

FORCE

1. 計画タイトル

広帯域X線高感度撮像分光衛星 FORCE (Focusing On Relativistic universe and Cosmic Evolution)

2. 問い合わせ先（名前、所属、e-mail など）

森浩二・宮崎大学工学部・mori@astro.miyazaki-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）

宮崎大学工学部

4. 計画規模：大型・中型 A・中型 B（どれかひとつを選択してください）

大型

5. マスタープラン 2017, 2020 への採否状況

2017, 2020 とも採択

6. 実施時期

2022: 衛星提案

2025: フライトモデル製造・評価

2023: 概念設計/予備設計段階

2030: 打上げ・観測開始

2024: 基本設計段階

2033: 提案時運用終了

7. 必要経費および予算プロファイル

準備期 2 億円（日本分担 1 億円）

建設期 230 億円（日本分担 171 億円）

運用期 18 億円（日本分担 8 億円）

総予算 250 億円（日本分担 180 億円）

8. 計画の概要

FORCE は、「未知のブラックホール探査を通じた天体形成史の解明」、および、「宇宙に存在する高エネルギー宇宙線の起源と総量の解明」を目的とした科学衛星計画である。ブラックホールや高エネルギー宇宙線からの非熱的 X 線放射を高感度で捉えるために、1-80 keV という広帯域の X 線を 10 秒角にせまる角度分解能で撮像分光する。高角度分解能を有し広帯域の X 線を集光するスーパーミラーと、軟 X 線から硬 X 線を 1 台でカバーする広帯域 X 線撮像検出器を搭載し、特に 10 keV 以上の硬 X 線においては、既存の X 線天文衛星より 5-10 倍よい角度分解能と 1 桁よい感度を達成する。「見えているものをよりよく見る」のではなく、「見えていなかったも

のを見る」ことを志向した計画である。電波からガンマ線、さらにニュートリノや重力波も含むマルチメッセンジャー天文学の時代において、広帯域X線天文衛星は2030年代には世界で実現の目途がない。FORCEは次世代における世界で唯一の広帯域X線天文台としての役割を果たし、マルチメッセンジャー天文学の一翼を担う。

9. 学術的意義、当該分野・社会等での位置づけ

学術的意義：存在が予言されながらも既存の観測にかかっていない「ミッシングブラックホール」は様々な質量の階層に数多く存在していると考えられ、その発見によりX線でしか辿ることのできない天体の形成史が明らかになる。また、高エネルギー宇宙線の起源と総量を解明することで、宇宙における非熱的エネルギーが果たす役割の理解に繋がる。

当該分野での位置付け：10 keV以上の硬X線で既存の衛星に比べて1桁以上よい感度を達成し、2030年代で硬X線を撮像分光可能な唯一の衛星計画である。同時期に欧州で計画されている10keV以下を観測対象とする軟X線分光衛星や同じ科学目的を有する他波長計画と相補的な関係にある。

10. 実施内容（実施機関・体制（国際協力等を含む）、共同利用体制）

衛星・検出器開発の主体はX線天文衛星「ひとみ」の開発に携わった日本の大学・研究機関からなり、スーパーミラーの開発については米国のNASA/GSFCとの国際協力を進める。

11. 現在までの準備状況

これまでに大型科研費や宇宙科学研究所の戦略的開発研究費を取得し、衛星システム検討およびサブシステムの開発を進めてきた。システム検討については、小型衛星におおむね収まる目処が得られているが、高角度分解能実現にむけてさらなる検討および課題抽出が必要である。広帯域X線検出器については、ひとみ衛星搭載よりもさらに高精度のCdTeイメージャに加えて、日本独自のSOI-CMOSシリコンピクセル素子を開発しており、科学目的から導かれた要求値を満たす目処を得ている。望遠鏡の開発は米国のNASA/GSFCと共同で進めており、日本で硬X線での角度分解能の実証を進めている。また、FORCEが目指すサイエンスに関する研究会を毎年開催し、理論家や他波長の観測家と協議を進め、科学目的を常に精査している。