

X線天文衛星「すざく」による
楕円銀河NGC4636の重元素分布と
中心部の共鳴散乱

広島大学 林 克洋

深沢泰司、戸塚都、西野翔(広島大学)

松下恭子(東京理科大学)、竹井洋(ISAS/JAXA)

Introduction



橢円銀河の星間ガス

- ・X線で明るい
- ・O、Feなどの重元素を含む高温プラズマ

重元素

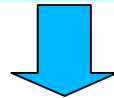
過去に起きた銀河内の星の超新星爆発や星風によって拡散されたもの

橢円銀河内の超新星爆発

II型...O、Mgなどの軽元素合成

現在は起こっていない 星風による重元素の拡散

Ia型(連星系)...主にFeを合成



星間ガス中の重元素量を探る ⇒ 過去の銀河内の星の質量分布、形態
⇒ 銀河内の星の重元素生成史の解明

ガス中の重元素量を探る

⇒ 「**すざく**」衛星**XIS**検出器が有効

∴ XIS 低エネルギー側で高いエネルギー分解能

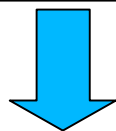
⇒ O、Ne、Mgの重元素分布に制限



これまでのXISを用いた明るい楕円銀河の観測

NGC1399 (Matsushita et al.2007) (Fornax銀河団のcD銀河)

O、Ne、Mgも含めた中心から外側までの重元素分布の導出に成功



「**すざく**」衛星**XIS**検出器による

孤立した明るい楕円銀河NGC4636の重元素分布の導出

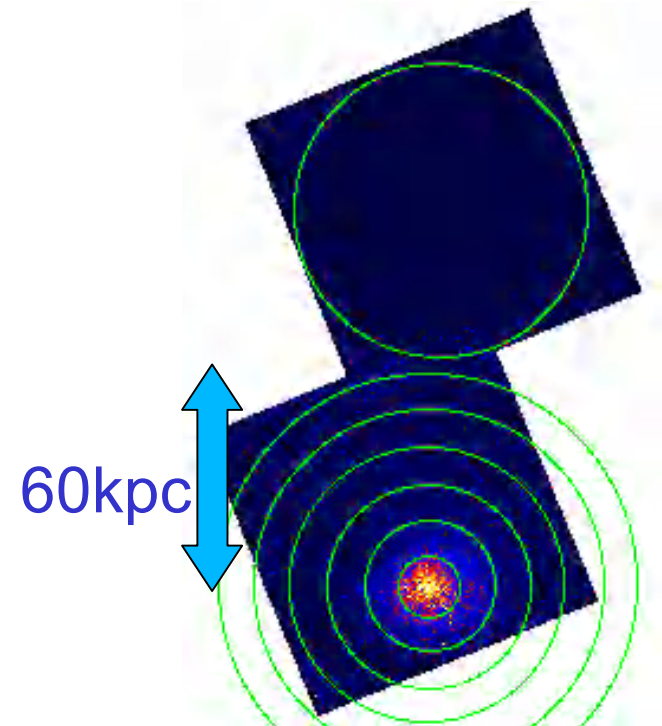
⇒ **両者の比較**

観測ログと解析方法

NGC4636の観測 2005/12/06 ~70ks

オフセット観測

- * 隣接した北側の領域(2007/12/07)
- * 中心から~3.2度離れた
ソースの影響の無い領域(2007/06/17)



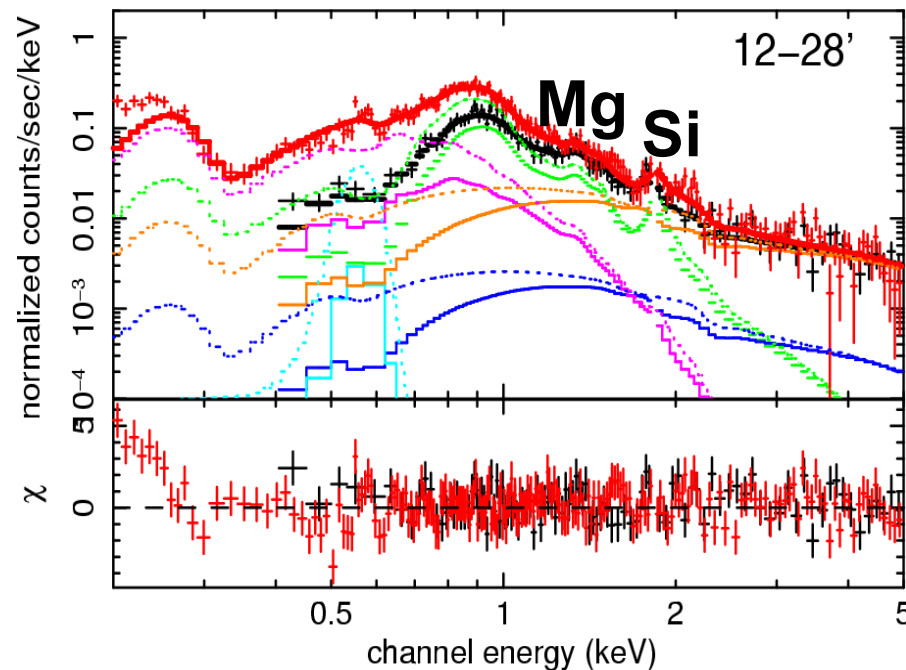
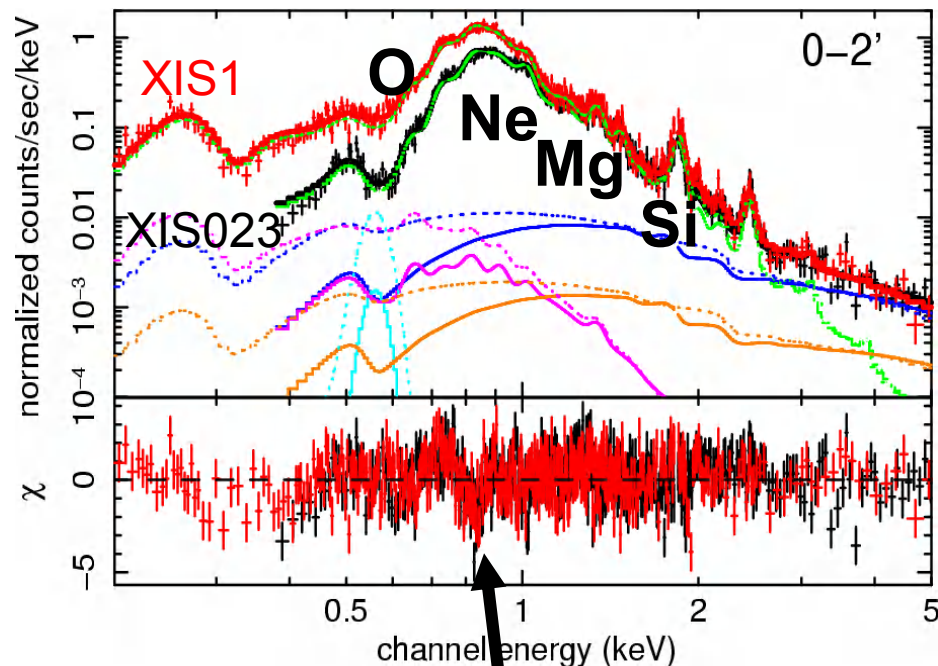
解析領域

中心から6つの円環状の領域、60~140kpcのオフセット観測域

バックグラウンドの見積もり

- ・NXB : CORごとに夜地球の観測データを観測時間内で加算
- ・CXB : power-lawモデルのパラメータ(Bold et al.1987)
+ uniform-sky ARF ⇒ シミュレーション
- ・GXE(天の川銀河放射): ソースの影響の無いオフセット観測域のデータ

解析結果(スペクトル)



モデルの内訳 NGC4636: 熱的放射→vAPEC、LMXBから放射→BREMSS

CXB: Power-Law GXE: 熱的放射→APEC (O輝線0.56keV: gaussian補正)

中心: 各重元素からの輝線を確認

外側: バックグラウンドが支配的、Mg、Siの輝線確認

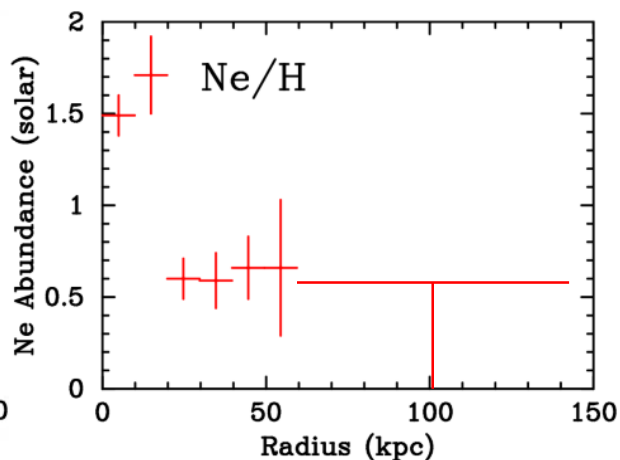
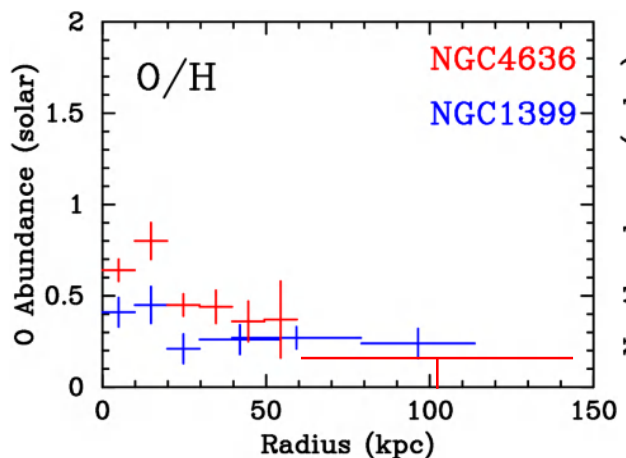
**XISの分解能だから
こそ達成できた**

0-2' (中心部のみ) 0.82keV付近 フィッティング残差の窪み

RGSの観測結果 (Xu et al.2002)

Fe¹⁶⁺線の共鳴散乱?

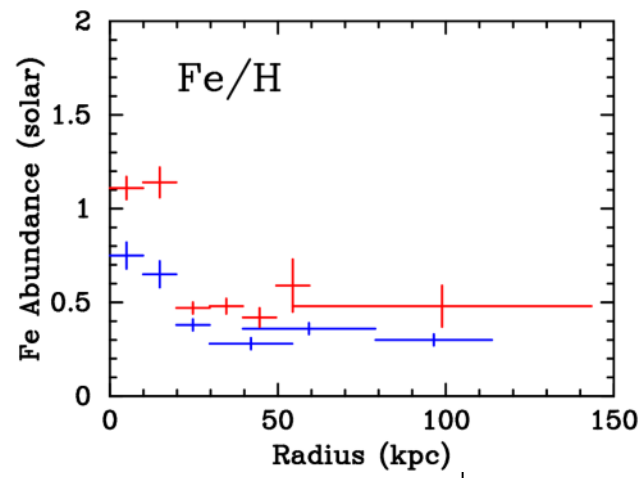
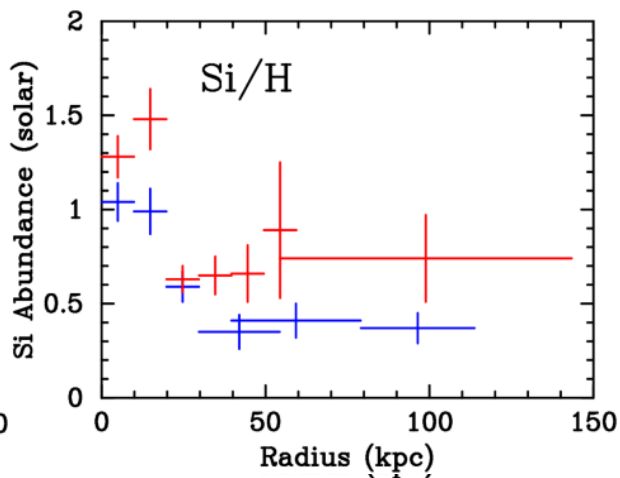
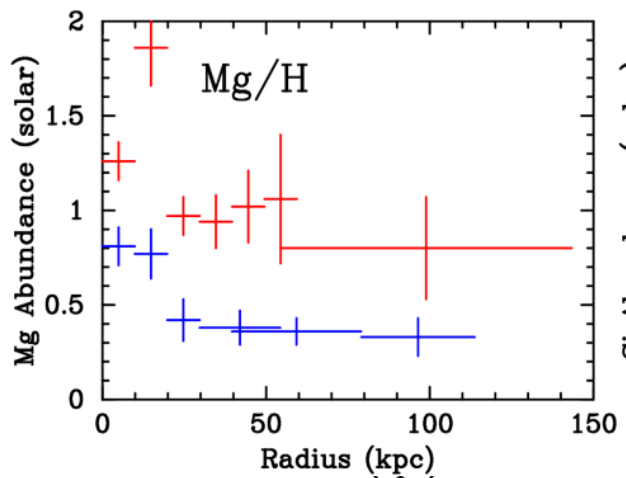
解析結果(重元素アバダンス分布)



- ・中心 (~20kpc) は
外側より2倍程度大

- ・NGC4636の方が
2倍程度大

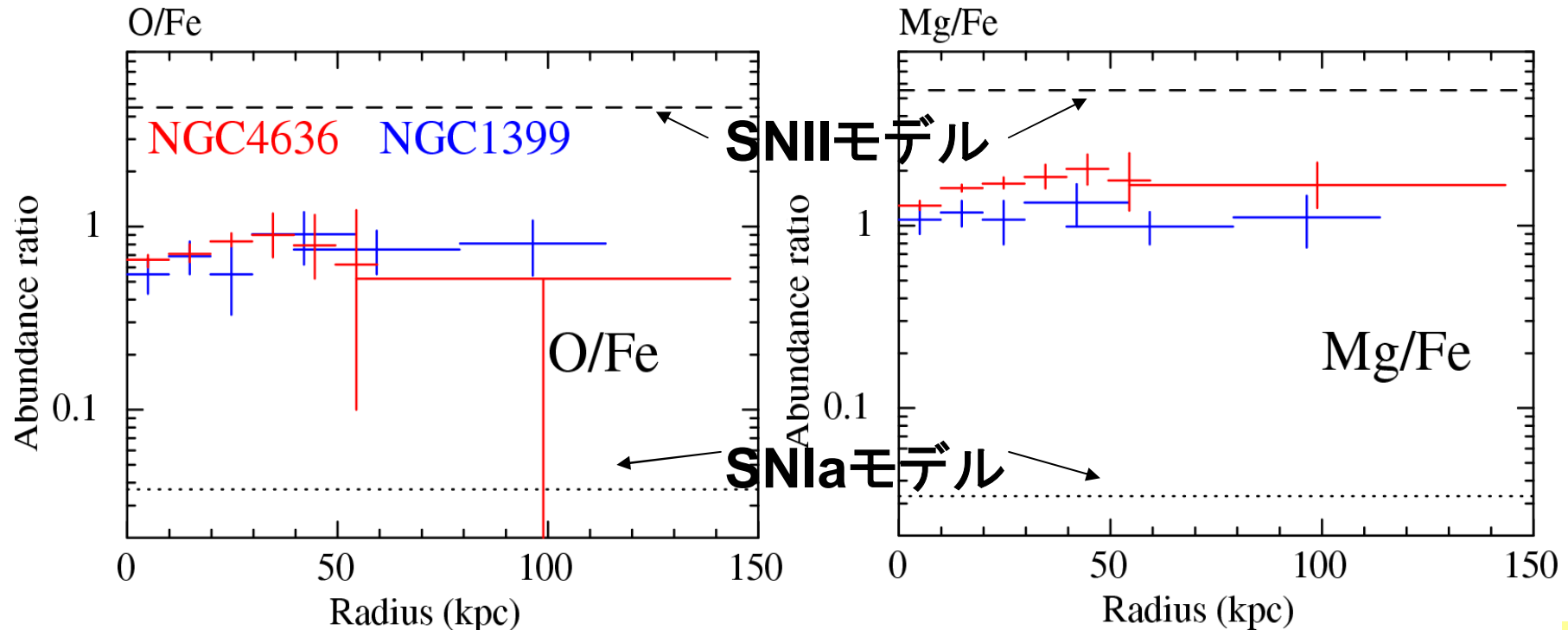
O分布に初めて制限



Mg分布は一番外側まで制限

考察(重元素アバundance比)

※モデル: Iwamoto et al. 1999



● O/FeはSNII、SNIaモデルの間に位置し、
外側を除くと誤差内で半径によらず一定 (Ne/Fe、Si/Feも同様)
⇒ すべての領域に重元素はSNII、SNIa両方の混合した寄与

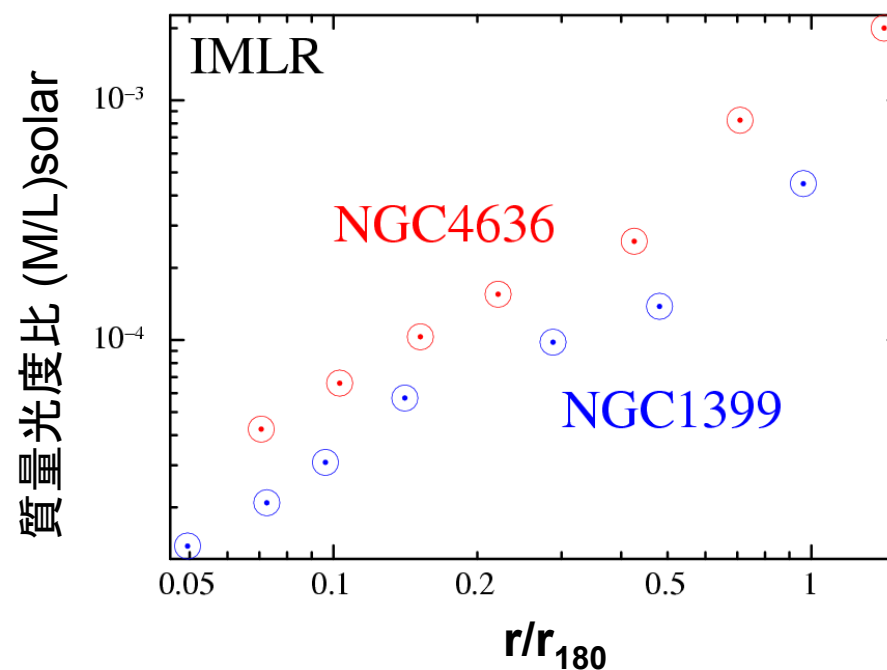
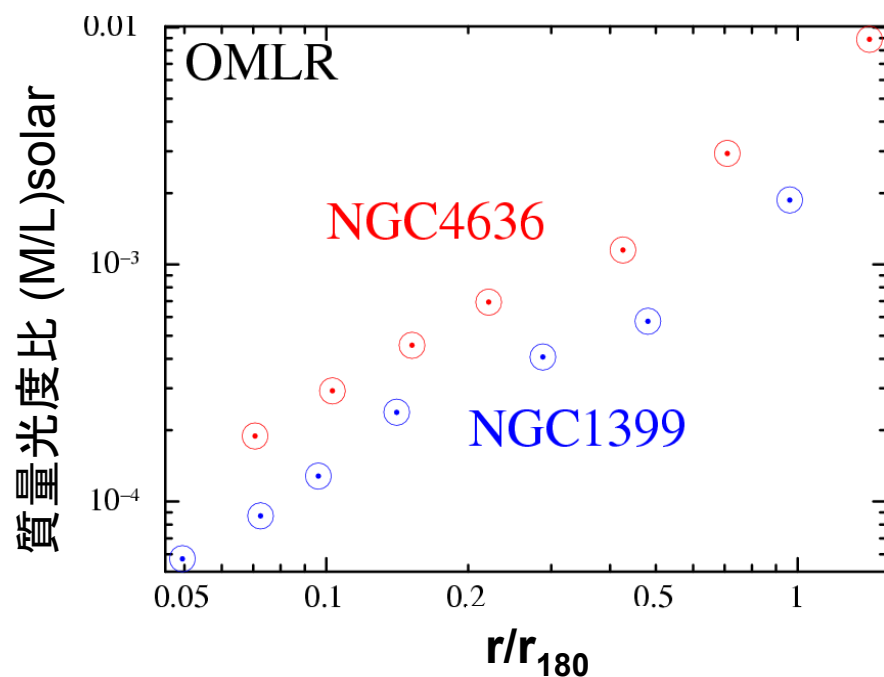
● NGC1399との比較 O/Fe、Si/Feは全域で同様値
NGC4636のMg/Feは中心から50kpcにかけて増加傾向?
⇒ フィッティングモデルの不定性?、
or 過去の銀河内の星の質量分布の違いによるもの?

考察(O、Feの質量光度比)

質量光度比: 星の質量に対するガス中の重元素の質量の割合

ガス、星の質量分布

Fukazawa et al.2006、Matsushita et al.1999、Ikebe Dthesis 参照



NGC4636の方がO、Feの質量光度比共に~2倍程度大

→NGC4636の方が星の質量の割に重元素を多く閉じ込めている

まとめと今後

○まとめ

「すざく」衛星XIS検出器によるNGC4636のX線解析

→ 重元素分布の導出(O、Ne、Mgの半径分布に制限)

●NGC4636はNGC1399に比べアバンダンスが2倍程度大きい

●O/Fe、Ne/Fe、Si/Feは半径によらず一定

→SNIa、SNII両方の寄与が混ざり合っって重元素が拡散

●質量光度比

→NGC1399に比べNGC4636の方が重元素を2倍程度多く閉じ込めている

○今後

●Mgのモデル不定性の評価

●NGC4636がNGC1399より多くの重元素を閉じ込めている理由の考察

●他の楕円銀河、銀河群、銀河団との重元素分布の比較

→重元素分布、アバンダンス分布から

SNII、SNIa寄与を定量的に見積もる

→銀河の化学進化の一般的な描像

●共鳴散乱?するFe¹⁶⁺線の中心部の光学的深さを求める

Fin

予備トラペ

GXEのモデル

GXE LHB (Local Hot Bubble) $\sim 0.08\text{keV}$
MWH (Milkey Way Halo) $\sim 0.2\text{keV}$ (Lumb et al.2002)

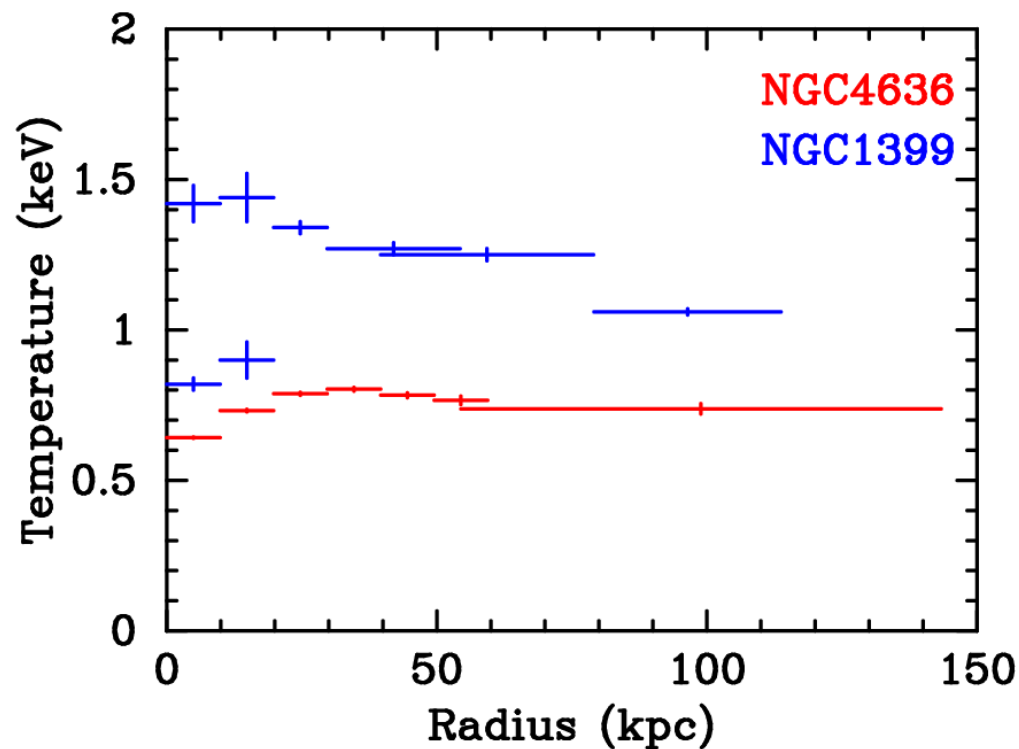


GXE見積もり領域をtwo-temperature APECモデルでフィッティング
(温度は 0.08keV 、 0.2keV に固定)
結果: normalization LHB $\sim e^{-28}$ MWH $\sim e^{-3}$



one-temperature APECモデルで温度をフリーにしてフィッティング
結果: 温度 $\sim 0.28\text{keV}$
 \Rightarrow ROSATによる全天観測 (Kuntz & Snowden 2000) と誤差内で一致
ただしO輝線 ($\sim 0.56\text{keV}$) が不一致 \Rightarrow gaussianで補正

温度分布



NGC1399の方がポテンシャルが深い

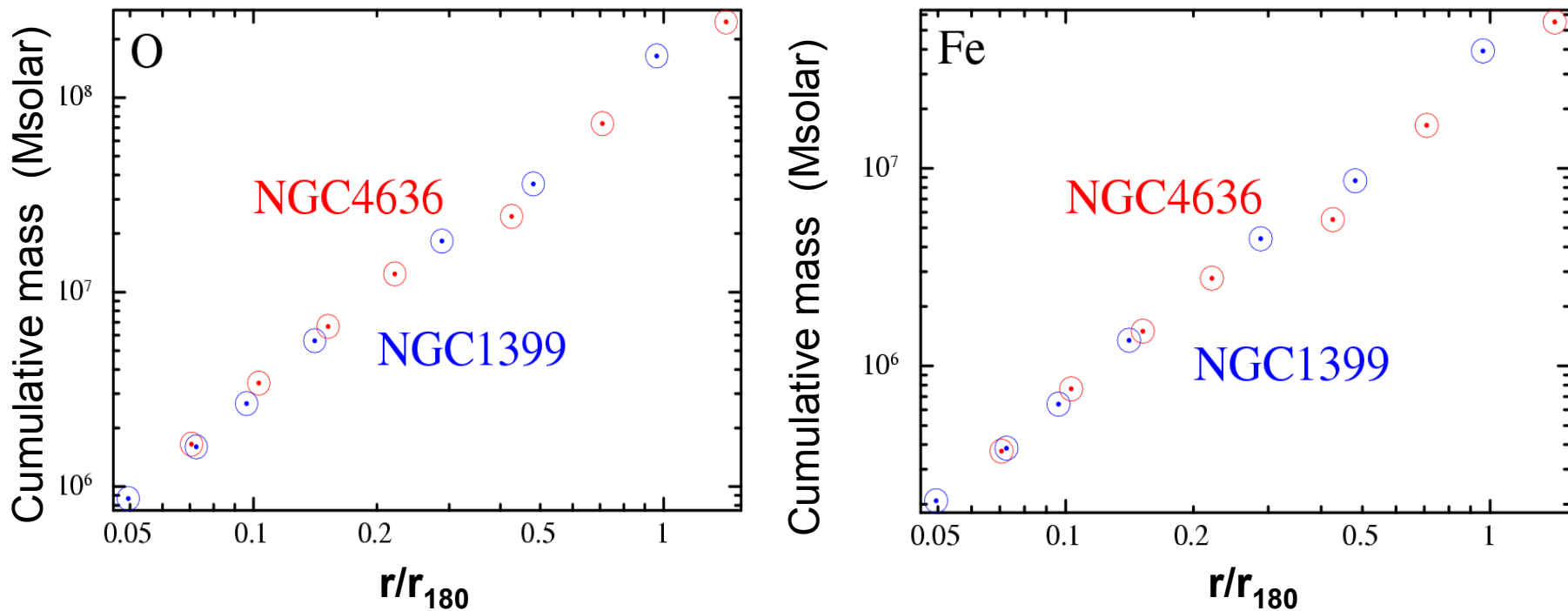
NGC4636の方がアバンダンスが大きい

- ・NGC4636の方が重元素量が多い
- ・NGC1399 周辺の始源ガス(水素)の流入

ろ座銀河団の中心付近

O、Feの質量分布

ガスの質量分布: Chandraによる観測 (Fukazawa et al.2006) 半径 $R < 30\text{kpc}$
ASCAによる観測 (Matsushita et al.1999) 半径 $R > 50\text{kpc}$



$$r_{180} = 1.95 \times h_{100}^{-1} \times (T / 10 \text{ (keV)}) \text{Mpc} \dots \text{ビリアル半径}$$

NGC4636、NGC1399のO、Feの質量分布は同程度

→ **両者に同程度量の重元素が閉じ込めている**