

「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の技術に対して、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、 μ mol/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。

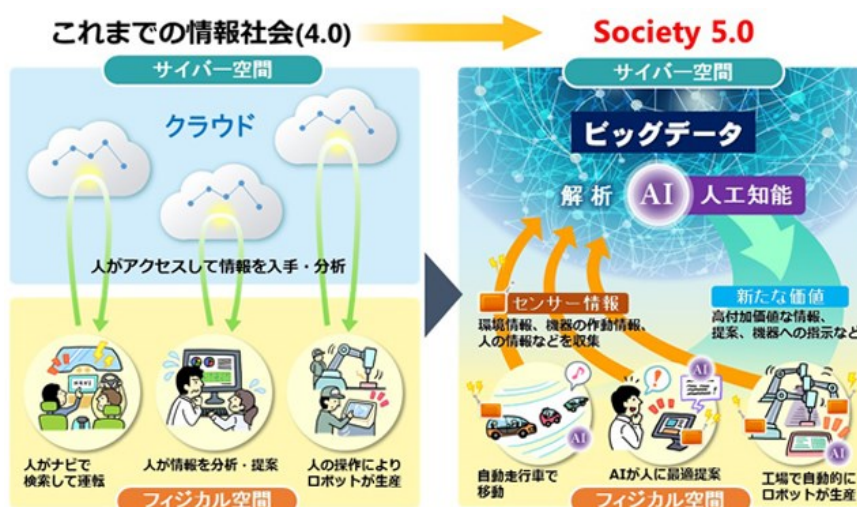


図1-1 これまでの情報社会(4.0)とSociety5.0の違い

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。

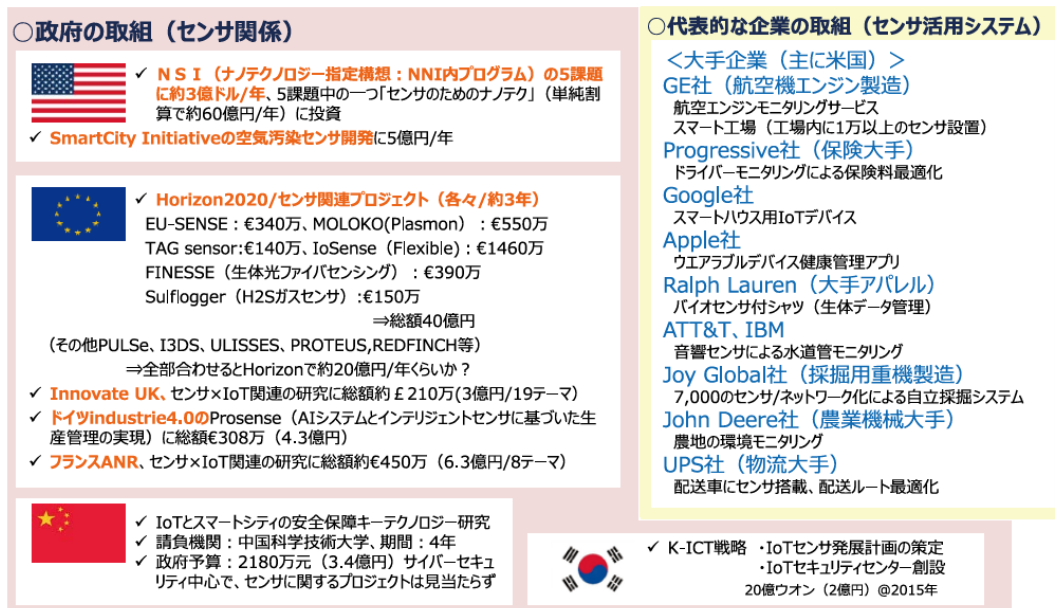


図1-3 センサ研究開発投資に関する海外の政府動向と企業の動き

出典：TSC Foresight Vol. 102 (NEDO)

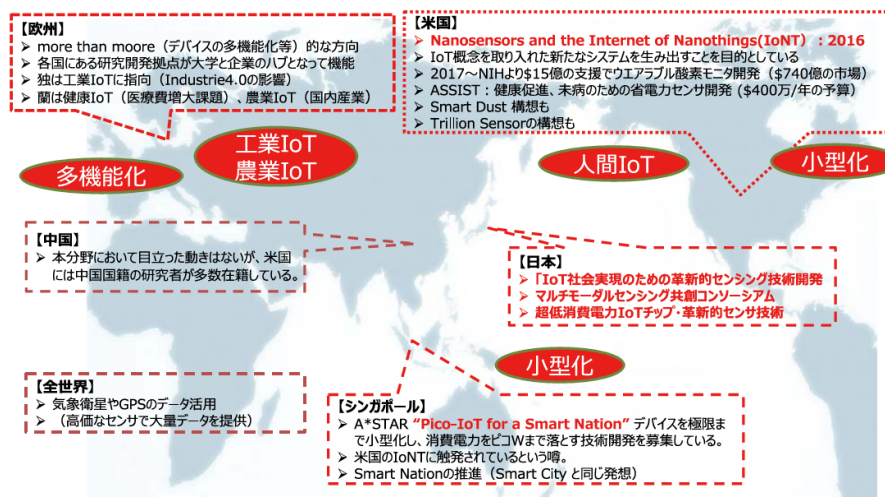


図1-4 各国のセンサ開発動向

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、（電流発電） 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）。

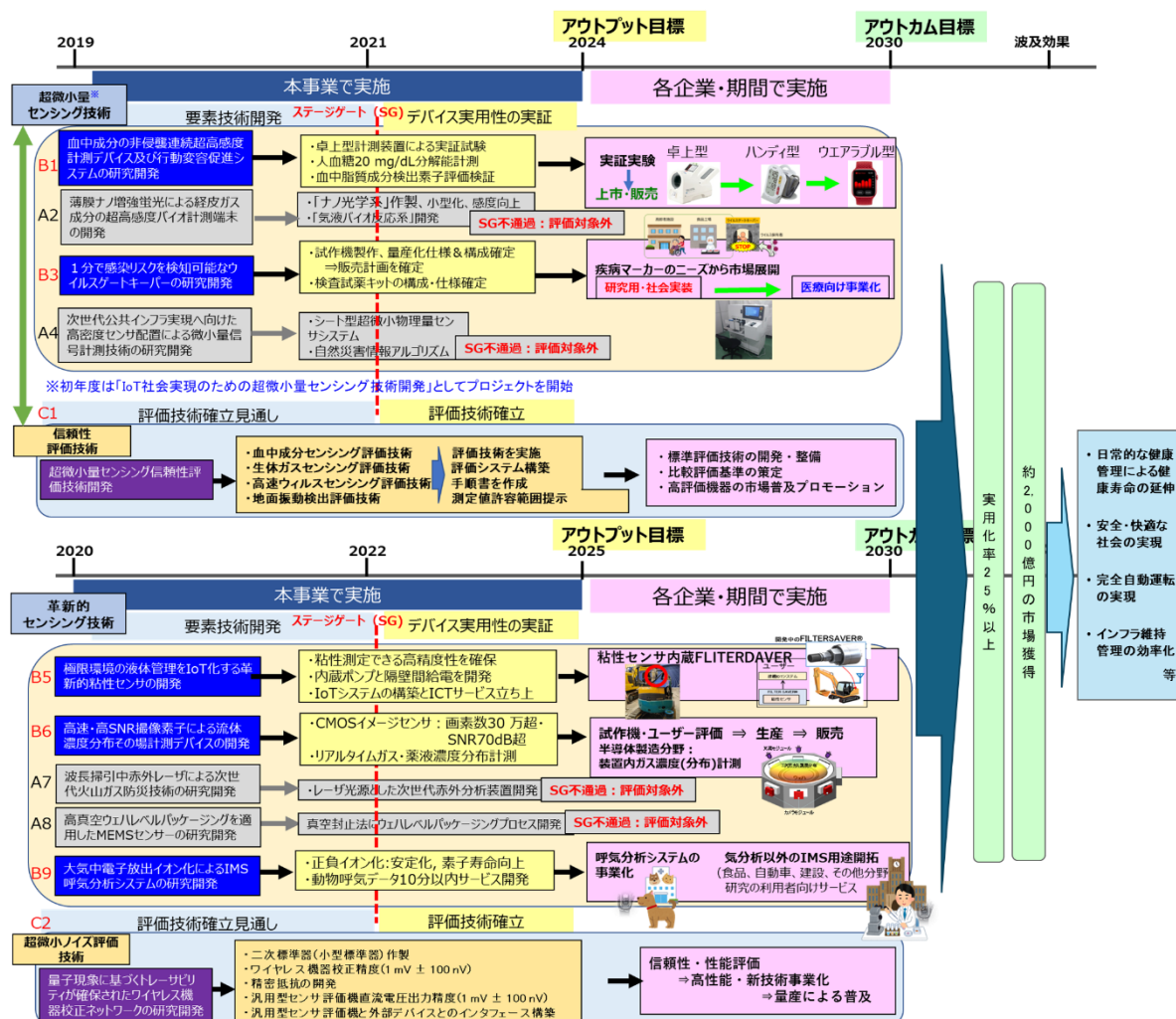


図 1-6 テーマごとのアウトカム達成に向けた取り組み

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。

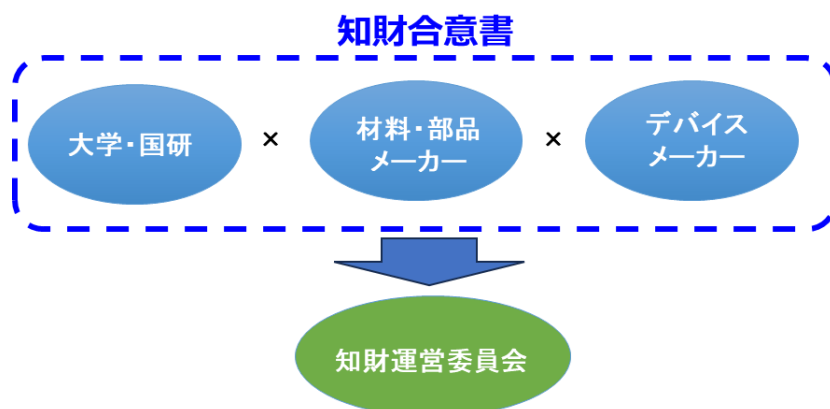


図1-7 知財運営委員会

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。

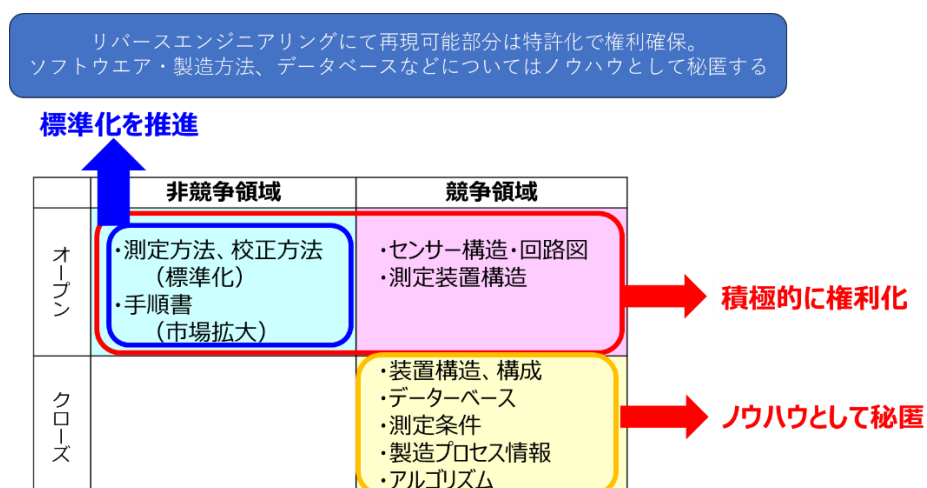


図1-8 オープン／クローズ戦略の考え方

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。

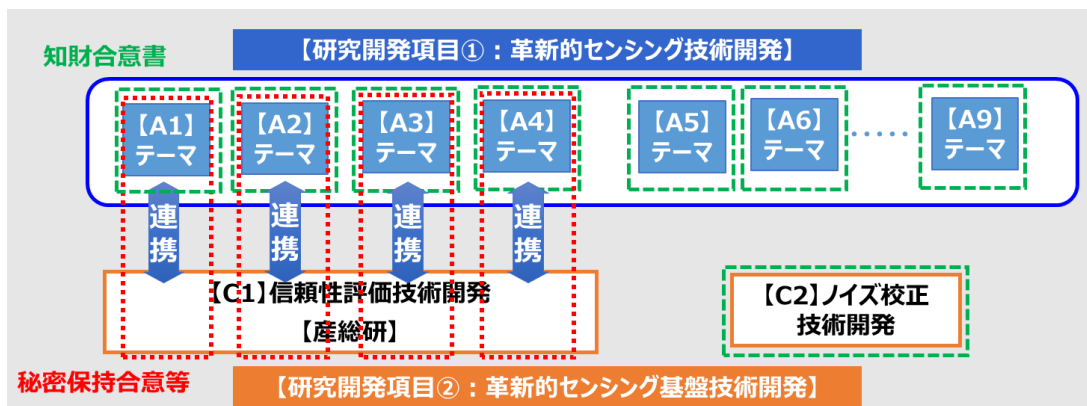


図 1-9 合意の考え方

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。
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）

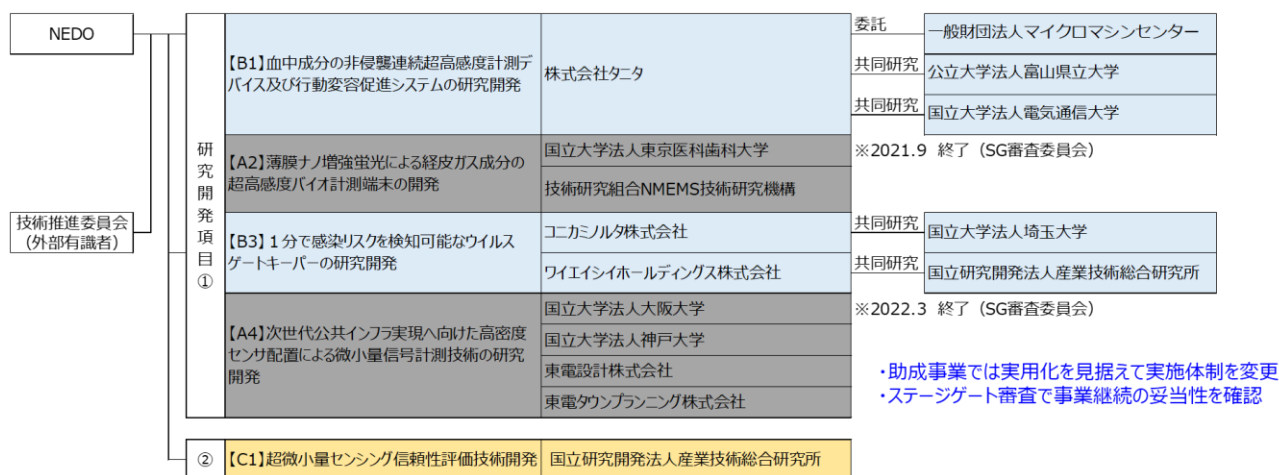


図 3-1 「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」実施体制(2019 年度採択)

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）

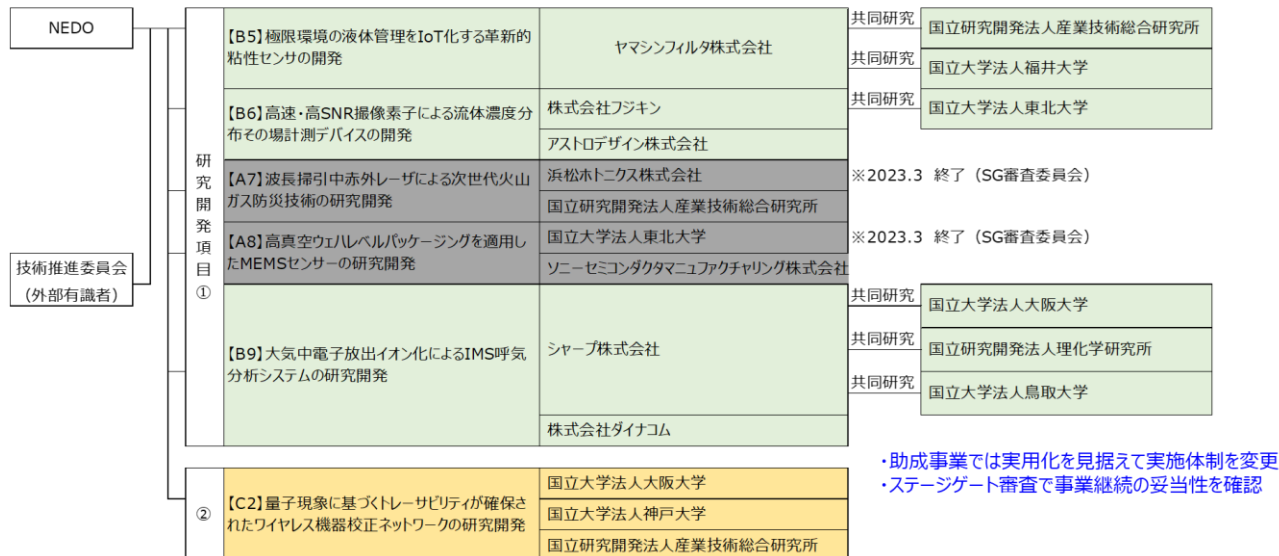
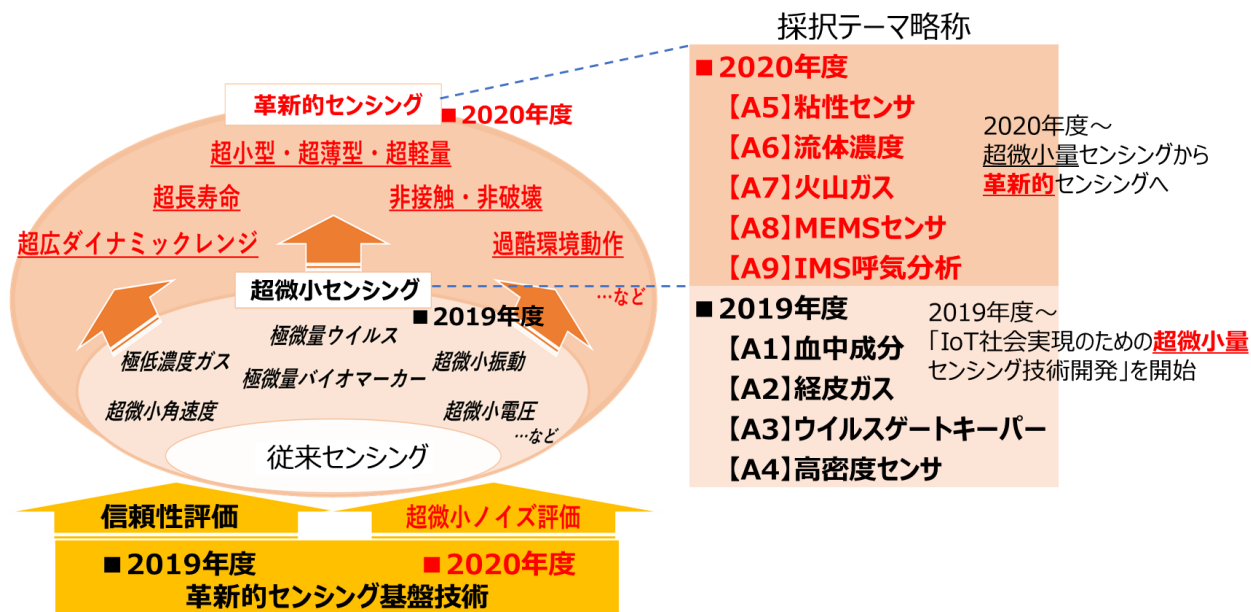


図 3-2 「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」実施体制(2020 年度採択)



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

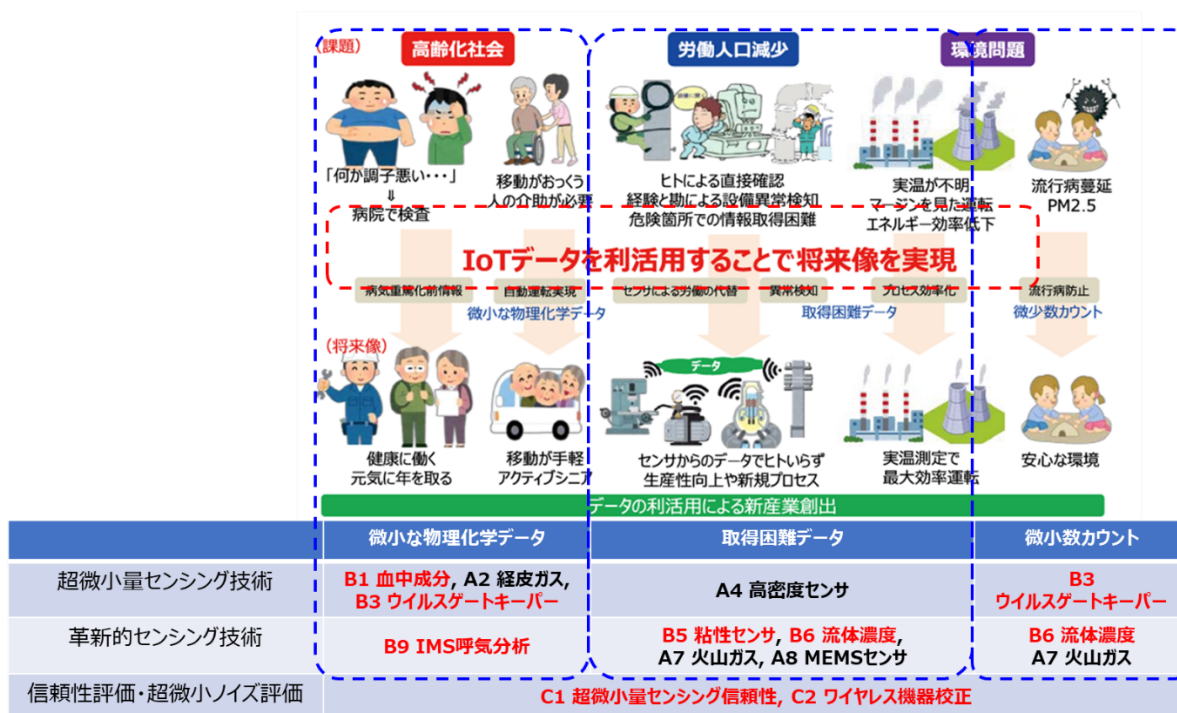


図 3-4 社会課題と採択テーマの関係

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。

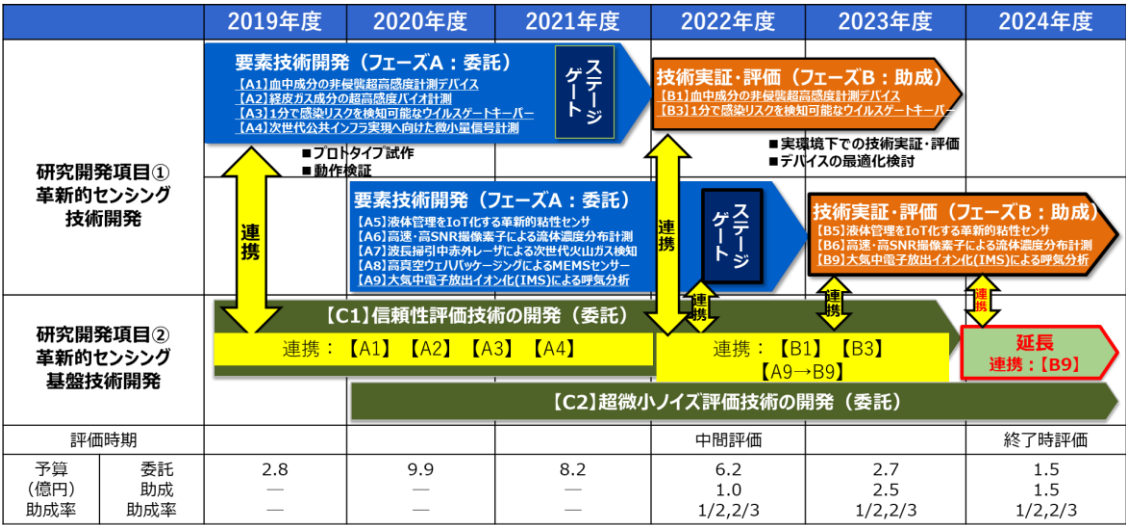


図 3-5 研究開発スケジュール

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、研究継続の妥当性を見極めを実施。 【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）	● 実施計画書に下記の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。 取り組みの利り取りは、各テーマの進捗連絡会において実施。
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

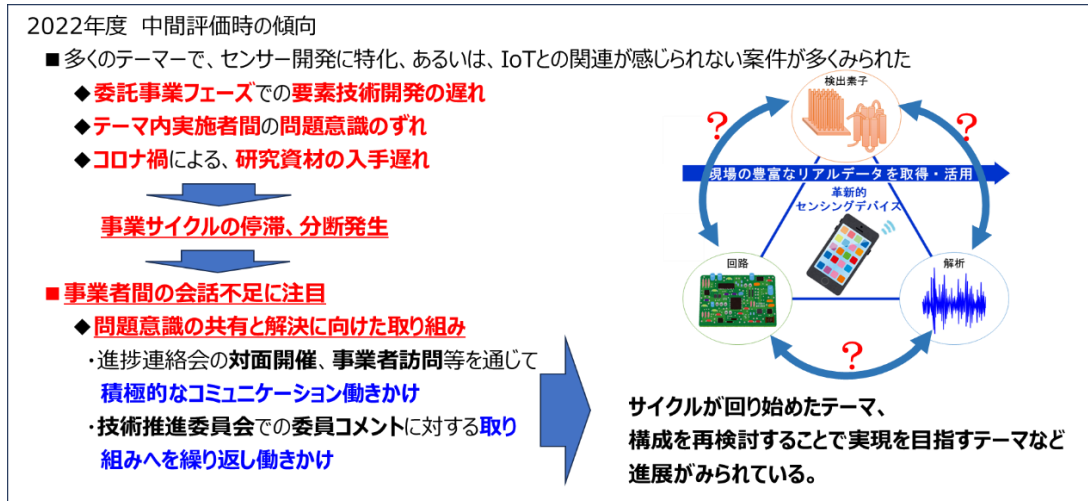


図 3-6 中間評価委員指摘に対する取り組み

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 1.2cm×1.2cm×1cm ディテクタ実現
- ・100mW/cm²、1×1cm²の遠赤外光源の実現
- ・ディテクタ部回路込み薄型 3×1cm²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。

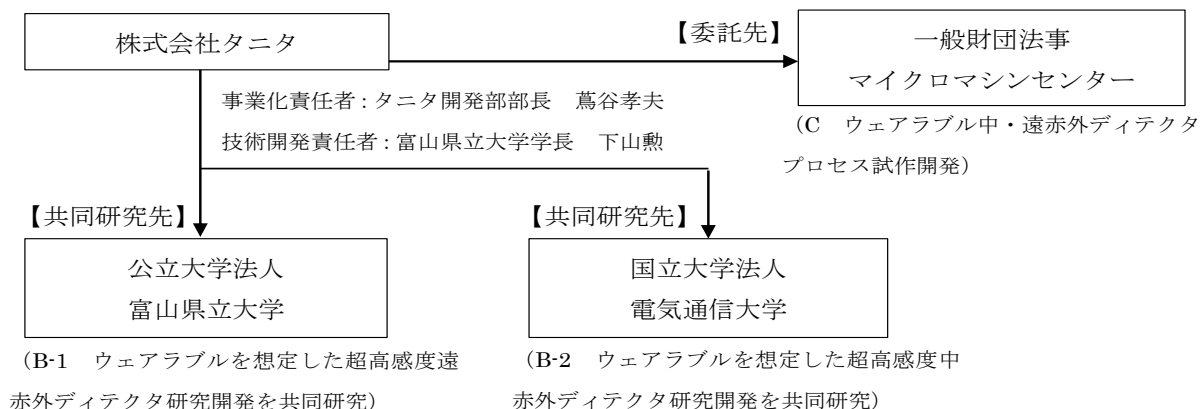
●アウトプット目標

- ・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 3×3×1cm³の遠赤外ディテクタの実現
- ・100mW/cm²の光量を照射可能な 1×1cm²程度の大きさの遠赤外光源の実現
- ・ディテクタサイズ 3×3×1cm³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

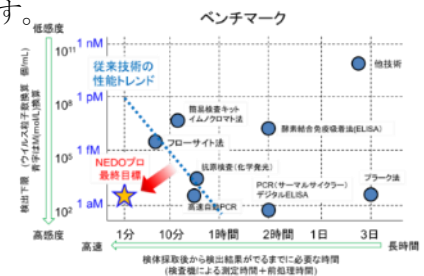
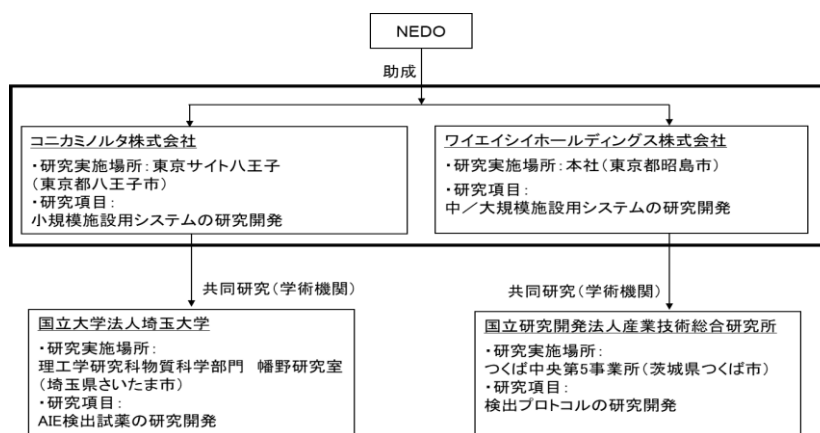


図1 ウイルス検出技術ベンチマーク

●実施体制

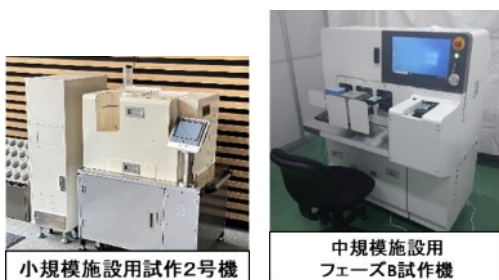


●成果とその意義

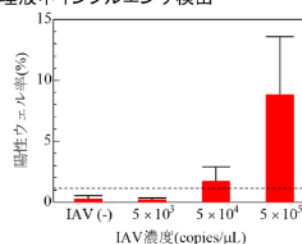
ウイルスゲートキーパーの装置開発においては重要な要件となる、施設入口で非侵襲的かつ簡便で誰もが使用可能な装置を高齢者施設のような小規模施設用途と食品工場のような中規模施設用にそれぞれ開発。小規模施設用途では綿棒で採取した検体を装置にセットするだけで、綿棒からの検体の抽出から検出までの一連の検査工程を自動化した試作装置を完成させた。

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。

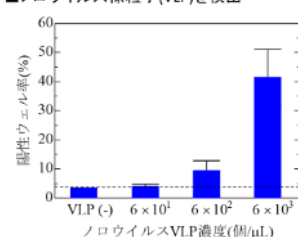
そして、両方の装置開発にあたり、想定導入先の施設で必要とされる要件を実際にユーザーと確認をしながら開発を進め、検査工程のユーザーインターフェースをだけでなく、検査に必要な試薬キットや検出チップなどの消耗品に対しても、ユーザビリティの高い装置開発を実施し、量産化開発に向けた構成と仕様を確定できた。また、検査対象者と結果の紐づけをしたデータを共有したり、蓄積したりすることが可能なシステムを構築し、将来のデータ活用に向けた基盤を作ることが出来た。検出プロトコルの研究開発においては、インフルエンザとノロウイルスに対し、装置に搭載可能な検出プロトコルの研究開発を進めた。インフルエンザ検出プロトコルにおい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

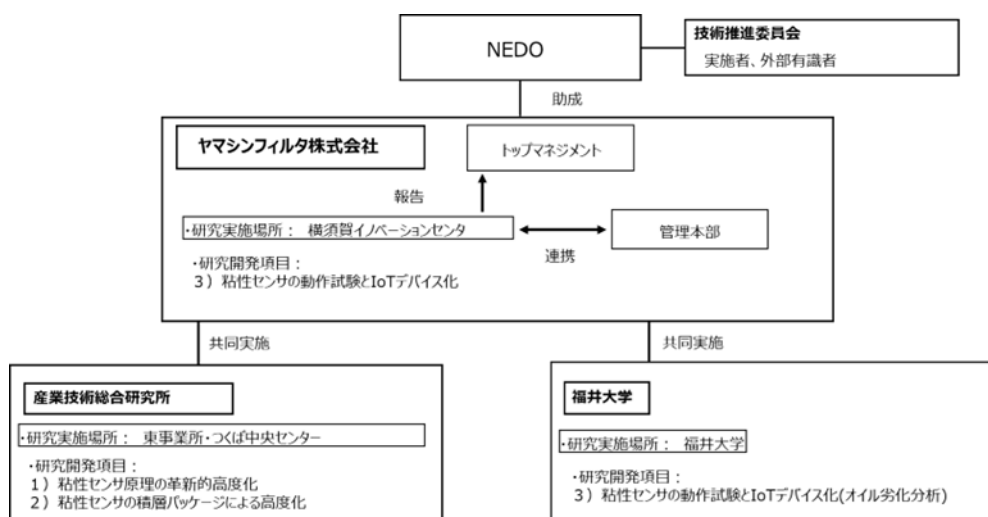
②粘性センサの積層パッケージによる高度化：

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

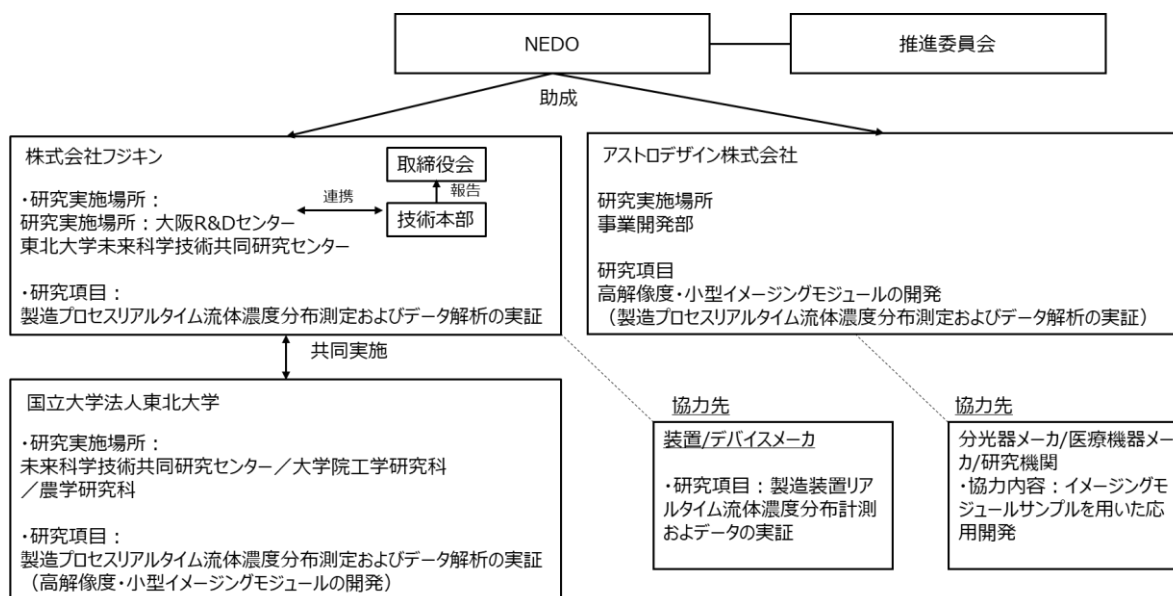
① 製造プロセスリアルタイム流体濃度分布測定およびデータ解析の実証

- ・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。

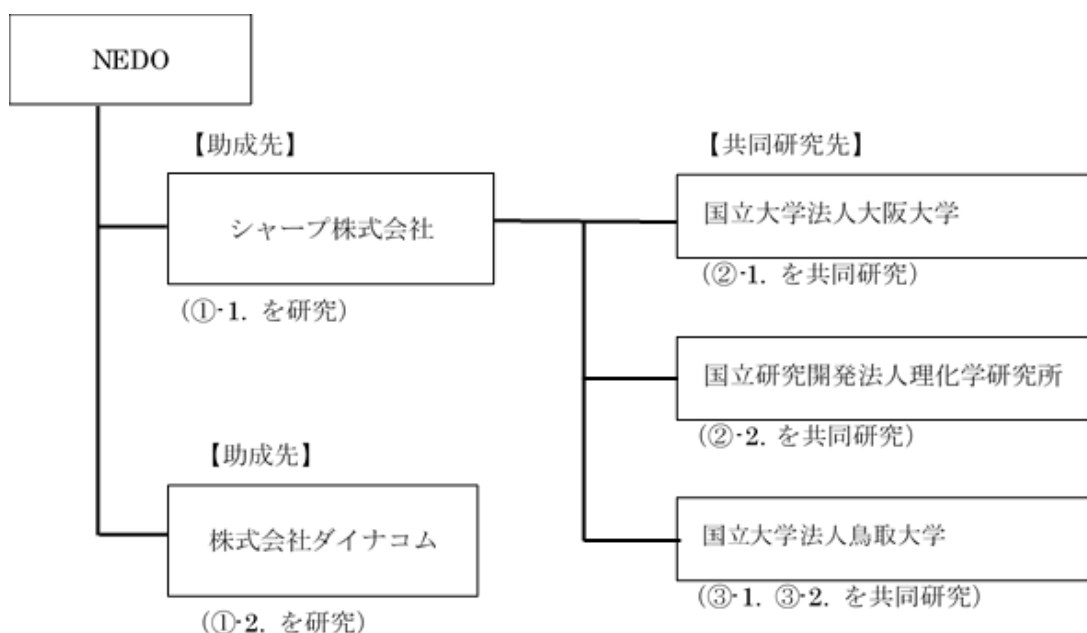
【2022 年度末（フェーズ A 終了時点）達成目標】

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様々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。

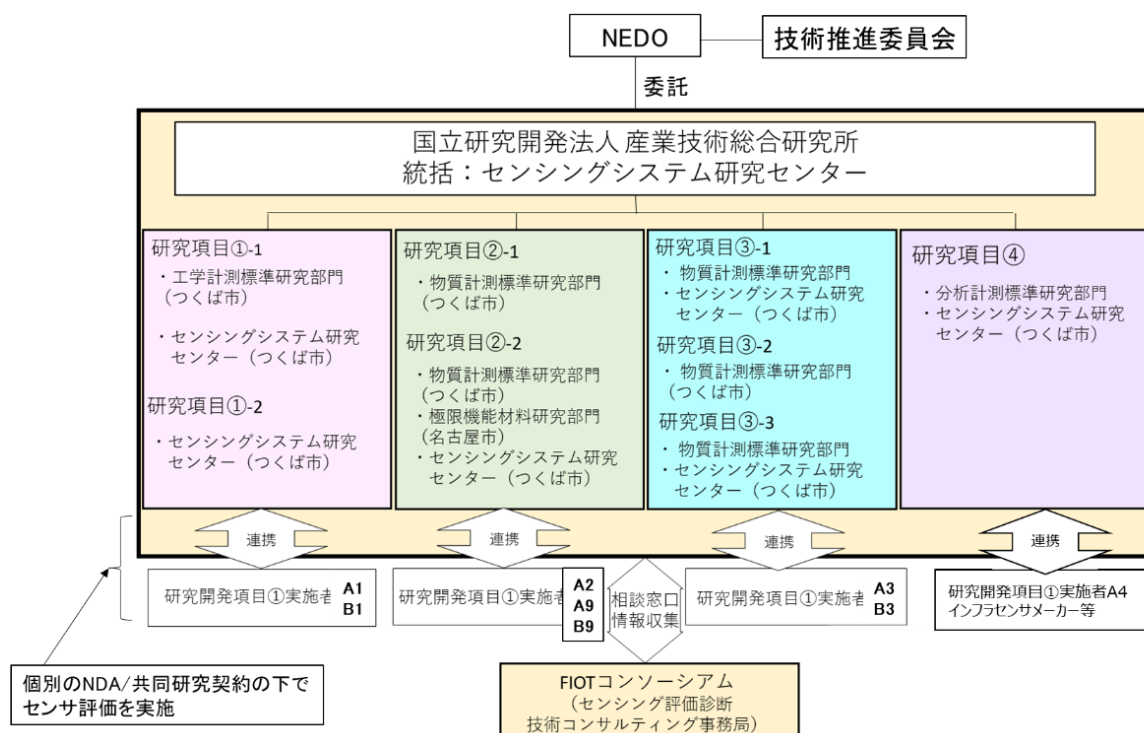
研究項目②： B9 が開発する生体 VOC ガスセンシングデバイス等の評価を実施するため、相対湿度は 0%Rh からほぼ 100%Rh まで、VOC 等の成分ガスの濃度は ppm から 1ppb までを可変できる標準ガス発生装置を開発する。この標準ガス発生装置からの標準ガスを用いて、温度・湿度・共存物質等の環境変化時の生体ガスセンサの応答性を測定し、正確さや値のばらつき等から生体 VOC ガスセンシングデバイス等の信頼性を評価する。また、信頼性評価のための手順書を作成する。

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。

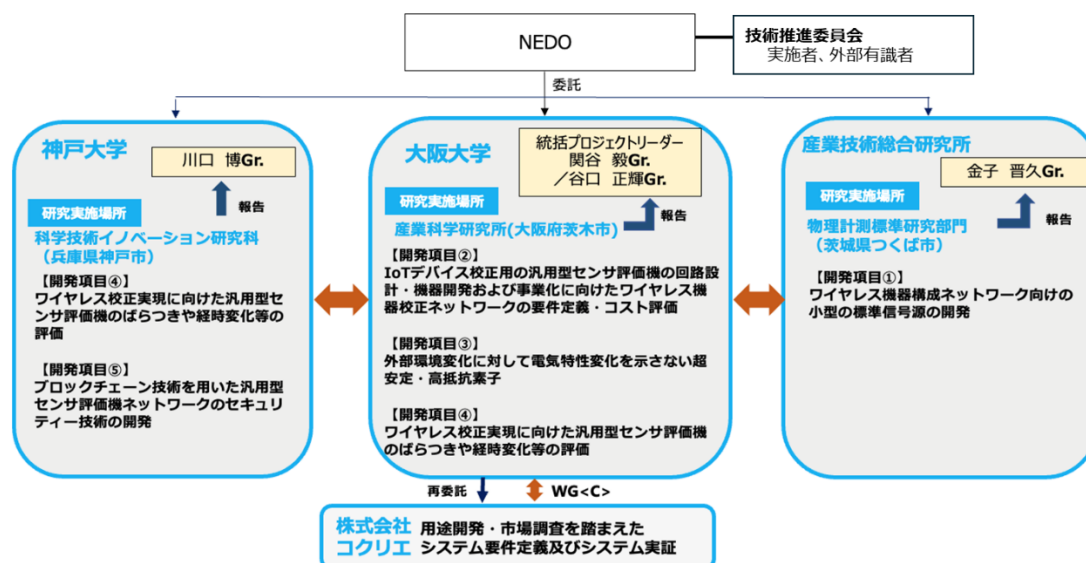


図1 実施体制

●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。

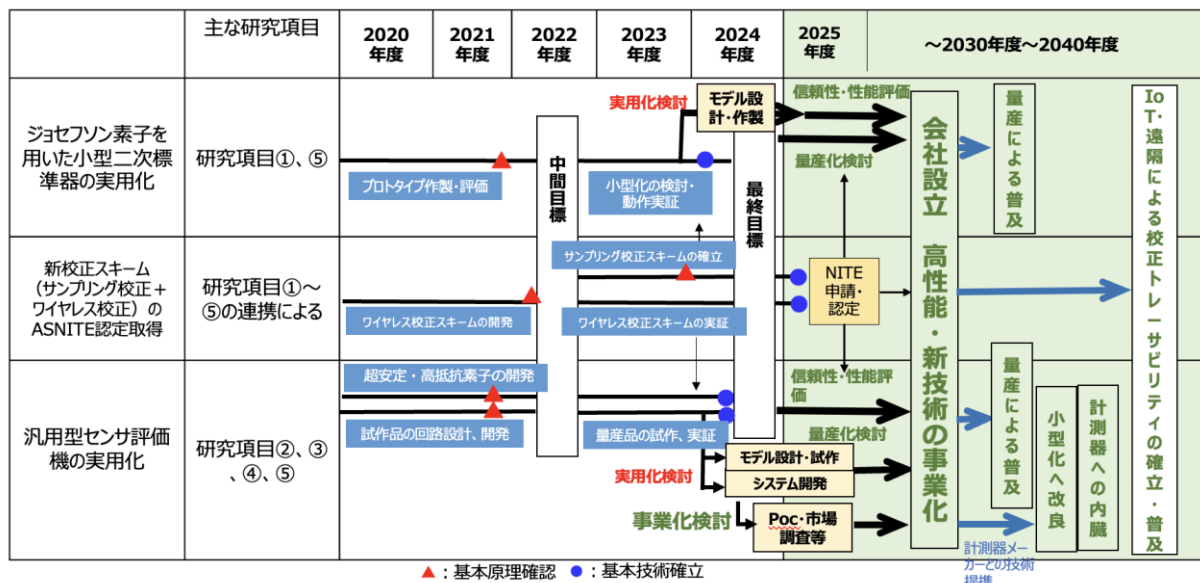
これまでの取り組みにおいて、ワイヤレス校正技術に必要なハードの開発とデータ処理アルゴリズムの開発について基本的な原理の確立に成功し、またその成果を実際のユーザーとの実証試験を進めることができたことは有意義と考えられる。以下、表2に実施項目毎の成果と意義をまとめた。

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の標準信号源の開発	- 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ようになった。 - 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

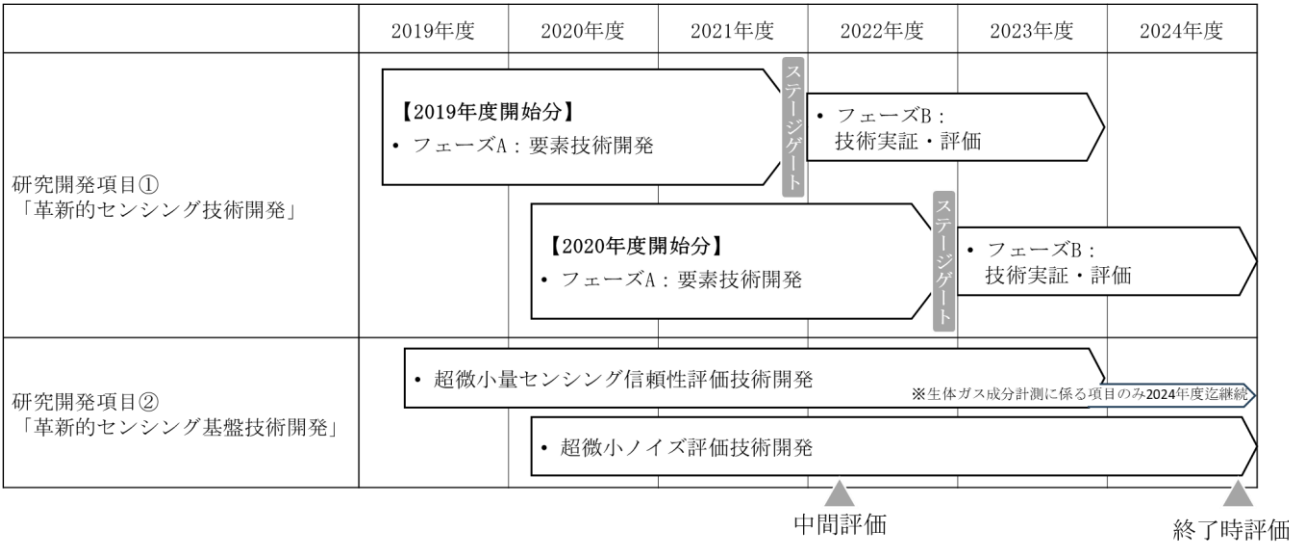
【中間目標（2022年度）】

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であって、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ッ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、穀山涉、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、穀山涉	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	穀山涉、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、穀山涉、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、穀山涉、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/s2 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 ロダイナ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)