

小型分散電源用原子炉システムの開発

1) 月面・火星ミッションを想定した原子炉システム・炉心コンセプト

Small nuclear reactor for dispersed power systems

1): conceptual design of the reactor system for Luna and Mars surface missions

*木村 礼¹, 和田 怜志¹, 吉田 大志¹, 西岡 佳朗¹, 兵藤 義浩¹, 星野 邦雄¹

¹東芝

将来の月面・火星探査において、小型原子炉を熱源とした電源システムの利用が考えられており、小型軽量かつ高い自律制御性・臨界安全性・核セキュリティ性が求められる条件を想定して新たな分散電源用システムの開発を行っている。本発表では原子炉システム及び炉心コンセプトについて発表を行う。

キーワード：小型炉，宇宙炉，システム設計，熱電発電，自律制御，核熱連成，臨界安全，核セキュリティ

1. 緒言

International Space Exploration Coordination Group (ISECG)^[1]では、月面や火星において国際宇宙探査を行うにあたって電源として原子炉が必要であることが認識されている。このような原子炉では、打ち上げのために小型軽量かつ高い臨界安全性・核セキュリティ性・自律制御性が求められる。また、2035年までに予定されている火星有人探査では、システム要件として電気出力 10-100kWe・運転期間 8年以上・比出力 5We/kg 以上が求められる^[2]。本研究はこれらの条件を満たす原子炉システムの開発を通じ、新しい分散電源用原子炉概念を構築することを目的とする。

2. システムコンセプト

本システムの構成及び熱・温度条件を図1に示す。炉心で発生した熱はヒートパイプにより熱電モジュールへ輸送され、熱電モジュール内を流れた熱量のうち 20kW が電力として取り出され、最終的に放熱パネルから放熱される。放熱パネルの重量低減のために放熱パネル温度を高く、熱電変換効率向上のために熱電モジュール温度差を拡大する。熱効率の良いシステムを構築するためには炉心温度を可能な限り高める必要がある。

3. 炉心コンセプト

図2に本システムの炉心レイアウトを示す。臨界安全性・核セキュリティ性を満たすため、燃料は 20wt%以下の低濃縮ウランを用い、炉心を小型化するために減速材を用いた。更に、減速材には 800℃まで水素解離しない水素化カルシウムを選定した^[3]。また、ヒートパイプ周辺に出力ピークを持たせて減速材最高温度を抑制する炉心レイアウトを採用し、炉心出力密度向上・システム効率向上を図った。

参考文献

- [1] “ISECG Global Exploration Roadmap”, <http://www.globalspaceexploration.org>, 20 August, 2013
- [2] “NASA Technology Roadmaps TA3: Space Power and Energy Storage”, NASA (2015).
- [3] 大角泰章 水素吸蔵合金 アグネ技術センター

*Rei Kimura¹, Satoshi Wada¹, Taishi Yoshida¹, Yoshiro Nishioka¹, Yoshihiro Hyodo¹ and Kunio Hoshino¹

¹Toshiba Corporation

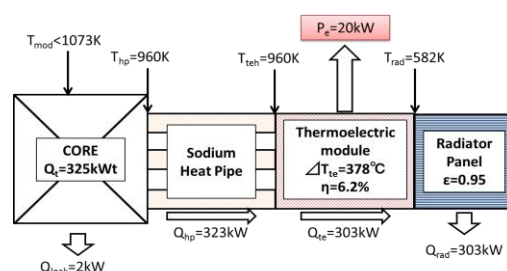


図1：システム構成

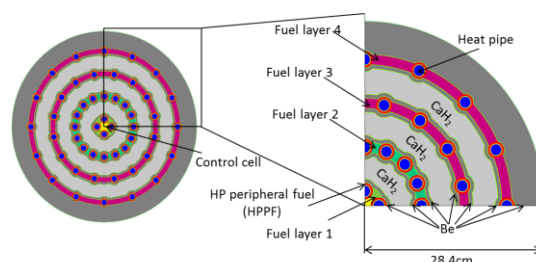


図2：炉心レイアウト