

明暗構造を有するアークジェットプラズマにおける マッハプローブ計測

佐々野航¹、四竈泰一²、松岡雷士¹、難波慎一¹

¹広島大、²京都大

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/plasma/>

我々はアークジェット装置を開発し、プラズマパラメータ計測を行ってきた[1]。これまでに放電条件により膨張プラズマに明暗構造が発生することがわかっている。圧縮性流体では、高压ガスがノズルを通り低压部に膨張する際、ノズル出口圧力が膨張室圧力より高い場合には不足膨張となり、セル構造のジェットパターンが発生することが知られている [2]。このジェットパターンが我々が観測している明暗構造と類似していることから、不足膨張に伴いセル構造が発生すると考えている。本研究では、高空間分解能をもつマッハプローブにより、明暗構造におけるイオンマッハ数の空間分布を計測し、明暗構造の発生メカニズム解明を試みることを目的とした。

プラズマの動作ガスにはアルゴンを用い、放電部ガス圧1500 mbar、膨張室圧8.9 mbar、放電部電流30 Aでプラズマを発生させた。プラズマはスロート径1.0 mm、出口径6.0 mmのノズルを通り、膨張室に流れる。計測にはDirectional Langmuir Probe (DLP) を用いた。捕集面はひとつであるが、プローブ自体を回転させることで流れに対し別方向の信号を計測し、その比からイオンマッハ数 M_i を求める。プローブ直径は0.5 mmで、外径1.2 mm、内径0.8 mmのアルミ管で覆われている。捕集面には $\phi 0.8$ mmの穴が開いている。

図1はプラズマのイメージである。計測はノズル出口を0として、プラズマ流れに対し平行方向に35~80 mm、プラズマ中心部で行った。図2に計測結果を示す。図1の発光イメージと照らし合わせると明部でマッハ数が上昇し、暗部で減少していることがわかる。このことは不足膨張におけるセル構造の特性と一致している。しかし、不足膨張流れであればマッハ数は1を超えているはずであるが、計測値は1より低い結果となった。衝突性シースやプローブによるプラズマへの擾乱の影響により、マッハ数の絶対値を正しく評価できていない可能性が考えられる。

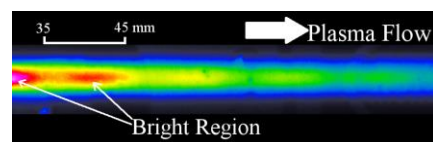


図1. 明暗構造をもつプラズマの2Dイメージ。

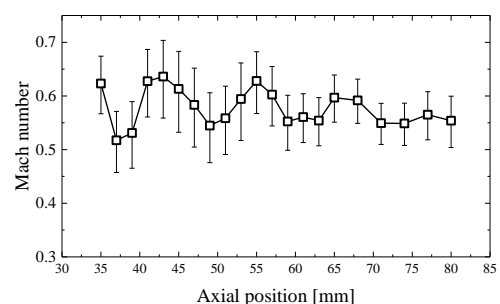


図2. 明暗構造の軸方向のマッハ数分布。

[1] K. Kozue *et al*, Plasma Sci. Technol. **15**, 89 (2012).

[2] 松尾一泰 “圧縮性流体力学” (1994) 理工学社.