

LHD型核融合炉の統合シミュレーションコードTASK3Dによる検証 Integrated simulation study of LHD type fusion reactor by TASK3D

凌大河 村上定義 前田渉吾
T.SHINOI, S.MURAKAMI, S.MAETA

京大工
Department of Nuclear Engineering, Kyoto Univ.

核融合炉の実現を目指して、現在の大型ヘリカル装置（LHD）の性能を基に、ヘリカル型核融合炉の設計研究も進められている。先行研究においては、 α 粒子損失や、MHD平衡/安定性、新古典輸送など様々な観点から $Q \sim 10$ のプラズマ運転シナリオが研究されており、FFHR-d1のシミュレーションにおいて、 $Q \sim 10$ での定常状態が達成されている。自己点火・定常状態への到達についても検討が必要とされている。本研究は、大半径がLHDの4倍となるLHD型核融合炉（LHR4）を仮定し、 α 粒子加熱のみで定常状態に到達へ到達するかを検証することを目的とする。

本研究では、3つの密度分布を仮定し計算を行った。TASK3D内で熱拡散係数は、新古典輸送と乱流輸送の和として与えられる。新古典熱拡散係数は、新古典輸送を正確に把握するために構築された新古典輸送データベースDGN/LHDを元に計算した。乱流熱拡散係数のモデルは、これまでのLHD実験の結果によく一致するモデルとして、電子はgyro-Bohmモデル、イオンはgyro-Bohm-gradTモデルを仮定した。本研究では、新古典熱拡散係数と乱流熱拡散係数のそれぞれに因子 F_{NC} と F_{TB} を乗じてシミュレーションを行った。

初期中心温度を11~18[keV]と変化させてシミュレーションを行った場合、最終的な定常状態の中心電子温度はほぼ同じ温度になった。定常状態温度は初期温度に依存しないことがわかった。中心電子温度の時間発展の様子を図1に示す。 $F_{NC}=1$ とし、 F_{TB} を $10^{-3} \sim 1$ まで変化させ、中心密度を $2.4 \sim 6 \times 10^{20} [m^{-3}]$ まで変化させた場合の定常状態の中心温度を図2に示す。

F_{TB} を小さくすると、中心電子温度が上昇する傾向が見られた。また、中心密度を大きくすると定常状態温度は上昇した。 F_{NC} を変化させた場合も、 F_{TB} を変化させた場合と同様の傾向が定常状態の中心電子温度に対して見られた。密度分布に対しては、 $F_{TB}=0.3$ で定常状態に到達することが確認できた。

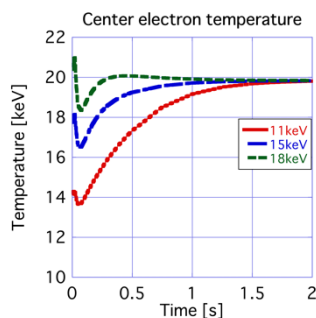


図 1

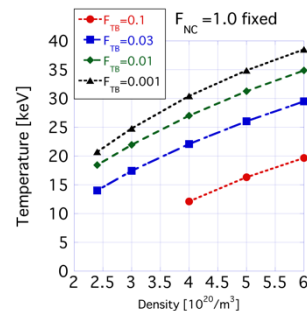


図 2

- [1] T.Goto, et al., Nuclear Fusion Volume57 Number6 (2017)
- [2] A.Wakasa et al., "Integrated Transport Simulation of LHD Plasmas Using TASK3D"
- [3] H.Yamaguchi, Simulation study of energetic particle physics in perturbed helical plasmas 2016
- [4] OA.Shyshkin et al.«Numerical analysis of tungsten transport in drift-optimized stellarator with ergodic and nonergodic plasma configurations»