



GREX-PLUS

「広く、精細に。GREX-PLUSが描く銀河と惑星のはじまり」

井上昭雄（早稲田大学）

もくじ

- 科学目的と意義
- システム概要
- 技術的成立性
- 実施体制
- 国際協力
- コミュニティにおける位置づけ
- まとめと今後の展望

2024年7月31日

『ミッションコンセプト提案書』
を宇宙研宇宙物理GDIへ提出

GREX-PLUS ミッションコンセプト
提案書

銀河進化・惑星系形成観測ミッション時限 WG

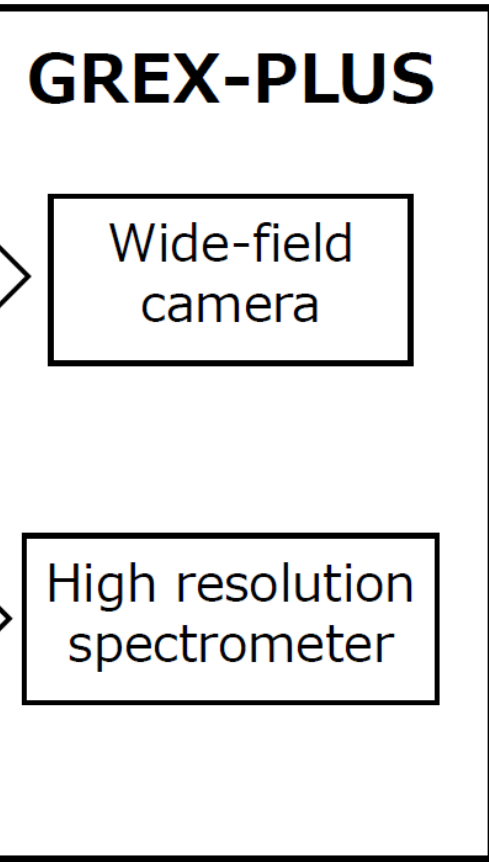
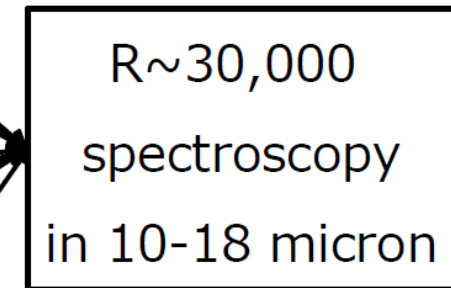
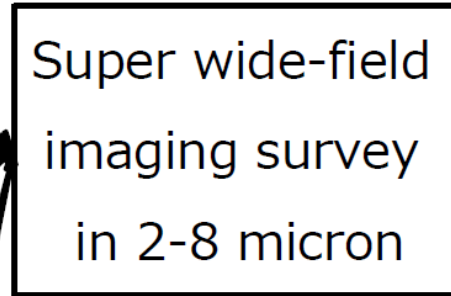
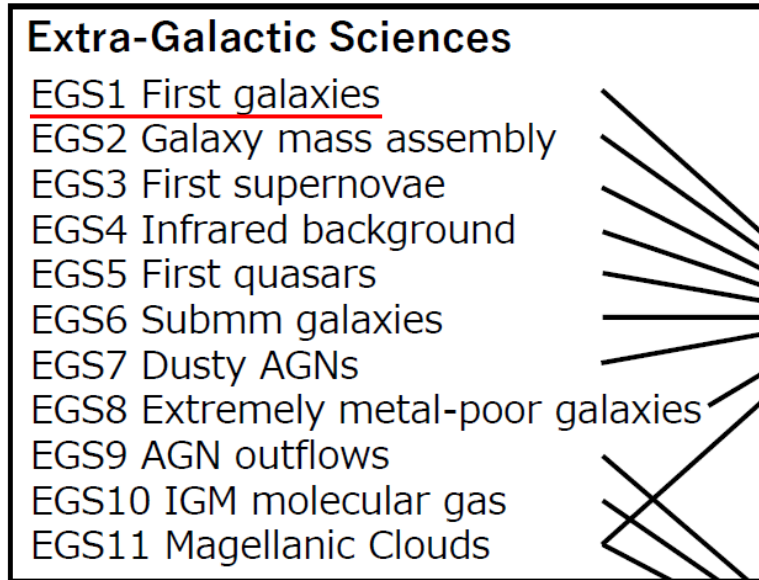
2024年7月31日

GREX-PLUS: Galaxy Reionization EXplorer and PLanetary Universe Spectrometer Science Goals, Required Observations and Instruments

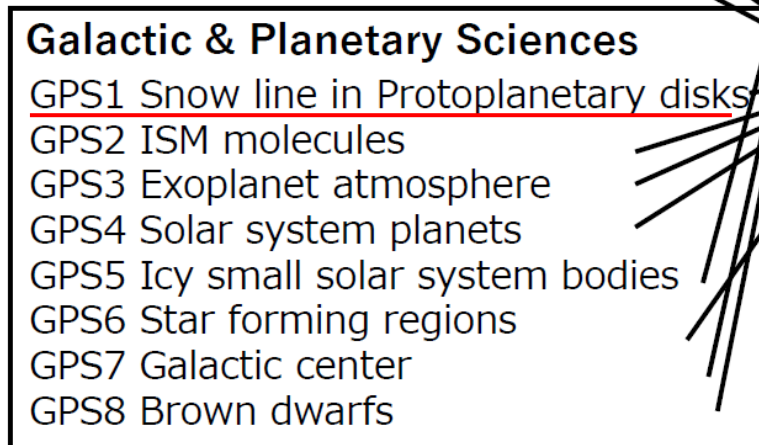
宇宙科学・探査ロードマップ

GREX-PLUS Science Book [arXiv:2304.08104](https://arxiv.org/abs/2304.08104)

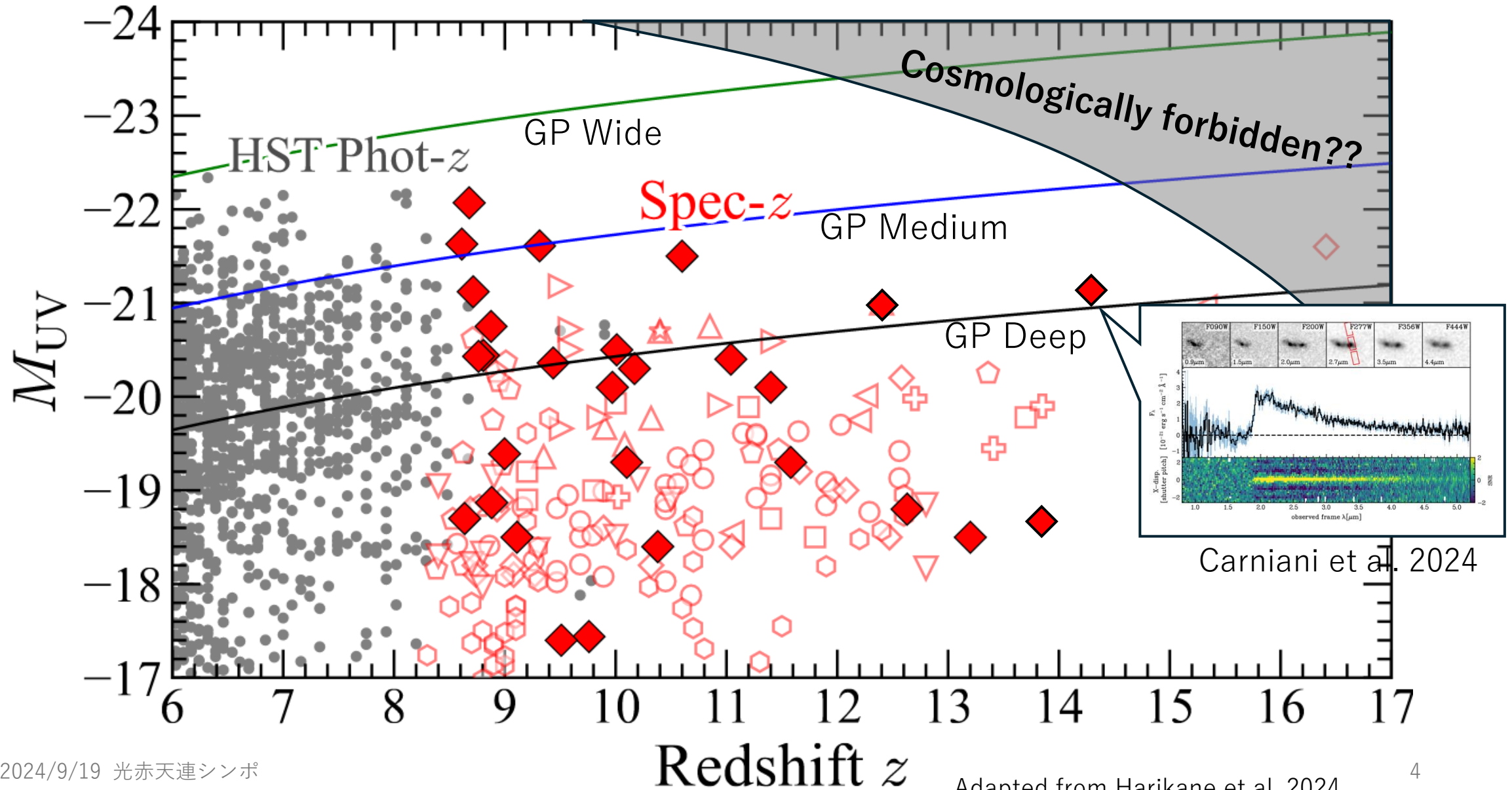
宇宙の空間と物質
の起源の理解



宇宙における生命
の可能性の探求



JWST pushes the frontier, but need wider surveys

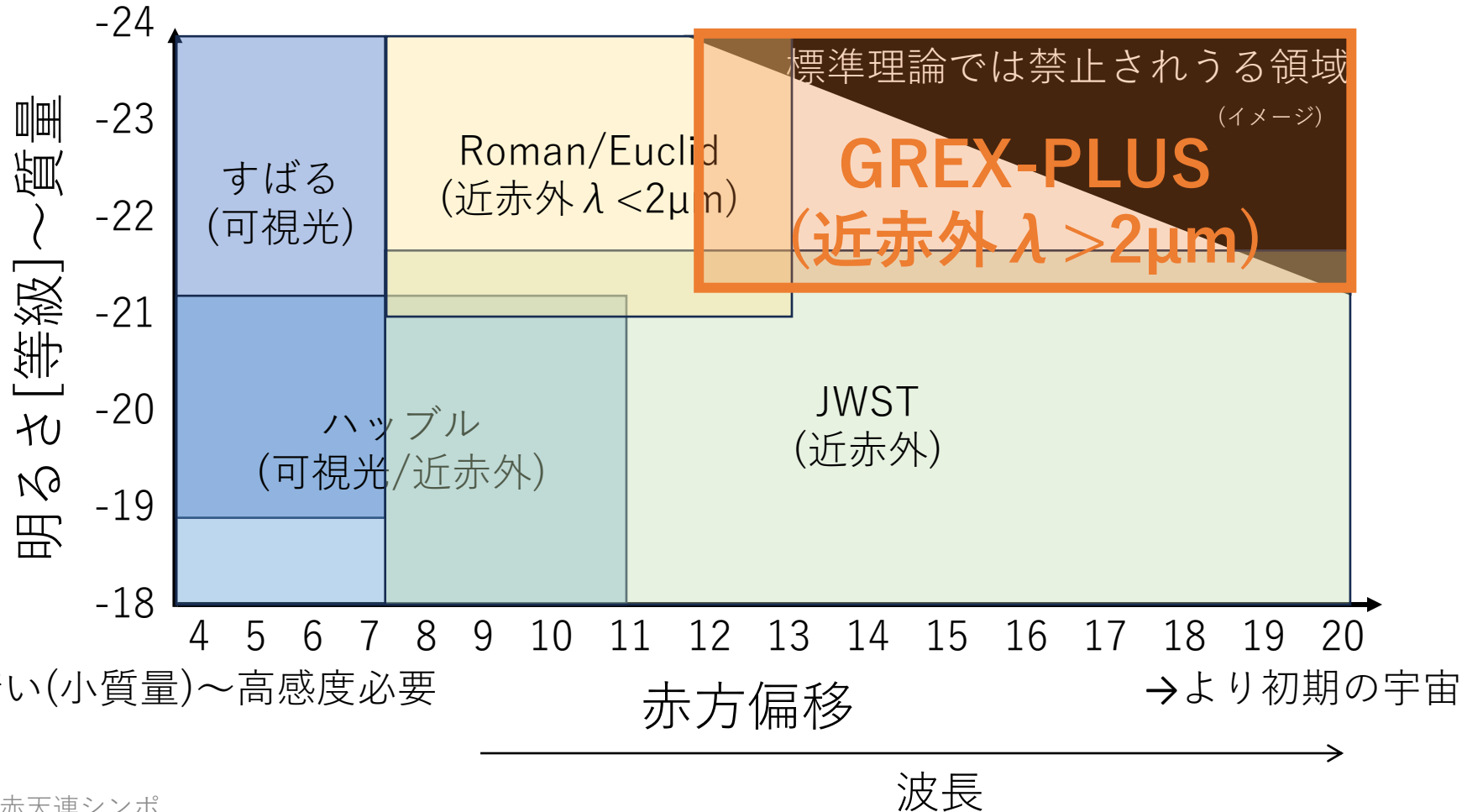


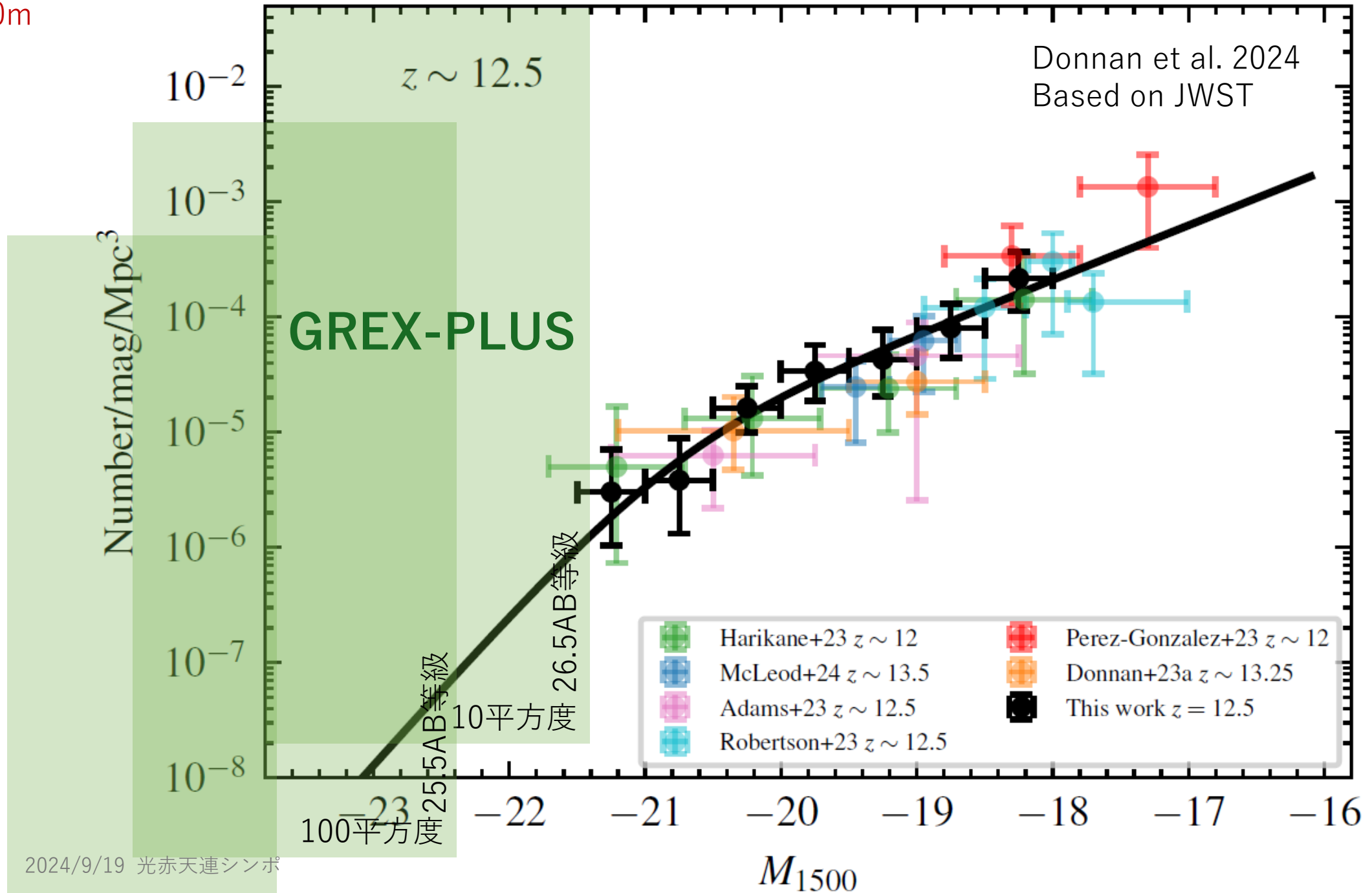
(of bright, massive galaxies)

The “Last Survey” of Galaxies!

日本の強みである
超広視野探査 + 冷却望遠鏡技術

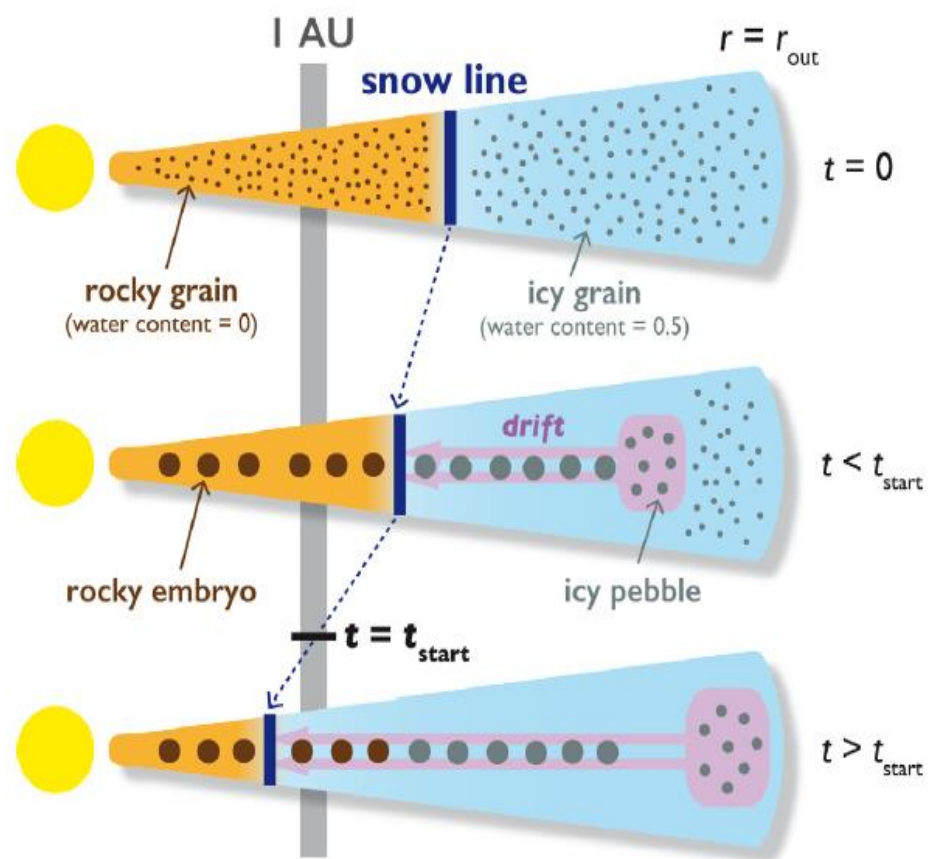
明るい(大質量)～数密度低い～広視野必要



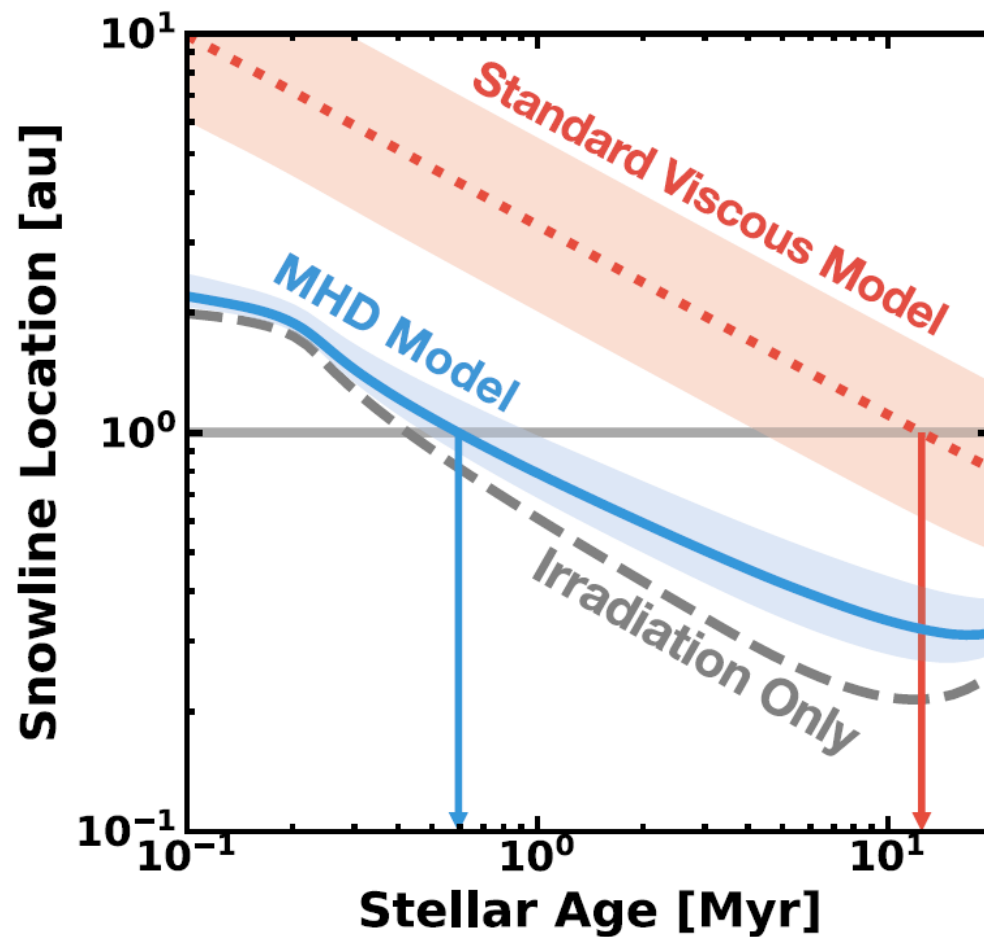


Water snowline is the key → Giant planet formation Origin of ocean on rocky planets

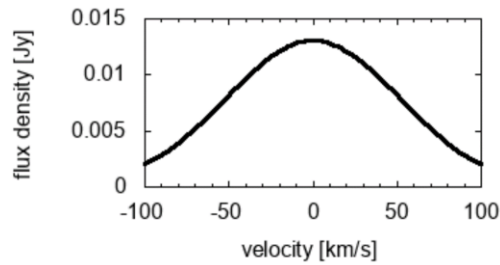
Sato, Okuzumi, & Ida (2016)



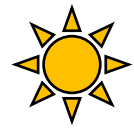
Mori et al. 2021; a T-Tauri star case



水スノーラインの位置が小さすぎるため画像で捉えることは不可能
→ 水分子の公転運動(ケプラー運動)を速度分解する



R=3,000 ($\Delta V=100\text{km/s}$) JWST
o-H₂O 17.75 μm 輝線
(Herbig Ae星; Notsu et al. 2017)



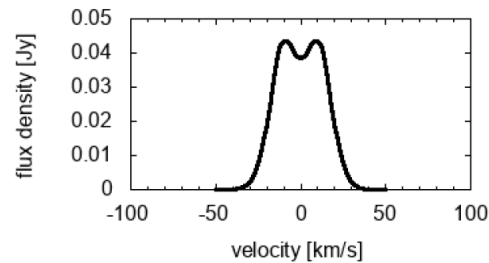
水蒸気



ケプラー運動未分解
→ スノーライン位置
を特定できない

氷

0.1 au 1 au 10 au



R=30,000 ($\Delta V=10\text{km/s}$) GREX-PLUS
o-H₂O 17.75 μm 輝線
(Herbig Ae星; Notsu et al. 2017)



水蒸気

ケプラー運動分解
→ スノーライン位置特定

氷

0.1 au 1 au 10 au

日本の強みである理論惑星科学 + 中間赤外線高分散分光

科学的意義

- 「初代銀河」と「スノーライン」のどちらも極めて高い科学的価値
- 極めて高いユニークネスを持つ観測機能
 - 多様な、新規性の高い科学テーマの扉を開く
- **波長2ミクロン以上での超広視野撮像**
 - 従来 GALEX~SDSS~Spitzer/WISE
 - 2030年代 UVEX~HSC/Rubin~Euclid/Roman~**GREX-PLUS**
 - 極めて汎用的なレガシーデータとなる
 - 銀河面やマゼラン雲の撮像サーベイ
- 分子分光学の“指紋領域”である波長10~18ミクロン帯のスペースからの高分散分光
 - まったく新しいパラメータスペースの開拓

GREX-PLUS

Satellite system

Payload

Spacecraft
bus

Ground
system

Telescope

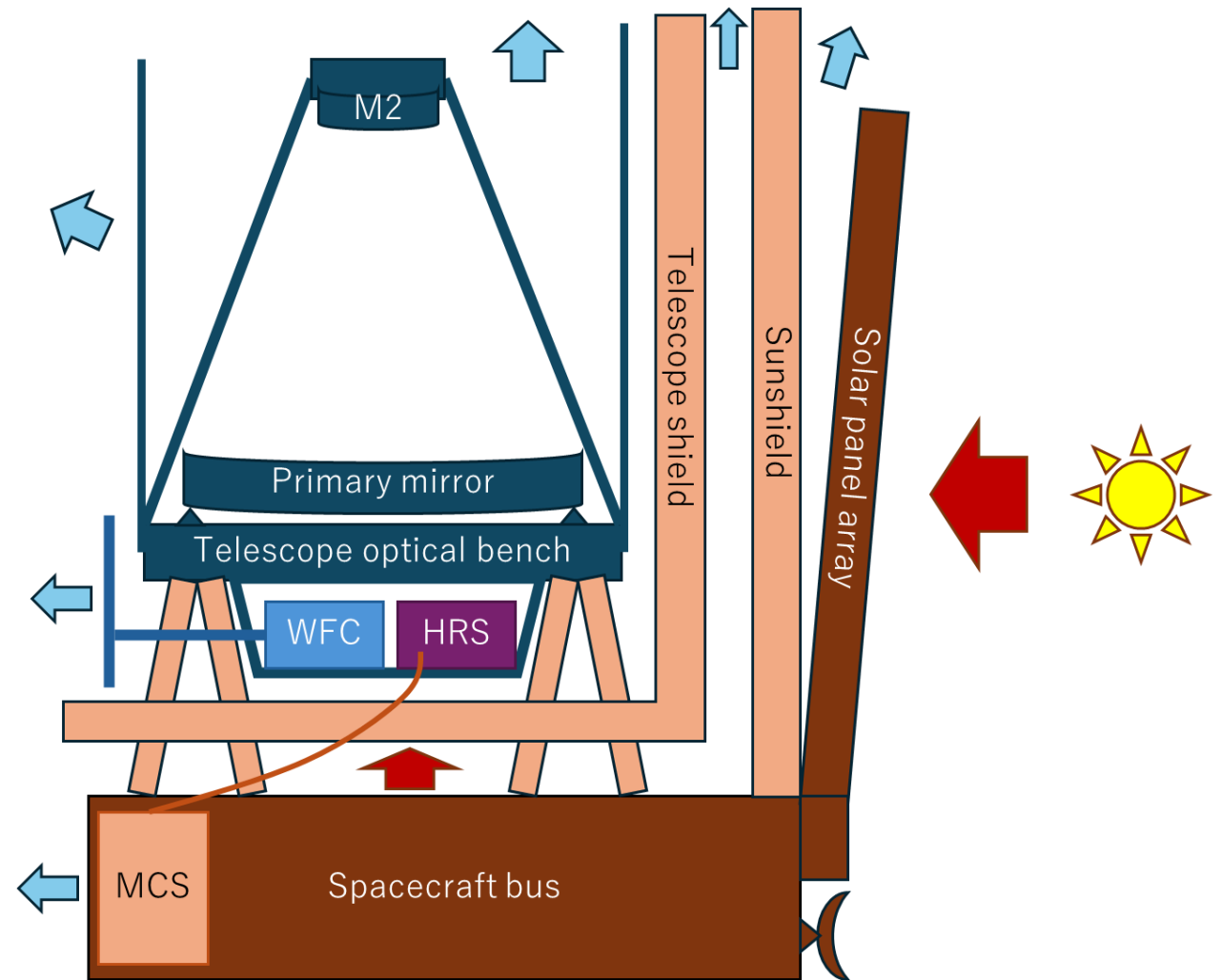
WFC
NIR & MIR

HRS

Cooling
system

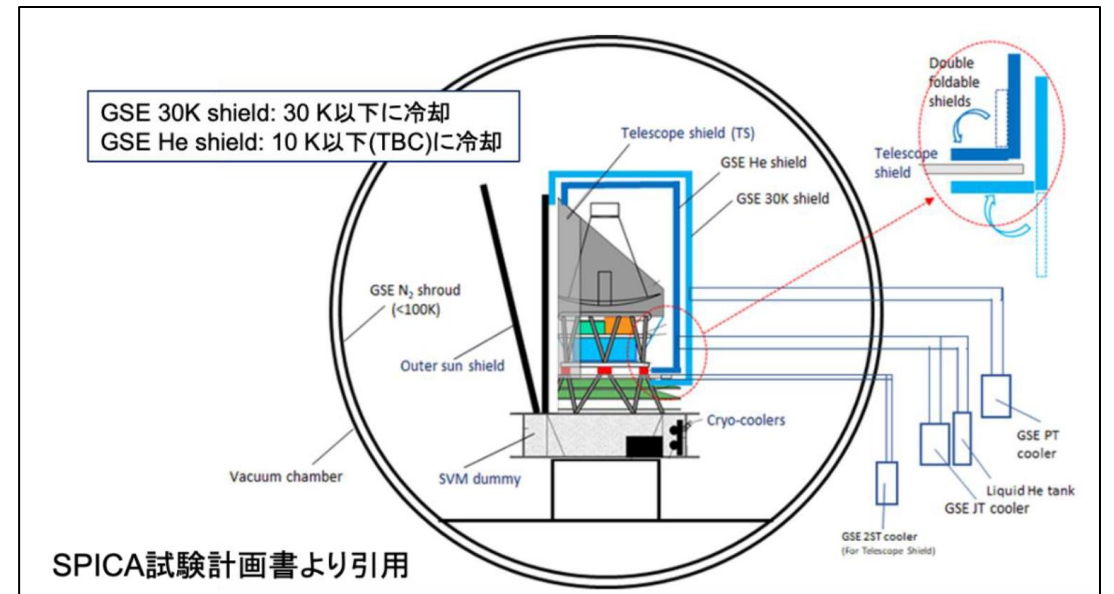
GREX-PLUS衛星システム概要

- 望遠鏡
 - 口径：1.0m
 - 結像性能：波長 $4\mu\text{m}$ 回折限界
 - 光学系：Korsch系3枚鏡
 - 温度： $<50\text{K}$
- 広視野カメラ(WFC)
 - 視野：5バンド合計 $>1,260$ 平方分角
 - 近赤外線チャンネル
 - F232, F303, F397
 - 検出器温度： $<55\text{K}$
 - 中間赤外線チャンネル
 - F520, F680
 - 検出器温度： $<42\text{K}$
- 高分散分光器(HRS)
 - 波長： $10\sim 18\mu\text{m}$
 - 波長分解能： $>25,000$
- 冷却系
 - 放射冷却：望遠鏡、WFC
 - 機械式冷凍機：HRS
- 軌道：太陽-地球L2ハロー軌道
- 運用期間：5年



技術的成立性

- 基本方針
 - 成功実績のある機器、方式を採用し、新規開発を極力排除したシステム設計
- 2023年度検討により、衛星システム全体の成立性はほぼ確認
 - 望遠鏡設計解の更新(1.0m版)
 - 地上局と通信系の検討
- 新規開発要素/重要技術要素
 - 高精度指向制御技術
 - 指向安定性
 - 絶対指向精度
 - 低温環境試験技術
 - 断熱放射冷却系の試験検証技術
 - 低温光学系試験技術
 - イメージングレーティング開発
 - 波長10~18ミクロン帯の有力部材CdZnTe



実施体制

- 光赤天連メンバー中心に参加者103名
- 『ミッションコンセプト提案書』の実施体制表に46名
 - 宇宙研工学研究者も10名参加
 - JAXA研開部門から技術的支援
- プロジェクト総FTEは約630
 - 約17年間（開発10年、ノミナル運用5年、アーカイブ2年）
 - 科学成果創出に必要なFTEはほとんど含まない→コミュニティからの貢献が必要
 - JAXA内340（JAXA雇用の任期付き研究員など含む）
 - JAXA外コミュニティからの寄与290
 - WFC開発 約50
 - HRS開発・運用・アーカイブ 約100

概算～150FTE/17年/30%～30人

Professor Hitoshi Kuninaka
Director General, Institute of Space and Astronautical Science (ISAS)
Japanese Aerospace Exploration Agency (JAXA)

Letter of Intent: US Partner Participation in the GREX-PLUS mission

Dear Professor Kuninaka:

As the US partners for the proposed GREX-PLUS mission (PI: Akio Inoue), Arizona Board of Regents on behalf of the University of Arizona, Steward Observatory (UA-Steward) and Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO) intend to undertake the tasks described in this letter in collaboration. UA-Steward will serve as the US PI institution (Lead: Eiichi Egami) while SAO will participate as the main subcontractor (Lead: Giovanni Fazio). Note, however, that our

国際協力

- 米国GREX-PLUSチーム
 - アリゾナ大学スチュワード天文台 + ハーバード・スミソニアン天文台
 - NASA資金を獲得してWFC製造とHRS検出器調達を担当
 - 2024年4月にLOIを取得
- 欧州の貢献の可能性
 - イタリアASIの関係者、企業と望遠鏡開発について打ち合わせ
 - ESA ARIEL望遠鏡開発担当
 - ASIによる望遠鏡開発・提供を最大獲得目標として協力の可能性を探っている
 - 2025年2月にブリュッセルにて欧州GREX-PLUSコンソーシアムKO会議を開催準備中
- 台湾の貢献の可能性
 - ASIAA関係者と機会があるごとに意見交換し協力の可能性を探っている

コミュニティにおける位置づけ

- 光赤天連
 - 2022年2月 「2030年代の戦略的中型をどうするのか」
 - 2022年7月 「2030年代にどのような戦略的中型計画を推進するのか」
 - 光赤天連における唯一の中型ミッション候補であることが明確になった
 - 「GREX-PLUSへの期待の高さが認識」 将来計画検討委員会による議論のまとめ
 - 「ロードマップ2025」へ提案
 - 審査中、2025年度公表
- 日本学会議
 - 未来の学術振興構想（2023年版）
 - No.168 「赤外線観測用冷却宇宙望遠鏡で革新する銀河と惑星の起源の研究」

まとめと今後の展望

- 「ミッションコンセプト提案書」を提出
 - 全般的な成立解を得ている
 - 高精度指向制御技術と低温環境試験技術の獲得がカギ
- 今後、ISAS宇宙物理学GDIからの勧告にもとづく再構成
- WGとして検討を継続し、2027年度「絞り込み」へ臨む

光赤天連からの強力なご支援、よろしくお願いいたします。

Φ 1.0m

