

6. LHD プラズマの高速画像計測

構成員

分担責任者	西野信博	広島大学大学院工学研究科
参加研究者	森崎友宏	核融合科学研究所

はじめに

プラズマ中の乱流状態により、核融合プラズマで最も重要なエネルギー閉じ込め性能が決まる理論的・数値計算的な予想があり、近年、プラズマ計測でもこの乱流状態を間接的・直接的に測定する試みがなされている。一方、ガスパフにより、LHDの周辺部のみが良く光る事は既に通常のカメラ計測でわかっている。そこで、本研究では周辺プラズマが可視域の光を強く発する性質を利用して、2次元的に乱流計測を試みる計測であり、乱流計測の直接的計測のひとつと位置づけられる。

研究目的

ガスパフ時におけるプラズマをガスパフポートからプラズマを見上げる方向で高速カメラ測定することで、周辺揺動の二次元的な構造が測定できる。フィルターは使用するガスが水素であれば、H_α 用などを使用し、He であれば、HeI か HeII 用を使用する(通常は、HeII)。発光の原理は主に電子衝突による励起であるため、周辺プラズマの密度、温度変動を測定することができる。密度と温度の情報はカメラ測定だけでは単純には切り離せないが、他の測定(例えば、可動式プローブなど)を併用する事により、将来的には温度、密度情報を切り離せる可能性もある。

研究成果

LHD においてカメラを5.5L のポートに取り付けた。5L の位置でガスパフを使用する実験であれば、研究目的に述べた 2 次元状の光分布計測に活用できる。測定に使用する高速カメラは、昨年来から使用実績の高いフォトロン社製の FASTCAM Ultima-SE で、最高撮影速度は 40500 駒毎秒(64 × 64 画素)である。本年度はカメラの取り付けを 10 月末に行い、Sinet での調整後、カメラの視野角の調整(これは、出張で現地作業)などを行ってから本格的に LHD 実験に参加した。

- コンポーネント
 - 超音波モーター
 - レンズ制御系
 - ドライバー
 - 光通信 (RS-232C)
 - コントローラー

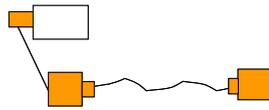


図 6-1 強磁場対応リモートレンズ駆動装置

まとめ

得られた結果の一例を示す。これは、高密度プラズマ(#55654)で、フィラメント(プラズマの乱流の一種と言われている)が良く見えている。時系列で上段の左から右に、次に、下段の左から右に進む。(40500FPS で撮影)

- LHD高密度プラズマの計測例(#55654)
- 時間は、上段左から右、次段以降も左から右
- 1frame毎に $24.7\mu\text{s}(=1/40500\text{s})$ 進む

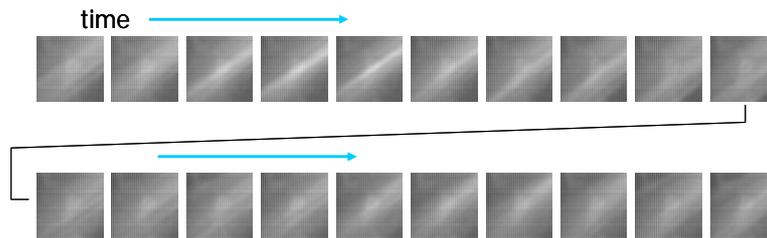


図 6-2 LHD プラズマの高速カメラ映像

今後の計画・課題

昨年度までは、カメラに付けた強磁場対応リモートレンズ駆動装置を LHD 計測機器室からマニュアルで操作していたが、本年度は Sinet を利用するためマニュアル操作ができず、ソフトで操作する必要があった。しかし、制御ソフトの開発が間に合わなかったため、本年度のプラズマ実験の撮影は全て $f=50\text{mm}$ の単焦点レンズで行っている。

Sinet の本格的な利用は 11 月からで、大学の授業などの関係で全ての LHD 実験には参加できてはいないが、トータルで 17 日実験参加し、データ量では 50GB 以上の画像データを取得することができた。一日平均 3GB 程度のデータ量となる。ただし、現状の NIFS-広大間の Sinet は公証 1 ギガビット毎秒であるが、実測ではかなり遅い (Windows の FTP で 1MB 毎秒程度が限度) ので、ショット間でのファイル転送はできない。通常は、実験終了後の夜にデータ転送をしており、この点は今後改善すべきであろう。

次年度は、リモートズームレンズの制御ソフトを開発し、Sinnet でカメラとレンズを広島大学から操作し、LHD 実験に参加する予定である。また、もし予算があれば、遠隔操作の干渉フィルター交換機を製作し、取得する光の波長(線スペクトル)を実験条件で変更する。