

## 多流体水素輸送コードを用いた非接触プラズマの背景中性粒子依存性の解析 Analysis of the dependence of background neutral particles of detached plasma using a multi-fluid hydrogen transport code

杉浦健斗<sup>1)</sup>、夏目祥揮<sup>1)</sup>、井戸太一<sup>1)</sup>、増田翔太<sup>2)</sup>、  
田中宏彦<sup>1)</sup>、澤田圭司<sup>2)</sup>、大野哲靖<sup>1)</sup>、星野一生<sup>3)</sup>  
Kento Sugiura<sup>1)</sup>, Hiroki Natsume<sup>1)</sup>, Taichi Ido<sup>1)</sup>, Shota Masuda<sup>2)</sup>,  
Hirohiko Tanaka<sup>1)</sup>, Keiji Sawada<sup>2)</sup>, Noriyasu Ohno<sup>1)</sup>, Kazuo Hoshino<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>名大、<sup>2)</sup>信州大、<sup>3)</sup>慶大理工  
<sup>1)</sup>Nagoya Univ., <sup>2)</sup>Shinshu Univ., <sup>3)</sup>Keio Univ.

熱核融合炉実現のためには、ダイバータ板へ流入する熱流束の低減が重要な課題であり、非接触プラズマの形成[1]は有効な解決策であるとされている。しかし非接触プラズマの物理的な解釈はいまだ不十分な点が多く、将来の熱核融合炉の設計・制御のために、SOL、ダイバータ領域を含めたシミュレーションコードが数多く開発されてきた。しかし、大規模なシミュレーションにおいては物理モデルの精度が不十分な可能性があり、実機を対象とした非接触プラズマの定量的な再現には至っていない。一方、直線型実験装置を対象としたシミュレーションを行うことで、各種計測データとの比較が容易になり、物理モデル精度の検証にも有効であると考えられる。

本研究では放電の再現性が高く、計測装置が豊富なNAGDIS-II[2]の実験結果と、それを模擬した多流体LINDAコード[3][4]の比較検証を行うことで、非接触プラズマ形成に寄与する物理過程の解明を進めている。シミュレーションでは水素プラズマを対象とし、 $H^+$ 、 $H_2^+$ 、 $H_3^+$ を流体として扱う。 $H$ 、 $H_2$ は空間一様分布とし、原子分子過程を含めたシミュレーションを行った。

図1, 2にH原子密度を変化させたときの $H^+$ 、 $H_2^+$ 、 $H_3^+$ 密度分布及び電子、イオン温度分布を示す。境界条件として、上流境界には電子温度5 eV、イオン温度0.5 eV、電子密度 $10^{19} \text{ m}^{-3}$ 、 $H^+$ 密度 $6 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ 、 $H_2^+$ 密度 $2 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ 、 $H_3^+$ 密度 $2 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ を与え、 $H_2$ 分子密度は $7.5 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ とした。 $H$ 原子密度を $2 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ 、 $8 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ と変化させたところ $8 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ では非接触プラズマに見られるような $H^+$ 密度の一時的な上昇及びイオン温度の低下がみられた。発表ではこれらの現象のより詳細な解析結果について述べる。

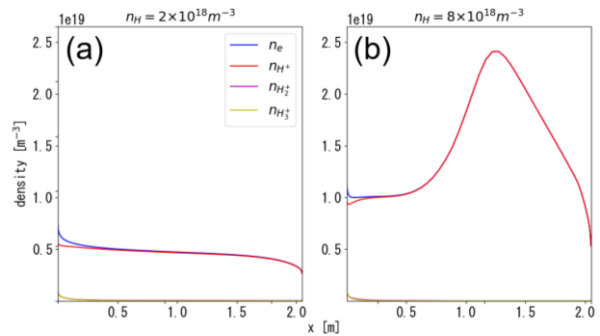


図1 軸上1次元空間密度分布  
(a) $n_H = 2 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$  (b)  $n_H = 8 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$

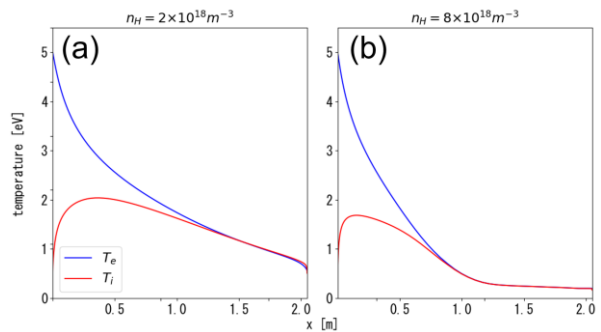


図1 軸上1次元空間温度分布  
(a) $n_H = 2 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$  (b)  $n_H = 8 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$

- [1] N. Ohno et al., Plasma Phys. Contr. Fusion **59** (2017) 034007  
[2] N. Ohno et al., Nucl. Fusion **41** (2001) 1055-1065  
[3] M.S. Islam et al., Plasma Phys. Contr. Fusion **59** (2017) 125010  
[4] H. Tanaka et al., Phys. Plasmas **27**(2020) 102505