2019 年度第 4 回 国立天文台 TMT 科学諮問委員会 議事録

■日時
2020 年 2 月 20 日（木）10:00-15:30

■場所
国立天文台（三鷹）すばる棟 2 階 TV 会議室

■議題
0. 前回議事録の承認
1. TMT プロジェクトからの報告 （国立天文台 TMT プロジェクト 臼田）
2. 科学的観点でのラパルマの評価 （東北大学 秋山）
   2-1.すばるとの連携について（すばる科学諮問委員会との Zoom での合同の開催）
   2-2. TMT のサイエンスについて
3. TMT サイエンスフォーラム、その前の HROS mini-WS および TIO SAC 報告 （秋山、青木）
4. サイエンスブックの進捗 （国立天文台 TMT プロジェクト 青木）
5. 機密保持誓約書について （国立天文台 TMT プロジェクト 岩田）

■資料
1. 1_TMTJ_2020-02-20.pptx
2. 2_LapalmaTMT_akiyama_v1.pdf
3. Lapalma_science_v0.docx
4. 2_20190902_01TMT_siteTF_report.pdf（2019 年 9 月 2 日提示済み参考資料）
5. 2_20200127_02TMT_update.pdf（2019 年 1 月 27 日提示済み再説明資料）
6. 3_TMTSACreport_akiyama_v1.pdf
7. 3_20191103HROS-WS-report.pdf
8. 4_20200220scibook 報告.pdf
9. 4_200219_Subaru_TMT_sciencebook.pdf

■参加者（所属別名前順、敬称略）
J-SAC 委員：
<出席>秋山、関口、野村、廣田、吉田（二美）
<TV 会議>岩室、植村、小山、住、田中、戸谷、永山、成田（午前）、本田
<欠席> 大朝、長尾、高田
すばる SAC 委員：
<出席>小谷、吉田（千枝）
<TV 会議>生駒、川端、神戸、児玉、戸崎、安田、宮崎、西山、松田、本原、安田
国立天文台 TMT プロジェクト：青木、家、岩田、臼田、空華、早野（TV 会議）、安井（TV 会議）、山下
議事録：空華、中島

■次回 J-SAC 予定
開催時期も含め、要調整 （◆日程調整）

■議事内容（発言者敬称略）

0. 前回議事録の承認

前回議事録を承認した。

1. TMT プロジェクトからの報告（臼田, 資料 1）

評議委員会（2 月 6-7 日）報告

- ハワイの状況について
  - 州議会でネイティブハワイアンの問題について検討するブルーリボン委員会の設立が提案された。ホ・オポノポノ（調停ではなくそれぞれの意見を表明する場）が継続しており、それぞれの意見の相互の理解を進めている。
  - 2034 年以降の新マスターリースにむけたハワイ大学のマスターリース更新への取組みや、CSO(カルテクの電波望遠鏡)やホクケア 90cm 教育用望遠鏡の撤去手続きの進捗が報告された。
  - 臼田プロジェクト長は、国立天文台としてはラパルマのサイトについて情報収集をさらに進めるとともに必要に応じて現地調査を行う可能性を説明した。国立天文台では、大屋さん、高遠さんらを中心にワーキンググループをつくり、既存のデータの確認やどのような調査が必要になるかを検討している。
- USELT について
  - Decadal Survey (Astro 2020)の光赤外線天文学パネルからの質問への回答状況、および 1 月のホノルルにおける米国天文学会での USELT の講演、展示の報告。Astro2020 の OIR パネルへのプレゼンテーションは 2 月 25 日（10 月から 3 回目で、最後のプレゼンテーション）。
  - NSF の天文学部門長 Ralph Gaume 及び研究施設最高責任者 James Ulvestad から、NSF の見解の説明があった。

2. 科学的観点でのラパルマの評価（資料 2, 秋山）

「TMT がラパルマでの建設となった場合の科学的評価について」台長より諮問があった。答申案（資料 3）を事前に回覧している。委員としてこの内容に同意できるかどうか、さらに外部から見ても科学的競争力について説得力がある内容になっているか、コメントをいただきたい。サイトの環境情報とその観測への影響の定量的評価については 2019 年 9 月の「TMT サイト検討タスクフォース初期レポート」（資料 4）を根拠としているが、情報に不足がある場合は答申の中でその旨も明示する。サイエンスについては「すばる TMT サイエンスブック」（資料 6）を根拠としており、TMT としてのサイエンスが中心だが、日本のコミュニティの競争力としては TMT とすばるの連携も重要でその観点も含めている。ラパルマ TMT となった場合の、E-ELT/GMT、LSST、JWST との競争力についての観点も含めて答申としてまとめる。すばるとの連携の観点ですばる科学諮問委員会にこの部分は参加してもらい議論を行う。まず共通理解を持つため、特にすばる科学諮問委員会の皆さんに対して国立天文台 TMT プロジェクトから現状説明をいただく。

TMT 計画の現状について（岩田、資料 5）

（2020 年 1 月 27 日開催の臨時 TMT-JSAC zoom 会議における説明をすばる SAC 委員に共有。本議事録において内容は割愛する。資料は上記臨時会議の議事録を参照のこと。）

- TIO 全体としては、マウナケアがベストでありラパルマは代替地ということで合意している。

2-1. すばるとの連携について（資料 3 p.3）

- ラパルマ TMT とすばるとの連携を考える上での疑問点
  - 中間赤外線においてはラパルマと E-ELT サイトを比較すると、10μm では違いは大きくないが、3-5μm においては波長によって差が大きくなると認識。
  - 可視光の積分時間での差において、サイト調査の結果と、実際の観測者が持っている印象とでは、数値情報に違いがある。可能な範囲でもう一度詰め直す必要がある。SAC として答申をまとめるにあた

っては、印象と数値の違いも解消した上でまとめるか、不一致があるのであればその不一致を述べておく必要はある。

- TMT 時代に予算をすばる望遠鏡に投じて運用する価値について
  - 同じサイトにあることでできるサイエンスではなく、違うサイトにあってもすばる望遠鏡と TMT の連携が必要というサイエンスケースを示す必要がある。
  - Ultimate-Subaru でみつかってくるターゲットの重要性など、2030 年以降にすばる望遠鏡で探査をすることの意味を示す必要がある。
- すばるコミュニティ会議において、光赤外コミュニティに対して広く説明する。今後、光赤外コミュニティ以外についても説明をしていく方針である。
- ラパルマへの TMT 移行が避けられないという際に、現状を踏まえたコミュニティの同意・方向性の合意がされているという説明は必要になる。すばる SAC では、昨年以降の実情を踏まえ、ラパルマへサイト変更ということが実際に起きたときに承認してもらえるかを問いたい。

2-2. TMT のサイエンスについて

初期運用におけるラパルマ TMT の競争力について（p.2 後半）

2030 年代初頭の初期運用において最初に取り組む主要な観測課題と想定されるサイエンス課題は下記の通りである。

1. 視線速度法による地球サイズの太陽系外惑星の同定(MODHIS)、
2. トランジット分光観測による系外惑星の大気組成の測定(MODHIS/WFOS)、
3. マルチメッセンジャー天文学における対応天体の分光追求観測と重元素起源の解明(WFOS/IRIS)、
4. 可視光銀河分光探査による銀河と大規模構造のバリオン循環の解明(WFOS)、
5. 矮小銀河の暗黒物質分布から探る暗黒物質の性質の解明(WFOS)、
6. 近赤外線分光による宇宙初期の高赤方偏移天体の解明(IRIS)、

初期インパクトの重要性から初期運用と本格運用を分けて書いている。ただし、E-ELT からどれだけ遅れるかによっては、現在初期装置とされているものを比較しても意味がない可能性がある。E-ELT 初期装置に関しては競争力があるが、TMT 完成がこれだけ遅れれば競争力に関して疑問が出てくるという点は書く必要がある。

本格運用におけるラパルマ TMT の競争力について（p.2 後半-3 前半）

2030 年代の本格運用に入り、特に次期装置群を用いて切り開かれる観測課題と想定されるサイエンス課題は下記の通りである。

1. 近赤外線での極限補償光学を用いた低温型星ハビタブルゾーンの地球型惑星のバイオマーカー分子の吸収線の探査(PSI-blue)
2. 中間赤外線 10μm 帯での太陽型星ハビタブルゾーンの地球型惑星の直接撮像観測(PSI-red/MICHI)
3. 高安定の高分散分光観測による宇宙の加速膨張の直接測定とダークエネルギーの性質の解明(HROS)
4. 近赤外線面分光探査観測による銀河構造の起源の解明(IRMOS)

TMT は北天にあるという独自性はあるが、それが上記キーサイエスと結びつけて強く主張される必要がある。可視光高分散分光においては、E-ELT に勝つかというよりはいかに協力するかという話になる。

技術開発について（p.3, 中盤）

- 極限補償光学や中間赤外線の観測が駆動するサイエンスケースにおいては、マウナケアであっても技術的課題が大きい。技術的開発についても、ラパルマになる場合、より難しくなる部分も考えられるが、これに関しては、E-ELT のサイトで考えても同じ状況であるため、技術開発で先行すれば競争力がある研究をしていけるだろう。
- E-ELT から稼働開始が遅れても技術的に先行できる点を優先的にやるべきという考えもありうる。例えば PSI-blue 等で必要な技術開発は、E-ELT において時間がかかる可能性があり後からでも先行できると考えられる。ラパルマに行くのであれば、そのようなところ、すなわち PSI-blue 等に注力すべきという意見もある。
- すばる望遠鏡を活用した TMT に向けた開発のロードマップが触れられているが、最初からラパルマをプラットフォームとして技術開発を進める方が効率が良いのではないかという問いもありうる。それに対しては、

例えば極限補償光学においては、技術開発の実績のない GTC よりも、SCExAO などの実績がある場を十分に活用する、すなわち、すでに我々の持っている強みを活かすという方向性で主張できる。
- 地表層の環境はよくないが、上空の大気乱流は弱いので、地表層補償光学系を導入して、広視野で、高感度、あるいは高空間分解能の広視野観測を推進するといった、ラパルマのサイト条件を活かした議論もあり得る。
- 望遠鏡自体のとれる最大視野は E-ELT と比べて TMT のほうが広い。30 年という長い運用を考えると、望遠鏡としては優れた性能を持っているので長い目で見れば E-ELT に勝てる点になりうる。ラパルマ TMT で勝てる要素は Isoplanetic angle と coherence time なので、広い視野というところと整合性はとれる。広視野 AO や AO 機器を推すサイエンスであれば、E-ELT と比較した優位性を主張することもできる。

すばると TMT の連携について（p.3, 最終段落）

すばる諮問委員会メンバーと議論済みであるが、すばると連携することで E-ELT に勝てるという要素を具体的に書けることがあれば追加コメントがあればいただきたい。特に、すばる望遠鏡と TMT の連携が E-ELT に勝つという観点でかくには、すばる望遠鏡の存在意義を示す必要がある。

- ラパルマ TMT の場合、LSST と緯度が離れてしまう関係で連携がとれないため、すばる望遠鏡との連携がより重要度を増す。
- すばる望遠鏡ではないが、ガンマ線の世界的なプロジェクト CTA は北天ではラパルマに建設されるため、TMT と同時に観測可能である。ただし、CTA と TMT の同時観測を必要とするキーサイエンスは現状では挙げられていない。

GMT あるいは他望遠鏡と実現できるサイエンスについて

- ALMA（南天のみ）は全天をやる強い必要性は出ていないが、TMT で北天をやる理由についてはクリアにする必要がある。ALMA とはそもそも問題意識が異なるが、もし、問題意識を ALMA の問題意識に合わせる必要がある場合には、単純に、ALMA より広い範囲を観測すると言えるだろう。

答申のまとめに向けて

答申は 2 月中に取りまとめることを予定してる。本日の意見を入れて改訂するとともに 2/28 のすばる SAC においてもう一度内容を確認する。文章の内容というよりはすばる望遠鏡との連携という意味でアイディアをもらい、TMT 科学諮問委員会としてまとめる。

3. TMT サイエンスフォーラム、その前の HROS mini-WS および TIO SAC 報告（秋山、青木）

11/4-6 TMT Science Forum @ Xiamen について（秋山, 資料 6）

- PSI-red と MICHI の棲み分けについて exoplanet splinter session などで議論が行われた。PSI-red は系外惑星に特化し、MICHI はより一般の中間赤外の観測をカバーする方向で議論されている。
- 太陽系分野で Planetary Science US decadal survey 2023-2032 に対して whitepaper を出すことを検討する、NASA の予算貞献も期待できないのか、といった議論もあった(Karen Meech 氏など)。ただし、Planetary Science US decadal survey では地上の新規大型施設の建設や系外惑星の検出はスコープ外とされており、それとどう整合性とるかという点は問題である。
- HROS mini workshop が事前に行われた。（青木, 資料 7）
  資料は写真程度の情報だが、プログラムが配布されていないため参加者の参考としてご参照いただきたい。
  中国とインドがいかに協力するかという点は議論が始まった点で一歩前進と言えるかもしれない。

11/7 SAC @ Xiamen について（秋山, 資料 6）

- Astro2020 のステータスについて Mark Dickinson から報告があった。
- MODHIS の科学仕様の設定について議論を始めている。特に多天体機能が必要かどうかが重要な点である。10x10 秒角 4 天体同時が基本構想である。
  多天体機能は開発要素が大きいが、科学的な必要性はどこまであるかということは、TMT 科学諮問委員会

でも議論したい。本当に必要かというところは MODHIS をどこまでシンプルにするか、ということに直結する。系外惑星観測ではそこまで要求は高くないと聞いており、他のサイエンスで何を要求するか。
- 次回の science forum はカナダでの開催が検討されている。

1/29, 30 SAC @Pasadena について（秋山, 資料 6）

- MODHIS のサイエンス仕様について議論が行われた。11/7 の TIO SAC の議論で出た通り、多天体機能は大きい開発要素でもあるため、科学的な必要性と必要な仕様について確定する必要がある。必要とする分野の可能性として、銀河考古学や銀河中心の星のダイナミクス等がサイエンス候補と想定している。日本からも多天体観測のサイエンスについて何か要求があるか、いずれ議論したい。
- 次回 SAC は 3/25, 26 @Pasadena で行われる予定。半日は GMT-SAC と合同で行われる。それぞれの SAC での議論状況を交換する。次期装置も含めたロードマップ、TAC やデータアーカイブについての考えを議論する予定。日本の立場としては、パートナーをまたいだ共同研究の可能性について意見交換をしたいと考えている。初回なので顔合わせ的要素がある。

4. サイエンスブックの進捗（青木, 資料 8, 9）

- 2020 年 3 月 13 日発行。現在最終校正段階
- 2020 年 3 月 16 日日本天文学会年会にて配布開始（装置セッションで口頭＋ポスター講演あり）
- 発行部数：300、オンラインで公開
- 執筆者数：約 80 人

発行にあたって今がそのタイミングとしてふさわしいのかというコメントも編集委員からいただいたが、長期的に見た科学戦略を示すことは重要なので、年度内に発行する。当初紙面印刷 500 部を想定していたが、紙面は 300 部とした。PDF 版も公開する。配布方法として、関係者に一律郵送することは想定していないが、希望があれば対応する。著者の皆様には一部ずつ配布する。3/13 公開予定である。共有した PDF 版は校正中のものなので参照までに留め公開はしないでほしい。

5. 機密保持誓約書について（岩田）

署名をお願いした機密保持誓約書の文言に対する疑義を受け、国立天文台執行部に対応方法を問い合わせた。まず、日本語は参考情報であり英文をマスタとして参照いただきたいと回答を得た。問題として指摘された箇所は、一点目が、情報漏洩によって発生する費用の負担について、二点目が機密情報であると明示されていない資料についても対象となることについてであるが、英文でも同様の内容であった。一点目については、外部組織あるいは国立天文台外の方と情報共有する場合の国立天文台の規則がある。当該部分の書き方については適切な表現に改訂を検討している。二点目については、自然科学研究機構の機密保持に関する規則において、公開されている情報意外は全て機密に該当する、と定義されているため、できるだけ書面で機密性を明示するよう心がけ、書いていない場合は口頭補足する、等の運用上の対応となることをお願いさせていただくことになるかもしれない。台内で改訂内容を定めてから、改めて同意を依頼する。

以上