

원자력기술의 우주활용 현황 및 전망



주광혁

한국항공우주연구원 미래기술연구소장

- 서울대학교 항공우주공학 학사, 석사
- 텍사스 A&M 대학교 항공우주공학 박사
- 대우중공업 중앙연구소 로봇 엔지니어
- 한국통신 위성사업단 무궁화위성사업 감리
- 한국항공우주연구원 달탐사연구실장, 미래융합 연구부장/우주탐사연구부장, 미래기술연구소장

우주탐사의 과거와 현재

2차 세계대전을 일으켜 전 세계를 전쟁의 참화 속으로 몰아넣었던 독일과 일본의 패망은 미국과 소련을 중심으로 한 이데올로기의 대립으로 다시 세계가 양분되는 냉전체제를 초래하게 되었다. 세계대전을 치르는 과정에서 뿐 아니라 대전 종료 직후 패망한 독일의 전리품으로 로켓을 비롯한 우주기술 개발인력과 인프라를 구축하게 된 미·소 양국은 세계정세의 주도권 경쟁의 방편으로 우주개발에 박차를 가하게 된다.

1957년 세계 최초의 인공위성인 소련의 스푸트니크(Sputnik) 1호의 선제적인 발사는 미국의 과학교육의 개혁이 이루어지고 미국 내 분산되어 있던 우주개발 기관들을 재정비하여 민간 우주개발 전문기관인 NASA가 설립되는 직접적인 계기를 제공하였으며, 나아가 아폴로(Apollo) 계획을 통해 인류 최초의 달 착륙을 실

현함으로써 6-70년대 우주개발의 눈부신 발전을 가져오는 촉매제 역할을 하게 되었다. 미·소 양국은 우주탐사의 목표를 달에만 한정하지 않고 태양계 행성의 과학연구와 탐사를 위해 오늘에 이르기까지 총 200기 이상의 유무인 탐사선을 발사해 오고 있으며 21세기 접어들어 유럽과 아시아 국가들까지 경쟁적으로 우주탐사를 수행하고 있는 상황이다.

1981년부터 2011년 퇴역할 때까지 총 135회 유인수송임무를 수행한 우주왕복선(Space Shuttle)과 1990년대 후반에 미국과 러시아가 주도하는 가운데 세계 우주선진국들이 협력하여 지구 저궤도에 건설된 국제우주정거장(ISS, International Space Station)은 아폴로 계획 이후 40년 이상 우주공간에서의 인류의 생존을 준비하는 유인우주탐사의 근간이 되어 왔다. 총 242명의 우주인을 배출한 ISS는 2025년 이후에 민간에 운영을 이양하고, 사람이 단기간 머물며

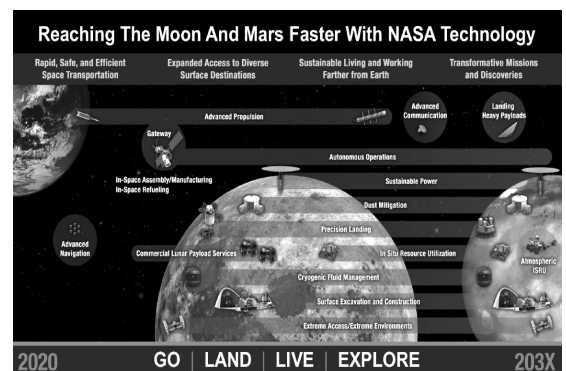
달과 화성탐사의 전진기지 역할을 하는 달 궤도 우주정거장 게이트웨이(Gateway)의 신규 건설을 추진 중이다. 아울러 2019년 미국은 아르테미스(Artemis) 계획을 발표를 통해 50년 만에 유인 달탐사를 재개하여 2024년 달착륙, 2028년 이후 달과 화성의 표면에서 인류의 지속가능한 거주를 목표로 구축단계에서부터 국제협력을 개방하는 정책을 내세우며 세계 우주탐사의 흐름을 주도하고 있다.

아울러, SpaceX와 블루오리진 등 혁신적 기업이 화성거주와 우주여행의 민간 개방과 보편화를 목표로 재사용이 가능한 초대형로켓과 대형 유인우주선을 개발하여 우주운송의 패러다임을 바꾸고 우주개발의 새 역사를 써나가는 현장을 온 세계가 실시간으로 보고 느끼는 가운데 우주로 가는 꿈을 키워나가는 요즘이야말로 명실상부한 우주산업혁명시대라고 해도 과언이 아니다.

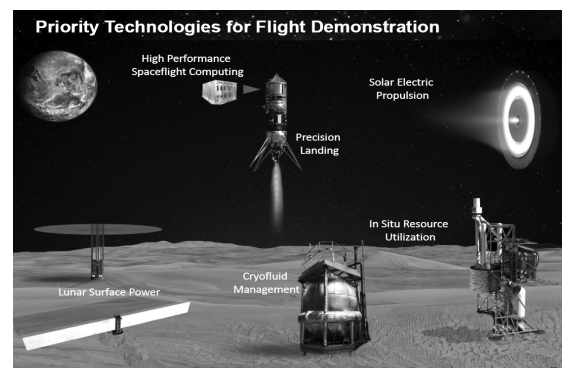
주요 우주선진국의 우주 원자력정책 동향

최근 들어, 우주자원 발굴과 지속가능한 우주거주가 우주탐사의 핵심 이슈로 떠오르면서 많은 양의 우주물자 수송이나 장기간의 우주탐사 임무수행 및 우주기지에서의 지속가능한 에너지 공급을 실현하기 위해 2016년 룩셈부르크 정부는 우주자원 탐사와 활용에 대한 법규와 정책을 발표하고, 2020년 12월 캐나다 정부는 탄

소제로 정책의 지원과 우주추진 및 달과 화성표면전력공급을 통한 국제협력 기반의 우주탐사 활용 가능성과 기술혁신을 꾀하는 소형원자로 시행계획¹⁾을 발표하고, 비슷한 시기에 미국 행정부는 우주원자력개발에 관한 대통령 우주정책훈령을 발표하는 등, 에너지 자원의 우주발굴과 더불어 원자력 기술의 우주이용이 새삼 주목을 받고 있다.



[그림 1] 지속가능한 달/화성탐사 실현을 위한 NASA 핵심기술 개념도 (출처: <https://www.nasa.gov/office/nac/meetings/index.html> NASA Advisory Council Meetings자료)



[그림 2] 달 탐사를 우주검증 우선 개발대상기술 (출처: <https://www.nasa.gov/office/nac/meetings/index.html> NASA Advisory Council Meetings자료)

¹⁾ <https://smractionplan.ca/> Canada's Small Modular Reactor: SMR Action Plan

캐나다 정부는 저탄소 성장의 미래로 다가가기 위해 원자력 분야의 혁신이 그린하우스 가스 배출량을 감소하고 양질의 중산층 일자리를 창출하는 데 결정적인 역할을 할 것이라고 기대하면서 2018년에 수립된 소형 모듈형 원자로 (SMR, Small Modular Reactors)에 대한 로드맵을 보완하여, SMR 이행계획(Action Plan)을 2020년 말에 발표하였다. 본 계획은 2020년대 말까지 다양한 SMR기술을 적용한 최초 유닛을 운영할 수 있도록 개발을 진행하여, 2040년까지 \$150-300B 수준으로 예상되는 세계 원자력시장에서의 SMR기술이 캐나다 원자력 산업의 미래를 선도하여 글로벌 리더로 자리매김하도록 하는 데 목표를 두고 있다. 나아가 2050년까지 탄소제로 정책목표를 달성하고 우주탐사와 같은 새로운 원자력기술 적용기회를 오픈하는 데 필요한 잠재력을 제공하며, SMR기술 연구를 통해 달과 화성탐사를 위한 우주추진과 에너지 공급기술을 개발하여 태양계 유인탐사의 국제적 노력에 캐나다가 기여할 수 있는 혁신을 유도할 것으로 기대하고 있다.

2020년 12월 16일 미국 백악관은 달/화성에서의 인류의 지속가능한 탐사와 거주를 위한 우주기술전략으로 “우주원자력 전력 및 추진기술에 대한 국가전략”으로 명명된 우주정책훈령(Space Policy Directive) 6호(SPD-6)²⁾를 공표하고 앞에서 언급한 대부분의 우주원자력기술

과 연계하여 개발능력 확보에 대한 다음과 정책 목표와 가이드라인을 제시하였다.

- 달, 행성 표면과 탐사선, 원자력 전기추진(Nuclear Electric Propulsion, NEP), 원자력 열추진(Nuclear Thermal Propulsion, NTP) 응용 분야의 전력공급에 적합한 연료 생산을 가능하게 하는 우라늄 연료처리 능력을 개발하되 미래 상업적 적용을 감안하여 우주 뿐 아니라 지구에서도 적용 가능하도록 민간참여와 원가절감이 극대화되는 방향으로 추진한다.
- 지속가능한 달 거주와 화성탐사를 지원할 수 있는 수준의 핵분열발전시스템(Fission Power System, FPS)을 달 표면에서 2030년 이전에 시험검증한다.
- 미래 임무요구사항을 만족할 수 있는 원자력 열추진 개발을 위한 기술적 기반과 역량을 구축한다.
- 더 높은 연료효율과 에너지효율, 운용수명을 제공하는 고성능 방사성동위원소 전력시스템(Radioisotope Power System, RPS)을 개발하여 달과 화성에서의 유무인 탐사와 태양계 무인탐사를 지원하는 표면 구성품들을 생존가능하게 하도록 추진한다.

제시된 정책목표의 달성을 위해 미국내 유관 부처(NASA, 에너지부, 국무부 등) 및 유관 산업체가 역량을 결집하고, 미국의 우주탐사 목표를

²⁾ [https://www.federalregister.gov/Posting-of-the-Presidential-Policy-Directive-6\(Space-Policy\)-National-Strategy-for-Space-Nuclear-Power-and-Propulsion](https://www.federalregister.gov/Posting-of-the-Presidential-Policy-Directive-6(Space-Policy)-National-Strategy-for-Space-Nuclear-Power-and-Propulsion)

달성하고 미국내 부족한 원자력기술역량 보완을 위해 국제협력 파트너(해외전문기관 및 산업체)의 참여기회도 오픈되어 있다고 발표하였다.

원자력기술의 우주활용 현황

원자력 기술을 우주탐사에 적용하려는 아이디어는 우주개발 초기인 20세기 중반부터 시도되어 왔다. 원자력기술이 우주탐사에 활용된 대표적인 사례로 우선 아폴로 계획을 들 수 있다. 1960년대 초반부터 1970년대 초반까지 진행되었던 아폴로 계획은 우주비행사가 달에 도착한 후 짧은 시간을 머물다 지구로 귀환하기 위해 필요한 달 탐사선, 로켓, 우주인 생존 및 달탐사 장비 등의 기술개발에 주력하였다. 아폴로 우주인이 달 착륙을 실현한 당시 달 표면환경과 내부환경 및 구조 분석 등을 위해 ALSEP(Apollo Lunar Surface Experiments Package)이란 실험장비 세트를 각각의 착륙지점에 설치한 바 있으며, SNAP-27(Systems Nuclear Auxiliary Power Program)이란 원자력전지를 내장하여 지구에서의 원격조정을 통한 지속적인 데이터 수집을 1977년 까지 수행한 바 있다. 다만, 아폴로 프로그램에서는 달에서의 장기 체류를 위한 지속가능한 주거시설이나 생명유지에 필요한 에너지와 물자의 생산인프라 등에 대한 원자력 기술의 실용화 연구와 기술개발이 활발히 진행되지는 않았던 것으로 보인다.

우주탐사에 국한되지 않고 지구궤도 인공위성

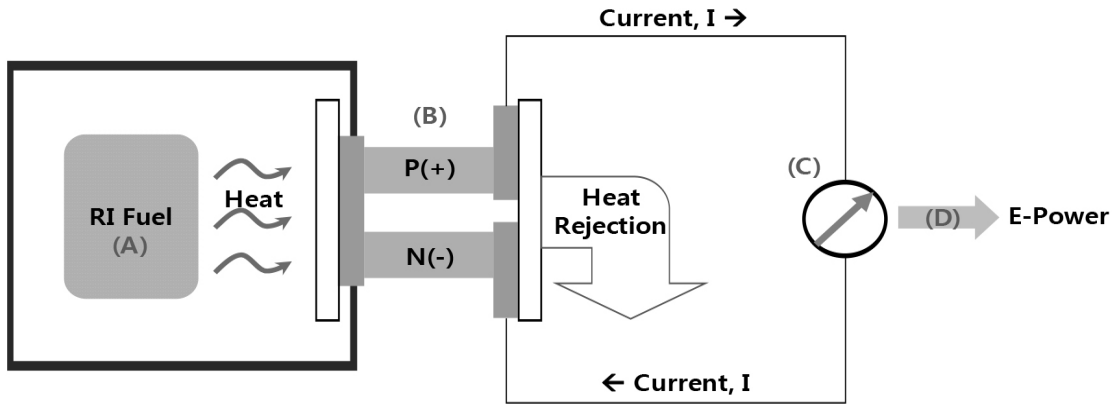
의 전력공급을 위해 원자력전지나 소형 우주용 원자로도 7-80년대에 미·소 양국을 중심으로 활발한 개발과 우주운용이 이루어진 바 있다.

소위 우주원자력기술은 원자력 추진이나 전기추진, 태양에서 먼 거리에 있는 행성 탐사선에 에너지를 공급하기 위한 방사성동위원소열전발전기(이하, RTG 또는 원자력전지), 해양이나 극지, 대형선박 및 미래의 우주기지 등에서의 에너지 공급을 위한 소형원자로 등이 있다.

2023년부터 건설이 시작될 게이트웨이의 에너지원과 궤도유지를 위한 추진동력을 제공하기 위하여 태양전기를 활용한 대용량 전기추진(SEP, Solar Electric Propulsion) 방식과 우주기지에서의 에너지 공급원으로서의 핵분열 발전시스템 등의 기술개발과 국제협력이 새로운 관심사로 떠오르고 있다.

(1) 방사성동위원소열전발전기(RTG, Radioisotopic Thermoelectric Generator)

방사성동위원소가 안정한 원소로 변해가는 과정에서 방사선에너지(헬륨의 원자핵인 알파선, 전자인 베타선, 그리고 광자인 감마선)를 방출할 때 발생하는 열이 열전모듈을 통해 직접 전력으로 전환되고 열전모듈과 연결된 단자에 전기가 모여 최종 전력으로 공급되는 원리로 원자력전지라고도 불린다. 1954년에 처음 미국에서 처음 개발된 이래 인공위성과 우주탐사에 활용되어 왔으며 지상의 무인시설에 장기간 전력을 공급하는 용도로도 활용되어 왔다. 핵분열 연쇄반

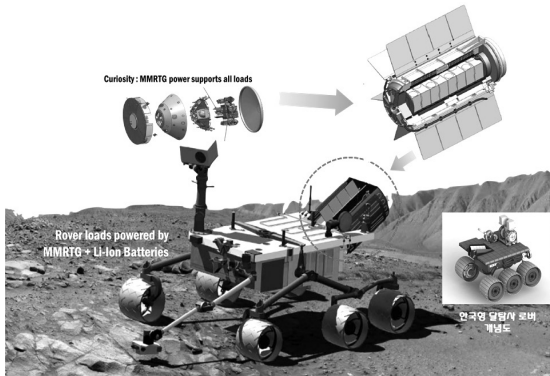


[그림 3] RTG의 전력생산 원리

응을 이용하지 않는 측면에서 원자력 발전시스템과는 큰 차이가 있다. 반감기가 충분히 길고 방사성 동위원소의 양보다 에너지 밀도가 높고 침투력이 약한 고에너지 알파선을 배출하고 감마선이나 중성자 배출량이 상대적으로 낮은 동위원소가 차폐장치의 무게를 줄일 수 있어 우주용으로 활용하기 적합하다고 평가되어 플루토늄-238, 큐리움-244, 스트론튬-90 등이 많이 사용되어 왔다. 열변환 효율을 높이기 위해 써모커플(thermocouple)의 재료설계 변경을 통해 적은 온도변화에도 작동하는 다임무형 원자력전지인 MMRTG(Multi-Mission RTG)가 개발되어 화성탐사에 적용된 바 있으며, 프리피스톤 방식의 스텔링(Stirling) 엔진과 차세대 방사성동위원소를 연료로 사용하는 SRG(Stirling Radioisotope Generator)도 개발도 1970년대 초반부터 착수되어 개량형인 ASRG(Advanced SRG)의 개발이 현재 진행 중에 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 아폴로 12호부터 17호까지 달 표면에 설치한 실험장비에 사용된 것 이외에도 태양과의 거리가 멀어 태양전지를 사용할 수 없는 심우주 탐사선이나 장시간 임무를 수행해야 하는 화성착륙선이나 탐사로버에 주로 적용되어 왔다. 1970년대 후반에 발사하여 태양계를 벗어나 성간(interstellar) 지대를 운행하고 있는 우주탐사선 보이저(Voyager) 1,2호는 각각 87.7년의 반감기를 가진 플루토늄-238을 내장한 3기의 수백W급 원자력전지를 탑재한 덕분에 아직도 촬영한 영상과 신호를 꾸준히 보내오고 있으며 2050년까지도 핵연료는 50% 수준으로 유지될 예정이나 열전소자의 기능저하로 인해 2025년까지는 지구와 통신이 가능한 것으로 예상하고 있다. 현재 2012년 화성에 착륙하여 화성탐사의 첨병역할을 하고 있는 탐사로버 큐리오시티(Curiosity)나 2021년 2월 중순 화성에 착륙예정인 탐사로버 퍼서비어런스

(Perseverance)도 동력원으로 RTG를 장착한 대표적인 사례이다.



[그림 4] MMRTG를 탑재한 화성탐사화성 탐사로버 큐리오시티 (출처: NASA JPL)

지금까지 26개의 우주임무에서 총 45기의 RTG가 미국에 의해 발사되었고, 소련에서도 1960년대 이미 지구 저궤도위성에 RTG를 탑재하여 발사하거나 달 탐사로버 Lunokhod 1,2호에도 에 방사성동위원소 히터(RHU, Radioisotope Heater Unit)를 탑재한 바 있으며, 최근 중국에서 발사된 달 탐사 로버에도 러시아에서 공급한 RTG와 RHU가 탑재된 것으로 알려져 있다. 유럽에서는 유럽우주기구(ESA)의 지원을 받아 영국의 국립원자력연구소와 레세스터 대학(University of Leicester) 대학을 중심으로 아메리시움(Americium)-241 기반의 출력 10W-50W급 우주용 RTG와 RHU를 개발 중이며 100W급 출력을 목표로 하는 스티링 발전전력변환기술과 발사안전연구가 프랑스와 영

국의 우주기업을 중심으로 개발되고 있다.³⁾

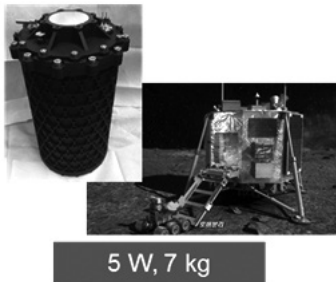
한국에서도 달탐사선 개발사업의 일환으로 한국원자력연구원이 달 착륙선과 로버에 전력을 공급할 수 있는 수준의 RTG와 RHU의 프로토타입을 개발 중이다. 2022년에 한국형발사체 누리호에 실려 발사될 한국형발사체 성능검증 위성에 위성본체에서 제공되는 10W전력을 열원으로 열전모듈을 통한 전기생산을 시험하는 전기열전변환발전기(ETG)를 탑재하여 원자력 전지를 구성하는 부품과 설계의 안전성 및 신뢰성을 검증할 예정이다. 용량확대와 신뢰성확보를 바탕으로 우주탐사 뿐 아니라 극지나 심해용으로 활용분야를 넓혀 갈 계획이다.

(2) 핵분열 발전시스템

KW급 이상의 전력이 필요한 경우 저용량의 원자력전지보다는 핵분열 발전시스템이 대안이 될 수 있으며 기존의 원자로와는 다른 냉각 방식과 열변환 기술을 필요로 하는데 열변환 방식에 따라 액체금속로, 열전도관 원자로, 가스 냉각로 방식이 개발되었다. 우주개발 초기에 사용되었던 액체금속로 방식의 핵분열 발전시스템은 NaK, K, Na, Li와 같은 알칼리 금속을 고온의 액체 상태에서 전자기펌프로 강제순환시켜 원자로의 열을 전력변환계통으로 이송시키는 방식으로 고농축우라늄을 핵연료로 사용하였고, 방열판에서의 열제거를 위해 물열전도관

3) R. Ambrosi, et.al, "European RTGs and RHUs for Space Science and Exploration," Space Sci Rev (2019)

[달 탐사용, 2030]



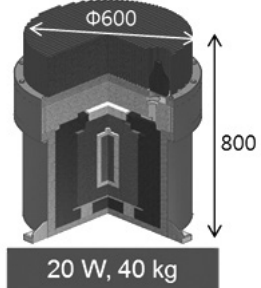
5 W, 7 kg

[인공위성용, 2021]



200 mW, 800 g

[극지용, 2025]



20 W, 40 kg

[그림 5] 국내 RTG 개발 현황 및 계획(출처: 한국원자력연구원)

을 사용하였으며 열전소자를 활용한 전력생산으로 효율이 수% 수준에 머물러 원자로 전체 무게를 크게 증가시키는 단점이 있었다. 우주용 열전도관 원자로는 고체노심의 냉각홀에 알칼리 금속 열전도관을 설치하여 별도의 전력 공급이나 중력의 도움 없이 핵분열 열을 전력변환계통인 스텔링엔진으로 이송하는 원자로형으로 원자로 내부가 대부분 고체인 상태이므로 안전성 문제가 원천적으로 배제되고 단순한 설계와 전력변환계통의 설계대구성이 뛰어나 고장확률이 낮고 원격자율 운전이 가능한 장점이 있는 것으로 알려져 있다. 가스냉각로 방식은 대형화물선이나 심우주 장기 탐사선을 위해 100kWe 이상의 대용량 전기출력을 생산하는 원자로로 개발되었으며, 냉각재로는 원자력수소생산을 위해 사용되는 헬륨을 사용하고 별도의 2차계통 없이 원자로 출구의 헬륨터빈으로 대용량 전기출력을 생산하는 원자로형도 개발되고 있다. 핵분열발전시스템은 우주 기지, 대형우주선 및 원자력전기추진 등 우주 탐사를 위한 전력공급원으로

로 활용이 가능하여 현재 미국의 아르테미스 계획의 일부로 장기간의 우주거주를 위한 주요 에너지원의 하나로 기술개발을 추진하고 있다.

소련은 우주용 액체금속냉각원자로 BUK를 개발하여 1970년부터 1988년까지 총 37개의 저궤도 위성을 발사한 바 있으며, 미국도 세계 최초로 액체금속냉각형 원자로를 개발하여 인공위성 스냅샷에 탑재하여 발사한 바 있으며 1990년 중반까지 해당 연구를 진행해 왔다. 2010년대에 들어 심우주탐사와 화성유인탐사 임무의 실현을 위해 기존에 축적한 열전도관 원자로 기술을 바탕으로 NASA Glenn Research Center와 미국 원자력연구소 LANL과 더불어 kWe급 우주용 열전도관 원자로 실증을 위한 Kilo Power 과제를 수행해 오고 있다. 미국원자력산업계는 우주용 열전도관 원자로 기술을 기반으로 비전력망지역 전력생산을 위한 MW급 원자로를 2027년 자국 내 건설을 목표로 개발하고 있으며 Oklo사의 Aurora, Westinghouse사의 eVICNI 등이 대표적인 사례이다.



Thermal Performance Test Facility for Alkali Metal HP

[그림 6] 한국원자력연구원의 알칼리금속 열전도관 고온 성능 시험설비(출처: 한국원자력연구원)

한국원자력연구원에서도 2012년부터 2014년까지 우주활용을 위한 전기출력 1~10kWe 규모, 10년 수명의 경량형 원자로 노심 기초/설계 개념 연구를 수행한 바 있으며, 2019년부터 원자력 융복합기술개발사업의 일환으로 '우주용 열전도관 냉각 원자로 핵심 기술'개발 과제를 착수하여 우주용 원자로 설계기술을 개발하고 열전도관 시작품의 열이송출력이 원자로 냉각용으로 적합한 지 여부를 실험적으로 입증하려는 목표로 원자로 냉각본격적인 열전도관 방식의 원자로 연구를 진행해 오고 있다.

(3) 원자력 열추진 로켓

원자력 열추진 로켓은 원자로의 고온열을 작동유체(또는 추진제)를 가열하고 방출함으로써 추진력을 얻는 원리를 근간으로 하는 로켓으로, 화학식 로켓에 비해 산화 반응 없이 고온과 빠른 배출속도로 고효율을 달성할 수 있는 장점이 있다.

노심의 재료에 따라 고체 노심형, 액체 노심형, 핵전구, 원자력 펄스추진형 등이 있다. 고체 노심을 사용하는 원자력 열추진 로켓은 가압된

액체 추진제(주로 수소)를 열이 발생하는 노심 내로 주입하여, 노심 내에서 발생한 열에너지가 추진제를 가열하여 고온의 추진제를 노즐을 통해 분사하여 추진력을 얻는 기술임. 핵전구 원자력 열추진은 기체노심 원자력 열추진과 작동방식은 유사하나 핵분열물질을 Quartz 용기 내에 가두어 핵분열물질과 추진재를 물리적으로 차단하는 방식임. 투명한 노심을 사용한다는 뜻에서 전구라는 명칭이 붙음. 투명용기의 고온 견전성이 큰 이슈로 남아있다.

원자력 펄스 추진은 주기적으로 우주선의 뒷부분에 작은 핵폭발을 일으켜 폭발로 발생하는 추진력을 발생하는 개념이다. 실제로 1950년대에서 1960년대에 미국 내에서 Orion이라는 프로젝트로 연구가 수행된 개념으로 화학폭발을 이용한 소규모 개념 실증 시험이 수행되었으며 실증시험 이후 많은 개념설계안이 제시되었으나, '대기시험금지조약'으로 1963년 대기권 방사능 낙진 문제로 폐지되었다. 미국은 1950년대 Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application (NERVA) 프로젝트를 통



해 원자력 열추진 우주선 개발을 수행하였으며, 1970년대 마지막 시험을 끝으로 아폴로 프로그램의 종료로 인해 중단되었다. 2010년대 들어 NASA Marshall Space Flight Center와 원자력국립연구소의 협업을 통해 1MW 원자력열추진 로켓 환경 모의 시설 구축과 더불어 1MW급 열추진 원자로 설계 및 추진체 실증연구를 수행해 오고 있다. 국내에서는 한국과학기술원에서 KANuTER (Korea Advanced Nuclear Thermal Engine Rocket)라는 추진체 개념 연구를 수행한 것이 원자력 열추진 관련한 거의 유일한 연구로 알려져 있다.

(4) 원자력 전기추진

핵분열발전시스템에서 생산된 전기에너지를 활용하여 인공위성이나 우주탐사선의 궤도 천이, 자세제어, 심우주탐사 등의 목적으로 사용되는 추진 장치로 추진 방식에 따라 전열(electrothermal) 방식, 정전(electrostatic) 방식, 전자기(electromagnetic) 방식 등이 있으며, 현재 세계적으로 홀추력기, 이온추력기 등과 같은 정전방식이 가장 많이 활용되고 있다. 달탐사선 SMART-1, 소행성 탐사선 하야부사, DAWN에 사용된 것이 대표적이며 최근 전세계 통신망 구축을 위해 총 42,000기까지 발사를 고려하고 있는 SpaceX의 스타링크 위성에도 홀추력기가 사용되고 있고, 정지궤도위성에서 궤도천이와 유지를 위한 전기추력기 적용이 전세계적으로 확대되고 있는 실정이다. 미국은 게이트웨이의 전력

공급용 13.3 kW급 전기추력기와 전력생산용 10 kWe급 우주 원자로를 개발 중이다.

우리나라에서도 과학기술정보통신부의 지원으로 소형 이온추력기와 홀추력기 등이 대학을 중심으로 지난 10여년간 꾸준히 개발되어 왔으며 스페이스 파이오니어사업에서 정지궤도위성용 200mN급 전기추진시스템 개발을 통해 2020년 후반 우주임무 적용을 계획하고 있다.

국내 우주 원자력기술 개발 방향에 대한 제언

미국, 영국 등 우주선진국의 경우 원자력산업의 발전과 함께 원자력의 우주이용기술을 지속적으로 균형 있게 발전시켜 왔고, 미국이 상대적으로 취약한 원자력 기술 분야나 시급성을 고려, 미국의 국익에 도움이 되는 전제하에서 국제협력을 개방하여 추진할 것을 SPD-6를 통해 천명한 바 있다. 캐나다정부는 우주를 지향점으로 소형우주원자로 로드맵을 재정비하여 자국의 원자력산업의 활성화를 강화하는 정책을 최근 발표하였다.

현정부 들어 원자력발전소의 건설 및 가동 중단과 신재생에너지 확대 등 국가에너지정책의 변화로 인해 50년간 축적된 우리나라 원자력 기술 발전의 새로운 패러다임 전환과 원자력계의 대안제시가 절실히 필요한 시점이다. 세계적인 수준으로 인정받고 있는 우리나라의 원자력기술 경쟁력을 기반으로 우주원자력분야에서도 프리미엄을 유지하는 전략을 견지하는 가운

데, 우리나라 우주개발과 원자력개발을 연계하는 우주-원자력 정책의 재정립과 우주-원자력 기술의 융합을 통해 1차적으로는 우리나라 달 착륙 등 우주탐사 계획 실현에 대비하고 나아가 미국의 SPD-6에서 제시된 우주-원자력 국제협력 가이드라인에 적극 부응하여 현재 달/화성에서의 지속가능한 생존을 위한 아르테미스 계획

의 일환인 원자력 에너지원 개발의 국제수요에 적극적으로 참여하는 전략을 취해야 할 것이다. 이로써 우주원자력 생태계에 새로운 동기부여를 제공함과 동시에 2030년대에는 우주원자력 분야에서도 세계수준의 기술적 지위를 공고히 하는 기회를 제공하게 될 것을 기대한다. **KIIF**