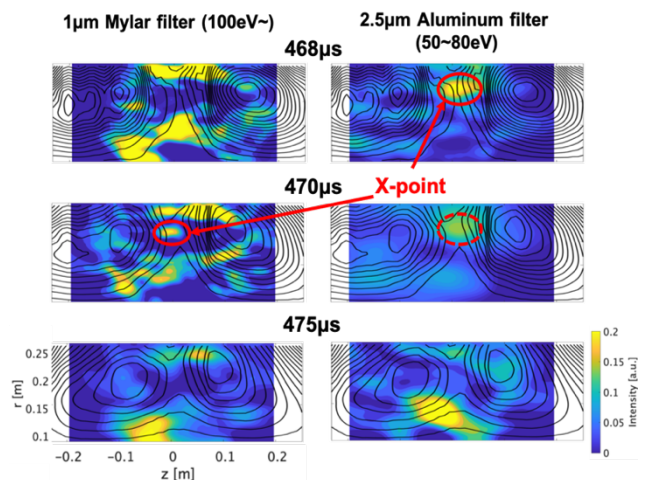


**Detection of electron heating and acceleration
at the X-point in spherical tokamak merging experiment**竹田慎次郎、奥西衛門、蔡雲漢、田辺博士、小野靖
Shinjiro Takeda, Yukehi Okunishi, Yunhan Cai, Hiroshi Tanabe, Yasushi Ono東大
The Univ. of Tokyo

磁気リコネクション現象では、プラズマ中で反平行の磁力線が互いに接近した際につなぎ代わり、流出する。この現象を通じて磁場構造が大きく変化するとともに、磁場のエネルギーがプラズマ中粒子の運動・熱エネルギーに変換される。中でも磁気リコネクションによる電子の加速・加熱については、PIC シミュレーション[1]によって高エネルギー電子の生成が確認されているほか、実験室プラズマにおいても高温・高エネルギー電子生成に関する実験的研究が進められている[2, 3]。高エネルギー電子分布の計測としては、電子から放出される制動放射を観測する手法が多く用いられている。本研究では、異なるエネルギー帯における制動放射の発光分布画像を2つ同時に取得できるような計測システム[4]を用いて実験を行った。

マイクロチャンネルプレート (MCP) が封入された小さな真空容器 (軟 X 線カメラ) を球状トカマク合体実験装置 TS-6 に実装して計測を行った。MCP を用いることで軟 X 線領域の発光を可視光へと変換することが可能となるが、異なるエネルギー領域の発光を同時に観測するために本研究では高エネルギー用のマイラ製、低エネルギー用のアルミ製の2枚のフィルタを用いた。軟 X 線カメラの視界は3次元的に広がるが、プラズマ分布の軸対称性を仮定することで、視界を構成する各視線を単一のポロイダル平面上に投影することができる。さらに撮影される画像の明るさは視線上の局所的発光強度を線積分した値になるため、Tikhonov-Philips 正則化および最小 GCV 基準[5]を用いて撮影画像から局所分布を再構成した。

図に計測された軟 X 線発光分布の時間発展を示す。左列の画像がマイラフィルタを通して観測された高エネルギー画像、左列の画像がアルミニウムフィルタを通して観測された低エネルギー画像である。高エネルギー画像では $t=470\ \mu\text{s}$ 、低エネルギー画像では $t=468\ \mu\text{s}$ において X 点近傍に発光ピークが生じている。さらに、トロイダル方向のガイド磁場の大きさを変えながら実験を行うと、X 点近傍の発光強度がガイド磁場に正に依存すると判明した。これは X 点におけるリコネクション電場による電子加速を検出した可能性がある。



R-Z contours of 2D soft X-ray emission (color) with poloidal flux surfaces (black lines) for 1- μm -thick Mylar and 2.5- μm -thick Aluminum

参考文献

- [1] P. Pritchett, et al.: *J. Geophys. Res.*, Vol.109, A01220 (2004)
- [2] T. Yamada, et al.: *Nucl. Fusion*, Vol.56, 106019 (2017)
- [3] M. Inomoto, et al.: *Nucl. Fusion*, Vol.59, 086040 (2019)
- [4] J. Xiang, et al.: *Rev. Sci. Instrum.*, Vol.92, 083504 (2021)
- [5] N. Iwama, et al.: *Appl. Phys. Lett.*, Vol.54, 502 (1989)