

磁場印加円筒形多孔体触媒を用いた水素正負イオンの生成特性 Production Property of Positive and Negative Hydrogen Ions Using Cylindrical Porous Catalyst in Magnetic Fields

小林 貴一, 樋口 剛史, 大原 渡
Kiichi Kobayashi, Takeshi Higuchi, Wataru Oohara

山口大院理工
Yamaguchi Univ.

核融合プラズマを加熱する主要な手法は、負イオン型中性粒子入射加熱 (NBI) である。ここで最も重要な構成要素は負イオン源であり、負イオン生成には表面生成法や体積生成法が用いられている。しかし、表面生成法はCs使用に関連して負イオン源の安定したオペレーションが難しく、体積生成法は負イオン生成効率の低さが問題である。そこで、新たな負イオン生成法としてプラズマ支援触媒イオン化法を提案している[1,2]。これは、正イオンを触媒に照射することにより、その照射裏面より正負イオンを生成する手法である。NBI用負イオン源において、負イオン引出し・加速に伴い、高エネルギーの正イオンバックストリームが負イオン源に流入する。本イオン化手法によってNBI用負イオン源を構築する際に、これが触媒へ直撃することを避けるために、触媒は円筒形にする必要がある。円筒と同軸に一樣磁場を印加した環境において、円筒形多孔体触媒を用いた場合の正負イオン生成特性を明らかにした。

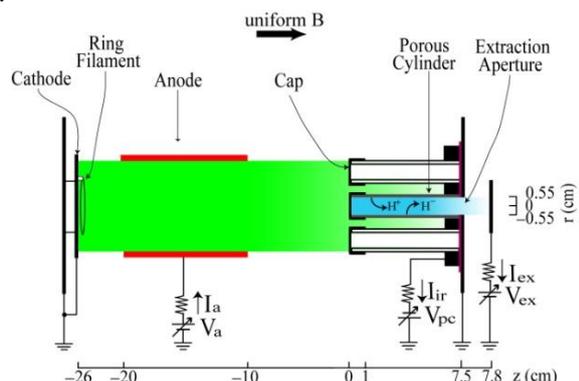


図1: 実験装置図概要。

実験装置概要を図1に示す。PIG放電により生成した水素放電プラズマを、円筒形多孔体に照射して、内1本について評価している。プラズマ支援触媒イオン化によって円筒内側に正負イオンが生成され、円筒出口よりコレクタ電極によって引出された正負イオン電流密度を測定した。正イオン照射電流と正イオン照射エネルギーを一定に保ったまま、磁場 B を変化させて引出電流-電圧

特性を測定した。この特性曲線より、正イオンおよび負イオン電流密度 J_+ , J_- を導出している。プラズマ支援触媒イオン化によって円筒内壁から生成されるイオン以外に、放電プラズマ中の正イオン、電子が円筒形触媒内部を通過する影響と磁場の関係に注目している。円筒先端にキャップを取りつけて通過成分を無視できる場合 (with cap) と、キャップを取り外した場合 (w/o cap) を比較した (図2)。それぞれ J_+ , J_- の絶対値は大きく異なるが、磁場による影響を比較するため、 $B = 80$ mTの J_+ , J_- の値で規格化している。

with capの場合は、生成された正負イオン電流の磁場依存性を示している。 $B > 20$ mTで J_+ , J_- はあまり変化しないが、特に $B < 10$ mTでは弱磁場ほど J_+ , J_- が大幅に増加し、プラズマ支援触媒イオン化によるイオン生成は無磁場の方が望ましいことが明らかになった。w/o capの場合には、生成正イオン電流に大きな通過正イオン電流が重畳している。正イオン照射電流は一定としていることから、 J_+ の変化が相対的に小さくなると考えている。一方、 J_- は弱磁場ほど大幅に増加して、 J_-/J_+ が急増していることから、電子が通過していると考えられる。無磁場であっても、電子を静電的に充分反射できるような円筒直径、長さを検討する必要があることが明らかになった。

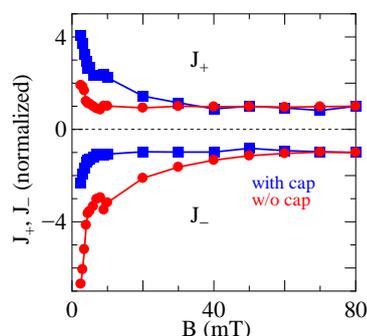


図2 水素正負イオン生成量の磁場強度依存性

- [1] W. Oohara, T. Maeda, T. Higuchi, Rev. Sci. Instrum. **82** (2011) 093503.
[2] W. Oohara, T. Hibino, T. Higuchi, T. Ohta, Rev. Sci. Instrum. **83** (2012) 083509.