

X線分光撮像衛星 (XRISM) の運用状況について

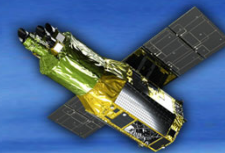
2026年8月26日

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

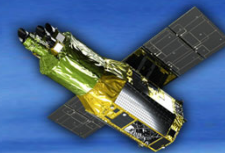
宇宙科学研究所

理事 藤本正樹

XRISMプロジェクトマネージャ 渡辺伸



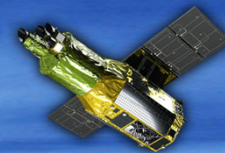
- 2023年9月7日にSLIM（小型月着陸実証機）と同時打上げ後、初期運用を経て2024年2月8日より定常運用段階に移行し、観測運用を実施している
- X線マイクロカロリメータのこれまでにない優れたX線分光性能により、Nature5本をはじめ世界が驚愕する画期的な観測成果を出し続けている
- 一方、初期運用において観測装置のResolveの保護膜（Gate Valve : GV）が開放できておらず、2025年9月にその復旧運用を試みたものの、依然非開放のままであり、計画されていた定常運用の打上後3年となる2026年9月時点では成功基準の一部が未達成とならざるを得ない
- 定常運用期間を延長することにより成功基準を達成する見込みを得たため、定常運用を3.5年延長することとし、ゲートバルブ開放に向けた検討も継続実施することとした。定常運用を打上後6.5年(2030年3月まで)とするプロジェクト計画変更をJAXAとして決定
- 本日は、XRISMのこれまでの運用状況・科学成果、GV不具合の原因究明結果及び今後の計画について以下の通り報告する
 - ✓ XRISMの概要
 - ✓ これまでの運用状況・科学成果
 - ✓ GV不具合への対応状況（原因究明結果・開放運用への対応）
 - ✓ 今後の計画について



- 「超高分解能X線分光で拓く宇宙の新たな地平」を目指し、4つの大きな目的を達成することを目的とする
- XRISMが搭載したX線マイクロカロリメータ分光撮像器は、これまでの30倍を超える分光性能で、高温プラズマの「元素組成」と「速度」の測定において時代を画する性能を有するなどこれまでにない特長と性能で「宇宙の高温プラズマにおける物質循環・エネルギー輸送過程と天体の進化の解明」を進める

【XRISMが取り組む4つの科学目標】

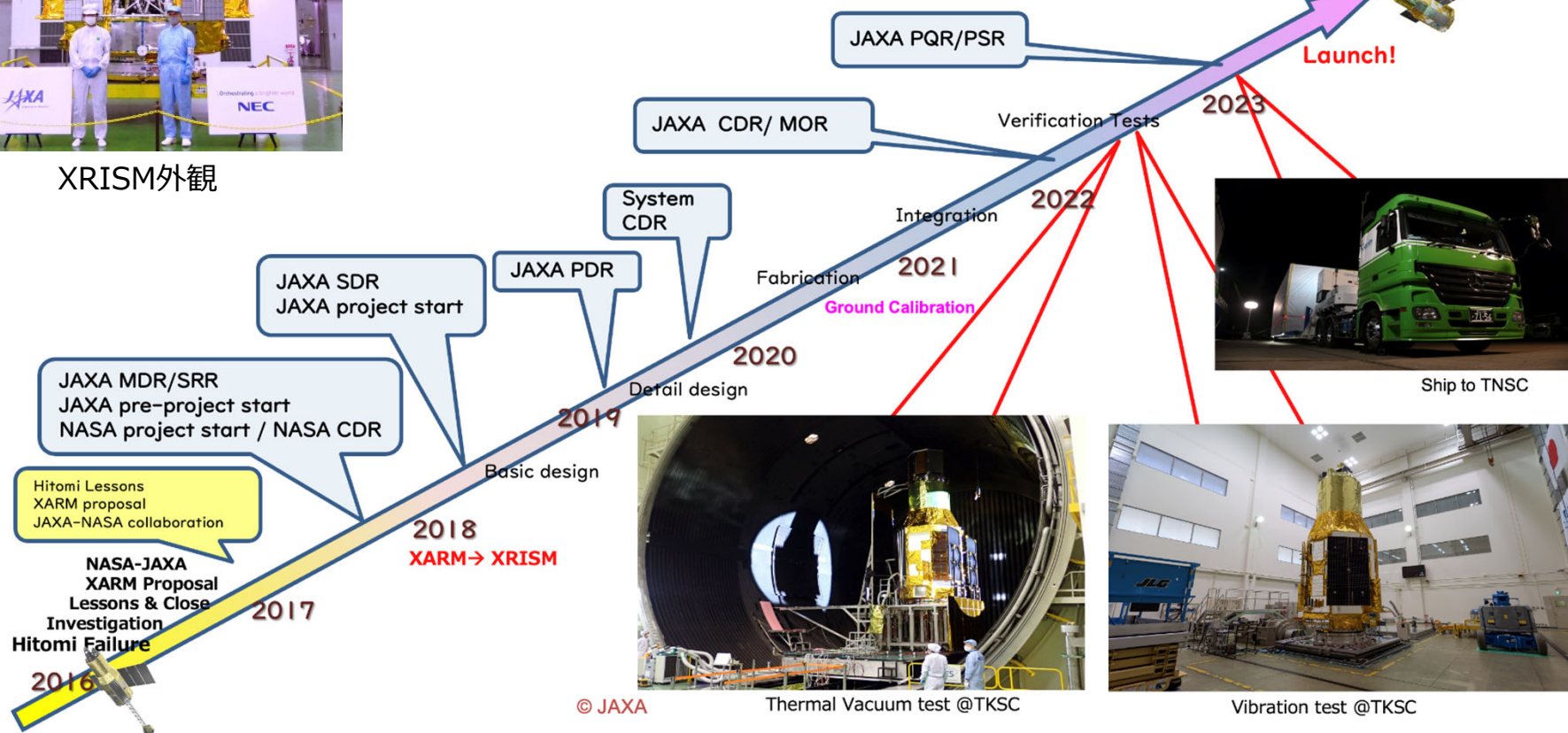
1. 宇宙の構造形成と銀河団の進化の研究：銀河団プラズマの乱流速度(動圧)を特定し、銀河団の成長のようすを熱力学と動力学的の両面から直接観測する
2. 宇宙の物質循環の歴史の探究：超新星残骸(プラズマ)や銀河のアウトフロープラズマの組成と拡散速度を測定し、星間・銀河間規模の物質循環を明らかにする
3. 宇宙のエネルギー輸送と循環の解明：銀河風や活動銀河核アウトフローの組成・速度を観測し、銀河規模のエネルギー輸送とフィードバック機構を解明する
4. 超高分解能X線分光による新しいサイエンスの開拓：画期的な分光性能による宇宙プラズマ診断方法の開拓、鉄輝線・吸収線の重力赤方偏移の探査など、新時代の礎となる観測に取り組む



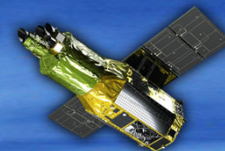
XRISM外観



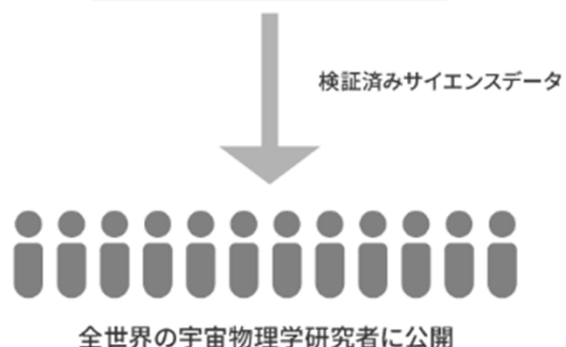
H-II A47号機打上げの様子



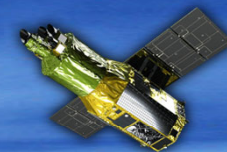
- ・ 2018年8月2日 宇宙開発利用部会 (第43回) 「X線分光撮像衛星 (XRISM) プロジェクト移行審査の結果について」 (実施フェーズ移行に際して実施する「事前評価」)
- ・ 2024年4月9日 宇宙開発利用部会 (第85回) 「X線分光撮像衛星(XRISM)の定常運用移行について」 (定常運用移行の報告)



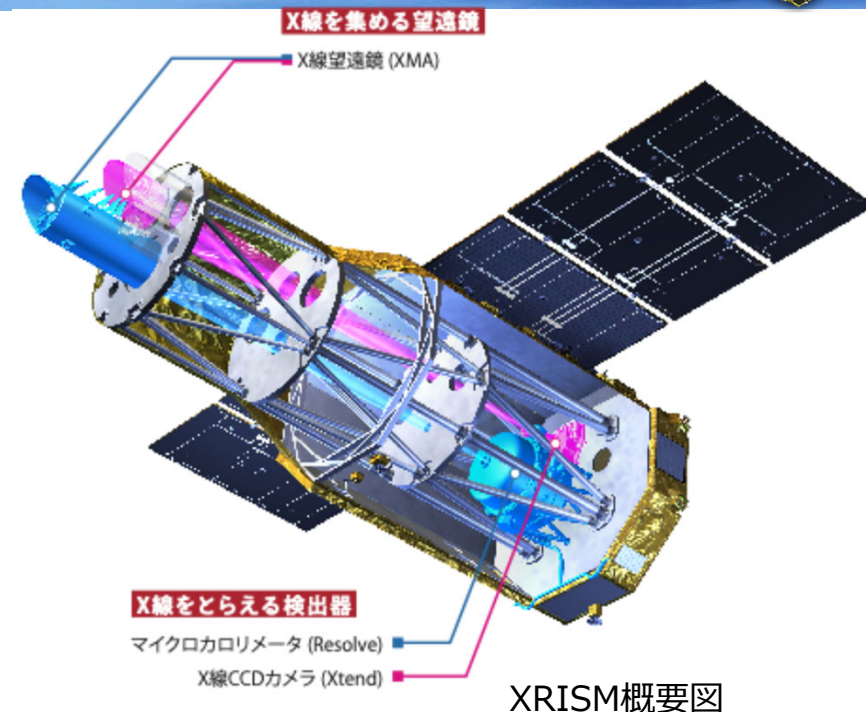
JAXAがNASA、ESAとそれぞれ基本合意書（MoU）を結んで進めている国際共同プロジェクト
特にNASAとは、ジョイントプロジェクトとして、プロジェクト全般にわたって、密接に協力



XRISM International Conference 2025（第1回XRISM国際会議）の記念写真
世界18カ国から約330名の参加登録をいただき、うち約300名の方に現地参加



名称	XRISM(くりずむ: X-Ray Imaging and Spectroscopy Mission)	
打ち上げ	日時	2023年9月7日(日本標準時)※SLIMと同時打上げ
	場所	種子島宇宙センター
	ロケット	H-IIAロケット 47号機
構造	寸法	全長: 約 8 m 幅(太陽電池パドル展開後): 約 9 m 奥行き: 約 3 m
	質量	約 2.3 t
	高度	550 +/- 50 km
軌道	傾斜角	31 度
	種類	円軌道
	周期	約 96 分
ミッション機器	軟X線撮像装置 Xtend (X線CCD)、軟X線分光装置 Resolve(X線マイクロカロリメータ)+ X線望遠鏡 (XMA)	



プロジェクト総開発費 277億円

Instrument	観測視野(FOV/pix)	光子エネルギー 決定精度(FWHM @6 keV)
Xtend (XMA + X線CCD)	38.5 分角四方 1280 x 1280 ピクセル / 4 素子	< 250 eV at EOL (< 200 eV at BOL)
Resolve (XMA + X線マイクロカロリメータ)	2.9分角四方 6 x 6 ピクセル	7 eV (goal 5 eV)

満月を収める視野の広い画像
「すざく」やChandraの4倍

鉄輝線帯域で1/1000の精度
CCDにくらべて30倍の分解能
(60色→1800色でX線の世界を描く)

2023/09/11
初期機能確認運用移行

2024/02/08
定常運用移行

2026/09/06

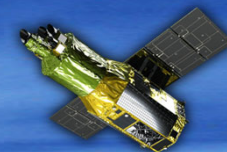
打ち上げ後3年(当初定義の定常運用終了)

2023/09-2024/02 初期運用
2024/02-2024/08 PV 観測

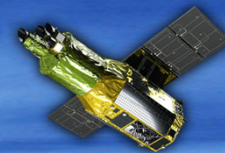
2024/09-2025/08
AO1 観測

2025/10-2026/05
AO2 観測

2026/06-2027/05
AO3 観測



2023年9月7日	H-IIAロケット47号機で打上げ その後、初期運用を開始(初期クリティカル運用、初期機能確認運用)
2023年11月5日	Resolve GV開放運用 1回目：開放を確認できず
2023年11月19日	Resolve GV開放運用 2回目：開放を確認できず
2023年12月19-24日	Resolve GV開放運用 3回目：開放を確認できず
2024年2月8日	定常運用移行審査 初期機能確認運用を完了。定常運用段階に移行。 Resolve GVは非開放のまま、初期性能検証観測(PV観測)を実施。
2024年8月5日	公募観測前確認会(GV開放運用確認会)を実施 第一期公募科学観測が完了する2025年9月期にResolve GV開放運用4回目を実施することを提案(実施直前の2025年8月に最終確認)
2024年9月4日	初期性能検証観測(PV観測)を完了。第一期公募科学観測を実施。
2025年7月-8月	9月のResolve GV開放運用実施の最終確認。NASAとも実施の方針合意。
2025年9月1日-23日	Resolve GV開放運用 4回目：開放には至らず
2025年10月	観測運用を再開。第二期公募科学観測を実施。
2026年7月21日	計画変更審査 <u>定常運用期間を延長することにより成功基準を達成する見込みを得たため、定常運用期間3.5年間延長することとした</u>

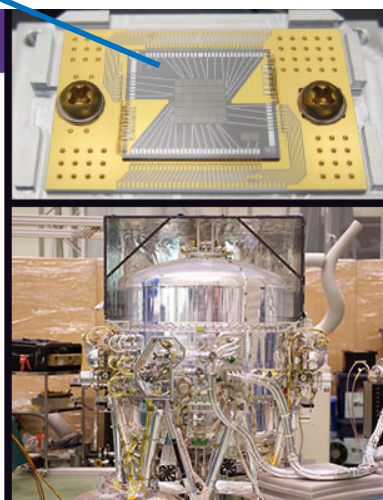
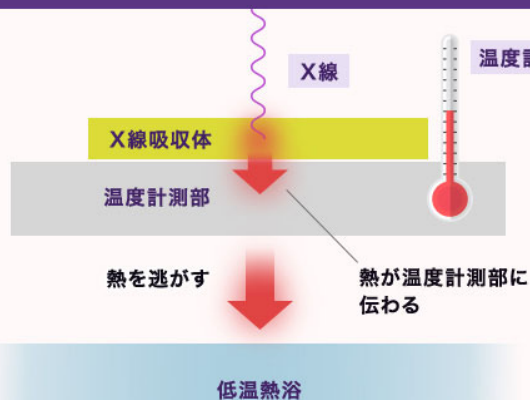


軟 X 線分光装置 Resolve (日米欧の共同開発)

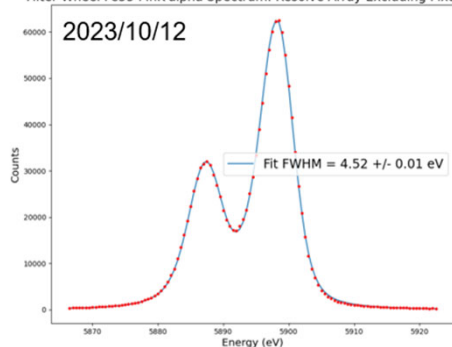
- **Resolve:** X線望遠鏡 XMA とX線マイクロカロリメータ SXS から構成
- **X線マイクロカロリメータ:** 検出器に入射したX線光子1個1個のエネルギーを温度上昇として測定
- 検出器を-273.1℃(絶対温度0.05度)に冷却することで高分解能分光を実現

5mm角の検出器サイズ、
0.02度より良い指向精度が必要

X線マイクロカロリメータは、X線を熱に変えて精密測定する

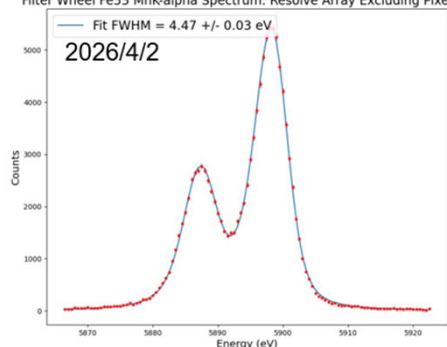


Filter Wheel Fe55 MnK-alpha Spectrum: Resolve Array Excluding Pixel 12



Event grade: Hp
Fit FWHM: 4.5234 +/- 0.008 eV
Event rate: 10.497 cts/sec
Fit Shift: -0.0027 +/- 0.0022 eV

Filter Wheel Fe55 MnK-alpha Spectrum: Resolve Array Excluding Pixel 12

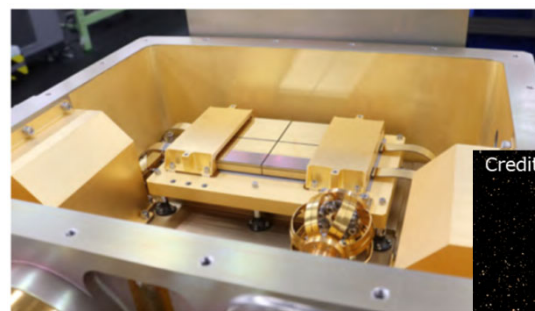


Event grade: Hp
Fit FWHM: 4.4697 +/- 0.0272 eV
Event rate: 5.92 cts/sec
Fit Shift: 0.0255 +/- 0.011 eV

全ピクセルを積分した Mn-Ka1, -Ka2 輝線とエネルギー分解能 (FWHM)
(Calibration pixelは除く)

軟 X 線撮像装置 Xtend

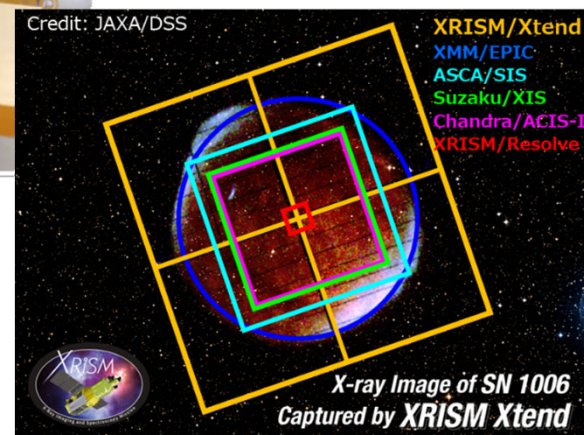
- **Xtend:** X線望遠鏡 XMA とX線 CCD カメラ SXI から構成
- **X線CCDカメラ:** 可視光CCDと同原理でX線検出。純国産で、撮像と分光を同時に行う
- 厚い空乏層により高エネルギー側、裏面照射型CCDの採用により低エネルギー側の感度を高め、従来のX線CCDに比べてより広帯域で高い量子効率を達成
- Fe 輝線に高感度を有する焦点面検出器としては最大級の38.5分角四方の視野をもち、満月より広い視野を一度に撮像・分光可能
- 広視野・低ノイズを生かし、大きく広がった暗い天体の観測で力を発揮する他、Resolve視野外の天体を捉えることでResolveの観測をサポートする
- 突発天体の探査・速報も実施し、時間領域天文学にも貢献



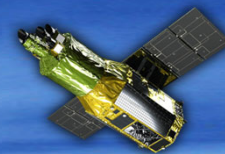
Xtend の CCD 素子。銀色の部分が受光面。

筐体に格納した Xtend の
CCD 素子

Credit: JAXA/DSS



他のX線焦点面検出器と Xtend 視野 (橙) との比較



高度な宇宙観測を支える衛星アーキテクチャ、バス系サブシステム

国際標準規格のSpaceWireを採用した衛星内ネットワーク：

JAXA標準 JERG-2-432 SpaceWireオンボードサブネットワーク設計標準にも反映

標準規格を採用することでミッション機器もサブシステムでの試験で衛星搭載時と同等の試験が可能に。衛星システムに搭載してからの総合試験の効率化

DR：実質容量2Gbyte, カテゴリ分け、優先度設定、SpaceWire IF

高速ダウンリンク：

Xバンド：QPSK 9.2Msps(シンボルレート)(占有周波数帯幅 10MHz以下の制約)

Sバンド：QPSK 2Mbps(ビットレート)

時刻精度：

GPSR（標準コンポ）を搭載し、高精度な時刻情報とタイミングをSpaceWireにて衛星搭載機器に配信。地上局の受信機を用いた時刻校正を行わずとも高精度な絶対時刻精度が出せるようになった。(～マイクロ秒)

搭載機器に共通のX線時刻決定の設計概念を導入。地上データ処理の時刻決定でも機器依存のない処理ツールに整理

ASTRO-Hからロバスト性の向上

機器構成：

スタートラッカ(STT)台数増(3台)、STTによる姿勢更新を確実に
太陽センサの視野拡大、姿勢異常判定に使用

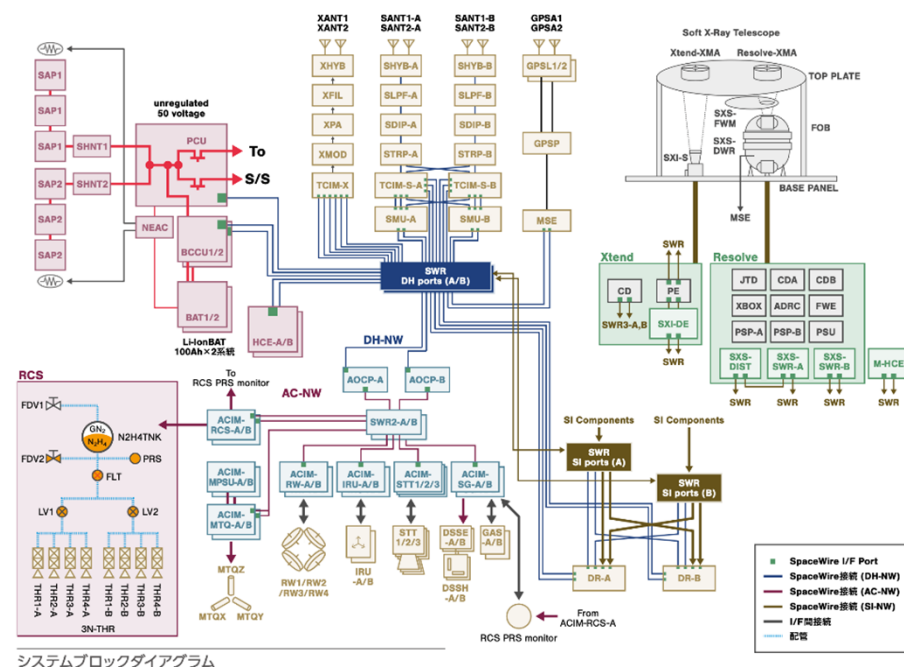
故障検知・分離・再構成機能（FDIR）の強化：

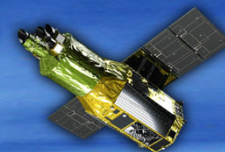
スラスタ噴射異常対策

衛星システムレベルで日照での発生電力監視

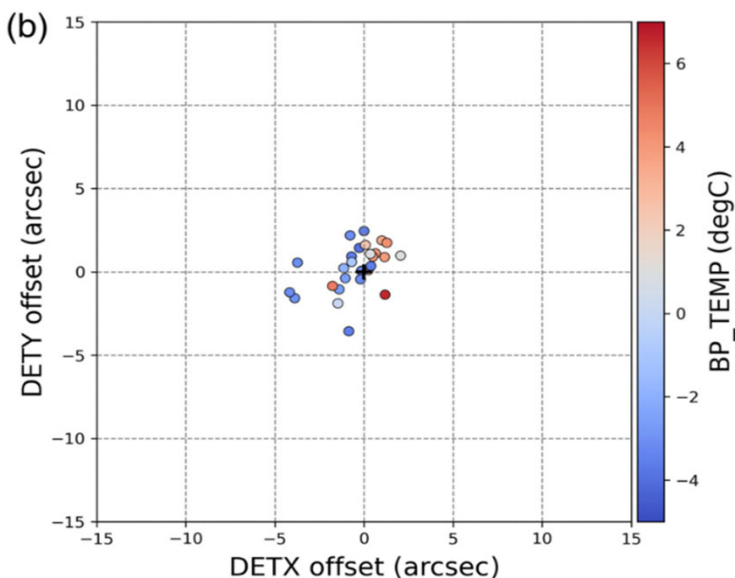
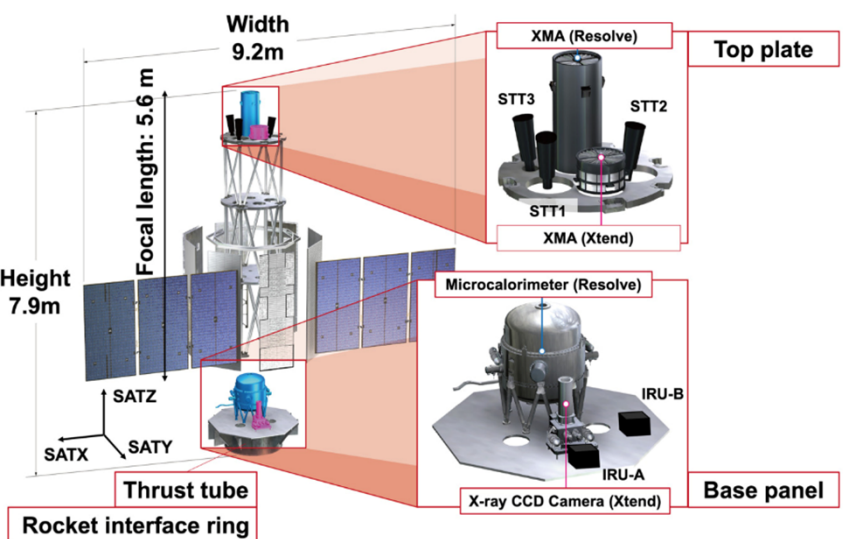
運用準備活動

ASTRO-H衛星の運用中の事故を踏まえて、プロジェクトの初期段階から運用準備活動を実施。その活動の中で立てた運用計画に基づいて、衛星運用と科学運用を確実に実施。

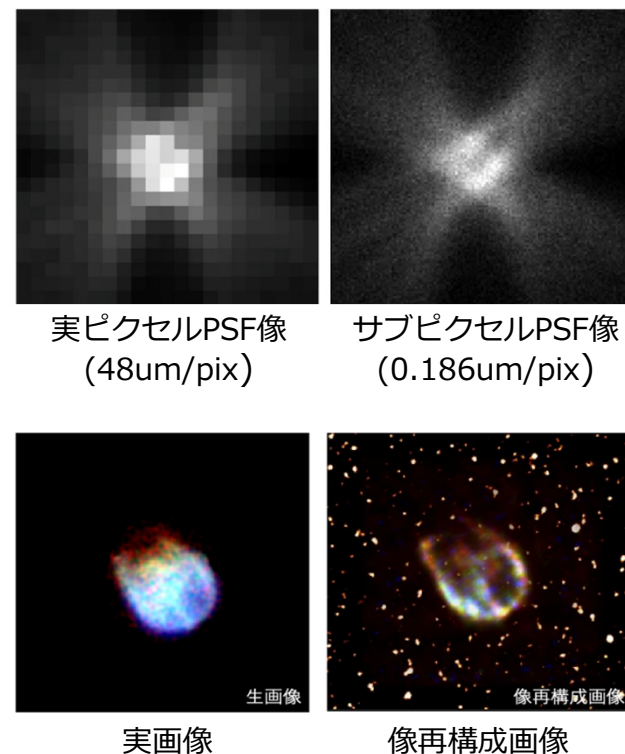


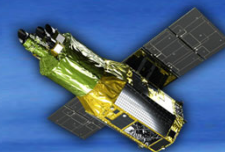


- 固定式光学ベンチに搭載した焦点距離5.6mのX線光学系を採用。姿勢系センサのSTT, IRUは熱歪みを緩和するよう配置。STTは光学ベンチのトッププレートに配置して、XMAの軸を検知。IRUはCFRPのベースパネルに配置。(STTとIRUを熱歪みしやすい#7パネル(デュワ放射冷却のためアルミ製クロスフレーム)に設置して大きな周回変動を受けたすざく衛星のLLを反映)
 - 熱歪みの検証 (熱歪み解析のための熱解析、熱数学モデルの検証のための熱真空・熱バランス試験、熱歪み試験) に大きな労力を割いた。衛星全体のTTM試験、熱真空・熱バランス試験、およびトッププレート部分の(様々な太陽光入射角での)熱バランス試験も筑波13mチャンバで実施(ASTRO-H時)
- 1観測(約3日)の平均結像位置が約**150 μm 以内**しかずれないような、衛星姿勢と望遠鏡熱歪の制御を実現。百-数百秒の積分画像から天体の位置を約**4秒角(90% C.L.)**で決定できる姿勢決定精度と望遠鏡の熱歪制御を実現。温度依存性や衛星姿勢依存性といった付加的な地上補正なしでこれらを達成 (あすか衛星、すざく衛星は付加的な地上補正込でそれぞれ約12, 19秒角 (90% C.L.))
- 視野の狭いResolveの観測の定量性において非常に重要

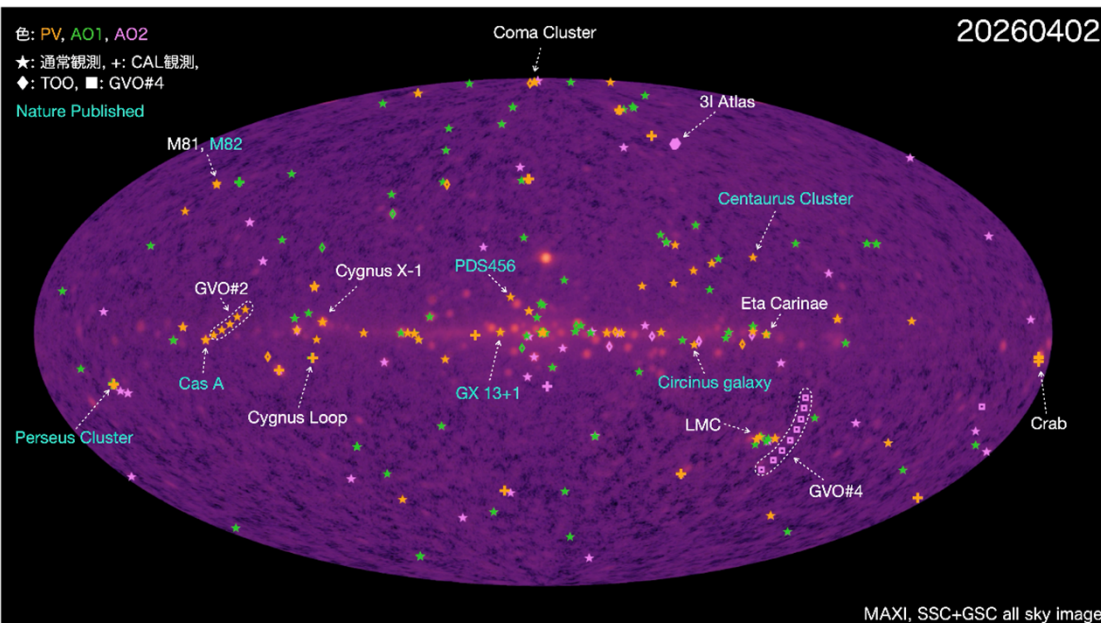


焦点面検出器上の
観測ごとの結像位置 (秒角)





Resolveでの観測開始後、2026年7月末までに約420回の姿勢変更を実施。
観測運用以降、FDIRの発効、セーフホールドモードへの移行、共に無し。安定した姿勢制御。
Resolve冷凍機システム、3年近くの連続運転。軌道上で500回以上のADRリサイクルを実施。
運用準備として取り組んだ運用計画に則り、着実な衛星運用、科学運用を実施継続



新しい測定

X線マイクロカロリメータ ：分光の専門的な意義

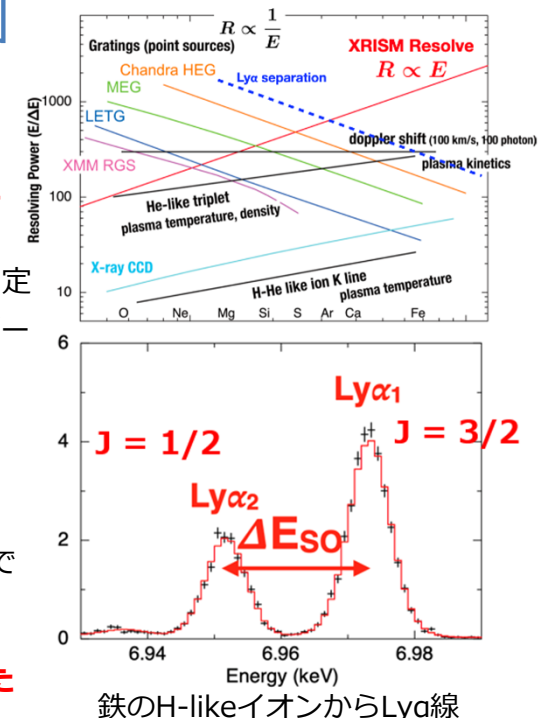
... いわゆる **fine structure** を初めて
分離したこと

- 回折分光器：波長(λ)に対して $\Delta\lambda$ が一定
- X線マイクロカロリメータ：エネルギー(E)に対して ΔE が一定

➤ 高エネルギー側で有利

Fe H-like $Ly\alpha_1$ and $Ly\alpha_2$: ~ 20 eV
Fe He-like triplet: $\sim 15-30$ eV
Fe 蛍光K輝線 $K\alpha_1, K\alpha_2$: ~ 13 eV
Fe H-like He-like: ~ 250 eV ← X線CCDでも分離可能

単一の輝線に分離し、真に model-independentな速度測定を可能にしたのがX線マイクロカロリメータ

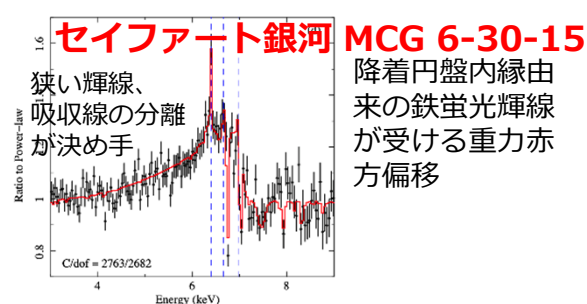
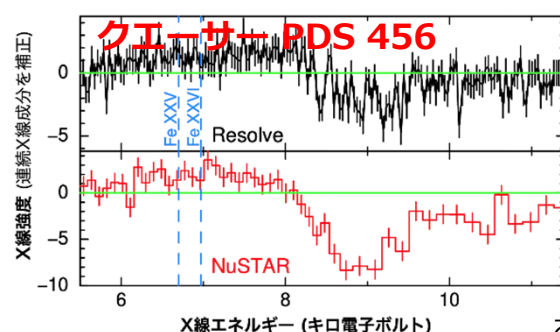
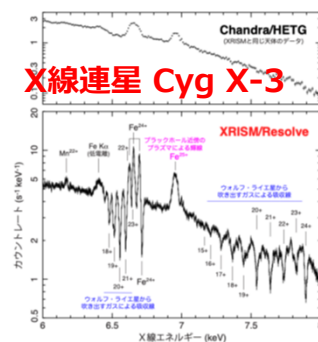


新しい観測

プラズマの動き、速度、速度分散を高精度に測定

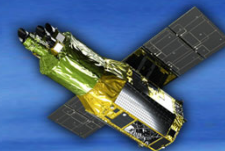
fine structureに起因する複雑さを分離した輝線、吸収線からドップラーシフト、ドップラーブロードニングを高精度に測定

特に鉄のKのエネルギー帯で、幅の狭い吸収線の感度が格段に向上：吸収線の検出、構造で予想外の観測結果



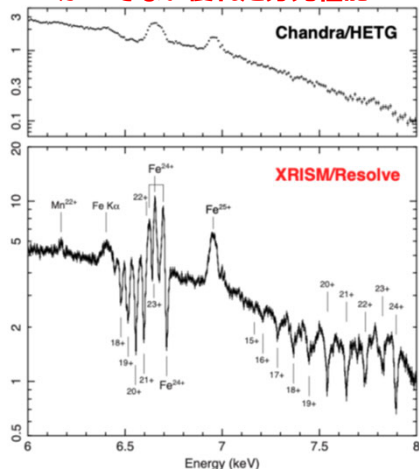
あすか衛星以来の論争に終止符

フォトンカウンティング&高精度分光：X線マイクロカロリメータの特長
輝線、吸収線のシフト、ブロードニングの時間変化、プラズマ状態の時間変化



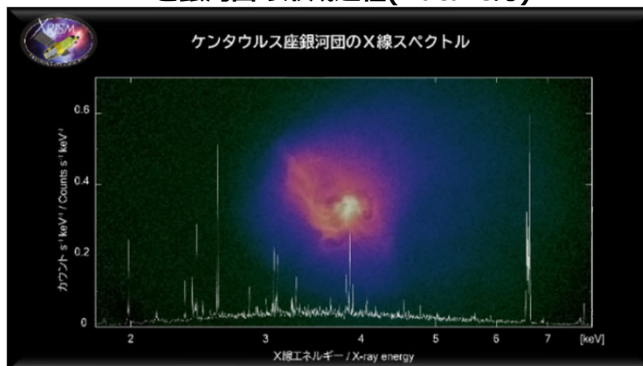
Nature誌5編掲載をはじめとする世界が驚愕する第一級成果を創出。査読論文160編以上(>100編/年のペース)。

かつてない優れた分光性能



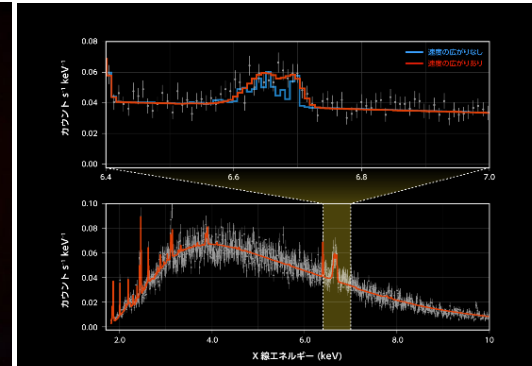
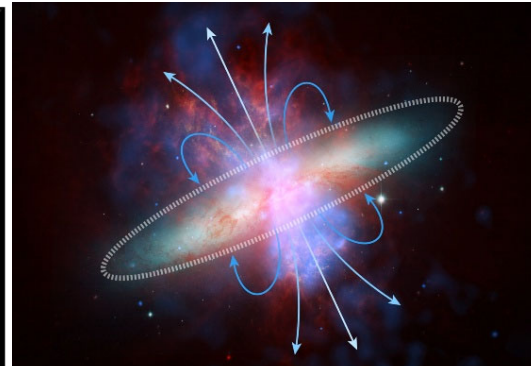
従来最高の分光性能の観測装置(Chandra/HETG)(上図)とXRISM/Resolve(下図)の比較。いずれもX線連星Cyg X-3の観測データ。

ケンタウルス座銀河団中心部の高温ガスの流れと銀河団の形成過程(Nature誌)



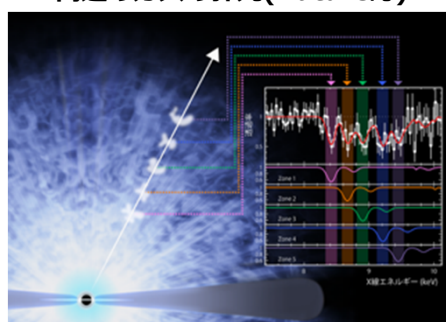
XRISMの優れた分光能力により、ケンタウルス座銀河団の中心部に高速で動く高温ガスの流れの存在を世界で初めて発見した。観測された高温ガスの運動は銀河団が成長過程で経験した衝突合体の痕跡を直接的に示すものである。銀河団中心部の高温ガスの速度構造の直接観測は、数十年來の謎であった銀河団中心部の加熱機構の解明にも繋がる。

スターバースト銀河では超新星爆発のエネルギーの大部分が高温ガスへ(Nature誌)



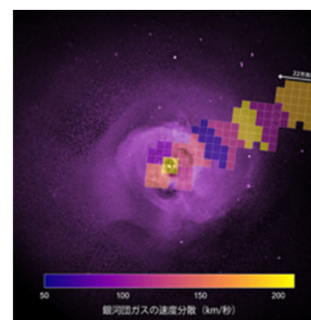
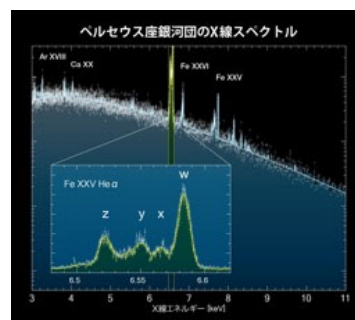
XRISMの高分解能X線分光観測により、スターバースト銀河1M82の中心領域に存在する高温ガスの速度の広がり、世界で初めて直接測定。その結果、この速度の広がり、従来の予測よりも大きく、超新星爆発のエネルギーの大部分が高温ガスとして熱化している可能性が示された。

超巨大ブラックホールが撃ち出す超高速のガスの弾丸(Nature誌)



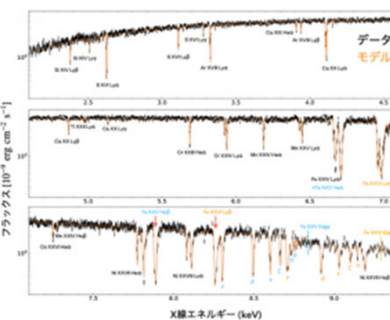
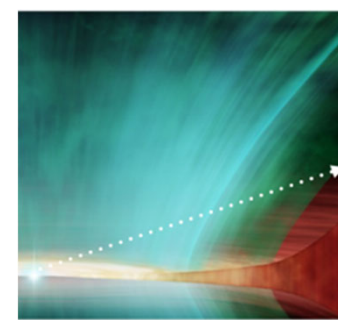
XRISMの軟X線分光装置(Resolve)で取得された、PDS456(超巨大ブラックホール)の風による吸収線スペクトル。観測された吸収線プロファイルは、少なくとも5個の弾丸のような風から作り出されている。

ブラックホールと暗黒物質が引き起こす宇宙の嵐(Nature誌)

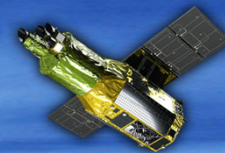


銀河団中心部では超巨大ブラックホールが、その外側では暗黒物質に支配された銀河団の成長が、それぞれ異なる「嵐」を引き起こしていることを、世界ではじめて観測的に切り分けることに成功。

中性子星から吹き出す風とその駆動機構の謎(Nature誌)



XRISM搭載軟X線分光装置ResolveによるGX13+1の観測スペクトル(右)。多数のイオンからの吸収線構造がこの「風」の視線上の密度が大きいことを示している。X線は左図で示した中心天体近傍で発生しており、そのX線を水色で示した「風」を通して観測することで吸収線構造が観測されている。



■ 人材育成への貢献

- ✓ XRISM の科学観測データを用いた成果として、**2026年3月時点で 10 本の博士論文 (日本国内のみ)** に寄与。
- ✓ 初期性能検証 (PV) 観測のデータ解析から日本・海外の大学院生がデータ解析に貢献。公募観測は2024年9月に、PV観測・公募観測データの一般公開が2025年8月末に始まり(占有期間は1年)、今後更に公開データは増加見込み。
- ✓ 既に現博士課程学生の公募観測データ・公開データ解析による主著論文も複数出版されており、XRISMの観測データを研究に用いた博士号取得者は今後も増加の見込み。
- ✓ 今後の宇宙科学コミュニティを支える次世代研究者の育成という観点でも、XRISMの科学観測データは今後重要な貢献を果たす。

■ 公募科学観測への対応

	応募数			採択数 (Pri-C、ToOを含む)
	JAXA受付分 (倍率)	NASA受付分 (倍率)	ESA受付分 (倍率)	
第1期 (AO1)	123 (~5倍)	144 (~5.6倍)	44 (~7倍)	104
第2期 (AO2) (6ヶ月)	103 (~6倍)	164 (~9.6倍)	33 (-)	72
第3期 (AO3)	121 (~5倍)	170 (~6.7倍)	35 (~4倍)	109

公募科学観測の応募状況

■ 研究成果 (ISAS HPより)

XRISMの科学成果

研究成果：2024年



研究成果：2026年



研究成果：2025年



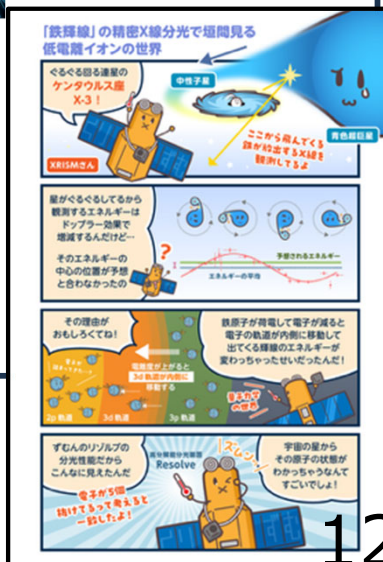
ISAS webからの成果公表(2024/1-2026/4)

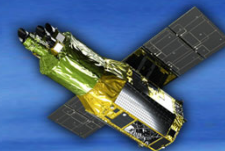
15件(全ISAS 21件中)

JAXAプレスリリース、ISAS web掲載に伴う国内メディア掲載 **129件**

■ 科学への理解の促進への貢献

漫画・イラストで専門的な研究成果もわかり易く伝える工夫





- Resolve GVが開かない不具合が発生しており、観測の一部に影響が生じている
- GV非開放の原因究明結果は第68回宇宙科学・探査小委員会（令和7年11月13日）に報告を行い了承
- JAXA組織全体としての再発防止策（開発初期段階からの「気づき」を促すためのナレッジ強化・活用とリスク抽出強化）に取り組む。第71回宇宙科学・探査小委員会(令和8年7月13日)にて報告。
- 2025年9月期に第4回開放運用を実施したが、未だ未開放の状況であり、GV開放運用の検討継続している

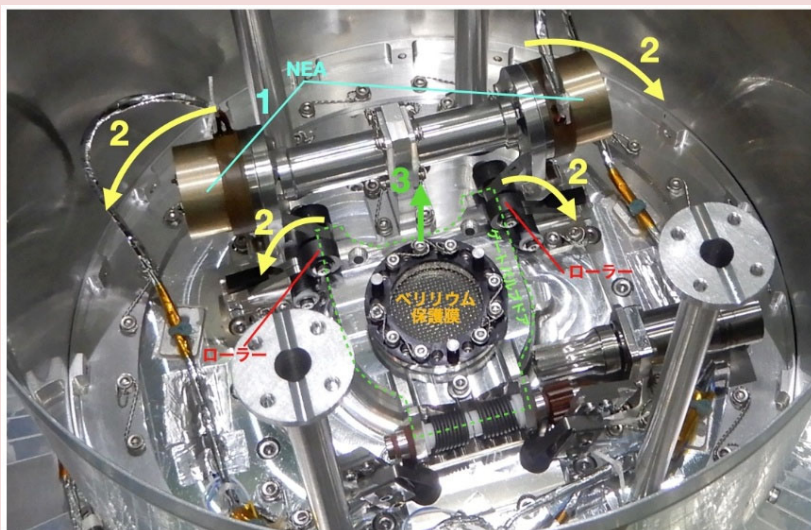
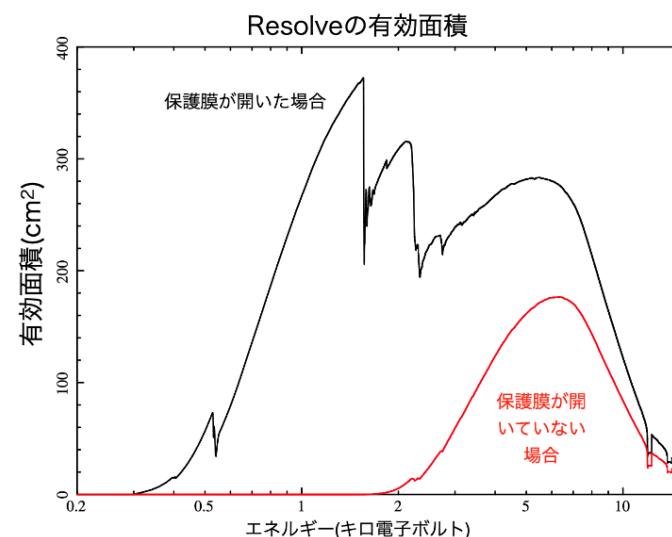
Resolve保護膜(ゲートバルブ:GV) 概要

【保護膜概要】

- Resolveの検出器が入る真空容器(デュフ)のX線入射部に設置
- 地上で大気から検出部を保護。打ち上げ直後は、アウトガスから検出部を保護
- 保護膜は250ミクロン厚のベリリウム膜で、約1800 eV以下のエネルギーのX線はほぼ吸収され、遮断される
- 打ち上げ後に開放してX線帯域を約300 eVまで広げ、所定の有効面積を確保する計画

【保護膜の観測への影響】

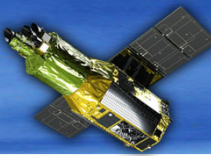
- 非開放の場合、1800 eV以下のエネルギーではほぼ観測ができない。高いエネルギー側でも有効面積減
- 保護膜が開放されないことでXRISMに期待された科学目標のうち達成できなくなったものが多数あること、保護膜越しで観測可能な科学目標に対して有効面積の制限により天体が限られてしまうことなどを科学観測への影響として識別



(左図) XRISM Resolve GV付近の写真。フライト品で最終組み立て時のもの

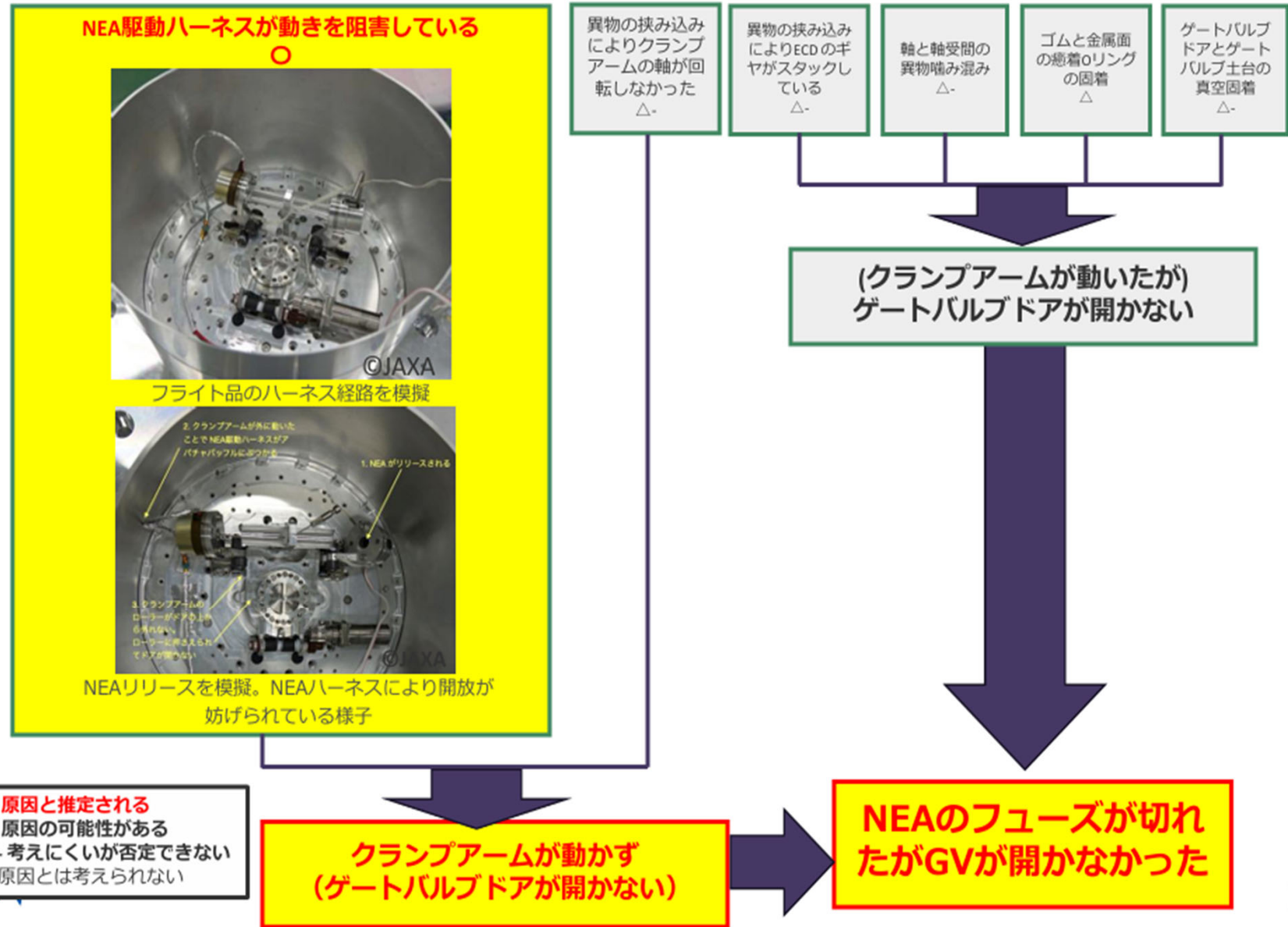
開放機構の基本動作

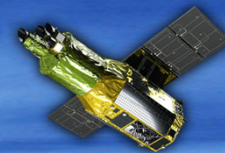
1. NEA(非火工品保持解放機構)を切る。
2. クランプアームが動き、クランプアームのローラーが保護膜のドアの上から外れる。
3. 保護膜のドアが開く。



Resolve保護膜の原因究明結果概要

地上再現試験を踏まえたFTA絞り込み結果を示す。





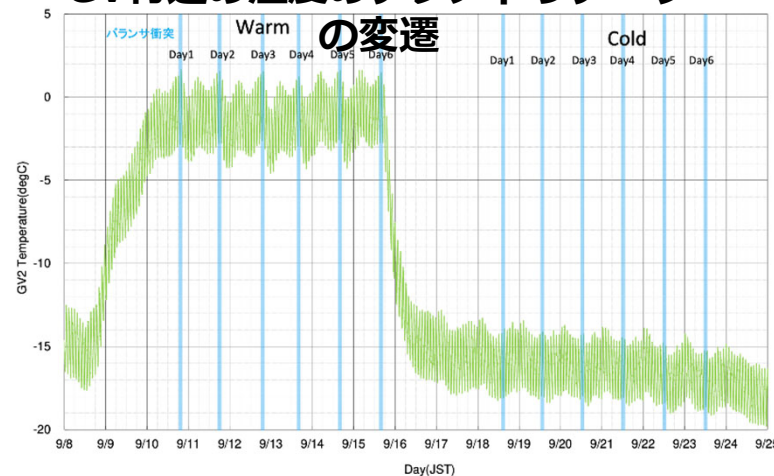
2025年9月期GV開放運用結果

【結果の概要】

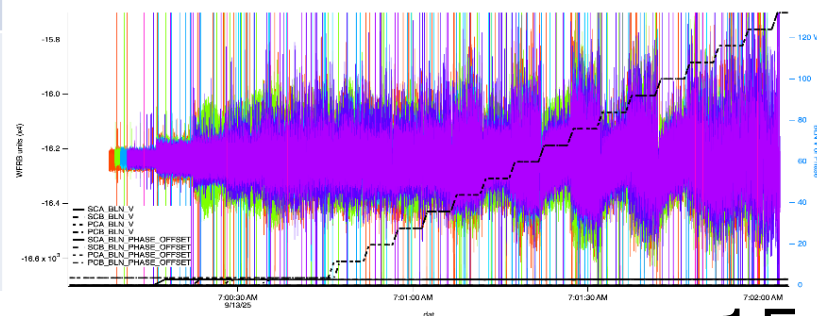
9月10日から15日と18日から23日の計12回、2 段スターリング冷凍機コールドヘッド内の「バランサ」を駆動することで、デュワ、アパチャバッフル、ゲートバルブに振動を印加し、ゲートバルブの開放を試みたが、12回いずれのバランサ駆動でもゲートバルブの開放を確認できなかった。検出器（マイクロカロリメータ）でのシグナル情報から振動を印加できたことは確認されたものの、STのバランサ4 台の駆動ではハーネスの阻害を排除するために必要な大きさの振動を印加できなかったと考えている。

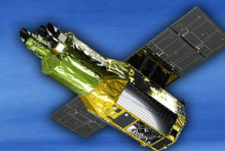
日程	運用内容	詳細内容
9月1日-9月7日	姿勢変更のみ	
9月8日-9月9日	昇温運用	ヒータ設定変更、冷凍機運転調整、姿勢変更（1 日一回程度 9/15 まで、ただし、通常観測と同様の手順）
9月10日-15日	昇温状態でのバランサ駆動	1 日 1 回のバランサ駆動、その後、冷凍機の運転を戻すのを繰り返す 6パターンのバランサ駆動を 6 日間で実施 - USC局での運用：JST2:00-12:00の時間帯（DRのデータ回収、TL upload） JST15:30-19:30の時間帯のJAXA GN局もしくはNASA NSN局の運用：バランサ駆動運用 - この期間の最後で、ヒータ設定をノミナルに戻す
9月18日-23日	通常温度でのバランサ駆動	1 日 1 回のバランサ駆動、その後、冷凍機の運転を戻すのを繰り返す 6パターンのバランサ駆動を 6 日間で実施 - USC局の運用：JST23:00-08:00の時間帯（DRのデータ回収、TL upload） JST10:00-14:00の時間帯のJAXA GN局もしくはNASA NSN局の運用：バランサ駆動運用

GV付近の温度のテレメトリデータ



昇温状態 4 日目 フェーズスイープ



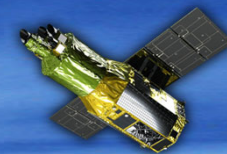


Minimumは全て達成済み。一方、GV非開放により一部未達成（青字）となっている。

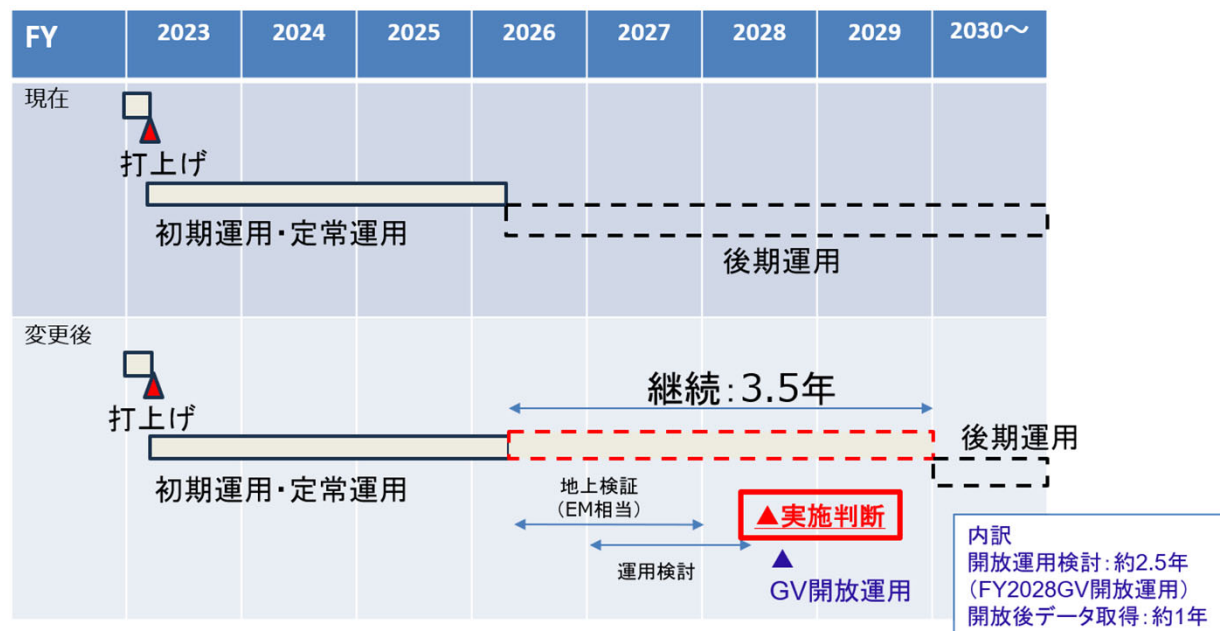
科学目的		成功基準		
		Minimum	Nominal	Extra
1	宇宙の構造形成と銀河団の進化	複数の銀河団ガスの視線方向の平均速度を100km/s以下、速度分散(1 σ)を150km/s以下の精度で決定する。「ひとみ」で1例の観測が成功していることを踏まえ、本ミッションでは、銀河団による多様性の可能性に制限をつけるため、衝突中の銀河団とリラックスした銀河団のそれぞれ一つ以上の観測をミニマム成功基準とする。	複数の銀河団について、コア以外の領域も含めて、それぞれ複数のポインティング観測を行い、銀河団ガスの視線方向のバルクな運動と速度分散(1 σ)をそれぞれ200km/s程度以下の精度で決定する。それによって、運動エネルギーによる圧力の割合に制限をつける。	課題① 鉄の輝線により、複数の銀河団に対して目標精度でバルク速度・速度分散を決定済みだがGV閉のため、マップピング観測に十分な観測時間を投入できていない。そのため一部未達成。 課題② 最も明るい超新星残骸の一つからCr, Mn, Cl, Kなどの微量元素を検出(Nature Astronomy誌で発表)。GV開でAlの検出ができれば比較的短時間での測定が可能だったが、GV閉のため未達成
2	宇宙の物質循環の歴史	超新星残骸に付随する高温ガスの視線方向の速度を、一つ以上の対象について、100 km/s程度以下の精度で決定する。	種族の異なる超新星残骸の重元素組成を20%程度以下の精度で決定するとともに、Al, Cr, Mnなどの微量元素を検出して組成に制限をつける。また視線方向の平均速度を200km/s程度よりもよい精度で決定する。	
3	宇宙のエネルギー輸送と循環	少なくとも一つの活動銀河核からの鉄K蛍光輝線スペクトルを取得し、200km/s程度より良い精度で速度分散(1 σ)を測定する。	活動銀河核の鉄K蛍光輝線の速度分散(1 σ)を、複数の対象について、200km/s程度以下の精度で決定する。それにより、鉄K蛍光輝線を放射する物質の幾何形状、質量分布、速度場に制限をつける。	
		ブラックホールのアウトフローの運動速度を、一つ以上の対象について視線方向の平均速度を100km/s程度、速度分散(1 σ)を150km/s程度より良い精度で決定する。	複数のブラックホールからアウトフローを観測し、高温ガスの速度とエネルギー密度を測定する。 銀河から流れ出す高温ガスの視線方向の平均速度を、複数の対象について、200km/s程度以下の精度で決定する。	課題③ 比較的高温の銀河(M82)において目標精度で速度測定(Nature誌で発表)。より低温の銀河を含め、複数の天体での観測がGV閉のため未達成
4	超高分解能X線分光による新しいサイエンス		超高分解能X線分光による新たなサイエンスの開拓に資するため、公募観測を含む観測を定常運用期間に実施する。	天体プラズマの観測的研究を進展させるために、新しいプラズマ物理学の研究に資するデータを取得する。 相対論的天体による重力赤方偏移に関して、その時間変動についての観測を進展させるために、一つ以上の対象についてこれまでより良い精度で制限を与えるデータを取得する。

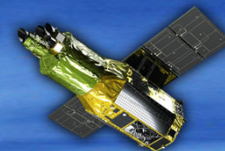
上記の表中の速度決定精度、速度分散決定精度は検出器のエネルギー決定精度、エネルギー分解能の要求仕様にフローダウンされている。これらの要求仕様は初期運用の初期機能確認運用の結果で達成を確認し、定常運用移行している。その後も性能を維持し続けているため、当該天体（や天体現象）の観測をし、観測結果を出すことにより達成の根拠としている

Extraを青字としているのはGV非開放のため見込んでいたよりも観測天体数が少ないため



- 2023年9月打上げ以降、X線分光撮像衛星（以下、XRISM）はNature5本を始め、想定を上回る第一級成果を生み出してきている。これを受け、現状計画の定常運用3年間に對し、国内コミュニティ及びNASAはじめとする国際宇宙機関からは現状の運用レベルでミッションを継続してほしいとの強い要望が示された
- 研究者コミュニティ(理学委員会)からは、現状の観測運用を継続することで、更なる成果創出が可能であること、唯一無二の観測データを獲得できる旗艦的な国際天文台をJAXA宇宙研が日本の研究者コミュニティとともに支えるのは、意義、価値ともに非常に高いことの提言も受けた
- 一方、Resolve のゲートバルブ（以下、GV）が非開放の不具合事象は発生しており、成功基準の一部が達成できていない状況。①一定時間を超える観測時間の確保、②GV開放運用の実施、により現在未達成の成功基準が達成できる見込み。また、液体ヘリウム寿命は運用実績を踏まえ2029年9--12月頃までもつ見込みであり、検討・検証に必要な期間を考慮しても、適切な環境下でGV開放ができる状況が維持できている。
- GV開放が達成できれば、圧倒的な成果を挙げられることは明白。それゆえ国内外コミュニティからも海外パートナーからもGV開放への最大限の努力が求められている。GV開放運用実施に向けての検討継続は必須。
- 上記を実現させ、国際的な責任を遂行するには、JAXAとして確実に対応すべきであり、プロジェクトを延長して対応することが必要。定常運用3年間のところ、3.5年間延長し、6.5年間(2030年3月まで)とするプロジェクト計画変更とした

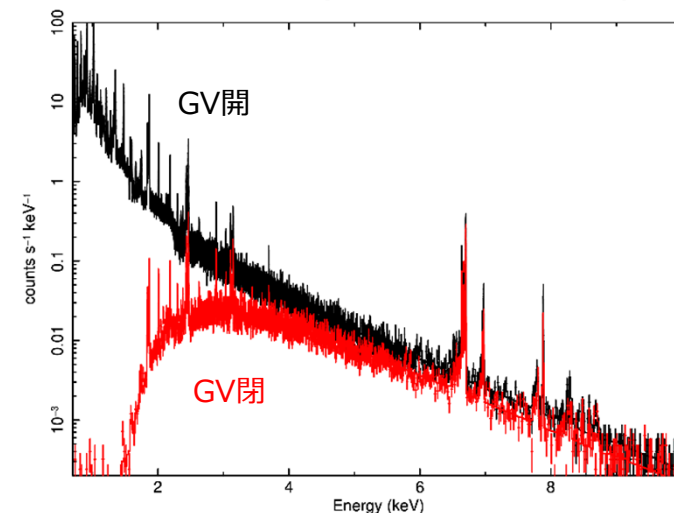




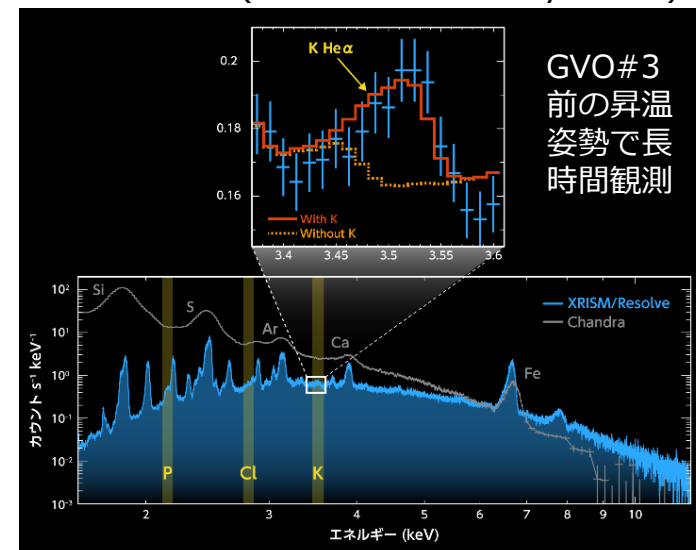
計画変更によるミッション達成の根拠は下記の通り

- 現時点でミッション未達の原因は、GV閉による低エネルギー側の感度喪失、および、全エネルギー帯域で有効面積の減少(エネルギーによるが30-60%)。
- GV開放運用を成功させ、GV開状態での観測を行う、もしくは、減少した有効面積を長い観測時間で補償することによって、ミッション達成を図る。
- GV開放が成功した場合は、GV開状態での観測を1年実施することで、ミッションを達成可能な見込み。感度を失っている低エネルギー側は、天体からのX線光子数は多い上、X線望遠鏡の有効面積も大きいため。
 - 課題①：鉄輝線に加えて、低エネルギー側の輝線も使い、銀河団ガスの速度、速度分散を比較的短時間で測定可能。完全なマッピング観測が複数の銀河団に対して実現。
 - 課題②：低エネルギーのAl(アルミニウム)の輝線を検出できれば、比較的短時間で測定が可能。複数の超新星残骸で組成の決定、制限が可能。K(カリウム), Cl(塩素), P(リン)に対する検出感度も向上。
 - 課題③：より低温の銀河からも高温ガスの速度の測定が可能。複数の天体からの観測が可能。
- GV閉状態のままの場合、約3.5年の延長で観測時間を確保し、有効面積の減少を補償することでミッション達成を図る。
 - 課題①：観測時間をかけて完全なマッピング観測を複数の銀河団に対して実施。鉄輝線により銀河団ガスの構造解明。
 - 課題②：長時間かつ複数の観測により、Cr(クロム), Mn(マンガン), K(カリウム), Cl(塩素), P(リン)などの微量元素の組成を種族の異なる超新星残骸で測定。
 - 課題③：観測時間をかけて銀河からの高温ガスの速度を複数の天体から決める。
 - これまでのXRISMの観測で、活動銀河核からの鉄K蛍光輝線やブラックホールからのアウトフローに時間変動を発見。延長した期間の観測で、新たな状態を発見する。
 - Extra success: 有効面積減少状態のこれまでの観測でextra successに繋がりをうる観測データを取得。延長した期間の観測で、確実なものとする。

GV開・閉のResolveのシミュレーションスペクトル例(超新星残骸N132D)



長時間観測が発見(微量元素Kの検出)につながった一例(Nature Astronomy誌掲載)



GVO#3 前の昇温姿勢で長時間観測

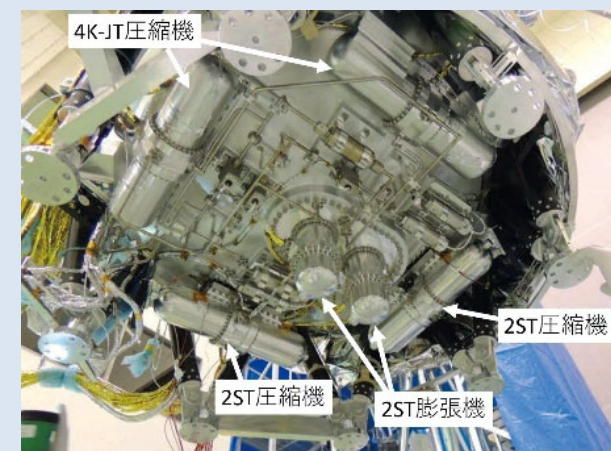
上記課題①,課題 ②,課題 ③は、P16の各未達課題に対応

【参考】運用継続で実施するGV開放運用計画（案）

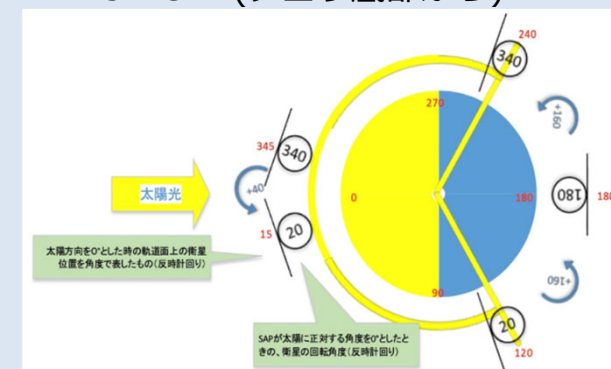
- GV不具合原因究明結果及び2025年9月に実施したGV開放運用の結果を踏まえた新たなGV開放運用（案）を下記の通り示す
- 本計画はGV開放を希望するNASA及びESAと共に開放運用に向けた検討を継続実施する。現時点想定される案以外も並行して検討し、最良な策を採用する。
- なお、実証作業結果を踏まえ、GV開放運用実施の是非は関係宇宙機関と共に判断する

実施案

- JT冷凍機(CMP部)を衝突させ、より強い振動を印加。(2025年9月には、2段スターリング冷凍機コールドヘッド内の「バランサ」を駆動。4台のバランサを様々なパターンで駆動し、振動を印加。)
 - ✓ 地上品のJTの衝突実験を実施。ST冷凍機のバランサ4台の時の2－3倍の加速度の可能性。
 - ✓ Resolveの観測運用に必須のJT冷凍機への影響、リスク評価がまだ。
- GV付近の温度条件を変える。より室温に近い温度（～10-25℃）
 - ✓ Oリングの反発力と体積を回復させる。ハーネスの硬さが変わる。
 - ✓ 通常の姿勢の範囲では、GV付近を0℃程度まで。特殊な姿勢(7番パネルを常に地球方向に)が必要。FDIRを外す必要。リスクの高い衛星運用。
- その他



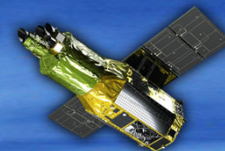
JT-CMP(デュワ底部から)



昇温のための特殊姿勢の例

【実証作業（約2.5年）】

- JT冷凍機衝突運用に向けて
 - ✓ JT冷凍機の寿命への影響
 - ✓ 運用手順策定、検証
- 昇温運用に向けて
 - ✓ 温度を上げる姿勢を実現するための運用手順策定、実証
 - ✓ -20℃～0℃では開けることができず、20℃にすると可能性が決定的に上がるということの実証
 - ✓ GVが全く開いていない（クランプアームのローラが蓋の上から動いていない）状態で冷却されていることを想定した実証実験
- GV開放へより確実な方法の模索



- X線分光撮像衛星XRISMは、2023年9月7日の打ち上げ後、初期運用を経て、2024年2月8日より定常運用段階で、観測運用を実施している。X線マイクロカロリメータのこれまでにない優れたX線分光性能により、画期的な観測成果を出し続けているものの、初期運用において、観測装置のResolveの保護膜（ゲートバルブ：GV）が開放できず、さらに2025年9月にその復旧運用を試みたものの、非開放のままで、観測性能に制約が生じており、成功基準の一部が未達成となっている。
- 新しい観測が可能になり、観測成果が出ていることから、国内コミュニティ及び海外パートナーから現状の規模でミッション・観測運用を継続してほしいとの強い要望があり、定常運用3年間のところ、3.5年間延長し、6.5年間(2030年3月まで)とするプロジェクト計画変更をJAXAとして決定。
- 引き続き、機構プロジェクトとして、成功基準の完全達成、成果創出の拡大、及び、GV開放運用実施に向けての検討継続に最大限取り組む。