

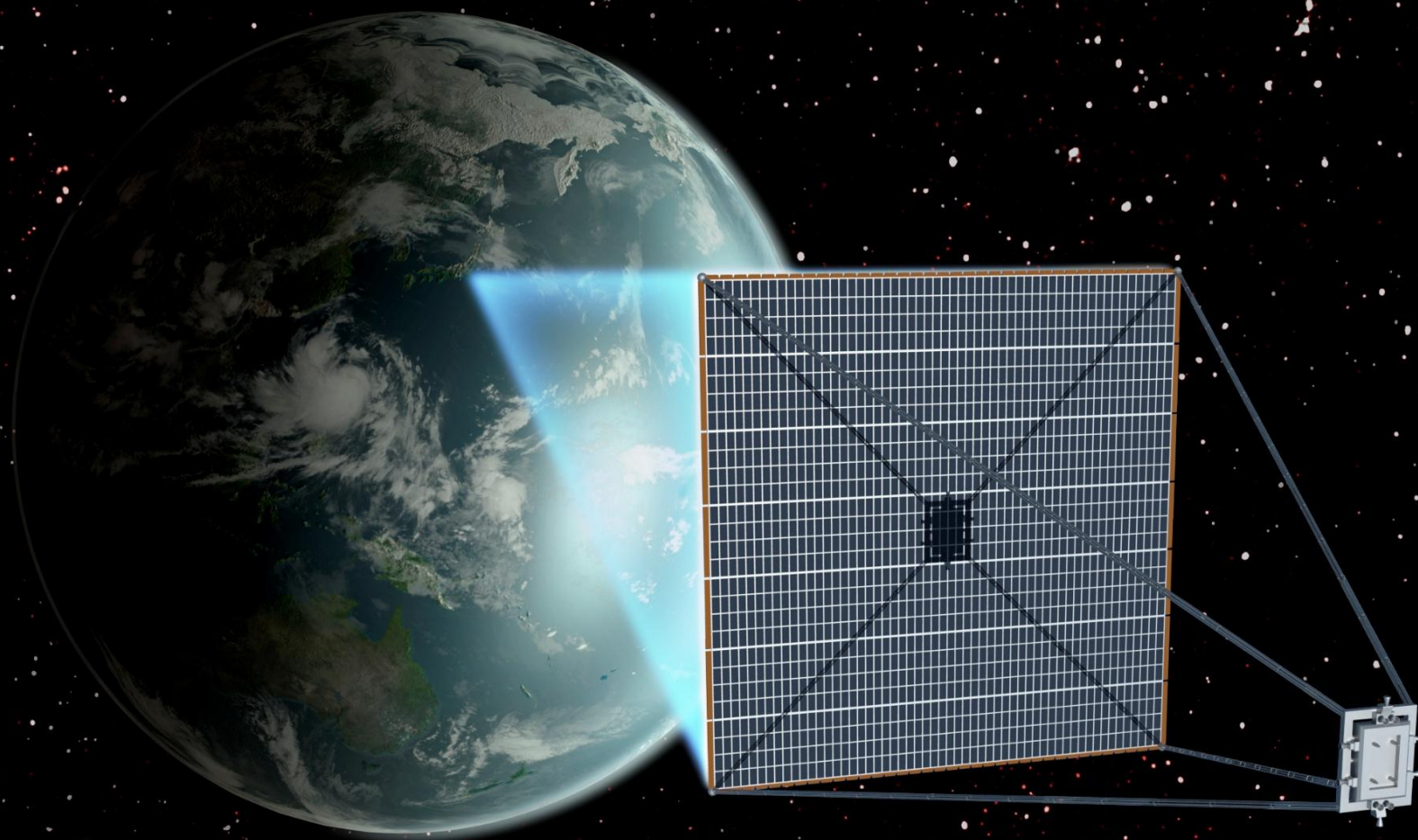


大型宇宙構造物の構築技術を実証

展開型軽量平面アンテナの 軌道上実証 DELIGHT

DEployable LIghtweight planar antenna
Technology demonstration

宇宙航空研究開発機構 研究開発部門
宇宙太陽光発電システム(SSPS)研究チーム



DELIGHTでは将来の「宇宙太陽光発電システム(SSPS)」等の実現に必要な**大型宇宙構造物**構築のための軌道上実証実験を行います



目次

ミッションの目的	—	4
DELIGHTの構成	—	5
展開型軽量パネル(DLP)の展開	—	6
軽量平面アンテナ(LPA)での電波受信	—	7
ミッションの概要	—	8
DELIGHTから広がる未来	—	9
DELIGHTの開発	—	10
射場作業(HTV-Xへの引き渡し)	—	11
研究開発体制	—	12
広報関係の参考情報	—	13
補足資料	大型宇宙構造物の最終目標 宇宙に太陽光発電所をつくる	— 16
	将来の宇宙太陽光発電システムの全体像	— 17
	これまでの大型宇宙構造物との比較	— 18
	大型宇宙構造物の研究方針	— 19
	30m級宇宙構造物 静止降水レーダ衛星(GPR)	— 20
	30m級大型平面アンテナの技術課題対応	— 21



ミッションの目的

展開型軽量平面アンテナの軌道上実証 (DELIGHT: DEployable LIGHTweight planar antenna Technology demonstration)

DELIGHT(ディライト)では、HTV-Xの1号機を軌道上プラットフォームとして活用し、将来の大型宇宙構造物構築を見据えた展開型軽量平面アンテナに関する実証実験を行います



ミッションマーク

■ミッションの目的

- 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します
- 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します

■宇宙太陽光発電システム(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します。

■衛星搭載用平面アンテナの大型化に向け、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します。

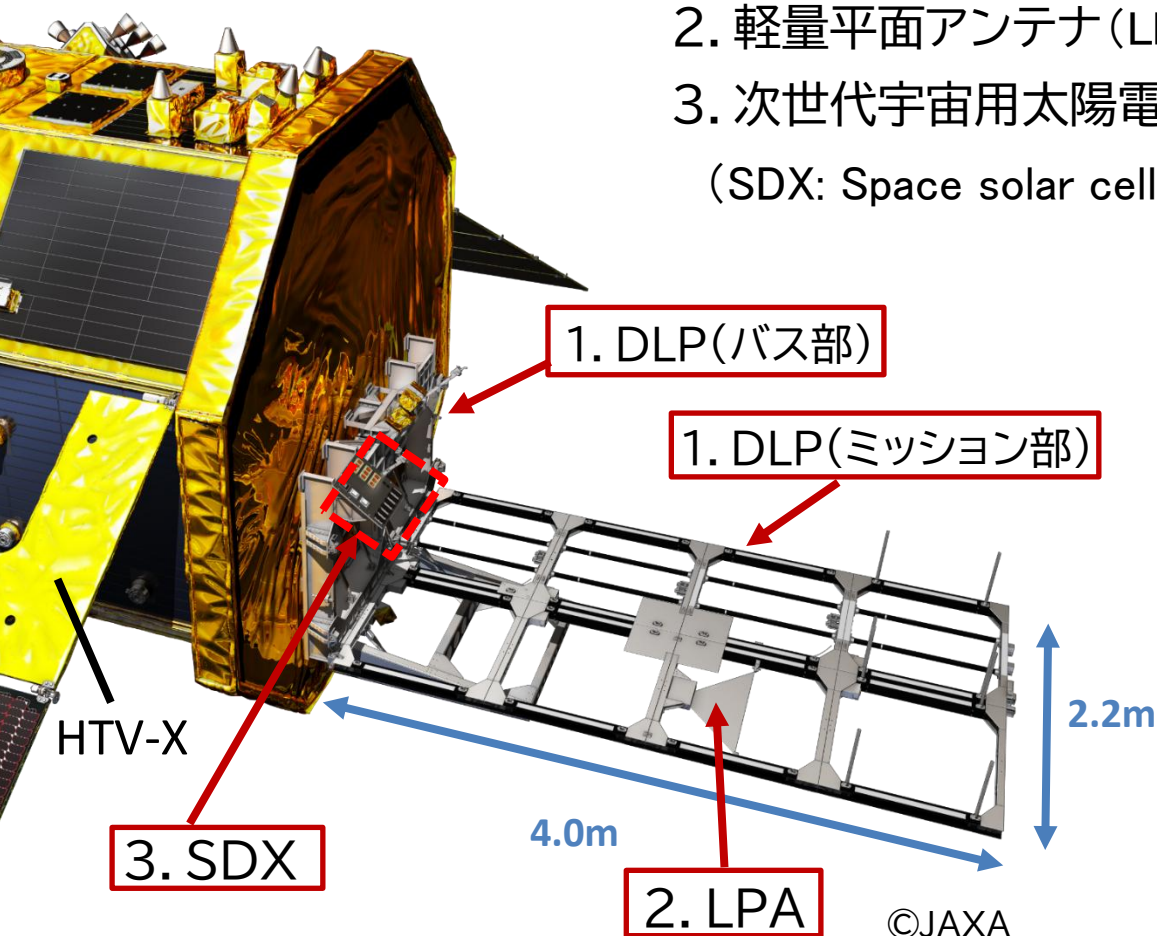


DELIGHTの構成

DELIGHTシステムの構成

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

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



No.	項目	仕様
1	軌道高度	380km程度
2	軌道傾斜角	51.62~51.68(deg) (ISSと同一軌道面)
3	サイズ	4m×2m程度 (展開後面積)
4	質量	260kg以下 (パンパ含む)
5	電力	200W以下 (実験中)
6	熱制御	独立熱制御

©JAXA



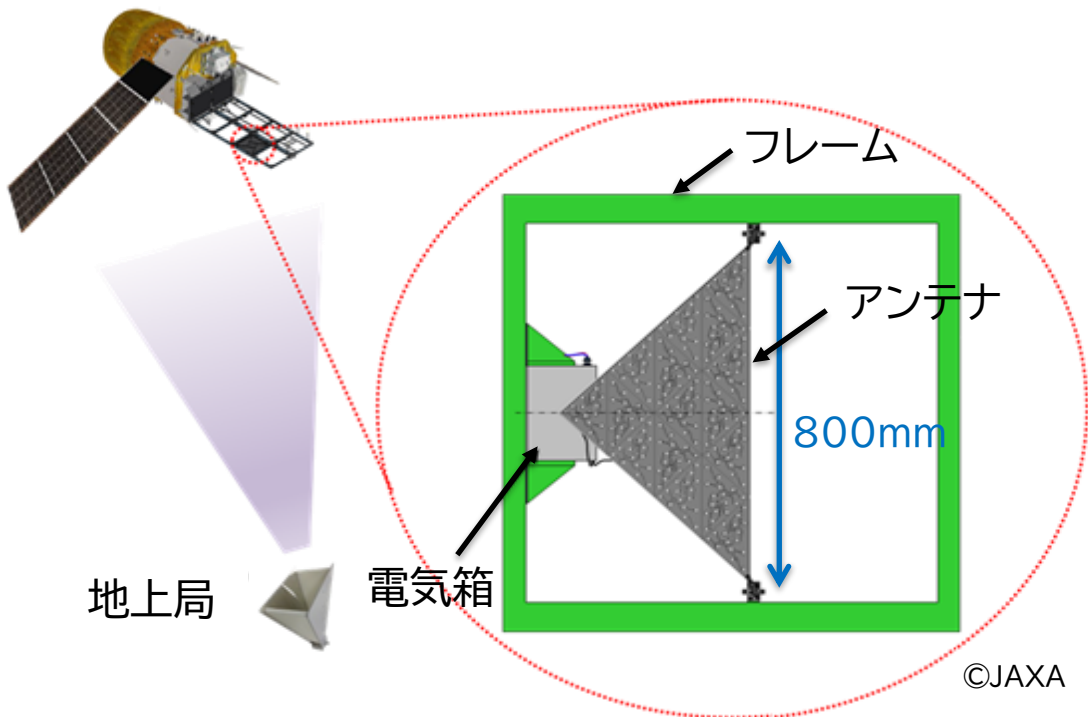
展開型軽量パネル(DLP)の展開



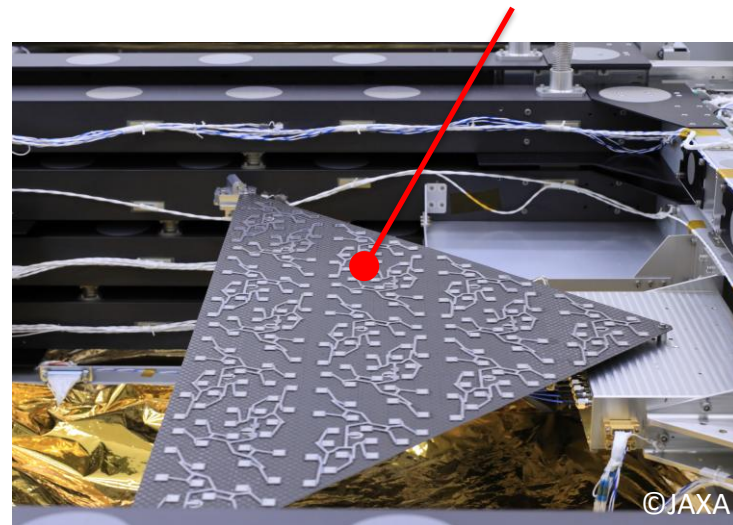
軌道上での新たなパネル展開・結合機構の動作検証のシーケンス動画(約40秒)
画像をクリックすると動画ファイルが開きます



軽量平面アンテナ(LPA)での電波受信



厚さ1.3mmのCFRP膜状アンテナ



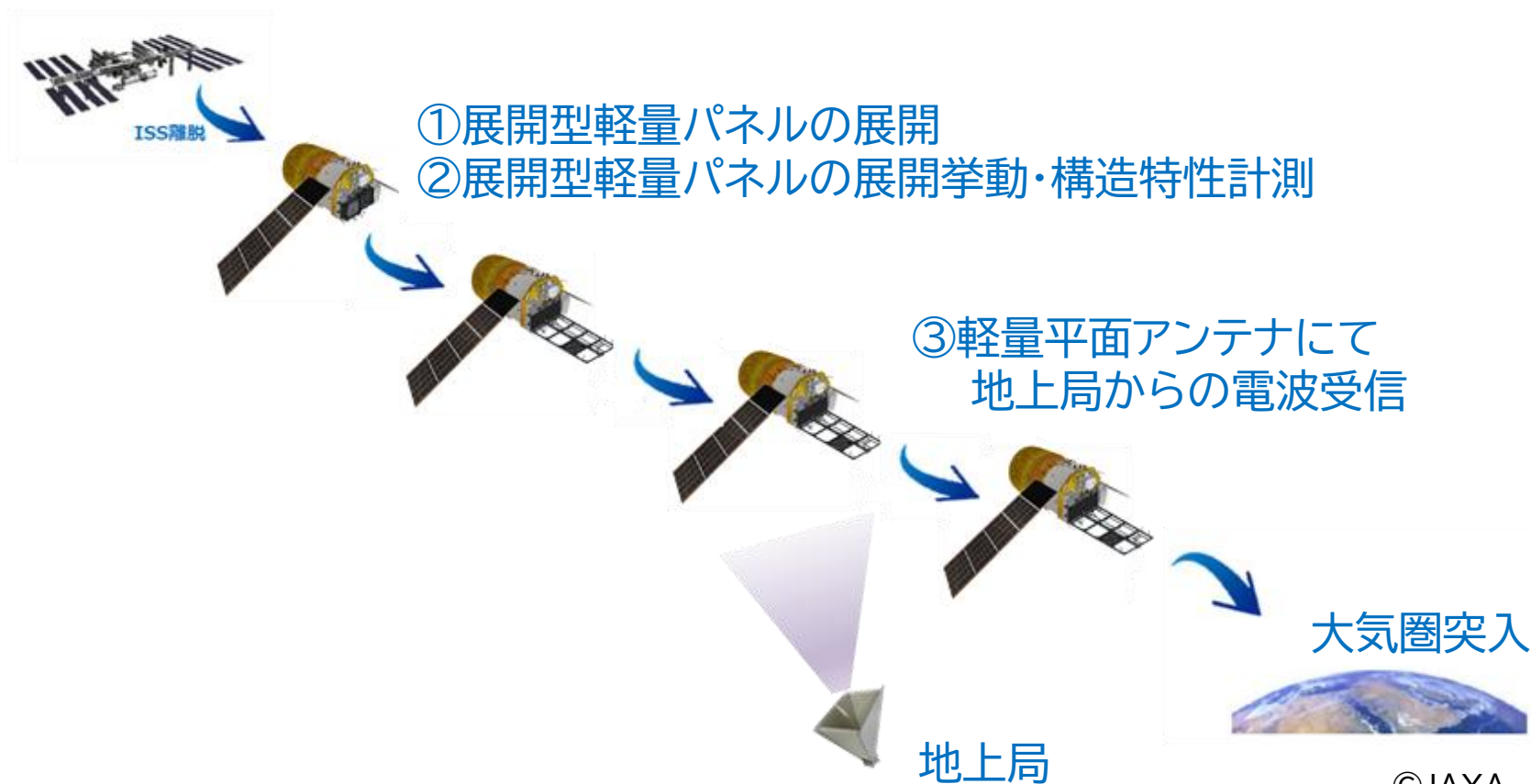
軽量平面アンテナの外観

- 構造部分に膜状のCFRPを使用し、パッチアンテナや線路がある部分にのみ誘電体を使用することで、大幅な軽量化を図っています
- 受信周波数13.6GHzは、静止降水レーダへの適用を想定しているもので、LPAの動作を検証するため、地上局からの電波の受信レベルを電気箱内の受信機で計測します



ミッションの概要

HTV-XがISS離脱後にDELIGHTミッションを約2か月間実施



©JAXA



DELIGHTから広がる未来

DELIGHTの実証によって

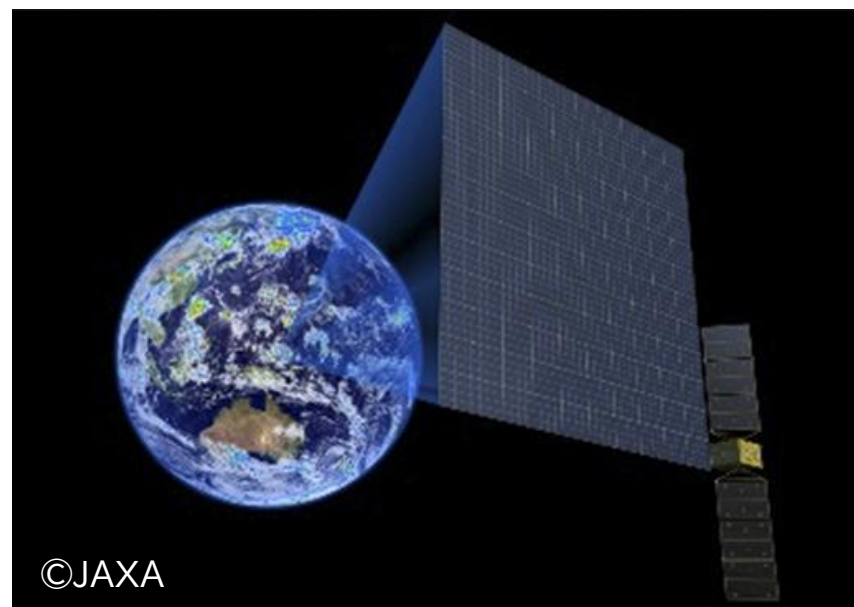
面積が30m×30m以上、面密度(電子回路含む)が3kg/m²以下の
大型平面アンテナの実現に向けて大きく前進します！

★現状の衛星搭載用平面アンテナで、面積が最大のもののは15m×15m程度、面密度(電子回路含む)が最小のもののは17kg/m²程度です

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
格段に向上します！

★例えば、これまでにない、静止軌道から降水観測できるレーダ(右図)を実現できる可能性があります

宇宙太陽光発電システム(SSPS)の実現へ



30m級大型平面アンテナを搭載した
静止降水レーダ衛星(将来構想)

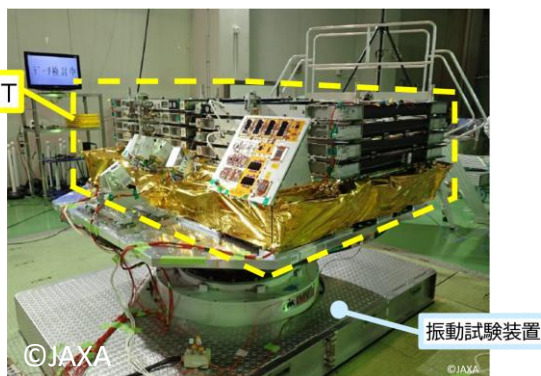


DELIGHTの開発

DELIGHTの開発は、2019年6月～2025年3月の期間で実施。
様々な地上試験を実施し、開発仕様を満足することを確認しました。



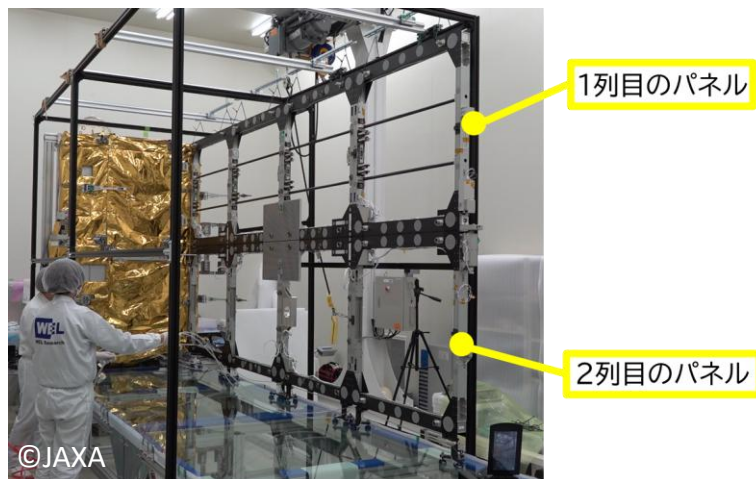
航空機試験



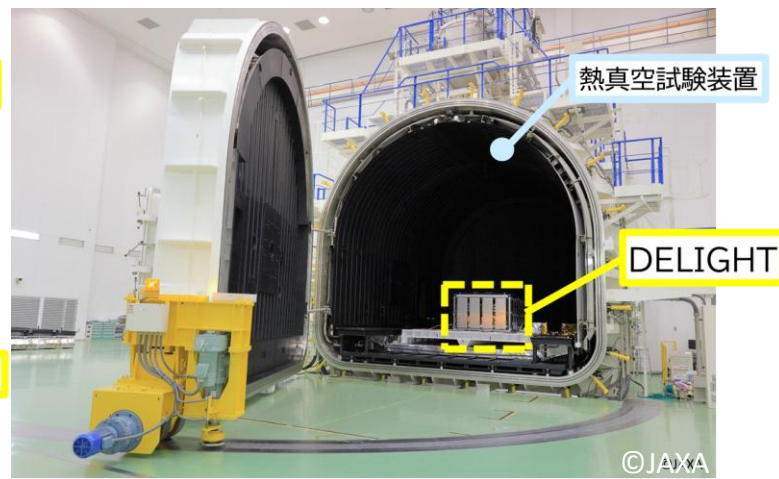
振動試験



電磁適合性試験



展開試験



熱真空試験



射場作業(HTV-Xへの引き渡し)

2025年4月4日
種子島にてHTV-X曝露カーゴ搭載部への搭載作業



©JAXA

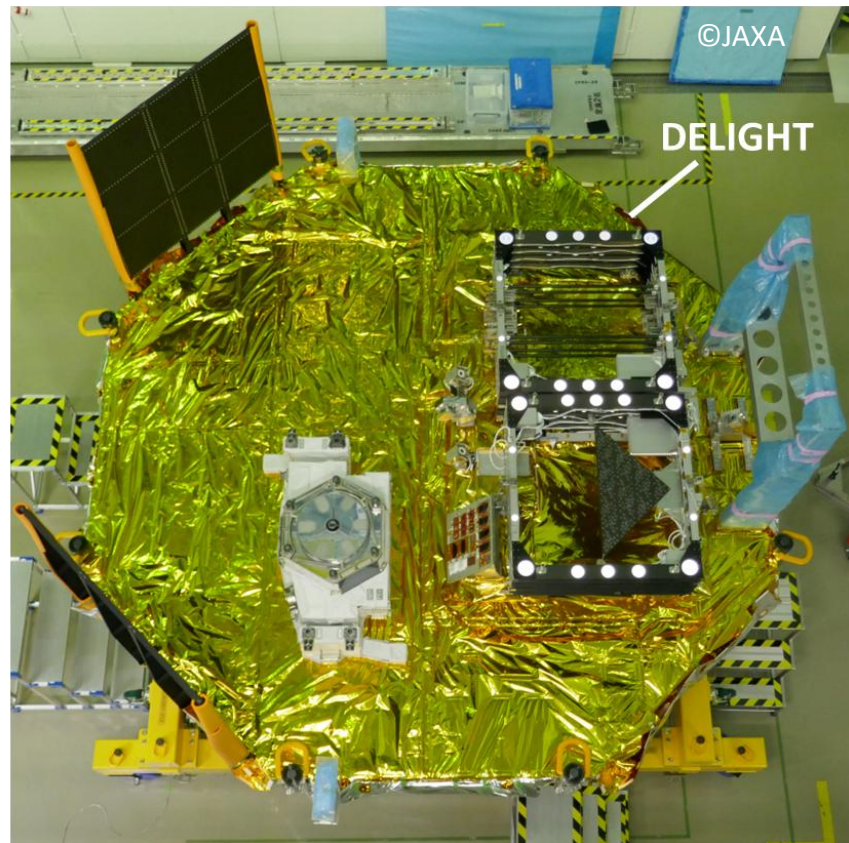


©JAXA



©JAXA

2025年6月2日
HTV-X曝露カーゴ搭載部に搭載された様子



©JAXA

DELIGHT



研究開発体制

DELIGHTミッションの
取りまとめ



国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

DELIGHTシステムの開発



株式会社ウェルリサーチ

軽量平面アンテナ
(LPA)の開発



アンテナ技研株式会社



広報関係の参考情報①

【HP】宇宙太陽光発電システム(SSPS)の研究 大型宇宙構造物構築技術
<https://www.kenkai.jaxa.jp/research/ssps/ssps-kouzoubutsu.html>

【映像】Activity Report mini 宇宙空間に大型構造物を DELIGHTの挑戦
(2025年8月7日版)
<https://www.youtube.com/shorts/1LwKKH-aTqM>

【映像】スペシャルインタビュー Vol.6 上土井大助(JAXA)
「人類の新たなエネルギーシステム その夢を叶える「大型宇宙構造物」の探求へ」
<https://www.youtube.com/watch?v=03tus8fy1oA>

※一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構(J-spacesystems)SSPSチームの公式YouTubeチャンネル

【SNS】X(旧Twitter) @KENKAI_JAXA
https://x.com/KENKAI_JAXA

【画像、映像】JAXAデジタルアーカイブス(画像・映像の素材)
<https://jda.jaxa.jp/>

※こちらで「宇宙太陽光発電システム(SSPS)展開型軽量パネル」と入力して検索ボタンをクリックすると
DELIGHTの地上試験の画像・映像をご覧ください。



広報関係の参考情報②

HTV-X関連

★DELIGHTの実証状況は、HTV-Xの方からも発信します★

- 【映像】HTV-X1号機 技術実証ミッション(DELIGHT・SDXなど) 記者説明
2025年6月2日開催

<https://www.youtube.com/watch?v=11Tj77CtQBk>

※14:10からDELIGHT説明、21:00からSDXの説明があります。

- 【映像】HTV-X1号機 技術実証ミッションCG映像(DELIGHTの展開CG映像など)

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=06ba88c4ee197492e68c967ccbfeddd4#>

※DELIGHTの軌道上実証のCG映像は「0:53から01:08」にあります。

- 【映像】HTV-X1)／H3ロケット7号機打上げライブ中継

<https://www.youtube.com/watch?v=ljdPM5k-g&t=2261s>

※DELIGHTの説明は「36:24から37:40」にあります。

- 【HP】新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)プロジェクトサイト

<https://humans-in-space.jaxa.jp/htv-x/>

- 【SNS】X(旧Twitter) @HTVX_JAXA

https://x.com/HTVX_JAXA

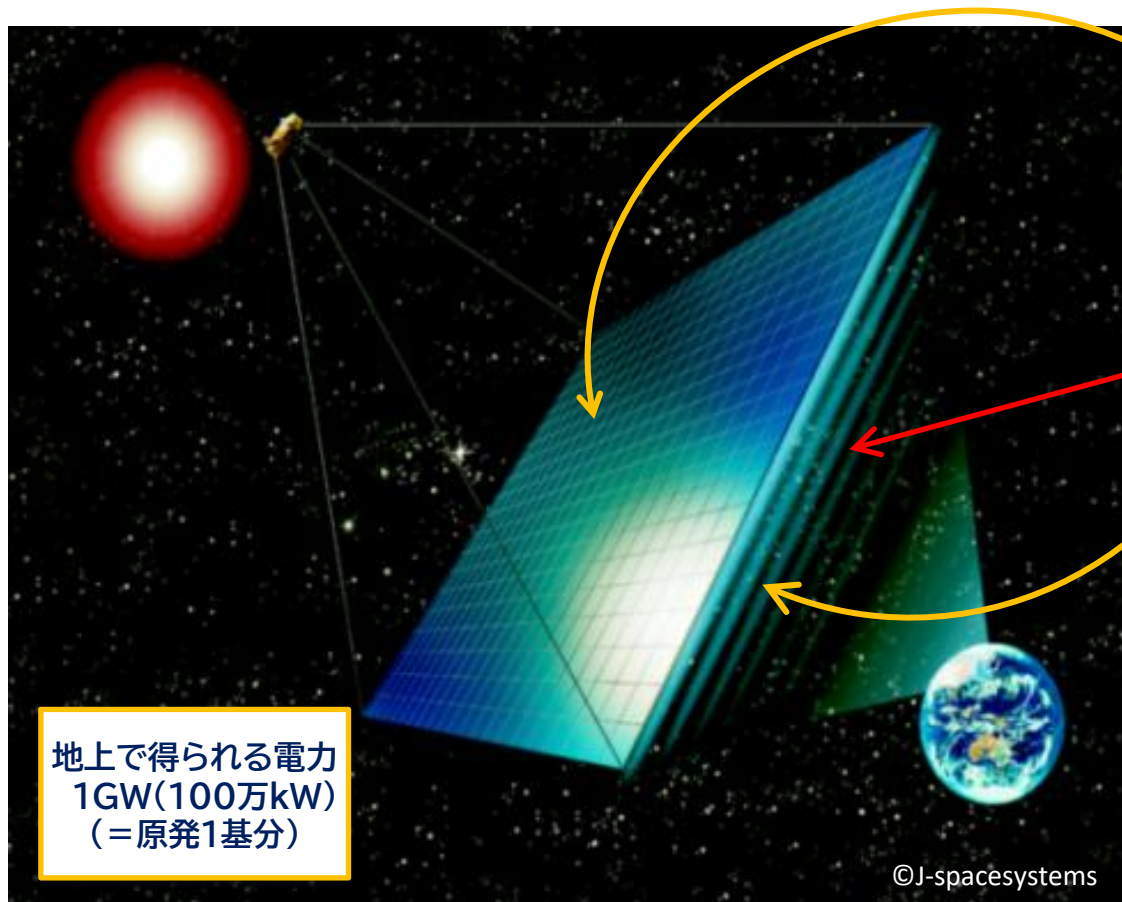
補足資料

大型宇宙構造物の最終目標である
「宇宙太陽光発電システム(SSPS)」および
「大型宇宙構造物の研究方針」について紹介します。



大型宇宙構造物の最終目標 宇宙に太陽光発電所をつくる

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です



太陽電池(両面)
 $2.5\text{km} \times 2.375\text{km} \times 0.02\text{m}$

電波の送電部
(地球側の面)

1GW(100万kW)級のマイクロ波方式SSPSを想定した場合、高度36,000kmの静止軌道に数kmに及ぶ宇宙構造物を構築する必要があります

地上で得られる電力
1GW(100万kW)
(=原発1基分)

©J-spacesystems



将来の宇宙太陽光発電システムの全体像

太陽発電衛星

高度36000km

太陽

電波

家庭・工場

変電・送電

レクテナ(受電設備)

©JAXA

★ 宇宙から家庭や工場に
電気が届くまで

— 電波で送る場合 —

宇宙で太陽光発電する

★発電衛星の大きさは数km四方

電気を電波に変える

電波で地上に送電

★送る距離は36000km

地上の受電設備で電波
を受け取り電気に戻す

ケーブルを使って
家庭や工場に届けられる



これまでの大型宇宙構造物との比較

国際宇宙ステーション(ISS)



©JAXA/NASA

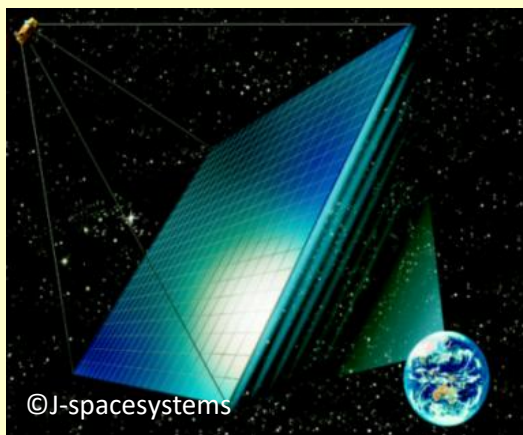
■ **大きさ(幅)**
約100m
(サッカー場と同じ位)

■ **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**

■ **これまで、人類が構築した最大の宇宙構造物(2026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420t。**

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ました。

宇宙太陽光発電システム(SSPS)



©J-spacesystems

■ **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」**

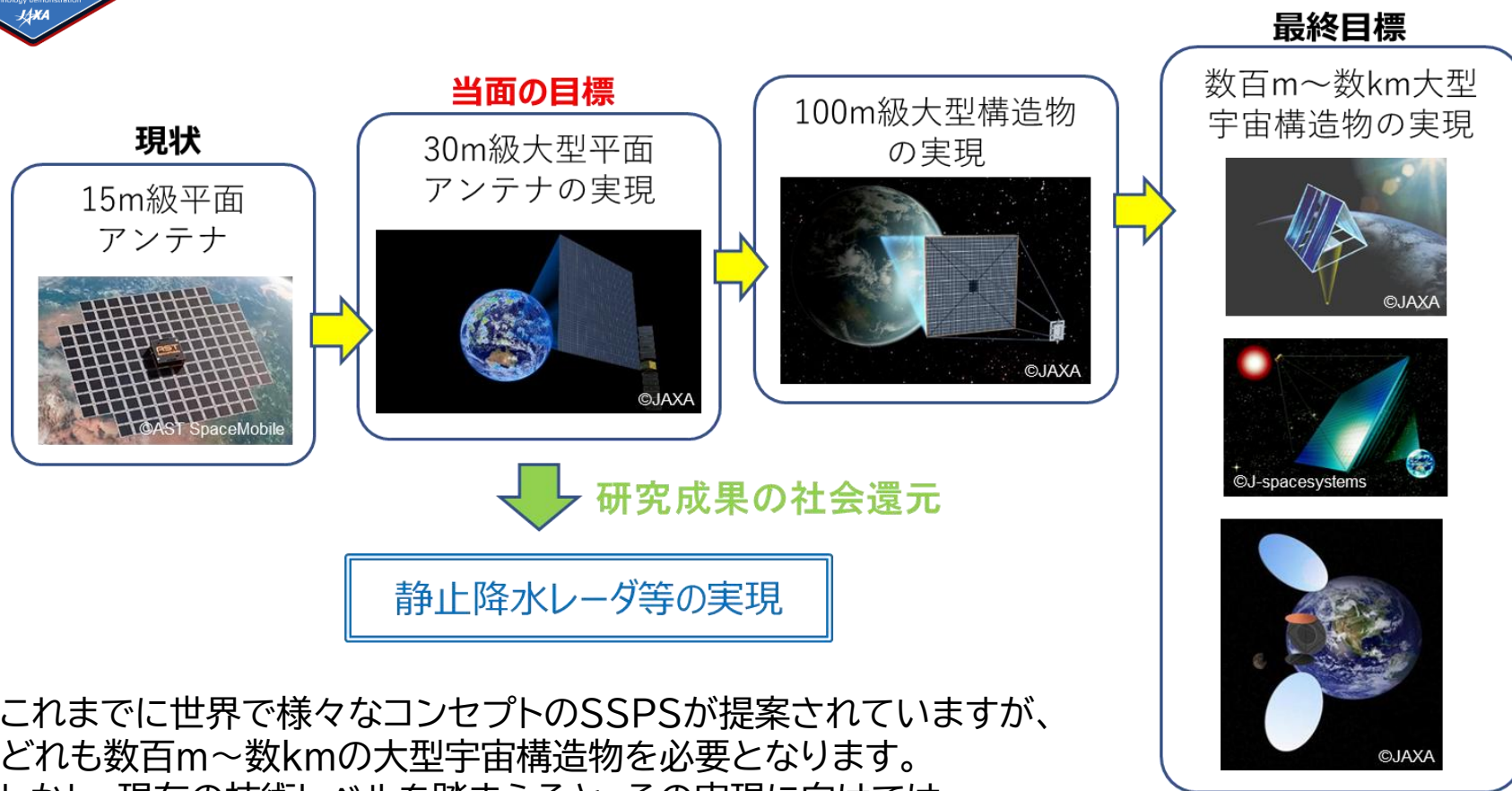
■ **1GW級のSSPSの大きさは約2km四方で質量は約2.7万t。**

これを実現するには、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と共通ですが、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、完全無人での構築技術が必要と考えられます。

ISSと比較してサイズが一桁大きいこと、軽量化の要求が一層厳しく、宇宙機の剛性を確保しにくいことなどから、大きな技術的チャレンジが必要となります。



大型宇宙構造物の研究方針

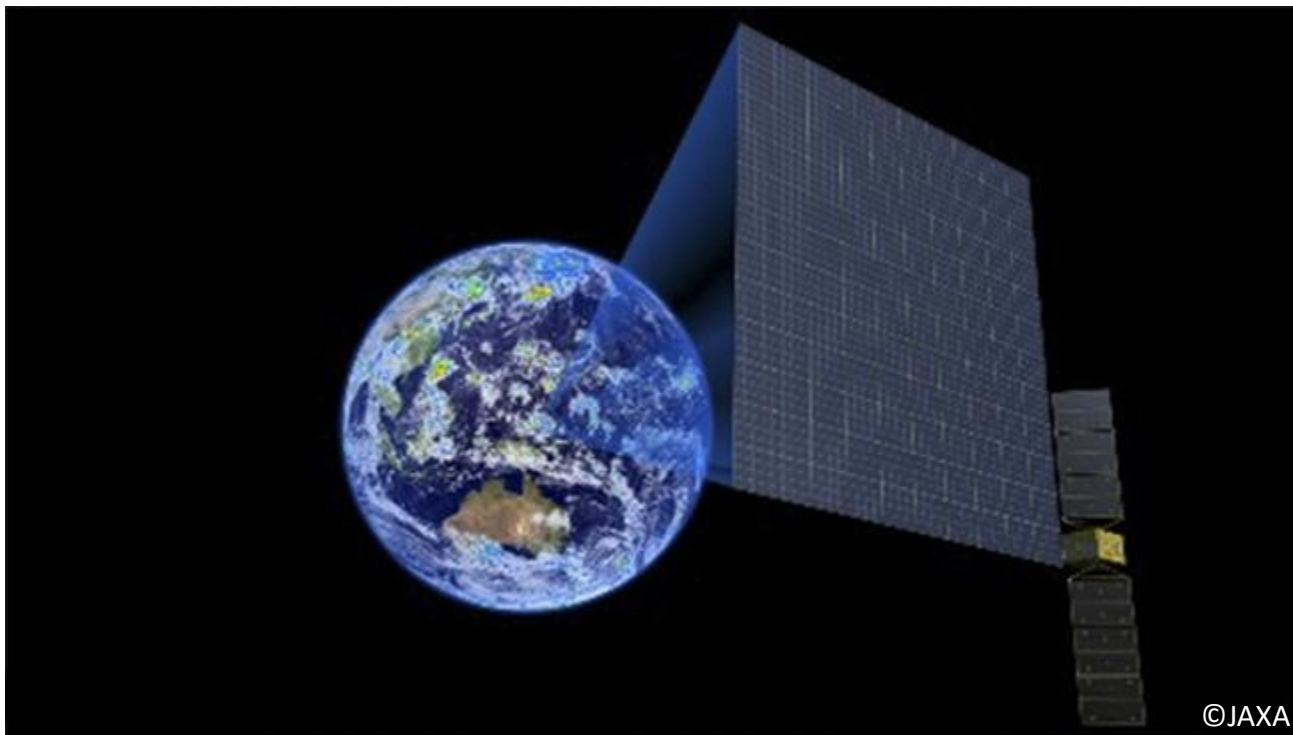


- これまでに世界で様々なコンセプトのSSPSが提案されていますが、どれも数百m～数kmの大型宇宙構造物を必要となります。しかし、現在の技術レベルを踏まえると、その実現に向けては、構造物の規模を段階的に拡大しながら軌道上実験を積み重ねる必要があります。
- 途中段階の成果であっても社会還元できることが研究開発を継続するために必要となります。
- そのため、静止軌道からの降水観測が可能なレーダ(「静止降水レーダ」という)等への適用を見据え、面積30m×30m以上、面密度3kg/m²以下の大型平面アンテナを実現することを当面の目標としています。



30m級宇宙構造物

静止降水レーダ衛星(GPR)

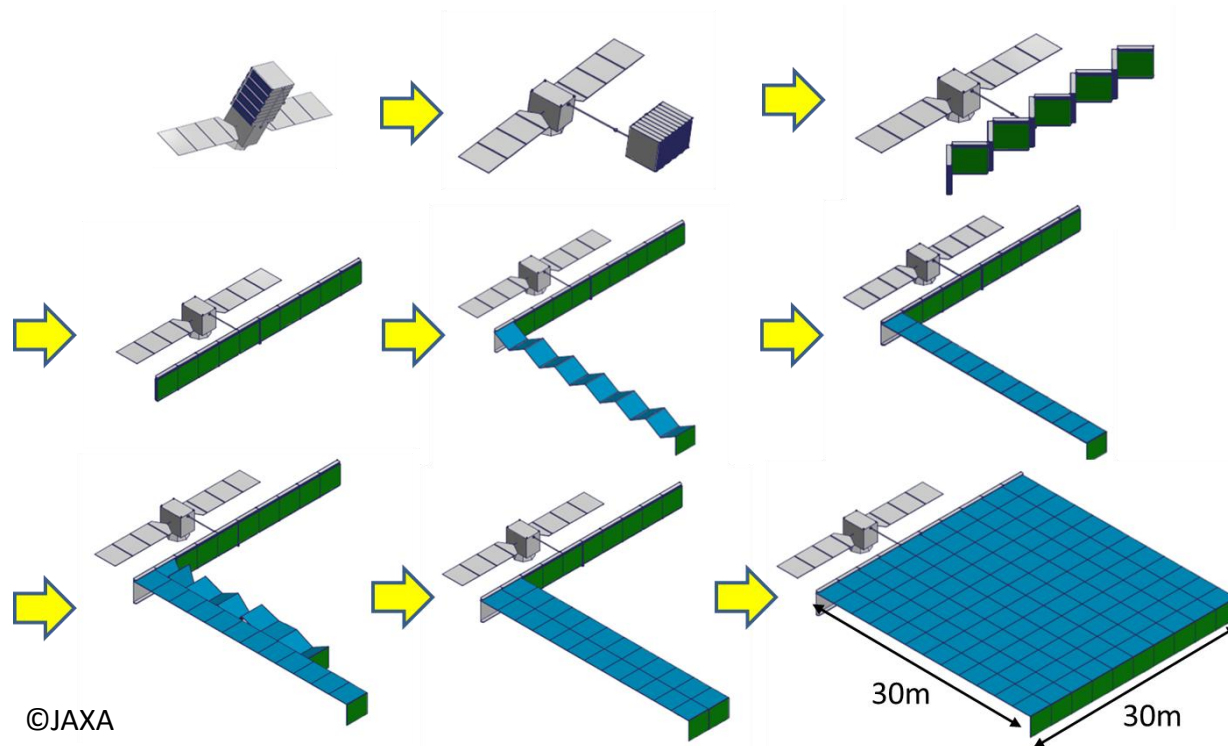


- 静止降水レーダ衛星(GPR)は、静止軌道から地球の降雨を測る地球観測衛星(将来構想)です。
- GPR実現には、軌道上で面積が $30\text{m} \times 30\text{m}$ 以上、面密度 $3\text{kg}/\text{m}^2$ 以下の大型平面アンテナの構築が必要となります。
これを達成するための主要技術課題は、30m級大型平面アンテナの「構築」と「軽量化」。
- DELIGHTでは、これらの課題を解決するための研究開発を実施し、新たな「パネル展開・結合機構」と「軽量平面アンテナ」を実証します。



30m級大型平面アンテナの技術課題対応

～新たなパネル展開・結合機構の提案～



30m級大型平面アンテナの実現に向けた主要技術課題の1つは、同アンテナの構築であり、この課題を解決するために、新たなパネル展開・結合機構の研究開発を実施しています。

同機構を用いたパネルの展開シーケンスにより、パネルを1列ずつ順番に展開することで、平面度と拡張性の向上を図っています。