

レンズ銀河

サブハロー

ソース銀河

4重像レンズにおけるフラックス比 異常の起源について

(arXiv:1601.04414)

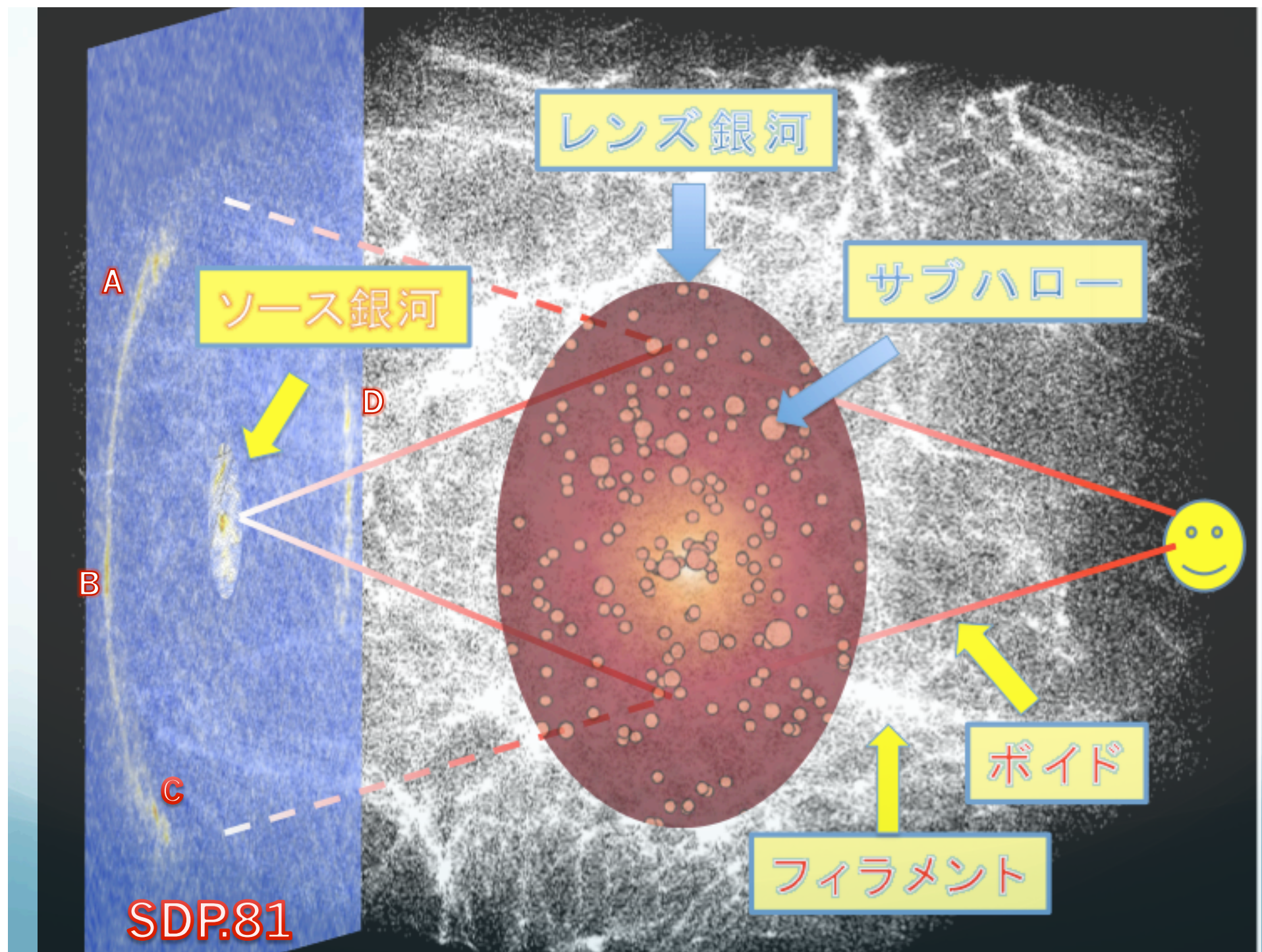
井上 開輝(近畿大)

ボイド

フィードバック

KAKENHI:JSPS Grant-in-Aid for Scientific
Research (B) (No. 25287062)
「重力レンズ現象から探る始原ミニハローの起源」

Japan Astronomical Society
Meeting@Tokyo Metropolitan U.
17 Mar. 2016



What's new

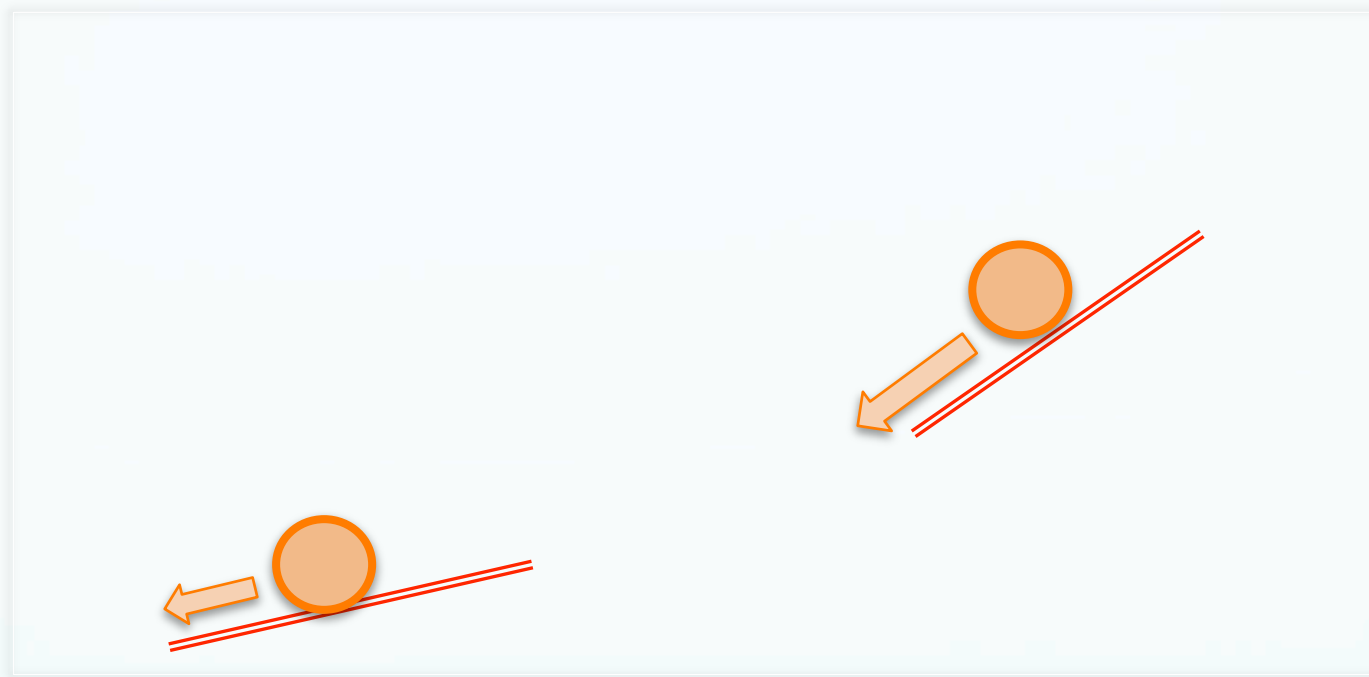
- 観測された4重像レンズにおけるサブハローのレンズ効果を評価(準解析的)。
- 視線方向構造の効果(~7割) > サブハローの効果(~3割)
- フラックス比異常はソース赤方偏移と相関

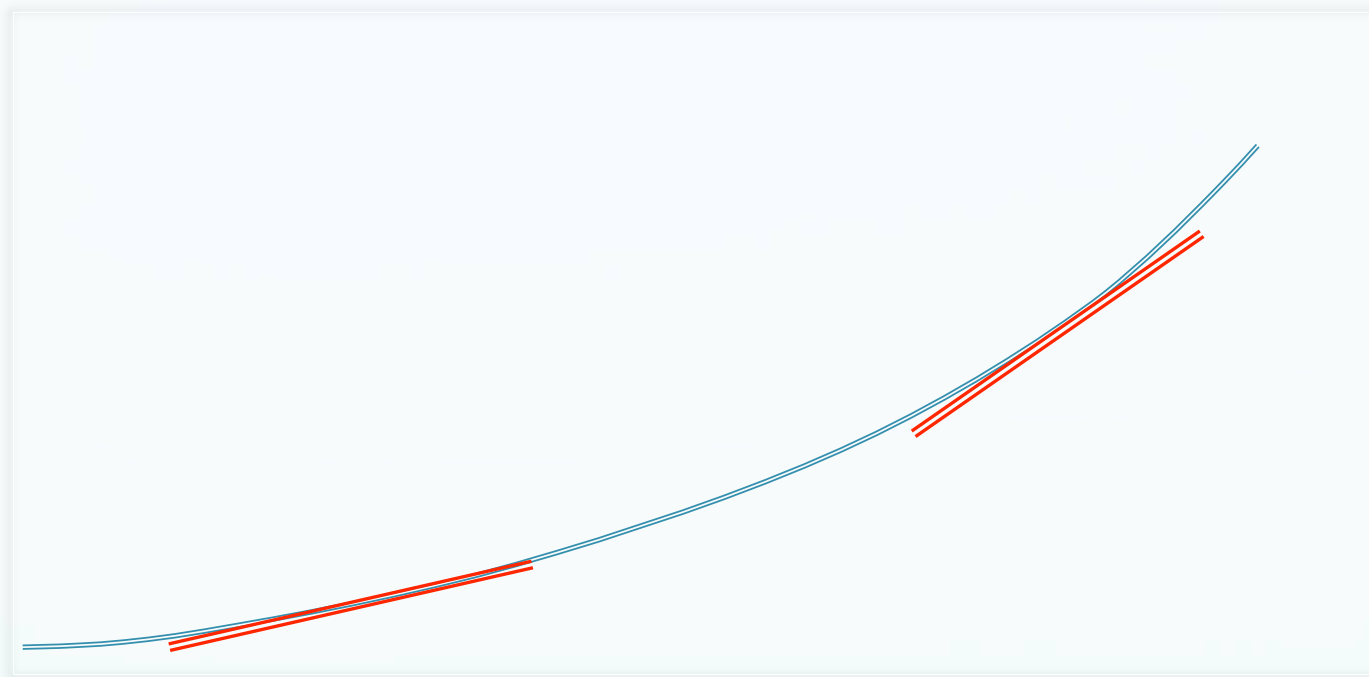
Outline

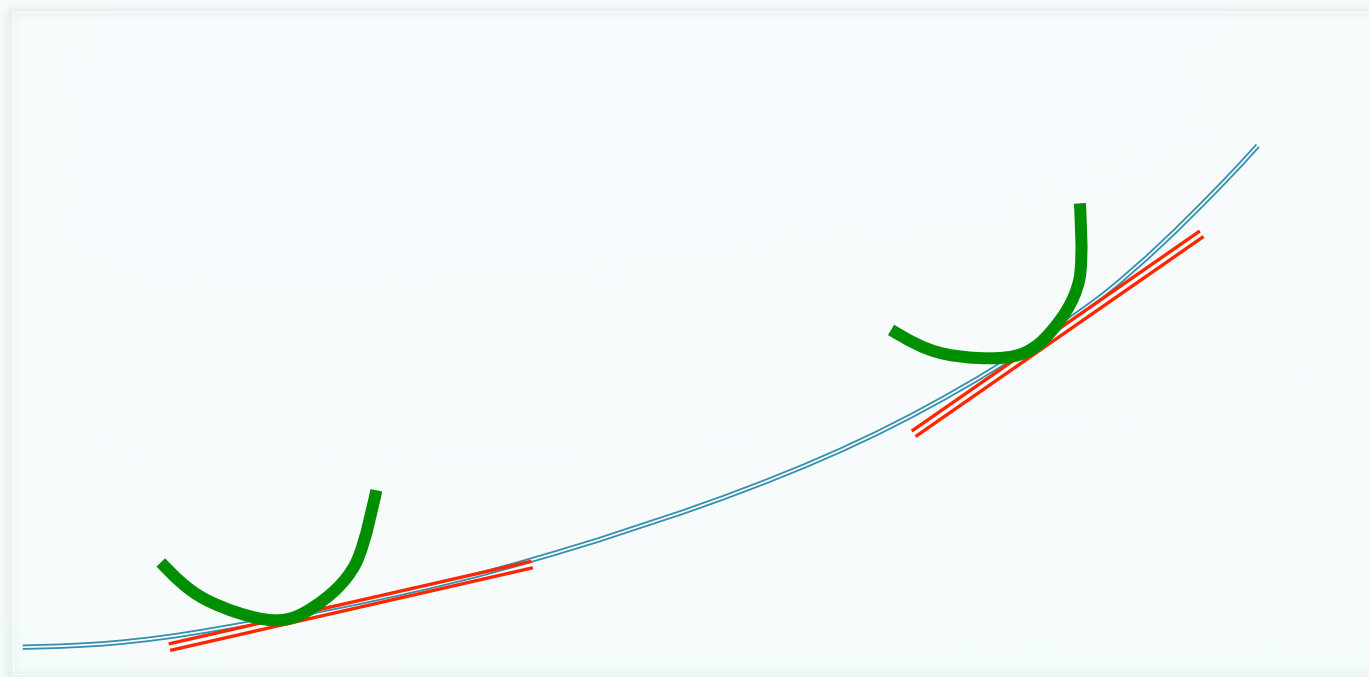
- フラックス比異常
- 起源
- サブハローの効果
- 視線方向 vs サブハロー
- まとめ・展望

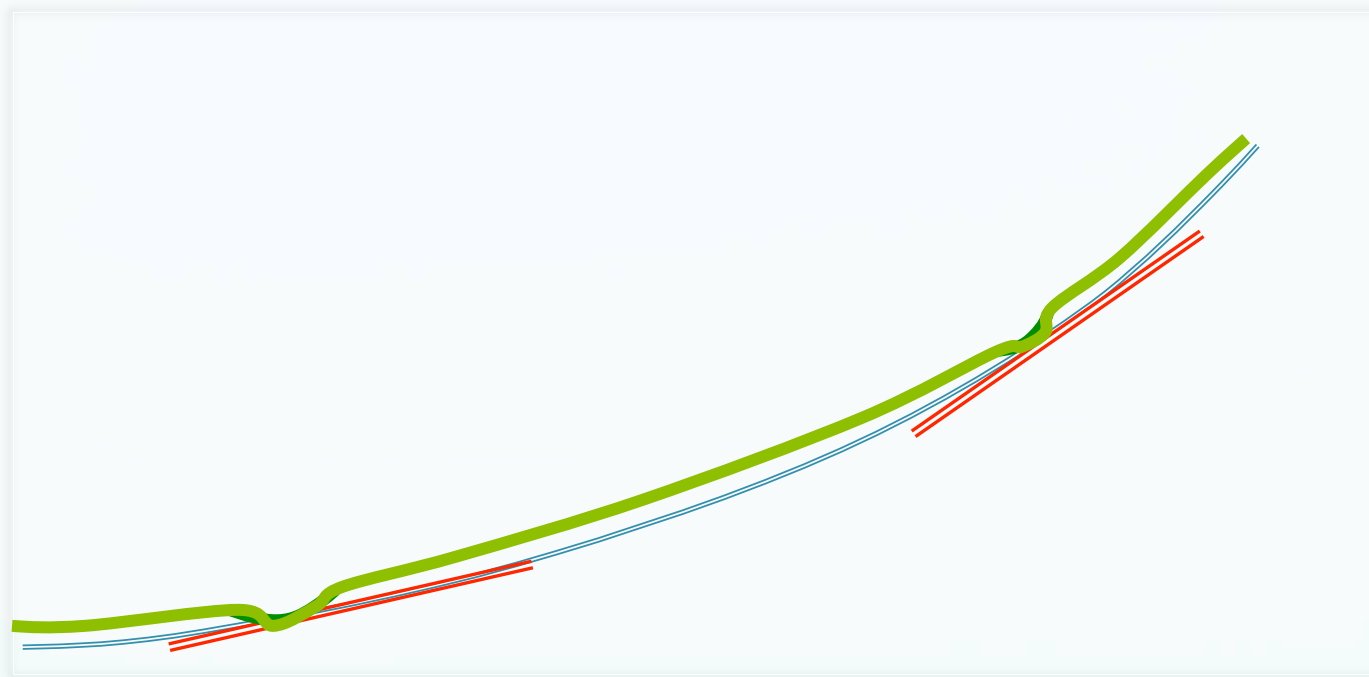
位置は合うがフラックス比が
合わない＝フラックス比異常

(スムーズなポテンシャルを仮定)









フラックス比異常の起源

- レンズ銀河のサブハロー
- 複雑な銀河ポテンシャル
- 散乱や吸収
- 視線方向のダークマター

Mao&Schneider '98, Metcalf&Madau '01, Chiba '02,
Dalala&Kochanek '02, Keeton '03, Inoue&Chiba '05
Minezaki et al. '09, Xu et al. '10

フラックス比異常の起源

- レンズ銀河のサブハロー
- 複雑な銀河ポテンシャル
- 散乱や吸収
- 視線方向のダークマター

(KTI, Takahashi '12, Takahashi & KTI '14, KTI et al. '15)

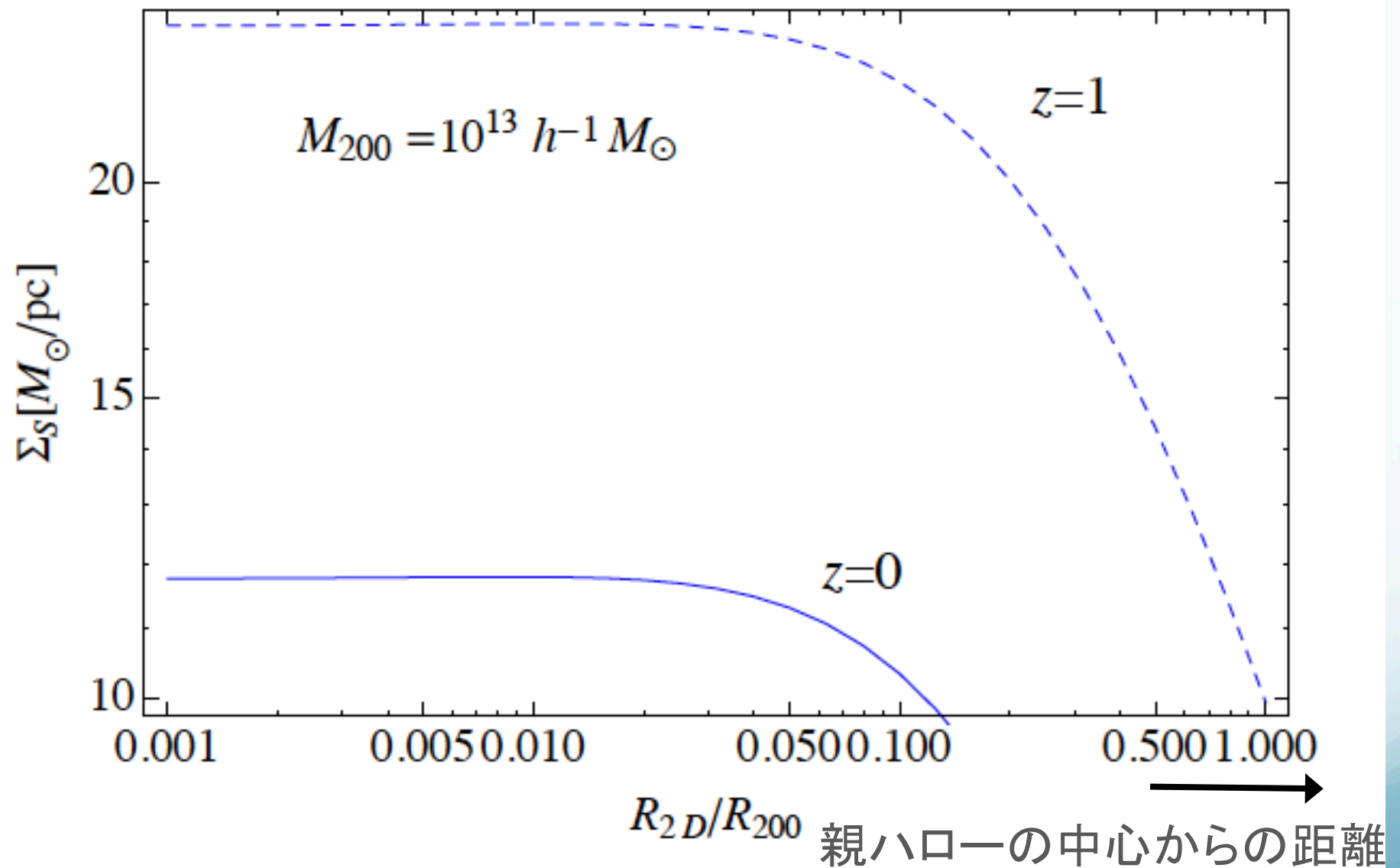
Outline

- フラックス比異常
- 起源
- サブハローの効果
- 視線方向 vs サブハロー
- まとめ・展望

サブハローのレンズ効果

- (Han et al. 2015)の準解析的質量関数($z=0$) (based on Aquarius&Phoenix)をレンズ面に射影。
- 背景はスムーズな重力ポテンシャルを仮定。
- アストロメトリックシフトの効果も考慮。
- 赤方偏移の効果はconcentration parameterで入れる。

サブハロー集団の表面質量密度



表面質量密度一様の原因

- ・親ハロー～SISより $1/R$ に比例
- ・bound fraction は R に比例 (if SIS)

 サブハロー表面密度 は $R \times 1/R = 1$ に比例
(ただし、アインシュタイン半径近傍)

Outline

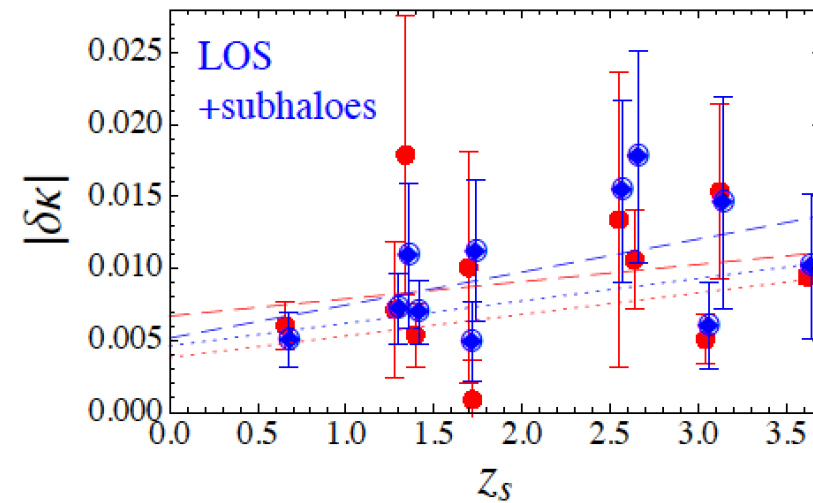
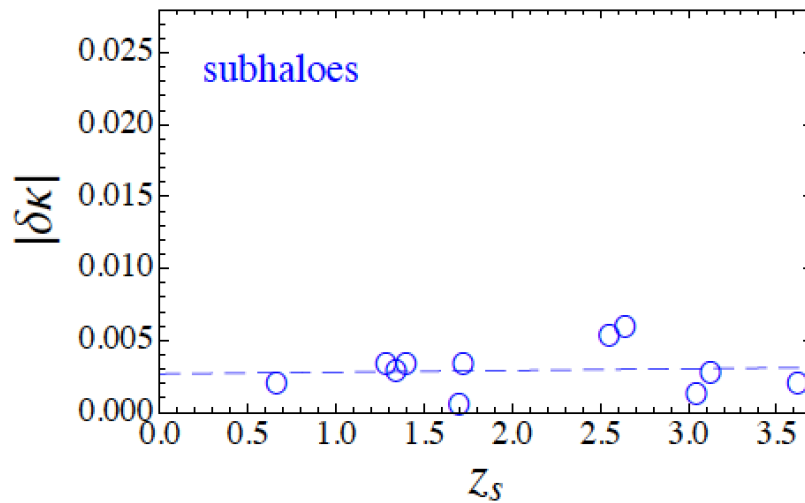
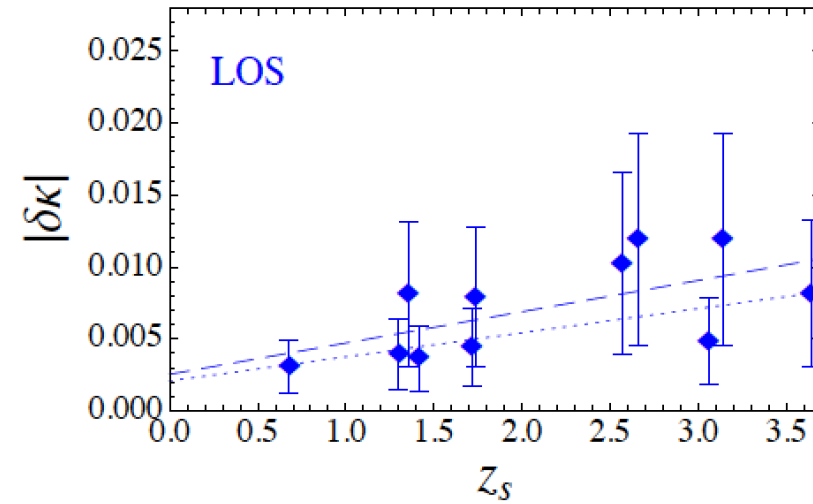
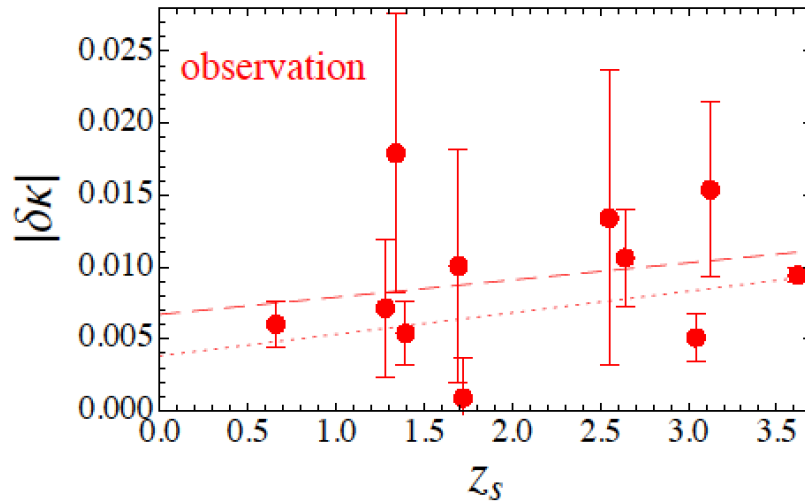
- フラックス比異常
- 起源
- サブハローの効果
- 視線方向 vs サブハロー
- まとめ・展望

解析方法

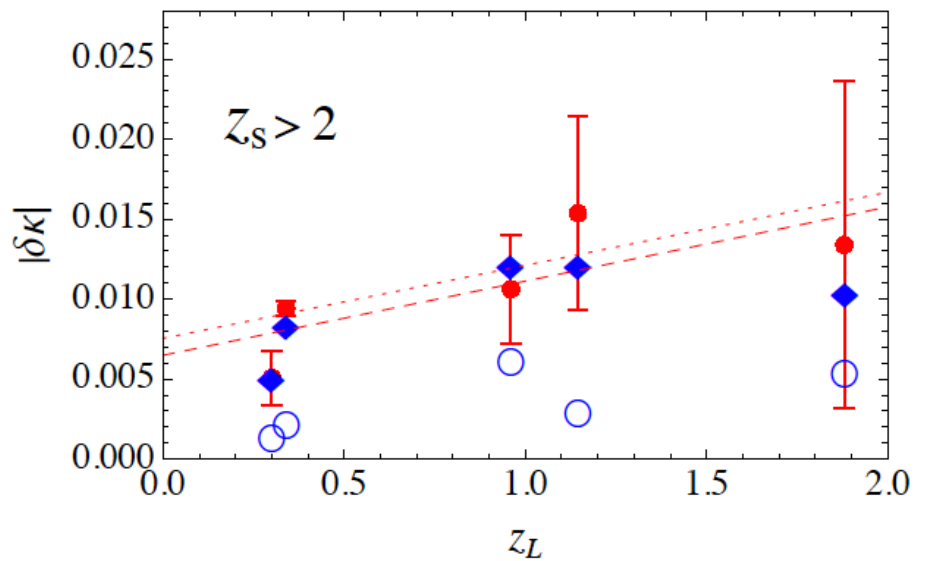
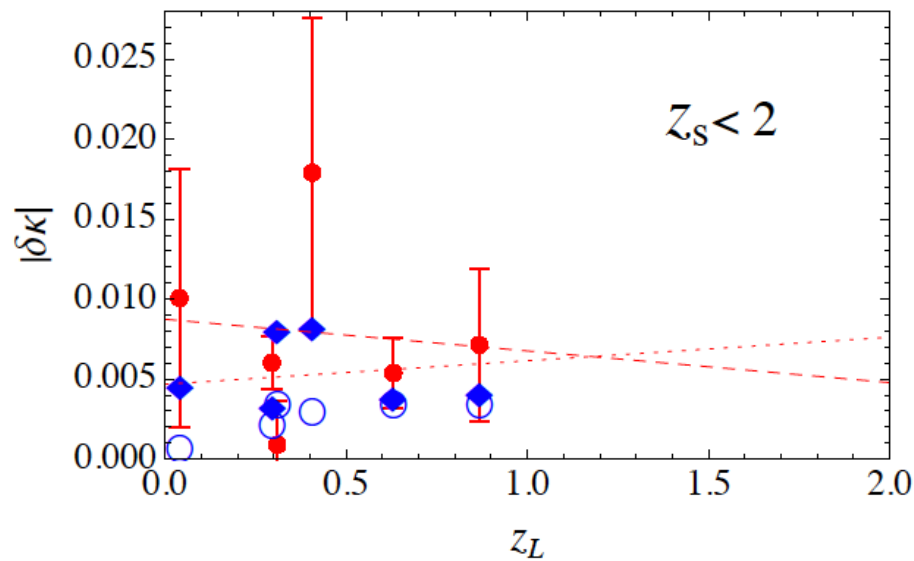
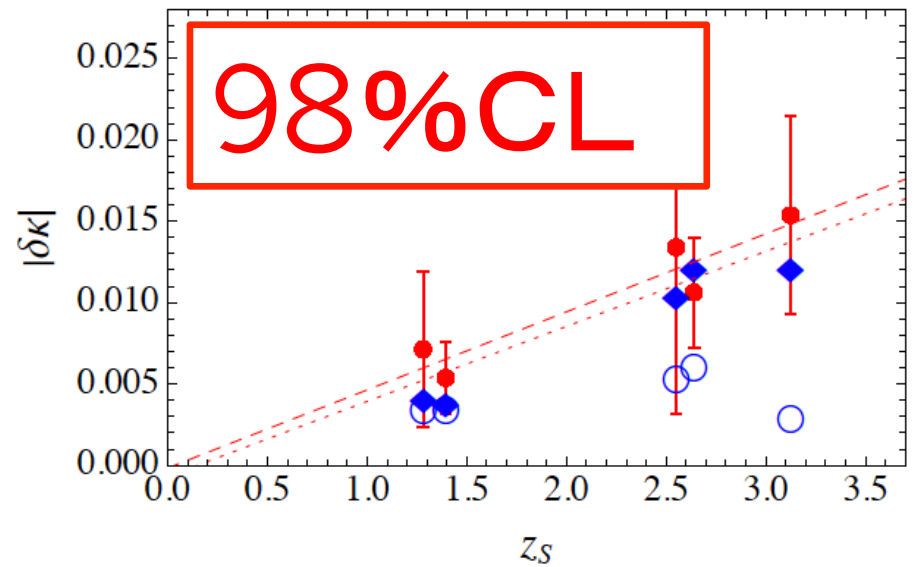
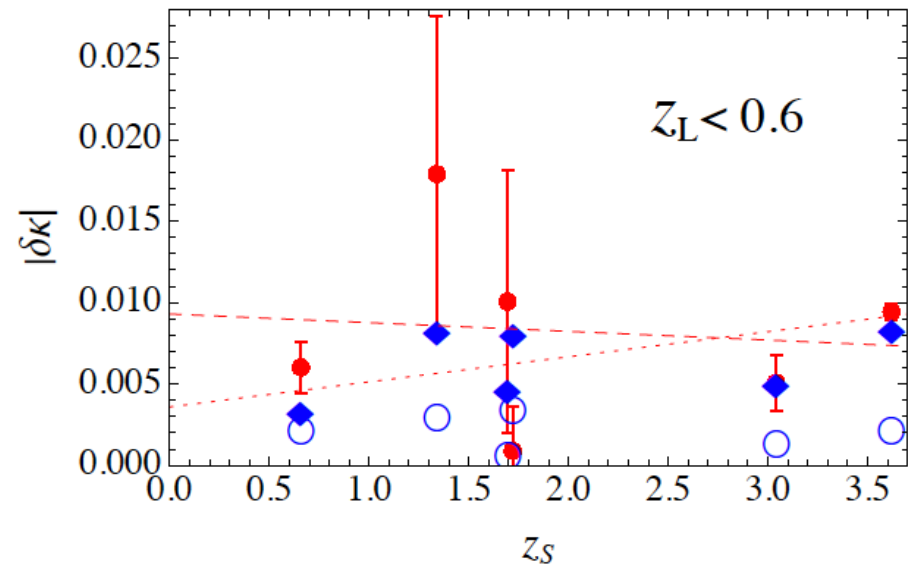
- 10個の4重像QSO-galaxyレンズ、1個の4重像SMG-galaxyレンズの観測データを使用。
- フラックスは電波又は中間赤外。
- 背景はスムーズな重力ポテンシャル。(SIE+shear)
- アstrometrickシフトを考慮。
- 摂動は等方であると仮定。

視線方向かサブハローか？

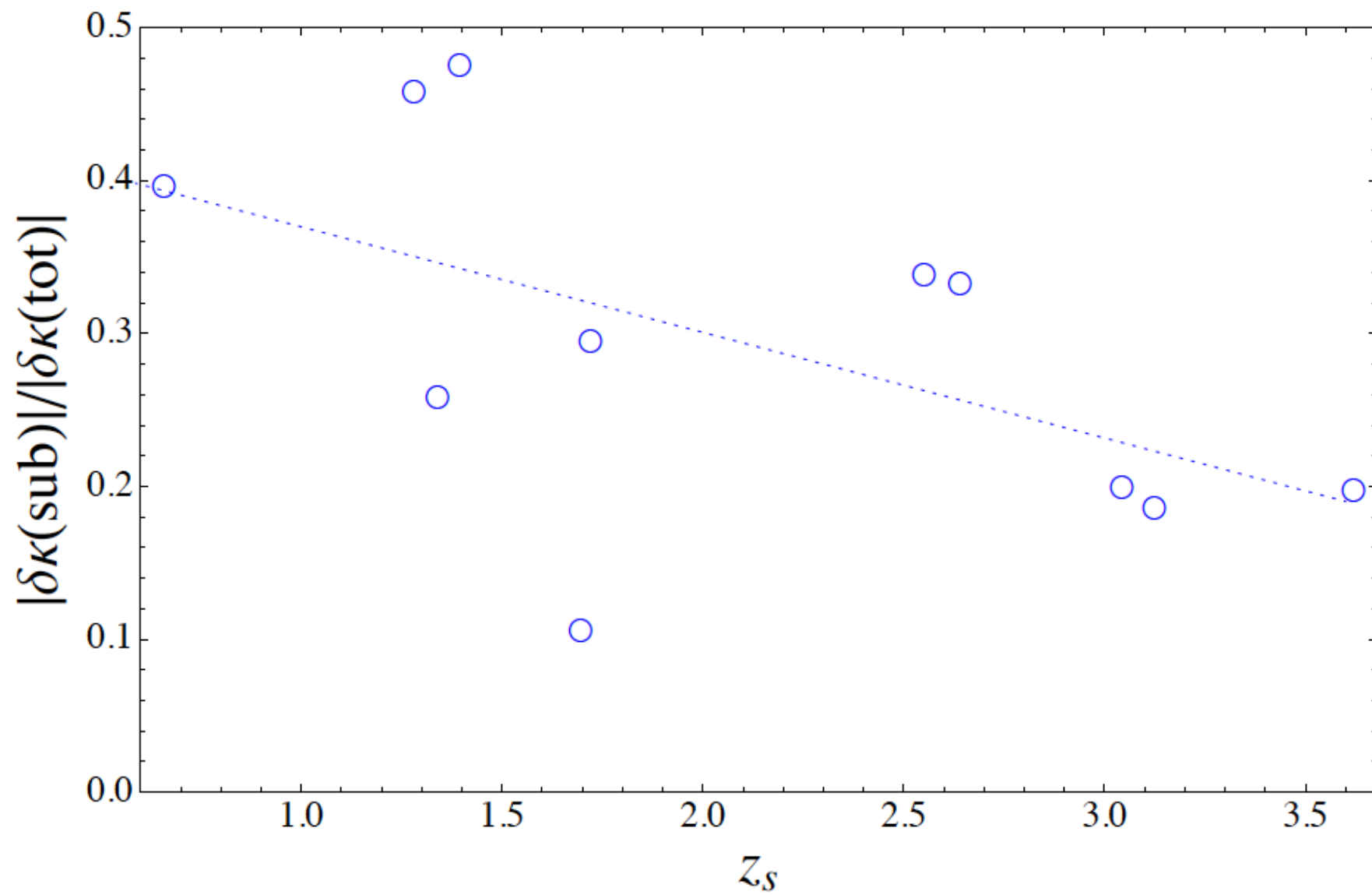
Convergenceのソース赤方偏移依存



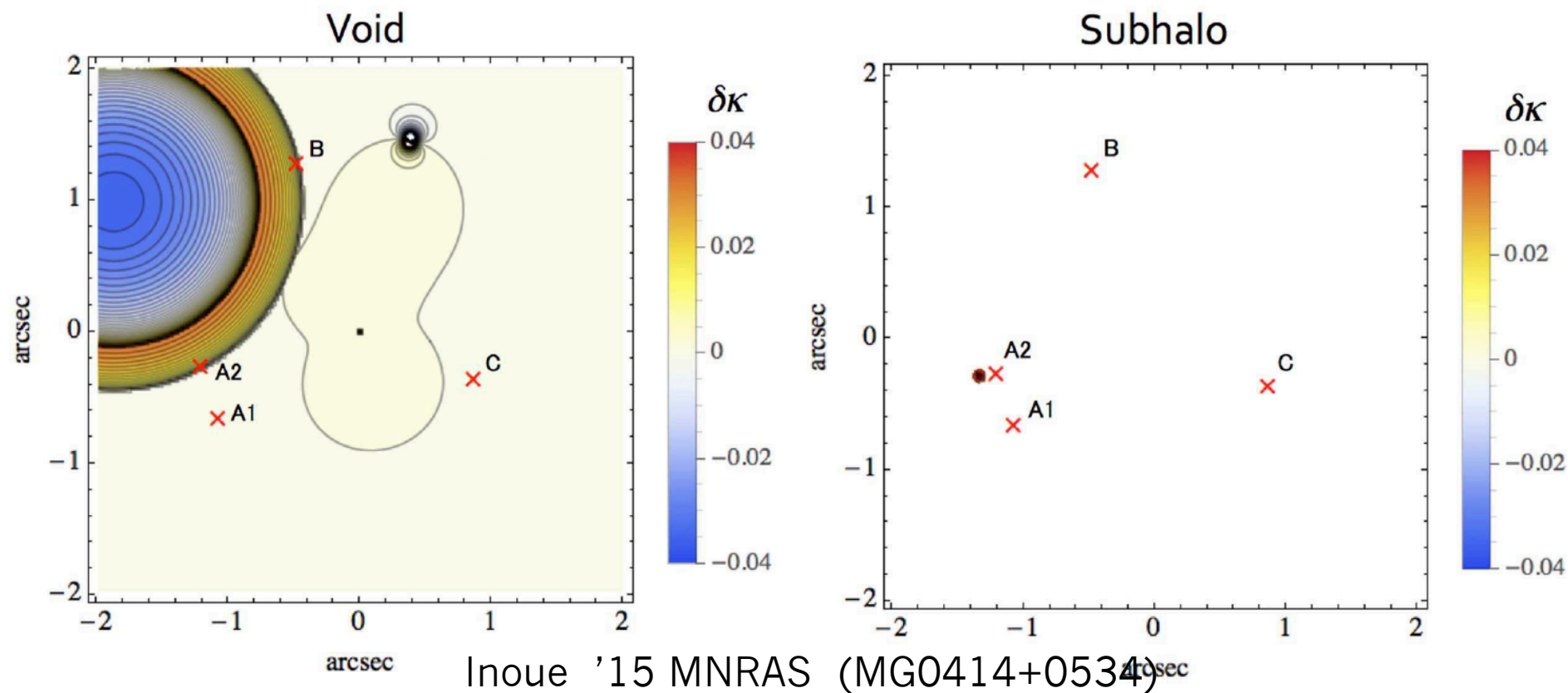
Convergenceの赤方偏移依存



サブハローの寄与



視線方向レンズ vs サブハローレンズ



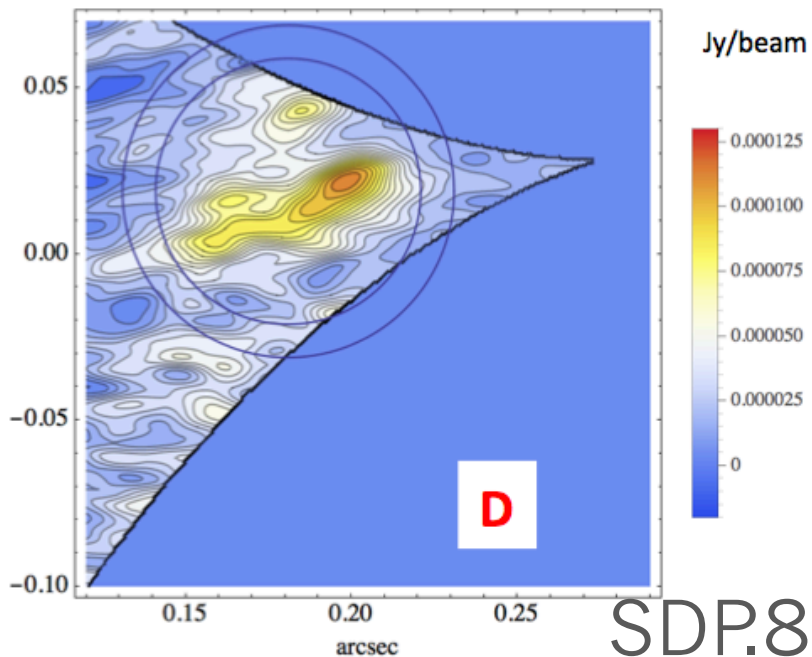
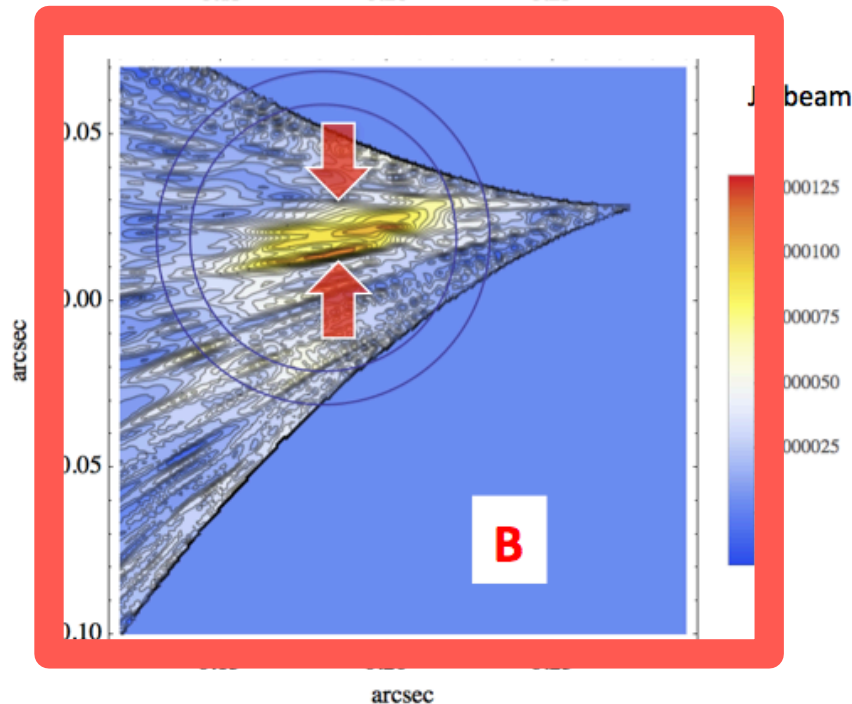
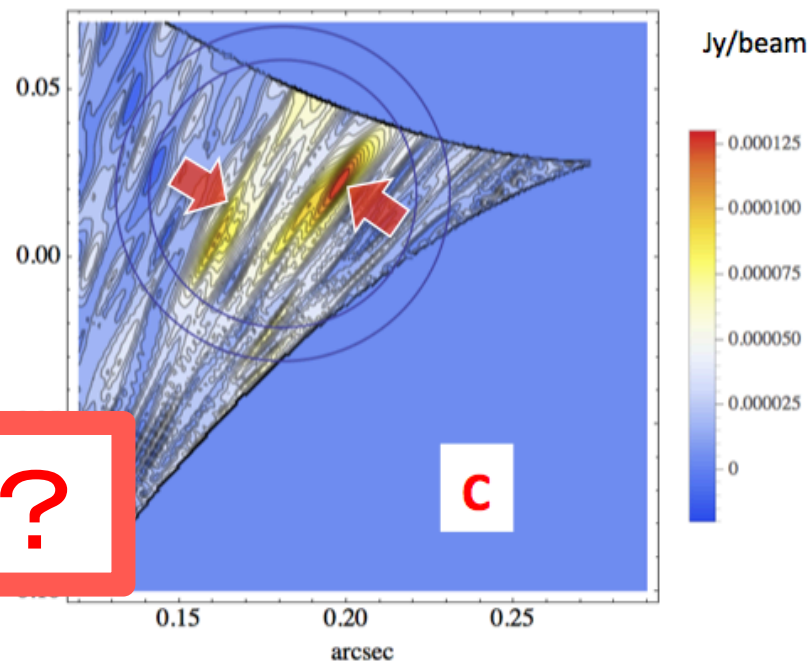
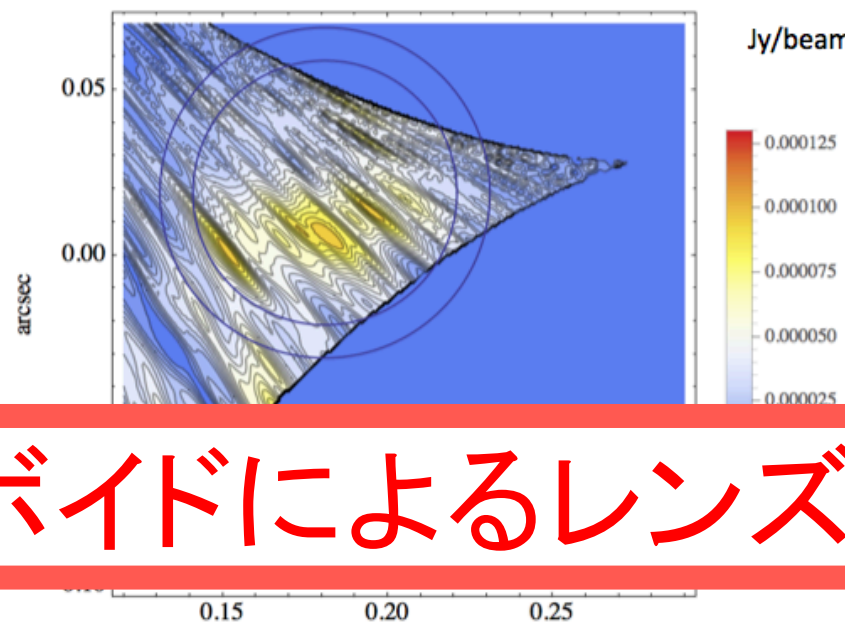
ガウス統計

(正負の質量)

ポアソン統計

(正の質量のみ)

ボイドによるレンズ？



まとめ

- 親ハロー中心付近でサブハロー集団の射影質量密度は一樣。
- サブハローレンズの寄与20~40%。アノーマリーはソース赤方偏移と相関。
- 視線方向の構造が主に利くため~30%の確率でアノーマリーはボイドが原因。

展望1(理論面)

- グループサイズのシミュレーション
- ハロー+サブハローの時間進化、
環境効果
- バリオンの効果



サブ銀河スケール宇宙論

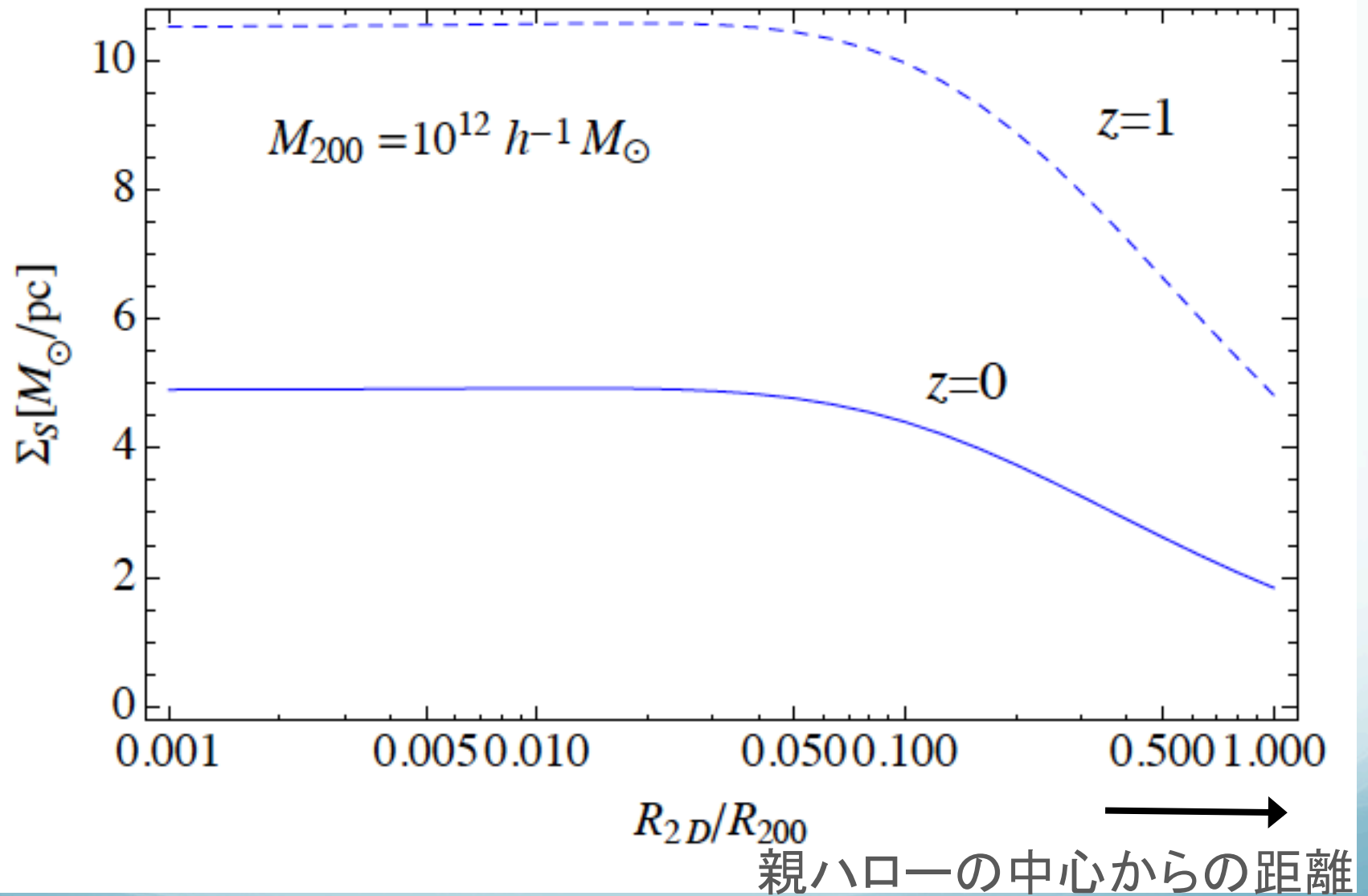
展望2(観測)

- SMGレンズのALMA観測
- 21cm吸収線(DLA)との相関
- イオン密度との相関(電波観測)



サブ銀河スケールの「むらむら」マップ

サブハロー集団の表面質量密度



4重像重カレンズ

