

LHDにおける外部摂動磁場印加時の周辺MHDモード特性

核融合研、名大工¹

渡辺文武¹, 東井和夫, 大館暁, 榊原悟, 森田繁, 成原一途, 成嶋吉朗, 森崎友宏, 鈴木千尋, 田中謙治, 徳沢季彦, 渡邊清政, LHD実験グループ

大型ヘリカル装置(LHD)の L-H 遷移プラズマや高ベータプラズマにおいて、プラズマ周辺部の圧力勾配の急峻化に伴う周辺 MHD モードの励起とプラズマ性能の劣化が観測される。特に、これらの周辺 MHD モードの有理面の位置は、最外殻磁気面近傍もしくは、エルゴディック領域に存在しており、周辺局在化モード(ELM)との関連性も注目されている。このように、周辺 MHD モード特性とプラズマ閉じ込め性能への影響の研究は、高性能なプラズマ生成を目指す上でトカマクプラズマに限らず、ヘリカルプラズマにおいても重要な課題であり、共通の物理理解が得られるものとして期待される。

LHD には、トーラス真空容器の上下に外部摂動磁場コイルが合わせて 20 個設置されている。これにより、プラズマ周辺部に $m/n = 1/1$ モード(m/n ; ポロイダル/トロイダルモード数)の静的磁気島を生成し、その幅や位相を能動的に制御できる。その結果、 $m/n = 1/1$ 有理面とその両側の圧力勾配を制御できる可能性がある。

図 1 は、外部摂動磁場印加により静的磁気島拡大時の放電波形である。間欠的な周辺 MHD モードの励起と同期して、周辺圧力勾配の減少と体積平均ベータ値の劣化とこれらの回復のサイクルが見られる。本研究において、これらの周辺 MHD モード特性を観測するために、軟 X 線、超軟 X 線検出器アレイを LHD のポロイダル断面を観測できるように複数台、設置している。図 2 は、静的磁気島を生成時に、あるポロイダル断面のトーラス内側と外側を観測している周辺 MHD モードと関連した軟 X 線揺動信号である。この観測断面において、静的磁気島の O ポイントはトーラス外側に、X ポイントはトーラス内側に生成されている。静的磁気島の O ポイント側で X ポイント側よりも振幅の大きな周辺 MHD 揺動(数 kHz)が見られ、これが局所的な圧力勾配の大きさの違いを示唆している可能性がある。これらの外部摂動磁場制御による周辺 MHD モード特性とプラズマ閉じ込めへの影響についての詳細は、講演にて報告する。

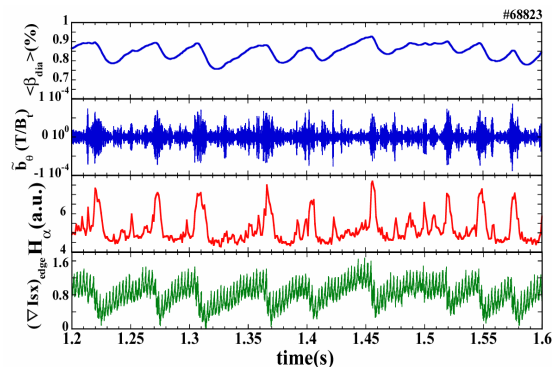


図 1 外部摂動磁場印加時の放電波形。(上段から、体積平均ベータ値 $\langle \beta_{dia} \rangle$ 、 $m/n = 2/3$ の周辺 MHD モードによる磁場揺動 δb_{θ} 、可視光 H_{α} 、軟 X 線計測による周辺圧力勾配に比例する量 $(\nabla I_{sx})_{edge}$)

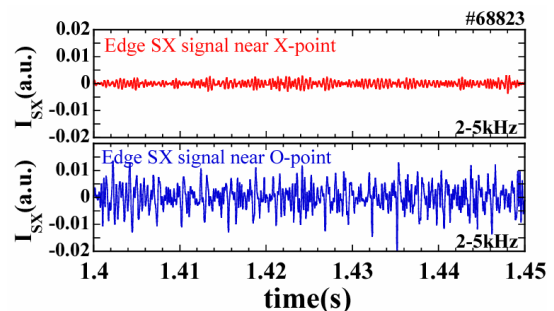


図 2 静的磁気島の O ポイント(トーラス外側に生成)と X ポイント(トーラス内側に生成)近傍の周辺 MHD モードによる SX 揺動信号。