

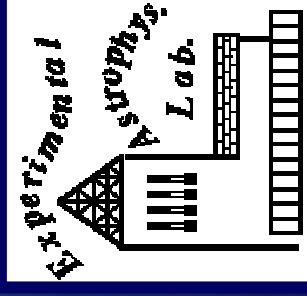
A1060銀河団の

高温ガスと重力質量の分布

早川 彰(都立大理)、山崎 典子、

古庄 多恵(JAXA/ISAS)、石田 学、

大橋 隆哉(都立大理)



A1060銀河団

- $z \sim 0.0114$ にあるgas poorな銀河団。
- 中心に2つの楕円銀河。
(NGC 3311, NGC3309)
- 球対称、等温、等アバンドンスな
ICM分布。

Chandra衛星

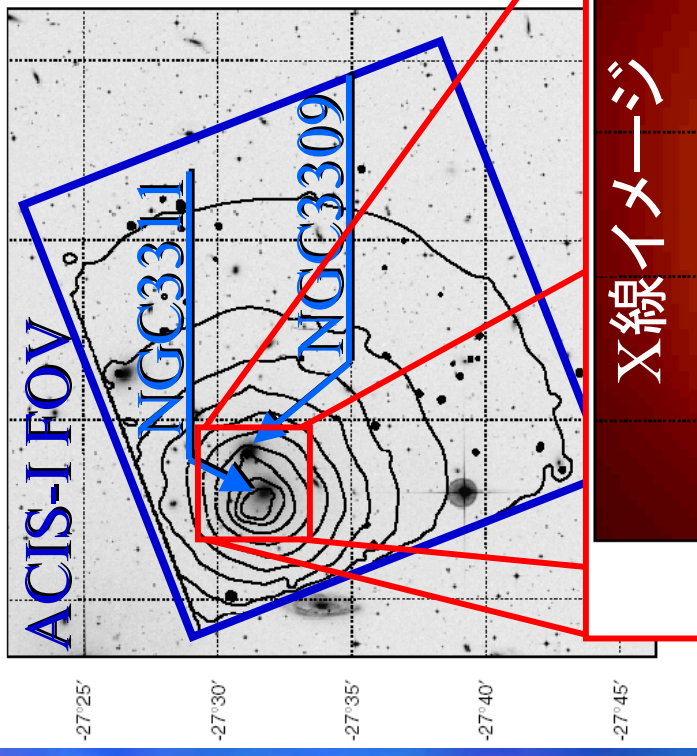
➤ 温度、アバンドンスの非一様な分布。

blobのアバンドンス $_{\text{excess}}$ 。

→ 2003年秋の天文学会で報告

✧ Blobの鉄量

✧ 高温ガスと重力質量の分布



X線イメージ

-27°30'

-27°32'

-27°34'

10^h36^m50^s

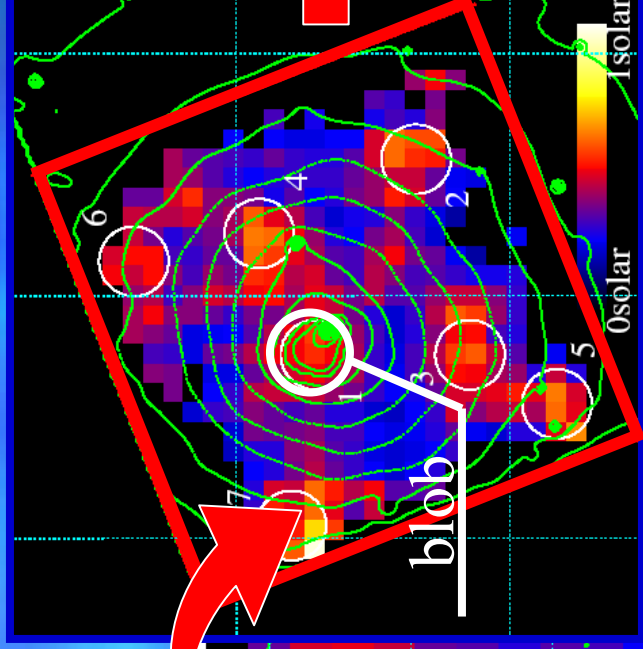
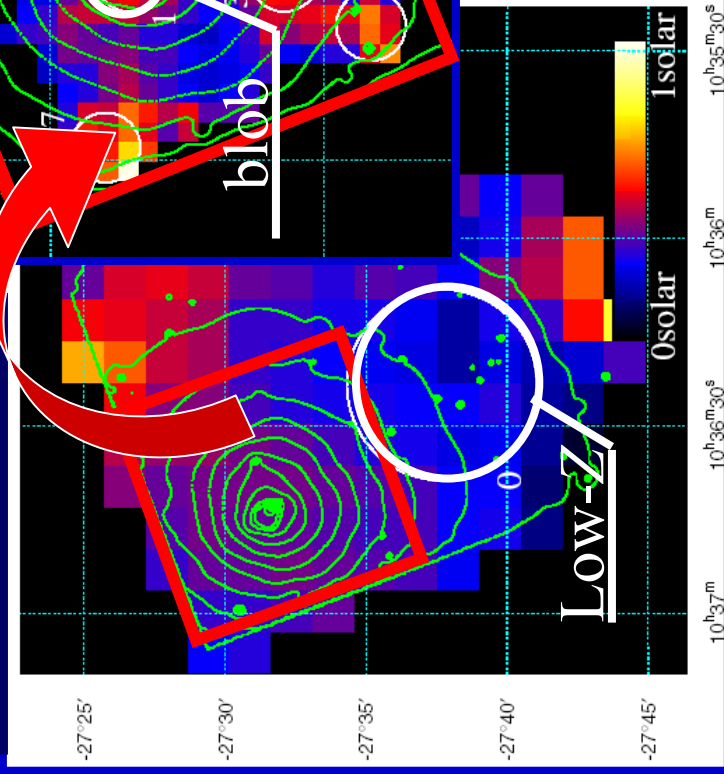
10^h36^m45^s

10^h36^m40^s

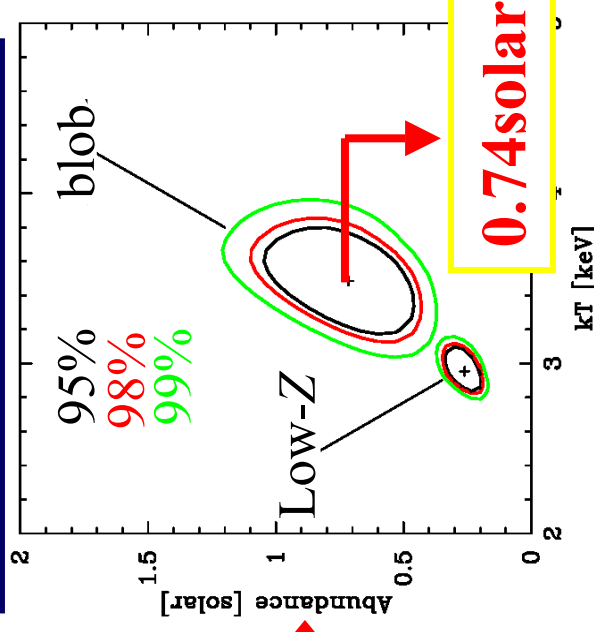
10^h36^m35^s

重元素分布 (2003年秋の天文学会の復習)

強度分布
(6-7/2.2-6keV)



Confidence Contour



鉄輝線の強度から。

Blob領域の鉄のexcessを
99%の確かさで検出！！

他の領域は統計的に有意な結果は得られなかった

Blobについて

では、輝度（密度）も重元素量も
高いblobの起源は？

→ 正しいblobの密度・重元素量

仮定 {
 ✓ Blobは一様な球。
 ✓ $L_X(A-B)$ はblob起源。
 ✓ ICM中の重元素は一定。

$$Z_{blob} = 1.5 \text{ solar}$$

$$\rho_{blob} = 1.1 \times 10^{-2} \text{ cm}^{-3}$$



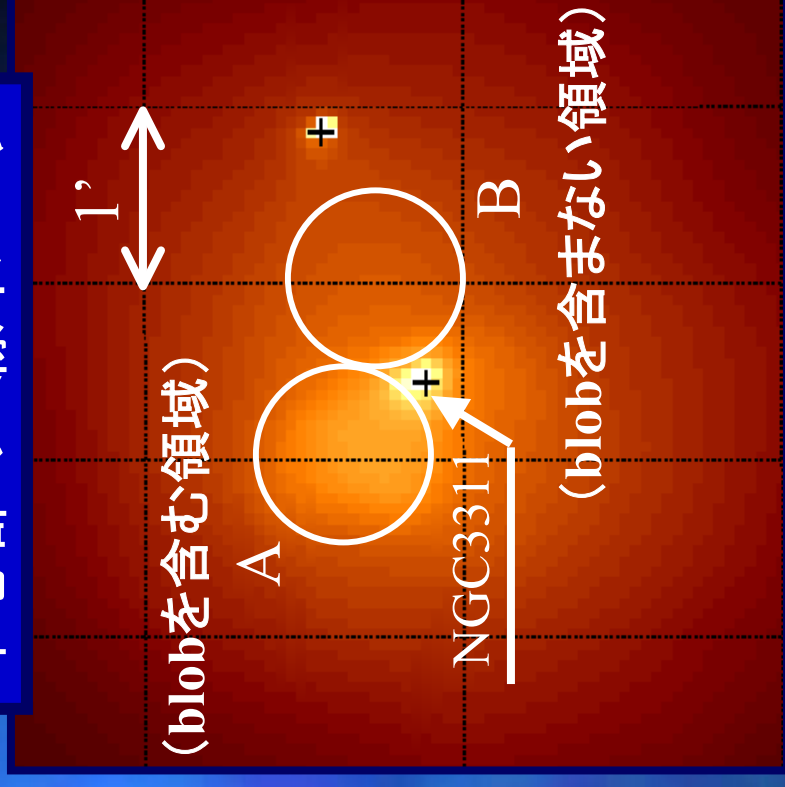
$$M_{Fe(blob)} = 3.0 \times 10^6 M_{solar}$$

$$M_{Fe(NGC3311)} = 1.3 \times 10^9 M_{solar}$$

$$(M/L_B = 8.5 M_{solar}/L_{Bsolar}, Z = 1 \text{ solar})$$

→ $M_{Fe(blob)}/M_{Fe(NGC3311)} \sim 0.2\%$

中心部のX線イメージ



→ blobはNGC3311起源と
考えて矛盾しない。

高温ガスの分布

➤ A1060の高温ガスの分布は、 β -modelでは合わない！

➤ A1060のICMは、
等温・等アバンダンス・球対称

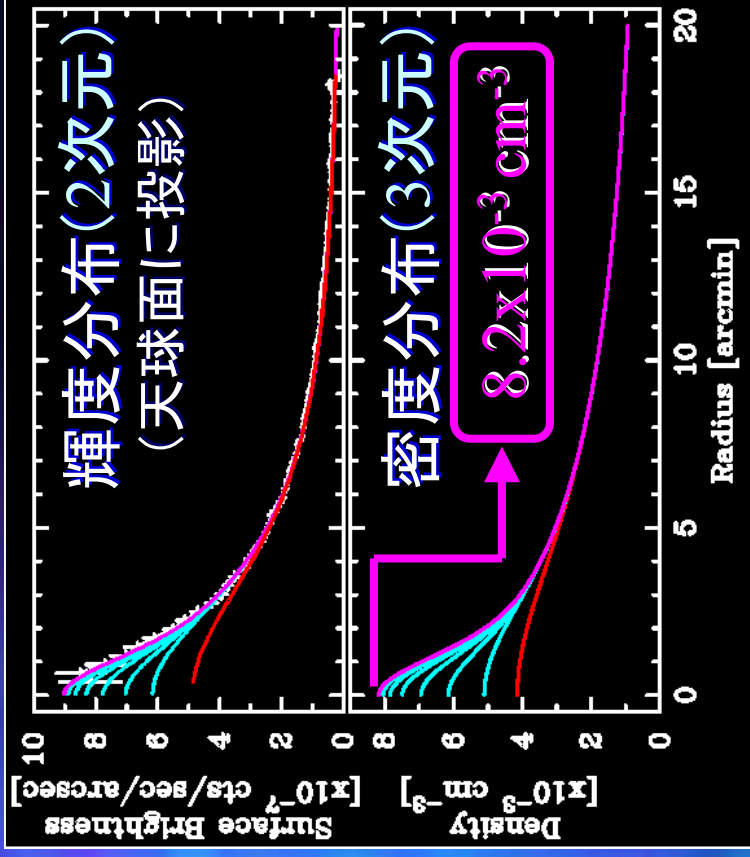


輝度分布(2次元)は、
密度分布(3次元)にのみの関数。

輝度分布の β -modelとデータの比

↳ 3次元的な密度分布 ↗

モデルを介さない形で
三次元密度分布を再現！



(1) Model fit

β -model ($R=4'-18'$)

(2) 輝度分布

$Ratio \sim Data / Model$

(3) 密度分布

$L_x \sim \text{密度}^2$

$\rho(r) \sim \rho(r) \quad Ratio^{1/2}$

(4) 輝度分布

$\sim \rho^2(r) dl$

重力質量分布

等温・等アバダンス・球対称

→ モデルを介さない密度分布

↓ (静水圧平衡)

モデルを介さない重力質量分布

重力質量: $M(r)$

$$\frac{kT_g r}{\mu m_p G} \frac{d \ln \rho_g}{d \ln r}$$

k : ボルツマン定数

T_g : ガス温度

G : 万有引力定数

ρ_g : ガス密度

μ : 平均分子量

M_p : 陽子質量

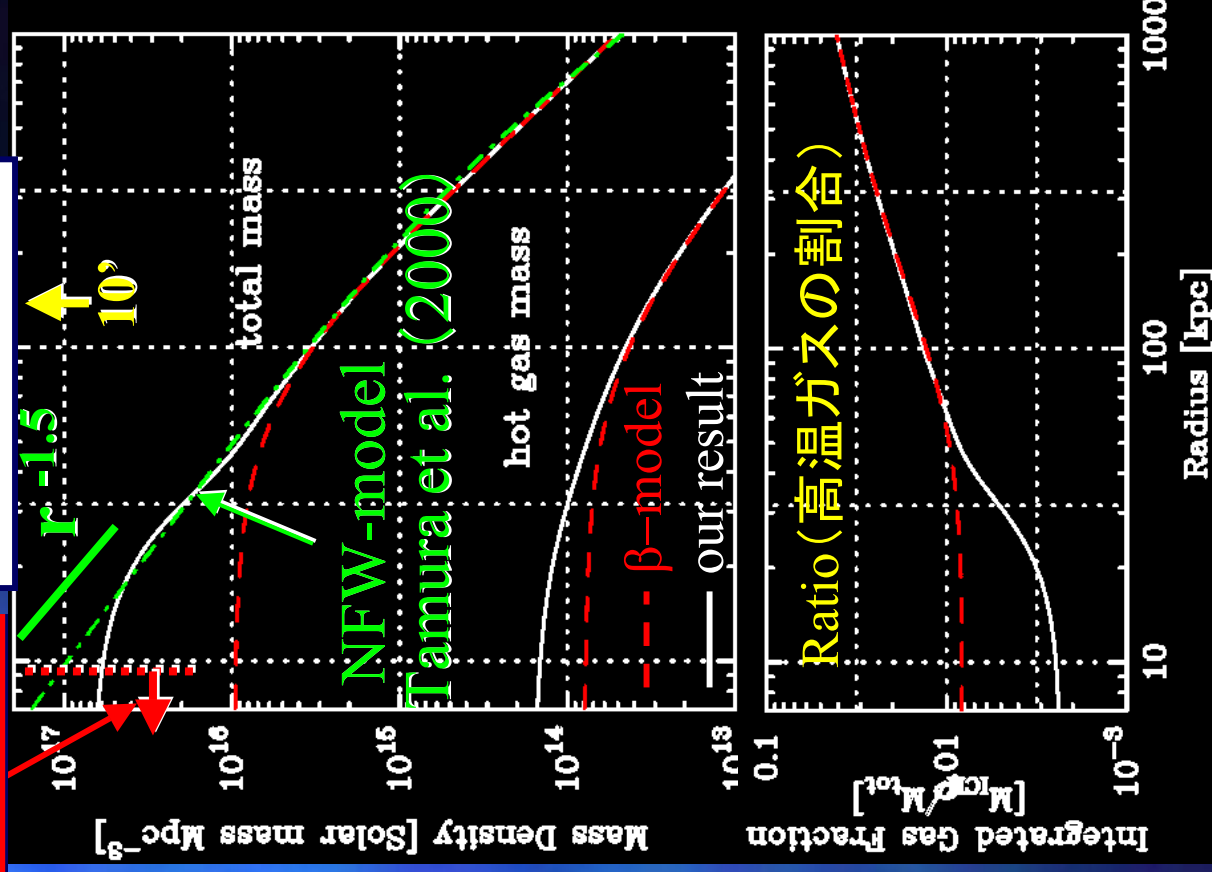
→ Dark matterの中心集中を検出。

→ NFW-modelと一致。

Tamura et al. (2000)

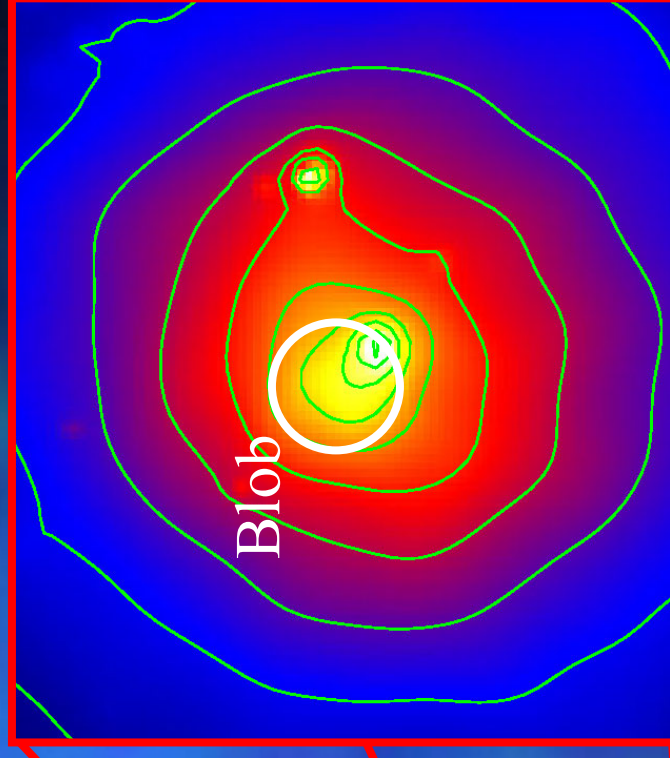
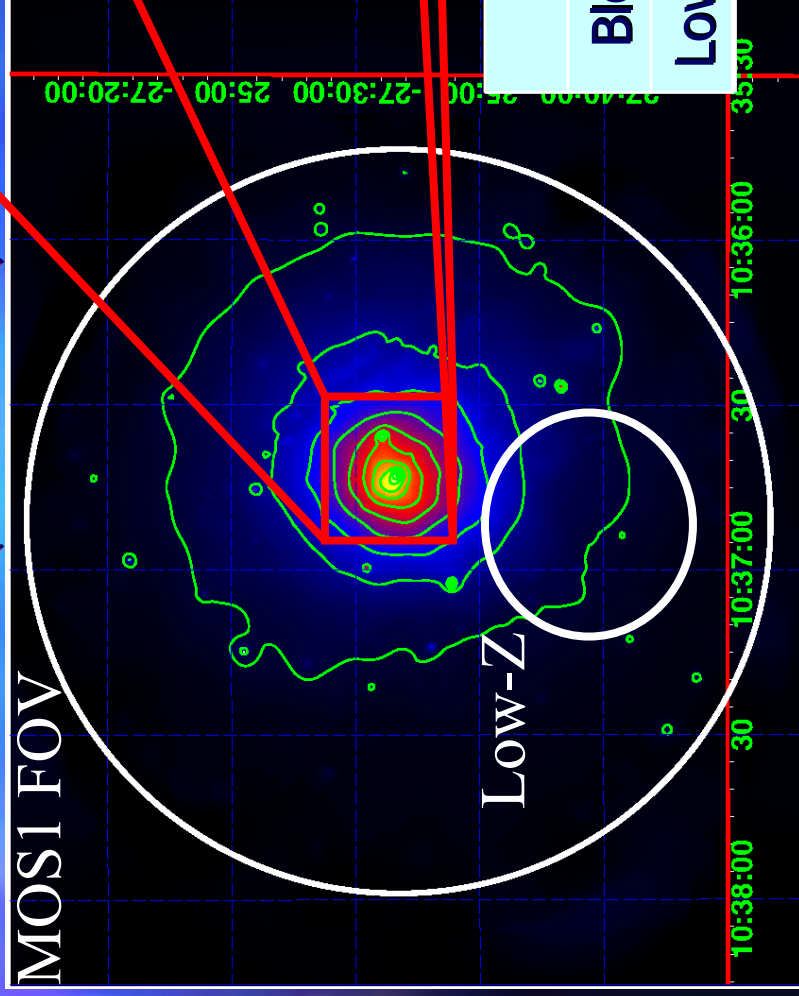
NGC3311を含む
R<7kpcは除く。

重力質量分布



XMM-Newton 衛星による観測

- 2004/6/29 に観測。
- 観測時間: ~35ksec/~64ksec (Live/Total)



	kT[keV]	Z[solar]
Blob	3.55(3.30-3.80)	<u>0.86(0.68-1.06)</u>
Low-Z	3.19(3.07-3.31)	<u>0.35(0.30-0.42)</u>

→ Chandraの結果と一致

まとめと今後

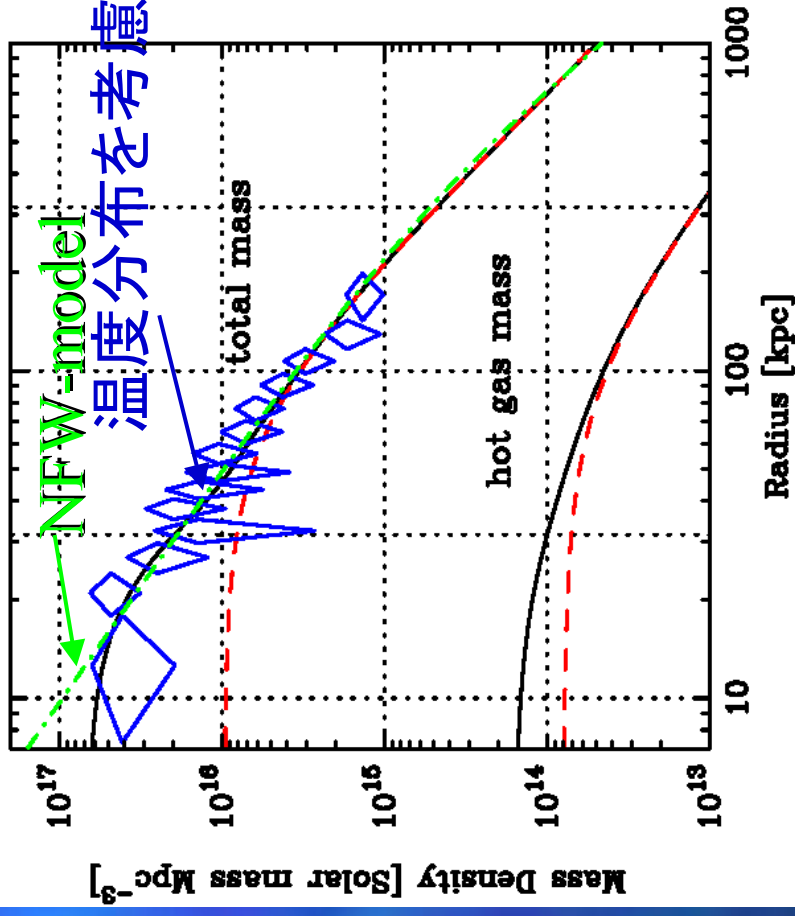
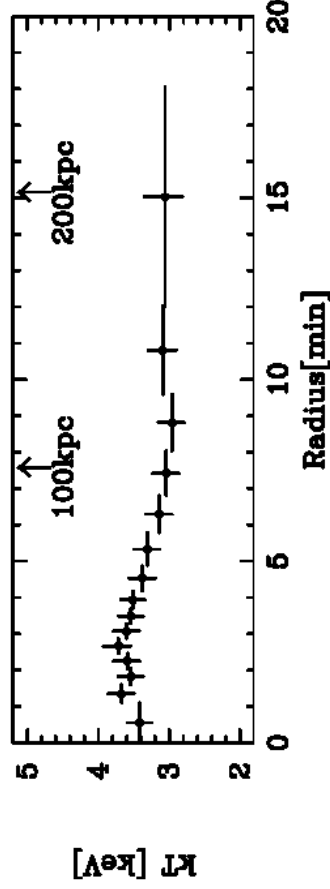
- blobの密度と重元素比を求め、blobに含まれる鉄の質量を求めた ($M_{\text{Fe}(\text{blob})} = 3.0 \times 10^6 M_{\text{solar}}$)。
 - blobはNGC3311起源と考えて矛盾しない。
- モデルを介さない方法で密度分布 ($\sim 8.2 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-3}$)、重力質量分布を求めた。
 - Dark matterの中心集中。
 - NFW-model的な分布 (ベキ ~ -1.5)。
- ➡ XMM-Newtonでさらに詳細な解析。

重力質量分布

$$M(r) = \frac{kT_g r}{\mu m_p G} \frac{d \ln \rho_g}{d \ln r} \frac{d \ln T_g}{d \ln r}$$

k : ボルツマン定数
 G : 万有引力定数
 μ : 平均分子量

T_g : ガス温度
 ρ_g : ガス密度
 M_p : 陽子質量



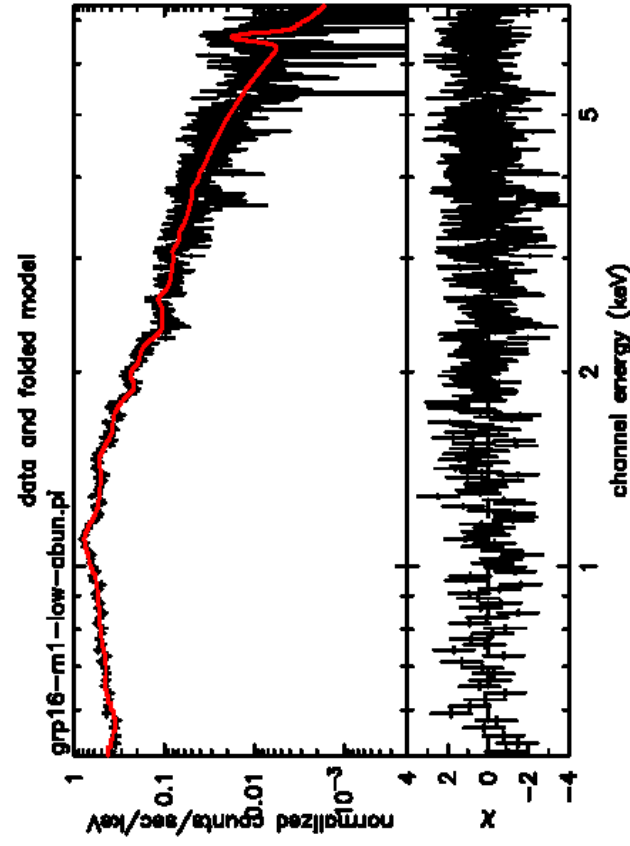
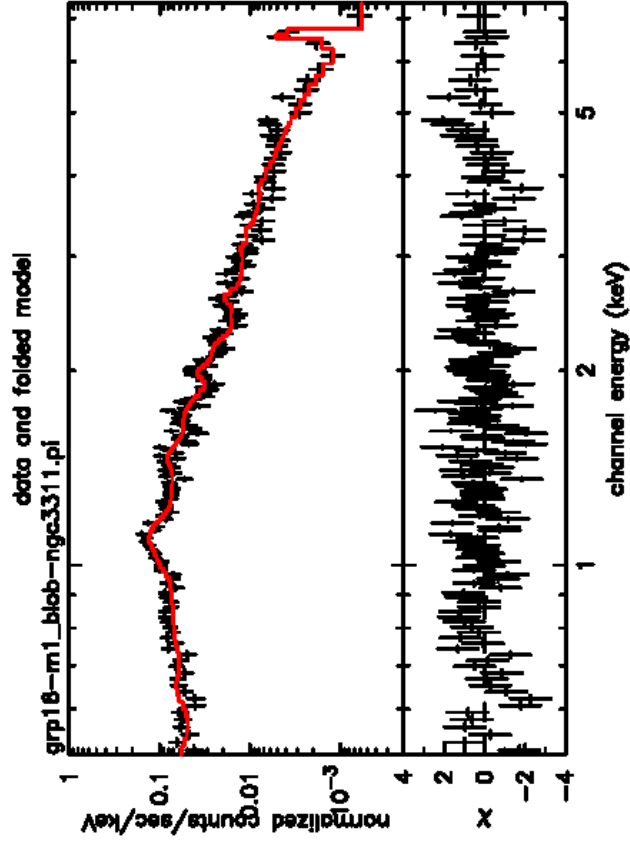
- - - β -model
 — our result

スペクトル

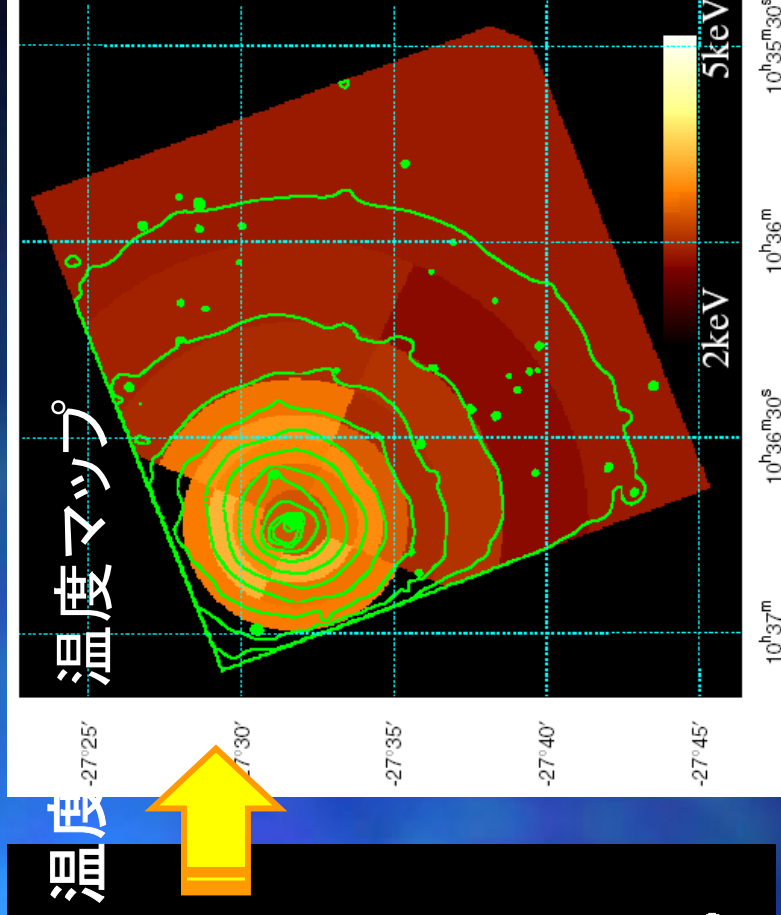
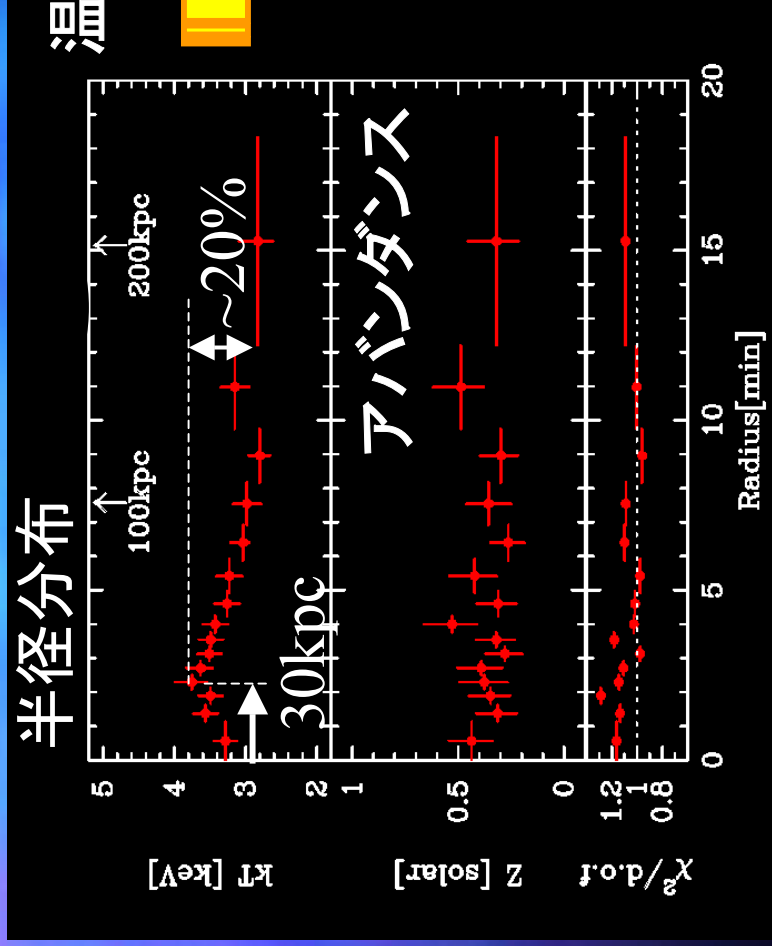
XMM-Newton衛星

Blob

Low-Z



温度・重元素分布(1)



- 半径方向に依存した~20%の温度勾配
- 超新星爆発 or マージングによる加熱。
- 一様なアバダンス分布

タイムスケール

Ram pressure stripping time

$$t \sim 3.0 \times 10^7 \frac{\rho_{ISM}}{\rho_{ICM}} \frac{v}{10^3 \text{ km s}^{-1}} \frac{R}{10 \text{ kpc}} \text{ yr}$$

→ $\sim 1.0 \times 10^7 \text{ yr}$ → $\sim 6 \text{ kpc}$ ($0.5''$)
($\rho_{ISM}/\rho_{ICM} \sim 10, v \sim 500 \text{ km s}^{-1}, R \sim 2 \text{ kpc}$)

計算(1)

$$\frac{C_A - C_B}{C_B} = 0.2188$$

$$\Rightarrow \frac{L_X (A-B)}{L_X (B)} = 0.2188$$

$$\Rightarrow \frac{\Lambda \int n_{(A-B)}^2 dV}{\Lambda \int n_{(B)}^2 dV} = 0.2188$$

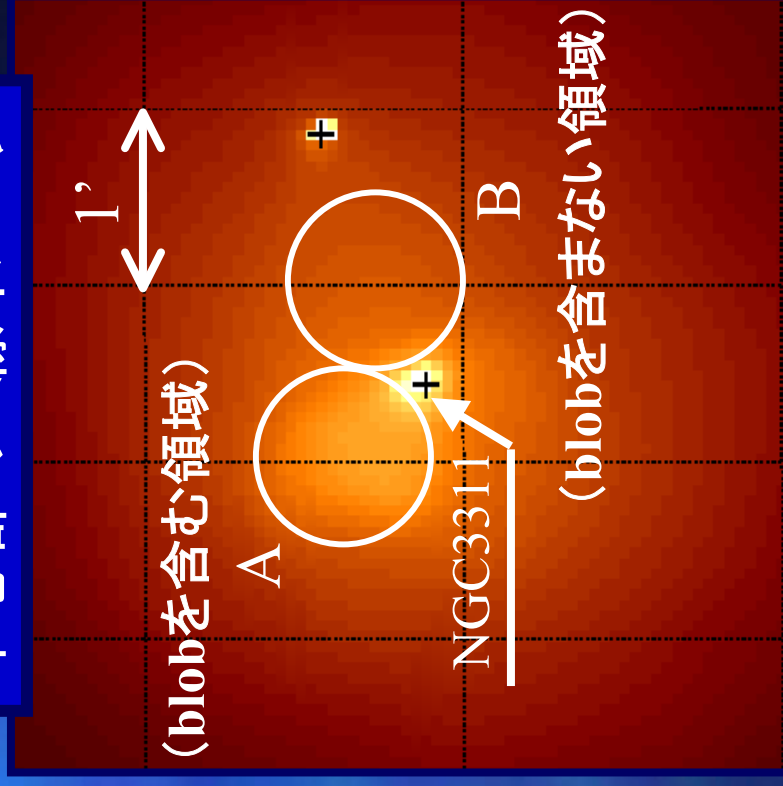
$$\Rightarrow \frac{n_{(A-B)}^2 \times \frac{4}{3} \pi r^3}{\int n_{(B)}^2 dV} = 0.2188$$

$$n_{(A-B)}^2 = \frac{0.2188 \times \int n_{(B)}^2 dV}{\frac{4}{3} \pi r^3}$$

$$(n_{(A-B)}^2 = n_{(a)}^2 - n_{(b)}^2)$$

$$\rightarrow n_{(a)} = 11.08 \times 10^{-3} \quad [cm^{-3}]$$

中心部のX線イメージ



計算(2)

$$Z_A \times E_A = Z_{A'} \times E_{A'} + Z_{blob} \times E_{blob}$$

$$E_A = E_{A'} + E_{blob}$$

$$E_{A'} = E_B - E_b$$

$$E_{blob} = \rho_{blob} \times \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$Z_A = 0.7$$

$$Z_{A'} = 0.3$$

$$Z_{blob} = 1.51$$

