

統合輸送コード TASK3D を用いた熱輸送シミュレーション

若狭有光, 福山淳, 村上定義

京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻

核燃焼プラズマの実現のためには、その性能予測、制御手法開発、運転シナリオの最適化が必要であり、プラズマ全体の時間発展を全放電時間にわたって記述する統合シミュレーションコードの開発が不可欠である。核融合プラズマは、時空間スケールに関してそれぞれ十数桁程度の違いのある様々な階層間の相互作用を伴った非線系開放系であるため、限られた時間・空間スケールを記述する要素コードを組み合わせ、多階層統合シミュレーションコードが必要となる。TASK3D は、非軸対称系核融合装置を対象とした統合輸送コードであり、現在、京都大学と核融合科学研究所 (NIFS) の共同研究で開発が進行中である。TASK3D では、それぞれ異なった物理現象を記述するモジュールを接続することで自己無撞着にプラズマの記述を行う。本講演では、近年の TASK3D の開発状況について簡単な説明を行い、また、LHD プラズマを対象に行なった熱輸送シミュレーション結果について発表を行う。

・ TASK3D におけるモジュール開発

LHD プラズマは3次元的に複雑な磁場構造を持っており、高温プラズマにおいて、ヘリカルリップルに捕捉された粒子が新古典輸送の増大を引き起こす。また非軸対称系プラズマにおいては、両極性電場決定に新古典輸送が重要な役割を果たしている。正確な新古典輸送係数の評価を行うため新古典輸送データベースモジュールの開発を行った。また FIT3D コードと TASK3D を連携させ、NBI 加熱プラズマの自己無撞着な熱輸送シミュレーションを可能とした。

・ TASK3D を用いた LHD プラズマに対する熱輸送シミュレーション

特に2011年度から TASK3D の妥当性向上を目的とした広範なパラメータ範囲の LHD 実験が行われてきており、我々はそれらの実験結果と TASK3D により得られるシミュレーション結果を比較検証することで、TASK3D の乱流輸送モデル中のコンスタントファクタを決定するなどの改善を行った。また実験結果と TASK3D の熱輸送係数の比較を行い、gyro-Bohm モデルに対しイオン温度勾配の効果を加味した新たな乱流輸送モデルを考えることで、電子イオン両温度分布に関して実験結果をより良く再現できることを示した。これらの成果について簡単な紹介を行う。