

展開トラス構造による 宇宙太陽光発電衛星の構造と組立

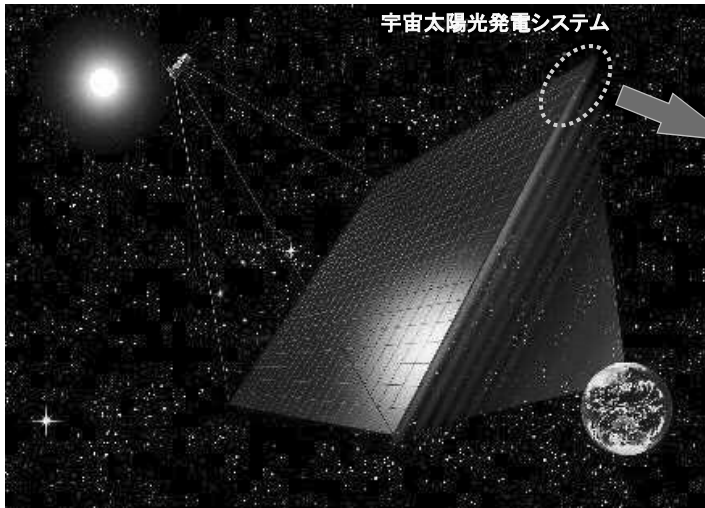
黒瀬豊敏(川崎重工)、上土井大助(JAXA)

3th December, 2015

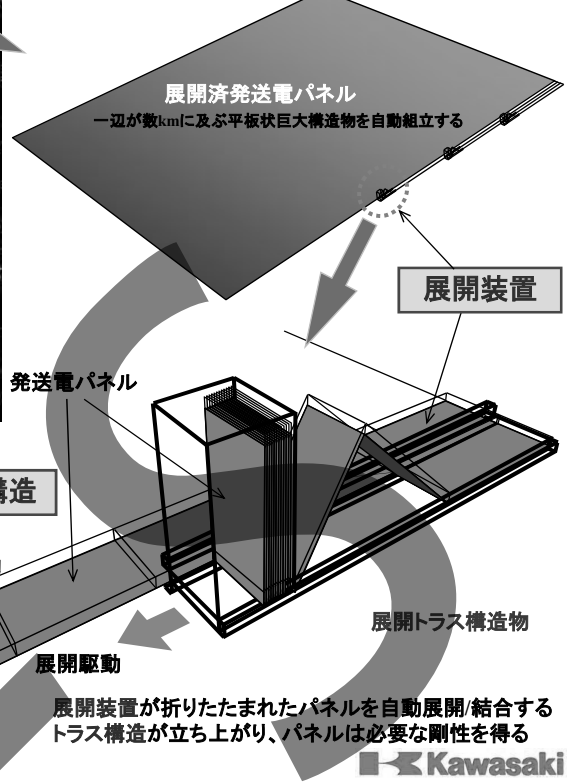
内容

1. 展開トラス構造とは
2. 太陽光発電衛星組立
3. 開発シナリオ/試験
4. 展開トラス構造技術の応用
5. まとめ

1. 展開トラス構造とは - 概要①



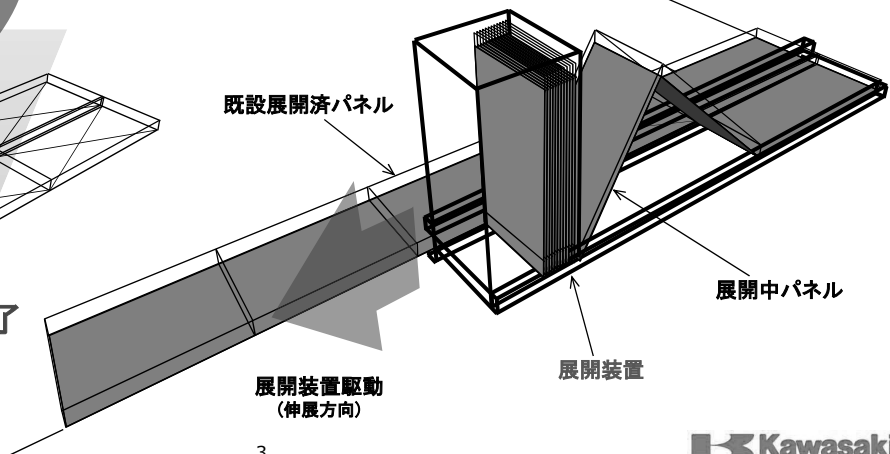
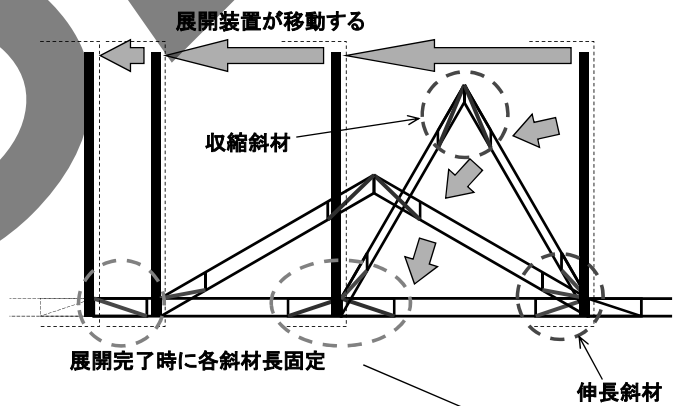
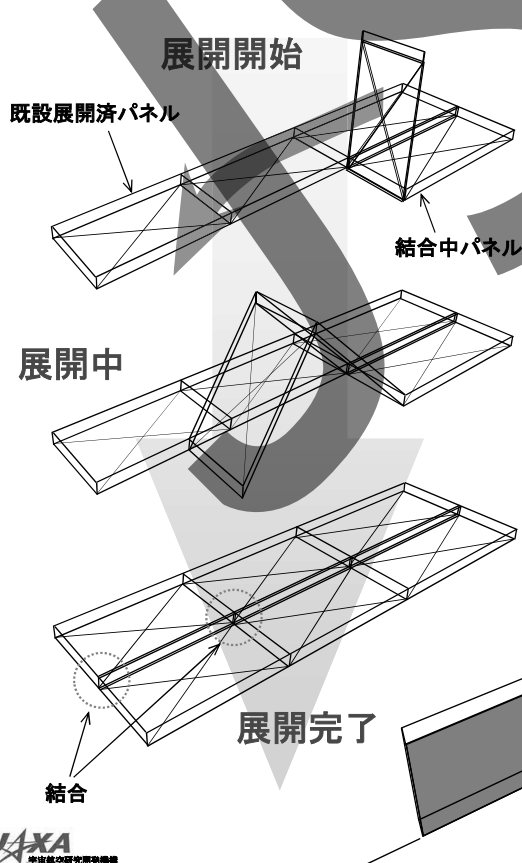
宇宙太陽光発電衛星(SSPS)の宇宙大型構造物組立技術として有望な、展開トラス構造物を開発している



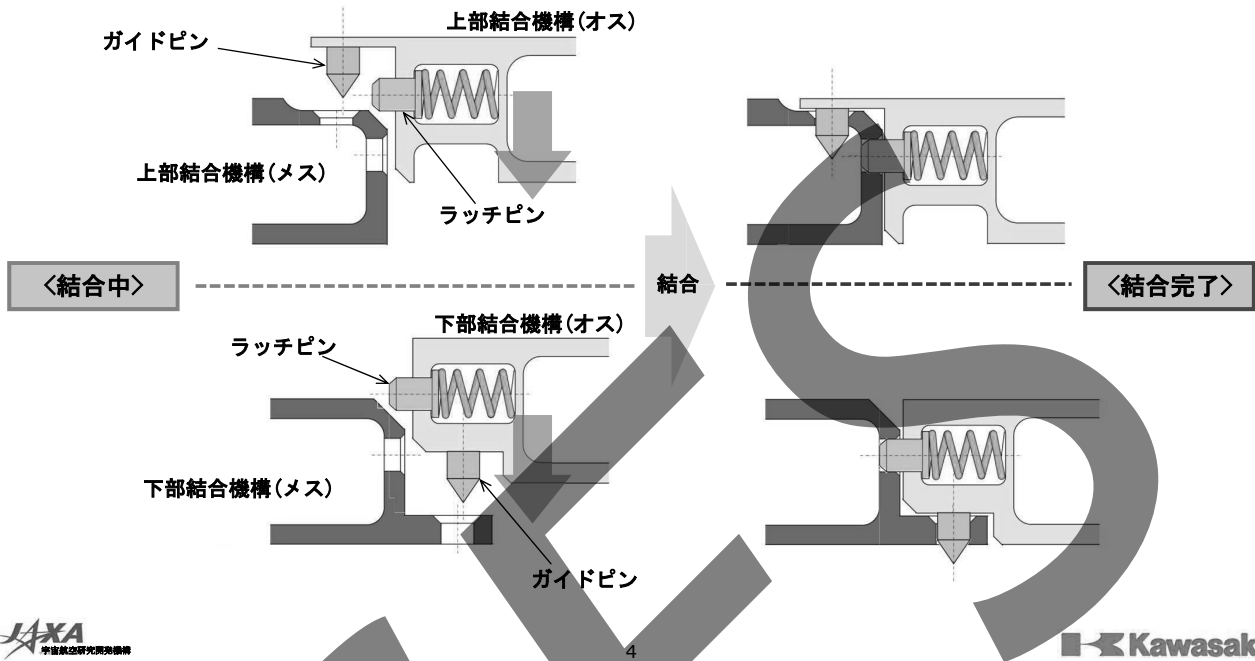
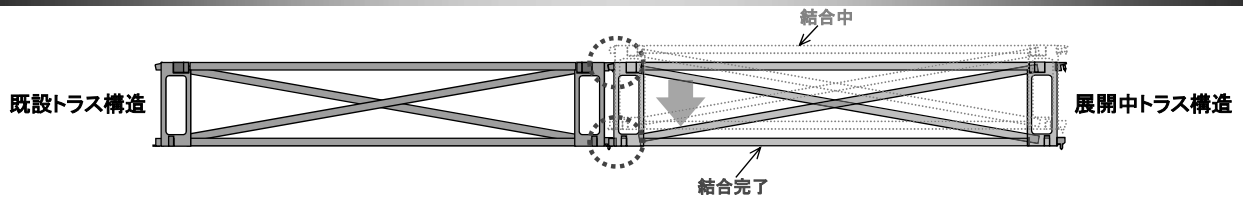
基本機能確認試験(2010~2015)



1. 展開トラス構造とは - 展開/結合

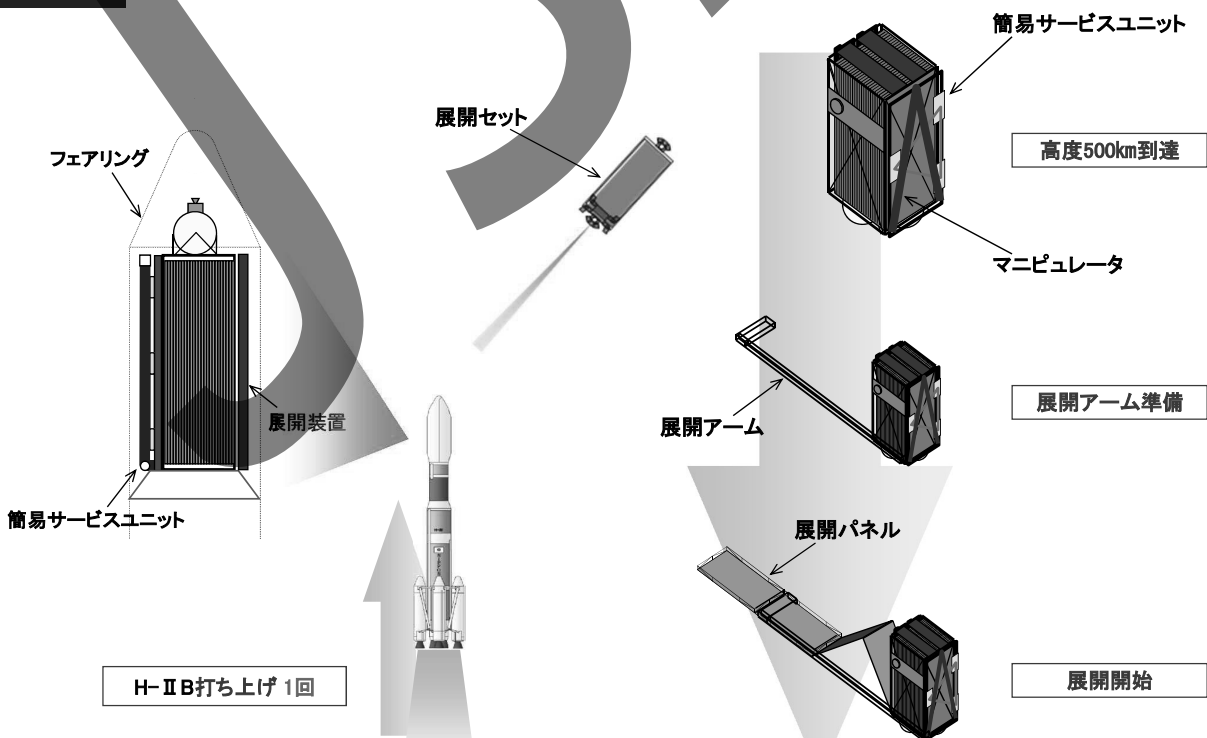


1. 展開トラス構造とは - 結合機構概要



2. 太陽光発電衛星 組立 - 40m級実験機組立

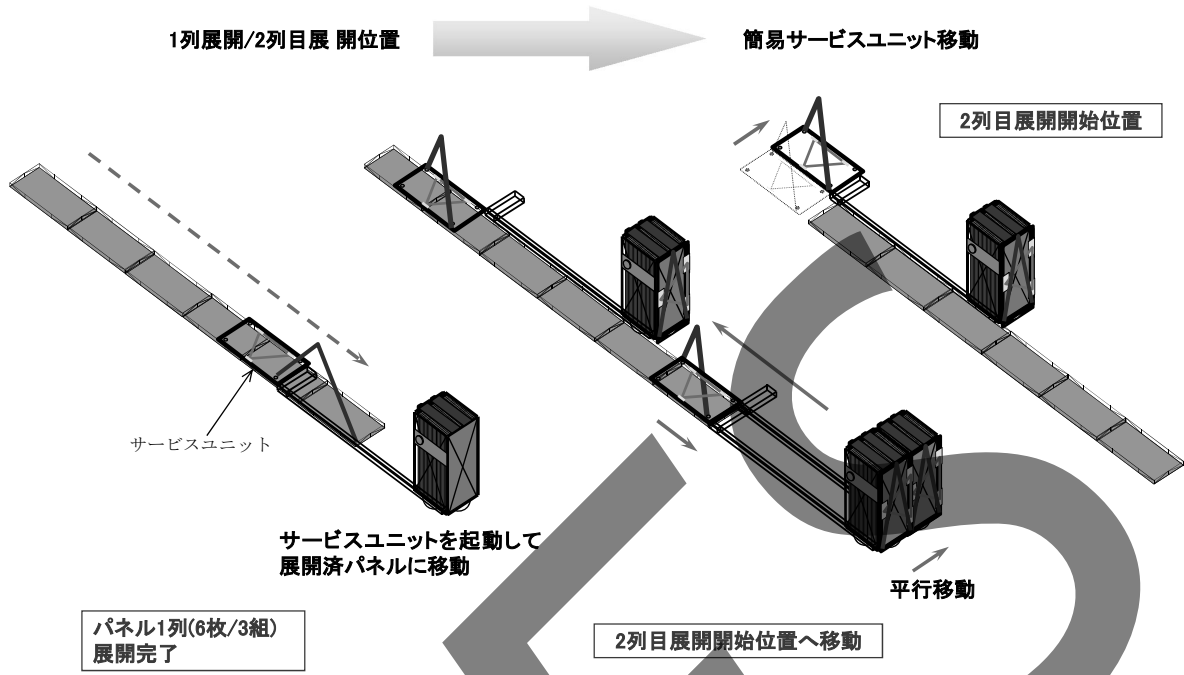
高度500km





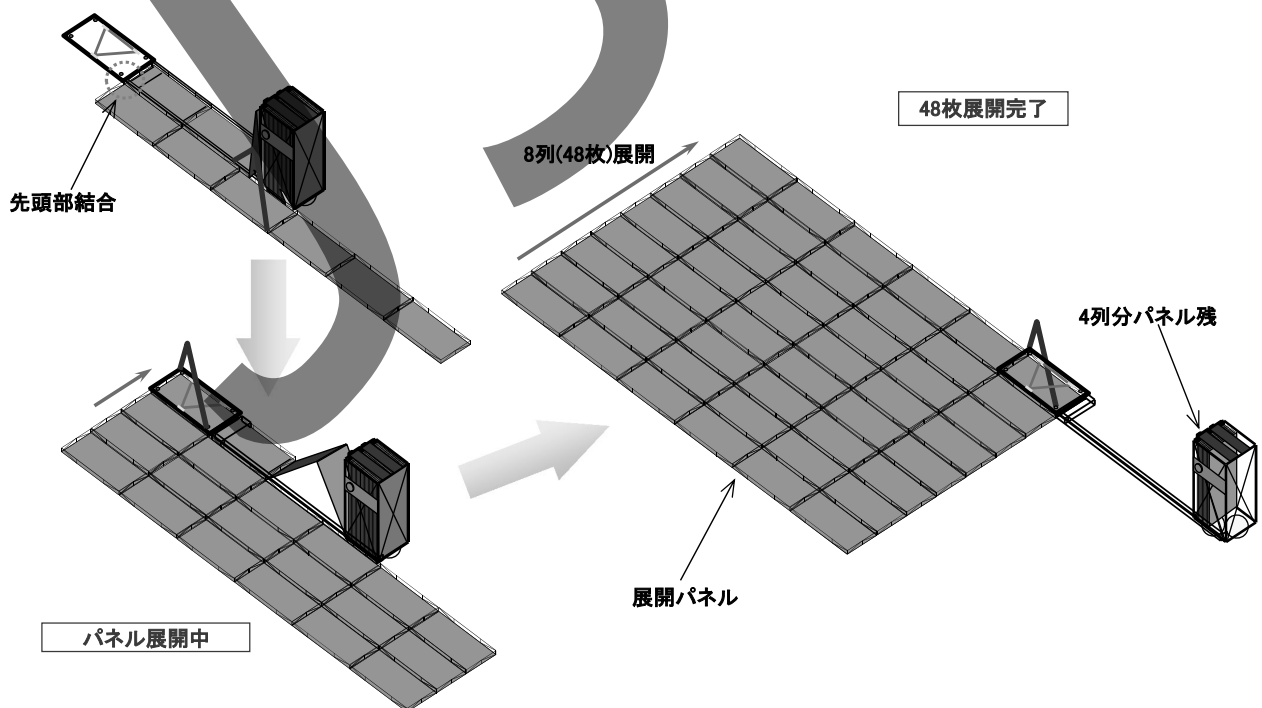
2. 太陽光発電衛星 組立 - 40m級実験機組立

高度500km



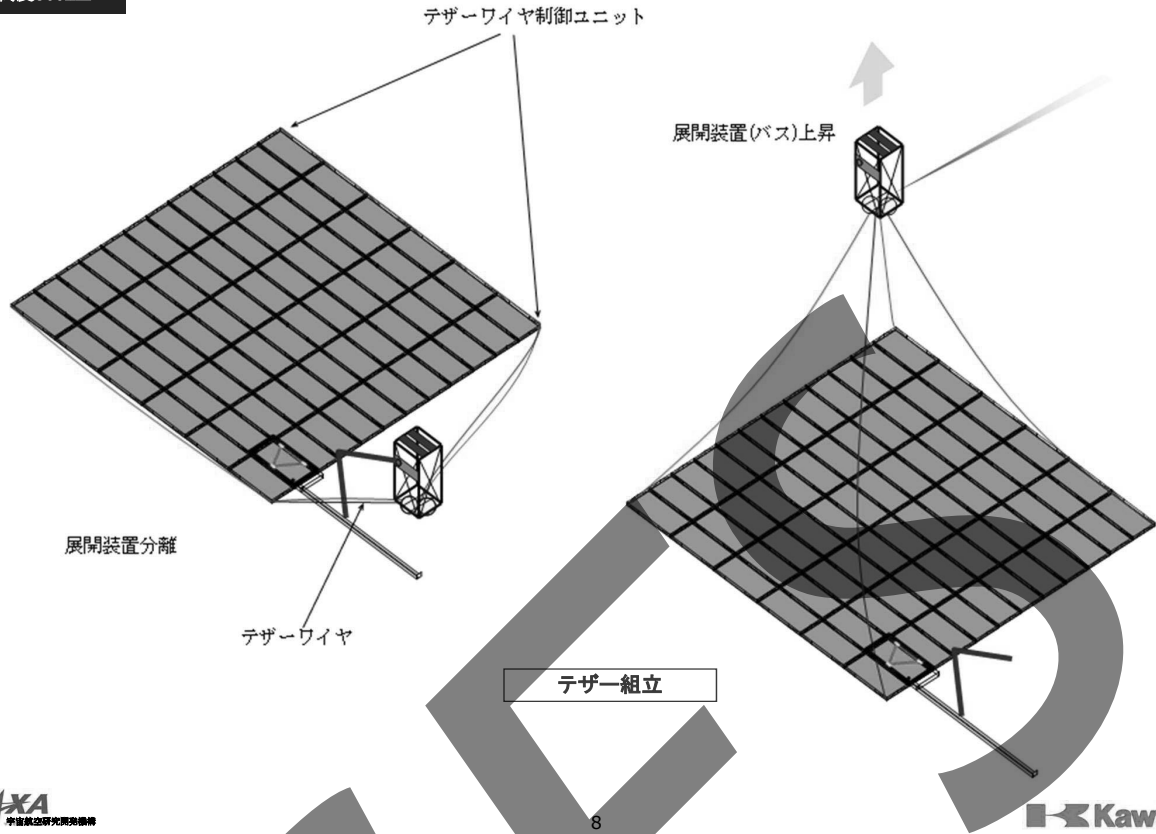
2. 太陽光発電衛星 組立 - 40m級実験機組立

高度500km



2. 太陽光発電衛星 組立 - 40m級実験機組立

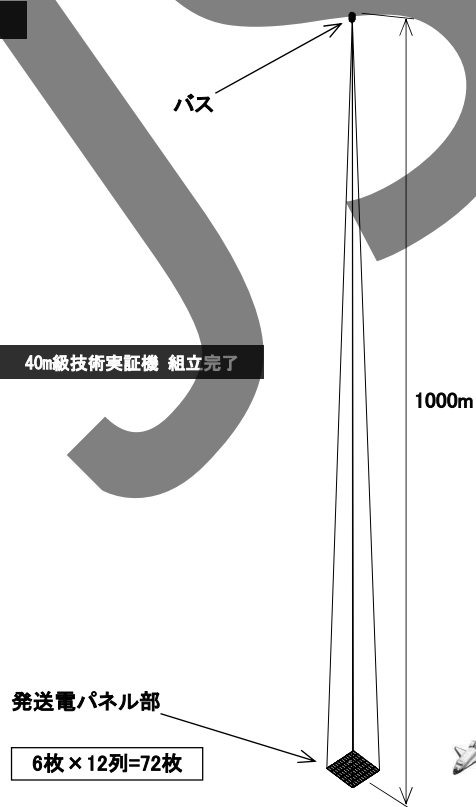
高度500km



8

2. 太陽光発電衛星 組立 - 40m級実験機(システム実証機)仕様

高度500km



40m級技術実証機 簡易サービスユニット付

<構成>

発送電パネル	: 42m×36m、パネル72枚(6枚×12列)
バス	: 1機(展開装置利用)
テザー	: 1000m、4箇所
サービスユニット	: 1式(マニピュレータ、パネル交換ユニット)

<質量>

発送電パネル	: 15120kg(10kg/m ² 想定)
バス	: 1000kg
テザー	: 100kg(10km×4箇所分、テザーワイヤ制御ユニット含)
サービスユニット	: 500kg

<機能>

ヘルスチェック、地上間通信、軌道修正
 模擬パネル交換試験
 テザーワイヤメンテナンス試験
 発電電試験

テザーテンションは3.5N/4箇所(太陽輻射を含まない)

打上時質量は17ton程度、H-II B-機打上想定

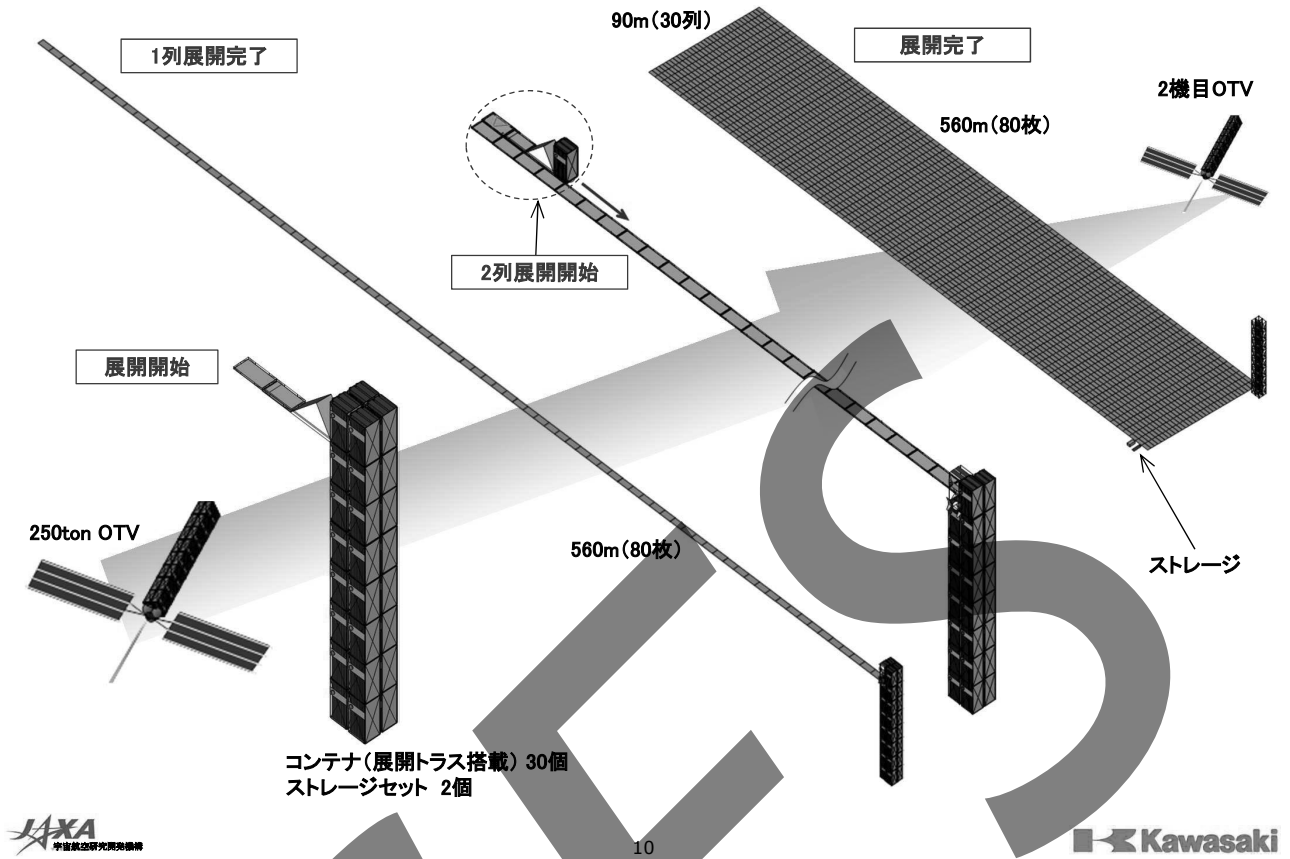


寸法比較 スペースシャトル

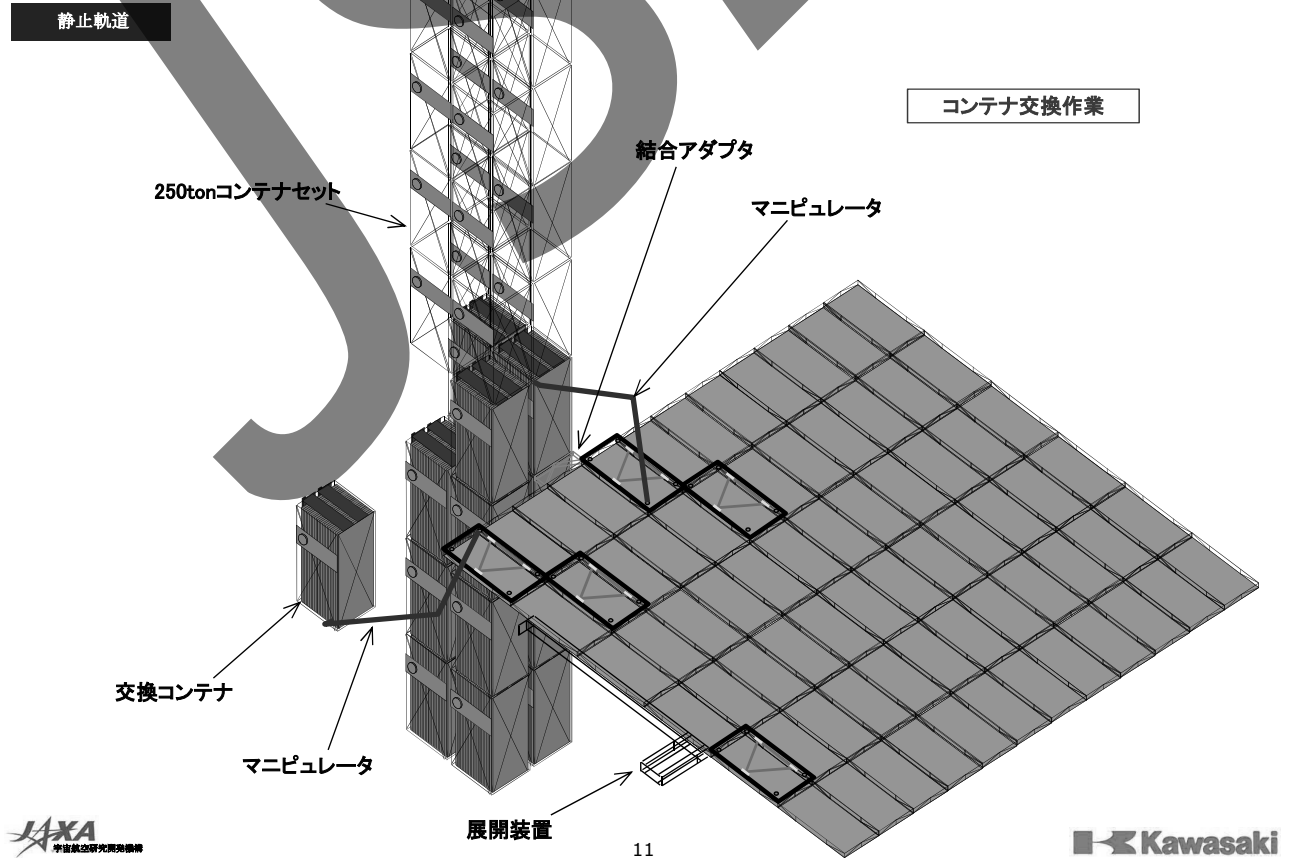


9

2. 太陽光発電衛星 組立 - プラント実証機組立

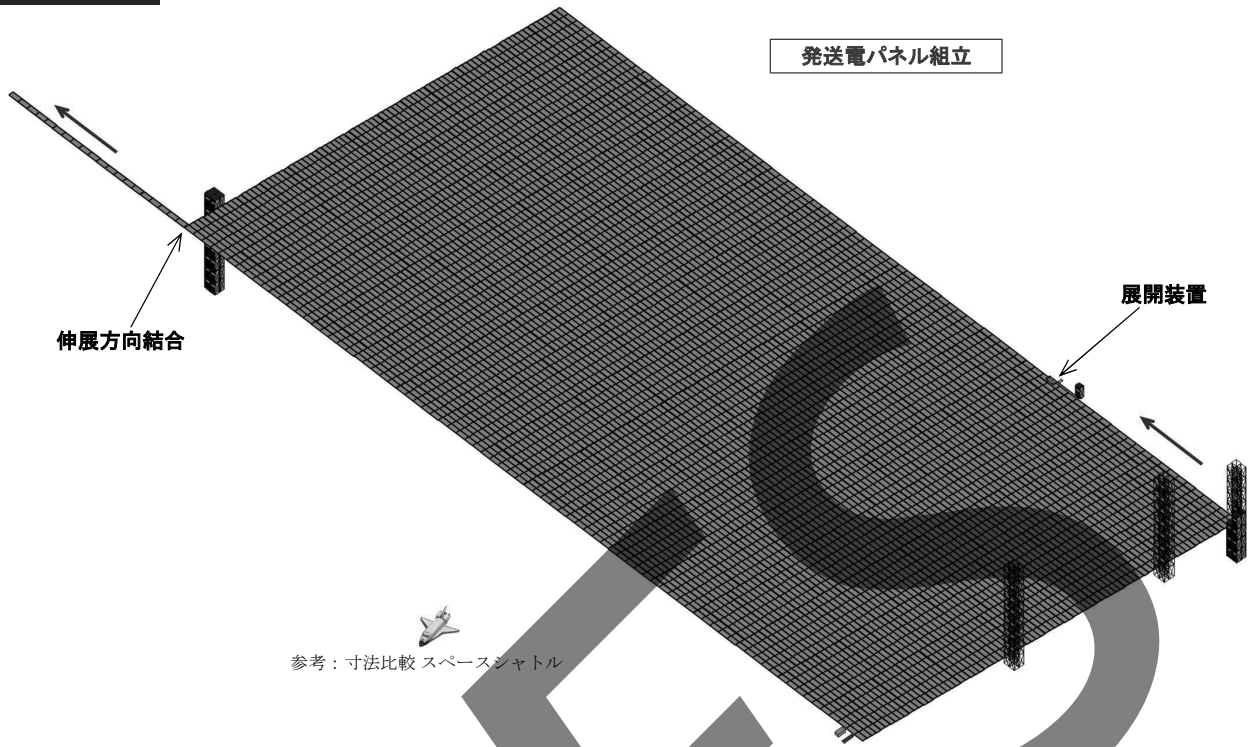


2. 太陽光発電衛星 組立 - プラント実証機組立



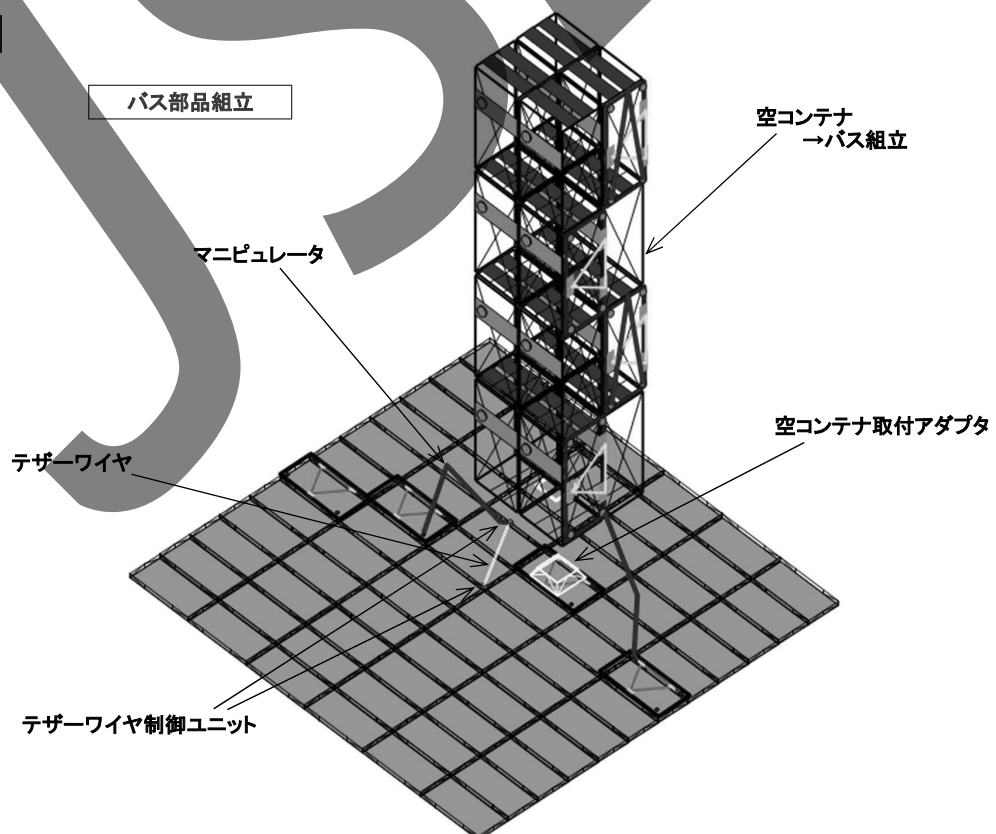
2. 太陽光発電衛星 組立 - プラント実証機組立

静止軌道



2. 太陽光発電衛星 組立 - プラント実証機組立

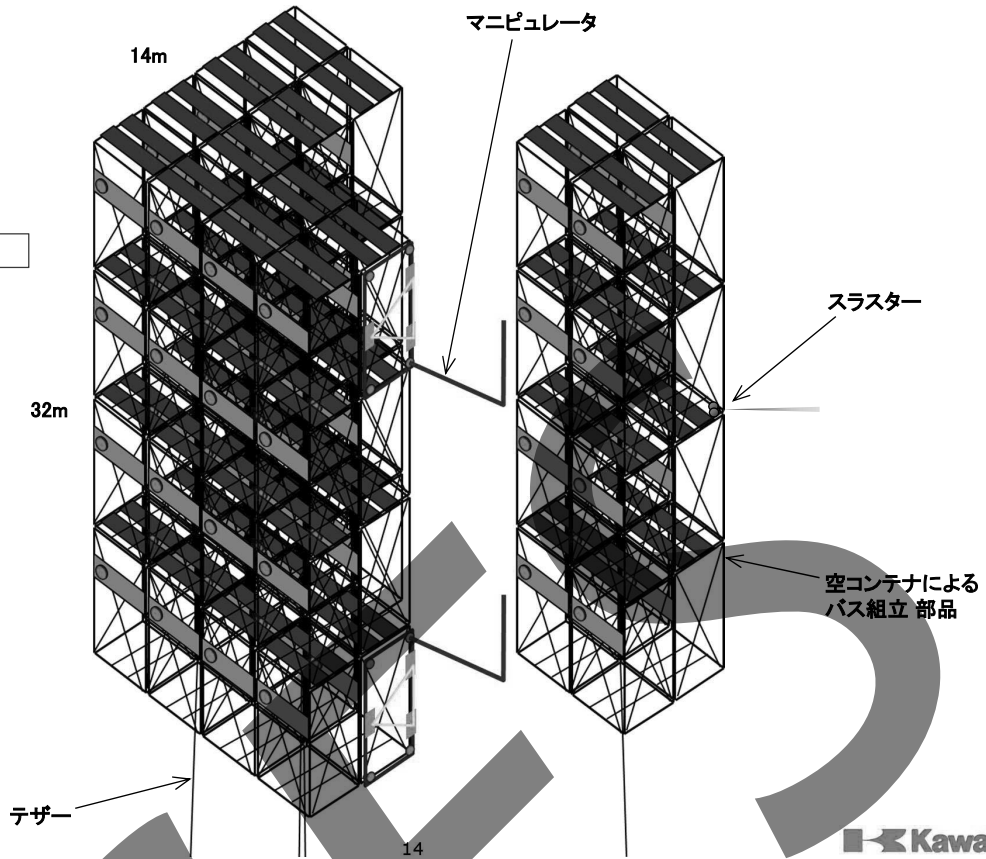
静止軌道



2. 太陽光発電衛星 組立 - プラント実証機組立

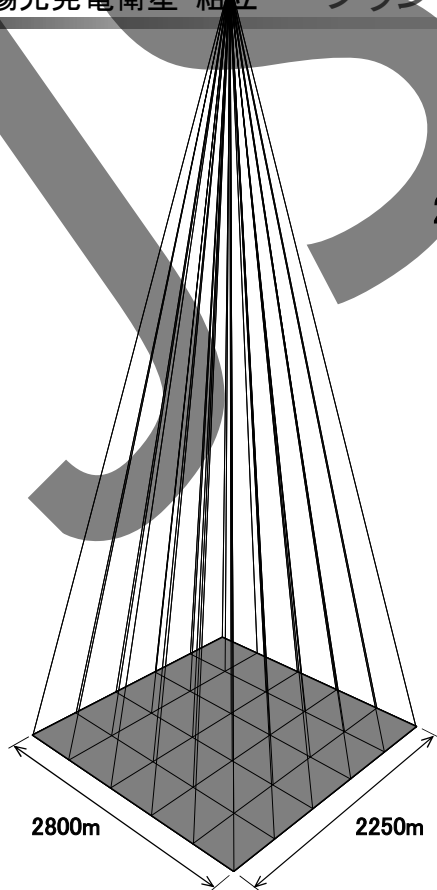
静止軌道

バス組立



2. 太陽光発電衛星 組立 - プラント実証機組立 (2500m級機)

静止軌道



2500m級実用機 概略仕様

〈構成〉

発電パネル	: 2800 × 2250m、パネル(7 × 3m) 30万枚
バス	: 1機(シングルバスシステム)
テザー	: 5 ~ 7000m
サービスユニット	: 250式
ストレージ	: パネル15000枚(5%)

〈質量〉

発電パネル	: 25200ton(パネル4kg/m ² 想定)
バス	: 1375ton
サービスユニット	: 125ton
ストレージ	: 1825ton

総質量 : 約28500ton

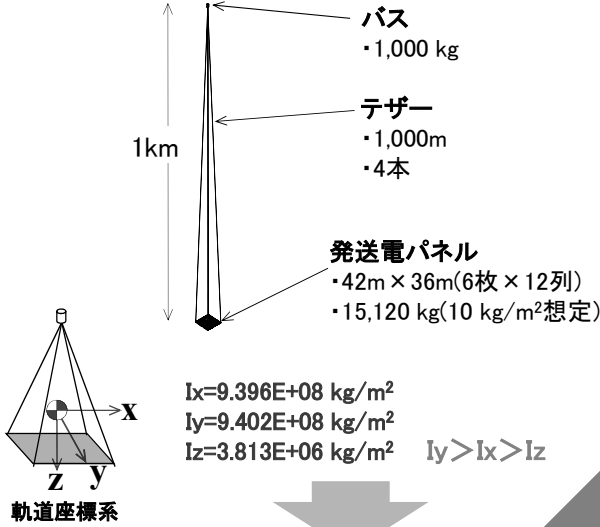
輸送コンテナ数 : 約4000個(パネル7m × 3m × 0.38mm、80枚積)



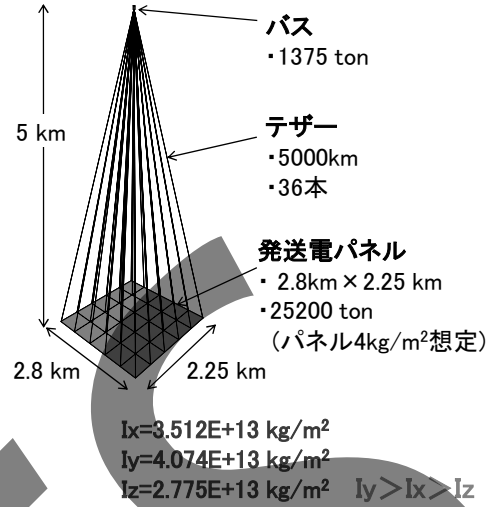
2. 太陽光発電衛星 組立 - 軌道上での安定性

40m級システム実証機

(H-II B一回打上想定機)



2500m級実用機/プラント実証機



幾何学的形状/質量分布特性は、宇宙機の重力傾斜安定条件を満たす

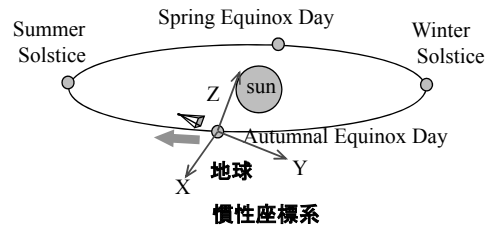
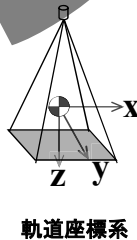
2. 太陽光発電衛星 組立 - 軌道上での安定性

軌道上環境における外乱を考慮した、安定性解析が必要

→ システム実証機、実用機のシミュレーションを実施

考慮する外力

- ・地球の重力
- ・J2項による摂動
- ・空気圧
- ・太陽輻射圧
- 他



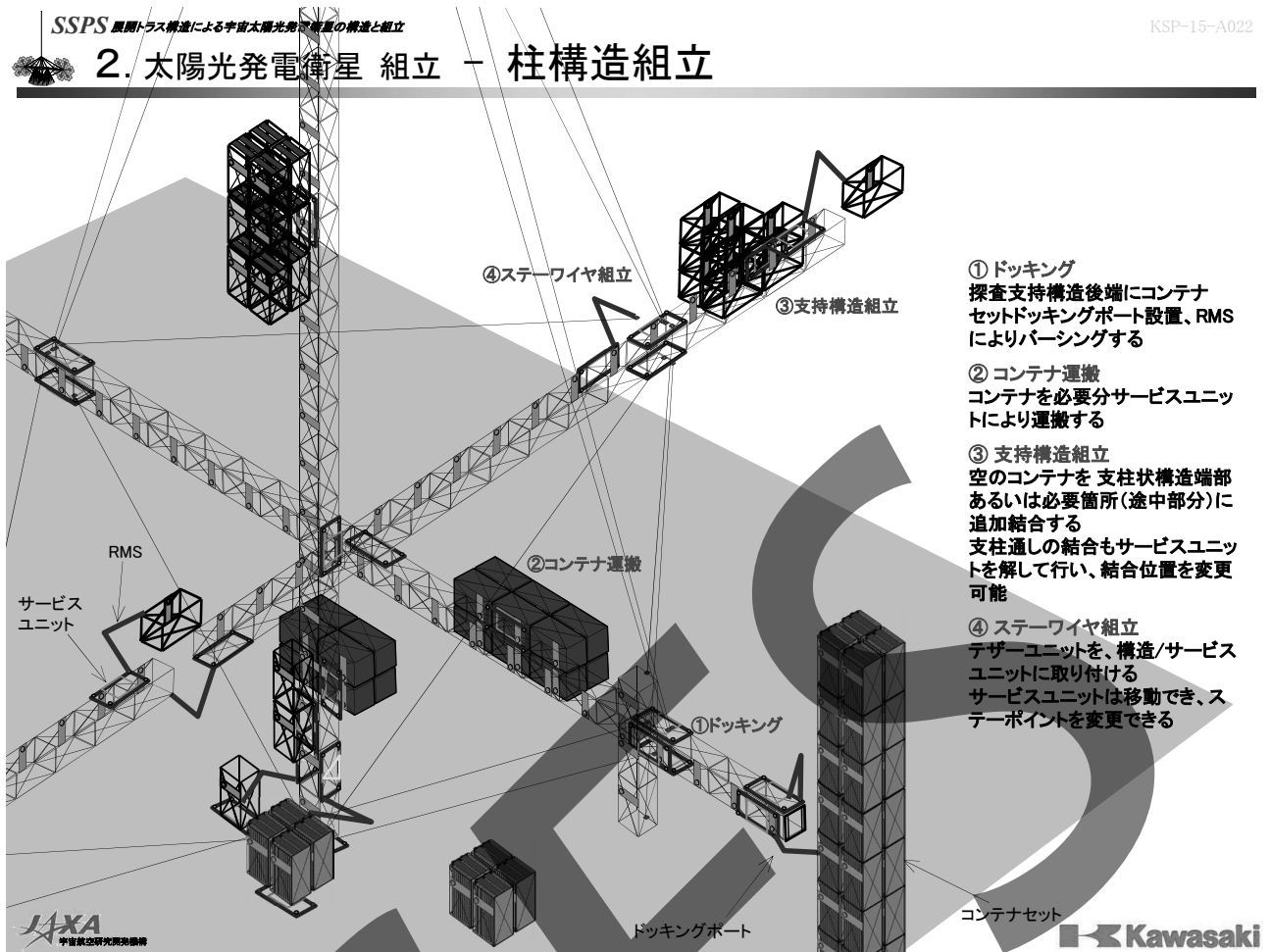
軌道環境下での安定性確認
組立方法と各状態での安定確保



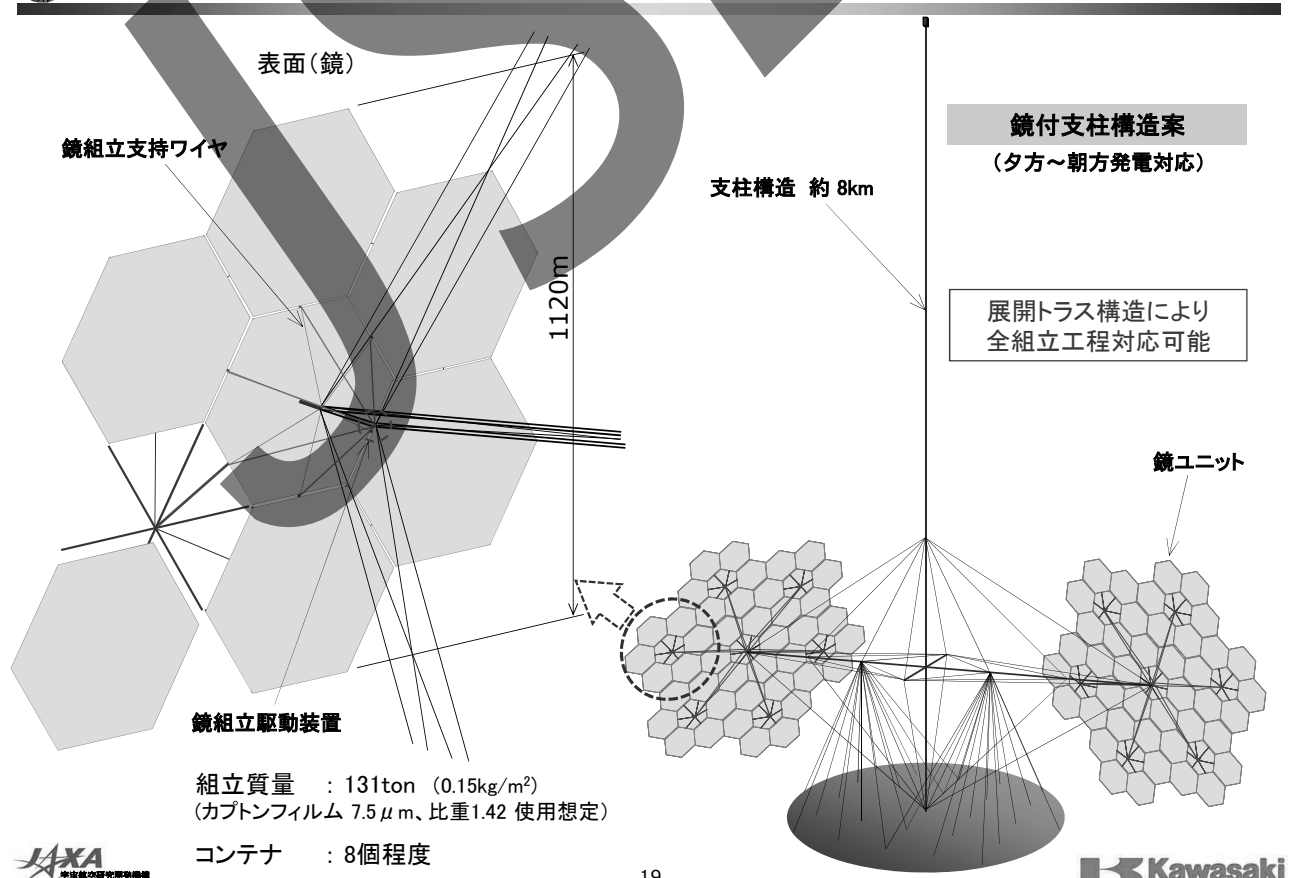
軌道、姿勢、制振
制御方法

構造/組立方法とのチューニング

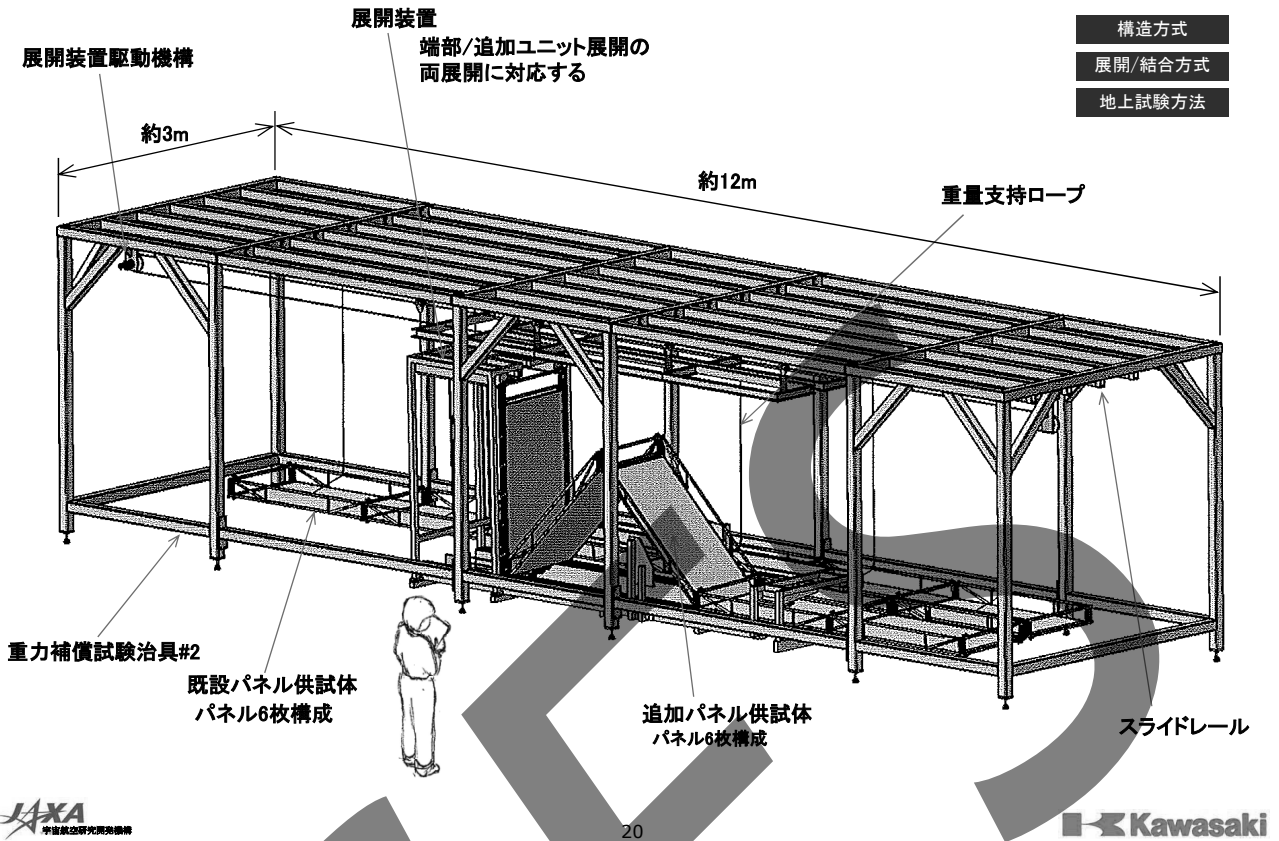
2. 太陽光発電衛星 組立 - 柱構造組立



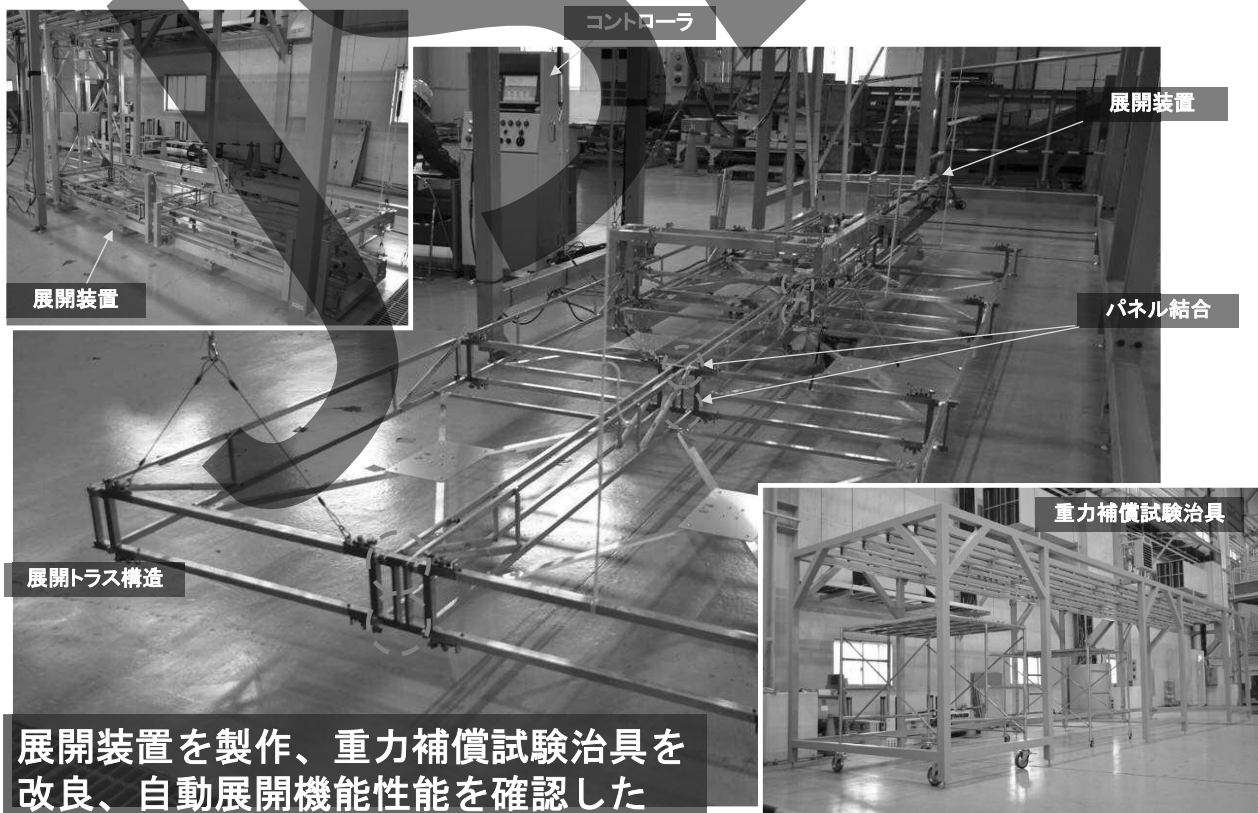
2. 太陽光発電衛星 組立 - 実用機支柱構造案(鏡付)



3. 開発シナリオ/試験 - 地上実証試験 供試体概要

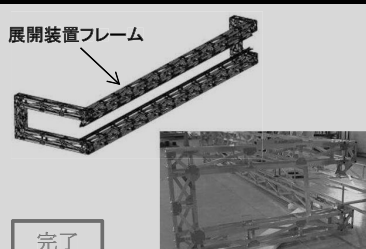
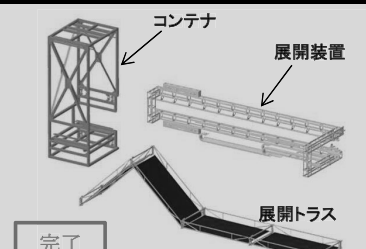
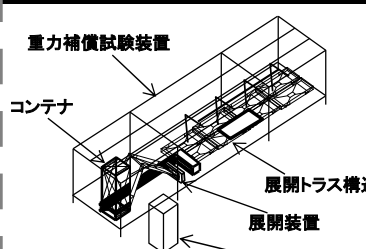


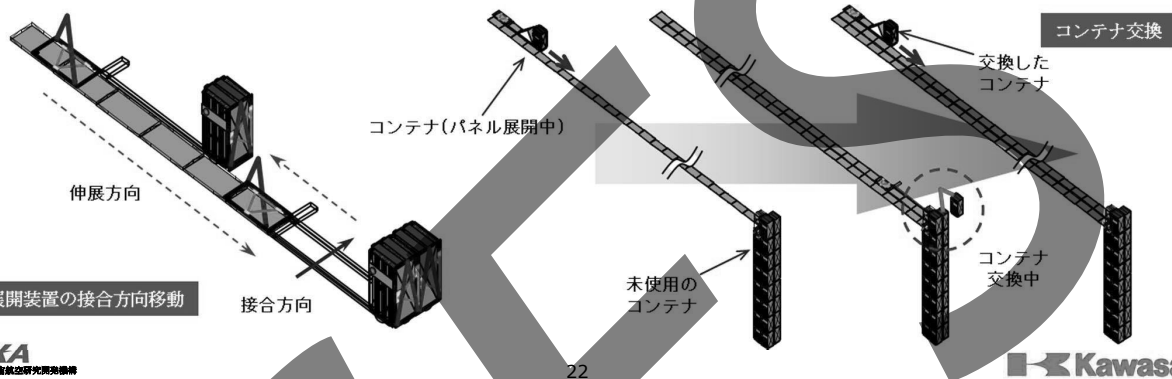
3. 開発シナリオ/試験 - 地上実証試験 実施状況



展開装置を製作、重力補償試験治具を改良、自動展開機能性能を確認した

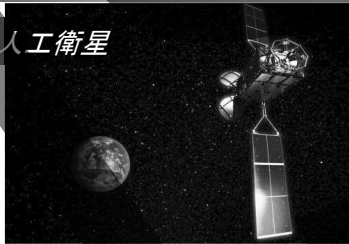
3. 開発シナリオ/試験 - 全基本機能地上実証実験の計画

2013 年度 フレームの製作	2014 年度 ドッキング機能確認試験	2015 年度～ 全基本機能地上実証実験
 <p>展開装置フレーム</p> <p>完了</p>	 <p>コンテナ</p> <p>展開装置</p> <p>展開トラス</p> <p>完了</p>	 <p>重力補償試験装置</p> <p>コンテナ</p> <p>展開トラス構造</p> <p>展開装置</p> <p>制御装置</p>
<p><目的></p> <ul style="list-style-type: none"> 実験装置の基本設計 展開装置のフレームの製作 	<p><目的></p> <ul style="list-style-type: none"> コンテナのフレームの製作 コンテナ結合機構の製作 展開トラス構造物の改修 	<p><目的></p> <ul style="list-style-type: none"> 各構成機構要素を組み合わせた組立シーケンス成立性の確認



4. 展開トラス構造技術の応用 - プラットフォーム衛星

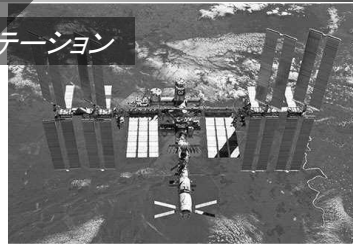
一般的人工衛星



ロケット等にて一回の打ち上げで軌道投入
ミッション機器、バスを有する、自己完結システム
燃料欠、最短部品寿命、故障により運用終了する

- 簡便(打ち上げ後そのまま運用開始)
- 軌道制限無
- × 大型化難、サービスに制限あり
- × 故障対応 不可

宇宙ステーション

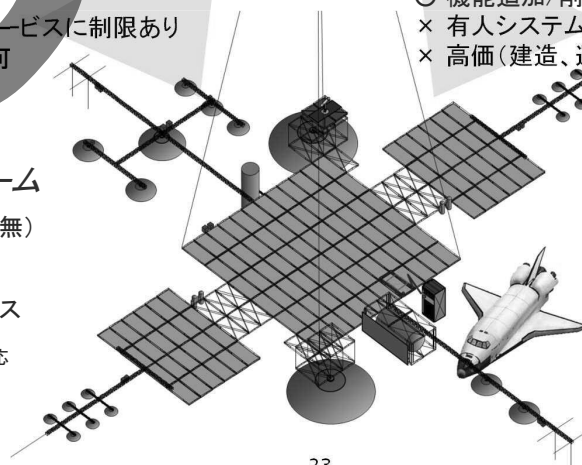


有人システム(運用において宇宙飛行士要)
複数機の打ち上げ/軌道上組み立てする
ミッション機器を追加搭載、機能を変更可能
寿命/故障等部品は交換可能

- 大型化可能
- 機能追加/削除、メンテナンス容易
- × 有人システムで複雑、高軌道難
- × 高価(建造、運用、補給)

大型無人プラットフォーム

- 超大型化(規模に制限無)
超大型、大電力ミッション対応
- 高軌道可(軌道制限無)
- プラットフォームサービス
電力、通信、熱、軌道姿勢制御
安価、機器交換/増設/保守対応



これまでに無い 画期的な、

通信中継

観測/監視

等のサービスを提供する宇宙機
を提案できる可能性がある。



5. まとめ

宇宙太陽光発電衛星の構造方式として、展開トラス構造 の開発を行っている。

- ・基本機能である“展開”/“結合”を確認済み
- ・地上実証実験最終段階、軌道実証に移行できる段階

展開トラス構造により宇宙プラットフォームが提案できる

- ・画期的な 通信中継/観測監視 等のサービスを提供
- ・たとえば、宇宙レーダ衛星は、地球規模で航空機の管制が可能となる可能性がある