
- 2020 年代の光赤外線天文学:スペース計画の展望 議論メモ -

2014 年 8 月 11 日(月) 於 宇宙科学研究所相模原キャンパス

※各講演に対しての主な質疑・議論をメモしたものです※

<Session 1 : 2020 年代スペース計画の現状報告>

- 中川 (趣旨説明)

サイエンスミッション全体での ISAS の予算は? (山田)

プロジェクトで使える予算は年間 160 億円程度 (上野)

- 山田 (展望と課題)

戦略的中型は総コスト 300 億円、SPICA はそれにはおさまらないという想定で進めている。

年間 160 億円の予算はあくまでも ISAS の望む最大値、財務省では 120 億円程度 (芝井)

人的体制の議論が欠けている。

そういう議論は必要ないという意味か、それともそういう体制ができているのか? (奥田)

当然必要。しかし、ロードマップを考えるに当たっての基本的な考え方として、健全な競争、相補性、多様性を持った提案の議論と、収束し実践する際の資源の集中の、その両面を考えるべきだというスタンスである (山田)

スペースミッションを実現しなければならないことは確実なので、真剣にもっと議論したほうがよい。

前回のロードマップは楽観的過ぎる。コミュニティ全体が順番に参加できるものでなければならない (芝井)

マンパワーはどこが足りていないのか (本原)

宇宙研で(分野で)一度に実行できるミッションは一つだと思われる。

それを進める時に、システムにエキスパートを配置できるかが問われる (山田)

X 線グループが ISAS の人員と大学のメンバーを総動員しても、

ASTRO-H が精一杯であるということを参考にするとよい。(芝井)

- 芝井 (SPICA)

欧州の意見が不統一である点について、詳しく解説してほしい(河合)

Herschel を使った研究者の大部分が ALMA に移っており、SPICA への参加が少ない。

Herschel の装置を担当していた人は、SPICA へ参加している(芝井)

M-class は Bottom up での提案が必要。

欧州側のコミュニティがプロポーザルを通す必要がある(上野)

SPICA の縮小について、規模を縮小すれば早期打ち上げが可能という意味か(山田)

M4 が M5 になると、年単位で遅れることは確実。

規模縮小については、ESA 側のリスクと経費の懸念が重要(芝井)

- 郷田 (JASMINE)

科学目標の最終的な達成に向けて、何がリミットしているのか(中川)

観測期間(10 か月; 今までのインターフェース条件書にあるように小型バスの保証 1 年を仮定している)がリミットしている。

ミッション提案の 2 次審査のヒアリングで科学目標の達成の信頼度がこのままだと低いことを指摘され、これからは 3 年間で観測期間の基本にしたい。

解析手法も改良しており、信頼度が高まる見込みを立てつつある (1σ だったのが 3σ 以上)(郷田)

宇宙理学委員会には審査結果について報告があり、採択はされなかった(芝井)

理学委員会の資料は理学委員会班員であるので見ることができおり、評価コメントも知ってはいるが、実は正式な通知はまだ来ていない。

その主なコメントが、運用期間の延長を検討し科学的信頼度の向上を考えること(郷田)

もはや、小型バスの保証年度を 1 年と仮定する必要はない(上野)

ありがたい(郷田)

ミッションの先鋭化が本当に良いのか。

discovery space がどれだけ広がるか、などの説明がない (河合)

ミッションの先鋭化は、現在のミッション定義審査では強く要求されている。

ミッション要求、システム要求に直接つながる科学目的のみを主目的としている。

他に discovery space もいろいろ広がるが、それはミッション要求、システム要求に直接つながらないので副次的科学目的として位置づけているが、興味深いターゲットは多い。

測光精度があまりよくない。

もう少し良くなれば、惑星の transit 観測も可能になるのでは (河合)

測光精度は、まだ上限を示しただけで、精度良く評価していないが、

アストロメトリで高精度を達成すると、測光精度も実際はもっと

良いと見込んではいらる。今後精査する (郷田)

"小型"の条件を外せば、もっと良いミッションになるのではないか (奥田)

機動性などの小型衛星の特徴を活かせる利点もある (郷田)

"小型"と言えないくらい大きなミッションと考えるべき (芝井)

その通りで、十分大きな衛星だと思う (郷田)

- 矢部 (WISH)

サイエンスゴールから考えた時に、もっとも覆われるべきパラメタスペースはどこか。

それについて、WISH は他のミッションに比べて有利か (中川)

波長が重要なので、WISH が最適 (5 micron まで)

なぜ、WFIRST は長波長に踏み込まなかったのか? (本原)

WFIRST のもともとのサイエンスから、最重要項目ではなかった。

もともと 280 K 望遠鏡であったが、これを 270 K で観測しようとしているのが基本案。

250K まで冷やせれば、2.4 μ m まで可能だが、技術的成立性は検討中。

ミッション提案としては賛否両論有り現時点では厳しい見通し (山田)

Grism オプションの実現性は? (空華)

実現は可能と思っている。フランスが担当予定。

技術的には他の装置に影響ない状態で実現できそう (矢部)

体制について：実際に5-10年かかわることのできる人はどの程度いるのか（芝井）

予算の見積もりはどの程度のレベルで行ったか（芝井）

衛星システムは、メーカーでの見積もりを参照。

検出器は JWST 用に開発・試験されたものがそのままベースとなる。

望遠鏡本体のコストが不定性が大きい（山田）

たとえば、検出器のエレキ(数10億点かかるのでは?)はどこに入っているか？(芝井)

検出器周りは、アメリカとの国際協力を期待（~50-60億円規模）（山田）

- 小谷（WFIRST）

近赤外の AO が可能になった場合、可視光の AO はどうなるのか（稲見）

検討中（小谷）

波面保証は、望遠鏡の鏡面誤差が支配的なので、波長依存性はないのでは（中川）

装置内での誤差も効く（小谷）

Hubble と JWST に日本がかかわれなかったのは残念。WFIRST には関わるべき。

Micro lensing に個人的には参加できているが、ISAS としての参加はまだ。

コロナグラフでなくても、ISAS が大きくかかわれるとよい（芝井）

WFIRST のサイエンスチームが来年レポートを出す。

すでに中間レポートが公開されている。

11月に研究会があるので、チェックしてほしい

最終レポートでは、国際協力についての言及があると思われる。

Guset observer time (25%)でのサイエンスについて、

White paper がまとめられる予定で、日本からの貢献も期待（山田）

コストやマンパワーはどの程度の貢献が期待されているか（本原）

具体的な議論はまだ。具体的な貢献を探っているのが WACO チームである。

これについては、枠としては、10億円程度の「小規模・国際協力枠」での

貢献の可能性を探っている（山田）

宇宙研はどういう形で貢献するのか（奥田）

宇宙研も貢献すべき。具体的にはこれからの議論（上野）

- 松浦（EXZIT）

学術会議の重点大型計画で探査計画に選ばれているのは EXZIT だけではない（芝井）

惑星科学では EXZIT の科学的価値の評価を担当しないことになっている

（トロヤ群探査が衛星の主目的のため）。

科学的価値は、天文コミュニティで判断する必要がある（芝井）

- 米徳（HiZ-GUNDAM）

待機時のサイエンスについては、Photometric monitoring に良いサイエンスがあるのでは（山田）

X線のサイエンスは、どのような利点があるか（本原）

ASTRO-Hなどは、突発天体には弱い。

最近、"新しい"種類の突発天体が見つかっている（米徳）

光赤外のサイエンス WG では今のところ HiZ-GUNDAM の議論は出ていない。

9月のWGなどで報告しないと、光赤連のロードマップには乗らない可能性が高い（長尾）

2020年代にX線突発天体の観測装置が、ほかには提案されていない（河合）

<Session 2：地上装置／多波長連携の観点から>

- 青木（TMT）

TMTサイエンスフォーラム@ツーソンのスライドがWebに上がっている（稲見）

TMTとして人材が足りない分野、必要な人材がスペースとぶつかる分野は（中川）

今担当者が決まっていない分野の多くが技術的能力が必要な分野である。

どうやって人材確保をするか、天文台でも苦勞している。
必ずしも、スペースと人材の取り合いになるわけではない。
現状では TMT ではプロマネは置かないが、ある時期には必要になるかもしれない。
そのような人材は、スペースとの取り合いになるかもしれない (青木)

- 岩田 (Subaru)

今すばるは何人くらい以来で運用していて、TMT に向けてどのように変化していくか (本原)

すばるは 100 名くらいで運用している。

TMT に向けた人員計画は、全く描かれていない。(岩田)

TMT 国際天文台が行う。日本が最低限行うべきは、日本の共同利用 (青木)

すばるを国際的に運用していく計画はあるか (小山)

具体的にはない。所長はアジア諸国との協力を考えている (岩田)

- 本原 (TAO)

遠赤外線の間が開くのは大きなメリット。

スペース観測にとっても、技術開発に役立つ (中川)

遠赤外線での感度は (小山)

大気透過率は、せいぜい 30% 程度。全天で数天体が検出できればよい程度では (本原)

- 河野 (ALMA, SKA)

CCAT への日本参加が正式に議論されることになった。

SKA はドイツが抜けたが、UK で予算が付いた (河野)

LST への海外への参加は ? (中川)

個人的な研究者レベルで、参加の打診がある (河野)

宇電懇では、

光赤外の大型装置と電波の計画の相互関係を見据えるシンポジウムを開催する方向で議論をしている。(百瀬)

- 上田 (X線)

銀河団については、A-H, ATHENA でどの程度が感度向上するのか？(小山)
ATHENA では相当向上する (上田)

SMART-X の計画については、(高宇連の)ロードマップに出てくるか？(稲見)
SMART-X については、詳しく知らない。ロードマップには登場しない (上田)

ATHENA では、どのくらいの視野の観測ができるか？(山田)
一番広いサーベイで 100 deg² 程度 (上田)

<Session 3 : 2020 年代のキーサイエンスとスペース計画>

- 戸谷 (宇宙論)

とくに スペース観測に期待する点は (磯部)
データ量と系統誤差の低減では、スペースでの観測のほうが有利。
現状では Euclid, WFIRST に期待 (戸谷)

ダストを使って宇宙論はできないか？(松原)
(個人的な認識では)ダストは宇宙論にとって"害虫"である (戸谷)

- 長尾 (銀河進化)

銀河を使った手法では luminosity function の明るい側しか見つからないのでは？(河合)

WISH の感度は 28 mag、 $z = 8$ ではともかく、 $z = 7$ ならば、少し暗いところまで行ける。
河合さんの論点は、非常に暗い銀河で、それは個々の星の爆発 (GRB、高光度 SNe) の観測が相補的に重要ということ。WISH では高赤方偏移の高光度 SNe の検出も期待される。(山田)

- 竹内 (物質進化)

critical metallicity の物理的な意味について。観測的に検証しうる量か？ (中川)
星からの供給と ISM 中での増分がつりあう metallicity (竹内)

- 松尾 (系外惑星探査)

トランジットを SPICA で行う研究は論文にしているので、参考にしてほしい(塩谷)

大気の Characterization を行うには、参照として太陽系として重要ではないか
太陽系天体を観測して、系外惑星に応用できる(あるいはその逆)ことはあるか (津村)
まだ、フィードバックするところまでは至っていない。
系外惑星をもとに、太陽系形成を見直す研究は盛んにおこなわれている (松尾)

SPICA については、Echo 計画のチームから装置を載せる提案が来ている
JWST では近傍の明るい天体が観測できない、という指摘がある (芝井)

<まとめ: 松原>

WFIRSTscience verification report は来年 1 月だが、カナダ・日本が興味をもって
参加しつつあるという程度で、最終的な日本の貢献のレベルを書き込むわけではない
(山田)

「すばる」の運用は 100 人体制であったが、TMT は国際天文台であり、
TMT の運用のために国内に(日本の人材で)100 人体制を作るわけではない (青木)

<総合討論>

- 新スキームについての議論

山田さんのスライドで「整合性」を表す色がどのくらいの段階を意味しているのか?具体的に予算やマンパワーがどのくらい足りないか?(磯部)

ここでいう「整合性」は基本的に概算でのコストの面。マンパワーについては計算が難しいが、マンパワー的にも、おおよそ、これに沿った感じではないかと思う。(山田)

スキームに乗っていないプロジェクト(EXZIT)はどう扱っているか?(白旗)

ここで挙げられているのは現時点で実際に提案され宇宙研に WG があるプロジェクトのみ。EXZIT は(衛星全体は工学ミッションの中型だが)、EXZIT のコストは小規模・国際協力枠で、比較的小さい。HiZ-GUNDUM は小型なので、結局 JASMINE 並みになる。(山田)

高宇連の認識では、SPICA 並みのプロジェクトを持っていながら小型をやるという「プラン B」でも「緑色」となっているのは楽観的すぎるのでは?(米徳)

C ならどうか (SPICA が少し後ろにずれている)? (和田)

C でもあまり変わらないのでは (米徳)

X 線のコミュニティの意見を聞いていると、ASTRO-H を推進している以上は別の小型ミッションを推進しないという立場である。

ASTRO-H がそれだけ重要なミッションととらえている。

コミュニティ全体で一つのミッションを進める体制でないと、他の分野から攻められる立場になる(芝井)

JASMINE: それまでスペースをやっていない人にもスペース計画を、、、というのが小型プロジェクトの発端のはず。これまでのスペース基盤をもたない人への配慮は? みんなで SPICA をやろうといってもバックグラウンドがない人はかえって足手まといかもしれない。

コミュニティーを(+予算を)どう分けていくかは重要な問題。

(山田(良))

SPICA では、そういう人たちをどう取り込めばよいか、議論している(松原)

SPICA について 2 つコメント。(1)実際の打上げが 2020 年代の後半になって

しまった。それではこれから約 15 年も光赤外のスペースはないということになってしまう。その間を小規模な実験でつなぐのか、それとも小型、あるいは中型ミッションを入れるのか？ そういう議論が必要になる。

(2) もう一つは SPICA のサイエンスについて。

SPICA/WISH/JASMINE について、コミュニティからのサイエンス面からの critical review が必要。10 年以上やってきたから、、、というのではなく、本当に見直すときかも。

他分野から参入は障壁があるのは当然だが、それがどうやれば取り除けるかを組織するのがチーム全体としての力。たとえば SPICA が遅れて、WISH をやるような状況になれば、宇宙研赤外グループも含めてぜひ力を合わせてほしい。

(山田)

光赤外の現状で言えば、一つのものに決めてそれに邁進すべき、、、という段階ではないだろう。

自由にサイエンスを議論するほうがよい (河合)

SPICA は、"自分探しの旅"に出ってしまったような印象を受ける

15 年先になってしまったら現時点での具体的な検討はあまり意味がないのでは (本原)

SPICA をやるから 15 年後までみんなで SPICA をやるとなったら大学院生はやる気にならないだろう。何年かに一度小規模のミッションがあつてよいと思う。光赤外でどんなテーマがあつて、どんな方向でやれるか、、、という観点がなかった？ 高宇連では Astro-H と Athena があつたうえで何をやるかという議論をやっている (海老沢)

科学的な議論は午前中に行った。ミッションの背景には、サイエンスの議論がある (松原)

広い心でいろんな議論をするのは賛成だが、心配なのは SPICA をこれまでコミュニティが推薦してきたこと、そして国内外のさまざまな研究所を巻き込んでいることの重みを感じるべき。自由な議論と責任のある議論のバランスを取らないといけない。

光赤外は将来絶対にスペースに出ていかないといけないので、できるだけ多くの人でやれる体制・準備は必ず必要。(芝井)

基本的には、SPICA を第 1 という看板を下ろす必要はないと考えてよいか？ (松原)

スケジュールが遅れること（それまでの期間をどう考えるか、ということ）と、サイエンスを含めたミッション計画の見直しをコミュニティとしてレビューする機会が必要。（山田）

これを光赤外のコミュニティで行うのか、ということに疑問がある
欧州では、ミッションが決まると波長横断的に人が動く
もう少し広い範囲でロードマップの議論をする機会があると、結論が変わるのでは（山田（良））
他波長の人に講演を依頼しているのは、そういう意図を含んでいる（松原）

コミュニティは先験的にあるべきものではない。光赤外は少しぼんやりしている。大きなコミュニティが必要なことは事実。惑星科学も含めてさらに広い分野へ拡大すべきだと展開中。みんなが「本当にやる」という強い意志をもってミッションを続けてもらいたい。（芝井）

15年先に SPICA 一筋で進むのはありえないと思う。
ロードマップを作り直さないとコミュニティがつぶれてしまう（本原）

小型を進めようとしている宇宙研の方針と、
SPICA 一本で進める方針とは、合わないように思われる。
光赤外で小型ミッションは出てこないのか？（海老沢）
X線と比べて人的なりソースがない。あかりをベースにした新しい小型のアイデアはある（金田）

あかりは十分大きなプロジェクト。スペース計画はとにかく大変。
小型といっても 150 億円。十分巨大である。小型でも十分に覚悟をもってのぞまないといけない。（中川）

SPICA については、「もっとちゃんとレビューを！」というのが現時点での意見か？たとえば SPICA に絞った会議を持つべき。（松原）

Plan-B の時にサイエンスをコミュニティ全体で議論する機会がなかったので、コミュニティとしてもしっかり議論したほうがよい（山田）

SPICA MDR の審査をして、サイエンス審査をかなりしっかりやらなければならないと思

った。

一方、そのような検討をコミュニティで行ってこなかったのではないか、という印象を受けた。

コミュニティで議論すべき（河合）

SPICA の前に何も無いのは問題か、それとも SPICA だけに集中したほうがよいのか？を今後の課題と認識。SPICA についてはもう一度コミュニティの議論が必要という

ことを、シンポジウムの結論としたい（松原）

- WFIRST への参加について

SPICA につながるようなことになるのか（たとえば技術的に）（本原）

"小規模" とあるが、どの規模までコミュニティでの合意が必要か（山田(良)）

"小規模"までは、合意を得るべき（松原）

戦略的に進めるミッションと競争的に進めるべきミッションの区別が、光赤外の分野ではあまりはっきりしていないのでは？競争でやる部分と、コミュニティの合意で総力で進めていくものときちんと整理しないと。（山田）

コミュニティでサイエンスを出すための集中ができるか、人材育成という意味も重要（上野）

人材育成のためにミッションを提案するならばそれは反対。
良いミッションを立ち上げて、結果的に人材育成になることが必要。
地上観測があることは、X線にはない利点と捉えるべき。（芝井）

TMT に比べて SPICA が遅れたので、人材交流なども含めて、TMT と SPICA を一緒に進めていくことが重要（金田）

- 9月以降の進め方は？

9月8-10日の光天連シンポでは分科会的なものもあるので、そこで進むはず。

「こういうサイエンスがある」というのがスタートにあるべき。

編集委員会としてはこれから皆さんに書いてもらうというフェーズへ。

目標は来年の6月に電子版の完成を目指す。紙版は来年9月を予定。

なお SPICA タスクフォースは一旦解散。新しいタスクフォースを立ち上げる。

天文学会中の光天連総会で新しいタスクフォースの立ち上げを附議する予定。
