

(7) LHD プラズマの高速画像計測

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

本計測の背景と目的

Tokamak、ST ではプラズマの 2 次元画像撮影として高速カメラを使用した計測がされており、主に、プラズマ形状 (MHD 挙動) や L/H 遷移の計測、また、プラズマ制御への利用 (長時間ではない) に使用されている。また、近年の高速カメラ技術の進展には目を見張るものがあり、2 次元計測の主流となりつつある。これらの現状を踏まえて、2000 年から高速カメラを使用した LHD プラズマ計測を行っている。周辺プラズマ挙動やプラズマ - 壁相互作用などの分野でも短時間不規則現象の測定は重要なテーマであり、長時間放電を行っている LHD での測定は容易でないが、高速カメラにより従来も多くの現象を捉えられるようになってきている。それゆえに、高速カメラのプラズマ計測への数多くの応用が期待できる。

本研究の主たる目的としては、LHD 周辺プラズマの揺動計測に高速カメラを適用することとしている。

昨年度までの状況

本研究テーマは 1999 年度から核融合科学研究所の計画共同研究としてスタートし、2000 年度に高速カメラを購入した。2001 年度まで計画共同研究として続け、その後、通常の共同研究として継続している。研究申請者である西野は広島にいる状況なので、Snet による共同研究として申請したのが 2002 年度である。採択後の運用はハードが揃った 2003 年度末からで、その年度の LHD 実験はすでに終了していたため、本年度は実質 2 年目にあたる。

昨年度の研究状況を簡単に示すと、

1. ポート変更に伴う治具の設計と製作 (6 - 7 月)
2. 高速カメラを LHD5.5L のポートに設置 (10 月)
3. 実験参加 (11 月 - 翌 1 月)
4. 遠隔制御レンズ部の改良 (6-10 月)

実験には延べ日数で 17 日間参加した。全てのデータ容量はおおよそ 50GB であった。約 3GB/日のデータ転送量であるが、カメラの性能が格段と上がっているため、もし、新型カメラを購入すれば、約 300GB/日となる。

本年度の状況

本年度から、核融合科学研究所内での作業が世話人である森崎中心に行われることになり、完全な遠隔実験参加の形に移行した。それに伴い、カメラによる従来からの受動計測 (ポートに設置してプラズマ光を測定する方法) から、シート状 Li ビームによる周辺密度

計測に使用して周辺密度とその揺動を計測する、能動的計測に切り替えた。それゆえに、ポートの変更とカメラの設置や計測システムの制御、データ関連の保守などの作業があったが、この計測方法にすることにより、従来不可能であった発光場所を同定するなどの 3次元情報を求めることが可能となる。以下、この計測に関して概説する。

シート状の Li ビームがプラズマ中に入ると、主に電子衝突励起により、Li 中性原子が発光する。Li の電離ポテンシャルはプラズマ中心の電子温度に比べてきわめて低いので、Li はほとんどが周辺で電離し、そのままではプラズマ中心には到達しない。入射する Li ビームの量はあらかじめ分かっているため、発光量が Li 原子密度と電子密度、励起率の積で与えられるから、発光量から電子密度を推定できる。

図 1 に、LHD プラズマの水平断面図上にプラズマとシート状 Li ビームの位置関係を示す。図 2 に、シート状 Li ビーム装置の配置（垂直断面図）を示す。Li ビームはプラズマ中心で、厚さ方向に約 5cm と LHD プラズマに比べて薄くなっており、LHD プラズマの断面を捉えることが分かる。

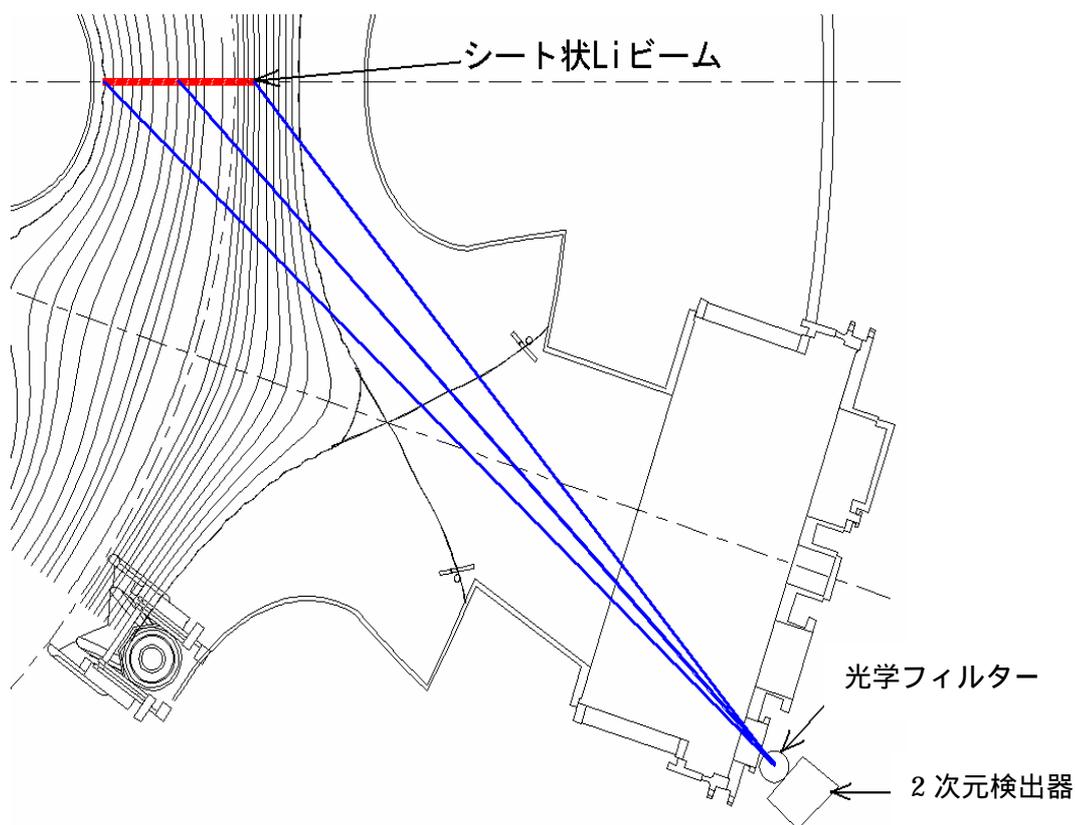


図 1 LHD プラズマとシート状 Li ビームの位置関係の水平断面図

検出器には、当初には通常の CCD カメラ計測を予定しているが、これを高速カメラに切り替えることにより、電子密度の揺動を伴う MHD などの高速現象が測定できることが期待できる。

まとめ

本年度は、Li ビームの設置に時間がかかり、高速カメラ撮影は報告書作成時点では間に合っていない。しかしながら、今後、高速カメラを用いて密度揺動計測やペレット、超音速ガスパフ等の過渡現象の計測も可能であり、早ければ、本年度の実験に間に合わせる。遅くとも、来年度からは計測が開始される。

従って、昨年度のようなデータ転送等の実績は、本年度はほとんどない。しかしながら、本計測技術が確立すれば、LHD において高速で、且つ、局所的な周辺電子密度情報が得られるため、特に、周辺揺動計測の分野においては画期的といえる。

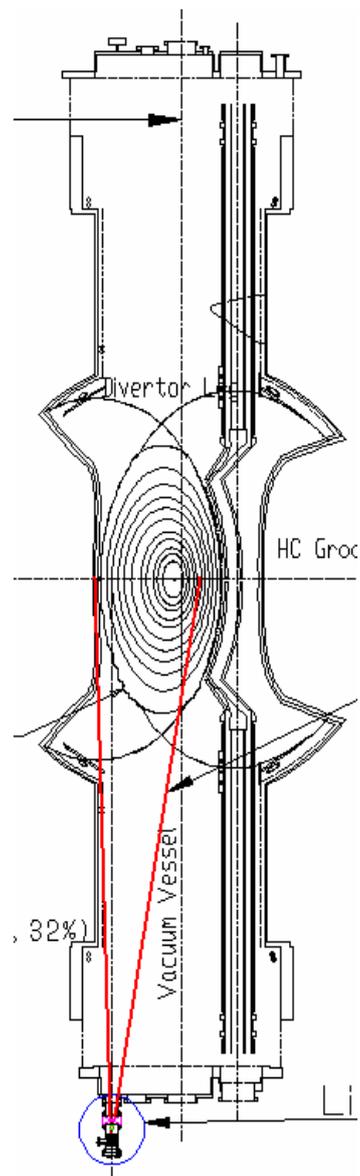


図2 シート状 Li ビームの配置