

24aE16P

大型ヘリカル装置におけるICRF伝搬および吸収解析コードTASK3D/WMの進展 Progress of TASK3D/WM module for evaluation the ICRF wave propagation and absorption in LHD

關良輔^{a)}, 福山淳^{b)}, 関哲夫^{a)}, 斎藤健二^{a)}, 笠原寛史^{a)}, 神尾修治^{a)},
横山雅之^{a)}, 渡邊清政^{a)}, 武藤敬^{a)}

R. Seki^{a)}, A. Fukuyama^{b)}, T. Seki^{a)}, K. Saito^{a)}, H. Kasahara^{a)}, S. Kamio^{a)},
M. Yokoyama^{a)}, K. Y. Watanabe^{a)} and T. Mutoh^{a)}

^{a)}核融合研, ^{b)}京大
^{a)}NIFS, ^{b)}Kyoto Univ.

近年, 大型ヘリカル装置のICRF加熱は, 最大パワー約4.5MWの入射を達成しており, 少数イオン加熱での中心電子密度 $6 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ の比較的高密度プラズマの維持などの結果が得られている. このような放電において, ICRF加熱の効率化やプラズマの輸送特性を調べるためには, ICRFによる加熱パワー分布の評価が重要になる. 特に波長が長くなるICRF加熱では, 光学近似が使用できないため, 波動の伝搬を計算することが重要になる.

大型ヘリカル装置のような三次元磁場配位でのICRF伝搬および吸収評価コードとして, TASK3D/WM[1] が, 開発されてきた. TASK3D/WMでは, 電場の成分をトーラス磁気座標(Erho, Etheta, Ephi)で表し, トロイダル方向, ポロイダル方向をスペクトル展開し, 径方向を差分化した波動方程式を解くことで, 波の伝搬を計算している. 今まで, TASK3D/WMを使用した大型ヘリカル装置でのICRF波動伝搬の解析は, 誘電率テンソルとして冷たいプラズマ近似を使用してきた[2]. 冷たいプラズマ近似では, プラズマの熱的な運動を考慮しておらず, 共鳴面などを除く波の移送速度がプラズマの熱速度より大きくなる領域での波の伝搬しか表現できず, 共鳴面などでおこる波動によるプラズマ加熱を正確に表現することができない. そのため, 共鳴面近傍のみで波動がプラズマを加熱するような模擬的な衝突吸収項を導入して, 吸収パワーを評価していた. この場合, 共鳴位置などは表現できるが吸収パワーを正確に評価することができず, また, 冷たいプラズマ近似を使用しているので共鳴面近傍の波動の伝搬も正確に計算できない. そのため, プラズマの波動伝搬および吸収を評価するた

めには, プラズマの熱的な運動を考慮した現実的な誘電率テンソルを導入する必要がある. 熱的な運動を考慮した誘電率テンソルでは, プラズマの熱的な運動に起因するランダウ減衰や走行時間減衰などの波動によるプラズマへの加熱も評価することができる.

しかしながら, これまで大型ヘリカル装置では, 熱的な運動を考慮した誘電率テンソルを使用した場合, トーラス磁気座標の電場成分を磁力線の向きを基準にしたStix frameに座標変換する過程において, 数値誤差が発生し, 非物理的な負の吸収が現れていた.

そこで, 本研究では, TASK3D/WMの電場成分をStix frame同様の意味を持つ, Erho, Eperp, Eparaとしてコードを改造し, 上記の数値誤差の抑制を目指す. また, 径方向の差分を行っているTASK3D/WMに対して, 径方向の有限要素法を取り入れたTASK3D/WMFの開発も行っており, これらの比較を行う. 発表では, TASK3D/WM, TASK3D/WMFのモデリングやアルゴリズムの詳細の説明をするとともに, 初期的な結果を示す.

[1] A. Fukuyama and T. Tohnai, in *5th IAEA Technical Committee Meeting on Alpha Particles in Fusion Research*, IAEA, Vienna, 1997.

[2] R. Seki, et al., Proc. of plasma conference 2012, 23P095-P.