

サーミスタを用いた多色温度計による気象4要素の測定

41M21512 竹本 悠人

1. サーミスタを用いた多色温度計

火星着陸機に搭載することを想定した気象測器として、多色温度計の開発が進められている。多色温度計は、表面の放射特性が異なる複数の温度センサで温度を測定し、測定される温度の違いから、気温、日射量、熱放射量、風速を推定する。竹本卒論(2021)は、温度センサにサーミスタを使った多色温度計を作製し、基本的な動作を確認した。本研究は、竹本卒論(2021)の多色温度計を改良するとともに、野外で観測をおこなって気温・日射量・熱放射量・風速の推定を試みた。

2. 多色温度計の改良

空気中に剥き出しの状態で作られたセンサの温度 T は、周囲の空気との熱交換(右辺第1項)、自身が射出する熱放射による冷却(右辺第2項)、周囲が射出する熱放射 L の吸収(右辺第3項)、日射 S の吸収(右辺第4項)、によって決まる。

$$C \frac{dT}{dt} = -hA(T - T_a) - \epsilon\sigma T^4 A + \epsilon LA + \alpha SA + Q$$

ここで、 C はセンサ熱容量、 h は熱伝達係数、 A はセンサ表面積、 T_a は気温、 ϵ は放射率、 σ はステファン・ボルツマン定数、 α は吸収率、 Q はセンサ発熱量、である。放射率や吸収率の値が異なるセンサを用いて独立な熱収支の式を立てることができるので、測定結果から気象要素を推定することができる。本研究では、竹本卒論(2021)で使用した5色(白、黒、灰、銀、アルミ)に加えて、新たに5色(金、銀、ガンメタリック、黒着色アルミ、銅)のサーミスタを作成し、放射環境を制御した室内実験をおこなうことで、気象要素の推定に適した組み合わせとして、白、黒、アルミ、金、の4つを選定した。

3. 実証実験

多色温度計をアメダス(岡山) の隣、約 10m の位置に設置して、2022 年 12 月 9 日から 2022 年 12 月 14 日の間に複数回観測をおこなった。2022 年 12 月 13 日の測定結果から、もっともらしい気象要素が推定できるよう温度計の各パラメータを調整して、気象要素を推定した結果を図1と2に示す。気温は多少のばらつきはあるもののアメダスとほぼ同じ、日射量は太陽が雲に隠される時刻に対応して変化することを確認することができた。

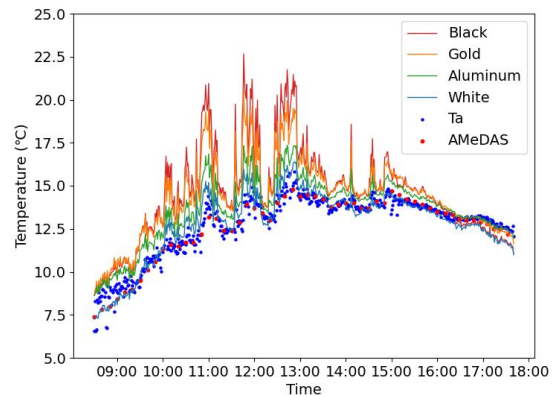


図1：サーミスタの温度と気温 T_a の推定結果。

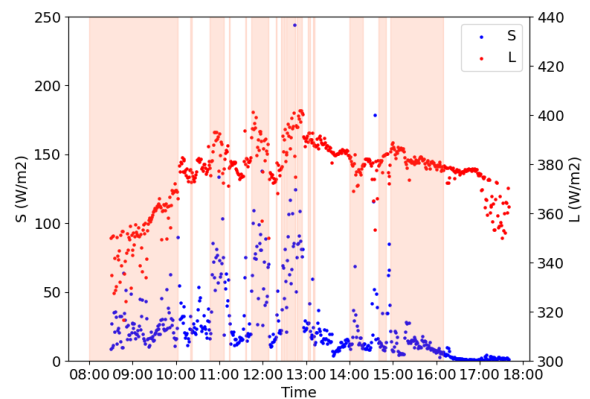


図2：日射 S と熱放射 L の推定結果。青は日射、赤は熱放射、網掛け部分は太陽が出ていた時間帯。