

磁気圏型 RT-1 装置における高ベータプラズマ生成と計測器開発 High beta plasma production and their diagnostics in magnetosphere RT-1 device

西浦 正樹^{1*}; 吉田 善章¹; 齋藤 晴彦¹; 矢野 善久¹; 川面 洋平¹; 野上 智晃¹; 山崎 美由梨¹
NISHIURA, Masaki^{1*}; YOSHIDA, Zensho¹; SAITOH, Haruhiko¹; YANO, Yoshihisa¹; KAWAZURA, Yohei¹; NOGAMI, Tomoaki¹; YAMASAKI, Miyuri¹

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科

¹ Graduate school of frontier sciences, The University of Tokyo

磁気圏型プラズマ装置 (ring trap 1: RT-1) は新しい概念の核融合実験装置である。実験室において真空容器内に磁気浮上させた超電導コイルによりダイポール磁場を発生させ、その磁場中に閉じ込められたプラズマの特性を理解するための研究を進めている。ここ数年、電子サイクロトロン加熱 (electron cyclotron heating: ECH) により、数 10keV の高エネルギー電子の生成やその電子が引き起こす不安定性の励起、密度分布のピーキングなど多様な現象が観測されている [1, 2]。ECH 入射パワーの増強を行い、従来の運転密度領域である 10^{17}m^{-3} を更に拡大させるための最適化実験 (ビーム偏波制御, 収束性の向上) を進めている。生成したプラズマはミリ波干渉計を用いた線平均密度計測により密度評価を行っている。その結果入射ビームの最適化により線平均密度で $6.2 \times 10^{17}\text{m}^{-3}$ かつ電子反磁性は 5.6 mWb にまで到達した。この値は磁気圧力に対するプラズマ圧力の比であるベータ値がおおよそ 100% 近くに達していると予想される。このようなプラズマに対し、密度上昇に伴う空間構造の変化や密度ピーキングを調べるためにマイクロ波反射計の整備を行い、初期結果を得ており、解析を進めている。

ECH を用いた場合、電子加熱は十分行えるがイオン温度は低い状態にある。そこで 3 ターンループアンテナを用いた遅波によるイオンサイクロトロン加熱 (ion cyclotron heating: ICH) を行っている。ECH 単独で電子密度を 10^{18}m^{-3} オーダーに上昇させた場合、加熱効率が向上し、イオン加熱によるイオン温度が向上することが期待できる。ICH によるイオン温度上昇をエネルギーアナライザーにより観測している。

ICH によるイオン加熱時により詳細なイオンの加熱情報を測定するために、イオンのエネルギーとピッチ角情報を得ることができるイオンプローブによる測定の前準備を進めている。元々は核融合装置内で発生した高エネルギーイオンの損失過程を計測するために使われていたが、その手法を RT-1 プラズマのイオンのエネルギー分布測定に適用することを念頭に開発を進めている。このイオンプローブは先端に設けたピンホール、その内部に埋め込まれたシンチレータから構成されている。ピンホールからプローブヘッド内に侵入したイオンはプローブヘッド内のシンチレータ上に発光分布を作る。その発光分布を高感度な EMCCD カメラにより観測することでイオンのエネルギーとピッチ角を同時に得ることが可能になる。

発表では先に述べた RT-1 における ECH の最適化によるパラメータ領域の拡大、イオンプローブ設置に向けた進捗状況、及び今後の予定について報告する。

参考文献

[1] Z. Yoshida et al., Phys. Rev. Lett. 104 (2010) 235004.

[2] H. Saitoh et al., Nucl. Fusion 51 (2011) 063034.

キーワード: プラズマ, 磁気圏, プラズマ計測, プラズマ加熱
Keywords: plasma, magnetosphere, plasma diagnostics, plasma heating

太陽風－イオンスケール磁気圏相互作用のハイブリッドシミュレーション Hybrid simulations of the interaction between the solar wind and the ion scale magnetosphere

中村 雅夫^{1*}
NAKAMURA, Masao^{1*}

¹ 大阪府立大学
¹Osaka Prefecture University

The interaction between the solar wind and the ion scale magnetosphere with a dipole magnetic field is investigated by a three-dimensional hybrid simulation. In the present study, the ion scale magnetosphere has a dayside stand-off distance which is several to a hundred times larger than the ion Larmor radius of the solar wind proton in the magnetic field strength at the dayside magnetopause boundary. The hybrid simulation treats the ions as kinetic super particles via particle-in-cell method and the electrons as a massless fluid. In the interaction between the solar wind and the magnetosphere, the interplanetary magnetic field (IMF) condition controls not only the reconnection regions but also the subsolar sheath flow due to the ion kinetic effects. Those influence the structures of the bow shock and the magnetopause boundary layer. We will also discuss the momentum transfer process from the solar wind into the magnetosphere and to the magnetized object.

キーワード: イオンスケール磁気圏, 太陽風ミニ磁気圏相互作用, 3次元ハイブリッドシミュレーション
Keywords: Ion scale magnetosphere, Interaction between solar wind and mini-magnetosphere, 3D hybrid simulation