

PANTAにおけるトモグラフィを目指した多チャンネル分光計測 Multi-channel spectroscopic measurement for tomography in PANTA

藤野博充¹, 藤澤彰英^{2,3}, 永島芳彦^{2,3}, 稲垣滋^{2,3}, 小林達哉¹, 満蘭友宏¹, 三輪祐大¹,
高橋宏輔¹, 大野翔¹, 武次克哉¹, 恩地拓己², 糟谷直宏^{2,3}, 佐々木真^{2,3},
小菅佑輔⁴, 山田琢磨⁵, 伊藤早苗^{2,3}, 伊藤公孝^{3,6},
FUJINO Hiromitsu¹, FUJISAWA Akihide^{2,3}, NAGASHIMA Yoshihiko^{2,3}, INAGAKI Shigeru^{2,3},
KOBAYASHI Tatsuya¹, MITSUZONO Tomohiro¹, MIWA Yudai¹, TAKAHASHI Kosuke¹,
ONO Sho¹, TAKETSUGU Katsuya¹, ONCHI Takumi², KASUYA Naohiro^{2,3}, SASAKI Makoto^{2,3},
KOSUGA Yusuke⁴, YAMADA Takuma⁵, ITOH INOUE Sanae^{2,3}, ITOH Kimitaka^{3,6}

¹九大総理工,²九大応力研,³九大伊藤極限プラズマ研究連携センター,
⁴九大高等研究院,⁵九大基幹教育院,⁶核融合研究所,

¹Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences Kyushu Univ.,

²RIAM Kyushu Univ., ³Itoh Research Center for Plasma Turbulence Kyushu Univ.,

⁴IAS Kyushu Univ., ⁵Faculty of Arts and Science Kyushu Univ., ⁶NIFS

高性能のプラズマを実現するために、プラズマ乱流がどのようにして、プラズマの閉じ込めに影響を与えるのかを解明する必要がある。そのためには、乱流プラズマをミクロスケールのドリフト波とともに、帯状流などの大域的構造を同時に観測することが不可欠である。プラズマ全体に対し乱流を十分な精度で観測するための方法としてトモグラフィが考えられる。その試行のために多チャンネルトモグラフィシステムを九州大学の直線プラズマ装置PANTA(Plasma Assembly for Nonlinear Turbulence Analysis)に設置し実験を行っている。

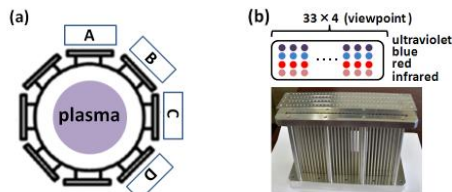


図 1. (a)ディテクターアレイ設置後の PANTA 断面図, (b) ディテクターアレイのチャンネルの並びと写真

直線プラズマ生成装置 PANTA は直径 0.1m のヘリコンアンテナによって、軸方向の長さが 4 m の円筒状のプラズマを生成する。このプラズマの周方向に 45° ずらしてそれぞれ A, B, C, D の位置に 4 つのトモグラフィ用ディテクターアレイが設置されているのを図 1(a)に示す。それぞれのディテクターアレイは図 1(b)に示すように、縦一列 33 個のチャンネルが 5 mm 間隔で並んでいる。それぞれの列のチャンネルは光学フィルタを用いて紫外(294±20nm), 青(476.5±30nm ArII), 赤(696.5±30nm ArI), 赤外(900±20nm ArI)の波長の光を受けている。それぞれのチャンネルの光は光ファイバにより伝送されアンプのフォトダイオードで受光する仕組みになっている。ゲインが 10⁸ V/A のアンプにより電圧に変換され、通常サンプリング時間 1μs でデジタイザによって収集される。

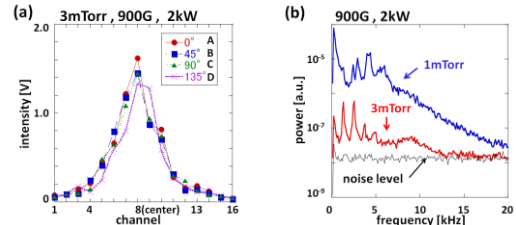


図 2. (a)4 方向からみた Ar プラズマの線積分発光強度, (b)8ch のシグナル用いた発光強度のパワースペクトル

実験結果の一例として、図 2(a), (b)にアルゴンプラズマを観測したものを示す。運転パラメータは、ガス圧 3 mTorr, 磁場 900G, RF パワー 2kW, 電子温度は 3eV, 放電時間 500ms である。図 2(a)は ArII ラインの発光プロファイルで、4 方向からそれぞれ 16 チャンネル合計 16×4=64 チャンネルで観測されている。ここでは隣り合うチャンネルの間隔は 10mm である。それぞれのデータは放電時間 t=195-205ms の平均値である。グラフからプラズマの分布に非対称性が見られている。図 2(b)にはプラズマ中心の視線から得られたデータに FFT を行い、スペクトル解析をした結果をガス圧の異なる 2 つの例(1mTorr, 3mTorr)で示している。また、双方とも十分な SN 比で揺らぎ、特にピークが計測されている。さらに現在、ART(Algebraic Reconstruction Technique)法を用いたトモグラフィのアルゴリズムの開発も行っている。

今後、トモグラフィにより ArII の発光の偏在している場所を特定するとともに、コヒーレントなモードの空間分布を求める予定である。本講演ではその結果とともに、ArII の観測とともに ArI についての観測結果を報告する。

【参考文献】

[1] H Arakawa et al Plasma Phys. Control. Fusion **53** 115009 (2011)