

研究開発ビジョン検討WG（第18回）

令和8年5月19日（書面による持ち回り開催）

各事業の進捗状況報告

内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局
政策統括官（経済安全保障担当）付



K Program

経済安全保障重要技術育成プログラム

- **海洋領域**

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

PD： 高木 健 東京大学名誉教授

実施体制： 井上 朝哉・（国研）海洋研究開発機構、新明和工業（株）、いであ（株）、
（国研）海上・港湾・航空技術研究所

アウトプット目標・全体計画

【10年間のアウトプット目標】（抜粋）

①自律型無人探査機（AUV）の無人・省人による運搬・投入・回収技術

- 排他的経済水域（EEZ）の重要な海域にAUVを展開できるような航続距離、可搬重量等を有する小型無人航空機の開発
- 小型無人航空機に搭載されるAUVの自動投入・揚収装置の開発
- 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た自律制御技術の開発

②自律型無人探査機（AUV）機体性能向上技術（小型化・軽量化）

- 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）の開発
- 深深度化（最大潜水深度 6,000m以深）ホバリング機能付AUVの開発

研究開発の進捗・成果

【進捗・成果】（2024年4月～研究開始）

①自律型無人探査機（AUV）の無人・省人による運搬・投入・回収技術

- 無人飛行艇：飛行艇の着水可否の判断に必要な波高等のデータを空中から取得できる見通しを得た。飛行艇スケール機により平穏環境で自動での飛行と着水制御が可能であることを確認した。
- 自動投入揚収装置：AUVの揚収プロセスを4段階（音響誘導、光誘導、ドッキング、吊り上げ・揚収）に分類し、それぞれの実現可能性について確認し、揚収が成功する見込を得た。また、自動揚収装置を考案し、水槽試験により実現性を確認した。誘導アルゴリズムの開発や、ドッキング治具の改良および試験等も実施している。
- 自動制御技術：ミッション（運用中の各フェーズ）の自動的な移行判断を可能とするため、正常運用時におけるミッションシーケンスを整理し、移行可能かをMCS（ミッションコントロールシステム）が判断するために必要な各サブシステムの情報等を整理した。選定したMCSハードウェアについて、試作水上機に搭載するための要求（耐環境）を満たすことを確認した。

②自律型無人探査機（AUV）機体性能向上技術（小型化・軽量化）

- 自動投入揚収対応AUV：CFD解析等を実施して、必要な制御が可能となるよう試作機の機体形状設計を行った。その後、制御シミュレーションを実施し、ドッキング等で要求が想定される精度で定点保持ができることを確認した。また、設計における軽量化と、省電力化の試作も継続実施している。
- 深深度AUV：主耐圧容器のFEMによる強度評価を終了した。また、機体挙動と制御のシミュレーションを実施するための環境を整えた。大姿勢角潜航制御を可能とするための検討を行っている。

【ニーズ省庁・業界との調整状況】

2025年10月24日 新明和工業サイトビジット兼懇談会（防衛装備庁）

2026年2月17, 19日 懇談会・意見交換会（海上保安庁）

達成目標

【10年間の達成目標】

①自律型無人探査機（AUV）の無人・省人による運搬・投入・回収技術

- 無人飛行艇：航続距離 片道200海里、可搬重量 800kgを達成
- 自動投入揚収装置：潜航したAUVとの測位・通信、AUVの格納保護・自動投入揚収を達成
- 自動制御技術：グラウンドコントロールシステム（※有人）の監視のもと、基地出発から帰還まで一連の運用を海空無人機が自動的に実施することを達成

②自律型無人探査機（AUV）機体性能向上技術（小型化・軽量化）

- 自動投入揚収対応AUV：無人飛行艇に搭載するための重量 800kg（最大潜水深度 2000m程度）を達成
- 深深度AUV：最大潜水深度 6,000mとホバリング機能を有する実証機を製作し、実海域潜航試験で潜航・調査を達成（深深度AUVは前半5年間での達成目標）

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

- ・ 協議会の枠組みも活用し、これまでの研究開発で得た技術的見通しを踏まえて潜在ニーズ発掘や要件深掘りを継続する。

【研究開発スケジュール（前半5年）】

①自律型無人探査機（AUV）の無人・省人による運搬・投入・回収技術	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
	進捗確認		中間評価		SG評価
①A：無人飛行艇	センサ評価	試作機調達・設計	試作機改造	単体試験	統合試験
①B：自動投入揚収装置	基本設計	詳細設計・試作機製作	単体試験	結合試験	
①C：自律制御技術	重要な要素技術の開発		各試作機による試験	平穏な浅海で自動化の統合試験	
②自律型無人探査機（AUV）機体性能向上技術（小型化・軽量化）	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
②A：自動投入揚収対応AUV	基本設計	詳細設計・試作機製作	単体試験		
②B：深深度AUV	基本設計	詳細設計・実証機製作		水槽試験	海域試験

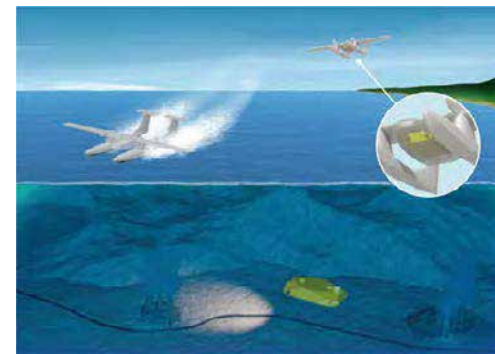
【その他の活動】

2025年10月10日 シンポジウム開催（ウェビナー形式・261名）

<研究開発成果>

①自律型無人探査機（AUV）の無人・省人による運搬・投入・回収技術

- 無人飛行艇：飛行艇の着水可否を判断するため、空中から海象等を計測する手法として、船舶や有人飛行艇の既存の計測技術を応用して波高などの必要なデータが取得できる見通しを得て、海面評価システムの設計製作に入った。また、飛行艇スケール機（スケール比約22%）を用いた海域試験により、平穏環境（微風・平水）で自動飛行・着水が可能であることを確認した。
- 自動投入揚収装置：AUVの揚収プロセスを4段階（音響誘導、光誘導、ドッキング、吊り上げ・揚収）に分類し、それぞれの実現可能性について確認した。ガイドスロープ方式を考案し、揚収時の飛行艇の動きなど運用上の工夫等の検討により、揚収が成功する見込を得ることができた。さらに誘導アルゴリズムの開発や、ドッキング治具の改良および試験等を実施している。
- 自律制御技術：ミッション（運用中の各フェーズ）の自動的な移行判断を可能とするため、正常運用時におけるミッションシーケンスを整理し、移行可能かをMCS（ミッションコントロールシステム）が判断するために必要な各サブシステムの情報等を整理した。選定したMCSハードウェアについて、耐環境試験を実施し、試作水上機に搭載するための要求を満たすことを確認した。



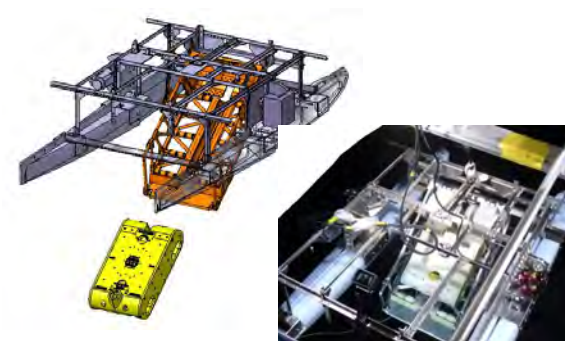
海空無人機システムイメージ



双胴飛行艇型スケール機（XU-M II）での実証

②自律型無人探査機（AUV）機体性能向上技術（小型化・軽量化）

- 自動投入揚収対応AUV：CFD解析等を実施して、必要な制御が可能となるよう試作機の機体形状設計を行った。その後、制御シミュレーションを実施し、ドッキング等で要求が想定される精度で定点保持ができることを確認した。また、設計における軽量化と、省電力化の試作も継続実施している。
- 深深度AUV：主耐圧容器のFEMによる強度評価を終了した。形状設計やCFD解析を行い、機体挙動と制御のシミュレーションを実施するための環境を整え、大姿勢角潜航制御を可能とするための検討を行っている。



自動投入揚収装置イメージ図と技術実証水槽試験

研究開発型（個別研究型）
量子技術等の最先端技術を用いた海中（非GNSS環境）における高精度航法技術及び
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

PO： 中村祐一 日本電気（株） 主席技術主幹

研究代表機関：東京科学大学、東北大学、(国研)量子科学技術研究開発機構

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】（抜粋）

①海中（非 GNSS 環境）における高精度航法技術

非GNSS環境での高精度航法技術に必須となるジャイロ스코プ、加速度計、重力勾配計等の各要素技術について、最先端技術を導入し、要素技術をインテグレートすることによって高精度化を実現し、国際競争力を有する慣性航法装置を開発することを目指す。併せて、要素技術をインテグレートした慣性航法装置としての性能を、効率よく検証可能な手法を構築するものとする。

②海中における革新的センシング技術

海中の実環境において、船舶などの人工物の位置をクジラなどの大型動物と区別して特定する技術、及び急激な火山活動や人工物の接近など海底・海中の急激な変動に対しても機能不全とならずに適切に測定できるワイドダイナミックレンジなセンサーの開発に取り組む。その上で、最終的には実際の海底での性能検証を行う。また、環境変動を把握する技術として、漁業にも重要となる海水の温度や pH を計測する技術の開発や、海底火山活動などのより詳細な把握のための温度や磁場の複数情報の同時取得を可能とするマルチセンシング技術の開発を行う。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】

①海中（非 GNSS 環境）における高精度航法技術（2024年4月～研究開始）

研究代表者	所属・役職	課題名	進捗・成果
上妻 幹旺	東京科学大学・教授	非GNSS高精度航法装置の研究開発	ハードウェアの技術課題対策とソフトウェアのアルゴリズム開発により、5年目目標の達成及び製品としての安定性・信頼性の確保に目途がついた。サプライチェーンの確保にも取り組んでおり、対象物品を絞った上で、国産化に向けた開発に着手。

②海中における革新的センシング技術（2024年12月～研究開始）

研究代表者	所属・役職	課題名	進捗・成果
大兼 幹彦	東北大学・教授	量子スピセンサを利用した海中における革新的磁気センシング技術の開発	従来型量子スピセンサについて、新材料開発により約10倍の性能向上を達成。海中モジュールの試作・水中動作確認やROV設計など、その他の項目も順調に進展し、海中試験の基盤構築を完了。
大島 武	(国研)量子科学技術研究開発機構・センター長	固体量子センサによる海中磁場計測ネットワーク技術の開発	磁場センシングでは、NVセンサヘッド及び計測システムの初号機を試作。海域試験に向けては、実施場所の選定とベースライン調査を開始。pHセンシングでは、NVを用いたpH計測原理の実証に成功し、浅瀬試験に向けて試料作製、デバイス設計等を進行中。

【ニーズ省庁・業界との調整状況】

①海中（非 GNSS 環境）における高精度航法技術（2024年4月～研究開始）

社会実装に向けて、ニーズ省庁との調整を継続

②海中における革新的センシング技術（2024年12月～研究開始）

特になし

達成目標

①海中（非 GNSS 環境）における高精度航法技術

ジャイロ스코プ、加速度計、重力勾配計等の要素技術をインテグレートし、光源や回路等に由来する雑音の抑制や部品の温度依存性を最小化する等、外界からの影響を修正する技術の開発を進め、短期雑音や長期ドリフトを抑制することにより、慣性航法装置（以下、INS）としての精度向上を目指し、5年後には 約2km/30日、10年後には 100m/30日 の精度を達成する。

②海中における革新的センシング技術

最終的な常時継続的海洋観測システムへの導入を視野に入れ、研究開発開始から5年後までに、プロトタイプ製作及び海中での性能実証を目指す。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

①海中（非 GNSS 環境）における高精度航法技術

実証方法を海洋試験から地上試験に変更。地上試験のクライテリアは、ニーズ省庁やベンチマーク用INSの規格を踏まえて決定。より現実的な計画になったことで研究開発の加速が期待される。

②海中における革新的センシング技術

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

①航法技術：INS用加速度計について、ベンチマーク調査を基にMEMS方式の検討を開始。

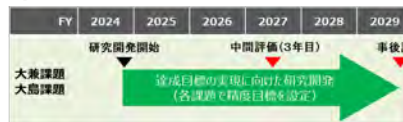
②センシング：海洋データの取得、解析、実証等の共通課題について、効率的かつ効果的に研究開発を推進していくための相互協力の枠組みを調整中。

【研究開発スケジュール】

① 海中（非 GNSS 環境）における高精度航法技術



② 海中における革新的センシング技術



※中間・ステージ・事後評価は
研究開発課題ごとに実施予定
(実施時期は研究開発の進捗状況
に応じて調整)

<研究開発成果>

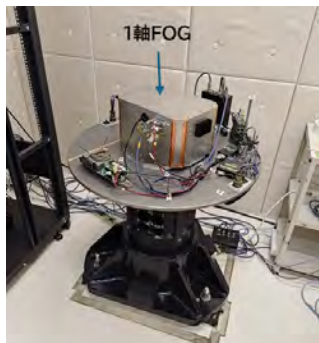
①海中（非GNSS環境）における高精度航法技術

上妻課題

ハードウェアの技術課題対策とソフトウェアのアルゴリズム開発により、5年目目標の達成及び製品としての安定性・信頼性の確保に目途がついた。サプライチェーンの確保にも取組んでおり、対象物品を絞った上で、国産化に向けた開発に着手。

●1軸FOG※1の評価

2024年度に明らかになった製品としての機能・性能の安定性及び信頼性に関わる技術課題に対して、海外機種とのベンチマークを実施。その結果を基に信号処理の方式を変更した1軸FOGを試作、評価を行い、良好な結果を得た。



※1 FOG : Fiber Optical Gyro

●ファイバーコイルの国産化

ファイバーコイルは、サプライチェーン問題の管理対象として国産化を目指しており、そのための巻線機を導入予定（右図、米国社製）。コイルの製造技術を開発し、テンション、温度、巻き方、直径等を制御できれば、FOG長期ドリフトの抑圧やINSの小型化・軽量化も期待される。



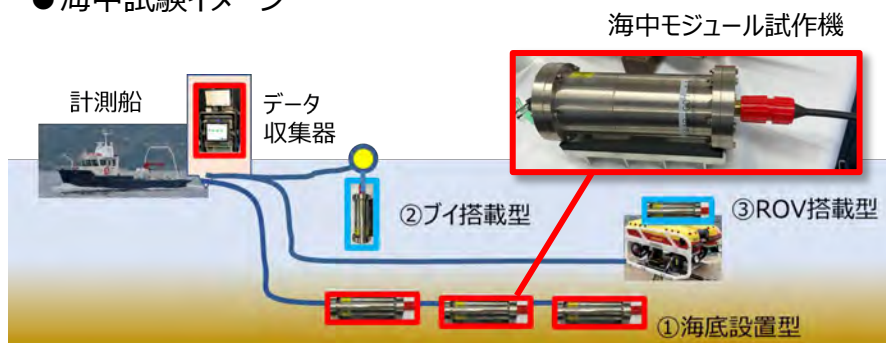
出典 : <https://www.bu.edu/fhcmi/Projects/08.html>

②海中における革新的センシング技術

大兼課題

従来型量子スピンセンサについて、新材料開発により約10倍の性能向上を達成。海中モジュールの試作・水中動作確認やROV設計など、その他の項目も順調に進展し、海中試験の基盤構築を完了。

●海中試験イメージ



大島課題

※2 NV : ダイヤモンド中の窒素－空孔

磁場センシングでは、NV※2センサヘッド及び計測システムの初号機を試作。海域試験に向けては、実施場所の選定とベースライン調査を開始。pHセンシングでは、NVを用いたpH計測原理の実証に成功し、浅瀬試験に向けて試料作製、デバイス設計等を進行中。

●海域試験イメージ（磁場センシング）



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

PD： 高木 健 東京大学名誉教授

実施体制： 笠谷 貴史・（国研）海洋研究開発機構、沖電気工業（株）、九州大学、（国研）水産研究・教育機構、（公財）日本海洋科学振興財団、（公財）笹川平和財団、早稲田大学

アウトプット目標・全体計画

【10年間のアウトプット目標】（抜粋）

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

- 最先端のセンサと伝送ケーブルから構成される先端センシングケーブル、自律型洋上航走体を組み合わせた海洋鉛直断面のモニタリングシステムの開発
- 先端センシングケーブルにより振動・音響等を高感度かつパッシブに検知するとともに、自律型洋上航走体に搭載するセンサにより水温や電気伝導度など海面から様々な環境データを観測
- 最先端のセンサが多数配置されたケーブルからリアルタイムで取得される観測データと自律型洋上航走体の観測データとを統合して逐次処理できる手法の構築

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

- 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多様かつ膨大な情報の中からAI・ビッグデータ解析技術等を活用し、自然物や人工物を含む物体や事象の観測・識別、通過様態（位置、速さ、移動方向など）等、有用な情報を抽出・解析できる手法を確立

研究開発の進捗・成果

【進捗・成果】（2024年2月～研究開始）

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

- ケーブル試験機の設計やセンサの材質、構成等の検討が完了し、音響透過性を確認した。
- センサ端末部の設計変更と強度試験を行った。センサ素子の長期信頼性試験も実施中。
- 試験機システムの敷設候補海域の主たる地元諸機関と調整し敷設に関する理解を得た。
- ケーブルルート調査（沿岸部・沖合）をほぼ完了し、敷設域での集音を開始した。
- 洋上航走体試作機によるプロファイル観測を実施し、1週間の連続観測により評価データも取得した。また、漁船を用いたCTD・ADCP観測や多項目センサの試作設計を行った。

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

- AIを用いた音源種類のプロトタイプ開発及び予備実験を実施するとともに、海域試験データも用いた位置推定性能の評価、課題の抽出等を実施した。
- 敷設域での海況モデルを用いた混合層深の再現性評価、モデルと観測データとの差異の検討を実施した。

10年目実証システムのシステムアーキテクチャ（モデル）を作成、検討すべき要素等の洗い出しを実施中。社会実装に向けた検討や研究開発の方向性を確認する観点で、省庁等へのニーズヒアリングを実施。

【ニーズ省庁・業界との調整状況】

2025年8月 4日 懇談会（海上保安庁） 2025年10月15日 懇談会（警察庁）
2026年1月22日 懇談会（水産庁等） 2026年3月2, 12日 意見交換（環境省）
2025年9月 意見交換（アメリカ合衆国 DHS / PNNL） 継続的な意見交換を調整中
敷設候補海域の漁業者等への情報共有・ニーズヒアリング 随時実施中

達成目標

【10年間のアウトプット目標】

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

- 従来型ハイドロフォンと同等以上の性能を持つ光ファイバで構成されたセンサ素子、伝送ケーブル（伝送距離 300km 以上）からなる先端センシングケーブルと洋上航走体を開発し、海洋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を構築
- 先端センシングケーブルによる振動・音響等の検知と、洋上航走体の各種センサ、特に海中で上下降する水温等を観測するセンサを組み合わせ、15 km解像度/日での自動観測を実現
- データ同化とマルチモデルアンサンブルによるデータ処理により、観測データを補完する高精度（海水密度±0.1 kg/m³以下、混合層深±5 m以下）の海況解析と予測技術を組み合わせ、音響データから抽出された情報と海況解析結果を経時的に可視化する統合システムを構築

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の開発

- 計15クラス（降雨・波浪・商船・艦艇・漁船等）の音源種別からなる音源カタログを構築。先端センシングケーブルで観測する海中音を対象に、音源カタログを参照することで音源の自動類別とその通過様態（位置、速さ、移動方向など）の検出技術を開発

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】（再掲）

社会実装の担い手を見つけることが、PJの共通課題であることは全研究参加者が認識している。今後はこれまでに得られた技術的な見通しに基づき、協議会の枠組みを活用しながら官民のステークホルダーと連携し、潜在ニーズの探索や技術的な要件の深掘りを進めつつ、成果の社会実装に繋がる研究開発を推進する。

【研究開発スケジュール（前半5年）】

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	2023年度	2024年度 進捗確認	2025年度	2026年度 中間評価	2027年度	2028年度 SG評価
①A: 先端センシングケーブルの開発	基本設計 試作機設計・製造 試作機敷設					
①B: 型洋上航走体等による複合観測技術と全水深海況解析	2月開始					
	第1 試作機製造・試験		第2 試作機製造・試験・改良		敷設海域での観測	
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の開発	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
②A: 環境音・人工音・生物音のバリエーションを用いた海中音源識別の構築	既存データ解析 実験環境での集音 敷設域での集音					
②B: 環境音・人工音・生物音の類別技術及び物体の移動様態の検出方法の開発	2月開始					
	要素技術検討		プロトタイプ開発		モデルチューニング	

【その他の活動】

2025年10月10日 シンポジウム開催（ウェビナー形式・261名）

<研究開発成果>

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

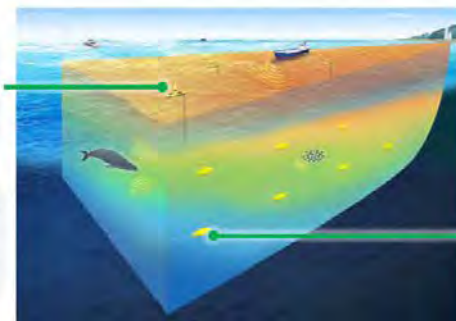
- ケーブル試験機の設計やセンサの材質、構成等の検討が完了し、音響透過性を確認した。
- センサ端末部の設計変更と強度試験を行った。センサ素子の長期信頼性試験も実施中。
- 試験機システムの敷設候補海域の主たる地元諸機関と調整し敷設に関する理解を得た。
- ケーブルルート調査（沿岸部・沖合）をほぼ完了し、敷設域での集音を開始した。
- 洋上航走体試作機によるプロフィール観測を実施し、1週間の連続観測により評価データも取得した。また、漁船を用いたCTD・ADCP観測や多項目センサの試作設計を行った。

洋上航走体

全長：3m
航走速度：1～2knot
→CTD、気象センサなどを搭載して海況解析に必要な観測を実施

海況解析

→5つ以上の海況モデルをアンサンブル
→データ空白域を埋めつつ、データ同化による高精度化を実現



音響データ解析

→海中音源カタログの構築
→AIを活用した自動類別技術
→移動様態検出

先端センシングケーブル

ケーブル長：300km（5年後達成目標は100km）
上限周波数：20kHz（5年後達成目標は5kHz）
→音の分離、分類音の移動様態推定

観測システムイメージ



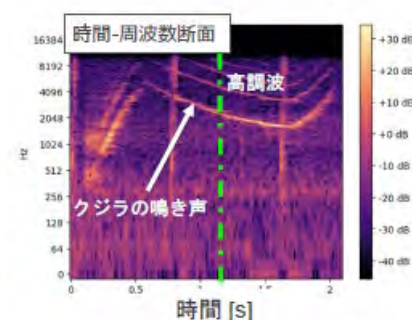
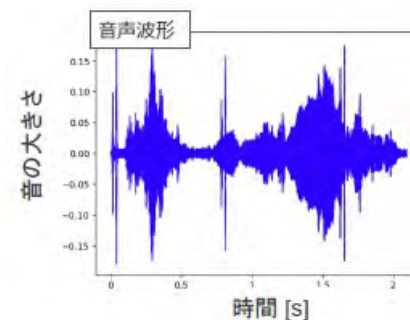
先端センシングケーブル



洋上航走体

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

- 海中音源カタログのひな型や、音源の切り出しマニュアルを作成した。環境音・人工音のサウンドスケープ（SS）の取得は順調であり、自動切り出し・メタデータ付与コードに目途が立った。生物音の集音も進めている。
- AIを用いた音源類別のプロトタイプ開発及び予備実験を実施するとともに、海域試験データも用いた位置推定性能の評価、課題の抽出等を実施した。
- 敷設域での海況モデルを用いた混合層深の再現性評価、モデルと観測データとの差異の検討を実施した。



生物音の例（ゴンドウクジラ）

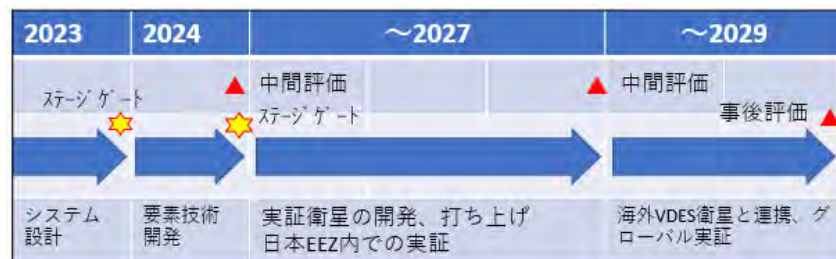
PD： 中須賀真一 立命館大学 総合科学技術研究機構 教授

実施体制：（株）IHI、（株）アークエッジ・スペース、LocationMind（株）

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

①システム設計 ②重要要素技術の開発 ③システム実証



達成目標

AIS を高度化した VDES を搭載するための衛星技術と MDA 情報の集約・共有を行うための次世代データ共有システム技術を確立する。

＜VDES 衛星技術＞

重量：50kg 以下 寿命：4 年

受信信号：VDES 信号、IoT 信号

電波観測：L, S, X 及び K バンドの信号が受信可能

船舶識別分解能：1km 以下

＜次世代データ共有システム技術＞

提供データ：船舶動静等の海洋状況、氷床・海洋気象、港湾管理情報、海上安全情報等

研究開発の進捗・成果

2025年度は予定どおり進捗した。詳細は下記のとおり。

重要要素技術の開発及びシステム実証

- ・2024年度から引き続き、衛星搭載アンテナと展開機構、ソフトウェア定義無線（SDR：Software Defined Radio）、地上局ネットワーク運用制御とVDES信号制御、電波発信源の位置推定、データプラットフォーム、船用搭載機器の開発を進め、各要素技術の軌道上実証や多要素の組み合わせ試験を実施した。
- ・VDES、電波観測の機能を実証する第1世代衛星を打ち上げ、軌道上にて船舶から発出された情報の取得が可能であることを確認した。
- ・各要素技術の実証試験において得られた知見を次世代機の開発にフィードバックし、更なる改善を実施した。

事業戦略及び事業計画の策定

- ・VDES通信による位置情報との連携や電波観測による不審船検知機能を活用した市場参入戦略や機能別戦略を策定した。有望なサービスの絞り込みを行った上で、関係機関へのヒアリングやニーズの再確認、ビジネスモデルの検証を行い、事業計画を策定した。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

概ね予定どおり進捗しており、研究開発構想に影響を与える大きなずれや変更点は生じていない。

今後の課題と対応・その他の活動

各要素技術のさらなる改良と実証試験の実施

2026年度以降はこれまでの実証試験で得られた知見や有識者によるレビュー結果を踏まえて、次世代機に向けた更なる改良や組み合わせ試験を継続し、日本EEZ内での試験・実証を行う。また、海外事業者とも連携し、VDESの機能・性能評価を実施する。

事業化に向けた取組

VDES通信の実運用に向けた関係省庁との各種協議や想定顧客へのヒアリングを進め、PoC実施時のユースケース検証を行い、事業化検討へ反映する。

PO：春山 真一郎 慶應義塾大学 大学院システムデザイン・マネジメント研究所 顧問

研究代表機関：（株）トリマティス、京セラ（株）

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】（抜粋）

太陽光などの外乱の影響を緩和もしくは補償する技術及び指向性の課題を解決する技術を開発するとともに、海中において以下に掲げるエリア構築型および遠距離トラッキング型のいずれかまたは両方の型により一定の距離における光通信が可能なシステムを構築する。また、いずれの型においても、実環境を想定した上で、音響通信との組み合わせや環境影響に配慮し、高解像度の映像を遅延なく送受信が可能な通信速度（10Mbps 程度）の安定した通信が可能となるようにするとともに、最終的には沿岸域で一般に想定され得る光の透過度のあらゆる条件下で活用可能であることを実海域において実証すること。

①エリア構築型

海中インフラの維持管理で活用できるよう場面に応じた一定の範囲（例えば、洋上風力発電設備の点検を目的とする場合は核となる機器を中心に半径約 20m の球または半球状）において、範囲内に複数の通信機器を設置し、すべての通信機器と同時に通信することが可能な技術

②遠距離トラッキング型

ターゲットとする用途に応じた一定程度の遠距離（例えば、大陸棚において鉛直方向の通信が可能となる約 200m）にある通信対象の位置を捕捉し、自動で光軸を合わせることで通信を可能とする技術

達成目標

①エリア構築型

【鈴木課題】水中環境に応じて波長・速度・変調方式を最適化する適応型水中光通信、複数機器と同時に通信できるマルチアクセス方式、OCCによる指向性制御と光軸制御を個別に開発し、さらにそれらを組み合わせたOCCアシスト適応型マルチアクセス通信技術を検討する。加えて、水中モニタリングネットワークを構築しリアルタイムモニタリングを実現する。

①エリア構築型 & ②遠距離トラッキング型

【福田課題】浅海域で利用可能な GaN 系光源を用いた海中光無線通信技術の確立を目指す。太陽光などの外乱光の影響を低減する技術と、光の指向性による通信制約を解消する技術を開発し、半径20mのエリア構築型通信と鉛直200mの遠距離トラッキング通信を実現する。さらに水中ロボット搭載型の通信機器や光通信チャンネルモデル、シングル／マルチAP方式を検討し、10Mbps映像を遅延なく送受信できる安定した海中通信システムを構築し、海中インフラ維持管理の無人化・効率化に貢献する。

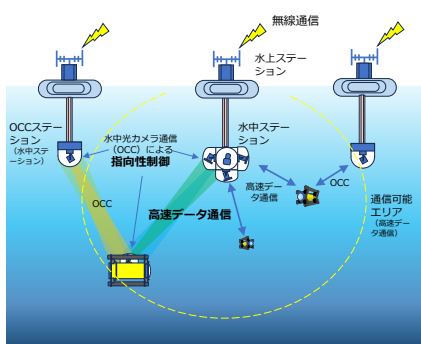
研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】

アウトプット目標	研究代表者	所属・役職	課題名	研究開始／期間	進捗・成果
①	鈴木 謙一	(株)トリマティス ・代表取締役	OCCアシスト適応型マルチアクセス水中光ワイヤレス通信技術	2025年12月～ 研究期間：3年	機能検証のための実験系を準備中
①&②	福田 憲由	京セラ(株) 研究開発本部 ・課責任者	浅海域で利用可能なGaN系光源を用いた海中光無線通信技術の研究開発	2026年1月～ 研究期間：5年	海洋環境計測系や通信チャンネルモデルの基礎検討を開始

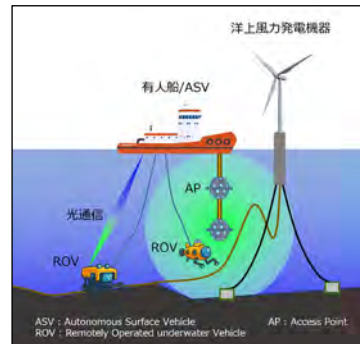
【研究開発の概要（目標イメージ）】

●鈴木課題



3年終了時の達成目標イメージ

●福田課題



5年終了時の達成目標イメージ

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

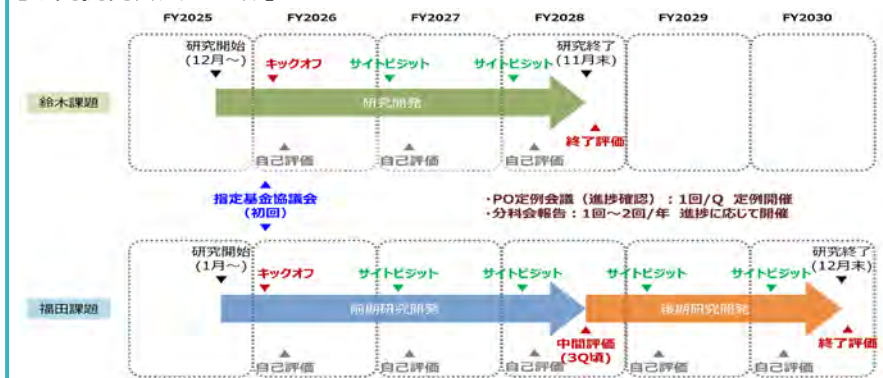
特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

●構想共通：社会ニーズを踏まえた研究開発の実施、成果の活用が構想としての共通課題であることを認識している。今後、技術的な見通しに基づき、協議会や懇談会等の枠組みを活用して官民のステークホルダーと連携、潜在ニーズの探索や技術的な要件の深掘りを進め、成果の社会実装につなげるべく研究開発を推進する。

【研究開発スケジュール】



指定基金協議会開催：①R8年4月24日

デジタル技術を用いた高性能次世代船舶開発技術及び船舶の安定運航等に資する高解像度・高精度な環境変動予測技術

PD： 高木 健 東京大学名誉教授

実施体制： 安藤 英幸（株）MTI、三菱造船（株）、常石造船（株）、（国研）海洋研究開発機構、
 ジャパン マリンユニテッド（株）、（株）三井 E&S、（国研）海上・港湾・航空技術研究所
 海上技術安全研究所、常石造船昭島研究所（株）、大阪大学、京都大学、広島大学

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

① デジタル技術を用いた高性能次世代船舶開発技術

・船舶の開発・設計・建造期間の短縮及び高性能化（従来船よりも高性能な次世代船舶を念頭に、その主要な工程を対象として設定したユースケースにおいて、現行の手法を適用した場合と比較して当該工程に要する期間を3割削減）を実現するため、バーチャル空間上で船舶の性能や建造方法等の再現・検証を可能とするシミュレーションシステムを構築する。

② 船舶の安定運航等に資する高解像度・高精度な環境変動予測技術

・実海域で観測した海洋データ（水温、塩分等）を活用し、極端現象を含めた高解像度・高精度な気象・海象の予測システムを構築する。

➢ 高解像度：現状の数百 kmスケールの解像度から数十kmスケールの解像度にした1～3か月先の季節予測

➢ 高精度：シミュレーションの初期値の個数を現状の 10 個程度から100～1,000 個程度にし、予測精度を上げること

③ 統合シミュレーション・プラットフォーム

・上記のシステムを統合し、船舶の供給と運航に関わる幅広い事業者等が協調して活用可能な統合シミュレーション・プラットフォームの基盤を構築する（バーチャル化率5割以上）。

研究開発の進捗・成果

【進捗・成果】（2025年10月～研究開始）

アウトプット目標	担当機関	研究開発項目	進捗・成果
① 高性能次世代船舶開発技術	三菱造船(株) ジャパンマリンユニテッド(株) 海上技術安全研究所 常石造船(株) 常石造船昭島研究所(株) (株)三井E&S 大阪大学 (株)MTI	先行開発シミュレータに関する研究	・各種システム、シミュレータ、1/10実証船等のConOps（運用構想）を作成。
		設計建造に関する研究	・各シミュレータのユースケース実現に必要なアーキテクチャの作成とモデル粒度定義を実施。
		コミショニング試験運転に関する研究	・現在の2次元図面中心の設計建造プロセス、情報の流れを調査し、3Dモデル・BOMを中心とするプロセスを整理。
		運航保守シミュレータに関する研究	・シミュレータの検証に必要となる実船データの計測項目案を策定。
② 環境変動予測技術	海洋研究開発機構 京都大学 (株)MTI 広島大学	気象海象季節予測シミュレータに関する研究	・船舶側と連携し、季節予測データの可視化・情報加工方法の一次案を策定 ・季節予測モデルのスキル評価と大気海洋結合モデルのデータアーカイブ構築。 ・AIデータ駆動予測モデルに関して追加公募を実施。
③ 統合シミュレーション・プラットフォーム	(株)MTI	統合シミュレーション・プラットフォームの社会実装に関する研究	・構成要素である18のシミュレータ・システムのConOps、システム要求を共通フォーマットで作成。 ・統合シミュレーション・プラットフォーム導入後のTo-beの造船設計プロセスの記述に着手。

【ニーズ省庁・業界との調整状況】

MODE（東京大学）、OCEANS（大阪大学）との連携を検討中

達成目標

【達成目標】

① デジタル技術を用いた高性能次世代船舶開発技術

・高性能次世代船舶の開発・設計・建造の主要な工程に関して、統合シミュレーション・プラットフォームを用いて工期を3割削減する。

② 船舶の安定運航等に資する高解像度・高精度な環境変動予測技術

・船舶が遭遇する1～3ヶ月先までの気象海象を、初期の開発/設計段階と運用段階で活用するため、台風等の極端現象を含む高精度（アンサンブル数100以上）・高解像度（数十kmスケール）な長期の気象海象季節予測技術を構築する。

③ 統合シミュレーション・プラットフォーム

・開発・設計・建造の主要な工程のバーチャル化率の5割以上を達成する。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

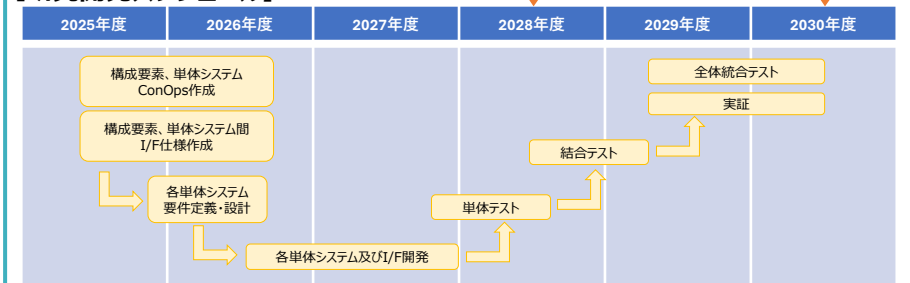
特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

造船業界全体へ成果展開を目指し、他プログラムや協議会の枠組を活用した本プロジェクト以外との連携を引き続き検討する。

【研究開発スケジュール】



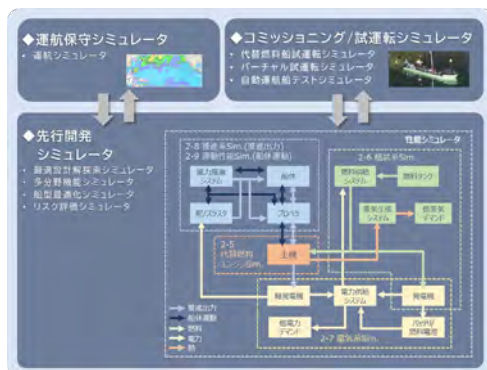
シミュレーション・プラットフォームの設計、開発、検証のVプロセス：なお、構成要素、単体システム、I/F毎に、各フェーズ実施のタイミングは前後するため、詳細は、各構成要素、単体システム毎に各フェーズを検討し、ガントチャートを整理。また、ConOpsに基づき、想定される運用シナリオに従って、アウトプット目標に対応する研究開発項目（各シミュレーションシステム開発）間の連携およびデータ授受を実施。

指定基金協議会開催：①R8年2月4日

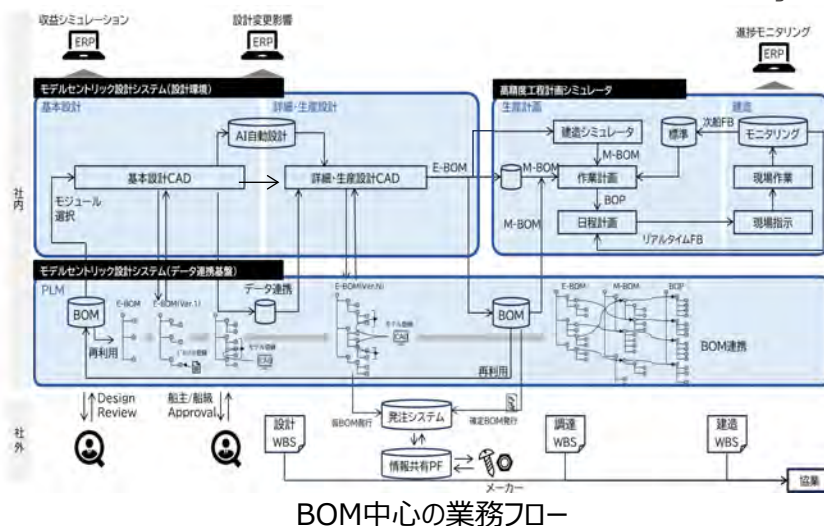
＜研究開発成果＞

① デジタル技術を用いた高性能次世代船舶開発技術

- 各種システム、シミュレータ、1/10実証船等のConOpsを作成した。
- 各シミュレータのユースケース実現に必要なアーキテクチャの作成とモデル粒度定義を実施した。
- 現在の2次元図面中心の設計建造プロセス、情報の流れを調査し、3Dモデル・BOMを中心とするプロセスを整理した。
- シミュレータの検証に必要となる実船データの計測項目案を策定した。



シミュレータのアーキテクチャ(概念図)

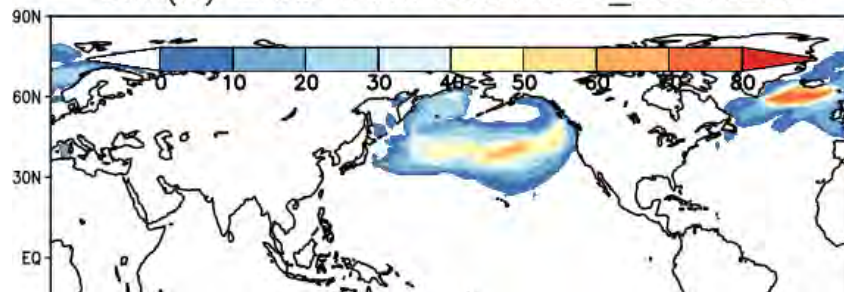


BOM中心の業務フロー

② 船舶の安定運航等に資する高解像度・高精度な環境変動予測技術

- 船舶側と連携し、季節予測データの可視化・情報加工方法の一次案を策定した。
- 季節予測モデルのスキル評価や大気海洋結合モデルの一部高解像度化、風・波浪・海流データ等のデータアーカイブ構築を行った。
- AIデータ駆動予測モデル・ネットワークアーキテクチャの設計においては、体制強化のためにJAMSTEC及びMTIが主体となって追加公募を実施した。

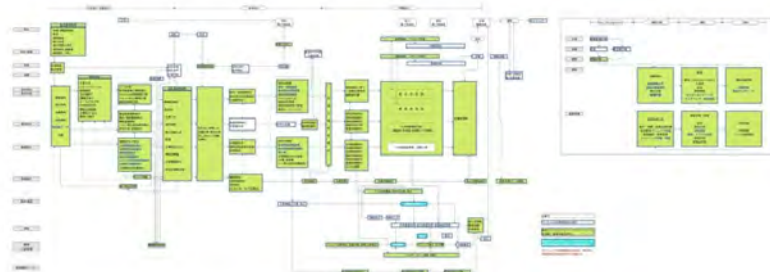
swH(%) ERA5 >6m 20241222_20241228



季節予測の可視化案(確率に基づく高波高域の可視化)

③ 統合シミュレーション・プラットフォーム

- 全体システム設計と統合に向け、統合シミュレーション・プラットフォームの構成要素である18のシミュレータ・システムのConOps、システム要求を共通フォーマットで作成した。
- 社会実装に向けて、ConOpsを参照しながら、統合シミュレーション・プラットフォーム導入後のTo-beの造船設計プロセス、船舶ライフサイクルの記述に着手した。



船舶ライフサイクルの記述(As-is)



K Program

経済安全保障重要技術育成プログラム

- **宇宙・航空領域**

PD： 中須賀真一 立命館大学 総合科学技術研究機構 教授

 実施体制： (株)Space Compass、
 (国研)情報通信研究機構、(株)アクセルスペース、日本電気株式会社

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

①システム設計 ②重要要素技術の開発 ③システム実証



達成目標

衛星光通信ネットワーク技術として、下記技術を開発する。

- ・ 光通信衛星と地球観測衛星からなる低軌道衛星に搭載される低軌道衛星間光通信技術
- ・ 地上局を含む通信衛星コンステレーションで使用される自動・自律運用可能な衛星コンステレーション・ネットワークシステム技術
- ・ 上記を搭載する高性能小型衛星技術
- ・ 必要な標準化技術（コンポーネント、衛星製造技術等）

※詳細な数値目標は研究開発構想参照

研究開発の進捗・成果

2025年度の進捗・成果は下記のとおり。

重要要素技術の開発

光通信衛星コンステレーションで使用される重要要素技術についてそれぞれ設計・製作及び機器の選定を行い打上げに向け進捗を図った。

- ・ 小型衛星：地上試験用衛星の振動試験を実施し解析用の基礎データを取得。また事前実証衛星の試験用モデルについては電気的噛合せ試験を完了し、組立・試験フェーズへと移行した。
- ・ 中型衛星：光通信端末・ルータ・計算機など各機器や衛星システムの詳細設計・部品調達を進めた。
- ・ ネットワーク統合制御技術：オーケストレータ機能について、個別事業者とのI/F部分の拡張と内部アルゴリズムの拡充部分の実装を完了した。
- ・ 光地上局：サイトダイバーシティ機能の基本実装を完了した。

ニーズ官庁・業界との調整状況

ESAとの軌道上共同実証にかかる検討を継続した。関係各省庁、ニーズ省庁ともより緊密な連携を図るべく意見交換を実施した。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

2025年4月改定の研究開発構想のもと概ね予定どおり進捗しており、現在の研究開発構想に影響を与える大きなずれや変更点は生じていない。

今後の課題と対応・その他の活動

事前実証衛星打上げに向けた開発の継続

2026年度以降も現行の計画のもと、リスク分析・評価を着実に実施し、2027年度の事前実証衛星 2 機打上げ・光通信の軌道上実証に向けて開発を進める。

事業化に向けた取組

コンソーシアム内の事業化検討体制において、開発計画との整合性についてPDとも連携のもと議論を継続する。2026年度以降も省庁を含むユーザの要望聞き取りを進め、その内容を事業化計画へ確実に反映し、社会実装に向けて計画の更なる精緻化を進める。

PD： 中須賀真一 立命館大学 総合科学技術研究機構 教授

実施体制：(株)ジェネシア、(株)アイネット、JSS、住友電工(株)、浜松ホトニクス(株)

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- ①赤外線検出器、分光デバイス及び光学系の開発
②多波長赤外線センサの開発 ③多波長赤外線センサの実証



研究開発の進捗・成果

2025年度の進捗・成果は下記のとおり。

①赤外線検出器、分光デバイス及び光学系の開発

- SWIR帯の検出器については、1000×1000画素版の多元系センサ受光部設計を完了させるとともに、640×512画素版のHOTコア型T2SLセンサを試作した。MWIR帯についても640×512画素版のT2SLセンサを試作した。
- 研究開発構想の仕様を満たした光学設計を成立させた。

②多波長赤外線センサの開発

- IDCAの構成要素の一つである真空容器等にかかる要素技術の設計・試作を実施した。

③多波長赤外線センサの実証

- 開発したセンサを搭載するドローンの開発を進めるとともに、赤外リモートセンシングデータの解析アルゴリズムや解析プラットフォームの構築及び改良を実施した。
- ドローン、高高度飛行体、東京科学大学との共同による60kg級衛星等、観測プラットフォームへのセンサ投入機会の拡大や、アプリケーション領域の開拓に向けた国内外の各組織・想定ユーザーとの議論を強化した。

達成目標

赤外線検出器、分光デバイス、光学系それぞれの要素技術とその組合せ技術を開発する。要素技術開発の詳細はそれぞれ下記のとおり。

- 大画素で波長1μm～5μmの帯域を分光撮像することが可能な「赤外線受光部」と「受光信号読み出し回路部」からなる赤外線検出器
- 高輝度分解能に重点をおく分光デバイス LVF、高波長分解能に重点をおく分光デバイス LCFP及び観測対象に応じて電子的に透過波長や波長分解能を変更できる分光デバイス LCTF
- 高い空間分解能に重点をおく高分解能光学系及び広い撮像範囲に性能の重点をおく広視野光学系

※詳細な数値目標は研究開発構想参照

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

2027年度に実施予定の多波長赤外線センサにかかる宇宙実証について、打上げ機の打上げ延期により、実施時期に変更が生じる可能性がある。宇宙実証以外は順調に進捗しており、構想上の研究開発内容及びアウトプット目標の達成に影響はない。

今後の課題と対応・その他の活動

センサシステムの性能評価及び地上実証の実施

2026年度以降も要素技術を統合したセンサシステムの性能評価を進め、地上やドローンを活用した実証を継続し取得データの解析手順と運用ノウハウを確立する。

社会実装に向けた活動

学会発表や関係機関との連携、成果発信等に継続して取り組み、将来のユーザ獲得に向けた活動を進める。

PD：大林 茂 東北大学 流体科学研究所 教授
副PD：土屋 武司 東京大学 大学院工学系研究科 教授

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】（抜粋）

①小型無人機を含む運航安全管理技術

- 災害・緊急時等に有人機と無人機が救助活動等を同時にを行うことができるよう自律的な衝突回避等をシステム化した運航安全管理技術及び無人機との通信が途絶しないセキュアな情報通信技術の開発を行う。
- 小型無人機技術と統合した運航安全管理システムを実証し、その後の社会実装に繋げる。

②小型無人機技術

- 1.5時間以上の連続飛行、悪天候や昼夜対応においても支障がない飛行（離着陸を含む）、10kg以上を荷搬した飛行、最大運用高度1,000m以上の飛行など、長距離・長時間飛行が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する無人機の性能向上に係る技術の開発を行う。なお、目視外運用等の実現にあたり、高い飛行安全性を確保する第1種機体認証の取得を目指す。

研究開発の進捗・成果

①運航安全管理技術

- 大阪・関西万博において、日本国際博覧会協会とJAXAが協定を締結し、有人機・無人機による大規模イベントの警備を想定した運航安全管理システム運用モデル（警備）の有効性確認を行った。万博期間中の実証を通して、関係省庁や自治体等とシステムの機能（飛行中の有人機・無人機の運用調整を含む任務割当、情報統合、共有等）を評価し、ユーザー候補である省庁や自治体から、必要な機能・性能を満たしているとの高い評価を得た。
- 運用モデル（災害）において、社会実装に向けた実証の一環として、自治体（神戸市消防局）および民間事業者（一般社団法人ドローン撮影クリエイターズ協会）と協力し、緊急消防援助隊近畿ブロック合同訓練（奈良県、2025年10月25日、26日）において、官民ドローンの連携実証を共同で実施した。

②小型無人機技術

- 小型無人機技術の2課題は、当初の予定通り、2026年3月までに研究開発期間が終了。事後評価を実施し、いずれの課題についても、目標を達成する諸元の機体が開発されたことが評価され、2026年4月から、運航管理技術課題と統合し、アウトプット目標の達成に向けて研究開発を継続することとなった。

研究代表機関：小林啓二・(国研)宇宙航空研究開発機構
佐部浩太郎・エアロセンス(株)、小林啓二・(国研)宇宙航空研究開発機構

達成目標

①運航安全管理技術（5年間）

- 【JAXA】災害・緊急時に運用される有人機・無人機を対象に、複数の通信媒体を活用して動態・気象等の運航情報や任務関連情報を収集・統合し、安全な間隔を確保した上での有人機・無人機の連携や任務割当等の運用上の判断を支援する運航安全管理システムを開発する。防災訓練等の実環境下において、有人機用、無人機用、地上システム用それぞれの試作機を組み合わせた実証試験を行い、有人機・無人機間の安全な間隔の確保や運用上の判断支援が可能であることを確認する。

②小型無人機技術（2年間）

- 【エアロセンス(株)】アウトプット目標を満足する各種性能を兼ね備えた固定翼eVTOLの無人航空機を開発し、飛行実証する。飛行制御やシステム設計、通信についても、機体認証の基準の信頼性を満たすように開発し、第一種機体認証の取得を目指す。
- 【JAXA】アウトプット目標を満足する各種性能を兼ね備えた電動多発タンデム・ティルト翼VTOL無人機を開発し、飛行実証する。併せて機体認証安全基準に適合するためのVTOL設計・証明法を構築し、成果を産業界と共有することにより、国際競争力向上のための認証取得も目指す。さらに、有人機連携を可能にする自動化技術にも取り組む。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

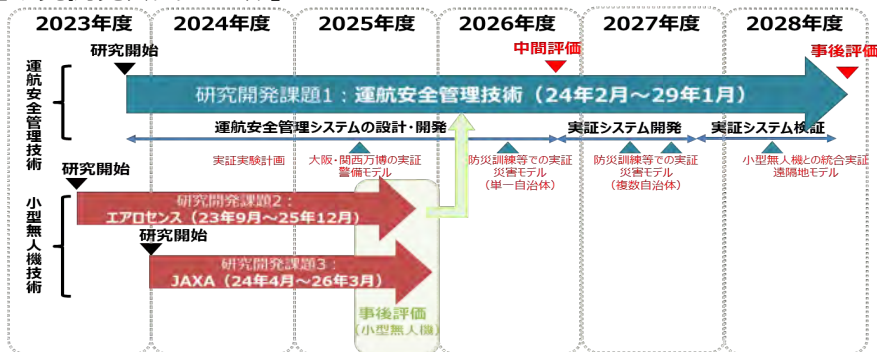
特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

- 小型無人機技術を統合した運航安全管理システムの開発を進めるとともに、災害時向け運用モデルの実証に向けて、関係機関と今後の大規模防災訓練等での連携や災害時の有人機と無人機の情報共有について意見交換を実施し、実証を着実に進める。

【研究開発スケジュール】



指定基金協議会開催：②R7年5月23日（規約改正のみ）、③R7年6月26日

＜研究開発成果＞

① 運航安全管理技術

● 運用モデル（警備）万博実証

有人機及び無人機を一元的に統制・調整を行うための運用モデルを万博会場にて検証。大規模イベントにおける有人機・無人機（ドローン等）を用いた警備に際して安全・効率的に実現できることを実証。博覧会協会、警察、消防、警備機関、自治体等への共有やデモンストレーションを通じて、フィードバックを得た。

● 運用モデル（災害）の実証試験

災害対応に際し、各省庁と地方自治体間の相互連携を可能とする運用モデルについて、自治体等と連携し防災訓練で社会実験を開始した。

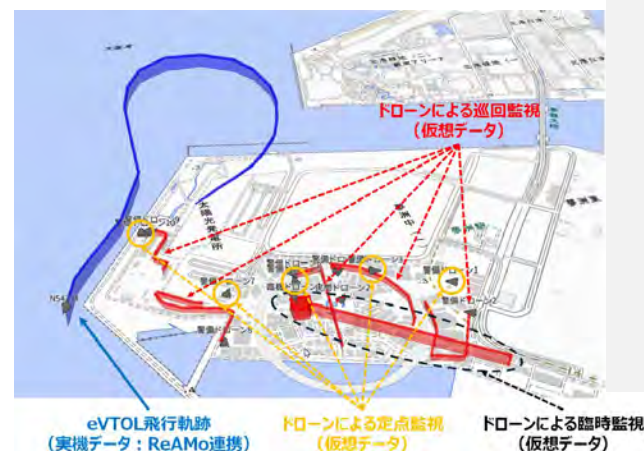
② 小型無人機技術

● エアロセンス 固定翼型VTOL機：

機体を完成させ、展示会への出展等を通じて、成果を発信。また、第一種型式認証を申請し受理された。現在、安全性評価基準の策定に向けて、追加試験飛行の実施やデータの提供を通じて、当局に協力。

● JAXA 多発タンデムティルト翼VTOL機：

機体を完成させ、VTOL設計・証明法を構築・検証を通して連携飛行のための自動化機能を開発。有人機との連携運用の高機能化を可能にする設計評価を推進。



万博実証警備の運用イメージ



運用モデル（災害）の実証イメージ



エアロセンス 固定翼VTOL機



JAXA ティルト翼VTOL機

PO：松尾亜紀子 慶応義塾大学

実施体制：ACSL株式会社

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標（2029年度）】

- 自律制御・分散制御技術等を搭載し、関係省庁等のヒアリングを通じて設定した想定されるミッション(状況調査/点検/警備/捜索/測量/通信の6項目)を実現できる小型無人機のハードウェア等の要素技術を開発する。
- 開発したハードウェアについて、先行事業で研究開発された自律・分散技術等を含む最先端技術のソフトウェア実装を念頭に、関係省庁等と設定する運用シナリオに基づき、実証実験を実施する。

	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度
研究開発項目①	フィジビリティスタディー(関係省庁等との協議、国内外最先端技術の調査)					
研究開発項目②		公募▲	機体開発(初期型)★			中間評価兼SG審査
研究開発項目③			公募▲	機体開発(完全な自律制御・分散制御技術の実装、ミッション対応型)		

達成目標

2027年度までに、定められた目標スペックを達成する小型無人機本体に係る部品全般、バッテリー、搭載機器等を開発し初期型での単体試験・評価を行う。

「基本性能目標」

- 総重量：1～4kg
- 最大飛行時間：50分
- 最大飛行速度：20m/s
- 耐風速：20m/s
- 可視光カメラ：48MPixel、光学6倍以上
- サーマルカメラ：有 640×512
- 通信：US 法基準で18km 以上(理想環境) 機体間通信・中継機能あり
- セキュリティ：サイバー攻撃や、データ漏洩リスクの対処
(JC-STAR 等で、できることを確認)

等

研究開発の進捗・成果

○研究開発項目①FS調査を踏まえた公募実施及び事業者の選定

- 研究開発項目②(2025年度から2027年度)として、研究開発項目①で設定したミッション(状況調査/点検/警備/捜索/測量/通信の6項目)を実現するための機体開発(初期型)の公募を実施。
- 書面審査、面接審査、及び契約・助成審査の結果、ACSLが事業者として2025年9月に採択。

○研究開発項目②(機体開発(初期型))の事業開始

- 採択審査委員会を踏まえて、実施計画書を整理して2025年11月に契約締結。
- 高機能AIの開発・実装は、Preferred Networksを再委託先として連携する。
- マーケティング戦略として、安価なベースモデルに、ニーズに合わせたオプション追加を行える機体設計を設定した。
- 機体開発において、Battery、Motor、Gimbal、及びMesh Networkのサプライヤを確定した。また、ドローンポート、及び可視光カメラについては、現在調整中。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

本事業は、当初計画からの変更は現時点において特になし

今後の課題と対応・その他の活動

JST事業(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)との連携において、NEDO側から情報連携及び試作機の提供・検証を提案するも、JST側からは以下の課題を示されている状況。

①技術的課題 ②期間的課題 ③所属機関の規制への対応(用途による制限)

今後も議論を進め、効果的な連携が進められるように調整する必要がある。

PO： 浅間 一 早稲田大学 次世代ロボット研究機構 上級研究員／研究員教授

研究代表機関：（国研）産業技術総合研究所、大阪大学、公立はこだて未来大学、名古屋工業大学

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】（抜粋）

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。

研究開発の進捗・成果

いずれも計画通り進捗

①自律制御・分散制御技術

【**神村課題**】災害・緊急時等に活用可能な革新的自律制御ドローン及び自律分散協調飛行制御技術の研究開発

- ・V2V通信アーキテクチャ（マルチバンド・クラスタ方式）による基本動作検証試験：3機のドローンにて基本動作（隊列変更、リーダ変更、自律接近回避）が問題なく行えることを確認。

【**末岡課題**】協調・デジタルツイン技術の革新による小型無人機群システムの構築

- ・群飛行に対応したセンサー・シミュレーション：Visual SLAMのためのバーチャルセンサの実装を完了。

【**加納課題**】動物個体間「駆け引き」に学ぶ小型無人機群の誘導・衝突回避手法の開発

- ・“駆け引き”の原型となる数理モデルの検討：“駆け引き”は能動センシングのみならず、受動センシングとの併用により実現されとの仮説を導いた。

②検知技術

【**菅野課題**】96GHzミリ波帯電波によるマルチスタティックイメージング技術

- ・高精度96GHz帯半導体集積デバイスの小型化・ロバスト化および通信両用フロントエンド化技術：平面回路から立体回路への伝送路変換に伴う測定誤差を排除するため、既存の測定設備に専用の評価治工具を整備した安定した測定環境を構築。

達成目標

①自律制御・分散制御技術

【**神村課題（産総研）**】GNSS環境に加え、未知で複雑な環境、非GNSS、通信途絶時を含む状況においてもシームレスに複数機が協調しながら、安全かつ効率的に飛行を継続できる高度な自律制御ドローン及び自律分散協調飛行制御技術の研究開発を進め、100台規模の実機シミュレーションと10機での現場実証を通して有効性の検証を行う。

【**末岡課題（大阪大）**】過酷な環境下でも自律的な群飛行を実現する革新的な制御技術・システムの構築、多様な動的環境への対応を可能とするための協調計測技術・センサシミュレーション技術の開発、群による物資の協調搬送技術、想定外の事象が発生してもタスク達成のためオペレータと連携してチームを動的に再編する技術の研究開発を進め、実証試験を行う。

【**加納課題（はこだて未来大）**】歩行者や動物の群れにおける衝突回避メカニズムの原理を抽出、これを利用した自律分散制御法を構築し、非GNSS環境で10機以上の無人機が密集空間で衝突回避できる測位・通信技術としての有用性をシミュレーションおよび実機で検証する。

②検知技術

【**菅野課題（名古屋工業大）**】複数台レーダーを協調動作させることによるマルチスタティック測距技術により、複数台のドローン検出とそのID識別を同時かつ同一の無線装置で実現する測距・通信融合システムの研究開発を、デバイスからシステムまで一貫して実施し、フィールド試験で実証する。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

<今後の活動と対応>

達成目標および中間評価時（3年後の目標：中間評価は加納課題を除き2026年中に実施予定）での目標の実現に向け、各課題・研究開発項目に挙げる研究・設計・試作を進め、要素技術の確立・評価・検証と中間デモ試験を見据えた準備を進める。下記は具体的実施事項の一例。

①自律制御・分散制御技術

【**神村課題**】開発中のドローン5機、離発着システム等、課題内他テーマでの開発成果と組み合わせた総合的な実証試験を実施する。

【**末岡課題**】ACSL社のドローンテストフィールドをデジタルツイン環境として開発し、同時に機体データのデジタル化を行う。

【**加納課題**】仮説検証に向け、数理モデルの改良に着手。屋内ドローンシステムを用いた改良モデルの妥当性評価を実施予定。

②検知技術

【**菅野課題**】構築した評価環境を用い、試作品の評価、改良実施予定。また、最終実機で実現する回転方式アンテナに対応したモジュール実装とその機構強度についても並行して検討を開始する。

<その他の活動>

- ・自律制御・分散制御技術、検知技術関係者による合同イベントの開催

- ・自律制御・分散制御技術、検知技術合同ワークショップ（2025年9月）
- ・日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会でのオーガナイズドセッション（2025年6月、2026年7月予定）

- ・NEDOとの連携（自律制御・分散制御技術）

- ・NEDOにて推進中の『小型無人機の自律制御・分散制御技術』に関する研究開発構想」とも連携し、必要な協力を図る。

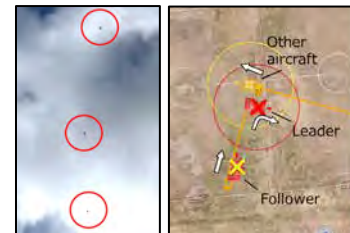
研究開発の進捗・成果

①自律制御・分散制御技術

【神村課題】災害・緊急時等に活用可能な革新的自律制御ドローン及び自律分散協調飛行制御技術の研究開発

・ GNSS、マルチバンド機体間通信による自律分散協調飛行制御技術の開発

V2V通信アーキテクチャ（マルチバンド・クラスタ方式）による実証試験を実施、3機のドローンにて基本動作（隊列変更、リーダ変更、自律接近回避）が問題なく行えることを確認。次回は課題内他テーマにて開発中のドローン5機、離発着システム等を組み合わせ総合的な実証試験を実施予定。



3機の群飛行の様子（左図）と自律接近回避（接線ベクトル回避方式）（右図）

【末岡課題】協調・デジタルツイン技術の革新による小型無人機群システムの構築

・ 群飛行に対応したセンサシミュレーション

Visual SLAMのためのバーチャルセンサの実装を完了。今後は各種センサ機能の役割がデジタルツイン上でも有効であること、デジタルツイン側の環境設定を変更した上でも適切に動作することを確認し、実際の機体開発及び検証におけるデジタルツイン活用の有効性を確認予定。

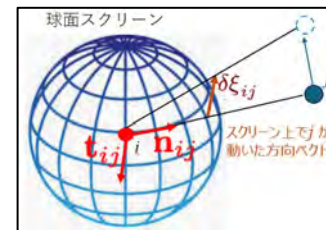


デジタルツインを活用した実センサと同様のバーチャルセンサ開発

【加納課題】動物個体間「駆け引き」に学ぶ小型無人機群の誘導・衝突回避手法の開発

・ “駆け引き”の原型となる数理モデルの検討

生物の回避行動の原理検討から、回避時の“駆け引き”は能動センシングのみならず、精度は低いが動きへの反応が速い受動センシングとの併用により実現されるとの仮説を導いた。検証に向け、数理モデルの改良に着手。屋内ドローンシステムを用いた改良モデルの妥当性評価を実施予定。



数理モデルの概要

②検知技術

【菅野課題】96GHzミリ波帯電波によるマルチスタティックイメージング技術

・ 高精度96GHz帯半導体集積デバイスの小型化・ロバスト化および通信両用フロントエンド化技術

平面回路から立体回路への伝送路変換に伴う測定誤差を排除するため、既存の測定設備に専用の評価治工具を整備した安定した測定環境の構築完了、試作品の評価、改良実施予定。また、最終実機で実現する回転方式アンテナに対応したモジュール実装とその機構強度についても並行して検討開始予定。



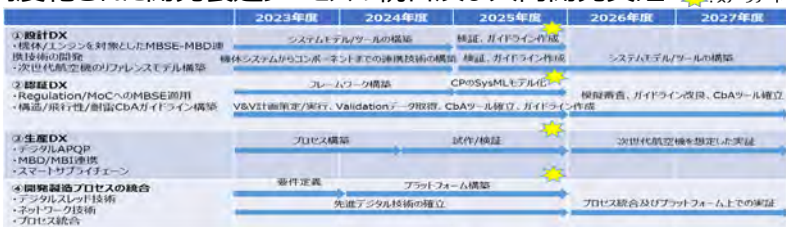
立体回路変換評価（モジュール類）

PO：土屋 武司 教授 東京大学

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- ①設計DXに関する研究開発
- ②認証DXに関する研究開発
- ③生産DXに関する研究開発
- ④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



研究開発の進捗・成果

<2025年度実施内容>

当初計画通りに、全ての分野（設計DX、認証DX、生産DX、開発製造プロセス統合）において中間評価実施年度の目標を達成し、ステージゲートを通過することが出来た。またこれまでの活動・成果に基づき、残り2年間の活動計画を詳細化した。

<研究開発成果>

- ①設計DX：航空機・エンジンについて、MBSEとMBDを連携した設計プロセスの構築を完了した。既存の開発例を参考にこの設計プロセスを試行し、開発期間を3割短縮する効果を確認した。また2026年度からリファレンスモデルを作成するためにモデル構築ルールを整備した。
- ②認証DX：試験を代替する空力／構造／電磁場の解析、及びそれと比較する試験を継続中。また不確かさを考慮した解析信頼性の定量評価方法を確立した。2026年度からのJCABとの模擬認証に向けての準備も完了。
- ③生産DX：デジタル技術を活用した新しい業務プロセス（製品品質計画、生産指示、サプライチェーン管理）の構築を完了し、④にて構築したDXプラットフォーム上の運用検証を開始した。
- ④開発製造プロセスの統合：海外の航空機OEMと接続可能な高度なデジタルスレッド及びセキュリティの機能を有したDXプラットフォーム“SACRA”の構築を完了した。

MBSE: Model Based Systems Engineering, MBD: Model Based Development,
JCAB: Japan Civil Aviation Bureau, CbA: Certification by Analysis,
OEM: Original Equipment Manufacturer

実施体制：（国研）宇宙航空研究開発機構、（株）IHI、川崎重工業（株）、
（株）SUBARU、（一財）日本航空機開発協会、三菱重工業（株）

達成目標

開発した手法は、リファレンスモデルあるいはガイドラインの形に抽象化し、将来機、他分野への波及を可能とする。

- ①設計DX：効率的な組み合わせ設計及び開発の大幅な効率化を実現するため、機体システムからコンポーネントまでをシステムモデリング言語で記述したシステムモデルを構築する。
- ②認証DX：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、CbAの実機開発への適用を可能とする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。
- ③生産DX：生産プロセスにおいて、品質、コスト、リードタイムの改善を実現するため、エンジニアリングチェーン、サプライチェーンを合理化する生産システムを構築する。
- ④開発製造プロセスの統合：各フェーズ間でデータを相互に接続しプロセスを統合する手法を開発する。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

2026年度は以下の取り組みを行う。

- ①設計DX：これまでに開発した設計プロセス及びモデル構築ルールに基づき、広く航空機等の開発に活用出来るリファレンスモデルの作成を行う。
- ②認証DX：作成したCbAガイドラインのドラフトに基づきJCABとの模擬審査を開始する等の活動を通じて、ガイドラインの作り込みを行う。
- ③生産DX：構築した業務プロセスやシステムを統合してDXプラットフォーム上で試行を行い、その結果を反映して構築した業務プロセスの改善を行う。
- ④開発製造プロセスの統合：構築したDXプラットフォーム上での種々の業務プロセスの試行を支援すると共に、得られた改善点をDXプラットフォームに反映する。「事業後も継続して利用できる成果となるよう検討すること」、「民間旅客機以外でも利用することを考慮すること」、「各DXでの成果を統合して初めて航空DXとなる」、「システムアップデートを含む人材育成を検討すること」に留意し、マネジメントを行う。

<研究発表・講演>

これまでに国内外96件の論文発表／講演を実施した。特に飛行機シンポジウム及びJAXAが主催する航空機ライフサイクルDXコンソーシアム（CHAIN-X）のワークショップ・オープンフォーラムでは、広く成果の公開を開始した。

<国際標準化活動>

SAE（S-18 MBSE WG:設計DX、AE-2:認証DX）、およびASME、AIAA CbA CoI（以上、認証DX）の標準化活動へ規模を拡大して参画中である。

PO：岡部 朋永 国立大学法人東北大学大学院教授

実施体制：株式会社IHI、(国研)JAXA、UBE株式会社 連名

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- ① 1400℃級 CMC 材料の製造・量産技術開発
- ② 材料認証取得に向けた評価プロセスの実証

★：ステージアト	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

研究開発の進捗・成果

2025年度は、量産に向けた各種要素研究を実施し、予定通りの進捗が得られている。具体的には以下の通り。

① 1400℃級 CMC 材料の製造・量産技術開発

- UBE繊維製CMCの強度特性を確認した。
- 高速製造技術はCVI工程において成膜品質を確保しつつ高速化し、中間目標の成膜速度に到達した。
- 高速加工・検査は、前年度に引き続きX線検査装置の自動化・高速化を進め、中間目標の検査速度に到達した。
- 耐環境コーティングは、前処理の表面粗化用装置を導入し、部品形状への施工に成功した。

② 材料認証取得に向けた評価プロセスの実証

- CMCの材料規格・工程規格制定と材料データベース構築は、初期材料データベース向けの試験を完了し、それを元に規格を制定した。
- CMCの要素試験および解析技術開発は要素試験を実施し、複雑形状の強度特性を取得した。また、温度勾配の影響を取り込める解析ツールを構築、実際に温度勾配を付与して取得した試験データと比較評価した。

達成目標

CMC（Ceramic Matrix Composites）の品質：量産仕様の製造工程を確立し、品質・歩留まりを実証のうえ、材料規格・工程規格を制定し、世界の主要航空局の認証を得るためのプロセスを確立する。

CMCの製造性：上記規格に沿った品質を確保したうえで、量産時の製造タクトタイム5分に目途をつける。

CMCの信頼性：確立した工程で製造した CMC の材料特性データベースを取得し、世界の主要航空局の認める統計手法に準拠して設計許容値を定める。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし2026年度/2027年度の実施計画について以下の変更を行う。

- 当初計画では2025年度で終了としていた界面施工に適切なSiC 繊維の開発を2027年度まで継続
 - CMCの高速製造技術の開発について追加の技術開発を実施
 - 航空機エンジン高温・高圧部位への参画範囲拡大のため、構想改定を行い、国産ニッケル基超合金の製造・量産技術開発を追加予定
- 上記の変更により、国内繊維サプライチェーンの構築を図るとともに、CMCの高レート生産能力の獲得をより確かなものとする。

今後の課題と対応・その他の活動

最終目標(2027年度)に向けて、主に以下の取組に注力する。

① 1400℃級CMC材料の製造・量産技術開発

SiC 繊維の特性および性状とCMC 破壊挙動との相関について実験的評価を完了する。製造・検査工程のさらなる高速化を実現する。

② 材料認証取得に向けた評価プロセスの実証

公共規格認証機関と議論し、材料認証試験を開始するために必要な評価プロセスを実証する。

PD：大林 茂 東北大学 流体科学研究所 教授

実施体制：牧野 好和・（国研）宇宙航空研究開発機構、三菱重工業（株）、東京大学、早稲田大学、慶應義塾大学、名古屋大学、東北大学

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】（抜粋）

①超音速要素技術（低騒音機体設計技術）

- 陸域上空超音速飛行を可能とする低ソニックブーム設計技術について、加速上昇時も含めて地上エリア全域での低ブーム化、抵抗低減設計技術との両立等を飛行実証により実現
- ICAOで検討されている超音速飛行に関する国際基準に関連して、騒音基準の検証を可能とするソニックブーム計測技術の獲得、気象データ計測も含む大気乱流特性量推定技術の開発・検証、実測と数値解析によるソニックブーム騒音基準の妥当性のICAOでの検証を実現

②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）

- 離陸から極超音速まで連続的に作動可能なエアブリーザーエンジンの設計技術に関連し、ジェット燃料を対象として、以下を実現
 - 極超音速域で作動するスクラムジェットエンジンの作動範囲を超音速域まで低速側に拡張
 - ラムジェットエンジンとの組合せにより離陸用ターボジェットエンジンの作動範囲を高速側に拡張
 - 離陸用ターボ・ラムジェットエンジンとスクラムジェットエンジンの切替機構を構築

達成目標

①超音速要素技術（低騒音機体設計技術）

●低ソニックブーム設計技術

- 超音速飛行の実証試験を実施し、計測したソニックブーム波形が低ブームの特徴を捉えていることを確認。
- 風洞試験技術を開発し、ブーム特性に及ぼす設計効果を解析と風洞試験で実証。
- 騒音基準検証に資する技術
 - 上空と地上のブームデータと地上付近の気象データを取得し、大気乱流を考慮したソニックブームを推算。
 - 推算と飛行試験計測のデータで、ICAOの検討に応じた処理等を行い、ソニックブーム騒音基準を検討。

②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）

- スクラムジェット（SJ）低速化技術：マッハ数3～4程度（切替速度）でのSJ作動を確認。
- ターボジェット（TJ）高速化技術：TJから外筒ラムジェット（RJ）への完全切替を実現。
- エンジン切り替え技術：両エンジンの作動オーバーラップの範囲内で切替の実現性を示す。
- システム検討と将来実証計画策定：飛行実証システムを想定したシステム解析を行い、実現性に照らして実証すべき技術と実証試験内容を決定。実現可能性のある実証計画を立案。

研究開発の進捗・成果

①超音速要素技術（低騒音機体設計技術）【主要事項】

●低ソニックブーム設計技術

- 実機コンセプト機を対象に、JAXAのロバスト低ブーム設計技術を適用し、加速上昇時・巡航時ともに、ブーム観測全域で低ブーム性を維持できる超音速機形状を定義した。
- 低ソニックブーム特性の飛行実証（M1.3程度＝加速上昇時）と併せて実施する地上実証（風洞試験、CFD）（M1.3～M1.6程度＝巡航時）に向け、各種試験ツール（高速CFD解析ツール、近傍場波形計測風洞用の改良静圧レールなど）を開発して準備中。

●騒音基準検証に資する技術

- 大気乱流の影響を評価可能な地表計測データを取得できるマイクロホン数とアレイ長を確認。
- 空中ブーム計測システム試作機の計測機能をソニックブームシミュレータで確認、詳細設計中。

②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）【主要事項】

●スクラムジェット（SJ）低速化技術：CFD解析、燃焼試験等により、低速条件（M3.5程度）での作動に向け、以下の知見等を得る。

- カウル先端開度を絞る空気捕獲流量を減らすことで、圧縮性能を維持しつつ始動性向上。
- メインおよびキャピティ燃料の燃焼発熱量を増す（＝燃焼効率を上げる（燃焼器、燃料噴射器、保炎器の改良））必要あり。

●ターボジェット（TJ）高速化技術：同軸配置のターボ・ラムジェット（内筒TJ、外筒RJ）で、TJからRJへの切り替え機構等を解析中（流路切替機構の内部流解析、熱構造解析（耐熱性）など）。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

①超音速要素技術（低騒音機体設計技術）

<今後の課題>

- 海外での飛行実証試験の費用高騰（資機材等の高騰＋為替要因）等に伴い予算計画の修正に対応中。

<その他の活動>

- ICAOの環境保全委員会（CAEP）の騒音検討WG1に参加し、認証手順および超音速機固有の課題を把握する等、国際的な騒音基準のルール作りへの参画に向けて対応中。
- 航空機関連団体からなるJSR（Japan Supersonic Research）協議会にて、本課題の活動を紹介するなど、関係企業との連携も意識した取組を実施中。

②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）

<今後の課題>

- 資機材等の高騰等による予算計画への影響に引き続き注視していく。
- 設備故障等による実験の遅延があり、更なるCFDの活用などでスケジュール維持を図る必要がある。

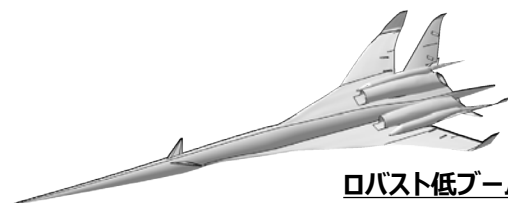
1 超音速要素技術 （低騒音機体設計技術）

●低ソニックブーム設計技術

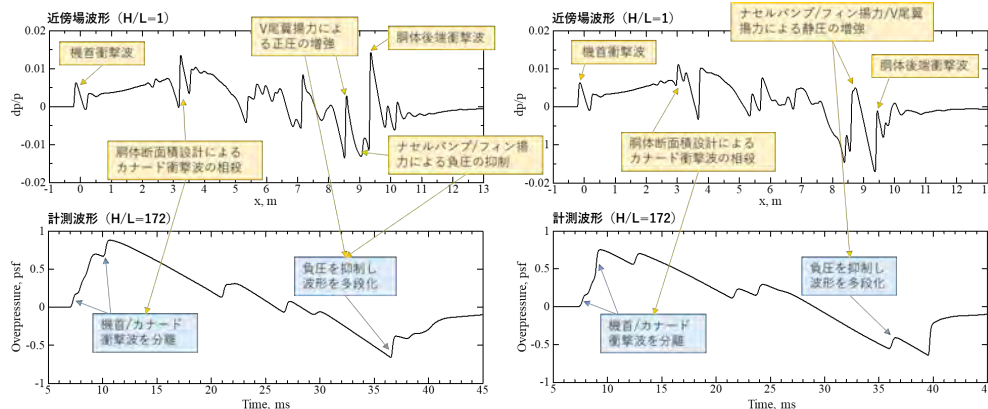
- ▶実機コンセプト機を対象に、JAXAのロバスト低ブーム設計技術を適用し、加速上昇時・巡航時ともに、ブーム観測全域で低ブーム性を維持できる機体形状を定義した。
- ▶ICAOでも重要視されているM1.3程度（＝加速上昇時）で飛行実証する実証機を設計するとともに、対比等のため併せて実施する地上実証（風洞試験、CFD）にて、M1.6程度（＝巡航時）での実証を行うため、各種試験ツール（高速CFD解析ツール、風試用の改良静圧レールなど）を開発して準備中。

●騒音基準検証に資する技術

- ▶ICAOでの検討手法を踏まえ、地表計測における大気乱流の影響を評価可能な計測データを取得できるマイクロホン数とアレイ長を確認。現地環境試験も実施。
- ▶空中ブーム計測システム試作機の計測機能をJAXAソニックブームシミュレータで確認。遠隔での監視・制御、通信の冗長性も考慮して、ハード・ソフトの詳細設計を実施中。



ロバスト低ブーム設計技術実証機的设计形状



オントラック (φ=0度)

オフトラック (φ=29度)

（近傍場波形(上)、計測波形(下)）

ロバスト低ブーム設計技術実証機的设计結果 (M1.25/迎角3.85度)

2 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）

●スクラムジェット(SJ)低速化技術：CFD解析、燃焼試験等により、低速条件（M3.5程度）での作動に向け、以下の知見等を獲得。

- ▶カウル先端開度を絞る空気捕獲流量を減らすことで、圧縮性能を維持しつつ始動性向上。
- ▶メインおよびキャビティ燃料の燃焼発熱量を増す（＝燃焼効率を上げる）必要あり。
- 燃焼器断面内の広範囲への燃料供給を意図したフィン噴射器で、燃焼試験を実施し、着火・保炎に成功（更に燃焼発熱促進のため可動ランプによる絞り部導入も検討中）。
- スクラムジェット燃焼器にRDトーチを取付けた点火試験を実施し、RDトーチによる水素主燃料の着火および保炎（トーチON時）に成功（RDトーチの適用可能性を示した）。

●ターボジェット(TJ)高速化技術：同軸配置のターボ・ラムジェット（内筒TJ、外筒RJ）で、TJからRJへの切り替え機構等を解析中（流路切替機構の内部流解析、熱構造解析（耐熱性）など）。



フィン噴射器



フィン噴射器 燃焼試験の様子

切換条件（M3飛行相当）、Jet燃料



RDトーチによる着火・保炎試験の様子

SJでの燃焼発熱量の増加のための各種工夫の燃焼試験

PD：原田賢哉（国研）JAXA

研究代表機関：（１）（株）Space Compass、新明和工業（株）、（株）三菱総合研究所
（２）ソフトバンク（株）

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】（2028年度まで）

（１）海洋状況把握技術に関する研究開発

- ・ HAPS搭載のために軽量化、省電力化、飛行軌道を加味したセンシング技術・センサ技術（EO/IR,SAR）の開発及び実証
- ・ HAPSに搭載した複数センサのデータを解析するシステムの開発及び実証
- ・ HAPSのMDAミッションでの運用に適した運航管理システムの開発及び実証

（２）長期航行技術に関する研究開発

- ・ 高効率発電が可能な太陽光パネル及び高密度エネルギー蓄電池技術の開発及び実証

★ステージゲート/中間評価

テーマ	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
（１）	要件定義	要素技術開発		成層圏実証	
（２）	F S	要素技術開発		成層圏実証	

研究開発の進捗・成果

（１）海洋状況把握技術に関する研究開発

昨年度省庁ヒアリングを基に船舶・藻場観測を優先ユースケースに設定し、要件定義を更新。

- ① **EO/IR及びSARのHW/SW**：航行中のHAPSから全長3-30mの船舶や藻場の観測に必要な性能を算出。EO/IR/SARのHW基本設計を完了し、SAR試作完了。MDAシステム・分析PFの機上・地上処理、画像処理AIの基本設計を完了。海しる等外部システム連携の検討を開始。
- ② **運航管理システム**：機体種別に応じた飛行計画算出に向け、まず気球型機体でのOI計算アルゴリズムを開発。
- ③ **成層圏環境実証**：実証機の基本構想書を策定し機体・装備品の基本設計を完了。並行して実証飛行時の安全対策を含む実証計画策定、関係省庁調整を開始。

（２）長期航行技術に関する研究開発

- ① **高エネルギー密度電池バック**：軽量かつ耐久性に優れた加圧機構を有する小型電池バックを試作し、重量エネルギー密度の2025年度目標値を達成。また、電池バックに用いる電池セルの評価体制の構築を完了。さらに電池バックの熱シミュレーションのモデルを構築し、放熱設計や長時間運用を想定した熱マネジメント検討が可能な解析基盤を確立。
- ② **高効率発電が可能な太陽電池**：小面積太陽電池セルを試作評価し、HAPSの動作温度域で、変換効率の2025年度目標値を達成。また、部材軽量化と波長変換材の適用により、太陽電池モジュールの重量・変換効率の2025年度目標値を達成。

達成目標

（１）海洋状況把握技術に関する研究開発（中間目標：2026年度まで）

<EO/IR及びSARのHW/SW>

- ① ユースケースを基に設定した要件定義を踏まえ、機体に同時に搭載を可能とするEO/IR及びSARを開発し、地上試験により設計した機能・性能を満足することを確認する。

<運航管理システム>

- ② ユースケースを基に設定した要件定義を踏まえ、HAPSの離陸・上昇・移動・運用・移動・下降・着陸の各飛行プロセス単位の運行管制を可能とする運航管理システムを開発し、シミュレーション等により設計した機能・性能を満足することを確認する。

<成層圏環境実証>

- ③ ①②で開発するSAR及びEO/IRのHW/SW、運航管理システムを成層圏環境で実証するため実証用機体及び地上システムを設計・製造する。

（２）長期航行技術に関する研究開発（中間目標：2027年度まで）

蓄電池、及び太陽光パネルの成層圏模擬環境での性能試験を行い、以下を確認する。

- i) 実測した性能値を用いて、実際にHAPSに搭載した場合の飛行性能を試算し、日本の緯度原点以上においても通年で飛行可能であること。
- ii) 半年以上の連続運用において、耐久性を有すること。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

（１）海洋状況把握技術に関する研究開発

- ・ 進歩著しい市場であるため、要件定義は社会実装を意識したうえで継続して最適化を図る。
- ・ 2026年度は各要素技術の単体試験までを目標に進める。
- ・ 運航管理システムは、ステークホルダーとの協調を意識し国内外の会合への参加を検討する。
- ・ 国際標準や国内MDAシステム等との差別化を意識し、適宜指定基金協議会とも相談しながら進める。
- ・ 本事業の成果をJST事業「高高度無人機を活用した災害観測・予測技術の開発・実証」で有効活用できるよう、相互に情報連携するための覚書締結に合意した。

（２）長期航行技術に関する研究開発

- ・ 2026年度は、今年度確立した要素技術及び評価結果を基に、蓄電池は小型電池バックの最適化と大型電池バックの構想検討、太陽電池はモジュールの最適化を進める。また、成層圏環境に適合した設計・評価を行い、実機適用に向けた成立性を検証する。
- ・ 継続的な技術ベンチマークを実施し、国内外の動向を踏まえた比較により優位性を確認する。

PO：白坂 成功 慶應義塾大学 大学院システムデザイン・マネジメント研究科・委員長/教授

実施体制：牛尾 知雄・(国研)防災科学技術研究所、大阪大学、名古屋大学、富士通(株)、山口大学、(有)オリンポス

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】（抜粋）

①災害観測・予測用のHAPS搭載型レーダー・ドロップゾンデ等のセンシング技術

- ・HAPSからの大気観測に加え、海面監視が可能となる気象レーダーの技術開発
- ・HAPSへの搭載を見越した気象レーダーの小型化・省電力化及び耐環境性能の向上
- ・観測データから降水域における降水・水平風の鉛直分布、海面状況を解析する技術の開発
- ・HAPSから投下して機動的な3次元観測センサーとなるドロップゾンデの研究開発（軽量化・小型化）

②HAPSによる観測データの解析・情報処理技術

- ・受信した観測データから、災害による陸上の被害箇所の自動抽出や、物体検知や異物の有無等を含む海面状況の自動抽出を行うデータ解析技術の開発
- ・搭載したセンシング機器に対し、より適切なエリアの観測を指示する技術の開発と、観測データをリアルタイムで安全に送受信する通信技術の実証
- ・災害対応に資する情報として分析を行うための、データ解析結果を他の災害情報と統合させて地図上へ可視化する技術の開発

達成目標

①災害観測・予測用のHAPS搭載型レーダー・ドロップゾンデ等のセンシング技術

- ・既存の陸上気象観測網からの観測が困難な海洋上において、降水と海面の両方が観測可能なHAPS搭載型気象レーダーを開発する。また、そのレーダーによる観測データを解析し、気象予測の精度向上に資する風向・風速データをリアルタイムに推定する手法や海面状況を推定する手法を開発する。
- ・従来よりも小型・軽量の、新型ドロップゾンデにより、これまでよりも高い鉛直分解能を実現し、そのデータを利活用できるようなデータ同化手法を開発する。

②HAPSによる観測データの解析・情報処理技術

- ・観測データと各種災害情報を統合し、災害対応者へ可視化・提供を行う技術及び情報システムの開発を目標とする。観測データ取得後、情報プロダクツの生成・可視化を行う。
- ・観測利用のための法律・社会・技術的課題をクリアし、本事業で開発する観測機器等を成層圏を飛行する機体に搭載し、HAPSによる飛行観測を実施する。また、実証実験の実施にあたって機体側の運行管理等に係る通信システムに加え、ミッション用の通信システムを開発、実装する。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】2025年8月～研究開始

研究代表者	所属・役職	研究開発課題名
牛尾 知雄	防災科学技術研究所 ・招聘研究員	高高度無人機による気象観測・予測技術と被災状況把握技術の開発・実証

【進捗・成果】

①HAPS搭載型レーダー・ドロップゾンデ等のセンシング技術

- ・HAPS搭載型気象レーダー及び海面反射抑圧手法の開発に必要なプロトタイプレーダーのシステム基本設計を実施。また、想定する気象レーダーのスペックからレーダー受信信号のシミュレーションを行った。
- ・ドロップゾンデシステムの概念検討に関する調査を実施し、システムの基本設計仕様を作成。また、データ同化システムを開発し、疑似ドロップゾンデデータでの同化実験で確認した。

②HAPSによる観測データの解析・情報処理技術

- ・情報プロダクツ自動生成・可視化技術の要件定義等を行うとともに、統合システムとしてのデータ連携フロー等を設計。
- ・統合実証の基本事項とHAPSを用いた通信技術動向等に関する調査を行い、2段階の実証実験の全体計画を作成するとともに、開発する通信システムの要件を整理。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

- ・HAPS搭載型のセンシング機器の開発については、統合実証で使用するHAPS機体のペイロードベイや電源、通信システム等の仕様に適合させる必要があるため、HAPS機体に関する調査分析を進め、早期に機体を決定する必要がある。
- ・使用するHAPS機体として、NEDO構想「高高度無人機による海洋状況把握技術の開発・実証」で開発するHAPS機体が有力な候補となるため、その利用に向けて関係者と調整を進めている。

【研究開発スケジュール】



＜研究開発の進捗・成果＞

①HAPS搭載型レーダー・ドロップゾンデ等のセンシング技術

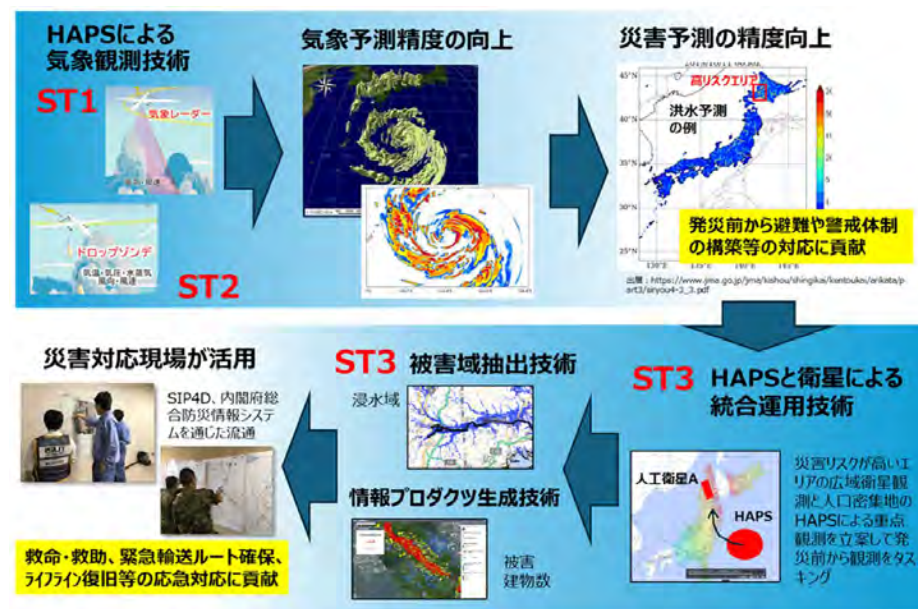
- ・HAPS搭載型気象レーダー及び海面反射抑圧手法の開発に必要なプロトタイプレーダーのシステム基本設計を行うとともに、無線局免許取得のための協議を総務省と開始。また、想定する気象レーダーのスペックからレーダー受信信号のシミュレーションを実施。
- ・ドロップゾンデシステムの概念検討に必要な調査を実施し、システムの基本設計仕様を策定。データ同化のシステムを開発し、疑似ドロップゾンデデータでのデータ同化実験を実施。

②HAPSによる観測データの解析・情報処理技術

- ・統合運用技術、統合解析技術、情報プロダクツ自動生成・可視化技術の要件定義や設計を行うとともに、統合システムとしてのデータ連携フロー等を設計。
- ・統合実証実験の基本事項とHAPSを用いた通信技術動向等に関する調査を行い、2段階の実証実験の全体計画を作成するとともに、開発する通信システムの要件を明確化した。



「高高度無人機による気象観測・予測技術と被災状況把握技術の開発・実証」で目指す、未来の災害リスク対応環境



気象観測・予測技術と被害状況把握技術の連携

PO：豊嶋 守生 情報通信研究機構 ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター・主管研究員

実施体制：水谷 忠均・(国研)宇宙航空研究開発機構、国立天文台、三菱電機(株)

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】（抜粋）

- ①静止軌道上の衛星システムへの搭載を前提とした、軽量性と耐環境性を合わせ持つ鏡を実現するための材料技術及び複数の鏡を安定的に製造する技術の開発
- ②静止軌道上において高分解能を実現するための、大口径光学アンテナの実現方式を研究開発するとともに、技術成立性を地上において実証
- ③地上実証においては、フルスケールモデルの試験データを反映したデジタルツイン開発をすること等により、忠実度の高いモデルを構築・検証するとともに、今後の実用化等にも活用可能な基盤技術とすること

達成目標

光学アンテナ技術

- ・静止軌道上の衛星搭載を前提として設計した大型分割光学システムの検証試験を行い、合成開口技術が実現可能であることを確認する。
- ・分割鏡の調整方法を検証する光学試験を行い、分割光学システムの軌道上調整について技術成立性を確認する。

集光系高精度デジタルモデル

- ・光学アンテナの精緻なデジタルモデル構築と解析検証を行い、将来のデジタルツイン活用の基盤技術を獲得する。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】2025年8月～研究開始

研究代表者	所属・役職	研究開発課題名
水谷 忠均	宇宙航空研究開発機構・プロジェクトマネージャ	大口径光学アンテナの合成開口地上実証と宇宙機デジタルツイン基盤の整備

【進捗・成果】

光学アンテナ技術

- (1) 軽量性と耐環境性を併せ持つ低熱膨張セラミックスを用いた分割鏡の形状を決定し、母材の製造を開始した。
- (2) 大口径光学アンテナのレイアウト検討を実施し、光学アンテナの主要諸元を決定した。また、フルスケールモデルの試験環境に必要な要件（面積、寸法、諸設備等）を検討し、実証試験が可能となるクリーンルームを選定した。
- (3) 静止軌道上における高分解能観測を実現するため、分割鏡の波面計測技術開発を進め、技術課題の整理、計測精度の目標設定や計測方式の設計を進めた。
- (4) 分割光学鏡システムとしての、軌道上調整・解像力の最大化に向けて、フルスケールモデルと位置調整結果を測定するための実験系の概念設計を完了した。また、解像力向上のため、調整手順検証用シミュレータの作成及び段差検出感度向上及び波面推定精度向上の検討に着手した。

集光系高精度デジタルモデル

- (5) 解析システムの環境構築とモデル精度検証の材料物性(変形特性)の評価データ取得に着手した。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

- ・社会実装と研究成果の価値向上に向けて、協議会の枠組みに加えて、光学衛星のニーズや活用方法等について、多角的に検討を進める。具体的には、研究代表機関であるJAXAにおいて、分野ごとに有識者委員会を設置し議論を実施予定。
- ・上記有識者委員会も活用し、光学鏡材料や補正技術、デジタルツイン等の要素技術についても、民生用途や宇宙航空分野以外への展開、社会実装の在り方等を検討する。

【研究開発スケジュール】



＜研究開発の進捗・成果＞

光学アンテナ技術

- (1) 分割鏡の形状を決定し、母材となる低熱膨張セラミックスの製造を開始した。（図1は分割鏡の外観形状）
- (2) アンテナの光学レイアウトの検討を実施し、光学アンテナの主要諸元を決定した。また、光学アンテナの地上実証試験について、試験環境に必要な要件（面積、寸法、諸設備等）を検討し、実証試験が可能となるクリーンルームを選定した。また、組立調整・試験実施方針を決定した。

＜図2：諸元決定に用いた構造モデル、図3：地上実証試験を行うクリーンルーム、図4：試験時のコンフィギュレーション＞

- (3) 大型凸面波計測における課題を整理し、計測精度の目標設定、計測方式の検討・選定した。
- (4) フルスケールモデルと調整結果を測定するための実験系の概念設計を完了した。

集光系高精度デジタルモデル

- (5) デジタルツインの解析システム的环境構築に着手し、検討を開始した（①解析プラットフォームの環境構築、②光学アンテナの各解析モデルの簡易モデルの作成、③STOP解析*の接続動作確認、④システム構築上の注意点・ノウハウの収集）。＜図5：CADモデルから構築した各種計算モデル＞

* *Structural-Thermal-Optical Performance Analysis*：構造・熱・光学の連成解析による光学アンテナの光学性能予測手法

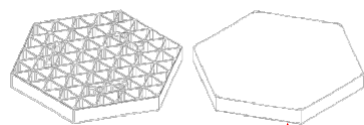


図1 分割鏡の外観形状

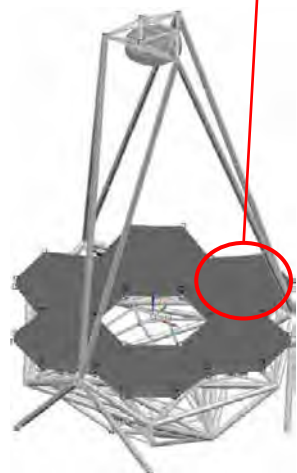


図2 諸元決定に用いた構造モデル



図3 地上実証試験を行うクリーンルーム

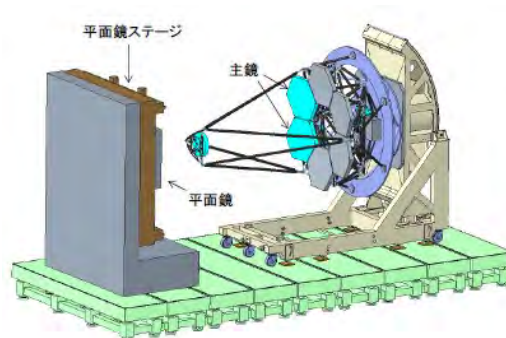


図4 試験時のコンフィギュレーション

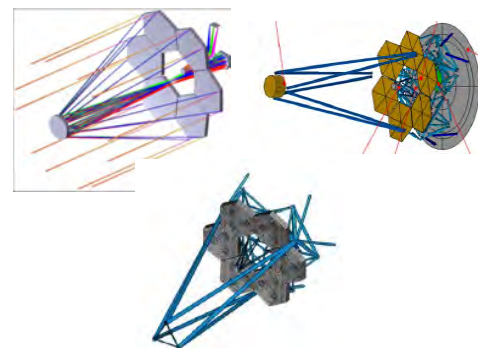


図5 CADモデルから構築した各種計算モデル
左上：光学解析モデル、右上：熱解析モデル、
下：歪み解析モデル

PD：大林 茂 東北大学 流体科学研究所 教授
副PD：小笠原 宏 東京理科大学 創域理工学部 教授

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

① 協力衛星を対象とした宇宙空間における燃料補給技術の確立

軌道上サービスを受けるための準備が予め用意されている衛星（協力衛星）を対象として、接近・捕獲技術や燃料補給技術等を開発するとともに、開発した要素技術を統合して宇宙実証を行うことで、燃料補給システムとしての成立性を確認する。

② 非協力衛星への対象拡大を見据えた捕獲技術等の獲得

軌道上サービスを受けるための準備が予め用意されておらず、自力で姿勢を制御することができない衛星（非協力衛星）を対象に、鏡面的な光学特性を有する衛星の姿勢・運動や捕獲部位を把握し、捕獲のために安全に接近する技術を開発する。加えて、対象の運動を低減する技術や、様々な形状の衛星を汎用的に捕獲するための技術を開発する。さらにこれらの技術をシステムとして地上実証を行うことで、システムとしての成立性を確認する。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】 ①2025年9月～、②2025年11月～研究開始

アウトプット目標	研究代表者	所属・役職	研究開発課題名
① 協力衛星	五十嵐 重英	(株)アストロスケール・プログラムディレクター	複数軌道・電気推進への拡張性、国際市場を意図した国産の化学燃料補給技術開発
② 非協力衛星	中西 洋喜	東京科学大学・教授	軌道上サービスに向けた非協力衛星に対する近傍運用・捕獲技術と地上検証

【進捗・成果】

① 協力衛星を対象とした宇宙空間における燃料補給技術の確立

以下の3つの技術テーマについて、2025年9月から研究開発を開始し、概ね計画通りに進捗している。

1. 接近・捕獲・係留・離脱・燃料補給バルブ接続/解除
2. 燃料移送
3. 軌道上実証

② 非協力衛星への対象拡大を見据えた捕獲技術等の獲得

近傍接近技術、捕獲技術、システム試験技術、衛星システム検討という4つのテーマにおいて、2025年11月から研究開発を開始し、概ね計画通りに進捗している。
実験・試験環境の手配・整備、実験用部材の選定、基本的なアルゴリズム検討・知財化検討、デタプリング手法のフィジビリティ他基礎実験、各種シミュレーションモデルの構築、試験シナリオ（想定ミッションの定義、ミッション要求の設定）等を実施した。

研究代表機関：五十嵐 重英・(株)アストロスケール、
中西 洋喜・東京科学大学

達成目標

① 協力衛星を対象とした宇宙空間における燃料補給技術の確立

軌道上燃料補給サービスに必要な要素技術を開発し、RPO（ランデブー近傍運用）技術等の軌道上サービスに関わる技術を活用、発展させ、RPO、クライアント衛星捕獲などの技術や宇宙機設計、製造、運用の知見を組み合わせることで、軌道上燃料補給サービスを開始するための一連の統合技術の基盤を獲得する。本研究開発課題では、低軌道における化学推進燃料補給技術の実証を目指す。

② 非協力衛星への対象拡大を見据えた捕獲技術等の獲得

非協力衛星への近傍接近技術、非協力衛星の捕獲技術、衛星システム試験技術、衛星システム概念検討のそれぞれについて、TRL 4（地上検証）相当以上を達成することを目指す。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

① 協力衛星を対象とした宇宙空間における燃料補給技術の確立

予算計画を踏まえ、実証機の搭載ロケットの選定を進めているが、性能・コスト・信頼性の同時成立が容易ではなく、選定状況によって設計前提（軌道条件/環境条件/IF等）が変動し得る。また、人工衛星の管理に係る許可に必要な「クライアントの具体的な制御方法」について、関係当局（内閣府等）との確認・整理が必要。

② 非協力衛星への対象拡大を見据えた捕獲技術等の獲得

特になし

【研究開発スケジュール】



指定基金協議会開催：①R8年3月9日

＜研究開発の進捗・成果＞

① 協力衛星を対象とした宇宙空間における燃料補給技術の確立【五十嵐課題】

各技術テーマの進捗状況等

1. 接近・捕獲・係留・離脱・燃料補給バルブ接続/解除

- 各技術要素の要求整理と開発を推進（近傍接近システム、捕獲エンドエフェクタ、コアテックアーム、補給バルブ、補給アーム等）

2. 燃料移送

- 調圧ガスタンクおよび制御調圧系の仕様、流量特性の解析モデル構築と評価。燃料移送系の長納期コンポーネント選定。移送プロセス整理
- 軌道上推進剤移送模擬試験系構築
- 推進剤移送中のタンク間の現象理解のための解析モデル構築に向けた物理現象の体系的整理

3. 軌道上実証

- ミッション要求定義を実施。安全要求仕様書を制定。運用コンセプト概念設計、システム要求仕様の作成を実施等

② 非協力衛星への対象拡大を見据えた捕獲技術等の獲得【中西課題】

成果の一例）捕獲技術に関して、ターゲットのデタンプリング技術・機構の検討にて、ターゲットを想定し、接触を伴う宇宙機シミュレーションを実施し、一定の角運動量除去が可能であるという結果を得た。また、摩擦のデタンプリング手法としての有効性を確認した。



PO：小笠原 俊夫 東京農工大学 工学研究院 教授

実施体制：(株)コントレイルズ、金沢工業大学、(株)ザクティ、(株)ジェイテクト、静岡理科大学、(株) NTT e-Drone Technology、ヤマハ発動機(株)

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】（2028年度まで）

- ・ 高効率なハイブリッド動力システムを活用し、代替燃料に対応した動力源や軽量機体構造など、必要な革新的技術を開発する。
- ・ 30～50kg程度の物資を最大1,000km程度輸送可能な垂直離着陸型無人航空機を試作し、実機による実証試験を通じて技術を確認する。

	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
	機体構想の検討	詳細設計	改良設計		
①		ステージート、中間評価			
②		ステージート、中間評価			
③					事後評価

①機体構想及び機体設計 ②重要要素技術の開発 ③試験機を用いた評価試験

達成目標

中間目標（2025年度まで）

- ①機体構想及び機体設計
 - ・機体の基本設計を完了させる。
- ②重要要素技術の開発
 - ・重要要素技術（代替燃料で運用可能なハイブリッド動力システム、高出力モータ、軽量構造技術）の開発・評価を終え、①の機体構想で割り当てた要求性能を達成することを確認する

研究開発の進捗・成果

①機体構想及び機体設計

長距離飛行と高ペイロード運搬を達成するため機体のすべての部品の配置を確定し、試作機の目標重量と重心位置を決めた。これにより機体設計・機体の基本設計を完了した。

②重要要素技術の開発

下記の要素技術の開発により、①の機体構想で割り当てた要求性能を達成することを確認した。

Ⅰ 代替燃料で運用可能なハイブリッド動力システムの開発

- ・軽量・コンパクト・高出力・低振動を実現するエンジンの設計と試作を完了し性能試験を実施した。
- ・エンジンに取り付ける発電機の製作が完了し性能試験を行い、電源システムと組み合わせた試験を実施した。
- ・水素対応については性能シミュレーションとタンクの設計検討を実施し、SAFについては燃焼解析を実施し課題を把握した。

Ⅱ 高出力モータ/ロータの開発

- ・モータは2回目の試作品が完成し、その出力試験を行い、信頼性試験を実施した。
- ・ロータは垂直・水平ともに試作品が完成し、性能試験を実施した。

Ⅲ 軽量構造技術の開発

機体の中央翼の試作を完了し、強度試験を実施した。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

今後の課題と対応

- ・【課題】：目標重量に対する重量超過。
 - ・【対応】：一次試作で全部品一律15%の軽量化
- ・【課題】：機体の飛行試験場所の確保。
 - ・【対応】：自治体やニーズ省庁に協力要請し実施に向けて調整、静岡県内での新規飛行場所を確保する。
- ・【課題】：SAFで運用する場合の問題点抽出。
 - ・【対応】：シミュレーション等により課題を抽出し、来年度以降の評価試験へと着実に進める。

その他の活動

- ・ ニーズ省庁との意見交換を実施し、課題として挙げられた船上離着陸環境、耐風性、耐雨性などの自然環境対応等について、今後も継続して意見交換を行っていく。
- ・ Japan Drone 2026(6/3-6/5)にてスケール機等を展示して、想定するユースケース等の情報発信を行う。



K Program

経済安全保障重要技術育成プログラム

- **サイバー空間領域**

PO：松本 勉（国研）産業技術総合研究所 フェロー
副PO：高橋 克巳 NTT(株) 社会情報研究所 主席研究員

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

AI セキュリティに関する必要な知見蓄積や、知識・技術体系を整理するとともに、具体的なシステムを対象としたプロトタイプの実証実験を実施する。併せて、産学官の複数の研究チームにより基盤的な研究開発を行う中で、全国的な情報発信や研究者間の連携を促し、その後の展開あるいは社会実装に繋げていく。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】

1次募集採択課題（b）2024年12月1日に研究開発を開始
2次募集採択課題（#）2025年8月1日に研究開発を開始

類別	No.	研究代表者	所属・役職	課題名	進捗・成果
一般研究開発	1 ^b	本間 尚文	東北大学・教授	AIハードウェアセキュリティ基盤技術の開発	フロントエンド・バックエンドAI型物理攻撃の両実験環境構築と動作検証を実施。
	2 [#]	鈴木 賢治	東京科学大学・教授	高機密・頑健性スモールデータ連合学習の確立と医療AIでの実証	データが秘匿でき、少数データでも学習できるAIモデルの開発を実施。
データ基盤構築支援型研究開発	3 ^b	越前 功	国立情報学研究所・教授	SYNTHETIQ X：フェイク情報拡散の防御と予防を実現する研究基盤	フェイク情報拡散の防御・予防技術を確認するための基礎検討を実施。
	4 ^b	佐久間 淳	東京科学大学・教授	大規模言語モデルのミスアライメントに対するレッドチーム基盤	評価基盤に向け偽情報検出モデルを、敵対的基盤に向け攻撃アルゴリズム選定を実施。
知識・技術の体系化研究	5 ^b	披田野 清良	株式会社KDDI 総合研究所・グループリーダー	安心安全なAI利用のための知識・技術の体系化と知識集約環境構築	「AIセキュリティマップ」を更新し、AIの人や社会への悪影響を整理。情報の自動収集・分類環境を構築。

フィージビリティスタディ（FS）課題：アウトプット目標の達成に資する研究開発（本格研究）として成立するか否かを判断するために、約1年間の研究期間で重要となる技術的・科学的な成立性を検証する予備調査的研究課題

類別	No.	研究代表者	所属・役職	課題名	進捗
一般研究開発	6 [#]	塩本 公平	東京都市大学・教授	異常トラフィック検知のためのセキュアな連合学習基盤の研究開発	本格研究として成立するか否かを検証するための予備的な調査研究を実施中。

研究代表機関：東北大学、国立情報学研究所、東京科学大学(2件)、
(株)KDDI総合研究所、東京都市大学

達成目標

AIセキュリティのリスク、即ちAIによってもたらされる負の影響に対応するための技術の獲得や知識・技術体系の整理を目指す。

- AIの情報システムの側面に着目し、AIが攻撃され、AIシステムの機能や性能などが損なわれることに対応する、AIシステムへの攻撃（脅威）とAIシステムの開発者や管理者のための防御に関する技術を獲得する。
- AIの人や社会といった外部へ作用する側面に着目し、AIシステムの悪用と、AIを利用する・AIに接する人や社会のための防御（回避）、またはAIの開発者や管理者のためのAIシステムの悪用自体を困難にする技術を獲得する。
- AIセキュリティのリスクに関する知識や技術の体系化を行う。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

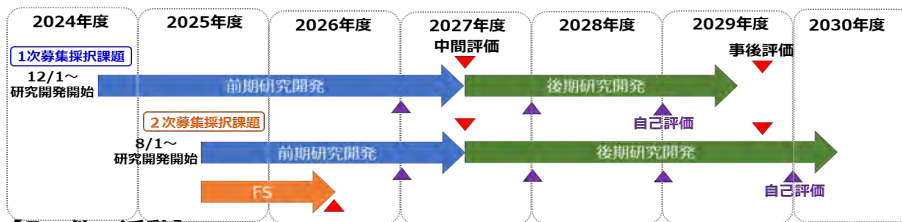
特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

- 本間課題：**物理サイドチャンネル情報に特有な学習・推論理論の強化と、AIによる脅威の変化の俯瞰。
- 鈴木課題：**画像データの取り扱いに関する医療側での整理、体系化、コンセンサス形成。
- 越前課題：**持続可能な研究データ基盤構築に向けた検討。
- 佐久間課題：**LLMミスアライメントに関して、質が高く、より現実的な評価に向けた検討。
- 披田野課題：**AIセキュリティポータルの利用者ターゲットの優先付け、他のツール・取り組みとの整理。
- 塩本課題：**FSで達成すべき課題の解決。

【研究開発スケジュール】



【その他の活動】

- 2025年7月26日に第1回全体会議（非公開）を対面・オンラインで開催。
- 松本POとNEDO Kプログラム「偽情報分析に係る技術の開発」鈴木POの間で意見交換を実施。PO同士が自主的に情報交換を継続することで認識を共有。

＜研究開発成果＞

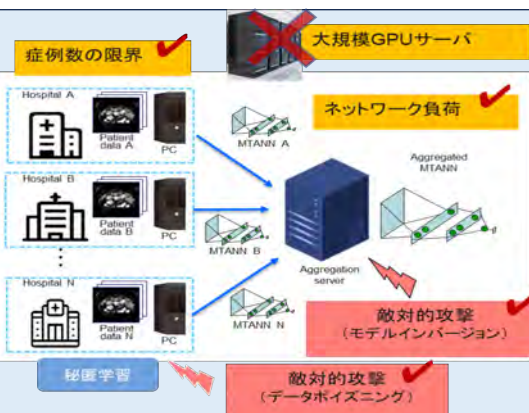
本間課題

- ・フロントエンドAI型物理攻撃※1の研究開発において、漏えい電磁波情報取得プラットフォーム構築と予備評価実験を実施。
 - ・バックエンドAI型物理攻撃※2の研究開発において、深層学習サイドチャネル攻撃 (DL-SCA) 実験環境構築と動作検証を実施。
 - ・両者とも物理情報計測・解析において世界最高水準の精度を達成。
- ※1 フロントエンドAI型物理攻撃：ハードウェアに対する物理計測・前処理等にAIを駆使する物理攻撃
 ※2 バックエンドAI型物理攻撃：データ解析等にAIを駆使する物理攻撃



鈴木課題

- データを保護する秘匿学習と少量データでも学習性の高いAIモデル(MTANN)の開発に成功。
- MTANNと連合学習との融合による、症例数限界とモデルの学習性、病院での学習リソース確保の量的問題解決の見通しを得た。
- 複数医療機関で実証実験プロトコル整備の準備を開始。



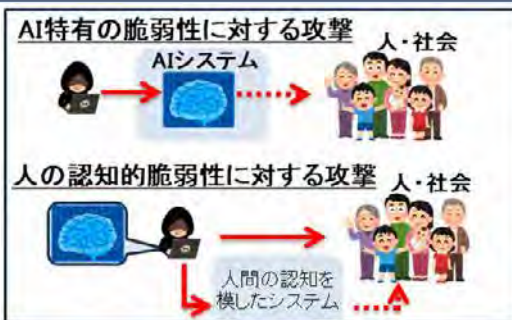
越前課題

- フェイク情報拡散の防御・予防に関するデータセット構築(生成)、来歴管理(防御)、生成予防などの基礎検討を実施。
 - フェイク情報研究基盤(SYNTHETIQ X)の持続可能なモデル更新手法を検討。
- AIシステム

人の認知的脆弱性に対する攻撃

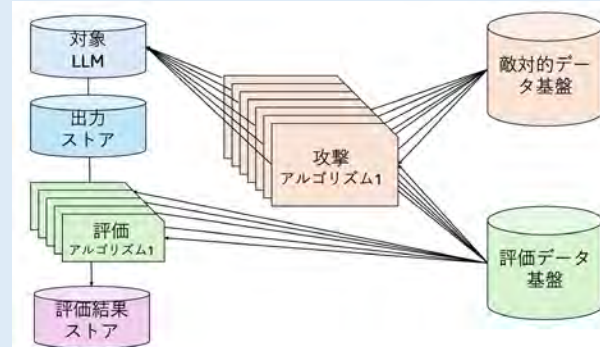
人・社会

人間の認知を模したシステム
- 「AI特有の脆弱性に対する攻撃」に加え「人の認知的脆弱性に対する攻撃」に対する防御・予防技術の確立への取り組みを開始。



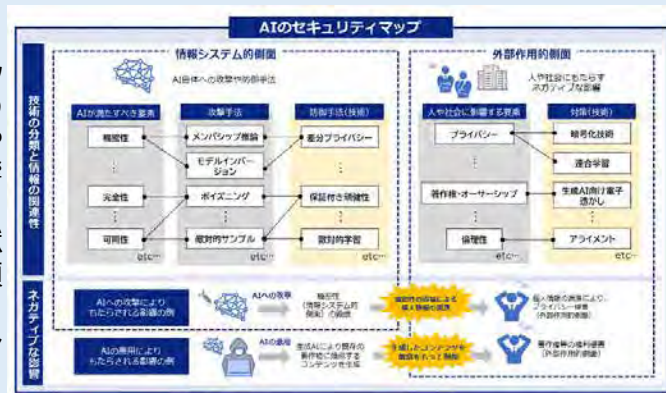
佐久間課題

- 評価データ基盤のうち「偽情報」の400件のアノテーションを完了し、検出モデルを構築。
- 敵対的データ基盤構築のため、攻撃アルゴリズムのスクリーニングプロセスの整備と開発すべき13アルゴリズムを選定。



披田野課題

- ・「AIセキュリティマップ」を更新し、AIの毀損や悪用が人や社会に与える影響を整理。
- ・AIセキュリティ文献の自動収集・分類環境を構築。
- ・情報発信のコンテンツとUI/UXを整備。



塩本課題 (FS)

本格研究として成立するか否かを検証するための予備的な調査研究を実施中。

PO：松本 勉（国研）産業技術総合研究所 フェロー

研究代表機関：（株）FFRIセキュリティ、（国研）産業技術総合研究所、岡山大学、国立情報学研究所

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

①不正機能の意図性に関する評価手法

多様な過去の事例（100件以上）の分析に基づき、不正機能が意図的に埋め込まれた可能性を2段階以上で評価するツールを開発する。

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

不正機能の検証の効率化・高度化につながるソフトウェア構成情報を活用した不正機能検証ツールを開発する。

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

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のツールを開発する。

達成目標

①不正機能の意図性に関する評価手法

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

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

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。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】

①：2025年4月～研究開始、②及び③：2024年9月～研究開始

手法	研究代表者	所属・役職	課題名	進捗・成果
①不正機能の意図性に関する評価手法	金居 良治	（株）FFRIセキュリティ・専務取締役 最高技術責任者（兼）ナショナル・セキュリティ事業本部長	不正機能の意図性評価に関する方法論整理及び評価ツールの開発	過去事例を計画通り調査できており、体系化・類型化、意図性評価の方法論整理、ツール開発も順調に進捗。
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	森 彰	（国研）産業技術総合研究所・研究チーム長	バイナリー静的解析による不正機能および脆弱性の検証技術の研究	開発中の静的バイナリ解析ツールを改良し、Wi-Fiフィルター等の実機ファームウェアの脆弱性検査が可能なることを確認。
	山内 利宏	岡山大学・教授	脆弱性と不正機能検知によるサプライチェーンセキュリティのリスク評価手法の研究開発	構成情報取得や不正機能検証の技術開発および既存ツールの評価を進め、統合ツールの要求仕様書を作成完了。
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	高倉 弘喜	国立情報学研究所・教授	サイバー攻撃下の抗堪性を確保するインフラ運用支援システムの実現	研究開発項目の一部機能を試作完了。 SINET L2VPNで模擬ネットワークを各機関に接続・機能確認。 国内外との連携について協議。 試作機能の机上演習での展開先を選定。

【ニーズ省庁・業界との調整状況】

2025年8月1日、9月4日 懇談会（内閣官房国家サイバー統括室（NCO））

2025年10月16日 意見交換（内閣府インフラチーム）

2025年10月20日 意見交換（内閣官房国家サイバー統括室（NCO））

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

①不正機能の意図性に関する評価手法

●有識者評価による妥当性検証、想定ユーザのニーズ把握と研究開発への取り込み。

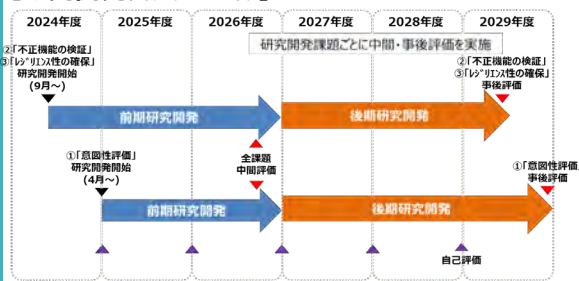
②ソフトウェア構成の情報を活用した不正機能の検証手法

●連携企業でのツール試用を通じた企業でのソフトウェア開発・運用における適用性の確認。
●各研究開発内容の高度化、統合ツールの要件仕様書に基づく研究開発方針の具体化。

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

●事業継続体験型机上演習や本事業で開発ツールを想定する医療継続机上演習の試行など。

【研究開発スケジュール】



【その他の活動】

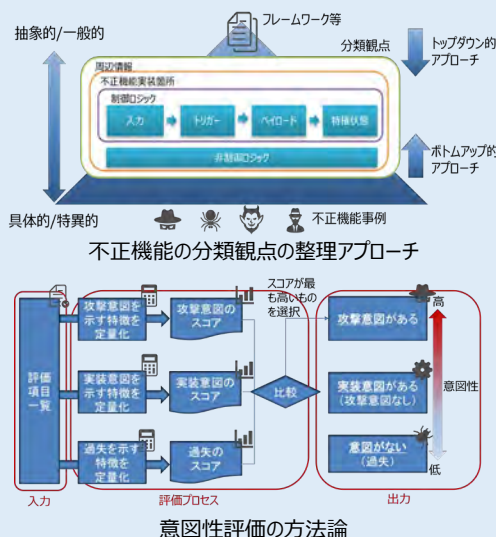
- 2025年10月20日 公開シンポジウム開催（ウェビナー形式・60名）。
- 2026年には中間評価を実施し、進捗が順調な課題については後期研究予算の増額を行うなど、研究加速を図る等のマネジメントを行う。

＜研究開発成果＞（26年3月末時点）

①不正機能の意図性に関する評価手法

金居課題

- ✓ 過去事例の調査において、“5年で100件以上”との目標を十分達成できるペースで進捗。
- ✓ 不正機能を体系的に分類する分類観点の一次案を作成（右上図）。
- ✓ 不正機能が意図的に埋め込まれた可能性を3段階で評価する手法を検討しており、目標と整合する方針で研究が進捗（右下図）。
- ✓ 意図性の評価を支援する機能及び不正機能事例を蓄積するKnowledge Baseを具備する意図性評価ツールのプロトタイプ版を開発中。



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

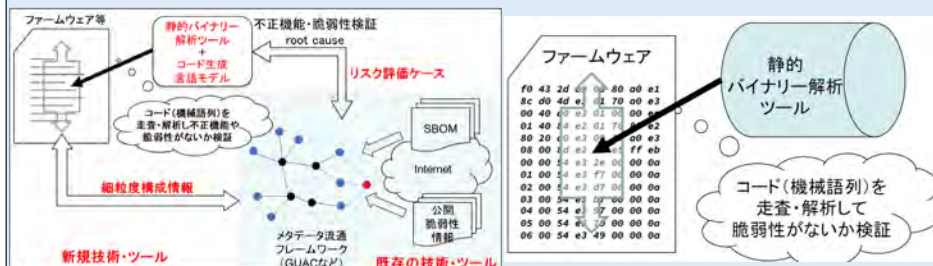
高倉課題

- ✓ 研究開発項目の一部機能（機器推定・脆弱性把握など）を試作完了。
- ✓ SINET L2VPNで模擬ネットワークを各機関に接続・攻撃検知の機能を確認。
- ✓ 設計法について国外研究機関との連携を協議（フィンランド・スイスの研究機関と来年度も共同研究）。
- ✓ 事業継続体験型机上演習（九大）・厚労科研（京大）と連携し開発した機能を活用し机上演習の実施対象を選定（確定はR8年度上四半期の予定）。

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

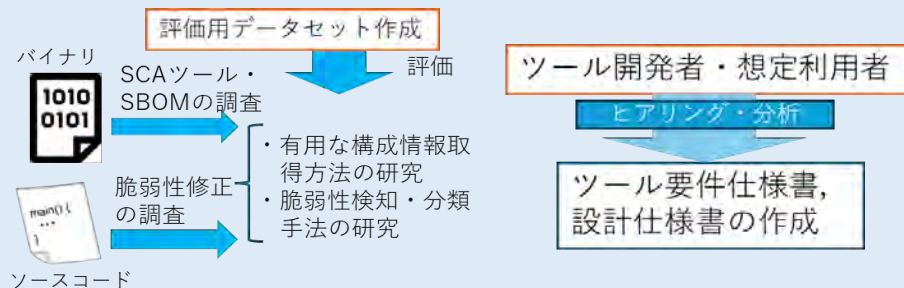
森課題

- ✓ 開発中の静的バイナリ解析ツールを改良し、Wi-Fiルーター等の実機ファームウェアの脆弱性検査が可能であることを確認。
- ✓ 脆弱性の危険性をわかりやすく説明する「リスク評価ケース」を、アシュアランスケース手法を応用して作成する研究を進め、「リスク評価ケース」を記述するためのガイドラインドラフトを作成。
- ✓ コード理解能力を持つLLMでバイナリコード解析を支援する手法を研究開発し、公開モデルを用いた実験により、実用レベルの脆弱性分析が可能であることを確認。



山内課題

- ✓ 各研究項目において、研究開発した手法の内容を検証できる試作プログラムを作成。また、手法やツールを評価するためのデータセットの作成を実現し、一部の分担機関に共有し、研究開発や手法の評価で活用。
- ✓ ツールの設計・開発のために必要な想定利用者のインタビューと分析が完了し、ツール要件仕様書を作成完了。



UDI: Unique Device Identifier
SBOM: Software Bill of Materials
KEV: Known Exploited Vulnerabilities Catalog

PO：江崎 浩 東京大学
サブPO：中村 宏 東京大学

実施体制：（国研）産業技術総合研究所/リンテック(株)、(株)SCU、東京大学、神戸大学

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- ①半導体設計フェーズにおける検証
- ②半導体製造フェーズにおける検証
- ③ソフトウェア印加フェーズにおける検証
- ④電子機器設計・製造・運用フェーズにおける検証

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		

達成目標

- (1)アウトプット目標のうち中間評価（ステージゲート:2025年度）における達成目標
半導体・電子機器等のハードウェアのライフサイクルの各フェーズにおける不正機能検出に必要な検証技術の開発や検証手法の構築。

⇒計画通り進捗し達成、ステージゲート審査（6/2）にて継続決定。

評価内容：要素技術探索・開発は順調な成果。

プロジェクト後半では、計画的な社会実装と産業界での普及に向けてのプロモーション、標準化及びその具体的な手続き、アカデミック面の成果に限らず産業的な成果と普及の実現が重要。

- (2)アウトプット目標のうち最終年（～2027年度）における達成目標
検証技術の最適化と検証体制の構築。

研究開発の進捗・成果

2025年度については、予定通りの進捗が得られている。具体的には以下の通り。

①半導体設計フェーズにおける検証

- ・形式表現の統一、モデル化された要求仕様と第三者設計IP間における形式的検証手法の開発が完了。
- ・代表的ないくつかの第三者IPに対する要求仕様の策定とモデル化・AES暗号IPを研究対象に選択、新しいアプローチについて形式検証ツールを評価完了。
- ・形式検証実験による不要な機能の定義検討中。

②半導体製造フェーズにおける検証

- ・評価ターゲットとするハードウェアトロージャン（HT）入りLSIを開発し、侵襲・非侵襲の評価環境を構築。
- ・市販チップに対してリバースエンジニアリングを試行し、設計データ抽出し、その手順・観察結果等を文書化。
- ・要求外の機能の混入を顕微鏡画像によりスクリーニングする手法を構築した。

③ソフトウェア印加フェーズにおける検証

- ・ソフトウェア印加のセキュリティ要求仕様書の素案を作成。評価観点の追記に向け、脅威の実現方法を整理した攻撃パスDBを整備中。

④電子機器設計・製造・運用フェーズにおける検証

- ・電気特性、電磁特性の電位変化を計測する技術を開発、PoCによるデモシステムを構築した。
- ・試験対象の個体差や計測環境によって、ゴールデンデータと計測結果に乖離がみられることから、機械学習により計測データを処理し、不正な改竄等を判定するアプローチに切り替え、改竄検知の手法を開発した。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

研究開発構想からのずれや変更点は特になし。

今後の課題と対応・その他の活動

(1)今後の課題と対応

①セキュリティ要求仕様等

- ・JEITAと連携してチップレットセキュリティの概念整理を進め、チップレットのセキュリティ要件を明確にする。

②対策・評価技術

- ・新たな対策技術であるセキュアパッケージングの製造技術を確立する。
- ・セキュアパッケージングの攻撃耐性の評価方法を確立する。
- ・成果をJHASに提案して対策技術としての有効性を認知させる。

③ソリューション開発

- ・SCUと、ハードウェアトロージャンを含まない回路とを実装したパイロット実証のためのチップOC02を開発する。
- ・人工物メトリクスについて、より実用性の高い真贋判定方法を確立し、市場ニーズの明確化と用途別要件を整理する。

PO： 江崎 浩 東京大学
サブPO： 中村 宏 東京大学

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- ① 強固な鍵管理によるデータセキュリティ技術
- ② データの保護と流通の自動化技術
- ③ 経路特性保証型のクラウドネットワーク技術

開発テーマ	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度
①（HSM除 ①、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

研究開発の進捗・成果

2025年度については、予定通りの進捗が得られている。具体的には以下の通り。

① 強固な鍵管理によるデータセキュリティ技術

- ・HSM以外は2026/3月でプロジェクト終了。
- ・HSM技術は、開発に関しては、ソフトウェア、ハードウェアともスケジュール通り順調に進捗しており、今年度機能組込みが完了予定で、来年度FIPS認定を開始できる見込み。
- ・暗号IP（ロジック）に関しても、処理改善版を実装しての確認が完了、PQC実装及び評価も今年度終了見込み。

② データの保護と流通の自動化技術

「研究開発1 安全なデータ連携のためのデータ連携処理ポリシー制御技術」、「研究開発2 大量データ連携リクエストに向けた分散処理技術」、「研究開発3 サービス提供者による覗き見／改ざんの防止技術」いずれも25年度内に開発完了し、接続実証を残すのみ。

③ 経路特性保証型のクラウドネットワーク技術

「通信経路成立のための構成情報管理手法の研究」に関しては、ハイブリッドクラウド環境のシステムを構築し、実システムでの構成情報収集・解析・表示機能の設計を実施。
「経路特性保証技術の研究開発」に関しては、利用者に影響を及ぼす経路特性の変更検知機能の開発、およびデータ取得・解析による経路変更検知の実証中。
標準化活動に関しては、IETFにおいて標準化活動推進中。

実施体制：（国研）産業技術総合研究所、（株）東芝、（株）インターネットイニシアティブ

達成目標

（1）アウトプット目標のうち①、②、③の達成目標（～2026年度）

異なるセキュリティレベルを有する複数のクラウドサービスを、安全・安心かつ円滑に活用して行くための基盤技術（HSM※1に関するものを除く）の確立、および実サービスとしてのクラウド基盤の構築。またHSMに関しては、国際的なセキュリティ基準（FIPS※2等）を参照した要求仕様の策定や設計を行うとともに、評価手法を構築する。

※1 HSM:Hardware Security Module

※2 FIPS:Federal Information Processing Standard

（2）アウトプット目標のうち最終年の達成目標（～2027年度）

異なるセキュリティレベルを有する複数のクラウドサービスを安全・安心かつ円滑に活用するための、鍵管理を厳格化するハードウェア技術を含めた各技術を実サービスとして実装したクラウド基盤の構築。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

研究開発構想からの大きなずれや変更点は特にないが、いくつかの研究開発項目においては、重点項目の強化と追加を行い、外部状況の変化への対応を行った。

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

① 強固な鍵管理によるデータセキュリティ技術

HSM：社会実装に関しては、戦略としてまずは日本市場の既存分野への置換えで実績作りをし、インド、東南アジアに展開（2030頃～）、欧米含む全世界へ展開（2032頃～）と拡大していく計画である。

② データの保護と流通の自動化技術

社会実装に関して、本研究の適用対象については今後広く普及が見込まれる「データスペース」に着目し、データスペースを活用したデータ流通においてデータ所有者が自分のデータを制御および管理する仕組みとして適用を行う。

③ 経路特性保証型のクラウドネットワーク技術

社会実装に向けて、まずハイブリッドクラウドの利用者、および提供事業者の双方に通信経路のリスクについての社会認知を進め、サービス事業者間での連携を推進する。また、技術の標準化提案などを通じて、国内外の供給ベンダ側の対応を促進する。

PD：後藤 厚宏 情報セキュリティ大学院大学

SPD：森井 昌克 神戸大学、平野 琢也 学習院大学、中島 雅之 株式会社サイバー創研

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- ①サイバー空間の情報を収集・調査する状況把握力の向上
- ②サイバー攻撃から機器やシステムを守る防御力の向上
- ③共通基盤の整備
- ④セキュアな量子情報通信技術の開発

【全体計画】

テーマ	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度
①		ステージ1	中間評価	ステージ2		事後評価
②						
③		要件、手法、仕様、基礎技術等の確立		社会実装に向けた機能実証		
④		中間評価（ステージ）	事後評価			
		専用DSP機能の検証実験		試作機による早期実装検証		

研究開発の進捗・成果

2025年度は予定通りの進捗が得られている。具体的には以下の通り。

- ① 実マルウェアの調査・分析で得た耐解析実証コードから、AIを活用して更なる実証コードの生成を行うとともに、欺瞞ネットワークの使用やSNS・ダークウェブ等の観測で収集した情報を統合的に分析・対処を可能とする攻撃対処システムの開発に向けた検知技術を開発した。
- ② AI活用した脆弱性探索の効率化技術の研究を進めるとともに、攻撃戦略を自動作成してペネトレーションテストを自動実行するAIやAIエージェントを活用したマルウェア解析等を進めた。また、耐量子計算機暗号技術の初期実装を完了、耐タンパー性向上技術の評価手法を整備した。
- ③ 研究拠点内に共通基盤を構築し分析情報の蓄積と連携を図った。人材評価・管理・育成に関する調査を通じて評価手法や高度サイバー人材のレベル定義について検討を進めた。
- ④ 500km以上の長距離光ファイバ伝送において波長分散等で生じる波形歪みをリアルタイム動作するデジタル処理により補償する技術の実現性を確認するためFPGAベースの試作機を開発し、2.5Gb/sでのQNSC伝送を検証した。20 GS/sのDA/AD変換デバイスとFPGAを使用して、暗号化多値度4,000値以上の20Gb/s QNSC伝送装置の見通しを得た。可搬型100 Gbit/s光学筐体の一次試作を完了した。光ワイヤレス伝送の再同期処理の高速化の詳細設計の確立を図った。テストベッド用のセキュア管理システムとして、鍵配送要求・鍵管理機能のテストベッド構成案をまとめた。

注釈 Gb/s：Giga bit per second、GS/s：Giga sample per second

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

- ①②③ サイバー領域の状況変化に対処するため、構想改定を行い、研究開発項目の追加を予定している。④ 早期社会実装を促進するため、研究開発項目の追加を予定している。

実施体制：一般社団法人サイバーリサーチコンソーシアム①②③、株式会社日立製作所④

達成目標

(1)アウトプット目標のうち①、②、③の最終年の達成目標（～2029年度、図1）

- ①AIを活用した高度かつ未知の攻撃の早期発見技術の確立と、攻撃者やサイバー空間の情報を収集する技術の社会実装
- ②AIを用いた脆弱性の検知・評価技術、PQCのSW/HW実装技術、ペネトレーションテスト等の検証手法自動化技術等の社会実装と耐タンパー要素技術の開発とガイドラインの策定
- ③共通基盤の構築と高度サイバー人材の評価・管理に関する技術や方法の展開

(2)アウトプット目標のうち④の最終年の達成目標（～2027年度）

- ④QNSCシステム（図2）構成の確立と、単波長10Gbps以上の試作機による有効性の検証、光波長多重による100Gbps以上の伝送の見通しを得る。光ワイヤレスの可能性を実証する。

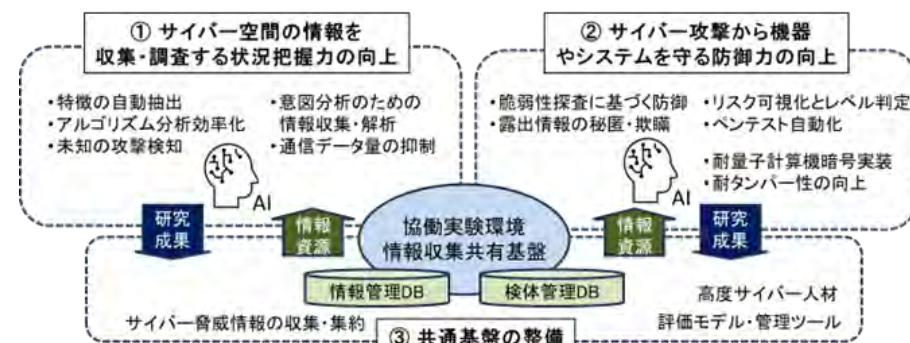


図1 研究開発項目①②③の達成目標

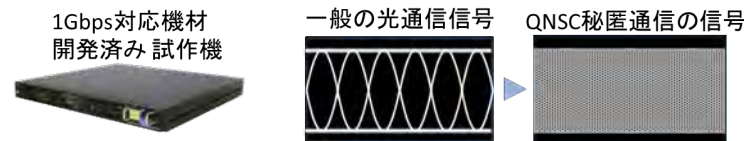


図2 研究開発項目④の達成目標

今後の課題と対応・その他の活動

- 1.早期社会実装に向け、想定ユーザへの説明及び技術要件ヒアリングを継続する。
- 2.AIを含むグローバルな技術動向を常時チェックし、研究開発に取り込む。
- 3.社会実装の最終イメージに沿った成果に向けて各研究開発項目を連携し、実装や実証実験を進める。

＜研究開発成果＞

④セキュアな量子情報通信技術の開発

- ASK, PSK, QAMの各変調方式に対応したQNSCデジタル変復調方式を検討した。(※注)
- 光ファイバ伝送における主要な波形歪み要因である波長分散, 偏波モード分散に対するデジタル補償技術を検討し、QNSC変調された信号に対しても有効であることを確認した。シミュレータによりアルゴリズム検討およびオフライン検証を行った後、FPGAによるリアルタイム実機検証により実現性を確認した。
- 従来にない、フルデジタル処理によるイントラダイン検波を適用したリアルタイム動作QNSC送受信技術を実現した。長距離伝送に適した方式としてQNSCデジタル変復調技術を適用したQPSK方式を採用し、リアルタイムで動作するレーザオフセット除去、光ファイバ起因の歪み補正処理を実装した論理検証用試作機を開発し、完全非同期で500km以上の2.5Gb/sのQNSC伝送を検証した(図1 外観図、図2 外観図)。(※注)

※注釈

ASK : Amplitude Shift Keying, 振幅偏移変調

PSK : Phase Shift Keying, 位相偏移変調

QAM : Quadrature Amplitude Modulation, 直交振幅変調

QNSC : Quantum Noise Stream Cipher, 量子雑音ストリーム暗号

QPSK : Quadrature Phase Shift Keying, 四位相偏移変調

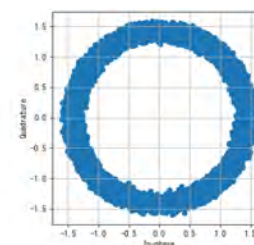
QPSK
QNSC

図1 外観図



図2 外観図

QNSC変調



復調

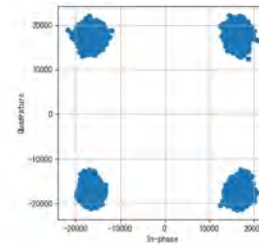


図3 実機動作 (レーザ周波数オフセット：あり)

PO：盛合 志帆（国研）情報通信研究機構 理事
副PO：高橋 克巳 NTT(株) 社会情報研究所 主席研究員

研究代表機関：（国研）情報通信研究機構、東京大学、
（国研）産業技術総合研究所、情報・システム研究機構(2件)

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

①暗号技術

セキュアなデータ流通の実現に必要な高機能暗号に関して、耐量子セキュリティを見据えた高セキュリティ理論の獲得を目指す。また、データ流通に役立つ新しい暗号機能を開発し、その処理における効率も併せて評価することで、機能性・効率性の獲得とその実装（ライブラリ化またはプロトタイプ化）を目指す。

②補完技術

暗号処理を安全に実行する環境技術（TEE等）：データを隔離して安全に処理し、暗号情報の不正読み出しを防ぐための技術において、利用ケースに応じて、通常実行環境（アプリケーション、OS、ハイパーバイザー等）から選択的にデータ処理を隔離実行可能にするなど、従来では実現されていなかった柔軟な安全性を有するハードウェア・ソフトウェア技術の獲得を目指す。なお、ハードウェア技術としては、CPUアーキテクチャレベル（計算機方式）における、柔軟なTEE環境支援技術及びチップ・メモリ、チップとIOデバイスの間で流れるデータの耐タンパ技術の獲得を目指す。

統計的開示抑制技術（SDC）：暗号化データ処理の出力後（データ復号後）等におけるデータ保護を実現するための、データ利用時のプライバシー保護モデルの研究とセキュリティの検証を目指す。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】 2025年4月～研究開始

アウトプット目標	研究代表者	所属・役職	課題名	進捗・成果
①暗号技術	篠原 直行	情報通信研究機構・上席研究員	高機能暗号を活用した連合学習技術の高度化と医療データへの応用	高機能暗号を活用したプライバシー保護連合学習方式の効率化や機能拡張を達成。複数大学病院での実装にも着手。
	高木 剛	東京大学・教授	効率的で安全に利用可能な高機能暗号の数理基盤の構築と展開	耐量子計算機暗号も見据えた、高機能暗号の安全性・効率性を向上する構成法を提示。ユースケース調査、ライブラリ試作により実利用への基盤を整備。
	花岡 悟一郎	産業技術総合研究所・首席研究員	医療ICTの高度化を促進する高機能暗号の開発とその汎用化	匿名化暗号と空間ベース暗号の初期検討と初期検討用ライブラリの実装が完了。また、それらに基づく初期検討用医療応用システムを大学病院主導で実装。
②補完技術 暗号処理を安全に実行する環境技術（TEE等）	石川 裕	情報・システム研究機構・特任教授	ハードウェア・ソフトウェア・理論の連携によるユニバーサルTEEアーキテクチャの実現	TEEプリミティブ基本設計、既存TEE（SGX、SEV等）の実装手法の検討を完了。UTA仕様のフォーラムスタンダード化に向けた国際連携基盤の構築や人材育成、コミュニティ形成を進展。
②補完技術 統計的開示抑制技術（SDC）	南 和宏	情報・システム研究機構・教授	高機能暗号と連携するSDC技術の体系化と効率的な実装による大規模分散データの統合	基本的なSDC技術を実装し、その評価基盤を確立。実証評価用の公的統計マイクロデータを整備。高機能暗号とSDC技術の融合に向けたデータ連結技術や暗号プロトコルの開発を進展。

達成目標

①暗号技術

【篠原課題】医療分野での高機能暗号を活用した連合学習の実現のため、安全性評価技術・新アルゴリズム・通信効率化技術を開発し、これらを統合してプロトタイプ化する。

【高木課題】豊かな応用を持つ暗号プロトコルを実現可能な、安全な高機能暗号の構築を目指し、耐量子性を備えた高機能暗号の帰着問題の数理構造と高速実装の研究開発を推進する。

【花岡課題】医療分野でのデータ流通を促す高機能暗号技術を実用性と耐量子性の観点から研究開発し、プロトタイプ化、ライブラリ化を行い、匿名化暗号、空間ベース暗号の実現を目指す。

②補完技術

暗号処理を安全に実行する環境技術（TEE等）：【石川課題】要求・脅威に応じた柔軟な保護領域を柔軟に構成できる単一のTEEアーキテクチャ（UTA※）をハードウェア・ソフトウェア・形式検証の三位一体で実現する。さらにTEEを活用するためのミドルウェアを開発する。

※Universal TEE Architectureの略

統計的開示抑制技術（SDC）：【南課題】高機能暗号とSDCの融合モデルの安全性を評価し、プライバシー保護技術の利用ガイドラインを整備する。また、SDCを高機能暗号で実装するライブラリを開発し、実社会でのユースケースを通じて有用性を実証する。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

①暗号技術

- ・**篠原課題**：持続可能な低コスト学習環境と各医療機関の環境に合わせた連合学習基盤の整備。
- ・**高木課題**：具体的なユースケースを精査し、その結果を考慮した実用的ライブラリの構築。
- ・**花岡課題**：ニーズに応じた暗号方式の継続的検証と、技術の運用を含むセキュリティモデルの明確化。

②補完技術

- ・**石川課題**：海外発注を含むチップ開発に伴う価格変動および調達リスク等に対するリスクマネジメント。
- ・**南課題**：モデル脅威想定・SDC手法の関係整理、モデルの設計意図の明確化。

【開発スケジュール】



【その他の活動】

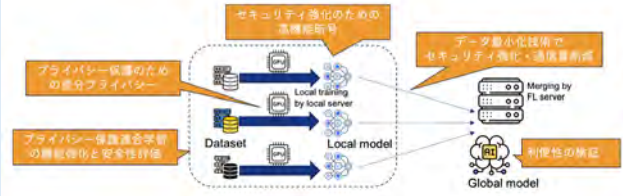
- 2025年6月15日にキックオフミーティング（非公開）を対面・オンラインで開催。
- 2025年に南課題、石川課題の研究代表機関へのサイトビジットを実施。

＜研究開発成果＞

①暗号技術

篠原課題

- 高機能暗号を活用したプライバシー保護連合学習方式の高速化や機能拡張（第三者によるウェイト監査）を達成した。また、プライバシー保護技術の安全性評価を実施し、機能強化方式を設計した。
- 学習データ抽出ツールを開発し、複数大学での医療実証基盤の整備を完了した。



高木課題

- 耐量子性も見据えた高機能暗号の安全性評価※・攻撃手法・高速化などに取り組み、安全性と効率性を両立する新しい暗号の構成方法を多数提案。高機能暗号の理論的基盤を強化した。
- 実利用を見据えたユースケースを整理して、ライブラリの設計および初期実装を進め、実用化に向けた基盤となる研究を進展させた。

※耐量子計算機暗号（符号暗号）の暗号解読コンテストで世界記録を達成



花岡課題

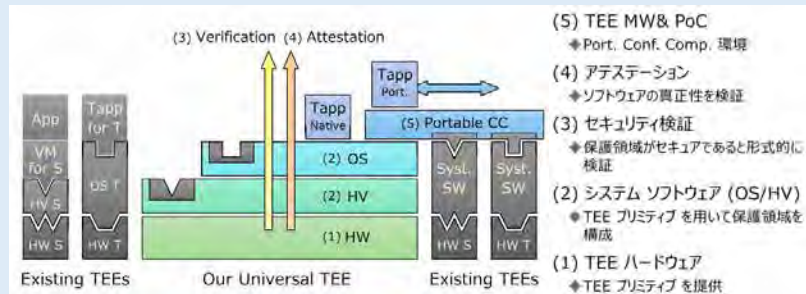
- 医療現場のニーズに基づく要件を抽出し、初期検討用設計・ライブラリ実装を完了するまで到達した。
- 開発したライブラリに基づき、初期検討用医療応用システムを大学病院主導で実装した。
- 匿名化暗号および空間ベース暗号の基本要件を踏まえ、耐量子計算機方式設計に取り組み、トップレベルの国際会議・論文に複数件が採録された。



②補完技術 暗号処理を安全に実行する環境技術（TEE 等）

石川課題

- TEEプリミティブ設計手法を確定し、システムソフトウェア側で暫定的な仕様を策定するとともに、Intel SGX相当のTEE実装を実現し、ハードウェア開発者との共通基盤の構築を達成した。
- UTA仕様のフォーラム標準化に向け、国際標準化推進組織に参画し、セキュリティ仕様に関する標準化活動に参加することで、国際的な貢献を開始した。
- 関連ソフトウェアをオープンソースとして公開し、標準化に向けた普及を推進した。
- 国際会議での研究展示、ワークショップや公開シンポジウムの開催、RA支援などアウトリーチ活動・人材育成・コミュニティ形成も大きく進展した。



②補完技術 統計的開示抑制技術（SDC）

南課題

- 基本的なSDC技術を実装し、理論的解析、実証評価を実施することで、SDC技術の評価基盤を確立した。
- 公的統計マイクロデータを整備し、リンケージ技術の実証評価段階まで到達した。
- SDC技術の高機能暗号プロトコルでの実現に向け、汎用的な要素演算の選定と完全準同型暗号ライブラリTFHEを活用した実装を進展させている。
- 高次元データ向け差分プライバシーの有用性を確保する方式の検討に着手した。



PO：鈴木 潤（東北大学）

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- (1) 要件定義
- (2) 偽情報検知技術
- (3) 偽情報評価技術
- (4) 偽情報検知/評価システム化技術

【全体計画】

テーマ	2024年	2025年	2026年
(1)	ユースケース・技術動向の調査、要件定義の検討		
(2)	偽情報検知手法の確立	中間評価（ステージート）	開発・検証
(3)	偽情報評価手法の確立	中間評価（ステージート）	開発・検証

研究開発の進捗・成果

2025年度は、偽情報検知・評価の要素技術開発を着実に進めるとともに、それらを統合した偽情報対策システム初版を構築し、ユーザー組織と連携したトライアルを推進した。具体的には以下の通り。

1. **偽情報検知技術**：未知の生成手法にも対応可能な高精度ディープフェイク検知（音声・画像・映像）や、メディア理解、発信位置検証、根拠・エンドースメント管理といった偽情報検知技術に関して、システム化を見据えた各技術の設計・検証および連携検討を完了した。
2. **偽情報評価技術**：偽情報の拡散構造に基づき影響度を定量化し、投稿IDから指標を返すAPIを実装、選挙事例で有効性を検証。さらに、拡散のリアルタイム分析・ランキングと投稿内容の可視化により、ファクトチェック対象の発見や偽情報候補・極化の分析を実現。
3. **偽情報検知/評価システム化技術**：SNS投稿のテキスト・画像から文脈を抽出し、文脈一致性判定と真偽判定を統合した総合真偽判定アルゴリズムを実装、テキスト真偽判定で世界最高水準の精度を達成した。また、分析モジュールを連携可能とするオーケストレーション基盤を構築し、多様な分析の柔軟な組み合わせや、精度・性能の比較評価を可能とした。さらに、偽情報対策特化日本語LLMを開発し、報道・SNS領域において基盤モデルや汎用LLMを上回る性能を確認した。また、根拠提示を重視したユーザーインターフェースの設計・検討、ならびに災害時を想定した能動推論型IoT情報収集手法の開発と基礎評価を完了した。
4. **トライアル・実証**：構築した偽情報対策システム初版を用い、短期間のトライアルを通じてユーザー評価・フィードバックを取得し、今後の長期的な実証実験に向けた課題整理と改善方針を明確化した。

実施体制：山本大・富士通(株)、NII、日本電気(株)、慶應大、東京科学大、東京大、会津大、名古屋工業大、大阪大

達成目標

【中間目標】（2025年度）

SNS投稿を対象にメディア毎の情報分析(画像/映像/音声)から総合真偽判定/影響度評価までの各技術を統合した偽情報対策システムの第一版を構築する。さらに対象分野をフォーカスし、組織ユーザーと連携してユーザ評価やシステム評価により効果を検証する。

【最終目標】（2027年度）

各技術の改良や拡充を行うとともに、対象分野を複数に拡大し、組織ユーザーが実業務で活用できるシステムを構築する。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特に組織的な影響工作、いわゆる認知戦への対応ニーズを踏まえ、ナラティブ拡散分析に関する検討項目を追加。生成AIの発展により、自然な日本語による影響工作のリスクが高まっているという課題に対し、本研究では、偽アカウントの活動から協調的な情報拡散を検出するとともに、プロパガンダや認知バイアスを誘導する表現を分析し、ナラティブの意図や形成プロセスの解明を目指す。また、事業の実施期間について、研究開発の体制に合せ、「年単位」から「年度単位」へ見直し、研究開発構想を改定予定。

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

- ・ 協議会メンバーをはじめとするユーザー組織のAS-IS業務とTO-BE業務の両面を考慮して、偽情報対策システムのフロントエンド・バックエンドを拡充予定
- ・ 実証実験を数か月サイクルでアジャイルに実施予定
- ・ 対象分野の拡充、エコシステムの拡大：2026年度
- ・ 実業務で活用可能なシステムの構築：2027年度

□ 1.要件定義

項目	進捗・成果
1-1 要件定義	昨年度実施済み

□ 2.偽情報検知技術

項目	進捗・成果
2-1 ディープフェイク検知	大規模音声データで事前学習した基盤モデルを追加学習し、未知の生成手法に対して高精度な検知を実現。顔画像と災害画像等の一般画像の両方に対応。長時間音声ファイル内のディープフェイク音声領域を特定する技術も構築。
2-2 メディア理解	メディアデータからの要約・人物物体属性・追跡情報等の抽出に関し、既存技術評価と抽出機能試作、抽出情報による偽情報判定向けグラフ構築技術試作を完了。評価により検索内容に応じた動的分析や複数モーダル間の情報補完等の課題を抽出。
2-3 発信位置検証	Robust Localization技術でネットワーク遅延から発信位置を推定しエージェント評価で高信頼化を実現。Image Geolocation技術では、部分画像による整合性検証で画像位置推定の誤推定削減方式を設計。偽情報対策システムとの結合完了。
2-4 根拠・エンドースメント管理基盤	分析結果やその過程を蓄積し総合的な判断を支援するメディア分析基盤のアーキテクチャとしてSPOTL形式で構造化する基本設計を実施。利用シナリオの検討と部分的なプロトタイプ実装を元に課題を整理。関連する国際的な標準に向けた調査・活動を実施。

□ 3.偽情報評価技術

項目	進捗・成果
3-1 影響度評価	偽情報の拡散ネットワークに基づく影響度計測とシステム構築を実施し、tweet_id入力で指標を返すシステム・APIを実装。SNS(X)全日本語ポストから拡散木をリアルタイム抽出し、特徴量に基づくランキングと投稿内容埋め込みの可視化システムを開発。

□ 4.偽情報検知/評価システム化技術

項目	進捗・成果
4-1-1 総合真偽判定	SNS投稿の文脈抽出とテキスト・画像の文脈一致判定に加え、テキスト真偽判定やテキストと画像の関係性分類と統合した総合真偽判定アルゴリズムを考案・実装。テキスト真偽判定で最高精度88%を達成（Knowledge-based QAタスク）。
4-1-2 オークストレーション機能	分析技術をワークフロー形式で組み合わせて実行するオークストレーション機能の基本設計を実施し、疎結合な分析モジュールかつWeb API越しにデータ連携を行う偽情報対策システム初版を開発。民間組織・公的機関の複数ユーザーによるトライアルを実施。
4-1-3 ユーザーインターフェース	従来のファクトチェック説明の課題分析に基づき、根拠をモジュール化・階層化し必要情報へ迅速にアクセス可能なUIの基本設計を構築。アイコンのデザインと効果検証・再設計を通じ、説明カテゴリー認知に対応したアイコンセットを開発。
4-2 偽情報対策特化の日本語LLM	報道・SNSコーパスによる継続事前学習でLLM知識強化、データ合成で偽情報対策能力を強化し汎用LLMを上回る特化型日本語LLMを開発。自己整合性に基づくハルシネーション検知を適用し、強化学習で中間思考の妥当性向上による緩和技術を開発
4-3 情報収集手法	真偽分析の合理化に必要な情報源の選別・能動的な取得手法を考案。数値評価によって、より少ない情報収集回数で真偽判別が可能であることを示した。広域マップへの対応のための計算量削減を図り、複雑な汜濫シナリオに対応出来ることを確認。

PO：八木 康史 大阪大学 D3センター ライフデザイン・イノベーション拠点本部
特任教授／本部長

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

①ライフサイエンスの実験等における暗黙知を発見・獲得するAI モデル

ライフサイエンス実験の多くをカバーすることを視野に入れ、汎用的な実験操作を含むプレートアッセイ、核酸・タンパク質精製、細胞培養等の実験を設定し、熟練者と同等の実験を成立させるために必要な暗黙知を抽出する AI モデルを構築する。また課題毎に、熟練者而非熟練者で実験の成否に違いがあり、その解決が必要とされている実験操作を設定し、暗黙知の発見・獲得を達成する。

②作業を支援するアシストシステム

AI によりリアルタイムに示される作業手順の提示及び作業支援（実験記録等）により、人と協同してライフサイエンスの実験を支援するデバイス等を開発する。また、本デバイス等に用いる機械可読なファイルを基にした自動化システムへの応用可能性を確認するために、ロボット等を用いた検証を行う。

研究代表機関：東京大学、大阪大学(2件)、名古屋大学

達成目標

①ライフサイエンスの実験等における暗黙知を発見・獲得するAI モデル

②作業を支援するアシストシステム

AIモデル及びアシストシステムの開発は、技術間の連携を担保するため、同一課題内で実施する。

【佐藤課題】実験作業データを大規模に収集し、熟練者の暗黙知を抽出するAIを開発するとともに、その知見を作業支援に生かすアシストシステムを構築し、ライフサイエンス分野のノウハウ蓄積と伝承を効率化する。

【前川課題】センサーを簡単に取り付け可能なプラグイン型クリーンベンチで取得した実験情報を基に、Hybrid Intelligenceで熟練者の暗黙知を抽出するAIを構築し、得られた融合知を用いて非熟練者を支援するスーパー熟練作業支援AIを開発する。

【青山課題】遺伝子改変操作の暗黙知を抽出・提示するAIを構築し、マルチモーダル提示を用いた実験アシストシステムを開発することで、非モデル動物での操作を容易にし、トランスレショナル研究（基礎研究の成果を臨床へ応用する橋渡し研究）を加速する。

【上田課題】細胞培養・試料調製に潜む熟練者の暗黙知をAIで形式知化し、ロボティクスと連携したアシストシステムとして実装することで、細胞培養から1分子・超解像ナノイメージングまでの細胞計測プロセス全体の自動化を実現する。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】2025年8月～研究開始

研究代表者	所属・役職	課題名	進捗・成果
佐藤 洋一	東京大学 生産技術研究所 教授	BioSkillDX: ライフサイエンス実験作業の暗黙知獲得と作業支援	基盤構築と計測・記述・解析・可視化・支援の要素技術の初期整備・検証を実施。
前川 卓也	大阪大学 大学院情報科学研究科 教授	熟練者を超えるバイオ実験を可能とするHybrid Intelligenceによる暗黙知の抽出と活用	プラグイン型Augmentedクリーンベンチのプロトタイプとイベント抽出手法を開発。
青山 忠義	名古屋大学 大学院工学研究科 教授	巧技自在化AIの見えざる手が導く遺伝子改変操作の支援システム	模倣学習に基づく巧技AIの条件付きモデルを構築。Integrated gradientsを活用して熟練者の共通技能を抽出。視覚・音声・力覚・触覚デバイスとリアルタイム提示IFを整備。
上田 昌宏	大阪大学 大学院生命機能研究科 教授	AI・ロボティクスによる大規模自動ナノバイオイメージングの開発	研究開発拠点の整備に向けた装置の機種選定および購入手続を実施。

【進捗・成果】

2025年11月にキックオフミーティングを開催。PO/分科会委員、各研究代表者と主たる研究分担者等が一堂に会し、各研究開発課題の相互理解と構想内連携を図った。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

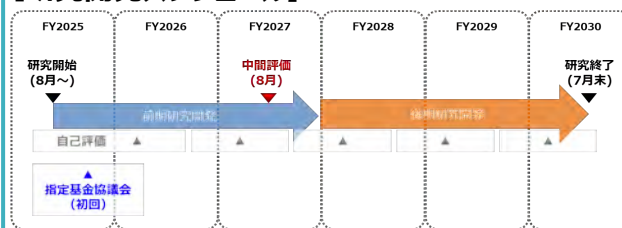
特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

- 実験操作の自動化やアシストシステムによる再現性の向上につながるように、暗黙知を抽出し、形式知化する技術を開発する。
- ライフサイエンス分野以外の、技術的不可欠性・優位性を持つ分野につながるよう具体的な応用先を見据えた開発を進める。

【研究開発スケジュール】



※ 進捗ヒアリング：研究進捗等を把握するとともに適切にフィードバックを行うために、毎年実施

- 2026年8月12日、研究進捗ヒアリング開催予定（オンライン）
- 2026年11月16日、全体会議開催予定（大阪）
- 2026年度末から2027年度初めに、サイトビジット実施予定（4課題全て）

【その他の活動】

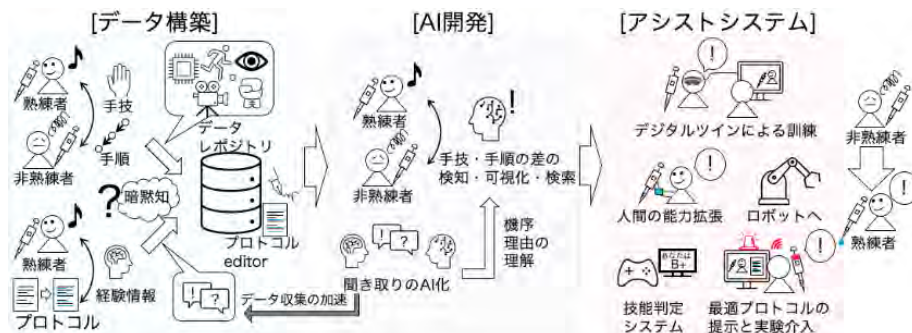
- これからの技術の担い手である若手研究者を育成するため、若手研究者自らが行うイベントを企画・計画中。

指定基金協議会開催：①R8年1月27日

＜研究開発成果＞

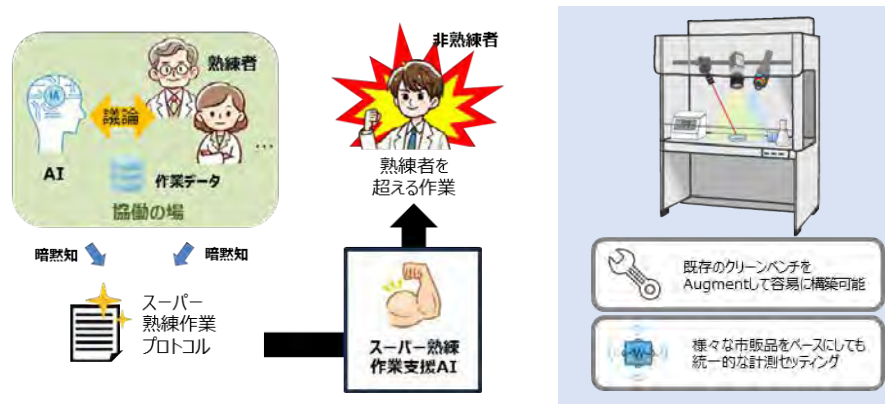
佐藤課題

2025年度は基盤構築と計測・記述・解析・可視化・支援の要素技術の初期整備・検証を実施した。



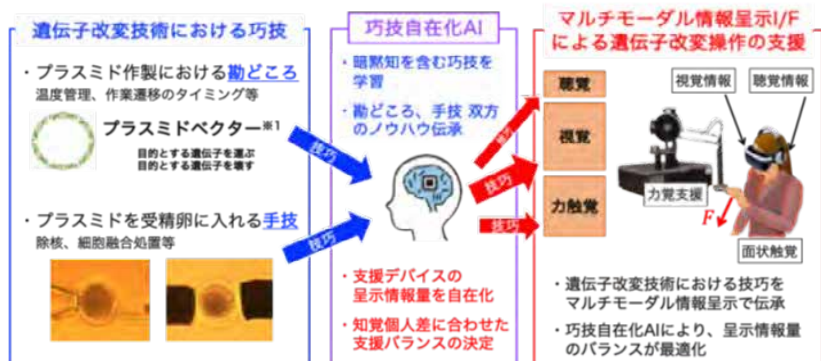
前川課題

プラグイン型Augmentedクリーンベンチのプロトタイプとイベント抽出化手法を開発した。



青山課題

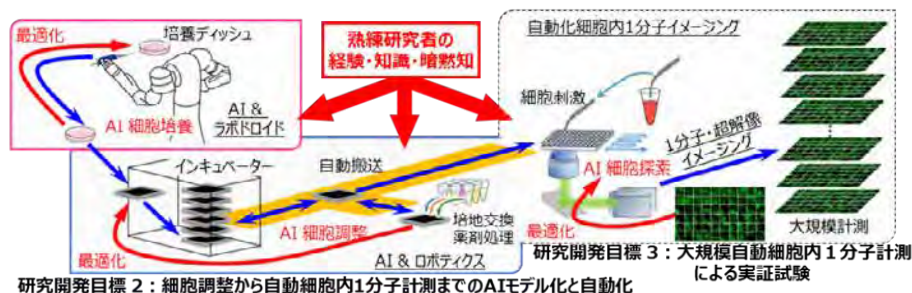
模倣学習に基づく巧技AIの条件付きモデルの構築に加え、Integrated Gradientsを活用した熟練者の共通技能の抽出や、視覚・音声・力覚・触覚デバイスおよびリアルタイム提示IFの整備などを進めた。



上田課題

2025年度は、研究開発拠点の整備と、開発機器の機種選定および購入手続きを計画的に進めた。

研究開発目標 1：細胞培養プロセスのAIモデル化と自動化





K Program

経済安全保障重要技術育成プログラム

- **領域横断**

PO：安田 和明（国研）産業技術総合研究所

実施体制：（株）東芝

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- ① 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
- ② 高入出力プロトタイプセルの開発及び試作検証
- ③ 重機・建機・船舶を想定した性能シミュレーション
- ④ システム（パワートレイン）での性能実証

	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度
		ステータス	中間評価		事後評価
① リチウムイオン電池用材料開発	材料・電池構成技術開発				
② セルの開発及び試作検証	プロトタイプセル設計		プロトタイプセル試作検証		
③ 性能シミュレーション	重機・建機・船舶システムシミュレーション				
④ システムでの性能実証			バック化、バック評価、パワートレイン実証		

達成目標

【中間目標】（2025年度）

大型モビリティへの適用を見据え、容量10Ah級、400Wh/L^{※1}以上のエネルギー密度をもったセルを試作し、10kW/Lの入力密度、5kW/Lの出力密度、5Cレート以上での充電受入性の確保、-30～70℃と広い温度域での作動性能の確保、さらには10万サイクル^{※2}の寿命確保を満足する機能検証を行う。

【最終目標】（2027年度）

量産を見据えたセルのテストサンプルを用意し、バック化を行う。また、大型モビリティのパワートレインを模擬した地上試験にて機能を実証する。

※1 素子エネルギー密度（電極体の容量ベース）

※2 △SOC50%、維持率80%、外挿による予測値も可

研究開発の進捗・成果

2025年度は、計画どおり順調に進捗した。40Ah級のプロトタイプセルを試作し、中間目標で掲げる性能の達成を確認した。具体的には以下の通り。

① 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

2024年度に仕様を確立した高性能ニオブチタン酸化物（NTO）材料について、パッチあたり100kg級の大量合成プロセスを確立し、目標とする粒子性能を実証した。

② 高入出力プロトタイプセルの開発及び試作検証

開発したNTO材料を用いて40Ah級のプロトタイプセルを試作、中間目標で掲げる電池性能を実証した。また、釘刺し試験にてハザードレベル3以下の安全性を実証した。

④ システムで性能実証

鉱山トラックと小型内航フェリーを性能実証の対象とし、これらへの搭載を想定した条件で、電池モジュール・バックの構想設計を行った。1kWh級モジュールを試作し、入出力性能や、冷却・耐電圧性能等の基本性能評価を実施した。

成果の多様な分野への展開に向けて、関係省庁に、研究開発の進捗及び性能シミュレーション結果を紹介し、具体的な適用先や電動化に関連する政策について意見交換を実施した。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

「①リチウムイオン電池用材料開発」について、2024年度までに決定した材料仕様をもとに、実証用セル試作に向け合成のスケールアップを行うため、2025年度まで延長（NEDO採択時に承認）。

「②セルの開発及び試作検証」について、「④システムでの性能実証」と並行してセルの長期性能評価を実施するため、2027年度まで延長。

最終目標達成に向け、必要な変更であり、影響はない。

今後の課題と対応・その他の活動

1kWh級モジュールの基本性能評価の結果を踏まえ、2026年度はモジュール設計の修正・再試作を実施する。また、実証条件に基づいた電池バックの設計・試作を行い、入出力性能や冷却等の基本性能評価を実施する。

2027年度は、試作した電池バックを用いて、鉱山トラック、小型フェリーの負荷パターンに基づき、システムでの性能実証及び安全性試験を実施する予定。

引き続き、関係省庁やユーザー企業と議論を行い、有望な適用先の検討及び社会実装に向けた取組を推進する。

PO：中野 貴志 大阪大学 核物理研究センター センター長

研究代表機関：大阪大学(3件)、高エネルギー加速器研究機構(3件)、東京都立大学、名古屋大学、東京大学

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

<測位・時刻同期（PNT）技術>

GNSS通信が不可能な海底や建物内部・地下などの環境下で位置情報取得や時刻同期が可能な技術体系の整理を目指した要素技術開発、ならびにさらにミュオンを用いたPNT技術の実装（小型化等）に向けた要素技術の高度化を行う。加えて、シミュレーションによる技術の妥当性検証も併せて行う。

<構造物イメージング技術>

ミュオンを用いた火山活動や自然現象の観測、インフラやコンテナの検査精度の向上を目指し、構造物イメージングに必要な技術の高度化と、人工的にミュオンを生成する可搬システムの開発、および関連技術の高度化を行う。加えて、シミュレーションによる技術の妥当性検証も併せて行う。

研究開発の進捗・成果

研究代表者	研究開発課題名	進捗・成果
大田 晋輔 (技術分類:1)	仮想測位基準点を構築する即時分散データ処理技術	宇宙線シミュレーションコードを用いた概念設計実施。2027年中に詳細設計完了予定。
石川 貴嗣 (技術分類:2)	時刻と二次元位置を同時に測定する高抵抗板検出器の開発	MRPCを用いた陸水モニターの実用化検討を開始。
梅垣 いづみ (技術分類:2)	ミュオン特性X線を用いた元素分布の可視化技術の開発	Si-DSD検出器にて、リチウムのイメージングに成功、論文投稿中。
角野 秀一 (技術分類:2)	運動量測定による汎用高分解能ミュオンラジオグラフィシステムの開発	運動量測定のための小型の永久磁石モジュールの試作完了。特許出願を検討中。
河村 成肇 (技術分類:2)	超伝導転移端マイクロカロリメータを用いた宇宙線ミュオンによる超高分解能元素分析	100keVに対応したTESプロトタイプに運用に成功、期待した分解能（0.1%）獲得。
下村 浩一郎 (技術分類:2)	小型で人工的に高強度のミュオンを生成するコア技術の開発	小型ミュオン源のための超低速ミュオン発生装置の動作試験完了。
野海 博之 (技術分類:2)	可搬型広角ミュオン4元運動量計測装置と高運動量ミュオン源の開発	本邦初となるGeV領域の高運動量正電荷ミュオンビーム生成に成功。
森島 邦博 (技術分類:2)	宇宙線ミュオン構造物イメージングのための原子核乾板の要素技術開発	検出感度向上のための各種性能評価を実施。高感度化が可能であることを確認。
高橋 浩之 (技術分類:3)	Glass GEMによる革新的高分解能ミュオンイメージング検出器の研究開発	Glass GEMの低電圧動作試験を実施。ガス増幅度10000程度が得られることを確認。

(課題の技術分類) 1:測位・時刻同期（PNT）技術、2:構造物イメージング技術、3:1,2の両方につながる技術

達成目標

- 【大田課題(大阪大)】50psレベルの精度をもった有線時刻同期システム検証、各種検出器対応の小型読み出し回路の開発、高速データ転送・処理アルゴリズムの開発と実証
- 【石川課題(大阪大)】火山現場にて使用可能な時刻・二次元位置を読み出し用MRPCの開発、MRPCの大型化とガス置換不要化の達成
- 【梅垣課題(KEK)】X線ピクセル検出器の大型化と元素分布可視化システム構築
- 【角野課題(都立大)】ミュオン測定システムの高精度実証、低消費電力100W未満のシステム実現、一般提供可能なハード・ソフトウェアのパッケージ化
- 【河村課題(KEK)】TESの高エネルギーX線対応と検出器、標準線源使用による校正法の確立、元素分析・化学分析に向けた基礎データの取得
- 【下村課題(KEK)】再加速技術、ミュオン発生加速器の小型化技術による小型で人工的に生成した高強度のミュオンによるイメージングシステム全体の妥当性検証
- 【野海課題(大阪大)】大型エアロゲル輻射体と高速データ処理によるミュオンの飛来方向と運動量のオンラインマッピング化、高運動量ミュオンビームでμRICHの性能実証
- 【森島課題(名古屋大)】新型原子核乾板・読取装置を組合わせたシステムの構築と実証、原子核乾板工程の省力化・迅速化・高精度化達成
- 【高橋課題(東京大)】高分解能Glass GEM検出器の試作とミュオン計測性能の確認、ミュオン計測装置の小型化・軽量化と高測位分解能の達成

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

- 【大田課題】シミュレーションで得られた空気シャワー観測観測の性能について小さな系での測定を実現、シミュレーションの妥当性を検証。
- 【石川課題】時間分解能向上のための高圧印可電極の最適化、および位置分解能向上のための読み出しストリップ電極の最適化。
- 【梅垣課題】モノリシック型Siピクセル検出器とハイブリッド型Siピクセル検出器の準備完了、ビームを用いた実験、評価の実施。
- 【角野課題】実用サイズの磁石モジュールの大型化と磁場強度の向上、ならびに支持構造体の開発。
- 【河村課題】100keVプロトタイプTESの運用データをもとに、新たに製造するTESの仕様を決定、コロラド大・NISTでの製造の開始。
- 【下村課題】小型ミュオン発生用加速器のさらなる軽量化・高エネルギー化。
- 【野海課題】高運動量ビームを用いたミュオンモグラフィの可能性の実証、大面積エアロゲルの開発。
- 【森島課題】原子核乾板の大粒子化による大幅なミュオン検出感度の向上と設計条件の更なる探索による総合性能の向上。
- 【高橋課題】100μmピッチのG-GEM基板の製作、および、同ピッチの入力パッドと信号取得基板の実装技術の確立。

<その他の活動>全体会議：2025年10月1日～10月2日 TKP仙台
研究内容や成果に関する情報共有を通じた本構想関係者間の相互理解・交流（合宿形式による担当者との直接ディスカッション、計35名参加）

指定基金協議会開催：②R7年5月23日（規約改正のみ）、③R8年1月28日

研究開発の進捗・成果

【大田課題】仮想測位基準点を構築する即時分散データ処理技術

- 宇宙線ミュオンと空気シャワー面を組み合わせた新しい測位・時刻同期の手法を確立するため、**宇宙線シミュレーションコードを用いた概念設計**実施。シャワーの同定に対し**ミュオンとガンマ線の有効性を確認**。詳細設計を2027年中に完了予定。

【石川課題】時刻と二次元位置を同時に測定する高抵抗板検出器の開発

- 高抵抗板検出器 (MRPC)を用いた土壌中の水分変動をみる**陸水モニターの実用化に向けた検討**を開始、シミュレーションによるスタディと**阿蘇山本堂観測坑道での宇宙線観測の整備**が進行中。

【梅垣課題】ミュオン特性X線を用いた元素分布の可視化技術の開発

- Si-DSD検出器にて、**リチウムのイメージングに成功**。炭素からのバックグラウンド混入を差し引きするアルゴリズムを開発、**面密度の定量的な測定が可能であることを実証**。計画通り、モノシリック型Siピクセル検出器の面積化とハイブリッド型Siピクセル検出器の製造進行中。

【角野課題】運動量測定による汎用高分解能ミュオンラジオグラフィシステムの開発

- 運動量測定のための永久磁石モジュールの開発について、**小型の永久磁石モジュールを試作**。磁石モジュール内外の磁場の振る舞いについて磁場解析シミュレーションにより理解。**特許出願**を検討中。

【河村課題】超伝導転移端マイクロカロリメータを用いた宇宙線ミュオンによる超高分解能元素分析

- J-PARCミュオン実験施設において、**100keV以上に対応したTESプロトタイプ**の運用に成功。実績あるCa、Arなどのミュオン特性X線を観測し、期待した分解能（0.1%）を得た。**X線発生装置不要のチェックソースを用いた校正を初実装**、試験運用開始。

【下村課題】小型で人工的に高強度のミュオンを生成するコア技術の開発

- 小型ミュオン源のための**超低速ミュオン発生装置の動作試験を終了**。**共鳴イオン化レーザーの整備中**。**小型ミュオン発生用加速器については現在400MeV,1mAの仕様で、直径3m、重量60t（従来は2000t）程度の小型化を達成**。

【野海課題】可搬型広角ミュオン4元運動量計測装置と高運動量ミュオン源の開発

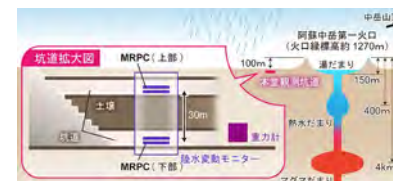
- 本邦初となるGeV領域の高運動量正電荷ミュオンビーム生成に成功**。ミュオンビーム測定にあたり、**高効率な連続読み出し型データ収集システムを導入**、負電荷ミュオンビームの生成試験を実施予定。**4cm厚エアロゲルの試作に成功**。

【森島課題】宇宙線ミュオン構造物イメージングのための原子核乾板の要素技術開発

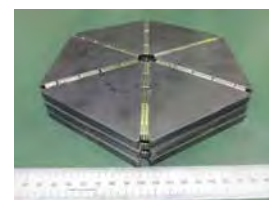
- ミュオン検出感度向上のための**原子核乾板の最適設計条件探索により各種性能評価を実施**。集荷銀結晶の大粒子化により**高感度化が可能であることを確認**。広報・アウトリーチ活動の一環として、**NHKスペシャルの番組制作に協力**。

【高橋課題】Glass GEMによる革新的高分解能ミュオンイメージング検出器の研究開発

- Glass GEM (G-GEM)の低電圧動作試験を実施**。0.5気圧において**ガス増幅度10000程度が得られることを確認**。**2枚のGEMによるミュオン計測実験を実施**。ミュオンイメージング測定データ取得評価開始予定。



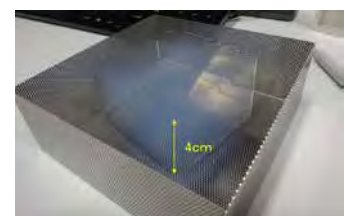
陸水モニターのセットアップ



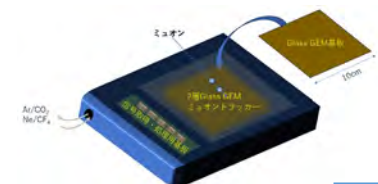
試作した磁石モジュール



試作したTES検出器



試作した4cm厚エアロゲル



ミュオンイメージングシステムの概念図

研究開発型（プロジェクト型）
高度な金属積層造形システム技術の開発・実証
 （高付加価値設計・製造を実現する統合型レーザー金属積層造形技術の研究開発）

PD： 芦田 極 所長
 国立研究開発法人 産業技術総合研究所北陸デジタルものづくりセンター

実施体制： 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、株式会社松浦機械製作所、古河電気工業株式会社、株式会社島津製作所、M I - 6 株式会社、石川県、国立大学法人金沢大学、国立大学法人大阪大学

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

ステージア

	2026年度	2027年度	2028年度
①入熱制御	空間光位相変調器を用いて整形したビームプロファイルで3D造形	空間光位相変調器を用いて整形したビームプロファイルで3D造形を実現	
②先進PBF	青色半導体レーザーを用いたPBF装置の実験機を開発	青色半導体レーザーを用いた高度な（ツインビーム）PBF装置の開発	
③精密DED	青色半導体レーザーを用いたマルチビーム型精密ワイヤーDEDの実験機を開発	青色半導体レーザーを用いたマルチビーム型精密ワイヤーDED装置の開発	
④高速DED	20 kWファイバーレーザー、7kW青色レーザーのプロタイプ機を構築	20kWファイバーレーザー、10kW青色レーザーを装備したDED装置の開発	

達成目標

2028年度目標

- ①
 - ・ビームパターンが金属組織に与える影響についてのデータベースを構築
 - ・高速造形技術のための金属粉末溶融凝固現象の解明
- ②
 - ・青色半導体レーザーによる純銅の造形技術の開発
 - ・インプロセスモニタリング技術、ツインビームによる高速造形技術の開発
- ③
 - ・青色半導体レーザーを用いたマルチビーム型精密ワイヤーDED技術、モニタリング技術の開発
 - ・マルチマテリアル積層造形技術の開発
- ④
 - ・20 kWファイバーレーザーの製品版を構築、10 kW青色レーザーの製品版を構築
 - ・銅・鉄系部材への高耐食材、アルミニウム合金部材への高硬度材の高速DED積層造形技術開発

研究開発の進捗・成果

① レーザー入熱制御

- ・ レーザーの時空間制御・金属積層造形装置を開発中
- ・ SPring-8にて金属積層造形物のひずみ・内部欠陥評価を実施

② 先進PBF

- ・ 青色半導体レーザーPBF装置を開発
- ・ インプロセスモニタリング技術を開発中
- ・ 切削機能付きツインビームPBF装置を開発中

③ 精密DED

- ・ 6台のレーザ同期システム+500W青色レーザの設計完了
- ・ ワイヤーDED装置（位置が異なる2カ所同時に集光可能なマルチビーム式）の設計完了

④ 高速DED

- ・ 5kW青色半導体レーザ、12kW近赤外線ファイバーレーザを開発
- ・ 社会実装（製鉄所、火力発電所、車載用バッテリーなど）に向けた、2mm厚皮膜形成やクラック検知の評価を実施

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

概ね予定どおり進捗しており、研究開発構想に影響を与える大きな変更はない。

今後の課題と対応・その他の活動

- ・ 社会実装、ユーザ連携を進めるため、新たに社会実装推進室を設置
- ・ 2026年度から、データプラットフォームの構築に向け体制を強化する予定

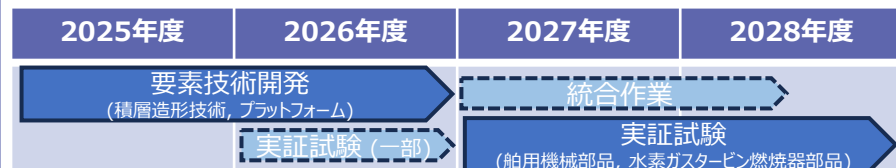
高度な金属積層造形システム技術の開発・実証（オンサイト製造の実現に向けて）

PD： 芦田 極 所長
国立研究開発法人 産業技術総合研究所北陸デジタルものづくりセンター

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

研究開発項目①「インプロセスの安定性向上・高度造形技術の開発・実証」**生産性5倍向上**
研究開発項目③「高性能な造形条件等の探索、シミュレーション技術の開発・実証及びデータプラットフォームの構築」**開発期間80%短縮**



研究開発の進捗・成果

研究開発項目①

- 造形高速化に資する溶融池予測シミュレーション技術（ガウシアン・リングレーザに対応した熱源モデル）および、造形高精度化に資する粉末融着シミュレーション技術の構築に着手した。
- インプロセスモニタリング情報と造形物内部欠陥の関係、および、欠陥サイズと疲労特性の関係把握に向けてデータ取得に着手した。
- 固有治具レスでの切削加工技術開発において一次切削試験を完了した。
- 実証試験設備（燃焼器部分モデル）の設計・製作を完了した。当該実証試験に供するAM部品の試作を完了した。

研究開発項目③

- 入熱/抜熱予測が品質（欠陥量）を決定するとの考えのもと、機械学習を含む複数のアプローチによる熱予測技術の開発に着手した。
- プラットフォーム機能及び業務フローの検討を完了し2025年度目標を達成。プラットフォームの要件定義・画面定義の作成を開始した。
- 船用機械における主要材料を抽出し、候補AM材料を選定した。
- 船用機械部品のオンサイト製造実証パートナーを募集し、10機関以上が参画することとなった。

実施体制： 川崎重工業株式会社、株式会社NTTデータ
株式会社エヌ・ティ・ティ・データ・ザムテクノロジーズ

達成目標

研究開発項目① ※2026年度中間目標として主なもの

- 造形高速化（3倍以上）・高精度化（表面粗度向上）
- インプロセスモニタリング要素技術構築・合否判定基礎モデル構築
- 高度加工システムおよびひずみ制御技術の確立
- 水素焚きガスタービン燃焼器での実証基盤の構築

研究開発項目③ ※2026年度中間目標として主なもの

- 造形プロセス最適化のための要素技術の開発検証完了
- データプラットフォームにおけるデータ取得・蓄積機能の開発完了
- 船用機械主要材料からAM材料への変換テーブル作成
- 第1回実船実証によるオンサイト製造バリューチェーンの課題抽出

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

中間目標達成へ影響を及ぼし得る計画の変更なし。

今後の課題と対応・その他の活動

船用機械部品のオンサイト製造における品質保証基準の策定に向けて、American Bureau of Shipping (ABS) と共同で推進するための契約を締結した。本契約については、ABSのLinkedInを通じて対外的に広く公表した。

高度な金属積層造形システム技術の開発・実証（全面統合型次世代金属積層造形技術の開発）

PD： 芦田 極 所長

国立研究開発法人 産業技術総合研究所北陸デジタルものづくりセンター

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

多様なニーズに対応した製品において、最適な部品形状・材料等のデータを即時出力し、高速・高精度な造形、リアルタイムのモニタリング及び制御、そして非破壊による品質検査までを行う統合型金属積層造形システムを開発し、ユーザーに応じた最適地(オンサイト)での高機能な部品製造・納期短縮に資する生産プロセスを確立すること。

研究開発の進捗・成果

計画通り進捗している。

全体として、各研究項目とも要素技術の立ち上げ段階から基盤技術整備段階へ進展しており、2026年度末に想定する統合的な技術実証に向けた基礎が順調に構築されている。

2025年度の目標達成度(実施者評価)は下表の通り。

研究項目		目標達成度
高性能な造形条件等の探索・シミュレーション技術/プラットフォームの開発実証		B
インプロセスの安定性向上・高度造形技術の開発・実証	A 欠陥レス造形技術	B
	B 高速・高精度造形技術	B
金属粉末の品質向上・高効率製造技術の開発・実証		B

S:目標達成（期待以上の成果有）

A:目標達成（期待以上の進捗）

B:目標達成（年度内目標達成予定）

C:予定遅れ

X:見直し

実施体制： 日本積層造形株式会社、日本電子株式会社

株式会社先端力学シミュレーション研究所、国立大学法人東北大学

達成目標

① 高性能な造形条件等の探索・シミュレーション技術/プラットフォームの開発実証

- ・ トポロジー最適化し、アセンブリ部品より一体造形部品を抽出できる学習器のプロトタイプを開発する。
- ・ BSE画像等から造形レシピの是非を80%の精度で判定できる学習器を開発する。

② インプロセスの安定性向上・高度造形技術の開発・実証

②-A 欠陥レス造形技術

- ・ 欠陥形成挙動の理解に基づく予測・可視化・抑制のための基盤技術を開発し、モニタリング・温度計測・シミュレーションを連携させた欠陥低減指針を得る
- ・ 200μm以上の欠陥を5秒以内で全数検知可能な反射電子検出器を開発し・実証する。±30℃の誤差で温度検出が可能な熱電子検出器を開発する。新規開発設備による材料物性値の差異分析及びデータベース化を行う。

②-B 高速・高精度造形技術

- ・ 高速造形に適したスキャン条件、熔融挙動の理解、組織制御の基盤を構築し、高速化と品質確保の両立を目指す。
- ・ 電子ビームのビーム応答性：0.25μsec@φ250mmを達成する。ロケット用部品の造形において、造形品質同等以上、造形時間を40%低減する。新規開発設備による材料物性値の差異分析及びデータベース化を行う。

③ 金属粉末の品質向上・高効率製造技術の開発・実証

- ・ 製造速度1kg/10分のD-PREP装置の要素技術を整備し、高品質D-PREP粉の試作・評価を通じて、積層造形適用性の高い粉末製造条件を明確化する。6種金属の粉末特性、製造条件、造形特性に関する基礎データを蓄積し、高品質各種粉末のデータベース構築に着手する。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

当初計画からのずれはない。欠陥形成メカニズム解明や粉末特性評価の高度化に伴い、評価項目や条件検討を一部拡充しており、短期的には実験・解析負荷が増加しているが、研究期間全体の達成目標に対する大きな遅延要因とはなっていない。

技術推進委員会等で評価委員、P・Dより、各研究項目の関連性と各研究項目の社会実装事例への効果を明確にするようにご指摘をいただいた。今後研究計画を変更しないが、各研究項目の成果が各ターゲットアプリケーションにおけるユーザーの要求達成にどう影響していくかを明確にしながら研究を進めていく。

今後の課題と対応・その他の活動

当初予算からの大幅な減額に伴い、研究開発コストの削減・調整を行ってきたが、検討・設計を進めたところ、本研究開発の肝であるD-PREP装置の開発資金が不足していることが判明した。現状のままでは2026年度以降のD-PREP装置の開発に支障をきたすので、予算増額をご検討願いたい。

金属粉末特性評価法（EISおよびPIV法）の国際規格化に関し、ISO/TC 261 Plenaryに出席し、NP/NWIP（新規作業項目提案）を行った。今後は、NP/NWIP採択に向けた各国との合意形成を進めるとともに、採択後はWorking Groupを設置し、測定手順および評価指標の標準化を進める。

研究開発型（プロジェクト型）
高度な金属積層造形システム技術の開発・実証
（高性能・高機能な製品・部材製造を目的としたワイヤ・レーザDED方式金属AM技術の研究開発）

PD： 芦田 極 所長
国立研究開発法人 産業技術総合研究所北陸デジタルものづくりセンター

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- **開発項目①**：ワイヤ・レーザDED方式金属造形における、大型造形のための装置技術開発・製作、造形実証試験、造形プロセス制御技術開発
- **開発項目②**：ワイヤ材料技術開発
- **開発項目③**：製造トレーサビリティの実現および造形プロセスの物理モデル構築、シミュレーション技術構築

		大型造形実証拠点の整備完了		AM造形部品の認証取得	
項目/年度	2024	2025	2026	2027	2028
開発項目①	準備	造形試作・評価	実用用途向け形状造形 高速高精度基礎検証	大型・実用用途向け形状造形実証 高速高精度造形実証	
開発項目②		組成探索・試作	高強度アルミワイヤ試作 耐熱合金ワイヤ試作	500MPa超高強度アルミワイヤ実証 不燃性耐熱マグネ合金・チタン合金ワイヤ実証	
開発項目③		センサ試作・データ拡充	センサの要素技術実証 特性予測モデルの構築	造形トレーサビリティを実現し品質担保を実証 組織・物性制御のための最適化CAMを開発	

研究開発の進捗・成果

- **開発項目①**：
 - a. ワイヤ・レーザDED方式金属造形による船舶プロペラと評価用試験片の試作完了
 - b. 1000 cc/hを越えるワイヤ供給量でのホットワイヤ加熱条件の導出完了
 - c. ワイヤ・レーザDED方式金属造形によるロケット部品評価用模擬形状試作完了
- **開発項目②**：
 - a. 高強度アルミニウム合金組成の選定完了
 - b. 組成を調整した6種類の難燃性マグネシウム合金ワイヤの製造完了
- **開発項目③**：
 - a. 実証試験機にて、目標のφ100umの模擬空隙を計測、検出できることを確認、構築完了。
 - b. 休止時間を因子にした造形物の硬度測定完了し、最適化シミュレーションのためのデータ拡充完了

実施体制： 三菱電機株式会社、ナカシマプロペラ株式会社、一般財団法人近畿高エネルギー加工技術研究所
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、国立大学法人熊本大学、東邦金属株式会社、
国立大学法人広島大学、国立大学法人大阪大学

達成目標

- **開発項目①**：
 - a. 船舶プロペラの造形実証
 - b. 現行3倍以上の性能達成に向けた要素技術実証
 - c. ロケット部品の造形品質評価と造形後の後工程フロー検討
- **開発項目②**：
 - a. 高強度アルミニウム合金のφ1.2mmワイヤの試作実証
 - b. 金属積層向けマグネシウム合金、新規チタン合金組成の見出し
- **開発項目③**：
 - a. 造形品質評価センサの要素技術実証
 - b. 機械学習モデルを完成とそれに基づく最適化造形プロセスの提案

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

研究開発構想からの大きなずれや変更は無し。一部予定していた装置の手配遅れはあるが、26年度初旬に手配完了予定であり、計画変更なしで進捗中。

今後の課題と対応・その他の活動

- ・ 金属積層部品の製品適用に向けて、認証機関と連携しながら認証プロセス構築、標準化を実施。
- ・ 社会実装を見据え、今回対象とした適用部品にとどまらず、幅広い適用先の探索を進めている。候補となる市場および部品をいくつか抽出し、社会実装事例の拡充に向けた活動を実施。
- ・ 論文投稿、特許出願、展示会での発信を通じて、アウトリーチ活動も積極的に推進。

研究開発型（プロジェクト型）
高度な金属積層造形システム技術の開発・実証
（焼結型積層造形とデジタルプロセス設計を組み合わせた金属3Dプリンタシステムの研究開発）

PD： 芦田 極 産業技術総合研究所

実施体制： ヤマハ発動機、産総研、電中研、九州大、都立大、日本酸素、三菱マテリアル、ASKケミカルズ、金属技研、ExOne

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- ① インプロセスの安定性向上・高度造形技術の開発実証
- ② 金属粉末の品質向上・高効率製品技術の開発実証
- ③ 造形条件探索データプラットフォーム(DP)構築・シミュレーション(Sim)技術開発実証

	2024	2025	2026	2027	2028
①	欠陥レス、高速高精度造形要素技術開発			実部品製造・実証試験	
②	金属粉末製造、リサイクル要素技術開発			粉末製造、リサイクル実証	
③	DP仕様決定、Sim要素技術開発			DP、Sim造形実証	

達成目標

① インプロセスの安定性向上・高度造形技術の開発実証

中間目標：欠陥レス、高速高精度、マルチマテリアル造形要素技術開発完了
最終目標：造形速度(x3)・生産性(x5)向上、実部品による実証完了

② 金属粉末の品質向上・高効率製品技術の開発実証

中間目標：高収率・高品質粉末製造、リサイクル要素技術開発完了
最終目標：粉末製造速度(x5)・生産性(x10)向上、量産実証完了

③ 造形条件探索DP構築・Sim技術開発実証

中間目標：DP設計、データフォーマット仕様検討完了
最終目標：最適条件探索・Sim技術・DP開発完了、造形による有効性実証

研究開発の進捗・成果

① インプロセスの安定性向上・高度造形技術の開発実証

- ・造形パラメータと品質相関取得準備完了、データ取得開始
- ・耐熱鋼開発：異なる化学成分設計によりクリープ寿命/破断伸び各目標値達成
- ・高機能バインダ：強度20MPa、水素雰囲気中でバインダ熱分解残渣0%達成
- ・焼結プロセス：焼結時間△50%、溶製材同等強度を達成、HIP併用で欠陥抑制
- ・実証：アルミ部品および金型の設計検討を実施、形状を決定、試作進捗中

② 金属粉末の品質向上・高効率製品技術の開発実証

- ・鉄鋼材：水アトマイズ粉末流動性データおよび成形体特性データ取得
- ・アルミ材：A1000系で熱伝導230W/mK達成、A6000系で強度390MPa達成

③ 造形条件探索DP構築・Sim技術開発実証

- ・高精度焼結解析技術確立に向けた高精度パラメータ取得法を確立、データ取得開始
- ・インプロセスモニタリング機能搭載小型試作機(4台)製作、関係機関に設置完了
- ・バインダジェット方式標準化に向けた体制整備完了、規格化の方向性決定

◆ 業界との調整状況

- ・粉末冶金工業会にコンタクトし、開発技術活用に向けた意見交換を実施。
- ・バインダジェットの類似技術であるMIMメーカー主要4社にコンタクトし、ニーズ調査を実施。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

◆ 大型試作システム用プリントヘッド調達先の変更

2026年度から着手する大型試作システム開発に際し、当初予定のプリントヘッド調達先(US)のM&Aにより調達が困難となったため、国内メーカーに変更し対応した。
実施計画への影響は無い。

今後の課題と対応・その他の活動

◆ 市場実装に向けた取り組み

- ・最終製品メーカー（自動車、産業機器、電機等）にコンタクトしアプリケーション探索に着手した。併せて部品、製品に要求される特性の調査を実施中。
- ・焼結技術を有するMIMメーカーにコンタクトし開発技術（設備、材料、プロセス）の出口探索を開始。併せて現状MIM等の課題調査を実施、バインダジェットの優位性を調査した。

◆ 国際標準化に向けた活動

- ・日本溶接協会BJT-AM規格標準化委員会に参画、規格化のためのデータ協力予定。

研究開発型（プロジェクト型） 高度な金属積層造形システム技術の開発・実証

（BEV車体フレームギガキャストの高生産性を実現する高冷却・耐熱疲労金型を主ターゲットとする金属積層造形システムの研究開発）

PD： 芦田 極 所長

国立研究開発法人 産業技術総合研究所北陸デジタルものづくりセンター

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】 ※一部抜粋

- 欠陥レス造形(①) : インプロセス造形状態推定システムの装置実装および検証
- マルチマテリアル造形(①) : 金型靱性、亀裂進展制御、耐ヒートチェック性向上のための造形技術の検討・確立
- 非球状粉末造形技術(②) : ギガキャスト金型での成立性確認
- シミュレーション技術(③) : 造形/ casting 統合最適化システムの開発完了
- データベースプラットフォーム(③) : 金型に係わる積層造形技術データベースプラットフォーム構築

	2024	2025	2026	2027	2028
研究開発①					
研究開発②					
研究開発③					

実施体制：学校法人早稲田大学

達成目標

研究開発①： インプロセスの安定性向上・高度造形技術の開発・実証
各研究開発項目の要素技術の開発完了

研究開発②： 金属粉末の品質向上・高効率製造技術の開発・実証
量産可能な金属粉末製造、金属粉末リサイクルに関連する要素技術の開発

研究開発③： 高性能な造形条件等の探索・シミュレーション技術開発・
実証及びデータベースの構築

データベースプラットフォームの基盤システムの開発完了、各研究開発項目との連携による関連情報の蓄積開始

研究開発の進捗・成果

【研究開発①】

- ☐ 造形中の火花から欠陥発生率を評価するインプロセスシステムの構築とその機能を搭載した造形機の製造完了
- ☐ 高温造形対応造形機の製造完了

【研究開発②】

- ☐ 非球状粉末（水アトマイズ粉）を用いた造形成立性を確認
- ☐ 非球状粉末に対応するリサイクル装置の開発

【研究開発③】

- ☐ 造形シミュレーションソフトウェアの基礎部分の開発完了
- ☐ 金型に係わるデータベース構築における評価項目の選定完了

【実証検証】

- ☐ ギガキャスト金型の作製と試打ち鑄造の完了

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

ギガキャスト金型での実鑄造（フロントアンダーボディ）により、金型温度のコントロールが難しいこと、当初計画で想定していたヒートチェック性以外にも焼き付きや溶損に対する懸念も考えらるゝことが判明した。これらに対して、現時点では計画変更まではしない予定である。一方で、ギガキャスト金型（金属AM埋め子）の品質評価として、焼き付き性や溶損性の優先度を検討することも同時に行い、計画変更の必要性についてもフォローする。

今後の課題と対応・その他の活動

金型での社会実装が優先ではあるが、金型以外のアプリケーションについても検討をしていく。

PO：白川晃 国立大学法人電気通信大学

 代表実施機関：研究開発項目①：川崎重工業（株）
 研究開発項目②：国立大学法人京都大学

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- 研究開発項目① 高出力ファイバーレーザー
- 研究開発項目② 高品質・高出力な半導体レーザー



研究開発のスケジュール ☆：ステージゲート

達成目標

○研究開発項目① 高出力ファイバーレーザー

（中間目標）～2026年

現在上市されているシングルモードファイバーレーザーで最も出力が高いIPG Photonics製の10kW級をベンチマークとして、同等の性能。

（最終目標）～2028年

- ・レーザー出力：11kW 以上
- ・ビーム品質 (M^2)：2 以下
- ・デリバリーファイバーの長さ：10m以上
- ・エネルギー（電気・光）変換効率：38%以上

※ユースケース、ニーズ等を踏まえて、それぞれの項目間でのトレードオフを実施済。

○研究開発項目② 高品質・高出力な半導体レーザー ～2024年度

将来的な社会実装に向けた国内外の先端技術や需要等の市場動向、それらを踏まえた要求スペックや研究開発項目の特定等を行う。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

○研究開発項目① 高出力ファイバーレーザー

事業開始当初にトレードオフ検討を行い、最終評価用のレーザー出力をベンチマーク機種と同等とし、高出力化、デリバリーファイバー長尺化、発振器の小型・軽量化を推進。

研究開発の進捗・成果

○研究開発項目① 高出力ファイバーレーザー

全固体型PBGFの設計技術の開発、全固体型PBGFの製造技術の開発、全固体型PBGFの A_{eff} 拡大特性の把握、全固体型PBGFの融着接続技術の開発、全固体型PBGFの試作評価、高出力SM-FLの開発を実施中。PBGFの開発・評価の進展により、現時点で中間目標のビーム品質、PBGFの誘導ラマン散乱光フィルタ性能等を既に達成するとともに、レーザー出力については達成のめどを得た。社会実装に向けた用途開発では、開発のベンチマークとしている10kW級シングルモードファイバーレーザーを導入、基本加工特性を取得し、マルチモードの溶接に比べ優位性を確認するとともに、可能性のあると考えられるユーザーと個別の議論、サンプル加工を開始した。

○研究開発項目② 高品質・高出力な半導体レーザー

半導体レーザーのうちフォトニック結晶レーザー（PCSEL）により、既存のものでは限界のあった、小型チップで1GWcm⁻²sr⁻¹以上の高出力（高輝度）化等が実現され、レーザー加工分野やセンシング分野での応用可能性を調査研究にて明らかにした。特に、小型化・低コスト化が課題である車載用LiDARの光源としてPCSELの優位性を確認し、さらに、自動運転の普及に伴い、LiDAR及び光源となる半導体レーザーの需要が見込まれることを確認した。以上を基に、PCSELを車載LiDARへ応用するための目標スペックと開発項目を設定した。

今後の課題と対応・その他の活動

○研究開発項目① 高出力ファイバーレーザー

3年目の2026年度は、最終目標達成に向け開発を完了する全固体型PBGFの設計・製造技術、および全固体型PBGFの A_{eff} 拡大特性の把握等の成果を中間評価用SM-FLの試作を行い評価する。中間評価用SM-FLの主な性能は以下を目指す。

- ・レーザー出力：10kW級
- ・ビーム品質 (M^2)：2 以下（@5kW以上）
- ・デリバリーファイバーの長さ：5 m以上（非PBGF）

また、今後の事業化、市場獲得に向け、市場・技術動向の調査を継続するとともに、加工試験データの蓄積、情報発信を行い、可能性のある市場、要求仕様を明らかにする。

○研究開発項目② 高品質・高出力な半導体レーザー

本調査結果を踏まえ、本格研究開発へ移行するための構想改訂を予定。

PO： 中村 崇（福岡県リサイクル総合研究事業化センター）
小野 寛太（大阪大学）

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

アウトプット目標	2024～2027年	中間評価	2027～2029年
① Sm-Fe 系高鉄濃度希土類非平衡化合物磁石とそれを用いた電動モーターの研究開発	等方性ボンド磁石の製造技術開発		
	焼結磁石実現に向けた原理検証		
	電動モーターへの適用性検証		
② 完全レアアースフリー磁石の製造プロセス開発	成形技術開発		
	ナノ磁粉成形の基盤技術開発		
			モーター設計開発
①②共通 重希土フリー磁石開発に向けた共通基盤技術開発	異方性バルク磁石の新規プロセス開発		
	規則化／不規則化の制御プロセスの探索		

研究開発の進捗・成果

① Sm-Fe 系高鉄濃度希土類非平衡化合物磁石とそれを用いた電動モーターの研究開発

ボンド磁石における合金組成や製造条件が特性に与える影響を調査し、保磁力の向上や量産化に向けた開発指針を得た。特に、コバルト（Co）の量を50%削減できることが判明した。ホットプレス成形体において、高い最大エネルギー積を得られることを示した。さらに、開発した磁石のドローンやEV用モーターへの適用性を検証するため、解析および実機評価を行い、Sm-Fe 系磁石の設計課題を抽出することができた。

② 完全レアアースフリー磁石の製造プロセス開発

配向可能なFe-Ni磁粉のスケールアップ合成に成功した。また、本磁粉を配向造粒する技術を開発し、この造粒粉から高磁化を有する異方性磁石が得られることを実証した。さらに、粒界相に関する技術を構築し、高保磁力も実現できた。また、磁石性能予測システム開発についても、有効な計算モデルを構築することに成功した。

①②共通 重希土フリー磁石開発に向けた共通基盤技術開発

Sm-Fe異方性焼結磁石を作製する新技術として、熱間強加工法と還元拡散法を試み、可能性を実証した。一方でL1₀-FeNi磁粉合成の新技術として従来の窒化法からリン化による方法に可能性を見出した。また、コンビナトリアル薄膜法による高速組成最適化研究についても、着手することができた。

研究代表機関：国立研究開発法人 産業技術総合研究所

達成目標

各種ネオジム磁石を代替できるSm-Fe系磁石やFe-Ni磁石の製造プロセス開発を目標とする。

【中間目標（2026年度）】

- ・ 等方性ネオジムボンド磁石を代替可能な磁石（室温での最大エネルギー積 110kJ/m³）の開発。

【最終目標（2028年度）】

- ・ 高配向化・高密度化技術により耐熱性ネオジム焼結磁石の代替を可能にする特性（200℃で最大エネルギー積 120kJ/m³）を持つ磁石の製造プロセス開発。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

- 研究員の追加
研究加速のため負の影響が無いよう、適切に変更を行っている。
- 研究開発構想の変更はなし

今後の課題と対応・その他の活動

① Sm-Fe 系高鉄濃度希土類非平衡化合物磁石とそれを用いた電動モーターの研究開発

磁粉の中量試作に着手し、高密度化のため、成形・熱処理工程の最適化や添加物の検討を行う。また、開発磁石を使ったドローン用・EV用モータの設計を行う。

② 完全レアアースフリー磁石の製造プロセス開発

配向造粒体の性能向上と、その成形工程の最適化を行い、高磁化・高保磁力の両立を図る。加えて、シミュレーションによるモーター設計環境を構築する。

①②共通 重希土フリー磁石開発に向けた共通基盤技術開発

熱間強加工法、還元拡散法、熱プラズマ法の加工条件の最適化などを行い、これら手法による実用的な焼結磁石の実現性を検討する。一方で、Fe-Ni磁石の高効率合成法を粉末での実現を目指す。

輸送機等の革新的な構造を実現する複合材料等の接着技術

PO：西野 孝 神戸大学名誉教授

岡部 朋永・東北大学、東レ(株)、帝人(株)、(国研)物質・材料研究機構、東京理科大学、
 実施体制：九州大学、分子科学研究所、東京科学大学、(国研)産業技術総合研究所、東京大学、
 (国研)宇宙航空研究開発機構、三菱重工業(株)

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

CFRP間の接着接合に関し、“いかにしてくつついているか” また“いかにして壊れるか”を、分子レベルでその発現メカニズムを解明し、その成果を踏まえ材料・構造開発シミュレーション技術を用いた接着接合構造の解析により界面共有結合の定量評価法の確立および高強度かつ高劣化耐性を示す接着界面の分子レベル構造制御指針の策定に資するとともに、社会実装に向けた基盤技術を確立する。具体的には、以下をアウトプット目標とする。

- 複合材母材の埋没界面のみで起こる接着（化学反応）や分子の局所構造の状態変化を非破壊で観測する革新的な実験手法を開拓するとともに、圧力、熱、湿度等の環境因子が母材の状態変化にどのように影響を及ぼすか明らかにし、高強度、高耐性な接着接合技術の概念実証を実施する。
- 上記概念に基づき、試験片の強度推定手法を確立し、強度試験において母材の材料破壊が発生するのと同程度程度の接着強度を有することを実証する。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】 2025年5月～研究開始

研究代表者	所属・役職	研究開発課題名	進捗・成果
岡部 朋永	東北大学・教授	革新的軽量構造を実現する複合材接着技術に関する研究開発とその学理構築	研究開発項目1では、熱硬化/熱可塑ハイブリッドCFRPや新規樹脂組成による高接着強度材料を開発、研究開発項目2では、各種高度計測技術を組み合わせ、接着界面の局所配向凝集状態や化学組成分布を分子スケールで解析する手法を構築、研究開発項目3では、マルチスケール有限要素法による接着構造解析基盤を構築するなど、予定通り進捗。

【研究開発スケジュール】



達成目標

【岡部課題】幅広い分野の研究者がオールジャパンで一体となり、複合材接着結合・破壊現象の分子レベルからのメカニズム解明に取り組み、アウトプット目標に示された高強度、高耐性な接着接合技術を達成する。マルチスケールシミュレーション技術、デジタル化に対応した接着接合構造の最適デザイン技術を確立することで、社会実装・国際的競争力獲得に向けた基盤技術とその学理を構築する。

次の3つの研究開発項目に分けた体制にて研究開発を行う。具体的には、研究開発項目1が準備した試料あるいは標準試験片を、研究開発項目2・3が順次分析・評価・検討し、課題全体で連携しながら競争力のある接着技術・材料の開発を目指す。

1. 新規接着構造・新素材開発
2. 高度計測・分析
3. 力学モデリング・国際標準化・非破壊検査

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

- 「複合材料等の接着技術確立に資する革新的計測技術等の要素技術」追加募集の選考を実施中であり、採択課題が決定した場合は、岡部課題と併せて推進していく。
- 【岡部課題】達成目標および中間目標（3年後の目標）の実現に向けて各研究開発項目の取組を進め、実現すべき高強度・高耐久な接着界面の設計スキーム・開発指針を確立する。
 また、国際シンポジウムやHPでの成果発信、成果をまとめた複合材接着構造に関するハンドブックの執筆、国際標準化（米国などにおける国際標準化に関する議論（CMH17）などに参加・コミット）等を通じて、研究成果の展開／技術の普及／社会実装を促進する。

【その他の活動】

- 2025年6月21日に公開キックオフシンポジウム（公開）を開催済み。

＜研究開発の進捗・成果＞

岡部課題

下記の通り、研究開発は予定通り進捗。

1. 新規接着構造・新素材開発

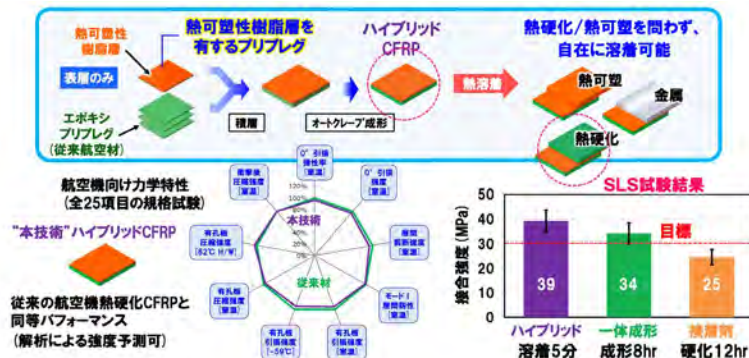
- 熱硬化CFRPの表面に熱可塑性樹脂層を一体化した「ハイブリッドCFRP」を開発。熱溶着接合試験で、対目標値99.5%に到達する接合強度を確認。航空機の製造工程における溶着時間を大幅短縮し、ファスナーレス化による機体重量の削減と低コスト化の両立を追求するための技術的検証を遂行。
- ポリロタキサンを添加した新規航空機グレード樹脂を開発し、1.4～2.6倍の破壊靱性値の向上を達成。

2. 高度計測・分析

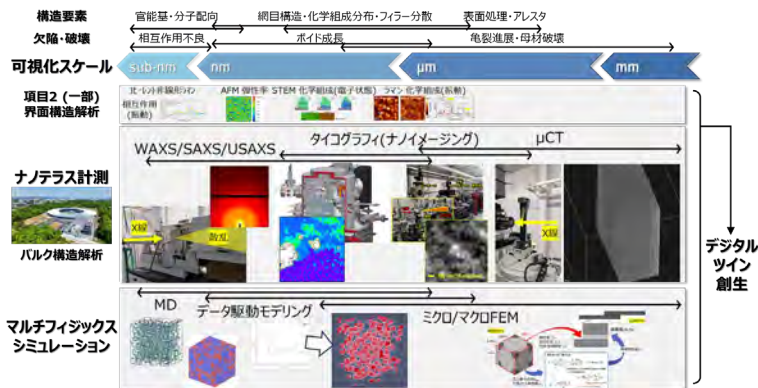
- 複数分光法を組み合わせ、接着界面の局所配向凝集状態や硬化物中の化学組成分布を分子スケールで解析する手法を構築。
- 高分子の埋没界面を非破壊観測するラマン分光技術を開発し、埋没界面近傍の分子振動の高精度把握に成功。
- 原子間力顕微鏡のナノ触診でエポキシ樹脂内に10nmオーダーの架橋不均一構造の存在を解明。
- STEM-EELS法にて、樹脂の炭素結合状態の解析手法を確立。

3. 力学モデリング・国際標準化・非破壊検査

- コアシェルゴム（CSR）を添加した標準試料を作製。航空機グレードの商用接着剤と同等のオンセット強度を実現。同組成に対して微視的・巨視的な有限要素法（FEM）を統合した解析基盤を構築。コアシェルゴム添加樹脂の高精度物性予測に成功。
- 航空機製造工程における弱接着が発生しうる環境因子（汚染、吸湿、オーバーキュア、累積加熱）を想定した試験を実施し、特にオーバーキュア、累積加熱にて想定以上の特性低下を確認。



熱硬化CFRPの熱溶着接合を可能にする“ハイブリッド接着技術”



接着構造の学理：マルチスケール計測・計算融合

ボトムアップ型強度予測手法

✓ 損傷のマルチスケール性を考慮

1. 微視スケール損傷解析 (RVE)

➢ 塑性変形に起因するポイド成長を含む

材料パラメータの同定

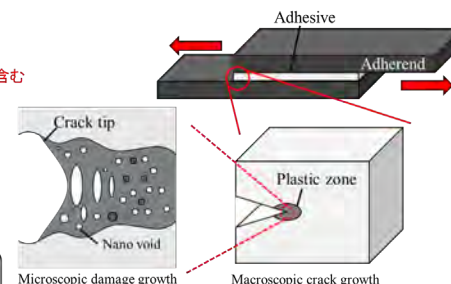
➢ 弾塑性損傷モデル

2. 巨視スケール破壊解析 (SLS)

➢ き裂発生・成長による剛性低下

➢ Smeared crack model (SCM)

Abaqus/Standard, User-defined material (UMAT)による統合解析手法を構築



マルチスケールモデリング（高精度物性予測）

PD：湯本 潤司 東京大学 名誉教授/特命教授

研究代表機関：（国研）理化学研究所、高エネルギー加速器研究機構、大阪大学、核融合科学研究所、(株)オキサイド、東北大学

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

①EUV露光励起用レーザーの開発

EUV光を発生させるレーザー（ドライブレザー）の開発、特にレーザー発振器や前置増幅器、増幅器、エネルギー伝搬計測・制御技術などの開発を行う。

②EUV露光に用いるミラーの開発

EUV用の大型ミラーの作成に必要な超微細研磨技術、膜技術、超精密ミラーの特性計測技術などの開発を行う。

③半導体チップを実装する工程での次世代微細加工プロセスの開発

様々な種類のチップに柔軟に対応可能となるよう、マルチスケールの微細加工に関するデータベースの整備、高速条件出しのためのAI技術開発等を行う。

④最先端露光技術の更なる発展を促すBeyond EUV実現を念頭に置いた革新的基盤技術の開発

EUV露光用の新規高性能光源の開発に向けた要素技術開発（低消費電力で高出力を実現できる技術開発等）や、既存のEUV露光技術の更なるその先を指向した光源、光学系、材料系、計測技術等の要素技術開発（フィジビリティスタディ）を行う。

研究開発の進捗・成果

研究代表者	所属・役職	研究開発課題名	進捗・成果
緑川 克美	理化学研究所・特別顧問	次世代半導体微細加工の基盤技術研究開発	①Thin-DiskレーザーのCW発振を実証した。Tmdドーパファイバーレーザーにて出力増幅に成功した。②小型5軸研磨装置を試作した。精密電鍍シミュレーションを用いて、φ50mmのミラーを試作した。斜入射前置ミラー光学系を設計した。③厚さ1mmのガラス基板に対し、穴径約3μmの貫通穴を20μsで作製することに成功した。
本田 洋介	高エネルギー加速器研究機構・准教授	革新的な次世代EUV露光光源の実現を目指した自由電子レーザーの基盤技術開発	①超伝導空洞のRF設計を完了した。②大電流エネルギー回収運転に向けた準備・調整試験を実施した。③アンジュレータの設計における製造コスト増への対策を検討中。④プロトタイプ機のレイアウト検討を進めるとともに、出口戦略に係るアドバイザリーボード委員会を実施した（7月、3月）。
古澤 孝弘	大阪大学・教授	連鎖反応不要な高感度・高解像度反応系設計による高性能極端紫外光レジストの開発	8種類の試料を合成し、反応性評価、生成物分析、溶解性評価を実施した。各種データを分析中。
安原 亮	核融合科学研究所・教授	波長3μm～4μm帯高出力中赤外レーザーによる高効率EUV光源基盤技術の実証	3μmレーザーの開発において、現時点での目標値を満足した。
宮本 晃男	株式会社オキサイド・マネージャー	波長170nm台コヒーレント光発生用非線形光学素子及びその応用の開発	実用寸法のKBBF結晶育成に成功。VUV透過率測定を実施し、SG評価における目標値達成の見込みを得た。
江島 文雄	東北大学・准教授	量子エリブソメータを用いたイオンパッタ法によるBEUV反射多層膜鏡の開発	La系の反射多層膜を試作。反射率評価を実施した。その場計測による成膜状態計測法に向けた光学設計を完了した。

達成目標

【緑川課題】①100mJ級2μmダイオード励起固体(DPSS)レーザーの開発。Thin-Diskレーザーで出力100W級を達成。平均出力300W級ファイバーレーザーの開発。真空チャンバーの設計。2μmレーザーでのEUV放射最適条件の探索。②ミラー開発としてグレーティング構造の製造プロセス確立。中短周期形状誤差を極小とする研磨技術の確立。③レーザー直接加工によるガラス貫通穴の形成とレーザー援用エッチングによる高速加工条件を満たすガラス貫通穴の形成。微視的観察装置の構築と深層学習シミュレータの構築。

【本田課題】①高Q値型で大電流対応型の加速空洞の実機設計。②大電流エネルギー回収運転の実証に向けた試験設備の整備。③量産型の偏光可変型アンジュレータの基本設計。

【古澤課題】高性能レジストを設計し、実験データと数値計算で、所望の感度、解像度、欠陥抑制の実現可能性を示す。

【安原課題】波長3μm及び4μm固体レーザー光源でEUV光発生実験に使用可能なパルスエネルギーとパルス幅を実現。拠点課題と連携した多波長EUV光発生実験システムの構築。

【宮本課題】波長170nm台の真空紫外レーザー開発に向けた結晶の育成。波長177nmにおける透過率の測定。基本波に対する第二高調波発生時の位相整合確認。

【江島課題】平面基板上での反射多層膜成膜と反射率の測定。量子エリブソメータの原理検証と膜厚の測定精度向上。高実効反射率の多層膜設計法に基づく設計解の探索。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【緑川課題】①Thin-Diskレーザーでチャンバーを2台用いた増幅器の構築とともに、チャンバーの国産化を目指す。ファイバーレーザーでは早期の目標達成に向けた高出力増幅を目指す。EUV光源用プラズマの温度・密度計測に取り組み、EUV発生メカニズムの解明とその効率向上を目指す。レーザープラズマシミュレーションを拡張し、実験との比較を進める。②小型5軸研磨装置で得られる知見を活用して大型研磨装置の試作を目指す。光学設計に基づく計測機の調整を完了し、RMS0.1nmの研磨手法確立を目指す。③作製した微細ガラス穴は高アスペクト比であるため、微細ガラス穴への金属めっき技術の開発と高周波特性の評価を目指す。

【本田課題】①大電流ERL用超伝導空洞に必要な要素部品の開発に取り組み、試作機の製作を目指す。②電子銃電源改造を完了させ、大電流試験が実施可能となる状況を目指す。③引き続きアンジュレータの設計に取り組むとともに、赤外FELに係るデータ取得のためバンチ圧縮運転試験を実施する。④プロトタイプ機の技術設計書において、ビームダイナミクスとハードウェア検討に係る範囲の作成を目指す。

【古澤課題】さらなる試料の合成と評価、分析を進め、有望なプラットフォームの開発を目指す。社会実装に向けてレジストやデバイス、下地膜のメーカーと協議・相談を行う。

【安原課題】波長3μmレーザーの開発を進め、早期のSG評価における目標達成を目指す。波長4μmレーザーではレーザー媒質の開発も含めて、出力とパルス幅の向上を目指す。

【宮本課題】育成結晶の品質評価を進めるとともに、研磨・デバイス化に取り組み早期に所望の波長発生を目指す。

【江島課題】La系多層膜を試作した結果、成膜時のイオン加速電圧を調整する必要性が判明したことを踏まえ、成膜時間を現実的な範囲に収めるため、高イオン電流が確保できる新規イオン銃の導入した新規装置の開発を目指す。

<その他の活動> 2025年7月16日にキックオフミーティングを開催済み。

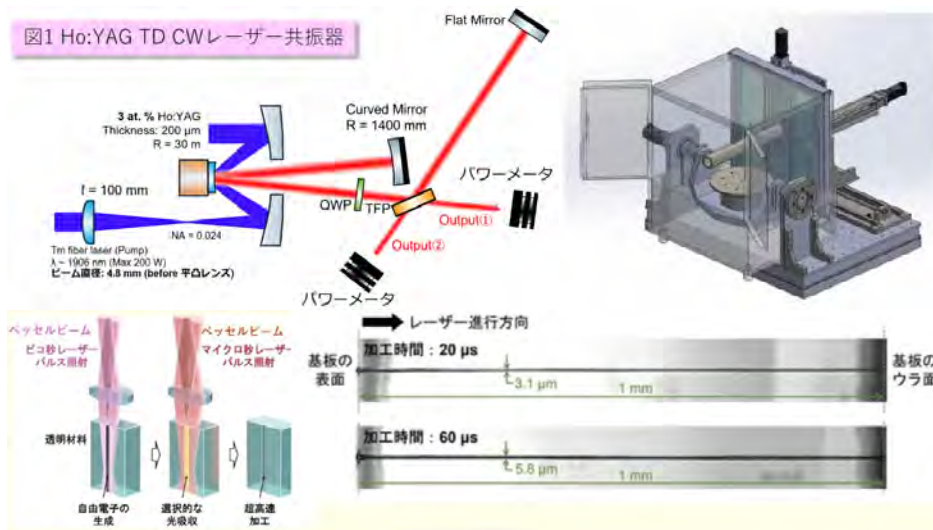
指定基金協議会開催：①R7年7月24日

＜研究開発の進捗・成果＞

緑川課題

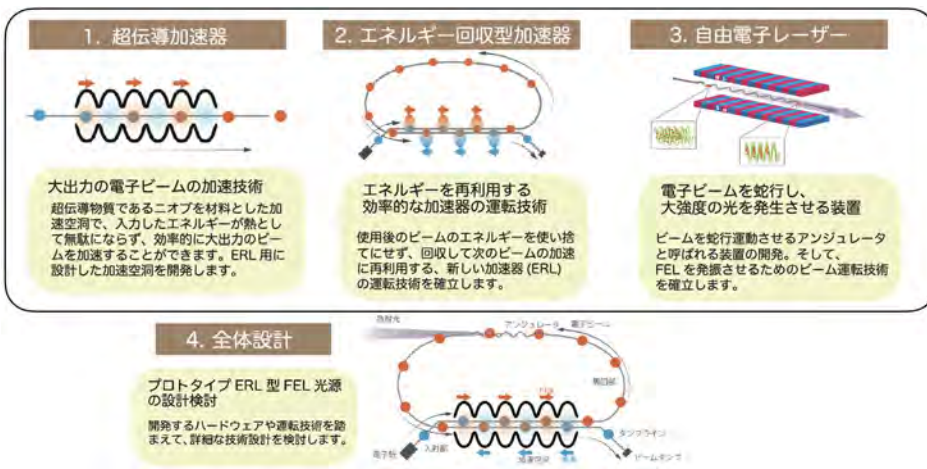
Thin-DiskレーザーのCW発振の実証、小型5軸研磨装置の試作、微細ガラス穴の作製など、研究開発が順調に進捗している。

図1 Ho:YAG TD CWレーザー共振器



本田課題

超伝導空洞のRF設計や、大電流エネルギー回収運転に向けた調整試験を進めるなど、研究開発が順調に進捗している。

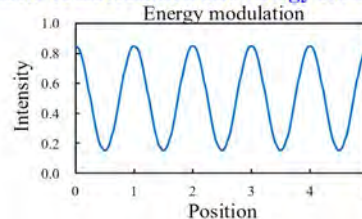


古澤課題

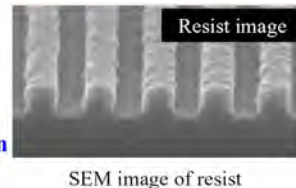
高性能レジストの試料を合成し、各種分析を進めるなど、研究開発が順調に進捗している。

Transfer of information and energy for imaging

Energy modulation to binary image



Conversion process



安原課題

3μmレーザーの開発において、現時点での目標値を満足するなど、研究開発が順調に進捗している。



- Very compact
- High-efficiency (slope 34%)
- High thermal conductivity (11W/mK)
- 10 W level

宮本課題

KBBF結晶の育成に成功し、VUV透過率測定を進めるなど、研究開発が順調に進捗している。

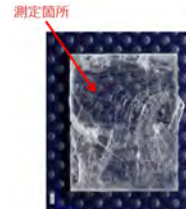
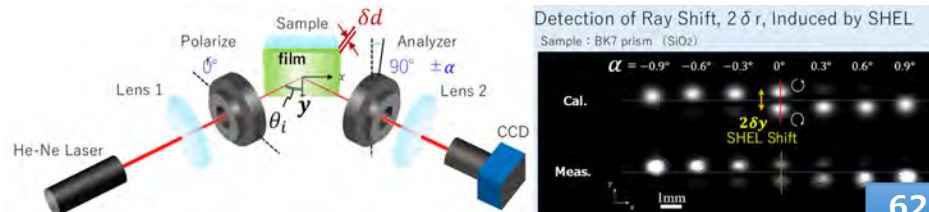


図.得られた結晶から切り出した供試体

江島課題

La系の反射多層膜の試作や、その場計測による成膜状態計測法に向けた光学設計を完了するなど、研究開発が順調に進捗している。



PO：財満 鎮明 名古屋大学 名誉教授

代表実施機関：(株)ノバルクリスタルテクノロジー、三菱電機(株)、(一財)ファインセラミックスセンター

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

本事業では、低コスト6インチ β -Ga₂O₃エピウエハ、 β -Ga₂O₃向け非破壊欠陥検査技術、3.3 kV以上のパワーデバイス、オール β -Ga₂O₃パワーモジュールの動作実証を目指す。

	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
β -Ga ₂ O ₃ エピウエハおよびパワーデバイス、パワーモジュールの開発			中間評価	レビュー	終了時評価
	結晶成長技術開発、エピ技術開発 欠陥検出技術開発、デバイス設計 モジュール設計		低コスト6インチウエハ製造の実証、欠陥分類技術の実証、 高耐圧デバイス・モジュールの実証		

達成目標

【5年間の達成目標】

- 6インチ以上のパワー半導体向け β -Ga₂O₃バルク結晶のための低コスト育成技術を開発する。既存の β -Ga₂O₃結晶成長技術と比較し、50%以上の低コスト化を目標とする。
- 6インチ以上かつエピ膜のキラー欠陥密度が0.1個/cm²以下の β -Ga₂O₃エピウエハ製造技術を開発する。成膜スループットは従来技術の3倍を目標とする。
- β -Ga₂O₃ウエハの非破壊欠陥検出・分類技術を構築する。
- 本事業の成果である β -Ga₂O₃エピウエハを用いて、耐圧3.3 kV以上でSiCの1/2以下のオン抵抗を実現する β -Ga₂O₃トランジスタを開発する。また、デバイスの信頼性向上、さらなる高耐圧化（例えば6.5 kV以上など）を実現するための技術を開発する。
- 複数並列配置した β -Ga₂O₃高耐圧トランジスタ素子の動作実証を行う。

研究開発の進捗・成果

2025年度は概ね予定通り進捗した。詳細は下記の通り。

- β -Ga₂O₃結晶成長技術の開発
原料連続供給型引下げEFG法により2インチバルク単結晶を実証。バルク結晶のスライス・丸加工条件の調整を行い、処理能力倍増を達成。
- β -Ga₂O₃エピ技術の開発
高速成膜装置の詳細設計を完了し製作を進めた。
- β -Ga₂O₃欠陥検査技術の開発
位相差顕微鏡で転位、ドメインバウンダリ、スクラッチといった欠陥が検出できることを検証。オペランド観察用のゴニオを設計～検収し、動作を検証。
- β -Ga₂O₃パワーデバイスの開発
トランジスタ試作に向けた基本セル構造の耐圧向上検討、終端構造のシミュレーション、ウエハ薄層化技術の原理実証等を遂行。計画通り、トランジスタの初回試作を完了させた。
- β -Ga₂O₃パワーモジュールの開発
量産SiCモジュールに搭載した場合の熱設計試算によりプロジェクト目標である100um厚、オン抵抗1/2でモジュール熱成立する見込みを得た。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

変更なし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題】

2026年度は計画通り研究開発を進めていく。具体的には、

- 原料連続供給型引き下げEFG法による4インチ結晶の実証
- 高速エピ成膜装置による6インチ成膜の実証
- 位相差顕微鏡による欠陥検出精度・分類精度検証
- 耐圧2 kV以上で、SiCを超える低オン抵抗トランジスタの実証
- モジュール実装形態の絞り込み

などを中心に取り組む。

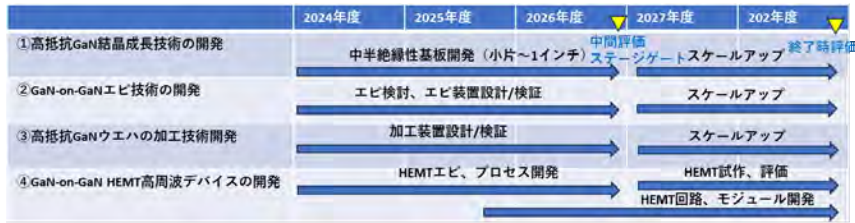
PO：財満 鎮明 名古屋大学 名誉教授

代表実施機関：三菱ケミカル(株)、(株)東芝

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- ① 半絶縁性GaN結晶のアモノサルマル法による高スループット成長技術開発
- ② 低転位密度GaN基板に適したGaN-on-GaNエビ技術の開発
- ③ 半絶縁性バルクGaN基板のスライス加工技術の開発
- ④ GaN-on-GaN HEMT高周波デバイスの性能実証



研究開発の進捗・成果

2025年度は、GaN成長、加工検討、デバイスプロセス検討を実施し、予定通りの進捗が得られている。具体的には以下の通り。

- ① 高抵抗GaN結晶成長技術の開発
 - ・アモノサルマル法によるGaNへの補償ドーピング検討を行い、比抵抗 $1 \times 10^9 \Omega \text{cm}$ を持つ半絶縁性GaN結晶作成に成功した。さらに、その基板上にHEMTデバイスを作成し、順方向/逆方向のHEMTデバイス動作を確認した。半絶縁性基板の外部供給の協議を開始した。
- ② GaN-on-GaNエビ技術の開発
 - ・エビ膜において、基板同等である $1 \times 10^5 \text{cm}^{-2}$ 以下の貫通転位密度を確認した。また、HVPE法ベースのエビ装置を開発・導入することに決定し、C不純物、および、Si不純物の大幅な低減、さらに高い成長速度を目的とするGaNエビ装置の基本設計を完了した。
- ③ 高抵抗GaNウエハの加工技術開発
 - ・スライスプロセス装置設置のための工場エリア・ユーティリティ整備を進めた。さらに、工場にスライス装置設置を計画通りに完了した。
- ④ GaN-on-GaN HEMT（高電子移動度トランジスタ）高周波デバイスの開発
 - ・高抵抗GaN/低抵抗GaN基板を用いたGaN-on-GaN デバイス開発のため、エビ・プロセス技術の研究開発を進めた。エビ検討において、今回決めたエビ構造について分析を行った結果、目標である転位密度 10^6cm^{-2} 以下であることを確認した。プロセス検討においても、計画通りリセスオーミック、薄層化、viaホール形成、ダイシングにおいて所望の形状が作製できる条件を確立した。

達成目標

【5年間の達成目標】

- ・ 4インチ以上の高周波デバイス向け高抵抗 GaN バルク結晶成長技術を開発する。既存の高抵抗 GaN 結晶成長技術と比較し、50%以上の生産性改善を目標とする。
- ・ 4インチ以上かつエビ膜の貫通転位密度が $1 \times 10^5 \text{cm}^{-2}$ 以下の高周波デバイス向け GaN-on-GaN エビウエハを開発する。
- ・ 高抵抗 GaN 結晶の高速スライス技術を開発する。
- ・ 75V 以上での高電圧での高周波動作を可能とする HEMT デバイスを開発する。また、既存の GaN-on-SiC デバイスをしのぐ高効率化を実証する。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

変更なし

今後の課題と対応・その他の活動

2026年度は、2025年に開発した各要素技術の最適化を行い、中間目標(2026年度)に向けて、主に以下の取り組みに注力する。

【今後の課題】

- ① 高抵抗GaN結晶成長技術の開発
 - ・アモノサルマル法による半絶縁性GaN基板作成の再現性、大口径化、面内の特性均一化の検討を行う。また、実証用アモノサルマル装置においても補償ドーピングの検討を行い、早期に4インチ半絶縁性GaN基板への道筋をつける。
- ② GaN-on-GaNエビ技術の開発
 - ・エビ装置の詳細設計を加速し、発注・導入・立ち上げを行い、成長実験を開始する。
- ③ 高抵抗GaNウエハの加工技術開発
 - ・導入したスライス装置のスライス検討を行い、半絶縁性GaN基板の加工工程の最適化とコスト検証を開始する。
- ④ GaN-on-GaN HEMT（高電子移動度トランジスタ）高周波デバイスの開発
 - ・確立されたユニットプロセスについて、スルーでプロセス確認を行い、TEGを完成させ、高周波特性評価を進める。またそれらの成果（確立したプロセス及びその評価結果）を用いて、新規の高抵抗GaN基板の性能検証を前倒しして進める。

PO：辰巳 砂 昌弘 大阪公立大学 エグゼクティブアドバイザー／名誉教授

実施体制：高田 和典・（国研）物質・材料研究機構、他21機関

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

孤立・極限環境における用途志向の動作を実現する酸化物型全固体電池について、大型化を実現するプロセス技術、高出力・高エネルギー密度を実現する積層化技術といった要素技術を確認するとともに、最新の材料研究成果やデータベース等も活用しつつ、これらを組み合わせることとで、研究開発開始から5年後を目途に、様々な実用途を意識した実践的な構造であるバルク型のモデル電池（数cm角程度）を試作・評価し、ニーズに基づく概念実証を行う。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】2025年6月～研究開始

研究代表者	所属・役職	研究開発課題名
高田 和典	物質・材料研究機構・フェロー	孤立・極限環境に適用可能な酸化物型全固体電池の開発

【進捗・成果】

ナトリウム系固体電解質を用いた大面積化技術の開発

- 電池作製のキーとなるグリーンシート工法に関して、NIMS内での環境整備と試作設備の立ち上げを行うと共に、溶媒の選定を完了し、電池作製が可能となった。
- 固体電解質、電極活物質の大量合成法を確立し、各研究機関に向けての供給が可能とした。

ナトリウム系材料の低温焼結化

- 界面改質剤を用いる事により、通常は1200℃以上の高温が必要なNASICON型固体電解質の焼結が700℃程度でも進行し、高温焼結体と同等のイオン伝導度を示すことを確認し、焼結温度の低温化を達成した。

大面積化技術のガーネット系への展開

- グリーンシート工法をガーネット系固体電解質に適用するため、不活性雰囲気下における設備の立ち上げを行うと共に、大気下での予備検討においてバインダーの選定を行った。

パイロクロア系電池の開発

- 通電焼結技術により、パイロクロア系酸化物固体電解質の緻密化に成功し、酸化物系固体電解質において、有機電解液に匹敵する世界最高のイオン伝導率を達成した。

達成目標

【高田課題】

本研究開発では、研究開発段階の異なる3つの電池系を取り上げる。技術ステージで先行するナトリウム系全固体電池に対して大面積化技術、長寿命化技術を確立し、入出力指向の電池を実現する。さらに、これらの技術をガーネット系全固体リチウム電池、パイロクロア系電池に展開することにより、エネルギー密度指向の電池、革新的性能を示す新しい固体電池を創出する。

- 電池の大面積化、長寿命化により、高安全性・高耐久性を持つ酸化物型全固体電池を実証。
- 高容量電極材料、高イオン伝導性固体電解質の開発、材料接合技術の高度化により、高性能全固体電池を実現。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

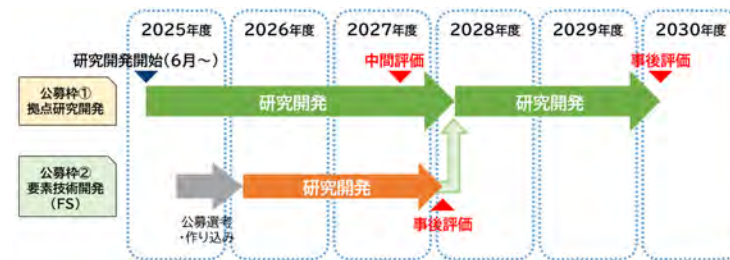
特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

- 「要素技術開発(FS)」二次募集の選考を実施中であり、採択課題が決定した場合は、高田課題と併せて推進していく。
- 【高田課題】ナトリウム系の固体電解質のグリーンシート作製は計画通り進んでおり、作製ノウハウをガーネットとパイロクロアに繋げるよう早期に着手する。

【研究開発スケジュール】



【その他活動】

- 【高田課題】2025年7月31日にキックオフミーティングを開催済み。

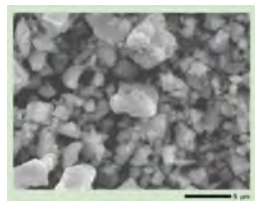
＜研究開発成果＞

孤立・極限環境に適用可能な酸化物型全固体電池の開発

実施体制：高田 和典・物質・材料研究機構、九州大、兵庫県立大、大阪公立大、日本板硝子(株)、ファインセラミックスセンター、佐賀県窯業技術センター、(株)デンソー、東京理科大、同志社大、近畿大、電力中央研究所、東京科学大、横浜国立大、三重大、(株)豊島製作所、(株)大阪ソーダ、(株)村田製作所、産業技術総合研究所、東京大、中部電力(株)、東京都立大

ナトリウム系固体電解質を用いた大面積化技術の開発

- 電池作製のキーとなるグリーンシート工法に関して、NIMS内での環境整備と試作設備の立ち上げを行うと共に、溶媒の選定を完了し、電池作製が可能となった。
- 固体電解質、電極活物質の大量合成法を確立し、各研究機関に向けての供給が可能とした。

固体電解質原料
のSEM画像

電極グリーンシート



グリーンシート圧着体



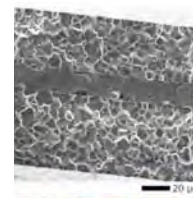
焼結体

大面積化技術のガーネット系への展開

- ナトリウム系固体電池の作製に用いるグリーンシート工法をガーネット系固体電解質に適用するため、大気下において設備の立ち上げを行うと共に、溶媒の選定を完了し、電池の作製が可能となった。

固体電解質
グリーンシート

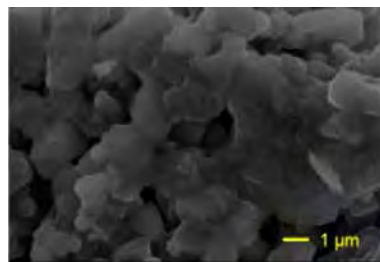
電極複合体



電池断面

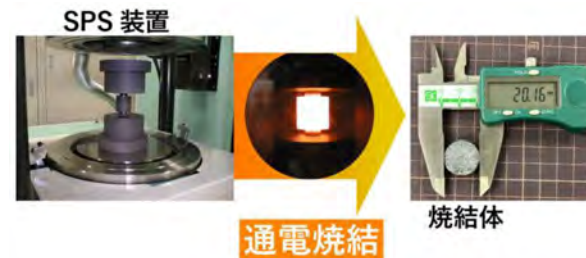
ナトリウム系材料の低温焼結化

- 界面改質剤を用いる事により、通常は1200℃以上の高温が必要なNASICON型固体電解質の焼結が700℃程度でも進行し、高温焼結体と同等のイオン伝導度を示すことを確認し、焼結温度の低温化を達成した。

低温焼結したNASICON型
固体電解質の破断面

パイロクロア系電池の開発

- 通電焼結技術により、日本発のパイロクロア系酸化物固体電解質の緻密化に成功し、酸化物系固体電解質において、有機電解液に匹敵する世界最高のイオン導電率を達成した。



出典：産総研

プレスリリース:

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2026/pr20260311/pr20260311.html



K Program

経済安全保障重要技術育成プログラム

- バイオ領域



PO：杉山 弘 京都大学 物質・細胞統合システム拠点 特任教授

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

本構想では、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。また、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む。解析速度及び精度、網羅性、コスト等において、競争力を担保することでその後の展開あるいは社会実装につなげていく。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】 2024年4月～研究開始

対象	研究代表者	所属・役職	課題名	進捗・成果
ペプチド	相川 春夫	東京大学・助教	タンパク質の非破壊シークエンシングのためのN/C末端ラベル化法の開発	光反応性アミノ酸合成、翻訳導入、光クロスリンク条件検討、ライクリ構築など基盤技術が確立されプラットフォームが整備された。
ペプチド	上村 想太郎	東京大学・教授	トランスロン型ナノア計測法による1分子ペプチドシークエンサーの開発	トランスロンを用いたペプチドシークエンサーの可能性を示すデータ(高速AFM、電流計測、AI分類の実証)が得られ、重要な進展を示した。
ペプチド	谷口 正輝	大阪大学・教授	ナノギャップ生体分子シークエンサーの研究開発	設定された主要数値指標(作製歩留まり、SN比、識別精度、時間分解能、装置性能など)をいずれも達成し、計画を上回る成果を得た。
DNA,修飾RNA,RNA構造体,ペプチドヒストン	カネコ 洋子	京都大学・講師	集積化DNAオリガミナノアによるトランスクリプトミシークエンシングの開発	作製したDNAオリガミナノアを使用し、DNA分子のセンシングと初歩的なDNAシークエンシングのシグナルが得られた。
DNA,RNA,ペプチド	真島 豊	東京科学大学・教授	無電解金めっきナノア温度可変シークエンサーによる長鎖DNA・RNA・ペプチドの解読	装置面、材料面、AI解析面のいずれでも進展が得られ、特に高温化、再利用性、アレイ化、薄膜化ペーソー開発基盤整備などの実装上の課題を克服した。
DNA,エピゲノム	三浦 史仁	東京大学・特任教授	空間多重エピゲノム解析技術の開発と実用化	空間エピゲノム計測に必要な要素技術(酵素、化学処理、デバイス、定量技術)を次々に確立し、基盤整備を広く深く達成した。

【進捗・成果】

上村課題、谷口課題、三浦課題の3課題について、中間評価（ステージゲート評価）を実施し、研究開発の継続が妥当であることを確認した。
なお、相川課題、ナシグヴァム課題、真島課題の3課題については、中間評価（ステージゲート評価）を実施するために必要となるマイルストーンの達成時期に合わせ、2025年度における中間評価の対象とはせず、2026年度に中間評価を実施することとする。

研究代表機関：東京大学（3件）、大阪大学、京都大学、東京科学大学

達成目標

ペプチド、DNAについては従来よりも簡便なサンプル処理技術を構築し、DNAのみならず、既存の技術では直接の読み取りが困難なペプチドやRNAの直接的な配列解析技術の開発に取り組むとともに、配列情報を高速で解析可能な基盤を整備する。

以上により、生体分子情報の解析技術において重要な要素である、解析速度及び精度、網羅性、コスト等において、競争力を担保する。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

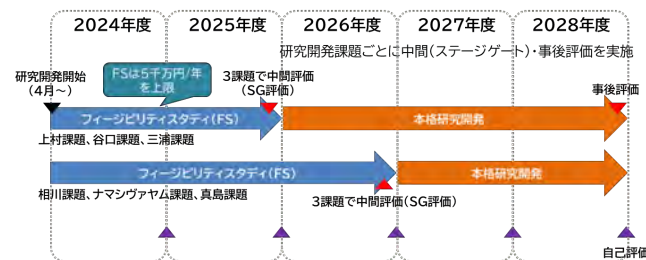
- 欧米の装置に依存しているなかで、どのように棲み分けし、オールジャパン体制で基礎研究段階から最終的に社会実装に繋げていけるかが大きな課題である。
- 本格研究がこれから始まるころ、企業と積極的かつ機動的に情報交換をして製品に組み込まれるような技術を目指す。

【研究開発スケジュール】

2026年度には残り3課題で中間評価（SG評価）を実施し、進捗が順調な課題については本格研究予算の増額を行うなど、研究加速を図る等のマネジメントを行う。

【その他の活動】

2025年7月29-30日 第2回全体会議（合宿形式）開催



＜研究開発成果＞

相川課題

光反応性アミノ酸合成、翻訳導入、光クロスリンク条件検討、ライブラリ構築など、基盤技術が確立され、プラットフォームが整備された。

上村課題

トランスロコンを用いたペプチドシーケンサーの可能性を示すデータ(高速AFM、電流計測、AI分類の実証)が得られ、重要な進展を示した。

谷口課題

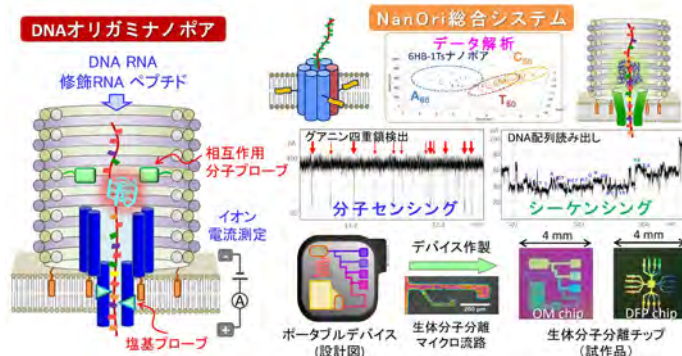
設定された主要数値指標(作製歩留まり、SN比、識別精度、時間分解能、装置性能など)をいずれも達成し、計画を上回る成果を得た。



図.生体分子シーケンサーのプロトタイプ機

ナマシヴァム課題

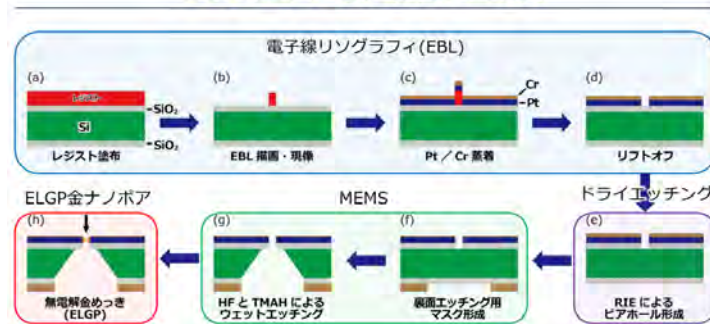
作製したDNAオリガミナノポアを使用し、DNA分子のセンシングと初歩的なDNAシーケンシングのシグナルが得られた。



真島課題

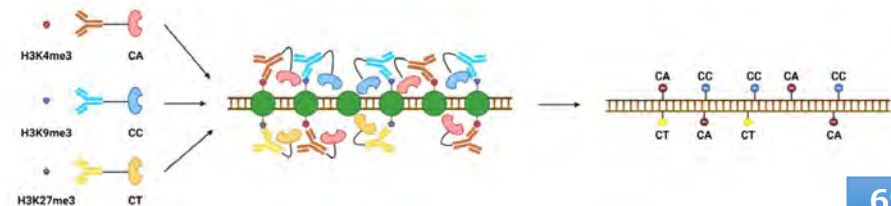
装置面、材料面、AI解析面のいずれでも進展が得られ、特に高温化、再利用性、アレイ化、薄膜化、ベースコーラー開発基盤整備などの実装上の課題を克服した。

ELGP金ナノポア作製プロセス



三浦課題

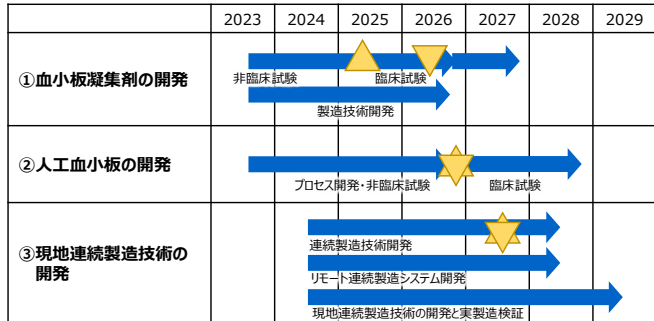
空間エピゲノム計測に必要な要素技術(酵素、化学処理、デバイス、定量技術)を次々に確立し、基盤整備を広く深く達成した。



PD：内田 和久（国立大学法人神戸大学）

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】



▲ 中間評価

▼ ステージゲート

研究開発の進捗・成果

【進捗・成果】※詳細は別紙参照

①「安全性の高い血小板凝集剤の開発」

1. 血小板凝集剤開発

当初は薬効評価試験の結果に課題を有していたが、研究体制内の連携を密にすることによる実験モデルの最適化によって再現性が改善し、薬効の確認に成功した。この成果に基づき、製剤の最適粒子径を決定するに至った。また、PMDAとの対面助言等を通じ、第1相臨床試験の実施に不可欠な非臨床試験項目について合意を得ており、開発の可能性を高めている。

2. 安定製造基盤技術開発

製法確立とスケールアップにおける技術的基盤を確立した。非臨床・臨床試験用製剤の製法検証を完了したことで、安定生産に向けた製造基盤を構築した。

②「汎用性の高い人工血小板の開発」

治験製造に供するMCB（マスターセルバンク）候補株を確定し、MCBを作製中。

製造装置開発を含む製造方法をほぼ確立し、GMP製造への移管を推進中。

非臨床試験の構築に着手し、2026年度のGLP毒性試験用製造に向けた準備、薬効モデルの構築、PMDA相談の準備が進行中。治験計画素案に基づき、薬事・IRB申請に向けた準備が進行中。

③「現地連続製造技術の開発」

概ね計画通り。アセトアミノフェン製造プロセスについては5時間の連続製造を実現しており、他の品目についても順調に進んでいる。人工血小板に関しても、項目②と連携しながら技術検討・打ち合わせを実施し、製造レシピの移管も順調に進んでいる。

【ニーズ省庁・業界との調整状況】

①安全性の高い血小板凝集剤の開発

経産省担当原課を通じて関連省庁に対しニーズ確認や協力要請を行った。また、国際会議に出席し海外における競合品の開発状況に関する情報収集を行った。

②汎用性の高い人工血小板の開発

関連する厚生労働省や日本赤十字社へのヒアリングを行うとともに、各種学会・展示会を通じて事業化候補企業との連携を探索した。

③現地連続製造技術の開発

厚生労働省審議官との面談を実施、ニーズに係る学会等への参加

実施体制：項目①：ノーベルファーマ（株）、項目②：京都大学、キヤノン（株）、佐竹マルチニクス（株）、ミナリスアドバンスセラピーズ（株）、東京慈恵会医科大学、山梨大学、千葉大学
項目③：産総研、（株）iFactory、（株）片山製薬所、タイト（株）

達成目標

①「安全性の高い血小板凝集剤の開発」

血小板凝集剤開発については、2028年度までに心臓血管外科領域、救急領域、産婦人科領域におけるヒトへの投与について、有効性及び安全性の確認を行う。安定製造基盤技術については、血小板凝集剤開発の進捗を踏まえ、2027年度までに「医薬品及び医薬部外品の製造管理及び品質管理の基準に関する省令」に定められる品質基準に準拠した製造方法を確立する。

②「汎用性の高い人工血小板の開発」

2026年度までに高効率生産プロセスを確立させ、臨床試験を経て、2028年度までにユニバーサルな血小板の開発を行う。

③「現地連続製造技術の開発」

2029年度までに、現地に移送することができ、遠隔操作により抗炎症剤等の低分子医薬品、人工血小板を現地連続製造可能な製造技術を確立する。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

①「安全性の高い血小板凝集剤の開発」

室温での長期保管に関しては基礎からの長期間にわたる開発が必要であることがわかったため、早期の実用化を優先し、冷蔵条件下での1年以上の安定性維持が可能な製品の開発を目指すものとする。

臨床試験の実施領域については、待機的手術による計画的な臨床試験の実施が見込めるため心臓血管外科領域を優先して実施する予定。

実施期間については臨床試験の予定に合わせて2028年度迄となる見込み。

②「汎用性の高い人工血小板の開発」

MCB製造の遅延に伴いGMP製造への移管等がやや遅延しているが、GLP毒性試験用製造の当初計画等に変更なし

③「現地連続製造技術の開発」

概ね計画通り実施中。

今後の課題と対応・その他の活動

①「安全性の高い血小板凝集剤の開発」

2026年度内の臨床試験開始に向け、最適粒子径の製剤を使用した非臨床試験を進めていく。遅れに繋がる細部の手順や基準の不整合を未然に防ぐため、研究体制内および関係省庁等と密に連携し、進捗管理とリスクマネジメントを徹底する。また、製剤製造や非臨床試験の最適化を図ることで研究資金の効果的、かつ効率的な活用を進めていく。外注費の高騰等により、計画時からの事業費の超過が見込まれており、今後研究開発内容の見直しを検討する可能性がある。

②「汎用性の高い人工血小板の開発」

GMP製造への移管を完了、非臨床試験データパッケージの整備、非臨床試験および臨床試験の実施に向けた薬事対応

③「現地連続製造技術の開発」

低分子医薬品4品目の連続製造プロセスの開発については、より長時間の安定運転やプロセス条件の最適化を進める。また、人工血小板の連続プロセスについては、項目②との協働体制を強化し、連続製造プロセスの構築及びスケールアップ検討を進めていく。

＜研究開発成果＞

①安全性の高い血小板凝集剤の開発

1. 血小板凝集剤開発

当初は薬効評価試験の結果に課題を有していたが、研究体制内の連携を密にすることによる実験モデルの最適化によって再現性が改善し、薬効の確認に成功した。この成果に基づき、製剤の最適粒子径を決定するに至った。また、PMDAとの対面助言等を通じ、第Ⅰ相臨床試験の実施に不可欠な非臨床試験項目について合意を得ており、開発の可能性を高めている。

2. 安定製造基盤技術開発

製法確立とスケールアップにおける技術的基盤を確立した。非臨床・臨床試験用製剤の製法検証を完了したことで、安定生産に向けた製造基盤を構築した。



血小板凝集剤の製剤外観

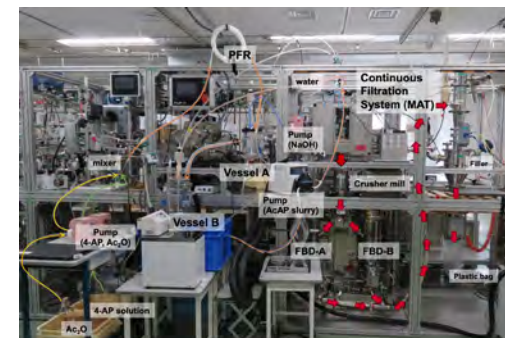
②汎用性の高い人工血小板の開発

- 細胞株の確定：HLAノックアウトiPS細胞からCPC施設内で巨核球細胞株へと誘導した複数クローンから良好かつ再現する血小板産生能を有するクローンを獲得した。このシード株を拡大培養し、MCBを製造中。
- 製造プロセスの検討：新規灌流型上下動攪拌培養装置開発（佐竹マルチミクス）、濃縮・精製装置開発（キヤノン）の組み合わせによるiPS血小板製剤の製造プロセスを検証中。同時に、GMP製造に向けた移管が進捗中（ミナリスアドバンスセラピーズ）。
- 治験プロトコルの策定：複数の病院拠点と連携し、治験プロトコルを策定中（京都大学、山梨大学、千葉大学）。同時に、低侵襲で止血効果を評価する簡易評価系の開発に着手した。



③現地連続製造技術の開発

- アセトアミノフェン製造プロセスについては5時間の連続製造を実現しており、論文成果として発表済みである。他の低分子医薬品についても連続製造プロセス開発は順調に進んでいる。人工血小板の連続製造に関しては、研究開発項目②と連携しながら技術検討・打ち合わせを実施しており、製造レシピの移管も順調に進んでいる。
- オーケストレーションシステム（リモート含む）及びPLCの設計を実施中。ベンチスケール・パイロットスケールの実施設計、設置場所（産総研、片山製薬所）に関する調査を実施。
- 車両製作に必要な情報、及び車両の登録、付保する自動車保険及びその契約形態、車両を運用するうえで必要となる許認可等について調査を実施。
- 原料サプライヤーからの有事の際の商流、供給体制のヒアリングを実施。また、アセトアミノフェンの現行プロセスにてリスク評価案と暫定規格を設定。



アセトアミノフェン連続製造に使用した装置

PO：伊佐 正 自然科学研究機構 生理学研究所 所長

研究代表機関：早稲田大学、九州大学、京都大学、福井大学、
順天堂大学、大阪大学（2件）、東北大学、慶應義塾大学

アウトプット目標・全体計画

【アウトプット目標】

- ①従来の計測技術・計測機器に比べて正確性・信頼性の高い非侵襲（・非接触）型脳波等計測技術・素材の開発を行う。
- ②マルチモーダルな統合データベースを構築し脳情報を高精度に解析・活用するシステムの開発及び心身状態をリアルタイムに把握可能な情報科学・数理科学的なアルゴリズムやAIシステムの開発を通じて、小型かつ汎用な脳波等計測装置を用いた心身状態を把握するシステムの開発・検証を行う。

研究開発の進捗・成果

【研究開発課題一覧】 2025年8月～研究開始（樋脇課題は2025年11月～）

アウトプット目標	研究代表者	所属・役職	課題名	進捗・成果
①	梅津信二郎	早稲田大学・教授	発汗に伴う不快感が波形に重畳しない脳波計測のための導電性ハイドラゲル電極の開発	導電性ハイドラゲル電極の機械的耐久性評価装置を開発。
①	樋脇 治	九州大学・学術研究員	経頭蓋バイアス磁界を用いた高精度全頭型非侵襲脳機能計測技術の開発	移設実験系で高時間精度での感覚・運動の脳活動計測に成功。
②	松本 理器	京都大学・教授	ウェアラブル在宅脳波計を用いた認知症患者およびその予備軍における意識・認知変動の定量化法の研究開発	マルチモーダルデータベースの構築による病態の層別化準備を計画的に遂行。
②	多田真理子	順天堂大学・准教授	大規模臨床脳波データベースと多次元脳波データによる心身状態把握システムの開発	脳波データベースの構築を順調に進捗。
②	貴島 晴彦	大阪大学・教授	アミロイド病変を脳波から早期診断するAIの研究開発	安静時脳波からアミロイド病変を予測するAIを前倒して開発。
① ②	柳澤 琢史	大阪大学・教授	第2世代脳場計測とてんかん脳ネットワーク動力学解明に基づく次世代治療支援技術の開発	消磁の技術開発、アルゴリズム開発、大規模ネットワークモデルを構築。
① ②	佐々木拓哉	東北大学・教授	ブレイン・ボディテックを実現する末梢計測デバイスと信号解析技術の開発	ヒトでの脳波・末梢信号から心身状態を推定するシステムを開発。
① ②	牛場 潤一	慶應大学・教授	うつや不安に伴う特定症状（反芻、強迫観念等）に対する脳波ニューロフィードバック技術の開発	ウェアラブル脳波センサーの基本設計、脳波指標パネルデータの構築とテストランを完了。

【フィジビリティスタディ（FS）課題】アウトプット目標の達成に資する研究開発（本格研究）として成立するかどうかを判断するために、約1年間の研究期間で重要となる技術的・科学的な成立性を検証する予備調査的研究課題

アウトプット目標	研究代表者	所属・役職	課題名	進捗
②	中江 健	福井大学・准教授	3Dデジタルツインを用いたてんかん患者の長期脳波モニタリングシステム（3D-EEG）の開発	予備的な調査研究を実施中

【進捗・成果】

各課題についてPO/分科会委員による進捗確認を行い、当初計画により設定した1年目の目標を達成していることを確認し、必要に応じて研究費を増額するなど、研究加速に向け機動的な見直しを図った。

達成目標

- ①：【梅津課題】導電性ハイドラゲル電極を開発し長時間でも高感度・快適な脳波計測を可能にする。【樋脇課題】独自の磁界バイアス式脳機能計測技術により高時間精度かつ高空間精度の全頭型非侵襲脳機能計測を実現する。
- ②：【松本課題】レビー小体型認知症を中心にウェアラブル在宅脳波計で覚醒から睡眠までの連続脳波と多様な臨床情報等を紐づけたDBを構築する。【中江課題】VEEGを拡張した3D-EEGとデジタルツインにより高精度の発作予測と患者データの匿名化のためのアバター技術を利用した臨床データ共有を実現する。【多田課題】国内最大規模の精神疾患・心身不調の脳波・行動・心理データを統合したマルチモーダルDBを構築し、多次元解析と個人に最適化された脳波評価システムを開発する。【貴島課題】アルツハイマー型認知症とてんかんの病理と脳波を結びつけるコホートを整備し、アミロイド病変を予測するAIを開発する。

- ①＋②：【柳澤課題】光ポンピングマグネットメータ（OPM）による高感度・非侵襲の脳磁場計測環境を構築し、てんかん脳活動を脳ネットワーク動力学として再定義・モデル化することで、次世代の治療支援技術を開発する。【佐々木課題】末梢神経や胃腸活動など多点電位を非侵襲で計測する電極アレイと、超低周波成分を扱う信号処理・機械学習を開発し、脳・末梢を含むマルチモーダル解析基盤を構築する。【牛場課題】ヘッドフォン型ワイヤレス脳波計と解析アプリにより反芻思考や強迫観念の脳指標をリアルタイム算出し、患者とセラピストが共有できる計測・ニューロフィードバック支援技術を開発する。

当初計画からのずれ・変更点及びその影響

特になし

今後の課題と対応・その他の活動

【今後の課題と対応】

- 装置開発やアルゴリズム開発などを通じ、いかにして基礎研究段階から最終的に社会実装に繋げていくかが大きな課題である。
- そのためには、課題間の情報交換や連携を密に行う必要があるため、それらの促進に向けてPO・分科会・研究代表者会議や全体会議を実施する予定である。

【研究開発スケジュール】

進捗が順調な課題については予算の増額を行うなど、研究加速を図る等のマネジメントを行っている。2027年に中間評価を実施する。



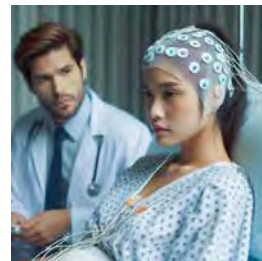
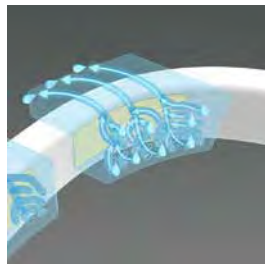
【その他の活動】

シンクタンクによる知的財産オープン・クローズ戦略の立案支援を試行的に実施

<研究開発成果>

梅津課題

導電性ハイドロゲル電極の機械的耐久性評価装置を開発し、基本的な力学特性の評価を行った。汗など水分下での機械的特性変化への対応も検討して行く。



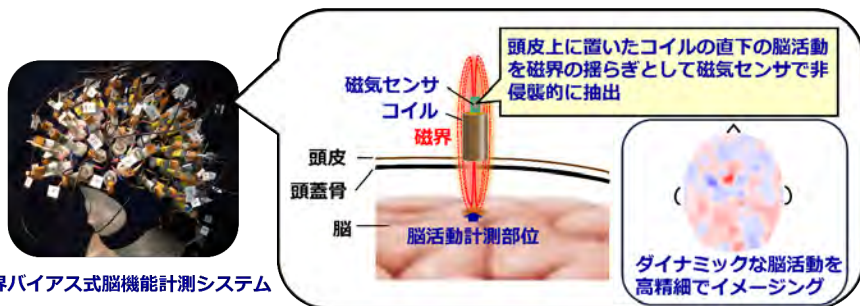
病室内での長期間行動とEEG計測



病室と身体の3Dデジタルツイン

樋脇課題

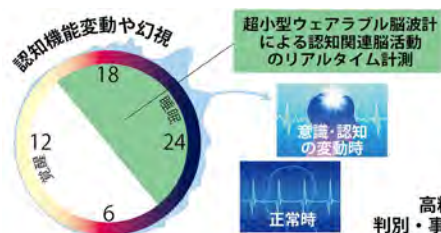
九州大学病院に移設した全頭型159チャンネルシステムを用いて感覚・運動に関連する脳活動の高時間精度かつ高空間精度での非侵襲計測に成功した。計測技術の原理解明についても研究開発項目に設定して取り組んで行く。



磁界バイアス式脳機能計測システム

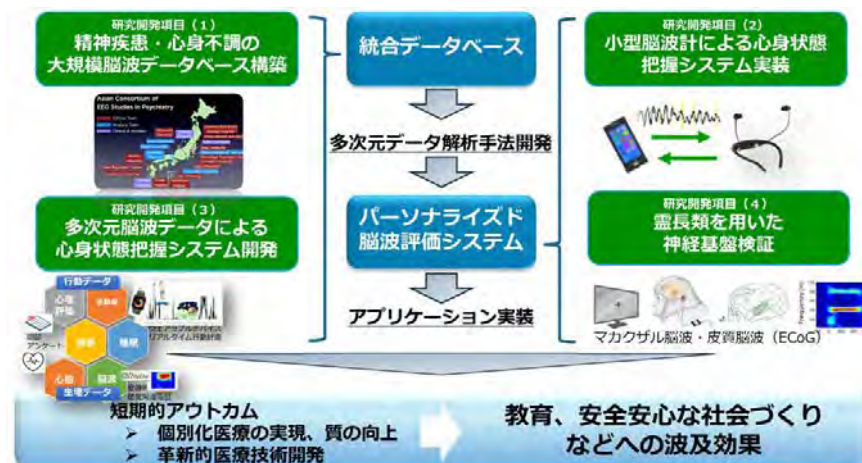
松本課題

マルチモーダルデータベースの構築による病態の層別化の準備を計画的に遂行した。



高精度ブレインテックから意識・認知変動の判別・事前予測を可能とするバイオマーカーの研究開発

臨床情報・神経心理検査 高精度 MRI・分子イメージング



<研究開発成果>

貴島課題

安静時脳波からアミロイド病理を予測するAIを前倒して開発した。

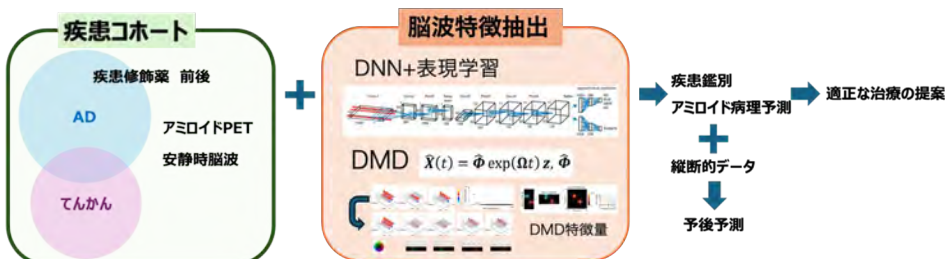
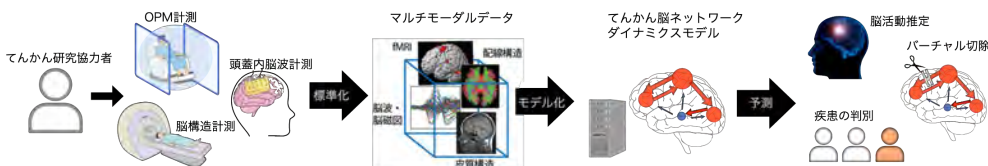


図1 研究の概要

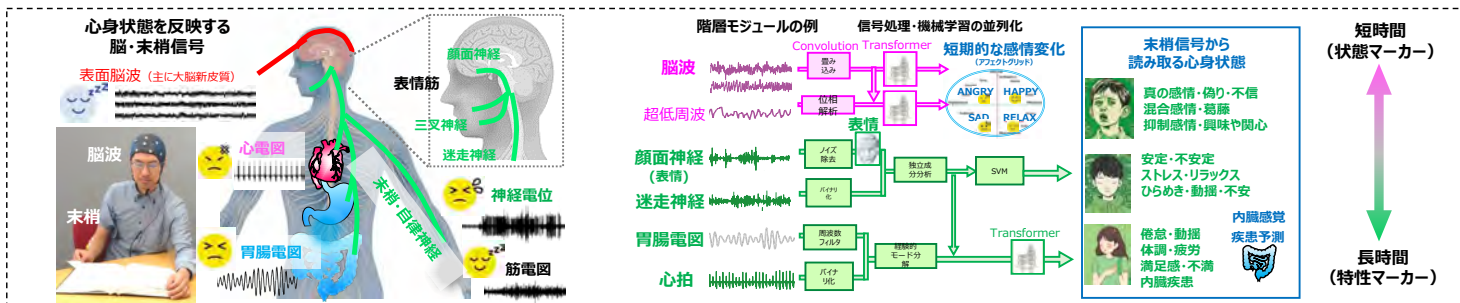
柳澤課題

消磁の技術開発、センサゲインの誤差に対処するアルゴリズム開発、大規模ネットワークモデルの構築が進み、いずれも国際的な優位性を獲得できる状況にある。



佐々木課題

ヒトでの脳波・末梢信号から心身状態を推定するシステムの開発を進めた。



牛場課題

ウェアラブル脳波センサーの基本設計、脳波指標パネルデータの構築とテストラン、全国10施設以上における脳波データベースの構築への準備を進めた。

