

画像処理を用いた高温プラズマ中の軟 X 線放射源の
三次元分布推定手法の開発

Method for deriving three dimensional distribution
of soft x-ray sources from images of toroidal plasmas

稲垣泰一郎¹、三瓶明希夫¹、比村治彦¹、石田裕¹、井上孟流¹
小嶋夏葵¹、高岡亮太¹、森内大翔¹

Shinichiro Inagaki¹, Akio Sanpei¹, Haruhiko Himura¹, et al.

京都工芸繊維大学・電子システム工学課程¹

Kyoto Institute of Technology, Dept. Electronics¹

プラズマ計測には、磁気プローブやラングミュアプローブなどの能動的プローブによる測定や、干渉計やトムソン散乱などの光・電磁波を用いた受動的測定法がある。これらを用いてプラズマ中で多点計測を行い、空間フーリエ変換などのデータ解析を施すことで、プラズマ全域での磁場やエネルギー等の空間分布がわかる。一方で、超高温の核融合プラズマには能動的計測法の適用が困難であり、プラズマへの近接性に対する制限が大きくなる。そのため、限られた観測ポートからプラズマを三次元的に直接観察できる手法が求められる。

本研究では、一方向からの受動的計測法によるプラズマの三次元分布の推定を行う。現在、光学系の設計、および光源の三次元分布を再構成する手法の確立を進めている。Fig. 1 は光学系を表している。高温プラズマからの軟 X 線のみを選択的に透過させるフィルターを取り付けたマルチピンホールを用い、イメージング用のマイクロチャンネルプレート (MCP) 上に結像させることでプラズマの視差を持ったピンホール像を撮影することができる。三次元再構成は、視差を持った複数の像からライトフィールドを生成し再構成を行うインテグラルフォトグラフィ [1] [2] や、行列演算による最適化処理を用いる。

予備実験では、凹レンズを通じて観測される水素プラズマからの H_{α} 光の発光分布画像を高速カメラで撮影した。その後、その画像データを基にして 3 次元発光分布の算出を試みた。Fig. 2 は、9 枚の凹レンズアレイを通して撮影された発光画像データの一例である。

現在、RELAX[3] 装置では、Reversed-field Pinch (RFP) 配位だけでなく、トカマク配位にも切り替えられる準備を進めている。このトカマク配位に対して

も、本手法を用いてトーラスプラズマ全域での空間・時間変化を把握することを試みる。

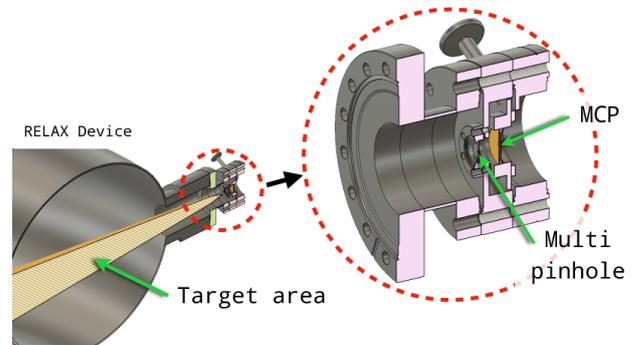


Fig. 1: RELAX の赤道面のポートに取り付けられたマルチピンホールと MCP による光学系。

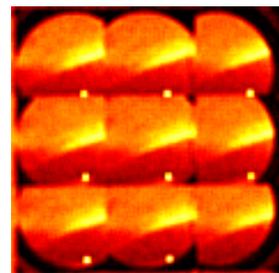


Fig. 2: 9 枚の凹レンズアレイから観測される H_{α} の空間分布画像。

References

- [1] M. G. Lippmann. Epreuves, reversibles donnant la sensation du relief. *J. Phys.*, Vol. 4, p. 821, 1908.
- [2] Marc Levoy and Pat Hanrahan. Light field rendering. In *Proceedings of the 23rd annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, pp. 31–42, 1996.
- [3] S. Masamune, et al. Characterization of initial low-aspect ratio rfp plasmas in “relax”. *Journal of the Physical Society of Japan*, Vol. 76, No. 12, pp. 123501–123501, 2007.