

2 日目

将来計画 WG : 大内

宇宙科学探査の将来 : 山田

Q: : HiZ-GUNDAM の WG の次のステップは何か?

A:山田 : 概念設計に入る前のフロントローディング、ミッション定義段階に入る前の段階にある。

TMT-AGE : 秋山

Q: : E-ELT などでは似たような装置の提案はあるのか?

A:秋山 : E-ELT では MOSAIC という装置検討があり、Phase-A で概念設計が行われた。高空間分解能モードと高感度モードが検討されていた。

Q: : 最初の星の運動を調べるといってキーとなるのは何か? 広い視野とはいえ WFIRST など
で想定される広い視野はカバーできないがどうするのか?

A:秋山 : 星の運動について赤方偏移進化を調べるのが重要だと考えている。視野については
全面をカバーすることは不可能なので、面白いターゲットが集中する領域を観測することになる
だろう。

Q: : 装置の予算規模としてどの程度を想定しているのか?

A:秋山 : 予算規模の見積もりはまだこれからだが、似た検討の結果では 50 億円程度と想定される。

Q: : JWST と比べるとどう競争するのか?

A:秋山 : 高い空間分解能と波長分解能では感度で上回る。

TMT-MICHI : 本田

Q: : 中間赤外の補償光学やコロナグラフがカギとなる機能と思うが、その開発はどのように進められているか?

A:本田 : 日本国内では中間赤外では関連する要素開発は活発ではないが、短波長側での活発な

Q: : TMT を明け方も使えるなどのメリットもある。サイトがラパルマになった場合の影響はどうなのか?

A:本田 : 地球大気にある分子の観測や 20um の観測はラパルマでは厳しいだろう。

Q: : COMICS では高分散分光では大気の割り算が難しくなると聞いているがどうか?

A:本田 : 狙う分子によっては難しいものもあるが、吸収の少ないきれいな波長域を狙えば大丈夫だろう。

TMT-SEIT/PSI-blue : 河原

Q: : SCEXAO の発展型を TMT に搭載する案もあったと思うが、どうなったのか?

A:河原 : SCEXAO そのものを TMT に搭載することは考えていない。チームとしては SEIT と SCEXAO は一体となって進めて PSIblue の実現を目指している。

Q: : 国際競争はどうか？

A:河原 : E-ELT では METIS など赤外側の装置が多い。波面制御などの観点では赤外側の方が容易ということはある。

SIII : 松尾

A:松尾 :

Q: : 望遠鏡の開口径はどの大きさを想定しているのか？

A:松尾 : (記録できていません)

Q: : (記録できていません)

A:松尾 : 時間方向には 10nsec 程度の時間での揺らぎを捉える必要がある、GHz 程度に相当する。鏡面精度は回折限界を達成することが必要である。地上では大気揺らぎの影響も受ける。

Q: : どの程度精度でフォーメーションフライトを実現する必要があるのか？

A:松尾 : 波長の 1/20 程度の精度で位置を把握する必要がある。

Q: : 画像取得をする上で必要になる位相回復の実験は行われているのか？

A:松尾 : ヨーロッパのグループでは報告があるが、国内ではここ数年で行うことを考えている。

WISH-Long : 井上

Q: : WISH-Long と JWST の期間のオーバーラップはどのくらいあるか？明るい銀河を探索する意義はどこにあるのか？始原ガスからできた星団のようなより小さい銀河を探索することも必要ではないか？

A:井上 : JWST との期間のオーバーラップは問題だが、見つかった天体の分光という意味では ALMA で可能であり、TMT も Lya/CIV が狙える。暗い銀河は JWST の方が有利である。一方で、明るい銀河を狙う意義は、その時代のもっとも質量の大きい天体はもっとも早くに形成したわけであり、まさに初代銀河と考えられ、WISH-Long の科学目的にかなうことになる。

IPST : 松浦

Q: : データのダウンリンクはどうすることを考えているか？

A:松浦 : 地球に近づくまでデータを保持して、地球に接近した時点でダウンリンクすることを想定している。

Q: : いろいろな方向を自由に観測できるのか？ある星のモニターなども出来るのか？

A:松浦 : いろいろな方向を測定できるだろうが制約はある。モニター観測も可能。

Q: : ニュートリノからの背景放射の見積もりはどの程度の高い可能性か？

A:松浦 : ニュートリノ背景放射の通常モデルだと 2 桁落ち程度。

Q: : 衛星の絵に示された大きな広がった構造が鏡になるのか？

A:松浦 : ソーラーセイルのパネルを表している。

UVST : 村上

Q: : WSO-UV との違いは何か？

A:村上：WSO-UV は 1.7m 口径であり、口径がそれよりも大きければ良い。1m 口径であれば占有望遠鏡であることを生かして特徴を出す。波長領域や波長分解能はそれほど変わらない。

C:：恒星の表面現象は紫外線でたくさんのフィーチャーがあり、紫外線での観測は魅力的だと考えている。

Q:：紫外線の検出器は応用が多いが、ピクセル数の制限が大きい。将来は？

A:村上：ひさきでは 500x500 が打ちあがっていて、2000x2000 は今開発中である。その先に LUVOIR も見据えている。

CASTOR：松田

Q:：宇宙論でのサイエンスはどのようなメリットがあるのか？

A:松田：紫外線で高い空間分解のでシアの測定精度が上がる。

Q:：NASA の CETUS との関係は？

A:松田：時期的には同じころが想定されている。CASTOR は広視野探査、CETUS は分光なども重点がある。

Q:：JWST との比較は？

A:松田：JWST は 600nm 程度まで。

Q:：HST はいつまで続けられるのか？

A:鈴木：壊れるまでは継続される予定。

Q:：WISH-Long との両立は？

A:和田：不可能ではないが、冷却や鏡面精度で仕様は異なる。

A:鈴木：回折限界を達成した望遠鏡はなく、HST もアンダーサンプリング。

C:：紫外線の太陽望遠鏡グループと話をしたが、駆動部分など貢献できそうな部分は限られそうであった。

ORIGINS：左近

Q:：円盤のサイエンスケースは SPICA と似通っているように聞こえるが、どのような発展が見込めるのか？

A:左近：観測感度が深く、測定精度が上がるだろう。

HabEx：田村

Q:：スターシェードはどの程度技術的に可能だと考えられているか？

A:田村：72m 直径のもの 100km 先に配置して編隊飛行するという点は実績はない。本当の高コントラストを目指すには必要。工学的には興味を持つ人も多い。

Q:：日本からの貢献として偏光器を入れるのは興味深い。紫外線円偏光は科学的にも必要。

A:田村：軸外しのために偏光性能は多少落ちるが % レベルの測定は問題なくできる。紫外線円偏光は難しい。

Q:コントラストが高くするにはスターシェードが必要か？

A:スターシェードを用いることでコントラストが上がる効果はあるが、スターシェードが無くても高いコントラストを実現が可能である。スターシェードを用いることで、望遠鏡は広視野が確保できる。

LUVOIR : 住

Q: : 軸外し望遠鏡を検討したポイントは何か？

A:住 : 軸外しにすることで、口径を小さくして分解能が落ちても、軸外しのコントラストで補っている。

Q: : 軸外しにしなくても 10^{-10} のコントラストを実現する技術は何か？

A:住 : 口径の大きさが分解能に効いている。

Q: : TMT との比較ではどうなのか？

A:大内 : LUVOIR には分光装置がなく、そこは地上 30m 望遠鏡が担うことが想定されている。

A:河原 : 地上望遠鏡ではコントラスト 10^{-10} コントラストをめざすのば難しい。恒星の種族によって地上望遠鏡の大口径のメリットがある。

M 型星の周囲は地上の大型望遠鏡の方が良い。

NIRGaia : 河田

Q: : アstrometriによる重力波の検出は周波数としてはどのあたりを狙っているのか。

A:河田 : 周波数としては年のオーダーの想定のはず。

Q: : 2040 年というのは何が決めているのか？

A:河田 : L-class になることが想定されていて、その順番を考えると 2040 年代という想定である。NIR での TDI スキャンが必要でその技術開発が必要になっている。

APD (Avalanche Photo Diode) で TDI スキャンを実現することが一つ期待がある。

Future: 鈴木

重力波 : 和泉

Q: : 前景重力波が多すぎて背景の重力波を受けられなくなることはあるのか。

A:和泉 : 背景が埋もれる可能性はあって、前景を取り除くことは重要である。

Q: : 原始重力波の検出でインフレーションの理論モデルを区別できるというのはあるのか。

A:和泉 : 異なる理論を見分けることが出来るという研究は今はない。

系外惑星 : 藤井

Q: : 水の量が 0.2% なのか 50% なのかはどのように区別できるのか？

A:藤井 : 半径と質量の関係で大まかにはわかる。

Q: : スターショット計画はどのような位置づけか？もっと新しいアプローチはあり得るか。

A:藤井 : 実際に行くことによって調べられると良いとは思う。

Q: : 太陽型星のハビタブルゾーンの地球型惑星を調べたいときに超大型望遠鏡の直接撮像しかないと思うが、それを目指すべきということか？M型星周りのハビタブル惑星探査のサンプルはどのように構築するのか？

A:藤井：実際に大規模な望遠鏡が必要だと考えている。若いM型星の周りを探していきたい。

C: : スターショットは2030年代がターゲットであり、それほどはるかに遠いものではない。その意味ではスターショットで行くこともスコープに入りうると考えている。希望としては惑星の表面環境を分解してみたいが、ロケットを送る方が速い時代が来るかもしれない。

Q: : 系外惑星の文明探査はどのようなことが考えられているか？

A:藤井：電波のSKAではそのようなターゲットも科学ケースに入っている。

銀河形成：橋本

Q: : 初代の星団まで調べたいとするとどの程度の角度分解能が必要か？

A:大内：初代の星団の内部はまだ考えておらず、点源として検出することを考えている。そのような候補もすでに見つかっている。

Q: : JWSTでモザイクした観測に感度で勝てるのか？

A:橋本：広い視野での探査ではWISH-Longはユニークな探査であると考えている。

静止光学衛星：水谷

Q: : 軽量ミラーはどのような方法で作られているのか？

A:水谷：材料はセラミックスのコージライトを使うことを想定している。1.4mの鏡で50kg程度の重量としたい。

Q: : コージライトの耐衝撃性は問題にならないか？

A:水谷：疵耐性については低膨張ガラスと変わらない。

Q: : 複数の人工衛星での干渉とかは考えないのか？

A:水谷：検討はしたが、波面合成の精度で衛星を制御することは現在は難しいと考えた。

Q: : 衛星で鏡が占める割合はどのくらいなのか？

A:水谷：1.4mの衛星に関しては主鏡よりも副鏡の重量の方が重要になっている。静止軌道に持っていくことを軽量化の目標に設定している。

Q: : 日本セラテックで30cmの鏡を製作して実用化した。光学系の誤差配分はどのように考えているか？

A:水谷：いま実際に議論しているところである。特に分割鏡で温度変化の影響を受けた時に変形することが問題になっている。

国際宇宙探査：竝木

Q: : 聴講型衛星に対してJAXAを通さずに資金が供与されるというのはどういうことか？

A:竝木：超小型衛星に関してはJAXAを通さずに予算配分する枠組みをを検討している。

Q: : 日本でトップダウンになっているが、アメリカでもトップダウンか？

A:竝木：アメリカでもトップダウン。NASAの中でも新しい部門を立ち上げて科学の検討を始めており、日本よりは科学の検討が進んでいる。

Q: : ゲートウェイを用いた科学の候補はどのように挙げられたのか？

A: 竝木 : 90 日間スタディという短い期間で 7 人程度の小委員会での検討でまとめられた。天文学会のメーリングリストでも案内は投げたが、多くの反応はなかった。3 月までは議論が続くことになるので、まだ新しいものが入る余地はある。

Q: : 中国やインドはどのような計画か？

A: 竝木 : 中国は独自に進めている。ゲートウェイの話は中国を巻き込みたい考えはある。インドは日本と協力して極域探査をしたいと考えている。サイエンスの面でも中国との連携は強くはない。中国の月探査の結果が世界的に公開されていないので情報が出てこないが、研究者レベルでは国際的な共同研究を進めたいという声がある。

Q: : 月面天文台についてはどのくらいの規模であれば可能と考えられるか？

A: 竝木 : 具体的には規模を考えるとところまでではない。これまでの議論は進んでこなかったが、ゲートウェイの話では国際協力などで大規模なものが急に進められることになるかもしれない。ダストなどもありあまり良い環境ではないかもしれない。産業との連携も重要な要件であり、大型建築などは産業との連携も重要になる。

Q: : ISS の民間利用は誰がお金を出すのか？

A: 竝木 : 新薬や材料開発などがありうるかもしれない。

Q: : ゲートウェイの近くでの科学予算は宇宙研で使えるものになるのか？

A: 竝木 : うまく使えれば科学に役立つ予算になりうる。政策ミッションでは一本釣りされてしまう可能性がある。

Q: : ゲートウェイの科学の募集についてはアンケートの形で募集があったようだ。かなり短い期間での対応が求められる。

コメント : 谷口

主焦点面分光器、1sq.deg 視野 2" サンプリング 100 万本のファイバー。

議論 : 左近

C: : Kepler / Gaia で革新的な恒星科学の展開がある中で、日本のコミュニティが加わっていないという点で焦りがあったので、次世代の期間ミッションの検討に加わっている点は心強い。独自のミッションを持つことも重要だと考えている。

C: : 独自の大型計画をリードする発想が重要だと考えている。

C: : 大型計画に参加するにしても実績を国際的に見える形で持っている必要があり、ベースとして独自計画を実施していくことが重要である。

C: : 独自のアイデアを持っていることが重要であり、アイデアをペーパーに残しておくことが重要。

C: : あかり、ALMA での立ち上げ期を考えると、大学の研究者と共同利用機関の連携が重要だったと考えている。今後もどのようにつなげて、若手の人材育成とするのが重要である。

C: : 世界をリードするサイエンスを行っている実感が重要である。ALMA は国際的にプロポーザルを比較して採択が決められる。日本からのプロポーザルの国際競争力に疑問がある。小型のミッションなどで経験を積んでプロポーザルを強くすることも重要だろう。

C: : ハッブルや JWST と違い、WFIRST やその後の旗艦ミッションに関わる流れが出てきた。旗艦ミッションに関わるのが良いのかどうか。

C: : 独自のミッションは重要だが、成果が出るまでは時間がかかる。国際ミッションにも参加して継続的にサイエンスを行う機会が続くことが重要である。

C: : サイエンス検討に参加するのも参加の形態である。

C: : サイエンスとハードウェアの検討は切れないものであり、ハードウェアの議論の上でサイエンスの検討につながる点はある。

C: : 重力波の宇宙関連は欧米から引き離された危機感がある。LISA へのハードウェア貢献を検討している。

C: : 日本主導のプロジェクトの方が重要である。身近に開発者がいて科学の観点から議論して進められると良い。技術開発に特化した人もコミュニティの中で重要だろう。

C: : 超大型ミッションに関われなかったことが不幸かどうかは自明ではない。

C: : 宇宙研としては日本リードの計画から科学成果が出てくるのが理想だが、海外計画に参加して成果が出ることも重要。それしかない巨大ミッションの場合には参加したいかがカギとなるだろう。

C: : 巨大ミッションに参加するだけでいいとは考えていないが、きちんと貢献出来ることが重要である。系外惑星の観点で言うとコミュニティがまだ小さいと感じていて、十分に貢献できる形で参加できるのが良い。

C: : 技術の信頼度がないといけない。提案段階から食い込んでいくことが重要である。アメリカの計画などでは国際協力にすることはリスクと捉えられる。

C: : 天文業界からの要望が衛星開発につながっていくルートはないのか？

C: : エンジニアとしての観点で言うと、日本主導になるにはインダストリもついて来ることが必要である。インダストリで何が開発されているかを見ながら科学として何が出来るかという発想も必要だろう。

C: : 地上観測衛星の技術は天文衛星にも活用できるはずだが、どのようにコミュニケーションできるか？

C: : 軍事関係になると技術情報が出てこない部分もある。国内であれば技術共有の可能性もある。

Q: : 異分野間連携でどのように進めるのが良いと考えているか？

C: : せいめい望遠鏡と議論をして、技術を取り込むことも考えている。エンジニアの議論に話を持ち込んでもらうことも重要である。構造系のエンジニアとしては課題を持ち込んでもらえると発展することもある。

C: : WP Lol の提案で地上望遠鏡関連の提案が少なかった点は気になる。今後、Lol から White Paper を作成する段階でより強い提案にしていく必要がある。衛星の提案の場合にこれまでの技術的な経験のないグループが科学的な観点から衛星の提案をする上で完成度を上げる上でハードルが高い。コミュニティあるいは宇宙研としてサポートできる体制はどうなっているか？

C: : 宇宙研としては科学的な観点からのミッション提案についても出来るだけ門戸を開いて行きたいと考えており、ミッションの提案は衛星概念の公募という形にし、科学的な観点から審

査する方向に変えている。科学的な観点からワーキンググループの提案に持ってきてもらいたい。ワーキンググループが出来れば対応する主査会議を組織して、宇宙研の中で議論する体制を作っている。ミッション提案については要求するコンセプト成熟度を定義してそれを満たせば良いと考えている。

C: 補足として、すばるのプロジェクトなどの地上プロジェクトは科研費規模のものや 2020 年代に終わることを想定しているものもあり、出さなかったケースもある。レビューについてはサイエンスの強さに加えて技術的な検討の成熟度も重要になってくるので、そこも各グループで高めてもらうことが必要である。

次回の **WP** の締め切りの段階で新しいものも受け付ける、**LoI** も随時受け付けているので検討を続けてほしい。