

HIST-CHI実験における磁気リコネクションへのトロイダルガイド磁場の効果

Effects of toroidal guide field on magnetic reconnection in HIST-CHI experiments

宮本秀明, 藤田晃弘, 茨木雄平, 永田正義, 菊池祐介, 福本直之
H. Miyamoto, A. Fujita, Y. Ibaraki, M. Nagata, Y. Kikuchi and N. Fukumoto

兵庫県立大 院工
University of Hyogo

1. はじめに

球状トーラス磁場配位(ST)をもつ高ベータプラズマはその低アスペクト比の特徴から、炉心構造としても簡素化が期待できる一方で、将来的にはセンターソレノイドコイルを取り除く炉構想からプラズマ電流の無誘導立ち上げが必要である。そのためHIST装置ではトランジット同軸ヘリシティ入射法(T-CHI)によるプラズマのスタートアップ実験を実施している。最近のT-CHIに関するMHD計算機シミュレーション研究により、伸長されたSweet-Parker(S-P)電流シートがテアリング不安定性によりいくつかの小さなプラズモイドの生成がトリガになって高速磁気リコネクションが引き起こされるモデルが示された。プラズモイドの形成はリコネクション層が乱流状態になることで、ランキスト数 S が大きな領域においてもリコネクション速度が低下しない特徴が示唆されている。本研究ではトロイダル(ガイド)磁場の大きさと粒子質量数のプラズモイドリコネクションへの影響について明らかにすることを目的としている。そのため、放電ガスとして、水素、重水素とヘリウムの3種類を用いた。また、2次元内部磁場測定と単点イオンドップラー分光測定(IDS)を実施した。

2. 実験結果

これまでの実験から、CHI電流立ち上げの過程において、電流シートが長く伸長し、その中にプラズモイドが最大3個観測されている。トロイダルガイド磁場の導入により、実時間におけるリコネクション速度の低下や、リコネクション電場による電子のトロイダル方向への高加速が予測されている。図1はヘリウム放電でのポロイダル磁束の等高線であり、プラズモイドがミッドプレーン($Z=0\text{m}$)の左右に二つ形成され、ダブルレット型の磁場構造が見られる。時刻 $t=0.160\text{-}0.165\text{ms}$ の短時間に左のプラズモイド

が磁束増幅(磁束増加量 $\sim 0.133\text{ mWb}$)していることがわかる。図2にこの時間帯のIDS測定(検出器として、16ch.のPMTを使用)で得られた各ch.の信号強度の波長分布特性を示す。このプラズモイドの磁束増幅過程でOIIスペクトル線のレッドとブルーの両シフトが発生していることが予想される。このシフト量は速度 $25\text{-}35\text{ km/s}$ に対応する。このプラズマ加速はリコネクションに起因していると考えている。詳細は本講演時に発表する。

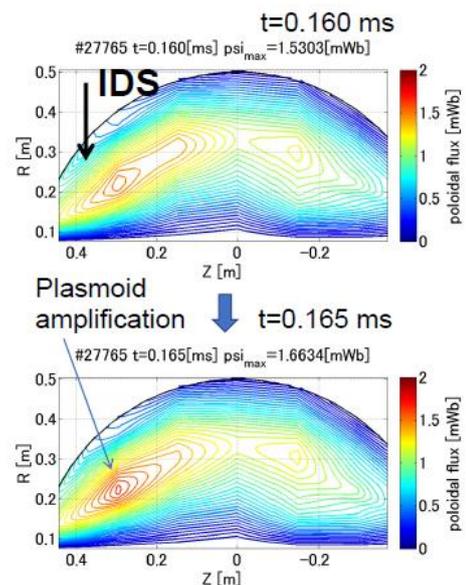


図1 プラズモイド増幅過程におけるポロイダル磁束の等高線図

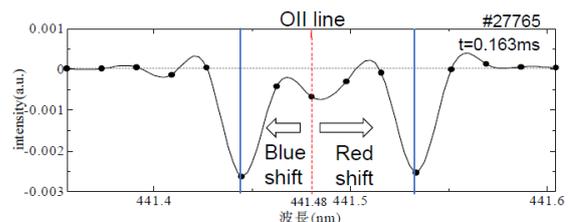


図2 IDS計測における各PMT ch.信号強度の波長分布