

LATEプラズマにおけるイオンビームプローブによる空間電位計測の試み

Trial of the space potential measurement by the Ion Beam Probe for the LATE plasma

重村樹¹, 田中仁¹, 打田正樹¹, 前川孝¹, 井口春和²
 SHIGEMURA Tatsuki¹, TANAKA Hitoshi¹, UCHIDA Masaki¹,
 MAEKAWA Takashi¹, IGUCHI Harukazu²

¹京都大学エネルギー科学研究科, ²核融合研
¹Graduate School of Energy Science, Kyoto University, ²NIFS

LATE装置においてマイクロ波球状トカマクプラズマの空間電位分布を計測するために、アルカリ金属イオン (Na^+ , K^+ , Rb^+) を用いたイオンビームプローブ (IBP) の開発を進めている。図1にIBPシステムの概略を示す。Ion Gunから加速電圧 V_{GUN} で射出した1次ビームをQuadrupole Lensで絞り、Toroidal SweeperとPoloidal Sweeper電圧 V_{TS} , V_{PS} によって向きを整えて上部ポートより真空容器内に入射する。プラズマ中で2価に電離した2次ビームを下部ポートからPoloidal DeflectorとToroidal Deflector電圧 V_{PD} , V_{TD} によって向きを変え、Energy Analyzerへと導く。ビームは入射角 30° でEnergy Analyzerに入り、平行平板電極電圧 V_{EA} によって偏向され、Split Plate Detectorで検出される。

まず、テストベンチにおいてEnergy Analyzerの調整を行った。異なるSplit Plate Detectorの位置においてEnergy Analyzerをビーム軸に対して $\pm 4^\circ$ の間で回転させてSplit Plate Detector信号を測定した結果を図2に示す。測定データは理論曲線にほぼ合致し、Split Plate Detectorを2次のビーム集束点に置くことができた。そしてSplit Plate Detector信号がゼロになる条件よりEnergy Analyzer Gain $G = V_{\text{GUN}}/V_{\text{EA}} = 4.88360$ を得た。この較正值をもとに、ビーム加速電圧を実際に14.27 ~ 14.46 kV の間で変化させて測定した結果を図3に示す。ビーム加速用電源電圧モニターとの差は 0.25% 以内という結果が得られた。

次に、Energy AnalyzerをLATE装置に取り付け、トロイダル磁場720G (@R=25cm) を印加した真空中に Rb^+ ビームを入射し、1次ビームをEnergy AnalyzerのSplit Plate Detectorで検出する試験を行った。

$V_{\text{GUN}} = 7.078 \text{ kV}$, $V_{\text{EA}} = 2.895 \text{ kV}$, $V_{\text{PS}} = 0 \text{ kV}$, $V_{\text{PD}} = 1.7 \text{ kV}$ においてSplit Plate Detectorで1次ビームを検出することができ、システムとして不具合の無いことが確認できた。

小さな低アスペクト比プラズマでのIBP計測ではビームのトロイダル方向への広がり大きな問題となる。Quadrupole Lens電圧を変えて調整した結果、Energy Analyzerまで到達する1次ビーム電流を約5倍にすることができた。これより、Quadrupole Lensを使用することによりビームのトロイダル方向集束性を改善することがわかった。以上により、システムとしてはほぼ完成し、マイクロ波球状トカマクプラズマでの2次ビーム検出ならびに空間電位分布測定にとりかかる段階に達した。

