

## GREX-PLUS

1. 計画タイトル：GREX-PLUS  
(Galaxy Reionization EXplorer and PPlanetary Universe Spectrometer)
2. 問い合わせ先：井上昭雄、早稲田大学、akinoue@aoni.waseda.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：提案なし
6. 実施時期  
2020-2021 JAXA 宇宙科学研究所宇宙理学委員会 Research Group (RG)  
2022- JAXA 宇宙科学研究所理学委員会 戦略的中型 Working Group (WG)  
2025- ミッション提案、2030 年代中盤 打ち上げ  
ミッション期間 5 年、延長期間 5 年以上目標
7. 必要経費および予算プロファイル  
400 億円(JAXA 宇宙科学研究所 戦略的中型科学衛星枠)  
小規模な国際協力も検討中
8. 計画の概要  
近中間赤外線広視野カメラと中間赤外線高分散分光器を搭載した口径 1.2m 級宇宙望遠鏡 GREX-PLUS により、地上観測では到達できない高感度を実現し、銀河形成進化論および惑星系形成論を革新する。広視野カメラは、波長 3-10 ミクロン帯の超広視野探査を実施し、初期宇宙の希少な明るい「初代銀河」を発見する。さらに、銀河系の 100 分の 1 の質量を持つ「ビルディングブロック」を宇宙史の 95% にわたって観測する。これにより、銀河の形成と成長過程を解明する。高分散分光器は、分子分光学の指紋領域とされる波長 10-20 ミクロン帯で波長分解能 30,000 という機能を持ち、星間分子分光の新しい扉を開く。銀河系内の原始惑星系円盤の「スノーライン」の位置を特定し、惑星系形成過程を解明する。さらに、太陽系内外の惑星大気分子の観測から、惑星生命圏研究を開拓する。
9. 学術的意義、当該分野・社会等での位置づけ  
21 世紀の宇宙物理・天文学における重要課題は、銀河の形成進化と惑星系の形成進化の解明である。GREX-PLUS はこれらに真正面から取り組む計画である。GREX-PLUS 広視野カメラによる波長 3-10 ミクロン帯で行なう超広域探査は、従来の NASA/Spitzer 宇宙望遠鏡、あるいは、今後実施される James Webb 宇宙望遠鏡による探査に比べて、100 から 1,000 倍以上面積が広い。NASA/Roman 宇宙望遠鏡の超広域探査は波長 2.3 ミクロンまでに限られるため、GREX-PLUS の波長 3 ミクロン以上での探査で初めて見つかる学術的価値の高い天体が多数予想される。例えば、宇宙膨張による赤方偏

移のため、初代銀河は Roman の波長では原理的に観測できず、これらの発見には波長 3 ミクロン以上に感度を持つ GREX-PLUS が不可欠である。塵に深く埋もれた大質量ブラックホールや、宇宙最初期の銀河系ビルディングブロック、超高輝度超新星、初代星超新星などもそうである。

GREX-PLUS 高分散分光器は、宇宙望遠鏡で初めて波長分解能 30,000 という真にユニークな機能を持つ。分子分光学の指紋領域とも言われる波長 10-20 ミクロン帯に感度を持ち、原始惑星系円盤スノーラインの同定、太陽系天体の H/D 比の測定と地球の海の起源の解明、太陽系外惑星大気分光による物理化学状態の解明など、他に類のない星間および惑星大気分子分光学を展開することができる。また、遠方宇宙の明るい活動銀河核を背景光源とした銀河間分子ガスの観測、活動銀河核の禁制線観測による微細構造定数の時間変化の高精度測定も可能である。

また、GREX-PLUS が提供する波長 3-10 ミクロン帯の高感度、高角度分解能の超広視野画像データと、波長分解能 30,000 という中間赤外線高分散分光データは、天文学のあらゆる分野で活用され、さまざまな革命的発見をもたらすと期待できる。未知の天体や現象の発見も当然これに含まれる。

GREX-PLUS は、SPICA で培われた冷却宇宙望遠鏡技術と、すばる望遠鏡で世界をリードしてきた超広視野遠方宇宙探査の融合により、日本の光赤外線天文コミュニティの総力を結集する計画となる。ここで蓄積した技術と経験は、将来の超大型宇宙望遠鏡時代に向けての足掛かりとなる。

### 10. 実施内容

JAXA 宇宙科学研究所戦略的中型計画として実施する計画。全国の大学の研究者も参加しコンソーシアムを構成する。広視野サーベイ観測、高分散分光ターゲット観測の 2 つのモードを持つ。得られたデータはコンソーシアムで共有し、一定期間後、世界に公開される。小規模な国際協力も検討中である。

### 11. 現在までの準備状況

JAXA 宇宙科学研究所戦略的中型 WISH Working Group をベースに、2020 年 1 月に G-REX Research Group を立ち上げ、口径 1.2m 級近赤外線広視野宇宙望遠鏡を検討してきた。科学目的の具体化と定量化、超広視野深宇宙探査パラメータの同定などを行なった。また、口径 1.2m で視野 0.4 平方度以上を確保できる光学系の成立性を確認した。昨年度の光学赤外線天文連絡会 2030 年代将来計画 White Paper 審査において、日本主導の計画として最高評点を獲得した。そして、SPICA の検討で 20 年にわたり蓄積してきた宇宙望遠鏡用冷凍機技術を活かして技術的検討課題を克服し、中間赤外線高分散分光器を搭載して科学的機能が強化された GREX-PLUS 計画にバージョンアップした。SPICA 冷凍機を搭載した熱設計、広視野カメラの波長 5-10 ミクロン帯への拡張、衛星寿命、データ転送量などの検討を行ない、全体的な開発運用コストの見積もりも行なった。実現性が十分に高い計画である。