

重力マイクロレンズ法による MACHOsの探索

名古屋大学大学院 理学研究科
素粒子宇宙物理学専攻 宇宙地球物理系
太陽地球環境研究所 宇宙線研究室

修士一年 大森健吾



重力マイクロレンズ法による MACHOsの探索

望遠鏡で重力マイクロレンズ現象を観測し、
Dark matterの候補であるMACHOsを探索する。

Dark matter探索！

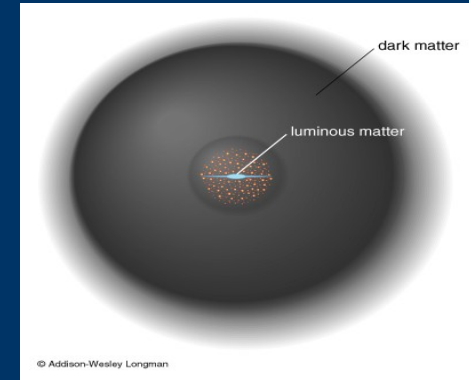
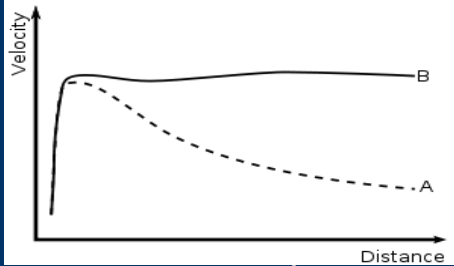


Contents

- MACHOs
 - Dark matter候補:MACHOs
 - 重力マイクロレンズ
 - 重力マイクロレンズ
 - 観測対象
 - 先行研究:MACHO, EROS, OGLE
 - self-lensing
 - まとめ
 - MOA Group
 - MOAについて
 - Telescope
 - 研究成果
 - 展望
-
-

Dark matter候補:MACHOs

銀河の回転曲線問題→Dark matter



MACHOs (MASSive Compact Halo Objects)

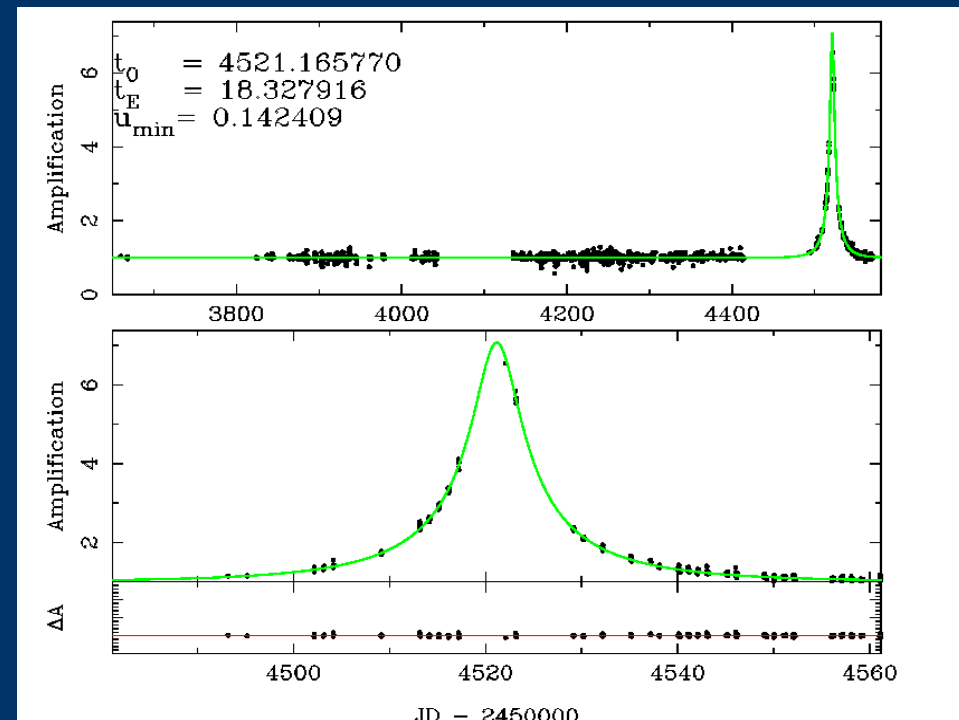
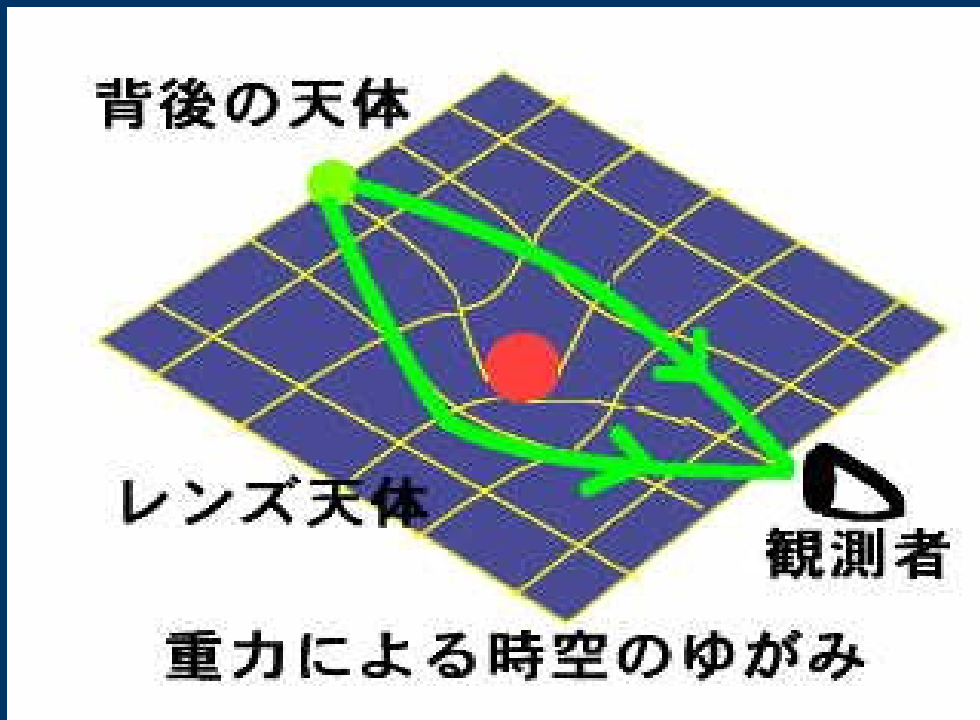
→Dark matterの天文的候補で暗すぎて観測できない物質。褐色矮星、白色矮星、中性子星、ブラックホールなど。



重カマイクロレンズで観測可能
(Paczynski 1986)

重力マイクロレンズ

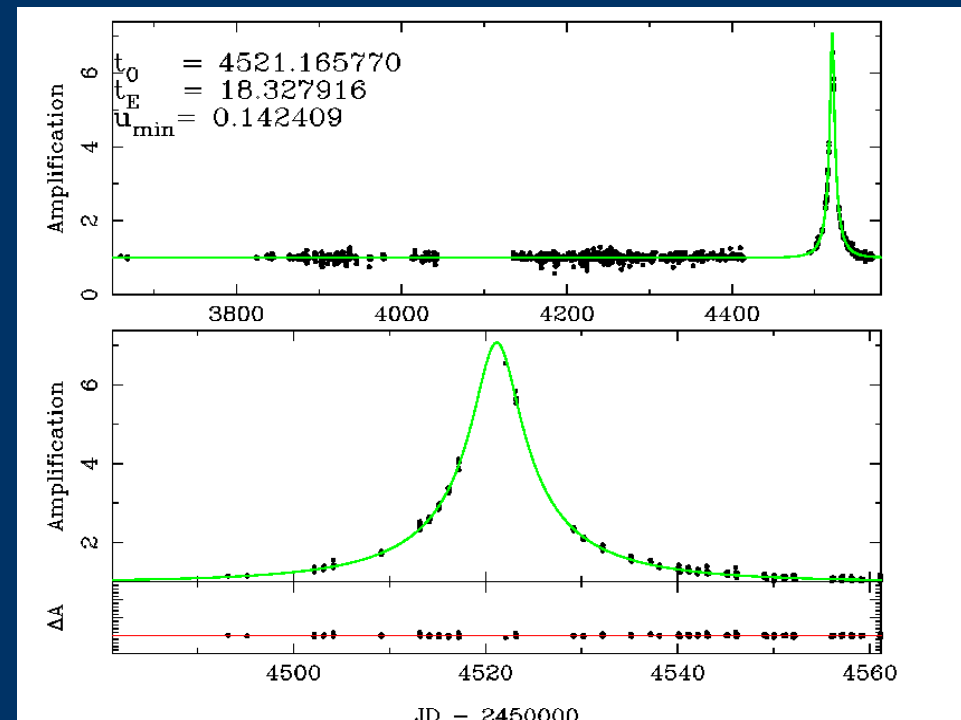
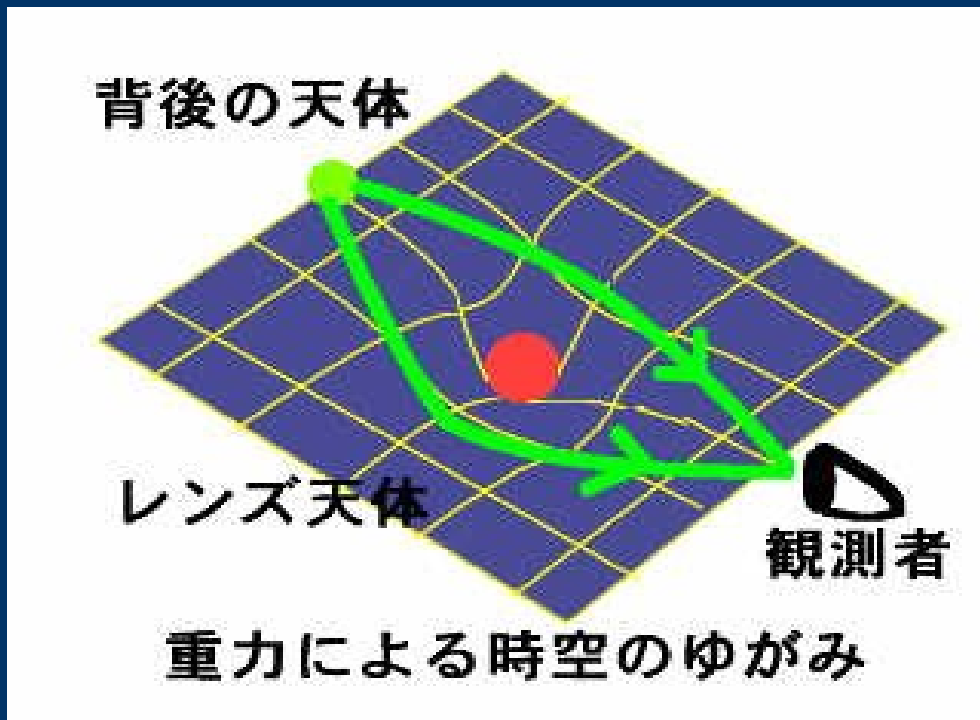
重力レンズの一種で、観測者とソース天体との間を質量を持った物体が横切ることによってソース天体の一時的な増光が見られる現象。



重力マイクロレンズ

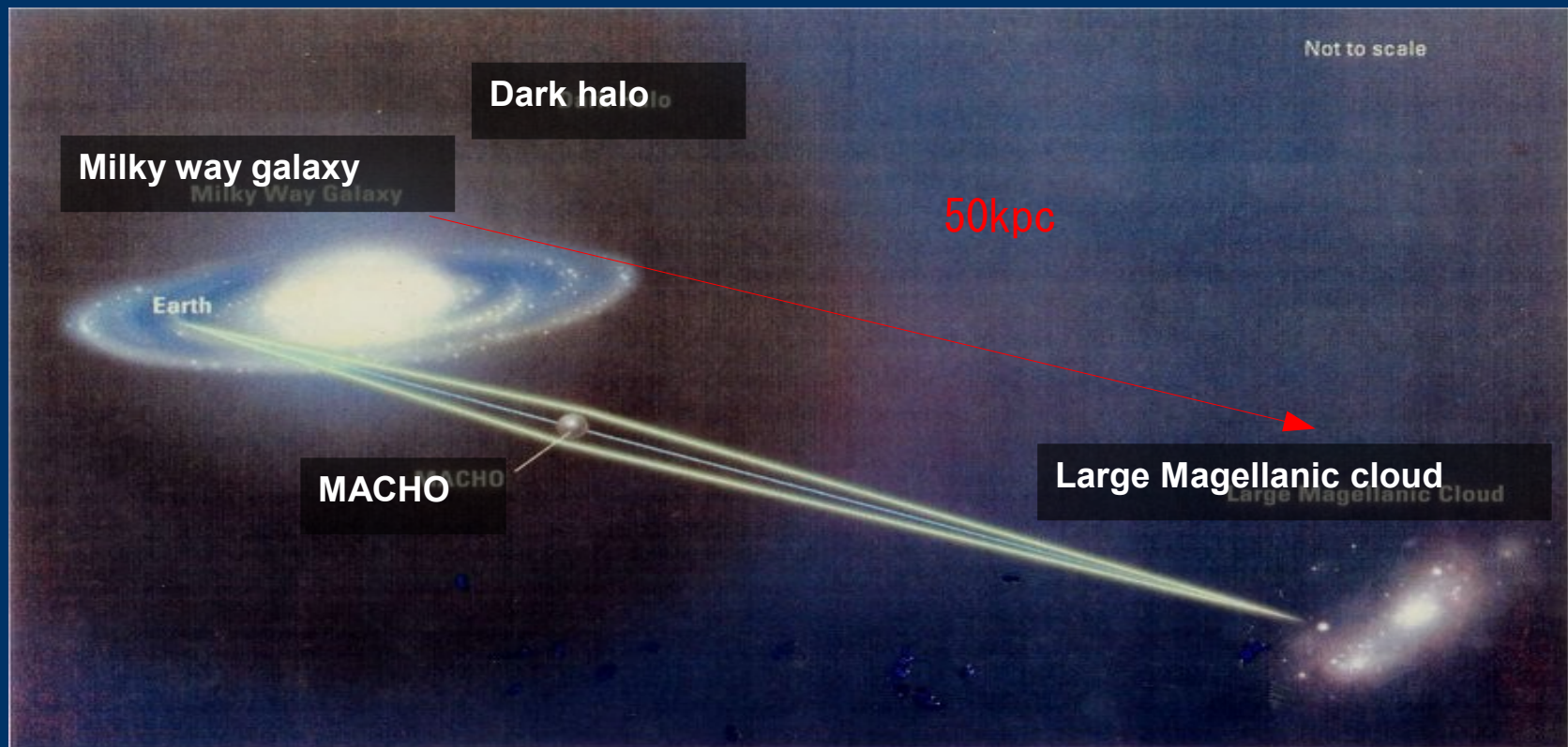
重力マイクロレンズによる増光の特徴

- ・ 波長によらない
- ・ 増光曲線は時間軸方向に対して対称
- ・ 同じ背景天体に対して一度しか増光しない



観測対象

銀河ハローよりも外側にあつて、星が密集しているマゼラン雲方向を観測する



先行研究: MACHO, EROS, OGLE



MACHO Group
Mt. Stromlo Observatory, Canberra, Australia

EROS Experiment



EROS Group
ESO Observatory, La Silla, Chile

OGLE



OGLE Group
Las Campanas Observatory, Chile

先行研究: MACHO, EROS, OGLE

MACHO: 17 events
(5.7yr, 12 million stars)
(Alcock et al., 2000)

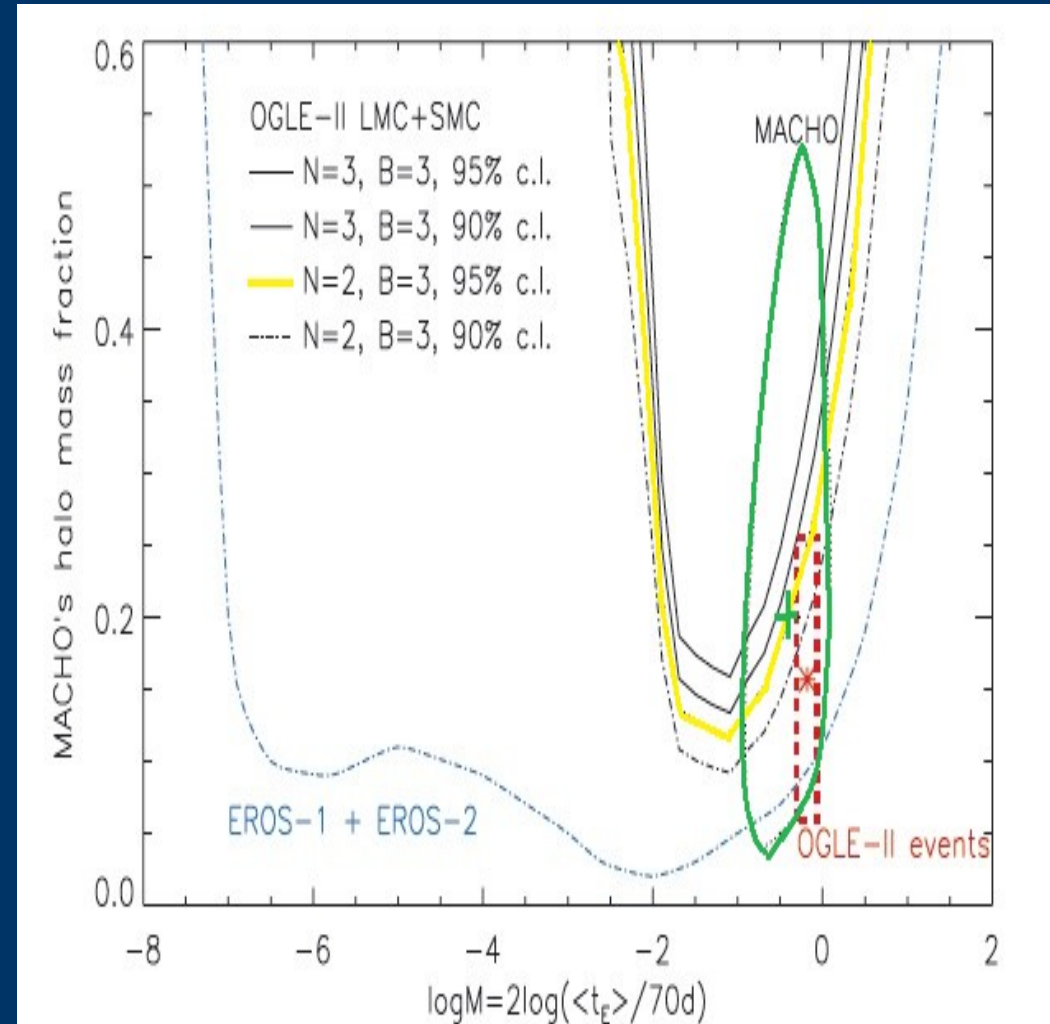
→ 暗黒ハローの20%は白色矮星

EROS: 1 event
(6.7yr, 33 million stars)
(Tisserand et al., 2007)

→ 暗黒ハローにMACHOsはない

OGLE: 3 events
(4yr, 2.1 million stars)
(Wyrzykowski et al., 2010)

→ self-lensingの可能性

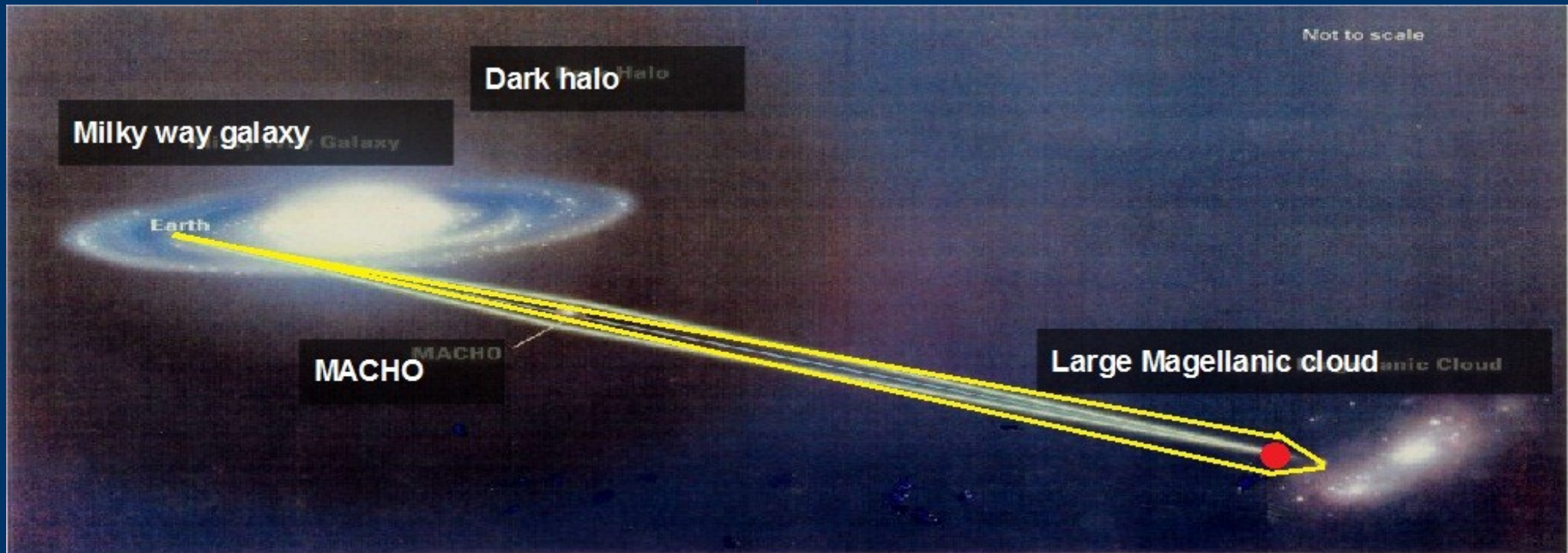


Typical mass from timescale of microlensing

self-lensing

$$t_E = \frac{R_E}{v_t} = \frac{1}{v_t} \sqrt{\frac{4GM_L}{c^2} D_S x(1-x)}$$

観測からわかるイベントタイムスケール t_E はレンズ天体の速度、質量、距離の3つが縮退しておりレンズ天体の情報を一意に決めることができない。



self-lensing

$$t_E = \frac{R_E}{v_t} = \frac{1}{v_t} \sqrt{\frac{4GM_L}{c^2} D_S x(1-x)}$$

観測からわかるイベントタイムスケール t_E はレンズ天体の速度、質量、距離の3つが縮退しておりレンズ天体の情報を一意に決めることができない。

特殊なイベントを観測することで縮退を解くことが可能。

有限ソースイベント: ソース天体の実際の大きさを考慮
パララックスイベント: 地球の公転運動による視差

まとめ

- MACHOsが銀河ハロー全体を占めるわけではなさそう (<20%) → 残りは？
- self-lensing問題
→ 特殊イベントを観測してレンズ位置を特定
- もっと統計が必要
→ より広い視野、より暗い領域まで見ることのできる望遠鏡での観測が必要



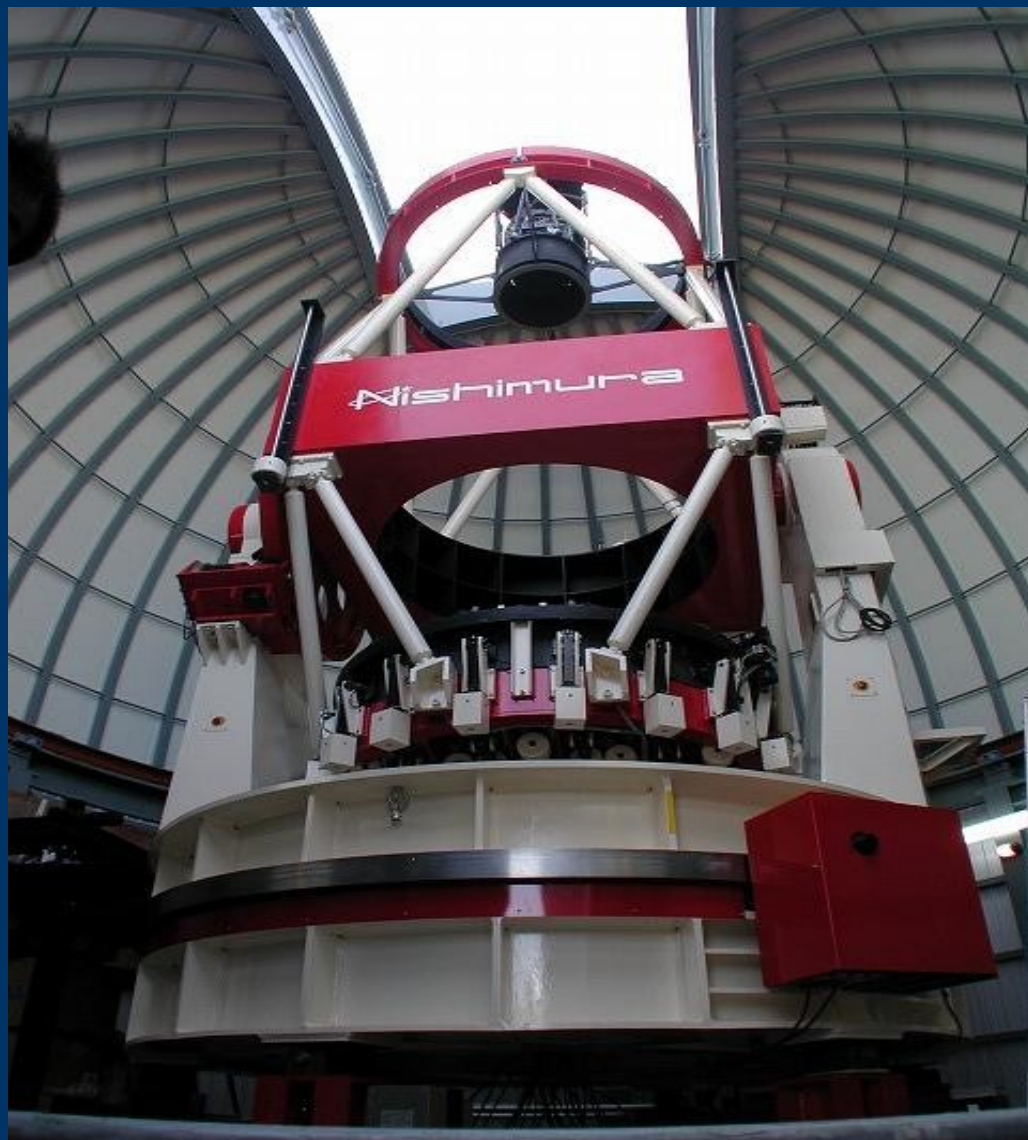
任せろ！

MOAについて

Microlensing Observations in Astrophysics



Telescope



MOA-II telescope

主鏡: 1.8m

觀測期間: 2005~現在

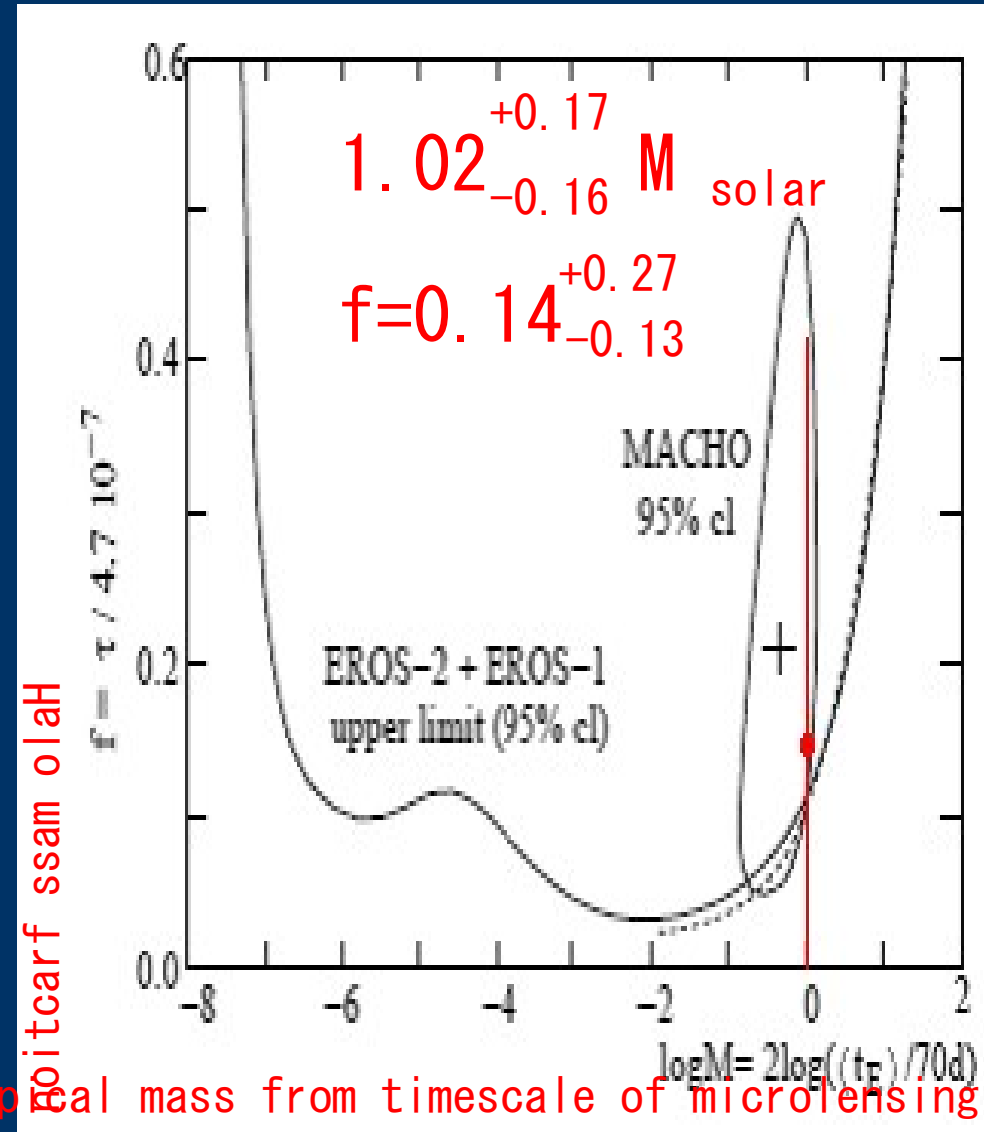
視野: 2.2平方度

CCD: 8000万画素



研究成果

- 奥村卓大、2008年修士論文
MOA-I (1999~2005) のLMC方向の
観測データ6年分から1例のマイ
クロレンズイベントを検出
- 牧田将太、2010年修士論文
奥村とは独立した方法でイベン
トセレクションを行い1例のマイ
クロレンズイベントを検出。また、
奥村の検出イベントと一致。



展望

- 2005～現在までのMOA-II 望遠鏡データ解析を行う。→現在解析中
- 今後も観測を続け統計量を増やし、銀河ハローに占めるMACHOsの割合の統計精度を上げる。
→今後を期待

ありがとうございました

