

LHD における三次元中性粒子分布モデルを導入した  
NBI 加熱および高速イオン速度分布の解析

**Introduction of 3D Neutral Density Model to Heating Efficiency and  
Distribution Function Analysis of High Energy Ions produced by NBI in LHD**

青木慎一郎<sup>1</sup>, 松本裕<sup>1</sup>, 關良輔<sup>2</sup>, 河村学思<sup>2</sup>,

横山雅之<sup>2</sup>, 神尾修治<sup>2</sup>, 長壁正樹<sup>2</sup>, 及川俊一<sup>1</sup>, 富岡智<sup>1</sup>

AOKI Shin-ichirou<sup>1</sup>, MATSUMOTO Yutaka<sup>1</sup>, SEKI Ryosuke<sup>2</sup>, KAWAMURA Gakushi<sup>2</sup>,

YOKOYAMA Masayuki<sup>2</sup>, KAMIO Shuji<sup>2</sup>, OSAKABE Masaki<sup>2</sup>, OIKAWA Shun-ichi<sup>1</sup>, TOMIOKA Satoshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北大院工, <sup>2</sup>核融合研

<sup>1</sup>Hokkaido Univ., <sup>2</sup>NIFS

近年の LHD 実験において、壁コンディショニングを行うことでイオン加熱が改善されたという実験結果が報告されている[1]。壁コンディショニングを行うと周辺の中性粒子の密度が減少するため、イオン加熱の改善は、高速イオンの中性粒子との荷電交換反応による損失（荷電交換損失）の減少など中性粒子密度分布に依存する現象によるものと考えられている。そこで本研究では、加熱効率などに対する中性粒子分布の影響を調べるために、三次元中性粒子分布モデルなどに対して NBI に由来する高速イオンの速度分布関数の解析を行う。

本研究では、NBI に由来する高速イオンの速度分布関数および加熱効率の評価計算に、プラズマ外側の荷電交換損失も考慮可能な MORH コード[2,3]を用いた。MORH コードでは、実空間において高速イオンの案内中心をプラズマとの衝突（緩和およびピッチ角散乱）を考慮して軌道追跡することで、速度分布関数の定常解が求まる。

磁気軸上磁場強度 0.425 T , 真空の磁気軸位置  $R = 3.6$  m において順方向入射 NBI での高速イオンの規格化小半径に対する密度分布, および単位体積当たりの加熱パワーを図 1,2 に示す。このとき、中性粒子密度分布は中性粒子なし, EMC3-EIRENE[4]で計算された三次元中性粒子密度分布  $n_{\text{EIRENE}}$ , および  $n_{\text{EIRENE}} \times 10$  を用いた。中性粒子密度の増加に伴い、高速イオンの密度および加熱パワーは減少している。

講演では、図 1,2 で示した EMC3-EIRENE[4]で計算された三次元中性粒子密度分布の他に、規格化小半径  $\rho$  に対して  $n_{\text{EIRENE}} + A \exp[\alpha \rho]$  のような中性粒子分布モデルを考え、中性粒子密度およびその分布に対する高速イオンの荷電交換損失の影響をまとめる。

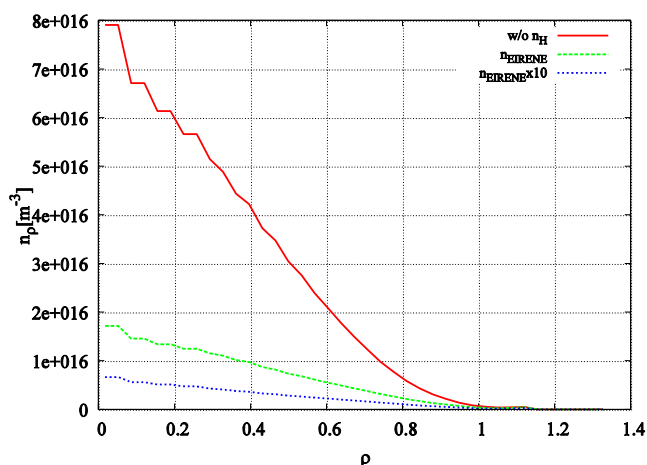


図 1: 高速イオンの密度分布  
横軸が規格化小半径, 縦軸が密度。

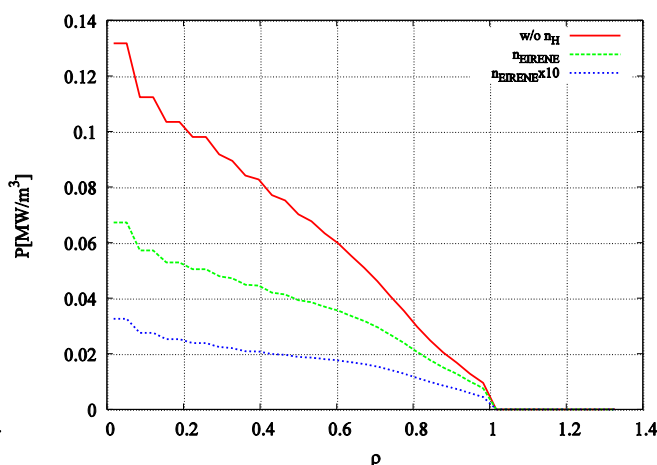


図 2: 単位体積当たりの加熱パワー  
横軸が規格化小半径, 縦軸が単位体積当たりの加熱パワー。

## References

- [1] H. Takahashi *et al.*, Plasma Fusion Res. **9**, 050 (2014).
- [2] R. Seki *et al.*, Plasma Fusion Res. **5**, 014 (2010).
- [3] R. Seki *et al.*, Plasma Fusion Res. **5**, 027 (2010).
- [4] Y. Feng, J. Kisslinger, Contrib. Plasma Phys. **46**, 271 (2000).