

## ベークライトを用いた TSP の開発と極超音速風洞への適用

中本 浩樹\*, 坂上 博隆\*\*

\*東京大学 新領域創成科学研究科(宇宙航空研究開発機構 研修生)

\*\*宇宙航空研究開発機構 研究開発本部

大気圏再突入機などの極超音速流れで飛行する機体の設計では、空力加熱から如何に機体を防護するかが大きな課題となる。空力加熱を見積もるためには風洞試験を行い、模型表面の温度計測を行う必要がある。温度計測法としては熱電対や赤外線カメラなどが用いられるが、それぞれ短所を有しており、新たな温度計測法が求められている。そこで、本研究では極超音速風洞試験に適用可能な新しい温度計測法を提供することを目的とし、手法の開発と評価を行った。本手法の最大の特徴は、感温発光能力を有した耐熱樹脂素材(ベークライト)を温度計測に利用する点である(図 1)。ベークライトは発光能力を有しており、紫外線を照射することで、図 2 のように発光する。図 2 が示すように、ベークライトの発光強度は自身の温度により変化する。本手法ではこの特性を温度計測に利用した。その他の特徴として、ベークライトは高耐熱性、低熱伝導率を有し、風洞模型として必要な強度も備えていることが挙げられる(表 1)。

ベークライトを用いた温度計測法の有効性を評価するため、東京大学柏キャンパスの極超音速高エンタルピー風洞を利用して試験を行った。試験装置等の構成、気流条件をそれぞれ図 3、表 2 に示す。ベークライトから風洞試験用の球型模型を作製し、風洞試験を行う。その際、模型の発光量の変化を高速カメラにより撮影する。これにより、発光量の変化から模型表面の温度を算出することができる。本手法の有効性を評価するため、風洞に備え付けられた IR カメラで通風中の模型表面の温度分布を計測し、結果を比較した。試験結果を図 4、図 5、図 6 に示す。これらの結果から、本手法により計測した温度分布は IR カメラの結果と同様な傾向を捉えられていることを確認できる。定量的に比較すると、IR カメラに対し本手法は約 20 から 30[degC]ほど高い温度を計測した。

極超音速風洞試験に適用可能な温度計測法として、ベークライトの感温発光特性を利用した手法を提案し、その手法の有効性を風洞試験により評価した。その結果、本手法で得られた温度分布は IR カメラの結果と同様な傾向を有していることを確認した。今後の課題としては、計測精度の改良などが挙げられる。

- (1) 椎根啓太, 鈴木宏二郎, 坂上博隆, “空力加熱計測を目的としたベークライトを基盤とする感温コーティングの開発”, 第 7 回学際領域における分子イメージングフォーラム, 2011.



図 1 ベークライトの概観

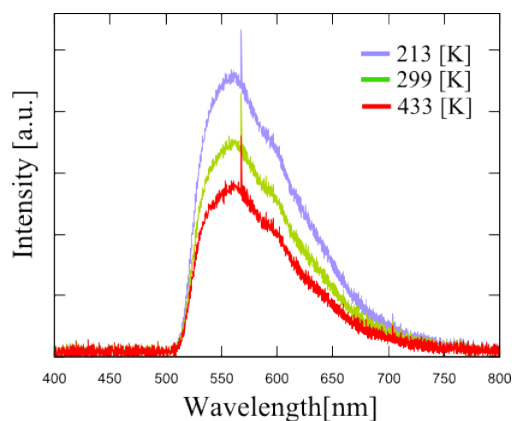


図 2 ベークライトの発光波長と感温特性

表 1 ベークライトの特徴

高耐熱性	: 約 200 [degC]
低熱伝導率	: 0.42 [W/m/K]

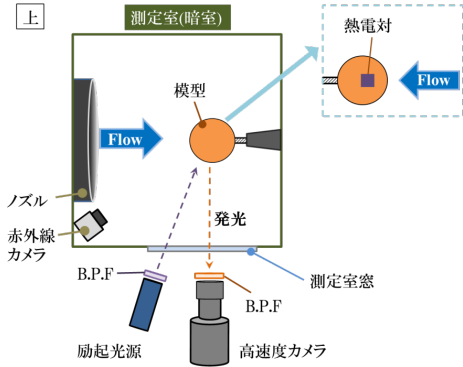


図 3 計測装置の構成

表 2 気流条件

マッハ数	: 7
よどみ点圧力	: 約 950 [kPa]
よどみ点温度	: 約 600 [K]
通風時間	: 10 [s]

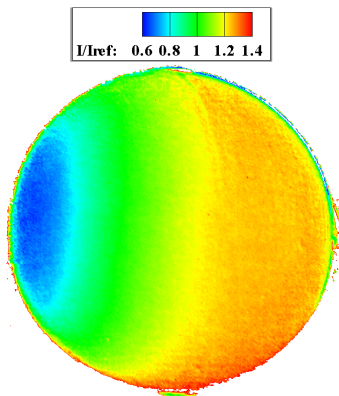


図 4 模型の発光量比  
(本手法により計測)

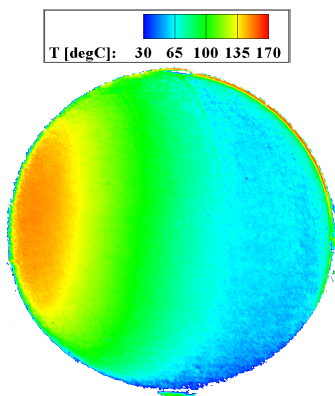


図 5 模型の表面温度  
(本手法により計測)

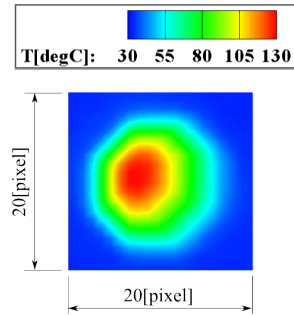


図 6 模型の表面温度  
(IR カメラにより計測)