国立天文台
将来への取り組み

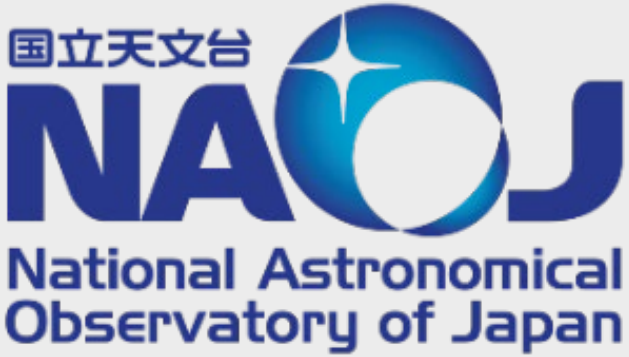
常田佐久（国立天文台）

2021年度

国立天文台の将来シンポジウム

～波長を超えて将来計画を考える～

2021年11月10日11時～



お話の内容

1. 国立天文台のプロフィール
2. 大型観測施設について
2-1. すばるから「すばる２」へ
2-2. 大型観測装置の日本の天文学への貢献と外部の評価
2-3. TMTについて
3. 既存プロジェクトと新規プロジェクト
3-1. 貢献額を決める２つの条件
3-2. ATCの強化
3-3. 人的貢献の重要性
4. 建設・運用予算の確保
4-1. 大規模学術フロンティア促進事業
4-2. 運営費交付金とフロンティア予算について
4-3. プロジェクトの立上げに伴う課題
5. 意思疎通委員会からの提言
5-1. 国立天文台コミュニティ間意思疎通推進委員会の提言への対応
6. まとめ
7. 米国Astro2020の結果公表

1. 国立天文台のプロフィール

職員数（2021年4月1日現在）

○職員数 520人

- 研究系（研究支援を含む）244人
- 技術系　93人
- 事務系　183人

＜職員比率＞　女性 30.6%　外国人5.4%

- 研究系:　13.9%　8.2%
- 技術系:　18.3%　4.3%
- 事務系:　59.0%　2.2%

＜女性の割合と目標値　―男女共同参画― ＞

- 講師以上:　7.7%　【2025年までに12%】
- 指導的地位（教授・特任教授）:　6.1%
  【2020年代末までに３0%】
- 2020年度の新規採用者（講師以上）:　28.5%
  【2025年までに20%】

学生数（2021年4月1日現在）

○大学院生

- 総合研究大学院大学（博士課程 5年一貫制）30名
- 連携大学院　29名
- 受託大学院生（特別共同利用研究員）　10名

予　算

○総予算額：約97億円【2021年度】

(うち承継人件費、年俸制及び非常勤人件費(運営費交付金雇用) 約38億円)

- 大規模学術フロンティア促進事業（３大プロジェクト）約38億円
- その他運営費交付金等　約59億円

○科研費総額：約4.5億円【2021年度】
（2021年11月1日現在）

論文について

Source: InCites (article, review 2021-10-29)

○論文指標 (2016-2020平均)

- 査読付き欧文論文数/年：　581編
- 被引用数Top10%論文の割合：　15.1% (国内全分野平均：8.2%)
- 被引用数Top1%論文の割合：　3.4%　(国内全分野平均：1.1%)
- 国際共著率：　78.8% (国内全分野平均：33.4%)

【参考】日本の天文学分野の論文数

○世界シェア(2020年)：9.1%

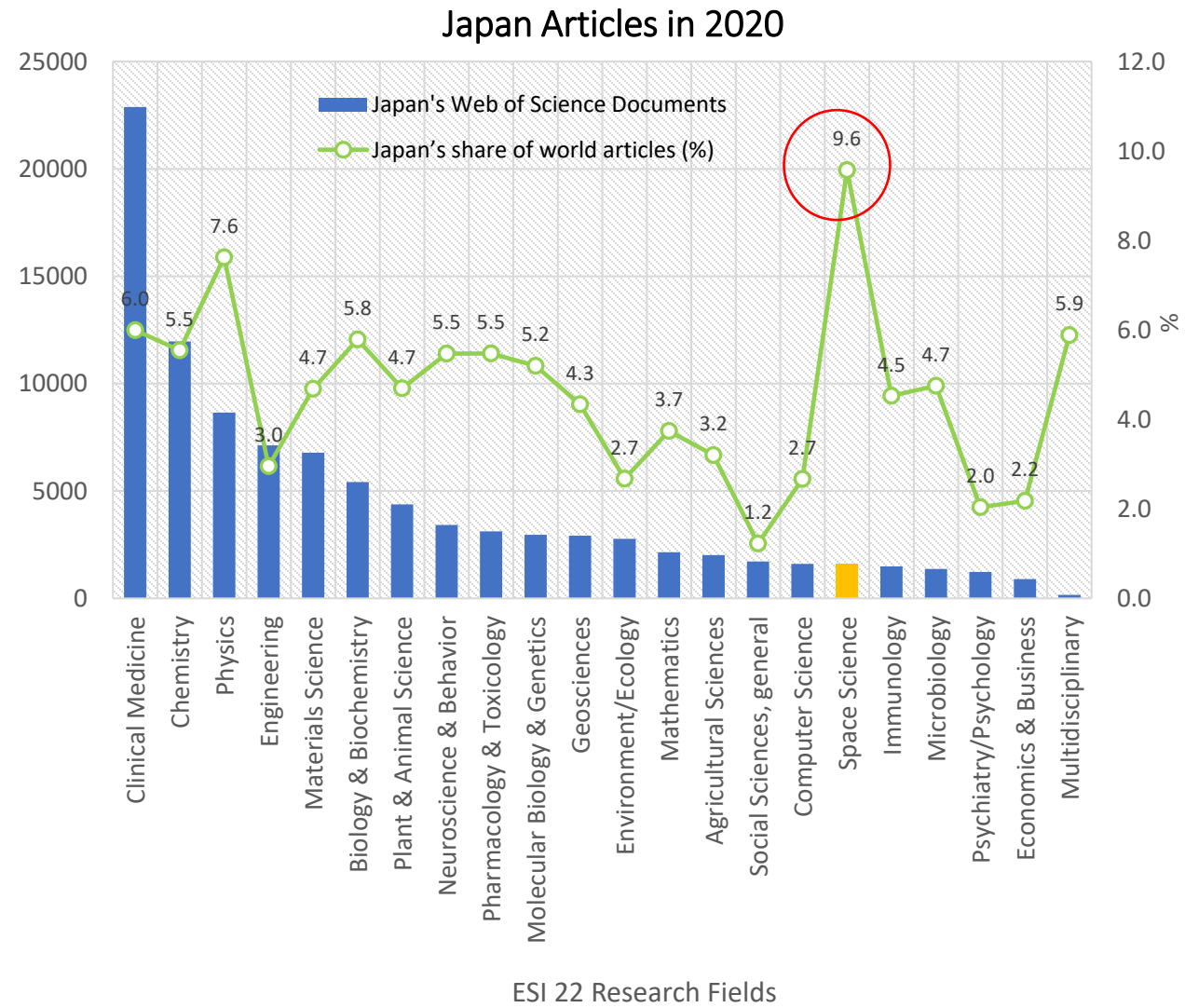
- 自然科学19分野（ESI22）中、宇宙科学は1位（9.6%）
- 国際天文学連合IAUにおける日本人割合: 5.7%
  （米国人会員の約1/4：2021年4月1日現在）

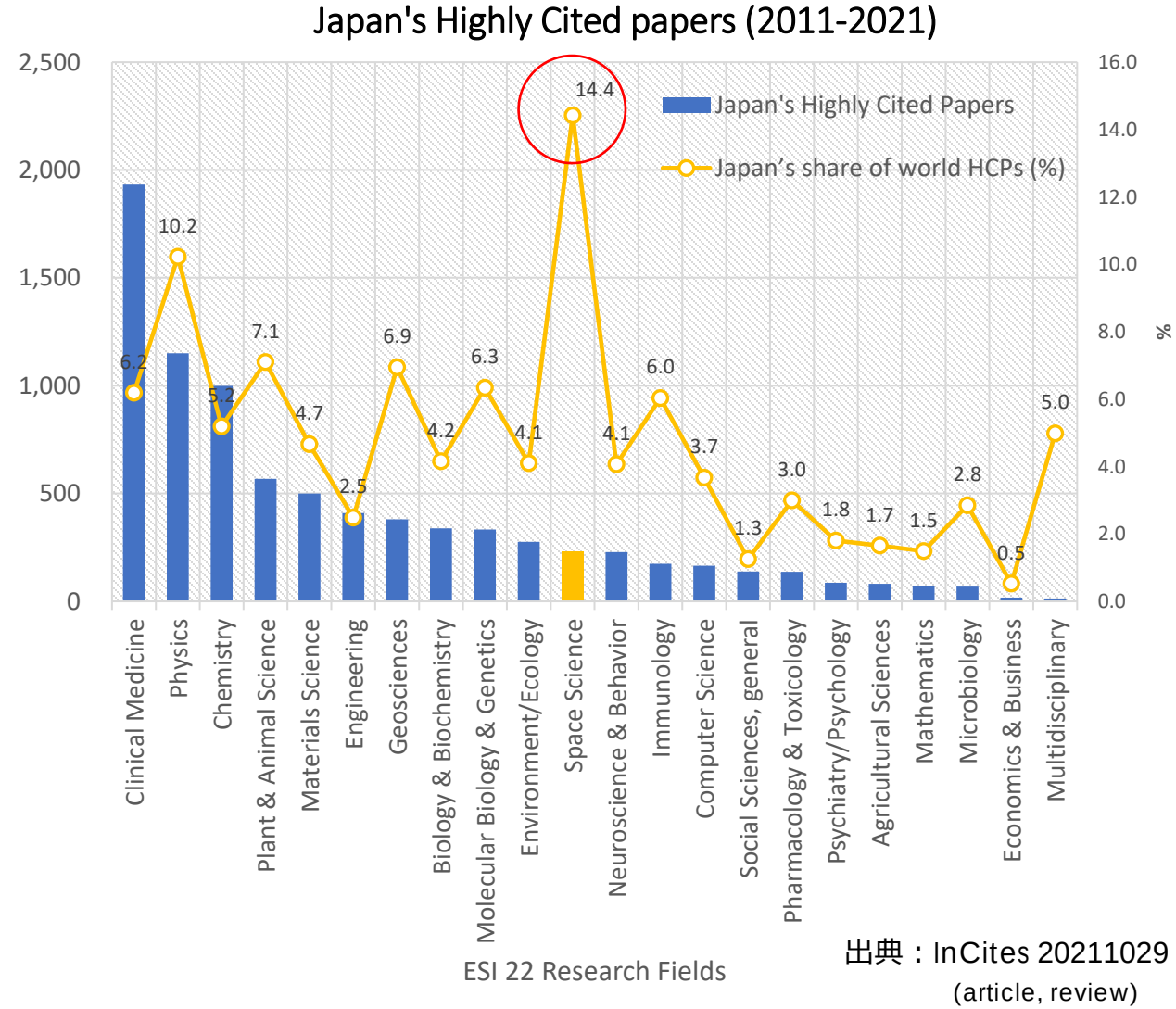
○増加率(2010→2020):+39.0%

- 自然科学19分野(ESI22）中、宇宙科学は3位（+60.2%）

日本の天文学分野の論文数について（１）

Space Science ：分野別の論文数世界シェアは最高

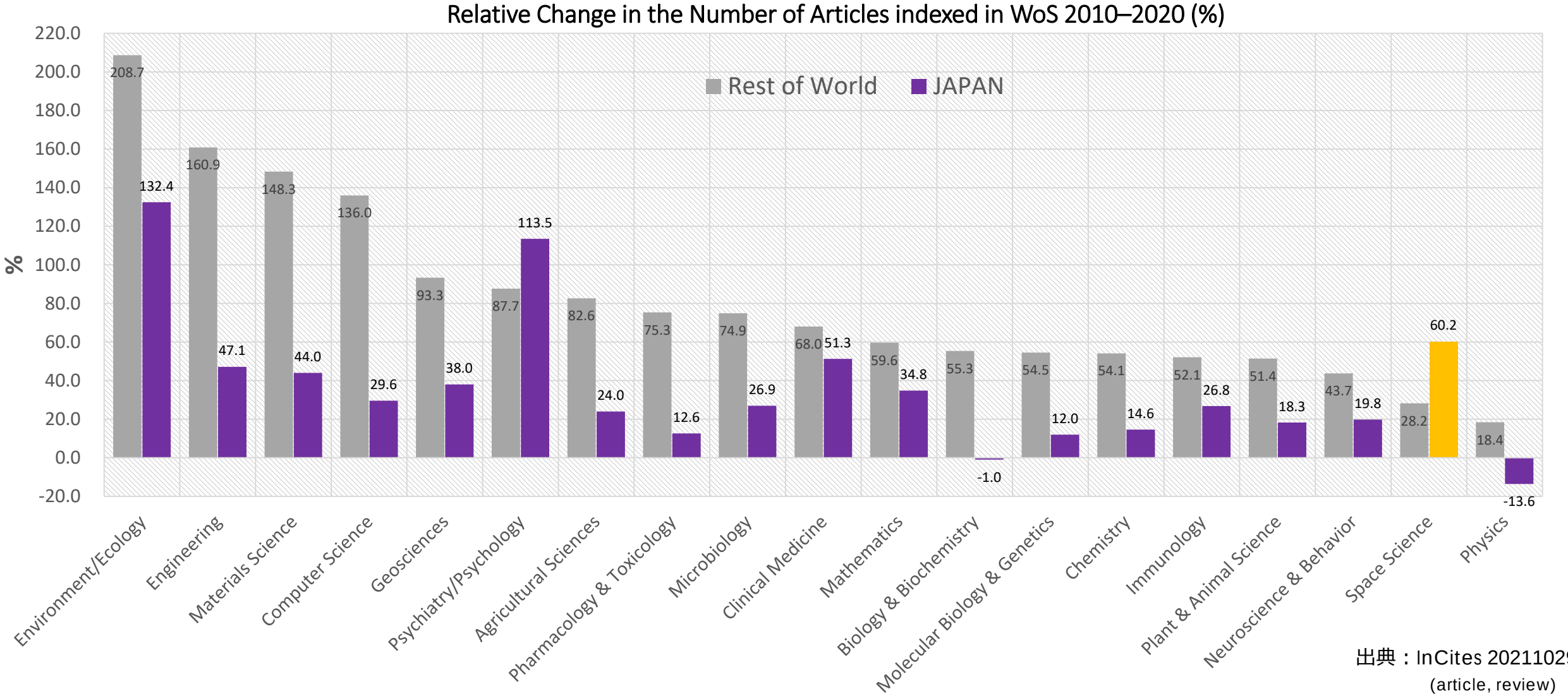




出典：InCites 20211029
(article, review)

日本の天文学分野の論文数について（２）

Space Science：2010年に対する2020年の論文数増加率は世界を上回る



出典：InCites 20211029
(article, review)

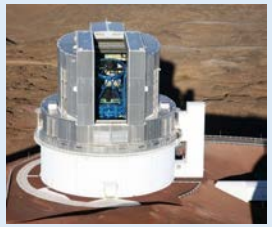
2. 大型観測施設について：大型観測施設のシナジー

大型光学赤外線望遠鏡「すばる2」
＝国内外の研究者による共同利用観測＝

（すばるの機能を強化したすばる2へ移行）

【特徴】
超広視野観測が可能な世界唯一の大型望遠鏡。
・世界最大級の口径8.2m、世界最高精度で研磨された一枚ガラスの主鏡。
・最先端技術を活用した新観測装置の開発で、世界をリード。

【建設場所】
米国ハワイ州マウナケア山頂域
（標高約4,200m）



建設費：約395億円

建設期間：1991~1999年度

大型電波望遠鏡「アルマ2」
＝日本、米国、欧州による国際協力プロジェクト＝

（ALMA=Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array）

【特徴】
ミリ波からサブミリ波までを観測できる巨大電波望遠鏡。
・12mアンテナ54台、7mアンテナ12台（計66台）。
・広範囲（16 km、山手線サイズ）の配置が可能。

【建設場所】
南米チリのアタカマ高地（標高5,000m）

建設費：約251億円

建設期間：2004~2013年度

30m光学赤外線望遠鏡「TMT」
＝日本、米国、中国、インド、カナダが計画を推進＝

（TMT＝Thirty Meter Telescope）

【特徴】
従来の望遠鏡の3倍以上の解像度、10倍以上の集光力、100倍以上の感度を持った口径30mの光学赤外線望遠鏡。
・日本は望遠鏡本体や主鏡の製作などを担当。
・広視野のすばると高感度のTMTの連携は日本のユニークな強み。

【建設予定場所】
米国ハワイ州マウナケア山頂域（標高4012m）

建設費：約375億円+国内経費40億円

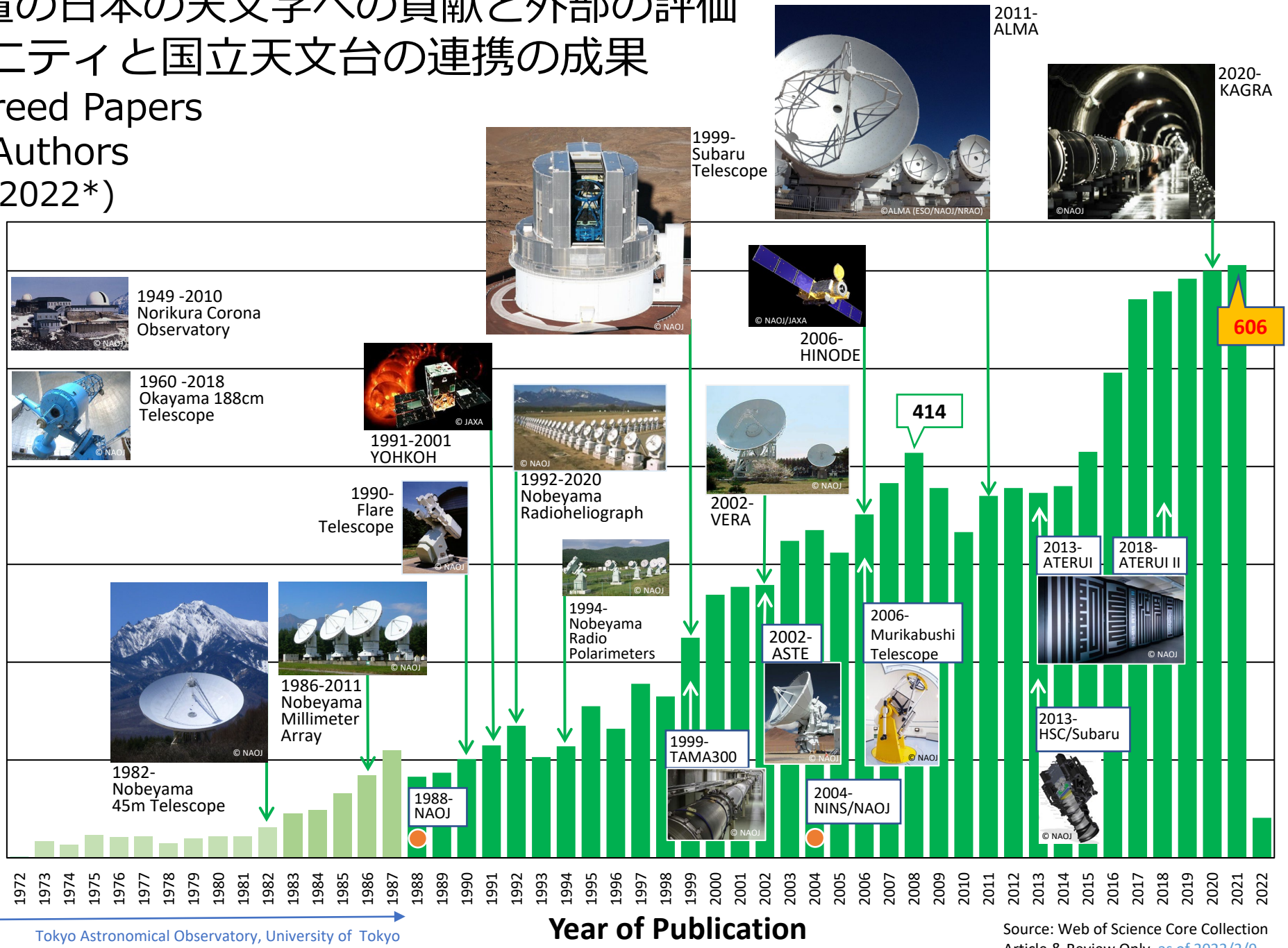
建設期間：2032年度の完成を目指す

これら３つの大型プロジェクトの推進により国立天文台が創出する新しい天文学

①ダークエネルギーの性質の解明（すばる、TMT）
②宇宙最初期の天体形成の解明（すばる、アルマ、TMT）
③地球型系外惑星の探査（すばる、アルマ、TMT）
④生命の起源の探究（アルマ、TMT）
⑤ マルチメッセンジャー天文学の推進（すばる）

大型観測装置の日本の天文学への貢献と外部の評価
コミュニティと国立天文台の連携の成果

Number of Refereed Papers
including NAOJ Authors
(TAO-NAOJ 1972-2022*)



Source: Web of Science Core Collection
Article & Review Only as of 2022/2/9

2-1. すばるから「すばる２」へ
すばる年次計画終期に伴う事業移行評価
すばる後継計画(すばる２) 事前評価が終了

本計画は、我が国の科学技術・学術を牽引する一翼となっている大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の超広視野・高解像度観測能力を飛躍的に向上させるものであり、高い緊急性、戦略性を持ち、国内外の研究者コミュニティの合意や社会・国民の支持を得られる計画として評価できる。

これまでの優れた成果をベースとした４つの科学目標を達成するため、PFS, ULTIMATE等の新しい観測装置の開発や、今後重要な要素となる現有装置の老朽化対策を実施することにより、他で代替することができない望遠鏡として、引き続き我が国が主導的な役割を果たしながら世界の天文学を牽引し、国際競争力を維持していくことが期待される。

以上を総合的に勘案し、本計画は積極的に進めるべきであり、早急に着手すべきであると評価する。

（2021年7月28日　科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会　学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会）

大規模学術フロンティア促進事業現行計画の終期等

	すばる	アルマ	TMT（※）
現行年次計画終期	2021年度	2022年度	2021年度
後継計画	すばる２	アルマ２	–
Road Map掲載状況	RM2020掲載 すばる２	RM2020掲載 アルマ２	–

（※）2019年度の大型プロジェクト作業部会による進捗評価の結果、2021年度末までにプロジェクト完了の見通しが明らかとなった場合、改めて進捗評価を実施するとされた。

2-1. すばるから「すばる２」へ
すばる年次計画終期に伴う事業移行評価
すばる後継計画(すばる２) 事前評価が終了

本計画は、我が国の科学技術・学術を牽引する一翼となっている大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の**超広視野**・高解像度観測能力を飛躍的に向上させるものであり、**高い緊急性、戦略性**を持ち、国内外の研究者コミュニティの合意や社会・国民の支持を得られる計画として評価できる。

これまでの優れた成果をベースとした４つの科学目標を達成するため、**PFS, ULTIMATE等**の新しい観測装置の開発や、今後重要な要素となる現有装置の**老朽化対策**を実施することにより、**他で代替することができない望遠鏡**として、引き続き**我が国が主導的な役割**を果たしながら**世界の天文学を牽引し、国際競争力を維持**していくことが期待される。

以上を総合的に勘案し、本計画は積極的に進めるべきであり、早急に着手すべきであると評価する。

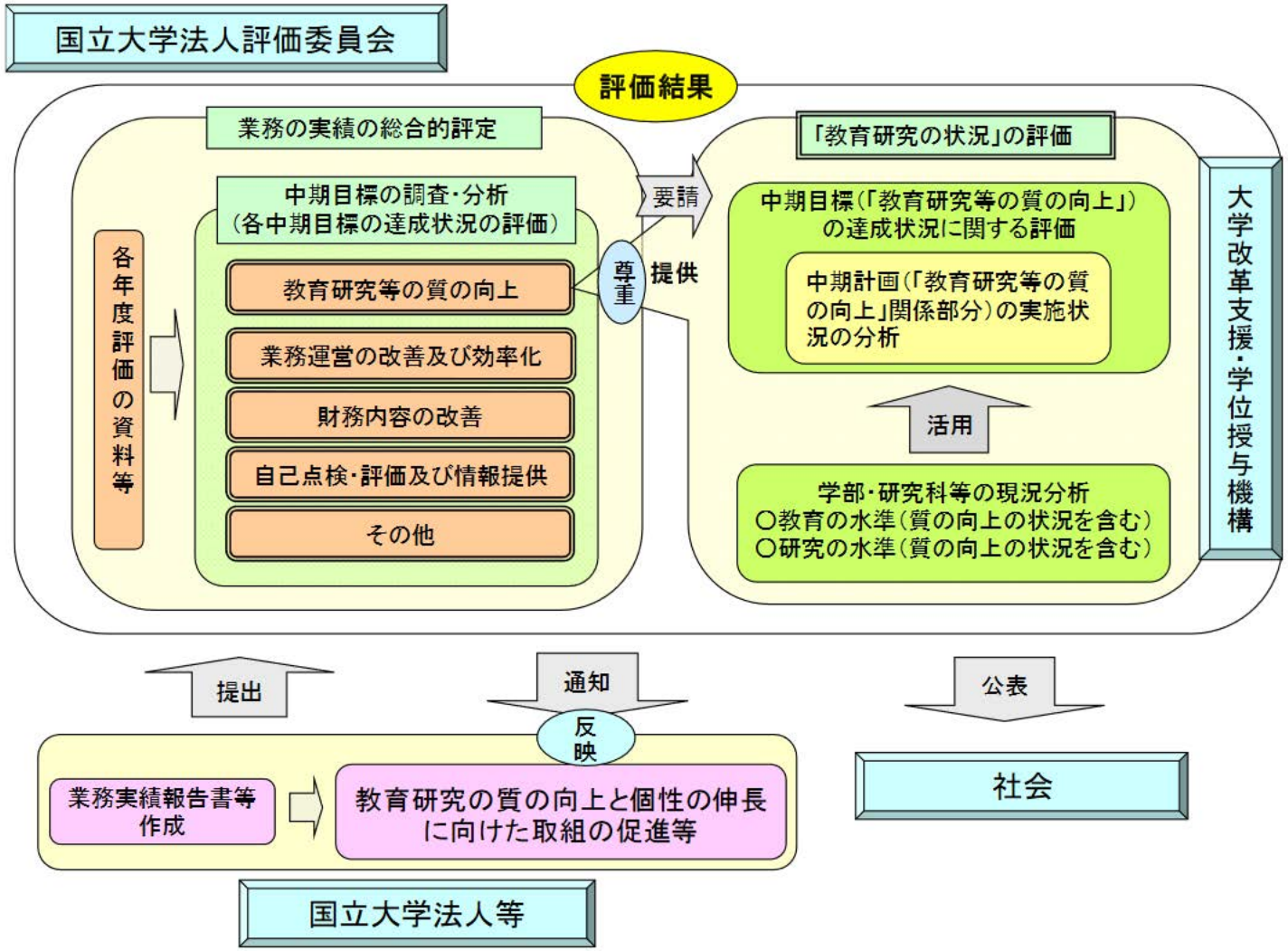
（2021年7月28日　科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会　学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会）

大規模学術フロンティア促進事業現行計画の終期等

	すばる	アルマ	TMT（※）
現行年次計画終期	2021年度	2022年度	2021年度
後継計画	すばる２	アルマ２	－
Road Map掲載状況	RM2020掲載 すばる２	RM2020掲載 アルマ２	－

（※）2019年度の大型プロジェクト作業部会による進捗評価の結果、2021年度末までにプロジェクト完了の見通しが明らかとなった場合、改めて進捗評価をするとされた。

2-2. 大型観測装置の日本の天文学への貢献と外部の評価：第3期中期目標期間評価の全体像



業務運営の実績のうち「教育研究の状況」については、専門的な観点からきめ細かく評価を行うことが必要であることから、国立大学法人法に基づき、国立大学法人評価委員会から、独立行政法人大学改革支援・学位授与機構（NIAD）に評価の実施を要請し、その結果を尊重して評価を実施することとされている。

第３期中期目標期間（2016～2021年度）の評価	実施年度	「教育研究の状況」の評価（教育研究評価）
４年目終了時評価	**2020年度**	**「中期目標の達成状況評価」、「学部・研究科等の現況分析」、「研究業績水準判定」**を実施。
中期目標期間終了時評価	**2022年度**	**「中期目標の達成状況評価」**のみ実施。 （４年目終了時評価結果を変え得る顕著な変化がある場合、評価対象に含める）

国立大学法人評価委員会
第3期中期目標期間
(2016～2021年度)
4年目終了時評価の結果

●全体
第3期中期目標期間(4年目終了時評価)に係る業務の実績に関する評価結果（国立大学法人評価委員会)

●教育研究の状況
中期目標の達成状況に関する評価結果（大学改革支援・学位授与機構 ）

研究に関する**現況分析**結果（大学改革支援・学位授与機構 ）

学部・研究科等の研究に関する現況分析結果

学部・研究科等	研究活動の状況		研究成果の状況	
国立天文台	【4】	特筆すべき高い質にある	【4】	特筆すべき高い質にある
核融合科学研究所	【3】	高い質にある	【3】	高い質にある
基礎生物学研究所	【3】	高い質にある	【3】	高い質にある
生理学研究所	【3】	高い質にある	【2】	相応の質にある
分子科学研究所	【4】	特筆すべき高い質にある	【4】	特筆すべき高い質にある

※ 現況分析の判定は【1】～【4】。【4】が最高。

1. 国立天文台

分析項目Ⅰ　研究活動の状況

〔判定〕 特筆すべき高い質にある

〔判断理由〕
研究活動の基本的な質を実現している。
次世代の天文学を担う萌芽的プロジェクトを設立し、装置開発プロジェクトや将来計画の検討グループを設置して研究体制を強化している。具体的には、平成31年４月に四つの研究部（理論、光赤外、電波、太陽天体プラズマ）を統合して「科学研究部」を設立し、「アルマ望遠鏡で実証する惑星形成円盤の偏波基礎理論」や「重力波源となる中性子星連星を形成する超新星爆発の研究」といった**理論と観測の垣根を超えた**研究業績をあげている。

〔優れた点〕
○ 次世代の天文学を担う萌芽的プロジェクトの設立を促し、装置開発プロジェクトや将来計画の検討グループを設置して体制を強化した。

〔特色ある点〕
○ 研究体制の見直しを行い、平成31年４月に４つの研究部（理論、光赤外、電波、太陽天体プラズマ）を統合して**「科学研究部」を設立した。事務作業を集約化するとともに、理論研究と観測研究の融合、多波長天文学、マルチメッセンジャー天文学といった天文学分野の新たなキーワードのもとで**研究者が自由な発想に基づく研究を行い、**理論と観測の垣根を超えた**多くの成果が産み出された。

分析項目Ⅱ　研究成果の状況

〔判定〕 特筆すべき高い質にある

〔判断理由〕
学術的に卓越している研究業績、社会・経済・文化的に卓越している研究業績が、それぞれ、19 件、４件との評価を受けており、現況分析単位の目的・規模等を勘案し、特筆すべき高い質にあると判断した。
特に、すばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラの性能を活かし、58 万個の遠方銀河のサンプルを用いた大規模統計研究を行っている。宇宙論モデルとの比較研究により、宇宙と星の誕生・進化は、重力による構造形成と宇宙膨張の二つの要素によって説明されることを示している。さらに、宇宙黎明期を対象とした大規模なクェーサー探査観測を行い、100 個近い巨大ブラックホールを発見し、その個数密度等の精密測定から、巨大ブラックホールの起源に関する理論モデルとの詳細な比較を可能にしている。

資料
https://www.niad.ac.jp/sub_hyouka/kokudai2020/3_2020_88_sizen_kagaku_3.pdf
太線は国立天文台

中期目標の達成状況に関する評価結果（４年目終了時評価）　自然科学研究機構

国立大学法人評価委員会
第3期中期目標期間
(2016～2021年度)
4年目終了時評価の結果

●全体
第3期中期目標期間(4年目終了時評価)に係る業務の実績に関する評価結果（国立大学法人評価委員会）

●教育研究の状況
中期目標の達成状況に関する評価結果（大学改革支援・学位授与機構 ）

研究に関する**現況分析**結果（大学改革支援・学位授与機構 ）

資料
https://www.niad.ac.jp/sub_hyouka/kokudai2020/3_2020_88_sizen_kagaku_1.pdf

≪判定結果一覧表≫

中期目標（大項目） 中期目標（中項目） 中期目標（小項目） 中期計画	判定		下位の中期目標・中期計画における各判定の平均値
大項目1 **研究に関する目標**	【5】	特筆すべき進捗状況にある	4.23 うち現況分析結果加算点 0.65
小項目1-1-2 天文学分野では、太陽系からビッグバン宇宙までを研究対象として、国内外の大型研究基盤施設及び設備の建設・運用を行い、これらを大学等の研究者の共同利用に供することにより、我が国の観測天文学、シミュレーション研究、理論天文学を牽引し、人類が未だ認識していない宇宙の未知の領域を開拓する。 国内の研究拠点のほか、アメリカ合衆国に設置したハワイ観測所、チリ共和国に設置したチリ観測所においても業務運営を円滑に実施する。また、日米中印加による国際共同科学事業である30m光学赤外線望遠鏡（TMT）計画のメンバー機関として、アメリカ合衆国ハワイ州において建設を推進する。＜2＞	【5】	特筆すべき実績を上げている	2.50
中期計画1-1-2-1 すばる望遠鏡及び超広視野主焦点カメラ（HSC）を用いて、従来の約10倍の天域にわたって遠方宇宙を探査することにより、天体の形成過程や宇宙の大規模構造の起源についての研究を推進する。また、太陽系及び太陽系外の惑星形成領域を観測するための装置（分光器、撮像器等）を開発し、惑星の形成過程や、太陽系外惑星の性質についての研究を推進する。第3期中期目標期間終了時までに、次世代観測装置として超広視野主焦点分光器を東京大学等と共同で開発し、初期宇宙、銀河の進化、暗黒物質、暗黒エネルギー等の研究を推進する。【4】	【3】	中期計画を実施し、優れた実績を上げている	
中期計画1-1-2-2 アジア、北米、欧州の国際共同科学事業であるアタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計（アルマ望遠鏡）を用いて、太陽系外の惑星形成や銀河形成の解明に取り組むとともに、生命の起源に関する様々な物質の探査を行う。アルマ望遠鏡の運用継続のため国際分担責任を果たすとともに、第3期中期目標期間終了時までに、次世代のバンド1受信機66台の組立てを完了する。【5】	【3】	中期計画を実施し、優れた実績を上げている	
中期計画1-1-2-3 日米中印加の国際共同事業である30m光学赤外線望遠鏡（TMT）の建設を推進し、日本の役割として望遠鏡本体構造の製作、主鏡分割鏡の製造及び一部研磨加工、第一期観測装置の製作を行う。【6】	【2】	中期計画を実施している	
中期計画1-1-2-4 大型望遠鏡、次世代観測装置、超高速計算機等の開発研究、整備及び運用を行い、科学技術の発展向上に寄与する。このため全国の大学等と先端的開発研究を進める。【7】	【2】	中期計画を実施している	
中期計画1-1-2-5 地上からの天文学（地上に設置した望遠鏡やスーパーコンピュータを用いた研究）の推進を軸として、将来の観測装置開発のための基礎的技術研究を推進し、新たな科学技術の基盤の創成に寄与する。【8】	【3】	中期計画を実施し、優れた実績を上げている	
中期計画1-1-2-6 東アジア地域の大学・天文学研究機関との連携を強化するため、東アジア天文台の運用（望遠鏡の共同運用）や若手研究者の育成（研究員の受入れ等）を共同で行う。【9】	【2】	中期計画を実施している	

※【５】は中期目標（大項目）の最高。

※【５】は中期目標（小項目）の最高。

※中期計画の判定は【1】～【3】。【3】が最高。

2-3. TMTについて

- TMTの実現は、天文学分野だけでなく日本の学術の発展にとっても極めて重要である。私はTMTは実現できると考えているし、TMTを未完のまま終了させるというオプションはない。
- TMTを推進するためには、日本の天文学コミュニティ、ひいてはより広い日本の学術コミュニティが、TMT建設をあきらめないでone voiceでいることが、最も大事である。
- 日本担当部分について、技術的難易度の高い30m望遠鏡本体の設計は完了しており製造開始できる事と分割鏡のかなりの部分が製造済であり、技術的完成度が高い事が、日本の強みとなる。コミュニティの強い意志と日本の強みを背景に、世界の適地に望遠鏡を建設する。
- なお、将来計画としてNASAの宇宙望遠鏡LUVOIR、HabExなどが候補に挙がっているが、予算規模はTMTに比べて格段に大きく、米国といえども一筋縄では実現できない。主鏡口径30mで回折限界を達成できるTMTは、これらのミッションに対して、十分その必須性を説明できる。

3. 既存プロジェクトと新規プロジェクト

既存施設とのシナジーか交代か？

大型光学赤外線望遠鏡「すばる2」
＝国内外の研究者による共同利用観測＝

【特徴】
超広視野観測が可能な世界唯一の大型望遠鏡。
・世界最大級の口径8.2m、世界最高精度で研磨
　されたー枚ガラスの主鏡。
・最先端技術を活用した新観測装置の開発で、
　世界をリード。

【建設場所】
米国ハワイ州マウナケア山頂域
（標高約4,200m）

建設費：約395億円

建設期間：1991~1999年度

大型電波望遠鏡「アルマ2」
＝日本、米国、欧州による国際協力プロジェクト＝

（ALMA=Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array）

【特徴】
ミリ波からサブミリ波までを観測できる巨大電波望遠鏡。
・12mアンテナ54台、7mアンテナ12台（計66台）。
・広範囲（16 km、山手線サイズ）の配置が可能。

【建設場所】
南米チリのアタカマ高地（標高5,000m）

建設費：約251億円

建設期間：2004~2013年度

30m光学赤外線望遠鏡「TMT」
＝日本、米国、中国、インド、カナダが計画を推進＝

（TMT＝Thirty Meter Telescope）

【特徴】
従来の望遠鏡の3倍以上の解像度、10倍以上の
集光力、100倍以上の感度を持った口径30mの光学赤外線望遠鏡。
・日本は望遠鏡本体や主鏡の製作などを担当。
・広視野のすばると高感度のTMTの連携は日本
　のユニークな強み。

【建設予定場所】
米国ハワイ州マウナケア山頂域

建設費：約375億円+国内経費40億円

建設期間：2032年度の完成を目指す

将来プロジェクト？

？

これら３つの大型プロジェクトの推進により国立天文台が創出する新しい天文学

①ダークエネルギーの性質の解明（すばる、TMT）
②宇宙最初期の天体形成の解明（すばる、アルマ、TMT）
③地球型系外惑星の探査（すばる、アルマ、TMT）
④生命の起源の探究（アルマ、TMT）
⑤ マルチメッセンジャー天文学の推進（すばる）

既存プロジェクトとの整合性（サイエンスケース）は？
プロジェクトの規模と体制は？

3. 既存プロジェクトと新規プロジェクト

既存施設とのシナジーか交代か？

大型光学赤外線望遠鏡「すばる2」
＝国内外の研究者による共同利用観測＝

【特徴】
超広視野観測が可能な世界唯一の大型望遠鏡。
・世界最大級の口径8.2m、世界最高精度で研磨
　されたー枚ガラスの主鏡。
・最先端技術を活用した新観測装置の開発で、
　世界をリード。

【建設場所】
米国ハワイ州マウナケア山頂域
（標高約4,200m）

建設費：約395億円

建設期間：1991~1999年度

大型電波望遠鏡「アルマ2」
＝日本、米国、欧州による国際協力プロジェクト＝

（ALMA=Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array）

【特徴】
ミリ波からサブミリ波までを観測できる巨大電波望遠鏡。
・12mアンテナ54台、7mアンテナ12台（計66台）。
・広範囲（16 km、山手線サイズ）の配置が可能。

【建設場所】
南米チリのアタカマ高地（標高5,000m）

建設費：約251億円

建設期間：2004~2013年度

30m光学赤外線望遠鏡「TMT」
＝日本、米国、中国、インド、カナダが計画を推進＝

（TMT＝Thirty Meter Telescope）

【特徴】
従来の望遠鏡の3倍以上の解像度、10倍以上の
集光力、100倍以上の感度を持った口径30mの光学赤外線望遠鏡。
・日本は望遠鏡本体や主鏡の製作などを担当。
・広視野のすばると高感度のTMTの連携は日本
　のユニークな強み。

【建設予定場所】
米国ハワイ州マウナケア山頂域

建設費：約375億円+国内経費40億円

建設期間：2032年度の完成を目指す

将来プロジェクト
？

これら３つの大型プロジェクトの推進により国立天文台が創出する新しい天文学

①ダークエネルギーの性質の解明（すばる、TMT）
②宇宙最初期の天体形成の解明（すばる、アルマ、TMT）
③地球型系外惑星の探査（すばる、アルマ、TMT）
④生命の起源の探究（アルマ、TMT）
⑤ マルチメッセンジャー天文学の推進（すばる）

？

既存プロジェクトとの整合性（サイエンスケース）は？
プロジェクトの規模と体制は？

アルマの論文

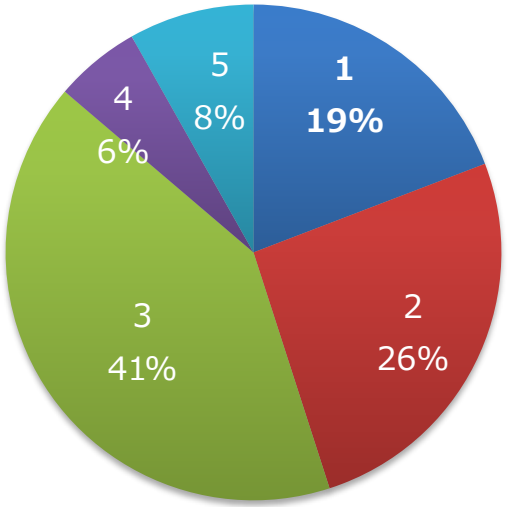
3-1. 貢献額を決める２つの条件
条件１：投資額とリターンの確実なバランス

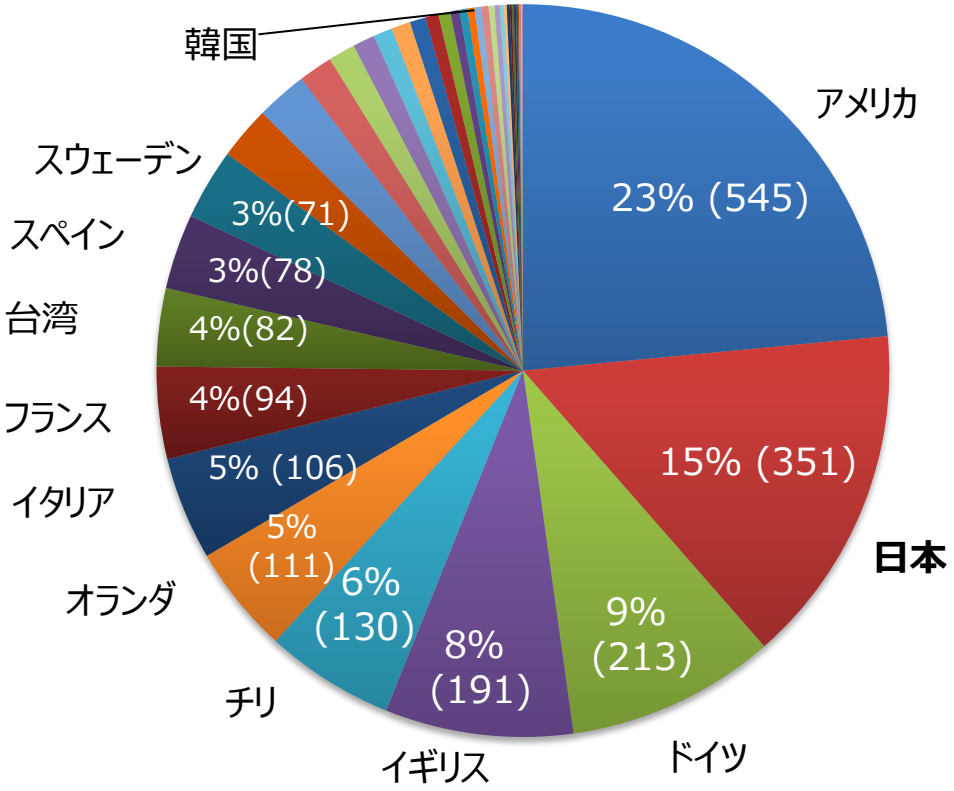
概算要求資料から

- **Nature (66編)**、**Science (18編)** など、インパクトの高い雑誌へ多数、掲載されている。NatureとScienceの合計84編のうち、**19編(23%)**は東アジアの研究者が筆頭者である。
- 2021(令和3)年4月末時点において、アルマの論文総数**2,325編**のうち、日本からの論文数は351編であった。これは**米国に次いで世界第２位**である。

各地域の主著別論文数分布

東アジアの成果（望遠鏡時間割合は21.4%）	
Nature、Science	**22.6%　（19本）**
全論文	19.2%　（446本）





東アジアと

3-1. 貢献額を決める２つの条件

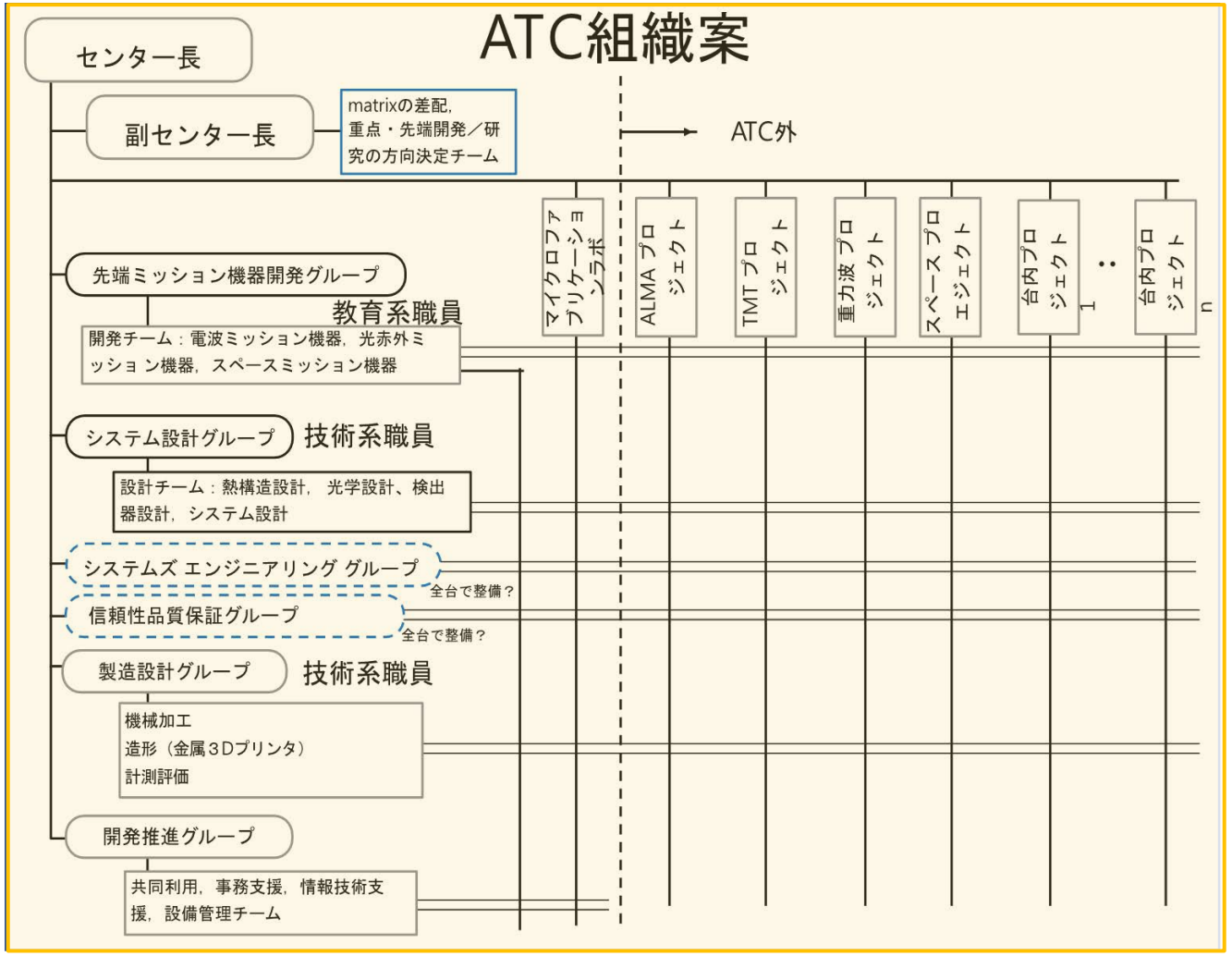
条件２：日本の先端技術で貢献（現金貢献を最小に）

概算要求資料から

	東アジア	米欧
建設期		
	② ACAアンテナ ※米欧50台のみでは描けない正確な画像を実現 7mアンテナ 12台 12mアンテナ 4台 ③ 受信機システム バンド 4,8,10 ④ 信号伝送・変換・評価部 ACA用 ⑤ 高分散相関器 ACA用	①サイト建設 インフラ工事（米欧） ②12mアンテナ 25台（米） 25台（欧） ③ 受信機システム バンド 3,6（米） バンド 7,9（欧） ④ 信号伝送・変換・評価部 米欧アンテナ用 ⑤ 基本型相関器 米欧アンテナ用
建設期に計画され、開発完了を目指している項目		
	③ 受信機システム バンド１ ⑤ 高分散相関器 ACA分光計	③ 受信機システム バンド 5（欧＋米） バンド 2（欧＋日本）

3-2. 先端技術センター(ATC)の強化
将来計画の実現には技術的な蓄積が重要

- プロジェクトごとの縦割りではなく，技術分野毎の専門家集団が横糸として人材育成と技術継承を行いつつ， 技術開発とプロジェクトにマトリックスで参加する体制を明確化。
- 国立天文台のプロジェクトだけでなく，大学等の科研費等による研究プロジェクトの個別技術も支援（近赤外分光器の開発研究支援，太陽観測ロケットCLASPの光学系開発支援など)
- システム技術者の育成が課題。
- ソフトウエア技術のセンターとしての天文データセンターへの適用を検討中。
- 望遠鏡の長期保守・保全体制へも適用。



ATCをコアとしたスペースへの進出

NASA-ESA大型ミッションへの参加準備を行う必要がある

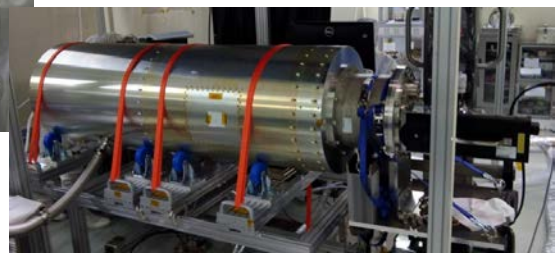
太陽分野の好事例　観測ロケット実験・CLASPシリーズで紫外線の高精度偏光

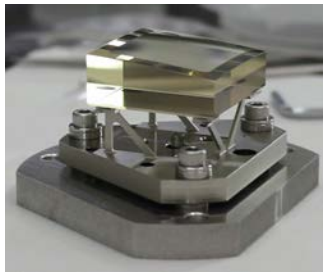
- ロケットが宇宙空間を飛行する5~6分間の太陽観測
- CLASP(2015年打ち上げ), CLASP2 (2019年). いずれも世界初となる紫外線の偏光スペクトルを取得. 2021年10月9日打ち上げ(CLASP2.1)成功。
- 国際協力：
  - NAOJ & ISAS (日)：下記以外の観測装置
  - NASA (米)：ロケット, CCD, フライトエレキ（回転駆動機構除く）
  - IAS (仏)：回折格子

観測装置部分：全長2.5 m

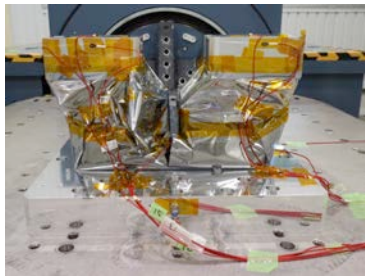
観測装置の回収

NAOJ先端技術センター(ATC)での組み立て&試験





国内外メーカ, ATCとのフライト品開発



振動試験@JAXA

Credit: US Army Photo, White Sands Missile Range

White Sands Missile Range（米国・ニューメキシコ州）での打ち上げ

合同アルマ観測所

3-3. 人的貢献の重要性（現金貢献を最小に）

概算要求資料から

日本（NINS/NAOJ）
分担率25%

米国（NSF/AUI/NRAO）
分担率37.5%

欧州（ESO)
分担率37.5%

日米欧が分担率に応じて、運用経費、現地職員（全体で約220名）、
国際職員（全体で約40名）を負担することが国際的責務

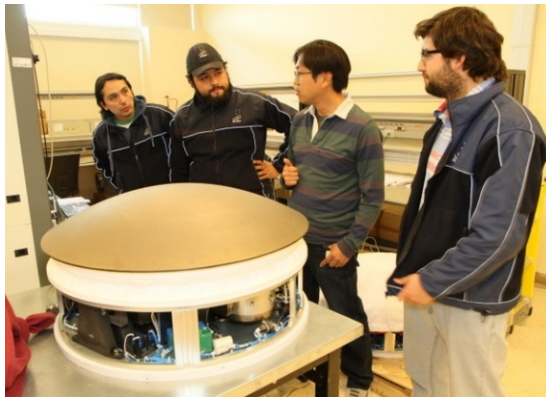
チリ・合同アルマ観測所（日米欧共同運用）
◆観測の実施　◆観測データの各地域センターへの配布　◆観測装置の運用保守

アルマ所長

- 技術部
  技術部長: 水野範和
- 科学運用部
- 事務部
- コンピューティング部

日本の内訳：運用経費および現地職員
雇用経費の25%分担と、10名の国際職員派遣で
国際的責務を果たしている。

最大規模のグループ(チリ人スタッフ約140名)である技術部を日本の職員が率いている。



（右図）現地にてアンテナ試験を牽引する水野教授。スペイン語も自在に操り、現地雇用職員をまとめあげる活躍には、米欧も一目を置いている。

3-3. 人的貢献の重要性：TMTへの人的貢献例

パサデナで5名、ハワイで3名の国立天文台職員がTMT国際天文台の職務を遂行し、TIOからも高く評価されている。これらは、日本の貢献として、観測時間配分に加算される。

TMT国際天文台(TIO)の運用費の軽減、 国立天文台職員が国際プロジェクトで活躍する機会の創出の効果あり。

赤字は日本の寄与として既にTIOが認定した作業内容、今後その他の人的貢献も協議・認定の予定。

鈴木竜二 助教

日本が担当するIRIS撮像システムのシステムズエンジニア。加えて、米国・カナダ担当部を含めてIRIS全体のシステムズエンジニア（IRIS Chief Systems Engineer）

林左絵子 准教授

ハワイ観測所での経験を基に、インドが担当する副鏡・第三鏡のコーティング装置の概念設計のワークパッケージマネージャー

嘉数悠子 特任専門員 (国際連携室)

TIOの一員として学校や商工会議所などの地元関係者との会合をアレンジし、対話を通じて地元との関係構築に注力

安井千香子 助教

TIOの科学運用チームの一員として、TMTのDetailed Science Caseと第一期観測装置に要求される観測モード一覧のとりまとめや、科学運用プランの作成にも従事

寺田宏 准教授

TIOのシステムズエンジニアリングチームの一員として、サブシステムの設計完成度の底上げ作業に大いに寄与。マネジメント能力が高く評価され、MODHISのプロジェクトマネージャーに就任

中本崇志 研究技師

IRISの制御系・ソフトウェアの開発に加えて、主鏡CO_2クリーニングシステムの制御系や観測所安全システムの設計・開発や、システムズエンジニアの役割も担当

能丸淳一 准教授 (国際連携室併任)

ハワイ観測所での経験を活かし、TMTプロジェクトのサイトマネージャーとして、TIOと協力して現地工事再開作業前後より、輸送や現地据付調整作業を主導する予定

臼田知史 TMTプロジェクト長

F.Liu TIOプロジェクトマネージャー(PM)のヒロ赴任と合わせて、7月からヒロに赴任し、Liu PMやD.Simonsハワイ大学IfA所長らと共に、地元との関係構築に注力

4. 建設・運用予算の確保
4-1. 大規模学術フロンティア促進事業

大規模学術フロンティア促進事業

- 2012年度に「大規模学術フロンティア促進事業」創設。
- **世界が注目する大規模プロジェクトへの安定的・継続的な支援を図るべく、「ロードマップ」等に基づき、国際的な競争・協調に迅速かつ適切に対応できるよう支援し、戦略的・計画的な推進を図る。**
- 2021年度予算額は331億円。
- 現在、年次計画に基づき、14プロジェクトを推進。

対象事業選定の流れ

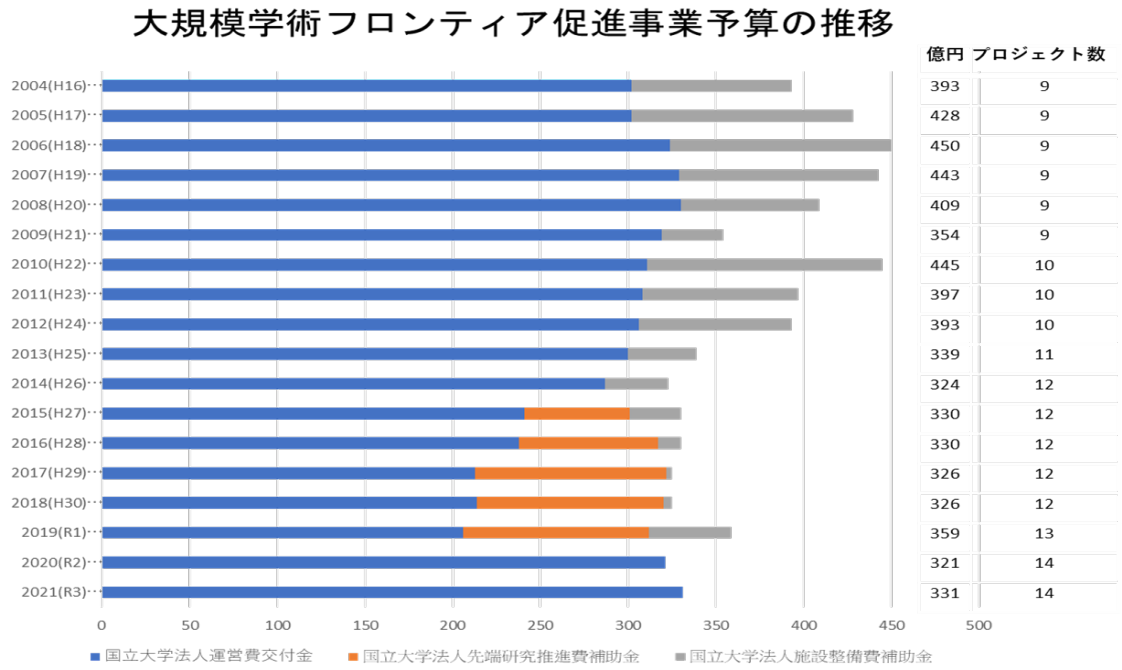
- **日本学術会議が、**広範な研究分野コミュニティの意向を踏まえて「**マスタープラン**」を策定。
- **文科省科学技術・学術審議会が、**マスタープランも参考に、大型プロジェクト推進に当たっての優先度を明らかにする観点から「**ロードマップ**」を策定。
- **文科省が、**ロードマップに基づき、早急に着手すべき新規プロジェクトを検討し、科学技術・学術審議会に諮った上で、**概算要求**を行う。

(2021.6.18「第４期中期目標期間における国立大学法人運営費交付金の在り方に関する検討会」資料より)

大規模学術フロンティア促進事業の課題

- **2012年度の事業創設以降、予算は増えていない:** 事業創設の趣旨は、大型プロジェクトの「安定的・継続的な支援による戦略的・計画的な推進」だが、減少傾向にある国立大学法人運営費交付金の枠内にあるため、2012年度創設以降、プロジェクト数が増えているにも関わらず予算は増えていない。
- **学術研究であり運営費も不可欠:** 学術以外にも広く活用可能な施設であれば、別途運営費を確保できる可能性はあるが、共同利用者は大学等が中心であり、開発・設置終了後も運営に対する支援が不可欠である。
- **支援プロジェクトを終了できず、新規プロジェクトを立上げられない:** 学術研究であるため、上記の通り、開発・設置終了後の運営支援等が不可欠であり、支援プロジェクトを終了できず、新規大型プロジェクトが採択される可能性も低くなっている。
- **補助金化が進んでおり、事業単位で精算が求められる**: 例えば、ALMAは国立大学法人先端研究費補助金、TMTは施設整備補助金であり、運用に使用できる運営費交付金は下がっていく一方である。

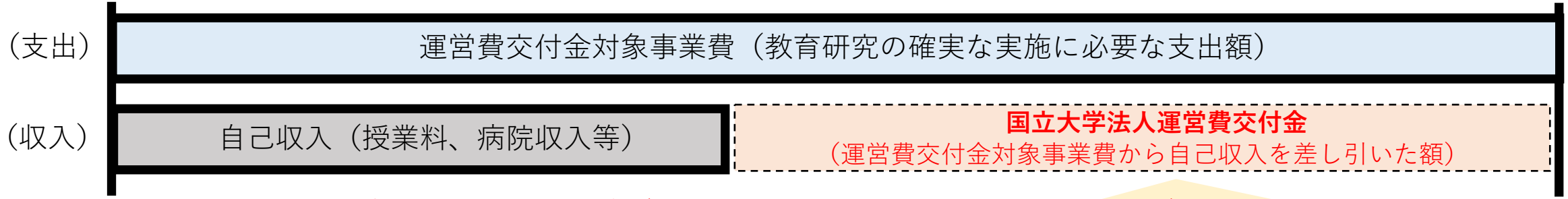
(2021.6.18「第４期中期目標期間における国立大学法人運営費交付金の在り方に関する検討会」資料より)



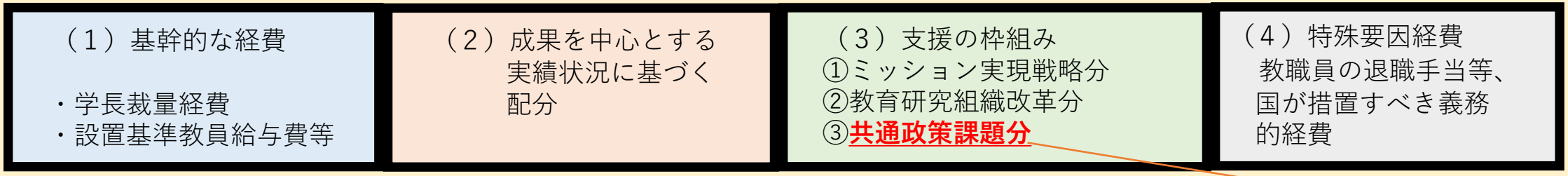
2019.4.23「学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会」資料等より作成
（2020,21年度は内訳が公開されていないため、全体を運営費交付金として表示した）

4-2. 運営費交付金とフロンティア予算について

国立大学法人支出・収入のイメージ



国立大学法人運営費交付金構成のイメージ（高等教育局国立大学法人支援課所管）



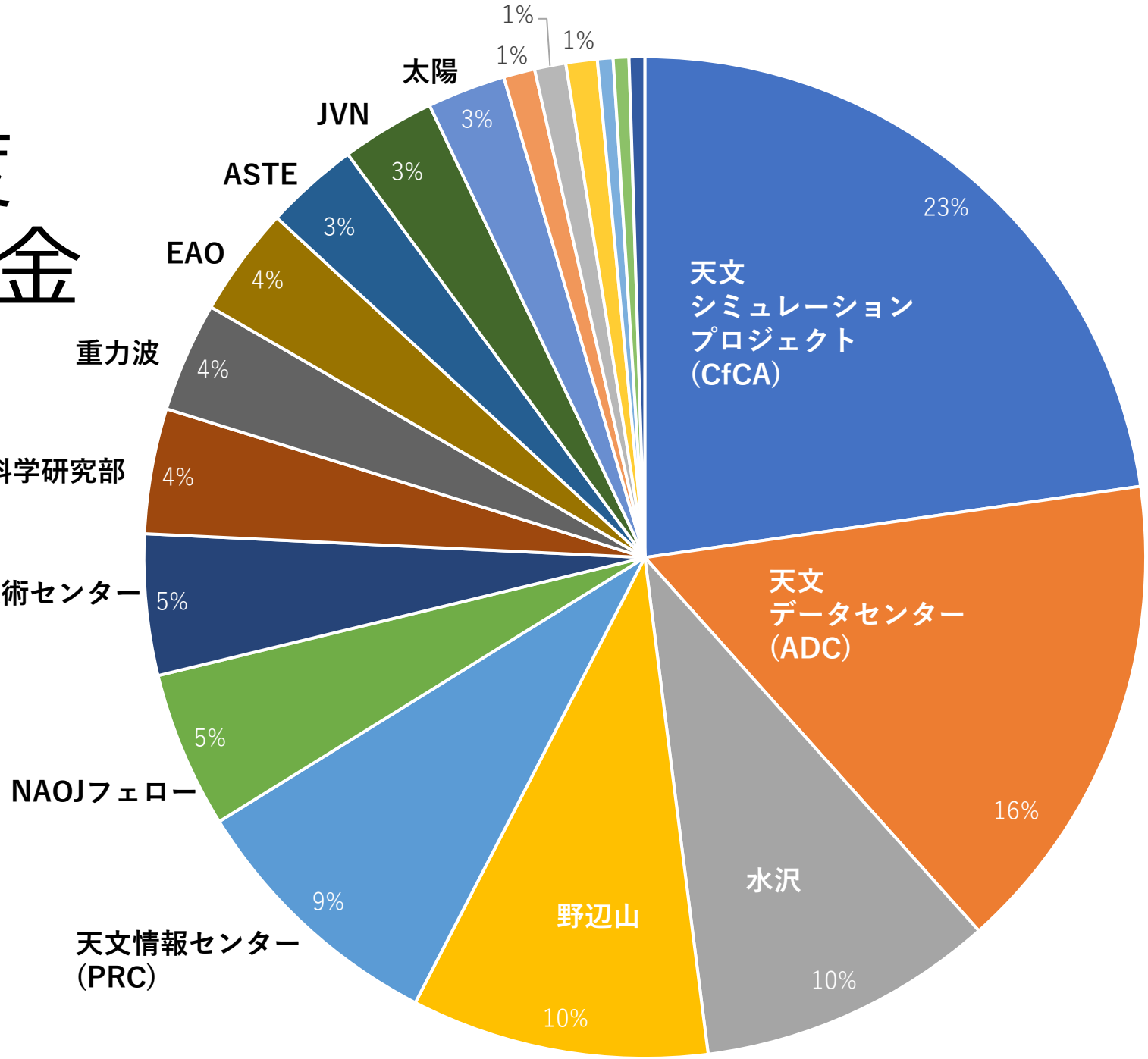
学術研究の大型プロジェクトへの支援（**フロンティア予算**）は「**③共通政策課題分**」の事業区分のうちの一つ

運営費交付金（（１）、（２））	フロンティア予算（（３）の③の一部）
使途が特定されない	**使途が特定される（当該プロジェクトに限定、フロンティア予算内でもプロジェクト間の流用は不可）**
中期目標期間中は、減少しつつあるが一定額の措置が決まっている	**毎年度概算要求が必要、所要額の要求が可能（増額要求が可能）**
係数による一定額の減額（同一中期目標期間は同一の運営費交付金算定ルール）、活動実績などの評価による再配分あり。	**新規プロジェクトの措置に当たっては、学術審議会の審査・ロードマップへの掲載が必要**
人件費、天文シミュレーションプロジェクト、天文データセンター、ネットワーク経費等、天文情報センター、水沢VLBI観測所、野辺山宇宙電波観測所、NAOJフェロー、先端技術センター　ほか	**すばる、アルマ、TMT**

※　ミッション実現戦略分の詳細は現時点で不明。教育研究組織改革分、特殊要因経費については、使途が限定されており、所要額の概算要求により措置される。

※　フロンティア予算は、国立大学法人運営費交付金（高等教育局国立大学法人支援課所管）のほかに、国立大学法人先端研究推進費補助金（研究振興局大学研究基盤整備課(旧学術機関課)所管）（上記イメージの外数）とで構成される。

2021年度
運営費交付金



注）運営費交付金59.3億円から、承継等人件費、事務部・情報セキュリティ経費等を除外した、19.8億円の内訳を掲載

運営費交付金の減少は今後も続くと想定している。これに加えて、光赤外線天文学研究教育ネットワーク事業OISTER等を支援してきた「大学連携事業」の予算枠組みがなくなるなど、変更が起きうる。

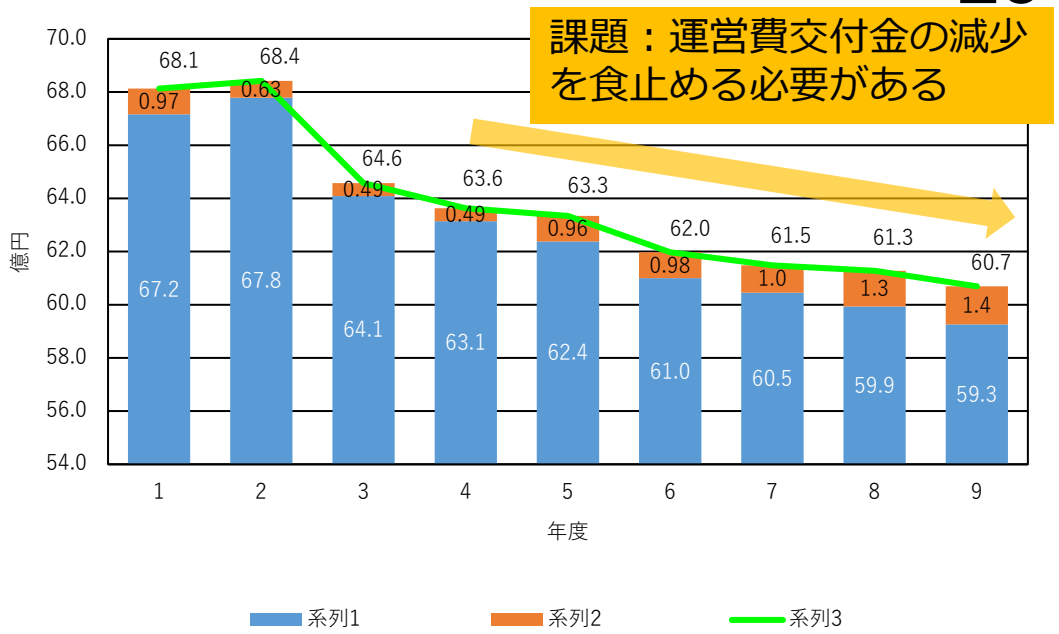
対応の方向性：

① 大規模学術フロンティア促進事業と運営費交付金の性格、現状と今後、それを受けて今後とるべき対応案の共有。

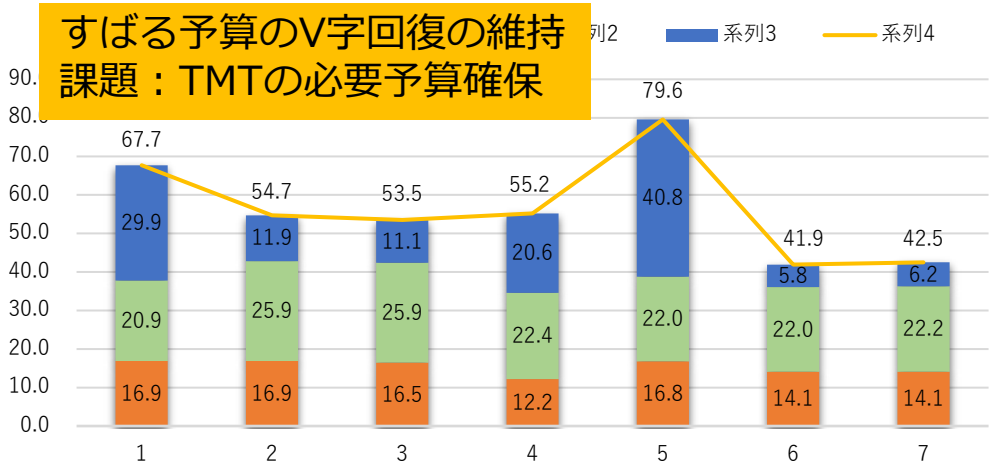
② 終了年次を迎えるすばる・ALMAについて、「すばる２」・「ALMA２」の概念を導入し、戦略的に事業の継続と発展を図っている。

③ 日本の学術を支える「フロンティア促進事業予算」の見える化と増額を広く世論と政策立案者に向けて訴える。

運営費交付金



大規模学術フロンティア促進事業



※2019年度「すばる」には、2018年度補正6.6億円を含む
※2021年度「すばる」には、2020年度補正4.3億円を含む

4-3. プロジェクトの立上げに伴う課題

課題：

- プロジェクト新設と廃止について体系的で明確なプロセスがない。
- 各コミュニティでは、複数のグループから様々なプロジェクトが提案されているが、天文分野全体としての分野横断的な将来計画の全体像が明確でなく、また、同一分野では、各プロジェクトの優先順位付けという困難な課題がある。

対応の方向性：

- Aプロジェクト（未来に向けて萌芽的な研究開発活動を育成することを企画して設けられた小プロジェクト区分）の申請基準の易化・「検討グループ」の設立など、萌芽的プロジェクトの立ち上げや推進に向けた環境作りを行ってきた。
- 天文分野におけるプロジェクト新設（そのために必要であれば廃止も）に関するプロセスについて、科学戦略委員会（議論が進行中）・運営会議と共に検討していく。（短期的対応は難しいが、長期的な課題として今から検討していく必要がある。）
- プロジェクト等が多様化・大型化する傾向がある中で、大規模学術フロンティア促進事業予算や運営費交付金等のそれぞれの仕組みと性質を、理解する必要がある（本講演）。
- サイエンス、共同利用に多くの研究者が成果を出せること、推進体制が大事である。コミュニティからのインプットが必須だが、議論の場があまりなかったので、**今回のシンポジウム**を科学戦略委員会の力を借り企画した。特に、台外のSOCやレビュートーク講演者に感謝する。

5. 国立天文台コミュニティ間
意思疎通推進委員会からの提言

- 個別事項に共通する課題として、決定の背景（予算等のとりまく状況）の説明が不足していたこと、新しい施策が与える当事者への否定的影響についての配慮や思いやりの不足、大事に至る前にコミュニティ等から警告の信号が出ていたにも関わらずそれを取り上げ対応していくことができなかった感度と柔軟性の不足があると考える。痛恨の極みであり深く反省している。

- 研究者コミュニティとの意思疎通を改善し、大学共同利用機関として開かれた運用をめざすため、改善を進めている。このために、幹事会議等での助言も得つつ、意思疎通委員会の提言のみならず課題として指摘された事項を抽出し、段階的に具体的な改善のための提案を、運営会議に行ってきた。運営会議で審議・了解いただいた事項については、すみやかに実施している。これまで、企画会議（3回）、幹事会議（4回）、運営会議（4回）、プロジェクト会議（4回）で、説明と議論を行った。

5-1. 国立天文台コミュニティ間意思疎通推進委員会の提言への対応(その1)

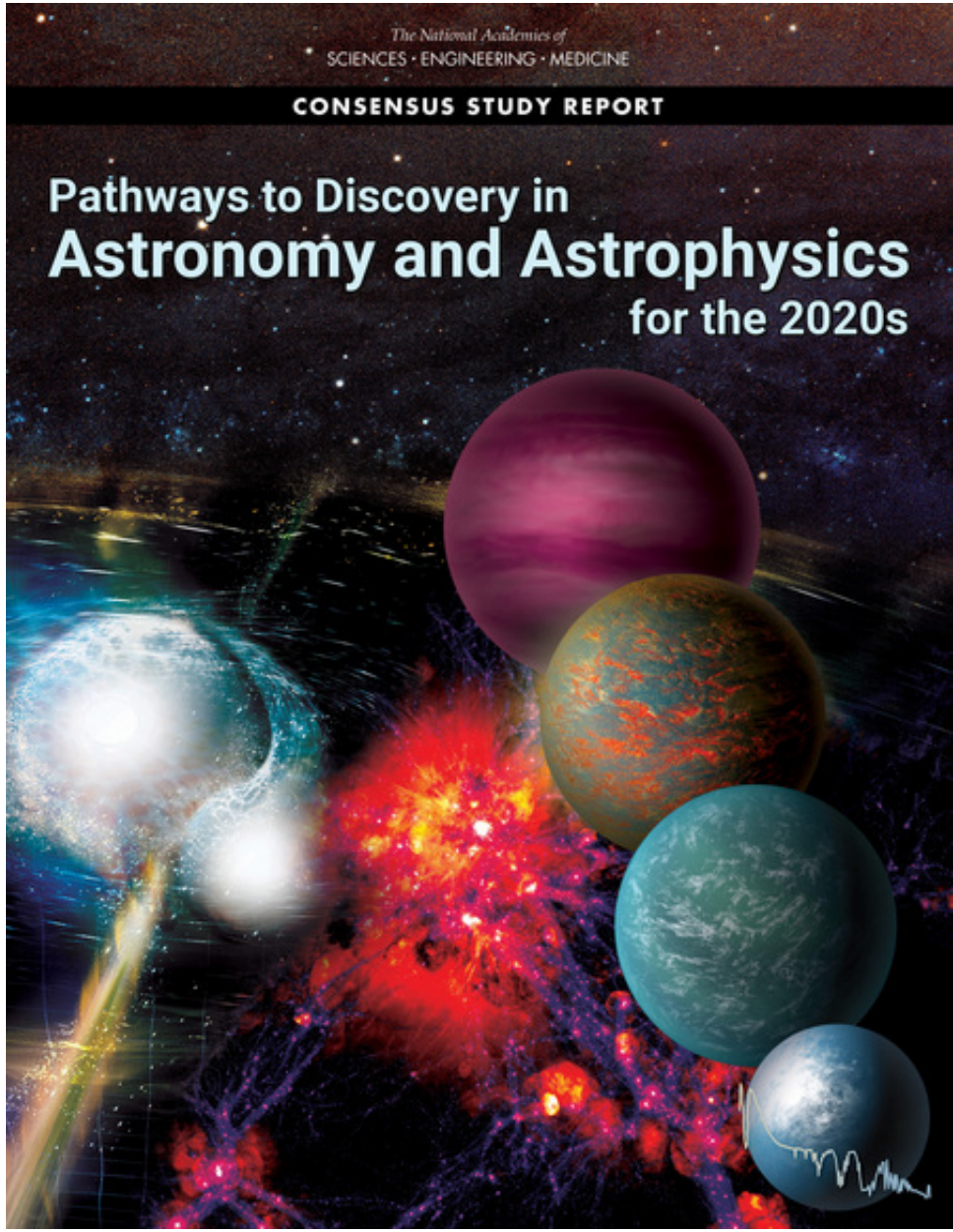
- 運営会議規程等の改正：運営に関する重要事項について運営会議が自発的に審議できるよう申合せを制定した。また、同会議に置かれている各専門委員会が、運営会議から要請のあった専門的事項等について調査し報告する規定を追加した。
- 外部委員協議会の設置：運営会議外部委員からの提案により、研究者コミュニティと国立天文台の意思疎通の促進を図るため、運営会議の下に外部委員全員が参加する外部委員協議会を設置した。
- 諸規則の公開：国立天文台の諸規則及び英語訳をウェブサイトで公開した。また、自然科学研究機構規程集が機構ウェブサイトで公開された（計 153 本）。
- 議事要旨等の公開：運営会議及び各種委員会の議事抄録（要旨）をウェブサイトで公開をはじめた。また、企画会議の議事要旨を台内イントラサイトで公開した。
- 副台長の任務分担：企画と財務のマネジメント担当者を切り分けるため、「副台長（企画担当）」を従前の「副台長（財務担当）」に改正した。

5-1. 国立天文台コミュニティ間意思疎通推進委員会の提言への対応(その2)

- プロジェクト評価：評価の観点に、(a)サイエンスのレベルアップ、(b)大学の研究力アップへの貢献、(c)教育や人材養成への寄与、を取り込んだ仕組みとした。また、策定されたScientific Goals and Missionsをウェブサイトで公開した。
- 科学戦略委員会：「中期的・長期的観点から、我が国の天文学分野全体のサイエンスメリットを最大限にするため、中長期計画とそのリソース配分の考え方を審議する」について同委員会で議論を重ね、その取りまとめを行っている。
- ハラスメント防止体制の改善：執行部が定期的にハラスメント防止研修を受講するほか、レポートラインを機構本部とする外部相談窓口の追加設置を進めている。
- インターナルコミュニケーション：台長室アワーの定期的な周知と活性化及び職員懇談会の機会を拡大するほか、外部専門家等による勉強会を年度内に開催する。
- プロジェクト等への予算配分：各プロジェクト等へのシーリング概算値等や内々示案の事前提示及び運営会議等への説明と意見交換など丁寧な配分を行っている。

6. まとめ

- 国際協力により、アイデア・人材・予算を糾合し、世界最高の観測施設の建設運用に主要な貢献をし、日本の天文学の発展を図る。
- 新規プロジェクトは、高い学術的価値のみならず、コスト・体制面で確実な実現性を示していく必要がある。
- 国際プロジェクトに関与していく大方針のもとで、日本がコア技術とコア人材を提供できるように、戦略的に技術と人を育成していく必要がある。
- 妥当な投資額については、日本の先端技術が提供できるIn-kind貢献とコミュニティーの大きさに見合った必要な観測時間の確保を考慮する必要がある。
- スペースミッションの大型化の流れに出遅れており、抜本的対応が必要。
- 大型科学施設のための予算構造の抜本的改善が必要。
- 今後もコミュニティと情報を共有し、対話を重ね、将来計画を立てていく。

速報 7.米国Astro2020の結果公表

- 日本時間2021年11月5日未明に、米国国立科学アカデミーより、向こう10年間の天文学・宇宙物理学の計画に関する勧告を含む評価報告書 Astro2020 (Decadal Survey Report)が公表された。
- TMTとGMTの建設を提案している**US-ELTプログラムが地上望遠鏡の最優先計画**とされた。
- 天文学・宇宙物理学の幅広い分野における科学研究のほぼ全てにおいて、**US-ELTプログラムが比類ない能力をもつこと、また技術的な成熟度の高さの両面で高く評価された**。
- NSFに対し、US-ELTプログラムの少なくとも一つ、理想的には両方の望遠鏡に対して投資することを推奨している。NSFが両望遠鏡に対し投資する場合は、少なくともそれぞれ25%、一方の望遠鏡に投資する場合は最大50%の観測時間を確保することを推奨している。
- 最大のリスクとして費用が挙げられ、NSFに対し、2023年完了を目標として、US-ELTプログラムの財政的および計画実施上の成立性について評価する外部評価を実施し、米国連邦政府予算の投資規模について決定することを推奨している。もしTMTとGMTの一方が実施可能と判断された場合は、NSFは一方の計画のみを進めることとしている。