

26aA39P

電子バーンスタイン波(EBW)加熱のための入射電磁波モードの最適化

Optimization of Incident Wave Polarization for EBW-ECH

伊神弘恵、阿部裕一郎、林和則、勝浦慶、今野学、吉永智一、打田正樹、田中仁、前川孝

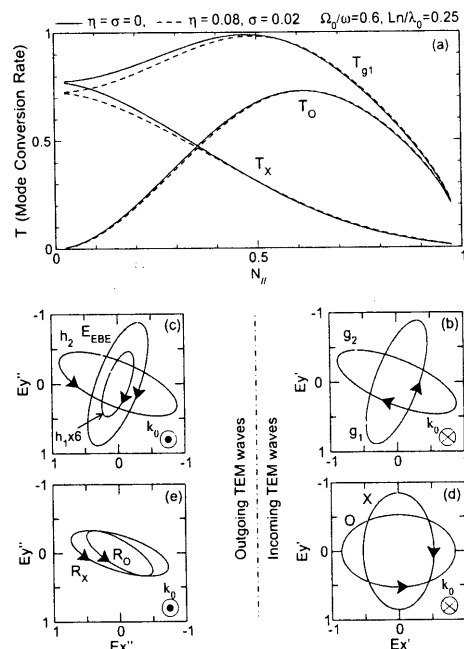
京都大学エネルギー科学研究科

H.Igami, Y.Abe, K.Hayashi, K.Katsuura, M.Konno, T.Yoshinaga, M.Uchida, H.Tanaka and T.Maekawa

Graduate School of Energy Science, Kyoto University

EBWによるオーバードーププラズマの電子サイクロトロン共鳴加熱のためには高域混成共鳴(UHR)層で入射電磁波をEBWに効率よくモード変換させる必要がある。UHR層近傍の密度勾配が急峻な場合はX-mode垂直入射(XB法)、緩やかな場合はO-mode斜め入射(OXB法)が有効なことが従来より知られている。スラブモデルにおいて、電磁波とEBWのモード変換過程を記述する散乱行列を導入し、その一般的な性質を調べることで、モード変換過程の考察と解析を行った。その結果、とり得る最も高い変換効率でモード変換される最適な入射電磁波の偏波を見つけ、これをg1と名付けた。g1の変換効率はO-mode、X-modeをそれぞれ単独で入射した場合の変換効率の和に等しくなる。また、EBW由来の放射電磁波 E_{EBE} の偏波はg1と密接な関係にあり、 E_{EBE} のEBWからのモード変換効率はg1からEBWへの変換効率と同じであることもわかった。さらに、g1と E_{EBE} の偏波と変換効率は散乱行列一の一般的な性質より冷プラズマ共鳴吸収モデルより波動方程式を数値計算で解いて求められることもわかった。

右図に数値計算の結果の一例を示す。(a)にO-mode、X-mode、g1のモード変換効率を N_{II} の関数として示した。実線は一樣磁場がある場合、破線はシアを含んだ非一樣な磁場がある場合を示している。g1の変換効率はO-modeの変換効率とX-modeの変換効率の和になっている。 $N_{II}=0.475$ においてg1を入射するとほぼ100%の変換効率を得られる。これよりO-mode、X-modeいずれの変換効率も低いこのような密度勾配でも電磁波の入射条件を最適化すれば高い変換効率を得られることがわかる。(b)に $N_{II}=0.475$ の場合のg1と、g1に電力直交するモードg2の、真空側から見た偏波を示した。g1、g2をそれぞれ単独に入射した場合の反射波をh1、h2とし、(c)にこれらの真空側から見た偏波を示した。g1とh1、g2とh2は回転方向を除いて同じ楕円偏波となる。これよりg1とg2はプラズマ内部で互いにカップルしない特殊な関係にある偏波であることがわかる。(c)にはまたEBW由来の放射電磁波の偏波 E_{EBE} も示した。 E_{EBE} の偏波はh1と同一で、g1とも回転方向を除いては同じという関係にあることがわかる。



26aA40P

トカマク装置を用いた電極バイアスによる電位井戸の形成

Formation of Deep Potential Well by Electrode Biasing in Tokamak Device

福澤祐馬、小島寛樹、岡田享大、*大野哲靖、高村秀一、井口哲夫

名大工、*名大理工総研

FUKUZAWA Yuma, KOJIMA Hiroki, OKADA Takahiro, OHNO Noriyasu*, TAKAMURA Shuichi, IGUCHI Tetsuo

Graduate School of Engineering, *Center for Integrated Research in Science and Engineering, Nagoya University

1. はじめに

トカマクプラズマにおける閉じ込め改善を考えるにあたって、径方向電界の重要性が多くの実験結果から示されている。プラズマの自発的な径方向電界の発生とは別に外部からの径方向電界の制御方法はいくつか考えられる。電極バイアスはその中の一つであり、様々な装置においてH-modeや輸送障壁等が誘起されたという報告がなされている⁽¹⁾。また本研究ではトカマク装置における新たな応用の一つとして電極バイアスを用いた深い電位井戸形成によって慣性静電閉じ込め核融合を起こし、高密度、低ガス圧プラズマの利点を生かした中性子源としての利用の検討を行っており、そのような観点からも径方向電界の決定機構を調べることは非常に重要である。

一般的に高密度プラズマでは、プラズマ内に挿入された冷電極に電圧を印加してもシース形成によって遮蔽され、広い範囲に径電場を得るのは困難である。しかし、過去に行われた実験において中心に置かれた陰極に負バイアスを印加し、アークに伴う電子電流が陰極より流れた際に装置全体に電位井戸の形成が確認されている⁽²⁾。今回の実験では同手法を応用して電圧印加を行い、プラズマの応答を観測した結果について報告する。

実験に用いた回路構成を図1に示す。真空容器の中心に上部のポートからLaBe製電極を挿入し、パルス電源、0.5Ωの抵抗を介して接地する。また三探針は側面部のポートから装置の中心に向かって水平に挿入され、赤道面上のプラズマパラメータを測定する。これによってプラズマの変化を空間的、時間的に測定することが可能である。

今回の実験ではまずトカマク放電を行い、周囲電圧がフラットトップになった時間帯でパルス電源から250μs、-500V程度の負バイアスを電極に印加し、プラズマの変化を観測した。図2に示す結果は浮遊電位の時間変化を位置別に表したものである。同図から位置によって電位の時間的応答に違いが見られることから電位井戸構造が時間的に伝播していることがわかった。また、中心位置におけるプラズマ電位は最大で径方向電流150A時に電子温度の約50倍に相当する-300V程度の降下が確認された。バイアス印加によって全域で密度の増加も確認されている。講演では電位井戸構造、プラズマ密度分布の変化を詳しく紹介し、径方向電流、トロイダル磁場強度等に対する依存性についても報告する予定である。

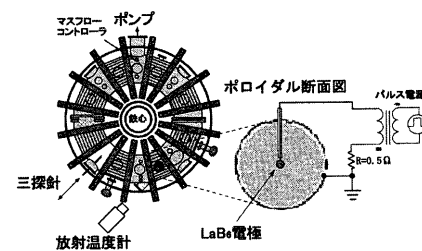


図1 実験装置概要。

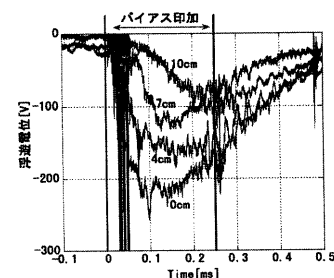


図2 負バイアス印加時の探針の浮遊電位の時間変化。

文献

- (1) R.J. Taylor *et al.*: Phys. Rev. Lett. 63, 2365(1989).
- (2) S.Takamura *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. 25, 103(1986).

2. 実験内容