

LHD 実験週間報告

10月26日～10月29日 (第3週)

第 23 サイクル実験の第 3 週は、プラズマ中の不純物の振る舞いや、ダイバータ受熱板への熱負荷低減、乱流によるプラズマ輸送に関する実験を行いました。

プラズマ中には燃料となる粒子の他に、核融合反応や、プラズマ対向機器を構成する物質などに由来する不純物が存在しています。プラズマ中での不純物の蓄積は、プラズマからの放射熱損失の増大や、プラズマの崩壊につながる一方で、積極的に不純物量を制御することで、プラズマの熱閉じ込めの制御や、閉じ込め容器への熱負荷を低減させることもできるため、不純物の振る舞いを明らかにすることは重要な課題です。国際熱核融合実験炉 ITER においては、プラズマ崩壊による機器への影響を軽減するために、電荷数の大きい不純物を混入させた水素ペレットを入射するシステムが考えられています。その設計のためのデータ取得を目的として、今週の実験ではネオンを 10% 混合させたペレットを LHD プラズマに入射し、その溶発過程を調べました。また、ドイツのマックス・プランク・プラズマ物理研究所との共同研究として、様々なイオン種が混ざり合ったプラズマ中での各イオン種の振る舞いを模擬する実験や、アメリカ・プリンストンプラズマ物理研究所および中国・中国科学院等離子体物理研究所との共同研究として、不純物パウダー落下装置を使って、不純物がプラズマ及びプラズマと接している対向壁に対してどのような影響を与えるのかを調べる実験も行われました。その他、不純物の振る舞いについては、不純物がプラズマ中心部から自発的に吐き出される「不純物ホール」の形成に対する電場の影響、不純物輸送に対する原子番号依存性、プラズマの実効電荷数を調べる実験が行われました。

ダイバータ受熱板への熱負荷低減については、プラズマからの発光を分光計測する実験とともにエネルギーの流れをプラズマからの発光エネルギーで制御するダイバータデタッチメントや崩壊軽減に関する実験が行われました。新しく導入されたガスパフフィードバック制御システムを用いることで、蓄積エネルギーの劣化を伴わずに、デタッチメント状態が維持できました。この新しいシステムは長時間放電での制御でも利用される予定です。また、X 線天文学で必要とされる高精度の原子分子データの取得のため、LHD 装置を光源として利用して、様々な電子温度のプラズマでのニッケル、鉄の発光線スペクトルを取得しました。

将来の核融合炉では、核融合反応によって発生するアルファ粒子(高エネルギーのヘリウム粒子)が電子を加熱し、その熱がイオンに伝わって連鎖反応が維持されます。この仕組みを理解するため、ドイツ、マックスプランク研究所との共同研究で電子とイオンの加熱割合やプラズマの密度、磁場配位を変化させたときのイオン温度への影響について系統的なデータを取得しました。他、プラズマの乱流に関する実験として、帯状流形成に対する磁場配位依存性、外部摂動磁場や不純物に対する乱流輸送の応答を調べました。

高橋裕己