

2023 年度実施方針

材料・ナノテクノロジー部

1. 件名：IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発

2. 根拠法

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

3. 背景及び目的・目標

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。

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。

[委託事業、助成事業（助成率：1/2 又は 2/3）]

研究開発項目①「革新的センシング技術開発」

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。

[委託事業]

研究開発項目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

【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（2023 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。

(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。

4. 実施内容及び進捗（達成）状況

プロジェクトマネージャー（以下、「PMgr」という。）に国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という。）材料・ナノテクノロジー部 春山 博司を任命して、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。なお、実施体制については、別紙を参照のこと。

4. 1 2022年度 事業内容

研究開発項目①「革新的センシング技術開発」

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んだ。具体的には、以下2つの助成事業と5つの委託事業における研究開発テーマを実施した。

2020年度開始分について、2022年12月に外部有識者によるステージゲート審査を行い、[委託事業]1)、2)及び5)の研究開発テーマの開始4年目以降（フェーズB）の継続を決定した。

[助成事業]

1) 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

[実施体制：株式会社タニタ（共同研究先：公立大学法人富山県立大学、国立大学法人電気通信大学、委託先：一般財団法人マイクロマシンセンター）]

- ・ 2021年度までに開発した試作機をベースに市販光源の検討を含めた量産向け試作機（中赤外、遠赤外の両方をパッケージングした卓上型測定機）を開発した。試作した卓上型測定機の検証を進め、課題を洗い出し、センサ開発やデバイス開発にフィードバックした。課題を改善したセンサやデバイスを量産向け試作機に組み込み、製品化を進めた。
- ・ 1mPa以下の微小音波を計測することが可能な音響センサと光源とを集積することでディテクタの小型化を図り、卓上機への搭載サイズを目指した非侵襲に血糖（グルコース）の濃度変化を計測・評価可能なセンサの実現を目指した。
- ・ 卓上機への搭載サイズを目指したディテクタ開発を実施した。2021年度までに開発した中赤外ディテクタの性能向上を図り、高吸収構造、集光要素の追加によるS/N向上、高効率光電流検出構造により、小型半導体レーザ光源に対して検出可能とした。
- ・ ウェアラブル遠赤外センサプロセス試作開発として、主要工程の再現性の検証を完了した。また、Si厚数10nmの超極薄ピエゾカンチレバーの試作も実施し、特性の検証を実施した。
- ・ ウェアラブル中赤外センサプロセス試作開発として、主要工程の再現性を検証した。

2) 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

[実施体制：コニカミノルタ株式会社（共同研究先：国立大学法人埼玉大学）、ワイエイシイホールディングス株式会社（共同研究先：国立研究開発法人産業技術総合研究所）]

- ・ 小規模施設用及び中／大規模施設用として商品化を意識した試作機を開発し、それらを用いた自動化プロセスの全体評価、及び顧客先での装置デモを実施し、不具合や改良点を抽出して実製品への設計にフィードバックした。
- ・ ウイルス保有リスク判定解析ソフトウェアを、対象となる新型コロナ、インフルエンザ、ノロウイルスに合わせ改良を実施し、並行して検査試薬の開発及び検出プロトコル開発を実施することにより、偽陽性率低減を達成した。
- ・ ウイルス保有リスク判定解析ソフトウェアをベースに、測定ログデータの出力を検討するとともに、出力データの通信方法、クラウドシステム化を検討した。
- ・ センサチップ上のウエルへの測定液導入性やウエル封止性を向上させた改良チップを作製するとともに、ウエル封止方法の更なる迅速化や導入率向上などのための改良を進めた。また、量産化を見据えてセンサチップを樹脂化する検討を実施し、樹脂チップの課題、及び樹脂チップを試作機に搭載する上での課題を明確化した。

[委託事業]

1) 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

[実施体制：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]

- ・ 圧電 MEMS 粘性センサについて、建機内部での予備実証試験結果をもとに、改良版プロトタイプ製作と粘性計測の性能試験を進めた。粘性センサの測定性能の向上を進め、ずり速度 30~140 s⁻¹、ずり応力 0.1 Pa~0.4 Pa の範囲での非ニュートン性測定を実現し、粘弾性測定に必要な周波数掃引を検証した。また、振動、高圧、高温の条件について、上記の粘性センサの性能に与える影響を、振動試験装置、高圧・高温試験装置を用いて実験的に検証した。
- ・ 圧電 MEMS 粘性センサ、圧電 MEMS マイクロポンプを積層し、回路モジュール及び隔壁間無線給電モジュールを一体化した。粘性センサユニットを建機のオイルフィルタケースに設置した状態で動作を実証した。
- ・ 建機内での粘性測定試験や基本性能試験を継続し、フィルタケース等のハード部の改良に反映させた。粘性センサ通信試験装置と通信ソフトを製作し、粘性センサのシステムを建機の内部コンピュータへ接続する方法と、粘性センサによる劣化検出とフィルタの交換を介した ICT サービスのプロトタイプモデルを試作した。

2) 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

[実施体制：国立大学法人東北大学、アストロデザイン株式会社、株式会社フジキン]

- ・ 高 SNR 性能を維持したまま画素数を増加するために、高密度キャパシタ技術及び画素毎の電氣的接続を有する 3 次元積層化プロセスを活用した撮像素子の設計を行った。
- ・ 多分野に展開可能な高汎用性イメージングモジュールの基礎開発を行った。
- ・ ALD・CVD 成膜装置を模した試験チャンバから構成される三次元ガス濃度分布計測システムを構築し、圧力、流量を変化させながら吸光動画撮像を行い、ガス濃度分布及びその動的変化の可視化を実証した。さらに光源とカメラモジュールを多方向に増やすことでガス濃度の三次元分布の計測に資するデータを取得した。
- ・ 薬液の濃度分布計測向けの光源モジュールを設計・試作し、洗浄装置を模擬した試験装置を構築し、薬液濃度分布計測の実証実験を実施した。
- ・ 実際に取得された画像データから二次元濃度分布の可視化を行った。また、複数の方向から撮像した 2 次元吸光像を再構成して 3 次元流体濃度分布を分析するデータ解析フローの開発を行った。

3) 波長掃引中赤外レーザによる次世代火山ガス防災技術の研究開発

[実施体制：浜松ホトニクス株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所]

- ・ 波長掃引 QCL の小容量パッケージの実装技術開発を更に進め、高温動作を可能とする波長掃引光源を開発した。また、小型かつ高温動作を可能とする波長掃引光源モジュールを実現した。システム要件からのフィードバックを得て、最終目標の達成に向けた最適化を行った。
- ・ 低 FOV レンズを集積したパッケージ品の評価及び改良を行い、最終目標の達成に向けた最適化を行った。
- ・ 光源モジュールと受光モジュールを統合し、赤外分光分析装置のプロトタイプ機に搭載した。システム開発と連携し計測アルゴリズムに対する最適化の検討を行った。また、展示会などに出展し市場要求の情報収集を行い、火山ガス以外のアプリケーション探索を行った。
- ・ 光源モジュールと受光モジュールを用い、光源に由来する光学ノイズを低減できる計測手法を確立した。SO₂ あるいは H₂S ガス相当の吸収を有するガスにおいて検出感度を検証した。
- ・ シミュレーション環境において無人運転での次世代赤外分光装置のプロトタイプ機を試作した。

4) 高真空ウェハレベルパッケージングを適用した MEMS センサーの研究開発

[実施体制：国立大学法人東北大学、ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社]

- ・ SMS 専用水素アニール装置を用いた SMS (Silicon Migration Seal) ウェハレベルパッケージング開発プラットフォームを構築した。

- ・ 6 インチウェハを用いた SMS (Silicon Migration Seal) ウェハレベルパッケージングプロセスを構築した。
- ・ SMS プロセスによるジャイロセンサーを開発、評価した。
- ・ 温度補正技術を適用したジャイロセンサーを設計、試作し、温度特性を評価した。

5) 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

[実施体制：シャープ株式会社、株式会社ダイナコム、国立大学法人奈良国立大学機構奈良女子大学、国立研究開発法人理化学研究所、国立大学法人鳥取大学]

- ・ 電子放出 IMS の装置性能の向上と最適化を行い、実証機を試作した。各連携機関の研究成果を融合して IMS の検出限界を向上し 1ppb を達成した。多成分検知技術を開発し、ペットの呼気データから疾病を特定する基礎技術を開発した。
- ・ IMS による呼気成分測定結果を利用して、疾患の判別を行う AI モデルを構築した。モデルの判定性能評価には、LOO-CV (Leave One Out Cross-Validation) 法を用いた。
- ・ 他のグループで得られたデータから、アセトン、酢酸、プロピオン酸等の、人以外の動物の疾病と相関する分子を特定し、それらに適用可能な理論への拡張を行い、精度が 70%以上であることを確認して有用性を実証した。
- ・ SPring-8 のビームラインにおいて、電子放出素子を通電しながら放射光分析を行い(動的放射光測定)、電子放出機能と構造の相関を分析した。素子の電子放出能や耐久性向上に微細分析の必要性が分かった。また、高分解能質量分析計を用いて、生成イオンの分子帰属を行った。
- ・ 2021 年度に引き続き、正常犬の呼気ガスをサンプリングした。さらに協力先の動物病院も加え、疾病を有する動物の VOC ガス成分を加えたデータベースを作成した。がんを含む各種疾患に関連する呼気中 VOC ガス成分を複数確定する。マイクロ予備濃縮器と開発した筐体、IMS と GC/MS を用いて正常犬と疾患犬の呼気分析を行い、特定疾患につながるバイオマーカーを特定した。

研究開発項目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

[実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所]

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った。

具体的には、以下の研究開発項目①の 3 つの研究開発テーマに対応する 1) ~ 3) と 4) 微小振動計測についてそれぞれ実施した。

1) 非侵襲血中成分計測に係る信頼性評価技術開発

- ・ 血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイスのために開発されるピエゾ抵抗型音響センサの、水中における 10 kHz～100 kHz の微圧検出能力、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した。中赤外線の評価は、脂質光吸収を考慮して、イントラリピッドを用いた人体ファントムにおける試料調製と、その 20%変動を検出可能な評価システムを構築した。
- 2) 生体ガス成分計測に係る信頼性評価技術開発
- ・ 拡散管法等により生体ガスに含まれる水等の成分を含む 0.1ppb レベルの揮発性有機標準ガスを発生させ、その濃度の検証を行った。
 - ・ 加湿装置を導入した簡易型センサ評価システムを用いて生体ガスに対する共存物質依存性・温度依存性などのガスセンサ特性を明らかにした。
- 3) ウイルスゲートキーパーに係る信頼性評価技術開発
- ・ インフルエンザウイルスについて複数の不活性化処理を検討し、PCR や ELISA での定量に影響を与えないウイルスの不活性化法を確立した。また、不活性化ウイルス試料については、必要に応じて HPLC による分取などのより高度な精製を行った後、PCR や ELISA 等の方法による純度評価や対象の完全性評価の実施、及び本年度導入予定の高分解能質量分析装置を用いた LC/MS 分析のほか、均質性試験法や安定性試験法の検討を行った。
 - ・ 前年度までに確立した条件をもとに、精製インフルエンザウイルス試料、精製ノロVLP 試料に対して、デジタルPCR、デジタルELISAを用いた複数の測定系による定量を行い、精確なコピー数濃度あるいは個数濃度の決定法を検討した。
- 4) 微小振動計測に係る信頼性評価技術開発
- ・ 0.1 Hz から 100 Hz におけるインフラモニタリング用振動センサを評価対象として、微小振動から大被災をもたらす地震動までの幅広いダイナミックレンジをもつ 3 軸振動にかかる設計・検討を行い、所望の仕様を満足する 3 軸振動発生装置を構築した。
 - ・ 振動センサの開発メーカーなどのニーズに基づいて、振動センサの実環境における応答性能評価を実施するために、温湿度槽と制御コントローラを分離した実環境評価装置を製作して、振動センサの応答性能の温度評価を行うための見通しを得た。
 - ・ 振動センサの実環境評価を行うために、野外における振動センサの評価の実施に着手した。

(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)

[実施体制：国立大学法人大阪大学、国立大学法人神戸大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所]

高精度な超微小ノイズ評価技術の開発や、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った。

具体的には以下の内容を実施した。

- ・ ジョセフソン効果を用いた小型二次標準器の二号機において出力電圧分解能が 30 μ V を実現した。また汎用型センサ評価器と接続した実証試験も完了した。
- ・ 2021 年度に開発した汎用型センサ評価機の実装基板を用いて、回路構成要素の再選定、校正アルゴリズムの改良を行い、2022 年度末の中間目標を実現した。
- ・ 微細加工技術による金属薄膜パターン、金属薄膜の成膜条件、及び絶縁基板表面の最適化により、ジュール熱の効果的な拡散を行い、抵抗値温度係数 ± 50 ppm/ $^{\circ}$ C、抵抗値範囲 ± 0.3 %、カテゴリー温度範囲 0 $^{\circ}$ C \sim 50 $^{\circ}$ Cの抵抗を開発した。
- ・ 汎用型センサ評価機の自己キャリブレーションによるパラメータばらつきと経時変化の測定結果から、ワイヤレス校正スキームの技術的目途を立てた。

4. 2 実績推移

| | 2019 年度 | 2020 年度 | 2021 年度 | 2022 年度 | |
|------------|---------|---------|---------|---------|----|
| | 委託 | 委託 | 委託 | 委託 | 助成 |
| 実績額推移 | | | | | |
| 一般勘定 (百万円) | 282 | 999 | 864 | 678 | 50 |
| 特許出願件数 (件) | 1 | 5 | 6 | 11 | 8 |
| 論文発表数 (報) | 3 | 4 | 15 | 12 | 8 |
| フォーラム等 (件) | 16 | 16 | 49 | 40 | 21 |

5. 事業内容

引き続き PMgr に NEDO 材料・ナノテクノロジー部 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。なお、実施体制については、別紙を参照のこと。

5. 1 2023 年度 事業内容

研究開発項目①「革新的センシング技術開発」

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を中核として、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、以下 5 件の助成事業における研究開発テーマを実施する。

[助成事業]

- 1) 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

[実施体制：株式会社タニタ（共同研究先：公立大学法人富山県立大学、国立大学法人電気通信大学、委託先：一般財団法人マイクロマシンセンター）]

- ・ 2021 年度までに開発した試作機をベースに市販光源の検討を含めた実証試験用試作機（中赤外、遠赤外の両方をパッケージングした卓上型測定機）を開発する。試作した卓上型測定機を用いてヒト実検体による実証試験を実施し、エビデンスを取得する。また行動変容促進システムの研究開発を進める。
- ・ 1mPa 以下の微小音波を計測することが可能な音響センサと光源とを集積することでディテクタの小型化を図り、卓上機への搭載サイズを目指した非侵襲に血糖（グルコースの濃度変化を計測・評価可能なセンサの実現を目指す。
- ・ 卓上機への搭載サイズを目指したディテクタ開発を実施する。2021 年度までに開発した中赤外ディテクタの性能向上を図り、高吸収構造、集光要素の追加による S/N 向上、高効率光電流検出構造により、小型半導体レーザ光源に対して検出可能とする。
- ・ ウェアラブル遠赤外センサプロセス試作開発として、主要工程の再現性の検証を完了する。また、Si 厚数 10nm の超極薄ピエゾカンチレバーの試作も実施し、特性の検証を実施する。
- ・ ウェアラブル中赤外センサプロセス試作開発として、主要工程の再現性を検証する。

2) 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

[実施体制：コニカミノルタ株式会社（共同研究先：国立大学法人埼玉大学）、ワイエイシイホールディングス株式会社（共同研究先：国立研究開発法人産業技術総合研究所）]

- ・ 2022 年度の評価を受けて小規模施設用及び中／大規模施設用の試作機を改良し、それらを用いた自動化プロセスの全体評価、及び検出精度評価、顧客先での装置デモを実施、量産化に向けた装置仕様を確定する。
- ・ 改良したウイルス保有リスク判定解析ソフトウェアを小規模施設用及び中／大規模施設用の各試作機に合わせて実装をして、並行して進められた検査試薬の開発及び検出プロトコル開発と合わせて検出精度評価を実施して、量産化に向けたソフトウェア仕様、ユーザーインターフェース仕様を確定する。
- ・ 小規模施設用及び中／大規模施設用の各試作機に実装したウイルス保有リスク判定解析ソフトウェアに、測定ログデータの出力機能を実装して、クラウド上のデータを管理端末から管理できるシステムを構築する。
- ・ 2022 年度の評価において課題を明確化したセンサチップを小規模施設用及び中／大規模施設用の各試作機に実装して、ウイルス検出試験を実施してセンサチップの仕様を確定する。

3) 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

[実施体制：ヤマシンフィルタ株式会社（共同研究先：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)]

- ・ 圧電 MEMS 粘性センサについて、フェーズ A でのプロトタイプ開発と実証試験結果をもとに、実用版の製品化モデルの試作と粘性計測の性能試験、及び建機を用いた評価試験を進める。粘性センサの測定性能の向上を進め、深堀加工条件の改善によるアスペクト比の増大で、端部の抗力の影響を低減することで、測定不確かさを 2%以下とする。また、1~150 s⁻¹ の非ニュートン性測定と、周波数 0.1 Hz~100 Hz の範囲での粘弾性測定を実現する。
- ・ チップの低コスト化のため、チップサイズを 3mm角から 2mm角へ縮小する。
- ・ 圧電 MEMS 粘性センサ、圧電 MEMS マイクロポンプを粘性センサに積層し、測定回路、無線回路とポンプ駆動回路を組み合わせた回路をコンパクト化して、統合モジュールを作成する。
- ・ 建機にセンサモジュールを搭載して、動作中の建機での粘性センサーモジュールの測定性能検証と耐久性検証を行い、粘性センサとポンプと測定回路の積層構造の改良や送受信ユニットのハード部の改良に反映させる。
- ・ 動作中の建機から、劣化進行中のオイルを採取し、各種パラメータを網羅的に測定することで、劣化診断の根拠となる劣化現象論の構築と診断基準策定のための、詳細なエビデンス収集を進める。
- ・ フィルタの差圧検出システムに粘性センサを内蔵した製品レベルプロトタイプを試作する。
- ・ 粘性センサ通信試験装置と通信ソフトの改良を進め、粘性センサによる測定結果を送信し、フィルタの交換の必要性を診断した上で、ユーザーに伝えることができるように、ICT サービスプロトタイプモデルの改良を進める。

4) 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

[実施体制：株式会社フジキン（共同研究先：国立大学法人東北大学）、アストロデザイン株式会社]

- ・ 高 SNR 性能を維持したまま画素数を 30 万画素に増大させた多画素撮像素子の設計・試作を行う。
- ・ 製造プロセスリアルタイム流体濃度分布計測用の小型濃度計測システムを前年度までに開発した撮像素子を用いて構築する。
- ・ 多画素対応オプション光学系が実装容易なマルチユースカメラモジュールを構築する。
- ・ 分光イメージング向けハイパースペクトルカメラシステムの光学モジュールを構築する。

5) 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

[実施体制：シャープ株式会社（共同研究先：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)、株式会社ダイナコム]

- ・ 電子放出 IMS の小型化と性能向上を進め、IMS 装置の実用化技術開発を行う。また実用化に適した前処理技術の開発、素子寿命の向上を行う。そして動物病院に展開することで呼気分析に必要なデータを収集・蓄積する。
- ・ 呼気分析のユーザーには、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既存の IMS スペクトルとの類似性を評価し、動物疾患の推定結果を確からしさの指標を含めて返すクラウドサービスの開発を行う。基礎研究のユーザーには、スペクトルから成分を推定して成分量を返すサービス、さらに、分子構造の入力から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検討する。
- ・ 動物から得られた呼気試料についての解析を行う。特に質量数およそ 200 以下の軽い分子の IMS 装置内部での挙動を決定し、データベース構築を行う。特に、混合系や湿度依存性などに関連したデータベースを構築する。
- ・ SPring-8 のビームラインにおいて、通電しながら局所的に電子放出素子の放射光分析を行い（動的放射光測定）、電子放出機能と構造や材料の動態との相関を解明し、素子の電子放出能、耐久性を最適化する。また、呼気や標品を直接またはガスクロマトグラフィー分離後高分解能質量分析を行い、疾患関連成分の特定及び生成イオンの分子帰属を行う。
- ・ マイクロ予備濃縮器を用いて疾患動物の呼気を広くサンプリングし、ガスクロマトグラフィー質量分析（GC-MS）装置による呼気ガス分析を行う。そのためマイクロ予備濃縮器性能の向上も図る。疾患動物の呼気ガスのサンプリングは、まず腫瘍疾患、肝臓疾患を中心に進める。民間動物病院の協力を得て、疾患動物の症例を広く集めていく。

研究開発項目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

[実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所]

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。

具体的には、以下の研究開発項目①の3つの研究開発テーマに対応する1)～3)と4)微小振動計測についてそれぞれ実施する。

1) 非侵襲血中成分計測に係る信頼性評価技術開発

- ・ 血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイスのために開発されるピエゾ抵抗型音響センサの、水中における 10 kHz～100 kHz 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。中赤外線の評価は、脂質光吸収を考慮して、イントラリピッドを用いた人体ファントムにおける試料調製と、その 20%変動を検出可

能な評価システムを構築する。

2) 生体ガス成分計測に係る信頼性評価技術開発

- ・ 拡散管法等により生体ガスに含まれる水等の成分を含む 0.1ppb レベルの揮発性有機標準ガスを発生させ、その濃度の検証を行う。特に吸着性が高いガス種（酢酸等）の濃度検証法の開発を行う。
- ・ 加湿装置を導入した簡易型センサ評価システムを用いて生体ガスに対する直線性・共存物質依存性・温度依存性などのガスセンサの応答特性を評価し、合理的・客観的に評価できるプロトコルを開発する。

3) ウイルスゲートキーパーに係る信頼性評価技術開発

- ・ センサー開発側との協議を行いつつ、ウイルス標準試料としての仕様（容器、濃度域、溶媒組成等）についても実験的に検証を行い、条件を選定する。また、前年度に確立した測定法を用いて、確定した仕様（容器、濃度域、溶媒組成等）を有する不活性化精製ウイルス試料及び精製ノロ VLP 試料の均質性、安定性の評価を行う。また、本研究で開発される不活性化精製インフルエンザウイルス試料、精製ノロ VLP 試料の調製法に関する手順書の作成及び定量値が付与されたインフルエンザウイルス標準試料、ノロウイルス VLP 標準試料について研究成果物としての提供を検討する。
- ・ 確定した仕様（容器、濃度域、溶媒組成等）を有する不活性化精製インフルエンザウイルス標準試料及び精製ノロ VLP 標準試料に対し、デジタル PCR やデジタル ELISA 等により正確な定量値を付与する。同時にデジタル PCR 装置については多波長検出系への改良を行い、より効率的な濃度決定法についても検討する。また、センサー開発チームと連携し、精製不活性化インフルエンザウイルス標準試料及び精製ノロ VLP 標準試料を用いたセンサーの分析性能（感度、精度等）に関する評価手順を確立する。

4) 微小振動計測に係る信頼性評価技術開発

- ・ 3 軸方向の振動を高精度にモニター可能な振動測定装置を導入して、振動センサの応答性能を 1 %の精度で評価する。
- ・ 振動センサの応答性能を野外と実験室内で比較して、応答性能に係る環境依存パラメータを整理する。インフラモニタリング用振動センサとして必要とされる耐温度環境性能評価の手法を開発し、その手順書を作成する。

(2) 超微小ノイズ評価技術開発（量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発）

[実施体制：国立大学法人大阪大学、国立大学法人神戸大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所]

高精度な超微小ノイズ評価技術の開発や、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・システムの開発及び社会実装に向けた動きを行う。

具体的には以下の内容を実施する。

- ・ 製品化を視野にいたした小型二次標準機の小型化・低コスト化の検討を行う。
- ・ 2022 年度に開発した汎用型センサ評価機の実装基板を用いて、サンプリング校正及びワイヤレス校正スキームの技術実証及びデータ蓄積を継続的に行う。
- ・ 微細加工技術による金属薄膜パターン、金属薄膜の成膜条件、及び絶縁基板表面の最適化により、ジュール熱の効果的な拡散を行い、抵抗値温度係数が ± 20 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 、抵抗値範囲 ± 0.1 %、カテゴリー温度範囲 0°C ~ 50°C の精密抵抗の開発を行う。
- ・ 汎用型センサ評価機の自己キャリブレーションによるパラメータばらつきと経時変化の測定結果から、ワイヤレス校正の精度を向上させる。
- ・ 汎用型センサ評価機とサーバの両方にブロックチェーン技術を実装し、管理システムの動作実証を行う。

5. 2 2023 年度事業規模

委託、及び助成事業（助成率：1/2 又は 2/3）

一般勘定 523 百万円

事業規模については変動があり得る。

6. その他重要事項

（1）評価の方法

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、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。

（2）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) 複数年度契約の実施

原則として、2019年度開始分は2019年度～2021年度の複数年度契約を行い、研究開発項目①で開始4年目以降継続する研究開発テーマは、2022年度～2023年度の複数年度交付を行う。研究開発項目②は、2022年度～2023年度の複数年度継続契約を行う。

また、2020年度開始分は2020年度～2022年度の複数年度契約を行い、研究開発項目①で開始4年目以降継続する研究開発テーマは、2023年度～2024年度の複数年度交付を行う。研究開発項目②は、2023年度～2024年度の複数年度継続契約を行う。

(4) 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。

(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。

(7) その他

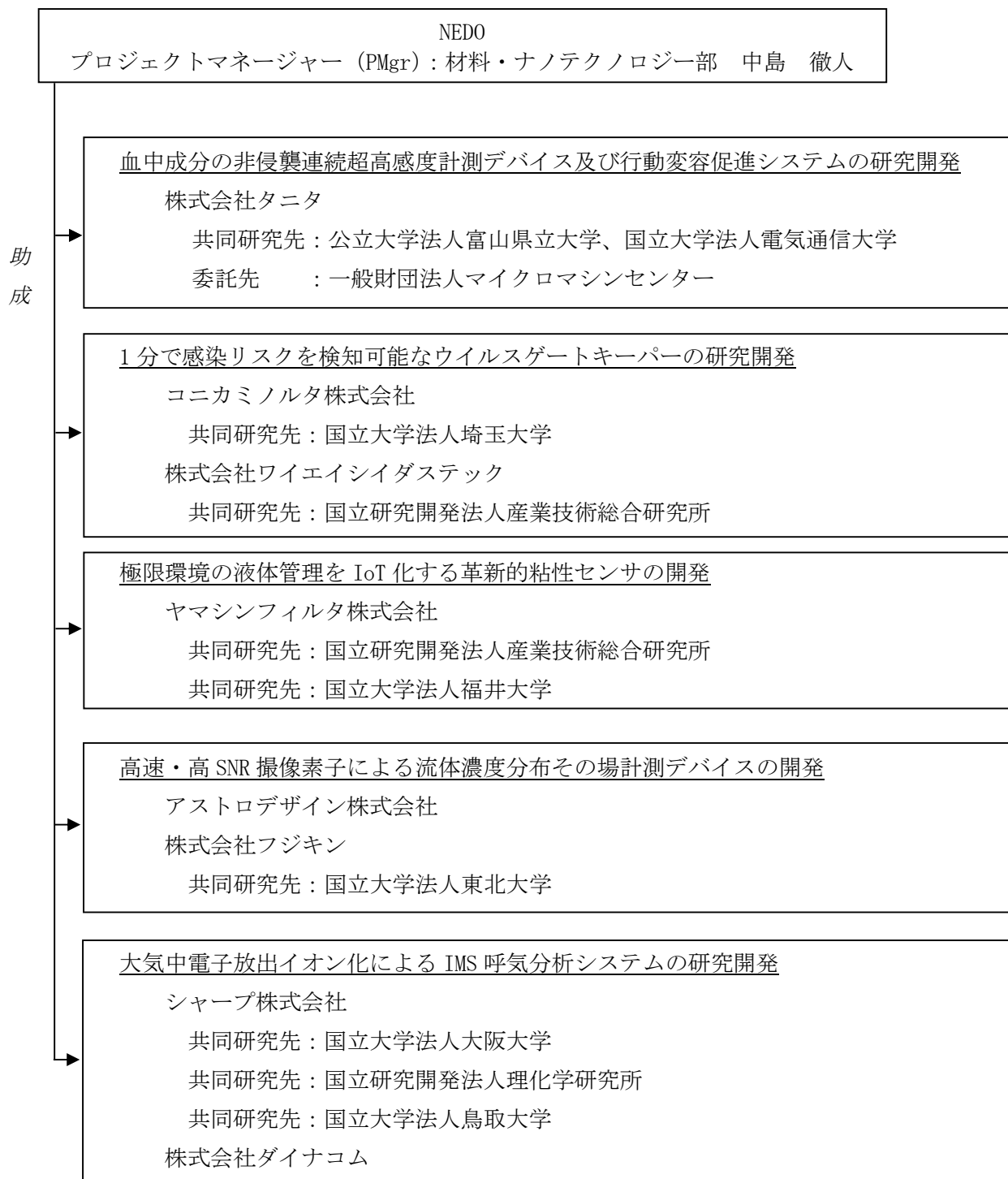
本プロジェクトは非連続ナショナルプロジェクトとして取扱う。

7. 実施方針の改訂履歴

(1) 2023年3月、制定 (2) 2023年5月、PM変更、2023年度事業規模の変更及び共同研究先変更に伴う改訂

(別紙) 実施体制図

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」

