

将来計画検討専門委員会 報告

大内正己 (NAOJ/東大)

メンバー

秋山正幸、井上昭雄、河原創、住貴宏、
左近樹、高田昌広、成田憲保、松田有一、
本原顕太郎→金田 英宏、小山 佑世

メンバーの交代/増員

- 4月 国立天文台 研究連携主幹就任(本原)
- 運営委員会からの推薦
 - 昨秋の推薦投票結果を元に決定
 - 本原氏→金田氏(名古屋大学)、小山氏(国立天文台)
 - 若い人の力も欲しいという委員会の声から増員

活動(過去1年間)

2021年

- 10/5: 第1回ミーティング [2030WGから引継ぎ]
- 10/29: 第2回ミーティング
- 11/12: 第3回ミーティング
- 12/17: 第4回ミーティング

2022年

- 2/10: 第5回ミーティング
- 2/21-22: 光赤天連シンポジウム
- 3/28: 第6回ミーティング
- 4/26: 第7回ミーティング
- 5/24: 第8回ミーティング
- 6/6: 第9回ミーティング
- 6/29: 第10回ミーティング
- 7/12-13: 光赤天連シンポジウム(戦略的中型ミッション)
- 7/26: 第11回ミーティング
- 8/12: 第12回ミーティング

*** 他、委員会内において、メールによる議論多数

議事録は

http://gopira.jp/siryogopira_future/index.html

(ID: future2022, pw: minutes2022)

MP2023/2030WGから 本委員会への引き継ぎ事項

- 新委員会

- 目標の設定(ロードマップ+改訂、およびMP対応？文書を定期的に発行？)
- 過去から未来への接続(2030WGの活動[GOPIRA WP]をどう生かすか)
- 新たな試み(タウンミーティングの開催も必要か？)
- スケジュールに余裕をもった活動をすること(マイルストーンをもって)
- MP2026以降の選定でもHPに活動履歴を書くべき(委員会の活動を明示)

- 喫緊の課題

- 戦略的中型計画の創出に向けたシンポジウム(可及的速やかに。10-12月?)
- 高宇連との共同研究会(12月)
- すばる3の議論
- Astro2020の結果(今秋)を受けた議論。月面天文台の動き。
- JAXA/ISASのミッションカテゴリー再定義の動き(+戦略的中型選考の動き)
(他コミュニティとのMP2023選定の反省会を行う)

主な議論・活動(1)

- マスタープラン2023から
「未来の学術振興構想」への現状分析
- US Decadal survey (Astro2020; 2021年11/4)の
結果を受けて情勢分析
 - 日本がNASAのmaturation programに参加する場合の
ケーススタディー

Astro2020を受けての変更

未来の学術振興構想(マスタープラン 2023): US Decadal 計画の再編 住 貴宏(阪大)、田村元秀(東大/ABC)、左近 樹(東大)

マスタープラン 2023 に提案した 3 計画、「NASA 大型紫外可視近赤外線宇宙望遠鏡 LUVOIR への参加」、「Habitable Exoplanet Observatory (HabEx)」、「Origins Space Telescope の科学推進と中間赤外線観測装置(MISC)開発の分担」は、提案当初、「Astro2020 の結果に基づき、次期旗艦ミッションが決まり次第、3 計画構成員で、体制を統合・構築することを想定している」としていた。

2021 年 11 月に Astro2020 の結果、旗艦ミッションに関しては、Great Observatories Mission and Technology Maturation Program (GOMTMP) を設置して、そこで「6m 紫外線可視近赤外線望遠鏡」を検討することが推薦された。これは、LUVOIR、HabEx とサイエンスゴールは同じで、中間の規模をもつ計画である。このため、かねてからの合意に基づき、3 計画で体制を統合して、本計画への参加を推進する。サイエンスゴールおよび日本の貢献案は、LUVOIR、HabEx とほぼ同じであるため、変更は僅かであるが、以下、再編後の計画をまとめる。

1. 計画タイトル: NASA 6m 紫外線可視近赤外線望遠鏡への参加
2. 問い合わせ先: 住 貴宏、大阪大学、sumi@ess.sci.osaka-u.ac.jp
田村元秀、東京大学/ABC、motohide.tamura@astron.s.u-tokyo.ac.jp
3. 想定される提案者: 住 貴宏(大阪大学、日本学術会議連携会員)
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
2016-2020 Mission concept study
2020-2021 Concept Review (Decal study Astro2020)
2022-2029 GOMTMP (技術実証フェーズ)
2030-2033 Phase B Preliminary Design and Technology Completion
2033-2039 Phase C Final Design and Fabrication
2039-2040 Phase D System Assembly, Integration and Test, Launch
Mission duration: 5 years (prime), 10 years (extension), 25 years (service)
7. 必要経費および予算プロフィール
総予算額: GOMTMP(技術実証) \$0.8B, Mission: \$11B (FY20)
日本分担: 多天体高安定高分散分光器: 100 億円
セグメント鏡回折限界コロナグラフ: 60 億円
コロナグラフ光学系コンポーネント: 5 億円
紫外線検出機(Funnel MCP)+鏡コーティング: 45 億円
地上局: L2, Ka-band, (Roman で整備) (運営費 5 億円)
合計: 215 億円
(GOMTMP 期間中(2029 年まで)に約 20 億円)

8. 計画の概要

本計画は、NASA の将来の旗艦計画である 6m 紫外線可視近赤外線望遠鏡(仮称: LUVEx) に、装置開発、科学検討の貢献を持って参加し、その主要科学目標、1) 太陽系周りの系外惑星の大気において、生命居住環境及び生命の痕跡の探査、2) 広範囲な一般宇宙物理研究、を遂行する。本計画は、口径(内

径)6m で、(LUVOIR-B 口径: 8m/内径 6.7m, HabEx 口径 4m) の紫外線可視光近赤外線における超大型宇宙望遠鏡である。そのこれまでにない高空間分解能・高感度を生かして約 2.5 個の地球型惑星の大気を直接分光し成分を調べる(図 1)。これにより、太陽系外の惑星(系外惑星)で、初めて生命居住環境及び生命の痕跡を発見し、その頻度を見積もる。また、あらゆる分野で観測能力が飛躍的に向上し、宇宙最初期の暗く小さな構造体まで検出可能で、宇宙創生以来のその構造形成中を解き明かす。

また、Astro2020 の結果、\$1B クラスの“probe class”が新たに設定され、X-ray と FIR のミッションが検討されることになり、2022 年 8 月に draft announcement of opportunity が出た。これに SPICA および Origins Space Telescope のサイエンス/技術を継承する計画の提案が検討されている。

9. 学術的意義、当該分野・社会等での位置づけ

LUVEx は、NASA のハッブル宇宙望遠鏡 (HST)、James Webb Space Telescope (JWST)、Roman Space Telescope に続く基幹計画として提案されている超大型宇宙望遠鏡計画である。2021 年、米国の 2020 Astrophysics Decadal Survey (Astro2020) は、旗艦ミッションに関しては、GOMTMP を設置して事前に十分な技術実証を行うこと、そして、その対象を本計画とすることを推薦した。GOMTMP 期間中、フロントローディングで技術開発・実証を十分に行い、リスクを下げて後、正式にプロジェクト化される。

遂に人類史上初めて、地球外生命探査や宇宙構造の創成期の解明が可能になる。現在、数千個の系外惑星が発見され、巨大ガス惑星の大気成分が観測されるようになった。次のステップは、地球の様な岩石惑星の大気で、生命居住環境及び生命の痕跡の探査することである。LUVEx は、その圧倒的な高空間分解能・高感度を生かして生命居住環境が一般的なのか希少なのかを調べ、そして生命の痕跡を発見することを可能にする。初の地球外生命発見と言う歴史的計画に貢献することの重要性は言うまでもない。また、HST の退役後は、スペースでの、特に紫外線可視光での高感度観測が途絶えることになるが、LUVEx はその後継にあたり、天文学分野での主役になる。日本の研究者にこの世界最高水準の装置へのアクセスを可能にするのは、全天宇宙物理研究者のみならず、地球惑星分野の研究者にも大きな資産となる。

10. 実施内容

LUVEx は、NASA がリードする国際計画で、日本以外にも ESA などが参加を検討している。日本では、JAXA、国立天文台、全国の大学の研究者が以下の検討を進めている。(1) コロナグラフ装置に光学素子、マスクを提供する。また複合鏡に特化した新たな独自ユニットを提供し、性能向上を図る。(2) 独自の高安定高分散分光器を提供しトランジット分光による生命探査、精密速度測定による太陽型星周りの地球型惑星探査、宇宙論定数直接測定と言う新機能を追加する。(3) 量子効率の高い大面積 funnel MCP 紫外線検出機および紫外線鏡コーティング技術を提供する。(4) 地上局でのデータダウンリンク。まずは、GOMTMP に参加して、日本の提案事項の技術実証を行い、LUVEx のプロ

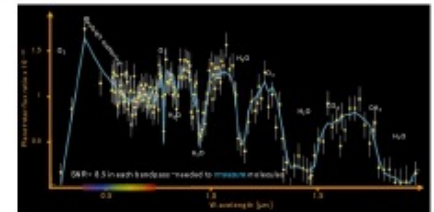


図1: 10pcの距離にある地球をLUVOIRで観測した場合のスペクトル。(SNR = 8.5)

主な議論・活動(1)

- マスタープラン2023から
「未来の学術振興構想」への現状分析
- US Decadal survey (Astro2020; 2021年11/4)の
結果を受けて情勢分析
 - 日本がNASAのmaturation programに参加する場合の
ケーススタディー
- 近隣分野コミュニティーとの意思疎通
 - 高宇連研究会への参加/講演

主な議論・活動(2)

以下はSPICA(戦略的中型衛星)中止を受けての対応

- JAXA概念設計検討委員会報告の共有(オブザーバー;野上さん)
- 宇宙研における戦略的中型衛星の選考の枠組み
 - 最新の状況(オブザーバー;山田さん)
 - 宇宙研・宇宙理学委員会との意見交換(上野さん、山崎さん、山田さん)
 - ISAS戦略的中型衛星の新しい枠組みGDI
今年9月までに時限WGを設置
- 戦略的中型衛星シンポジウム(2月)の開催
 - 世話人:松田、本原
- 戦略的中型衛星シンポジウム(7月)の開催
 - 世話人:松田、小山
- GDIメンバーとの意思疎通
→9月現在、GDIではGREX-PLUSとFORCEを議論
- ロードマップ作成へ向けた議論へ

光赤天連シンポジウム(2月)

「2030年代の戦略的中型をどうするのか」

- SPICA中止→光赤天連コミュニティとして2030年代に推進する計画を議論
 - 2030年代の光学赤外における科学テーマを概観
 - 日本としてどのようなサイエンスを狙うのか
 - 国内外の各種衛星計画の動向を共有
 - 宇宙研における戦略的中型ミッションの新しいフレームワーク(GDI)
 - 将来の戦略的中型ミッションへの道筋
- シンポジウムのまとめ : <http://gopira.jp/sym2021b>

2月の議論(1)

2030年代の重要サイエンステーマと方向性

- 系外惑星・生命探査:
 - 系外惑星の大気の研究→ハビタブル惑星の数を増やすことが必要
 - 太陽型星まわりの地球型惑星候補探しが重要
- 星惑星形成:
 - 原始惑星系円盤の研究におけるスノーライン位置同定
 - 熱史の解明には水氷(44/63um)の振動放射観測が必要
 - 惑星形成では太陽系(はやぶさや隕石)研究と繋げることも重要
- コンパクト天体:
 - 時間軸天文学では超新星と恒星進化を結びつけるショックブレイクアウト観測(紫外線)が必要
 - 重力波天文学では1Gpcまでのキロノバ→1日スケールでの可視近赤外での同定と同時分光観測
- 銀河形成
 - $z=14$ を超えるような明るい初代銀河や初期AGNを見つける→赤外線での広視野探査
 - 銀河の物質降着過程解明に向けた地上大型望遠鏡による銀河間ガス、銀河周ガスの観測を進める

2月の議論(2)

日本の次世代光学赤外線宇宙望遠鏡計画

- 宇宙研によるGDIの設立:
 - コミュニティと宇宙研が一緒に考えていく必要性
- SPICAのリカバリー:
 - 日本の次世代光学赤外線宇宙望遠鏡の検討が必要
 - GREX-PLUSとFIR Probeのサイエンスは相補的で波長は重ならない
 - FIR Probeの情報を注視していく必要
- 国際大型計画への参加:
 - 日本ではできない大型ミッションに参加できる意義は大きい
 - 小型と中型を含めた宇宙科学における最適化が必要(予算に合う新たな枠組み)
- 光赤天連の課題:
 - 2年前のWP募集に続き、ロードマップ作成を行う予定。光赤天連が何をどこまでやるか役割(宇宙研との切り分け)を明確にする必要
- プロジェクトを進める上での課題:
 - 装置だけでなく衛星全体を見る体制作りと人材育成が必要
- 今後の進め方:
 - GDIの議論に乗り遅れないように2022年度の初め頃にシンポを行う

光赤天連シンポジウム(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」

- 2月の光赤天連シンポジウム「2030年代の戦略的中型をどうするのか」を受けてのシンポジウム
 - (1) 2030年代の宇宙物理分野の重要サイエンステーマをカバーできるような戦略的中型計画の案とそれらの計画に基づくサイエンスのアイデアを自由に自発的に出す
 - (2) 戦略的中型創出グループ(GDI)などの活動に光赤天連コミュニティとしてどのように協力していくかを考える

講演は

- 光赤天連が戦略的中型計画で目指すべきサイエンス
- 推進すべき中型計画の候補、
- その計画を実現するための技術に関するアイデア、

- シンポジウムのまとめ <http://gopira.jp/sym2022/>

7月の議論(抜粋)

- 戦略的中型(今後2年程度)だけでなく、中小規模ミッション、地上計画を含めた長期的な視点での議論が必要
 - プロジェクトの乱立(蝸壺化)でコミュニティが力を合わせて実現すべき旗艦プロジェクトに注力できない状況は避けるべき
 - 「あかり」の経験を生かすという観点、またJASMINEでの経験をさらに次の計画へ継承していくという観点も重要
- 今回のシンポジウムでは、申し込まれたサイエンス・技術開発関係の講演の大多数がGREX-PLUSを想定
 - GREX-PLUSに若手研究者を中心に科学者コミュニティから大きな期待が寄せられていることが確認された
 - これを受けて光赤天連としての意識共有・合意形成のプロセスについての議論も多数あった
 - かつてのSPICAのように、しかるべきタイミングで光赤天連から「声明」という形で意思表示をする可能性
 - ただし、コストを含めた実現性の議論は慎重に行われるべき(あまりに早い段階で特定の計画を推薦することの危険性)
- 宇宙研/GDIIに光赤天連がどのように関わることができるか
 - GDI側からは、GDIがすべてのアイデアを出せるものではなく、コミュニティとともに歩んでいくことの重要性を確認
- 各プロジェクトを通して大型プロジェクトをリードできる人材を育成すべき
 - システムズエンジニアリング、装置開発、宇宙望遠鏡開発に携わる人材の育成には、研究者の評価軸の再定義が重要
- SPICA総括WGからの提言にある、コミュニティの研究者の「当事者意識」の醸成の重要性も改めて確認
 - プロジェクト側から、コミュニティ研究者によるレビュー等を設定し、各研究者がプロジェクトを深く理解する機会を提供?
 - 戦略的中型の実現には「プロジェクトチーム」「コミュニティの研究者」「宇宙研執行部」の三者のコミュニケーションが重要

7月のシンポジウムを受けて 光赤天連将来計画検討委員会より (原文)

- 本シンポジウムでは、GREX-PLUSを想定したサイエンス・技術開発に関連する講演が多数を占めたことから、現時点におけるGREX-PLUSへの光赤天連コミュニティからの期待の高さ、またGREX-PLUSプロジェクトチームの精力的な活動状況が認識できたといえる。
- ただし、光赤天連は大きな組織であり、今回のシンポジウムをもって何らかの結論をただちに導き出すことができるわけではない。今回のシンポジウムに参加できなかった会員も多くいること、またシンポジウムの開催趣旨への捉え方も研究者によって異なっていた可能性があることなども踏まえ、将来計画検討委員会としては、今後も戦略的中型計画についての意見交換の場を継続的に提供し、コミュニティ内での議論を尽くしていく必要があると考えている。
- シンポジウムでも繰り返し議論されたように、光赤天連の期待を背負う戦略的中型計画を実現するには、各研究者の主体的な参加が欠かせない。光赤天連の会員の皆様には、今後の議論へのこれまで以上に積極的な参加をお願いしたい。

まとめ

- 将来計画検討専門委員会の1年間の活動
 - メンバー(交代/増員)
 - 2030WGからの引き継ぎ
 - マスタープラン、Decadal survey Astro2020
 - 近隣分野コミュニティーとの意思疎通
 - SPICA中止を受けての戦略的中型衛星計画に急ぎ対応
 - 宇宙研の新しい枠組みGDIの理解と意思疎通
 - 戦略的中型シンポ(2月と7月の計2回)で情報共有/意見集約
- 今後:光赤天連ロードマップ作成へ向けた議論