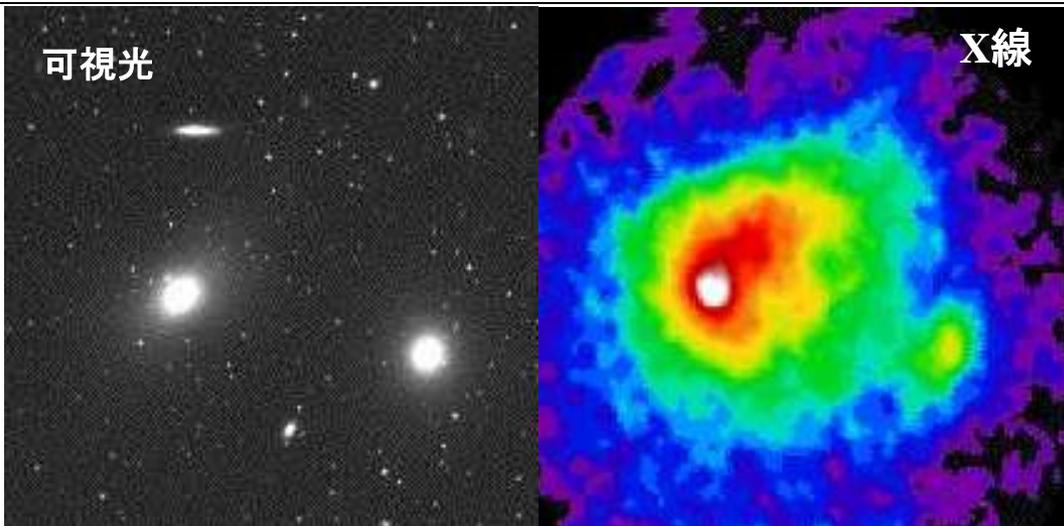


X線光度の異なる楕円銀河周辺
での
矮小銀河の分布

広島大学→東京理科大学
戸塚 都

Introduction : 楕円銀河のX線光度問題



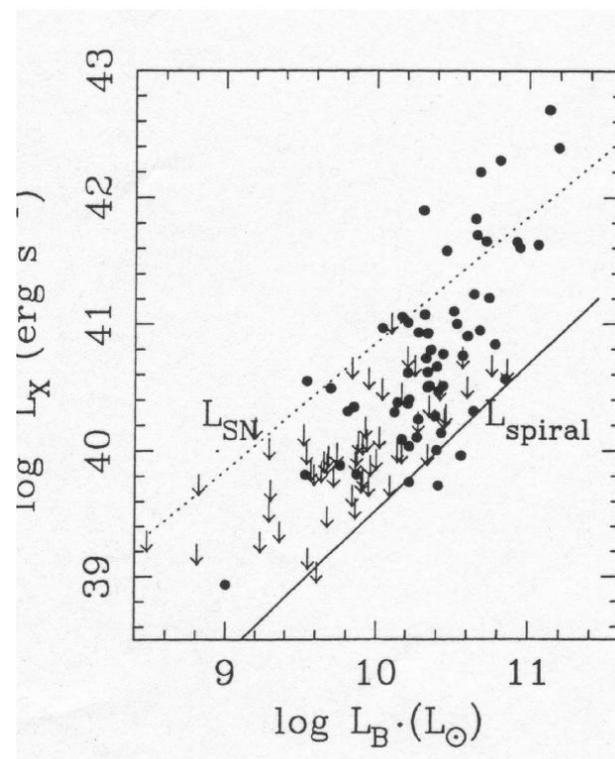
可視光でほぼ同じ光度でもX線では光度が2ケタ近く異なることがある。

楕円銀河の構成要素

星(物質) ⇒ 可視光
銀河の中心領域で支配的

高温ガス ~ 1千万度 ⇒ X線
空間に連続的に広がる
重力に閉じ込められている

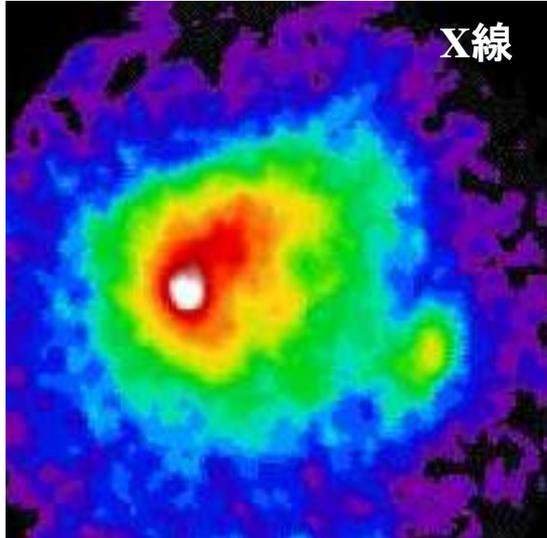
暗黒物質 ⇒ 観測不可
銀河の外側で支配的



銀河形成論 ~~↔~~ 組成比が大きく異なる

Introduction : 楕円銀河のX線光度問題

- 銀河の外側の比較 -



X線で明るい楕円銀河

高温ガス→100kpcを超えて明るい

重力ポテンシャル→

外側で銀河群並みの重力ポテンシャル

X線で暗い楕円銀河

外側が暗く温度が低い

〔 ガスの性質
重力ポテンシャル

→精度の良いが解析結果が得られない

X線で暗い楕円銀河について外側の詳細が分からないため、
比較ができていない

X線光度問題を解決するためには

楕円銀河の外側の **〔ガスの性質
重力ポテンシャル〕** を調べる必要がある

- X線による銀河外側のガスの観測
 - 銀河を満たす高温ガス中の重元素組成比
- 可視光による銀河外側の重力ポテンシャルの観測
 - 銀河の外側の矮小銀河の分布

・X線による高温ガスの観測
高温ガス中の重元素

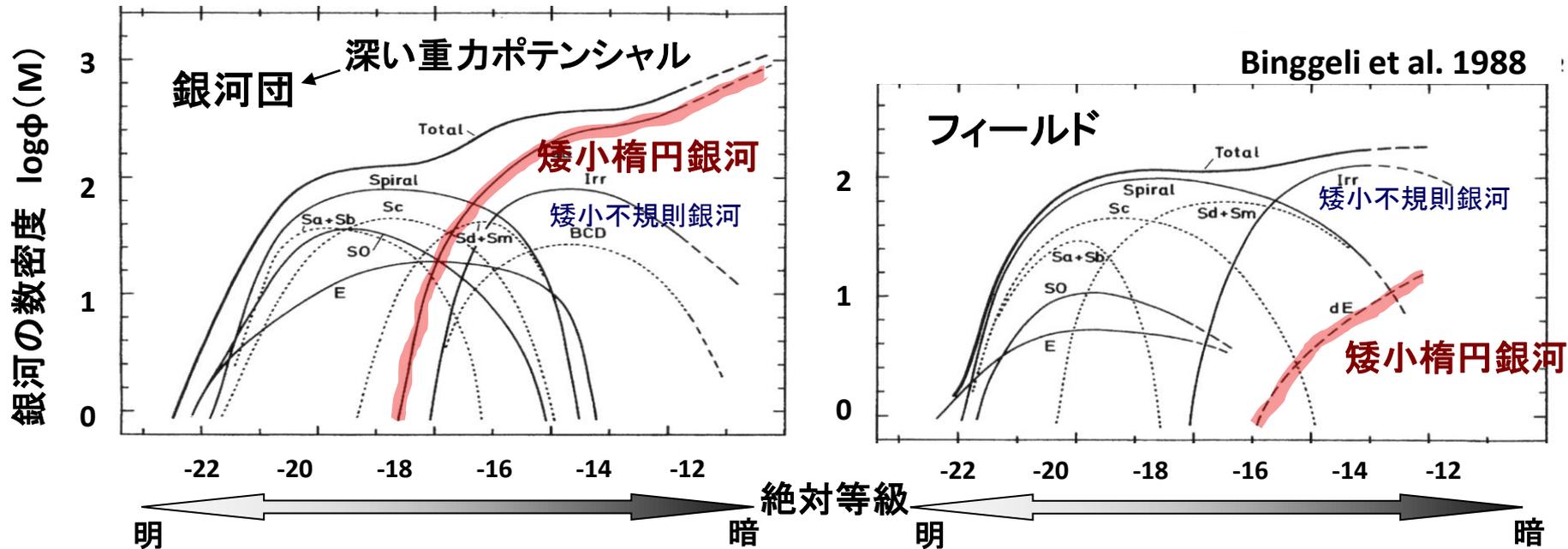
X線で暗い楕円銀河 :	
鉄の空間分布	→外側で急激に減少
鉄と α 元素の組成比	→X線で明るい楕円銀河と同じ組成比

X線で暗い楕円銀河外側に低温でMetal poorなガスが存在する可能性

→ガスを留める重力ポテンシャルも示唆

- X線による銀河外側のガスの観測
 - 銀河を満たす高温ガス中の重元素組成比
- 可視光による銀河外側の重力ポテンシャルの観測
 - 銀河の外側の矮小銀河の分布

可視光による重力ポテンシャルの観測 矮小銀河の分布



矮小銀河が楕円銀河周辺の重力ポテンシャルのトレーサーになる

矮小銀河の形態も考慮し、暗黒物質について考察する

可視光による重力ポテンシャルの観測

- 観測 -

木曾観測所 シュミット望遠鏡 2kCCD

木曾観測所 : 暗天
2kCCD : 50' × 50'

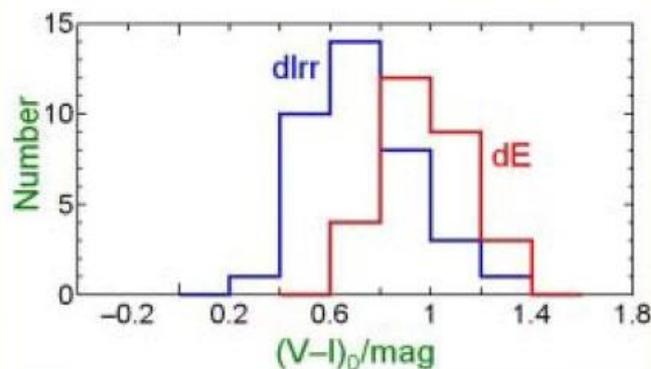
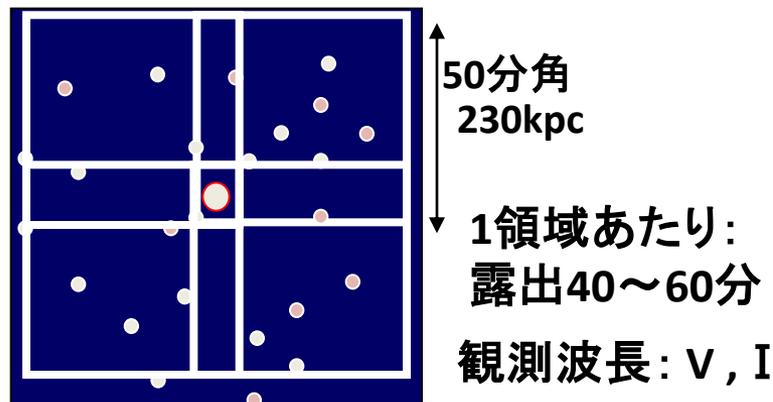
target

X線で明るい
楕円銀河

NGC4472
NGC4636

X線で暗い
楕円銀河

NGC3923
NGC720
NGC4365
NGC4382



半数はSDSS(DR7)の掃天領域内であるが、
本観測はバンド当たりで約10倍深いデータ

(V-I) > 0.8 矮小楕円銀河
(V-I) ≤ 0.8 矮小不規則銀河

可視光による重力ポテンシャルの観測

- 解析 -

矮小銀河を、**これまでに無く暗い等級、淡く広がった銀河まで**検出する必要がある

- 解析

独自に2つの解析を行った

- 明るい銀河と星の検出と選定

天体の像の大きさを用いた銀河と星の区別

- convolutionによる暗く淡く広がった銀河の検出

- 検出方法の信頼性の検証

可視光による重力ポテンシャルの観測

- 解析 -

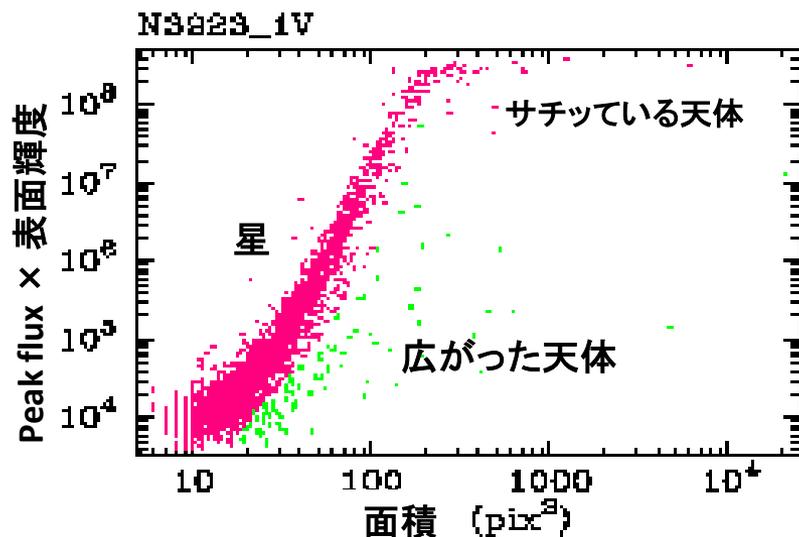
• 明るい銀河と星の検出と選定

○ 天体の検出

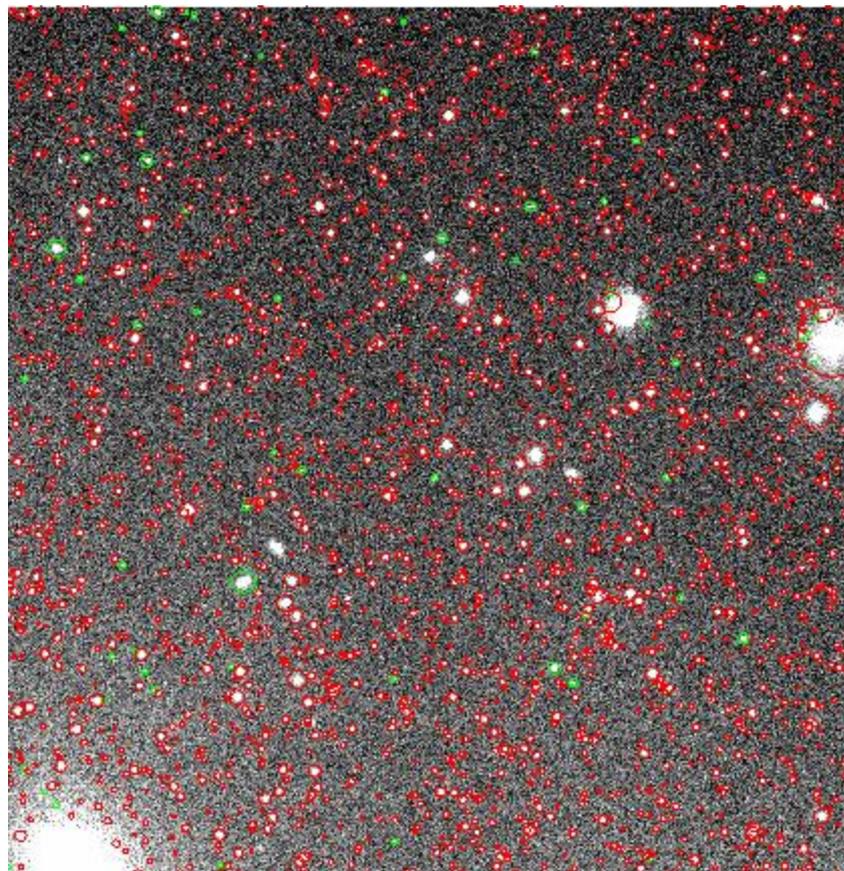
- 背景ノイズの 2σ をsignal
- Signal が15pix以上連続
半径2kpc程度の天体まで検出

○ 銀河の選定

天体の像の大きさを用いた銀河と星の区別



検出された天体



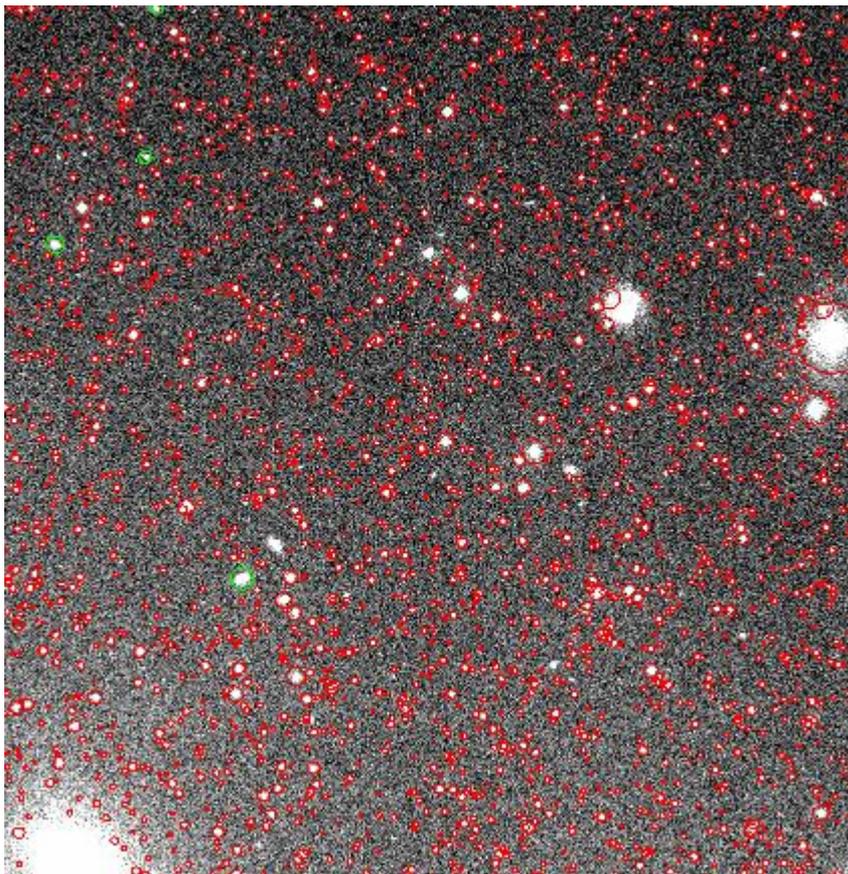
星の分布をモデル関数でfitting
→y切片を誤差 2σ 分下げ判断

可視光による重力ポテンシャルの観測

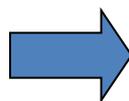
- 解析 -

•convolutionによる暗く淡く広がった銀河の検出

①明るい銀河をmask



前解析で検出された星と明るい銀河(16等以上)をpick up
この領域をmaskする



skyを差し引かないimageをつかう

Mask 領域はsky画像(元画像のfittingで得る)
をはめ込む

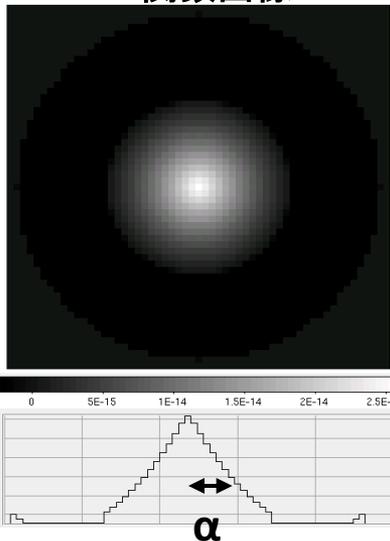
可視光による重力ポテンシャルの観測

- 解析 -

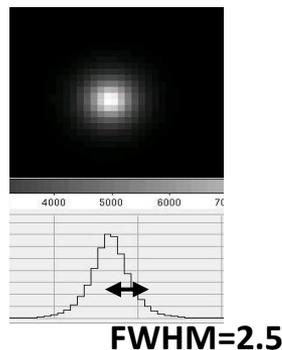
convolutionによる暗く淡く広がった銀河の検出

② filter関数の作成とその評価

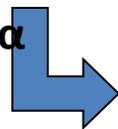
Filter関数画像



サンプル天体画像1

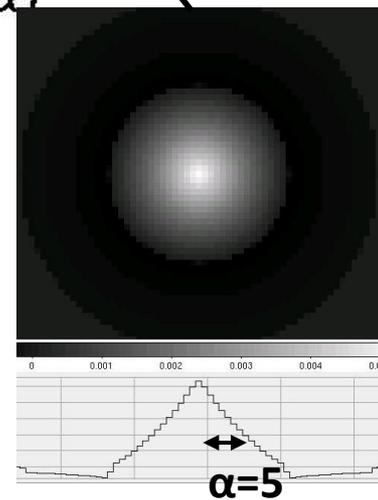
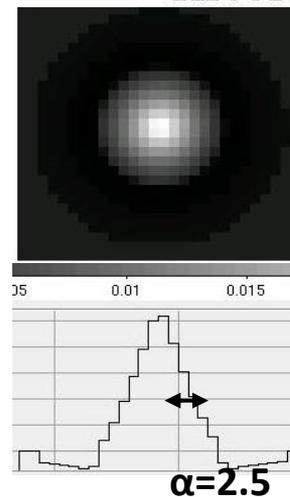
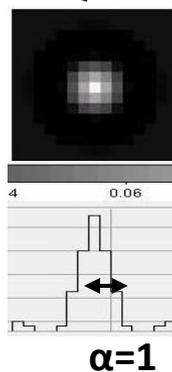
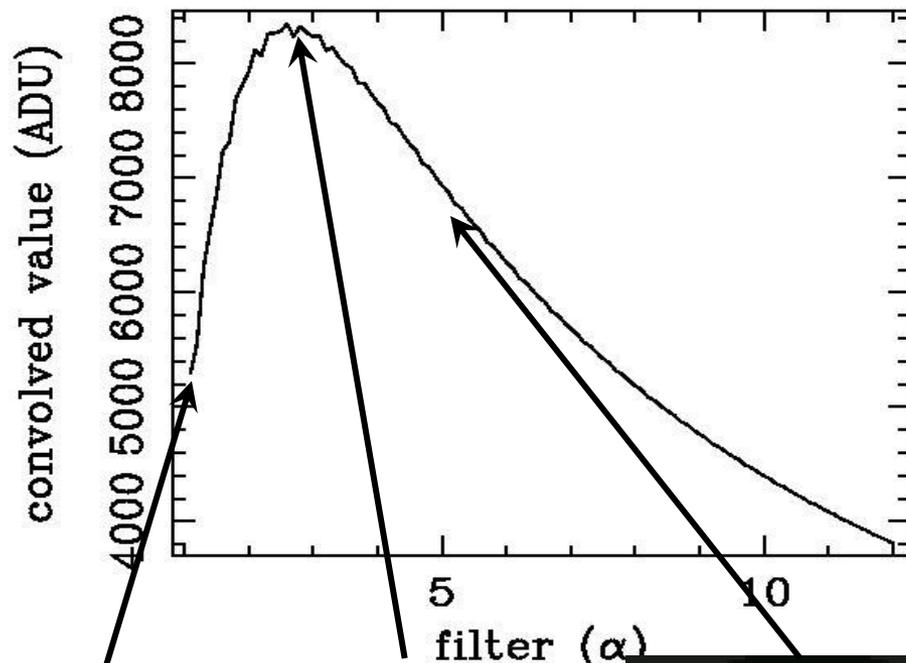


様々なスケールの α
で convolution



星のFWHMと α が等しくな
るとき Convolution の値
は最大値をとる

filter vs convoled value



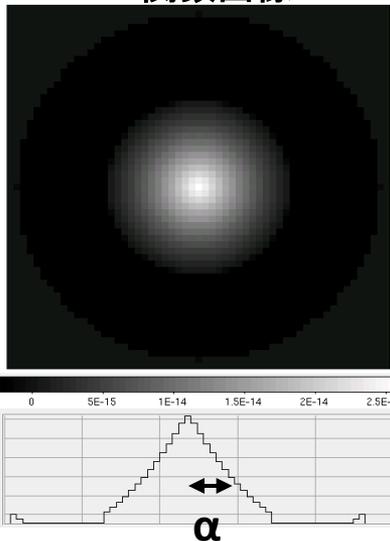
可視光による重力ポテンシャルの観測

- 解析 -

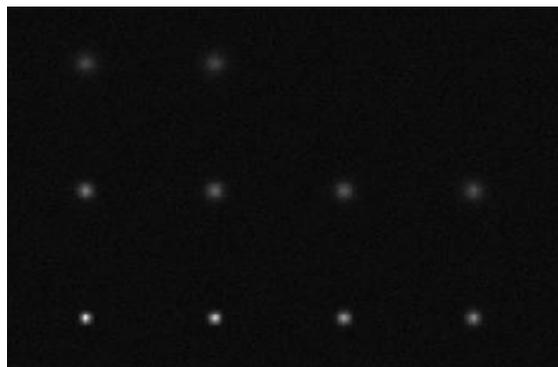
• convolutionによる暗く淡く広がった銀河の検出

② filter関数の作成とその評価

Filter関数画像

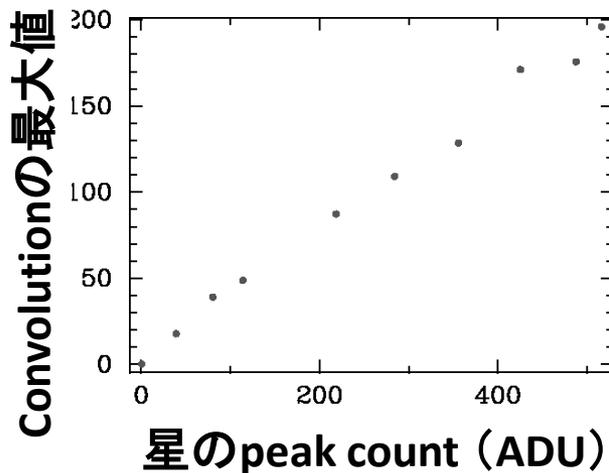
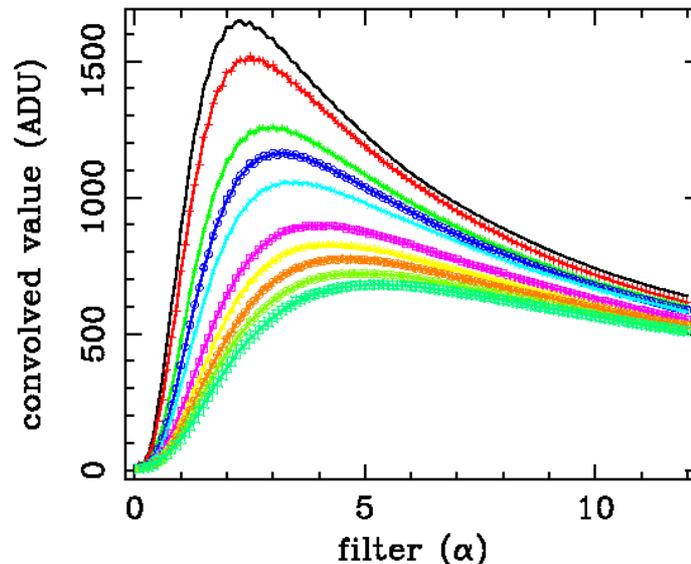


サンプル天体画像2



異なるpeak count 異なるFWHM

filter vs convoled value



可視光による重力ポテンシャルの観測

- 解析 -

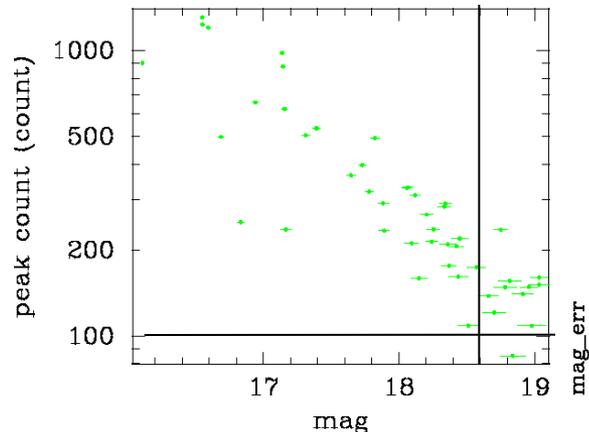
- convolutionによる暗く淡く広がった銀河の検出

Convolution結果

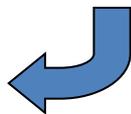


○ 新たに検出された銀河

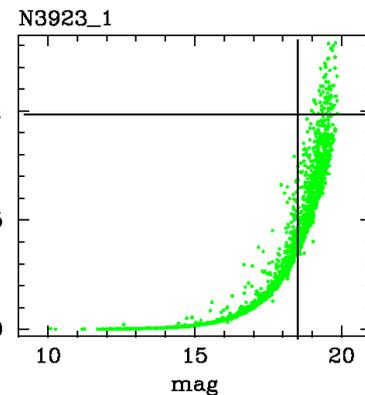
Imageに残しておいた銀河の等級と Convolutionの値の相関



Convolution結果から
限界等級以上の値のものを
銀河とする。



限界等級

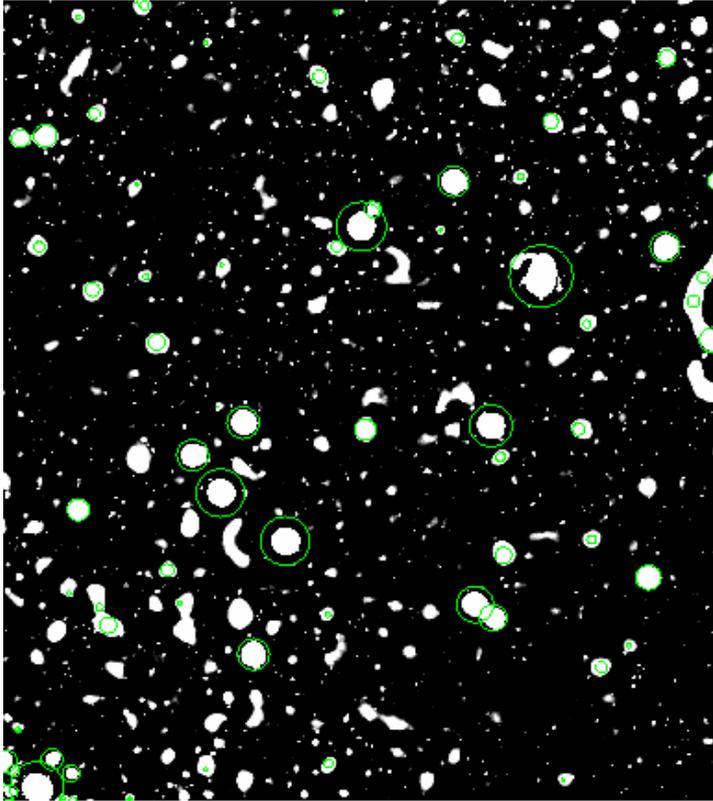


可視光による重力ポテンシャルの観測

- 解析 -

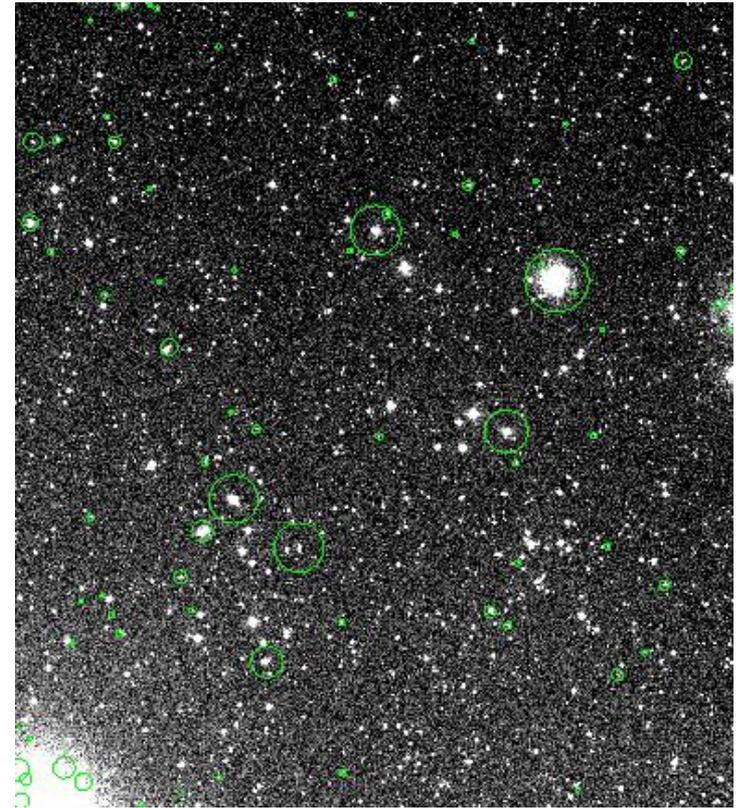
- convolutionによる暗く淡く広がった銀河の検出

Convolution結果



○ 新たに検出された銀河

最終的に検出された全銀河

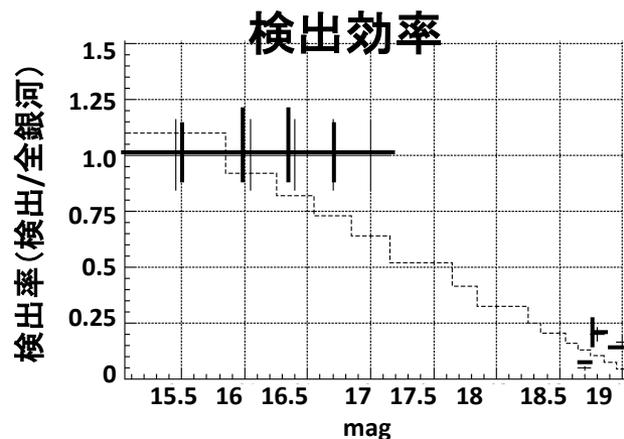


可視光による重力ポテンシャルの観測

今回の検出手法の信頼性の検証

シミュレーション画像(21等まで)

- Targetとする矮小銀河 800個
観測天体の 距離、
光度分布
限界等級以上の銀河の数(~70)
- 背景の星と銀河
銀河 5個
星 700個



Target以外を誤って検出
星 ~3% (但し >18等)
背景銀河 ~1%

17等級より明るい天体はほぼ完全に検出
18等までは星、背景銀河の間違いもほぼ無視できる

背景銀河によるコンタミネーションの検証

近傍銀河、銀河団のない空の観測
→ Virgo銀河団の外側

V-band 3天体検出
I-band 同定されず

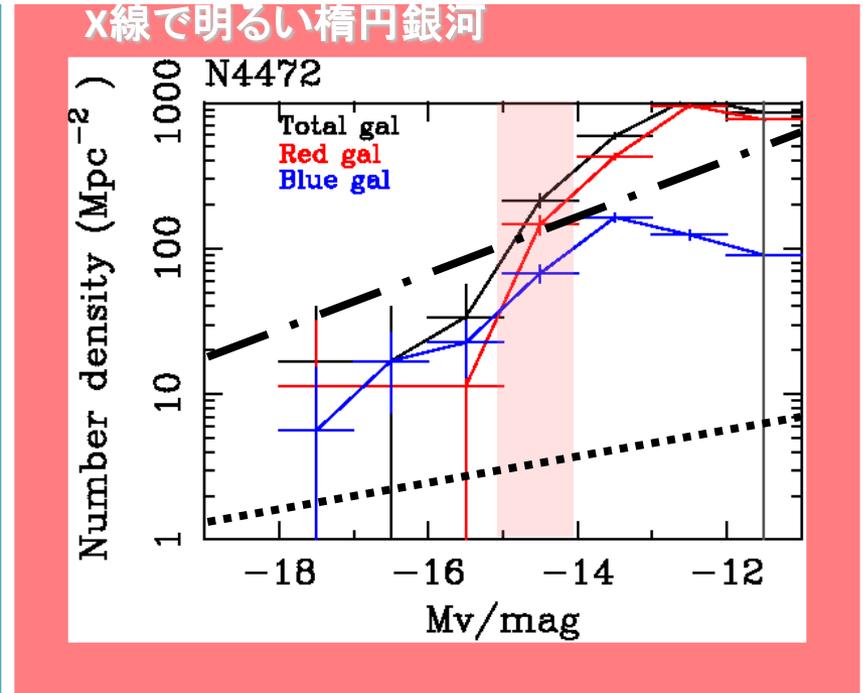
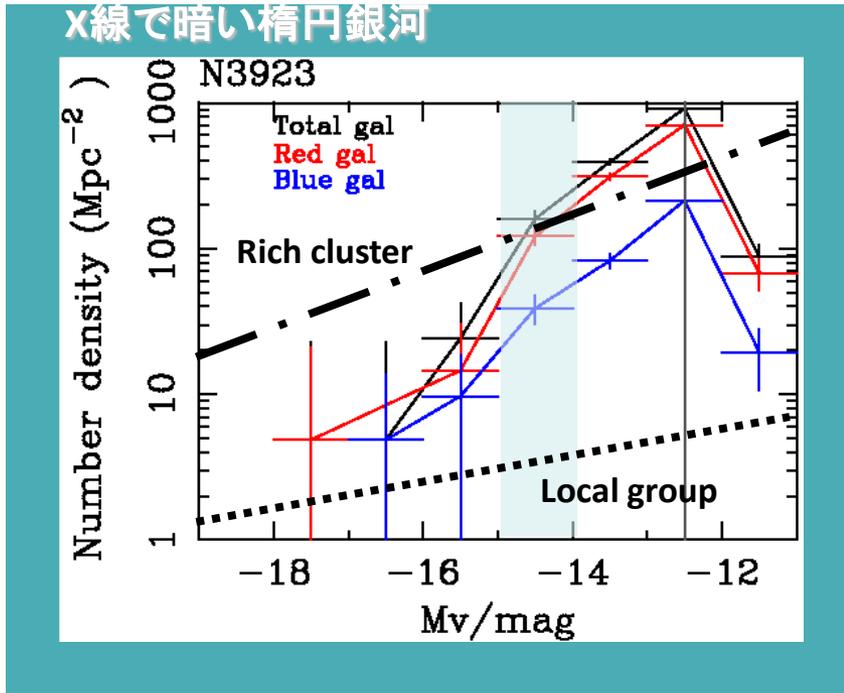
バックグラウンド銀河は検出されない



過去の観測/シミュレーション結果と
コンシステント

可視光による重力ポテンシャルの観測

結果: 光度分布



銀河の数密度 20 ~ 200 @ -14 mag.

→ Local groupを大きく上回り、
Rich clusterに匹敵する矮小銀河の数密度

➡ X線で暗い楕円銀河も深い重力ポテンシャルの中にある

現在

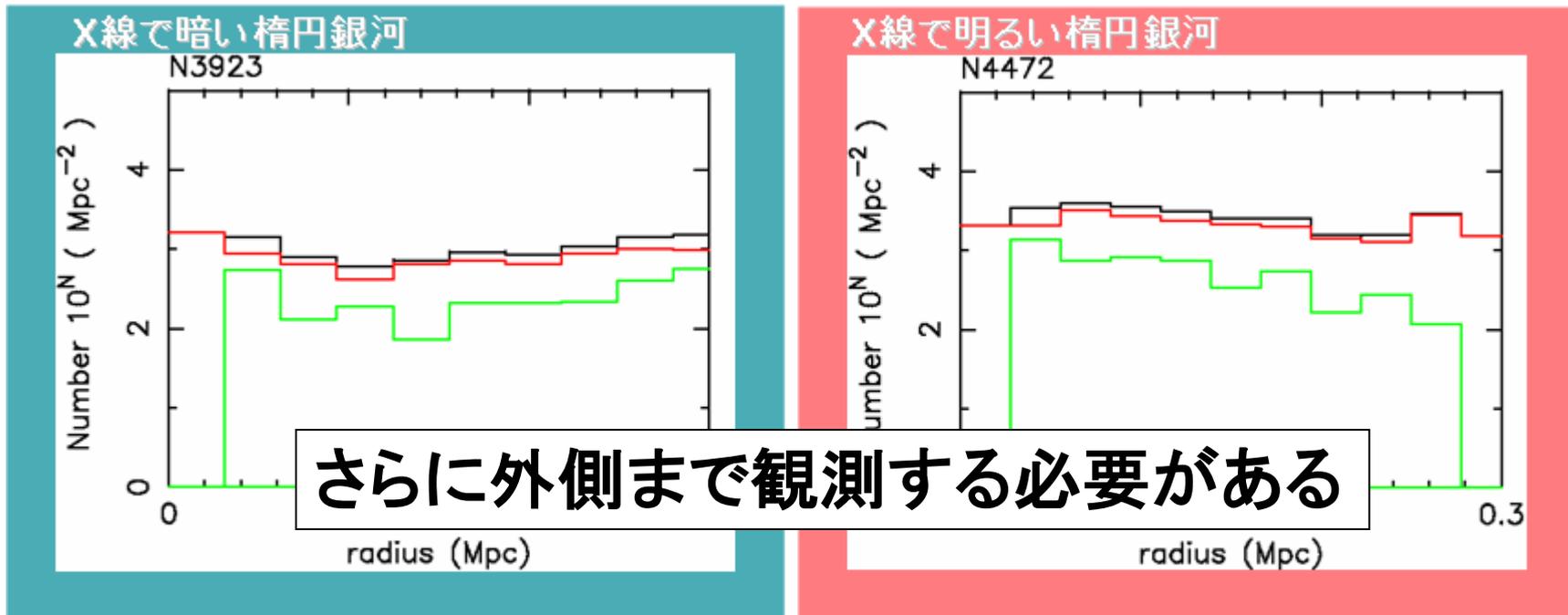
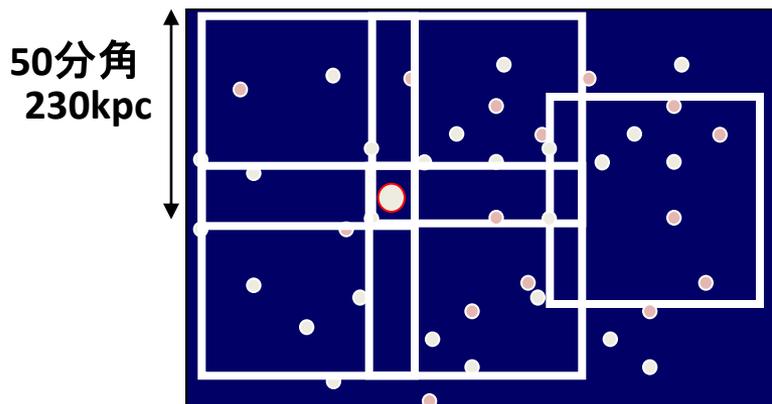


図2 楕円銀河中心からの矮小銀河の空間分布
X線で暗い楕円銀河NC3923(左)とX線で明るい楕円銀河(右)



target

X線で暗い
楕円銀河

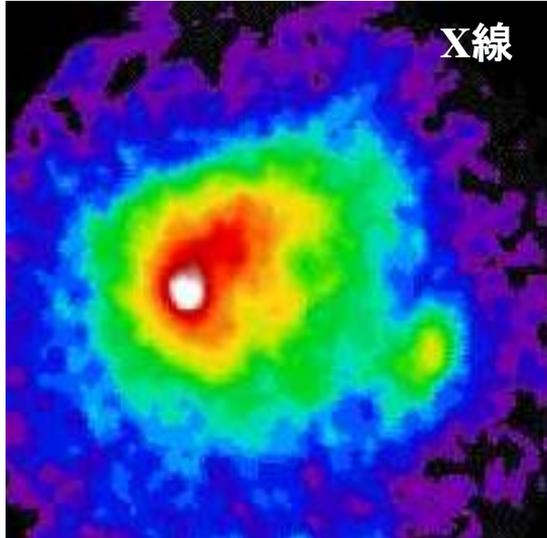
NGC3923
NGC720

X線で明るい
楕円銀河

NGC4636
NGC4472

楕円銀河のX線光度問題

- 銀河の外側の比較 -



X線で明るい楕円銀河

高温ガス→100kpcを超えて明るい
重力ポテンシャル→
外側で銀河群並みに深い

X線で暗い楕円銀河

ガスの性質→metal poorで低温のガスが存在
重力ポテンシャル→
ガスをとどめる程度に深い

楕円銀河の外側のガスの性質、
重力ポテンシャルの深さの違い

→X線光度のばらつき

- **可視光による銀河外側の矮小銀河の観測**

 - まだ全重力範囲の観測にいたっていない

 - 現在、さらに外側領域まで観測

 - 詳細な矮小銀河の数密度分布をもとめ、CDMモデルへの言及も

- **X線で暗い楕円銀河の外側の低温・低重元素ガス**

 - ミッシングバリオンの候補となりうる?

 - 酸素の吸収線の検出による解析

 - 時期X線衛星astroHによる詳細な解析

まとめ

- ・X線による銀河を満たす高温ガスの観測
高温ガス中の重元素

X線で暗い楕円銀河：
鉄の空間分布 → 外側で急激に減少
鉄と α 元素の組成比 → X線で明るい楕円銀河と同じ組成比

銀河の外側にMetal poorなガスが存在している可能性

- ・可視光による銀河外側の暗黒物質の観測
銀河の外側の矮小銀河の分布

銀河のX線光度に関わらずLocal groupを大きく上回る数密度をしめす

X線で暗い楕円銀河の外側も深い重力ポテンシャルの中にある

X線で暗い楕円銀河も深いポテンシャルの中にある。

→ metal poorで低温のガスが取り囲んでいることが示唆される

N3923_1V

