

NeXT計画提案補足説明

2005年12月12日

1. すざくからNeXTへ

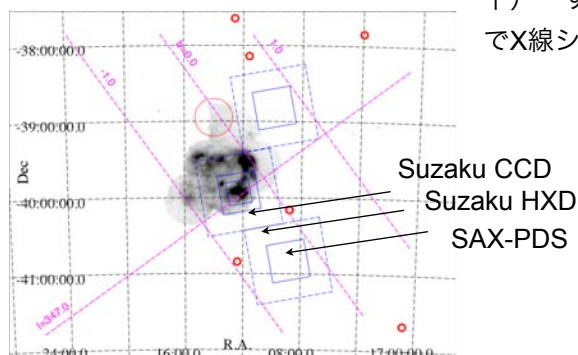
1.1 すざく衛星の現状

- 7月10日 打ち上げ
- 11月17日 観測第一期公募観測 (AO-1) リリース
- 12月 2日 「すざく」試験データ一般公開 (プレスリリース)
 - 「すざく」ホームページ (www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku)
 - 「Einstein's Legacy」における招待講演の内容を本説明に添付
- 宇宙科学シンポジウムに21件ものサイエンス結果の発表申し込み

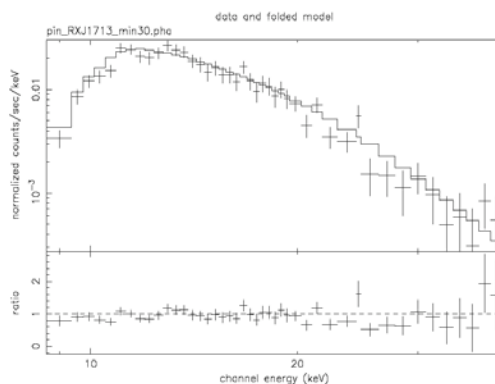
1.2 「すざく」のパワー

・ **超新星残骸からの非熱的放射** : 100 keV以下で30分角というしぼられた小さな視野と低バックグラウンドの組み合わせにより、これまで不可能だった高エネルギー粒子の加速源における10 keV以上の硬X線スペクトルの測定とそのマッピング観測が可能となった。

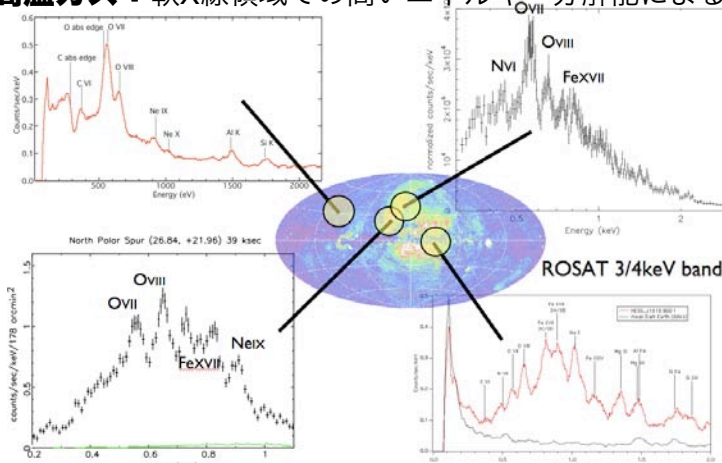
下) 「すざく」は超新星残骸RXJ1713-3946において、40keV以上までX線シンクロトロン放射がのびていることを初めて明快に示した。



上) あすか衛星による超新星残骸RXJ1713-3946のイメージに「すざく」のCCD、HXD(<100keV)、そしてSAX衛星の視野を描いた



・ **銀河内の広がった高温ガス** : 軟X線領域での高いエネルギー分解能による高温ガス(Hot ISM)分布の観測



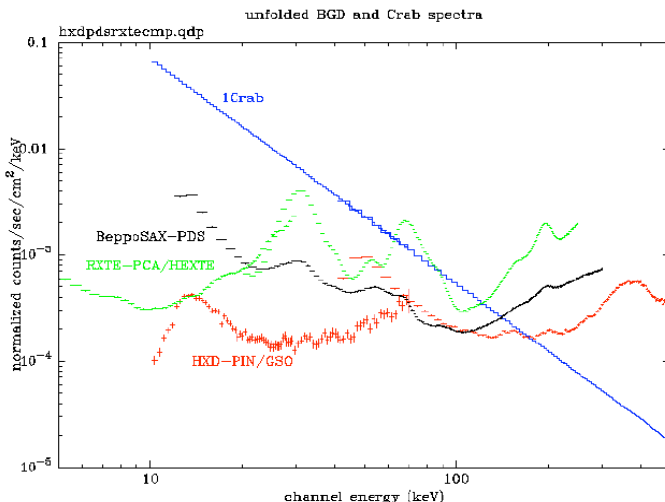
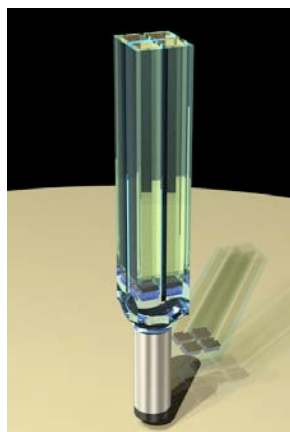
・ 改良されたCCDと「あすか」に比べて迷光を激減させた大面積X線望遠鏡により、チャンドラやニュートンのCCDでは分解されなかったスペクトルのライン構造が明らかになった。

「すざく」の観測により、これまで隠されていた非熱的成分が硬X線領域にあらわれる事が鮮明に示された。今後この領域で撮像観測を行い感度を桁で向上させる事ができれば、飛躍的に対象が増え「非熱的宇宙の探求」という新しい分野が開けることが明らかになった。これは、NeXT計画の方向性の正しさを示すものである。

2. すざくで実証されたNeXT衛星へのつながり

2.1 超低バックグラウンドでの 高感度硬X線観測へのつながり

「すざく」は日本独自の井戸型アクティブシールドのコンセプトが正しく働くことを実証し、軌道傾斜角31度と、SAAを通過する軌道であるにもかかわらず、硬X線から軟ガンマ線領域で、これまでの検出器と比べ、最も低いバックグラウンドを実現した。

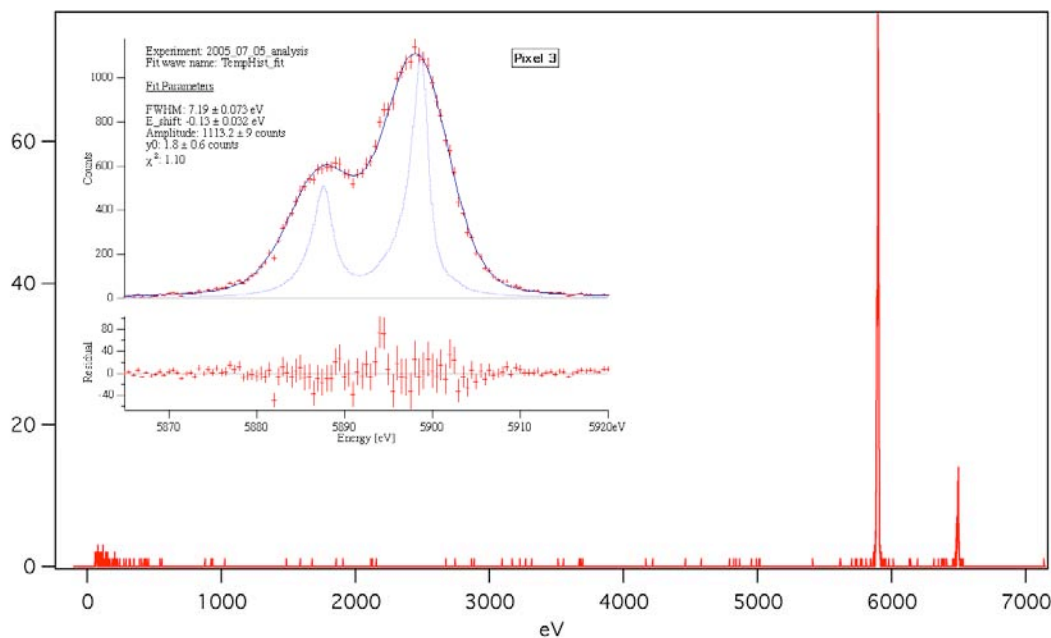


「すざく」は、硬X線で過去最高感度を持つ。NeXT衛星では、このコンセプトを押し進め、世界初の硬X線イメージング観測を行うことで、さらに2桁の感度向上を行う。これにより、銀河や銀河団からの非熱的放射を探り出す事をめざす。

2.2 X線マイクロカロリメータの軌道上性能実証

- 「すざく」は、X線観測衛星として、はじめてマイクロカロリメータを搭載し、60mKという宇宙で人工的に作られた温度としては最も低い温度を実現し、6.4 keVで、7 eV (FWHM) という驚異的なエネルギー分解能を軌道上で実証した。

Fine structure of Mn K_{α} line resolved by XRS in orbit



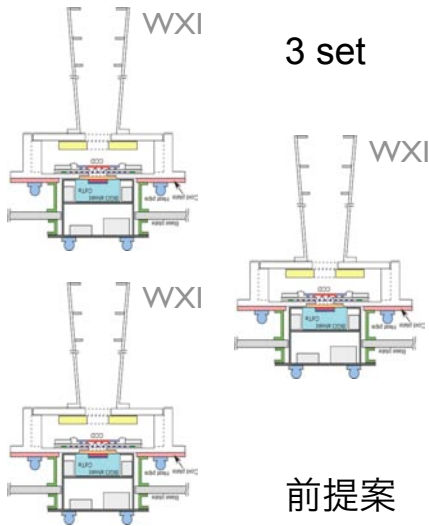
3. NeXT衛星、前提案(2003)から新提案(2005)へ

3.1. ミッションの考え方

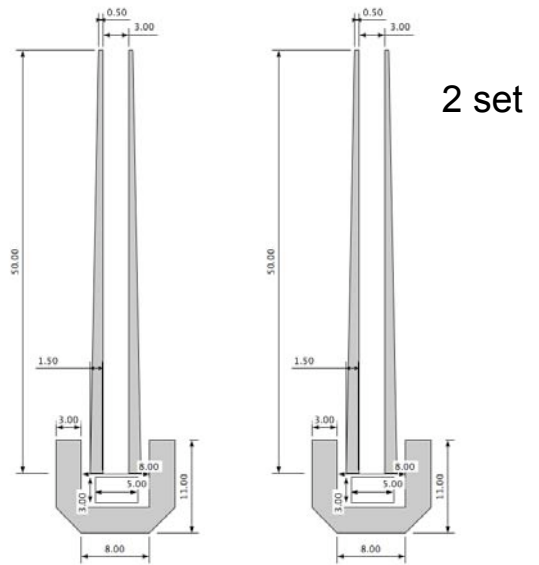
- 高信頼性の確保
- 「すざく」衛星で実証されたコンセプトや技術の積極的活用
- システムの最適化（重量、電力、予算のマーヅン）
- 開発のしやすさ、試験のしやすさの追求

3.2 広帯域撮像システムの最適化

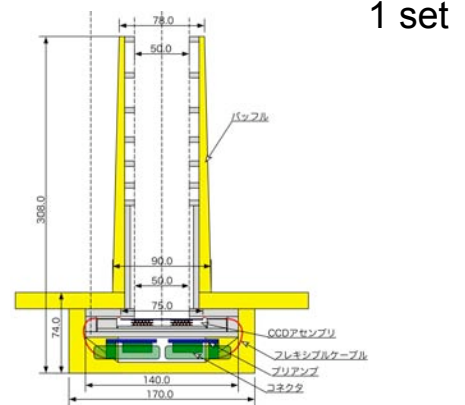
DSSD+CdTeピクセルを井戸型シールドに格納し、超低バックグラウンドにした硬X線撮像用検出器（HXI）



新提案

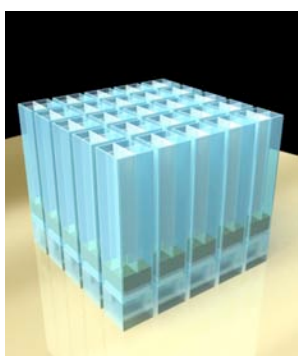


ISS搭載MAXIミッションのために開発した、X線CCDにもとづく軟X線撮像検出器

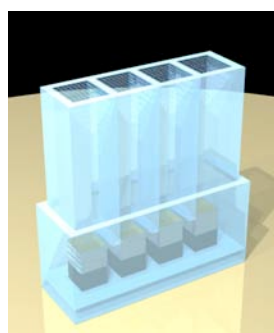
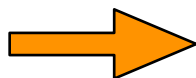


- 「すざく」衛星で実証された低バックグラウンド化のコンセプトを最大限生かし、時間分解能の高いシリコンストリップ検出器(DSSD)とCdTeピクセル検出器のハイブリッドを採用
- 望遠鏡は2台が硬X線用（HXI）、2台が軟X線用（SXI、SXS）
- 軟X線は、短い焦点距離(9 m)により、有効面積と視野サイズを最適化。
- 面積減少でも、硬X線領域の感度向上。

3.3 軟ガンマ線検出システムの最適化



1 set

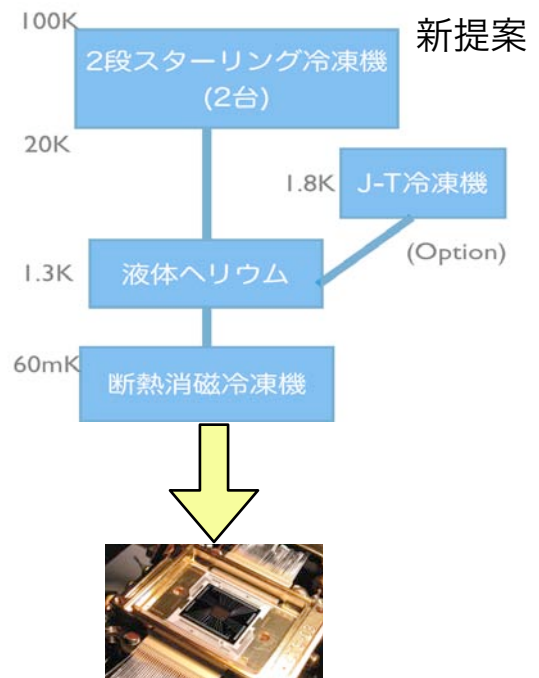


2 set

- 300 keVまでのエネルギー範囲で最適化をはかり、重量削減を行いながら、感度向上。HXIとのコンポーネント共通化をはかる

3.4 高分解能X線分光器 (SXS)、マイクロカロリメータの考え方

- 冷却系
 - 「すざく」で実証された機械式冷凍機を2段用い、Heタンクを持つ。固体Neは使用しない（寿命2年）。
 - J-T冷凍機はオプション
- SXS素子
 - 開発要素が残るTESではなく、「すざく」衛星で実証されたカロリメータ素子を採用。ベースラインとしてすでに開発済みの長焦点距離用大型ピクセル素子を用いる。



3.5 衛星全体の考え方

- 衛星システムの考え方
 - (1) これまでの天文衛星系のバスアーキテクチャを出来る限り継承する
 - (2) 上記アーキテクチャを発展させることで信頼性の確保や開発期間の短縮が図れるものを選定し、それらについて集中して開発をすすめる
- 衛星開発の進め方
 - (1) 冷却系における物質・材料研や筑波大学との関係のように、JAXA内外から積極的にNeXT衛星チームに参加してもらう事で、設計の不備を未然に防ぐ。
 - (2) 新たにTechnical Advisory Groupを設け、JAXA内や国内の大学や研究機関の有識者、海外の研究者の中から広くメンバーを集めて、設計や開発状況のCritical Reviewを行い、助言を得る。宇宙関係ばかりではなく、たとえば素粒子実験の電子回路の専門家などもレビュー委員会のメンバーとする。
- 構造の簡素化による高信頼性確保
 - Thrust Tubeの径を1700mm -> 1600 mmΦとし、それに伴う望遠鏡、EOBの小型化。
 - 軟ガンマ線検出器を繰り出す機構を廃し、小型化分割して、固定方式をとる。検出器のコンフィギュレーションを最適化して、300 keV以下での感度は前提案をむしろ上回る。
- Space Wire/T-Engine/T-Kernelなど、データ処理系に抽象化層からハードウェア層にいたるまで標準化を持ち込み、異なったメーカー間のインターフェースの不一致によるトラブルを未然に防ぐ。（前提案以来、検討と実証が進み、われわれの動きは、すでにBepi MMOからPLANET-Cにいたるまで、科学衛星に標準の流れとなった）

• 重量マージンの考え方

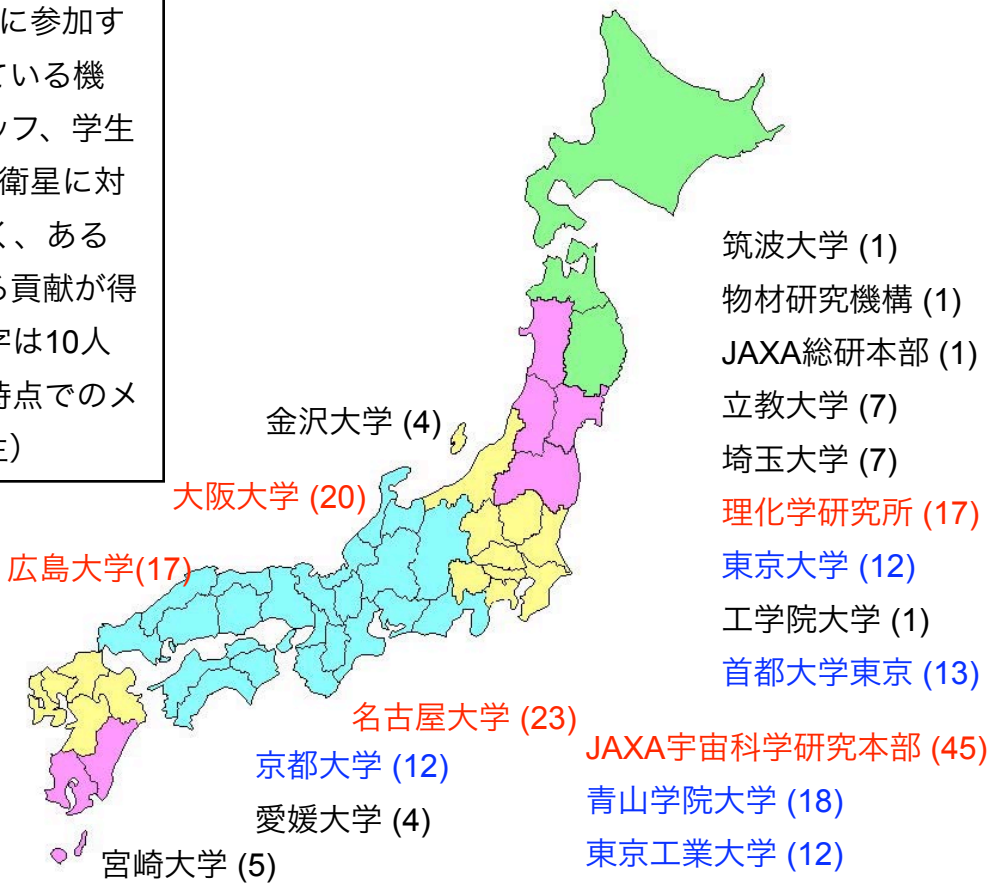
大型の機器で、かつ新規開発の部分のあるもの、すなわちEOB, SXS-S, バッテリー、衛星構造の合計重量の10%、70 kgをマージンとした。

	2003	2005	+/-
XRT	230	230	0
3WXI	33		22
(2HXI)		48	
(1SXI)		7	
SXS	149	210	61
SGD	210	153	-57
EOB	240	224	-16
Power	256	163	-93
AOCS	134	132	-2
RCS	141	141	0
Structure	231	240	9
その他	82	92	10
Total (wet)	1707	1640	-67

• SXSのHe Dewerで60 kg増し、HXIのBGOシールドにより22 kg増。電池で93 kg減、SGDの見直しで57 kg減、全体で約70 kgのマージンを得ている

4. NeXT衛星の開発体制

NeXT衛星の開発に参加することを表明している機関。赤字はスタッフ、学生をあわせてNeXT衛星に対して常時20人近く、あるいはそれを超える貢献が得られる機関、青字は10人程度。数字は現時点でのメンバー数（含学生）



5. X線望遠鏡開発スケジュール

反射鏡製作スケジュール（打上げ3.5年前ー2年前）

必要枚数：

多層膜反射鏡：216枚x3x2x2台分～2600枚

軟X線単層膜：186枚x3x2x2台分～2200枚

製作速度（蒸着システム5台使用：新規3台）

多層膜反射鏡40枚／週／台。ベストの30%だけ選ぶと

$4 \text{台} \times 40 \text{枚} \times 50 \text{週} \times 1.5 \text{年} \times 0.3 \times 2/3 = 2400 \text{枚}$

軟X線反射鏡32枚／日／台

$32 \text{枚} / \text{日} \times 5 \text{日} \times 50 \text{週} \times 1.5 \text{年} \times 0.3 \times 2/3 = 2400 \text{枚}$

製作システムのトラブルによる稼働率2/3を見込んでも、

5台1.5年で搭載枚数の3倍を製作可能。

開発スタッフ（案）

研究者（スタッフ） 7名

ポスドク 4名

技術補佐（雇用） 4名

大学院 15名

提案書X線望遠鏡の章

（34ページ参照）

6. NeXT衛星検討参加者

宇宙科学研究本部

池田博一

井上 一

高橋忠幸

田島道夫

中川貴雄

満田和久

山田隆弘

山本善一

堂谷忠靖

橋本樹明

廣瀬和之

水野貴秀

峯杉賢治

山崎典子

澤井秀次郎

曾根理嗣

尾崎正伸

田村隆幸

中澤知洋

藤本龍一

前田良知

総合技術研究本部

杉田 寛之

筑波大学

村上正秀

物質・材料研究機構

沼澤健則

埼玉大学

田代 信

理化学研究所

三原建弘

玉川 徹

寺田幸功

東京大学

牧島一夫

国分紀秀

立教大学

北本俊二

工学院大学

幸村孝由

首都大学東京

大橋隆哉

石田 学

石崎欣尚

東京工業大学

河合誠之

片岡 淳

青山学院大学

吉田篤正

山岡和貴

名古屋大学

山下広順

國枝秀世

田原 譲

小賀坂康志

古澤彰浩

金沢大学

村上敏夫

米徳大輔

京都大学

小山勝二

鶴 剛

上田佳宏

松本浩典

大阪大学

常深 博

能町正治

林田 清

宮田恵美

愛媛大学

栗木久光

広島大学

深沢泰司

水野恒史

Wisconsin U.

Dan McCamon

MIT

Mark Bautz

NASA/GSFC

Richard Kelly

SLAC

田島宏泰