

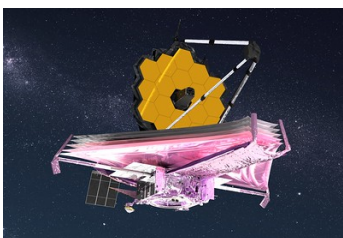


# センサ構造の スケーラビリティ

JAXA 研究開発部門

水谷忠均

# センサ構造のキー技術【鏡・アンテナ】



JWST

James Webb  
Space Telescope



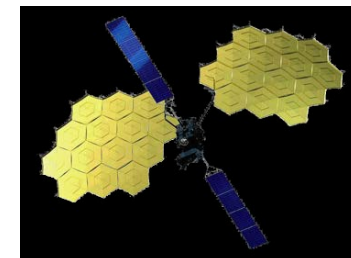
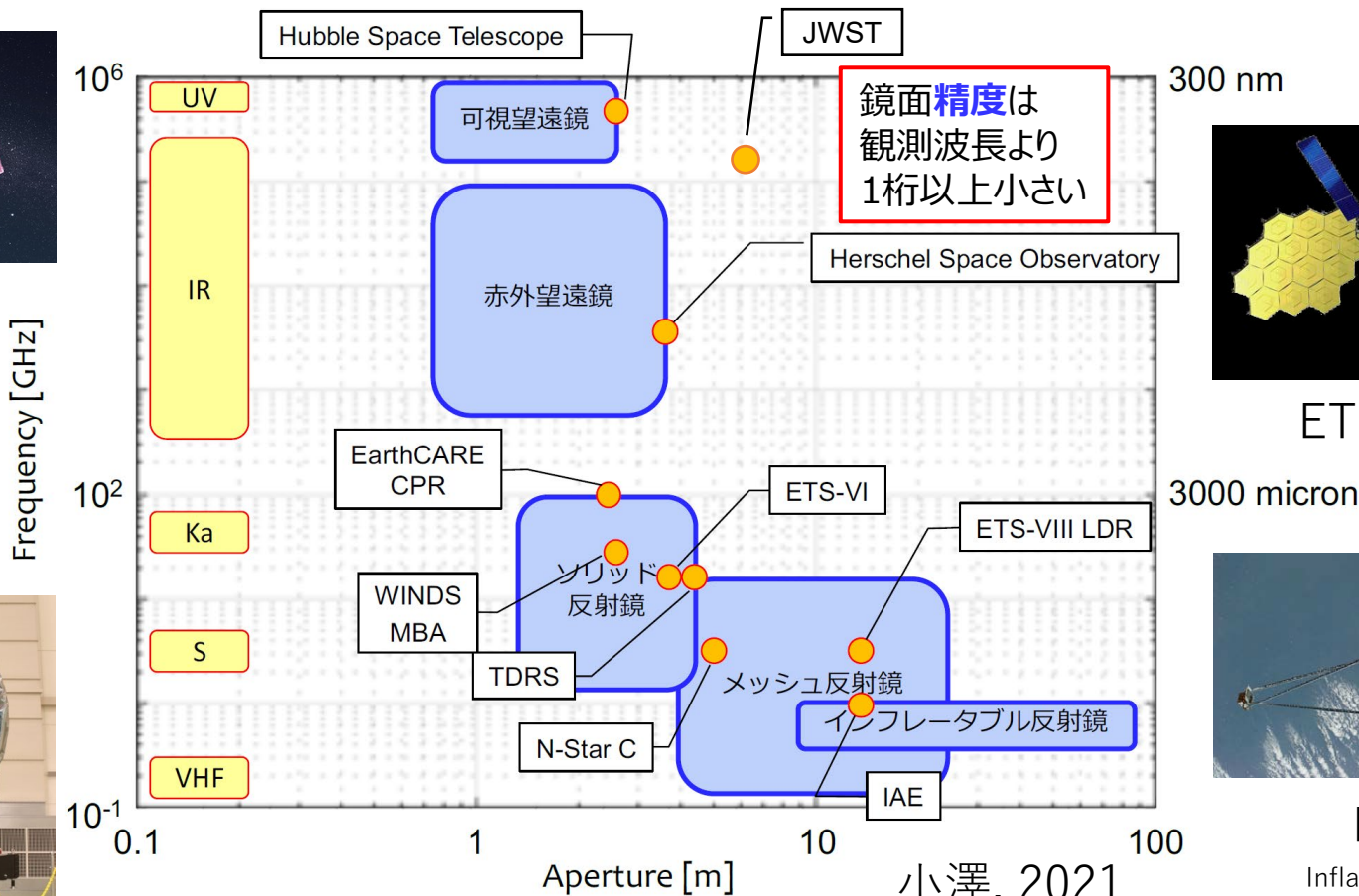
EarthCARE  
CPR



Capella-2



扇子型  
展開反射鏡



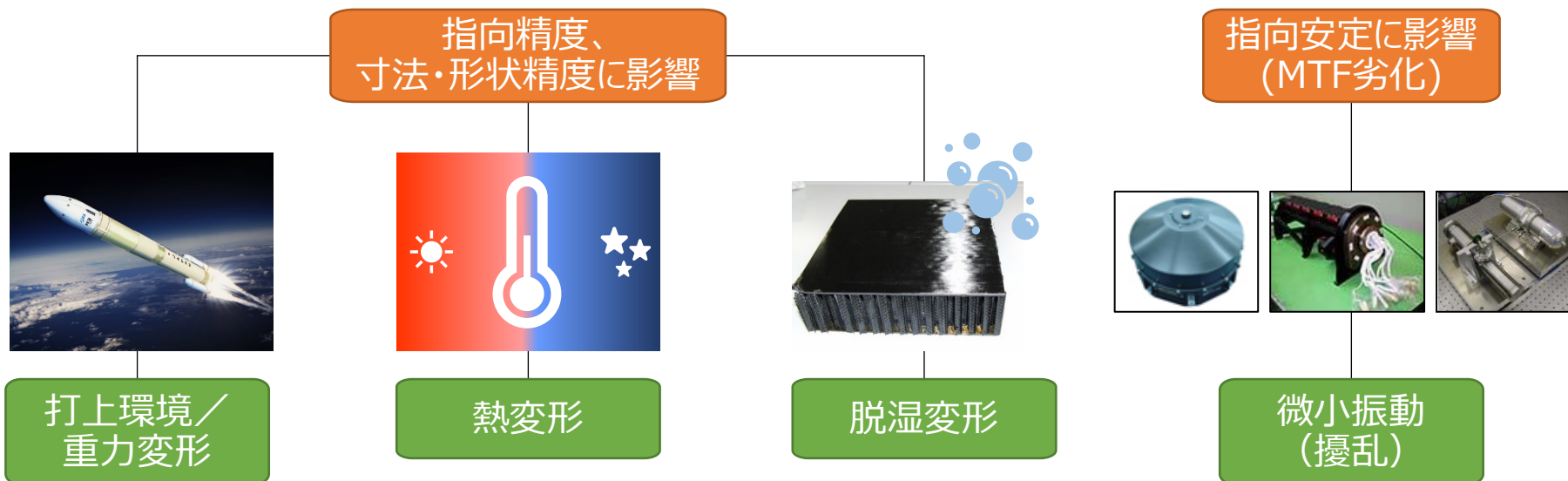
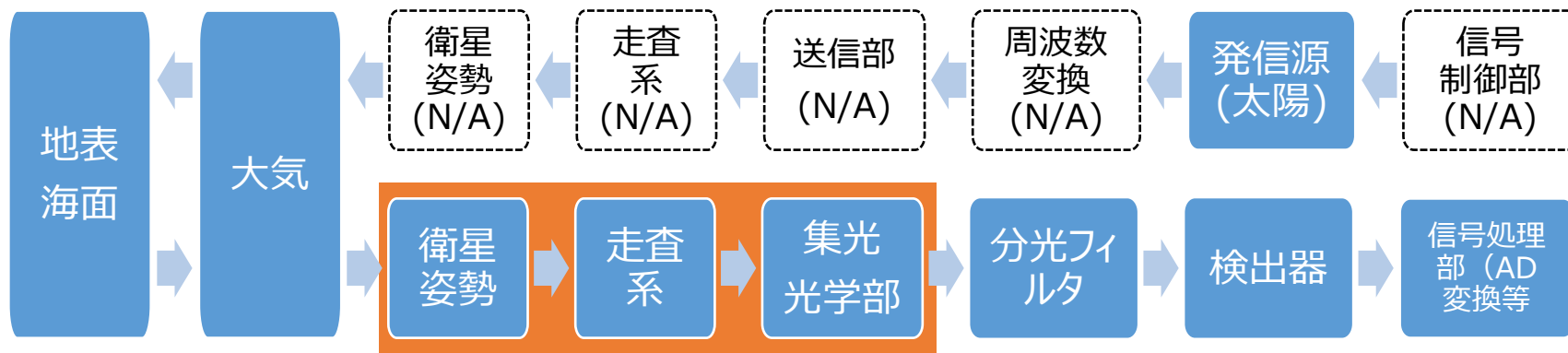
ETS-VIII



IAE

Inflatible Antenna  
Experiment

## ● 光学受動センサのシグナルチェーン



## 構造設計

主に打上時の機械環境に耐えるための設計。設計手法は確立されている。小型センサは質量(軽量化)が支配的、大型センサは剛性設計が支配的。

質量 … 面積比例だが、厚さも増えるため、**口径の2乗以上**で増大。

剛性 … **口径の2乗に反比例**。大型構造は正弦波振動試験の共振領域。

強度(荷重) … 質量に比例。機軸直交荷重(モーメント荷重)は搭載位置にも依存。

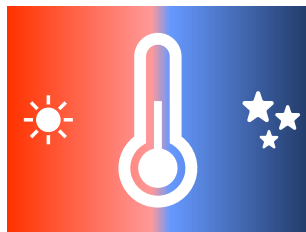
## 精度設計

センサ機能(集光機能)を確保するための設計。ノウハウによる部分が多い。要求精度は口径に無依存(観測波長依存)。誤差要因は寸法・時間依存。



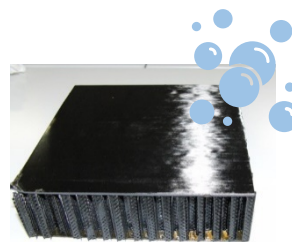
打上環境/  
重力変形

(打上環境)



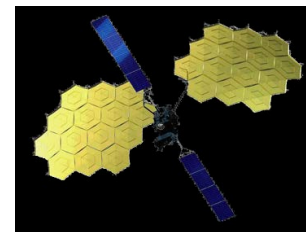
熱変形

軌道上の温度変動  
(分～日のオーダー)



脱湿変形

地上環境との差  
(月～年のオーダー)



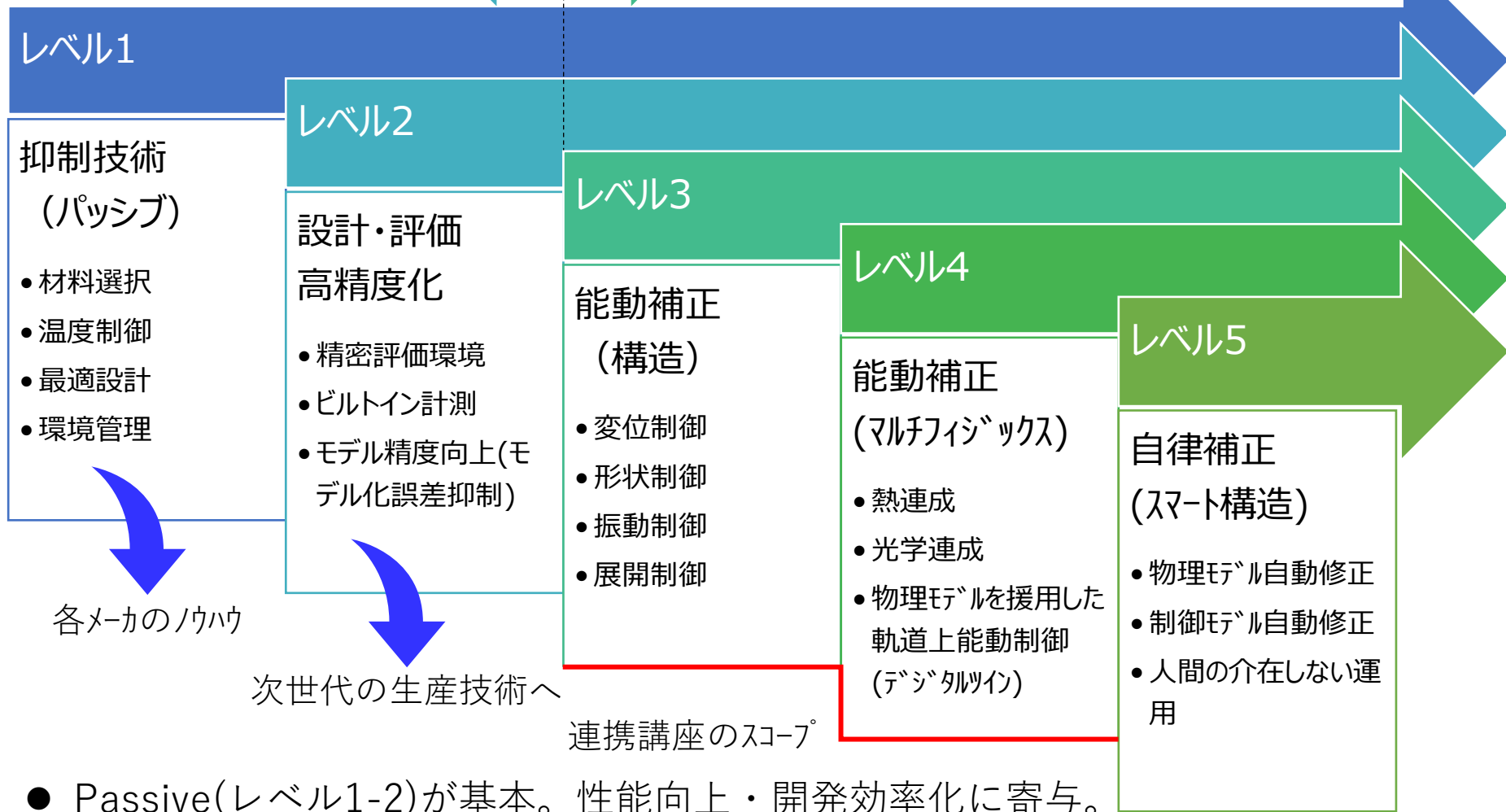
展開精度

地上環境との差  
(試験誤差)

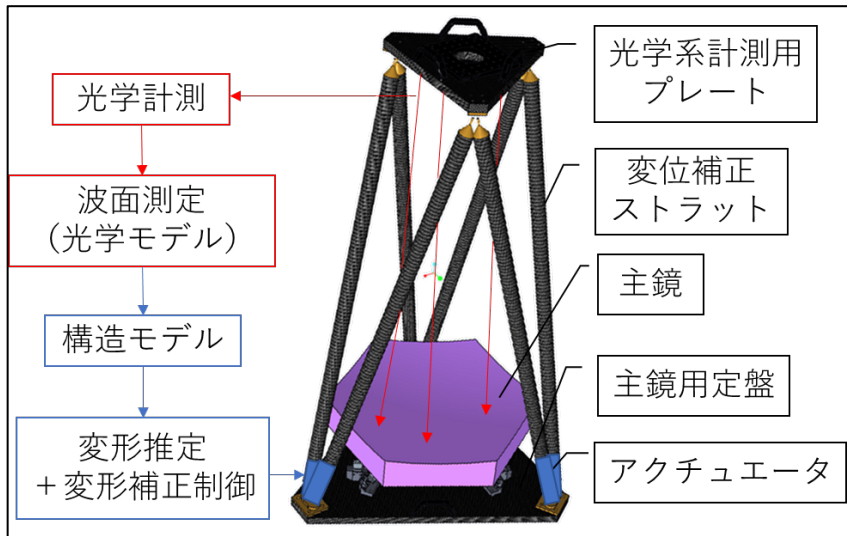
⇒ 精度設計は**システムや他系(指向、熱、機構、等)との設計バランス**が重要。

# 将来観測センサに必要な精密構造技術

地上で仕上げる ← → 軌道上で仕上げる、調整可能にする



- Passive(レベル1-2)が基本。性能向上・開発効率化に寄与。
- Active(レベル3以降)は**構造設計・地上検証の思想が変わる**。スケール制約を排除。
- 連携講座では、レベル3(変位制御)から4(光学連成)の基礎技術を検討

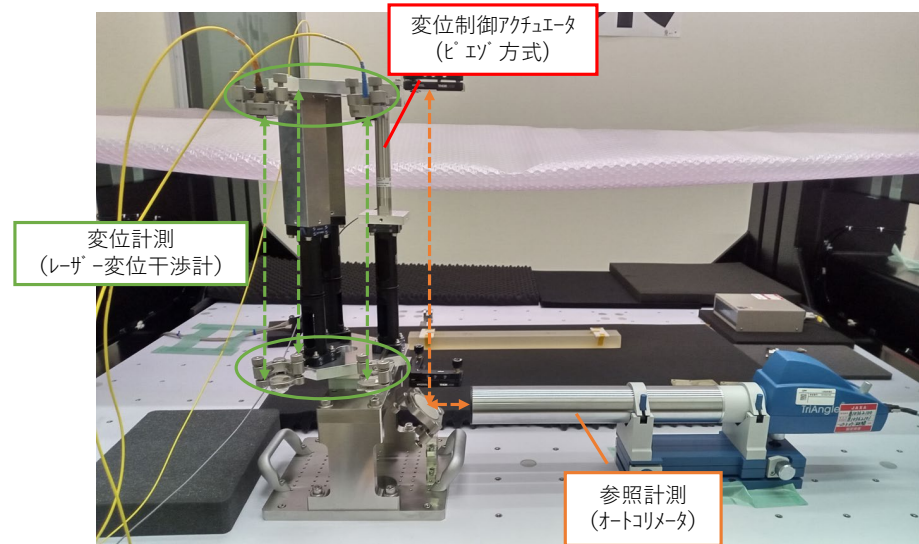


実証用テストベッドの想像図

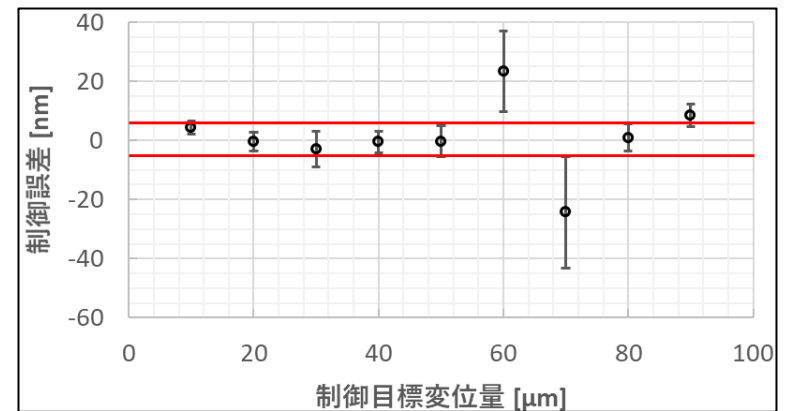
最終目標：  
光学計測に基づく変位推定と制御の実証

実証手段：  
メートル級のテストベッドを構築し  
サブミクロンレベルの変位補正を実施

現在の進捗：  
要素試験を実施中  
精密工学会(3月)にて詳細発表予定



機能評価試験 (要素試験)  
コンフィギュレーション



機能評価試験の結果

## センサ構造のキー技術である鏡・アンテナのスケラビリティと技術研究の方向性を示した。

- センサ構造は、通常の構造設計に加えて精度設計の両立が求められる複雑な構造である。
- 構造設計の手法は一般論として確立している（スケールに依存しない）。ただし、スケールの違いによって設計評定（重視される評価項目）は変化する。
- 精度設計も手法は確立しているが、複数の物理現象が連成するため予測精度はノウハウに強く依存。精度要求はセンサスケールに拠らず、観測波長や必要性能に応じて決まるため、小型センサでも高精度の誤差抑制対策が必要になるケースがある。
- 誤差精度が相対的に大きくなる大型センサでは、現在の設計手法は限界に近付いている。限界を突破するためには設計思想の転換が必要である。（地上で仕上げる⇒軌道上で調整して仕上げる）
- 連携講座では、光学と構造を連成したセンサ構造の能動補正に関する原理実証実験を通して、基礎技術の構築を目指している。