

解離励起過程を考慮した衝突輻射モデルによるFRCプラズマの分光計測 Plasma spectroscopy with Collisional Radiative model in consideration of the molecular dissociative excitation process on FRC plasmas

松澤芳樹¹, 浅井朋彦¹, 平野洋一¹, 高橋努¹

Yoshiki Matsuzawa¹, Tomohiko Asai¹, Yoichi Hirano¹, Tsutomu Takahashi¹

日大理工¹

College of Science and Technology, Nihon University¹

磁場反転配位 (Field-Reversed Configuration : FRC) プラズマ研究において、中性粒子との相互作用はそれほど研究されてこなかった。それは、M. Tuszewskiによる400編以上の参考文献をもつレビュー論文[1]においても、ほとんど取り上げられていないことから、重要視されていなかったのだろうと考えられる。理由として、中性粒子FRCの配位持続時間が短いため中性粒子のリサイクリングを考慮する必要がなかったことなどが挙げられる[2]。しかし、近年FRCの新たなレビュー論文[3]がLoren C. Steinhauerによりまとめられ、その中ではFRCと中性粒子の相互作用について触れられるようになった。

FRC研究の発展により、FRCの配位持続時間は伸長し、かつては数十 μ sだったがついに1msを超える実験結果が報告された[4]。これから先、FRC研究において中性粒子の存在はこれまで以上に重要となると予想される。

中性粒子とFRCプラズマの相互作用について調べるため、これまで水素原子の衝突輻射 (Collisional Radiative : CR) モデルと分光計測を用いて中性粒子数密度の見積もりを試みて来たが、他の計測結果から推測される値とオーダー程度の一致しか得られず、平衡配位時のFRCプラズマと周辺プラズマ中の中性粒子の相互作用を議論するには十分とは言い難い。また、例えばダイバータプラズマ領域においては水素分子が関与した反応が重要[5]であるとされているが、使用したモデルには分子による寄与が含まれていなかった。そこで、分子からの寄与を考慮したモデルを考えたいが、実際に分子過程を加えるのは非常に困難なので、ここでは電子衝突解離励起反応[6,7]を加える。図1は、水素原子のCRモデルに解離励起反応を加えたレート方程式を、準定常近似の下で解いたポピュ

レーション係数を示している。計算には様々な文献・データベース[6-9]等を利用している。平衡配位時のFRCプラズマの、周辺のプラズマのパラメータの見積もりを分光計測と分光モデルを用いて行ってきたが、分子寄与 (解離励起) を考慮したところ、これまでと異なるパラメータのプロファイルが得られた。講演ではプロファイルの妥当性について検討する予定である。

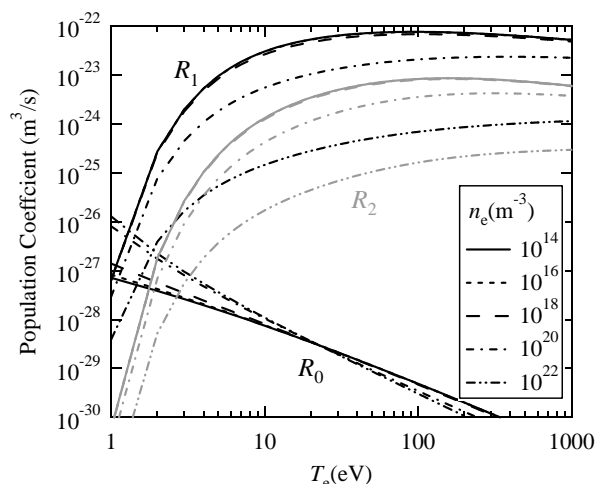


図1 ポピュレーション係数(Balmer- α)の電子温度 T_e 、電子密度 n_e の依存性(R_0 , R_1 , R_2 はそれぞれイオン, 原子, 分子の項のポピュレーション係数)

- [1] M. Tuszewski, Nuclear Fusion, vol.28, 11, 2033, (1988)
- [2] D. J. Rei, Pro. of 6th US-Japan workshop, 214, (1984)
- [3] Loren C. Steinhauer, Phys. Plasmas 18, 070501 (2011)
- [4] M. W. Binderbauer *et al.*, Phys. Rev. Lett. 105, 45003 (2010)
- [5] N. Ohno, J. Plasma Fusion Res. Vol.75, 1162 (1999)
- [6] T. Fujimoto *et al.*, J. Appl. Phys. 66, 2315 (1989)
- [7] K. Sawada *et al.*, J. Appl. Phys. 78, 2913 (1995)
- [8] ALADDIN, <http://www-amdis.iaea.org/ALADDIN/>
- [9] GENIE, <http://www-amdis.iaea.org/GENIE/>