【地球低軌道】高頻度物資回収システム技術（文部科学省）

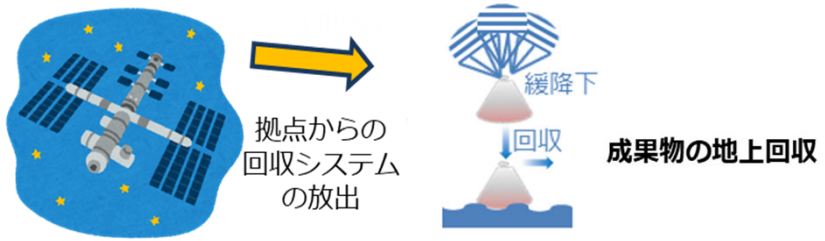
支援規模：25億円程度

背景・目的

地球低軌道利用サービス市場の規模は2040年には３兆円になるとも試算される中、民間企業等が宇宙産業に参入するためには、宇宙における技術実証や実験が欠かせないステップであるが、ISSから地球への実験サンプルの輸送手段は現状では有人宇宙船に搭載された帰還用カプセルのみであり、回数も年に３回程度と、物資回収量・頻度ともに少ない。サンプルの回収を伴わない実証・実験では取得できるデータが限定的であるため、低軌道から地球への輸送能力の制約が民間企業が宇宙環境を利用する上での阻害要因となっている。例えば、細胞培養やタンパク質結晶生成実験、材料分野の実験等では、実験終了後サンプルが変形・劣化する前にすぐに回収・解析を行い、データを取得したいというユーザーニーズがあり、**サンプルの高頻度回収システムが実現されれば、ユーザーが回収したいタイミングで即時的にサンプルを回収できるようになるため、宇宙環境利用の拡大が期待できる。**

多様なサンプルの回収ニーズに対応し、国際競争力を持つ高頻度回収システムを実現するためには、有人宇宙拠点から放出された回収システム内のサンプルの温度や圧力等を制御しながら、着陸に伴うサンプルへの負荷を軽減しつつ、狙った目標地点に高精度で回収システムを着地させることが求められる。

そこで本テーマでは、**低軌道拠点から実験サンプルを搭載した回収システムを放出し、サンプルへの負荷を軽減しつつ、タイムリーに回収するための高頻度回収システム技術を開発・検証する。**



（参考）宇宙技術戦略での記載

物資回収技術は、軌道上から安全・確実に必要な物資や貨物を地上に持ち帰るために不可欠なものであり、自律的で自在な物資回収を行えることは宇宙活動の優位性・自律性の観点から非常に重要である。ポストISS拠点では、今後の宇宙環境利用技術の発展等により、地上では製造できない高付加価値品（新材料や医療用組織等）を回収するニーズがが想定される。また、回収技術は自在な有人宇宙活動を行うために必須であり、自律性確保のためには独自の技術獲得が不可欠である。（中略）また、地上での効率的な機体回収に必要となる回収機の落下位置の精度向上に寄与する高精度再突入制御技術、宇宙実験成果等の回収物の温度維持などの回収物環境制御技術のほか、再突入時に回収物に加わる加速度を緩和する揚力誘導制御技術等の各要素技術の成熟も必要である。これらの技術は、民間も含めた低軌道利用の拡大・回収ニーズの拡大を背景とし、民間企業による技術開発・事業開発の活動と連携した取組として進めていくことが効果的である。（3.IV.（2）② ii ）

本テーマの目標

基本方針に定められている「2030年以降のポストISSにおける我が国の民間事業者の事業を創出・拡大」すること等に向けて、サンプルへの負荷を軽減しつつ、高頻度かつ即時的な回収を実現する低軌道拠点からの物資回収システムに係る基本システムの詳細設計及びその検証（TRL６相当）までを、2028年度までを目途に完了する。

技術開発実施内容

我が国の民間事業者の事業拡大に資する、低軌道拠点から実験サンプルを回収するための高頻度物資回収システムに関する技術開発を行う。

【地球低軌道】高頻度物資回収システム技術（文部科学省）

支援のスキーム

- １件あたり支援総額（上限）： 25億円程度
- 採択予定件数： １件程度
- 支援期間（最長）： ３年程度
- 委託・補助の別： 補助
- 支援の枠組み： C及びB
- ステージゲートの有無： 有

技術開発実施体制

基本方針で定められている技術開発実施体制に加えて、下記の全てを満たす企業等を想定。

✓ ポストISSにおいて、技術開発の成果を活用した事業計画を持ち、かつその実現に向けた投資計画（外部からの本事業への投資見込みを含む）を有すること。

✓ 技術開発、事業経営、商業宇宙ステーション関係企業含む関係機関との協力・調整・交渉において、十分な実施体制を有する又は整備を行えること。

評価の観点

● 採択にあたっては、基本方針で定められている技術開発課題選定の観点に加えて、以下の観点等を評価する。

✓ NASAの地球低軌道利用サービスの調達先は2026年に選定される予定となっているが、その選定結果に対して、柔軟に対応できる計画となっているか。

✓ 技術開発計画、高頻度物資回収システム技術を用いた地球低軌道サービスに関する事業計画（回収にかかる費用に対する回収重量など費用対効果が高い計画となっているかを含む）、投資計画等の計画は妥当であるか。

● ステージゲートにおいては、以下の観点等を評価する。

✓ 高頻度物資回収サービスを利用する可能性のある国内外の事業者を含むエンドユーザーのニーズを捉えた設計となっているか。

✓ 高頻度物資回収システム技術について、基本設計が完了しており、詳細設計、プロトタイプモデル等の製作及び検証が完了する見込みがあるか（TRL５相当の完了見込み）。

✓ 商業宇宙ステーション等、地球低軌道拠点の事業者との契約に向けた調整状況等、開発された技術が今後活用される見通しがあるか。

研究開発スケジュール（イメージ）

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
	C 高頻度物資回収システムのシステム検討、基本設計		SG → B 詳細設計やプロトタイプモデル等を用いた検証						

【地球低軌道】船外利用効率化技術（文部科学省）

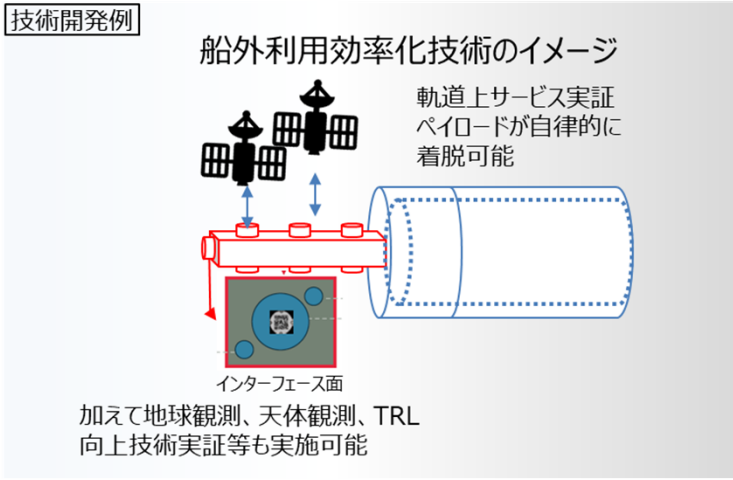
支援規模：65億円程度

背景・目的

2030年のISS運用終了後（ポストISS）、これまで政府間で所有・運用されてきた地球低軌道の有人拠点は、民間への所有・運用に移行されることが計画されており、これまで我が国が培ってきた技術を活かしつつ、我が国の民間事業者が市場規模３兆円とも試算される地球低軌道利用サービス市場に参入していくことが重要である。

我が国はこれまで、日本実験棟「きぼう」における船外実験プラットフォームを開発・運用してきた実績があるが、船外実験・実証環境は、科学観測、地球観測、通信、材料実験等の従来の用途に加え、世界的にも構想が進む軌道上サービスに係る技術の実証にも活用が可能であることから、今後の需要の拡大が見込まれる領域である。そのため、**民間事業者がJAXAに代わって、今後の市場の変化を見据えた新たな船外利用効率化技術を開発・運用していくことが重要**である。

技術開発例



そこで本テーマでは、船外利用ユーザーの実験装置を接続することができる標準的なインターフェース及びこれらの実験装置に対して電力等のリソースを提供する能力を備えつつ、**船外実験・実証の利便性向上・低コスト化を図るための船外利用効率化技術の開発・実証を推進**することで、我が国の民間事業者の地球低軌道利用を促進するとともに、本技術を活用した民間事業者による市場シェア獲得を図る。

（参考）宇宙技術戦略での記載

「きぼう」を通じて培ってきた優位性の高い宇宙実験コア技術として（中略）民間主体の活動に移行すると想定されるポストISSにおいては、日本が培ってきた宇宙実験技術や船内・船外プラットフォーム技術を、軌道上拠点運営企業に対して継承しつつ、AI・IoT技術を活用して実験サンプル・データの処理等を自動化・高速化する宇宙実験装置/船内・船外利用効率化技術やそれらの実現の基盤となりうる軌道上高度データ処理技術、高速通信技術等も取り入れ、事業性の高いシステムとして整備していくことが非常に重要である。（3.IV.（2）④ⅱ）

本テーマの目標

基本方針に定められている「2030年以降のポストISSにおける我が国の民間事業者の事業を創出・拡大」すること等に向けて、我が国の民間事業者による船外利用効率化技術を活用したサービスの提供を実現するため、船外利用ユーザーの実験装置を接続することができる接続インターフェース（中型曝露実験アダプタiSEEP等国際的に利用実績のあるインターフェースと互換性のある接続インターフェース）を設置可能であり、また、ユーザーによる利用運用が簡略化される等、これまで以上に利便性向上・低コスト化が図られ、専門家以外の利用者が増加するような船外利用効率化技術について、2031年度までを目途に軌道上実証（TRL７相当）を完了する。

技術開発実施内容

地球低軌道拠点の船外における実験・実証の利便性向上・低コスト化に向けた船外利用効率化技術の開発及びプロトフライトモデルの軌道上実証を行う。

【地球低軌道】船外利用効率化技術（文部科学省）

支援のスキーム

- １件あたり支援総額（上限）： 65億円程度
- 採択予定件数： １件程度
- 支援期間（最長）： ５年程度※
- 委託・補助の別： 補助
- 支援の枠組み： C及びB
- ステージゲートの有無： 有

※ステージゲート評価等を踏まえた判断の下、支援総額の範囲内で打上げ・軌道上実証に必要な追加の期間（１年程度）を設けることが可能。

技術開発実施体制

基本方針で定められている技術開発実施体制に加えて、下記の全てを満たす企業等を想定。

- ✓ポストISSにおいて、技術開発の成果を活用した事業計画を持ち、かつその実現に向けた投資計画（外部からの本事業への投資見込みを含む）を有すること。
- ✓技術開発、事業経営、商業宇宙ステーション関係企業含む関係機関との協力・調整・交渉において、十分な実施体制を有する又はその整備を行えること。

評価の観点

- 採択にあたっては、基本方針で定められている技術開発課題選定の観点に加えて、以下の観点等を評価する。
  - ✓船外利用をする可能性のある国内外の事業者を含むエンドユーザーのニーズを分析するとともにそのニーズを捉えた計画となっているか。
  - ✓NASAの地球低軌道利用サービスの調達先は2026年に選定される予定となっているが、その選定結果に対して、柔軟に対応できる計画となっているか。
  - ✓技術開発計画、船外利用効率化技術を用いた地球低軌道サービスに関する事業計画、投資計画等の計画は妥当であるか。
- ステージゲートにおいては、以下の観点等を評価する。
  - ✓船外利用をする可能性のある国内外の事業者を含むエンドユーザーのニーズを捉えた設計となっているか。
  - ✓船外利用効率化技術について、システム検討が完了しているとともに、実現可能な仕様を設定できているか（TRL４相当の完了）。
  - ✓商業宇宙ステーション関係企業との契約に向けた調整状況など開発された技術が今後活用される見通しがあるか。

研究開発スケジュール（イメージ）

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
	C 船外利用効率化技術のシステム検討、基本設計		SG	B 船外利用効率化技術の詳細設計やプロトフライトモデル等を用いた設計検証、軌道上実証					

【地球低軌道】軌道上データセンター構築技術（文部科学省）

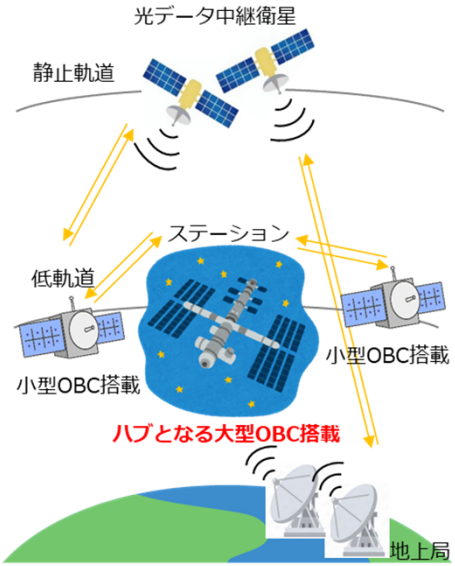
支援規模：135億円程度

背景・目的

今後、地球低軌道利用サービスの増大や大規模な地球観測衛星コンステレーションの出現により、軌道上で生成されるデータは爆発的に増加すると予想されているところ、軌道上でデータを処理し、結果を地上に送信することが、安定的・効率的なデータ利用上重要となる。

※ Euroconsultによれば、2024年からの10年間で5,000機以上の地球観測衛星が打ち上げられる予測。

通常、衛星内データの取得・記録・送信等の様々な処理は、人工衛星に搭載されているオンボードコンピュータ（OBC）により行われているが、今後はこれに加えて、**高い負荷がかかるデータ処理を拠点的・集中的に行う軌道上データセンターを構築し、安定的・効率的なデータ処理と必要なデータの即時的利用が可能な宇宙利用環境を構築することが重要**となる。さらに、将来的には軌道上データセンターの技術を月面における集中的なデータ処理の実現に応用することができれば、月面での活動の高度化、効率化等にも資することが期待できる。このような軌道上データセンターには、一定以上の処理能力を持つ強力なコンピューティング機能の搭載が求められるため、豊富な電力リソースの使用や、機器の物理交換・メンテナンス等が可能となる宇宙ステーションに設置することが適切であるが、そのためには、例えば、消費電力が大きい強力なプロセッサを効率的に排熱するための熱制御システムや処理データの大容量送受信を可能とする光通信ネットワークシステム等の技術を開発する必要がある。また、このようなシステムは適切なセキュリティとユーザビリティを備えた使い勝手の良いシステムとなっている必要がある。



そこで本テーマでは、軌道上におけるデータ処理・通信のハブとなる拠点の実現に向けて、**商業宇宙ステーション内に設置可能な軌道上データセンターを実現するための技術を開発・実証**する。

（参考）宇宙技術戦略での記載

「きぼう」を通じて培ってきた優位性の高い宇宙実験コア技術として（中略）民間主体の活動に移行すると想定されるポストISSにおいては、日本が培ってきた宇宙実験技術や船内・船外プラットフォーム技術を、軌道上拠点運営企業に対して継承しつつ、AI・IoT技術を活用して実験サンプル・データの処理等を自動化・高速化する宇宙実験装置/船内・船外利用効率化技術やそれらの実現の基盤となりうる軌道上高度データ処理技術、高速通信技術等も取り入れ、事業性の高いシステムとして整備していくことが非常に重要である。（3.IV.（2）④ ii ）

本テーマの目標

基本方針に定められている「2030年以降のポストISSにおける我が国の民間事業者の事業を創出・拡大」すること等に向けて、高度なデータ処理能力（複数の地球観測衛星及び宇宙ステーション設置型実験装置のデータ処理が同時にできる程度）を持つ軌道上データセンター構築技術を活用したビジネスの創出・拡大を実現するため、2031年度までを目途に軌道上実証（TRL７相当）を完了する。

技術開発実施内容

高いデータ処理能力及び光通信経路を持つステーションにおける軌道上データセンターの構築に必要な技術を開発し、プロトフライトモデルの打上げや軌道上実証までを実施する。

【地球低軌道】軌道上データセンター構築技術（文部科学省）

支援のスキーム

- １件あたり支援総額（上限）： 135億円程度
- 採択予定件数： １件程度
- 支援期間（最長）： ５年程度※
- 委託・補助の別： 補助
- 支援の枠組み： C及びB
- ステージゲートの有無： 有

※ ステージゲート評価等を踏まえた判断の下、支援総額の範囲内で打上げ・軌道上実証に必要な追加の期間（１年程度）を設けることが可能。

技術開発実施体制

基本方針で定められている技術開発実施体制に加えて、下記の全てを満たす企業等を想定。

- ✓ ポストISSにおいて、技術開発の成果を活用した事業計画を持ち、かつその実現に向けた投資計画（外部からの本事業への投資見込みを含む）を有すること。
- ✓ 技術開発、事業経営、商業宇宙ステーション関係企業含む関係機関との協力・調整・交渉において、十分な実施体制を有する又はその整備を行えること。

評価の観点

- 採択にあたっては、基本方針で定められている技術開発課題選定の観点に加えて、以下の観点等を評価する。
  - ✓ 軌道上データセンターを利用する可能性のある国内外の事業者を含むエンドユーザーのニーズを分析するとともにそのニーズを捉えた計画となっているか。
  - ✓ NASAの地球低軌道利用サービスの調達先は2026年に選定される予定となっているが、その選定結果に対して、柔軟に対応できる計画となっているか。
  - ✓ 技術開発計画、軌道上データセンターの構築技術を用いた地球低軌道サービスに関する事業計画、投資計画等の計画は妥当であるか。
- ステージゲートにおいては、以下の観点等を評価する。
  - ✓ 軌道上データセンターを利用する可能性のある国内外の事業者を含むエンドユーザーのニーズを捉えた設計となっているか。
  - ✓ 軌道上データセンターの構築技術について、システム検討が完了しているとともに、実現可能な仕様を設定できているか（TRL４相当の完了）。
  - ✓ 商業ステーション関係企業との契約に向けた調整状況等、開発された技術が今後活用される見通しがあるか。

研究開発スケジュール（イメージ）

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
	C 軌道上データセンターのシステム検討、基本設計		SG	B 軌道上データセンターの詳細設計やプロトフライトモデル等を用いた設計検証、打上・軌道上実証					