

27aA01 ヘリオトロン J プラズマの閉じ込めとトロイダル電流制御

Studies of the Confinement and the Toroidal Current Control in Heliotron J

岡田浩之、佐野史道、近藤克己¹⁾、水内亨、花谷清、中村祐司¹⁾、長崎百伸、小林進二、別生榮¹⁾、中須正彦¹⁾、山本聡、真鍋義人¹⁾、設楽弘之¹⁾、洪遠齡¹⁾、川染勇人¹⁾、高宮太承¹⁾、大野宜則¹⁾、西岡祐亮¹⁾、行本英俊¹⁾、金子昌司¹⁾、高橋功一¹⁾、西尾茂¹⁾、山田雅毅¹⁾、中沢真吾¹⁾、坪井伸太郎¹⁾、井尻芳行、千住徹、矢口啓二、東使潔、坂本欣三、芝野匡志、鈴木康浩¹⁾、西野信博²⁾、若谷誠宏¹⁾、大引得弘
京大工ネ理工研、京大工ネ科¹⁾、広大工²⁾

OKADA Hiroyuki, SANO Fumimichi, KONDO Katsumi¹⁾, MIZUUCHI Tohru, HANATANI Kiyoshi, NAKAMURA Yuji¹⁾, NAGASAKI Kazunobu, KOBAYASHI Shinji, BESSHO Sakae¹⁾, NAKASUGA Masahiko¹⁾, MANABE Yoshito¹⁾, SHIDARA Hiroyuki¹⁾, ANG Wang Leng¹⁾, KAWAZOME Hayato¹⁾, TAKAMIYA Tasho¹⁾, OHNO Yoshinori¹⁾, NISHIOKA Yusuke¹⁾, YUKIMOTO Hidetoshi¹⁾, KANEKO Masashi¹⁾, TAKAHASHI Koichi¹⁾, NISHIO Shigeru¹⁾, YAMADA Masaki¹⁾, NAKAZAWA Shingo¹⁾, TSUBOI Shintaro¹⁾, SUZUKI Yasuhiro¹⁾, IJIRI Yoshiyuki, SENJU Tohru, YAGUCHI Keiji, TOSHI Kiyoshi, SAKAMOTO Kinzo, SHIBANO Masashi, WAKATANI Masahiro¹⁾, OBIKI Tokuhiko
IAE Kyoto Univ., Energy Sci. Kyoto Univ.¹⁾, Fac. Eng. Hiroshinma Univ.²⁾

ヘリオトロン J の ECH、NBI プラズマの閉じ込めについて報告する。ヘリオトロン J 装置は大半径 1.2 m、小半径 0.22 m の L=1 ヘリカルコイルを持つヘリカル軸ヘリオトロン装置である。最大磁場強度は 1.5T、プラズマ小半径は 0.15-0.2 m である。プラズマ生成は 70 GHz z-ECH (最大発振パワー 0.5 MW) を用い、追加熱として NBI (最大加速電圧 30kV、最大入射パワー 0.7 MW) 入射を行う。本発表では主に ECH プラズマの閉じ込め改善、および、プラズマ閉じ込めに影響を及ぼすと考えられるトロイダル電流制御の実験結果について報告する。

線平均電子密度 $0.5-3.0 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ のプラズマ (ECH 入射パワー 250-350 kW) における閉じ込めについて調べた。この範囲ではヘリオトロン J プラズマの閉じ込めは ISS95 スケーリングとほぼ一致するが、閉じ込めが ISS95 スケーリングの 1.5 倍を超えるプラズマも観測された。さらに、放電中に H α の減少とともに、電子密度及びプラズマエネルギーの上昇を伴う H モード的遷移が観測された。遷移前と比較するとプラズマエネルギーは 2 倍程度まで上昇する。ISS95 スケーリングで規格化した閉じ込めに時間も上昇する場合が多い。遷移前の閉じ込めは ISS95 程度である。遷移の持続時間は現在のところエネルギー閉じ込め時間程度である。遷移後は電子密度上昇が継続し、プラズマエネルギーの極大後は通常モードに戻るか、あるいは温度減少によってプラズマが消滅する。プラズマ消滅の際の急激な温度低下の原因については、密度増加に伴うプラズマ中心部での加熱パワー減少や不純物の増加などが考えられるが、結論には到っていない。ポロメータ計測からは放射損失の顕著な増加は見られていない。

磁場配位制御と ECCD によるトロイダル電流制御を行った。ヘリカルプラズマ中のトロイダル電流はそれが生成する磁場による閉じ込め磁場の変化を通してプラズマ閉じ込めに影響を及ぼすと考えられる。ヘリオトロン J 装置ではブートストラップ電流抑制も設計概念のひとつとしている。ECH プラズマに対して内部垂直磁場コイル電流による磁場配位制御および ECH トロイダル方向入射による ECCD によるプラズマ電流制御が可能であることを実験的に示した。内部垂直磁場を変化させると、磁場のフーリエ成分のうち主にバンピー成分が変化する。内部垂直磁場電流が 100 kAT 以上ではトロイダル電流は反時計回り (トロイダル磁場と逆方向) に、それ以下では時計回りに流れる。最大値はそれぞれ 1.5 kA、-1.2 kA である。この傾向は新古典論に基づくブートストラップ電流の予測と一致している。

標準 (STD) 磁場配位、低電子密度領域で ECH 入射角を変化させた結果 ECCD によるトロイダル電流が観測された。トロイダル電流方向は垂直入射角の両側で逆転する。最大電流値は約 0.6 kA である。ただし、密度が $0.5 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ を超えると、ブートストラップ電流が支配的となりトロイダル電流は垂直入射の場合と同一方向のみに流れる。ただし、この密度範囲でも入射角によるトロイダル電流変化が観測され、 $1 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ 程度までは ECCD が有効であることが分かった。