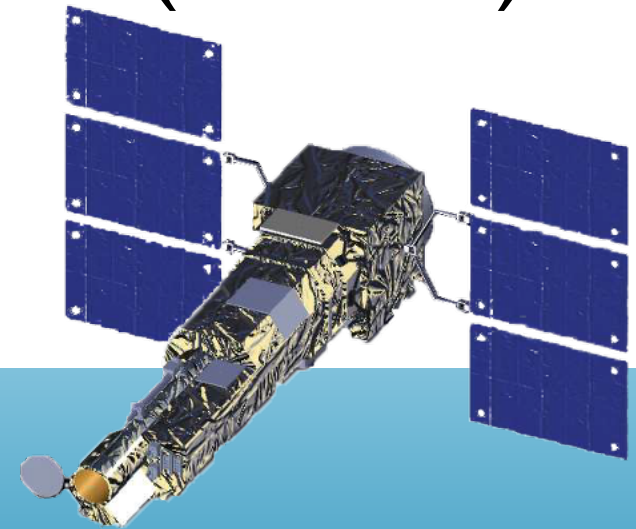


# 公募型小型4号機 SOLAR-C (EUVST) と科学研究戦略構築



2030年代の戦略的中型を考える光赤天連シンポジウム

2022年2月22日

清水 敏文  
(ISAS/JAXA)

# はじめに



- 昨年10月の光赤天連シンポでは清水さんにひのでの経験とコミュニティによるSolar-C(EUVST)計画立ち上げを紹介していただきました。その際のコメントでもSPICAで本当にやりたかったことがやれる計画を作れば良いとの激励をいただきましたが、今回のシンポでは、衛星で大きな成果を上げている太陽科学分野で、Solar-C(EUVST)とその後の科学研究戦略をどのように考えて練っているのか、また実現可能な衛星計画を作るにはどのようにすれば良いかについてのお考えを伺えないでしょうか？それが光赤天連の将来計画を考える上で大きなヒントになるのではないかと考えております。 By 松田 有一

- Solar-C(EUVST): NGSPMとしての科学研究の実現  
(NGSPM-SOT主査として)
- Solar-C(EUVST): 国際協力の構築 (Solar-C(EUVST)プリプロ準備チーム長として)
- 今後の「公募型小型ミッションの立ち上げ方」  
(宇宙理工学委員会TF分科会長として)
- その後の科学研究戦略をどう練っているか (太陽研連副会長として)

# Solar-C\_EUVVST

JAXA Epsilon M-class mission

A fundamental step towards answering how the plasma universe is created and evolves, and how the Sun influences the Earth and other planets in our solar system

## Science objectives

- I. Understand how fundamental processes lead to the formation of the solar atmosphere and the solar wind
- II. Understand how the solar atmosphere becomes unstable, releasing the energy that drives solar flares and eruptions

Close connection to

Astrophysics

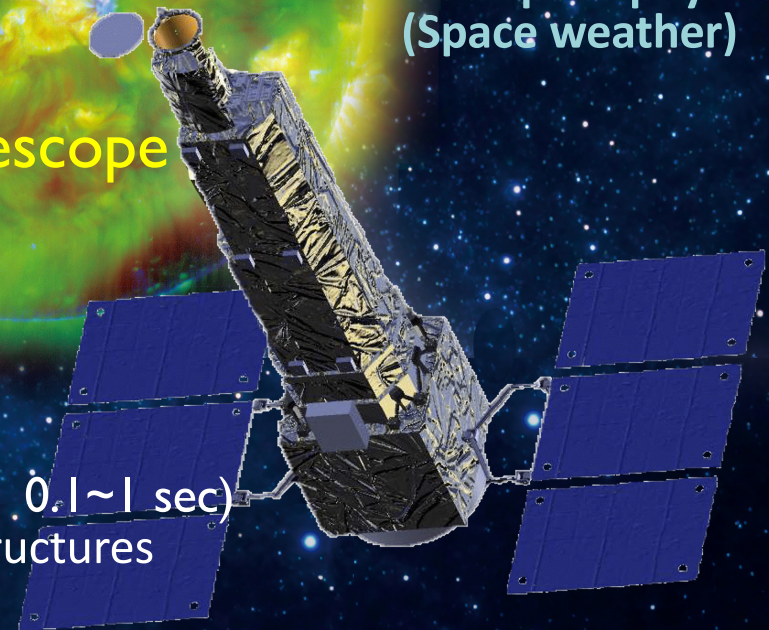
Plasma physics

Geo-space physics  
(Space weather)

## EUV high-throughput Spectroscopic Telescope

to quantify how mass and energy are transferred with 1st-ever capabilities to

- A) **Wide T-coverage** ( $10^4$ - $10^7$  Kelvin)  
Observe all regimes of the solar atmosphere as a single, coupled system
- B) **High resolution** (spatial  $\sim 0.4$  arcsec, temporal  $0.1 \sim 1$  sec)  
Capture the dynamic evolution of elementary structures
- C) **Spectroscopy**  
Determine the physical states of the targets (velocities, densities, temperatures, composition, ionization stage)



# SOLAR-C(EUVST):ミッション構成概要

- 小型衛星バス上に、極端紫外線高感度分光望遠鏡 EUVST (EUV high-throughput Spectroscopic Telescope)を搭載し、イプシロンSロケットにより太陽同期極軌道(高度600km以上)に投入する。
- EUVSTは、**日本が主導して国際協力により世界一丸となって実現させる**ものであり、日本は、EUVST全体構造(鏡筒)と主鏡機構(口径28cm指向駆動可能な単鏡)および衛星バス等を担当。EUVSTの分光器コンポーネントは、国際協力により米国・欧州諸国から提供。

## 主な観測性能

### 計測温度範囲:

分光 - 2万~1500万度の全温度層を隙間なくカバー  
(波長: 17-21.5, 46-122nm)

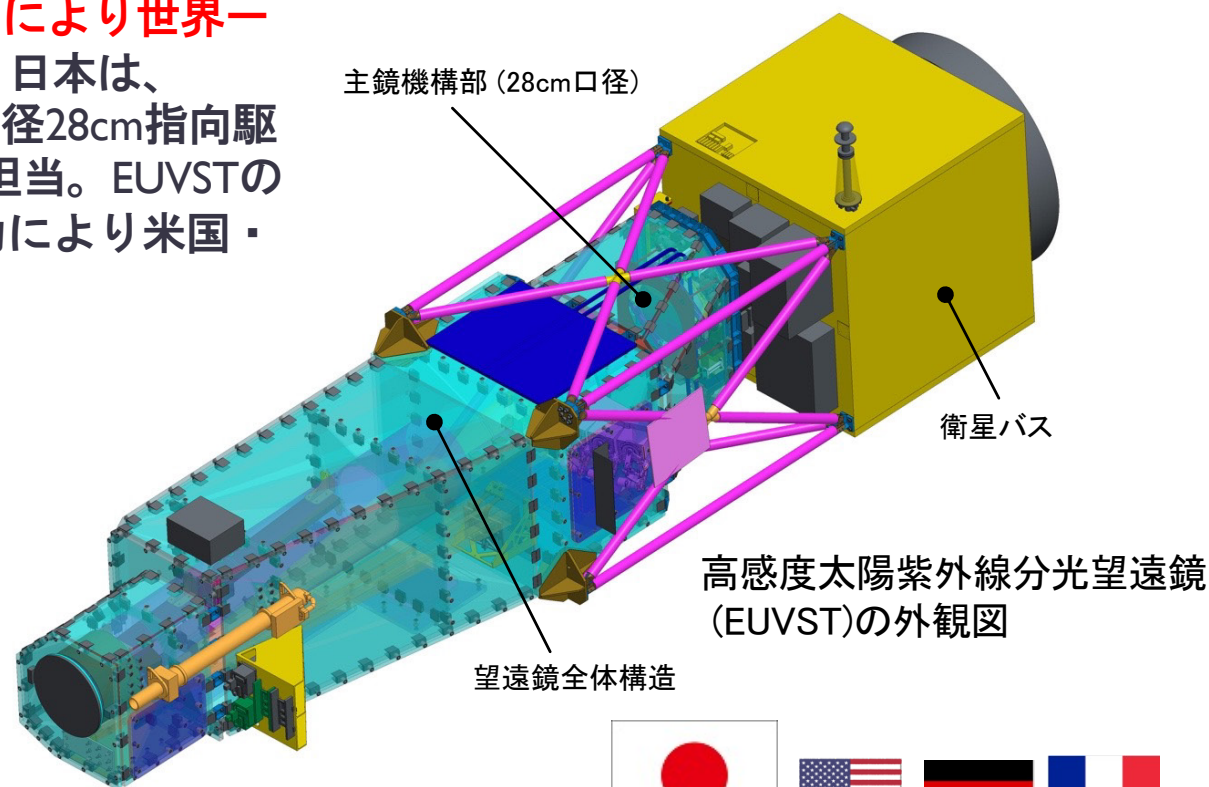
画像 - 6000-1万度  
(波長: 280-285nm)

空間分解能: 0.4''

時間分解能: 0.5s (最短)

ドップラー速度精度: 2 km/s

観測視野: 300''x280''



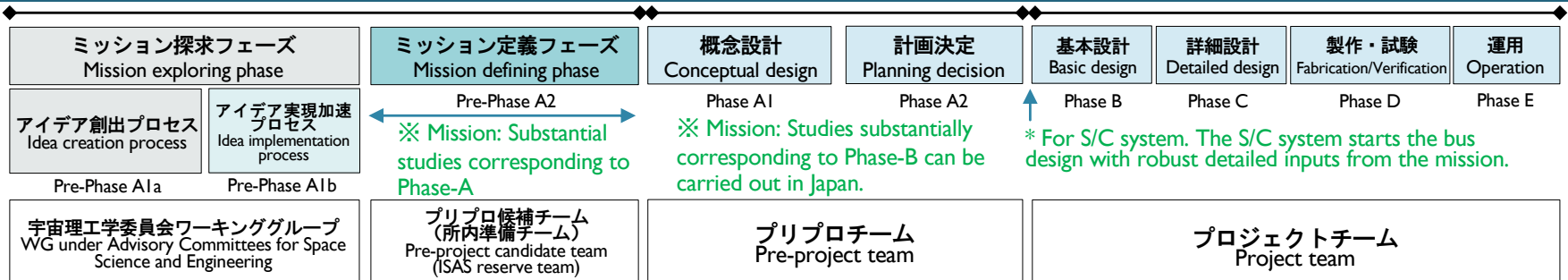
EUVSTフライト品  
開発参加国



# SOLAR-C(EUVST): NGSPMとしての科学研究の実現

# 国際協力体制の構築

## JAXA フェーズ定義



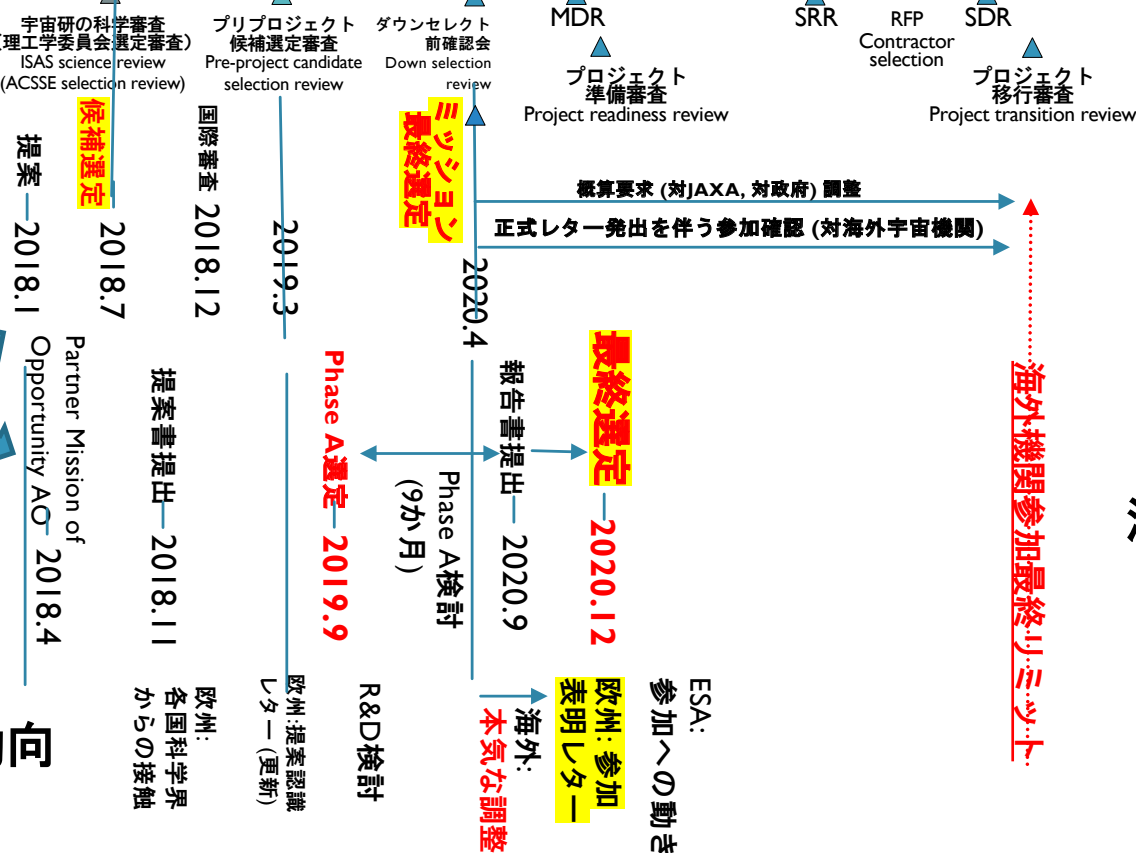
戦略的中型SOLAR-C国際連携失敗

2020年代太陽観測の優先度・実施方法検討



NASA動向

欧州諸国動向



海外各国代表者と連携して各宇宙機関と調整、「海外リスク」に対応

# NEXT GENERATION SOLAR PHYSICS MISSION – SCIENCE OBJECTIVES TEAM (NGSPM-SOT)



- A study team was formed as a means of **improving international coordination in solar physics**, and developing a multilateral solar physics mission concept for **the next decade**.
  - Motivated by the large strategic Solar-C situation in 2015.
- This advisory team (14 selected scientists, chair: Shimizu) was chartered by NASA, ISAS/JAXA, and ESA in June 2016.
- Developed and documented **scientific objectives and priorities** for an NGSPM concept
  - To review every topics in solar related field
  - with community inputs, via white papers
  - within the resources and framework by the agencies.
- The NGSPM-SOT final report was delivered to the agencies in July 2017.

<http://hinode.nao.ac.jp/SOLAR-C/SOLAR-C/>

Documents/NGSPM\_report\_170731.pdf

# NGSPM-SOT\* REPORT (2017/7)

Solar-C\_EUVST

\* Next Generational Solar Physics Mission Science Objectives Team

- Recommended a minimum set of instruments with which NGSPM can address the greatest number of sub-objectives and maximize the science return of the mission.

Higher priority of notional instruments  
in order from the top  
in NGSPM-SOT report

0.3" coronal/TR spectrograph (T-9)

seamless plasma diagnostics  
through the atmosphere

0.2"-0.6" coronal imager (T-7)

0.1" – 0.3" chromospheric imager  
and magnetograph (T-4)

0.1" photospheric magnetograph (T-1)

0.1" chromospheric spectrograph (T-5)

Magnetic and velocity fields  
at chromosphere

(A) JAXA large strategic mission  
= 戦略的中型SOLAR-C

(B) Constellation of small/med-  
class missions in mid-2020s.

Solar-C(EUVST)  
as JAXA competitive M-class mission

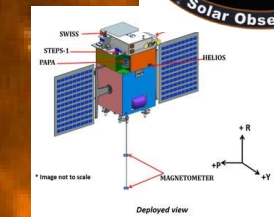
Hope a NASA MiDEX mission  
"MUSE" selected!

Spectro-polarimetry:  
CLASP (UV), Sunrise-3 balloon(1m) →  
**Closely coordinated  
observations with  
ground-based 4m (DKIST)**

→ 1m-class telescope  
for a launch in 2030's



(2022打上  
予定, 中国)



(2022打上予定, インド)

?

表面磁場の  
高解像度観測  
(2021-)



DKIST  
(NSF)

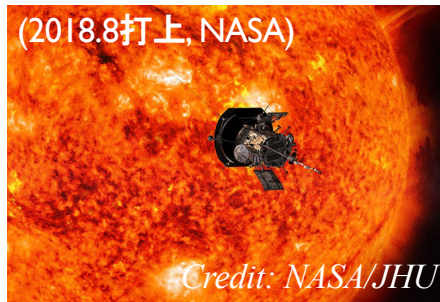
# 世界における位置付け CONNECTING THE SUN TO THE INNER HELIOSPHERE



PUNCH (2023~)  
(NASA, SMEX)

5太陽半径以遠のコ  
ロナ偏光観測

## Parker Solar Probe



(2018.8打上, NASA)

Credit: NASA/JHU

8.9太陽半径  
(最接近観測 2025~)

## BepiColombo/Mio (MMO)



水星磁気圏探査機  
「みお」(MMO)

(2018.10打上, ESA/JAXA)

65Rs – 100 Rs @水星軌道 (2025~)

“その場”観測



Solar Orbiter  
(2020.2打上, ESA/NASA)

Credit: ESA/AOES

60Rs (最接近), 24度傾斜角位置  
(2027~)

コロナ撮像・分光、表面磁場観測  
(テレメ制限, 低時間分解能)

Solar-C(EUVST)  
(2027~)



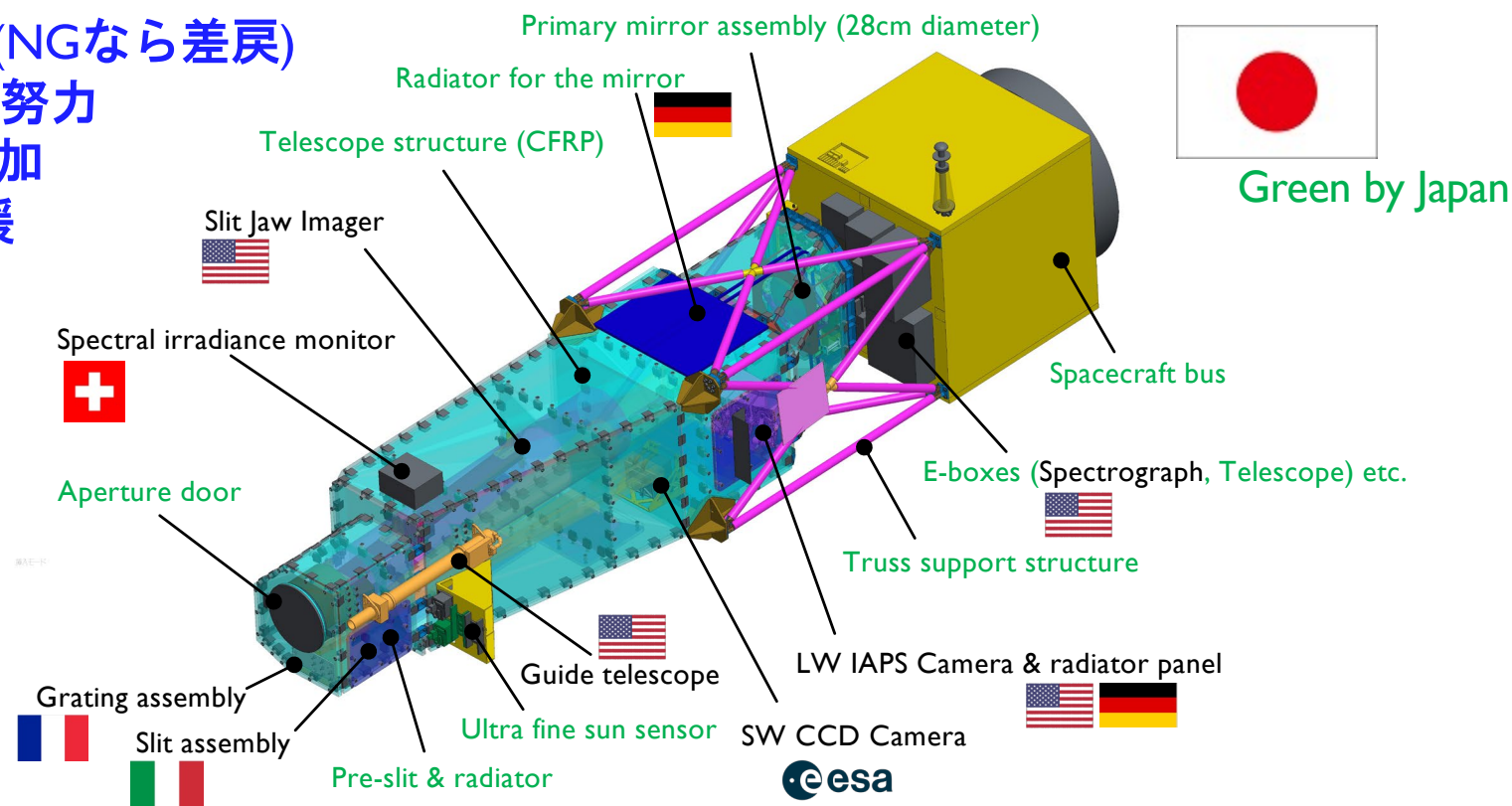
Solar-C(EUVST)は、太陽表面の高解像度観測 (DKIST, 米国)と内部太陽圏の探査観測 (Parker Solar Probe, Solar Orbiter, BepiColombo等)を物理的に結び付けることを可能にする分光診断を提供できる唯一のミッション。

# SOLAR-C(EUVST): 国際協力の構築

# 国際協力による装置開発

- 日本 (JAXA) がミッションを主導し、NASA, 欧州諸国およびESAが開発に参画。
- ✓ 衛星や望遠鏡は日本、分光器/撮像系は国際協力機関が担当。

USは必須の位置付け (NGなら差戻)  
 各国研究者(提案者)の努力  
 スイス参画 → 機能追加  
 UKの不首尾 → ESA支援

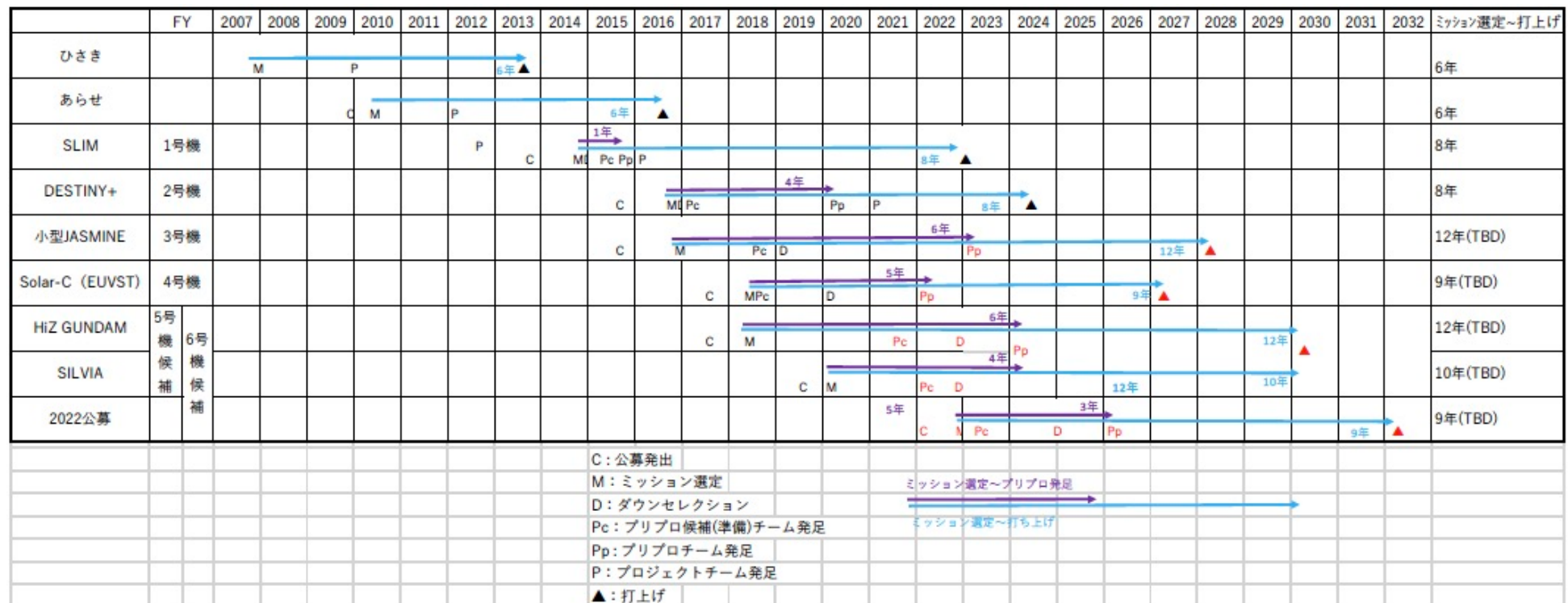


EUVST科学を地球につなげるために、EUV分光放射照度計(Spectral irradiance monitor, SoSpIM)を搭載

# 今後の「公募型小型ミッションの 立ち上げ方」

# 公募型小型ミッションの最近の実績（課題）

## ●コンセプト提案からプロジェクト開始までの時間の長期化、コストの高騰、チーム組織化



「公募型小型計画の公募発出予定について」(2021/10/22 宇宙理工学委員会資料)

これらの課題を改善して小型衛星の魅力を真に引き出すために

# 今後の公募型小型の方向

## 今後の公募の方向性・・

公募を戦略的に多様化する / 宇宙研とコミュニティ双方で課題の解決を図る

### ■「多様化」と「迅速に」

- 「迅速に」--- Normal Track (コンセプト提案から始め現行のステップアップで進める：提案から8-9年で打ち上げる)に加え、Fast Track(提案時点ですぐにダウンセクションに進めるレベル:提案から6年程度で打ち上げる)を設定。

- 「多様化」--- 経済的ミッション(実現可能な規模は要検討, でも必須)とフルミッション(約180億が上限)

ISASから長期的な計画が提示される予定：

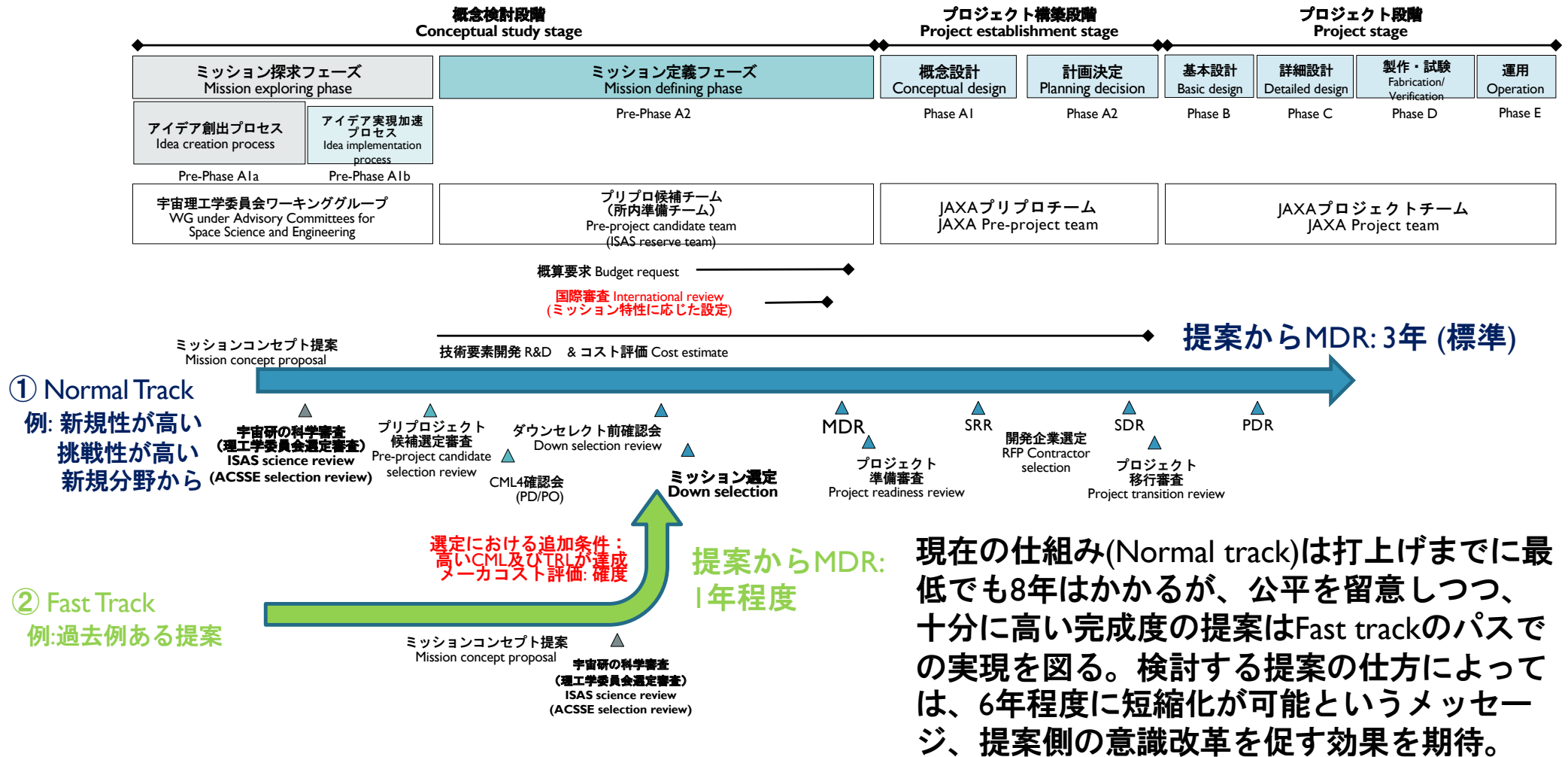
例：2年毎公募、

フルミッション -> 経済的ミッション -> Fast track -> フルミッション

### ■ ミッションコンセプトを提案に際する課題

- ・コミュニティにおけるマネジメントの基本知識を学ぶ機会の整備
- ・次世代へのサイクルを回すための仕組み、他分野ミッションへの参加

# ミッション立上げの進め方: モデルケース



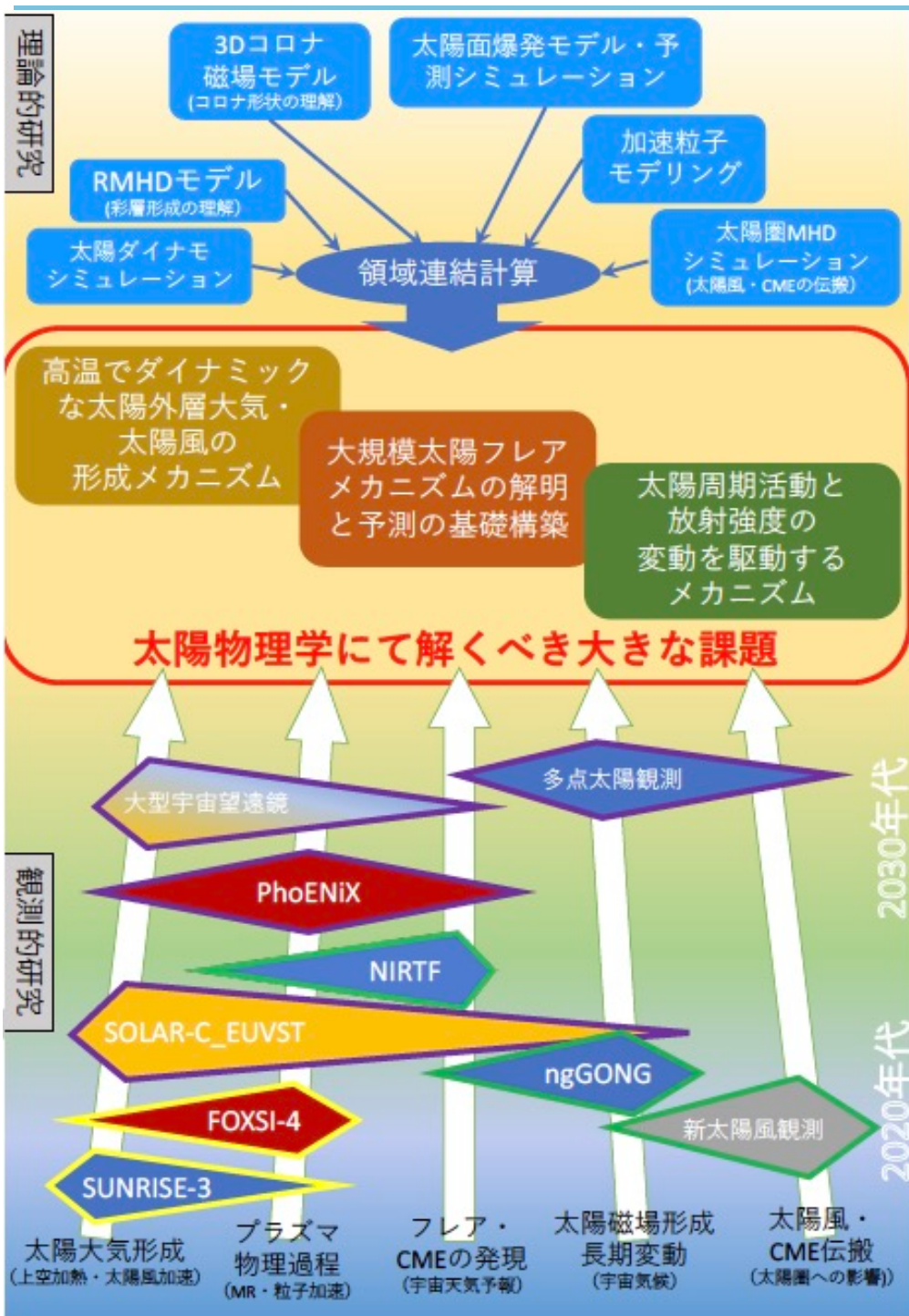
# 従来からの意識を変えていく重要性

- このアクションプランは、ISASの様々な部署(人々)に具体的なアクションをお願いするのみならず、**提案しプロジェクトを目指す研究コミュニティの皆さんに対して**も従来からの意識を変えていく重要性について指摘。
- 特に、**次世代へのサイクルを回していくための取り組み。**  
例：当該分野外ミッションへの丁稚奉公、コミュニティ主体でのチームの教育。
- ISAS及び研究コミュニティに属する様々な皆さんが1つ1つ取り組みを行い積み重ねることで、顕在化した課題を改善する方向に導くことになると期待。
- それによって、公募型小型の機会の真の魅力を引き出し、宇宙科学のワクワクする研究を推進し、国民からもさらに認められる一助になることを期待。研究コミュニティの皆さん、特に提案やプロジェクト化を目指す方には、一度本分科会報告書に目を通していただけるようお願いする次第です。

※ 報告書 @理工学合同委員会資料HP

<https://www.isas.jaxa.jp/home/rikou/godo/meeting/2021/1227/>

# 太陽分野：その後の科学研究戦略



## 太陽研連での将来構想検討

太陽・太陽圏研究領域の目標・戦略・工程表  
(2022年版) Draftより

サイエンスが第一/意識合わせ

図4 2020-2030年代における日本の太陽物理学の研究ロードマップ  
観測的研究における菱形が次節から説明される各研究計画を示している。菱形の縦幅が広い位置と横幅がそれぞれの研究計画での主要課題とカバーする課題を示し、色が観測波長帯 (電波・赤外/可視・紫外・X線)、枠の色が計画規模 (小型・中型・大型) を示している。