

LHD 実験週間報告

11 月 16 日～11 月 19 日 (第 6 週)

第 23 サイクル実験の第 6 週は、プラズマのエネルギー閉じ込め改善機構、高エネルギー粒子の振る舞い、プラズマ中の不純物輸送を調べる実験を行いました。

エネルギー閉じ込め改善について、プラズマ中での内部輸送障壁の形成機構を調べる実験を行いました。内部輸送障壁とはプラズマのコア領域に形成される「断熱層」のことです。内部輸送障壁の発生機構の解明と制御法の確立は、プラズマを高温度化し、安定に維持する上で重要です。LHD ではプラズマ中の静電ポテンシャルを直接計測することが可能な装置、重イオンビームプローブが設置されています。今回、重イオンビームプローブを用いた実験により、プラズマ中の径電場や回転が内部輸送障壁の形成に強く影響を及ぼしていることがわかりました。また、プラズマを加熱するミリ波電力が大きい場合や、プラズマの密度が低い場合に、プラズマ回転に大きな非対称性が現れることがわかりました。

高エネルギー粒子の振る舞いを調べるために、韓国、京都大学、及び、イギリスのカラム研究所から共同研究者が参画して、核融合反応で生成された高エネルギーの 3 重水素の閉じ込め特性を調べる実験や、高エネルギー粒子が駆動する不安定を制御する実験を行いました。また、米国のカリフォルニア大学アーバイン校 (UCI) 及びジェネラル・アトムクス社 (GA) との共同研究として、電子密度、及び、電子温度に対する、高エネルギー粒子の振る舞いの依存性を調べました。実験には UCI から 3 名、GA から 1 名の共同研究者がリモート形式で実験に参加しました。今回の実験により高エネルギー粒子の振る舞いのデータベース化が進進しましたので、今後は詳細な解析により、高エネルギー粒子によるプラズマ加熱性能の予測精度向上につなげていきます。

核融合炉では、核融合反応によって生成される高エネルギーヘリウムがプラズマを加熱することで核融合反応が維持されると考えられています。高エネルギーのヘリウムは加熱源としての役割を担いますが、一方で、プラズマを加熱してエネルギーを失ったヘリウムがプラズマ中に蓄積すると、燃料が希釈されるため、核融合反応の効率が低下します。このような、エネルギーを失ったヘリウムは、「ヘリウム灰」と呼ばれます。ヘリウム灰を効果的に排気する手法の確立は重要な課題です。今回の実験では、核融合炉でのヘリウム灰の輸送を模擬するために、中性粒子ビーム入射装置を用いて、LHD プラズマのコア領域にヘリウム粒子を直接入射し、ヘリウム粒子のプラズマ加熱効果や、速度空間分布、真空容器への吸蔵の様子などを調べることができました。

この他、不純物の振る舞いに関連した研究として、ホウ素、炭素、窒素、酸素などの比較的軽いイオンから、バナジウム、マンガン、ニッケル、鉄、銅などのより重いイオンまで、様々な不純物の輸送を調べる実験を行いました。

高橋裕己