

2025年9月8日皆既月食におけるターコイズフリンジのRVB色彩調査

愛知県立一宮高等学校地学部月食班：

朝倉 花怜、鈴木 沙悠、福川 真彩、森本 月那、安田 理紗子（高1）【愛知県立一宮高等学校】

1 研究背景

本校先輩の先行研究^{※1}を引き継ぎ、ターコイズフリンジという現象について興味を持った。ターコイズフリンジの色彩は実際にターコイズ色をしているのか解明することを目的とし、本研究では月食時の地球本影境界付近の色彩を調査することで、ターコイズフリンジの位置をR/V,V/B比の値変化で示した。

2 方法

〈予備計算方法〉

- (1) 2024年9月のデータ^{※2}の半値幅をオゾン層とし、三角関数を用いて、太陽光が通過するオゾン層の厚みを求める。
- (2) 図1、図2、図3より光の透過率を読みとる。
- (3) (2)で求めた吸収率をもとに次の式で光の強さを計算する。

$$\text{光の強さ} = (\text{A nmのフィルターの透過率}) \times (\text{A nmのカメラの感度}) \times (\text{A nmのシャビュイ帯の透過率}) \times \text{N}$$

N = M km地点でのオゾン層/天頂のオゾン層の厚み
RVBのフィルターの半値幅の光の強さの総和をRVBの色とする

- (4) (3)の値を用い、0から255のRGB値に変換し、色彩模式図を作成。

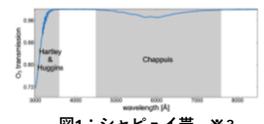


図1：シャビュイ帯 ※3

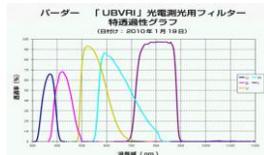


図2：フィルターの透過性 ※4

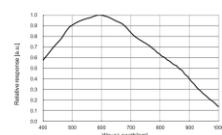


図3：カメラ特性 ※5

〈撮影方法〉

現象が深夜であったため、StellaShot3のスケジュール撮影機能を用いて撮影を行った。

場所：愛知県立一宮高校屋上

機材：ZWO社ASI-290MM、バーダーRVBフィルタ(図2)、タカハシFS-Q106(f 530mm)

時間：2025年9月7日22時17分から2025年9月8日4時54分

〈解析方法〉

- 【A】画像をStellalImage10を用いダーク、フラット処理
- 【B】月食画像÷満月画像を行い月面の模様を消す
- 【C】スバル画像処理ソフトMakali`Iを用い月面上の約20点を開口測光
- 【D】Microsoft ExcelとStellaNavigatorを用い、測光した点の明るさを露出一秒にそろえ本影中心との角距離とで散布図(図6)を作成
また、観測結果より色彩模式図を作成

3 結果・考察

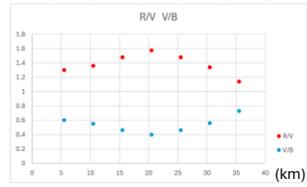


図4：R/V(赤色) V/B(青色)

(3)の手順で求めたR,G,Bの透過率より、R/V,V/Bをグラフ(図4)に表した。→このグラフと同じ形状が観測結果に見られた箇所が、ターコイズフリンジであると考えられる。



図5：色彩模式図

図1、図2、図3の透過率をもとに、RGB値に変換、色彩模式図(図5)を作成
→フィルターをかけたことによりBの値が大幅に下がり、黄色が強くなったと考えられる

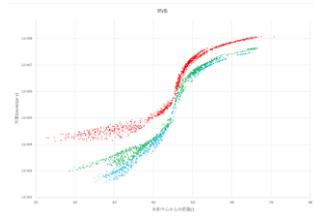


図6：月の明るさグラフ

- 45'付近まで
 - ・R>V>B
 - ・他範囲より暗い→赤銅色
- 45'から50'
 - ・R>V≒B
 - ・比較的V, Bの値が大きい

45'付近まで

→大気により光が散乱した、地球本影内部のデータと考える
V, Bは波長が短く、より強く散乱したためR>V>B

45'から50'

→明るさが急激に変化し、V, Bの割合が増加
→この範囲で半影と本影が切り替わった

図6のデータをもとに図7、図8を作成した。

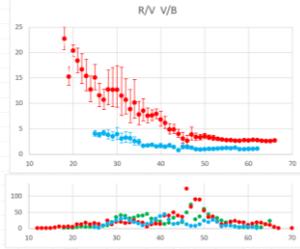


図7(上)：R/V(赤色) V/B(青色)

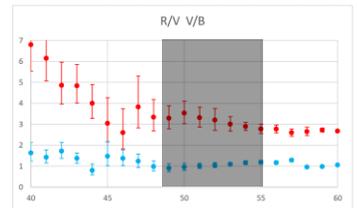


図9：図7の拡大

- ・41'から内側になるにつれR/Vは増加する傾向
→Rの大きい本影内部
- ・図9の網掛け部分(49'~55')で、図4と似た推移をしている
→この範囲でターコイズフリンジが観測されたと考えられる

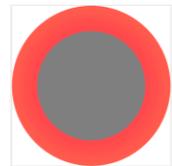


図10：観測結果の色彩模式図

図7の結果からR,V,Bの比の値を求め、RGB値に変換、色彩模式図(図10)を作成

- ・想定値よりも、Rの値が強い結果になった
→月食の影の赤銅色が色彩模式図には反映されていないことによる違いと考えられる
- ・図9の網掛け範囲は、想定よりも5'ほど半影側に見られている
→影がにじむ原理で、シャビュイ帯の影響を受けた光が直進した場合よりも外側へにじんでいると考えられる

5 今後の展望

- ・2026年3月の皆既月食においても観測を行いデータを比較
→研究の精度向上や大気の影響の差がターコイズフリンジにどのような影響を与えるのか調査することを目指す。
- ・想定値と測定値の差となる要因を特定し、正確なターコイズフリンジの要因について考察する。
- ・今回の予備計算では、太陽光が地球大気の手前を直進した場合のみを想定しているため、太陽光が斜めに大気を通過した光も想定に加え、計算をする。

参考文献

- ・※1ターコイズフリンジの色彩に迫る2022 <https://www.asj.or.jp/jsession/2023haru/files/12T.pdf>
- ・※2気象庁 月平均オゾン分圧の高度分布グラフ https://www.data.jma.go.jp/env/ozonehp/sonde_graph_monthave.html
- ・※3 Atmospheric extinction properties above Mauna Kea from the Nearby SuperNova Factory spectro-photometric data set | Astronomy & Astrophysics (A&A) https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2013/01/aa19834-12/aa19834-12.html
- ・※4 バーダー 「UBVRI」光電測光用フィルター透過性グラフ <http://www.sbig-japan.com/BaaUBVRI/JI.html>
- ・※5 カメラ特性 KYOEI-OSAKA <https://www.kyoei-osaka.jp/SHOP/zwo-asi290mm.html>