

アーク加熱炭酸ガスプラズマ流の気流特性 Flow characteristics of arc-heated carbon dioxide plasma

- 山田剛治, 鳥取大学, 鳥取市湖山町南 4-101, E-mail: yamada@mech.tottori-u.ac.jp
 吉田圭祐, 鳥取大学院, 鳥取市湖山町南 4-101
 妻鹿義治, 鳥取大学院, 鳥取市湖山町南 4-101
 川添博光, 鳥取大学, 鳥取市湖山町南 4-101
 松野隆, 鳥取大学, 鳥取市湖山町南 4-101
 Gouji Yamada, Tottori university, 4-101 koyamacho-minami, tottori
 Keisuke Yoshida, Tottori university, 4-101 koyamacho-minami, tottori
 Yoshiharu Mega, Tottori university, 4-101 koyamacho-minami, tottori
 Hiromitsu Kawazoe, Tottori university, 4-101 koyamacho-minami, tottori
 Takashi Matsuno, Tottori university, 4-101 koyamacho-minami, tottori

In order to develop the thermal protection system (TPS) for mars reentry, the characteristics of carbon dioxide plasma flow is investigated by using the arc-heated wind tunnel. Emission spectrum from plasma flow is measured by emission spectroscopy along the stagnation stream line. Measured spectrum is mainly composed of C_2 Swan band system and atomic lines of C and O. In the shock layer, atomic line of O is much more intense than that in the free stream region. It is found that the shock layer is generated at 5mm from the model surface from the intensity distribution of atomic line of O. Flow temperature is evaluated from the measured spectrum by applying the spectrum fitting method.

1. はじめに

現在将来の惑星探査ミッションとして、火星探査ミッションが計画され研究開発が活発に行われている。その中で探査機を火星周回軌道へ投入する方法として、空気力を利用したエアロキャプチャと呼ばれる軌道変換技術が注目されている。この方法は探査機を比較的低高度まで突入させるために、機体表面は厳しい空力加熱環境にさらされる。そこで信頼性の高い熱防御システム(Thermal protection System)の開発が求められているが、そのためにはアーク加熱風洞、誘導加熱風洞等の高エンタルピー風洞を用いた耐熱材料試験が重要となってくる。これらの風洞を用いて熱防御システムの開発を行うにあたり、試験気流の診断技術の向上が求められる。そこで本研究は、鳥取大学に設置された 10.5kW アーク加熱風洞を用いて炭酸ガス中で発生させた高エンタルピー流の気流特性を解明することを目的とする。

2. 実験方法及び実験結果

本研究は 10.5kW アーク加熱風洞により炭酸ガスプラズマ流を発生させ、発光分光計測により気流特性の評価を行った。観測部に真鍮製の模型を設置して模型周りに衝撃層を発生させて、模型前方の激み点流線上の領域を対象として分光計測を行った。

図 1 は物体表面から 1mm の位置の衝撃層内で計測した炭酸ガスプラズマのスペクトルである。測定波長範囲は 400nm~900nm である。可視領域においては 500nm 付近にピークを持つ C_2 Swan バンドが支配的となっている。しかしながら、分光器の波長分解能が悪いために詳細なバンド構造までは確認できない。また近赤外領域においては、777nm, 845nm に強い O の原子線が確認できる。これは衝撃層内では、気流は強く励起されるために化学反応が促進されて、多数の O 原子が生成されるためであると考えられる。図 2 は物体表面から 16mm の位置の自由流領域で計測した炭酸ガスプラズマのスペクトルである。図 2 のスペクトルと比べて O の原子線が弱く、可視領域の C_2 Swan バンドが支配的となっているのがわかる。分子バンドの形状は図 1 の場合と同様な形状をしているが、全体の発光強度は図 1 のスペクトルに比べて弱くなっているのが分かる。

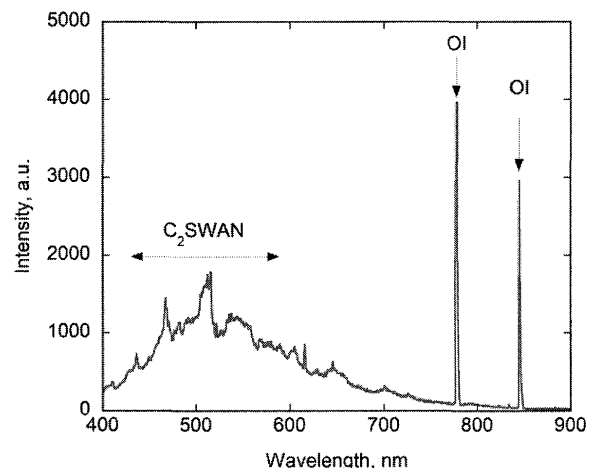


Fig. 1 Measured spectrum in the shock layer

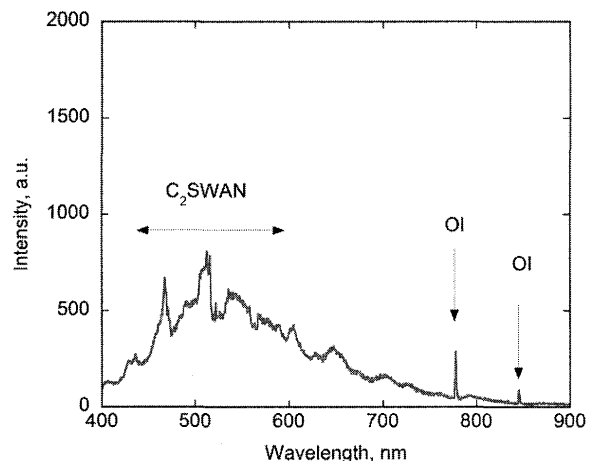


Fig. 3 Measured spectrum in the free stream region