

## 直線非接触プラズマの4次元時空間輸送挙動 4D spatiotemporal transport behavior of linear detached plasma

田中宏彦<sup>1</sup>, 夏目祥揮<sup>1</sup>, 梶田信<sup>2</sup>, 大野哲靖<sup>1</sup>  
Hirohiko Tanaka<sup>1</sup>, Hiroki Natsume<sup>1</sup>, Shin Kajita<sup>2</sup>, Noriyasu Ohno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名大, <sup>2</sup>東大  
<sup>1</sup>Nagoya Univ., <sup>2</sup>Univ. Tokyo

ダイバータ熱負荷低減に期待される非接触ダイバータ環境において、磁力線を横切る非拡散的輸送の増大が複数装置で観測されている。直線型装置NAGDIS-IIでは、これまでに体積再結合領域（再結合フロント）近傍における詳細な静電揺動計測を通して、周方向モード数 $m=0$ の間欠的揺動の出現と同期した $m=1$ 回転揺動振幅の変調と、径方向へのプラズマ輸送への発展、ならびに磁場垂直面内における渦状構造の形成を確認している[1]。物理機構の解明には、空間3次元+時間1次元の4次元輸送構造の各種パラメータ依存性を調査することが有効であるが、過去に適用された手法では、単一条件の計測に長時間を有するなどの課題があった。

本研究では、高速カメラ(NAC社製、ACS-1)、静電プローブ、統計手法、ならびにトモグラフィ技術を組み合わせて適用することで、簡便な計測から4次元輸送構造を抽出する手法を確立した。図1に計測の外観ならびに中性ガス圧21 mTorr時のヘリウムプラズマ発光を示す。装置上流における直径20 mm程度の電離進行プラズマ発光が、装置下流の体積再結合領域で窓幅程度(約80 mm)まで径方向に広がっていることがわかる。5つ並んだ観測窓のうち、中央の窓(#3)では静電プローブを径方向遠方(24 mm)に固定し、イオン飽和電流( $I_{mid}$ )を同時計測した。

$I_{mid}$ に閾値を設け、プラズマ放出現象が発生した時刻前後の発光の時空間変化を抽出した結果を図2(a,b)に示す。ここで、主要な空間構造は $m=0$ および1であることを仮定して、トモグラフィ解析を適用することで、磁場垂直面内の発光揺動の時間発展を抽出することに成功した(図2(c))。同解析は軸方向位置の異なる複数窓に適用できる。以上により、簡便な計測から4次元輸送構造を抽出することが可能となった。

[1] 田中宏彦, プラズマ・核融合学会誌 **97** (2021) 463-470.

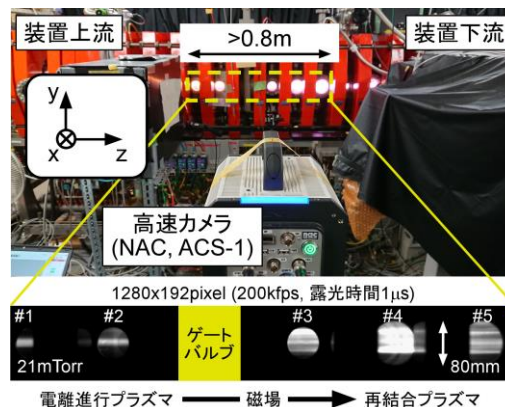


図1. 計測の外観(上段)および21 mTorr時のプラズマ発光のスナップショット(下段)。

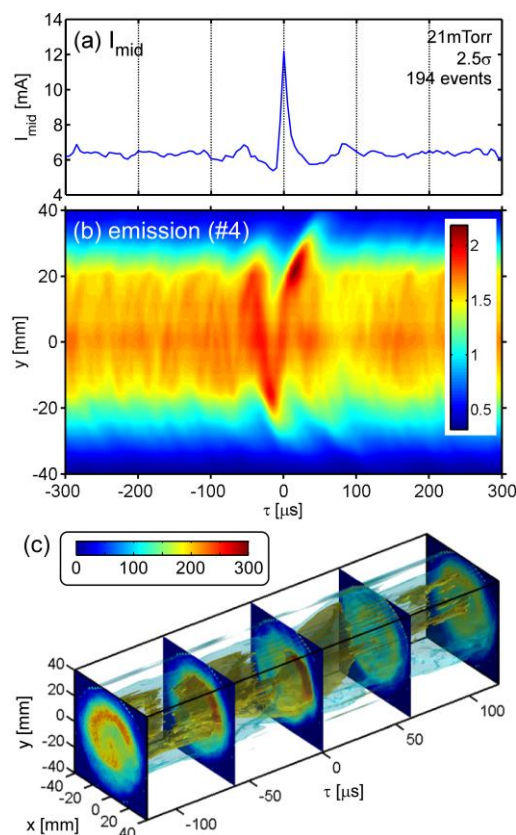


図2. (a)  $I_{mid}$ の自己条件付き平均波形、(b) 相互条件付き平均により得られた窓#4における発光の時空間発展、(c) トモグラフィ解析結果。