

Comparison of the gauss-kernel-based tomography method with the conventional tomographic reconstruction methods

大舘 暁

Satoshi Ohdachi

核融合科学研究所

National Institute for Fusion Science

本文

軟X線放射をつかったトモグラフィー計測は、プラズマの平衡、不純物輸送、MHD不安定性等を研究するうえで有意義な情報を提供できる。次世代トカマク実験のような放射線の強い環境でもシンチレータを利用した計測器は使用できる可能性があり、運用可能性の検討を行っている[1]。プラズマを観測できる視野が限られた場合にどのようなアルゴリズムが適切かという問題にはいまだ結論は出ておらず、本発表ではいくつかの逆変換の技法の優劣を議論する。近年発展しているガウシアンカーネルをつかった技法は、トモグラフィー計算をベイズ統計の立場からとらえるもので、プラズマの放射強度自体を確率分布として表現する。プラズマ中の画素間の相関が距離に対してガウス関数型に減少することを事前分布として採用し、事後確率を最大化する分布を解として採用する。解の確率分布が正規分布となることから誤差が明確に定義できることや、相関長を場所によって変化させることができるため、核融合プラズマ計測に適合したトモグラフィーとして良い性質を持っていると考えている。図1に示すような単純化された配位で仮想放射強度（図2最上行）の逆変換を試みた結果を図2に示す。ここで、Phillips-Tikhonov とラベルしたものは、放射強度の勾配の最小化するという制約条件をいれた正則化解[2]、Fourie-Bessel+ L1で示すものは放射強度を直交関数展開したうえで各項の展開係数をL1正則化で決めるもの[3]、Gauss-Kernelで示すものは上で論じたベイズ統計を基盤とした手法である。各手法のノイズに対する応答を調べ、Gauss-Kernelについてはプラズマ中の構造の大小に対して、ハイパーパラメータがどのように変化するかを示して、最適な逆変換手法を論ずる。

- [1] T. Bando et. al., Rev. Sci. Instrum. **90**, 013507 (2019).
 [2] N. Iwama et al., Appl. Phys. Lett. **54**, 502 (1989).
 [3] S. Ohdachi, Plasma Fusion. Res. **14**, 340208 (2019), Y. Suzuki, et. al Plasma Sci. Tech., **22** (2020), 102002.
 [4] D. Li, et.al., Nucl. Fusion **56**, 036012(2016).

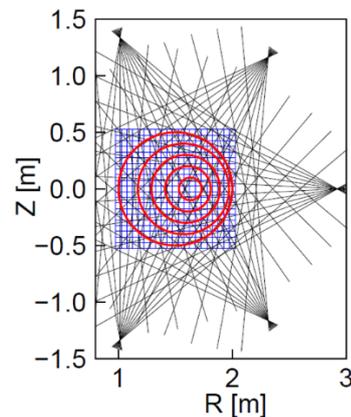


図1 仮想的な計測器の配置

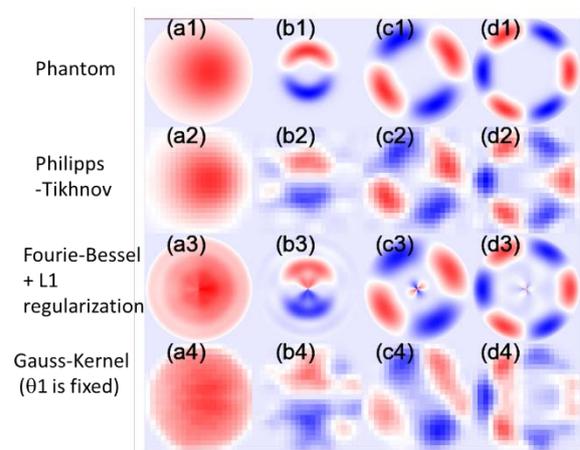


図2 最上列に示す4種類の仮想放射強度を3種類の逆変換技法で逆変換した結果