

O-X-Bモード変換への有限ベータ効果の影響に関する
VMECコードを用いたレイトレーシングシミュレーション
Ray tracing simulation using VMEC code for finite beta effect
on O-X-B mode conversion

上岡 壮平¹, 中村 祐司¹, 長崎 百伸²
Sohei Kamioka¹, Yuji Nakamura¹, Kazunobu Nagasaki²

¹京都大学エネルギー科学研究科 ²京都大学エネルギー理工学研究所

¹Graduate School of Energy Science, Kyoto Univ., ²Institute of Advanced Energy, Kyoto Univ.

プラズマを加熱する方法の一つとして、電子サイクロトロン波加熱(ECH)がある。ECHは加熱可能なプラズマ密度に上限があるため、高密度領域のプラズマ加熱に適していない。そこで、アクセス可能密度に上限のない電子バーンシュタイン波(EBW)を用いてプラズマを加熱することが提案されている。このEBWを用いた加熱には、O-X-Bモード変換が用いられることがある。また、この手法は逆過程(B-X-O)も成り立つため、電子温度計測に用いることも可能である。このO-X-Bモード変換を取り扱うにあたって、これまでのヘリオトロンJ配位での計算では、磁気面形状は真空磁気面を使用し、ゼロベータで計算を行ってきた。しかしながら、密度分布 n_e を変化させると平衡磁気面が変化するためその影響を考慮する必要がある。

高密度領域では有限ベータ効果によるシャフラノフシフトがあり、プラズマ周辺部で密度勾配の急峻化が起こることが知られている。そこで、密度分布を下記のように仮定し、プラズマ周辺の密度勾配の影響について調べた。

$$n_e = (n_{e0} - n_{ea})(1 - s^x) + n_{ea} \quad (1)$$

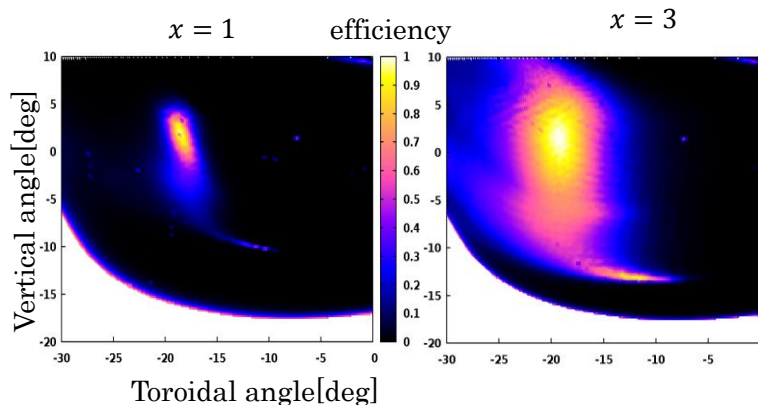


図1 O-X変換効率窓

図1はO-X変換効率をマッピングしたものである。式(1)の s^x の x を変化させて比較したところ、O-X変換の生じる位置での密度勾配が大きくなると変換効率の高い領域が広くなることがわかる。

このようにプラズマ周辺部では密度勾配の変化に非常に敏感であるため、有限ベータの効果が結果に強く影響することが考えられる。そこでVMECコードにおいて有限ベータ値を与えて得られた磁気面データを使用し、数値計算を行った。その結果を図2に示す。カットオフ層はO-X変換が行われるポロイダル断面でのものを、最外殻磁気面及びUHR、R-cutoff層についてはX-B変換が行われるポロイダル面でのものを用い、軌跡のポロイダル断面への投影を行った。この図から、レイが中心領域まで到達していることがわかる。

発表では有限ベータ効果による磁気面のシフトや、温度・密度依存性の計算結果などを述べる予定である。

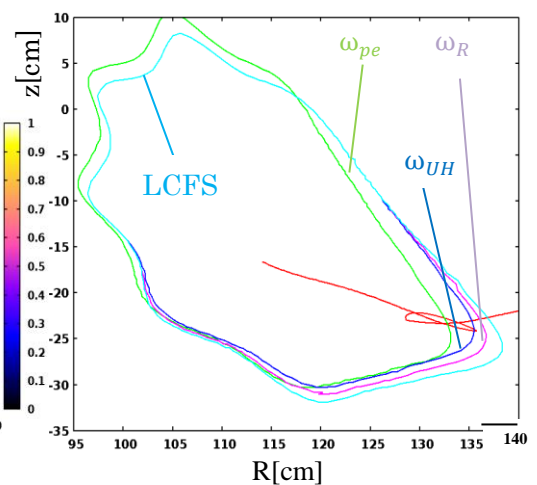


図2 レイの軌跡のポロイダル面投影