資料26-1 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 宇宙開発利用部会 (第26回H28.4.19)

X線天文衛星「ひとみ」(ASTRO-H)の状況について

平成28(2016)年4月19日 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

本資料における時刻は注記のあるものを除い て全て日本時間(JST)で記述しております。

目次

1. ASTRO-H ミッション概要

3. 今後の計画

- 1.1 ミッション概要
- 1.2 成功基準
- 1.3 外観
- 1.4 開発体制
- 1.5 スケジュール
- 2. ASTRO-H 軌道上の状況
 - 2.1 状況概要
 - 2.2 事実関係
 - 2.3 推定されるメカニズム
 - 2.4 推定される現在の衛星状態

1. ASTRO-H ミッション概要

1.1 ASTRO-H ミッション概要

- ASTRO-Hはブラックホール, 超新星残骸, 銀河団など, X線やガンマ線で観測される高温, 高エネルギーの天体の研究を通じて、宇宙の構造とその進化の解明を行う天文衛星。
- ●X線やガンマ線は、地球の大気に吸収されてしまうために、地上に到達することができない。そのため宇宙で観測することが必要。
- ASTRO-Hは、「すざく」の後継として開発され、JAXA、NASAをはじめ、国内外の大学、研究機関の250人を超える研究者が開発に参加するX線天文学の旗艦ミッション。大規模な国際協力で開発された4種類の新型観測システムが搭載され、「すざく」にくらべて10倍から100倍も暗い天体の分光観測が可能となる。



X線天文衛星ASTRO-H軌道上外観図

1.1 ASTRO-Hミッション概要(特徴)



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。

1.2 ASTRO-H衛星成功基準 (サクセスクライテリア)

目的	ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス
銀河団の成長の 直接観測	銀河団からの鉄輝線の観 測を、軟X線分光システム で行う。	1) 10個程度の代表的な銀河団において、熱エネルギーを測定 し、鉄輝線のエネルギー領域(6キロ電子ボルト)で300km/sの 速度分解能の分光性能を実現し、銀河団物質の運動エネル ギーを測定する。 硬X線帯域で「すざく」の100倍の感度で 分光観測することで非熱的エネルギーを測定する。	_
巨大ブラック ホールの進化と その銀河形成 に果たす役割	100キロ秒の観測でかに星雲 の10万分の1の強度の隠さ れたブラックホールを硬X線 撮像システムで観測する。	2) 遠方にある10個程度の隠された巨大ブラックホールの候補 天体を、硬X線帯域で「すざく」の100倍の感度で分光観測 し、母銀河との関係を明らかにする。	宇宙硬X線背景放射の正体とされる隠 されたブラックホールの寄与を全体の 40-50% まで解明し、銀河進化との関 係を明らかにする。
ブラックホール 極近傍での相対 論的時空の構造 の理解	_	3)代表的な数個の活動銀河中心の巨大ブラックホールを、 数10キロ電子ボルト程度までの範囲で連続スペクトルを取得し、同時に輝線や吸収線を7電子ボルト程度の分解能で分光測定する。	_
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	_	4) 数個の若い超新星残骸を、硬X線帯域で「すざく」の 100倍の感度で分光観測して硬X線放射を測定し、電子のエ ネルギー分布を決定する。巨大ブラックホールにおいては、 かに星雲の1000分の1程度の強度でべき1.7を持つ巨大ブ ラックホールののスペクトルを600キロ電子ボルトまでの 帯域で10個以上取得する。	はじめてガンマ線で天体の偏光を観測 し、ガンマ線の放射環境に制限を加え る。
ダークマターと 暗黒エネルギー が宇宙の構造形 成に果たした役 割の探求	_	_	5) 目標1)を達成した後、さらに10倍程 度の天体の観測を行って約80億光年ま での宇宙(赤方偏移<1)で銀河団内のダー クマターの総質量を測定し、総質量と銀 河団数の関係を年代ごとに決定する。

1.3 ASTRO-H衛星外観

主要諸元

項目	諸元		
名称	X線天文衛星ASTRO-H		
予定軌道	種類: 円軌道 高度: 約575km 軌道傾斜角: 31.0度 周期: 約96分		
設計寿命	3年		
質量	約2.7t		
発生電力	EOL3年3500W		
ミッション 機器	 ・硬X線望遠鏡(HXT:Hard X-ray Telescope) ・軟X線望遠鏡(SXT-S,SXT-I:Soft X-ray Telescope-S,-I) ・硬X線撮像検出器(HXI:Hard X-ray Imager) ・軟X線分光検出器(SXS:Soft X-ray Spectrometer) ・軟X線撮像検出器(SXI:Soft X-ray Imager) ・軟ガンマ線検出器(SGD:Soft Gamma-ray Detector) 		







略語	日本語名称
SXT	軟X線望遠鏡
НХТ	硬X線望遠鏡
SANT	S帯アンテナ
FOB	固定式光学ベンチ
SHNT	シャント装置
SAP	太陽電池パネル
CSAS	粗太陽センサ
RCS	推進系
EOB	伸展式光学ベンチ
НХІ	硬X線撮像検出器
STT	スタートラッカ



1.4 開発体制(全体)



出典:平成20年7月25日 宇宙開発委員会推進部会・事前評価資料(平成20年8月26日 A改訂)より引用し、現在の名称に更新。

1.4 開発体制(JAXA内)



出典:平成20年7月25日 宇宙開発委員会推進部会・事前評価資料(平成20年8月26日 A改訂)より引用し、現在の名称に更新。

1.5 スケジュール(開発)

平成28年2月17日17時45分、種子島宇宙センターから打上げ。



出典: JAXA Press kit http://fanfun.jaxa.jp/countdown/astro_h/files/astro_h_presskit.pdf

1.5 スケジュール(運用)



2. ASTRO-H 軌道上の状況

2.1 ASTRO-H 軌道上状況概要

- ・平成28年2月17日17時45分に打ちあげられ
 たASTRO-Hは、11日間のクリティカルフェーズ
 を2月29日に終え、初期機能確認フェーズ中
 である3月26日に通信不通となった。
- 同日のASTRO-H軌道を起点に、10個の物体 が分離していることが、JSpOC*の地上観測結 果から明らかとなっている。
- ・翌27日、28日迄に計3度、ASTRO-Hからのものと思われる電波を地上で確認しているが、それ以降は確認できていない。

*JSpOC: 国防総省戦略軍統合宇宙運用センター; Joint SpaceOperations Center

2.2 事実関係(1/5) 通信不通

- (1) 平成28年3月26日(土)16時40分からのJAXA GN局※ (豪ミンゲニュー局)を用いた運用において、衛星状態を示す電波が受信できない状態が確認された。なお、最後に受信できたのは、同日9時52分のJAXA GN局 (豪ミンゲニュー局)での運用であった。
- (2) 通信不通確認後に、通信異常発生直前の運用データを解析した結果、以下に 示す衛星状態が確認されたことから、衛星の姿勢に異常が発生したと推定した。
 - ① 太陽電池パドルの発生電力が、想定よりも低い状態を示している。
 - ② 衛星構体内の温度分布が通常と異なる状態を示しており、太陽入射方向 が正常値と異なっている。
 - ③ 太陽捕捉を示す信号(サンプレゼンス)が確認できていない。
 - ※ 内之浦局、勝浦局、サンチアゴ局(チリ)、ミンゲニュー局(オーストラリア)、 マスパロマス局(スペイン領力ナリア諸島)

2.2 事実関係(1/5) 通信不通

(3) その後の運用において、3月26日23時39分頃、3月27日1時21分頃、及び、3月28日21時58分頃に、短時間ではあるものの衛星からの電波を受信できたが、衛星状態の確認には至っていない。

(4) ASTRO-Hは、通信不通が判明した3/26(土)時点では、 全観測機器※の立ち上げを一通り完了しており、4月中旬 に「較正観測フェーズ」へ移行予定であった。

(5) 異常判明前後の3/25(金)及び3/26(土)にかけては、 次フェーズ移行に向けた準備として、複数のX線天体に望 遠鏡指向し、全観測機器で初期機能確認中であった。

※軟X線分光検出器(SXS)、軟X線撮像検出器(SXI)、硬X線撮像検出器(HXI)、軟ガンマ線検出器(SGD)

2.2 事実関係(2/5)テレメトリデータ受信状況

- USC可視群*では、コマンド・テレメトリ運用(衛星データレコーダ再 生を含む)を行い、その他のMSP/MGN可視群では軌道決定のため の運用(レンジング運用)のみを行う計画であった。
- USC可視群最終可視(3/26未明)以前の、非可視時間帯含む連続した全ての衛星テレメトリデータは、衛星データレコーダから再生・取得済みである。
- 一方で、不通直前のMSP/MGNの全3可視分は、可視時間帯の みに一部のテレメトリだけが取得できている。



* 可視とは、地上局から宇宙機と通信が可能である状態や時間帯。 ここでのUSC可視群とは、JAXA内之浦局からASTRO-Hと通信が可能である時間帯(上図濃緑枠)。 USC: JAXA内之浦局 MSP: JAXA GNマスパロマス局(スペイン) MGN:JAXA GNミンゲニュー局(豪) 18

2.2 事実関係(3/5) 発生事象一覧

日本時間		地上局運用		
		成否	地上局	☆ 発生イベント・衛星状態等
3月26日	03:02-03:13	0	USC局	衛星状態は正常
	05:49-06:02	0	MSP局	・姿勢:異常あり ・電源:異常あり(発生電力低下:姿勢異常に伴うものと想定) ・温度分布:一部温度上昇(姿勢異常に伴うものと想定)
	07:31-07:44	0	MSP局	 ・姿勢:異常あり ・電源:N/A(日陰のため発生電力はなし) ・温度分布:一部温度上昇(姿勢異常に伴うものと想定)
	09:52-10:04	0	MGN局	 ・姿勢:異常あり ・電源:異常あり(発生電力低下:姿勢異常に伴うものと想定) ・温度分布:一部温度上昇(姿勢異常に伴うものと想定)
	10:31~10:53 (10:42±11分)	_	_	ASTRO-H Breakups時刻(JSpOCによるTwitterより)(※)
	16:40-16:50	×	MGN局	通信出来ず。JAXAとして「ひとみ」運用異常を確認。
	23:39-23:52/ 23:40-23:53	Δ	USC局/KTU局	電波受信実績 USC局:23:49頃から約3分間、KTU局:23:48頃から約3分間
3月27日	01:20-01:33/ 01:22-01:33	Δ	USC局/KTU局	電波受信実績 USC局:1:23頃から約4分間、KTU局:1:21頃から約6分間
	13:00	_	_	X線観測衛星「ひとみ」(ASTOR-H)運用異常対策本部設置
3月28日	21:58-22:11	Δ	USC局	電波受信実績 22:06頃から約10秒間、22:07頃から約1秒間

【成否】 〇:テレメトリ受信

△:衛星からの電波のみ受信

×:不通

【局名称等】

- MGN: ミンゲニュー局(オーストラリア)
- SNT: サンチアゴ局(チリ)
- MSP: マスパロマス局(スペイン)
- USC: 内之浦宇宙空間観測所
- KTU: 勝浦宇宙通信所
- MSD: 增田宇宙通信所

BSGC:美星スペースガードセンター KSGC:上齋原スペースガードセンター

2.2 事実関係(4/5) 事象発生前後の衛星状態

・観測計画(天体指向姿勢と姿勢変更マヌーバ)と追跡管制の実績、その時の衛星状態とJSpOC情報の時刻関係を下図に示す。



2.2 事実関係(5/5) 地上観測の状況

- ▶ 4/1深夜: ASTRO-Hの軌道周辺の全11物体分の軌道情報がJSpOC*より公開された。
- ➤ そのうちの2物体(41337、41442)についてはJAXAも軌道を特定している。
- ▶ 11物体の軌道を逆伝播すると、ある時間帯で一点に集まる。



* JSpOC: 国防総省戦略軍統合宇宙運用センター; Joint SpaceOperations Center

2.2 事実関係(5/5) 地上観測の状況木曽観測所による41337の光度曲線



3/31 11:24:11.3 からの経過秒数



元図は東京大学の提供によるっつ

2.2 事実関係(5/5) 地上観測の状況すばる望遠鏡による41337の観測画像



画像は国立天文台の提供による

追尾誤差と大気のゆらぎによる像の広がりがあるものの、明るい部 分の広がりから数m以上の物体であると推定される。詳細につい ては解析中。

2.3 推定メカニズム(サマリ)

(「衛星状態正常」から「姿勢異常」が発生し、「物体の分離」に至るまで)

(1)3月26日に活動銀河核観測のための姿勢変更運用を計画通り実施した。

- (2)姿勢変更運用終了後、姿勢制御系の想定と異なる動作により、実際には衛星が回転していないにもかかわらず、姿勢制御系は衛星が回転していると自己判断した。その結果、回転を止めようとする向きにリアクションホイール(RW)を作動させ、衛星を回転させるという姿勢異常が発生した。【推定メカニズム①】
- (3)加えて、姿勢制御系が実施する磁気トルカによる角運動量のアンローディング*が姿 勢異常のため正常に働かず、RWに角運動量が蓄積し続けた。【推定メカニズム②】
- (4)姿勢制御系はこの状況を危険と判断し、衛星を安全な状態とするためセーフホール ド(SH)に移行し、スラスタを噴射したと推定される。この際、姿勢制御系は不適切な スラスタ制御パラメータにより、想定と異なる指示をスラスタに与えたと推定される。その 結果、スラスタは想定と異なる噴射を行い、衛星の回転が加速する作用を与えたと 推定される。【推定メカニズム③】
- (5)衛星の想定以上の回転運動により、太陽電池パネルの一部、あるいは伸展式光学 ベンチ(EOB)など、速い回転に対して構造的に弱い部位が分離したと推定される。 【推定メカニズム④】
 - ※アンローディング:磁気トルカ作動または姿勢制御用スラスタの微量噴射により、リアクションホイールの回転数を正常 動作範囲内に調整する運用



MSP: JAXAマスハロマス局 MGN: JAXAミンゲニュ一局

表示時刻は 全て日本時間3/26 * IRU:Inertial Reference Unit、慣性基準装置

**ASTRO-Hの姿勢制御系は、姿勢異常判断に太陽センサを使用せず、姿勢制御系ソフトウェアによる推定値をもとに 姿勢異常を判断している。

推定メカニズム(1):衛星正常状態から姿勢異常発生まで



- ASTRO-Hは通常時、慣性基準装置(IRU)とスタートラッカ(STT)の情報をもとに姿 勢制御を行う。
- •姿勢変更運用終了後、STTの出力データの取り込みを開始する。その際、ASTRO-Hの設計では、IRU誤差推定値*が一時的に実際の誤差推定値よりも大きな値となり、 その後、STTデータによる補正により正常値範囲内に収束する動作を行う。
- 3/26の姿勢変更運用終了後に、何らかの要因でSTTの出力データを取り込まない状 態が継続した場合、IRU誤差推定値が高い値を保持し、実際のIRU誤差推定値とは 異なる値を示し続けた可能性が有る。
- この場合、ASTRO-Hの姿勢制御系はSTTの出力データを取り込まず、IRUのみで姿 勢決定を行う状態となるため、誤った姿勢決定値に基づき姿勢制御を行ったと推定さ れる。
 - ASTRO-Hの姿勢制御系は、IRUによる姿勢決定値とSTTによる姿勢決定値の差が1[deg]以上となっ た場合、STTの出力データを取り込まずIRUのみによる姿勢制御を行う設計である。
- ・今回の事象では、主としてZ軸周りのIRU誤差推定値が21.7[deg/h]を示し続けたこと から、姿勢制御系はこの誤差推定値を打ち消すように衛星の姿勢をZ軸周りに 21.7[deg/h]で回転するように制御し、姿勢が回転を始めたと推定される。
- MSP局、MGN局のテレメトリを分析したところ、おおよそ20[deg/h]で衛星姿勢がZ軸 周りに回転していることを確認している。



推定メカニズム②:姿勢異常発生から姿勢回転継続まで

- ・推定メカニズム①に示したとおり、ASTRO-Hは、実際には衛星が回転していないにもかかわらず、姿勢制御系は衛星が回転していると自己判断し、回転を止めようとして衛星を回転させたと推定される。
- 一方、ASTRO-Hの姿勢制御系は、太陽センサを姿勢異常判断に使用していない ため姿勢異常が検知できず、姿勢回転が継続した。
 - ASTRO-Hの姿勢制御系は、姿勢異常判断に太陽センサを使用せず、姿勢制御系ソフトウェアによる推定値をもとに姿勢異常の判断を行う設計となっている。
- この時、並行して実施している磁気トルカによるRW角運動量のアンローディング処理が、姿勢異常のため正常に働かず、RWに角運動量が蓄積されたと推定される。
- 09:52-10:04 MGN局のテレメトリを分析したところ、RWに蓄積された角運動量が 制限値に近い値まで上昇していたことを確認している(テレメトリ:112[Nms]、制限 値:120[Nms])。

推定メカニズム③:姿勢回転継続から異常回転まで

- RWに蓄積する角運動量が最終的に制限値(120[Nms])を超えると姿勢制御系は RWによる制御に何らかの異常が発生したと判断し、スラスタにより姿勢制御を行う モード(スラスタセーフホールドモード: RCS SH)に移行したと推定される。
- RCS SHでは、スラスタにより太陽を捕捉するように姿勢を立て直す動作を行うが、 不適切なスラスタ制御パラメータ設定により、スラスタは指示に従い想定と異なる噴 射を行ったと推定される。
- •その結果、衛星の回転速度が増加したと推定される。
- スラスタ制御パラメータ設定にかかる経緯を以下に示す。
 - 2/17の打上げ直後に実施したスラスタによる太陽捕捉制御は、打上げ前に設定したスラスタ制御パラ メータにより正常に行われた。
 - 2/28に、EOB等の展開物による質量特性変化を踏まえ、スラスタ制御パラメータを衛星に再設定した。
 - 本事象発生後の調査の中で、2/28の設定値が不適切であることを確認した。パラメータ作成から衛星設定までの過程において検証が不十分であった可能性が有り、詳細を調査中である。
 - なお、2/28にスラスタ噴射パラメータを再設定した後は、スラスタによる制御は行われていないことを確認した。

<u>推定メカニズム④:異常回転から物体の分離まで</u>

 ・衛星の回転速度が増加した結果、回転力に対して弱い部位(太陽電池パネルの 一部、EOB等)が分離したと推定される。

2.4 推定される現在の衛星状態

- 衛星全体が速い速度で回転
- ・衛星の回転力に弱い部位(太陽電池パネルの一部、EOB等)が分離
- ・バッテリ枯渇(充電するためには、充電機能ONが必要なため通信の確保が必要)
- 通信が確立できていない(3/28以降)
 - ※ 3/26~28にかけて3回電波は受信できているが、テレメトリが取得できていない。 調査の中で以下の事象を確認しており、衛星状態推定・復旧運用に向け詳細 な調査を継続している。
 - ーキャリア周波数として200[kHz]程度ずれた電波を受信している
 - 周波数スペクトルが地上試験データと異なっている
- ・軟X線分光検出器(SXS)冷却システムの液体ヘリウムの減少(現時点では枯渇までは至っていないと推定)
- ASTRO-Hから分離した物体のうち2つは比較的早く高度を下げていることが観測されており、4月末から5月中旬にかけて大気圏に再突入すると予測されている。

3. 今後の計画

<u>3. 今後の計画</u>

以下の作業を並行して行っていく。

(1) 電力・通信の確立に向けた運用、回転状態・形状推定のための地上観測

(2) メカニズム、故障の木解析(FTA)等の推定が残る部分の検証

(3) 今回の事象の要因(開発・運用のプロセス、及びその体制を含む)の分析

以上

補足資料、参考資料



観測にご協力いただいている機関

- ・日本宇宙フォーラム/日本スペースガード協会 上齋原スペースガードセンター(KSGC)
- ・日本宇宙フォーラム/日本スペースガード協会 美星スペースガードセンター(BSGC)
- ・東京大学 天文学教育研究センター木曽観測所
- •木曽超広視野高速カメラTomo-e Gozen計画グループ
- 国立天文台 石垣島天文台
- 国立天文台 岡山天体物理観測所
- ・国立天文台 ハワイ観測所(すばる望遠鏡)
- 富山市 富山市天文台
- 広島大学 東広島天文台
- 美星天文台
- ・国防総省戦略軍統合宇宙運用センター(JSpOC)
- •米国航空宇宙局(NASA)
- ・ドイツ航空宇宙センター(DLR)
- ・フランス国立宇宙研究センター (CNES)

【補足】IRU誤差推定値について



- IRUは衛星の各軸(X、Y、Z軸)の角速度(deg/sec)を計測する機器
- ・IRUデータにより衛星姿勢(deg)を決定する場合、時間積分により算出する
 - 例 計測値:0.1[deg/sec] 10秒後の姿勢:0.1×10[sec]=1.0[deg])。
- 角速度計測値には僅かな誤差があり、時間積分により誤差が蓄積する。
 例 計測誤差:0.01[deg/sec] 10秒後の姿勢決定誤差:0.01×10=0.1[deg])
- 精度の高いSTTによる姿勢決定値と比較することでIRUの誤差の傾向(下図オレンジの線の傾き)を算出している。
- この誤差の傾向(IRU誤差推定値)を利用することで、STTデータの無い部分でも、姿勢を正確に推定することが可能となる。



(注)あくまでわかりやすさを重視した図であり、実際の処理とは異なる

【補足】推定メカニズム②での衛星挙動(イメージ)

3/26 01:40ごろ【推定】~少なくとも10:04(MGN可視終了)まで





【補足】推定メカニズム③④での衛星挙動(イメージ)





一部物体の大気圏再突入予測情報について

〇再突入予測情報

国防総省戦略軍統合宇宙運用センター(JSpOC)はASTRO-Hについて、 本体と識別されている物体を含めた11物体の軌道情報をホームページ上に公 開している。当該ホームページに2物体(ID:41438、41443)の大気圏再突入予 測が掲載されている。これらは、他の9物体と比べ、比較的早く高度を下げてい ることが観測されていた物体である。

再突入予測(2016年4月14日時点の軌道に基づく)

- 41443: 2016年4月29日
- 41438: 2016年5月10日

〇再突入物体について

JAXAでは、これらの物体は大気圏中で燃え尽きると推定している。

参考

日本のX線天文学の軌跡

日本は、X線天文学の黎明期より、大きな役割を果たして来た。ASTRO-Hは国内外の大学,研究機関の250人を超える研究者が開発に参加するX線天文学の旗艦ミッションである。

ASTRO-Hの科学目的

〇「宇宙の大規模構造と、その進化の解明」のため

- 1. 銀河団という宇宙最大の天体における熱、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「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。

〇「宇宙の極限状態の理解」のため

3. ブラックホールの極近傍の物質の運動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。

〇「多様性にとんだ非熱的エネルギー宇宙の探求」のため

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。

○「ダークマター・暗黒エネルギーの探求」のため

5. 距離(年齢)の異なる銀河団内のダークマターの分布と総質量を測定し、銀河団の進 化に果たすダークマターと暗黒エネルギーの役割を探求する。

ASTRO-Hの特徴

参考

- ・ X線光子のエネルギーを超高精度で測定する能力(分光能力)
- ・ 広いエネルギー帯域を同時に観測する能力

期待される成果

可視光で見た銀河団の想像図。大きさは数千万光年にも達する。

銀河の中心に存在する巨大ブラックホールの想像図。周辺のガス は100万km~10億kmの距離まで回転しながらブラックホールに近づ き、やがて吸い込まれる。落ちきれない物質の一部はジェットとして 噴き出る。

参考

 宇宙最大の天体である銀河団は、衝突・合体を繰り返して 成長します。ASTRO-Hは、銀河団に満ちている超高温ガ スが放射するX線の波長(エネルギー)を正確に捉えること で、衝突・合体によって引き起こされた乱流の強さやガス の運動エネルギーを求め、銀河団や宇宙の大規模構造が 、暗黒物質の支配の下で、どのように形成され、成長して きたかを解明する。

ブラックホールや中性子星、白色矮星などの天体は、超高密度・超強磁場・強重力など、地上では決して作り出せない極限状態が実現している。ASTRO-Hは、これら極限状態の天体を、低エネルギーX線から軟ガンマ線まで、広いエネルギー(波長)範囲で同時に観測する。ブラックホールの近くでは、確かに時空はゆがんでいるのか、宇宙線はどこで加速されているのかなど、極限状態での物理現象を解明し、そこでの物理法則を検証する。