

MOA-2010-BLG-523 の隠れた惑星

名古屋大学 神原周平

1, Abstract

我々MOA (Microlensing Observations in Astrophysics)グループでは、重力マイクロレンズ現象という特殊な増光現象を観測することで、太陽系外惑星の探査を行っている。今回私は MOA-2010-BLG-523 という惑星イベントを解析した。他の多くの惑星イベントでは明らかに左右非対称のイベント (Anomaly event) として観測されるのであるが、このイベントでは一見左右対称のイベント (Single lens event) のように見える。しかし、詳細な解析を進めていくうちに、その惑星の存在、及び詳細なパラメータが明らかになってきた。そんな MOA-2010-BLG-523 に隠れた惑星を紹介する。

2, 重力マイクロレンズ現象とは

観測している天体 (ソース天体) と観測者の間を、質量を持った天体 (レンズ天体) が通過している時、ソース天体からの光がレンズ天体の重力により曲げられ、一時的に増光する現象である。その時図 2 のような増光曲線が観測される。

レンズ天体が惑星系の場合には、主星による増光に加え、惑星による増光も見られるので、図 3 のように Single lens event からのずれが見られる。

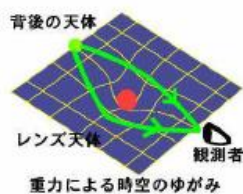


図 1 マイクロレンズの模式図

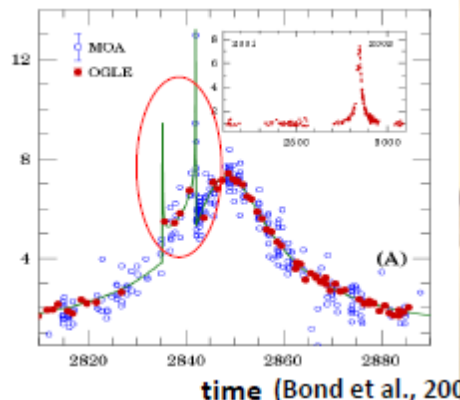
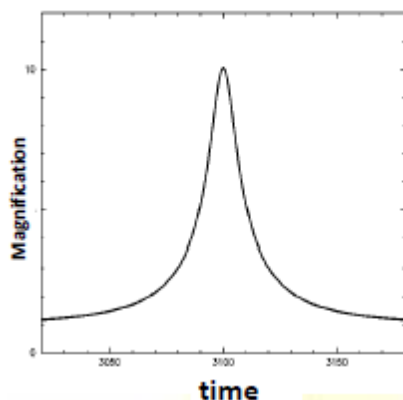


図 2(左)

Single lens event による増光曲線

図 3(右)

惑星が付随していた場合の増光曲線

3,MOAII 望遠鏡とは

ニュージーランドのマウントジョン天文台に我々の MOA-11 望遠鏡がある。系外惑星の探査や MACHOs の探査、GRB の観測などを行っている。また重要なイベントは世界中のコラボレータに Follow Up 観測を依頼。今回のイベントでもピーク付近は他のグループによって撮られている。



図 4 MOA-II 望遠鏡

口径:1.8m

CCD : 2k × 4k × 10 chip

視野:2.2 平方度

分解能:0.58 秒角

4,モデル

Markov chain Monte Carlo 法(MCMC 法)を用いて Best Fit モデルを求めた。その際、より効率よく正確に Best fit モデルを探すために、惑星パラメータである q 、 sep 、 θ を固定して計算した。それを各 Grid (sep 、 q) の中で、全 θ に対し χ^2 の値が最も小さかったものをその Grid の χ^2 とし、全 Grid の中で χ^2 の最小の値との差($\Delta \chi^2$)をマップにしたものが図 6 である。これで得られたベストモデルから、さらに惑星パラメータに自由度を与え、MCMC 法を用いて Best Fit モデルを求めた (図 5)。この結果と Single lens Fit model を比較すると、 χ^2 が 400 程良くなっているので、惑星モデルが正しい可能性が高いということが分かった。

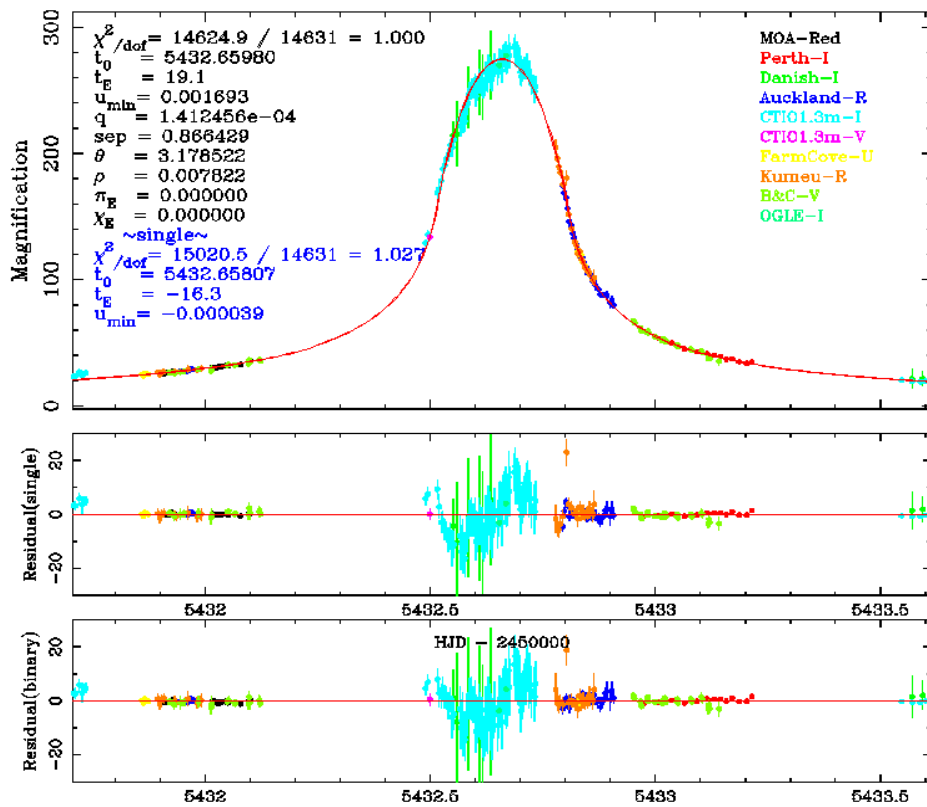


図5、ベストフィットモデルの増光曲線

| Parameter | Value | Error |
|--|-----------------------|-----------------------|
| t_0 レンズ平面上でソース天体がレンズ天体に最接近する時刻 | 5432.6598 | 4.9×10^{-4} |
| t_E ソース天体がアインシュタイン半径を横切る時間 | 19.09 | 5.2×10^{-1} |
| U_{min} レンズ平面上でソース天体がレンズ天体に最接近した時の距離 | 1.69×10^{-3} | 1.4×10^{-4} |
| q 連星レンズ天体の主星に対する伴星の質量比 | 1.41×10^{-4} | 1.4×10^{-5} |
| sep 主星と伴星の距離をレンズ平面上に射影してアインシュタイン半径で規格化した値 | 0.8664 | 5.6×10^{-3} |
| θ レンズ平面上でレンズ天体(連星)とソース天体の軌道がなす角 | 3.1785 | 2.55×10^{-3} |
| ρ ソース天体の視半径をアインシュタイン半径で規格化した値 | 7.82×10^{-3} | 2.3×10^{-4} |
| χ^2 | 14624.9 | |
| データ点 | 14651 | |

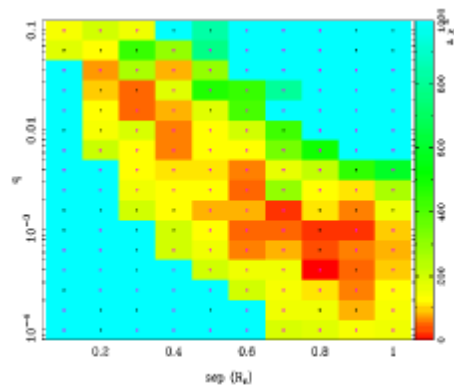


図6 $\Delta\chi^2$ MAP

5,結論と今後の展望

今回、MOA-2010-BLG-523 というイベントを $\Delta\chi^2$ MAP を作成し、効率のよく解析を行った。解析の結果、物理的な縮退があるので惑星の質量を求めることはできないが、主星と伴星の質量比は 1.41×10^{-4} 程度なので、惑星である可能性が高いということが分かった。

今後は、Parallaxなどを考慮し、縮退を解くことができないかを検証するとともに、まだ増光曲線にずれが見られるので、よりよいモデルの作成をしていき、隠れている惑星の正体を詳細に暴いていこうと思う。

さらには他のシングルレンズイベントにも同様の解析を行い隠れている惑星がないか調査し、隠れている新たな惑星を発見していきたい。