

ヘリコン波プラズマにおけるイオンセンシティブプローブ計測の検討  
**Study of ion sensitive probe measurement in helicon plasma**

河内裕一<sup>1</sup>, 稲垣滋<sup>2,3</sup>, 佐々木真<sup>2,3</sup>, 小菅佑輔<sup>2,3</sup>, 山崎広太郎<sup>2</sup>,  
 山田琢磨<sup>4</sup>, 永島芳彦<sup>2,3</sup>, 文賛鎬<sup>2</sup>, 荒川弘之<sup>5</sup>, 糟谷直宏<sup>2,3</sup>, 藤澤彰英<sup>2,3</sup>  
 Y. Kawachi<sup>1</sup>, S. Inagaki<sup>2,3</sup>, M. Sasaki<sup>2,3</sup>, Y. Kosuga<sup>2,3</sup>, K. Yamasaki<sup>2</sup>, T. Yamada<sup>4</sup>,  
 Y. Nagashima<sup>2,3</sup>, M. Chanh<sup>2,3</sup>, H. Arakawa<sup>5</sup>, N. Kasuya<sup>2,3</sup> and A. Fujisawa<sup>2,3</sup>

IGSES, Kyushu Univ.<sup>1</sup>, RIAM Kyushu Univ.<sup>2</sup>, RCPT Kyushu Univ.<sup>3</sup>,  
 FAS, Kyushu Univ.<sup>4</sup>, Simane Univ.<sup>5</sup>

直線磁化プラズマ装置PANTAではヘリコン波放電によってArプラズマを生成している。ヘリコン波プラズマでは高密度( $10^{18}$ - $10^{19}$ m<sup>-3</sup>)・低温(Te~3, Ti/Te~0.1)のプラズマが生成されるため、密度勾配が駆動するドリフト波乱流に関する研究に用いられてきた[1]。近年、ドリフト波と電子温度勾配が共存する際に、電子温度揺動が観測されており[2]、より包括的な研究を行うためにもイオン温度分布およびイオン温度揺動の計測が必要である。先行研究ではレーザー誘起蛍光法(LIF法)によって中心イオン温度に成功しているが、イオン温度分布はノイズの影響により計測が行えていない[3]。加えてLIF法では多数の放電の平均によってイオン温度を算出するため、イオン温度の時間発展の計測が困難であるという問題がある。本研究では、PANTAにおいてイオン温度分布およびイオン温度揺動を計測へ向けて、イオンセンシティブプローブ(ISP)を制作した。新規ISPの概要を図1に示す。イオン捕集電極は直径2.4mmの電極を利用して、従来のプローブの4倍の捕集面積を実現している。ガイド電極は典型的な円筒型の電極を4分割した構造になっており、これにより電場揺動計測も可能である。

中性粒子ガス圧0.1Pa, 磁場0.09T, RFパワー3kWにおける放電において得られたISPの典型的なI-V特性曲線を図2に示す。イオン捕集電極の間に-5Vの電位差を与えたところ、電子電流が取り除かれていることを確認した。イオン電流が0となる付近のデータから中心イオン温度を見積もったところ、Ti~0.31eVとなり、LIF法の結果と概ね一致した。一方で、空間電位付近(~16V)でイオン温度を見積もると~1eVであった。これは観測されたI-V特性曲線がイオンによる空間電荷効果によって歪められた結果であると考えられる[4]。低温高密度なヘリコン波プラズマにおいては、電極に流入するイオンの運動エネルギーが小さく、荷電粒子が多く存在するため空間電荷効果が他の放電に比べて効果的に影響する可能性がある。

- [1] S. Inagaki *et al.*, Sci. Rep. **6** 22189 (2016)
- [2] Y. Kawachi *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion **62** 055011 (2020)
- [3] H. Arakawa, *et al.*, IEEJ Trans. Electr. Electron. Eng. **14**, 1450 (2019).
- [4] D Brunner *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion **55** 125004 (2013)

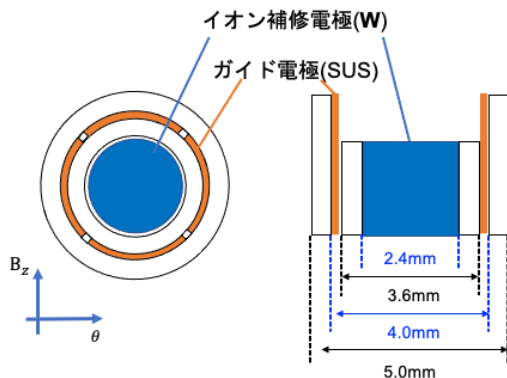


図 1:新規 ISP の概要図

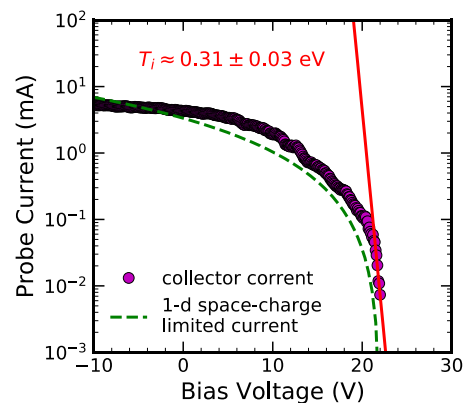


図 2:イオン捕集電極の I-V 特性