

トランジット法による太陽系外惑星の観測と測光解析

180038 岡本 大輝 (宇宙地球探査システム研究室)
(指導教員 山本 真行 教授)

1 目的

太陽系外惑星 (以下、系外惑星) は 2017 年 12 月時点で約 3500 個が発見されている。その系外惑星を間接的に観測する方法の一つにトランジット法がある。トランジット法とは視線方向にある惑星が恒星を横切る際に微小な等級変化を引き起こす現象を捉える手法である。同方法では惑星半径、公転周期、軌道長半径などの惑星パラメータが導出できる。同方法は NASA の Kepler など専用の探査衛星を用いた軌道上からの観測が主流となっている。しかし地上でのフォローアップが必要となり、トランジットの兆候があった天体は系外惑星候補となる。探査衛星は今後も打ち上げが予定されているため系外惑星候補は増加すると予想されている。そのため系外惑星の発見が今後も期待されている。

本研究では、実際にトランジット観測を行い、系外惑星の発見・確定を継続するために測光解析手法を学ぶことを目的とした。

2 研究内容・方法

観測データについては岡山大学に設置されている望遠鏡設備を利用した。観測に用いた機器の重要なパラメータを表 1 に示す。

表 1 観測機材一覧

機材	製品名
望遠鏡	有効径: 356 mm、焦点距離: 2,845 mm、F 値: F8
ドーム	直径: 3 m
CCD	撮像素子 24.6 mm × 24.6 mm、1024 × 1024 画素
フィルター	V-band

今回の観測および解析対象には KELT-7 を選定した。KELT-7 とその比較星を図 1 に示す。



図 1 KELT-7 と比較星

KELT-7 のライトフレーム (図 1) の積分時間は 25 秒である。測光解析ではノイズ処理をしなければならないが、今回は (1) CCD の暗電流によるノイズを減算するダーク処理 (2) 望遠鏡の感度ムラによるカウント値の分布の補正を行うフラット処理を行った。

3 結果・成果

KELT-7 の観測結果は次のグラフのようになった。

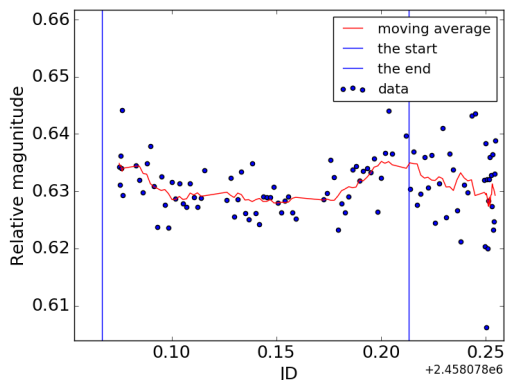


図 2 KELT-7 の観測結果による光度曲線

図 2 は KELT-7 の相対光度曲線を示している。縦軸は相対等級、横軸はユリウス通日 (以下、JD) である。青色の丸印は観測データ、赤色の曲線は移動平均線、縦軸と平行な 2 本はトランジット予報によるトランジット開始時刻とトランジット終了時刻である。図 2 において、観測開始手前で観測対象発見に時間がかかってしまい、トランジット開始時刻から手前から観測を行うことができなかった。この結果から KELT-7 の減光等級が $0.0028 \pm 0.0010 \text{ mag}$ と求めることができた。トランジット継続時間は第 1 接触を観測できなかったため求めることができなかった。惑星半径は $0.86^{+0.15}_{-0.15} R_J$ ($6.1 \times 10^4 \text{ km}$)、ただし R_J は木星半径。表 2 は先行研究との比較である。

表 2 先行研究と本研究の比較 [1]

パラメータ	単位	本研究	先行研究
減光等級	mag	0.0028 ± 0.0010	0.00828 ± 0.00012
惑星半径	R_J	$0.86^{+0.15}_{-0.15}$	$1.533^{+0.046}_{-0.047}$

表 2 より 2017 年 11 月 20 日の KELT-7 の観測データの減光等級は先行研究の約 0.34 倍となり、惑星半径は約 0.56 倍となった。

今回の測光は Makali'i による手動での解析を行い、光度曲線のプロットから減光等級を導出できた。しかし、撮影画像 1 枚ずつに対して手動で解析したため大量の処理には限界があった。現段階では解析できていない観測データも残されている。そのため解析手法の効率化を図るために、測光解析を自動化するソフトウェアの開発を行うことが今後の課題である。

参考文献

[1] ALLYSON BIERYLA, KAREN COLLINS et al, KELT-7b: A HOT JUPITER TRANSITING A BRIGHT V = 8.54 RAPIDLY ROTATING F-STAR, 2015