

HIST装置におけるヘリシティ入射が創るマルチプラズモイドとイオン加熱 Multi-plasmoid and ion heating created by helicity injection on HIST

永田正義¹⁾、宮本秀明¹⁾、福本直之¹⁾、神吉隆司²⁾
M. Nagata¹⁾, H. Miyamoto¹⁾, N. Fukumoto¹⁾ and T. Kanki²⁾

兵庫県立大 院工¹⁾、海上保安大²⁾
University of Hyogo¹⁾, Japan Coast Guard Academy²⁾

1. 背景

1993年にスタートした兵庫県立大学における HIST (Helicity Injected Spherical Torus) 研究プロジェクトが終了した。磁化同軸プラズマガン (MCPG) を用いた同軸ヘリシティ入射 (CHI) によるスフェロマック (中心導体有) や球状トカマク配位をもつ磁場閉じ込めプラズマの生成維持とその過程で観測される多彩なプラズマ緩和現象の探求を行った。特に、1) 入射電流が引き起こすキック不安定性を介して最小エネルギー状態へ間欠的に緩和する電流維持機構の解明、2) フローと磁場の揺動が創るダイナモ電場とホール電場計測による2流体ダイナモ電流駆動の解明、3) 一般的トーラス緩和モデルに基づく磁場の自己反転現象等、MHD計算機シミュレーションや2流体緩和モデルによる平衡計算と比較しながら数多くの実験成果を達成した。

本講演では最近のトピックスとして、磁気リコネクションに関するマルチプラズモイド生成とそのアクティビティが駆動する急激なイオン加熱について報告する。

2. 実験結果

CHIによるトーラスプラズマ生成過程では、伸長された電流シートはティアリング不安定性によって分裂を起こし多数の小スケールプラズモイドが生成される。そのシート内の乱流的状态が磁気リコネクションをさらに加速することになる。このプラズモイド鎖が抵抗減衰して行き、1つの大きなプラズモイドに成長し、閉じた磁束配位を緩和形成することになる。電流駆動と減衰がバランスする時間帯において、各ペアのプラズモイドが合体と分裂を繰り返すことで、磁場や電子密度信号に周期的な振動波形が観測される。また、リコネクション電場はプラズモイド鎖が存在するポイントで振動的波形を示している。この様にプラズモイドが活発にリコネクションを繰り返す過程でイオン温度が急速に上昇する。

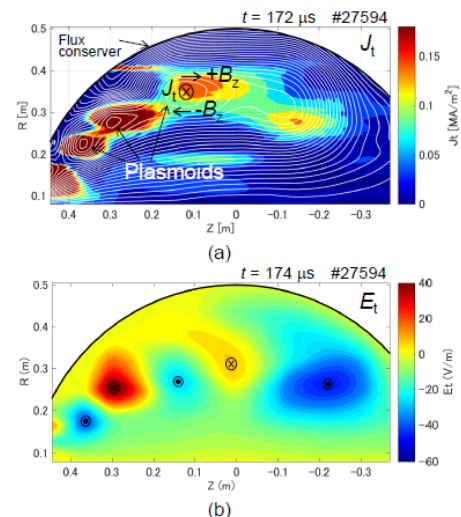


図1 左側の MCPG から磁化プラズマがバブルバースト的に噴出する。磁気容器一杯になった時点で伸張した電流シート内でプラズモイド鎖がリコネクションによって形成する ((a)ポロイダル磁束と電流密度の2D 等高線)。トロイダル電場 E_t (b)は各リコネクションポイントで正負極性の振動を繰り返す、その間、各プラズモイドの合体と分裂の活動が発現し続ける。

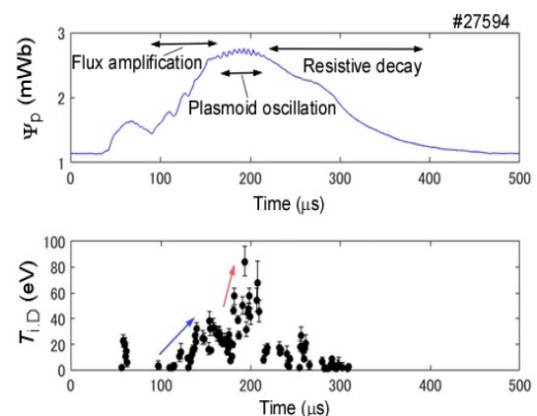


図2 ヘリシティ入射による磁束が増幅した後、入射と減衰がバランスする過程 (プラズマ電流最大付近) で、小スケールプラズモイド群の合体・分裂の活動はポロイダル磁束の振動として磁場信号に現れ、その過程で急激なイオン加熱が観測される。プラズモイドの活動の停止後、ドップラーイオン温度は急低下する。