

電磁加速プラズマ流の制御とマッハプローブの特性評価

Control of electromagnetically-accelerated plasma flow and characteristics of Mach probe

東北大・工 戸張 博之

プラズマ中の流れ場や速度シアの制御は，プラズマ中の電場分岐や揺動の抑制と密接に関連し，その機構解明は国際熱核融合実験炉(ITER)で想定されている閉じ込め改善モード(Hモード)の理解と制御に非常に重要である．また，宇宙航行用電気推進機の開発や宇宙ジェットの構造解明においてもプラズマの流れが重要な役割を担い，正確な流れ場計測法が求められている．

マッハプローブは，流れに対し異なる方向を向いた電流捕集面からなり，それらの信号値の違いからイオンマッハ数を求める．代表的なマッハプローブの形状は，図1に示す2種類がある．流れの上流および下流の捕集電極間を絶縁物で遮蔽したタイプ(up-down タイプ)については，磁化プラズマ中において，流体モデルや粘性の効果を考慮したモデルが提案されており，LIFを用いた校正実験も行われている．しかし，非磁化プラズマ中のモデルは未だ確立していない．また，捕集面の法線が流れに対し垂直および平行方向の電極からなるタイプ(perp-para タイプ)についても，明確なモデルが確立していない．このようにマッハプローブを用いた計測は簡便であり，局所的なマッハ数を評価できるが，広範なパラメータ領域にわたる厳密な理論がなく，様々なモデル式が提案されてきた．これに対して近年，Hutchinson が PIC 粒子シミュレーションにより非磁化プラズマ流中での数値解を求めた．

我々は東北大学の HITOP 装置において，Hutchinson の数値解の実験的検証や，perp-para タイプの理論モデルを確立することを目的としたマッハプローブの特性評価を行っている．HITOP 装置ではプラズマ源としてMPDアークジェット(図2)を用い，イオンマッハ数が1以上のプラズマ流を生成可能である．MPDアークジェットは宇宙航行用電気推進機の主エンジンとして開発されたものであり，講演ではマッハプローブの特性評価とあわせて，電気推進機開発の現状や，ラバール磁気ノズルを用いたMPDプラズマの加速性能の改善に関して紹介する予定である．

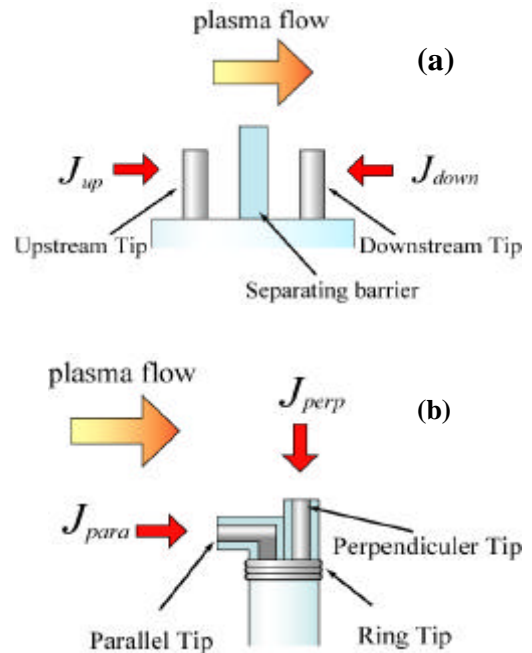


図1 マッハプローブの概略図；(a)up-downタイプ，(b)perp-paraタイプ

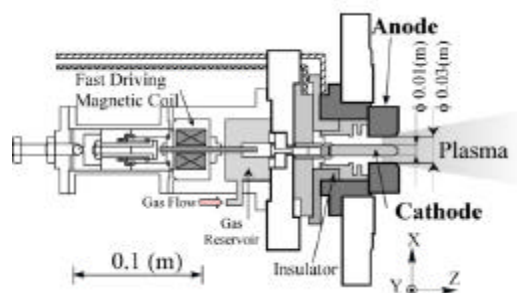


図2 MPDアークジェットの断面図