

NIFS負イオン源におけるプラズマ輸送過程の評価  
**Numerical analysis of plasma transport in NIFS negative ion source**

岩中健悟<sup>1</sup>, 塩谷岳大<sup>1</sup>, 星野一生<sup>1</sup>, 中野治久<sup>2</sup>, 柴田崇統<sup>3</sup>, 宮本賢治<sup>4</sup>  
 IWANAKA Kengo<sup>1</sup>, SHIOYA Gakuto<sup>1</sup>, HOSHINO Kazuo<sup>1</sup>, NAKANO Haruhisa<sup>2</sup>,  
 SHIBATA Takanori<sup>3</sup> and MIYAMOTO Kenji<sup>4</sup>

<sup>1</sup>慶大理工, <sup>2</sup>核融合研, <sup>3</sup>高エネ研, <sup>4</sup>鳴門教育大  
<sup>1</sup>Keio Univ., <sup>2</sup>NIFS, <sup>3</sup>KEK, <sup>4</sup>Naruto Univ. of Education

### 背景

核融合科学研究所のLHD加熱用負イオン源では、運転ガスを軽水素から重水素へ変更したところ、ビーム引き出し領域でのプラズマ密度が増加し、負イオンと共に引き出される電子も増加した[1]。このような同位体効果について、主に原子分子過程に着目した解析が進められている[2,3]が、プラズマ輸送に対する同位体効果も検討する必要がある。

本研究では、プラズマ輸送に対する同位体効果の解析に先立ち、まずは、実形状・実磁場配位のもとで、電子および陽子の輸送過程と装置内壁への損失過程について数値解析を行う。

### 方法

電子輸送解析モデルKEIO-MARC[4]を用い、電子の場合はフィラメントから放出、陽子の場合は装置中央から放出されると仮定し、輸送解析を行った。Figure 1はシミュレーション領域の3次元図であり、負イオンは-z方向へ取り出される。

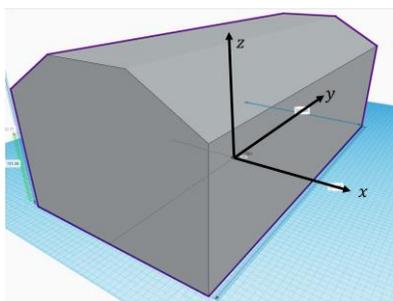


Figure 1 シミュレーション領域と座標の定義

### 結果

電子と陽子について、 $x$ - $z$ 平面に投影した粒子軌道をFig. 2に示す。電子はフィルタ磁石およびカusp磁石による磁場に捕捉されている様子がわかる。一方、陽子の場合には電子よりもラーマー半径が大きいため、壁近傍の磁場が強い領域でのみ磁場による影響を強く受けている。

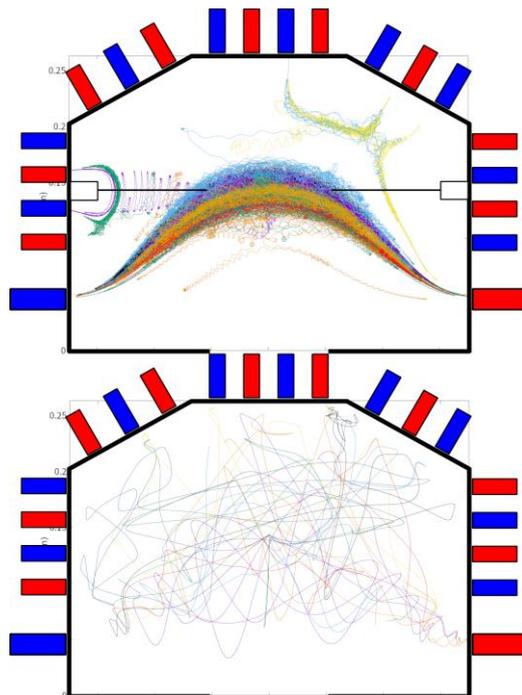


Figure 2  $x$ - $z$ 平面に投影した粒子軌道：電子（上）と陽子（下）の軌道

この結果、ほとんどの電子はカusp領域から壁へと損失する。低エネルギーの陽子も、電子と同様にカusp領域に損失が集中するが、高エネルギーの陽子(20 eV 以上)になるとラーマー半径がさらに大きくなり、磁力線によらず壁損失する割合が高い。

講演では、輸送過程の詳細な比較や、壁の損失過程の比較についても議論する。

### 参考文献

- [1] H. Nakano *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **59** SHHC09 (2020).
- [2] R. Kato *et al.*, J. Phys.: Conf. Ser. **2244**, 012035 (2022).
- [3] T. Shibata *et al.*, J. Phys.: Conf. Ser. **2244**, 012002 (2022).
- [4] T. Shibata *et al.*, J. Appl. Phys. **114**, 143301 (2013).