

第 1 章 序

大型ヘリカル装置(LHD)を用いた核融合エネルギーの実現を目指す高温プラズマの実験研究は、大学共同利用研究機関である核融合科学研究所の主計画として進められてきた。我が国独自のヘリオトロン磁場を用い、世界最大の超伝導実験装置を建設し、ヘリカル方式による炉心プラズマのための物理工学的研究をおこなうことを目的としている。その研究計画は昭和 62 年の基本構想「グリーンブック」から始まり、装置計画「ブルーブック」、基本設計「オレンジブック」、「NIFS Technical Report I & II」にまとめられている。そこには重点研究課題として、1) 高 n T プラズマによる輸送の研究、2) 高 プラズマの物理研究、3) ダイバータを用いた定常プラズマの研究、4) 高エネルギー粒子の閉じ込め研究、5) トカマクとの相補的研究 等をおこない、環状磁場閉じ込めプラズマの総合的理解に寄与すること等が挙げられている。

平成 9 年度から始まった LHD のプラズマ実験は、次章に述べるように順調に進展し、重点研究課題について多くの発展と新しい知見が得られるなど、核融合炉を目指したプラズマの閉じ込め研究として多くの注目すべき成果が得られている。研究の進展による磁場配位最適化の結果、LHDにおいて生成保持されるプラズマの特性は当初の予想に沿ったもの、もしくはそれ以上の性能があることが明らかになり、プラズマパラメータも既に所期の目標値の下限に到達している。

現在までの LHD 実験により、ヘリカル系が本来持つ定常運転が容易であるという核融合炉への優位性の実証に加えて、高ベータ化と良好なプラズマ閉じ込め性能の両立が可能となり、将来の定常核融合炉実現への具体的道筋を描く段階になってきた。ドイツにおいて LHD と同程度の規模を持つ W7-X 装置の運転も近い将来始まる予定であり、ヘリカル系閉じ込め装置の研究が新たな段階へ入ろうとしている。

このような時期にあって、核融合科学研究所では LHD において、現在の水素プラズマによる実験から、重水素プラズマによる実験に進むことを計画している。重水素を用いることにより、より高性能なプラズマによる炉心プラズマへの外挿性の精度を高めた実験が可能になる。重水素の同位体効果による閉じ込め改善、閉ダイバータによる排気効率の向上、加熱装置の増強と改良による加熱パワーの増加等がプラズマの高性能化に寄与すると期待されている。

これらの高性能プラズマ実験実施のため、LHD 本体装置を始め、ダイバータ、加熱装置(NBI,ECH,ICRF)、計測装置、安全管理設備等の改造・増強の検討が進められた。この報告書では大型ヘリカル装置の重水素実験について、その目的と物理検討、実験の概要と必要な機器の整備計画について述べている。

LHD における重水素実験はヘリカル系のみならず核融合研究の将来に極めて重要な位置を占めている。最近フランスのサイトでの建設計画がスタートした ITER 装置では核燃焼プラズマによる実験がおこなわれるが、我々は次の段階である発電実証炉の設計に合わせ、ヘリカル系による経済的な核融合実証炉の設計をおこなうための基盤データを得ることを目指している。

核融合科学研究所では、本重水素実験計画、安全管理計画の立案などのため、重水素実験準備室を立ち上げ、所長、大型ヘリカル研究部をはじめ、安全衛生委員会、安全衛生推進部、安全センターなどの全所的、全面的な協力のもと、検討を重ねてきた。本書はこれらの検討結果を実験計画案としてまとめたものである。