

JEM搭載 全天X線監視装置 (MAXI)の観測

(独)理化学研究所

(独)宇宙航空研究開発機構

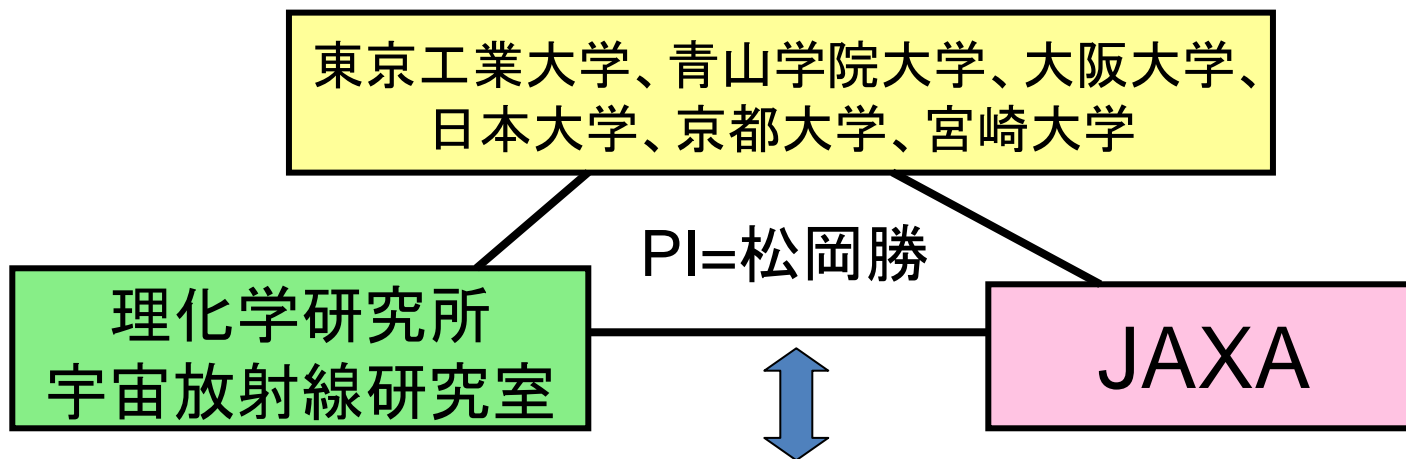
作成:理化学研究所 前任研究員 三原建弘

発表:理化学研究所 主任研究員 牧島一夫

2010年1月13日

MAXI (Monitor of All-sky X-ray Image)

1997年、理研より提案され、「きぼう」曝露部初期利用の課題の1つとして採択。

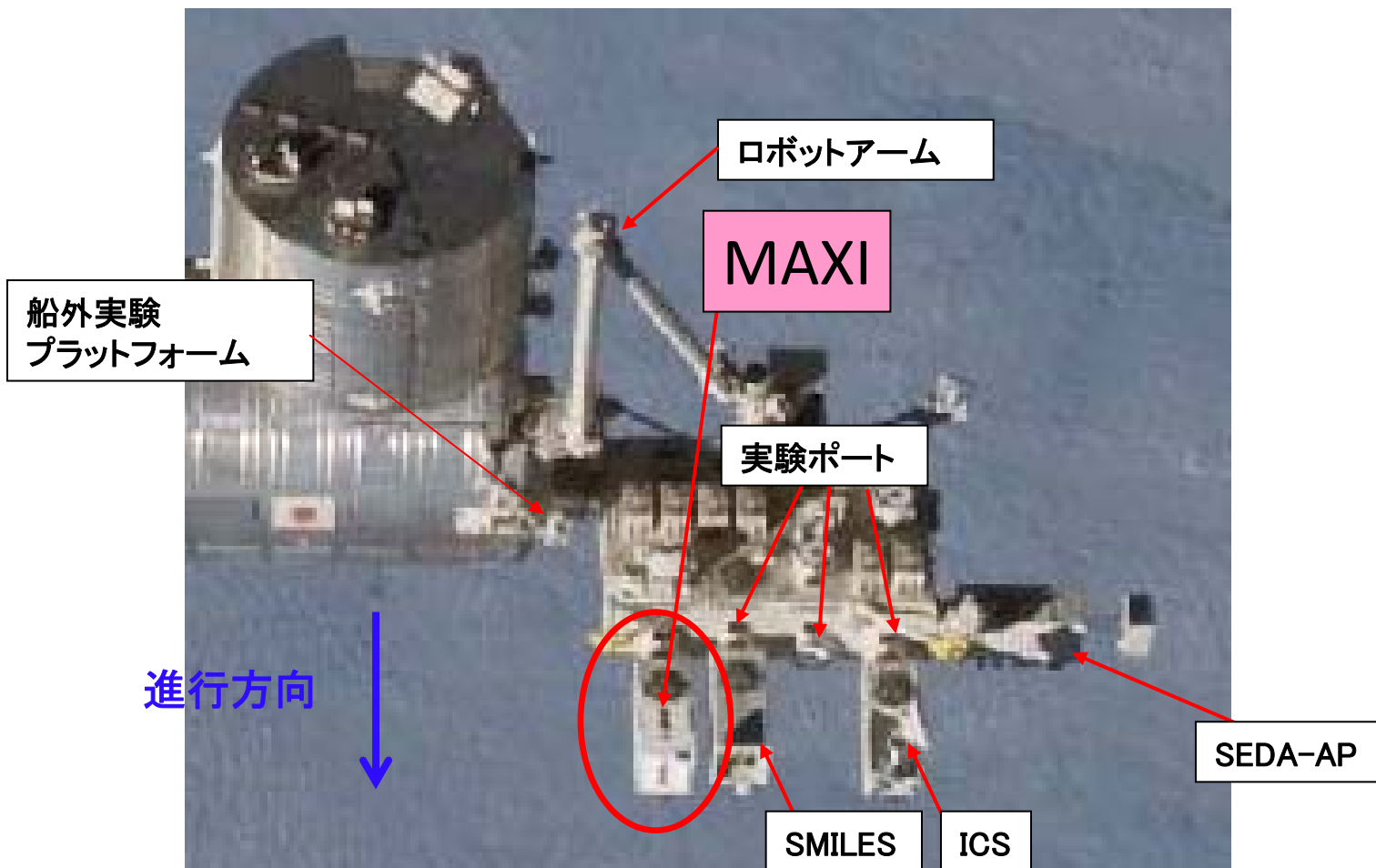


- ・1999年、NASDA(当時)と理研の間に「MAXIに関する覚書」を締結。
打ち上げ後の分担は

{ JAXA --- MAXIの運用、データの取得
理研 --- データの世界への公開、観測的な研究遂行

- ・理研に2009年度、「MAXI観測推進委員会」を設置。委員長=牧島。
2009/5/22、10/7、11/13 に開催。次回は 2010/3/11の予定。

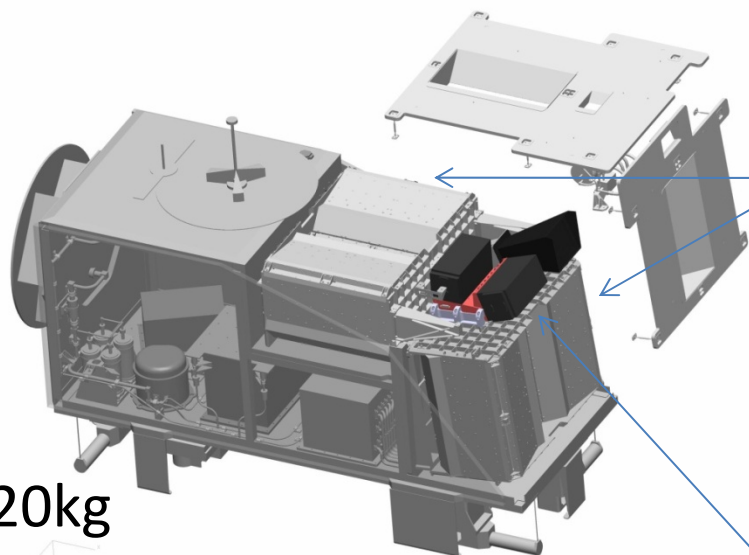
JEMにおけるMAXIの設置状況 (船外実験プラットフォームの環境)



見晴らしの一番よい#1ポートに設置。進行方向視野、天頂方向視野を確保。

MAXI ミッションの概要

(MAXI: Monitor of All-sky X-ray Image)

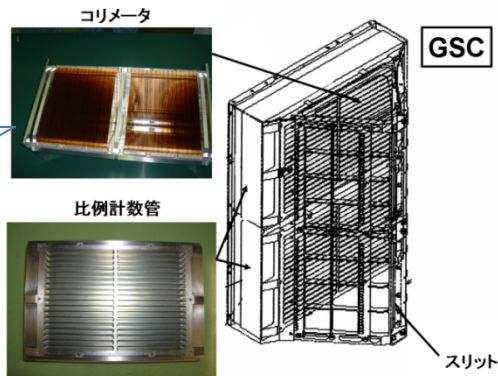


520kg

2年以上の運用を目標

1. **大面積比例計数管 (GSC) を搭載、駆動装置無く全天をスキャン**
従来の同様な装置にくらべ、数倍から10倍の感度。

2. **CCD (SSC) による初のX線背景放射観測 (全天観測)**
全天のX線輝線マッピング(ネオンなど)が初めて可能に。



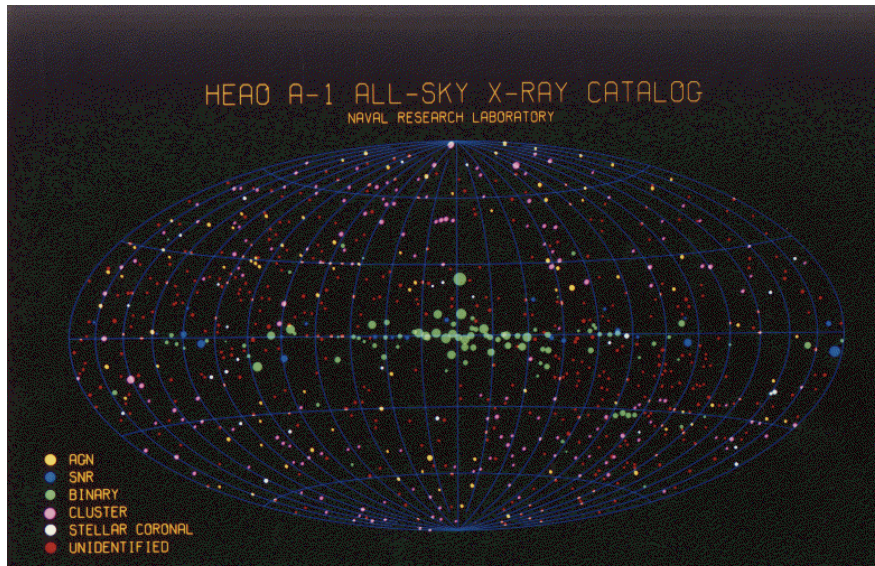
GSC (Gas Slit Camera)

- 12台の大型 Xe 比例計数管を搭載。
- 5350cm²、2–30keV。
- 理研で開発した直径 10 μm のカーボン芯線を使用。位置分解能が大きく向上。
- 反同時計数で低いバックグラウンドを実現。

SSC (Solid-state Slit Camera)

- 国産CCDを32枚使用。
- 200 cm²。0.5–12keV。
- -60°Cに冷却
- エネルギー分解能 150 eV_{FWHM} (@5.9keV) を実現。

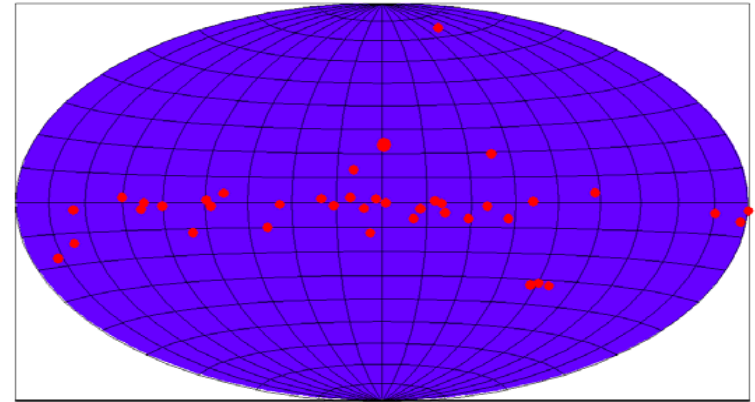
全天X線観測の歴史と現状



HEAO-I(米)による全天マップ(1978)

- 最初の全天走査: UHURU衛星(1970米) 339天体。
- 本格的な探査: HEAO-1衛星(1978米) 2年かけて行った約1000天体。
- それ以降、この感度での2-10 keV帯での探査は行われていない。
- X線天体は変動するものが多く、30年間にX線の空は様変わりしているはず。

RXTE/ASM X-Ray All Sky



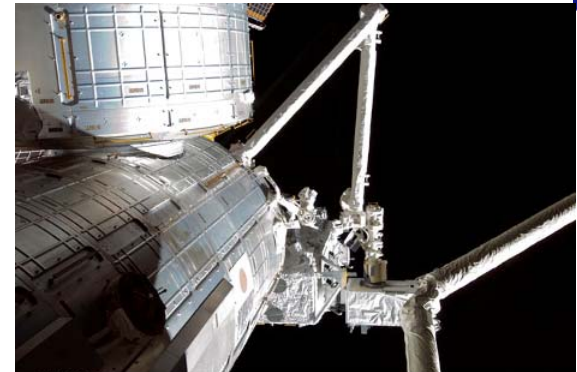
RXTE衛星(ASM)装置で強度モニタできる
明るいX線源の分布(現在)

- RXTE衛星の全天X線モニター(ASM)装置には300天体が登録されているが、有意に検出できるのは数十個。
- 大多数が銀河系内の天体。
- 打ち上げ14年、代替機が望まれる。
- 強度公開に5-7日を要しており、短時間の天体現象を逃すことがある。
- 高感度、迅速な発表が望まれる。

MAXIの目的と特徴

- 21世紀のX線の空を(広く浅く)探査し、ブラックホール、中性子星など、**X線天体の時間変動**を系統的に解明する。
 - X線新星、ガンマ線バーストなど**突発天体現象**をすばやく捉え、全世界に速やかに通報し、激動宇宙の解明に貢献する。
 - 軌道上や地上に多数建設されている可視光、電波、X線、ガンマ線の各天文台と協力し、**多波長同時観測**により高エネルギー天体現象の多波長での解明に貢献する。
 - 世界で初めて、CCDによる**高エネルギー分解能で全天探査**、銀河系内の高温ガスの分布を解明する。
-
- 「すざく」衛星(狭く深く)とすばらしい相補性。日本の誇る連携。
 - 現状装置より感度は**数～10倍に向上**。
 - コンピュータの進歩とインターネットを活かし**全世界にデータを公開し、また新星アラート発信(ガンマ線バースト, 新天体, 既知天体のフレアアップなど)**を行なう。

MAXI の打上げから設置・観測開始



(注) 日本時間

7月16日 ケネディ宇宙センターから打上げ

7月23日 JEM「きぼう」曝露部 ポート#1に設置

8月 3日 MAXIの電源ON

8月 8日 GSCの電源ON

8月13日 GSC12台電源投入完了、連続観測を開始

8月18日 ファーストライト画像を発表

9月23日 高緯度を避けた運用を開始

11月26日 2.5か月積分の全天画像を発表

12月15日 理研よりデータ公開を開始

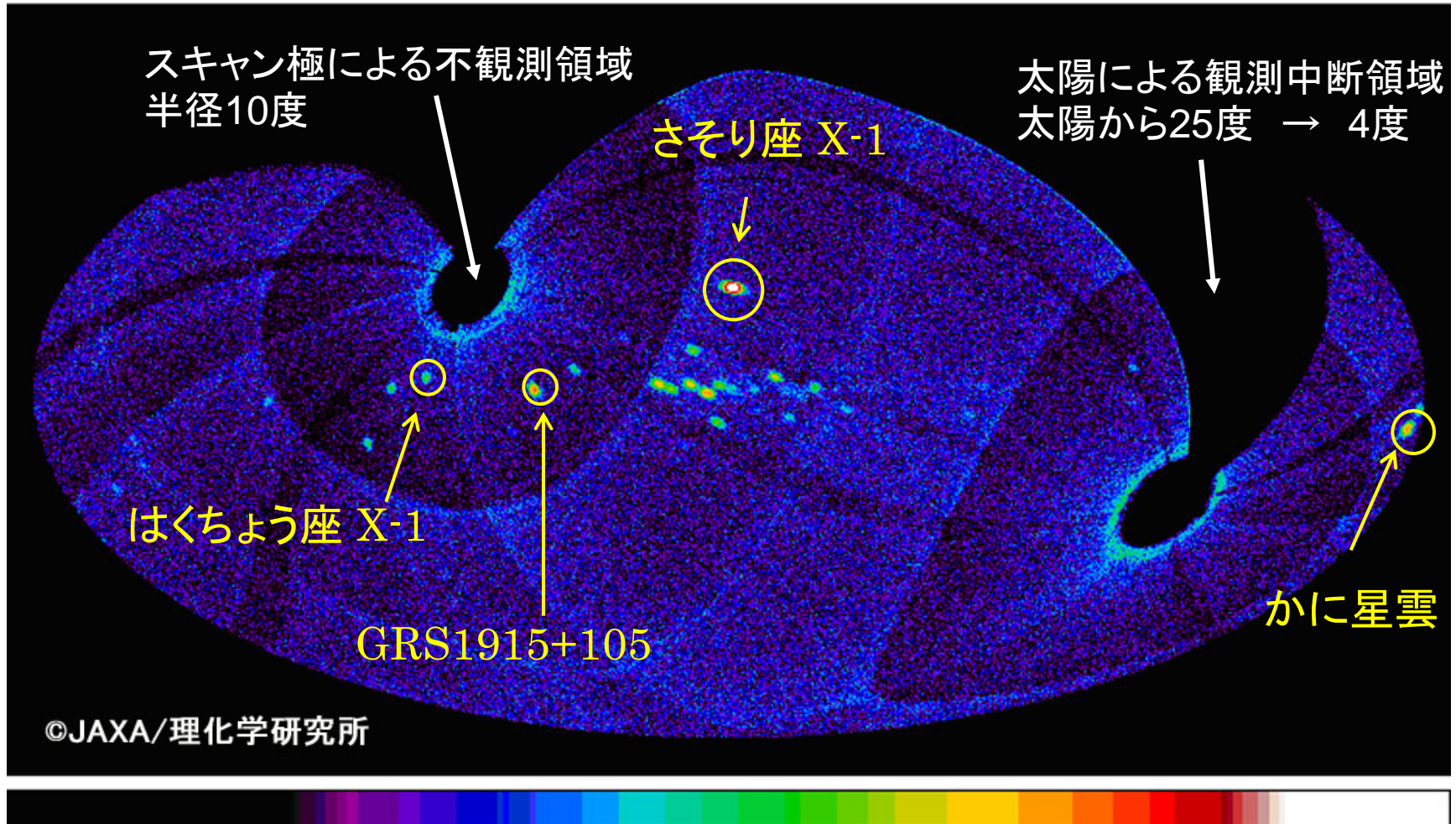


本報告の範囲

ファーストライト画像

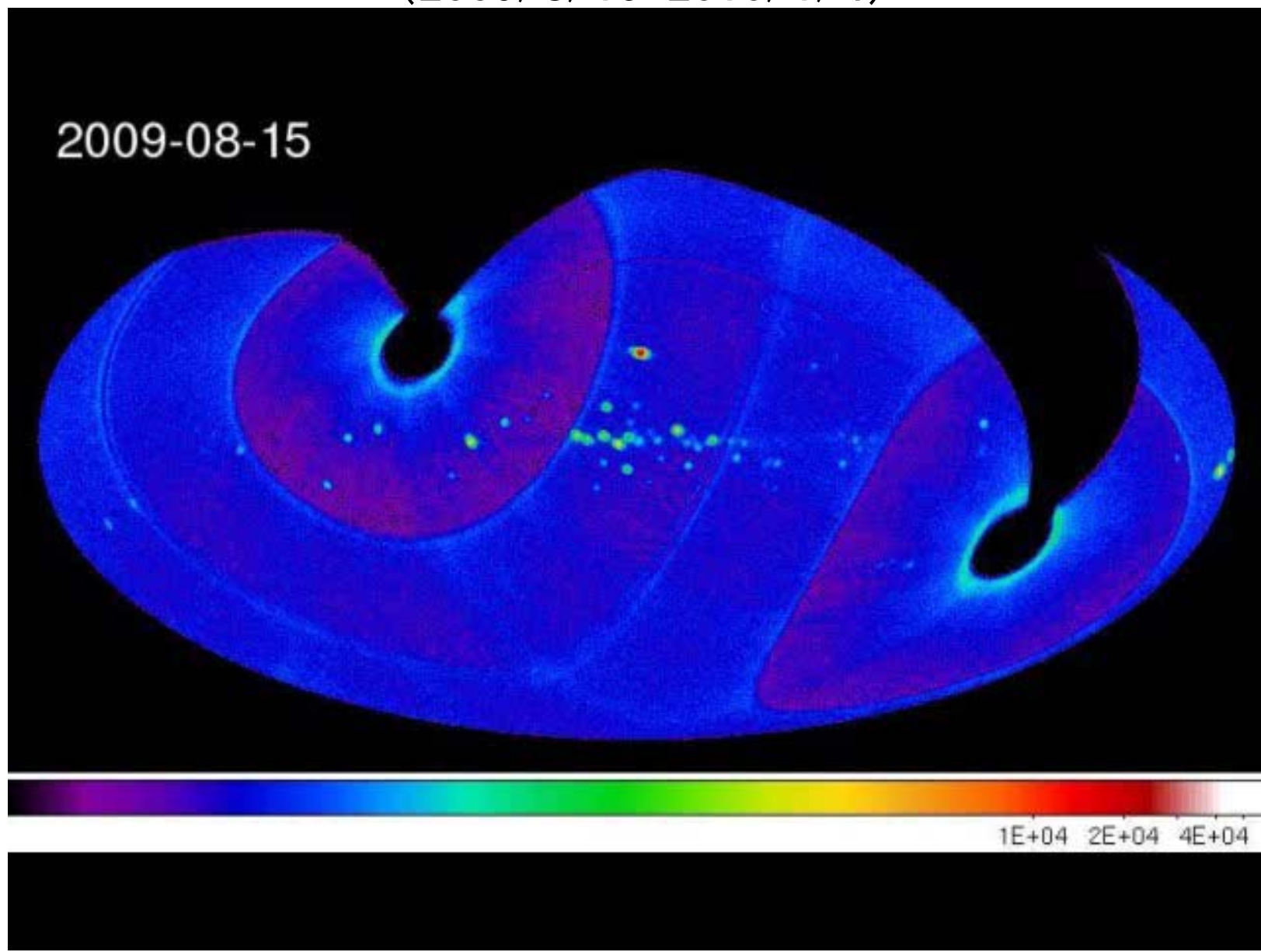
- 2009年8月18日、ファーストライト画像を記者発表。
- 設計通りの機能が正しく働いていることを確認。

GSC1周回(約90分)で得られた最初の全天画像



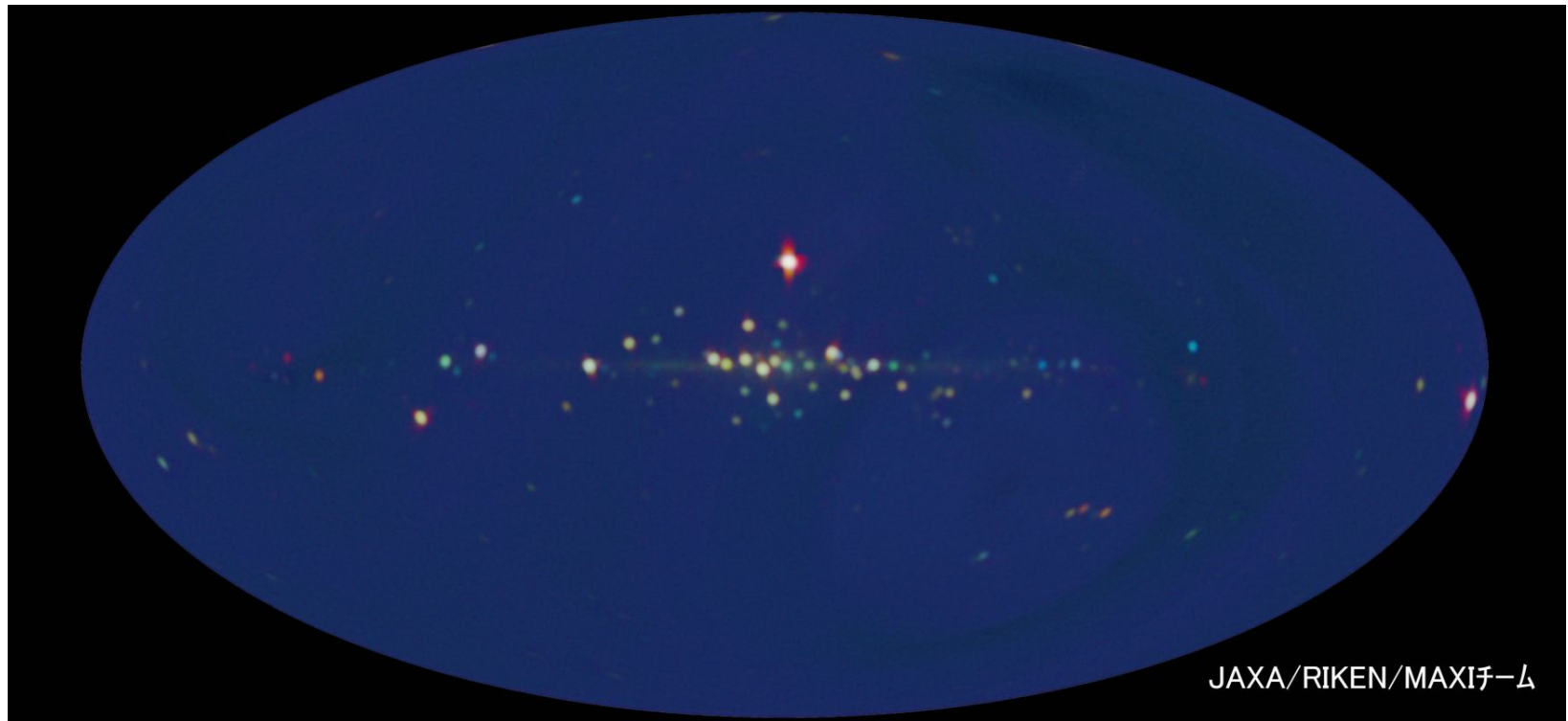
GSC全天画像のアニメーション

(2009/8/15-2010/1/4)



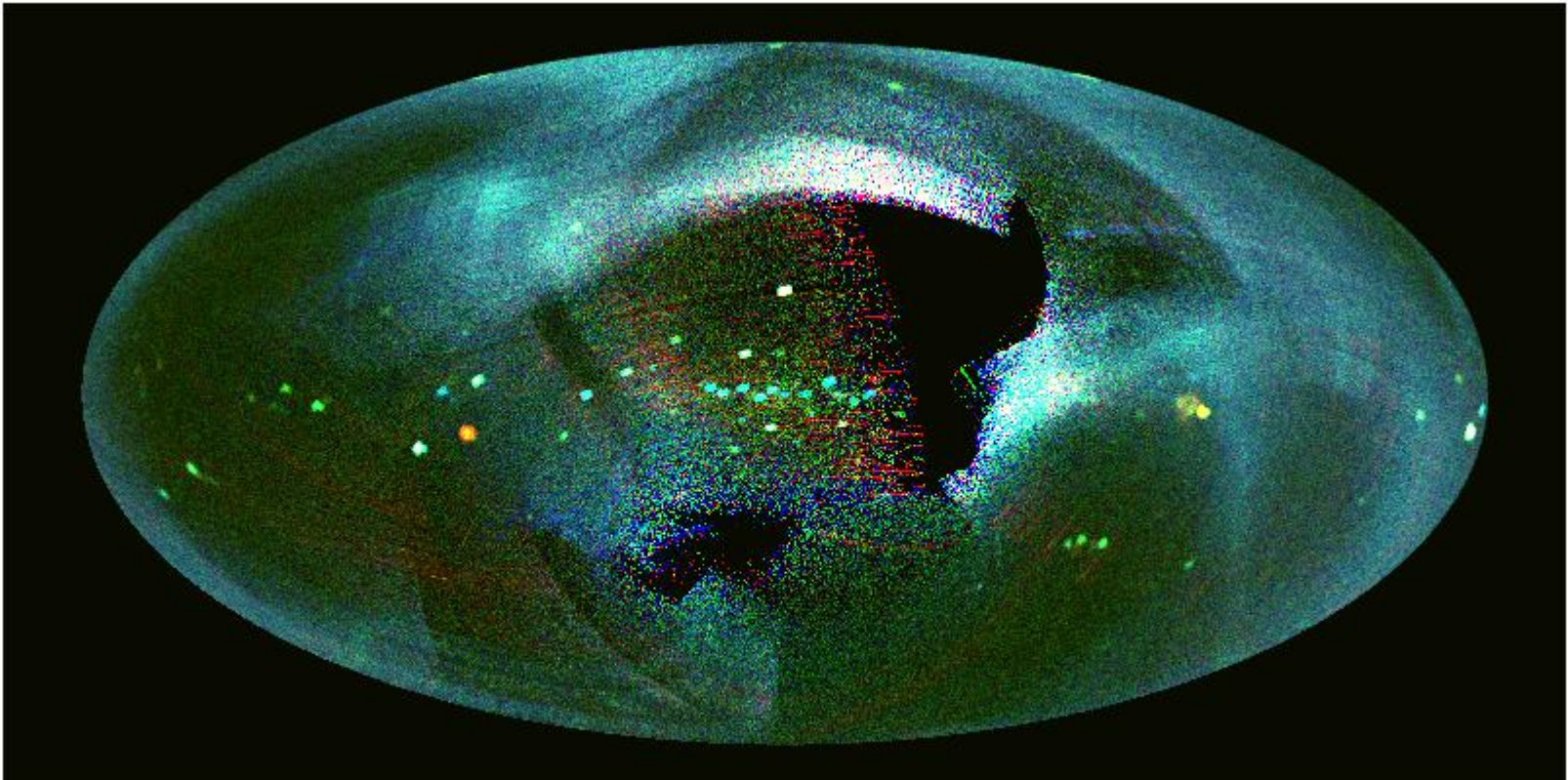
2.5か月積分の全天画像

- 2009年11月26日、8/15-10/29のデータをすべて積分した全天画像を記者発表。
- 所期の性能(感度など)が実現できていることを確認。
- 史上最速で、高感度を達成。約200天体。



MAXI GSC 赤 (2-4 keV), 緑 (4-8 keV), 青 (8-16 keV)
バックグラウンド引きなし、露出の補正なし

SSCによる全天マップ



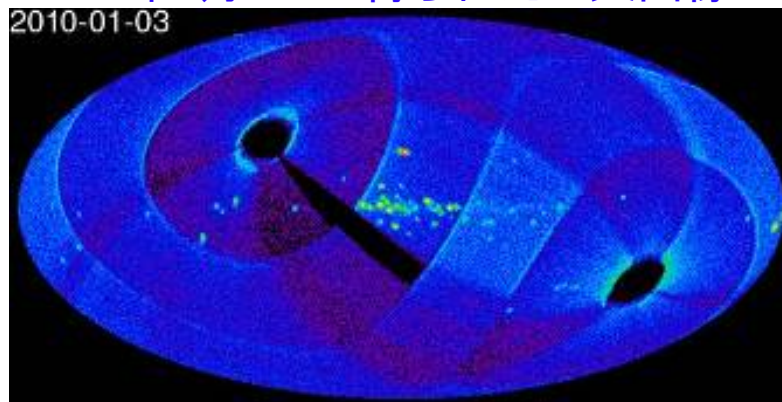
X線エネルギーを疑似カラーで表示。0.5-1.0keV、1.0-3.0keV、3.0-8.0keV

- GSCでは捉えられていない低温の超新星残骸 はくちょう座ループ、ほ座超新星残骸、とも座Aが、はっきり検出されている(赤～黄の広がった天体)。
- SSCは視野と昼夜の制限から、半年で全天を覆える見込み。

MAXI科学的利用の一環として2009
12/15より処理済みデータ提供開始。

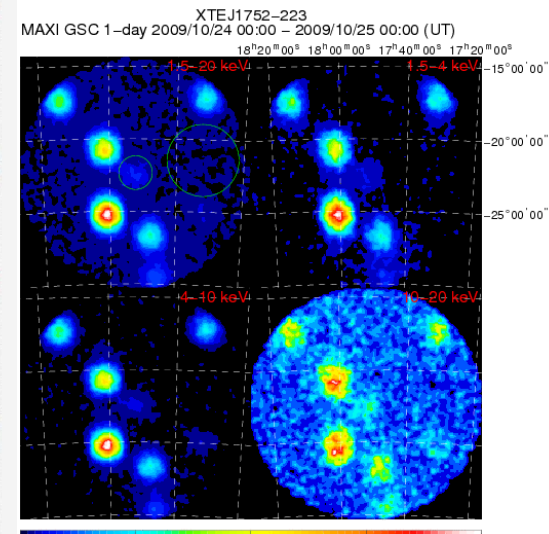
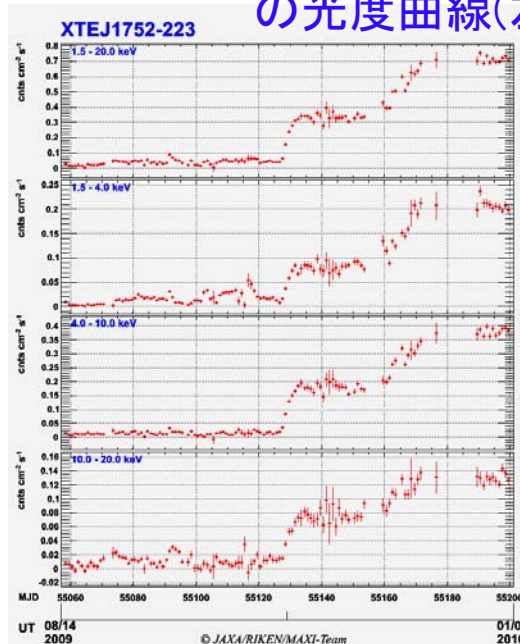
- 1日の全天画像
- 90分ごとの光度曲線(強度の履歴)
- X線源周辺の詳細画像を毎日更新

2010年1月3日に得られた全天画像



MAXIデータ公開サイト入り口

ブラックホール天体 XTE J1752-223
の光度曲線(左)と詳細画像(右)



これまでのMAXIの成果

1. 新しいブラックホール連星候補の検出/確認と追跡観測
 - XTE J1752-223, Swift J1753.5-0127
 - 2a. 既知の再帰型ランジェントX線源の増光検出
 - A0535+26, V0332+53, 4U2206+54, GX304-1, , 4U1630-47, H1743-322
 - 2b. ジェット天体の活動状態モニタ - GRS1915+105, Cyg X-3
 - 3a. ガンマ線バーストの発見と位置決め
 - GRB980831A, GRB090926B, GRB091120, MAXI J0754+166
 - 3b. 活動銀河核のフレア検出、短～長期変動の観測 - Mrk 421
 - 4a. 低質量X線連星のフレア検出、X線バースト検出 - NGC 6440
 - 4b. 活動的な星の大フレアの検出 - UX Ari
- Astronomer's Telegramに **13件報告**。
 - Gamma-ray burst Coordinate Networkに **4件報告**。

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1: 新しい研究対象の提供 | 2: 10日～数ヶ月での天体現象の通報 |
| 3: 数十分～数日の早い現象の通報 | 4: 比較的、稀な天体現象の記録 |

MAXIに対する世界の反響

- **X-Ray Astronomy 2009**会議(伊)にてMAXI運用開始を報告
 - Meg Urry (米Yale大学教授)と Andy Fabian (英Cambridge大学教授)が会議のまとめでMAXIの全天マップを紹介し、大きな期待を表明。
- **パルサーA0535+26の速報**
 - Andrea Santangelo(独Tuebingen大学教授)がMAXIの感度を賞賛。
1月後に明るくなることを予言し、実際、その通りになったことに対し。
- **Fermiガンマ線宇宙望遠鏡 国際会議(米)**
 - Peter Michelson(米Stanford大教授)が会議のまとめで、「MAXIの成功は、多波長追観測にとってencouragingである」と激励。
- **稼働中の天文衛星チームや天文台から共同観測の申し込み**
 - *Swift*衛星(米) Niel Gherels (NASA/GSFC高エネルギー天文学責任者)
 - *Fermi*衛星(米) David Thompson (NASA上級研究員、多波長観測責任者)
 - *INTEGRAL*衛星(欧) Petro Ubeltini (イタリア宇宙局)
 - *ATCA*電波アレイ(オーストラリア) Stephan Cornel(仏 Saclay研究所)
 - *LOFAR*電波アレイ(オランダ) Rob Fender (英Southampton大学教授)

今後の予定

	2009	2010
運用	<p>△ 打上げ(7月)</p> <p>↔</p> <p>初期運用 (1ヶ月)</p> <p>↔</p> <p>定常運用準備 (6ヶ月)</p>	<p>◆</p> <p>定常運用 (2年以上)</p>
データ取得・公開	<p>△ 観測開始(8月13日)</p>	<p>◆</p> <p>データ公開</p> <p>△ 処理済 データ提供開始 (12月～)</p> <p>△ オンデマンド データ提供開始 (12月～)</p>

まとめ

- 全天X線監視装置**MAXI** は ISSきぼう船外実験プラットフォームに取り付けられ、観測を開始。
- **ファーストライト画像**、**2.5カ月積分全天画像**をプレスリリース、設計どおりの機能と所期の性能を確認。
- 国際天文速報などに観測速報を送信。国際学会でも発表。世界的に期待や反響が寄せられている。
- 理研から**データ公開を開始**。
- 今後は、
 - 速報や公開データの質・量の向上を図る。
 - 1年積分データで「21世紀のX線星カタログ」を発表予定。
 - データを用い、チーム自ら**優れた研究成果**を導出する。
 - **できる限り長期間**にわたり全天のX線源をモニタし、国内外の宇宙科学研究の発展に寄与する。