

小型分散電源用原子炉システムの開発

2) 月面・火星ミッションを想定した炉心の臨界性向上手法と制御

Small nuclear reactor for dispersed power systems

2) Nuclear design of the core for Luna and Mars surface missions

*和田 怜志¹, 木村 礼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。

キーワード：小型炉，宇宙炉，自律制御，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。惑星探査用原子炉では、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。これらの条件を満たす原子炉システムは低濃縮ウランを用いた熱中性子炉が適している。しかし、小型炉心は中性子の漏れ量が多く、重量を抑え臨界性を向上させる必要がある。米国航空宇宙局 (NASA)では^[2]、惑星探査用原子炉の運転期間は8年以上必要としている。本発表では長期自律制御運転を行う小型炉心を構築するための臨界性向上及び炉心制御について発表を行う。

2. 小型炉心の構築

臨界性向上手法として、ベリリウム(Be)を反射体・中性子増倍材として使用した。これは、Beは減速比が比較的大きく、かつ1.749MeV以上の中性子による(n,2n)反応で中性子を増倍させる効果があるためである。図1に示す体系の反射体にCaH₂を用いた場合(case1)とGraphiteを用いた場合(case2), Beを用いた場合(case3)の実効増倍率を表1に示す。表1よりBe反射体により臨界性が向上することがわかった。

炉心制御機構として、起動時の人為的に調整・操作できる制御機構と安定運転時に臨界状態を自律制御する機構が必要である。制御機構については、発表にて報告を行う予定である。

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”, National Aeronautics and Space Administration (2015).

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

¹Toshiba Corporation

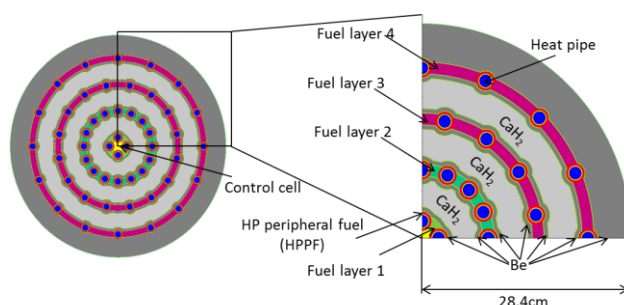


図1. 炉心体系

表1 反射体と実効増倍率の関係

	k-eff	error[%]
case1 (CaH ₂)	0.972 ± 0.03	
case2 (Graphite)	0.983 ± 0.04	
case3 (Beryllium)	1.043 ± 0.03	