

2つの系外惑星のトランジット観測 Transit Observations of 2 External Planets

名倉 寛人^{1*}; 田中 雅也¹; 山下 裕司¹; 山口 祐暉¹
NAKURA, Hiroto^{1*}; TANAKA, Masaya¹; YAMAGUCHI, Yuki¹; YAMASHITA, Yuji¹

¹ 奈良県立青翔高等学校

¹ Nara Prefectural Seisho High School

2014年4月17日、NASAの宇宙望遠鏡ケプラーのデータを分析する科学者チームは、493光年先にある赤色矮星の生命居住可能領域内を、地球によく似た惑星が公転していると発表した。このニュースに興味を持った我々は、自分達で系外惑星の存在を確かめてみようと思った。系外惑星の主な観測方法としては、ドップラーシフト法とトランジット法があるが、ドップラーシフト法では高分散分光観測を行う必要があるため、手軽に行えるトランジット法を用いることにした。我々は、TrES-1とHAT-P-43という2つの系外惑星をもつと考えられている恒星について、岡山県美星天文台でトランジット法による観測を行った。その結果から光度曲線を作成すると、いずれの恒星についても系外惑星のトランジットによる減光が確認できた。更に、その減光率と母星である恒星のスペクトル型（または色指数）からそれぞれの系外惑星の半径を算出したところ、TrES-1bは $9.47 \times 10^4 \text{ km}$ 、HAT-P-43bは $1.18 \times 10^5 \text{ km}$ という値が求まった。また、視点を変えて、太陽系外から地球のトランジットを観測することは可能であるかを考えた。

方法としては、まず、美星天文台の口径101cm望遠鏡に冷却CCDカメラとRcフィルターを取り付け、目的の天体周辺の画像を取得した。次に、「マカリ」（国立天文台・(株)アストロアーツ）により、一次処理を行った。引き続き「マカリ」を用いて、開口測光により比較星に対する目的の天体の相対的な明るさを求めた。このデータをもとに、「Microsoft Excel」を用いて光度曲線を作成し、トランジット中の減光率を求めた。更に、この減光率が母星である恒星に対する系外惑星の断面積の比であるとして、恒星に対する系外惑星の半径比を求めた。最後に、母星である恒星のスペクトル型（または観測によって求めた色指数）と光度階級などから恒星の半径を推定し、これと先ほどの半径比を用いて系外惑星の半径を算出した。

結果、いずれの恒星も系外惑星のトランジットによる減光が確認でき、その減光率は、TrES-1は2.5%、HAT-P-43は1.9%となった。この値から、母星である恒星に対する系外惑星の半径の比を計算すると、TrES-1bは $0.16R$ 、HAT-P-43bは $0.14R$ （ R :母星である恒星の半径）と求まった。天文データベースAladinによると、TrES-1のスペクトル型はK0Vとなっている。Allen's Astrophysical Quantitiesによると、K0型の主系列星の半径は $0.85R_{\odot}$ （ R_{\odot} :太陽半径）であるから、TrES-1bの実半径は $0.16 \times 0.85R_{\odot} = 9.47 \times 10^4 \text{ km}$ （木星半径の1.33倍）となった。一方、HAT-P-43については、美星天文台での多色測光観測によりB等級は14.07等、V等級は13.58等と測定できた。よって色指数B-Vは0.49等となり、HR図上の位置から主系列星と考えると、半径は前出のAllen's Astrophysical Quantitiesより $1.2R_{\odot}$ と推定できる。よって、HAT-P-43bの実半径は $0.14 \times 1.2R_{\odot} = 1.18 \times 10^5 \text{ km}$ （木星半径の1.64倍）となった。

ところで、The Extrasolar Planets Encyclopaediaによると、TrES-1bの半径は木星の1.099倍、HAT-P-43bの半径は木星の1.283倍となっており、いずれも我々の値の方が2~3割ほど大きくなった。この原因については、観測データを再検討するなどして、今後解明したい。

更に、視点を変えて、太陽系外から地球のトランジットを観測が可能であるかを計算により考えた。太陽と地球の半径比、地球の軌道半径と公転周期より求めると、減光率が0.0084%という誤差の範囲にしかならない減光が、1年に1回13時間だけ継続することがわかった。仮に、地球外知的生命がいたとしても、彼らがトランジット法で地球を発見することは難しいと思われる。謝辞：本研究を行うにあたり、大阪教育大学の福江教授、松本准教授にご指導を頂いた。また、美星天文台の綾仁台長、前野研究員、兵庫県立大学西はりま天文台（現 京都産業大学）の新井研究員には観測のご指導を頂いた。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

参考文献：福江純ら、「超・宇宙を解く—現代天文学演習」恒星社厚生閣（2014）

井田茂・「系外惑星」東京大学出版会（2007）