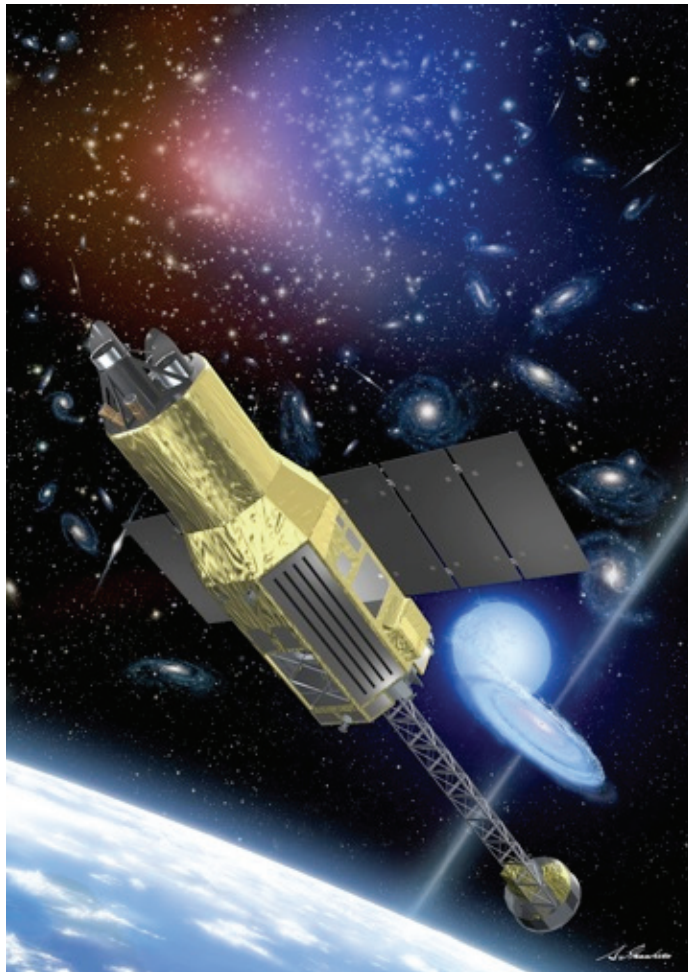


ASTRO-H衛星の状況について



平成21年10月21日

宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究本部

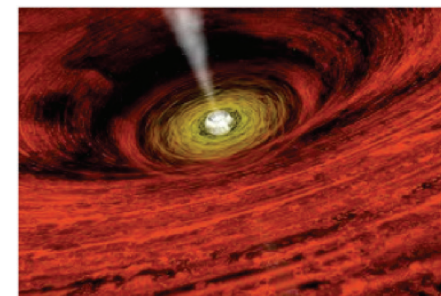
ASTRO-Hプロジェクトチーム

高橋 忠幸

プロジェクトの意義

宇宙は人類の歴史の中で、数えきれないほどの夢と謎で人々を引きつけてきた。一方、高度に科学が発達した現在、宇宙の謎はむしろかつてないほどに深まっている。宇宙の膨張が、ほとんど理解不可能な暗黒エネルギーなるものに支配され、巨大ブラックホールが驚くべき宇宙現象の数々を引き起こし、地上では到底達し得ないほどの超高エネルギーをもつ粒子が未知の場所で生成されることがわかってきた。こうした謎への挑戦は、人類にとって新たな知の探求であり、究極的な技術と文化を人類にもたらすものでもある。

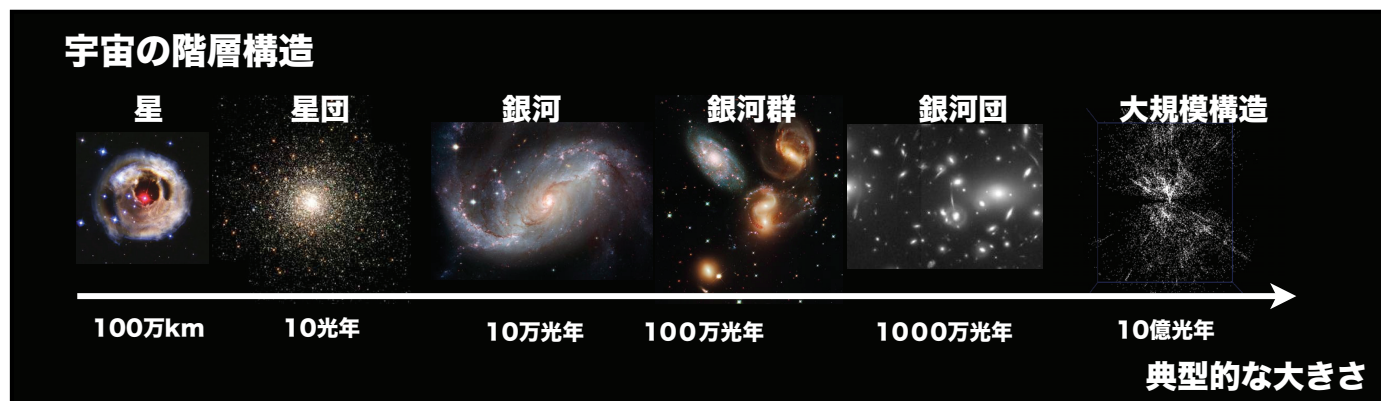
宇宙の進化は、星、銀河、銀河団がおりなす巨大な階層構造を作るとともに、ブラックホールに代表される驚くべきエネルギーと物質の集中を生み出してきた。ほぼ一様な状態から膨張を続けてきた宇宙で、数10桁も異なる空間的・密度的スケールにわたって、実に多彩な構造が作られてきたことは驚異である。銀河団は宇宙最大の天体であり、それを研究し、その進化を探ることが宇宙の構造がどのようにでき、進化してきたかを知ることにつながる。その際、銀河団の構成要素である銀河、あるいはその中のブラックホールが、どのように共に進化し、銀河団形成にどのような役割を果たすかを知る事が、重要である。



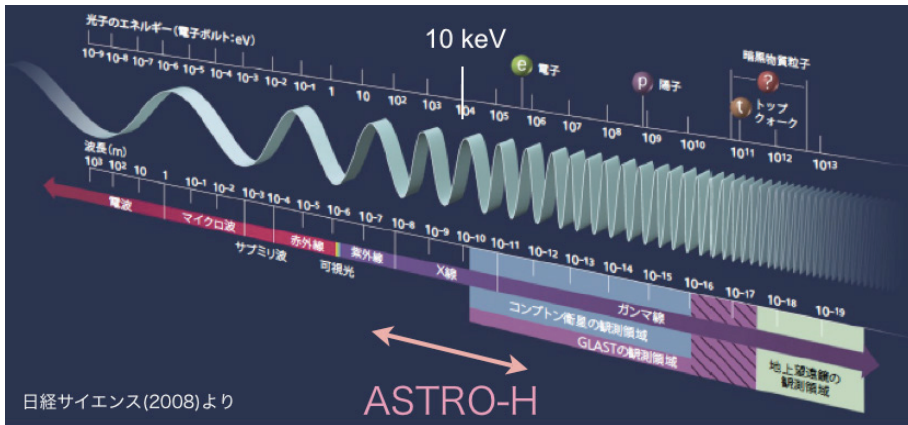
銀河の中心の巨大ブラックホールと吹き出るジェット、宇宙にはこうしたブラックホールが無数にあり、進化をとげてきた。人類は、X線背景放射のピークとなる30 キロ電子ボルトにおいて、数パーセントしか天体を分解できていない。



衝突する銀河団(可視光とX線の画像の重ね合わせ)。有力な宇宙進化のモデルでは、始めは小さな銀河団が作られ、それらが衝突し合体する事で今日のような大きな銀河団に進化したと考えられている。銀河団合体に伴うエネルギーの解放は宇宙最大のエネルギー解放である。衝突する銀河団の高温ガスの運動を直接とらえることによって、銀河団の衝突で何がおこるのか、そして宇宙の大規模構造形成とそれに伴うエネルギー転換の様子が明らかになると期待される。



X線天文学とは



X線は電磁波(光)の一種で可視光の1000倍ものエネルギーを持ち、透過力が極めて強いが、地球大気には吸収されるため、観測は衛星軌道上でのみ可能。宇宙望遠鏡を用いたX線観測は日本のお家芸。X線で宇宙を観測することで、ブラックホールに吸い込まれようとする物質や、銀河団のダークマターに捉えられた物質など、数千万度の超高温物質がはじめて見える。実際、宇宙で我々が観測できる物質の80パーセントは高温状態にあり、宇宙の全貌を知る上で、X線観測は不可欠の手段である。

ASTRO-H衛星による研究

世界最高のエネルギー分解能を持ち、X線からガンマ線までの広大なエネルギー範囲を観測する衛星「ASTRO-H」による研究は、宇宙のダイナミックな進化と非熱的物質を含めたエネルギー集中過程の解明を目指すものである。高温ガスの運動を捉え、宇宙の進化をリアルタイムの映像として明らかにし、超広帯域の観測とも合わせることで、ダイナミックな宇宙の進化の真の姿が初めて明らかにされる。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をめざす。

宇宙では、ビッグバンによる誕生から137億年かけ、様々な元素が生まれ、多様な化合物が合成され、惑星系やブラックホールを含む多様な天体、さらには生命まで発生した。こうした宇宙の進化は、従来の物理学では説明し切れない大きな不思議を含んでいる。「ASTRO-H」は、単に宇宙に関する情報を増やすだけでなく、宇宙の階層構造における最大天体—銀河団—における高温ガスの運動と高エネルギー粒子を初めて「見る」手段を提供し、宇宙の進化の本質に迫るための「新たな視点」を構築するものである。この「視点」はまた、21世紀の広範な科学に、新たな展開をもたらす指導原理になると期待される。



宇宙の進化におけるエネルギー集中と階層形成の解明

ASTRO-Hの科学的目的

ASTRO-Hの科学的意義

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

多様性に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

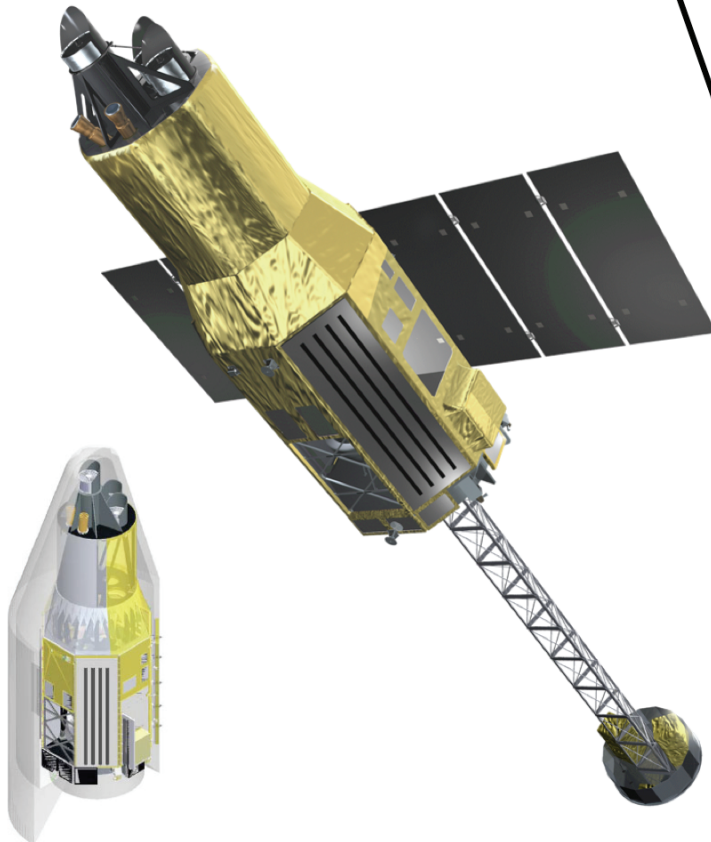
1) 銀河団という宇宙最大の天体における熱エネルギー、銀河団物質の運動エネルギー、非熱的エネルギーの全体像を明らかにしダイナミックな銀河団の成長を直接観測する。

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

ASTRO-Hの主要諸元

重量 約 2.5 t

全長 約 14 m

打上げ 平成25年度(目標)

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



これまでの経緯



平成14年 6月 NeXTワーキンググループを結成

平成15年11月 「NeXT計画提案書」を宇宙理学委員会に提出。

平成17年 7月 「すざく」衛星打ち上げ成功

平成17年 9月 「NeXT計画提案書」を宇宙理学委員会に提出。

平成18年 2月 第9回宇宙理学委員会における審査で、プリフェーズAが終了

ミッション定義審査(MDR)とシステム要求審査 (SRR) に相当

平成19年 6月 JAXA内プロジェクト準備審査

平成20年 2月 衛星バス部開発に対し、指名型の無償技術提案(RFP)を実施

平成20年 5月 システム定義審査(SDR)

平成20年 6月 NASA SMEX MoO(注) に NeXT搭載検出器SXS が選定

平成20年8月26日 宇宙開発委員会推進部会における事前評価

平成20年9月3日 宇宙開発委員会本委員会にて、開発研究段階への移行が妥当であると判断

平成20年9月8日 JAXAプロジェクト移行審査

平成20年10月1日 ASTRO-Hプロジェクトチーム発足

(発足後海外メンバーおよび担当メーカーを含めた7回の衛星全体会議を含め、ミッション機器や衛星全体の設計打ち合わせを頻繁に実施。)

SMEX MoO :“小規模から中規模の宇宙科学計画を推進するためのプログラム(Small Explorer Program; SMEX)”の中で、特に、海外の計画に対してアメリカの研究グループが参加することへの支援



まとめ



ASTRO-H衛星は、JAXAにおける平成20年度10月1日のプロジェクト化以降、目的・目標・開発方針に沿い、システムの選定および基本設計に対する要求について検討を行い、必要に応じてフロントローディングを行った。また、国内の参加機関ばかりではなく、国際協力についても具体的に検討を行い、確実に、開発を行うことができるよう、実施体制等を整えた。

JAXAとして、現時点において、開発に移行する際に要求される設計段階に到達したと判断する。