

イオン速度分布関数の径方向分布計測による
トカマク合体リコネクションのイオン加速・加熱機構の検証
Study of ion acceleration and heating of merging tokamaks
by radial profile measurement of ion velocity distribution

染谷諒⁽¹⁾、中右樹⁽¹⁾、蔡雲漢⁽²⁾、田辺博士⁽¹⁾、小野靖⁽¹⁾
Ryo Someya, Itsuki Nakau, Yunhan Cai, Hiroshi Tanabe, Yasushi Ono

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

磁気リコネクションは磁気エネルギーをプラズマのエネルギーに高効率で変換するため、核融合の追加熱に換わる安価な加熱手段として注目されている。解放されたエネルギーの大半はイオンに渡ることが明らかになっているが、そのエネルギー変換プロセスの詳細は明らかになっていない。我々はこの変換機構を明らかにするため、イオンの最も詳細な運動情報である速度分布関数を計測できるプローブアレイ型のイオン速度分布関数計測手法(図(a))を開発した。平行なガラス管内にミラーと光ファイバーを計測領域を囲むように配置し、イオンの発光をドップラー分光[1]することで、3つの異なる方向のイオン速度成分分布を計測する。これに再構成手法[2]を適用することで2次元速度分布関数を再構成することができる。開発したシステムを用いて本研究室のトカマク合体実験装置TS-6[3]で発生させたリコネクション中のイオンの

速度分布関数の径方向分布を計測したところ、単峰型の速度分布関数が得られたため、Z, R方向それぞれの分散から方向別の温度を、1次のモーメントから流速を定義した。図(b)(c)に示すようにR方向温度上昇はX点(R = 0.2 m)の内側で大きい分布であるのに対し、流速エネルギーはX点の外側で大きい分布となった。これは図(d)に示すようにX点の内側ではイオン密度が高く、更に紙面垂直方向のトロイダル磁場が大きいためイオンアウトフローが速やかにダンピングした一方、外側では密度やトロイダル磁場が小さくアウトフローが十分散逸されることなく観測されたためと考えられる。

【参考文献】

- [1] H. Tanabe *et al.*, Nucl. Fusion **53**, 093027 (2013).
- [2] N. Iwama and S. Ohdachi, J. Plasma Fusion Res. **92**, 10, pp.743-762 (2016).
- [3] H. Tanabe *et al.*, Nucl. Fusion **59**, 086041 (2019).

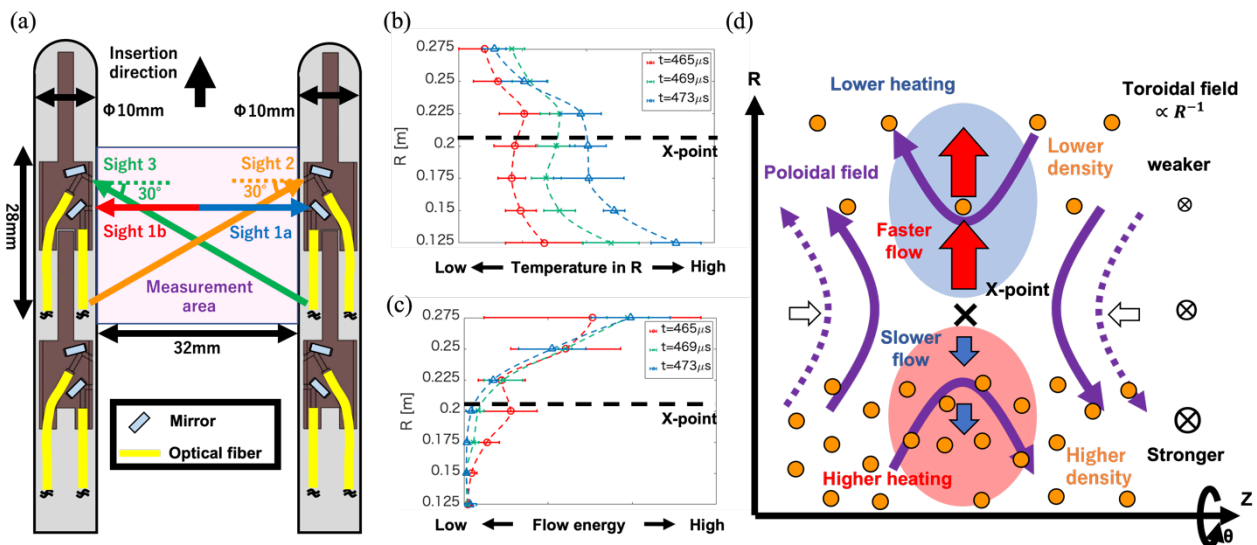


図 (a)イオン速度分布関数計測プローブアレイの概略図, (b)R 方向イオン温度の径方向分布, (c)イオン流速エネルギーの径方向分布, (d)トカマク合体リコネクションにおけるイオンエネルギー変換概念図