彎曲磁場中に入射する電子磁化・イオン非磁化定常プラズマ流 Steady-State Plasma Flow Injected into Curved Magnetic Field

田島圭祐,根津篤,赤塚洋 Keisuke TAJIMA¹, Atsushi NEZU², Hiroshi AKATSUKA^{1,3}

東工大院総理工1,東工大技術部2,東工大研究院3 Dept. Energy Sci. Tokyo Tech.¹, Tech. Dept. Tokyo Tech.², IIR Tokyo Tech.^{1,3}

[はじめに] 弱磁場の定常プラズマ流への影響に関して、イオン流速・空間電位に関する実験研究は、現状では十分では ない。我々は磁場形状がアークジェットのプラズマパラメータにどのような影響を与えるかを実験的に明らかにするこ とを目的として研究を継続している[1]。本報では彎曲磁場下の低圧室中にアークジェットを定常噴出し、プラズマの示 す速度変化や空間電位変化につき、実験的に検討した結果を報告する。

[実験] 使用装置は、基本的には既報 [1] と同一である。実験装置は希薄気体風洞、真空排気装置、プラズマジェット発生 部、電磁石、マッハプローブ、トラバース装置から構成されている。既報 [1] との主な相違点は、使用する6個の電磁石 を3個ずつ2つの組にわけ、Fig. 1の如く配置し彎曲磁場を形成する所にある。電磁石から離れるにつれ磁束密度は小 さくなるが、片側へと曲がっている磁力線が観測された。He プラズマジェット計測には4端子マッハプローブを用い、 プラズマ内のイオンの流れ方向やマッハ数を求め、また内1つをラングミュアプローブとして電子温度・密度、空間電 位を求めた。

[結果及び考察] Fig. 2 は彎曲磁場におけるプラズマ流のイオンマッハベクトル線図である。本実験の結果、r = 0 の中 心軸上、および r = -20 [mm] では、イオン粒子は磁力線の影響を受けず、慣性方向へと直進している。また、イオン 流れは全体的に磁力線のカーブしている方向 (r が正の方向) に流れていた。つづいてイオン流れ方向と磁力線方向につ いて考察する。イオン流れベクトルと磁力線ベクトルとを重ね合わせて 比較検討した結果、ミラー型、カスプ型と同 様に、磁束密度の低い領域ではイオン流れは磁力線に沿っていないことが判明した [1]。

Fig. 3 は彎曲磁場におけるプラズマ流の等空間電位図、およびイオン流れ方向を重ね合わせたものである。r = 0 - 20 mm 上では z が増加しても空間電位は変動せずほぼ一定であった。また r が大の領域では、z = 0 - 120 mm までは電 位が高く、領域Aよりも下流側では電位が低くなっていた。即ち、電子は磁化されているため、磁力線に沿って運動を している。磁力線は上流から下流に流れるに従い一度発散し、下流側の電磁石付近で再度集束するため、このような結 果が得られるものと理解される。



the plasma in the curved magnetic field and comparison with vector diagrams of ion Mach number.

[1] K. Tajima, A. Nezu, H. Matsuura and H. Akatsuka, Int. J. Plasma Env. Sci. Technol., 9, 7 (2015).