

# M 型星を公転する太陽系外惑星の軌道離心率分布

山崎祐斗

## 概要

軌道離心率は惑星の軌道構造を表すパラメータの一つである。太陽系では惑星の離心率は平均 0.04 でほぼ円軌道であるが、これまで 5000 近くの系外惑星が発見されてきた中で、様々な離心率をもつ惑星の存在が明らかになってきた。そして、それらの結果から、惑星形成中や形成後における惑星同士の相互作用によって離心率が大きくなるような過程が考察されてきた。つまり、離心率は惑星がどのような軌道進化の過程を経てきたかを反映したものであり、惑星の離心率を調べることはそれらの過程を解き明かす上で重要である。

本研究では M 型星を公転する 109 の惑星および惑星候補に対して、*Kepler* 衛星のトランジット光度曲線から各惑星の離心率を推定した。離心率の情報は光度曲線のトランジット継続時間に含まれている。ただ、トランジット継続時間は離心率以外のパラメータにも依るため、トランジット継続時間を精度良く測れても、一般にそこから各パラメータを個別に精度良く求めることはできない。一方で、恒星密度が精度良く求まっている場合は離心率にも制限がつく。そこで、*Gaia* 衛星で測定された年周視差から求まる恒星までの距離を用いて絶対等級を精密に求め、恒星の絶対等級と半径・質量の経験式から恒星密度を求めた。こうして精度良く求めた恒星密度と光度曲線を組み合わせて解析を行い、離心率を推定した。

そして、それらの結果を元に、地球から海王星サイズの小さな短周期惑星（公転周期 < 50 days）のサンプルに対して離心率分布を推定した。その際、階層ベイズ法を適用することで、各惑星の離心率の不定性を考慮に入れた推定を行った。その結果、トランジット惑星が複数検出された系では離心率分布の平均値が  $\bar{e} < 0.14$  となった。一方、トランジット惑星が 1 つ検出された系では  $\bar{e} \sim 0.2$  となり、複数検出された系と比較して 68% 信用区間で大きな値となった。こういった系は、軌道傾斜角が揃っておらず（あるいは惑星が弾き出されて 1 つ残った）離心率が大きい系であると解釈できる。M 型星を公転する岩石惑星のシミュレーションでは大きな離心率をもった惑星の形成は説明できない。よって、本研究の結果は、軌道進化で離心率を大きくする過程が存在したことを示唆している。本論文ではそのような過程がどの程度影響し得るかについても議論する。