

# MAXI/GSCによる銀河面 X 線天体カタログの作成



堀貴郁、上田佳宏(京都大学)、志達めぐみ(理研)、川室太希(京都大学)、他 MAXI チーム

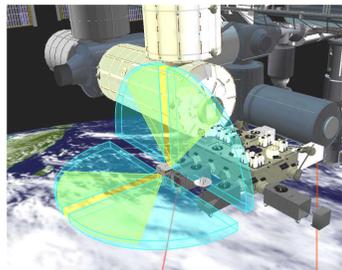
## 概要

全天 X 線観測装置 (MAXI) に搭載されている Gas Slit Camera (GSC) は、2-10 keV のエネルギーバンドで全天観測装置において過去最高の感度を誇り、これを用いた無バイアス X 線天体カタログは、2 keV 以下をカバーする ROSAT カタログや 10 keV 以上をカバーした Swift カタログと相補的で、独自の科学的価値をもつ。銀河系内の X 線天体は星の終末を迎えた天体が多く、天の川銀河形成史を研究する上で非常に重要な対象である。銀河面カタログの作成はこういった研究の根幹をなす。しかし、銀河面を含む低銀緯領域は、明るい天体の数密度が大きく天体混入の影響がより厳しくなること、銀河面リッジ X 線放射 (GRXE) を考慮する必要があることから、解析が困難であった。我々は GRXE を銀河バルジ放射、銀河円盤放射の重ね合わせでモデル化し、精度良くバックグラウンドの形状を再現することに成功した。これを用いてイメージフィットを行うことによって、銀河中心 ( $l < 30^\circ, 330^\circ < l & |b| < 5^\circ$ ) を除く銀河面領域 ( $|b| < 10^\circ$ ) において、149 天体を  $8\sigma$  以上の有意度で検出した。そのうち 53 天体は Swift/BAT で検出されていない天体であった。これらすべての天体について同定作業を行い、109 天体(72%)について対応天体を決定した。

## 全天 X 線観測装置 MAXI

国際宇宙ステーション (ISS) に取り付けられた X 線観測装置

- 約92分で全天の90%を観測することで突発天体の速報  
→ 他の衛星で追観測
- 長期光度曲線
- 全天X線カタログ



ISS に取り付けられた MAXI の模式図。ISS の進行方向、天頂方向に細長い視野を持ち、ISS の地球周回運動によって全天を観測する

## 銀河面カタログの作成

銀河内の X 線天体は、白色矮星、中性子星、ブラックホール、超新星残骸など星の終末を迎えた天体が多い。このため、X 線天体の光度関数作成といった統計的な手法を用いることや、個々の天体の活動を調べるために光度曲線を作成することによって、天の川形成史への理解を深めることができる。

カタログ作成はこういった研究の根幹をなす。

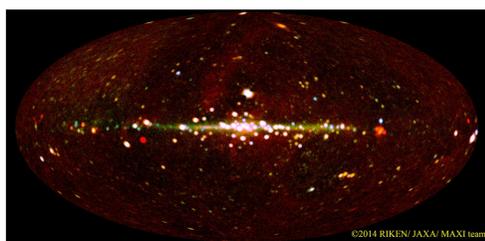
しかし、銀河面領域は以下の二つの理由から解析が難しい。

- 1, 天体の数密度が大きい
- 2, 銀河面リッジ X 線放射 (GRXE) の影響が大きい

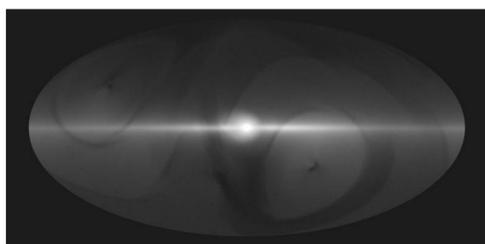
我々は GRXE をモデル化し、これをイメージフィット法に組み入れることで、この二つの難点を克服する。

## 銀河面リッジ X 線放射 (GRXE)

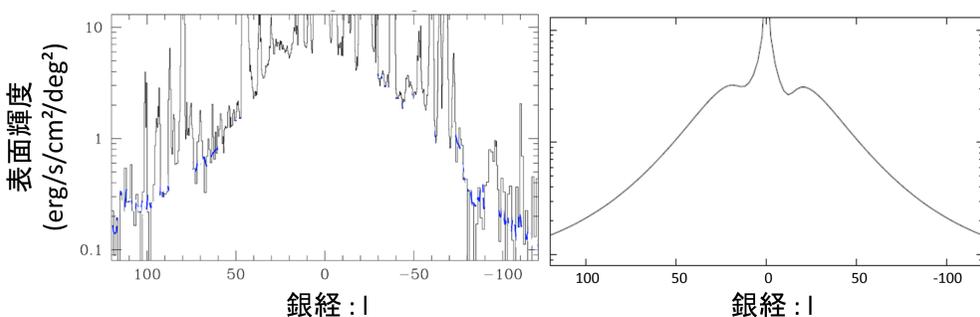
GRXE は天の川銀河自体からの X 線放射である。放射源に関してはまだ議論が続いているが、銀河円盤、銀河バルジ部分に付随した放射であることが判明している (Revnivtsev et al. 2006)。



この放射の正確な寄与を見積もれなければ、天体のフラックスを正確に測定できないだけでなく、暗い天体を見逃してしまう。



我々は Revnivtsev et al. (2006) を参考に、GRXE を理想的な円盤体、楕円体からの放射と仮定し、MAXI によって観測される GRXE をシミュレーションした。



左図: 銀河面上 ( $|b| < 5^\circ$ ) の X 線強度分布 (Revnivtsev et al. 2006)。

右図: 観測される GRXE 強度分布をシミュレーションによって予言したもの。

## MAXI 観測データ

- 観測開始から三年間のデータを積分したものを用いた (2009年9月~2012年10月)
- 天体混入が大きい銀河中心 ( $l < 30^\circ, 330^\circ < l$ かつ  $|b| < 5^\circ$ ) を除く

### 参考文献

Revnivtsev et al. 2006, A&A, 452, 169    Dwek et al. 1995, ApJ, 341, L13  
Hiroi et al. 2013, ApJS, 207, 36

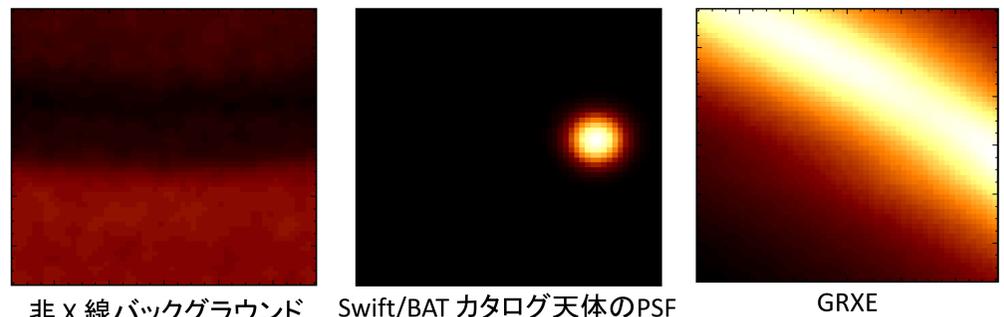
## イメージフィット

MAXI で観測された実データを、さまざまなシミュレーションデータを用いて再現する方法である。(Hiroi et al. 2013)

まず、非 X 線バックグラウンド (志達めぐみ作成)、既知天体の Point Spread Function (PSF)、GRXE を用いてフィットを行う。

既知天体リストとして Swift/BAT 70 カ月カタログを用い、対応天体の位置を固定してフィットする。

その後、大きな残差が残っている部分を新天体候補とし、この PSF を作成する。この新天体候補を含め再度フィッティングし、新天体候補のフラックス、優位度を測定する。



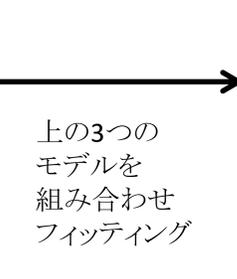
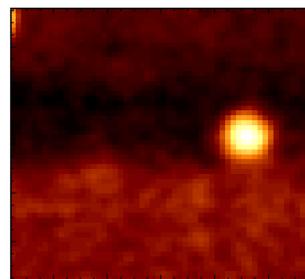
非 X 線バックグラウンド

Swift/BAT カタログ天体の PSF

GRXE

観測された実データ

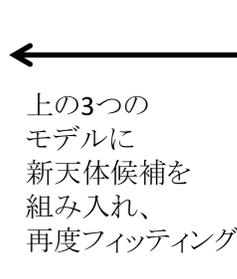
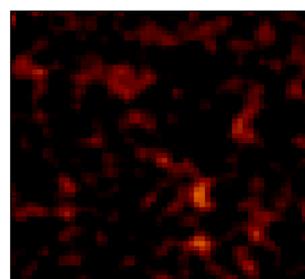
フィッティング後の残差



上の3つのモデルを組み合わせフィッティング

新天体候補

PSF 作成



上の3つのモデルに新天体候補を組み入れ、再度フィッティング

最終的な残差

新天体候補の PSF

## 結果

銀河面領域 ( $|b| < 10^\circ$ ) において優位度が  $8\sigma$  を超えるものを 149 天体検出した。そのうち Swift/BAT カタログに載っている天体は 96 天体であり、残りの 53 天体は MAXI のみで検出された天体である。

すべての天体に関して、対応天体の同定作業を行った。主要なカタログから位置の誤差  $3\sigma$  以内にあり、かつ MAXI で測定されたフラックスの 50% 以上で明るい天体に対応天体とした。この結果、109 天体 (72%) について対応天体を同定した。

種族	天体数	種族	天体数	種族	天体数
セイファート銀河	19	X 線連星	50	星	6
銀河団	11	(中性子星)	(29)	超新星残骸	5
クエーサー	6	(BH)	(6)	未同定	40
銀河	1	激変星	11		

## 将来計画

今回の解析では 3 年間の観測データを積分したものを用いていたため、一時期のみ明るい天体を多く見逃していた可能性が大きい。より短期間の積分データに関して同様の解析を行い、変動天体を含めたカタログを作成する。