

# 惑星探査用気象測器の開発：3色温度計による気温測定の基本実験

05426504 大田凌平

## 1. 3色温度計

気温は惑星表層環境探査における最重要測定項目のひとつである。気象庁が業務としておこなっている気温の測定においては、温度計を換気扇の付いたステンレス製の筒に入れて日射を遮るとともに通風して気温の測定をおこなうが、惑星探査においては重量に厳しい制限があるため、換気扇やステンレス筒を使用しない、小型軽量かつ頑健な測器が必要とされる。

日除けなしの剥き出しの温度計に出入りする熱の収支は以下の式で表わされる。

$$C dT_c/dt = k(T_a - T_c) + \alpha S + \epsilon L - \epsilon \sigma T_c^4$$

ここで、 $C$ は温度計の熱容量、 $T_c$ は温度計の温度、 $t$ は時間、 $k$ は熱交換係数、 $T_a$ は気温、 $\alpha$ は日射の吸収率、 $\epsilon$ は熱放射の放射率、 $L$ は周囲から入射する熱放射、 $\sigma$ はステファン・ボルツマン定数、である。この式には、気温のほか日射と熱放射の強度が含まれているため、温度計の温度を測定しただけでは気温を決定することはできない。しかし、異なる吸収率と放射率をもつ温度計を2つ追加すれば、3つの未知数( $T_a, S, L$ )に対して3本の式をたてることができ、気温と日射と熱放射の強度を同時に決定することが原理的に可能となる(Schmidlin et al., 1986)。

本研究では、K型熱電対に黒( $\alpha$ 大、 $\epsilon$ 大)、白( $\alpha$ 小、 $\epsilon$ 大)、アルミ( $\alpha$ 小、 $\epsilon$ 小)の着色を施して3色の温度計を作成し、室内と野外で実験をおこなうことで3色温度計による気温測定の実現可能性について検討した。

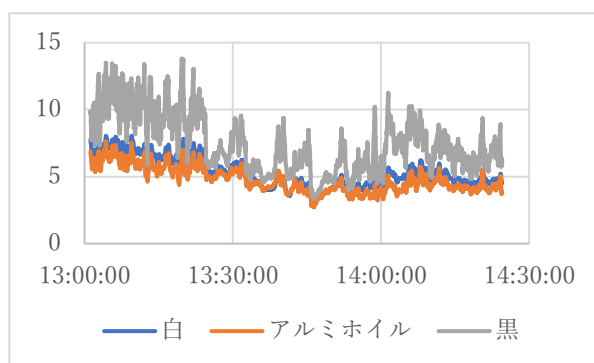
## 2. 実験(屋内)

周辺環境に対する温度計の応答を調べるため、実験室において計48通りの条件で測定をおこなった。日射強度は2灯のライトの点灯・消灯によって模擬し、熱放射の強度はヒーターの運転強度によって制御した。また、扇風機を使って送風することで、風速に対する応答も調べた。

ライトを消灯した暗闇条件( $S=0$ )でヒーター強度を変えておこなった測定では、ヒーター強度によって黒と白の温度計が示す温度は大きく変わるが、アルミの温度計が示す温度はあまり変化しないことが確認された。これは熱放射の放射率の違いから予想される応答であり、3色温度計によって熱放射強度の評価が可能であることを示している。また、風速を変えておこなった測定の結果からは、風速が速くなると周囲の空気との熱交換が大きくなることが確認された。3色温度計で気温を測定するためには、測定時の風速を知り熱交換係数を確定する必要がある。

## 3. 実験(野外)

2018年1月12日の13:01-14:24に、アメダス(岡山)の隣で3色温度計による測定を実施した。



図は3色温度計の示した温度の時間経過である。白とアルミの温度計が示した温度変動に比べ、黒の温度計が示した温度変動の大きいことがわかる。これは、日射の吸収率の違い(白とアルミは小、黒は大)によるものとして説明することができる。岡山大学天文台に設置されたスカイモニターが記録した空の画像と対応させることで、黒の温度計が高い温度を示すときは日射があり、黒の温度計が低い温度を示すときは雲によって日射が遮られていることが確認された。この結果は3色温度計によって日射強度の評価が可能であることを示し、日除けを使わない気温測定は実現可能であることを示している。