

PEM026-P12

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 10:30-13:00

磁気セイル周りの太陽風プラズマ挙動に関する2次元Hybrid-PICシミュレーション Two-Dimensional Hybrid-PIC Simulation of Solar Wind Plasma Flow around Magnetic Sail

松本 正晴^{1*}, 梶村 好宏¹, 臼井 英之², 船木 一幸¹, 篠原 育¹
Masaharu Matsumoto^{1*}, Yoshihiro Kajimura¹, Hideyuki Usui², Ikkoh Funaki¹, Iku Shinohara¹

¹ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, ² 神戸大学大学院システム情報学研究科

¹JAXA/ISAS, ²Kobe university

太陽から噴出する高速の無衝突プラズマ流である太陽風を人工的な磁気圏を展開することによって受け止め、宇宙機の推進力を得る先進的宇宙推進システムである磁気セイル、ならびに磁気プラズマセイルが近年提案され研究が進められている。磁気セイルは宇宙機に搭載した超伝導コイルのみでダイポール磁気圏を展開するシステムであり、太陽風と磁気圏の相互作用の結果として推力を発生させる。太陽風エネルギーを推進力に利用するこれらの推進機は従来提案の電気推進機に比べ、高いエネルギー変換効率が達成できると期待されている。磁気セイルの推力は、磁気圏境界における太陽風のイオン Larmor 半径と磁気圏代表長の比によって特徴付けられることが過去の研究から明らかとなっているが、磁気圏代表長に比べイオン Larmor 半径が長い、いわゆるイオン慣性スケールでは、イオンの運動効果を考慮に入れた物理モデルを選択しなければ正確な推進性能を把握することはできない。そこで本研究では2次元 Hybrid-PIC シミュレーションにより、磁気セイル周りの太陽風プラズマ流の挙動や磁気セイルの推進性能に関する計算を行った。

計算結果として、磁気セイルが持つ磁気モーメントに対する惑星間磁場の向きの違いが、磁気セイルが形成する小型磁気圏の上流側で発生する衝撃波の構造に大きな影響を与えることがわかった。これは惑星間磁場の向きによって磁気圏周辺に発生する磁気リコネクションポイントの位置が変化することによって、太陽風の流れ場が変化することによる。特に太陽風の流れ方向に対して惑星間磁場が平行方向の場合では、垂直な場合に比べ、衝撃波による数密度の不連続面が不鮮明になるなど、イオン運動の効果が強調され、非定常で複雑な流れ場となることがわかった。また、惑星間磁場がないと仮定した場合に比べ、太陽風の流れ方向に対して惑星間磁場が垂直方向にある場合、磁気セイルの推力は増加する傾向にあること、また、惑星間磁場が平行方向にある場合は磁気セイルの推進方向に垂直方向に周期的な揚力が発生することがわかった。

キーワード: 磁気セイル, 磁気圏, ハイブリッド粒子シミュレーション

Keywords: Magnetic Sail, Magnetosphere, Hybrid-PIC Simulation