

概要

XRISM (X-Ray Imaging and Spectroscopy Mission) 衛星は、2023年9月6日に種子島宇宙センターから打ち上げられ、地球低軌道周回に投入された。XRISM に搭載される *Resolve* 装置は、X線マイクロカロリメーター検出器を搭載し、幅広いエネルギー範囲 (0.3–12 keV)、高エネルギー分解能 (≤ 7 eV; 6 keV での FWHM)、高検出効率での非分散 X 線分光を達成して、画期的な観測成果を多数上げることが期待されている。10月9日より観測を開始し、立ち上げ運用及び科学観測を実施中である。多くの検証項目で期待通りの性能を確認できている。

この良質かつ未開拓の観測データを活かすため、X線イベントをノイズから識別するイベントスクリーニングが極めて重要である。*Resolve* 装置のように、エネルギー帯域及び X 線フラックスのダイナミックレンジが広い装置ではなおさらである。先行する X 線マイクロカロリメーターミッションである ASTRO-H 衛星 SXS 装置では、イベントスクリーニングのためのいくつかの手法が開発された。これを駆使して低バックグラウンドを達成し、十数個のシグナルイベントからさえも新しい科学成果を得ることに成功した。しかし、SXS 装置は、衛星姿勢制御の不具合で短命に終わり、軌道上データの積分時間は 366 ks にとどまっている。

本論文は、*Resolve* 装置に対して、イベントスクリーニングの検証と最適スクリーニング条件を提案することを目的とする。前代ミッションの SXS 装置に比べ、以下の諸点で質・量ともに凌駕するデータが得られている。

- 地上試験で、較正用地上支援装置を用いた X 線データが豊富に取得された。要求エネルギー帯域 0.3–12 keV を超えて、0.1–25 keV の帯域での X 線データが得られている。
- 地上試験で、冷媒に超流動ヘリウムを用いない無冷媒 (cryogen-free) モードでの X 線データが取得された。
- 地上試験で、クライオスタットの真空蓋 (ゲートバルブ) を開けて全エネルギー帯域をカバーしたデータが取得された。
- 軌道上運用実績は既に3ヶ月を超え、バックグラウンドデータの積分時間は 655 ks 得られており、今後も順調に増える見込みである。

これら、地上、及び、軌道上の豊富だが不均質なデータを処理してできるだけ均質なデータとし、その膨大なデータベースを見渡して最適なデータセットを揃え、イベントスクリーニングの最適化を行った。

イベントスクリーニングには大別して3種類18項目ある。(1) マイクロカロリメーターのパルス波形に基づくもの (全7項目)、(2) 複数イベントの相対時刻差に基づくもの (全5項目)、(3) データ取得時間帯に基づくもの (全6項目)。全18項目のうち本論文では15項目を扱う。各項目に対し、最適なデータセットから条件だしを行った。いくつかのスクリーニングは SXS 装置からの新設であり、本論文で検証を行った。また、いくつかについては、SXS 装置で設定されたものより適切な条件を提案した。

更に、各項目の最適スクリーニング条件を実観測データに対して適用し、S/N 改善効果を定量評価した。地上での全帯域 (0.3–12 keV) X 線データ、軌道上の地没中ノイズデータ、軌道上の天体観測データに対する効果を比較することで、(i) シグナルイベントの損失を約 5% 未満に抑えながら、(ii) ノイズイベントを約 93% 削減できるスクリーニングの組み合わせを見いだした。これにより、要求観測帯域でのバックグラウンド要求 $< 2 \times 10^{-3}$ counts/s/keV を満たすとともに、ノイズスクリーニングが 0.1–20 keV まで有効に作用して、実質的な観測エネルギー帯域の拡張にもなっていることを確認した。