

ASTRO-H衛星

高橋忠幸、満田和久、Rich Kelley

他アストロ-Hプロジェクトチーム

ASTRO-H衛星による研究

宇宙望遠鏡を用いたX線観測は人類が予想もしていなかった、宇宙が数千万度、数億度という超高温の現象の宝庫であることをあきらかにした。そして、宇宙が静的なものではなく、動的な、ダイナミックなものであることを明らかにして、人類の宇宙観を変えたといえる。

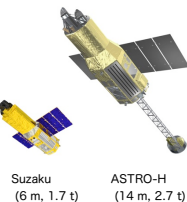
宇宙で我々が観測できる物質の80パーセントはX線でしか観測できない高温状態にあるとされる。宇宙の全貌を知る上で、X線観測は地上からの光学・電波観測などと並び不可欠の手段である。

2013年度打上予定のASTRO-H衛星は、「すざく」に続く次期X線天文衛星として、0.3 keVから600 keVまでのX線からガンマ線におよぶ広大なエネルギー範囲の観測を行う軌道上X線望遠鏡である。世界最高のエネルギー分解能を持つマイクロカロリメーターによるX線によるドップラー分光により、はじめて銀河団や超新星残骸中を満たす高温ガスの運動を捉えたと共に、広大なエネルギー範囲の観測と合わせることで、巨大ブラックホールや銀河、銀河団などにおけるダイナミックな宇宙の進化や非熱的物質を含めたエネルギー集中過程の真の姿を初めて明らかにする事を目的とする。それにより、現在の宇宙論における大きな謎である、宇宙を満たす「暗黒エネルギー」の本質の追求にもつなげることがめざす。

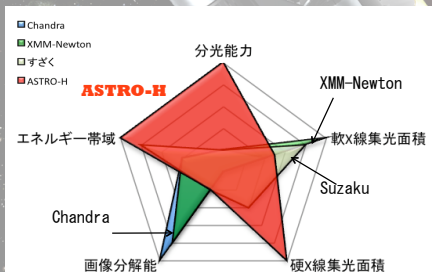
これまでの経緯

2002年 ワーキンググループ結成 (NeXT衛星として)
2006年 第9回宇宙物理学委員会にてMDRとSRに相当する審査終了
2007年 企画調整会議にてNeXT衛星をJAXAプロジェクト準備審査に向けて進める事への了承。審査を経てプリプロジェクトに移行。
2008年 SDRを受ける。NASAのSMEX/MOOによる参加決定。企画調整会議にてASTRO-Hの名称を与えられる。宇宙開発委員会事前評価による開発研究段階への移行が承認される。JAXAプロジェクト移行審査を経てASTRO-Hプロジェクトチーム発足。

2010年 宇宙開発委員会事前評価により、開発段階への移行承認。PDR終了 (JAXA/NASA/SRON)。学術会議のマスタープランにもとづいた科学技術・学術審議会「学術研究の大型プロジェクトの推進についての審議」でAAの評価を、また総合学術会議による科学・技術関係施策の優先度判定において「優先」の判断を受ける。
2011年 詳細設計をふまえてCDRを行なう (予定)



ASTRO-Hの国際的な位置づけ

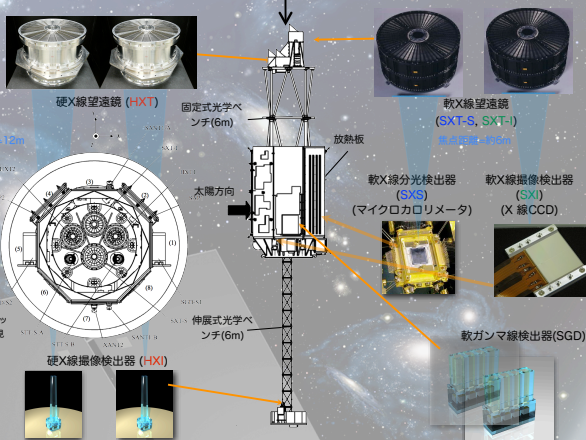


世界に公開される観測装置として、機能面で諸外国が計画する小規模衛星計画 (NuSTAR, eROSITA, GEMSなど) を大きく上回り、2020年以降の国際大型計画に向けた重要なプリカーサーミッションとして世界をリードする内容をもつ。

マイクロカロリメーターと軟X線望遠鏡の共同開発を中心としたNASAの大掛かりな国際協力に加え、SRON、ジュネーブ大学、パリ大学/CEA、CSA、ESAがハードウェア開発に参加。他、国際公募によりNASA、ESAより11人のサイエンスアドバイザーが選ばれている。

主要諸元

重量 約 2.7 t
全長 約 14 m
打上げ 平成25年度 (目標)
H-IIA ロケット
軌道 軌道傾斜角31度 以下
高度 約550 km
ミッション期間 3年以上
電力: <3500 W
テレメトリ: > 8 Mbps (X-band)
記録容量: > 12 Gbits
寿命: > 3年 (目標5年)



硬X線撮像システム

HXT (望遠鏡) HXI

国産技術を開発し、世界に先駆けて開発した硬X線望遠鏡と、ASTRO-Hをめぐって開発した新しい高効率CdTe半導体素子に基づく硬X線撮像検出器を組み合わせて、硬X線帯で初めての集光撮像を実現し、飛躍的な高感度を実現。

軟X線分光システム

SXT-S (望遠鏡) SXS

大面積かつ軽量の軟X線望遠鏡と、50ミリ度という極低技術によって超高分解能分光を実現する軟X線分光検出器を組み合わせて、超精密X線分光を実現 (高信頼性冷却系で、復活の真実を果たす)

軟X線撮像システム

SXT-I (望遠鏡) SXI

軟X線望遠鏡と、大面積低雑音X線CCD素子を用いた軟X線撮像検出器を組み合わせて、広い視野を持ち観測の基本となるX線撮像を実現。

軟ガンマ線検出器

SGD

独自のアイデアである狭視野半導体コンプトンカメラに基づいた超低雑音軟ガンマ線検出器により、一桁以上の感度の向上と、ガンマ線偏光観測能力を実現。

これら4種類の観測システムが同時に機能することで、3桁にもおよぶ広帯域において、「すざく」より10倍から100倍高感度の観測を実現して、最大限の科学的成果を引き出すことが可能となる。

ASTRO-Hプロジェクトチーム

<科学者の人数>日: 90, 米: 46, ヨーロッパ: 14, カナダ: 1

ASTRO-Hの科学的目的

宇宙の大規模構造と、その進化の解明

宇宙の極限状態の理解

多様性とんだ非熱的エネルギー宇宙の探求

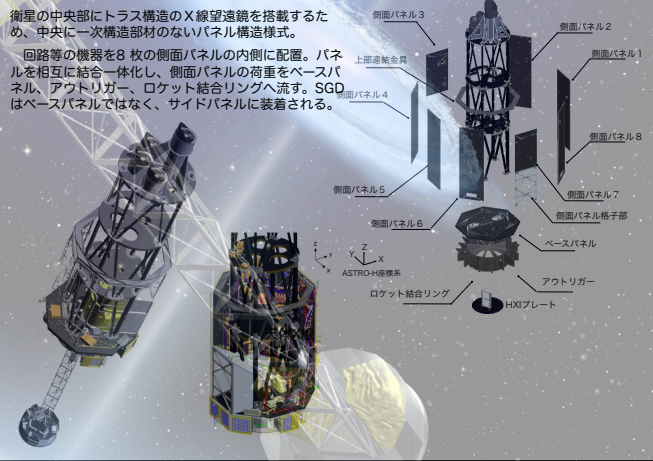
ダークマター・暗黒エネルギーの探求

- 1) 銀河団という宇宙最大の天体における熱エネルギー、銀河団物質の運動エネルギー、非熱的エネルギーの全体像を明らかにしダイナミックな銀河団の成長を直接観測する。
- 2) 厚い周辺物質に隠された遠方(過去)の巨大ブラックホールを、現在運用中の日本のX線天文衛星「すざく」の約100倍の感度で観測し、その進化と銀河形成に果たす役割を解明する。
- 3) ブラックホールの極めて近傍にある物質の運動や、そこから出る輝線の構造を測定することで、重力のゆがみを把握し、相対論的時空の構造を明らかにする。
- 4) 宇宙に存在する高エネルギー粒子(宇宙線)がエネルギーを獲得する現場の物理状態を測定し、重力や衝突・爆発のエネルギーが宇宙線を生み出す過程を解明する。
- 5) 距離(年齢)の異なる銀河団のダークマター分布を測定し、銀河団進化に対するダークマターと暗黒エネルギーの役割を探求する

ASTRO-H衛星のバス系の考え方

サブシステム	基本設計要求	選定結果
1 構造系	低熱歪みにより高精度指向性を実現する。	衛星構体および固定式光学ベンチの炭素繊維強化プラスチック(CFRP)化
2 熱制御系	観測機器を最適な温度範囲に制御。冷凍機の排熱を効率良く輸送。	温度制御系と温度測定系の統合
3 電源系	軌道上に必要な衛星電力リソースを確保する。	リチウムイオン電池の採用
4 通信系	高速X帯通信によるテレメトリ送信とS帯でのコマンド受信。	マルチモードトランスポンダ(MTP)の採用(高速S帯通信による冗長化)。
5 姿勢制御系	望遠鏡光軸を観測天体に向けて高精度に指向制御する。	姿勢制御のゼロモーメント方式への変更。ホイールなどの国産技術の採用。
6 データ処理系	観測機器の生成データを処理・蓄積する。	全面的なSpaceWire標準/Fの採用によるネットワーク化。国産宇宙用MPUの採用。

ASTRO-H衛星の構造



ミッション機器に関しては、故障時には切り離せるような独立設計を行い、他のシステムへの影響を最小限にする。衛星全体にモジュール化の概念をすすみ、Space Wireを用いた標準化、共通化のアーキテクチャの検討を行うことで、試験を容易にするとともに、コンポーネント間でのハードウェア/ソフトウェアの共有をはかり、信頼度をあげると共に低コスト化をはかる。日本スペースワイヤユーザー会、スペースワイヤ国際標準委員会と連携した開発が行われていた。