

総合講演・報告「宇宙原子力技術」研究専門委員会

原子力×宇宙：宇宙原子力技術の可能性と展望

Nuclear×Space： Possibilities and prospects of space nuclear technology

*高木 直行¹, *川崎 治², 西山 潤¹¹ 東京都市大学、²JAXA

1. 背景

近年の科学技術の発展とともに、天体物理や宇宙化学分野における知の探究や人類の活動範囲拡大を目的として、太陽系外縁天体や地球外の生命の探査、有人火星探査などのプロジェクトが検討・実施されている。これら宇宙探査には機器の動力源としての電源が必須だが、木星以遠になると太陽光強度は 1/25 以下に減少するため、太陽パネルや蓄電池に依存する限りは探査範囲や観測内容に制約が生じる。従って、例えば太陽系外縁や生命の存在が期待されている木星の衛星エウロパや土星の衛星エンケラドスなどの探査、頻繁に砂嵐の吹き荒れ日光が遮断される火星表面への有人基地建設、月の極地や堅穴内の探査活動などには、原子力エネルギーが最有力な選択肢となる。

2. 原子力電池の活用実績

世界（特にアメリカやロシア）では、放射性同位体を用いた電源利用・熱源利用、宇宙基地用の小型原子炉、ロケット推進のための原子炉技術などの研究開発が長年進められてきており、中でも原子力電池（Radioisotope thermoelectric generator; RTG）は実際に宇宙探査に使われた多数の実績がある。

RTG はアメリカのボイジャー計画による外惑星探査をはじめ数多くの探査に使用されている。近年では火星探査車キュリオシティ、パーシビアランスによる火星探査や、探査機カッシーニによる土星探査があり、特に土星の衛星エンケラドスの探査では地下に液体の海が存在することを示す氷のブルーム噴出を発見する成果をあげている。図 1 にキュリオシティ計画に用いられた最新式の RTG の構成図を示す。これは Pu-238 ペレットを束ねてモジュール化した熱源(GPHS)の個数を調整することにより、様々な出力要請に対応できる多目的原子力電池（Multi-mission radioisotope thermoelectric generator; MMRTG）である。PbTe/TAGS ベースの熱電対を用い一つのモジュール出力は 100～125 W であり、電気への変換効率は 5～10%であるが、残りの熱は電子機器の保温加熱に有効活用されている。

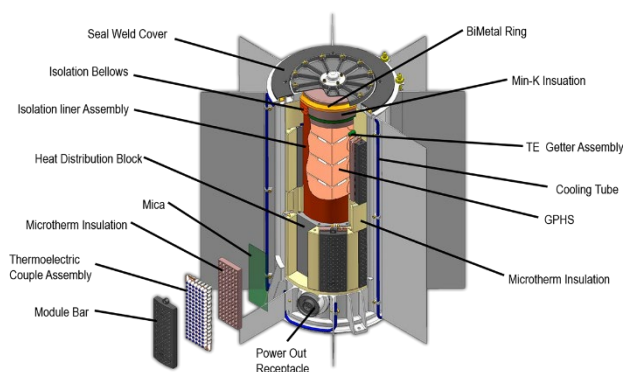


図1 キュリオシティ計画(2011 年打ち上げ)に搭載された多目的原子力電池 MMRTG (Image: NASA via Slideplayer)

こうした RTG は、熱源となる放射性同位元素や電池の構成は異なるものの欧州、中国、韓国でも開発が行われているが、日本では同分野の研究事例は少数ながら存在するものの取り組みの規模は小さく、組織間の連携も薄い状況にある。実際に探査に適用された事例は皆無である。一方で、日本には小惑星探査機「はやぶさ」に代表される無人探査の実績の他、電気推進技術や高性能宇宙用電池などの要素技術力が蓄積されており、原子力との組み合わせに適した宇宙用技術に強みがある。

こうした RTG は、熱源となる放射性同位元素や電池の構成は異なるものの欧州、中国、韓国でも開発が行われているが、日本では同分野の研究事例は少数ながら存在するものの取り組みの規模は小さく、組織間の連携も薄い状況にある。実際に探査に適用された事例は皆無である。一方で、日本には小惑星探査機「はやぶさ」に代表される無人探査の実績の他、電気推進技術や高性能宇宙用電池などの要素技術力が蓄積されており、原子力との組み合わせに適した宇宙用技術に強みがある。

2. 委員会の目的

本専門委員会では、日本における宇宙探査や宇宙開発にさらなる発展と飛躍をもたらす「原子力技術の具体的な応用法やその適用可能性」を提示することを目的として 2023 年 11 月から活動を開始した。二カ月に一度程度の頻度で委員会を催し、原子力技術の宇宙利用に関する世界の最新動向調査や、原子力技術応用に適した具体的な宇宙探査ミッションに要求される性能、技術的制限や規制、現状の技術レベルについて取り

まとめていく予定である。

こうした原子力と宇宙技術の両分野の専門家から構成される委員会活動は、宇宙分野と原子力分野の連携を強化し、我が国の基幹科学技術分野における研究開発の活性化に資するものと期待される。

3. 総合講演「原子力×宇宙：宇宙原子力技術の可能性と展望」

本企画セッションでは、はじめに本委員会の設立趣旨および活動の概要について説明を行う。次に、日本および世界各国の宇宙探査や宇宙開発に関する戦略について紹介する。続いて、宇宙探査などに適用する原子力技術について、国内における研究開発実績や状況についてパネリスト（各所属組織、主に委員）から紹介し、今後の宇宙開発と原子力のかかわりや展望についてパネル討論を行う。引き続きセッション参加者を交えて自由討論を行う。

1. 「宇宙原子力技術」研究専門委員会設立について
2. これまでの原子力の宇宙利用と将来展望
3. パネル討論「国内の宇宙開発と原子力の展望」
4. 自由討論

本セッションは、「宇宙原子力技術」研究専門員会の活動をまずは原子力学会内で知っていただくとともに、参加者、特に原子力に関わる多分野の専門家から、今後の宇宙と原子力のかかわり方、原子力技術の宇宙利用への展開、逆に極限環境における宇宙技術の地上や社会へ還元する応用方法等について広く意見をいただきたいと考えている。

*Naoyuki Takaki¹, *Osamu Kawasaki², Jun Nishiyama¹

¹Tokyo City University, ²JAXA