

光赤天連会員からのフィードバック と 推薦順位案の紹介

大内 正己

(国立天文台/東大宇宙線研)

光赤天連会員からのフィードバック

- パブリックコメント(1回目)

- 「評価書案」に対して
- 8/10開始、8/17締切
- 6件のコメント

- パブリックコメント(2回目)

- 「推薦順位案」に対して
- 8/21開始、8/28締切
- 4件のコメント(うち1件は8/29 0:30受領だったが認めた)

* 頂いたパブリックコメントの件数はあまり多くなかった
評価・推薦案に同意される場合でも、積極的な発信を期待したい

- 推薦WGからのコメントへの回答はgopira MLでアナウンス

http://gopira.jp/mp2023_public/summary.html

で公開(id, pwはgopiraでのアナウンス参照)

評価書案

評価書案

JASMINE

学術的価値

- 小型JASMINEは、世界初の赤外線位置天文観測衛星ミッションである。ESAの位置天文観測衛星であるHipparcosやGaiaは可視光による全天の位置天文観測を行っているが、銀河系中心領域等のガスや塵による吸収が大きい領域では、精密な位置測定が難しい。これらの減光の影響を小さくするため、小型JASMINEでは、宇宙望遠鏡を用いた近赤外線による位置天文観測を行なう。銀河系中心核バルジの内部構造の形成進化過程を解明するため、銀河系中心領域(約8キロパーセク)方向の約10万個の恒星に対して3年間のモニター観測を行い、最高精度25マイクロ秒角で位置を決定する。銀河系中心領域の星を、距離の不定性が少ない年周視差精度ではGaiaより100倍程度以上多く測定できる。さらにその固有運動や接線速度等の運動情報も正確に測ることにより、銀河系の内部円盤、及び、バー構造の形成時期に制限を与えることで、中心核バルジの起源と進化や、太陽系の誕生時からの力学的進化等を明らかにすることを目標としている。さらに小型JASMINEの高頻度かつ高精度の測光を活かし、トランジット法による系外惑星探査を行ない、赤色矮星周りのハビタブルゾーン内の地球型惑星の検出を目指す。現在実施されているNASAのTESS衛星よりも地球型惑星検出に対しては有利性が期待されている。このように、**位置天文と時間軸天文の両方を成し遂げられる小型JASMINEの学術的価値は非常に高い。**

緊急性

- 系外惑星探査ではトランジット発見後の宇宙大口径望遠鏡を用いた追観測による大気探査が必須であり、**同時期の打ち上げが予定されている複数の宇宙分光衛星やJWSTの寿命を考えると計画通りの2028年頃に打ち上げる緊急性がある。**日本でもGaiaの年周視差・固有運動・測光値等のデータを活用した多くの研究が進められているが、近赤外域で観測する小型JASMINEは、Gaiaでは精密観測が難しい銀河系中心領域のデータを2028年頃が見込まれるGaiaの最終データリリースから数年以内に提供することにより、多数の研究者が関心を持つ銀河系の形成進化研究をタイムリー、かつ、飛躍的に発展させることができる。ESAのVoyage2050では、2035年から2050年の大型計画として、近赤外線全天位置天文観測衛星(GaiaNIR)が候補の一つに推薦されているが、現時点ではまだ採択されたものではない。小型JASMINEミッションを早期に実現し、成功させることで、天文学の基礎をなす位置天文学分野の国際大型将来計画に対して、日本から科学・技術の両面で貢献できるだろう。

各分野での連携

- 広い範囲のサイエンスを展開すべく、**国内では50名程度のJASMINEコンソーシアムが組織されているが、今後、さらに幅広い分野との連携を大いに期待したい。**国際計画としても欧州のGaiaチームや他の地上の銀河系中心領域の観測計画(視線速度観測)との連携も進んでいる。宇宙からの位置天文観測や時系列測光に向け、国内の若手中心グループが解析シミュレーションを行い、また別の若手グループがJASMINEを用いた系外惑星サイエンスを検討するなど、新しい分野を担う人材が育ち始めている。

実現性

- 小型JASMINEは、2019年5月にJAXA宇宙研公募型小型衛星(3号機)に採択され、2020年12月改訂の**内閣府宇宙基本計画工程表では、2028年の打ち上げ予定となっており、実現性が高まった。**2020年にNASAのMO(Missions of Opportunity)に不採択となったことで**赤外線検出器の調達**が大きな懸案となっていたが、JAXAと国立天文台との協力により国産検出器の宇宙用化、及び、**衛星搭載の目処がつつきつつある。**この宇宙用化した国産赤外線検出器は、他の将来の天文観測衛星ミッション等にも有用になる。

評価書案

IPST

学術的価値

- IPST pathfinder が目指す赤外線宇宙背景放射の絶対強度の測定は宇宙史全体に渡る、星、ガス、塵などからの放射の積分値を与えるものであり、マイクロ波宇宙背景放射やX線宇宙背景放射と同じく、新しい宇宙物理現象や天体種族の発見にもつながる重要な測定である。JWSTをはじめとする次世代の宇宙望遠鏡は点源の背景に残る赤外線宇宙背景放射の絶対強度を決めることには向かず、絶対強度の測定は重要な課題として依然として残る。これまでにない深さを達成するJWSTの深宇宙探査で捉えられる点源を除いた後に残る背景光の強度を定量的に測定し、その起源を評価する意義は高い。特に中間赤外域は黄道光が極めて強く近地球軌道からの背景放射の検出が困難であり未開拓である。そのために黄道光の影響を受けない観測環境において、**赤外線宇宙背景放射の絶対強度を測定する学術的価値は高い**。将来は太陽系深宇宙観測環境での観測を開拓し、IPSTとして赤外線でさらなる深宇宙を見通す計画にもつながる。

緊急性

- 赤外線宇宙背景放射の研究は背景光超過問題など日本の研究者がこれまで観測と議論をリードしてきた。今後は太陽系の深宇宙探査計画に合わせて、赤外線宇宙背景放射の測定を目指す海外の計画も立ち上がるのが想定される。イカロスに代表されるソーラーセイルミッションなど日本独自の深宇宙探査の手法の開発とも連携して **IPST 実現に向け IPST pathfinder の実現を軸に要素技術の確立を目指す緊急性は高い**。

各分野での連携

- 遠赤外線宇宙背景放射の測定を**素粒子物理学と連携して議論する、工学系のソーラーセイルミッションと連携した検討を進めるなど、分野横断した幅広い議論**は着実に進められている。今後も太陽系の深宇宙探査ミッションは工学系の衛星航法研究と連携して開発を進められることが期待できる。

実現性

- ロケット実験を通じた測定手法の開拓や、超小型機によるソーラーセイルの実証**など深宇宙探査での電力や通信に関する技術開発との連携によって、IPST の**実現性は高められてきた**と評価される。

評価書案

HabEx

学術的価値

- 口径4mの望遠鏡を用いて、紫外域から近赤外域にかけた観測を宇宙から行なうことにより、0.4 μ mの回折限界と、10桁の超高コントラストをもつ観測を目指し、近傍の太陽型星周りの地球型惑星を撮像・分光する計画である。本目的を達成するために、内部コロナグラフと外部オカルターという2つの高コントラスト技術によって、主星からの光の抑制を追求する。特に、外部オカルターについては技術開発面での困難性はあるものの非常に興味深い。コロナグラフ機能以外の二つの撮像・分光装置は、汎用的な天体観測の利用も想定され、ハッブル、JWSTに続く活躍が期待される。また、TMT等の地上大型望遠鏡では探査観測対象の主星を赤色矮星とするのに対し、本計画では太陽型星としており相補的な位置づけとなっている。
- 本計画自体は、LUVOIR,Origins等とともに、米国で長年にわたって科学・技術双方の検討に基づいてよく練られた次期旗艦計画であり、**生命存在の兆候を持つ惑星の検出や多様性・普遍性の解明などが期待され、学術的価値は高い。**

緊急性

- 米国Decadal Survey Astro2020において本計画が推薦された場合、NASAが主導する他の次期旗艦計画であるLUVOIRとOriginsと、望遠鏡・装置・研究者らが統合・構築して強化する体制が組まれることが想定されている。本計画の打ち上げは2030年代後半を目指しており、**現時点で緊急な大型予算を必要としているわけではないが、国際大型プロジェクトにおいて、最初期の概念設計段階から日本の研究者が科学的・技術的な検討に関与することは、日本の天文学分野において、重要である。**

各分野での連携

- 本計画は、国内ではJTPFなどのスペースコロナグラフ開発・活動の延長上にあり、また、これまで光赤天連シンポジウムなど光赤外分野の研究集会にて検討状況の報告が行なわれている。**他の計画で培った技術をさらに発展させるなど、連携体制が検討されつつある。**計画の規模も鑑みると、科学・技術検討面について、さらに幅広い天文分野や地球惑星分野の**研究者・多様な技術者とも連携を具体化し、強化されることが期待される。**

実現性

- 本計画は、NASAで長年検討された計画であり、比較的实现性の高いものと、外部オカルターなど難易度が高いもので分けて検討されており、技術面でのリスク低減にも努められている。**Decadal Survey Astro2020により本計画が支持されると、体制が強化され、プロジェクトの実現性はより高くなるだろう。**

評価書案

Origins

学術的価値

- 本計画は、冷却大型赤外線宇宙望遠鏡として、近赤外線から遠赤外線にかけて、かつてない高感度・高空間分解能・高安定性分光・高サーベイ速度を実現するものである。科学ターゲットとしては系外惑星系から遠方銀河まで広範な天体を対象とするものであり、そうした多様な対象に対してユニークネスの高いパラメータスペースでの観測を実現する本計画の学術的価値は高い。具体的には、遠方銀河観測では赤方偏移8程度まで捉える感度で数平方度の分光サーベイを行い、塵の影響を受けず星形成史やブラックホール成長史、宇宙化学進化の全貌解明が狙える。また近傍M型星を公転する惑星に対してJWSTよりも高い信頼性で、オゾン・メタン・酸化窒素などのバイオマーカーの有無を調査できる。このように本計画は、天文学における複数の大きな問題にブレイクスルーをもたらし得るものとして、学術的価値が高い。

緊急性

- 米国のDecadal Survey Astro2020により本計画が支持された場合、短いタイムスケール(4年間程度)でPre-Phase A Concept Studyの取り組みが行われる見込みである。国際的なフラッグシップミッションの開発検討に対して最初期の段階から我が国の研究者が関わることは、我が国の天文学分野の技術水準が最先端から取り残されないために極めて重要である。特に、新規性の高い中間赤外線検出器開発が米国で活性化している近況を捉え、こうした動きに日本の研究者も早期に関わりを深める意義は高い。以上を踏まえると、我が国の貢献内容や参加体制に関して、短期間のうちに具体化を進める緊急性は高い。

各分野での連携

- 本計画については、これまで継続的に光赤天連シンポジウムなど光赤外分野の研究集会にて検討状況の報告がオープンな形で行われてきている。また、本計画がカバーするパラメータスペースと関連が深いSPICA計画に向けて、これまで光赤外分野を超えてオールジャパン的にサイエンス検討を行ってきた経緯があり、冷却大型赤外線宇宙望遠鏡が可能にするサイエンスについての認知度は高まっている。技術開発面については、冷凍機技術や軽量素材の検討などで広い分野との連携の可能性が考えられている。Decadal Survey Astro2020の結果公表の後、そうした技術開発面での幅広い連携が具体的されることが望ましい。

実現性

- 本計画では、これまで精度の高いコスト評価および技術面でのリスク低減に努めてきている。本計画への我が国のハードウェア貢献としては、中間赤外線観測装置であるMISCの開発をNASA/Amesと共同として進める事が想定されているが、NASA/Amesとの費用負担割合を調整することで、いわゆる戦略的中型計画の規模の範囲に日本負担分を収めることができると想定されている。

評価書案

HiZ-GUNDAM

学術的価値

- 遠方で起きるGRBの観測をX線と赤外波長域で連携して衛星上で行い、Reionization Epochでの星形成及び宇宙の状態を探る計画である。さらに重力波や高エネルギーニュートリノの観測にも貢献できる分野横断型の観測提案であり、広いコミュニティから支持される計画である。広視野のX線モニターで発見したGRBを即座に赤外線望遠鏡(口径30cm)で追跡観測する。この20年、謎の天体であったGRBの正体が明らかにされ、GRB本体のみならず、これまで観測が難しかった、Reionization EpochにあるIGMが中性水素の状態である観測的証拠を示した。特筆すべきは、重力波観測と連携し、中性子星合体の時のジェットを捉えたことである。このように、衛星で見つけたGRB候補天体を地上の望遠鏡で追跡するスタイルが確立したが、従来の方法では、発見されたGRBに対し、地上からのVisibilityに加え、天候の要素もあり、リアルタイムの可視光・近赤外線観測が実施できたのは10%以下であると推察される。本計画では、衛星に搭載する超高感度の広視野X線モニターで発見したGRBに対して、同時に搭載する近赤外領域の4バンドの撮像専用赤外線望遠鏡でほぼ100%の追跡観測を実現することで、より確度の高い赤方偏移情報と共に、アラートを出すことができる画期的な計画である。GRB観測の柱としているReionization Epoch ($z>6$) の探査は、JWST、Roman、すばる2をはじめとする大型赤外望遠鏡時代に研究が加速度的に進むことが期待される。TAOとは既に連携観測計画が進行中であり、時宜を得た計画である。また、重力波観測時代においても、X線と赤外のスペースからの同時観測は世界にも類を見ない重要なデータを取得することが期待される。

緊急性

- 近年、米国のSWIFT衛星がGRBの発見をリードしてきた。欧州では、2032年の打ち上げを目指して、Theseus衛星が計画されたが、2021年6月のダウンセクションによって、採択されなかった。2020年代ではフランスと中国のSVOM、中国のEinstein Probeが計画されている一方、米国では有力なGRBを観測すべき衛星計画はないと提案者から説明があった。本提案のチームは、これまで設計を含め詳細な検討を重ね、来たるべき(2年後)公募型小型衛星5号機のセレクションに賭けている。本提案は、世界的に見ても、唯一無二の計画であり、本提案の2020年代での実現は連携すべき赤外望遠鏡のタイミングと合わせ、科学的価値も非常に高く、日本が世界をリードできると期待され、小型衛星5号機として採用されることが望まれる。

各分野での連携

- 本提案は、X線グループをはじめ、高エネルギーの分野と光赤外の分野で10年以上にわたって連携、検討を重ねてきた。さらに重力波という新しい観測手段が加わることにより、より分野横断的な体制が整いつつある。

実現性

- 本提案チームは、JAXAにおいて、プリプロジェクト候補移行審査を受けている段階にあり、詳細な設計、試作等を既に進めている。X線、赤外線とも新規開発要素が少なく、技術的困難は小さいとのことである。

評価書案

Roman

学術的価値

- Roman近赤外広視野サーベイ宇宙望遠鏡は、**ダークエネルギー・修正重力理論(宇宙膨張・構造成長の起源)の精密な検証と、太陽系類似の惑星系を含めた系外惑星の質量・軌道分布の解明**を実現する。宇宙論分野では、構造形成の標準モデルを超えるモデルの精査が、Romanによって可能となる。弱重力レンズを始めとする複数の手法を適用し、他の望遠鏡の最新成果にもとづく柔軟かつ周到なサーベイ戦略を立てることで、宇宙論パラメータ決定における系統誤差を従来よりも格段に最小化する計画である。同様の目的で先行するEuclid衛星に対しても像の質や感度等で上回り、かつ誤差の最小化に対して相補的である。系外惑星分野では、惑星系の力学的性質(物理的環境)に関する統計的議論が、太陽系に類似の惑星系を含めて、初めて本格的に可能となる。Romanは軌道半径1~10 au程度で、地球より軽い惑星まで検出する能力を持ち、太陽系で言えば水星以外の全ての惑星が統計的議論の範疇に入る。これは惑星系形成過程の普遍的理解へ向けた顕著な前進である。**これら科学目的の学術的価値の高さは明白である。**
- 加えて、全体の25%にあたる時間は公募観測に割り当てられ、近赤外広視野サーベイを活かした広範な天文学研究が展開されるだろう。さらに、系外惑星キャラクタリゼーション用コロナグラフの搭載は、将来ミッションへつながる技術の獲得・人材育成等の点でも意義が高い。Romanに科学・技術両面で積極的に参加することは、日本の天文学の発展を見据えた際、決定的に重要である。

緊急性・実現性

- 米国においては、Decadal Survey 2010でスペース計画として最優先の位置付けを得た後、JWSTに次ぐ旗艦計画として、**2026年打上げを目指し順調に進展している**。日本では、宇宙科学研究所にて2021年2月にミッション定義審査を通過し、現在プリプロジェクトである。日本の貢献については、(1)シナジー観測のためのすばる望遠鏡100晩の提供、(2)地上重力マイクロレンズデータの提供および地上赤外マイクロレンズ協調観測等、(3)JAXA地上局によるKaバンドのデータ受信貢献、(4)コロナグラフ装置の偏光撮像機能やコロナグラフマスク基板の提供、がある。(3)のための**予算措置を除き、技術面も含めて実現性は高い**と考えられる。学術的価値、実現性ともに高いミッションに一部でも参加し、日本の研究者に科学研究進展の機会を確保するとともに、技術的な経験や国際的信用を蓄積していくことは、将来のスペース天文学への日本の貢献を考えても大変重要である。

各分野での連携

- 特に**すばる望遠鏡のユーザーコミュニティとは積極的に連携が図られている**。Romanは精密宇宙論研究に飛躍的な前進をもたらすと考えられるが、すばる望遠鏡による分光で赤方偏移を決定し系統誤差をさらに低減することで、宇宙論パラメータの決定精度を有意に向上させることができる。その他にも、コミュニティの検討によって、すばる特有の広視野、高コントラスト装置との高い相補性が示されており、すばるを活かした、かつ**日本のユーザーを十分に巻き込んだ科学研究の展開が見込まれる**。
- Romanが掲げる主要科学目的は、ダークエネルギー・修正重力理論と系外惑星という、現代天文学において最も重要な分野をカバーする。前者は物理学の基礎に新たな知見をもたらす可能性がある。後者は地球惑星科学分野での太陽系探査研究との連携・融合が進む可能性があり、いずれも天文学にとどまらない波及効果がある。

評価書案

LUVOIR

学術的価値

- 紫外線から近赤外線までカバーする過去最大の口径8m以上の宇宙望遠鏡であり、生命居住環境及び生命の痕跡の探査を主目標としながらも、広範囲の天文宇宙物理でも先端研究が行える汎用性がある。かつてない高空間分解能・高感度により、**宇宙の極初期から現在の宇宙までの構造形成と進化を解き明かすことが期待され、学術的に高い価値が見込まれる。**系外惑星探査に関しては同様な目的をもつHabExも大型中型将来計画の一つであるが、LUVOIRでは生命居住環境をもつ地球型惑星の検出が3倍以上の精度で3倍以上の数を検出することができる。これにより、初めて統計的調査を可能とし、生命居住環境と生命の痕跡への物理的理解が飛躍的に進むと言える。

緊急性

- Astro2020にて推薦された場合に、滞りなく日本から**早期の参加表明をすることにより概念設計の段階から参加することでハードウェア開発からの貢献を可能にし、プロジェクトへの貢献が大きくなり、その分だけ長期的なリターンが期待される。**ゆえに、他のNASA旗艦計画候補であるHabExとORIGINS等を含めた体制としてマスタープランへの早期掲載が望まれる。

各分野での連携

- 現時点では様々な分野から18名が検討チームに参加しており、**ミッションの汎用性を考慮すると計画の実現が見えてくれば更に大きなコミュニティへの成長と連携が大いに期待される。**また、紫外線検出器や高安定分光器の技術成熟度を上げるために、他分野の衛星計画との技術検証に関する連携も積極的に行っている(WSO-UV、LAPYUTA、宇宙干渉計、気球実験等)。

実現性

- Astro2020にて**推薦されれば、プロジェクトの実現に向けたロードマップが検討され始め、実現性は高くなる。**既にNASAや米国の検討チームから既に参加を歓迎の表明をされていることも高く評価できる。日本から貢献する内容も、国内で培ってきた技術や実績を活かしたものであり、確実な貢献ができると期待される。

評価書案

TMT

学術的価値

- TMTは従来の地上大型望遠鏡より10倍以上の集光力と3倍以上の解像度を持ち、点光源に対しては100倍以上の感度向上を達成するものである。すばるの特徴である広視野観測によって発見される天体のTMTによる観測は、新しい宇宙像を切り開くことが期待される。高い解像度と超高コントラスト直接撮像は、地球型系外惑星における**バイオマーカー**の探査が期待され、大集光力を生かした超遠方銀河の分光観測は**初代銀河**の物理状態を知ることができ、**宇宙再電離**についても解明が期待される。また、超精密な視線速度計測による宇宙膨張の直接測定は**ダークエネルギー**の性質やその正体の解明に迫るものである。加えて、現在急速に進展している重力波やニュートリノなど電磁波以外での信号検出を加えた**マルチメッセンジャー天文学**の発展には、TMTによる短時間での可視赤外フォローアップ観測が欠かせない。同様の地上大型望遠鏡計画は他にも計画されているが、いずれも南半球に設置されるため、北半球に設置されるTMTとの連携が全天の観測には必須である。このように、**人類の宇宙探究のフロンティアを広げるためにTMTは必須でありその学術的価値は非常に高い。**

緊急性

- 本格的な製造は2024年度からで、米国での予算措置のスケジュールもこれに同期しており、高い緊急性で計画を推進する必要がある。**また、同種の計画である欧州のELT計画や米国のGMT計画に対して大きな遅れを取らないことが重要である。TMTの運用開始は他2計画の数年後になる可能性があるが、望遠鏡や観測装置を含む補償光学性能や観測サイトによる赤外線観測の優位性によって数年の遅れであっても他の2計画に勝る成果が見込まれる。

各分野での連携

- 計画の現状と今後について**広く研究者コミュニティとの意見交換を行っており**、天文学研究者のみならず惑星科学や物理学等、多くの分野からも次期大型計画として期待されている。とりわけ光赤外線天文学連絡会では、コミュニティの総意としてTMT計画を2006年以降常に最優先で推進すべき計画として評価し、推進してきた。すばる望遠鏡のコミュニティの広がりを継承し、新たな研究分野の創成を図るべく、幅広い分野の執筆者によるサイエンスブックを刊行するなど**計画側と研究者コミュニティの連携は非常に高い。**

実現性

- 開発はこれまでの実績を持つ機関がリードして進められており、望遠鏡本体とドーム、主鏡等についてはすでに一部製作が進んでいる。太陽系外惑星での生命の兆候探査を目指した極限補償光学の技術開発もすばる望遠鏡やせいめい望遠鏡を生かして、日本の研究者が深く関わっており、第一期観測装置も順調に設計・開発が進んでいる。計画全体の進捗に支障をきたすような**技術的な課題はなく、本計画の実現性は非常に高く評価できる。****ハワイ・マウナケアでの建設は現地での建設反対の運動があり停止している状態であるが、**反対する方々との対話や地元コミュニティでの信頼関係を再構築する取組みが少しずつ進められ、州政府をはじめとする様々な関係機関が**建設の合意形成に向けて注力されている。**国立天文台ハワイ観測所やTMT国際天文台を中心とする研究者コミュニティでも、マウナケアの科学利用が人類の宇宙の理解において必要不可欠であることの理解を広げ、現地住民をはじめ、国内外で幅広く支持を得られるよう継続的に活動を行っており、状況は改善に向かうと考えられる。

評価書案

LAPYUTA

学術的評価

- LAPYUTAは、2020年代末から30年代において、世界最高レベルの感度と空間分解能をもつ紫外線宇宙望遠鏡を実現する計画である。本計画が掲げる科学目標は、(1)太陽系内天体での生命存在可能環境の理解、(2)温暖な気候を持つハビタブル惑星の発見と惑星大気の進化の解明、(3)近傍宇宙のガス分布地図の取得による冷たい暗黒物質モデルの観測的検証、(4)中性子星合体による重元素合成の検証、という、系内外の惑星科学から宇宙論まで、幅広い分野にまたがったものである。いずれの目標に対しても、紫外線という地上観測では得難いデータにより一定の学術的貢献が見込まれ、さらに日本が戦略的に運用する望遠鏡として、特に科学目標(1)(2)についてはモニター観測を活かしたユニークな成果の創出も期待できることから、本計画の学術的価値は高いと考えられる。

緊急性

- 2020年代後半に、ロシアを中心として進める紫外線宇宙望遠鏡(WSO-UV)へ日本からの参加が計画されている。同衛星が提供する紫外線データを用いて、上記科学目標に関連した研究が飛躍的に進むと考えられる。WSO-UVで観測された興味深い天体を、2030年代に紫外線でフォローアップできる将来計画はLAPYUTAのみである。また、LAPYUTAは、2030年代末の国際的な大型宇宙望遠鏡計画(例:LUVOIR)の技術実証としての役割を担う事が期待されている。

各分野での連携

- 地球・惑星科学分野と天文学・太陽物理学分野で培われた観測技術や望遠鏡技術を融合した計画である。広い研究コミュニティに対して紫外線データを提供する計画として実現が期待されている。

実現性

- 計画実現のために必要な新規開発項目は、主に(1)軽量鏡とその支持機構、(2)高空間分解能を達成するための姿勢擾乱補正機能、(3)高感度・広視野を実現する検出器、の3つである。これらは現在検討されている最中であるが、ひさき衛星を始め、これまで地球・惑星科学分野が培ってきた宇宙紫外線観測技術と、天文学・太陽物理学分野により培われた望遠鏡技術を融合することで、実現可能性を高めている。

評価書案

GREX-PLUS

学術的価値

- 本計画は、口径1.2m級の近・中間赤外線宇宙望遠鏡を、JAXA/ISASの戦略的中型宇宙科学ミッションとして2030年代半ばに打ち上げるというものである。その後、5年間のミッション期間と5年間以上の延長期間を見込む。GREX-PLUSは波長3-10ミクロン帯の広視野カメラと10-20ミクロン帯の高分散分光器(波長分解能30,000)を搭載する。いずれの観測装置も過去から同時代の他の計画でカバーされない、あるいは達成されない波長域、視野の広さ、深さ、波長分解能というユニークな特徴を持つ。そのため、赤方偏移15以上の**初代銀河**や、塵に埋もれた**大質量ブラックホール**、**初代星の超新星爆発**など、銀河形成進化論における重要な天体についての知見や、分子分光学に基づいた**原始惑星系円盤**スノーラインの同定、**系外惑星大気**の物理化学状態の解明、太陽系天体のD/H比の測定など惑星系形成論における知見などで、**革新的な学術的発展を目指す**。これらの主要な目的以外にも、特徴的かつ基礎的なデータが公開されることで、分野・波長を超えて広範囲な宇宙物理学での波及効果も十分に期待でき、**学術的に価値の非常に高い計画**であると評価できる。付言すると、サイエンスと技術の両面から、2030年代に日本主導のスペースミッションを実現することは、2040年代の国際メガミッションへの参加につながっていくだろう。

緊急性

- 2020年にISAS宇宙理学委員会のもとのリサーチグループが立ち上がっており、2022年の同戦略的中型ワーキンググループ移行を経て、ミッション提案を目指している。現時点では、**2030年代半ばの打ち上げを目指し**、リサーチグループからワーキンググループへのスムーズなフェーズアップが期待される。**JAXA/ISASの戦略的に実施する中型計画としての推進が早期に開始されることが望まれる。**

各分野での連携

- 本計画は、WISH計画(2008年にISAS宇宙理学委員会でワーキンググループ発足)から続けられてきた検討に基づくものであり、当初から主目的とされていた高赤方偏移銀河の探査を軸に、**光赤天連内外で多くの研究者と連携して進められてきた**。特に**中間赤外線高分散分光器を追加することにより、系内・系外惑星関係のサイエンスの厚みが大きく膨らんだことは評価に値する**。また、SPICA計画の中止に伴い、系外惑星の大気測定をはじめとする赤外線分野の様々な科学研究に必要な計画として推進されている。

実現性

- WISH計画から続くサイエンス検討が成熟しつつある中で、SPICAで検討された中間赤外線高分散分光器搭載により系外惑星のサイエンス検討も大きく進んだ。それに合わせて望遠鏡と観測装置の仕様も固められてきた。WISHで技術的課題とされたシステムの熱設計について、**SPICAで開発が進んだ冷凍機を搭載することで克服し、実現性が向上している**。

パブリックコメント(1回目)

パブリックコメント(1回目)

1件目

要旨:

- JASNIME計画の緊急性に関して2023年のミッション定義審査通過が必須であることに言及して欲しい

回答:

- コメントありがとうございます。推薦ワーキンググループは推薦順位試案にもありますように、JASMINEの緊急性、および、実現性は高いと認識しています。評価書案では、JASMINEの緊急性について、サイエンスの観点から2028年の上げが望まれることをまず最初に述べていますが、それに必須の2023年のミッション定義審査通過は計画自体の緊急性とは違うと考えます。例えば、Romanの評価書案では緊急性と実現性を分けておらず、2021年にミッション定義審査を通過しプリプロジェクト化した事実を述べていますが、これは緊急性ではなく実現性への言及であると思います。JASMINE計画の代表を含めた推薦WGでも議論を重ねた結果、今回は本件について明示しない方向に致しました。ご理解頂けますと幸いです。

パブリックコメント(1回目)

2件目

要旨:

- JASMINE計画の価値をさらに高めるためにデータ解析やバルジの研究の準備して欲しい

回答:

- サイエンス面、及び、その価値を高めるために必要な準備に関するコメントありがとうございます。高精度の位置天文カタログの作成と公開のためのデータ解析の準備の重要性に関しては推薦ワーキンググループでも同様に認識しています。バルジ領域だけの観測で明らかになる研究の準備につきましては評価書案にも言及がありますようにJASMINEコンソーシアムの研究活動にぜひ期待したいと考えています。

パブリックコメント(1回目)

3件目

要旨:

- Roman Space Telescope計画への強い推薦、予算確保による役割・責任の明確化と実施体制強化への期待

回答:

- ご意見をありがとうございます。この計画への参加の意義は光赤外コミュニティにおいて共有されており、本推薦ワーキンググループでは、引き続き、光赤天連からサポートすべき計画であると認識しています。

パブリックコメント(1回目)

4件目

要旨：

- 現地工事再開に向け、TMTプロジェクトオフィスへの期待

回答：

- コメントをありがとうございます。現地工事再開に向けての動きについては、我々も関係機関の取り組みに期待すると共に、コミュニティ全体としても後押しするように努力すべきと考えております。また、光赤天連の有志により次世代大型望遠鏡アクセスWGを立ち上げ、TMTを推進するコミュニティとして様々な可能性への対応についても議論しております。

パブリックコメント(1回目)

5件目

要旨:

- GREX-PLUSへの若手研究者の強い期待

回答:

- 情報をいただき、どうもありがとうございます。まず、若手研究者で自主的に将来の大型計画の話し合いの場を持たれたということに大変好感を持ちます。そして、**若手の方の期待が大きいことは将来計画としてとても重要ですし、書かれている通りで、日本が独自で主導できるという点もこのプロジェクトの優れている点だと我々も評価しています。**そのため、GREX-PLUSを光赤天連として引き続き支援をしていきたいと思えます。また、このコメントで若手研究者の話し合いの結果の一部をパブリックコメントとして紹介していただいたわけですが、他にも様々なことが話し合われたと思います。何らかの形で公開していただくことを期待します。必要であれば光赤天連運営委員会にご相談ください。

パブリックコメント(1回目)

6件目

要旨:

- NASAの超大型ミッションHabEx, LUVOIR, Originsへの日本の関わり方

回答:

- コメントをくださりありがとうございます。これら3計画HabEx, LUVOIR, Originsについては、光赤天連の2030年代将来計画検討委員会でも日本側の代表者を交えて議論を重ねてきており、Decadal survey 2020によって1計画に収斂された後を見据えながら検討を行なっている状況です。目下、最も難しい問題となっているのが、JAXAのミッションカテゴリーの定義です。現状のJAXAのミッションカテゴリーの定義では、このような超大型ミッションを国際協力に基づいて行う枠組みがありません。最大でも戦略的中型計画程度の規模であるうえ、国際協力の中で日本が一部分(例えば装置の1つ)を分担するといった形の貢献は想定されていません。現在JAXAのミッションカテゴリーの再定義が行われており、光赤天連ではこのような国際協力に基づく超大型ミッションの選択肢も持てるよう、宇宙研の理工学委員会へ文書で要望を伝えるなど、お願いをしているところです。詳しくは2020年10月23日に回覧された[gopira:01212]をご覧ください。

推薦書へ

- 回答を公表
- 評価書案→推薦書

http://gopira.jp/mp2023_public/summary.html

で公開(id, pwはgopiraでのアナウンス参照)

推薦順位案

- 重点大型計画への推薦

- 推薦1位:TMT

- 理由:

- 我が国の天文学のほぼ全研究分野で、極めて大きな科学的インパクトが期待できる
 - 光赤天連と深く関係する10件の大型計画を比較検討したが、圧倒的な重要性が認められる
 - 我々がこれまで推薦してきた緊急性が極めて高い計画で、既に開始され継続が必要である

- 要望:

- これまでの推薦経緯を踏まえ、学術会議からの継続的支持を求む

- 以上。

- 大型計画への推薦

GREX-PLUS, HiZ-GUNDAM, IPST, JASMINE, Roman, LAPYUTA, HabEx, LUVOIR, Origins

(米国Decadal survey 2020後に、HabEx, LUVOIR, Origins, [Lynx] は1計画へ収斂)

- 理由:

- いずれも高い学術的価値が認められる

- (光赤天連 内部向けの理由:

- 光赤天連の使命として、あらゆる光赤外線大型計画を支援したい)

- これらの計画のうち

- HiZ-GUNDAM, JASMINE, Romanは、現在計画実現に向けた重要な時期にあり、引き続き強く支持する計画
 - GREX-PLUS, IPST, LAPYUTA, (HabEx, LUVOIR, Origins)は、今後光赤天連が重点大型計画に推薦する候補となる重要な計画

パブリックコメント(2回目)

パブリックコメント(2回目)

1件目

要旨：

- 推薦順位案に対する支持の表明

回答：

- **ご支持の表明ありがとうございました。**引き続き、広くご意見を頂きながら推薦順位を決定していきたいと思えます。

パブリックコメント(2回目)

2件目

要旨:

- 推薦する大型計画をロードマップに整理したり、絞り込みを行うべきではないか？

回答:

- コメントありがとうございました。今回MP2023の重点大型計画への推薦依頼が出され、大型計画が出揃ったのは5月初めであり、8月の現在までに大型計画代表から出して頂いた情報はLOIとヒアリングの発表資料に留まります。これまで、推薦WGと推薦順位検討sub-WGメンバーは、この短期間ながらも合計10回のミーティングを開き、定められた4つの基準(学術的価値、緊急性、各分野での連携、実現性)を軸に、広い視点で慎重に議論を重ねてきました。短い時間と限られた情報しか私たちに与えられていませんので、これ以上の絞り込み、順位づけ、さらにはロードマップを描く作業はしておりません。またこのように多岐にわたる決定を、コミュニティからのインプットを得る機会(シンポジウムなど)もほとんどなく、短い期間で行うべきでないと考えています。さらに、GREX-PLUS, IPST, LOPYUTA, (HabEx, LUVOIR, Origins)の6つは2030年代の大型計画であるため、現状では絞り込みを行わない方がよいと考えています。これは、早い段階で絞り込むことで、有望な大型計画の芽を潰す恐れもあるためです。現状の推薦順位案ではこの点は明確ではないため、推薦順位案の説明文を改訂しました。
- 大型計画への推進はこのような状況と考え方で行なった一方で、難しい課題ではありましたが、今回の議論を通じて学会議で最も重視される重点大型計画への推薦の順位を明確に示すことができたと考えています。近い将来行うべき大型計画の絞り込みや順位づけ、ロードマップ作りの作業は、2030年代将来計画検討ワーキンググループ(2030WG)とそれを9月から引き継ぐ予定の将来計画検討専門委員会がその役割を担うことになります。また、これらのワーキンググループや専門委員会ばかりでなく、光赤天連会員一人一人からの意見のインプットも期待しています。
- もし今回の推薦順位案の検討において、大型計画の絞り込み、順位づけ、ロードマップの案をお持ちであれば、光赤天連シンポジウムの際に議論できるとよいかと思っておりますので、ご提案頂ければと思います。

パブリックコメント(2回目)

3件目

要旨:

- TMTの重点大型計画への推薦は妥当。ただし、大型計画としてあげられているのは全てスペース計画であり、数も多すぎるのではないかと？

回答:

- コメントありがとうございました。今回審議した計画のうちTMTを除いた全ては、スペースの計画だったため、大型計画への推薦が全てスペースの計画となっています。今後は、コミュニティから地上計画の提案が出てくることを期待しています。
- 大型計画の数については、どこかの時点で絞り込むことが必要になるかと思いますが、私たちに与えられた短い時間(3ヶ月)と限られた情報で行えるのはここまでだと考えています。また、今回の推薦で光赤天連がどこまでコミットメントを行うかも重要な視点と考え、HiZ-GUNDAM, JASMINE, Romanは実現性が十分にあり、予算獲得に向けた緊急性が高いと判断し、支持を表明しています。
- 一方で、GREX-PLUS, IPST, LAPYUTA, (HabEx, LUVOIR, Origins)の6計画については、「今後光赤天連が重点大型計画に推薦する候補となる重要な計画」として、あくまで候補であることを表明したいと考えています。JAXAの公募型小型計画に実行可能なミッションが不足している現状もあるので、大型計画の芽がたくさん出てきていることは大変良いことであると考えています。また、これら6計画を今の段階で絞り込むことで大型計画の芽を潰す恐れもあるため、今回は絞り込みを行わないことにしました。このことがわかるように、推薦順位案を改訂しました。
- さらなる大型計画の絞り込み、さらには順位づけ、ロードマップ作りといった作業は、今後2030年代将来計画検討ワーキンググループ(2030WG)とそれを9月から引き継ぐ予定の将来計画検討専門委員会がその役割を担うこととなります。また、これらのワーキンググループや専門委員会ばかりでなく、光赤天連会員一人一人からの意見のインプットも期待しています。

パブリックコメント(2回目)

4件目

要旨:

- TMTの重点大型計画推薦への理解とHizGUNDAM、JASMINE、Romanの大型計画推薦の問題点の指摘

回答:

- コメントありがとうございました。TMTの重点大型計画推薦について理解できるとのご意見の表明に感謝します。また、Hiz-GUNDAM、JASMINE、Romanについては、仰る通り全て2020年代後半に打ち上げを計画していますが、**これら3計画を全て実行することは成立すると考えて、大型計画への推薦を行いました。**まず、JASMINEについては、JAXAの**公募型小型3号機に確定**しており、RomanはNASAが打ち上げを担当する計画で**JAXAが実行を決定**しています。Hiz-GUNDAMは、**公募型小型5号機への候補**となっており、今後1年で行われるダウンセクションを経て、**公募型小型5号機へと決定する計画**を持っています。さらに、JASMINEとRomanはJAXAの計画ひいては日本の宇宙基本計画の工程表に位置付けられるよう進められており、**光赤天連は引き続き支持していくべきと判断**しました。

推薦順位案(改訂版)

- 重点大型計画への推薦

- 推薦1位:TMT

- 理由:

- 我が国の天文学のほぼ全研究分野で、極めて大きな科学的インパクトが期待できる
 - 光赤天連と深く関係する10件の大型計画を比較検討したが、圧倒的な重要性が認められる
 - 我々がこれまで推薦してきた緊急性が極めて高い計画で、既に開始され継続が必要である

- 要望:

- これまでの推薦経緯を踏まえ、学術会議からの継続的支持を求む

- 以上。

- 大型計画への推薦

GREX-PLUS, HiZ-GUNDAM, IPST, JASMINE, Roman, LAPYUTA, HabEx, LUVOIR, Origins
(米国Decadal survey 2020後に、HabEx, LUVOIR, Origins, [Lynx] は1計画へ収斂)

- 理由:

- いずれも高い学術的価値が認められる

- これらの計画のうち

- HiZ-GUNDAM, JASMINE, Romanは、現在計画実現に向けた重要な時期にあり、引き続き強く支持する計画
 - GREX-PLUS, IPST, LAPYUTA, (HabEx, LUVOIR, Origins)は、2030年前後(以降)に実現する予定の計画であり、今後光赤天連が重点大型計画に推薦する候補となる重要な計画

推薦内容の要約 (案)

推薦内容要約 (+推薦書)

を学術会議の分科会 へ送付

推薦内容の概要

光学赤外線連絡会（以下、光赤天連）はマスタープラン 2023 に推薦する大型計画の選定を行った。選定の対象となった計画は、マスタープラン 2023 に応募する意志を示すものとして Letter of Intent (LoI) を提出し、光赤天連に関連が深い 10 件の計画とした。この選定では、以下の 4 項目に基づいて各計画を評価し、10-20 年後の光赤外線天文学の発展も見据えて慎重に推薦順位付けを行った。

学術的価値：計画が定める目的・目標の学術的な価値。天文学・宇宙物理学の諸分野に対する影響の大きさや、他分野への波及性も含む。

緊急性：国内外の研究の動向に対して時宜を得た計画内容かどうか。特に、マスタープラン 2023 に掲載される必要があるか。

各分野での連携：国内外の研究者コミュニティと計画側との連携の状態。特に、光赤天連との連携が十分に取られているか。

実現性：資金計画・技術的課題・人的資源を考慮した上で実行可能な計画内容となっているか。スペース計画の場合は宇宙航空研究開発機構における計画の状態（フェーズ）も考慮する。

その結果、重点大型計画への推薦 1 位として 30m 光学赤外線望遠鏡計画 TMT を選択した。理由は、3 つあり 1) 我が国の天文学のほぼ全研究分野で極めて大きな科学的インパクトが期待できること、2) 選考対象の 10 件の大型計画と比較して圧倒的な重要性が認められたこと、3) 光赤天連がこれまで推薦してきた緊急性が極めて高い計画であり既に開始され継続が必要であること、があげられる。光赤天連では、重点大型計画への推薦は TMT の 1 計画のみとし、全力で支援する。また、光赤天連としては、これまで貴分科会が行なってきた推薦の経緯を踏まえて、学術会議からの継続的な TMT 計画への支持を要望する。

重点大型計画への推薦は以上であるが、小型 JASMINE 赤外線位置天文観測衛星（以下 JASMINE）、惑星間宇宙望遠鏡（以下 IPST）、Habitable Exoplanet Observatory（以下 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（以下 Origins）、ガンマ線バーストを用いた初期宇宙・極限時空探査計画（以下 HiZ-GUNDAM）、Roman 近赤外広視野サーベイ宇宙望遠鏡への参加（以下 Roman）、NASA 大型紫外可視近赤外線宇宙望遠鏡 LUVOIR への参加（以下 LUVOIR）、惑星科学、生命圏科学、および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡計画（以下 LAPYUTA）、Galaxy Reionization Explorer and Planetary Universe Spectrometer（以下 GREX-PLUS）の 9 計画（以上 LOI 受付順）については、いずれも高い学術的価値が認められるため、大型計画へ推薦する。このうち、JASMINE と HiZ-GUNDAM、Roman の 3 計画は、現在計画実現に向けた重要な時期にあり、光赤天連として引き続き強く支持する計画になる。また、HabEx と Origins、LUVOIR の 3 計画は、米国科学アカデミーの Decadal Survey Astro2020 発表後に米国 NASA 主導の 1 つの衛星計画に収められる予定であり、この計画と国内主導の 3 つの衛星計画（IPST、LAPYUTA、GREX-PLUS）を合わせた 4 つの衛星計画は、今後光赤天連が重点大型計画に推薦する候補となる重要な計画である。これら 4 計画については、2030 年前後（以降）に実現する予定の計画であり、光赤天連コミュニティとしては 10-20 年後の光赤外線天文学の発展を見据え、現状では敢えて優劣をつけて選別せず、これらの計画の検討を深めることで、将来に向け、科学的競争力がより高く、より優れた重点大型計画を光赤天連コミュニティで創り出す方針とした。

重点大型計画と大型計画への推薦理由はそれぞれ【別紙 2】と【別紙 3】に記す。