

ユニットテーマ提案書

1. ユニットテーマ

定量乱流輸送物理

2. 提案者（氏名・所属）

小林達哉(NIFS), 藤澤彰英(九大), 永島芳彦(九大), 井戸毅(九大), 佐々木真(日大)

3. テーマと研究内容の概要

非線形現象の宝庫である乱流プラズマにおいて、その巨視的振る舞いをモデル化する研究が世界的に進められている。ところが、核融合プラズマの高性能化や運転制御手法の確立など、様々な重要研究テーマが並立する大型プロジェクト研究において、

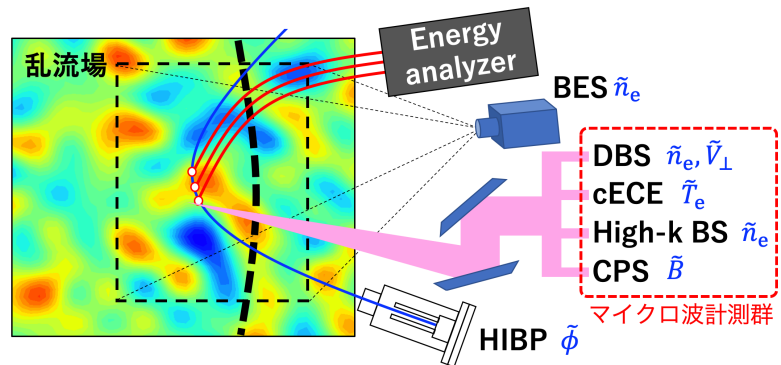


図1. 異種計測器連携運転の例

て、乱流の定量モデル化に特化した計測を実施することは困難であった。本ユニットでは、これまでボトルネックとなっていたプラズマ乱流輸送の直接・定量観測を大域的に行うことで、乱流プラズマの定量モデル化を飛躍的に進めることを目的とする。乱流輸送を直接観測するためには、密度揺動計測だけでなく、静電ポテンシャルや温度の揺動計測を、同一地点で同時に行う必要がある。これを実現するため、異種計測器連携運転(図1)を行う。これまでの既存の実験装置を用いた乱流研究においては、ハードウェア的な制約や計測器間の連携不足からこのような研究は実施されなかった。本計画では、ヴァーチャル空間上に再現した実験装置とプラズマシミュレーション、および計測原理模擬を用いて、異種計測器連携運転によってどの程度輸送を定量的に計測できるかを評価し、定量的乱流モデリングの実用に耐える計測器システムを構築する。

本ユニットでは、実験で取得したミクロスコピックな乱流情報を物理モデル構築に積極的に用いる。これにより、プラズマ乱流研究問題の未解決課題（LH 遷移, 非局所輸送, 同位体効果など）に解決を与え、自己組織化の起源を追求することを本ユニットの目標とする。

4. 位置づけ

プラズマ中でミクロとマクロをつなげる役割を果たすのは、輸送、応力、およびそれらの空間不均一性である。これらを直接観測できるのは、核融合プラズマならではの特色であり、他分野に対する優位性である。

2ページ以内で記述し、10.5pt・行間1行を使用してください。青字の注意書きは削除してください。

現在の環状プラズマ研究の世界的潮流である、装置の大型化・集中化に逆行するユニットとなる。来たる ITER 時代にますます実現が遠のくプラズマ乱流輸送の定量研究に正攻法で取り組むことで、世界の乱流研究者を惹きつける。

5. 研究の方法

九州大学の PLATO トカマク装置のハードウェアや生成されるプラズマをヴァーチャル空間に模擬し、定量乱流輸送計測が可能になる計測器連携システムを構築する。PLATO は既存装置ではあるが、乱流計測に特化したハードウェア構成と高いアクセシビリティを持っており、定量乱流輸送計測を実証する上で有用である。異種計測器連携を計測器シミュレーションで模擬し、輸送計測の定量性を評価する。シミュレーション空間上で設計した計測器構成を現実の PLATO 装置に導入し、定量乱流輸送計測を実証する。PLATO の L モードプラズマにおいて、非局所輸送現象や水素同位体効果、輸送分岐現象などの背景物理を研究する。研究費は、科研費などの外部資金をユニットメンバーが取得する。

また、PLATO で得られた知見をもとに、より定量的に乱流輸送を計測できる実験装置の設計研究を行う。これまでほとんど計測されてこなかった高磁場側の輸送や運動量輸送の上下非対称性などを計測するため、大域的な計測器システムを構築する。科研費に加え学術研究の大型プロジェクトの推進事業での予算獲得を目指し、日本学術会議マスタープランへの応募を行う。

6. 自己評価

1) 未来志向であること

既存のプラズマ実験装置に個別の計測器を後付けするという研究方式を脱し、輸送の定量計測を目的とした計測器群を構築することで、プラズマ乱流物理の諸問題を解決するための新たな研究手法を確立する。できる計測でなく、問題解決のためにやらなければならない計測を計画実施する。

2) 目標を具体的に示していること

「乱流が担う全輸送のうち7割以上を直接計測から求める」などの定量的目標を設け、それをクリアするための計測器システム構築を、計測器シミュレーションを用いて実施する。その後構築した実験計測システムを運用し、諸問題解決に当たる。

3) 10年後に学術界に輝くテーマに育つこと

未解決問題にこれまでにない定量的視点で迫ることができる。すなわち、ミクロスコピックな情報を用いてマクロスコピックな現象論モデルの検証や改良を行えるようになる。これにより、「定量乱流輸送」研究の世界的潮流を作る。

4) 多様な「個人のテーマ」を包摂できること

実験計測システムの構築には、プラズマ乱流計測だけでなく、乱流物理、乱流シミュレーション、実験ハードウェアの専門家の協力が必要である。定量乱流計測システムが実現した暁には、様々な物理課題に適用され、新たな知見を生む。実験研究と理論研究をつなぐハブの役割を果たすユニットである。また、乱流、情報科学、構造形成物理を扱う他のユニットに実験で得られた輸送の詳細データを提供し、連携研究を進める。