

平成 30 年度第 1 回 TMT 推進小委員会議事録案

2018 年 6 月 19 日(水) 11:00-15:30 @ 三鷹

於: 国立天文台すばる棟 2 階 TV 会議室

出席者: 秋山、小野、大朝、柏川、鈴木(尚)、田中雅、高田唯、戸谷、永山、宮田、廣田

TV 会議: 岩室、植村、大栗、阪本、住、高田昌、千葉、野村、K.G.Lee、

TMT 推進室: 青木、家、白田、尾崎、久保、宮崎、安井、山下

欠席: 長尾(五十音順)

議事録: 久保

+++議題+++++

1. WFOS 現状報告、方式選択についての議論

1.1 WFOS Xchange/Slicer/Fiber についてこれまでの経緯(秋山)

1.2 宇宙論研究の立場からのコメント、議論(大栗)

1.3 銀河考古学の立場からコメント、議論(千葉)

1.4 銀河進化の立場からコメント、議論(小野、大内)

1.5 トモグラフィー研究の立場からコメント、議論(鈴木(尚))

1.6 議論

2. TMT 推進室進捗報告(白田)

3. H30 年度 TMT 戦略基礎開発研究経費の審査結果の報告(永山)

4. 次回 TMT 科学諮問委員会の開催日について

+++++

●= 資料より主な項目を抜粋

1. WFOS Xchange/Slicer/Fiber

1.1 WFOS Xchange/Slicer/Fiber についてこれまでの経緯(秋山)

資料:akiyama_20180618_WFOS.pdf

●TMT プロジェクトでは WFOS の設計について multi-slit か fiber を用いるかの検討を行っており、SAC には科学的見地からどちらかを推薦することが求められている。日本国内の意見をまとめるため、サイエンスの観点からのコメントを本日出席した各分野の研究者に依頼した。特に議論の観点は、

既に Multi-slit でのサイエンス検討は進んでいるので、Fiber を用いた多天体・広視野観測でどのように新しいサイエンスが切り開けるか議論してほしい。視野、天体数に加えて、波長分解能、波長範囲に対するサイエンスからの要求も明確にしたい。

特に Key science project の観点から、どのような仕様を満たせば、TMT-WFOS による 10-300 夜の観測でどのような魅力的なサイエンスが可能になるかを検討したい。

●3 月に TMT 推進小委員会での議論、TMT-SAC zoom meeting on WFOS status review、4 月に WFOS Trade Study Technical Down-Select Review が行われた。これらの議論より、

- WFOS に要求されている仕様は TMT 初期に検討されたもの。特に Fiber を用いたサイエンスケースにあわせ、仕様を見直す必要が必要がある。
- Multi-slit / Fiber 共に現在の技術で可能な設計ではあるが、開発要素はある。Multi-slit の場合には大型のカメラの設計、Fiber の場合には夜光引きが大きな開発要素である。共通して、分光器内部の scattered light の評価や UV 透過率の評価も開発課題である。
- Slicer、fiber の現時点での仕様のまとめ(資料 6-8 ページ表)、

等が上がっており、更に議論しなければならない。

●WFOSのためのSubcommitteeの設立

- 4月のTMT-SACで、WFOSのためのSubcommitteeを立ち上げ、さらに議論を行うこととなった。SubcommitteeはTMTメンバーから1名づつ参加している。またTMTプロジェクト室、WFOSチームからも参加して情報提供している。
- Subcommitteeからは、WFOSチームにコストキャップ内に収めるためのダウングレードの案の検討を依頼している。各コミュニティでの、サイエンスケースのアップデートと科学要求の取りまとめに基づいて議論を進める。
- 7/26のSAC会議までにWFOSへの要求仕様をまとめ、10月のSACで、どちらの方式を選択するか推薦を取りまとめるのが現状でのスケジュールである。

●Subcommitteeでの議論の状況

- WFOSに撮像機能は必要か：Fiberの場合は追加の撮像用カメラが必要となる。
- 波長分解能・範囲：0.31 μm まで必要か？現在の仕様のR=5000以上の高分解能は必要か？
- 要求する視野・多天体数：まだ特に議論なし
- キーサイエンスプログラムに基づく仕様の比較を行いたい。

1.2 宇宙論研究からコメント、議論(大栗)

資料:wfos2018_oguri.pdf

●サイエンスケースとして、下記の三つがあげられる。

- 弱い重力レンズ宇宙論
 - LSSTでターゲットとなる暗い天体(~25-26mag)に対して、分光観測を行い測光赤方偏移の較正をする。
 - Fiberなら効率良く観測できる。分解能の要求はR-3000程度。
- 広視野の中のIa型超新星等の母銀河の追観測：26等までのtransientの期待値は、0.2個/ $\text{arcmin}^2/\text{yr}$ と低いのでfiberの多天体性を生かすほどのターゲット数は無い。slitでの高精度な個別観測の方が重要と結論する。。
- 銀河団の詳細観測
 - 動力学質量の測定：質量較正、修正重力のテスト、銀河団数による宇宙論パラメータの決定。o(100)の銀河団メンバー銀河の分光観測が必要で、z-1以上はTMTが必要となる。銀河団の半径が3arcmin程度なのでslicer/Exchangeの視野でもギリギリ可能だが、fiberがより適している。
 - 強い重力レンズを受けた銀河の分光観測として、特に大質量のレンズ天体の周辺では100個以上検出されることもある。視野は2分で十分。天体密度的にslicerでも問題ない。
 - 弱い重力レンズを受けた銀河の分光観測として、kinematic weak lensing観測(Huff et al. 2013)の提案がある。面分光観測によって銀河の動力学構造を求め、弱い重力レンズの効果を検出するもの。動力学構造の観測から重力レンズによる変形が精度よく捉えられれば少ない数であっても撮像だけで行うよりも良い精度がつけられる。、fiberによって多数の天体の面分光観測が可能になるなら大きなゲインがあるかもしれない。
 - 銀河団中心部の深い(26~28mag)撮像モニタリング観測：視野は増光率の高い1-2分角程度。

まとめ：宇宙論研究の大規模探査では視野の広さが大変重要であり、4-8m 望遠鏡の方が有利である。TMT-WFOS Fiber であっても視野の広さは不十分で、ゲインがないだろう。また、突発天体では slit での高精度観測の方が重要だろう。

1.3 銀河考古学からコメント、議論(千葉)

資料:WFOS_Chiba.pdf

●TMT/WFOS での近傍銀河研究の科学目標は、おとめ座銀河団までの距離にある近傍銀河に対し、分離された恒星の化学組成と視線速度を測定し、これらの化学動力学構造の決定に基づいて銀河形成史と暗黒物質の正体を理解することである。

●銀河系、局所銀河群銀河、近傍銀河群の銀河がターゲットとなる。いずれも広視野・多天体性が要求され、Fiber で大きなゲインがある。

- 銀河系バルジ：暗い主系列星を含めた分光観測。8m クラスでは主系列に届かず、赤色巨星まで。主系列に届くことで星の年齢の決定も可能となる。
- 矮小楕円体銀河：ダークマターが支配的で、ダークマターハローの構造を研究する格好のターゲットとなっている。PFS では難しい 22 等より暗い星を観測したい。特に最近見つかった暗い、ultra-faint-dwarf(UFD)は最小の銀河、ダークマターハローと考えられているが、kinematics の観測には TMT が不可欠である。ターゲットの天体密度は高く、fiber での観測に向いている。
- アンドロメダ銀河のストリーム構造の内部の力学構造を観測することによる CDM サブハローの存在証拠の探査。
- 様々な銀河の恒星系ハローの観測。

まとめ：銀河考古学分野では、ターゲット天体のサイズが比較的大きく、ターゲットとなる星の数も多いので、Fiber 向きである。最低限の性能要求は PFS と同等程度。波長性能は現有プランで対応可能である。

1.4 銀河進化からコメント、議論(小野、大内)

資料：180619ono.key.pdf

●まずは 10m 級望遠鏡での Fiber、slit の多天体分光器の実際の観測性能を比較してみた。実測では Fiber で slit と同じ観測時間で同じ S/N に到達できるのは 1.6 倍明るい天体(積分時間としては 2.6 倍)。

●遠方銀河の可視分光観測のサイエンスケースとしては、静止系 UV の輝線観測による ISM の研究、吸収線による kinematics の観測、Lyman α halo、Lyman continuum の観測などがある。いずれも多天体性よりは深さが重要だと考えられる。

●スタックを行う場合は、Fiber では天体数は稼げるが、分光赤方偏移が必要なため、より暗い天体まで分光同定が行える slit の方が結局は良い。

まとめ：ターゲットの面密度が多くない。slit でより精度よく観測することが重要である。撮像機能に関しては、Slicer IFU による narrow-band 撮像が出来ると良さそうである。

1.5 IGM トモグラフィー研究からコメント、議論(鈴木(尚))

資料：20180619_SuzukiNao_WFOS_Tomography.pdf

●IGM トモグラフィーの研究についてはすばる望遠鏡 PFS による探査をまず行うが、PFS では背景光源の個数密度が足りないより細かい<5Mpc の空間分解能を実現することが TMT では重要になる。特に銀河に付随する個別のガス構造を見るためにはこのような細かい空間分解能が重要で

ある。。波長としては Ly α , CIV, MgII の吸収線をカバーするために青側、赤側両方の観測が重要。特に赤側での金属の吸収線の検出、精度良いスカイ引きのため、R-5000 が要求される。

●TMT WFOS では QSO だけでなく LBG も背景として使えるため、空間分解能が劇的に上がり、sub-Mpc でのサイエンスが可能となる。

●sub-Mpc でのサイエンスとして、IGM filament の検出、重力レンズ天体での IGM 金属量分布の立体的な測定、天体ごとの IGM 分布の差などのサイエンスケースが考えられる。

まとめ：多数の背景天体の観測によって高い空間分解能でトモグラフィーを行うことが重要で、多天体・広視野が要求されるため、Fiber に大きなゲインがある。TMT-WFOS Fiber では、PFS では困難だが、IGM トモグラフィー研究で鍵となる <5Mpc 空間分解能での観測が可能となる。

1.6 議論

- これまでまとめでは銀河考古学と IGM トモグラフィーでは、Fiber のメリットが大変大きいと評価されている。
- 一方で、銀河進化、突発天体のサイエンスには Multi-slit が適しているという評価で、Fiber のメリットは特に上げられなかった。
- UV の波長域の要求は、>3800 オングストロームでも良い。
- 次回 SAC での議論のため、7月初旬までに Fiber-WFOS のキーサイエンスプロジェクトとなりうる銀河考古学と IGM トモグラフィーについて、Fiber・slit で必要となる夜数の定量的評価を出してもらうことを考えている。

2.TMT 現状報告（臼田）

資料：TMT-J_2018-06-19b.pdf

●TMT 科学諮問委員会委員の推薦。現委員を推薦した。当初の任期に 1 年追加した形となる。TMT 推進室メンバーは委員ではなく、幹事として推薦する。

●TMT ボードメンバーは常田台長(総代表)、家、臼田が務める。

●2018 年 3 月、サブリースに関する最高裁への訴訟について、最終口頭弁論が行われた。

●建設工事再開は 2018 年 4 月を予定していたが、TIO 評議委員会で延期が決定された。最高裁の評価を待つというのが評議会の意見である。また、ラパルマとの交渉も時間がかかっていたため、4 月の工事再開は見送られた。

●再開の決断は次回 TIO 評議委員会で改めて議論される。今年度中の作業再開を目指す。

●今後のスケジュール：8 月~11 月にかけてハワイ州知事選が行われる。

●日本の分担内容は特にかわらない。

- 主鏡の量産は順調に進んでいる。
- 望遠鏡製造予算が一部ついた。制御系の製造が始まる。

3. H30 年度 TMT 戦略基礎開発研究経費の審査の報告(永山)

4 月に募集し、5 月中旬に審査を行った。

下記の応募 5 件全てが採択された。

- TMT 中間赤外線観測装置 MICHU の要素技術開発：試験機での実証段階へ / 本田充彦（久留米大学）
- 高効率高分散回折格子の開発 / 海老塚 昇（理化学研究所）

- TMT 中間赤外 10-20 μm 高分散分光用 CdZnTe イメージングレーティングの開発 / 小林尚人 (東京大学)
- Second-Earth Imager for TMT (SEIT) 実現のための極限補償光学装置の開発 / 入部 正継 (大阪電気通信大学)
- Second-Earth Imager for TMT (SEIT) 実現に向けた高コントラスト観測システムの開発 / 村上尚史 (北海道大学)

応募してくるメンバーが毎度固定されている。新規参入の促進が望ましいなら、TMT 推進室で議論をしてほしい。

4. 次回推進小委員会

10月のSACでWFOSでどちらの方式を推薦するかが決定される予定である。8-9月頃に開催し、WFOS方式に関するコミュニティとしての議論をまとめたい。