30aP13

アークジェットプラズマにおける発光分布のトモグラフィ計測
Tomography measurement of emission structure in Ar arcjet plasmas

佐野史弥[1]，佐々野航[2]，園山裕太郎[2]，松岡雷士[2]，難波愼一[2]
F. Sano[1], W. Sasano[2], Y. Sonoyama[2], L. Matsuoka[2], S. Namba[2]

[1]広大工，[2]広大院工
[1]Hiroshima Univ., [2]Hiroshima Univ.

1. 背景・目的

我々はこれまでに様々な形状のアークジェットプラズマ発生装置を製作し，熱プラズマとしての特性を調べてきた．最近になって，軸対称アークジェットプラズマに於いて，実験条件，特に熱陰極と陽極ノズルの位置関係，膨張室ガス圧力，により発光形状がらせん構造となることを見いだした．この原因を解明するため，可視分光計測やプローブ計測（ラングミュアプローブ，マッハプローブ）により，プラズマパラメータの空間分布を調べてきた．しかしながら，これらの手法では空間分解計測の問題やプラズマ擾乱の影響でらせん構造を定量的に計測できていない．そこで，本研究はトモグラフィ計測を行うことで，らせん状プラズマの立体構造を調べることを目的として実験を行った．

2. 実験手法

プラズマ発生部には，アノードとして軸対称銅製ノズル，カソードに CeW 溶接棒（2.4 mm 径）をそれぞれ使用した．放電ガスには Ar を用い，放電部ガス圧 1000 mbar になるよう流量を調整し放電電流を 30 A としてプラズマを発生させた．

真空容器フランジ窓に 2 台の可視 CCD カメラ（640×480 pixels，8 bit）を膨張軸に対してそれぞれ垂直になるように取り付け，プラズマを撮影した（図 1）．取得画像を再構成することで，プラズマ中心から 10.7 mm×10.7 mm の範囲の断層画像を得た．

本研究で採用するトモグラフィ手法は逐次近似法のひとつである ML-EM 法である．その更新式は以下の式で表される[1].

$$\lambda_j^{(k+1)} = \frac{\lambda_j^{(k)}}{\sum_{i=1}^{N} c_{ij}} \sum_{i=1}^{N} \frac{p_i c_{ij}}{\sum_{j'=1}^{M} c_{ij'} \lambda_{j'}^{(k)}} \qquad (1)$$

ここで，添え字 i は CCD カメラの受光素子の番号，j は再構成された画素の番号である．また，p は CCD カメラのカウント数，C_{ij} ：各画素から受光素子への貢献度，λ：プラズマ断面画素の輝度分布，k ：反復回数，N ：全受光素子数（カメラ 1 列の画素数×撮影角度数），M ：再構成画像の全画素数である．

実験に先立って，バネ状熱線に対してこの手法を適用し，断層画像がきちんと計測されるのかを調べた．バネ状ワイヤ線には線径 0.5 mm, 外径はプラズマ直径と同程度の 5 mm のものを使用し，10 V の電圧を印加して赤熱させた．

3. 結果・考察

図 2(a)は予備実験に使用したワイヤ線である．再構成は膨張軸方向 9.8 mm の範囲において 200 枚の断面画像を計算し，そのうち図 2(b)には開始面（0.0 mm）から 1.0 mm ごとの位置の画像を 4 枚示す．これらより発光部分が断面の変化とともにとともに円を描き，らせん状構造が再現できていることが確認された．発表では本計測系を用いて撮影ならびに再構成を行ったプラズマの立体構造について，詳細に報告する．

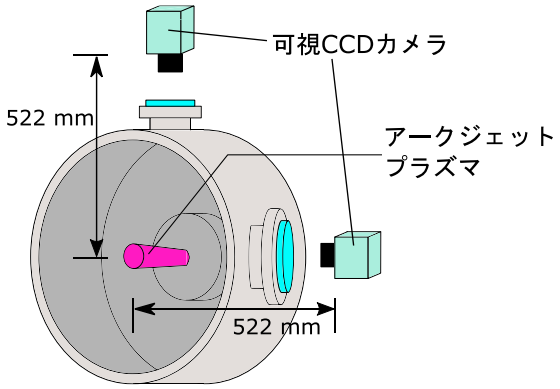

図 1 実験装置概略図

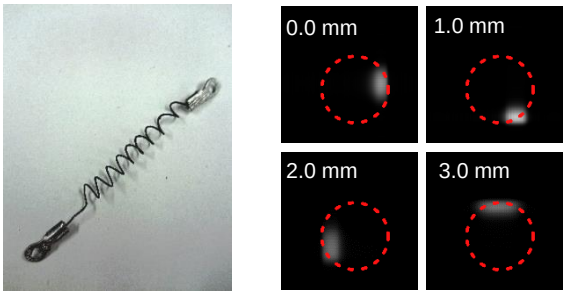

図 2 (a) バネ状ワイヤ線，(b) 断面の再構成画像．

参考文献

[1] 篠原広行 他：断層映像研究会雑誌 **37**(3), 1-8, (2011).