

太陽光を受けて光る天体の分光分析

長尾朋、太田耀文（高2）、渋谷彩乃、高崎夏子、神尾朱音（高1）

【埼玉県立浦和西高等学校地学部】

1. はじめに

天文の研究は、測光と分光といった物理的な解析によって行われるが、本研究では、分光による方法で2つのテーマに取り組んだ。ひとつは、2011年12月10日の皆既月食、もうひとつは、2012年7月31日に行った京都大学付属飛騨天文台DSTドームレス太陽望遠鏡による月面分光である。ともに、太陽を光源とする光が月面に当たることで生じる変化をとらえようとするものである。

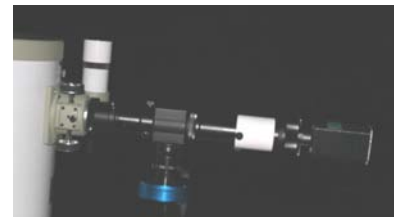
2. 観測

(1) 2011年12月10日 皆既月食による地球大気の吸収線について

- ・観測地 埼玉県立浦和西高等学校屋上
- ・観測機材 25cmニュートン式反射望遠鏡、自作分光器（300本/mm反射式回折格子）
Atik-Titan冷却CCDカメラ

太陽、満月、および皆既月食中の月面の可視光スペクトルを撮像し、それぞれを比較した。

地球大気によるフラウンホーファ吸収線（A線、B線）と太陽大気による吸収線の吸収率の違いをマカリで測定した。



【写真1】自作分光器

(2) 2012年7月31日、月面のカンラン石による $1.05\mu\text{m}$ の吸収

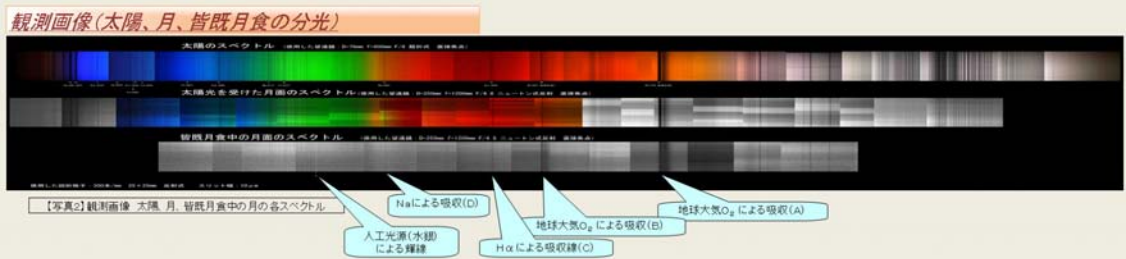
- ・観測地 岐阜県高山市 京都大学付属飛騨天文台
- ・観測機材 DST（ドームレス太陽望遠鏡）垂直分光器
Photometrics CH350裏面照射型赤外線冷却CCDカメラ
（国立天文台太陽観測所より借用）

月探査衛星「かぐや」は、その分光観測から、月面でのカンラン石による波長 $1.05\mu\text{m}$ の吸収が、クレーターの外周部で局所的に存在することを発見した。この吸収を地上から検出するため、750、875、1050nmの分光強度を、危難の海クレーター東縁で測定し、その吸収の検出を試みた。

3. 結果

(1) 皆既月食

観測画像より、光源である太陽の大気による吸収線が満月、皆既月食にも現れている。



皆既月食は地球大気を長く通過した光であるため、地球大気による吸収（フラウンホーファーA、B線）が卓越することを予想し、検証を行った。その結果、右図のように、C、D線の吸収率が90%程度であることに比べて、A、B線では60.8%、74.4%と大きな値を示し、予想通りの結果が得られた。

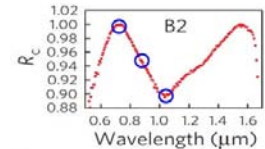
皆既月食分光の結果

フラウンホーファー	吸収物質	波長[nm]	皆既月食時の吸収率	満月時の吸収率	太陽面の吸収率
A	O ₂	759.370	60.8 %	24.1%	10.1%
B	O ₂	686.719	74.4 %	62.7%	23.6%
C	H(H α)	656.281	90.1 %	65.3%	24.3%
D	Na	589.594 588.997	90.2 %	68.5%	26.3%

【図1】 フラウンホーファーA、B、C、D線における吸収線の深さ(吸収率)
 吸収率: 吸収線近傍の明るい領域の輝度値に對して、吸収線中心の輝度値の割合。値が小さいほど吸収が大きいことを表す。皆既月食時、A、B線における吸収率が大きくなった。これは、皆既月食時月面を照らす光は、地球大気を長く通ってきたものであることに起因すると考えられる。

(2) カンラン石

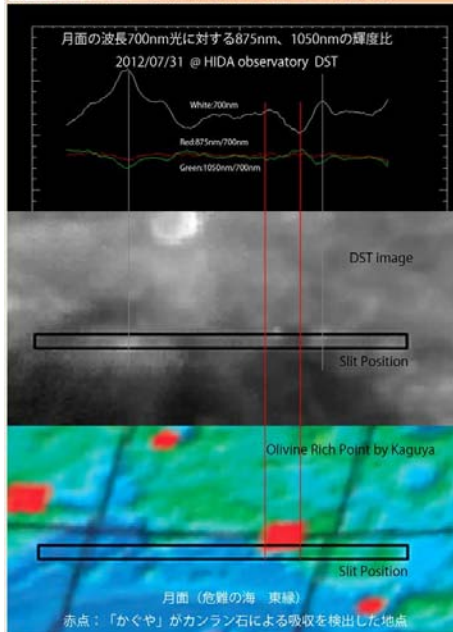
DSTは高分散のため、カンラン石の吸収全体を見ることは出来ない。そこで、700,875,1050nmの3点を撮像し、700に対する875、1050の輝度比が吸収によって小さくなることを検出することにした。



【図2】カンラン石の吸収

しかし、太陽観測用望遠鏡にとって月の明るさは十分ではなく、多くの露出時間をかける必要があった。各波長について3枚ずつ撮像を行い、ダーク、フラット処理を施した画像を波長方向に積分してスリット位置での輝度とした。解析の結果、残念ながらカンラン石による吸収を検出することは出来なかった。

飛騨天文台 観測結果(月面の分光)



【図3】雑誌ネイチャーに掲載された危険の海淵辺のカンラン石の吸収が認められる地点

4. 考察

2つの観測とも光源の光量に対して分光器の分散が大きく、撮像に要する露出時間が長くなってしまった。そのため、望遠鏡が目標をきちんと追尾できていたかどうかの疑問が残る。DSTはわずかにカンラン石が検出された地点からずれてしまっていた。低分散の分光器を使うなどの改善が必要である。

【図4】月面分光結果
 上のグラフで、白線は月面の輝度グラフ、これより、下の画像との位置あわせを行った。赤線は700nmに対する875nmの輝度比、同様に緑線は700nmに対する1050nmの輝度比である。
 ・赤い縦線の範囲をみると、残念ながらグラフ赤線(875/700)、緑線(1050/700)の輝度比低下はみられなかった。
 検出に失敗した原因として
 ・今回の観測で「かくや」がカンラン石による1050nmの吸収を検出した地点とDSTのスリット位置がわずかにずれていた。
 ・露出時間が5分と長く、この間DSTは正確に月面を追尾できなかった。
 ・5分間露出でも1050nmの画像は露出不足で鮮明な画像が得られなかった。
 などが考えられる。

5. まとめ

今回の観測は、私たちにとって初めての分光観測にもかかわらず、少々難しすぎるテーマを設定してしまった。基本を再度押さえた上で、研究を続けていこうと考えている。さらに、撮像範囲を広げ、2次元での解析が出来るように進めていきたい。

6. 謝辞

飛騨天文台での観測および観測データの解析では、多くの研究者の方に協力していただきました。この場を借りて御礼申し上げます。