

## 2021年度 第6回 国立天文台TMT科学諮問委員会 議事概要

### ■日時

2021年12月16日(木)9:00-12:00

### ■場所

国立天文台(三鷹)すばる棟2階TV会議室 / Zoom

### ■議題

- |                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| 1. プロジェクト報告                   | (TMTプロジェクト 臼田)      |
| 2. TIO-SAC報告                  | (秋山委員長)             |
| 3. TMT計画についての研究者コミュニティ向け説明会報告 | (TMTプロジェクト 臼田・岩田)   |
| 4. 次世代装置開発のロードマップについて         | (秋山委員長)             |
| 5. 科学運用についての提案・要望についての議論      | (TMTプロジェクト 青木)      |
| 6. 幅広いコミュニティ向けセミナー開催の検討       | (富永委員・TMTプロジェクト 安井) |

### ■資料

1. 20211216\_01TMT現状報告.pdf
2. akiyama\_TMTJSAC\_20211216\_SAC.pdf
3. 研究者コミュニティ向け説明会資料一式
4. 20211216科学諮問委員会\_運用検討課題.pdf

### ■参加者(所属別名前順、敬称略)

TMT科学諮問委員会委員(TV会議):

<出席>秋山、大朝、川端、小山、田村、富永、住、長尾、成田、藤井、吉田

<欠席>田中

国立天文台TMTプロジェクト(TV会議):青木、岩田、臼田、早野、安井、山下

### ■次回TMT科学諮問委員会予定

未定 (◆日程調整)

<凡例> Q = Question, A = Answer, C = Comment, ◆ = Action Item

<発言者> 長 = 委員長, 委 = 委員会メンバー, プ = 国立天文台TMTプロジェクトメンバー

## 1. プロジェクト報告（臼田、資料1）

- TINAレビュー（TMT Independent Non-Advocate Sytem Level Design Review）概要
  - 11/15-19の5日間、TINAレビューが行われた。
  - レビューの目的は、NSF PDRの準備として、その基準に照らしてTMT計画を評価してもらうこと。NSF PDRに向けた改善点を指摘いただく。
  - 評価観点は、主要なマネジメントプロセス、技術的成熟性、建設スケジュール、現金部分のコスト見積など。
  - 審議項目は25項目あり、TIOが挙げた項目をたたき台とし、審査員長らと議論して決定した。
  - 審査員は全14名で、TIOとは独立した有識者であり、TIOおよびパートナー国の関係者は含まれていない。他12名も含め、メンバーは米国および欧州の複数の地上・宇宙望遠鏡に関する国際計画のコアメンバーまたは審査の経験がある方々。
- TINAレビュー結果
  - 技術、システムエンジニアリング、ソフトウェア、観測装置グループ、ビジネスシステム等、あらゆる分野でのTMTスタッフ（国立天文台カリフォルニア事務所やハワイ、三鷹のTMTプロジェクトメンバーの貢献を含む）とレビュー資料の品質が非常に高く、これを改訂していけばNSF PDRに十分であるとの評価を得た。
  - 今後の対応
    - 指摘事項に対し、TIOおよび参加機関が協力してNSF PDRに向けて計画のアップデートおよび文書作成を行う。日本は現物貢献の部分も含め準備をする。

## 2. TIO-SAC報告（秋山、資料2）

- 前回TMT科学諮問委員会以降、11/3、11/11、12/1の3回開催された。
- TINAレビュー結果報告
  - 前述のプロジェクト報告と同内容の部分についての報告は割愛する。
  - レビューのコメントにはTIOの中にレジデントサイエンティストが足りない、プロジェクトサイエンティストを任命することも必要、という評価があったと聞いている。TIOの中でサイエンティストのビジビリティを上げる必要があるのではないかというコメントがあった。
- 系外惑星小委員会レポートについては、最終版のレポートがSACに提出された。
- HROS可視光分散分光器の設置については望遠鏡構造によるケラレが問題になっており、光導入用に鏡を設置するなどいくつかの案が提示されており、検討を継続する。

## 3. TMT計画についての研究者コミュニティ向け説明会報告（臼田・岩田、資料3）

- 12/16に行われた説明の概要
  - Astro2020報告
    - TMTの評価・位置づけ、アメリカにおける予算承認プロセスを説明した。
      - 前者については、地上計画として、TMTを含むUS-ELTPが最優先計画として位置づけられた。
      - 後者については、コミュニティによる推薦（今回の審議）と、NSF審議、連邦議会審議はそれぞれの役割や関係について丁寧に説明した。

- NSFの投資判断に対して具体的な推奨事項として何が書かれているかという点も説明した。
  - 仮にTMTとGMTの一方にしか予算を拠出できない場合にどちらに投資するかという判断基準は、E-ELTに対する相補性と望遠鏡の口径の違いによる感度および視野の広さを考慮して決定される。
- TMT建設地については、マウナケアまたはラパルマと記載されている。
- 建設予算については今後NSFで審議される内容ではあるが、Astro2020のプロセスでNSFが示した総額の予算ガイドラインにはおさめることができると想定されている。
- 報告書の第3章では、「天文学関係者と社会的影響」と題して、教育、雇用など多岐にわたる内容に対しコミュニティ全体に向けた推奨事項が述べられた。
- 現地のTIOの取組
  - ハワイの歴史的背景、先住民が抱える問題、TMTをきっかけに起きた問題を説明した。
  - TMTの現地での取組として、地域に根ざした観測所を目指し具体的にどのような活動をしてきたかを説明した。
    - プロジェクトマネージャーFengchuan Liu氏も現地で傾聴を重視した対話を行っている。
    - 今後どういったことをしなければいけないか探っている。
    - 教育支援も行っている。

## 質疑応答・コメント

Q委) 日本が取組は理解できたが、他パートナー国の動きが見えず足並みが揃っているかどうかが見えない。

Aブ) 他パートナー国がラパルマに建設地を移したいのではないかという話が以前あったが、評議員会として段階的にTIO本部をハワイに移すことを承認していることからわかるように、マウナケアが第一候補地とすることは全会一致している。ラパルマはあくまでバックアップサイトとして検討している。一方で、現時点で各国からハワイに人員を出すかは別の話になる。ただ、人がハワイに来ればよいという話ではないので、全パートナー国からハワイに人を送るということはない。日本は既にハワイに組織があり活動ができるため、その部分では日本が先陣を切って現場に入っている。

Q委) 中国やインドなどのパートナー国もサイエンス検討をしているか。

Aブ) さきほどSAC報告にあったHROS(可視光分散分光器)の検討は、インドで行なわれている。インドのコミュニティの中でもTMTを使った科学研究の検討は進んでいる。カナダでもロングレンジプランでTMTが最優先になったが、科学的な議論は進んでいる。今回のコミュニティ向け説明会では各国の動きは話していないので、必要に応じて別途説明の機会を持ちたい。

C長) 例年だとTMTサイエンスフォーラムを開催しパートナーをまたいでサイエンス検討がされていたが、COVID-19の影響もあり開催できていない。次回カナダ開催についても安全をみて2022年の開催は延期され2023年開催になる見込み。ISDTというパートナー国をまたいだサイエンスの議論も前回の中国でのサイエンスフォーラム以来直近1年程度は活動が止まっている。ISDTの再立ち上げについてTIO-SACで議論が進んでいる。ISDTという形で今後パートナーをまたいだサイエンスの議論が始まるかと思う。

#### 4. 次世代装置開発のロードマップについて

- 観測課題と性能仕様について、現在下記分担で共有ドキュメント上にてとりまとめ作業中。進捗状況は下記の通り。
  - 低温度星周りの地球型惑星の直接撮像とバイオマーカーの検出(担当:成田氏)
    - 「すばる+TMTサイエンスブック」を書いた小谷氏に記述をお願いしている。端的な記載でよければ期限に応じて引き取って記載する。
    - 幅広くカバーするというよりはキーとなる部分を端的にまとめていただくのがよい。ある程度具体的な数字があると基準がわかりやすいのでそこを根拠とともに示していただいてまとめていただくとよい。
  - 初代銀河の物理的性質と宇宙再電離の解明(担当:小山氏)
    - 「すばる+TMTサイエンスブック」で初代銀河セクションを担当いただいた播金優一氏(東京大)、中島王彦氏(国立天文台)、矢島秀伸氏(筑波大)との議論をもとに定性的な内容をまとめた。
    - また、TMT第二期装置に向けて銀河サイエンスからの要望をまとめていく活動に今後とも協力いただける予定。少しずつ関連分野の研究者への声かけを進め、コミュニティでの議論の輪を広げていきたいと考えている。
  - 宇宙膨張の直接検出とダークエネルギーの性質への制限(担当:田中氏)
    - 観測課題は、クエーサーのスペクトルに見られる銀河間ガスの赤方偏移の長期間モニタ観測で $0.03\text{m/s/年}$ の速度変化を測定し、宇宙膨張を直接検出する、という内容で、具体的な数字は田中氏が調べており観測課題と性能仕様としてまとめる。
    - 宇宙論のキーサイエンスケースは高分散分光観測。それ以外は「すばる+TMTサイエンスブック」でも挙げられている課題はなかった。
- 今後、各観測課題について鍵となる技術仕様から開発ロードマップを記述していくにあたっての担当者(とりまとめ担当)を、本日選定した。候補者は、審査委員および申請採択者から選定した。候補者には秋山委員長または委員会幹事(TMTプロジェクト・安井)から打診する。

#### 質疑応答・コメント

##### <初代銀河の物理的性質と宇宙再電離の解明>

C長)どこまで空間分解能を上げた観測を必要とするか。TMTの回折限界の空間分解能が高いというメリットがあるが、そのメリットを活かそうと思うと視野を広くすることが難しくテクニカルには両立しづらい。そこをどう切り分けていくかということが一つの観点として重要かと思う。

A委) $z>6$ が当たり前という世界の話では分解できるという発想はなく、感度こそが勝負になる。補償光学も欲しいが、それは星像を絞り込んで感度を上げるために欲しいという発想である。初代天体ということで言えばそうなるが、銀河進化のピーク期の $z\sim 2$ などを対象にしているサイエンティストだと違った回答になるかもしれない。その場合、見るができなかったスケールで進化途上の銀河を見たいという要望が出てくると思う。もう少し幅を広げて意見を集約してみたいというのが正直な感想。

Q長)幅を広げた議論を行うために、今後他のメンバーに入ってもらう予定か。

A委)初代銀河というスコープでまずはまとめたが、銀河のサイエンスは幅が広いので、長期的なゴールとしては、TMT科学諮問委員会や今回協力いただいた3名が中心になりつつ人を徐々に広げてワーキンググループのようにできたらよいのではないかと思う。どれくらいのタイムスケールで進めていけばよいか何か指針はあるか。

A長) 年度内に観測課題はある程度固めて記述しておきたい。初代銀河についてはまとめていただいた内容を観測装置ロードマップに落としていくことを進め、より近くの銀河に対してキーサイエンスをピックアップすることは並行して進めていただけるとよい。

C委) 広い意味では長丁場の話だと思う。まとめ方の方向性が見えてきたところなので、 $z \sim 1-4$ あたりの研究をしている人と話してみたい。魅力的な装置として現在挙げたものと同意見なのか全く違うか、など興味はある。時期感含め具体的な進め方は相談させてほしい。

C長) ある程度キーとなる課題の絞り込みも必要かと思う。多くのパラメータスペースがあり、多くの機能が欲しいという要望は理解できるが、TMTの独自性が一番活きそうな部分は今のところの議論だとどのあたりになりそうか。

A委) 初代銀河のサイエンスについては、現在ある宇宙望遠鏡およびGMTやE-ELTの第一期装置ではできないことという前提で議論した。本当にできないかということを詰めるにはもう一段階検討が必要だろう。例えば可視から近赤外まで同時にカバーする装置はないが、可視と近赤外それぞれの装置はある。2040年頃にやるべきサイエンスと装置を考えるとまだ絞り込みや検討の余地はある。

C長) 今回議論の中で強調されていた部分では $Ly \alpha$ の広がった成分を様々な赤方偏移で、特に初期宇宙で見えていくと面白いという観点だと思ったので、その部分がうまくTMTで推進できる観測装置は何であるかを確認して技術的実現性について議論する道筋だろう。

#### <その他進め方について>

C長) 戦略的基礎開発研究経費の審査委員長として進め方に対して何かコメントがあればうかがいたい。

A委) 審査の前後でこのような話もしているので、進め方は問題ないと思う。審査委員に新たをお願いするのは恐縮な面もあるが、申請採択者にも関わっていただいて全体として盛り上げていくというのはよい形だと思う。

### 5. 科学運用についての提案・要望についての議論（青木、資料4）

- TMT科学運用の検討状況
  - 米国のUS-ELTPにおける運用計画立案に伴い、TIOとしても科学運用の検討が進んでいる。そこに国際パートナーとしての意見を反映することを考えていきたい。
  - TINAレビューでは運用についてもレビューされた。詳細はまだ聞けていないが、TIO担当者によるまとめが共有されているので今日はその内容を共有する。詳しい説明は追って聞く予定である。
  - US-ELTPでは、NOIRLabがTMT/GMT合わせてサポート・データ管理・運用を行うことになる。NOIRLabでもNSF PDRに向けた内部レビュー（"red team" review）が今月実施された。
  - 日本国内では、TMT科学諮問委員会のもとワーキンググループを設置し、日本としての検討課題の整理と発信内容案を作成している。
- TINAレビューでの指摘事項（TIO担当者による仮まとめ）
  - パートナー間の重複提案の扱いへの懸念
  - 運用初期（試用期間含む）の戦略の明確化
  - 最初からフルリモート観測化（段階的に移行するという計画の前倒し）
  - ToO観測のサポート強化

- コスト検討
  - NSFがフルサポートできない場合どうするか
  - 他の天文台とのコスト比較を丁寧に行ってはどうか
- データ管理について下記検討が不十分
  - データの転送速度
  - データフローとNOIRLab/パートナー間の役割分担
  - デスコープした場合の影響
  - セキュリティに関するレビュー
- 日本からTIO/US-ELTPへの提言・要望と国内検討課題
  - ①US-ELTPによるサポートツール・システム(UPP)
    - TIO/US-ELTPへの提言・要望
      - 日本としては全面的に活用したい。
      - 開発計画・状況を国際パートナーにも公開し、要望が反映される仕組みをとってほしい。
      - 国際パートナーの研究者・技術者で関心と能力のある人が開発に参加する仕組みを作ってほしい。現物貢献と認められる仕組みとしてほしい。
    - 国内検討課題
 

すばる望遠鏡と一体運用を目指す観点から、下記を進める必要がある。

      - プロポーザル受付やサポート、データアーカイブの仕組みの検討
      - 少なくとも窓口を共通化する
  - ②プログラム審査
    - TIO/US-ELTPへの提言・要望
      - 国際パートナーはそれぞれで審査を行う(マルチTAC)という基本方針のもとで、重複提案や国の枠をまたぐ合同プログラムを審査するInternational TACのような仕組みは必要である。
      - 将来的にはシングルTACとする可能性を検討する余地を残すべきと主張すべきか、は要検討。
    - 国内検討課題
      - すばる望遠鏡とTMT日本枠分の審査を効率的に行うTACの仕組みを検討する必要がある。
      - すばる望遠鏡が国際運用となる状況を想定し、検討する必要がある。例えば下記のような点がある。
        - プロポーザル提出: すばる望遠鏡が国際運用になり、すばる望遠鏡は使えるがTMT日本枠には応募できない人がいるという状況に対しても、技術的にクリアできるのではないかと思う。但し、注意深く権限の確認が必要。
        - レフェリー: すばる/TMT別々かあるいは同じレフェリー集団とするか、両案とも検討課題あり。
  - ③観測モード
    - TIO/US-ELTPへの提言・要望
      - 国内検討課仕組みを考えるにあたり、ビジターモードとサービスモードの割合など、実際の運用について量的な想定を検討したほうがよい。
      - 特にToO観測をかけられる時間は十分確保する必要があり、それを可能にする仕組み(ブロックするプログラムをあまり多くしない仕組み)が必要である。

- 国内検討課題
  - ToO観測課題、長期の時系列的観測課題などを募集・選考する仕組みをつくる必要がある。
- ④大型観測プログラム
  - TIO/US-ELTPへの提言・要望
    - 国際合同プログラムは各国での審査で選考にもとづきプログラムされる仕組みであるが、提案を受け付け、審査するプロセスの明確化や、それを支援する仕組みが必要。
  - 国内検討課題
    - 国際合同プログラムにはどの程度興味があるか。
    - 特にUS-ELTPで想定されているキーサイエンスプログラムに参画したいと考えるか。
- ⑤ユーザーサポート
  - TIO/US-ELTPへの提言・要望
    - ①と同じ
  - 国内検討課題
    - 国立天文台としてのサポートにどのようなことを期待するか。
    - 大学における研究活動のサポート(研究員派遣など)
- 今後の進め方
  - 前述「日本からTIO/US-ELTPへの提言・要望」について本日議論した上で英語化し、説明文書をつけて、TIO-SAC下のサブコミティーに提出する。
  - US-ELTP向けへの意見でもあるため、そこへの意見提出の方法は別途考える必要がある。

## 質疑応答・コメント

### ② プログラム審査について

- C長)「シングルTACとする可能性を検討する余地を残すべき」と要望として残すか、という点については、International TACの必要性を書けば、なくてもよいのではないかと思います。
- Aブ)書くとしても、将来の可能性として指摘する程度で強く主張はしなくてよいのではないかと考えている。論点として出すと、シングルTACはどのようにやるかという議論になるが、今の時点でこうしたらよいと出し切れないため。
- Q委)もともとシングルTACがよいのではないかという理由の一つが、同じ天体を同じ観測モードで別々のパートナーが観測したらもったないのではというところにあると認識している。マルチTACで進めることになった場合、そこは仕方ないと割り切るとのことか。
- Aブ)原則ではそういうことになっている。レビューでも国内でもなんとか調整すべきではと強い意見が出ている。
- C委)それに対する解決策としてシングルTACという意見を出している、と言及してもよいかもしれないと思う。
- Q長)重複提案を防いで欲しいという主張はInternational TACでの調整を要求するという形で含まれている。それでは足りないという指摘か。
- A委)International TACが具体的に何をやるか見えていなかったための主張だったので、重複提案を防ぐ意味合いがInternational TACに含まれているのであればそれでよい。

Cブ) 一步踏み込んで、International TACで重複提案を解決できないならシングルTACも検討視野に入れるという意見も出ている、という書き方もできると思う。

Q委) すばる望遠鏡には必ずしもTMTを使う権利を持たない多くのパートナーがいる中で、審査受付窓口を一つにしてよいのかという点については、同じ窓口でも受付で資格を明確にしておけば大丈夫なのではないかと考えているが、何か懸念事項はあるか。

A委) 今でもすばる望遠鏡のKeckやGeminiの時間交換枠にプロポーザルを出せるのは日本か台湾のみ。受付時点でこの人たちしか出せません、ということが明確になっていれば扱える気がする。

C委) レフェリーについて、すばる望遠鏡TACでもGeminiやKeckの望遠鏡を使う観測も扱っている。米国ではNOIRLab、かつてのNOAOがとりまとめて一つのTACで審査していた。異なる望遠鏡のプロポーザル窓口が一つになって審査するという形も、そういうものだと思えば成り立つかと思う。

Qブ) KeckやGeminiのすばる望遠鏡時間交換枠の審査もすばる望遠鏡の提案と一緒に審査して採点をしているか。それぞれの望遠鏡で点数が高いものを採択しているか。

A委) TAC方針次第だが、慣例ではレフェリーは科学的価値のみで点数をつける。その上でKeck、Geminiなどで何夜まで観測可能かという先方との調整内容を受けてTAC内で調整している。Keckを使うからKeck用の点をつけるというようなことはしていないはず。

Q長) すばる・Keck・Geminiは同規模の望遠鏡だが、TMTとすばる望遠鏡のプロポーザルが混ざったときにどの程度横断して評価できるか。具体的には細かい検討課題は残っているが、大枠での可能性は基本的に案1・2として書いてもらった通りだろうか。

C委) すばる望遠鏡が国際運用になった場合、TMTに応募できないすばる望遠鏡のパートナーがTACに入ってTMT課題を見てもらうのは変な気はする。そこまで考えると入口が1つでいいのかとも思う。思い切って別々にする方がシンプルかもしれない。

Cブ) 一体にしたいという理由には、プロポーザルを出す方から見て一つだと便利だという話と、審査する側を2つのTACにしてもレフェリー集団が結局同じ人になるのではないかという話とがある。どこまでプロポーザル提出資格あり・なしの人が混ざることを許すかということかと思う。検討課題として認識しておく

C長) TACの構成の詳細などは今の段階では検討課題として挙げられていれば十分かと思う。

### ③観測モード

- C委) ToOは、他国のパートナー時間に対してもかけられることになっているか、他の国だからという理由で自動的にブロックということにはならないか、ということを確認あるいはお願いしていただけるとよい。
- Aブ) ビジターモード観測にかけることになると思うが、実際のところは定かでない。ブロックされることはありえる。おそらく量的な問題だろうと思う。ビジターモードの中でも大部分なのか、そもそもビジターモードがどれだけなのか、ということにも依存するため原則のみで決めづらい。ビジターモードとサービスモードの割合など、運用について量的に要望を伝えるということも意見としていただいているので、説明文の中では数字についても書こうと思う。

### その他全体について

- Q長) TIOやUS-ELTPに提出する前に、広いコミュニティから意見をもらう必要はあるか。
- Cブ) コミュニティ向けより前にすばる科学諮問委員会からフィードバックはもらったほうがよい。



- A)コミュニティ向け説明は、1月初旬にあるすばるUMで、科学運用についての議論があるため意見を募集するという方向性を共有できるとよいかと思う。すばる科学諮問委員会とはすばるUM前に調整してみる。

## 6. 幅広いコミュニティ向けセミナー開催の検討 (富永・安井)

- 進捗報告
  - 他分野での宣伝(担当: 富永氏)
    - どのような内容であれば他分野の人が聞きに来るか、という率直な意見交換を1月7日11時から行う予定。TMT科学諮問委員会の一部の方(藤井氏、田村氏、成田氏、田中氏、吉田氏)にお声掛けしたが、他の方からもご意見があれば、ご参加あるいはメールをいただきたい。
  - 天文分野内での宣伝(担当: 田中氏)
    - 東北大学宇宙物理学分野でKamLANDとTMTのジョイントセミナーを実施予定
      - 内容:それぞれのサイエンス+プロジェクト紹介(30分ずつ、全体90分程度)を想定
      - 日程:2月中旬～3月下旬
- 上記以外の活動について共有・質疑
  - 東北大学地球物理分野での宣伝
    - 東北大学での宣伝では、宇宙物理分野を田中氏、地球物理分野を秋山氏が担当することになっている。地球物理分野では惑星圏シンポジウムという会合が毎年東北大学で開催されており、その会で説明する枠をいただくことを提案したいと考えている。関係者とはこれから相談する。
      - C委)惑星圏シンポジウムは惑星科学会の中の一部の研究会という位置づけ。研究会自体は惑星科学のコミュニティに広く呼びかけて開催していると思う。惑星科学会でTMTの話をした際は、TMTプロジェクトが今どうなっているのかという興味で話を聞いてもらったと思うが、サイエンスとしてどんなことができるかを真面目に検討している惑星科学の研究者はまだいないと思うので、サイエンスで何ができるかという観点で話せば聞いてくれるかもしれない。主催者の笠羽氏は「すばる+TMTサイエンスブック」の執筆にも協力いただいたのでTMTのことは意識していると思うので、説明するのはよいかもしれない。
  - 宇宙電波懇談会シンポジウムでの宣伝
    - 3月開催の宇宙電波懇談会シンポジウムで、TMTの現状・進捗を共有する機会を打診しようと思うが、それについて意見があれば聞きたい。
      - Cブ)打診いただけると助かる。去年も話させてもらっており今年も申し込むことを考えていたので、後押しをお願いしたい。
    - その他、理論天文学宇宙物理学懇談会、太陽研究者連絡会にも機会をいただけないかお願いしている。
  - 宇宙核物理連絡会のセミナーでの宣伝
    - 宇宙核物理連絡会(会員数100名程度)がセミナーを始めた。その中でKEKのプロジェクト紹介がされていたので、そこでTMTの紹介をしてもよいかもしれない。この分野にTMTのような大型望遠鏡がどのような貢献ができるかという話を中心に、TMTの現状

を話すという形がよいのではないかと考えている。TMTの名前を知っている人は多いと思うがプロジェクトの現状までは知らないと思う。

以上