

8P25 直線装置における重水素ガスの吸排気制御による プラズマ放電の数値モデリング

Numerical modeling of plasma discharge in a linear device by means of deuterium gas puffing and pumping control

河村学思^{1,2)}, 田中宏彦³⁾, 林祐貴^{1,2)}, 大野哲靖³⁾

Gakushi KAWAMURA^{1,2)}, Hirohiko TANAKA³⁾, Yuki HAYASHI^{1,2)},
Noriyasu OHNO³⁾

¹核融合研, ²総研大, ³名大

¹NIFS, ²SOKENDAI, ³Nagoya Univ.

原型炉規模の核融合装置に非接触プラズマが必須であるため、定常的な非接触プラズマが再現性良く得られる直線装置である NAGDIS-II [1] で実験と数値モデリングの相補的な研究が進められている。同装置のプラズマモデリングは、トカマク・ヘリカル/ステラレータ・直線装置などの装置形状によらず、核融合ダイバータプラズマの輸送計算に広く用いられている EMC3-EIRENE コード [1-3] を用いて [1] で初めて行われ、定性的に妥当なプラズマ分布が得られている。しかし、粒子の吸気・排気については実際の状況を模擬していない。そこで、非接触放電実験で重要な制御ノブである重水素ガスの吸気・排気の条件を精密に取り入れた数値輸送モデルの開発を行った。

中性粒子の輸送特性を得るため、プラズマのない状態で、下流ポンプのみ（あるいは上流ポンプのみ）を稼働させ、ソース部からのガス流入量を変化させ、下流部と上流部のガス圧の計測実験を行った。同様の状況を EMC3-EIRENE において再現し、一連の計算を行った。結果の一例を形状および各部名称の説明とともに図 1 に示す。数値モデルにおける排気ポンプは、ポンプとして働く平面のポンプ係数（すなわち $1 - \text{反射率}$ ）として模擬されており、指定した吸気量が排気量と釣り合うようにガス圧が決まる。実験結果を再現するポンプ係数を調べたところ、ガス圧に顕著に依存することがわかり、その特性をフィッティング関数でモデル化した。

次に、ソース部に 1 kW の電子加熱を仮定し、プラズマを中性粒子の電離によって生成する計算を行った。下流ポンプのみを稼働させ、ソース部の重水素ガス吸気量を種々に変化させた。少量と多量の吸気量に対する電子温度分布を図 2 に示す。吸気量と電子温度について、実験と 1 対 1 の比較

は行えていないものの、吸気量が多い条件では、非接触実験と同程度まで電子温度が低下することが確認された。現在は体積再結合過程がモデルに含まれていないが、次の段階として含めた計算を予定している。

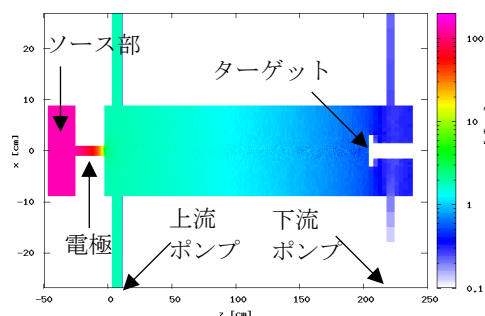


図 1: 下流ポンプのみを稼働させてソース部から吸気を行った場合の装置中央水平断面における中性ガス圧分布（単位は mTorr）。

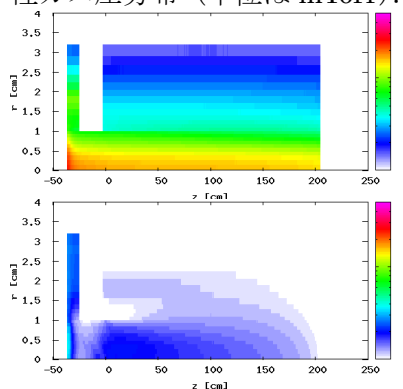


図 2: 下流ポンプのみを用い、ソース部の吸気量 14 sccm (上) と 140 sccm (下) に対する周囲方向平均電子温度分布 [eV]。

[1] T. Kuwabara *et al.*, Contrib. Plasma Phys. **56** (2016) 598.

[2] G. Kawamura *et al.*, Plasma Phys. Contr. Fusion **60** (2018) 3403034.

[3] H. Tanaka *et al.*, Contrib. Plasma Phys. **60** (2020) e201900114.