

# マグネターに付随する 超新星残骸CTB109の観測的研究

東京大学 牧島中澤研究室

中野 俊男

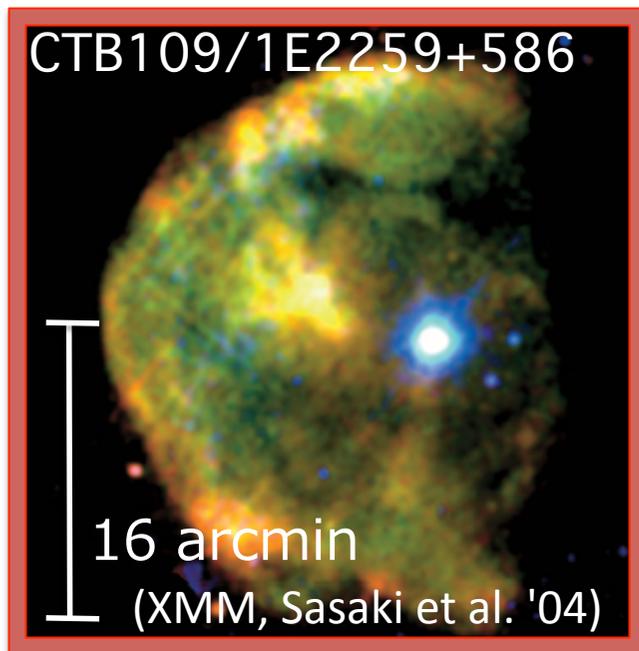
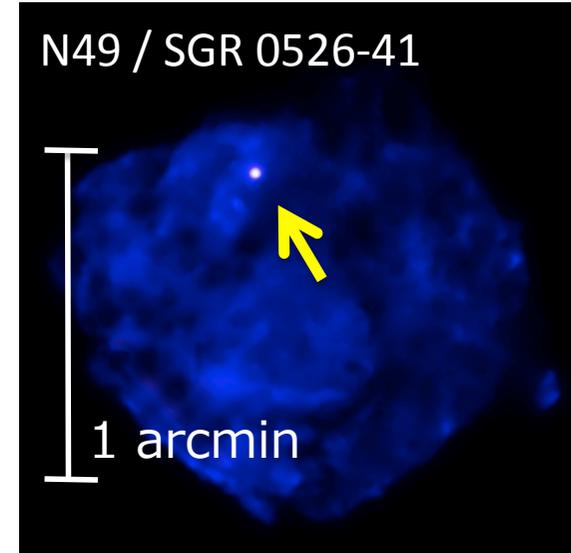
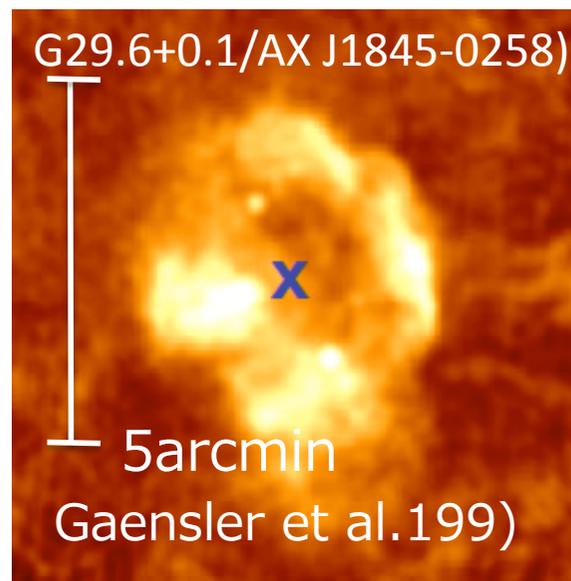
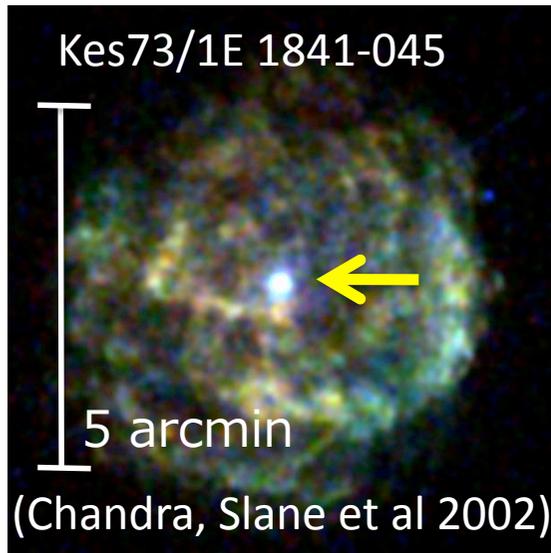
中澤知洋、牧島一夫、内山秀樹、平賀純子

# 1. 研究の目的

- マグネター
  - 強力な磁場を持つとされる中性子星
  - $B \sim 10^{14-15} \text{ G}$  ( $P$  と  $\dot{P}$ より推定)
- 強力な磁場の起源
  - 特殊な超新星爆発の機構？  
(Mazzali et al. 2006, Sodeberg et al.2006)
  - 親星に特徴？ (Ferrario & Wickramasinghe ,Ferrario et al.2006)
  - 後に磁場が強くなっていた？ (Wen-Cong Chen 2009)
- マグネターに付随するSNR
  - マグネター21個のうち7個がSNRを伴なう
  - SNRがマグネターの誕生の手がかりを与える可能性

マグネターに付随するSNRは特殊か？

## 2. マグネターに付随するSNR



<http://www.physics.mcgill.ca/~pulsar/magnetar/main.html>

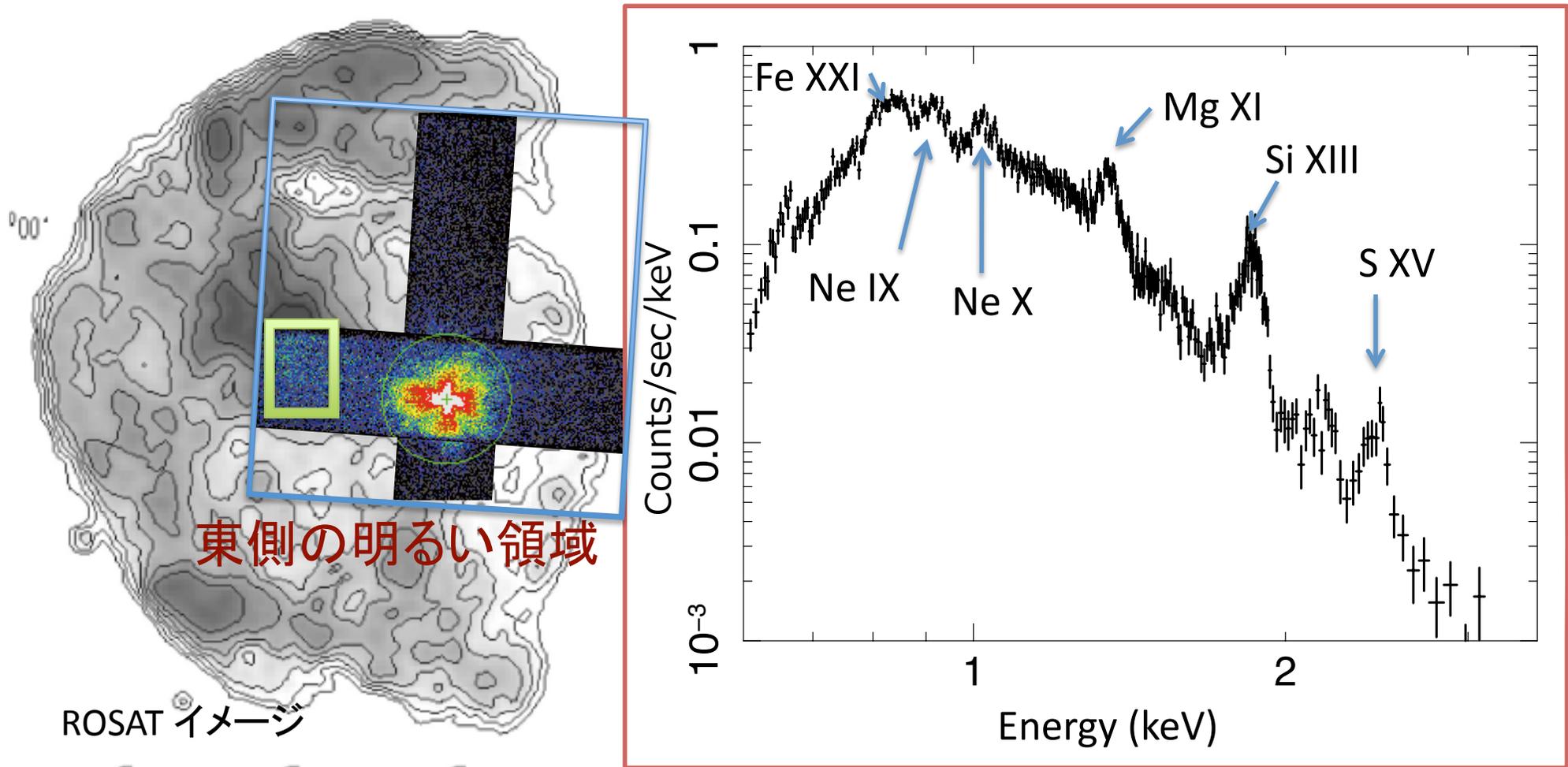
中心天体とSNRが十分に分離でき  
「すざく」の分光能力を活かせる

CTB109 (1E 2259+586) に注目

### 3. CTB109と1E 2259+586

- 1980年 Einstein衛星によって発見  
(Gregory & Fahlman)
- 距離 :  $4.0 \pm 0.8$  kpc (Tian et al.2010)
- 中心天体  $P=6.9$  sec,  $B = 5.9 \times 10^{13}$  G  
(Kaspi, Chakrabarti & Steinberger 1999)
- XMM-Newton による観測 (Sasaki et al.2004)
  - 2002年、 $\sim 60$  ksec
  - 1 温度モデル、太陽組成に近いアバundance
- 「すぎく」による観測
  - キープロジェクト「マグネター大研究」の一環
  - 2009年5月25～27日、122 ksec
  - XIS 1/4 Window-Mode での観測

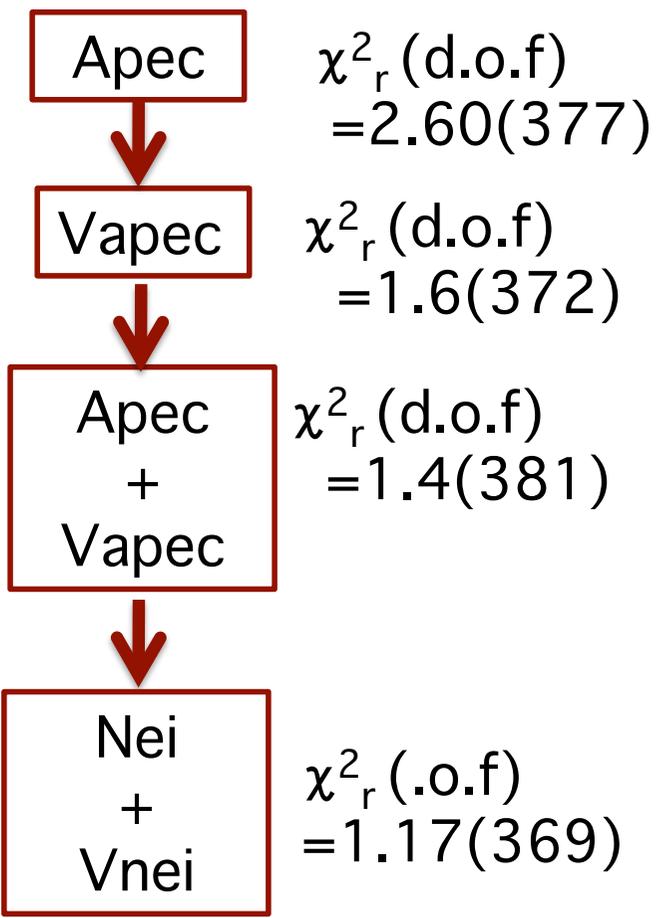
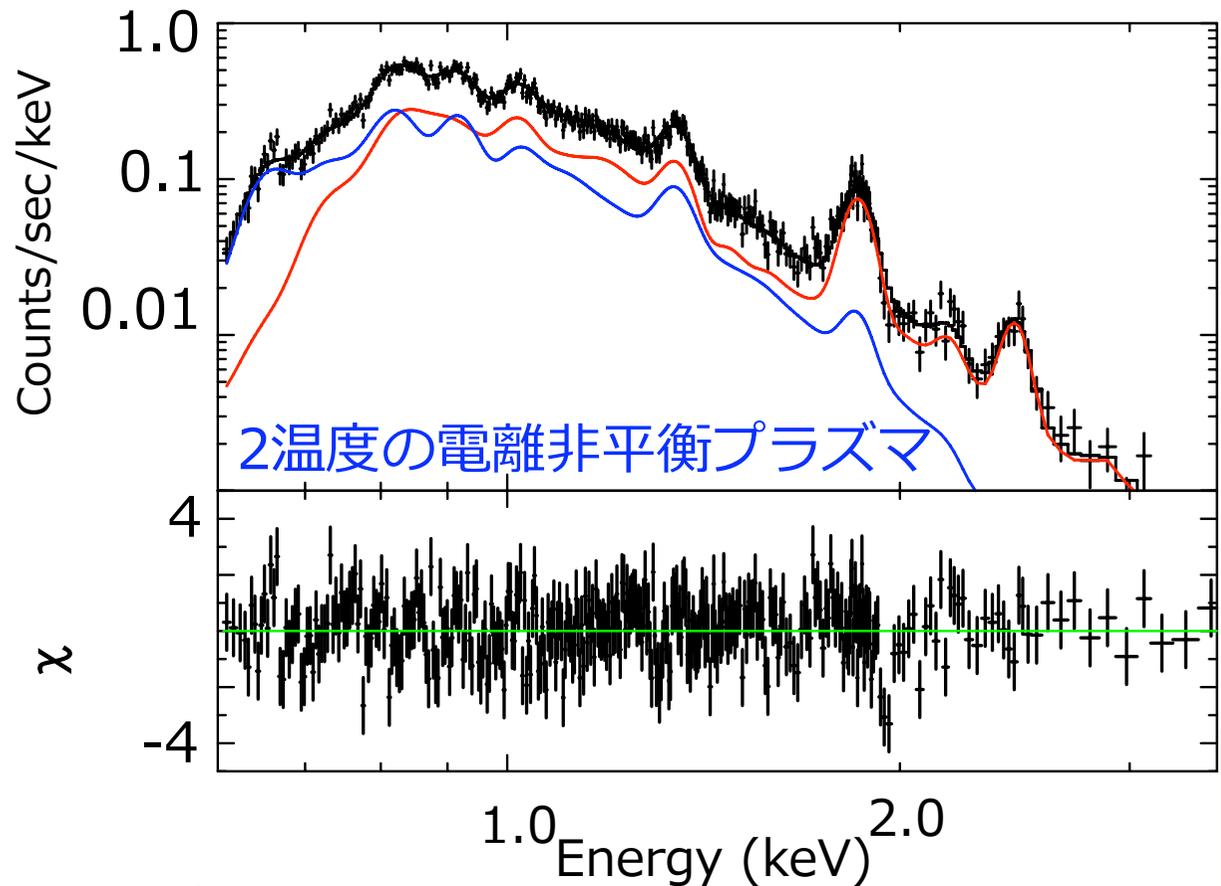
# 4. 「すざく」によるイメージとスペクトル



ブラックスカイのデータをバックグラウンドとして引いた

1.0 2.0  
Energy (keV)

# 5. プラズマモデルでフィッティング



星間吸収 :  $0.71(0.69-0.73) \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$   
 マグネターの解析で得られた値とよく一致

## 低温成分

温度  $kT = 0.26(0.25-0.28) \text{ keV}$   
 アバundance  $\sim 1 \text{ Solar}$   
 $4n_0t = 6.5(1.9-25) \times 10^{11} \text{ s/cm}^3$

## 高温成分

温度  $kT = 0.57(0.56-0.59) \text{ keV}$   
 アバundance  $1.5 \sim 3.7 \text{ Solar}$   
 $n_e t = 4.4(1.1-6.8) \times 10^{11} \text{ s/cm}^3$

# 7. 考察

- 高温成分

- アバundance 1.5~3.7 Solar
- イジェクタと考えられる
- II型超新星モデルとほぼ一致

- 低温成分

- 1 Solar として矛盾なし
- 星間物質と考えられる
- 半径、温度、EM より

周囲の星間密度  $n_0 = 1.1 \text{ cm}^{-3}$

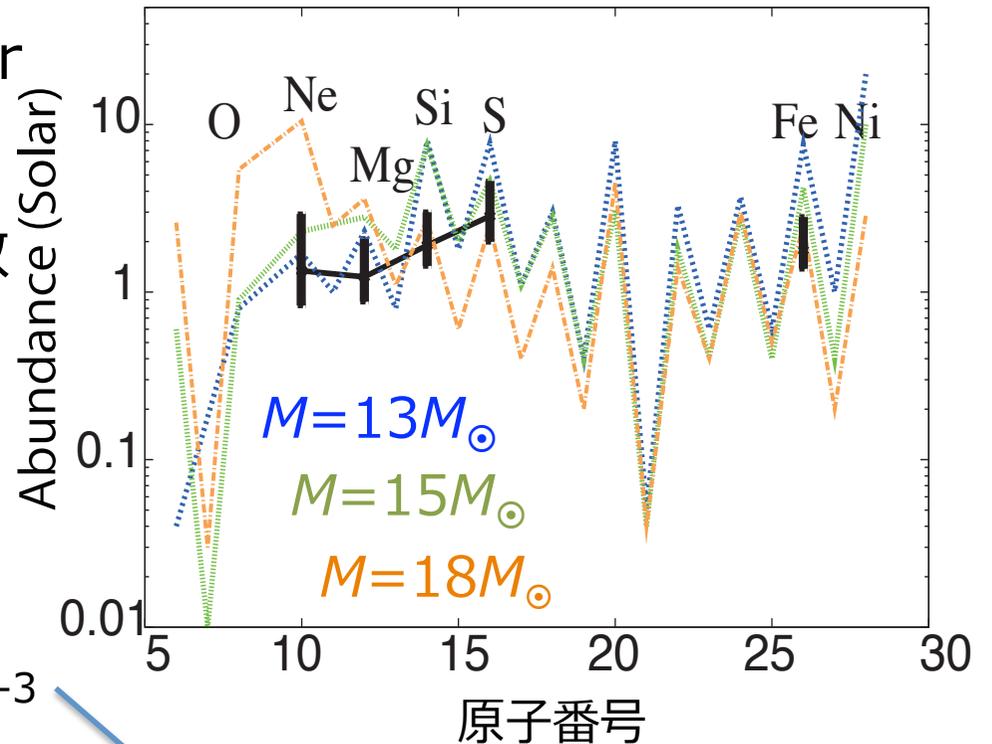
- Sedov 解より

- 年齢  $t = 1.3 \sim 1.7$  万年
- $E_{\text{explosion}} \sim (1.5 \sim 7.0) \times 10^{51} \text{ erg}$

$4 n_0 t \sim 5 \times 10^{11}$   
測定と矛盾しない

現在までの解析で通常の重力崩壊型SNRと比べて大きな違いは見つからない

Nomoto et al.1997



## 7. まとめ

- マグネターに付随するSNR CTB109の「すざく」による観測データの解析をした。
- 東側のスペクトルは2温度の電離非平衡プラズマモデルで説明できた。低温成分は0.26 keV, 高温成分は0.57 keV
- 高温成分のアバundanceパターンはII型SNモデルと合う。
- 爆発のエネルギーは  $(1.5 \sim 7) \times 10^{51}$  ergと推定される。
- 現在までの解析で通常SNRと大きな違いは見つからない。