

静電プローブによるヘリオトロンJ周辺部磁気島内の局所計測 Local Measurement inside Edge Magnetic Islands using a Langmuir Probe in Heliotron J

宮下顕¹, 大島慎介², 的池遼太¹, 鈴木琢土¹, 小林進二², 岡田浩之²,
門信一郎², 南貴司², 水内亨², 木島滋², 長崎百伸²

A. Miyashita¹, S. Ohshima², R. Matoike¹, T. Suzuki¹, *et. al.*

¹京大エネ科, ²京大エネ理工研
¹GSES, Kyoto Univ., ²IAE, Kyoto Univ.,

外部摂動磁場によって閉じ込め領域周辺部に磁気島を生成し、周辺プラズマの輸送を制御する試みが広く行われている。磁気島が輸送や電場に与える影響は定性的に理解が進む一方、磁気島内部の温度・密度・ポテンシャル揺動等の輸送に関わる諸量を総合的、かつ定量的に計測し、輸送現象に果たす役割を詳細に検証した例はない。ヘリオトロンJ装置では、回転変換を制御することで静的な磁気島を生成し、そして磁気島の幅や位置の精密な制御が可能である。これによって、磁気島内部とその周辺の輸送や乱流の伝播現象を観測することができる。本研究は、磁気島を有する磁場配位において、静電プローブを用いて磁気島における温度や密度等の物理量を調べ、輸送に与える影響を明らかにすることを目指している。

ヘリオトロンJの標準磁場配位、および最外殻磁気面(LCFS)外側に磁気島が存在する配位(以下磁気島配位)の磁力線接続長分布図を図1に示す。図中の赤線はプローブの稼働経路を表しており、磁気島内部にプローブを直接挿入し、観測することが可能である。実際の実験で得られたプローブ経路上の電子温度分布を図2に示す。標準磁場配位では、LCFSより外側で磁力線長減少に伴い電子温度が単調に減少している。一方、磁気島配位ではLCFS外側の磁気島領域に閉じ込め領域に匹敵する磁力線長が存在し、その領域で電子温度分布のピークが観測された。

このとき、プラズマ中心部からの熱の輸送に与える磁気島の影響を調べるため、ECHを変調し、その応答を観測した。熱は閉じ込め領域中心より外側へ輸送されるため、通常は中心から外に向けて、電子温度の応答の時間遅れが生じる。しかしながら、磁気島が存在する場合、磁力線平行方向の速い輸送によって磁気島外縁部において磁気島内部より早い熱の応答が観測されると予想された。

加熱変調実験の計測結果を図3に示す。磁気島外縁部に比べて、磁気島内部の位相、すなわち加熱に対する応答時間が遅れていることが確認できる。これは磁気島周辺の特徴的磁場構造を反映

し、磁力線に対する平行輸送と垂直輸送が競合した結果と考えられる。これらの結果は、磁気島領域では閉じ込め領域と異なる熱輸送が生じていること、また、加熱変調が周辺領域の磁場構造を調べる手段として有用であることを示している。

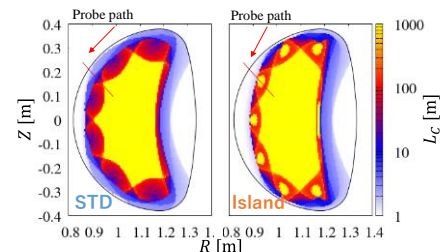


図1 標準磁場配位(左)と磁気島配位(右)の磁力線長分布

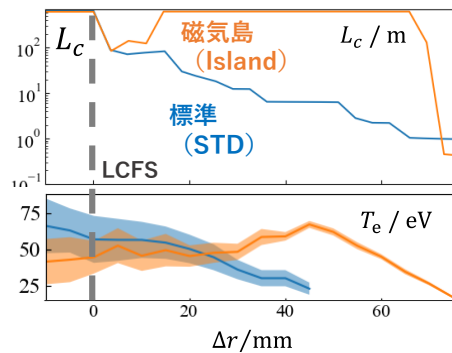


図2 プローブ経路上の磁力線長および電子温度分布

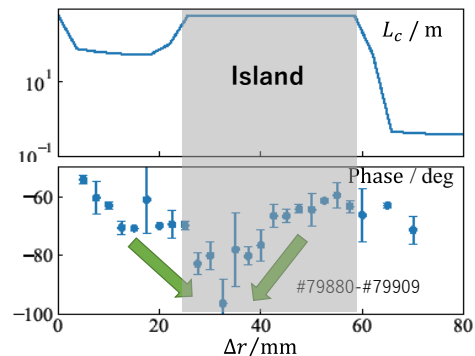


図3 磁気島内部で生じる位相遅れ