

PANTAにおけるトモグラフィを用いた速度場解析 Velocimetry analysis using tomography in PANTA

西村大輝¹, 藤澤彰英^{2,3}, 永島芳彦^{2,3}, 文贊鎬^{2,3}, 山崎広太郎⁴, 西澤敬之^{2,3},
山田琢磨^{3,5}, 小菅佑輔^{2,3}, 小林大輝¹, 郭又銘¹

D. Nishimura¹, A. Fujisawa^{2,3}, Y. Nagashima^{2,3}, C. Moon^{2,3}, K. Yamasaki⁴, T. Nishizawa^{2,3},
T. Yamada^{3,5}, Y. Kosuga^{2,3}, T-K. Kobayashi¹, Y. Guo¹,

¹九大総理工, ²九大応力研, ³九大極限プラズマ研究連携セ, ⁴広大先進理工 ⁵九大基幹教育院,
¹IGSES Kyushu Univ., ²RIAM Kyushu Univ., ³RCPT Kyushu Univ.,
⁴GSASE Hiroshima Univ. ⁵FAS Kyushu Univ.,

乱流揺動のイメージング画像に対する速度場推定解析の適用はそのダイナミクスの理解に有効である。直線装置PANTAでは乱流揺動のマルチスケール観測のためのトモグラフィ計測システムが整備されており、高時間分解能で局所発光量を得ることに成功している[1]。得られたトモグラフィ画像から速度場を抽出するため、新たに推定法LoMA(Local Movement Analysis)を開発し、実際のトモグラフィデータに適用した。

LoMAでは過去の画像から予測される発光パターンと実際に得られたものとの差を最小にするような速度を最小二乗法によって決定する。これまでに、Fourier-rectangular function (FRF) 展開[2]を用いて画像を極座標で展開し、 r が一定の円環上の(中心角の関数としての) 1次元発光パターンの時間変化から周方向速度(v_θ)を推定することに成功している。現在は、2次元パターンを用いて速度の2次元推定(v_r, v_θ)へ拡張を行っている。2次元の推定では、局所的な位置における発光量の時間発展から推定する局所法(1空間点-多時間点)と、ポテンシャル関数としてFourier-Bessel(FB)関数を用いて速度場を展開し、画像全体でフィッティングすることで推定する全体法(多空間点-多時間点)の二つについて行っている。

実際にPANTAで得られたトモグラフィデータに対して、LoMAを適用した結果の例を示す。対象とした放電は磁場1300G, RFパワー6 kW, 中性粒子ガス圧3mTorrで生成されたアルゴンプラズマである。図1に推定速度の平均値の径方向分布を示す。周方向速度に関して、FRF展開を用いた1次元推定と2次元推定については

局所法と全体法の結果及び推定値の揺らぎの大きさを示している。また、この放電において支配的なコヒーレントモードの分散関係から求めた速度も示している。2次元推定では、全体法において1次元推定の結果とより近い値が得られた。また、局所法の場合には推定値の揺らぎが大きく、平均値の周りで大きく変動していた。講演では推定誤差の評価と推定された速度場の特性についても報告する。

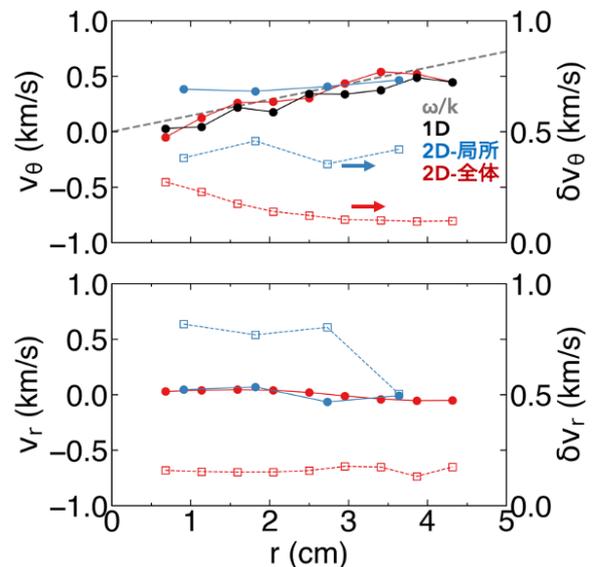


図1. 推定された速度の平均値の径方向分布。コヒーレントモードの分散関係より求めたもの(灰), FRF 展開を用いた 1次元推定(黒), 局所法を用いた場合(青), 全体法を用いた場合(赤), 推定値の平均(丸)と揺らぎの大きさ(四角)。

本研究は JSPS 特別研究員奨励費 (JP22J11823) の支援を受けた。

[1] C. Moon *et al.*, *Sci. Rep.* **11**, 1-9 (2021)

[2] K. Yamasaki *et al.*, *JAP* **126**, 043304 (2019).