계로 인해 참여가 저조

- (기술적 준비 부족) 아프리카 국가들은 대부분 기초적인 우주 개발 단계에 있으며, 위성 개발, 발사체 기술, 우주 탐사 등에서 기술적 준비가 미비한 경우가 다수로, 아르테미스 프로그램에 참여하기 위한 기본적인 조건을 갖추지 못한 경우가 많음.
- (경제적 한계) 아프리카 국가들의 대부분은 우주 탐사보다는 기본적인 인프라 개발, 건강 관리, 교육 등 다른 분야에 예산을 할당하고 있고, 우주 탐사에 필요한 고급 인재를 양성하기 위한 교육 시스템도 한정적
- (정치적 및 외교적 이유) 일부 아프리카 국가들은 중국이나 러시아와 외교적 관계를 강화 중으로 중국-러시아 주도의 우주 개발에 협력
- (우주 탐사의 우선순위 차이) 아프리카 국가들은 우주 탐사보다 지구 관측, 기상 예측, 농업 모니터링, 통신 위성 개발 등의 실용적인 목적을 중시하고 있어 달탐사는 우선순위가 낮음.

3) 최근 주목받고 있는 NASA의 기술적 성과

- NASA가 주도하는 소행성 충돌 회피 기술 실험인 “DART” 미션은 소행성에 우주선이 충돌하여 소행성의 궤도를 바꾸는 것으로 이는 현재 NASA가 우주기술에 황금기에 접어들었다는 대표적인 사례
 - 소행성의 궤도 변경 기술을 시험하고, 지구 방어 시스템을 개선하는 것을 목표로 디디모스 (Didymos)라는 이중 소행성 중 디디모스 B라는 작은 소행성을 타겟함.
 - 디디모스 B는 직경이 약 160m로, 지구와의 충돌 가능성은 전혀 없지만, 우주 방어 기술을 시험하기에 이상적인 대상으로 선택
 - DART 우주선은 약 550kg의 작은 탐사선으로, 정확한 충돌을 위해 충돌 목표를 추적하고 자율 내비게이션 시스템을 통해 무인운행으로 소행성에 다가가는 시스템을 구비
 - DRACO 카메라라는 고해상도 카메라가 탑재되어, 소행성의 모습을 실시간으로 촬영하며 충돌 직전까지 소행성을 추적
 - DART 우주선은 약 6.6km/h의 속도로 디디모스 B와 충돌하는 실험을 진행(' 22.9)하여 디디모스 B의 궤도 변경을 확인
 - DART의 충돌로 인해 디디모스 B의 공전 주기가 약 33분 정도 단축되면서 궤도가 변경
 - 동 프로젝트는 향후 지구 방어에서 유의미한 성과로 평가되며, 다른 미션과 연계하여 발전가능성이 있는 것으로 평가되고 있음.
 - 지구방어: 미래에 지구와 충돌할 가능성이 있는 소행성이 발견된다면, 소행성의 궤도를 변경하는 기술이 중요한 역할을 수행
 - 유럽우주국의 AIDA (Asteroid Impact & Deflection Assessment) 프로젝트 및 Hera

프로젝트와 연계되는데, 특히 Hera 프로젝트는 DART의 충돌 효과를 분석하고, 충돌 후 변화된 궤도를 더 정확히 추적

□ 퍼서비어런스(Perseverance) 로버와 큐리오시티(Curiosity) 로버를 활용해서 화성에서 신물질 발견한 것도 매우 유의미한 성과

- Perseverance, Curiosity 로버는 화성의 토양과 암석을 샘플링하여 유기 화합물을 발견
 - 생명체와 관련이 있을 수 있는 화합물로, 과거에 화성에 생명체가 존재했을 가능성을 시사하는 중요한 단서
 - Perseverance 로버는 과거 물의 흔적이 발견된 화성지역인 Jezero 크레이터에서 샘플을 채취하여 분석한 결과 탄소를 포함하는 화합물을 발견(' 21).
 - Curiosity로버는 Mars Remotely Sensing 장비를 활용하여 지구에서 생명체와 관련이 있는 화합물인 ‘메탄’을 발견하였고 메탄의 양이 변동하는 현상을 관측
- Perseverance 로버는 화성에서 호수 바닥 퇴적물과 미세한 물의 흔적 등 과거 물의 흔적을 계속해서 발견 중 → 과거 화성에 생명체가 존재했을 제공했을 가능성 시사
- Perseverance 로버에 탑재된 MOXIE (Mars Oxygen ISRU Experiment) 장치는 화성 대기에서 산소를 생산하는 실험을 진행
 - MOXIE: 화성의 이산화탄소를 산소로 변환하는 장치
 - 이 실험에서 MOXIE는 화성 대기에서 산소를 추출하는 데 성공했으며, 이는 화성에서 인간이 거주할 수 있는 환경을 조성하는 데 중요한 기술로 평가

4) 지속가능한 우주개발

□ 우주쓰레기(Orbit Debris) 궤도 이탈 위성에 대한 비활성화 대책 및 우주정거장에서의 위성 궤도 변경 기술을 적극적으로 개발 중

- NASA는 자체적인 추적 시스템을 운영하여 우주쓰레기의 위치와 움직임을 지속적으로 추적하고 모니터링
 - 우주쓰레기의 충돌 가능성을 예측하고, 운영 중인 위성이나 우주선에 대한 위험을 최소화
 - “Near-Earth Object Program“(NEO)에서는 우주쓰레기와 소행성 등을 포함한 다양한 물체를 추적하여 데이터를 수집
- 우주쓰레기 제거 기술 개발: 로봇 기술을 활용하여 고장난 위성이나 사용하지 않는 위성을 궤도에서 물리적으로 제거하는 기술을 개발
 - OSAM-1 (On-orbit Servicing, Assembly, and Manufacturing-1) 프로젝트: 궤도에서 고장 난 위성을 수리하거나, 더 이상 사용되지 않는 위성을 회수하는 기술을 개발 (' 25~)

- Capture and De-orbit(캡처 및 궤도 이탈) 기술: 로봇을 이용해 우주쓰레기를 포획하고 안전하게 지구로 떨어뜨리는 기술 연구
- 로보틱 캡처(Robotic Capture): 우주에서 로봇을 이용해 고장 난 위성을 직접 잡거나 포획하는 기술로, 로봇 시스템을 활용해 고장 난 위성을 잡고 궤도에서 꺼내어 재활용하거나 안전하게 지구로 떨어뜨림.
- 저궤도 위성의 경우 자체적인 추진 시스템을 탑재하거나 궤도 이탈을 유도하기 위해 추가적인 추진 시스템을 설계시부터 반영하도록 함.

□ 우주선과 위성을 설계할 때, 우주쓰레기 발생을 최소화하려는 기준을 도입하고 위성의 자발적 궤도 이탈(End-of-Life Disposal)이 가능하도록 위성이 임무를 마친 후 궤도에서 안전하게 처리를 위해 고안된 방법으로 위성 설계할 때부터 반영하도록 함.

- Design for Demise(소멸을 고려한 설계) 또는 End-of-Life Disposal(수명 종료 후 처리)과 같은 규정을 통해 위성의 수명이 끝났을 때 그것이 우주에 남지 않도록 처리
- 위성의 의도적인 재진입: 위성이 임무를 마친 후 대기권으로 재진입하여 소멸하는 기술로, 위성에 소형 엔진이나 추진 시스템을 탑재하여, 임무 종료 후 이를 통해 위성을 지구 대기권으로 유도
- 드래그 버스트“(Drag Burst): 위성의 궤도가 낮아질 수 있도록 대기권과의 마찰을 증가시키는 기술로, 위성이 자발적으로 대기권에 진입하여 궤도에서 이탈할 수 있도록 유도하는 기술임. 최근 소형위성과 민간 산업위성에서 자주 활용 중

□ 국제 협력 및 정책 개발

- UN COPUOS (United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space)와 같은 국제 기구와 협력하고 있으며, 우주 환경 보호를 위한 다양한 협약과 규정을 지지
- NASA와 JAXA(Japan Aerospace Exploration Agency)가 협업하여 Kounotori라는 위성 회수 임무를 수행
 - * RemoveDebris 프로젝트: 유럽 우주국(ESA)과 협력하여 고장 난 위성이나 우주쓰레기를 궤도에서 제거하기 위한 다양한 기술을 시험

[그림 2] 미국 NASA와 일본 JAXA 대표 발표 현장



나. 유럽 ESA

- ESA는 다양한 우주프로그램을 통해 국제협력을 강화하고 지구관측, 기후변화 대비, 우주 기술 개발을 수행
 - 우주에서 수집된 지구관측 데이터는 정보로 변환되어 지구 시스템을 모니터링하여 기후 변화를 완화하는데 활용하고 그 과정에서 차세대 인공지능시스템을 활용하고 발전시킬 계획
 - Earth Explorers: 기후위기에 대비한 지구관측 프로그램
 - Earth-care: 일본 JAXA와 협업하여 지구상의 방사선량을 측정하고 노출피해 환자를 모니터링
- 위성수가 기하급수적으로 늘어하는 환경에서 ESA는 우주환경의 지속가능성을 위해 「우주 쓰레기 제로 헌장(Zero Debris Charter)」를 2023년에 발표하고 참여국에 대해 우주쓰레기 방출 억제를 촉구
 - Zero Debris Charter는 매우 간단한 원칙으로 운용: 위성을 발사하는 개인, 기업, 기관, 국가는 해당 위성의 수명이 다할 경우 반드시 궤도에서 제거하는 것으로 현재 40여개 기관에서 참여 중이며 향후 100여개 기관으로 확대될 것으로 기대
 - 우주쓰레기를 생성할 확률을 물체당 1/1000 이하로 유지해야 한다는 등의 목표가 수록
 - 수명이 끝난 위성이나 로켓 등의 처리와 관련해 외부수단을 사용하는 것을 포함해 99%의 성공률을 달성해야 한다는 지침
 - * 에어버스, 디펜스 앤 스페이스, 탈레스 알레니아 스페이스, OHB, 미국의 Amazon 등의 민간기업 참여
 - 그러나 현재 상기 헌장은 규제보다는 자발적 준수를 촉구하는 수준으로 운영
 - 2025년 호주 IAC에서 본격적인 국제협력을 추진할 예정으로, 특히 아시아 태평양 지역의 협조 기대
- 새로운 우주탐사 이슈로 「행성 방어(planetary defense)」를 들 수 있음.
 - Space Weather Service: ESA의 Space Weather Coordination Centre(SWCC)는 유럽 내에서 우주 날씨 관련 정보를 제공하고 모니터링 → 태양체의 폭발이나 태양 플레어를 모니터링하여 우주인프라의 안전을 보장하고 향후 조기경보시스템 개발을 목표
 - 태양 활동, 우주 방사선, 자기 폭풍 등을 실시간으로 분석하고 예측
 - SOHO (Solar and Heliospheric Observatory): SOHO는 태양의 활동을 모니터링하고 데이터를 수집하여 태양의 기후 변화를 이해하는 데 기여 → 지구에서의 우주날씨 예측에 활용
 - Cluster Mission: Cluster 위성은 지구의 자기권을 탐사하여 태양풍과 지구의 상호작용을

연구 → 우주 날씨가 지구 환경에 미치는 영향을 이해

- NASA와의 협업을 통해 특수목적 위성을 발사했고 장기적으로는 지구안전과 소행성 충돌 감지 등에 활용
 - Swarm Mission: Swarm 위성은 지구 자기장의 구조와 변화를 연구하여 우주 날씨가 지구에 미치는 영향을 분석
 - Proba-2: 이 위성은 태양 활동을 실시간으로 관측하고, 태양의 폭발 현상 및 방사선 출력을 모니터링하여 우주 날씨 예측에 기여
 - NASA의 주관으로 「쌍소행성 궤도변경(DART, Double Asteroid Redirection Test)」 실험을 수행한 바 있으며(' 22.9) 지구에서 1100만km 떨어진 우주에서 소행성 디모르포스에 우주선을 충돌시켜 공전궤도와 행성모형을 변경시킨 사례
- ESA에서도 NASA의 DART와 유사한 「HERA」 프로젝트를 진행 중으로 ART가 목표로 한 소행성 Didymos와 그 위성인 Dimorphos를 자세히 조사하는 후기 임무를 수행(' 24.10)
 - 소행성의 구조, 궤도 변화, 그리고 충돌의 결과를 분석하여, 소행성과의 충돌 방지 기술을 발전시키기 위한 중요한 데이터를 수집

□ 유럽의 ‘지속가능한 우주접근’의 시각에서의 최근 Ariane 6와 Vega C 등 가시적인 우주 개발 성과

- ESA의 차세대 발사체 Ariane 6는 기존의 Ariane 5를 대체하는 로켓으로, 비용 효율성을 극대화하고 유연성을 높여 상업 위성 발사 시장에서의 경쟁력을 제고하는 것이 목표
 - 지속가능성을 반영하여 모듈화된 설계와 최대 약 10,000kg의 하중을 저궤도로 운반하는 역량, 발사회수 증가를 위한 발사대 확보와 친환경기술 적용 등
 - Ariane 5와 같은 발사대를 활용한 한계가 있어 시험발사가 4년 지연되었으나 최초 발사에 성공(' 24.7)하였고 향후 2026년까지 8회의 추가 발사를 계획
- ESA의 Vega C는 유럽 우주국이 개발한 새로운 발사체로, 경량 위성을 저궤도에 발사하는 데 최적화되었으며 첫 번째 발사에 성공(' 22)
 - Vega C는 더 강력한 엔진과 새로운 부스터를 사용하여 더 많은 하중을 운반 → 대형 위성이나 더 많은 위성을 한 번에 발사 가능
 - 약 2,300kg까지 저궤도로 운반
 - Vega C는 다양한 미션에 맞춰 여러 구성 옵션을 제공하여 유연성을 높일 수 있도록 모듈화된 설계 방식을 적용하고 친환경연료를 사용하는 엔진을 도입
- 발사체 규모별로 마이크로, 중형, 대형 발사대를 추가로 확보 중
 - 기존 발사대 업그레이드: 기존의 Ariane 발사대 시설을 현대화
 - * 예를 들어, 프랑스 기아나에 위치한 발사대 시설을 개량 중
 - 새로운 발사대 건설: 유럽 전역에 새로운 발사대를 건설하는 계획도 검토하되, 특히

소형 위성을 위한 마이크로 발사대를 확보하려는 노력을 추가

* 영국과 스웨덴, 노르웨이, 독일, 포르투갈 등이 중소형 로켓 발사장을 추가 건설 중

다. 인도

- 인도는 2040년까지 자체 우주개발과 관련 기술 강화를 목표로 다수의 프로그램을 운영하고, 달탐사와 더불어 화성탐사와 우주정거장 건설 등의 추가 미션을 적극 수행할 계획
 - 소행성 탐사: Aditya-L1 임무를 통해 태양을 연구하는 우주선을 발사할 계획
 - 달 탐사: Chandrayaan-3 미션이 최근 성공한 이후 달의 자원과 지질학적 특성을 연구
 - 화성 탐사: Mangalyaan(Mars Orbiter Mission)을 통해 화성의 대기 및 표면을 연구
 - 차세대 발사체 개발: GSLV(Geosynchronous Satellite Launch Vehicle)와 PSLV(Polar Satellite Launch Vehicle) 등 다양한 발사체를 개발하여 상업적인 위성 발사 시장에서의 입지를 강화
 - 우주 정거장 계획: 독자적인 우주 정거장을 2035년까지 건설할 계획
- 인도의 우주 지속가능성은 국립우주병원(National Space Hospital)에서 수행 중인 Debris Free Space Missions과 관련
 - 국립우주병원(National Space Hospital)은 우주 비행사와 연구자들의 건강 관리, 우주 환경에서의 생리학적 영향을 연구하기 위해 설립되었으며, 민간생태계를 구축할 때 참여자들에게 지속가능성 의무를 부여
 - 운용중인 우주선을 줄이는 것은 불가능 하지만, 실제 작동하지 않는 우주선을 궤도 상에서 제거하고, 잔해가 없도록 하는 것이 중요
 - 잔해 배출 기관은 수명이 다한 모든 우주선에 검토를 요청했거나, 가압 및 기타 널리 퍼진 잔해와 같은 기능적 시스템을 통해 잔해를 생성하지 않는 연구를 진행 중
 - 유인 우주 비행 임무 수행시 우주인의 건강을 해치지 않는 청정한 지역을 유지하기 위한 궤도 전략이 필요
 - 상기 전략들은 2030년 전면 시행을 위해 단계적으로 준비 중
- 현재 인도는 민간 기업의 해외 진출이 증가하여 현재 소규모 프로젝트, 발사체, 위성을 구축하고 애플리케이션을 배포하는 거의 200개의 신생 기업과 회사가 시장에서 활동 중으로 우주산업 생태계에 활발한 변화와 함께 새롭게 Space Policy 2023 발표하면서 민간부문 활성화를 적극 추진
 - 그동안 우주개발을 주로 주도했던 인도우주연구기구(ISRO, Indian Space Research Organization)의 역할은 고급기술 연구·개발로 국한
 - 위성, 우주선, 발사체계 제조와 조립, 우주 관광·탐사 상품 개발, 위성기술 활용처

및 서비스 발굴 등 다양한 실무는 민간에서 전담하도록 3개의 신설기구를 창설

- 기존 ISRO 설비는 민간부문에서 유료사용하도록 규정

○ 신설된 3개의 기구는 민간에서 우주상업활동을 기능별로 활발히 하도록 하는 목표

① 우주 진흥 및 인가 센터(IN-SPACe): 민간기업이 공정한 조건 아래 인도의 우주 인프라를 활용할 수 있도록 우주 관련 활동을 전개하거나 인도의 우주자원을 활용하고자 하는 주체들을 ISRO와 연결하고 중개 → 민간 부문의 상업벤처 참여를 장려

② 인도 우주국 산하 우주진흥이사회(Indian National Space Promotion Board): 민간·비정부 사업가의 우주 분야 진출을 장려

* 데이터 공유와 우주에서의 상호작용 등 이해관계자들과의 협업을 위한 플랫폼 조성

③ 뉴스페이스인디아(NSIL, New Space India Limited): 우주활동을 현대화하고 기존의 공급주도형 모델을 수요주도형 모델로 전환해 글로벌 우주경제에서의 국가적 잠재력을 극대화하는 목표

* 정부기관이 참여하는 수요주도형 분야의 사업 규모를 키우는 역할을 담당

○ 외국 기업의 현지 법인 설립을 통한 자국 우주부문 투자를 장려하면서 2025년까지 우주부문 가치 130억 달러(한화 약 16조 7,000억 원), 2030년까지 세계 우주 경제 규모의 10%를 달성한다는 목표를 수립하였고, 특히 ‘우주제조’에 초점

□ 미국, 일본, 유럽과도 활발한 국제 협력을 추진 중

○ NASA와는 우주쓰레기 모니터링과 예측을 위해 공동데이터 베이스를 구축하고 추적 및 감시기술을 협업

- NASA의 고급 레이더 및 광학 관측 기술과 ISRO의 감시 시스템을 결합하는 시도

- 로봇 기술을 활용한 위성 포획, 레이저를 이용한 궤도 변경 기술, 및 강력한 그물 시스템을 이용한 수거 기술 등 우주쓰레기 수거 관련 기술 개발 협업하고 교육 및 워크숍 공동개최

○ ISRO의 Chandrayaan-2 임무에서는 달 탐사를 위해 JAXA의 기술과 데이터를 활용하는 등 JAXA와 달탐사 관련 협업을 활발히 추진 중

- JAXA에서 달 표면의 지질 및 자원을 연구하기 위한 기초 데이터를 제공

- JAXA의 달 탐사 로봇 기술과 ISRO의 위성 발사 기술을 결합하여 달탐사 미션 수행

- 새로운 공동탐사 미션을 통해 JAXA에서 2025년으로 예정된 SLIM(Smart Lander for Investigating Moon) 임무를 통해 달 착륙 기술을 시험할 예정이며, 이 과정에서 ISRO가 지원

○ ESA와 GAGAN(GPS Aided Geo Augmented Navigation) 시스템을 개발하는 데 협력 중이며 우주 환경, 기후 변화, 지구 관측에 관한 연구를 진행

- 유럽의 항공기 내비게이션의 정확성을 높이기 위한 것으로, 인도의 위성 내비게이

선 체계를 강화

- ESA의 Mars Express와 인도의 Mangalyaan 같은 임무에서 데이터 공유와 연구 협력
- ESA의 Copernicus 프로그램을 통해 위성발사 및 공동프로그램 운용

□ 인도는 ISRO를 중심으로 독자적인 장기 유인우주프로젝트로 Gaganyaan을 추진 중(' 20~)으로 이를 통해 우주기술의 핵심에 근접하고자 함.

- 인류를 우주로 보내고 안전하게 지구로 귀환시키는 데 목표
- 3명의 우주인을 수용할 수 있는 유인우주선을 설계해 고성능 로켓인 GSLV Mk III(Geosynchronous Satellite Launch Vehicle Mark III)를 통해 발사되고 귀환시 태평양지역에 착륙할 예정
- 우주 비행사 훈련, 생명 유지 시스템, 안전 장치 등의 기술을 개발하고 이를 위해 다양한 우주인 훈련 프로그램을 운영

□ 재사용로켓 분야와 관련해서는 2030년 내 확보를 목표로 4개의 프로젝트를 추진중으로 우주기술의 가격경쟁력을 확보하기 위해 노력

- ① Reusable Launch Vehicle (RLV): RLV는 인도의 첫 재사용 로켓으로, 여러 시험 비행이 진행되었으며, 이 중에서는 고도 비행 및 비행 성능 검증을 위한 실험이 포함
- ② Reusable Solid Rocket Booster (RSRB): 고체 연료를 사용하는 재사용 가능한 부스터 개발을 통해 재사용 가능성을 평가하고, 반복 발사에 대한 신뢰성을 제고
- ③ Vikram 1 Rocket: Vikram 1은 인도가 개발 중인 소형 재사용 로켓으로, 소형 위성 발사에 활용 목표
- ④ ISRO' s Advanced Technology Vehicle (ATV): 인도의 재사용 로켓 기술을 연구하는 차세대 로켓개발 프로젝트

□ 인도는 이미 달 남극과 화성탐사에서 성과를 거둔 경험이 있으며 최근 금성탐사추진 계획도 발표

- 화성 탐사(Mangalyaan 2): 인도 ISRO의 두 번째 화성 탐사 미션으로, 화성의 대기, 지표, 그리고 지질을 연구하는 데 중점을 두고 있으며, 2024년에서 2025년 사이에 발사를 목표
 - 기존의 Mangalyaan(2013년 발사)의 화성탐사에서 얻은 데이터와 경험을 바탕으로 더욱 발전된 과학 장비를 탑재
- 금성 탐사(Shukrayaan 1): 2024년 12월 발사예정인 금성탐사로켓으로 금성의 표면과 대기에서의 화학적 성분 분석을 위한 다양한 과학 장비를 장착
 - 인도 우주 협회(ISpA)는 뉴스페이스 인디아(NewSpace India Ltd, NSIL), 인도 국립 우주 진흥 허가 센터(Indian National Space Promotion and Authorization Centre, IN-SPACe) 등의 정부 기관을 포함하여, 스카이루트 에어로스페이스(Skyroot Aerospace) 등 민간기업의 참여도 다수

라. 캐나다

- 지난 45년 동안 캐나다는 NASA의 협력 국가이자 유럽 우주국 회원으로 다양한 프로젝트에 참여
 - 캐나다의 'CANDU 원자로'에서 사용하던 연료적재용 로봇팔(Canadarm Series)을 NASA가 주목하여 우주산업용으로 개발했고, 우주정거장에서 로봇팔을 활용해 물건과 위성을 꺼내는 작업을 수행하면서 현재 아르테미스2 미션에도 해당 제품이 포함되면서 우주비행사 1명(제레미 헨슨)의 탑승권리까지 확보
 - 가볍고 자유자재로 움직이면서도 다른 탑재물에 영향을 주지 않을 정도로 부피가 작아야하고 무중력 상태에서 작동하면서 우주왕복선의 기능을 저해하지 않도록 반작용을 일으키지 않게 정밀해야 함.
 - 캐나다는 최초의 우주왕복선 컬럼비아호에 캐나다담1을 설치하고 NASA의 우주왕복선 들에서 90회 이상의 임무를 수행한 경험
 - 저궤도에서 최대 26만 6000kg까지 들지만 전력 사용은 매우 낮은 장점
 - Canadarm Series 외에도 과거 캐나다는 꾸준히 우주개발을 추진한 경험
 - 알로에테 1호 위성을 쏘아올린 경험(1962)과 소련과 미국에 이어 인공위성을 세계에서 3번째로 발사
 - 아닉 A-1(1972)는 세계최초 정지궤도 통신위성 네트워크 구성한 사례
- 캐나다 우주국(Canadian Space Agency, CSA)은 Canadarm Series를 중심으로 NASA의 아르테미스 프로그램에 적극적으로 참여하고 있으며 로사리오 탐사선(OSIRIS-REx) 미션, 지구 관측 및 ISS에서의 우주생물학 연구에도 꾸준히 참여 중
 - 캐나다의 로봇 시스템인 Canadarm2와 그 후속 기술을 ISS와 달 탐사에 활용하기 위해 아르테미스 프로그램에 참여하여 ISS에서 생명과학 연구를 지속적으로 수행
 - 로사리오 탐사선(OSIRIS-REx) 미션은 소행성 벤누에서 샘플을 수집 한 후 지구로 돌아와 과학적 연구에 활용
 - RADARSAT 프로그램은 고해상도 레이더 이미지를 제공하여, 환경 변화 및 자원 관리를 지원하고 기후 변화 및 자연 재해 모니터링을 위한 다양한 지구 관측 위성을 운영
 - 극한 환경에서 생명체의 생존 가능성에 대한 우주생물학 연구도 진행
 - SLIPD Lake Project: NASA와 협업하여 얼음 아래의 생명체와 수자원의 가능성을 조사
 - Canadarm3개발에 참여하고 있는 MDA 등 민간기업의 우주개발 참여도 증가
 - NorthStar Earth & Space: 지구 관측 위성을 통해 기후 변화와 환경 모니터링을 위한 데이터를 제공하는 프로젝트를 진행하여 고해상도 이미징 기술은 자연 재해 및

자원 관리를 지원하는 데 사용

- GHGSat: 위성 기반의 온실가스 감지 기술을 개발하여, 산업시설에서의 온실가스 배출을 모니터링
- Kepler Communications: 저궤도 위성을 통해 IoT(사물인터넷) 네트워크를 구축하고 있으며, 우주에서 데이터를 수집하고 전송하는 기술을 개발
- 캐나다의 Sea Corps는 ISA(International Space Agency)와 협력하여 바이오매스 임무를 수행
- ABB는 ISA의 9번째 Earth Explorer 위성 임무의 일부인 레이저 장치를 제공

□ 캐나다는 국제협력에 적극적으로 참여할 뿐 아니라, 우주개발을 위한 국제협력의 저변 확대에도 기여

- 필리핀이 사상 처음으로 우주 회의에 참석하도록 캐나다가 도움
 - 필리핀 마닐라 외무부는 캐나다와의 협정을 통해 캐나다의 위성 기술인 “암흑 선박 탐지 시스템”(Dark Vessel Detection System)의 데이터에 접근
- 2023년 몬트리올에서 여성을 위한 우주 전문가 회의인 “Women in Space”를 개최
 - 여성 과학자, 엔지니어, 우주 탐사 전문가들이 모여 경험을 공유하고, 멘토링 및 네트워킹 기회 제공
 - 여성의 우주 분야 진출을 장려하고, 다양한 직업에서의 여성의 역할을 강조

□ 심우주 탐사를 위한 의료, 식품 등 극한 환경에서 생존을 높이기 위한 연구를 진행 중

- 제약회사 및 대학, 협회 등과 계약을 맺고 커넥티드 케어 모듈을 개발하고 영국 우주국과 공동프로젝트를 진행 중
 - 모듈은 기본적으로 운송 컨테이너 크기이며 질병을 진단, 치료, 예방하는 데 필요한 모든 것을 갖추고 있으며, 우주와 지구상의 외딴 지역에 있는 사람들이 건강을 유지할 수 있도록 개입을 수행
 - (Medicago) 면역 치료와 백신 개발을 전문으로 하는 제약 회사로, 우주 환경에서 면역 시스템에 미치는 영향을 연구
 - (Aurora Cannabis) 캐나다의 대표적인 의약품 대마 회사로, 우주 비행사들의 스트레스나 심리적 안정을 위한 치료제 개발에 참여
 - (Zymeworks) 단백질 기반 치료제 개발을 전문으로 하는 회사로, 우주 환경에서의 생리학적 변화를 해결할 수 있는 의약품 연구에 참여
 - (Dalhousie University’s School of Medicine) 다수의 제약사와의 협업을 통해 우주 환경에서의 생명과학 및 의약학 연구 수행하는 대표적인 대학
 - (Bioscience Association of Canada) 캐나다의 여러 제약회사들과 협력하여 우주 연구에 필요한 의약 기술과 데이터를 제공하는 바이오 협회로, 제약회사는 아니지만,

이들이 포함된 연구 네트워크는 중요한 역할

- 우주에서는 미세중력(무중력), 우주 방사선, 그리고 폐쇄된 환경이 인체에 다양한 영향
→ 근육 위축, 골밀도 감소, 면역력 약화, 심혈관 질환과 같은 문제를 야기하기 때문에 우주 환경에서 인간이 겪는 생리적 변화를 심층적으로 이해하고, 이를 개선할 수 있는 치료법을 개발하는 것이 중요
 - (우주 비행의 신경과학적 영향) 우주에서의 장기 체류는 우주 비행사의 인지 기능과 감정에 영향을 미칠 수 있으며, 이에 대한 해결책을 탐색 → 신경 보호제와 우주 비행 중 심리적 안정을 위한 치료제 개발 등
 - ((우주 방사선의 영향) 우주 방사선은 지구 대기권 외부에서의 우주 탐사에서 큰 문제로, DNA 손상, 암 발생 위험 증가 등 건강에 심각한 영향 → 방사선 차단 물질이나 치료제, 보호장비 개발
 - ((우주에서의 근육과 뼈 건강) 근육 및 골격계는 미세중력 환경에서 약해지며, 이는 우주 비행사가 지구로 돌아왔을 때 문제 → 근육 위축 방지 약물이나 골밀도 증가 치료법을 개발
 - ((우주 비행사의 면역력 회복) 우주 비행 중에는 면역 체계가 약해져 감염에 대한 취약성 증대 → 면역 시스템 강화 연구
- 더불어 우주에서의 식용식품생산 연구도 진행 중으로 우주뿐 아니라 접근성 취약 지역의 인구에도 도움이 될 것으로 기대

□ 급격한 지구의 기후변화에 대비하기 위해서는 보다 정교한 지구관측데이터를 활용하는 것이 중요하고, 캐나다 우주국과 캐나다 정부는 기후위기에 대비하는 우주정책을 우선순위에 두고 있음.

- 캐나다는 극심한 산불을 2차례 겪으면서 기후위기를 체감하고 있으며 캐나다 국토 중 빙하로 덮인 지역이 급격히 감소하고 있음.
- 지금까지 캐나다는 비교적 인구가 적고 해안, 산, 평야, 숲, 수천 개의 호수와 강으로 구성된 다양한 풍경을 가진 생물다양성의 보고였지만, 최근 기후변화는 이러한 자연생태계를 급격히 변화시켜 대책마련이 시급

□ 지구관측을 위해 다수의 위성을 90년대부터 운용 중으로 현재 40여개 프로젝트가 진행 중

- RADARSAT 시리즈의 위성을 통해 구름과 비, 어두운 환경에서도 지구를 관측할 수 있는 고해상도 레이더 이미지를 제공하는 중요한 기술을 보유
 - RADARSAT-1('95~): 캐나다의 첫 번째 레이더 원격탐사 위성으로, 주로 환경 모니터링, 해양 관측, 기후 변화 분석 등에 사용
 - RADARSAT-2('07~): RADARSAT-1의 후속 위성으로, 해상도와 기능이 향상하여 북극 지역, 해양, 숲, 도시, 농업 등 다양한 분야에서의 데이터를 수집

- RADARSAT Constellation Mission (RCM)(* 19~): 3개의 레이더 위성으로 구성된 이 미션은 실시간 모니터링을 통해 기후 변화와 자연 재해를 추적하고, 해양 오염, 기후 변화의 영향을 분석

* 특히 북극 및 대양의 상태를 모니터링하고, 선박의 위치 추적 및 해양 자원 관리에도 활용

- SCISAT-1(* 03~): 대기 관측 위성으로, 특히 오존층과 대기의 화학적 변화를 모니터링
- CASSIOPE(* 13~): 다목적 우주 임무를 수행하는 위성으로, 특히 e-POP (enhanced Polar Outflow Probe) 장비를 통해 극지방의 전리층을 연구
- ÖVER-1(* 20~): 민간에서 개발한 상업적 지구 관측 위성으로, 고해상도 이미지를 제공하고, 주로 농업, 환경 모니터링 및 도시 계획 등에 사용
- NASA, ESA(유럽우주국), JAXA(일본우주항공연구개발기구) 등과 COPERNICUS 프로그램을 비롯한 국제 지구 관측 프로젝트에 적극 참여
 - 고해상도 위성을 통해 수집된 지구관측 정보를 국제협력을 통해 공유하여 기후변화에 대응하는 글로벌 솔루션을 만들고 위성데이터를 통해 수익 창출을 기대
- Earth Observation for Sustainable Development Goals (SDGs)의 성취를 위해 고해상도 지구관측위성의 추가 발사계획을 가지고 있음.
 - 후속 RADARSAT 임무: 캐나다는 RADARSAT-2와 RCM의 성능을 개선한 차세대 고해상도 레이더 위성을 개발 중
 - MDA의 “RADARSAT-3“: MDA는 RADARSAT 시리즈의 후속 위성인 RADARSAT-3을 개발하고 있으며, 이는 고해상도 레이더 이미지를 제공할 계획
 - ÖVER-2: 캐나다의 ÖVER 위성 시리즈는 민간 기업에 의해 개발된 고해상도 위성으로, 농업, 환경 모니터링, 도시 계획 등에서 활용될 수 있는 이미지를 제공할 예정으로 ÖVER-2는 현재 개발 중

□ 캐나다 정부는 이러한 모든 우주연구와 탐사의 과정에서 여성과학자의 참여도를 높여 다중 감각적인 시야를 확보하는 노력도 병행 중

- 몬트리올에서 UN과 함께 여성을 위한 국제우주행사를 개최하였고 소외계층을 위한 프로그램을 운영
 - 소외 계층 의 대학원생을 위한 STEM 인턴십과 맞춤형 교육활동
 - 여성과 흑인 대학원생을 위한 우주 컨퍼런스 개최
 - 어린이들을 위한 우주프로그램 개최를 통한 우주분야 홍보활동
- 향후 우주분야에서도 형평성, 다양성 및 포용성을 제고하는 것에 더욱 정책적으로 노력할 필요

마. 중국 CNSA

- 중국은 국가항천국(CNSA, China National Space Administration)의 주도로 “Chang’e” 프로젝트라는 달탐사 프로그램을 진행하고 있으며, 최근 눈에 띄는 성과가 나타남.
 - Chang’e-1(’ 07): 달의 표면 지도를 작성, 달의 염기성 성분(기체, 토양)과 물질 분석을 수행, 달의 중력장 및 자기장을 조사하였고 달 궤도에서 연료가 고갈되어 임무를 마침(’ 09)
 - Chang’e-2(’ 10): 달 표면을 보다 정밀하게 조사하기 위해 고해상도 달 표면 이미지 촬영(최고 해상도 1.5km)과 달 표면 3D 지도 제작을 수행하였으며 달을 벗어나 태양 궤도로 이동한 성과
 - Chang’e-3(’ 13): 중국 최초의 달 착륙선으로 로버 “Yutu“(玉兔, 옥토끼)를 탑재해 달 표면에 착륙(’ 13.2)
 - Yutu는 달 표면을 탐사하고, 달의 토양 샘플을 분석하기 위해 총 3,500m 이상을 이동하며 달의 자원과 지질을 조사
 - Chang’e-4(’ 19): 인류 역사상 최초로 달의 뒷면에 착륙하고 달의 지질, 기온, 자원 등을 조사하고, 유기 화합물을 포함한 달 표면의 화학 성분을 분석
 - 달의 뒷면은 지구에서 직접 통신할 수 없기 때문에 기술적으로 매우 뛰어난 성과
 - 달의 뒷면인 南极-Aitken Basin(남극-에이컨 분지) 지역에 성공적으로 착륙
 - 달 뒷면과의 통신을 위해 “Queqiao“(鹊桥)라는 중계위성을 발사하여, 지구와 달 뒷면 사이의 통신을 연계
 - Chang’e-5(’ 20): 달 표면에서 샘플을 채취하고 이를 지구로 반환하는 임무를 수행
 - 1.73kg의 달 샘플을 채취하여 귀환 캡슐을 성공적으로 지구로 귀환
 - Chang’e-6, Chang’e-7, Chang’e-8 등 후속 프로그램을 통해 달의 남극 지역 탐사, 자원 개발, 유인 달 탐사를 위한 기초 작업을 수행하고 향후 유인 달탐사를 목표로.
 - Chang’e-7(’ 26 예정): 달 남극 탐사를 통한 물과 얼음 존재 확인 연구 수행
 - Chang’e-8(’ 28 예정): 달 남극에 착륙하고 유인 달 탐사를 목표
- 중국은 독립적인 우주정거장을 운영하기 위해 Tiangong(天宫, Tian Gong) 프로젝트를 추진 중으로 이를 통해 과학연구, 기술실험, 국제협력 등을 수행
 - Tiangong은 기존의 국제우주정거장(ISS)과 유사한 기능을 하며, 중국의 우주 탐사, 연구, 실험 등을 위한 주요 거점으로 활용
 - Tianhe(天和, ’ 21)는 Tiangong 우주정거장의 핵심 모듈로, 우주정거장의 제어, 조정, 에너지 공급을 담당하며, 우주 비행사들의 생활 공간도 제공하고 기본 시스템(전력, 통신, 환경 유지 등)을 갖추고 있어 다른 모듈들과의 결합 후 장기간 우주

임무를 수행할 수 있도록 지원

- 실험 모듈 (Wentian, Mengtian, ' 22): 실험 장비, 연구 공간을 제공하여 우주에서의 과학실험을 지원

- Tiangong 우주정거장은 우주에서의 인간 생리학과 기술 개발에 대한 연구를 수행하고, 우주에서의 식량 생산, 인간 생리 관리, 우주 탐사 장비의 작동 여부를 점검할 수 있도록 하는 기술시험플랫폼으로서 기능 → 중국은 이를 통해 우주 탐사 분야에서 독립적인 역량을 강화하면서도, 다른 나라들과의 협력을 위한 기회를 제공
- 장기적으로는 우주 탐사, 달 탐사, 화성 탐사 등을 위한 기술적 기반을 마련하고 장기적으로는 심우주탐사의 기반으로 활용을 목표

□ 화성탐사 프로그램 Tianwen(天问, Tian Wen)은 2020년 이후 꾸준히 추진 중

- Tianwen-1(' 20): 중국의 첫 번째 화성 탐사 임무로, 우주선, 로버, 착륙선을 포함하는 복합적인 구조를 가지고 있으며, 중국은 이를 통해 화성의 지질, 기후, 물 자원 등 연구
 - 2021년 2월에 화성 궤도에 성공적으로 진입하고, 화성의 표면과 대기에 대한 데이터를 수집
 - 2021년 5월, Zhurong 로버가 화성 표면에 착륙하고 탐사를 시작하여 화성의 지질, 기후, 지하 자원 등을 분석하며, 화성의 고대 생명체 존재 가능성을 조사하는 중요한 데이터를 수집

□ Tianwen-1을 통해 화성 탐사에 성공한 뒤 성 탐사를 위해 Tianwen 시리즈의 후속 미션을 추진중

- Tianwen-2 미션은 목성의 대기, 자기장, 지질학적 특징 등을 연구하는 것을 목표로하는데, 가니메데, 유로파, 칼리스트와 같은 목성의 주요 위성들에 대한 연구에 초점
 - 이들 위성에서 물의 존재 가능성, 지하 바다 등이 있을 것으로 추정되고 있어 우주 생명체의 가능성을 탐구하는 데 중요한 장소로 선정
 - 유로파와 가니메데는 물이 액체 상태로 존재할 가능성이 있는 얼음으로 덮여 있기 때문에, 생명체 존재 여부를 알아내는 데 중요한 역할을 기대
- Tianwen-2는 목성 궤도를 돌며 목성 대기, 자기장, 방사능 환경 등을 조사하고, 목성의 위성들에 대한 상세한 이미지를 촬영하고 데이터를 수집
 - 극한 환경에서의 항법, 통신, 방사선 방어 등을 해결할 수 있는 첨단 기술을 개발하고 있으며 이는 심우주탐사의 첫 번째 단계로서의 의미

□ 중국의 Ocean 시리즈 위성은 해양 환경 보호와 기후 변화 연구를 위해 중요한 역할을 하며, 해양 자원 관리 및 안전을 위한 다수의 연구를 수행하면서 중요한 데이터를 수집함.

- 海洋三号 (Ocean-3, Haiyang-3, ' 20): 해양 변화와 기후 변화 연구에 중요한 정보를 제공하기 위해 개발된 위성으로 지구 대기 및 해양 상호작용, 해양 오염 추적, 해양 자원

평가 등을 위한 원격 탐사를 수행하며, 해양 관리와 기후 변화 대응에도 중요한 데이터를 제공

- 다중 스펙트럼 영상과 SAR 레이더를 이용한 관측, 정밀한 해양 환경 모니터링을 목표로하여 해양 환경 보호 및 어업 자원 관리에도 유용한 정보를 제공하며, 기후 예측을 위한 자료를 축적
- 海洋四号 (Ocean-4, Haiyang-4, '23): 중국의 최신 해양 위성으로, 해양 환경 변화와 해양 자원 관리를 더욱 고도화하기 위해 해양의 수온, 염도, 해양 순환 및 흐름 등을 더욱 정밀하게 모니터링하며, 기후 변화와 관련된 중요한 데이터를 제공
 - 태풍, 기후 변화, 해양 오염 등을 추적하는 데 중요한 기초 자료를 제공
- 기후변화 연구에서 Ocean 위성시리즈는 해양환경모니터링과 이에 기반한 기후변화 연구, 어업 및 해양자원 관리 등 다양한 지구관측 성과를 보이고 있음.
 - 해양 환경 모니터링: 해양 오염(예: 기름 유출, 플라스틱 오염 등), 해양 생태계의 변화, 해수면 상승 등을 추적하는 데 필요한 데이터를 제공
 - 태풍과 같은 극단적인 날씨 현상도 실시간으로 모니터링 가능
 - 해양 온도, 염도, 수위 등은 지구의 기후 변화를 추적하여 해양 재해(예: 해일, 해양 폭풍 등)에 대한 예측과 대응을 강화하는 데 중요한 역할
 - 어업 자원의 분포 및 생태계 변화에 대한 데이터를 제공

□ 중국은 우주 탐사, 위성 기술, 기후 변화 대응, 통신 및 우주 교육 등 여러 분야에서 국제 협력을 확대하고 있으며 특히 중국-러시아, 중국-유럽, 중국-아프리카, 중국-파키스탄, 중국-중동 국가들, 중국-유엔과의 협력은 중국이 우주 개발에 있어 국제적인 파트너십을 적극 확대

- (중국-러시아 우주 협력) Tianwen-1 화성 탐사 프로젝트에서 데이터 공유 및 기술 지원을 제공하기 위해 러시아가 화성 탐사의 주요 통신 지원 역할을 맡았으며, 과학 장비의 일부도 공동 개발하였음. 또한 러시아와 중국은 Tiangong 우주정거장의 모듈을 공동개발 함.
- (중국우주국(CNSA)과 유럽우주국(ESA)) 중국의 달 탐사선 Chang'e-4는 유럽우주국(ESA)과의 협력으로 달 뒷면에 착륙하는 데 성공
 - Chang'e-4는 유럽의 과학 장비를 탑재하여 달의 뒷면을 탐사하는 중요한 임무를 수행하였고 중국은 이 과정에서의 데이터를 공유하였음.
 - 아리안 로켓 발사체의 사용 등 우주 발사 시스템에서의 기술 협력 성과
- (중국-아프리카) 위성 기술, 우주 교육, 정보 통신 기술 분야에서의 협력을 강화하였으며, 특히 통신 위성 및 기후 모니터링과 관련된 프로젝트에서 중요한 역할
 - 중국은 앙골라와 나미비아를 포함한 아프리카 국가들과 협력하여 천문학적 수의 위

성을 발사(' 19~)

- 중국은 아프리카 국가들에 우주 기술 교육을 제공하고, 기술 이전을 통해 아프리카 국가들의 우주 기술 역량을 향상시키기 위한 교육 프로그램도 운영 중
- (중국과-파키스탄) PakSat-1R 위성, 기상 위성 개발 및 우주 탐사에서의 협력
- (중국과 UAE) Hope Mars Mission(' 20)을 통해 화성탐사 프로젝트에서 중국의 창정-5A 로켓을 활용
- (중국-UN) 유엔우주사무소(UNOOSA)와 협력하여, 우주 환경 관리와 위성 데이터의 국제적 활용에 대한 협력하고 있으며 UNISPACE+50 회의와 같은 유엔의 우주 관련 회의에 적극 참여

마. 일본(JAXA)

- 일본은 일본항공우주개발기구(Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA)를 중심으로 우주개발을 추진
 - 일본은 우주 산업을 국가 전략으로 삼고 있으며, 기후 변화 대응, 과학 기술 혁신, 국제 협력을 우선시하는 우주 개발 정책을 추진
 - 우주 탐사, 기후 변화 대응, 우주 산업 활성화 등 다양한 목표를 가지고 있으며, 이를 위해 국제 협력, 민간 참여, 우주 환경 보호 등을 중요한 정책 과제로 인식
 - 기술 혁신과 국제 협력, 특히 미국과의 적극적인 협력을 통해 지속 가능한 우주 환경을 구축
 - 민간 우주 산업 활성화: 우주 산업을 상용화하고, 우주 관광과 같은 신산업을 창출하고자 민간기업과의 협력을 강화
- JAXA는 최근 달 탐사와 화성 탐사를 포함한 우주 탐사 계획을 강화 → 국제 협력을 통해 글로벌 우주 탐사 활동에 적극 참여하고 있는데, 특히 미국, 유럽, 인도, 아랍 에미리트(UAE) 등과 협력을 강화
 - 미국 NASA의 달탐사 프로젝트인 「아르테미스 프로그램(Artemis Program)」에 적극 참여하여 유인우주비행, 달착륙선 개발, 달기지 구축을 목표로 함.
 - 달 탐사선 「SLIM(Smart Lander for Investigating Moon)」이 달 착륙에 성공하여 달 표면 자원조사를 수행 중(' 24.1)
 - 화성탐사에도 적극적으로 참여하여 「MMX(Martian Moons Exploration)」 미션을 추진중(' 26 발사 예정)
 - 화성의 두 위성(포보스와 데이모스)을 탐사하고, 표본을 지구로 가져오는 것이 목표
- JAXA는 일본의 우주 산업 생태계를 활성화하고, 민간 기업의 우주 개발 참여를 촉진하는 정책을 추진 → 민간 우주 기업과 협력하여 우주 산업의 발전을 도모

- 「HAKUTO-R」 달 착륙선 개발: 아이스페이스(ISpace)와 JAXA의 기술 협력
 - 소형 위성 발사 시스템을 공동 개발: 민간기업 이와타(Iwata)와 공동 개발함
 - Tsubasa Space와 JAXA가 협력하여 자율적인 우주 탐사 시스템을 개발
 - 미쓰비시 중공업과 협업하여 로켓 개발 및 우주발사서비스를 제공
 - 일본의 대표적인 우주발사체인 H-IIA, H-IIB 로켓 개발 성과
 - 최근 H3 로켓 개발 중
 - 대형 통신 기업인 SoftBank와 협업하여 위성 통신 및 우주 인터넷 관련 프로젝트를 수행하고 대표적인 항공사인 ANA와 협업하여 우주 관광과 관련된 사업을 공동으로 추진
 - 미국 SpaceX의 Falcon 9 로켓을 사용하여 일본의 우주 임무 및 위성 발사를 진행
- 기후 관측 위성과 지구 환경 모니터링에 대한 연구를 통해 기후변화에도 대응
- GOSAT(Greenhouse gases Observing SATellite)와 GOSAT-GW 위성을 운영하여 지구 대기 중 이산화탄소 농도를 측정
 - Earth Observation 프로젝트를 통해 지구 환경 모니터링
- JAXA는 일본 정부의 우주 개발 5개년 계획에 따라 우주 탐사 및 기술 개발의 비전을 제시하면서 우주 탐사를 넘어, 우주 기술 혁신, 국제 협력 강화, 우주 상용화 등을 목표로함.
- 「Space Transportation(우주 교통수단 개발)」: JAXA는 차세대 로켓인 H3 로켓을 개발하여 4차 발사까지 성공하였고 우주 발사 비용을 절감하고, 민간 기업들이 우주 탐사 및 상용화에 참여할 수 있는 환경을 조성
 - 「Space Sustainability(우주 지속 가능성)」: 우주 쓰레기 문제를 해결하기 위한 기술을 개발하고 있으며, 우주 환경에 미치는 인류의 영향을 최소화하는 방안을 모색

2. 非 우주기술기업의 우주산업 도전2

- 우주와 디자인, 생물농업, 제약, 원자력 분야 간의 일련의 독특한 협력사례를 탐색
 - 우주와 비우주 부문 간의 기술 및 노하우 교환에 특히 중점을 두고 이를 통해 탐사 분야의 미래 발전을 어떻게 추진할 수 있는지 논의

가. 한국 <보령>의 우주의학 관련 혁신 활동

- 제약기업인 보령이 우주산업에 참여하게 된 것은, 장소와 상관없이 인간의 생명유지를 위해서는 신기술을 활용한 새로운 의약품이 필요하기 때문 → 다중 행성 인간 생명 지원*이 보령의 비전

* Multi Planetary Human Life Enabler

- <보령>의 비전은 인류가 향후 접하게 될 다양한 환경에서 생명을 연장하고, 건강한 삶을 유지하는 것을 지원하는데 있음.
- SpaceX, Axiom 등 여러 우주기업들의 혁신활동을 살펴보면 가까운 미래에 달 뿐 아니라 화성 그 너머까지도 인류의 영역이 확장될 것으로 예상

[그림 3] 보령이 구상한 Multi Planetary Human Life Enabler 예시



- 보령은 한국전쟁 직후 약국으로 시작한 기업으로 현재 창립자이후 3대째 기업을 경영 중이며 제약기업인 만큼 인간의 건강에 대한 깊은 이해가 자산인 기업
 - 현재 우주에서 인간 건강에 대한 투자가 부족하다는 점에서 착안하여 NASA의 HRP가

2) Plenary3 New Lunar Frontiers: How The Non-Space Industry Is Unlocking Future Markets 강연의 발표 내용을 정리

분류한 문제에 관심

- 더 오랜 시간 동안 우주 환경에 노출되고 더 오래 우주여행하게 될 경우 인간이 우주에서 직면하는 심각한 증상이나 상태에 집중하여 그 해결방안을 연구하기 위해 Humans in Space Challenge를 개최

□ 현재 보령은 전 세계의 우주 기관과 많은 협력을 수행 중

- NASA와 Humans in Space Challenge를 공동주최하고 있고, 한국의 우주청과도 협업 중
- Axiom Space와 공동출자하여 우주정거장 관련 자회사를 설립
- 기존에 보령이 가진 사업의 포트폴리오를 다양화 하여 주주들의 이해관계 해결에도 노력 중

□ 향후 우주로의 이동이 보편화 될 경우 우주산업과 비우주산업의 경계가 무의미해 질 것으로 예상

- 인간의 생활영역이 지구에 한정되지 않고, 우주까지 확장되는 것으로, 우리는 우주로 확장된 인류시대를 대비하는 헬스케어기업이 될 것임.
- 또한 향후 우주에서의 생활도, ‘삶의 질’을 고려한 다양한 비즈니스 혁신이 나타날 것으로 예상
- 기존에는 우주로 ‘가는’ 활동에 집중했다면 이제는 우주에서 무엇인가를 ‘하는’ 활동에 집중하는 시대가 곧 도래할 것으로 기대되며 이 경우 현재 지구상에 활동하고 있는 대부분의 기업들이 우주비즈니스도 병행해야 할 것임.

□ 보령에서 NASA와 함께 추진중인 「Human In Space」는 우주에서의 인간 생리학적 변화, 우주 방사선, 우주인 심리변화, 우주의약 개발 등 우주의학분야의 다양한 주제에 대한 기술 해결 방법을 탐색하고 선정된 스타트업을 육성하고 투자

- (우주에서의 인간 생리학적 변화 연구)무중력 환경 때문에 근육과 뼈의 밀도가 감소하거나 혈액이 몸 상단으로 몰리면서 심장과 혈관의 기능에 영향을 미치고 우주비행중에는 면역력이 약화될 우려

- NASA의 Countermeasure Exercise Program은 우주 비행사들이 체력 유지와 골밀도 감소를 예방하는 것을 연구

- (우주 방사선 연구) 지구에서 경험할 수 없는 강도와 종류의 방사선에 노출된 위험에 대비해 우주방사선을 차단하는 새로운 소재와 기술을 개발하여 우주비행사의 건강을 도모
- (우주에서의 심리변화 연구)장기간의 우주 비행은 심리적 스트레스나 우울증을 유발하기 때문에 심리적 안정을 돕는 스트레스 관리와 사회적 관계 및 팀워크 능력 개선을 논의
- (생리적 연구 결과 및 의약품 개발) 우주 비행사들의 뼈 밀도를 유지하거나, 근육의 위축을 방지할 수 있는 약물이나 치료법을 연구하고 상용화를 준비

- (장기 우주 탐사 지원) 장기간의 우주 비행을 안전하게 수행할 수 있는 원거리 의료 지원 시스템, 심리적 지원 시스템, 자가 치료 기술 등을 개발하고 국제우주정거장에서의 장기생존시스템 개발을 지원
 - NASA의 Mars Science Laboratory (MSL) 프로젝트
 - SpaceX와 NASA의 협업으로 Crew Dragon 우주선이 개발되었으며, 이는 인간의 우주 탐사 능력을 크게 향상

나. <롤스로이스>의 우주전력공급을 위한 소형원자로 개발

- 롤스로이스는 엔진제작 및 추진체 기술을 보유하고 있는 기업으로 자동차 뿐 아니라 최근 핵 기술과 핵 유산을 개발하고 우주 부문에 적용
 - 핵 전력은 지구와 우주에서 가장 에너지 밀도가 높은 전력 형태로, 마이크로원자로를 우주에서 활용하고자 함.
 - 육지, 바다, 공기, 그리고 지금은 우주에서 미션 시티콜 오염 시스템을 제공
 - 현재 롤스 로이스는 영국 석유 해군의 모든 원자로를 설계, 제조 및 지원하고, 잠수함용 원자로 설계 경험을 보유
 - 우주에서 미션 시티콜 오염 시스템을 제공
- 롤스로이스가 개발 중인 소형 원자로는 기존의 전력 공급 방법과는 다른 방식으로, 핵 에너지를 활용해 장기 우주 임무를 위한 지속적인 전력 공급과 추진력을 제공할 수 있게는 장점
 - 심우주로 나아갈수록, 현재의 전력 공급 기술로는 한계가 있으며 우주 탐사를 위한 핵 열전 발전기(Nuclear Thermal Propulsion, NTP)개발을 위해 소형 원자로 기술을 활용
 - 태양광 발전은 태양에서 멀어질수록 효율이 떨어지며, 배터리는 용량과 무게에서 제약이 큰 단점
 - 소형 원자로는 장기간 안정적으로 전력을 공급하는 장점이 있어 우주 탐사에서 필수적인 생명 유지 시스템, 항법 시스템, 실험 장비 등을 운영하는 데 필수
 - 소형 원자로는 고온가스(High-Temperature Gas-cooled Reactor, HTGR) 또는 핵 열전 발전기(Nuclear Thermal Propulsion, NTP) 기술을 기반으로 한 발전소를 사용
 - 원자로에서 생성된 열을 열전 발전기(Thermal Electric Power Generators)로 변환하여 전기를 생성
 - 우주 탐사선은 매우 제한된 무게를 가져야 하기 때문에, 소형 원자로는 경량화된 설계로 제작되어 우주선에 장착 가능한 형태로 개선

- 현재 소형 원자로 개발을 위한 초기 단계에 있으며, 프로토타입 테스트를 계획
 - 2029년까지 프로토타입을 개발하고, 이를 통해 실제 우주 임무에 적용할 수 있는 기술을 실험할 계획
 - 개발중인 소형원자로는 화성 탐사, 심우주 탐사 및 우주 거주지와 같은 장기적인 우주 탐사에 활용
 - 롤스로이스의 소형 원자로는 심우주 탐사에서 전력 부족 문제를 해결하고 장기 우주 임무에서 우주선의 자율성 강화하며 우주 탐사에서 전력 공급 및 추진력을 동시에 해결

[그림 4] 롤스로이스에서 공개한 우주용 소형 원자로 모형



- 잠수함 응용 분야는 우주 응용 분야와 매우 유사하기 때문에 이 경험이 우주전력 공급에도 유용
 - 잠수함처럼 우주공간도 인간에게 매우 혹독한 환경과 외부 산소가 없는 환경이고, 롤스로이스는 이 환경에서 생명을 유지하고 그들이 할 수 있도록 하는 데 필요한 전력을 공급한 경험
 - 지구에서 배치된 방위 전력이나 산업에 전력을 공급하여 산업 전력을 탈탄소화한 탄소제로 전력시스템에 대한 노하우를 보유하고
 - 강력한 데이터 센터 및 광산 애플리케이션과 같은 용도로 사용할 수 있는 훨씬 더 작은 핵 전력 시스템에 적용하기 위해 새로운 사업부를 설립
 - 달 표면의 소비 전력 공급을 위한 소형 원자로 설계에 영국 연구진으로 참여하여 미국과 18개월 전부터 ‘대서양 선언’이라는 협정 형식으로 참여
- 롤스로이스는 영국 우주국(UK Space Agency)과 협력하여 우주 탐사에 필요한 소형 원자로 개발을 진행하여 우주 탐사의 자율성과 효율성을 높이는 것을 목표로 기술 개발 참여
 - 2029년까지 소형 원자로 기술을 상용화하려는 목표
 - 롤스로이스는 원자력 발전소를 통해 우주선이 태양계 외부에서 독립적으로 운영될 수 있도록 하고, 자율적인 장기 임무가 가능하게 하는 기술을 개발 중

- 롤스로이스의 경우 우주기관의 지원이 없었다면, 프로젝트를 장기운영하기 어려움.
 - 마이크로 반응 기술이 현재 우주기관과의 협업으로 추진중인 과제
 - 달 경제가 어떻게 발전할지 예측하기 어렵기 때문에 기관의 지원이 없다면 투자자를 모으는 것도 쉽지 않았음. → 정부와 함께 진행한 초기 투자를 자본화하여 발전시킨 것이 기술개발 초기에 매우 주효함.
 - 본질적으로 핵기술의 복잡성에 관한 연구는 정부의 지원없이 진행하기 어려움

다. <스페이스>의 우주공간 생활디자인

- 우주 서식지에서 새로운 생활 방식을 만드는 데 중점을 둔 디자인 회사로 더 나은 수면, 미식, 더 나은 친밀감을 갖는 방법까지 미래 우주 여행자의 삶을 생존 그 이상으로 만들 수 있는 모든 것을 아우르는 혁신을 추진 중
 - 제품디자이너에게 우주의 무중력 환경은 매우 새로운 도전과제로, 지구에서 당연하게 여기는 모든 것을 완전히 재설계 해야 함.
 - 2014년에 무중력 상태에서의 생활디자인을 위해 유체의 이동과 관련한 실험을 진행하고 무중력 시뮬레이션을 수행
 - 우주에서 마실 수 있는 샴페인을 디자인
 - 기술적 해결을 뛰어넘어 마케팅적인 측면에서 소비자 가치 제고를 위한 노력
 - 달기지에서 우주인이 사적주체로 활동할 수 있는 장소를 디자인 하는 것으로 발전

[그림 5] Space Agency에서 개발한 우주 샴페인



- 우주인을 훈련시키고 임무 수행시 생존조건을 견뎌낼 수 있는 것 뿐 아니라, 샴페인 병 기술이 생존과 직접적 연관은 없더라도, 인간이 추구하는 삶의 질 개선에는 긍정적인 영향
 - 우주공간에서 우주인이 자신이 우주선장치의 일부가 아니라 인간이라는 사실을 잊지 않고 기억할 수 있는 매체가 필요

- 우주비행사들이 우주에서 거주할 공간은 제한적이고, 장기 임무일수록 그들의 생활 공간이 더욱 중요하기 때문에 스마트한 우주정거장에서 인간 중심의 설계를 반영
 - (스마트 우주 정거장) 우주 비행 중 생활의 질을 높이기 위해 자동화된 환경 제어 시스템, 효율적인 자원 관리 시스템 등을 포함하여 비행사들이 좀 더 편리하고 효율적으로 생활할 수 있는 기술을 개발
 - (우주 환경의 인간 중심 설계) 우주 비행의 장기화에 따라, 우주 거주지의 설계가 인간의 심리적, 생리적 요구를 반영하는 방향으로 개발
 - 예) 우주비행사가 사용할 침대는 무중력상태에서 잠을 잘 수 있도록 체중을 지탱하는 기능과 편안함을 유지하는 기능을 모두 충족해야 함.
 - NASA와도 Zero Gravity Sleeping Pod, 수면 자세를 위한 특수 장치 등 인간중심디자인 협업 진행
 - 우주비행사의 수면 리듬을 정상화하는 조명시스템과 수면패턴 시스템 개발
- NASA와의 협업은 의료분야까지 확대되어 기존의 비즈니스 영역을 확대할 수 있는 장점
 - 그동안은 우주로의 도달만을 목표로 했기 때문에 오랜시간 우주에서의 생활은 부차적인 연구로 여겨졌던 선입견을 깨고, 더 나은 경사, 더 나은 친밀감, 더 나은 음식을 기반으로 하는 우주승무원의 건강개선까지 연계
 - 우주기관과의 협업은 기존의 산업에서 활동하던 기업들이 우주 탐사의 미래를 연구하는 방식의 핵심으로 이는 다양한 분야의 인재를 활용할 수 있는 장점으로 작용
 - 우주에서 핵시설과 핵기술의 지속가능성을 논의할 때 핵 탑재체에 대한 발사 권한 제한 규제가 가장 큰 장애물로 작용했는데 이는 NASA와의 협업으로 해결이 가능했으나, 공동개발을 통해 축적된 자산의 소유권 문제가 이슈가 되었음.
- 장기적으로는 지구생태계를 달이나 화성같은 우주공간에 이전하는 것을 목표
 - 식물뿐만 아니라 버섯, 곤충, 지구 궤도에 작은 생물권을 모듈에 재현
 - 지구에서는 쉬운 일도, 우주에서는 기술적으로 어려울 수 있는데, 일례로 단순한 소재 부품을 가져오는 것도 쉬운 일이 아닐 수 있어서 삼페인 한잔을 나누어 먹더라도 자원을 아끼고 무중력 상태에서도 깨끗하게 유지될 수 있도록 하는 기술이 필요
 - 삼페인 병을 만들어도 무중력 상태에서 우주인이 향을 인지하는 것도 매우 어려운 과업

라. <인터스텔라 랩>의 우주생태모듈 개발

- 지구상의 생명을 보존하고 우주로 생명이 확장되도록 돕는 비전을 가진 회사로 2018년에 창업
 - 인터스텔라는 설계, 제작, 모듈 운영 및 관리까지 인공지능시스템을 통해 기후재현과 식물 생육 전과정을 관리
 - 이제는 우주에서 인간 뿐 아니라 지구상의 생태계를 구현 할 수 있도록 하는 연구도 필요

- 「어린왕자 프로젝트」는 인터스텔라 랩의 대표적인 프로젝트로 폐쇄형 생명 유지 시스템 (Closed-Loop Life Support Systems) 개발을 통해 환경적 지속 가능성과 생명 유지 시스템을 중심으로 우주에서의 인간 거주 가능성을 연구
 - 폐쇄형 생명 유지 시스템 (Closed-Loop Life Support Systems): 우주 환경에서 인간이 오랜 시간 동안 살아가기 위해 자원순환을 고려하여 식물, 수경재배, 산소 생성, 이산화탄소 제거 등 다양한 생명 유지 기술을 적용한 모듈을 개발
 - 식물과 미생물을 활용한 자원 순환 기술을 연구하여 우주선이나 우주 거주지에서 자원 회수와 재활용을 통한 지속 가능성을 높이는 것을 목표
 - (지속 가능한 농업 시스템 연구) 우주에서 농업을 가능하게 하는 기술을 개발하여 우주 비행사들이 지속 가능한 식량생산을 통해 우주에서 필요한 영양공급을 자급할 수 있도록 함.
 - 수경재배 및 기후 제어 농업 시스템을 통해 우주에서 먹을 것을 재배할 수 있는 실험을 진행
 - (우주에서의 인간 거주 기술) 우주에서의 인간 거주 가능성을 높이기 위해 스마트 농업 시스템, 에너지 자급자족, 식물 기반 공기 정화 시스템 등을 연구

- 우주환경 뿐 아니라 지구에서는 완전 자율적인 대형 온실 시스템을 구축하는 비즈니스를 진행 중
 - Loriann, DSM, Natural Ingredients와 협업 중으로 고객이 필요한 특정 꽃과 식물을 재배하고 전달
 - 현재 NASA와 협업하여 우주에서 식물을 키울 수 있는 모듈형 미니 온실시스템을 개발
 - * NASA의 Deep Space Food Challenge에서 우승한 경험
 - 식물의 생육과 관련한 데이터는 AI와 연계되어 자율적으로 생육에 적절한 환경을 조성
 - 식물 뿐 아니라 생태계 조성을 위해 곤충이 이산화탄소를 생산하면, 이를 버섯의 생존에 활용하는 미니 큐브를 우주정거장에 공급하는 시도
 - 2025년에 공원 중 하나를 자연화하여 우주 정거장으로 보내는 프로젝트를 계획하고 추

진 중이고 궁극적으로 달에 온실을 구축하는 것이 목표

- 그 첫 번째 임무는 Mission Metal Prince

- ASL이라는 회사와 협력하여 우주선에 작은 온실을 재현하고 장미가 자랄 수 있는 조건을 제어한 환경 시스템 모듈을 운영

* 어린 왕자 이야기에서 착안

○ 우주에서 생활해야 하는 기간이 증가할수록 지구로의 ‘향수’ 를 해결 하는 시스템을 만드는 것이 중요

○ 따라서 지구에서 무슨 일이 일어나고 있는지 이해하고, 생물다양성을 보존하는 작업을 우주에서도 동일하게 추구할 필요

□ 우주기관과의 협업 경험은 우주기술 이외의 영역에서 창업을 하는데 매우 중요한 도움

○ 개발자는 엔지니어도, 식물학자도 아닌 금융계출신으로 달과 화성에 생명을 유지하기 위한 온실을 만들자는 단순한 아이디어에서 출발했고, NASA의 지원이 없었다면 초기투자를 유치하기 매우 어려운 상황

- NASA와의 협업은 Space Mortal이라는 그룹의 엔지니어들과 협업할 수 있는 기회를 제공

- 최근에는 ESA와도 협업 중

○ 어떤 기업이나 국가가 단독으로 우주 프로젝트를 성공시키는 것은 매우 어렵기 때문에 기술적으로도, 제도적으로도 다양한 인재들의 역량을 결집하고 자유롭게 네트워킹할 수 있는 것이 매우 중요

○ 또한 기술개발 단계의 스타트업이 밸류업하기 위해서는 적절한 사업계획과 이와 동반된 민간투자의 증가가 필수로, 이러한 과정은 정부기관의 지원 뿐 아니라 민간시장에서의 참여도 활발해야 함.

- 사업화는 충분한 자금력이 필요

○ 우주에서의 혁신은 새로운 환경에서 지구 환경을 구현해야 하는 기술적인 난제를 다수 포함한 응용프로그램으로 다수의 자원과 인재가 필요하지만, 큰 기회가 되는 시장임에도 분명

□ 우주 외 산업의 엔지니어와의 협업은 항공우주 엔지니어링 기술을 본질적으로 개선하는 것에도 도움이 되지만 협업과정이 원활하지 않아 시행착오를 경험

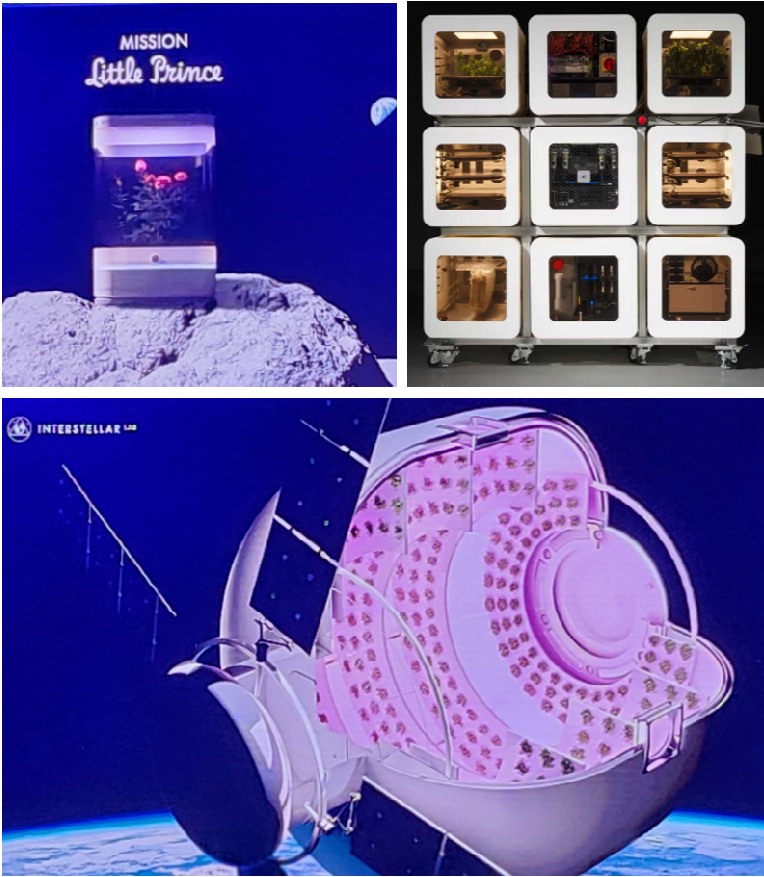
○ 전통적인 우주기술자들이 ‘우주’ 라는 틀 안에 갇혀 있는 경향

□ 우주모듈에서 식물의 생장은 지구 환경과는 매우 다름

○ 지구상에서는 매일 햇빛을 쬐 수 있지만, 달에서의 식물 생장은 40일은 빛이 있고, 그 이후 햇빛을 쬐지 못하는 문제 → 달에서 로버가 모듈을 햇빛을 쬐 수 있는 위치로 옮겨줘야 하는 기술적 과제

- 달에 도착하기 전에 우주에서의 이동과정에서도 식물의 성장을 지원할 수 있는 생명지원시스템(물, CO₂ 및 영양소 배출)이 원활하게 작동해야 함.

[그림 6] Interstellra Lab에서 수행중인 우주 프로젝트



3. 지속가능한 우주시대를 위한 우주기술 활용³⁾

- 기후 변화의 영향이 확대되는 상황에서 변화하는 지구를 모니터링하고, 이해하고, 완화하고, 적응하려는 국제적인 공동 노력에 대해 논의
 - 국가 기관과 국제 기구는 사용 가능한 관측의 품질과 다양성을 개선하고 의사 결정권자와 정책 입안자를 위한 실행 가능한 정보로 변환
 - 기후 적응, 완화 및 모니터링을 위한 지구 관측 기반 운영 도구 개발을 지원하는 것을 목표로 하는 국제 이니셔티브 구성
 - 위성 기술의 발전은 대기 역학, 해류, 삼림 벌채 및 기타 중요한 지표에 대한 전례 없는 통찰력을 제공
 - 데이터 동화 및 모델링 기술을 통해 이러한 관찰은 예측 분석에 필수적인 요소를 구성할 수 있는 장점
 - 자연 재해 및 기타 기후 관련 이벤트에 대한 조기 경보 시스템을 개발하고 취약한 커뮤니티에 대한 기후 변화의 사회 경제적 영향을 최소화하기 위한 조치에 대한 사전 계획을 수립

- 위성에서 수집한 다양한 지구 데이터는 우주산업의 다운스트림에서 농업을 위한 건강 관리, 주요 에너지 인프라, 탄소 배출 모니터링 등 다양한 활용 가능성을 제시하고 있으며 공공부문의 적극적인 데이터 공개 움직임도 도움이 되고 있음.
 - 위성데이터는 기후변화 분석과 재해예측, 농업 및 수자원 관리 등에 활용
 - 온도 변화, 해수면 상승, 대기 중 이산화탄소 농도 등을 추적하고, 정부 정책에 반영
 - 위성 데이터를 활용하여 지진, 쓰나미와 같은 자연 재해의 발생을 예측하고, 사전 대응 시스템을 구축하고 재난 피해 지역의 상황을 실시간으로 모니터링
 - 위성 데이터는 농작물의 성장 상태, 강수량 예측, 토양 습도 등을 모니터링하여 농업 및 수자원 관리
 - 향후 우주개발의 지속가능성은 위성수집데이터의 활용가능성에 따라 크게 좌우 될 것
 - 일본의 경우 데이터 사용자를 수집가, 중간사용자, 최종사용자로 구분하고 공공부문에서 데이터 활용을 위한 플랫폼을 제공 중

3) Plenary6 Observing the Earth, Serving our Societies: Space in the Age of Climate Change 강연의 발표 내용을 정리

라. JAXA의 위성정보 공유 플랫폼

- 일본 정부는 우주 관련 데이터의 공유와 활용을 촉진하기 위해 JAXA를 중심으로 위성 데이터를 실시간 제공하여 다양한 분야에서의 활용할 수 있도록 장려
 - Japan's Space Data Utilization Platform (JAXA): 일본항공우주연구개발기구가 운영하는 공유플랫폼을 통해 일본의 우주 개발과 관련된 많은 위성 데이터의 중앙 처리 및 배급하여 다양한 사용자들이 데이터를 손쉽게 접근하고 활용할 수 있도록 지원
 - 재난 대응 및 예방: 지진, 쓰나미, 태풍, 홍수 등 자연 재해에 대한 실시간 모니터링으로 재해 예측의 정확도를 높임
 - 환경 보호 및 관리: 기후 변화와 환경 변화를 모니터링하고, 위성 데이터를 통해 지구 온도 상승, 해수면 변화, 산림 벌채 등을 추적하여, 지속 가능한 발전을 위한 정책 결정에 중요한 역할을 수행
 - 사회적 인프라 개발: 일본 정부는 농업, 수자원 관리, 도시 계획 등 다양한 분야에서 위성 데이터를 활용하여 사회적 인프라를 개선
 - 플랫폼은 주로 위성데이터를 실시간 제공하고 사용자 맞춤형으로 특화된 데이터 분석을 지원하고, API와 데이터 포털을 통해 개발자와 연구자들이 쉽게 위성 데이터를 활용할 수 있는 환경을 제공
 - 더불어 지구관측위성(Earth Observation Satellites)을 운영하는 여러 다른 기관들과 협력 중으로 민간기업과 협력하여 우주 데이터의 상용화를 촉진
 - 위성 데이터를 국제적으로 공유하고 활용하기 위해 APRS (Asia Pacific Regional Space Agency Forum) 등 다른 국가들과 국제 협력을 강화
 - 위성데이터의 효율적인 활용을 위해서는 기술적/제도적 인프라 구축이 필요
 - 디지털 트윈: 위성에서 관찰한 고해상도 위성이미지를 활용해 시뮬레이션하여 실시간 재난 대응과 위험 분석을 더욱 효율적으로 접근
 - 기존 지식과 컴퓨팅 파워의 활용
 - 인공지능에 기반한 머신러닝을 더 높은 수준의 물리학에 기반하여 시뮬레이션 가능
 - CO2 모니터링 및 검증에서 위성데이터와 디지털 트윈을 활용한 시뮬레이션은 매우 강력
 - 위성 데이터를 활용한 환경 보호와 관련된 디지털 트윈은 산림 관리, 수질 관리, 대기질 모니터링 등 다양한 분야에서 활용
 - 위성 데이터를 이용한 농업 디지털 트윈은 농작물 성장 상태, 토양 습도, 기후 변화 등을 실시간으로 모니터링하고 분석하는 데 유용
- * 위성에서 제공하는 다양한 스펙트럼 이미지(예: 적외선, 가시광선 등)로 농업의 디지털 복제본 생성

- 데이터 유형을 구분하고 지속가능성을 제고하는 새로운 유형의 어플리케이션 설계 지원
- 기후변화를 억제하고자 하는 국제적 협약을 반영한 제도기반을 구축

나. <NOAA>의 지구관측 및 국제협력 프로그램

□ NOAA는 새로운 모델과 새로운 기술, 미래 서비스 생산 및 혁신을 위해 위성 데이터 생산 과정에서 통합 프로세스를 적용한 사례

- 지방 정부와 정보를 원하는 개인을 포함한 모든 사용자로부터 들어오는 모든 입력을 이해하는 것이 중요
 - ex) 차세대 화재 시스템을 통해 전 세계에서 발생하는 산불, 극심한 극한 사건을 탐지하고 추적
- 여러 데이터를 활용하여 공유하고 비상시 예측에 필요한 어플리케이션과 상호 호환되도록 사용자들에게 통합과정을 안내하고, 능동적인 의사소통을 할 수 있도록 플랫폼을 마련

□ NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)는 미국의 기상, 해양, 대기, 지구 환경 등을 관측하고 연구하는 연방 정부 기관으로 다양한 우주 및 지구 관측 데이터를 제공하며, 이를 통해 기후 변화, 자연 재해 예측, 환경 보호 등 여러 분야에서 중요한 역할을 수행

- (위성 데이터 통합 활동) NOAA에서 운영하는 여러 종류의 위성*에서 수집된 데이터를 통합하여 고도화된 예측과 모니터링 시스템을 구축

* 저지구 궤도 위성(LEO), 정지 궤도 위성(GOES) 등 상, 기후, 환경 모니터링, 해양 관측 등 다양한 용도로 사용

- GOES (Geostationary Operational Environmental Satellites): 대기, 기상, 태풍, 폭풍, 화산 활동 등을 실시간으로 모니터링하고, 위성 이미지를 제공하기 위한 정지 궤도 위성
- JPSS (Joint Polar Satellite System): NOAA와 NASA가 공동으로 지구의 대기, 해양, 육지를 정밀하게 관측하고, 기후 모델링, 기상 예측, 자연 재해 대응하기 위한 저지구 궤도 위성 시스템
- COSMIC(Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere, and Climate): 대기과 이온층을 모니터링하며, 기후 변화, 태풍 예측, 지구 대기 상태에 관한 데이터를 제공하는 시스템
- (위성 데이터 통합 시스템) 기상 예측, 해양 상태 분석, 환경 변화 모니터링, 재난 대응 등을 지원하기 위해 NOAA CLASS, NOAA National Weather Service, NOAA Big Data

Project 등 통합시스템을 프로그램을 운용

- NOAA CLASS (Comprehensive Large Array-data Stewardship System): NOAA에서 수집한 모든 위성 데이터를 저장, 관리, 배포하는 시스템
- NOAA National Weather Service (NWS): 위성 데이터를 통합하여 기상 예보와 재난 예측을 실시간으로 제공
- NOAA Big Data Project: NOAA의 위성 데이터, 기후 데이터, 해양 데이터 등을 통합하여, 빅 데이터 분석을 통해 다양한 예측 및 분석 서비스를 제공하는 프로젝트

□ NOAA는 국제 기상 기구, 유럽우주국(ESA), 일본 우주항공연구개발기구(JAXA) 등과 협력하여 위성 데이터를 공유하고, 세계적 기후 변화나 자연 재해와 같은 문제에 대한 글로벌 대응을 지원

- Global Earth Observation System of Systems (GEOSS): NOAA는 GEOSS의 일환으로 위성 데이터를 제공하고, 다른 국가들과 협력하여 전 세계 환경을 모니터링
 - 위성, 항공기, 지상 관측소에서 제공하는 데이터를 통합하여 환경 모니터링과 재난 대응을 지원
- AI와 머신 러닝을 활용한 데이터 분석: 위성 이미지 분석, 기상 예측 모델 개선, 자연 재해 예측 등을 자동화하고, 보다 정확하고 빠른 예측을 수행
 - 기상 패턴 예측: NOAA는 AI 기술을 활용하여 기상 패턴을 분석하고 예측하는 정확도를 제고
 - 재난 예측 및 대응 시스템: 머신 러닝을 활용해 기상 데이터를 실시간으로 분석하고, 재난 위험 예측을 더욱 신속하게 수행
- 「Equitable Climate Services Action Plan」을 채택하여 전 세계 모든 사람과 정보를 사용하는 사람이 알고 해당 정보에 접근할 수 있도록 허용
 - ex) 알래스카 대학교와 협력하여 알래스카 차세대 위성 워크숍을 개최(' 24.9)하고 지역사용자의 수요 파악 및 접근성 확대 방안을 논의

다. <ESA> 및 영국, 프랑스의 기후변화 대응 국제협력 프로그램

- ESA는 위성 데이터를 활용하여 기후 변화에 대응하기 위해 Copernicus 프로그램, Earth Explorer 미션, Climate Change Initiative 등 다양한 모니터링 프로그램을 운영하고 데이터 공유를 통한 국제협력을 추진
 - (Copernicus) ESA와 유럽연합(EU)이 협력하여 진행하는 지구 관측 프로그램으로, 지구 환경, 기후 변화, 재난 관리 등을 실시간으로 모니터링하기 위해 다양한 위성 데이터를 제공
 - Copernicus 프로그램의 핵심은 Sentinel 위성 시리즈로, 다양한 유형의 위성을 통해 지구의 기후와 환경 변화를 모니터링
 - * ex) Sentinel-5P: 대기질을 모니터링하는 위성으로 오존 농도, 이산화질소, 메탄, 일산화탄소 등 기후 변화와 관련된 가스의 변화를 감지하여, 기후 변화와 환경 보호를 위한 중요한 데이터를 제공
 - Copernicus Climate Change Service (C3S): 기후 모델링과 기후 예측을 위한 서비스를 제공하는 프로그램으로, Copernicus의 데이터를 활용하여 기후 변화에 대한 장기적인 분석과 예측을 수행하고, 기후 변화에 대한 전략적 대응과 정책 결정 지원
 - (Earth Explorer 미션) 기후 모델링, 기후 변화의 원인 분석, 지구 시스템의 상호작용을 이해하는 데 필요한 데이터를 수집하는 연구를 위해 다수의 위성을 운용
 - SMOS 위성(Soil Moisture and Ocean Salinity): 토양 습도와 해양 염도를 측정하여 기후 변화가 수자원, 농업, 해양 생태계에 미치는 영향을 분석하는 데 기여
 - GOCE 위성(Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer): 지구의 중력장을 정밀하게 측정하여 해수면 상승 및 해양 순환 변화를 분석
 - ALTIUS 미션: 대기 성분을 측정하여 기후 변화와 관련된 대기 중의 온실가스 및 오염 물질을 모니터링
 - (Climate Change Initiative (CCI)) 기후 변화와 관련된 위성 데이터를 통합하고 분석하는 프로그램으로 다양한 환경 변수에 대한 정확하고 일관된 데이터를 제공하여, 기후 변화 모델링과 장기 예측을 가능하게 하는 것을 목표로 함.
 - 기후 변수 통합: 온도, 습도, 대기 오염 물질, 빙하 변화 등 여러 기후 변수를 위성 데이터를 통해 추적
 - Long-term Climate Data Records: 기후 데이터를 장기적으로 기록하여, 기후 변화 추세를 추적하고, 과학자들이 기후 시스템의 변화를 더 잘 이해할 수 있도록 지원
 - (Greenhouse Gas Monitoring) 위성 데이터를 활용하여 이산화탄소, 메탄, 질소산화물 등의 주요 온실가스를 추적하고 분석하는 프로그램을 운영
 - CO₂M 미션(Carbon Dioxide Monitoring Mission): 이산화탄소의 분포를 실시간으로 측정하고 전 세계 온실가스 배출을 추적하여 기후 변화에 대한 정책적 대응을 지원

- (기후 변화 대응을 위한 국제 협력) UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 국제 기후 관측 프로그램과 협력하여 기후 변화 문제를 해결하는 데 필요한 데이터를 제공
 - Global Climate Observing System (GCOS): 지구 관측 데이터를 제공하고, 기후 변화 예측을 위한 전 세계적인 관측 시스템을 지원
 - GEO (Group on Earth Observations): ESA는 GEO와 협력하여 기후 관측, 지구 환경 모니터링, 기후 변화 대응을 위한 글로벌 데이터 공유를 촉진
- (기후 변화 대응을 위한 기술 혁신) AI와 빅 데이터 분석을 활용하여 기후 데이터를 효율적으로 분석하고, 정확한 예측이 가능하도록 함.
 - AI와 머신러닝: ESA는 위성 이미지와 기후 데이터를 AI와 머신 러닝을 이용해 분석하고, 기후 모델링을 정교화
 - 빅 데이터 분석: ESA는 위성 데이터와 기후 모델링 데이터를 결합하여 기후 변화에 대한 정확한 예측과 대응 전략을 개발

□ 프랑스의 국립우주연구소 CNES(Centre National d'Études Spatiales)에서도 다양한 우주 미션과 지구 관측 시스템을 운영하며, 위성 데이터를 기반으로 한 기후 변화 모니터링과 환경 변화 예측을 활발히 진행

- Copernicus 프로그램과 Microcarb와 같은 주요 프로젝트를 통해, 기후 변화와 그 영향을 추적하고 분석할 수 있는 중요한 데이터를 제공하며, 국제 협력을 통해 전 세계적인 기후 변화 대응을 지원
- CNES는 유럽연합과 협력하여 Copernicus 프로그램에 참여하고 있으며, 이를 통해 기후 변화 모니터링 및 환경 보호에 중요한 기여
 - Sentinel 위성에 대한 지원과 데이터를 제공
 - Sentinel-1 (레이더 이미지)와 Sentinel-2 (광학 이미지)는 지구의 기후 변화와 자연 재해를 추적하는 데 사용
 - 최근 대기질 모니터링을 위한 Sentinel-5P 위성에도 참여 중
- MICROSCOPE (Microscope and Quantum Gravity): CNES가 주도한 우주 실험으로, 기후 변화와는 직접적인 연관은 없지만, 이 미션을 통해 얻은 데이터를 기후 예측 모델에 활용할 수 있는 중요한 물리적 원리들을 연구
- 기후 변화 연구에 필요한 데이터를 제공하고, 이를 통해 기후 변화연구를 수행 중이며 온실가스 배출과 대기질을 모니터링하는 우주 미션을 통해 기후 변화의 주요 원인인 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 일산화탄소(CO) 등의 대기 중 농도를 추적
 - Microcarb: CNES는 Microcarb 미션을 통해 이산화탄소(CO₂)의 정밀 측정을 목표로 한 위성을 발사하여 vegetation monitoring(식생 모니터링), water cycle(수자원 순

환), biosphere(생물권) 등을 연구하는 데 중요한 데이터를 수집

- UNFCCC(United Nations Framework Convention on Climate Change), IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 등 기후 변화 대응을 위한 국제 기구와 협력하여, 기후 변화 대응을 위한 정책 결정에 필요한 우주 데이터를 제공하고 있으며 위성 데이터 공유와 글로벌 기후 모니터링을 위해 세계 기후 관측 시스템(GCOS)과 협력

□ 영국 ECMWF(유럽중기예보센터)은 위성데이터 분석을 통해 다수의 기후분석패턴을 파악하고, 이를 민간사용자 및 공공기관에 공유하기 위해 노력

- 기후변화로 인해 국지적인 수준의 기후데이터가 필요
- ECMWF는 기후 변화와 관련된 장기 예측을 제공하기 위해 위성 데이터를 포함한 다양한 데이터를 수집하고 이를 기후 모델에 통합
 - 기후 예측: 수개월, 수년 단위의 장기적인 기후 예측을 통해 기후 변화의 트렌드와 극단적인 날씨 현상(예: 폭염, 가뭄, 강풍 등)의 발생 가능성을 예측
 - 기후 시나리오: 다양한 기후 시나리오를 설정하여 인간 활동(예: 탄소 배출)과 기후 변화의 상호 작용을 예측하고, 이러한 예측을 바탕으로 정책 결정자들에게 중요한 정보를 제공하되 100개이상의 시나리오를 보유

* ex) 허리케인, 태풍 추적 및 홍수 예측 등

- 다양한 위성 센서로부터 제공되는 데이터를 활용하여 기후 및 날씨 예측의 정확도 향상
 - 위성은 지구 대기의 온도, 습도, 기온 분포 등을 실시간으로 측정하여 ECMWF의 예보 모델에 반영
 - 지구 표면 상태 분석: 위성은 해양 온도, 토양 습도, 빙하 상태 등을 모니터링
 - CO₂ 농도 및 대기질 모니터링: 대기 중의 온실가스 농도(특히 CO₂)와 대기질 데이터를 실시간으로 수집하여, 기후 변화의 원인과 영향을 추적
- 기후 리스크 평가: ECMWF는 위성 데이터를 기반으로 기후 리스크를 평가하고, 기후 변화가 특정 지역의 생태계와 경제에 미치는 영향을 분석 → 기후변화 대응전략 수립에 기여

□ 기후변화에 대응하기 위한 위성데이터의 공유는 일반적인 지구 관측 자료이면서도, 지역의 특수성을 반영할 수 있어야 함.

- 북극지역의 경우, 국제협력이 매우 필요한 지역이면서도 얼음 오염, 얼음의 녹는 정도 등 일반적인 지구관측과는 다른 변수들을 필요로 하면서도 전지구적인 영향을 미칠 가능성이 높음.
- 사용자 접근성을 개선하는 플랫폼은 일반적인 기후 정보와 맞춤형 정보를 동시에 제공이 가능해야 함.

- 「Central Destination Earth(Central DestinE)」는 유럽중기예보센터(ECMWF)와 유럽우주국(ESA)이 공동으로 추진하는 혁신적인 프로젝트로, 기후변화 대응과 지구 환경 변화 예측을 위한 고해상도 디지털 지구 모델을 개발하는 목표를 가지고 위성 데이터와 고급 기후 모델링 기술을 결합하여 보다 정교한 예측 시스템을 구축
 - 지구 환경의 모든 측면을 고해상도로 시뮬레이션할 수 있는 모델을 구축하고 지구 시스템의 상호작용을 실시간으로 추적하고 예측할 수 있는 능력을 목표
 - 위성 데이터를 포함한 다양한 관측 데이터를 결합하여, 날씨, 기후, 대기 오염, 해양 상태 등 여러 환경 요소를 통합적으로 예측할 수 있는 능력을 향상
 - 유럽우주국의 다양한 기후 관련 위성 프로그램(예: Copernicus 프로그램)을 통해 수집한 데이터를 통합하여 Central DestinE의 예측 모델을 운용
 - 여러 데이터 소스(위성, 기상 관측소, 지구 물리적 모델 등)에서 제공되는 데이터를 통합적으로 처리할 수 있는 시스템을 개발하고 표준을 논의
 - 기후 변화는 단순히 자연적인 요소뿐만 아니라 인간 활동의 결과이기도 하기 때문에 탄소배출, 도시화 등 인간의 활동과 기후변화의 영향을 통합하여 실제 상황에 맞는 예측을 제공
 - 기후 변화가 인간 사회와 경제에 미치는 영향을 분석하고, 이에 대한 적응 전략을 도출하는 데 중요한 데이터를 제공하는 장점
 - 지역별 기후 변화의 영향을 예측하는 장점: 지역적인 기후 패턴을 분석하여 특정 지역에서 발생할 수 있는 극단적인 날씨 사건(폭염, 홍수, 가뭄 등)에 대해 미리 예측하고 대응
 - 디지털 지구 플랫폼을 구축하여 기후 변화와 관련된 다양한 데이터를 실시간으로 수집하고 분석
 - 과학자들뿐만 아니라 정책 결정자, 기업, 일반 대중이 기후 데이터에 접근하고 활용할 수 있음.
 - 기후 예측뿐만 아니라 환경 모니터링(대기 질, 해양 온도 등)과 관련된 다양한 서비스를 제공
 - 고해상도 기후 모델링을 위해 ECMWF의 클라우드 기반의 컴퓨팅 인프라를 활용하여 인공지능(AI) 기술을 적용하며 이를 통해 방대한 데이터를 처리하고 실시간으로 예측할 수 있음.

4. 데이터 기술을 활용한 우주기술 혁신4)

- 지능형 시스템은 점점 더 복잡해지고, 실시간 인간 개입 용량이 부족하며, 관련된 변수가 방대하기 때문에 우주 운영의 초석이 되고 있음.
 - 지능형 시스템은 빅데이터, 자동화, 인공 지능, 머신 러닝을 포함하여 정교하고 복잡한 작업을 수행하기 위해 데이터와 정보를 사용하는 일반적인 인프라를 지칭
 - 빅데이터에 의해 구동되는 고급 알고리즘은 자율 주행, 소셜 미디어 콘텐츠 추천, 위성 충돌 예측, 재사용 가능한 로켓 부스터 착륙에 이르기까지 지구에서의 우리의 삶을 개선
 - 인공 지능의 발전은 점점 더 큰 데이터 세트, 실시간으로 고급 알고리즘을 작동할 수 있는 충분한 컴퓨팅 파워, 원하는 결과를 제공하기 위해 의미 있는 패턴을 찾는 고급 알고리즘에 의해 개발
- 지능형 시스템의 우주활용은 5가지 영역에서 기술적/제도적 해결과제가 등장
 - ① 지구 관측(EO) 데이터를 사용하는 우주 소스 빅 데이터 시스템을 만들고 큐레이션
 - 데이터 저장, 데이터 통합, 데이터 처리/액세스, 클라우드 컴퓨팅 측면의 이슈 발생
 - ② 우주 잔해 추적, 스테이션 유지, 우주 자산 재지정, 우주에서 우주선 도킹/발사 등 우주선 운영을 위한 고급 알고리즘 개발, 관리 또는 활용
 - ③ 지구용 기존 고급 알고리즘을 우주에서 사용하도록 전환하기 위한 기술 적용
 - 지상 항법, 장애물 회피, 달/화성 주행 또는 건설 애플리케이션을 위한 객체 조작
 - ④ 우주 대역폭 관리, 위성 간 네트워크 큐레이션, 다운로드 중 여러 지상국과의 데이터 트래픽, 데이터 손실 최소화 또는 데이터 손상 수정 등 우주 데이터 무결성 보장
 - ⑤ 인간 우주 비행을 지원하거나 대체하기 위한 자율 건설 로봇, EVA를 위한 우주 정거장 주변의 로봇 팔, 무중력 환경에서의 로봇 지원
 - 데이터가 적고 통신 거리가 더 멀고 로봇 시스템에 더 극한의 환경인 우주 환경에서 지능형 로봇 시스템의 작동이 기술적 해결 과제
- 응급상황에는 기존의 복잡다단한 의사소통체계보다는 데이터기술을 활용한 의사소통이 더 효율적이고 시간을 아끼는 방법
 - 우주상황에서 머신을 잘 활용하고 인간을 더욱 돕는 방향으로 AI 활용의 장점이 있음
 - 기술수준이 이제는 그정도까지 성장
 - 기계들도 이해할수 있는 언어가 데이터를 활용한 언어임

4) Plenary5 Intelligent Space: Big Data, Advanced Algorithms, and Autonomous Robotics in Space 강연의 발표 내용을 정리

- AI등의 신기술 활용에 있어서 가장 장애물로 작용하는 것은 컴퓨팅 결과가 구현되도록 우주환경에서 시도해 볼 기회가 부족한 것임.
 - 우주는 복합적 환경을 가지고 있기때문에 실제 제품으로 발전시키기에는 도전 요소가 많음
 - 새로운 무언가를 해야 하니 더욱 그러한데, 우주환경에서 시행착오를 겪을 기회가 많지 않고 비용도 매우 높은 수준

- 미래우주개발에서 다수의 정부가 뉴스페이스 패러다임에 맞는 지원체계를 갖춰가고 있지만 데이터 활용에서 사이버티 확보 이슈가 있음
 - 스타트업으로서 스케일업 이슈도 포함
 - 기술발전의 속도가 매우매우 빠르기 때문에 규제와 가이드라인을 국제수준으로 마련하는것 또한 중요

- 인간의 고용을 AI가 대체한다는 이슈에 대해서는 사실 AI가 충분히 할수 있는 활동을 인간이 한다는건 논의할 가치가 없는 일(효율성 측면에서)
 - 우주인들이 우주환경에서 우주선을 정비하는 것은 높은 수준의 위험활동으로 정밀한 로봇기술이 개발된다면 대체하는 것이 우주인의 건강에 유익
 - 최근 상업용 우주정거장에서 다양한 실험과 제약 및 약물개발 수행에 관한 논의가 진행중인데, 무중력 환경은 인간에게 낯설고 위험할 수 있기 때문에 AI의 자율 시스템을 갖춘 초보적인 개발자를 지원 하고 그들의 필요에 맞는 시스템을 구축하는 것이 저궤도와 달과 화성에 대한 탐사 방출 측면에서 실제로 가치 있는 시나리오
 - 아울러 AI시스템과 인간-로봇 협업 시스템이 함께 개발되어 운영되고 평가될 수 있도록 해야 함.

- 지능형 우주 시대 구현을 위한 로봇 공학의 기여는 상당할 것으로 예상되며 빅데이터의 중요성도 상당
 - 로봇공학은 지능형 우주시대를 위한 지상국과 우주공간의 연계를 위해서도 로봇공학은 중요
 - 호주의 경우 화성표면 탐사과제를 수행중인데, 이 과정에서 로봇과의 협업 실험을 수행한 사례
 - 빅데이터는 우리가 이 이야기의 이름인 빅데이터, 고급 알고리즘, 자율 로봇에 대해 들을 때 매우 중요
 - 빅데이터는 실제로 다른 두 가지 항목이 훈련되고 우주선 도켓 컨텍스트에서 구축되는 기반
 - 우주 임무 중에 수집되는 데이터의 양이 매우 방대: 모든 센서, 많은 카메라, GPS

- 궁극적으로는 자율로봇이 우주 임무를 수행하기 위해서는 빅데이터의 생성과, 공급이 원활할 필요
- AI의 신뢰성도 큰 이슈로 계획대로 미션이 수행되지 않을 경우에 대한 대비책은 우주라고 해서 특별한 것이 아니라, AI가 활용되는 모든 기술 영역에서 공통된 정책 과제
 - 제도적으로 AI오류를 감지하고, 차단할 수 있는 기술 시스템과 국제적인 제도규정을 완비하는 것이 필요
 - 책임소재와 관련한 가이드라인을 마련하는 것도 중요한데, 사용자의 의도적인 오용인지 기술적인 개선이 필요한지 파악할 필요
- 현재 국제적으로 영어가 공용어로 사용되는 것과 관련하여 AI와 로봇을 활용한 자율시스템이 우주시장에서 영어에 능통하지 않은 사람들을 소외시킬 가능성은 점차 개선될 것으로 기대
 - 다양한 문화적 맥락과 AI 시스템으로 해석하는 것에 따라 인간의 행동이 어떻게 변하는지, 그리고 다른 문화적 환경에서 스스로 어떻게 반응하는지에 대한 AI연구가 지속되고, 기술이 개선되면 출신이나 인종 사용언어를 초월하여 소통하는 시대가 가능할 것
 - 그럼에도 정보공유를 위해서는 공통의 언어와 약속이 제도적으로 필요하며, 제도의 설계와 공동설계 및 중심설계라는 개념을 유의해야 함.
- 모듈형 우주 시스템은 지속가능한 우주산업에서 매우 중요한 이슈로, 보안과 표준이라는 제도적 과제를 해결해야 함.
 - 기존의 대형 우주선이 아닌 모듈을 부착하여 기내시스템을 업그레이드하는 ‘모듈형’ 우주시스템은 특히 사이버 보안이 중요
 - 모듈형 우주시스템에서 시스템을 재구성할 때 우주선의 복잡성이 크게 증가하는 문제에 대한 기술적 해결이 필요
 - 더불어 구성요소를 표준화하여 모듈 연결을 용이하게 하고 여러개의 도킹 포트를 마련
 - * 현재는 특정 도킹 커넥터에 관한 규정이 없는 한계
 - 모듈형 시스템은 고장과 수리할 때 해당 모듈만 분리해서 진행할 수 있기 때문에 비용과 효율성 면에서 큰 장점이 있고, 이는 우주시스템을 지속가능하게 하는 원동력
- 우주데이터 수집과 정보처리
 - 달에 보낸 로버에서 수집한 모든 데이터의 전송과 처리 과정에서, 데이터 전략이 필요
 - 데이터의 종류별로 우주상에서 바로 처리할 데이터인지, 지구에 전송해야 할 데이터인지를 전략적으로 구분
 - 전송된 데이터를 보드에 저장하고 다른 기관이나 우주기구와 공유하는 것도, 공유

과정을 지구상에서 제어할 것인지를 결정할 필요

- 데이터 분실시 저장된 데이터의 복원을 위한 안전장치 마련도 필요

- 데이터 공유와 관련해서는 수집 주체가 공유를 거부하거나, 우주선밖으로 데이터가 유출되는 것을 꺼릴 가능성도 있기 때문에 우주상에서 머신러닝을 직접 하는 대안도 염두해 두고, 데이터 활용방안을 고려할 필요

□ 우주법 제정과정에서의 국제적 합의는 단계별로 달성해야 할 과제

- (1단계) 합의에 참여하는 개별국가의 관점을 공유하고, 우주법 제정의 공통된 목표와 합의 이슈를 확인
- (2단계) 국제협의체의 구성 및 합의 도출
 - 현재 UN평화위원회 산하 2개의 소위원회(과학기술위원회, 법률위원회)가 존재
 - 과학기술위원회는 우주기술의 개발과 탐사를 관장하고, 규제와 전략은 법률 위원회 소관

3. 국가 및 기업별 부스 탐방 논의 내용

1. 가성비 높은 발사체 기술을 보유한 인도

- 찬드라얀 2호의 달 남극의 성공 등 최근 인도의 우주개발이 각광을 받는 이유는 개발비가 적기 때문
 - 비용 효율성: 상대적으로 낮은 비용으로 고급 기술을 구현
 - ISRO(인도 우주 연구 기구)는 효율적인 자원 활용과 혁신적인 접근 방식으로 국제적으로 인정받고 있는데, 그 근간에는 높은 기술력을 가진 인재를 다수 보유하고 있음에도 인건비가 저렴하기 때문
 - 특히, 소형 위성을 발사하는 데 강점을 가지고 있으며, PSLV(Polar Satellite Launch Vehicle)와 같은 발사체를 통해 여러 국가의 위성을 성공적으로 발사한 사례가 다수

[그림 7] 인도 ASI 부스 및 찬드라얀 4호 목업



- 최근 독자적인 기술 개발에 중점을 두고 있으며, 우주 탐사, 통신, 지구 관측 등 다양한 분야에서 자체적인 위성과 시스템을 구축하여 다양한 탐사도 수행
 - 2013년에 성공적으로 화성 궤도로 진입한 Mangalyaan(마르스 오르빗러) 미션은 인도의 기술력과 효율성을 세계에 알리는 계기
 - 중국처럼 미국견제를 받지 않고 있어 국제 협력에도 유리

- 인도 발사체의 대표적인 성과로는 찬드라얀-1 (Chandrayaan-1)과 찬드라얀-2 (Chandrayaan-2)를 들 수 있음.
 - 찬드라얀-1호는 달의 극지역에서 물 얼음의 존재를 발견하면서 달 표면의 고해상도 지도를 제작
 - 찬드라얀-2호는 달의 남극 지역에 착륙선을 보냈고, 과학 장비를 장착한 오르비터 (Orbiter)를 활용하여 달의 중력장, 표면 성분 및 지형을 조사하는 다양한 실험을 진행하였으며, 높은 해상도의 이미지를 제공

2. 50년만에 다시 우주투자를 시작한 영국

□ (영국) 1957년에 로켓을 개발하고 호주 우메라에서 발사성공한 바 있었으나, 그 이후 우주 개발을 하지 않았고, 최근 5년전부터 다시 우주개발을 시작

- 정치적 격변으로 인해 기술적 발전을 이루지 못한 사례
 - 예산 부족: 우주 프로그램에 대한 정부의 재정 지원이 제한적이었고, 이는 연구와 개발에 필요한 자금을 확보하는 데 어려움을 겪은 주요 원인
 - 정치적 우선순위: 영국 정부의 정치적 우선순위가 변화하면서 우주 개발보다는 다른 분야에 자원을 집중하는 경향
 - 산업 기반 부족: 우주 산업 생태계가 상대적으로 약해, 대형 우주 프로젝트를 지원할 수 있는 기업이나 인프라가 부족
 - 국제 경쟁: 미국과 러시아 같은 국가들과 비교했을 때, 영국은 상대적으로 낮은 성과를 보여왔고, 이는 우주 개발에 대한 관심을 줄이는 요인
 - 산업 전략 변화: 1980년대부터 영국은 과학 및 기술 분야에서 민간 부문 중심의 접근을 채택하면서, 우주 개발이 상대적으로 후순위로 밀리게 되었음.
- 최근 5년간 우주전략을 재정립하면서, 국제협력과 데이터 활용 등에 집중
 - 우주 전략 재정립: 2019년에 발표된 'UK Space Strategy'는 영국이 2030년까지 세계 1위의 우주 산업 국가가 되겠다는 목표를 세움. → 이를 통해 정부의 지원과 민간 투자 촉진을 목표
 - 상업 우주 비행 지원: 영국 정부는 상업 우주 비행을 지원하기 위해 여러 규제를 완화하고, 스페이스포트(우주 발사 장소) 구축에 투자
 - * 스코틀랜드와 코르시카 섬에서의 발사 시설 개발이 진행
 - 우주 데이터 활용: 위성 데이터를 활용한 다양한 산업 혁신을 추진 → 농업, 환경 모니터링, 재난 관리 등 여러 분야에 걸쳐 응용
 - 국제 협력: 영국은 유럽 우주국(ESA)과의 협력을 강화하고, 미국, 일본 등 다른 국가와의 협력 프로젝트에도 적극 참여

- 지속 가능한 우주 개발: 최근 우주 쓰레기 문제에 대한 인식이 높아지면서, 지속 가능한 우주 개발을 위한 정책이 강화되고 있습니다. 이를 통해 우주 환경 보호와 자원 관리에 대한 노력을 추진

[그림 8] 영국 부스와 지구관측위성 목업 전시



3. 대항해시대 경험을 바탕으로 우주시대를 꿈꾸는 노르웨이

- 대항해시대에 세계경영의 비전을 꿈꾸었던 경험이 있었던 만큼 우주개발에 있어서도 큰 비전을 그릴 수 있는 주목해볼만한 국가로, 항공우주기술에 50여년간 꾸준한 R&D 투자를 진행하고 경제성을 지닌 제품을 만들겠다는 비전을 제시
 - 기술적으로는 업스트림이 조금 더 강점이지만 다운스트림에도 강점이 있는 국가
 - 노르웨이는 뛰어난 연구 기관과 대학들이 있어 우주 기술과 관련된 연구가 활발
 - 노르웨이 우주 센터(Norwegian Space Center)는 이러한 연구를 지원하는 중요한 기관이고 델프트공대에서 항공우주공학을 50년간 꾸준히 연구
 - 자원 및 환경: 북극 지역에 가까운 지리적 이점을 활용해 기후 변화와 관련된 연구를 진행하며, 위성 기술을 통해 환경 모니터링을 강화
 - 북극인근 지리적 위치를 활용하여 안도야(Andøya) 발사장을 운영하고 발사 이후 지상국 설비와, 지상국 이용과 관련한 비즈니스를 목표하고 있음.
 - 안도야 발사장은 경상북도 위성들이 지날 수 밖에 없는 북극권에 위치하고 있어 기지국을 반드시 거칠 수 밖에 없는 장점
 - 단, 러시아와의 인접성을 고려하여, 최근 러시아와 우크라이나 전쟁을 고려해 북극 궤도를 꺼리는 경향은 증가함.

- 민간 기업의 발전: 노르웨이에는 우주 관련 민간 기업들이 증가하고 있으며, 특히 소형 위성 및 드론 기술에서 강점
 - Kongsberg Gruppen: 노르웨이의 대표적인 방산기업인 콩스베르그(Kongberg)를 중심으로 드론 기술과 관련된 여러 프로젝트를 진행하고 발사체 개발에도 참여
 - * 고급 센서와 통신 시스템을 장착한 드론 등
 - Akselos: 소형 위성과 드론을 이용한 데이터 수집 및 분석에 특화된 기업으로, 환경 모니터링 및 자원 탐사에 중점을 두고 소프트웨어 기반의 시뮬레이션 기술을 활용해 드론 데이터를 분석
 - Fjordkraft: Fjordkraft는 드론 기술을 이용해 에너지와 환경 관련 프로젝트를 수행하는 회사로, 에너지 인프라 점검 및 환경 모니터링에 드론을 활용
 - Norsk Solar: Norsk Solar는 태양광 발전소와 관련된 드론 솔루션을 제공하여 발전소의 유지보수 및 효율성을 높이는 데 기여
- 국제 협력: 노르웨이는 유럽 우주국(ESA)의 회원국으로서 다양한 국제 프로젝트에 참여하고 있으며, 다른 국가들과의 협력을 통해 기술과 자원을 공유
 - 자원 탐사: 북극 지역의 자원 탐사와 관련된 연구에 중점을 두고 있으며, 이를 위해 우주 기술을 활용하는 데 적극적

[그림 9] 노르웨이, 스페인, 스위스 부스 전경

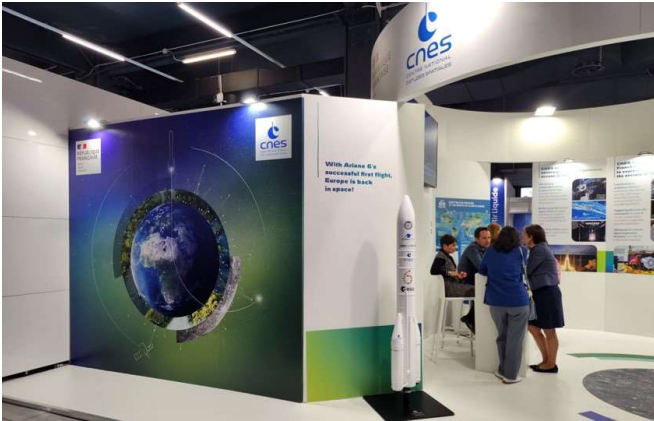


4. 적극적인 국제협력을 추진 중인 유럽의 ESA

- (유럽) 우주 관련 기구는 대표적으로 EU전체가 참여하는 ESA가 있고 국가별로 우주 에이전시를 운영중이며 전체적으로는 미국 기술 수준에 미치지 못하지만, 국가별로는 일부 장점을 보유 → 한국은 유럽전체와 제조력에서 경쟁을 벌이는 것이 적절
 - 프랑스 국립우주연구센터(Centre National d'Etudes Spatiales, CNES)
 - 스페인은 2024년에 우주청을 설립하였고 항공기에 강점

- 독일 항공우주센터(German Aerospace Center, DLR): 발사체 시험장이 장점
- 이탈리아: 아리안 로켓 보유

[그림 10] 프랑스 CNES 부스 방문 사진



- 유럽우주연합은 앞으로 우리나라가 국제협력을 적극적으로 해야 할 대상으로 다수의 프로그램을 운용중
 - 아리안 프로그램 (Ariane Program): 아리안 로켓 시리즈는 ESA의 주요 발사체로, 상업적 및 과학적 위성을 우주로 보내는 데 사용
 - 아리안 6이 현재 개발 중이며, 더 낮은 비용과 유연성을 제공할 것으로 기대
 - 갈릴레오(Galileo): 유럽의 글로벌 위성 내비게이션 시스템으로, GPS와 유사한 기능을 제공하여 높은 정확성과 안정성을 제공하며, 민간 및 상업적 사용을 지원
 - 코페르니쿠스(Copernicus): 지구 관측 프로그램으로, 환경 모니터링, 기후 변화 및 재난 대응을 위한 데이터를 제공하는 프로젝트로 다양한 위성이 지구의 변화와 자원을 지속적으로 모니터링

[그림 11] ESA와 스타트업 플랫폼 EU Space





- 휴먼 스페이스플라이트 (Human Spaceflight): ESA는 국제 우주 정거장(ISS)에 참여하고 있으며, 유럽의 우주 비행사들을 우주로 보내는 프로그램을 운영
 - 아르테미스 프로그램과의 협력도 진행 중
 - 탐사 프로그램 (Exploration Program): 화성 탐사 및 달 탐사와 관련된 여러 프로젝트가 진행 중으로 ExoMars와 Lunar Gateway와 같은 프로그램이 대표적
 - 스페이스 4.0 (Space 4.0): ESA의 디지털 혁신을 촉진하는 프로그램으로, 인공지능(AI), 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅 등 현대 기술을 우주 개발에 적용하는 것을 목표로함.
- ESA의 재정적 여건은 일반적으로 안정적이지만, 다양한 요소에 영향
 - ESA의 예산은 회원국들이 연간 기여하는 금액으로 구성되어 각국의 경제 상황과 정치적 결정이 기여금에 영향
 - 최근 몇 년간 우주 개발에 대한 관심이 증가하면서 ESA의 예산도 상승하는 추세로, 특히 기후 변화, 디지털 혁신 및 우주 탐사와 관련된 프로젝트에 대한 투자 증가
 - NASA, JAXA(일본), CNSA(중국) 등 다른 우주 기관과의 협력을 통해 재정적 부담을 경감하고자 하며 이러한 협력은 기술 공유와 비용 절감을 통해 효율성을 높이는 데 기여
 - 또한 민간 기업과의 협력을 통해 재원을 확보하고 수익창출을 노력
- (스페인) 협동로봇 기업인 MGA도 우주분야에 협업 중인데, 최근 발사체 기업들이 로봇과 AI기업들과의 협력이 증가 추이

- MGA도 우주개발 이전에 방산 업체와 협업을 많이 했었음.

□ (룩셈부르크) 국가 규모가 작기 때문에 자체 우주개발 프로그램을 운영하기 보다는 스타트업 플랫폼으로서 포지셔닝한 사례

- 우주스타트업 유치로 고용유발과 경제성장 효과를 기대

[그림 12] 룩셈부르크 홍보부스와 연계 기업 현황



5. 발사체 Vega 시리즈를 중심으로 하는 이탈리아의 우주개발

□ 이탈리아 우주기구 ASI는 고체추진체를 많이 개발했고, 베가엔진을 최근에 개발

- 지구 관측: COSMO-SkyMed 프로그램을 중심으로 ASI는 환경 모니터링, 농업, 기후 변화 연구 등을 진행하며 이를 위한 다양한 지구 관측 위성을 운영 중
- 우주 탐사: 유럽 우주국(ESA)의 여러 탐사 프로젝트에 참여
 - ExoMars 미션과 같은 화성 탐사 프로젝트에서 중요한 역할을 수행
- 우주 통신: 통신 위성 개발 및 운영에 참여하여 유럽의 통신 인프라를 강화
 - EUTELSAT: 유럽 및 아프리카 지역의 통신 서비스 제공하고 방송 및 데이터 전송에도 활용
 - Telespazio: ASI와 Thales Group의 합작 회사인 Telespazio가 직접 통신 위성 시스템 개발 및 운영에 참여하여 통신 인프라를 강화
 - Fucino Ground Station: 다양한 통신 위성과의 연결을 지원하는 지상국 운용

□ 발사체 개발: ASI와 ESA가 공동으로 소형 발사체인 '베가(Vega)'를 개발

- 베가는 소형 위성을 효율적으로 발사할 수 있도록 설계되어 있으며, 다양한 용도로 활용할 수 있는 플랫폼을 제공
- 상대적으로 낮은 발사 비용으로 소형 위성을 발사할 수 있어, 상업적 수요에 대응하는데 유리하고 다양한 궤도에 맞추어 발사가 가능한 장점

- 지속가능성을 염두하여 환경에 영향을 최소화하는 그린 기술을 확보하는 방식으로 설계
- NASA, ESA, JAXA 등 다양한 국제 우주 기관과 협력하여 공동 프로젝트를 진행 중

[그림 13] 이탈리아 ASI 부스와 베가로켓



6. 독일의 발사체시험장 증축과 우주기구(DLR)의 스타트업 육성

- 독일 우주기구(DLR, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)을 중심으로 엔진시험과 시험장, 시험관련 에이전시 운용, 스타트업 지원 등을 담당
 - 유럽 우주국(ESA)과 협력하여 여러 우주 탐사 미션에 참여 중
 - 화성 탐사 미션인 ExoMars와 달 탐사 프로그램에서 중요한 역할을 수행
 - BepiColombo: 이 미션은 수성 탐사를 위한 유럽과 일본의 공동 프로젝트로, DLR은 과학 장비 개발에 참여
 - 지구 관측 위성을 통해 환경 모니터링 및 기후 변화 연구를 지원 → 자연 재해의 예측 및 대응, 자원 관리 등 다양한 분야에 활용
 - Earth Observation: 환경, 기후 및 자원 관리에 관한 데이터를 수집하고, Sentinel 위성 프로그램도 병행

- Nanosatellite Program: 소형 위성 및 나노위성 개발을 통해 새로운 기술을 시험하고, 교육 및 연구 목적의 다양한 미션을 수행
- 항공기 설계, 비행 안전, 소음 감소 등 항공 분야의 연구도 활발히 진행
- 자체 연구 결과를 상용화하기 위해 스타트업을 지원하는 프로그램 DLR Spin-off 를 운영하여 자금 지원, 비즈니스 멘토링, 기술 컨설팅 등을 제공
 - 우주 관련 기업, 연구기관 및 대학과의 파트너십 운용

[그림 14] 독일 DLR 홍보부스와 관련 기업



- 하네르(Höhenforschungszentrum), 브라운슈바이크(Braunschweig), 플라이트테스트센터 (Flight Test Center) 등 로켓과 발사체 시험장 운용과 관련 기업의 노하우가 상당
 - 발사체 기술 및 관련 분야에서 뛰어난 연구자와 엔지니어를 보유하고 있으며, 이들이 다양한 시험을 통해 높은 품질의 데이터를 제공
 - 하네르(Hilsberg): 로켓과 발사체의 고도 시험을 수행하여 발사체의 성능과 안정성을 평가하되 고성능 발사대, 데이터 수집 및 분석 장비 등이 갖춰져 있어 정밀한 시험 진행
 - 브라운슈바이크(Braunschweig): DLR의 연구 시설로 소형 발사체 및 연구 로켓의 발사

시험에 특화하였고 고속 카메라, 압력 및 온도 센서 등을 사용하여 발사체의 성능 데이터를 수집하고 분석

- 플라이트테스트센터 (Flight Test Center): 고터스(North-Germany)에 위치하여 다양한 고도와 환경에서의 항공기와 발사체에 대한 성능 평가를 수행하며 실제 비행 환경을 재현할 수 있는 다양한 시험 장비와 인프라를 보유
- 이 외에도 DLR소속으로 뮌헨, 코블렌츠, 프랑크푸르트 등 독일내 다수의 우주 항공 연구소가 존재하며 발사체의 성능 분석, 모델링 및 시뮬레이션을 수행

7. 적극적인 달 탐사를 추진중인 일본의 JAXA

□ 일본은 우주분야에서 외교력이 매우 뛰어나 개별 유럽 국가 뿐 아니라, ESA와도 다양한 우주협력 프로그램을 운영 → 우주 개발을 통해서 국제 협력을 공고히 하고 그걸 통해서 국가 간의 관계를 격상시키는 노력

- 일본은 단순한 기술협력, 국제협력이 아니라 협업을 통해서 무엇을 얻고, 무엇을 개발할 것인가가 명확
 - 일반 공학이나 과학과는 다른 개념으로 접근할 필요

[그림 15] 일본 JAXA 부스와 달 로버 시현



- 우주개발은 미국조차도 단독으로 할 수 없기 때문에 기술개발의 근간에 국제협력이 반드시 필요
 - 대항해 시대와 유사한데, 대규모 자본과 높은 위험을 회피하기 위해서는 국제협력이 필수이고, 국제협력의 플랫폼에 활발히 참여해야 국제규범을 설정할 때 우리나라

라의 이익을 대변할 수 있음.

- 현재는 중국과 러시아가 아프리카와 같은 개발도상국 등 국제협력을 강화하고 있고 유럽과 미국도 적극적인데, 한국은 우리나라의 이익을 적극 주장할 수 있는 활동을 아직까지 하지 않는 한계
- 적극적인 국제협력 참여가 아니면 국제규범이나 가이드라인을 만들 때 손해 볼 가능성이 높고, 시기를 놓칠 우려
- 단순히 IAC 부스 설치만이 국제협력이 아님을 유의

8. 기술개발의 변곡점에 직면한 중국

- (중국) 최근에 발사체 기술이 많이 올라왔지만, 미국의 적극적인 기술 유출 억제 정책으로 인해 자체 부품을 개발하지 않는 이상 우주기술개발이 힘든 상황
- 그럼에도 불구하고 대규모 자본 투입을 통한 자본투입으로 우주기술추격의 속도가 상당
→ 중국 우주굴기 정책
- 그러나, 우주기술의 경우 자체 개발에는 최첨단까지 가기에는 한계가 존재하고, 뉴스페이스 시대에는 제품개발의 경제성도 고려해야 할 요소

[그림 18] 중국 부스의 로켓 및 위성 목업 전시



9. 그 외 유망한 소재부품 기업 탐색

- (Astroscale) 달에 택배를 보내는 회사로 알려져, 달까지 운송하는 수요로 NASA에서 선정
 - Astroscale은 일본에 본사를 둔 우주 기업으로, 우주 쓰레기 문제 해결을 목표로 하는 스타트업
 - 2013년에 설립 이후 지속 가능한 우주 환경을 위해 다양한 기술과 솔루션을 개발하였으며, 최근 지구궤도의 우주쓰레기 수집 및 제거 기술도 개발 중
 - EDRS (End-of-Life Services): Astroscale은 사용이 끝난 위성을 안전하게 제거하기 위한 기술을 개발이며 위성을 다른 위성이나 공간으로 끌어내리는 방식으로 작동
 - 스마트 비접촉 기술: 우주 쓰레기를 수집하는 데 필요한 비접촉 기술을 연구하며, 이 기술을 통해 부딪히지 않고 쓰레기를 안전하게 제거할 수 있는 방법을 모색
 - Astroscale의 우주택배, 공식 명칭은 ELSA-d (End-of-Life Services by Astroscale - demonstration, 2021)로, 우주 쓰레기를 수집하고 제거하기 위한 기술을 개발하는 데 초점 → 위성을 포획하고, 궤도를 변경하는 등의 작업을 수행하였고 성공적으로 시연한 경험
 - 실제 우주 쓰레기를 수집하기 위한 실험으로, 특정 목표 위성을 포획하여 궤도를 변경하고 비접촉식으로 쓰레기를 포획
 - 비접촉기술은 우주 환경에서의 충돌 위험을 최소화하면서 쓰레기를 안전하게 수집할 수 있어야 하기 때문에 중요
 - 위성의 위치를 지정하고, 궤도를 변경하는 기능은 수집한 쓰레기를 안전하게 처리하는데 중요하며 모듈화를 통해 향후 다양한 상용서비스로 확장 가능
 - NASA, ESA(유럽 우주국), 일본 항공우주 탐사기구(JAXA) 등과 협력하여 기술 개발 및 연구를 진행하고 있으며, 국제적인 인지도를 증가시킴.

[그림 19] Astroscale 주요 제품 소개



- (텔레다인) 우주기술개발의 속도가 빨라지면서 안정적인 부품공급의 중요성이 크게 증가
 - 최근 우주기술 중 위성영상기술이 크게 발달함에 따라 우주에서 지상 30cm까지 구별 가능하고 revisiting time을 군집위성을 활용하여 획기적으로 개선
 - 위성은 지구궤도를 돌기 때문에 아무리 정교해도 revisiting time이 하루 2회에 불과
 - 군집위성은 다수의 소규모 위성을 띄워 이러한 한계를 극복
- 커넥터 같이 작은 부품의 결함도 발사 실패로 연계될 수 있기 때문에 발사체는 소재부품 단계에서도 정밀한 제조기술력이 매우 중요 → 부품공급망이 발사체 및 위성의 기술력에 매우 상당한 영향
 - 액티브 소자의 경우 신호를 받아 수동적으로 컨트롤 하는 것 뿐 아니라, 이제는 AI접목으로 알아서 연결하는 수준으로 발전 중
 - 삼성의 반도체칩을 받아서 조금의 부가가치를 더해 만들 수 있는 수준인데, 파운드리처럼 시장이 작아 마진이 많이 남지 않으니 삼성이 완제품을 만들지 않는 문제
 - 3-4년 후에는 기술격차가 커져서 만들고 싶어도 제조력이 따라가지 못하는 문제
 - 한국은 제조력이 상당하기 때문에 우주 부품과 소재에 관한 2,3차 가공과 완제품 생산에 관한 노력을 더욱 기울여야 함. → 우리가 잘 할 수 있는 분야
 - 칩 뿐 아니라 커넥터도 우리가 잘 만드는 분야임.

[그림 20] 텔레다인 홍보 부스



- (적극적인 우주 부품 경쟁력 확보) 지금은 경쟁성이 없는 것처럼 보이지만 안정적인 공급력을 확보하고 지속적으로 우주개발을 추진하기 위해서는 국가 차원에서 우주부품제조의 경쟁력 확보를 노력할 필요
 - 기술력 뿐 아니라, 우주부품의 안정적 공급망은 경제안보와 실질적 국가안보와도 연관

- 민간 우주시장이 현재는 작지만 향후 발전가능성이 충분하기 때문에 중장기적 관점에서 지원할 필요
- 국제협력도 많이 하고는 있지만, 국가전략차원에서 좀 더 큰 그림을 가지고 체계적으로 할 필요
 - 기업 차원에서 LG 등 위성 분야의 국제협력은 현재까지도 상당하나, 정부차원의 국제협력은 부족

□ (스핀 온 전략) 이제는 우리나라가 가진 제조업 잠재력을 우주산업으로 전환시키는 것이 필요

- 항공우주산업의 기술과급은 크게 스펀오프(spin-off)기술과 스펀온(spin-on)기술 2가지 형태로 구분
 - 스펀오프(spin-off)기술은 주로 항공우주산업에서 개발된 기술이 타 산업에 적용되는 사례
 - 스펀온(spin-on)기술은 타 산업의 기술이 항공우주산업에 적용되어, 항공우주산업이 요구하는 기술수준으로 향상되어 타 산업으로 파급되는 기술을 의미
- 산업 자체의 기술 개발과 더불어 산업의 연관효과도 주의해서 볼 필요 → 우리나라의 비우주산업의 잠재력을 우주산업으로 전환할 필요

□ (일렉트릭 프로포션) 한국도 계속 개발하려고 하지만, 기술과 부품의 안정적 수급이 문제

- (일렉트릭 프로포션) 엔진 부품의 하나로, 플레밍의 오른손 법칙을 활용하여 분자입자가 가속되도록 만든 부품
- (전기 추진기) 그린 기술을 적용하여 오염물질이 나오지 않게 하는 것이 중요
 - 발사시, 혹은 발사에 실패할 경우 생명을 위협하는 오염물질이 발생하는 문제를 그린 소재나 전기 추진기로 해결함.
 - * 하이드라진(N_2H_4): 오염물질이 발생했던 기존 소재로, 최근에는 사양화되었고, 미국과 유럽이 매우 주목 중이지만 유럽은 걸으로 드러내놓고 대체기술을 개발하는 반면, 미국은 기술공개를 꺼려하는 특징
 - 위성이 공중에 떠 있을 때 계속 자세를 바꾸어야 하는데, 궤도상에서는 지구의 저항 때문에 감속되는 문제가 있고 이를 해결하기 위해 전기 추진기를 사용
- 미국이 우주기술 개발을 꺼리는 이유는, 본인들이 기술 패러다임에 우위를 점하기 위한 전략으로 기술이 글로벌시장에서 퍼져서 중국까지 도달하는 것을 매우 우려하기 때문
 - NASA부스에 운석 조각과 사진만 전시하고 목업조차 가져오지 않음.

[그림 21] 반도체 칩을 활용한 우주부품 사례



- (헤리퍼드, 워우드 리더 인스페이스 크라이어 제닉스) 산소를 액화시킬 때 극저온과 극고압이 필요한데, 발사체에서도 액화연료는 그 기술인 크라이오제닉이 필수
 - 한국은 대성산소의 사례
 - 헤리퍼드는 아리안 스페이스에 공급 중
 - 크라이오제닉 기술은 극저온 상태에서 액체의 특이성을 컨트롤 할 수 있어야 함.
 - 일반적인 물이 액체일 때와는 다른 특별한 특성을 가지기 때문에 선박을 통한 운반이나, 발사체에 활용중일 때 컨트롤 하는 기술이 매우 까다롭고 제조의 노하우가 필요 → 크라이닉 슬로싱(출렁거림이 덜하고, 젖지 않도록 함)
 - 우주공간에서의 액체는 중력이 없이 때문에 가만히 놔두면 밑에 모여서 쌓이는데 아니고 퍼져서 떠 있기 때문에 액체 연료가 얼마나 남았는지 측정하기 어렵고 이에 관하여는 기술로서 아직 해결이 안되었음.
 - 고체와 액체 혼합 연료의 경우 시장에서 사양되는 추세

- (브라질 및 슬로베니아) 이노스페이스가 브라질과 발사장 협업을 했었지만, 이제 계약이 끝났고, 당시 목표궤도에 달성하지 못한 문제
 - 브라질은 제조 노하우나 기반이 없고, 고급 인력도 부족하기 때문에, 우주개발을 하고 싶어도 못하는 현실 → 제조 기술은 근로자에게 노하우가 축적될 절대적인 시간이 필요
 - 한국은 고급인력이 성실함을 갖추었기 때문에 인적자본이 우수한 장점
 - 슬로베니아도 우주를 하겠다고 하지만, 우주개발을 하려면 제조기술과 위성기술이 우선 갖추어 져야 함. → 전자공업이 발달하면 유리하고, 제조노하우의 축적이 필요