

# 「すざく」衛星による Abell 1835 銀河団の外縁部の研究

東京理科大学 松下研究室  
M1 市川 和也

## 【研究テーマ】

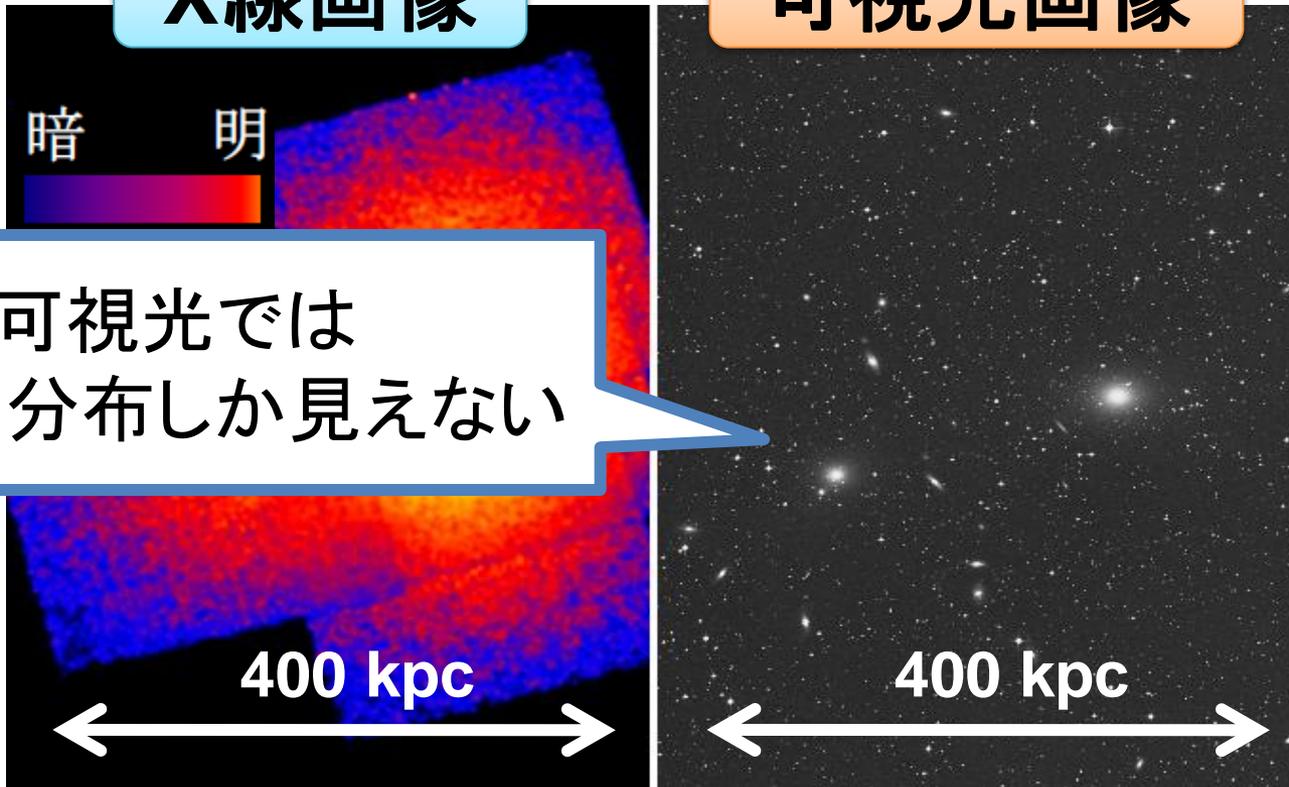
宇宙の大規模構造の中で銀河団が形成される過程で、銀河団ガスがどのように加熱されるのかを探る

# 銀河団

数百～数千個の銀河の集団  
宇宙最大の力学的に束縛された系

X線画像

可視光画像

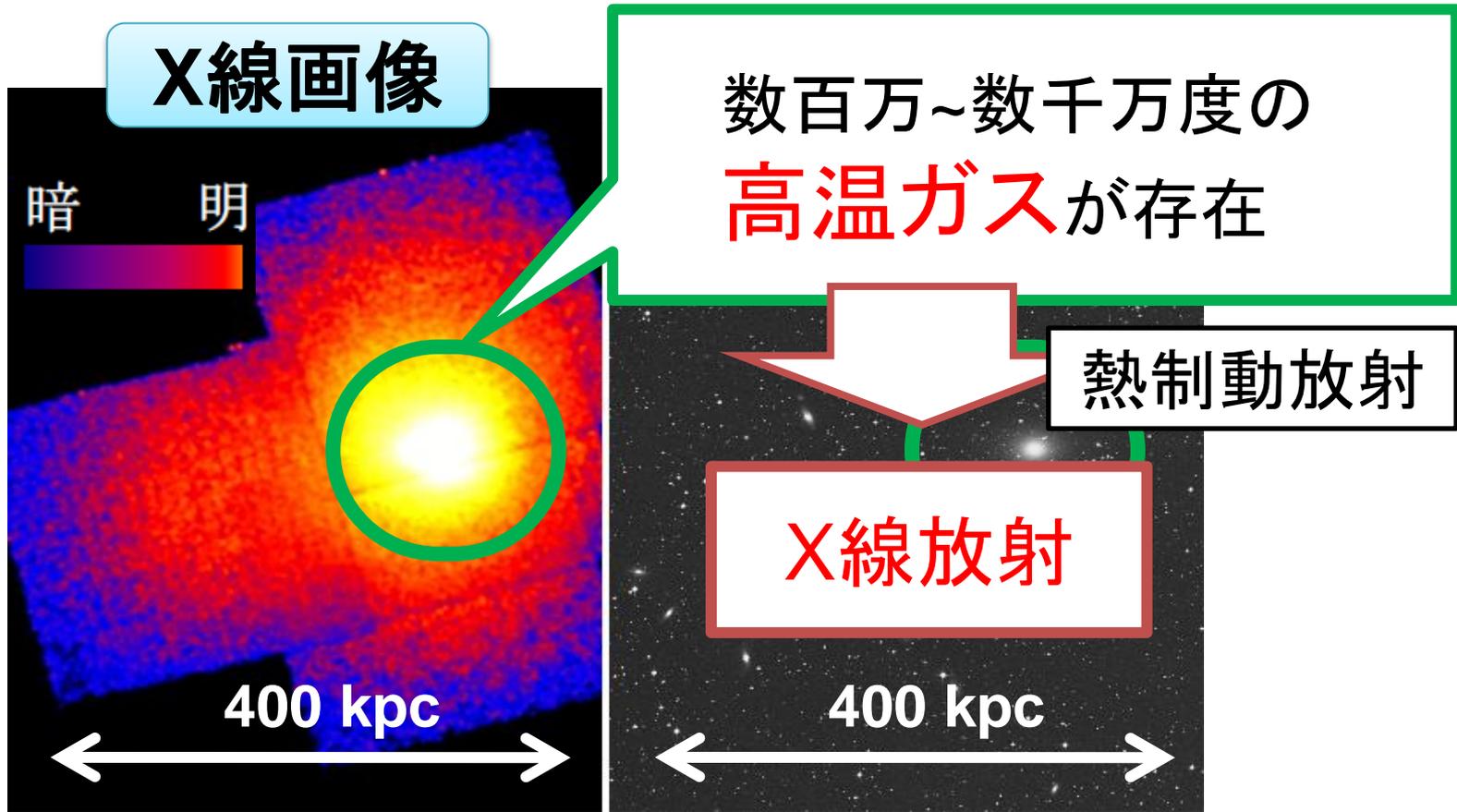


可視光では  
銀河の分布しか見えない

ケンタウルス座銀河団

# 銀河団

数百～数千個の銀河の集団  
宇宙最大の力学的に束縛された系



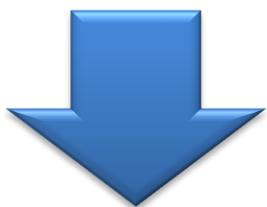
数百万～数千万度の  
**高温ガス**が存在

ケンタウルス座銀河団

# 冷たい暗黒物質(CDM) モデル

## 銀河団

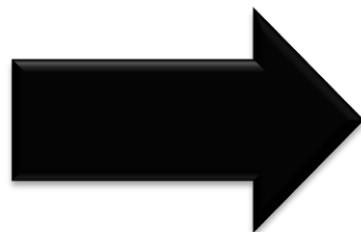
小さな構造から衝突  
合体を繰り返し  
大きな構造に進化



現在も

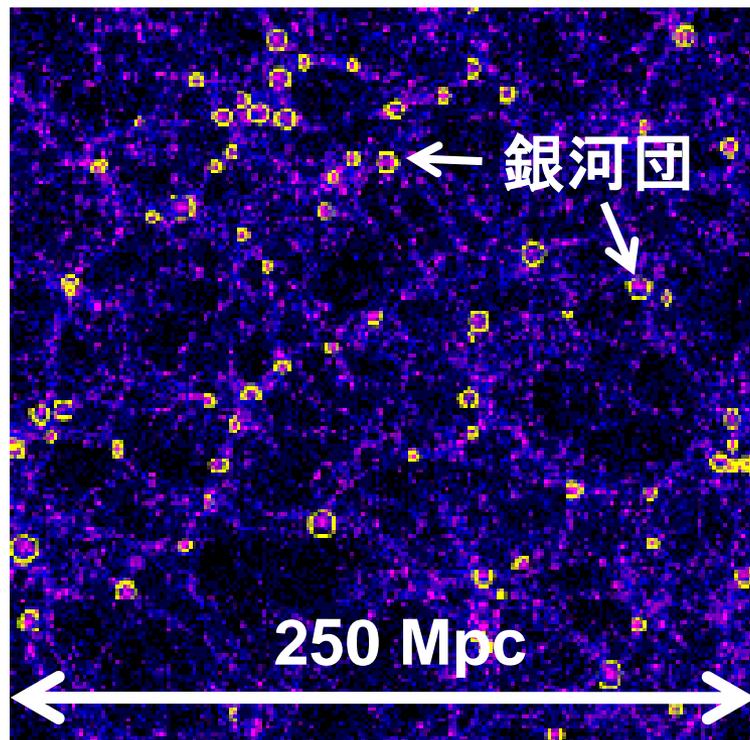
銀河団の巨大な重力により

フィラメント状の  
大規模構造



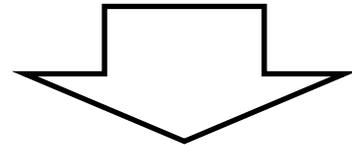
銀河団

物質が流れ込むことで成長



Borgani et al. 2001

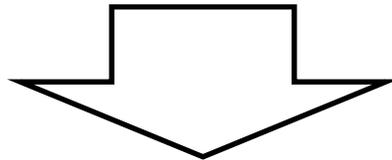
銀河団の形成時間＝宇宙年齢スケール



外縁部では現在も形成の最中だと考えられる

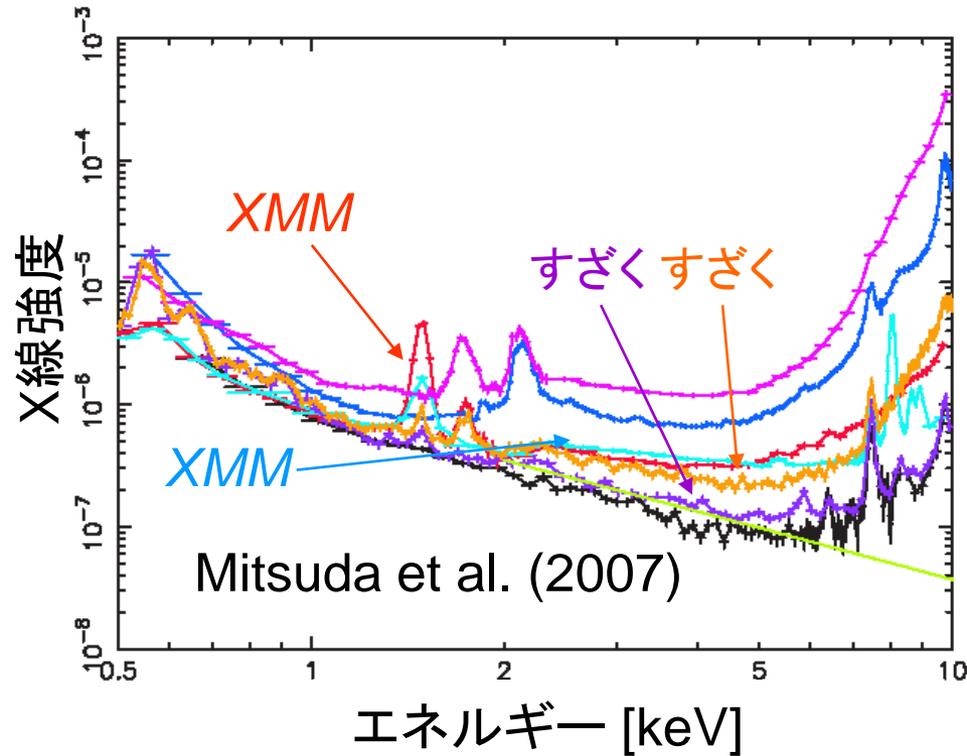
本研究の目的

外縁部の高温ガスの調査



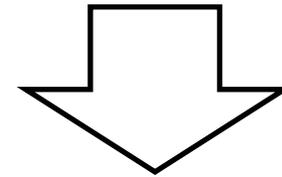
銀河団の構造形成や進化を探ること

# 観測衛星：「すざく」衛星



2005年に打ち上げられた  
日本で5番目のX線天文衛星

過去の衛星では  
銀河団の中心領域のみ観測

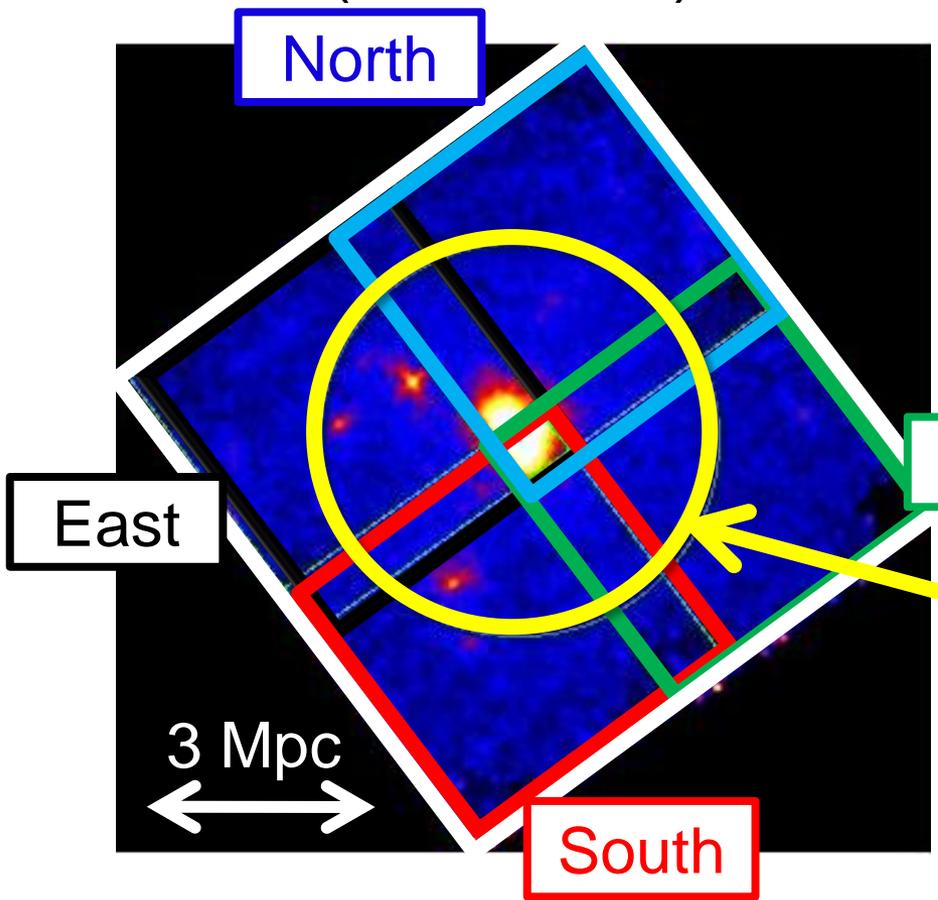


低く安定したバックグラウンドを持つ  
「すざく」衛星により  
X線輝度の低い銀河団の外縁部を初めて観測

# 対象銀河団: Abell 1835 ( $kT=8$ keV, $z=0.253$ )

距離: 29億光年、球対称な銀河団

観測されたX線画像  
(0.5-2 keV)



➤「すざく」衛星を用いて  
East, South, West, Northの  
4ポイントに分けて  
ビリアル半径を超えて観測

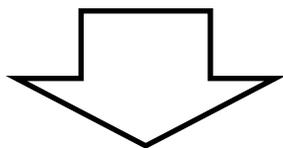
➤各ポイントの  
観測時間 ~ 50 ks

銀河団が力学的に  
平衡状態にある半径  
= **ビリアル半径**  
= 2.7 Mpc

# 対象銀河団: Abell 1835 ( $kT=8$ keV, $z=0.253$ )

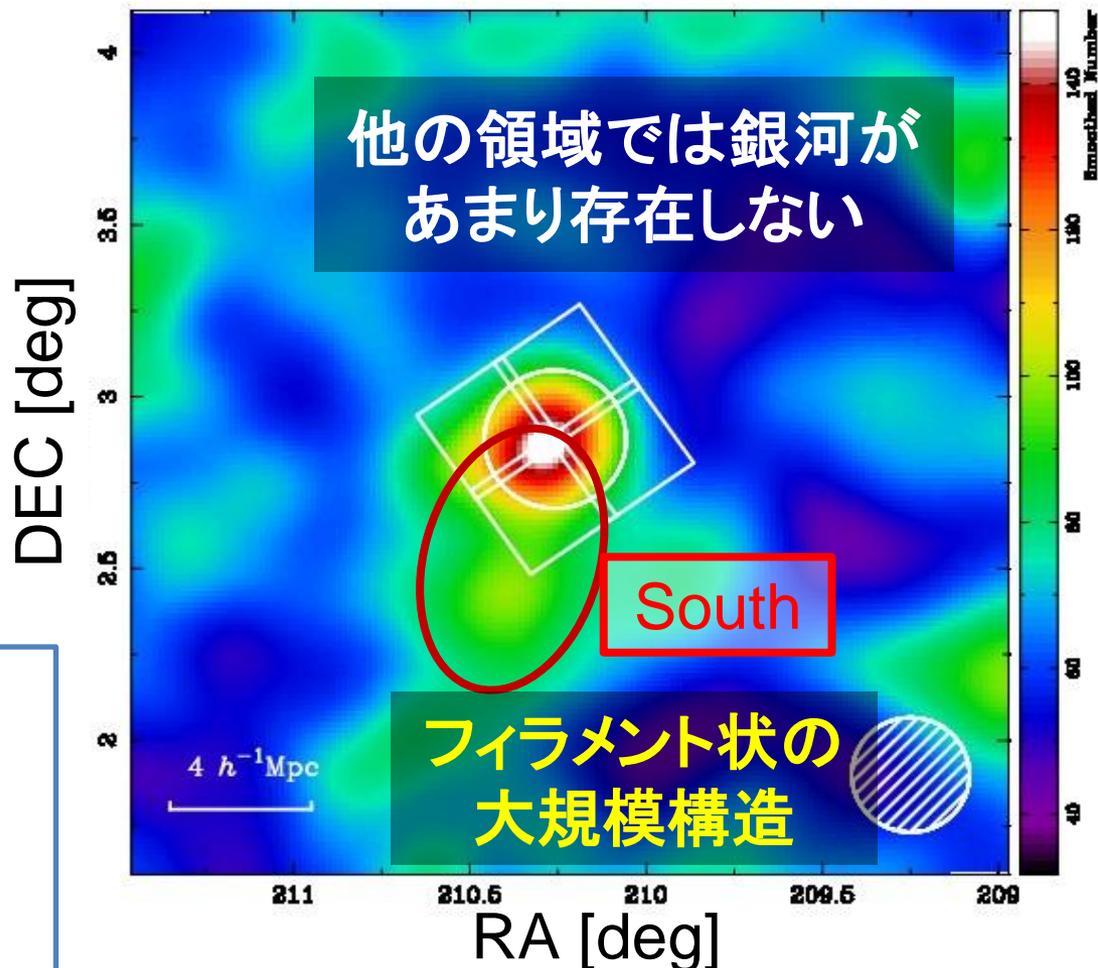
Abell 1835の周辺に  
大規模構造が存在

高温ガスの  
非等方性を調査



大規模構造と関係した  
構造があるのかを  
明らかにする

25 Mpc  $\times$  25 Mpc



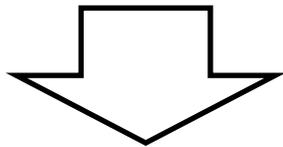
銀河の個数分布 (SDSSより)

# X線エネルギースペクトル解析

～ガスの温度と密度を求める～

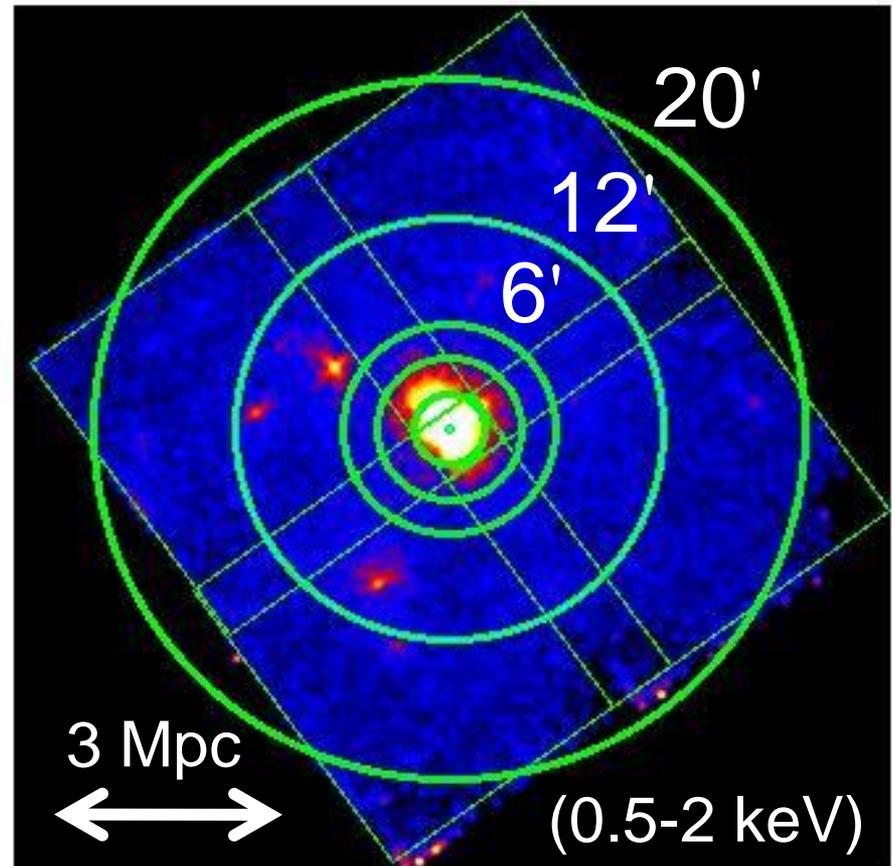
- スペクトルを図のように5つの同心円環領域に分割  
(0-2', 2-4', 4-6', 6-12', 12-20')

高温ガスの構造を見る



【いくつかの明るい点源】

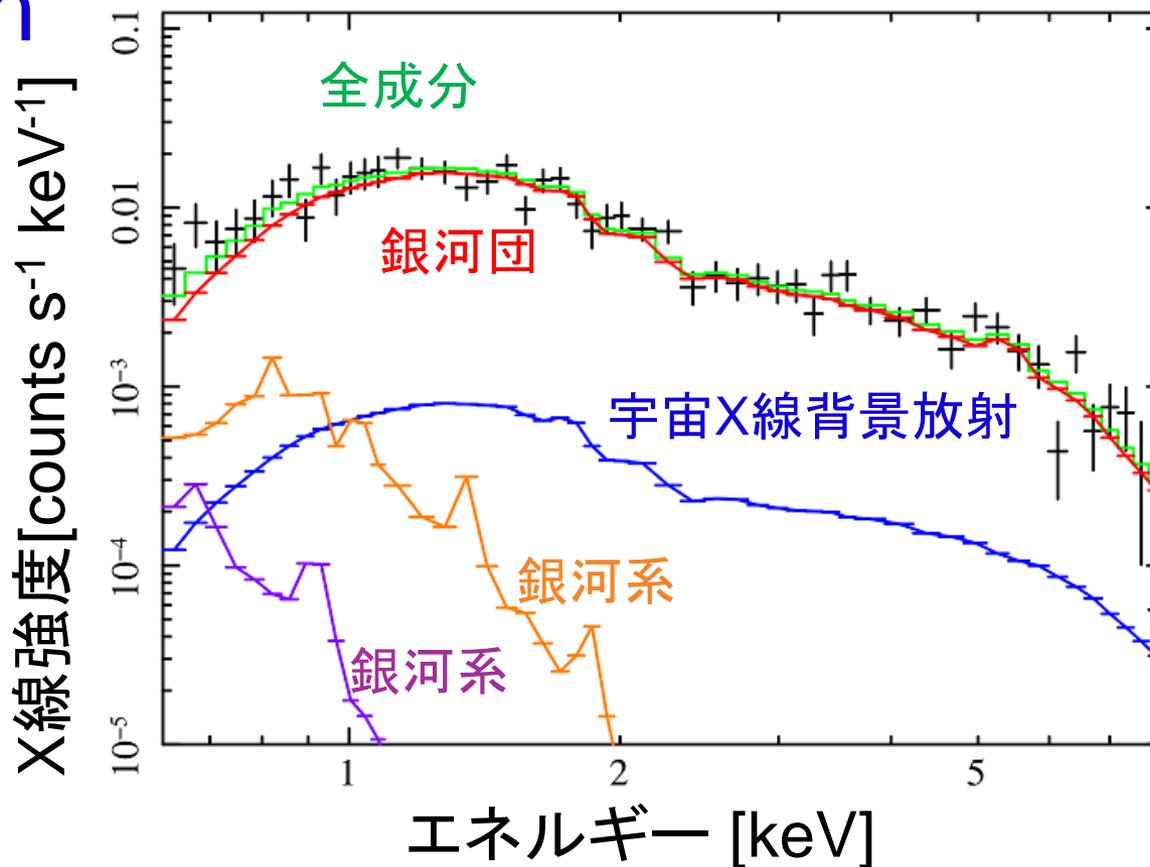
- ✓ 円領域で除去
- ✓ もれこみを考慮



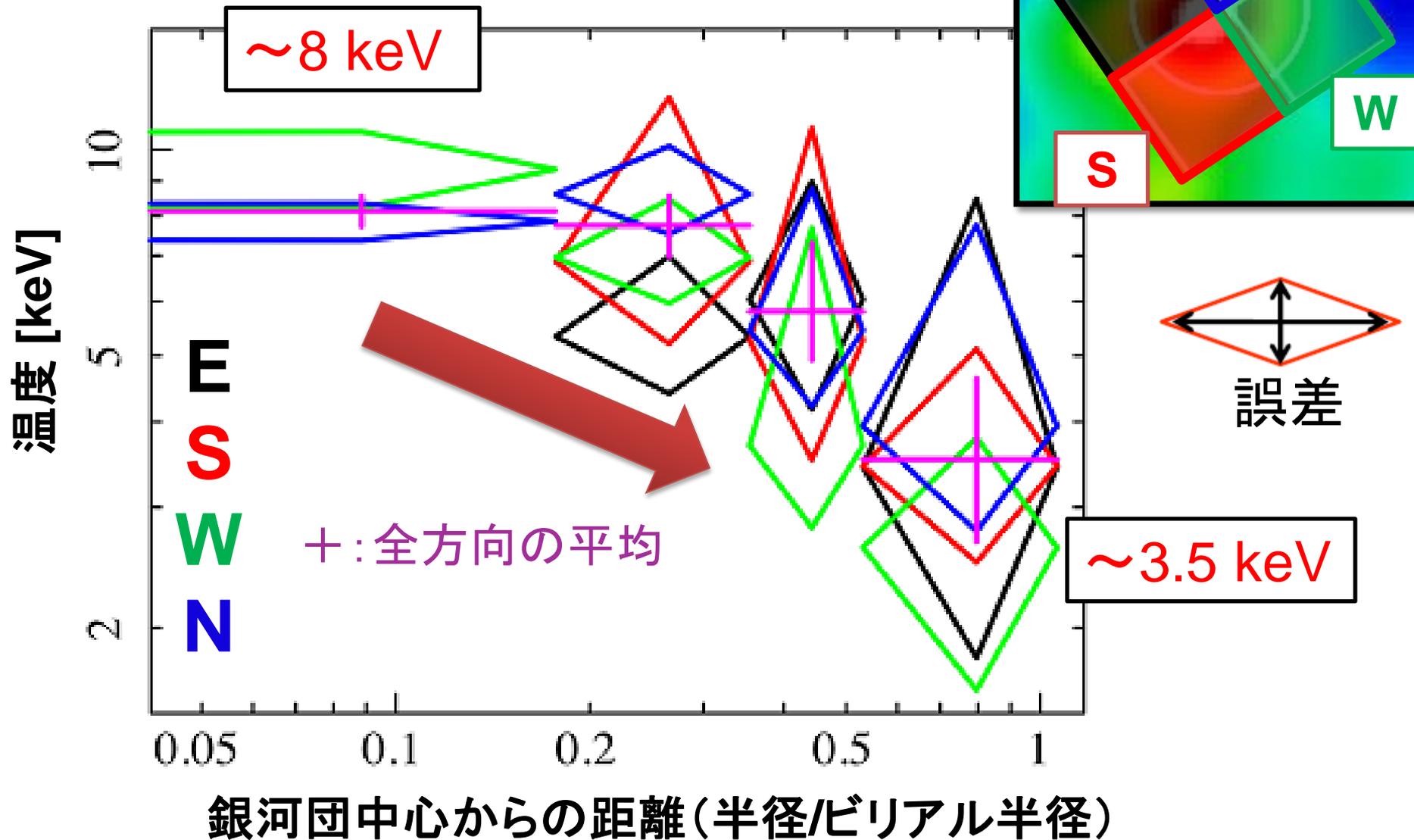
# X線エネルギースペクトル解析

Model : 銀河団成分 + 宇宙X線背景放射成分 + 銀河系成分  
銀河系成分

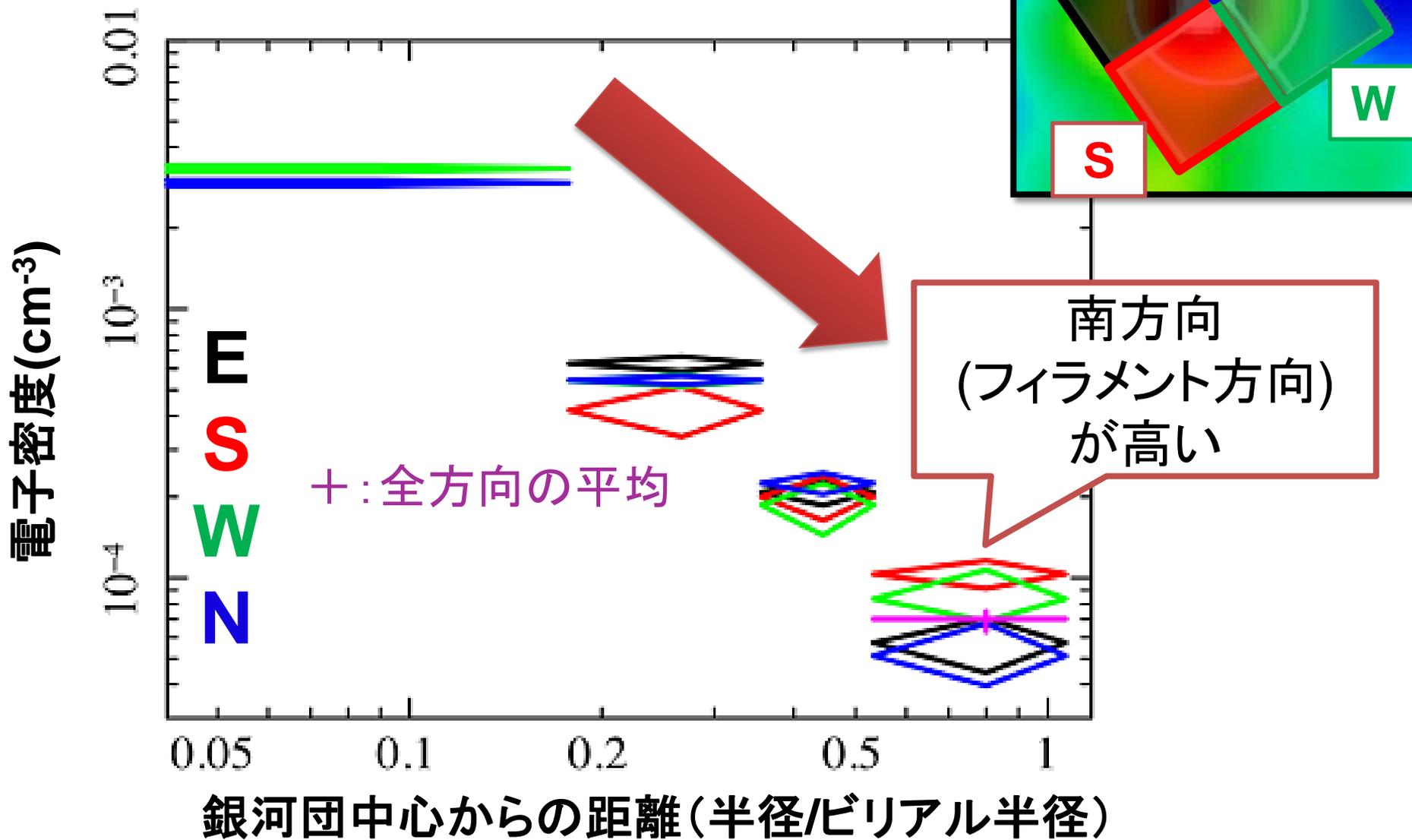
North



# 温度の半径分布



# 密度の半径分布

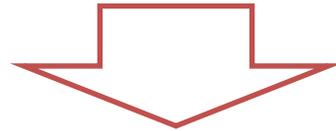


# エントロピーについて

X線天文学での

エントロピー  $K = kT/n_e^{2/3}$  [keV cm<sup>2</sup>] → **ガスの熱史**

重力のみの衝撃波加熱を仮定



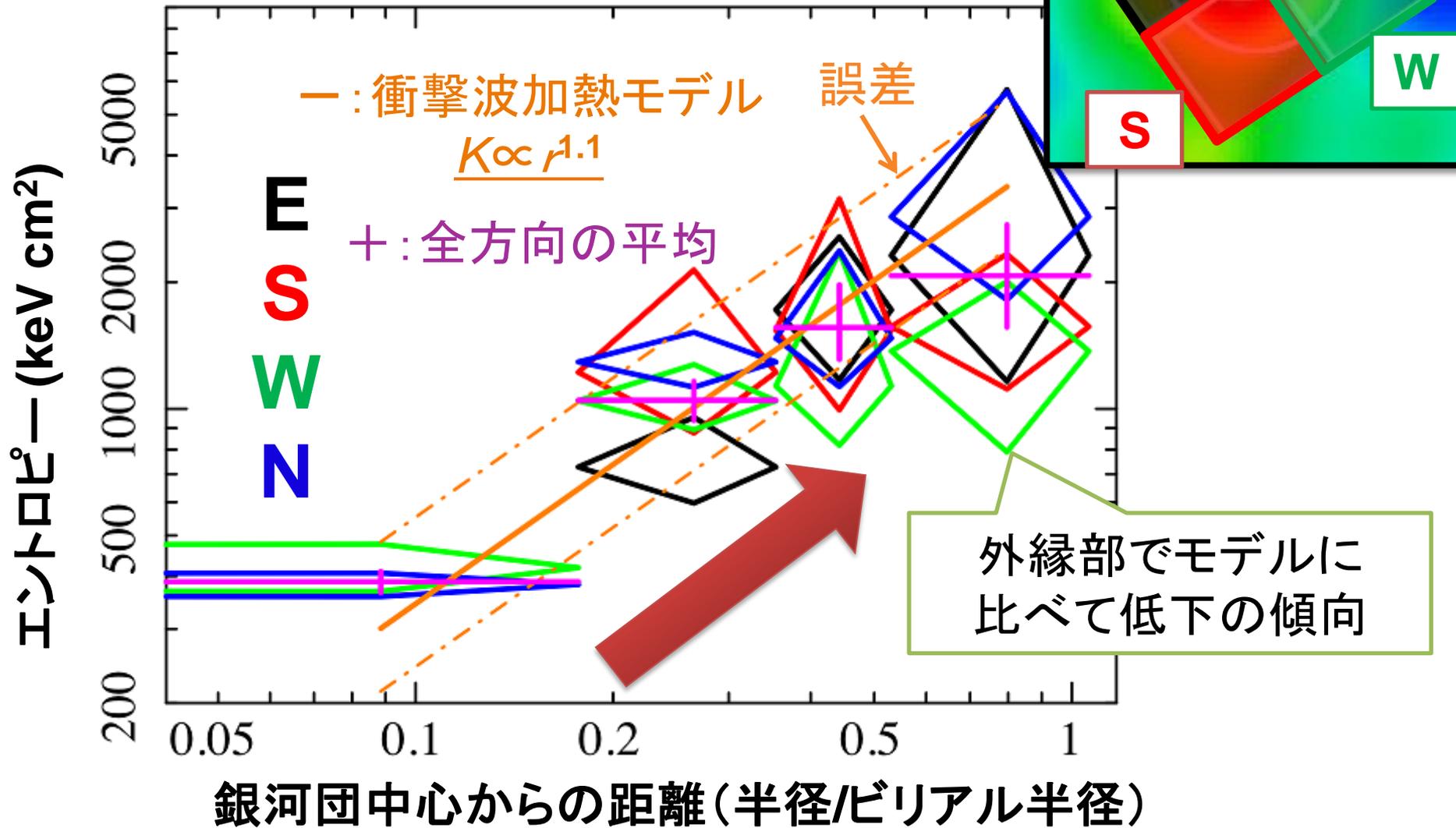
銀河団の外側ほど強い衝撃波となる  
(加熱によりエントロピーは上昇)

衝撃波加熱モデル

(Tozzi & Norman 2001; Ponman et al. 2003)

$$K \propto r^{1.1}$$

# エントロピーの半径分布



# 銀河団の質量

銀河団が静水圧平衡にあると仮定

温度

密度



X線から求まる

銀河団の全質量(静水圧質量)



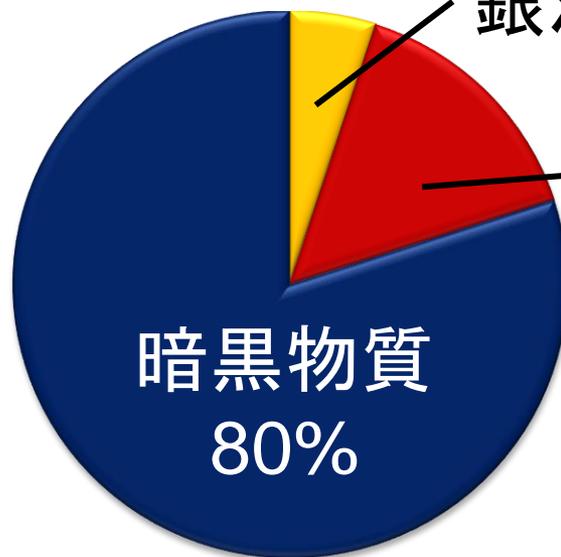
銀河団の  
高温ガスの質量

銀河5%

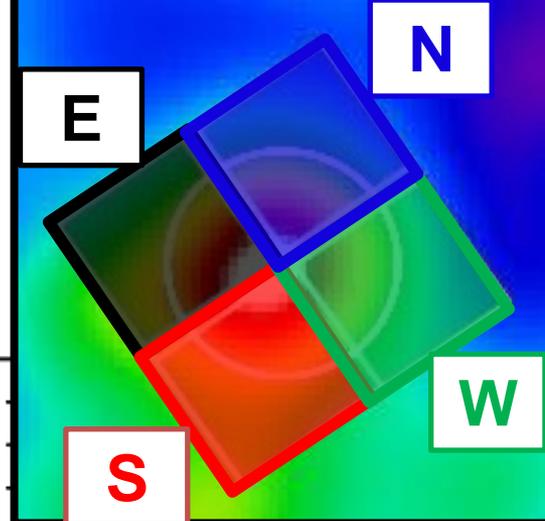
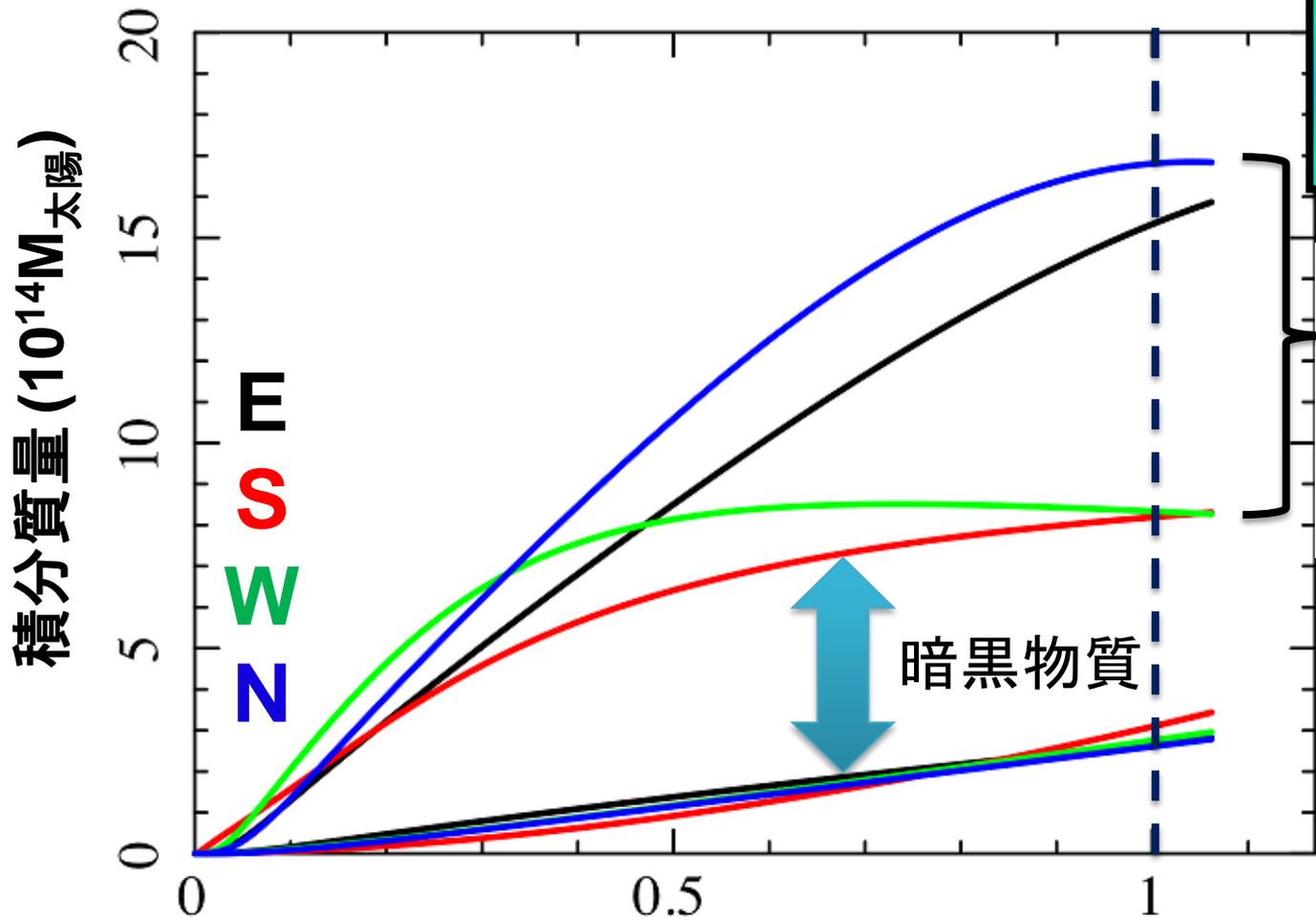
高温ガス  
15%

暗黒物質  
80%

銀河団の質量比



# 質量の半径分布

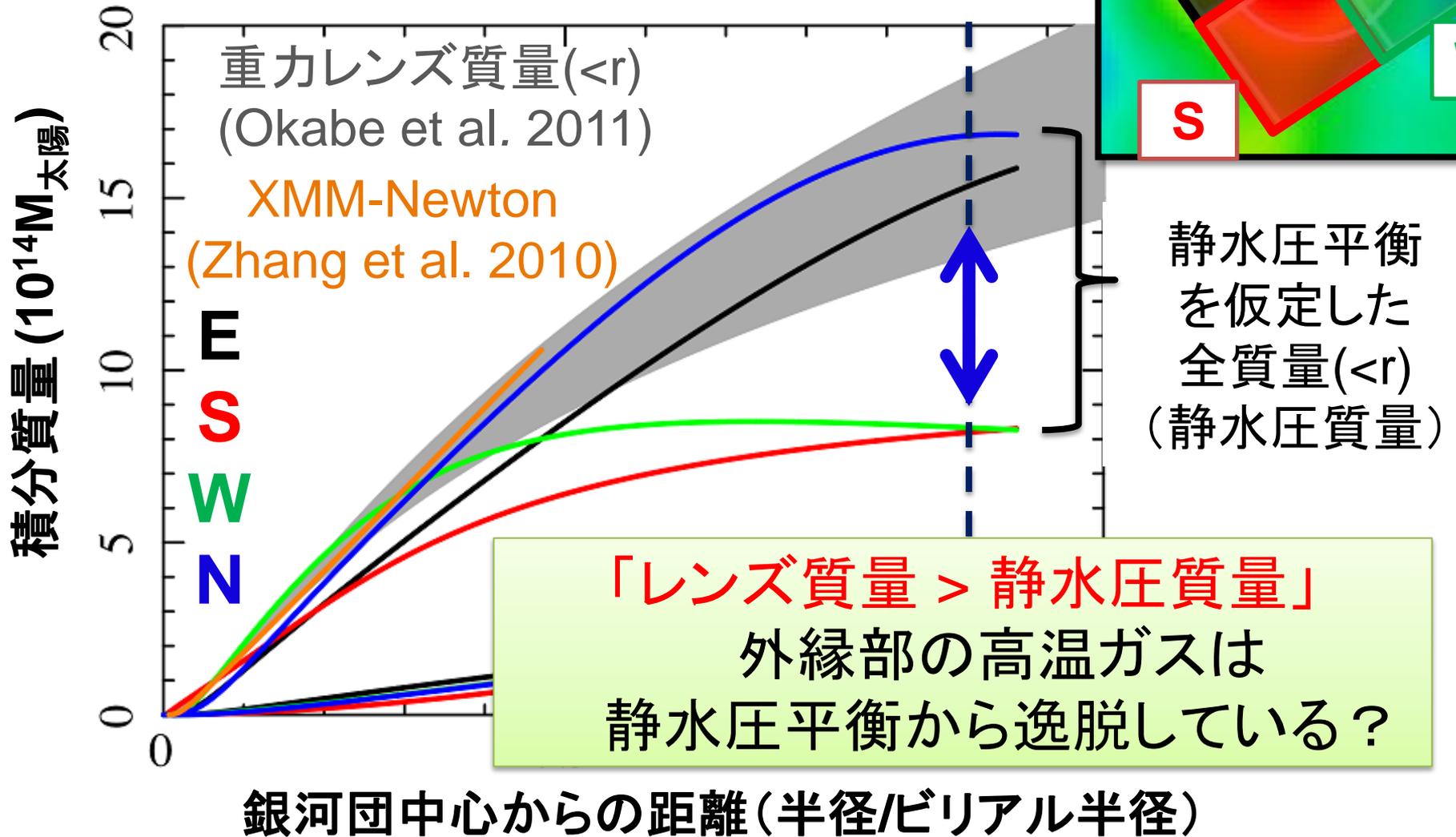


静水圧平衡  
を仮定した  
全質量(<r)  
(静水圧質量)

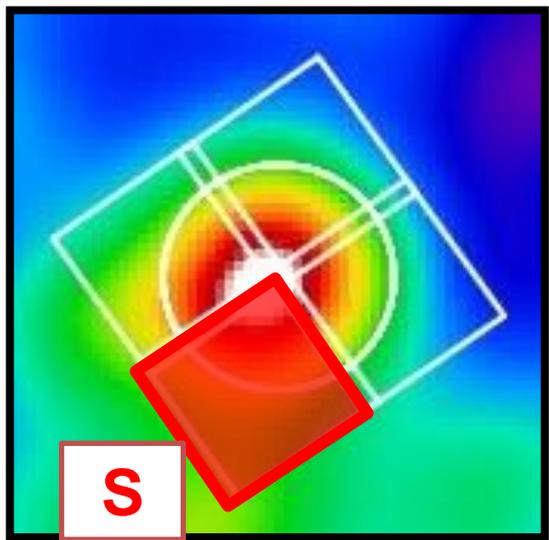
ガス質量(<r)

銀河団中心からの距離 (半径/ビリアル半径)

# 質量の半径分布

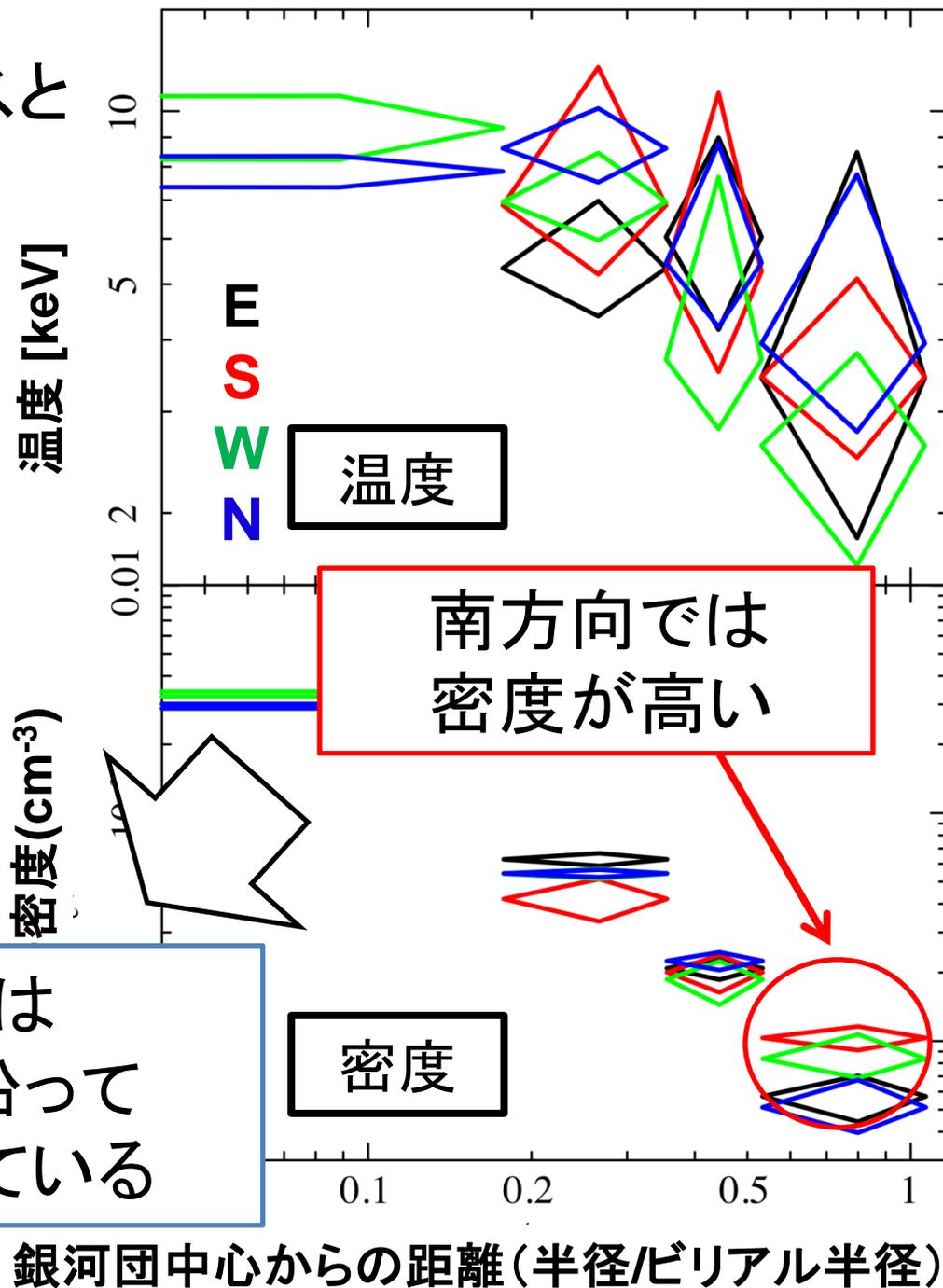


# 銀河団外縁部の高温ガスと大規模構造との相関



フィラメント構造  
(南方向)

現在も南方向では  
フィラメント構造に沿って  
質量降着流が起きている

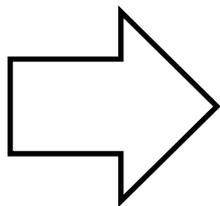


# まとめ

- 「すざく」衛星を用いて**Abell 1835 銀河団の外縁部**まで観測
- SDSSデータ → **南方向**に銀河分布の**フィラメント構造**を発見

## 【解析結果】

- ✓ 温度…**中心から外側に向かって減少**
- ✓ 密度…**外縁部で南方向 (フィラメント方向) が他に比べて高い**
- ✓ エントロピー…**外縁部で重力のみの加熱モデルに比べて低下**
- ✓ X線と重力レンズの質量を比較→ガスは**静水圧平衡から逸脱**



現在もフィラメントに沿って  
質量降着流が起きていることを示唆