

宇宙にまなぶプラズマの自発的な閉じ込め： 先進的核融合の可能性を求めて

東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授
吉田 善章



研究の背景

「渦」は宇宙に遍在する構造でありながら、いまだ謎にみちています。天体は自然に磁気圏を形成し(磁場は電磁場の渦です)、そこでは高密度の内側へ向かって粒子が逆拡散して「自発的な閉じ込め」が起こります(図1)。これはプラズマの粒子が感じる空間がダイポール磁場の強い局所性のために歪んでいるためだと考えることができます。つまり「渦」はそれ自身が定める時空によって一つの世界=マクロな構造を形成しているのです。

このような宇宙の現象に習って「自発的に閉じ込められたプラズマ」を作ろうというのが私たちの企てです。この研究から、将来「先進的核融合」の実現につながるアイデアと技術が生まれると期待しています。

研究の成果

RT-1実験装置では、真空装置内に磁気浮上させた超伝導マグネットでダイポール磁場を発生させ、天体磁気圏を模したプラズマ閉じ込めを研究しています。これまでに、粒子の逆拡散を実証し、また電子加熱によって1億度を超える高温電子を効率的に閉じ込めることに成功しています(図2)。

現在のプロジェクトの主題はイオンの直接加熱による高温化と、それによって生まれる新たな渦動現象の研究です。

加熱のための波の励起に成功し、イオンの加熱が起きた段階にあります。

今後の展望

磁気圏プラズマは、トカマクやヘリカルなどの主要な核融合実験装置とは全く異なる領域に位置づけられ、逆拡散など一見常識に反する現象が起こります。磁気圏型配位は宇宙の典型的な構造ですから、その物理を解明することは学術的に重要です。また、これほど効率的なプラズマ閉じ込めに成功した例は少なく、先進的核融合の可能性が開けると期待できます。

今後はより強力で効率的なイオン加熱を実現し、核融合エネルギーの実用化へ道筋をつけたいと考えています。

関連する科研費

平成14-18年度 基盤研究(S)「トラス型非中性プラズマを用いた高速流プラズマの高ベータ平衡と安定性的実験的検証」

平成19-21年度 基盤研究(B)「磁気圏型回転プラズマ中の波動・不安定性の基礎物理」

平成23-27年度 基盤研究(S)「磁気圏プラズマの自己組織化—磁場によって歪むメトリックの非線形効果」

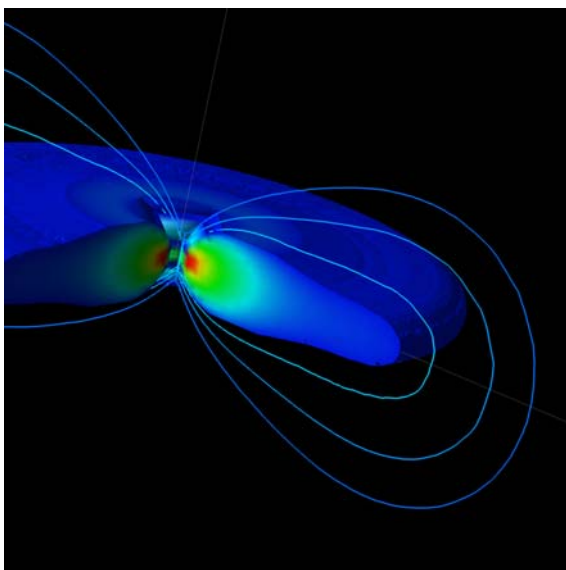


図1 木星磁気圏プラズマの理論モデル

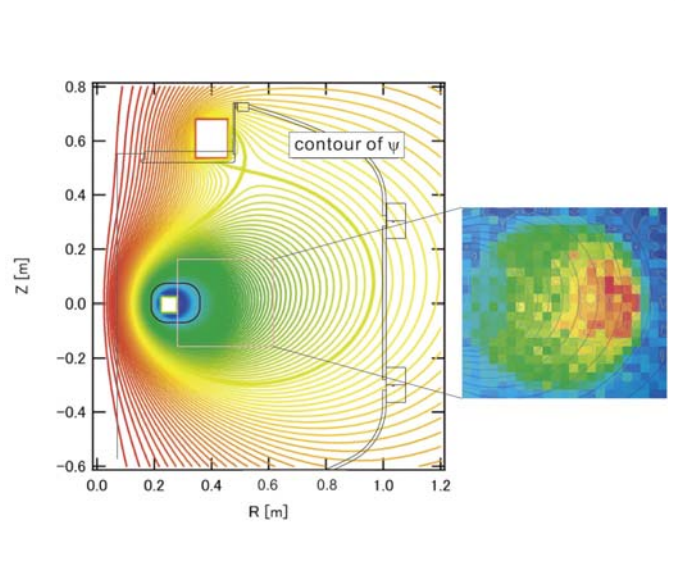


図2 RT-1実験装置で生成した超高温プラズマ(左:磁気計測による平衡磁場、右:X線カメラによる超高温プラズマのイメージング)