

磁気圏型プラズマ閉じ込め装置RT-1における光線追跡によるEC波の吸収分布解析

Ray tracing simulation of Electromagnetic Waves under the overdense state in the magnetospheric plasma device RT-1

森敬洋 1), 西浦正樹 1,2), 釧持尚輝 2), 矢内亮馬 2), 上田研二 1)
MORI Takahiro 1), NISHIURA Masaki 1,2), KENMOCHI Naoki 2),
YANAI Ryoma 2), UEDA Kenji 1)

(1)東京大学新領域創成科学研究科, (2)自然科学研究機構核融合科学研究所
(1) The University of Tokyo, GSFS, (2) NIFS

ダイポール磁場配位は、プラズマ閉じ込めのためのもっともシンプルな幾何構造であり、普遍的な物理的原理研究する上で適している。Ring Trap 1 (RT-1) 装置はダイポール磁場中にプラズマを閉じ込めることが出来、磁気圏プラズマ物理と先進核融合の研究を行うことが出来る。RT-1におけるプラズマは、2.45 GHzおよび8.2 GHzの電子サイクロtron加熱(ECH)によって生成される。生成されたプラズマは自然に形成された惑星磁気圏でも観察されるピークした密度プロファイルを持つ。干渉計による線平均電子密度は、2.45 GHzのカットオフ密度を超えたoverdense状態であることが明らかになっている。この現象を理解するためには電子サイクロtron(EC)波の電力吸収量を正確に評価する必要がある。

そこで本研究では、RT-1のoverdense状態におけるレイトレース計算コードの開発と、その計算に必要な電子密度・電子温度分布を実験から求めた。レイトレース計算では、冷たいプラズマ近似による光線方程式を解くことで電磁波の伝搬を、相対論効果を含む熱いプラズマ近似から求めた光学的厚さにより電磁波の吸収を計算した。電子密度は3視線の干渉計の結果を再構成して用いた。電子温度はHeI発光強度比の分光測定から求めた。

HeI発光強度比法は複数のヘリウム中性スペクトルの強度比を計測し、衝突輻射モデル (CRモデル) によって計算されたスペクトルの占有密度比と比較することで電子温度・密度を見積もる手法である。RT-1のパラメータ領域に相当する領域の波長として、728nm, 706nm, 447nm, 388nmの波長の発光強度を赤道面上で計測し、

電子温度を求めた。結果基本共鳴層と閉じ込め領域の端に20eV程度の2つのピークを持つ電子温度分布が得られた。

これらの電子温度分布を仮定して3次元レイトレース計算を行なった。2次元計算の結果と比較して、遮断密度を超える密度形成が入射位置と共鳴層の間に発生した時には、吸収効率が改善している。これは3次元的に電磁波が回り込み、入射位置と反対側の共鳴層に到達する効果によるものだと考えられる。

真空容器による電磁波の多重反射を考慮することで実験結果を再現できるか、もしくは数十keVの高温電子成分まで考慮しなければ実験結果を再現できないかについても本発表で議論する。

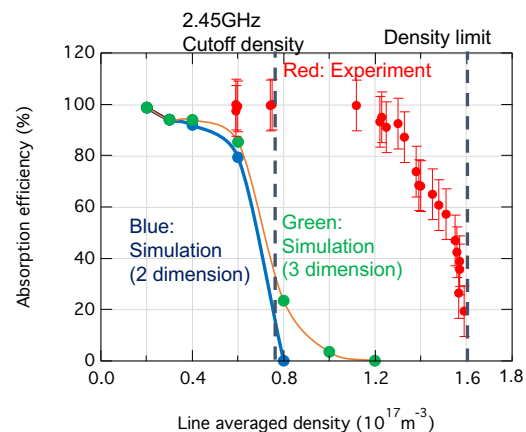


図 1 実験から求めた RT-1 プラズマの電力吸収効率の密度依存性とレイトレース計算で求めた電力吸収効率の比較. 赤が実験計測による結果、青が 2 次元計算、緑が 3 次元計算結果を示している。