

すざく衛星を用いた 超新星残骸 Kes27のスペクトル解析



南 沙里, 山内茂雄 (奈良女子大), 小山勝二 (京都大)

Kes27は銀河面上に存在する超新星残骸である。あすか衛星の観測により、電波シェルの内側に熱的X線放射が観測され、Mixed-Morphology型超新星残骸であることが確認された。これは通常の超新星残骸の進化シナリオでは説明出来ない構造である。プラズマは電離平衡に達していると考えられるが、過電離状態の可能性も示唆されている。今回、すざく衛星によって得られたX線観測データを用いてスペクトル解析を行った結果、異なる2温度のプラズマが存在することを明らかにした。また、硫黄と硅素は互いに電離温度が異なり、これらと比べ電離が進んでいない鉄が含まれていることも分かった。

● 超新星残骸(SNR)とは ● ● ●

- **SNR**…超新星の爆発後に形成され、衝撃波により様々な波長で輝く
- **Mixed-Morphology型SNR (MMSNR)**^[1]
…通常のSNR進化シナリオでは説明できない形態を持つ
また、**過電離プラズマ**を持つものも発見されている



どうやってMMSNRが作られるのか？
どのような条件で過電離になるのか？

SNR全体の理解や
プラズマ物理学の発展に
繋がる課題である

● すざく衛星 ● ● ●

…日本で5番目のX線観測天文衛星 (2005/7/10打ち上げ)

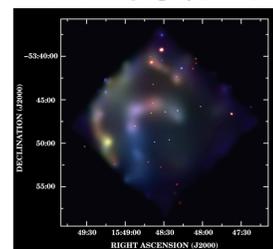
★ Xray Imaging Spectrometer (XIS)

…CCDカメラ。撮像とスペクトル取得の両方を行う。0.2-12.0 keVをカバー。

低バックグラウンドな為、広がった天体に対しても高感度での観測が可能

● Kes 27 ● ● ●

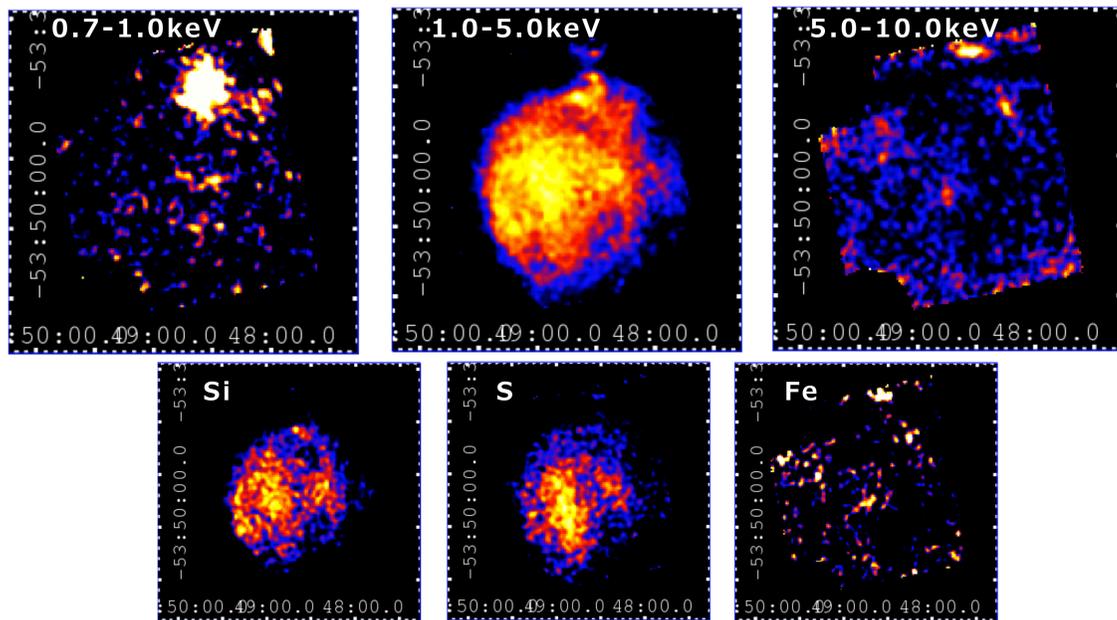
- 銀径327.4度、銀緯+0.4度に存在するMM SNR Chandraによるイメージ^[4]
- Einstein衛星により初めてX線放射を検出
- プラズマはほぼ電離平衡に達している^[2]
- **過電離状態の硫黄**の存在が示唆されている^[3]
- 電波と重なるように、2重アーク様構造を示す
…キャビティ内で爆発?^[4]



◇ これまでに高エネルギー領域(6 keV~)を用いた解析は行われていない
…鉄など原子番号の大きい元素の電離状態については不明

今回、すざく衛星の観測したKes 27のX線データを用いて高エネルギー側を含むスペクトルの解析を行い、Kes27のプラズマの性質を明らかにする。

● イメージ解析 ● ● ●



◀ XIS0,3データから抽出したイメージ

- それぞれ異なるエネルギー領域での放射を示す
- 透過率補正 & 平滑化処理済み

- ✓ 1-5 keVで明るく光っている
- ✓ 高エネルギー領域の放射は弱い
- ✓ 低エネルギー領域では強く吸収を受けている
- ✓ 北側に1 keV以下で輝く点源が存在する

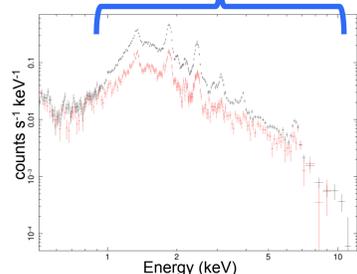
◀ 硅素、硫黄、鉄の分布を示す

- ✓ どの元素も比較的中心に集中している

● スペクトル解析 ● ● ●

エネルギー領域

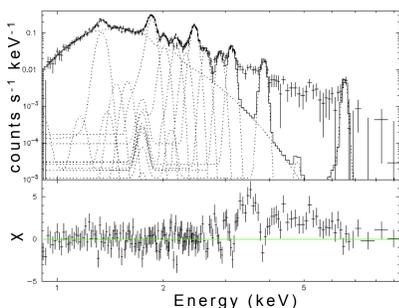
kes27からの放射が有意である



▲ 黒: kes27の放射
赤: バックグラウンド放射

高エネルギー側も含めた
広いエネルギーバンドで
スペクトル解析を行う

現象論的モデルフィット



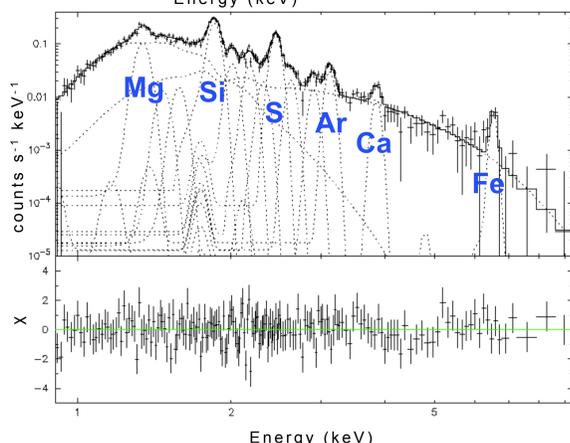
連続成分(NoLineApec model)+輝線(gaussian)モデルを用いてスペクトルの再現を試みた

◀ 連続成分を1成分とした結果

: 高エネルギー側に余剰が見られる…×

▼ 連続成分を2成分とした結果

: 残差が消え、全体を再現できている…◎



2つの異なる温度の
ガスが存在する!

温度 (低温成分)	~ 0.23 keV
温度 (高温成分)	~ 1.5 keV
星間吸収量	$1.9 \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$
χ^2/dof	137/151

● 考察 ● ● ●

硫黄・硅素の電離温度

“モデルフィットから得られたH様Ly α 輝線とHe様Ka輝線の強度比”を、電離平衡モデルの強度比と比較することで電離温度を算出した

硫黄	~ 1.4 keV
硅素	~ 0.80 keV

▶▶ 異なる電離温度を持つ!

鉄の電離状態

6.53 keVに輝線が存在

◇ 電離のあまり進んでいない鉄からの輝線と一致する

…電離温度~0.69 keVに相当

◇ これはKes27由来の鉄による

▶▶ 硫黄・硅素の
電離状態と異なる!

REFERENCES

[1] Rho, J., & Petre, R. 1998, ApJ, 503, L167 [2] Enoguchi, H., Tsunemi, H., Miyata, E., & Yoshita, K. 2002, PASJ, 54, 229 [3] Kawasaki, M., Ozaki, M., Nagase, F., Inoue, H., & Petre, R. 2005, ApJ, 631, 935 [4] Chen, Y., Seward, F. D., Sun, M., & Li, J.-t. 2008, ApJ, 676, 1040

● まとめ・今後の課題 ● ● ●

- MMSNRであるKes27について、すざく衛星のデータを用いて0.9-10.0 keVのエネルギー領域でスペクトル解析を行った。その結果、2温度のプラズマが存在し、硫黄と硅素の電離温度が異なることが明らかになった。また、鉄はそれらに比べ電離が進んでいないことも分かった。
- 今後はそれぞれの温度のプラズマがどのような電離状態であるかを明らかにし、アバundance等のパラメータを推定し、進化過程を探る必要がある。