

壁に向かって弱くなる磁場中のプラズマにおける負イオンの効果
**Effect of Negative Ions on Plasma with Magnetic Field
 Decreasing toward a Wall**

深野あづさ¹, 阿部和広², 巽瞭子², 畑山明聖²
 Azusa FUKANO¹, Kazuhiro ABE², Ryoko TATSUMI², Akiyoshi HATAYAMA²

都立産技高専¹, 慶大理工²
 TMCIT¹, Keio Univ.²

デタッチメントプラズマは、体積再結合過程を通して、高温・高密度の炉心プラズマからダイバータ板への熱負荷および粒子負荷を抑制する。分子活性化再結合 (MAR) は、この再結合過程を増加させると考えられている。MARでは、振動励起水素分子と電子との反応により水素負イオンが生成され、正イオンと水素負イオンの間での荷電交換再結合により水素分子が生成される。このように、MARは水素負イオンを介するため、壁近傍での負イオン密度分布を知ることは重要である。磁場および負イオンが存在する場合、壁近傍での電位分布は一般的な分布とは異なる。磁場が無い場合のプラズマについて、プラズマ-シース方程式を用いて電位分布が求められている[1]。さらに、この解析方法は、磁化されたプラズマにも応用されている[2]。しかし、炉心プラズマのように壁に向かって大きさが減少する磁場中があり、さらに負イオンがある場合のプラズマの性質については、明らかになっていない。

本発表では、壁近傍の電位分布および粒子分布に対する負イオンの効果について、解析的に調べる。ここで、壁に向かって弱くなる磁場を考慮し、電子、水素正イオン、水素負イオンから成るプラズマを考える。磁場は壁に向かって垂直であると仮定し、壁に垂直な方向 (z 方向) についての1次元モデルとして扱う。プラズマ-シース方程式を用いることにより、壁近傍の電位分布および密度分布を求める。基礎方程式として、正イオンおよび負イオンに関するエネルギーの式、磁気モーメントの式、運動方程式を用いる。運動方程式を粒子軌道について積分し、得られた分布関数をエネルギーおよび磁気モーメントについて積分することによりイオン密度を表す式が得られる。電子密度としてはボルツマン分布を用いる。正イオン密度、負イオン密度、電子密度をポアソンの式に代入する

ことによりプラズマ-シース方程式が得られ、これを解くことにより電位分布および密度分布が求まる。Fig.1に規格化された粒子密度分布を示す。ここで、 n_e は電子密度、 n_i は正イオン密度、 n_{i-} は負イオン密度を表し、 $s=1.0$ は壁の位置を表す。また、 β は正イオンに対する負イオンの生成量を表し、(a)は $\beta=0.1$ の場合、(b)は $\beta=0.4$ の場合の結果である。この結果より、正イオンに対する負イオンの生成量により、壁近傍で多くの水素負イオンが生成され、MARによるダイバータ板への熱負荷軽減の可能性のあることが示されている。

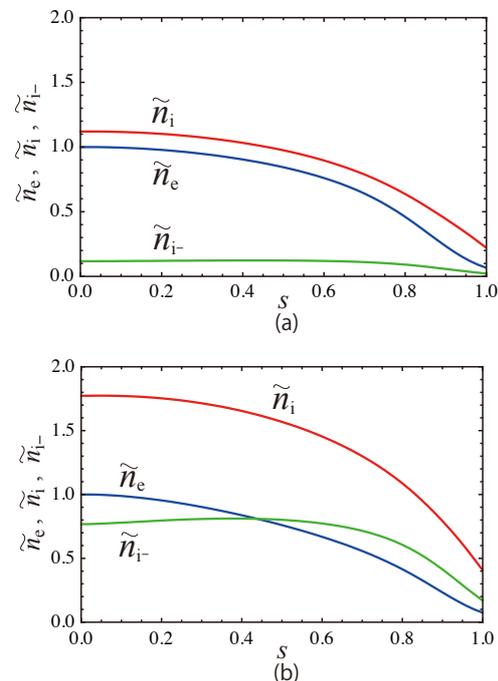


Fig.1 粒子密度分布の負イオン生成量依存性
 ((a) $\beta=0.1$ 、(b) $\beta=0.4$)

[1] G. A. Emmert, R. M. Wieland, A. T. Mense, and J. N. Davidson, *Phys. Fluids* **23**, 803(1980).

[2] K. Sato, F. Miyawaki, and W. Fukui, *Phys. Fluids* **B1**, 725(1989).