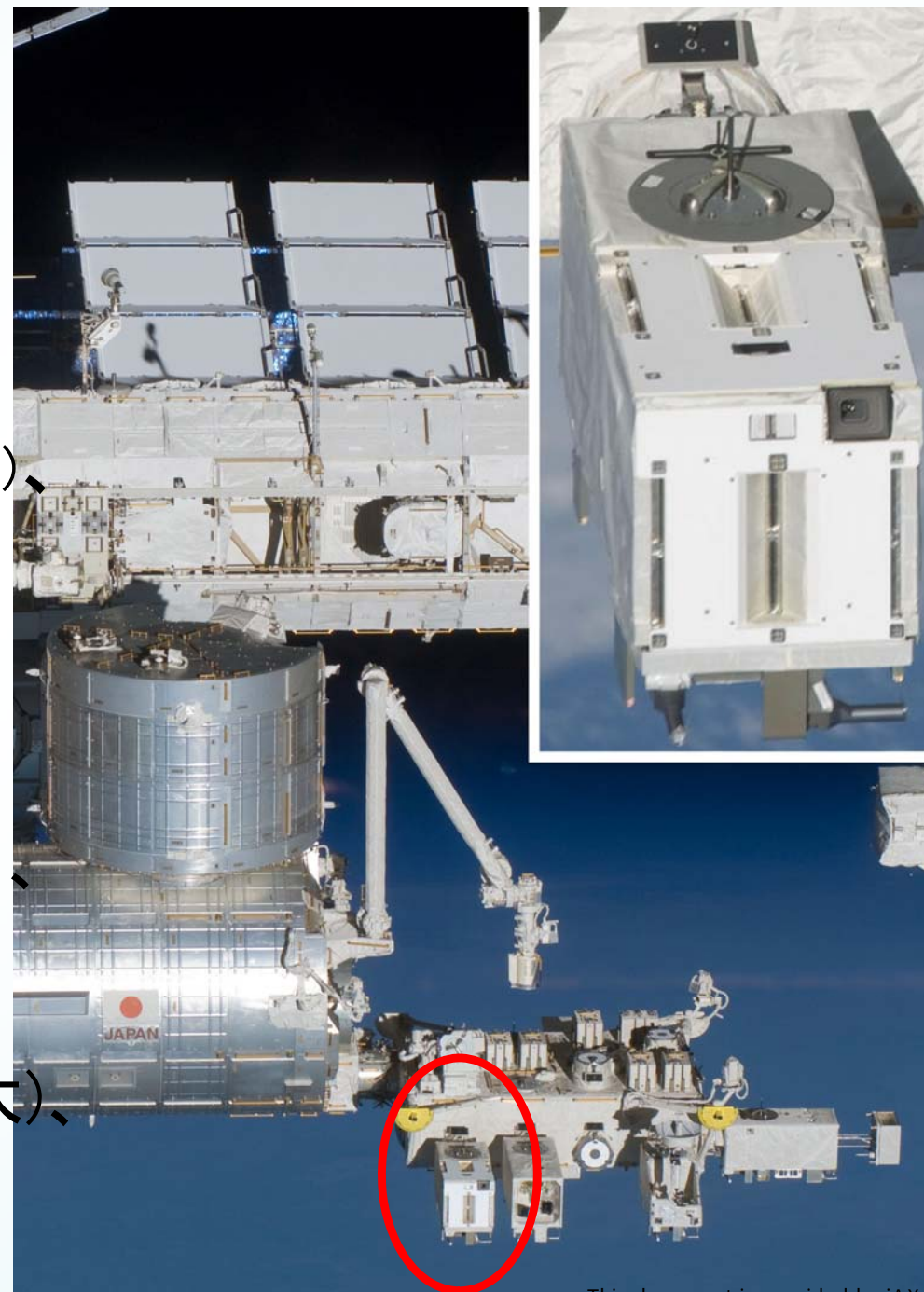




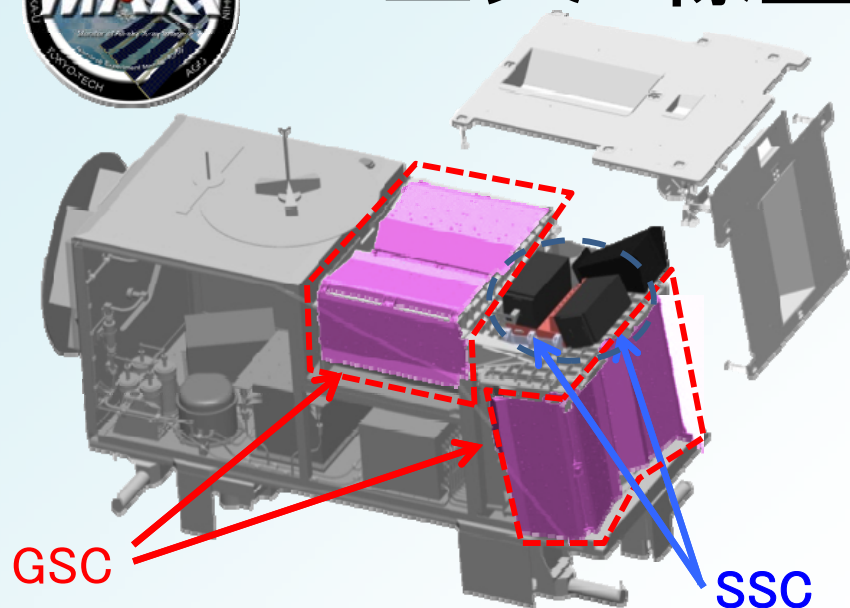
全天X線監視装置 (MAXI) の状況と成果

三原建弘 (理化学研究所, MAXIチーム)、
松岡勝、杉崎睦、芹野素子、
森井幹雄 (理研)、
上野史郎、富田洋、中平聡志、
木村公 (JAXA)
常深博 (阪大)、河合誠之 (東工大)、
根来均、中島基樹 (日大)、
吉田篤正、坂本貴紀 (青学大)、
上田佳宏 (京大)、坪井陽子 (中央大)、
山内誠 (宮崎大)
ほか MAXI チーム





全天X線監視装置MAXIの概要



GSC (Gas Slit Camera)

- 12台の大型キセノン比例計数管を搭載
- 5350cm²、検出範囲 2–30keV
- 従来の同様な装置の数倍の感度

SSC (Solid-state Slit Camera)

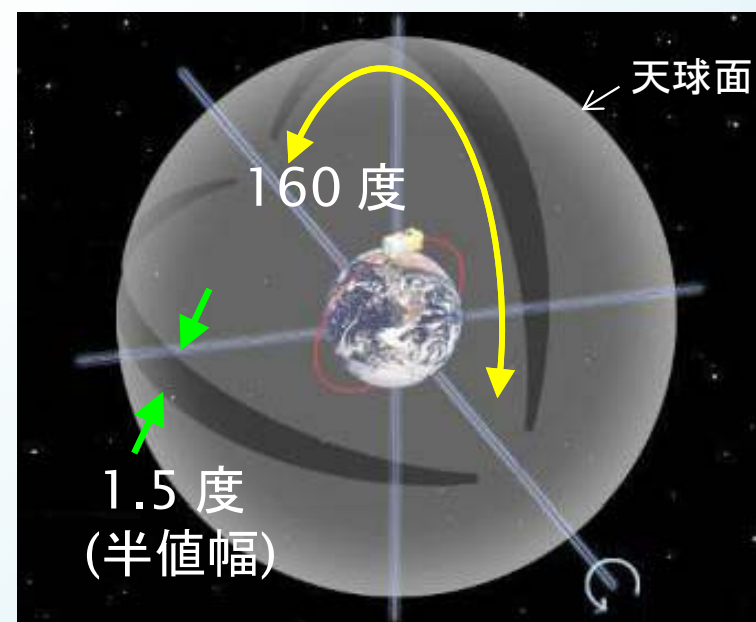
- 国産 X線CCDを32枚使用
- 200cm²、検出範囲 0.5–10keV
- –60°Cに冷却
- 初めて全天のX線輝線をマッピング

- JAXA-RIKENの共同プロジェクト.
関係大学も含む「MAXI研究グループ」により開発.

代表研究者: 松岡勝

(JAXAプロジェクト共同研究員、RIKEN特別顧問)

- 2009年7月、スペースシャトルで打上げ.
- JEMきぼう船外実験プラットフォームに搭載.
- ISS地球周回運動を利用して、駆動装置なしに全天を走査.
- 成功基準の「2年以上の運用」を達成.
- 現在4年4カ月、運用継続中.





MAXIの成果

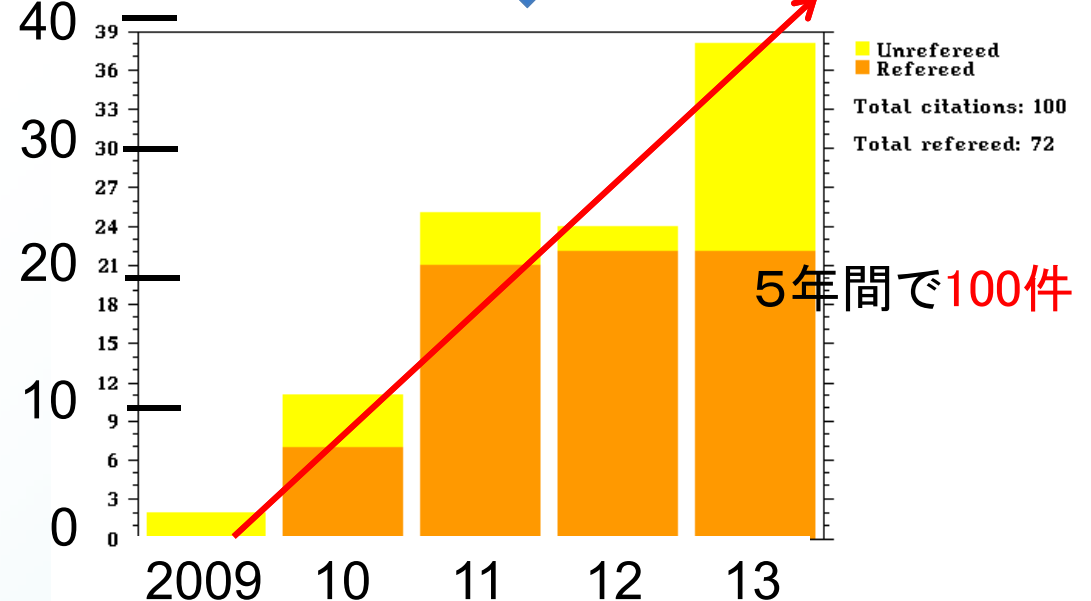
- ・ 国際天文電報 (突発・変動天体) 135件 2014年1月8日現在
- ・ ガンマ線バースト通報 47件
- ・ 査読付き論文数(MAXIチーム) 36編 (PASJ特集号1冊)
- ・ MAXI装置論文の引用数 107件
Matsuoka et al. (2009)

海外のX線天文でない
人々にも使われている。

トピックス

1. 3年カタログ
2. ブラックホールの発見
MAXI-Suzaku連携観測
3. MAXI J0158-744
「新星爆発の瞬間の観測に成功」
4. はくちょう座スーパーバブル
「“極”超新星(ハイパーノバ)の痕跡を発見」

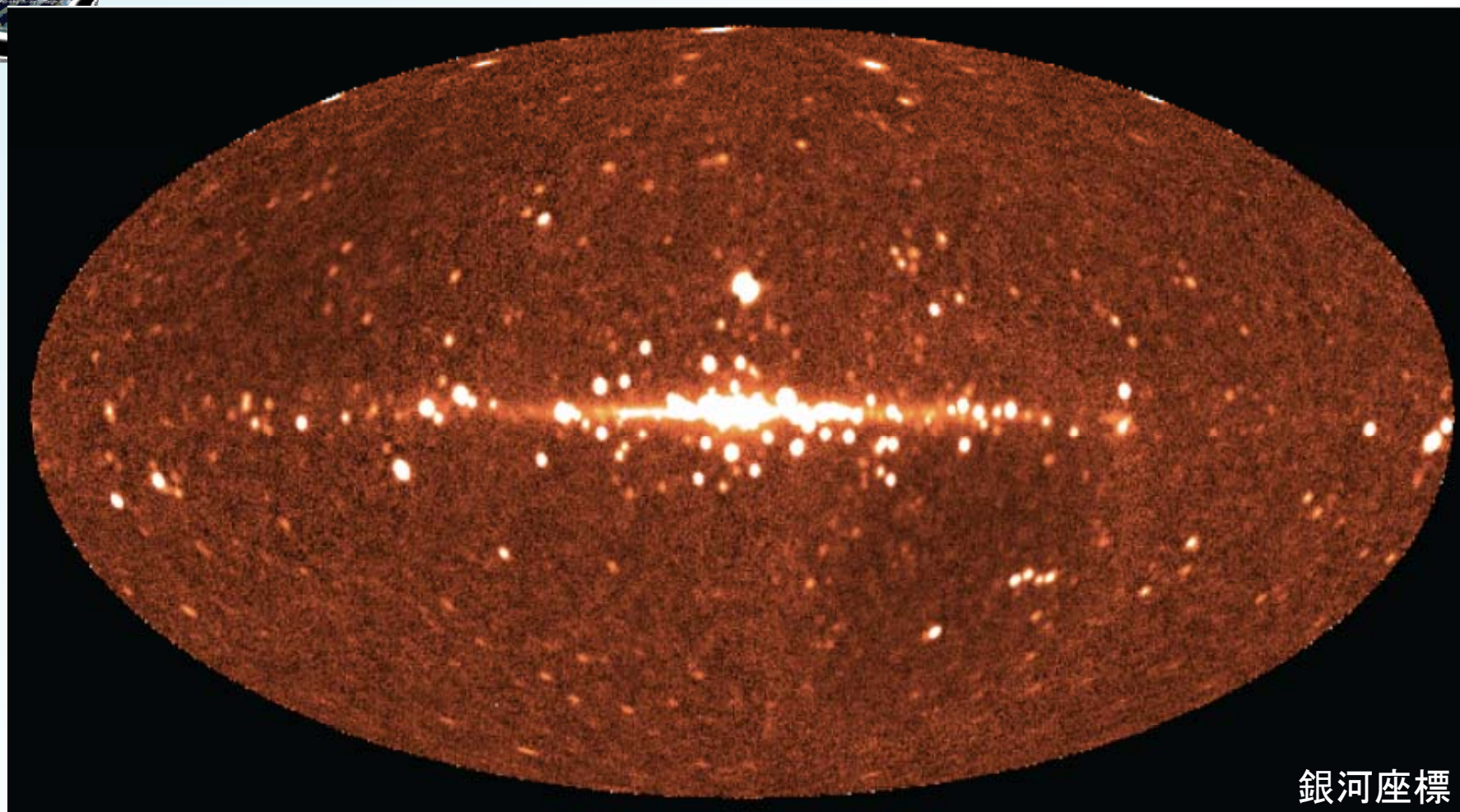
年間引用数





1. 「3年カタログ」

MAXI 3年間積分画像



21世紀のX線天体カタログ MAXI第2カタログを出版

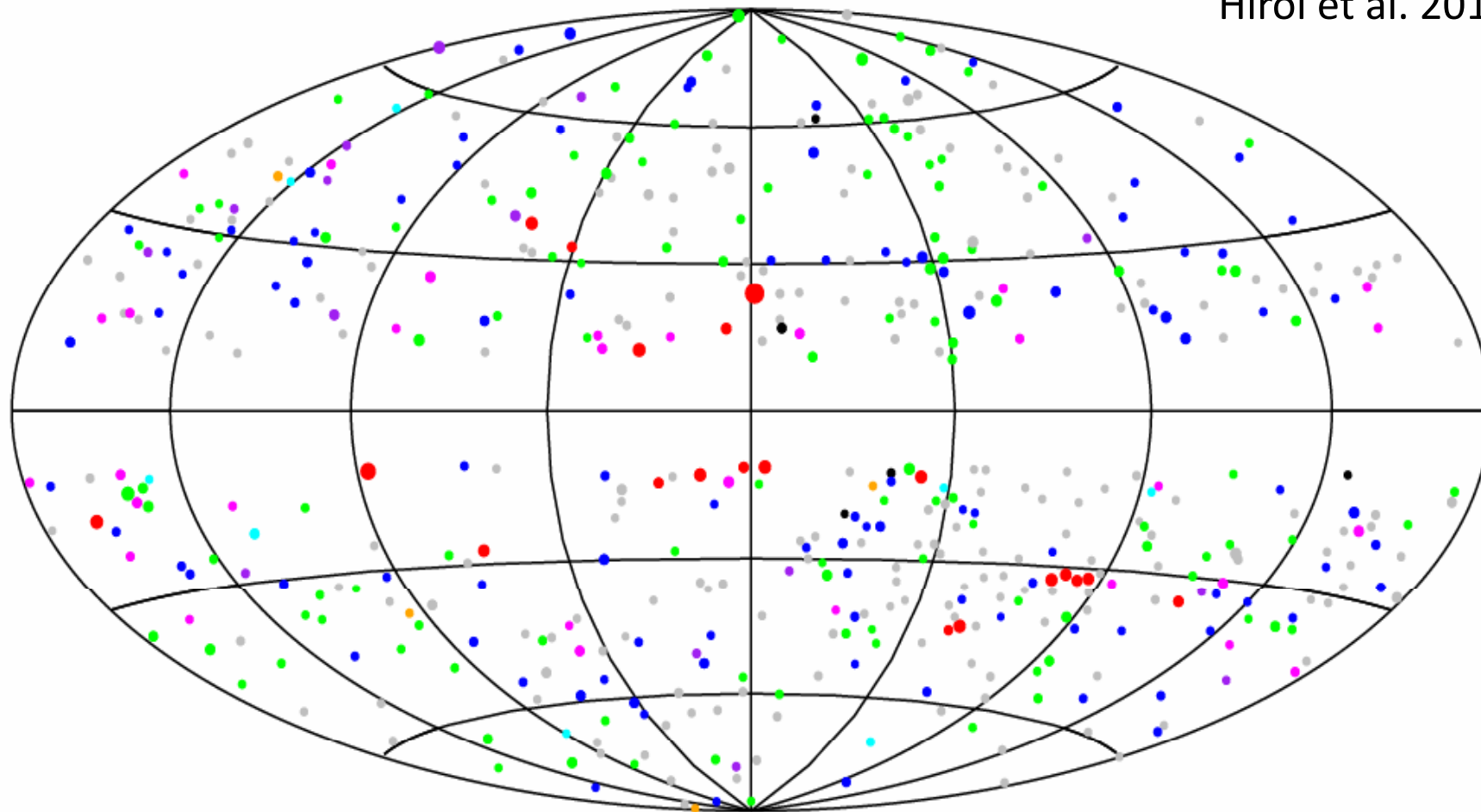
500 天体を検出 (銀緯 $>10^\circ$)

感度 約0.3 mCrab (1mCrab=かに星雲の1/1000のX線強度)



BAT+銀河団カタログとの照合

Hiroi et al. 2014 ApJS



X線連星: 20

セイファート銀河: 100

混合: 4

激変星/恒星: 30

ブレーザー: 15

未分類: 5

銀河団: 114

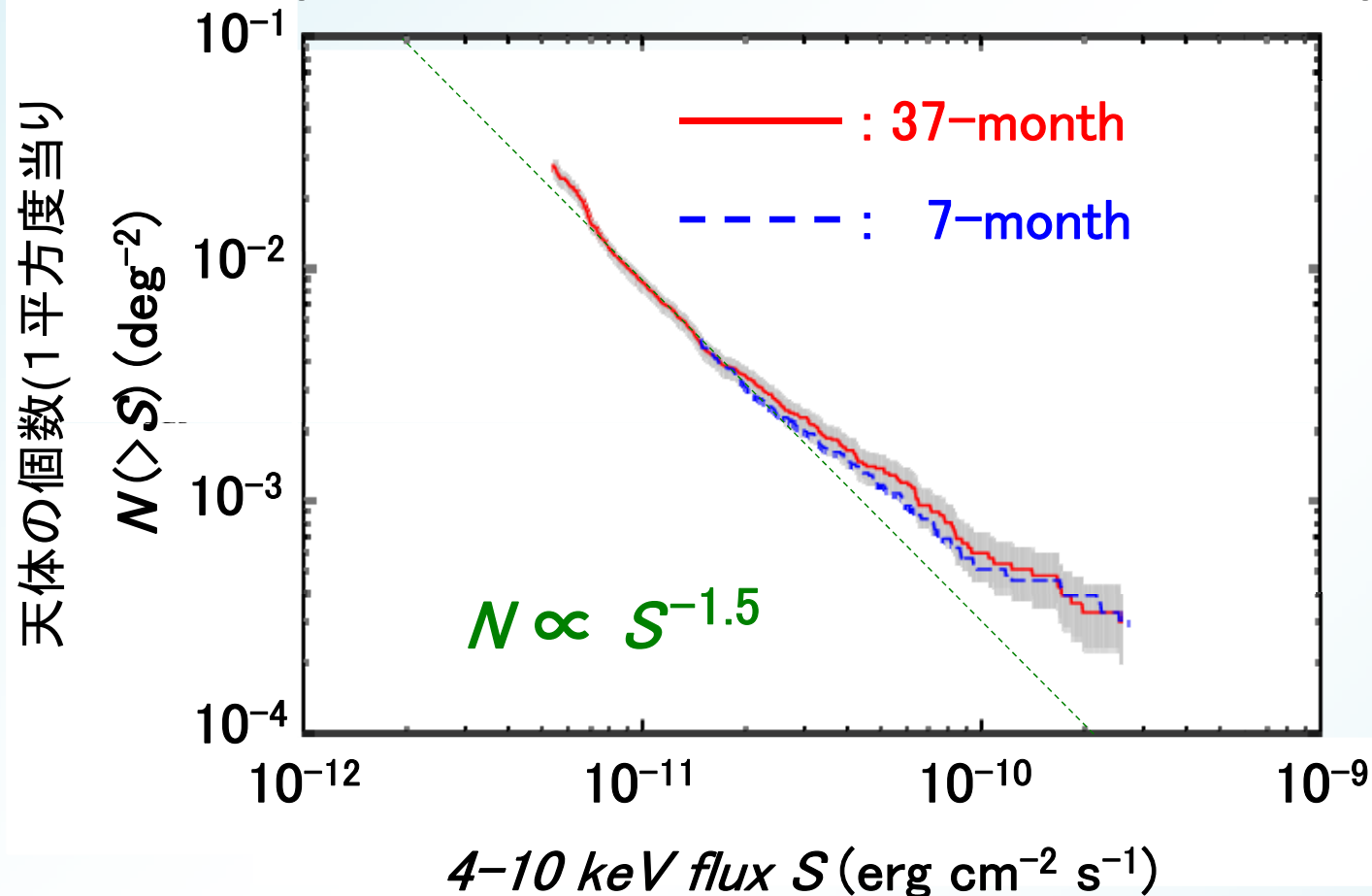
銀河: 8

照合なし: 204

→ **≈60%** で位置一致した



天体の個数密度 $\log N$ - $\log S$ (MAXI の高銀緯500 天体)



- HEAO-1 の結果と一致 (fluxes $>10^{-11} \text{ erg cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)
- しかし 40% の天体は交代している
- $N \propto S^{-1.5}$ ($f < 10^{-11} \text{ cgs}$ の低fluxにおいて)

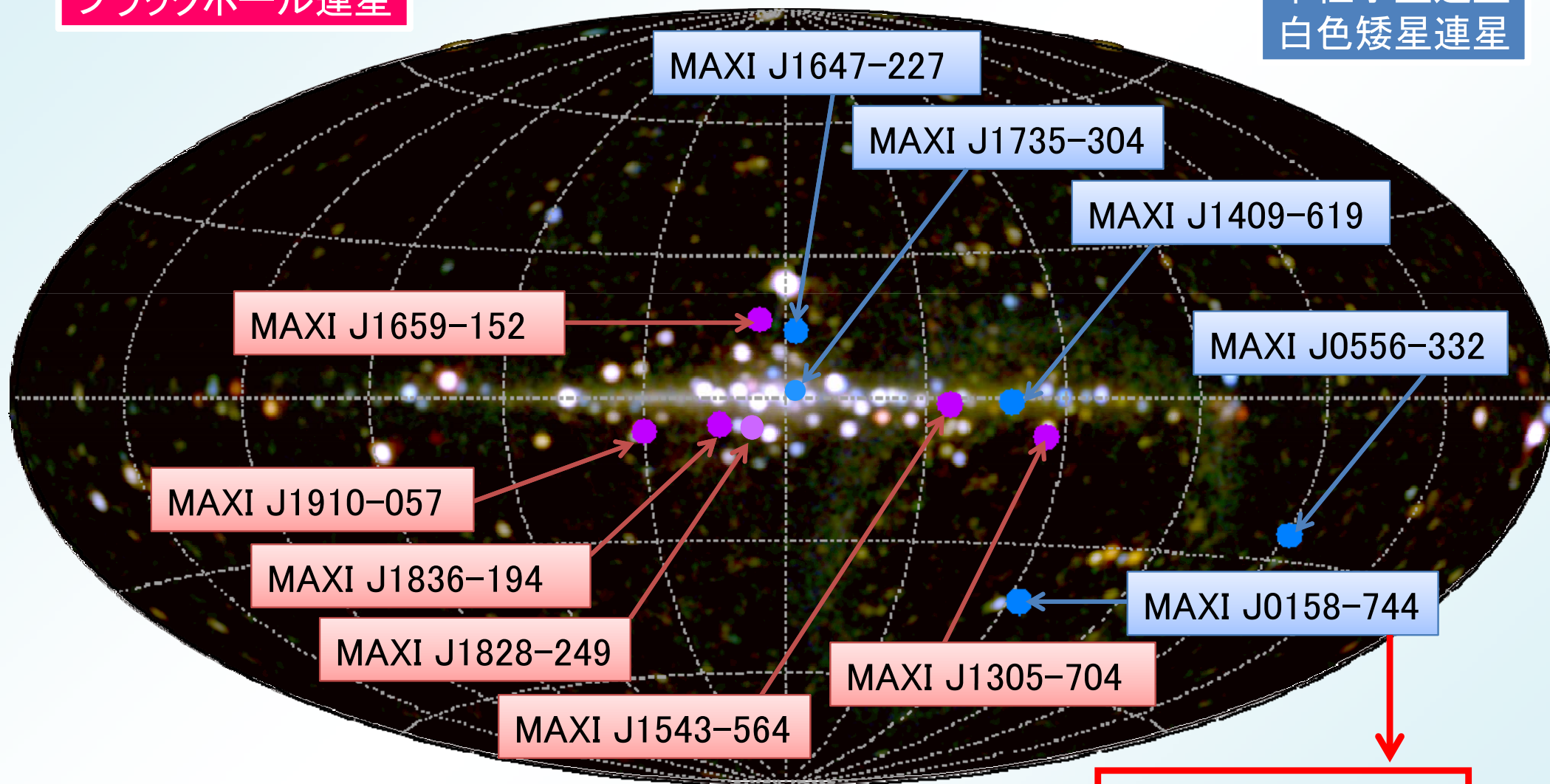


2. ブラックホールの発見

MAXIが発見した11天体

ブラックホール連星

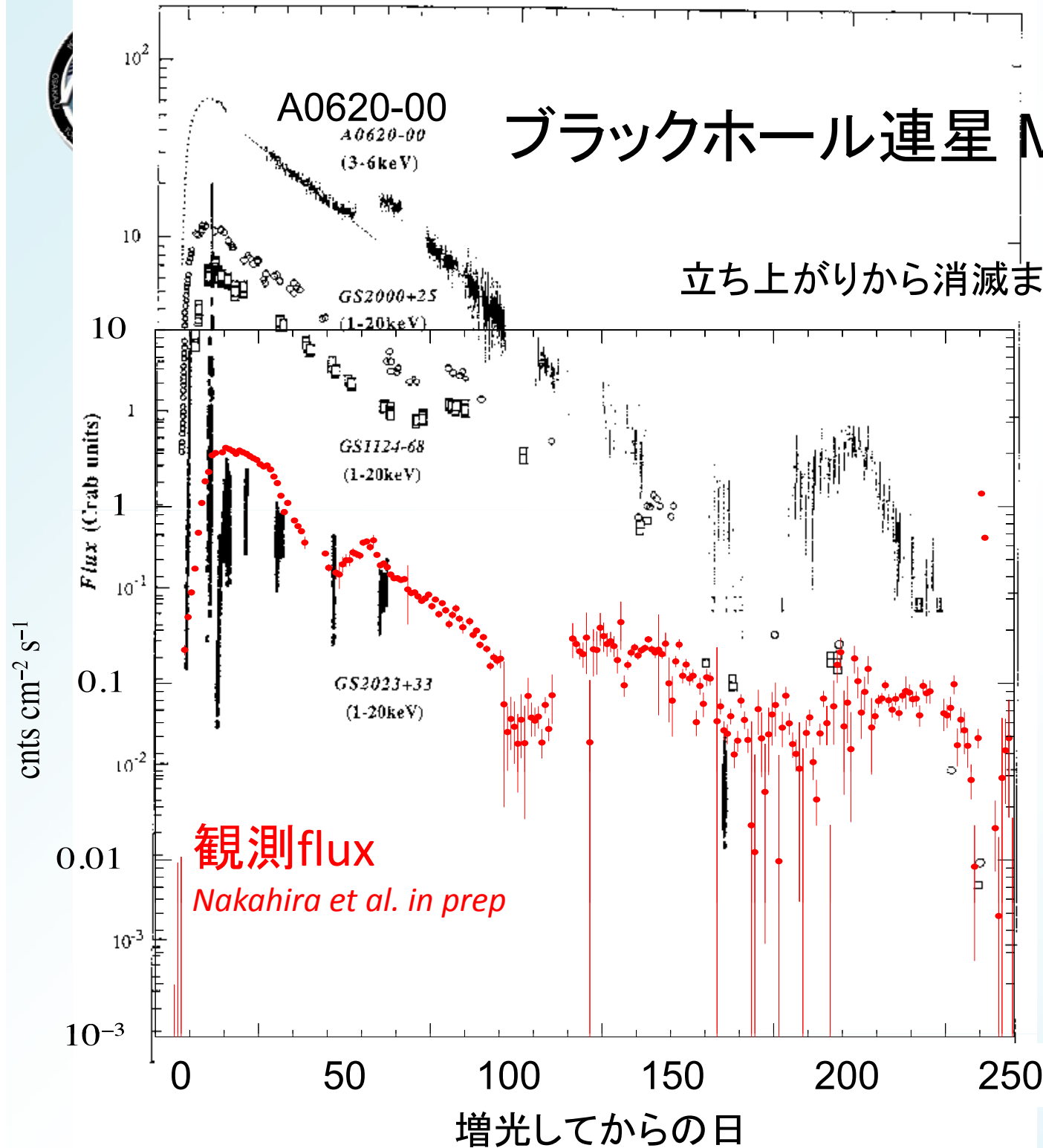
中性子星連星
白色矮星連星



全く未知の天体現象

MAXIで検出し、約1分後に世界に出現を伝えた。

ISS のリアルタイム受信 + 地上のリアルタイム処理 のコンビネーション



ブラックホール連星 MAXI J1910-057

(Swift J1910.2-0547)

立ち上がりから消滅まで連続的に観測できた

有名なX線新星

A0620-00 の

1/100 の強度

「ぎんが」の

X線新星の

1/10 の強度

Tanaka & Shibazaki 1996

ARAA

Tanaka & Shibazaki 1996

This document is provided by JAXA.

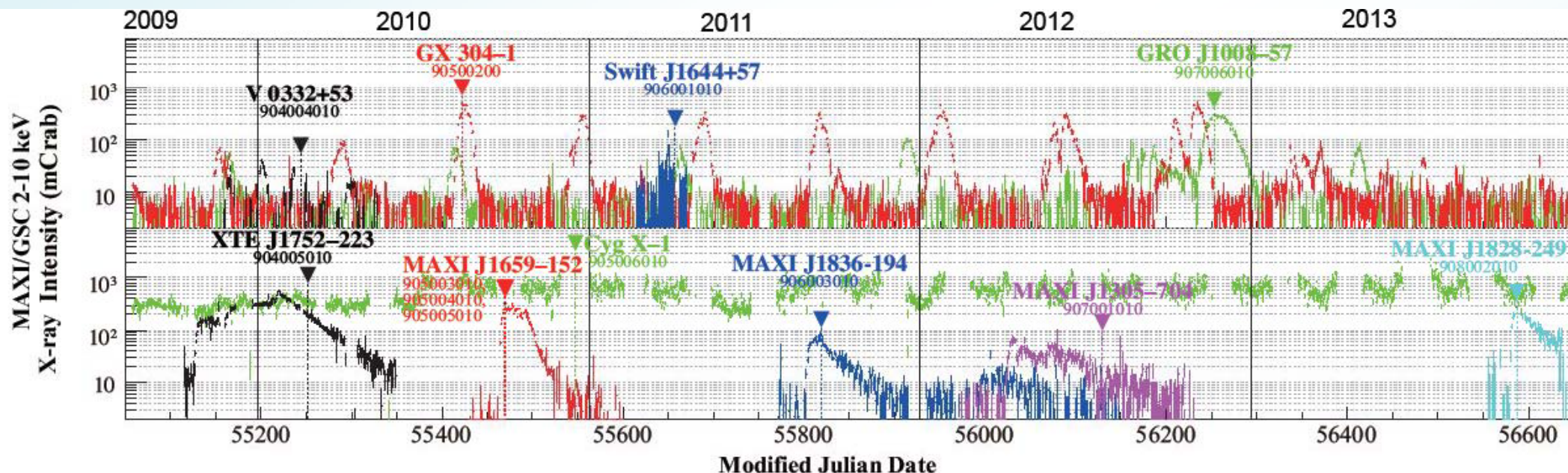


MAXI-Suzaku連携により

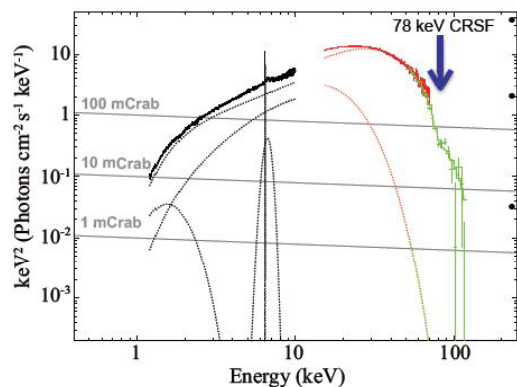
観測された10天体のMAXI光度曲線

Be X線連星パルサー 3
潮汐破壊現象 1
銀河系内ブラックホール 6

巨大な増光のピークや稀な状態遷移を狙った詳細観測が可能になった

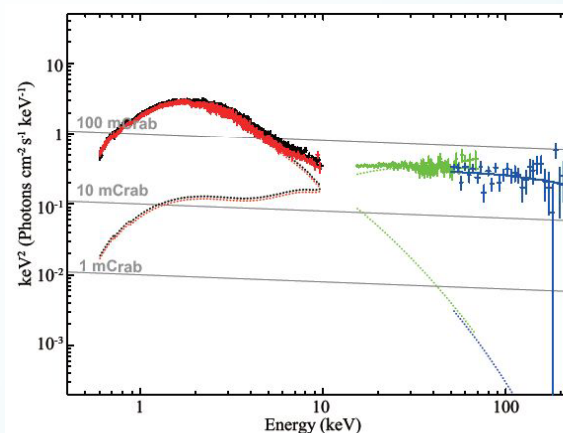


GRO J1008-57



1993年7月の発見以来、250日毎に増光を繰り返しているX線連星パルサー。
 • MAXIは2012年11月はじめに巨大増光の兆候を予報し(ATel#4561)、過去最大級の増光のピークをとらえた。
 • 78 keVにCRSFを検出し、推定された磁場は 6.6×10^{12} Gであり、史上最大である。

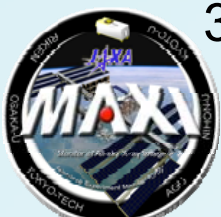
Yamamoto et al., submitted



MAXI J1828-249^{new}

- 2013年10月15日21時にMAXIが最初に報告したX線新星(ATel#5474)。即座にSwift衛星に追観測を要請し、MAXIが決定した誤差領域を覆う「タイリング観測」が実施され、新天体の確認と詳細な位置決定が行われた。
- 太陽β角により観測不可になる時期が迫っていたので希少な観測機会を逃さないよう、即座にToO観測の準備が進められ、10月21日05時(UT)に観測を開始した。
- 観測期間に渡って積算したスペクトルは、ブラックホールを想定したモデルでよく再現でき、0.7 keVに達する内縁温度を持つ降着円盤からの放射と、200 keVまで続くハードテイルが見られた。

Nakahira et al., in prep

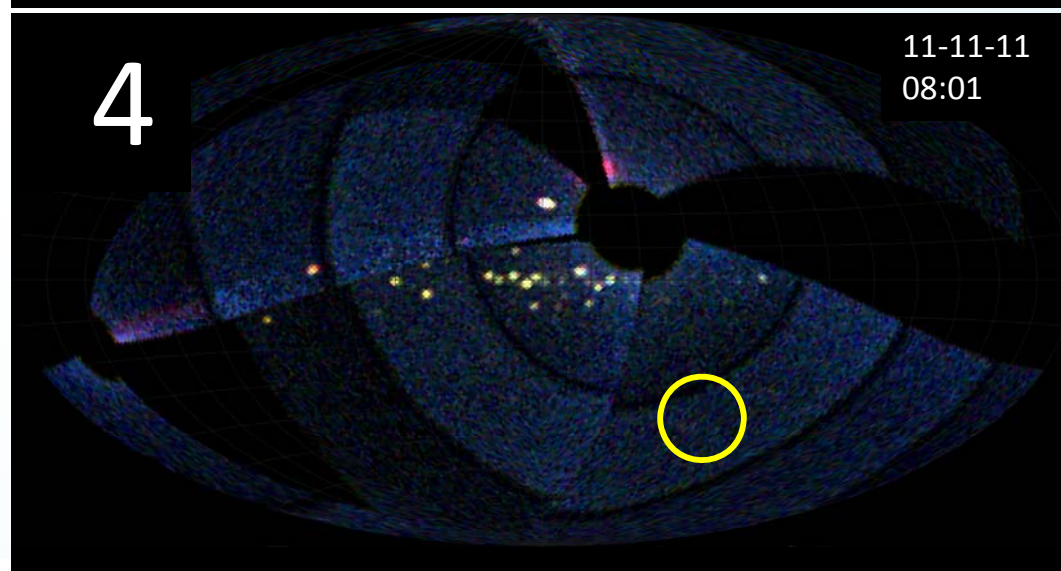
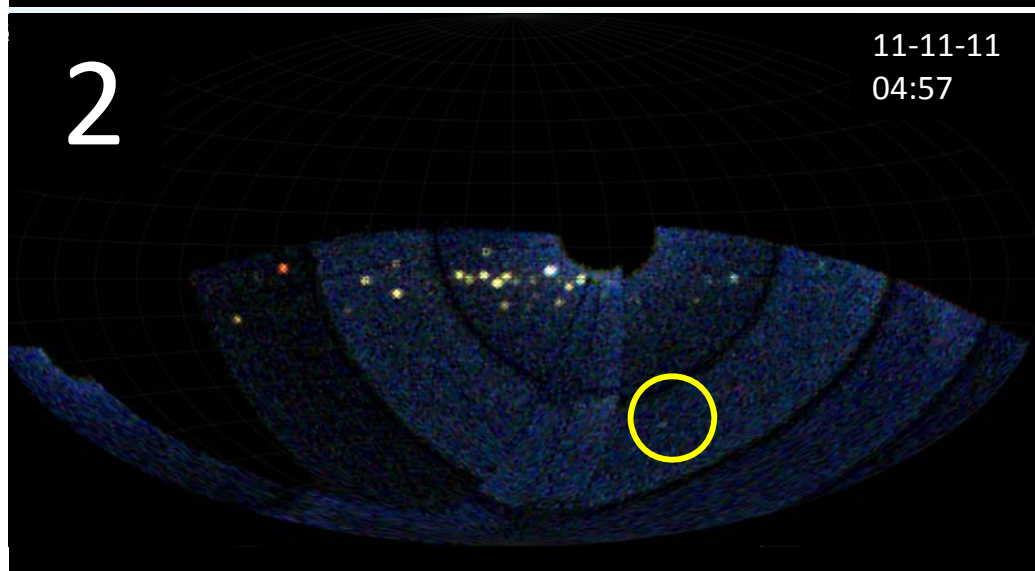
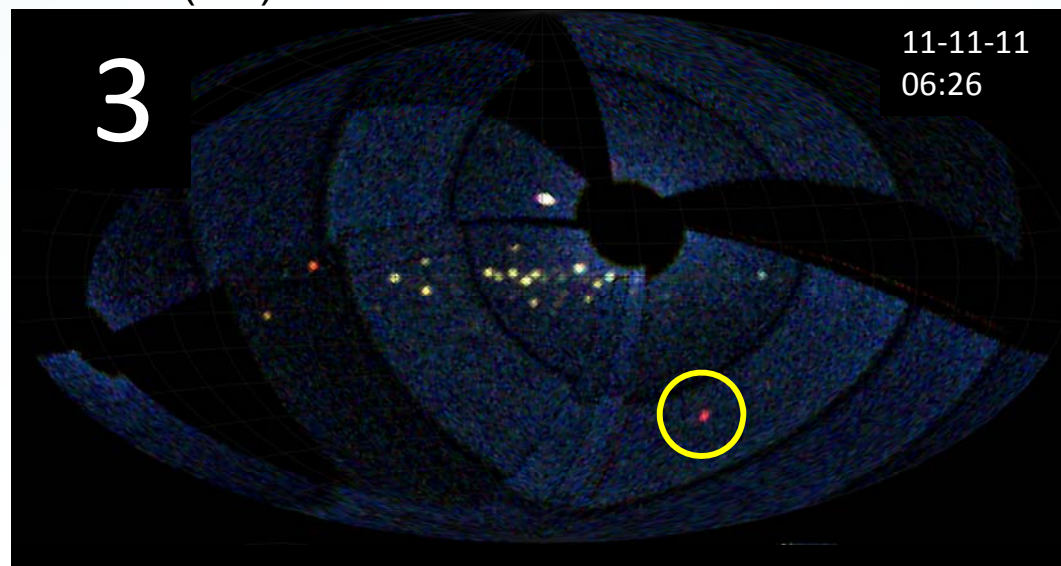
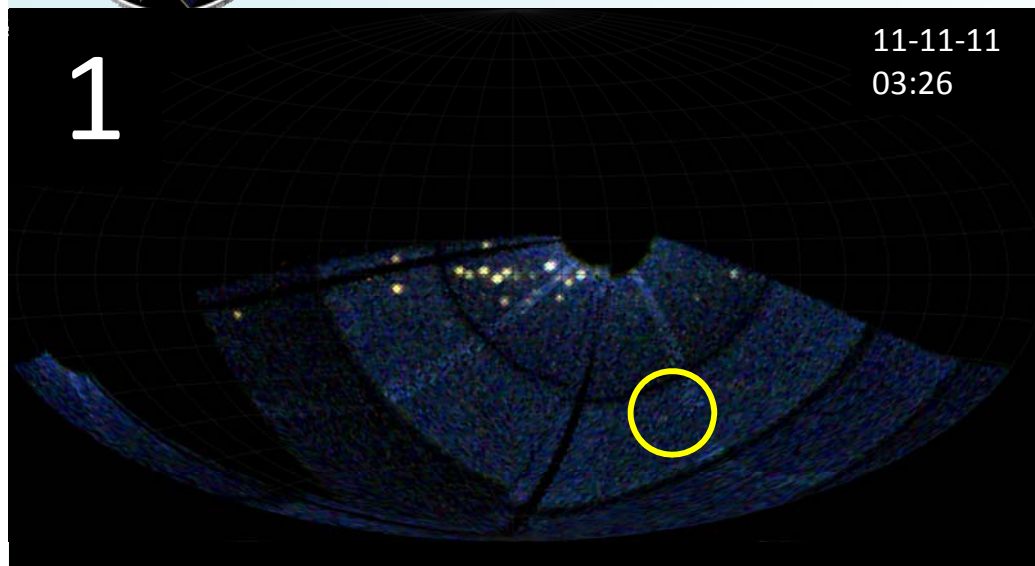


3. MAXI J0158-744

MAXI J0158-744の発見

Morii et al. 2013

2011-11-11 05:05:59 (UT)



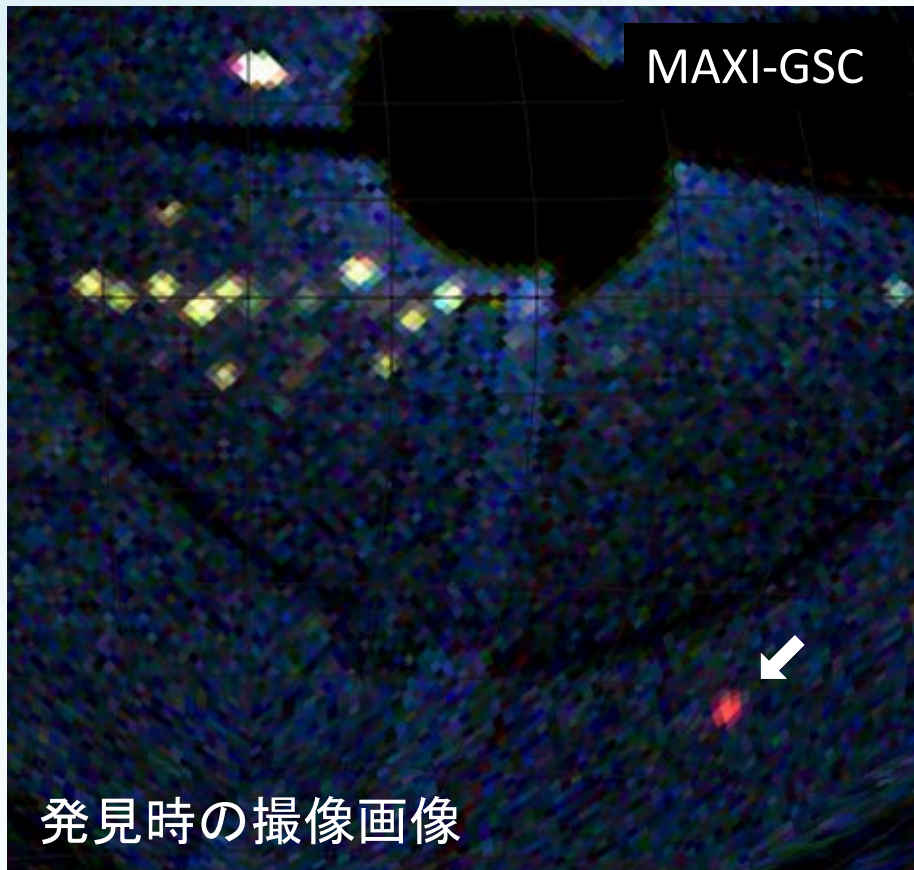
MAXI GSC の全天X線動画 (1コマ90分)

赤: 2 – 4 keV、緑: 4 – 10 keV、青: 10 – 20 keV

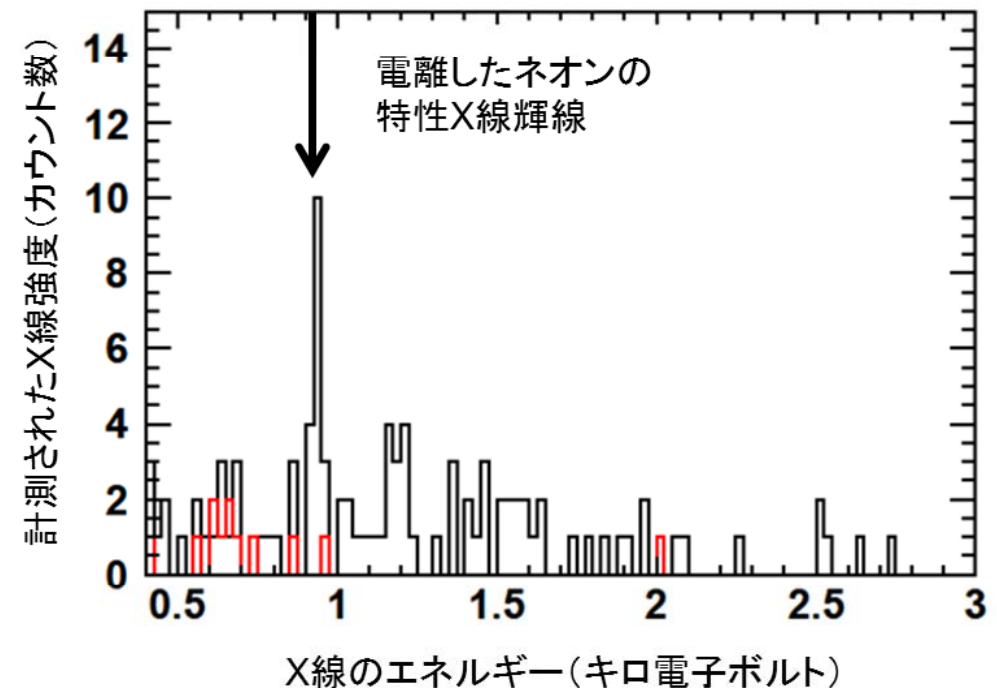
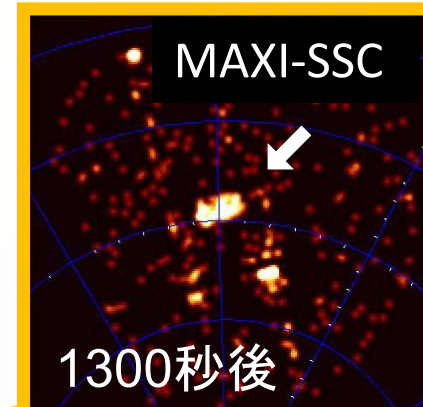
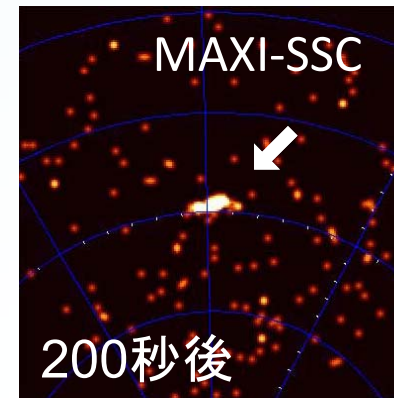
3コマ目に明るい赤色の天体が観測された。MAXI J0158-744 発見の瞬間である。



MAXI (GSC とSSC) による観測



MAXIは1300秒の間に、GSCで1回、SSCで2回観測した。3回目の観測で得られたエネルギースペクトル中に、ネオンの輝線が観測された。酸素とネオンで構成されている重量級白色矮星の表面での新星爆発と考えられる。

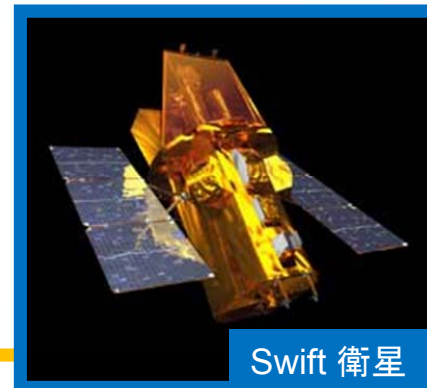


X線光度の時間変化

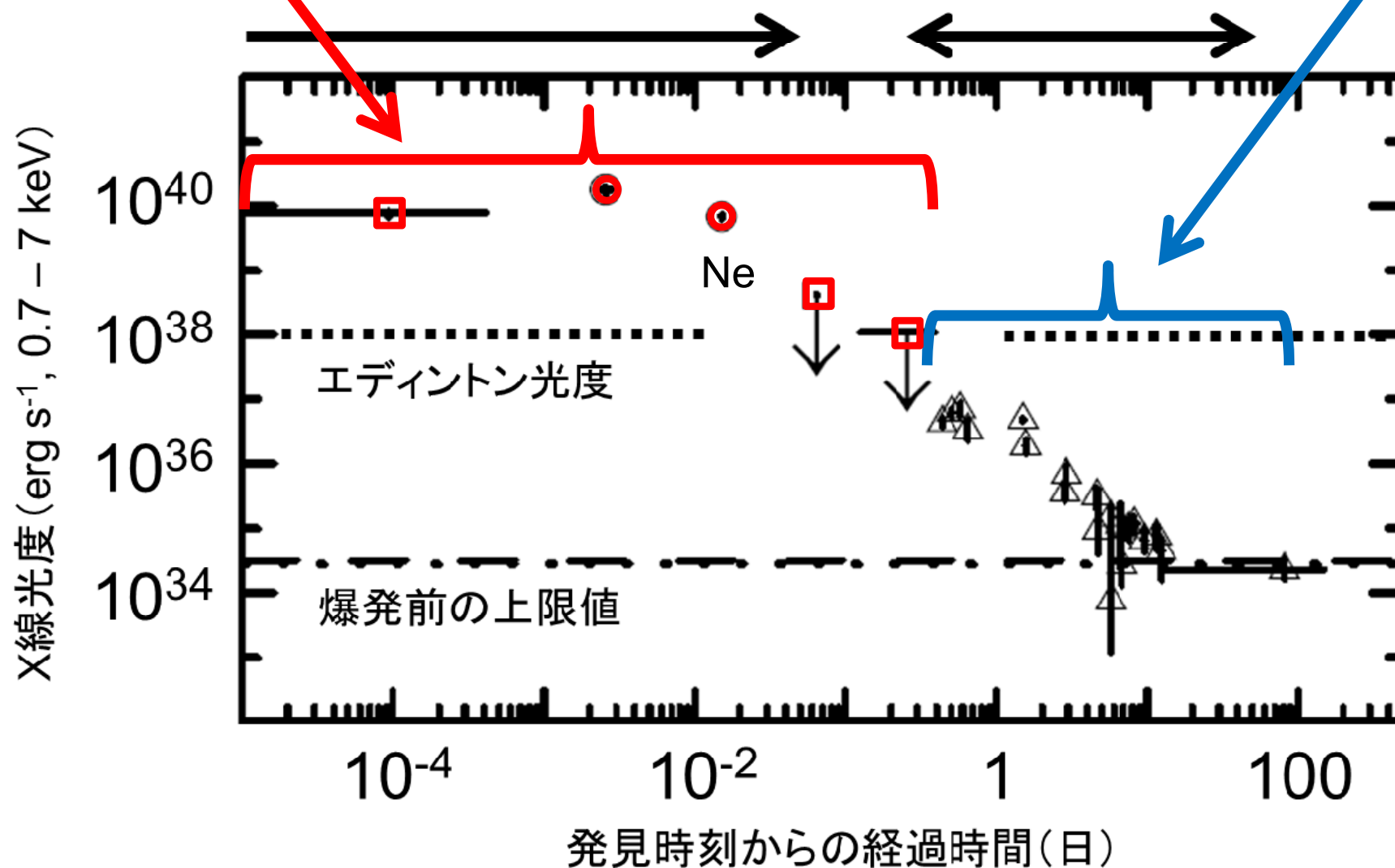
MAXIとSxswift/XRTの連携観測



MAXI



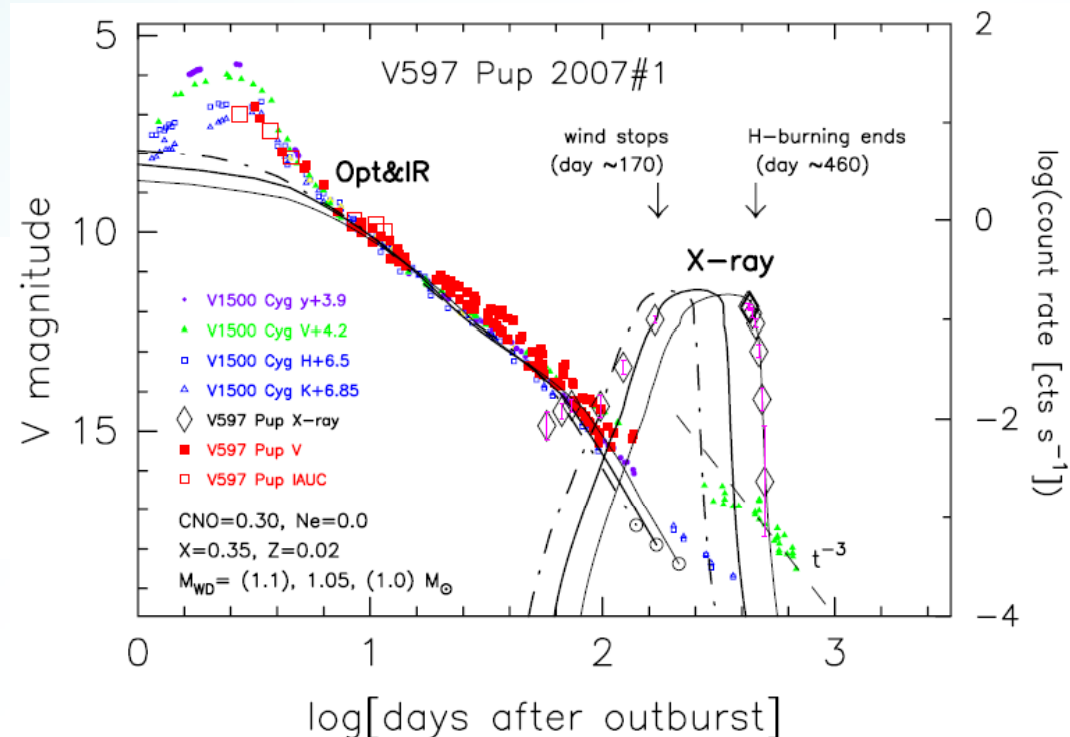
Swift 衛星



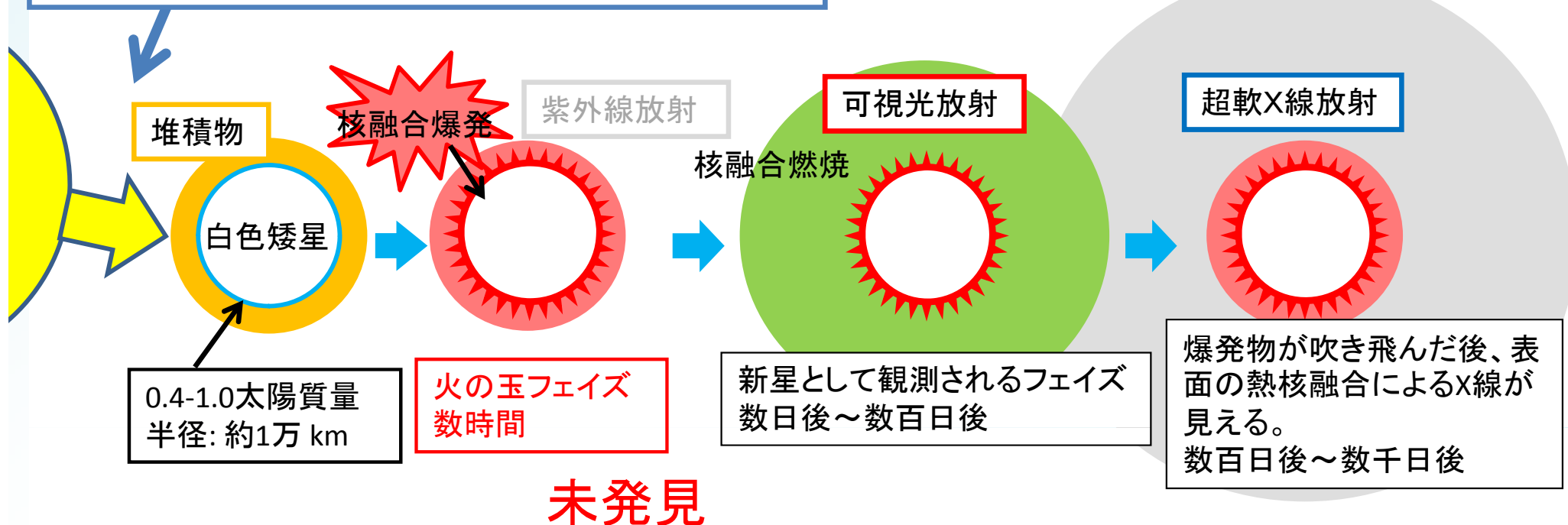


新星爆発

- ✓ 星が数日のうちに約1万倍も爆発的に明るくなり、その後100日程度で減光し爆発前の状態に戻る現象。
- ✓ 白色矮星表面での降着物質の核燃焼



連星系の恒星からガスが供給され堆積する。

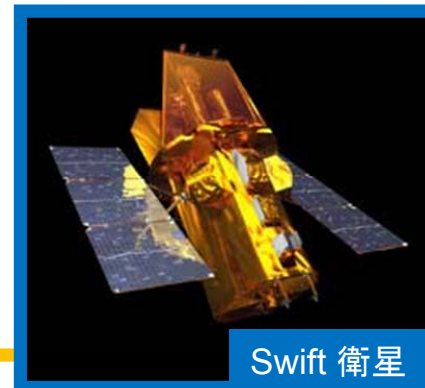


X線光度の時間変化

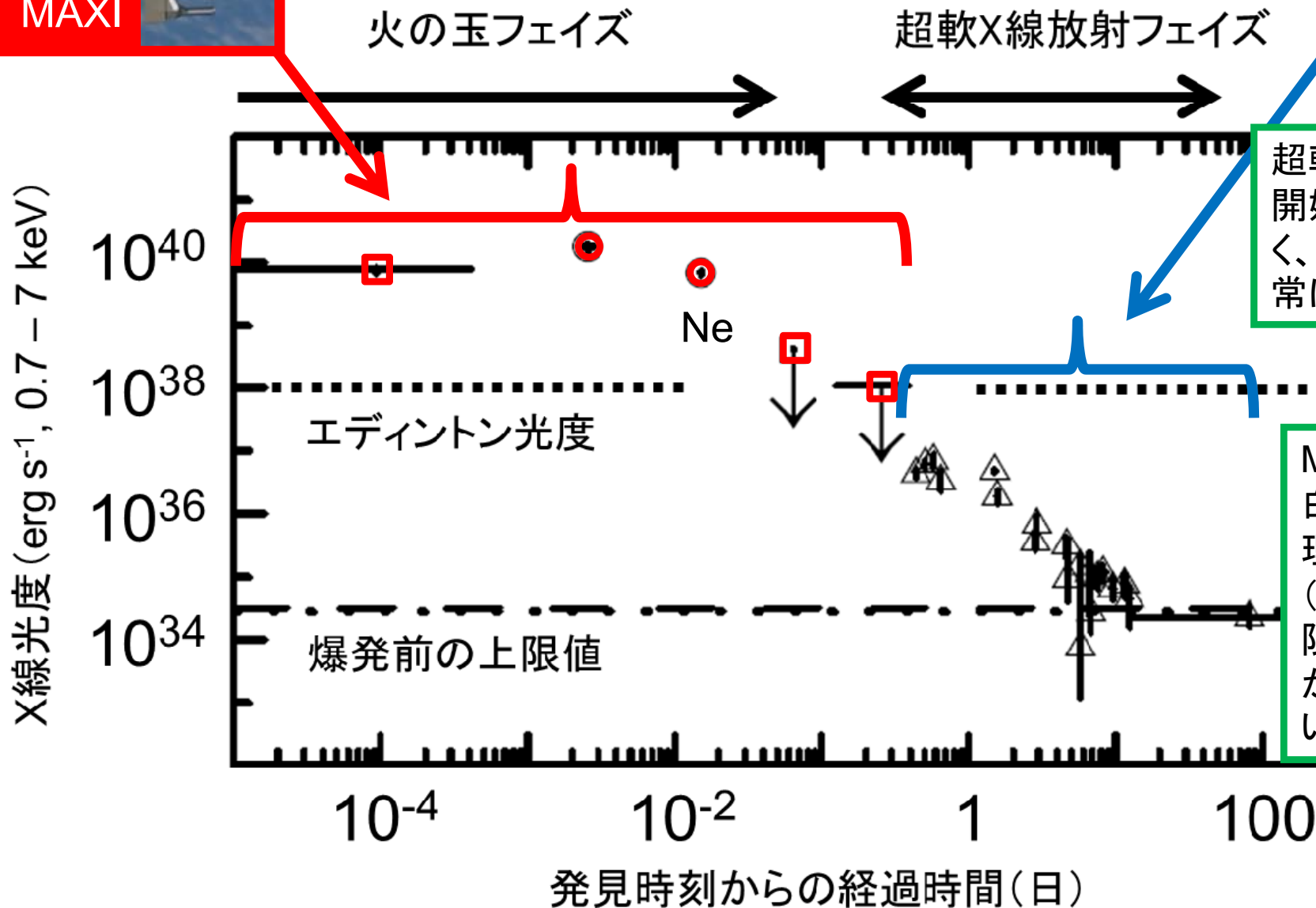


MAXI

- ✓ 火の玉フェイズを初検出。
- ✓ 通常の約100倍の明るさ。
- ✓ 超軟X線フェイズ: 早くて短い。



Swift 衛星

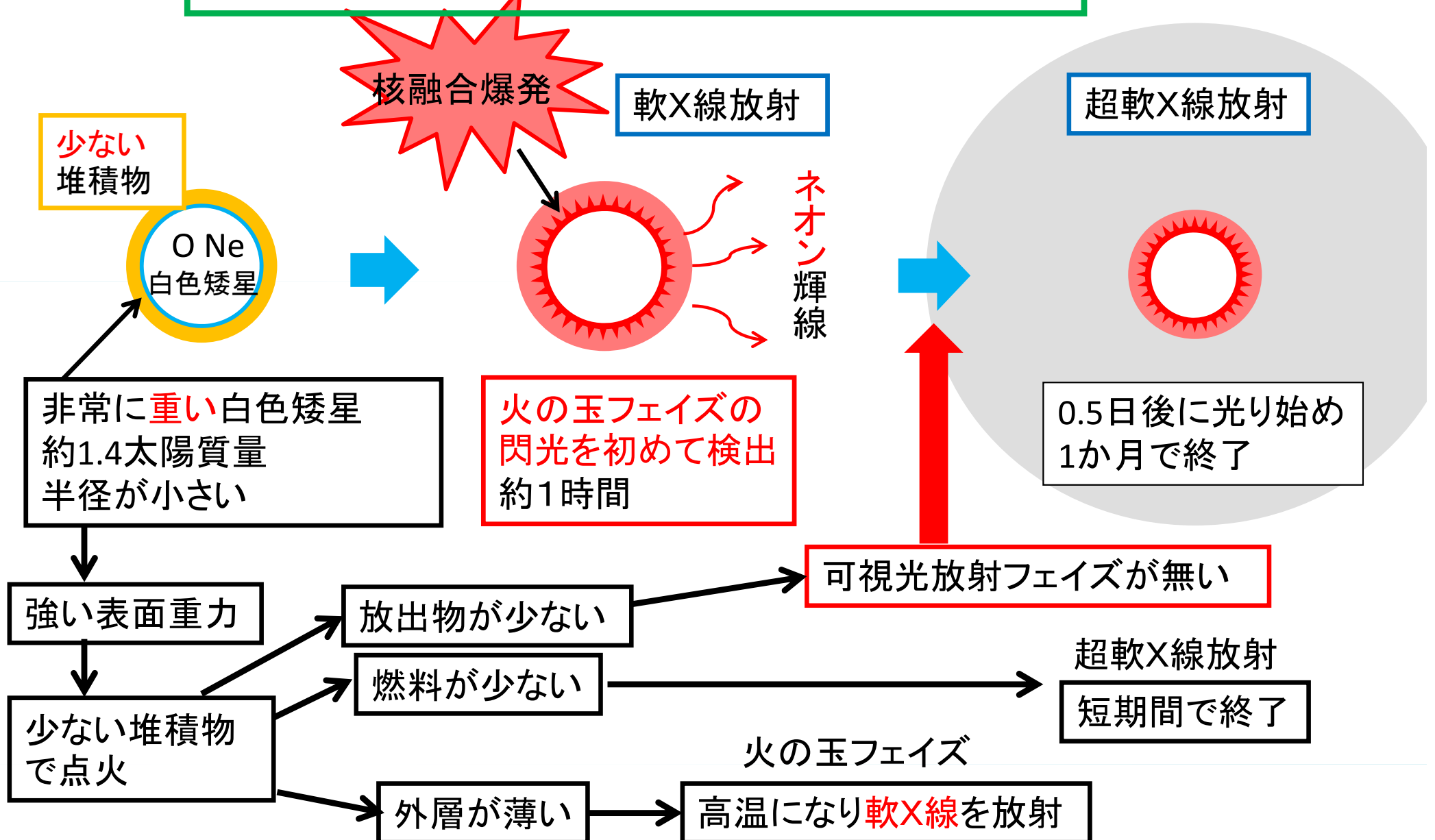


超軟X線放射フェイズ
開始時刻が非常に早く、
また継続時間が非常に短い。

MAXI J0158-744の
白色矮星の質量:
理論的な最大値
(チャンドラセカル
限界)に非常に近い
か、あるいは超えて
いる。

MAXI J0158-744は非常に重い白色矮星新星

新星爆発の火の玉フェイズ(史上初)



MAXI J0158-744 の想像図

大質量恒星

星周円盤

白色矮星

MAXI J0158-744は白色矮星と大質量恒星(Be星)との連星系。このような連星系での新星爆発は史上初。連星進化の理論に影響を与える。

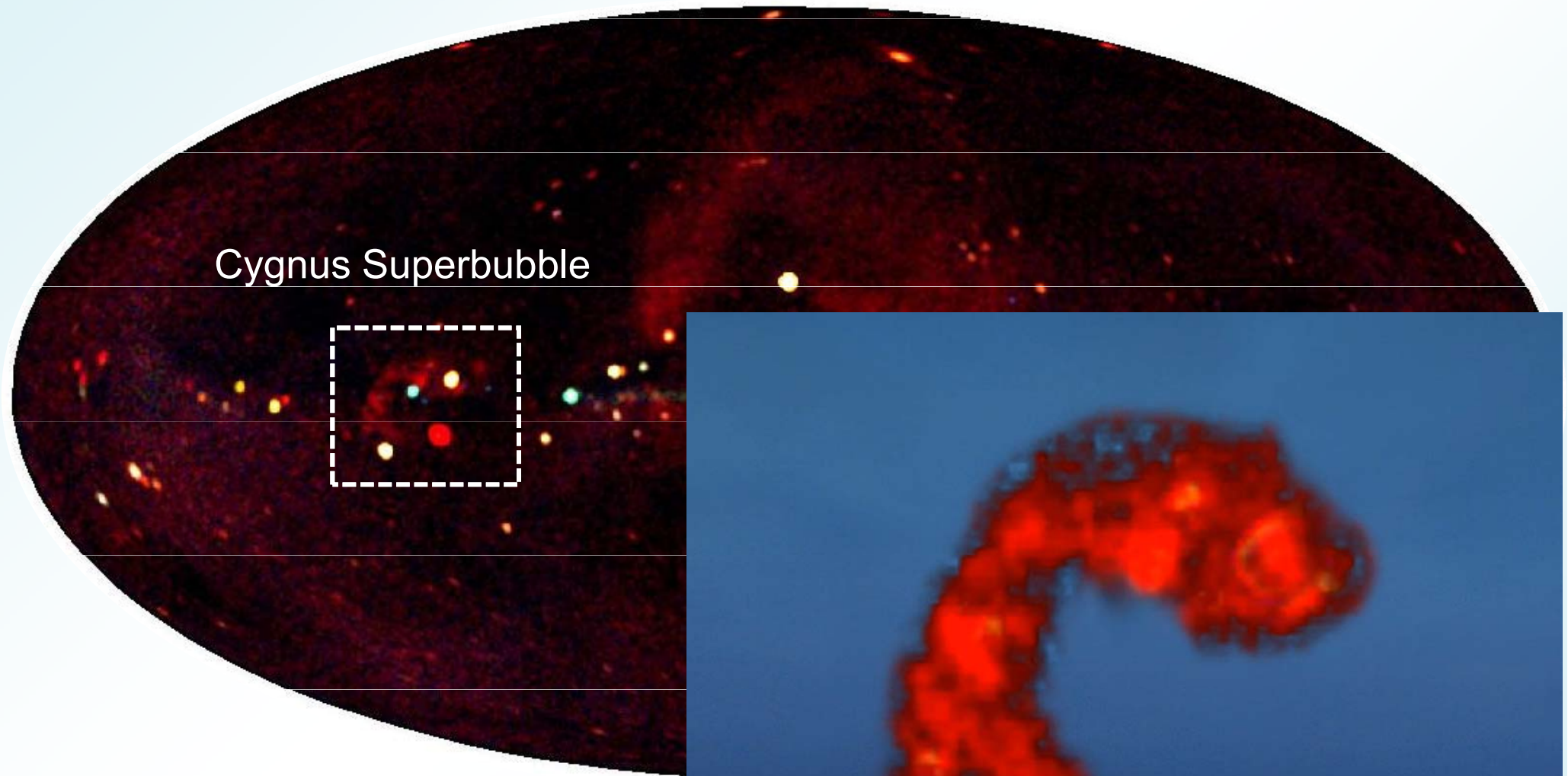
図: 大川拓也

Takuya Ohkawa



3. はくちょう座スーパーバブル

SSCによる全天画像



Cygnus Superbubble



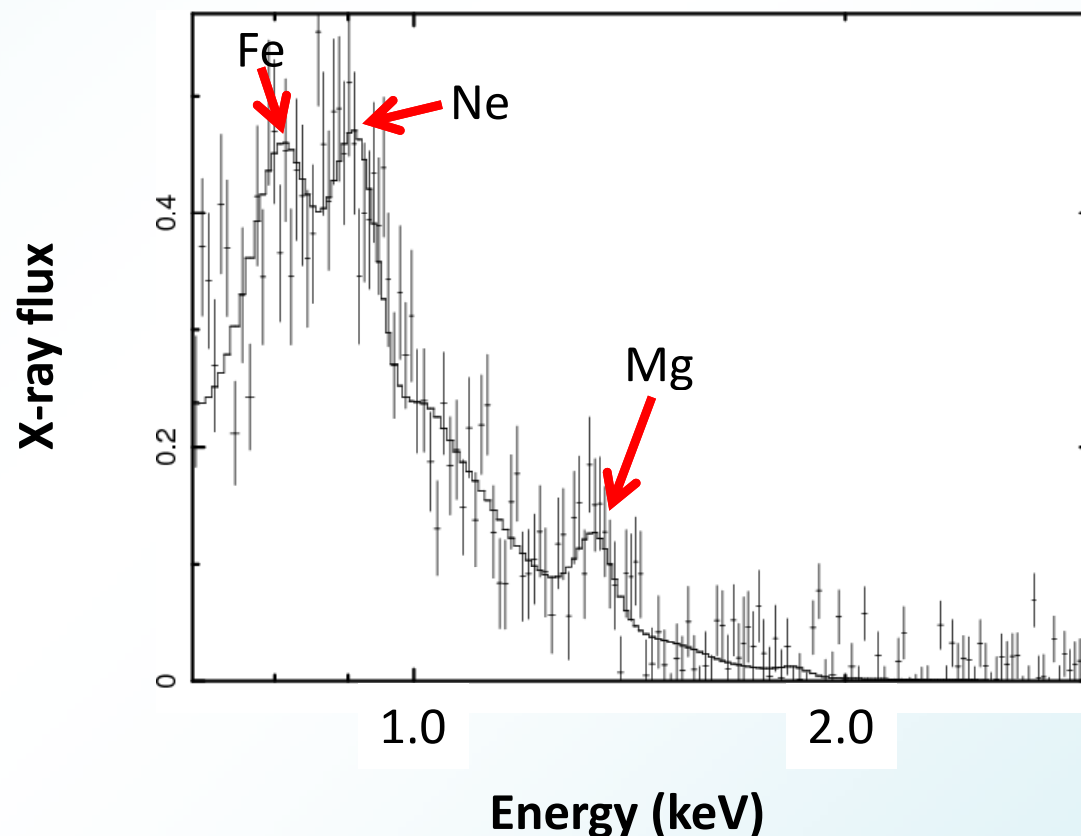
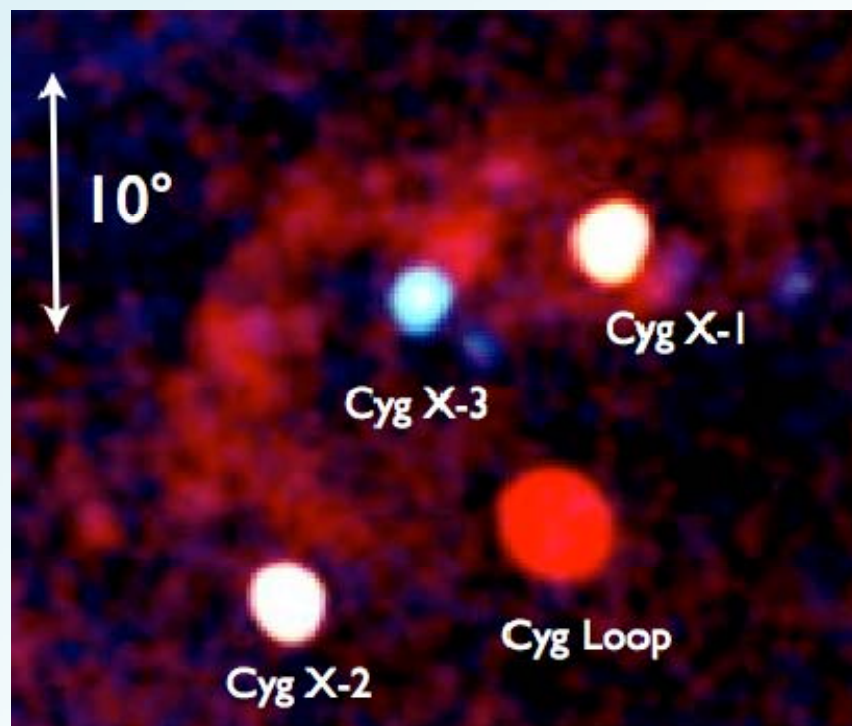
Kimura et al. 2013 PASJ

この痕跡を地球から見たときの大きさは



はくちょう座スーパーバブル

Kimura et al. 2013 PASJ



- 一様な温度 ≈ 0.2 keV
- 一様な吸収量 $N_H \approx 0.3 \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$
- Cyg OB2に付随しているが、中心がずれている

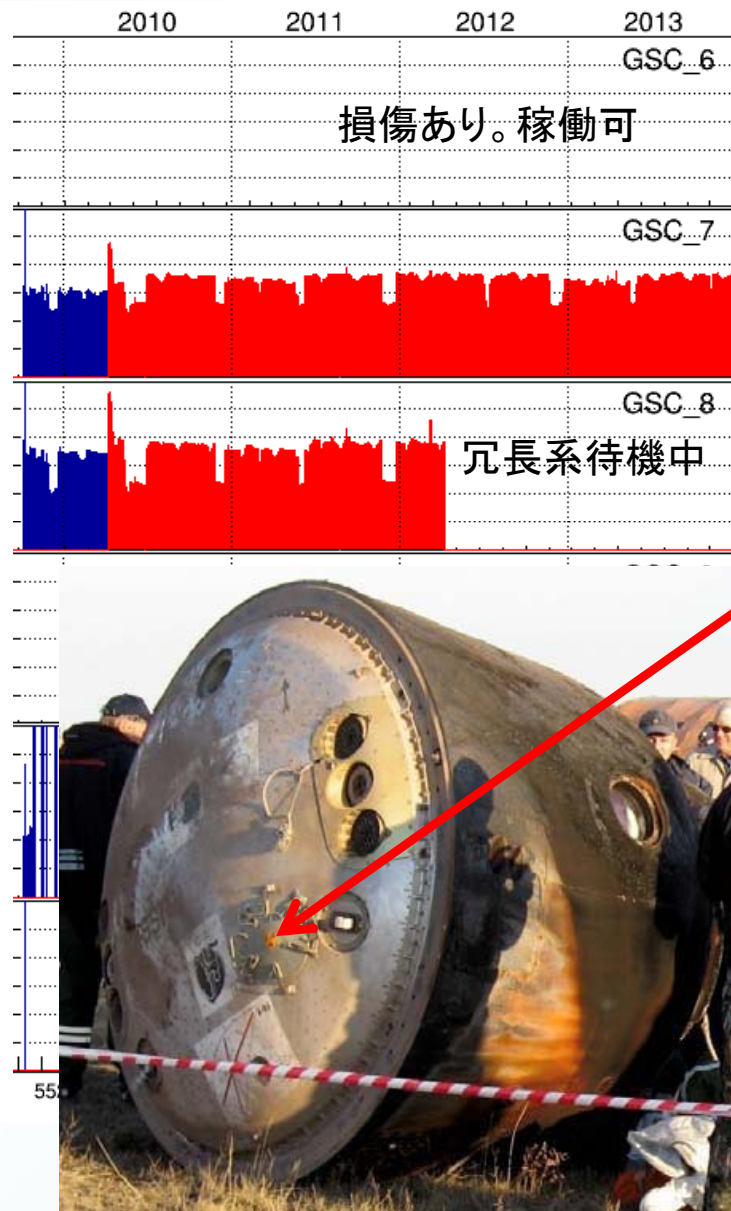
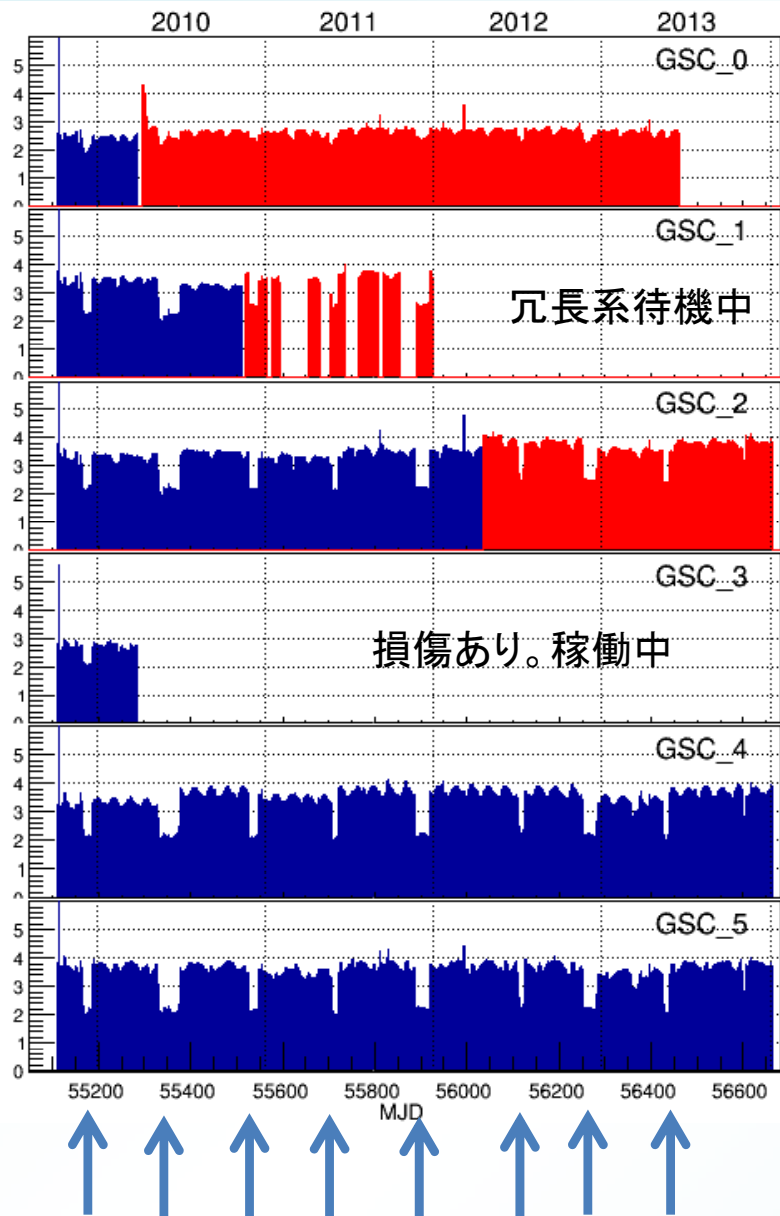
➔ 単独の超新星残骸

- 半径 1000光年
- 熱エネルギー $\approx 10^{52} \text{ erg}$
- 爆発エネルギー $\approx 10^{54} \text{ erg}$
- ハイパーノヴァ か(?)



ハードウェアの話題2つ

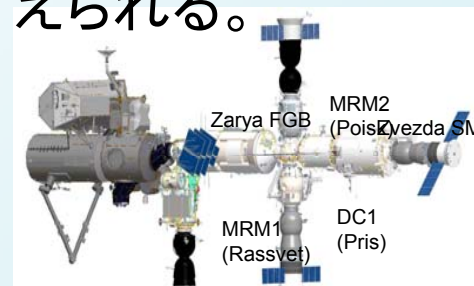
日々の平均バックグラウンドレートの変化 (検出した点源を除いた。X線背景放射は含む。)



•カウンターの毎の
4-10 keV bandの
一日平均計数率。

•ソユーズがISS
日本実験棟に近い
ポートから離れると、
1/2程度に下がる。

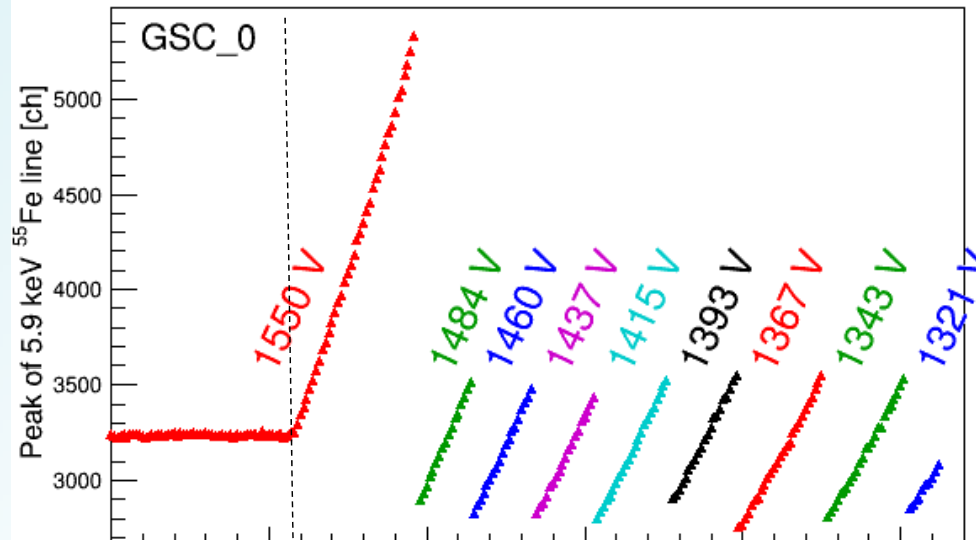
•ソユーズの高度計
に使われているガ
ンマ線源 (^{137}Cs ,
 ^{60}Co) の影響と考
えられる。



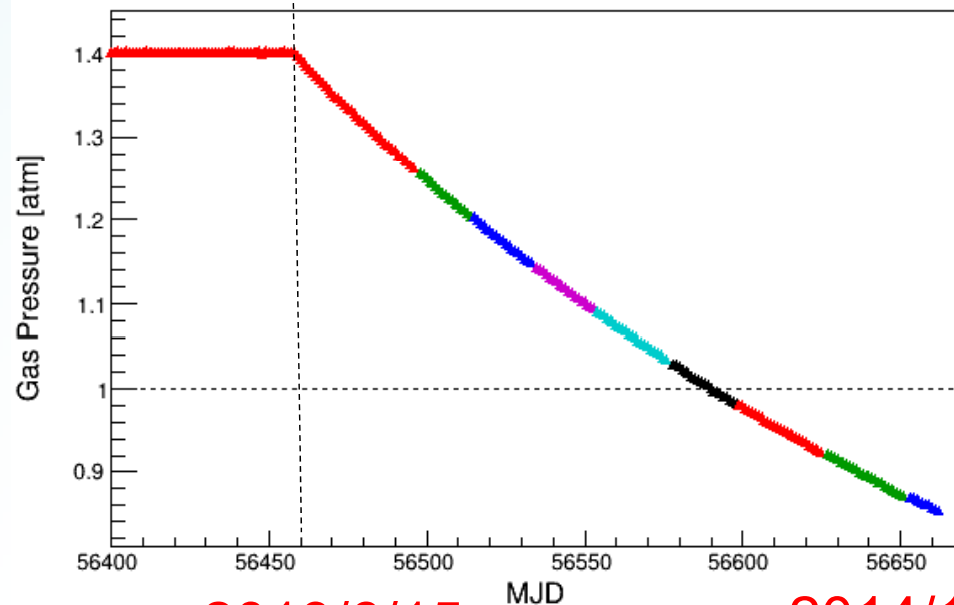


•GSCカメラ0のガス増幅率の変化とガス圧予測

較正源の
パルス波高



推定ガス圧力(気圧)



2013/6/15

MJD

2014/1/10

- 2013年6月15日、突然ガスゲインが上昇し始めた。
- 直径50 μ m程度のmicro-meteoriteが衝突。直径4 μ m程度の穴が開いたと考えられる。
- ガス増幅率が大きくなりすぎると放電の危険があるので、2013年6月以降、芯線電圧を適宜、設定し直している。
- 芯線電圧、ガス圧と増幅率の経験式から予測されるガス圧の推移。
- 300日程度の時間スケールで減衰している。このまま続けば、あと半年程度は稼働させられる公算。



まとめ

- MAXIは4年4カ月、稼働中。
- 国際天文電報（突発・変動天体） 135件
- 3年カタログ 500天体
- MAXI名天体11個。6個はブラックホール
- MAXI J0158-744 rapid nova
 - 「新星爆発の瞬間の観測に成功」
- はくちょう座スーパーバブル
 - 「“極”超新星(ハイパーノバ)の痕跡を発見」
- On-demandでデータ解析できます。
<http://maxi.riken.jp>
- 5年間(2015年3月)以降も運用したい

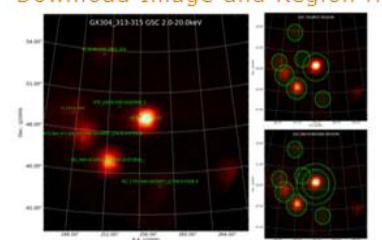
MAXI on-demand process

[Back to On-demand Top](#)

GX304_313-315
(R.A., Dec)=(255.706, -48.79)
MJD=55313.0 - 55315.0
Estimated Process time: 0.7 minutes

- 0:00:00 queued
- 0:00:03 (extract) GSC Events and GTIs
- 0:00:16 (extract) SSC Events and GTIs
- 0:00:16 (building products) image
- 0:00:24 (building products) GSC spectrum
- 0:00:25 (building products) light curve
- 0:00:26 (building products) GSC response
- 0:00:36 (finished)

- IMAGE (2.0-20.0 keV)
Download Region file(On-source).
Download Region file(background).
[Download Image and Region files.](#)



This document is provided by JAXA.