

【特別推進研究】

理工系（数物系科学）



研究課題名 統合観測システムで解き明かす乱流プラズマの構造形成原理と機能発現機構

九州大学・応用力学研究所・教授
ふじさわ あきひで
藤澤 彰 英

研究課題番号： 17H06089 研究者番号 6022262

研究分野： 理工系

キーワード： プラズマ、乱流、構造形成、機能発現、トモグラフィー、スケール間結合、乱流偏在

【研究の背景・目的】

自然界において観測にかかる対象の99%はプラズマ状態にあると言われるように、プラズマは自然界の至る所に存在します。そのプラズマの構造やダイナミクスを決定しているのが乱流です。特に、核融合を目指したプラズマの磁場閉じ込めの研究では乱流は特性を決めるものとして半世紀以上にわたって国際的に研究されてきました。その結果、今、プラズマ乱流の新しい見方が提案され革新的な時代を迎えています。それは、乱流プラズマ中に存在するスケールの違った揺らぎの結合が大域相関を生み局所的な揺らぎを同調させ、プラズマの特性を決めているとするものです。本研究の目的は、このパラダイムに基づいて、乱流プラズマの本質に迫り、その構造形成や機能発現の原理を解明することです。

【研究の方法】

本研究では、プラズマ乱流研究に特化した新装置「プラズマ乱流統合観測システム」を製作し(図1参照)、乱流の理解を目指し実験を行います。マイクロな揺らぎの時空間スケールでプラズマ乱流場全域を局所精密に観測(大域局所精密観測)できる世界初の装置で、スケール間結合の実態や乱流の偏在を計測することで理論・シミュレーションと協働し実験的に乱流プラズマの構造形成や機能発現原理を探求します。

その主役となる計測は、プラズマの発光を利用

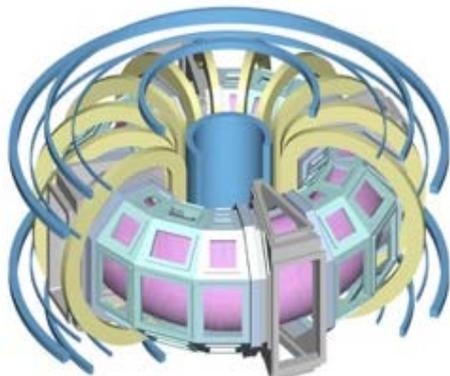


図1. プラズマ乱流の理解を目指した装置 PLATO

し無摂動な多波長超多点乱流トモグラフィーです。この方法は、この課題の前身となる科研費(基盤研究A 23246162)のプロジェクトにより直線プラズマを対象としたプロトタイプを製作し原理実証されて

います(図2参照)。さらに、この新しい計測システムに加え、局所的な精密計測に優れた重イオンビームプローブやマイクロ波計測などの無摂動計測装置を相補的に用います。また、重イオンビームプローブは電場、磁場、密度を同時に観測できる卓越した能力を有しており、これらの先進的な観測法を総合的に用いて乱流研究を進めます。

【期待される成果と意義】

トーラス型の磁場は自然界に普遍的に現れる構造

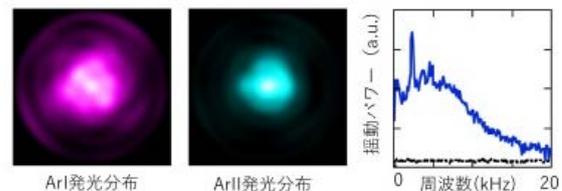


図2. 乱流トモグラフィーのプロトタイプで得られた直線アルゴンプラズマの発光と揺らぎのスペクトル

で、その中に閉じ込められた乱流プラズマの研究は自然界で起こる諸々の現象の本質的理解に重要です。例えば、太陽内部の速度不連続面、アクリションディスク周りの輸送、ダイナモ磁場生成機構などの理解にも大きく貢献できます。さらに、非平衡非線形系において揺らぎが構造を形成し機能を発現することは物理、化学、生物、社会科学など広い分野の共通課題です。本課題は、自然認識の柱「究極の物質」と相補的な「万物流転の法則」を探求することで、核融合など技術応用の基礎を与える遠非平衡系物理学として多くの分野に波及効果をもつ意義のある研究です。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ A. Fujisawa, Nuclear Fusion **49** (2009) 013001.
- ・ A. Fujisawa, Y. Nagashima, S. Inagaki et al., Plasma Phys. Control. Fusion **58** (2016) 025005

【研究期間と研究経費】

平成29年度-33年度 448,600千円

【ホームページ等】

http://tokusui.riam.kyushu-u.ac.jp/PLATO_project/index.html