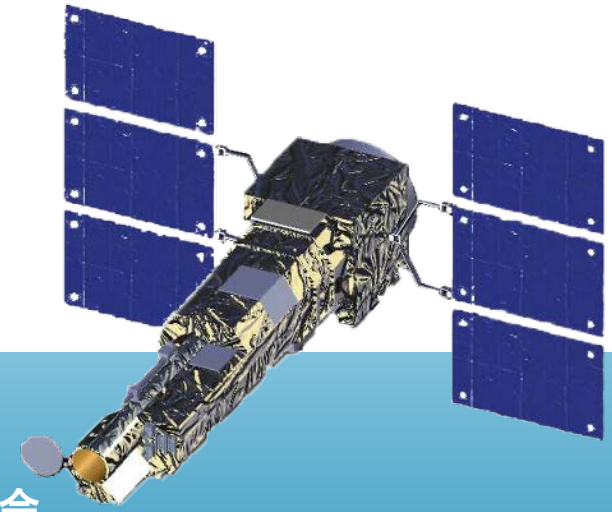
高感度太陽紫外線分光観測衛星
SOLAR-C (EUVST)
の最新状況



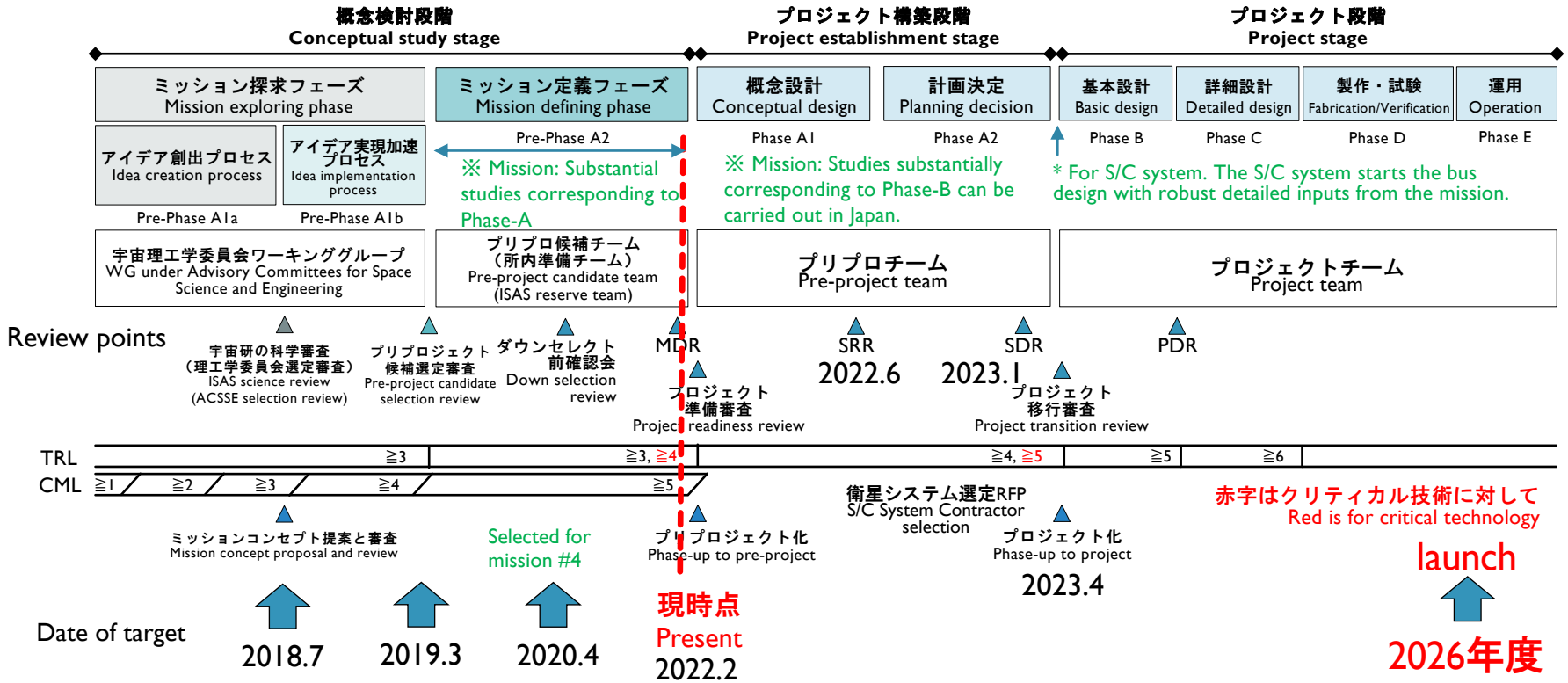
日本天文学会2022年春季年会
観測機器(光赤外・重力波・その他) V226a

2022年3月4日

清水 敏文 (ISAS/JAXA),
原弘久(国立天文台), 今田晋亮(東京大), 他国際Solar-C(EUVST) チーム

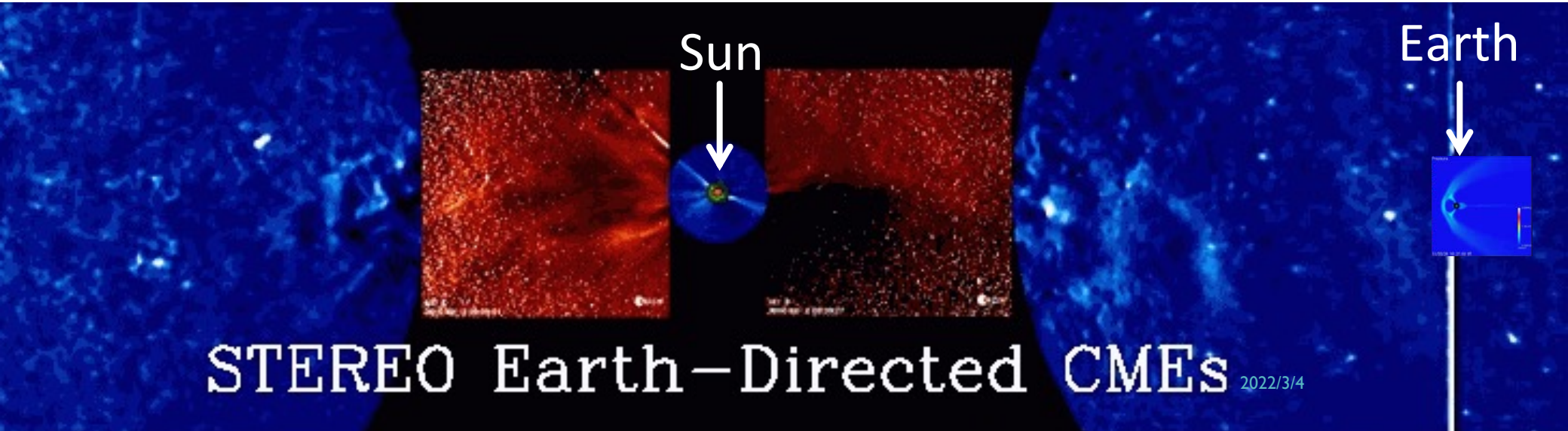
最新の進捗状況

- FY22政府予算Solar-C開発経費内示
- ミッション定義審査 (Mission Definition Review)　実施中
  - 2021/11~ 事前説明会および、審査員からの指摘票(RID)への対応処理済 … 問題なし
  - 総予算上限設定の精査のため、本審査は2022/4予定。
  - JAXAプロジェクト準備審査(プリプロ化)　2022/5予定



ミッションの目的・意義、研究状況

- ミッションの目的・意義
  - 1) 宇宙に如何に高温プラズマが作られ、2) 太陽が如何にして地球や惑星に影響を及ぼしているのか、という命題を探求する公募型小型ミッション。
- 今までの研究状況
  - これまでの太陽観測によって、1) 太陽プラズマ大気は定常的な成分(高温コロナ形成と太陽風の流れ出し)と突発的な成分(フレア等爆発的エネルギー解放)で構成、2) 大気へのエネルギー入力とその解放(出力)の振舞い、を明らかにしてきた。
  - その振る舞いが起きる仕組みやその背景にある基礎物理過程は、謎のまま、つまりブラックボックスである。



ミッションの科学目標

詳しくは太陽 M01a 今田他

<目標と成功基準の設定>

ブラックボックスな”物理過程”の理解には、エネルギー注入・散逸領域の間でエネルギーや物質がどのように輸送され、さらに散逸の現場での物理量変化を診断することが重要である。

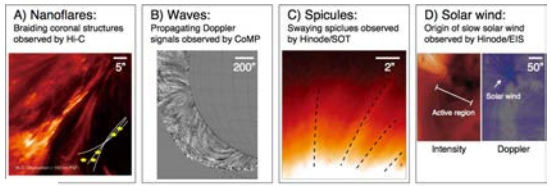
- 目標１：太陽大気・太陽風の形成を導く基礎物理過程を解明する。

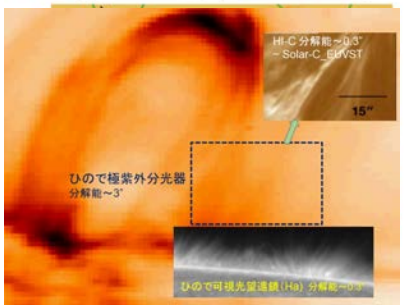
A) ナノフレアのコロナ加熱への寄与を定量化

B) 波による散逸のコロナ加熱への寄与を定量化

C) 彩層微細構造(スピキュール)の形成機構とコロナ加熱への寄与を定量化

D) 太陽風の流源と加速機構の理解

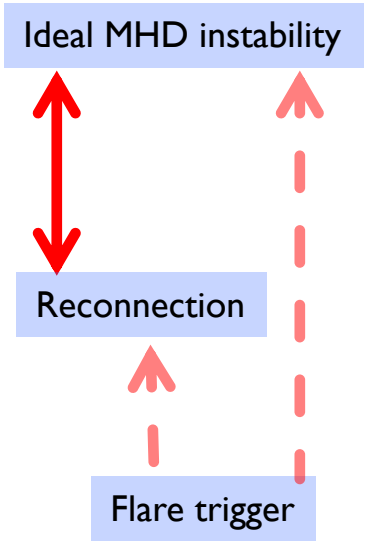


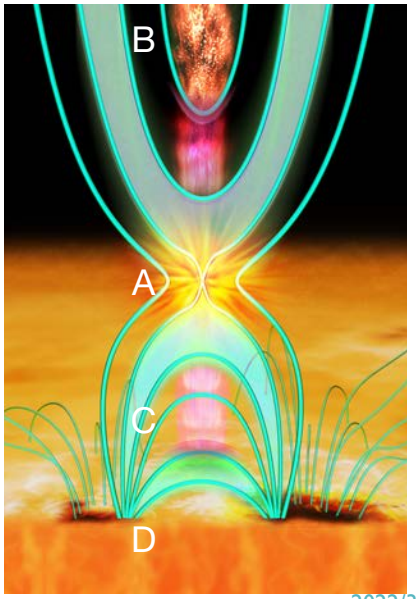


- 目標２：太陽大気が不安定化しフレア・プラズマ噴出を引き起こす物理過程を解明する。

A), C) 磁気リコネクション機構の高速化の理解

B), D) フレアや噴出に至るエネルギー蓄積とトリガーの理解





目標達成のためのシステム要求設定

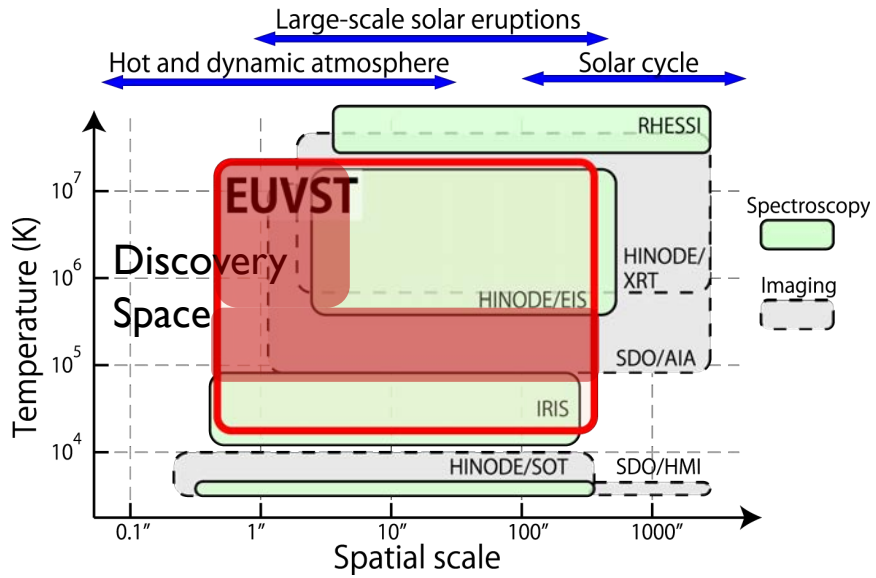
目標達成には、以下の3つの要素を同時に実現する世界初のEUV分光望遠鏡、が有効。

A) 3桁以上の温度帯域 (彩層(2万度)からコロナ(100-1500万度))にわたる太陽大気の全温度層を同時に隙間なく観測できる能力

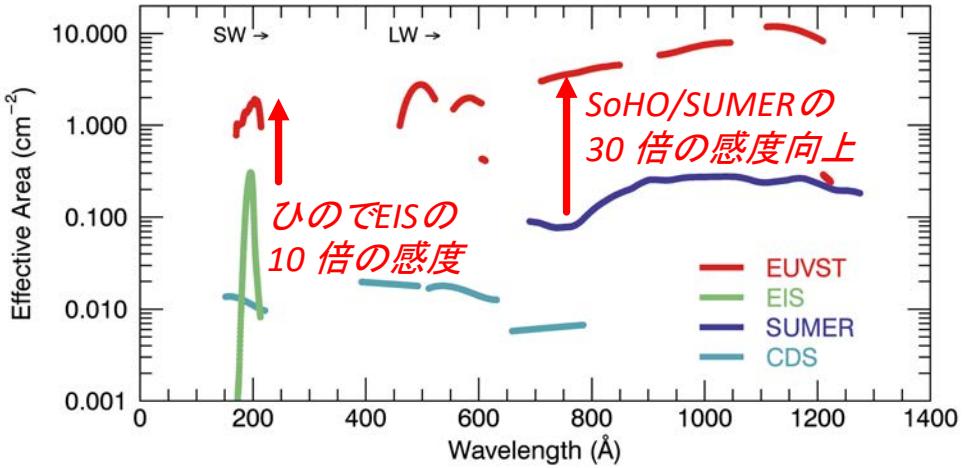
B) 10-30倍の感度向上して、観測する現象に高空間・時間分解能で追随できる能力 (0.4", <1sec)

C) 基礎物理過程を診断できる分光情報(速度, 温度, 密度, 元素組成等)を獲得できる能力

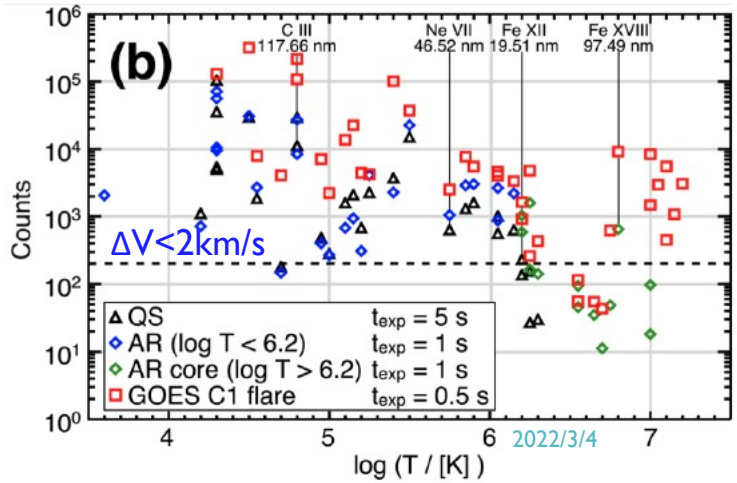
温度 vs. 観測できる空間スケール



有効面積 vs. 観測波長

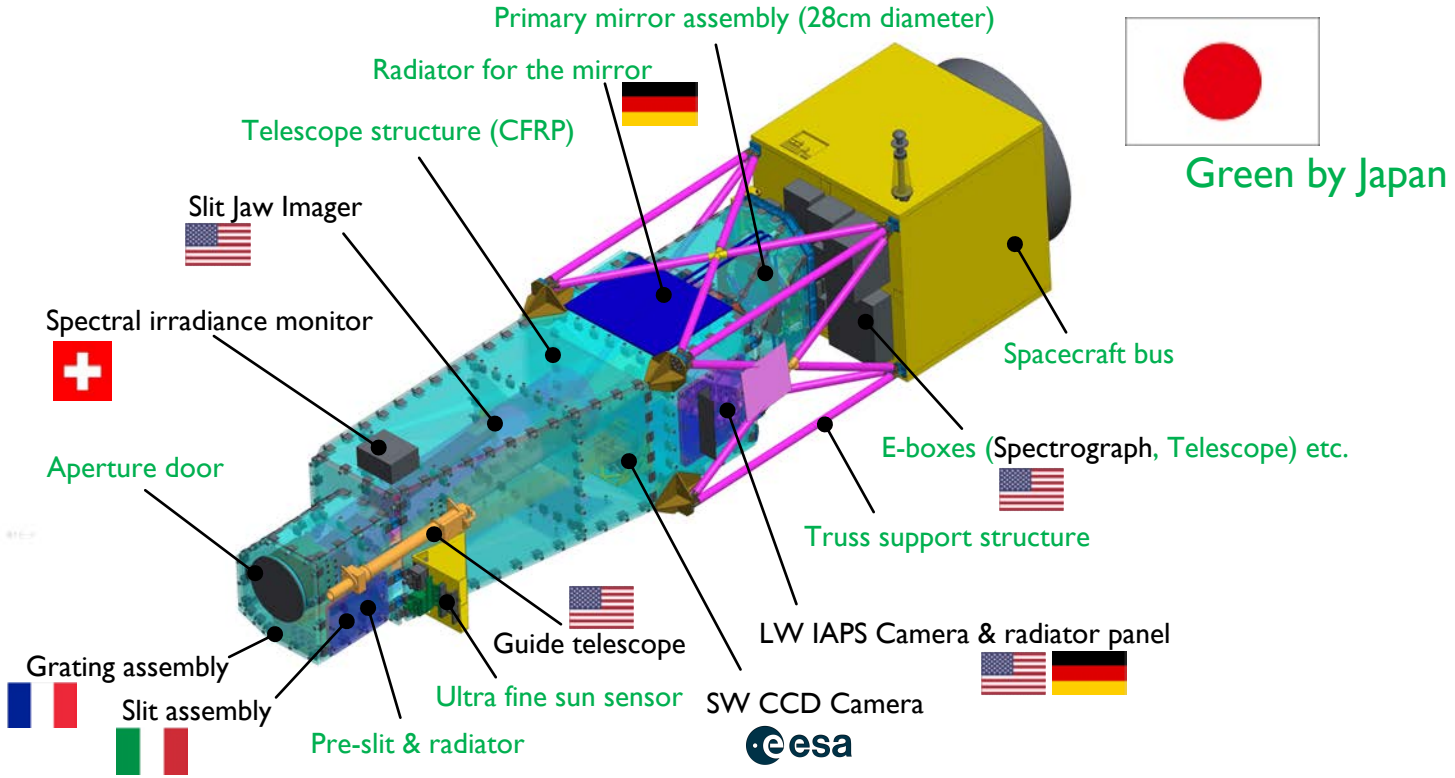


分光観測できる輝線 vs. 温度



国際協力によるEUVST装置開発

- 日本 (JAXA)がミッションを主導し、NASAと欧州が開発に参画。
  - ✓ 日本の望遠鏡構造に、国際協力機関担当コンポを搭載、観測装置EUVSTを構成



米国(NASA), 欧州各国(イタリア, フランス, ドイツ, スイス)は予算化が行われ参加が確定し、Phase A/B検討が始まり、開発試験のための技術調整・設計が進捗中。
予算化不首尾の英国貢献分(SW CCD Camera)は、ESAが調達することで最終調整中である。

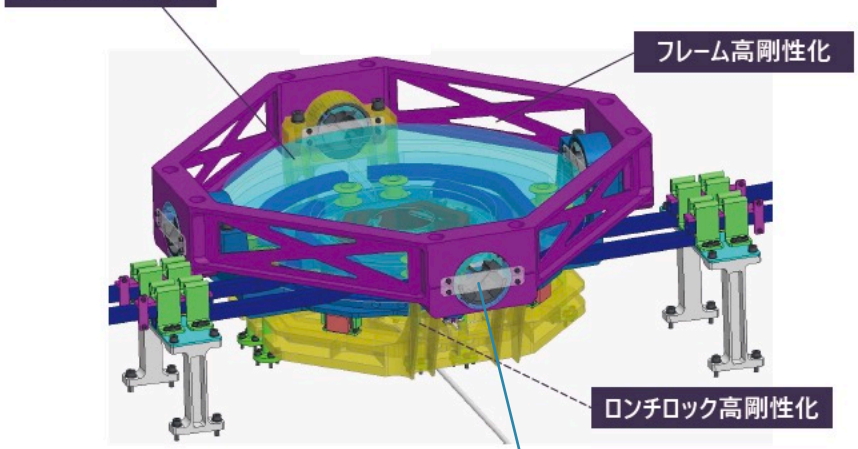
EUVST望遠鏡の概念検討進捗

詳しくは、V227a 原他

EUVST望遠鏡の開発企業や衛星システム企業候補と、概念設計検討を進めている。

- 光学系設計: パラメータ確定と実現性評価(公差設定と位置調整方法)の検討・調整
- 主鏡機構部の概念設計: 対機械環境条件や主鏡コーティング変形等に対応する解析評価と設計反映や条件調整
- 主鏡機構部を構成するパーツの技術成立性の検証: ジンバル駆動のフレキシブルピボットの試作評価、接着剤候補のアウトガス特性の評価、直動機構試作品を用いた評価データ取得など
- 海外開発のコンポとのI/F調整

主鏡機構部
(主鏡-2軸ジンバル-直動機構-ロンチロック)

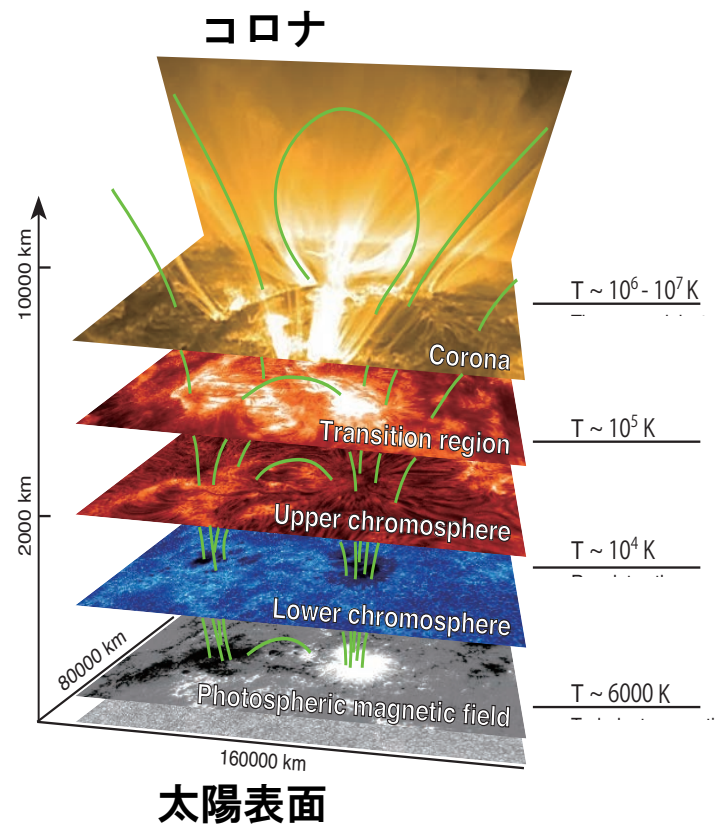


フレキシブル
ピボット試作品

これから、主鏡機構部BBM品の試作に入り、概念検討に基づく機構の機能・性能を確認し、2022年度後半からの研究開発(MTM/EM品製作)に備える。

準備過程で得た知見や経験

- 他の衛星ミッションにもきっと役に立つと信じて。
- コスト見積精査の活動は、様々な開発課題を明らかにする良い機会
  - 開発企業候補の社としての方針や意向が、様々な状況で変化
  - MDRに向けたコスト見積は、遅くとも9ヶ月前(春)には開始すべき。
    - 開発工程、WBSによる積み上げ、経費削減のための対策・処置、などに想定以上の時間を要する。
- コロナ禍に伴う影響は極めて大きい。
  - コスト増や調達納期の増大への注意
  - コロナ禍によるコスト増の精査は、重要
  - コロナ禍での半導体不足/市場混乱は、候補企業から提案/想定されたコンポであっても製作が困難になり、前倒しで新規開発を行うことを発生させる。例: 統合化SMU (データ処理装置と姿勢系装置を統合した計算機)

ミッション概要 ~まとめ~

- 宇宙に如何に高温プラズマが作られ、太陽が如何にして地球や惑星に影響を及ぼしているのかという命題に対して、これまでの太陽観測は、太陽大気へのエネルギー入力と最終的なエネルギー解放(出力)の振舞いを明らかにしたが、その中で起きる基礎物理過程はブラックボックスのままである。
- この解明には、エネルギー・質量の輸送やエネルギー解放の現場を捉え、何が起こっているかを診断できる極端紫外線(EUV)分光望遠鏡が有効である。
- EUV分光望遠鏡は、太陽大気の彩層(2万度)から太陽コロナ(100-2000万度)にわたる温度領域を隙間なく観測でき、以前に較べ約１桁以上の性能（空間・時間分解能）向上してプラズマのダイナミクスに追随できる能力を世界で初めて実現する。
- 太陽極大期 (2026年度に打上げ)に飛翔させることで、太陽フレアなど宇宙天気に関わる物理的な理解を進める。
- 日本の太陽研究者コミュニティが第一優先で取り組む計画。