

最近のLHD実験の進展 ~ 高 T_i 実験を中心に ~

永岡 賢一 核融合科学研究所

Large Helical Device (LHD)は、トロイダルモード数 10、ポロイダルモード数 2 のヘリカル型磁場閉じ込め装置で、世界最大の超伝導装置である。2007 年 10 月から 2008 年 2 月まで第 11 サイクルの実験が行われた。実験テーマは、プラズマの高性能化と関連する学理の研究 (ミッション研究) とヘリカルプラズマの学理の解明 (物理テーマ研究) に別けられ、装置工学研究とあわせて 10 のテーマ枠で構成されている。ミッション研究は、高 W_p 、高密度、閉じ込め改善、高ベータ領域の拡大、定常プラズマ保持と高性能化、高イオン温度領域の拡大という 4 つのテーマで構成され、各種プラズマパラメータ領域の拡大とそれに向けた物理課題の実験が行われた。物理テーマ研究は、コアプラズマの熱・粒子輸送、周辺プラズマの物理とプラズマ・壁相互作用、MHD 平衡と安定性、高エネルギー粒子の物理、波動加熱物理、(装置工学研究) のテーマ枠で構成され、専門的な個別の物理課題の実験が行われた。本研究会では、ミッション実験における課題と第 11 サイクル実験での成果について、高 T_i 実験を中心に紹介する。

2005 年より低エネルギー中性粒子ビームによるイオン加熱実験を行っている。昨年度にイオン輸送改善を実現し、5.2keV の中心イオン温度を達成しているが、イオン温度の上昇とともにプラズマ中の炭素不純物の吐き出しが起り、イオン温度計測が不可能となっていた。今サイクルでは、プラズマの最適化、高イオン温度の高密度領域への拡大、計測系の拡充を行うことで、線平均密度 $2 \times$

10^{19}m^{-3} において 6.8keV の中心イオン温度を達成した。この実験においては、NB 加熱パワーの増加後に実現されるイオン輸送改善が最適化されている。イオンの熱輸送係数は一時的に新古典輸送による熱輸送のレベルまで低減され、中心ピークしたイオン温度を実現している。このとき電子輸送の改善は見られず、 $T_i/T_e > 1$ ($T_e \sim 3.5 \text{keV}$) が実現されている。新古典輸送の両極性拡散から決まる新古典電場は、 $E_r < 0$ (イオンルート) の領域であり、イオン温度の上昇とともに負電場が増加することで、異常輸送の低減が示唆されている。

この他、高 W_p 、高密度、閉じ込め改善では、内部拡散障壁 (IDB) を利用して $W_p: 1.62 \text{MJ}$, $n_{e0}: 1.1 \times 10^{21} \text{m}^{-3}$, $P_0: 140 \text{kPa}$, 三重積: $0.5 \times 10^{20} \text{keVsm}^{-3}$ の更新、1MW の ICRF 加熱による 500 秒定常放電の達成、IDB 放電を利用した中心 10% の達成などについて紹介する。