

磁気圏型プラズマ中の圧力分布の推定

Estimate of the pressure profile of the plasma confined in a magnetospheric configuration.

矢野 善久^{1*}, 齋藤 晴彦¹, 吉田 善章¹, 森川 惇二¹, 水島 龍徳¹

Yoshihisa Yano^{1*}, Haruhiko Saitoh¹, Zensho Yoshida¹, Junji Morikawa¹, Tatsunori Mizushima¹

¹東大新領域

¹Grad. Sch. Frontier Sci., Univ. Tokyo

惑星の磁気圏のようなダイポール配位の磁場中においては、一般的な核融合装置と違って悪い曲率の磁気面中にも関わらずプラズマの圧縮性によりプラズマが安定的に閉じ込められる。実際に木星の磁気圏中には β 値が1を超えるような超高 β プラズマが存在することが分かっている。我々は磁気圏に閉じ込められる高 β プラズマの物理的特性を理解し、将来的には磁気圏型のプラズマを用いた核融合炉を実現することを目的としてRT-1 (Ring Trap-1)装置を建設した。

RT-1の実験では、真空容器中に高温超伝導マグネットを磁気浮上させることで実験室内に磁気圏を再現している。プラズマの種となる中性ガス（水素またヘリウムを使用）は2種類の周波数による電子共鳴加熱（2.45 GHzと8.2 GHzの両方もしくは片方）によって1秒間の間加熱される。プラズマの反磁性は真空容器の周りに巻かれた4つのフラックスループによって計測される。そのプラズマの反磁性をRT-1配位のMHD平衡コードを用い換算することにより、プラズマの圧力や β 値を見積もることができる。我々は約10[keV]程度のTeを持つ高エネルギー電子成分が主に圧力を担っている高 β プラズマの生成に成功した。プラズマの反磁性は最高で3.4[mWb]に達し、その局所 β 値は少なくとも40%を越えていると評価している。

この研究では、磁気圏型プラズマ中に閉じ込められた10%オーダーの β 値を持つ高 β プラズマの磁場構造をプラズマの近傍や、ときにはプラズマ内部においてマルチチャンネルのホール素子で計測することに成功した。このことにより真空容器に巻かれたフラックスループだけで推定するよりも、より詳細なプラズマの圧力分布が推定可能になった。さらにはホール素子の持つ早い応答速度により、0.1ms程度までの短時間でおこるMHD現象を計測できるようになりエネルギー閉じ込め時間の評価が可能になっている。実験では、加熱用のマイクロ波の周波数、パワーや封入ガス圧などの放電条件に応じてプラズマの圧力分布が変化する様子が確認されており磁気圏型プラズマの安定性に関する議論を可能にすると考えている。

キーワード:磁気圏型プラズマ,高 β プラズマ,磁気計測, MHD平衡

Keywords: magnetospheric plasma, high-beta plasma, magnetic measurement, MHD equilibrium