

## X 線天文衛星「すざく」での超新星残骸 3C397 の観測と解析

小池 貴之 (京都大学大学院 理学研究科)

### Abstract

我々は X 線天文衛星「すざく」を用いて超新星残骸 3C397 の観測を行った。スペクトル解析の結果、新しく Ni の輝線を発見した。また、Fe や Ni の輝線の幅が広がっていることが分かった。本研究では、Fe や Ni という爆発時にコア付近に存在する重い元素のアバンダンスや、広がった輝線幅の由来を調べることで、3C397 の爆発メカニズム解明することを目標とする。

上記のような解析を行うには、正確なバックグラウンド測定が必須である。しかし、3C397 のバックグラウンドは銀河面上のバックグラウンドモデル (Uchiyama et al . 2013) と比べて歪な形をしており、バックグラウンド由来でない成分が混入していることが分かった。このため、視野外の 3C397 近傍の暗い領域のスペクトルをモデル化して 3C397 のバックグラウンドとして使用することにした。

## 1 イントロダクション

### 1.1 天体の概要

3C397 は銀経 41.1 度、銀緯-0.3 度に位置する超新星残骸である。銀河面上にあるので、データが銀河面拡散放射の影響を強く受ける。電波ではシェル型、X 線では中心集中した”mixed-morphology”型で、年齢は~5000 yr、距離は~10 kpc。1959 年に 159MHz の電波観測で発見され (Edge et al 1959)、X 線での観測は Einstein 衛星で初めて行われた (Becker et al . 1985)。ROSAT と VLA の観測では、それぞれ X 線と電波でのイメージが撮像されており、中心部に X 線では明るい電波では暗い”hot spot”が存在することが明らかになった (Dyer et al . 1999)。この”hot spot”はパルサー星雲や中性子星などのコンパクト天体の可能性があると言われてきたが、CHANDRA 衛星の観測のスペクトル解析によりその説は否定された。また、この CHANDRA の観測を VLA の電波観測と組み合わせた結果 3C397 が分子雲と相互作用してできた天体であることが分かった (Safi-harb et al . 2005)。Fe の周辺元素が豊富であることも分かったが当時の観測技術ではエネルギー分解能が悪く、詳細なスペクトルは分らなかった。すざく衛星の観測では、高エネルギー側での感度とエネルギー分解能の良さにより、Fe 付近の詳細なスペクトルが得られた。期待されていた豊富な Fe の輝線とともに Cr, Mn

も観測されている (Yang et al . 2013)。

### 1.2 研究のモチベーション

3C397 は Ia 型超新星爆発の特徴である強い鉄輝線と、II 型の超新星爆発の特徴である分子雲と相互作用しているという両方の特徴を持っており、爆発の型は未だに分かっていない。これを調べるためには、SNR 内部の各元素のアバンダンスを調べる必要がある。特に高エネルギー側の輝線のアバンダンスは爆発時のコアの状態を反映しており、親星の決定に重要である。また Fe や Ni の輝線の幅は広がっており、その由来を調べることで爆発時のコアで何が起きていたかを探ることができる。

よって本研究では (i)Fe 周辺元素を正確に測定する (ii)Fe、Ni の輝線の幅の広がりを説明する、を目標としている。

## 2 観測装置

解析に用いたデータは、すざく衛星に搭載されている X 線 CCD カメラ (X-ray Imaging Spectrometer : XIS) のものを使用した。XIS は表面照射型 (XIS0,2,3) と裏面照射型 (XIS1) の計四台で、XIS2 は不具合により稼働を停止している。観測は 2010 年と 2013 年の二回行われており、それぞれ観測時間は 69(ks),103(ks)

である。解析には、統計を増やすために二回の観測分を足し合わせたデータを用いている。また、スペクトルは XIS0 と XIS3 を足したものを表示している。

### 3 解析

解析をするにあたり、バックグラウンドスペクトルが銀河面のバックグラウンドモデル (Uchiyama et al. 2013) で説明できないという問題に直面し、このことはバックグラウンド以外の成分が混入している可能性を示唆している (図 1)。このため、視野外の 3C397 近傍の暗い領域からバックグラウンドのモデルを作ることにした。このバックグラウンドは別視野の領域から作ったので 3C397 のバックグラウンドとは normalization が異なっているはずである。normalization を決めるために我々は 3C397 のバックグラウンドを作成したモデルでフィッティングして normalization を定めた (図 2)。この際、ソースから漏れ込んでくる X 線の成分も考慮した。フィッティング範囲 Fe 周辺のバックグラウンドを正確に見積もることを考えて 3-12keV とした。

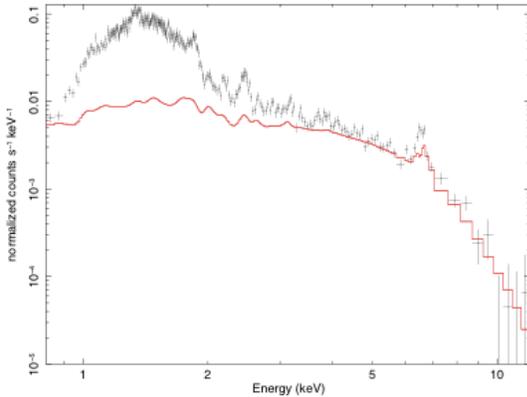


図 1: バックグラウンドのデータ (黒) と銀河面のバックグラウンドモデル (赤)

### 4 考察

低エネルギー側 (0.8-3keV) は、ソースのもれこみ成分を考慮したバックグラウンドモデルでは説明でき

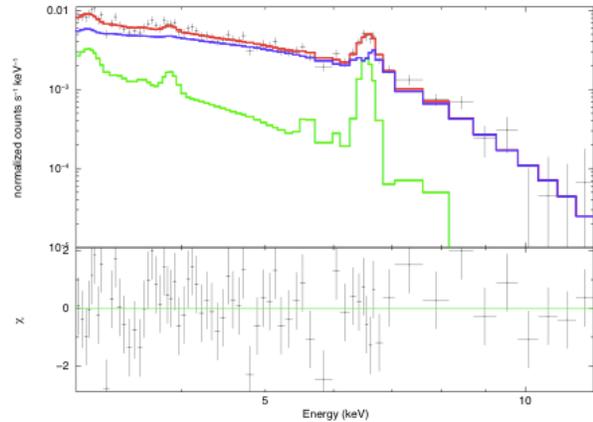


図 2: 3-12keV バンドのバックグラウンドのデータ点と他視野で作成したバックグラウンドモデル (青) とまれこんでくるソースの成分 (緑)。赤は青と緑の和である。

ない (図 3)。原因の一つとして考えられるのは、ソースから出て本来検出器に入るはずのない方向に飛んでいった光子がダストの散乱によって検出されてしまうことである (図 4)。ダスト散乱は反応断面積がエネルギーの二乗に反比例している。このことは低エネルギー側でバックグラウンドモデルと実際のスペクトルの差が大きいことと矛盾しない。

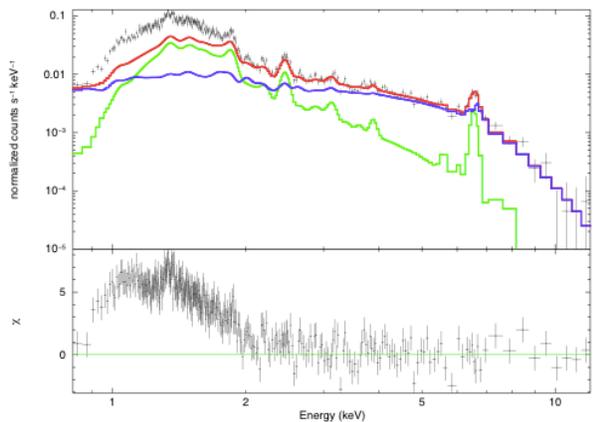


図 3: 図 2 の表示範囲を 0.8-12keV バンドにしたもの

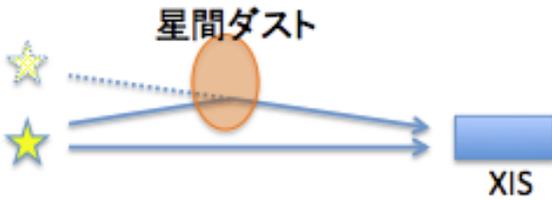


図 4: ダスト散乱模式図

## 5 今後の展望

高エネルギー側のバックグラウンドの見積もったので、この結果を用いて目標である Fe 周辺元素のアバundanceや、輝線の幅の広がり由来を調べたい。また、低エネルギー側のバックグラウンドがダスト散乱かどうかを検討していきたい。もしもダスト散乱ならば、散乱で減衰する光子を考慮することで、より正確な吸収を見積もることができる。

## Reference

- [1] Edge et al . 1959
- [2] Becker et al .1985
- [3] Dyer et al .1999
- [4] Safi-Harb et al .2005
- [5] Yang et al .2013
- [6] Uchiyama et al . 2013