



新型宇宙ステーション補給機

HTV-X

新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）1号機の技術実証ミッション概要

2025年6月2日(月) 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構



HTV-X 1号機技術実証ミッションの概要

HTV-X は、最長6ヶ月間ISSに係留され、輸送カーゴのISSへの搬入、並びに、廃棄カーゴのHTV-Xへの積込みを行います。

ISSからの離脱後、最長1.5年間の軌道上飛行を行いながら、様々な技術実証ミッションを実施します。

HTV-X 1号機の「技術実証ミッションフェーズ」は約3ヶ月を計画しています。

A. 初期軌道投入フェーズ

B. ISS接近（ランデブーフーズ）

C. ISS近傍運用フェーズ

最長6か月の係留が可能になり、輸送物資の搬出・廃棄物資の積み込み作業の柔軟性が向上します。

D. 技術実証ミッションフェーズ

ISS離脱後から再突入までの期間において、軌道上での技術実証や実験を行うプラットフォームとして活用します。

E. 再突入フェーズ



Image by JAXA

HTV-X 1号機技術実証ミッションの概要

HTV-X 1号機は、ISSからの離脱後、約3か月の技術実証ミッションフェーズにおいて、3つの技術実証ミッションを実施する計画です。

■ 超小型衛星放出 H-SSOD

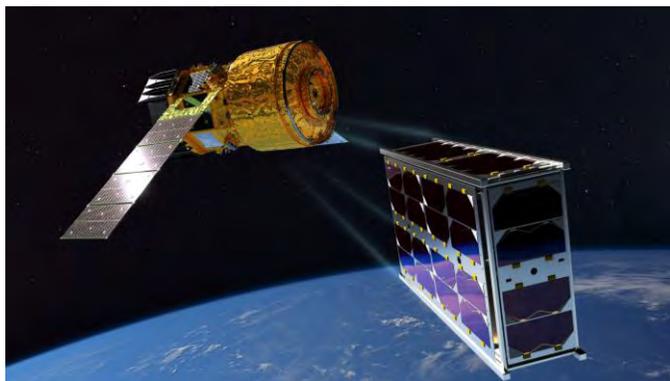


Image by JAXA

広がる超小型衛星の可能性

H-SSODミッションでは、HTV-Xから小型衛星を放出します。HTV-Xの特長である自在な飛行能力を活かし、ISSよりも高い高度から衛星を放出することにより、超小型衛星の運用期間の延長や実用的な利用ミッションへの適用を可能とするなど、超小型衛星放出の新たな需要を引き出します。HTV-X 1号機では日本大学の「てんこう2」を搭載し、ISS離脱後に高度を約500kmに上昇させて衛星放出を実施する予定です。

■ 軌道上姿勢運動推定実験 Mt. FUJI

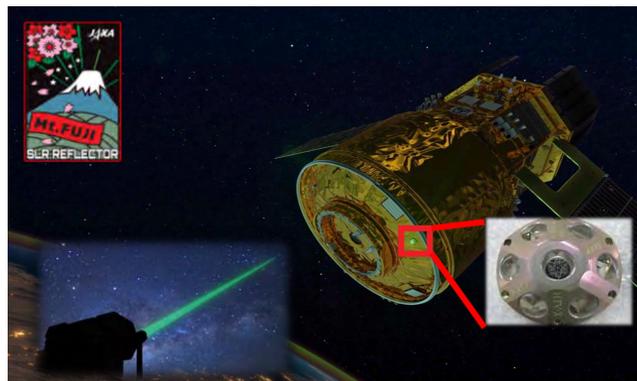


Image by JAXA

衛星の姿勢を測る世界初の技術

HTV-X1号機ではJAXAが開発した小型軽量の衛星レーザ測距 (SLR) 用小型リフレクター (Mt. FUJI) を与圧モジュール外部に搭載します。地上からHTV-Xに搭載したMt.FUJIにレーザ光を照射し、反射して返ってくる光を観測することで、地上とHTV-Xとの間の距離を測定するだけでなく、SLRによる宇宙機の姿勢運動の推定を実データと比較し検証する世界初の実験を行います。

■ 展開型軽量平面アンテナ軌道上実証 DELIGHT 次世代宇宙用太陽電池軌道上実証 SDX

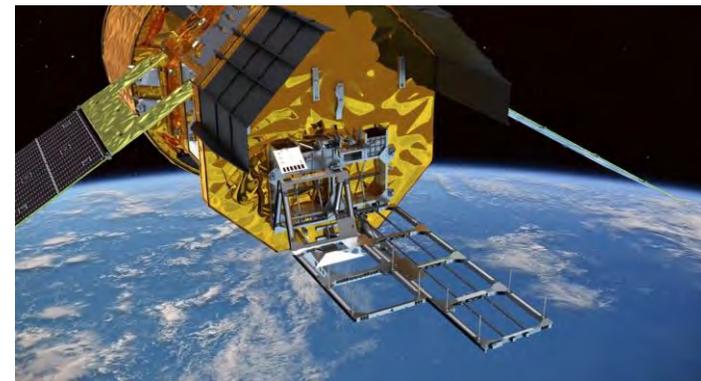


Image by JAXA

大型宇宙構造物の構築技術及び 次世代宇宙用太陽電池の軌道上実証

将来の宇宙太陽光発電システム (SSPS) 等に必要となる大型宇宙構造物の構築技術等の軌道上実証をHTV-Xを活用して行います。新たなパネル展開・結合機構を実装した展開型軽量パネルを軌道上で展開し、展開中の挙動や展開後の構造特性を計測します。同パネルの一部には、軽量平面アンテナも搭載し、地上局からの電波の受信レベルを計測します。また、次世代宇宙用太陽電池実証装置 (SDX) も搭載し、実証試験を行います。



HTV-X 1号機技術実証ミッションの概要

HTV-X 1号機は、ISSからの離脱後、約3か月の技術実証ミッションフェーズにおいて、3つの技術実証ミッションを実施する計画です。

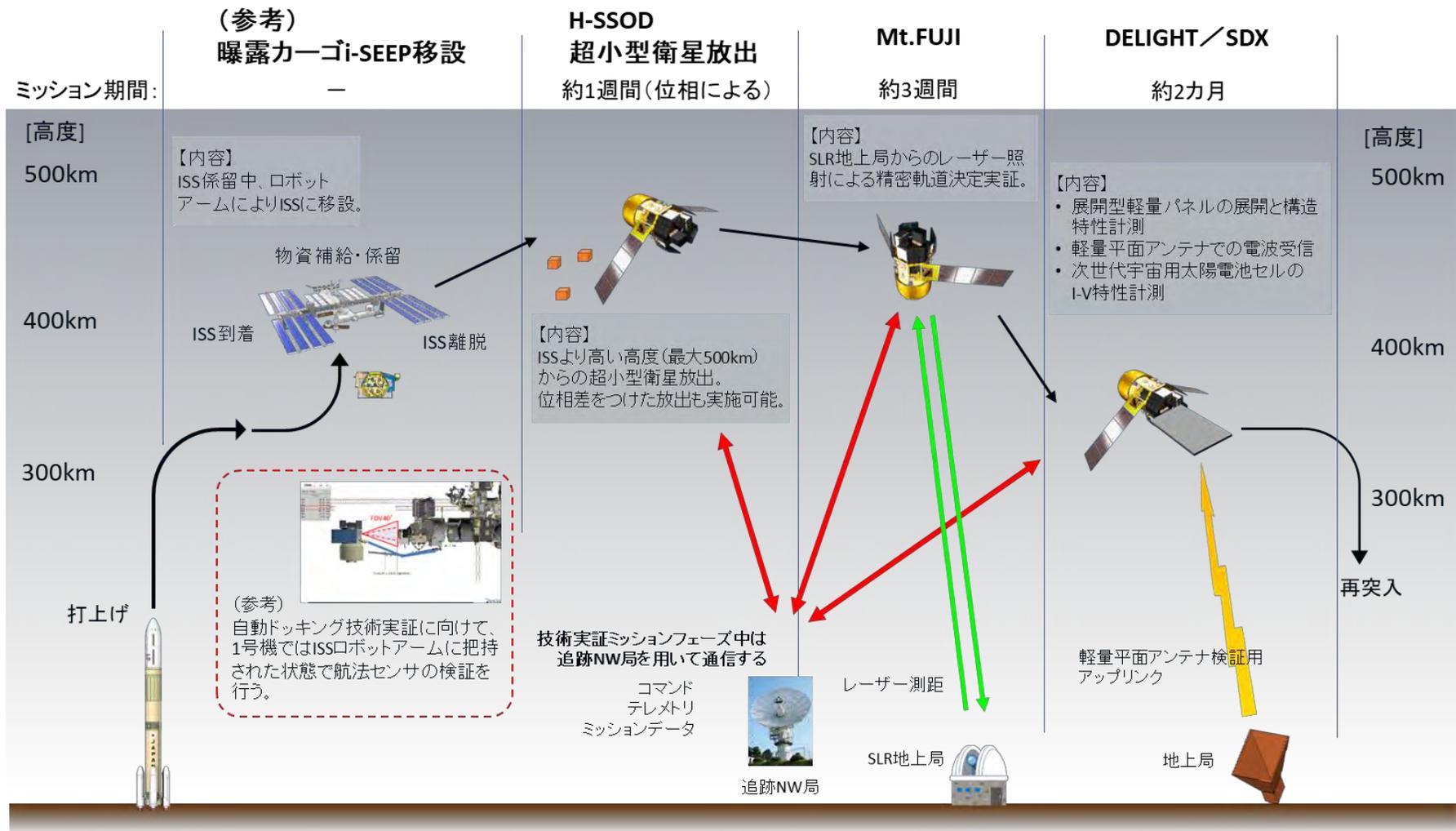


Image by JAXA

HTV-X 1号機技術実証ミッション概要

01 超小型衛星放出 H-SSOD ～ユーザ要望に合わせたOnly Oneの衛星放出～

【ミッション概要】

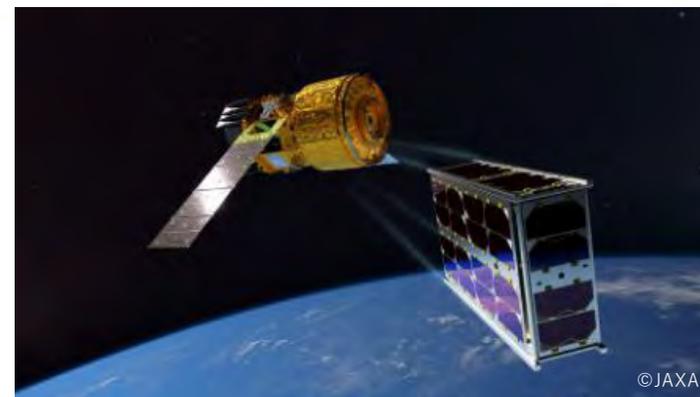
HTV-X 1号機では、6Uサイズ（約30cm x 20cm x 10cm）の超小型衛星を放出できるシステム（H-SSOD）を搭載し、ISS離脱後に衛星放出ミッションを実施します。

超小型衛星としては日本大学の「てんこう2」を搭載し、地球低軌道で様々な環境観測や、次世代通信機の宇宙実証などが行われる予定です。

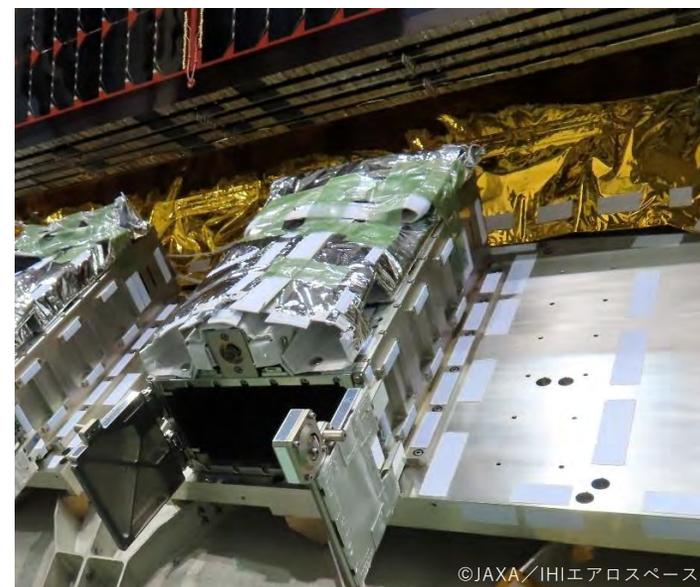
参考：<https://aero.cst.nihon-u.ac.jp/okuyama/ten-koh-2/>

【ミッション意義】

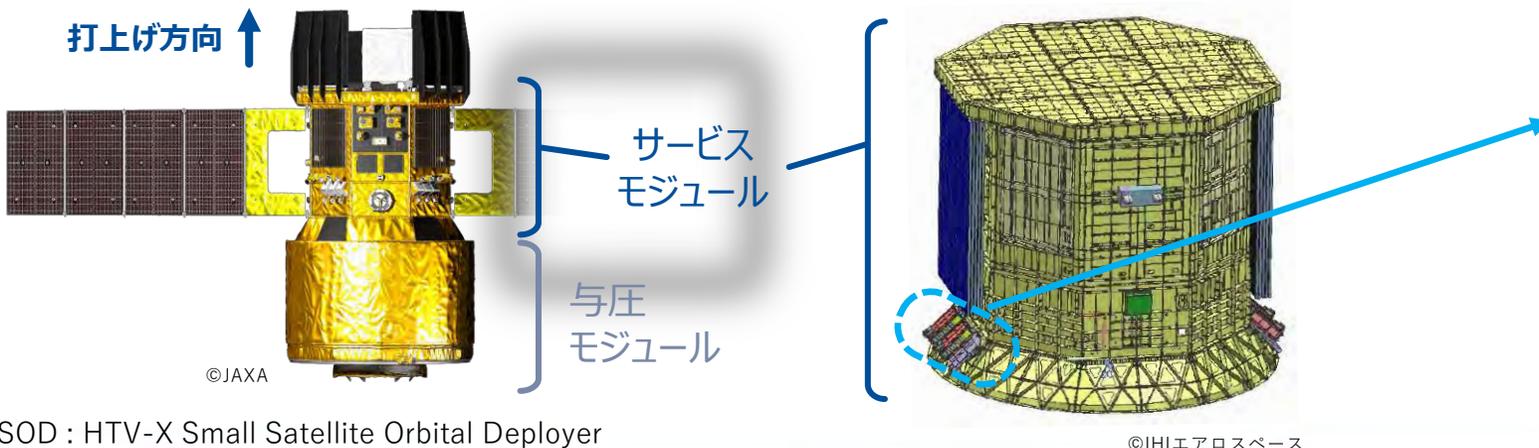
ISSからの衛星放出と比較してより高い高度から衛星を放出することができるため、超小型衛星の運用期間の延長や実用的な利用ミッションへの適用が可能となります。HTV-Xの特長である自在な飛行能力を活かし、高度差や位相差を付けて複数衛星を放出することも超小型衛星ユーザの希望により可能であり、超小型衛星放出の新たな需要を引き出します。



軌道上衛星放出イメージ



地上での衛星放出ケース動作試験の様子



*H-SSOD : HTV-X Small Satellite Orbital Deployer



HTV-X 1号機技術実証ミッション概要

02 軌道上姿勢運動推定実験 Mt. FUJI ～世界初のSLRによる定量的な姿勢運動推定評価～

【ミッション概要】

SLR (Satellite Laser Ranging) とは、地上から宇宙機にレーザを放射し、宇宙機に取り付けた反射器からの反射を計測し、地上と宇宙機の距離を測る技術です。HTV-X 1号機にはJAXAが開発した「衛星レーザ測距 (SLR) 用小型リフレクター (Mt.FUJI)」を搭載しており、センチメートル単位でのHTV-Xの精密軌道決定が可能です。

今回の実験では、精密軌道決定に加え、HTV-Xの自在な飛行能力を活かした飛行姿勢 (例: Mt.FUJIを地球方向に向けるような姿勢) での特殊な飛行状態のHTV-X 1号機を、国際協力のもと、世界約40か所のSLR局から測距し、そのデータからHTV-Xの姿勢運動の推定・精度評価を行います。

【ミッション意義】

SLRによる姿勢運動の推定を実施している例はありますが、定量的な精度評価まで踏み込んだ研究はありません。今回、HTV-X 1号機からテレメトリとして取得する姿勢データ (正解) と比較して、SLRによる姿勢運動推定 (答案) を定量的に精度評価します。このような実データを用いた姿勢運動推定精度評価は世界初となります。



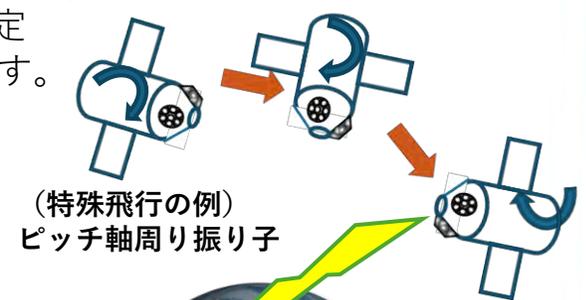
Mt. FUJI



姿勢情報を
SLRデータ
から推定
(答案)

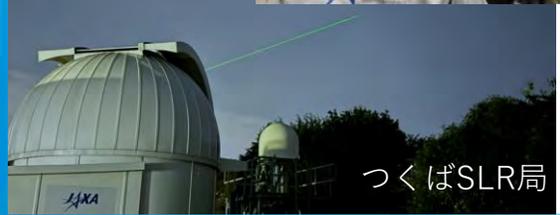
答え合わせをすることで
**SLR技術による軌道上物体の
姿勢推定精度評価が可能に！
(定量的解析は世界初)**

HTV-X
姿勢データ
(正解)



(特殊飛行の例)
ピッチ軸周り振り子

テレメトリ
姿勢データ



つくばSLR局

【期待される応用先】
宇宙ゴミの回転運動を推測可能に
→ 宇宙ゴミ除去に応用されることを期待

増田第1可搬局
他で受信

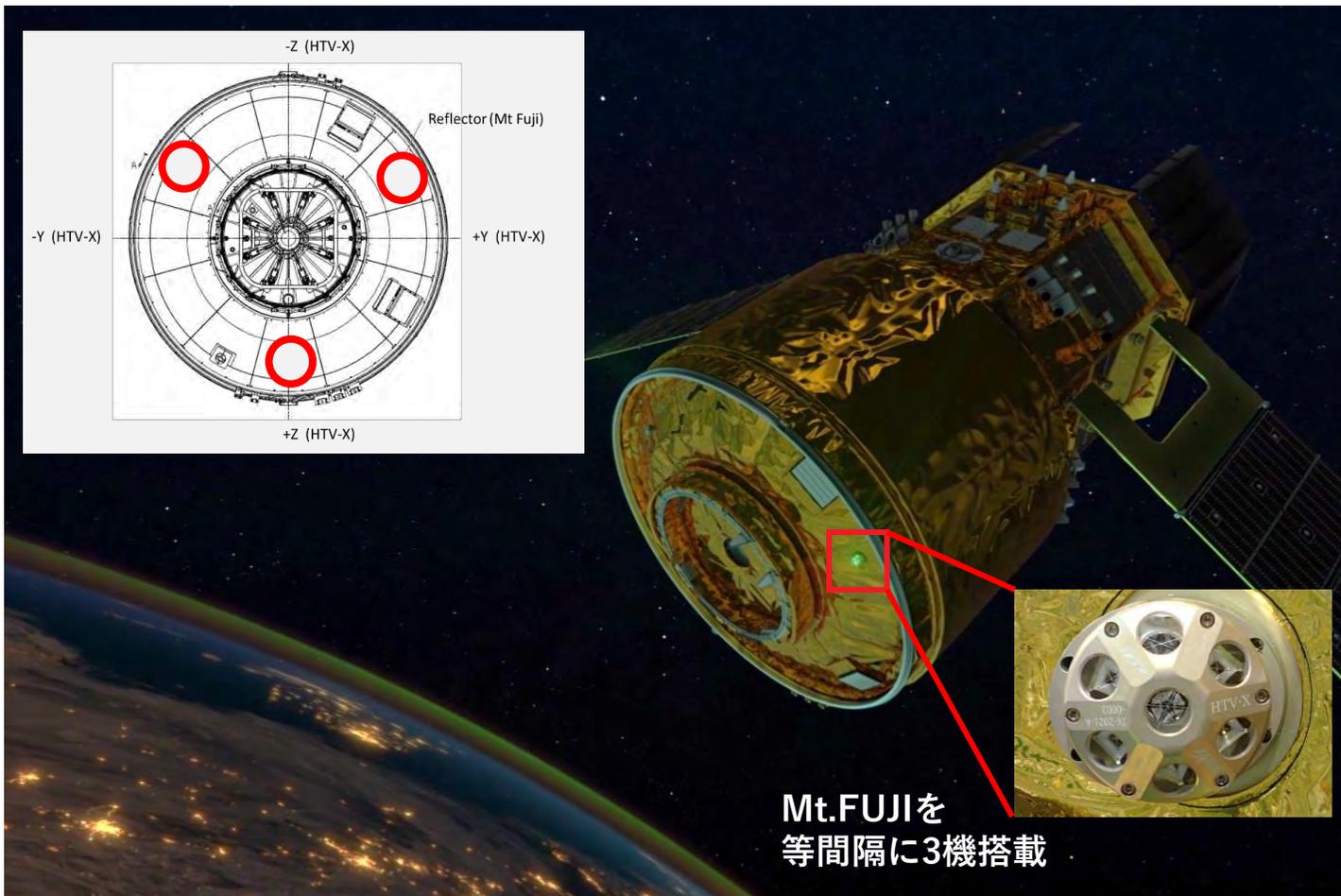


模式図・画像は全て by JAXA



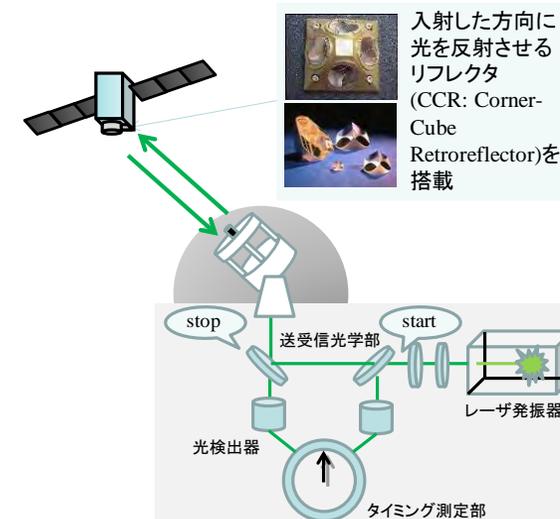
HTV-X 1号機技術実証ミッション概要

02 軌道上姿勢運動推定実験 Mt. FUJI ～世界初のSLRによる定量的な姿勢運動推定評価～



【衛星レーザ測距 (SLR) の原理】

地上のSLR局から放出したレーザーパルスの往復時間を精密に計測する



【Mt.FUJI諸元】

項目	仕様
直径	112 mm
全高	32 mm
質量	260g

【Mt.FUJIの特徴】

- 低軌道で汎用的に利用
- 小型・軽量・安価
- 設計・製造・組立、すべてJAXAが実施

模式図・画像は全て by JAXA



HTV-X 1号機技術実証ミッション概要

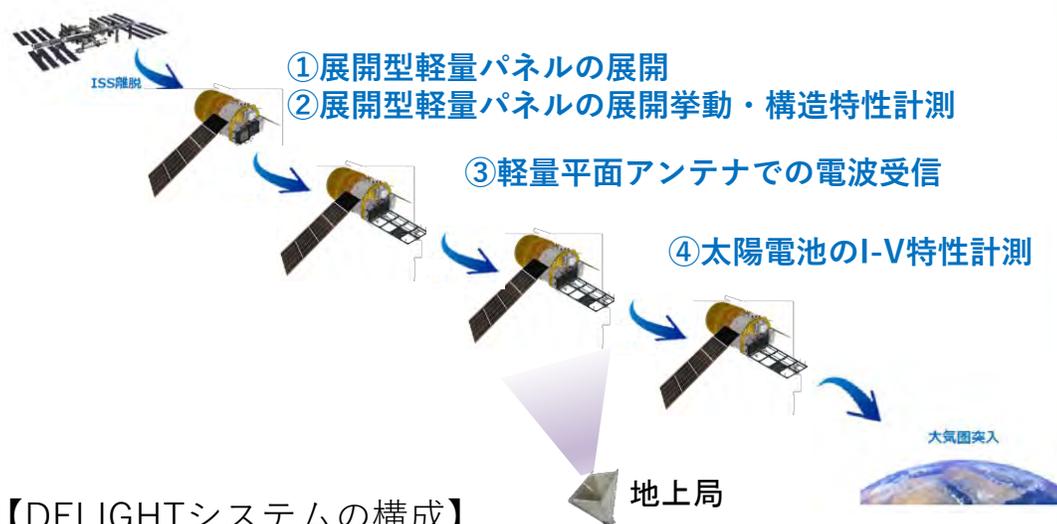
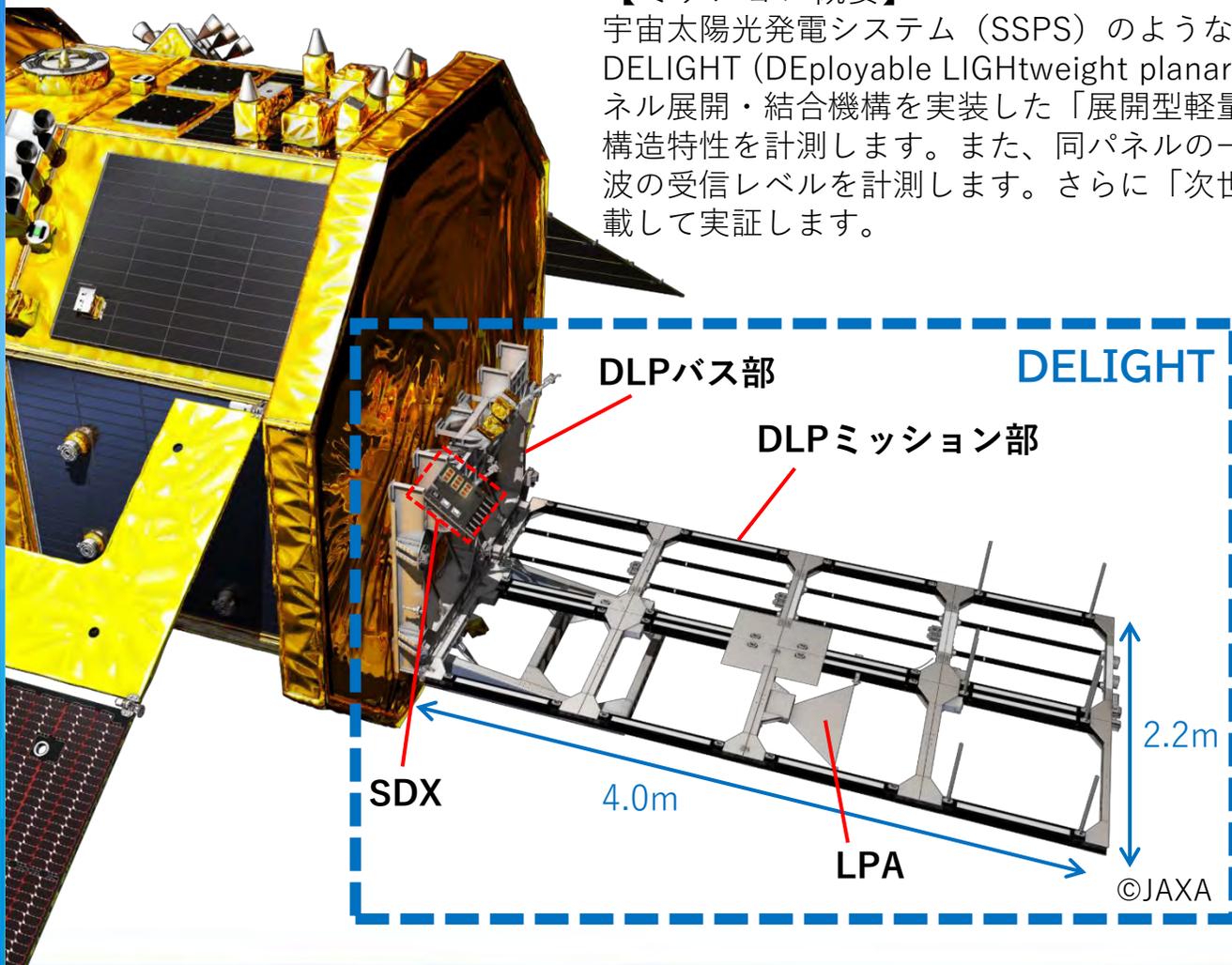
03 展開型軽量平面アンテナ軌道上実証 DELIGHT / 次世代宇宙用太陽電池軌道上実証 SDX

【ミッション概要】

宇宙太陽光発電システム (SSPS) のような将来の数百m～数km級の大型宇宙構造物構築を見据え、DELIGHT (DEployable LIGHTweight planar antenna Technology demonstration) では、新たなパネル展開・結合機構を実装した「展開型軽量パネル」を軌道上で展開し、展開中の挙動や展開後の構造特性を計測します。また、同パネルの一部に搭載した「軽量平面アンテナ」で地上局からの電波の受信レベルを計測します。さらに「次世代宇宙用太陽電池実証装置 (SDX)」をDELIGHTに搭載して実証します。



ミッションマーク



【DELIGHTシステムの構成】

- ・ 展開型軽量パネル (DLP: Deployable Light Panel)
- ・ 軽量平面アンテナ (LPA: Light Planar Antenna)
- ・ 次世代宇宙用太陽電池実証装置

(SDX: Space solar cell Demonstration system on HTV-X)

模式図・画像は全て by JAXA

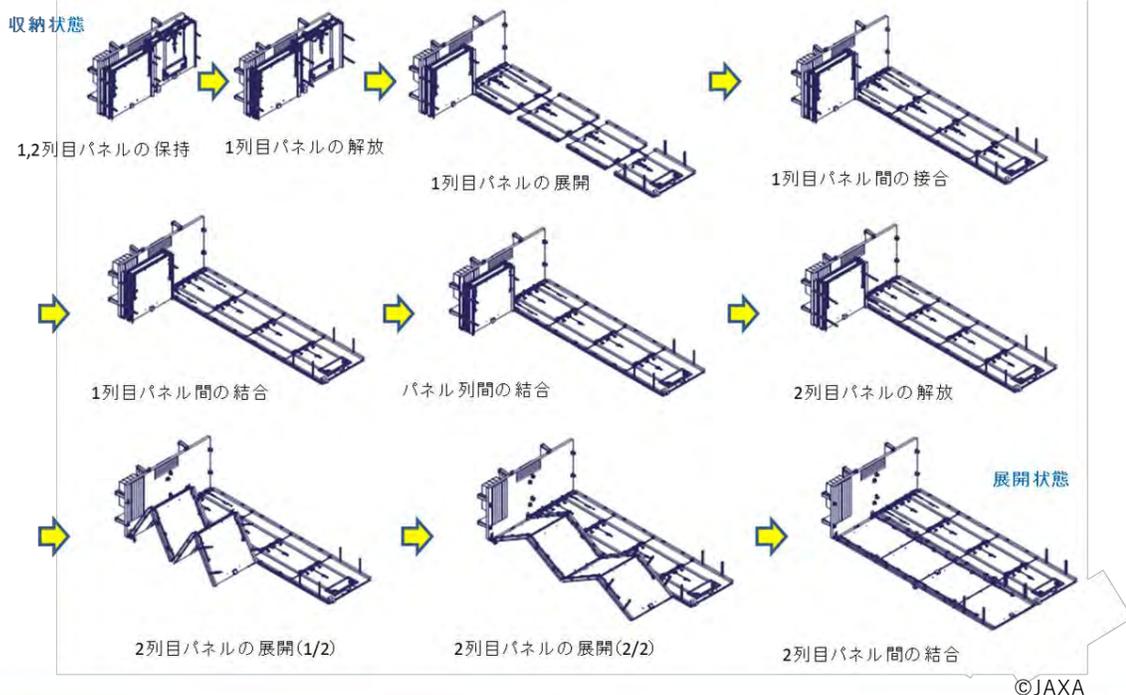
HTV-X 1号機技術実証ミッション概要

03-1 展開型軽量平面アンテナ軌道上実証 DELIGHT

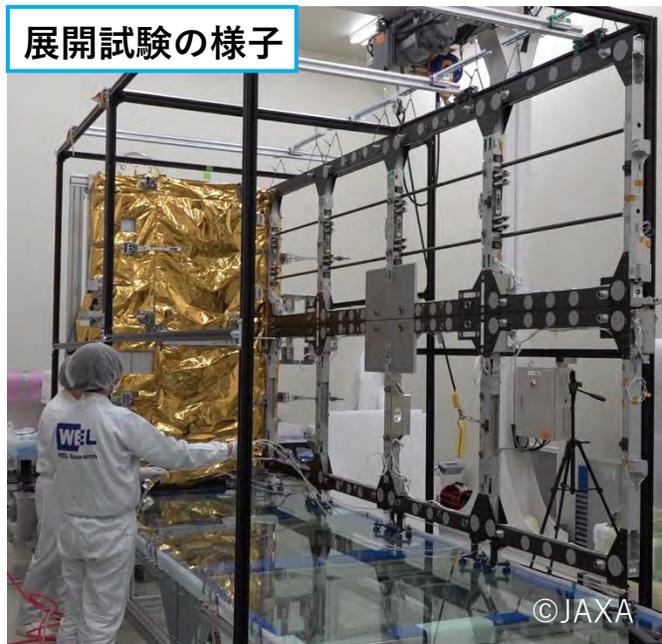
【ミッション目的】

- ①新たなパネル展開・結合機構と軽量平面アンテナを実装した展開型軽量平面アンテナが軌道上で正常に動作することを実証する。
- ②展開型軽量平面アンテナの機構・構造・熱解析の妥当性を確認する。

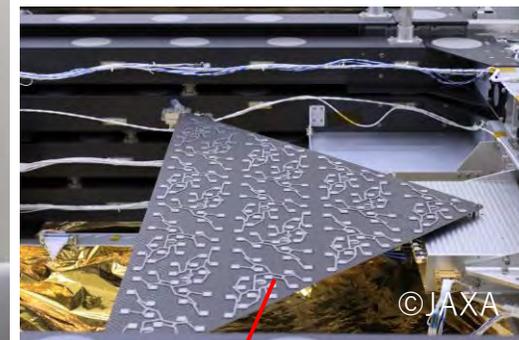
展開型軽量パネルの展開



展開試験の様子



軽量平面アンテナの外観



厚さ1.3mmの膜状アンテナ

【ミッション意義】

- SSPSが必要とする数百m～数kmの大型宇宙構造物の実現に向けた当面の目標である、30m級大型平面アンテナの主要技術課題の解決に貢献する。
- 衛星搭載用平面アンテナの大型化に貢献するものであるため、地球観測、通信、電波天文、災害監視・安全保障等の様々な分野の衛星搭載用アンテナの性能を格段に向上させることに貢献する。

HTV-X 1号機技術実証ミッション概要

03-2 次世代宇宙用太陽電池軌道上実証 SDX

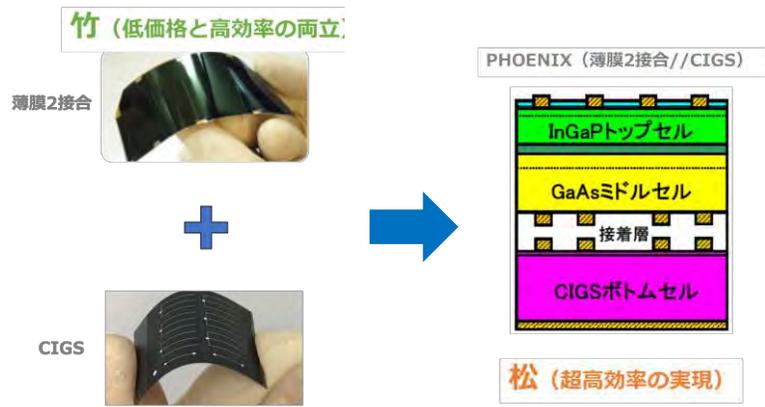
SDXでは将来、宇宙用太陽電池としての活用が期待される太陽電池の宇宙実証を行う。太陽電池セルの出力を定期的に計測し、軌道上で正常に動作することを確認する。

【ミッション目的】

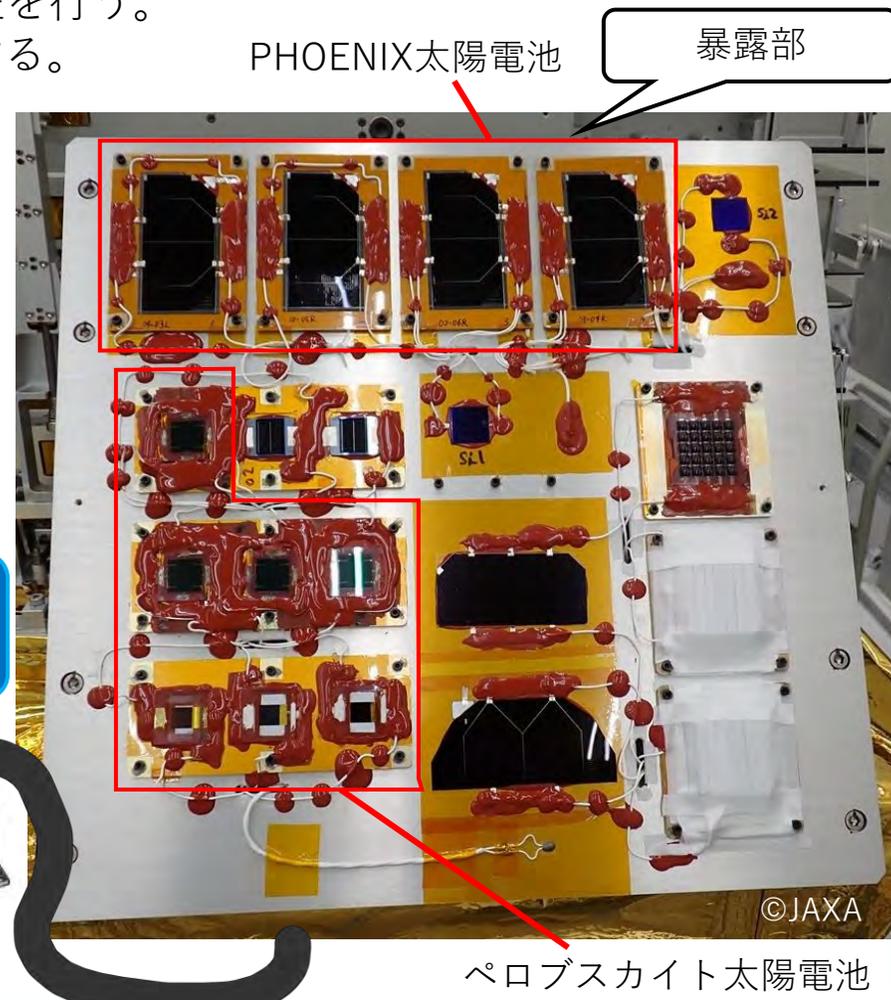
- ①JAXAと民間企業が開発したオリジナル構造で超高効率を実現するPHOENIX太陽電池の実証
- ②日本発の技術であるペロブスカイト太陽電池の動作実証

【ミッション意義】

現状は、海外メーカーがコスト面で優位にあるが、低コストかつ高性能（効率・耐放射線）なセルを開発することは、日本の産業基盤・国際協力強化の一助になる。

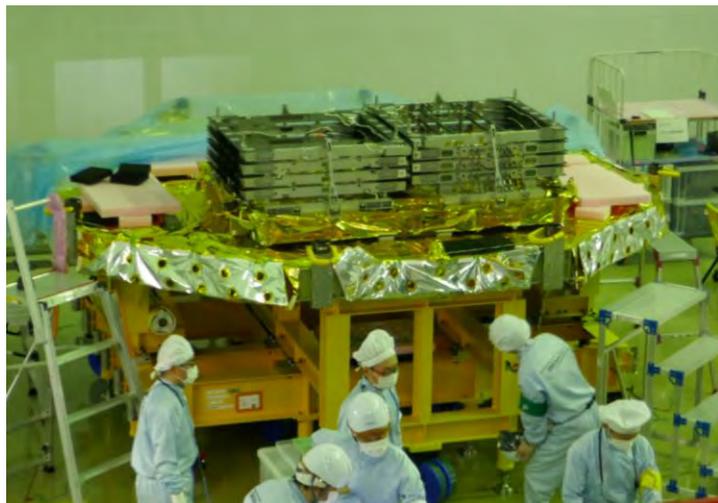
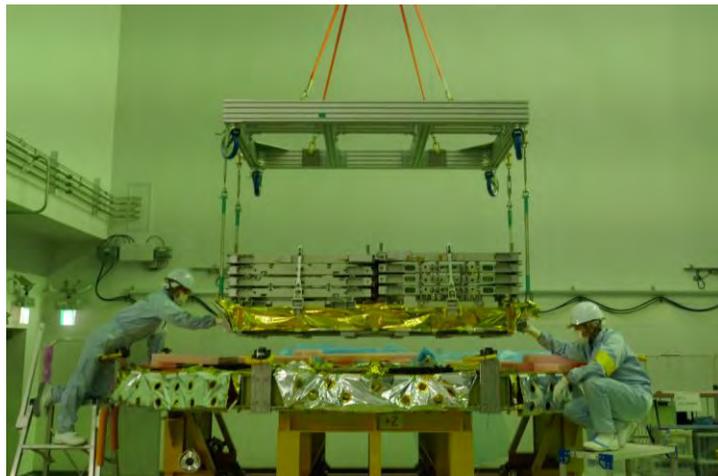


異なる種類の太陽電池を透明接着剤で接合する宇宙用としては世界初の手法

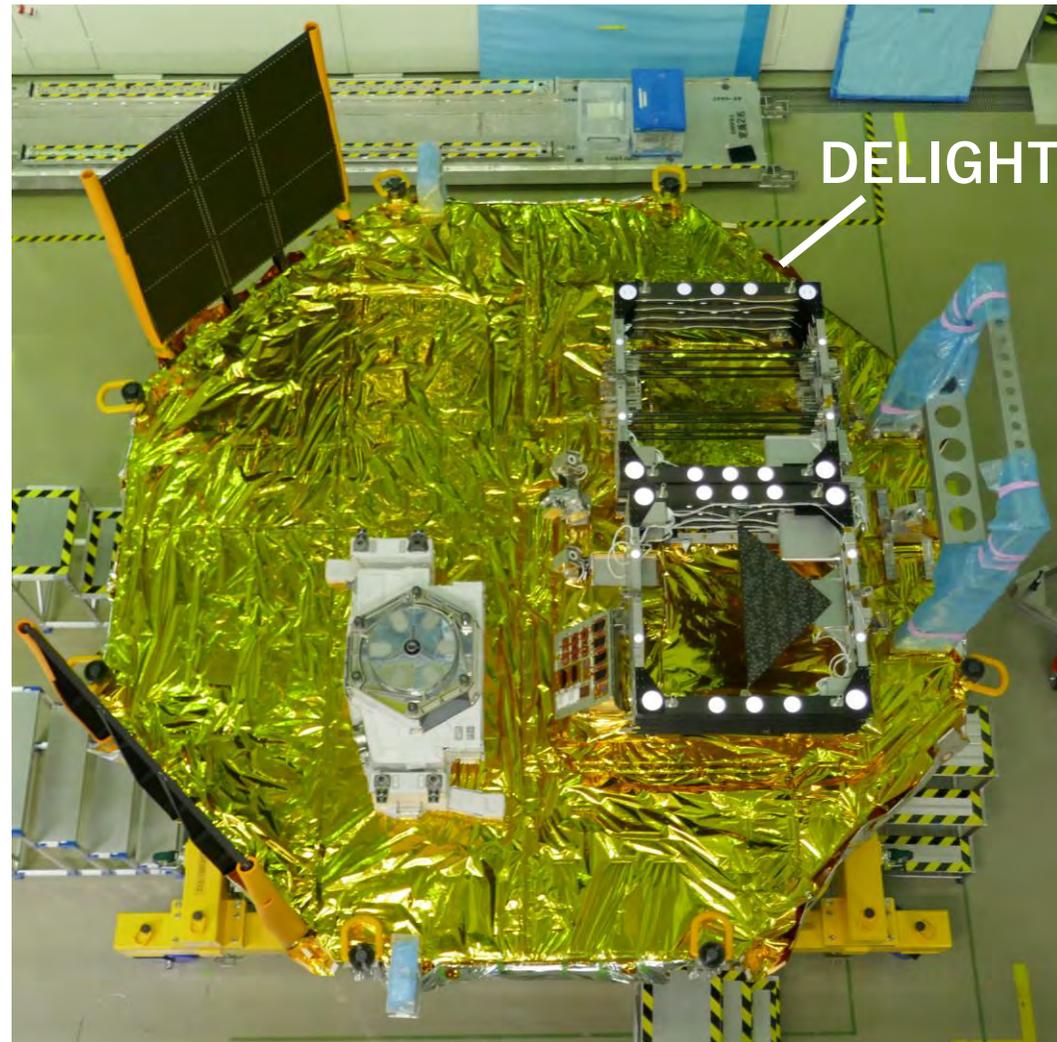


DELIGHT/SDX の HTV-Xへの搭載

2025/4/4 HTV-X曝露カーゴ搭載部への搭載



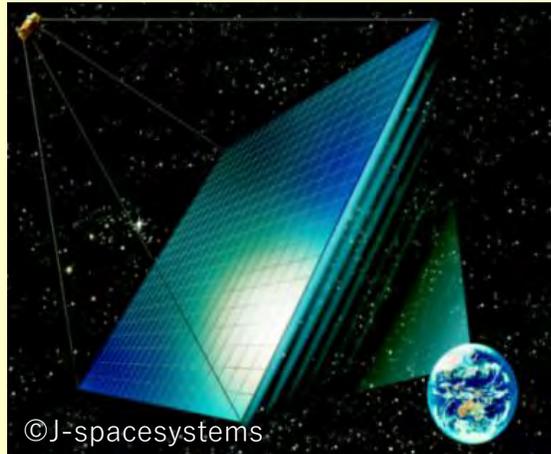
2025/6/2 時点の様子



全て Image by JAXA

DELIGHT - 宇宙に大型構造物を構築する

宇宙太陽光発電システム(SSPS)



- **大きさ**
約2000m四方
(サッカー場の約20倍)
- **人の手を介さず**
「完全無人構築」

国際宇宙ステーション(ISS)

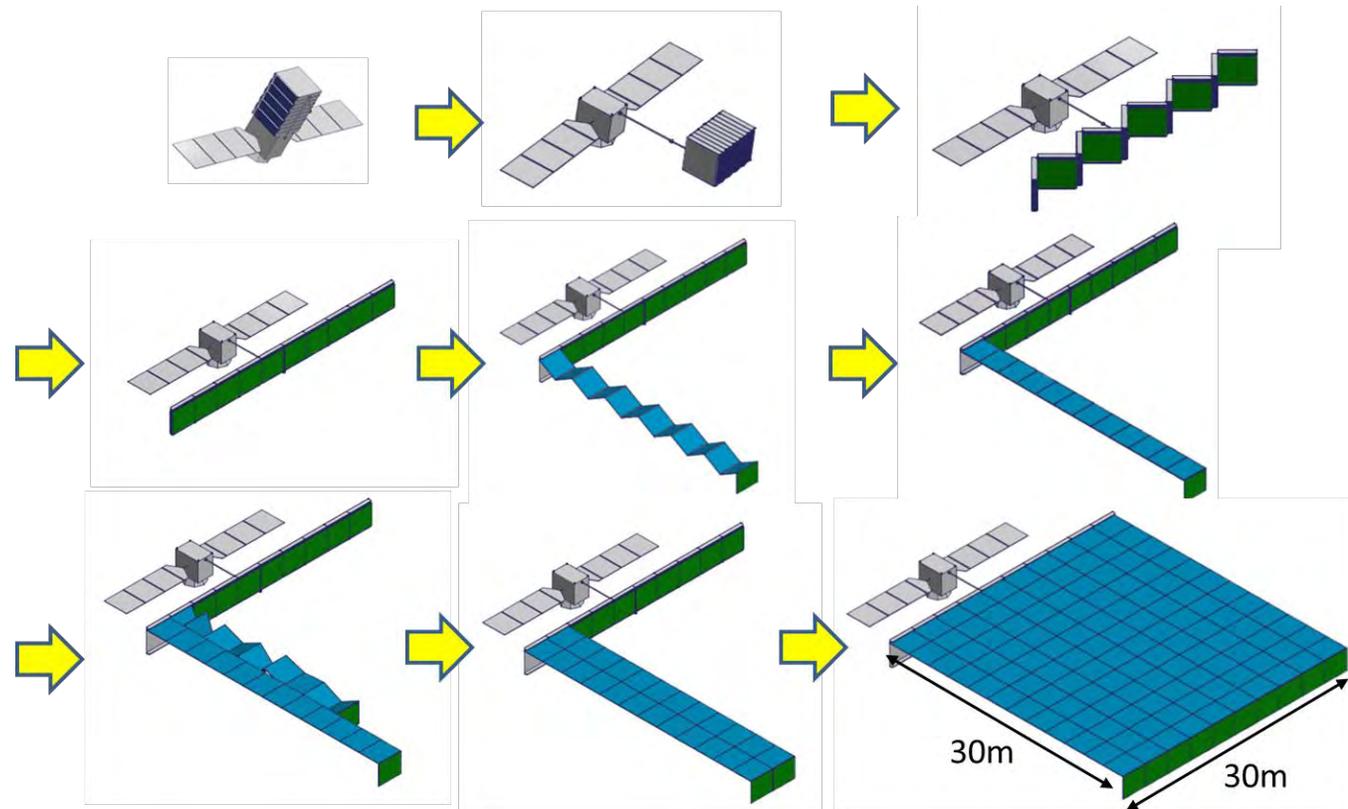


- **大きさ(幅)**
約100m
(サッカー場と同じ位)
- **宇宙飛行士が**
「ロボットアーム
操作」や
「船外活動」などを
行って組立

- 宇宙太陽光発電システム (SSPS: Space Solar Power Systems) とは、宇宙空間において、太陽光エネルギーをマイクロ波またはレーザー光に変換して地球に伝送し、電力として利用するシステム。
- 1GW (100万kW) 級のSSPSを想定した場合、高度36,000kmの静止軌道上に数km四方の宇宙構造物を構築する必要がある。
- これまで、人類が構築した最大の宇宙構造物 (2025年現在) は、高度約400kmで運用されている国際宇宙ステーション(ISS)で、その大きさ(幅)は約100m、質量は約340t。ISSは、ロシアのプロトンロケット又はアメリカのスペースシャトルによる複数回の打上げで軌道投入されたモジュールを、宇宙飛行士によるロボットアームの操作などにより、軌道上において有人で組み立てることで構築された。
- 1GW級のSSPSを実現するには、複数回の打上げでモジュールを軌道投入し、軌道上で構築するという基本的な方針はISSと共通であるが、コストや安全性の面から有人で組み立てることが困難なため、完全無人での構築が必要と考えられる。
- そのため、必要な技術を獲得するため、構造物の規模を段階的に拡大しながら軌道上実験を積み重ねる必要がある。
- 一方で、途中段階の成果であっても社会還元できることが研究開発を継続するために必要である。
- 以上を踏まえて、面積が30m×30m以上、面密度 (電子回路含む) が3kg/m²以下の大型平面アンテナの実現を当面の目標としている。

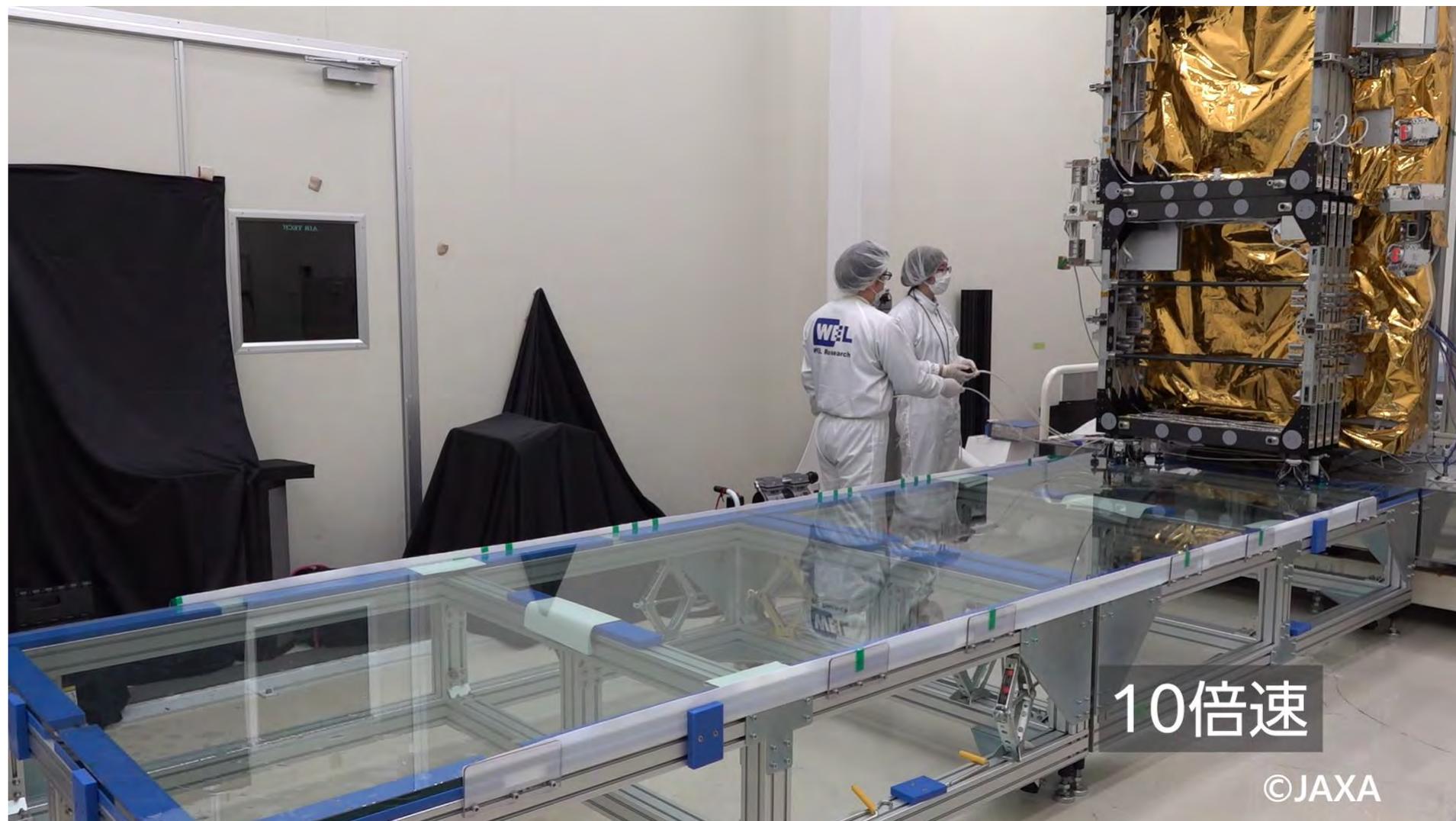
DELIGHTのここがすごい！

- 面積が30m×30m以上、面密度（電子回路含む）が3kg/m²以下の大型平面アンテナの実現に向けて大きく前進する！
 - 現状の衛星搭載用平面アンテナで、面積が最大のもの8m×8m程度、面密度が最小のもの17kg/m²程度。
 - DELIGHTで実証する技術を用いた、大型平面アンテナの構築シーケンスを下図に示す。
- 大型平面アンテナが実現すれば、地球観測、通信、電波天文、災害監視・安全保障等の様々な分野の衛星搭載用アンテナの性能が格段に向上する！





DELIGHT - 1列目パネル展開試験 (動画)





DELIGHT - 2列目パネル展開試験 (動画)

