

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 28 日現在

機関番号：82401
研究種目：基盤研究(A)
研究期間：2008～2011
課題番号：20244015
研究課題名(和文) 全天X線監視装置MAXIによる巨大ブラックホールのX線変動質量推定法の検証と応用
研究課題名(英文) Verification and application of the mass-estimation method using X-ray variability for the massive blackholes with MAXI
研究代表者
三原 建弘 (MIHARA TATEHIRO)
独立行政法人理化学研究所・MAXI チーム・前任研究員
研究者番号：20260200

研究分野：数物系天文学

科研費の分科・細目：天文学・天文学

キーワード：宇宙科学、宇宙物理、X線天文学、人工衛星

1. 研究計画の概要

本研究は、国際宇宙ステーションに搭載された全天X線監視装置MAXIを用いて、全天の活動銀河核(AGN)の無バイアス連続観測を行い、そのデータにX線変動質量推定法を適用することで、明るい約40個のAGNの中心巨大ブラックホールの質量を推定するものである。まずMAXI装置を適切な状態で運用し、それからMAXIの観測データを整約して、X線変動質量推定法と、他の質量推定方法(Magorrian関係など)との推定ブラックホール質量の比較を行う。求められたブラックホール質量の、QS0などの天体種類別の分布、X線のHigh/Lowスペクトル状態と光度の関係などについて議論を行う。

2. 研究の進捗状況

(1) 2008年度は「MAXIを無事に軌道上に打ち上げ、正常動作させること」と、「解析ソフトウェアの整備」を行った。「MAXIの環境試験の遂行」については、4月のEMC(電磁干渉)試験から最終電気試験、輸送前試験、11月のアメリカKennedy宇宙センターにおける搭載前試験まで、一連のMAXIフライトモデルの試験を行い、打ち上げ準備を整えた。

「解析ソフトウェアの整備」では、検索の速い「光子データベース」を利用したデータ蓄積システムを構築し、理研に計算機クラスタを構築してソフトウェアを実装した。MAXIの検出器の応答関数を、理研での較正実験やKEKでの実験データに基づいて作成した。データ解析においては、擬似データを発生させる観測シミュレーターを開発し、そ

れを用いて、MAXIの感度を評価し、目標が達成できることを確認した。

(2) 2009年7月、MAXIは予定より4ヶ月遅れで打上げられ、8月15日から観測開始した。

① 最適な観測条件の決定

まずMAXIを使える状態にまで立ち上げた。RBM(Radiation Belt Monitor)による上空バックグラウンドの把握、アンチコインシデンスのレベルと太陽回避角などの最適化を行った。観測開始1ヶ月後にカメラ2台の芯線が破断するという問題が起こった。原因は高緯度での高バックグラウンドによって誘起された放電であった。ゆえに2009年9月23日以降は低緯度のみで運用し、さらに2010年4月以降は一部のカメラの高圧を1650Vから1550Vに下げることで「放電無し」運用を行っている。

② 応答関数の構築

実際の天体のデータを元に応答関数を構築した。完成した応答関数を論文にまとめた。

③ データ転送と解析ソフトウェアの開発

JAXAからのデータ転送は自動運転され、日々の運用に供されている。解析ソフトは、X線天体ごとのライトカーブ・イメージ・スペクトルを毎日、自動生成し、MAXIホームページでそれらを公開している。

(3) MAXIは高緯度帯では観測を控え(稼働時間50%)、3台のカメラで芯線が切れて別の2台も観測中断(有効面積7/12)のトラブルのため、時間当たりの観測能率は予定の30%になっている。しかしながら3倍の時間をかければ所

定の感度レベルに達する。2010年1月の6ヶ月積分マップでは約1mCrabまで、全天で約300個の天体が検出された。そのうち30%にあたる約90個がAGNであった。AGNの継続観測を行い、光度曲線を作成している。

3. 現在までの達成度

③やや遅れている。
(理由)

MAXI の打ち上げが4か月遅延した。また、MAXI の観測能率が予定の30%となったため、微弱なX線源の検出などの露出時間を必要とする研究は当初予定の3倍の時間を要している。

4. 今後の研究の推進方策

前項の通り単位時間当たりの検出感度が当初見込みより落ちているため、検出できるAGNの数が減っている。MAXI GSC装置の現在の運用状態では、3週間の観測でAGNは十数個検出できている。これら明るいAGNについては、目的の解析が可能であるため、それを行う。

ブラックホール(BH)からのX線はランダムに変動するが、フーリエスペクトル上では冪関数が折れ曲がる「特徴的な」周波数がある。この折れ曲がり周波数は、円盤の粘性時間スケールすなわちBH質量を表していると考えられる。MAXI GSC装置で検出できている十数個のAGNについてPSDを計算しBH質量を求める。また1ヶ月から1年程度の周期性が発見されれば連星巨大BHの証拠となるので、その周期探索も行う。

5. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計9件)

①Isobe, N., Kawai, N., Mihara, T. et al., Bright X-ray flares from the BL Lac object Mrk 421, detected with MAXI in 2010 January and February, PASJ, 62, L55. (2010)、査読あり

②Nakahira, S., Yamaoka, K., Mihara, T. et al., MAXI GSC observations of a spectral state transition in the black hole candidate XTE J1752-223, PASJ, 62, L27. (2010)、査読あり

③Matsuoka M., Mihara T., Sugizaki M. et al, The MAXI mission on the ISS: Sciences and Instruments for Monitoring All Sky X-ray Images, PASJ, 61, 999-1010 (2009)、査読あり

④Mihara, T., The Gas slit camera, GSC,

onboard MAXI, Proc. Astroph. All-sky X-ray Obs. 24-29 (2009)、査読無

⑤Tomida, H., Matsuoka, M., Mihara, T. et al., Development status and simulation study of monitor of all-sky x-ray image (MAXI) mission, SPIE. 7011. 79 (2008)、査読無

[学会発表] (計21件)

①三原建弘, 全天X線監視装置MAXI/GSCの1年間の観測、日本天文学会秋季年会、2010.9.23. 金沢大学

②杉崎睦, 国際宇宙ステーション搭載MAXI/GSCの軌道上バックグラウンド、日本物理学会秋季年会、2010.9.11. 九州工業大学

③Mihara T., MAXI/GSC (Gas Slit Camera) : Instrument and Early results, HEAD2010, 2010.3.2., Hawaii (USA)

④Mihara T., Monitor of All-sky X-ray Image (MAXI) on the International Space Station, IACHEC, 2009.4.27., Shonan-Int-Vil. (Jpn)

⑤Sugizaki, M., Monitor of All-sky X-ray Image (MAXI) Mission on International Space Station, IEEE 2008 Nuclear Science symposium, 2008.10.21., Dresden, (Germany)

[図書] (計1件)

①Kawai, Mihara, Kohama, Suzuki, JAXA and RIKEN, Astrophysics with All-sky X-ray Observations, 404 ページ

[その他]

ホームページ

<http://maxi.riken.jp>

MAXI 国際会議「Astrophysics with All-sky X-ray Observations」開催 (2008.6.10-12)

MAXI 国際会議「First Year of MAXI」開催 (2010.11.30-12.2)