

*MOA*グループによる重力マイクロレンズ法
を用いた*MACHOs*探索とその成果

名古屋大学 理学研究科
修士2年 大森健吾

妙録

我々MOAグループはニュージーランドの Mt. John天文台において、大/小マゼラン雲 (LMC/SMC) 観測による暗黒物質探索を行っている。今回LMCデータ5年分の解析の結果、数例の候補イベントを発見し、ある時刻にある天体がマイクロレンズを起こしている確率であるオプティカルデプスを求めた。ここでは今回の解析結果について紹介する。

暗黒物質候補：*MACHOs*

MACHOs (MAssive Compact Halo Objects)

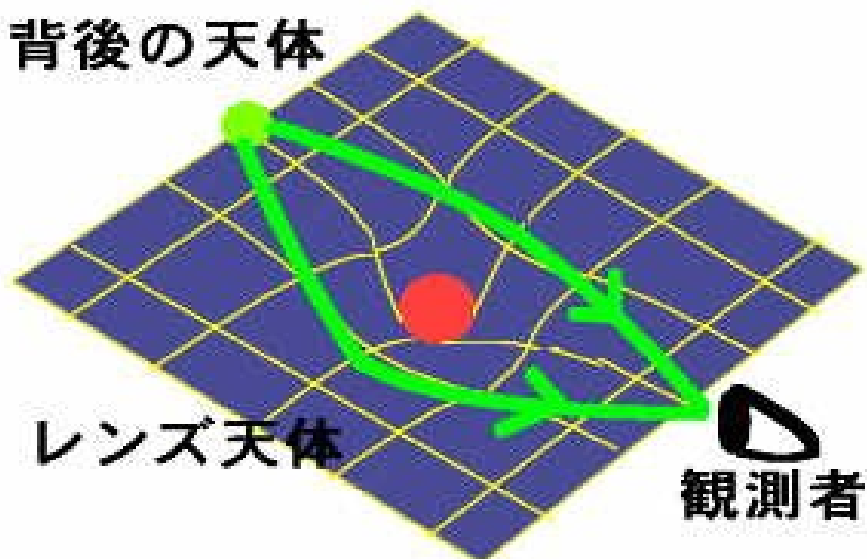
→暗黒物質の天文的候補で暗すぎて光学的に観測することが困難な物質。褐色矮星、ブラックホールなど。

重力マイクロレンズで観測可能
(Paczynski 1986)

重力マイクロレンズ

観測者とソース天体との間を質量を持った物体が横切ることによってソース天体の一時的な増光が見られる現象。

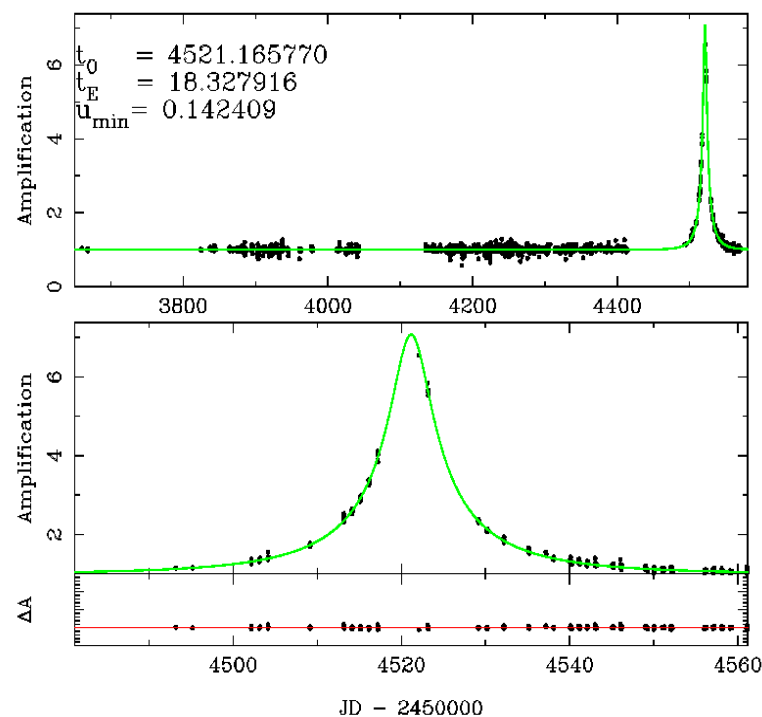
背後の天体



レンズ天体

観測者

重力による時空のゆがみ

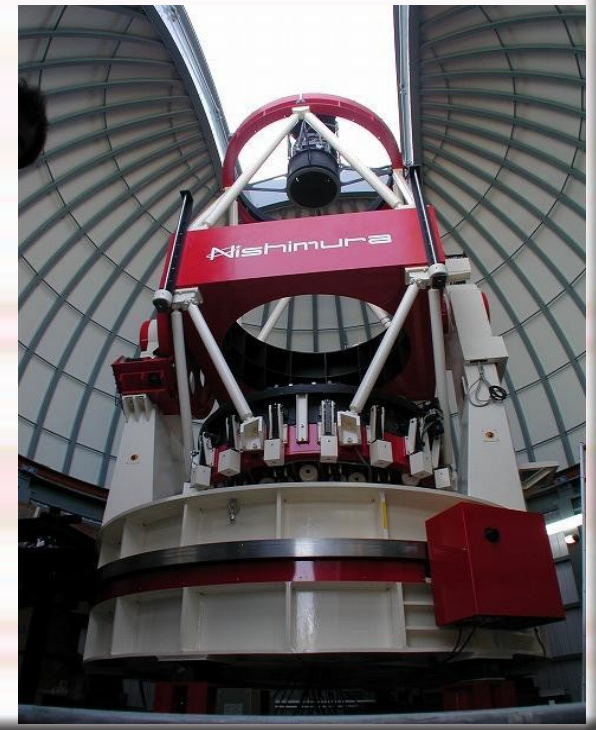


MOA-II望遠鏡

- Mt. John天文台
場所: ニュージーランド南島
標高: 1029m

- MOA-II望遠鏡
口径: 1.8m
CCD: 8000万画素
視野: 2.18平方度

- 系外惑星探査、MACHOs探査、GRB探査などを行っている。



解析

2006年4月から2010年7月の期間において撮像されたイメージの解析を行った。ピックアップされた約108万個の変光天体を様々なカットクライテリアで検証し、候補イベントを検出した。

| カットクライテリア | 通過天体数 |
|---------------------------------|---------|
| Cut0:変光天体ピックアップ | 1087033 |
| Cut1:有意な増光を持つ光度曲線を検出 | 29668 |
| Cut2:マイクロレンズ理論曲線との比較 | 10521 |
| Cut3:周期変光天体をカット | 5 |
| Cut4:重力マイクロレンズとよく似た増光を示す変光星をカット | 4 |

結論

検出された数例のイベントを基に算出された
オプティカルデプスは 0.48×10^{-7} という値で
あった。これは銀河の回転曲線問題を解く
ダークマターがすべてMACHOsだとしたときの
値(4.7×10^{-7})に比べて有意に少なくLMC内の天
体によってマイクロレンズ現象が起こる場合
と同程度の値であり、バックグラウンドとコ
ンシステントであるため、銀河ハローに積極
的にMACHOsを導入する必要はない。

MOAグループによる重力マイクロレンズ法を用いたMACHOsの探索とその成果



●大森健吾、他MOAコラボレーション

1. 抄録

我々MOAグループはニュージーランドのMt. John天文台において、大/小マゼラン雲 (LMC/SMC) 観測による暗黒物質探索を行っている。今回LMCデータ5年分の解析の結果、数例の候補イベントを発見し、ある時刻にある天体がマイクロレンズを起こしている確率であるオプティカルデプスを求めた。ここでは今回の解析結果について紹介する。

2. 暗黒物質候補:MACHOs

1980年代、光学的観測から推測された銀河の回転速度と実際に観測された銀河の回転速度に相違があることから、銀河周辺部(ハロー)には光学的に観測されない質量を持った未知の物質が存在すると考えられるようになった。この未知の物質を暗黒物質(ダークマター)と呼ぶ。MACHOsは暗黒物質の天文的候補であり、褐色矮星やブラックホールなどの暗い天体であると考えられている。

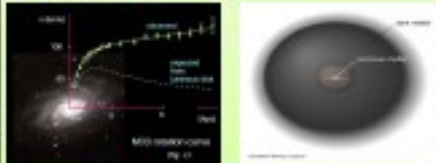


図1 銀河の回転曲線問題 図2 ダークハローの観念図

3. 重力マイクロレンズ

観測者と背後の天体との間を質量を持った天体が横切る際、通過した天体があたかもレンズのような役割をして背後の天体の一時的な増光が見られる現象。

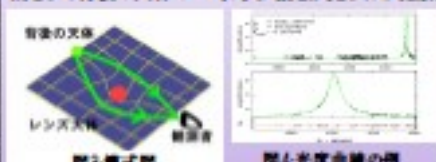


図3 模式図 図4 光度曲線の例

6. 結論

検出された数例のイベントを基に算出されたオプティカルデプスは 0.48×10^{-7} という値であった。これは銀河の回転曲線問題を解くダークマターがすべてMACHOsだとしたときの値(4.7×10^{-7})に対して有意に少なく、LMC内の天体によってマイクロレンズ現象が起こる場合と同程度の値であるため、銀河ハローに積極的にMACHOsを導入する必要はない。

4. MOA-II望遠鏡

場所: ニュージーランド南島, Mt. John天文台
口径: 1.8m
CCD: 8000万画素
視野: 2.18平方度

重力マイクロレンズ探索用望遠鏡としては世界最大級。系外惑星探索やGRB観測を行っている。



5. 解析

2006年4月から2010年7月の期間において獲得されたイメージの解析を行った。ピックアップされた約108万個の変光天体を以下のような様々なカットクライテリアで検証し、候補イベントを検出した。検出されたイベントを基にある時刻にある天体がマイクロレンズを起こしている確率であるオプティカルデプスを求めた。

| カットクライテリア | 通過天体数 |
|----------------------------------|---------|
| Cut0: 変光天体ピックアップ | 1087083 |
| Cut1: 有意な増光を持つ光度曲線を検出 | 29668 |
| Cut2: マイクロレンズ理論曲線との比較 | 10521 |
| Cut3: 周期変光天体をカット | 5 |
| Cut4: 重力マイクロレンズとよく似た増光を示す変光星をカット | 4 |

図7. カットクライテリア一覧

詳しくはポスターで!

コンパクトオブジェクト、19b

