

# 磁気圏型プラズマ実験装置RT-1の境界領域イオン温度計測 のためのサーマルプローブの開発

学生証番号 96065 氏名 小林 真也  
(指導教員 吉田 善章 教授)

Key Words: Plasma, measurement, ion temperature, boundary region, RT-1

磁場閉じ込めプラズマの境界部理解は、非常に重要である。なぜなら、境界部が閉じ込め性能を決定しているからである。トカマクH-modeのペDESTALなどもその一例である。そして、RT-1においても境界部において興味深い物理、急峻な圧力勾配の存在が報告されている[1]。そこで、我々はこの圧力勾配とイオン温度の関係を知りたいと考えている。現在、RT-1のイオン温度計測手段は分光計測である。しかし、内部計測には適するが境界部をカバーすることが出来ない。そこで私はRT-1用のサーマルプローブ(以下TP)[2][3]を開発し、境界部におけるイオン温度の計測を試みた。

TPは二つの機能をもつ。1.バイアス電圧を印加させることによって、イオンのみを流入させてプラズマ電流を計測するシングルプローブとしての機能 2.イオンの流入熱量を計測するための物体としての役割。よって、シースの加速によりイオンを流入させ、その熱量からイオン温度を導出するのがTPの原理である。

まずTP設計の前に、イオンの熱運動による熱量が計測可能か、綿密に見積もりを行った。その結果、正確に流入熱量を見積もるためには、より多くの温度上昇が必要であるため、プローブ厚さを極力薄くすることが、重要であるとわかった。これらの見積もりのもと、構造を決定した。

動作試験としてCPX-1(高周波プラズマ)で実験を行った。その際、プローブ厚さを0.1 (mm)としたのに関わらず、プラズマ放電時間によって受熱部と計測部で温度非平衡、平衡状態が生じていることがわかった。RT-1の最大放電時間は~2 (sec)であるため温度非平衡状態で実験を行わなければならない。放電時間が15 (sec)を超える温度平衡状態においてはmodel1を適用することによって、正確に熱量を見積もることが出来た。この熱量をもとにイオン温度 $T_i$ を算出すると、電子温度 $T_e$ 一桁のプラズマで $T_i=0.5\pm 1.0$  (eV)の結果となり、成功した。また、放電時間が~2 (sec)の温度非平衡状態においては、受熱部と計測部の熱現象を考えたmodel2を適用することにより熱量を見積もった。結果は、 $T_i=5.2\pm 3.8$  (eV)となり、やや大きな数値となったがRT-1で計測できる可能性を示した。

以上の試みを踏まえ、RT-1における実験を行った。結果は、イオン温度 $T_i$ が100 (eV)を超え、正しい値を得ることが出来なかった。その要因として考えられるのは高エネルギー電子の存在である。RT-1におけるプラズマ生成はECHである。そのため多くの高エネルギー電子が存在し、X線CCDカメラの計測では高 $\beta$ 時に $T_e$ =数十 (keV)を記録している。低 $\beta$ 時にも高エネルギー電子の存在が確認されており、バイアス電圧によってイオンのみを流入させているつもりでも、電子が入ってきている可能性がある。この高エネルギー電子による熱量の流入を定量評価できればイオン温度を計測出来そうである。

## ～参考文献～

- [1] 矢野善久 他, 物理学会2010秋季大会24aQJ-6s
- [2] E. Stamate, H. Sugai and K. Ohe., Appl. Phys. Lett. 80, 3066(2002)
- [3] H. Matsuura et al., Contrib, Plasma Phys. 44, 677 (2004)