

LiteBIRD

1. 計画タイトル

LiteBIRD — 熱いビッグバン以前の宇宙を探索する宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星

2. 問い合わせ先

羽澄 昌史 (東京大学・国際高等研究所・カブリ数物連携宇宙研究機構、高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所、宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所)、e-mail: Masashi.Hazumi@kek.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)

宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所長 國中 均

4. 計画規模：大型

5. マスタープラン 2017, 2020 への採否状況

マスタープラン 2017：計画番号 72、重点大型研究計画採択

マスタープラン 2020：計画番号 17、重点大型研究計画採択

6. 実施時期

現在—2022 年度：ミッション定義段階の活動を継続。キー技術の成熟度を高める

2022-24 年度：プロジェクト準備段階の活動を進める。開発・製造企業を選定。

2024-25 年度：プロジェクト実行段階に入り、基本設計を進める。

2025-26 年度：詳細設計を進める。エンジニアリングモデル試験実施。

2027-28 年度：フライトモデルの製作。

2028-29 年度：総合試験を行い、開発完了。衛星打ち上げ・初期運用。

2030-32 年度：L2 で 3 年間の全天観測を実施。

2033-35 年度：データ解析およびアーカイブ整備完了。解析結果発表。

7. 必要経費および予算プロファイル

準備期 (2026 年度まで)：120 億円

製作・試験期 (2027-29 年度)：160 億円

運用期 (2030 年度以降)：2030 年度は 5 億円、2031 年度以降は 3 億円/yr

総額：300 億円

注：LiteBIRD 計画は国際共同計画であり、上記金額はいずれも日本負担分のみ。

8. 計画の概要

LiteBIRD 計画は、インフレーション宇宙理論が存在を予言する原始重力波を世界に先駆けて観測し、代表的インフレーション宇宙理論を検証することを目的とする。そのために宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) という宇宙最古の光に着目する。原始重力波は CMB の偏光度分布に渦状のパターン (原始 B モード) を刻印する。これを検出するのが最も感度の高い原始重力波発見法である。原始 B モード発見のために、本計画では 2 種類 3 台の小型望遠鏡、超低温冷却系、多色高密度超伝導検出器を搭載した LiteBIRD 衛星を開発し、銀河系からの前景放射を分離するため、40GHz から 400GHz の周波数帯域を 15 バンドに分けてカバーする。太陽と地球のラグランジュ点 (L2) で CMB の偏光度を全天にわたり 3 年間精密に観測することで、原始 B モードの検出を目指す。国内では、JAXA、KEK、東大カブリ IPMU を始めとする研究機関・大学が協力し、海外では欧加米との広範な国際協力により計画を推進する。JAXA 戦略的中型ミッションとして、2029 年度の打ち上げを目指している。

9. 学術的意義、当該分野・社会等での位置づけ

本計画は、宇宙論、素粒子論、天文学にわたる幅広い学術的意義を持つ。1)宇宙論：本計画の原始重力波観測により、代表的インフレーションモデルの多くが検証可能となる。原始重力波が検出されない場合は、代表的モデルが棄却され、宇宙論に深刻な打撃を与える。2)素粒子論：原始重力波の検出は、インフレーションの背後にある様々な量子重力理論候補（超弦理論など）を選別できる現在唯一の手段であり、重力理論と量子論の統一という素粒子物理最大の目標に対し大きな意義を持つ。3)天文学：銀河磁場の構造と起源、星間ダスト組成分布と整列機構、宇宙再電離史の詳細決定と再電離機構等の探求にユニークな情報を与える。

我が国では、10年ほど前より、KEKを中心としてCMB偏光観測の活動が急速に立ち上がり、地上観測では世界最高レベルの観測結果を出すところまで成長した。大気のゆらぎや全天観測の困難さのため、最終的には宇宙からの観測が必須である。欧米では、ここ10年以内に実現可能な衛星計画はなく、LiteBIRD計画が原始重力波の検出を10年以内に行う可能性のある世界で唯一の衛星計画であり、我が国が世界をリードできる格好の機会である。熱いビッグバンからわずか38万年後の宇宙を観測できるだけでも驚嘆すべき事であるが、LiteBIRDは、宇宙史を遙かにさかのぼり、ビッグバン（熱い火の玉宇宙）以前の信号の検出を目指す。これは国民に大きな夢と知的興奮を与える文化事業であり、社会的意義も高い。

10. 実施内容

実施機関は以下の通りで、合意に向けた調整が進んでいる。

- ・JAXA：衛星ミッション部及びバス部の開発、打ち上げ、運用、データアーカイブ、プロジェクト管理
- ・カブリIPMU：データ解析パイプラインの構築、偏光変調器の設計・開発
- ・KEK：低周波望遠鏡（LFT）の地上試験。LFT焦点面検出器アレイシステムの開発。
- ・CNES、ESA、ASI、UKSA、DRL：中高周波望遠鏡、極低温冷却系の開発。
- ・カルフォルニア大バークレー校、サンディエゴ校、コロラド大・マギル大・米国立標準技術研究所：TESボロメータと読み出しシステムの開発。

共同利用体制については、JAXA宇宙科学研究所にデータアーカイブが整備され、全世界の研究者に公開される。

11. 現在までの準備状況

JAXA宇宙科学研究所は、2019年にLiteBIRDを戦略的中型ミッションの2号機に選定した。宇宙科学研究所にLiteBIRDチームが編成され、海外機関とも協力して概念検討を進めている。国内の開発拠点としては、カブリIPMUで偏光変調器の試作モデルの開発が進められ、KEKではLFTの試験方法の検討と地上試験装置の概念設計が進められている。欧州では、CNESリードで中高周波望遠鏡の概念設計が進められている。米国では、まだNASAの参加の見通しがたっていないものの、カルフォルニア大を中心にTESボロメータの開発が進められている。このように、日欧加米の密接な協力のもとに準備を進めている。