

Solar-C(EUVST): EUVST構造設計の進捗報告

Solar-C(EUVST): Progress Report of the EUVST Structural Design

原 弘久, 末松芳法, 勝川行雄, 納富良文, 篠田一也(国立天文台), 清水敏文, 備後博生, 峯杉賢治, 後藤 健, 太刀川純孝, 小川博之, 木本雄吾 (JAXA)
川手朋子(核融合研), 今田晋亮(名大), 一本潔, 永田伸一(京大)

H. Hara, Y. Suematsu, Y. Katsukawa, Y. Nodomi, K. Shinoda (NAOJ), T. Shimizu, H. Bingo, K. Minesugi, K. Goto, S. Tachikawa, H. Ogawa, Y. kimoto (JAXA)
T. Kawate (NIFS), S. Imada (Univ. Nagoya), K. Ichimoto, S. Nagata (Univ. Kyoto)

概要

日本が開発する観測装置EUVSTの構造全体はCFRP表皮・アルミハニカムコアのCFRPパネルやCFRPパイプ材で構成され、日本が開発を行う主鏡アセンブリ、海外が開発する多数の観測装置コンポーネント、および一部の衛星システムコンポーネントはこの構造に設置される。本講演では、小型の衛星バスに結合され、高解像性能を保証し、厳しい汚染管理の要求を満足する長身構造の設計について進捗状況を報告する。

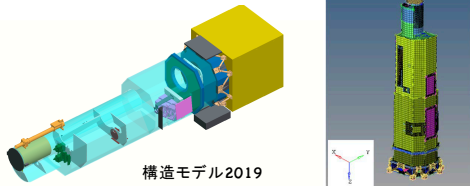
1. 観測装置EUVST構造への要請

- 衛星バス構造と合わせて、ロケット頭部に収納できること
- 構成するコンポーネントを要求位置・角度範囲内に支持
- 飛翔・軌道環境に耐える性能を有すること
- 目標軌道高度への投入のため軽量化構造であること
- 指向方向変動量への影響が小さいこと(熱変形・擾乱応答)
- 観測する光束以外の熱量処理・および迷光を遮断すること
- 構造材からのアウトガスでEUV光学系を劣化させないこと
- 観測装置の組立や評価試験を考慮した構造であること

2. 構造設計方針

- CFRP材を主材として構造を構成
- 軽量化を優先 (EUV観測に最適な金属材料では重量超過)
- 軽量条件で高剛性
- 光学性能維持のため低熱膨張(熱変形量は小)
- アウトガス汚染は汚染管理で対応
- 脱水変形による焦点移動は焦点調節機構で対応

3. 2020年度以前の検討



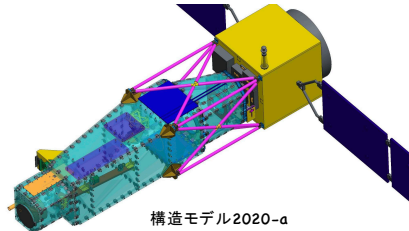
構造モデル2019

- 観測装置構造は、CFRP製からなる望遠鏡・分光器一体構造(製造・組立は複雑)
- 衛星バス構造とは望遠鏡下部でパイポッドによるインターフェース(装置重心と支点距離が大)
→ 曲げの変形モードに弱い構造
- 観測装置構造下部は強固な構造
- 機軸直交方向の剛性要求の成立には重量増要

→ 軽量化と高剛性化の同時達成を要する

	衛星バスとのI/F条件	検討結果	
		Case A	Case B
質量	< 200 kg	200.5 kg	234.4 kg
質量中心(機軸方向)	< 650 mm	1,158 mm	1,046 mm
剛性(機軸直交方向)	> 30 Hz	24.1 Hz	30.5 Hz

4. 2020年度の検討・進捗(フロントローディング活動の中間報告)



構造モデル2020-a

- 観測装置は、CFRP製角型箱形状からなる構造
- 観測装置構造は、CFRP表皮・アルミハニカムパネルで構成(簡素な製造・組立工程を考慮)
- 観測装置の重心近傍を支点として、ストラット構造を介して衛星バスと結合(軽量化と高剛性化)
- 装置長を考慮すると、機軸方向の質量中心位置については、衛星全体での確認が必要

	衛星バスとのI/F条件	検討結果	
		モデル2019	モデル2020-a
質量	< 200 kg	234.4 kg	229.3 kg
質量中心(機軸方向)	< 650 mm	1,046 mm	1,550 mm
剛性(機軸直交方向)	> 30 Hz	30.5 Hz	36.8 Hz

構造温度(熱数学モデルによる構造検討)

- 太陽光直射の主鏡部冷却のため、構造内面温度は低温($\ll 0^\circ\text{C}$)とすることが必要(末松ほかのポスターを参照のこと)
 - 光学素子は汚染されないように、光学アセンブリ取り付け面は適度な温度($\sim 20^\circ\text{C}$)とすることが必要
- 熱変形に伴う光学コンポーネントの変位・回転量の確認(本年度確認項目)

構造強度(構造数学モデルによる構造検討)

- 構造の固有値 → 機軸方向 $> 70\text{Hz}$, 機軸直交方向 $> 30\text{Hz}$ を満たす
- 想定される機械環境条件(準静荷重、ランダム振動、正弦波振動)に対する耐強度確認が進行中(構造設計全体としては、主鏡部設計を優先)
→ 安全余裕を考慮して、軽量化・局所補強等の再設計へ

構造材と汚染管理

- 構造材起源のアウトガス把握と管理が必須となる計画(管理方針: 木本ほかのポスターを参照のこと)
- 候補構造材の早期のアウトガス把握・モデリングが重要
- ベント・乾燥窒素パージを考慮したCFRPパネルの設計・製作・組立が必要となっている
- 部分組立単位での構造ベーキングとアウトガス評価試験の検討も今後進める



構造数学モデル