

LHD周辺磁場の非等方熱輸送 Anisotropic Heat Diffusion on Stochastic Field Lines of LHD

鈴木康浩、ハドソン・スチュワート
Yasuhiro SUZUKI^{1,2} and Stuart HUDSON³

¹核融合研、²総研大、³PPPL

¹NIFS, ²SOKENDAI, ³PPPL

大型ヘリカル装置（LHD）をはじめとするヘリオトロン・ステラレータ磁場配位では周辺部にストカスティックな磁力線構造が存在する。このストカスティックな磁力線構造はプラズマ応答により増幅するものと考えられており、プラズマ周辺部の輸送解析を行うためにはストカスティックな磁力線構造を含む解析を行う必要がある。一方、トカマクの場合は軸対称性を仮定することにより、通常、2次元で周辺輸送の解析が行われる。しかし、閉じ込め改善モード（Hモード）に発生する周辺局在化モード（ELM）を低減・抑制するために共鳴磁場摂動（RMP）をプラズマに重畳する実験が盛んに行われている。このことは、これまで2次元で解析が行われてきたトカマクにおいても3次元の輸送解析が必要であることを意味しており、研究の新しい展開として注目されている。

これまで、無衝突の極限ではストカスティックな磁力線領域ではプラズマの閉じ込め性能はゼロとされてきた。これは、ストカスティックな磁力線領域では磁力線に沿った熱輸送が、温度を直ちに拡散させるためである。しかし、衝突プラズマでは有限な磁力線平行方向の熱拡散係数によりある程度の閉じ込め性能を有するが、それでも十分低いと考えられてきた。一方、LHD実験やトカマクのRMP実験では、磁力線構造がストカスティックと考えられるプラズマ周辺領域で有限な温度勾配が観測されている。このことは、ストカスティックな磁力線構造が有限な温度勾配を維持できる可能性を示している。このことを理論的に考察するためにカオス座標と呼ばれる、ストカスティックな磁力線構造領域で構築可能な新しい座標系の研究を、プリンストンプラズマ物理研究所と共同で行っている。この座標系を用いて、磁力線の統計的性質を考察すると共に、ストカス

ティックな磁力線構造中の熱輸送の解析を行った。

図1に、現実的な熱拡散係数を仮定したうえで、RMP磁場有のトカマク配位について非等方熱輸送を考察した結果を示す。図中の実線は、等温面を表す。磁力線構造が乱れているにもかかわらず、有限な温度勾配が維持されている。また、この等温面の位置はKAM面に対応し、KAM面が温度勾配を維持する障壁として作用していることがわかる。講演では、実際のLHD磁場に対して解析した結果も示す。

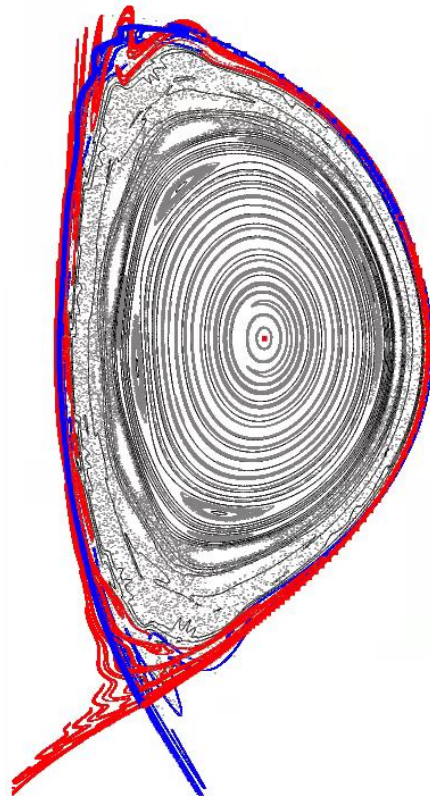


図 1 乱れた磁力線領域をもつトカマク配位での熱輸送解析結果。実線は温度の等高線を表す。