

# 太陽系外惑星Kepler-17bの測光解析

篠田 佳吾 (高専3)、福島 悠介 (高専3) 【津山工業高等専門学校】

## 1. はじめに

我々は西はりま天文台「ひらめきときめきサイエンス2016」に参加し、太陽系外惑星HATP-16bのトランジット観測と解析を体験した。解析結果はあまり良いとは言えなかったが、この体験により太陽系外惑星について興味を持った。再び太陽系外惑星の解析をしたいと考えていたところ、美星天文台から太陽系外惑星Kepler-17bの2016年9月2日の観測データをいただいた。Kepler-17bのトランジット検出には0.01等級程度の精度が要求される。我々は美星天文台データの測光解析を行い、Kepler-17bの半径推定を試みた。

## 2. 測光

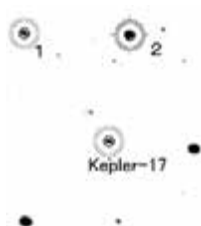


図1 測光

解析にはスバル画像処理ソフト「マカリ」(国立天文台)を使用した。「マカリ」は手で1つずつ測光行うため測光精度が高い。

(1) データ1次処理: 複数枚のフレームを「中央値」で1枚に合成し、ダークフレーム、フラットフレームを作成した。天体フレームからダークフレームを引き、ダーク補正済みフラットフレームで除算した。

(2) アパーチャ測光: 文献[1]に従い開口測光のアパーチャのサイズを決定した。参照星は図1の1と2を使った。径が大きい方の参照星が恒星径に入らなければならないので、参照星2を基準にアパーチャを調整した。また、隣の星の光を入れないようにsky幅、sky内径も調整した。恒星径8ピクセル、sky内径20ピクセル、sky幅4ピクセル、重心検索3ピクセルでアパーチャ測光を行った。

(3) 光度曲線: 測光値(count値)をExcelに入力し、縦軸を等級差とした光度曲線、縦軸を恒星と参照星のcount値の比率(光度比)とした光度曲線の2種類を作成した。恒星のcount値そのものではなく比率を用いた理由は、空の影響などを受けないようにするためである。また、参照星が変光してないか確認するために、参照星2と参照星1のcount値の比率のグラフも作成した。

## 3. 解析

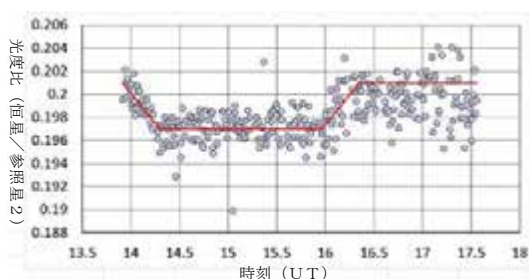


図2 Kepler-17bの光度曲線

図2はKepler17と参照星2の測光解析によって得た光度曲線である。図2より通常時のcount値の惑星と参照星2の比率は0.201、トランジット時のcount値の惑星と参照星2の比率は0.197、恒星通過時間は約2時間20分ということが分かる。通常時の惑星と参照星2のcount値の比を $L$ 、トランジット時の惑星と参照星2のcount値の比を $L'$ とすると減光率  $i$  は

$$i = 1 - \frac{L'}{L}$$

により算出でき、2.0%となる。また、通常時とトランジット時の視等級の差  $\Delta m$  はポグソンの法則

$$\Delta m = 2.5 \log \frac{L}{L'}$$

より0.022等級となる。木星基準の惑星の半径を $R_p$ 、太陽基準の恒星の半径を $R$ 、太陽半径を $R_S$ 、木星半径を $R_J$ とし、周辺減光を考慮しない単純化をすると、惑星の半径は

$$R_p = \frac{R \times R_S \times \sqrt{i}}{R_J}$$

となる。文献[3]より $R = 1.05 [R_{SUN}]$ 、また、太陽半径 $R_S = 6.960 \times 10^8 [m]$ 、木星半径 $R_J = 7.15 \times 10^7 [m]$ を代入すると惑星の半径 $1.5 [R_J]$ が算出できる。文献[2]と[3]よりKepler17-bの通常時とトランジット時の視等級の差は0.0213等級、半径は $1.33 [R_J]$ なので、比較的近い結果が得られた。

## 4. おわりに

系外惑星HATP-16bの観測と解析を契機として、Kepler-17bの測光解析を試みた。測光count値からの計算によりKepler-17bの半径が $1.5 [R_J]$ 程度だということがわかった。またマカリの操作方法を理解し、測光解析の1次処理ではダーク補正とフラット補正の両方を行うことが特に大切だとわかった。恒星と参照星の光度比による光度曲線と視等級の差による光度曲線で解析をすすめた。分光観測のデータを合わせて解析をすれば、表面温度や質量なども導出できる。今後、分光観測のデータを入手し多くの物質量を導出したい。最後に、ご協力してくださった西はりま天文台と美星天文台に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 大島修「系外惑星を観測しよう〜トランジット法観測入門〜」、OTOのWebページ
- [2] Exoplanet Transit Database、<http://var2.astro.cz/ETD/>
- [3] Open Exoplanet Catalogue、<http://www.openexoplanetcatalogue.com/>