

「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」
終了時評価報告書

2025年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

2025 年 3 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 斎藤 保 殿

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会 委員長 木野 邦器

NEDO技術委員・技術委員会等規程第34条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」
終了時評価報告書

2025年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

目 次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
研究評価委員会委員名簿	4
第1章 評価	
1. 評価コメント	1-1
1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	
1. 2 目標及び達成状況	
1. 3 マネジメント	
（参考）分科会委員の評価コメント	1-3
2. 評点結果	1-12
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録及び書面による質疑応答	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」の終了時評価報告書であり、NEDO 技術委員・技術委員会等規程第 32 条に基づき、研究評価委員会において設置された「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」（終了時評価）分科会において評価報告書案を策定し、第 79 回研究評価委員会（2025 年 3 月 17 日）に諮り、確定されたものである。

2025 年 3 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

審議経過

● 分科会（2024 年 11 月 11 日）

公開セッション

1. 開会
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの説明・詳細説明

非公開セッション

6. プロジェクトの補足説明
7. 全体を通しての質疑

公開セッション

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

● 第 79 回研究評価委員会（2025 年 3 月 17 日）

「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」（終了時評価）

分科会委員名簿

(2024 年 11 月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	こばやし てつり 小林 哲則	早稲田大学 理工学術院 教授
分科会長 代理	いわさき たくや 岩崎 拓也	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 コンサルティング事業本部 デジタルイノベーションビジネスユニット デジタルトランスフォーメーション推進部 シニアマネージャー
委員	あらかわ ゆたか 荒川 豊	九州大学 大学院システム情報科学研究院 情報知能工学専攻 教授
	さわだ かずあき 澤田 和明	豊橋技術科学大学 大学院工学研究科 電気・電子情報工学系 教授
	の だ こういち 野田 耕一	一般財団法人日本規格協会 理事・規格開発本部長
	わ が いわお 和賀 巖	NEC ソリューションイノベータ株式会社 パブリック事業ライン シニアフェロー
	わ ど ひろゆき 和戸 弘幸	株式会社ミライズテクノロジーズ センサ開発部 部長

敬称略、五十音順

研究評価委員会委員名簿

(2025 年 3 月現在)

	氏 名	所属、役職
委員長	きの くにき 木野 邦器	早稲田大学 理工学術院 教授
委員	あさの ひろし 浅野 浩志	岐阜大学 特任教授 一般財団法人電力中央研究所 研究アドバイザー
	いなば みのる 稲葉 稔	同志社大学 理工学部 教授
	ごないかわ ひろし 五内川 拡史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
	すずき じゅん 鈴木 潤	政策研究大学院大学 政策研究科 教授
	はらだ ふみよ 原田 文代	株式会社日本政策投資銀行 常務執行役員
	まつい としひろ 松井 俊浩	東京情報デザイン専門職大学 情報デザイン学部 学部長・教授
	まつもと ま ゆ み 松本 真由美	東京大学 教育学部附属教養教育高度化機構 環境エネルギー科学特別部門 客員准教授
	よしもと ようこ 吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 産業創発部 事業戦略グループ 主席研究員

敬称略、五十音順

第 1 章 評価

1. 評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

本事業は、革新的センシングデバイスの要素技術を確立し、開発したデバイスの実用性を実証するとともに、信頼性向上に寄与する基盤技術を確立するものである。そのデバイスの技術開発に対しては、まず、研究機関主体の委託期間で要素技術を確立し、その後、助成期間を設け企業主体で実用化を進めることにより自立化を見据えた良い取組であった。この企業の主体性をうまく引き出していく仕組みにより、事業化可能性を高めていた点は評価できる。また、単なる個々のセンサ技術の開発に留まらず、これと連携して基盤となる信頼性評価技術の開発を進めたことは、安全性基準、規制見直しや標準化活動など、今後の技術開発やその普及を支える基礎となることが期待できる。

知的財産・標準化戦略については、センサ構造などリバースエンジニアリングができる部分は特許化し、ソフトウェアなどはノウハウとして秘匿、測定/校正方法などはオープンにしており、また、信頼性評価技術開発においても、テーマごとにNDAを締結したことにより深く連携することが可能となり、社会実装に向け評価できる。

今後は、より効果的なアウトカム達成に向けて、個々の研究開発テーマの成果を他のテーマでも共有するなど、本プロジェクト全体としてさらなるテーマをまたいだ連携や波及効果の創出なども進めていただきたい。また、標準化に向けては、多様で難しい問題をクリアしていく必要があり、時間も要するため、事業終了後も継続的なフォローアップ、フレキシブルな対応を検討いただきたい。

1. 2 目標及び達成状況

アウトカム目標の達成に向けた取組については、助成事業期間で技術実証・評価まで進めたことで実用化へのリアルな課題や問題点が抽出され、また、テーマによっては当初狙ったターゲットからより実用的なターゲットへ変更するなど、社会実装を第一とした適切な見直しがなされている。さらに、各テーマともに社会実装を意識した研究開発・評価・実証等を進めており、アウトカム目標の達成に一定程度貢献していると評価できる。

実用化に向けて目標値を適宜見直しつつ、各テーマともにアウトプット目標を達成見込みであること、当初の想定とは異なる分野への技術展開・アプリケーション開発など副次的成果を創出していることなど、多くのテーマにおいて期待通りの成果をあげ、競争力のあるセンサ技術を実現したことは、高く評価できる。また、特許出願・論文発表も相当数実施されているほか、展示会への出展を通じた成果発信やユーザーの発掘も積極的に実施されている。

一方で、本プロジェクトは複数の異なるテーマを実施していることから、本プロジェクト全体としての市場規模などのアウトカム目標の数値設定は難しいと思われるが、その設定根拠がやや曖昧であると感じられた。従来のプロジェクトとは異なる目標設定をしてもよかったのではないかな。また、アウトプット目標の項目自体についても、プロジェクトの趣旨に応じて新設やメリハリをつけるといった取組を今後検討いただきたい。

1. 3 マネジメント

実施体制について、PL を置かず複数の異なるテーマを実施するプロジェクトであったが、NEDO は中間評価や技術推進委員会からのアドバイスなどを適切に活用し実用化・事業化に向けマネジメントを推進した。この指揮命令系統及び責任体制のもと、実施者はその能力を余すところなく発揮したと評価する。

研究開発計画について、ステージゲート審査を実施したことは、テーマごとの進捗や中間成果を踏まえ継続・中止等の判断が適切になされたため、実施者のモチベーション・危機感を醸成する上で効果的であった。また、プロジェクトの前半と後半を委託期間と助成期間に分けたことで、後半では事業化を行う各企業の主体性を促し、アウトプット目標の達成をより確実なものにした。さらに、センシング技術開発と評価基盤技術開発で要素技術間の連携も取られており、評価できる。

今後に向けては、さらに高い実用化率を得るために、ステージゲートの通過テーマ数は、ある程度の幅を持って運用されることも検討いただきたい。

(参考) 分科会委員の評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

＜肯定的意見＞

- ・ 単なる個々のセンサ技術の開発に留まらず、これと連携して関連する評価技術の開発を進めた。今後、この成果をもとに産総研が認証や評価受託、評価技術指導等を行う予定で、センサ技術の開発や普及を支える基盤となることが期待できる。
- ・ 適切に知財戦略が取られていた。
- ・ 委託研究から助成に切り替えて企業の主体性をうまく引き出していく仕組みで事業化可能性を高めていた点は評価できる。
- ・ 非競争領域では標準化を、競争領域ではオープン・クローズと領域をわけて権利化や実施者独自技術開発等を進める、適切な知的財産・標準化のための戦略がとられていた。
- ・ 3年間の委託事業のあと、自走を念頭にした2年間の補助事業という時間軸でみた2段階の道筋は良い戦略であったと言える。また、センサの技術開発と対をなす形で、信頼性評価技術を設定している点も優れた構成と言える。プレスや展示会での出展を通じて広報を行ったことで、技術転用の可能性も見えており、社会実装までの道筋が立てられていると評価できる。
- ・ 原則として、すべて委託先に帰属させる点や、データ利活用も含めた合意形成を行っている点は評価できる。
- ・ NEDO プロジェクト推進担当の皆様のリーダーシップにより、ポストコロナにおいて必要となる新たなニーズに対してもアウトカム達成ができるように進めることができた。
- ・ 実用化に向けた知財オープン・クローズ戦略についての基本方針がはっきりと決まっている。
- ・ 事業の開始の段階から、ルール作成、標準化、規制対応等を想定するよう促しており、複数のプロジェクトで規制対応、標準化も考慮に入れてアウトカムの計画ができています。また、すべてのプロジェクトで、終了後の社会実装までのプロセスが提示されている。フェーズBが助成事業であることもあり、事業者による自主的な取組が行われたこともその要因とのことであった。
- ・ 事業の開始の段階から、オープン・クローズ戦略を想定するよう促しており、複数のプロジェクトでは国際標準の提案や規制への対応にもつなげている。また、すべてのプロジェクトで、終了後の社会実装までのプロセスが提示されている。フェーズBが助成事業であることもあり、事業者による自主的な取組が行われたとこともその要因とのことであった。
- ・ 長期間に多彩で多様なIoT利用を志向した複数のセンサ研究開発をアウトカムと定義し官民の役割分担を含め、時間軸も含めてコントロールした運営能力は評価に値する。世界的なパンデミックなど外部環境の変化の中でアウトカム達成までの道筋の見直し、細やかな工程管理を進め、一部のセンサでは世界トップレベルの開発に

成功を収めた事例は肯定的に評価したい。**NEDO** が中心となり産総研の高い実力を活用し、センサ実証、標準化、規制の認証・承認、広報など、必要な取組が確認された事も評価に資する。

- ・ 積み上げた特許数の数量的には本事業が知的財産取得活動において、日本国の無形固定資産の積み上げに貢献した証として評価したい。また産総研の標準化活動は、産総研側の才能を引き出して国を支えるセンサインプラの構築にまで発展した事を高く評価したい。さらに、国をあげての科学人材不足の時代において、AI や自動化を進めるなどでサステナブルなセンサ評価インフラを構築している産総研の工夫は素晴らしいと言える。
- ・ 革新的センシング技術開発に対し、研究機関主体の委託期間で要素技術確立し、その後の企業主体で助成期間で実用化を進めたことで自立化を見据えた良い取り組みである。国研である産総研を活用した信頼性評価技術を連携させたことは、安全性基準、規制見直しや標準化活動に向け、非常に優れた体制である。
- ・ 王道である、センサ構造などリバースエンジニアができる部分は特許化し、ソフトウェアなどはノウハウとして秘匿、測定/校正方法などはオープンで標準化しており、社会実装 **PJ** としての戦略として良い取り組みである。革新的センシング技術開発と相互関係にある、信頼性評価技術開発も、個々に **NDA** を締結したことで、深い連携が進めることができている、素晴らしい取り組みである。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ **PL** を置かず複数の異なるテーマを実施するプロジェクトであったため難しい面はあるかもしれないが、本プロジェクト全体としてアウトカムを達成するための取り組み（例：テーマを跨いだ連携した波及効果の創出）を進めてほしい。
- ・ 革新的センシング技術という課題設定がやや抽象度が高く、採択された課題が幅広かった点は、さまざまな領域で用いられるセンサを広くカバーできたとも考えることも可能であるが、採択課題の独立性が高くシナジーがない点やすべての課題に対して信頼性評価技術が確立できたとは言いきれず、一つのプロジェクトとして見た場合のアウトカム・意義が薄れたとも言える。
- ・ 標準化も戦略として書かれているが、標準化は時間がかかるため終了後のフォローアップも必要であると思う。
- ・ **SG** 不通過のプロジェクトについても、フォローアップすると共に事業化への相談など門戸を開くと良い。
- ・ 基本的に知財は企業が主体的に行うことであるが、企業が脱退したときの、その知財が他のプロジェクトに支障を与えないようルール化を検討いただきたい。
- ・ 委託ではなく、助成制度の導入により、事業者による自主的な取組が促され、事業化までの計画が比較的円滑に立てられたたとのことであり、開始段階からのインストラクションと適切な制度の適用により、所定の成果が上がっていると評価できる。一方で、具体的な実装に向けた取組はこれからであり、**NEDO** としてのフォローア

ップに期待したい。

- ・ 事業者による自主的な取組が促されたとのことではあるが、事業者によっては、オープン・クローズ戦略や標準化プロセスに慣れていないところも考えられ、もう少し、NEDO としての関与、サポートがあってもよかったかもしれない。
- ・ IoT 社会のセンサ研究と、ネットワーク利用の無いセンサデータは別物である。本プロジェクトで採択されたセンサ群には IoT 社会でのサイバー（仮想）空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させる利用意識の欠落したものも存在していた。Society5.0 が描くビジョンは、AI を前提としたビッグデータ解析とデータ利活用が必須である。本プロジェクトのアウトカム達成までの道筋の、初期設定と課題採択工程は大きな問題を抱えていたと考えられる。IoT 社会の成功要因に鈍感である事は日本の弱点であり、未だ日本がこの分野で三流国のままでいる大きな欠点である。研究開発テーマ採択初期の工程改善に心から期待したい。
- ・ オープン・クローズ戦略に関しては好意的に捉えるが、従来から公開、非公開の線引きは極めて概念的で情緒的、戦略性がどこまで検討されていたかは疑問がともなう。特にオープンにした場合の戦略指標 KPI が設定されてしかるべきである。それによって、開発技術の利用者数や企業数、急速な普及度合いの期間短縮などに、好ましい影響が生まれたか判断して今後の活動に生かしてほしい。
- ・ チャレンジ的な革新センサ技術開発のため、委託期間での要素技術確立が不十分なまま実用化に移行することが懸念される。委託開発期間を 3 年と一元的ではなく、多少フレキシブルに運用されると、実用化率が高まると期待できる。各企業の PJ 後のアフターフォローをして、標準化を進める活動をアシストする後継国プロも想定されると、より高い実用化率が期待できる。そしてまた、他の IoT プロジェクトとの連携を高めることがさらに実用化には有効であり、アフターフォローの中でアドバイスや後継国プロも検討されることを期待する。
- ・ 標準化に向けては、多様で難しい問題をクリアしていく必要がある。今回は、産総研の対応・成果が素晴らしかったが、期間中、特に中間ステージゲートで、標準化へのサポート期間の適宜追加・変更など、フレキシブルな対応も必要であり期待する。

1. 2 目標及び達成状況

<肯定的意見>

- ・ 多くのテーマにおいて、期待通りの成果をあげ、競争力のあるセンサ技術を実現した。
- ・ 各テーマともに社会実装を意識した研究開発・評価・実証等を進めており、アウトカム目標の達成に一定程度貢献していると評価できる。
- ・ 各テーマともに最終目標を達成見込みであること、当初想定とは異なる分野への技術展開・アプリケーション開発など副次的成果を創出していること、など高く評価できる。特許出願・論文発表も相当数実施されているほか、展示会への出展を通じ

た成果発信やユーザーの発掘も積極的に実施されている。

- ・ 革新的センシング技術開発、革新的センシング基盤技術開発ともに、適切なアウトカム目標が設定されており、その根拠も示されており良好である。コロナ禍が悪く影響した点をリカバーし、プロジェクトを完遂されたことは素晴らしい。
- ・ 最終目標は概ね達成されており、論文や特許出願も適切になされている。展示会を通じ、副次的効果も創出されており評価できる。
- ・ ステージゲートを通過したそれぞれのテーマにおいて、プロジェクトマネージがリーダーシップをもって適切にアウトカムの目標値を見直していた。特に適用分野を状況に即して見直していた。
- ・ 時に、効率的なアウトプットを生み出すために、目標をダウングレードしたことは、本プロジェクトの成功の大きな要因となっていた。論文発表、特許なども適切であった。
- ・ ウイルスの検出という目標を疾病の検出に変えるなど、外部環境の変化等も踏まえた目標の見直しは適切に行われていると評価できる。
- ・ アウトプット目標は適切に設定され、研究の進捗に合わせて見直しも行われている。現時点で未達となつてはいるが、その原因も評価され、達成の見込みができています。また、センサの評価方法だけでなく、先進医療の評価を行うことを目的としたガイドラインを国際標準提案するなど、波及的な成果も出ていると評価できる。
- ・ ウイルス対策での検出ウイルス数などは明確に示され、世界トップレベルの検出要求値が示され、最終的には5年の歳月で目的達成に成功した。その事実からも、本事業が目指す将来像（ビジョン・目標）と関係のあるアウトカム指標・目標値とその達成時期が適切に設定されていたと判断できる。更に、その達成のために感染性のないウイルスを準備し、定量基準を用意した産総研の存在も評価したい。
- ・ 副次的なビジネスにつながる3つの事例報告がなされた。ピボットを柔軟に検討する事は好ましい事例として評価したい。さらに副次的成果や波及効果等の成果で、今後の有用性につながる評価できるものがあつたことは特記しておきたい。
- ・ 革新的センシング技術の要素技術からその実用化を狙ったプロジェクトに対し、助成事業期間で技術実証・評価まで進めたことで、実用化へのリアルな課題や問題点が抽出できている。テーマによっては、進捗状況に合わせて段階的な上市や、当初狙ったターゲットから、より実用的なターゲットへ変更するなど、社会実装を第一とした適切な見直しをされている。掲げた2,000億円の市場形成や実用化率25%以上は十分期待できる。
- ・ 当初の目標に対し、実用化を踏まえ目標値を適宜見直ししながら、アウトプット目標を着実に達成できている。また、展示会へ積極参加され、副次的な波及効果を得たテーマもあり、今後の技術活用が期待できる。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ アウトカム目標にある市場形成の根拠を、本プロジェクトの成果との直接的な関係によって説明すると、プロジェクトの貢献がよりわかりやすくなる。
- ・ 事業原簿の「4.目標及び達成状況の詳細」において、具体的にアウトカムの達成に向けた試算を示しているテーマは極一部にとどまる。それぞれのテーマでこうした試算が示されると、アウトカム目標を達成できるとする主張に説得力がでる。
- ・ ユーザーとの連携が不足しており、実用化に向けた市場絞り込み、仕様検討が遅れているテーマが一部に見られた。
- ・ 最終評価実施時目標未達であり、かつ期末までに達成困難なことが予想されるテーマが一部見られた。
- ・ アウトカム目標として数値目標（実用化率、市場創出）は設定されているものの、設定根拠が曖昧であると感じた。本プロジェクトは複数の異なるテーマを実施していることから、全体としての市場規模などの数値目標設定は難しいと思われる。実用化・事業化に向けた体制構築・ユーザーの巻き込み、社会実装に向けたロードマップや詳細計画策定など、従来プロジェクトとは異なる目標設定としてもよいと考える。
- ・ センサの目標値や他の事業者の開発動向といった意味で、外部環境が5年間変化しなかったということは、ある意味、コロナ禍で業界全体が停滞し、運が良かったからかもしれない。昨今のAIの業界であれば、5年も経てばまったく異なる世界になってしまうため、今後のプロジェクトでは、そうした外部環境が目まぐるしく変化する場合にどのように追従していくのかについても最初から織り込んで置く必要がある。
- ・ 社会実装を大きく掲げている本プロジェクトにおいて、研究発表や講演、論文数については重要度が低いと考えるが、実際のアウトプット達成状況は、研究発表が中心となっている。広報に寄与したと説明されているが、やや疑問が残る。目標における項目自体についても、NEDOのテンプレなので・・・と旧来を踏襲するだけでなく、プロジェクトの趣旨に応じて新設したり、メリハリをつけるといった取り組みが必要であろう。
- ・ 国際標準化を目指すための予算措置など適切にフォローアップすることが、本プロジェクトの成果を生かすことになる。
- ・ 医療機器としての対応が必要か否かは、製品の適用先によって異なるため、今後のアウトカムの進展に従って、適切な手法を選択する必要がある。
- ・ 個別技術について、強制法規適用なども見据えた標準化の計画と実施を期待したい。そのための適切なTCの選択、国際審議団体との連携など、継続的なインストラクションが必要と思われる。
- ・ IoT社会を前提としたセンサがある程度成功したデータは示されたが、日本経済や国際競争力に好影響を与えるほどの技術であったかは疑問を呈する。また、2000億円のビジネス貢献が謳われているがその評価は、今後、きちんと検証しておく必要

がある。お題目で終わらない目標達成の確認に工夫が必要である。必ず起こりうるインフルエンザウイルスなどのパンデミック対策に使える技術の社会実装が一民間企業の経営状況で頓挫した事実は、本プロジェクトの技術目線でのアウトカム目標の欠点を露呈したことになる。改善の必要がある。

- ・ 偶然に左右されるセレンディピティは設計してできるものではない。いくつかの研究開発の場が、創意工夫にあふれ、絶えずアイデア交換の場が活性化していた可能性がある。しかしながら、そのような場を再現性高く生み出せる日本独自のノウハウをまとめ、次世代のプロジェクトへ受け継がれる仕組みが不在である。属人性によらず、これらが受け継がれ、次世代プロジェクトに役立てるように工夫してほしい。
- ・ 解決すべき社会課題に対し、それを解決する技術アプローチは1つではないことが多い。他のセンシングで代用できたり、また特に近年は、ビッグデータに生成AIを活用することで直接検知しなくても、解決できることも増えている。競合他社のセンサベンチマーク以外に、別アプローチによる解決手段の有無についても、ベンチマークの視点の1つとし分析し、目標値を適切に見定めることも大切である。
- ・ 特許に関し、事業化する企業に任せることで、実用化計画を踏まえ、強い戦略を期待できると進められていたが、全体的に特許出願数及び外国出願比率の少ないことが懸念される。革新的技術開発テーマで5年間継続したものが5件、基盤技術2件で、計7件が5年で計算すると、1.4件/年・テーマで少ない。また、革新的な技術開発であるのに、外国出願比率が30%もまた実用化に向けては心許ない。実用化を確実なモノへと後押しするために、非公開で知財戦略をヒヤリングする仕組みを設けることも1つの改善点である。

1. 3 マネジメント

<肯定的意見>

- ・ 研究実施の過程で、NEDOとして参画企業に対し展示会等への参加を推奨し、開発技術の展開先となる新たな企業を開拓した。
- ・ プロジェクトの前半と後半を委託事業、助成事業に分けて実施した点は、高度技術に対する挑戦と、それを核とした実用化とをバランスよく意識付ける観点で良かった。
- ・ ステージゲートにおいては、進捗に問題のあるテーマ、ユーザーの関与が著しく不十分なテーマを不通過とするなど、適切な対応が行われた。
- ・ 助成事業に移行する段階で実用化・事業化主体となる企業が主たる実施者となる体制が生まれ、さらには大学や国研と連携することで非連続な研究成果の創出やアウトカム・アウトプット目標の達成が図られていた点は評価できる。
- ・ 事業開始3年目にステージゲート審査を実施し、個別テーマの進捗や中間成果を踏まえ適切に継続・中止等の判断がなされている。
- ・ 個々のテーマについても、研究開発計画に沿って進捗報告会や技術推進委員会が実

施されており、計画管理も適切に実施されていたと評価。

- ・ 5 年間、多数のプロジェクトが並行する大きなプロジェクトを最後まで遂行し、目標到達に至っている点は、実施者のマネジメント能力が機能したと言える。
- ・ 大半の目標がスケジュール通りに達成されており、スケジュールの設定、進捗管理は十分であったと思う。企業の主体性を促す意味で、後半 2 年を助成研究としたことや、ステージゲートで絞り込むという考え方は良かったと思う。
- ・ 実施者は本プロジェクトを実施するための技術力、事業化能力を適切に発揮し、プロジェクトが遂行できていたと判断する。
- ・ 企業の事情などを考慮して、ステージゲートの不通過など英断できていたと判断する。またアウトプット目標に足りない（例えば検出時間）との課題が出たときに、用途開拓を行うことで実用的に問題が無いことを確認するなど、適切に管理できていた。
- ・ 個別プロジェクトの実施者は十分に能力を発揮したと考えられる。特に、助成事業となったことから、責任体制が明確化し、成果につながったと評価できる。また、プロジェクト A、B と C との間の連携もとられており、評価できる。
- ・ センサ開発は共通プロジェクトとし、アプリケーションの技術開発を分ける、または、センサの評価技術を別プロジェクトとするなど、要素技術間の連携はしっかりとられていたと評価できる。ステージゲート方式による絞り込みは適切であったし、助成制度による責任体制の明確化は適切な仕組みだったと評価できる。
- ・ 企業の業績や社会実装のタイミングで全てが思うようにコントロールできなかったのだろうが、少なくとも実施者は、能力を余すところなく発揮し、実用化に繋げ事業化に向け情熱をもって活動されたと判断できる。民間企業との話し合いが主な打ち手だったのかもしれないが、研究開発をリードする NEDO 側の指揮命令系統及び責任体制が機能していた事例を複数確認した。
- ・ いくつかのセンサ開発過程では、WBS も明確に示されタイムマネジメントも有効に機能していた。またステージゲート方式によりいくつかの有望な研究開発活動であっても市場性や開発遅延などの理由で中止を判断され貴重な研究開発コストも有効に活用されていた。
- ・ 個別事業の採択プロセスでは、高い評価点の採択候補を、採択委員会における総合討論等での審議を経て決定されており、正しく運用されている。多様なテーマで構成されたプロジェクトに対し、事業化責任を持つ各企業に主体的にオープン・クローズの戦略を任せ、推進された管理体制は素晴らしいと評価できる。プロジェクトマネージャとして各テーマを企画・管理することを NEDO 側で行い、企業出身者を含めた外部有識者による技術推進委員会からの客観的アドバイスを活用し推進させたことで、実施者は技術力・事業化への能力を発揮できている。
- ・ 中間評価や技術推進委員会からの客観的アドバイスを活用し徹底することで、技術開発や事業化に対する適切なプロジェクトマネジメントが推進できている。特に、計画見直しや目標値の変更に対し、有識者である技術推進委員での議論を持って変

更されるなど、素晴らしい運営ができています。要素技術開発（フェーズ A：委託）から技術実証・評価（フェーズ B：助成）へのステージゲートではほぼ半数への絞り込みの実施は、実施者のモチベーション/危機感を醸成するには重要であり、運用は適切である。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ 中間評価において、ユーザー企業の参画を通じた具体的な課題抽出・対応策検討などが求められる旨の指摘があったが、ステージゲートを経てなお、一部にユーザーの関与が不十分なテーマがみられた。**NEDO** としてももう少し強い指導があっても良かったのではないかな。
- ・ 新たなユーザー企業の開拓については、展示会以外にも、**NEDO** としてより積極的にこれを支援する仕組みを持つと良い。
- ・ 追加予算の支出は、結果として有効に機能しなかった。ニーズの再確認、実施企業の状況確認等、配布決定において留意すべき点について整理を要する。
- ・ 本プロジェクトではプロジェクトリーダーが設置されていないが、複数のテーマをとりまとめて全体の方向性や方針を決める役割（例：プログラムディレクター）を設置してもよいのではないかな。
- ・ 外部変化の対応において、コロナが終息したため対面開催を増やしたのは当たり前のことであり、逆に敢えて働きかけをしないとそれができなかったことは今後の改善点である。また、きめ細やかな管理は諸刃の剣であり、管理のための細かなルール策定、多数のドキュメント作成など、本末転倒な作業が強いられていないか（適切な量であったか）は、採択者側からの意見聴取も行い、無駄な書類作成や会議は減らしていく努力が必要である。
- ・ 各センサ技術ごとのアウトプット目標は明確であるが、プロジェクト全体としてのアウトプット目標は曖昧であり、今回採択された種々の要素技術がその目標を網羅（すべてカバーしていた）か否かは、判断が難しい。例えば、ステージゲートですべて落ちるという結果は有り得たのか（絶対評価ならこちら）、有り得なかったのか（相対評価で上位〇件等ならこちら）、不透明である。ステージゲートを通過できなかったところが、その後どうなったかを追跡し、審査側の目利き能力についても評価したほうが良いのかもしれない。
- ・ ドロップアウトした企業の研究開発データなど適切に共有できる取り決めなど、行うことが必要である。
- ・ プロジェクト事業費用の問題によるステージゲートの絞り込みが必要とならないような仕組みが必要である。
- ・ C の国際標準提案の情報などを、他のプロジェクトでも共有し、より効果的なアウトカム達成のための連携ができた可能性がある。また、事業化のプロセスはこれからであり、特に、医療機器は上市のハードルが高く、引き続きの努力が必要である。
- ・ IoT 社会実装の要である研究開発データの利活用・提供は実際には行われた事例は

とぼしいと思われる。実施体制の設計にかけている要素だと判断でき、残念な現状だった。今後、センサ開発にこだわるよりも、既存のセンサや仕組みを駆使してでもデータ活用に主眼をおく IoT 社会を実現する研究開発テーマの設立が望ましい。日本に欠けているインターネット環境でのユーザー利活用体験を磨く必要がある。

- ・ 研究開発計画をマネジメントする人々は真摯で真面目に本課題に取り組んでおられる。しかし、望むらくは、サイバーとフィジカルの融合を唱えた IoT 社会実現につながっていない現状を再度、議論して頂き、現在は手薄なデータ利活用と社会実装のマネジメントまでプロセスに取り入れてほしい。大きな課題に情熱を持って格闘された研究者が、より報われる研究開発計画に仕上げて頂く事を願う。
- ・ フェーズ B の技術実証・評価フェーズ時に、企業側が 2 社推進しているテーマが複数あった。その多くは、各社が独自に技術活用を進めており、事業化出口を複数目指しているという良い面がある一方、船頭が 2 人いると、相互での連携が少なくなり、効率的でない悪い面も生じる場合もある。2 社で推進する際には、是々非々ではあるが、委託から助成への採択において、相互での連携項目などを精査し、慎重な判断をして頂くことが望ましい。
- ・ ステージゲートにおいて、委託から助成への通過テーマ数は、幅を持って運用されるとさらに高い実用化率を得ることが期待できる。

2. 評点結果

評価項目・評価結果		各委員の評価							評点
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋									
(1)アウトカム達成までの道筋		A	A	A	A	B	A	B	2.7
(2)知的財産・標準化戦略		A	A	A	A	A	B	B	2.7
2. 目標及び達成状況									
(1)アウトカム目標及び達成見込み		A	A	A	B	B	B	A	2.6
(2)アウトプット目標及び達成状況		A	A	A	A	A	B	B	2.7
3. マネジメント									
(1)実施体制		A	A	A	B	A	B	B	2.6
(2)研究開発計画		A	A	A	A	A	A	B	2.9

《判定基準》
A：評価基準に適合し、非常に優れている。
B：評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある。
C：評価基準に一部適合しておらず、改善が必要である。
D：評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である。

(注) 評点は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算・平均して算出。

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」

事業原簿【公開版】

担当部	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 バイオ・材料部
-----	--

更新履歴

更新日	更新内容
2022 年 8 月 10 日	初版発行
2024 年 11 月 11 日	終了時評価に伴う改版

目次

概 要	1
プロジェクト用語集	1
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	1-1
1.1. 事業の位置づけ・意義	1-1
1.2. アウトカム達成までの道筋	1-5
1.3. 知的財産・標準化戦略	1-6
2. 目標及び達成状況.....	2-1
2.1. アウトカム目標及び達成見込み	2-1
2.2. アウトプット目標及び達成状況	2-2
3. マネジメント.....	3-1
3.1. 実施体制	3-1
3.2. 受益者負担の考え方	3-3
3.3. 研究開発計画	3-4
4. 目標及び達成状況の詳細	4-1
4.1. B1 血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	4-1
4.2. B3 1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発	4-4
4.3. B5 極限環境の液体管理を IoT 化する革新的粘性センサの開発.....	4-7
4.4. B6 高速・高 SNR 撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発	4-9
4.5. B9 大気中電子放出イオン化による IMS 呼気分析システムの研究開発	4-11
4.6. C1 超微量センシング信頼性評価技術開発	4-14
4.7. C2 量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	4-17
添付資料.....	1
●プロジェクト基本計画	1
●プロジェクト開始時関連資料	10
●各種委員会開催リスト	11
●特許論文等リスト	12

概 要

プロジェクト名	IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発 IoT 社会実現に向けた次世代人工知能・センシング等中核技術開発	プロジェクト番号	P19005
担当推進部/ プロジェクトマネージャーまたは担当者 及び METI 担当課	バイオ・材料部 PMgr 氏名 中島徹人 (2023 年 4 月～現在) バイオ・材料部 担当者氏名 内山章二 (2023 年 4 月～現在) バイオ・材料部 担当者氏名 原信也 (2024 年 6 月～現在) バイオ・材料部 担当者氏名 木原且裕 (2019 年 10 月～2024 年 9 月) 材料・ナノテクノロジー部 PMgr 氏名 春山博司 (2022 年 7 月～2023 年 3 月) 材料・ナノテクノロジー部 PMgr 氏名 大石嘉彦 (2021 年 4 月～2022 年 6 月) 材料・ナノテクノロジー部 PMgr 氏名 北川和也 (2019 年 5 月～2021 年 3 月) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 中島徹人 (2020 年 4 月～2023 年 3 月) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 北野正道 (2020 年 6 月～2021 年 1 月) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 今泉光博 (2019 年 5 月～2020 年 4 月) 経済産業省 商務情報政策局 情報産業課		
0. 事業の概要	顕在化する様々な社会課題の早期解決と新産業の創出を両立する Society 5.0 の実現に向けて、日本が強みを有する最先端の材料技術やナノテクノロジー、バイオテクノロジーを利用して、既存の IoT 技術では実現困難な超微量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等を可能とする革新的センシングデバイスを世界に先駆けて開発する。併せて、革新的センシングデバイスの信頼性向上に寄与する基盤技術を開発する。また、これら技術を核として、これまで世の中に分散し眠っていた現場の豊富なリアルデータを一気に収集・分析・活用可能とするシステムを新たに構築し、家庭等における手軽な疾病予兆検知や病原体発生状況の早期把握、インフラ設備の遠隔監視、産業機器の故障予知等、個別のニーズにきめ細かく、リアルタイムで対応できる革新的な製品・サービスの創出を目指す。		
1. 意義・アウトカム (社会実装) 達成までの道筋			
1.1 本事業の位置付け・意義	【事業の必要性】 近年、情報通信技術の急激な進化によりネットワーク化が進み、従来は個別に機能していた「もの」がサイバー空間を利活用してシステム化され、さらには、分野の異なる個別のシステム同士が連携協調することにより、自律化・自動化の範囲が広がり、社会の至るところで新たな価値が生み出されている。これら Internet of Things (以下、「IoT」という。) 化の動きは、生産・流通・販売、交通、健康・医療、金融、公共サービス等の幅広い産業構造の変革や人々の働き方・ライフスタイルの変化を引き起こし、国民にとって豊かで質の高い生活の実現の原動力になると予見されている。 一方で、我が国においては、人口減少や少子高齢化、エネルギー・資源の制約等により、医療・介護費の増大、地域の人手不足や移動弱者の増加、インフラ維持管理や産業保安の負担増等の様々な社会課題が顕在化している。そのため、サイバー空間 (仮想空間) とフィジカル空間 (現実空間) を高度に融合させる革新的なセンシング技術を導入することによって、人やあらゆる「もの」からの豊富なリアルデータで現状を精緻に見える化し、社会課題の早期解決と新たな価値創造を実現することが期待されている。 【政策的位置づけ】 「第5期科学技術基本計画」 (2016年1月22日閣議決定) において、将来的に目指すべき未来社会「Society 5.0」として、また、その実現に向けた「未来投資戦略2018」 (2018年6月15日閣議決定) において、IoT等によるデジタル革命として重要性が謳われており、同様のことが経済産業省の政策「Connected Industries」でも提唱されている。 【技術戦略上の位置づけ】 本プロジェクトは、「次世代IoT社会に向けたナノテクノロジー・材料分野の技術戦略」で必要とされる技術開発の大部分を担う。 【NEDOが関与する意義】 国が実現を目指す未来社会「Society5.0」において、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させる革新的センシング技術は極めて重要であり、人やあらゆるものからの豊富なリアルデータ取得で課題を精緻に見える化し、社会課題の早期解決と新たな価値創造を実現することが期待されている。		

	本プロジェクトの目的達成には、既存技術では実現困難な超微量の検出や極限環境下でも動作可能とするなど、従来の延長線上に無い画期的な技術を核とした非連続な研究開発が必要である。材料工学や機械工学、電子工学等の異分野融合が不可欠で、民間企業等が単独で実現することは難しく、国主導で民間企業・大学・国研等が有する優れた技術・知見・ノウハウを集約して産学官が一体となって開発を加速させることが必要である。 また、信頼性評価技術等の基盤技術については、国民経済的には大きな便益がありながらも、研究開発成果が直接的に市場性と結び付かない公共性の高い開発であり、評価技術等の標準化も検討し得ることから、国が積極的に関与すべきといえる。	
1.2 アウトカム達成までの道筋	デバイスの円滑な社会実装を推進するため、研究開発実施者と連携してユーザーに広く受け入れられる製品・サービスを検討する。また、必要に応じて、標準化や規制見直しに向けた取組も検討した。	
1.3 知的財産・標準化戦略	研究開発成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第 25 条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。なお、プロジェクトの初期段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施した。	
2. 目標及び達成状況		
2.1 アウトカム目標及び達成見込み	【目標】 ・本プロジェクトで開発する革新的センシングデバイスに関して、プロジェクト終了後 5 年以内の実用化率 25%以上の達成を目指す。 ・2030 年度末までに約 2,000 億円の新規市場形成に資する。 【達成見込み】 以下の点から達成が見込まれる。 ・各テーマ共、事業期間内に社会実装へ向けた取組を意識し、センサ要素技術開発、技術実証・評価実施。 ・各実施者間での連携、ベンチャー立ち上げ、コンソーシアムとの情報収集など、アウトカムの実現に大きく貢献出来る体制作りが進んだ。 ・研究成果によって、実現しそうな新しい価値、これから生まれそうな新産業も多数あり、市場拡大に繋がることが期待できる。	
2.2 アウトプット目標及び達成状況	【目標】 ・超微量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等を可能とするための革新的センシングデバイスの要素技術を確立し、試作デバイスの作製・動作検証や、想定ユーザーを巻き込んだ実使用環境下での技術実証・評価等をもとにデバイスの実用性を実証した。 ・併せて、超微量を正確かつ精密に測定できているか検証するための信頼性評価技術や、材料・回路等における超微小ノイズの定量評価技術といった革新的センシングデバイスの信頼性向上に寄与する基盤技術を確立した。 【達成状況】 ① 革新的センシング技術開発 研究開発テーマ毎において定めた具体的な目標に対して、おおむね目標値を達成。 ●2019 年度採択テーマ達成 2024 年 3 月 ●2020 年度対策テーマ 2025 年 3 月達成見込み ② 新的センシング基盤技術開発 (1) 超微量センシング信頼性評価技術開発 ●3 テーマに対して達成 2024 年 3 月 ●期間延長テーマ 2025 年 3 月達成見込み (2) 超微小ノイズ評価技術開発／量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発 新しい電気校正スキームを創出することで IoT 社会のセンサの信頼性を底上げする取り組み実施。2025 年 3 月達成見込み	
3. マネジメント		
3.1 実施体制	プロジェクトマネージャー	中島徹人
	プロジェクトリーダー	—
	委託先・助成先	研究開発項目①革新的センシング技術開発 ・タニタ、富山県立大学、電気通信大学、マイクロマシンセンター ・コニカミノルタ(株)、産業技術総合研究所、ワイエイシイホールディングス、埼玉大学

		・ヤマシンフィルタ、産業技術総合研究所、福井大学 ・フジキン、東北大学、アストロデザイン ・シャープ、ダイナコム、大阪大学、理化学研究所、鳥取大学 研究開発項目②革新的センシング基盤技術開発 ・産業技術総合研究所 ・大阪大学、神戸大学、産業技術総合研究所						
3.2 受益者負担の考え方	研究開発項目①「革新的センシング技術開発」 研究開発項目②「革新的センシング基盤技術開発」 研究開発項目①の各研究開発テーマ開始 3 年目までの【フェーズ A：要素技術開発】は、実用化まで長期間を要するハイリスクな基盤的技術に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する研究開発であり、委託事業として実施する。また、各研究開発テーマ開始 4 年目以降の 2 年間の【フェーズ B：技術実証・評価】は、実用化に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であり、助成事業として実施する（NEDO 負担率：大企業 1/2 助成、中堅・中小・ベンチャー企業 2/3 助成）。 研究開発項目②は、革新的センシングデバイスに対する基盤技術を開発するもので、国民経済的には大きな便益がありながらも、研究開発成果が直接的に市場性と結び付かない公共性の高い事業であり、委託事業として実施する。							
	主な実施事項	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	2023fy	2024fy	
	研究開発項目① 革新的センシング技術開発	委託	委託	委託	委託/助成率 1/2, 2/3	委託/助成率 1/2, 2/3	助成率 1/2, 2/3	
	研究開発項目② 革新的センシング基盤技術開発	委託	委託	委託	委託	委託	委託	
3.3 研究開発計画								
事業費推移 [単位:百万円]	主な実施事項	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	2023fy	2024fy	総額
	研究開発項目① 革新的センシング技術開発	251	686	551	364	250	150	2252
	研究開発項目② 革新的センシング基盤技術開発	31	305	267	359	273	151	1386
	事業費	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	2023fy	2024fy	総額
	会計（一般、特別）	282	991	819	722	523	301	3638
	総 NEDO 負担額	282	991	819	722	523	301	3638
情勢変化への対応	【コロナ禍後での対応】 ・2023 年度以降、進捗連会、打ち合わせの対面開催働きかけを実施。事業者訪問し、問題点や今後の進め方に関して、一歩踏み込んだ会話を実施。 ・センサ開発パートとそれを用いた装置開発パート間の認識や解釈のずれが発生しており、対面での直接会話をベースに、問題解消する取り組み継続実施した。 【研究開発項目①、②の連携対応】 研究開発項目①と②の連携において、ステージゲート不通過テーマ発生（2 テーマ）。研究開発項目②信頼性評価技術継続に支障が生じる事態となった。2020 年度採択テーマの類似案件を新たな連携先として提案。技術推進委員会で委員の賛同をいただいた上で連携変更。さらに、新たな連携先の事業期間にあわせて、②の該当テーマの事業期間を延長実施した。							
中間評価結果への対応	・事業の位置付け・必要性について ・各テーマでの IoT に関する取り組み喚起を定期開催の進捗連絡会で実施した。 ・研究開発マネジメント ・研究開発項目①は、ステージゲート審査において、技術の出口が定まっていない、体制構築不十分のテーマに対し、取り組みの再検討を依頼。ステージゲート再審査にて、不十分であると判断されたテーマは、ステージゲート不通過となった。							

		・技術推進委員会を毎年開催し、委員として外部有識者による評価と、各個別テーマに対する応援、是正提案と共に、IoT、Society5.0 に向けたご意見をいただいた。コメントは、各事業者に展開し、取り組み回答を委員に返信。 取り組みの刈り取りは、各テーマの進捗連絡会において実施した。 ・研究開発成果 ・ユーザーに向けた成果の普及、情報収集として、ニュースリリースや展示会で情報発信、成果報告会等を通じて、アピールを実施。展示会（nanotech 等）では、研究成果の試作機展示も増加。来場者と社会実装に向けてビジネススペースの潜在的ニーズ掘り起こしに繋がる会話が出来た。成果報告会では、展示エリアを設ける取り組み実施した。 ・成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し ・テーマ毎の進捗連絡会で、「開発中のセンサと IoT を連携させたサービス」の問題点を引き出す働きかけを実施。要因の一つとして、センサの性能向上と、全体取り組みの関係があった。見極めポイント検討依頼を都度投げかけ、全体進捗の滞留を抑えることに努めた。センサ提供時期明確化、実証実験の実施、データ採取件数増加した。 ・成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し 裾野を広げる取組では、nanotech などの展示会や外部発表の場で、ユーザーとの直接会話から、多種多様分野の打診を得られてきている。投資コスト回収の見極めは、研究開発項目①が助成事業でもあり、各事業者ともに、コスト意識はあり、試算実施した。試算精度を上げるべく、各センサの具体的な仕様や、コストダウンに向けた検討にも着手した。	
	評価に関する事項	事前評価	2018 年 7 月実施 担当部 材料・ナノテクノロジー部 (拡充) 2019 年 7 月実施 担当部 材料・ナノテクノロジー部
		中間評価	2022 年度 中間評価実施 担当部 材料・ナノテクノロジー部
		終了時評価	2024 年度 終了時評価実施 担当部 バイオ・材料部

別添			
投稿論文	「査読付き」35 件、「その他」3 件 詳細については、添付資料「特許論文等リスト」参照し		
特 許	「出願」50 件、「登録」2 件（うち国際出願 15 件） うち著作権 3 件含む 詳細については、添付資料「特許論文等リスト」参照		
その他の外部発表 (プレス発表等)	研究発表・講演 146 件、受賞実績 3 件、新聞・雑誌等への掲載 11 件、 展示会への出展 54 件		
基本計画に関する事項	作成時期	2019 年 2 月 作成	
	変更履歴	2020 年 2 月 改訂（名称の変更、期間延長及び内容の拡充等） 2021 年 6 月 改訂（PMgr 変更） 2023 年 3 月 改訂（PMgr 変更） 2023 年 5 月 改訂（PMgr 変更） 2024 年 3 月 改訂（研究開発項目②の事業期間延長） 2024 年 10 月 改訂（組織改編に伴い、部署名の変更に伴う改訂）	

プロジェクト用語集

B1 血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発

用語	説明
非侵襲	生体へ障害を与えず、あるいは、直接触れることなく測定を行うこと
ピエゾ抵抗素子	ひずんだ際に抵抗率・抵抗値が大きく変化する材料。微小な力・圧力を計測することが可能。
光音響効果	光エネルギーを吸収した物質が熱を放出し、その熱による体積膨張により圧力波（音波）を発生する現象。この音波を計測することで物質の濃度を計測することができる。
表面プラズモン共鳴	金属表面の自由電子振動が入射した電磁場によって生じ、入射電磁場（光）を効率よく吸収する現象。ナノ構造を設けることで効率的に励起できる。
ショットキー障壁	金属とシリコンの界面に生じる、エネルギーの壁。表面プラズモン共鳴で光エネルギーを受けて励起された電子を、電流に変換する機能を有する。
ファントム	生体を模した人工物。生体と同じ光学特性を有する。 今回使用したものは、コラーゲンビトリゲル。

B3 1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発

用語	用語・略号の説明
AIE 試薬	AIEは凝集誘起発光 (Aggregation-induced emission) の略。試薬分子の運動がウイルスへの結合等により制限されたとき、蛍光を発する試薬のこと。
aM (アトモラー)	モル濃度の単位。1 aM = 10^{-18} mol/L。
fM (フェムトモラー)	モル濃度の単位。1 fM = 10^{-15} mol/L。
PCR	Polymerase chain reaction (ポリメラーゼ連鎖反応) の略。核酸を熱サイクルで増幅させて検出する方法。
イムノアッセイ	抗体と抗原の特異的な結合を利用して、特定の物質を検出または定量する方法。
イムノクロマトグラフィ	紙などで作られた流路に検体と検出試薬の混合液を染み込ませ、着色ラインの出現を観察することで標的物質の有無を検出する方法。
検出プロトコル	検出を行うための一連の測定条件および手順。
酵素試薬	生化学反応の触媒となるタンパク質。バイオ物質検出において、発色や蛍光を生じさせるための標識として用いられる。
コピー/ μ l	定量 PCR 法で測定される、核酸濃度の単位。ウイルス濃度を表す指標としてしばしば用いられる。
COP 樹脂	シクロオレフィンポリマーは、環状オレフィンを主成分とする高機能樹脂で高透明性、低吸水性、低誘電率、低不純物の特性を持っている。
磁気微粒子	直径数十ナノメートル～数ミクロンの、磁場に応答する粒子。抗体等を表面に修飾する機能化を通じて、特定の標的物質を捕捉する。
マイクロウェル	一辺数ミクロン～数十ミクロンの微小な穴。標的物質と試薬を封入することで、微小反応容器として用いられる。

B5 極限環境の液体管理を IoT 化する革新的粘性センサの開発

用語	説明
MEMS	Micro Electro-Mechanical Systems の略。主にシリコン半導体加工技術を用いた微細な機械構造を有するセンサ等のデバイスのこと。
粘性	液体中で物体を動かしたとき、速度に比例する抵抗感を生じる物性。本プロジェクトではニュートン性と非ニュートン性、粘弾性を含めた物性の総称として用いている。
粘度	並行に置かれた 2 枚の単位面積の平面の間に液体を挟み、一方の板を横ずれの方向に一定速度でずらしたときに、液体に生じた速度勾配(ずり速度)と、液体から面が受ける面方向の抵抗力(ずり応力)の関係の比例定数。単位は Pa s.
ずり速度	「粘度」の項の 2 枚の平板の速度差を板の距離で割った商。この状況では液体空間の速度勾配と一致する。単位は s^{-1} .
ずり応力	単位面積の面に働く面方向(横方向)の力。単位は Pa。圧力の単位と同じだが圧力は面に垂直な方向の力。
ニュートン流体	ずり速度とずり応力の関係が、きれいな比例関係になる流体、空気や低分子量の液体などが該当する。
非ニュートン流体	ずり速度とずり応力の関係が、非線形になる流体。分子量の高い液体など、分子構造が複雑な液体は非ニュートン流体となることが多い。産業上で用いられる液体の 8 割は厳密には非ニュートン流体ともいわれる。
粘弾性	レオロジーともいう。粘性とともに弾性も示す物質の物性。プリンや餅がイメージしやすい。分子量が非常に大きい溶質を含む溶液を高周波で振動させると分子間の運動量のやり取り(粘性)より相対位置を保とうとする影響が大きくなり、主に弾性を示すようになる。
圧電薄膜	チタン酸ジルコン酸亜鉛 (PZT) などの薄膜で、薄膜の上下面に電極を貼り、厚み方向に電圧をかけると変形が生じる。また、逆に変形を与えると電極に電荷が発生する。

B6 高速・高 SNR 撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発

用語	説明
イメージングモジュール	対象物の画像や映像を撮影しデータ化する装置
カメラユニット	対象物を撮影し画像データや映像データを取得する装置
多画素撮像素子	640x480 画素の広波長域、高 SNR, 高ダイナミックレンジなどの特徴を持つ撮像素子
プロセスガス	半導体製造工程で使用されるガス
濃度分布	半導体製造装置内の各所におけるプロセスガスの濃度の分布
模擬チャンバ	半導体製造装置のプロセスチャンバを模擬したチャンバ
UV	紫外線
ハイパースペクトルカメラ	光を波長ごとに分光して撮影するカメラ

B9 大気中電子放出イオン化による IMS 呼気分析システムの研究開発

用語	説明
AEE 素子	Atmospheric Electron Emission 素子。大気中電子放出素子。
GPGPU	General-purpose computing on graphics processing units GPU の演算資源を画像処理以外に応用する技術
HPLC	High Performance Liquid Chromatography : 高速液体クロマトグラフィー 液体の移動相をポンプなどによって加圧してカラムを通過させ、分析種を固定相及び移動相との相互作用（吸着、分配、イオン交換、サイズ排除など）の差を利用して高性能に分離して検出する方法
IMS	Ion Mobility Spectrometry 大気中でガスをイオン化し、電界中の移動度を測定する方法。 本研究では、呼気に含まれる複数物質をスペクトルとして出力する。
SHASH 分布	$\sinh$ - $\operatorname{arcsinh}$ 分布関数 : 双曲線関数による分布関数。ガウス分布とは異なり、左右非対称な分布関数を表現できる。
TOF-MS	Time-Of-Flight Mass Spectrometer : 飛行時間形質量分析計 イオンを真空の管中で飛行させ、検出器に到達するまでに要する時間の違いなどによって、イオンを m/z 値に応じて分離する方式の質量分析計
VOC	Volatile Organic Compounds : 揮発性有機化合物 揮発性を有し、大気中で気体状となる有機化合物の総称。トルエン、キシレン、酢酸エチルなど多種多様な物質が含まれる。
XAFS 解析	X-ray Absorption Fine Structure : X 線吸収微細構造解析 X 線照射により、内殻電子の励起に起因して得られる吸収スペクトルであり、着目元素ごとの情報を得ることができる。
XANES 解析	X-ray Absorption Near Edge Structure : X 線吸収端近傍スペクトル解析 X 線の吸収が起きたあたりから 50eV 程度の範囲を解析するもので、元素の価数や化学形態を分析できる。
衝突断面積	イオンとイオンが通過する領域の中性ガスとの相互作用に対する有効面積。静電場中のイオン移動で衝突断面積に応じてイオンを分離するものが IMS である。移動度の理論計算に用いられる。
放射線源	IMS のイオン化に用いるものとして、Ni-63, Am-241, H-3 等

C1 超微小量センシング信頼性評価技術開発

用語	説明
放射圧	電磁波を照射すると物探に及ぼされる圧力、特に光照射によるものを光放射圧という。
カンチレバー	一端が固定端、他端が自由端からなる梁状の構造
自己血糖計測器	血糖値を計測するために患者が用いるもの。
スーパーコンティニウム光源	(主に光学結晶ファイバの) 非線形効果を利用して、励起パルス光の波長域を広げて、位相の揃った光を形成する広帯域光源
流量比混合法	標準ガスを連続的にオンラインで調製する方法の一つ。拡散管法等で調製した標準ガスをマスフローコントローラで一定流量をながし、そこに別のマスフローコントローラで流量を制御した希釈ガスを混合することにより、標準ガスを調製する。
VOC	揮発性有機化合物(Volatile Organic Compound)の略称。アセトン・エタノール・酢酸など常温では液体であるが、気化しやすい有機化合物の総称である。生体ガス診断マーカー物質や排ガス中の汚染物質などが含まれる。
mol/mol	濃度(物質質量分率)を表す SI 単位。一般的によく用いられる ppb、ppm は、nmol/mol、μmol/mol に相当する。また%mol は cmol/mol に相当する。
パーミエーションチューブ法	対象成分を封入した樹脂製のチューブ(パーミエーションチューブ)から、徐々に対象成分が樹脂を浸透(パーミエート)して出てくることを利用して標準ガスを調製する方法。
パーミエータ	パーミエーションチューブを用いて所定濃度のガスを作製する装置。
半導体式ガスセンサ	半導体特性を持つ金属酸化物を検知部位とするガスセンサ。有機ガスによるその抵抗変化をセンシングナルとして用いることが多い。TGS2602(フィガロ技研株式会社製)などがある。
デジタル PCR (dPCR)	微小区画内に分配された溶液を PCR することにより、目的遺伝子の絶対定量が行えるとされている方法。
RT-d PCR	RNA を DNA に変換する逆転写反応(RT; Reverse Transcription)と定量デジタル PCR 反応(dPCR; digital PCR)を組み合わせて特定のターゲット遺伝子を増幅・検出する方法。
デジタル ELISA	微小区画内に分配された溶液を抗原抗体反応(ELISA)により、目的たんぱく質の高感度定量が行えるとされている方法。
VLP	ウイルス様粒子(Virus-like Particle)。ウイルスと同じ外観を持つが、内部に DNA や RNA を持たない粒子。
HPLC	高速液体クロマトグラフィー(High Performance Liquid Chromatography)の略。
rNP	インフルエンザウイルスの核タンパク質(Nuclear Protein, NP)。rは recombinant の略で、遺伝子組換え技術により作製されたものであることを示す。
rHA1	インフルエンザウイルスの表面タンパク質の一つであるヘマグルチニン A タンパク質(Hemagglutinin A, HA)。rは recombinant の略で、遺伝子組換え技術により作製されたものであることを示す。
PR 株	インフルエンザウイルス(A/Puerto Rico/8/1934(H1N1))株の略称。
Panama 株	インフルエンザウイルス(A/Panama/2007/99(H3N2))株の略称。
BPL 処理	βプロピオラクトン処理。ウイルス不活化法の一つ。BPL はアルキル化剤の一つで DNA/RNA やタンパク質と反応し、DNA/RNA 変異やタンパク質の変性をもたらす。

H ₂ O ₂ 処理	過酸化水素処理。ウイルス不活化法の一つ。過酸化水素は活性酸素種（ROS）の一種で DNA/RNA やタンパク質と反応し、DNA/RNA 変異やタンパク質の変性をもたらす。
HClO ₄ 処理	過塩素酸処理。ウイルス不活化法の一つ。溶液の pH を酸性にすることで DNA/RNA やタンパク質の構造を不安定化させる。
アレニウスモデル	アレニウスモデルはある温度での化学反応の速度を予測するモデルで半導体の寿命推定に最もよく用いられる。
超高層ビル	建築基準法に準拠する形で、ここでは高さ 60 m 以上の建築物を指している。
技術コンサルティング サービス	産総研の連携メニューの一つ。産総研が研究開発で培った技術力を生かした企業の事業化サポートメニュー。本コンサルティングにおいては発明等の知財が発生しないことが条件となっており、スピーディーなサービス提供が特徴。

C2 量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発

用語	説明
一次標準器	産業技術総合研究所が管理している、計量法で定められた直流電圧の国家計量標準（特定標準器、ジョセフソン効果直流電圧標準）
校正	計器または測定系の示す値、若しくは実量器又は標準物質の表す値と、標準によって実現される値との間の関係を確定する一連の作業。
サンプリング校正	ある特定のロット中（今の場合汎用型センサ評価機のロット）の一定数のみ直接校正を行い、他は統計的に処理し校正値を付与すること。
シャピロステップ	ジョセフソン素子にマイクロ波を照射することによって発現するステップ状の電流-電圧特性を指す。
ジョセフソン効果	弱く結合した 2 つの超伝導体の間に、超伝導電子対のトンネル効果によって超伝導電流が流れる現象。
スターリング冷凍機	蓄冷器を介して高温部（圧縮部）と低温部（膨張部）が配置され、圧縮ピストンと膨張ピストンは 90 度の位相を保ちつつ駆動される冷凍機を指す。
トレーサビリティ	不確かさがすべて表記された切れ目のない比較の連鎖によって、決められた基準に結びつけられ得る測定結果又は標準の値の性質。基準は通常、国家標準又は国際標準である。
二次標準器	一次標準器とのトレーサビリティが確保された電圧標準を指す。
ブロックチェーン技術	情報通信ネットワーク上にある端末同士を直接接続して、取引記録を暗号化して分散的に処理・記録するデータベースの一種
ワイヤレス機器校正ネットワーク	Wi-Fi 等の無線通信を用いて各汎用型センサ評価機の電気特性の変化を抽出し、その結果に対して統計的な処理を行うことで汎用型センサ評価機に校正結果を付与すること。

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

1.1. 事業の位置づけ・意義

1.1.1 政策的な重要性

近年、情報通信技術の急激な進化によりネットワーク化が進み、従来は個別に機能していた「もの」がサイバー空間を利活用してシステム化され、さらには、分野の異なる個別のシステム同士が連携協調することにより、自律化・自動化の範囲が広がり、社会の至るところで新たな価値が生まれている。これら Internet of Things（以下、「IoT」という。）化の動きは、生産・流通・販売、交通、健康・医療、金融、公共サービス等の幅広い産業構造の変革や人々の働き方・ライフスタイルの変化を引き起こし、国民にとって豊かで質の高い生活の実現の原動力になると予見されている。

一方で、我が国においては、人口減少や少子高齢化、エネルギー・資源の制約等により、医療・介護費の増大、地域の人手不足や移動弱者の増加、インフラ維持管理や産業保安の負担増等の様々な社会課題が顕在化している。そのため、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させる革新的なセンシング技術を導入することによって、人やあらゆる「もの」からの豊富なりアルデータで現状を精緻に見える化し、社会課題の早期解決と新たな価値創造を実現することが期待されている。

これらは、「第5期科学技術基本計画」（2016年1月22日閣議決定）において、将来的に目指すべき未来社会「Society 5.0」として、また、その実現に向けた「未来投資戦略2018」（2018年6月15日閣議決定）において、IoT等によるデジタル革命として重要性が謳われており、同様のことが経済産業省の政策「Connected Industries」でも提唱されている。

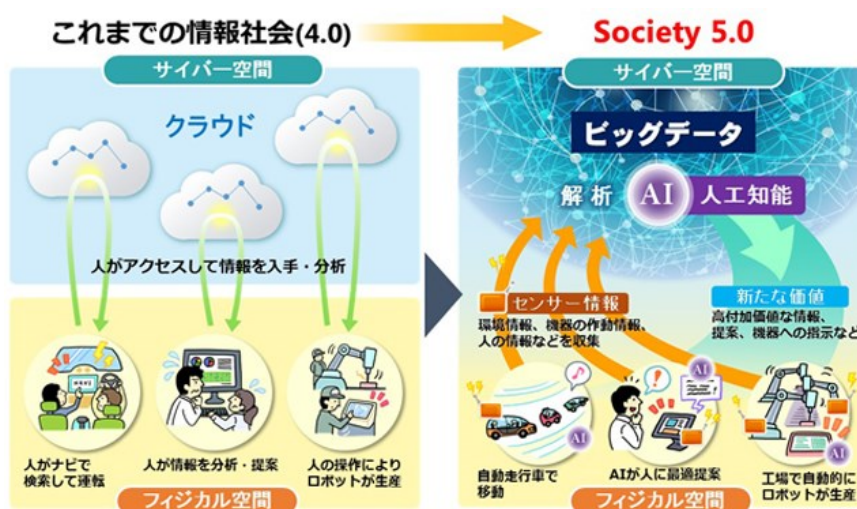


図1-1 これまでの情報社会(4.0)とSociety5.0の違い

出所：内閣府 (https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/)

- **「第5期科学技術基本計画」**
(2016年 1月22日閣議決定)
において、**将来的に目指すべき未来社会「Society 5.0」**が提唱。
- その実現に向けた**「未来投資戦略2018」**
(2018年6月15日閣議決定)
において、**IoT等によるデジタル革命としての重要性が謳われている。**
- 同様のことが経済産業省の政策
「Connected Industries」でも
提唱されている。

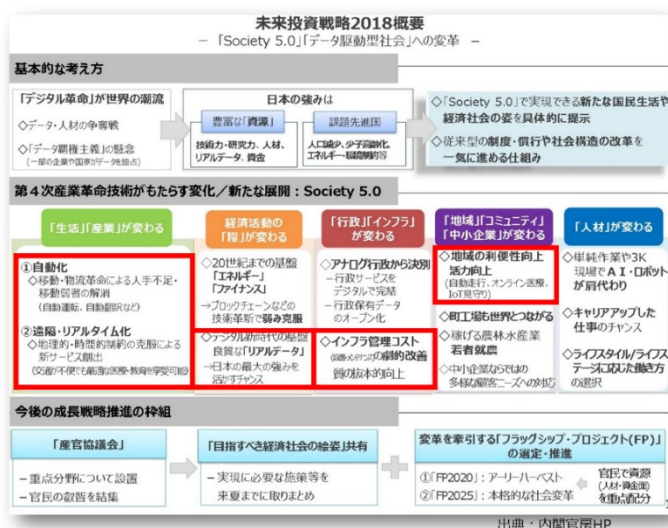


図1-2 政策・施策における位置づけ

出典：内閣官房HP (<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/seicho/kettei.html>)

1.1.2 我が国の状況

2018年度より内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」において、専門的なIT人材でなくても容易にサイバー空間とフィジカル空間を連携させることができるエッジに重点をおいたプラットフォームの開発等が行われている。

また、同じく2018年度より内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」において、人とAIの協働に資する高度に洗練されたヒューマン・インタラクション基盤技術や分野間データ連携基盤技術、AI間連携基盤技術の開発が行われている。

このように、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させる取組がSIPを中心に行われているが、高精度なリアルデータの取得を可能とするセンシング技術の開発については、山積する社会課題に鑑みるとその取組は未だ十分とは言い難く、更なる取組の強化が求められている。

1.1.3 世界の取組状況

センサ研究開発投資に関する海外の政府動向を図1-4に、各国のセンサ開発動向を図1-5に示す。

米国では、20省庁が参加する省庁横断の国家イニシアティブ「National Nanotechnology Initiative」の中で「Nanotechnology for Sensors and Sensors for Nanotechnology」としてセンサに関するナノテクノロジーの重要性が謳われ、多額の研究開発投資が行われている。

欧州では、科学技術・イノベーション政策である「Horizon 2020」の枠組みの中でデジタル化やスマート化を強く進める政策目標が掲げられ、「Future & Emerging Technologies」や「Leadership in Enabling and Industrial Technologies」としてマイクロエレクトロニクス・ナノエレクトロニクスの分野の強化が図られるなど、ベルギーのIMECやフランスのLETI等の研究拠点も活用しながら精力的にセンサ開発が推進されている。

この他、シンガポール科学技術研究庁（A*STAR）が「Pico-IoT for a Smart Nation」と称して、デバイスの小型化によって消費電力を極限まで小さくする技術開発を推進するなど、世界各国でセンサ開発が積極的に行われている。

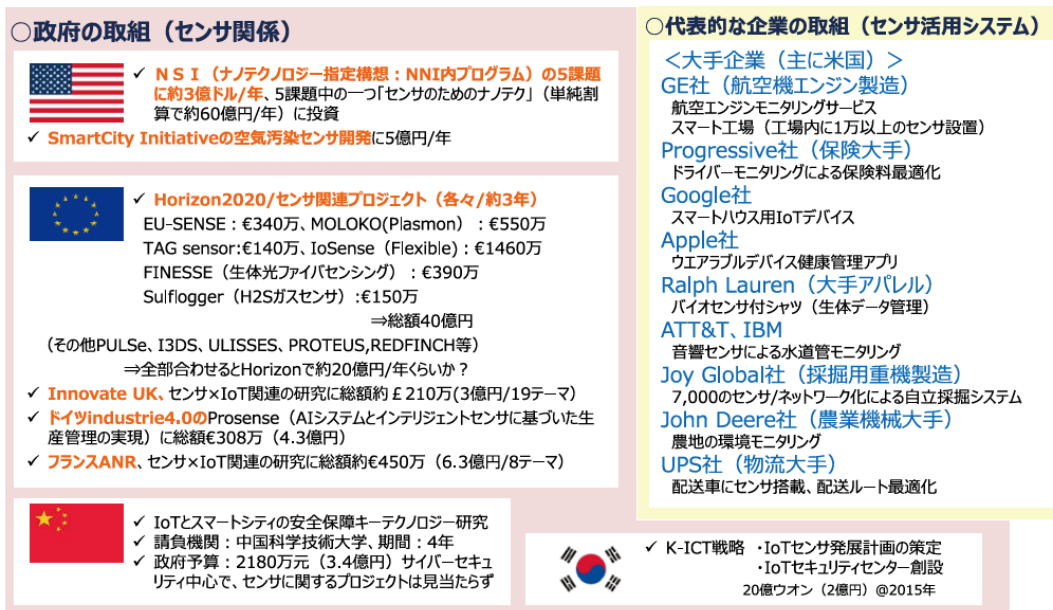


図1-3 センサ研究開発投資に関する海外の政府動向と企業の動き

出典：TSC Foresight Vol. 102 (NEDO)

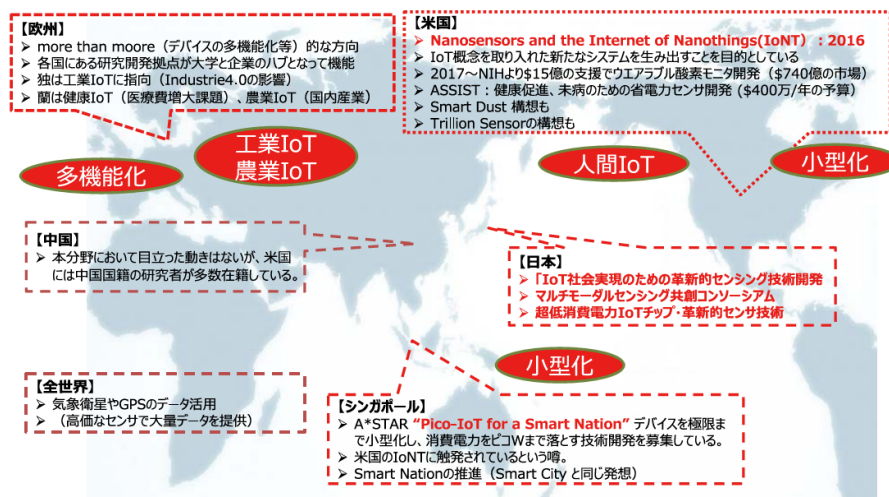


図1-4 各国のセンサ開発動向

出典：TSC Foresight Vol. 102

1.1.4 本事業のねらい

本プロジェクトでは、顕在化する様々な社会課題の早期解決と新産業の創出を両立する Society 5.0 の実現に向けて、日本が強みを有する最先端の材料技術やナノテクノロジー、バイオテクノロジーを利用して、既存の IoT 技術では実現困難な超微小量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等を可能とする革新的センシングデバイスを世界に先駆けて開発する。併せて、革新的センシングデバイスの信頼性向上に寄与する基盤技術を開発する。

これら技術を核として、これまで世の中に分散し眠っていた現場の豊富なリアルデータを一気に収集・分析・活用可能とするシステムを新たに構築し、家庭等における手軽な疾病予兆検知や病原体発生状況の早期把握、インフラ設備の遠隔監視、産業機器の故障予知等、個別のニーズにきめ細かく、リアルタイムで対応できる革新的な製品・サービスの創出を目指した。

1.1.5 他事業との関係

これまでのIoT関連事業の狙いは、低電力化、小型化、高速化・処理性能向上、大面積化、自立化など、大量のセンサから大量のデータを取得してエッジ or クラウドで分析・解析するという発想であった。

本事業では、既存のセンサでは取得できていない価値の高いデータを取得し利用するという観点を追加することによって、IoT市場のさらなる拡大を実現できる可能性がある。

事業名	事業の狙い（具体的な目標）	開発対象のナノテク・材料
IoT推進のための横断的な技術開発事業 (H28～H32)	次世代IoT基盤技術の開発とともに、個別技術を統合化し、システムとして最適に処理・制御を行うための技術開発	SiGe材料MEMS MEMS駆動発電、（電波発電） PC RAM グラフェン配線、光配線 三次元積層（微細TSV）技術
三次元積層による次世代スマートデバイスの技術開発事業 (H25～H29)	安全運転支援を実現するためのセンシングデバイス及びプロセッサの開発	三次元積層（TSV）技術
印刷技術による省エネ型電子デバイス製造プロセス技術の開発事業 (H26～H30)	プリンティッドエレクトロニクスの普及に資する基盤技術及び実用化技術の確立	プリンティッドエレクトロニクス
超低消費電力型光エレクトロニクスの実装に向けた技術開発事業 (H24～H33)	光エレクトロニクスの実装システム技術の根幹となる、光電子集積インターポーザ、光電子ハイブリッド回路基板等を実現	シリコンフォトリソ

これまでのIoT関連事業の狙いは、低電力化、小型化、高速化・処理性能向上、大面積化、自立化
⇒大量のセンサから大量のデータを取得してエッジorクラウドで分析・解析するという発想

本事業：従来のセンサでは取得できていない価値の高いデータを取得し利用するという観点を追加

IoT市場のさらなる拡大を実現できる可能性がある

図 1-5 他事業との関係

1.2. アウトカム達成までの道筋

1.2.1 研究開発項目①革新的センシング技術開発の道筋

委託事業期間（3年間）で要素技術確立し、その後の助成事業期間（2年間）で、デバイスの実用性の実証に取り組んできた。NEDO 事業終了後は、製品化・上市に取り組むアウトカム目標を目指した。

具体的な取り組みは、テーマ毎で設定しています（図 1-6 参照）。

1.2.2 研究開発項目②革新的センシング基盤技術開発の道筋

信頼性評価技術では、委託事業期間の最初の3年間で、信頼性評価技術の確立見通しを、その後の2年間で信頼性評価技術の確立に取り組んだ（1部テーマは、1年期間延長実施）。超微小ノイズ評価技術では、委託事業期間の最初の3年間で、超微小ノイズ評価技術確立見通しを、その後の2年間で、超微小ノイズ評価技術確立に取り組んだ。NEDO 事業終了後は、いずれの評価技術も、標準化活動・規制見直し等に取り組むアウトカム目標を目指した。

具体的な取り組みは、テーマ毎で設定した（図 1-6 参照）。

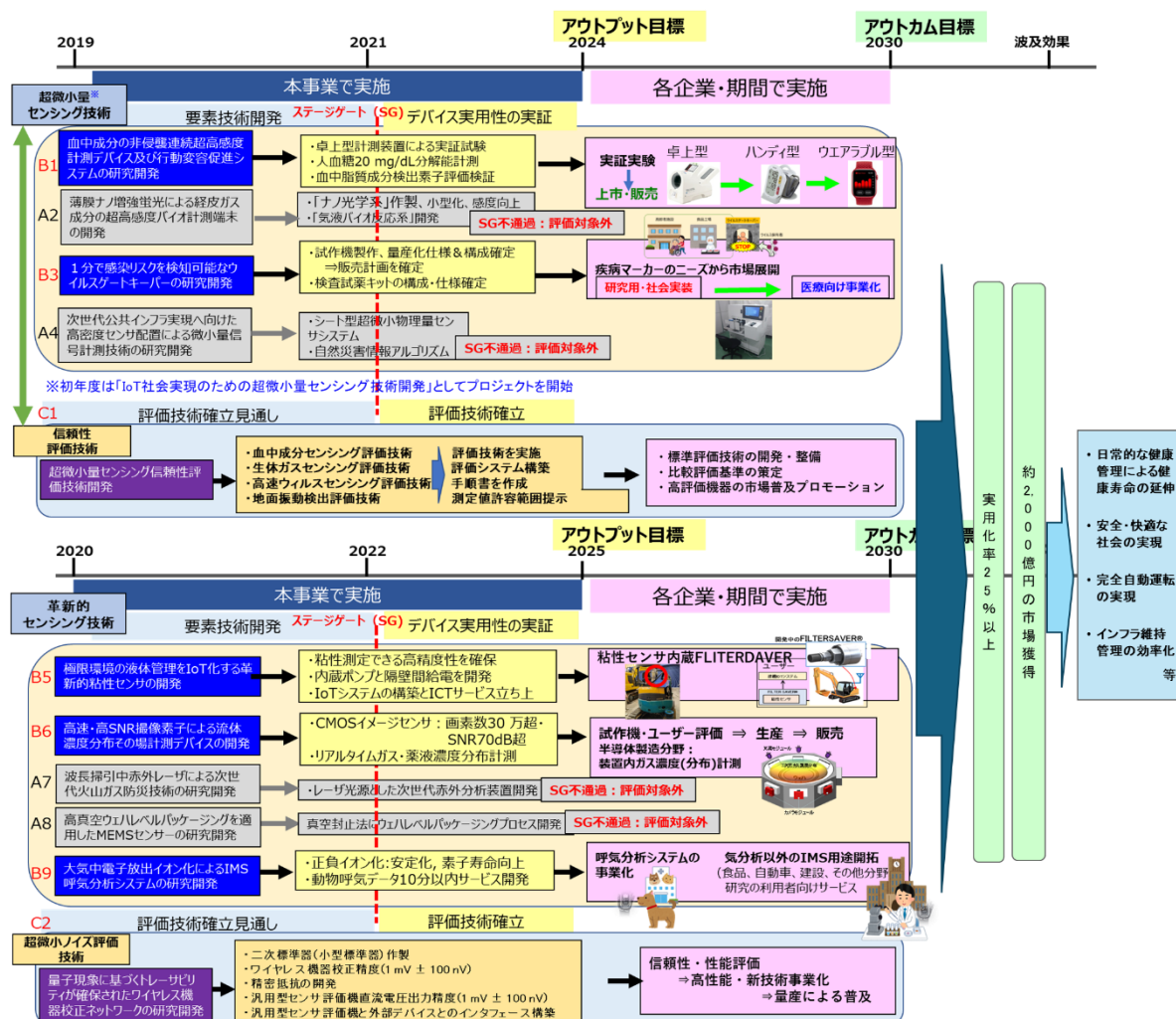


図 1-6 テーマごとのアウトカム達成に向けた取り組み

1.3. 知的財産・標準化戦略

1.3.1 知的財産管理と運用

研究開発成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとした。プロジェクトの初期段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施した。

知財マネジメントに係る運用は、「『IoT社会実現のための革新的センシング技術開発』における知財マネジメント基本方針」を適用した。プロジェクト参加者は、本方針に従い、プロジェクト参加者間で知的財産の取扱いについて合意書を作成した。また、知的財産マネジメントを適切に実施するため、知財運営委員会を設置して取り組んだ。

「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」を適用し、「データマネジメントプラン兼簡略型データマネジメントプラン」を提出してもらうことで、データの提供・利活用の範囲を把握することとした。

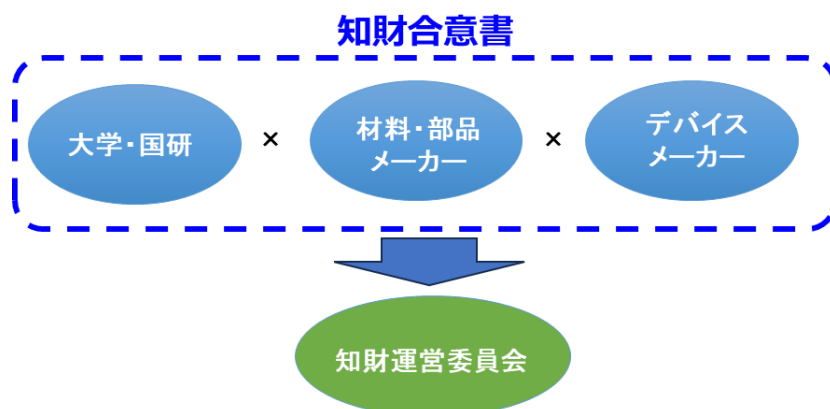


図1-7 知財運営委員会

本プロジェクトは社会実装であるため、「オープン／クローズ戦略」を取っている。リバースエンジニアリングにて再現可能部分は特許化で権利確保を進めた。測定方法、校正方法（標準化）、手順書（市場拡大）を図り、センサー構造、回路図などは、積極的に権利化を進めた。装置構造、構成、データベース、アルゴリズムなどは、ノウハウとして秘匿した。

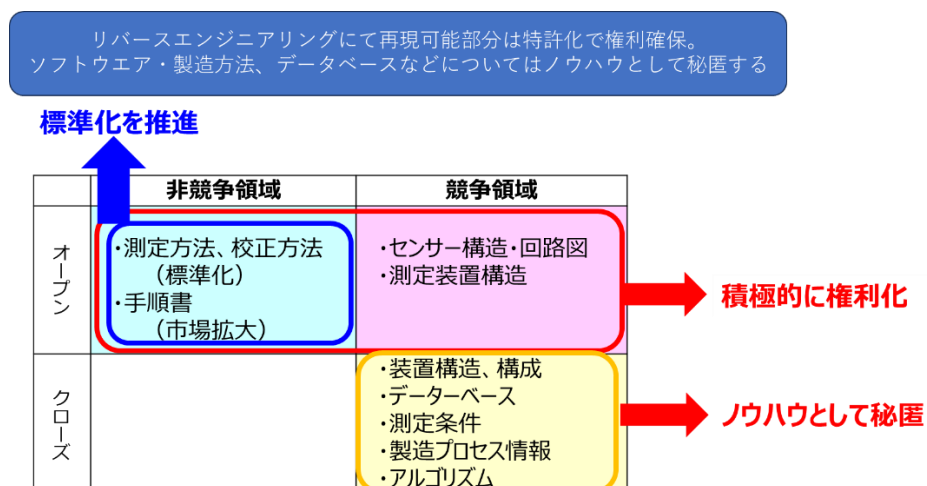


図1-8 オープン／クローズ戦略の考え方

1.3.2 研究開発テーマ間の連携

研究開発項目①革新的センシング技術開発と②新的センシング基盤技術開発研究開発は、相互補完的な関係にある研究開発テーマのため、必要に応じて研究開発テーマ間で連携をおこなった。連携においては、相互間で、秘密保持合意等を作成して取り組んだ。

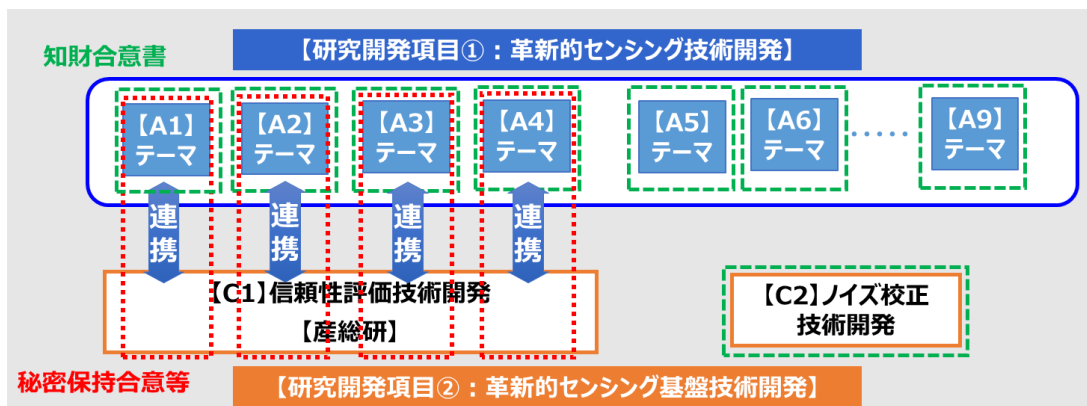


図 1-9 合意の考え方

1.3.3 特許出願及び論文発表

	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	計
特許出願 (うち外国出願)	1	4(1)	19(5)	14(3)	8(6)	4	50(15)
論文	0	4	9	15	9	1	38
研究発表・講演	7	16	46	45	29	3	146
受賞実績	0	1	2	0	0	0	3
プレス・雑誌等への掲載	2	1	2	4	2	0	11
展示会への出展	6	3	13	9	16	7	54
計	16	29	91	87	64	15	302

※2024年9月11日現在

表 1-1 特許、論文、学会発表等の集計

2. 目標及び達成状況

2.1. アウトカム目標及び達成見込み

2.1.1 アウトカム目標

本プロジェクトで開発する革新的センシングデバイスに関して、プロジェクト終了後5年以内の実用化率25%以上の達成を目指す。

また、革新的センシングデバイスやその基盤技術を核として、これまでにない新たな製品・サービスを創出し、2030年度に約2,000億円の新規市場形成に資する。

アウトカム目標	根拠
・本プロジェクトで開発する革新的センシングデバイスに関して、プロジェクト終了後5年以内の実用化率25%以上の達成を目指す。	・NEDO第4期中長期計画で基幹目標の一つに掲げる、 ナショナルプロジェクトのプロジェクト終了後5年以内の実用化率25%に準拠して設定。
・2030年度末までに約2,000億円の新規市場形成に資する。	分野を健康分野、モビリティ分野、インフラ分野、産業分野に特定し、IoTシステム市場規模、IoT全体に対するセンサ市場規模、全センサ市場における日本のシェア、本事業によるセンサ市場拡大効果から、2030年の市場規模を算出。

表 2-1 アウトカム目標と根拠

2.1.2 アウトカム達成見込み

研究開発項目①革新的センシング技術開発と②新的センシング基盤技術開発研究開発でのアウトカムは、以下の点から達成が見込まれる。

- ・各テーマ共、事業期間内に社会実装へ向けた取組を意識し、センサ要素技術開発、技術実証・評価実施。
- ・各実施者間での連携、ベンチャー立ち上げ、コンソーシアムとの情報収集など、アウトカムの実現に大きく貢献出来る体制作りが進んだ。
- ・研究成果によって、実現しそうな新しい価値、これから生まれそうな新産業も多数あり、市場拡大に繋がることが期待できる。

研究開発項目	アウトカム 最終目標（2025年3月）	アウトカム 最終目標（2030年3月）	達成見込み
①革新的センシング技術開発	想定ユーザーを巻き込んだ実使用環境下での試作デバイスの技術実証・評価をもとに、 革新的センシングデバイスの実用性を実証 する。		以下の点から達成が見込まれる。 ・各テーマ共、事業期間内に社会実装へ向けた取組を意識し、センサ要素技術開発、技術実証・評価実施。
②革新的センシング基盤技術開発	(1) 超微量センシング信頼性評価技術開発 超微量センシングデバイスの検出素子に到達・反応する測定対象の量や得られる信号等を正確かつ精密に計測するための 信頼性評価技術を確立 し、その 実用性を実証 する。	・本プロジェクトで開発する革新的センシングデバイスに関して、プロジェクト終了後5年以内の実用化率25%以上の達成を目指す。 ・2030年度末までに約2,000億円の新規市場形成に資する。	・各実施者間での連携、ベンチャー立ち上げ、コンソーシアムとの情報収集など、アウトカムの実現に大きく貢献出来る体制作りが進んだ。 ・研究成果によって、実現しそうな新しい価値、これから生まれそうな新産業も多数あり、市場拡大に繋がることが期待できる。
	(2) 超微小ノイズ評価技術開発／量子現象に基づくトレサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発 トレサビリティが十分に確保された、 高精度な超微小ノイズ評価技術及び汎用型の超微小ノイズ評価機器・システムを確立 し、幅広い開発者・ユーザーを巻き込みながらその 実用性を実証 する。		

表 2-2 アウトカム目標と達成見込み

2.2. アウトプット目標及び達成状況

2.2.1 アウトプット目標

研究開発項目①「革新的センシング技術開発」

下記の最終目標を基本とし、デバイスの原理・特性や応用分野によって検出限界や環境耐性、小型化等の目標が大きく異なることから、具体的な定量目標は研究開発テーマ毎に別途実施計画書において定める。

【最終目標（フェーズB終了時点）】

- ・想定ユーザーを巻き込んだ実使用環境下での試作デバイスの技術実証・評価をもとに、革新的センシングデバイスの実用性を実証する。

研究開発項目②「革新的センシング基盤技術開発」

（1）超微小量センシング信頼性評価技術開発

【最終目標（2024年度）】

超微小量センシングデバイスの検出素子に到達・反応する測定対象の量や得られる信号等を正確かつ精密に計測するための信頼性評価技術を確立し、その実用性を実証する。

但し、研究開発項目①のうち生体ガス成分計測に係る項目のみ2024年度までとし、他の項目は2023年度までとする。

研究開発項目① 革新的センシング技術開発

開発テーマ	最終目標（代表例）	根拠
【B1】血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	● 卓上型計測装置による実証試験 ● 人から血糖を20 mg/dL分解能で計測する3 cm × 3 cm × 1 cmのデバイスの実現 ● 小型LED光源血中脂質成分計測への適用、実際の人体計測適用	● 卓上型血糖測定用試作機の開発 ● 20mg/dLの分解能の性能、時計サイズ組み実現 ● 小型光源にてファントム検証実施、人検体への計測適用
【B3】1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発	● 小規模施設用試作機開発：一般の人が使える試作機を完成させ、装置構成、仕様を確定 ● 中規模施設用試作機を製作：量産化に向けた仕様、構成確定 ● 1分以内で検出できるプロトコルを完成させる。	● 小規模施設向け一般ユーザが使用可能な装置 ● 中規模施設向け一般ユーザが使用可能な装置 ● 待たすことなくウイルス感染リスク評価を行うため
【B5】極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発	● 建機オイルの粘性を1%以下の不確かさで測定できる高精度性を確保 ● チップサイズを2 mm角以下にサイズダウンし内蔵ポンプと隔壁間給電開発 ● 実証試験と、IoTシステムの構築とICTサービスを立ち上げ	● 安定化建機オイル劣化程度から精度設定。 ● 油圧ライン内温度分布影響からの最小サイズ ● 性能維持、コスト改善、故障リスク回避につなげ、建機とフィルタへの信頼感醸成を図る
【B6】高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発	● 画素数30万超・SNR70dB超CMOSイメージセンサを実現 ● 遅延1msec、ppmオーダーのリアルタイムガス・薬液濃度分布計測 ● 小型イメージングモジュールを用いた果実・牛乳状態モニタリング、環境汚染物質検出、非侵襲血糖値モニタリング等への水平展開原理検証	● 半導体先端プロセスでの1ms以内、ppmオーダーの製造装置内の流体濃度分布計測 ● 市場優位性を持つUV域の高速ハイパースペクトルカメラシステムが実現 ● 素子寿命の向上
【B9】大気中電子放出イオン化によるIMS呼吸分析システムの研究開発	● 安定化と素子寿命の向上 ● サンプリング技術開発と呼吸分析の実証 ● パターン類似性検索を3万件あたり10分以内で評価し	● 素子寿命を、呼吸分析6ヶ月相当の100h以上 ● IMS実用化装置のボンベレス化処理 ● 疾患判別までにかかる時間を、今後展開するサービスの品質に重要な因子

表 2-3 研究開発テーマごとの最終目標①

研究開発項目②革新的センシング基盤技術開発

開発テーマ	最終目標（代表例）	根拠
【C1】超微小量センシング信頼性評価技術開発	● 人体ファントム下において脂質試料を用いた信頼性評価。測定精度20%の差をセンサ許容範囲とする。 ● 数100 ppb～sub ppbの微量な標準ガス濃度での生体ガスセンサ信頼性評価を実現 ● 実装環境での信頼性評価システムを構築 ● 対象センサが検出可能なウイルス粒子濃度帯を決定 ● 標準的なウイルス精製法、およびウイルス定量法に関する手順書を作成 ● 振動センサの感度の長期耐環境性試験に関する手法を開発し、その手順書を作成 ● 測定値の許容範囲を提示	● 比較的厳しいとされる自己血糖値計測器の評価基準を適用。 ● 呼吸ガス中のバイオマーカーの濃度がsub ppb程度 ● 実環境におけるガスセンサの信頼性評価 ● デバイスのウイルス濃度検出限界を確定するウイルス標準液の開発 ● ウイルスの精密精製手法およびウイルス定量のための標準手法の再現性・堅牢性確保 ● 企業から試験法・評価法に対するニーズが適切 ● 企業や大学らへヒアリングにより得られたニーズ
【C2】量子現象に基づくトレサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	● ワイヤレス機器校正ネットワークを用いた校正後の直流電圧計測精度（1 mV ± 100 nV） ● 抵抗値温度係数が±20 ppm/℃、抵抗値範囲±0.1 %、カテゴリ温度範囲0℃～50℃の精密抵抗の開発 ● 標準器に接続されない汎用型センサ評価機の直流電圧出力精度（1 mV ± 100 nV） ● 汎用型センサ評価機のハードウェア改ざん検出を行う	● mVオーダー以下の微小電圧に対応できる小型標準機の開発は今後のIoT社会に重要 ● 二次標準器からトレースされた精度の高い標準電圧を出力 ● 汎用型センサ評価機の性能を実現するために最も重要な電子部品 ● 人間の心電を測定するデバイスで±100 nV程度の精度が要求 ● ワイヤレス機器校正ネットワークのセキュリティ確保

表 2-4 研究開発テーマごとの最終目標②

(2) 超微小ノイズ評価技術開発

【最終目標（2024 年度）】

トレーサビリティが十分に確保された、高精度な超微小ノイズ評価技術及び汎用型の超微小ノイズ評価機器・システムを確立し、幅広い開発者・ユーザーを巻き込みながらその実用性を実証する。

2.2.1 アウトプット達成状況

研究開発項目		目標 (2025年3月)	成果（実績） (2025年3月)	達成度（見込み※）	達成の根拠／解決方針
①革新的センシング技術開発		想定ユーザーを巻き込んだ実使用環境下での試作デバイスの技術実証・評価をもとに、 革新的センシングデバイスの実用性を実証 する。	研究開発テーマ毎において定めた具体的な目標に対して、おおむね目標値を達成。	○ ●2019年度採択テーマ 2024年3月 ●2020年度対策テーマ 2025年3月達成見込み	研究開発 テーマ毎
②新的センシング基盤技術開発	(1) 超微量センシング信頼性評価技術開発	超微量センシングデバイスの検出素子に到達・反応する測定対象の量や得られる信号等を正確かつ精密に計測するための 信頼性評価技術を確立 し、その 実用性を実証 する。	研究開発項目①の4テーマに対して、実用性を実証。	○ ●3テーマに対して 2024年3月 ●期間延長テーマ 2025年3月達成見込み	
	(2) 超微小ノイズ評価技術開発／量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	トレーサビリティが十分に確保された、 高精度な超微小ノイズ評価技術及び汎用型の超微小ノイズ評価機器・システムを確立 し、幅広い開発者・ユーザーを巻き込みながらその 実用性を実証 する。	新しい電気校正スキームを創出することでIoT社会のセンサの信頼性を底上げする取り組み実施。	◎ 2025年3月達成見込み	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

表 2-5 研究開発項目ごとの目標と達成状況

研究開発項目① 革新的センシング技術開発（2019年度開始）

開発テーマ	最終目標（代表例）	成果と達成度	達成の根拠／解決方針
【B1】血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	● 卓上型計測装置による実証試験 ● 人から血糖を 20 mg/dL 分解能で計測する 3 cm × 3 cm × 1 cm のデテクタの実現 ● 小型LED光源血中脂質成分計測への適用、実際の人体計測適用	● 卓上型計測装置を試作し実証試験実施 ● 人から血糖を 20 mg/dL 分解能で計測する 3 cm × 3 cm × 1 cm のデテクタの実現 ● 小型光源にてファントム検証実施、人検体への計測適用	○ ● 実証試験実施し、今後の開発計画を明確化できた ● 目標サイズ、性能のデバイスの試作が完了
【B3】1 分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発	● 小規模施設用試作機開発：一般の人が使える試作機を完成させ、装置構成、仕様を確定 ● 中規模施設用試作機を製作：量産化に向けた仕様、構成確定 ● 1分以内で検出できるプロトコルを完成させる。	● 一般の人が使用可能な試作機で自動検出の動作確認を完了。量産化検討を開始できる装置構成とその仕様を確定 ● 中規模施設用試作機を製作。量産化に向けた構成を確立 ● 以下のプロトコルを確立 ・濃度 5×10^4 コピー/μlの唾液中インフルエンザウイルスを1分検出 ・濃度60個/μlのノロウイルス様粒子(VLP)検出	○ ● インフル、ノロどちらについてもプロトコルの改良および最適化で顧客要望を満たせるレベルになる見込み。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

表 2-6 研究開発テーマごとの成果と達成度①（2019 年度開始）

研究開発項目① 革新的センシング技術開発（2020年度開始）

開発テーマ	最終目標（代表例）	成果と達成度	達成の根拠／解決方針
【B5】極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発	● 建機オイルの粘性を 1 %以下の不確かさで測定できる高精度性を確保 ● チップサイズを2 mm角以下にサイズダウンし内蔵ポンプと隔壁間給電開発 ● 実証試験と、IoTシステムの構築とICTサービスを立ち上げ	● ずり速度範囲140s⁻¹を達成 ● ずり応力測定精度 1%を達成 ● チップサイズ 2 mmの粘性センサを開発 ● 鉄板貫通無線給電を実現 ● 建機との通信方式を策定しIoTシステムをエミュレートするプロトタイプを作成	○ ● 個別目標に関しては実測値として達成。 ● 実チップでサイズ実現。 ● 無線給電は効率10%実現 ● 各種試験とプロトタイプの作製を実現。
【B6】高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発	● 画素数30 万超・SNR70dB超 CMOSイメージセンサを実現 ● 遅延 1msec、ppm オーダーのリアルタイムガス・薬液濃度分布計測 ● 小型イメージングモジュールを用いた果実・牛乳状態モニタリング、環境汚染物質検出、非侵襲血糖値モニタリング等への水平展開原理検証	● 2万画素撮像素子開発した ● 30万画素撮像素子表面照射型動作確認 ● 2万画素カメラモジュールで実証中 ● チャンバ内濃度分布計測と給排気管内濃度変化を実測、相関を明らかにした ● ガスセルを製作し、濃度計測プログラム原理検証完了 ● オプション光学系実装可能な構造完了 ● マルチユースカメラモジュールは開発中 ● アプリケーション開発、性能評価進行中	○ ● 30万画素撮像素子積層化プロセス進行中 ● 実験装置は完成しており、測定データ取得も予定通り進捗している。
【B9】大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発	● 安定化と素子寿命の向上 ● サンプリング技術開発と呼気分析の実証 ● パターン類似性検索を3万件あたり10分以内で評価 ● 健康な犬呼気80例、主に腫瘍疾患80例収集。特徴的疾患スペクトラムを確定	● 熱処理等で素子寿命100h達成 ● バイオマーカによる呼気分析着手 ● 大呼気IMSスペクトルの成分分離と判別モデルを構築中 ● 健康犬80例、腫瘍疾患犬80例の呼気を採取。臨床データ分析中。	○ ● 寿命試験100hを確認 ● 腫瘍マーカー候補確認 ● 検索機能開発最終段階 ● 判別モデル呼気データ蓄積中 ● 呼気採取数値目標、達成見込み

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

表 2-7 研究開発テーマごとの成果と達成度①（2020 年度開始）

研究開発項目②革新的センシング基盤技術開発（C1 2019年度開始、C2 2019年度開始）

開発テーマ	最終目標（代表例）	成果と達成度	達成の根拠／解決方針	
【C1】超微量センシング信頼性評価技術開発	● 1 kHz-100 kHzで、放射圧による1 mPa以下圧力変化発生可能示す ● 脂質試料(人体ファントム下)を用いた信頼性評価	● 1 mPaから計測可能超微量評価システム構築(世界初) ● 信頼性評価を実施し、血中0.1%脂質量で、20%での定量可能確認	○ ● 2023年度末目標達成	
	● 数100 ppb～sub ppb標準ガス濃度生体ガスセンサ信頼性評価実現 ● 実装環境での信頼性評価システム構築	● 加湿可能、数100 ppb～sub ppbの微量なVOC標準ガス発生器実現 ● 低濃度アセトン、酢酸に対し加湿可能なガス調製機能を有するガスセンサ評価システムを実現	○ ● 2023年度末目標達成 ● 2024年度アンモニアガスに関して継続中	
	● 対象センサが検出可能なウイルス粒子濃度帯を決定 ● 標準的なウイルス精製法、およびウイルス定量法に関する手順書を作成	● 同一ウイルス試料やVLP試料に対し、世界最高水準の約10%の精度での値付けを実施 ● ウイルス精製法を確立、センサ性能評価を行うにあたっての手順書を作成	○	
	● 振動センサの感度の長期耐環境性試験に関する手法を開発し、手順書作成 ● 測定値の許容範囲を提示	● 振動センサの感度を評価し、長期耐環境試験法を手順書作成 ● 高精度評価装置(0.1 mG測定)開発し、世界最高水準(1 μG/rHz以下)ノイズレベル実現	○	
【C2】量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	● 二次標準器として使用可能な小型標準器を作製 ● ワイヤレス機器校正ネットワーク(精度1 mV ± 100 nV) ● 精密抵抗の開発 ● 汎用型センサ評価機(精度1 mV ± 100 nV)	● 小型標準器製作を開始 ● 直流電圧計測精度を1 mv ± 40 nV達成 ● 精密抵抗の開発 ● 精度 (1 mV ± σ=47 nV、ヒット率=95%) を連続21時間にわたり維持。	◎ ● 2024年度内に小型標準器の製作と評価達成見込み	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

表 2-8 研究開発テーマごとの成果と達成度②（C1 2019 年度開始、C2 2020 年度開始）

3. マネジメント

3.1. 実施体制

プロジェクトマネージャー（以下、「PMgr」という。）にNEDO バイオ・材料部 中島 徹人を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させた。

本研究開発は、2019年度及び2020年度にそれぞれNEDOが公募によって企業、大学等の研究機関から委託先を選定し、研究体制を構築して開始したものである。結果として、2019年度は、研究開発項目①で4件、研究開発項目②で1件、2020年度は、研究開発項目①で5件、研究開発項目②で1件採択した。研究開発項目①がフェーズB（助成事業）移行後の研究体制図を図3-1、3-2に示す。

2019年度採択テーマ

研究開発項目①：ステージゲート審査後フェーズB（助成）

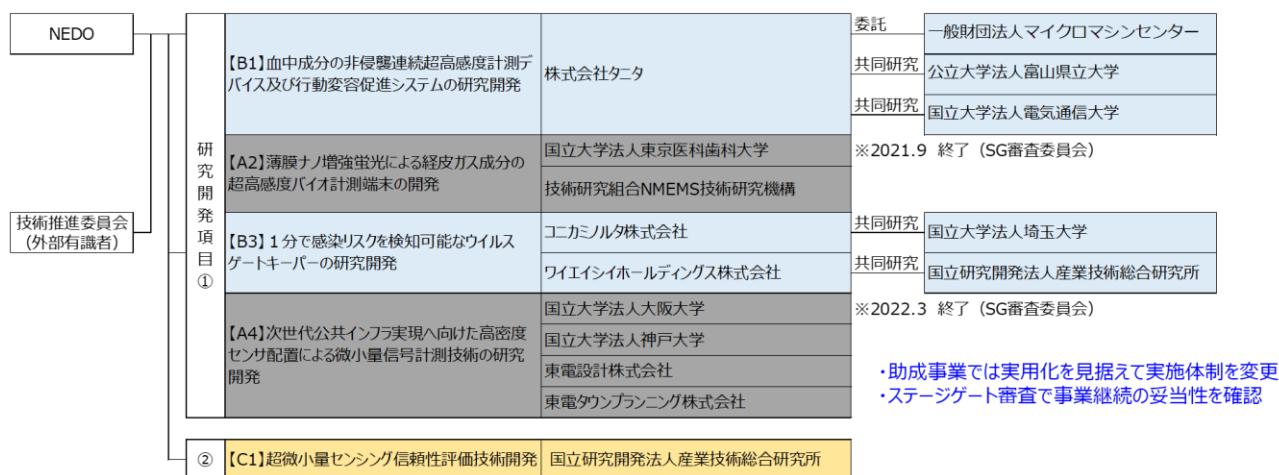


図 3-1 「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」実施体制(2019 年度採択)

2020年度採択テーマ

研究開発項目①：ステージゲート審査後フェーズB（助成）

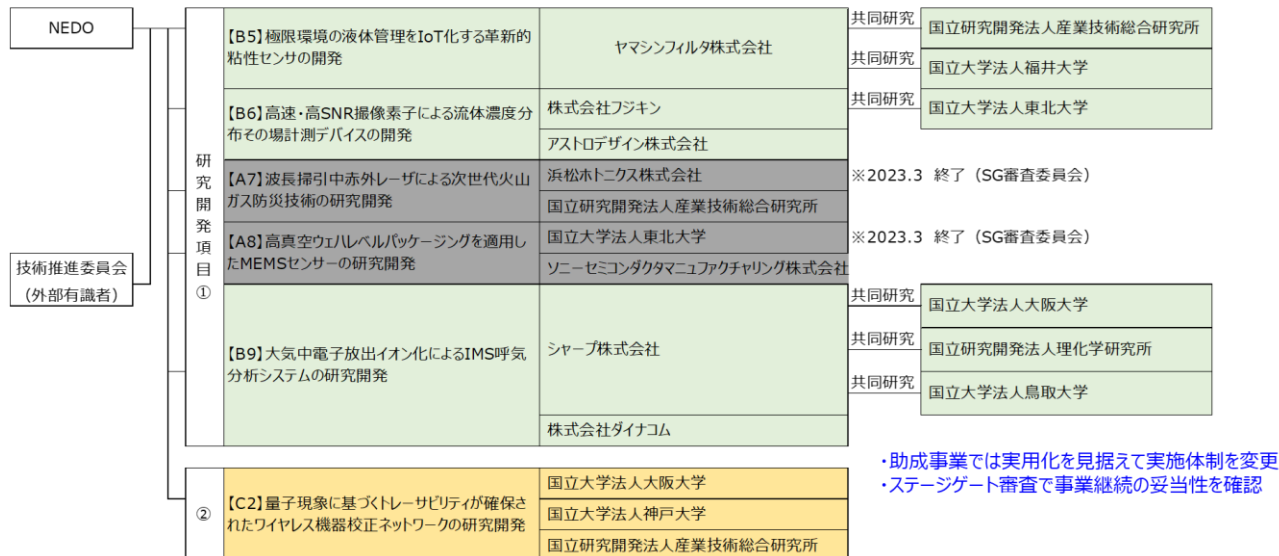
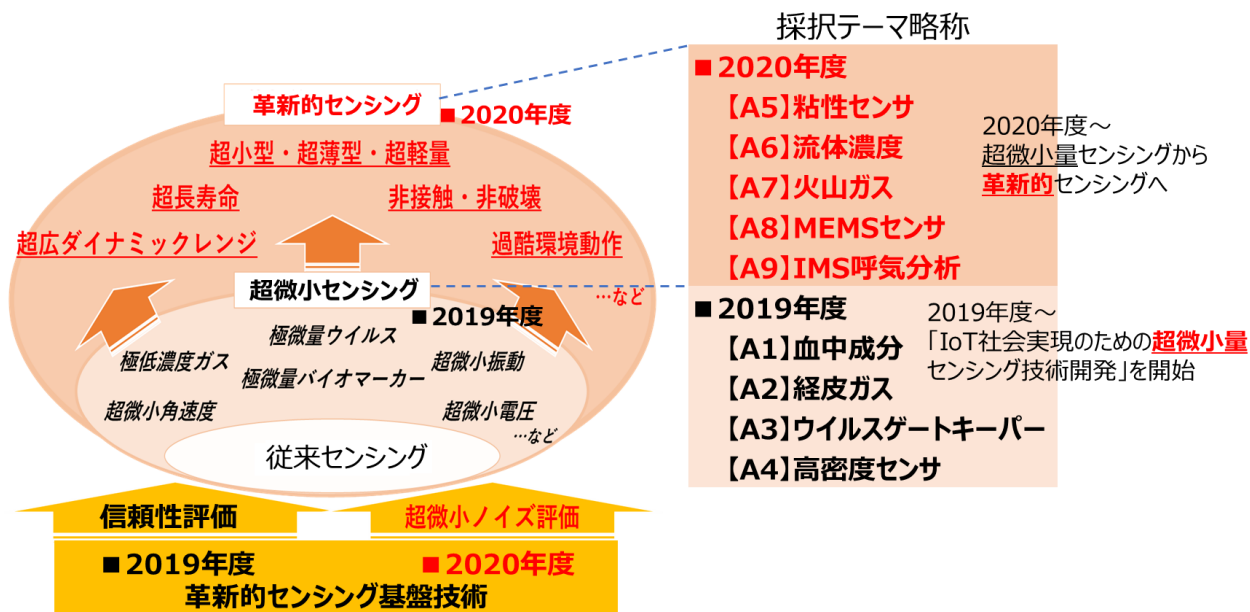


図 3-2 「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」実施体制(2020 年度採択)



2019年度に5件、2020年度に追加で6件採択し、研究開発を拡充

図 3-3 採択テーマの全体構成

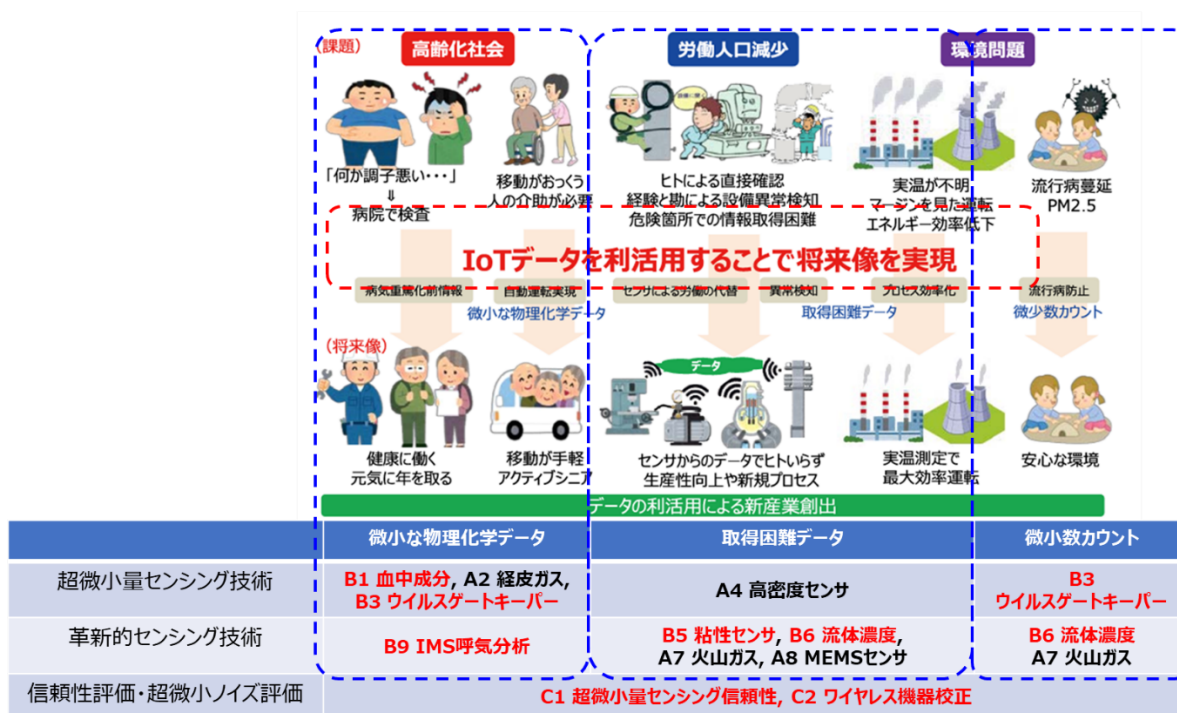


図 3-4 社会課題と採択テーマの関係

3.2. 受益者負担の考え方

本事業は、研究開発項目①革新的センシング技術開発、研究開発項目②革新的センシング基盤技術開発に関して総事業期間 6 年間、総額 36 億円として推進した。

研究開発項目①

- ・テーマ開始 3 年目まで（フェーズ A：要素技術開発）は NEDO 負担 100%の委託事業
- ・テーマ開始 4 年目以降 2 年間（フェーズ B：技術実証・評価）は助成事業として実施
（NEDO 負担率：大企業 1/2 助成、中堅・中小・ベンチャー企業 2/3 助成）

研究開発項目②

- ・委託事業として 5 年間実施（一部項目は期間延長で 6 年間実施）。

（単位：百万円）

研究開発項目		2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	合計
研究開発項目① 革新的センシング 技術開発	委託100%	251	686	551	264	0	0	1,752
	補助率 1/2、2/3※	0	0	0	100	250	150	500
研究開発項目② 革新的センシング 基盤技術開発	委託100%	31	305	267	359	271	154	1,386
合 計		282	991	819	722	521	304	3,638

・2019～2023年度は実績、2024年度は予算

・※助成事業での補助率は、大企業1/2、中堅・中小・ベンチャー企業2/3

表 3-1 本事業の研究開発費（NEDO 負担額）

3.3. 研究開発計画

3.3.1 研究開発スケジュール

全体の研究開発スケジュールを図 3-5 に示す。研究開発項目①の各研究開発テーマ開始 3 年目までの【フェーズ A：要素技術開発】は、実用化まで長期間を要するハイリスクな基盤的技術に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する研究開発であり、委託事業として実施する。また、各研究開発テーマ開始 4 年目以降の 2 年間の【フェーズ B：技術実証・評価】は、実用化に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であり、助成事業として実施する（NEDO 負担率：大企業 1/2 助成、中堅・中小・ベンチャー企業 2/3 助成）。

研究開発項目②は、革新的センシングデバイスに対する基盤技術を開発するもので、国民経済的には大きな便益がありながらも、研究開発成果が直接的に市場性と結び付かない公共性の高い事業であり、委託事業として実施する。

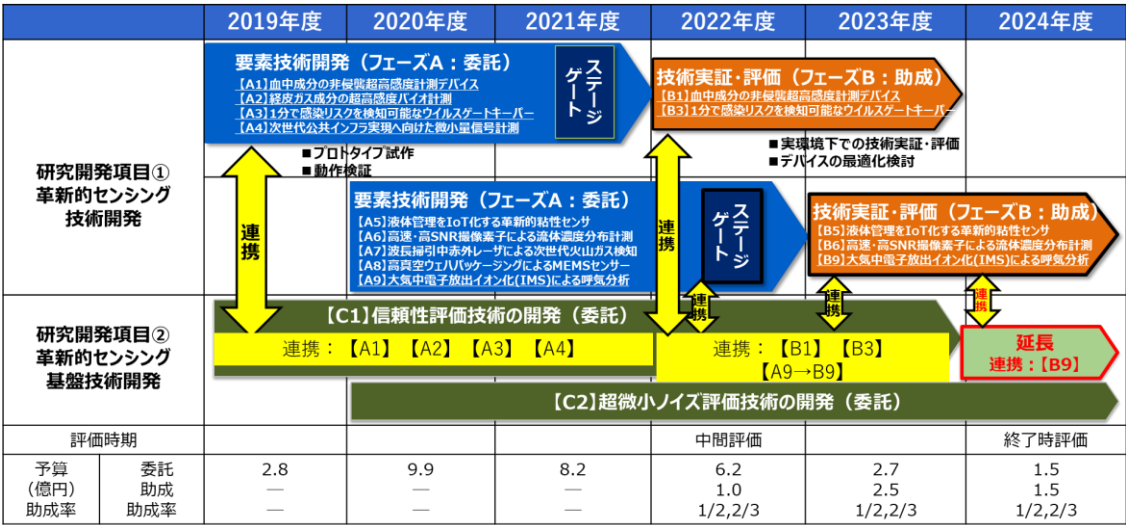


図 3-5 研究開発スケジュール

3.3.2 進捗管理

本プロジェクトの進捗管理として、下記の報告会、委員会や成果報告会を実施した。

会議名	主なメンバー	目的・対象	頻度	主催者
進捗報告会	・実施者 ・NEDO(PMgr,PT)	【目的】 研究開発の進捗確認等 【対象】 各テーマ	1回 / 1～3ヶ月	実施者
技術推進委員会	・外部有識者 ・NEDO(PMgr,PT) ・実施者	【目的】 各プロジェクトの研究開発進捗の把握を行い、方向性、目標達成の見通し等を議論。アドバイスの実施。 【対象】 全テーマ	1回 / 年	NEDO
ステージゲート審査委員会	・外部有識者 ・NEDO(PMgr,PT) ・実施者	【目的】 全事業期間の中間審査として研究開発進捗や計画等を評価し、研究継続の妥当性の見極めを実施。 【対象】 研究開発項目①	委託期間3年目	NEDO
知財運営委員会	知財運営委員会規定メンバー	【目的】 特許出願・対外発表に関する報告、承認	随時	実施者
成果報告会	・NEDO(PMgr,PT) ・実施者	【目的】 研究開発の進捗確認等 【対象】 研究開発項目①、②	委託事業終了後	NEDO

・ 技術推進委員会、ステージゲート審査委員会を通じて、PJに関与していない外部有識者の意見を取り込み、客観的な視点も踏まえてプロジェクトマネジメントを実施。
・ 2023年度、2024年度は、コロナ後の状況をみて、対面での会話を重視。 進捗連絡会、技術推進委員会の対面開催を推奨。

表 3-2 進捗管理の取り組み

技術推進委員会では、外部有識者で構成する技術推進委員会を組織し、材料・プロセス技術やバイオ技術、回路設計・デバイス化技術、信号処理・解析技術、サービスデザイン等の様々な観点から定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努めた。

また、技術推進委員会でのアドバイスから計画変更実施や、目標変更に対しての留意事項のご指摘を受けてプロジェクトマネジメントを実施した。

開発テーマ	概要	効果
【B1】血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	技術推進委員会アドバイス ●「いきなりウエラブルを目指すのではなく、ステップを踏んで、着実に進めるのが良いのでは。」	● SG審査時に変更実施 事業化ステップを想定し卓上機開発と実証試験に注力。
【B5】極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発	技術推進委員会へ妥当性打診と留意点助言 ● 画素数見直し、フェーズA開発光学系活用ですぐに計測システムとしての実証評価を目指す。  ● 委員ご助言 変更にとまとう上市目標の明確化（実施計画書への明記）	● 実施計画書に下記明記し上市に向けて、取り組み継続中。 「半導体装置への実装時期がおよそ1年前倒し（2025年に上市）可能になると判断している。」
【B9】大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発	技術推進委員会アドバイス ● IMS検出限界目標見直し。「検出限界 10 ppt は本当に必要か？オーバースペックの開発にならないように。」	● SG審査時に変更実施 フェーズAで明確化された課題（前処理技術やサンプリング技術）を実用化に向け優先。

表 3-3 技術推進委員会でのアドバイス等

研究開発を効率的に推進するため、研究開発項目①を対象として、ステージゲート方式を適用した。その際、外部有識者による審査を実施し、2019 年度開始分については2021 年度に、2020 年度開始分については2022 年度に、各研究開発テーマ開始4 年目以降（フェーズB）の継続可否を決定した。

3.3.3 中間評価対応

2022 年度に開催された中間評価においてのご指摘をうけ、その後のプロジェクトマネジメントで対応を実施した。

	問題点・改善点・今後への提言	対応
1	事業の位置付け・必要性について 【1】IoTの視点からセンシングシステム全体を見据えた開発も望まれる。	【1】研究開発項目①は、助成事業へ移行。 各テーマでのIoTに関する取り組み喚起を定期開催の進捗連絡会で実施。 特に、助成事業においては、各事業者が、 【IoT視点不足点の問題意識】 を喚起する取り組み実施。
2	研究開発マネジメント 【2】社会問題に対して、各センサーの寄与が不明瞭。 いくつかのテーマでは、技術の出口が定まっていない様にも見受けられる。	【2】研究開発項目①は、ステージゲート審査において、技術の出口が定まっていない、 体制構築不十分のテーマに対し、取り組みの再検討を依頼。 結果、 不十分であると判断された事業者は、ステージゲート不通過。
3	研究開発マネジメント 【3】NEDO が中心となってIoTやSociety5.0への貢献イメージを検討・明確化し、参画企業等がそこに向かっていくようマネジメントも必要。	【3】研究開発項目①、②ともに、 技術推進委員会を毎年開催し、委員として外部有識者による評価と、各個別テーマに対する応援、是正提案と共に、IoT、Society5.0に向けたご意見をいただいた。 コメントは、 各事業者に展開し、取り組み回答を委員に返信。 取り組みの刈り取りは、各テーマの進捗連絡会において実施。
	問題点・改善点・今後への提言	対応
4	研究開発成果 【4】ユーザーに向けた成果の普及が現在のところ進んでいない。 競合との比較、積極的にユーザー意見を収集し、産業競争力を上げ、 早期社会実装に向けて柔軟な対応 の検討。	【4】ユーザーに向けた成果の普及、情報収集として、 ニュースリリースや展示会で情報発信、成果報告会等 を通じて、アピールを実施。 展示会（nanotech） では、研究成果の試作機展示も増加。来場者と 社会実装に向けてビジネスベースの潜在的ニーズ掘り起こしに繋がる会話が出来た。 成果報告会では、展示エリアを設ける取り組み実施。
5	成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見直し 【5】センサーとIoTを連携させたサービスの印象が薄い。 ユーザーが求める技術レベルや具体的な用途、導入にあたっての課題などを把握し、課題を洗い出すなど、さらなる検討が必要。	【5】テーマ毎の進捗連絡会で、「 開発中のセンサーとIoTを連携させたサービス 」の問題点を引き出す働きかけを実施。要因の一つとして、センサーの性能向上と、 全体取り組みの関係 があった。見極めポイント検討依頼を都度投げかけ、 全体進捗の滞りを抑えること に努めた。 センサー提供時期明確化、実証実験の実施、データ採取件数増加。
6	成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見直し 【6】マーケットの裾野を広げる取り組みも考えていただきたい。 さらに、投資が市場のニーズに沿うか、 何年で投資コストを回収できるかなど の見極めも必要。	【6】裾野を広げる取組では、nanotechなどの 展示会や外部発表の場 で、 ユーザーとの直接会話から、多種多様な分野の打診 を得られてきている。 投資コスト回収の見極めは、 研究開発項目①が助成事業 でもあり、各事業者ともに、コスト意識はあり、試算実施。試算精度を上げるべく、各センサーの具体的な仕様や、 コストダウンに向けた検討 にも着手。

表 3-4 中間評価指摘事項の対応

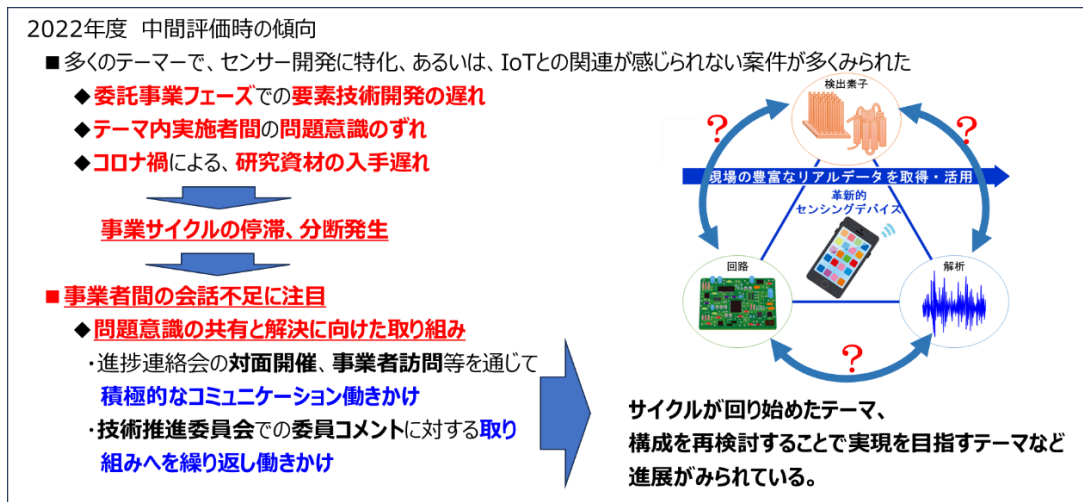


図 3-6 中間評価委員指摘に対する取り組み

3.3.5 動向・情勢変化への対応

コロナ後のリカバリ対応、ステージゲートでの不通過テーマの発生に伴う変化に対して、それぞれ適宜対応することで、プロジェクトマネジメントを実施した

コロナ後のリカバリ対応

情勢	対応
2020年度新型コロナウイルス拡大会議、連絡会の対面開催が出来ない状況	・2023年度以降、進捗連会、打ち合わせの対面開催を働きかけを実施。事業者訪問し、問題点や今後の進め方に関して、一歩踏み込んだ会話実施。
Web等の代替手段で、情報共有や議論	・センサー開発パートとそれを用いた装置開発パート間の認識や解釈のずれ発生。 ⇒ 対面での直接会話をベースに、問題解消する取り組み継続実施。
情報共有、意思疎通が、不十分な状況発生	・2023年度の技術推進委員会も、対面開催で、有益な機会にできたと考えます。

研究開発項目②と研究開発項目①の連携

情勢	対応
研究開発項目①、②の連携 ステージゲートで不通過テーマ発生（2テーマ） 研究開発項目②信頼性評価技術継続に支障が生じる事態	2020年度採択テーマの類似案件を新たな連携先として提案。技術推進委員会での委員の賛同をいただいた上で連携変更。さらに、新たな連携先の事業期間にあわせて、②の該当テーマの事業期間を延長した。

表 3-5 動向・情勢変化への対応内容

3.3.4 成果普及への取り組み

【センサPJの成果報告会実施】 ①革新的センシング技術開発

委託期間が終了した委託事業成果報告会を実施。いずれも事業者による講演を対面方式で開催、外部へ発信。2023年度は、会場スペースを用いて、展示エリア併設。講演後に事業者と直接会話を行って頂き盛況であった。

・2022年度成果報告会
モノづくり日本会議「第40回新産業技術促進検討会シンポジウム」
「IoT社会実現に向けた次世代人工知能・センシング等中核技術開発」成果報告会
主催：NEDO、モノづくり日本会議
日時：2022年6月16日（木）
場所：JA共済ビル カンファレンスホール

・2023年度成果報告会
モノづくり日本会議「第43回新産業技術促進検討会シンポジウム」
「IoT社会実現のための革新的センシング技術開発」成果報告会
主催：NEDO、モノづくり日本会議
日時：2023年6月8日（木）
会場：ベルサール虎ノ門 イベントホール

2024年度は、nanotech2025において、②革新的センシング基盤技術開発2テーマの成果報告会開催予定

図 3-7 成果報告会の開催

3.3.5 開発促進財源投入実績

研究開発項目	年度	金額 (百万円)	目的	成果・効果
研究開発項目① 革新的センシング技術開発	2019年度	18	センサ性能向上	精度、性能向上および、開発時間短縮
	2020年度	124	新型コロナ関連対応 ・検出方法検討、研究開発を加速 ・社会実装前倒し ・量産機に近い試作機の前倒し製造	・新型コロナウイルス検出もラインナップ追加 ・完成度向上取り組み ・新型コロナ対応を想定した多数測定の検証
	2021年度	80	新型コロナ関連対応 ・誤検知対策（技術推進委員会指摘事項） ・新型コロナに対応した装置開発 ・事業化に向けて試薬増産装置	・誤検知の低減、研究開発のスピードと質向上 ・新型コロナ検出技術の確立を加速、ユーザビリティ検討を前倒して実用化を早める ・合成量を現在の50倍以上に拡大に取り組み
研究開発項目② 革新的センシング基盤技術開発	2020年度	37	新型コロナ関連対応 ・ウイルスの形状やサイズの評価を可能とする ・より精密なウイルス精製を可能とする その他 ・準ガス濃度、配管内部不活化有効性評価	・より精密なウイルスたんぱく質・核酸定量評価 ・不純物の影響を効率的に低減
	2022年度	76	・サンプリング校正スキームの評価、測定トラブルに迅速に原因追及への取り組み ・信号発生器導入で比較検証	・サンプリング校正スキームの評価実施 ・研究の開発スピードを高める ・社会実装を見据えた課題抽出に繋げる ・実際の信号波形を模擬することが可能化
	2024年度	49	・汎用型センサ評価機評価スピード向上 ・ワイヤレス校正スキームの開発を前倒し ・N数の増加による統計処理用データの取得	・評価環境を強化 ・劣化評価加速 ・信ワイヤレス校正スキーム構築実現加速

表 3-6 加速配賦実施と成果・効果

4. 目標及び達成状況の詳細

4.1. B1 血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発

【実施者名】株式会社タニタ、富山県立大学、電気通信大学、マイクロマシンセンター

【達成状況】100%

【達成状況の根拠】

- ・卓上型計測装置を試作し、第三者機関による実証試験を実施・解析
- ・20 mg/dL 分解能でリアルタイム計測する $1.2\text{cm} \times 1.2\text{cm} \times 1\text{cm}$ ディテクタ実現
- ・ $100\text{mW}/\text{cm}^2$ 、 $1 \times 1\text{cm}^2$ の遠赤外光源の実現
- ・ディテクタ部回路込み薄型 $3 \times 1\text{cm}^2$ を実現し、評価検証完了。人体計測適用
- ・超薄型（50nm、80nm）高感度ピエゾ抵抗型片持ち梁を試作・提供
- ・シリサイドショットキー電極ナノアレイ構造試作・改良

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

近年、生活習慣病（肥満、糖尿病など）は増加の一途を辿っており、医療費の増大が大きな問題となっている。生活習慣病は、食習慣や運動習慣などが起因で発症し、自覚症状がほとんどないため、気づいたときには重度の状態になっていることが多い。そこで生活習慣病を予知可能なウェアラブルデバイス（非侵襲常時血中成分高感度計測装置）として、体外から光学的に血中成分を常時計測するセンサを実現することを目的とする。このセンサを活用し、特に食後高血糖などをリアルタイムに長時間計測したデータを収集する（IoT、クラウド）ことで、行動変容を促進するシステムを提供することを想定する。

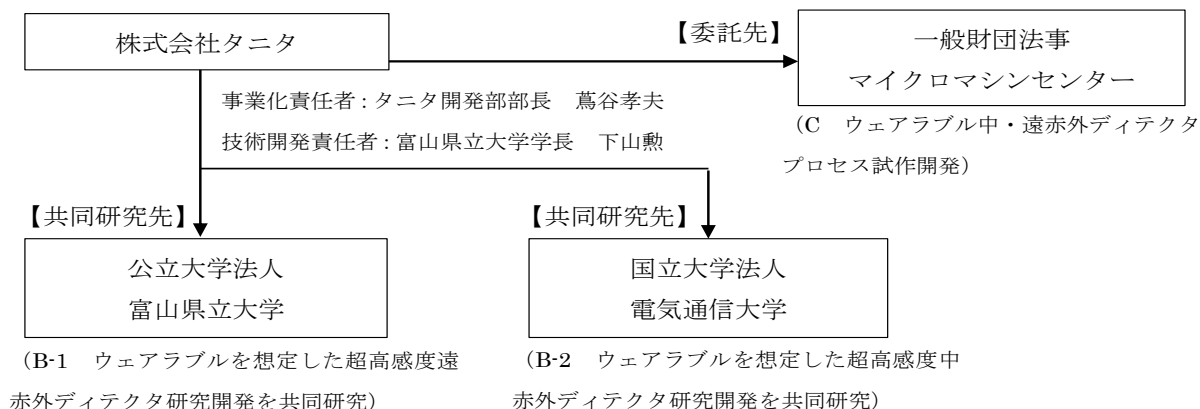
●アウトプット目標

- ・卓上型計測装置による実証試験の実施
- ・人において 20mg/dL 分解能で血糖値変化を計測できる $3 \times 3 \times 1\text{cm}^3$ の遠赤外ディテクタの実現
- ・ $100\text{mW}/\text{cm}^2$ の光量を照射可能な $1 \times 1\text{cm}^2$ 程度の大きさの遠赤外光源の実現
- ・ディテクタサイズ $3 \times 3 \times 1\text{cm}^3$ による小型 LED 光源血中脂質成分計測への適用を目指した人体計測の実現
- ・超薄型高感度ピエゾ抵抗型片持ち梁の試作及び、提供
- ・ウェアラブルデバイス搭載を想定したシリサイドショットキー電極ナノアレイ構造の試作及び、改良

●実施体制

本研究開発は、助成先であるタニタが主導し、公立大学法人富山県立大学、国立大学法人電気通信大学と共同研究を、また一般財団法人マイクロマシンセンターと委託研究を行い、進めた。

【助成先】



●成果とその意義

各機関で開発したセンサをグルコース・中性脂質、それぞれの卓上計測装置としてインテグレーションし、実検体が計測可能な装置として試作した。この試作機を用いて第三者機関による実証試験（グルコース負荷試験、高脂肪食負荷試験）を実施し、リファレンス計測（血液検査、など）と比較検討した。血糖計測では、個人差はあるものの血中成分変動のトレンドを追跡できることを確認し、本試作機による血中グルコース計測のエビデンスを取得、ウェアラブル化に向けた仕様の参考データが得られた。さらに、測定データを収集するためのシステムについて検討を行い、行動変容を促すためのシステムに関する必要要件を洗い出し、測定結果に個人差があることから、個人に合った必要要件が必要であることがわかった。

世界最小、最高感度であり、従来の市販 MEMS 圧力センサの $1/10$ の大きさで $1/10^6$ 小さな圧力変化を計測することが可能な薄膜シリコンピエゾ抵抗を用いた超高感度圧力センサを試作し、この超高感度圧力センサを用いて血糖から発生した微小な光音響波を直接計測することで、目標通り、 20 mg/dL のグルコース濃度変化を計測することが可能な光音響計測系を実現した。また、試作したセンサを用いて人皮膚から血糖値を計測し、 500ml のコーラ飲料を摂取したことによる $20\text{mg/dL} \sim 33\text{mg/dL}$ の血糖変化トレンドを追うことに成功している。また、ガラスコンボジット上に形成した銅薄膜抵抗線を利用し $1 \times 1 \times 0.1 \text{ cm}^3$ の光源を試作した。試作した熱光源に電流を印加し、 181 mW/cm^2 の光線を照射可能な光源を実現し、目標を達成した。

脂肪分の代表的な成分の一つである中性脂質は中赤外光を特異的に吸収する。そこで中赤外光（波長 $3 \sim 4 \mu\text{m}$ ）を広範囲に照射し、範囲内の中性脂質密度の平均を算出することで血中中性脂質濃度変化を検出可能とするシリコン製のプラズモニクフォトディテクタの研究開発を行った。デバイス背面からの光入射とショットキーの低障壁化、障壁面積の低下による低ノイズ化、そして検出回路による高 S/N 化の検証を行う。さらに、開発した低障壁型中赤外光プラズモニクシリコンフォトディテクタを、卓上型へ搭載可能な小型化、センサシステムに必要な小型パッケージ化し、周辺回路を組み合わせ最終的にウェアラブル化を目指した技術開発を進める。これにより、中赤外波長帯で、血中脂質成分を検出する可能にするための感度、S/N を明確化し、その目標を達成し、血中脂質成分を検出可能にするための性能実現を目指した。結果として、ディテクタ部回路込み薄型 $3 \times 1 \text{ cm}^2$ 、検出素子

3410nm 安定的高 S/N 検出を完了し、小型光源にてファントム検証を実施し、最終的にタニタ主導のもと人検体適用実施を完了した。

高感度化のために、カンチレバーのばね定数を低減した Si 厚が 80nm と薄いカンチレバーを形成できることを確認した。Si 厚 50nm の超極薄ピエゾカンチレバーに関しては、カンチレバーの反りが大きいことが分かった。種々対策することにより、反り低減を実現し、カンチレバー形状歩留まり向上することができた。以上の結果、80nm カンチレバーで、ほぼ反りのないカンチレバー製作方法確立した。

ナノアレイ構造のエリアサイズを小さくすることでノイズを低減し、センサの高感度化を実現することができた。また作製工程順を再検討することにより、従来よりも再現性に優れたプロセス条件を見出した。以上より、ウェアラブルデバイス搭載を想定した中赤外領域に感度のある、Pt シリサイドショットキー電極ナノアレイ構造の基準プロセス設計試作を完了させることができた。

●実用化・事業化への道筋と課題

実用化に向け、センサの性能向上、光源の開発、個人差による影響について検討を進める。センサの性能向上では、安定性、再現性を向上させ、また光源については小型光源を開発することでハンディタイプの計測デバイスの開発を進める。実証試験により個人差が結果としてあらわれたことから、データ処理の方法についても検討する必要がある。それら課題をクリアすることで実用化を目指す。

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
10 件 (4 件)	7 件	34 件	5 件	15 件

※ () は海外

4.2. B3 1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発

【実施者名】 コニカミノルタ株式会社、ワイエイシイホールディングス株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人埼玉大学

【達成状況】 100%

【達成状況の根拠】

各施設向けに、ユーザーが使用できる装置構成、仕様が決定できている。

ユーザーが許容可能な検出性能を達成できる見込みがある。

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

2019年から大きな社会問題となった新型コロナウイルス感染症をはじめとする、人及び産業への影響の度合いはウイルス毎に異なるが、特にインフルエンザウイルス及びノロウイルスによる健康被害及び経済的な被害が大きいことは周知の通りである。本研究開発では、特にこの3つのウイルス感染症に注目し、その感染拡大を阻止し、ひいては感染そのものを完全に征圧することを目標に、ウイルスを保有している可能性のある人が施設内に入らないようにするためのウイルスゲートキーパー（門番）の開発を行った。

ウイルスの持ち込みが大きな被害となる、高齢者施設、食品工場におけるインフルエンザウイルス、ノロウイルスに加え、新型コロナウイルスに対し、劇場、競技会場、公共施設、宿泊施設、飲食店などの施設でも導入が可能となるウイルスゲートキーパーにするために、施設入口のその場でチェック可能な1分程度の短時間検出技術、発症前のウイルス保有も検出できる aM(アトモラー: 10^{-18} M) レベルの高感度検出技術、および施設入口で煩わしい操作なく扱える検出工程の自動化技術の開発を進めた。

開発にあたり、ウイルスゲートキーパーに求められる簡便性、迅速性、および高感度性に対し、以下の性能1～4を事業化に向けての性能目標として設定した。

性能1：検査は非侵襲的かつ簡便で誰もが扱えるようにするために、新型コロナ、インフルエンザ検査は綿棒などで採取した唾液、ノロウイルス検査は手の平や作業場の表面からスワブにより採取した拭い液を検体とし、ユーザーはそれをセットするだけで専門手技を必要とせず、検査工程が自動化されたユーザビリティの高い装置を開発する。

性能2：感染しているが症状が出ない不顕性感染者、未発症感染者の施設への出入りを防ぐために、10 コピー/μL～1000 コピー/μL(分子数換算で 10aM～1fM)の高い検出感度を有する装置を開発する。

性能3：施設入口で利用者に不便を感じさせないために、1測定1分程度の短時間を狙い、遅くとも3分以内には完了できる検査装置を開発する。

性能4：検査結果を装置同士で共有し、施設安全さらには地域の安全を把握できるようにするために、装置内及びクラウド上で検査結果を蓄積、解析できる機能を備え、装置同士で相互にその結果を共有できるシステムの開発。

本装置は医療機器ではなく、新型コロナウイルス感染症によって広く用いられるようになった店舗の入口に設置されている非接触体表温計のような、「雑品(ヘルスケア商品)」として展開することを目標とした。

●アウトプット目標

ウイルスゲートキーパーを実現するために、施設入口でチェックすることが可能な短時間検出技術、発症前の感染者のウイルス保有も検出できる高感度検出技術、および施設入口で煩わしい操作なく扱える検出工程の自動化技術を融合させ、高齢者施設、食品工場といった想定市場を念頭に置いた試作機で、図1のウイルス検出技術のベンチマークの最終目標を目指す。

インフル・新型コロナ

1分で唾液中 10 コピー/μl (10aM 相当)の検出

ノロウイルス

1分で手の平拭い液中 10 コピー/μl (10aM 相当)の検出

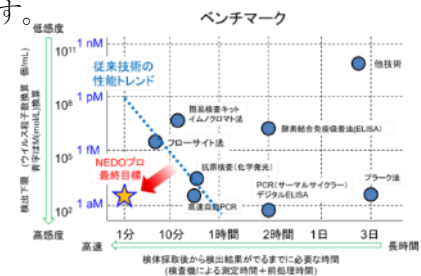
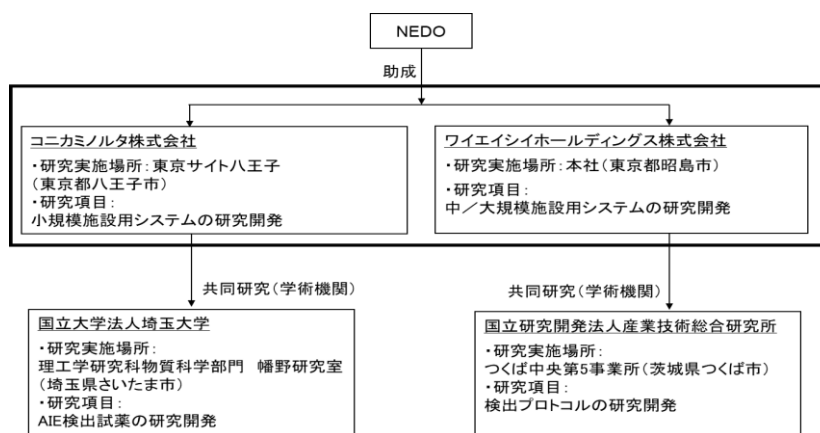


図1 ウイルス検出技術ベンチマーク

●実施体制

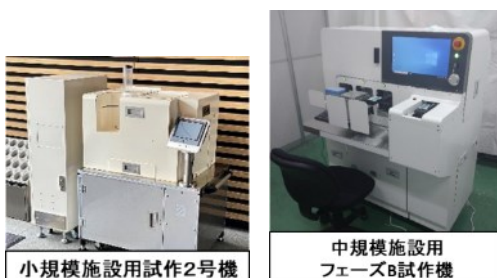


●成果とその意義

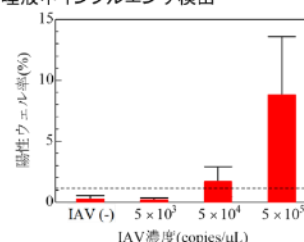
ウイルスゲートキーパーの装置開発においては重要な要件となる、施設入口で非侵襲的かつ簡便で誰もが使用可能な装置を高齢者施設のような小規模施設用途と食品工場のような中規模施設用にそれぞれ開発。小規模施設用途では綿棒で採取した検体を装置にセットするだけで、綿棒からの検体の抽出から検出までの一連の検査工程を自動化した試作装置を完成させた。

また、中規模施設用途では、多人数の検体の処理を考慮した、同時4検体を処理可能で検査工程を自動化させた試作装置を完成させた。

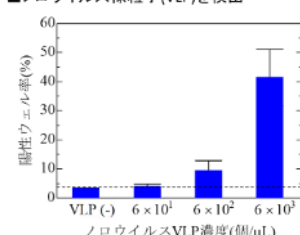
そして、両方の装置開発にあたり、想定導入先の施設で必要とされる要件を実際にユーザーと確認をしながら開発を進め、検査工程のユーザーインターフェースをだけでなく、検査に必要となる試薬キットや検出チップなどの消耗品に対しても、ユーザビリティの高い装置開発を実施し、量産化開発に向けた構成と仕様を確定できた。また、検査対象者と結果の紐づけをしたデータを共有したり、蓄積したりすることが可能なシステムを構築し、将来のデータ活用に向けた基盤を作ることが出来た。検出プロトコルの研究開発においては、インフルエンザとノロウイルスに対し、装置に搭載可能な検出プロトコルの研究開発を進めた。インフルエンザ検出プロトコルにおいては、AIE 検出試薬とマイク



■唾液中インフルエンザ検出



■ノロウイルス様粒子(VLP)を検出



ロウエルを使った検体の洗浄工程を必要としない、1分で検出可能な検出プロトコルを完成できた。
ノロウイルス検出プロトコルにおいては、磁気微粒子、酵素試薬、マイクロウエルを用いて、検出下限濃度 60 個/ μ l (100aM 相当) が検出可能な検出プロトコルを完成できた。

●実用化・事業化への道筋と課題

医療機器非該当の、「研究用機器」として、ウイルス以外の疾病マーカーのニーズで市場展開。まずは1～2年程度で研究用の検出機器として実装をして、市場からのフィードバック、医療機器として必要となる改良点などの知見と医療機器申請の準備を進め、それを装置および検出技術開発にフィードバックの上、「医療機器」への展開を目指していく。

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
16 件	8 件	22 件	3 件	8 件

4.3. B5 極限環境の液体管理を IoT 化する革新的粘性センサの開発

【実施者名】 ヤマシンプィルタ株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人福井大学

【達成状況】 100%

【達成状況の根拠】

- ① 粘性センサ原理の革新的高度化：個別目標に関しては実測値として達成
- ② 粘性センサの積層パッケージによる高度化：サイズは実際のチップで実現。
- ③ ポンプと粘性センサの積層はプロトタイプの実現方法論を確立
- ④ 粘性センサの動作試験と IoT デバイス化：各種試験とプロトタイプの実現。

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

1. 背景

- ・建機の稼働時間が世界的に増加中。（例 インドネシア：2020 年比 6%増）
- ・オイル交換目安が時間で管理されているため、予期せぬ故障が頻発し工事停止や賠償金などのリスクが増大。

2. 目的

- ・粘性センサ内蔵フィルタを開発し、建機に搭載して正確なオイル粘度を取得する。
- ・オイル劣化情報・交換時期を提示する建機 IoT サービスの実現を目指す

3. プロジェクトアウトカム目標

①粘性センサ原理の革新的高度化：

建機オイルの粘性を 1 %以下の不確かさで測定できる高精度性を確保

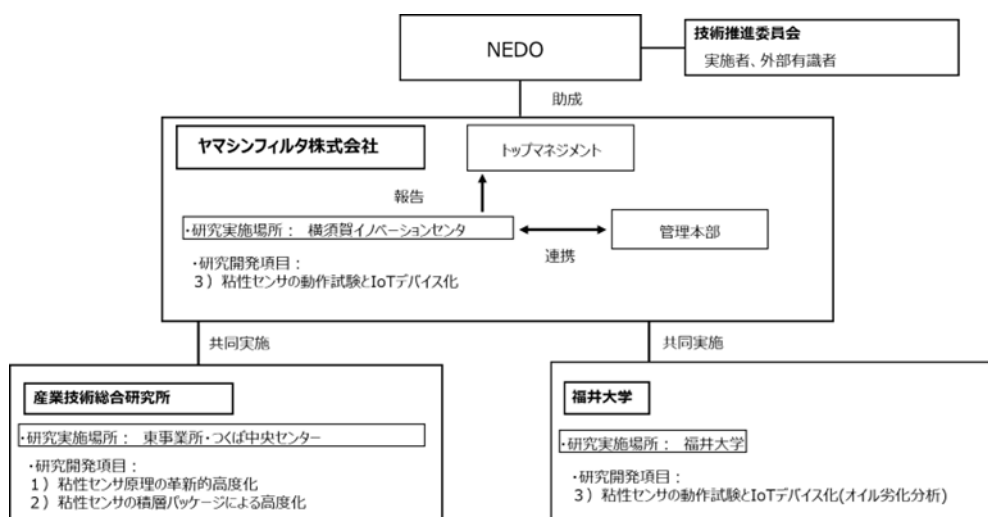
②粘性センサの積層パッケージによる高度化：

チップサイズを 2 mm 角以下にサイズダウンし内蔵ポンプと隔壁間給電を開発

③粘性センサの動作試験と IoT デバイス化：

建機の実機に搭載して行う実証試験を行い、IoT システムの構築と ICT サービスを立ち上げる

●実施体制



●成果とその意義

実施項目	目標 (2025年3月)	成果 (2025年3月)	達成度 (見込み)	達成の根拠／解決方針
①粘性センサ原理の革新的高度化	建機オイルの粘性を1%以下の不確かさで測定できる高精度性を確保 ・ ずり速度範囲 100s ⁻¹ ・ ずり応力測定精度 1%以下	・非ニュートン性測定が可能な新理論の構築と渦巻き構造の発案に成功 ・粘性センサの振動子設計の最適化方法を考案 ・ずり速度範囲140s ⁻¹ を達成 ・ずり応力測定精度 1%を達成	・新理論 ○ ・最適化法 ○ ・ずり速度範囲 ○ ・ずり応力精度 ○	個別目標に関しては実測値として達成。
②粘性センサの積層パッケージによる高度化	チップサイズを2mm角以下にサイズダウンし内蔵ポンプと隔壁間給電を開発 ・ 積層パッケージにポンプを内蔵し、隔壁間給電で駆動する粘性センサシステムを用いて実証試験を行う	・チップサイズ2mmの粘性センサを開発 ・センサ回りだけの局所的清流環境を実現する内蔵ポンプと流路付きカバーを発案。ポンプの試作と積層化に成功 ・孔レス、シールレス給電を可能にする鉄板貫通無線給電を実現	・サイズ ○ ・ポンプ ○ ・積層 ○ ・無線給電 ○	サイズは実際のチップで実現。ポンプと粘性センサの積層はプロトタイプを実現。方法論を確立。無線給電は初期効率0.1%→現在の効率10%を実現
③粘性センサの動作試験とIoTデバイス化	建機の実機に搭載して行う実証試験を行い、IoTシステムの構築とICTサービスを立ち上げる ・ 実用建機のフィルタハウジングであるフィルタセーバーに粘性センサシステムを内蔵し、隔壁間給電によりシステムを駆動するプロトタイプを開発	・建機を改造し、粘性センサを搭載して各種の検証実験を実施 ・フィルタのセンサシステムであるフィルタセーバーへ粘性センサ組み込んだプロトタイプの開発に成功 ・実機建機のオイル劣化の追跡試験を実施。劣化診断基準を精緻化 ・建機との通信方式を決定しIoTシステムをエミュレートするプロトタイプを作成	・実証試験 ○ ・プロトタイプ ○ ・劣化油試験 ○ ・IoTシステム ○	各種試験とプロトタイプの作製を実現。

●実用化・事業化への道筋と課題

- ・事業化の第一段階では、建機の油圧作動油のオイルフィルタユニットへ粘性センサを組み込み、付加価値を向上させたユニット(フィルタセーバ)として販売する予定。
- ・第二段階では、フィルタ自体に粘性センサを内蔵し、使い捨てのシステムとして、高付加価値化したフィルタとして販売することを計画。
- ・次の段階では、建機以外の産業機器の液体用フィルタとして事業化する構想。想定されるのは業務用大型空調機の冷媒と潤滑油の混合状態のモニタリング用。
- ・トラックや農機等のエンジンオイルの劣化センサ、さらに、建機以外の産業機器、電力関係の発電機、風力発電機等の油圧機器のフィルタへ内蔵するセンサとして製品化することも想定。

		2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度
粘性センサ内蔵 FILTERSAVER	設計／試作	→				
	評価／試験	→				
	量産設備投資			2億円	2億円	2億円
	1万台／年	→	→	☆出荷開始		
	5万台／年			→	☆出荷開始	
	12万台／年				→	☆出荷開始
粘性センサ内蔵型 フィルタ	設計／試作		→			
	生産／販売		→	☆販売開始		
エンジンオイル用	設計／試作		→			
	生産／販売			→	☆販売開始	
自動車関連	開発			→		
産業機器用	開発				→	
風力発電機用	開発					→

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
7件	0件	5件	0件	4件

4.4. B6 高速・高 SNR 撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発

【実施者名】株式会社フジキン、国立大学法人東北大学、アストロデザイン株式会社

【達成状況】100%

【達成状況の根拠】

高性能撮像素子の開発に成功し、半導体製造におけるプロセスガスおよび洗浄液の濃度分布の計測が可能であることを実証した。

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

半導体産業は今後も大きく成長が期待される産業であり、微細化による高集積化、高性能化の競争が世界中で激しくおこなわれている。本事業は、半導体製造プロセス内で使用されるガスや薬液の濃度分布の計測を実現することにより、半導体デバイスの高性能化と歩留まりの向上に資することを目的とする。また、センシングデバイスとしてのイメージングモジュールを開発し食品加工、検査装置、医薬品等の多くの分野で求められているガスや液体の濃度分布を高精度にその場で計測可能とすることにより生産性、安全性、品質向上等に貢献する。

●アウトプット目標

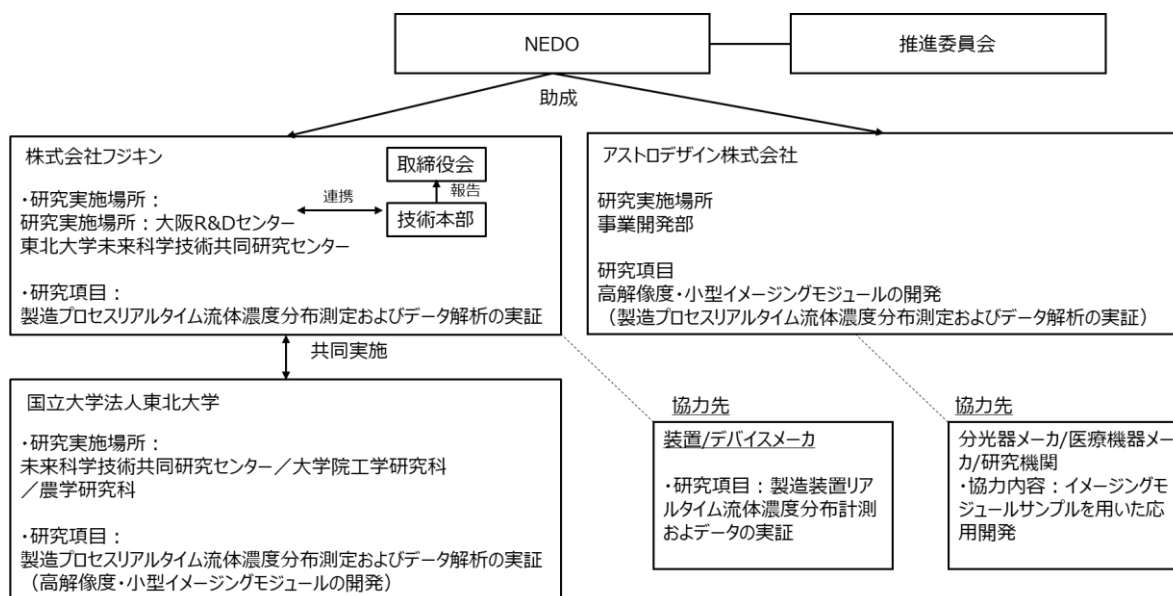
① 製造プロセスリアルタイム流体濃度分布測定およびデータ解析の実証

- ・製造装置プロセス中の遅延 1msec、ppm オーダーのリアルタイムガス・薬液濃度分布精度計測およびデータ解析の実証
- ・画素数 30 万超・SNR70dB 超の CMOS イメージセンサの実現

② 高解像度・小型イメージングモジュールの開発

- ・小型イメージングモジュールを用いた果実・牛乳状態モニタリング、環境汚染物質検出、非侵襲血糖値モニタリング等への水平展開原理検証

●実施体制



●成果とその意義

① 製造プロセスリアルタイム流体濃度分布測定およびデータ解析の実証

- ・開発したリアルタイムガス・薬液濃度分布精度計測用の小型濃度計測システムおよび、多画素撮像素子(2万画素)をカメラユニット化した小型イメージングモジュールを使用し、模擬チャンバでプロセス中のプロセスガスの濃度分布の計測を遅延 1msec、ppm オーダーで実証したことが成果である。

この成果は製造装置内の吸排気配管およびチャンバ内のプロセスガス・薬液濃度分布が、実プロセスにおける濃度と速度において可視化されることに意義がある。

- ・画素数 30 万超・SNR70dB 超の CMOS イメージセンサを開発中であり、30 万画素カメラモジュールを用いた低ノイズかつ高解像度で濃度分布の撮像を 25 年 3 月までに実証予定。

② 高解像度・小型イメージングモジュールの開発

- ・撮像素子の性能を 100%活かした多分野展開可能な小型イメージングモジュールの実用化をしたことが成果である。
- ・オプション光学系の実装可能な構造を開発し、オプションとしてハイパースペクトルカメラ用の分光器と 2 波長域分岐モジュールを開発した。高性能なイメージングモジュールとしてだけでなく分光イメージングによる分析や食品加工や医薬品検査ライン用途や紫外域によるコロナ放電現象可視化等によるインフラ監視用など IoT 分野への展開が可能になる。
- ・市場調査を行い、撮像素子の特長を生かしかつ市場競争力が見込める紫外域の分光イメージング向けハイパースペクトルカメラを開発した。紫外域が有効な医薬品やフィルムなどの異物/不良検出での利用や燃焼分析、プラズマ応用装置等でのスペクトルの時間軸や空間軸での分析や検出などが可能になる。

●実用化・事業化への道筋と課題

① 製造プロセスリアルタイム流体濃度分布測定およびデータ解析の実証

1. 半導体製造装置向け濃度分布計測システム

実チャンバ内のガス濃度分布をリアルタイムに計測するシステムとして製品化を目指す。
計測システムを実装可能なチャンバが必要。費用対効果の見極めが必要。

2. 小型濃度計測システム

汎用品としてのリアルタイム計測が可能な小型濃度計測システムの製品化を目指す。
サンプル出荷等を通じユーザー評価が必要。

② 高解像度・小型イメージングモジュールの開発

1. マルチユースカメラモジュールとして製品化を目指す。

有望な市場の絞り込みと最適化した仕様が必要。また費用対効果の見極めが必要。

2. 高速 UV ハイパースペクトルカメラ

最高 1000 サンプル秒の UV 域ハイパースペクトルカメラとして製品化を目指す。

有望な市場の絞り込みと最適化した仕様が必要。また費用対効果の見極めが必要。

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
1 件	5 件	15 件	0 件	6 件

4.5. B9 大気中電子放出イオン化による IMS 呼気分析システムの研究開発

実施者名】シャープ株式会社、株式会社ダイナコム、国立大学法人大阪大学、国立研究開発法人理化学研究所、国立大学法人鳥取大学

【達成状況】100%

【達成状況の根拠】

- ・IMS 装置開発は、寿命 100h、ボンベレス化、リフレッシュ機構等の実用化開発完了
- ・インフォマティクス技術は、検索機能、成分分離、判別モデル等の開発を完了
- ・連携研究機関において、GCMS 分析と IMS データの集積・物質同定及び理論計算、放射光分析による素子改良と熱脱着 GC-Q/TOF-MS による呼気物質の探索、予備濃縮器の改良と呼気収集 160 例など、目標を達成または達成見込みである。

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

人口減少や少子高齢化等により、医療費増大や医療従事者の不足が大きな社会課題となっている中で、様々な疾病を早期発見・早期治療するという大きな社会ニーズから、非侵襲で安全なサンプリングの呼気分析システムを開発する。既存の分析装置では検出困難な ppb から ppt の超低濃度の呼気ガスをリアルタイムで多成分分析でき、かつ小型・軽量・低価格の新規 IMS 装置として社会実装することを目的とする。

●アウトプット目標

大気中電子放出デバイスでガスイオン化部に応用することで、普及型の革新的 IMS ガス分析装置を開発し、動物（犬猫）の呼気成分と各種疾患との相関関係を確認する。

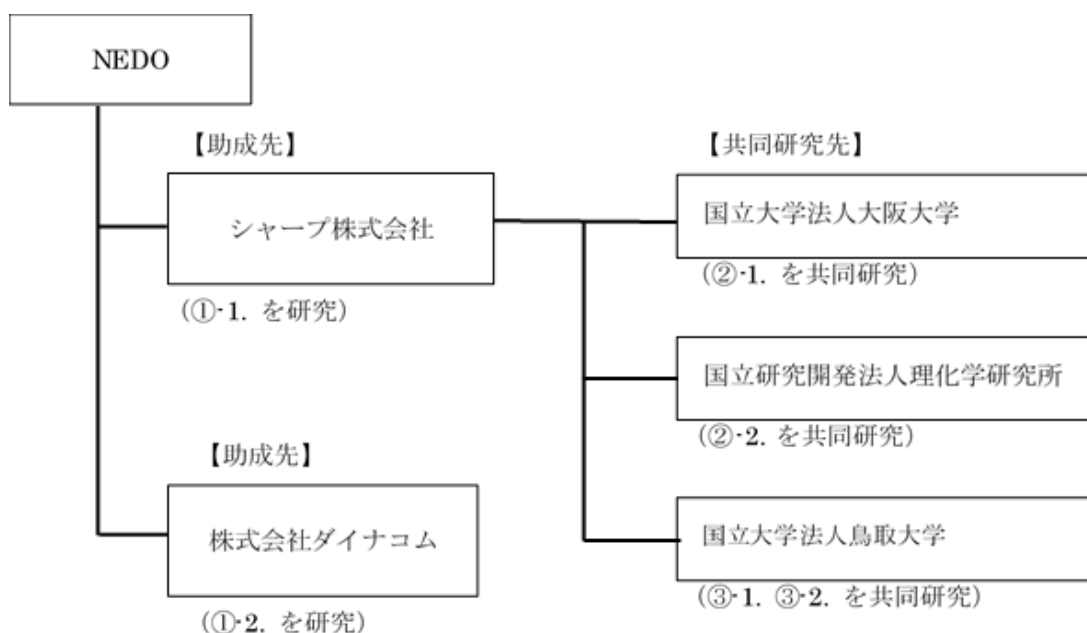
【2022 年度末（フェーズ A 終了時点）達成目標】

大気中電子放出イオン化技術開発とイオン化に関わる各種原理解明、及び情報処理技術の融合により、小型・高感度・迅速・多成分検知可能な IMS 技術を開発する。試作した IMS を用いて、各種ガスのデータベースを構築するとともに、動物の呼気成分と各種疾患との相関関係を確認する。

【2024 年度末（フェーズ B 終了時点）達成目標】

IMS 実用化装置開発、IoT 化による呼気分析サービスの実証、呼気成分と各種疾患との相関の臨床 DB 構築などを行い、実用化に向けた IMS 呼気分析システムを開発する。

●実施体制



●成果とその意義

電子放出イオン化 IMS 装置開発の成果として下記があげられる。

(1) IMS 装置実用化技術開発

- ・シャープが独自開発した大気中電子放出素子をガスイオン化部に搭載した IMS ガス分析装置を試作/改良し、実用化レベルの装置開発を完了した。希薄ガスの検出性能は、酢酸の検量線で 0.1ppb の検出限界を早期に達成した。IMS 装置としては、サイズを当初の 70L から 20L に小型化し、循環乾燥機構によるボンベレス化を実現することで、容易な装置導入条件を実現できた。さらに、常時加熱によるリフレッシュ機構を搭載し、測定時間を約 10 秒とすることで実用性を向上した。電子放出素子は、理化学研究所の SPring-8 放射光分析の結果を参考に性能改善を行い、目標寿命の 100h 以上を達成した。
- ・従来の IMS 装置は主に放射線源イオン化のため社会実装の制約が大きかったが、開発した大気中電子放出イオン化 IMS 装置はその制約が無いため様々な用途で広く社会実装でき大きな社会貢献が期待できる。

(2) 呼気分析の実証と DB 構築

- ・大阪大学との連携：採取した呼気ガスの電子放出 IMS 測定と GCMS 分析を行い、データベースを構築、呼気成分物質を同定。疾患マーカー候補物質を抽出した。また大気中電子放出イオン化 MS 測定により IMS スペクトルのピーク分子を推定し、理論計算によるドリフト時間予測を可能とした。
- ・理化学研究所との連携：熱脱着 GC-Q/TOF-MS システムを確立し、精密質量解析による犬呼気分子の候補物質探索、物質同定を実施。
- ・鳥取大学との連携：工学部は、マイクロ予備濃縮器の性能を改善し採取した呼気を濃縮。GCMS や理化学研究所と連携した分析で様々な呼気物質を検出。農学部は、犬の呼気ガス採取用装置と方法を確立。動物臨床研究の倫理審査の承認後、協力先の動物病院と連携して目標の呼気ガス 160 例の採取を推進中。

インフォマティクス技術関連の成果として下記があげられる。

(1) IMS スペクトルのデータベース開発

試作 IMS のスペクトルデータに対応したデータベースの構築を行った。動物の疾患情報も管理できるよう設計を行っており、今後のサービスにも応用する予定。

(2) 類似 IMS スペクトルの検索機能の開発

指定した数値範囲によるピークを検索だけではなく、相対的なピーク位置から類似したスペクトルを検索するアルゴリズムを開発した。アルゴリズムの実装は終了しており、検索速度は目標の 3 万件あたり 10 分以内も達成。データベースへの反映完了。

(3) ノイズ低減と成分分離機能の開発

犬呼気 IMS スペクトルに対し、プロジェクトで開発を進めてきたノイズ低減と成分分離を実施して良好な結果が得られた。処理時間についてはピーク数に依存するが、通常の犬呼気では 40 秒以内で完了する。

(4) 疾患分類モデルの開発

犬呼気からの疾患判別モデルについては、データの蓄積を進めている。並行して解析を進めており補正方法の検討などを先行して進めている。2025 年 2 月までに完了の予定。

●実用化・事業化への道筋と課題

電子放出イオン化 IMS 装置と呼気分析システムの実用化・事業化は下記の検討を進めている。

(1) IMS ガス分析装置の事業化

nanotech 等の展示会出展で得られた呼気分析以外の様々なガス分析用途で、早期事業化が可能な用途の絞り込みを行い、まず IMS ガス分析装置の事業化を具体的に検討する。

(2) 呼気分析システムの事業化

呼気分析を行うためには十分な呼気データの蓄積が必須である。NEDO 終了後も、呼気データの収集と蓄積を継続する。市場調査やニーズにマッチした呼気分析システム・サービスの開発を並行して行い、事業化を目指す。ニーズのある複数の疾患を判別できる十分なデータを蓄積できるかが課題である。

インフォマティクス技術関連の実用化・事業化については下記の3つについて検討を進めている。

(1) 基礎研究の利用者向けサービス

IMS スペクトルから成分量を返すサービスや、分子構造を入力するとドリフト時間などをシミュレーションして結果を返すサービスを IMS 装置利用者へ提供する。他の測定機器へのサービス拡大を図る。

(2) IMS スペクトルによる動物疾患の推定サービス

測定データをネットワーク経由でアップロードし、データベースに蓄えてある IMS スペクトルとの類似性を評価し、動物疾患の候補を確からしさの順位を含めて推定結果を返すサービスを行う。

(3) シグナル解析ライブラリーおよびソフト

信号処理系では、GPGPU 対応を含む高速化を進めライブラリーとして販売する。IMS 以外の計測データのノイズ低減や成分分離にも応用できるためパッケージソフト「3D SpectAlyze®」に実装して販売する。

信号処理系の開発はプロジェクトの予定通り進んでいるが、動物疾患判別についてデータがどこまで集められるかが今後重要。なお、判別マーカー成分の安定性が悪い場合はサービス展開へのリスクになる。

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
6 件	1 件	11 件	1 件	12 件

4.6. C1 超微小量センシング信頼性評価技術開発

【実施者名】 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

【達成状況】 100%

【達成状況の根拠】

研究項目①～④において、アプトット目標に対し 100%の達成度である。

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

顕在化する様々な社会課題の早期解決と新産業の創出を両立する Society 5.0 の実現に向けて、日本が強みを有する最先端の材料技術やナノテクノロジー、バイオテクノロジーを利用し、既存の IoT 技術では実現困難な超微小量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等を可能とする革新的センシングデバイスの開発と並行して、これらの革新的センシングデバイスの信頼性向上に寄与する基盤技術を開発し、高信頼な革新的センシングデバイスの普及を加速させることを目的とした。当研究開発項目(C1)では、研究開発項目①「革新的センシング技術開発」で開発される各種物理量のセンシング性能に対して、計測の信頼性評価技術、および想定される実用環境でのセンシング信頼性評価手法の開発および設備整備を実施した。以下に示す研究項目①～③のアウトット目標は、基本的には研究開発項目①の B1, B9, B3 の各々で開発されるセンシング技術が目標とする感度等に対し信頼性評価が実施できるよう設定した。また、研究項目④のアウトット目標は、A4 で開発のセンシング技術が目標とする感度や、国内を代表するインフラモニタリング用センサメーカー・NEDO「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発」参画企業からのインフラモニタリング用センサの仕様に対するニーズヒアリングに基づいて設定した。

●アウトット目標

研究項目①： B1 にて開発された非侵襲で血中成分を連続センシングするデバイスであるピエゾ抵抗型音響センサの、水中における 10kHz～100kHz の微小音圧検出能力、及び体温で使用される場合のセンサの特性変化の評価を実施する。また、1kHz-100kHz の周波数帯域で、放射圧による 1mPa 以下の圧力変化発生が可能であることを示す。中赤外・遠赤外線センサに対しては、人体ファントム（主として皮膚）の下で溶液試料を用いた信頼性評価を実施する。なお、自己血糖計測器の国際標準規格(IEEE)および日本標準規格(JIS)で規定されている測定精度 20%の差が測定できることをセンサ許容範囲とする。

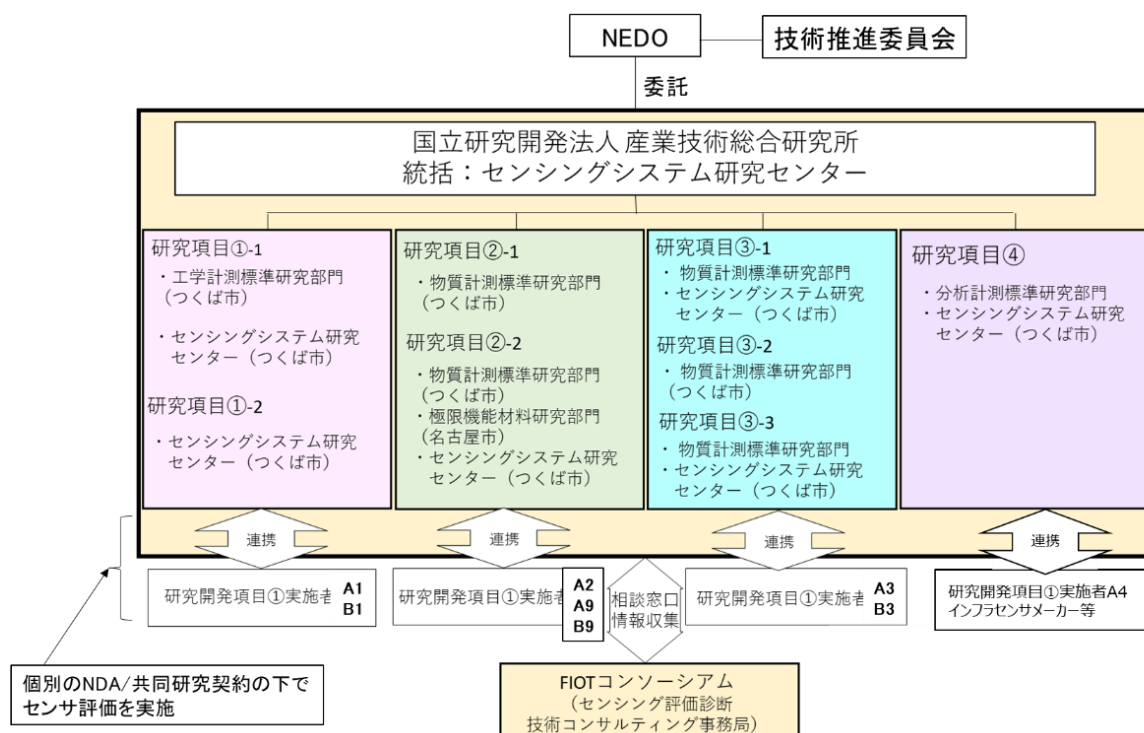
研究項目②： B9 が開発する生体 VOC ガスセンシングデバイス等の評価を実施するため、相対湿度は 0%Rh からほぼ 100%Rh まで、VOC 等の成分ガスの濃度は ppm から 1ppb までを可変できる標準ガス発生装置を開発する。この標準ガス発生装置からの標準ガスを用いて、温度・湿度・共存物質等の環境変化時の生体ガスセンサの応答性を測定し、正確さや値のばらつき等から生体 VOC ガスセンシングデバイス等の信頼性を評価する。また、信頼性評価のための手順書を作成する。

研究項目③： B3 にて開発するウイルスセンシングデバイスを実用適用した場合に、検出可能なウイルス粒子濃度帯を明らかにする。ウイルスの RNA およびたんぱく質を精確に定量する手法によりウイルス粒子の個数の評価を行う。また、本研究で開発されるウイルス精製法、およびウイルス定量法に関する手順書を作成する。

研究項目④： A4 で開発のシート型インフラモニタリングセンシング技術が目標とする感度や、国内を代表するインフラモニタリング用センサメーカーや NEDO「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発」参画企業等に対して行ったインフラモニタリング用センサの仕様に対するニーズヒアリングに基づき、レーザー干渉計が有するノイズレベルや地面振動を低減させることで、0.1Hz から 100Hz の周波数帯において、微小振動の評価が可能な低周波振動測定装置を開発する。温湿度を制御した実環境において振動センサの特性評価と長期信頼性を評価するため、恒温槽と三軸低周波振動加振

器を組み合わせた実環境評価装置を開発する。振動センサの周波数応答の長期安定性や環境（主として温度）に起因する感度変化などを評価し、振動センサの長期耐環境性試験に関する手法を開発し、その手順書を作成する。

●実施体制



●成果とその意義

研究項目①：微小音圧信号を検出するピエゾ抵抗型音響センサの信頼性評価技術に関する研究開発においては、10k-100kHz の帯域で水中での微小音圧を体温付近の温度で検出可能な水溫調節機能付評価システムを構築し、これを評価した。また、1mPa 以下の圧力を与える新手法を開発し、微小圧力センサの測定に有効であることを確認した。また、微小な中赤外・遠赤外光信号を赤外センサの信頼性評価技術の開発においては、スーパーコンティニウム光源を用いた脂質検出センサ評価システムを開発し、ファントムを用いた校正手法を提案した。これらの成果は、非侵襲で超微量の血中成分を連続センシングするデバイスの信頼性評価を可能にするものである。

研究項目②：拡散管法とマスフローコントローラ等を用いた流量比混合法を組み合わせた、相対湿度を乾燥からほぼ 100%Rh まで変更可能で、糖尿病のマーカであるアセトン等を対象成分とした標準ガス発生器を開発した。原理の異なる 2 つの方法により、発生した標準ガス中の対象成分濃度を ppb 以下まで発生可能であることを検証した。他の標準ガス発生方法では、加湿かつ低濃度を達成することは困難であり、また、同様な手法を用いた標準ガス発生の報告例はかなり少なく、実用化もされていない。開発した標準ガス発生器により、生体ガスセンサの湿度による感度特性・検出下限への影響を評価した。その結果、本標準ガスのように加湿した標準ガスによる評価の重要性が明確になった。これらの成果は、超微量生体 VOC ガス計測デバイスの信頼性評価を可能にするものである。

研究項目③：RT-デジタル PCR、デジタル ELISA を用いた複数のウイルス測定系を構築し、インフルエンザウイルス試料あるいはノロ VLP 試料に対し、世界で初めて約 10%の精度での値付けが可能であることを示した。また、PCR や ELISA での検出に影響を与えないウイルスの不活性化法や限外ろ過を用いたウイルス精製法を確立した。得られたウイルス試料について HPLC や RT-デジタル PCR、デジタル

ELISA による均質性・安定性評価を実施した。また、ウイルス標準試料を用いてセンサ性能評価を行うにあたっての手順書を作成した。これらの成果は、ウイルスゲートキーパーをはじめとする超微量ウイルス計測デバイスの信頼性評価を可能にするものである。

研究項目④：0.1Hz から 100Hz の周波数帯において、 1mm/s^2 の微小振動に対し世界最高レベルでの周波数応答評価を可能にした。併せて、デジタル出力型加速度センサの評価技術も開発した。実環境における振動センサ特性および長期安定性評価では、開発した実環境評価装置を用いて振動センサの周波数応答の温度依存性を 1%以下の精度で評価することに成功し、高温高湿度環境下でアレニウスモデルを適用した振動センサの長期安定性を評価し、その手順書を作成した。これらの成果は、超微小振動を計測するインフラモニタリングセンシングデバイスの信頼性評価を可能にするものである。

●実用化・事業化への道筋と課題

研究項目①：本研究のセンサチームが目指す血糖値計測にカンチレバー型圧力センサを用いるという試みは特殊であるが、カンチレバーや圧力センサの超微小校正技術としては汎用性のある技術である。これを活かして、圧力センサおよびカンチレバーの信頼性評価技術の提供を行うことが可能となる。特に、センサ感度を高精度に評価するだけではなく、定量性のある微量圧力を及ぼすことが可能である本技術は、信頼性評価を行う上で有力な機能であり、確固たる信頼性を形成できるものとなる。

研究項目②：多様な原理に基づく非常に多数のガスセンサが工業用・一般用・ヘルスケアなどで使われているが、それらガスセンサの測定対象成分・共存成分とそれらの濃度は多種多様である。現在までに検証した対象成分については外部へのセンサ信頼性評価サービスの開始を目指すと共に、多様なセンサの信頼性評価ができるように対象成分を拡大することや、センサ開発者等が現場で評価できるように標準ガス発生器の小型化・可搬化に取り組むことで、本研究開発結果をより広く使用して頂けるようになると期待される。

研究項目③：現在までに開発した、ウイルス RNA やウイルスタンパク質を指標とした超微量のウイルス個数濃度を精確に値付されたウイルス標準物質は、超高感度ウイルスセンサやウイルス検査装置・試薬の信頼性の担保や特性比較を可能にするものである。また、ウイルス標準物質を用いたセンサの性能評価に関する技術指導サービスやメーカー個別のウイルス標準物質への値付けサービスを行うことにより、本研究開発成果のより広範な普及が可能であると期待される。

研究項目④：インフラモニタリング用の振動センサでは人が容易にアクセスできない箇所へ取り付けることが多いため、10年以上の長期安定性が産業界から求められているので、その評価指標となる。また、外気温に対して、振動センサの周波数応答が変化するので、その特性を把握することで、地面振動のような微小振動を利用したインフラの動特性から各種インフラの健全性を診断する技術の信頼性向上および加速が見込まれる。今後、時刻と同期した MEMS 型振動センサによるモニタリング技術のさらなる進展により、同技術も普及していくことが予想される。

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
4 件	20 件	53 件	2 件	11 件

4.7. C2 量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発

【実施者名】大阪大学 産業科学研究所、産業技術総合研究所 物理計測標準研究部門、神戸大学 科学技術イノベーション研究科

【達成状況】100%

【達成状況の根拠】

量子電圧発生素子（ジョセフソン素子）を組み込んだ小型二次標準器の開発に成功した。小型二次標準器とのトレーサビリティを確保する汎用型センサ評価機について、目標(1mV±100nV)以上の計測精度を実現し、ワイヤレス校正ネットワークのハードとして十分な性能を実現できた。汎用型センサ評価機の最も重要な部品である抵抗器の開発にも成功している。出力電圧値の推論についても精度(1mV±σ=45nV、ヒット率=95%)が連続21時間にわたり維持出来たことでワイヤレス校正技術の基礎理論が完成した。

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

近年、様々な場所や機会において実空間から情報（データ）を取得してサービスに繋げるというIoTという概念が社会に浸透しつつあり、IoTによって社会課題の解決を実現しようという機運が社会的に高まりつつある。しかし、実空間は様々なノイズに溢れていることから、センサが実空間から取得する情報（データ）の信頼性を確保することが喫緊の課題となっている。本研究開発は、日本の持続的な成長に必要な家庭等での手軽なヘルスケア、未来のモビリティ、インフラ建造物の低コスト管理等のIoTサービスの基盤となる、IoT機器や計測機器の信頼性を確保するワイヤレス機器校正ネットワークの構築を行うものである。

本研究開発の成果は2025年度を目処にその一部が実用化される見込みであり、「プロジェクト終了後5年以内の実用化率25%以上の達成を目指す。」というアウトカム目標に寄与するものである。また、本事の成果によって生まれる市場規模は少なくとも約112億円であり、「これまでにない新たな製品・サービスを創出し、2030年度に約2,000億円の新規市場形成」というアウトカム目標に寄与する。

●アウトプット目標

以下表1に、設定した各研究項目の最終目標をまとめた。

表1 各開発の最終アウトプット目標

研究項目	最終目標
①ワイヤレス機器校正ネットワーク向けの小型の標準信号源の開発	・二次標準器として使用可能な小型標準器を作製 ・小型標準器のサイズ(19インチ計測ラック程度の筐体に収納可能) ・小型標準器を用いたワイヤレスでの正常動作確認 ・より転移温度の高い超伝導材料(高温超伝導体など)を用いた量子電圧雑音源の検討
②IoTデバイス校正用の汎用型センサ評価機の回路設計・機器開発および事業化に向けたワイヤレス機器校正ネットワークの要件定義・コスト評価	・ワイヤレス機器校正ネットワークを用いた校正後の直流電圧計測精度(1mV±100nV) ・ワイヤレスでの校正頻度を1回/日 ・ワイヤレス機器校正ネットワークの事業化を実現する用途を1つ以上目処を立てる ・汎用型センサ評価機の性能指標に電磁波ノイズ条件や使用温度条件(例:18℃~28℃)を追加し、技術の事業化の目処をたてる。
③外部環境変化に対して電気特性変化を示さない超安定・高抵抗素子の開発	・抵抗値温度係数が±20ppm/℃、抵抗値範囲±0.1%、カテゴリー温度範囲0℃~50℃の精密抵抗の開発
④ワイヤレス校正実現に向けた汎用型センサ評価機のばらつきや経時変化	・標準器に接続されない汎用型センサ評価機の直流電圧出力精度(1mV±100nV) ・汎用型センサ評価機と外部デバイスとのインタフェース構築
⑤ブロックチェーン技術を用いたワイヤレス機器校正ネットワークのセキュリティー技術の開発	・汎用型センサ評価機のハードウェア改ざん検出を行う。

●実施体制 本事業は、大阪大学（再委託：株式会社コクリエ）、神戸大学、産業技術総合研究所の体制で実施した。以下図1に、実施体制の全体像をまとめた。

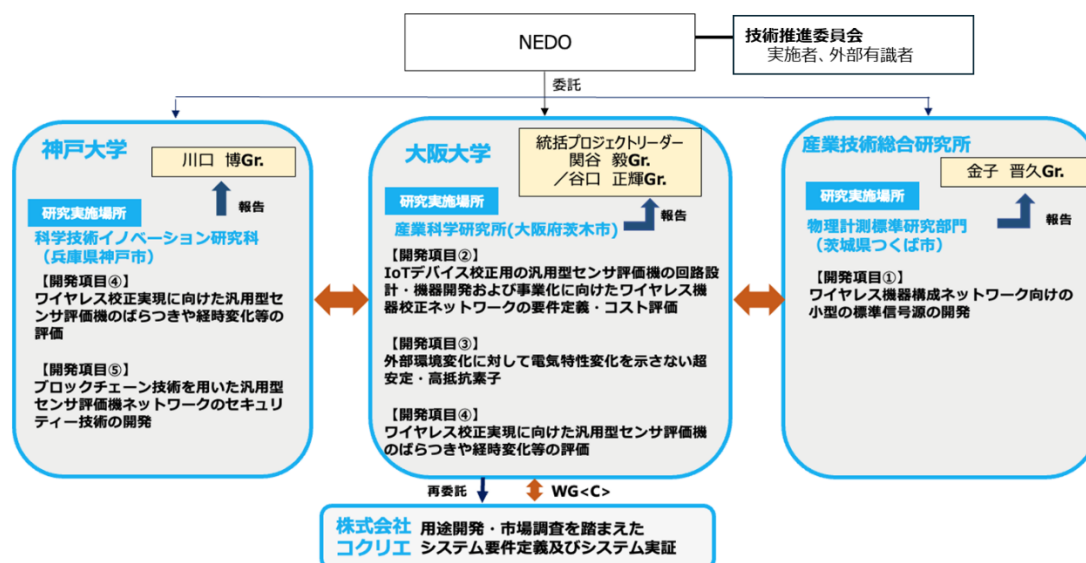


図1 実施体制

●成果とその意義

本事業で開発を進めきた電気の領域におけるワイヤレス校正技術は、まだ世界中を見渡しても前例のない研究である。電気の領域におけるワイヤレス校正技術を世界に先んじて実用化レベルに持っていくことは、日本初の技術として電気校正の領域に大きなインパクト与えるものとなる。

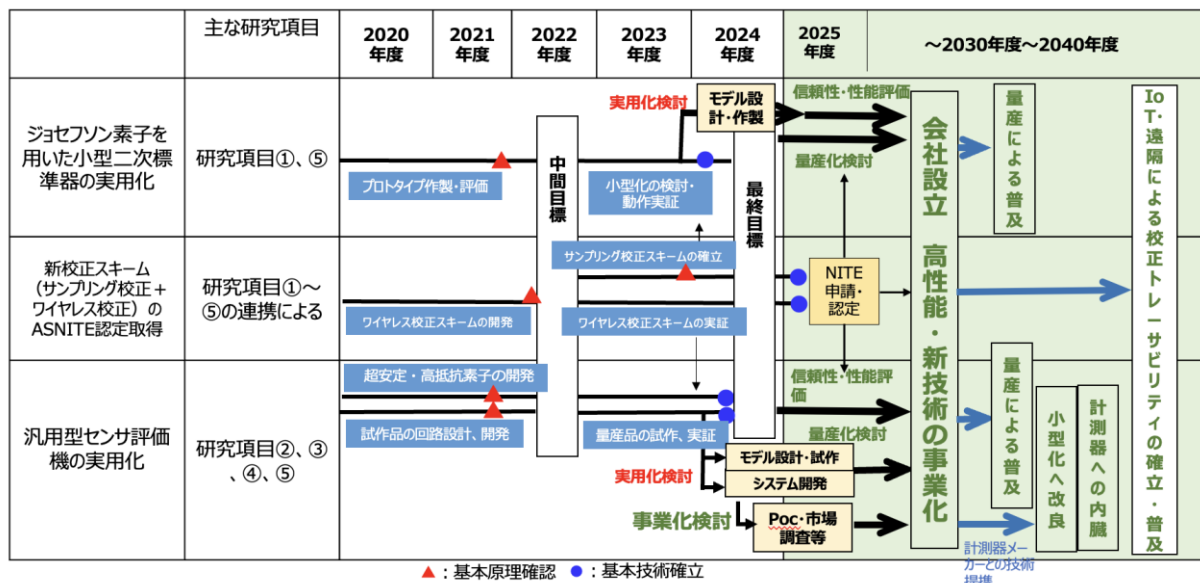
これまでの取り組みにおいて、ワイヤレス校正技術に必要なハードの開発とデータ処理アルゴリズムの開発について基本的な原理の確立に成功し、またその成果を実際のユーザーとの実証試験を進めることができたことは有意義と考えられる。以下、表2に実施項目毎の成果と意義をまとめた。

表2 実施項目毎の成果と意義

実施項目	成果	意義
①ワイヤレス機器校正ネットワーク向けの小型標準信号源の開発	- 小型標準器の仕様とデザインを決定し、製作を開始した。 - 小型標準器はタワー型PC程度のサイズで実現する見通しが得られた。 - YBCO高温超伝導体を用いたジョセフソン素子作製を実施し改善を行った。	- 国家標準と同等レベルの精度限界をもつ小型二次標準器が実現 - 微小電圧のトレーサビリティを確保 - 交流電圧への展開やさらにコンパクトなシステム実現に向けた足掛かり
②IoTデバイス校正用の汎用型センサ評価機の回路設計・機器開発および事業化に向けたワイヤレス機器校正ネットワークの要件定義・コスト評価	- 二次標準器を用いた評価を行い、直流電圧計測精度を1 mV ± 40 nVを達成。最終年度においてワイヤレス機器校正ネットワークへの接続を行い評価する。 - ワイヤレス校正の頻度を1回/日以上を行うことができるシステムが完成。 - 事業化についてメーカーとの実証試験を行う計画の具体化を進めている。	- ワイヤレス校正の受け皿となるハードが完成（実用に十分な性能を確保することができた） - ユーザビリティを考慮したアプリ作成と筐体デザインの作成によって社会実装を早めることができた。 - 国家プロジェクトの成果を社会に還元する準備が整った。
③外部環境変化に対して電気特性変化を示さない超安定・高抵抗素子の開発	抵抗値温度係数が±5 ppm/℃、抵抗値範囲±0.12%、カテゴリー温度範囲0℃～50℃の精密抵抗の開発	- 実施項目②で開発するデバイスの性能の安定化に寄与 - 本実施項目の成果を他の領域（人工衛星など）への展開の目処を立てることができた
④ワイヤレス校正実現に向けた汎用型センサ評価機のばらつきや経時変化	- 精度（1 mV ± σ=47 nV、ヒット率=95%）を連続21時間にわたり維持。 - サーバシステムを実装。	- 小型化され持ち運びが容易な校正機を用いて、いつでも・どこでも校正を行うことが出来る様になった。 - ワイヤレス接続されたタブレット端末などに保存されると同時に外部ネットワークを通じてサーバーにも保存され誤記載や記録紛失などのリスクが無くなった。
⑤ブロックチェーン技術を用いたワイヤレス機器校正ネットワークのセキュリティ技術の開発	評価機ごとに係数の違いがあることを確認。	- 校正記録をブロックチェーンでネットワーク化することで校正記録の紛失などセキュリティの担保がなされた。 - ブロックチェーン技術で保存されている過去の汎用型センサ評価機が持つ係数（入力と出力間の傾きと切片など）を比較・分析することにより直ちに汎用型センサ評価機の故障診断を行うことが出来るようになった。

●実用化・事業化への道筋と課題

本事業終了後の2025年度を目標に、本事業の成果の事業化を行うスタートアップを設立する予定。NITEとの連携や量産の検討を進め、新市場の創出を実現する。課題としては、設立したスタートアップにおける資金確保である、VCやスタートアップ向けの助成金などの活用によって死の谷を乗り越えることが必要。



●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
3 件	3 件	9 件	0 件	3 件

添付資料

●プロジェクト基本計画

P 1 9 0 0 5

「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」基本計画

バイオ・材料部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

①政策的な重要性

近年、情報通信技術の急激な進化によりネットワーク化が進み、従来は個別に機能していた「もの」がサイバー空間を利活用してシステム化され、さらには、分野の異なる個別のシステム同士が連携協調することにより、自律化・自動化の範囲が広がり、社会の至るところで新たな価値が生み出されている。これら Internet of Things（以下、「IoT」という。）化の動きは、生産・流通・販売、交通、健康・医療、金融、公共サービス等の幅広い産業構造の変革や人々の働き方・ライフスタイルの変化を引き起こし、国民にとって豊かで質の高い生活の実現の原動力になると予見されている。

一方で、我が国においては、人口減少や少子高齢化、エネルギー・資源の制約等により、医療・介護費の増大、地域の人手不足や移動弱者の増加、インフラ維持管理や産業保安の負担増等の様々な社会課題が顕在化している。そのため、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させる革新的なセンシング技術を導入することによって、人やあらゆる「もの」からの豊富なリアルデータで現状を精緻に見える化し、社会課題の早期解決と新たな価値創造を実現することが期待されている。

これらは、「第5期科学技術基本計画」（2016年1月22日閣議決定）において、将来的に目指すべき未来社会「Society 5.0」として、また、その実現に向けた「未来投資戦略2018」（2018年6月15日閣議決定）において、IoT等によるデジタル革命として重要性が謳われており、同様のことが経済産業省の政策「Connected Industries」でも提唱されている。

②我が国の状況

2018年度より内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」において、専門的なIT人材でなくても容易にサイバー空間とフィジカル空間を連携させることができるエッジに重点をおいたプラットフォームの開発等が行われている。

また、同じく2018年度より内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」において、人とAIの協働に資する高度に洗練されたヒューマン・インタラクション基盤技術や分野間データ連携基盤技術、AI間連携基盤技術の開発が行われている。

このように、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させる取組がSIPを中心に行われているが、高精度なリアルデータの取得を可能とするセンシング技術の開発については、山積する社会課題に鑑みるとその取組は未だ十分とは言い難く、更なる取組の強化が求められている。

③世界の取組状況

米国では、20 省庁が参加する省庁横断の国家イニシアティブ「National Nanotechnology Initiative」の中で「Nanotechnology for Sensors and Sensors for Nanotechnology」としてセンサに関するナノテクノロジーの重要性が謳われ、多額の研究開発投資が行われている。

欧州では、科学技術・イノベーション政策である「Horizon 2020」の枠組みの中でデジタル化やスマート化を強く進める政策目標が掲げられ、「Future & Emerging Technologies」や「Leadership in Enabling and Industrial Technologies」としてマイクロエレクトロニクス・ナノエレクトロニクスの分野の強化が図られるなど、ベルギーの IMEC やフランスの LETI 等の研究拠点も活用しながら精力的にセンサ開発が推進されている。

この他、シンガポール科学技術研究庁（A*STAR）が「Pico-IoT for a Smart Nation」と称して、デバイスの小型化によって消費電力を極限まで小さくする技術開発を推進するなど、世界各国でセンサ開発が積極的に行われている。

④本事業のねらい

本プロジェクトでは、顕在化する様々な社会課題の早期解決と新産業の創出を両立する Society 5.0 の実現に向けて、日本が強みを有する最先端の材料技術やナノテクノロジー、バイオテクノロジーを利用して、既存の IoT 技術では実現困難な超微小量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等を可能とする革新的センシングデバイスを世界に先駆けて開発する。併せて、革新的センシングデバイスの信頼性向上に寄与する基盤技術を開発する。

これら技術を核として、これまで世の中に分散し眠っていた現場の豊富なリアルデータを一気に収集・分析・活用可能とするシステムを新たに構築し、家庭等における手軽な疾病予兆検知や病原体発生状況の早期把握、インフラ設備の遠隔監視、産業機器の故障予知等、個別のニーズにきめ細かく、リアルタイムで対応できる革新的な製品・サービスの創出を目指す。

（２）研究開発の目標

①アウトプット目標

本プロジェクトを通じて、超微小量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等を可能とするための革新的センシングデバイスの要素技術を確立し、試作デバイスの作製・動作検証を行い、想定ユーザーを巻き込んだ実使用環境下での技術実証・評価等をもとにデバイスの実用性を実証する。

併せて、超微小量を正確かつ精密に測定できているか検証するための信頼性評価技術や、材料・回路等における超微小ノイズの定量評価技術といった革新的センシングデバイスの信頼性向上に寄与する基盤技術を確立する。

②アウトカム目標

本プロジェクトで開発する革新的センシングデバイスに関して、プロジェクト終了後 5 年以内の実用化率 25%以上の達成を目指す。

また、革新的センシングデバイスやその基盤技術を核として、これまでにない新たな製品・サービスを創出し、2030 年度に約 2,000 億円の新規市場形成に資する。

③アウトカム目標達成に向けての取組

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という。）は、開発するデバイスの円滑な社会実装を推進するため、研究開発実施者と連携してユーザーに広く受け入れられる製品・サービスを検討する。また、必要に応じて、標準化や規制見直しに向けた取組も検討する。

加えて、本プロジェクトで開発した成果を広く社会に普及させるために、展示会やシンポジウム等を通じた成果発信を積極的に行う。

（３）研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙１の研究開発計画及び別紙２の研究開発スケジュールに基づき研究開発を実施する。

研究開発項目①「革新的センシング技術開発」

研究開発項目②「革新的センシング基盤技術開発」

研究開発項目①の各研究開発テーマ開始３年目までの【フェーズＡ：要素技術開発】は、実用化まで長期間を要するハイリスクな基盤的技術に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する研究開発であり、委託事業として実施する。また、各研究開発テーマ開始４年目以降の２年間の【フェーズＢ：技術実証・評価】は、実用化に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であり、助成事業として実施する（NEDO 負担率：大企業 1/2 助成、中堅・中小・ベンチャー企業 2/3 助成）。

研究開発項目②は、革新的センシングデバイスに対する基盤技術を開発するもので、国民経済的には大きな便益がありながらも、研究開発成果が直接的に市場性と結び付かない公共性の高い事業であり、委託事業として実施する。

２．研究開発の実施方式

（１）研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー（以下、「PMgr」という。）に NEDO バイオ・材料部 中島徹人を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

NEDO は、公募により研究開発実施者を選定する。研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下、「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

（２）研究開発の運営管理

NEDO は、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

①研究開発の進捗把握・管理

PMgr は、研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術推進委員会等を組織し、材料・プロセス技術やバイオ技術、回路設計・デバイス化技術、

信号処理・解析技術、サービスデザイン等の様々な観点から定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

②技術分野における動向の把握・分析

プロジェクトで取り組む技術分野について、必要に応じて国内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等を調査し、技術の普及方策を分析・検討する。なお、調査の効率化の観点から、本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

③研究開発テーマの評価

研究開発を効率的に推進するため、研究開発項目①を対象として、ステージゲート方式を適用する。その際、外部有識者による審査を活用し、2019年度開始分については2021年12月頃に、2020年度開始分については2022年12月頃に、各研究開発テーマ開始4年目以降（フェーズB）の継続可否を決定する。

（3）その他

本プロジェクトは非連続ナショナルプロジェクトとして取扱う。

3. 研究開発の実施期間

2019年度～2024年度までの6年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDOは、技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を2022年度、終了時評価を2024年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しするなど、適宜見直すものとする。

また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

5. その他重要事項

（1）研究開発成果の取扱い

①成果の普及

研究開発実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。NEDOは、研究開発実施者による研究成果の広範な普及を促進する。

②研究開発テーマ間の連携

研究開発実施者は、他の研究開発テーマに裨益する共通技術について、研究開発テーマの垣根を越えてプロジェクト全体として研究成果の最大化を図るよう努めるものとする。特に、超微量検出に係る研究開発項目①のデバイス開発と研究開発項目②の信頼性評価技術の開発は、相互補完的な関係にある研究開発テーマのため、必要に応じて研究開発テーマ間で連携を行う。

③標準化等の取組

得られた研究開発の成果については、社会実装の推進を図るため、標準化等の取組を必要に応じて実施する。

④知的財産権の帰属、管理等取扱い

研究開発成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第 25 条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。なお、プロジェクトの初期段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施する。

⑤知財マネジメントに係る運用

「『IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発』における知財マネジメント基本方針」を適用する。

⑥データマネジメントに係る運用

「NEDO プロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」を適用する。

（２）基本計画の変更

PMgr は、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直すなどの対応を行う。

（３）根拠法

本プロジェクトは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 2 号、第 3 号及び第 9 号に基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

（１）2019 年 2 月、制定

（２）2020 年 2 月、プロジェクト名称の変更、研究開発の実施期間の延長及び研究開発内容の拡充等に伴う改訂

（３）2021 年 6 月、PMgr 変更に伴う改訂

（４）2023 年 3 月、PMgr 変更に伴う改訂

（５）2023 年 5 月、PMgr 変更および、事後評価を終了評価に変更に伴う改訂

（６）2024 年 3 月、研究開発項目②の事業期間延長に伴う改訂

（７）2024 年 10 月、組織改編に伴い、部署名の変更に伴う改訂

（別紙 1）研究開発計画

研究開発項目①「革新的センシング技術開発」

1. 研究開発の必要性

医療・介護費の増大、地域の人手不足や移動弱者の増加、インフラ維持管理や産業保安の負担増等の顕在化する社会課題の早期解決に向けて、家庭等における手軽な疾病予兆検知や病原体発生状況の早期把握、インフラ設備の遠隔監視、産業機器の故障予知等を可能とする新たな製品・サービスの創出が期待されている。

これらを実現するためには、リアルデータで現状を精緻に見える化することが重要となるが、既存の IoT 技術では計測できない領域が未だ数多く存在しており、これまで計測が極めて困難とされた超微量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等を可能とする革新的センシング技術の開発が今後益々重要となる。その際、IoT 技術として様々な現場で実際に使用可能なものとするためには、小型・軽量、省エネルギーかつ低コストで安定的に検出可能であることが求められる。

2. 具体的研究内容

顕在化する様々な社会課題の早期解決と新産業の創出を両立する Society 5.0 の実現に向けて、日本が強みを有する最先端の材料技術やナノテクノロジー、バイオテクノロジーを利用した、これまでにない革新的センシング技術の中核として、信号増幅やノイズ低減に関する材料・回路技術、得られた信号から有用な情報を取り出す解析技術と併せてデバイスの開発に取り組む。

具体的には、各研究開発テーマ開始 3 年目までの【フェーズ A：要素技術開発】においては、材料特性を最大限引き出すためのナノメートルスケールでの界面制御や構造制御、生物機能と微細加工の融合等による検出素子技術の開発、検出素子を介して伝達される信号の増幅・ノイズ低減・解析技術の開発を行う。なお、必要に応じてデバイスの安定化・多機能化等に資する周辺技術の開発についても取り組む。

また、各研究開発テーマ開始 4 年目以降の 2 年間の【フェーズ B：技術実証・評価】においては、フェーズ A で開発された要素技術をもとに、想定ユーザーを巻き込んだ実使用環境下での試作デバイスの技術実証・評価とデバイスの最適化検討、実用化に向けた量産技術の検討等を行う。

3. 達成目標

以下の内容を基本としつつ、デバイスの原理・特性や応用分野によって検出限界や環境耐性、小型化等の目標が大きく異なることから、具体的な定量目標は研究開発テーマ毎に別途実施計画書において定める。

【中間目標（フェーズ A 終了時点）】

従来の測定限界を超えて 1/1,000 以下の超微量を検出可能とする、これまで十分に測定し得なかった高温・高圧環境下等での動作を可能とする、又は超高精度な計測・分析装置等の従来技術と同等の性能を有しつつも体積比 1/100 以下の小型化を可能とするなどの革新的な検出素子技術や信号増幅・ノイズ低減・解析技術等の要素技術を確立する。

【最終目標（フェーズ B 終了時点）】

想定ユーザーを巻き込んだ実使用環境下での試作デバイスの技術実証・評価をもとに、革新的センシングデバイスの実用性を実証する。

研究開発項目②「革新的センシング基盤技術開発」

1. 研究開発の必要性

本プロジェクトで開発を行う革新的センシングデバイスのうち超微量の検出技術については、極めて僅かな物理量・化学量等を測定対象とするため、検出素子に到達・反応する測定対象の量や得られた信号等をノイズに左右されずに正確かつ精密に計測し、応答するデバイスの信頼性を正当に評価することが非常に困難となる。しかも、これらデバイスを世界に先駆けて開発することとなるため、高度に専門的な計測・分析技術の知見をもとに、新たに高精度な評価技術の開発や評価環境の構築を行う必要が生じる。

また、革新的センシングデバイスにおいては、材料・プロセス・回路・デバイス等の各開発段階や製品使用時に生じるノイズがデバイスの性能・信頼性に大きく影響を与える。一方で、僅かなノイズを正しく評価し有用な情報を取得するためには、高価で大型な計測・分析装置を用いた専用の評価環境を構築する必要がある、多くの開発者・ユーザーにとって抜本的なノイズ低減対策や簡便な性能検査・校正が困難な状況が生まれている。

こうした状況を打破し、開発成果の速やかな社会実装を実現するためには、デバイス開発と一体となって信頼性向上に寄与する基盤技術の開発に取り組むことが非常に重要となる。その際、標準化も視野に入れながら開発することにより、社会実装をより強力に後押しすることが可能となる。

2. 具体的研究内容

超微量の検出技術に係る研究開発項目①の各研究開発テーマと連携して、微小音圧や微量濃度等の測定技術、標準物質の開発等、デバイスの検出素子に到達・反応する測定対象の量や得られる信号等を正確かつ精密に計測するための評価技術の開発や評価環境の構築を行う。

また、高精度な超微小ノイズ評価技術の開発と、幅広い開発者・ユーザーが利用可能な汎用型の超微小ノイズ評価機器・システムの開発を行い、両者のトレーサビリティを確保する。

なお、本項目で開発する技術については、必要に応じて標準化を検討する。

3. 達成目標

(1) 超微量センシング信頼性評価技術開発

【中間目標（2021年度）】

微小音圧や微量濃度等の測定技術の開発、標準物質の開発等をもとにデバイスの評価を行い、超微量センシングデバイスに対する信頼性評価技術の確立の見通しを得る。

【最終目標（2024年度）】

超微量センシングデバイスの検出素子に到達・反応する測定対象の量や得られる信号等を正確かつ精密に計測するための信頼性評価技術を確立し、その実用性を実証する。

但し、研究開発項目①のうち生体ガス成分計測に係る項目のみ 2024 年度までとし、他の項目は 2023 年度までとする。

(2) 超微小ノイズ評価技術開発

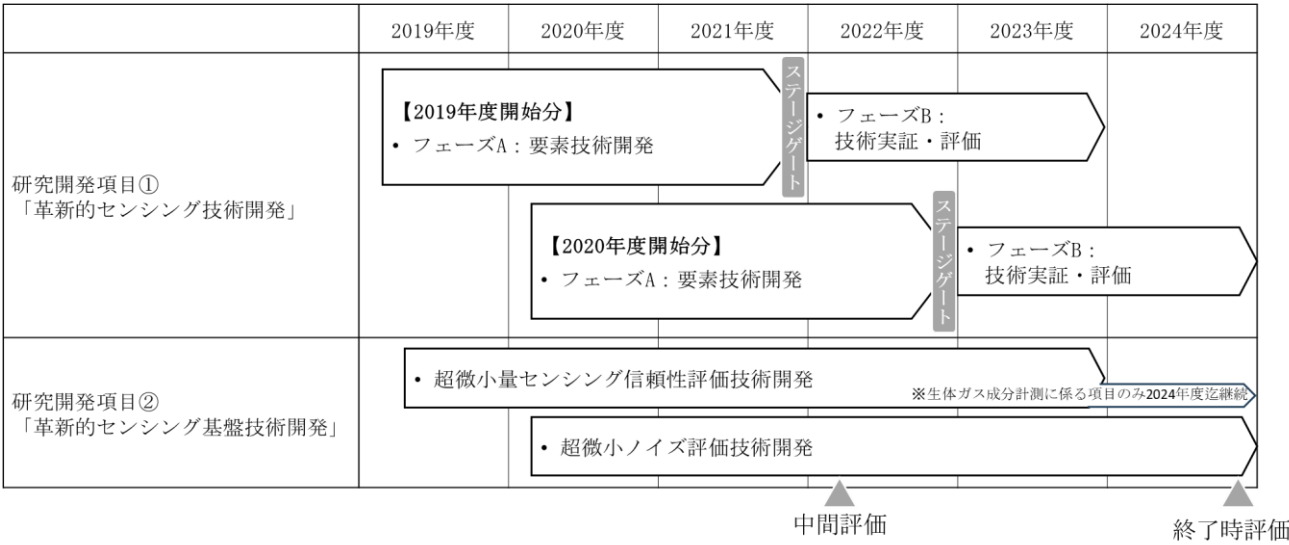
【中間目標（2022年度）】

高精度な超微小ノイズ評価技術の開発と、幅広い開発者・ユーザーが利用可能な汎用型の超微小ノイズ評価機器・システムの開発を行い、両者のトレーサビリティを確保しつつ、それぞれの技術確立の見通しを得る。

【最終目標（2024 年度）】

トレーサビリティが十分に確保された、高精度な超微小ノイズ評価技術及び汎用型の超微小ノイズ評価機器・システムを確立し、幅広い開発者・ユーザーを巻き込みながらその実用性を実証する。

別紙2) 研究開発スケジュール



●プロジェクト開始時関連資料

事前評価結果

平成 30 年度事前評価結果

研究評価委員会において平成 31 年度NEDO新規案件の事前評価を実施しました。結果は以下の通りです。

当該評価結果は、今後基本計画等に反映してまいります。

平成 30 年 9 月

案件名 省エネ型 IoT 社会実現のための超微小量センシング技術の開発事業

推進部署 材料・ナノテクノロジー部

総合コメント IoT が社会の中に浸透する世の中にあって、革新的センサ技術の技術開発を国が支援することは極めて重要であり、本事業によって従来は不可視であった状況が可視化されることにより、新たな産業や市場創出が望まれる。特に、本事業は日本の微細加工技術の強みを発揮できる研究領域であるため、世界をリードすることが期待できる。ただし成果を有用なものとするためには、具体的なシナリオに基づいたアウトプット、アウトカムを明確にする必要がある。また各種センサで得られた大量のデータを生かすためには、ソフトウェアやサービス側との緊密な連携が必須であるため、それらの連携を可能としデータユーザを巻き込んだマネジメント体制作りが必要である。

2019 年度事前評価結果

研究評価委員会において 2020 年度NEDO新規案件の事前評価を実施しました。結果 は以下の通りです。 当該評価結果は、今後基本計画等に反映してまいります。 2019 年 9 月

案件名 IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発 推進部署 材料・ナノテクノロジー部 総合コメント 多くの社会的・経済的な問題の解決に繋がり、社会構造の変革・生活の改善に効果をもたらす可能性が高く、期待される取り組みであるため、本プロジェクトを行う意義は大きい。ただし、対象としている分野における問題解決のために、開発すべきセンサーの具体的な仕様を明らかにする必要がある。また、多数のセンサーから得られた情報を有効活用する技術及びシステムの開発にも取り組むべきである。さらに、新たなサービスの創出を目指した、ユーザー企業とのマッチングにも積極的に取り組むことを期待する。

●各種委員会開催リスト

採択審査委員会		
件名	内容	実施日
第1回	「IoT 社会実現のための超微量センシング技術開発／研究開発項目①超微量センシング技術開発」に関する公募についての採択審査委員会	2019年4月11
第2回	「IoT 社会実現のための超微量センシング技術開発／研究開発項目②「超微量センシング信頼性評価技術開発」に関する公募についての採択審査委員会	2019年8月9
第3回	「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」研究開発項目①「革新的センシング技術開発」研究開発項目②「革新的センシング基盤技術開発/超微小ノイズ評価技術開発」に関する公募についての採択審査委員会	～2020年5月26日 (コロナにより書面審査)

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
第1回	「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」ステージゲート審査委員会、再審査委員会	2021年11月2日 2021年12月20日
第2回	「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」ステージゲート審査委員会	2022年12月8日

技術推進委員会		
件名	内容	実施日
第1回	プロジェクトの評価 ・プロジェクト全体に対する中間評価及び事後評価の審査項目を参考に、技術推進委員会における審査の観点を作成。 ・研究開発を前進させるための応援コメントを依頼。	2020年3月 (コロナにより書面審査)
第2回	プロジェクトの評価 ・プロジェクト全体に対する中間評価及び事後評価の審査項目を参考に、技術推進委員会における審査の観点を作成。 ・研究開発を前進させるための応援コメントを依頼。	2021年3月26日 2021年3月30日
第3回	プロジェクトの評価 ・プロジェクト全体に対する中間評価及び事後評価の審査項目を参考に、技術推進委員会における評価の観点を作成。 ・研究開発を前進させるための応援コメントを依頼。	2022年2月4日 2022年2月10日
第4回	プロジェクトの評価 ・プロジェクト全体に対する中間評価及び事後評価の審査項目を参考に、技術推進委員会における評価の観点を作成。 ・成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて注視を依頼。 ・研究開発を前進させるための応援コメントを依頼。	2023年2月6日 2023年2月10日
第5回	プロジェクトの評価 ・プロジェクト全体に対する終了時評価の審査項目※を参考とした、技術推進委員会における評価の観点を作成。※2022年度以前の審査項目 ・成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて注視を依頼。 ・研究開発を前進させるための応援コメントを依頼。	2024年2月22日
第6回	プロジェクトの評価	2025年2月開催予定

●特許論文等リスト

B1 血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発

【特許】

番号	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	(株) タニタ	特願 2021-163655	国内	2021/10/04	公開	中性脂質の即知 恵方法	小出 哲、他
2	(株) タニタ	特願 2021- 106990	国内	2021/06/28	公開	測定セル	小出 哲、他
3	公立大学 富山県立 大学	特願 2021-211732	国内	2021. 12. 24	公開	光音響波測定装 置及び、光音響 波測定システム	下山 勲、野 田堅太 郎、塚 越拓哉
4	公立大学 富山県立 大学	特願 2021-211733	国内	2021. 12. 24	公開	光音響波測定装 置、光音響波測 定システム、及 び、熱型光源	下山 勲、野 田堅太 郎、塚 越拓哉
5	公立大学 富山県立 大学	PCT/JP2022/047731(PCT (日本国 以外指定))	PCT	2021. 12	公開	光音響波測定装 置、光音響波測 定システム、及 び、熱型光源	下山 勲、野 田堅太 郎、塚 越拓哉
6	公立大学 富山県立 大学	PCT/JP2022/047730(PCT (日本国 以外指定))	PCT	2021. 12	公開	光音響波測定装 置、及び、光音 響波測定システ ム	下山 勲、野 田堅太 郎、塚 越拓哉
7	電気通信 大学	特願 2022-031960	国内	2022. 3. 2	公開	光検出構造、光 検出器及び光検 出方法	菅哲 朗，小 林和 樹，安 永竣， 白石正 彦，榎 隆宏

8	公立大学 富山県立 大学	18/721, 079 (US)	USP	2021. 12		光音響波測定装 置、光音響波測 定システム、及 び、熱型光源	下山 勲、野 田堅太 郎、塚 越拓哉
9	公立大学 富山県立 大学	18/721, 063 (US)	USP	2021. 12		光音響波測定装 置、及び、光音 響波測定システ ム	下山 勲、野 田堅太 郎、塚 越拓哉
10	公立大学 富山県立 大学		国内	2023. 6. 23	出願	センサユニット 及びこれを用い た検出装置	下山 勲、野 田堅太 郎、塚 越拓哉

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】

番 号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ 番号	査読	発表年月
1	安永 竣 ¹ 、 高橋 英俊 ² 、高畑智之 ¹ 、 下山 勲 ³ 、 菅 哲朗 ⁴	1:東京大学 2:慶応大学 3:富山県立 大学 4:電気通信 大学	Densely Arrayed Active Antennas Embedded in Vertical Nanoholes for Backside-Illuminated Silicon-Based Broadband Infrared Photodetection	Advanced Materials Interfaces	有	2020. 9. 17
2	M. Shiraishi ¹ , T. Enoki ¹ , K. Kobayashi ¹ , S. Yasunaga ^{1,2} , Y. Ajiki ¹ and T. Kan ¹	1:電気通信 大学 2:東京大学	S/N ratio improvement of a nanocuboid array photodetector based on a Au/n-Si Schottky junction for broadband near- infrared light	Japanese Journal of Applied Physics	有	2021. 5. 21
3	Masahiko Shiraishi, Daiji Noda, Ryo Ohta, Tetsuo Kan	電気通信大 学、マイク ロマシンセ ンター	Room-temperature plasmonic mid- infrared photodetector based on PtSi/p-Si low Schottky-barrier junction	Applied Optics, vol. 61, no. 14, pp. 3987-3996, 2022.	有	2022/05/02
4	Y. Shun, T. KAN	電気通信大 学	Plasmonic mid- infrared photodetector with narrow trenches for reconstructive spectroscopy	Optics Express	有	2022. 5

5	菅 哲朗, Elyas Ashenafi Abadi, 大下 雅昭	電気通信大 学	(総説)表面プラズモ ン共鳴を利用したシリ コン製 MEMS 赤外光セ ンサの研究	日本赤外線学会誌, Vol. 33, no. 1, pp. 13-20, 2023	無	2023/08/01
6	野田 堅太 郎, 塚越 拓 哉, 下山 勲	富山県立大 学	グルコースの非侵襲計 測のための超高感度光 音響センサ	電気学会論文誌 E, Vol. 143, No. 7, pp. 171-175, 2023	有	2023/07/01
7	Ashenafi Abadi Elyas, Eslam Abubakir, Masaaki Oshita, Daiji Noda, Ryo Ohta, Tetsuo Kan	電気通信大 学、マイク ロマシンセ ンター	Characterization of an uncooled mid- infrared Schottky photodetector based on a 2D Au/PtSi/p-Si nanohole array at a higher light modulation frequency	Applied Optics, vol. 63, no. 8, pp. 2046-2055, 2024.	有	2024/03/04

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番 号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	菅 哲朗	電気通信大 学	MEMS 技術を用いた赤外光向け センサ・デバイスの展開	第 28 回日本赤外線学会研究 発表会	2019. 11. 14
2	菅 哲朗	電気通信大 学	シリコン MEMS プラズモニッ ク構造による光電氣的検出を 利用したセンサの展開	応用電子物性分科会誌	2019. 11. 28
3	菅 哲朗	電気通信大 学	Plasmonics Based Photodetector Devices and Applications	Industry UCB UEC Keio Workshop 2019	2019. 12. 10
4	小林 和樹、 菅 哲朗	電気通信大 学	S/N Improvement of Nano- cuboid Photodetector Using Combination of Small Device Area and Converging Lens	The 33rd IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS 2020)	2020. 1. 18- 22
5	下山 勲	富山県立大 学	血中成分の非侵襲連続超高感 度計測デバイス及び行動変容 促進システムの研究開発	MEMS センシングネットワーク システム展併設 SSN 研究会公 開シンポジウム	2020. 1. 29
6	菅 哲朗	電気通信大 学	IEEE MEMS2020 報告	有機機能材料のリソグラフィ 加工コンソーシアム	2020. 3. 3
7	榎 隆宏、 菅 哲朗	電気通信大 学	モスアイ構造を用いた Si 型 赤外検出器の高感度化	日本機械学会 ROBOMECH2020	2020. 5. 28
8	黒木 亮太、 菅 哲朗	電気通信大 学	中赤外光を用いた血中脂質成 分の検出技術の研究	日本機械学会 ROBOMECH2020	2020. 5. 28
9	野田 堅太郎	富山県立大 学	非侵襲なヘルスケアモニタリ ングのためのマイクロセンサ	ヘルスケア産業研究会第一回 セミナー	2020. 9. 10
10	菅 哲朗	電気通信大 学	血中成分の非侵襲連続超高感 度計測デバイス及び行動変容 促進システムの研究開発	MEMS センシングネットワーク システム展併設 SSN 研究会公 開シンポジウム	2020. 12. 10
11	下山 勲	富山県立大 学	県立大学 DX 教育研究セン ターの目標と産学連携	富山県立大学研究協力会	2021. 5. 21
12	S. Yasunaga ² , T. Kan ¹	1:電気通信 大学 2:東京大学	Narrow Trench Plasmonic Mid-Infrared Detector with Distinct Responsivity for Reconstructive Spectroscopy	21st International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers)	2021. 6. 20
13	塚越 拓哉	富山県立大 学	人間情報の計測のための MEMS 技術 (1)	大学コンソーシアム富山 ヒューマンセンシング概論	2021. 8. 26

14	野田 堅太郎	富山県立大学	人間情報の計測のための MEMS 技術 (2)	大学コンソーシアム富山 ヒューマンセンシング概論	2021. 8. 26
15	S. Yasunaga ² , T. Kan ¹	1: 電気通信大学 2: 東京大学	再構成分光法のための特徴的な感度特性を有するプラズモニク中赤外ディテクタ	第 38 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム	2021. 11. 9-11
16	Kentaro Noda	Toyama Prefectural University	Far infrared PAS sensor using silicon piezoresistive cantilever for continuous non-invasive blood glucose measurement	IEEE MEMS 2022	2022. 1. 11
17	菅 哲朗 薦谷 孝夫	電気通信大学 タニタ	同上	MEMS センシングネットワークシステム展併設プロジェクト成果報告会	2022. 1. 27
18	小池 裕己	富山県立大学	血糖を計測するための光音響センサに関する研究	日本機械学会北陸信越支部 2022 年合同講演会	2022. 3. 4
19	唐山 英明	富山県立大学	DX 教育研究センターにおける教育と研究 ～産学連携の展望～	富山県立大学研究協力会 令和 4 年度理事会・総会・講演会	2022. 5
20	唐山 英明	富山県立大学	富山県立大学 DX 教育研究センターでの取り組みについて	ヘルスケア産業研究会 デジタルヘルス勉強会	2022. 6
21	唐山 英明	富山県立大学	DX 概論	大学コンソーシアム富山での講義	2022. 8
22	白石 正彦, 菅 哲朗	電気通信大学	ナノ構造を備えたシリコン製低障壁ショットキー中赤外光ディテクタ	日本機械学会 2022 年度年次大会	2022. 9. 11
23	安永 竣、菅 哲朗	電気通信大学	再構成分光法のための中赤外ディテクタ集積デバイス	日本機械学会 2022 年度年次大会	2022. 9. 11
24	下山 勲	富山県立大学	報告資料 (DXC で取り組んでいる実例)	令和 4 年第一回公立大学学長会議	2022. 10
25	野田 堅太郎	富山県立大学	光音響効果を利用し、血糖を非侵襲計測するマイクロセンサ	MatchingHUB Hokuriku 2022	2022. 11
26	野田 堅太郎	富山県立大学	マイクロセンサを用いたヘルスケア	DX 教育研究センターオープンハウス	2022. 12
27	塚越 拓哉	富山県立大学	医療・看護・福祉分野の DX - マイクロセンサを用いたヘルスケア	DX 教育研究センターオープンハウス	2022. 12
28	Ashenafi Elyas, Masahiko Shiraishi, Kan Tetsuo	電気通信大学	A Stable MIR Photodetector Based on 2D PTSI/P-Si Nanohole Arrays	IEEE MEMS 2023	2023. 1
29	野田 堅太郎	富山県立大学	ヘルスケアモニタリングのためのマイクロ五感センサ	北陸未来共創フォーラム マテリアル分科会 分科会セミナー	2023. 3
30	伊藤寿浩	富山県立大学	Country Review in Japan-Japanese Semiconductors Strategy and MEMS Related Projects -	The 26th World Micromachine Summit 2023、開催場所：ルーマニア、ブカレスト	2023. 5
31	Ashenafi Abadi Elyas, Abubakr Eslam, Masaaki Oshita, and Tetsuo Kan	電気通信大学	高周波変調光源下での PtSi/p-Si ベースのショットキー型中赤外線検出器の安定性向上 Improved Stability of PtSi/p-Si Based Schottky Mid-Infrared Detector under High-Frequency Modulated Light Sources	第 14 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム	2023/11/06

32	Ashenafi Elyas and Kan Tetsuo	電気通信大学	ENHANCED PHOTODETECTION CAPABILITIES OF SMALLER SIZE 2D AU/PTSI/P-SI NANO HOLE ARRAY-BASED MIRSCHOTTKY DETECTOR	The 37th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (IEEE MEMS 2024)	2024/01/21
33	野田 堅太郎	富山県立大学	光音響効果を用いたマイクロ化学量センサ	北陸未来共創フォーラムマテリアル分科会	2024. 3
34	小池 祐己	富山県立大学	血糖値の非侵襲計測のための微小光源を用いた光音響センサに関する研究	日本機械学会北陸信越支部 2024 年合同講演会（総会・講演会&卒業研究発表講演会）	2024. 3

(b) 新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	マイクロマシンセンター	“人間の五感を越える革新センシング技術開発が始動”	電波新聞、2020 新年特集号	2020. 1. 4
2	電気通信大・富山県立大	シリコンで赤外線受光器	富山新聞、北日本新聞	2020. 9. 18
3	電気通信大学 東京大学	超小型・軽量・高性能なプラズモニック赤外センサの開発に成功	日刊産業新聞	2021. 12. 23
4	富山県立大学	マイクロ音響センサを用いた非侵襲血糖計測	冊子（富山県立大学 DX 教育研究センターの年次報告書）	2023. 3
5	マイクロマシンセンター	マイクロマシンセンターの活動の歩みと今後の展望	日本工業出版株式会社 月刊「クリーンテクノロジー」 2023 年 11 月号	2023. 11

(c) その他（同様の形式で表を作成する）

番号	発表者・所属	タイトル	展示会名	発表年月
1	塚越拓哉・野田堅太郎（富山県立大学）	人の五感や健康状態を計測するセンサ技術	北陸技術交流テクノフェア 2019	2019. 10. 24-25
2	塚越拓哉・野田堅太郎（富山県立大学）	人の五感や健康状態を計測するセンサ技術	富山県ものづくり総合見本市	2019. 10. 31-11. 2
3	タニタ	タニタの取り組み 生体情報の利用～バイオセンシング～	東京工科大学パイオ産業概論講義	2019. 11. 20
4	富山県立大、電気通信大、タニタ、マイクロマシンセンター	血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発の概要	MEMS センシング&ネットワークシステム展、MMC ブース	2020. 01. 29～31
5	塚越拓哉・野田堅太郎（富山県立大学）	富山県立大学-技術発表	MEMS センシング&ネットワークシステム展 2020	2020. 01. 29～31
6	野田堅太郎（富山県立大学）	高感度 MEMS 音響センサを用いたヘルスケアモニタリング	北陸技術交流テクノフェア	2020. 11. 1-30
7	タニタ	タニタの取り組み 生体情報の利用～バイオセンシング～	東京工科大学パイオ産業概論講義	2020. 11. 18
8	富山県立大、電気通信大、タニタ、マイクロマシンセンター	血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発の概要	国際ナノテクノロジー総合展（nano tech 2021）、NEDO ブース	2020. 12. 9～11
9	野田堅太郎（富山県立大学）	高感度・小型 MEMS シリコンピエゾ抵抗センサのヘルスケア・機械制御への応用	富山県ものづくり総合見本市	2021. 10. 28
10	野田堅太郎（富山県立大学）	超高感度ピエゾ抵抗を用いたヘルスケアセンサ	Matching HUB Hokuriku2021	2021. 11. 11
11	富山県立大、電気通信大、タニタ、マイクロマシンセンター	血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発の概要	国際ナノテクノロジー総合展（nano tech 2022）、NEDO ブース	2022. 1. 26～28
12	富山県立大学	富山県立大学DX教育研究センター	BioJapan2022（展示会）	2022. 10

13	タニタ	『はかる』から始める行動変容アプローチ ～血中成分モニタの小型高精度化に向けて～	MEMS センシング&ネットワークシステム展 研究開発プロジェクト成果報告会	2023. 2
14	富山県立大学	富山県立大学研究者ガイドブック	ホームページ（富山県立大学の研究者紹介）	2023. 4
15	富山県立大学	非侵襲に赤外吸光特性を計測するマイクロ PAS(光音響分光)センサの研究	富山県立大学 生物・医薬品工学研究センターセミナー医薬品製造の DX 第一回セミナー	2023. 8

B3 1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発

【特許】

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	産業技術総合研究所	特願 2020-55709	国内	2020 年 3 月 26 日	公開	磁場と重力を用いる標的物質検出装置及び標的物質検出方法	安浦雅人他
2	コニカミノルタ株式会社	特願 2020-124537	国内	2020 年 7 月 21 日	公開	検出装置	伏屋健吾他
3	産業技術総合研究所	PCT/JP2021/001897	PCT	2021 年 1 月 20 日	公開	磁場と重力を用いる標的物質検出装置及び標的物質検出方法	安浦雅人他
4	コニカミノルタ株式会社	特願 2021-17420	国内	2021 年 2 月 5 日	出願	攪拌容器および攪拌装置	伏屋健吾他
5	産業技術総合研究所	特願 2021-53010	国内	2021 年 3 月 26 日	出願	ウエルアレイを用いたウイルス検出方法、ウエルアレイ及び検出装置	藤巻真他
6	コニカミノルタ株式会社	特願 2021-66294	国内	2021 年 4 月 9 日	出願	抽出装置および検査システム	伏屋健吾他
7	KONICA MINOLTA, INC.	17350301	外国	2021 年 6 月 17 日	出願	DETECTION DEVICE	Kengo Fushiya et al
8	コニカミノルタ株式会社	特願 2021-165262	国内	2021 年 10 月 7 日	出願	試料取出装置および検出システム	伏屋健吾他
9	産業技術総合研究所	PCT/JP2022/009368	PCT	2022 年 3 月 4 日	出願	ウエルアレイを用いたウイルス検出方法、ウエルアレイ及び検出装置	藤巻真他

10	KONIC A M I N O L T A, I N C.	17690082	外国	2022 年 3 月 9 日	出願	EXTRACTION DEVICE AND TEST SYSYTEM	Kengo Fushiya et al
11	産業技術総 合研究所	202180016883.3	外国	2022 年 8 月 25 日	国内 移行	磁場と重力を用い る標的物質検出装 置及び標的物質検 出方法	安浦雅人他
12	産業技術総 合研究所	17/914189	外国	2022 年 9 月 23 日	国内 移行	磁場と重力を用い る標的物質検出装 置及び標的物質検 出方法	安浦雅人他
13	産業技術総 合研究所	特願 2023-10578	国内	2023 年 1 月 27 日	出願	液体試料充填方法 並びに液体試料充 填装置及びその設 計方法	福田隆史他
14	コニカミノ ルタ株式会 社	特願 2023-10705	国内	2023 年 1 月 27 日	出願	振動装置および検 査装置	諏訪間大
15	産業技術総 合研究所		外国	2023 年 9 月 5 日	国内 移行	ウエルアレイを用 いたウイルス検出 方法、ウエルアレ イ及び検出装置	藤巻真他
16	産業技術総 合研究所		外国	2023 年 9 月 25 日	国内 移行	ウエルアレイを用 いたウイルス検出 方法、ウエルアレ イ及び検出装置	藤巻真他

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Hiroki Ashiba, Masato Yasuura, Takashi Fukuda, Ken Hatano, Makoto Fujimaki	産業技 術総合 研究 所、埼 玉大学	Quick and ultra-sensitive digital assay of influenza virus using sub-picoliter microwells	Analytica Chimica Acta Vol. 1213, p. 339926	有	2022 年 5 月
2	Takashi Fukuda, Masato	産業技 術総合 研究所	Development of digital bio-sensing technologies	Proceedings of MRS2023/IUMRS- ICA2023	有	2023 年 12 月

	Yasuura, Yukichi Horiguchi, Hiroki Ashiba		on extremely low- concentration specimens	pp. E6-0402-02		
--	---	--	--	----------------	--	--

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	門馬雄彦、小山哲夫、松下隆彦、松岡浩司、幡野健	埼玉大学	蛍光増感型インフルエンザ検出薬の高感度化	第46回有機典型元素化学討論会	2019年12月
2	芦葉裕樹、安浦雅人、藤巻真	産業技術総合研究所	MUNANAを用いた免疫ビーズ上へのウイルス粒子捕捉効率評価	第81回応用物理学会秋季学術講演会	2020年9月
3	芦葉裕樹、安浦雅人、藤巻真	産業技術総合研究所	免疫ビーズ上へのウイルス粒子捕捉効率の理論評価とMUNANA測定	第68回応用物理学会春季学術講演会	2021年3月
4	H. Ashiba, M. Yasuura, T. Fukuda, M. Fujimaki	産業技術総合研究所	Evaluation of virion capturing efficiency of immunobeads based on kinetics and viral enzyme activity	31st Anniversary World Congress on Biosensors	2021年7月
5	藤巻真	産業技術総合研究所	ウイルス粒子「見える化」技術	一般社団法人日本オプトメカトロニクス協会 2021-2 デジタル・イメージング技術部会	2021年10月
6	安浦雅人、芦葉裕樹、福田隆史	産業技術総合研究所	qPCRを用いたウイルス検出用抗体修飾磁性粒子の捕集効率評価	第38回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム	2021年11月
7	藤巻真	産業技術総合研究所	近接場光学を用いた高機能バイオセンシング技術	応用物理学会 薄膜・表面物理分科会 第50回 薄膜・表面物理 基礎講座	2021年11月
8	福田隆史	産業技術総合研究所	安心・安全のためのウイルスセンシング	日本計量機器工業連合会 新技術導入・活用研究会	2022年1月
9	藤巻 真、芦葉 裕樹、安浦 雅人、福田 隆史	産業技術総合研究所	サブpL級大容量マイクロウェルアレイを用いた超高速・超高感度ウイルスセンサ	第40回新産業技術促進検討会シンポジウム「IoT社会実現に向けた次世代人工知能・センシング等中核技術開発」成果報告会	2022年6月
10	安浦 雅人、芦葉 裕樹、堀口 諭吉、福田 隆史	産業技術総合研究所	多粒子格納デジタルアッセイによる革新的疾病マーカー検査技術の開発	ISO/TC 314 Ageing Societyにおける Wellbeing 標準化と研究と社会実装	2022年7月
11	芦葉 裕樹、安浦 雅人、福田 隆史、藤巻 真	産業技術総合研究所	微小ウェルアレイを用いた超高速・超高感度ウイルス検出法の開発	埼玉大学先端産業国際ラボラトリー-MiU 第21回ワークショップ	2022年9月
12	芦葉 裕樹、安浦 雅人、福田 隆史、藤巻 真	産業技術総合研究所	多粒子格納デジタルアッセイによる超高感度ウイルス検出	第83回応用物理学会秋季学術講演会	2022年9月
13	安浦 雅人、芦葉 裕樹、川口 敦史、中木戸 誠、福田 隆史	産業技術総合研究所、筑波大学、東京大学	多粒子格納デジタルアッセイによる新型コロナウイルス検出系の開発	第39回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム	2022年11月

14	芦葉 裕樹、 安浦 雅人、 福田 隆史、 幡野 健、藤 巻 真	産業技術 総合研究 所、埼玉 大学	微小ウェルアレイと凝集誘起発 光試薬を用いた超高速ウイルス 検出	第 39 回「センサ・マイクロ マシンと応用システム」シ ンポジウム	2022 年 11 月
15	安浦 雅人、 芦葉 裕樹、 堀口 諭吉、 陳 政霖、福 田 隆史	産業技術 総合研究 所	抗体修飾磁性粒子を用いたウイル スセンサ実用化のための抗体 長期安定性評価	第 70 回応用物理学会春季学 術講演会	2023 年 3 月
16	福田 隆史、 安浦 雅人、 芦葉 裕樹、 堀口 諭吉、 陳 政霖	産業技術 総合研究 所	迅速性・高感度の両立に向けた 多粒子格納型デジタルイムノ アッセイ技術の開発	日本化学会 第 103 春季年会	2023 年 3 月
17	福田 隆史、 安浦 雅人、 堀口 諭吉、 芦葉 裕樹、 陳 政霖	産業技術 総合研究 所	デジタルアッセイに基づく極限 バイオセンシング技術の開発	第 22 回 PhotoLIFE ワーク ショップ	2023 年 6 月
18	福田 隆史、 安浦 雅人、 堀口 諭吉、 芦葉 裕樹	産業技術 総合研究 所	Development of digital bio- sensing technologies on extremely low-concentration specimens	The 3rd Materials Research Meeting (MRM2023) The 24th IUMRS- International Conference in Asia (IUMRS-ICA2023)	2023 年 12 月
19	芦葉 裕樹、 安浦 雅人、 吉田 和美、 幡野 健、堀 口 諭吉、福 田 隆史	産業技術 総合研究 所、埼玉 大学	インフルエンザウイルス用凝集 誘起発光試薬の唾液中発光特性 の評価	第 71 回応用物理学会春季学 術講演会	2024 年 3 月

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	産業技術総合研究所	ウイルス検出法開発 「1 分で分析」めざす	日本経済新聞	2020 年 2 月
2	産業技術総合研究所	ウイルス検出を高速化	電気新聞	2022 年 5 月
3	産業技術総合研究所	「測定時間 1 分」と「超高感度」、2 種の ウイルス検出法を開発 —感染リスクの“その場検査”実現に期待—	プレス発表	2022 年 5 月

(c)その他

展示会への出展

番号	発表者	タイトル	展示会	発表年月
1	コニカミノルタ株式会 社 ワイエイシーホール ディング株式会社 産業技術総合研究所 埼玉大学	その場で感染リスクを検知可能なウ イルスゲートキーパーの開発	nano tech 2020	2020 年 1 月
2	コニカミノルタ株式会 社 ワイエイシーホール ディング株式会社 産業技術総合研究所 埼玉大学	1 分で感染リスクを検知する「ウイ ルスゲートキーパーの開発」	Bio Japan	2021 年 10 月

3	産業技術総合研究所	1分で感染リスクを検知する「ウイルスゲートキーパー」の開発	第30回日本コンピュータ外科学会大会	2021年11月
4	コニカミノルタ株式会社 ワイエイシーホールディング株式会社 産業技術総合研究所 埼玉大学	1分で感染リスクを検知する「ウイルスゲートキーパーの開発」	nano tech 2022	2022年1月
5	ワイエイシーホールディング株式会社 産業技術総合研究所 埼玉大学	1分で感染リスクを検知する「ウイルスゲートキーパーの開発」	CEATEC 2022	2022年10月
6	コニカミノルタ株式会社 ワイエイシーホールディング株式会社 産業技術総合研究所 埼玉大学	ウイルスの有無を1分で自動検査「ウイルスゲートキーパー」	nano tech 2023	2023年1月
7	産業技術総合研究所	唾液検査が可能な迅速・超高感度ウイルス検出	Smart Sensing 2023	2023年5月
8	コニカミノルタ株式会社 ワイエイシーホールディング株式会社 産業技術総合研究所 埼玉大学	ウイルスの有無を1分で自動検査「ウイルスゲートキーパー」	nano tech 2024	2024年1月

B5 極限環境の液体管理を IoT 化する革新的粘性センサの開発

【特許】

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	ヤマシンフィルタ 株式会社	特願 2023-026774	国内	2023/02/22	出願	粘性センサが含まれるフィルタ	北島信行 他
2	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	特願 2023-026775	国内	2023/02/22	出願	粘性センサの圧電体のアクチュエータとグラデーションギャップ振動子	山本泰之 他
3	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ヤマシンフィルタ 株式会社	特願 2023-026773	国内	2023/02/22	出願	無線給電の粘性センサが含まれるフィルタ	山本泰之 他
4	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 アールエフネクスト 株式会社	特願 2023-026776	国内	2023/02/22	出願	無線給電	山本泰之 他
5	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ヤマシンフィルタ 株式会社		国内	2023/06/13	出願	水分(誘電率)センサ	岡本有貴 他
6	国立研究開発法人 産業技術総合研究所		PCT	2023/12/27	出願	国内特願 2023-026775 の PCT 出願	山本泰之 他
7	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ヤマシンフィルタ 株式会社		PCT	2023/12/27	出願	国内特願 2023-026773 の PCT 出願	山本泰之 他

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】 リスト

なし

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	山本泰之他	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	PZT 薄膜アクチュエータから PZT 薄膜変位センサへのノイズ伝播の解析	第 69 回応用物理学会 春季学術講演会	2022 年 3 月
2	山本泰之他	国立研究開発法人	アルキメディアンスパイラル構造のチップ面垂直方向変位の実	第 70 回応用物理学会春 季学術講演会	2023 年 3 月

		産業技術総合研究所	現のための PZT 薄膜アクチュエータパターンの研究		
3	山本泰之	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	第 43 回 新産業技術促進検討会 (NEDO-モノづくり日本会議)	第 43 回 新産業技術促進検討会 (NEDO-モノづくり日本会議)	2023 年 6 月
4	山本泰之他	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	鉄系隔壁内に実装されたセンサへの無線給電・通信技術	第 40 回センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウム	2023 年 11 月
5	山本泰之他	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	永久磁石アシストによる鉄板貫通無線給電技術の効率向上	第 41 回センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウム	2024 年 11 月 予定

(b)新聞・雑誌等への掲載

なし

(c)その他

展示会への出展

番号	出展者	名称	会場	出展日
1	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ヤマシンフィルタ 株式会社	nanotech2023 展	東京ビックサイト	2023 年 2 月 1 日 ～2023 年 2 月 3 日
2	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ヤマシンフィルタ 株式会社	nanotech2024 展	東京ビックサイト	2024 年 1 月 31 日 ～2024 年 2 月 2 日
3	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	Smart sensing 2024 展	東京ビックサイト	2024 年 6 月 12 日 ～2024 年 6 月 14 日
4	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ヤマシンフィルタ 株式会社	nanotech2025 展	東京ビックサイト	2025 年 1 月 29 日 ～2025 年 1 月 31 日 予定

B6 高速・高 SNR 撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発

【特許】

	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	東北大学 株式会社フジキン		国内	2024年3月27 日	出願中	濃 度 測 定 装 置	黒田 理人 、白井 泰 雪、諏訪 智之、志波 良信、 永瀬 正明 、 酒井 勇志

【論文】

番 号	発表者	所属	タイトル	発表誌名	査読	ページ番号	発表年月
1	須川 成利、 黒田 理人	東北大学	CMOSイメージセンサの感度 ・飽和・撮影速度・分光感 度帯域性能の追究	映像情報メデ ィ学会誌	無	Vol. 75, No . 6, pp. 729 -733	2021年11月
2	Tetsu Oikawa, Rihito Kuroda, Keigo Takahashi, Yoshinobu Shiba, Yasuyuki Fujihara, Hiroya Shike, Maasa Murata, C hia-Chi Kuo, Yh ang Ricardo Sip auba Carvalho d a Silva, Tetsuya Goto, T omoyuki Suwa, T atsuro Morimoto , Yasuyuki Shir ai, Masaaki Nag ase, Nobukazu I keda, and Shige toshi Sugawa	Tohoku Uni versity, F ujikin In c.	A 1000fps High SNR Volta ge-domain Global Shutter CMOS Image Sensor with Two-stage LOFIC for In-S itu Fluid Concentration Distribution Measuremen ts	The Proceeding s of the 2021 International Image Sensor W orkshop	有	pp. 258-261	2021年9月
3	Tetsu Oikawa, Rihito Kuroda, Keigo	Tohoku Uni versity, F	A 70-dB SNR High-Speed G lobal Shutter CMOS Image Sensor for in Situ Flui	IEEE Transacti ons on Electro n Devices	有	Vol. 69, No . 6, pp. 296 5-2972	2022年4月

	Takahashi, Yoshinobu Shiba, Yasuyuki Fujihara, Hiroya Shike, Maasa Murata, Chia-Chi Kuo, Yang Ricardo Sip auba Carvalho da Silva, Tetsuya Goto, Tomoyuki Suwa, Tatsuhiro Morimoto, Yasuyuki Shirai, Masaaki Nagase, Nobukazu Ikeda, and Shigetoshi Sugawa	ujikin Inc.	d Concentration Distribution Measurements				
4	Yushi Sakai, Yoshinobu Shiba, Takafumi Inada, Tetsuya Goto, Tomoyuki Suwa, Tetsu Oikawa, Aoi Hamaya, Akihito Sutoh, Tatsuo Morimoto, Yasuyuki Shirai, Shigetoshi Sugawa, and Rihito Kuroda	東北大学	Visualization and Analysis of Temporal and Steady-State Gas Concentration in Process Chamber Using 70-dB SNR 1000 fps Absorption Imaging System	IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing	有	Vol. 36, Issue: 4, pp. 515-519, (2023)	2023年11月
5	Tetsu Oikawa, Rihito Kuroda, Aoi Hamaya, Yoshinobu Shiba, Takafumi Inada, Yushi Sakai, Yasuyuki Shirai, Shigetoshi Sugawa	東北大学	[Invited Paper] A High SNR Global Shutter CMOS Image Sensor Technology for High Precision Absorption Imaging Applications	ITE Transactions on Media Technology and Applications, (2024)	有	Vol. 12, Issue 2, pp. 167-174	2024年4月

【外部発表】

(a) 研究発表・講演（口頭発表も含む）

番号	発表者	所属	タイトル	学会名・イベント名等	発表年月
1	後藤 哲也	東北大学	[展望講演] プラズマ成膜技術の将来展望	化学工学会 第51回秋季大会	2020年9月
2	須川 成利	東北大学	[招待講演] CMOS イメージセンサの広ダイナミックレンジ・高速・広分光感度性能の追究	電気化学会半導体・集積回路技術シンポジウム	2020年9月
3	黒田 理人	東北大学	[依頼講演] 超高速イメージセンサ、紫外域イメージセンサ技術	JEITA 第4回「新機能イメージングデバイスおよび周辺技術分科会」	2020年10月
4	黒田 理人	東北大学	[招待講演] 半導体デバイスにおける欠陥評価～イメージセンサ・欠陥・プロセス～	応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会第34回プラズマ新領域研究会	2020年10月
5	後藤 哲也	東北大学	[特別講演] 半導体製造用成膜プロセスの高性能化に向けた取り組み	第32回マイクロエレクトロニクス研究会	2020年11月
6	須川 成利	東北大学	[招待講演] CMOSイメージセンサの感度・飽和・撮影速度・分光感度帯域性能の追究	映像情報メディア学会創立70周年記念大会	2020年12月
7	Rihito Kuroda	東北大学	[Invited] A High SNR Wide Spectral Response CMOS Image Sensor 8Technology for Smart Sensing	IEEE The International Symposium on Devices, Circuits and Systems (ISDCS)	2021年3月
8	黒田 理人	東北大学	[招待講演] CMOSイメージセンサの最新動向	新化学技術推進協会 電子情報技術部会ナノフォトニクスエレクトロニクス交流会勉強会	2021年9月
9	及川 哲 黒田 理人 高橋 圭吾 志波 良信 藤原 康行 四家 寛也 村田 真麻	東北大学・株式会社フジキン	流体濃度分布その場計測へ向けた 1000 fps 高SNRグローバルシャッタ CMOSイメージセンサ	映像情報メディア学会技術報告・情報センシング研究会	2021年10月

	郭家祺				
10	須川 成利	東北大学	[招待講演]CMOSイメージセンサの感度・ダイナミックレンジ・撮影速度・光波長帯域性能の追究	東北大学 電気・情報 産官学フォーラム2021	2021年10月
11	黒田 理人	東北大学	[招待講演]流体濃度分布その場計測デバイスと高精度近接容量CMOSイメージセンサ技術	第194回 次世代画像ビジョンシステム部会定例会	2021年11月
12	堀江 駿斗	東北大学	3次元積層・トレンチ型2段LOFICを有する高SNR・広ダイナミックレンジCMOSイメージセンサ	d.lab-VDECデザイナーズフォーラム 2022	2022年9月
13	Rihito Kuroda	東北大学	Advanced imaging technologies toward semiconductor manufacturing and more	The 34th International Microelectronics Conference	2022年11月
14	Yushi Sakai, Yoshinobu Shiba, Takafumi Inada, Tetsuya Goto, Tomoyuki Suwa, Akihito Sutoh, Tatsuo Morimoto, Yasuyuki Shirai, Shigetoshi Sugawa, Tetsu Oikawa,	東北大学	In Situ Measurement and Analysis of Low Pressure Gas Concentration Distribution Using 70-dB SNR1,000 Frame-per-second Absorption Imaging System	International Symposium on Semiconductor Manufacturing 2022	2022年12月

	Aoi Hamaya, and Rihito Kuroda				
15	Rihito Kuroda	東北大学	Advanced Sensing Technology and Its Future	The 30th International Display Workshops	2023. 年12 月

(b)新聞・雑誌等への掲載
なし

(c)展示会への出展

番号	発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月
1	黒田 理人、 白井 泰雪、 井口 昭彦	東北大学・アスト ロデザイン株式会 社・株式会社フジ キン	高速・高S N R 撮像 素子による流体濃度 分布その場計測デバ イスの開発	nano tech 2022	2022年1月
2	黒田 理人、 白井 泰雪、 諏訪 智之、 井口 昭彦	東北大学・アスト ロデザイン株式会 社・株式会社フジ キン	高速・高S N R 撮像 素子による流体濃度 分布その場計測デバ イスの開発	nano tech 2023	2023年2月
3	黒田 理人、 白井 泰雪、 諏訪 智之、 井口 昭彦、 志波 良信	東北大学・アスト ロデザイン株式会 社・株式会社フジ キン	高速・高S N R 撮像 素子による流体濃度 分布その場計測デバ イスの開発	nano tech 2024	2024年2月
4	井口 昭彦	アストロデザイン 株式会社		JASIS2024 最先端科学 ・分析システム&ソリ ューション展	2024年9月
5	黒田 理人、 白井 泰雪、 諏訪 智之、	東北大学		セミコンジャパン2024	2024年12月 (予定)
6	黒田 理人、 白井 泰雪、 諏訪 智之、 井口 昭彦、 志波 良信	東北大学・アスト ロデザイン株式会 社・株式会社フジ キン	高速・高S N R 撮像 素子による流体濃度 分布その場計測デバ イスの開発	nano tech 2025	2025年2月 (予定)

(d) 受賞実績

暗号	発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月
1	黒田 理人	東北大学	広光波長帯域イメージセンサ技術の創出と高精度センシング応用	R I E C A w a r d 東北大学研究者賞	2021年2月
2	Tetsu Oikawa	Tohoku University	2021 IISW BEST STUDENT PAPER AWARD	IISS International Image Sensor Workshop	2021年9月

B9 大気中電子放出イオン化による IMS 呼気分析システムの研究開発

【特許】

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	鳥取大学	特願 2021-190212	国内	2021/11/24	登録	呼気捕獲装置	李相錫、他
2	シャープ (株)	特願 2022-028359	国内	2022/2/25	公開	I M S 分析装置	鴻丸翔平、他
3	シャープ (株)	特願 2022-059844	国内	2022/3/31	公開	I M S 分析装置及び I M S 分析方法	松尾俊輔、他
4	シャープ (株)	18/111714	米国	2023/2/20	出願	IMS ANALYZER	鴻丸翔平、他
5	シャープ (株)		国内	2023/3/30	出願	I M S 分析装置およ び I M S 分析方法	鴻丸翔平、他
6	シャープ (株)		国内	2023/10/16	出願	I M S 分析装置	林達也、他

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	竹内孝江	奈良女子 大学	Development of an Ambient Ion Mobility Spectrometer for On-site Analysis of Exhaled Air and Microbial Volatile Metabolites: Molecular Structures and Collision Cross Sections of Organic Ions in air	“Book of Abstracts: Workshop on Ion Chemistry and Plasmas, Bratislava, Slovakia, 30-31 August 2022”, Vol. 1, Ed. by S. Matejcik et al. (ISBN 978-80-972179-2-1), pp. 36-37	無	2022 年 8 月

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	李相錫	鳥取大学	A MICROPRECONCENTRATOR BASED BREATH ANALYSIS METHOD FOR DISEASE DIAGNOSIS FOR DISEASE DIAGNOSIS	The 5th International Workshop on MEMS and Sensor System 2021 (IWMS 2021)	2021 年 12 月
2	竹内孝江	奈良女子 大学	大気圧イオン化イオン移動度分析法による気相有機イオンの生成過程の研究～微生物由来揮発性代謝物質および呼気分析へのアプローチ～	独立行政法人日本学術振興会 R026 先端計測技術の将来設計委員会第 8 回研究会	2022 年 3 月
3	李相錫	鳥取大学	マイクロ予備濃縮器を用いた犬の呼気分析	第 69 回応用物理学会春季学術講演会	2022 年 3 月
4	李相錫	鳥取大学	Preliminary Experiment Results on Dog Breath Analysis Using the MEMS Micropreconcentrator	IEEE NEMS 2022	2022 年 4 月
5	竹内孝江	奈良女子 大学	Development of an Ion Mobility Spectrometer for Breath Analysis: Theoretical Study of the Structure of Organic Ions Produced by Ambient Electron Emission Ionization	第 70 回質量分析総合討論会 (The 70th Annual Conference on Mass Spectrometry, Japan)	2022 年 6 月

6	李相錫	鳥取大学	Exhaled Breath Analysis Based on Micropreconcentrator toward Disease Diagnosis	International Conference Series On Science, Engineering, and Technology (ICSSET)	2022 年 6 月
7	竹内孝江	奈良女子大学	DEVELOPMENT OF AN AMBIENT ION MOBILITY SPECTROMETER FOR ON-SITE ANALYSIS OF EXHALED AIR AND MICROBIAL VOLATILE METABOLITES: MO-LECULAR STRUCTURES AND COLLISION CROSS SEC-TIONS OF ORGANIC IONS IN AIR	Workshop on ion chemistry and plasmas (WICP): Fundamentals for micro analyses in atmosphere for biological and environmental applications	2022 年 8 月
8	竹内孝江	奈良女子大学	Gas phase reactions in the ion mobility spectra of propionic acids to develop an ambient electron emission ionization ion mobility spectrometer	The 14th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '22 (ALC' 22)	2022 年 10 月
9	竹内孝江	奈良女子大学	文化財環境のニオイ評価：大気圧イオン移動度スペクトルの予測理論からのアプローチ	第 48 回 BMS コンファレンス (2022)	2022 年 10 月
10	竹内孝江	大阪大学	Development of ambient ion mobility spectrometers for on-site analysis of microbial volatile metabolites of soil-derived fungi in cultural property environments, and exhaled air	Colloquium Spectroscopicum Internationale XLIII (CSI XLIII)	2023 年 6 月
11	竹内孝江	大阪大学	Study on Gas-phase Organic Ion Formations in Atmospheric Ion Mobility Spectrometers: Approaches to Environmental Monitoring of Cultural Properties through Analysis of Microbial Volatile Organic Compounds and Disease Diagnosis through Breath Analysis	The 10th Annual Conference of AnalytiX	2024 年 4 月

(b) 新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	シャープ (株)	大気中電子放出イオン化による IMS 呼気分析システムの研究開発	シャープ (株) ニュースリリース	2023 年 1 月

(c) 展示会への出展

番号	所属	タイトル	学会名・イベント名等	発表年月
1	鳥取大学	Micropreconcentrator Based Breath Analysis	SEMICON Japan 2021	2021 年 12 月
2	鳥取大学	Micropreconcentrator Based Breath Analysis	IIFES (Innovative Industry Fair for E ×E Solutions) 2022	2022 年 1 月
3	シャープ (株)	大気中電子放出イオン化による IMS 呼気分析システムの研究開発	nano tech 2023	2023 年 2 月
4	鳥取大学	Micropreconcentrator Based Breath Analysis	センサエキスポジャパン	2023 年 9 月
5	シャープ (株)	大気中電子放出イオン化による IMS 技術	SHARP Tech-Day	2023 年 11 月
6	シャープ (株)	IMS Gas Analyzer	CES 2024	2024 年 1 月

7	シャープ（株）／（株）ダイナコム／大阪大学／理化学研究所／鳥取大学	大気中電子放出イオン化による IMS 呼気分析システムの研究開発	nano tech 2024	2024 年 1 月
8	鳥取大学	Micropreconcentrator Based Breath Analysis	SEMICON Japan 2023	2023 年 12 月
9	鳥取大学	Micropreconcentrator Based Breath Analysis	センサエキスポジャパン	2024 年 9 月

(d) SOFTIC への著作物登録

番号	著作者	著作物の題号	登録番号	申請受付年月日
1	(株)ダイナコム	IMS データベース	P 第 1 1 3 5 2 号ー1	2024/8/26
2	(株)ダイナコム	波形データのノイズ低減と SHASH 分布関数による成分分離プログラム	P 第 1 1 3 5 1 号ー1	2024/8/26

C1 超微小量センシング信頼性評価技術開発

【特許】

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	国立研究開発 法人産業技術 総合研究所	特願 2021-079011	国内	2021/5/7	公開	生体情報取得装 置、マスクおよび 衣服	グエン タン ヴィン、一木 正聡
2	国立研究開発 法人産業技術 総合研究所	特願 2021-084558	国内	2021/5/19	公開	測定装置、測定シ ステム、及び測定 方法	グエン タン ヴィン、加納 伸也、一木正 聡
3	国立研究開発 法人産業技術 総合研究所	特願 2022-079490	国内	2022/5/13	公開	多孔質 Z n O ナノ ベルト、Z n O H F ナノベルト、多 孔質 Z n O ナノベ ルトの製造方法お よびガスセンサ	増田 佳丈、キ ム キュソ ン、崔 弼圭、 伊藤 敏雄
4	国立研究開発 法人産業技術 総合研究所	特願 2022-141919	国内	2022/9/7	公開	混合ガス製造装置 及び混合ガス製造 方法	渡邊卓朗、下 坂琢哉、李鵬

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番 号	査読	発表年月
1	Kyusung Kim、崔弼 圭、伊藤 敏雄、増 田佳丈	国立研 究開発 法人産 業技術 総合研 究所	Catalyst-free Highly Sensitive SnO ₂ Nanosheet Gas Sensors for Parts per Billion-Level Detection of Acetone	ACS Appl. Mater. Interf. 12 (46) 51637-51644	有	2020/11/4
2	下田智 文、穀山 渉、野里 英明	国立研 究開発 法人産 業技術 総合研 究所	A low-acceleration measurement using anti- vibration table with low- frequency resonance	ACTA IMEKO 9 (5) 369-373	有	2020/12/31
3	野里英 明、穀山 渉、下田 智文、稲 場肇	国立研 究開発 法人産 業技術 総合研 究所	Calibration of laser Doppler vibrometer and laser interferometers in high-frequency regions using electro-optical modulator	Precis. Eng. 70 135- 144	有	2021/2/11
4	下田智 文、穀山 渉、野里 英明	国立研 究開発 法人産 業技術 総合研 究所	Primary calibration system for digital accelerometers	Metrologia 58 (4) 45002	有	2021/6/24
5	Thanh- Vinh Nguyen、 一木正聡	国立研 究開発 法人産 業技術	Mask-Type Sensor for Pulse Wave and Respiration Measurements and Eye Blink Detection	Metrologia 21(14) 4895	有	2021/7/19

		綜合研究所				
6	Kyusung Kim, 蔡尚佑, 崔弼圭, 伊藤敏雄, 齋藤永宏, 増田佳丈	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Facile synthesis of ZnO nanobullets by solution plasma without chemical additives	RSC Adv. 2021 11 26785	有	2021/8/5
7	下田智文、穀山渉、野里英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Noise reduction of calibration system for micro-vibration measurement	Measurement: Sensors 18 100138	有	2021/9/22
8	野里英明、下田智文、穀山渉	国立研究開発法人産業技術総合研究所	DEPENDENCE OF FREQUENCY RESPONSE ON DIFFERENT VELOCITY SENSITIVITIES OF LASER DOPPLER VIBROMETER	Measurement: Sensors 18 100301	有	2021/9/28
9	穀山渉、下田智文、野里英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Vibration measurement without the Heydemann correction	Measurement: Sensors 18 100136	有	2021/9/28
10	陳俊逸、古川祐光	国立研究開発法人産業技術総合研究所	High-speed mid-infrared spectrometer based on wavelength-swept quantum cascade laser using asynchronous-signal method	Optics and Laser Technology 149 107800	有	2022/5
11	下田智文、穀山渉、野里英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Precise sinusoidal signal extraction from noisy waveform in vibration calibration	Metrologia 59(3) 35010	有	2022/5/26
12	Kyusung Kim, 崔弼圭, 伊藤敏雄, 増田佳丈	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Atomic Steps Formation on Porous ZnO Nanobelts: Remarkable Promoting Acetone Gas Detection up to Parts per Trillion-Level	Journal of Materials Chemistry A 10 13839	有	2022/6/6
13	Kyusung Kim, Chunyan Li, 崔弼圭, 伊藤敏雄, 増田佳丈	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Facile synthesis of ZnOHf nanobelt and Effect of Hexamethylenetetramine for Growth Direction	Journal of Asian Ceramic Societies 10(4) 697	有	2022/7/16
14	下田智文、穀山渉、野里英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Traceable calibration of a broadband seismometer down to 5 mHz	Measurement Science and Technology 33(12) 125021	有	2022/9/29
15	Kyusung Kim, 崔弼圭, 伊	国立研究開発法人産	Detection of major VOCs in exhaled breath under ppb	International Journal of Applied	有	2022/9/6

	藤敏雄, 増田佳丈	業技術 総合研 究所	level using porous ZnO nanobelts	Ceramic Technology, 20 959-965 (2023) 2022/9/6		
16	長谷川丈真、柴山祥枝、大角友希子、泉對博、加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Quantitative performance of digital ELISA for the highly sensitive quantification of viral proteins and Influenza virus	Analytical and Bioanalytical Chemistry 415 1897	有	2023/2/10
17	Kyusung Kim, 崔弼圭, 伊藤敏雄, 増田佳丈	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Morphology control technique of ZnO by hydroxide ion supply rate and its effect on the ppt-level gas sensors	Journal of American Ceramic Society 106 5944	有	2023/6/8
18	下田智文、穀山渉、野里英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Primary microvibration standards down to 10 ⁻³ m/s ² at low frequency	Measurement Science and Technology 34 95003	有	2023/5/29
19	陳俊逸、古川祐光	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Rapid and Non-invasive Detection of High-Thickness Glucose Solution Concentrations Using Quantum Cascade Laser-Based Transmission Infrared Spectroscopy	Infrared Physics and Technology 131 104717	有	2023/5
20	長谷川丈真 柴山祥枝 大角友希子 加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Optimizing Virus Inactivation Methods for Molecular Detection Techniques: Implications for Viral Protein and RNA Measurements	Journal of Virological Methods 321 114801	有	2023/8/22

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	穀山渉、下田智文、野里英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所	デジタル位相計を導入したヘテロダインレーザ干渉計による微小振動計測	2020 年度 NMIJ 成果発表会	2021/2/1
2	下田智文、穀山渉、野里英明、草野善照	国立研究開発法人産業技術総合研究所	微小振動計測の信頼性評価に向けた振動校正システムの背景雑音低減	2020 年度 NMIJ 成果発表会	2021/2/1
3	野里英明、穀山渉、下田智文、三森弘美	国立研究開発法人産業技術総合研究所	電気光学変調器を用いたレーザドップラ振動計およびレーザ干渉計の周波数応答に関する評価	2020 年度 NMIJ 成果発表会	2021/2/1
4	Thanh-Vinh Nguyen, 加納伸也、武居淳、一木正聡	国立研究開発法人産業技術	FORCE SENSOR USING IONIC LIQUID CAPILLARY BRIDGE	The 21st International Conference on Solid-State	2021/6/20

		総合研究所		Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers2021)	
5	Thanh-Vinh Nguyen, 加納伸也, 武居淳, 一木正聡	国立研究開発法人産業技術総合研究所	A BAND-AID TYPE SENSOR FOR WEARABLE PHYSIOLOGICAL MONITORING	The 21st International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers2021)	2021/6/23
6	野里英明、下田智文、穀山渉	国立研究開発法人産業技術総合研究所	DEPENDENCE OF FREQUENCY RESPONSE ON DIFFERENT VELOCITY SENSITIVITIES OF LASER DOPPLER VIBROMETER	XXIII IMEKO World Congress	2021/8/30
7	穀山渉、下田智文、野里英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所	VIBRATION MEASUREMENT WITHOUT HEYDEMANN CORRECTION	XXIII IMEKO World Congress	2021/8/30
8	下田智文、穀山渉、野里英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Noise reduction of calibration system for micro-vibration measurement	XXIII IMEKO World Congress	2021/8/30
9	Kyusung Kim、崔弼圭、伊藤敏雄、増田佳丈	国立研究開発法人産業技術総合研究所	多孔性 CuO アセトンガスセンサの感度を与える配位不飽和部位の影響	日本セラミックス協会第34回秋季シンポジウム	2021/9/2
10	増田佳丈、崔弼圭、Kyusung Kim、伊藤敏雄	国立研究開発法人産業技術総合研究所	{101} 面呈示 SnO ₂ の常温結晶化・形態制御とガスセンサへの展開	日本セラミックス協会第34回秋季シンポジウム	2021/9/2
11	崔弼圭、増田佳丈	国立研究開発法人産業技術総合研究所	薄膜構造設計及び表面機能層の導入によるセンサ特性改善	日本セラミックス協会第34回秋季シンポジウム	2021/9/2
12	Kyusung Kim、崔弼圭、伊藤敏雄、増田佳丈	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Ultra-highly sensitive SnO ₂ Nanosheet Catalyst-Free Acetone Gas Sensor	Interfinish 2020	2021/9/7
13	増田佳丈、崔弼圭、Kyusung Kim、伊藤敏雄	国立研究開発法人産業技術総合研究所	酸化スズナノシートの常温結晶化・ファセット制御とガスセンサ応用	第69回化学センサ研究発表会	2021/9/8
14	渡邊卓朗、李鵬、下坂琢哉	国立研究開発法人産業技術総合研究所	生体ガス等測定用高湿度 VOC 標準ガス発生装置の開発	日本分析化学会第70年会	2021/9/23
15	増田佳丈、崔弼圭、金奎成、伊藤敏雄	国立研究開発法人産業技術総合研究所	自己組織化プロセス・低温プロセスによるセラミックスナノ構造体の作製とセンサ等への展開	第41回エレクトロセラミックス研究討論会	2021/11/5

16	グエンタン・ ヴィン、岡本 有貴、一木正 聡	国立研究 開発法人 産業技術 総合研究 所	MEMS カンチレバーを用いた高 性能音響評価技術	第 38 回「センサ・ マイクロマシンと応 用システム」シンポ ジウム	2021/11/10
17	渡邊卓朗、李 鵬、下坂琢哉	国立研究 開発法人 産業技術 総合研究 所	Development of a standard gas generation system for analysis of high-humidity bio-derived gases	The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021)	2021/12/20
18	Thanh-Vinh Nguyen, 岡本 有貴, 竹下俊 弘, 竹井裕 介, 岡田浩 尚, Khoa Nguyen, Hoang-Phuong Phan, 一木正 聡	国立研究 開発法人 産業技術 総合研究 所	HIGHLY SENSITIVE LOW- FREQUENCY ACOUSTIC SENSOR USING PIEZORESISTIVE CANTILEVER	The 35th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (IEEE MEMS 2022)	2022/1/9
19	Kyusung Kim、崔弼 圭、伊藤敏 雄、増田佳丈	国立研究 開発法人 産業技術 総合研究 所	Fabrication of Porous ZnO Nanobelt with Atomic Step for Ultra-sensitive Gas Sensor	日本セラミックス協 会 基礎科学討論会 (International Session)	2022/1/9
20	増田佳丈、崔 弼圭、 Kyusung Kim、伊藤敏 雄	国立研究 開発法人 産業技術 総合研究 所	Cold Crystallization and Morphology Control of SnO ₂ Nanosheets, TiO ₂ , and ZnO for Gas Sensors and Chemical Sensors	ICACC 2022	2022/1/24
21	藤井紳一郎	国立研究 開発法人 産業技術 総合研究 所	高分子核酸の不純物分析技術の 開発	2021 年度 NMIJ 成果 発表会	2022/1/31
22	長谷川丈真	国立研究 開発法人 産業技術 総合研究 所	デジタル ELISA によるウイルス 高感度測定方法の確立に向けた 抗体のスクリーニング	2021 年度 NMIJ 成果 発表会	2022/1/31
23	渡邊卓朗、李 鵬、下坂琢哉	国立研究 開発法人 産業技術 総合研究 所	高湿度 VOC 標準ガス発生装置の 開発	2021 年度 NMIJ 成果 発表会	2022/1/31
24	野里英明、下 田智文、穀山 渉	国立研究 開発法人 産業技術 総合研究 所	ホモダイナ式およびヘテロダイ ン式レーザ干渉計の位相シフト 校正を利用した電気光学変調器 (EOM) の時間遅れに関する検 討 -加速度センサの 20 kHz ま での位相シフト校正-	2021 年度 NMIJ 成果 発表会	2022/1/31
25	穀山渉、下田 智史、野里英 明	国立研究 開発法人 産業技術 総合研究 所	レーザ干渉計によるハイデマン 補正なしでの振動計測	2021 年度 NMIJ 成果 発表会	2022/1/31
26	下田智文、穀 山渉、野里英 明	国立研究 開発法人 産業技術	振動校正における正弦波近似信 号処理の改善による繰り返し不 確かさ低減	2021 年度 NMIJ 成果 発表会	2022/1/31

		総合研究所			
27	柴山祥枝、大角友希子、加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	タンパク質認証標準物質を用いた超高感度 EILSA システムの定量性評価	日本薬学会第 142 年会	2022/3/25
28	崔 弼圭、増田佳丈	国立研究開発法人産業技術総合研究所	液相プロセスによるナノシート型酸化スズの形成とガス識別への応用	粉体粉末冶金協会 2022 年度春季大会 (第 129 回講演大会)	2022/5/24
29	渡邊卓朗、李鵬、下坂琢哉	国立研究開発法人産業技術総合研究所	生体ガス等測定用高湿度 VOC 標準ガス発生装置の開発とその評価	第 82 回分析化学討論会	2022/5/15
30	柴山祥枝、大角友希子、加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	デジタル PCR を用いた正確な RNA 定量に向けた逆転写反応の最適化	日本分析化学会第 71 年会	2022/9/16
31	下坂琢哉、渡邊 卓朗、李鵬、伊藤 敏雄、増田 佳丈	国立研究開発法人産業技術総合研究所	計量計測の観点を取り入れたガスセンサ信頼性評価	セラミックス協会 第 35 回秋季シンポジウム	2022/9/14
32	増田佳丈	国立研究開発法人産業技術総合研究所	ガスセンサ・液中分子センサに向けたセラミックスナノ構造体の液相合成	第 100 回化学センサ研究会	2023/1/16
33	長谷川丈真、柴山祥枝、大角友希子、泉對博、加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	デジタル ELISA によるインフルエンザウイルス高感度測定方法の確立と定量性の評価	第 45 回日本分子生物学会	2022/12/1
34	柴山祥枝、大角友希子、加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	タンパク質認証標準物質を用いた超高感度 EILSA システムの定量性評価	2022 年度 NMIJ 成果発表会	2023/1/30
35	長谷川丈真、柴山祥枝、大角友希子、泉對博、加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	デジタル ELISA を用いたインフルエンザウイルスの高感度測定方法の確立と定量性の評価	2022 年度 NMIJ 成果発表会	2023/1/30
36	下田智文、穀山渉、野里英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所	広帯域地震計の超低周波校正	2022 年度 NMIJ 成果発表会	2023/1/30
37	渡邊卓朗、李鵬、下坂琢哉	国立研究開発法人産業技術総合研究所	高湿度 VOC 標準ガス発生装置の開発とその評価	2022 年度 NMIJ 成果発表会	2023/2/2
38	下田智文、野里英明	国立研究開発法人産業技術	Current status on broadband seismometer calibration in NMIJ	IMEKO TC22 online workshop on Low-Frequency	2023/4/4

		総合研究所		Vibration Metrology	
39	野里英明、下田智文、栗原一徳	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Development of low-frequency triaxial-vibration system with environmental evaluation in NMIJ	IMEKO TC22 online workshop on Low-Frequency Vibration Metrology	2023/4/4
40	武井裕樹、岡本有貴、一木正聡、古川祐光	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Absolute pressure measurement of sub-millipascal order using laser radiation force	Transducers	2023/6/26
41	加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	計量トレーサブルな核酸計測および新型コロナウイルス感染症 PCR 検査の信頼性確保に向けた取り組み	第 30 回日本遺伝子診療学会	2023/7/29
42	加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	ウイルス標準開発に向けた NMIJ の取り組み	FIoT コンソーシアム環境粒子計測分科会	2023/8/29
43	長谷川丈真、柴山祥枝、大角友希子、加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	タンパク質測定や RNA 測定に影響しないウイルス不活性化方法の探索	第 70 回日本ウイルス学会学術集会	2023/9/26
44	渡邊卓朗、李鵬、下坂琢哉	国立研究開発法人産業技術総合研究所	共存 VOC 成分によるセンサーの感度変化を評価するための、多種混合高湿度 VOC 標準ガス発生装置の開発	日本分析化学会第 72 年会	2023/9/14
45	下田智文、穀山渉、野里英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所	レーザー干渉計を基準にした広帯域地震計の実振動応答校正	日本地震学会 2023 年度秋季大会	2023/11/1
46	陳俊逸、古川祐光	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Approach of high-speed glucose detection using quantum cascade laser-based mid-infrared spectroscopy	Photonics WEST	2024/1/26
47	渡邊卓朗、下坂琢哉、李鵬	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Development of a generator for humidified VOC standard gases	GAS ANALYSIS 2024	2024/1/30
48	長谷川丈真、柴山祥枝、大角友希子、加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	タンパク質測定や RNA 測定に影響しないウイルス不活性化方法の探索	2023 年度 NMIJ 成果発表会	2024/2/1
49	柴山祥枝、大角友希子、加藤愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所	デジタル PCR を用いた精確な RNA 定量に向けた逆転写反応の最適化	2023 年度 NMIJ 成果発表会	2024/2/1
50	野里英明、穀山渉、下田智文、稲場肇	国立研究開発法人産業技術	光励振を用いたレーザドップラ振動計の校正方法の開発	2023 年度 NMIJ 成果発表会	2024/2/2

		総合研究所			
51	渡邊卓朗、下坂琢哉、李鵬	国立研究開発法人産業技術総合研究所	加湿 VOC 標準ガス発生装置の開発と分析機器・センサ測定への適用	2023 年度 NMIJ 成果発表会	2024/2/1
52	下田智文、穀山渉、野里英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所	地震計の実振動校正技術の開発	2023 年度 NMIJ 成果発表会	2024/2/2
53	野里英明、穀山渉、下田智文、稲場肇	国立研究開発法人産業技術総合研究所	超高周波領域におけるレーザドップラ振動計の評価手法の検討	2024 年度精密工学会春季大会学術講演会	2024/3/12

(b) 新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	国立研究開発法人産業技術総合研究所	次世代センサ技術と信頼性評価技術の方向性	一般社団法人日本計量機器工業連合会広報誌「はかる」, 38 p. 10	2021/7/15
2	国立研究開発法人産業技術総合研究所	世界初、加速度センサーの微小振動応答特性を正確に評価する技術を開発	NEDO/産総研共同プレスリリース	2023/5/29

(c) その他

番号	所属	タイトル	学会名・イベント名等	発表年月
1	国立研究開発法人産業技術総合研究所	超微量センシング信頼性評価技術	Smart Sensing 2021	2021/10/27-29
2	国立研究開発法人産業技術総合研究所	超微量センシング信頼性評価技術	JASIS 2021	2021/11/8-10
3	国立研究開発法人産業技術総合研究所	超微量センシング信頼性評価技術	Nano tech 2022	2022/1/26-28
4	国立研究開発法人産業技術総合研究所	超微量センシング信頼性評価技術開発	JASIS 2022	2022/9/7-9
5	国立研究開発法人産業技術総合研究所	超微量センシング信頼性評価技術	Nano tech2023	2023/2/1-3
6	国立研究開発法人産業技術総合研究所	超微量センシング信頼性評価技術開発	Smart Sensing 2023	2023/5/31-6/2
7	国立研究開発法人産業技術総合研究所	そのセンサ、正しく計れていますか? ~超微量センシング信頼性評価技術~	JASIS 2023	2023/9/6-8
8	国立研究開発法人産業技術総合研究所	加湿・極低濃度での VOC センサ応答評価	産業技術支援フェア in KANSAI 2023	2023/10/13
9	国立研究開発法人産業技術総合研究所	超微量センシング信頼性評価技術開発	Nano tech 2024	2024/1/31-2/2
10	国立研究開発法人産業技術総合研究所	レーザーによるスペクトル取得高速化プログラム	著作権登録番号 2021PR0-2680	2021/6/11
11	国立研究開発法人産業技術総合研究所	受賞：発表賞 (Kysung Kim)	日本セラミックス協会 基礎科学討論会	2022/1/8-9

C2 量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発

【特許】

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	大阪大学	特願 2022-047990	国内	2022/3/24	出願	処理装置及び出力 装置処理装置及び 出力装置	鶴田修一、 根津俊一、 大田裕
2	(国研) 産業 技術総合研究 所	特願 2022-13982	国内	2022/09/02	出願	交流電圧波形生成 装置	丸山道隆、 金子晋久、 浦野千春
3	(国研) 産業 技術総合研究 所		国内	2024/06/21	出願	超伝導量子回路及 び超伝導量子回路 装置	山森弘毅、 松丸大樹、 丸山道隆、 浦野千春、 金子晋久

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番 号	査読	発表年月
1	M. Maruyama, et al	(国 研) 産 業技術 総合研 究所	Development Of Josephson Voltage Standard Systems Toward Reliability Improvement of IoT Sensors	IEEE CPEM2022 Conference Digest、 pp. 135-136	有	2022/12
2	Masateru Taniguchi, Hiroyasu Takei, Kazuhiko Tomiyaasu, Osamu Sakamoto, and Norihiro Naono	大阪大 学、ア イポア 株式会 社	Sensing Performance of Artificially Intelligent Nanopores Developed by Integrating Solid-State Nanopores with Machine Learning Methods	J. Phys. Chem. C. 12197-12209.	有	2022/7/15
3	Masateru Taniguchi	大阪大 学	Challenges of the practical applications of solid-state nanopore platforms for sensing biomolecules	Appl. Phys. Express. 070101	有	2022/7/6

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	M. Maruyama, et al	(国研) 産業技術	Development of Josephson Voltage Standard Systems Toward Reliability	International Symposium on	2021/12/02

		総合研究所	Improvement of IoT Sensors	Superconductivity (ISS 2022)	
2	M. Maruyama, et al	(国研) 産業技術総合研究所	Generation of AC Waveforms Using Josephson Arrays Driven with Frequency-Modulated Microwave	Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM2022)	2022/12/13
3	山森弘毅、他	(国研) 産業技術総合研究所	量子化微小交流電圧標準のマイクロ波終端回路の最適化	第 84 回応用物理学会秋季学術講演会	2023/09/21
4	谷口正輝	国立大学法人大阪大学産業科学研究所	Commercialization of AI-nanopore Platform to Revolutionize Inspection Systems	The 13 th MEMS Engineer Forum 2022	2022/4
5	谷口正輝	国立大学法人大阪大学産業科学研究所	AI ナノポアプラットフォームを用いた感染症検査システム	第 42 回キャピラリー電気泳動シンポジウム	2022/10
6	谷口正輝	国立大学法人大阪大学産業科学研究所	Digital Platform for Developing Rapid Infectious Disease Testing Methods	The 6 th Core Research Cluster for Materials Science Symposium 2022	2022/10
7	谷口正輝	国立大学法人大阪大学産業科学研究所	Infectious Disease Testing Platform Based on AI Nanopore	International Congress on Pure & Applied Chemistry	2022/11
8	谷口正輝	国立大学法人大阪大学産業科学研究所	AI ナノポアを用いた感染症迅速検査法	第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/3
9	谷口正輝	国立大学法人大阪大学産業科学研究所	データマネジメントビジネスを生み出す 1 分子解析技術	日本真空工業会関西支部・日本表面真空学会関西支部・秋季合同講演会	2023/9

(b) 新聞・雑誌等への掲載

該当なし

(c) その他

番号	所属	タイトル	学会名・イベント名等	発表年月
1	大阪大学 産業技術総合研究所 神戸大学	ワイヤレス機器校正ネットワークの構築～信頼できる IoT 機器を社会に展開	nanotech2022	2022/1/26~28
2	大阪大学 産業技術総合研究所 神戸大学	ワイヤレス機器校正ネットワークの構築～信頼できる IoT 機器を社会に展開	nanotech2024	2024/1/31~2/2
3	大阪大学 産業技術総合研究所 神戸大学	ワイヤレス機器校正ネットワークの構築～信頼できる IoT 機器を社会に展開	nanotech2025	2025/1/28~1/31 (予定)

2. 分科会公開資料

次ページより、推進部署・実施者が、分科会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「IoT社会実現のための革新的センシング技術開発」 (終了時評価)

2019年度～2024年度 6年間

プロジェクトの説明（公開版）

2024年11月11日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

バイオ・材料部

IoT社会実現のための革新的センシング技術開発

材料・ナノテクノロジー部
P Mgr：中島 徹人・専門調査員



関連する技術戦略：次世代のIoT社会に向けたナノテク・材料基盤技術戦略、生物機能を利用したデバイス技術戦略

プロジェクトリーダー：—

プロジェクトの概要

- 人口減少や少子高齢化、エネルギー・資源の制約等により、医療・介護費の増大、地域の人手不足や移動弱者の増加、インフラ維持管理や産業保安の負担増等の様々な社会課題が顕在化している。
- 社会課題の早期解決と新産業の創出を両立するSociety 5.0の実現に向けて、良質なリアルデータの取得・活用が極めて重要である。
- そこで、日本が強みを有する最先端の材料・ナノテク、バイオ技術を利用し、**既存技術では実現困難な超微量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等を可能とする革新的センシングデバイスを世界に先駆け開発する。**

既存プロジェクトとの関係

・サイバー空間とフィジカル空間を容易に連携させるエッジに重点を置いたプラットフォーム開発やビッグデータ・AIを活用したサイバー空間技術等、データ取得・活用に関する技術の開発はSIPを中心に行われており、連携に向けて適宜情報交換を行うことにより、効率的なプロジェクト運営を行う。

≪内閣府（管理法人：NEDO、2018-2022年度）≫
➢「SIP第2期／フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」
➢「SIP第2期／ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」

≪NEDO≫
➢「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」(2015-2022年度)
➢「高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発」(2016-2027年度)

想定する出口イメージ等

アウトプット目標	- 超微量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等を可能とするための革新的センシングデバイスの要素技術を確立し、試作デバイスの作製・動作検証や、想定ユーザーを巻き込んだ実使用環境下での技術実証・評価等をもとにデバイスの実用性を実証する。 - 併せて、超微量を正確かつ精密に測定できているか検証するための信頼性評価技術や、材料・回路等における超微小ノイズの定量評価技術といった革新的センシングデバイスの信頼性向上に寄与する基盤技術を確立する。
アウトカム目標	- 本プロジェクトで開発する革新的センシングデバイスに関して、プロジェクト終了後5年以内の実用化率25%以上の達成を目指す。 2030年度末までに約2,000億円の新規市場形成に資する。
出口戦略（実用化見込み）	- 本プロジェクトでは、開発するデバイスの円滑な社会実装を推進するため、研究開発実施者と連携してユーザーに広く受け入れられる製品・サービスを検討する。また、必要に応じて、標準化等も検討する。 研究開発項目①の各研究開発テーマの3年目（2021年度及び2022年度）にはステージゲートを行い、開発テーマの絞り込みを行う。また、実使用環境下での技術実証・評価の段階で助成スキームを導入することで、民間企業等のコミットメントを高める。 - 国際標準化提案：無、第3者提供データ：無
グローバルポジション	- プロジェクト開始時：DH → プロジェクト終了時：LD - IoT社会の進展に伴って欧米を中心にセンサ開発競争が激化している。日本が強みを有する材料・ナノテク、バイオ技術の最先端技術を用いて革新的センシングを可能にすることで、我が国の社会課題解決に貢献し、世界をリードする新たなデバイスやサービスの創出を目指す。

事業計画

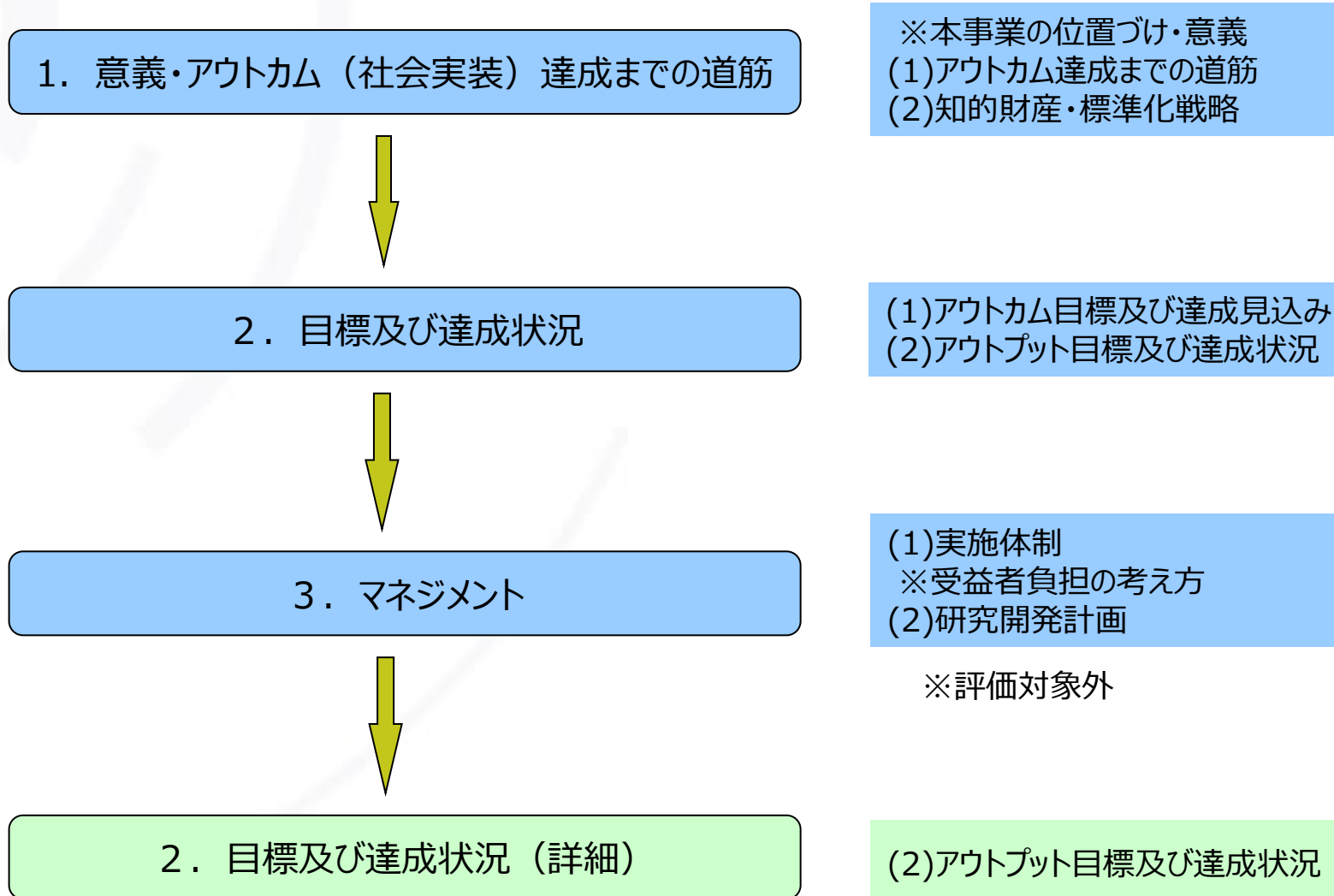
期間：2019～2024年度（6年間）

総事業費（NEDO負担分）：38億円（予定）
（委託／2/3・1/2助成）

2024年度予算額：3.0億円（一般勘定）

＜研究開発スケジュール・評価時期・想定する予算規模＞

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
革新的センシング技術開発 【委託、2/3・1/2助成】	【2019年度開始分】 フェーズA（委託）： 要素技術開発			SG	フェーズB（助成） 技術実証・評価	
		【2020年度開始分】 フェーズA（委託）： 要素技術開発			SG	フェーズB（助成）： 技術実証・評価
革新的センシング基盤技術開発 【委託】	超微小量センシング信頼性評価技術開発					
		超微小ノイズ評価技術開発				
評価時期				中間評価		終了時評価
予算（億円）	2.83	9.99	7.9	7.4	5.2	3.0



<評価項目 1> 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※ 本事業の位置づけ・意義
- （１）アウトカム達成までの道筋
- （２）知的財産・標準化戦略

※終了時評価においては評価対象外

報告内容

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略

2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

※評価対象外

2. 目標及び達成状況（詳細）

(2)アウトプット目標及び達成状況

事業の背景・目的・将来像

背景

- 人口減少や**少子高齢化**、エネルギー・資源の制約等により、**医療・介護費の増大**、地域の人手不足や移動弱者の増加、インフラ維持管理や産業保安の負担増等の**様々な社会課題が顕在化**。
- **サイバー（仮想）空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させる革新的なセンシング技術を導入**することによって、人やあらゆる「もの」からの**豊富なリアルデータで現状を精緻に見える化し、社会課題の早期解決と新たな価値創造を実現**することが期待されている。

目的

- **Society 5.0の実現を目指し**、日本が強みを有する最先端の**材料・ナノテク、バイオ技術**を利用して、**既存のIoT技術では実現困難な超微量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等**を可能とする**革新的センシングデバイス**を開発。
- 併せて、革新的センシングデバイスの**信頼性向上に寄与する基盤技術**を開発。
- 個別のニーズにきめ細かく、リアルタイムで対応できる**革新的な製品・サービスの創出**を目指す。

将来像

- ①**革新的センサデバイスの開発**
既存技術では検出困難なリアルデータを高精度・安定的・容易に取得可能とする超微量検出センサや超小型センサデバイス等を開発
- ②**信頼性評価・向上技術の開発**
超微量の計測を担保する信頼性評価技術やノイズ計測・性能校正による信頼性向上技術を開発



リアルデータのフロンティアを開拓し、新たなサービス市場の創出・獲得を目指す

政策・施策における位置づけ

- 「第5期科学技術基本計画」
（2016年 1月22日閣議決定）
において、将来的に目指すべき未来社会
「Society 5.0」が提唱。

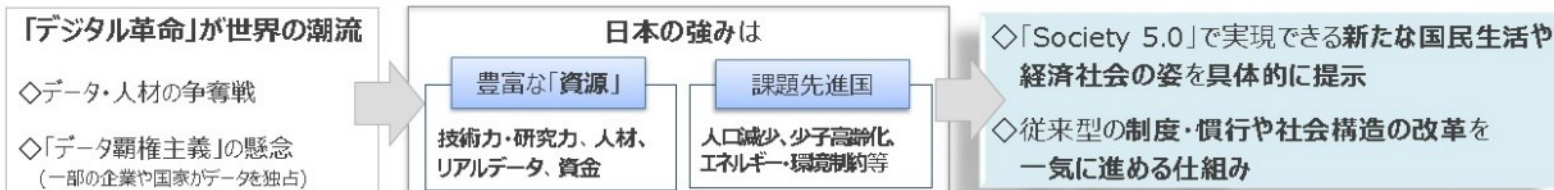
- その実現に向けた「未来投資戦略2018」
（2018年6月15日閣議決定）
において、IoT等によるデジタル革命としての
重要性が謳われている。

- 同様のことが経済産業省の政策
「Connected Industries」でも
提唱されている。

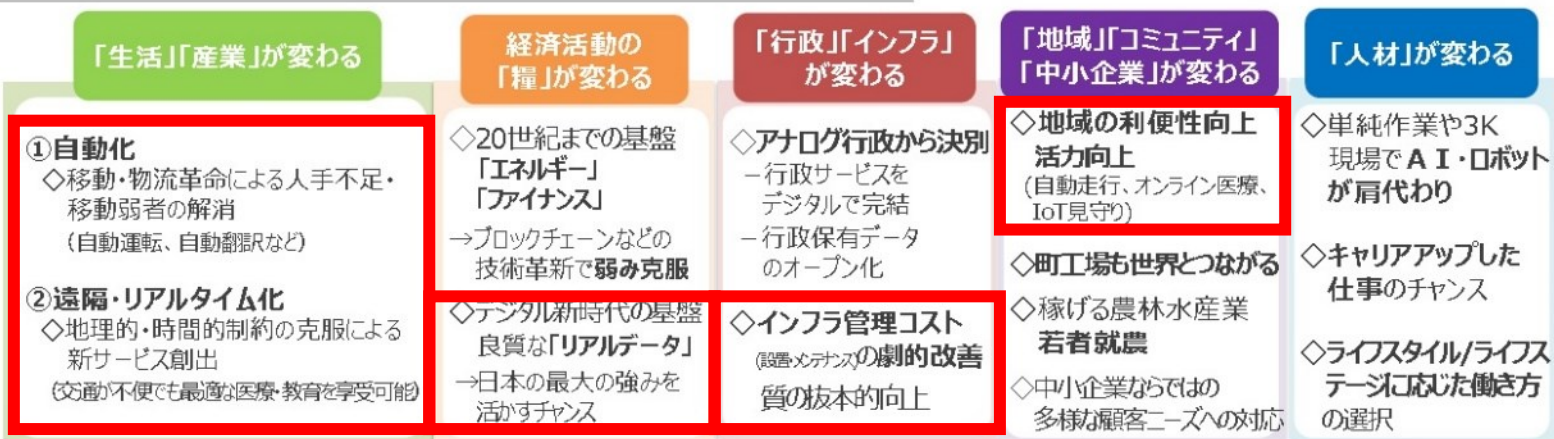
未来投資戦略2018概要

－ 「Society 5.0」「データ駆動型社会」への変革 －

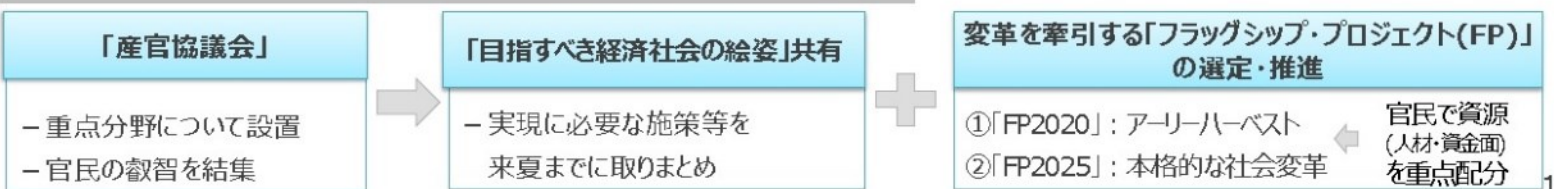
基本的な考え方



第4次産業革命技術がもたらす変化／新たな展開：Society 5.0



今後の成長戦略推進の枠組

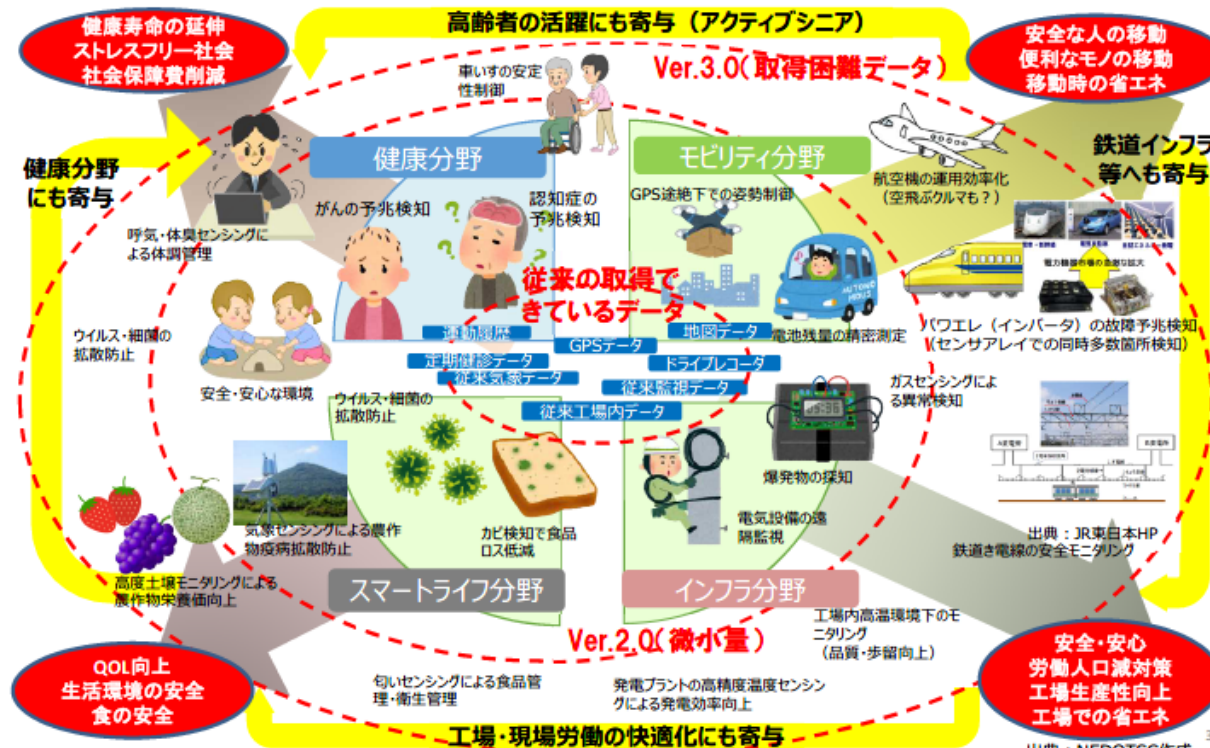


技術戦略上の位置づけ

- 本プロジェクトは「**次世代IoT社会に向けたナノテクノロジー・材料分野の技術戦略**」で必要とされる技術開発の大部分を担う
- 革新的センシング技術により**取得困難なデータ**を取得・活用することで、**新産業、サービスを創出**



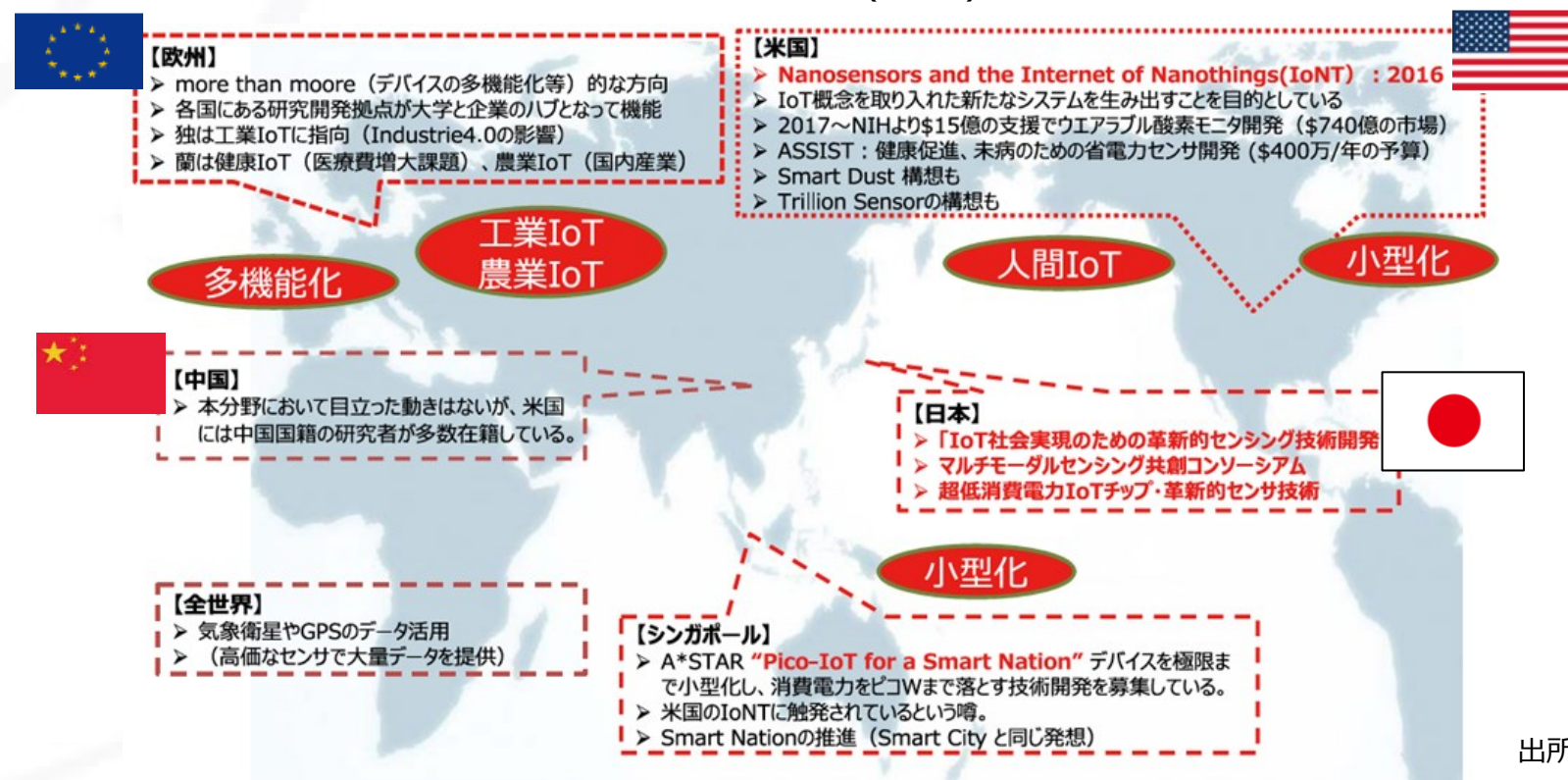
サービス、新産業の創出度合い＝
従来のデータ群 × 未踏領域（取得困難）データ群



外部環境の状況：国内外の研究開発の動向と比較

- 【米国】 **超小型デバイス**に関する開発を本格化。
- 【欧州】 センサの**多機能化**を目指した研究が多く、**工業IoT**、**農業IoT**指向。
- 【日本】 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）/「フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」
→ 本PJとは**フェーズの違いで差別化**（SIPは社会実装に近い領域、本PJは基礎技術から実用化）

* SIP：総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)による国家プロジェクト



出所：TSC Foresight Vol. 102（NEDO）

他事業との関係

事業名	事業の狙い（具体的な目標）	開発対象のナノテク・材料
IoT推進のための横断的な技術開発事業（H28～H32）	次世代IoT基盤技術の開発とともに、個別技術を統合化し、システムとして最適に処理・制御を行うための技術開発	SiGe材料MEMS MEMS振動発電、（電波発電） PC-RAM グラフェン配線、光配線 三次元積層（微細TSV）技術
三次元積層による次世代スマートデバイスの技術開発事業（H25～H29）	安全運転支援を実現するためのセンシングデバイス及びプロセッサの開発	三次元積層（TSV）技術
印刷技術による省エネ型電子デバイス製造プロセス技術の開発事業（H26～H30）	プリントエレクトロニクスの普及に資する基盤技術及び実用化技術の確立	プリントエレクトロニクス
超低消費電力型光エレクトロニクスの実装に向けた技術開発事業（H24～H33）	光エレクトロニクスの実装システム技術の根幹となる、光電子集積インターポーザ、光電子ハイブリッド回路基板等を実現	シリコンフォトリソグラフィ

これまでのIoT関連事業の狙いは、低電力化、小型化、高速化・処理性能向上、大面積化、自立化
⇒大量のセンサから大量のデータを取得してエッジorクラウドで分析・解析するという発想

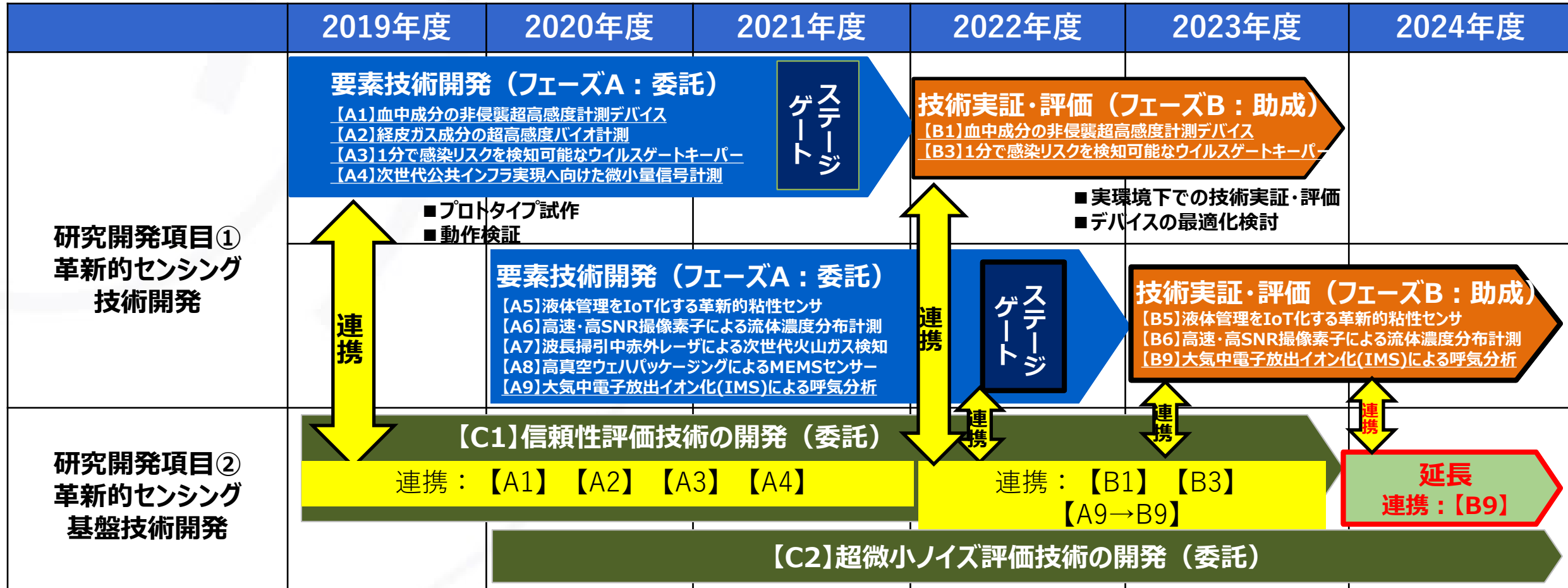


本事業：従来のセンサでは取得できていない価値の高いデータを取得し利用するという観点を追加



IoT市場のさらなる拡大を実現できる可能性がある

研究開発のスケジュール



研究開発の実施体制

2019年度採択テーマ

研究開発項目①：ステージゲート審査後フェーズB（助成）

NEDO	技術推進委員会 (外部有識者)	研究 開 発 項 目 ①	【B1】血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	株式会社タニタ	委託	一般財団法人マイクロマシンセンター
					共同研究	公立大学法人富山県立大学
					共同研究	国立大学法人電気通信大学
			【A2】薄膜ナノ増強蛍光による経皮ガス成分の超高感度バイオ計測端末の開発	国立大学法人東京医科歯科大学	※2021.9 終了 (SG審査委員会)	
				技術研究組合NMEMS技術研究機構		
			【B3】1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発	コニカミノルタ株式会社	共同研究	国立大学法人埼玉大学
				ワイエイシホールディングス株式会社	共同研究	国立研究開発法人産業技術総合研究所
			【A4】次世代公共インフラ実現へ向けた高密度センサ配置による微小量信号計測技術の研究開発	国立大学法人大阪大学	※2022.3 終了 (SG審査委員会)	
				国立大学法人神戸大学		
				東電設計株式会社		
				東電タウンプランニング株式会社		
②	【C1】超微小量センシング信頼性評価技術開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所				

・助成事業では実用化を見据えて実施体制

・ステージゲート審査で事業継続の妥当性を

- ・助成事業では実用化を見据えて実施体制を変更
- ・ステージゲート審査で事業継続の妥当性を確認

研究開発の実施体制

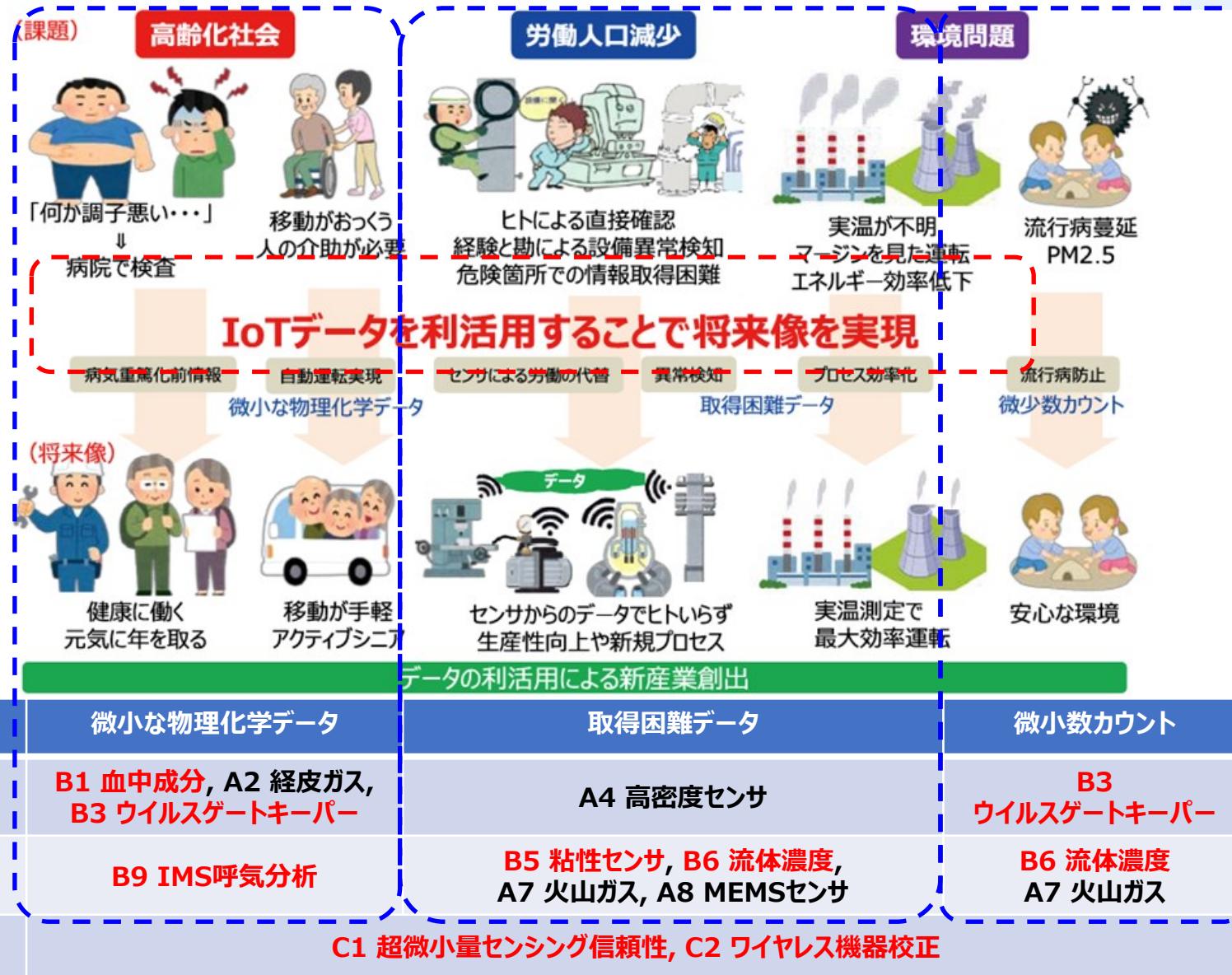
2020年度採択テーマ

研究開発項目①：ステージゲート審査後フェーズB（助成）

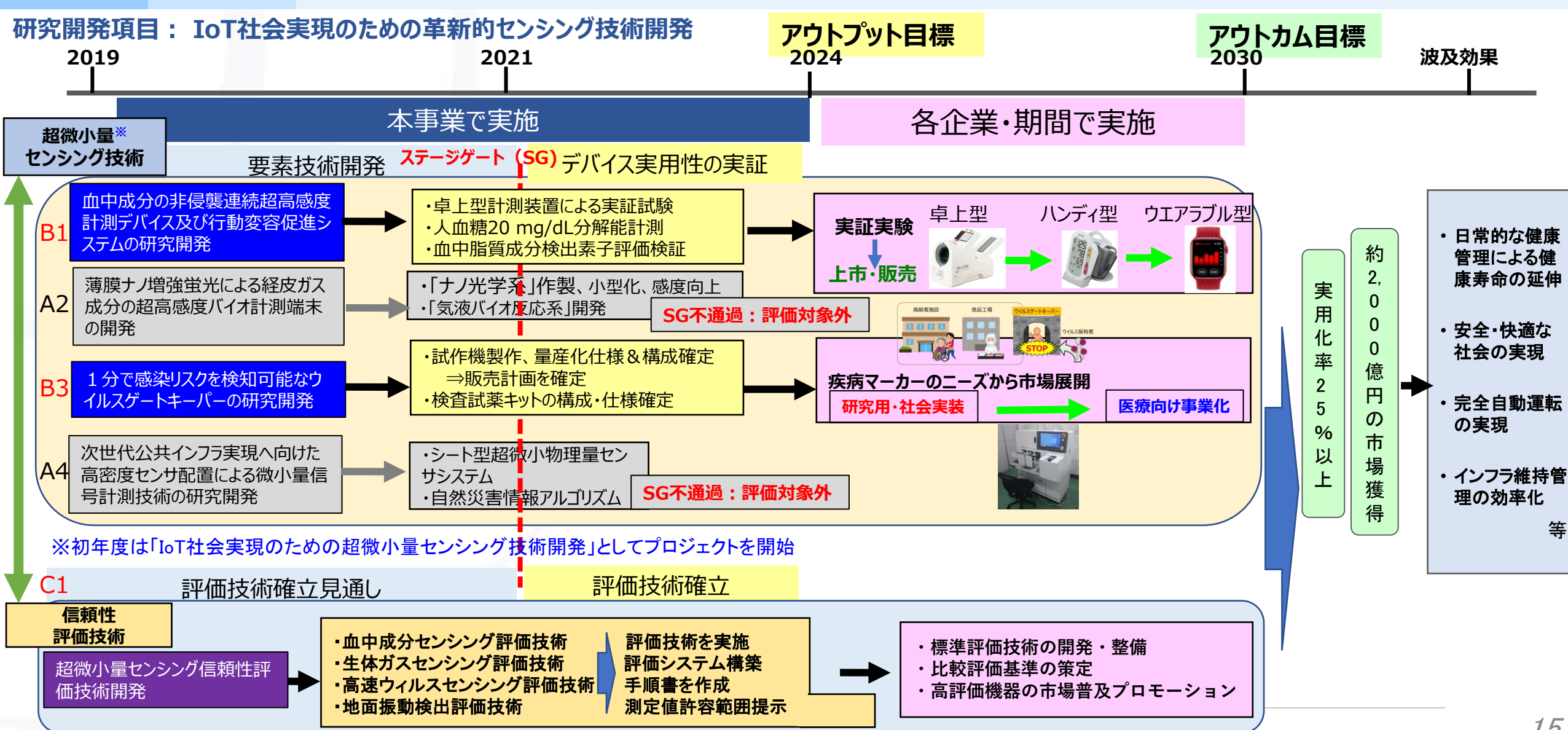
NEDO	研究開発項目①	【B5】極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発	ヤマシンフィルタ株式会社	共同研究	国立研究開発法人産業技術総合研究所
				共同研究	国立大学法人福井大学
		【B6】高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発	株式会社フジキン	共同研究	国立大学法人東北大学
			アストロデザイン株式会社		
		【A7】波長掃引中赤外レーザによる次世代火山ガス防災技術の研究開発	浜松ホトニクス株式会社	※2023.3 終了（SG審査委員会）	
			国立研究開発法人産業技術総合研究所		
		【A8】高真空ウェハレベルパッケージングを適用したMEMSセンサーの研究開発	国立大学法人東北大学	※2023.3 終了（SG審査委員会）	
			ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社		
		【B9】大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発	シャープ株式会社	共同研究	国立大学法人大阪大学
			株式会社ダイナコム	共同研究	国立研究開発法人理化学研究所
技術推進委員会 （外部有識者）	研究開発項目②			共同研究	国立大学法人鳥取大学
		【C2】量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	国立大学法人大阪大学		
			国立大学法人神戸大学		
			国立研究開発法人産業技術総合研究所		

- ・助成事業では実用化を見据えて実施体制を変更
- ・ステージゲート審査で事業継続の妥当性を確認

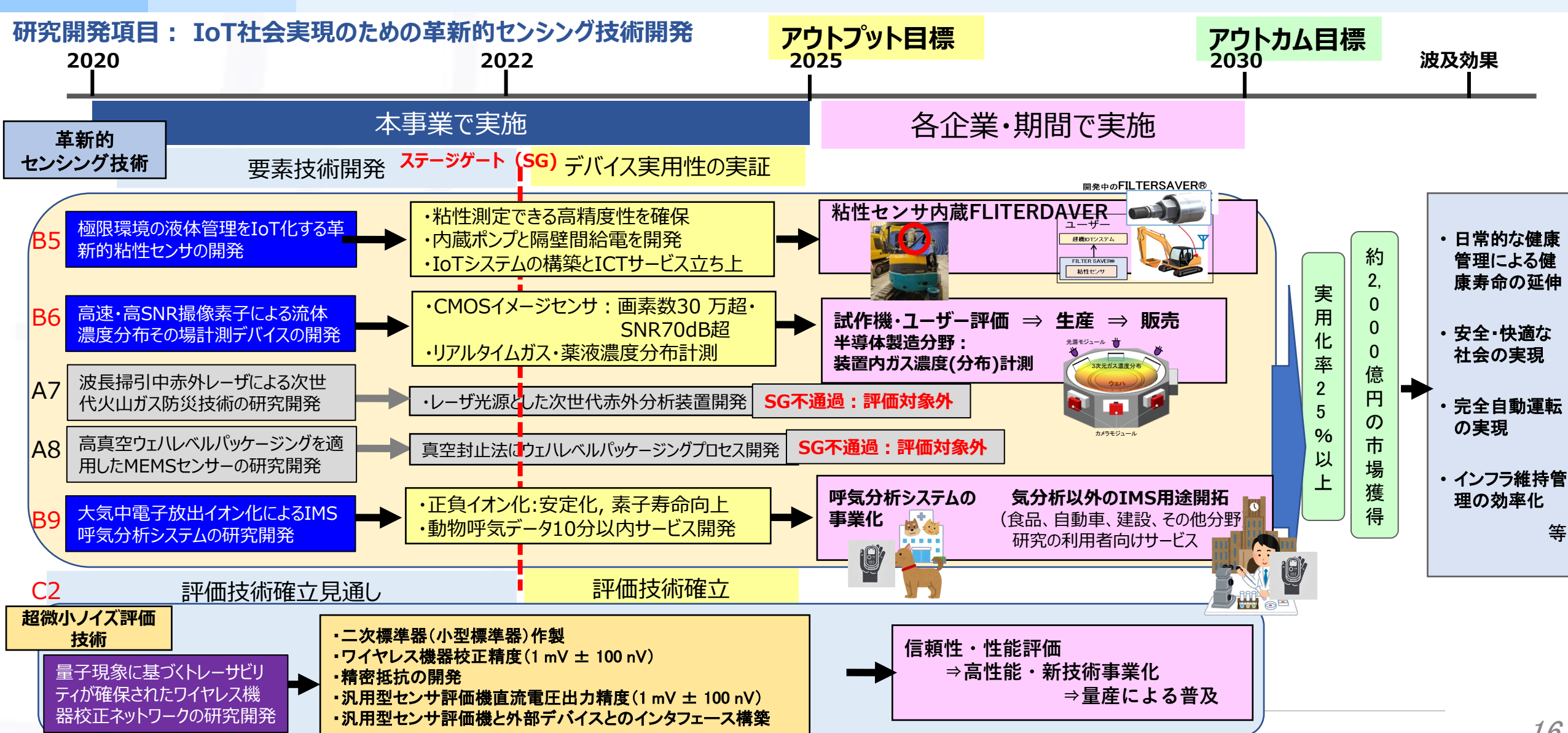
研究開発の全体構成



アウトカム達成までの道筋



アウトカム達成までの道筋



知的財産・標準化:オープン・クローズ戦略

リバースエンジニアリングにて再現可能部分は特許化で権利確保。
ソフトウェア・製造方法、データベースなどについてはノウハウとして秘匿する

標準化を推進

	非競争領域	競争領域
オープン	・測定方法、校正方法（標準化） ・手順書（市場拡大）	・センサー構造・回路図 ・測定装置構造
クローズ		・装置構造、構成 ・データベース ・測定条件 ・製造プロセス情報 ・アルゴリズム

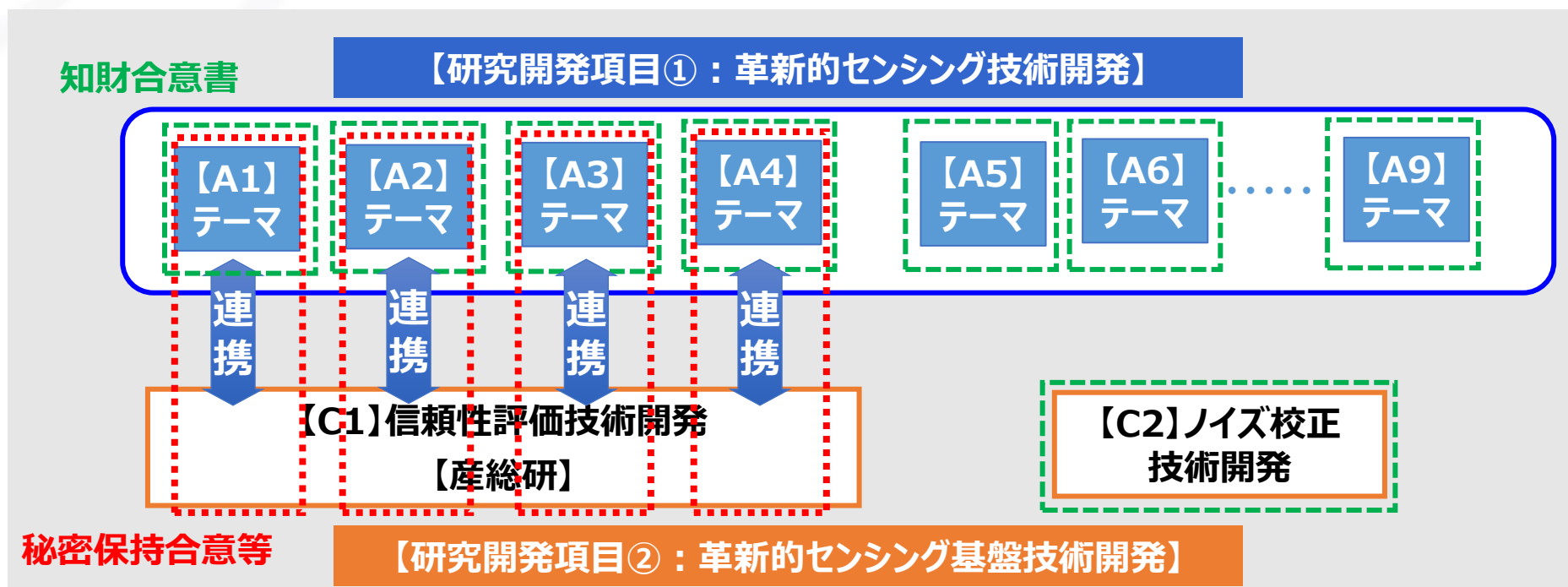
積極的に権利化

ノウハウとして秘匿

知的財産・標準化：戦略

- **本PJに最適化した知財方針**に基づき、各テーマ間にて**知財合意書**を策定
- 合意書では、**知財運営委員会**、知財の帰属、秘密保持、PJ内実施許諾等を規定
→ **PJの出口戦略において重要となる知財ルール**の整備、体制の構築

★ **本PJの知財方針では、テーマ間連携に関する事項**を記載
【研究開発項目①の各デバイス開発テーマ】と研究開発項目②の信頼性評価技術開発は
テーマ間連携があり、**別途、秘密保持合意等を策定**



知的財産管理

■ 知的財産権の帰属

- 研究開発成果に関わる知的財産権、委託先に帰属。
「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」
第25条の規定等

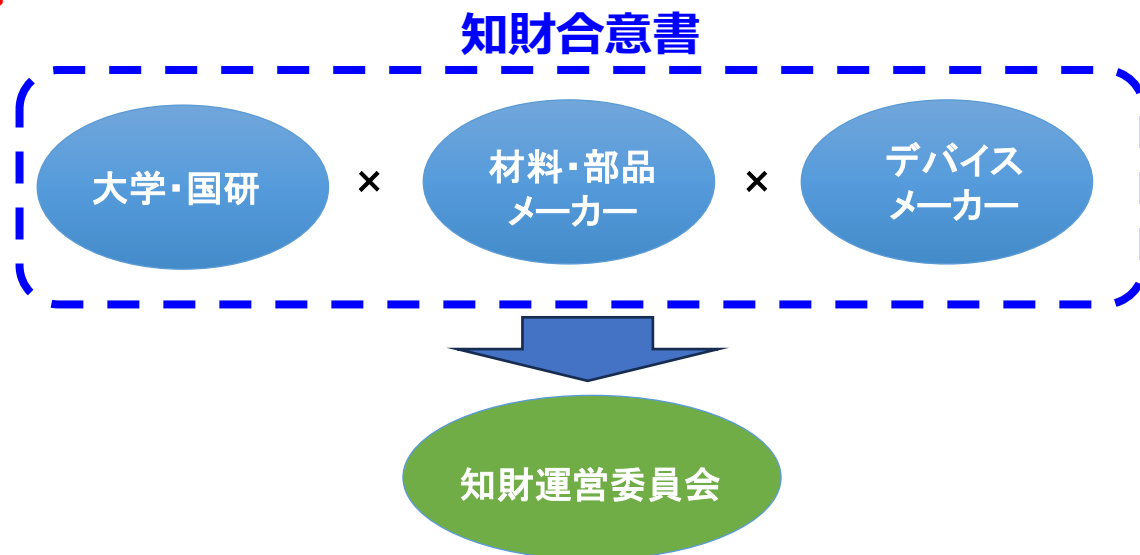
■ 知財マネジメントに係る運用

- 「『IoT社会実現のための革新的センシング技術開発』における知財マネジメント基本方針」を適用

- ・ **日本版バイ・ドール規定（産業技術力強化法第17条）の適用**

NEDOは、フォアグラウンド I P は受託者から譲り受けない

- ・ バイ・ドール調査を実施し、知的財産権の利用実態を把握する
- ・ **知的財産マネジメントの実施体制の整備**
- ・ 共有するフォアグラウンド I P の実施
- ・ 知的財産権の実施許諾：プロジェクト期間中の実施許諾
- ・ プロジェクトの成果の事業化のための実施許諾
- ・ テーマ間の連携



＜評価項目 2＞ 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略

2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

2. 目標及び達成状況（詳細）

(2)アウトプット目標及び達成状況

ページ構成

- ・ 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- ・ アウトカム目標の達成見込み
- ※費用対効果
- ・ 非連続ナショプロに該当する根拠
- ・ 本事業における研究開発項目の位置づけ
- ・ アウトプット目標の設定及び根拠
- ・ アウトプット目標の達成状況
- ・ 研究開発成果の副次的成果等
- ・ 特許出願及び論文発表

※評価対象外



実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

アウトカム目標	根拠
・本プロジェクトで開発する革新的センシングデバイスに関して、プロジェクト終了後5年以内の実用化率25%以上の達成を目指す。	・NEDO第4期中長期計画で基幹目標の一つに掲げる、ナショナルプロジェクトのプロジェクト終了後5年以内の実用化率25%に準拠して設定。
・2030年度末までに約2,000億円の新規市場形成に資する。	分野を健康分野、モビリティ分野、インフラ分野、産業分野に特定し、IoTシステム市場規模、IoT全体に対するセンサ市場規模、全センサ市場における日本のシェア、本事業によるセンサ市場拡大効果から、2030年の市場規模を算出。



社会実装

事業化

各研究開発テーマ後のと製品の量産、市場投入
革新的センシング技術開発 9テーマでスタート

売り上げ見込み：2026年度 8億円 ⇒ 2030年度 230億円
3テーマの実用化で25%



実用化

委託事業期間で、要素技術開発：プロトタイプ試作、動作検証
助成事業期間で、技術実証・評価：実証実験、市場調査

実用化：各研究開発テーマにおいて、動作検証を含めた試作品を作製し、実証実験をへて、社会的利用(顧客への提供等)が開始されること。
事業化：各研究開発テーマにおいて、商品、製品、サービス等の販売やコンサル業務により、企業活動(売り上げ等)に貢献する。

プロジェクト類型	実用化・事業化の考え方
標準的研究開発	プロジェクト終了後5年を目処に、事業化まで達することを目指す研究開発

アウトカム目標の達成見込み

研究開発項目		アウトプット 最終目標（2025年3月）	アウトカム 最終目標（2030年3月）	達成見込み
①革新的センシング技術開発		想定ユーザーを巻き込んだ実使用環境下での試作デバイスの技術実証・評価をもとに、 革新的センシングデバイスの実用性を実証 する。		以下の点から達成が見込まれる。 ・各テーマ共、事業期間内に社会実装へ向けた取組を意識し、センサ要素技術開発、技術実証・評価実施。 ・各実施者間での連携、ベンチャー立ち上げ、コンソーシアムとの情報収集など、アウトカムの実現に大きく貢献出来る体制作りが進んだ。 ・研究成果によって、実現しそうな新しい価値、これから生まれそうな新産業も多数あり、市場拡大に繋がることが期待できる。
②革新的センシング基盤技術開発	(1) 超微小量センシング信頼性評価技術開発	超微小量センシングデバイスの検出素子に到達・反応する測定対象の量や得られる信号等を正確かつ精密に計測するための 信頼性評価技術 を確立し、その 実用性を実証 する。	・本プロジェクトで開発する革新的センシングデバイスに関して、プロジェクト終了後5年以内の実用化率25%以上の達成を目指す。 ・2030年度末までに約2,000億円の新規市場形成に資する。	
	(2) 超微小ノイズ評価技術開発／量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	トレーサビリティが十分に確保された、 高精度な超微小ノイズ評価技術 及び 汎用型の超微小ノイズ評価機器・システム を確立し、幅広い開発者・ユーザーを巻き込みながらその 実用性を実証 する。		

テーマ別のアウトカム目標の達成見込みは、
『2. 目標及び達成状況（詳細）』 P55～70参照

費用対効果

本プロジェクトの総費用	約36億円* ¹ （2019～2024年）
2030年での市場創出効果	約2000億円* ² （2030年） の新規市場形成に資する

- * 1 2019～2023年度は執行額、2024年度は契約額
- * 2 取得困難センシングによるIoTシステムの係わる分野を健康分野、モビリティ分野、インフラ分野、産業分野に特定し、試算

非連続ナショナルプロジェクトに該当する根拠

	理由
①非連続的な価値の創造	小型・軽量、省エネルギーかつ低コストで安定的に超微小信号を検出可能にする革新的センサの開発により、これまで大型分析装置を完備する研究施設でしか測ることのできなかった癌・認知症・心筋梗塞の予兆、生活空間のウイルスやカビ、犬に頼らざるを得なかった麻薬探知等、様々な場面で簡易に情報取得が可能となることで新規サービスの創出が期待される。
②技術の不確実性	最先端のナノテクノロジーやバイオテクノロジーをイノベーションの起点として、大型分析装置以外の既存技術では検出不可能な超微小信号（pptやfmol/L、nV等）を高感度に小型デバイス等で実現しようとする従来の延長線上にはない技術の開発であり、高い難易度と不確実性を有する。

本事業における研究開発項目の位置づけ

Society 5.0の実現を目指し、日本が強みを有する最先端の材料・ナノテク、バイオ技術を利用して、**既存のIoT技術では実現困難な超微量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等**を可能とする革新的センシングデバイスを開発（研究開発項目①革新的センシング技術開発）。

併せて、革新的センシングデバイスの**信頼性向上に寄与する基盤技術**を開発（研究開発項目②革新的センシング基盤技術開発）。



(事業期間：2019～2024年度、2024年度予算額：約3.0億円)

アウトプット（終了時） 目標の設定及び根拠

研究開発項目		最終目標（2025年3月）	根拠
① 革新的センシング技術開発		想定ユーザーを巻き込んだ 実使用環境下 での試作デバイスの 技術実証・評価 をもとに、 革新的センシングデバイスの実用性を実証 する。	デバイスの原理・特性や応用分野によって検出限界や環境耐性、小型化等の目標が大きく異なることから、具体的な目標は研究開発テーマ毎において定める。 そのため、アウトプット目標は、基本事項として、 ・中間目標：要素技術確立 ・最終目標：実用性の実証 とした。
② 革新的センシング基盤技術開発	(1) 超微小量センシング信頼性評価技術開発	超微小量センシングデバイスの検出素子に到達・反応する 測定対象の量や得られる信号等を正確かつ精密に計測するための信頼性評価技術 を確立し、その 実用性を実証 する。	
	(2) 超微小ノイズ評価技術開発／量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	トレーサビリティが十分に確保された、 高精度な超微小ノイズ評価技術及び汎用型の超微小ノイズ評価機器・システム を確立し、幅広い開発者・ユーザーを巻き込みながらその 実用性を実証 する。	

テーマ別のアウトプット目標の設定及び根拠は、
『2. 目標及び達成状況（詳細）』 P71～72参照

アウトプット目標の達成状況

研究開発項目		目標 (2025年3月)	成果（実績） (2025年3月)	達成度（見込み※）	達成の根拠／解決方針
①革新的センシング技術開発		想定ユーザーを巻き込んだ実使用環境下での試作デバイスの技術実証・評価をもとに、 革新的センシングデバイスの実用性を実証 する。	研究開発テーマ毎において定めた具体的な目標に対して、おおむね目標値を達成。	○ ●2019年度採択テーマ 2024年3月 ●2020年度対策テーマ 2025年3月達成見込み	研究開発 テーマ毎
②革新的センシング基盤技術開発	(1) 超微小量センシング信頼性評価技術開発	超微小量センシングデバイスの検出素子に到達・反応する測定対象の量や得られる信号等を正確かつ精密に計測するための 信頼性評価技術を確立 し、その 実用性を実証 する。	研究開発項目①の4テーマに対して、実用性を実証。	○ ●3テーマに対して 2024年3月 ●期間延長テーマ 2025年3月達成見込み	
	(2) 超微小ノイズ評価技術開発／量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	トトレーサビリティが十分に確保された、 高精度な超微小ノイズ評価技術及び汎用型の超微小ノイズ評価機器・システムを確立 し、幅広い開発者・ユーザーを巻き込みながらその 実用性を実証 する。	新しい電気校正スキームを創出することでIoT社会のセンサの信頼性を底上げする取り組み実施。	◎ 2025年3月達成見込み	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

テーマ別のアウトプット目標の達成状況は、
『2. 目標及び達成状況（詳細）』 P73～75参照

研究開発成果の副次的成果等

異なる用途、分野での問い合わせ。取組開始案件あり。

研究開発項目		対象技術	成果
①革新的センシング技術開発	B3: 1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発	ウイルス検出装置	バイオマーカー測定の研究 ・事業で開発した、ウイルスゲートキーパー試作機ベースに、バイオマーカー測定分野での打診、取り組み中。 ・製造、開発に加え、営業などの人材強化対応中。 P57、78参照
	B5: 極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発	隔壁給電	展示会※出展を機に、鉄板貫通無線給電・通信技術の引き合い多数 ※展示会: nanotech、その他 (電気設備メーカー)、(都市インフラメーカー)、(自動車メーカー系研究所)、 (腕時計メーカー)、(電装品メーカー)、(電波暗室メーカー)、(シールド材メーカー)、計測機メーカー)。 P80参照
	B9: 大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発	IMS分析装置	展示会※出展を機に、呼気分析以外の用途を開拓 ※展示会: nanotech、その他 〔食品分野〕、〔自動車分野〕、〔その他〕 P85参照



特許出願及び論文発表

	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	計
特許出願 (うち外国出願)	1	4(1)	19(5)	14(3)	8(6)	4	50(15)
論文	0	4	9	15	9	1	38
研究発表・講演	7	16	46	45	29	3	146
受賞実績	0	1	2	0	0	0	3
プレス・雑誌等への掲載	2	1	2	4	2	0	11
展示会への出展	6	3	13	9	16	7	54
計	16	29	91	87	64	15	302

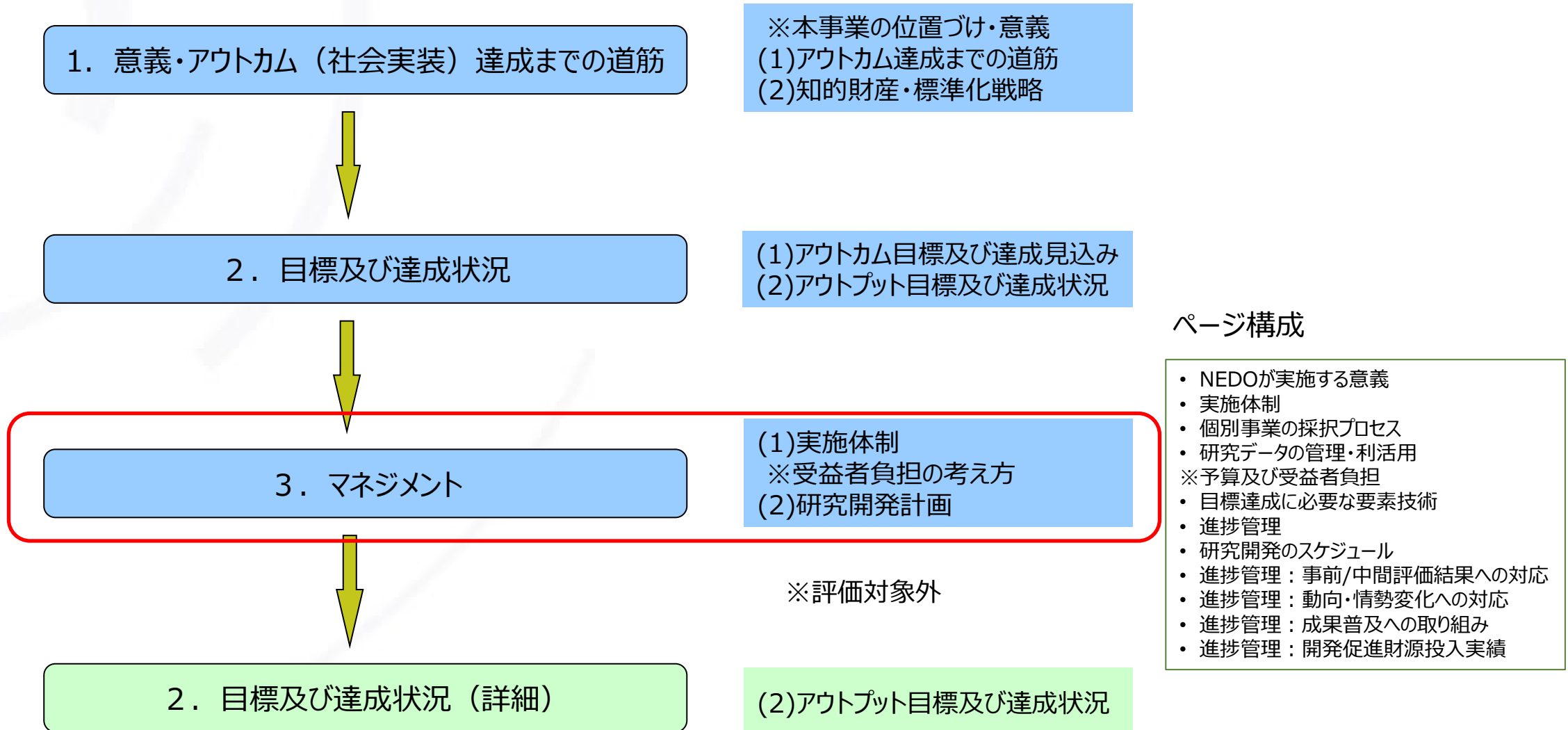
※2024年9月11日現在

＜評価項目 3＞ マネジメント

(1) 実施体制

※ 受益者負担の考え方

(3) 研究開発計画



NEDOが実施する意義

- 国が実現を目指す未来社会「Society5.0」において、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させる革新的センシング技術は極めて重要。人やあらゆるものからの豊富なリアルデータ取得で課題を精緻に見える化し、社会課題の早期解決と新たな価値創造を実現することが期待されている。
- 本プロジェクトの目的達成には、既存技術では実現困難な超微小量の検出や極限環境下でも動作可能とするなど、従来の延長線上に無い画期的な技術を核とした“非連続な”研究開発が必要。材料工学や機械工学、電子工学等の異分野融合が不可欠で、民間企業等が単独で実現することは難しく、国主導で民間企業・大学・国研等が有する優れた技術・知見・ノウハウを集約して産学官が一体となって開発を加速させることが必要。
- 信頼性評価技術等の基盤技術については、国民経済的には大きな便益がありながらも、研究開発成果が直接的に市場性と結び付かない公共性の高い開発であり、評価技術等の標準化も検討し得ることから、国が積極的に関与すべき。

実施体制

2019年度採択テーマ

研究開発項目①：ステージゲート審査後フェーズB（助成）

NEDO	技術推進委員会 (外部有識者)	研究 開 発 項 目 ①	【B1】血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	株式会社タニタ	委託	一般財団法人マイクロマシンセンター
			【A2】薄膜ナノ増強蛍光による経皮ガス成分の超高感度バイオ計測端末の開発	国立大学法人東京医科歯科大学	共同研究	公立大学法人富山県立大学
				技術研究組合NMEMS技術研究機構	共同研究	国立大学法人電気通信大学
			【B3】1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発	コニカミノルタ株式会社	共同研究	国立大学法人埼玉大学
				ワイエイシホールディングス株式会社	共同研究	国立研究開発法人産業技術総合研究所
			【A4】次世代公共インフラ実現へ向けた高密度センサ配置による微量信号計測技術の研究開発	国立大学法人大阪大学	※2022.3 終了（SG審査委員会）	
				国立大学法人神戸大学		
				東電設計株式会社		
				東電タウンプランニング株式会社		
		②	【C1】超微量センシング信頼性評価技術開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所		

- ・助成事業では実用化を見据えて実施体制を変更
- ・ステージゲート審査で事業継続の妥当性を確認

実施体制

2020年度採択テーマ

研究開発項目①：ステージゲート審査後フェーズB（助成）

NEDO	技術推進委員会 (外部有識者)	研究開発項目①	【B5】極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発	ヤマシンフィルタ株式会社	共同研究	国立研究開発法人産業技術総合研究所
			【B6】高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発	株式会社フジキン	共同研究	国立大学法人福井大学
				アストロデザイン株式会社	共同研究	国立大学法人東北大学
			【A7】波長掃引中赤外レーザによる次世代火山ガス防災技術の研究開発	浜松ホトニクス株式会社	※2023.3 終了（SG審査委員会）	
				国立研究開発法人産業技術総合研究所		
			【A8】高真空ウェハレベルパッケージングを適用したMEMSセンサーの研究開発	国立大学法人東北大学	※2023.3 終了（SG審査委員会）	
				ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社		
			【B9】大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発	シャープ株式会社	共同研究	国立大学法人大阪大学
				株式会社ダイナコム	共同研究	国立研究開発法人理化学研究所
					共同研究	国立大学法人鳥取大学
		②	【C2】量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	国立大学法人大阪大学		
				国立大学法人神戸大学		
				国立研究開発法人産業技術総合研究所		

- ・助成事業では実用化を見据えて実施体制を変更
- ・ステージゲート審査で事業継続の妥当性を確認

個別事業の採択プロセス

【公募】 2019年度に研究開発項目①、②の公募実施（2回）、2020年度に研究開発項目①、②の追加公募実施（1回）

「研究開発項目〔1〕超微小量センシング技術開発」

- 公募内容：社会課題が顕在化する健康・モビリティ・インフラの分野を対象に、日本が強みを有する最先端のナノテクノロジーやバイオテクノロジーをイノベーションの起点として、既存の大型で、消費電力が大きく、高額で、長い測定時間を要する超高精度な計測・分析装置等以外では到底検出できないような超微小量を、小型・軽量、省エネルギーかつ低コストで安定的に検出可能とするセンシング技術を世界に先駆けて開発します。
- 公募予告（2019年1月23日）⇒公募（2019年2月25日）⇒公募〆切（2019年3月26日）

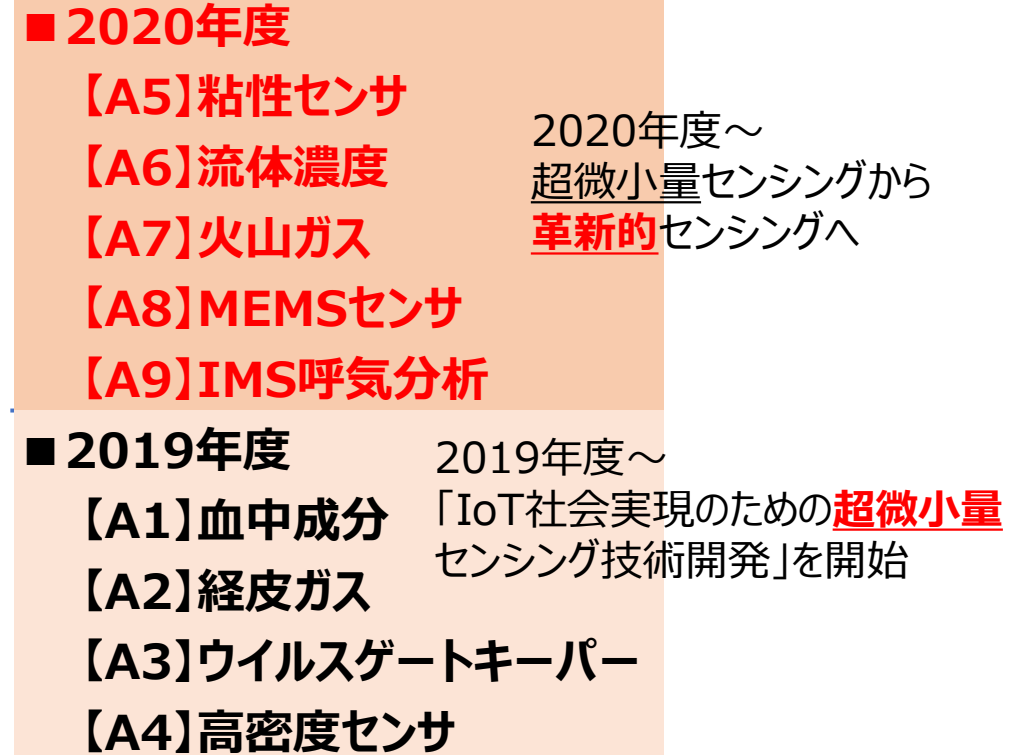
「研究開発項目〔2〕超微小量センシング信頼性評価技術開発」

- 公募内容：研究開発項目〔1〕「超微小量センシング技術開発」の各研究開発テーマと連携して、超微小量センシングデバイスに対する信頼性評価技術を開発。
- 公募予告（2019年5月13日）⇒公募（2019年6月19日）⇒公募〆切（2019年7月19日）

「IoT社会実現のための革新的センシング技術開発」（研究対象の追加）に係る公募について

- 公募内容：NEDOでは、顕在化する様々な社会課題の早期解決と新産業の創出を両立するSociety 5.0の実現に向けて、日本が強みを有する最先端の材料技術やナノテクノロジー、バイオテクノロジーを利用して、既存のIoT技術では実現困難な超微小量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等を可能とする革新的センシングデバイスを世界に先駆けて開発します。
併せて、革新的センシングデバイスの信頼性向上に寄与する基盤技術として、超微小ノイズ評価技術の開発を行います。
- 公募予告（2020年1月7日）⇒公募（2020年2月21日）⇒公募〆切（2020年3月23日）

採択テーマ略称



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

個別事業の採択プロセス

【採択】

審査について：採択審査委員会審査基準に基づき、Ⅰ．提案内容の評価、Ⅱ．提案者の評価、Ⅲ．成果の実用化・事業化の評価、Ⅳ．その他の評価（ワーク・ライフ・バランス等の推進）の4項目を中心に評価を行った。

「IoT社会実現のための超微小量センシング技術開発／研究開発項目〔1〕超微小量センシング技術開発」に係る公募について

- ・ 採択審査委員会（2019年4月11日）
- ・ 採択基準：**総合点60点以上**を**採択候補**とし、評価点が上位の案件から採択候補を決定。**採択審査委員会における総合討論等での審議**を経て、条件を付すべきとなった場合は条件付き採択候補とした。

「IoT社会実現のための超微小量センシング技術開発／研究開発項目〔2〕超微小量センシング信頼性評価技術開発」に係る公募について

- ・ 採択審査委員会（2019年8月9日）
- ・ 採択基準：**合計点60点以上**を**採択候補**とし、**採択審査委員会における総合討論等での審議**を経て、条件を付すべきとなった場合は条件付き採択候補とすることとした。

「IoT社会実現のための革新的センシング技術開発」（研究対象の追加）に係る公募について

- ・ 採択審査委員会 2020年4月27日～2020年5月26日（**書面開催**）：コロナによる
- ・ 採択基準：**合計点 60 点以上**を**採択候補**として、評価点が上位の案件から採択候補を決定した。また、Ⅰ．～Ⅲ．の各評価項目で平均 3 点未満の評価点がある場合など、**採択審査委員会における総合討論等での審議**を経て、条件を付すべきとなった際には条件付き採択候補とした。

研究データの管理・利活用

【データの管理方針】

本プロジェクトはデータマネジメント基本方針のうち【委託者指定データを指定しない場合】を適用

各実施者は、データマネジメントプランと共に届出書をNEDOに提出済

※公募要領、基本計画に記載

各実施者から提出されたデータマネジメントプランの内容は、一部※を除き下記であった。

- ・分類 : 自主管理データ
- ・公開レベル : レベル2 (PJ参加者間のみで共有・利活用予定)
- ・秘匿理由 : 取得又は収集したデータの利用許諾等に制限があるため
事業化に向けて市場の競争力を確保するため
特許出願や論文発表を行うため

※一部(2点)で、レベル1(自者のみで利活用予定)あり。研究に支障は無し。

予算及び受益者負担

（単位：百万円）

研究開発項目		2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	合計
研究開発項目① 革新的センシング 技術開発	委託100%	251	686	551	264	0	0	1,752
	補助率 1/2、2/3 ※	0	0	0	100	250	150	500
研究開発項目② 革新的センシング 基盤技術開発	委託100%	31	305	267	359	271	154	1,386
合 計		282	991	819	722	521	304	3,638

- ・2019～2023年度は実績、2024年度は予算
- ・※助成事業での補助率は、大企業1/2、中堅・中小・ベンチャー企業2/3

目標達成に必要な要素技術

研究開発項目① 革新的センシング技術開発

開発テーマ	要素技術	根拠
【B1】血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	● 卓上型計測装置による実証試験 ● 人から血糖を 20 mg/dL 分解能で計測する 3 cm × 3 cm × 1 cm のディテクタの実現 ● 小型LED光源血中脂質成分計測への適用、実際の人体計測適用	● 卓上型血糖測定用試作機の開発 ● 20mg/dLの分解能の性能、時計サイズ組み実現 ● 小型光源にてファントム検証実施、人検体への計測適用
【B3】1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発	● 小規模施設用試作機開発：一般の人が使える試作機を完成させ、装置構成、仕様を確定 ● 中規模施設用試作機を製作：量産化に向けた仕様、構成確定 ● 1分以内に検出できるプロトコルを完成させる。	● 小規模施設向け一般ユーザが使用可能な装置 ● 中規模施設向け一般ユーザが使用可能な装置 ● 待たすことなくウイルス感染リスク評価を行うため
【B5】極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発	● 建機オイルの粘性を 1 %以下の不確かさで測定できる高精度性を確保 ● チップサイズを2 mm角以下にサイズダウンし内蔵ポンプと隔壁間給電を開発 ● 実証試験と、IoTシステムの構築とICTサービスを立ち上げ	● 安定化建機オイル劣化程度から精度設定。 ● 油圧ライン内温度分布影響からの最小サイズ ● 性能維持、コスト改善、故障リスク回避につなげ、建機とフィルタへの信頼感醸成を図る
【B6】高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発	● 画素数30 万超・SNR70dB超 CMOS イメージセンサを実現 ● 遅延 1msec、ppm オーダーのリアルタイムガス・薬液濃度分布計測 ● 小型イメージングモジュールを用いた果実・牛乳状態モニタリング、環境汚染物質検出、非侵襲血糖値モニタリング等への水平展開原理検証	● 半導体先端プロセスでの1ms以内、ppmオーダーの製造装置内の流体濃度分布計測 ● 市場優位性を持つUV域の高速ハイパースペクトルカメラシステムが実現 ● 素子寿命の向上
【B9】大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発	● 安定化と素子寿命の向上 ● サンプリング技術開発と呼気分析の実証 ● パターン類似性検索を3万件あたり10 分以内に評価し	● 素子寿命を、呼気分析6 ヶ月相当の100h以上 ● IMS実用化装置のボンベレス化処理 ● 疾患判別までにかかる時間は、今後展開するサービスの品質に重要な因子

目標達成に必要な要素技術

研究開発項目② 革新的センシング基盤技術開発

開発テーマ	要素技術	根拠
【C1】超微小量センシング信頼性評価技術開発	● 人体ファントム下において脂質試料を用いた信頼性評価。測定精度20%の差をセンサ許容範囲とする。	● 比較的厳しいとされる自己血糖値計測器の評価基準を適用。
	● 数100 ppb～sub ppbの微量な標準ガス濃度での生体ガスセンサ信頼性評価を実現 ● 実装環境での信頼性評価システムを構築	● 呼気ガス中のバイオマーカーの濃度がsub ppb程度 ● 実環境におけるガスセンサの信頼性評価
	● 対象センサが検出可能なウイルス粒子濃度帯を決定 ● 標準的なウイルス精製法、およびウイルス定量法に関する手順書を作成	● デバイスのウイルス濃度検出限界を確定するウイルス標準液の開発 ● ウイルスの精密精製手法およびウイルス定量のための標準手法の再現性・堅牢性確保
	● 振動センサの感度の長期耐環境性試験に関する手法を開発し、その手順書を作成 ● 測定値の許容範囲を提示	● 企業から試験法・評価法に対するニーズがあり妥当 ● 企業や大学らへヒアリングにより得られたニーズ
【C2】量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	● ワイヤレス機器校正ネットワークを用いた校正後の直流電圧計測精度 (1 mV ± 100 nV) ● 抵抗値温度係数が±20 ppm/℃、抵抗値範囲±0.1 %、カテゴリ温度範囲0 ℃～50 ℃の精密抵抗の開発 ● 標準器に接続されない汎用型センサ評価機の直流電圧出力精度 (1 mV ± 100 nV) ● 汎用型センサ評価機のハードウェア改ざん検出を行う	● mVオーダー以下の微小電圧に対応できる小型標準機の開発は今後のIoT社会に重要 ● 二次標準器からトレースされた精度の高い標準電圧を出力 ● 汎用型センサ評価機の性能を実現するために最も重要な電子部品 ● 人間の心電を測定するデバイスで±100 nV程度の精度が要求 ● ワイヤレス機器校正ネットワークのセキュリティ確保

進捗管理

会議名	主なメンバー	目的・対象	頻度	主催者
進捗報告会	・実施者 ・NEDO(PMgr,PT)	【目的】 研究開発の 進捗確認 等 【対象】 各テーマ	1回 / 1～3ヶ月	実施者
技術推進委員会	・外部有識者 ・NEDO(PMgr,PT) ・実施者	【目的】 各プロジェクトの研究開発進捗の把握を行い、 方向性、目標達成の見通し等を議論。アドバイス実施。 【対象】 全テーマ P44参照	1回 / 年	NEDO
ステージゲート審査委員会	・外部有識者 ・NEDO(PMgr,PT) ・実施者	【目的】 全事業期間の中間審査として研究開発進捗や計画等を評価し、 研究継続の妥当性を見極め 実施。 【対象】 研究開発項目①	委託期間3年目	NEDO
知財運営委員会	知財運営委員会規定メンバー	【目的】 特許出願・对外発表に関する報告、承認	随時	実施者
成果報告会	・NEDO(PMgr,PT) ・実施者	【目的】 研究開発の成果報告等 【対象】 研究開発項目①、② P50参照	委託事業終了後	NEDO

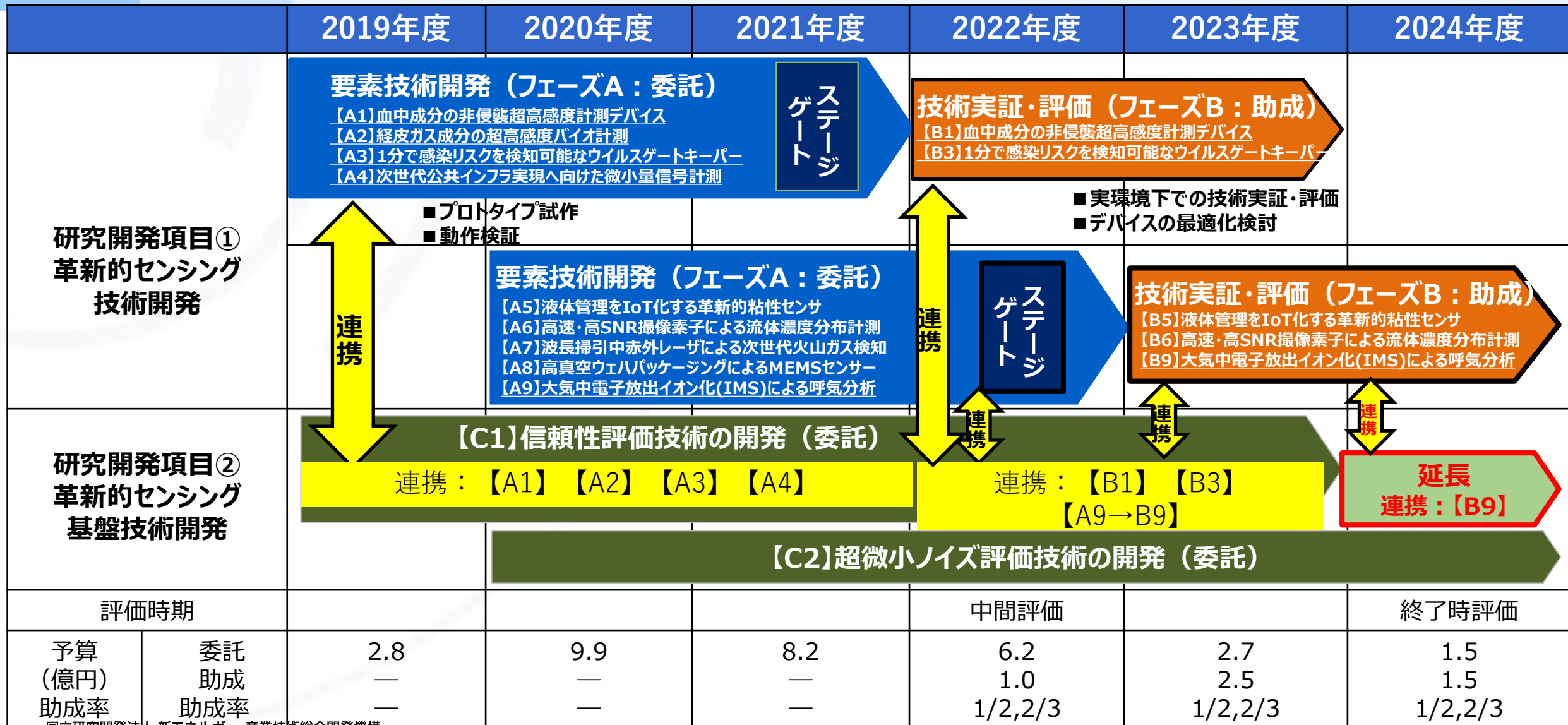
- ・ 技術推進委員会、ステージゲート審査委員会を通じて、PJに関与していない外部有識者の意見を取り込み、客観的な視点も踏まえてプロジェクトマネジメントを実施。
- ・ ①革新的センシング技術開発は、2021年度、2022年度にステージゲート審査委員会を開催。
各研究開発テーマ開始4年目以降（フェーズB）の継続可否を決定。
- ・ 2023年度、2024年度は、コロナ後の状況をみて、対面での会話を重視。進捗連絡会、技術推進委員会の対面開催を推奨。

進捗管理（技術推進委員会）

技術推進委員会でのアドバイスから、計画変更実施や、目標変更に対しての留意事項のご指摘を受け、プロジェクトマネジメント実施

開発テーマ	概要	効果
【B1】血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	技術推進委員会アドバイス 「いきなりウエラブルを目指すのではなく、ステップを踏んで、着実に進めるのが良いのでは。」	● SG審査時に変更実施 事業化ステップを想定し卓上機開発と実証試験に注力。 P55参照
【B6】高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発	技術推進委員会へ妥当性打診と留意点助言 ● 画素数見直し、フェーズA開発光学系活用ですぐに計測システムとしての実証評価を目指す。  ● 委員ご助言 変更にとまなう上市目標の明確化（実施計画書への明記）	● 実施計画書に下記を明記し、上市に向けて取り組み継続中。 「半導体装置への実装時期がおおよそ1年前倒し（2025年に上市）可能になると判断している。」
【B9】大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発	技術推進委員会アドバイス ● IMS検出限界目標見直し。「検出限界 10 ppt は本当に必要か？ オーバースペックの開発にならないように。」	● SG審査時に変更実施 フェーズAで明確化された課題（前処理技術やサンプリング技術）を実用化に向け優先。

研究開発のスケジュール



進捗管理：中間評価結果への対応

	問題点・改善点・今後への提言	対応
1	事業の位置付け・必要性について 【1】IoTの視点からセンシングシステム全体を見据えた開発も望まれる。	【1】研究開発項目①は、助成事業へ移行。 各テーマでのIoTに関する取り組み喚起を定期開催の 進捗連絡会 で実施。 特に、助成事業においては、各事業者が、 【IoT視点不足点の問題意識】 を喚起する取り組み実施。
2	研究開発マネジメント 【2】社会問題に対して、各センサーの寄与が不明瞭。 いくつかのテーマでは、技術の出口が定まっていない様にも見受けられる。	【2】研究開発項目①は、ステージゲート審査において、技術の出口が定まっていない、体制構築不十分のテーマに対し、取り組みの再検討を依頼。 結果、 不十分であると判断された事業者は、ステージゲート不通過。
3	研究開発マネジメント 【3】NEDO が中心となってIoTやSociety5.0への貢献イメージを検討・明確化し、参画企業等がそこに向かっていけるようマネジメントも必要。	【3】研究開発項目①、②ともに、技術推進委員会を毎年開催し、委員として外部有識者による評価と、各個別テーマに対する応援、是正提案と共に、IoT、Society5.0向けにご意見をいただいた。コメントは、各事業者に展開し、取り組み回答を委員に返信。取り組みのやり取りは、各テーマの進捗連絡会において実施。

進捗管理：中間評価結果への対応

	問題点・改善点・今後への提言	対応
4	研究開発成果 【4】ユーザーに向けた成果の普及が現在のところ進んでいない。 競合との比較、積極的にユーザー意見を収集し、産業競争力を上げ、早期社会実装に向けて柔軟な対応の検討。	【4】ユーザーに向けた成果の普及、情報収集として、ニュースリリースや展示会で情報発信、成果報告会等を通じて、アピールを実施。 展示会（nanotech）では、研究成果の試作機展示も増加。来場者と社会実装に向けてビジネスベースの潜在的ニーズ掘り起こしに繋がる会話が出来た。 成果報告会では、展示エリアを設ける取り組み実施。
5	成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し 【5】センサーとIoTを連携させたサービスの印象が薄い。 ユーザーが求める技術レベルや具体的な用途、導入にあたっての課題などを把握し、課題を洗い出すなど、さらなる検討が必要。	【5】テーマ毎の進捗連絡会で、「開発中のセンサーとIoTを連携させたサービス」の問題点を引き出す働きかけを実施。要因の一つとして、センサーの性能向上と、 全体取り組みの関係 があった。見極めポイント検討依頼を都度投げかけ、 全体進捗の滞留を抑える ことに努めた。 センサー提供時期明確化、実証実験の実施、データー採取件数増加。
6	成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し 【6】マーケットの裾野を広げる取り組みも考えていただきたい。 さらに、投資が市場のニーズに沿うか、何年で投資コストを回収できるかなどの見極めも必要。	【6】裾野を広げる取組では、nanotechなどの 展示会や外部発表の場 で、 ユーザーとの直接会話から、多種多様分野の打診 を得られてきている。 投資コスト回収の見極めは、 研究開発項目①が助成事業 でもあり、各事業者ともに、コスト意識はあり、試算実施。試算精度を上げるべく、各センサーの 具体的な仕様や、コストダウンに向けた検討 にも着手。

進捗管理：中間評価結果への対応

センサーとIoTを連携させる取り組み

2022年度 中間評価時の傾向

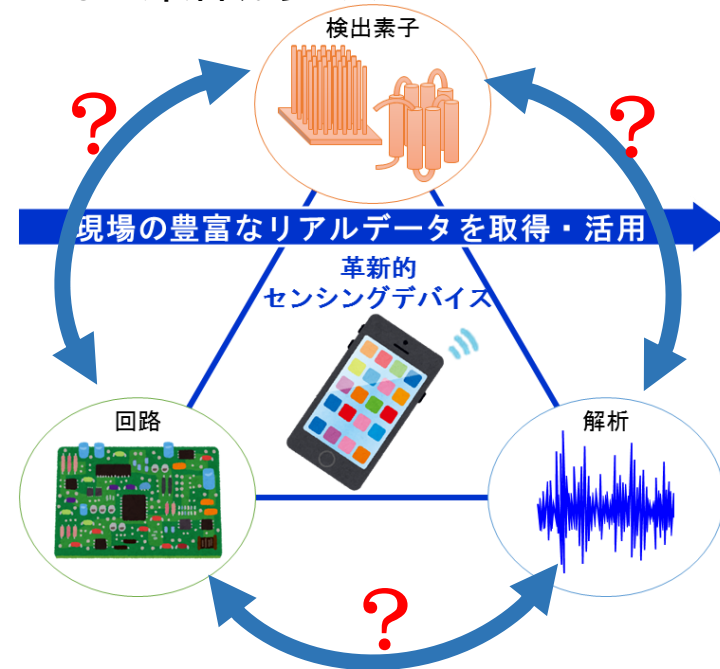
■ 多くのテーマで、センサー開発に特化、あるいは、IoTとの関連が感じられない案件が多くみられた

- ◆ 委託事業フェーズでの **要素技術開発遅れ**
- ◆ テーマ内実施者間の **問題意識ずれ**
- ◆ コロナ禍による、**研究資材の入手遅れ**

事業サイクルの**停滞発生**

■ **事業者間の会話不足に注目**

- ◆ **問題意識の共有と解決に向けた取り組み**
 - ・進捗連絡会の**対面開催**、**事業者訪問**等を通じて積極的な**コミュニケーション**働きかけ
 - ・技術推進委員会での委員コメントに対する**取り組み**を繰り返して働きかけ



サイクルが回り始めたテーマ、構成を再検討することで実現を目指すテーマなど進展がみられている。

IoT関連事例 P81, 83, 87参照

進捗管理：動向・情勢変化への対応

コロナ後のリカバリ対応

情勢	対応
2020年度新型コロナウイルス拡大 会議、連絡会の対面開催が出来ない状況 ↓ Web等の代替手段で、情報共有や議論 ↓ 情報共有、意思疎通が、不十分な 状況発生	・2023年度以降、進捗連会、打ち合わせの対面開催を働きかけを実施。 事業者訪問し、問題点や今後の進め方に関して、一歩踏み込んだ会話実施。 ・センサ開発パートとそれを用いた装置開発パート間の認識や解釈のずれ発生。 ⇒ 対面での直接会話をベースに、問題解消する取り組み継続実施。 ・2023年度の技術推進委員会も、対面開催で、有益な機会にできたと考えます。

研究開発項目②と研究開発項目①の連携

情勢	対応
研究開発項目①、②の連携 ステージゲートで不通過テーマ発生（2テーマ） ↓ 研究開発項目②信頼性評価技術継続に 支障が生じる事態	2020年度採択テーマの類似案件を新たな連携先として提案。 技術推進委員会で委員の賛同をいただいた上で連携変更。 さらに、新たな連携先の事業期間にあわせて、②の該当テーマの事業 期間を延長した。

進捗管理：成果普及への取り組み 成果報告会

【センサPJの成果報告会実施】 ①革新的センシング技術開発

委託期間が終了した委託事業成果報告会を実施。いずれも事業者による講演を**対面方式**で開催、**外部へ発信**。2023年度は、会場スペースを用いて、**展示エリア併設**。講演後に事業者と**直接会話**を行って頂き盛況であった。

・2022年度成果報告会

モノづくり日本会議「第40回新産業技術促進検討会シンポジウム」

「IoT社会実現に向けた次世代人工知能・センシング等中核技術開発」 成果報告会

主催：NEDO、モノづくり日本会議

日時：2022年6月16日（木）

場所：JA共済ビル カンファレンスホール



・2023年度成果報告会

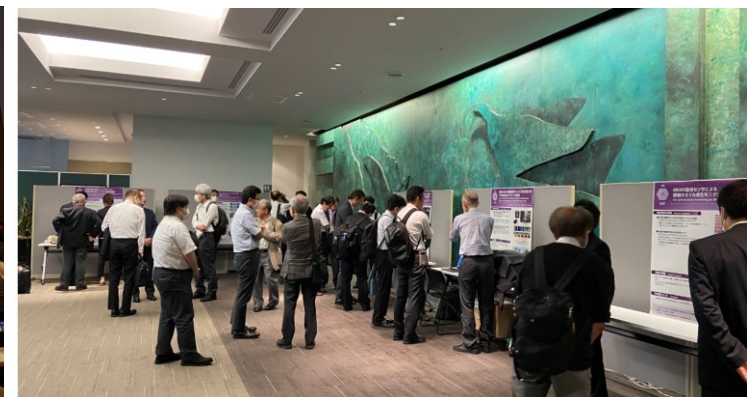
モノづくり日本会議「第43回新産業技術促進検討会シンポジウム」

「IoT社会実現のための革新的センシング技術開発」成果報告会

主催：NEDO、モノづくり日本会議

日時：2023年6月8日（木）

会場：ベルサール虎ノ門 イベントホール



2024年度は、nanotech2025において、②革新的センシング基盤技術開発 2テーマの成果報告会開催予定

進捗管理：開発促進財源投入実績

研究開発項目	年度	金額 (百万円)	目的	成果・効果
研究開発項目① 革新的センシング技術開発	2019年度	18	センサ性能向上	精度、性能向上および、開発時間短縮
	2020年度	124	新型コロナ関連対応 ・検出方法検討、研究開発を加速 ・社会実装前倒し ・量産機に近い試作機の前倒し製造	・新型コロナウイルス検出もラインナップ追加 ・完成度向上取り組み ・新型コロナ対応を想定した多数測定の検証
	2021年度	80	新型コロナ関連対応 ・誤検知対策（技術推進委員会指摘事項） ・新型コロナに対応した装置開発 ・事業化に向けて試薬増産装置	・誤検知の低減、研究開発のスピードと質向上 ・新型コロナ検出技術の確立を加速、ユーザビリティ検討を前倒しで実用化を早める ・合成量を現在の50倍以上に拡大に取り組み
研究開発項目② 革新的センシング基盤技術開発	2020年度	37	新型コロナ関連対応 ・ウイルスの形状やサイズの評価を可能とする ・より精密なウイルス精製を可能とする その他 ・準ガス濃度、配管内部不活化有効性評価	・より精密なウイルスたんぱく質・核酸定量評価 ・不純物の影響を効率的に低減 ・不純物の影響を効率的に低減
	2022年度	76	・サンプリング校正スキームの評価、測定トラブルに迅速に原因追及への取り組み ・信号発生器導入で比較検証	・サンプリング校正スキームの評価実施 ・研究の開発スピードを高める ・社会実装を見据えた課題抽出に繋げる ・実際の信号波形を模擬することが可能化
	2024年度	49	・汎用型センサ評価機評価スピード向上 ・ワイヤレス校正スキームの開発を前倒し ・N数の増加による統計処理用データの取得	・評価環境を強化 ・劣化評価加速 ・信ワイヤレス校正スキーム構築実現加速

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画



2. 目標及び達成状況（詳細）

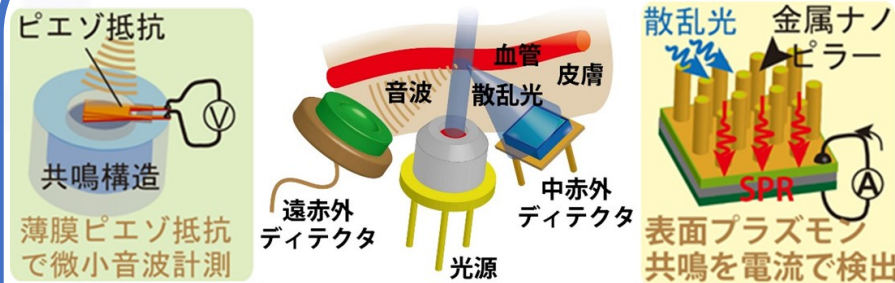
※評価対象外
(2)アウトプット目標及び達成状況

ページ構成

- ・アウトカム達成に向けた戦略・具体的な取組
- ・アウトカム目標達成の見込み
- ・個別事業ごとの目標と根拠
- ・個別事業ごとの目標達成状況
- ・個別事業の成果（アウトプット目標達成度）と意義

テーマ概要

A1⇒B1



血中成分の非侵襲連続超高感度計測

タニタ（富山県立大学、電気通信大学、マイクロマシンセンター）

A2



経皮ガス成分の超高感度バイオ計測

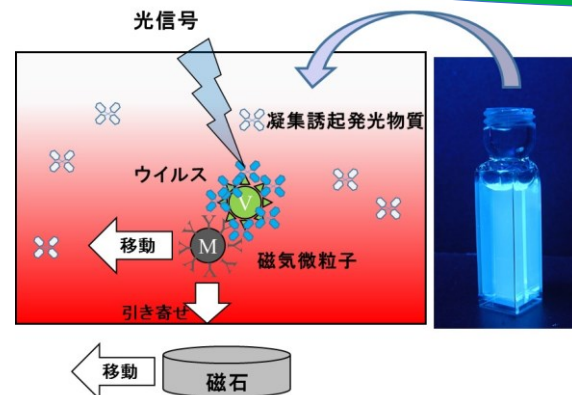
東京医科歯科大学、NMEMS技術研究機構

C1

超微量センシング信頼性評価技術開発

産業技術総合研究所

A3⇒B3



高感度・高速・簡便ウイルスセンシング

コニカミノルタ（埼玉大学）、
ワイエイシイホールディングス（産業技術総合研究所）

A4

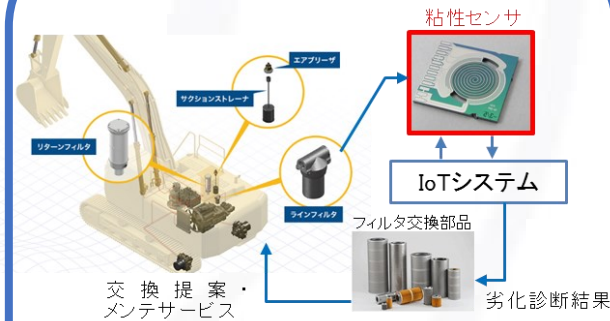


振動・周辺情報取得に係るシート型マルチセンサ

大阪大学、神戸大学、東電設計、
東電タウンプランニング

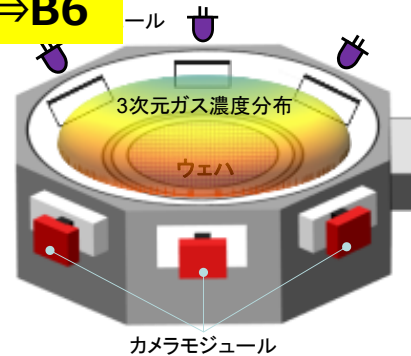
テーマ概要

A5⇒B5



建機オイルの劣化状態モニタリング
ヤマシンフィルタ（産総研、福井大学）

A6⇒B6



製造装置内のリアルタイム流体濃度分布計測
フジキン（東北大）、アストロデザイン

A7

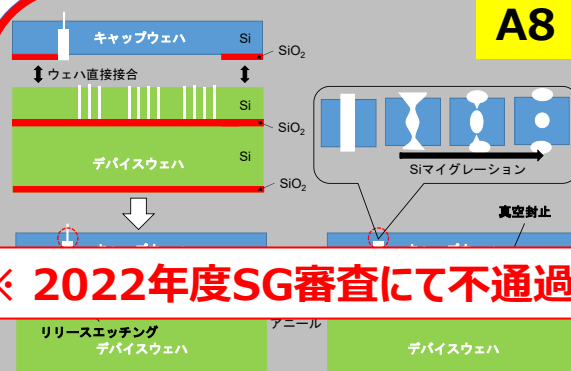
実証実験の候補である霧島山 次世代赤外分光装置



※ 2022年度SG審査にて不通過

次世代火山活動モニタリング
浜松ホトニクス、産総研

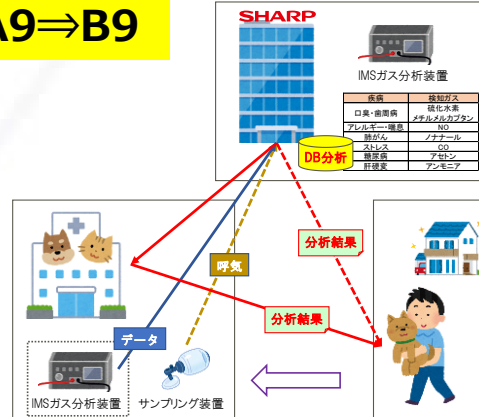
A8



※ 2022年度SG審査にて不通過

VR・自動運転等に係る高精度MEMSジャイロセンサ
東北大、ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング

A9⇒B9



健康管理に係る呼気分析システム
シャープ（理研、大阪大、鳥取大）、ダイナコム

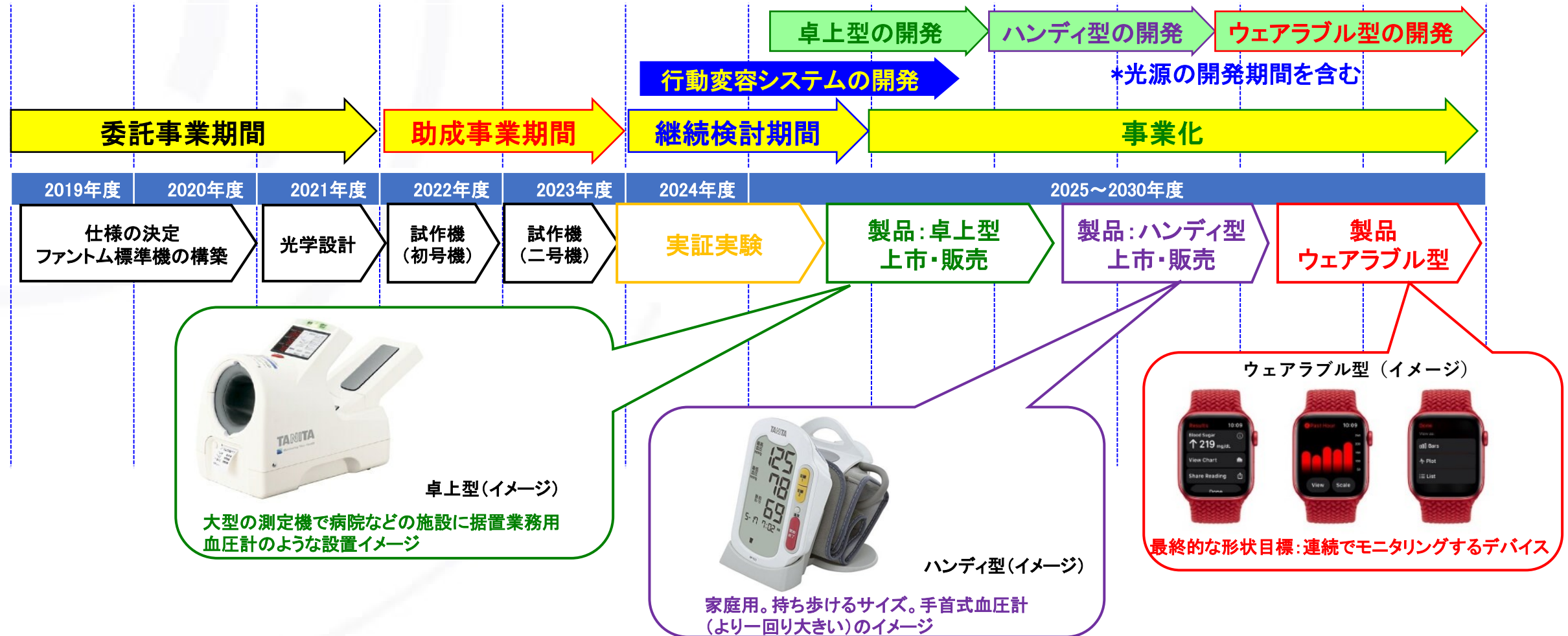
C2



ワイヤレス機器校正に係る超微小ノイズ評価技術開発
大阪大（コクリエ）、神戸大、産総研

アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

B1 血中成分の非侵襲連続超高感度計測



アウトカム目標の達成見込み

B1 血中成分の非侵襲連続超高感度計測

健康プラットフォーム：様々なバイタルサインを取得し、分析 → 個人に合ったサービス展開
開発中のデバイスで血中成分(血糖・脂質)をモニタリング

デバイス開発(製品イメージ)



栄養指導 レシピ
運動指導 運動メニュー



専任の管理栄養士
運動指導士から
アドバイス



測定データ

DB

データ販売
医療・製薬企業へのデータベース販売
他業種(保険、食品衣料、観光など)への
解析結果販売

AI自動アドバイス
最適レシピ
最適運動メニュー



体組成計



活動量計



睡眠計



データ蓄積をし機械学習により個々
人に最適な運動・栄養提案を自動で
アドバイス

体組成(栄養状態)・運動・休養をモニタリングその他、多種多様なバイタルも取得



アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

B3 1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発

個別事業：疾病マーカー検出事業（ワイエイシイホールディングス株式会社/ワイエイシイバイオ株式会社）

社会実装に向けた考え方

医療機器非該当の、「研究用機器」として、ウイルス以外の疾病マーカーのニーズから市場展開。その中で知見を積み、その実績を装置および検出技術開発にフィードバックの上、「医療機器」への展開を旨指す。

	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	2028 年度
装置開発・製造	研究用装置	研究用・社会実装	・市場フィードバックと改造	量産準備	医療向けの事業化
消耗品開発・製造	消耗品開発	研究用・社会実装	・市場フィードバックと改造 ・量産化検討	量産準備	装置量産
					消耗品量産

アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

B5 極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発

研究項目	フェーズA						フェーズB								
	2020年度		2021年度		2022年度		2023年度		2024年度						
①粘性センサの測定原理の革新的高度化(産総研)															
測定原理の高度化	新理論・最適化 手法考案		新理論適用性 評価実験		ノイズ対策効果 評価実験		アクチュエータ 新方式考案		ノイズキャンセル 理論構築・評価						
粘性センサの試作	プロト① 設計	試作	プロト① 評価	プロト② 設計	試作	プロト② 評価	プロト③ 設計	試作	評価	プロト④ 設計	試作	プロト④ 評価	プロト⑤ 設計	試作	評価
②粘性センサの積層パッケージ化による高度化(産総研)															
ポンプと積層パッケージ	ポンプ仕様・ 積層法策定		試作	ポンプ① 評価	積層 試験	試作	ポンプ② 評価	統合モデル 評価	統合モデル② 検討	統合モデル② 試作	統合モデル② 評価				
回路と無線給電システム	評価回路 仕様策定		試作	無線給電 評価	測定回路 ①試作	無線② 試作	無線 ②評価	測定回路② 試作・評価	無線給電 理論化	理論 評価	測定回路③試 作・評価	無線モデル 製作	測定回路④ 試作・評価		
③粘性センサの動作試験とIoTデバイス化(ヤマシンフィルタ)							連携								
センサ組込フィルタの開 発とIoTシステムの構築	無線給電方式 の策定		センサ信号読み取り回 路試作		連携		通信方式策定・IoT サービス試作		粘性センサ搭載フィルタ セーバ・プロトタイプ試作		有線・無線フィルタ セーバ試作②				
建機での実証試験	試験建機の導入 センサ組込準備		治具 試作		実証 試験		建機改 造		実証 試験		実験方 法検討		試験装置 開発	連続試験装置・ 実験評価	実証 試験
劣化診断基準の精緻化	劣化加速試験		実働建機油 サンプリング		粘弾性 試験		摩擦 試験		評価・提示方 法策定		実働建機油 サンプリング＆精密検査		劣化診断 基準策定		



アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

B5 極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発

個別事業：粘性センサ搭載 FILTERSAVER

		2025 年度	2026 年度	2027 年度	2028 年度	2029 年度
粘性センサ内蔵 FILTERSAVER	設計／試作					
	評価／試験					
	量産設備投資			2 億円	2 億円	2 億円
	1 万台／年			☆出荷開始		
	5 万台／年				☆出荷開始	
	12 万台／年					☆出荷開始
粘性センサ内蔵型 フィルタ	設計／試作					
	生産／販売			☆販売開始		
エンジンオイル用	設計／試作					
	生産／販売			☆販売開始		
自動車関連	開発					
産業機器用	開発					
風力発電機用	開発					

【建機メーカーとの連携】
個別企業とパイではなく、フィルター組み込み先のすべてにフィルターセーバ出荷を想定。
各企業ごとのシステム要求にはこまめに対応。

粘度測定 of IOT 化の意義
[現状] 人手で採取し計測室で測定
↓
[未来] その場での測定と IOT 化
裾野の広い社会基盤として展開



アウトカム目標の達成見込み

B5 極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発

【インプット】

事業費用の総額 2億7000万円（5年）

【アウトカム達成時】

売上予測（2029年） 5億5000万円

主要建機メーカー15 t ～40 t クラスに採用された場合、年間売上は約5億5,000万円。

	A社	B社	C社	D社	E社	合計
年間売上	¥270,000,000	¥112,500,000	¥45,000,000	¥81,000,000	¥45,000,000	¥553,500,000
出荷予定数	60,000	25,000	10,000	18,000	10,000	123,000

アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

B6 高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発

実施項目と製品		2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	～2028年度～2038年度
①製造プロセスリアルタイム流体濃度分布測定およびデータ解析の実証	(a)多画素撮像素子開発 (東北大学、アストロデザイン)	2万画素撮像素子開発		30万画素撮像素子開発			試作機・ユーザー評価 製品設計・改良の継続 設備設計 生産 販売
	(b)実プロセス流体濃度計測の実証 (フジキン、東北大学)	カメラモジュール開発		カメラモジュール開発			
	(c)データ解析プログラムの実証 (フジキン、東北大学)		プログラムの開発				
	(d)小型濃度計測システムの開発 (フジキン、東北大学、アストロデザイン)				システムの開発		
②高解像度・小型イメージングモジュールの開発	(e)多画素対応オプション光学系が実装容易な構造のマルチユースカメラモジュール (アストロデザイン)				マルチユースカメラモジュール開発		ユーザー評価を経てUV域NIR域での可視化による異物/異常検出、各種検査システムなどの事業化を目指す。 ユーザー評価を経て半導体製造装置、食品医薬品製造装置など向けのでの解析・検出ニーズを満たすシステムの事業化を目指す
	(f)分光イメージング向けハイパースペクトルカメラシステム (アストロデザイン)				ハイパースペクトルカメラシステム開発		



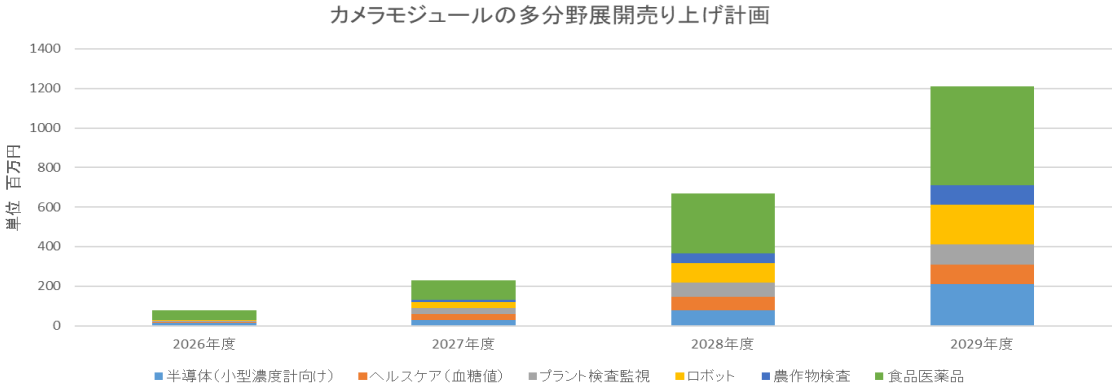
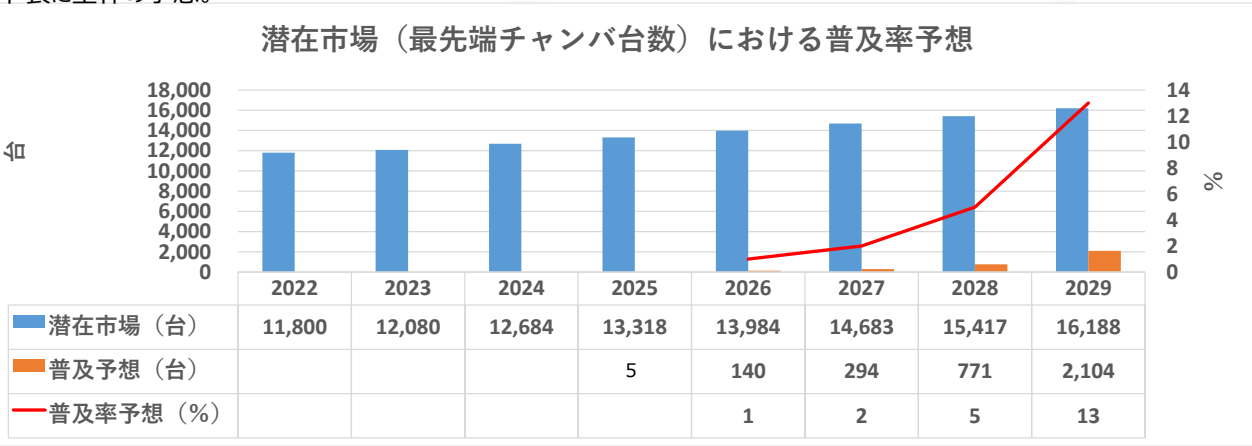
アウトカム目標の達成見込み

B6 高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発

【インプット】	事業費用の総額	2.7億円（5年）	
【アウトカム達成時】	売上予想（半導体市場）	21億円／2029年	2029年までの累積33億円
	売上予想（カメラモジュール市場）	12億円／2029年	2029年までの累計21.8億円
	合計	33億円／2029年	2029年までの累積54.8億円

市場規模（現状と将来見通し）／産業創出効果（フジキン）

半導体製造装置のうち主要な真空チャンバの世界市場規模は2029年に約809億米ドル。
今回の濃度計測システムを必要とするであろう最先端チャンバは約162億米ドル。
台数にして16万台と予想。この潜在市場台数に対して13%の普及を目指す。
新規に国内開発製造が始まるRapidus社、研究組合LSTC、TSMC（熊本）も追い風となる。
下表に全体の予想。



単位:百万円

分野	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度
①半導体(リアルタイム濃度計向け)	14	29.4	77.1	210.4
②ヘルスケア(血糖値)	5	30	70	100
③プラント検査監視	5	30	70	100
④ロボット	5	30	100	200
⑤農作物検査	0	10	50	100
⑥食品医薬品	50	100	300	500

半導体市場	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	カメラモジュール市場	2026年	2027年	2028年	2029年
売上予想（億円）	0.05	1.4	2.9	7.7	21	売上予想（億円）	0.8	2.3	6.7	12
累計	0.05	1.4	4.3	12	33	累計	0.8	3.1	9.8	21.8

アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

B9 大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発

実施項目	2020 年度	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	～2030年度	
①-1. 電子放出イオン化IMS 装置開発 (シャープ株式会社)	IMS原理検証機・改良機・実証実験機の開発					事業化検討 信頼性・寿命評価 量産試作 呼気DB蓄積、呼気分析システム開発 IMS装置の事業化 呼気分析システムの事業化	
	大気中電子放出による正負イオン化技術開発						
①-2. IMS 高度利用のためのインフォマティクス技術開発 (株式会社ダイナコム)	IMSシグナル解析ソフトの開発とデータベース化					サービス設計、設備 サービス設計、設備構築 仕様設計、開発 基礎研究の利用者向けサービス販売 IMSスペクトルによる動物疾患の推定サービス販売 シグナル解析ライブラリーおよびソフト販売	
		AI処理システムの構築					
②-1. 希薄ガス分子のサイズ・反応性の理論的・実験的決定とデータベース構築	複数ガス分離とスペクトル解釈理論		IMS内部分子挙動解明		}		
	呼気分子のIMS多成分検知		ニオイDB構築				
②-2. イオン源の評価とイオン化挙動の解明	SPring-8による素子の放射光分析、素子改良					}	
	イオン化の基礎データ採取		精密質量解析・物質同定				
③-1. 呼気サンプリング用マイクロ予備濃縮器の開発	マイクロ予備濃縮器の改良と呼気ガスのGC/MS分析					}	
③-2. 呼気分析法の犬猫の各種疾患診断への応用	呼気採取装置と方法		健康/疾患呼気採取とデータ蓄積				

アウトカム目標の達成見込み

B9 大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発

・【インプット】

- 事業費用の総額 5.9億円（8年）
〔内訳〕
 - フェーズA NEDO委託費用 1.6億円（3年：2020年度～2022年度）
 - フェーズB NEDO助成費用 1.0億円（2年：2023年度～2024年度）
 - フェーズB 企業側開発費 0.3億円（同上）
 - NEDO終了後 企業開発費 3.0億円（3年：2025年度～2027年度）

・【アウトカム達成時】

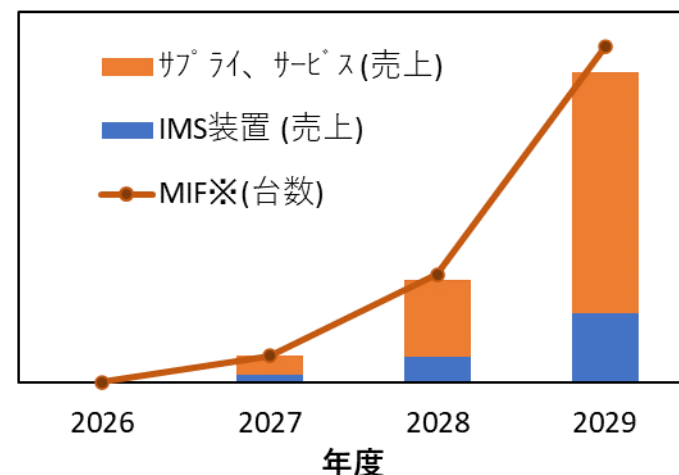
- 売上予測（2028年度） 10億円/年 以上を目指す

〔内訳〕

IMS装置

サプライ・サービス

呼気分析サービス事業



(※) MIF : Machines In the Field
市場への累積設置台数

○呼気分析システムの事業化

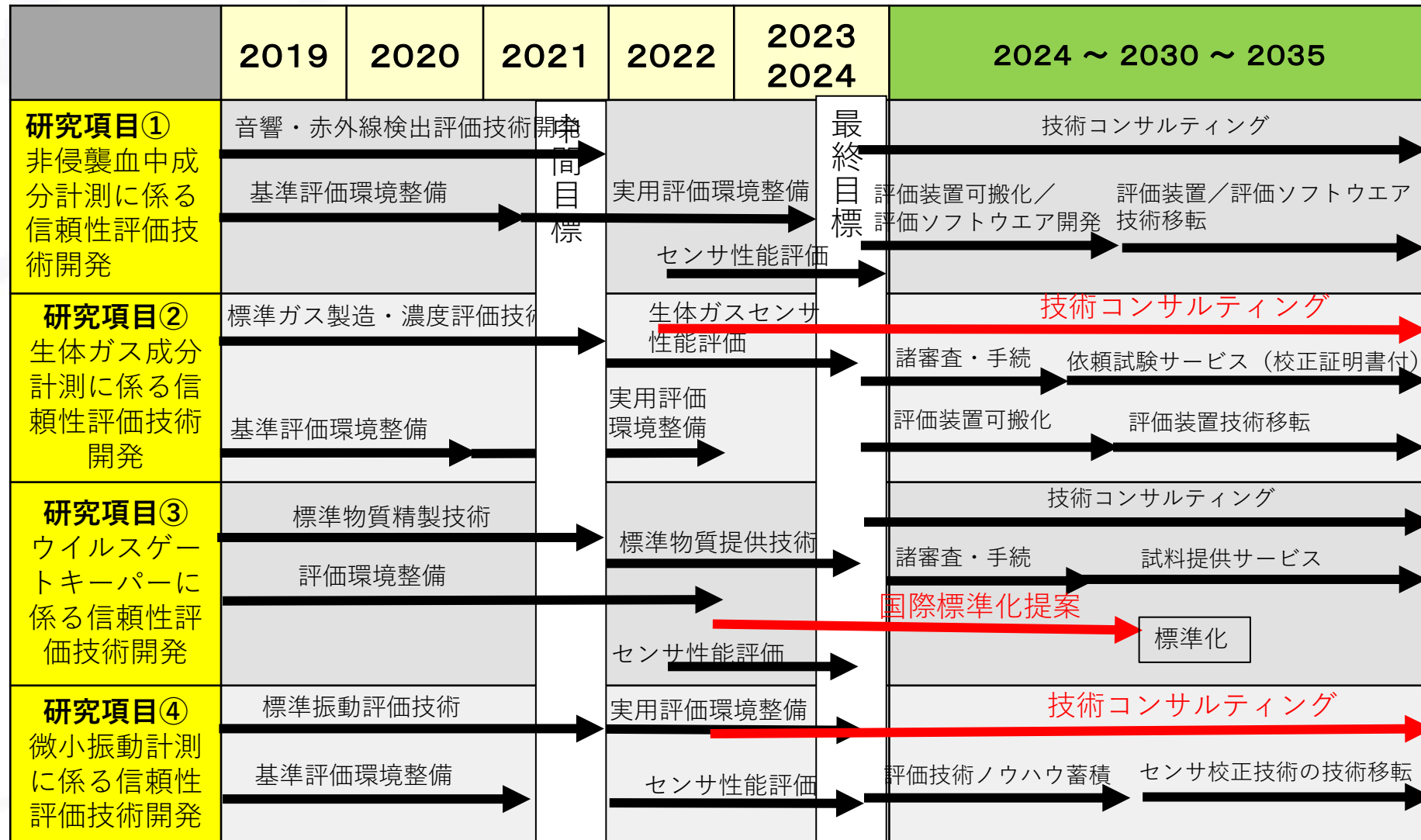
- ・IMS装置のハード売りだけでなく、サプライ品や呼気分析サービスを事業化
- ・MIFが累積で増加することで、サプライ・サービスの伸びが大
- ・多数の呼気物質と疾病との相関を分析するため、DB構築に時間を要する

○IMSガス分析装置の事業化（呼気分析以外）

- ・DB構築に時間を要しない用途で、早期事業化と事業拡大を図る
- ・複数の既知物質を定量検知する食品分野等への応用展開を検討

アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

C1 超微小量センシング信頼性評価技術開発



アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

C1 超微量センシング信頼性評価技術開発

センシング信頼性評価のねらい →

- ・標準評価技術の開発・整備
- ・比較評価基準の策定
- ・高評価機器の市場普及プロモーション

センサ開発支援フェーズ

産総研がセンサメーカーに向けて提供するサービス

- 技術コンサルティング
(ユースケースに合わせて評価項目選択・評価)

赤外光センサ評価メニュー提示の一例：

ユースケース	量子型センサ一般	赤外イメージング用	サーモグラフィ用	ガスセンサ用
評価項目				
波長帯域	○	○		○
ピーク感度	○	○		○
暗電流	○		○	
特徴量	線形性	有効素子数(%) 感度ばらつき(%)	温度分解能 (mK)	濃度 (ppm)

ユースケース	経皮ガス モニタリング	呼気ガス モニタリング	室内 モニタリング用
評価条件・項目			
評価ガス種	バイオマーカー種	バイオマーカー種 (アセトン、酢酸、エタノール等)	〇〇〇アルデヒド トルエン
相対湿度	100%	100%	0-100%
感度	10 ppt~100 ppb	100 ppb~1 ppm	1 ppb~100 ppb

評価装置・評価技術開発支援ツール

装置名称： 赤外光センサ評価システム
評価スペック： 波長レンジ 3 um-10 um

評価プログラムの
著作権を登録

評価システムの小型化
加湿機構の特許を出願

装置名称： 生体ガスセンサ評価システム
評価スペック： 数100 ppt ~ 1 ppm

センサメーカーが評価サービス提供

ウイルス標準を用いたセンサー性能評価に関する技術指導
メーカー個別のウイルス標準への値付け

微小振動による振動センサの特性評価
振動センサの自己雑音評価

分析性能評価項目の
抽出を実施

標準試料提供スキーム
の検討を開始

- 成果物提供
(弊所ガイドラインに基づき標準試料を安全に提供)

試料名称： インフルエンザウイルス標準試料、ノロVLP標準試料
評価仕様： 不活化済、PCR、ELISA可能

アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

C1 超微小量センシング信頼性評価技術開発

ベンチマーキングフェーズ

産総研がセンサユーザ・センサメーカーに向けて提供するサービス

- 計量標準普及センターの依頼試験・校正サービス
(校正証明書 発行)

評価対象物理量：ガス濃度

評価項目：標準ガスに対する応答

評価スペック（評価可能な範囲等）：濃度範囲 数100 ppb～sub ppb（加湿・乾燥）

備考（対象センサ・装置の制約等）：センサ信号受信部の貸与

- 技術コンサルティング
(評価項目選択・診断・評価、試験成績書発行)

評価対象物理量：グルコース濃度

評価項目：音圧、振動数

評価スペック（評価可能な範囲等）：分解能1mPa

備考（対象センサ・装置の制約等）：音響光学計測

評価対象物理量：脂質濃度

評価項目：吸光度

評価スペック（評価可能な範囲等）：低濃度で20%

備考（対象センサ・装置の制約等）：ATR-IR計測

- ガイドラインの策定（項目・仕様の提供）

関係分野：建築業界

評価項目：自然災害における建物の被災判定

評価スペック（評価可能な範囲等）：加速度センサの性能

備考（対象センサ・装置の制約等）：加速度センサの試験法

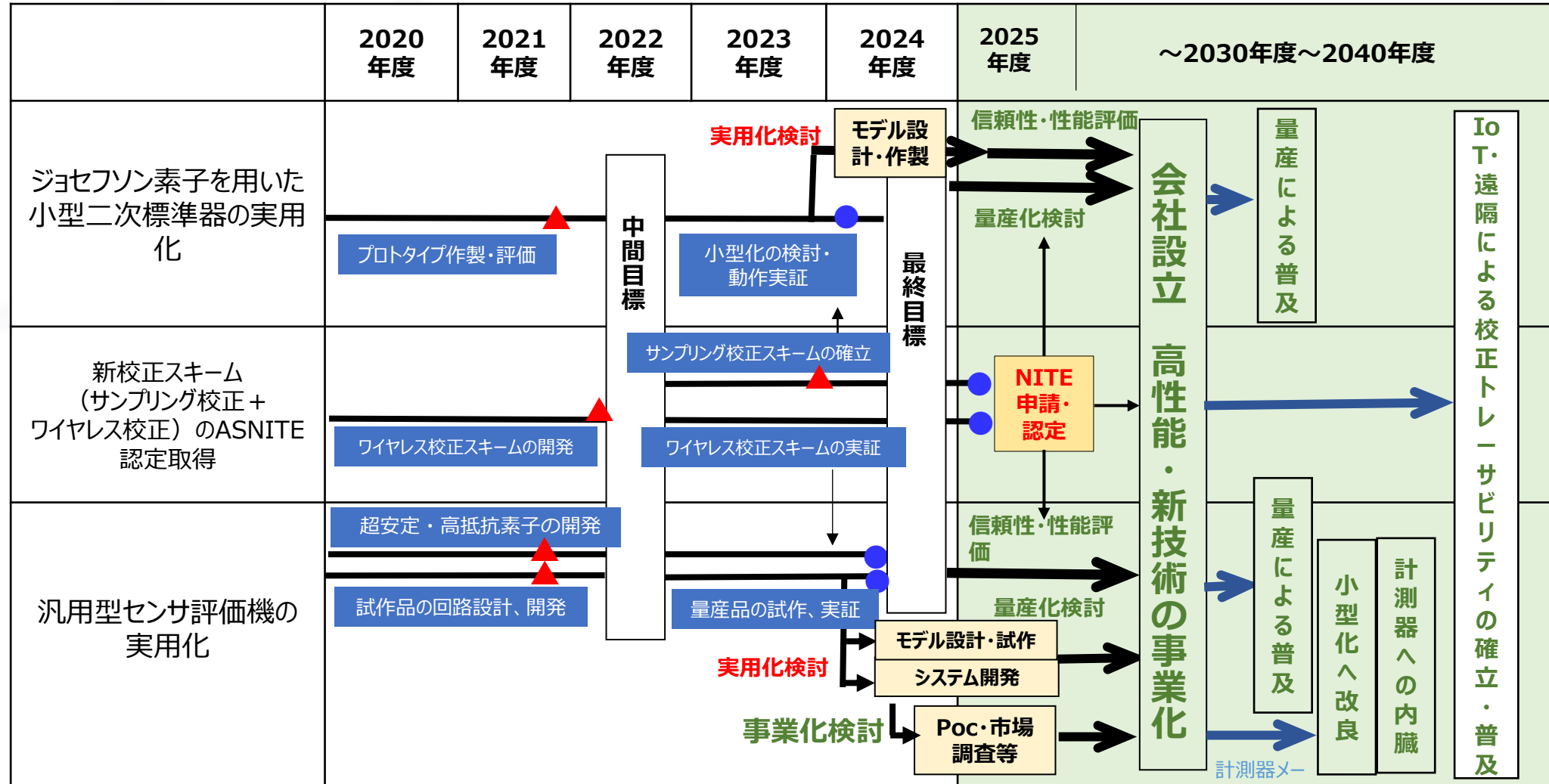
アウトカム目標の達成見込み

C1 超微小量センシング信頼性評価技術開発

	開発した技術によって解決しそうな社会問題	開発した技術によって実現しそうな新しい価値	開発した技術によって生まれそうな新産業
研究項目①	● 介護福祉・医療人材不足 ● 計測装置・センサメンテナンス人材不足 ● 装置に使用される有害物質	● 事前検知と制御の高機能化 ● 見守り技術の高度化 ● 微小量校正（微小量天秤） ● 微小加速度校正	● 介護オートメーション ● セルフメディケーションデバイス
研究項目②	● 極低濃度でのセンサ応答評価手法の不在 ● 湿度を含む妨害成分の影響評価手法の不在 ● 評価法不在による超高感度センサ・高選択性センサ開発の阻害	● 健康度モニターや医療診断の高信頼性化、高機能化 ● センサアレイによる高選択性化、多機能化	● 匂いを用いたウェルビーイング産業 ● 住環境・飲食業・畜産業などへの匂い／臭気マップの提供サービス
研究項目③	● パンデミック下における防疫と物流・人流の両立 ● 畜産現場・食品製造ライン等における感染対策の高度化	● ウイルスセンサーやウイルス検査装置・試薬の高信頼性化、特性比較	● ウイルス流行予測 ● ウイルス駆除サービス ● 安全環境（ウイルスフリー）認証ビジネス
研究項目④	● インフラメンテナンス人材不足 ● 国土保全 ● マーケティング人材不足	● 自然災害による建物被災の迅速判定 ● インフラ劣化予測 ● 早期攻撃予測 ● データの商品化	● 損害保険商品用デバイス ● 不動産信託－株式連動型保険 ● 個人防衛装備・設備 ● センシングデータ売買

アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

C2 量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発



▲：基本原理確認 ●：基本技術確立

アウトカム目標の達成見込み

C2 量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発

【インプット】

事業費用の総額

2 億円4500万円（5年）

【アウトカム達成時】

売上（新市場）予測（2030年）

112億円/年

実施項目ごとの目標と根拠

研究開発項目① 革新的センシング技術開発

開発テーマ	最終目標（代表例）	根拠
【B1】血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	● 卓上型計測装置による実証試験 ● 人から血糖を 20 mg/dL 分解能で計測する 3 cm × 3 cm × 1 cm のディテクタの実現 ● 小型LED光源血中脂質成分計測への適用、実際の人体計測適用	● 卓上型血糖測定用試作機の開発 ● 20mg/dLの分解能の性能、時計サイズ組み実現 ● 小型光源にてファントム検証実施、人検体への計測適用
【B3】1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発	● 小規模施設用試作機開発：一般の人が使える試作機を完成させ、装置構成、仕様を確定 ● 中規模施設用試作機を製作：量産化に向けた仕様、構成確定 ● 1分以内に検出できるプロトコルを完成させる。	● 小規模施設向け一般ユーザが使用可能な装置 ● 中規模施設向け一般ユーザが使用可能な装置 ● 待たすことなくウイルス感染リスク評価を行うため
【B5】極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発	● 建機オイルの粘性を 1 %以下の不確かさで測定できる高精度性を確保 ● チップサイズを2 mm角以下にサイズダウンし内蔵ポンプと隔壁間給電開発 ● 実証試験と、IoTシステムの構築とICTサービスを立ち上げ	● 安定化建機オイル劣化程度から精度設定。 ● 油圧ライン内温度分布影響からの最小サイズ ● 性能維持、コスト改善、故障リスク回避につなげ、建機とフィルタへの信頼感醸成を図る
【B6】高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発	● 画素数30 万超・SNR70dB超 CMOS イメージセンサを実現 ● 遅延 1msec、ppm オーダーのリアルタイムガス・薬液濃度分布計測 ● 小型イメージングモジュールを用いた果実・牛乳状態モニタリング、環境汚染物質検出、非侵襲血糖値モニタリング等への水平展開原理検証	● 半導体先端プロセスでの1ms以内、ppmオーダーの製造装置内の流体濃度分布計測 ● 市場優位性を持つUV域の高速ハイパースペクトルカメラシステムが実現 ● 素子寿命の向上
【B9】大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発	● 安定化と素子寿命の向上 ● サンプリング技術開発と呼気分析の実証 ● パターン類似性検索を3万件あたり10 分以内に評価し	● 素子寿命を、呼気分析6 ヶ月相当の100h以上 ● IMS実用化装置のボンベレス化処理 ● 疾患判別までにかかる時間は、今後展開するサービスの品質に重要な因子

実施項目ごとの目標と根拠

研究開発項目②革新的センシング基盤技術開発

開発テーマ	最終目標（代表例）	根拠
【C1】超微小量センシング信頼性評価技術開発	● 人体ファントム下において脂質試料を用いた信頼性評価。測定精度20%の差をセンサ許容範囲とする。	● 比較的厳しいとされる自己血糖値計測器の評価基準を適用。
	● 数100 ppb～sub ppbの微量な標準ガス濃度での生体ガスセンサ信頼性評価を実現 ● 実装環境での信頼性評価システムを構築	● 呼気ガス中のバイオマーカーの濃度がsub ppb程度 ● 実環境におけるガスセンサの信頼性評価
	● 対象センサが検出可能なウイルス粒子濃度帯を決定 ● 標準的なウイルス精製法、およびウイルス定量法に関する手順書を作成	● デバイスのウイルス濃度検出限界を確定するウイルス標準液の開発 ● ウイルスの精密精製手法およびウイルス定量のための標準手法の再現性・堅牢性確保
	● 振動センサの感度の長期耐環境性試験に関する手法を開発し、その手順書を作成 ● 測定値の許容範囲を提示	● 企業から試験法・評価法に対するニーズがあり妥当 ● 企業や大学らへヒアリングにより得られたニーズ
【C2】量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	● ワイヤレス機器校正ネットワークを用いた校正後の直流電圧計測精度（1 mV ± 100 nV） ● 抵抗値温度係数が±20 ppm/℃、抵抗値範囲±0.1 %、カテゴリ温度範囲0℃～50℃の精密抵抗の開発 ● 標準器に接続されない汎用型センサ評価機の直流電圧出力精度（1 mV ± 100 nV） ● 汎用型センサ評価機のハードウェア改ざん検出を行う	● mVオーダー以下の微小電圧に対応できる小型標準機の開発は今後のIoT社会に重要 ● 二次標準器からトレースされた精度の高い標準電圧を出力 ● 汎用型センサ評価機の性能を実現するために最も重要な電子部品 ● 人間の心電を測定するデバイスで±100 nV程度の精度が要求 ● ワイヤレス機器校正ネットワークのセキュリティ確保

実施項目ごとの目標達成状況

研究開発項目① 革新的センシング技術開発 (2019年度開始)

開発テーマ	最終目標 (代表例)	成果と達成度		達成の根拠／解決方針
【B1】血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	● 卓上型計測装置による実証試験 ● 人から血糖を 20 mg/dL 分解能で計測する 3 cm × 3 cm × 1 cm のディテクタの実現 ● 小型LED光源血中脂質成分計測への適用、実際の人体計測適用	● 卓上型計測装置を試作し実証試験実施 ● 人から血糖を 20 mg/dL 分解能で計測する 3 cm × 3 cm × 1 cm のディテクタの実現 ● 小型光源にてファントム検証実施、人検体への計測適用	○	● 実証試験実施し、今後の開発計画を明確化できた ● 目標サイズ、性能のデバイスの試作が完了
【B3】1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発	● 小規模施設用試作機開発：一般の人が使える試作機を完成させ、装置構成、仕様を確定 ● 中規模施設用試作機を製作：量産化に向けた仕様、構成確定 ● 1分以内で検出できるプロトコルを完成させる。	● 一般の人が使用可能な試作機で自動検出の動作確認を完了。量産化検討を開始できる装置構成とその仕様を確定 ● 中規模施設用試作機を製作。量産化に向けた構成を確立 ● 以下のプロトコルを確立 ・濃度5×10^4コピー/μlの唾液中インフルエンザウイルスを1分検出 ・濃度60個/μlのノロウイルス様粒子(VLP)検出	○	● インフル、ノロどちらについてもプロトコルの改良および最適化で顧客要望を満たせるレベルになる見込み。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

実施項目ごとの目標達成状況

研究開発項目① 革新的センシング技術開発 (2020年度開始)

開発テーマ	最終目標 (代表例)	成果と達成度		達成の根拠／解決方針
【B5】極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発	● 建機オイルの粘性を 1 %以下の不確かさで測定できる高精度性を確保 ● チップサイズを2 mm角以下にサイズダウンし内蔵ポンプと隔壁間給電開発 ● 実証試験と、IoTシステムの構築とICTサービスを立ち上げ	● ずり速度範囲140s⁻¹を達成 ● ずり応力測定精度 1%を達成 ● チップサイズ 2 mmの粘性センサを開発 ● 鉄板貫通無線給電を実現 ● 建機との通信方式を策定しIoTシステムをエミュレートするプロトタイプを作成	○	● 個別目標に関しては実測値として達成。 ● 実チップでサイズ実現。無線給電は効率10%実現 ● 各種試験とプロトタイプの実現。
【B6】高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発	● 画素数30 万超・SNR70dB超 CMOSイメージセンサを実現 ● 遅延 1msec、ppm オーダーのリアルタイムガス・薬液濃度分布計測 ● 小型イメージングモジュールを用いた果実・牛乳状態モニタリング、環境汚染物質検出、非侵襲血糖値モニタリング等への水平展開原理検証	● 2万画素撮像素子開発した30万画素撮像素子表面照射型動作確認 ● 2万画素カメラモジュールで実証中 ● チャンバ内濃度分布計測と給排気管内濃度変化を実測、相関を明らかにしたガスセルを製作し、濃度計測プログラム原理検証完了 ● オプション光学系実装可能な構造完了 ● マルチユースカメラモジュールは開発中 ● アプリケーション開発、性能評価進行中	○	● 30万画素撮像素子積層化プロセス進行中 ● 実験装置は完成しており、測定データ取得も予定通り進捗している。
【B9】大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発	● 安定化と素子寿命の向上 ● サンプリング技術開発と呼気分析の実証 ● パターン類似性検索を3万件あたり10分以内で評価 ● 健康な犬呼気80例、主に腫瘍疾患80例収集。特徴的疾患スペクトラムを確定	● 熱処理等で素子寿命100h達成 ● バイオマーカーによる呼気分析着手 ● 犬呼気IMSスペクトルの成分分離と判別モデルを構築中 ● 健康犬80例、腫瘍疾患犬80例の呼気を採取。臨床データ分析中。	○	● 寿命試験100hを確認 ● 腫瘍マーカー候補確認 ● 検索機能開発最終段階 ● 判別モデル呼気データ蓄積中 ● 呼気採取数値目標、達成見込み

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達



実施項目ごとの目標達成状況

研究開発項目②革新的センシング基盤技術開発 (C1 2019年度開始、C2 2019年度開始)

開発テーマ	最終目標 (代表例)	成果と達成度	達成の根拠／解決方針
【C1】超微量センシング信頼性評価技術開発	● 1 kHz-100 kHzで、放射圧による1 mPa以下圧力変化発生可能示す ● 脂質試料(人体ファントム下)を用いた信頼性評価	● 1 mPaから計測可能超微量評価システム構築(世界初) ● 信頼性評価を実施し、血中0.1%脂質量で、20%での定量可能確認	○ ● 2023年度末目標達成
	● 数100 ppb～sub ppb標準ガス濃度生体ガスセンサ信頼性評価実現 ● 実装環境での信頼性評価システム構築	● 加湿可能、数100 ppb～sub ppbの微量なVOC標準ガス発生器実現 ● 低濃度アセトン、酢酸に対し加湿可能なガス調製機能を有するガスセンサ評価システムを実現	○ ● 2023年度末目標達成 ● 2024年度アンモニアガスに関して継続中
	● 対象センサが検出可能なウイルス粒子濃度帯を決定 ● 標準的なウイルス精製法、およびウイルス定量法に関する手順書を作成	● 同一ウイルス試料やVLP試料に対し、世界最高水準の約10%の精度での値付けを実施 ● ウイルス精製法を確立、センサ性能評価を行うにあたっての手順書を作成	○
	● 振動センサの感度の長期耐環境性試験に関する手法を開発し、手順書作成 ● 測定値の許容範囲を提示	● 振動センサの感度を評価し、長期耐環境試験法を手順書作成 ● 高精度評価装置(0.1 mG測定)開発し、世界最高水準(1 μG/rtHz以下)ノイズレベル実現	○
【C2】量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	● 二次標準器として使用可能な小型標準器を作製 ● ワイヤレス機器校正ネットワーク(精度1 mV ± 100 nV) ● 精密抵抗の開発 ● 汎用型センサ評価機(精度1 mV ± 100 nV)	● 小型標準器製作を開始 ● 直流電圧計測精度を1 mv ± 40 nV達成 ● 精密抵抗の開発 ● 精度(1 mV ± σ=47 nV、ヒット率=95%)を連続21時間にわたり維持。	◎ ● 2024年度内に小型標準器の製作と評価達成見込み

検証デバイス及び行動変容を促すためのシステム開発の成果と意義

B1 血中成分の非侵襲連続超高感度計測

【評価項目・評価基準】 達成度 100%

最終目標：卓上型計測装置の試作

最終成果：卓上型計測装置を試作し、実検体計測を確認

遠赤外センサ（血糖測定）インテグレーション

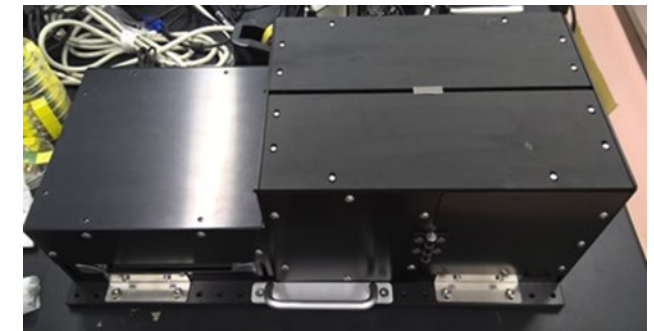


血糖測定用試作機

中赤外センサ（中性脂質測定）インテグレーション



中赤外センサモジュール



光学系



中性脂質測定用試作機

検証デバイス及び行動変容を促すためのシステム開発の成果と意義

B1 血中成分の非侵襲連続超高感度計測

【評価項目・評価基準】 達成度 100%

最終目標：実証試験の実施

最終成果：実証試験を実施し、結果に基づいたウェアラブル化のための仕様を決定

試作機による実証試験

グルコース負荷試験による試作機評価

- ・被験者数：50名
- ・対象：直近1年以内の健康診断で空腹時血糖値が100～126mg/dL以下
- ・年齢、性別は特に限定なし
- ・負荷試験：75gOGTT試験
- ・測定：採血による血糖値（臨床検査機関実施）、自己血糖測定、他

高脂肪食負荷試験

- ・被験者数：10名
- ・対象他、グルコース負荷試験と同じ
- ・負荷試験：高脂肪食
- ・測定：採血による中性脂質値（臨床検査機関実施）、自己血糖測定、他

事前に生活習慣に関するアンケート実施

- ・ 個人差はあるものの血中成分変動のトレンドを追跡可能
⇒ エビデンスを取得、ウェアラブル化に向けた仕様を決定
- ・ 行動変容を促すためのシステムに関する必要要件を洗い出し、今後の開発に活用

試験スケジュール						
検査項目\調査期	試験説明等試験前準備	糖負荷試験				
		摂取前(0h)	0.5h	1h	1.5h	2h
来院	●	←				→
同意取得	●	-			-	
背景調査	●	-			-	
医師診察	-	●			-	
理学検査	-	●			-	
臨床検査	-	●	●	●	●	●
指先自己採血(血糖)	-	-	●	●	●	●
デバイス測定(血糖)	-	-	●	●	●	●
行動調査	-	-				

試験スケジュール											
検査項目\調査期		事前来院	負荷試験	高脂肪食負荷試験							
			来院	摂取前(0h)	0.5h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
来院		●	●								
同意取得		●	-	-					-		
背景調査		●	-	-					-		
医師診察		●	-	-					-		
理学検査		●	-	-					-		
臨床検査	リフレ	●装着	←	●	高脂肪食摂取	●	●	●	●	●	●
	採血（中性脂肪・血糖）	-		●		●	●	●	●	●	●
	デバイス測定（中性脂肪）	-		●		←	●	●	●	●	●
行動調査		-	-	-							

ウイルスゲートキーパーの研究開発の成果と意義

B3 1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発

ウイルスゲートキーパー 各施設向け試作機の完成

構成項目	小規模施設用装置	中規模施設用装置
装置レイアウト	DISC回転型 自動検出方式	ディスペンサー直動型 同時4検体自動検出方式
検体抽出	漏斗型加圧式自動抽出	—
検出チップ	DISC型流路樹脂チップ	4連並列ガラスチップ
試薬供給	試薬ボトル滴下方式	ディスペンサー供給方式
試薬混合	流路内ポンプ送液方式 超音波液導入方式	ディスペンサー送液方式 真空試薬導入方式
光学系構成	検出チップ上方観察	検出チップ下方観察

- 小規模、中規模、各施設用にその施設での使用を想定した装置の構成と仕様を決定した。



小規模施設用試作 2 号機



中規模施設用
フェーズB試作機

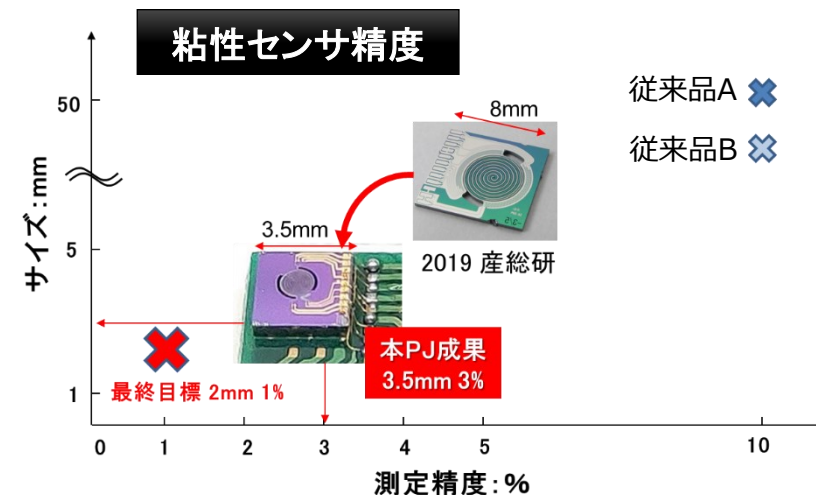
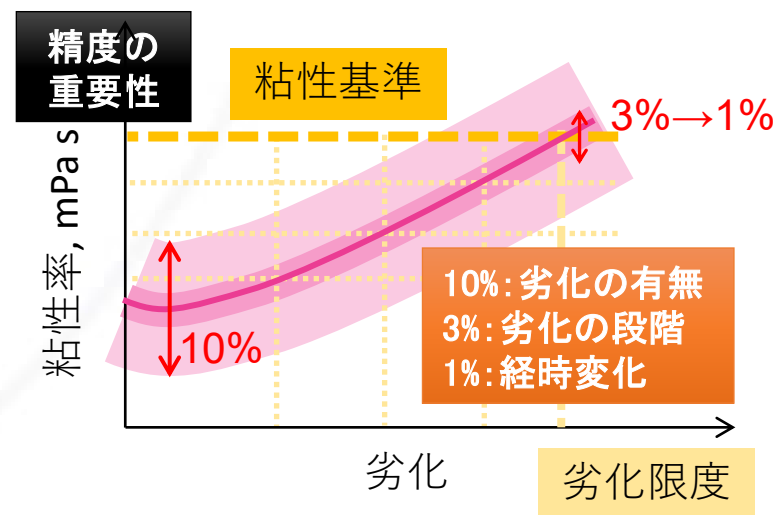
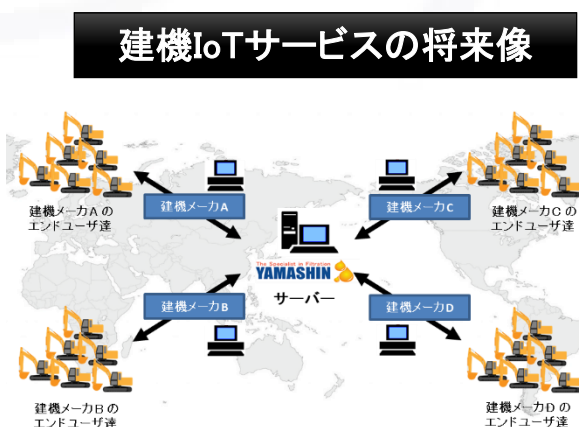
建機用の油圧作動油劣化モニタリングIoTセンサの開発意義



B5 極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発

オイル交換建機IoTサービスに必要な粘性センサ

- 建機の稼働時間が世界的に増加中(例 インドネシア:2020年比6%増)
- オイル交換目安が時間で管理されているため、予期せぬ故障が頻発し工事停止や賠償金などのリスクが増大
→IoTセンシングによるオイル劣化検出と、メンテナンス促進のICTサービスの開発意義は大きい
- 従来のセンサの測定精度10%では劣化の有無しかわからない
→産総研が開発した粘性センサを発展させ小型化、高精度化、フィルタに内蔵化、IoTシステム化を目指す



目的：粘性センサ内蔵フィルタを開発、建機に搭載して正確なオイル粘度を取得
→ オイル劣化情報・交換時期を提示する建機IoTサービスの実現

粘性センサの積層パッケージによる高度化の成果と意義

B5 極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発

鉄板貫通無線給電・通信技術の開発

←シールレス・孔レスで液体中に粘性センサを設置可能に！

隔壁間給電の効率改善方法の発案と、検証実験 (出願 1 件(1 件予定))

応用先を探して展示会出展→引合い多数！

・本研究の発案と検証実験

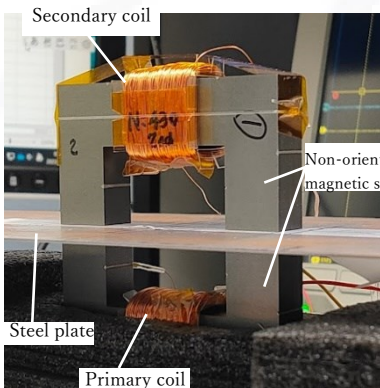


図3 本研究のコイル形状と実験装置

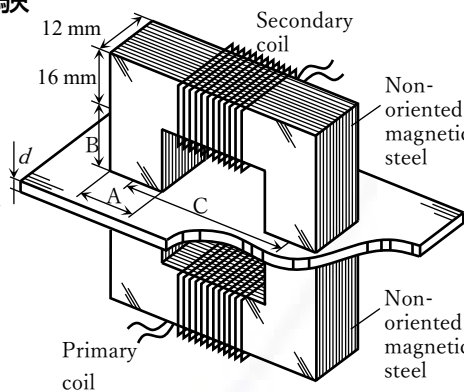


図4 実験装置の模式図。複数のサイズを作製し実験した。

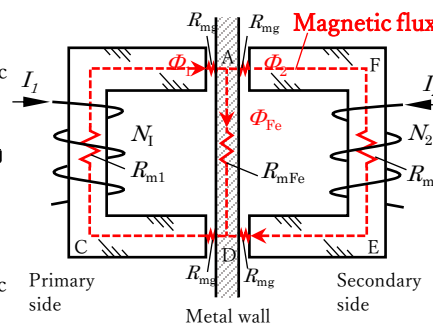


図5 鉄板への磁束漏れを三脚鉄心磁気回路と見立てた概念図。

・既存例では主に渦電流を考慮し効率を検討→高透磁率の鉄では成功せず
 ・**効率低下の原因は磁束の漏れと見抜き、三脚磁気回路に見立てて解析する手法を発案。→効率10%以上を達成！**
 ⇒出願済み1件(1件準備中)

配電盤 (電気設備メーカー)

配電盤の点検をIoT化したいが鉄箱に蓋われており無線で飛ばすには既設品に穴あけが必要→既設品に後付けで壁内⇄壁外の通信⇄空中5G通信ができないか。

マンホール (都市インフラメーカー)

マンホールの内部の状態をモニタリングしたいが開くのは大事で、コネクタは耐久性が問題。→コネクタレスで鉄板を介したセンシングができないか

Eアックスル (自動車メーカー系研究所)

eアックスルの筐体に孔をできるだけあけずに内部をモニタしたい→無線で給電・通信できないか

スマートウォッチ (腕時計メーカー)

大電力化しているが裏蓋にコネクタを付けると腐食する。A社はコイルを外に出しているが・・・鉄裏蓋を介して無線給電できないか

トラックメータ (電装品メーカー)

トラックの荷台の温度等をモニタリングし通信したいが導電性の箱で覆われている。→中から外へ鉄板貫通通信し、外のユニットから5G通信できないか

電波暗室 (電波暗室メーカー、シールド材メーカー、計測機メーカー)

電場暗室なので内外の通信が電波でできない →隔壁間通信でできないか

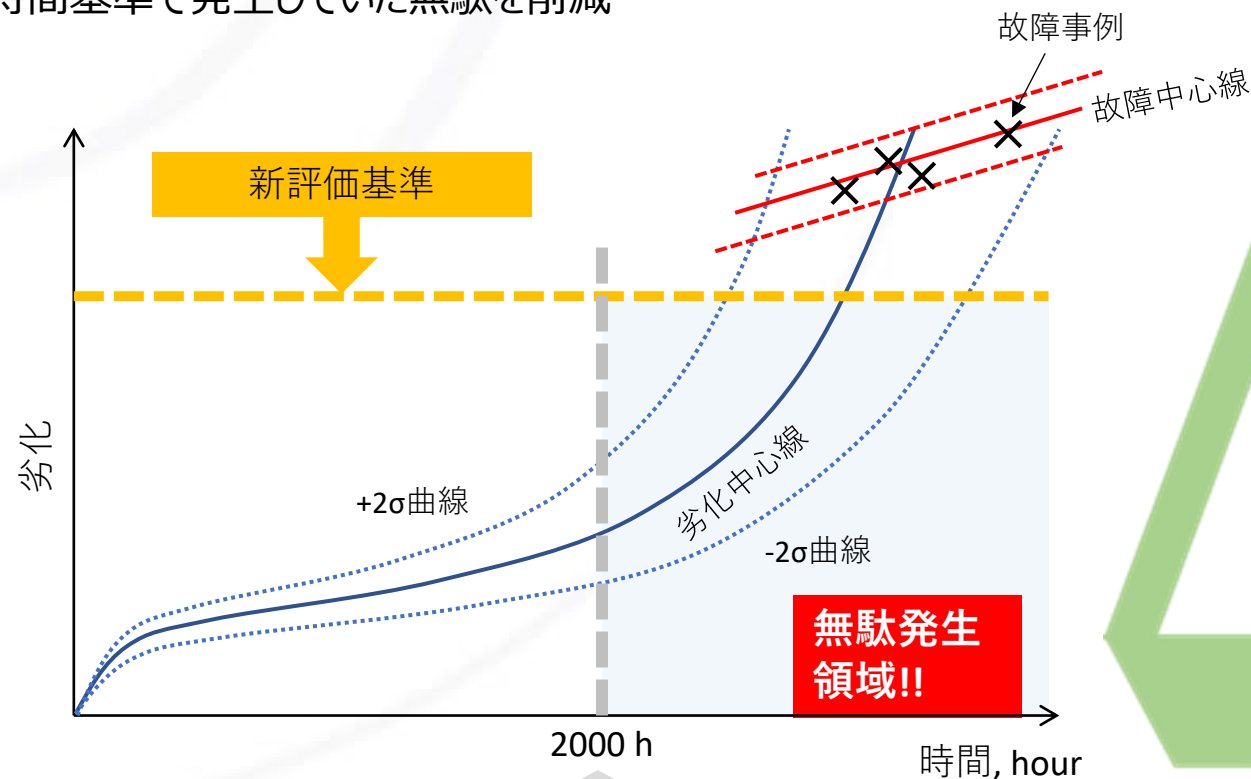
(出典：山本他、鉄系隔壁内に実装されたセンサへの無線給電・通信技術、第40回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム、7P2-PS-63、2023.10.31)

粘性センサの動作試験とIoTデバイス化の成果と意義

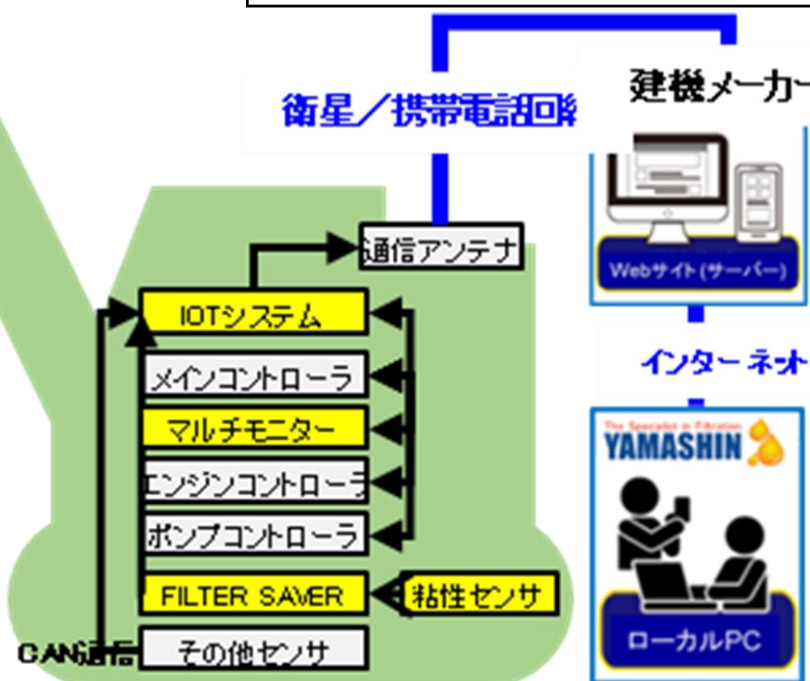
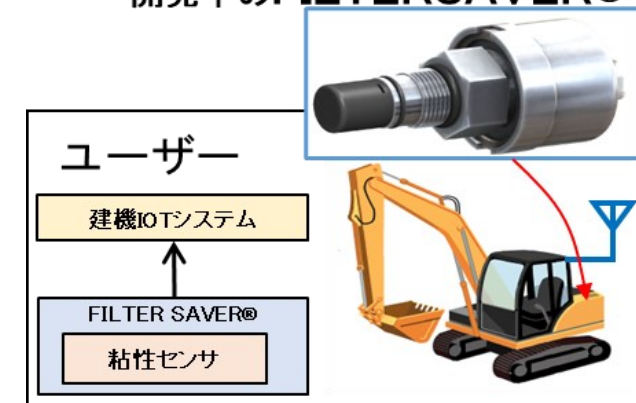
B5 極限環境の液体管理をIoT化する革新的粘性センサの開発

劣化診断基準の精緻化

- ・ユーザーにフィルタ交換の注意や警告についての劣化診断基準を策定。
- ・粘性センサによりオイルの劣化状態を測定し、劣化診断基準に基づく交換シグナルをユーザーに提示
- ・従来の時間基準で発生していた無駄を削減



開発中のFILTERSAVER®

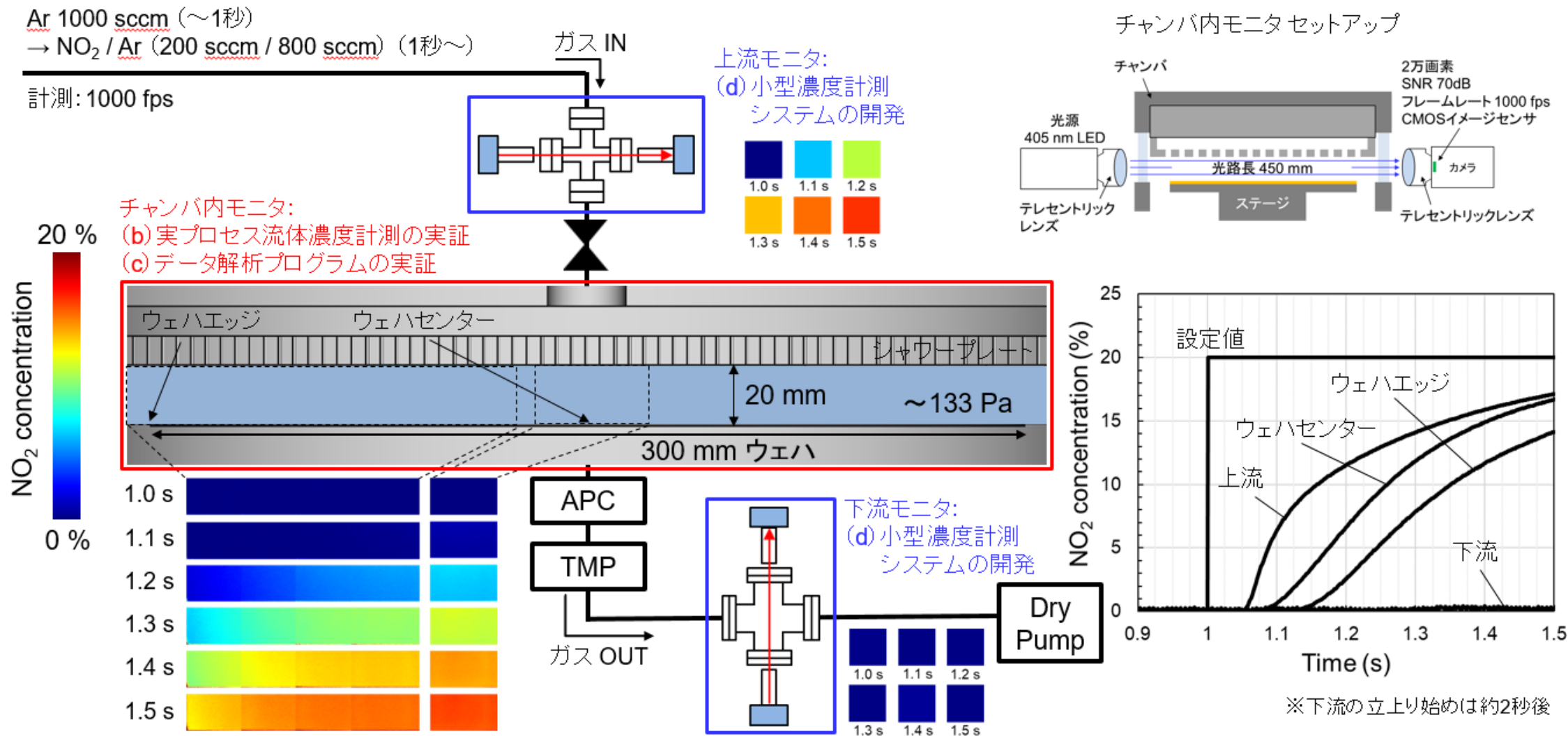


従来基準

流体濃度分布その場計測デバイスの開発の成果と意義

B6 高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発

① 製造プロセスリアルタイム流体濃度分布測定およびデータ解析の実証



上流、チャンバ内(ウェハセンター・エッジ)、下流のリアルタイムガス濃度モニタが可能となった

流体濃度分布その場計測デバイスの開発の成果と意義

B6 高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発

① 製造プロセスリアルタイム流体濃度分布測定およびデータ解析の実証

半導体集積回路製造分野：装置内圧力、ガス流量、温度等を計測、収集しているが、
肝心の装置内ガス濃度（分布）は計測できていない。

本プロジェクト

その場計測デバイスによる各製造装置のプロセスデータの収集

← IoTデバイスとして活用

ビッグデータ処理（イールドマネージメント、データマネージメント）

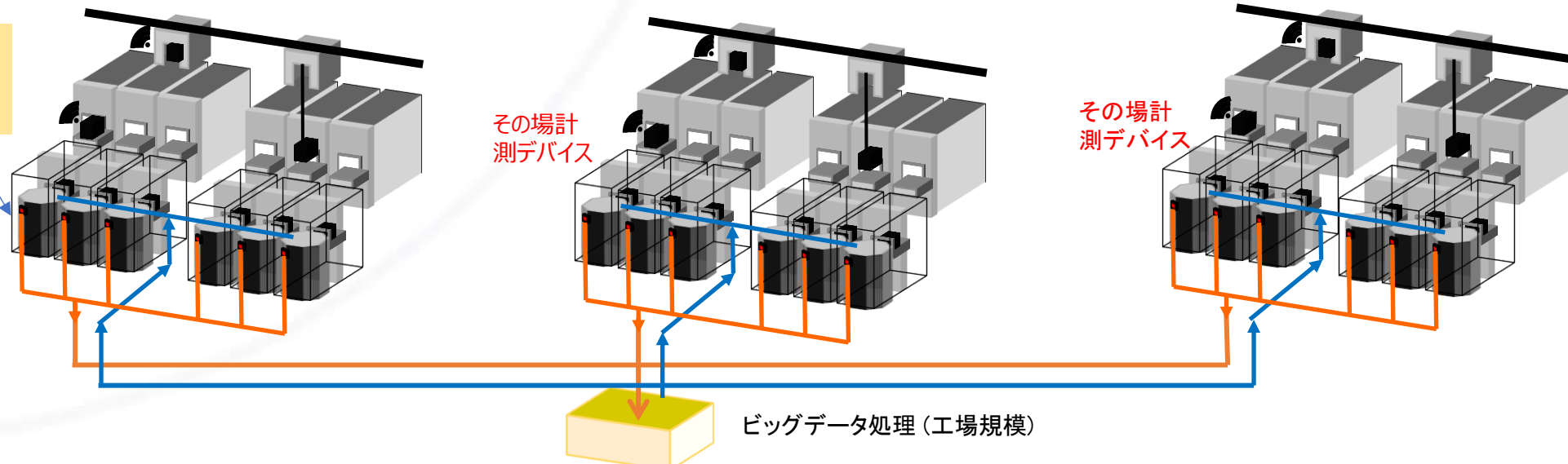
← 収集したデータの活用

装置・プロセス早期異常検出／歩留まり向上／完全自動化

← 価値の創出

製造装置（ALD装置、ALE装置、CVD装置、エッチング装置等）

流体濃度分布その場計測デバイス



流体濃度分布その場計測デバイスの開発の成果と意義

B6 高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布その場計測デバイスの開発

②高解像度・小型イメージングモジュールの開発

(e)多画素対応オプション光学系が実装容易な構造のマルチユースカメラモジュールを開発した。

(f)マルチユースカメラに分光器を取付たハイパースペクトルカメラとマルチポイント分光器を開発した。



(e)光学ユニット付け替え可能な多画素対応マルチユースカメラモジュールの開発



(f)紫外域対応の分光器を取り付けたハイパースペクトルカメラの開発

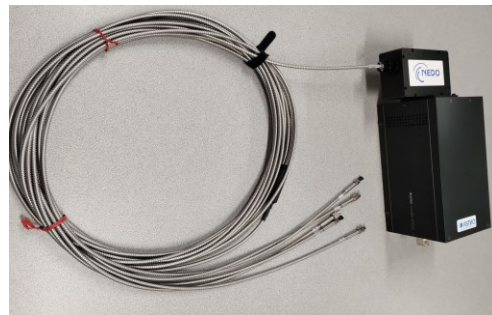
開発の成果（内容）と意義

カメラユースカメラモジュール；多画素版撮像素子の性能を活かした汎用カメラモジュールの開発を実施した。オプション光学系は分光イメージング可能な分光器の開発を実施した。

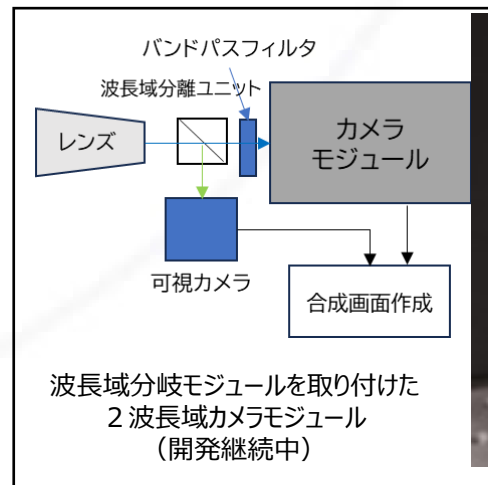
2波長域分岐モジュールにより紫外域でのコロナ放電現象と可視域での画像との合成により現象の位置が特定できることを実証した。(開発継続中)

広波長域と高感度、高飽和特性を活かした高性能なインフラ監視向けIoTカメラとしての礎が出来た。

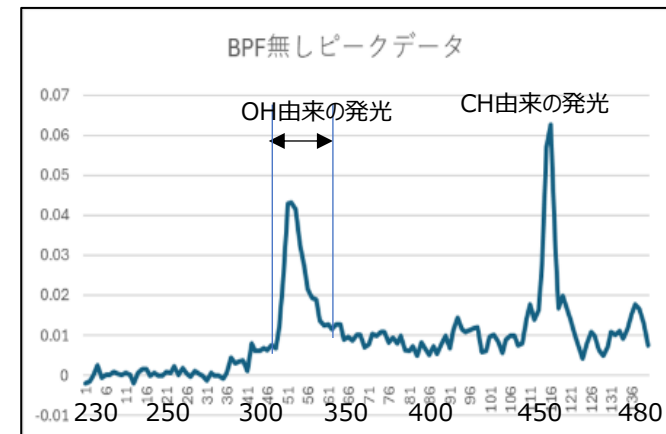
ハイパースペクトルカメラは市場調査の結果、火炎スペクトルやプラズマエッチング装置のプラズマスペクトルの取得で性能を実証した。



半導体製造装置内ガス・プラズマ監視等同時に多点のUVスペクトル取得可能な高速マルチポイントUV分光器



火炎外周付近のスペクトル



ミニバーナーの火炎スペクトルの撮影

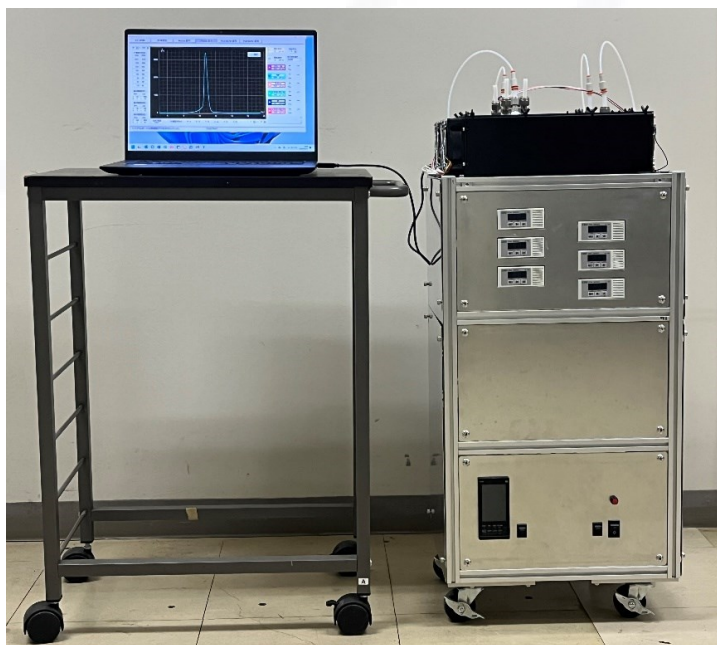
実施内容および成果と意義

B9 大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発

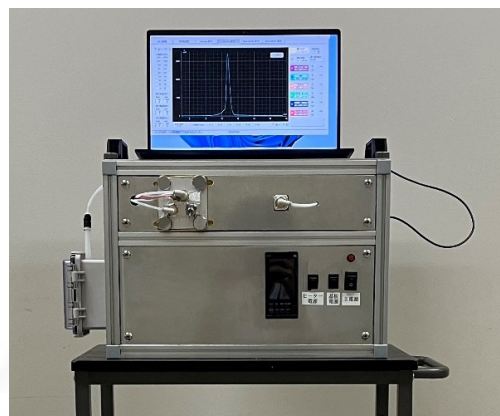
①-1. 電子放出イオン化IMS 装置開発 (1)

- ・ 実用化に向けた小型IMS装置を開発

フェーズA：要素開発用IMS試作機
(ワゴン型、約70L)



フェーズB：実用化用IMS小型化機
(デスクトップ型、約20L)



【成果】

下記すべてを満足するIMS装置を開発

- ・高感度（検出限界：100ppt）
- ・可搬性（放射線源なし、20Lサイズ）
- ・即時検知（測定時間：約十秒）
- ・多成分分析（呼気等の多成分検知可能）

【意義】

民生用機器として広く社会実装可能な
IMS装置で様々なガス分析に応用可能

○最終目標の達成

- ・循環乾燥機構によるボンベレス化
- ・常時加熱によるリフレッシュ機構
- ・大気中電子放出素子の長寿命化
(正イオン化寿命：20h→100h)

○副次的成果

- ・展示会（nanotech等）出展で
呼気分析以外の用途を開拓
〔食品分野〕
〔自動車分野〕
〔建設分野〕
〔その他〕

実施内容および成果と意義

B9 大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発

①-2. IMS 高度利用のためのインフォマティクス技術開発 (1)

- IMSデータベースにスペクトルの数値検索およびパターン類似性検索機能を追加

IMSデータベースにスペクトルの検索機能を追加した。パターン類似性検索では、相対的なピーク位置から類似したスペクトルを探すため柔軟な検索が可能になった。これにより、**未知サンプルのスペクトルと既存のデータとの比較が容易**になる。検索時間についてもサービス提供に問題ない時間に収まった。

- 犬呼気IMSスペクトルの成分分離と判別モデルを構築中。

実際の犬呼気IMSスペクトルについて成分分離を行い良好な結果が得られている。処理時間についてはピーク数に依存するが、図①-2-3では33秒で完了している。

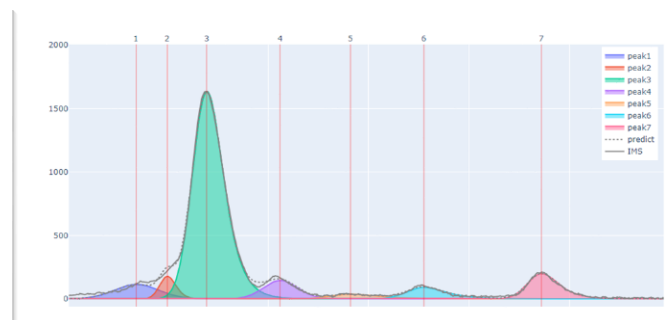
犬呼気からの疾患判別モデルについては、**データの蓄積**を進めている。並行して解析を進めており**補正方法の検討**などを先行して進めている。



図①-2-1 スペクトルの数値検索機能



図①-2-2 パターン類似性検索機能



図①-2-3 犬呼気IMSスペクトルの成分分離例



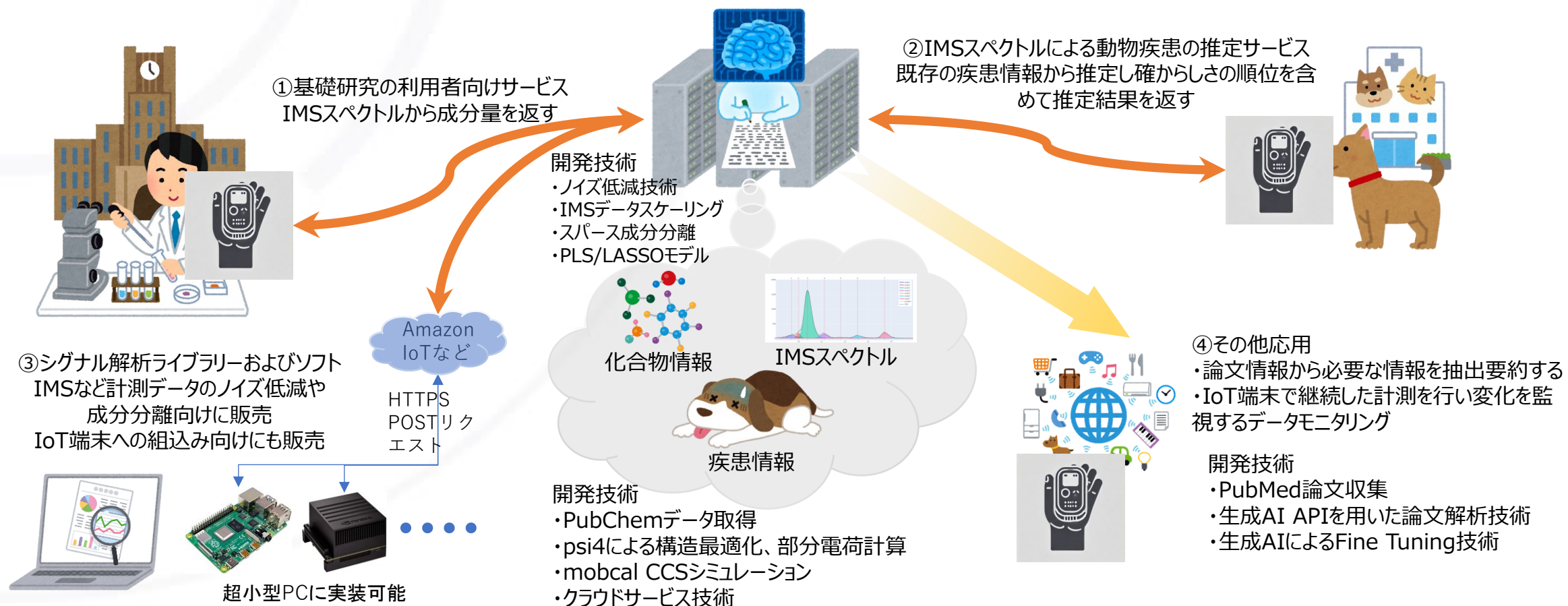
図①-2-4 犬呼気IMSスペクトルの判別解析例

実施内容および成果と意義

B9 大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発

IMS 高度利用のためのインフォマティクス技術開発

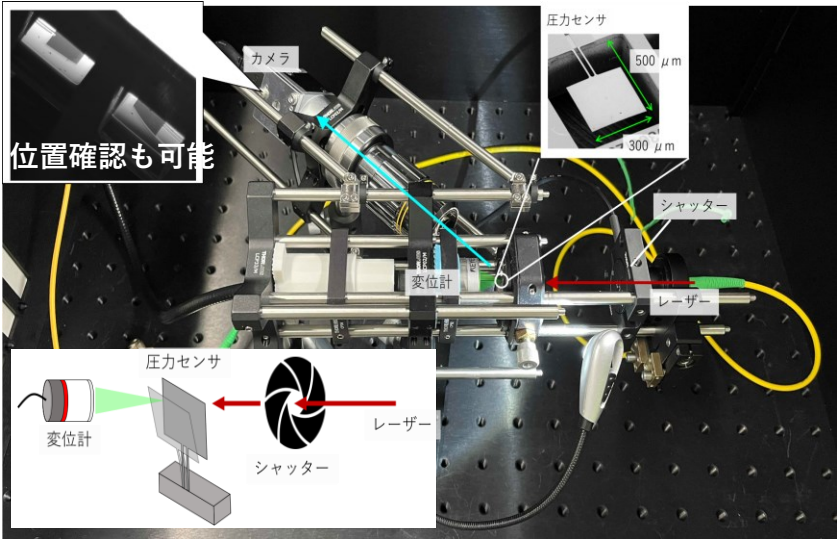
開発した技術のIoT展開として①基礎研究の利用者向けサービス、②IMSスペクトルによる動物疾患の推定サービス、③シグナル解析ライブラリーおよびソフトの販売を検討している。また、④応用として論文情報の要約、データモニタリングを検討している。



研究項目の成果と意義

C1 超微小量センシング信頼性評価技術開発

研究項目①： 非侵襲血中成分計測に係る信頼性評価技術開発			
2023年度末目標	成果	進捗度	根拠
血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイスのために、 piezo抵抗型音響センサの水中における微小音圧検出能力および体温付近における特性変化の評価技術を実施	グルコース溶液に対してレーザー誘起光音響効果を用いた評価システムを構築し、piezo抵抗型音響センサの水中における微小音圧検出能力の検証と温度特性評価を実施した。	100%	2023年度末目標達成
1 kHz-100 kHzの周波数帯域で、放射圧による1 mPa以下の圧力変化発生が可能であることを示す。	光の放射圧により任意周波数で1 mPa以下の加圧を可能にした。加えて、ダイナミックレンジでも1 mPaからの計測が可能な 世界初の超微小量評価システム を構築した。	100%	2023年度末目標達成

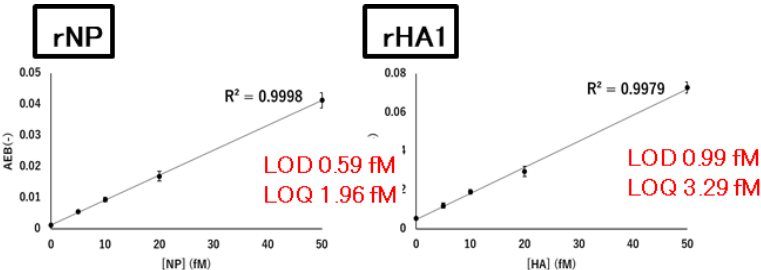


光圧力で微小圧力計測を行う装置

研究項目②： 生体ガス成分計測に係る信頼性評価技術開発			
2023年度末目標	成果	進捗度	根拠
数100 ppb～sub ppbの微量な標準ガス濃度での生体ガスセンサ信頼性評価を実現	加湿が可能で数100 ppb～sub ppbの微量なVOC標準ガス発生器を実現し、生体ガスセンサ信頼性評価を可能にした。生体ガスと同様な湿潤条件下で生体ガスセンサの感度評価が可能となった。	100%	2023年度末目標達成
実装環境での信頼性評価システムを構築	低濃度アセトン、酢酸に対し加湿可能なガス調製機能を有するガスセンサ評価システムを実現した。低濃度乾燥アセトンおよび酢酸ガス、低濃度加湿アセトンおよび酢酸ガスに対する複数の市販センサの応答評価を実施した。	100%	2023年度末目標達成
対象センサの使用目的に応じた測定精度の許容範囲を提示	生体ガス中の糖尿病マーカーである超微小量アセトンガスを検知する目的においては、測定精度の許容範囲は35%とした。測定精度評価、測定精度の長期安定性評価に関する評価指標、およびプロトコルを策定した。	100%	2023年度末目標達成

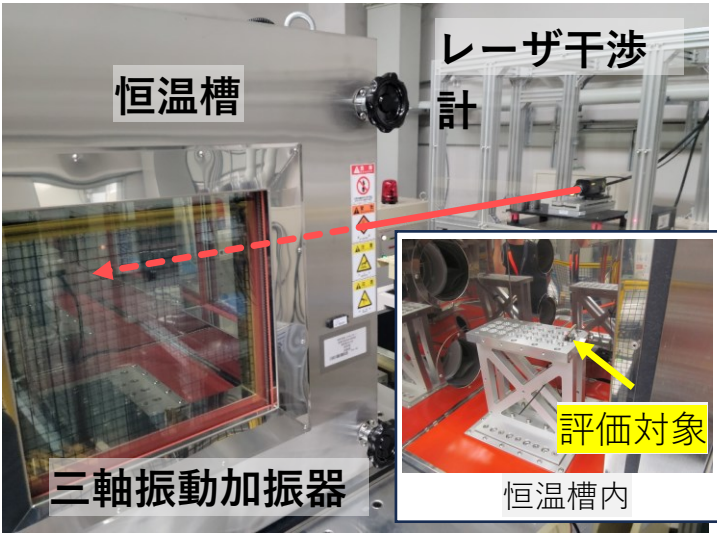


デジタルELISAの感度・直線性評価



デジタルELISAの堅牢性評価

	NP測定			HA1測定	
	rNP	PR株	Panama株	rHA1	PR株
偏差 (%)					
アッセイ間	5.8	20.1	19.4	2.5	0
アッセイ内	5.2	12.1	7.2	11.1	9.1
全体	7.8	23.5	20.7	11.3	9.1
平均タンパク質量 (fM)	24.8	29.9	27.6	23.1	38.2



研究項目の成果と意義

C1 超微量センシング信頼性評価技術開発

研究項目③： ウイルスゲートキーパーに係る信頼性評価技術開発			
2023年度最終目標	2023年度末の達成実績	進捗度	根拠
精確に濃度決定された精製ウイルス試料を標準試料として用い、対象センサが 検出可能なウイルス粒子濃度帯 を決定	RT-dPCRやdELISAを基盤としたウイルスRNAやウイルスタンパク質を対象とする複数の測定系を確立。各測定系の測定条件の最適化を行い、不確かさやバイアスを低減。同一のウイルス試料やVLP試料に対し、 世界最高水準の約10%の精度 での値付けを実施。	100%	2023年度末目標達成
標準的なウイルス精製法、および ウイルス定量法に関する手順書 を作成	PCRやELISAの定量に影響しないウイルス不活性化法、および限外ろ過を用いた ウイルス精製法を確立 。HPLC、RT-dPCR、dELISAによるウイルス試料の均質性・安定性評価を実施。また ウイルス標準試料を用いてセンサ性能評価を行うにあたっての手順書 を作成。	100%	2023年度末目標達成
研究項目④： 微小振動計測に係る信頼性評価技術開発			
2023年度最終目標	2023年度末の達成実績	進捗度	根拠
振動センサの感度の長期安定性や環境に起因する感度変化等を項目ごとに評価し、 長期耐環境性試験に関する手法 を開発し、その 手順書 を作成	振動センサに恒温恒湿度環境ストレスをアレニウスモデルにより10年超相当で負荷し、かつ任意の温度において1%以下の測定不確かさで振動センサの感度を評価し、その 長期耐環境試験法を手順書 として作成	100%	2023年度末目標達成
振動センサをインフラモニタリングセンサとして使用する 場合の測定値の許容範囲 を提示	インフラモニタリング用振動センサには0.1 Hzから100 Hzまでの周波数範囲が求められ、0.1 mGを測定可能な高精度な評価装置を開発し、 世界最高水準である1 μG/rtHz以下のノイズレベルを実現	100%	2023年度末目標達成

実施項目①の成果と意義

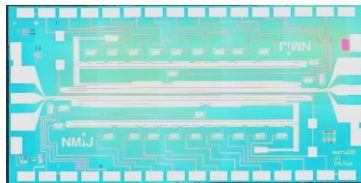
C2 量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発



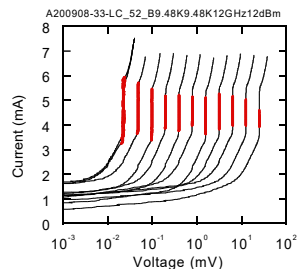
＜既存の直流電圧標準＞

- ・維持管理に専門知識を要する巨大なシステム
- ・主に1 V-10 Vの公称値のみを校正
(4 mV未満の微小電圧には未対応)
- ・低いスループット
(多数のDUTを測定することは不可能)

JVS (国家標準)



10 mm



微小電圧用ジョセフソン
電圧標準素子チップの開発

実装

小型／ユーザフレンドリ／高スループットかつ
高安定な微小電圧の二次標準器が必要

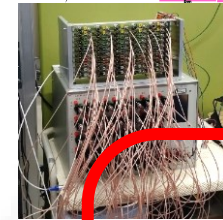
- ・ 30 μ V分解能を達成
- ・ 4 mV $\pm$ 10 nVの電圧計測精度達成



NEDO-1号機



NEDO-2号機



50 ch 高スループット
測定用スキャナ装置



NEDO-3号機(製作中)



- ・ 微量量子交流波形生成
の考案と原理実証

意義

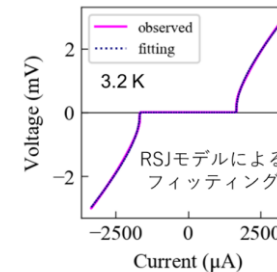
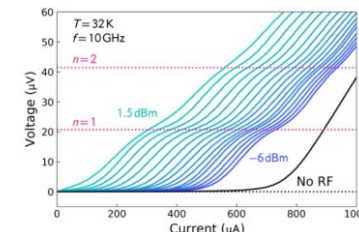
- ・ 国家標準と同等レベルの精度限界をもつ小型二次標準器が実現
- ・ 微小電圧のトレーサビリティを確保
- ・ 交流電圧への展開やさらにコンパクトなシステム実現に向けた足掛かり

+ リモート校正のスキーム検討

- ・ ロット中の一定数のみ直接校正
- ・ 他は統計的に処理し校正値を付与
⇄ サンプルング

・ ワイヤレス校正／サンプ
リング校正の実証へ

Y系高温超伝導材料の利用検討



YBCOジョセフソン接合作製プロセスの改善
及び試作した素子の電流－電圧特性



スターリング冷凍機を用いた
超小型冷凍機システム

- ・ ジョセフソン素子の試作と実証に成功
- ・ 再下性向上と集積化が今後の鍵
- ・ さらなる特性解析と最適化が必要

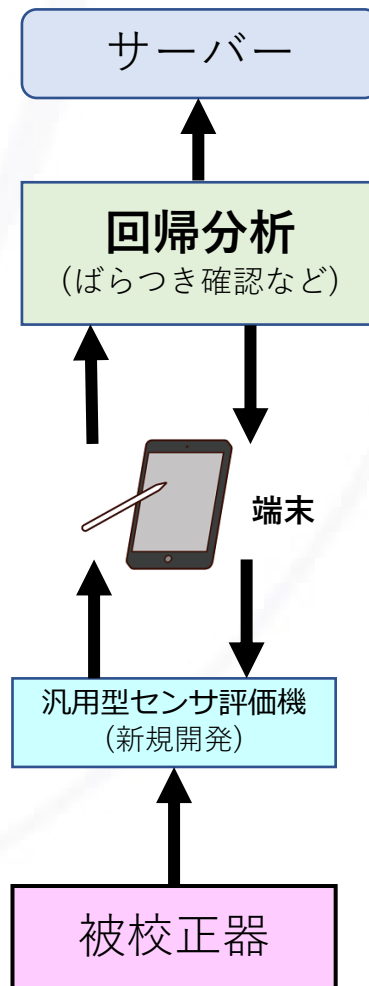
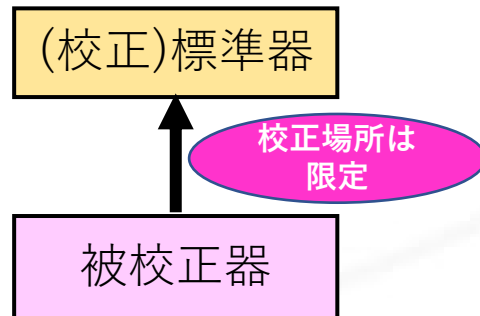
実施項目④の成果と意義

C2 量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発

これまで

ワイヤレス校正実現時 の成果と意義

校正結果の記録
(Excel表など)



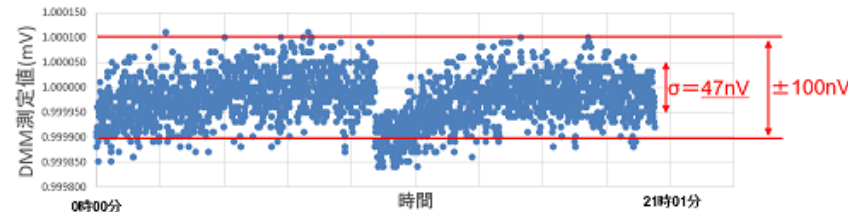
【校正場所】

- これまでは、校正を行う場合には標準器が設置されている場所で行う必要があった。ワイヤレス校正実現後は、小型化され持ち運びが容易な汎用型センサ評価機を用いていつでも・どこでも校正を行うことが出来るようになった。

意義

【校正精度】

- 精度 ($1\text{ mV} \pm \sigma=47\text{ nV}$ 、ヒット率=95%) を連続21時間にわたり維持



【校正記録】

- これまでは、校正記録はExcel表など被校正器管理者が独自に行い誤記載や記録紛失など課題があった。ワイヤレス校正実現後は、ワイヤレス接続されたタブレット端末などに保存されると同時に外部ネットワークを通じてサーバーにも保存され誤記載や記録紛失などのリスクが無くなった。(実施項目⑤によりセキュリティも担保)

意義

【信頼性】

- これまで標準器は、定期的に上位標準機との間でトレーサビリティを得て精度を担保していた。ワイヤレス校正実現後は、汎用型センサ評価機が持つ係数(入力と出力間の傾きと切片など)に対して回帰分析を行い経時変化など異常が発生した場合直ちに補正を行うことが可能となった。これにより、常に高い信頼性がある校正を実現できた。(実施項目⑤の故障検知と改ざん防止にも対応)

意義

参考資料 1 分科会議事録及び書面による質疑応答

研究評価委員会
「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」(終了時評価) 分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時：2024 年 11 月 11 日（月）13：00～17：15
場 所：NEDO 川崎本部 2301～2303 会議室（リモート開催あり）

出席者（敬称略、順不同）

＜分科会委員＞

分科会長	小林 哲則	早稲田大学 理工学術院 教授
分科会長代理	岩崎 拓也	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 コンサルティング事業本部 デジタルイノベーションビジネスユニット デジタルトランスフォーメーション推進部 シニアマネージャー
委員	荒川 豊	九州大学 大学院システム情報科学研究所 情報知能工学専攻 教授
委員	澤田 和明	豊橋技術科学大学 大学院工学研究科 電気・電子情報工学系 教授
委員	野田 耕一	一般財団法人 日本規格協会 理事・規格開発本部長
委員	和賀 巖	NEC ソリューションイノベータ株式会社 パブリック事業ライン シニアフェロー
委員	和戸 弘幸	株式会社ミライズテクノロジーズ センサ開発部 部長

＜推進部署＞

金子 和生	NEDO バイオ・材料部 部長
日高 博和	NEDO バイオ・材料部 次長
青柳 将	NEDO バイオ・材料部 チーム長
中島 徹人(PMgr)	NEDO バイオ・材料部 専門調査員
内山 章二	NEDO バイオ・材料部 主査
原 信也	NEDO バイオ・材料部 主査
今井 浩人	NEDO バイオ・材料部 専門調査員

＜実施者＞

森本 浩史	ユニカミノルタ株式会社 デジタルワークプレイス事業本部 MFP システム開発部 アシスタントマネージャー
高橋 信行	ワイエイシイバイオ株式会社 取締役
福田 伸子	国立研究開発法人産業技術総合研究所 センシングシステム研究センター 招聘研究員
下坂 琢哉	国立研究開発法人産業技術総合研究所 物質計測標準研究部門 グループ長
古川 祐光	国立研究開発法人産業技術総合研究所 センシングシステム研究センター チーム長
加藤 愛	国立研究開発法人産業技術総合研究所 物質計測標準研究部門 グループ長
野里 英明	国立研究開発法人産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門 グループ長

<オブザーバー>

佐宗 晃	経済産業省 商務情報政策局 情報産業課 企画官
古川 哲	経済産業省 商務情報政策局 情報産業課 専門職
長坂 光	経済産業省 商務情報政策局 情報産業課 専門職
島 周子	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 研究開発専門職
柴尾 優一	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 技術評価専門職員
渡辺 智	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 技術評価専門職員
藤本 辰雄	NEDO TSC イノベーション戦略センター ユニット長
福田 浩章	NEDO TSC イノベーション戦略センター 専門調査員

<評価事務局>

山本 佳子	NEDO 事業統括部 研究評価課 課長
松田 和幸	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員
北原 寛士	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員
中島 史夫	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの説明・詳細説明
 - 5.1 プロジェクトの説明
 - 5.1.1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
 - 5.1.2 目標及び達成状況
 - 5.1.3 マネジメント
 - 5.2 プロジェクトの詳細説明
 - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの補足説明
 - 6.1 研究開発項目①「革新的センシング技術開発」
 - 1分で感染リスクを検知可能なウイルスゲートキーパーの研究開発
 - 6.2 研究開発項目②「革新的センシング基盤技術開発」
 - 超微量センシング信頼性評価技術開発
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会

- ・開会宣言（評価事務局）

2. 分科会の設置について

- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
- ・出席者の紹介（評価委員、評価事務局、推進部署）

【小林分科会長】 早稲田の小林と申します。私の専門はパターン認識であり、センサは少し縁遠いのですが、今まで幾つかNEDOの評価に関わってまいりました。また、今プロジェクトも中間評価を担当したことから、分科会長を務めさせていただきます。よろしくお願いします。

【岩崎分科会長代理】 三菱UFJリサーチ&コンサルティングの岩崎と申します。専門分野はセンサ、MEMSを含む先端的な産業技術全般の調査、あるいは事業戦略の検討、また、それに付随するコンサルティングになります。どうぞよろしくお願いいたします。

【荒川委員】 九州大学の荒川です。専門は、IoTを活用した人の行動認識ということで、ウェアラブルや設置型のIoT、様々なものからデータを取って人の行動を把握するといったことをやっております。よろしくお願いします。

【澤田委員】 豊橋技術科学大学の澤田と申します。集積回路、集積化センサを専門とし、特にバイオセンサ等の研究を行っております。どうぞよろしくお願いいたします。

【野田委員】 日本規格協会理事を務める野田と申します。もともと経済産業省の職員で、主に基準認証政策全般を担当していました。そのほか、専門分野としては原子力を中心としたエネルギー政策を担当しておりました。よろしくお願いします。

【和賀委員】 NECソリューションの和賀と申します。専門分野は医学、分子、生物学になります。東北大学、北海道大学の客員教授をしており、ヘルスケア全般のIoTセンサのデータアグリゲーションの研究にて、内閣府の日本オープンイノベーション大賞をいただきました。この分野には非常に興味を持っており、本日はとても楽しみにしております。また、最近「フォーネスライフ」というバイオテックベンチャーも同時に立ち上げて、4年目で黒字になりました。日本の産業のために一生懸命やりたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

【和戸委員】 ミライズテクノロジーズの和戸と申します。専門分野は、車の外を見るセンサ、中を見るセンサ含め、車に関わるセンサ全般を担当しております。本日は非常に楽しみにしております。よろしくお願いします。

3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの補足説明」及び議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。

5. プロジェクトの説明・詳細説明

- (1) 意義・社会実装までの道筋、目標及び達成度、マネジメント

推進部署より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【小林分科会長】 ありがとうございます。

それでは、ただいまの説明に対する御意見、御質問等をお受けいたします。和戸委員、お願いします。

【和戸委員】 このプロジェクトは、委託事業から助成事業へのツーステップであるとか、PL を置かず、技術推進委員会を活用し、的確なアドバイスをいただきながら進めた点は非常によいプロジェクトだと認識・理解しております。さらなる改善として事前に質問やコメントをいたしましたが、プロジェクトを進められた御自身を振り返りまして、課題や問題点において、次回こういう改善が必要だと考えることも大切だと思います。その視点から、今思っている改善、課題があれば、ぜひ教えてください。

【中島 PMgr】 この事業がスタートしたのが 2019 年度であり、6 年前になります。私が聞いている範囲では、その当時 NEDO 事業というのは委託事業が結構多く、委託事業から助成事業に途中で切り替わるというものは、ここ数年ではそういう形が増えてきたのですが、当時はそれほど多くはありませんでした。1 件ないしは数件あったかどうかぐらいだと聞いております。その結果、ステージゲートのやり方を決める際にもいろいろと四苦八苦をしたと、私も横でプロジェクトの一大担としてそうした経験をいたしました。そういう意味で、委託から助成になった際に、かつトータルで 5 年となったときに、各実施者である各企業、大学、国研の考え方、立場が変わるため、2 年間だけの助成事業となれば、皆様、企業の方はコミットをすると思いますが、5 年の場合となると、委託事業でやったものの、「残り 2 年間まだ助成をやるのか。そんなことをやっている場合ではない」といった声が出てくるといったことはあるようです。そのときに、委託の実施のみで、助成は実施しないということが問題ないといった形で見るのか、そうした何が起こるかというのを NEDO 側もある程度想定をしながら、公募をかける等を今後考えていかなくてはいけないと思います。一番大きいのはそうした点です。

それからもう一つ、研究開発項目 1 と 2 の連携を行うにあたり、それぞれ事業者の皆様の立場があるため、そういうところも事前にある程度のリスクであるとか、様々なことを検討しておくことが必要です。特に助成事業における企業の立場というのはいろいろな考えがあります。それが悪いわけではないですが、そうした様々な想定を考えながら取り組むことは重要だと思います。結果的になるのかもしれませんが、そういう意味では、本事業はいろいろなチャレンジングなことを行ったという点で、テストパターンと言えば怒られてしまうかもしれませんが、意義のあるプロジェクトだったと私個人としては思っております。

【和戸委員】 ありがとうございます。大切な振り返りだと思いました。やはりスピード感が要するというこの世の中の競争の中においては、いかに早く、うまく導き出すか。製品化につなげるか。国策として正しく導くかが重要だと思いますので、ぜひ頑張ってください。

【小林分科会長】 今の内容に関連して少し伺います。委託から助成に関わる過程の中で、「そのようなことをやっている場合ではない」という言葉がありました。その点について、詳細を伺いたいです。

【中島 PMgr】 やはり 3 年前の企業状態と 3 年後の企業の状態がいろいろ違う場合もあります。そういうものが、実際に本プロジェクトの中のあるテーマでは起こっており、残念ながら継続に赤信号が灯りかける、もしくは、駄目だと言いかけたもののゴーになったものという形もあります。それは、このセンサ事業の状態がどうのこうのというものもあるのですが、もう一方、各企業様の企業戦略上の状況などもあって思っております。

【小林分科会長】 ありがとうございます。岩崎分科会長代理、お願いします。

【岩崎分科会長代理】 御説明いただきありがとうございました。非常に多種多様なテーマをうまく取りまとめつつ、最後の成果まで導いたという意味で、非常に有意義なプロジェクトだったものとお伺いいたしました。似たような質問で大変恐縮ですが、今回いろいろなテーマがある中で、どのように課題を見つけ、あるいは、今回新たにプロジェクトを運営する上で、このようにやればよいというものが見つかった点は非常に重要だと思います。その中で、一つ知財の話についても伺いたく思います。知財はあ

くまでも大学だったり、企業だったり、自分たちの戦略に基づいて取っていくものだとは思いますが、そういったものがばらばらと様々なプロジェクトで出てきている。それはそれで全く問題ないと思うのですが、NEDOとしてこのプログラム全体を推進して大きな塊として成果をうまくつくり出していき、あるいはそういった知財をうまくいろいろな人に活用させていく。連携する必要はないのかもしれませんが、外に広げていくという観点で難しい面もあったと思います。あるいはこのようにしていくべきではないかといった気づきがあれば、可能な範囲で教えてください。

【中島 PMgr】 本事業の後半が助成事業であるというところで、これが非常に大きいものと考えます。それというのは、委託事業で全て終わっていると、それは国のプロジェクトになる、NEDO が事業者になります。助成事業になっていると各企業様が自分たちで資金を負担し、実際には本センサプロジェクトでは大企業は2分の1、中小ベンチャーは3分の2をNEDOが補填し、それ以外は自分たちが持ち出しとなります。そうすると、自分たちが持ち出したものというのは当然回収しなくてはならないというのが企業のお考えですから、どのようにすれば自分たちの利益につながるかということを経営的に専ら考えるはずで、そういうところが、特許をどのタイミングでどのように出すことによって、あるいは、実際にやっているパートナー同士、共同実施者の間でどのように結んでおけば企業にとってメリットがあるか。NEDO から何かを言うとすれば、メリットが企業ばかりになってしまい、大学、国研にデメリットとならないように注意する必要があります。そういう意味では、企業が自分たちの利益のために、主体に旗を振って動くというのが最大のポイントでもあり、この体制がうまくいった一つと考えます。逆に、知財を出す、出さないにおいてNEDOは余計な口を挟んでおりません。どちらかと言えば、任せており、最後はあなたたちです、自分たちが主体で引っ張らない限りうまくいきません、NEDOは後ろを押すだけだというスタンスになっております。NEDO内の専門分野にも話を聞きながら、そうした形で動いているのが実態になります。

【岩崎分科会長代理】 ありがとうございます。大変よく分かりました。助成事業ということで、当然企業で自分たちの持ち出しする部分があるため、当然それをうまくお金に変えていく。言葉を濁さず言うと、「うまくNEDO事業を活用し、ビジネスにつなげていく」といった点で、しっかり企業が考えていったであろうと理解いたします。逆に、NEDOはそれを背中から後押しをするといったマネジメントができたのではないかと思います。

【小林分科会長】 和賀委員、お願いします。

【和賀委員】 大変なプロジェクトを推進された話を伺い、本当に御苦労さまでしたと申し上げる次第です。アウトカム達成までの道筋において、このような大きい活動の中の、私の手元にある評価シートを見ると、見直し工程があり、外部環境の変化、それから社会的な影響を考慮したかどうかというのがあります。ちょうどこの大きいプロジェクトは、パンデミックが起きて、その後のグレートリセットがあって、ユーザーもZ世代が半分ぐらいになり、欲しいものがない時代に急になったという中で価値観も大きく変わりました。そうした中で、たくさんのテーマを同時進行されるという中で外部環境の変化、それこそセンシングでしょうか。皆様方が様々な判断をされ、うまい具合に外に出すようなテーマが出てきた点もすばらしいと思いました。どういうメカニズムで起きたのかというのは、こういう大きいプロジェクト、長期間やるものというのは、今後変化の時代になってくると思いますし、参考になると考え、少し伺いたいところです。

【中島 PMgr】 御質問ありがとうございます。そういう意味では、本プロジェクト当初はコロナにおいて非常に四苦八苦をし、全く動きが取れないものでした。ウェブ会議もまだそれほど皆ができていない状況であり、正直、特に2020年度は苦しんだ1年だったと思います。ただ、幸いなことに事業者の方も徐々にウェブ会議等、様々なシステムを加速して整備していった点から、最低限の会話は確保できました。一方、その次に出てきた問題がいろいろな部材が手に入らないことでした。その中で、こちらが

投げかけたものとして、その間に何かできることはないかといった点で優先順位の見直しを行い、いろいろと実施者の方が取り組んでくださいました。もちろん遅れたままでも回る点も多くあると思いますが、そういうところの入替えにおいて、全てが全てうまくいったわけではありませんが、ぎりぎりのところで保てたのではないかという感触は持っております。

一方、世の中の情勢がいろいろ変わる中、私ども TSC のところでも一緒に情報を共有しながら様々話を聞く中で、実はセンサの中の世の中の勢力図といいますか、売上げの規模等は想定よりも増えています。欧米をはじめ、日本も含め、それぞれ得意な分野ががらりと変わったかという点では、幸いなことにそれほど大きくは変わっていません。もしかすると、コロナがあったことにより、センサに関してはある種いろいろなところが停滞していたがゆえに劇的な変化がなかったのかもしれませんが、詳細は把握し切れておりません。事実としては変わっていないというところで、当初の目的、アウトカム目標の変更につながるようなことはなかったと、結果論かもしれませんが、そのように認識しています。今回、幸いなことに様々なところでの見直し、検討にかじを取ることに時間やパワーを割かず済んだものの、今後は何が起こるか分かりません。そうしたところでは、各事業を立ち上げる際に、その事業の特性というものが変動に弱い、強いといった点も検討要素の一つとして考える必要もあると思います。今回のようなコロナウイルスのようなパンデミックが起こることを想定するかというと、それは非常に過剰とも思いますが、それは誰も予想できないことであり、ケースバイケースになると考えます。ある程度、そうした変動の要素を入れるような仕組みづくりというのも大事になると個人的には思った次第です。

【和賀委員】 御回答に感謝いたします。個々のケースで、いろいろと世の中が変わってきていることを考えて動かれている方というのが多くいらっしゃるのかもしれませんが、大きいプロジェクトがこれから進む中で社会の変化にどのように対応するのかというモデルケースになればいいと思います。もしよろしければ、もう一度ヒアリング等を行い、多分ロバストなものがあるほうがよいと思うのですが、変化をどう感じ、どのようなことを行ったから今うまくいっているといった成功事例が幾つか残ると今後のためにもよいと思いました。ありがとうございます。

【小林分科会長】 今の内容に関連して、今回パンデミックもあって変化が激しかったと思うのですが、それに対応するために行った NEDO の取組として、例えば委員会の開催頻度であるとか、関与の強さ、そうしたものは従来の計画よりも変えたのか。それとも、従来の連携の枠組みの中で十分対応できたのか。その辺も含めて教えてください。

【中島 PMgr】 例えば、年に 1 回行う技術推進委員会のスタンスは変えておりません。技術推進委員会は、途中において委員の先生方に個別にテーマに入っていていただいて、いろいろと御意見をいただくなど、先生方にも現状を知っていただくこともよいのではないかという声もあったのですが、ちょうどそのタイミングのときがコロナであり、例えば企業様であれば、「うちの敷地内に工場に来るのには制限が多くある」、大学であれば「このタイミングで来られると、センター試験、二次試験に支障がある」といった点で多くの障害がありました。またもう一つ、技術推進会を行うとなると、実施者の方々の負担にもなる点から、結果的にはそのままの形になりました。一方、実施者間の進捗連絡会として、NEDO はオブザーバーになりながら、実施者間のダイレクトな会話を積極的に働きかけたところでした。また、実施者間それぞれが相互に画面を通して行っていると、言いたいことを言い切れない点があると正直思ったところで、意見をぶつけ合うといった取組をこの 1 年半において行ってきたのが実態になります。

【小林分科会長】 実施者のミーティングを増やすように NEDO が関与をしたということですが、プロジェクトマネージャーとしての立場で十分だったものでしょうか。例えば、もう少し実施者に近い立場で、専門がダイレクトに分からないなりにプロジェクトリーダーみたいなものがあつたほうが、やはりこ

ういうばらばらのテーマにおいても必要だったとか、そうした点はあまり感じられなかったでしょうか。

【中島 PMgr】 普段はプロジェクトマネージャーがいるものの、本プロジェクトは各テーマで推進部の担当がおり密にやり取りを行いました。研究内容も同時に、予算執行であるとか、いろいろなところで密にしている中で、進捗連絡会にはプロジェクトマネージャーと担当とが行く場合があります。それでちょうどよかったと感じる点は、繰り返しになりますが、最後は助成事業であり、主体者は企業になります。あなたたちが頑張って旗を振らないと形になりません。自分の研究テーマ、自分の仕事だというスタイルを積極的に押し出すという手法を取らせていただき、それが功を奏したものと思います。逆に PL の先生方として技術的に著名な方がいらっしゃったとしても、かえって技術論に突出するだけでビジネス論にはならなかったこともあるのではないかと思います。

【小林分科会長】 ありがとうございます。野田委員、お願いします。

【野田委員】 非常に幅広いプロジェクト管理をされて進められたということでした。御説明を伺い、ようやく全体像が見えた印象です。幾つか伺いますが、17 ページに知財と標準化のオープンクローズ戦略の説明があります。全体的なコンセプトとしてはこのとおりだと思うのですが、当然ながら、技術なり研究開発項目それぞれによってアプローチの仕方が異なると思います。説明の中にも時々出てきますが、規制との関係、薬事法との関係、計量法との関係であるとか、様々な要因も出てくるかと思っています。そうしたそれぞれの分野、もしくは研究テーマごとのオープンクローズ戦略というのは、どのように決定して進めるといったプロセスを踏まれたのでしょうか。

【中島 PMgr】 基本的には、一方的な考え方は抑えながら、NEDO としてはオープンクローズ戦略としてこういう考え方ですと、ひな形のようなものを開示します。ただ、その後は、最終的には助成事業となるため、最後に決めるのは皆様であり、企業の利益もあるといったところに結びつかなければ、形だけ体裁を整えても何の意味もないといった点があります。最後にに関してはよく考えながら、ただし偏らないようにといったところです。多分、先生がおっしゃるものは C2 のテーマや、ウイルスゲートキーパーのところでも色々出てくる点に対してだと思います。正直そこは事業者様も四苦八苦しているところです。どこまで今のタイミングで出すのか。あるいは下手に出すと、かえって世界中に情報が知れ渡る。それにより我々の強みが減るのではなか。そうしたタイミングにおいて、見極めるのが非常に難しいという声も実は聞いているところです。この点について、非公開セッションにて詳細な話を伺えますので、その際に当事者からのダイレクトな答えが期待できると思います。

【野田委員】 ありがとうございます。そうした点では、各研究機関、もしくは企業のほうでそれぞれ考えて、オープンクローズ戦略をつくられたという理解でしょうか。

【中島 PMgr】 おっしゃるとおりです。

【野田委員】 次の質問ですが、資料の後方にプロジェクト終了後の上市に至るまでのプロセスがそれぞれ書いてあります。その点も NEDO において、プロセス管理やプロセスの妥当性評価を行うのではなく、あくまで事業者においてつくられている計画という理解で合っていますか。

【中島 PMgr】 まさに後半の 2 年間、それから事業終了後の企業化の取組、事業計画というものは企業独自の事業戦略が入っていきますので、NEDO が一概に何かを言える領域ではありません。資料においては、いろいろと温度差があったかもしれませんが、正直よくここまで皆様提示をしてくれたと、意外と皆様出したがらないといえますか、出せないところもあるのですが、その点は多く出してくださった印象です。その後どのように管理をして見ていくのかという点で、NEDO の立ち位置は新たな課題の一つと思うところです。

【野田委員】 ありがとうございます。もう一つ、また別の観点の質問ですが、48 ページで、途中苦労されたことに関して、コロナで対面会議が減ることにより、事業サイクルの停滞が発生したという話があっ

たと思います。会話不足を NEDO において、対面開催を促すことにより解決されたということで、これは非常にすばらしい取組だと思っております。

一方、気になる点としては、プロジェクトの構成として B のプロジェクトと C の産総研が多分中心になると思うのですが、こちらでやるプロジェクトは「それぞれ個別に連携しながら」と書いてあるものの、ここは主体が別になるため、より連携を促していく必要があるという気がいたします。このあたりにも影響があったのかどうかをお聞かせください。

【中島 PMgr】 後半の質問をもう一度伺えますか。

【野田委員】 A や B の個別の技術開発プロジェクトと、C のセンサの信頼性技術開発はお互い連携をしながらすすめることになっておりものの、実施主体が違うため、常日頃から意見交換をしながら進めることはなかなかやりづらいとも思うところです。一つのプロジェクトの中でもコロナでなかなか意思疎通が難しくなってきたところで、別の主体となると非常に難しいものと考えます。この点での御苦労、解決方法は何かあったのでしょうか。

【中島 PMgr】 最も大変だった点は、研究開発項目 1 のほうがフェーズ B に入り、助成事業に入った段階からの連携でした。企業主体であるがゆえに、企業と産総研の間の連携に苦労がありました。ただ、その中でどのようにすれば会話ができるのか。どうやれば情報共有ができるだろう。どうすればやり取りができるだろうというものをダイレクトに産総研の取りまとめの中で会話をすることや、実施者の方と話をするといった様々な形を取りながら進めていきました。一概に全体でこうだったと言えないものでありません。4 つのうちの 1 つは結局、最後はパートナーがいなくなったのですが、3 つにおいて、それぞれで対応の仕方を変えながら取り組んできたという形です。

【野田委員】 これは企業からのアプローチを促進するのか、それとも産総研からのアプローチを促進するのか。どちらのほうが的確だったという印象でしょうか。

【中島 PMgr】 そういう意味では、どちらかと言えば、産総研サイド、C1 のテーマのほうから、「こういうところの情報が」とあるとか、「こういうふうな感じのところ」といった御相談を受ける場合が多かったと思います。

【野田委員】 分かりました。ありがとうございます。

【小林分科会長】 澤田委員、お願いいたします。

【澤田委員】 御説明ありがとうございました。本当に非常に大きなチームの中で、さらに PL がいないところで PM の方々の御尽力でこれが進んだということを改めて理解いたしました。2 点伺いますが、今回いろいろな不通過になったテーマがあって、きっとよいシーズがあったものの、企業がうまく乗ってこなかったということもあったと思います。不通過になったシーズであるとか、補助事業で行ったことを、もし可能であれば様々なところに知らしめて新しいものができればよいと考えるところです。それが NEDO の仕事なのかどうかは分かりませんが、そうした不通過になったものに対するフォローアップに関してはどのようにお考えでしょうか。

【中島 PMgr】 不通過になった理由は、あまり公開をしていないため、ここで申し上げることは控えますが、NEDO 内では、なぜこのテーマのところで不通過となったのかは押さえています。センサ事業としてはないものの、他の事業のところで、例えば NEDO のセンサ事業の事例を基に、どういうところがないとこういう立付けの場合に不足をするかというのを世の中的には見ている。その視点から見ると、それが今この体制に入っていますかというものを、もしかしたら、公募の考慮において考えを導入することもできるかもしれませんが、そうした様々な情報の共有化が一つの NEDO の中の課題であり、生かせる場所であると思っています。

【澤田委員】 NEDO の中では、事業を行う点で、多分そういうフィードバックでよいと思う一方、せっかくいいところまで持ち上げられたのですから、それが発展できるような取組があればよいと思い、質

問をした次第です。

【中島 PMgr】 あるとするならば、次の公募の際に、「こういうふうな体制を考えた上で提案をしてください」といった投げかけをするとか、例えば実施者間のメンバーの体制の役割の組合せにおいて不通過になったのであれば、そういうことも踏まえて考えてくださいという提案はできると思います。

【澤田委員】 分かりました。ありがとうございます。それからもう一点、C1の件に関して、国際標準化を目指すという今後の取組が、多分、日本としても、さらにNEDOの事業としても大切なことだと思います。それに対するフォローと言うべきか、国際標準化においては非常にお金もかかりますし、いろいろなロビー活動も必要と考えます。そのあたりはどのようなサポートをされる予定でしょうか。

【中島 PMgr】 本プロジェクトのダイレクト的なつながりというのは、一旦はNEDO事業終了までとなります。ただし、幸いにもC1のテーマですと、実施者が産総研ですから、いろいろなところでNEDOと産総研のつながりであるとか、様々な機会で会話ができます。例えば、ここでは駄目であっても、いろいろなセンサに関わる研究会みたいなものであるとか、そうした情報交換を行う場は引き続き多くあります。そういうところで率直に意見を交換し合うなど、例えば次の国プロは立たないのかであるとか、こういう種のところに何かないのかといったところで、私自身も研究会等で同じようなメンバーと会話をする場合もあります。それは、C1のテーマに限らず、他のテーマも同様に、そうしたところでフォローができればよいと思っております。

【澤田委員】 せっかくなので標準化のところまで行ったにもかかわらず、そういうことができずに標準化ができなくなったとなれば大変残念ですから、ぜひともNEDOからもサポートをしていただくとよいのではないかと一個人として思った次第です。

最後に、今回PLがいなかったという点で、最後は事業者が積極的にやられたことが特徴だったというのはよく理解できました。そうすると、今後のNEDOプロジェクトの在り方といった点で中島様も言われましたが、PLの役割に関して、JSTのようなPLではなく、NEDO特有のPLがあってもよいのか、それとも本当に役割が変わっていてもいいのかもしれないし、本当に要らないのか。PLの役割としてメリットをうまく使うとすれば、どのような点に期待できるでしょうか。

【中島 PMgr】 私がそこまで口を挟むのは非常におこがましいのですが、あえて言うならば、センサは各テーマが個々に動いている、スタンドアローンとは言いませんが、個々のものだというところがあります。それに対し、一つの大きなプロジェクトの中で、相互の研究実施者間が連携しているテーマ、役割分担に近いようなテーマといいますか、装置を造る部隊であるとか、シミュレーションのところであるとか様々なところがあるのならば、そこではPLという大きな柱があって調整される方がいいのと、おのおのが右や左、前や後ろに発散するのではないかと感じます。そういう意味では、今回のセンサプロジェクトが一つ特異なパターンであったのかもしれませんが。他のテーマで横から眺めている中では、結構いろいろと四苦八苦をされているものを耳にしますから、そうした調整は必ず必要な仕組みとして考えます。

【澤田委員】 ありがとうございます。

【小林分科会長】 荒川委員、お願いします。

【荒川委員】 今いろいろなプロジェクトが並行してきた中で、元に戻ると、全体のプロジェクトの目標は結局どういったところで、結果的にこれが残ったのか、目標を達成させるためにステージゲートでこれに絞ったのかどちらでしょうか？例えば、その絞るときにも、例えば事業がうまくいってないから絞っているのか。それとも、これはうまくいったとしてもあまり市場がなくなってしまったから絞ったのか。アウトカムが市場で何百億円と書かれているようなものであると、あまり儲もうからないものにはこれ以上助成しないという判断もあり得ると思うのです。ステージゲートでの絞り込みにおいて、細かくはもちろん説明できないと思いますが、こうした点について御見解を伺いたく思います。

【中島 PMgr】 まず、確かに市場がどうであるというのがあります。ステージゲートにおいても、その先に市場が大きい、小さいは様々あります。ただ、それが小さいからといって、それだけでステージゲートにおいて点数を低く落とすことはありません。技術推進委員会でもそうですが、「もっと視野を広げていろいろなところに可能性はないのか」、そういうことも考えてみてはどうかといった御意見を頂戴しますし、いろいろなところに間口を広げることをやっています。あくまでも最終的なアウトカムという目標値がある。その一方、実施者の皆様にはアウトプット目標がある。まずは皆様が掲げられたアウトプットを目指して達成してください。あるいは、それ以上やってください。それが、ひいては我々が立てているアウトカムに結びつくでしょうという考え方です。そのときに、このままではアウトカムが達成できてもその先がないであるとか、市場が小さいではなく、いろいろな点で判断をいたします。また、ステージゲートにしろ、採択もそうですが、実際にそれらの審査を行うのはそれぞれの委員の先生方が判断を行います。そこでNEDOが「これは落としましょう。これを通しましょう」と申し上げることはありません。基本の基準に沿って判定をお願いしているところです。

【荒川委員】 そういう意味では、もし皆が頑張っていれば、全員ステージゲートを通っていたという可能性もあるのでしょうか？ 相対評価ではなく、各プロジェクトにおいて、そうした見方をされ、それぞれが立てた目標を達成されていなくて、結果的にこれらが残ったという理解でしょうか。

【中島 PMgr】 そうした側面が主であると御理解ください。

【荒川委員】 NEDOとしては、本当は全てが残ってほしかったという思いですか。

【中島 PMgr】 それはおっしゃるとおりです。

【荒川委員】 事業推進者としては、全部最後まで立てた目標を走ってほしかったという思いでしょうか。

【中島 PMgr】 「やるんだ」と言ってくださっている実施者の方には、ぜひ継続していただきたいというのは、NEDOの基本的な考え方です。

【荒川委員】 そういう意味で言えば、NEDOの目標は達成できたのでしょうか。途中で心が折れてしまった事業者も最初に選んでしまっていたというところもありますか。

【中島 PMgr】 結果的にはそのようになります。

【荒川委員】 分かりました。少し厳しめな質問でした。

【中島 PMgr】 ありがとうございます。

【小林分科会長】 今の質問と関連するかもしれませんが、結局プロジェクト後半では、ユーザーを巻き込みながら、応用先も見据えてプロジェクトを進めることが期待されているわけです。そう考えたときに、前半の目標というのは、そうしたところにつながることも想定して立てられているという前提でよろしいですか。パートナーが見つかることも含めて当初から計画されていると理解してよいのか。それとも、それは難しいのでしょうか。

【中島 PMgr】 副次的な効果を大きくというのは、できれば望むところですが、どこまで望めるか、どういう道に新たな要望があるかというのは難しいです。

【小林分科会長】 まず、副次的効果があるかどうかというのは非常に重要と考えます。当初もくろんだところに本当の応用があるとは限らないわけですから、横展開する、ピボットすることも含めて事業が計画されるべきだと思います。そうした場合、私が最も聞きたいことは、例えば29ページの資料を見ると、展示会を開催し、当初想定していなかったようなところともパートナー関係ができ、プロジェクトでやるかどうかは別として、企業の中では恐らく検討が進んでいる。こうした活動は非常に重要だと思いますが、この展示会等はNEDOが仕組んだことなのでしょうか。当然ながら一義的には企業が自分でやるべきことだとは思いますが、それをNEDOが助けるような取組があったのかどうかを教えてください。

【中島 PMgr】 29ページの資料ですが、「nano tech」にて、私たちの部も大々的に出展をしております。

各事業者の人には、センサプロジェクトに関して、開始当初から出展しませんかという声がけを行い、積極的に出展していただいています。結果、年数を重ねて基礎研究のところが徐々に形になってくると、周りの人の反応も良くなっていく。そういう意味では、先生が御質問されたように、NEDOの仕掛けかと言われれば、そのようになります。当然ながら、そのほか自分たちが他で出している展示会なり研究会なり場で情報を集めることもあると思いますが、NEDOも役に立っていたのではないかと思います。

【小林分科会長】 この展示会を推奨するほかに、何かNEDOとして横展開を助ける取組はありますか。

【中島 PMgr】 他の用途の有無に関して、技術推進委員会であるとか、進捗連絡会においていろいろと意見交換する場をはじめ、様々な外部の委員会での声がけは行っています。

【小林分科会長】 どうもありがとうございました。それでは、予定の時間が参りましたので、以上で議題5を終了いたします。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの補足説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【和戸委員】 革新的センシング技術開発に対し、研究機関主体の委託期間で要素技術を確立し、その後、企業主体による助成期間を通して実用化を進めて自立化を促した点、また多様なテーマに対し、プロジェクトリーダーを置かず技術推進委員会を活用して進められた点、また産総研を活用し、信頼性評価技術を連携させたことにより安全性基準であるとか、規制見直し、標準化活動に向けて非常によい体制で実施されたことなど、難しいテーマをうまく回したすばらしいプロジェクトであったと認識いたしました。その中で3点コメント提言をいたします。1つは、5年という長期のプロジェクトでは、事業環境変化や技術進捗の状況を踏まえた際に、委託期間を3年、助成期間を2年と一元的ではなく、多少フレキシブルに運用されると実用化率が高まると思われます。非常に難しいことだと思いますが御検討をお願いいたします。また一方で、現時点で各企業がプロジェクト後も推進されていると思いますが、フォローアップをされている中で、標準化・校正サービスなどの活動をアシストする後継国プロというのも適宜考えていただくと、より実用化率が高まると思いますので、ぜひ御検討をお願いします。最後に、このような革新的センサ技術開発というのは我が国にとって重要であり、ぜひ数年ごとにプロジェクトを立ち上げるなど御検討をいただけることを期待しております。以上です。

【小林分科会長】 ありがとうございました。それでは、和賀委員、お願いします。

【和賀委員】 本日は、どうもありがとうございました。まず、IoTだったのかどうかというのが少し気になる点です。想像するビジネスでは、大量のデータが出てそれがクラウドに上がり、自動化し、AI等も今ブームだと思います。そういう機械学習系のものが使えるフィールドができていけば、このAIブームに乗りかかって、このプロジェクトはさらに伸びたと思います。データがたまっているところが少し弱かったのではないかという印象です。そういう意味では、ビッグデータ解析まで至らなかったのは残念に思います。それができると、多分、未来予測、予知予測、それからインターフェース設計、

ユーザー体験にまで及ぶのではないのでしょうか。とはいえ、複数のいろいろなプロジェクトが同時に走り、その中で素晴らしい成果がいくつも生まれています。特にセンサとしては成功したと思います。それから改めて認識したのは、産総研のポテンシャルの高さです。受け身ながらも世界一のデータを次々と出せる研究者や、そういう人たちがいらっしやる。これが日本を支える意味で言うと、サステナブルにもっと伸びて、次々と新しいニーズに対応できる力を常に蓄えていただけたらと思います。こういうものを持っている産総研と NEDO のコンビネーションは尊いものだと思えて思いました。本日は非常に楽しい時間を過ごさせていただきました。心より感謝いたします。ありがとうございます。

【小林分科会長】 ありがとうございます。それでは、野田委員、お願いいたします。

【野田委員】 本日は、多岐にわたる御説明を大変ありがとうございました。今日、御説明いただきまして、今回のセンシング技術の技術開発に関して、要素技術開発からステージゲートをくぐり、見込みのある技術に絞った形で助成を中心とした事業に移行してきたこと、あわせて、それぞれ横串のセンサの信頼性評価技術を産総研と組み合わせて実施されたということで、非常に複雑なオペレーションをうまく回していただいたと思います。また、当初の段階からアウトカムを意識され、特許と標準のオープンクローズ戦略、もしくは規制と標準化を念頭に置いたルール形成戦略ができていたと再度認識を新たにしました。そうした意味で、社会の実装化まで含めた、出口までしっかり見極めた非常によい取組だったものと評価をしているところです。アウトカムのやり方として、助成事業だということで企業のほうの自主的な取組を中心とした活動だったと理解しています。こうしたプロジェクトが終わった後、実際の社会実装化は今後の課題になります。その段階において、いろいろな課題がまた出てくるかと思います。NEDO におかれましては、フォローアップの技術開発予算等が確かあったと思いますので、そういったものをうまく活用し、メーカー様のほうからそうした声があれば、フォローアップができるような形にしておいていただけるとよいと思います。また、産総研のほうも標準化センターなどがあるため、そちらと NEDO にて連携をしながら取り組んでいただけると、もっと効果があるのではないのでしょうか。また、和賀委員からもございましたが、産総研は今回のことに限らず、いろいろな国際標準化の場面で産総研の研究員がエキスパートとして参加することが非常に多いです。そういった意味で、産総研の力をうまく使いながら対応していくというのは非常にいい取組だったと思います。こういったパターンを今後 NEDO の他のプロジェクトでも考えていただけるとよいと思います。産総研は大変かもしれませんが、よい取組になると感じます。全体的には、非常にいい取組だったと評価しています。本日は、大変ありがとうございました。

【小林分科会長】 ありがとうございます。それでは、澤田委員、お願いします。

【澤田委員】 今回、非常に多くのプロジェクトとして 5 年間でまとめられた皆様方に非常に敬意を表したいと思います。それと並びに、この 5 年間で終わっただけではなく、皆様が出された知財をはじめ、なかなか国際標準化への取組というのはここで終わるわけではないと思います。ぜひとも NEDO の御指導であるとか、リーダーシップの下で、そうした成果をうまく生かせるように、国の方々や予算獲得等に励んでいただければと思います。今後この成果がうまく社会に普及していくことを期待しております。よろしくお願いいたします。以上です。

【小林分科会長】 ありがとうございます。それでは、荒川委員、お願いします。

【荒川委員】 5 年間のプロジェクト、お疲れさまでした。今、評価委員の方々がすべておっしゃったような感じですが、いわゆる助成期間と委託期間を分け、センサと評価を分けるといった非常に複雑なスキームを取られた上で、さらにセンサの種類も多く、テーマをステージゲートで絞りながら最後まで走り切られました。一部のものは商品化について、まだ時間はかかると思うものの、そうした目処が見えている点は、非常にプロジェクトとしてはうまくいったと言えると思います。触れられていな

い中で言えば、例えば展示会に行かれて、異なる用途が見えてきたというのも、これは一つ NEDO がリードした部分だと理解いたします。今回 5 年で終わってしまうというところだと思いますが、特許の話や、ステージゲートで落ちてしまった課題も含め、本当は NEDO 修了生のような形でフォローアップがあるとか、今後も例えば展示会にはぜひお声がけをしようと言ったことができればと思います。加えて、他の NEDO のプロジェクトにおいて、例えばここでセンサができているものの、あちらのビッグデータ解析と組むともしかしたらいいことがあるのではないかとといったように、様々なプロジェクトをされている NEDO だからこそできるもう一つ上のメタなフォローが行えると、新しいシナジーができると思います。さらに、今回たまたま出てきたような他の用途への展開のように、期待しない思わぬことが出てくるのではないかと思います。一旦は終了するものの、ぜひ今後もフォローアップいただければよいと思いました。以上です。

【小林分科会長】 ありがとうございます。それでは、岩崎分科会長代理、お願いいたします。

【岩崎分科会長代理】 本日は、様々御説明いただきありがとうございます。今回のプロジェクトというのは、「革新的センシング技術開発」という様々なテーマとして、最初のフェーズ A だと 9 テーマであるとか、非常に多くのテーマをやられていました。さらには横串で基盤技術開発も行われたという点で、非常に複雑な体制のプロジェクトを 5 年間ないしは延長も含めて実施され、目標をほぼ達成しているということは非常に評価できると考えます。また、他の委員からも話がありましたように、委託事業から助成に切り替え、企業の主体性もしっかり活用しつつ、実用化を目指していくという仕組み自体も非常に効果的に機能していたと理解しました。一方、企業がすぐに製品化をするというのは、それは大いに行っていただきたいですが、NEDO のプロジェクトを通じて、もちろん成果は出てきたものの、まだまだ研究開発であるとか、実用化研究といった点で必要な部分が残っているものもテーマによっては種々あると思います。せっかく NEDO のプロジェクトの中で生み出してきた種ですから、そういったところもプロジェクトが終わったからというわけではなく、NEDO としてフォローし、可能であれば何かしらの支援ができると、5 年間で生み出された種がしっかり花開いていくのではないかと思います。最後に、広い話になりますが、今回のプロジェクトは、IoT やセンシング技術という非常に言葉だけで言うと大きな言葉になりますが、実態は、小さな話がいっぱい寄せ集まったような世界になります。例えば、アンモニアや太陽光発電のように大きなテーマになりにくい領域です。そういう領域であるからこそ、多数のテーマを束ねた上で、全てが連携するというのではなく、個々でしっかりとプロジェクトを進めていき、成果を出していくという取組をされたものと思います。こういうものは、NEDO の中でもやりづらいのではないかと勝手に思うところですが、そういった体制でやるべきテーマだということがしっかりと分かった点も大きな成果だと感じます。決して、誰が見てもすごいと思うような大きなテーマではないかもしれませんが、いろいろなテーマを集め、しっかりと成果を出していくようなプロジェクトの体制というのも引き続き御検討いただけるとよいと思いました。今日はありがとうございます。

【小林分科会長】 ありがとうございます。最後に、分科会長を務めました小林より講評をいたします。今日はいろいろとありがとうございました。実施期間にコロナ禍が含まれるなど、非常に難しいかじ取りを求められたと思います。そうした中で適切にかじ取りをされ、プロジェクトを成功に導いたということで、非常にすばらしいプロジェクトだったと思っています。その中で一点思うのは、NEDO プロというのは、結局ユーザーを巻き込んだ開発をどのように実施するかというところに成功の鍵があるということです。もちろんこれで研究開発が終わるわけではありませんが、終了後の 25% の実用化がなければ、その次の研究開発費が厳しい企業から出てくるとはとても思えません。そうしたところを、対企業の中では設計しなくてはなりませんし、それを参加する企業には意識づけた上で、NEDO のプロジェクトを運営していかなければいけないと思います。そうした中で、これを実現するために、

最後のステージが終わってから2年でやってくださいというのは無理な話であり、長い5年の中でどのように仕組んでいくのか。あるいは、どういう仕組みづくりをNEDOとして持つのか。こうしたところが問われているのではないかと私は思います。そうしたところにも配慮をしながら、ますますよいプロジェクトを設計し、実施していただければと思う次第です。以上です。どうもありがとうございました。

【中島専門調査員】 委員の皆様、御講評ありがとうございました。それでは、ただいまの御講評を受けて、バイオ・材料部の金子部長より一言お願いいたします。

【金子部長】 御紹介にあずかりましたバイオ・材料部の金子でございます。本日は、午後いっぱい長時間にわたりまして活発に御議論いただきました。また、様々な御指摘及びお褒めの言葉もいただきまして、大変恐縮でございます。先生方が異口同音におっしゃられたとおり、この事業は様々なテーマをやりながら、またフェーズもそれぞれ少し違うといった中で進めたという特色がありました。それに加え、コロナ禍において進めたところで、我々も苦労した点がありますが、事業者の皆様も積極的に、そういった中でも研究開発を進めていただいたといったところで、我々は事業者の皆様にも感謝をしたいと思います。また、本事業は今回終了時評価ということで本日受けておりますが、我々としましては、先生方がおっしゃられたとおり、しっかりとフォローを行っていくつもりです。一般的な話ではありますが、展示会に関しても、事業が終わったらすぐに呼ばないということではありません。我々の事業は、終わってから花開く事業者も多数いらっしゃると思います。そうした意味からも、この事業も含め、終了事業者の方々にも、我々が出展している「nano tech 展」を中心にお声がけをしている次第です。また、「nano tech 展」は、我々の事業のみならず、オールNEDOで出展しています。そういった意味で出展者の人たちは来場者の人たちとつながることもあれば、それに加えて、出展者同士でもつながるといったところも期待しながら我々お声がけをしております。そういう意味で、もともとの目的である研究開発、また市場を取っていく、そこで大輪の花を咲かせていただくといったところが、我々として求めていくところであるものの、その過程において様々なところで、小さな花かもしれませんが、また別なところでも花を咲かせていただき、このセンシング技術が世の中にもっと出ていくといったところ、ある意味副次的な効果かもしれませんが、そのような形で我々としてはこの技術分野について少しでも貢献していきたいと思っていますところです。本日はいただいた様々な御示唆を踏まえ、これからは我々プロジェクトマネジメントの高度化を図ってまいりたいと思います。引き続き御指導いただければ幸いです。本日は、どうもありがとうございました。

【中島専門調査員】 金子部長、ありがとうございました。続きまして、オンラインで御出席の経済産業省商務情報政策局 情報産業課、佐宗企画官より一言お願いいたします。

【佐宗企画官】 経営産業省の佐宗と申します。本日は、お忙しい中、IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発、終了時分科会に御出席いただきまして、誠にありがとうございます。本プロジェクトは、Society5.0 の社会実現に向けて革新的な先進技術の開発を目指し、素晴らしい研究成果が得られていると理解いたしました。まず、この点に関しまして、このプロジェクトに関わってられました多くの研究者や企業など、実施者の皆様、また委員の皆様に感謝を申し上げたいと思います。我々、経産省ですが、これまでに生成 AI 開発力の強化に向けて、国内の計算資源の拡充支援、基盤モデル開発に対する計算資源の提供支援などの施策を実施しております。今後、生成 AI の利活用が進む中で、AI 開発企業、または AI サービス提供企業がグローバルな競争力を持つためには、フィジカルな空間でのユニークなリアルデータの収録、そして、それに基づく、領域特化 AI の開発が非常に重要であると考えております。そういった中で、本事業で得られる様々な研究成果は、その一翼を担う可能性も非常に高いと感じております。本日の評価会では、プロジェクトの進行過程や成果について振り返り、うまくいった点や今後の課題などについて幾つか上げられたと思います。これらの中には、今後のプロジェ

クトにおいても非常に貴重な教訓となり得るものも多くあったのではないかと考えております。また、プロジェクトの進行中に直面した様々な課題や困難についても、皆様が一丸となって取り組んでくださったことに改めて感謝申し上げたいと思います。最後に、今後も引き続き産学官が連携し、さらなる技術革新と社会実装に向けての努力を継続されることについて我々も期待していることを申し上げ、簡単ではありますが、私のコメントとさせていただければと思います。本日はありがとうございました。

【中島専門調査員】 佐宗企画官、ありがとうございました。

【小林分科会長】 どうもありがとうございました。以上で、議題8を終了いたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

資料 1	研究評価委員会分科会の設置について
資料 2	研究評価委員会分科会の公開について
資料 3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDO における技術評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料 5	プロジェクトの説明資料（公開）
資料 6	プロジェクトの補足説明資料（非公開）
資料 7-1	事業原簿（公開）
資料 7-2	事業原簿（非公開）
資料 8	評価スケジュール

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」（終了時評価）分科会

ご質問への回答（公開分）

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 7-1, 3.1 (P.3-1)	本プロジェクトにおいては、プロジェクトリーダーをおかず、プロジェクトマネージャがその役割を兼任する形でプロジェクトを進められました。プロジェクトを振り返って、こうした形をとったことの利点、欠点を簡単にまとめてください。	小林 分科会長	プロジェクトマネージャがプロジェクトリーダー兼務と言うことでは無いですが、プロジェクトリーダーは、置いていない体制です。 本 PJ が公募時点で研究テーマが多岐に渡る点、テーマ間の関連や PJ 全体取り纏めの要素が希薄である点も考慮して、PL をおかない体制を選択したと聞いています。 この体制の利点、欠点は以下と考えています。 ●利点 ・意思決定の主体が、事業者になり、判断にスピード感を持ちました。 ・後半 2 年から助成事業でもあり、上市に向けての企業の主体性を強く意識づけられました。 ●欠点 ・テーマ内実施者間での認識違いや、担当パート毎の遅れが生じた際、きづきに遅れが起きる可能性があります。 ・本事業では生じませんでしたでしたが、仮に、同一テーマ内で、実施者間で、方向性の違いが生じた際、調整に難航する可能性があります。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 7-1, 4.2 開発項目① B3	開発目標は、1.検査の自動化、2.検査の高感度化、3.検査の短時間化、4.検査データの共有化でしたが、このうち短期で実用化につながると予測する項目、実用化には時間がかかると予測する項目はどれでしょうか。また、その理由をお知らせください。	小林 分科会長	短期で実用化につながると考えるのは 1. 2. です。 また 3. については、実用化の最初のターゲットを疾病マーカー変えたことで、研究開発に関係する関係者の幅が広がり、短期での達成に繋がったと考えています。 次に長期となるのは、4. でデータの共有に関するニーズが事実ベースで持ててないため売物としての実用化には時間が必要と考えています。
資料 7-1, 4.4 開発項目① B6	想定される導入先との協働の具体的な成果があれば記載してください。例えば、「費用対効果の見極めが必要(P.4-10)」「有望な市場の絞り込みが必要(P.4-10)」については、既に協力先との間で具体的な議論があったことを期待します。こうした議論がなされているのであれば、それらを「実用化への道筋と課題」に反映させて具体的に示してください。	小林 分科会長	①製造プロセスリアルタイム流体濃度分布測定およびデータ解析の実証については、装置メーカと協議を行い実証試験機の製作と評価内容の検討を開始しています。 ②高解像度・小型イメージングモジュールの開発については、紫外域吸光イメージングによる電池開発におけるガスリークの可視化の検討中です。液中粒子の 1000fps 撮影、火炎の初期状態の UV 高速撮影、大気圧プラズマの UV 分光スペクトル撮影など予定しています。
資料 7-1, 4.5 開発項目① B9	疾病の早期発見以外の事業展開について、想定される導入先等を交えた検討結果があれば示してください。	小林 分科会長	nanotech 等の展示会に出展し、呼気分析以外の用途を開拓できました。 具体的には下記分野の用途で事業化の可能性を検討中です。 〔食品分野〕〔自動車分野〕〔建設分野〕

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 7-1, 4.5 開発項目① B9	2022 年末までの目標として、「動物の呼気成分と各種疾病との相関関係を確認する」とありますが、確認した結果が中間事業原簿にも、最終事業原簿にもありません。160 例を取得したとありますが、その範囲で構いませんので、相関関係を調査した結果を示してください。	小林 分科会長	呼気採取・分析は 160 例を目標に推進中ですが、現時点では未達です。呼気成分と疾病との相関について、途中結果は以下の通りです。 ・口腔内メラノーマの腫瘍疾患犬から検知した methoxy-phenyl-oxime（人の口腔がんのバイオマーカー）について、標品での確認等を推進中です。 ・肛門腫瘍と精巣腫瘍について、IMS 波形に特異的ピークが検知されており、バイオマーカー物質を探索中です。
資料 7-1, 4.5 開発項目① B9	呼気で疾病を発見することのニーズとそれを実現する見込みはどの程度でしょうか。健康診断であれば、1 週間程度時間をかけてもよく、早期に判定する必要はないように思います。また、検出精度は重要な要素と思われますが、他検査手法と比較するとき見込まれる優位な点についてお知らせください。	小林 分科会長	・矢野経済研究所の調査で 2023 年度のペット関連総市場規模は前年度比 4.5%増の 1 兆 8,629 億円の伸長です。また、ペットの飼い主の増加のみでなく、ペットの医療費の高度化高額化が進んでおり、世界のペット保険市場の年平均成長率は 11%と伸びています（QY Research 株式会社 2023 年 4 月 6 日発表）。日本でのペット保険市場でも 2022 年で 1,068 億円と 1,000 億円を超えたとの報告があります（日経新聞 2023 年 4 月 21 日会員限定記事）。したがって、早期発見のニーズは大きいと考えます。 ・実現には、個体差等のばらつきが大きいという課題の解決が重要です。 ・IMS 呼気分析は、確定診断を行う医療機器ではなく、疾患のスクリーニング検査を手軽に行うツールと位置づけております。従って、健康診断や予防注射のついでに気軽に実施できるよう、非侵襲で患者の負担が少ない点、分析時間が短く低料金にできる点、装置が小型・低価格で病院や検査機関の負担が少ない点が優位点と考えます。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 7-1, 4.7 開発項目② C2	「ワイヤレス機器構成ネットワーク」の全体像が理解できません。二次標準器、汎用標準器（汎用型機器評価器／汎用型センサ評価器）、被校正器とあった場合、汎用標準器を多数作成してユーザ側(被校正器設置側)に配布・設置することで、ユーザが汎用標準器を利用して頻繁に校正できるようにすることが主な目的で、ワイヤレス校正、サンプリング校正は、汎用標準器の量産の過程で必要な技術となる、という理解ですが、正しいでしょうか。運用の形態と関連させながら、どの技術がどこで必要になったのかを、簡単に説明してください。	小林 分科会長	ワイヤレス機器校正ネットワークの全体像については、ご指摘の内容で相違ございません。 運用の観点から、顧客側からみた最小の機器構成は汎用標準器を利用するのみで、二次標準器は顧客側から見るとクラウドにあるような見え方をすることになると考えております。 その最小の機器校正からさらに顧客が利用する汎用標準器が増える（10 台以上くらいになる）とその施設内に二次標準器を配置して、ワイヤレスによる電気校正の不確かさを小さくできるような運用を考えております。 いずれの場合においても、顧客側のユーザーエクスペリエンスがとても需要で、その観点の実証を今年度の残りの開発機関で追い込みをかけているところです。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 7-1, 4.7 開発項目② C2	ワイヤレス校正, サンプルング校正の原理について簡単に記述し, どういったアイデアによって, 「いつでも, どこでも校正ができる」ようになったのかを説明してください。 ワイヤレスで校正することの, 原理上の懸念点はないのでしょうか。特に, 精度に影響する要素があれば, 記載してください。何か強い仮定のもとで校正をしているのではないかと想像しています。このあたりを説明してください。 懸念点はあるが, 実験実証的に問題がないことが示されたということであれば, その旨記載してください。	小林 分科会長	ワイヤレス校正は, 複数台の汎用標準器のデータ (装置の固有データおよび経時変化データなど) を用いて, 汎用標準器の出力の不確かさの大きさをデータ解析から定量的に導くことで電気校正を行う手法を指します。 サンプルング校正は, 複数台の汎用標準器から 2,3 台を抜き取り, その抜き取った汎用標準機の不確かさを他の汎用標準機に適用する考え方です。標準化学物質と同じ手法となります。 通常のケーブルで接続する電気校正と比較し, 校正にかかる時間的および費用的コストを大きく削減できる見通しです。 ワイヤレス校正について, 電気校正は不確かさの大きさを定量評価することで実現されるため, 汎用標準器のデータから出力値を導き, 不確かさに起因する要因を列挙することにより原理的に電気校正が可能となります。精度について, 電気校正は「国家標準電圧と比較した時の不確かさを定量的に評価する」ことにあり, 精度については必須項目ではありません。 その上で, 精度についても性能を追求をしております。汎用標準機の出力の揺らぎは 1mV に対して 100ppm 以下の揺らぎとなっています。さらに, 精度を求めるのは顧客側であり, 今年度もユーザー候補へのヒアリングを進め, 開発中の装置の性能で問題ないということも明らかになってきました。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P.18	テーマ間連携での知財化が進められたとのことだが、企業が含まれる場合、調整が困難な場面もあったと思われる。それをどのようにクリアしていったのか、あるいは調整が出来なかった案件はあるのかなど、可能な範囲でご教示頂きたい。	岩崎 分科会長 代理	フェーズ A（委託事業）の要素技術開発では、各テーマのセンサー開発に関する担当部門が大学や公的研究機関であったことから、比較的スムーズに進めることができました。 フェーズ B（助成事業）では、多種多様の対応が必要でした。詳細に関しては、ここでは控えさせていただきます。 異なるテーマ間での連携に関する取り組みは、今後の NEDO の課題の一つでもあると認識し、必要事項の事前取り纏めを含めた基本から詰めていくことが必要であると考えています。
資料 5 P.22、24	中段の「事業化」では 2030 年度売上 230 億円、アウトカム目標では 2030 年度までに 2,000 億円の新規市場形成、となっているが、関係性がよくわからない。アウトカム目標の市場規模算出方法をご教示頂きたい。	岩崎 分科会長 代理	「売上 230 億円」は、本 PJ で見込まれる売り上げ額です。これが、アウトカム目標「約 2,000 億円の新規市場形成に資する。」として、2030 年度の新市場形成に繋がるものと考えています。 アウトカム目標「新規市場 2000 億円」は、2030 年度の IoT システム市場規模、センサに関する市場規模、日本シェア見込みをベースに、本事業の市場拡大効果を仮定して算出していますが、詳細は、非公開となっています。
資料 5 P.39	事業者から提出されたデータマネジメントプランは公開レベル 2 が大半だったとのことだが、「特許出願や論文発表を行うため」との理由の場合、出願・発表が行われた後はデータを公開していく予定はあるのか、もしくは公開を促すようなマネジメントを実施したのか。	岩崎 分科会長 代理	各実施者（主として企業）の考え方によりますが、知財権利を確保した後に、データを公開することも検討しています。本事業実施期間中では、そのフェーズまでには達しておらず、今後の取り組みとなります。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P.48	中間評価で「センサー開発に特化、あるいは、IoT との関連が感じられない」との指摘があり、事業者間の会話不足に注目して対応を進めたとのことだが、そもそもの開発・事業戦略の精緻化に向けた検討を後押しするようなマネジメントはなされたのか？	岩崎 分科会長 代理	本プロジェクトでの、マネジメントは、実施計画書をベースに、事業の進捗、問題点発生有無確認および問題発生時のフォロー、予算執行管理等、事業者に寄り添って進めていく取り組みを行ってきました。進捗の把握は、進捗連絡会や随時のやり取りで行い、年 1 回の技術推進委員会では、外部有識者からの事業推進に向けた「応援コメント」、体制に関する判断は、ステージゲートを用いることで、取り組んできました。一方で、コロナの蔓延で、実施者間の会話と同時に、NEDO と実施者間の会話も不十分であったと反省しており、今後の NEDO 事業に生かせればと考えます。
資料 7 添付資料-11	第 2 回～第 4 回の技術推進委員会は 2 日にわたって開催されているが、1 日では時間が足りないため、という理解でよいのか。 基本的に年度末に開催されているが、プロジェクトを効果的に推進するためには年度中頃にも実施した方がよいと思うが、年 1 回で十分だと判断した理由があればご教示頂きたい。 また、技術推進委員は非公開なのか？	岩崎 分科会長 代理	第 2 回～第 4 回は、テーマ件数が多く、時間の関係で、2 日間にわたっての開催としました。 各テーマ、複数の実施者が連携していることから、年度内は、実施者、および NEDO での進捗確認、検討を実施しました。そのうえで、1 年間の状況と次年度の事業推進に向けた「応援コメント」として、技術推進委員会でご意見をお聞きする場として、年 1 回の開催としました。 本 PJ での技術推進委員会は非公開としています（フェーズ B では助成事業で、開発要素が含まれるため）。
資料 5 P.17	リバーズエンジニアリング可能な部分は、プロジェクトごとにどの程度あるのか？秘匿した要素技術との割合は？	荒川委員	各テーマごとに、リバーズエンジニアリング可能な部分と、そうでない部分があり、一概に割合を述べることは困難です。 リバーズエンジニアリング可能な部分としては、個別のセンサ、回路技術、装置構成等が該当すると考えています。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P.17	オープン・クローズ戦略に対し、どれをオープンにし、クローズにするかという意思決定のプロセスは？NEDO 主体なのか、採択者が主体なのか？また、決定時の根拠は？	荒川委員	オープン・クローズの意思決定プロセスの主体は、実施者となります。 各事業の成果を得て、アウトカムに向けて社会実装は、各実施者（特に企業）主体となることから、このようにしています。
資料 5 P.17	標準化や手順書についてはどの程度オープン化が進んでいるのか？ （P.30 の目標一覧に無いため）	荒川委員	現時点では、オープン化されたものではありません。 C1 信頼性評価技術（資料 5 P89）では、現時点では、特定者のみへの公開や、ノウハウとしての秘匿を考えています（評価結果の発信方法検討中の為）。 C2 では、AS NITE 認定を取得（資料 5 P69）は、校正方法や手順がオープンとなると考えています。
資料 5 P.30	目標一覧はどういう意図で設定されたのか？社会実装を主眼にしている中で、もっとも多かったのが研究発表であるが、これはどのように社会実装に寄与するのか？（NEDO が目標として設定したために無駄に頑張ってしまったのではないか？）	荒川委員	本一覧の項目は、NEDO として標準的に取り纏めている項目となります。 NEDO 事業において、成果の外部発信は、都度実施者へ働きかけています。一方で、「各項目何件」といった具体的な目標設定は、本プロジェクトでは行っていません。アウトプット目標達成にむけた研究成果の発信として実施者が主体的に取り組んだ結果となります。
アウトカム 目標	研究開発実施期間中の外部環境の変化について説明してください。 （本プロジェクトは、需要の高いテーマに取り組んでいることが前提であり、それはすなわち世界の競争が激しい領域であると言え、この 5 年間で変化がなかったことはないと思われる）	荒川委員	中国、韓国等が台頭している一方で、センサ市場成長見込みには、大きな変化なく見込み通り推移しています。電子部品のシェアも概ね変化は無い状況です。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
アウトカム 目標	外部環境の変化に応じた、目標の見直しについてはどこに記述されてますでしょうか？	荒川委員	本プロジェクトでは、外部環境の変化に応じたアウトカム目標の見直しは行っていません。
アウトカム 目標	実施期間中に、アウトカム目標を達成できないと判断し、目標達成に向けて方策を変更するといった取り組みについてはどこに記述されていますでしょうか？（すべて予定通りだったのでしょうか？）	荒川委員	アウトカム達成に向けて、各テーマでのアウトプット目標達成に取り組んできました。その中で、変更に関する取組結果の一例は、下記となります。 (1)達成が困難で有ると判断されたテーマのステージゲート不通過（11テーマ中、4テーマ不通過） 資料 5 P34,P35 (2)B1 で、卓上型、ハンディ型を経てウェアラブルを目指すことへの変更、B6 での画素数見直し、B9 での検出目標変更などを実施しています。資料 5 P44 その他、各テーマで、進捗状況によって、対応事項の順番、優先度などの見直しは逐次行ってきました。
アウトカム 目標	研究開発実施時に設定した目標値は、5 年経っても変わらないものなのでしょうか？	荒川委員	事業実施期間中の外部環境の大幅な変化は無く、目標値の変更を検討する状況にはなりませんでした。
資料 5 P.39	データマネジメントはプランを出さただけで、その後の実施状況の評価はされてないのでしょうか？	荒川委員	その後の実施状況の確認は、進捗連絡会や随時のやり取り等で行っていますが、評価としては行っていません。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P.43	評価項目に、「WBS 等を用いた進捗管理手法」「進捗状況を常に関係者が把握」といった項目があるのですが、それに対応する説明はありますでしょうか？現状、5 つの委員会があったことしかわかりません。	荒川委員	各テーマでの進捗スケジュール（例；資料 5 P58、P61、P63、P65、P69）をベースに、進捗連絡会等で、確認実施しています。なお、実際に用いた進捗表は、各テーマの詳細項目毎に細分化されているものを使用しています。 遅れのある項目に関しては、リカバリ策、優先度見直しなど、実施者中心での取り組みを NEDO から働きかけをして、行ってきました。
資料 5 P.49	コロナ収束とともに対面を増やしたのは当たり前だと思うのですが、働きかけをしないとオンラインのままになってしまう状況であったということでしょうか？	荒川委員	ご推察の通り、コロナ収束状況下においても、Web でのミーティング主体であったのが実態です。一つには、コロナ期間での Web 会議環境が充実してきた点、同日に複数の拠点との会議が開催できる等の利点にもよると考えます。
資料 5 P.18	センシング技術開発（A/B）とセンシング基盤技術開発（C）の縦の連携はなされていますが、採択課題間の横の連携は特になのでしょうか？	荒川委員	他の採択テーマ間での連携は、行っていません。
資料 5 P.19・P.43	知財運営委員会は、随時とありますが、何回開催されたのでしょうか？	荒川委員	知財運営委員会は、テーマごとに設置されています。各テーマの成果外部発信される際に、開催されています。
資料 5 P.69 開発項目② C2	C2 は目標を大きく上回る成果となっているが、2030 年とされている事業化までに何が未達であるのか説明を聞きたい。	荒川委員	現在事業化に向けた検討を鋭意行ない、その議論の内容は日進月歩で進展しています。2030 年の事業化についてはかなり保守的な見積もりで、直近の議論ではそれより数年前倒しにできると見込んでいます。 現時点で事業化に不足している内容は PoC 実証のみで、その点についても今年度中にはおおよその目処を立てる予定です。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P.55	2024 年度実施中とされている実証実験については終了後なので説明はなしでしょうか？	荒川委員	B1 は NEDO 事業終了済みで、2024 年度実証実験詳細は、企業秘にも該当する可能性があるため、本終了時評価では、ご説明できない事項となります。
資料 5 16 ページ	15 ページには B グループと C1 グループの連携が記されているが、C2 グループと他のグループの連携は計画は当初から無かったのでしょうか。 (マネジメントとしての質問)	澤田委員	C1 は、研究開発項目①A1～A4 で光、音波、ガス、ウイルス、振動といった基本的な物理量・化学量を対象として、C1 と連携しています。一方で、C2 は、微小ノイズ（校正）に関する研究で、研究項目①全般に共通することから、個別テーマとの提携は行わないとしています。
資料 5 19 ページ	知財戦略、管理に関するマネジメントは理解できますが、今後の費用対効果を考えた維持管理方針はどのように検討されていますか。	澤田委員	事業終了後も、各実施者において知財の維持管理に取り組むことになります。実施されない等の埋没した知財に関しては、NEDO で他の有効利用が可能と判断した場合には、利活用します。
資料 5 29 ページ	副次的な成果が出てきた場合、新規参加企業と、開発を担ってきた企業との棲み分けはどのように考えていますか。	澤田委員	副次的な成果においても、開発を担ってきた企業が中心となって新規参画企業とすみ分けを考えていくことになります。
資料 5 15,16 ページ	プロジェクト終了後（2025 年以降）のフォローアップは、行う予定ですか。	澤田委員	プロジェクト終了後も、追跡調査、アンケート、および、助成事業終了後の企業化状況報告等にて状況把握とフォローアップを行うことになります。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5、 例えば 23	アウトプットの最終目標に、“実用性を実証する”とありますが、何ができたなら、“実用性を実証する”ことになったかについての説明が必要だとおもいますが、いかがでしょうか。	澤田委員	本プロジェクトでは、「実用性実証」の具体的な点は、各テーマ毎での最終目標の達成となります。例えば、B1では、「卓上型計測装置による実証試験」（資料 5 P71）、B5では、「遅延 1msec、ppm オーダーのリアルタイムガス・薬液濃度分布計測」（資料 5 P71）などとなります。
資料 5 質問箇所 P14	個別の開発項目と C-1 とはどのように連携しているか、もう少し説明をお願いします。特に、企業の参画と製品化に当たっての C-1 へのフィードバックについて、お願いします。	野田委員	研究開発項目①の各テーマの評価方法の妥当性、評価精度の妥当性、測定器の評価実施や、培養&不活化&精製ウイルスを共有し、双方の開発に活用するなどで連携しています。
資料 7 P1-6 図 1-8	アルゴリズムはノウハウの秘匿として権利化はしないという考え方は理解できる一方、他社が思いつくかもしれないというレベルのアルゴリズムであれば特許出願する考え方もある。このようなケースはあったのか？その場合の判断はどのように行ったきたのか、又はどのように判断することを考えていたのか？	和戸委員	現時点でアルゴリズム解析においては、特許出願できるに至った物はありません。 今後のアルゴリズム解析により特許化できるものは、特許化する方向です。また、その判断は、各実施者で行います。
資料 5 P30 資料 7 P1-7 表 1-1	テーマ数とその開発期間に対し、特許出願数が少なく、また外国出願比率も少ないことが実用化に向けて懸念がある。PJ 内で各テーマの知財戦略についての活動や、管理はどのレベルでされているのか？	和戸委員	各テーマでの特許出願に関する判断、管理は、各実施者主体となつて実施されています。この点は、本事業の後半が助成事業であり、最終的な上市は各企業主体となることから、各企業の事業業戦略に依存することからとなります。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P24	各テーマの累積売り上げが 230 億に対し、約 2000 億の新規市場形成に資することについて、その試算について教えてほしい	和戸委員	「売上 230 億円」は、本 PJ で見込まれる売り上げ額です。これが、アウトカム目標「約 2,000 億円の新規市場形成に資する。」として、2030 年度の新市場形成に繋がるものと考えています。アウトカム目標「新規市場 2000 億円」は、2030 年度の IoT システム市場規模、センサに関する市場規模、日本シェア見込みをベースに、本事業の市場拡大効果を仮定して算出していますが、詳細は、非公開となっています。
資料 5 P43	知財運営委員会の頻度や、やり方について具体的に教えて欲しい	和戸委員	テーマごとの実施者間で、知財合意書を締結し、同時に、実施者間で、知財運営委員会を設置していました。知財運営委員会の運営は、運営委員により行われています。知財運営委員会の開催は、各テーマの成果外部発信される際に、開催されています。知財運営委員会への審査申請、審査結果は、NEDO へも情報共有しています。

資料番号・ ご質問箇所	ご質問の内容	委員名	回答
			説明
資料 5 P49	対面開催ができず、情報共有、意志疎通が不十分な状況から、対面開催を働きかけ、一步踏み込んだ会話ができ、改善されたことは良い取り組みである。対面開催は解決の重要な 1 つであると思うが、テーマ推進者間での進捗連絡会などで、相互のマイルストーンが適切なレベルで具体化・共有化されていることや、主推進者であるシステム・センサメーカーから、各連携先の各要素技術開発への仕様落とし込みレベルも具体化・共有化されていることが、後戻りない開発推進には重要である。このような観点では、どのような管理されていたのか？管理を促していたのか？	和戸委員	各テーマでの進捗スケジュール（例；資料 5 P58、P61、P63、P65、P69）をベースに、進捗連絡会等で、確認実施しています。なお、実際に用いた進捗表は、各テーマの詳細項目毎に細分化されているものを使用しています。 遅れのある項目に関しては、リカバリ策、優先度見直しなど、実施者中心での取り組みを NEDO から働きかけてきました。これらの取り組みを行う中で、web 会議開催よりも、対面での会話が本 PJ では有効であったと考えています。

参考資料 2 評価の実施方法

NEDO における技術評価について

1. NEDO における技術評価の位置付けについて

NEDO の研究開発の評価は、プロジェクト/制度の実施時期毎に事前評価、中間評価、終了時評価及び追跡評価が行われ、研究開発のマネジメントにおける PDCA サイクル（図 1）の一角と位置づけられています。さらに情勢変化の激しい今日においては、OODA ループを構築し、評価結果を計画や資源配分へ適時反映させることが必要です。

評価結果は、被評価プロジェクト/制度等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

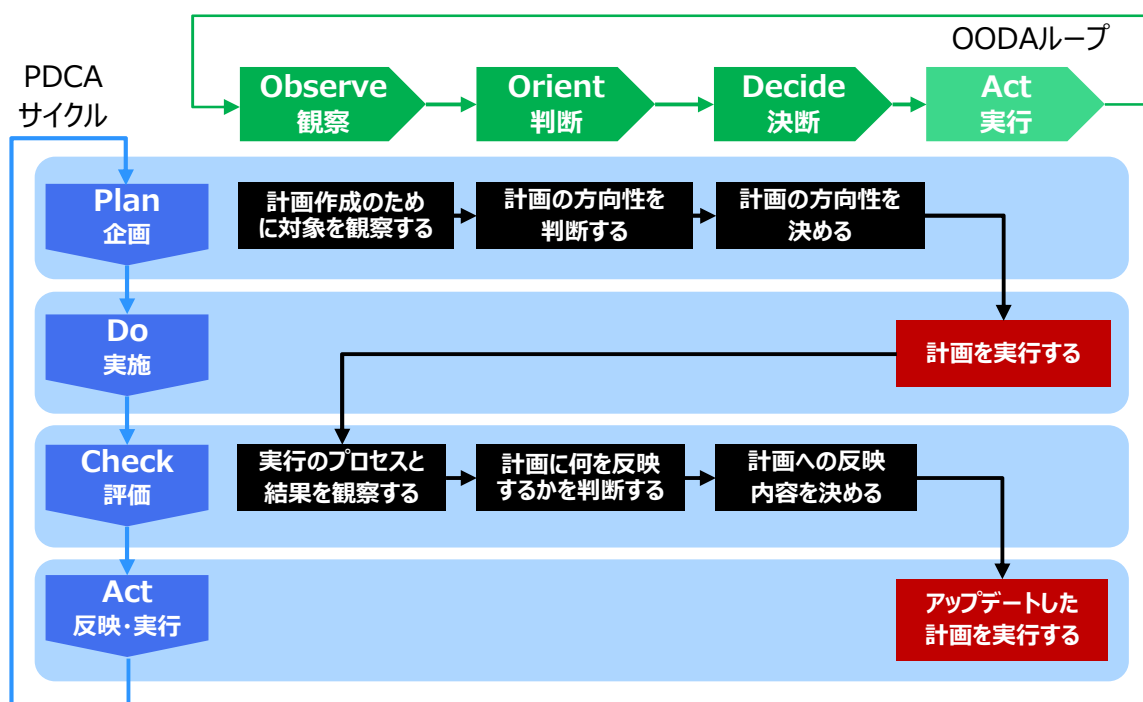


図 1 研究開発マネジメント PDCA サイクルと OODA ループ組み合わせ例

2. 技術評価の目的

NEDO では、次の 3 つの目的のために技術評価を実施しています。

- (1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2) 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- (3) 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

3. 技術評価の共通原則

技術評価の実施に当たっては、次の 5 つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。なお、評価結果については可能な限り計量的な指標で示すものとする。

- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。
- (4) 評価の中立性を確保するため、可能な限り外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の重複の排除等に務める。

4. プロジェクト評価/制度評価の実施体制

プロジェクト評価/制度評価については、図2に示す実施体制で評価を実施しています。

- (1) 研究開発プロジェクト/制度の技術評価を統括する研究評価委員会をNEDO内に設置。
- (2) 評価対象プロジェクト/制度毎に当該技術の外部の専門家、有識者等からなる分科会を研究評価委員会の下に設置。
- (3) 同分科会にて評価対象プロジェクト/制度の技術評価を行い、評価（案）を取りまとめる。
- (4) 研究評価委員会の上で報告を得て評価が確定され、理事長に報告。

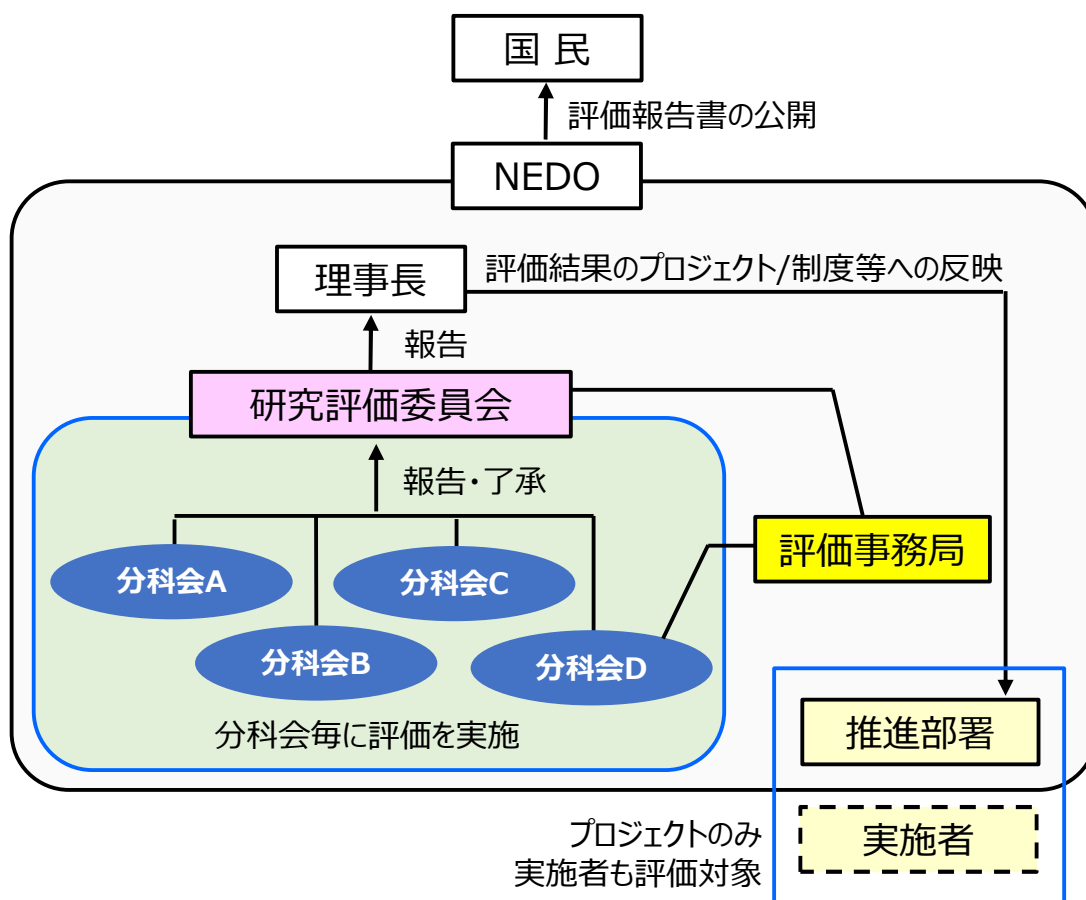


図2 評価の実施体制

5. 評価手順

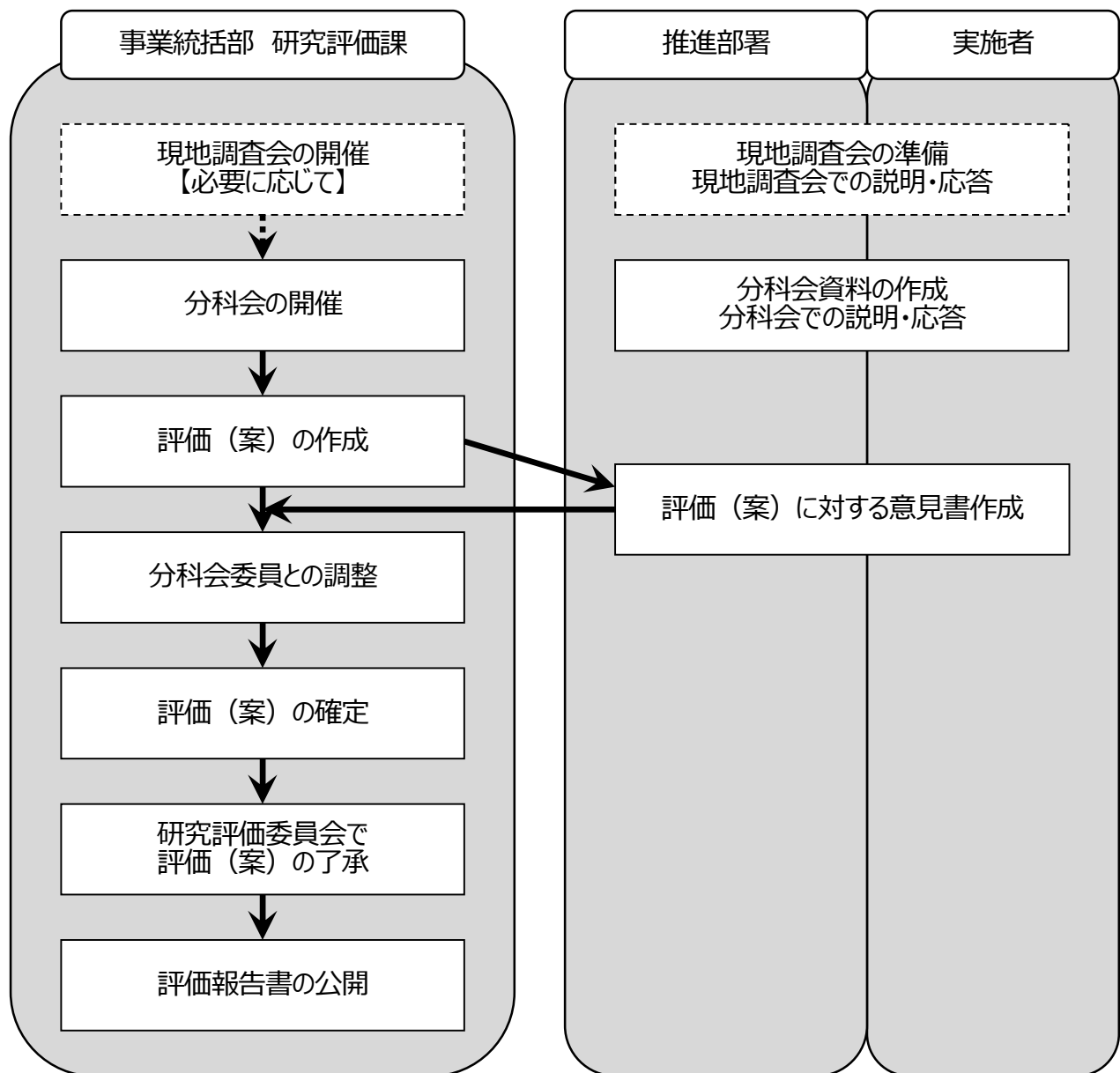


図3 評価作業フロー

「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」（終了時評価）分科会に係る
評価項目・評価基準

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(1) アウトカム達成までの道筋

- ・「アウトカム達成までの道筋」※の見直しの工程において、外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を考慮したか。

※ 「アウトカム達成までの道筋」を示す上で考慮すべき事項

- ・将来像（ビジョン・目標）の実現に向けて、安全性基準の作成、規制緩和、実証、標準化、規制の認証・承認、国際連携、広報など、必要な取組が網羅されていること。
- ・官民の役割分担を含め、誰が何をどのように実施するのか、時間軸も含めて明確であること。
- ・本事業終了後の自立化を見据えていること。
- ・幅広いステークホルダーに情報発信するための具体的な取組が行われていること。

(2) 知的財産・標準化戦略

- ・オープン・クローズ戦略は、実用化・事業化を見据えた上で、研究データも含めた上で、クローズ領域とオープン領域が適切に設定されており、外部環境の変化等を踏まえてもなお、妥当であったか。
- ・本事業の参加者間での知的財産の取扱い（知的財産の帰属及び実施許諾、体制変更への対応、事業終了後の権利・義務等）や市場展開が見込まれる国での権利化の考え方は、オープン・クローズ戦略及び標準化戦略に整合し、研究開発成果の事業化に資する適切なものであったか。
- ・標準化戦略は、事業化段階や外部環境の変化に応じて、最適な手法・視点（デジュール、フォーラム、デファクト）で取り組んでいたか。

2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトカム指標・目標値を適切に※見直していたか。
- ・アウトカム目標の達成の見込みはあったか（見込めない場合は原因と今後の見通しは妥当であったか）。

※ アウトカム目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・本事業が目指す将来像（ビジョン・目標）と関係のあるアウトカム指標・目標値（市場規模・シェア、エネルギー・CO₂削減量など）及びその達成時期が適切に設定されていること。
- ・アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
- ・アウトカム目標の設定根拠は明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標が設定されていること。

(2) アウトプット目標及び達成状況

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトプット指標・目標値を適切に*見直していたか。
- ・最終目標は達成しているか。未達成の場合の根本原因分析や今後の見通しの説明は適切だったか。
- ・副次的成果や波及効果等の成果で評価できるものがあつたか。
- ・オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画を踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われていたか。

※ アウトプット目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・アウトカム達成のために必要なアウトプット指標・目標値及びその達成時期が設定されていること。
- ・技術的優位性、経済的優位性を確保できるアウトプット指標・目標値が設定されていること。
- ・アウトプット指標・目標値の設定根拠が明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標（技術スペックとTRL*の併用）により設定されていること。

※TRL：技術成熟度レベル（Technology Readiness Levels）の略。

3. マネジメント

(1) 実施体制

- ・実施者は技術力及び実用化・事業化能力を発揮したか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能していたか。
- ・実施者間での連携、成果のユーザーによる関与など、実用化・事業化を目指した体制となっていたか。
- ・個別事業の採択プロセス（公募の周知方法、交付条件・対象者、採択審査の体制等）は適切であったか。

- ・本事業として、研究開発データの利活用・提供方針等は、オープン・クローズ戦略等に沿った適切なものであったか。また、研究者による適切な情報開示やその所属機関における管理体制整備といった研究の健全性・公平性（研究インテグリティ）の確保に係る取組をしたか。

(2) 研究開発計画

- ・アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発は網羅され、要素技術間で連携が取れており、スケジュールは適切に計画されていたか。
- ・研究開発の進捗を管理する手法は適切であったか（WBS^{※1}等）。進捗状況を常に関係者が把握し、遅れが生じた場合、適切に対応していたか。

※1 WBS：作業分解構造(Work Breakdown Structure)の略。

- ・研究開発の継続又は中止を判断するための要件・指標、ステージゲート方式による個別事業の絞り込みの考え方・通過数などの競争を促す仕組みの運用は妥当だったか。

本研究評価委員会報告は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）事業統括部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 事業統括部 研究評価課

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。
(https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554
神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地
ミューザ川崎セントラルタワー
TEL 044-520-5160