皆既月食の色を測る

兵庫県立大学附属高校自然科学部の研究から
時政典孝（兵庫県たつの市在住）

概要

兵庫県立大学附属高校自然科学部は、2011 年から皆既月食の色を、FITS 画像とマカリを使って測っている。2011 年と 2014 年の皆既月食はほぼ同じ色であったと思われる。皆既中の月はとても暗いので、この研究には夜空の明るさが 22 等級となるような場所で観測を行わなければならない。高校生にうってつけの研究なので紹介する。

はじめに

皆既中の月を照らすのは、地球大気をすり抜けた太陽からの光である。色の変化は、地球大気の浮遊物の量と関係があると仮定し、汚れていればより赤くなると考えて継続的な研究を行っている。

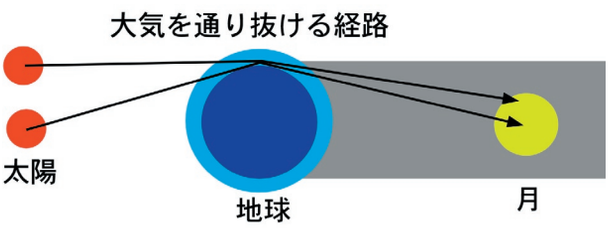


図１　地球の影の中心に近いほど光が届きにくくなる

観測

紹介するのは 2011 年 12 月 10 日と 2014 年 10 月 8 日の皆既月食で、2011 年は西はりま天文台公園で、2014 年は学校の天文台で行った。望遠鏡には 10 センチの屈折望遠鏡、カメラは一眼デジタルカメラを使用した。月の明るさが飽和しないよう、かつ月の暗い部分まで写ることが必要である。ISO は 400 で、皆既中は 4 秒ほどの露出が必要なので、赤道儀架台で月を追尾した。

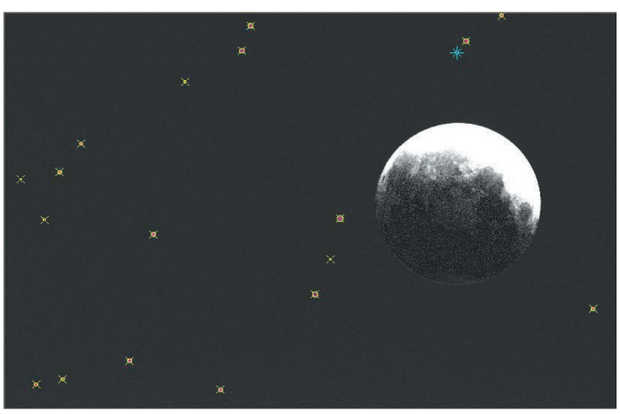


図２　月と周りの星が写る上の図程度の視野が最適

データは解析できるように RAW 形式で保存した。

解析

データを RAW 形式から FITS 形式に変換して、マカリで青色と緑色の明るさを調べる。明るさが解析に程よい 1 枚を選ぶ。月の高度による色の変化を補正するため、月の周りに写っている恒星を 20 個程度測る（図２）。

図３　星をクリックして表示される情報を使う

測った星の実際の明るさは、ステラリウムやステラナビゲータで表示される星の V 等級と B-V の値を使う。変光星は取り除いていない。測った星の明るさと実際の明るさの関係式を求め、後で月の明るさを測るのに使う。

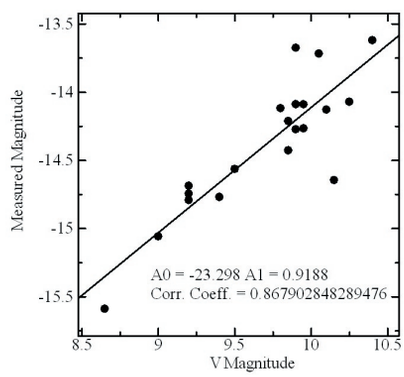


図４　測光の値と実際の明るさとの関係

月を全面にわたって 30 カ所程度明るさを測る。マカリで出力される明るさのカウント値を、１平方秒角の値に置き換えて等級とする。この等級を、先ほどの関係式を使って実際の明るさへ変換すると、月食の青色と緑色の明るさとなる。

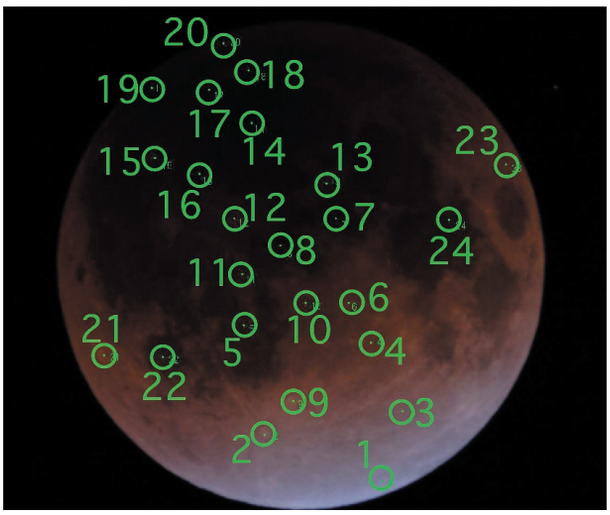


図５　月の表面 (1 平方秒角) をマカリで測光。

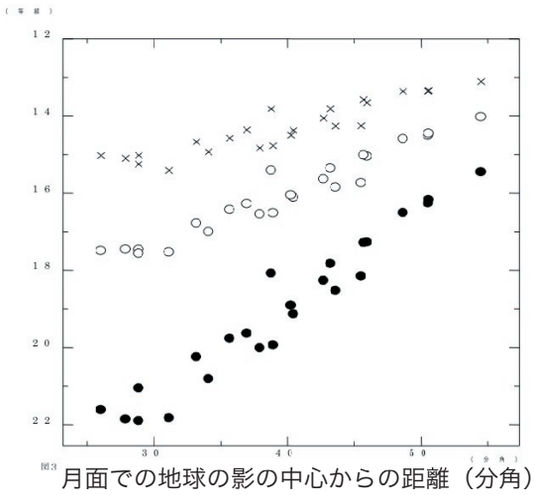
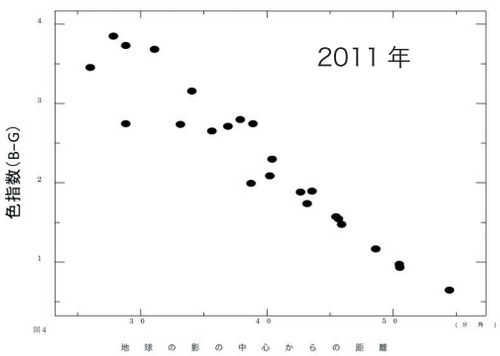


図６　2011 年の月食の明るさ　×赤　○緑　●青



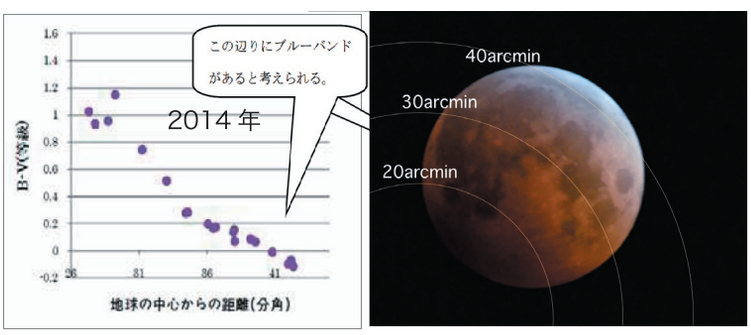
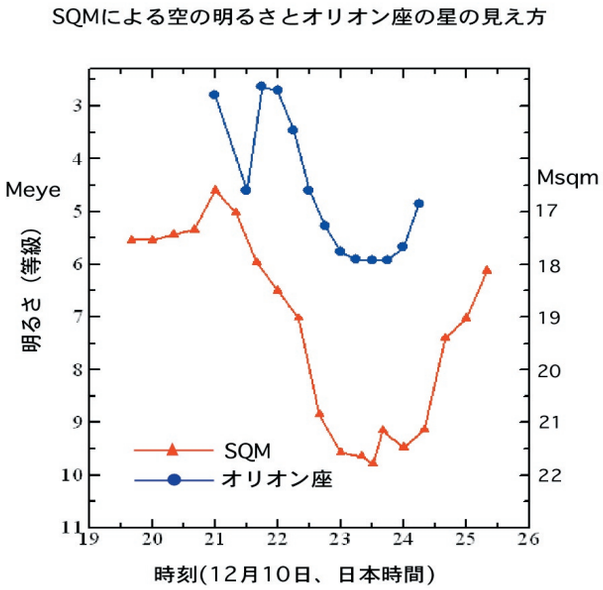


図７　2011 年 (上) と 2014 年の月食の色指数



参考１　皆既月食時の空の明るさの変化

結果

月食の色を表すために、月の青色の明るさから緑色を引く B-G 指数を導く。これを横軸を地球の影の中心からの距離 (分角) との関係を図に表す。2011 年はこの傾きが約マイナス 0.11。2014 年も約マイナス 0.11 でほぼ同じ色であったようだ。ただし、2014 年は影の中止から 34 分角辺りから急に色が変わって、傾きが約マイナス 0.04 となって青色側に変わっていた。

さいごに

観測や解析の手法が天文観測研究の基礎となっているし、考察にはさまざまな情報収集が必要で論理的な思考が求められるので、部活動での高校生の研究には向いていると思う。青色の光は地球の影の中心付近にほとんど届かないので、観測は夜空の明るさがなるべく暗いところで行うのが良い。2021 年 5 月 26 日の月食は低空なので観測は難しい。2022 年 11 月 8 日にはいい観測が望めそうなので、多くの学校で研究にチャレンジし、意見交換してはどうだろうか。