

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
2010年3月修了 修士論文要旨

Application of Laser Absorption Spectroscopy to Plasma Wind Tunnel Measurements and Its Tasks

- プラズマ風洞計測におけるレーザー吸収分光法の応用と課題 -

学生証番号 086073 氏名 野村 哲史
(指導教員 小紫 公也 教授)

Key Words : plasma wind tunnel, laser absorption spectroscopy, specific heat ration, population temperature and cavity enhanced absorption spectroscopy

宇宙往還機の地球大気圏再突入時の環境模擬にはプラズマ風洞が用いられ、詳しい気流診断が必要とされる。レーザー吸収分光法は風洞計測に適した測定法で、流速、並進温度や数密度を測定することができる。本研究では、レーザー吸収分光法を他の測定法と組み合わせることで重要な物理量を推定する手法を確立した。第一にアーク風洞気流のマッハ数分布をレーザー吸収分光法、ピトー管測定法から求めた。それらの結果を組み合わせることにより、実験的に比熱比 γ を推定する方法を示し、気流中心部の比熱比を1.30と求めた。また誤差解析から3.2%という小さな誤差で比熱比を推定できることが示された。次に、誘導加熱型プラズマ風洞の準酸素気流において、レーザー吸収分光法から励起準位の数密度を求めた。この結果をレーザー誘起蛍光法による基底準位の数密度計測結果と組み合わせることで、population温度を $3s^5S$ に関しては14000 K、 $3s^3S$ に関しては12000 Kと求めた。その結果、再結合性の非平衡流であることが示唆された。

空気プラズマ流の計測には高感度吸収分光法の適用が必要となるが、適用に際していくつかの課題があげられる。その中でも、真空ポンプなどの実験設備からの機械的振動が計測に影響を与えることがある。ここでは、振動により共振幅が変化する条件下での高感度吸収分光法適用に際した問題点を明らかにするとともに、その解決法を提示した。まず、第一の解決策として、レーザー変調周波数を十分高く保つことで、振動の影響が低減することを共振の数の変化から確かめた。次に、透過強度プロファイルの振動周波数に対する依存性を調べ、加振することで、振動の影響を低減できる可能性を示した。