

# ヘリオトロン J における 3 次元周辺プラズマ輸送コード EMC3-EIRENE の適用

池遼太<sup>1</sup>、河村学思<sup>2,3</sup>、大島慎介<sup>1</sup>、小林政弘<sup>2,3</sup>、長崎百伸<sup>1</sup>、増崎貴<sup>2</sup>、鈴木康浩<sup>2,3</sup>、小林進二<sup>1</sup>、  
山本聡<sup>1</sup>、門信一郎<sup>1</sup>、南貴司<sup>1</sup>、岡田浩之<sup>1</sup>、水内亨<sup>1</sup>、田中宏彦<sup>4</sup>、FENG Yuhe<sup>5</sup>、  
FRERICHS Heinke<sup>6</sup>

京大院エネ科、京大エネ研<sup>1</sup>、核融合研<sup>2</sup>、総研大<sup>3</sup>、名大院工<sup>4</sup>、  
マックス・プランク研究所<sup>5</sup>、ウィスコンシン大<sup>6</sup>

SOL・ダイバータ領域における熱・粒子輸送機構の解明は、核融合炉の実現に向けて重要な課題のひとつである。ヘリカル装置における周辺プラズマの熱・粒子輸送は、磁場の 3 次元性を考慮することが必要になる。トカマク装置においても共鳴摂動磁場 (RMP) コイルによる 3 次元効果が議論されており、将来的な核融合装置に向けて 3 次元的なダイバータ領域の物理現象の解明が必要とされている。高い磁場制御性を持つ中型ヘリカル装置であるヘリオトロン J において周辺プラズマ輸送モデルの構築と実験計測による検証を通して、磁場配位の周辺プラズマ輸送への影響に関して新たな知見を得ることを目的として 3 次元周辺プラズマ輸送コード EMC3-EIRENE<sup>[1]</sup> を適用した。

同コードの適用作業は標準的な磁場配位において磁力線長分布の調査、計算用グリッドの作成、試験計算という手順で行った。図 1 から図 3 はそれぞれ同一のポロイダル断面での磁力線長、計算用グリッド、EMC3-EIRENE によって得られた電子密度分布である。まず、周辺プラズマの存在する範囲を調べ、グリッド作成の参照データとするため、磁力線追跡コード KMAG<sup>[2]</sup> を用いて、任意のポロイダル断面において、真空容器の形状を反映した磁力線長分布を出力できるようにコードを改良した。続いてグリッド作成ツール FLARE<sup>[3]</sup> を使用して、モデリング計算に用いるグリッドを作成した。図 2 に示したポロイダル断面において基準グリッドを作成したあと、各グリッド点をトロイダル方向に磁力線に沿って追跡し、ポロイダル断面 0.5 度ごとのグリッドを作成した。グリッドは、コアプラズマおよび真空領域では粗く、興味の対象である周辺プラズマ領域 (図 2 の EDGE/SOL グリッド) では微細な構造を有する。周辺プラズマ領域のうち、最外殻磁気面 (図 2 の赤色グリッド線) よりも外側の部分の作成においては、プラズマの真空容器へのフットプリント全体が微細なグリッドに包含されるよう、周辺プラズマ領域の外側境界を任意に指定できるプログラムを作成し、FLARE と併用した。作成したグリッドを用いて EMC3-EIRENE の計算を行い、磁力線長分布を反映した電子温度や密度の分布が確認された。

今回の発表においては、ヘリオトロン J 装置ダイバータプローブ位置における電子温度、密度分布を磁力線長分布と比較し、その熱輸送係数依存性を議論する。今後は、ヘリオトロン J における主要な磁場配位のモデリングを行い周辺プラズマ分布の磁場配位依存性を調査するとともに、実験計測との比較を行う。

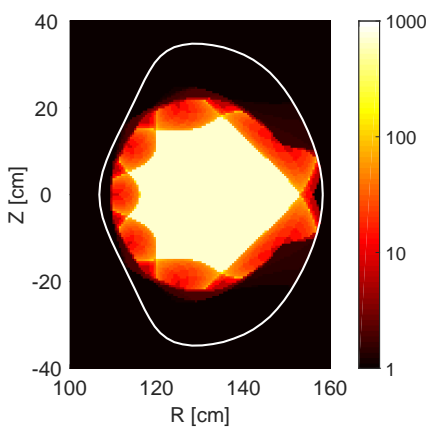


図 1 磁力線接続長分布

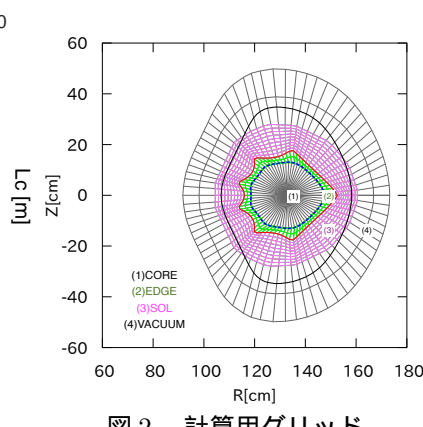


図 2 計算用グリッド

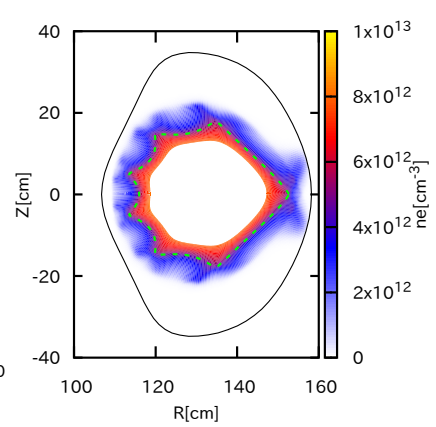


図 3 電子密度分布

[1] Y.Feng et al, Contrib. Plasma Phys. **54**, No.4-6, 426-431 (2014)

[2] Y.Nakamura et al, J. Plasma Fusion Res. **69**, 41 (1993)

[3] H.Frerichs et al, Comput. Phys. Commun. **181** 61-70 (2010)