2019 年度第 1 回 国立天文台 TMT 科学諮問委員会 議事録

■日時

2019 年 5 月 14 日（火）11:00-15:45

■場所

国立天文台（三鷹）すばる棟 2 階 TV 会議室

■議題

1. 前回議事録の承認
2. TMT 計画進捗報告（臼田）
3. 4/18 SAC zoom 会議報告（秋山）
4. 第2期装置検討について Canada TMT-SAC の white paper の紹介（秋山）
5. 日本コミュニティでのサイエンスケースのアップデートの方法論の検討(岩田)
   - マスタープラン 2020 へ向けたサイエンスブック作成の進捗報告
   - 日本天文学会 2019 年秋季年会　企画セッションの進捗報告
6. TMT 戦略基礎開発研究経費の審査結果（永山）
7. MODHIS のレビュー（小谷）
8. その他

■資料

1. TMT_JSAC_30_04.v.3.docx
2. TMT-J_2019-05-14.pptx
3. akiyama_TMTSAC_report.pdf
4. CATAC-Report-on-TMT-Instrumentation-Revised-Public-Draft-April2019.pdf
5. 20190514iwata_science_TMT-JSAC_report.pdf
6. TMT 戦略経費結果 2019_0514c.pdf
7. MODHIS_review_201905.pptx

■参加者（所属別名前順、敬称略）

J-SAC 委員：
　　<出席> 秋山、野村、廣田、吉田
　　<TV 会議> 植村、小山、住、戸谷、永山、本田
　　<欠席> 岩室、大朝、高田、田中、長尾、成田
アストロバイオロジーセンター：小谷（議題 7）、田村（議題 7）
TMT 推進室：青木、家、岩田、臼田、空華、服部（午後）、早野（午後）、安井、山下
議事録：中島、空華

■次回 J-SAC 予定

日程：6 月下旬～7 月初旬（次回 SAC 前）（◆日程調整）
主議題：TMT オペレーション案検討

■議事内容（発言者敬称略）

1. 前回議事録の承認
前回議事録を承認した。

2. TMT 計画進捗報告 (臼田, 資料 1)
TIO ボード会議（5/7-8）

- 山頂工事遅れの影響により、完成予定は 2030 年 3 月になる見通し。スケジュール遅延に伴う増加建設コストは現パートナーが負担することで決議した。
- バックアップサイトとしてのラパルマでの建設手続きは予算限度額内で継続することを承認した。
- ハワイ州司法長官が会議に参加し、法に則って山頂工事を安全に進めるための対応等の会談を行った。現地警察では工事開始後の妨害行為への対応トレーニングを実施している。

スケジュール

- 2030 年 3 月にサイエンスの結果を出すことを目指している。IRIS は 2029 年 6 月、WFOS は 2029 年 7 月にファーストライト予定。IRIS および WFOS をそのスケジュールに間に合わせたい。
- 2028 年に主焦点カメラに鏡 40 枚（日本研磨分）でオンスカイのテストを開始予定。補償光学のテストも 2028 年予定。可能な限り前倒しできないか検討中。
- このスケジュールは 2019 年 4 月から山頂工事が始まる想定である。Schedule Contingency も考慮に入れて 2 年程度余裕をもたせているため、工事が半年程度遅れたとしても完成時期は変更しない。

US-ELT Program Update

- US-ELT Program coordinating committee が 2018 年に発足した。TMT は国際パートナーとしてインドの A. N. Ramaprakash (Ram)がメンバーに入っている。国際パートナーに対する情報共有がまだうまくできていないが、committee では TMT・GMT でどのようなサイエンスができるか議論している。
- Astro-2020 では 590 の white paper が集まった。プロジェクトプロポーザルの締切は 7 月。プロジェクトの 3 割を TMT・GMT が占める。スケジュール通り進めば来年審査が行われ、来年 12 月か 2021 年の初めに結果がでる。
- US 観測時間の 80%を Key Science Program (KSP)にあてる想定。残り 20%は PI から受け付ける。US だけで 250 名以上が KSP の発展に参画している。US コミュニティ全体で TMT・GMT の結果を使えるように提案している。

3. 4/18 SAC zoom 会議報告 （秋山, 資料 2）
SAC zoom 会議（2019/4/18）

- Astro-2020 science white paper は 590 件の提案があり、内 15 件以上の関連する提案があった。
- Project white paper については TMT と GMT は一つのファシリティとして提案する予定。
- NSF の予算申請プロポーザルの作成にあたり、系外惑星関連の science case について、装置プランを含めたロードマップを検討する必要があると認識されている。
- 同じく、科学運用について議論をしておく必要があると認識されている。
- WFOS、MODHIS、HROS のサイエンスチームが立ち上がりつつある。サイエンスチームへの参画について、日本の関係者にもメールを展開した（2019/04/25 Mark Dickinson より）。

SAC co-chair（2019/5/9）

- NSF への建設準備費予算（pre-MREFC）が TMT,GMT ともに提出された（GMT は会議時点では未提出だったがその後提出された）。
- US NSF の施設建設予算（MREFC）のプロポーザルは、6 月中旬ドラフト、レビューを経て、8 月下旬提出を想定するが、現実的には年内には提出したい。
- プロポーザル作成にあたり、TMT-SAC の第 2 期装置ロードマップ、TMT として何をどのような順序で作っていくかという内容をプロジェクトとしてまとめて NSF のプランに盛り込む必要がある。オペレーションも SAC で議論する予定。
- 第二期装置として最優先としてあげられている MODHIS についての理解を共有したい。TMT-SAC でレビューしたいと考えている。NIRES-B の装置仕様との関連、すなわち、NIRES-B で想定されていたサイエンスケースが MODHIS でできるのか、という点の議論を進める必要がある。NIRES-B が近赤外

の汎用な高分散装置である一方で、MODHIS は系外惑星に特化している。MODHIS が幅広いサイエンスをカバーできるかということを確認・検討したい。

- 系外惑星観測装置としては PSI が検討されているが、いろいろな機能を取り込もうとしているため、段階を踏んで装置を立ち上げていくロードマップを SAC で議論し重み付けを検討したい。PSI の中間赤外は、MICHI の青い側と重複する部分もある。SAC としてどのように coordinate するか検討すべき。
- 可視光高分散分光装置については、中国、インドと議論が進められている。今後どうするかも SAC として議論が必要である。近赤外の NIR MOS トレードスタディをどう進めるか、可変副鏡をどう扱うかということも装置のロードマップを考える上で大事な検討項目である。
- 運用プランも建設プロポーザルの中で提示したいという話も出ている。建設にあたって運用プランは必須項目ではないという考え方もあるが、US-ELT プログラムとしては GMT と整合性のあるプランを提示する必要があるという考え方。TAC をどうするか、large program をどうするか、queue/schedule 観測をどこまで採用するか、プロポーザルのサイクルは半年か 1 年か、等を検討するようプロジェクトから SAC へ要求がでている。各パートナー国から 1 名ずつ委員として選出して議論するためのサブ委員会を立ち上げる予定。

運用について

- TIO プロジェクトオフィスの C. Dumas から検討案が提示された。公式見解ではないが、検討要素として何があるか参考になるため紹介する。サイエンス運用の検討事項は下記の通り。
  1. サブミッションサイクルをどう考えるか。
  2. 各パートナー国で TAC を組成し、各パートナーシェア分は各 TAC で採択するか。
  3. パートナー国を跨ぐ大きなプログラムを実行しようとしたときにはどうするか。
  4. calibration プランはどうすべきか。観測者が自由に取るようにするのか、観測所として運用の中で取るのかについても議論が必要。
  5. 占有期間をどう設定するか。
  6. 占有期間を終えた後のデータをどこまでオープンにするか。Worldwide にしてよいか。
  7. ESO VLT に関わっていた経験から、queue scheduling を TMT でどのように実装していくか。
  8. Adaptive scheduling（天候、AO 時のレーザーの条件、シーイングが悪い時の条件等を反映し、queue を動的にスケジューリング）をしていくことをきちんと考えるべきではないか。
- ここに挙げられた検討要素からもわかるように、コミュニティを跨いでどのように運用するかという議論はこれから行われるという状況にある。
- 運用に関して議論するサブコミッティを SAC 内に作ろうとしている。SAC に出ている日本メンバーからも検討メンバーを出すことを考えている。これまですばるで運用に携わってきた人がよいという声もあるが、SAC に出ている人のほうが話は通じやすいと考えている。日本から誰がサブコミッティに参加すべきか後日検討したい（検討の結果、成田さんがメンバーとして参加、議長は Eric Peng）。
- これまでされてきた運用方法をアップデートする議論がされるだろう。各コミュニティでの TAC がありPI タイプの観測を実行していく、ということが共通認識だったが、そこをどのように変えていくかという議題なので、重要な議論になると考えている。
- NSF に遅くとも年内にプロポーザルを提出するということなので、数ヶ月でプランとして固めてプロポーザルに盛り込まなければいけないため、スケジュールはタイト。

4. 第 2 期装置検討について Canada TMT-SAC の white paper の紹介（秋山, 資料 4）

- カナダのコミュニティとして、US-ELT Program から独立して検討し、上位団体（CASCA：カナダの天文学会、ACURA：天文学に関する大学連合、米国の AURA に対応）に instrumentation のロードマップを提出した。現時点では既に公開されている資料。詳細は各自参照いただきたい。
- HROS、PSI、MODHIS、IRMOS、MICHI を中心に記載されている。HROS については、装置概要、期待されるサイエンス、そのために要求されるスペックが議論されている。OTHER CONSIDERATIONS に懸念事項や現状として考えるべきことなど、カナダとしてのコメントがまとめられている。
- カナダとしては、これまで携わってきたプロジェクトとサイエンスに関わりが深い装置に関心がある。具体的には、可視光高分散分光器（星のメタリシティを調べる）HROS、PSI（系外惑星のイメージャー）、IRMOS あたりに特にサイエンスとして興味がある様子。PSI は GEMINI の GPI をやっていた経験を活かすことができる。

- TMT-SAC の中では、高優先になりつつある MODHIS については、NIRES との関わりを考える必要ある。HROS や PSI_red、IRMOS に大きなインパクトを与えないのであれば MODHIS もカナダとしては認めているという記載になっている。
- カナダとしての優先順位をベースに装置のフェージングシナリオをまとめている。コンセプトスタディーの開始時期を記載し、その 10 年後に実装されるという単純なフェージングだが、このシナリオから、ELT に遅れることなく、もしくは先行して実現したい、という意志は読み取れる。カナダとしては PSI が最優先で、その次に HROS、IRMOS と続く。MODHIS の重み付けは TMT-SAC の考えと比較するとやや後ろ倒し。MICHI は優先度としては低い。あくまでカナダが希望するスケジュールであり、TMT プロジェクトとして広く共通認識となっているわけではないが、このようなフェージングプランまで含めたすばる＋TMT の計画を立てていく上で参考にはなる。その際は、より現実性のある案としてまとめる必要があるだろう。

5. 日本コミュニティでのサイエンスケースのアップデートの方法論の検討 （岩田, 資料 5）

－ マスタープラン 2020 へ向けたサイエンスブックの作成の進捗報告

第一回編集会議（2019/4/26）議論

- 編集方針、構成案（下記）について議論した。
  1. Executive Summary / まとめ
  2. すばると TMT の開発・運用計画
  3. すばる 2+TMT による 2020/2030 年代のサイエンス
     - 3.1 系外惑星、星・惑星系形成
     - 3.2 銀河の形成と進化
     - 3.3 宇宙論とマルチメッセンジャー天文学
  4. すばる 2+TMT の科学戦略
  5. 統計資料 / すばる望遠鏡の 20 年
- 全体で 100 ページほどのアルマのサイエンスブックのようなコンパクトのものを検討。最初に画像なども含め、数ページほどで、そこだけ読めばわかるようなパートを作る。
- 2. では、すばると TMT のファーストライトまでをまとめる。
- 3. では、すばると TMT を組み合わせてどういうサイエンスができるか分野ごとにまとめる。ただし、2011 年のサイエンスブックとは違い、テーマを絞ってメリハリをつけるために、大きなくくりとしてテーマを 3 つに分ける方針。また、セクションの中で閉じるのではなく、他のサイエンステーマ（宇宙論、アストロバイオロジー、高エネルギーなど）との繋がりも意識して書く。
- 4. では、国際的な大型プロジェクト JWST, WFIRST, LSST, GMT, ELT と組み合わせることによる TMT の優位性を示す。また、日本の他の大型プロジェクト（SPICA など）との連携についてもまとめる。
- 5. では、たとえば、学位論文の数などをまとめる。
- 5 月開催予定の次回会議で執筆者・構成を決定し、すばる国際会議で公開予定。

－ 日本天文学会 2019 年秋季年会　企画セッションの進捗報告

- 秋季年会で 4 時間の企画セッションが「Z2. すばると TMT の連携で拓く科学のフロンティア」として認められた。
- 企画セッションの基調講演者は下記 5 名。
  1. 生駒大洋 (東京大学地球惑星科学専攻)
  2. 岡本桜子 (国立天文台ハワイ観測所)
  3. 柏川伸成 (東京大学天文学教室)
  4. 高田昌広 (東京大学カブリ IPMU)
  5. 田中雅臣 (東北大学天文学教室)
- 一般講演の応募（5/19 締切）は現在 0 件。ただし、基調講演が多いため、一般講演は最大でも 9 件。それ以上はポスター講演になる。
- 概要は、吉田所長と臼田室長に講演してもらう（一般講演なので要申込み）。まとめて話してもらうかそれぞれ話してもらうかは一般講演申込み数の後で判断する。

6. TMT 戦略基礎開発研究経費の審査結果 (永山, 資料 6)

審査会議(2019/05/08)

- 前回の J-SAC 議論に従い、審査基準として TMT に関わる幅広い基礎開発よりも第 1、2 期装置などに直接関与するものを優先した。予算が限られるため、今回は基準に則り不採択もやむなしという方針で審査を行った。

審査委員からのコメント

- 今年度から、基礎的研究から TMT 第 2 期装置へ直結する技術を重視するという方針転換をしたにも関わらず、公募名が前年同様「戦略的基礎開発経費」となっているのはいかがなものか。
  また、方針転換があること自体はありえることなのでよいと思うが、仮に毎年変わるようだと応募者も応募しづらいため、ある程度継続性のある方針であるほうがよいだろう。
- 第 1 期装置のアップデートと第 2 期装置の開発のどちらに重点をおくか、という点が J-SAC で事前に議論されていなかった。そのため、審査員長としての裁量で第 1 期装置のアップデートも第 2 期装置の開発に準じると判断をして審査したが、戦略的経費と銘打っている以上どのような戦略であるかは審査基準に直結するため本来であれば審査員にもその内容が通知され審査に反映されるべきではないか。
- 戦略的経費であるならば、J-SAC や TMT-J としての戦略性を全面に出したほうがよいのではないか。それがないと、技術や申請内容のみで判断せざるを得ない。
- 装置のパーツ開発の場合、全体の装置グループにどのようにつなげていくかというところに手立てが必要。特に TMT にこだわるということであれば J-SAC や TMT-J が仲立ちをしてどのようにグループにつなげていくかということも重要。
- 成果発表の旅費が計上されているケースがあった。研究拠点がばらばらなケースもあるため、旅費が必要経費であることは理解できるが、特に今回のように予算が限られる場合は旅費の扱いは難しい。
- 例年応募者があまり変わらない中で、今回新規が 2 件あったが結果的に不採択となった。審査員として内容を議論した結果であるため仕方ないが、所感としては残念。
- 何度か採択されているものも多い。どの程度成果が上がっているかレポーティングしてもらってもよいかもしれない。

議論のまとめ

- 戦略性の打ち出し方は試行錯誤が必要との認識である。引き続き今回の結果を踏まえて検討を進める。Science book の中での優先度付けと合わせて議論を進めていくことになる。
- US の NSF の予算状況も急激に変わりつつある時期であったため今回は難しい判断だったと思う。日本のコミュニティの中でも方向性を考えられればよい。
- 審査委員としては、不採択案も含めたレビュー作成と、採択案についての動向ウォッチ方法について考えることをお願いしたい。

7. MODHIS のレビュー (小谷, 資料 7)

MODHIS とは

- 近赤外のファイバー分光器。カルテク、JPL、UC などの研究者が中心となり、第 1 期装置に続くものとして最近提案され、日本も参画することになっている。回折限界像をファイバーに入れる。波長分解能は 10 万程度。素子数は小さい(5x5 IFU)。
- 他の分光器との差異は、シングルモードファイバーの使用により非常にコンパクトである点。そのためコストも抑えられる。
- AO と組み合わせての使用が前提。PSI の一部を MODHIS が兼ねることができるかもしれない。
- サイエンスとしては、系外惑星がターゲットになる。高精度視線速度測定による地球型惑星検出(10cm/s)、地球型惑星大気分光による分子検出、惑星表面マッピングに加え、クエーサーの後退速度を測り宇宙膨張の加速を説明することが目的。
  Q) mini IFU を採用する理由は、ファイバー径を小さくするためか。
  A) そうではなく、狭い範囲を少しだけではあるが同時に分光できるようにするため。

歴史

- 2016 年ごろに元々MODIUS という、Keck 用の multi-object, 1-5μm 回折限界分光器のコンセプトがあったが、高コストで技術的に難しすぎる(波長範囲広い)ということで、descope した。
- Keck の HISPEC として復活し、現在、conceptual design になる。HISPEC は 2023 年にファーストライトの予定。

- MODHIS は HISPEC がベースになっている。

サイエンスゴール

- 超高精度視線速度測定を行い、晩期型星（おそらく M 型星）と若い恒星まわりの惑星を検出
  - 10cm/s で、M 型星と若い恒星まわりの惑星検出がターゲットになる。
  - 太陽型星まわりの 1Me 惑星は見つけることができる。
  - レビューをして感じる懸念点は下記の通り。
    - 若い恒星は活動度が高く、安定した RV 測定は難しい。
    - 晩期型星だと可視では暗いためファイバーに光が入りづらい。
    - NIR で観測すると太陽型星では吸収線が少ないためむしろ精度がでにくい。
    - 装置だけの安定性を議論しているが、地球大気の影響（1m/s）は取り切れるのか。
- 8m 級望遠鏡ではできないようなより軽い惑星の高分散分光が可能になる。
  - トランジット分光、直接撮像惑星分光が可能になる。
  - 第二期装置の PSI（Extreme AO）と組み合わせれば地球型惑星直接撮像も可能になる。
- 星惑星形成、宇宙膨張加速の直接測定、恒星物理、AGN・近傍銀河の観測に利用する。
  - 原始惑星系円盤を空間分解して、場所ごとのスペクトルを取ることが可能。
  - 水素や分子の輝線、吸収線を測定すれば、accretion や円盤の kinematics, abundance, 温度構造が詳細にわかるはず。Zeeman 効果測定による恒星磁場測定も可能。
  - 宇宙膨張加速の直接測定は、数 cm/s の RV 精度があれば、QSO 吸収線測定により 20 年程度で加速膨張の直接証拠が得られる。

日本の貢献

- IRD 開発・データ解析の経験をフィードバック
  - これから IRD でシングルモードファイバーの試験をやるため、その経験をフィードバックできる。
  - IRD ほど赤外で高安定精度を目指した装置は大型望遠鏡では世界的にもあまりないため、データ解析方法は提供できる。
- 要素技術での貢献
  - 光学系の素材で貢献できる可能性がある。
  - MODHIS は温度安定性が重要なので、1mK 温度安定性実証を担う。IRD では数 10mK の安定性を実現。
  - レーザー周波数コムの開発。
- サイエンス検討
  - 系外惑星、星惑星形成、銀河中心、恒星物理、等の検討。

議論のまとめ

- TMT の第 1 期装置に続く系外惑星に特化した装置として MODHIS は有望で、将来的には PSI にもつながり、日本のコミュニティとして IRD の経験が活かすことができそうである。
- カリフォルニアでインターフェースとなれる人が天文台内にいるとよい。

8. その他

- 次回の SAC 会議（2019/07/10-11）で科学運用についての議論があるため、TMTJ としてどういう科学運用を期待するのかを、SAC の前までに議論したい。現在のところ、すばるをテストケースにしてうまく運用できるのであればそれでいきたいと考えている。キュー観測やデータのハンドリング含め、すばるをテストベッドにして TMT 運用期にまわしていけたらよい。このあたりを議論したい。
- 次回は 6 月下旬から 7 月初旬（SAC 前に）にサイエンスオペレーションにしぼって議論する。
- アルマも一つのケースであるため、斎藤さんなどから話をきけるとよい。

以上