

弱相対論的Vlasov-Maxwell方程式系に基づく
 ダイポール磁場プラズマ内の波動伝搬・吸収解析
**Analysis of wave propagation and absorption in plasmas
 based on the weakly relativistic Vlasov-Maxwell system**

中澤拓也 , 西浦正樹
 Takuya Nakazawa, Masaki Nishiura

東大新領域, 核融合研
 Univ. of Tokyo, NIFS

磁気圏型プラズマ閉じ込め装置 RT-1 はダイポール磁場中にプラズマを閉じ込め、惑星磁気圏の自己組織化するプラズマの研究や先進核融合装置としての性能評価を行っている。RT-1では電子サイクロトロン波加熱 (ECH) を使い、プラズマ生成と維持を行っている。

2.45GHz-ECH で生成したプラズマは、遮断密度より高い電子密度領域の存在と密度限界が観測されている。この密度限界メカニズムを明らかにするためには、ECHの吸収分布や吸収効率を正確に評価する必要がある。

RT-1 プラズマ中の電子サイクロトロン波 (EC波) の波動伝搬と電力吸収を模擬するために、伝搬するEC波を波動光学的に取り扱った。coldプラズマ近似のもと、衝突減衰項を誘電率に導入し、3次元プラズマモデルと真空容器壁での反射を考慮し、EC波の伝搬特性を評価した。

その結果、密度が高くなり密度遮断層が存在したとしてもEC波が反射によりサイクロトロン共鳴層に到達し、波動の吸収が発生する可能性が明らかになった。

また、図1に数値計算と実験から得られた吸収効率の比較を示す。実験結果と同様に、遮断密度 n_{cutoff} を超えた領域で電力吸収が見られた。しかし、密度限界を超えてEC波の吸収が存在し、実験結果を説明するには不十分であった。その原因として、吸収効率を評価するためにHotプラズマ近似から導かれた解析式を用いたことや、衝突減衰項を用いたことが問題と考えられる。

上記問題を解決するために、誘電率テンソルをCold プラズマ近似から、Volpe[1]が導出したVlasov-Maxwell方程式系における弱相対論効果を考慮したHotプラズマ近似における誘電率へ拡張させた。更に、非一様なダイポール磁場領域で解く必要があるため、波動光学を基にEC波の伝搬を計算した。その結果、入射波の伝搬と吸収を確認した。発表では、入射波の電力吸収量に対する密度依存性について考察する。

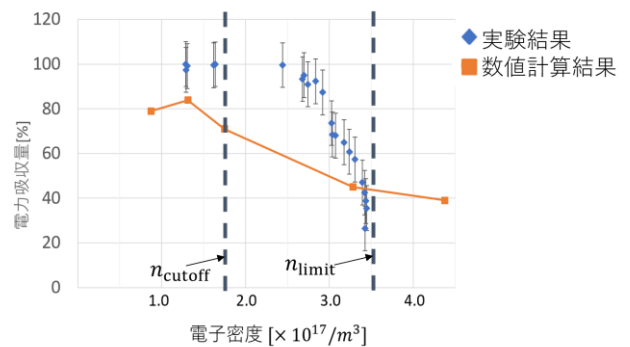


図1. EC波の吸収効率の密度依存性

参考文献

- [1] Volpe F., Phys. Plasmas 14 122105(2007)