

**LINDAコードを用いた直線装置における
非接触ヘリウムプラズマシミュレーション
Detached helium plasma simulation in a linear device
by using the LINDA code**

佐伯 勇弥, 田中 宏彦, 大野 哲靖, 関 真倫, 鷹野 大輝, 梶田 信^a,
増崎 貴^b, 小林 政弘^b, 澤田 圭司^c, 畑山 明聖^d, 星野 一生^d
I. Saeiki, H. Tanaka, N. Ohno, M. Seki, H. Takano, *et al.*

名大院工, ^a名大未来研, ^b核融合研, ^c信州大, ^d慶應大
Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., ^aIMaSS, Nagoya Univ., ^bNIFS, ^cShinshu Univ., ^dKeio Univ.

熱核融合炉の実現に向けて、ダイバータ板が高い熱負荷に晒されることが予測されており、このダイバータ熱負荷問題の最も有力な対策手段として、非接触プラズマ[1]が提案されている。この現象は、プラズマと中性ガスとの相互作用により、プラズマがダイバータ板の直前で消失し、熱流束が低減する。現在、ITERや原型炉といった将来の装置の熱負荷予測を目的として、多く研究されている。例えば、ダイバータプラズマ物理における大規模数値シミュレーションコードとしてSOLPS[2]やSONIC[3]などが広く利用されている。しかし、非接触プラズマ実験の完全な再現ができておらず、そのためには各種物理過程の高精度化が必要である。また、大規模コードを用いて詳細な実験検証を進めるには、開発・計算コストが膨大であり、さらに観測ポート等の空間制約やオペレーション上の制限から、実機における計測データを十分に揃えることは困難である。

そこで我々は、安定した非接触プラズマを生成することが可能な直線型装置NAGDIS-II (Nagoya University Divertor Simulation-II)を対象として、慶応大学で開発され、コードの改変が容易な流体コードであるLINDAコード (Linear Divertor Analysis code) [4]を用いたダイバータプラズマシミュレーションを行なっている。直線型装置を用いることで、磁場の幾何学的効果を除いた物理過程の実験検証を行うことが可能であり、またコード改変が容易な流体コードを用いることで、様々な物理過程を柔軟に導入したコード開発が実現できる。本研究ではまず、実験データが豊富なヘリウムプラズマを対象とした計算を行うため、各反応速度係数や生成項の変更を行った。ここで、NAGDIS-IIで扱う電子温度 T_e は低いため、二価のヘリウムイオンが存在しないと仮定している。また、計算領域

におけるメッシュは、磁力線に並行な方向に対して不等間隔とし、ソースとダイバータ板付近において1 mm以下となるように設定した。さらに、ヘリウム中性粒子密度は一様と仮定した。図1にトムソン散乱計測により計測された接触プラズマ中の上・下流プラズマパラメータ[5]と比較した結果を示す。電子温度は上・下流ともほぼ一致しているが、下流側の電子密度が2倍程度高く評価されていることがわかる。さらにガス圧を上昇させることにより、非接触状態での実験結果との比較を行っている。

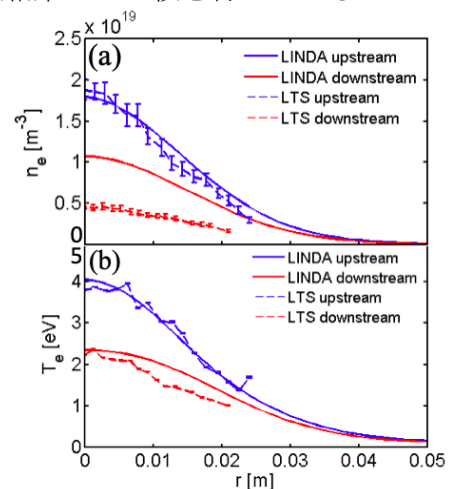


図1. 数値シミュレーション結果とトムソン散乱計測結果との比較 (接触プラズマ, ガス圧 $P_n=2.65$ mTorr)
(a) 電子温度 T_e , (b) 電子密度 n_e

- [1] N. Ohno, Plasma Phys. Control. Fusion **59** (2017) 034007.
- [2] R. Schneider *et al.*, Contrib. Plasma Phys. **46** (2006) 3.
- [3] H. Kawashima *et al.*, Plasma Fusion Res. **1** (2006) 031.
- [4] M.S. Islam, Y. Nakashima, A. Hatayama, Plasma Phys. Control. Fusion **59** (2017) 125010.
- [5] H. Takano *et al.*, submitted to Plasma Fusion Res.