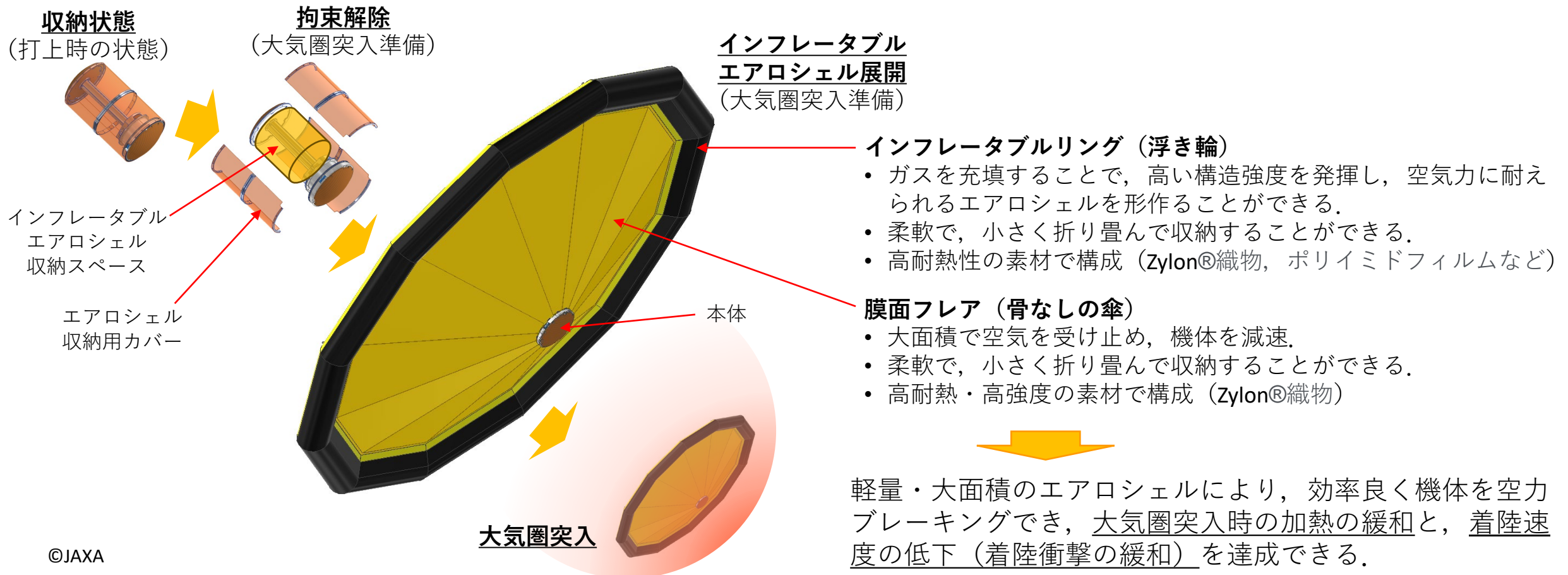


インフレーター型データ回収システム（RATS-L）

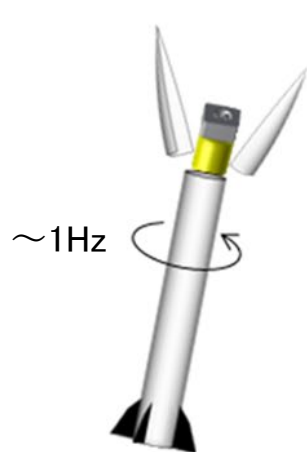
実験内容

超小型の火星着陸探査機や，小型衛星の地球低軌道からの帰還機への適用に向けた，“大型”のインフレーター展開型エアロシエルの実証試験。



RATS-Lフライトシーケンスと実物写真

③ノーズコーン開頭後、ロケットのスピンを
利用してエアロシェルを展開。



②ロケット燃焼終了後、
ノーズコーン開頭。



①
実験機は質量約10kg。
エアロシェル展開後の直径は2.5mで、
エアロシェル収納時は、直径24cmに収まる。

④エアロシェル展開後、実験機を分離。

⑤そのまま大気圏へ突入。

⑥動圧が大きくなるにつれて、
空力安定により迎角0度に指向
するとともに、空気力をうけ、
エアロシェルの形状が安定する。

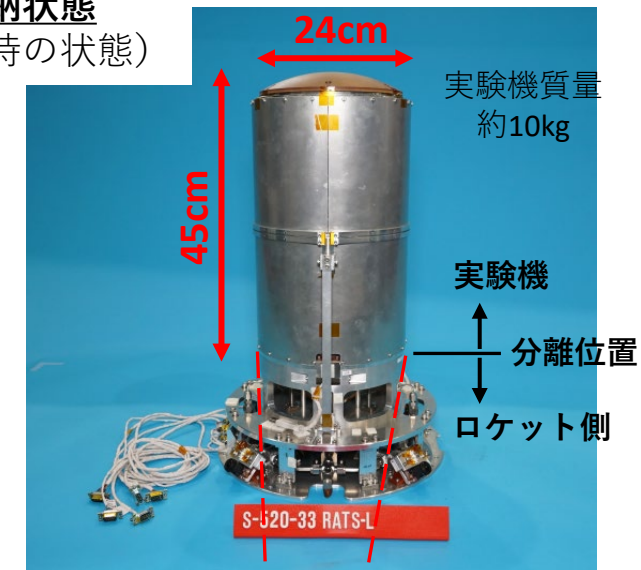
⑦高度100~50kmの間に
最大マッハ数、最大空力加熱、
最大動圧、最大減速度を経験する。

⑧エアロシェルの降下で
緩降下し、そのまま軟着水。

⑨着水後はエアロシェルの浮力で海上に浮揚し、
イリジウム衛星経由で位置データを送信。
船舶により探索、回収を行う。

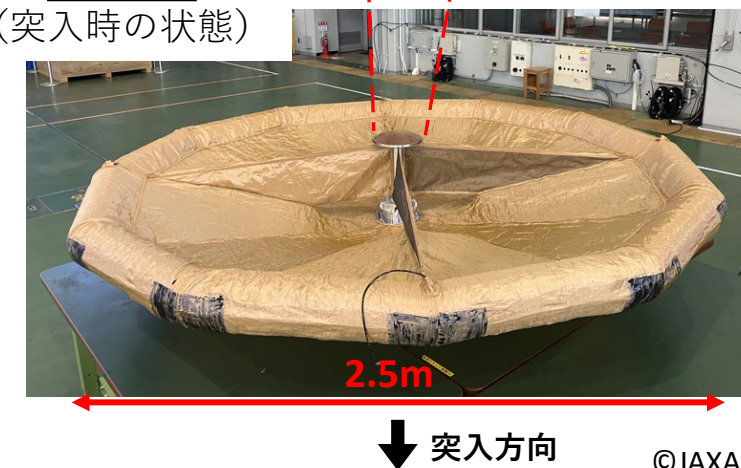


収納状態
(打上時の状態)



©JAXA

展開状態
(突入時の状態)



©JAXA

RATS（2021年打上のS-520-31号機に搭載）からの発展

実験機システム・展開型エアロシェルの設計はRATSを踏襲

- ➡ 開発期間の短縮
- ➡ 回収モジュールとしてのノウハウ蓄積

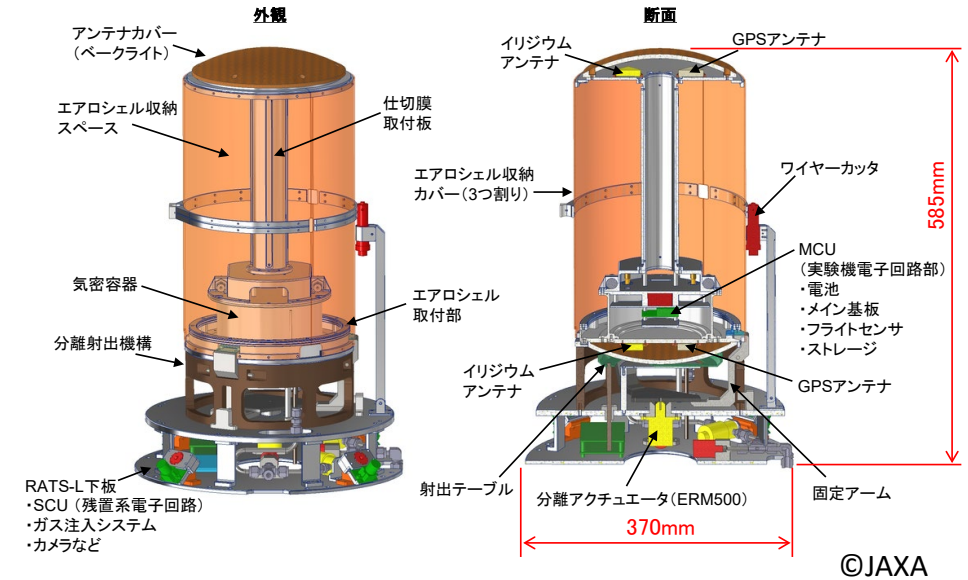
展開型エアロシェルの大型化（直径1.2m→直径2.5m）

- ➡ フライト実験として、これまでにないサイズ超小型機による火星着陸を狙えるサイズ
- ➡ 変形挙動が異なる
実際の飛行環境での性能検証が必要

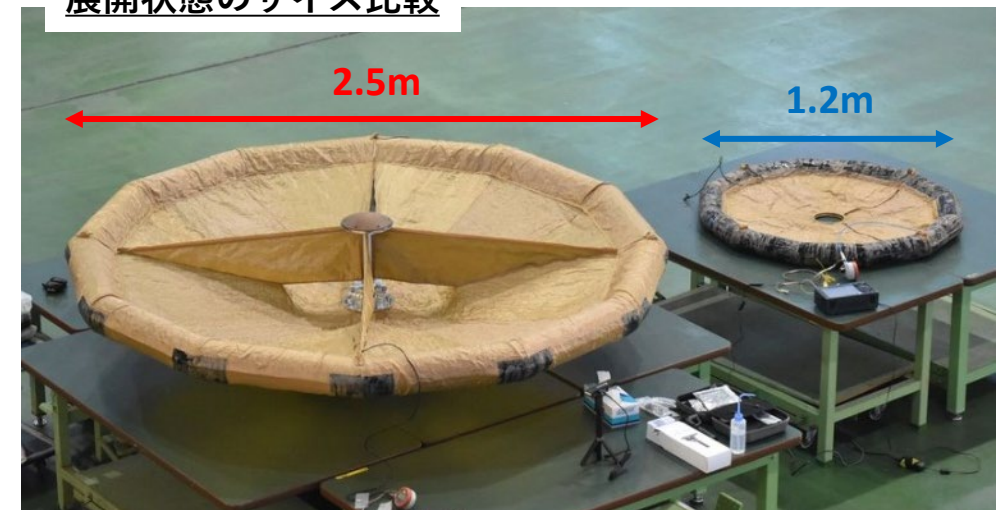


真空・無重量・スピン環境下での展開・分離の様子、自由飛行中のデータを取得することで、より大型の展開型エアロシェルと、それを利用した着陸機システムの開発に活かし、実現につなげていく。

RATS-L実験機システムの概要



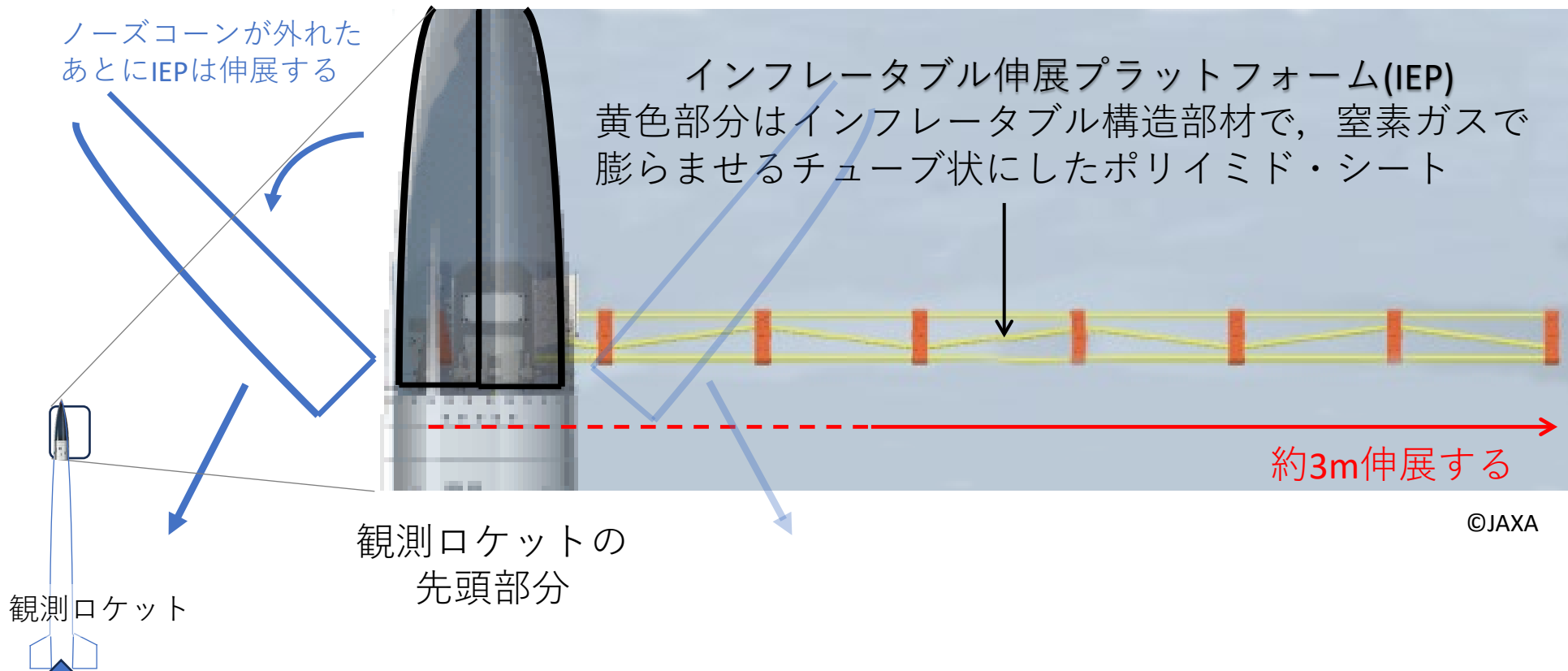
展開状態のサイズ比較



インフレータブル伸展プラットフォーム実証実験 (IEP)

図1

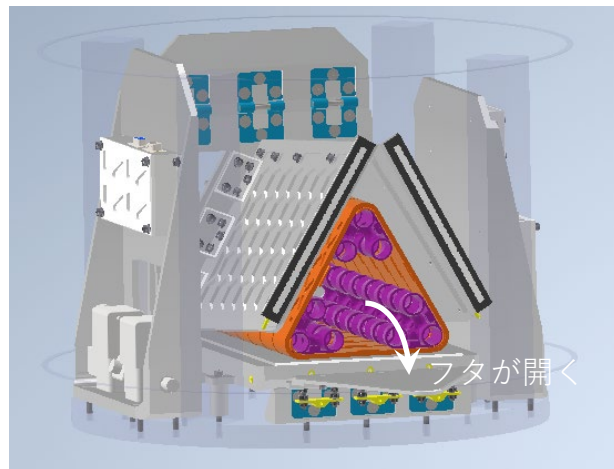
インフレータブルな（気体の圧力で膨張し、長さ、表面積、体積が変化する）構造部材を使って、観測ロケット用の伸展プラットフォームを構築する実証実験



ねらい

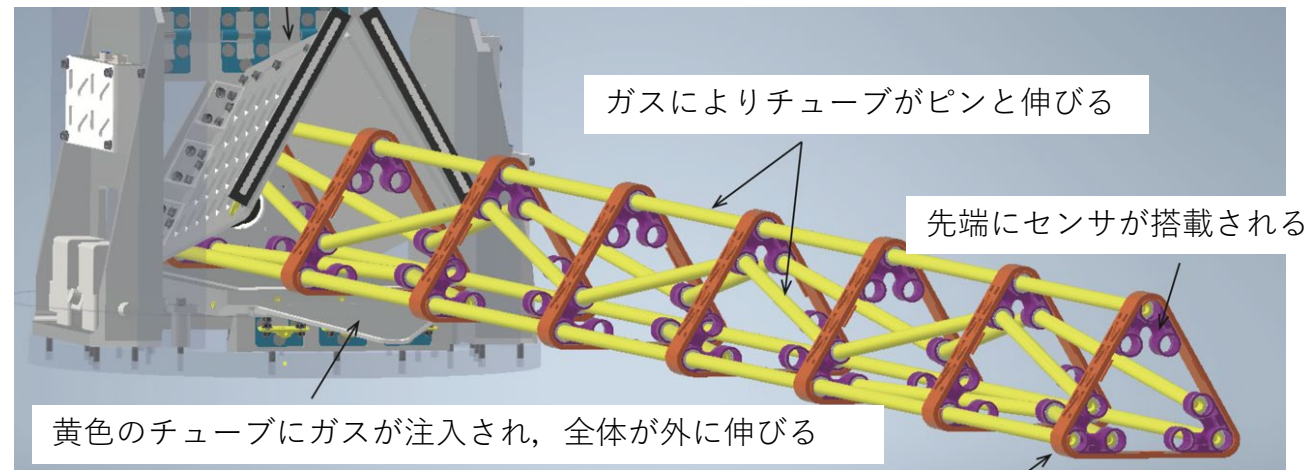
伸展後に上図のトラス形状を一定時間維持できることを示し、より複雑かつ大規模な構造物（プラットフォームを想定）構築時の「実証済み実現方法」の一選択肢とする

インフレータブル伸展プラットフォームの伸展



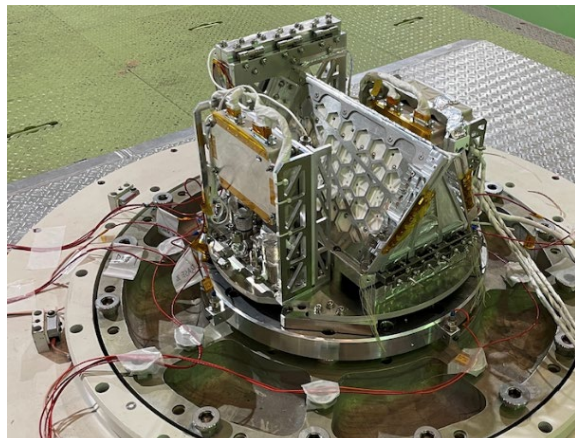
収納時(設計)

©JAXA



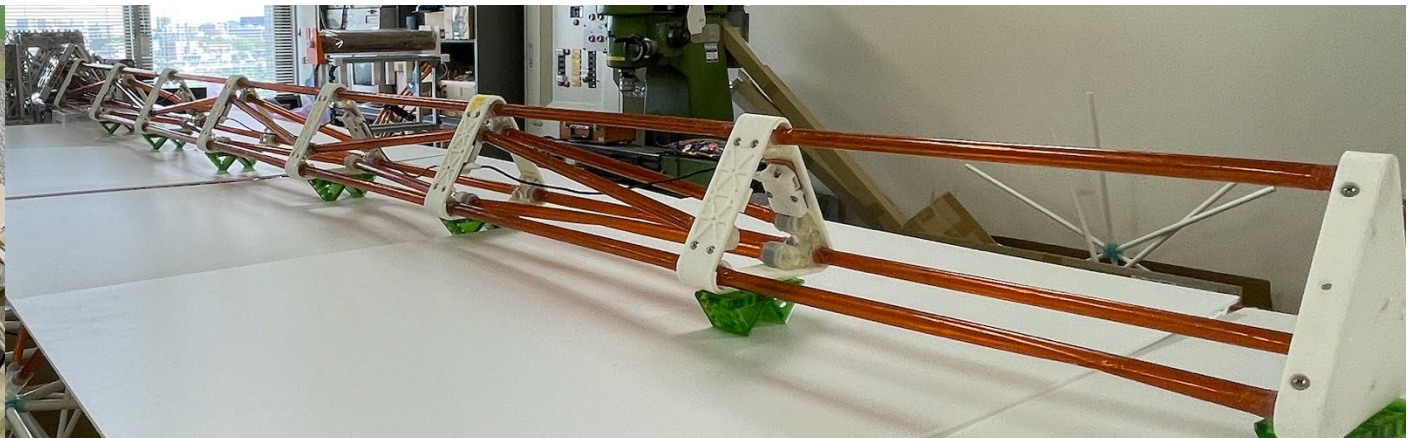
伸展時(設計)

©JAXA



収納時(フライトモデル)

©JAXA



机上伸展時(フライトモデル)

©JAXA

実証実験における着目点

一般的なインフレータブル構造物の注目点

1. 展開後の形状実現精度
2. 展開後の剛性
3. 展開後の形状維持時間

1-3はそのまま実用化への障害となっており，宇宙機でのインフレータブル構造物の実用例は多くはない。

しかし，観測ロケットでは，3を緩和できる

観測ロケット実験は5-10分 (⇔宇宙機は月から年)

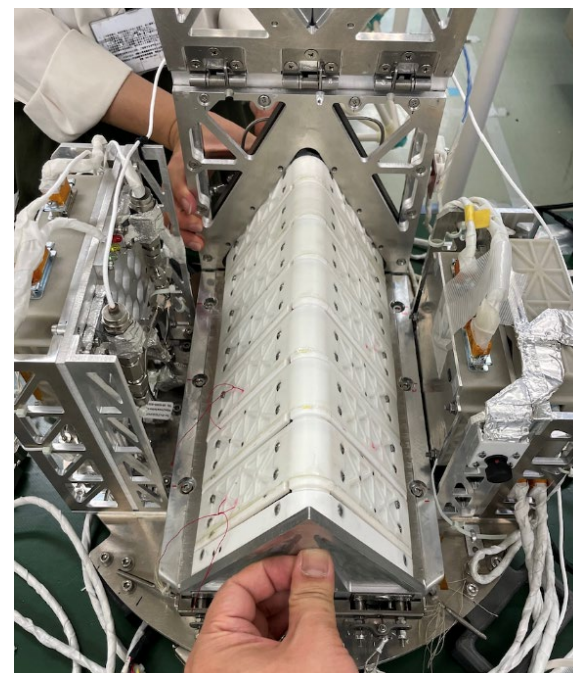
観測ロケットでのインフレータブル構造物の利点

1. 短時間（一時的）の利用に限り利用する
分単位での形状維持ができれば良い
2. 構造物としての利用容積を拡大できる
小さいノーズコーン内容積から何倍もの
構造物を展開できる

実運用固有の問題について実環境で対策の有効性の確認

- ・ ロンチロック方法(打ち上げ環境に耐える)
- ・ 展開方法(単純で軽量の機構，確実な展開/伸展挙動)
- ・ 運用時固有な問題の列挙とその解決手順(右図)

©JAXA



インフレータブル部材のロック方法

©JAXA



インフレータブル部材の折り畳みと収納

PIデータ収集装置 (PDC)

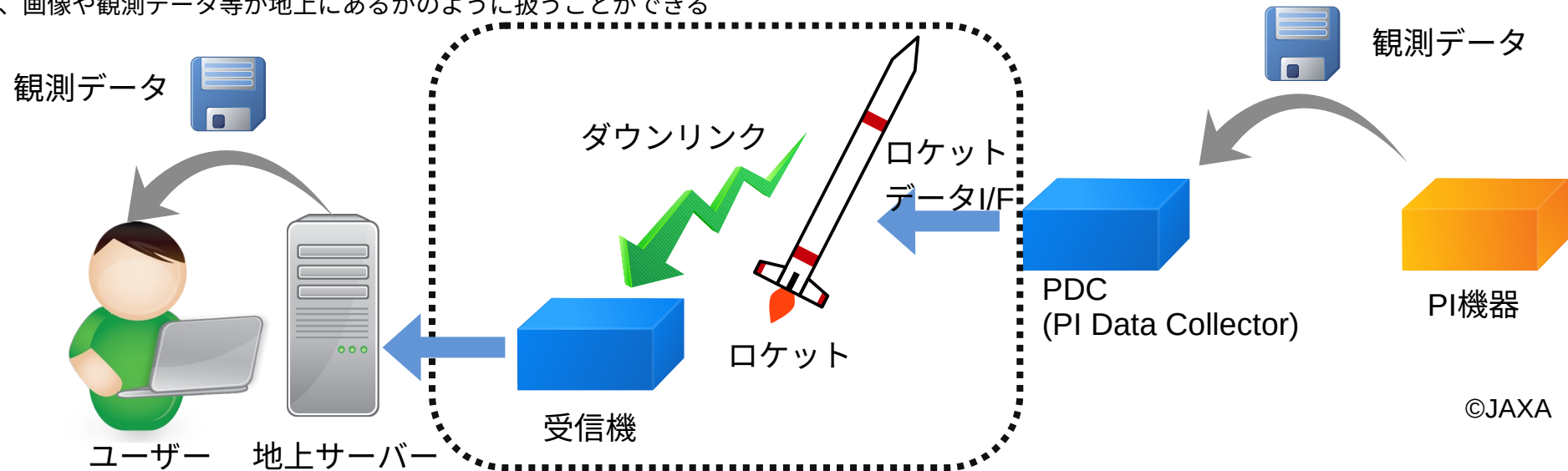
機上のデータの取扱いを簡便にし、効率良くデータを送るためのシステム(PDC)を構築し、各種センサからのデータ収集/伝送実験を行う

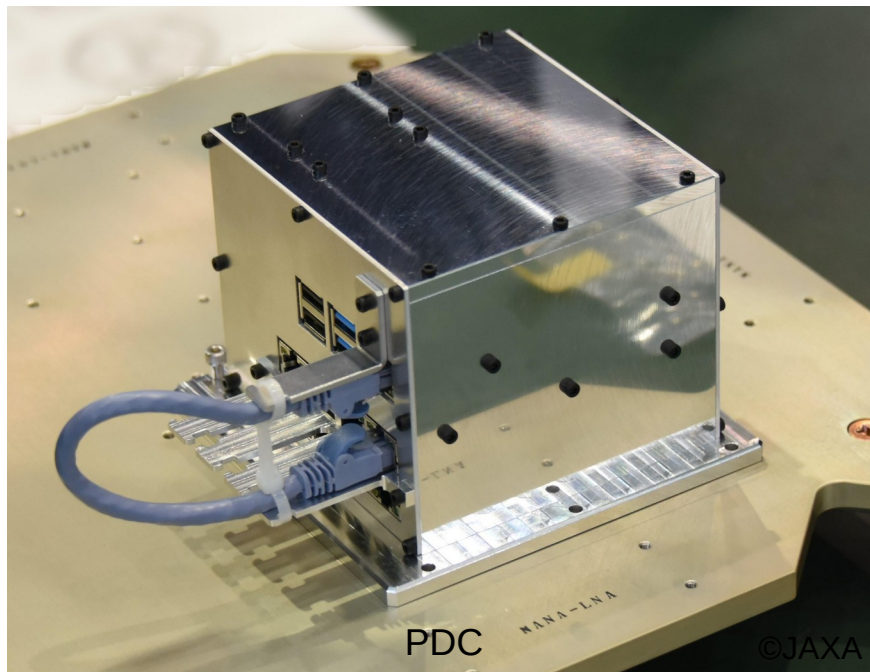
近年のカメラの高解像度化、観測データの高精度化などにより地上に送るデータ量は増加している。また、観測ロケット実験では実験者が装置を設計製造する場合が多く、観測ロケット独自のデータ転送インターフェースに対応するための技術的障壁が大きい。

そこで、本実験では実験機器のデータ転送を仲介する装置(PDC:PI Data Collector)を開発し、技術障壁となるデータ送信部分の開発を不要とし機器の開発を容易にする。本実験では観測ロケットでのデータの取り扱いを簡便にし、効率よくデータを送るためのシステムを構築し、カメラ画像や各種センサーからのデータ収集、それらのデータを地上への伝送する実証実験を行う。

PDC(PI Data Collector)にEthernetやWi-Fiなどでデータ(ファイル等)を送るとPDCがロケット経由で地上に転送して、地上サーバーでデータの再構築を行うため、機器側はロケットとのやり取りを行う必要がない

結果、画像や観測データ等が地上にあるかのように扱うことができる



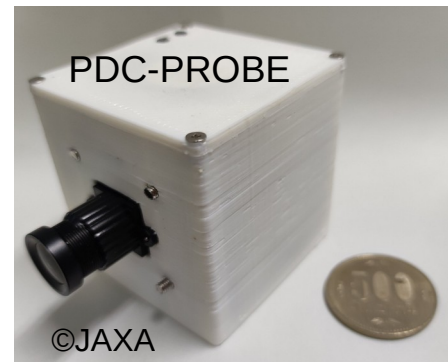
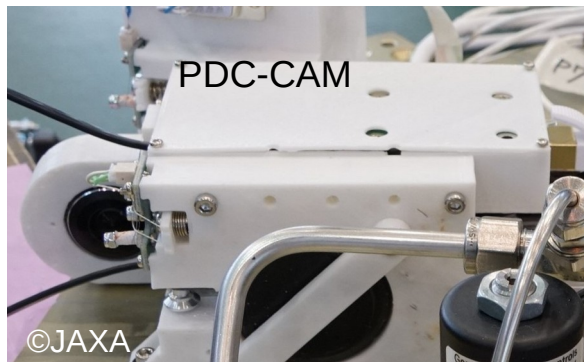


本実証実験ではPDCにデータを送るPI機器がないのでPI機器を模擬したダミーの機器をを搭載する。

今回は以前の観測ロケット実験(S-310-45号機)で実績のある放出型プローブ(PDC-PROBE)と伸展型の全方位カメラ(PDC-CAM)を搭載し、それぞれから得られたデータを地上に送る。

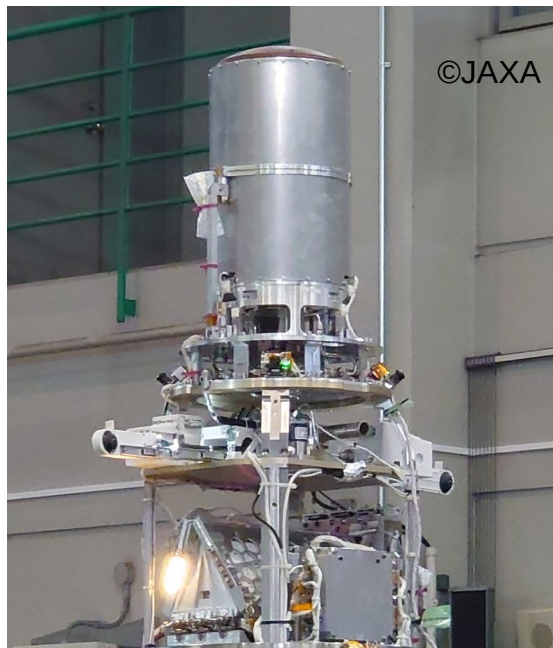
放出型プローブは宇宙空間で放出され画像の撮影や加速度等のデータをWi-FiでPDCに送る。

伸展型全方位カメラは宇宙空間で伸展し、離れた位置からロケット全体を撮影することで搭載機器やロケットの様子や健全性を確認できる。

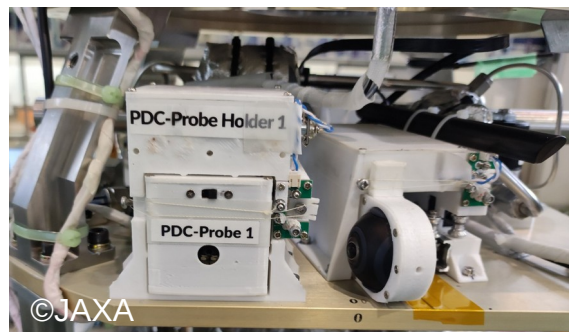


得られた画像やデータはPDC経由でロケットに送られ、テレメトリーを介して地上に送られる。
地上に送られたデータを再構築してPDCに送られたデータを再現する。
これにより、PI機器側は観測ロケットとの通信を考慮する必要はなくなる

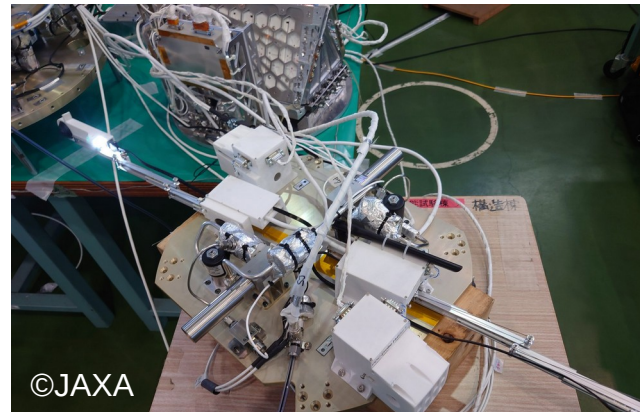
ロケット搭載状態



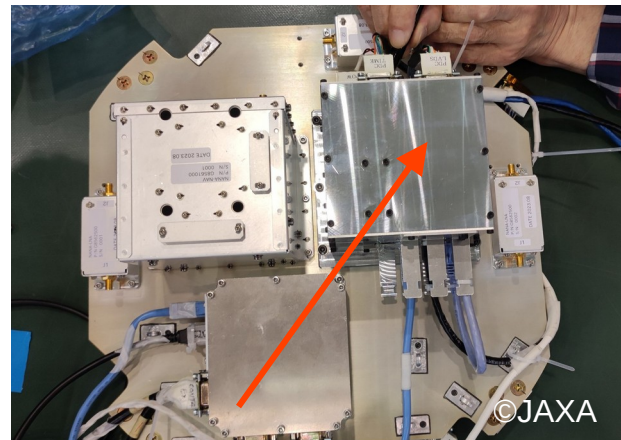
PDC-CAM伸展状態



PDC-CAM・PROBE収納状態



PDC-CAM机上伸展状態



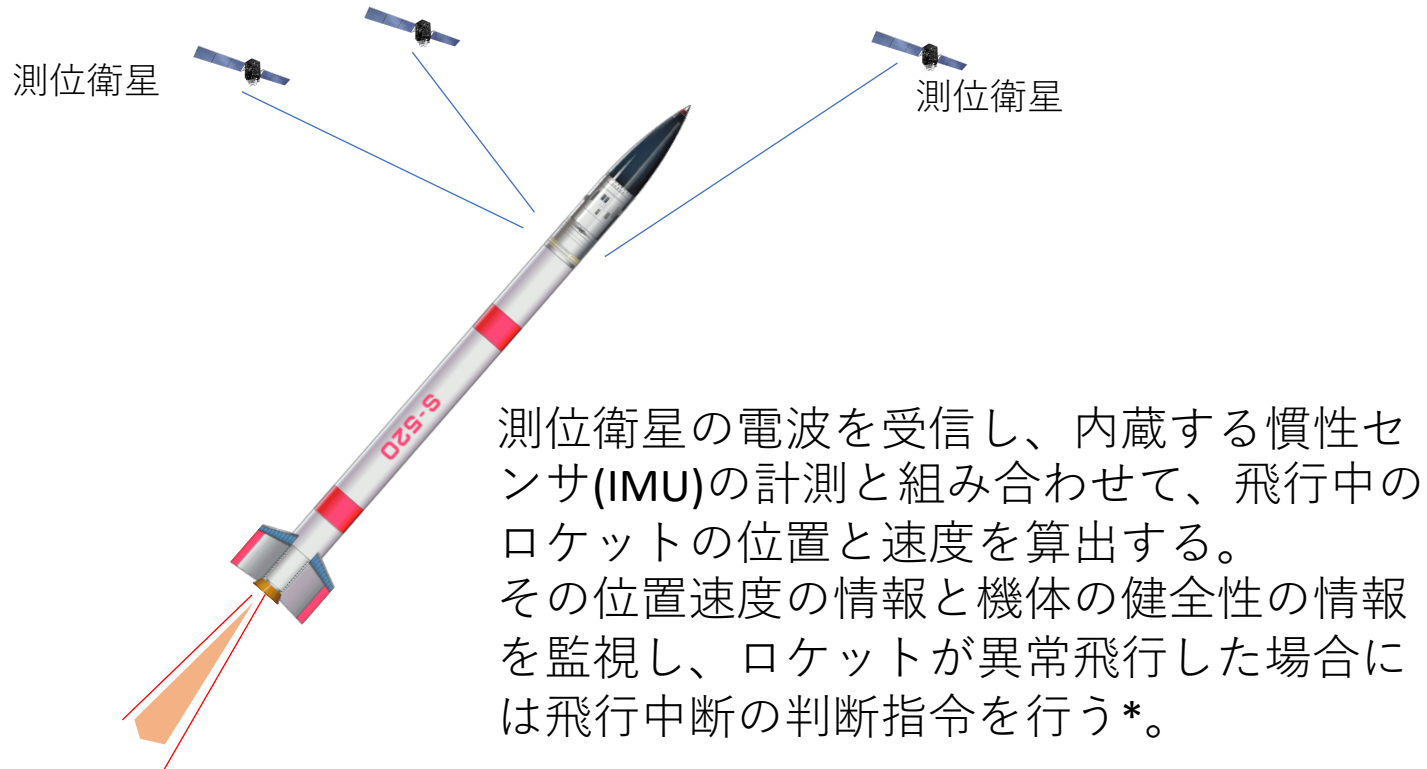
PDC搭載状態

観測ロケット用航法センサ（NANA-ka）

(New Advanced Navigation sensor、kansoku-rocket)

実験内容

ロケットの飛行中の位置、速度を計測する航法センサと、自律飛行安全管制の計算ソフトウェアの機能性能を実証確認する。



航法センサNANA-kaの機能



レーダー局によるロケット位置、速度の計測（現在）

*今回は機能の検証のみであり、NANA-kaがロケットの飛行中断(=指令破壊等)を動作させることはない。

NANA-kaフライトシーケンスと実物写真

時刻	NANA-kaイベント	備考
X-30min	電源ON	手動
X-15min	モード遷移 【IMUウォームアップモード】→【待機モード】	手動
X-3min	モード遷移 【待機モード】→【リフトオフ準備モード】	手動
X-3sec	モード遷移 【リフトオフ準備モード】→【ナビゲーションモード】	自動
X±0sec	リフトオフ	
X+0～210.5s	自律飛行安全の確認	自動
X+210.5s	自律飛行安全管制終了	自動
X+0s～ 飛行終了	位置速度の算出	—



NANA-ka実物写真 ©JAXA



左手前

NANA-LNA

受信した測位衛星の電波を増幅する低雑音増幅機

W80mm

D34mm

H29mm

各重量0.14kg



中央

NANA-NAV

位置速度の計測と、自律飛行安全の計算をする機能を持つ部分

W132mm

D104mm

H101mm

重量1.6kg



右手前

NANA-ANT

測位衛星の電波を受信する埋め込み型のアンテナ

φ76mm

各重量0.17kg

NANA-ka飛行実証の意義

NANA-kaは、JAXAの基幹ロケット(H-IIA、イプシロン等)で開発実用化されてきた衛星測位と慣性センサ(IMU)の複合航法の技術을基にして三菱プレシジョン株式会社が開発し、小型ロケット用に小型軽量化、低コスト化を実現したものである。JAXA研究開発部門第四研究ユニットが開発した自律飛行安全管制ソフトウェア(AFTSW: Autonomous Flight Termination SoftWare)と、実行する計算機が組み込まれている。

NANA-kaを飛行実証し、位置速度の計測機能を実用可と確認できれば、現在、地上局(宮原精測レーダー)を用いて行っているS-520観測ロケットの飛行経路監視を置き換えて、地上運用の負担軽減、地上設備(レーダー)の削減が期待できる。

自律飛行安全の計算機とソフトウェアを国内で初めて飛行実証することで、国内で開発されている民間の小型ロケット等に展開が進むことが期待される。

地上レーダー、地上の飛行安全管制、地上の保安用コマンド指令(飛行中断)の機能を全て合わせてロケットに搭載できるようになり、将来の地上インフラの整備維持、運用負担を軽減できる。この技術が民間の小型ロケット等に適用展開されれば、市場競争力、ロケット運用性の向上につながる。