

概要

系外惑星の探査は 1950 年代から本格的に始まり、1995 年に初めて発見されて以来、これまでに 1800 個以上の系外惑星が発見されている。太陽系の惑星とは性質の異なるホットジュピターやエキセントリックプラネットなどをはじめ、多種多様の系外惑星が観測されている。これに対し、様々な惑星の形成過程が考えられているが、全ての惑星系を説明できる統一的なモデルはまだわかっていない。さらなる観測的事実が必要であると考えられている。

MOA(Microlensing Observations in Astrophysics) グループでは、口径 1.8m の MOA-II 望遠鏡を用いて重力マイクロレンズ法による系外惑星探索を行なっている。観測しているソース天体の前をレンズ天体が横切るとき、レンズ天体の重力場によりソース天体からの光が集光されて一時的に増光する。これを重力マイクロレンズ現象と呼ぶ。レンズ天体が伴星を持つ場合、伴星による重力の影響を受けて増光率が無限大になる線 (caustic) がソース平面上にできる。ソース天体が caustic に近づくと、光度曲線にレンズ天体が単独の場合からずれ (アノマリー) が生じる。重力マイクロレンズ現象による光度曲線を解析することで、主星と伴星の質量比と主星からの距離を求めることができる。これによって系外惑星を探索する方法を重力マイクロレンズ法と呼ぶ。この方法は他の系外惑星探索法と相補的で、軌道長半径が数 AU 以上の領域に感度があり、地球質量程度の軽い惑星まで検出可能である。

重力マイクロレンズ法によって求まる惑星系の情報は少なく、普通は主星と惑星の質量比と主星と惑星の規格化された距離のみである。より詳しく惑星系の物理量を知るには、ソース天体の大きさによる有限ソース効果と地球の公転によるパララックス効果が現れている必要がある。アノマリーが観測されると有限ソース効果は見られやすいが、増光期間が短いとき、パララックス効果が現れる可能性は小さい。有限ソース効果から物理量を推定するためには、ソース天体の色を求める必要がある。つまり、重力マイクロレンズ法の観測において、二つ以上の波長域で観測することは重要である。

本研究では、2012 年の重力マイクロレンズイベント MOA-2012-BLG-505 の解析を行なった。解析の結果、レンズ天体は地球から 7kpc の位置にあり、主星が $0.1M_{\odot}$ (低質量 M 型星)、その周りを軌道長半径 1AU で $8M_{\oplus}$ (海王星質量程度) の惑星が公転している惑星系である可能性が高いことが分かった。重力マイクロレンズ法では、惑星によるシグナルを逃さないために密な観測と、複数の波長域による観測が重要である。そのため、観測中に惑星によるシグナルが観測されると、アノマリーアラートが出され、フォローアップ観測が行われる。本イベントの場合、惑星によるシグナルが小さく増光期間も短かったため、アノマリーアラートを出すのが遅れてフォローアップ観測が行われなかった。しかし、15 分に一回の高頻度で観測しており、二つの波長域で観測していたため、解析により物理量に制限を与えることができた。

本研究では、MOA-II のサーベイデータのみで、当初弱いシグナルしか検出されなかったイベントを詳しく調べる事で、確かに惑星の存在を確認した。