

水素イオン性プラズマ中の負イオン崩壊
Collapse of Negative Ions in Hydrogen Ionic Plasma

姉川 伸季*, 河田 晃佑, 江川 正樹, 巽 優祐, 加美川 俊満, 竹田 敬, 大原 渡
 Nobuki Anegawa, Kosuke Kawata, Masaki Egawa, Yusuke Tatsumi, Toshimitsu Kamikawa,
 Takashi Takeda, Wataru Oohara

山口大院理工
 Yamaguchi Univ.

最軽量イオンである水素正負イオンのみから構成される、水素ペアイオンプラズマの生成を目指している。不純物となるセシウムを用いずに、かつ高効率な負イオン生成法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。放電プラズマ中の水素正イオンを金属触媒に照射することで、照射裏面より負イオンを生成する手法である。

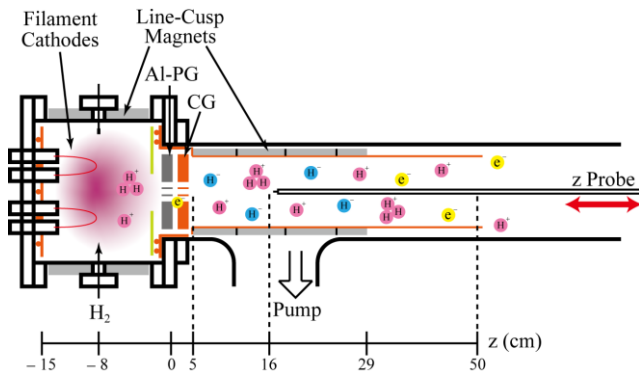


図 1：実験装置図。

実験装置図の概要を図 1 に示す。ラインカusp 磁場のある真空容器で、直流アーク放電により水素プラズマを生成した。9つの孔がある Al 製プラズマグリッド(Al-PG)には負の直流電圧 V_{PG} が印加され、放電プラズマの水素正イオンが照射される[1]。孔径 13 mm, 厚さ 20 mm の Al-PG 孔内で、負イオンが生成されている。Al-PG と同様の構造で、電子偏向除去用制御グリッド(CG)には直流電圧 V_{CG} が印加されている。CG を通過した正負イオンは、イオン損失を低減させるラインカusp 磁場が印加された銅円筒内へと入る。また、正イオンが中性の水素分子 H_2 と衝突して、分子状正イオンとなることを抑制するために、真空排気を行っている。ラングミュアプローブを z 軸方向に掃引してプラズマ分布の測定を行った。

ラインカusp 磁石の個数を変化させてカusp エンドの位置を変化させた場合に、プローブの負飽和電流 I_{p-} ($V_p = +200$ V), 正負飽和電流比

$|I_{p-}/I_{p+}|$ の z 方向分布を図 2 (a),(b)に示す($V_{PG} = -400$ V, $V_{CG} = -80$ V)。ラインカusp 磁石個数に依らず、CG 直後より I_{p-} が増加している。さらに、カusp エンドの付近から I_{p-} が増加する。 I_{p-} の増加と共に $|I_{p-}/I_{p+}|$ も増加する。また、ラインカusp 磁石がない場合は、偏向磁場が印加された CG を通過した直後から I_{p-} が増加して、 $|I_{p-}/I_{p+}|$ が徐々に増加する。よって、有磁場領域から無磁場領域へ拡散する過程で負イオンが徐々に崩壊して、脱離電子に置き替わっていると考えられる。下流域の空間電位は mV オーダーで小さく、強い電場は印加されていない。よって、磁場勾配が負イオン崩壊に関係していると考えられるが、その機構は明らかになっていない。また、磁力線によってイオン軌道が曲げられた際に、負イオンの電子が脱離するローレンツ崩壊現象があるが、ここでは低エネルギーなので考えにくい。よって、ここで印加されている電場や磁場勾配程度では、 H^- は単独では崩壊しないことが明らかなので、共存する正イオンが崩壊に関係している可能性がある。

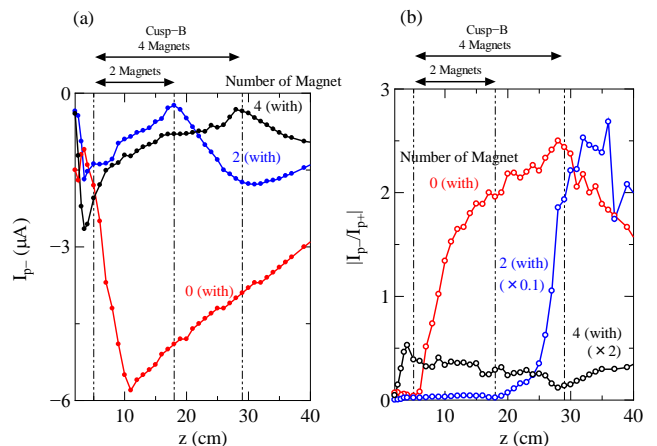


図 2：(a)負飽和電流, (b)正負飽和電流比の z 軸方向分布。

[1] K. Kawata, S. Nakamura, W. Oohara Proc. Plasma Conf. 2014, pp.18PB034, 2014.