

惑星探査用気象測器の開発：3色温度計による気温測定

05427519 丸山敬貴

1. 惑星探査用気象測器

惑星探査用の測器には、厳しい重量制限がかせられて
いる。本研究は、小型軽量の気温測定装置である3色温
度計(Schmidlin et al. 1986)について、惑星探査への応
用を念頭においた基礎実験をおこなった。

2. 3色温度計の気温測定原理

温度計に出入りする熱の収支は以下の式で表される。

$$C \frac{dT_c}{dt} = kA(T_a - T_c) + \alpha S + \varepsilon L - \varepsilon \sigma AT_c^4$$

ここで、 C は温度計の熱容量[J/K]、 T_c は温度計の示度[K]、
 t は時刻、 k は熱交換係数[W/m²/K]、 A は温度計の表面
積[m²]、 T_a は気温[K]、 α は日射の吸収率、 S は温度計に
入射する日射の強度[W]、 ε は熱放射の放射率、 L は温度
計に入射する熱放射の強度[W]、 σ はステファン・ボルツ
マン定数[W/m²/K⁴]である。ここで、 C 、 k 、 A 、 α 、
 ε は温度計に固有のパラメタであり実験室でその値を調
べることができるものであるが、 T_a 、 S 、 L は測定時の
環境によって変化する。3色温度計は、 α と ε が同一で
ない3つの温度計を用いて同時に測定をおこない、3つ
の温度計の熱の収支の式を連立することで、測定時の T_a 、
 S 、 L を決定する。

3. 3色温度計の作成と性能評価

本研究では、器差補正をおこなったK型熱電対に白、
アルミ、黒の着色を施して3色温度計を作成した。

熱交換係数には一般に風速依存性があることを考慮
し、3色温度計による測定と同時に風速の測定もおこな
うことにした。熱交換係数は、 V [m/s]を用いて、田中
(1995)の式

$$k = 3.2 + 2.6V - 0.0065V^2$$

で与えた。

日射の吸収率と熱放射の放射率は、塗料の典型的な値
として小林(2001)にまとめられているものを使用した。

3色温度計の性能評価をおこなうため、アメダス(岡
山)の近傍(気温測定の測器が設置された場所から約10m
の地点)に3色温度計を設置して、昼間(5回)と夜間(3回)
に観測をおこなった。

図1は、2019年1月22日 2:18-6:18(夜間)におこな
った観測で得られた気温である。観測期間について、3
色温度計とアメダス(岡山)の気温はほぼ同じ時間変化を
示し、両者のずれは0.06度であった(最大は0.81度)。

図2は2019年1月12日 12:35-15:16(昼間)におこな
った観測で得られた気温である。この観測では風速の同
時観測ができなかったため、風速は約2.8km離れた地
点にあるビルの屋上で測定されたアメダスの風速のデ
ータを用いて気温を導出した。3色温度計で得られた気
温は、アメダス(岡山)とは明らかに異なる時間変化を示
し、両者のずれは最大で2.1度に達した。3色温度計の
気温がアメダスの気温からずれてしまったのは、気温の
導出に用いた各種のパラメタ(ε 、 α 、 k)の不確定による
ものと思われる。

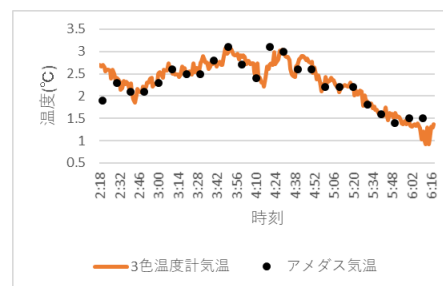


図1：2019年1月22日の観測結果

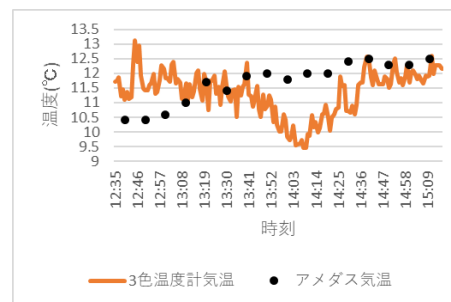


図2：2019年1月12日の観測結果