

4. 高ベータプラズマの学術研究および核融合実用化への貢献

High β Plasma Academic Research and Contribution to Fusion Power Development

高瀬 雄一

東大院新領域

Yuichi Takase

Grad. School of Frontier Sciences, Univ. Tokyo

takase@k.u-tokyo.ac.jp

高 β プラズマは高い自律性、自己組織性、動的平衡をもつ複雑系であり、核融合科学のみならず、宇宙物理や複雑系科学においても重要な研究対象である。高 β プラズマの研究は、球状トカマク(ST)の急速な発展により、新たな展開を迎えている。

学術研究として

自律性に重要な役割を果たす素過程である磁気リコネクションの物理過程の解明は、宇宙・天体物理と共通の課題である。今まで実現されていない高磁気レイノルズ数、かつ高 β のプラズマを用いた実験で、未知のエネルギー変換や異常抵抗、高速リコネクション、ショック形成の解明が可能となり、太陽、天体、地球磁気圏における宇宙プラズマの広い分野への重要な貢献が期待できる。既に、ST 合体中に電流シートの密度分布がシート長方向に二つのピークをもつことが明らかとなっており、太陽フレアで示唆されているリコネクションに伴うファーストショック形成の解明につながる可能性がある。

日本の ST 研究と国際協力

日本における ST 研究は、核融合科学研究所の双方向型共同研究の支援のもと、「全日本 ST 研究計画」として再編成され、その活動が始まっている。既存および新設の多様な ST 装置を使った実験研究

理論・シミュレーション研究により、核融合開発の科学的・技術的基盤形成に貢献する。日本では、超高 β および超長時間運転の二本柱を中心に、独創的かつ革新的な研究を遂行し、将来の選択肢の拡大に貢献する。一方、国際協力により、日本の装置に比べより高温で低衝突周波数領域の高 β プラズマが生成できる NSTX および MAST 装置において、高 β と高自発電流が共存する自律性の高い状態の理解を進め、制御法を開発する。

核融合実用化への貢献

高 β プラズマは、経済的競争力の高い核融合炉実現の要件として広く認識されており、定常化とともに、我が国の重点化されたトカマク研究の最重要課題となっている。ST 研究で得られた高 β プラズマの特性の理解に基づき、トカマクプラズマの定常・高 β 化に指針を与えることができる。また、ST の高 β 性能に基づく機動性を活かし、核融合エネルギー早期実現にも大きく寄与できる。ST 方式の高 β 性能を活かせば、小型の体積中性子源を実現することができる。このような装置で大型機器の中性子照射試験を行い、より高性能で信頼性の高い核融合炉の実現に寄与できる。また核融合発電の早期実証に使うことも考えられる。