

# 光赤天連の将来計画の議論から 国立天文台への期待

2030年代の光赤外線将来計画ワーキンググループ  
マスタープラン2023推薦ワーキンググループ  
TMT科学諮問委員会などでの議論もふまえ

秋山 正幸 (東北大)

# 中小口径望遠鏡からの成果

赤字は光赤天連で議論  
下線は国立天文台への期待

- OISTERの枠組みによる大学連携と中口径望遠鏡の活躍により
  - ✓ 機動性を生かしたマルチメッセンジャー天文学
  - ✓ 長期の分光モニタ観測など時間軸も含めた天文学のユニークな成果が期待され、引き続きの支援を要望する。
- TMT時代のマルチメッセンジャー・時間軸天文学に向けてのトライ&エラーの機会(科学運用へのフィードバック)ともなる。
- 占有時間の長さが大学院生の様々な研究推進 (や幅広い研究評価の経験) につながっている。
- 即時に信頼性の高い、長期的に再現性の高い解析を行う必要性 = パイプライン解析が重要
- 中小口径に存在する様々な装置に対応する解析プラットフォームをどうするのか? (IRAF 後、前回の光赤天連シンポから)
- ボトムアップでの活動は重要だが、全体で見るとオーバーヘッドが大きい。
- 国立天文台データセンターと連携してまとまった議論が必要ではないか?

# すばる広視野探査と データベース天文学

- すばる2 HSC / PFS / Ultimate を用いたサイエンスを推進する。
- 広視野探査からの多様な成果創出の観点ではデータベースの使いやすさと信頼性が鍵である。(さまざまな小グループでの研究推進→多様性)
- 同じく、将来計画として議論される Roman / JASMINE についても成果創出の最大化にはデータアクセスの戦略が重要。
- より広い意味で天文学 / 宇宙科学のデータセンターはどのように実現する？
  - データアーカイブWGの議論 (夕方の議論：古澤さん)
  - データ共有と「成果の信頼性を担保する」ためのプラットフォーム
  - 学術変革領域研究 (学術研究支援基盤形成) は？
  - 国立天文台・宇宙研をまたぐ第3極？ (IPACのようなもの)

# すばるの長期運用に向けて

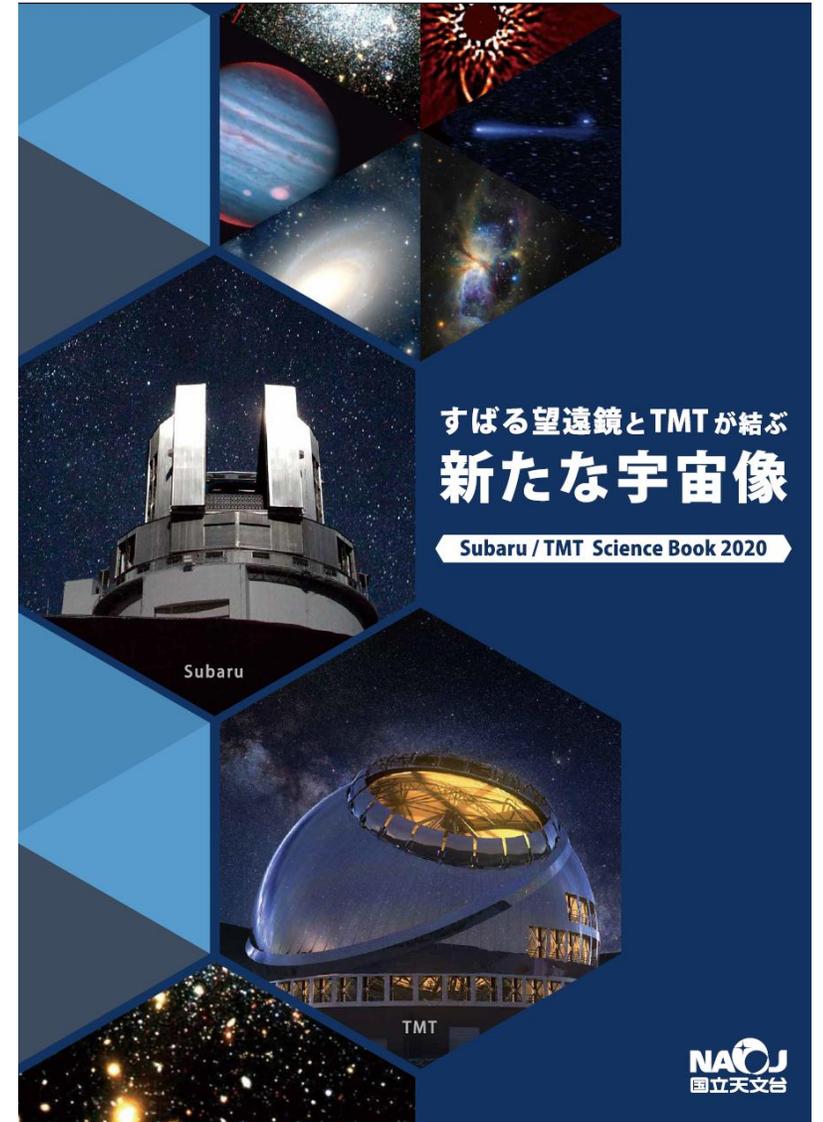
- 「すばるとTMTの一体運用」で目指すサイエンスとは何か？
- すばる2後に向けた議論をどう立ち上げるか。
  - 将来計画を検討すると次の大型計画に意識が行きがち。
  - すばるに特化して大風呂敷のアイデアを募集し議論する機会。
  - 小さい進化として活発な装置開発を継続する：PFS + 面分光、Ultimate + 多天体分光、近赤外 HSC
- ハワイ観測所と国内のコミュニティの間でユーザーズミーティングを超えた情報共有や対話の機会、人材の交流(三鷹ではなくハワイでさらにサイエンスを推進する体制)が重要。
- プロジェクトを超えた人材の交流 (PFS 開発を受けてのコメント)

# TMT の(初期)科学運用に向けて

- (科学運用ミニワークショップを経てTMT科学諮問委員会とプロジェクトで議論を取りまとめている。国立天文台・プロジェクトで実装について検討してもらいたい。)
- すばるを生かし、どのようにスタートダッシュするか。
- これまでは小さいプログラムで幅広いコミュニティで使うことを想定していた。

(サイエンスブックの取りまとめの際にも大きな時間を使う挑戦的なアイデアが欠けていた印象)

- 国内の幅広いコミュニティを結集してラージプログラムにいきなり取り組むのもあり得るアイデア。



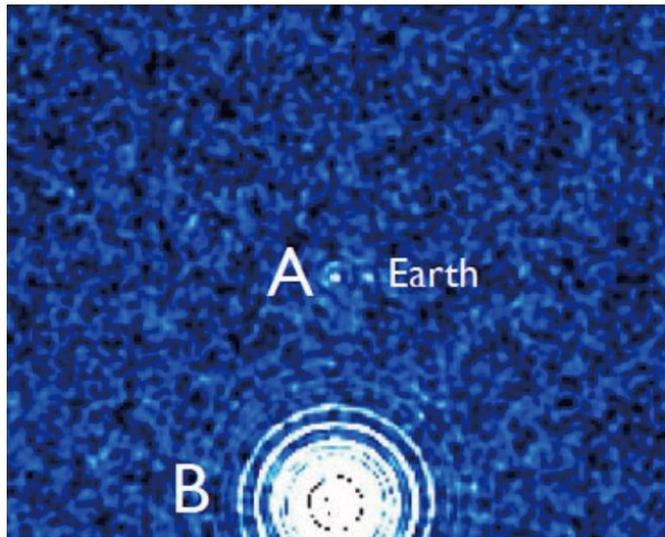
# TMTと次世代装置群の実現に向けて

赤字は光赤天連で議論  
下線は国立天文台への期待

- 生命を育む第二の地球の探査
  - 地球型惑星の直接撮像とバイオマーカーの検出
- 銀河形成史のゆりかごから墓場まで
  - 初代銀河の物理的性質と宇宙再電離の解明
  - 銀河の形態の起源と活動性の終焉の理解
- 宇宙膨張と構造形成から探るダークマターとダークエネルギーの正体
  - 宇宙膨張の測定から探るダークエネルギーの性質
  - マルチメッセンジャー天文学による物質の起源の理解
  
- TMTで挑戦すべき科学目標の達成には開発要素の大きい次世代装置群も必要。
- TMT科学諮問委員会ではサイエンスブック(性能に対する要求仕様)から TMT 装置開発のロードマップ(基盤技術の実現)へと議論を進める。
- (次スライドは系外惑星での例)

# 例：地球型惑星の直接撮像とバイオマーカー検出：性能仕様

- 近傍の低温度M型星まわりのハビタブルゾーンでの地球型惑星の検出と特徴づけ
  - 可視/近赤外での直接撮像：20ミリ秒角 8桁のコントラスト
- バイオマーカー(酸素分子)の探査
  - 地球大気との速度差を利用した分光探査：波長分解能  $R=100,000$  ( $R=300,000$ )
- 極近傍の太陽型星の周りのハビタブルゾーンでの地球型惑星の熱放射
  - 10um 帯での直接撮像：300ミリ秒角 7桁のコントラスト



Simulated 10um image of Alpha Cen  
(100h Gemini vs. 25h 30m telescope)  
by Christian Marois

# 例：装置構成と核心となる要素技術： PSI / bMICHl での高コントラストの実現

- 可視/近赤外での直接撮像：20ミリ秒角 8桁のコントラスト
  - ✓多素子数の可変形鏡の実証
  - ✓セグメント主鏡に対する高コントラストコロナグラフの開発
- 10um 帯での直接撮像：300ミリ秒角 7桁のコントラスト
  - ✓中間赤外線用の冷却補償光学の開発
  - ✓中間赤外線用高コントラストコロナグラフの開発
  - ✓中間赤外線検出器の性能実証
  
  - ✓可視 - 近赤外 - 中間赤外の広帯域に渡るダイクロイックミラーの開発
- 満たすべき数字と現在の到達点をロードマップとして示す。
- (国内での素子開発はどこが良いバランスか：買えるものは買えばいい?)

# 光赤外天連 2030将来計画白書

TMT高コントラスト系外惑星撮像・分光装置 (河原 創)

TMT用熱赤外観測装置MICHl (本田 充彦)

宇宙初期の銀河分析装置 (秋山 正幸)

焦点面位相マスクとアポダイザによるコロナグラフの開発(西川 淳)

TMT用系外惑星直接観測撮像装置SEIT/PSI 実現に向けた高コントラスト観測技術の開発とSEICAへの実装 (村上 尚史)

TMT中間赤外線観測装置MICHlとPSI-Redの役割分担検(本田 充彦)

地上中間赤外線観測用冷却チョッパの開発 (上塚 貴史)

TMT中間赤外線観測装置MICHlに向けた中間赤外線用AGPMコロナグラフの開発 (浅野 健太郎)

高分散・高効率・広波長帯域Trapezoid gratingの開発 (海老塚 昇)

他にも採択しきれなかった課題

## TMT 戦略的基礎開発研究

すばる

ULTIMATE  
ULTIMATE-START

SCExAO

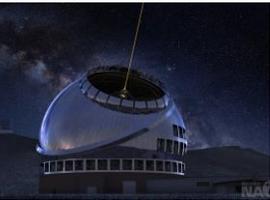
TAO

MIMIZUKU

せいめい

SEICA

実証実験



# TMT次世代装置群の実現に向けて

赤字は光赤天連で議論  
下線は国立天文台への期待

- 次世代装置群の実現に向けた要素技術の開発のために戦略的基礎開発研究経費を用いた研究が推進されている。
- 先端技術センターとの連携をより強めることは出来ないか？
  - 戦略的基礎開発研究(や共同開発研究)の開発は科研費による個別の研究の推進とは異なる側面があり、先端技術センターと相談や議論ができる機会を設定するなどもありうる。積極的なリソース管理と割り当て。
  - 何が行われているのかの「見える化」：可視赤外線観測装置技術ワークショップ。
  - 中小口径望遠鏡の開発と連携し、**人材交流を含めた「装置開発の生態系」**の構築 (ELTへのアクセス活動もその一部となりうる)
- **地上と衛星将来計画の連携**
  - TMT向けに行われている開発や開発管理は高い信頼性が要求される点 (IRISの長期耐久テスト)など衛星開発とも共通点が大きい。

# TMTの状況に対して

- 現地での活動に加え、国内での理解を深める活動も重要。TMT科学諮問委員会でも地球惑星学会や各自の大学内の理学分野を想定した広報活動を検討している。
- さらに幅広い研究者コミュニティ(人文社会系も含む)の中に広報する(で議論する)機会は必要ではないか。
  - 学術会議(天文学・宇宙物理学分科会)と国立天文台・光赤天連で連携して検討出来ないか？
- 名前を付ける？

# 地上観測 beyond TMT

- 光赤天連の2030年代将来計画検討ワーキンググループで行った白書の募集に対して、地上計画ではTMT関連以外の提案はこれまでに LoI が一件のみ。
  - 地上15m望遠鏡群による分光モニタリングとフォローアップ観測システム (PI 栗田光樹夫)
    - せいめい望遠鏡建設の技術を生かした機能限定型の大型望遠鏡
- Astro2020では地上分野で LSST 分光フォローアップ望遠鏡などの提案はあるが。
- TMT 後を並行して描く必要、「TMTでは出来ないけれども地上からやれること」は。

# 議論：具体的な課題から

- TMT の科学運用を考えるにあたって、すばるとの一体化で実現する科学成果、ラージプログラムで挑戦する科学課題
- TMT の装置開発を考えるにあたって、今のラインアップで科学的にも良いか。
- TMT実現に向けて (次世代研究者のコメントに期待！)

# 議論：枠組みから

- すばる 3 の議論に向けて
- 白書の取りまとめから将来計画検討委員会での議論に向けて
- 将来計画にあたり、地上と衛星計画の連携