

正イオンと負イオンを考慮した水素負イオン源引き出し領域でのポテンシャルの解析

Analysis of electric potential near the extraction region in hydrogen negative ion sources with positive ions and negative ions

深野あづさ¹, 畑山明聖²

Azusa FUKANO¹, Akiyoshi HATAYAMA²

都立産技高専¹, 慶応理工²

TMCIT¹, Keio Univ.²

表面生成型水素負イオン源において、プラズマグリッド (PG) 表面で生成された水素負イオンの引き出しの物理的メカニズムを知る上で、引き出し領域におけるポテンシャル分布を知ることは重要である。引き出し領域近傍では、シースポテンシャルは表面生成負イオンの存在により一般の正イオンと電子から成るプラズマ中とは異なる分布をもつ。一方、NIFS の R&D イオン源において、Cs 添加表面生成水素負イオンの場合に、引き出し領域の PG 表面近傍で電子が少なく水素正イオンおよび水素負イオンから成る、いわゆるダブルイオンプラズマ領域が存在するという実験結果が報告されている[1]。しかし、このダブルイオンプラズマの生成の物理的メカニズムは未だ明らかになっていない。

本発表では、Emmert らの解析方法[2]を応用し、正イオンおよび電子に加えて表面生成負イオンを考慮し、プラズマシース方程式を導出しこれを解くことにより、水素負イオン引き出し口近傍でのポテンシャル分布を解析した。ここで、ポテンシャル分布の表面生成水素負イオンの生成量に対する依存性について調べた。さらに、このときの電子、水素正イオン、水素負イオンの密度分布を求めた。図1に規格化されたポテンシャル $\Phi = (e/kT_e)(\phi - \phi(0))$ の負イオン生成量比 $\beta = S_0/S_0$ 依存性を示す。ここで、 ϕ : ポテンシャル、 ϕ_w : 壁でのポテンシャル、 T_e : 電子温度、 e : 電荷、 S_0 : 正イオンのソースの平均の大きさ、 S_0 : 負イオンのソースの平均の大きさ、 $s = x/L$ 、 L : システム長で、 $s=1$ が PG 表面を表している。図1より、引き出し口近傍でのポテンシャル分布は、表面生成負イオンの生成量が多い場合、PG 表面近傍に負のポテンシャルのピークが現れることがわかった。図2に電子密度 $n_e(0)$ で規格化された電子、水素正イオン、水素負イオンの密度分布を示す。これより、負イオン生成量が多い場合、PG 近傍での負イオン密度は増加し、一方で電子密度は小さくなり、正イオンおよび負イオンから成るダブルイオンプラズマが形成されることがわかった。

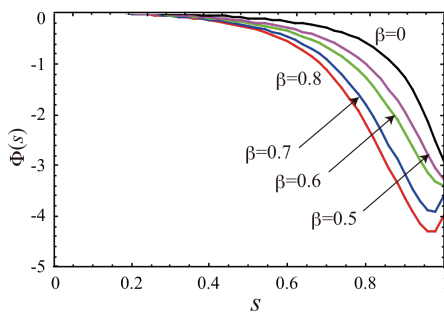


図1: ポテンシャル分布の β 依存性($\beta = S_0/S_0$)

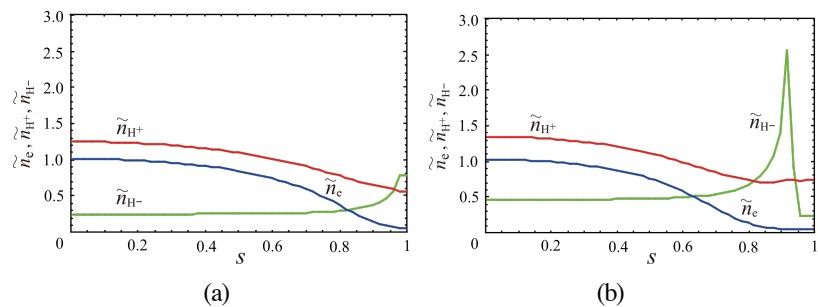


図2: 電子, H^+ , H^- の密度分布 ((a) $\beta=0.5$, (b) $\beta=0.8$)

[1] K. Tsumori, et. al., Rev. Sci. Instrum., 83, 02B116 (2012).

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