

観測キャンペーン「皆既月食の色を観察しよう！」実施報告

田中里佳*・弘田澄人*

Report of the observation research of "Let's see and report the color of the total lunar eclipse"

Satoka Tanaka*, Sumito Hirota*

はじめに

2022 年 11 月 8 日の皆既月食において、かわさき宙と緑の科学館（以下、科学館）では皆既中の月の色を観察するキャンペーン「皆既月食の色を観察しよう！」を実施した。

皆既月食は、太陽、地球、月が一直線に並び、太陽と反対側にできた地球の影に月が入ること起こる。地球の影は真っ暗にはならず、地球の大気を通過した太陽光が、大気で弱く屈折されて月に届く（図 1）。太陽光のうち、波長の短い青い光は、大気中の分子によって散乱されてしまい、大気を通り抜けることができない。一方、波長の短い赤い光は、散乱の影響を受けにくく、弱められながらも大気を通過して月へと届く。この光が皆既月食中の月面を照らすため、赤く見える。

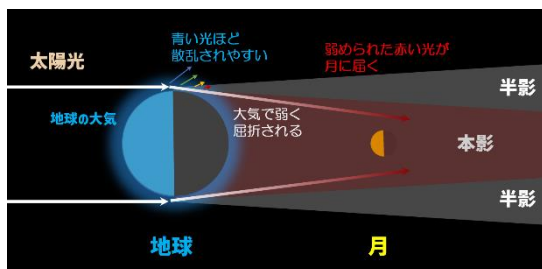


図 1. 皆既月食が赤い理由

赤い光は地球の大気を通り抜けた光であり、大気の状態を反映したものになる。よって、皆既月食中の月の色は、その時の地球の大気に含まれるチリの量などの影響を受け、毎回異なるものになる。

このような皆既月食の色の違いについては、かつてフランスの天文学者ダンジョンが、20 世紀初頭に調査をおこない、図 2 のような色見本（ダンジョンスケール）を作成している。以後、皆既月食の色の調査の指標として広く用いられている。本調査においても、この色見本を用いて、観察した月と一番近い色を選んでもらう方法を取ることにした。

にした。



図 2. 皆既月食の色の見本

また、科学館での観察会は、多数の参加者が集まることが予想されたため、COVID-19 の感染拡大防止の観点から実施を見送った。本キャンペーンをおこなうことで、観察会の代わりに自宅や職場など、それぞれの場所から空を見上げる機会となることを期待した。

表 1. 2022 年 11 月 8 日皆既月食の概要

時刻	現象	月の高度	食分
18:09	部分食の始まり	18.1	0.00
19:17	皆既食の始まり	31.7	1.00
19:59	食の最大	40	1.36
20:42	皆既食の終わり	48.5	1.00
21:49	部分食の終わり	60.8	0.00

実施方法

調査日時：2022 年 11 月 8 日(火)

観察時間：19 時 20 分～20 時 40 分のあいだでいつでも（皆既中の時間内で切りのよい時間とした）

調査方法：肉眼での観察

皆既中の月を観察し、色の見本から一番近い色を選んで回答してもらった。

回答は市のメールフォームを用いて収集した。チラシに報告フォームアドレスの二次元バーコードを掲載したほか、科学館ウ

*川崎市青少年科学館（かわさき宙と緑の科学館）Kawasaki Municipal Science Museum

ウェブサイトに特集ページを作成し、報告フォームへのリンクとチラシを掲載した。

表 1 の通り、今回は皆既食の継続時間が 1 時間 25 分と長時間だった。観察時間をあらかじめ 4 つに分け、月食の進行に沿って回答を集計できるようにした。報告 1 件に対して 1 つの時間帯を選んで回答してもらった。

報告期間：2022 年 11 月 8 日(火)～11 月 11 日(金)17 時

結果

市内を中心に、計 200 件の報告が集まった。皆既月食全体を通しての色の報告結果は図 3 の通り、[2]暗い赤という回答が最も多く 74 件 (37%) だった。次いで[4]オレンジ (53 件、27%)、[3]明るい赤 (41 件、21%) となり、[1]灰色・こげ茶 (25 件、13%)、[0]黒 (7 件、4%) という報告も見られた。

月食の進行に伴う色の変化について、時間帯ごとの報告結果を図 4 にまとめた。皆既食開始直後の 19 時 20 分～19 時 40 分は [2]暗い赤に加えて、[4]オレンジの回答が多かった。食最大の時刻である 19 時 59 分を含む、19 時 40 分～20 時にかけては、次第に [2]暗い赤、[3]明るい赤の割合が増えていった。食の後半となる 20 時～20 時 20 分、20 時 20 分～20 時 40 分にかけては、[4]オレンジと [3]明るい赤を合わせた割合が半数を超えていった。

観測場所、参加者の年齢層、参加したきっかけについて、図 5～7 にまとめた。図 4 の観測場所は 85%が川崎市内だったが、15%の市外からの参加もあった。(市外の内訳：東京都 4、神奈川県 7 (横浜市 3、相模原市 1、平塚市 1、厚木市 1、その他 1)、千葉県 3、埼玉県 2、長野県 1、三重県 1、大阪府 10、兵庫県 1、記載なし 2)。図 5 の参加者年齢層は中学生が多く、次いで 50～60 代、小学生、30～40 代の順であった。図 6 の参加したきっかけでは、知人の紹介、ホームページに次いで、科学館だより (学校配付) が多かった。市内の全小中学校への配付を行った科学館だより (2022 年 10・11 月号) に観測キャンペーンについての情報を掲載したため、学校の理科授業やクラスルームで観察を呼びかけて下さったところがあったようである。

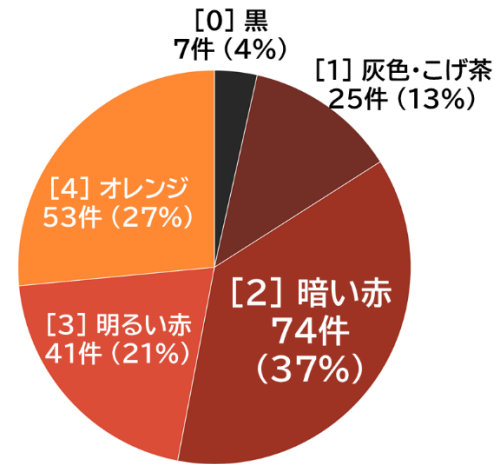


図 3. 皆既月食の色の報告結果 (全数)

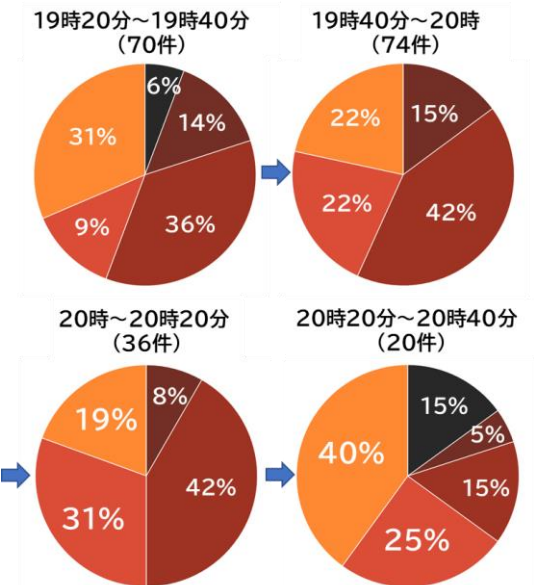


図 4. 時間帯ごとの色の報告結果

考察

皆既月食中の月の色の指標として用いた色見本 (ダンジョンスケール) に基づき、各時間帯の色の数値の平均値を求めたものが表 2 である。(黒 0、灰・こげ茶 1、明るい赤 2、暗い赤 3、オレンジ 4 として計算)

表 2. 観察時間帯ごとの色の数値

観察時間帯	色の数値 (平均値)
19 時 20 分～19 時 40 分	2.62
19 時 40 分～20 時	2.44
20 時～20 時 20 分	2.61
20 時 20 分～20 時 40 分	2.90

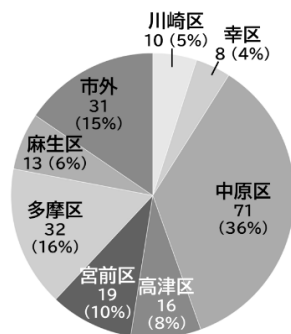


図 5. 観測場所

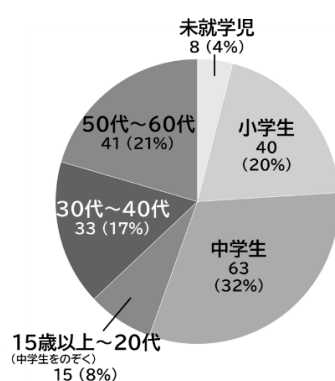


図 6. 参加者の年齢層

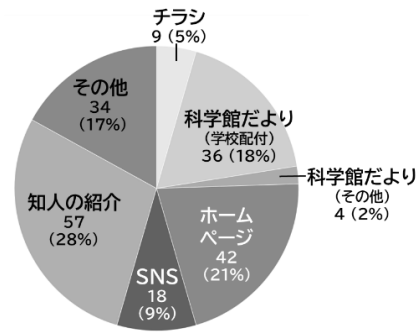


図 7. 参加したきっかけ

数値が小さいほど、より暗い色に近いことを示している。食最大の時刻を含む 19 時 40 分～20 時で 2.44 と最も数値が小さくなり、食の始めや終わりごろよりも暗く見積もられていることがわかる。地球の大気で屈折された太陽の光は、影の中心には届きづらい。皆既月食中の月が地球の本影を移動する間に、より影の中心に近いところを通る時ほど暗くなるためであると考えられる。

また、食の始めより終わりごろのほうが数値は大きく、より明るく見積もられている。今回の月食は、月の高度が皆既食中に 31.7 度から 60.8 度まで次第に高くなっていった。高度が低いと通過する地球の大気が厚く、より光の減衰を受けるため暗く見える。逆に高度が高いと明るく見える。月食の進行と共に高度の影響を受け、後半でより明るく見えたのではないかと考えられる。

文献のデータ（国立天文台による観察キャンペーン）をもとに、過去の月食観察結果との比較を行った。悪天候であった 2015 年をのぞき、過去 3 回（2011、2014、2018 年）の皆既月食のときと大きく変わらない結果となった。皆既月食の色は、地球大気に含まれるチリ（エアロゾル）の影響を受けることが知られており、過去には大規模な火山噴火による噴出物の影響で暗い月食となった例がある（佐藤・成瀬, 2014）。近年では 2021 年 8 月の福徳岡ノ場、2022 年 1 月のフンガ・トンガ海底火山の噴火などの火山活動があったが、これらの影響はみられなかったと考えられる。

報告の際に寄せられた感想（164 件）のうち、月食の色に関しては、赤色・真っ赤・赤銅など赤という感想が 23 件と最も多く、オレンジ色が 13 件、茶色が 1 件、黒が 2 件

表 3. 過去の皆既月食との比較

日時	始め頃	中頃	終わり頃	報告数
2011 年 12 月 10 日	2.52	2.59	2.50	1629
2014 年 10 月 8 日	2.49	2.29	2.43	2804
2015 年 4 月 4 日	-	(1.54)	-	179
2018 年 1 月 31 日	2.46	2.27	2.37	4630
2022 年 11 月 8 日	2.62	2.44	2.61 / 2.90	200

*2011 年～2018 年：国立天文台天文情報センターのデータを引用。2015 年は悪天候のため報告数が少なかった。

あった。全体的にきれい（47 件）、幻想的（9 件）、神秘的（11 件）というコメントが多く、同時に起こった天王星食と共に珍しい天体ショーを楽しんだ様子が伝わってきた。

参加型の観測キャンペーンを通して、貴重なデータを収集し解析することができた。市民にとっても天文現象を身近に感じ、興味をもつきっかけとなったと考えられる。

引用文献

国立天文台天文情報センター, 2018. 2018 年 1 月 31 日「皆既月食を観察しよう 2018」キャンペーン集計結果 <https://naojcamp.nao.ac.jp/phenomena/201801-lunar-eclipse/doc/201801-lunar-eclipse-result.pdf> (accessed on 2023-Dec.-22).
佐藤幹哉・成瀬裕子, 2014. 皆既月食観察会における皆既月食の色の観察. 川崎市青少年科学館紀要, (25): 31-33.