

# 無人機技術を用いた効率的かつ機動的な自律型無人探査機（AUV）による 海洋観測・調査システムの構築

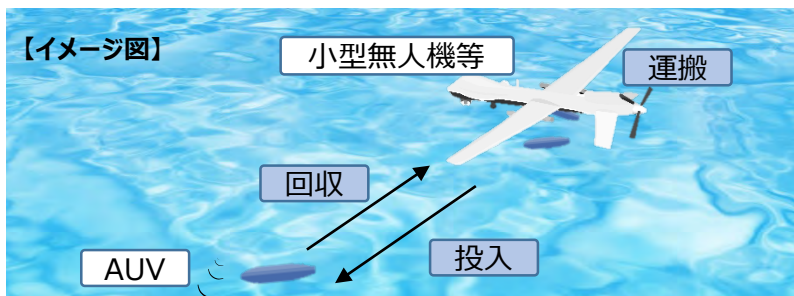
【最大80億円程度】

※ステージゲートを経て追加措置可能

- 我が国の総合的な海洋の安全保障の確保のため、**海洋状況の早期把握が重要**。
- 既存の手段から得られるデータは限定的で、効率面・効果面も含め**海洋全般の観測には限界**が存在。また、有人船舶の立ち入りが難しい海域における**安全な観測・調査にも課題**。
- そのため、本構想では、①**小型無人航空機等によりAUVを運搬・投入・回収する技術**を確立するとともに、このような②**運搬・投入・回収に適した AUVの性能の確保・向上、深深度化**等を検討し、目標海域へ迅速にアクセスし、広範囲を効率的に調査・監視できる無人化・省人化されたシステムの構築を目指す。

## 1 AUVの運搬・投入・回収

- AUVをEEZの重要な海域に展開できるような航続距離、可搬重量等を確保できる性能を有する小型無人航空機、AUVの自動投入・揚収装置等の開発を目指し、試作システムの実証試験までを行う。
- 海底火山噴火等の立ち入りが制限される場所への展開を想定し、無人によるAUVの投入・回収等が可能な通信、位置推定等の自律制御が基本。



## 2 AUV性能の確保・向上、深深度化

- 運搬・投入・回収に適した小型・軽量のAUV（最大潜水深度2000m程度、24時間潜航可能）の開発を目指し、AUVの運搬・投入・回収の実証試験に供する試作機を試作する。
- 深深度化を目指したホバリング機能付AUV（最大潜水深度6000m以深）を開発する。



# 先端センシング技術を用いた海面から海底に至る海洋の鉛直断面の 常時継続的な観測・調査・モニタリングシステムの開発

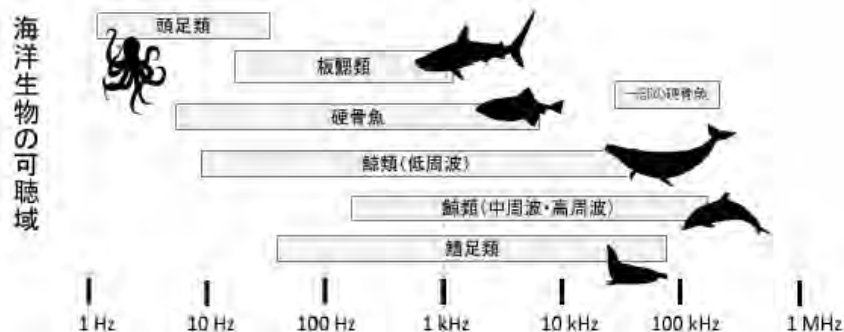
【最大80億円程度】

※ステージゲートを経て追加措置可能

- 我が国の総合的な海洋の安全保障の確保のため、**海洋状況の早期把握が重要**。
- 既存の手段から得られるデータは限定的で、効率面・効果面も含め**海洋全般の観測には限界**が存在。様々な海洋状況を経時的に観測・把握できる技術は確立されていない。
- そのため、本構想では、①**先端センシング技術を用いた海面から海底に至る空間の観測技術**を開発するとともに、②**観測データから有用な情報を抽出・解析し統合処理する技術**を開発することで、海面から海底に至るまでの海洋全般の経時的な観測及び分析を行うシステムの構築を目指す。

## 1 海面から海底に至る空間の観測技術

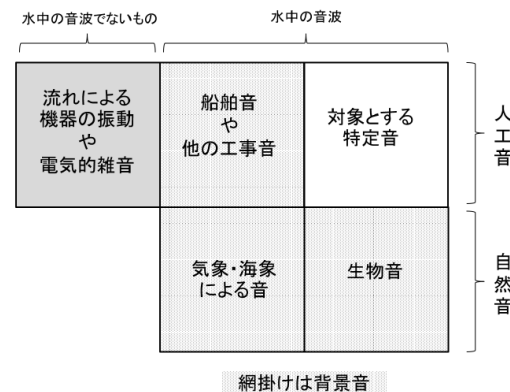
- 振動・音響等を高感度かつパッシブに検知する最先端のセンサと、それにより得られたデータをリアルタイムに地上へと伝送するケーブルからなる海洋モニタリング技術を開発し、海面から海底に至る空間の観測技術の確立を目指し、試作システムによる検証までを行う。



図出典：海洋音響学会，海中音の計測手法・評価手法のガイダンス(2021)

## 2 情報を抽出・解析し統合処理する技術

- AI・ビッグデータ解析技術等を活用し、先端センシングケーブルや海面からの様々なセンサが観測する情報の中から環境音・人工音(船舶等)・生物音(魚群等)の自動判別等、有用な情報を抽出・解析できる手法を開発し、試作システムにて検証を行う。



支援対象となる技術

- ▶ 先端センシング技術を用いた海面から海底に至る空間の観測技術
- ▶ 観測データから有用な情報を抽出・解析し統合処理する技術

# 量子技術等の最先端技術を用いた海中（非 GPS 環境）における高精度航法技術 量子技術等の最先端技術を用いた海中における革新的センシング技術

【最大95億円程度】

※高精度航法技術はステージートを経て追加措置可能

- 海洋環境保全、海洋由来の自然災害への対応、総合的な海洋の安全保障の確保等のため、**海洋状況把握や海洋における活動能力の強化が重要**。
- このような能力の強化にあたっては、様々な海洋状況を高精度・高効率・広範囲に観測・調査・モニタリング可能とする**技術の確立が欠かせない**。
- そのため、本構想では、量子技術等の最先端技術を海中の航行や海洋環境観測に適用することにより、これまでにない①**高精度航法技術**や②海中における**革新的センシング技術**を確立する。

## 1 高精度航法技術

- GPS等の全球測位衛星システム(GNSS)の電波が届かない海中においても、自らの位置、速度、姿勢を高精度に把握し、長期間の活動を可能にするため、世界最高の精度を有する慣性航法装置のプロトタイプの開発・実証を目指す。

## 2 革新的センシング技術

- これまで観測手段に乏しかった海中・海底の磁場等を高精度に観測するためのセンシング技術を開発し、これと様々な既存のセンサーや観測システムと組み合わせることで、海洋状況把握に資する基盤技術を確立する。



支援対象となる技術

- ▶ 量子技術等の最先端技術を用いた海中（非GPS 環境）における高精度航法技術
- ▶ 量子技術等の最先端技術を用いた海中における革新的センシング技術



# 船舶向け通信衛星コンステレーションによる海洋状況把握技術の開発・実証

(147億円を超えない範囲／8年)

## 背景

- 「自由で開かれたインド太平洋」を実現するため、宇宙を活用した我が国周辺海域、及びシーレーン周辺海域の海洋状況把握（MDA、Maritime Domain Awareness）を行う能力の強化が必要である。
- こうした中、船舶に関する情報は、広大な海域を移動する船舶を網羅的に把握する手段が不十分で、十分なデータも蓄積されていない。
- 双方向デジタル通信システム（VDES：VHF Data Exchange System）は、既存の船舶自動識別システム（AIS、Automatic Identification System）による情報交換を高度化・高速化し、衛星による信号中継も行うもので日本が国際標準化を主導してきた。
- 欧州ではVDES規格に準拠する衛星を打上げ、北極海等で実証実験を実施・運用中である。
- 本事業では、宇宙から船舶動静情報を網羅的に収集するMDAのためのVDES衛星技術及び、双方向通信による海事情報の集約・共有を行うためのデータプラットフォーム技術の研究開発を行う。

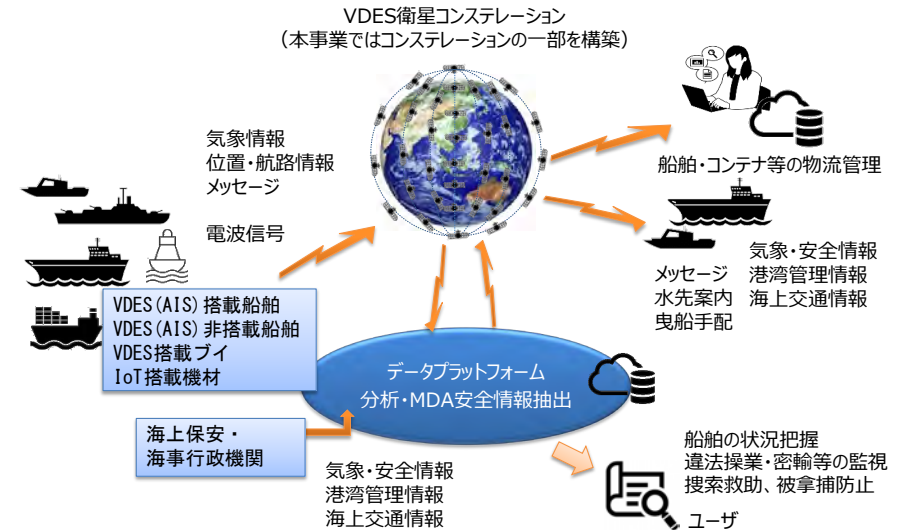
## 想定される利用ニーズ

- 双方向の高度情報通信ニーズに対応（主に民間）  
小型船、漁船も含めた船舶と陸上間の音声通信・メールサービス等を船舶用VDES受信装置を使って提供する。（携帯電話の圏外でも通信可能）
- 港湾・物流管理（ビッグデータの収集）ニーズに対応（主に民間）  
港湾管理（入出港調整、岸壁管理）、船舶・コンテナ等の物流管理等に必要な情報を地球規模で（陸から海までシームレスに）収集する。
- 海上保安業務（海上交通安全）のニーズに対応（主に政府）  
海上安全情報、航行援助・海上交通管制、衝突防止、氷海情報等を海上保安官庁から船舶に提供する。
- 海洋状況把握（法執行、海洋安全保障）ニーズに対応（主に政府）  
不審船等の発見、IUU（※）漁業、密輸、密航等の監視、被拿捕防止、捜索救助等が可能になる。

※違法（Illegal）・無報告（Unreported）・無規制（Unregulated）漁業

## 研究開発の内容

- 2024年度までに、ドローン、係留気球、航空機を活用してVDES衛星ミッションペイロード、船舶用VDES受信装置、及びアプリケーション技術の地上実証を行う。
- 2027年度までに、衛星を5機程度ずつ、段階的に2軌道面に打ち上げ、日本EEZ内でVDES機能と電波発信源の位置特定機能の性能評価を行う。



## 想定スケジュール

～2023	～2024	～2027	～2029
	ステージゲート	ステージゲート	
システム設計	要素技術開発 地上実証	実証衛星の開発、打ち上げ 日本EEZ内で実証	海外VDES衛星と 連携、グローバル実証

# 光通信等の衛星コンステレーション基盤技術の開発・実証

(600億円を超えない範囲／8年)

## 背景

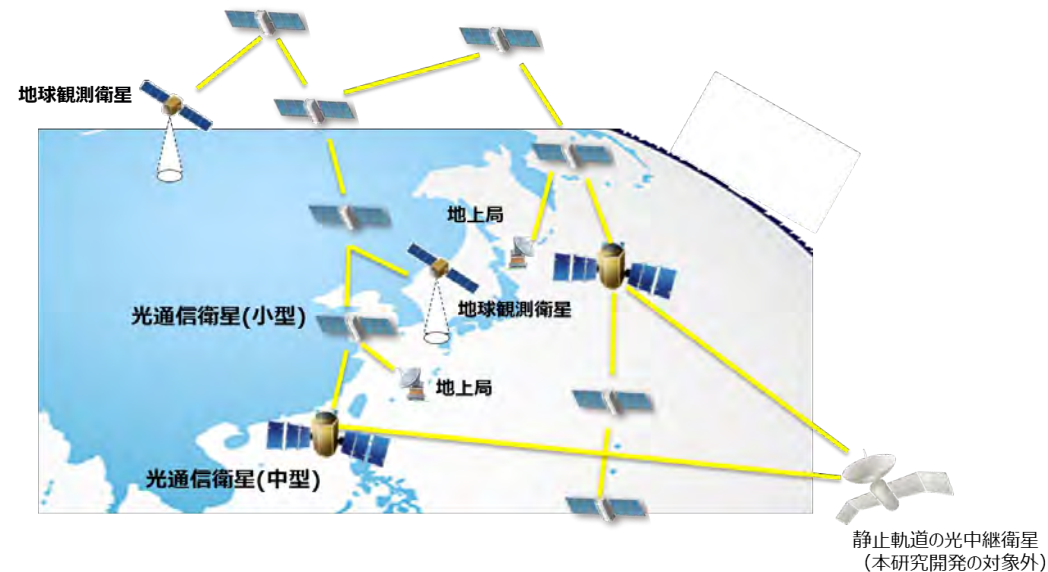
- 宇宙領域における情報収集・通信・測位を担う衛星コンステレーションは、防衛、海洋、防災、環境など様々な分野での利用が拡大し、我が国の社会経済活動や安全保障活動に不可欠なインフラとなる見込み。
- こうした中、地球観測衛星コンステレーションにおいては、宇宙と地上を結ぶ通信リンクにおいて、通信容量増大、撮像の即応性向上、通信ネットワークのセキュリティ向上、電波資源の枯渇への対応等の課題が顕在化している。
- 衛星光通信ネットワークによる宇宙通信インフラは、これらの課題を解決するための基盤インフラとなり得るものであり、我が国が他国に依存することなくこれを自律的に構築する能力をもつことは重要である。
- 欧米では安全保障ニーズから国が主導する宇宙通信インフラ構築の構想が立ち上げられているが、まだ技術の確立までに至っていない。
- 本事業では、我が国が世界に先んじて地球規模の宇宙通信インフラを構築するための衛星光通信ネットワーク技術を確立し、世界市場で技術優位性をもち、ルール形成等でも主導的立場に立つことを目的とする。

## 想定される利用ニーズ

- 通信容量増大ニーズに対応  
政府・民間の地球観測衛星が撮像する全てのデータを他国に依存することなくセキュアに地上にダウンロードする。
  - 民間の衛星コンステレーションから得られる1日数テラ～数十テラバイト/1コンステレーションの観測データをダウンロード可能
  - 政府が持つ大型光学・レーダー衛星から得られる1日数テラバイト/1機の観測データをダウンロード可能
- 撮像の即応性向上ニーズに対応  
撮像コマンドに即応して地球観測衛星から画像、動画をほぼリアルタイムで地上にダウンロードする。
  - 民間の軌道上サービスが必要とするランデブ・ドッキング中の画像（動画）を低遅延（1秒以内）で地上にダウンロード可能
  - 政府衛星に地上局、もしくは衛星搭載エッジコンピュータから任意時刻に低遅延（1秒以内）でコマンドを送信し撮像が可能

## 研究開発の内容

- 2024年度に2機の衛星を同一軌道面に打ち上げ、2機の衛星に搭載された光通信ターミナル間で光リンクの実証に着手する。
- 2029年度までに、衛星光通信ネットワークシステムとしてネットワーク制御も含め機能・性能を宇宙空間において実証する。あわせて、日本近傍で所要の通信サービス機能をもつことを検証する。



## 想定スケジュール

～2023	～2024	～2027	～2029
システム設計	要素技術実証	衛星2機での光通信実証	光通信ネットワーク実証
	ステージゲート	ステージゲート	

# 高感度小型多波長赤外線センサ技術の開発

(50億円を超えない範囲／6年)

## 背景

- **多波長赤外線センサ**はその観測波長帯域の広さと波長分解能性能により、鉱物資源探査、農林水産業の効率化、そして環境に過度な負荷を与えない持続可能な社会経済活動を行う上で、**従来のセンサでは得られない利用性の高い情報を収集することができる**。
- 多波長赤外線センサを構成する要素技術である**赤外線検出器**は、その熱源探知能力や暗視センサとしての活用により安全保障用途でも使用することができるため、**世界的に輸出規制が掛けられているものもある**。
- 本事業では、「**小型で大画素の赤外線検出器を国産化し、分光デバイス・光学系についても「柔軟な波長帯選択ができ高感度・小型でセンサとしてシステム化できる」**技術レベルまで到達することを目指す。さらに**ドローンと小型衛星による地上・空・宇宙での実証を行い、空間分解能だけでなく時間分解能も向上した多波長画像を得る**ことで、幅広く民生利用と公的利用につなげる。

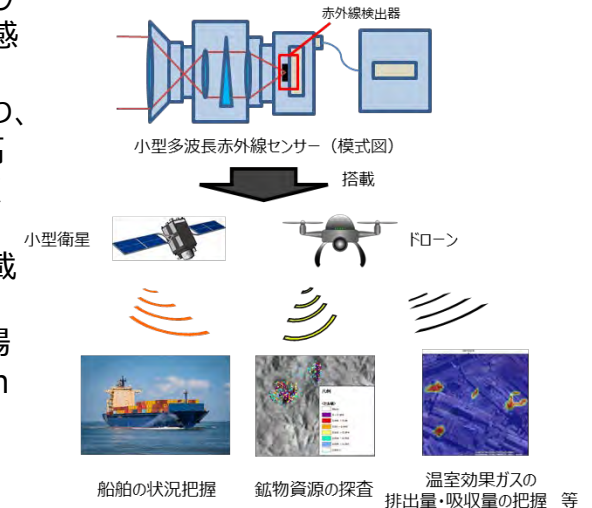
## 想定される利用ニーズ

- 民生利用分野ニーズに対応  
小型衛星・ドローンに搭載することで、時間分解能が高くユーザ・ニーズに応じた波長帯域を高感度に撮像した赤外画像が取得でき、利用用途として以下を見込む。
  - 温室効果ガスの高精度な空間分布、ブルーカーボンや泥炭地・森林バイオマスの実態等の環境計測データによる炭素クレジットへ展開
  - 重要鉱物資源探査に活用（例えば、ニッケルやコバルト等のレアメタル鉱床の発見）
- 経済安全保障分野のニーズに対応  
広い温度領域が計測可能である特徴を活かし、社会経済、安全保障のそれぞれの活動で必要なインテリジェンスを計測データから抽出することができるセンサとしての利用が期待される。

## 研究開発の内容

- 2026年度までに、赤外線を検知する「赤外線検出器」、分光してスペクトル画像を得る「分光デバイス」、及び「光学系」を開発する。
- 2027年度までに、これら要素技術を組合せ多波長赤外線センサとし、新たに開発する「小型衛星」、及び「ドローン」に搭載し、空間・波長分解能だけでなく時間分解能も高い多波長画像を取得する。多波長赤外線センサの性能は以下のとおり。

1. 検出できる赤外波長として $1\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ の広い感度波長域
2. 高いS/N比を維持しつつ、 $0.05\text{nm}\sim 10\text{nm}$ の高い波長分解能、及び波長帯選択機能
3. 解像度として、衛星搭載の場合 $5\text{m@swath } 5\text{km}$ 、ドローン搭載の場合 $5\text{cm@swath } 50\text{m}$ の高い空間分解能



## 想定スケジュール

～2023	～2024	～2026	～2027
システム設計	赤外線検出器（小画素）開発	赤外線検出器（大画素）・分光デバイス・光学系統合しセンサ開発	多波長赤外線センサ地上・空・宇宙実証



# 災害・緊急時等に活用可能な小型無人機を含めた運航安全管理技術

【最大60億円程度】

- 災害・緊急時の人命救助や被害確認等のための**初動対応の効率化・高度化に向けては**、ヘリポート等の限られた場所から展開を行う有人機のみでは限界が存在し、**小型無人機への期待が大きくなっている**。
- 他方、現在、有人機と無人機間における**運航安全管理技術は確立されておらず**、安全確保の観点から、有人機と無人機が同じ空域を飛ぶことができない。また、災害・緊急時に求められる、**長距離飛行可能な航続性能と高機動性を有する垂直離着陸性能を両立した機体技術は確立されていない**。
- そのため、本構想では、①**有人機と無人機、拠点の間における運航安全管理・情報通信技術**、及び②**長時間・長距離等の飛行や悪天候対応を可能とする小型無人機関連技術**を開発することで、世界に先駆けた高度な安全性を実現する我が国技術の独自性を確保することを目指す。

## 1 運航安全管理・情報通信技術

- 災害・緊急時等に有人機と無人機が救助活動等を同時に行うことができるよう、多種多様な有人・無人機間での飛行計画及び動態情報のリアルタイム共有、自律的な衝突回避のための最適経路選定等が可能となる技術を開発し、情報通信・小型無人機と統合することで運航安全管理システムの構築を目指す。
- 地上の通信基盤がぜい弱・崩壊したエリア等においても機体との通信が途絶しないセキュアな情報通信技術を開発する。

支援対象となる技術

- ▶ 小型無人機を含む運航安全管理技術
- ▶ 小型無人機との信頼性の高い情報通信技術
- ▶ 災害・緊急時等に活用可能な長時間・長距離等の飛行を可能とする小型無人機技術

## 2 小型無人機関連技術

- 垂直離着陸が可能であり、山間部や遠隔地等の飛行に十分な連続飛行、悪天候や昼夜問わずの運用、救援物資等を搭載するのに十分な積載量を兼ね備えた無人機を開発する。



【運航管理のイメージ】

出典：航空技術



# 空域利用の安全性を高める複数の小型無人機等の 自律制御・分散制御技術及び検知技術

【最大90億円程度】

- 空の産業革命が期待される中、無人航空機の安全で効率的な利活用を進めていくことが必要。
- 被災地などでの対応に小型無人機の活用が進みつつある中、複数の小型無人機が**情報収集や救援支援等の任務を自律的に遂行**することが求められている。また、小型無人機等の利活用が進む中にあるのは、空域の安全性を高めることも重要であり、**複数の小型無人機等の検知技術等**も求められている。
- そのため、本構想では、①**複数の小型無人機が連携して未知な環境や複雑な環境、非GNSS環境においても任務を遂行可能な高度な自律制御・分散制御技術**を開発すると共に②**空域における小型無人機等の検知を可能とする空間のセンシング・イメージングの要素技術や革新的手法**の開発を進める。

## 1 自律制御・分散制御技術

- 非GNSS環境や通信の途絶時にも、障害物回避や突発的な気象条件の変化に対応し、目的地まで自律的な飛行が可能となる技術と、複数の小型無人機が連携して、目標を達成するための最適な行動が自律的に取れる技術を開発し、実証デモ機群を用いた飛行実証を行う。



## 2 小型無人機等の検知技術

- 様々な速度で飛行する複数（10機以上）の小型無人機の位置をリアルタイムに鳥等の生物と誤認せずに検知できる技術を開発し、実証デモ機群を検知するデモンストレーションを行う。



支援対象となる技術

- ▶ 小型無人機の自律制御・分散制御技術
- ▶ 空域の安全性を高める小型無人機等の検知技術



# 航空安全等に資する小型無人機の飛行経路の風況観測技術

(11億円を超えない範囲／3年)

## 背景

- 都市の渋滞回避、離島や山間部での移動手段、災害時の救急・物資輸送、インフラ点検など、今後、持続可能で強靱な社会の実現に向けて、ドローンや空飛ぶクルマといった**有人・無人航空機の利用機会の増加**が見込まれ、「空の産業革命に向けたロードマップ2022」においても、**ドローンや空飛ぶクルマと航空機がより安全で効率的な運航を行うための運航管理技術を開発**することとされている。
- ドローンや空飛ぶクルマが安全に飛行するためには、より詳細な風況観測が必要であるが、ドローンや空飛ぶクルマの飛行が想定される低高度においては、現行の**レーダーやカメラのようなセンシング技術には限界**があり、それらに代わる**センシング技術の開発**が求められる。併せて、ドローンや空飛ぶクルマ自らが**運行中に風況観測することも安全のためには必要**であるため、ドローンや空飛ぶクルマに搭載可能とする**小型・軽量のセンサー開発**も求められる。
- こうしたニーズに対応する検知手法として、対象物にレーザー光を照射して、対象物からその反射光を検知し、ドップラー効果（周波数の変化）を計測する**ドップラー・ライダーの活用**が期待されている。

## 想定される利用ニーズ

- 風況観測技術は、今後、利用機会の増加が見込まれるドローンや空飛ぶクルマといった**有人・無人航空機**の安全な離発着、適切な経路の選定への活用が期待される。また、障害物検知のアルゴリズムは、自動運転支援等への活用が想定される。

## 研究開発の内容

### ● 詳細な乱流の検知技術開発

ドローンなど小型の機体は、突風やビル風など局地的な乱流の影響を強く受けることから、安全な運航のためには風況を詳細に捉える必要があるため、これに対応できるレーザー照射に係るドップラー・ライダーの制御技術と照射したレーザーの反射光を処理するアルゴリズムの開発・実証を行う。

### ● 移動体搭載向け乱流検出ライダーの開発

航空機等の移動体がより早く乱流や突風、前方の障害物を検知し、自身が安全に飛行・運行するためには、移動体そのものにドップラー・ライダー搭載することが最も有効。このため、移動体への搭載に当たって必要となる、ドップラー・ライダーの小型化を行うとともに、移動体の揺れを踏まえた、レーザー照射と反射光の信号処理を補正するアルゴリズムを開発する。

### ● 障害物など物体の精密検知技術の開発

風況観測においては、空気中の微細なチリからの反射以外をノイズとしているが、そのノイズを活用することで物体を検知し、判別するアルゴリズムの開発を行う。

## 想定スケジュール

	2023年度	2024年度	2025年度
【研究開発項目①】空間分解能高度化技術			
高空間分解能化アルゴリズム・ソフトウェア基礎設計	TRL:4		
【研究開発項目②】航空機搭載向けドップラー・ライダー開発			
リアルタイム信号処理補正技術		TRL:5	
航空機搭載向け耐振動・耐候性ドップラー・ライダーの設計		TRL:5	
精度検証			TRL:5
【研究開発項目③】障害物など物体の精密検知技術			
物体検知アルゴリズム基礎設計	TRL:4		

★：ステージゲート

# 航空機の設計・製造・認証等のデジタル技術を用いた開発製造プロセス 高度化技術の開発・実証

(150億円を超えない範囲／5年)

## 背景

- 複雑化するシステムや製品の開発効率、安全・機能的性能を革新的に高めるため、製造業におけるMBSE（Model-Based Systems Engineering）、シミュレーション技術等の重要性が増している。
- 特に、部品点数が300万点（自動車の約100倍）に及ぶなど極めて高い複雑性を有し、実機による高度な安全認証試験を要求される航空機開発においては、近年、機体システムの高度化、安全認証の厳格化の進展により、開発期間の長期化、開発コストの増大が課題となっている。
- このため、航空機開発において、MBSEや認証取得におけるシミュレーション技術の援用（CbA：Certification by Analysis）など、デジタル技術を活用することが強く求められている。
- デジタル技術による開発製造プロセスの高度化は欧米においても積極的に取り組まれている。航空機の国際共同開発において、日本企業が上流工程から主体的に携わり、自律的に航空機開発を行う能力を維持・強化するために重要な技術である。

## 想定される利用ニーズ

- 本事業では、次期民間航空機の国際共同開発の前提となるデジタル技術を活用した革新的な開発製造プロセスを構築し、日本の航空機産業の優位性を確保するとともに、カーボンニュートラル航空機等の将来の航空機開発等にも波及させることができる以下のような知見の獲得も目指す。
- ✓ 設計、製造、認証に関する情報を一元管理し、各フェーズ間で相互にデータを接続し分析するための手法、および、複数の関係者がセキュリティ、アクセス制限を担保した上でデータのやりとりを行うための手法
- ✓ デジタル技術を前提とした国内航空安全認証実務の実現に向けた、特定の認証項目に対するデジタル解析を活用した認証手順

## 研究開発の内容

- **設計DXに関する研究開発**  
機体システムからコンポーネントまでを繋ぐシステムモデルを構築しシミュレーション等により早期に妥当性を検証する高度な設計技術を構築する。
- **認証DXに関する研究開発**  
安全性を担保しつつ、認証プロセスの効率化を実現するため、解析の信頼性保証の手順を実機データを活用した模擬的なプロセスの試行を通して構築する。
- **生産DXに関する研究開発**  
生産・サプライチェーン管理の高度化及び上流工程とのデータ接続を行い、開発の早期に製造性や品質のリスクを特定、改善し開発全体を効率化する技術を構築する。
- **高度化された開発製造プロセスの統合及び共同開発実証**  
(1)～(3)のプロセスを統合し、開発したプロセス、複数関係者がセキュリティ、データアクセスを管理しながら共同開発を進める手法を実証する。

## 想定スケジュール

	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度
設計DXに関する研究開発	設計技術の確立等		検証	検証、ガイドライン作成等	
認証DXに関する研究開発	ツール確立、手法構築等		検証	模擬審査、ガイドライン作成等	
生産DXに関する研究開発	プロセス構築		検証	次期航空機を想定した実証等	
高度化された開発製造プロセスの統合及び共同開発実証	プラットフォーム構築等		多機種の試作機実証	プロセス統合及び実証等	

★：ステージゲート

# 航空機エンジン向け先進材料技術の開発・実証

(50億円を超えない範囲／5年)

## 背景

- **軽量かつ高い耐熱性を有するセラミックス複合材**（CMC：Ceramic Matrix Composites）は、航空機エンジンの高温・高圧部に適用することにより、**航空機エンジンの燃費・性能を大きく向上させるゲームチェンジ技術**として国際的に注目されている。
- 我が国は、**世界最高性能である1400℃級の耐熱性を有するCMC部材の実用化に向けた技術開発を大きく進展**させているが、現状では、**性能、コスト、量産時の品質安定性に課題**がある。
- このため、**1400℃級のCMCの製造・量産技術を開発**することにより、その実用化を推進し、これまで日本が参入できていなかった航空機エンジン高温・高圧部分の開発への参画を果たすことにより、**次期民間航空機エンジン等における国際競争力及び戦略的不可欠性を獲得する**。

## 想定される利用ニーズ

- 2030年代半ばに市場投入が想定される**次期民間航空機用の新型エンジンの高温・高圧部**において、1400℃級CMC部品の適用が見込まれている。
- また、**航空機エンジンのほか、エネルギー分野などへの適用も期待される**。

## 研究開発の内容

### ● 1400℃級CMC材料の製造・量産技術開発

1400℃級CMC部品の次期民間航空機用の新型エンジンへの適用に向けては、評価プロセスの実証も見据えて、品質安定性と生産性を両立し、コスト競争力を確保するための製造技術と、量産品質を保証するための検査技術確立させる必要がある。

これらの実現に向けて、CMCの複雑形状加工技術の確立、形成工程の生産性向上、品質保証技術の高度化、耐環境コーティング施工技術等の開発を行う。

### ● 材料認証取得に向けた評価プロセスの実証

CMCの航空機エンジンへの適用に向けた認証取得に当たっては、材料の構成要素・要求特性等を定義した材料規格と、その製造条件や品質保証方法等を定めた工程規格の制定のために必須となる膨大なデータの取得に加え、実環境での部品の健全性を確認するための実環境を模擬した試験での実証及び解析による予測技術の妥当性検証を行う。

## 想定スケジュール

	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度
1,400℃級CMC材料の製造・量産技術開発	技術・手法確立、条件最適化				実証
材料認証取得に向けた評価プロセスの実証	規格制定、条件設定			実証、試験実施	

★：ステージゲート



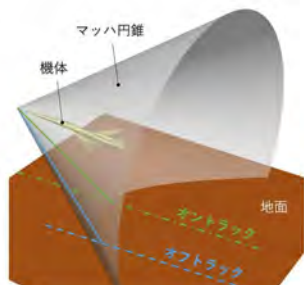
# 超音速・極超音速輸送機システムの高度化に係る要素技術開発

【最大120億円程度】

- 航空機は既に経済社会の発展及び国民生活の向上のために必要不可欠なインフラであり、産業発展のみならず我が国の自律性の維持・強化の観点からも、**我が国航空機産業の国際共同開発への参画を高めていく必要がある。**
- 次世代の航空輸送として「より静か」で「より速く、より遠くへ」という高付加価値な社会的ニーズが高まっており、陸域を含む超音速飛行を可能とする上で**ソニックブームの騒音低減は重要な社会要求**である。また、極超音速（マッハ数5.0以上）飛行を実現する**エンジン技術は、「速さを追求」する最先端の技術**である。
- そのため本構想では、①**我が国が技術的優位性を有するソニックブーム低減の設計技術の向上**を図ると共に、②**極超音速領域エンジン技術を拡張**し、音速を超える領域にて効率的な飛行を可能とする要素技術を獲得することを目指す。

## 1 ソニックブーム低減の設計技術

- 低ソニックブーム設計技術を適用した無推力実証機を製作し、母機となる航空機から実証機を離脱・落下させソニックブーム騒音を計測する事で、国際民間航空機関で議論されている地上エリア全域での低ブーム化を達成し得る設計技術を実証する。



ソニックブーム伝播のイメージ（鳥観図）



ソニックブーム伝播のイメージ（正面図）

支援対象となる技術

## 2 極超音速領域エンジン技術

- スクラムジェットエンジンの作動域の低速側への拡張等を図り、地上設備で推力性能・設計手法を評価する。今後、民間主導での有翼再使用型宇宙輸送システムのサブスケールの飛行実証に向けて、エンジン技術等のコア技術の研究開発を進める。



図出典：JAXAホームページ

- ▶ 超音速要素技術（低騒音機体設計技術）
- ▶ 極超音速要素技術（幅広い作動域を有するエンジン設計技術）

# ハイパワーを要するモビリティ等に搭載可能な次世代蓄電池技術の開発・実証

(50億円を超えない範囲／5年)

## 背景

- カーボンニュートラルを背景に、社会の電化・デジタル化が進む中で、蓄電池は、自動車等のモビリティの電動化やデジタルインフラのバックアップ電源等、社会基盤を支えるために不可欠な重要技術である。今後更に多くの製造業の生産活動に影響を及ぼすため、経済安全保障の観点から重要な物資である。各国は蓄電池分野に対して強力な政府支援を行い、供給能力の確立を急速に進めている。
- 世界的に自動車をはじめとした様々なモビリティの電動化が求められている中で、**重機、建機、船舶等の大型モビリティに搭載するような、広い温度範囲での急速充電、長寿命、高安全性等の特性を有する新たな蓄電池が求められている**。元来、日本は技術的な優位性を有してきているが、各国も積極的な研究開発投資を行っており、日本として大型モビリティ用の蓄電池について十分な研究開発を行わなかった場合、このような蓄電池を海外からの供給に依存することになり、地政学的な事情等による供給途絶を引き起こすリスクが生じ得る。
- このような背景の中、**本プロジェクトにおいて、大型モビリティ用の蓄電池の開発や実装の支援を実施し、日本の技術的な優位性の維持・確保を図ることが、経済安全保障の観点や日本の産業競争力強化の観点からも重要である**。

## 想定される利用ニーズ

- 電動化が十分に進められていない、大型重機・建機等の大型モビリティの電動化に応用し、脱炭素化に向けた取組を加速させる。
- ハイパワー・超安全・長寿命であることから、信頼性が求められる大型船舶等の鉛電池の代替電源としても利用が見込まれ、さらにその先の応用として海洋船舶向けの燃料電池とのハイブリッド活用が見込まれる。

## 研究開発の内容

- **高入出力、長寿命、高安全化のためのリチウムイオン電池用材料開発**  
幅広い温度範囲でのリチウムイオン伝導を改善する電解質、充放電時における構造変化、劣化が少なく、高い電子導電性およびリチウム拡散性を有する電極活物質、不燃又は難燃の電解液等、従来のリチウムイオン電池を大幅に上回る入出力特性、長寿命性、高安全性を実現するための材料及びそれらの組み合わせについて、技術開発を行う。
- **高入出力プロトタイプセルの開発および試作検証**  
大型モビリティのモーターを定め、パワートレインの要求仕様と擦り合わせながら、セルのプロトタイプ設計開発を行う。プロトタイプセルの機能検証では、入力密度、充電受入性や70℃での高温耐久性、25℃での入出力サイクル特性、安全性などの検証を行う。
- **重機、建機および、船舶を想定した性能シミュレーション**  
プロトタイプングを進める高入出力セルに対して、重機・建機・船舶の使用パターンでのシミュレーションといった性能評価を実施する。幅広い温度域での大入出力動作が可能な電池制御手法および運航パターンを模擬し、劣化や安全性の予測検証を行う。
- **システム(パワートレイン)での性能実証**  
設計したセルをパック化し、パワートレインの評価システムを構築する。大型モビリティへの搭載を想定したパックの性能実証を実施し、効果を実証する。

## 想定スケジュール



# 宇宙線ミュオンを用いた革新的測位・構造物イメージング等応用技術

【最大30億円程度】

- 宇宙線ミュオンは高い透過力を有し、検出が容易という特徴をもつ素粒子の一つ。昼夜を問わず地球上に降り注ぐため、これまで火山やピラミッドなどの内部構造の可視化（構造物イメージング）に活用されてきた。また近年、我が国が中心となって技術提唱された、測位・時刻同期等の新たな技術応用への可能性が高まっている。
- ミュオンを用いた構造物イメージングの革新による火山観測やインフラ構造物の検査等の省力化・高度化や、GNSS（全球測位衛星システム）を利用できない海中や地下での新たな測位・時刻同期技術の開発等は、我が国の基盤システムの強靱化や、新技術の独自・自律的な確保等につながる。
- そのため本構想では、ミュオンを利用した①GNSSを利用できない環境での測位・時刻同期技術や、②より高度な構造物イメージング技術の獲得を目指す。

## 1 測位・時刻同期技術

- ミュオンを活用したGNSSを利用できない環境における位置情報の取得や時刻同期にかかる技術体系の整理を見据えた要素技術開発、及び測位・時刻同期技術の実装に向けた要素技術の高度化やシミュレーション等による妥当性検証を目指す。

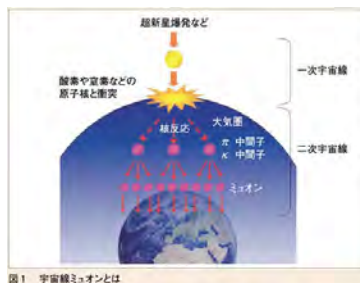


図1 宇宙線ミュオンとは



写真1 ミュオグラフィ観測

## 2 構造物イメージング技術

- ミュオンを用いた構造物イメージングの実装に必要な要素技術、インテグレーション技術の高度化を図るとともに、人工的にミュオンを生成する可搬システムの開発及び応用に係る検出器等の要素技術及びデータ処理技術の高度化やシミュレーション等による妥当性検証を目指す。

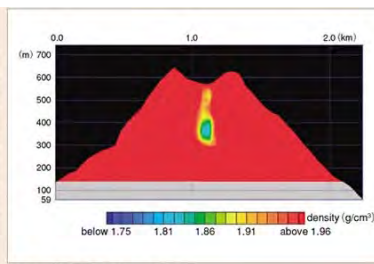


図2 硫黄硫黄島のミュオグラフィ

図出典：地震調査研究推進本部

支援対象となる技術

▶ 宇宙線ミュオンを用いた革新的測位・構造物イメージング等応用技術



# 人工知能（AI）が浸透するデータ駆動型の経済社会に必要な

## AIセキュリティ技術の確立

【最大25億円程度】

- 人工知能（AI）の技術は、民生部門・公的部門において着実に活用が広がり、**広範な産業や社会インフラなどに大きな影響**を与えている。
- しかし、AI そのものを守るセキュリティ（Security for AI）に関する脆弱性は、国際的にもまだ**十分に理解されていない**。また、AIを活用したサイバーセキュリティ対策（AI for Security）については、製品やサービスの商用化が進む一方、**年々複雑化・巧妙化するサイバー攻撃に対処**することが求められている。
- これらの課題に対応するため、産学官の技術力向上を図ることを目的として、**AIセキュリティ（Security for AI 及び AI for Security）に関する必要な知見蓄積や、知識・技術体系の整理・獲得**を目指す。

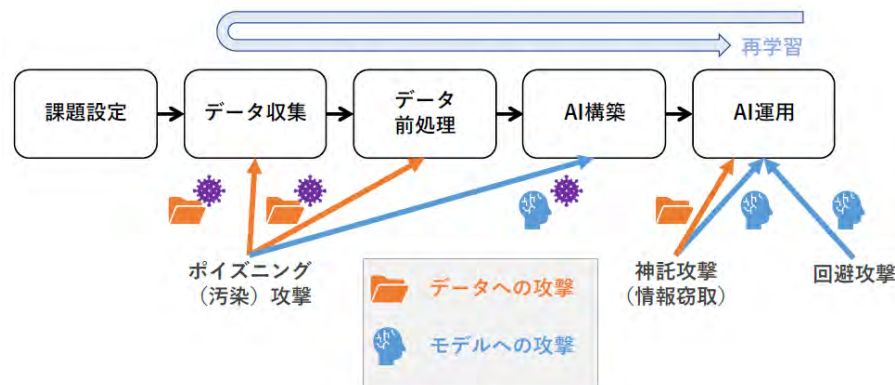
### 1 Security for AI

AIを守るための機密性・完全性・可用性の確保や、AIが攻撃された際の社会的影響への対応に関する研究開発の方向性を整理し、AIが活用された具体的なシステムを対象として、防御技術のプロトタイプの開発・実証を目指す。

### 2 AI for Security

具体的なシステムを対象として、最先端の攻撃技術に対する革新的なAI活用によるセキュリティ技術のプロトタイプの開発・実証を行うほか、仮想システムにおいて攻撃・防御を行う模擬対戦による技術の高度化と人材育成、コミュニティ拡大を目指す。

AIモデルへの脅威とAIライフサイクルの関係（イメージ）



出典：（独）情報処理推進機構、セキュリティ関係者のためのAIハンドブック（2022年8月）

# サプライチェーンセキュリティに関する不正機能検証技術の確立 (ファームウェア・ソフトウェア)

【最大25億円程度】

- サイバー分野におけるサプライチェーンを取り巻く環境は一層複雑化し、**サプライチェーンの過程でICT機器等にバックドア等の不正機能等が埋め込まれるリスクなどが顕在化**している。
- そのような中、**不正機能が仕込まれていないか検証する技術は、他国に容易に依存できないものであり、我が国技術の優位性の獲得も念頭に、産学官の技術力を高め、自律性を確保**する必要がある。
- そのため、本構想では、ICT機器・システムを構成するファームウェア・ソフトウェアについて、不正機能に関する技術検証体制の構築に資するため、**①不正機能の意図性に関する評価手法、②ソフトウェア構成の情報を活用した不正機能の検証手法**の獲得を目指す。また、仮に運用開始前に検知・無害化できなかったとしても、全体として被害を最小限に抑え、運用を維持・継続できるよう、**③システム・サービスのレジリエンス性の確保に関する手法**の獲得を目指す。

## 1 意図性の評価

- 過去の事例の分析により、不正機能の体系化・類型化を行うとともに、不正機能が意図的に埋め込まれた可能性を評価する方法論を整理し、ツール化するための開発・実証を行う。

## 2 不正機能の検証

- OSSのみではなくプロプライエタリソフトウェアも対象に、ソフトウェア構成情報を活用した不正機能検証の効率化・高度化の方法論を整理し、ツール化するための開発・実証を行う。

## 3 レジリエンス性の確保

- 重要インフラ分野における制御システムについて、インシデント発生時のシステム・サービスへの影響を最小限に留めるために、残存リスクを最小化するための対策候補を自動的に生成・提案する方法論を整理し、ツール化するための開発・実証を行う。

# 半導体・電子機器等のハードウェアにおける不正機能排除のための検証基盤の確立 (34億円を超えない範囲／5年)

## 背景

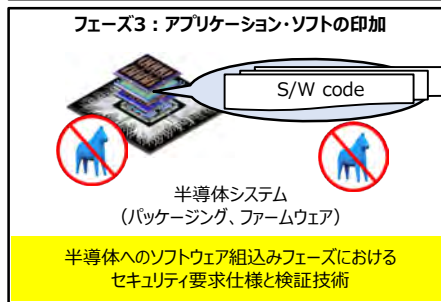
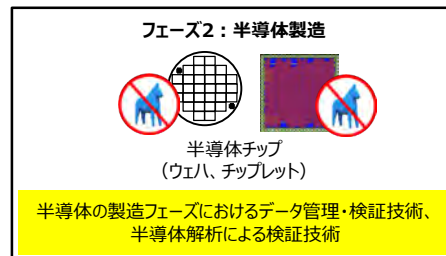
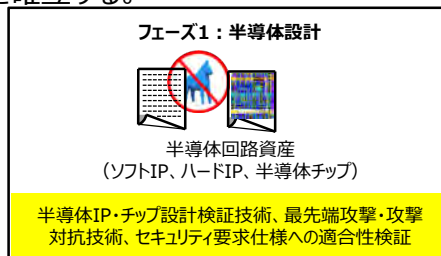
- サイバー空間を構成する電子機器・システムのサプライチェーンの複雑化やグローバル化、OSS (Open Source Software) の普及など、サイバー分野におけるサプライチェーンを取り巻く環境は一層複雑化し、サプライチェーンの過程で不正機能等が埋め込まれるリスクなど、サプライチェーン・リスクが顕在化している。
- 中でも半導体等のハードウェアについては、世界半導体会議が、2018年5月に不正な半導体に関する白書を発行し、世界的に偽造半導体の流通が問題となっていることに注意喚起を行っているなど、半導体等のハードウェアの信頼性確保に課題が生じている状態。
- 半導体等のハードウェアの信頼性が損なわれれば、半導体等のハードウェアを基盤とするクラウド等のデジタルインフラやデジタル産業の信頼性が損なわれることにも繋がるおそれがある。
- こうした課題を解決するためには、半導体・電子機器等のハードウェアに期待される機能以外の不正な機能が混入していないかを特定して排除するために必要な検証技術の開発を行うことにより、セキュリティ検証基盤を確立していくことが必要となる。

## 想定される利用ニーズ


- IoT機器は全世界で2021年の約290億台から2024年には約400億台に増加するとの予測があり、現にIoT機器を狙った攻撃は2020年には2017年と比較し約3.3倍になっている。本技術はこうしたIoT機器に用いられる半導体等のハードウェアの信頼性確保に資する。さらに、特に重要インフラをはじめとした経済安全保障上重要な機器・システムに用いられる半導体等のハードウェア検証に用いられることも期待される。
- また、政府が用いるクラウド等、政府調達品に用いられる半導体等のハードウェアの検証に用いられることも期待される。
- このように、安全保障上重要な機器・システムの信頼性が向上することで、サイバーセキュリティに強靱な社会構造となることに寄与する。

## 研究開発の内容

- クラウドを含む情報システムに用いられる半導体等のハードウェアにおける不正機能排除が可能となるための検証技術の確立に向けて、
  - 半導体の設計時のIPコアに不要な機能が混入されていないか
  - 仕様で定められていない部品が混入していないか
- 等の検証について、必要な要素技術の特定と技術開発を行う。
- また、半導体の設計から組込みに至るまでのセキュリティ要求仕様の定義や標準化、検証のパイロット実証を行うことでハードウェアセキュリティ検証基盤を確立する。



## 想定スケジュール

2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
		中間評価（ステージゲート）			終了時評価
					
要件定義／評価手法の確立			標準化、パイロット実証		



# ハイブリッドクラウド利用基盤技術の開発

(51億円を超えない範囲／5年)

## 背景

- クラウドサービスの普及やサプライチェーンの複雑化等に伴い、サイバー空間内やサイバーとフィジカルの垣根を越えた主体間の「相互連関・連鎖性」が一層深化。さらに、産業分野でのIoT機器の利用拡大や、AI技術の様々なシステムへの活用などにより、インシデントが発生した場合の経済社会活動への影響は、より広範に、多様な主体・場面に及ぶおそれ。
- こうした中、サイバーセキュリティや機器の信頼性を確保しつつ、クラウドサービスの活用を進めていくため、政府情報システムの分野においては、取り扱う情報の機密性等に応じてパブリッククラウドとプライベートクラウドを組み合わせる、いわゆるハイブリッドクラウドの利用促進がうたわれているところ。
- 各主体が構築する情報システムにおいて、利便性の高いパブリッククラウド利用と、我が国における自律性の確保の観点等も念頭にいたプライベートクラウド利用、オンプレミス・システム利用という、セキュリティポリシーの異なる領域を、必要に応じてデータを行き来させて処理や利活用を可能とするような、データ中心のセキュリティを確保していくことが重要。

## 想定される利用ニーズ

- 官民において、クラウドサービスの利用が急速に拡大しており、今後は、組織の基幹システムや社会インフラなどの領域にも拡大することが見込まれている。こうしたクラウドサービスの利用に当たっては、利便性が高く、新しい技術の導入も早い、主に海外で開発されるクラウドを積極的に利用していく一方で、機密性の面など高い信頼性が求められるデータを扱う場合には、自律性を確保したクラウドを利用するニーズが存在している。
- こうした様々なニーズをすべて満たす1つのクラウドサービスは存在しない中、本事業で開発する技術は、異なるセキュリティポリシーの複数のクラウドサービスを利用していくための重要な技術。
- この技術により、迅速なデータ利活用と安全・安心を両立させたデータドリブン社会の実現に貢献していく。

## 研究開発の内容※

※ 情報収集・調査研究を並行して実施し、その結果は、必要に応じ、研究開発課題の見直し等に活用される予定

### ① 強固な鍵管理によるデータセキュリティ技術

- データ保存時の暗号化とその鍵管理の厳格化は、データのライフサイクル全体を通じた保護の手段として期待される一方、暗号鍵管理機能のブラックボックス化など、課題が多い。ホワイトボックスクラウドで利用者が自律的に鍵管理を行うためのソフトウェア技術を開発するとともに、本技術を用いてブラックボックスクラウドでも利用者がデータの保存/転送/使用時の完全な制御を可能にする鍵利用高度化技術を開発する。更に利用者が自律的に鍵管理を行うためには、鍵管理用のHSMも重要。現状においては、中身がブラックボックス化されている等の課題が存在するため、利用者が自律的に管理するための透明性を備え、強固な暗号アルゴリズムを実装可能なHSMの技術開発を行う。

### ② データの保護と流通の自動化技術

- 複数クラウド間でのデータ連携においては、データの安全性を確保しつつ、大量のデータ処理を円滑に実行することが課題。そのため、データの重要度やアクセス制御情報に基づく処理の最適化、漏洩や改ざんの防止、匿名化加工、証跡管理等、データの保護と流通の自動化技術を開発する。

### ③ 経路特性保証型のクラウドネットワーク技術

- 高機密なデータや暗号化に用いる鍵データなどの通信では、通信路の暗号化に加え、使用される経路の独立性など通信路が備える経路特性の保証も必要。そのため、経路特性の指定・制御を可能にし自動化する技術、及び経路特性変更等の検出・防止を可能にする技術を開発する。

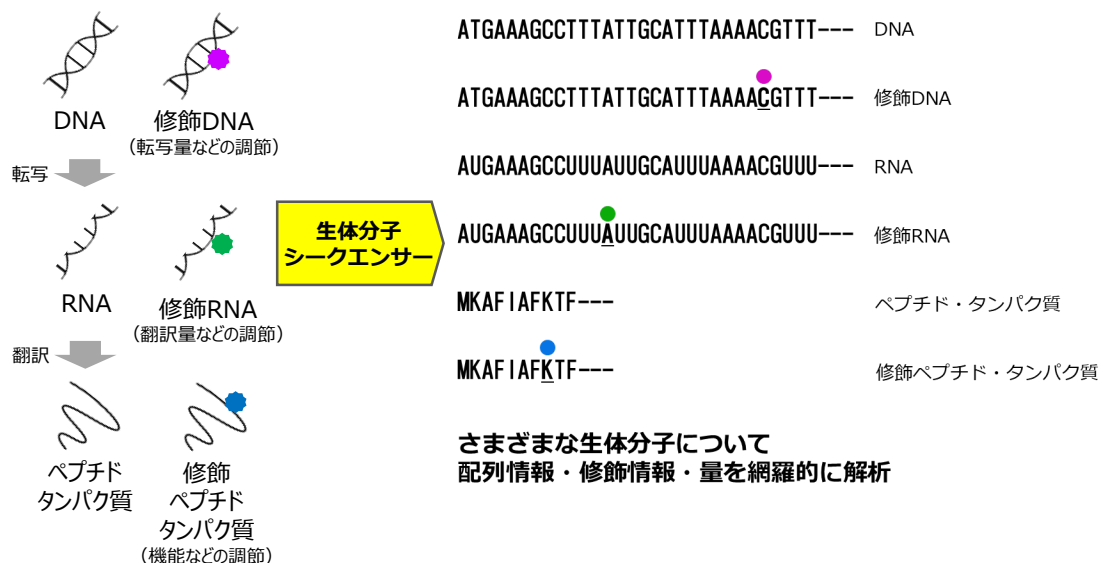
## 想定スケジュール

開発テーマ	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
① (HSM除く) ②, ③	要件定義／標準手法の確立		開発・プロトタイプ実証		事後評価	
① (HSMのみ)	要件定義／標準手法の確立		中間評価 (スケーラビリティ)	開発、パイロット実証、標準化		事後評価

- DNAやRNAなどの塩基配列や、アミノ酸配列などの生体分子情報は、個別化医療のための研究・創薬等の医療分野、バイオものづくり等の工業分野、品種改良等の農業分野に必要不可欠な情報となっているが、**既存の手法のままでは多種類の生体分子情報の読み取りは困難**であるため、**更なる解析技術の向上が、本領域の研究開発を躍進させる突破口となる可能性**がある。
- ゲノム解析を主に担うシーケンサーについては、**ヒトゲノム情報等の機微情報が含まれるデータの取扱い**に関して慎重な対応が求められているが、更なる**解析技術の向上と生体分子情報から得られるデータの利活用促進**により、**係るデータの取扱いにおける我が国の自律性を確保**することも可能となる。
- そのため、本構想では、既存のシーケンサーにはない**革新的技術を開拓しながら先端研究分析機器・技術**を独自に開発することを目指す。

## 先端研究分析機器・技術

- 既存のシーケンサーと比較して簡便なサンプル処理により、DNA配列の読み取りはもとより、修飾RNA、ペプチド・タンパク質や糖鎖など、既存技術では直接の読み取りが困難な生体分子について、直接的な配列解析技術開発に取り組む。
- 膨大な配列情報を高速で解析可能な基盤の整備にも取り組み、既存手法以上の競争力を発揮する技術の実証を目指す。



【生体分子シーケンサーのイメージ】