

**新設研究室紹介**

**生存圏研究所 生存圏開発創成研究系 宇宙圏電波科学分野（山川研究室）**

<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/~yamakawa/>

「次世代の宇宙環境利用システムの研究 ～磁気プラズマセイル宇宙機の実現に向けて～」

平成18年9月に着任致しました山川宏と申します。以前は、宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部において、地球周辺から月・惑星を含む宇宙環境探査に関するミッション解析、ロケット・人工衛星のシステムに関する研究を行なっておりました。今後ともよろしくお願い致します。

本分野は、宇宙空間・惑星空間における人工衛星による環境探査，そのための探査技術開発，および宇宙太陽発電衛星の開発を通して、宇宙環境に関する知見の提供，および、宇宙空間の具体的利用形態の提案を行なっていくことにより、21世紀後半に必要な人類の新たな宇宙空間生存圏の確立に寄与してゆくことを目的としています。宇宙電磁環境モニター、波動粒子観測機器の開発等、研究は多岐に渡りますが、ここでは磁気プラズマセイルの研究について紹介します。

惑星間空間には太陽を起源とする高速のプラズマ流である太陽風が吹き荒れています。磁気セイルは、宇宙機の周辺に人工的なダイポール磁場を発生させることで、この太陽風の運動エネルギーを受け止め、宇宙機に推進力を与えるシステムです。1990年代のZubrinらの検討によると、宇宙機に十分な推力を与えるためには、直径100kmにおよぶ巨大なコイルに電流を流す必要性が指摘されたため、磁気セイルは実現困難とされていました。しかし、R.Wingleeらは、図1に示すように、宇宙機のまわりのごく小規模な磁気圏をプラズマ噴射にて広範囲に展開させて太陽風を受け止める磁気プラズマセイルという概念を提案し、電気推進と同等の高い推進剤の消費効率を得られ、同時に、1桁大きい推力を得ることができるとい解析結果を得ました。これは、小規模の宇宙機でも、太陽系の木星等の外惑星に飛行時間2～3年で直接移行して到達することを示しています。磁気プラズマセイルを現実のものにできるかどうかは、太陽風プラズマ流を受けとめるための十分な大きさの磁気圏を、探査機の持つ僅かな質量・電力リソースで実現出来るかどうかにかかっています。

ここ3年ほど我々のグループは国内の研究者と共同して、このような画期的な推進システムを持つ宇宙機（図2）の実現可能性を迫すべく、プラズマ数値シミュレーション、および、真空チャンバを使用したスケールモデル実験により磁気プラズマセイルの基本原理の確認を行なってきました [1-5]。その結果得られた推進性能を仮定することで、惑星間飛行あるいは太陽系脱出までもが従来と比較して短時間で実現することを示し、同時に宇宙機の具体的なシステム検討を行ないました [4]。最新の成果に基づくと磁気プラズマセイルは、超伝導コイル半径2m程度、電力規模10kW程度、宇宙機の全体重量数トン、推力/電力比50mN/kW程度の性能が得られています。

現在は、宇宙機の質量、電源、熱制御等のシステム設計の精度を上げるべく、磁気プラズマセイル宇宙機の中核技術である宇宙用超伝導電磁石システムに関して、電気工学専攻・超伝導工学分野の中村武恒先生、宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部の船木一幸先生らと共同で開発を進めつつあります。

**参考文献**

- [1] H. Yamakawa, I. Funaki, et al., Acta Astronautica, Vol. 59, No. 8-11, pp. 777-784 (2006)
- [2] H. Yamakawa, Journal of Spacecraft and Rockets, Vol. 42, No. 4, pp. 677-683 (2005)
- [3] I. Funaki, H. Kojima, H. Yamakawa, et al., Astrophysics and Space Science (2006), in press.
- [4] 山川、小川、藤田、澤井、國中、船木他、日本航空宇宙学会論文集、Vol. 52, No. 603, pp. 148-152 (2004)
- [5] 船木、山川、藤田、野中、日本物理学会誌、Vol. 58, No. 4, pp. 266-269 (2003)

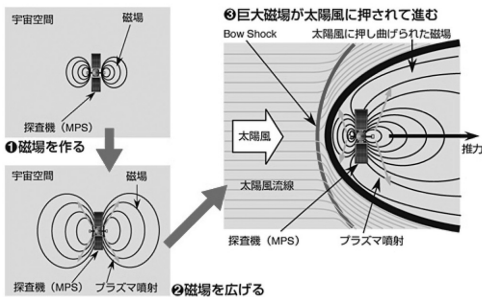


図1. 磁気プラズマセイルの原理

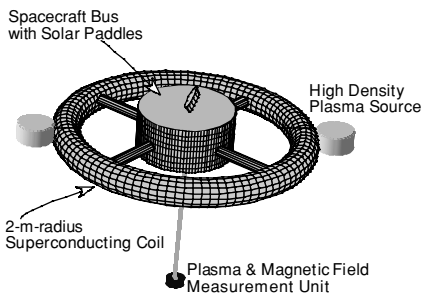


図2. 磁気プラズマセイルの宇宙機のイメージ図