

プラズマ支援触媒イオン化で生成された負イオンの質量分析
**Mass Spectrometry of Negative Ions Produced by
 Catalytic Plasma-Assisted Catalytic Ionization**

横山 浩之*, 竹田 敬, 高森 暁, 林智 成, 前谷 祐亮, 大原 渡
 Hiroyuki Yokoyama, Takashi Takeda, Satoru Takamori, Tomonari Hayashi,
 Yusuke Maetani, Wataru Oohara

山口大学院理工
 Yamaguchi Univ.

核融合プラズマを加熱する負イオン型中性粒子入射加熱法において、最も重要な構成要素は負イオン源である。セシウムフリーで高効率な負イオン生成を目指して、プラズマ支援触媒イオン化法を提案している。これは放電プラズマ中の正イオンを金属に照射して、離面で水素負イオンを生成する方法である。本研究では、Al グリッド表面で作られた負イオンを[1], 磁場偏向型質量分析器で分析した[2].

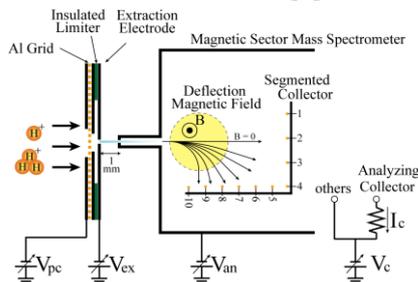


図 1 : 磁場偏向型質量分析器.

ラインカスプ磁場付きの角型真空容器中で、熱陰極直流アーク放電によって水素プラズマを生成している(水素ガス圧 0.1 Pa). 直流電圧 $V_{pc} (< 0 \text{ V})$ が印加された Al グリッドに正イオンが照射される。グリッド裏面から 2 mm 離れたコレクタ電極に直流電圧 V_{ex} を印加することで、電界によって引出された正負イオンの引出電流密度 J_{ex} が測定できる。磁場偏向型質量分析器の入口には直流電圧 V_{an} が印加されており、荷電粒子が分析器内に入射する。図 1 に磁場偏向型質量分析器概要を示す。入射した荷電粒子は、1 cm の間隙で対向する鉄心間の磁場印加領域で偏向される。電磁石コイルは、コイル電流 1 A で $B_d = 550 \text{ mT}$ の磁場を発生させることが出来る。偏向された荷電粒子は、直流電圧 V_c が印加された捕集電極に到達して、正イオン電流 I_c が測定される。ここでは $V_{an} = V_c$ としてい

る。

引出電流密度 J_{ex} -電圧 V_{ex} 特性を図 2(a) に示す。ここで負電流には大きな差があり、 $V_{pc} = -10 \text{ V}$ の場合の負電流の多くは負イオン電流であり、 $V_{pc} = 0 \text{ V}$ の場合は電子電流であるといえる。また、負電流の分離測定を $V_{ex} = +20 \text{ V}$, $V_{an} = V_c = +200 \text{ V}$ の電圧条件で行った(図 2(b)). $V_{pc} = 0 \text{ V}$ では偏向磁場が 0 mT 近傍に質量ピークが存在し、低質量の電子である。約 120 mT 近傍に質量ピークが存在しており、H⁻ であると考えられる。 J_{ex} - V_{ex} 特性の負電流の大きさから電子/負イオンの存在比率を推定できる。質量分析器により、電子と負イオンを分離計測して、電子/負イオンの存在比率が V_{pc} によって逆転していることを示した。

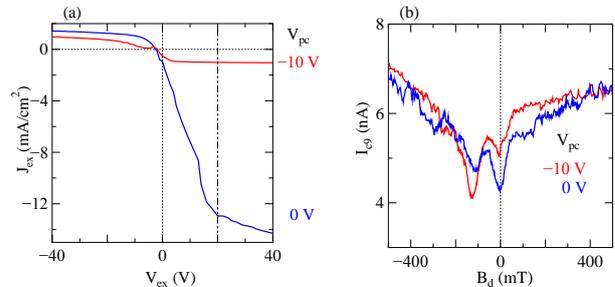


図 2 : 負電流測定結果,

- (a) 引出電流密度-電圧特性,
 (b) 負電流質量分析.

- [1] Y. Maetani, T. Takeda, H. Yokoyama, W. Oohara, Proc. Plasma Conf., 19PA-047, 2014.
 [2] 横山 浩之, 前谷 祐亮, 竹田 敬, 大原 渡, プラズマ・核融合学会九州・沖縄・山口支部 第 18 回支部大会 研究発表論文集, p. 16, 2014.