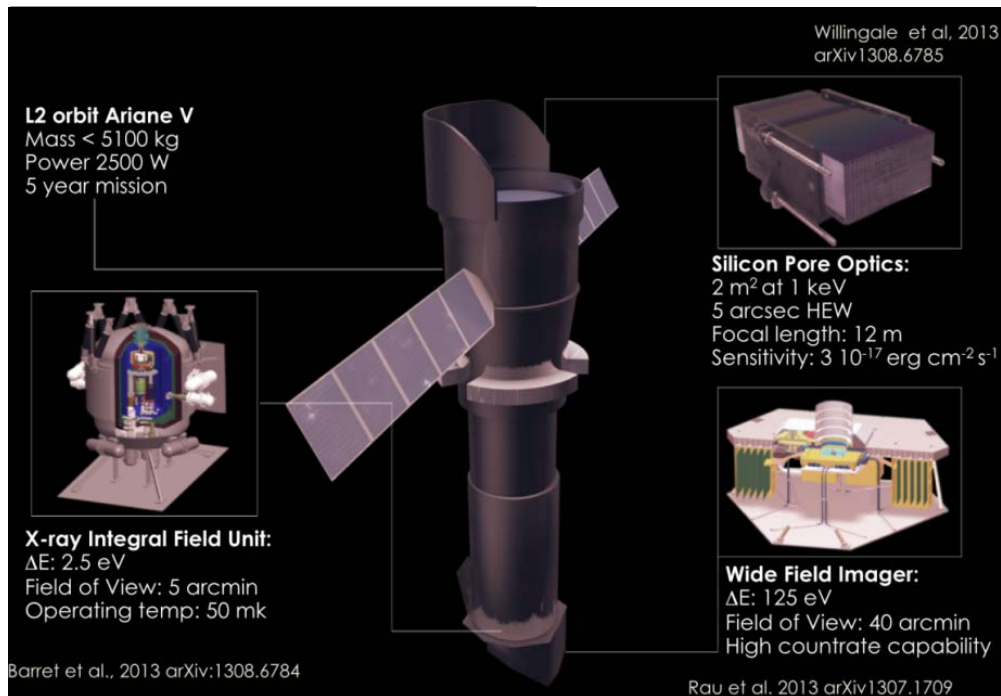


X線天文衛星Athena

Advanced Telescope for High-Energy Astrophysics



Courtesy: K. Nandra (MPE), D. Barret (IRAP)

◆ Athenaとは？

Athenaとは、欧州宇宙機関 (ESA) が大型計画2号機として2020年代後半の打ち上げを目指すX線天文衛星です。ESAが開発中心ですが、日本(ISAS/JAXA)とアメリカ (NASA) の国際協力を加えて実現を目指します。直径 3 m にも及ぶ大口径で高角度分解能のX線望遠鏡 (Silicon Pore Optics; SPO) でX線を集光し、ASTRO-HのX線カロリメーターの発展版であるTESカロリメーター (X-ray Integral Field Unit; X-IFU) で、高解像度・高精度のX線分光を実現します。また、広視野半導体検出器 (Wide Field Imager; WFI) も搭載し、遠くにある暗いX線天体を発掘します。

◆ Athenaで何がわかるの？

Athenaは次の2つの宇宙科学の謎の解明を目指します。(1) 宇宙の物質は、どのように大規模構造に集積したのか、(2) どのようにして巨大ブラックホールは成長し、宇宙に影響を与えたのか。

重力で束縛された宇宙最大の構造物は銀河団であり、銀河団の主成分はX線を放つ高温ガスです。(1)の謎の解明のために、Athenaは宇宙遠方の出来始めの銀河団から現在の銀河団まで、系統的なX線観測を行い、銀河団ガスの温度や密度など、物理状態の進化を暴き出します。

また、ほとんど全ての銀河中心に存在する巨大ブラックホールは、物質を飲み込みつつ成長します。そのとき、飲み込む物質質量に応じてX線を放射します。(2)の謎の解明のために、AthenaはブラックホールからのX線が宇宙の歴史の中でどのように変化してきたのかを観測し、ブラックホールの成長の歴史を解明します。また、ブラックホールはジェットや高速風として飲み込んだ物質の一部を吐き出し、銀河に影響を与えます。AthenaはこれらをX線で観測し、ブラックホールから銀河へのフィードバックがどのように起こるのかを解明します。

◆ 日本はAthenaにどんな寄与をするのですか？

Athenaは、ASTRO-HやX線天文衛星代替機の発展版といえます。これらの衛星の開発経験を活かし、Athena計画を成功に導くことが期待されています。具体的には、ASTRO-HやX線天文衛星代替機で得たサイエンスを発展させ、Athenaの科学成果を最大化するため、Athena Working Group に日本の科学者が参加し、観測計画の立案の議論などを行っています。また、ASTRO-HやX線天文衛星代替機のカロリメーター開発の経験を活かし、特にX-IFUの冷却系の開発に力を入れています。他にも、WFIやSPOの較正や、地上運用系への貢献が期待されています。

◆ もっと詳しく知りたい人のために

英語ですが、

<http://www.the-athena-x-ray-observatory.eu/>
に情報がわかりやすくまとめられています。

X線で見える X線天文衛星代替機 X-ray Astronomy Recovery Mission

◆ASTRO-HとX線天文衛星代替機

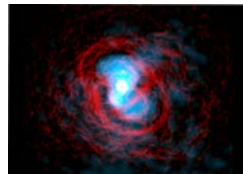
ASTRO-Hは、2016年2月17日に種子島宇宙センターからH-IIAロケットで打ち上げられた、我が国6番目のX線天文衛星です。打ち上げ後、観測装置の立ち上げは順調にすすみ、所定の性能を確認しました。しかしながら、不具合の発生により、4月28日に運用を断念、その後、徹底した原因究明を行い、不具合の直接要因及び背後要因を識別、再発防止対策を立案しました。

「X線天文衛星代替機」計画は、上述の再発防止対策に基づき、プロジェクト業務の大幅な見直しをすすめています。その上で、高エネルギー宇宙物理学の研究者の要望を踏まえながら、ミッション目的を絞り込み、ASTRO-Hが目指していた科学成果を早期に回復し、世界に届けることを目指しています。ASTRO-Hの教訓を踏まえつつ、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規模な国際X線観測ミッションとしてNASAやESAをはじめとした関係機関と協力しつつ進めていきます。



この性能向上は、これまでの静止画に加え「動画」が撮れるようになったことに相当します。

右図は、米国のチャンドラ衛星によるペルセウス座銀河団のX線画像(赤色)と、銀河団の中にある活動銀河核周辺からの電波放射(青色)の画像を合成したものです。



Chandra(red): Million, et al., 2010, MNRAS, 407, 2046. Radio(blue): Owen, Eilek, Kassim, 2000, ApJ, 543, 611

銀河団の高温ガス(赤)が、活動銀河核から吹き出す電波放射プラズマ(青)によって押しつけられている様子がみえます。

この領域をASTRO-HでX線分光したところ、たくさんの元素の「色」を表す「輝線」が確認できました(下図)。しかもこの「輝線」は、非常に細く鋭いピークを示しています。これは、ドップラー効果による波長のずれ(ぼけ)が少ない、つまり、銀河団高温ガスの運動は遅いことを意味します。大方の予想に反し、銀河団ガスは、活動銀河核から爆発的に吹き出しているプラズマにもかかわらず、受け流しているようなのです。

このように、くっきりした静止画とX線マイクロカロリメータによる「超高分解能X線分光」を合わせることで、驚くべき新たな世界がみえてきます。

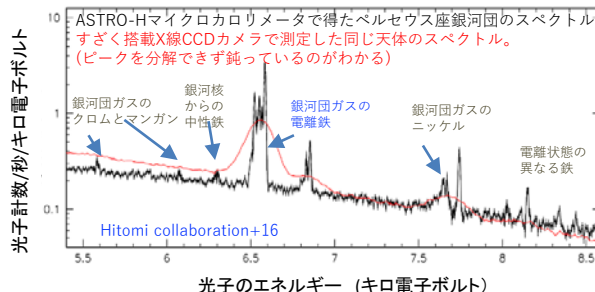
◆X線天文衛星代替機のねらい

X線天文衛星代替機は、ASTRO-Hの2つの特長だった「超高分解能X線分光」と「広帯域分光」のうち前者に焦点を絞って計画されています。

銀河と銀河の間や、星と星の間、超新星が爆発したあと、ブラックホールなどの強い重力を持つ天体の周りなど、さまざまな場所に、1000万度を超す高温のガス(プラズマ)があります。このガスには、水素やヘリウムとから、酸素や窒素、ケイ素や鉄まで、さまざまな元素が含まれています。X線でみると、それぞれの元素は、特有の「色(波長)」を出すので、これを分析すれば遠くからでもガス中の元素がわかります。この「色」を分析する力を「分光能力」といいます。さらに、ガスが近づいてきていけば少し波長が短く(青方に)、遠ざかっていけば長く(赤方に)ずれてみえます(ドップラー効果)。これを測れば、元素の種類だけでなく、ガスの視線方向の速度を知ることできます。

「あすか」や「すざく」など、これまでのX線天文衛星に搭載されていたX線CCDカメラでは、この速度を秒速1万キロメートルの精度で測定できる性能をもっていました。残念ながら宇宙のガスの大部分が動き回る速度は、およそ秒速千キロメートル以下と、これよりも遅いので、よほど高速に動くものでなければ、実際には測定できませんでした。

ASTRO-Hに搭載され、X線天文衛星代替機にも搭載されるX線マイクロカロリメータは、秒速200キロメートルより良い精度で測定できるので、宇宙のほとんどの高温ガスの速度を測ることができるようになります。



この超高分解能X線分光を引き継ぐのが、X線天文衛星代替機です。新たなX線「動画」を加えることで、他のX線天文衛星ばかりでなく、他波長の観測装置とも、互いの特長を活かしながら、銀河や銀河団など宇宙の構造形成過程や、多様な元素の作られ方や広がり方などを明らかにしていきます。



◆関係者から一言

X線天文衛星代替機準備チームの田代 信です。代替機は、世界の多くの人からの協力を得て、2020年代の初めの打ち上げを目指し、ASTRO-Hの反省も踏まえながら準備をすすめています。応援をお願いいたします。

8/25(金)15:00- 宇宙科学セミナー@フィルムセンター
「銀河をわたるプラズマの風をみつめるX線天文台」
X線で見える宇宙とX線天文衛星代替機の話をする。