

## 4. 多様なヘリカル実験装置からの輸送研究のもたらすもの

## 4. Experiments in various helical concept devices

水内 亨

京都大学エネルギー理工学研究所

MIZUUCHI Tohru

Institute of Advanced Energy, Kyoto University

ヘリカル系磁場閉じ込め方式は、定常運転での低循環電力、ディスラプションの危険性の少なさ、外部コイルのみで閉じ込め磁場が決定できることによる制御性に関するポテンシャルの高さなどの長所から、核融合炉への発展が期待される。ヘリカル系の核融合炉が成立するためには、①外部コイルによる回転変換を持った堅牢な磁気面の存在、②良好な新古典輸送ならびにアルファ粒子軌道、③安定な高ベータプラズマ平衡の存在、④乱流輸送効果も考慮した良好なエネルギー閉じ込め、ならびに⑤良好なダイバータ機能、の条件が満たされる必要がある。さらに、要求があれば、⑥アスペクト比を小さくすることによるコンパクト化への対応も合わせて考える必要がある。

近年の、特に、所謂「新概念」ヘリカルにおいては、上記の条件、特に、①～④（および⑥）の条件を高い次元で並立させるべく、いくつかのアイデアが検討され、それに基づく装置設計／実機実験が行われていることは、本学会誌においても「解説」や「小特集」等で取り上げられているところである。⑤に関しても、ヘリオトロン E での基礎研究に続く LHD におけるヘリカルダイバータ研究に加え、W-7AS における磁気島ダイバータの予備的デモンストレーションが好成果を示したこともあり、この種のダイバータ構造を織り込んだ装置設計も積極的に進められるようになってきている。このような、いわば理論設計を実際のプラズマ閉じ込め装置として現実化し、その閉じ込め特性を検証・実証し、さらなる改善への指針を出すことは、冒頭で述べた長所を持つ（ヘリカル系装置による）核融合炉へ向けた「核融合研究」に不可欠のステップであることは言を待たない。実機実験では、②に関しては、準ヘリカル対称性を持つ HSX で実験的検証が進められており、また、新たな制御ノブとしてのバンピー成分制御効果の検証がヘリオトロン J 実験で進められている。更には、LHD における高性能プラズマの長時間維持・制御へ向けたデータベース蓄積も進んでいる。

同時に、幾何学的三次元構造が可能なヘリカル磁場配位は、そのために得られた自由度を賢く活用することにより、磁場中の高温プラズマの挙動をさまざまな角度から実験的に検証し、その本質に迫ることが可能である。これは、「トロイダルプラズマの総合的理解」を得るための有効かつ重要なステップであると言える。例えば、実験的に観測される輸送障壁に関し、トカマクの他、複数のヘリカル実験の観測を通じて、その発生機構に関する理解が深化している。しかしながら、ヘリカル系全体としてみた場合の自由度は大きいとは言え、ひとつの実機における自由度は、必ずしも十分広いわけではなく、この観点からは、上述のような異なるアイデアに基づく実験装置による研究が並立すること、すなわち多様なヘリカル実験装置での研究が重要である。図らずも構築された現在のヘリカル研究における「世界分業体制」は、この意味で、好ましいものと言える。既存の装置は勿論、建設が進行中あるいは検討中のものも含め、各実験装置を、名実ともに「世界共同実験設備」として活用する体制を、より積極的に推進することが望まれる。

本講演では、上述のような観点を念頭に、現在稼動しているヘリカル装置からの実験的研究を中心に、議論を進める。