

4視線ドップラー分光プローブアレイを用いた
磁気リコネクションのイオン加熱・加速機構の実験的検証
**Experimental study of ion heating and acceleration mechanisms of
magnetic reconnection by use of Doppler probe array with two pairs of view-lines**

染谷諒⁽¹⁾、田中遥暁⁽²⁾、曹慶紅⁽²⁾、蔡雲漢⁽¹⁾、田辺博士⁽¹⁾、小野靖⁽¹⁾

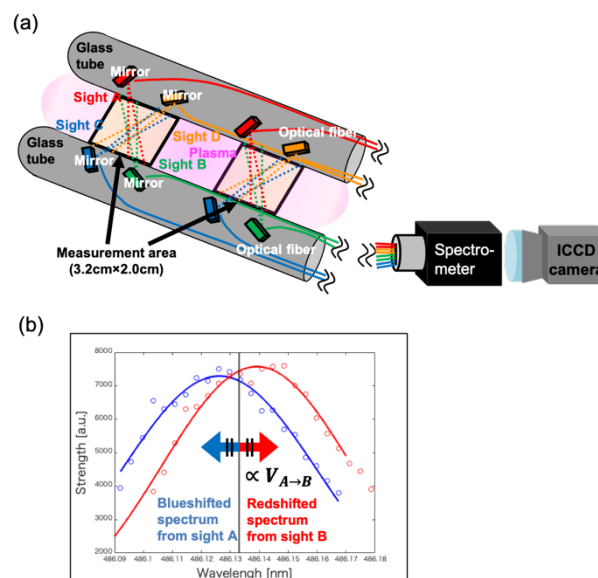
Ryo Someya, Haruaki Tanaka, Qinghong Cao, Yunhan Cai, Hiroshi Tanabe, Yasushi Ono

(1)東大新領域, (2)東大工
The University of Tokyo

イオンは自身のもつ電子が低エネルギーの準位に落ちる際にそのエネルギー差に相当する電磁波を放出するが、イオンの運動によりドップラー効果が生じてその波長が変化する。このドップラースペクトルを観測することでイオンの温度や流速を計測するドップラー分光計測は、室内実験から宇宙観測まで幅広く用いられている。ドップラー分光計測では、観測する光が視線積分されたものであるため、局所計測を行うためには積分値を局所値に変換するトモグラフィ再構成を行うか、局所値を直接プローブで計測する必要がある。前者はプラズマに擾乱を与えず、局所的な温度計測が可能だが、流速計測は開発途上である。[1]後者は一点計測にもかかわらず測定領域の数倍のプローブの挿入が行われ、プラズマに与える擾乱に問題があった。[2]本研究では擾乱を最低限に抑制した2本の平行なガラス管の挿入だけで、イオンの流速ベクトルや温度の1次元分布計測ができるドップラープローブを開発した。

図の(a)は本研究で開発したプローブの内部構造と計測システムを示している。四角で囲われた計測範囲中のイオンから発せられる遷移光を、2方向4視線から観測できよう、ガラス管内にミラーと光ファイバーが固定されている。向かい合う視線A, Bからは図の(b)のように逆方向で同じ大きさのドップラーシフトが観測されるため、シフトの差の半分がシフト幅となり、イオン流速の $\overline{AB}$ 成分が得られる。同様に視線C, Dからもイオン流速の $\overline{CD}$ 成分が得られるため、これらを合成することで局所流速ベクトルが得られる。また、このパターンが管方向に配列されており、1次元5点の分布計測を単一放電で行うことができる。(図中には2点のみ図示。)2

本のガラス管の挿入のみで計測できるため、1計測点当たりにプローブの占める体積をMRX IDSP [2]の約8%まで減らし外乱を抑え、空間分解能も約6倍向上させることができた。



図：(a)4視線ドップラー分光プローブアレイ[3], (b)視線A, Bで観測されるドップラースペクトル

本研究では新たに開発したドップラープローブを用いて、単一放電で再現性を仮定することなく、磁気リコネクション中のイオン流速と温度の1次元分布を計測することに成功し、磁気リコネクションにおけるイオンの加熱・加速機構を検証した。

[参考文献]

- [1] Balandin and Ono Eur. Phys. Vol.17, 337, (2001)
- [2] A. Kuritsyn et al., Revi.Sci. Instr., 77, 10F112 (2006)
- [3] R. Someya et al., IEEJ Trans. Vol.140, No.10 (2020)