

X線分光撮像衛星(XRISM)の ファーストライト及び運用状況

2024-01-05 記者説明会
XRISM project PM 前島 弘則
XRISM project PI 田代 信

運用状況

2024-01-05

XRISM project PM 前島 弘則

打上げ成功 2023/9/7 08:42:11



JAXA

衛星分離



打上げ約14分9秒後に所定の軌道に投入された

JAXA

クリティカル運用



- ✓ 通信確立
- ✓ 太陽捕捉
- ✓ 太陽電池パドル展開
- ✓ Resolve冷凍機定常運転

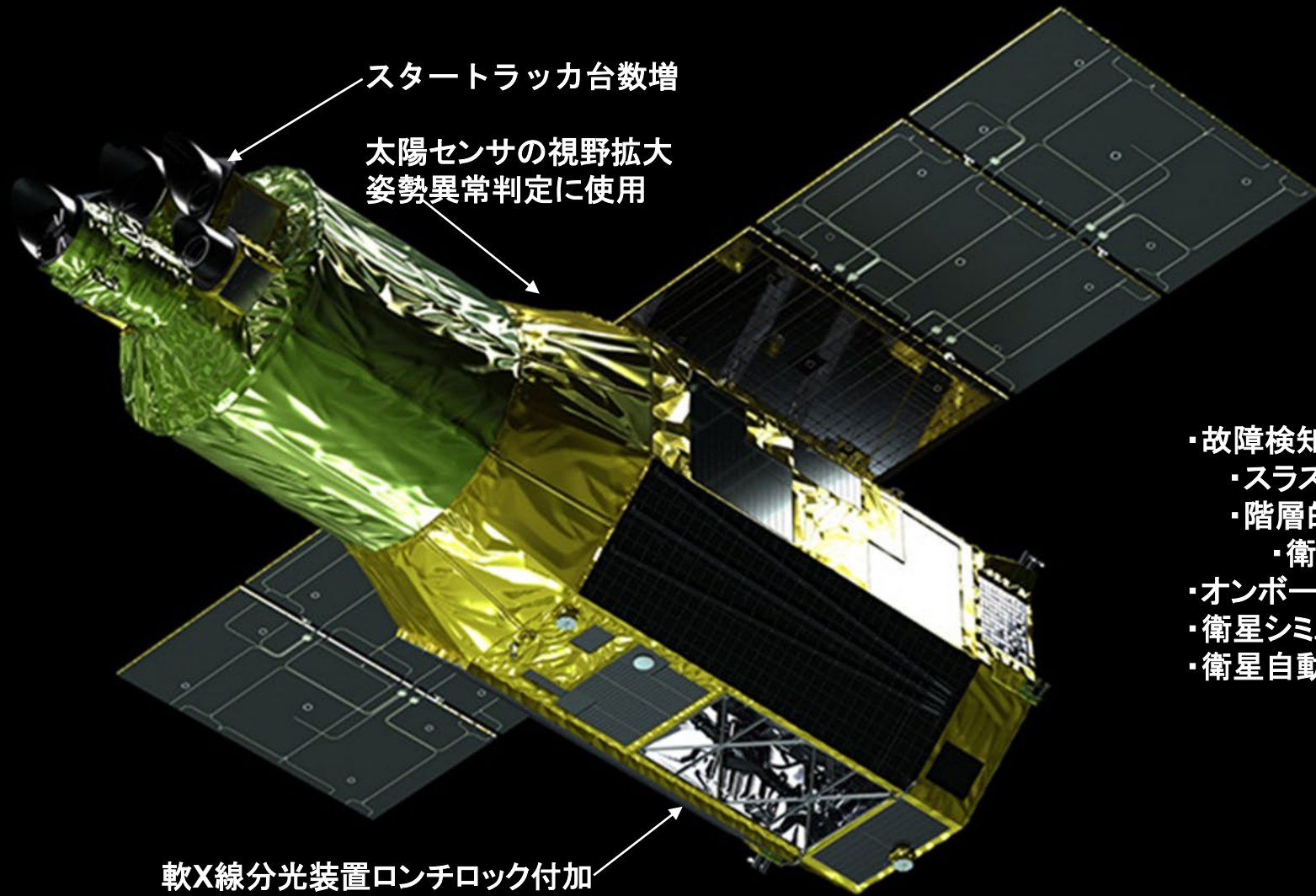
初期機能確認運用(衛星バス)



- ✓ GPSR機能確認(時刻、軌道決定)
- ✓ データハンドリング系機能確認
- ✓ データレコーダ機能確認
- ✓ 通信系機能確認
- ✓ 姿勢制御系機能確認
 - ✓ スタートラッカ*
 - ✓ 太陽センサ*
- ✓ 故障検知・分離・再構成機能有効化*
- ✓ 姿勢変更実証
- ✓ 定常姿勢制御モード移行

*ロバスト性向上のためASTRO-Hから設計変更した機器、機能

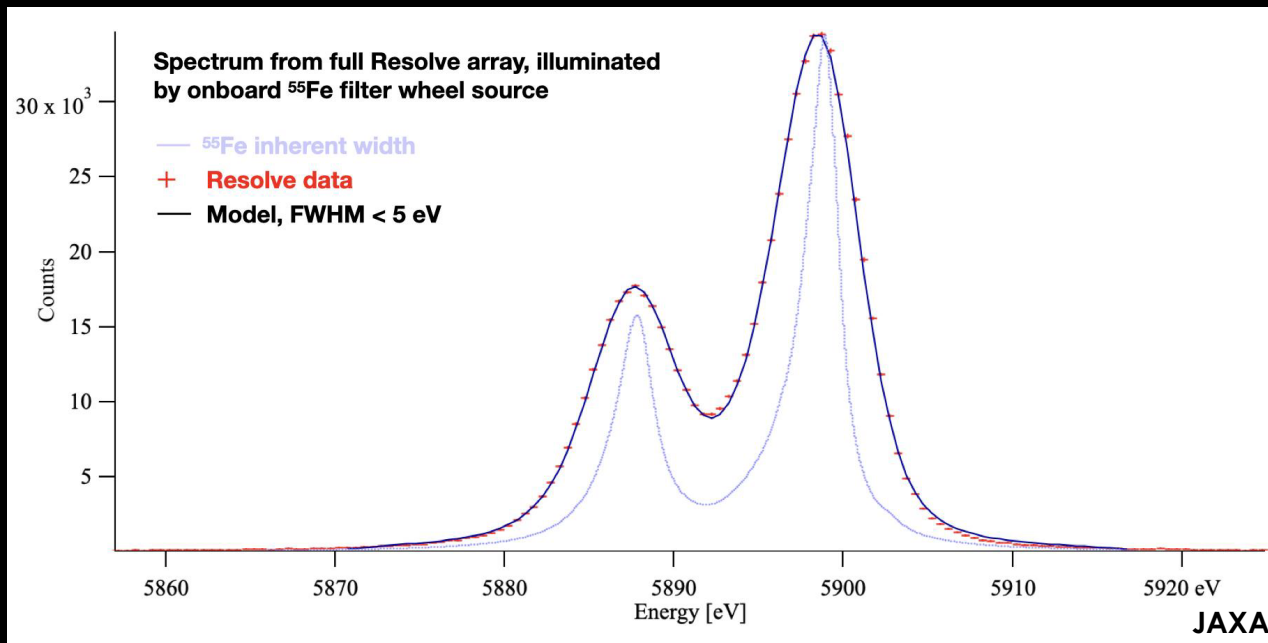
ASTRO-Hからのロバスト性向上



- ・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
 - ・階層的に設計
 - ・衛星システムレベルで日照発生電力監視
- ・オンボードでのパラメータ有効性チェック
- ・衛星シミュレータによる運用手順検証・訓練
- ・衛星自動監視システムの導入

JAXA

初期機能確認運用(ミッション機器)



Resolve搭載X線放射線源を用いて分光性能が5eV以下であることを確認した

軟X線分光装置Resolve

- ✓ 検出器を-273.1℃に冷却維持
- ✓ 分光性能<5eVを達成(要求7eV)
- ✓ ファーストライト観測成功

軟X線撮像装置Xtend

- ✓ 検出器を-110℃に冷却維持
- ✓ ファーストライト観測成功

中心軸較正

- ✓ 観測天体が検出器の中央に入るようアライメントを調整した

時刻精度検証

- ✓ 要求精度1msec以下を確認した

今後の予定

- Resolve保護膜開放、ゲイン評価
 - ✓ Resolve X線入射部の保護膜が所期の運用で開放できていない。環境条件を調整して再実施を計画中。
 - ✓ 保護膜開放後に検出器の軌道上でのゲイン変動を評価する。
- 定常運用移行
 - ✓ 初期機能確認を終え2月から較正/初期性能確認を開始する。

XRISM FIRST LIGHT

2024-01-05

XRISM project PI 田代 信

XRISM FIRST LIGHTの概要

Xtendは、10月14日から10月24日にかけて7.7億光年の距離にある銀河団Abell 2319を観測を行いX線画像取得に成功しました。また、Resolveは、12月4日から11日にかけて大マゼラン星雲にある超新星残骸(星の爆発の痕) N132Dの観測を行い、精細なX線スペクトルを取得することに成功しました。

- **銀河団Abell 2319の観測**:「すざく」XISの4倍の広い視野を特長とするX線撮像装置Xtendで撮像をおこない、衝突中の銀河団の全貌をとらえるとともに、衝突しているふたつの銀河団それぞれに付随する高温プラズマの分布も明瞭に分解しています。広い視野と解像度を兼ね備えたXtendのファーストライト画像は、銀河団や宇宙の大規模構造の進化の理解が格段に進むという期待を持たせてくれます。
- **超新星残骸N132Dの観測**:「すざく」XISの約30倍の高精度分光能力を特長とするX線分光装置ResolveでX線スペクトルを取得し、多数の元素輝線をこれまでにない精度で分離することに成功しました。Resolveの観測により、恒星や惑星、さらには生命のもととなるこれらの元素の宇宙における生成・流転について、新しい知見が得られることが期待されます。

XRISMの武器:広視野と精密分光

Instrument	FOV/pix	光子エネルギー 決定精度 (FWHM @6 keV)
Xtend (XMA + X線CCD)	38分角四方 1280 x 1280 ピクセル	< 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)

XRISMは

- 汎用天文台として、大きな視野で撮像(Xtend)
- 米欧の大型X線天文台と比較しても、重要な鉄輝線の帯域で圧倒的なエネルギー決定精度(Resolve)

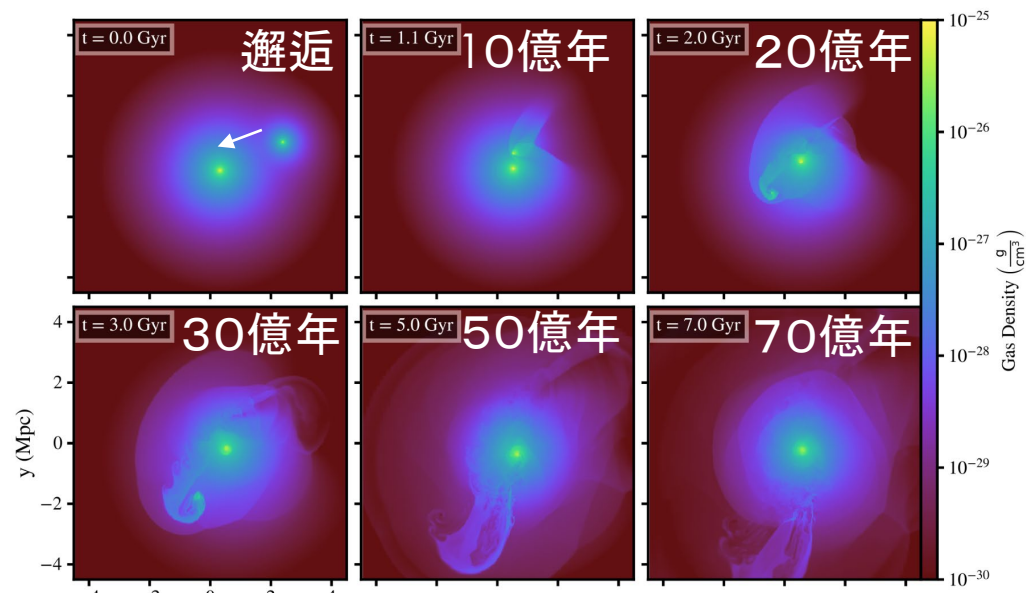
ダークマターが引き寄せる銀河団同士のダンス

銀河団の設計図ー力学的進化

宇宙の大規模構造「銀河団」はどうやってできたか？

ビッグバンで物質が生まれ、重力によって次第に大きな天体ができてきた。
原子は星となり、銀河となり、宇宙最大の天体「銀河団」を形成する。

ダークマター（暗黒物質）の重力により銀河や銀河団は衝突合体を繰り返して成長する。銀河団はこのように形成された天体のうち最大のもの



銀河団合体の数値シミュレーション

合体によって銀河団高温ガスが渦巻く様子がみえる

Brzycki & ZuHone, ApJ, 883:118 (29pp), 2019

note



衝突中の銀河団の例：かみのけ座銀河団（XRISM noteより）
<https://note.com/xrism/n/nb8f03c3da08d>

銀河団には、X線で輝く大量の高温ガスがある（上図マゼンタ）
XRISMはX線で銀河団の衝突合体中の現場をみることができる。
これによって、銀河とガスを引き寄せているダークマターの質量・分布・運動を研究する。
銀河団の衝突は莫大な重力エネルギーが解放される
宇宙で最大のエネルギーの現象

FL1: XTEND IMAGE OF A2319

2023-10-14 ~ 2023-10-24

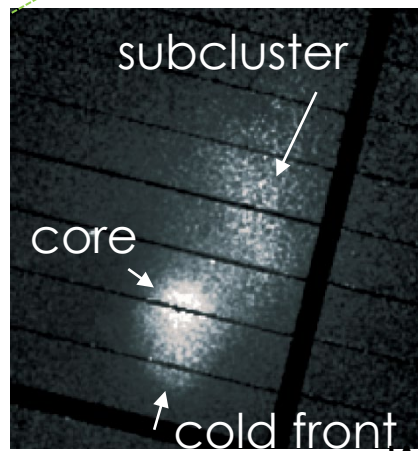
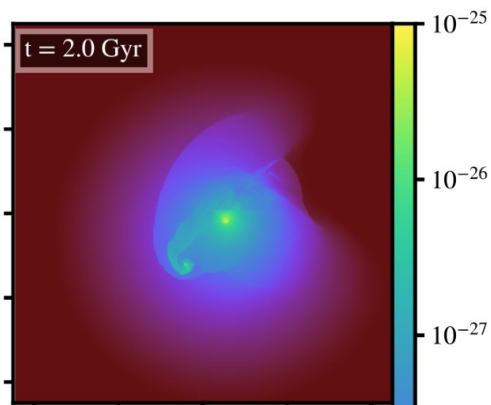
観測中心軸確認運用において、
衝突銀河団 Abell 2319 の撮像に成功

衛星姿勢系と観測軸は所定の精度で一致している

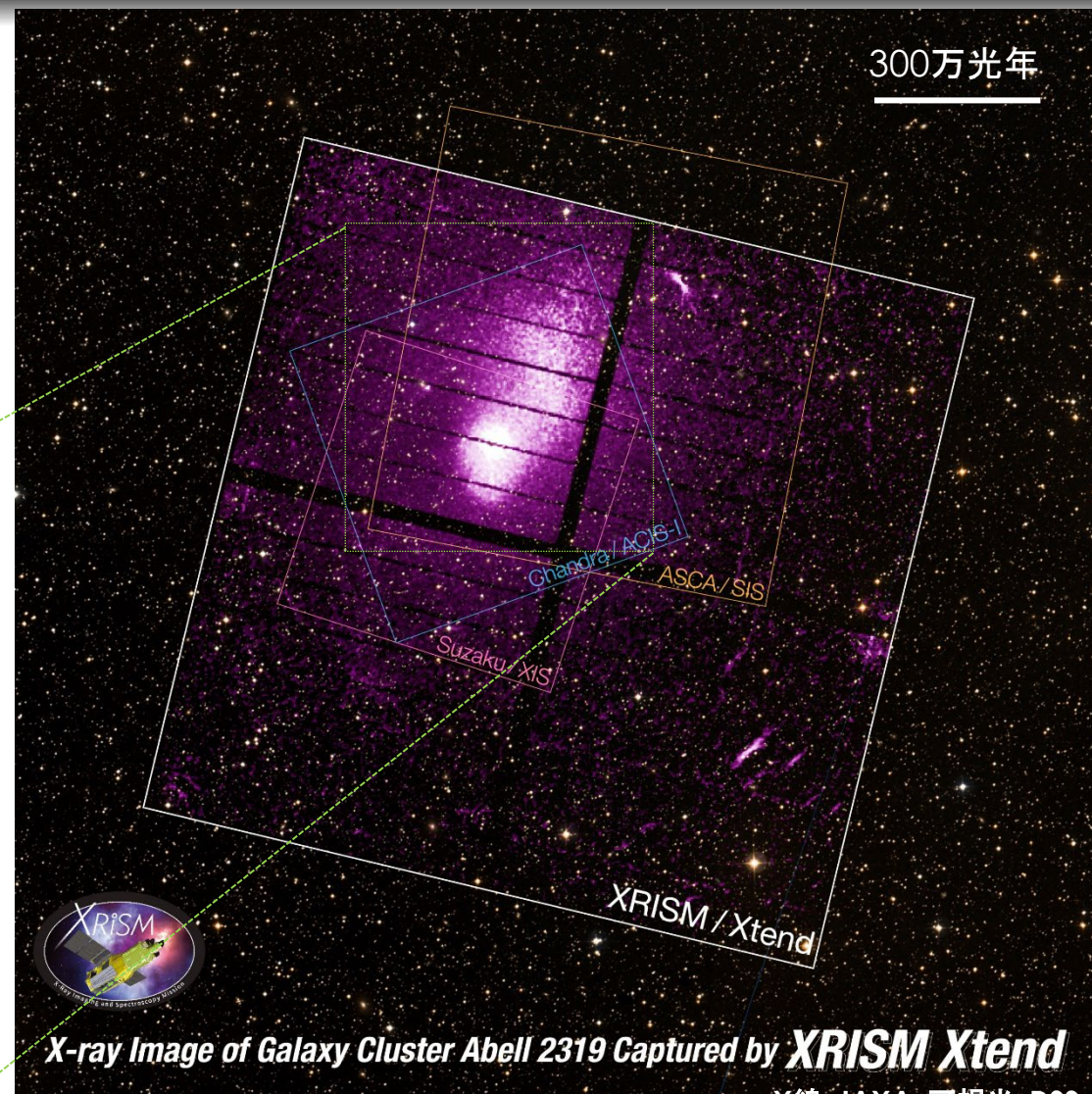
- **Xtendの広い視野**にわたって、想定通りの画像が得られていることを確認。(紫と左下の白色がX線画像)
- **衝突銀河団の外縁部まで構造が明瞭**にとらえられている。

→ 衝突銀河団の構造ごとの温度や速度などの観測により
ダークマターによる天体形成の謎に迫る。

Brzycki & ZuHone,
ApJ, 883:118 (29pp),
2019



JAXA



X-ray Image of Galaxy Cluster Abell 2319 Captured by **XRISM Xtend**

X線: JAXA, 可視光: DSS

星が残した巨大な「花火」—超新星の残骸にみる宇宙の化学進化

宇宙のレシピ—化学的進化—

宇宙の元素はどうやってつくられてきたのか？

超新星は、終末をむかえた重い星や白色矮星などがおこす、宇宙で最大級の爆発現象。

爆発によって、様々な元素が宇宙空間に広がり、宇宙を豊かにする。

XRISMは、X線スペクトルで超新星残骸のなかの元素の量と速度を測定、物質の生成・循環を追う。

Big Bang fusion

Dying low-mass stars

Exploding massive stars

Human synthesis
No stable isotopes

Cosmic ray fission

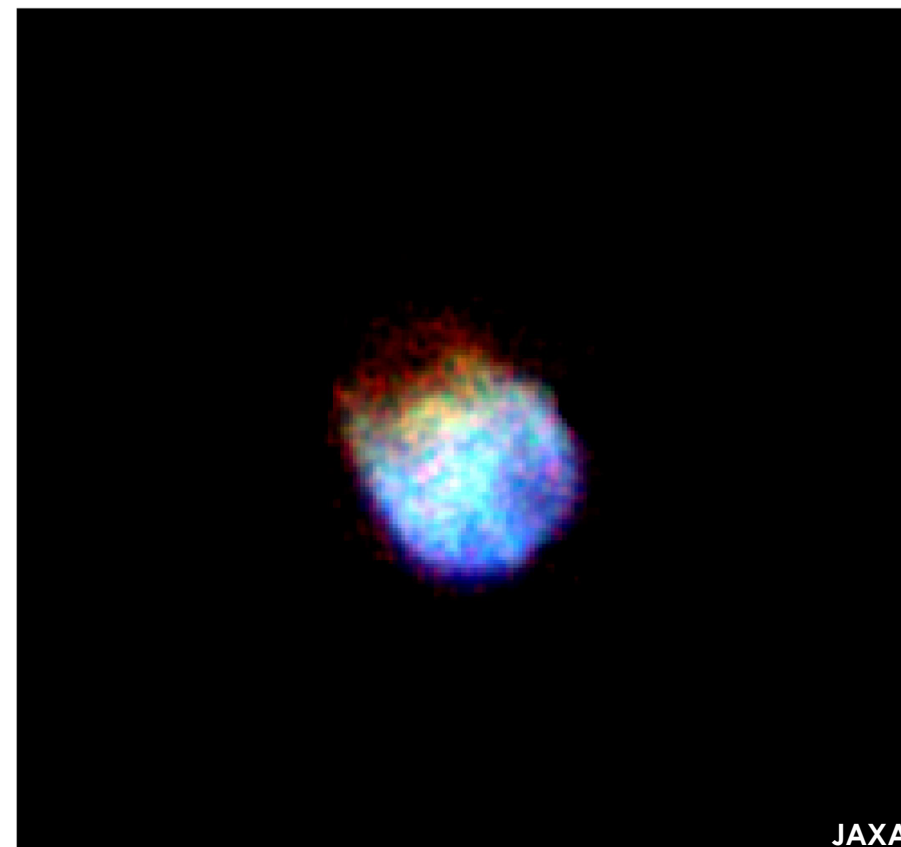
Merging neutron stars

Exploding white dwarfs



元素の周期表。宇宙のどこで作られるかを色で示す。軽い元素の大半は重力崩壊型(黄色)とIa型(灰色)超新星が寄与しており元素ごとにその割合が異なると考えられている。

(Nucleosynthesis periodic table, C. M. G. Lee 2017;
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nucleosynthesis_periodic_table.svg)



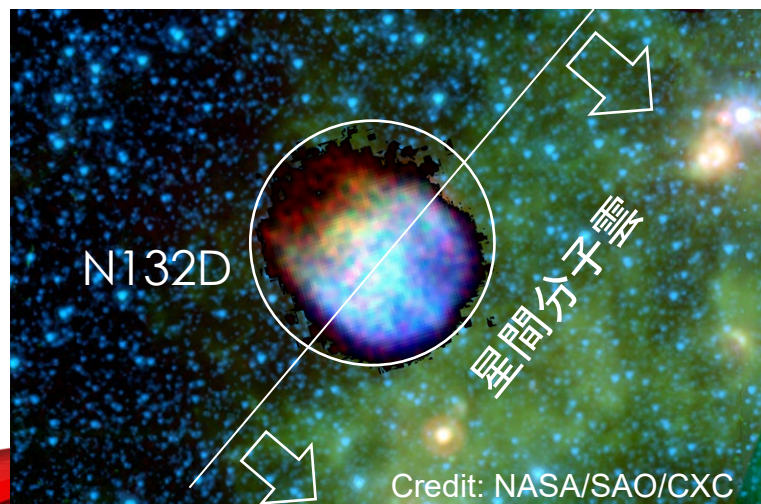
XRISMのXtendで取得した超新星残骸N132D画像
大マゼラン星雲(銀河)のなかでもっとも明るい超新星残骸
色はX線のエネルギーの違いを表す。
超新星残骸の構造と場所ごとの性質の違いが見える。

FL2: RESOLVE SPECTRUM OF N132D

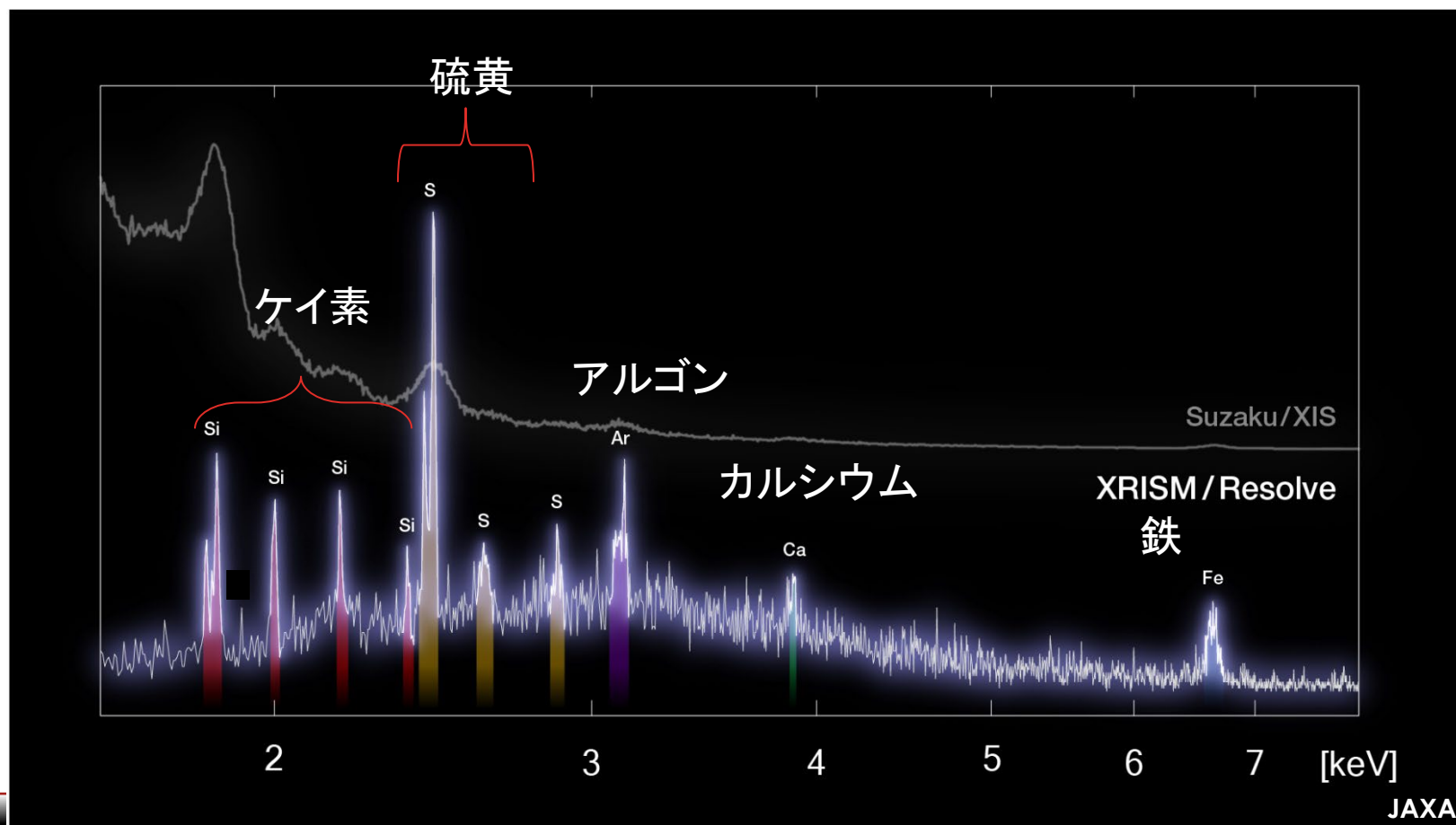
- 2023-12-4 ~ 2023-12-11 Resolve試験観測 超新星残骸N132D の観測に成功
- 1,800-10,000 eV超のエネルギー帯域で、超高分解能X線スペクトルの取得に成功
 - ケイ素、硫黄、アルゴン、カルシウム、鉄などの元素からのX線輝線を高精度で検出。

元素の種類と量、温度、速度に対する
圧倒的な感度を確認した。

- 多数の元素ごとの電離状態や運動を測定
- 元素合成から星間空間への物質循環を解明する。



2024/1/5 XRISM First Light



XRISMが挑む宇宙の謎

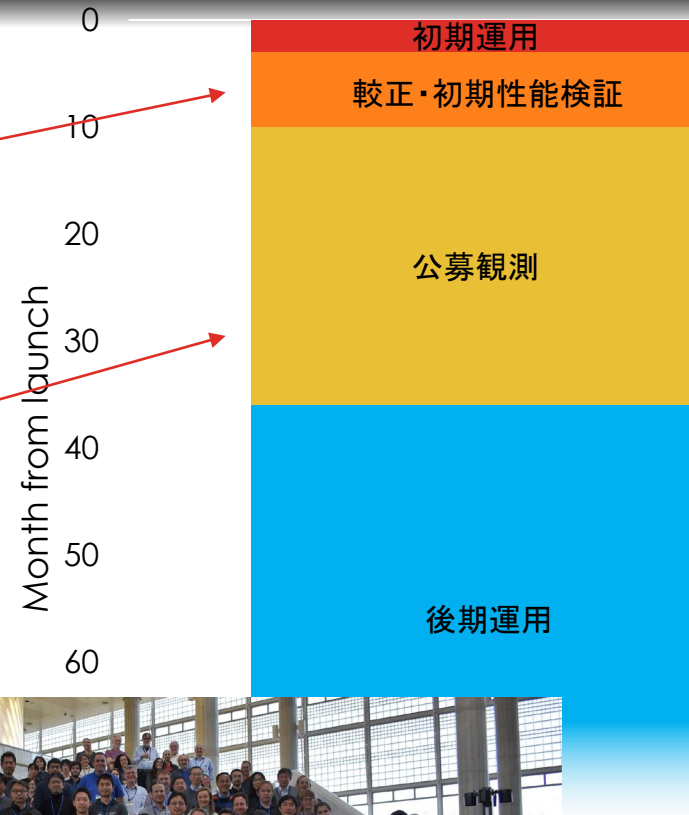
- 銀河団の設計図—力学的進化—宇宙の大規模構造「銀河団」はどうやってできたか？
 - XRISMによって銀河団の成長現場である銀河団衝突を見る
- 宇宙のレシピ—宇宙の元素はどうつくられ、行き渡っててきたのか？
 - 超新星の種族ごとの元素合成と、星間空間への供給の様子を見る
- 時空のはて--コンパクト天体の周りのプラズマの構造
 - ブラックホールや中性子星、白色矮星など「コンパクト天体」の強力な重力場中の物質状態を見る
- 画期的な装置(X線マイクロカロリメータ)が拓く新しい観測手法と宇宙物理
 - ALMA, LiteBIRD, JWST, Subaru/TMT, XMM-Newton, Chandra, NuSTAR, Fermi, CTA, IceCube, LIGO, KAGRA など世界のマルチメッセンジャー天文台の一翼として

First Lightが示した広視野と輝線感度で、
XRISMはさまざまな宇宙の謎に挑みます！

世界に開かれた天文台として

2月に定常段階に進む

- 定常運用段階(打ち上げ後3年まで)
 - 初期性能確認観測(6 か月)
 - XRISMの特長を生かす約50の候補天体から観測
 - 日米欧200人余りの研究者が参加。
 - 随時、初期成果を発表していく
 - 観測提案にもとづくゲスト観測
 - JAXA, NASA, ESA それぞれが、観測提案の公募を行い、選考によって採択された観測を行う。
 - 予め定めた時間配分の範囲で、全世界の研究者に観測の機会を提供
- 後期運用段階へ(打ち上げ後3年以降)



計画参加機関

計画参加機関

宇宙航空研究開発機構 (JAXA), 米国航空宇宙局 (NASA),

欧州宇宙機関 (ESA), 東京都立大学, 金沢大学, 関東学院大学, 宮崎大学, 埼玉大学,

SRON (Neitherlands Institute for Space Research), University of Geneva, Canadian Space Agency,

中央大学, 愛媛大学, 福岡大学, 藤田医科大学, 広島大学, 鹿児島大学, 近畿大学, 関西学院大学,
甲南大学, 京都大学, 名古屋大学, 奈良教育大学, 奈良女子大学, 日本福祉大学, 大阪大学,
理化学研究所, 立教大学, 芝浦工業大学, 静岡大学, 東北学院大学, 東京大学, 東京理科大学,
早稲田大学, 福岡教育大学, 熊本学園大学, 明治大学,

Gravitation AstroParticle Physics Amsterdam, Canadian Light Source Inc.,
University of Chicago, University of Durham, European Southern Observatory,
Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Lawrence Livermore National Laboratory,
Leiden University, University of Maryland, Massachusetts Institute of Technology,
University of Maryland, University of Michigan, Saint Mary's University,
University of Waterloo, University of Wisconsin, Yale University