

# Surface Temperature Control of TPS Materials by Laser Heating in Plasma Wind Tunnel Experiments

－ アーク加熱風洞試験におけるレーザー照射による

熱防御材表面温度制御－

学生証番号 47-126058 氏名 伊藤 彦  
(指導教員 小紫 公也 教授)

Key Words : Re-entry, TPS, Arc-heated wind tunnel, Spectroscopy, Shock layer

## 1. 背景と目的

大気圏突入時の激しい空力加熱から機体を守る手段として、熱防御システム (TPS; Thermal Protection System) の研究開発が重要視されている。その開発のための地上での再突入環境模擬にはプラズマ加熱風洞が、中でもアーク加熱風洞が広く用いられている。その加熱環境は投入電力とガス流量の二つのパラメータによって決定されるため、所望の加熱環境を単一の風洞で完全に再現することは難しく、例えば TPS への応用が期待される材料の一つである炭化ケイ素 (SiC) の酸化特性試験を行う際、重要なパラメータである酸素分圧と材料表面温度の依存性について詳細な議論ができない。また TPS の開発にはサンプル前面のガス温度も重要な情報であり、これを材料試験と同時に計測する必要がある。

そこで本研究では半導体レーザーを用いることで、アーク加熱風洞試験において気流条件とは独立に外部からサンプルの表面温度を加熱するシステムを確立すること、クロスビーム吸収飽和分光法 (XBSAS, Cross-Beam Saturated Absorption Spectroscopy) を用いて、サンプル前面に発生する衝撃波層内の並進温度分布を測定することの2点を目的とした。

## 2. 風洞レーザー加熱システム

SiCで2000 K付近の高温領域まで加熱するためのサンプルホルダーを、輻射と熱伝導を考慮した表面温度の計算を指針として設計した。半導体レーザーのビームをコリメータで平行光にし、真空チャンバ内でレンズにより集光してサンプル表面に照射することで、プラズマ気流による加熱と独立にサンプル表面を加熱するシステムを構築した。実験による表面温度測定の結果とホルダーを設計する際に指針とした計算結果と比較した結果、よい一致を示した。気流条件を変えずとも投入レーザーパワーを大きくすることで2100 Kまで加熱することができた。

## 3. 並進温度の衝撃波層内分布測定

サンプル前面に発生する衝撃波層内の並進温度分布を、XBSASを用いて測定した。上述のレーザー加熱システムにより表面温度を変化させることで、ピークの内側の温度分布に変化が見られた。これは温度境界層の変化によって衝撃波内側の様子を変化していることを示唆しているが、衝撃波層内の温度変化の勾配が急になる今回の結果を支持する理論はなく、さらなる検証が必要である。

## 4. まとめ

半導体レーザーを用いることで、アーク加熱風洞試験において気流条件とは独立に外部からサンプルの表面温度を加熱するシステムを確立し、

- 1) TPS材料の加熱試験を行い、表面温度を2000 K付近の高温まで気流と独立に加熱した。
- 2) XBSASを用いてサンプル前面に発生する衝撃波層内の並進温度分布を測定し、サンプル表面温度の変化が衝撃波層内の温度分布に影響を与えていることを示唆した。