

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

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

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

<https://www.plasmasciencelab.com/>

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(PW)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PWとしての性質を定量的に評価することを目的としてThomson散乱計測を用いた電子温度密度計測を行った。

Thomson散乱計測に使用したトリプル分光器の概略を図1に示す。トリプル分光器は散乱光を一度波長ごとに分散した後に逆分散させた光を再度スリットに通すことで迷光を大幅に除去できるという特徴がある。さらに1枚目のグレーティングの後にNd:YAGレーザーの波長の光を除去するノッチフィルタ(波長ストップ)を配置することで信号強度の弱いThomson散乱光のみをICCDに導くことができる[6]。この分光システムを用いてホローカソード出口から2 cmの位置における電子温度密度の計測を行った。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。

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). [6] K. Tomita *et al.* *PFR* **12**, 1401018 (2017)

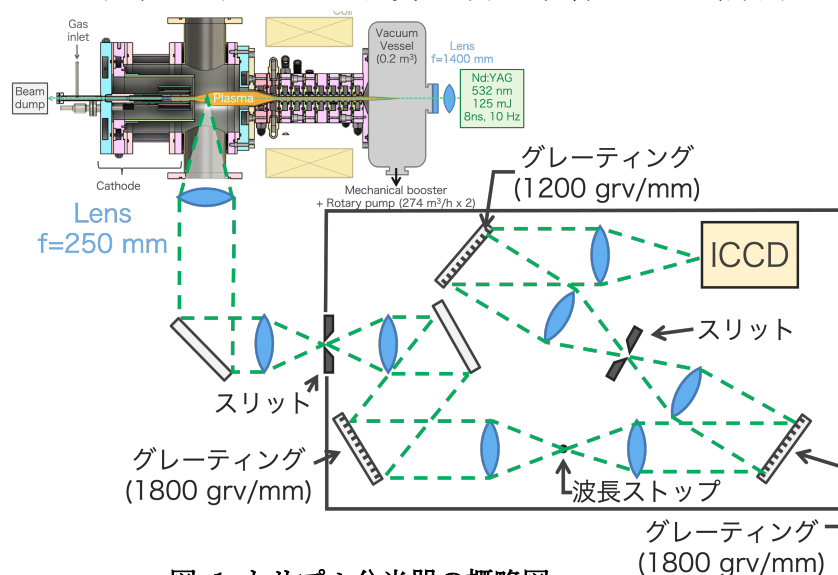


図 1 トリプル分光器の概略図