



「プラズマは廻る、自然は流転する」

平成 16～20 年度 特別推進研究

「乱流プラズマの構造形成と選択則の総合的研究」

所属・氏名：九州大学・応用力学研究所・教授・伊藤 早苗

1. 研究期間中の研究成果

・背景 自然界や実験室で高温磁化不均一プラズマが観測され研究されている。プラズマ乱流に対し、本研究では、メゾ・マクروسケールの流れが非線形励起されてマイクロなドリフト波と共存する「乱流構造」という描像を提示し、それに基づいてプラズマを理解する事を目指した。

・研究内容及び成果の概要 プラズマが回転する「帯状流」という流れや帯状磁場（メゾスケールダイナモ）を発見し、それが乱流により駆動される事を世界で初めて実証した。マイクロなドリフト波とメゾ・マクروسケールの流れが非線形励起されて共存する「乱流構造」と呼ぶべき状態にある事を明らかにした。乱流によってプラズマの終状態は一様になるとは限らず、逆にくっきりした回転をも生み出す。どのような「乱流構造」が選ばれるのか、選択則という見方で明らかにした。

2. 研究期間終了後の効果・効用

・研究期間終了後の取組及び現状 特別推進研究の成果に立ち、乱流と時空構造の動的応答に着目し、磁場閉じ込めプラズマの輸送現象を解明する研究を行った（基盤研究 (S)）。その結果、温度勾配と熱流の関係が  $q = -\chi \text{ grad } T$  のような従来信じられてきた単純な輸送関係ではなく、加熱入力の日履歴を反映したヒステリシスを持つことが発見された。（右図 1 太線。）十年来のプラズマ輸送の描像を覆す画期的な発見である。

・波及効果 本研究の成果によって、乱流輸送の描像が改革された。古い物理的描像に基づく ITER プラズマの曖昧な応答の予測が、より正確な予測と置き換えられる。

非平衡的性質に着目する事で、プラズマ乱流、高エネルギー密度プラズマ、ナノ・バイオプラズマ等の先進研究を糾合して、非平衡極限プラズマの学理を確立することが可能になる。「非平衡極限プラズマ全国共同連携ネットワーク研究計画」を提案し共同研究を推進している。文部科学省の「ロードマップ」の策定（2010 年）では優先度が認められる 18 計画に盛り込まれる等高く評価されている。

ヨーロッパ物理学会で伊藤賞（プラズマ乱流を主題とした大学院生の優れた研究発表を対象）を設定し、九州大学にて授賞者に賞を授与し研究発表と議論の機会を与えてきた。日本を核にしたキャリアパスが始動し、受賞者の活躍が世界的に評価されている。科学を通じた日本のファンを増やすことは、我が国の社会を豊かにする。

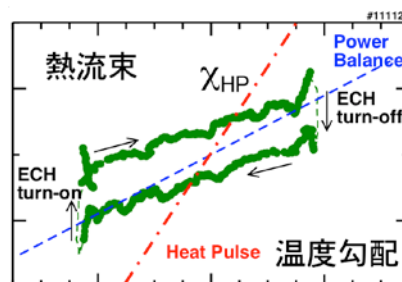


図 1 ヒステリシスの発見



図 2 伊藤賞受賞者決定(2011)