

## 大型国際 X 線天文台 Athena

1. 計画タイトル  
大型国際 X 線天文台 Athena (Advanced Telescope for High-ENergy Astrophysics) への日本の参加
2. 問い合わせ先  
松本浩典、大阪大学大学院理学研究科、matumoto@ess.sci.osaka-u.ac.jp
3. 想定される提案者（計画遂行の責任を担う大学・機関・部局の長等）大阪大学大学院理学研究科長
4. 計画規模：大型
5. マスタープラン 2017, 2020 への採否状況  
2017:学術大型研究計画(区分 I)に採択  
2020:学術大型研究計画(区分 I)に採択。重点大型研究計画ヒアリング対象。
6. 実施時期  
現在～2021 年: Phase B (基本設計)  
2022 年 11 月ごろ Mission Adaption Review (衛星基本仕様確定)  
2023 年～2030 年ごろ: 詳細設計、開発  
2030 年台初頭: 打ち上げ、観測 (寿命 4 年以上)
7. 必要経費および予算プロファイル  
現在～2022 年度 (準備期): 約 4 億円  
2023 年度～打ち上げ (建設期): 約 26~56 億円  
総予算: 約 30~60 億円 (マージン込み。日本側予算のみ)  
現在、欧州宇宙機構、宇宙科学研究所を交えて日本の参加範囲の議論が進行中。最小案で 30 億円、最大案で 60 億円程度。
8. 計画の概要  
Athena は、European Space Agency が大型計画 2 号機として採用した X 線天文衛星である。日米の国際協力のもとに欧州が開発の中心となり、2030 年代初頭の打ち上げを目指す。角度分解能 5 秒角の大型望遠鏡 (SPO) を搭載し、高エネルギー分解能 (2.5 eV) の TES X 線マイクロカロリメーター (X-IFU) と、広視野 (40 分角四方) の DEPFET 半導体検出器 (WFI) で宇宙 X 線を観測する。同じく X 線マイクロカロリメーターを搭載する XRISM と比較すると、2 倍以上優れた波長分解能、100 倍以上優れた空間分解能、エネルギー  $E=1$  keV の X 線に対して約 70 倍の有効面積を誇る。Athena は(1)  $z\sim 2$  に至る銀河団の撮像分光による、物質の集積過程と大規模構造への成長過程の解明、(2)  $z\sim 5$  に至る AGN の系統的探査による、巨大ブラックホールの成長過程とフィードバックの解明、の 2 つを科学目的として掲げる。さらに 2030 年代に稼働する国際的に唯一の大型 X 線天文台として、observatory 的な役割も担う。

## 大型国際 X 線天文台 Athena

### 9. 学術的意義、当該分野・社会等での位置づけ

(目的)(1)日本の参加によって Athena の科学的価値を高め、計画を確実に実施可能なものとする、(2)日本の研究者が Athena の科学的成果を創出し、科学的価値を最大化すること。

(学術的意義) 2030 年代に確定している大型 X 線天文台は世界で Athena のみである。2030 年代は様々な巨大観測装置が稼働し、真の多波長観測時代が到来する。Athena はこの中で X 線データを世界に発信する役割を担う。

(位置づけ)科学的な意義において Athena は XRISM の後継ミッションであり、日本の X 線天文学の自然な延長であると同時に、日本が重要な役割を果たせるミッションである。高エネルギー宇宙物理連絡会は、Athena を XRISM 後の最も重要なミッションと位置付けている。

### 10. 実施内容

Athena の開発は欧州が中心ではあるが、資金、技術的実現性などの理由で、日米の国際協力が必須である。Athena 計画の確実な実施に関して、ハードウェア開発に貢献する。ASTRO-H、XRISM などの経験を活かし、極低温検出器を利用する X-IFU の開発に貢献することが最優先である。SPO, WFI, 地上局などに関しても、可能であれば貢献を行う。科学成果創出に関して、XRISM の成果をもとに Athena のサイエンス活動に加わる。特に、Athena の主要科学目的は総観測時間の半分以上を占めるキーププロジェクトとして実施される予定である。日本の研究者がキーププロジェクトに参加し、計画策定に関与し、科学成果を創出する道を拓く。

### 11. 現在までの準備状況

ここでは日本での準備状況を述べる。我々は宇宙科学研究所(ISAS)に Athena ワーキンググループを設立した。2015 年 12 月に ISAS 小規模プロジェクトの枠組みに「Athena への日本の参加」を提案、宇宙理学委員会からの推薦を得た。その後、小規模プロジェクトの枠組みが見直され、Athena は現在「戦略的海外共同計画」に分類されている。また、欧州で Phase B に進んだことに伴い、2019 年 10 月にワーキンググループは計画検討チームとなり、Pre-Phase A1b へと進んだ。欧州で 2022 年後半に予定される Mission Adoption Review に合わせ、現在は Pre-Phase A2 への移行を目指している。日本が最も期待されている部分は X-IFU 冷凍機系であり、その寄与に関して、X-IFU consortium に日本人研究者 4 名が co-PI、1 名が X-IFU scientist として参加している。欧州発の公募研究 Cryo-Chain Core Technology Program に ISAS から参加し、そのもとで冷凍機系の開発を進めてきた。欧州での Athena 開発を総括する Athena Science Study Team (ASST) (欧米日 10 名の科学者で構成) に日本から 1 名が参加、さらに ASST のもとに設置された Working Group に日本から 6 名がチェアとして参加し、科学的成果創出に関与している。Telescope WG、WFI consortium などの活動にも参加し、日本コミュニティの意見を述べる道筋を構築している。