



2025年度 大樹航空宇宙実験場の 実験の計画について

2025年5月9日
宇宙航空研究開発機構



2025年度の実験計画の概要

- JAXAは、1997年から大樹町の協力を得て各種の実験を行ってきました
- 2008年には、大樹町との間で連携協力協定を締結し、大樹町多目的航空公園に置かれた「大樹航空宇宙実験場」が重要な研究拠点として位置づけられることとなりました
- 2025年度においては、主に以下のような活動を計画しています

(1) 大気球による宇宙科学研究

大気球は、宇宙への「入口」である地球大気の境界領域に長く留まることができます。また、気球では、実験機器の大きさなどの条件がロケットや衛星に比べて厳しくないなど、多くの利点があります。こうした利点を活かして、宇宙の現象を捉えたり新しい技術を実証したりする最先端の宇宙科学実験を多く行ってきました。

2025年度は、2024年度に実施を見送った実験を含め、理学観測4実験（大型気球2機、ゴム気球2機）、工学実証4実験（大型気球2機、ゴム気球2機）、を実施する予定です。

(2) 航空機や宇宙技術に関する技術研究

JAXAは、ロケット、人工衛星といった宇宙分野の活動を行うと同時に、次世代の航空機に関する研究や宇宙分野の機器の実験を行っています。

大樹航空宇宙実験場では、無人航空機や航空機の安全で効率的な運航に関する飛行実験、ヘリコプタを運航した投下系実験を行ってきました。

2025年度は、ヘリコプタおよび無人機に関する技術の飛行試験を実施するとともに、実験場の環境を生かした航空宇宙関連の技術実験を実施する予定です。

2025年度の実験計画の概要

名称		2025年									2026年		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
2025年度気球実験													
航空宇宙 技術実験	LTE通信環境調査												
	災害・緊急時等の活用に向けた 小型固定翼無人機の研究開発												
	災害・緊急時等の活用に向けた 多発タンデム・ティルト翼 小型無人機の研究開発												
	空中風力発電のための 風制御・発電試験												
	係留気球を利用した宇宙輸送機の 小型モデル投下実験(その2)												

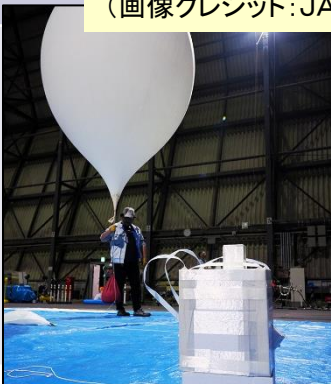
大気球による宇宙科学研究



2024年度気球実験の成果(1)

2024年5月20日～8月28日に、大樹航空宇宙実験場にて、2024年度国内気球実験を実施しました。

- 2024年度気球実験では、大型気球3機、ゴム気球3機の飛翔を計画し、うち大型気球1機、ゴム気球3機を実施しました。実施した全4機は計画通り飛翔し、相乗りしたピギーバック実験1つを含む計5実験のデータ取得に成功しました。残る2つは気象不良や実験機器不具合のために2024年度の実施を見送り、2025年度に持ち越しとなりました。
- 気球実験の「実践現場」を通じた人材育成として、2024年度は若手職員や大学院生など約30名が参加しました。いずれの実験チームでも、実験運用の最前線にて若手が中心的に活躍しました。

実施概要	成果	
実験番号: BS24-02 実施日: 7月4日 使用気球: ゴム気球 飛翔目的: 薄殻大気突入カプセルの自由飛行実験 学術分野: 工学実証 申込者所属機関: 北海道大学	深宇宙からのサンプルリターン実現のために開発されている新型大気圏突入カプセルのモデルを、高度約27kmから降下させ、カプセルの空力・姿勢データを取得した。 2025年度にも関連実験を実施予定。 参考: https://www.isas.jaxa.jp/topics/003780.html	 (画像クレジット: JAXA)
実験番号: BS24-03 実施日: 7月25日 使用気球: ゴム気球 飛翔目的: レーザー周波数比較による一般相対論の高精度検証に向けた基礎実験(Ⅱ) 学術分野: 理学観測 申込者所属機関: JAXA宇宙科学研究所	一般相対性理論の高精度検証に必要な地上と気球との光リンクの実現に向けた基礎実験として、地上から照射した赤外線を飛翔中の気球で受光しデータを取得した。 2025年度にも関連実験を実施予定。 参考: https://www.isas.jaxa.jp/topics/003787.html	

2024年度気球実験の成果(2)

実施概要	成果
実験番号: B24-01 実施日: 8月3日 使用気球: 大型気球(満膨張体積 15, 000m ³) 飛翔目的: 成層圏における微生物捕獲実験 学術分野: 理学観測 申込者所属機関: 千葉工業大学	地球生命圏の上端を成層圏中の微生物の探査によって探るため、開発中のインパクター式試料採集装置の改良型を高度21kmからの降下中に動作させ、海水の浸水を防ぐ機能など、装置性能評価に係るデータを取得した。 参考: https://www.isas.jaxa.jp/topics/003794.html
B24-01 にはピギーバック実験を1つ搭載した (ピギーバックも主実験と同様の公募・審査過程を経て選定される) 飛翔目的: 高精度変位計測装置の実証3 学術分野: 工学実証 申込者所属機関: 早稲田大学	大型の気球搭載構造物の形状を高精度で計測するため、開発中の装置にて熱応力を緩和する機構に係る実証データを気球飛翔の実環境下で取得した。 2025年度にも関連実験を実施予定。

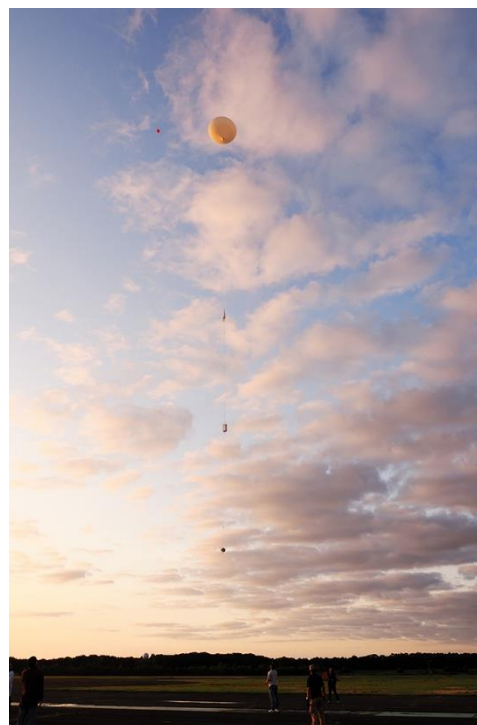
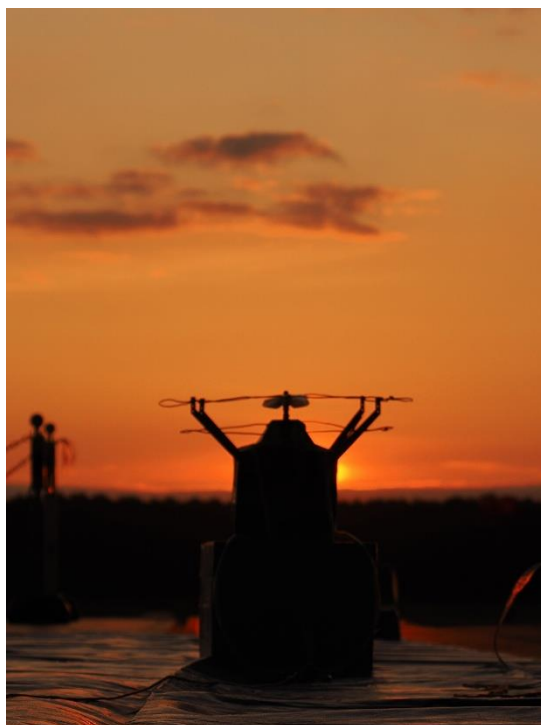


(画像クレジット: JAXA)



2024年度気球実験の成果(3)

実施概要	成果
実験番号: BS24-04 実施日: 8月21日 使用気球: ゴム気球 飛翔目的: 火星飛行機用プロペラ推進器の高高度試験 学術分野: 工学実証 申込者所属機関: 東北大学	火星探査用飛行機の実現に必要なプロペラ推進器の開発に向けて、小型のプロペラのみを様々な高度で動作させ推力やトルクを計測して、希薄大気中の空力データを取得した。 参考: https://www.isas.jaxa.jp/topics/003796.html



(画像クレジット: JAXA)

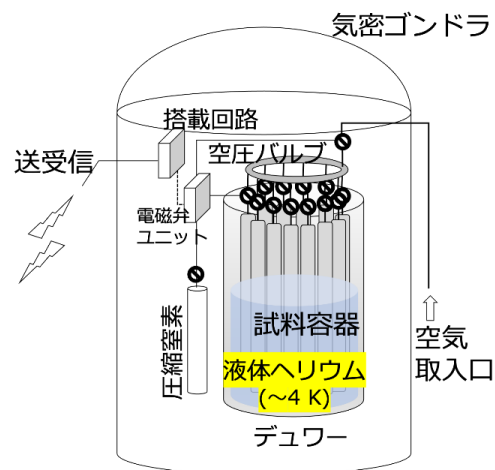
2025年度気球実験計画(1)

2025年度気球実験では、大型気球4機、ゴム気球4機の飛翔による宇宙科学実験を実施予定です。(実験期間: 5月19日～9月13日)

B25-01 理学観測: 改良型クライオサンプラー性能実証試験 (2024年度からの持ち越し)

成層圏大気のカリオサンプリング実験は、希薄な成層圏大気を大量に採取し、大気中の様々な気体成分を分析することで、成層圏における大気化学過程や力学過程の研究を幅広く推進している。1985年以降、25回の国内実験を行い、北極・南極・赤道域でも観測を重ねてきた。この研究では、大気成分の長期モニタリングが重要となるため、観測装置の高い信頼性を長期にわたって維持するとともに、技術革新によって人的・費用的に低コスト化を進める必要がある。特に、国内で使用してきた液体ヘリウムを用いる大型クライオ装置は、その高い信頼性のゆえに現在まで長期にわたって用いられてきたが、搭載回路やモーター駆動バルブなど主要部品の老朽化に伴い、改修が必須となった。本実験では、主要部品を新規開発品に換装した改良型クライオサンプラーの性能を実際の成層圏大気採取によって確認する。

(大型気球、気球満膨張体積: 100, 000m³、直径: 63m、搭載機器重量: 320kg、飛行高度: 35km程度、PI: 東北大学)



改良型大型クライオサンプラーの概略図

(画像クレジット: 宮城教育大学・東北大学)



装置外観

(画像クレジット: 宮城教育大学・東北大学・産総研)



マイナス269℃で上空の大気を固化する試料容器
(過去の実験実施時に撮影された写真)

2025年度気球実験計画(2)

B25-02 理学観測：気球VLBI実験

気球を用いた将来のVery Long Baseline Interferometry (VLBI)電波干渉計ミッションの可能性を探るため、電波望遠鏡の試験機を用いてフィージビリティスタディをおこなう。本実験では、飛翔体と地上望遠鏡とで干渉計を構築可能なできるだけ高い周波数帯(20 GHz)にて観測を行うことで、将来のサブミリ波帯(>300 GHz)での気球VLBI実現に必要な主要技術の検証を行う。具体的には、過去の気球ミッションに関連技術の例がない技術課題や地上では検証できない技術課題として、周波数標準源振の安定度、局位置決定、データ記録システム、指向制御について、電波望遠鏡試験機を用いたフライト環境での検証を行う。

VLBI: Very Long Baseline Interferometry (超長基線電波干渉法)

(大型気球、気球満膨張体積:30,000m³、直径:42m、搭載機器重量:600kg、
飛行高度:26km程度、PI:国立天文台)



1.5m電波望遠鏡 VLBI ギンドラシステム

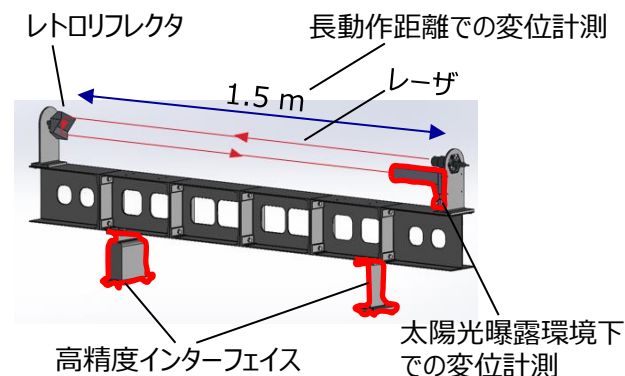
(画像クレジット:国立天文台・JAXA)

B25-03 工学実証：高精度変位計測装置の実証4

大型望遠鏡など大型構造物を用いた科学観測の性能向上のために必須の基盤技術として、大型構造物の変形(ゆがみ)を高精度で計測する技術の開発「DREAM」を進めている。レーザーを用いたこの変位計測技術は、従来の変位計に比べて作動距離が長く、構造物に直接取り付けることができる。また、システム構成がシンプルであり、高信頼性・低コスト化・多様な実験への用途拡大などが期待される。2021年以降にピギーバックを含め計3回の気球実験を実施し、様々な長さに対する精度確認、太陽光曝露環境下での性能評価、機器インターフェースの熱応力緩和などの技術検証を重ねてきた。本実験では、これまで個別に検証してきたこれらの技術を統合し、実利用に向けた総合評価試験を実施する。

DREAM: Demonstration Experiment of Alignment Monitor (高精度変位計測装置の実証実験)

(大型気球、気球満膨張体積:30,000m³、直径:42m、搭載機器重量:160kg、
飛行高度:31km程度、PI:早稲田大学)



高精度変位計測装置 概要

(画像クレジット:早稲田大学)

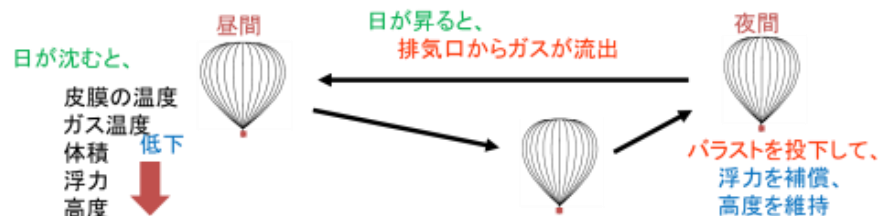
2025年度気球実験計画(3)

B25-04 工学実証: 皮膜に網をかぶせたスーパープレッシャー気球の飛行性能評価 (2024年度からの持ち越し)

皮膜に網をかぶせる手法で製作されたスーパープレッシャー気球は、高耐圧性能を軽量で実現し、大重量の観測装置を吊り下げて長時間飛行させることが可能な飛行体である。2020年に実施したB20-03実験にて、従来の放球法では網が皮膜に損傷を与え得ることが判ったことを踏まえ、ウインチを用いた準静的な放球(打上げ)方法を新規に開発した。本実験では、この新しい放球法を用いて体積2,000m³のスーパープレッシャー気球を飛行させ、放球法の有効性や放球から回収までの一連の運用性を確認するとともに、飛行環境下での気球の展開の様子や耐圧性能を評価する。これにより、将来の科学観測への本格利用に向けた、より大型のスーパープレッシャー気球の開発の重要な足掛かりとする。

(大型気球、気球満膨張体積: 2,000m³、直径: 18m、搭載機器重量: 100kg、飛行高度: 11km程度、PI: JAXA宇宙科学研究所)

ゼロプレッシャー気球が長時間飛行できない理由 (普通の気球は、底に穴があいている)



長時間飛行させるには、気球内ガスを大気圧よりも10%高い圧力に加圧しておき、体積が昼夜で変動しないスーパープレッシャー気球が必要

(画像クレジット: JAXA)

スーパープレッシャー気球は、従来型のゼロプレッシャー気球では実現できない長期間の昼夜をまたいだ飛行を実現できる。皮膜に網をかぶせる設計によって、高い耐圧性能と気球本体の軽量化を両立できる。

体積10m³の気球の地上試験 (2010年)



(画像クレジット: JAXA)



体積2,000m³の気球の地上試験 (2017年)



体積2,000m³の気球を用いた放球法の地上試験(2022年)

2025年度気球実験計画(4)

BS25-02 理学観測：レーザー周波数比較による一般相対論の高精度検証に向けた基礎実験(III-1)

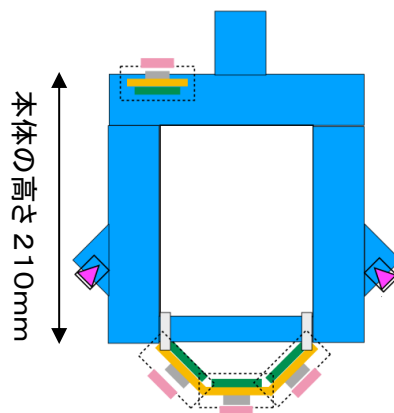
BS25-04 理学観測：レーザー周波数比較による一般相対論の高精度検証に向けた基礎実験(III-2)

極めて高精度に周波数安定化されたレーザーを大気球に搭載し、地上のレーザーと光周波数を比較することで、将来的に一般相対性理論を高精度で検証することを目指している。近年急速に発展している高安定・高精度の周波数比較技術を活用することで、測位衛星軌道での検証をも上回る精度での一般相対論の検証が可能となる。2023年にはピギーバック実験によって気球位置での高精度測位を実証し、2024年の気球実験では地上から照射する赤外線レーザー光を気球側で受光することによって送信光リンクを実現した。これらの成果を踏まえ、基礎実験の第3段階となる本実験では、飛行中の撮像画像を用いたレーザー照射方位のリアルタイム補正など、光リンクの品質向上に向けた地上局の気球追跡性能の改良技術を実証する。異なる条件で検証を重ねるため、2回のフライトを実施する。

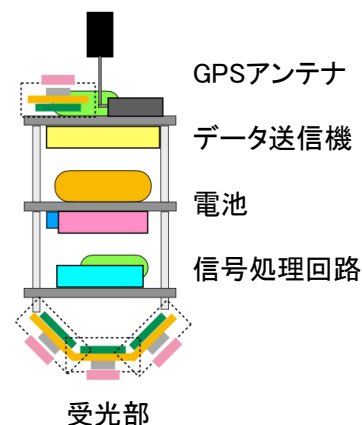
(ゴム気球(2機)、満膨張時直径: 11m、搭載機器重量: 2.0+1.9kg(2 Gondola構成)、飛行高度: 32km程度、PI: JAXA宇宙科学研究所)



装置概観(2024年実施時)



全体構造



内部構成

(画像クレジット: JAXA)

2025年度気球実験計画(5)

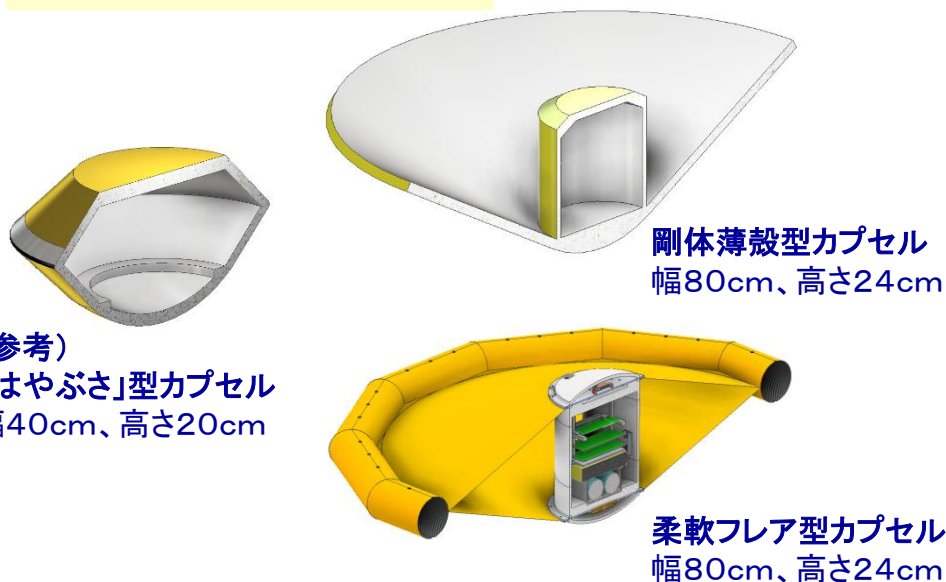
BS25-03 工学実証：ゴム気球を利用した剛体薄殻型大気突入カプセルの飛行試験

BS25-05 工学実証：ゴム気球を利用した柔軟フレア型大気突入カプセルの飛行試験

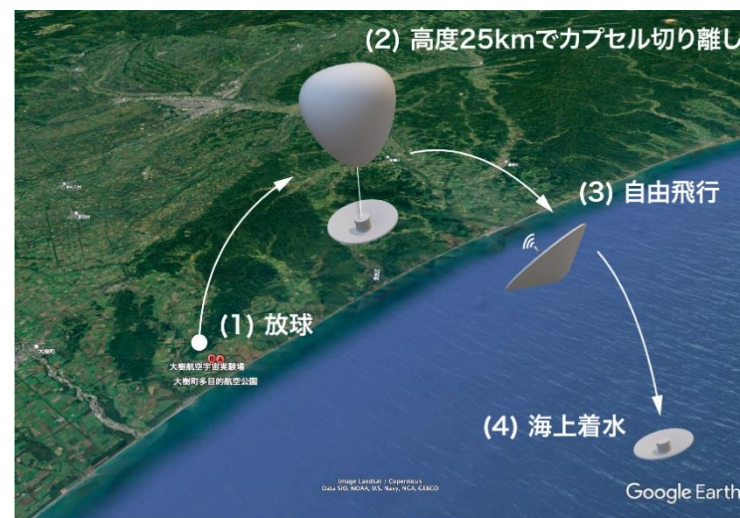
薄殻型の大気圏突入カプセルは将来の深宇宙からのサンプルリターンや他の惑星への大気突入を実現するための有力な技術である。利点としては、軽量・大面積の大気圏突入カプセルによる低い弾道係数、高高度での効率的な空力減速やそれによる空力加熱の低減、パラシュート無しでパラシュートと同程度の速度で地上まで降下できる、などが挙げられる。新型カプセルの実現には、低速領域でのカプセルの動的な空力姿勢安定性の理解が必要であり、風洞実験や数値解析と相補的な手段として自由飛行による実証研究が欠かせない。2022年以降に実施した計4回の気球実験にてカプセルの空力・姿勢データを取得した。その成果を踏まえ、本実験では、質量特性を更に変更したカプセル、および、従来の剛性のあるカプセルとの対比として柔軟性のある材質で製作したカプセルに関して1回ずつ計2回の飛行試験を実施し、各種設計パラメータがカプセルの特性に与える影響を評価する。

(ゴム気球(2機)、満膨張時直径:11m、搭載機器重量:2.0+1.9kg(2 Gondola構成)、飛行高度:32km程度、PI:北海道大学)

(画像クレジット:北海道大学・JAXA)



(参考)
「はやぶさ」型カプセル
幅40cm、高さ20cm



(画像クレジット:イラスト:北海道大学・JAXA、地図: Google Earth)

航空機や宇宙技術に関する 技術研究



(画像クレジット: JAXA)

(1) 背景・目的

- 有人機及び無人機の通信媒体のひとつとしてLTE通信(携帯電話回線)の上空利用が有望とされているが、LTE通信地上局の配置状況や、有人機及び無人機の飛行高度等によって通信性能に差があると考えられている。しかし上空におけるLTE通信の環境調査は実施には至っていない。
- 通信事業者・通信機器開発企業等との連携により、上空におけるLTEの通信環境最適化を行うことが可能になったため、2024年度より、大樹航空宇宙実験場周辺でのLTE通信環境の調査を開始している。

(2) 研究課題

- 高度差によるLTE通信性能の変化の確認(2024年度より継続)
- LTE通信地上局の配置と機体の位置によるLTE通信性能の変化の確認(2024年度より継続)
- LTEの上空エリアの通信環境最適化による通信性能変化の確認(2025年度より新規)

(3) 2025年度の研究開発/飛行試験予定

- JAXAの実験用ヘリコプタを使用し、上空におけるLTE通信環境の確認(高度・エリアによる差異の確認等、大樹町航空宇宙実験場周辺のLTE通信環境を確認)

(4) 試験担当

航空技術部門 航空利用拡大イノベーションハブ
DOER※1プロジェクトチーム

※1 DOER:Delivering Technologies for Cooperative Aerial Emergency Response
災害・緊急時等に活用可能な運航安全管理システム及び
小型固定翼無人機システムの研究開発



(画像クレジット: JAXA)

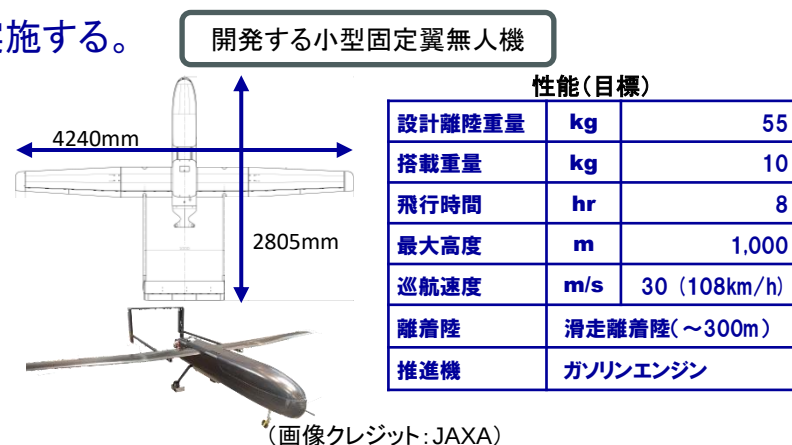
災害・緊急時等の活用に向けた小型無人機の研究開発

(1) 背景・目的

- 経済安全保障重要技術育成プログラム(Kプロ)において「災害・緊急時等の活用可能な小型無人機を含めた運航安全管理技術」に関する研究開発構想が策定され、JAXAはこの公募枠に応募し採択された(研究開発期間:2024.3-2029.2)。
- また、府省庁は異なるタイプの小型無人機とD-NET*を活用することにより緊急事態対処活動の高度化を要望しており、これまでにJAXAが研究開発してきた「固定翼」や「VTOL」無人機技術をベースに、長距離・長時間の飛行が可能となる小型無人機技術(固定翼、VTOL)を開発する。
- 今年度は製作した機体の機能確認試験および性能実証試験を実施する。

(2) 研究課題

- 小型固定翼無人機の研究開発
 - 遠隔地での情報収集に利用可能な小型固定翼無人機システムの開発
 - 有人機連携運用MUMT(Manned-UnManned Teaming)の開発
 - 第一種機体認証安全基準に適合するための固定翼設計・証明法(MOC案:Means Of Compliance)の構築・検証
- 多発タンデム・ティルト翼小型無人機の研究開発
 - 公募アウトプット目標を満たす、多発タンデムティルト翼VTOLの開発
 - 第一種機体認証安全基準に適合するためのVTOL設計・証明法(MOC案:Means Of Compliance)の構築・検証

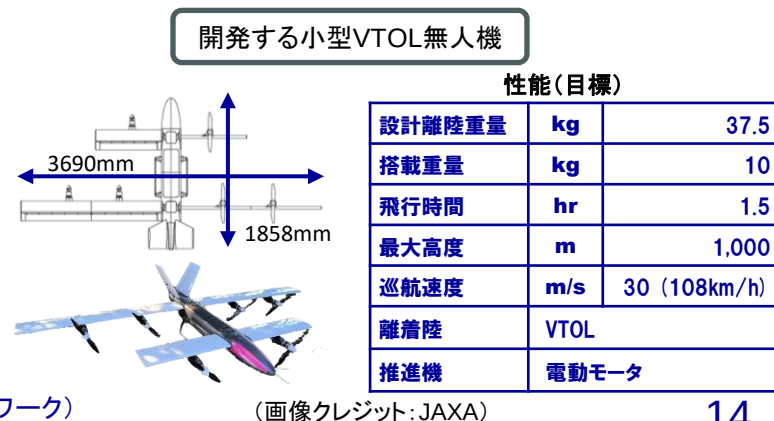


(3) 2025年度の研究開発/飛行試験予定

- 製作した機体を用いて自動制御等の機能確認試験を行う
- 目標性能達成を確認する性能実証試験を行う

(4) 試験担当

航空技術部門 航空利用拡大イノベーションハブ
小型無人機技術チーム



*D-NET: Disaster Relief Aircraft Management System Network(災害救援航空機情報共有ネットワーク)

VTOL: Vertical Take-Off and Landing(垂直離着陸)

空中風力発電のための風制御・発電試験

(1) 背景

地球温暖化や不安定な国際情勢のため、新たな再生可能エネルギーの開発は国内の重要課題である。空の高速な風を、日常生活で利用可能なエネルギーに変換できれば、その課題を解決する手段となり得る。

(2) 目的

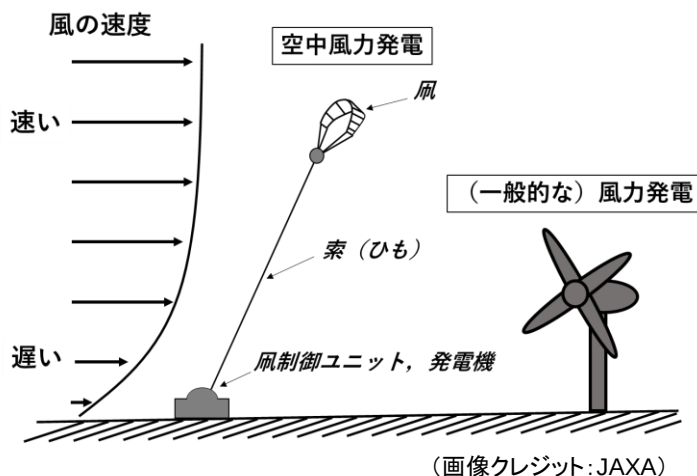
本研究では、日本国内の「社会受容性」、「気象」、「地形」を考慮した空の風を利用する発電（空中風力発電）の技術開発を行う。本試験では、空中風力発電システムの自然風条件下における①風の自動飛行制御技術の向上を図るとともに、②発電システムとしての性能調査を行うことを目的とする。

(3) 実験概要

FY2022～FY2024までの大樹町試験では、主に風の自動飛行制御技術を開発した。本試験では、開発した空中風力発電システムのはじめての屋外試験を実施する。発電システムをハンドリングエリアに設置し、システムの一部である風制御ユニットにより地上から風を制御する。風が8の字飛行する際の索の張力変化を利用して発電を行い、発電量等を計測する。風はこれまで同様に柔軟翼であり、スパン長は最大1.7mである。飛行高度は最大65mである。

(4) 実験担当

航空技術部門 航空利用拡大イノベーションハブ



係留気球を利用した宇宙輸送機の小型モデル投下実験(その2)

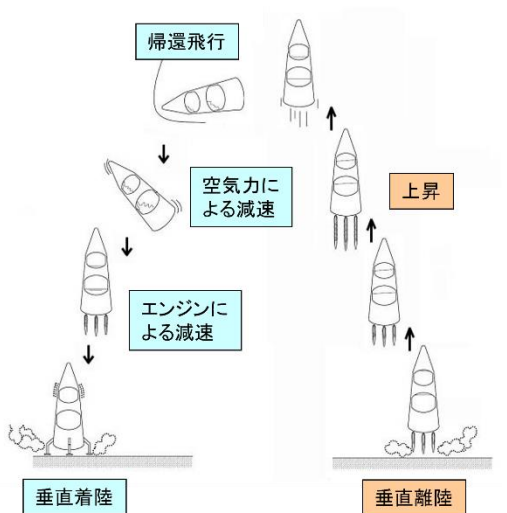
(1) 背景・目的

再使用ロケットなどの繰り返し運用が可能な宇宙輸送機においては、効率的に運用できるシステムが求められ、その観点では、輸送機が帰還する際の燃料の消費をどれだけ抑えることができるかが重要な技術である。そのためには、機体が空気から受ける力を最大限に利用して、エンジンによる減速を最小限にする必要がある。それを実現するため、飛行中に機体が空気から受ける力の特性と、それを利用した機体の運動の特性を明らかにしなければならない。昨年度の実験で確立した方法により、姿勢制御および運動の成立性を明らかにするための実験を行う。

(2) 実験概要

再使用型の宇宙輸送機の形状を想定した小型モデルに係留気球により150m未満の高度から投下し、その後の滑空飛行中の運動を観測する。小型モデルは主に樹脂および発泡スチロール製で、直径約0.2m、全長約1mの細長形状を有し、マイクロコンピュータ、姿勢センサ、圧力センサ、サーボモータ、電池等を搭載する。小型モデルは係留気球から切離し装置により投下され、降下中の姿勢やモデル表面の圧力などを計測する。

(3) 実験担当 宇宙科学研究所 宇宙飛翔工学研究系



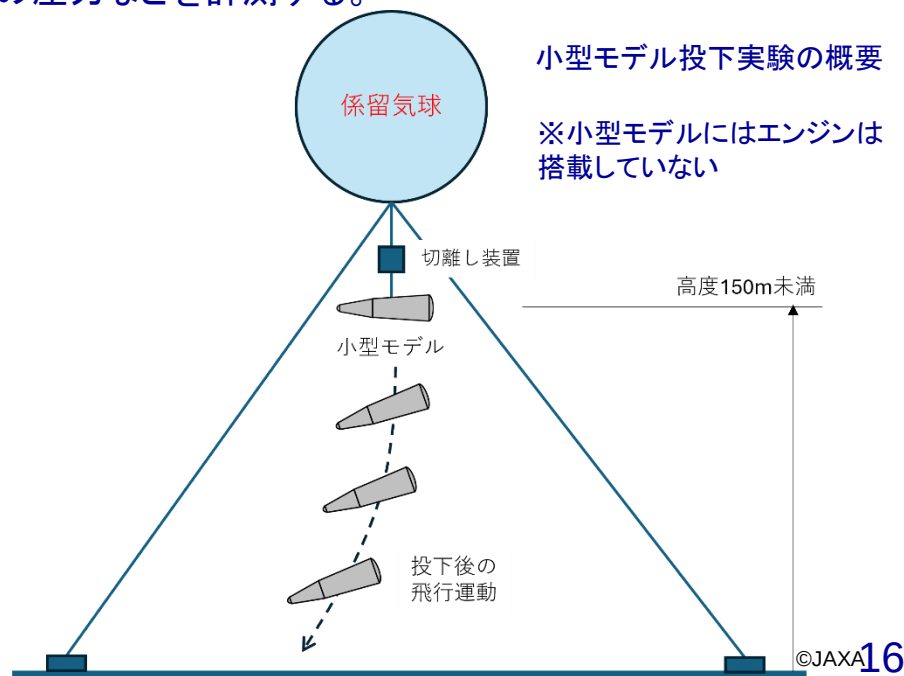
再使用ロケットの飛行の例

©JAXA



昨年度の実験の様子

©JAXA



©JAXA 16