

系外惑星WASP-52b(Peg)のトランジット観測による物理量の計算

中里 海斗(高2)、飯野 聖希(高1)【新島学園高等学校】

要 旨

系外惑星WASP-52b(Peg)のトランジット観測を3回行った。光度曲線の減光を観測することができ、その減光率より惑星の半径を算出した。そして、光度曲線より公転周期、軌道長半径、軌道傾斜角を算出できた。

1. はじめに

私達は、科学技術振興機構JSTの「中高生の科学研究実践活動推進プログラム」の1つのテーマとして、本校所有の40cmF5ニュートン式反射望遠鏡と冷却CCDカメラを使用して、系外惑星のトランジット観測を行っている。前回の報告から観測精度の向上を行い、光度曲線から系外惑星の物理量を求めることができた。

2. 目的

WASP-52b(Peg)について連続的に測光観測を行い、惑星のトランジットによる減光をとらえた光度曲線を作成する。光度曲線から物理量を求める。

3. 方法

西村製作所の40cmF5ニュートン式反射望遠鏡とビットラン冷却CCDカメラBJ-54L、バーダープラネタリウム社LRGBフィルター、笠井トレーディング社コマコレクターで撮影を行い、ダーク・フラット補正を行った後に国立天文台の「マカリ」で光度を測定した。撮影は-20℃冷却、2×2ピニング、60秒露出で行った。観測日時はETD Exoplanet Transit Database(ETD)のホームページでトランジット予報を調べた。観測は2016年11月1日、2016年12月6日、2017年1月10日の3回行った。

4. 結果

図1～図3にWASP-52b(Peg)の光度曲線を示す。トランジット予報付近に系外惑星による減光が観測された。第1～第4接触時間は光度曲線を4つの領域に分け、台形近似して求めた。

○系外惑星の半径 R_{planet} (km)

図1,2の減光率はそれぞれ0.962、0.965であった。

$$\frac{R_{\text{planet}}}{R_{\text{star}}} = \sqrt{1 - \frac{L_{\text{middle}}}{L_{\text{before}}}} = \sqrt{1 - 10^{\frac{m_{\text{before}} - m_{\text{middle}}}{2.5}}} \quad \dots(1)$$

2回の減光率の平均と恒星半径を $0.79 \times$ 太陽半径⁽²⁾として、(1)式より系外惑星の半径 R_{planet} を求めた。

$$R_{\text{planet}} = 1.1 \times 10^5 \text{ km} \quad \dots(2)$$

○公転周期 T (h)

ETDを参考に3回の観測から公転周期 T (h)の平均を求めた。

$$T = 42 \text{ (h)} \quad \dots(3)$$

○軌道長半径 a (km)

(3)の公転周期 T と恒星質量 M_{star} を $0.87 \times$ 太陽質量⁽²⁾としてケプラーの第3法則より軌道長半径 a (km)を求めた。

$$a = 4.1 \times 10^6 \text{ km} = 2.7 \times 10^{-2} \text{ AU} \quad \dots(4)$$

○軌道傾斜角 i (°)

参考文献(1)の軌道傾斜角 i に関する下記(5)式を用いて求めた。

$$t_T = \frac{TR_{\text{star}}}{\pi a} \sqrt{\left(1 + \frac{R_{\text{planet}}}{R_{\text{star}}}\right)^2 - \left(\frac{a}{R_{\text{star}}} \cos i\right)^2} \quad \dots(5)$$

恒星半径 R_{star} は $0.79 \times$ 太陽半径⁽²⁾を用い、トランジット継続時間(第4接触－第1接触)は図1,2より $t_T = 8.73 \times 10^{-2} \text{ day}$ を用いて計算した。

$$i = 88^\circ \quad \dots(6)$$

5. 考察

系外惑星WASP-52b(Peg)の恒星を文献(2)の値で計算した場合、木星の約1.5倍の大きさの惑星が、水星の約10分の1の軌道を回っていると考えられる。今回求めた物理量の値は、文献(2)の値とよく一致すると考えられる。

6. まとめ

系外惑星のトランジット観測で惑星の物理量を求めることができた。更に観測精度の向上を行い、離心率などを求めていきたい。

7. 謝辞

群馬県立ぐんま天文台の主幹・西原英治先生にご指導をいただきました。

8. 参考

- (1) S. Seager and G. Mallen-Ornelas, A Unique Solution of Planet and Star Parameters from an Extrasolar Planet Transit Light Curve, ApJ, 585, 2003.
- (2) G. Hebrard et. al., WASP-52b, WASP-58b, WASP-59b, and WASP-60b: Four new transiting close-in giant planets, A&A, 549, 2013.

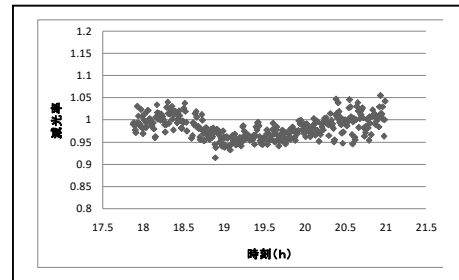


図1 2016年11月1日

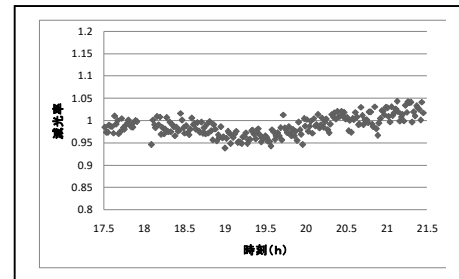


図2 2016年12月6日

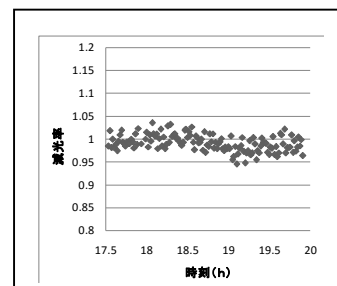


図3 2017年1月10日