

NBIフリーイオン温度計測の高温プラズマシナリオ開発への応用展開 Application study of NBI-free ion temperature measurement for the scenario development of high temperature plasma

田辺博士¹⁾, 吉田麻衣子²⁾, 田中遥暁¹⁾, 若月琢馬²⁾, Mikhail Gryaznevich³⁾, 井通暁¹⁾, 小野靖¹⁾
Hiroshi Tanabe¹⁾, Maiko Yoshida²⁾, Haruaki Tanaka¹⁾, Takuma Wakatsuki²⁾,
Mikhail Gryaznevich³⁾, Michiaki Inomoto¹⁾ and Yasushi Ono¹⁾

(1) 東大, (2) 量研, (3) Tokamak Energy Ltd.
(1) Univ. Tokyo, (2) QST, (3) Tokamak Energy Ltd.

本講演では、量研トカマク炉心プラズマ共同研究「JT-60SA非誘導立ち上げ過程研究のためのNBIフリーイオン温度計測実現可能性の検討」に関連した、高温プラズマ実験へのイオンドップラートモグラフィ計測手法の応用および、取得データに基づくプラズマシナリオ研究への応用状況を紹介します。東京大学TS-6実験における超高速時間分解測定システム開発の取り組みの他、JT-60Uの過去の放電データ解析への応用、トカマクエナジーST40における日英国際共同実験の進捗について講演を行う(本予稿は量研共同研究の進捗を中心に記載する)。

核融合プラズマ研究のイオン温度計測では、加熱用あるいは計測用中性粒子ビームを利用した荷電交換分光計測(CXRS)が電子系のトムソン散乱計測とともに、信頼性のある計測手法として確立されている。しかしながら、

- 測定は計測視野上のビーム入射時間のみ可
- 測定領域はビーム走査領域内のみ

といった欠点があり、NBIターゲット不在時刻のプラズマ立ち上げ・立下げフェーズや、計測視野上のビームが稼働していない時、図1のようにイオン系の計測が不在となりがちである。

図1はプラズマ電流、ビーム入射時間、イオン・電子温度の時間発展の状況を示したものであるが、ビームを通るactive視野の信号から、ビームを通らないpassive視野の信号差し引きができる時間帯以外では、データは存在するもののCVIライン光の自発的な発光が最も強い領域の温度でマスクされる傾向があり、通常イオン温度は評価できない。本研究では、近年球状トカマク分野で応用開拓が進むコンピュータトモグラフィの応用で、passive視野のみの測定からどの程度情報が取り出せるかを、高温プラズマ実験環境で試験した。

図2は本共同研究の試験解析で得た荷電交換

分光・トモグラフィ・トムソン散乱計測で得た温度分布の時間発展の比較を示す。JT-60Uではトロイダル計測視野がミッドプレーン上になく、ポロイダル計測視野で多点測定されたスペクトル信号群に逆変換処理を施す都合上、座標系は磁気軸から測定視野への距離 p (~小半径)を用いて表示している。自発的なCVIライン光のダイナミックレンジ不足を補うために2.5ms/frameの高速CXRSデータを100ms分積算したことから、積算時間内の変化等に由来した誤差も加算されているが、トムソンで得られた電子温度の傾向と同期した加熱・高温維持・熱損失発生タイミング等の特徴をとらえており、JT-60SA実験応用が期待できる初期成果が得られた。

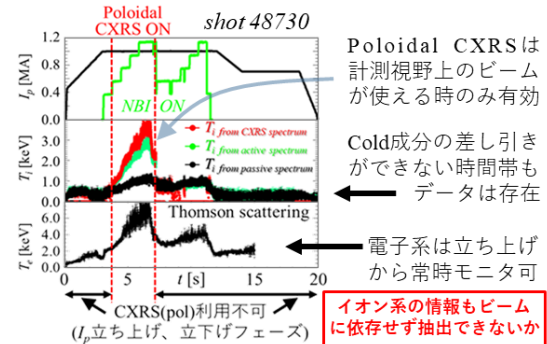


図1 JT-60Uの荷電交換分光計測。計測ビーム時以外はイオン温度が評価できていない

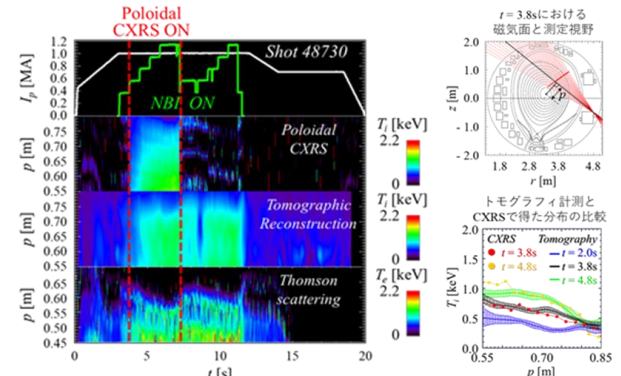


図2 ドップラートモグラフィのJT-60U応用試験