

非接触プラズマ解析のための 流体・中性粒子輸送統合コードの開発

Development of integrated fluid and neutral transport code for detached plasma analysis

大野哲靖¹⁾, 増田翔太²⁾, 夏目祥揮¹⁾, 澤田圭司²⁾, 田中宏彦¹⁾, 本郷棟太²⁾, 土居健志²⁾,
関谷光之²⁾, 小山晟矢²⁾, 井戸太一¹⁾, 杉浦健斗¹⁾, 林 祐貴³⁾, 星野一生⁴⁾
OHNO Noriyasu¹⁾, MASUDA Shota²⁾, NATSUME Hiroki¹⁾, SAWADA Keiji²⁾,
TANAKA Hirohiko¹⁾, HONGO Tota²⁾, DOI Takeshi²⁾, SEKIYA Koshi²⁾, KOYAMA Seiya²⁾,
IDO Taichi¹⁾, SUGIURA Kento¹⁾, HAYASHI Yuki³⁾, HOSHINO Kazuo⁴⁾

¹⁾名大院工, ²⁾信州大工, ³⁾核融合研, ⁴⁾慶應大理工

¹⁾Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., ²⁾Sch. Eng. Shinshu Univ., ³⁾NIFS, ⁴⁾Keio Univ.

流体コードLINDAと運動論的効果を取り入れた中性粒子輸送コード, ならびに衝突輻射コードを統合したシミュレーションコードを開発し, 非接触プラズマの解析を行う。シミュレーション結果を直線型プラズマ装置NAGDIS-IIでの実験結果と比較することにより開発したコードの検証を行い, 原型炉設計に資する統合コードとして完成させる。本講演では, 統合シミュレーションコードの開発状況について報告する。

Fig. 1はNAGDIS-IIの概要と計算メッシュを示している。プラズマ流入部の電子密度, 電子温度はレーザートムソン散乱計測により高精度で計測可能であり, シミュレーションの境界条件に用いている。Fig. 2は, 中性粒子輸送コードで計算された非接触ヘリウムプラズマでの基底状態の中性粒子密度分布を示している。(a)はプラズマ終端板でのリサイクリングによる寄与, (b)は体積再結合過程による寄与である。非接触プラズマ条件下では体積再結合により生成された中性粒子が密度分布を決めていることが分かる。また, 開発した中性粒子輸送コードでは, 準安定原子の輸送も計算可能である。

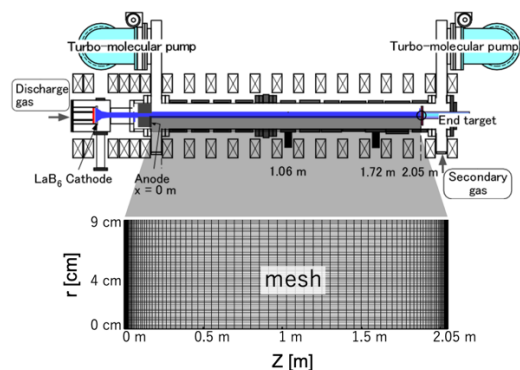


Fig. 1 NAGDIS-IIの概要と計算メッシュ

Fig. 3は準安定原子の有無による非接触プラズマ形成の違いを示している。準安定原子を考慮した場合, より上流で電子密度のロールオーバーが発生し, 非接触プラズマ形成が容易になっていることが分かる。これは, 準安定原子はより低い電子温度でも電離するために電子密度が上昇し, エネルギー損失が増加しているためと考えられる。これらの結果より, 中性粒子輸送の精密な取り扱い, 非接触プラズマシミュレーションの信頼性向上に不可欠であることが分かる。

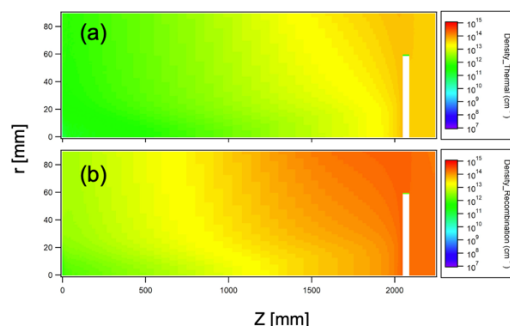


Fig. 2 中性粒子密度分布: (a)終端板でのリサイクリングの寄与, (b)体積再結合の寄与

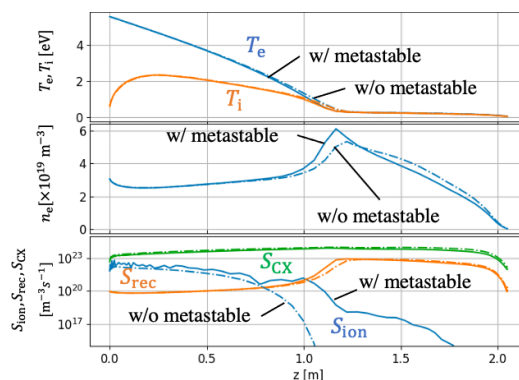


Fig. 3 非接触プラズマの構造 (a)電子温度, (b)電子密度, (c) 粒子生成量: 電離 S_{ion} , 再結合 S_{rec} , 荷電交換 S_{cx}