

SI-1 核融合炉を魅力的にするプラズマ加熱技術

(1) ITER の加熱機器技術成果の新展開と課題

(1) New applications of ITER heating technology R&D outcome and future challenges

今井 剛

筑波大学 プラズマ研究センター

IMAI Tsuyoshi

Plasma Research Center, Univ. of Tsukuba

成果の新展開：本シンポジウムの議論の導入として、ITER 工学 R&D の成果がいかに現在の実験装置の新展開を生もうとしているかを概観する。ITER 工学 R&D によりプラズマ加熱技術は大きく進歩し、極めて困難と思われていた MeV 級大電流負イオン NBI、MW 級 CW のミリ波源（ジャイロトロン）などが、定常プラズマ電流駆動や高ベータ維持など核融合炉心プラズマを実現する技術として大きく成長した。さらに、これらの技術は、現在の核融合研究にも革新をもたらそうとしている。トカマク以外の炉形のヘリカル、ST、タンデムミラー等の先進的な磁場配位のプラズマ実験を革新する加熱技術として、加熱のみならず、プラズマ内部の唯一の直接的な能動制御の役割を担うツールとして展開しようとしている。

例えば、筑波大学プラズマ研究センターのタンデムミラー装置ガンマー 10 では、ITER 工学 R&D で得られたジャイロトロン技術を導入し、原研と共同でこれまで 28GHz、200kW であったジャイロトロンを改良し、500kW レベルの電子サイクロトロン共鳴加熱（ECRH）用ジャイロトロンを開発した。これにより、タンデムミラーの閉じ込め改善の本質でもある電位障壁をこれまでの 3 倍以上の 2.5kV に増大することに成功し、また、電位制御を応用した径方向の電場シアの制御による輸送物理の解明に向けた学術的成果を得ている。[1] さらに、これを推進すべく、1MW のジャイロトロンの開発も進めている。

また、ヘリカル系や球状トカマク ST においても、ITER の加熱技術成果を適用し、ジャイロトロンによる加熱パワーを大幅にアップする実験が計画され、高 β プラズマの制御や電子の熱輸送制御のツールとして大きな役割を担おうとしている。このように技術革新が現在の核融合実験装置の新しい展開の源となっている。

加熱技術の未来に向けて：ITER のサイトが決定し建設が、まさに、開始されようとしている。核融合炉に向けては、ITER での建設、運転でしか得られない総合技術などの蓄積、確立は不可欠であるが、それと平行して、実証炉、商業炉を目指したときに、核融合炉の魅力を大きくするような各要素技術の開発研究も忘れてはならない。核融合炉を魅力的にする革新的加熱技術の課題と展望を明らかにしていくために以下のテーマで各分野の最先端の研究をしている方々に以下のご講演をお願いした。

- ・核融合動力炉を革新する加熱技術 岡野邦彦（電中研）
- ・プラズマ制御ツールとしての NBI 技術 金子修（NIFS）
- ・プラズマ制御ツールとしての ECH/ICRF 技術 武藤敬（NIFS）
- ・原型炉に向けた RF 加熱工学技術の展望と課題 坂本慶司（原研）
- ・原型炉用 NBI の概念設計と先進開発計画 井上多加志（原研）

ITER 工学 R&D の成果が現在の核融合装置の大きな発展をもたらそうとしているのと同様に、未来に向けた加熱技術のさらなる革新的進展が、核融合炉を魅力的にしてくれるであろう。これらの議論が今後の加熱技術の研究開発への貢献の一助となることを期待するものである。

[1] T. Cho, et. al., Phys. Rev. Letter 94, 085002(2005).