

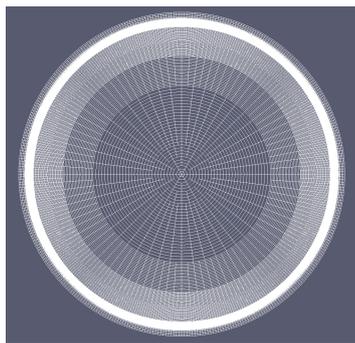
トカマクプラズマにおける二次元輸送コードの開発

瀬戸春樹, 福山淳

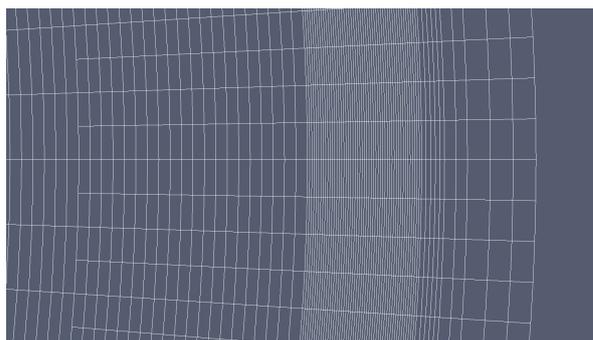
615-8530 京都市西京区京都大学桂 C3 棟

seto@p-grp.nucleng.kyoto-u.ac.jp

従来のトカマクプラズマにおける輸送解析ではプラズマを炉心領域と周辺領域に分割し、炉心領域においては磁力線方向の輸送が速いため、温度や粒子密度が磁気面上で一定と仮定し、磁気面平均化手法を用いて輸送を小半径方向の一次元問題として取り扱っている。一方、周辺領域においては磁力線方向の物理量の変化が大きいため、二次元問題として輸送が取り扱われているが、単純化された輸送モデルが用いられている。しかしながら、周縁輸送障壁形成やプラズマ壁相互作用を含めてトカマクプラズマ全体の時間発展を記述するためには、炉心プラズマと周辺プラズマを統一的に取り扱う二次元輸送モデルの構築が望ましい。本研究ではトカマク型核融合プラズマを対象として、炉心領域と周辺領域を含めたトカマクプラズマ全体に適用可能な二次元輸送モデルの構築ならびに二次元輸送コード TASK/T2 の開発を行い、炉心-周辺プラズマの統合輸送解析により、閉じ込め特性のより正確な評価ならびに周縁輸送障壁形成の二次元解析を行うことを目的としている。トカマクプラズマにおける二次元輸送モデルとして多流体方程式 [1] と電磁場の方程式系から、各粒子種に対する粒子密度の発展方程式、運動方程式、エネルギー輸送方程式ならびに磁場拡散方程式 [2] と静電場の Poisson 方程式から構成される二次元動的輸送モデルの定式化を行った。空間微分に関してはプラズマの MHD 平衡を記述するのに適した磁気面座標系により記述し、運動方程式に関しては磁力線方向において構築されている新古典輸送理論 [3] との対応をとるため、径方向、磁力線方向、トロイダル方向の 3 方向において定式化を行った。高温プラズマ中では磁力線方向と磁力線に垂直な方向では輸送のスケールが大きく異なるため、二次元輸送解析を安定して行うためには磁力線方向の輸送と磁力線に垂直方向の輸送を分離して計算を行う必要がある。本研究では輸送モデルを磁気面座標系において定式化しているため、離散化手法として格子構造に対して高い自由度を持つ有限要素法を用い、磁気面座標空間上において多階層長方形格子を採用することにより、2 方向の輸送を分離することが可能であると考えられる。発表では二次元動的輸送モデルの詳細と TASK/T2 の開発の現状について報告する。



円筒トロイダル座標系における多階層長方形格子



円筒トロイダル座標系における多階層長方形格子
(周辺領域の拡大図)

- [1] S.I. Braginskii, Vol.1 (Leontovich, M.A., Ed.), Consultants Bureau, New York (1965) 205
- [2] F. L. Hinton and R. D. Hazeltine, Rev. of Mod. Phys., 48, 239, (1976)
- [3] S. P. Hirshman and D. J. Sigmar, Nucl. Fusion, 21, 1079, (1981)