

# Middle-agedの超新星残骸 における イジェクタの空間分布

東京理科大学 福島 光太郎

山口 弘悦 (ISAS/JAXA, 東大)、勝田 哲 (埼大)、佐野 栄俊 (名大)

Laura A. Lopez (The Ohio University, University of Copenhagen)

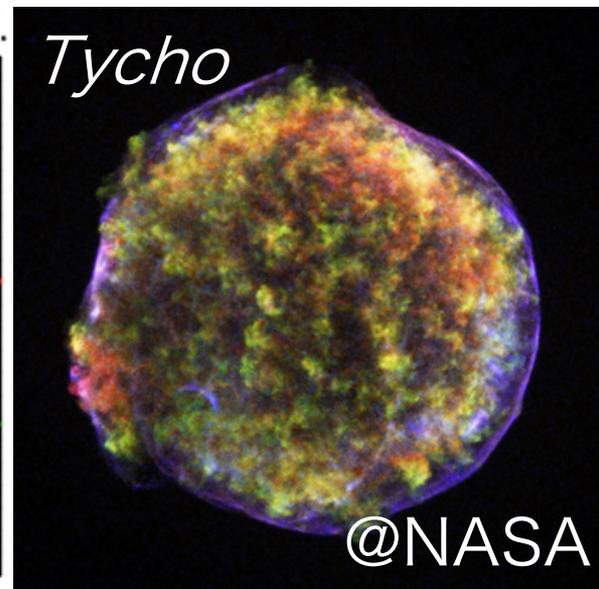
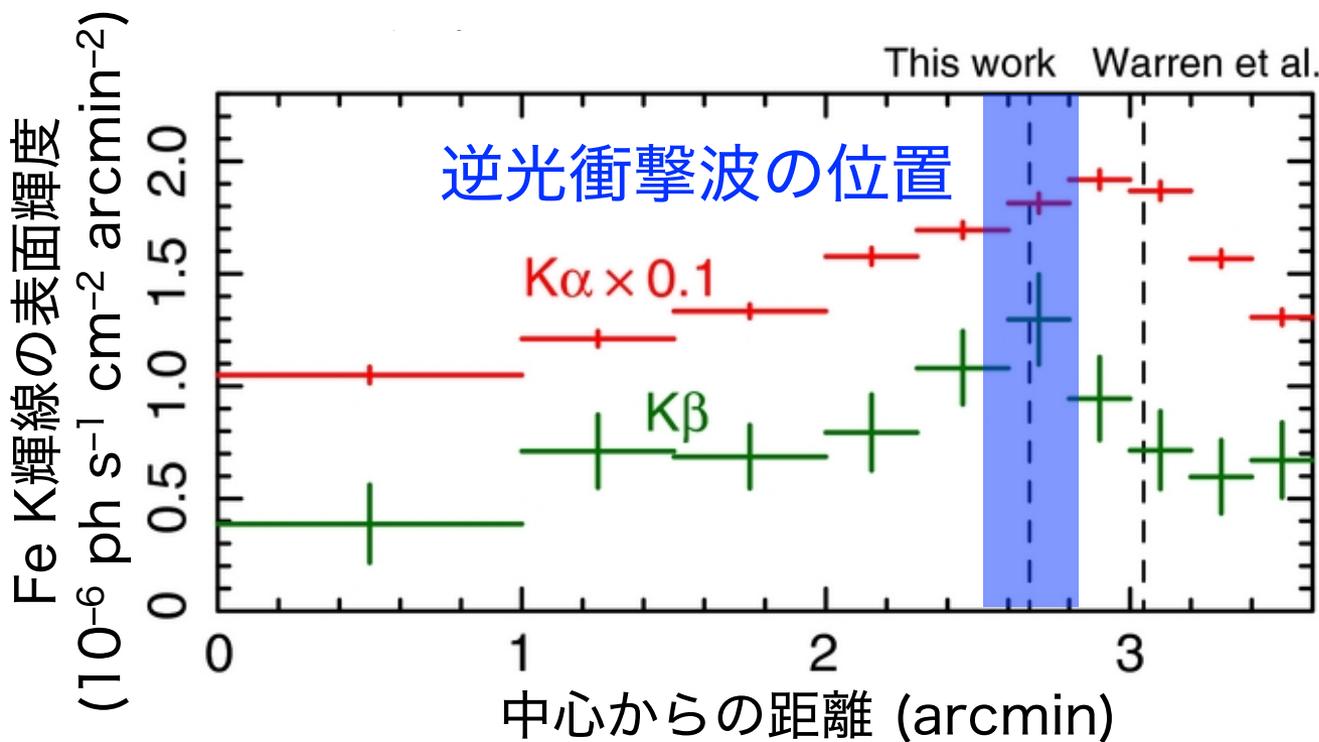
小林 翔悟、松下 恭子 (東理大)

# Middle-aged超新星残骸の観測意義

Ia型超新星爆発のメカニズムや親星の情報を知るために  
**Feを含むすべてのイジェクタ**分布が重要だが...

X線で明るくかがやく若い超新星残骸 (e.g., *Tycho*) では  
逆行衝撃波が中心に未到達

→ すべてのイジェクタはX線でみえていない

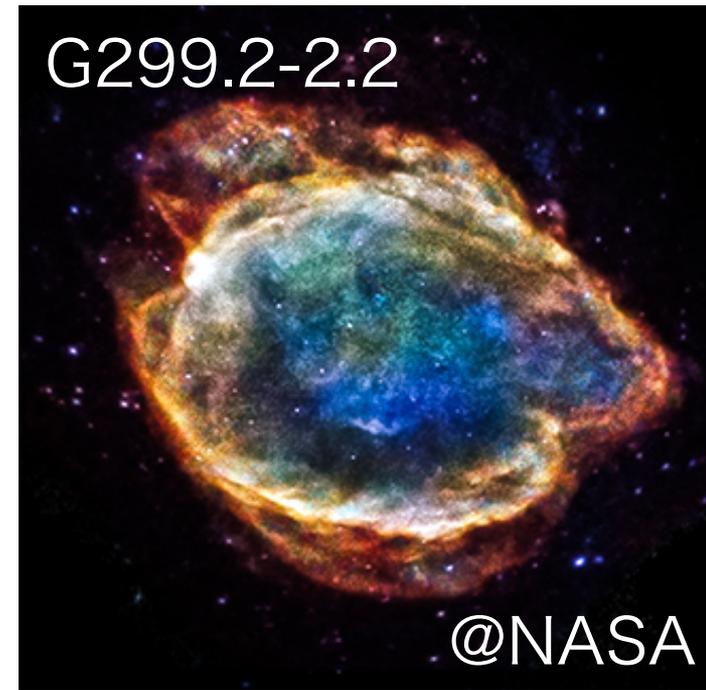
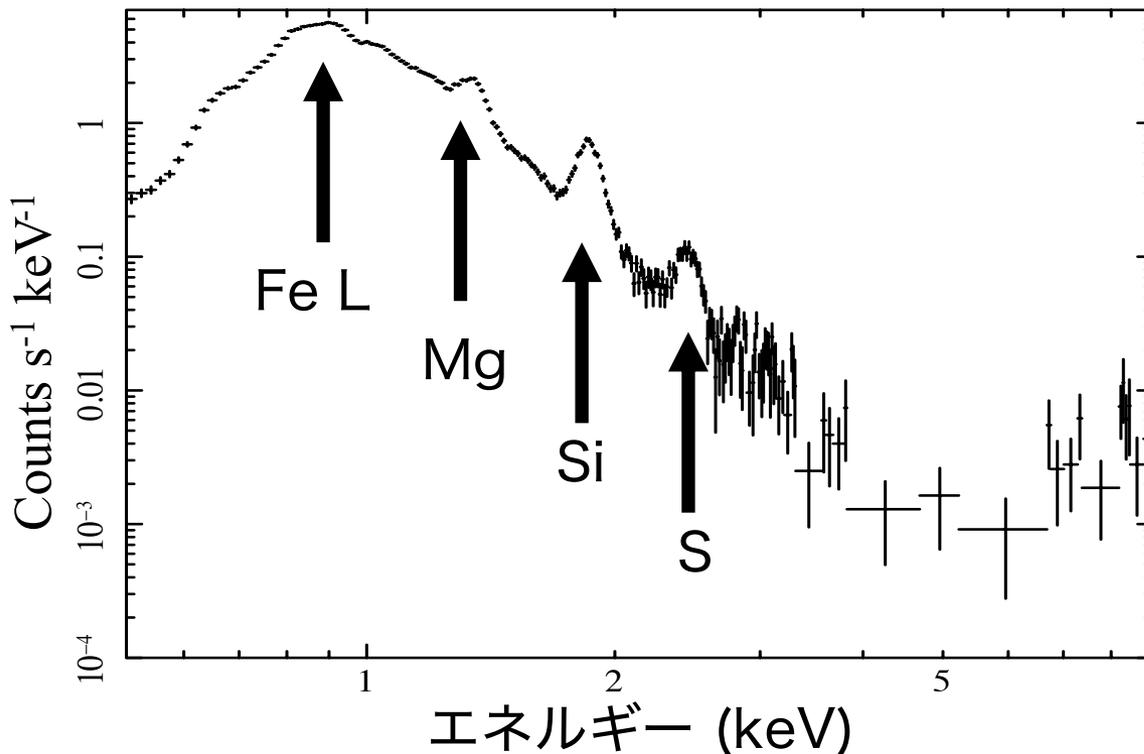


山口+14a

# Middle-aged超新星残骸の観測意義

Ia型超新星爆発のメカニズムや親星の情報を知るために  
**Feを含むすべてのイジェクタ**分布が重要だが...

年齢が数千年の超新星残骸 (e.g., G299.2-2.9) では  
イジェクタの温度が下がっていることがある  
→ Fe K輝線がみえない



# Middle-agedの超新星残骸G344.7-0.1

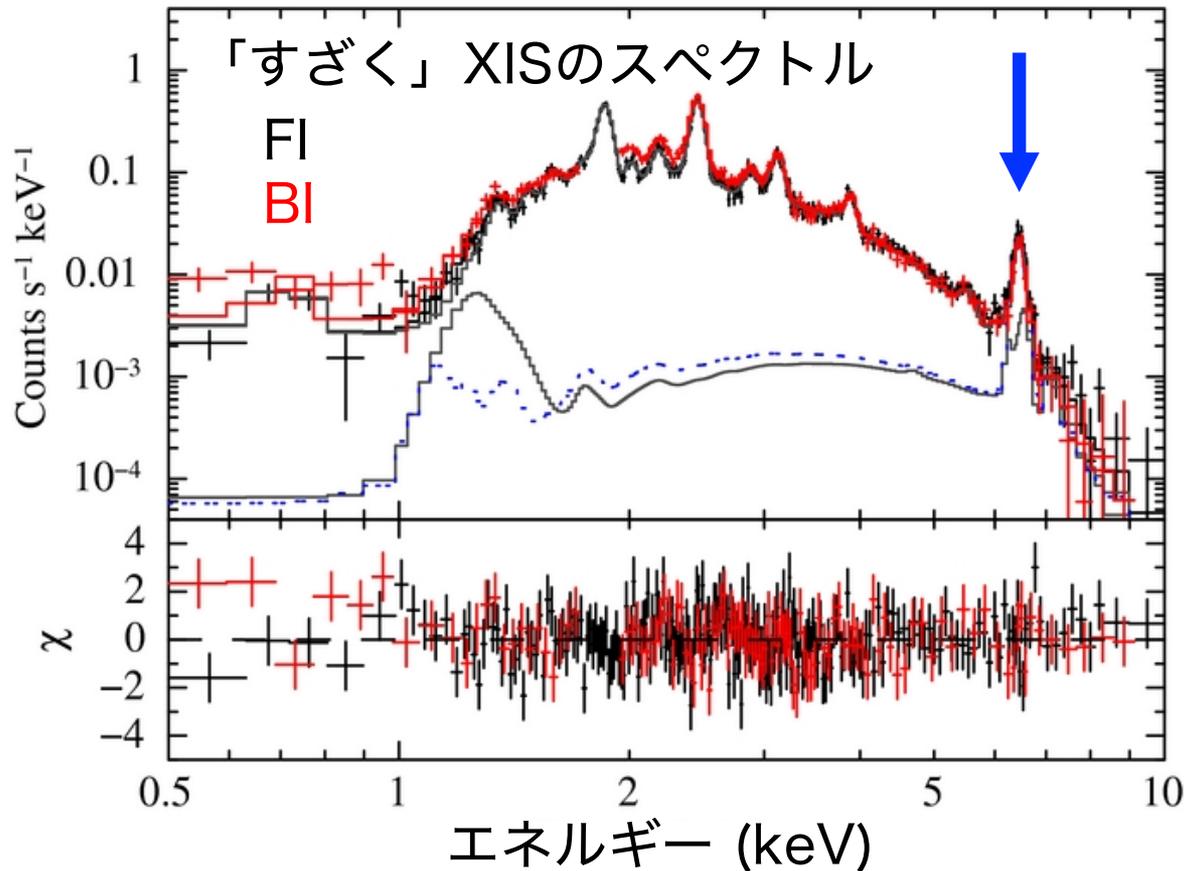
Ia型超新星爆発のメカニズムや親星の情報を知るために  
Feを含むすべてのイジェクタ分布が重要

## 超新星残骸 G344.7-0.1

- 年齢 > 3000 yr と十分に高齢  
(Combi+10、Giacani+11)  
= おそらく中心まで逆行衝撃波が到達
- Fe K輝線が見えている (山内+05、山口+12)  
= Feの分布や電離状態の測定が容易

# G344.7-0.1のX線観測

山口+12



強いFe K放射あり

中心エネルギー  
~ 6.44 keV

→ 経験的にIa型を  
示唆 (山口+14b)

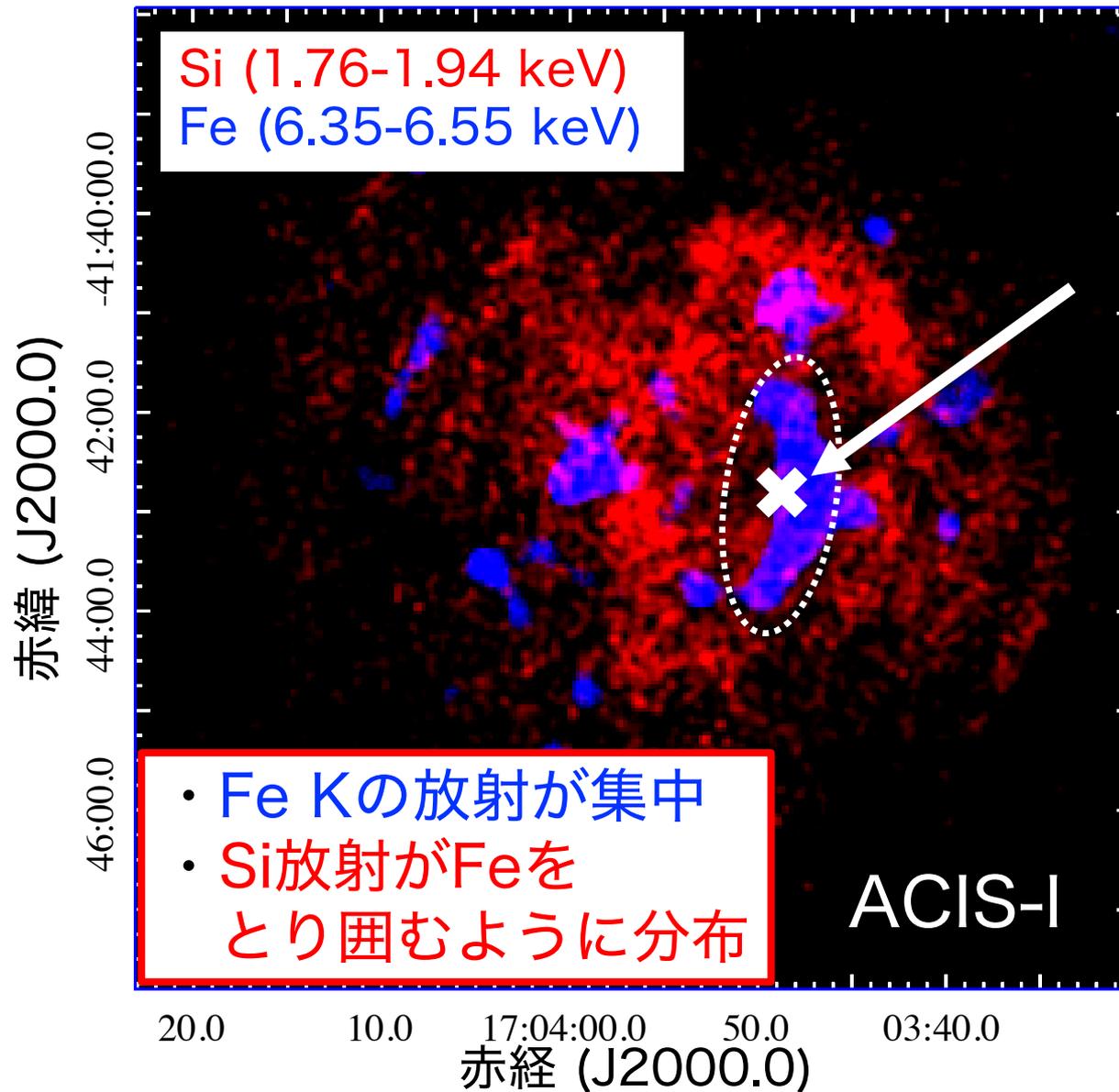
ただし

Feの空間分布は未詳

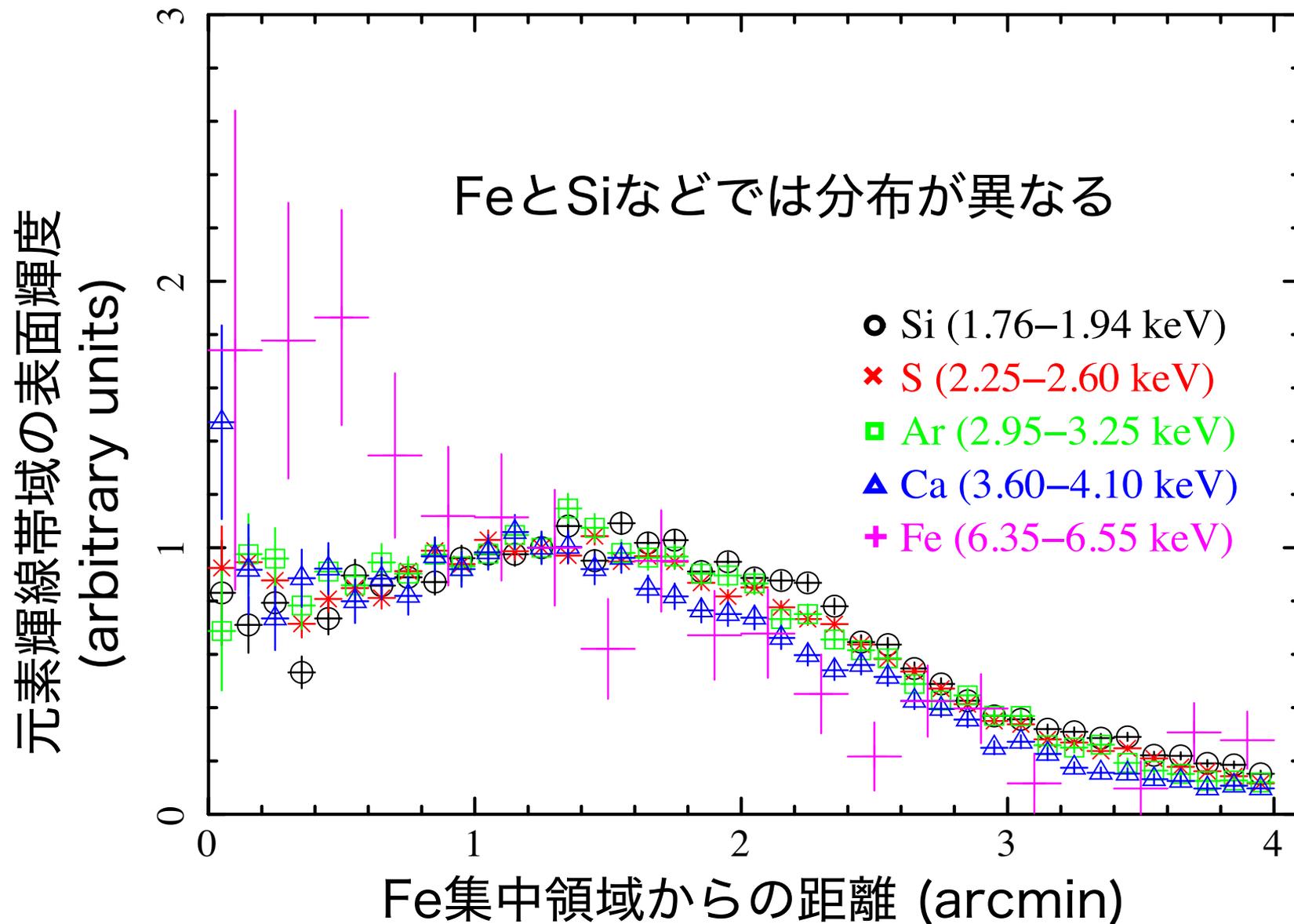
高角分解能 (~0.5 arcsec) のチャンドラで  
Feの分布まで追えるように205 ks観測

輝線強度とFeイジェクタの電離度の分布を調査

# 結果1：輝線強度の空間分布 (チャンドラ 205 ks)

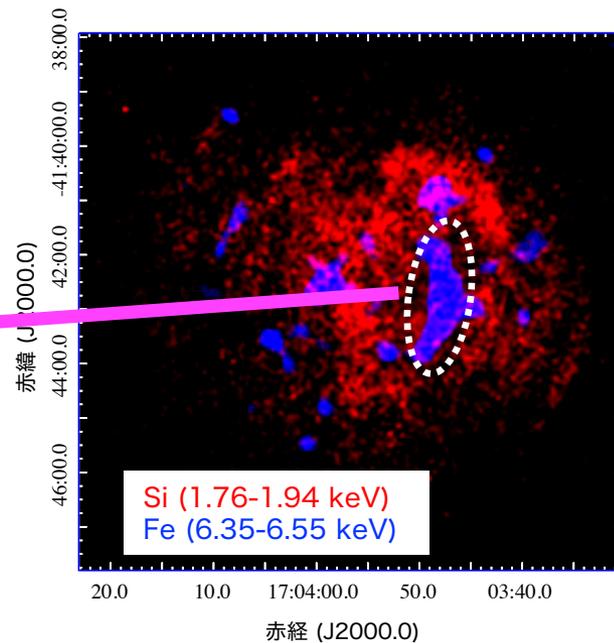
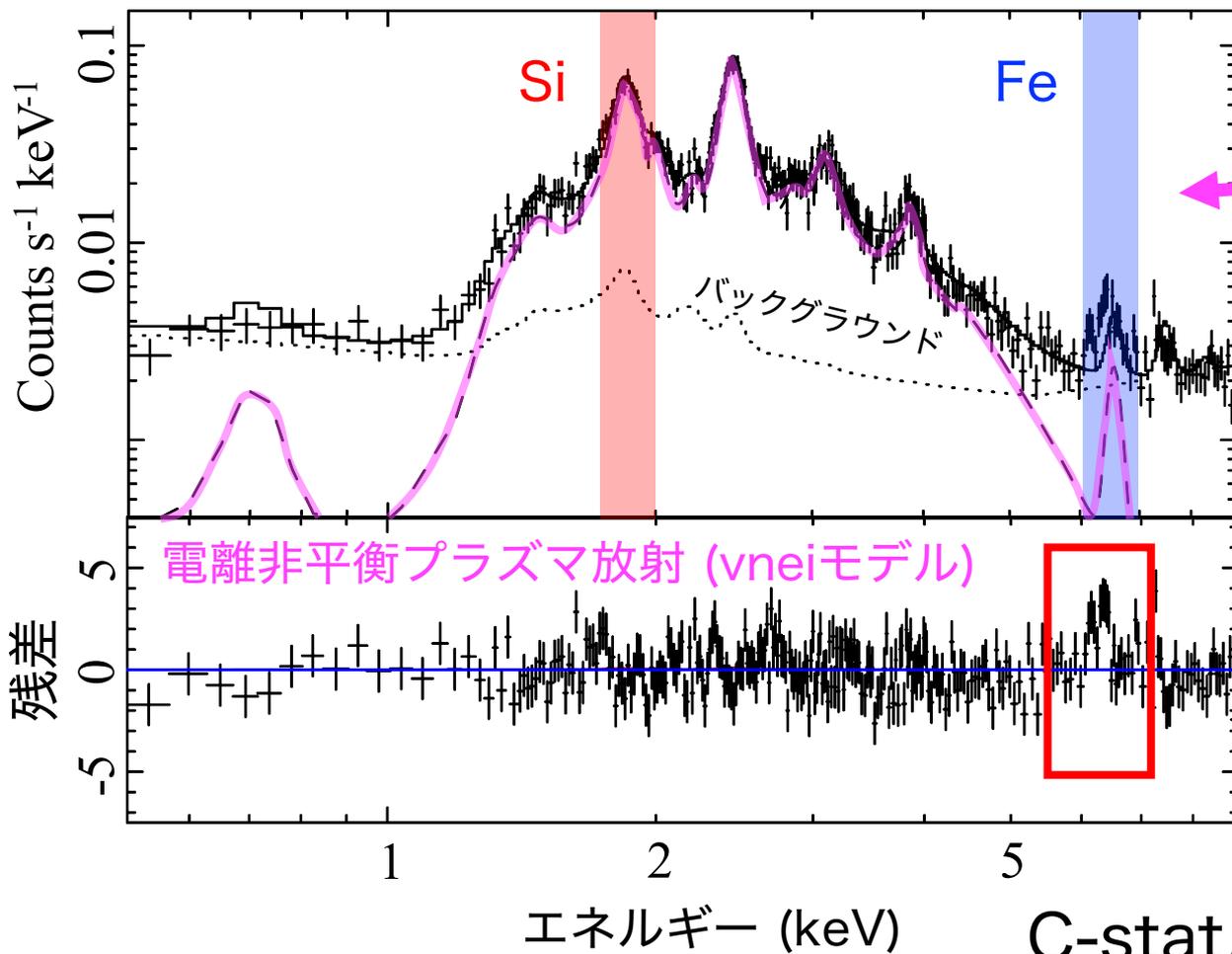


# 各元素の輝線強度の分布



# 結果2：Fe電離度の空間分布

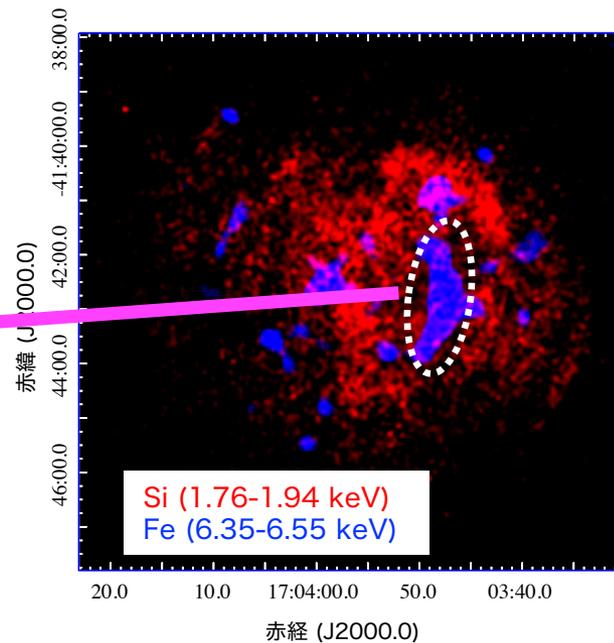
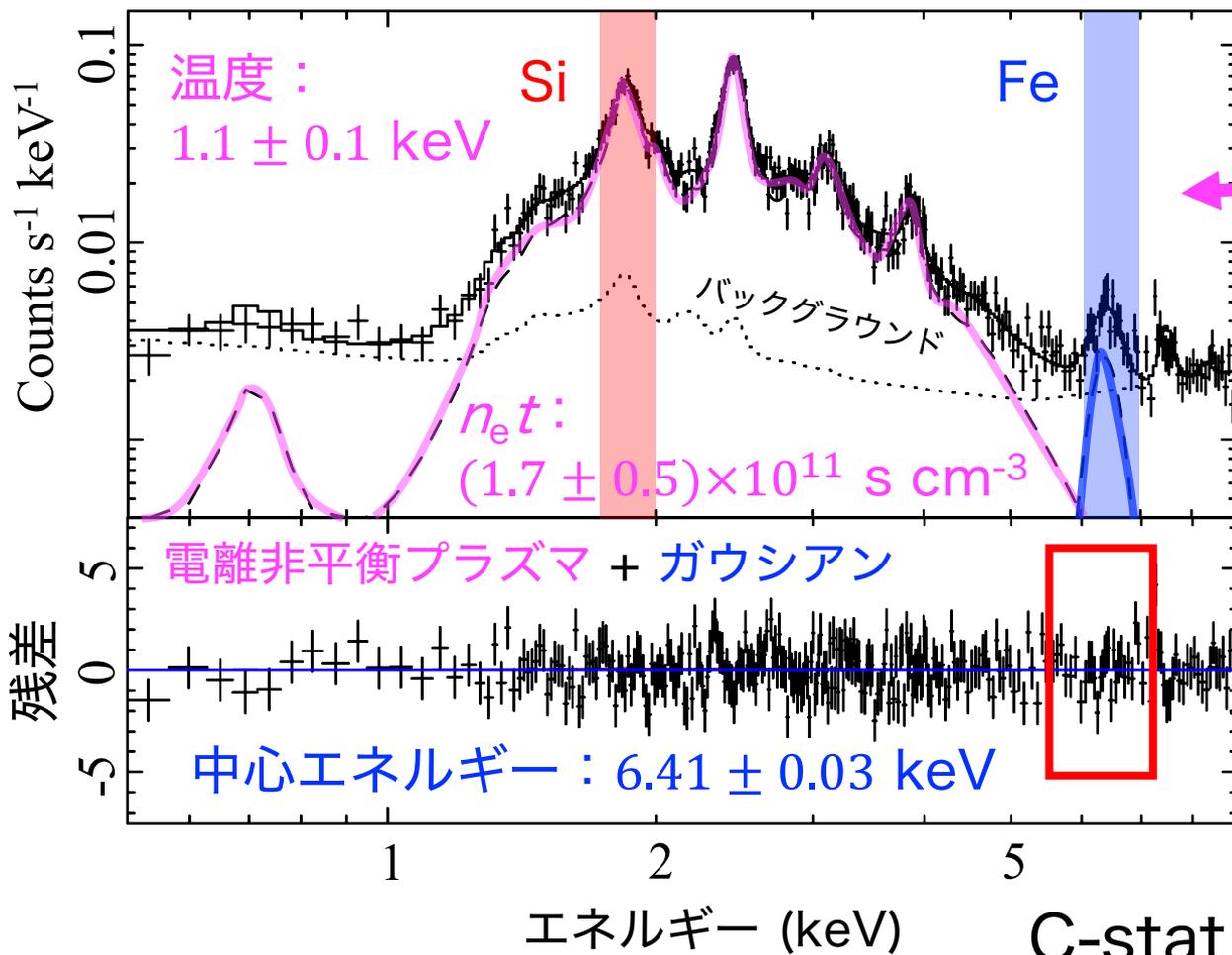
## Fe K集中領域のスペクトル



C-stat/dof = 2783/2313

# 結果2：Fe電離度の空間分布

## Fe K集中領域のスペクトル

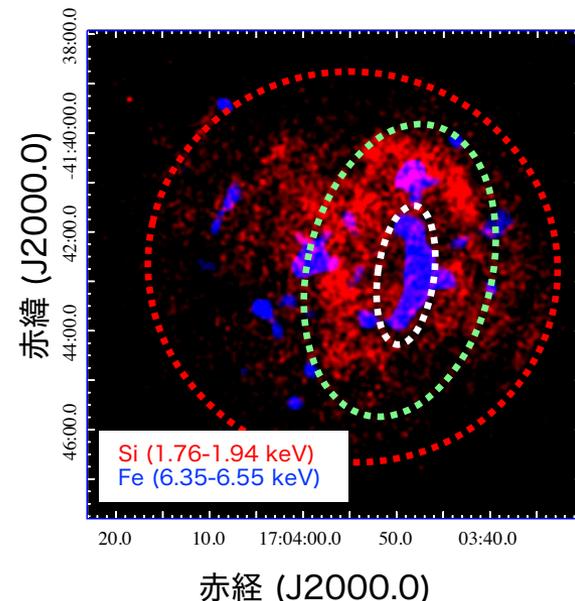
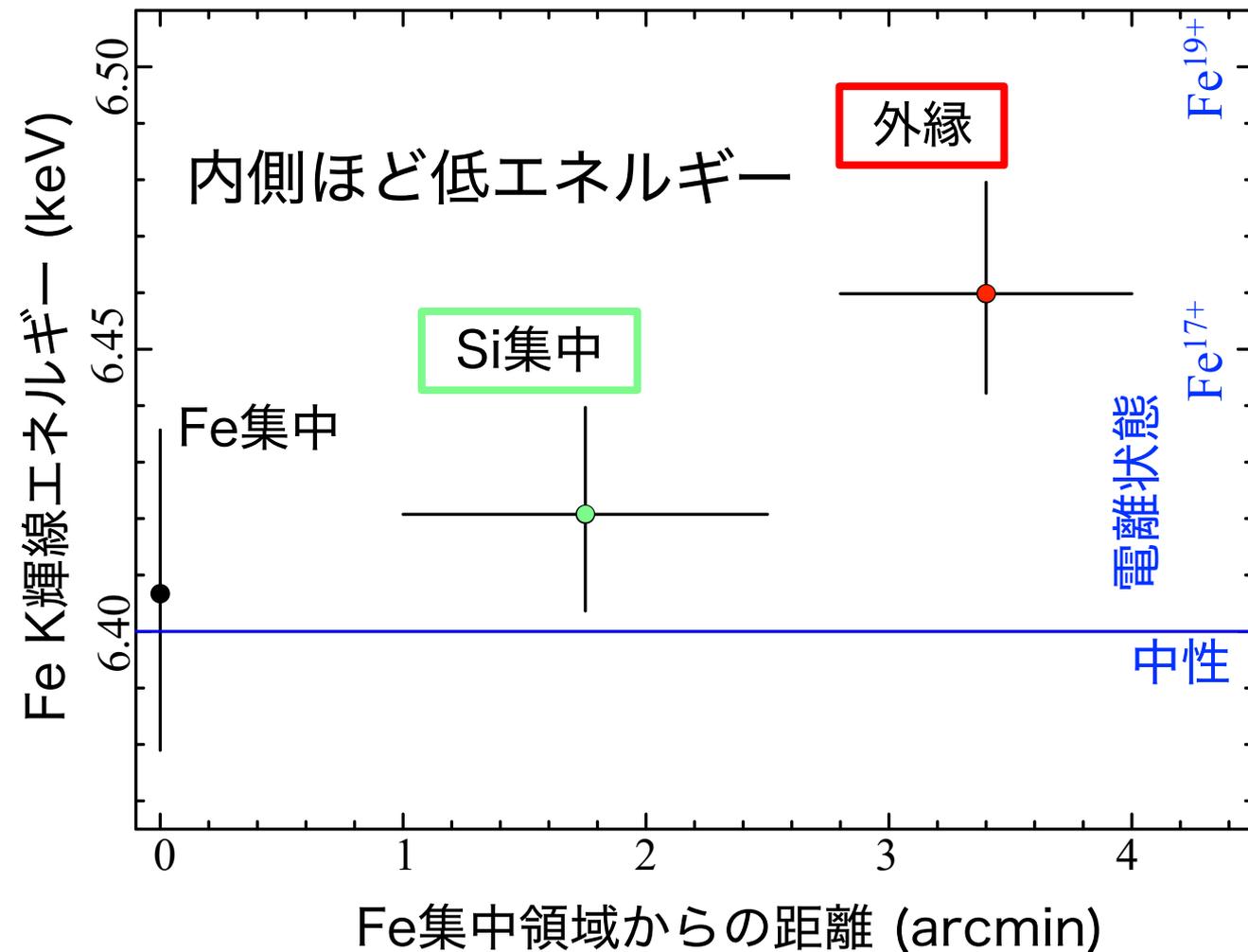


2783/2313



C-stat/dof = 2659/2311

# 結果2：Fe電離度の空間分布



内側では中性に近い  
低電離の傾向

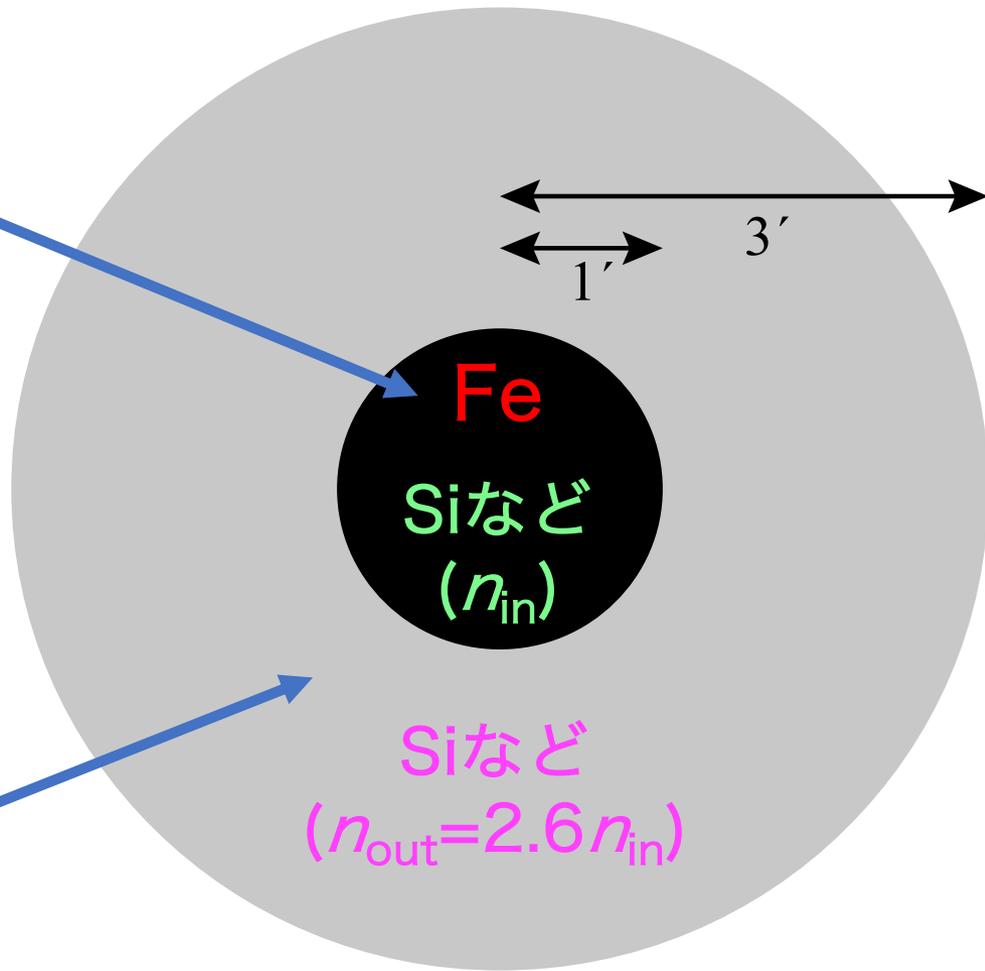
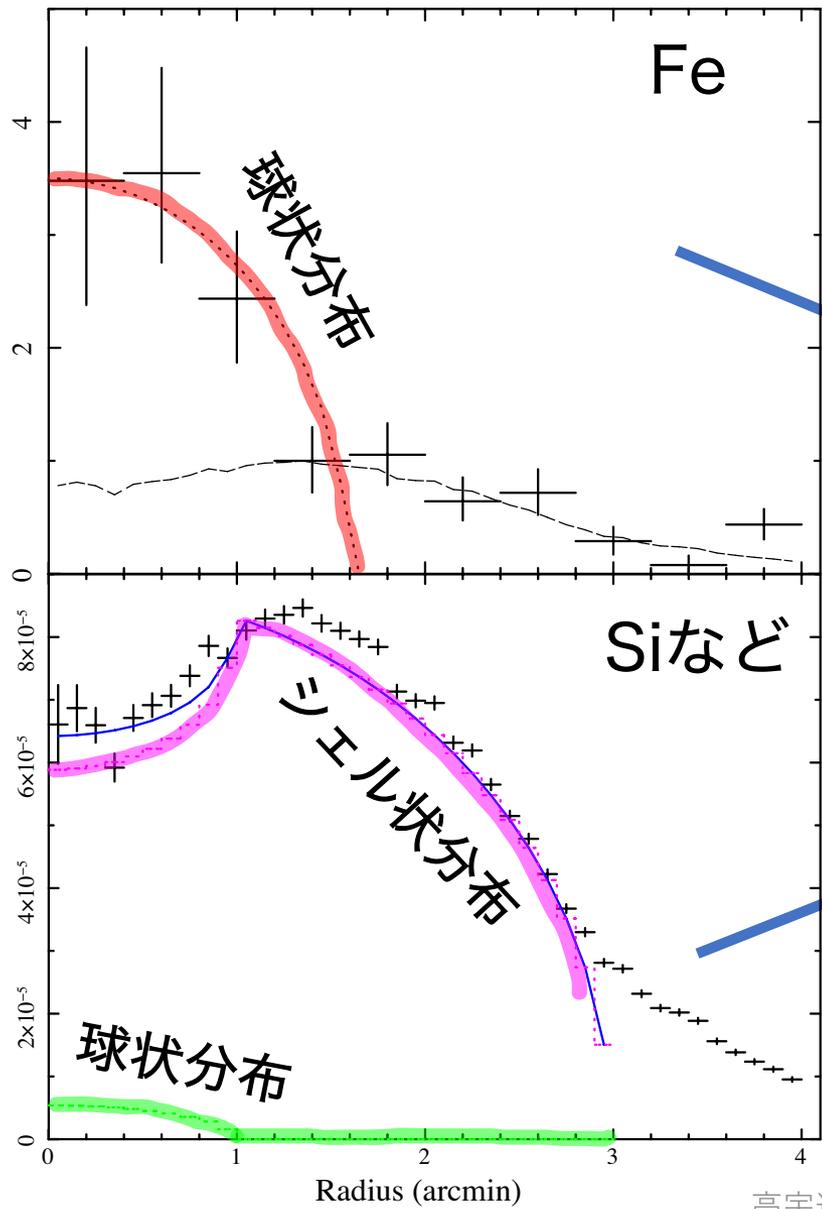


加熱から時間  
経っていない

Fe集中部分は  
爆発中心に対応

# イジェクタの空間分布

1.5-5.0 keV帯域の表面輝度 Fe K輝線の表面輝度

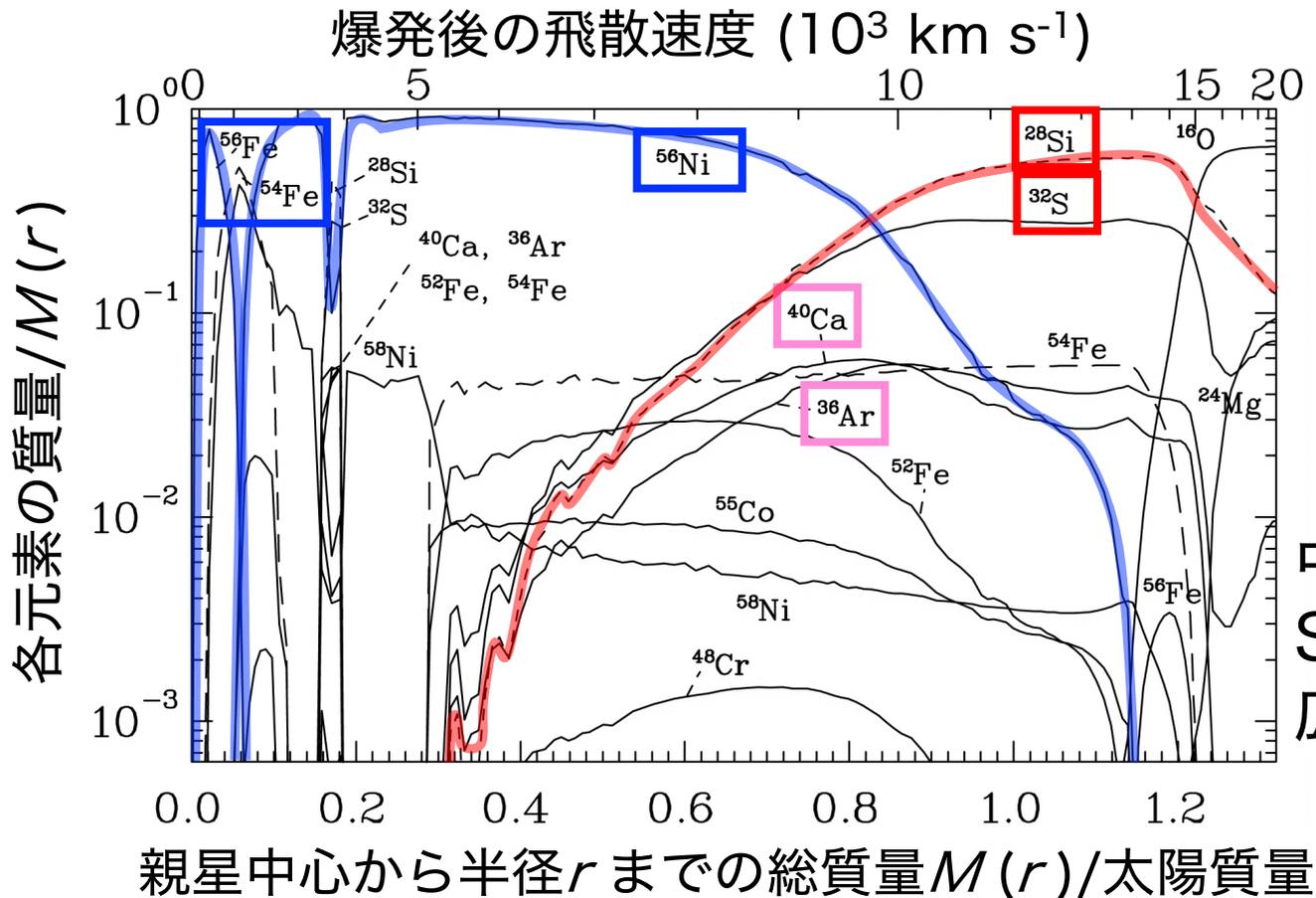


# イジェクタの空間分布

爆発中心にFeが集中  
Siなどは周りにシェル形成



理論予測と無矛盾



Ia型超新星の  
元素合成モデル

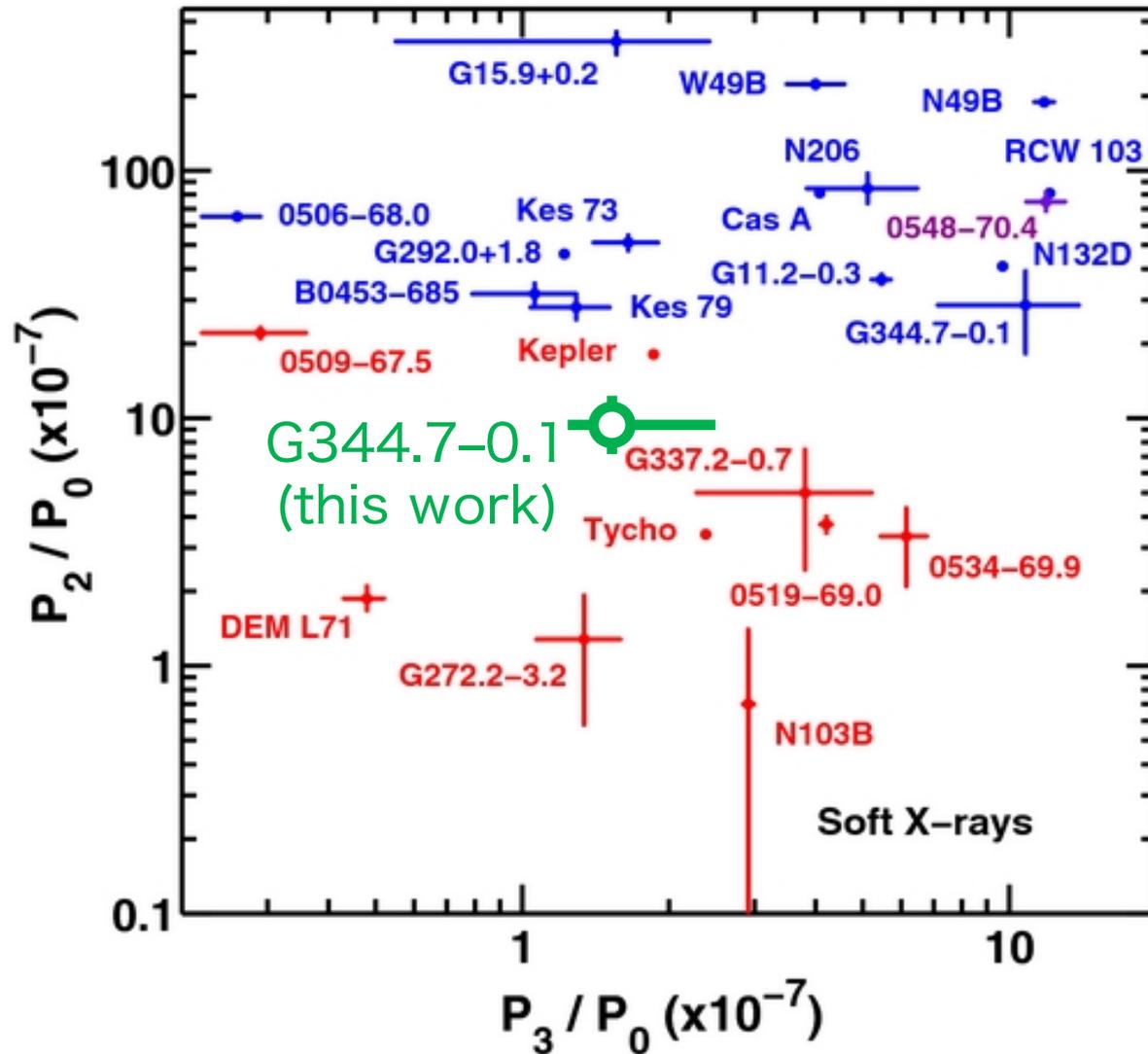
岩本+99など



中心にFe停滞  
Siなどはより周囲に  
広がる

# \* X-ray Morphology

Lopez+11

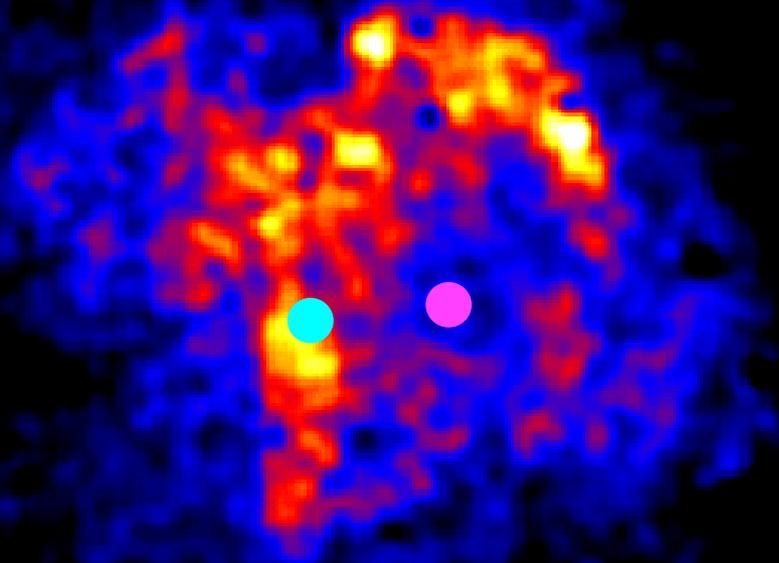


重力崩壊型

Ia型

# \* 周辺環境と非対称性

0.5-2.1 keV のX線イメージ

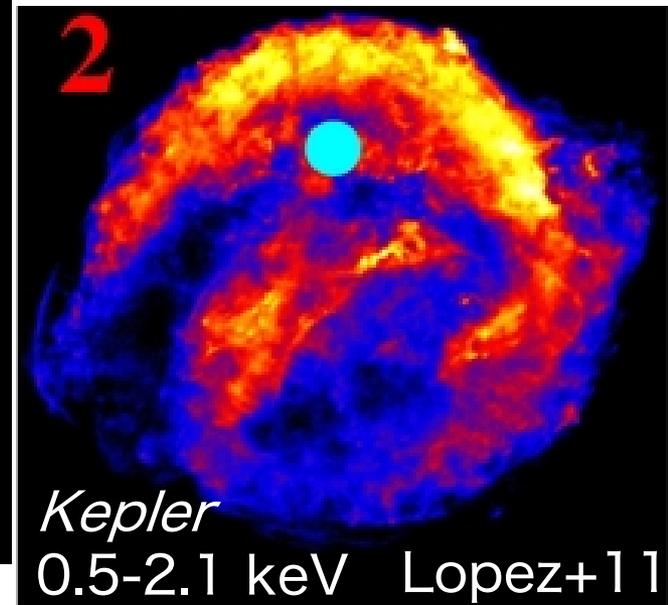


- Feピークを中心 = 爆発中心?
- X線フラックスの重心

推定された爆発中心はX線フラックスの重心からずれており、非対称な形

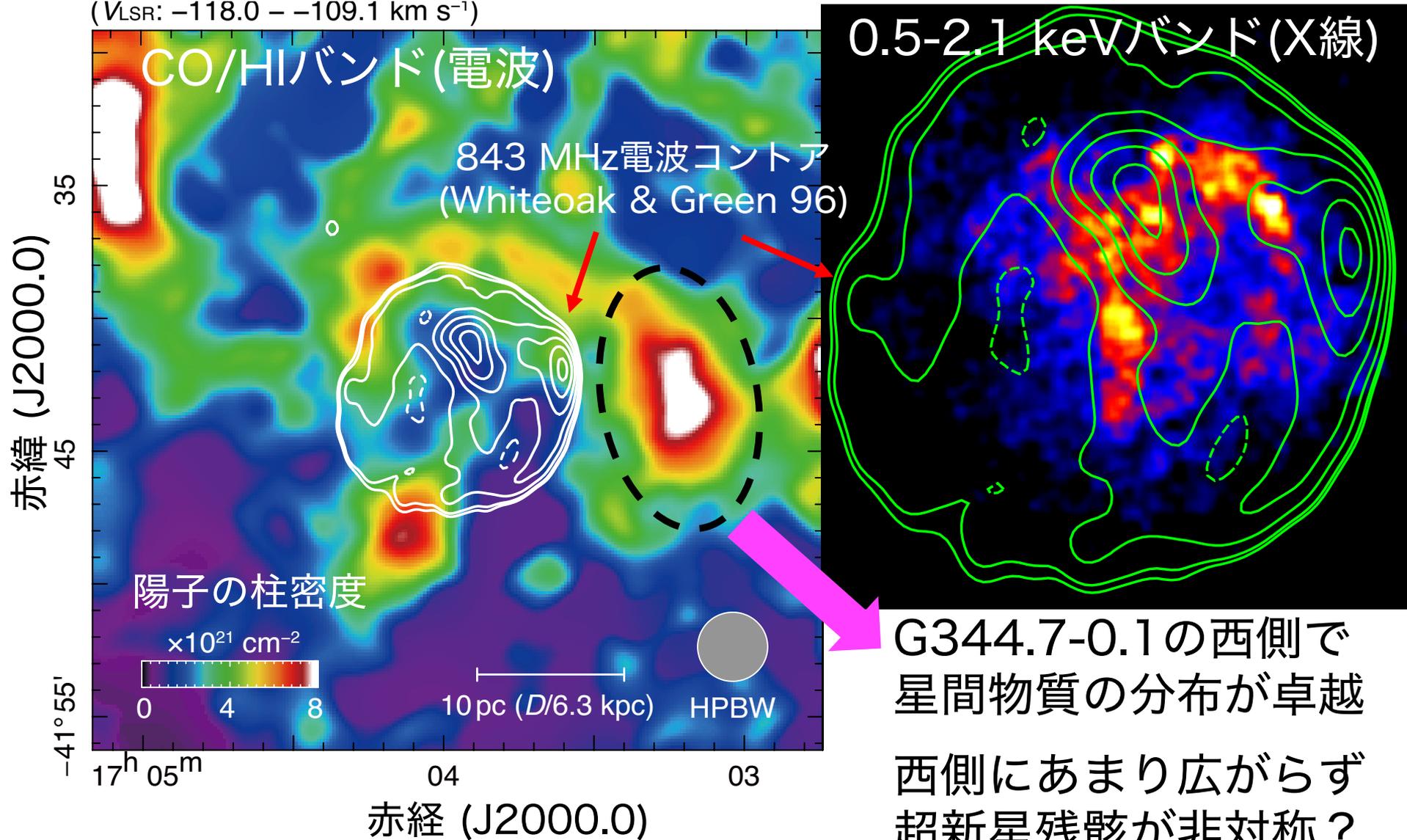
周囲の物質分布に偏りがある超新星残骸でみられる (e.g., *Kepler*)

→ 星間物質の分布は？



# \* 周辺環境と非対称性

( $V_{LSR} = -118.0 - -109.1 \text{ km s}^{-1}$ )



# まとめ

Middle-agedの超新星残骸G344.7-0.1について、  
角分解能の高いチャンドラによる205 ksの観測を行なった

## イジェクタの空間分布

- Feが集中しSiなどのシェルがとり囲む
- 内側のFeは中性に近い低電離、  
外側では $\text{Fe}^{+17}$ 程度と電離度に差がある  
Fe集中部分 = 爆発中心

la型超新星モデルで矛盾なく説明できる

さらに...

- X線イメージによる分類でもla型を示唆
- 非対称性は周囲の星間物質との相互作用により  
もたらされている？