

ホローカソードを用いたカスケードアーク放電プラズマの温度密度計測
**Temperature and density measurements of cascade arc discharges
 with a hollow cathode**

山崎 広太郎¹, 柳 旺志¹, 砂田 悠太¹, 奥田 航介¹, 森 大輔¹, 河野 隼也¹,
 齋藤 歩¹, Md. Anwarul Islam¹, 田村 直樹², 奥野 広樹³, 難波 慎一¹
 Kotaro Yamasaki, Oshi Yanagi, Yuta Sunada, Kosuke Okuda, Daisuke Mori, Jyunya Kono,
 Ayumu Saito, Md. Anwarul Islam, Naoki Tamura, Hiroki Okuno, Shinichi Namba

¹広島大学大学院 先進理工系科学研究科, ²核融合科学研究所, ³理化学研究所

¹Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University,

²Department of Helical Plasma Research, National Institute for Fusion Science,

³Nishina Center for Accelerator-Based Science, RIKEN

カスケードアーク放電はアノードとカソードおよびそれらの間に配置した浮遊中間電極を用いる直流放電形式である。カスケードアーク放電を行うことで電極中央の穴(チャンネル)の中に 10^{15} cm^{-3} 程度の高密度プラズマを生成できる。そのため、カスケードアーク放電は高い粒子フルーエンスが必要とされるダイバータ模擬負荷実験で用いられる [1]。また、プラズマ応用技術の一つであるプラズマウィンドウでは、カスケードアーク放電で生成した高密度プラズマを用いて放電路内を通過するガスを加熱し、粘性を高めることで大気圧(100 kPa)と真空(1-100 Pa)を隔てる圧力勾配を形成する [2]。

上記の目的で用いる高密度プラズマ源は長時間動作することが求められる。しかし従来陰極に用いてきた針状電極は表面積が小さく放電に伴う高熱負荷により激しく損耗するため、陰極の寿命で運転時間が制限されている [3]。本研究室ではカスケードアーク放電プラズマ源が抱える熱負荷問題を解決するために、ホローカソードを用いたカスケードアーク放電装置の開発を行っている[4]。ホローカソードは円筒形の陰極内部の広い領域にわたって高密度プラズマを形成できる[5]。そのため受熱領域が大幅にひろがり陰極の損耗を低減できる他、従来のカスケードアーク放電以上に高密度なプラズマを生成できることが期待できる。本研究ではホローカソードを用いたカスケードアーク放電装置のプラズマウィンドウとしての性質を定量的に評価することを目的として Thomson-Ryaleigh 散乱計測を用いたプラズマおよび中性ガスの温度密度計測を行った。

Rayleigh散乱信号強度の放電パワーに対する依存性を図1に示す。Rayleigh散乱光強度は放電

パワーに対して単調に減少していることが明らかになった。この結果は投入パワーの増加に伴い電離度が高まり中性粒子密度が減少していることを示唆している。発表では得られた散乱光スペクトルの詳細と放電パワーおよびプラズマウィンドウとしての性質に対する影響について紹介する。

本研究は核融合科学研究所共同研究(NIFS22KIIH011)、村田学術振興財団、カシオ科学振興財団、古川技術振興財団、大澤科学技術振興財団の支援を受けて行われた。

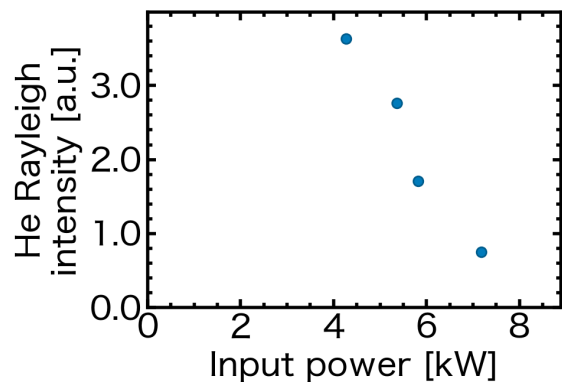


図 1 He 中性粒子による Rayleigh 散乱信号強度の放電パワー依存性。

参考文献

- [1] J. Rapp, *Fus. Sci. and Tech.* **72**, 237-244 (2017)
- [2] A. Hershcovitch, *J. Appl. Phys.* **78**, 5283 (1995)
- [3] A. L. Lajoie, Doctoral thesis, Michigan State University (2020)
- [4] K. Yamasaki, O. Yanagi *et al.*, *Review of Scientific Instruments* **93**, 053502 (2022)
- [5] J. L. Delcroix and A. R. Trindade, *Advances in Electronics and Electron Physics* **35**, 87 (1974).