

月の観測 ～月食による赤みの違い～

中等教育教員養成課程理科専攻
金光研究室 272306 小峯里穂

1. はじめに

2018年7月28日の未明から明け方にかけて、皆既月食が見られた。皆既月食は年に1, 2回、もしくは起こらない年もある珍しい天体現象である。月食とは、月が地球の影に入り、暗くなって見えなくなるというイメージであったが、実際に見てみると赤黒い月が見えた。そこで私は、皆既月食中に月が暗くなり見えなくなるのではなく赤黒く見えるという現象に着目し、研究の題材にした。

本研究では、天体画像処理ソフトウェアを用いて、2018年7月の皆既月食と過去の皆既月食の皆既中の時間経過に伴う月の色の様子について、分析・比較した。皆既中の色の変化は、月の画像の赤い部分について、赤成分(R)、緑成分(G)、青成分(B)に分解し、それらの時間的変化をグラフにまとめた。また、2014年10月の皆既月食のデータも同様に分析し、皆既月食における月の赤みの違いについても研究した。

2. 月食について

○月食のしくみ

地球と月は太陽の光を反射して輝く天体である。地球にも光による影があり、太陽とは反対方向に伸びている。この地球の影の中を月が通過することによって、月が暗くなったり、欠けたように見えたりする現象が月食である。月食は、太陽、地球、月が一直線に並ぶとき、つまり、満月のときに起こる。しかし、満月のたびに月食が起こるわけではない。それは、星空の中での太陽の通り道（黄道）に対して月の通り道（白道）が約5度傾いており、普段の満月は地球の影の北側や南側にそれたところを通るためである。

○地球の影に対する月の動き

地球の影には「本影（太陽光がほぼ遮られた濃い影）」と「半影（本影を取り囲む薄い影）」

の2種類があり、月がどちらの影に入り込むかによって、月食の呼び方が変わる。月の一部または全部が半影にだけ入った状態を「半影食」

という。半影は薄い影であり、目で見ただけでは月が欠けているかどうかははっきりとはわからない。そして、月の一部または全部が本影に入った状態を「本影食」という。一般的に月食というと「本影食」を指す。本影は濃い影であり、月がはっきりと欠けたように見える。月の一部だけが本影に入り込む現象を「部分食」、月のすべてが本影に入り込む現象を「皆既食」という。

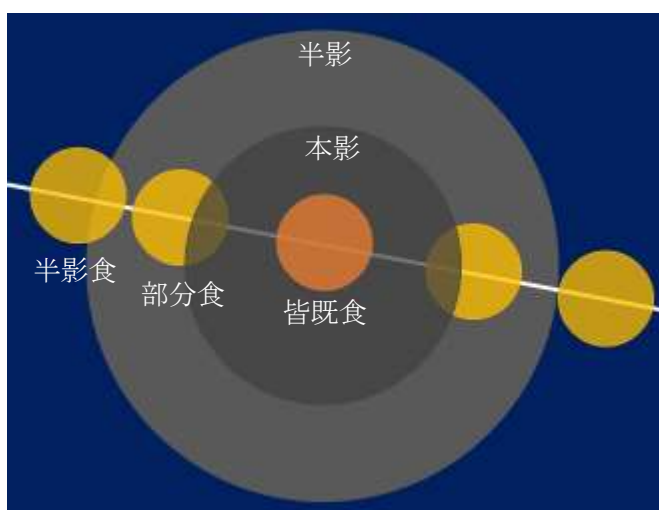


図1：半影食と本影食

入り込む現

○赤銅色に見える月

皆既食中は、月が本影の中に完全に入り込む。しかし、皆既食中の月は真っ暗になるわけではなく、「赤銅（しゃくどう）色」と呼ばれる赤黒い色に見える。太陽光が大気中を通過する際、波長の短い青い光は空気中の分子によって散乱され、ほとんど大気中を通過することができない。一方、波長の長い赤い光は散乱されにくく、光は弱められながらも大気中を通過することができる。そして、太陽光が屈折されて本影の内側に入り込む。このかすかな赤い光が皆既中の月面を照らすため、月が赤黒く見える。

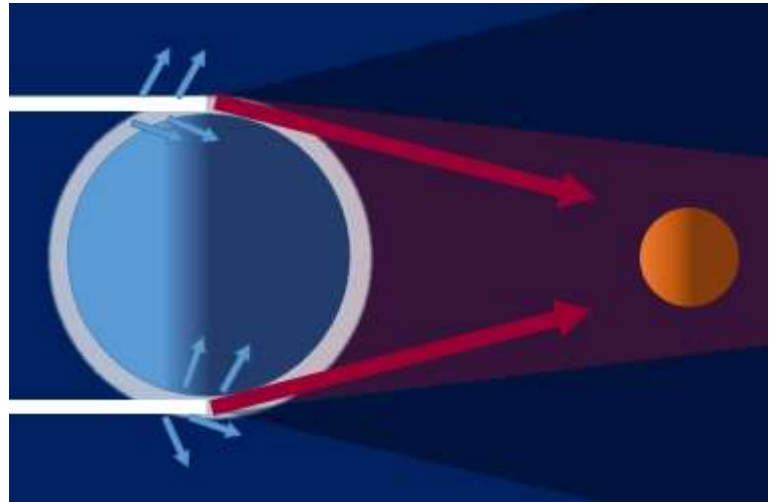


図2：赤銅色に見えるしくみ

○月食の色の違い

- ・火山噴火による大気の状態

火山灰や火山噴出ガスが成層圏（地上約 15km 以上）にまで達するような大きな火山活動が起こると、大気中に火山灰や噴出ガスから生成される小さな塵が長い間浮かんで漂う。この塵によって、大気を通り抜けられる光が少なくなるため、皆既中の月が暗くなるのだと考えられている。

- ・食分の深さ

同じ地球の影の中でも、影の中心になるほど月に届く光の量は少なくなる。2018年7月28日の皆既月食は、月が地球の本影のほぼ中心を通ったため比較的暗く、長い時間皆既月食が続いた。

○ダンジョンの尺度

皆既中の月の色が異なることは、フランスの天文学者ダンジョンが20世紀初頭に気づき、「ダンジョンの尺度」という色の目安を用いて、皆既中の色を調べた。ここで、この尺度を表にまとめる。

尺度	月面の様子	色
0	非常に暗い食。月のとりわけ中心部は、ほぼ見えない。	黒
1	灰色か褐色がかかった暗い食。 月の細部を判別するのは難しい。	灰色または こげ茶色
2	赤もしくは赤茶けた暗い食。たいていの場合、影の中心に一つの非常に暗い斑点を伴う。外縁部は非常に明るい。	暗い赤
3	赤いレンガ色の食。影は、多くの場合、非常に明るいグレーもしくは黄色の部位によって縁取りされている。	明るい赤
4	赤銅色かオレンジ色の非常に明るい食。 外縁部は青みがかっており大変明るい。	オレンジ

3. 使用機材・データ編集ソフト

○使用機材

機材	メーカー	備考
望遠鏡	Nikon	口径 100mm, 焦点距離 1200mm (F12), 視野 56'
デジタル一眼レフカメラ	Nikon (D200)	1020 万画素
ビデオカメラレコーダー	Sony	381 万画素

○データ編集ソフト

ソフトウェア	メーカー	備考
「Stella Image ver.7」	Astro Arts	天体画像処理ソフトウェア

4. 観測方法

- ① 福岡県で見られる月食の開始時刻を調べておく。

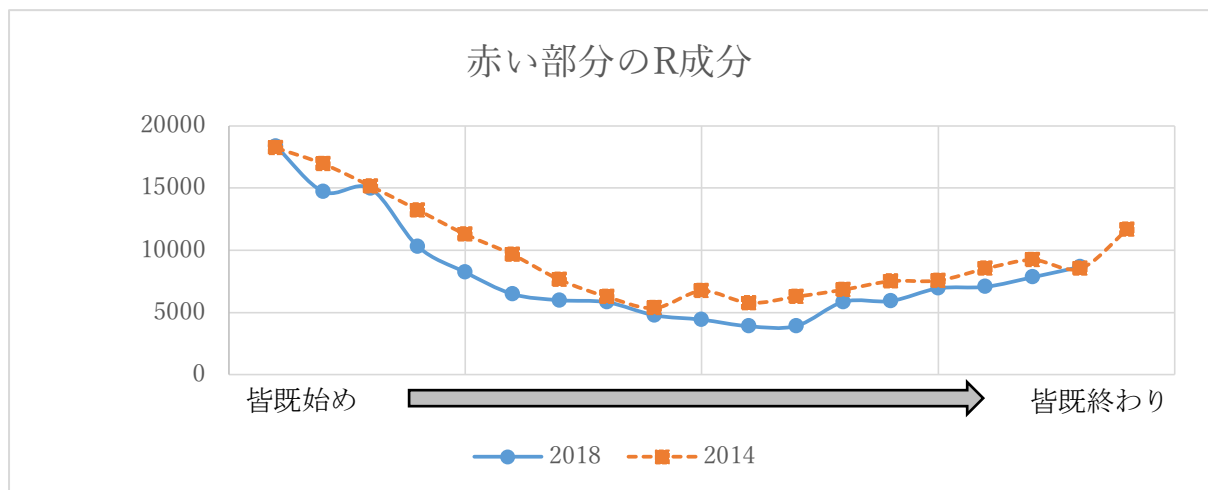
部分食の始めは 3 時 24 分, 皆既食の始めは 4 時 30 分, 食の最大は 5 時 21 分, 月の入りは 5 時 32 分である。明け方のため, 西の空の低い位置で観測できた。皆既食は 6 時 13.5 分まで続くが, 日本ではこの時刻よりも早く月が沈むため, 皆既食後の様子を観測することはできなかった。

- ② 口径 100mm の望遠鏡に月を入れる。
 ② 接眼レンズ部分にデジタル一眼レフカメラを固定し, 撮影する。

5. データ処理の方法

- ① 「Stella Image ver.7」で今回の月食の画像を開き, 赤い部分, 明るい部分, 暗い部分の 3 か所について RGB 成分に分解する。
 ② 他の画像や過去の月食の画像も同様に RGB 成分に分解する。
 ③ 皆既中の時間経過に伴う色の変化, 月食による色の違いを比較するために「excel」でグラフを作成する。

6. 結果と考察



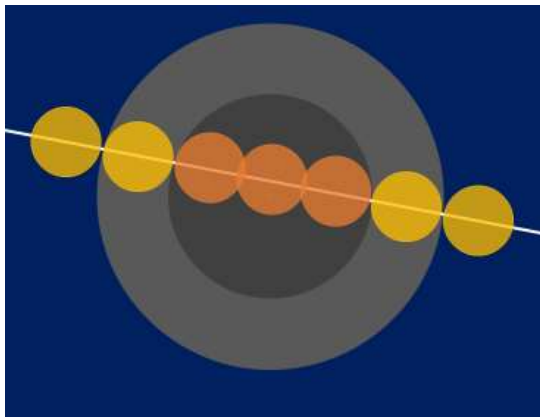
グラフ：2018年7月28日の皆既月食と2014年10月8日の皆既月食の赤みの比較

<考察>

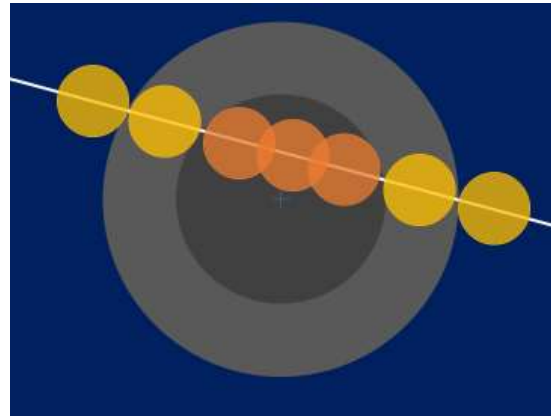
2018年7月28日の皆既月食と2014年10月8日の皆既月食の赤みの違いを比較すると、2014年の月食のほうが2018年の月食に比べて赤みが強いといえる。ダンジョンの尺度と画像を比較すると、2018年7月の皆既月食は2程度、2014年10月の皆既月食は3程度だといえる。

まず、大気の状態について考える。同年の火山噴火について調べると、2018年5月にはハワイ島のキラウエア火山の噴火、2014年9月には長野県の御嶽山での噴火があった。御嶽山の噴火は成層圏まで届くような大規模な噴火ではなかったため、2014年10月の月食には影響はなかったと考えられる。しかし、2018年5月のキラウエアの噴火は大規模であったため、成層圏がクリアではなく、暗い月食になったと考えられる。また、夏よりも冬のほうが空気が澄んでいるため、7月よりも10月のほうが空気が澄んでおり、明るい月食が見られたと考えられる。

次に、食分の深さについて考える。2018年7月の皆既月食では、月が地球の本影のほぼ中心を通ったため比較的暗かった。一方、2014年10月の皆既月食では、月の軌道が本影の中心から少しずれたところを通ったため、明るい月食になったと考えられる。



図：2018年7月28日の月の軌道



図：2014年10月8日の月の軌道

7. まとめ

本研究では、皆既月食の赤みの違いに着目し、今回の観測データや過去のデータをもとに研究を進めた。今回の皆既月食は月が西に傾いてから月食が始まり、欠けたまま沈む月没帯食であったため、高度が低く、皆既食の後半には空が明るくなってきたため、観測条件としてはあまり良くなかった。この観測データと過去の観測データを用いて、色みを数値で表し、月食の色は毎回同じではないことを証明することができた。そして、2018年と2014年の月食時の大気の状態や月の軌道によって、赤みが異なることを考察した。

今後の課題として、半影食は、目で見ただけでは月が欠けているかどうかははっきりとはわからないが、通常の満月時と半影食時の色の違いを今回用いたソフトで比較することが挙げられる。また、次の皆既月食は2021年5月26日なので、噴火などによる大気の状態や月の軌道から月食の明るさを予想し、実際に観測、分析を行っていきたい。