

トランジット法による系外惑星の検出

科学部天文班：

井手口 慶心、藤原 美央、樋口 華、山手 舞花 (高2) 【兵庫県立三田祥雲館高等学校】

要旨

私たちは昨年の2月からトランジット観測についての研究を行ってきた。西はりま天文台でWASP-43bの観測を行い、得られたデータを解析した。その結果、減光率 $2.58 \pm 0.09\%$ 、半径比 $0.161 \pm 0.003$ という数値を得られた。また、私たちは校内でのトランジット観測に挑戦している。本発表では西はりま天文台での観測時のデータの解析結果と校内観測プロジェクトの進捗状況の報告を行う。

1. はじめに

系外惑星が公転のたびに主星の前面を通過(トランジット)したとき、惑星は主星面の一部を隠すため、主星の明るさは一時的に減少する。この周期的な光度変化の観測により系外惑星を検出する方法がトランジット法である。

2. 西はりま天文台での系外惑星WASP-43bのトランジット観測及び解析

2025年2月28日、私たちは兵庫県佐用町にある西はりま天文台で系外惑星WASP-43bのトランジット観測を行った。ろくぶんぎ座にあるWASP-43bは地球から約280光年離れた場所に位置しており、木星と半径が同じ惑星である。

機材は天文台からお借りした口径60cm、焦点距離7200mmの反射望遠鏡と冷却CCDカメラSBIG STL-1001Eである。CCDカメラにはVバンドフィルターを装着した。露出時間は30秒である。実際の撮影時間は22時19分から24時51分。比較星として用いる星を3つ入れた状態で266枚の画像を撮影した。(図1)



図1 撮影した画像

今回の画像解析では、すばる画像解析ソフト「Makali'i」を使用した。一次処理をした後、現象時間前後のカウント値の比を平均値で割り、「相対光度」とし、時間変化を調べた。

トランジット観測においては、現象による減光以外に、地球大気の影響(雲の有無や光が通る長さなど)によって、測定した観測対象星の明るさが変化してしまう可能性がある。そこで、観測対象星と同じ角画の中に、対象星とは別の明るさの変化しない恒星を入れて撮影を行った。この星を「比較星」として、対象星の明るさと比較星のカウント値の比を調べることで、大気の影響を打ち消し、対象星の明るさの変化だけに注目することができる。

次に減光率とその誤差を求めた。減光率とはトランジットによって減光した割合であり、トランジット中の相対光度の平均値から求められる。

図2はある比較星を用いた相対光度の時間変化を表したグラフであり、トランジット予報時刻あたりで光度が減少していることがわかる。

またトランジット前後とトランジット中の相対光度の平均値の誤差として標準誤差を用い、その誤差を伝播させ減光率の誤差を算出した。3つの比較星でこの操作を行いその平均をとることで、減光率 $2.58 \pm 0.09\%$ が得られた。

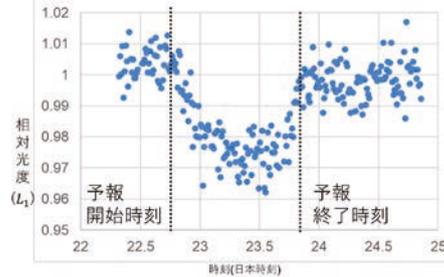


図2 ある比較星を用いた相対光度の時間変化

この減光率を用いて、主星(WASP-43)と惑星(-43b)の半径比を算出した。トランジット法の性質上、減光率が主星と惑星の断面積比と等しくなることを利用し、半径比を計算すると $0.161 \pm 0.003$ が得られた。

図3に主星惑星半径比の先行研究との比較を示す。先行研究の結果は「NASA EXPLANET ARCHIVE」から引用した。本校が求めた半径比がどの先行研究とも概ね一致していることから、我々の解析により得られた結果が先行研究と矛盾がないことが示された。

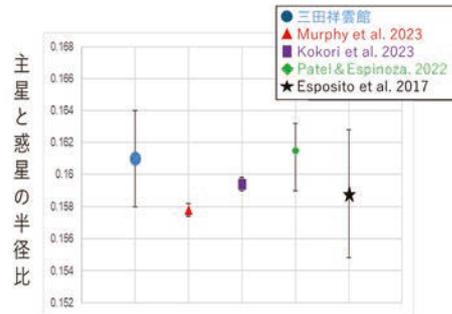


図3 主星惑星半径比の先行研究との比較

3. 三田祥雲館校内でのトランジット観測

私たちは西はりままでのトランジット観測を踏まえ、校内でのトランジット観測に挑戦しようと考えた。

機材は口径28cmのセレストロン天体望遠鏡C11に焦点距離1764mmの冷却CCDカメラST-9EXを付けて行った。赤道儀は五藤赤道儀を使用した。現在、CCDカメラの性能を調査している。トランジット観測では12等級辺りの星を正確に撮影する必要があるため適切な露出の設定を明らかにすることが課題である。

4. 参考文献

- 1) 田村元秀 (2015). 「新天文学ライブラリー 1 太陽系外惑星」. 日本評論社
- 2) 系外惑星データベース  
[https://www.exoplanetkyoto.org/exohtml/WASP43\\_bJP.html](https://www.exoplanetkyoto.org/exohtml/WASP43_bJP.html) (閲覧日 2025/10/1)
- 3) NASA EXOPLANET ARCHIVE  
<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/> (閲覧日 2025/10/1)