

セッション6：将来計画および検討報告書の最終とりまとめに関する総合討論
質疑・議論メモ

○SKA

本原：SKA2の予算3000～6000億にははインフラもすべて込みのものか

小林：そうだ

＊＊：SKAのほかにNAOJが考えている大型計画は他にあるか。

百瀬：宇電懇での議論ではALMAの大規模拡張やLarge Single Telescope、南極サブミリなどもある。いずれもまだ具体的になっていない。SKAはそのうちのひとつ。宇電懇としては3年後くらいを目途に絞っていききたい。

白田：2018年から初期運用開始とのことだが、各国の役割がまだ決まっていないというのは気になる。役割分担が決まるマイルストーンはいつなのか。

小林：Construction approvedが2016なので、これまでに各国の役割が決まっているはず。

川端：宇電懇としてはどのように将来プロジェクトを選択していくのか

百瀬：コンセンサスは無い。SKAはすでに進んでいるプロジェクトなので、どのようにそれに入っていくかという点が難しい。ALMAの拡張についても同様に欧米との関係もある。すべてにリソースを割くのは現実的ではないので、選択しなくてはいけないという点ではおそらくコンセンサスが得られている。

松原：SPICAやTMTはSKAのタイミングと一致してくるだろう。サイエンスも観測も関連してくるだろう。将来検討書の2030年代のサイエンスにどのようにSKAを取り組むかが重要だ。できれば各班長はSKAのサイエンスも検討して取り込んでほしい。

＊＊：SKAだけフォーカスするのはおかしくないか

松原：SKAのみにフォーカスするわけではない。ただ、抜けてなかったか、という

こと。

松浦：トップサイエンスが宇宙再電離の解明であれば空間分解能は要らないのでは。日本は小型望遠鏡などで特化し、早く実現してはどうか。

小林：宇宙再電離だけではない。他に9つくらいある。また実際にSKAグループは小規模の望遠鏡の開発も進めている。日本はオーストラリアの取り組みに科研費ベースで入りたい。

○Athena

＊＊：Athenaに光赤外のリソースで協力できないか。そういった検討は進んでいるか。Athenaのサーベイに対してHSCなどのサーベイが貢献できないか。

松本浩：今その議論が始まったところ。

＊＊：Athenaが100平方度を深く掃くというのは簡単ではないのでHSCなどが役に立たないか。またSPICAによるシナジーは検討されていないか。

松本浩：SPICAがまだ確定していないので、まだAthenaではSPICAを加えた議論をしていない。先日の会議にもSPICAの人は参加していなかった。Athenaでは既に観測プログラムの検討が始まっているが、今後のHSCなどの結果で変わるだろう。

＊＊：北天での多波長の価値は微妙かもしれないが、どう考えられているか

松本浩：Athenaは天の川銀河系よりも、系外の銀河団・AGN重視なので、それほど南天にはこだわっていない。Astro-Hでは銀河面上の興味深い天体も重点的に観測するが。

＊＊：Athenaが全天をみたい理由は

松本浩：誰もみていないHigh-ZのAGNをみたいので

川端：検討中の観測プログラムは公開されているか

松本浩：まだ。しかも変わる可能性があると思う

土居：銀河団ガスの運動は Astro-H でもできると思うが、Athena との差は

松本浩：Astro-H は空間分解能が 1' しかないので、近傍の大きな銀河団ならできるが、遠方の銀河団のこまかな運動は Athena じゃないと無理

＊ ＊：埋もれた AGN については SPICA と相補的なので、光赤天連側も Athena にアピールしていきたいが、是非 X のグループからもアピールしてほしい

松本浩：そうですね。

○ハイパー望遠鏡

＊ ＊：望遠鏡間の光の伝送は

馬場：シングルモードファイバーを望遠鏡 1 台につき 1 本

海老塚：元画像を得る段階でなんらかの処理は無いかな

馬場：ノイズがあるとクリーンはあまり効かないことが分かっている。

＊ ＊：主星からの光の影響は

馬場：個々の望遠鏡でコロナグラフが必要だろう。また主星の光もキャリブレーションに使う。最近のコロナグラフの高コントラストが必要

本原：シーイングによる影響は

馬場：非常に影響があるので、極限補償光学が必須である。

海老塚：スペースの場合、個々の望遠鏡の場合、望遠鏡の分布は球面より放物状が必要にならないかな。

馬場：フォーメーションフライトの測距のためには球面分布がふさわしい。球面補正レンズで対処するというのがフランスのアイデアだ。

＊ ＊：基線長の遅延計測には惑星の光だけでできるのか。

馬場：主星の光も使う。

＊ ＊：VLTI などでの試みは行われているのか。

馬場：ない。バルーンで焦点にカメラを浮かせるという地上実験を始めている

○JTPF

＊ ＊：日本はコロナグラフでの貢献を目指しているが、そのチャンネルやマイルストーンは決まっているか

小谷：順次コミュニケーションをとりながらやっているが、確約は無い。また 2016 年にコロナグラフのアーキテクチャが決定されるので、それまでに魅力的な提案をしなくてはいけない

＊ ＊：WACO の開発において欧米との協力は

小谷：ない。提案したい部分は日本のチームで行っている。

田中壱：すばるでの試みとの関係は

小谷：オリビエらが開発しているコロナグラフは素晴らしいアイデアだが、まだ地上での実証がないので WFIRST の候補には入っていない

＊ ＊：もし WACO のアイデアが採択されたときの予算の申請はどうなっているか

小谷：ちょっとわからない。現在は宇宙研から開発費をもらっている

○総合討論

松原：スペース工程表改訂するか？ HiZ-GUNDAM は分野横断型プロジェクト合同検討会の答申に従って改訂し、応募することが推奨される。

JASMINE、HiZ-GUNDAM は、チームで提案の内容を検討し gopira 運営委員会に報告してほしい。

将来計画検討書の発行時期は、2017 年の学術会議マスタープランの改訂にあわせて 3 月頃までが要求される。将来検討書の executive summary をもって工程表改訂版のリリースとする？

今後のスペースミッションは、現状のやり方で応募しても勝ち残るチャンスは小さい。特に JASMINE について。まず Nano-JASMINE を成功させ、コミュニティに周知。あわせて、天文学全体の中で推進母体を確立していく必要がある。

JASMINE と HiZ-GUNDAM の合流案も提案しておきたい。

米徳：「提案の内容を検討し～」はどこまで含んでいるのか。いつまで？

松原：スペース 30cm は本当に必要か？地上の 3-4m での代替の可能性はどうか、というあたり。公募締切の 1 ヶ月くらい前までか。

川端：光赤天連には事前でなくてもよいと思う。

米徳：提案の内容は光赤天連にも把握してもらって、宇宙研から問い合わせがあったときに正しく答えてもらうように、情報を共有したい。

松原：締切というよりは、情報共有をするということで。

川端：将来計画検討書の発行のタイミングは松原さんの提案通りで良いだろう。

川端：JASMINE と HiZ-GUNDAM の合流の可能性は？

郷田：大きな流れとして、いい話だと思う。米徳さんとも少し話しているが、可能性はある。技術的には色々検討していかないといけないが。個人的にはいい方向だと思うので、すすめたい。

米徳：個人的立場としては、両方のサイエンスをドライブできるのであれば、よいと思う。しかしそこに行き着くためには、天文、宇宙物理全体の中で、公募型小型をどのように使っていくのかという話をもった上で、その天文学の中でそれぞれがどういう位置にあって、とかいう論理がある。くつつければいいじゃないかではダメ。ちゃんと考えているかということが重要。

川端：中型、小型で系統立てて人材をどう育ててとか、系統的に考えていくべきだということ。

吉田道：高エネルギーの人達ともしっかり話し合う必要がある。次の公募にはそれぞれが今の計画で出すとして、高エネルギーは次の次に出してくる。高エネルギーはスペースに出ないと仕方がないので、本気で出してくる。そことの擦り合わせ。惑星のように天文という枠組みでとろうとすると、高宇連も含めて天文学全体でよく考える。単にくっついたというのではだめで、全く新しい計画に見えた方がよいのでは。

市川：単に野合だと見透かされる。天文学全体のゴールの中で、それぞれのミッションがどういう位置づけかということがないと非常に強い。これがないとこれにつながらないとか。太陽系の人達はそういうことをしている。あとは、我々が自信をもって提案することが重要。

松原：天文学全体のボトムアップの議論をどこでやるか。年会の全体集会？学術会議？

川端：学術会議がそれぞれのコミュニティから代表者を呼んで行う？

松原：学術会議で代表者を選んでやるのか、理学委員会か、なんにしても設定されるだろう。むしろ、コミュニティの方から積極的にそういう場を作ってと働きかける。

津村：天文学会しかないのでは。惑星科学会ではやっている。天文学会で、企画セッション等作ってやるしかないのでは。

川端：惑星科学会の規模は？

津村：天文学会よりは規模は小さい。

米徳：高宇連も危機感は強く持っている。公募型小型すら一つもとれないかも。彼らも天文学全体として考えたいと思っているはず。今回、自分が分野横断を強く働きかけたことにより進んだ。理論懇とかもよいのでは。我々からボトムアップで進めるべき。次の運営委員に期待。

市川：賛成。運営委員会のレベルでまず打診しては。

山田良：近々ある公募は「ミッション定義」審査である。JASMINE にしろ HiZ-GUNDAM にしろ通ってしまったら、それ以降はミッションの定義(位置天文をやる、GRB をやる)は変えられないのでは？ どのタイミングで、誰が言い出すかが重要。

米徳：Mission definition は、サイエンスを定義。次は、そのシステムを定義するので、その段階でくっつけられないか。

山田良：JASMINE が通ったとして、それに HiZ-GUNDAM 用の望遠鏡をつける必要はないし、逆もしかり、ということになるのでは。

郷田：どちらかが通ったとしても、天文学全体のサポートがあれば、可能性があるのではないか。

川端：運営委員会でワーキンググループなんかを作って進めることになるか。

早野：天文学全体というのは誰が含まれるのか？ どういうところからボトムアップでクラスタリングできるのか？

川端：学術会議から依頼が下りてきたのは6つくらいのコミュニティ。光赤天連、宇電懇、高宇連、太陽など。近いところから検討を始めるか。

市川：スペース計画をもっているコミュニティに危機感があるか聞く。まず始めれば後はなんとかなる。

松原：運営委員会レベルできいてみればよいのでは。

川端：危機感をもっているところは乗ってくるだろう。

早野：異分野融合もある。最初は天文学コアで始めるのはよいと思うが、異分野とか海外とかも視野に入れつつ、危機感を共有しているところとやる。

松原良：海外とのコラボといったとき、S クラスをどう利用するかを考えるのも一つ。天文学全体といったとき、小型だけじゃなくて、戦略的中型も含む。こうなると日本だけでは閉じられないので、海外を視野に入れるというのはよい。

川端：戦略的中型について。WISH に対して何か意見は？WISH の目指すサイエンスは 2030 年代でもやられていない。2030 年代にいくのであれば、どうすべきとか。

松岡良：WFIRST とかがあったとしても、 $z>10$ をみようと思うと WISH。そこは絶対見に行きたいので目指すべき。

松原：WFIRST みたいな形を考えるか。我々は 2030 年代はまだ考えていないというのが正直なところ。

吉田道：WISH のようなアクティビティを消すのか。日本の中でそういうことを考え続けていれば、ヨーロッパとの合流もあり得る。そうでないと、WFIRST のように出遅れることになる。しかし、あれもこれもは大変なので、基本的には SPICA に全力としても、WISH は考え続けるだろう。今回 WISH を欲しい人は結構いることが分かった。優先順位は外から見えるようにつけるとしても、ボトムアップ的な取り組みは続けるべき。WISH は SPICA の後として掲げておいて、早い段階でヨーロッパとの合流を考えるとかな。

田中壺：JWST との関係が変わってしまうのでは。

吉田道：計画の中身は変わって当然。しかし、そういうミッションをやるというアクティビティを残しておくのがよい。

秋山：賛成。今は、SPICA の次に WISH という位置づけ。なので、SPICA の後に 2nd priority の WISH をやるとはならない。WISH をもっと良くして、2030 年代の first priority になっているべき。

児玉：昨日の議論でも WISH はかなりニーズがある。K-band までは先にやられてしまいが、2-5 μ m はまだ優位性は残る。この波長に特化したミッションとする可能性はあると思う。SPICA がうまくいかないことがあったら、すごく大きなブランク。そのために、WISH のようなものを続けていれば、これをやろうということになる可能性があるのでは。

松原：どう検討書に取り込むかは要検討。WISH の検討のアクティビティを続けることは重要。

松原：WFIRST/WACO は、コミュニティとして推進する。宇宙研・国立天文台を基幹とした推進体制を確立する。

松原：WFIRST への関わり方。JWST への参画の可能性について。

WFIRST は宇宙研天文台の中にそれなりの体制を作ってやろうとしている。JWST への期待はかなり大きいですが、今から参画は難しいか。何かアイデアは？

津村：SPHEREx も残っているので、参画のチャンスはある。

川端：WFIRST は宇宙研に WG はある。

児玉：WFIRST について。3-5 μ m の WISH を定義し直してという話があったが、これを含めて共同でできたらよいのではと個人的には思う。WFIRST の長波長側を WISH 的なものがカバー。

川端：JWST 側から日本の地上望遠鏡への連携要請の話はないか

田村直：PFS のサイエンスチームに JWST から働きかけなし。PFS の SSP と JWST の絡みは今のところない。PFS チームでもまだ積極的な連携を十分に考えられてない面があると思うので、持ち帰って議論したい。

森野：超広視野をスペースでやるのはダウンリンクの問題がある。そういうところで貢献？

松原：大きな問題はないのでは。臼田は 2018 年までもたないので、別のところという話はある。

和田：ハイスピードの電波でやる。技術的には日本は遅れている。

和田：JWST とかにダウンリンク局で貢献しようとする、そういう基地を作らなければならないが、可能性はある。

田中壺：有本さんの話で、NASA からすばると HST との時間交換の話があった。その先には JWST があると思うが、これに関してその後の話は。

児玉：進んでいないと思う。すばる-ケック会議では、HSC から JWST へのサンプル

提供のような形でケック側も興味があるようだった。

田村直：HSC, PFS はユニーク。海外とのコラボレーションを開拓し発展させたり、お金を取ってきたりするときのダシに使ってくれたらよい。これから JWST の人とも話をしようと思う。

矢部：もともと WISH の目的は、すばるとかで観測していた人がスペースへということがあった。地上の人がスペースへという流れは残したい。積極的にすばるユーザーが JWST とかに参加してほしい。

米徳：WISH の人気は、すばるとかからの流れがあったから。地上の人は、ほんとにスペースを作りたいか？

川端：経験がなくて敷居が高いというのはあるかも。

松尾：地上は TMT の次を考えると 100m は無い。スペースへのチャンネルは積極的に生かして行きたい。

秋山：JWST はもう現実的なスケジュールにのっている。個人レベルで頑張るしかないのでは。

石原：SPICA との時間交換は？

松原：JWST が後期運用に入っていればあるのでは。

高見英：地上の先端技術はスペースをやる際に使える。

田村直：PFS の中には JPL の人が結構いる。文化の違いはあるし時間はかかるが、頑張ればやれないことはないというのが個人的な感想。

栗田：今のはエンジニアの話だと思う。宇宙研にいるエンジニアには天文学者も結構いて、天文学者がロケットをあげている。エンジニアはエンジニア、天文学者は天文学者となればよい。

松尾：スペースは 10-20 年かかる仕事。これに自分の人生をかけてやるかというのが米徳さんの問だと思う。

栗田：エンジニアリングとサイエンスがうまく両輪として回って行けばよいのだが。天文学者が両方やってることが多い。

松本：SPICA など、色々大きな計画がある。どれも光赤天連全員で力を合わせる必要があるレベルに見える。みんな自分のやりたいことだけにこだわらず、進んで手を貸す気はあるのか、と外から見ていると思う。

土居：林台長の東アジア天文台についての記述では「東アジア天文台の目的は、将来（今から 30 年程度以上先）の地上大型望遠鏡計画を、これら東アジア 4 地域が中心となって実現することで、日本及び東アジア地域の天文学の競争力を第一線に維持しようとするものである」とある。

高見：Paul Ho の話。20-30 年後は他の国のトータルの GDP が日本より大きくなる。今からきちんとそういう国とやっていくのが重要。

土居：地上は安定運用。スペースの時代の人材育成。東アジア天文台とかで。南天の GMT、E-ELT への関わりも課題。

川端：第 6 章で考えていた内容をそっくり Executive summary にするというのは、構成としては悪くないと思う。ただサマリーという訳ではなくなってしまうので、Exective summary という名前は変えた方がよい。

早野：よいと思う。本書へのリファーマーがしっかりしていれば、フルバージョンに書いてない内容が多少あってもよいのでは。

松原：名前は変えた方がよい。コピーライトはきちんとして、ウェブ上に置きたい。2 冊にするという方針は認められたとしたい。

松原：章立てについて。

吉田：executive summary のサイエンス部分は全体で 5 ページくらいでどうか。

田村直：連携を含めて、視覚的にまとめられるよい考えがあるとよいと思う。絵とか表とか。サーベイ、キャラクターゼーションといった役割分担を複数のファシリティで時間軸に沿ってどう進めていきたいという戦略なのかが分かるような。

早野：絵を作ると小さくなるなら、A3 サイズにするとか。

松原：基本方針はこれでいく。年明けのシンポジウムで executive summary の案を提示、必要に応じて改訂。電子版ができるのが3月とか。

小山：本当に2冊にするのがよいのか。まとめて1冊の方がよいことはないか。

松原：自分のイメージでは別冊。

橋本：印刷するなら本体に全部くっつけた方がよいのでは。

小山：サイエンスを書いた人にとっては、supplement を作ったつもりはない。

和田：本体には全部含める。summary だけ取り出したものも作る。相手によってどちらを渡すかを変える。

早野：本体は全部、summary は抽出して別冊子、に賛成。

土居：summary には、全体が分かるような（誰だどう検討したかとか）内容もあったほうがよい。

高見：summary の読者は誰が対象？

松原：天文学者だと自分は思っていたが。

川端：summary の中の summary は分かりやすく書かないと。それ以降は天文学者対象とか。

吉田道：詳細は本体にしっかり書いてあるので、summary は他分野の人に分かるように書くのがよいのでは。他に訴えるための文章だと思う。

栗田：「我が国の進むべき道」には、さらに20-30年後の内容が書かれるのか。5章と1章は重複？

松原：そのようなイメージ。

秋山：executive summary 全部を英語にするという考えは？

松原：現実的なところで決めたい

橋本修：吉田さんの 5 ページのイメージは

吉田道：各班文章が半ページくらいのイメージ。

松原：主要な課題が分かりやすく抽出されていて、それが分かりやすく書かれているのが重要で、それが SPICA、TMT につながっているというのが分かるのが重要。図がちゃんと入っている必要。班の数より少ないキーサイエンスを抽出しなければならない。

吉田道：executive summary の執筆期限 11 月末。12 月編集委員会でとりまとめ。1 月に何らかの形のものをだす、という流れ。

松原：1-2 月に将来計画シンポジウム。編集全体会議 10 月末をみておく。

(敬称略)

(記録係：栗田光樹夫、佐藤文衛 改訂：川端)