

P203a ウォームジュピターの近傍を公転する付随天体の発見とその形成過程への示唆

増田賢人 (Princeton University)

ケプラー衛星のデータを用いたトランジット周期・継続時間の変動の解析により、Kepler-448b (周期 17.9 日/1.23 木星半径) と Kepler-693b (周期 15.4 日/0.91 木星半径) という 2 つのウォームジュピター (WJ; 周期 10 日から 100 日程度の木星サイズ惑星) の外側に、トランジットしていない付随天体を発見した。トランジット変動の力学的モデル化によると、付随天体の質量はそれぞれ 22^{+7}_{-5} 木星質量 (Kepler-448c) および 150^{+60}_{-40} 木星質量 (Kepler-693c) で、いずれも近星点距離が約 1.5 au の離心軌道 ($e \geq 0.5$) にある。さらに Kepler-693 系では、付随天体の軌道面は内側の WJ と 53^{+7}_{-9} 度もしくは 134^{+11}_{-10} 度ずれており、傾いた天体による永年摂動の効果 (いわゆる古在機構) によって内側の WJ の離心率は数千年の時間スケールで振動している可能性が高い。

離心率の振動のピークでは WJ の近星点が主星と近くなるため、惑星の潮汐変形に伴うエネルギーの散逸が生じ、WJ の軌道は徐々に収縮しつつある可能性がある。このような“離心率の励起とそれに伴う潮汐摩擦によるエネルギー散逸”という軌道収縮の機構は、ホットジュピター形成の文脈で提案され、近年では一部の WJ も同様に形成された可能性が議論されている。今回発見した系は、ホットジュピターへと進化しつつある惑星の実例として、このようなシナリオを裏付けるものかもしれない。一方で、惑星系の外側わずか 1.5 au における褐色矮星もしくは M 型星の存在は、WJ が数 au 以遠で形成され、上述のプロセスで内側に移動したという描像とは相容れない。この特徴は、WJ が比較的早い段階で形成され円盤との相互作用で内側に移動したのち、外側天体が何らかの過程で現在の軌道を獲得した、あるいは WJ がはじめから雪線の内側で“その場形成”されたことを示唆する。