



「きぼう」に搭載された全天エックス線監視装置(MAXI)と
米国スウィフト衛星を用いた観測による成果論文の
英科学誌「ネイチャー」への掲載について

巨大ブラックホールに星が吸い込まれる 瞬間を世界で初めて観測

宇宙航空研究開発機構

理化学研究所ほかMAXIミッションチーム

全天X線監視装置(MAXI)ミッションチーム 河合 誠之
(東京工業大学・教授、理化学研究所客員研究員)

2011年8月24日



“Relativistic jet activity
from the tidal disruption of a star
by a massive black hole”

「巨大ブラックホールによる恒星の潮汐破壊で発生した相対論的ジェット活動」

Nature誌 8月25日発行 (日本における報道解禁: 8月25日午前2時)

●責任著者：

– David Burrows (デイビッド・バロウズ: 米国、ペンシルバニア州立大学)

●共著者(MAXIチーム):

- 東京工業大学: 河合誠之、薄井竜一
- 理化学研究所: 杉崎 睦、(河合誠之)
- 京都大学: 上田佳宏、廣井和雄
- 日本大学: 根來 均

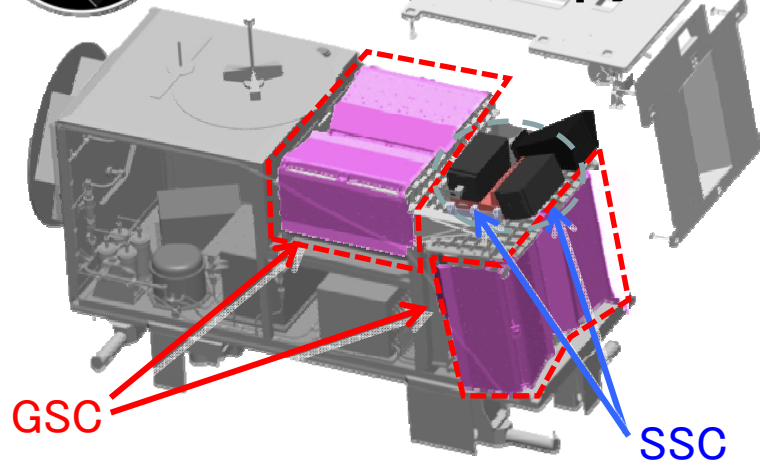


論文概要

- 「きぼう」搭載全天エックス線監視装置 (MAXI: マキシ)、米国のガンマ線バースト観測衛星 (Swift: スウィフト) が、超巨大ブラックホールに星が吸い込まれる瞬間を世界で初めて観測
- ふだんは暗い「眠った」ブラックホールからジェットが突然発生。吸い込まれた星の一部が相対論的ジェットとなって宇宙へ噴出



全天X線監視装置MAXIの概要



GSC (Gas Slit Camera)

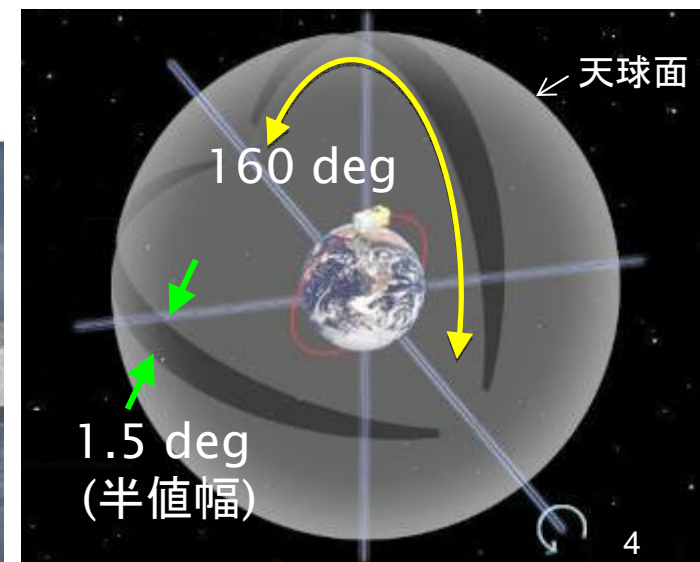
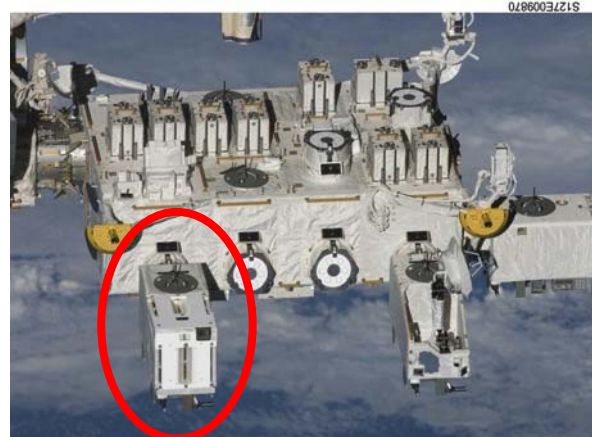
- 12台の大型キセノン比例計数管を搭載
- 5350cm²、検出範囲 2–30keV
- 従来の同様な装置の数倍の感度

SSC (Solid-state Slit Camera)

- 国産 X線CCDを32枚使用
- 200cm²、検出範囲 0.5–12keV
- –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チーム」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(2J/A)で打上げ。
- JEMきぼう船外実験プラットフォーム搭載。
- ISS地球周回運動を利用して、駆動装置なしに全天走査。
- 2年以上の運用を目標。





MAXIの科学目標

- 新X線源や既知天体の新しい活動の発見と速報
- X線天体の長期的な変動の調査
- 全天のX線源や、広がったX線放射の地図作り(マッピング)
- 対象となる天体
 - ブラックホール(恒星サイズから超巨大なものまで)
 - 中性子星
 - 活動的な恒星
 - ガンマ線バースト
 - 銀河系内外の高温ガス(超新星残骸、銀河団ガスなど)

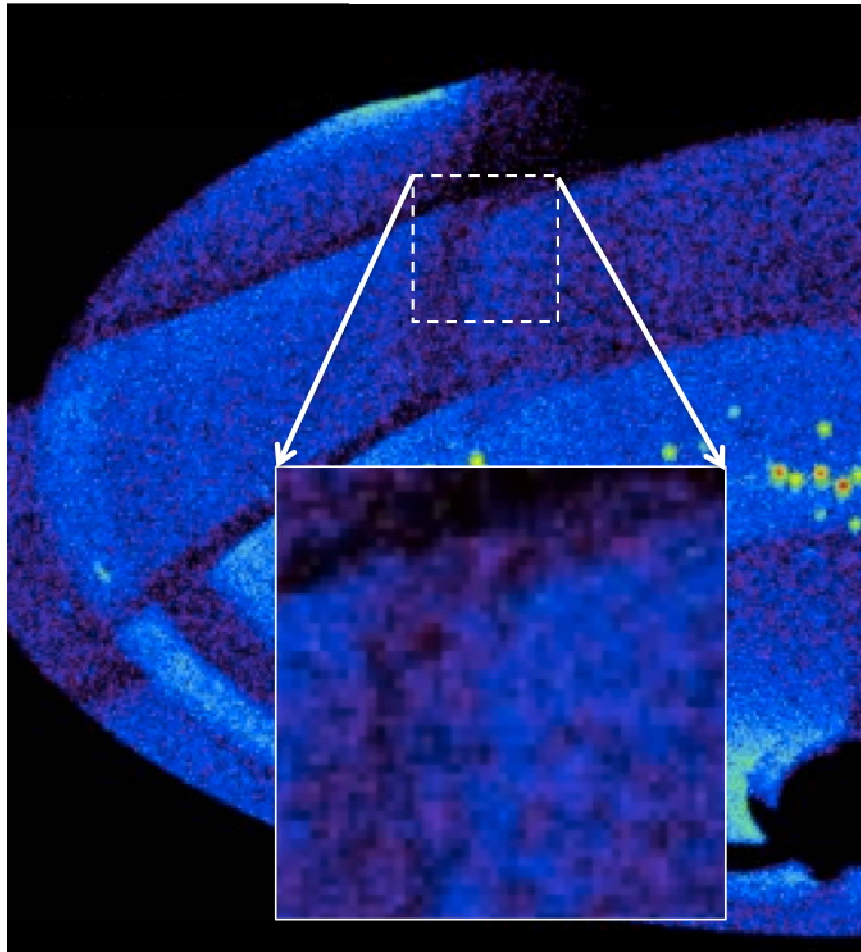


MAXIによる全天エックス線地図

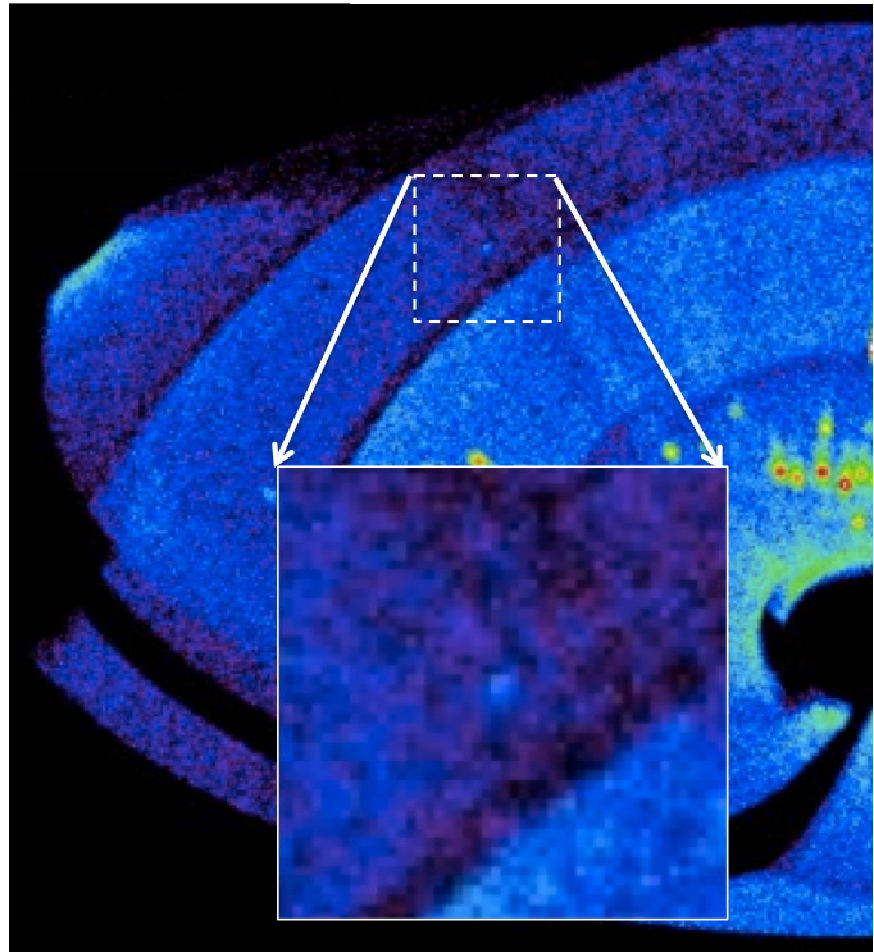




MAXIによる発見



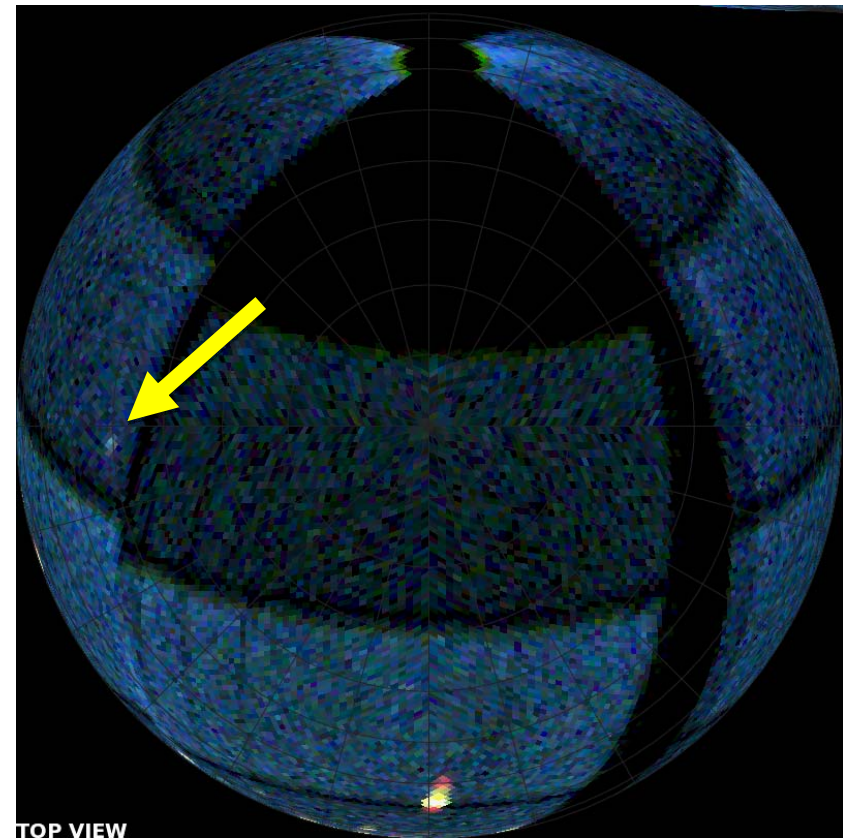
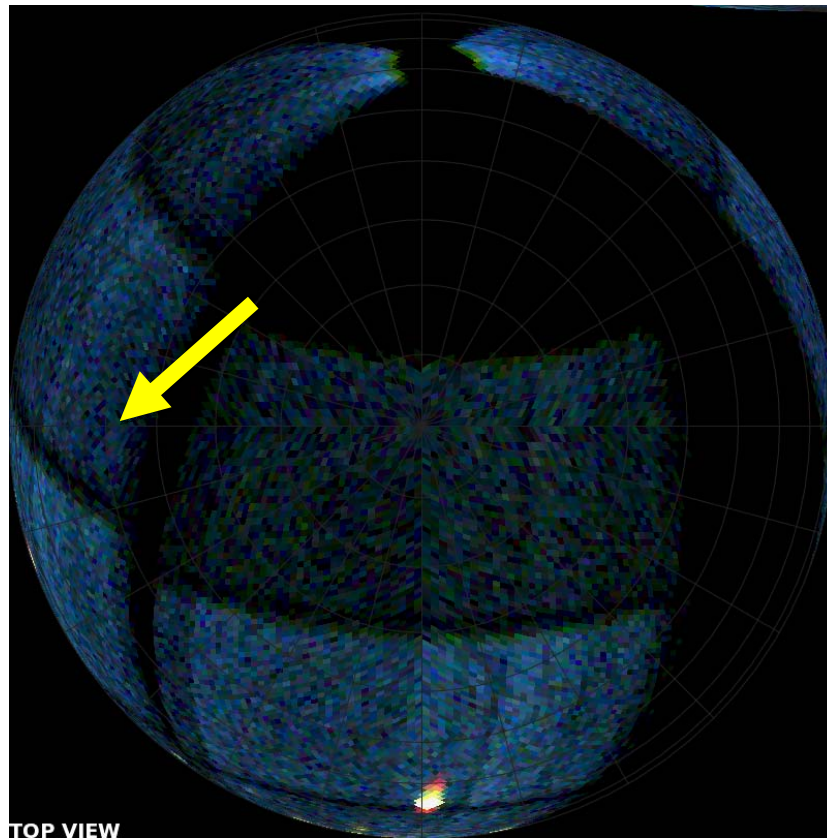
2011年3月21日



2011年3月29日



出現前後の比較

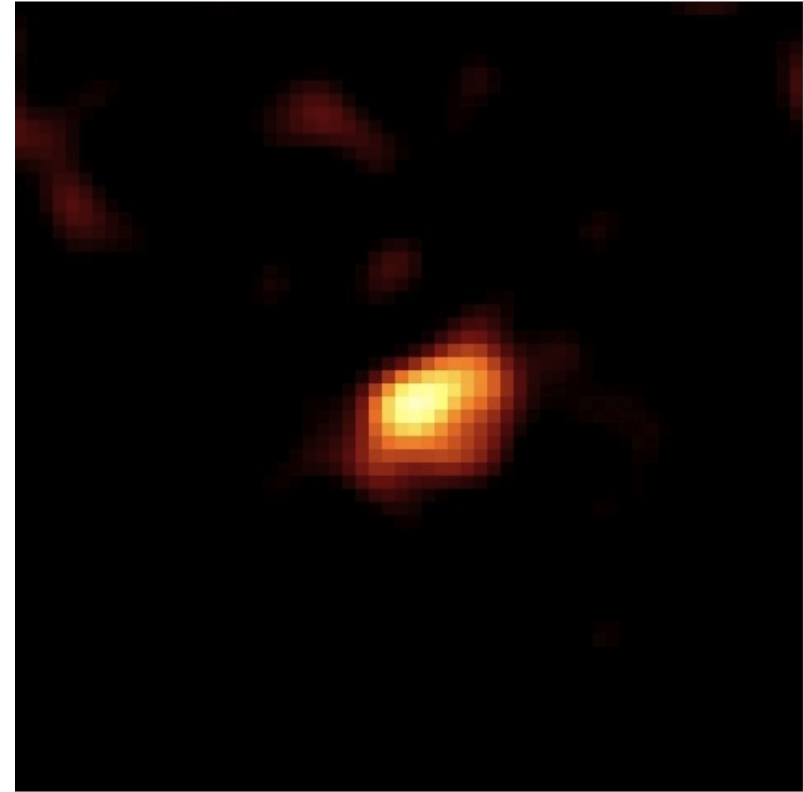




MAXIの高感度画像による比較



2009年9月1日～2010年3月31日の
期間の画像。Swift J1644+57からの
X線放射はまったく観測されていない。

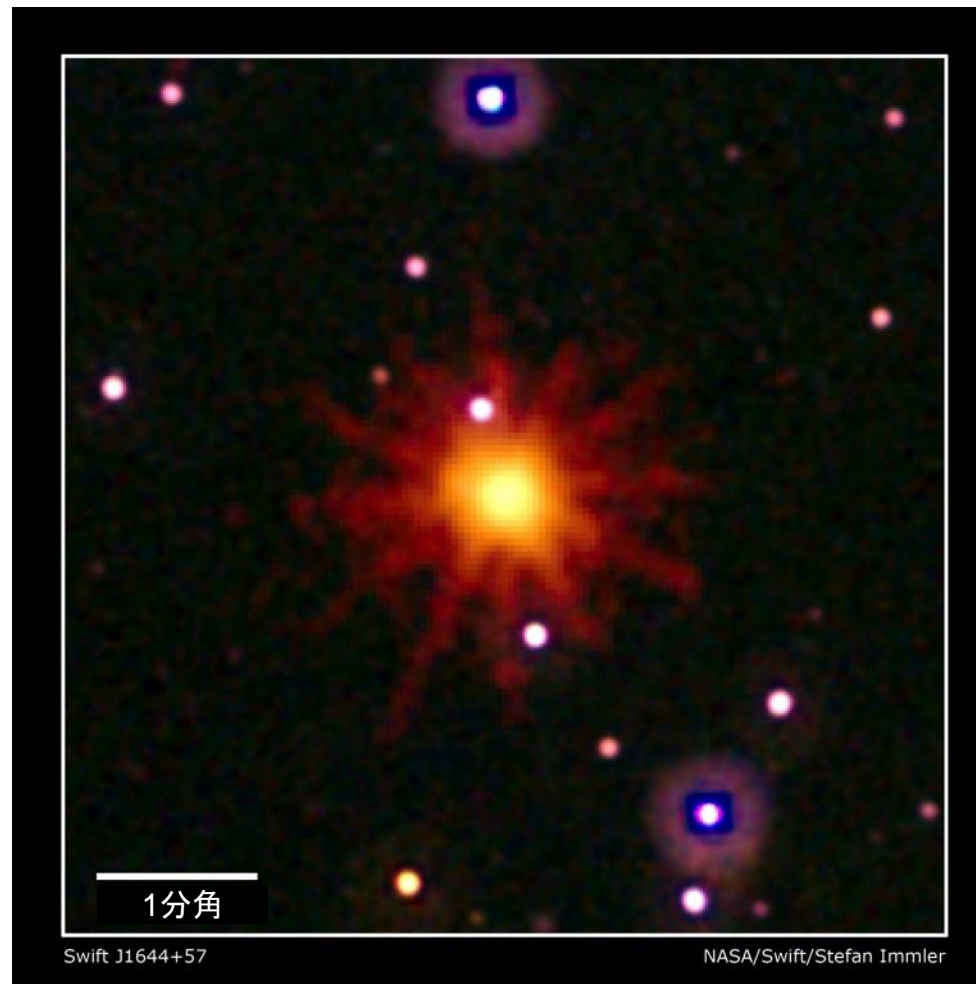


2011年3月28日～4月3日の画像。図
の中心に明るい像が Swift J1644+57。
(注意:天体の形状は、カメラの性能
のためで、本当は点状)



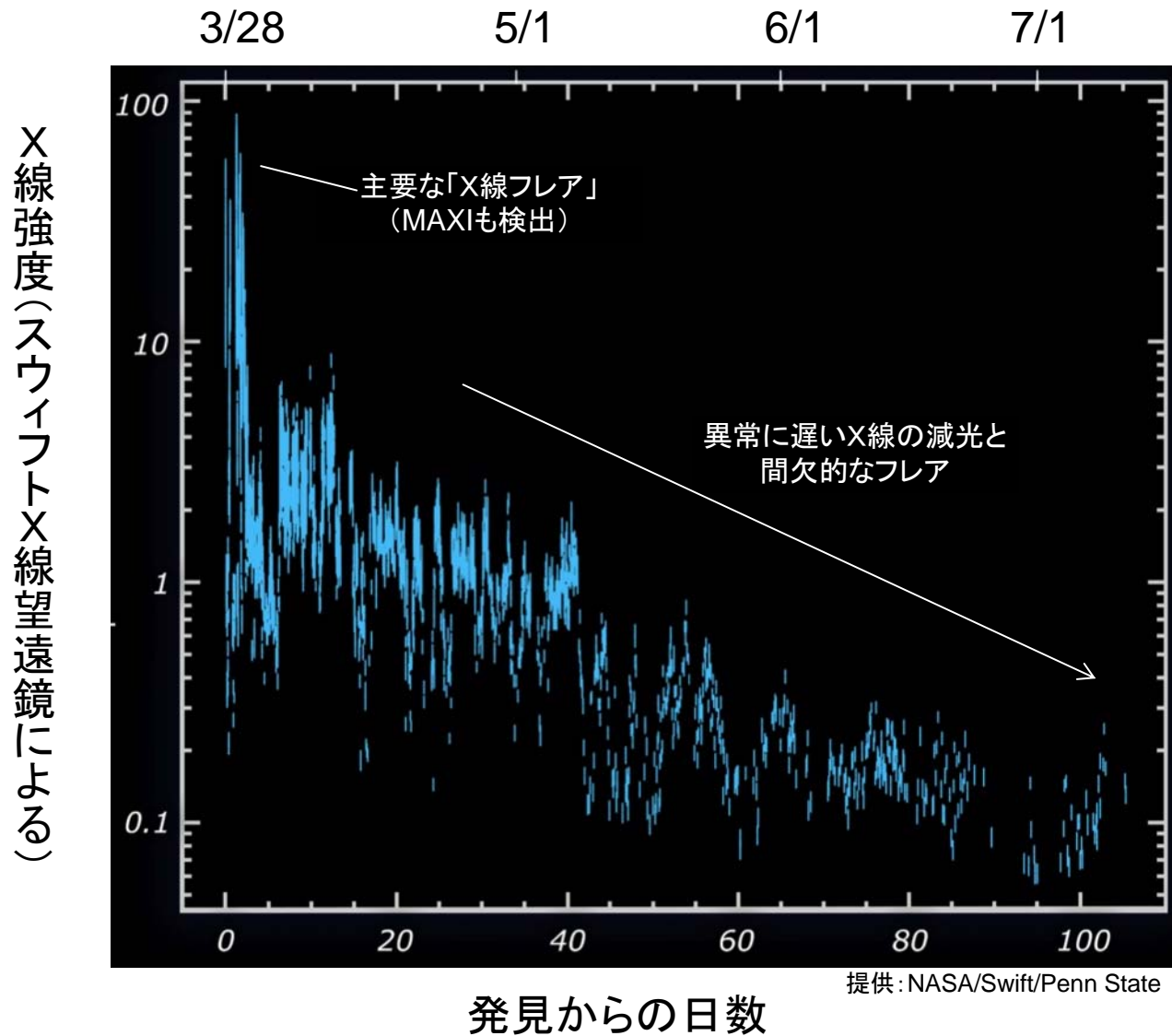
Swift による画像

(X線望遠鏡と紫外可視光望遠鏡による画像を合成)



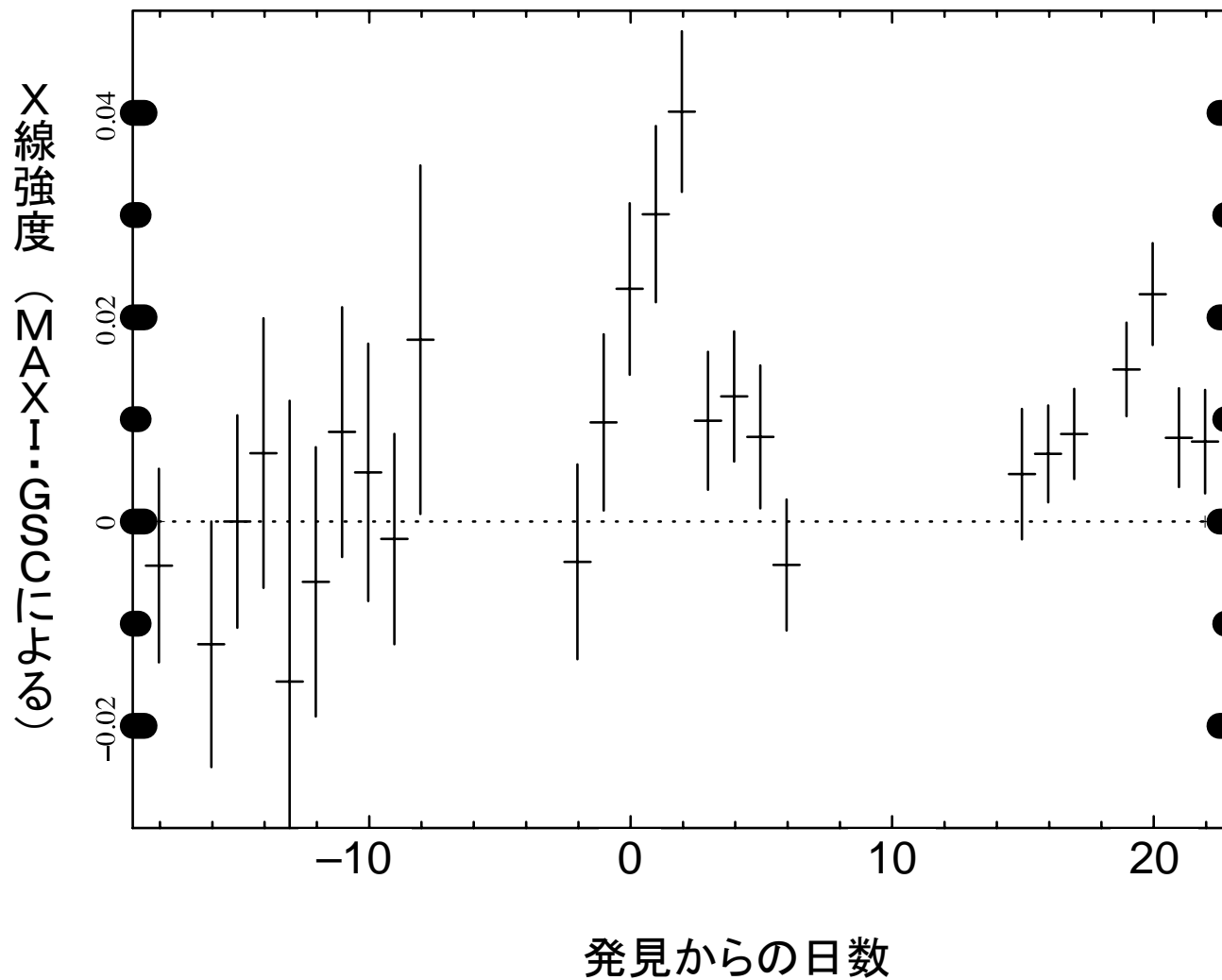


Swift J1644+57 のX線強度





MAXIによるX線光度曲線





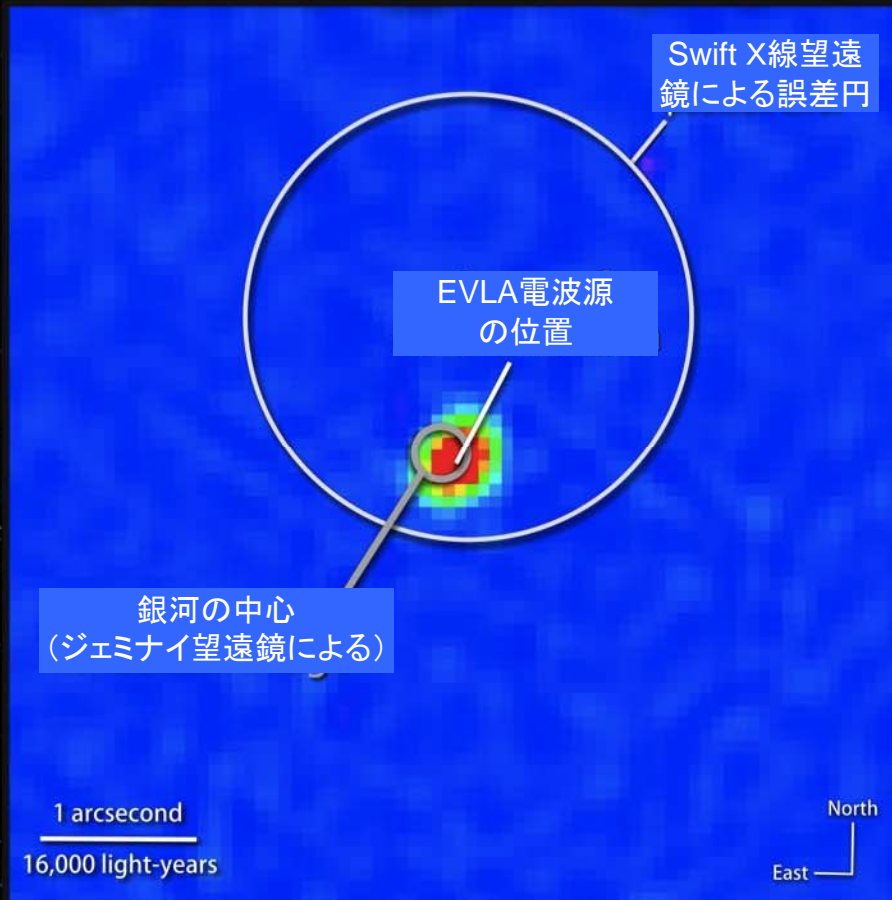
発見の経緯

- 3/28 12:57:45 Swift衛星のBATにて検出
- 3/28 13:32 SwiftチームよりGCN#11823に報告
- 3/28 15:19頃 GCNを受けて MAXI でも検出
- 3/28 21:12 Swiftチームより通常のガンマ線バーストではないとATel #3242 に報告
- 3/29 08:02 MAXI チームにより MAXI の観測結果を ATel #3244 に報告

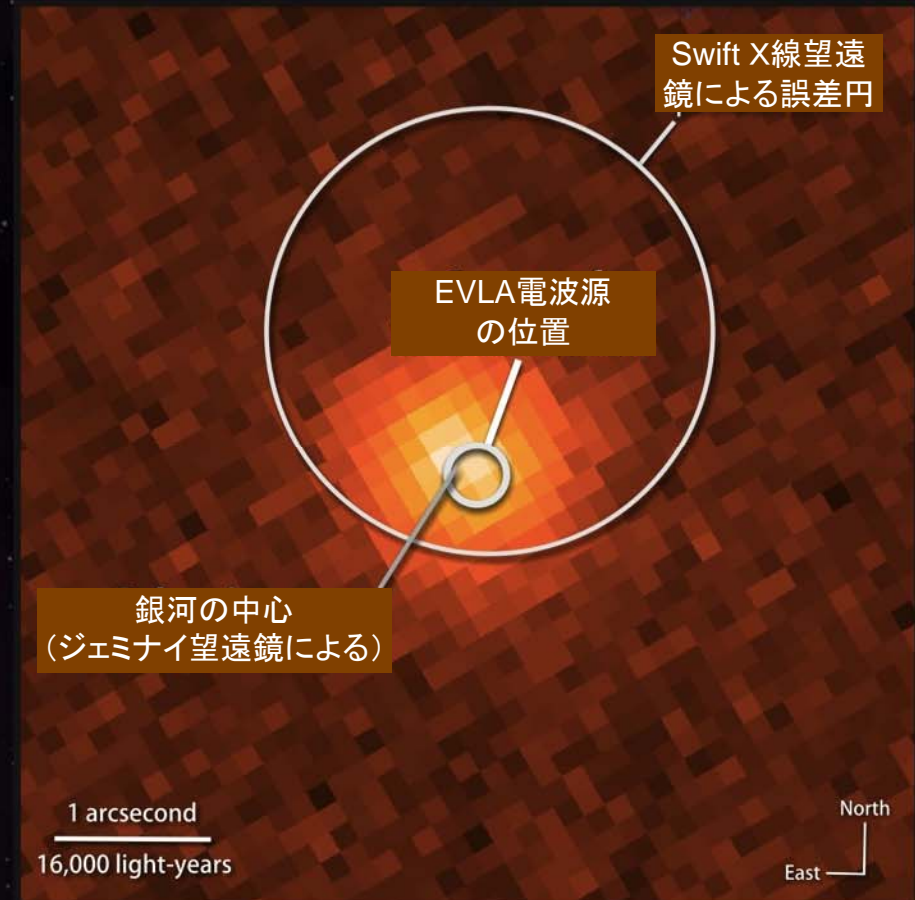


電波観測により 銀河の中心に位置決定

Expanded VLA, 22 gigahertz April 16, 2011



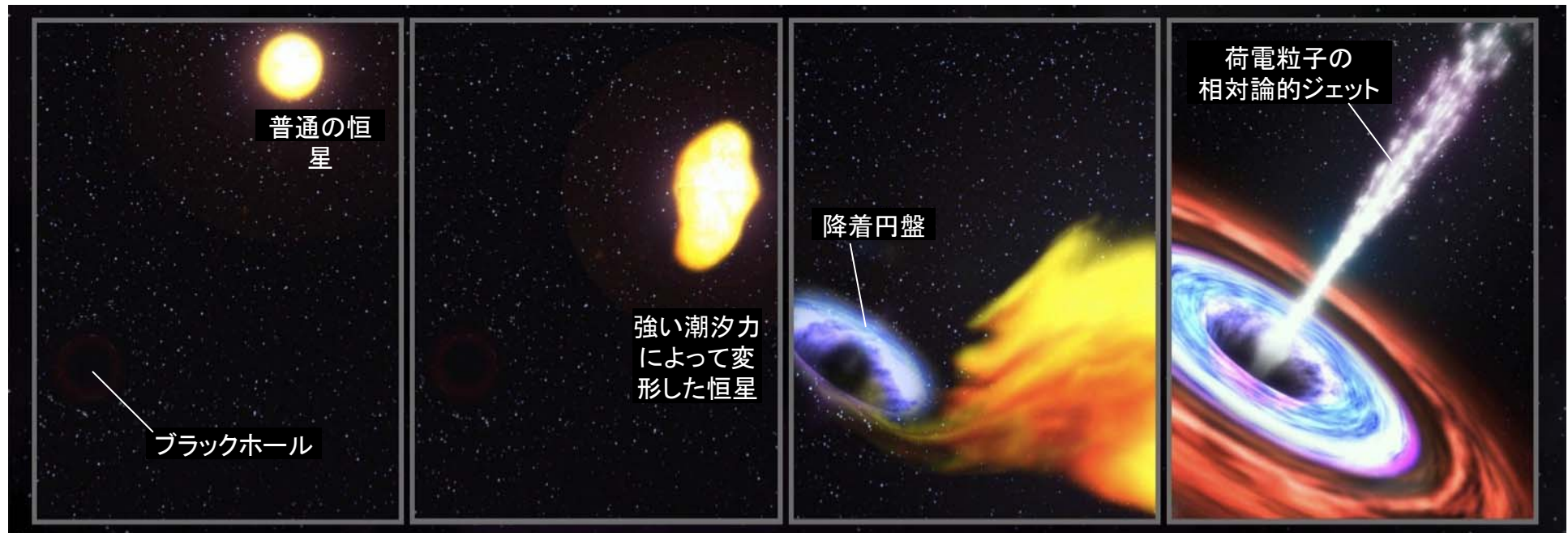
Gemini North, red filter April 4, 2011



提供: NRAO/CfA/Zauderer et al.



Swift J1644+57: 相対論的ジェットの誕生



提供: NASA/Goddard Space Flight Center/Swift

太陽のような普通の恒星が
遠方の銀河の中心にある
巨大ブラックホールに近づく

ブラックホールの近傍では
強い潮汐力が働いて星が
変形する。近づきすぎると
星はばらばらになる

星の一部はブラックホール
に向かって流れ込み、その
周りに円盤を形成する。星
の残りは宇宙空間に散ら
ばっていく

ブラックホールの近傍では
磁場によって光速に近い荷
電粒子の細いジェットが形
成される。ジェットの正面か
らは、強いX線源、電波源と
して見える。



MAXI運用後の ブラックホール天体の発見競争

発見日 (年/月/日)	Astronomer's Telegram		名前	コメント
	投稿番号	引用回数		
09/10/23	2258	16	XTE J1752-223	
09/11/13	2300	0	Swift J1713.4-4219	観測例が少なく確証小
10/09/25	2873	24	MAXI J1659-152	Swift とほぼ同時発見
11/01/28	3138	6	Swift J1357.2-0933	中性子星の可能性もあり
11/03/15	3223	6	IGR J17177-3656	ブラックホール以外の可能性もあり
11/03/28	3242	4	Swift J164449.3+573451	本論文 (別銀河の超巨大BH)
11/05/08	3330	10	MAXI J1543-564	

注1) 天体名は発見した衛星名+赤経赤緯となっており、衛星名と主な関係国は以下の通り。

XTE: RXTE (米), Swift: Swift (米, 伊, 英), IGR: INTEGRAL (ESA 欧州宇宙機関)

注2) Swift J1644 以外は、銀河系内のブラックホール(候補)天体のみ記す。



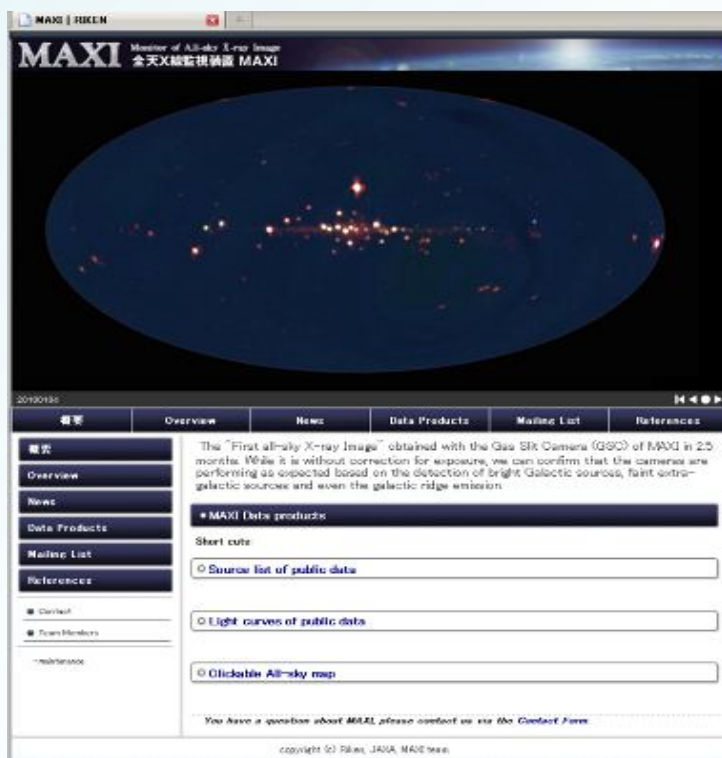
MAXIのデータ公開



MAXI科学データの利用と成果創出を促進するために、処理済みデータの公開を2009年12月15日より開始

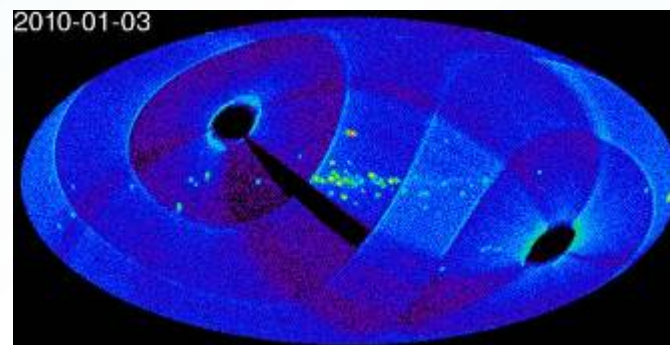
MAXIデータ公開サイト
<http://maxi.riken.jp>

MAXIデータ公開サイトのトップページ



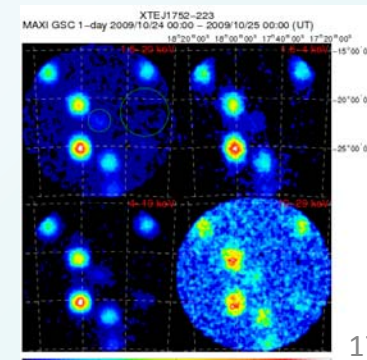
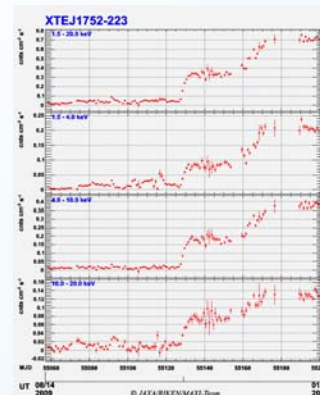
公開例その1：1日1枚の全天X線画像

全天画像を時間軸にそって比較することにより、新天体の出現や既存天体の突発増光や色の変化を、視覚的に捉えることができる。下の画像は、2010年1月3日にMAXIで得られた全天X線画像。



公開例その2：個々の天体のX線光度変化曲線と、その天体を含む周辺のクローズアップX線画像

約260個の天体の光度曲線と周辺画像を公開中
例として、ブラックホール候補天体 XTE J1752-223の光度曲線(左)と周辺画像(右)を示す。





補足資料

根來 均



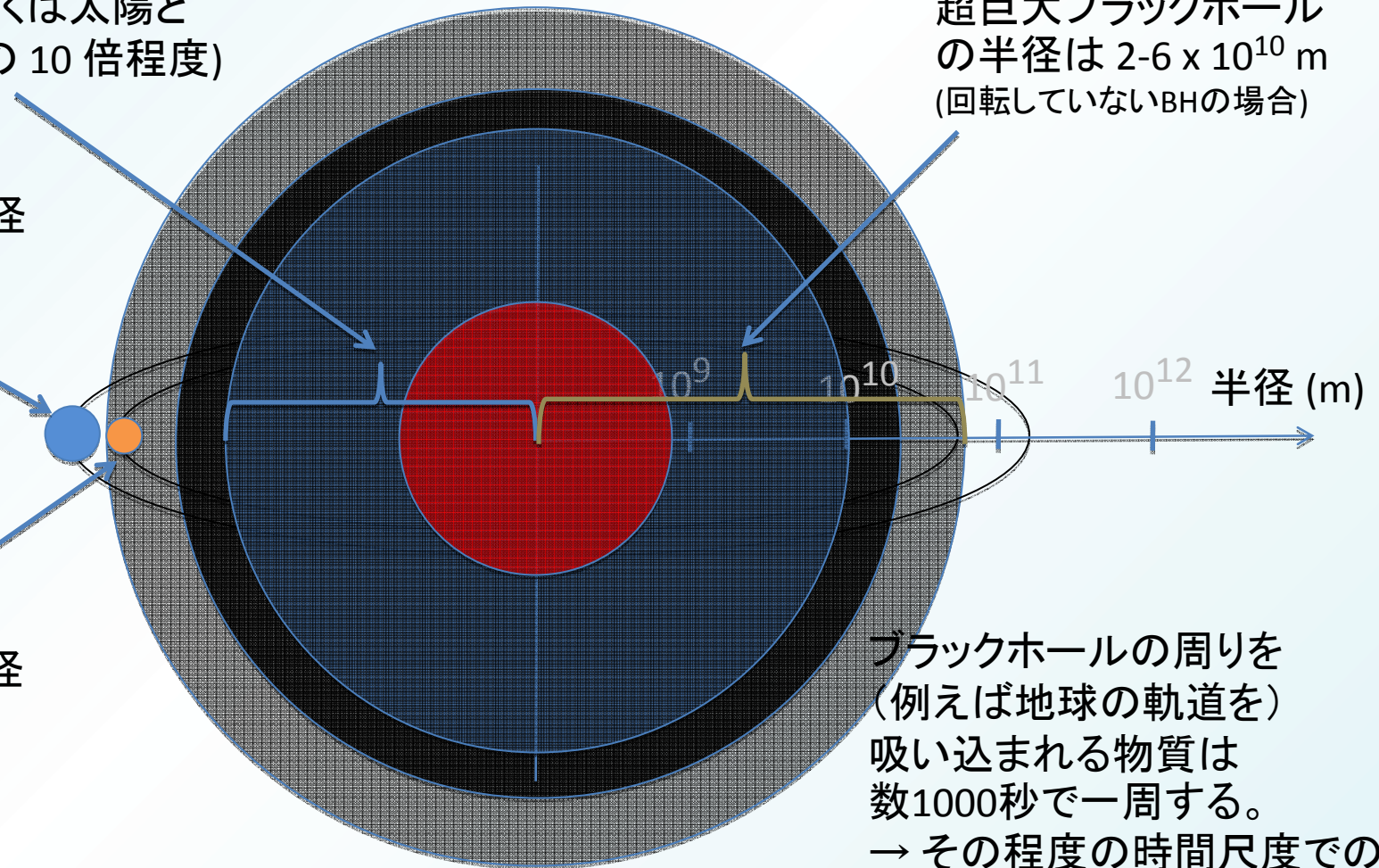
超巨大ブラックホールの大きさと 吸い込まれる星の大きさの比較

太陽半径 7×10^8 m
(主系列星の多くは太陽と
同程度からその 10 倍程度)

地球の軌道半径
 1.5×10^{11} m

水星の軌道半径
 5.8×10^{10} m

今回、星を吸い込んだ
超巨大ブラックホール
の半径は $2-6 \times 10^{10}$ m
(回転していないBHの場合)



ブラックホールの周りを
(例えば地球の軌道を)
吸い込まれる物質は
数1000秒で一周する。
→ その程度の時間尺度での
明るさの変動が期待される。¹⁹



Swift と MAXI の光度曲線比較

