

GNC-40 と CMOS カメラを用いた系外惑星候補天体の測光観測の試み

瀬川諒*・鈴木秀彦*・弘田澄人**

Report of the photometric observation of the exoplanet candidate with GNC-40 and a commercial CMOS sensor.

Ryo Segawa*, Hidehiko Suzuki*, and Sumito Hirota**

研究の目的

系外惑星系を有する候補星は宇宙望遠鏡の目覚ましい活躍により急増している (Ricker et al., 2014)。一方、宇宙望遠鏡のマシントイムは限られており、特定の天体を長時間観測することは難しい。地上観測の役割はそれら候補星の精密測光を実施し、トランジット周期や深さを同定することで、連星などの変光星との選別を行うことである。日本全国には大口径の望遠鏡を有する公共天文台が点在しており、これらをスポット的に利用し系外惑星観測を実施することができれば系外惑星研究が進展することが期待される。そこで本研究では、市販の冷却 CMOS カメラ及び、かわさき宙と緑の科学館所有の 40 cm 望遠鏡 (GNC-40) を用いた系外惑星のトランジット観測に挑戦し測光精度などの評価を行った。本稿では 2022 年 9 月 26 日に実施した系外惑星候補星 (TOI 1168.01 b) (<https://www.taurushill.net/>) のトランジット観測結果について報告する。

観測装置

観測は GNC-40 (f=4,800 mm) に CMOS カメラ (ZWO ASI183GT) を装着し、直焦点で星像を撮像する方法により実施した。ASI183GT には光学フィルター用のホイールが装着されており、本稿で記述する 9 月 26 日の観測においては、グリーンフィルターを通した観測を実施した。また、フィルターホイールのスロットの一つに遮光版を挿入し、ダークイメージの撮像の際に利用した。露光時間は 60 s, Gain は Low、ビニングは 2×2 に設定した。

観測および解析手法調査期間

本研究では系外惑星を有する恒星候補である TOI 1168.01 b を観測対象とした。TESS 衛星 (Ricker et al., 2014) により候補としてリストされているが、変光星 (連星) である

可能性もある。以降、この星を目的星と呼ぶ。GNC-40 の架台は自動導入機能が付いていないため、視野への導入は目印となる明るい恒星を起点にし、架台の赤径目盛りおよび赤緯リングを目安に導入を行った。まず、目視で確認することができるサドル (はくちょう座 γ 星、2.23 等級) を直接導入し、目的星の赤経赤緯の差分から HD190771 (6.19 等級) を導入する。その後、カメラの視野の長手方向が赤経方向になるようにマウントを回転させたのち、赤経の+方向に微動させ、目的星と比較星に利用する恒星 (TYC 3150-1893-1、11.027 等級) を同視野に導入した。図 1 は 9 月 28 日に撮像した目的星および比較星である。視野内の星が目的星であるという検証は Astrometry.net (<https://nova.astrometry.net/>) WEB の自動同定機能を用いて行った。

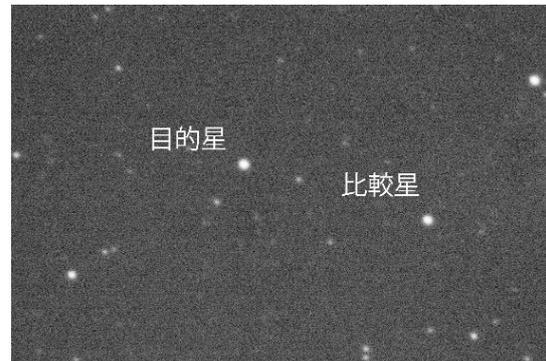


図 1. 観測データの例 (2022/9/26 19:18 撮影)

画像データから以下の手順で恒星の等級を抽出した。

- (1) 10 枚のライトフレームを平均した画像から 10 枚のダークフレームを平均した画像を減算し図 2 のフラットで補正。
- (2) 目的星、比較星周辺部をトリミングし 2 次元ガウシアンフィッティングにより恒星のピーク強度および背景強度を導出。
- (3) 目的星と比較星のピークカウント値の比

*明治大学 地球・惑星大気物理研究室 Meiji University

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

および比較星の等級 (11.027 等級) を用いてポグソンの式から目的星の等級を導出。図 2 のフラットフレームは晴天時の空の撮像によって得た画素間相対感度分布であり、図中の+印は観測中の目的星の位置を示している。徐々に移動するのは追尾精度によるものであるが、観測時間内 (19:36-22:31) にフラットが影響するほどの視野内での移動は見られなかった (500 ピクセルは約 100 秒角に相当)。

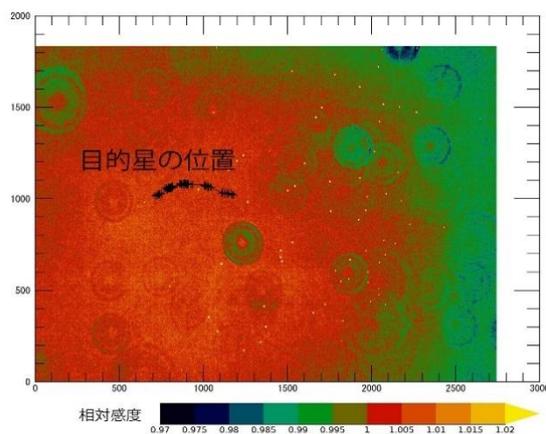


図 2. 視野内の相対感度分布 (フラット) および観測中の目的星の位置。

観測結果

図 3 は 2022 年 9 月 26 日の日本時間 19 時 36 分から 22 時 31 分までの間の目的星の測光観測結果である。縦線は NASA EXOPLANET ARCHIVE (<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>) から得られるトランジットの開始及び終了時刻の予想値である。減光のタイミングは捉

えられていないが、0.02 等級程度の増光を捉えることができた。予想されるトランジット深さ (0.01 等級) に対して大きな値を持つのは、大気の影響等による減光トレンドが影響している可能性がある。しかし、民生品の CMOS カメラと GNC-40 の組み合わせにより、10 等級程度の観測対象に対して 1% 程度の減光 (0.01 等級) を捉えられることが判った。今後の望遠鏡の利活用についての参考情報となるであろう。

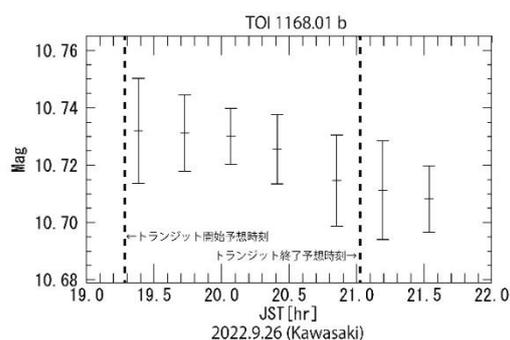


図 3. 目的星の測光観測の結果。

参考文献

Ricker et al., 2014, Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS), Proceedings of the SPIE Vol. 9143, Space Telescopes and Instrumentation 2014: Optical, Infrared, and Millimeter Wave, id 914320

Online Available from Internet.
TAURUS HILLS OBSERVATORY WEB Page
<https://www.taurushill.net/>
NASA EXOPLANET ARCHIVE
<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>