

P319a トランジット時刻変動による Kepler-51 系の第 4 惑星の検出

Kento Masuda (Osaka Univ.), Jessica E. Libby-Roberts (Penn State Univ.), John H. Livingston (Astrobiology Center), Kevin B. Stevenson (Johns Hopkins Univ.), Peter Gao (Carnegie Science Earth and Planets Laboratory), Shreyas Vissapragada (Carnegie Science Observatories) et al.

Kepler-51 は、半径約 $6-9 R_{\oplus}$ 、公転周期約 45–130 日をもつ 3 つのトランジット惑星を有する比較的若い（年齢 $\lesssim 1$ Gyr）太陽型星である。過去のケプラー探査機およびハッブル宇宙望遠鏡（HST）の観測から得られたトランジット時刻変動（TTV）は、3 つのトランジット惑星間の重力相互作用を考慮したモデルと整合的であり、すべての惑星に対して低い質量と平均密度（ $\lesssim 0.1 \text{ g/cm}^3$ ）が得られていた（2014 年春季年会 P232a）。しかし、ケプラーの観測から約 10 年後、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）による最近の観測で得られた最も外側のトランジット惑星 Kepler-51d のトランジット時刻は、3 惑星 TTV モデルによる予測と大きな不一致を示した。この不一致は地上観測および HST の追観測でも確認された。我々はこの 3 惑星モデルとの不一致が、第 4 の外側の惑星（Kepler-51e）によって説明できることを示した。過去 14 年にわたる TTV データの解析からは、Kepler-51e について幅広い範囲の質量（ $\lesssim M_{\text{Jup}}$ ）と公転周期（ $\lesssim 10$ 年）を含む多くの解が見つかった。いずれにおいても、内側のトランジット惑星の質量は $\lesssim 10 M_{\oplus}$ であり、不定性はやや大きくなったがそれらの平均密度は低いままである。これらの解のうちデータを最もよく説明するものの一つは、Kepler-51e が Kepler-51d と 2:1 の平均運動共鳴付近にあり、すべての惑星が低い軌道離心率（ $\lesssim 0.05$ ）と近い質量（ $\sim 5 M_{\oplus}$ ）を持つものである。これらは他のコンパクトな多重惑星系でも共通して見られる特徴である。本研究は、TTV を示す系の長期間の追観測が、長周期惑星まで含めた惑星系全体の構造の解明に重要であることを示す。