

負イオン NBI 用水素負イオン源における 中性粒子輸送シミュレーション

高戸直之, 畑山明聖
慶大理工

国際熱核融合実験炉 (ITER) では, プラズマ加熱用 NBI 負イオン源に対して 200A/m^2 もの大電流密度が求められる. この目標を達成するためには, 負イオン源内の負イオン密度の増加, 及び負イオン生成分布の最適化が必要となる. そこで我々は, 負イオン生成に直接寄与する中性粒子 ($\text{H}_2(\nu)$: 振動励起分子, H) に着目し, 水素負イオン源内の中性粒子密度分布を求めるための中性粒子輸送コード[1,2]を開発してきた. 今回, 考慮する中性粒子に励起原子を新たに加えた[3]. 振動励起分子及び基底原子密度分布は PLE(Path Length Estimator)法を用いて計算し, 準定常衝突輻射モデル(QSS-CR model)[4,5]を用いる事で負イオン源内の励起原子密度分布を求める. 改良した輸送コードを負イオン源モデル体系(図1)に適用し, 励起水素原子を含む中性粒子密度分布を求め, 視線方向に沿って励起水素原子からの H 線強度を計算した(図2). ただしモデル体系中の背景プラズマ温度・密度については典型的な大型負イオン源における値を仮定した. 図2より, フィラメント付近では高速電子による励起過程が H 光強度に大きく寄与していることがわかる. また, H 光強度に相互中性化反応 (MN: mutual neutralization, $\text{H}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}(p) + \text{H}$; $\text{H}(p)$ は励起原子) が大きく寄与していることが示された. 以上の基礎研究により, 実験結果とシミュレーション結果を比較する準備が整い, 今後, 実際のイオン源における分光測定結果の解析に役立ててゆく.

さらに, 原子密度をより正確に求めるために, 上記改良に加えて壁での原子の再結合反応を考慮できるようにした. 発表においては, 壁の再結合係数の違いによる負イオン源内の中性粒子密度分布及び負イオン密度分布の変化についても併せて報告する. また, より実形状に近いモデルを用いての計算結果についても報告する.

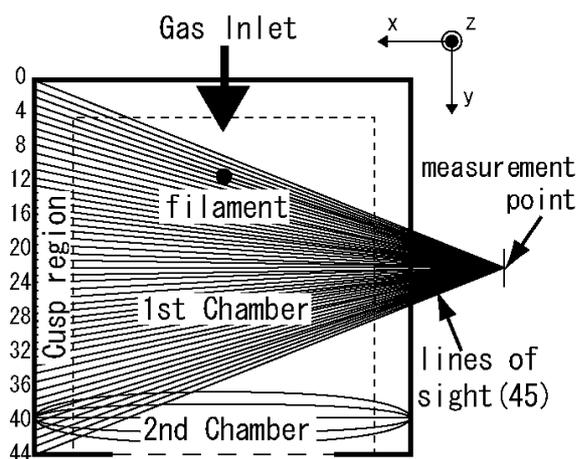


図1. タンデム型負イオン源モデル

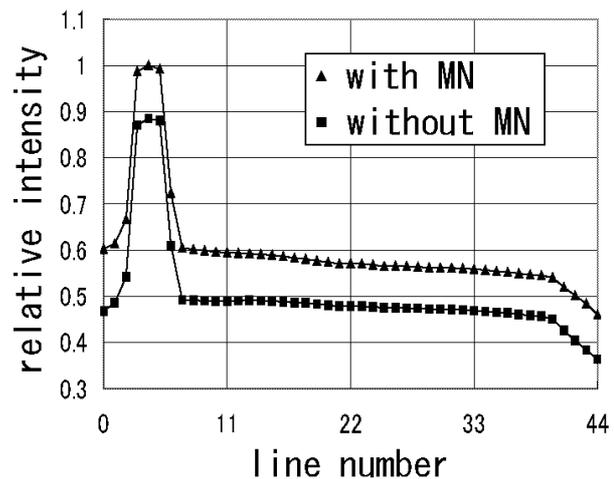


図2. $\text{H}\alpha$ 線相対強度分布

参考文献

- [1] M. Uematsu, T. Morishita, A. Hatayama, *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **71**, 883 (2000).
- [2] A. Hatayama, T. Sakurabayashi, Y. Ishi, and K. Makino, Rev. Sci. Instrum. **73**, 910 (2002).
- [3] N. Takado, K. Miyamoto, A. Hatayama, Rev. Sci. Instrum., to be published.
- [4] K. Sawada and T. Fujimoto, Phys. Rev. E **49**, 5565 (1993).
- [5] K. Miyamoto, Y. Ishii, and A. Hatayama, J. Appl. Phys. **93**, 845 (2003).