

NAGDIS-IIヘリウムプラズマおよび水素プラズマ統合コードのための
中性粒子輸送コードの整備

**Helium and hydrogen neutral transport codes for
integration code of NAGDIS-II plasmas**

増田翔太¹, 澤田圭司¹, 梅澤英弥¹, 中山 爽¹, 土居健志¹,
夏目祥揮², 杉浦健斗², 大野哲靖², 田中宏彦², 林 祐貴³

MASUDA Shota¹, SAWADA Keiji¹, UMEZAWA Hideya¹, NAKAYAMA Akira¹, DOI Takeshi¹,
NATSUME Hiroki², SUGIURA Kento², OHNO Noriyasu², TANAKA Hirohiko², HAYASHI Yuki³

¹信州大工, ²名大院工, ³核融合研

¹Shinshu Univ., ²Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., ³NIFS

大型核融合装置のダイバータ非接触プラズマにおける粒子の生成・消滅, 運動量やエネルギーの損失を解明するため, 直線型ダイバータ模擬実験装置 NAGDIS-II による実験が行われている. 本研究では, その物理理解を深めるために, NAGDIS-II プラズマ統合シミュレーションコードの構築を進めている. 統合シミュレーションコードは, 名古屋大チームが担当する荷電粒子を扱う流体コード LINDA[1]と信州大チームが担当する中性粒子を扱う衝突輻射モデル・中性粒子輸送コードから構成される.

本研究は, ヘリウムプラズマと水素プラズマの中性粒子輸送コードの整備を進めた. 図1の陽極から装置右端までの 225 cm を計算領域とし, 円筒座標系で軸方向に非等間隔, 径方向に等間隔のセルで区切っている. 中性粒子の追跡時には, 非弾性衝突(励起・脱励起や電離など)および弾性散乱・荷電交換を考慮している.

ヘリウムプラズマの中性粒子輸送コードでは, (a)ターゲットでプラズマが中性化して生成された原子, (b)陽極部から侵入してきた原子, (c)体積再結合によって生成された原子の追跡を行っている. 非接触ダイバータプラズマの理解において, ターゲット近傍の原子との衝突によるイオンの運動量損失が重要だと思われる. 図2は, 電離プラズマの電子とイオンの密度・速度分布を与えて計算したイオンの運動量損失である. 寄与が大きい(a)と(b)について示している.

水素プラズマの中性粒子輸送コードでは, 分子の振動と回転の状態を考慮して, 原子と分子の追跡を行う. 計算では実験を再現するポンプ効率を与える必要がある. 図3は, プラズマがない場合のガス圧計測値と計算結果の比較である. 現在は, 電子とイオンの密度・速度分布を与えて計算できるところまでモデルの整備が完了している. 追跡中に分子イオンが生成さ

れた場合は, その位置で分子イオンの反応が起こるとし, 分子イオンから生成された原子および分子を追跡している. 今後は LINDA で計算された分子イオンの密度・速度分布が使えるように整備する.

学会では, 中性粒子輸送コードを中心にコードの開発状況について説明する予定である.

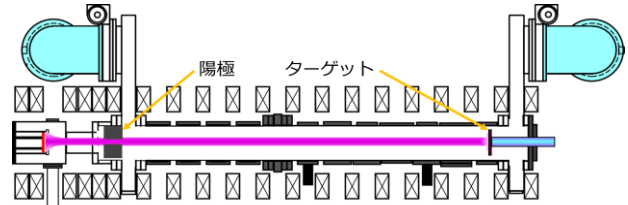


図1 直線型ダイバータ模擬実験装置 NAGDIS-II [1]

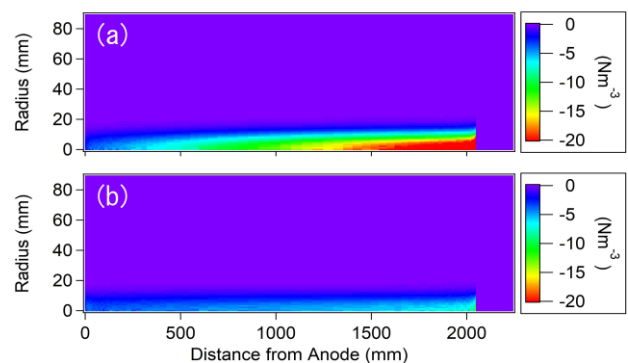


図2 各ヘリウム原子[(a)ターゲットで生成, (b)陽極部から侵入]との衝突によるヘリウムイオンの運動量損失

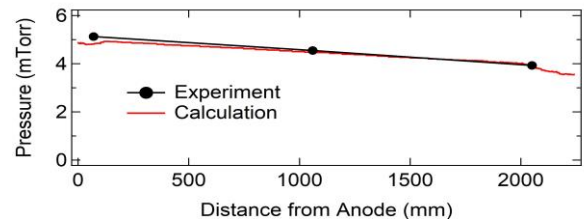


図3 実験で測定されたガス圧と計算結果の比較

[1] H. Tanaka, I. Saeki, N. Ohno, S. Kajita, T. Ido, H. Natsume, A. Hatayama, K. Hoshino, K. Sawada, M. Goto, *Physics of Plasmas* **27**, 102505 (2020).