

大型サブミリ波望遠鏡 LST

1. 計画タイトル：大型サブミリ波望遠鏡 LST
2. 問い合わせ先：河野孝太郎（東京大学）kkohno@ioa.s.u-tokyo.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）：未定
4. 計画規模：大型
5. マスタープラン 2017, 2020 への採否状況
2020 に学術大型研究計画（区分 I）として採択（計画 No. 80）
6. 実施時期
2020 年代後半の建設開始、2030 年代半ばまでの初期科学運用開始を目指す。科学運用期間は 20 年以上を目標とする。
7. 必要経費および予算プロファイル
本計画は欧州が主導する AtLAST 計画との統合を予定しており、所要経費について今後さらに国際共同での検討を進める必要があるが、現時点において日本側が想定する建設費総額は約 300 億円である。このうち日本からは、建設費および運営費に対して、アルマにおける日本分担分と同水準の約 20%（建設費 60 億円、年間運営費 3 億円規模）の分担を目指す。
8. 計画の概要
ミリ波サブミリ波帯において、広い視野（1 度角以上）・広い波長域（100 GHz 幅以上）を一挙に観測可能な大口径（50m）単一鏡を南米チリに建設し、アルマとは相補的なディスカバリー・スペースを開拓する。特に、超伝導検出器の劇的な技術的進展を活用し、大規模な超広帯域分光撮像装置を開発してミリ波サブミリ波帯輝線銀河の広域 3 次元探査を行い、また既存のミリ波サブミリ波撮像装置と比較して 4 桁以上探査能力が高い広域撮像カメラでミリ波サブミリ波帯での時間領域天文学を本格的に開拓する。
9. 学術的意義、当該分野・社会等での位置づけ
近年アルマを使って酸素イオン輝線の観測を行うことにより、最遠方銀河の分光赤方偏移記録が塗り替えられているが、これらの結果は、宇宙開闢後わずか 3 億年弱（赤方偏移 ~ 15 ）の時代に、「最初期の星生成銀河」がすでに誕生していたことを示唆している。ミリ波サブミリ波帯での広域かつ高感度な分光撮像探査は、希少な最初期の星生成銀河を見出す有力な手段であることが理論的に予測されつつあり、LST 計画は、酸素イオン輝線や γ 線バースト逆行衝撃波をプローブとしたユニークな手段により、このフロンティアに切り込む。また、この波長帯で観測されるスニヤエフ・ゼルドビッチ（SZ）効果は、宇宙の構造形成に伴うガス加熱・冷却過程のユニークな研究手段、特に高赤方偏移宇宙に強い手段である。この他、アルマと Planck・LiteBIRD 等スペースからの偏波観測をつなぐ空間スケールでの星間磁場構造とその星形成での役割の全貌解明、星生成初期段階の物理的および化学的多様性と普遍性の研究、宇宙再電離期のキューサー前駆体

大型サブミリ波望遠鏡 LST

や放浪する中質量ブラックホールの探査、および高頻度サブミリ波 VLBI 観測の実現によるブラックホール科学への貢献、超新星残骸に付随する分子雲の広域観測に基づく宇宙線研究、長期間分光観測モニターによる太陽系惑星の突発的あるいは長期的気候環境変動の研究など、新たな切り口の開拓により、天文学・天体物理学・惑星科学の幅広い発展に寄与する。

10. 実施内容

実施機関・実施体制は検討中である。国内実施機関の候補としてはアルマの運用を担う国立天文台がまず挙げられるが、国際協力の枠組みがどのようなものになるか、その形態に応じて、適切な実施機関・体制の構築を進める必要がある。当面は、国立天文台内において、新規の萌芽的プロジェクト候補としての提案を行い、こうした枠組みのもとで国立天文台において実施する可能性の検討や合意形成を進める。このほか、東京大学などの大学が主導する体制の可能性も検討している。LST 計画は、そもそも日本発の構想であるが、その後、同様のコンセプトの望遠鏡である AtLAST 計画が欧州主導で立案されるなど、次世代大口径サブミリ波望遠鏡を求める世界的な潮流へと発展してきた。ASIAA（台湾）との協力についても議論が継続されている。我が国は野辺山宇宙電波観測所やアルマ計画の実現を通して培ってきた超伝導デバイス技術や高精度大型アンテナ技術を活かした形で参画し、望遠鏡構造や焦点面観測装置など計画の根幹をなす部分において、独創性の高い新手法による貢献を行う。

11. 現在までの準備状況

競争的資金をベースとした要素技術開発を、国立天文台が運用するサブミリ波望遠鏡 ASTE や野辺山 45m 電波望遠鏡、またメキシコの大型ミリ波望遠鏡 LMT や ASIAA が主導するグリーンランド望遠鏡 GLT 計画等と連携しつつ進めている。特にミリ波補償光学の創出とその実証、多色撮像カメラの開発・評価、オンチップ型超広帯域分光システム DESHIMA の提唱と世界に先駆けた天体信号による実証成功、また統計数理科学の進展を活かした新しいデータ解析手法の提唱など、独自性の高い成果を挙げている。その一端は 2020 年 12 月に国際会議 SPIE にて発表した。2021 年 3 月には国立天文台研究集会を開催し、100 名を超える参加者とともに 2030 年代を見据えて取り組むべき諸課題および技術開発の展望を議論することができた。2021 年 9 月の日本天文学会秋季年会においては、南極テラヘルツ望遠鏡計画と合同での企画セッション開催が認められ、さらに幅広くコミュニティーとの議論を行うことになっている。欧州側では欧州研究評議会 (ERC) 予算の獲得に成功し、2021 年 3 月から 3 年計画で望遠鏡の設計を含む重点 6 項目の詳細検討ワーキンググループを組織して計画の具体化が開始された。<https://www.lstobservatory.org/> も参照されたい。