

将来計画、MP2023 の議論から 宇宙研・コミュニティへの期待

松尾太郎（2030年代将来計画検討WG）

ポイント

- 多様性のある持続的な将来計画像（青写真）を作成していくことが重要
 - コミュニティとしての努力：将来計画委員会の常設と継続的な議論
 - 宇宙研への期待：コミュニティとの対話と多様なプログラムへの支援
- 多様性のあるプログラムの実施に必要なこと（個人的見解）
 - （大型計画に限定しない）持続的な国際協力の必要性
 - 地上とスペースの協力の深化の必要性
 - より小規模なスペース計画（超小型衛星）の枠組み

MP2023に提案されたプログラム

(アルファベット順)

- 光赤外線国内リード： → 4計画
 - GREX-PLUS, IPST, JASMINE, TMT
- 分野横断型計画： → 2計画
 - HiZ-GUMDAM, LAPYUTA
- 国際協力： → 2計画
 - Romanへの参加
 - U.S. Decadal Astro2020への参加 (LUVOIR, HabEx, Origins)

8計画のうち半分が国内の光赤外線リード、
残りの半分が分野横断型計画や国際プロジェクトへの参加

2030年代の将来計画検討へ提出された 7件のWhite Paper

青：MP2023へにも提出

- 戦略的中型規模

惑星間宇宙望遠鏡 -> IPST [Shuji Matsuura]

G-REX 初代銀河探査機 [Akio K. Inoue]

スペース赤外線強度干渉計 [Hiroshi Matsuo]

- 公募型小型規模

紫外線宇宙望遠鏡計画 -> LAPYUTA [Go Murakami]

- 国際協力

GaiaNIRへの参加 [Daisuke Kawata]

LUVUOIRおよびHabEx計画への参加 [Takahiro Sumi, Motohide Tamura]

Origins へのハードウェア貢献 [Itsuki Sakon]

2030年代以降の多様な宇宙プログラムに向けて

(宇宙研・コミュニティへの期待)

- 予算規模に応じた3つのカテゴリ分類

- 戦略的中型(400-150億), 公募型小型(150-50億), 戦略的海外共同枠/小規模計画 (>10億)
- (コミュニティへ) 多様な宇宙プログラムの推進に向けて現状のカテゴリで良いか?
例えば、超小型衛星/小型衛星の性能向上による積極的な活用の可能性.
- (宇宙研へ) コミュニティの要望/技術進歩に応じたカテゴリの見直しの可能性?

- 国産ロケットと計画の予算規模

- 戦略的中型・公募型小型は国産ロケットの利用が前提.
- 将来的に国内・海外などの民間からの安価なロケットの登場が予想 (NASAは民間へ委託).
- (宇宙研へ) 国産ロケットを利用しない50億円以上の規模の計画の実現可能性は?
例えば、50億円規模の海外大型プロジェクトへの参加.

光赤外線リードのプログラム

(宇宙研・コミュニティへの期待)

- 光赤外コミュニティによる戦略的中型の提案実現に向けて
 - (コミュニティへ) 天文学全体が納得できる計画の立案を行う。
宇宙研からの要望に**即座に対応**できるように準備。
将来計画の継続的な議論.
- コスト評価 (公募型小型にも当てはまる)
 - **コミュニティのみ** (研究者レベル) で**コスト評価が困難**なため、コミュニティ内で実現可能性の議論が限定的. プログラムの枠組みの議論も困難.
 - (宇宙研へ) **プロジェクトの早期段階でのコスト評価の実施**をお願いしたい。
→ コストの結果がコミュニティへフィードバックされることで
コミュニティで実現性に関するより精度の高い議論が可能.

分野横断型プログラム

(コミュニティへの期待)

- HiZ-GUNDAMのMP2023推薦委員会での審議：
 - 高宇連とGopiraの両分野にまたがる計画として、Gopiraにおいて10計画のうちの1計画として議論.
 - 議論の中で出たポイント：
 1. 重点大型計画への推薦が**お見合いになること**への危惧.
 2. 分野外（高エネルギー）の**科学技術を正しく評価できないこと**への危惧.
- LAPYUTA: 惑星科学と天文学にまたがる計画
- 科学の進展において分野横断型のプログラムはこれからより重要性を増す.
 - **従来の波長や分野の縦割りの体制で正しい評価ができるのか？**
 - 次回以降のマスタープランの議論、常設の将来計画委員会で要検討.

海外大型プログラムへの参加

- Romanへの参加:
 - JWSTへ参加できなかった反省.
 - 光赤外コミュニティとして初めて計画段階から参加.
 - ISASの戦略的海外共同計画（年間10億円）を利用予定.
- U.S. Decadal Survey (Astro2020)への参加：
 - Astro2020レポート発出後、LUVOIR, HabEx, Originsの検討母体は合体.
 - 国内からの貢献案を示し、Phase A (2025年頃) までに一定のTRLをクリア.
(現実に装置搭載を進める場合、NASA等の施設で実験を実施してNASAの基準をクリアする)
 - 3計画とも日本から50億円規模（以上）の貢献案を想定.

海外大型プログラムへの参加

(宇宙研・コミュニティへの期待)

- 海外大型プログラム参加における宇宙研への期待：
 - 戦略的海外共同計画(年間10億円)で**複数の海外プログラムの同時支援**.
Roman, Athena, Ariel, LISA, Astro2020... がほぼ同時に進行.
 - 海外の**プロジェクト前段階** (PrePhaseA) から**参加**できる仕組み.
リスクを伴うが、PrePhaseA (2025年以前) からの参加によりミッションの策定・核となる技術の提供につながる.
 - 50億を超える貢献案をどのように実現していくのか？ → 宇宙研へ
コミュニティにおいて必要な予算として実現すべきか？ → コミュニティへ
(3番目は宇宙研に要望する前にコミュニティとして議論すべき点)

(個人的見解) 海外大型プログラムへの参加

(宇宙研への期待)

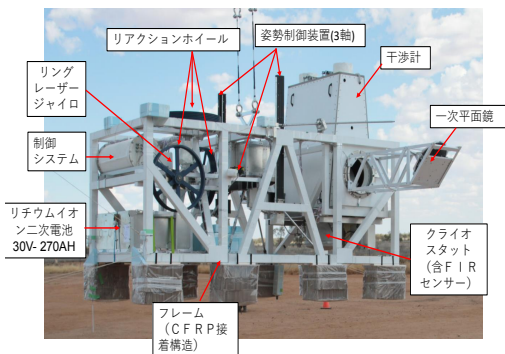
- **柔軟性のある**戦略的海外共同計画枠の設定
 - 海外計画のPhaseに応じて必要な予算額は異なるので、多様な額（数千万～10億円）で複数の計画をサポートできると良い。
例えば、PrePhaseAであれば、NASAとの予算合算で<1億円（数年）で可能。
- 宇宙研に枠を用意する以上に重要なこと：
 - 装置レベルで実現するのであれば、**パートナーとの協力関係の深化**は必須。
 1. 特にPhase初期の段階で海外でコールされる予算獲得は重要。
(海外機関で実験が予算化されて海外で実験がサポートされる体制の構築)
 2. 海外機関で重要な数年間に在外研究してTRLを上げることが必須。
(ALMAやTMTの国際オフィスでの日本の活動は良い例)

(個人的見解) 持続的な国際協力 (コミュニティへの期待)

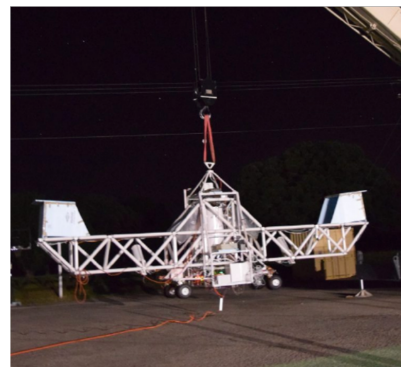
- ミッションのための国際協力だけでなく、**日々の研究者レベルでの国際協力によるミッション構築**が重要.
- 小規模 (<5億円) の国際協力による実験
 - 多様なミッション構築において国内技術と国内にない海外技術で協力.
 - PRIME (赤外線広視野望遠鏡) : 広視野望遠鏡技術 + 大フォーマット赤外線検出器
 - JUStIIInE (気球搭載赤外線干渉計) : 干渉計技術 + 高感度赤外線検出器/大型気球打ち上げ
 - (ミッションに特化しない) 国際協力を基盤として新技術の芽の育成.
 - NASA Ames Research Centerでの瞳収縮分光器の基礎開発.

Japan-United States Infrared Interferometric Experiment

T. Matsuo, D. Leisawitz (NASA/GSFC)



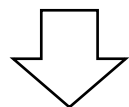
+



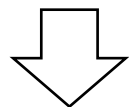
FITE 遠赤外線干渉計
(姿勢制御・望遠鏡系)

BETTII 中間・遠赤外線干渉計
(極低温光学系・TES bolometer)

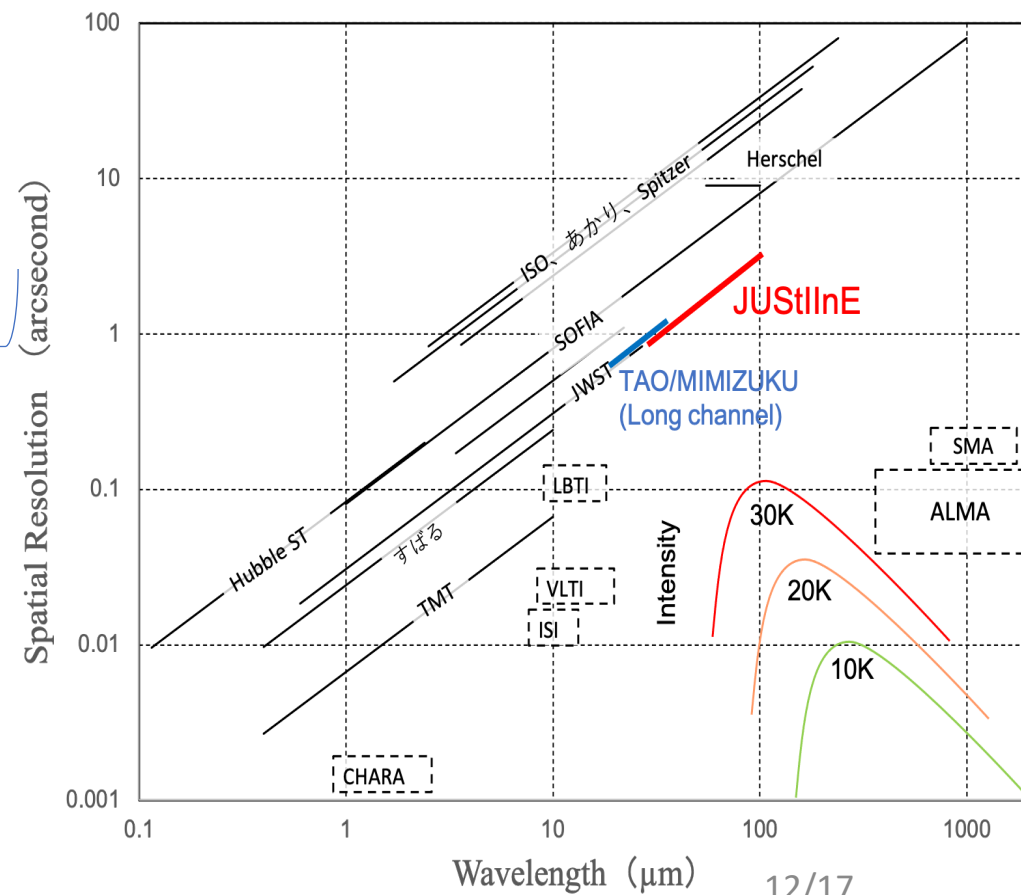
NASA/GSFCで組み立て・試験



Fort Sumnerでフライト



将来の宇宙干渉計へ



(個人的見解) 多様なプログラム構築に向けた 小規模プログラムの推進

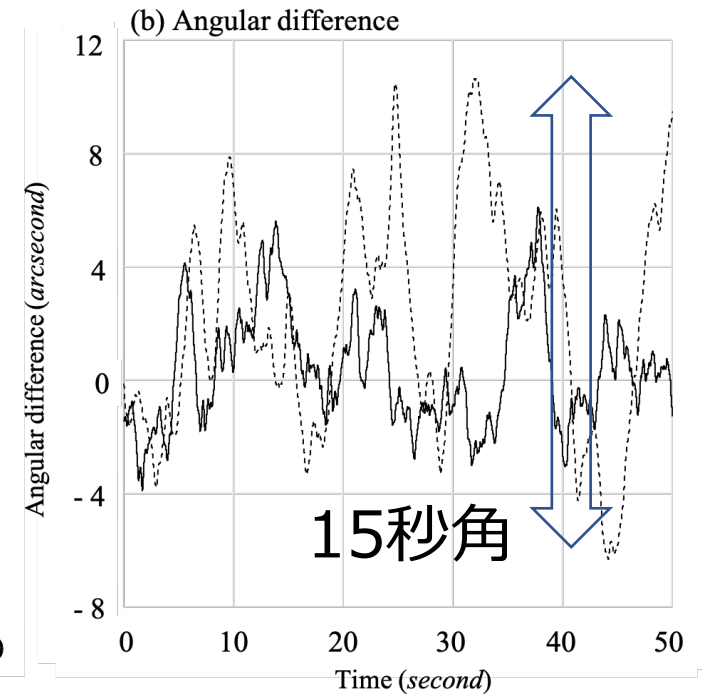
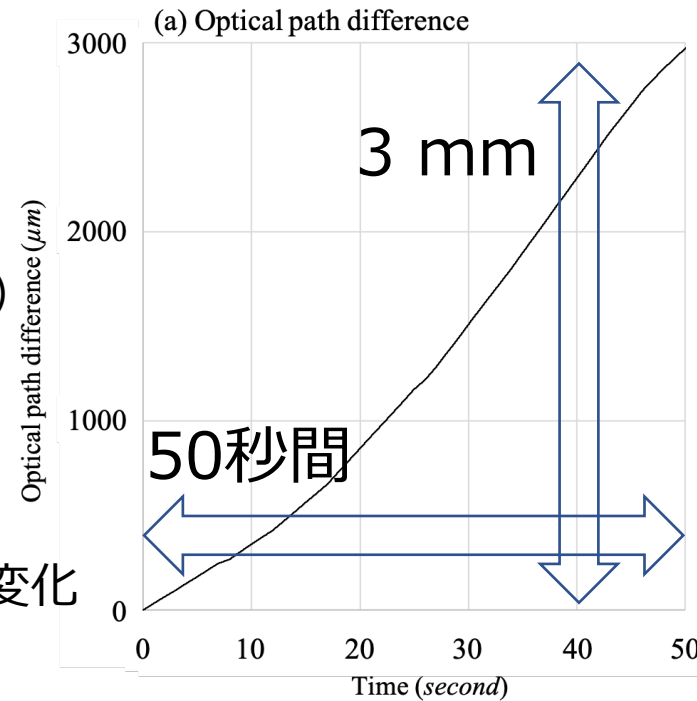
(宇宙研・コミュニティへの期待)

- 超小型衛星を利用した多様なプログラムの推進の可能性
 - 小規模予算/直近の計画なので、MP2023や2030年代将来計画では扱われない。
 - 超小型衛星の急速な性能向上による天文学への応用可能性。
SEIRIOS: 超小型衛星3機の編隊飛行宇宙干渉計 (Matsuo+ submitted to JATIS; Ikari+ in prep.)
 - 米国ではNASAが戦略的に超小型衛星プログラムを推進。
 - (コミュニティへ) 多様なプログラムのための超小型衛星の活用可能性の検討。
- 実現できる道筋はかなり限定的。
 - 超小型衛星の開発から打ち上げまで1から数億円規模。
 - 現状は競争的大型科研費(基盤S・特別推進)のみが唯一の道。
 - 超小型衛星を数多く打ち上げていくことで信頼性の向上。
 - (宇宙研へ) 宇宙研で超小型衛星プログラムの支援・推進可能性。

SEIRIOS

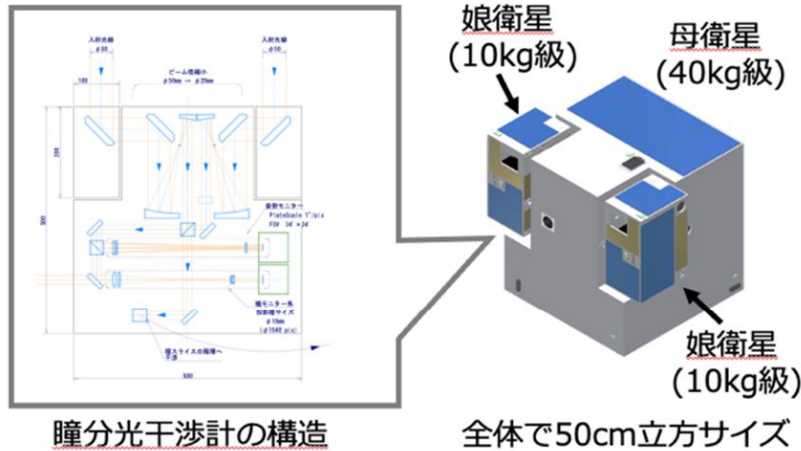
PI 中須賀真一, 五十里哲 (東京大学)

- 合体 (打ち上げ) → 編隊飛行 (軌道上)
- 基線長10-50m、波長0.6-1.7 μm の分光撮像
- 数十秒間で数mmの相対位置、10秒角の角度変化
(内部光学系で $<1\text{mm}$, $<1\text{秒角}$ の精度)



編隊飛行シミュレーション

Matsuo+ submitted to JATIS

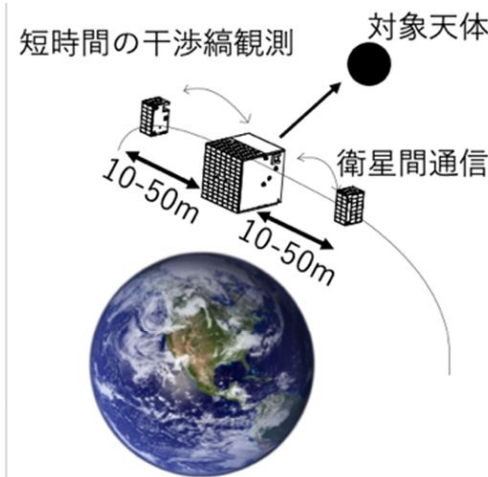


ミニマムサクセス

三機一体での打ち上げ・観測

獲得データ

分光データ(1次元)

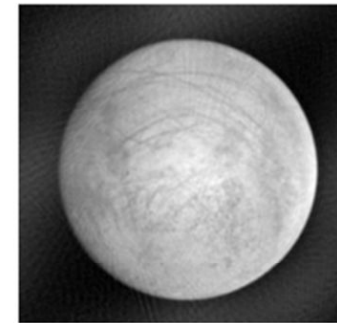


フルサクセス

娘衛星分離・精密FF運用

分光+基線長方向(2次元)

UV空間を埋める長期間観測



エクストラサクセス

太陽系内天体の観測・像再生

分光+空間(3次元)

(個人的見解) 地上とスペースの協力の深化

(コミュニティへの期待)

- 多様なプログラムの展開には、基礎開発からフライト品の製作に至るまで様々なフェーズでの研究開発が重要.
- 基礎開発においては地上の研究開発と財産の共有できる可能性が大きい.
 - 観測手法・観測技術などの原理の部分における理解
- スペースだけでなく地上プログラムにおいても真にメリットになるwin-winの技術開発の展開が必要.
 - JUSStInE (気球赤外線干渉計)におけるTAO MIMIZUKUとの協力
 - ー TAO MIMIZUKUの拡張による干渉計の3次元の高解像分光の実証
 - 高精度視線速度法 (Matsuo et al. *submitted to AAS*) の実証・精度評価における可視光光コムグループとの協力
 - ー 実験室レベルでの原理的リミットの追求

(個人的見解) その他

(宇宙研・コミュニティへの期待)

- 若い人は自由な発想でアイデアを創出し、小規模（数億円）から大型（> 100億）までの様々な予算規模で、国内外にない新しいサイエンス・計画の芽が出てくることを期待。
→ 新しいアイデアが多様な宇宙プログラムの原点.
- 中堅より上の世代は、次世代の研究者が多様な宇宙科学プログラムを推進できるように、コミュニティでの要望を踏まえながら、宇宙研と議論していきたい。
→ 常設の将来計画委員会と宇宙研との継続的な対話ができる機会があると良い.

まとめ

- 多様性のある持続的な将来計画像（青写真）を作成していくことが重要
 - コミュニティとしての努力：将来計画委員会の常設と継続的な議論
 - 宇宙研への期待：コミュニティとの対話と多様なプログラムへの支援
- 多様性のあるプログラムの実施に必要なこと（個人的見解）
 - （大型計画に限定しない）持続的な国際協力の必要性
 - 地上とスペースの協力の深化の必要性
 - より小規模なスペース計画（超小型衛星など）の枠組み
- 自由な発想による宇宙科学の開拓と多様なプログラムの推進のための枠組み.