

# 小型トカマク装置の反射光を考慮した高速接線カメラによる プラズマトモグラフィ解析

宗近洸洋<sup>1</sup>, 筒井広明<sup>1</sup>, 飯尾俊二<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京工業大学

## 1 Introduction

トカマクプラズマの測定において、高速カメラの測定は最も有用な手段の1つである。カメラを用いたトモグラフィ撮像はプラズマの位置や形状、揺動を解析することができる [1]。

小型装置では一般的に測定機器の兼ね合いにより、多くのカメラをポロイダル面上に設置することは困難である。そこで、本研究室の小型トカマク装置 PHiX では、トロイダル接線方向のみからの撮像をし、輻射光が軸対称であると仮定して視線計算を行った。その際、可視光での撮像を行ったため、真空容器内の構造物からの反射光も無視できない。これを、2つの反射モデル (Phong and Lambert model) を仮定し、その寄与を考慮した [2]。

## 2 Numerical Model

カメラの観測データを  $\mathbf{g}$  (データ数  $L$ ), 得られる断面画像データを  $\mathbf{f}$  (データ数  $N$ ) とすると、次式のような線型方程式が成り立つ:

$$\mathbf{g}_i = \sum_j^N \mathbb{T}_{ij} \mathbf{f}_j \quad (i = 1, \dots, L). \quad (1)$$

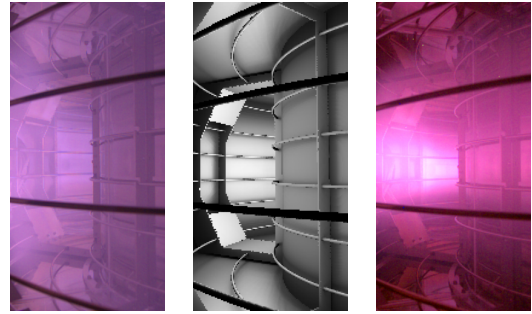
ここで、 $\mathbb{T}$  はカメラのピクセルと、断面図のピクセルを結びつける変換行列であり、次のように定義した:

$$\mathbb{T} \equiv \mathbb{H} + c(\mathbb{M}^{(p)} + c_l \mathbb{M}^{(l)}). \quad (2)$$

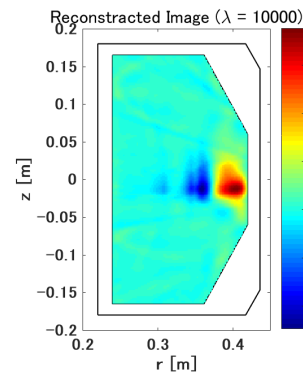
ここで、 $\mathbb{H}$  は反射考慮なしの行列、 $\mathbb{M}^{(p)}$  は鏡面反射モデルである Phong モデルの行列、 $\mathbb{M}^{(l)}$  は拡散反射モデルである Lambert モデルの行列である。また、 $c_l$  はその二つのモデルの寄与の相対的な重みづけを表すパラメータであり、 $c$  が反射モデル全体の寄与の割合を表すパラメータとなっている。これら二つのパラメータに対して最適化を行う必要がある。

## 3 Result

使用カメラは Phantom LAB110 で、レンズカメラであるが、絞りを絞ることでピンホールカメラと仮定した。撮影解像度は  $512 \times 256$ px だが、計算機の都合上、 $256 \times 128$ px にリサイズしたものを観測値とした。また、再構成画像の解像度は  $128 \times 91$ px とし、(1) 式の解として、Thikhonov-Philips 解を採用した [1]。発表では、具体的なパラメータごとの結果と今後の課題を述べる。



(a) ECR 放電画像 (b) 反射光計算画像 (c) shot#3840 画像



(d) (c) 画像の再構成画像 ( $c = 0.002, c_l = 0.3$ )

図 1 得られたデータ画像。(b) については光源は一様 ( $f_i = 1$ ) で  $c_l = 0.05$  を仮定している。

## References

- [1] 岩間尚文, 大館暁. 画像再構成の数理的基礎. *J. Plasma Fusion Res.*, Vol. 92, No. 10, pp. 743–762, 2016.
- [2] M. Odstrčil et al. Plasma tomographic reconstruction from tangentially viewing camera with background subtraction. *REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS*, Vol. 85, p. 013509, 2014.