

29aA05P

LHD プラズマの電子 ITB 形成における磁場構造の影響

Effect of a magnetic field structure on an eITB formation in LHD plasmas

下妻隆, 久保伸, 稲垣滋, 吉村泰夫, 伊神弘恵, 野竹孝志, 森崎友宏, 成原一途,
山田一博, 居田克巳, 武藤貞嗣, 田村直樹, 横山雅之, 武藤 敬, LHD 実験グループ

核融合研

SHIMOZUMA Takashi, KUBO Shin, INAGAKI Shigeru, YOSHIMURA Yasuo, IGAMI Hiroe, NOTAKE Takashi, MORISAKI Tomohiro, NARIHARA Kazumichi,
YAMADA Ichihiko, IDA Katsumi, MUTO Sadatsugu, TAMURA Naoki, YOKOYAMA Masayuki, MUTOH Takashi, LHD Experimental Group

NIFS

LHD プラズマの電子 ITB 形成を伴う高電子温度遷移において、内部磁場構造がどのように関係しているのかを調べている。Counter 方向に入射された NBI 保持プラズマにおいて、ある閾値以上の ECH パワーを中心部に入射すると中心付近の急激な温度上昇と、急峻な温度勾配の形成がみられる (図 1-a)。ITB のフット位置は $m/n=2/1$ の磁気島に付近にみられ、この高電子温度遷移には、 $m/n=2/1$ の磁気島 (または $q=2$ の有理面) の存在が重要な役割を持つと考えられている。図 1 に示す実験では、外部磁場により磁気島のサイズを小さくした場合に高電子温度遷移がどのようになるかを調べた結果を示している。図 1 上段は ECE による電子温度の時間変化を、下段には計算による磁気面と磁気島の様子を示す。明らかに大きな磁気島を持つ方が高電子温度の遷移が速い。磁気島の存在により、コア部の電場遷移 (電子ルート遷移) が促進されるのではないかと考えられる。

さらに、NBI の入射方向の依存性を調べるために、真空磁場を反転した際に Co と Counter の NBI 入射器の役割が反転することを確認し、NBI によるビーム駆動電流の向き、すなわち Counter 電流によりプラズマコアに現れる $q=2$ の有理面の存在が重要であることを確認した。また、ビーム駆動電流の違いによる効果を調べるために長パルス NBI の電流上昇時に、ECH 入射タイミングを変えて ITB 形成にどのような違いが起こるかを調べた。磁気島の消去の効果と ECH パワーの関係なども詳細に調べている。

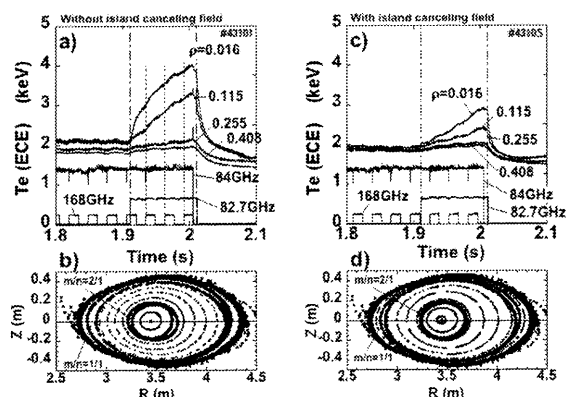


図 1 ECH 追加熱時の電子温度 (ECE) の時間変化を上段に、計算による磁気面、磁気島の様子を下段に示す。磁気島消去磁場を印加しない場合 a), b), 印加した場合 c), d)。

29aA06P

LHD における電子サイクロトロン電流駆動実験

Electron cyclotron current drive experiments on LHD

野竹孝志 下妻隆 久保伸 吉村泰夫 伊神弘恵 小林策治 伊藤哲 水野嘉識 夢喜田泰幸 武藤貞嗣 山口大樹†
渡邊清政 柳原悟 東井和夫 稲垣滋 長山好夫 成原一途 山田一博 田中謙治 武藤敬 LHD 実験グループ

核融合科学研究所 †総合研究大学院大学

NOTAKE Takashi, SHIMOZUMA Takashi, KUBO Shin, YOSHIMURA Yasuo, IGAMI Hiroe, *et al.*

National Institute for Fusion Science

LHD に代表されるようなヘリカル装置では、閉じ込め磁場を外部コイルのみで生成する事が可能である為、外部駆動プラズマ電流を本来必要としない。しかしながら、実際はヘリカル系においても圧力勾配により駆動される BS 電流や、強力な中性粒子入射加熱によるビーム駆動電流が誘起され、特に高 β 状態になると、LHD でも数十 kA の BS 電流が駆動される事が理論的に予測され、閉じ込め性能への影響が懸念される。従って LHD においても積極的に外部からプラズマ電流を駆動する事で、BS 電流やビーム駆動電流、RF 駆動電流を含めた全トロイダル電流をどの様な分布に制御すれば最も MHD 平衡や安定性にとって最適となるかを探索する事は非常に重要である。電子サイクロトロン波を用いた電流駆動 (ECCD) は、電流をほぼ任意の位置に局所的に駆動する事が原理的に可能である為、電流分布制御や局所的な回転変換・磁気シアの制御を可能にする事が期待される。しかしながらヘリカル系では磁場が複雑な 3 次元構造を持ち、多様な捕捉粒子が存在する為、駆動電流の位置制御を実現する為にはレイトレースによる詳細な入射条件の検討やフォッカー・プランク計算が必要である。また、実験においても LHD での ECCD の駆動機構を明らかにし、駆動効率の最適化に努める事が重要である。

第 8 サイクルにおいて磁気軸 3.55m、磁場強度 2.789T の配位で、線平均電子密度 $0.5 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ 程度の ICRF 保持ターゲットプラズマに対して、84GHz ミリ波を Co/Ctr 方向に斜め入射し基本波 O モードによる ECCD 実験を行った。ECCD のフェーズでプラズマ電流や周回電圧の変化が観測されたが、これらの入射方向に対する依存性は必ずしも Fisch-Boozer 機構から予測されるものとは一致していない。実験を行った内寄せ配位で

はリップルが大きく、実験結果には捕捉電子による Ohkawa 効果やリップル損失、また、圧力分布の変化や径電場遷移等による BS 電流の変化等が影響していると考えられ、現在解析を進めている。

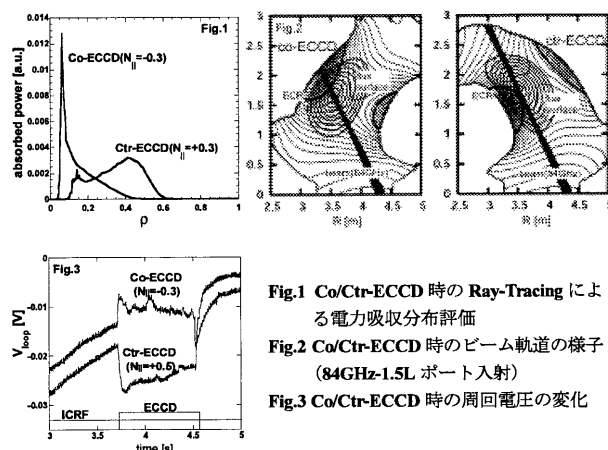


Fig.1 Co/Ctr-ECCD 時の Ray-Tracing による電力吸収分布評価

Fig.2 Co/Ctr-ECCD 時のビーム軌道の様子 (84GHz-1.5L ポート入射)

Fig.3 Co/Ctr-ECCD 時の周回電圧の変化