

月面温度の測定

染谷 玲希、田口 志保野、平井 彩恵、赤坂 有紀、綱島 芙美、梅津美希、大倉 彩咲、川端 ひ芳子(高2)、三枝 千春、室井 千堯、小船 有美、福原 育代(高1)

【埼玉県立春日部女子高等学校】

〈はじめに〉

2009年9月24日、私たちは赤外線放射温度計を用いた雲底高度の観測途中に、半月状であった月からの赤外線を捉えることに成功した。その後、機器の整備・調整を行い継続観測の結果、確実に月面温度が測定できることがわかった。私たちが調べた限りにおいて、「赤外線放射温度計を用いて月面温度を測定した」という前例はない。

〈目的〉

- ・赤外線放射温度計で月面温度を測る。
- ・月の位相角の違いによる赤外線強度変化を調べる。
- ・月の模型を作り、観測と一致するか確かめる。

〈観測〉

観測に用いた波長は $8\mu\text{m}$ ~ $16\mu\text{m}$ の中間赤外線領域で、この波長帯では地球大気はほぼ透明である。夜間だけでなく昼間でも観測ができる。赤外線放射温度計の空間的な感度分布、測定精度などは、ハロゲンヒーターを用いた室内実験で検定した。観測は図1のように、望遠鏡架台にモニター用のカメラと赤外線放射温度計をとりつける。赤外線放射温度計は 0.1°C の精度で1秒毎に測定、カメラは月の位置を30秒毎に撮影した。どちらもUSBケーブルでパソコンに繋ぎ制御した。観測をする際に重要なことは「月が赤外線放射温度計の中心を通るようにする」、「月の観測の前後に背景大気の色度を測ること」の2点である。なお、月による太陽光線中の赤外線の反射は、この波長領域では0.1%以下であり、ほとんど無視してよいことがわかっている。

〈データ解析方法〉

放射温度計の表示はセルシウス温度 $[^\circ\text{C}]$ であるため、絶対温度 $[\text{K}]$ に変換する。月からの赤外線は黒体放射とみなされるので、ステファン・ボルツマンの法則より赤外線強度 $(E[\text{W}/\text{m}^2])$ を求める。

$$E = \sigma T^4 \cdots (1)$$

$$\sigma = 5.6704 \times 10^{-8} [\text{W}/\text{m}^2/\text{K}^4]$$

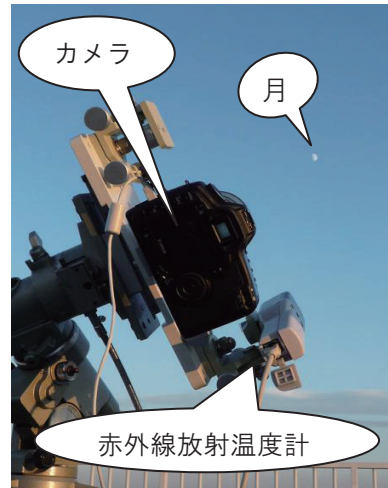


図1 観測機器

赤外線強度が求まったら、背景大気を差し引く。次に、観測日の月の視直径と放射温度計の視野(2°)の面積比率から、月からの赤外線の全放射量を求め、(1)を再度用いて温度を計算する。ここで求められる温度とは「月面平均温度」である。

〈可視光線、モデル実験との比較〉

私たちが測った満月の温度は117°Cであった。月の昼側の温度は130°C程度と言われているが、きわめて近い値が求められた。さらに昨年度から1年間かけて、位相角による変化を観測によって求めた。そして、この結果を説明するため、月の模型を製作して赤外線強度の特性を調べてみた(図2)。大きな砂団子を作り、太陽の代わりにハロゲンヒーターを用い、模型から発せられる赤外線強度を、月を観測した機器で測定した。実際の観測と砂団子から求め

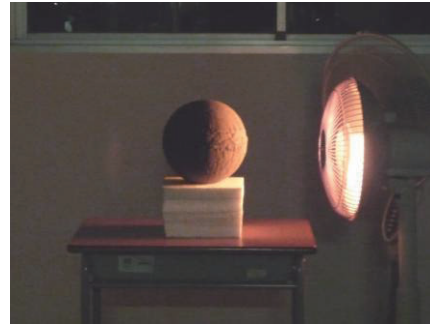


図2 砂団子によるモデル実験

た赤外線強度の比(満月と半月)を比較すると、ほぼ一致した。最終的に、可視光線等級(理科年表)との比較をするため、月および月模型からの赤外線強度は、ポグソンの式を用い赤外線等級を求めた。縦軸の等級スケールを合わせた結果を図3に示す。

〈考察とまとめ〉

月を可視光線と赤外線で観測すると、位相角による放射強度の変化が異なる。赤外線の方が位相角の変化に対して緩やかな変化をみせる。モデル実験の赤外線計測からも同様の結果が得られた。この理由は、可視光線が太陽光のそのままの反射であること、赤外線は暖められた月面からの放射であることの本質的な違いからである。月面はレゴリスと呼ばれる細かな岩石片や砂で覆われている。このような表面の熱的な特性を考えることによって、違いを説明することができる。また、太陽系天体のなかで、レゴリスで覆われている天体ならば、この観測・実験は応用することができるだろう。

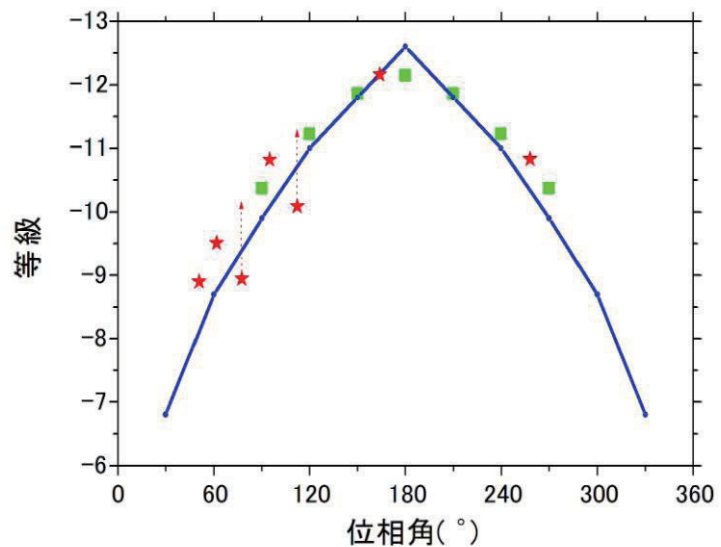


図3 月からの可視光線および赤外線強度の位相角依存性
実線:月の可視光線等級、★:月の赤外線等級、■:モデル実験