

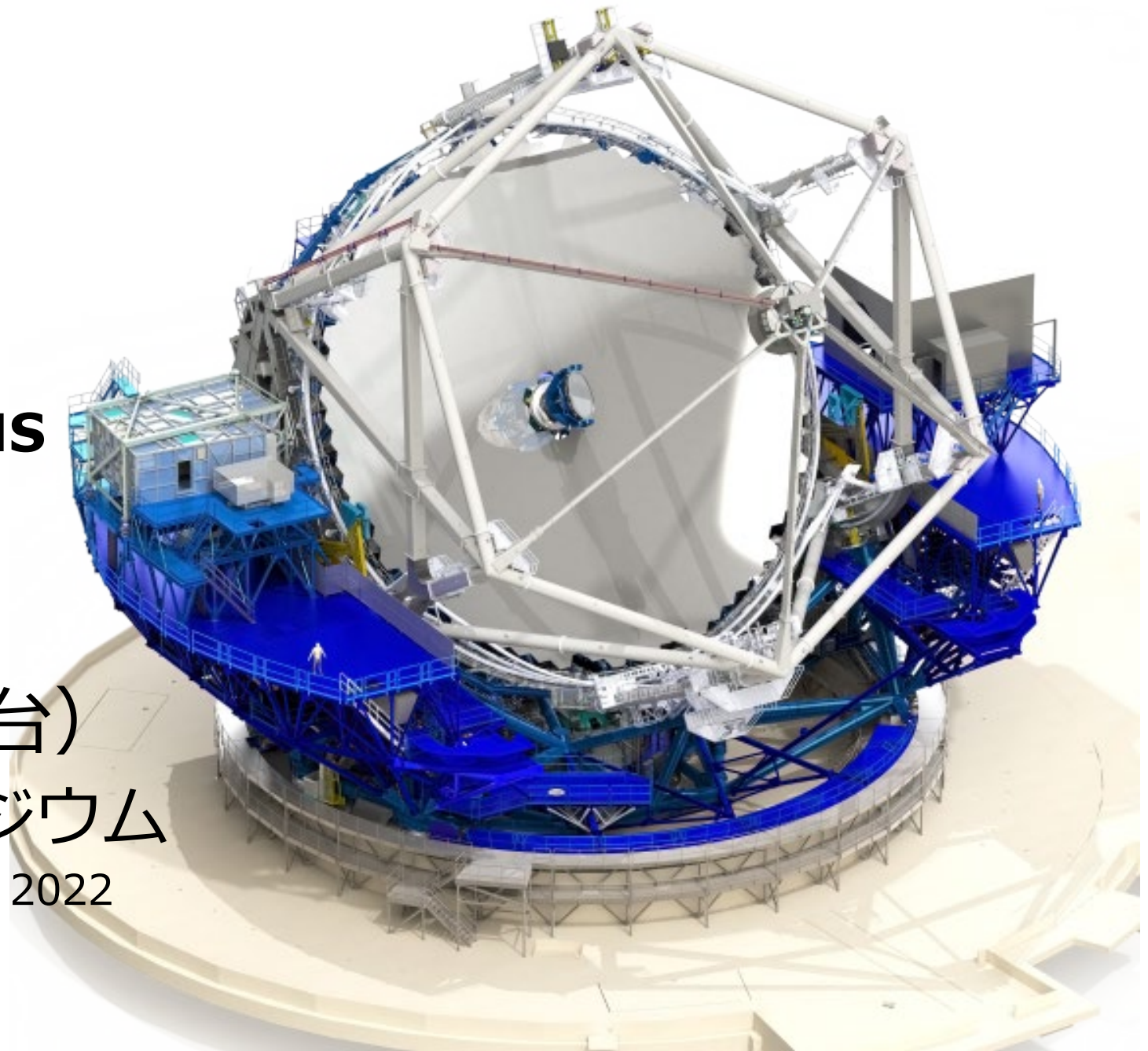
# 国立天文台 現状と課題

(NAOJ current status  
and challenges)

常田佐久（国立天文台）  
国立天文台将来シンポジウム

NAOJ Future Planning Symposium 2022

2022年12月7日



# お話の内容

1. 国立天文台のプロフィール P3
2. 既存プロジェクトと将来計画 P4
3. 研究成果の指標 P6
4. 運営費交付金とフロンティア  
予算について P13
5. 科学研究部の評価 P16
6. TMTの進展 P17
7. マスタープランとロードマップ P20
8. 2020マスタープラン・ロード  
マップにおけるTMTの不採択 P27

9. 大規模学術フロンティア  
促進事業の課題 P29
10. 巨大化するプロジェクト  
への対応 P30
11. 国際協力の条件 P31
12. センターの重要性 P33
13. 国際協力の条件II P37
14. 人材育成のための取組 P39
15. まとめ P40

## 職員数（2022年4月1日現在）

### ○職員数:516人

|               |      |
|---------------|------|
| ・研究系（研究支援を含む） | 230人 |
| ・技術系          | 90人  |
| ・事務系          | 196人 |

|        |          |          |
|--------|----------|----------|
| ＜職員比率＞ | 女性 30.2% | 外国人 6.2% |
| ・研究系:  | 11.3%    | 9.6%     |
| ・技術系:  | 20.0%    | 5.6%     |
| ・事務系:  | 57.1%    | 2.6%     |

### ＜女性の割合と目標値＞

※「自然科学研究機構における男女共同参画推進行動計画・アクションプラン」から

|                        |       |
|------------------------|-------|
| ・目標1 研究者に占める女性比率       | 11.5% |
| 【2027年度末までに17%】        |       |
| 講師以上                   | 9.2%  |
| 【2027年度末までに12%】        |       |
| ・目標2 管理職（課長以上）における女性割合 | 12.5% |
| 【2025年度末までに18%】        |       |

## 学生数（2022年4月1日現在）

### ○大学院生:74人

|                        |     |
|------------------------|-----|
| ・総合研究大学院大学（博士課程 5年一貫制） | 32名 |
| ・連携大学院                 | 28名 |
| ・受託大学院生（特別共同利用研究員）     | 14名 |

## 2022年度予算

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| ○運営費交付金等                        | 約94.7億円 |
| ・大規模学術フロンティア促進事業（3プロジェクト）       | 約35.1億円 |
| ・その他運営費交付金等                     | 約59.6億円 |
| （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37.5億円 |
| ○科研費（2022年5月31日現在）              | 約6.3億円  |

## 【参考】施設整備費

|                   |        |
|-------------------|--------|
| ○2022年度 当初予算      |        |
| ・すばる望遠鏡の老朽化対策     | 約3.5億円 |
| ○2021年度 補正予算      |        |
| ・すばる望遠鏡の高度化と老朽化対策 | 約8.0億円 |
| ・アルマプロジェクトの老朽化対策  | 約3.9億円 |

## 論文について

Source: InCites (article, review 2022年5月20日)

|                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| ○論文指標（2017–2021平均） |                          |
| ・査読付き欧文論文数/年:      | 612 編                    |
| ・被引用数Top10%論文の割合:  | 16.1 % （国内全分野平均: 8.0 %）  |
| ・被引用数Top1%論文の割合:   | 3.2 % （国内全分野平均: 1.0 %）   |
| ・国際共著率:            | 79.8 % （国内全分野平均: 34.0 %） |

## 【参考】日本の天文学分野の論文数

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| ○世界シェア（2021年）: 9.0%         |  |
| ・自然科学19分野（ESI22）中、宇宙科学は1位   |  |
| ・国際天文学連合IAUにおける日本人割合: 5.5 % |  |
| （米国人会員の約1/4: 2022年5月1日現在）   |  |
| ○増加率（2011→2021）: +47.1%     |  |
| ・自然科学19分野（ESI22）中、宇宙科学は3位   |  |

# 国立天文台の大型観測施設

4

## 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)

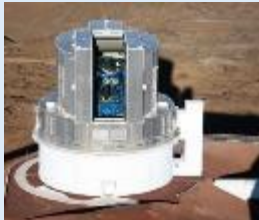
### 【特徴】

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、カナダ、インド、中国が計画を推進＝

(TMT=Thirty Meter Telescope)

### 【特徴】

従来の地上望遠鏡の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。(JWSTに対して約5倍の解像度、近赤外で約20倍の分光感度)

- ・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：2033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生命を宿す惑星は地球の他に存在するのか？ (すばる、アルマ、TMT)
- ②ダークマターとダークエネルギーの正体は何か？ (すばる、TMT)
- ③宇宙はどうやって始まったのか？ (アルマ、すばる、TMT)

# 本シンポのテーマ：既存プロジェクトと将来計画

## 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、カナダ、インド、中国が計画を推進＝

(TMT=Thirty Meter Telescope)

### 【特徴】

従来の地上望遠鏡の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。(JWSTに対して約5倍の解像度、近赤外で約20倍の分光感度)  
 ・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：2033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生命を宿す惑星は地球の他に存在するのか？ (すばる、アルマ、TMT)
- ②ダークマターとダークエネルギーの正体は何か？ (すばる、TMT)
- ③宇宙はどうやって始まったのか？ (アルマ、すばる、TMT)

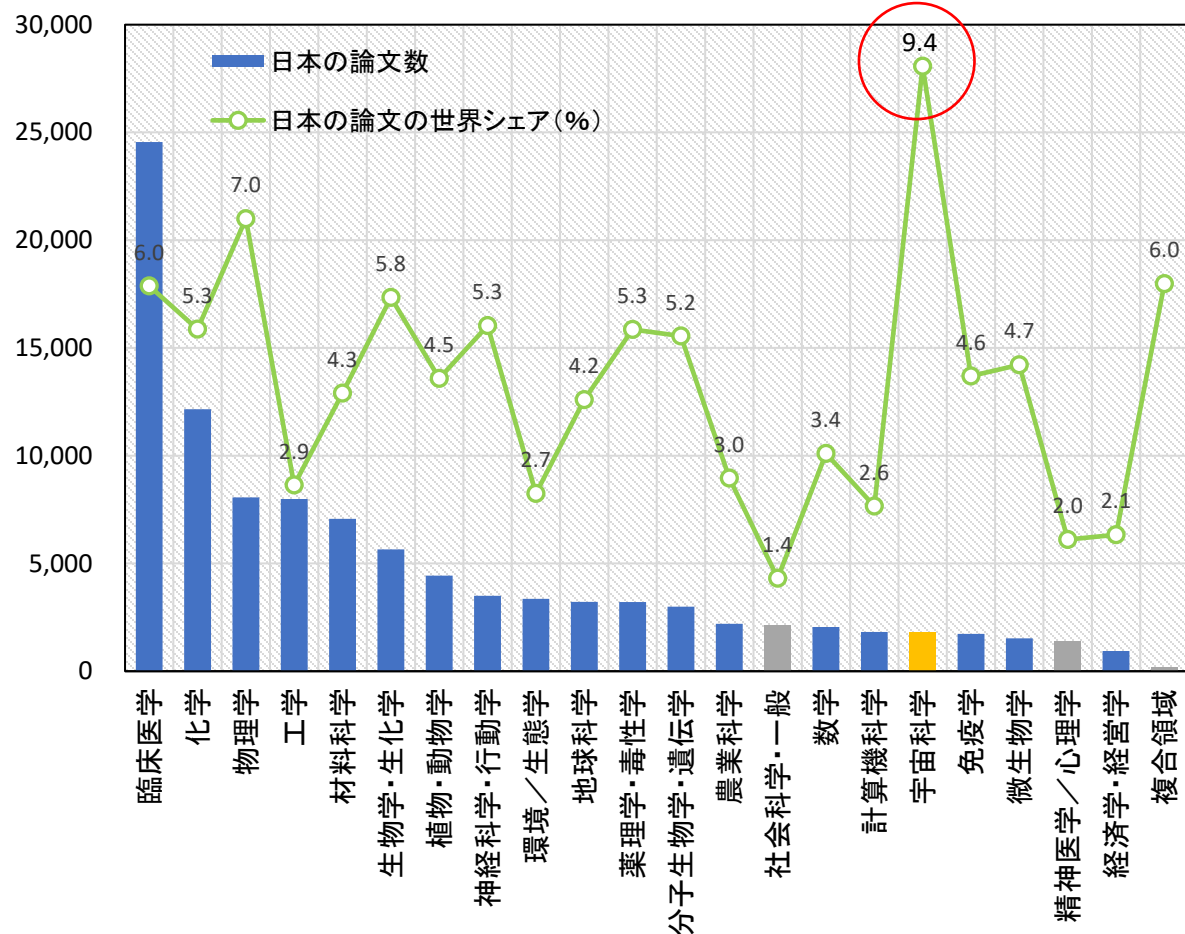
？

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？

# 日本の天文学分野の論文数について（１）

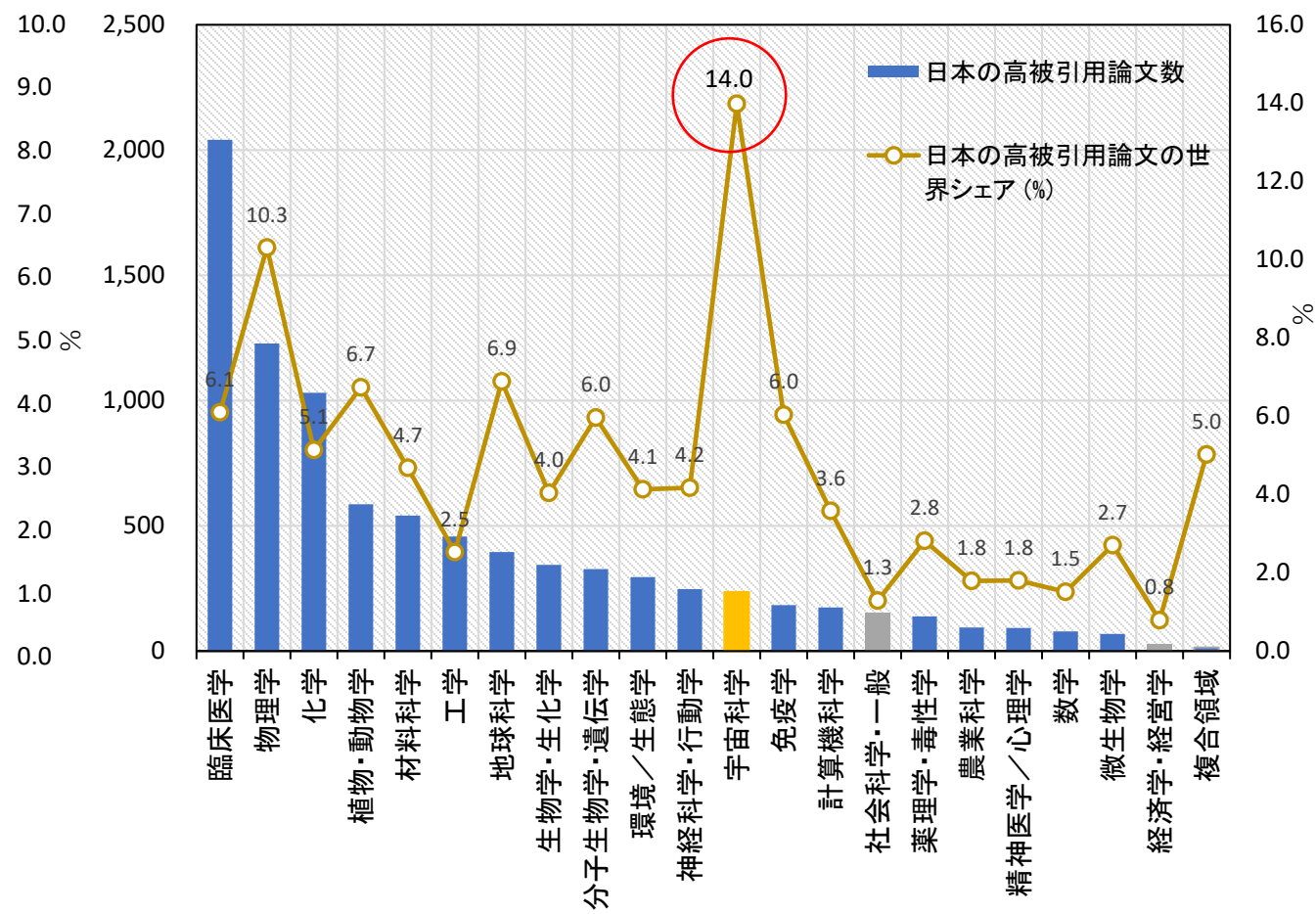
## 宇宙科学（天文学）：分野別の論文数世界シェアは最高

分野別にみた日本の論文数 (2021)



ESI 22分野

分野別にみた日本の高被引用論文数 (2011-2021)



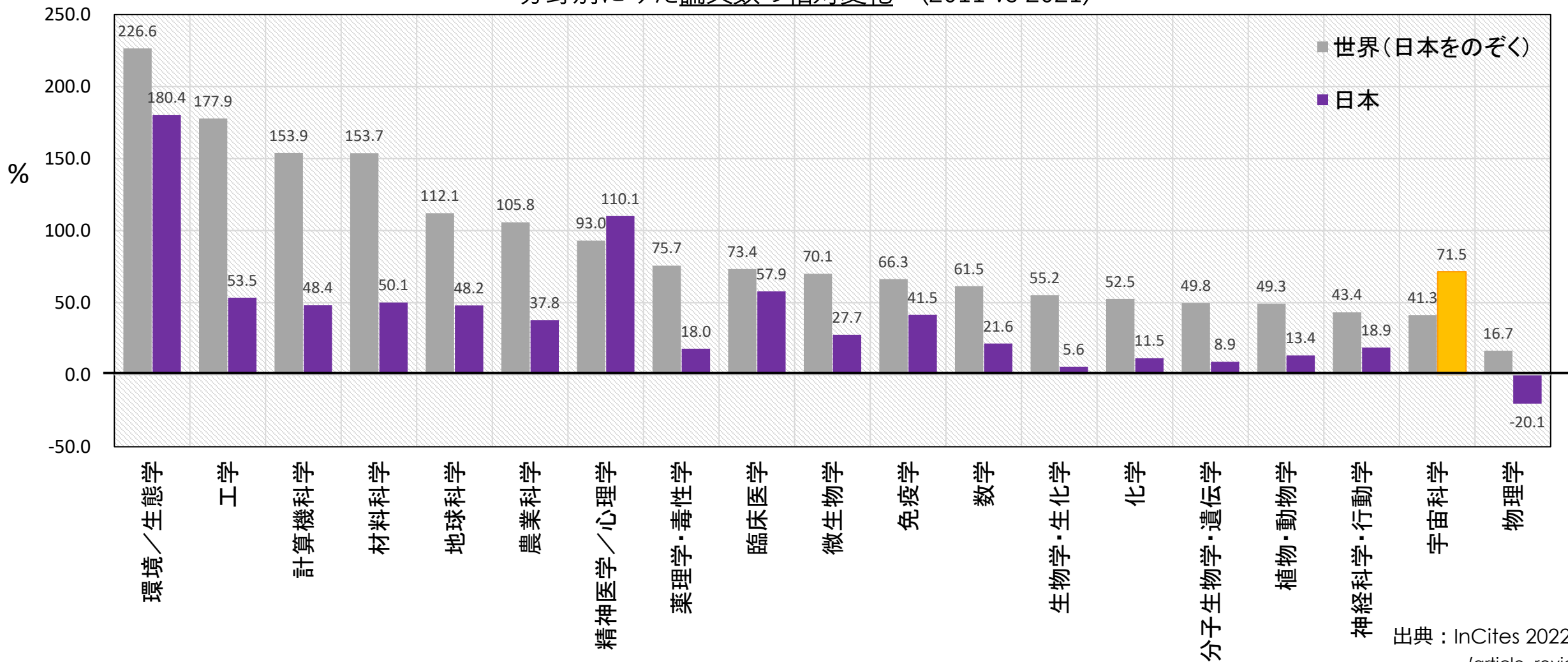
ESI 22分野

出典：InCites 20220520  
(article, review)

# 日本の天文学分野の論文数について（2）

## 宇宙科学（天文学）：過去10年の論文数増加率は世界を上回る

分野別にみた論文数の相対変化（2011 vs 2021）



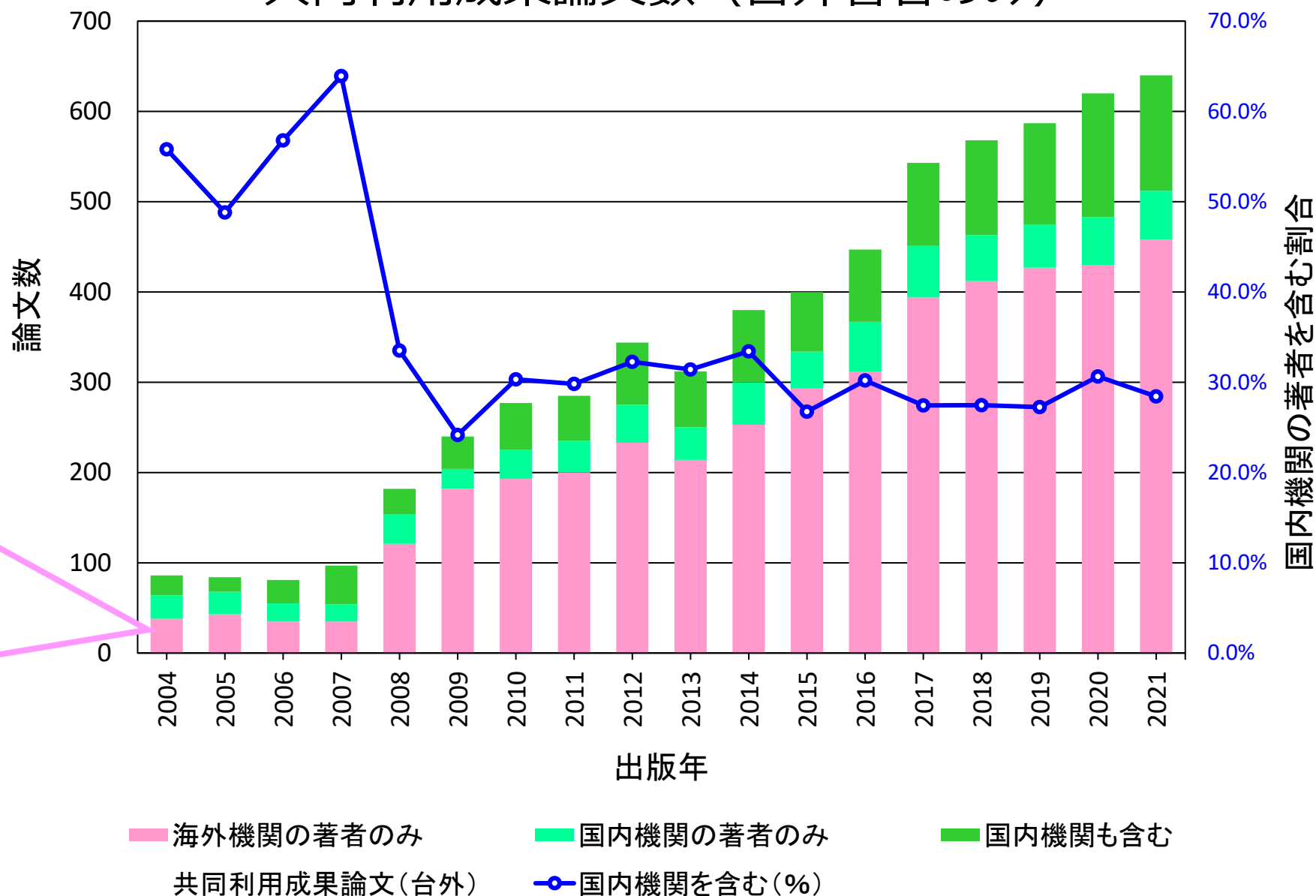
# NAOJ著者を 含まない共同 利用成果論文 数の変遷

海外機関の著者のみ: 計 4,436編

■ 施設・設備の内訳 (重複あり)

- ・ ALMA 1,962 (44 %)
  - ・ Hinode 1,230 (28 %)
  - ・ Subaru 667 (15 %)
  - ・ ADC 245 (6 %)
  - ・ NoRH 175 (4 %)
  - ・ NoRP 113 (3 %)
  - ・ CfCA 92 (2 %)
- (CfCAは日本人を含む)

## 共同利用成果論文数 (台外著者のみ)

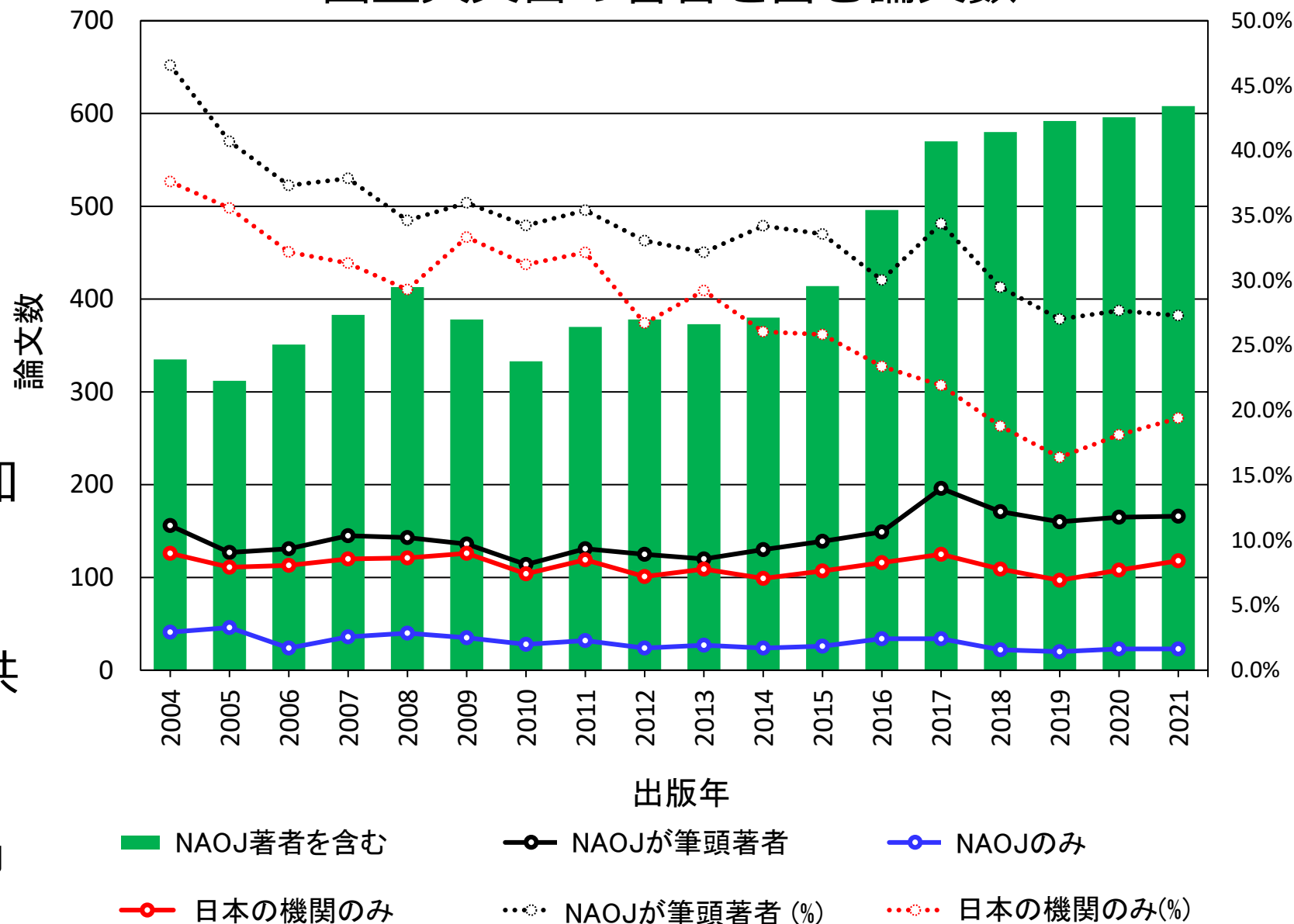


# 【参考】NAOJ 著者を含む論文数の変遷

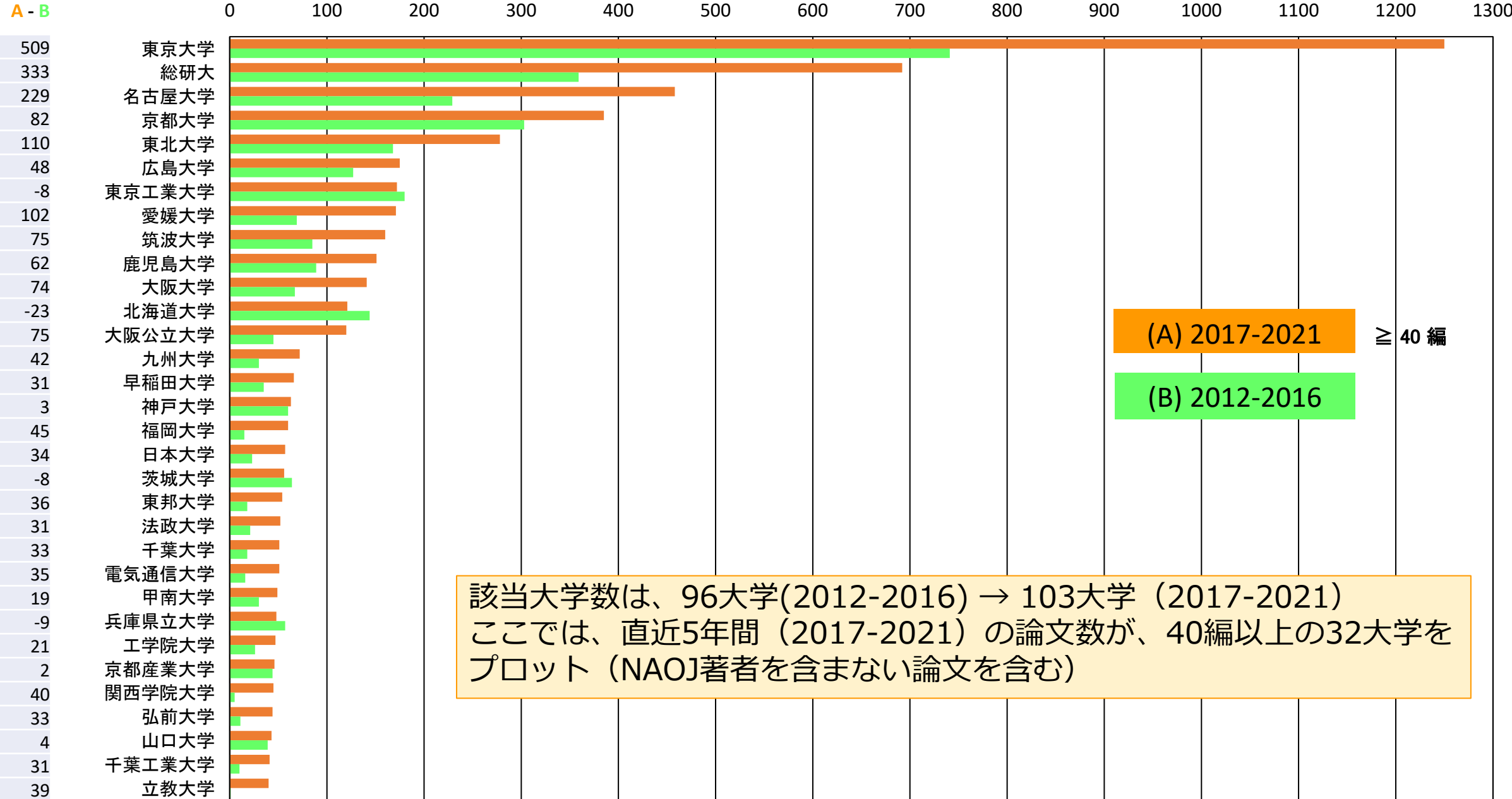
・ NAOJ研究者数がほぼ一定数のため、NAOJ筆頭著者の論文数も一定。一方、NAOJ論文数が増加したため、NAOJが筆頭著者の論文割合は下降。

・ 国際的な共同利用・共同研究の進展に伴い、日本の機関のみの論文の割合は下降傾向（コロナ禍中は若干復）。

国立天文台の著者を含む論文数



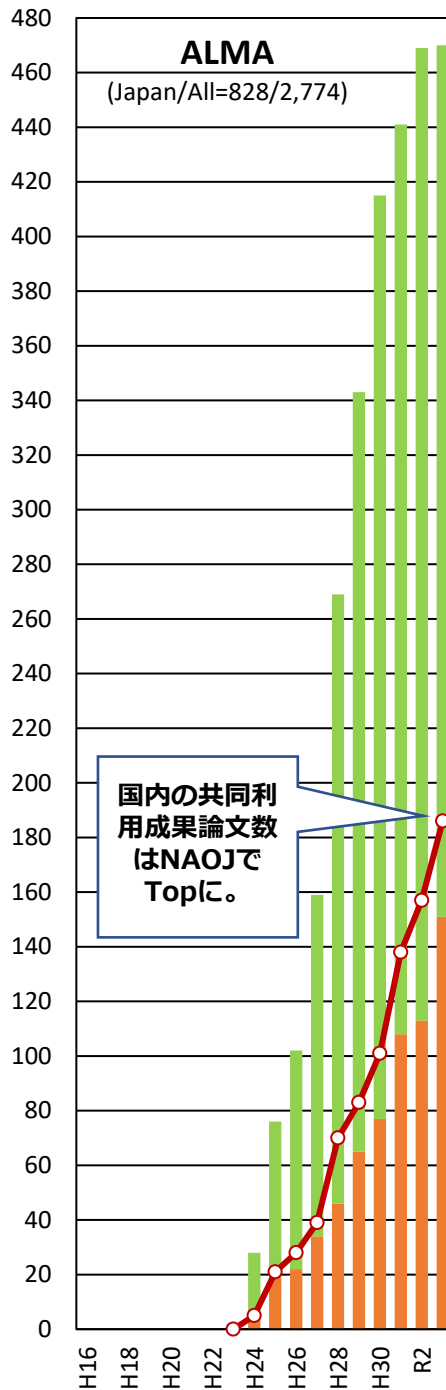
国立天文台の施設・設備等を利用した、国内大学の論文数の推移（5年間隔）



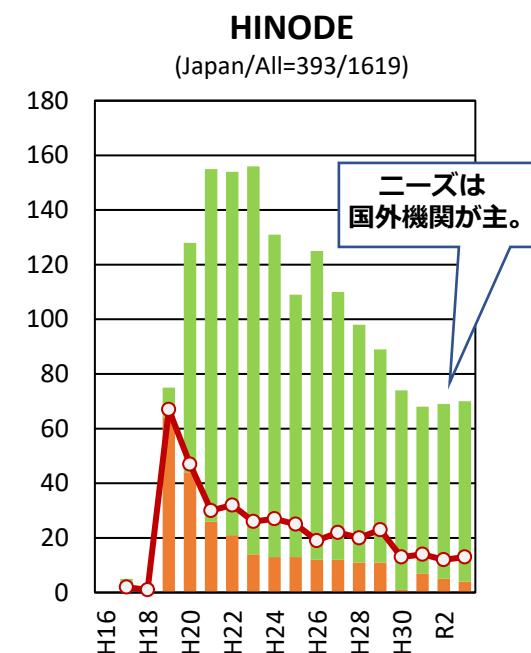
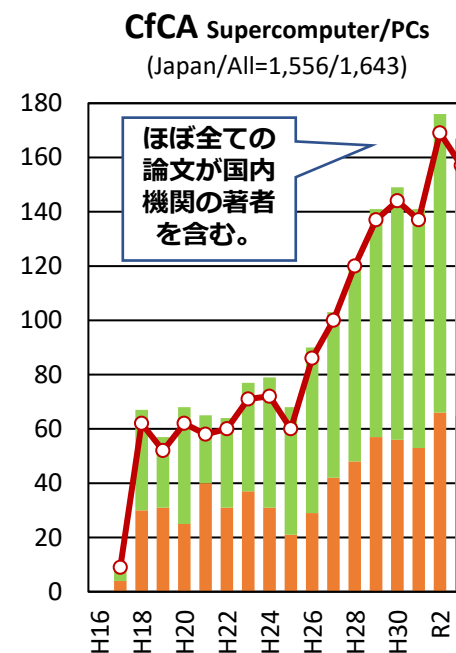
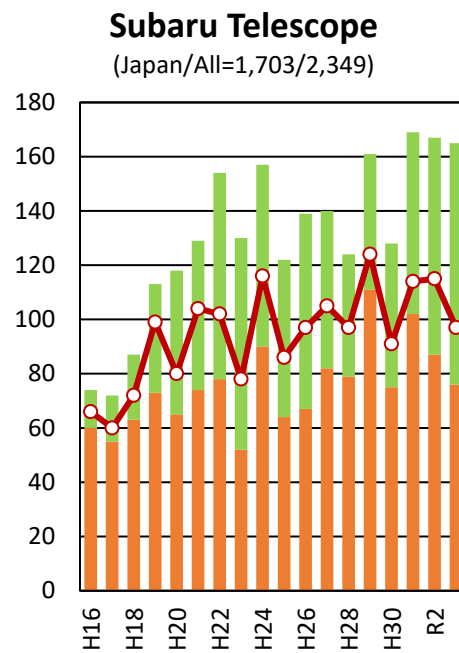
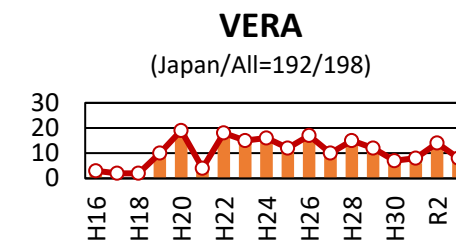
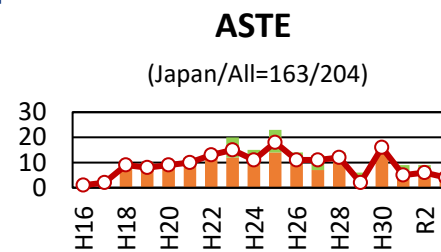
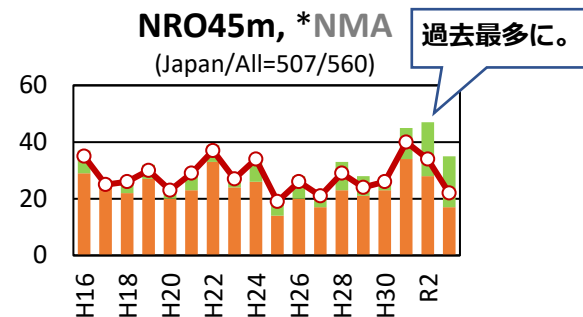
# 国立天文台施設が 生み出す査読論文数(1)

(2022.10.9 国立天文台調査)

Refereed Publications / Year



- Open use outside NAOJ
- Including NAOJ author(s)
- Including author(s) in Japan



Publication Year (FY2004 – FY2021)

(Article& Review Only)

# 国立天文台施設が 生み出す査読論文数(2)

12

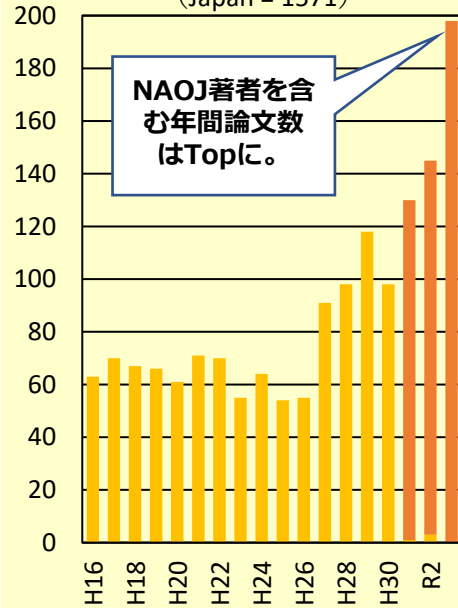
(2022.10.9 国立天文台調査)

Refereed Publications / Year

【参考】 \*理論→科学

(Japan = 1571)

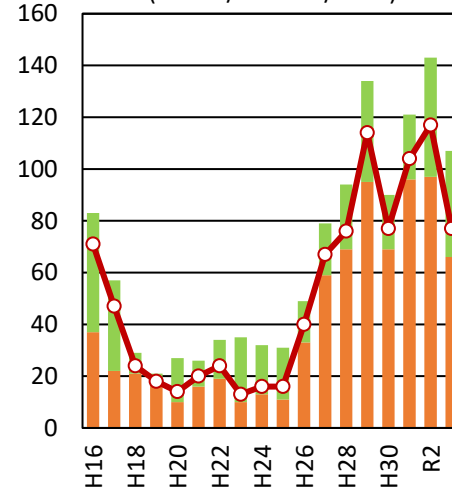
NAOJ著者を含む  
年間論文数  
はTopに。



- Open use outside NAOJ
- Including NAOJ author(s)
- Including author(s) in Japan

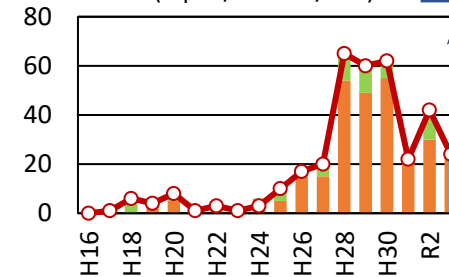
ADC

(JAPAN/All= 935/1192)



RCC Fund

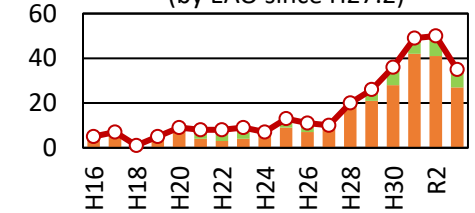
(Japan/All=349/357)



国内機関の著者を含む論文のみ集計。

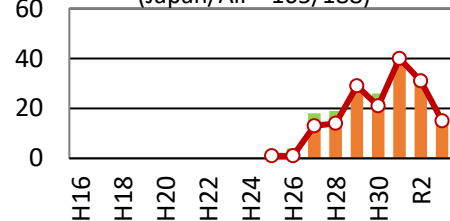
JCMT (Japan = 309)

(by EAO since H27.2)



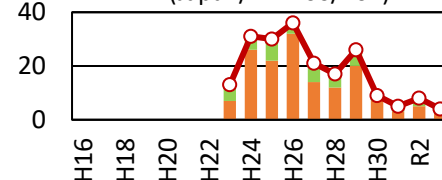
EACOA Fellow

(Japan/All = 165/188)



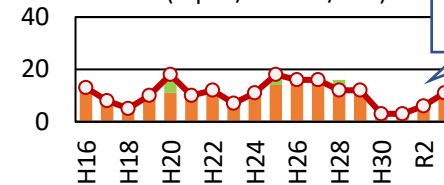
OISTER

(Japan/All=200/204)



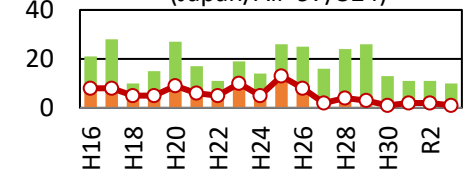
Okayama (\*188cm, SEIMEI)

(Japan/All=191/199)



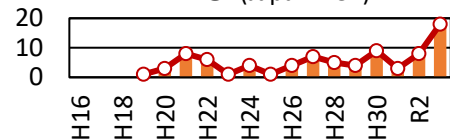
\*NoRH, NoRP

(Japan/All=97/324)

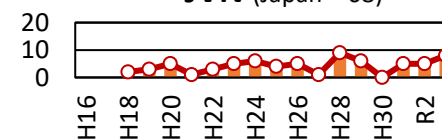


ATC

(Japan = 82)

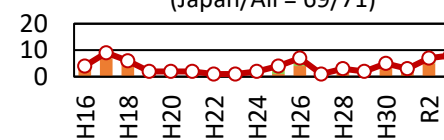


JVN (Japan = 68)



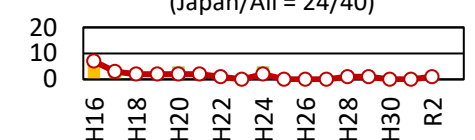
TAMA300, KAGRA

(Japan/All = 69/71)



SOBS

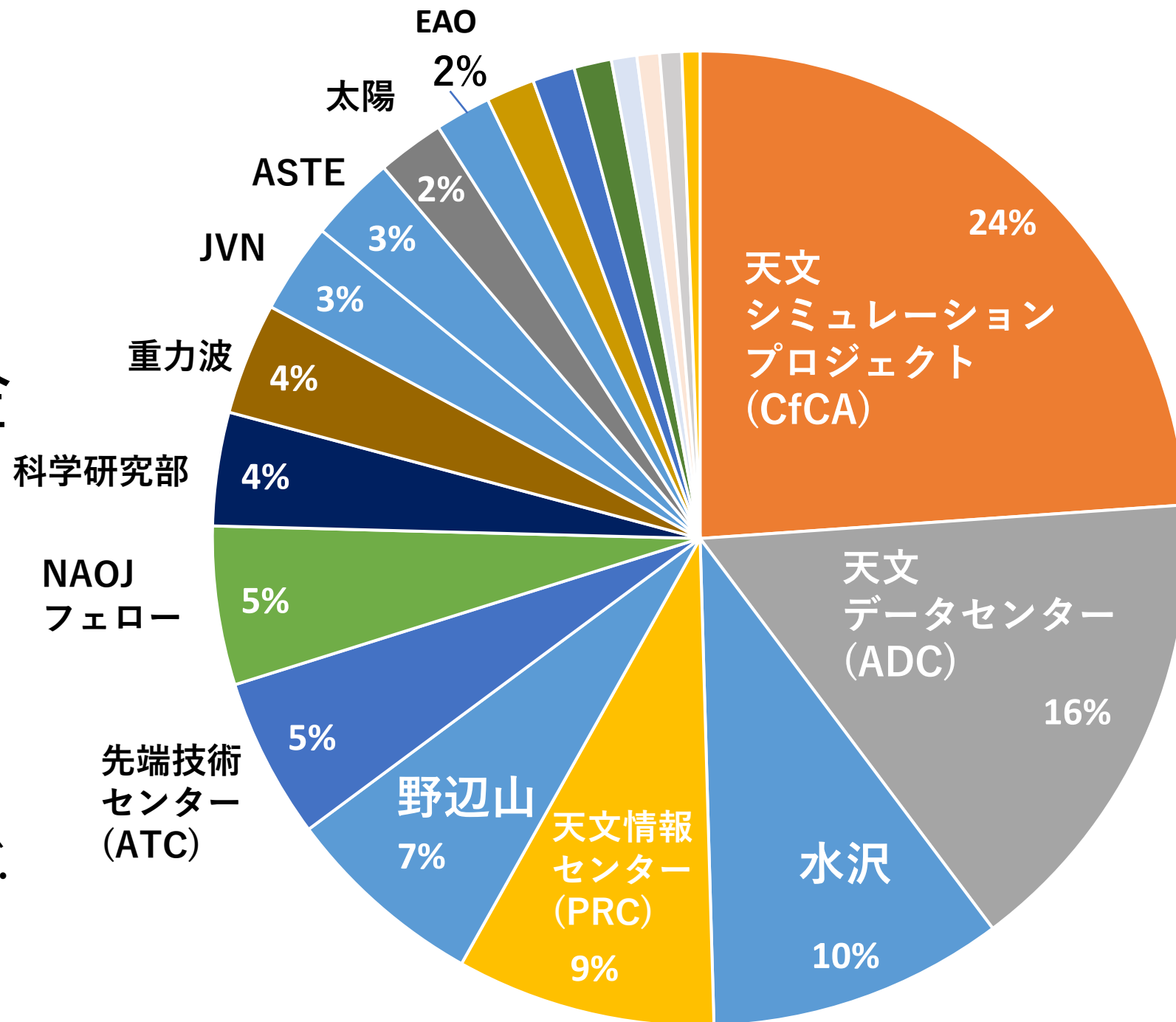
(Japan/All = 24/40)



Publication Year (FY2004 – FY2021)

(Article& Review Only)

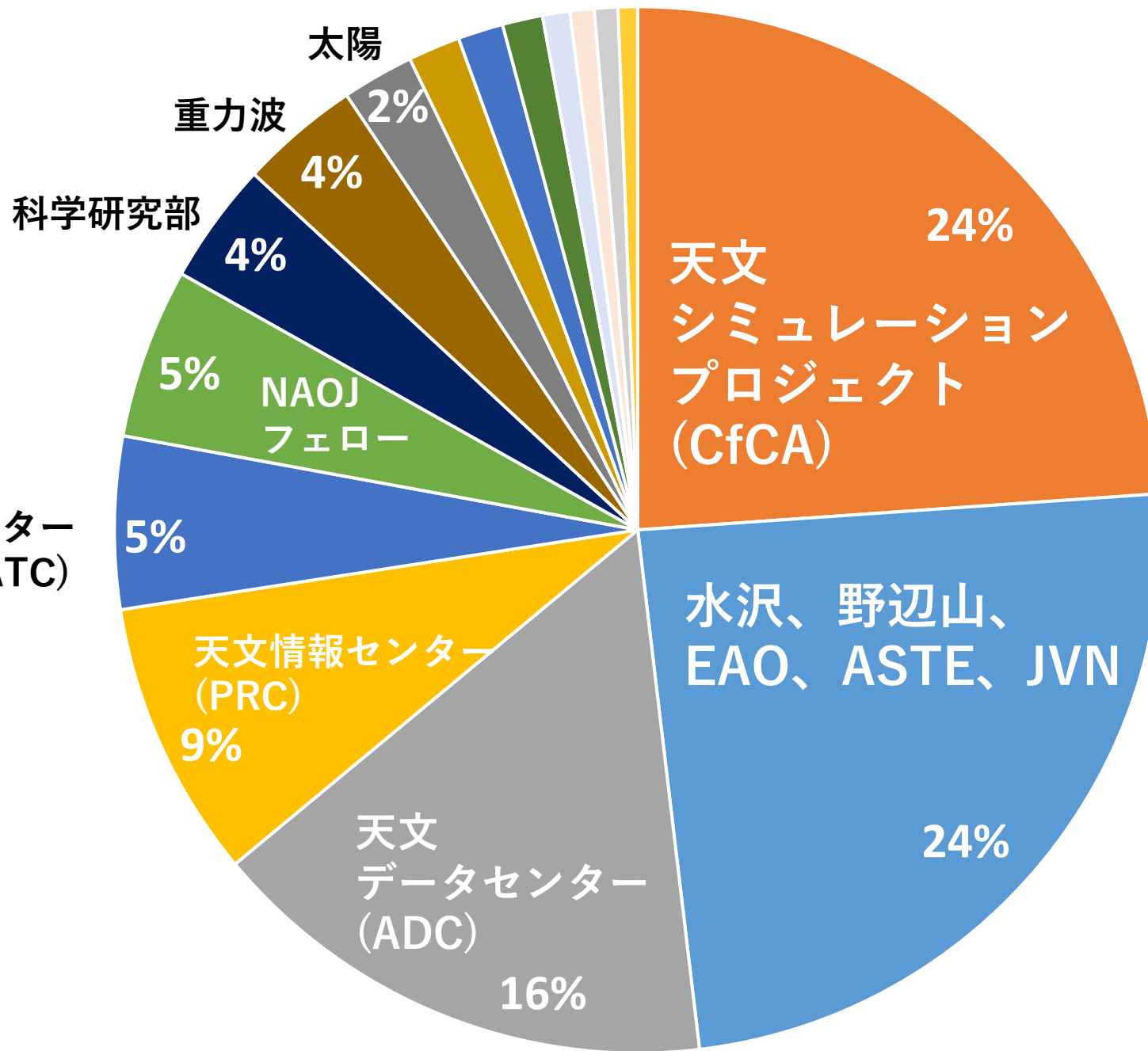
# 2022年度 国立天文台 運営費交付金



注) 運営費交付金59.4億円から、  
承継職員等人件費、事務部・  
情報セキュリティ経費等を  
除外した、19.3億円の内訳  
を掲載

# 2022年度 国立天文台 運営費交付金

先端技術センター  
(ATC)



注) 運営費交付金59.4億円から、  
承継職員等人件費、事務部・  
情報セキュリティ経費等を  
除外した、19.3億円の内訳  
を掲載

# 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

(支出) 運営費交付金対象事業費（教育研究の確実な実施に必要な支出額）

(収入) 自己収入（授業料、病院収入等）

**国立大学法人運営費交付金**  
(運営費交付金対象事業費から自己収入を差し引いた額)

## 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）

(1) 基幹的な経費

- ・学長裁量経費
- ・設置基準教員給与費等

(2) 成果を中心とする  
実績状況に基づく  
配分

(3) 支援の枠組み

- ① ミッション実現戦略分
- ② 教育研究組織改革分
- ③ **共通政策課題分**

(4) 特殊要因経費  
教職員の退職手当等、  
国が措置すべき義務  
的経費

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」の事業区分の一つ

### 運営費交付金（(1)、(2)）

使途が特定されない

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

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。

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

### フロンティア予算（(3)の③の一部）

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）

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）

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

すばる、アルマ、TMT

※ ミッション実現戦略分、教育研究組織改革分、特殊要因経費については、使途が限定されている。

※ 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。

# 科学研究部への評価

## 国立大学法人評価委員会の評価

※4年目終了時評価の結果：

### ●全体

資料1 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

資料2 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)

資料3 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3

[https://www.niad.ac.jp/su\\_b\\_hyouka/kokudai2020/3\\_2020\\_88\\_sizen\\_kagaku\\_3.pdf](https://www.niad.ac.jp/su_b_hyouka/kokudai2020/3_2020_88_sizen_kagaku_3.pdf) (太字は国立天文台)

### 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エ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。

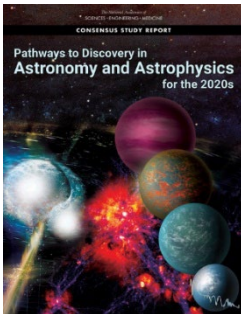
# NSF TMT建設に向けた正式プロセスを開始

TMTの完成・運用にはNSFの正式参加・米国連邦予算の投入が不可欠である。これに向け、TMTとGMTをあわせた米国超大型望遠鏡プログラム（US-ELTプログラム）を提案しており、以下のとおり進んでいる

## ① コミュニティでの検討と提案

- 科学検討・国際研究会
- Decadal Survey (Astro 2020) ※への提案 (完了)
- パネルによる審査 (完了)
- Astro 2020公表 (2021年11月) (完了)

Decadal Survey (Astro 2020) : NSFやNASAがスポンサーとなって米国科学アカデミーが実施する、米国研究者コミュニティによる将来計画の評価プロセス。



地上望遠鏡計画として、TMTとGMTを合わせた**US-ELTプログラム**が**最優先計画**として位置づけられた

## ② NSFによる審査

- US-ELTプログラムの一部として、TIOがNSF MREFC設計段階提案を提出 (完了)
- NSFはハワイ担当チームを結成し、ネイティブハワイアン等関係者との非公式な対話を実施 (完了)
- NSFによるハワイでの環境影響調査・国家歴史遺産保存法106条のプロセス(進行中)
- NSFによる基本設計審査(PDR)(2022年11月~)
- NSFによる最終設計審査(FDR)、NSF長官による参加公式決定
- National Science Board (NSB) による承認

## ③ 連邦政府・議会での承認

【今後】

- 連邦行政管理予算局(OMB)がNSFと予算案を作成
- 連邦議会による審議・承認
- 米国連邦資金(MREFC予算)の投入

※ NSB: 学術界・産業界の代表者からなり、NSFの方針の決定や、大統領や議会に科学技術政策についての助言を行う。

•**環境影響調査(EIS)**:8月9~12日に公聴会がハワイ島（ヒロ、ナアレフ、コナ、カムエラ）で開催された。2023年夏に評価書案が作成される予定

•**国家歴史遺産保存法106条のプロセス(NHPA)**:2022年冬から歴史遺産を特定する作業が開始され、2023年夏より、影響を受けるおそれのある遺産に関する解決策の策定を行い、2024年春/夏に合意文書が作成される。

•**基本設計審査(PDR)**は、NSFが主要な建設プロジェクトを採択実施するための、重要なゲートウェイ。米国大統領府行政管理予算局・米国議会に要求する予算案は、PDRで決定される。これまでNSFのPDRに合格したプロジェクトは、ALMAやDKIST、ルービン天文台をはじめ、すべて実現している。

# 建設地ハワイにおける合意形成の進展

## 米国連邦政府の関与強化

ハワイにおける非公式対話  
(~2020)

ハワイでの環境影響評価  
等の計画を発表

ハワイ島での  
説明・意見交  
換会を成功裡  
に開催

Workshopの  
開催

合意文書の締結

## 行政・議会の協力

ハワイ州議会の下にマ  
ウナケア新管理組織を  
検討するワーキンググ  
ループの設立

ハワイ州新法**Act 255**

ハワイ大学に代わるマ  
ウナケアの総合的管理  
のための新行政組織  
(**MKSOA**) の設立

MKSOAの活動

## TIOの方針転換

TMT国際天文台(TIO)執  
行部の刷新  
ハワイ対策チームの刷  
新  
国立天文台のTIO運営へ  
の関与の大幅増加

反対派との直接対話

教育・職業訓  
練プログラム  
をNSFに提案

ハワイ郡の教育  
活動への継続的  
支援

## マウナケア天文台群の連携

マウナケア天文台群協  
議会(MKO)

課題だった  
既存望遠鏡  
の削減

地域での天文学発展を  
目指すMaunakea  
Allianceの設立に合意  
2022.10.26

TMTを含むマウナケア  
天文台群がワンボイス  
で諸課題に対応

## 強硬反対派との 直接対話

ホーポノポノ  
(6回)  
2019~2020 (

**Committee in  
Hawaii  
Executive  
Collaborative**  
の活動

未来志向による  
ハワイ社会の長  
年の対立構造の  
緩和

# TMTを取り巻く状況の大幅改善

ハワイでのTMT国際天文台(TIO)の直接対話や教育支援により地元との信頼関係が醸成されている。  
ハワイ州によるマウナケア新管理組織設立、NSFの予算化プロセス開始により、現地建設再開に向けた動きが加速。

**2021年6月～**

## ハワイにおけるTIOの直接対話

- TMTプロジェクトのリーダーがハワイに異動し、傾聴と尊重に基づく直接対話と地元住民のニーズに沿った教育支援を軸に、先住民との信頼関係を醸成 ➡ **先住民の草の根の声に明らかな変化**
- (例) TMT反対の先住民長老(2019年に道路封鎖で逮捕された5人)とは談笑し、TMTの姿勢を支持する関係にまで改善。



**2022年7月～**

## マウナケア管理に先住民参加

- 今までないがしろにされてきた先住民も参加する新たなマウナケア管理組織を設立するハワイ州法が成立(2022年7月)。先住民にも利益(土地賃貸料・観測時間)を公平に共有する道筋が開かれる ➡ **TMT問題をより大きなマウナケアの管理と民族の融和の問題に昇華して扱う方向が確立**



**ハワイ  
現地建設  
再開**

**2021年11月**

## Astro2020での最高評価

- 米国Astro2020(米国科学アカデミーによる評価)において、地上望遠鏡計画として、TMTとGMTを合わせたUS-ELT(米国超大型望遠鏡)プログラムが最優先計画として位置づけられた



**2022年7月～**

## NSFの予算化プロセス開始

- ハワイでの環境影響評価、国家歴史遺産保存法のプロセス(2022年7月～)
- TMT計画の基本設計審査(PDR)(2022年11月～)



**連邦政府  
予算化**

## 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。
- 2022年度予算額は337億円。
- 現在、年次計画に基づき、14プロジェクトを推進。

## これまでの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。

# 大規模学術フロンティア促進事業(令和4年現在)

## 学術研究の大型プロジェクトの一覧

### 大規模学術フロンティア促進事業(11事業)

#### 日本語の歴史的典籍の国際共同研究ネットワーク構築計画 (人間文化研究機構国文学研究資料館)

日本語の歴史的典籍30万点を画像データベース化し、新たな異分野融合研究や国際共同研究の発展を目指す。古典籍に基づく過去のオーロラの研究、江戸時代の食文化の研究など他機関や産業界と連携した新たな取組を開始。



#### 大型光学赤外線望遠鏡による国際共同研究の推進(すばる) (自然科学研究機構国立天文台)

米国ハワイ島に建設した口径8.2mの「すばる」望遠鏡により、銀河が誕生した頃の宇宙の姿を探る。約129億光年離れた銀河を発見するなど、多数の観測成果。



#### 宇宙と生命の起源を探索する大型ミリ波/サブミリ波望遠鏡アルマ2計画 (自然科学研究機構国立天文台)

日米欧の国際協力によりチリに建設した口径12mと7mの電波望遠鏡からなる「アルマ」により、生命関連物質の探索や惑星・銀河形成過程の解明を目指す。



#### 30m光学赤外線望遠鏡(TMT)計画の推進 (自然科学研究機構国立天文台)

日米加中印の国際協力により口径30mの「TMT」を米国ハワイに建設し、太陽系外の第2の地球の探査、最初に誕生した星の検出等を目指す。



#### Bファクトリー加速器の高度化による新しい物理法則の探求 (高エネルギー加速器研究機構)

加速器のビーム衝突性能を増強し、宇宙初期の現象を多数再現して「消えた反物質」「暗黒物質の正体」「質量の起源」の解明など新しい物理法則の発見・解明を目指す。前身となる装置では、小林・益川博士の「CP対称性の破れ」理論(2008年ノーベル物理学賞)を証明。



#### 「大強度陽子加速器施設(J-PARC)」による物質・生命科学及び原子核・素粒子物理学研究の推進 (高エネルギー加速器研究機構)

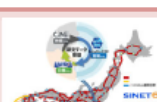
日本原子力研究開発機構と共同で、世界最大級のビーム強度を持つ陽子加速器施設を運営。ニュートリノなど多様な粒子ビームを用いて基礎研究から応用研究に至る幅広い研究を推進。



### 学術研究基盤事業(3事業)

#### 研究データの活用・流通・管理を促進する次世代学術研究プラットフォーム(SINET) (情報・システム研究機構国立情報学研究所)

国内の大学等を高速通信回線ネットワークで結び、国内900以上の大学・研究機関、約300万人の研究者・学生が活用する学術情報ネットワーク「SINET」を高度化し、ネットワーク基盤と研究データ基盤を「次世代学術研究プラットフォーム」として一体的に運用。



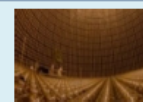
#### 高輝度大型ハドロン衝突型加速器(HL-LHC)による素粒子実験 (高エネルギー加速器研究機構)

CERNが設置するLHCについて、陽子の衝突頻度を10倍に向上し、現行のLHCよりも広い質量領域での新粒子探索や暗黒物質の直接生成等を目指す国際共同プロジェクト。日本はLHCにおける国際貢献の実績を活かし、引き続き加速器及び検出器の製造を国際分担。



#### 「スーパーカミオカンデ」によるニュートリノ研究の推進 (東京大学宇宙線研究所)

超大型水槽(5万トン)を用いニュートリノを観測し、その性質の解明を目指す。2015年梶田博士はニュートリノの質量の存在を確認した成果によりノーベル物理学賞を受賞。また、2002年小柴博士は、前身となる装置でニュートリノを初検出した成果により同賞を受賞。



#### 大型低温重力波望遠鏡(KAGRA)計画 (東京大学宇宙線研究所)

一辺3kmのL字型のレーザー干渉計により重力波を観測し、ブラックホールや未知の天体等の解明を目指すとともに、日米欧による国際ネットワークを構築し、重力波天文学の構築を目指す。



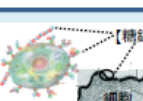
#### 大型先端検出器による核子崩壊・ニュートリノ振動実験(ハイパーカミオカンデ計画)の推進 (東京大学宇宙線研究所、高エネルギー加速器研究機構)

ニュートリノ研究の次世代計画として、超高感度光検出器を備えた総重量26万トンの大型検出器の建設及びJ-PARCの高度化により、ニュートリノの検出性能を著しく向上。素粒子物理学の大統一理論の鍵となる未発見の陽子崩壊探索やCP対称性の破れなどのニュートリノ研究を通じ、新たな物理法則の発見、素粒子と宇宙の謎の解明を目指す。



#### ヒューマンライコムプロジェクト(新規 令和5年度概算要求中) (東海国立大学機構、自然科学研究機構、創価大学)

我が国の研究者が自由に使える糖鎖ナレッジベース「TOHSA」の構築を通じて、全国の研究者と連携・協力しながら、生命科学の新たなカギとなる生命を構成する第3の高分子「糖鎖」を読み解く。生命のしくみの真の理解とともに、認知症等の未解決の疾患に関する治療法・予防法の開拓を目指し、世界に先駆ける生命科学分野の発展に貢献する。



#### 南極地域観測事業 (情報・システム研究機構国立極地研究所)

南極の昭和基地での大型大気レーザー(PANSY)による観測等を継続的に実施し、地球環境変動の解明を目指す。オゾンホールの発見など多くの科学的成果。



#### 超高温プラズマ学術研究基盤(LHD)計画 (自然科学研究機構核融合科学研究所)

我が国独自のアイデアによる「大型ヘリカル装置(LHD)」により、高温高密度プラズマの実現と定常運転の実証を目指す。また、将来の核融合炉の実現に必要な学理の探求と体系化を目指す。



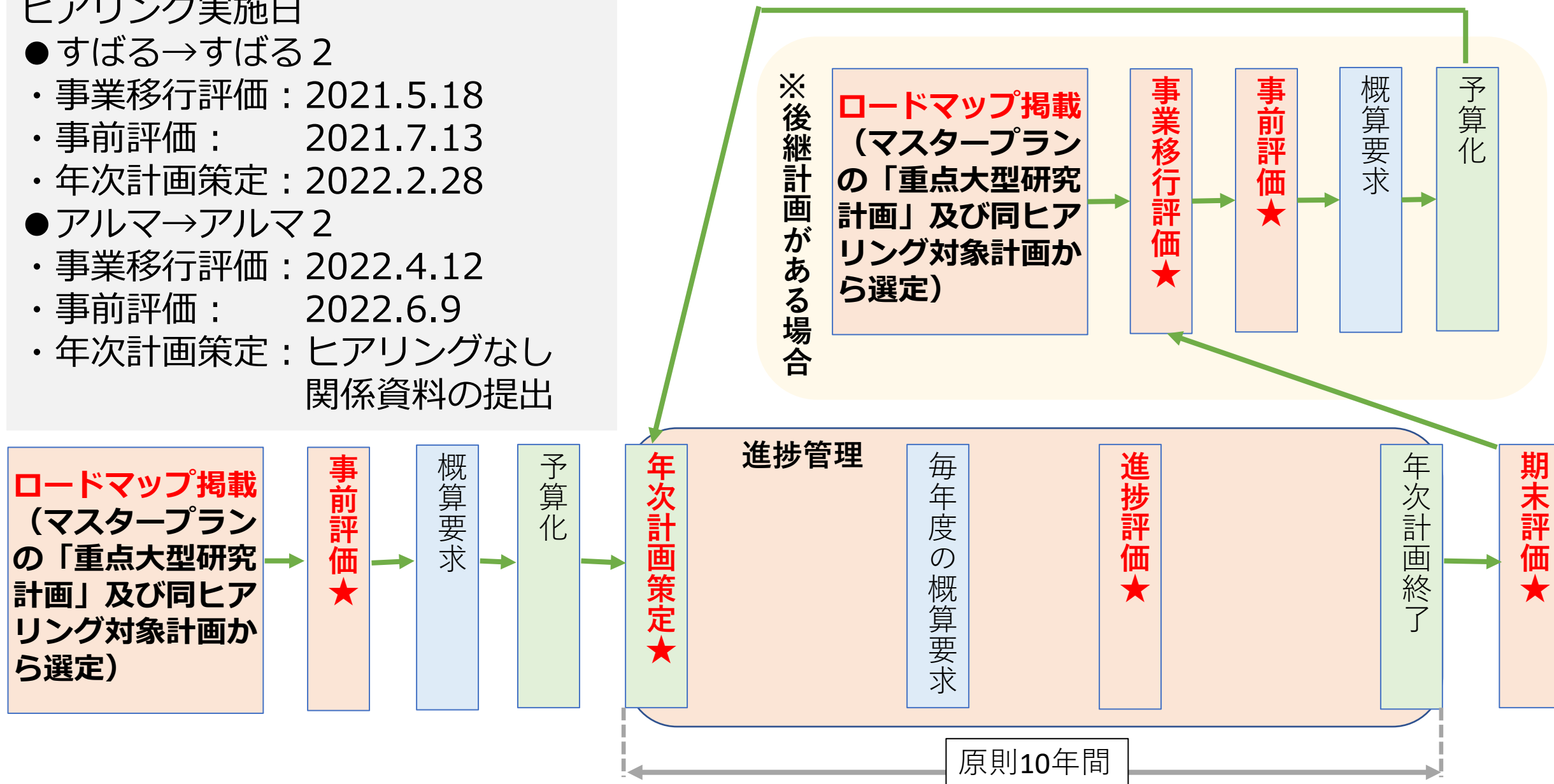
「大学研究力強化に向けた取組 ～多様な研究大学群の形成に向けて～」  
令和4年9月16日 国立大学附置研究所・センター会議常置委員会(第2回)  
研究振興局大学研究基盤整備課」より



## ヒアリング実施日

- すばる→すばる2
  - ・事業移行評価：2021.5.18
  - ・事前評価：2021.7.13
  - ・年次計画策定：2022.2.28
- アルマ→アルマ2
  - ・事業移行評価：2022.4.12
  - ・事前評価：2022.6.9
  - ・年次計画策定：ヒアリングなし  
関係資料の提出

★は作業部会のヒアリングあり



「大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の共同利用研究」（令和3年6月15日）  
([https://www.mext.go.jp/content/20210819-mxt\\_gakkikan-000017209\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20210819-mxt_gakkikan-000017209_1.pdf))

すばる→すばる2  
事業移行評価

#### 4. プロジェクトの進捗評価と今後の留意点

##### （1）プロジェクトの達成状況を踏まえた評価

・・・総合的に勘案すると、「大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の共同利用研究」は当初の目的を達成し天文学をリードする優れた成果を創出しており、その意義、成果、波及効果等を活かしつつ、**後継計画へ移行することは適当である**と評価できる。

「超広視野大型光学赤外線望遠鏡「すばる2」による国際共同研究の推進」(令和3年7月28日)

([https://www.mext.go.jp/content/20210819-mxt\\_gakkikan-000017306\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20210819-mxt_gakkikan-000017306_1.pdf))

すばる2  
事前評価

#### 3. まとめ

##### （1）総合評価

・・・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。

「大型電波望遠鏡「アルマ」による国際共同利用研究の推進」（令和4年5月23日）

([https://www.mext.go.jp/content/20220523-mxt\\_gakkikan-000025944\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20220523-mxt_gakkikan-000025944_1.pdf))

4. プロジェクトの進捗評価と今後の留意点

(1) プロジェクトの達成状況を踏まえた評価

・・・総合的に勘案すると、「大型電波望遠鏡「アルマ」による国際共同利用研究の推進」は当初の目的を達成し天文学をリードする優れた成果を創出しており、その意義、成果、波及効果等を活かしつつ、**後継計画へ移行することが適当である**と評価できる。

アルマ→アルマ2  
事業移行評価

「宇宙と生命の起源を探究する大型ミリ波サブミリ波望遠鏡 アルマ2計画」（令和4年7月28日）

([https://www.mext.go.jp/content/20220728-mxt\\_gakkikan-000025951\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20220728-mxt_gakkikan-000025951_1.pdf))

3. まとめ

(1) 総合評価

・・・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3つの科学目標を達成するため、**望遠鏡の性能向上**（解像度、感度、周波数帯域を2倍とする）と**老朽化対策**を含めた維持管理を適切に進めることにより、引き続き我が国が米欧と強ちに連携して最先端の電波天文学研究を牽引し、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。

アルマ2  
事前評価

# 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               | 移行すばる 2<br>(※1) | アルマ               | 移行アルマ 2<br>(※1) | TMT<br>(※2) |
|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------|
| 現行<br>年次計画<br>終期 | 2021年度            | 2031年度          | 2022年度            | 2032年度          | 2021年度      |
| 後継計画             | すばる 2             | —               | アルマ 2             | —               | —           |
| Road Map<br>掲載状況 | RM2020掲載<br>すばる 2 | —               | RM2020掲載<br>アルマ 2 | —               | —           |

(※1) 大型プロジェクト作業部会による事業移行評価、事前評価、年次計画の策定を行い、次期計画に移行。

(※2) 2019年度の大型プロジェクト作業部会による再進捗評価の結果、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。

文部科学省の科学技術・学術審議会※で60計画の審査を実施し、15計画をロードマップ2020に掲載

※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

## 1. 終了したプロジェクト

- TMT (マスタープラン2020不採択)
- SPICA (マスタープラン2020不採択)
- LHD (核融合) (マスタープラン2020不採択、フロンティア事業は2022年度終期だったが、2022年度から学術研究基盤事業として概算要求)

## 2. 終期となる計画

- KAGRA (重力波)  
(フロンティア事業2022年度終期、2023年度期末評価)

(注) LiteBIRDは、2014以降、2017, 2020の3回連続で、マスタープランとロードマップの両方に掲載

- 大強度陽子ビームで究める宇宙と物質の起源と進化  
(高エネルギー加速器研究機構)

- 宇宙と生命の起源を探究する大型ミリ波サブミリ波望遠鏡アルマ2計画  
(自然科学研究機構国立天文台)

「大学研究力強化に向けた取組 ～多様な研究大学群の形成に向けて～  
令和4年9月16日 国立大学附置研究所・センター会議常置委員会  
(第2回) 研究振興局大学研究基盤整備課」より

- 大型低温重力波望遠鏡KAGRA計画  
(東京大学宇宙線研究所)

- 超広視野大型光学赤外線望遠鏡「すばる2」による国際共同研究の推進  
(自然科学研究機構国立天文台)

- LiteBIRD – 熱いビッグバン以前の宇宙を探索する宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星  
(宇宙航空研究開発機構)

- 「スーパーカミオカンデ」によるニュートリノ研究の新展開  
(東京大学宇宙線研究所)

- 研究データの活用・流通・管理を促進する次世代学術研究プラットフォーム  
(情報・システム研究機構国立情報学研究所)

- アト秒レーザー科学研究施設  
(東京大学)

- 「スピントロニクス学術研究基盤と連携ネットワーク」拠点の整備  
(東京大学)

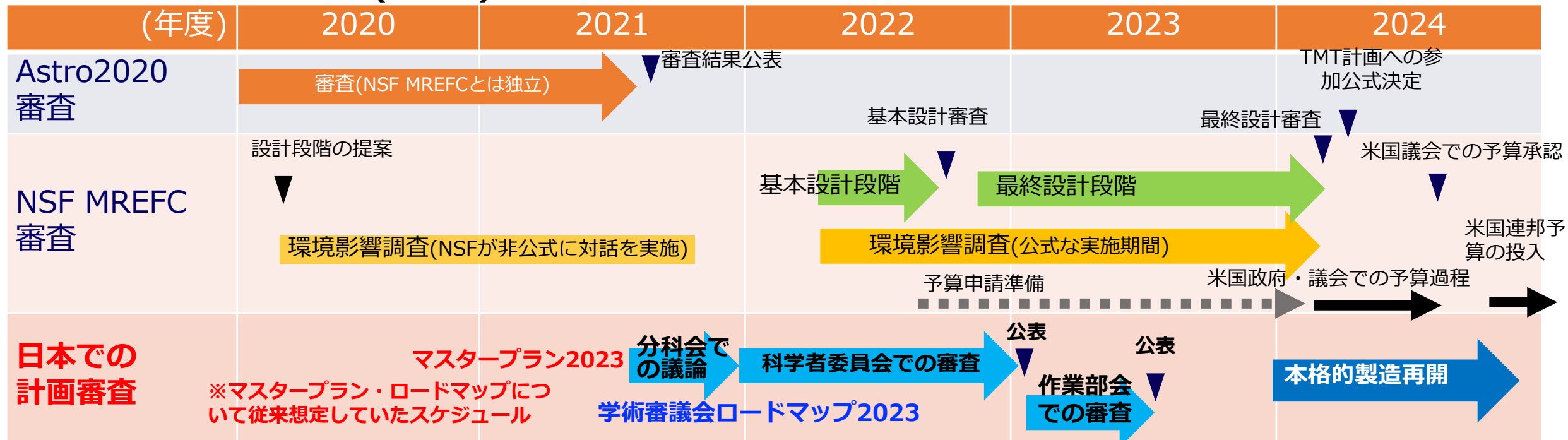
※下線は大規模学術フロンティア促進事業の後継計画(8計画)

※カッコ書きは実施主体(中核機関)

# 大規模国際協力プロジェクトTMTの国際的継続性を損なう 日本学術会議の2020マスタープランにおけるTMT不採択

国際協力プロジェクトであるTMTはすでに各国が多額の投資をしており、建設中断にも関わらず準備は着々と進行している。TIOのマスタースケジュールに整合していくためには、日本国内においてTMT計画がマスタープラン2020に重点大型研究計画として掲載され、ロードマップ2020に位置付けられ、フロンティア促進事業として継続的に予算措置されることが不可欠であった。米国NSFによるUS-ELTプログラムの進展のなかで、日本の状況が不安視されている。

## 挽回のためのスケジュール(だった)



# 未来の学術振興構想とロードマップ

28

## これまで

- 2021年4月：マスタープラン2023の大型計画として意志表明書(LOI)を提出
- 2021年9月：光学赤外線天文連絡会から、マスタープラン2023の重点大型計画としてTMTを1位推薦

～～日本学術会議がマスタープランを策定しないことを決定～

- 2022年1月：日本学術会議天文学・宇宙物理学分科会として重点大型に推薦する計画を順位付けで決定
- 2022年9月：科学者委員会の研究計画・研究資金検討分科会によるヒアリングと審査
- 2023年1月：マスタープラン2023策定・公表
- 2023年1月：学術審議会作業部会において評価の観点を設定
- 2023年春：作業部会において各研究計画についてヒアリング
- 2023年夏：ロードマップ2023策定・公表

## 日本学術会議 「未来の学術振興構想」

- 2021年4月：マスタープラン2023の大型計画として意志表明書(LOI)を提出
- 2021年9月：光学赤外線天文連絡会から、マスタープラン2023の重点大型計画としてTMTを1位推薦

～～日本学術会議がマスタープランを策定しないことを決定～～

- 2022年6月：日本学術会議が、代わりに「**未来の学術振興構想**」(「グランドビジョン」+「学術研究構想」)を**策定する方針**を公表
- 2022年6～12月：同構想作成に向けて、「学術の中長期研究戦略」(「ビジョン案」+「学術研究構想案」)を広く**公募**
- 2022年12月～：公募提案の評価、グランドビジョンの検討等を開始(予定)
- 2023年夏頃：日本学術会議「未来の学術振興構想」策定・公表(予定)

## 文科省科学技術・学術審議会 「ロードマップ」

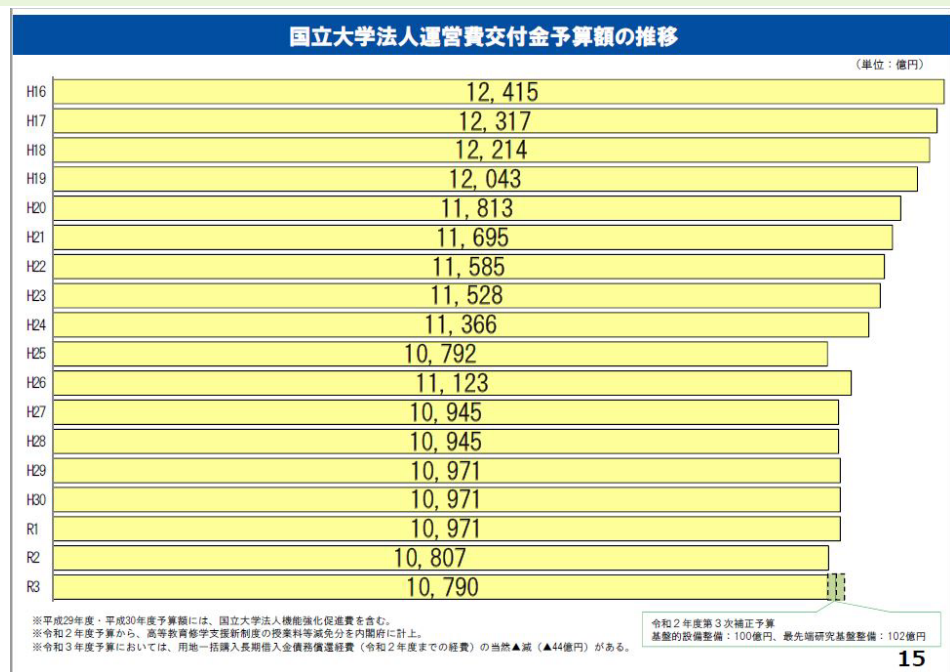
～～日本学術会議がマスタープランを策定しないことを決定～～

- 2022年11月：文科省学術審議会作業部会が、マスタープランが策定されないことを踏まえ、**独自にロードマップを策定する基本方針**の審議開始。
- 2022年12月：ロードマップ2023策定方針(案)をまとめ、意見募集(予定)
- 2023年1月以降：ロードマップ2023策定に向けた議論・策定(予定)  
(公募、書面審査、ヒアリング審査、ロードマップ策定・公表のスケジュールは未定。)

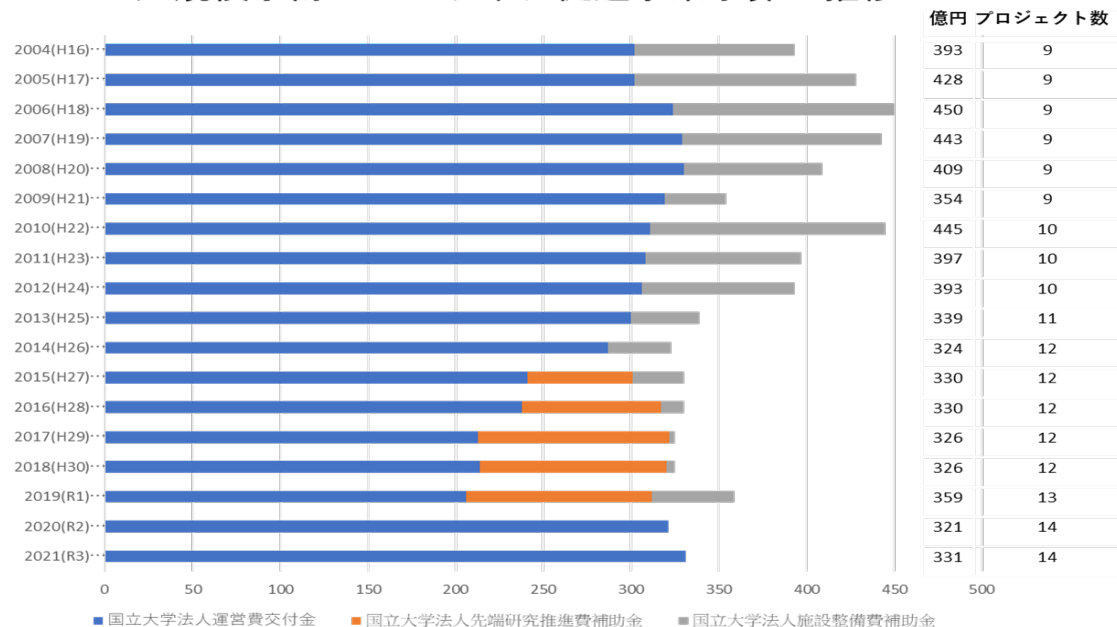
# 大規模学術フロンティア促進事業の課題

29

- **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かかわらず予算は増えていない。
- **学術研究であり国からの運営費支援が不可欠:** 学術以外にも広く活用可能な施設であれば、独自に運営費を確保できる可能性があるが、大学等が利用して研究を行う大型研究機関には、開発・設置終了後の運営に対する国からの支援が不可欠である。
- **支援プロジェクトの終了のための出口戦略がなく、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、運営支援等によるその維持発展が重要であり、どのように支援プロジェクトを終了するのかについての具体的な戦略が定められていない。そのため、新規大型プロジェクトが採択される可能性が低くなっている。
- **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。特に、すばるの経常的運営経費が確保できていない



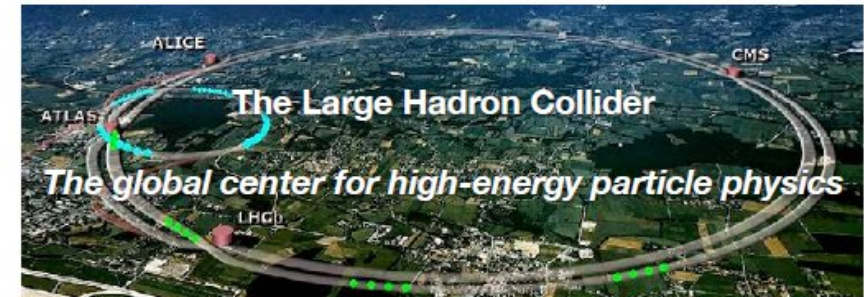
大規模学術フロンティア促進事業予算の推移



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)

2022年度予算額は337億円

# The scientific landscape has changed since NSF's inception in 1950



ALMA required a partnership of North America, Europe and Japan to raise \$1.4B



DKIST \$0.3B



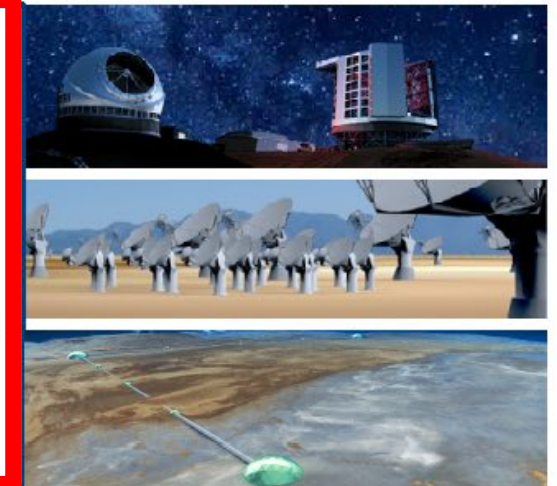
LSST \$0.7B



To remain globally competitive in 2030 - 2040, the expected scale of NSF investment in the next generation of large ground-based facilities

USELT Program ~\$1.5 to \$2 billion  
ngVLA ~\$2.5 billion  
Cosmic Explorer >\$2 billion

**\$1B - \$2 billion per project**



*It's getting harder to stay globally competitive in ground-based astrophysics, without the NSF*

## Top 1%、Top 10%論文の割合（共同利用観測開始後）

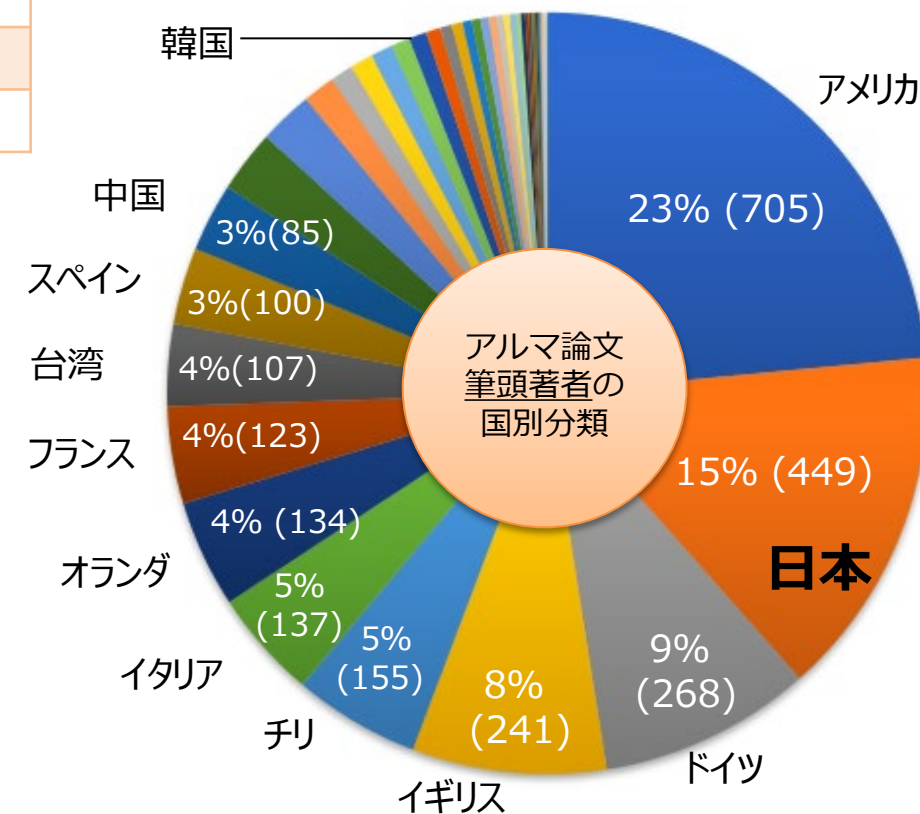
| 出版年       |                    | Top 1% | Top 10% |
|-----------|--------------------|--------|---------|
| 2012～2021 | アルマ：世界全体           | 2.7%   | 23.1%   |
|           | アルマ：日本の機関所属（筆頭著者）  | 2.7%   | 14.8%   |
|           | アルマ：日本の機関所属（共著を含む） | 2.5%   | 20.3%   |
|           | 天文学・宇宙物理分野全体：世界全体  | 1.0%   | 9.7%    |

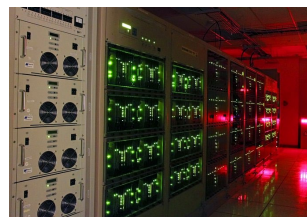
※出典：InCites 2022/5/27

## 予算分担と望遠鏡時間割合

|                                                                                                         | 【日本】  | 【米国】  | 【欧州】  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|
| <予算分担>                                                                                                  | 25%   | 37.5% | 37.5% |
| <望遠鏡時間割合>                                                                                               |       |       |       |
| 日・米・欧・チリ以外の研究者に5%の望遠鏡時間を割当てる（Open Skies）。残りの95%を、チリ(10%)、日本(22.5%)、米(33.75%)、欧(33.75%)に割当てる結果、以下の割合となる。 |       |       |       |
| チリ 9.5%                                                                                                 | 21.4% | 32.1% | 32.1% |

| 東アジアの成果<br>（望遠鏡時間割合は21.4%） |             |
|----------------------------|-------------|
| Nature、Science             | 22.8%（23編）  |
| 全論文                        | 19.2%（577編） |

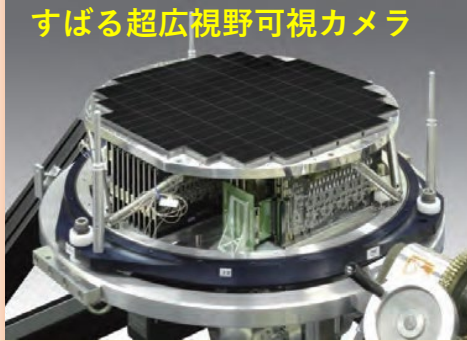


| 東アジア                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                            | 米欧                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 建設期                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                            |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                              |
| <br><br> | <b>② ACAアンテナ</b><br>※米欧50台のみでは描けない<br>正確な画像を実現<br>7mアンテナ 12台<br>12mアンテナ 4台 | <b>① サイト建設</b><br>インフラ工事（米欧）                  | <br><br> |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>③ 受信機システム</b><br>バンド 4,8,10                                             | <b>② 12mアンテナ</b><br>25台（米）<br>25台（欧）          |                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>③ 受信機システム</b><br>バンド 3,6（米）<br>バンド 7,9（欧） |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>④ 信号伝送・変換・評価部</b><br>ACA用                                               | <b>④ 信号伝送・変換・評価部</b><br>米欧アンテナ用               |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>⑤ 高分散相関器</b><br>ACA用                                                    | <b>⑤ 基本型相関器</b><br>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                                                     |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                              |
|                                                                                                                                                                           | <b>③ 受信機システム</b><br>バンド 1                                                  | <b>③ 受信機システム</b><br>バンド 5（欧+米）<br>バンド 2（欧+日本） |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>⑤ 高分散相関器</b><br>ACA分光計                                                  |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                              |

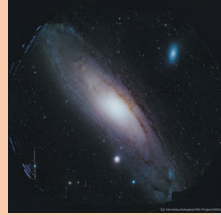
# 国立天文台の有する先端技術

## 高感度・大画素可視赤外線センサー技術

### すばる超広視野可視カメラ



すばる望遠鏡



超広視野カメラで撮像したアンドロメダ星雲



宇宙デブリ探査へ応用

高感度、低雑音、広い波長帯をもつ大画素可視CCDセンサーを開発。現在、高感度赤外線センサー、高速度化ができる可視CMOSセンサーを開発中。

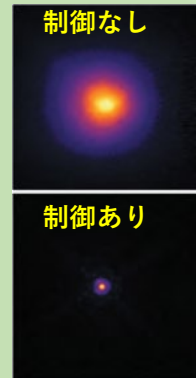
(センサーは浜松ホトニクス、光学系はキヤノン等との共同開発、超低ノイズ電気系は国立天文台の内製)

## 大気揺らぎに打ち勝つ、補償光学技術



### すばる補償光学装置

星像の揺らぎを毎秒1000回以上測定し、ミリ秒の応答時間・数ナノメートルの精度で可変形鏡を制御し光の乱れを直す。⇒地上から宇宙望遠鏡に匹敵する解像度を実現



制御なし

制御あり

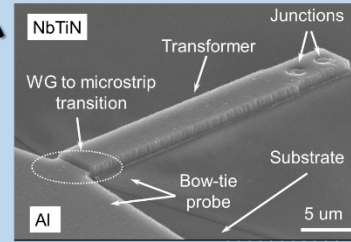
解像度10倍以上になる

## 超高感度電波受信システム(電波、テラヘルツ域)

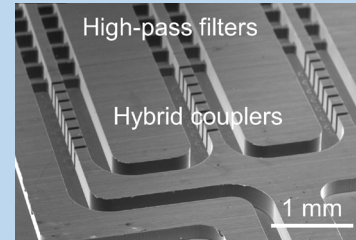


世界最高性能ALMA受信機

ALMA望遠鏡(チリ)



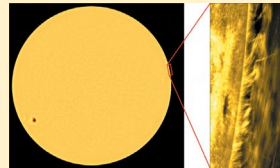
超伝導デバイス設計・作製技術  
⇒量子技術への貢献が期待



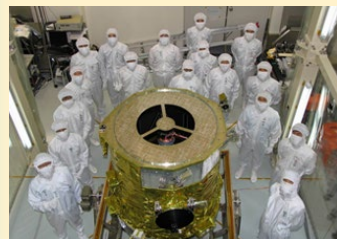
テラヘルツ回路設計・評価技術  
⇒B5G/6G技術への貢献が期待

## 宇宙望遠鏡技術

宇宙用の高解像光学望遠鏡システム(紫外、可視光、赤外線の撮像・分光装置)を開発



HINODEによる高解像太陽観測



HINODE衛星搭載望遠鏡



NASA CLASPロケット搭載望遠鏡

## 振動を原子の10億分の1に抑える防振技術



KAGRAのレーザー干渉計の反射鏡

## フォトニック技術(光と電波の融合)



原子時計精度の周波数・時刻信号を広い範囲に配る。  
⇒6G超高速通信への貢献

## 開発を支える先端技術センター

企業でできない技術開発を行い、試行錯誤を繰り返すことで、世界最先端の性能を実現する



金属3Dプリンタ



ALMA受信機ホーンを量産



超伝導素子開発クリーンルーム  
(低損失・低雑音超伝導デバイス技術の共同研究を日本電気と開始)



地上・衛星搭載用観測装置共用クリーンルーム

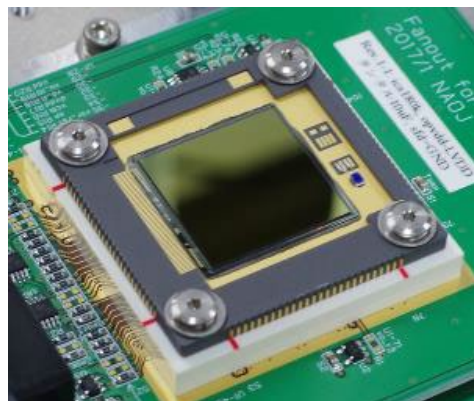
# 「見えない星を観る技術」から 「暮らし・社会を支える技術」へ

民間企業



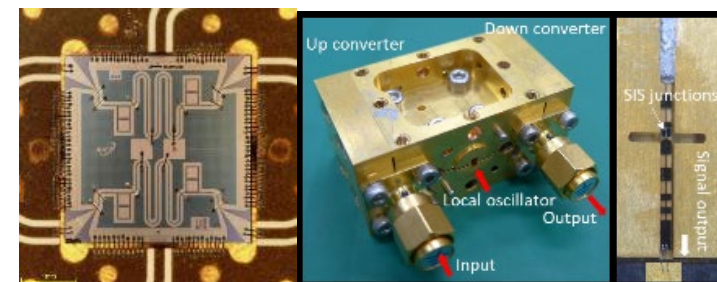
## 近赤外線イメージセンサー

高感度低雑音  
近赤外線イ  
メージセン  
サーの開発・  
製品化



## 誤り耐性型汎用 量子コンピュータ

超電導ミキサを用  
いた超低消費電力  
量子ビットアンプ  
の実現に目途



NICT  
量子ビット

NAOJ  
読出増幅器

## 完全空乏層型CCD

赤色・X線に感  
度の高い大規  
模イメージセ  
ンサの製品化



## Beyond 5G/6Gへの貢献

高速スペクトラム計測・材  
料評価・基地局間同期技術  
などの基礎技術を提案

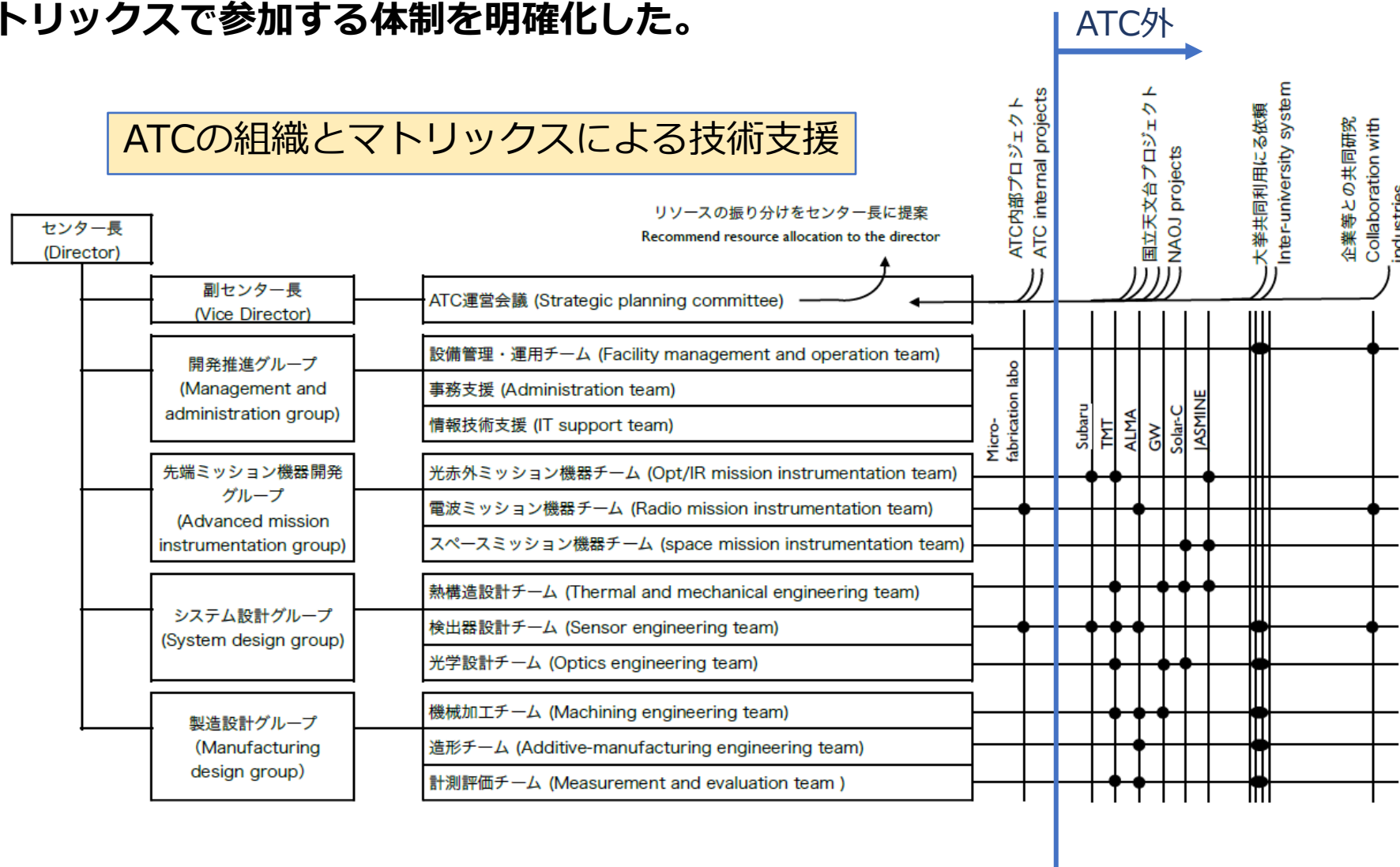


# 先端技術センターの重要性

## 将来計画実現に必要な技術のプール

- 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した。
- メーカーで出来ない超電導素子、メーカーが国立天文台と協力して初めて出来る完全空乏層型CCD・近赤外線イメージャーやすばる超広視野カメラ、衛星・観測ロケット搭載装置の開発で成果。
- 専門技術者集団としての更なる能力向上とシステム技術者の育成が課題。
- SRON、NRAO、SwRI、APL、JPL等、海外の大規模開発型研究所も参考にして、国立天文台の要の組織として、もう一段の拡充が必要。

### ATCの組織とマトリックスによる技術支援

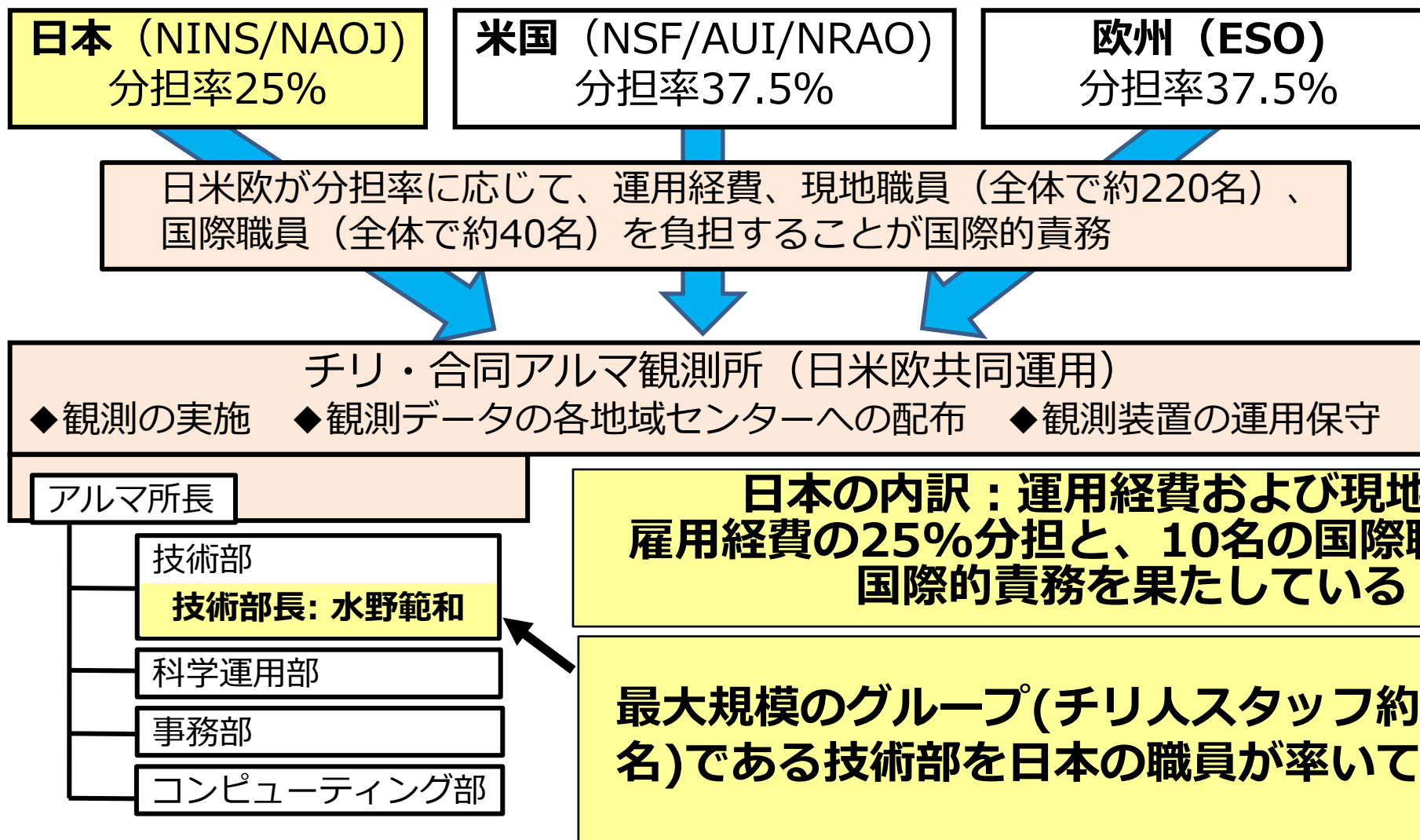


# 天文データセンターの未来像

## ビッグデータ、アストロインフォマティックス、オープンサイエンス

- 「宇宙をより深く理解するためには、取得したすべての観測データは利用可能な形で保存され、かつ公開されなければならない」：すばる、ALMA、野辺山、岡山、水沢、大学所有の望遠鏡から生み出される大量の観測データは、歴史的経緯によりそれぞれのやり方で保管・公開されてきたが、複数のアーカイブの集約を目指す必要がある。（注）データ集約が生み出す価値：The 4-th Paradigm = data-intensive science
- その際、観測データの巨大化、ストレージ容量単価の減少率の鈍化、データ科学の発展、再検証性に対する社会的要請の高まりを考慮する必要がある。
- 技術的・経済的に生データの全ては残せない巨大データの時代でも、科学成果の再検証性を担保するために、有意な情報だけを選択的に残せる非可逆データ圧縮などの技術の検証も必要。
- 天文学用スーパーコンピュータ、アーカイブシステム、解析システムの連携を強化し、さらにRubin天文台、ESA Euclid衛星等の「地域データセンター」を設立し、国立天文台の観測施設とこれら先端観測施設との連携を図る。
- さらに、これらのコンピュータ資源を活用して、アストロインフォマティックスと呼ばれる天文ビッグデータ・AI解析等の研究拠点としていく。
- 集約した巨大天文データ資産を天文台を介してオープンデータとして公開・共有することで、国立天文台がデータ分析技術を開拓する研究機関や産業界とのハブになる。
- 巨大データの時代にこれまで通り大学望遠鏡のデータを受け入れてアーカイブ公開を続けるためには、運用予算の担保が不可欠なため、大学長等からの依頼によりMOUを締結することで、国立天文台の努力が見える化する必要もある。

## 日本人職員が現地国際職員として貢献 (現金貢献を最小に)



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** (現准教授) 2022年5月まで  
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、TMT光学系の日本とTIOとのリエゾン。更に**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 (TIO在籍出向中)

ハワイ観測所で築いた人脈と経験を活かし、地元住民のニーズにあった教育・職業訓練プログラム等をまとめ、NSFへの提案書の作成を主導

## 安井千香子 助教 2022年5月まで

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

## 臼田知史 TMTプロジェクト長

TIO内部で、総括責任者・プロジェクトマネージャー等と緊密に連携し、TIO運営・評議員会等での議論を効率化させ、運営費や人件費削減等に貢献。2019年6月よりTIO本部に勤務し、TIOマネジメントとの緊密した連携を開始。Liu TIOプロジェクトマネージャーのヒロ赴任と合わせて、2021年7月からヒロに赴任し、Liu PMやSimonsハワイ大学IfA所長らと共に、地元との関係構築に注力

## 寺田宏 准教授(TIO在籍出向中)

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<sub>2</sub>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。  
現在はEAO Secretaryとしても活躍

# 若手育成のための戦略的取り組み

## 研究分野の未来のため人材育成は必須である

- **ジュニアフェロー制度**を立ち上げ（2020年度～）、大学院生の支援を開始した
- **テニュアトラック制度**の立ち上げ（2020年度～）
  - 統数研へ2名のテニュアトラック助教を5年間出向させ、ビッグデータ時代にデータ科学を駆使した天文学の新展開のリード役を期待
- **研究員制度**の見直し（2021年度～）
  - プロジェクト研究員の公募制度を改善し、より幅広い分野に応募可能とするなど、応募者の選択肢を増やした
- **大学院教育室**の設置（2022年度～）
  - 大学院教育をボランティアベースから組織的な取り組みへ移行した
  - 大学院教育のコンタクトポイントや実施体制の明確化した
- **若手の抜擢**
  - 執行部、国際プロジェクトのマネジャークラスに40代～50代初頭の若手・女性・外国籍研究者をつぎつぎ抜擢（Gonzalez、深川、水野、青木、伊王野、斎藤、本原）

# まとめ

- 世界に一台の大型地上天文プロジェクトは、総事業費が2billion US\$レベルと巨額になっている。ALMA・TMTでは、総事業費の20%程度を日本の貢献として、リターン（観測時間）とのバランスを保ってきた。日本の先端技術によるin-kind貢献とコミュニティの大きさに見合った観測時間の確保のバランスを考慮すれば、今後も総事業費への同様レベルの貢献が好ましいのではないか。日本の国際貢献としてプレゼンスを出していくためにも、このレベルのin-kind貢献が必要と考える。
- 一方、事業規模の大きさ（予算）、開発する先端技術の高度化、国際化への対応から言って、新期プロジェクトの立上げは、曲がり角にあるのではないか。また、プロジェクトの国際化に伴い、国際的なマネージメント（プロマネ）人材、システム技術人材の不足が目につくようになっている。
- 大型国際協力プロジェクト本体のみならず、技術開発を行う「先端技術センター」と蓄積した巨大データの活用を図る「天文データセンター」の更なる強化を行う必要がある。
- 将来計画の優先順位付けに当たって、日本学術会議と文部科学省 科学技術・学術審議会のそれぞれの役割と相互の関係が、明確化される必要がある。