

2022年度 第2回 国立天文台TMT科学諮問委員会 議事概要

■日時

2022年6月9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. 台長報告 (常田台長)
2. 次世代装置開発ロードマップについての記述説明と質疑
 - a. 宇宙論分野 (三澤・二間瀬)
 - b. 初期宇宙銀河分野 (小山)
3. 『TMT戦略基礎開発研究経費』の募集について (TMTプロジェクト・安井)
4. コミュニティ向け説明会開催について (TMTプロジェクト・青木)

■資料

1. 台長諸報告.pdf
2. TMTSenryaku2022Jun.pdf
 - a. Misawa_TMT.pdf, Futamase_TMT.pdf
3. TMTSenryaku2022Jun.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、川端、小山、田村、富永、住、長尾、成田、藤井、吉田

〈欠席〉大朝、田中

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

国立天文台 : 常田台長、大屋、美濃和

信州大学 : 三澤

京都産業大学 : 二間瀬

書記 : 中島

■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

台 = 常田台長、三 = 三澤氏、二 = 二間瀬氏、美 = 美濃和氏

1. 台長報告(常田、資料1)

2022年度政府予算の状況

大規模学術フロンティア促進事業(2012年度創設)の状況

2. 次世代装置開発ロードマップについての記述説明と質疑

本日宇宙論と初期宇宙に関する議論を行い、6/15の戦略開発経費公募説明会で公表するスケジュールでロードマップを進めていく。

宇宙論分野

<Accuracy of velocity shift measurement with TMT>(三澤)

- 宇宙の加速膨張の直接測定(Sandage-Loeb Test)
 - Sandage (1962) は、redshift driftに初めて言及し、当時の観測技術では1,000万年以上かかるため現実的ではないと結論づけた。一方 Loeb (1998) は、100年間隔で100個の明るいクエーサーが観測できればぎりぎり検出できるかもしれないと言及した。
 - Λ CDMモデルというスタンダードモデルに基づくと、10年間の観測で期待されるredshift変化(redshift drift)は、 $z \sim 3$ で $\Delta v \sim 2.5$ cm/s という極めて小さい値。
 - 宇宙膨張の測定以外にも、宇宙論パラメータや他の宇宙論モデルに対して制限を与えられるかもしれない。
- Ly α フォレストが理想的な観測ターゲットである。理由は下記の通り。
 - 銀河間物質(IGM)をトレースするもので、ポテンシャルが浅いところにありハッブル・フローを再現する。
 - 吸収線幅はやや大きいのが、数が多いためシグナルを稼ぐことができる。
 - クエーサーを使うため観測天体は明るい。
 - 幅広い赤方偏移領域に分布しているため、幅広い宇宙年齢を調べるのに有利。
- 分光器は現行の性能で十分観測が可能。
 - $R > 30,000$ あればLy α は分解可能。
 - 波長領域が広く、optical領域が観測できればよい。
 - 効率は少なくとも $\sim 20\%$ 、できればさらに高い値が欲しい。(既存の高分散分光器は $\sim 15\%$ 、IRDは $\sim 3\%$)
 - 数十年に渡る長期的な安定性をいかに再現するかが課題。
- 測定精度の現状
 - 系統誤差(データ由来)
 - Th-Arを用いた波長校正精度 : $\sigma_v \sim 1$ km/s
 - 太陽スペクトルを用いたSuper-calibration : $\sigma_v \sim 100$ m/s
 - 波長校正に使えるライン数が増えれば精度を上げられる
 - Laser Frequency Comb (LFC) 単独 : $\sigma_v \sim 4$ cm/s (Kotani et al. 2018)

- 装置のファイバー、不均質なpixel size、装置内温度が不安定であること等の影響で実際の精度はそれよりも低い。
 - 総合すると、IRD (NIR)でのLFCでは $\sigma_v \sim 2 \text{ m/s}$ 程度で、求める精度に対して2桁大きい。
- 系統誤差(天体由来)
 - 観測系である我々自身が加速度運動している(Inoue et al. 2019)。
 - 宇宙背景放射(CMB)に対する太陽の加速度は下記3つの和。
 - 銀河中心に対する太陽の加速度($a_{\text{Sun-MW}}$)
 - 等速円運動していると考え、 $a_{\text{Sun-MW}} \leq 0.71 \text{ cm/s/yr}$ が得られる。これは宇宙膨張の加速度のシグナルより大きいため補正が必要。
 - 局所銀河群に対する天の川銀河の加速度(MW-LG)
 - MW, M31, LMC の3天体を考慮すると $a_{\text{MW-LG}} \leq 0.043 \text{ cm/s/yr}$ が得られる。長期観測を行う場合は、宇宙膨張の加速度のシグナル程度の大きさになるため補正が必要。
 - CMBに対する局所銀河群の加速度(LG-CMB)
 - 現状では調べようがないため0と置いている。様々な方向に対する観測を行って平均化する必要がある。
- ELT時代の観測可能性
 - 測定誤差(系統誤差は無視)
 - 2000年代にE-ELT/CODEX(現在のELT/HIRESに対応)という装置を仮定してモンテカルロ・シミュレーションを繰り返して定量的に誤差が調べられた。
 - 測定誤差 σ_v は、S/Nの逆数、観測するクエーサーの数のルートの逆数、redshift z に依存する。(Liske et al. 2008)
 - high z の方がよい理由は、吸収線が増えてシグナルを稼げるから。
 - $\Delta v \sim 2 \text{ cm/s}$ を再現するために、 $R > 30,000$ 、トータルのスペクトルのS/N $\sim 13,000/\text{pixel}$ が必要、という点は全ての論文で一致している。
 - 波長分解能は30,000でLy α の吸収線が分解できるため、それ以上向上させても精度は上がらない。
 - ELTによる観測計画(キーは2つ)
 - 観測間隔は観測時間の2倍、16.5等以下の明るい40天体に対してS/N $\sim 2,000$ (トータルでS/N $\sim 13,000$)、10h/night、望遠鏡の占有時間20%、効率 $\sim 20\%$ 、90%が有用なデータであると仮定すると、直径D=60mの望遠鏡で合計11.1年必要になる。直径D=30mのTMTだと、 $\sigma_v \sim 2.0 \text{ cm/s}$ を実現するためには45年近く必要になる。
 - Δv も σ_v もredshiftに依存する。期待される誤差は、 $\Delta t \sim 10$ 年で $z \sim 3$ だと1 σ の精度でしか評価できない。 $\Delta t \sim 30$ 年だと、 $\Delta v = -7.5 \text{ cm/s}$ になり4 σ 程度で検出できる。
 - TMTで解決すべき課題
 - 統計誤差: 改善のためにはフォトンを増やす必要があり、典型的な装置効率を仮定すると50年程度かかる試算。
 - 系統誤差: TMT+optical laser combで $\sigma_v \sim 2.0 \text{ cm/s}$ を実現する必要あり。

- RV precision
 - SKA/Phase2 : 2030–2040?
 - 稼働して10年程度でredshift driftが調べられるかもしれない(ただしHI21cmをターゲットとするため対象とする赤方偏移は低く相補的)。
 - ELT : 2050–60?
 - TMT : 2030–2080?
 - このタイミングで結果が得られたとして新規性が得られるかどうかは定かでない。
- 「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」記述内容へのコメント
 - 観測課題
 - 「宇宙の加速膨張を直接測定する」ことについては、ライバルの望遠鏡に先を越される可能性がある。可能であれば、宇宙論パラメータの制限や、他のモデルの棄却ができるほどレベルの高いデータをとることができれば他と差別化できる。
 - 性能仕様
 - 10年で $\sigma_v \sim 1 \text{ cm/s}$ は極めて難しいのではないかと。集中的に時間を投入するか長いスパンで考える必要がある。
 - 赤方偏移 $z \sim 2\text{--}3$ 付近より $z \sim 3\text{--}4$ のほうがredshift driftが大きいので、high z を狙ってもよいのではないかと。

質疑応答・コメント

Q(ブ) 10年間での変化を調べるクオリティを得るためには40年かかるということであって、割り切って40年かける計画であれば精度はもう少し甘くてもよいのか。

A(三) $\Delta v \sim 2 \text{ cm/s}$ を実現するには40年必要ということなので、そういうことになる。ターゲットを $z \sim 4$ 程度のhigh z にする手もある。high z にすると二点よいことがある。一点は、redshift driftのシグナルが大きくなること。もう一点は、測定誤差も小さくなること。

Q(ブ) 明るいクエーサーがあるかということも大事だと思うが、北半球や南半球どちらに多い、どのあたりに多い、ということはあるか。

A(三) 詳しい訳ではないが、Inoue et al. 2019の図で示されている限りでは比較的一様に分布しているように見えるので、北・南どちらが優位ということはない。

Q(長) 北も南も両方データがないと系統誤差が抑えられないということはないか。

A(三) 両方押さえられたほうがもちろんよい。ELTのデータと共有することも考えられる。全天に対して観測すると全天の加速度が調べられる。CMBに対する局所銀河群の加速度が調べられないため0で仮定してしまっているが、その値が0でないとなると更に付加的にそのシグナルが乗ってくるはずなので、それを知るためには全天観測が必要。

Q(委) クエーサーのredshiftを測るのか、Ly α フォレストのredshiftを測るのか。測定する際は、様々な z を同時に測ることになるのか。

A(三) クエーサーは背景光源で、そのフォアグラウンドにある全てのLy α フォレストが観測対象になる。様々な z の積分でS/Nを稼ぐ。Ly β フォレストが始まると別の吸収線が混ざるため、各クエーサーのスペクトルにおいてある限られた波長領域だけにLy α がピュアに存在することになる。各 z ごとにredshift driftは厳密には違うが、ある一つの値であると仮定したときに全体がどれくらいシフトするかという誤差評価をしている。

low z だと吸収線の数が減り、紫外域に入るため可視では観測できない。SKAはlow z が強くそのあたりを狙うとしており、結果は相補的になる。

Q委) 40年にわたる観測は装置の老朽化という意味では大丈夫なのか。

C長) 今明確に答えられる人はいないと思うが、実際40年観測を継続しなければいけないとなると、運用で大きな縛りになるだろう。

C三) グループ研究というより世代を跨いだスタイルになってくるため、新しいサイエンスと言えるかもしれない。

Q委) $\sigma_v \sim 2\text{cm/s}$ という安定性を 1cm/s にするには、ハードウェア的な困難さもさることながら、S/Nを稼ぐという意味でも厳しくなるという理解でよいか。

A三) σ_v はS/Nの逆数なので、二倍高い精度が必要だと積分時間は4倍必要になる。それだと200年くらいトータルでかかってしまうため、厳しいだろう。そのためefficiencyを上げることが現実的かと推測している。

Q三) 今efficiency $\sim 20\%$ と考えているが、この値を上げることは難しいだろうか。

Aブ) 20% という値も分光器を考える上で簡単な数字ではない。一方で効率を上げるためにはAOが可視光の波長域でもより効くようになってシグナルを上げる点も将来的には考え得る。

C三) AOはまだ考慮に入っていない。photonも問題だが、系統誤差も心配。既存のLFCも、知る限り単独で $\sigma_v \sim 4\text{cm/s}$ である。装置込みで $\sigma_v \sim 2\text{cm/s}$ の実現目処は立っているのだろうか。両方満たさなければいけないためその点も気になっている。

Cブ) 文科省に説明するにあたり、こういうものが観測できると言えることがよいということもあるが、一方でありきたりなことを言っても響かないという面もある。これまでも難しいとはわかっていながら将来的な可能性を言及してきたという側面もある。保守的なことだけでなく将来を見越して野心的なことも言わなければ、概算要求上も厳しいということは知っておいて欲しい。

<Hubble tensionとダークエネルギーの観測> (二間瀬、資料2-a)

- Kバンドのluminosity densityが近傍宇宙では極端に小さい。我々は $\Delta z \sim 0.1$ におよぶ低密度領域に住んでいる可能性がある。密度揺らぎ Δ がかなり小さく、ローカルに平均したアインシュタイン方程式から導出したフリードマン宇宙とグローバルに平均して導出したフリードマン宇宙の宇宙論的パラメータが違うのではないかと考えている。
 - ローカルな場に依存するHubbleパラメータとグローバルなHubbleパラメータの間に大きなスケールの密度揺らぎに関係した式が出てくる。これでHubble tensionを説明できないかと考えている。
 - 仮に可能な場合、近傍宇宙でオープンなので、超新星爆発の $m-z$ 関係も今考えている Λ とは違う値で説明できないか、とも考えている。
 - Seto, Kawamura and Nakamura (2001)の論文では、宇宙からの重力波観測で $z \sim 1$ の中性子星連星の合体からの重力波信号のarrival timeのtime lagで10年間観測すると加速膨張が見える、と言っている。
 - $z \sim 1$ くらいの中性子星・連星の重力波を見るとarrival timeのtime lagが観測可能であろう。 Λ スタンダードモデル(加速膨張モデル)と比較して、Hubble tensionを説明するためにローカルには低密度であるローカルな宇宙論的パラメータでグローバルにはフラットと仮定すると、かなり違うredshift driftの値となる。

- Hubble tensionを説明するため、宇宙論的パラメータ Λ を適当に時間変化させるという理論もある。そのようないくつかのモデルとも明らかに違う。
- 現在の標準モデルで $z \sim 2,3$ 程度をターゲットにすると redshift drift を捉えるのに100年スケールの観測になるが、 Λ があるのかないのかくらいならもっと短い期間の観測でも制限がつくだろう。
- また、Kバンド luminosity densityだけでなく、弱い重力レンズによるボイド統計からも低密度領域があることは言えそう。理論的にはローカルな宇宙のフリードマン的な記述とグローバルな宇宙のフリードマンの記述では宇宙論的パラメータが異なっていて、その違いは密度揺らぎで記述できる、という話ができるのではないか。
- すばる望遠鏡や重力レンズを観測していた経験から、TMTでも重力レンズは面白いのではないかなと思っている。今日は加速度膨張やダークエネルギーに関してはこういう話題もあるという話題提供だった。

質疑応答・コメント

Q長) $\Delta z \sim 0.1$ という空間スケールで密度揺らぎがあるというのは宇宙論的には許されるのか。

A二) Λ 宇宙ロジーでは極めて稀。しかし、実際に観測すると大きいボイドはある。3~4 σ 程度だが、観測を信じればボイドはあることはあると思う。

Q長) Hubble tensionと言われる際の近傍Hubble定数はもう少し広い範囲を含めた測定か。

A二) 超新星のNZ関係でredshift binに区切っていくと、近傍では70程度になって、60まではいかないが徐々に小さくなる。 Λ は一つのパラメータにすぎない。密度揺らぎも入れると2つのパラメータがある。原理的には観測可能。他のところも低密度なボイドがあり、理論的には Λ が無くても説明できる。

Qブ) 銀河系が低密度領域にあることと、銀河系に生命が存在していることを関係付けるのはSF的な話だろうか。一般向けあるいは文科省へ説明する際に、銀河系が低密度領域に存在していることによって、生命が存在している、といった説明があり得るかという観点で聞きたい。

A二) 面白いかもしれないが、わからない。 Λ 宇宙ロジーを信じるとこんなに大きいボイドはできないはずだがサーベイでは見つかっているということは事実なので、何か面白い話にはできるかもしれない。

Hubble tensionは非一様な宇宙論で説明できるが、 Λ に少し手を加えた方がよい、あるいは、何十年の観測という話にならなくとも、このモデルとこのモデルを区別する、といった結論は出せるかもしれない。

初期宇宙銀河分野(小山)

- TMT-すばるサイエンスブックで掲げられた初代銀河関係のテーマのうち、第二期装置で取り組むべきサイエンス課題を下記3つにまとめた。2030年代にかけてRomanやULTIMATEすばるなどの望遠鏡群のサーベイからターゲットが出てくる中で、現在の観測装置では系統的に分光フォローアップできないものを狙うことを想定している。
 - 初代銀河の素性の解明とPopIII銀河の探査
 - 宇宙再電離プロセスの解明
 - 銀河-AGN共進化の起源の解明
- 期待する装置仕様
 - 優先度が高くユニークな装置としては、広い視野(約2分角以上)にわたり、主に近赤外帯(1~2.5 μm)で高感度の他天体分光または面分光できる装置への期待が高い。さらに、目的に応じて、可視光の面分光、広視野カメラ、広帯域分光装置もユニークである。まとめると下記5点。
 - 1) 視野2分角程度を全面分光できる近赤外面分光装置(VLT/MUSEの近赤外版)

- 2) 視野2～5分角程度で近赤外線の多天体分光ができる装置 (IRMOS/IRMS的な装置)
 - 3) 視野2～10分角程度で多彩なNBまたはtunable filterを搭載した近赤外線カメラ
 - 4) 視野2分角程度を全面分光できる可視面分光装置 (WFOS IFU的な装置)
 - 5) 可視光～近赤外線を同時カバーする広帯域好感度分光装置 (VLT/X-SHOOTER的)
- 初代銀河サイエンスでは、解像度よりも高感度への期待が強い。
- 鍵となる技術仕様
 - 面分光装置開発
 - イメージスライサー方式がベストだろうと考えている。
 - 国内ではFOCAS-IFUやSWIMS-IFUで経験があり、WFOS-IFUでもイメージスライサー方式を採用予定である。
 - 2分角という視野には及ばないが、単一の面分光装置でマッピングする、あるいは、複数の面分光装置を並列化するという手段もある。
 - 開発ロードマップ
 - 光学設計から加工装置へ入力するデータへの変換作業
 - 製造・組立・調整を意識したオプトメカ設計
 - 超精密切削加工での表面粗さ低減
 - 高反射率誘導体多層膜の品質チェック
 - ガラス製イメージスライサーのアラインメント精度向上
 - フラット処理誤差に対する補正ソフト開発
 - 複雑な形状の光学素子の形状測定
 - 実験室での性能評価手法の確立
 - 複数面分光装置の製造
 - これらは、国内開発経験をベースに記載している。唯一経験がないのが、複数面分光装置を平行に並べるということ。装置一つでも大きい、それを複数平行に並べるので一つ一つをいかにコンパクトに作るかという点が現在アイディアもない状況なので大きな課題になるだろうと思っている。
 - 広帯域分光装置
 - 鍵となる技術仕様
 - $R \sim 3,000\text{--}4,000$ で広帯域をカバーしたいと考えると、エシェル分光器が最有力候補になる。
 - 国内ではすばる望遠鏡NINJAで概念設計が進行中であり、先駆的役割を担う可能性がある。
 - 開発ロードマップ
 - 一般にエシェル分光器では反射型グレーティングが用いられるが、その場合光学系が大きくなるという欠点がある。
 - 透過型グレーティングだと、コンパクトにできるが屈折率 $n < 2.0$ の一般的な光学硝材ではブレース角を50–60度としなければならず、切削が困難になる。屈折率が高い硝材では脆弱材の加工に対する技術的課題がある。
 - 補償光学
 - 鍵となる技術仕様
 - 様々なAOの種類がある。第一期装置NFIRAOSはMCAO、ULTIMATEすばるでも採用する広い視野の星像を改善するGLAO、マルチオブジェクトで

それぞれ補正できるMOAOがあり、いずれがサイエンスケースに最適かを考えた。前述1～5の装置仕様に照らすと、下記の通り。

- 1) 第一期装置のNFIRAOSでカバーできる。
- 2) MCAOでは視野が足りないので、MOAOを考えることになる。
- 3) ULTIMATEすばると同様GLAOが必要になる。回折限界というわけではなく地表層の大気揺らぎを補正することになるので、TMTでもすばる望遠鏡でも得られる星像サイズは変わらない。感度の向上という意味では口径が大きい分TMTは強くなる、という程度。
- 4) 可視域の分光でバックグラウンドリミットにならない場合、補償光学による感度の向上は期待できない。観測天体を空間分解するサイエンスケースがないのであれば、補償光学と組み合わせた装置を開発するという方向性はないだろう。
- 5) 近赤外波長域では、第一期装置NFIRAOSが使える。可視域では、MCAO/LTAOの開発が必要になるが、回折限界分解能を目指すためには、広視野補償光学でも必要となるトモグラフィー推定の高精度化、可視光補償光学での波面測定用検出器、制御計算機といった新たなデバイス開発など、広視野補償光学とは異なる別の技術要素が必要になる。

■ 開発ロードマップ

- マウナケアにおける大気揺らぎの統計的調査
- 大型可変形鏡の較正
- 波面センサー光学系、機械系の設計、製作、調整、評価
- 望遠鏡、観測装置における準静的収差の較正
- システムエンジニアリング
- 補償光学運用の最適化

質疑応答・コメント

C長) 必要とする観測手法、方法、装置が多岐にわたっている。そこが難しいところだと感じている。銀河観測の分野では観測課題を一つに絞り込んで、これが見えることがクリティカルという仕様の設定することの難しさがあると感じる。

A委) 対象とする天体がこの等級まで見えて欲しいと出そうと思えば出せるだろうが、相当不定性があるため仕様を明確に定めることは難しい。

Q委) 補償光学については、MCAOだと2分角が限界だと言われている。何かしらの技術革新があつて10分角にわたって全て補正できるというような世界が何十年後かにやってくる、というようなことはあり得ない話か。

A美) 原理的には、ガイド星の数を無限に増やしていく、大気揺らぎを測る高さの分割数を増やすことで、広げることができる。しかし、そうするとサイエンスのための視野がなくなってしまう。サイエンスの視野を確保し、天体をカバーできるような補償光学をするというのは相反する要求になる。トレードオフの関係なので最適なポイントを見つけるしかない。

C長) JWSTが動き始めたことによって初代銀河の分野は研究分野としてどう変わっていくかという不定性もある。そのためサイエンス課題もTMTの可能性として沢山の課題が示されている。

3. 『TMT戦略基礎開発研究経費』の募集について(TMTプロジェクト・安井、資料)

- 予算と募集・審査
 - 予算は1,000万円(昨年度同様)で、募集～審査日程は下記の通り。
 - 6月7日 募集開始
 - 6月30日 締め切り
 - 7月中旬 審査、その後TMT科学諮問委員会
 - 7月下旬 結果通知
- 募集要項一部改定
 - 1点目:「萌芽的研究」か「実現性の高い研究」どちらを目指したいか
 - 前者も必要だが、何年も萌芽的研究のみを行うことはこの経費の趣旨に合わないため、継続申請に対しては、進捗と実現性に向けた方向性を記述してもらうよう明記した。
 - 2点目:評価ポイントの明文化
 - 昨年度は募集開始後に評価ポイントを議論した。それに対し、募集要項に書かれていない点が審査基準になるのはおかしいとの指摘があった。今年度は、昨年度議論された評価ポイントを募集要項に明文化した。
- 「次期装置実現に向けた開発ロードマップ」の説明会について
 - 6/15(水)9-10時に開催予定。下記各15分でご説明いただく想定。
 - ロードマップの概要(秋山氏)
 - 宇宙論分野(川端氏)
 - 初期宇宙銀河分野(小山氏)
 - 系外惑星分野(成田氏)
- 審査委員
 - 9月からTMT科学諮問委員会メンバーが新しくなるため、引き継ぎの観点からも審査員は今年度も継続していただく。
 - 募集要項の審査委員会に関する記述が、TMT科学諮問委員会と国立天文台TMTプロジェクト外の委員が入ることに矛盾する。募集要項の項目6で、「TMTプロジェクトおよびTMT科学諮問委員会の構成員からなる審査委員会で審査を行い」という記述を誤解がないように修正する。「審査委員」と「評価委員」という表記揺れも合わせて見直す。募集要項の修正については、修正箇所を明記・公開する。
- ロードマップの取りまとめ・公開
 - 説明会当日までにロードマップを公開する。TMTの開発経費Webサイトで公開するとともに、Newsページでもアナウンスすることを想定。
 - 現在のドキュメントが想定より長くなっているため、要点を見やすくした形にフォーマットを整え、文書をPDF化して公開する。
 - 図は、各分野でクリティカルな開発に関するものがあるとよい。本当に必要なものに絞って載せるよう各パートでご調整いただく。
 - 内容およびお名前の公表に問題はないか、執筆者・協力者に最終確認いただく。
 - 英語版も作成できればTIO-SACとも共有できる。執筆者に英語版も記述してもらうとよいが、かかる労力が大きい。第0版を国立天文台TMTプロジェクトで用意してもらい、今期の日本科学諮問委員会のアウトプットとして8月までに公開できるとよい。
- 昨年度の報告書

- TMT科学諮問委員会で共有して進展をウォッチしていくとともに、審査員への共有も必要があれば国立天文台TMTプロジェクトで対応する。

4. コミュニティ向け説明会開催について（TMTプロジェクト・青木）

- コミュニティ向け説明会（6/15開催）の案内を出した。計画の現状、特にハワイでの進展について下記2点を説明する予定。合わせて20分程度の報告を行い、これをもとに意見交換をする予定。
 - マウナケア管理のハワイ州議会での法案の可決
 - ハワイでの対話・教育支援の活動
- JAXA向け説明会では、ハワイの現状だけでなく、サイエンス全般の話をした。ELTとの比較でどのようなところがよいのかといったあたりの質問が多かった。

質疑応答・コメント

C委）文科省・国立天文台の関係者はTMTを必ず実現するという決意のもとに進んでいると共通認識を持っているのだと思うが、学術審議会やさらに離れたところにいる人たちはその決意を知らない。もう少し強く宣伝してもよいのではないかと思う。

Aブ）発信の頻度と内容の問題だという認識。TMTは必ず必要な望遠鏡だとはっきり言うことが重要だと思っている。スケジュールが遅れていることを踏まえても必要な望遠鏡で、それに向けて進展しているところをきちんとお伝えする。

以上