

2. 我が国の主要な宇宙科学・宇宙探査、有人宇宙活動プログラムの概要

(宇宙科学プログラム)

1. 宇宙物理学・天文学

1. 1 X線天文学

- 1. 1. 1 X線天文衛星「すざく」(ASTRO-EII)
- 1. 1. 2 次期X線天文衛星(ASTRO-H)

1. 2 赤外線天文学

- 1. 2. 1 赤外線天文衛星「あかり」(ASTRO-F)
- 1. 2. 2 次期赤外線天文衛星(SPICA)

2. 太陽系科学

2. 1 太陽物理学

- 2. 1. 1 太陽観測衛星「ひので」(SOLAR-B)

2. 2 太陽地球系物理学

- 2. 2. 1 磁気圏観測衛星「あけぼの」(EXOS-D)
- 2. 2. 2 磁気圏尾部観測衛星(GEOTAIL)
- 2. 2. 3 小型高機能科学衛星「れいめい」(INDEX)
- 2. 2. 4 ジオスペース探査衛星(ERG)

2. 3 惑星科学

- 2. 3. 1 金星探査機「あかつき」(PLANET-C)
- 2. 3. 2 水星探査計画(BepiColombo)
- 2. 3. 3 惑星分光観測衛星

3. 小型飛翔体による実験研究

(宇宙探査プログラム)

4. 月探査

- 月周回衛星「かぐや」(SELENE)
- 月面着陸・探査ミッション(SELENE-2)

5. 小惑星探査

- 小惑星探査機「はやぶさ」(MUSES-C)
- 小惑星探査機「はやぶさ2」
- 小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」

(有人宇宙活動プログラム)

6. 国際宇宙ステーション計画

1. 1. 1 X線天文衛星「すざく」(ASTRO-EII)

目的

世界最高感度の広帯域X線分光により、銀河団高温ガス観測等により宇宙の構造進化と化学進化明らかにし、また、ブラックホール近傍の物質状態を探る。

これまでの経緯と実施状況

- ・13年度開発研究を開始
- ・17年7月10日M-V-6号機により打ち上げ
- ・観測装置の立ち上げのための初期運用中に超高精度X線分光の機能を消失
- ・18年3月末試験観測を終了。高感度広帯域分光能力を確認
- ・18年4月1日より第一期国際公募観測を開始
- ・19年1月 すざく第一特集号を、日本天文学会欧文報告より発行(初期観測の成果を中心とする30論文)
- ・19年 キープロジェクト観測開始
- ・20年2月 すざく-MAXI共同観測開始
- ・20年4月 すざく チャンドラ共同観測開始
- ・20年6月 ノミナル運用期間終了
- ・21年4月 すざく-フェルミ共同観測開始
- ・24年10月時点で 査読付き学術誌に606論文

これまでの主な成果と効果

- ・宇宙の構造進化、化学進化の理解
- ・ブラックホール天文学の新展開
- ・非熱的なX線放射の理解
- ・世界の高エネルギー天文学をリード

特色： 国際協力、国際公募観測

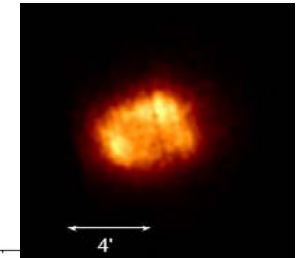
観測装置の一部とデータ処理ソフトを米(NASA)との国際協力により開発。観測は国際公募により観測テーマを公募し行う。観測公募は、JAXA, NASAに加えてESAからも行う。



実証された優れた観測性能

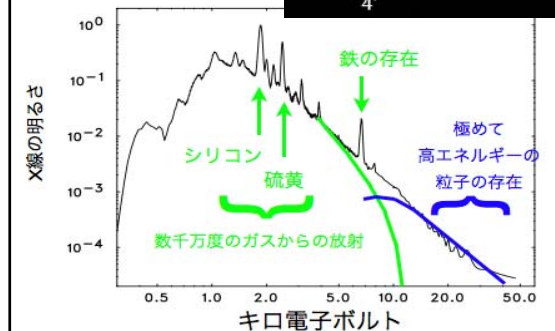
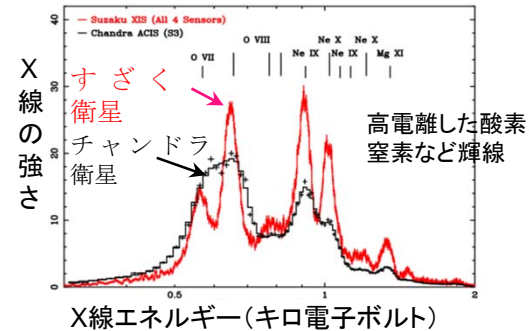
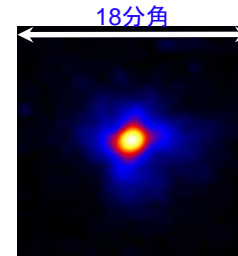
広帯域分光

超新星残骸カシオペア座AのX線像(上)と広帯域スペクトル(下)。広帯域スペクトルには、数千万度の高温プラズマからの軟X線放射の上に、相対論的速度の高エネルギー荷電粒子からの硬X線放射が明確に検出されている。



エネルギー分解能

超新星残骸E0102.2-7219のX線像(右)とスペクトル(下)。比較のため米国のチャンドラ衛星による同天体のスペクトルを重ねて示した。



実施体制

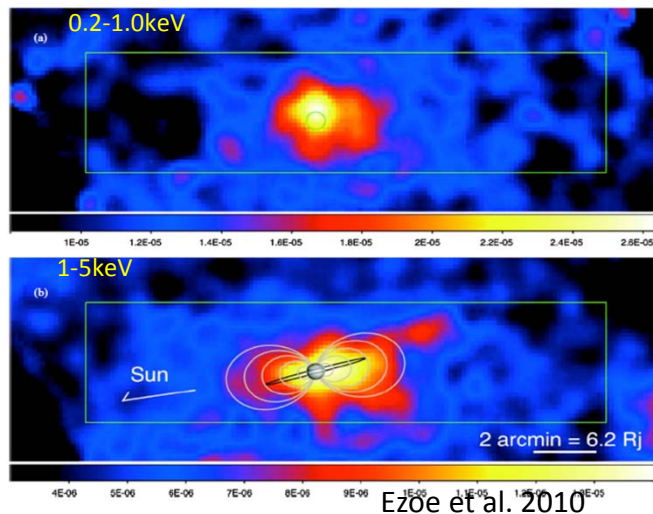
国内20の研究機関の研究者、米国および欧州の12の研究機関の研究者によりサイエンスワーキンググループを組織。

主要諸元

- ・重量 約1700kg
- ・発生電力 約1500W
- ・軌道 軌道傾斜角31度, 高度570km
- ・ミッション期間 2年以上

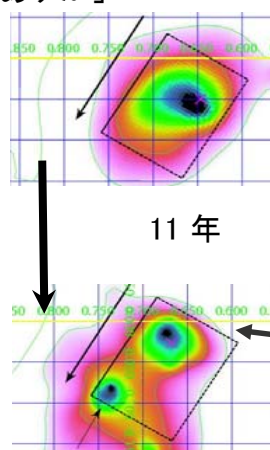
すざく衛星の科学的成果のハイライト: 太陽系から銀河団まで

木星イオトーラスからの”硬X線”
(1-5 keV) 放射の発見

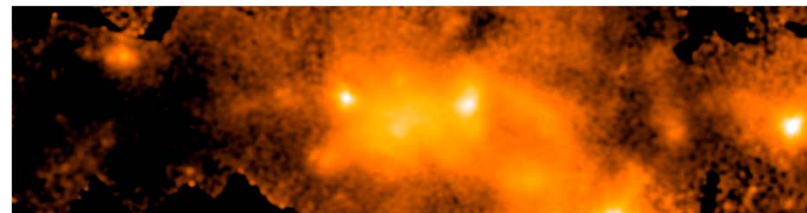


我々の銀河系の中心領域

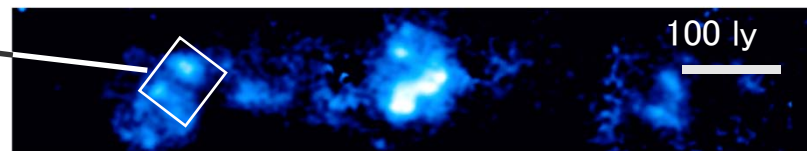
「あすか」



連続スペクトル成分 (高温プラズマ)



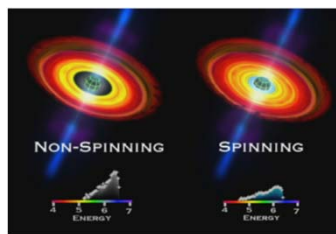
中性鉄の線スペクトル (分子雲)



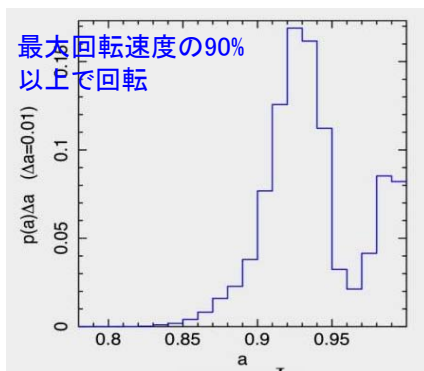
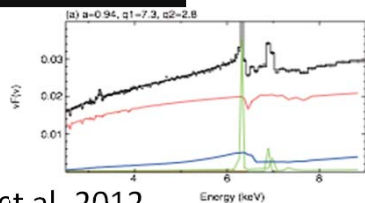
Koyama et al. 2006, Ryu et al. 2009

銀河団の外縁 = 宇宙の大構造進化の現場

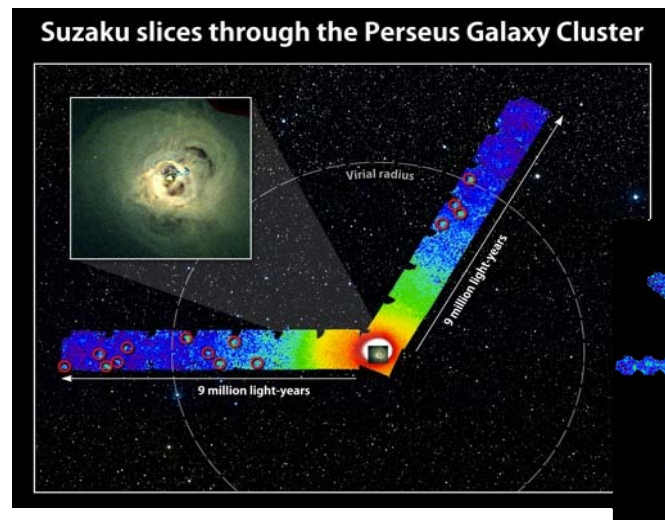
鉄輝線による活動銀河核の巨大ブラックホール自転への制限



自転パラメータへの観測からの制限



$$a = \frac{cJ}{GM^2}$$



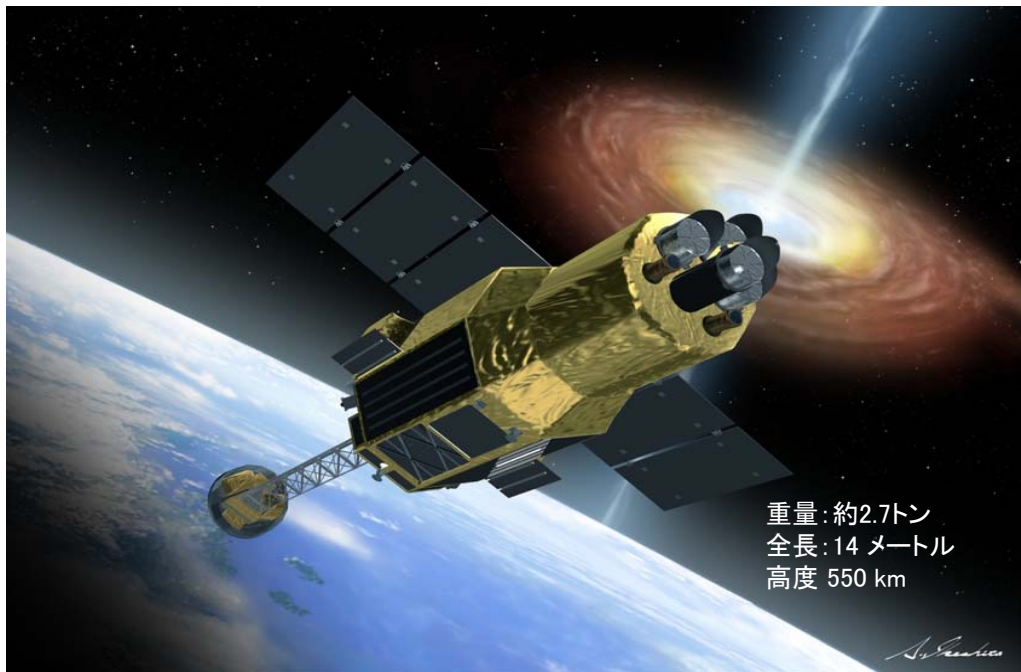
Simionescu et al. 2011, Allen 2012

1. 1. 2 次期X線天文衛星 ASTRO-H

2015年度打ち上げ予定

<ASTRO-Hの意義>

- X線天文衛星「ASTRO-H」は、これまで世界のX線天文学を牽引してきた日本が主導し、宇宙科学のフロンティアを拓く大型国際X線天文衛星
- 宇宙で観測できる物質の80%以上は100万度以上の高温で、X線でしか見る事ができない。ASTRO-Hは過去最高の高感度X線観測を行い、現代宇宙物理の基本的課題である宇宙の構造と進化にかかわる数々の謎の解明に挑む。
- ASTRO-Hは、質量2.7トンと我が国の科学衛星としては最大級である。従来より10倍以上優れたX線エネルギー計測精度を持つ革新的な軟X線超精密分光望遠鏡システム、高精度イメージング能力により従来より10倍以上の高感度を持つ硬X線／ガンマ線検出器を、基礎科学と国内宇宙産業の力を結集して開発する。
- 高度な要求を持つ科学観測のために、高度な衛星バス技術を実現する。



<ASTRO-Hの開発体制>



<ASTRO-Hの目的>

○宇宙の構造と進化にかかる謎の解明

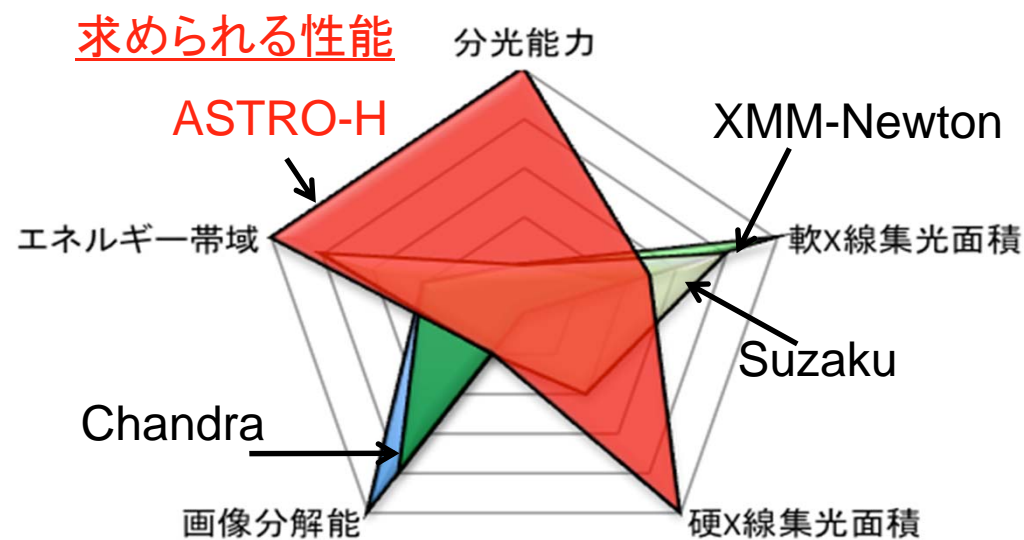
(1) 周辺物質によって吸収されにくい硬X線での高感度観測を行い、80億光年遠方までの巨大ブラックホールの探査を行い、巨大ブラックホールが銀河進化に果たす役割の解明。

最近、ビッグバンから数億年から数10億年後、銀河はその中心にブラックホールをいだいて生まれ、共に進化して現在にいたるといふ考えが提示された(ブラックホールと銀河のバルジ質量の強い相関)。しかし、「地球」に銀河を例えれば、オレンジくらいのおおきさのブラックホールがどのように銀河全体に影響を与えるのかはわかっていない。ASTRO-Hは誕生初期の銀河からもブラックホールを見つけ出すことができる。

(2) 数千万光年も広がりを持ち、現在もなお衝突合体により成長を続ける銀河団。その内部の高温ガスの乱流、衝突、ショックなどダイナミクスの直接観測。宇宙の大規模構造がいかに成長して現在にいたったかの解明。

宇宙最大の天体である銀河団の進化は宇宙論パラメータの決定に大きな役割を果たす。銀河団中の高温ガスの乱流運動が質量測定における系統誤差を生むことも指摘されている。ASTRO-Hが行う鉄輝線のX線精密分光から銀河団中の高温ガスの運動速度を実測し、銀河団の質量を正確に与える。これによって、マイクロ波背景放射の観測とは独立に宇宙の構造進化やダークエネルギーの性質に迫ることができる。

高温ガスから放射されるX線のASTRO-Hによる観測が謎を解く鍵をにぎる。



Chandra(米), XMM-Newton(欧), Suzaku(日)は現在運用中のX線天文衛星