

分科会資料抜粋版

「IoT社会実現のための革新的センシング技術開発」
(中間評価)

プロジェクトの概要 (公開)
(2019年度～2024年度 6年間)

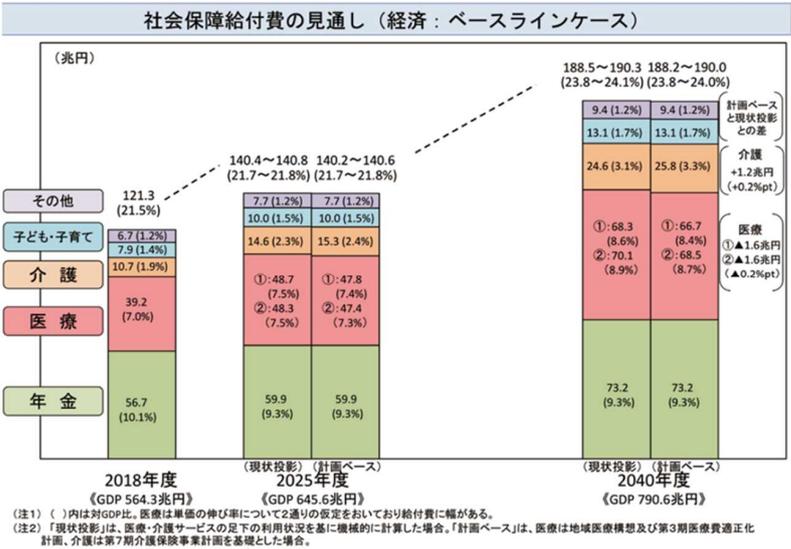
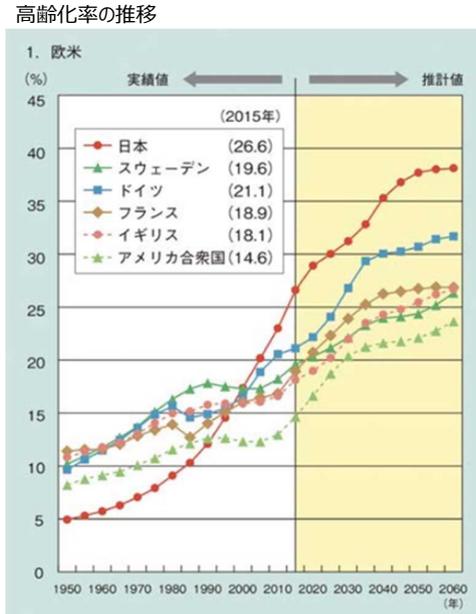
2022年9月13日
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
材料・ナノテクノロジー部

0

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業目的の妥当性

◆事業実施の背景

- 人口減少や少子高齢化、エネルギー・資源の制約等により、医療・介護費の増大、地域の人手不足や移動弱者の増加、インフラ維持管理や産業保安の負担増等の様々な社会課題が顕在化。



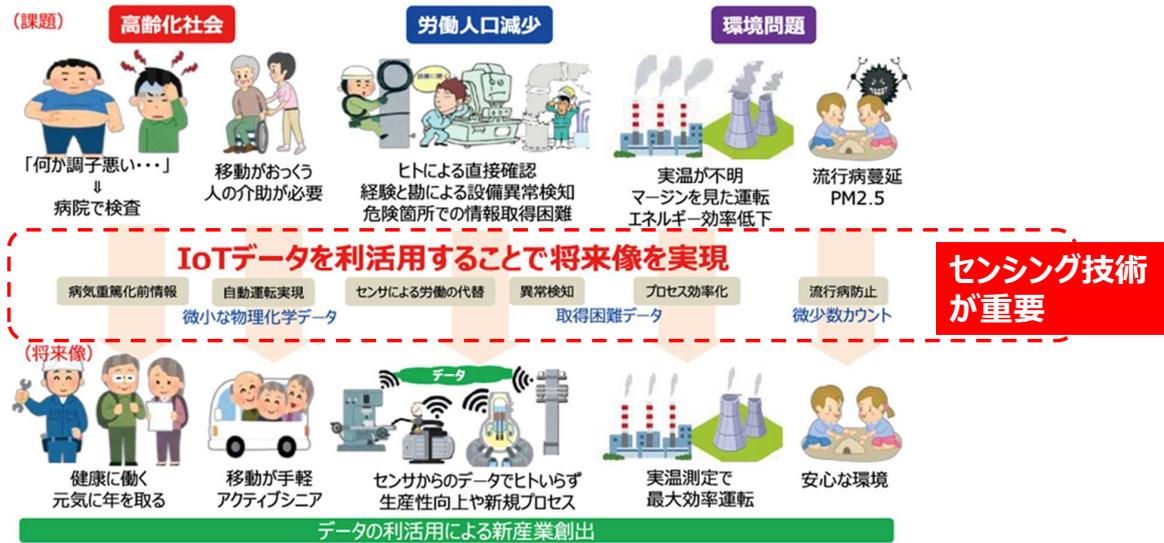
出所：令和元年伴高齢社会白書 (内閣府) 出所：2040年を見据えた社会保障の将来見通し (内閣官房・内閣府・財務省・厚生労働省、2019)

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業目的の妥当性

◆事業実施の背景

Society5.0 : サイバー（仮想）空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）

- **サイバー（仮想）空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させる革新的なセンシング技術を導入**することによって、人やあらゆる「もの」からの豊富なリアルデータで現状を精緻に見える化し、**社会課題の早期解決と新たな価値創造を実現**することが期待されている。



出所：TSC Foresight Vol. 102 (NEDO)

2

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業目的の妥当性

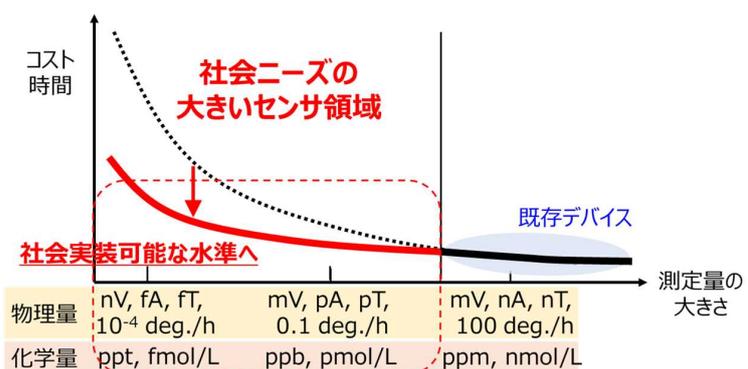
◆事業の目的

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



出典：内閣府HP

既存技術で実現困難な超微量の検出



1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業目的の妥当性

◆政策的位置付け

「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の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。



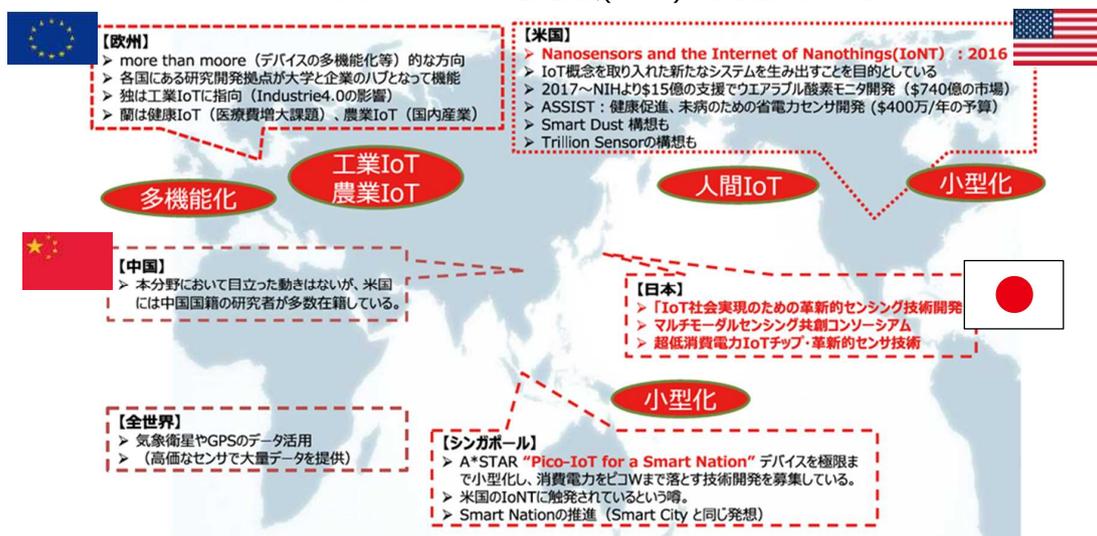
出典：内閣官房HP

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業目的の妥当性

◆国内外の研究開発の動向と比較

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

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



出所：TSC Foresight Vol. 102 (NEDO)

◆NEDOが関与することの意義

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

6

◆実施の効果 (費用対効果)

本プロジェクトの総費用	約37億円*1 (2019~2024年)
2030年での市場創出効果	約2000億円*2 (2030年)

* 1 2019~2021年度は執行額、2022年度は契約額、2023、2024年度は契約見込み額より算出

* 2 取得困難なセンシングによるIoTシステムに係わる分野を健康分野、モビリティ分野、インフラ分野、産業分野に特定し、試算

7

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆研究開発目標と開発内容

アウトプット目標：

- 超微量の検出や過酷環境下での動作、非接触・非破壊での測定等を可能とするための**革新的センシングデバイスの要素技術を確立**し、試作デバイスの作製・動作検証を行い、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。
- 超微量を正確かつ精密に測定できているか検証するための信頼性評価技術や、材料・回路等における超微小ノイズの定量評価技術といった**革新的センシングデバイスの信頼性向上に寄与する基盤技術を確立**する。

研究開発項目	開発内容	中間目標	最終目標
① 革新的センシング技術開発	<p>・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。</p> <p>・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、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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>

上記の目標を基本としつつ、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、**具体的な目標は研究開発テーマ毎において定める。**

8

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

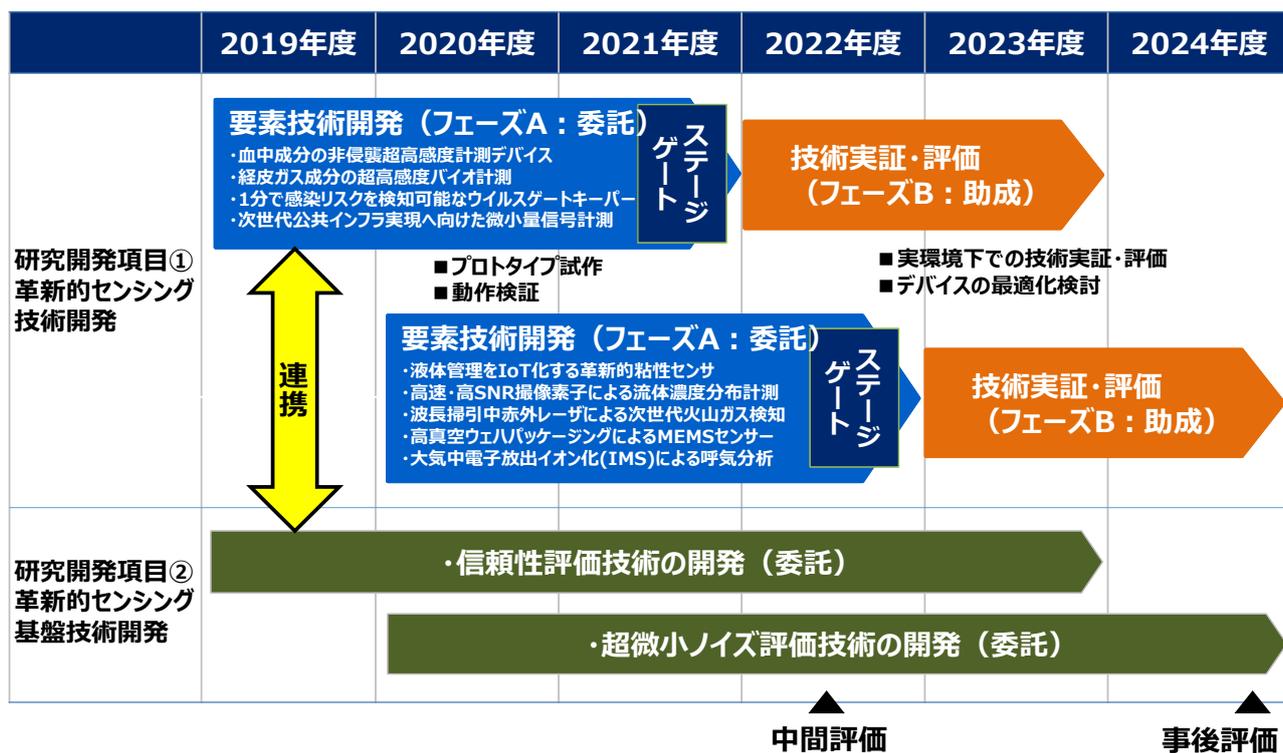
◆研究開発目標と開発内容

研究開発項目	開発内容	中間目標	最終目標
② 革新的センシング基盤技術開発	<p>(1) 超微量センシング信頼性評価技術開発</p> <p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>
	<p>(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</p> <p>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う。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>

9

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆研究開発のスケジュール



10

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆プロジェクト費用

(単位: 百万円)

	研究開発テーマ	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	合計
研究開発項目①	[A1] 血中成分の非侵襲超高感度計測デバイス	83	96	84	50	313
	[A2] 経皮ガス成分の超高感度バイオ計測	50	89	29	-	168
	[A3] 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	45	168	105	50	368
	[A4] 次世代公共インフラ実現へ向けた微小量信号計測	73	90	55	-	219
	[A5] 液体管理をIoT化する革新的粘性センサ	-	48	49	49	147
	[A6] 高速・高SNR撮像素子による流体濃度分布計測	-	49	48	58	155
	[A7] 波長掃引中赤外レーザによる次世代火山ガス検知	-	50	50	50	150
	[A8] 高真空ウェルパッケージングによるMEMSセンサー	-	45	70	50	164
	[A9] 大気中電子放出イオン化(IMS)による呼気分析	-	50	62	50	162
②	[C1] 信頼性評価技術の開発	31	235	189	212	668
	[C2] 超微小ノイズ評価技術の開発	-	70	78	70	218
	合計	282	991	819	639	2732

※2019～2021年度は執行額、2022年度は契約額

11

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆ 研究開発の実施体制

2019～2021年度 (2019年度採択) フェーズA (委託)

NEDO 材料・ナノテクノ ロジー部	技術推進委員会 (外部有識者)	研究開発項目 ①	【A1】血中成分の非侵襲連続超高感度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	株式会社タニタ
				公立大学法人富山県立大学
				国立大学法人電気通信大学
				一般財団法人マイクロマシンセンター
			【A2】薄膜ナノ増強蛍光による経皮ガス成分の超高感度バイオ計測端末の開発	国立大学法人東京医科歯科大学
				技術研究組合NMEMS技術研究機構
			【A3】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	国立研究開発法人産業技術総合研究所
				コニカミルタ株式会社
				株式会社ワイエイシイダステック
				国立大学法人埼玉大学
	研究開発項目 ②	【A4】次世代公共インフラ実現に向けた高密度センサ配置による微小量信号計測技術の研究開発	国立大学法人大阪大学	
			国立大学法人神戸大学	
			東電設計株式会社	
			東電タウンプランニング株式会社	
		【C1】超微小量センシング信頼性評価技術開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所	

12

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆ 研究開発の実施体制

2020～2022年度 (2020年度採択) フェーズA (委託)

NEDO 材料・ナノテクノ ロジー部	技術推進委員会 (外部有識者)	研究開発項目 ①	【A5】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	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
			【A6】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	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
			【A7】波長掃引中赤外レーザによる次世代火山ガス防災技術の研究開発	浜松ホトニクス株式会社
				国立研究開発法人産業技術総合研究所
			【A8】高真空ウェハレベルパッケージングを適用したMEMSセンサーの研究開発	国立大学法人東北大学
				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
				シャープ株式会社
	研究開発項目 ②	【A9】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	株式会社ダイナコム	
			国立大学法人奈良女子大学	
			国立研究開発法人理化学研究所	
			国立大学法人鳥取大学	
		【C2】量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	国立大学法人大阪大学	
			国立大学法人神戸大学	
			国立研究開発法人産業技術総合研究所	

13

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆ 研究開発の実施体制

2022～2023年度（2019年度採択） ステージゲート審査後フェーズB（助成）

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

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

14

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

◆ 動向・情勢の把握と対応

2020年度追加公募の実施

情勢	対応
プロジェクト開始当初（2019年度）、超微量センシングに分野を限定したため、想定していた採択テーマ数を下回った。 センサの重要性が益々高まっており、幅広いシーンが想定されるようになってきた。	2020年度に本PJの拡充のための追加公募を実施。分野限定を外すとともに、センシング対象を拡充し、研究開発項目①を5件、研究開発項目②を1件採択し、研究を開始した。

コロナ禍の状況下での対応

情勢	対応
2020年度新型コロナウイルスが世界的パンデミックを引き起こし、その検出のニーズが高まった。	研究開発項目①の「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」テーマについて、期中に加速予算を配賦し、開発当初の検出対象ウイルスであ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」を新たな対象に加え、早期実用化を目指し、全体開発の促進に努めた。

15

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

◆ 研究開発の進捗管理

会議名	主なメンバー	目的・対象	頻度	主催者
技術推進委員会	・外部有識者 ・NEDO(PM) ・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
進捗報告会	・実施者 ・NEDO(PM)	【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
ステージゲート審査委員会	・外部有識者 ・NEDO(PM) ・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

技術推進委員会や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

16

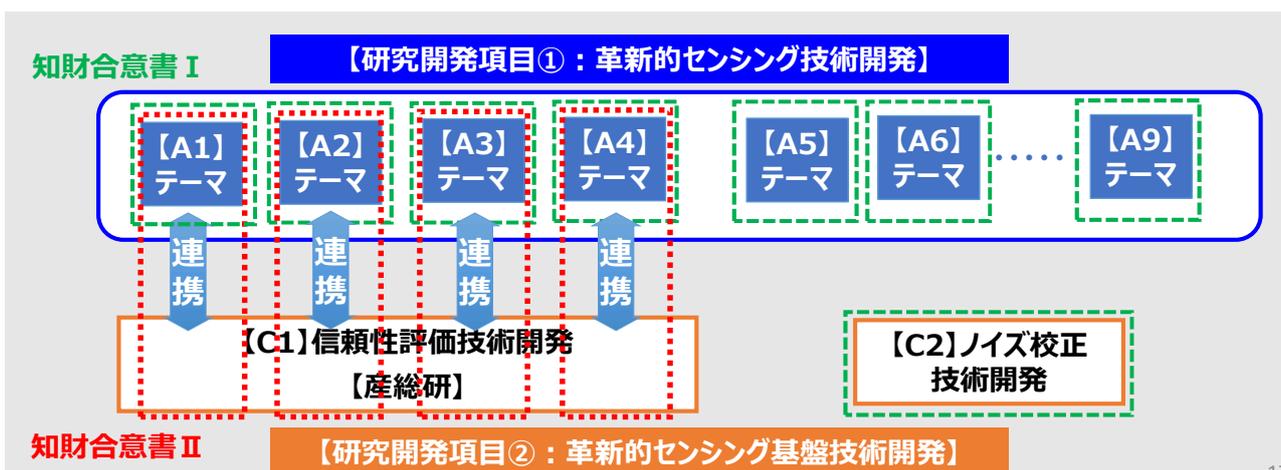
2. 研究開発マネジメント (5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

◆ 知的財産管理

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

★ **本PJの知財方針**では、**テーマ間連携に関する事項**を記載

【研究開発項目①の各デバイス開発テーマ】と研究開発項目②の信頼性評価技術開発はテーマ間連携があり、**別途、知財合意書(II)**を策定



17

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆個別テーマ毎の目標と達成状況

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	中間目標 (代表例)	成果と達成度	備考	
【A1,B1】血中成分の非侵襲連続超高度計測デバイス及び行動変容促進システムの研究開発	<ul style="list-style-type: none"> センサ・モジュール評価用光学ファントム標準器の開発、デバイス設計・開発 10mPa分解能の光音響センサの実現 	<ul style="list-style-type: none"> 光学ファントム標準器の開発済み、センサ仕様決定、試作器を開発 10μPa分解能の光音響センサの実現 	○	
【A2】薄膜ナノ増強蛍光による経皮ガス成分の超高度バイオ計測端末の開発	<ul style="list-style-type: none"> アセトンガス用の超高度ガス計測デバイスと極低濃度ガス発生・評価系を作製 デバイス評価を行うことで、小型ウェアラブル計測端末の動作モデルの構築を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 極低濃度ガス発生・評価系にてアセトンガス濃度：60 ppt、精度±5%を確認(世界初) センサモジュールを試作、光学系を除き999 cm³で構築 	○	参画事業者のMEMS事業譲渡の影響で、2021年9月30日をもって事業終了
【A3,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	<ul style="list-style-type: none"> 検出から解析まで行うことができる試作機を完成させる。 試作機での1分検出実現に資する検出プロトコルを確立 	<ul style="list-style-type: none"> 全自動測定を行う試作機が完成 マイクロエルとAIE試薬を用いた、インフルエンザ、ノロ、新型コロナウイルスの1分検出プロトコルが完成 	○	—
【A4】次世代公共インフラ実現へ向けた高密度センサ配置による微小量信号計測技術の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> シート型超微小物理量センサシステムの研究開発 	<ul style="list-style-type: none"> 検出精度は、 振動センサについて、高さ4.5m距離15m以内の範囲で振動検出を確認 差分センサについて、各軸間のカップリング誤差目達成 	○	2021年度ステージゲート審査結果を踏まえ、2022年3月31日をもって事業終了

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み (中間) / 一部達成 (事後)、×未達
事業を継続しているテーマについては、研究開発の進捗は順調

18

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆個別テーマ毎の目標と達成状況

研究開発項目① 革新的センシング技術開発 (2020年度開始)

開発テーマ	中間目標 (代表例)	成果と達成度	備考
【A5】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	<ul style="list-style-type: none"> 非ニュートン性、粘弾性の測定が可能な革新的粘性センサの原理の実証 建機を模擬した環境での実証試験 	<ul style="list-style-type: none"> ニュートン流体を約3%の精度で測定することに成功 建機の基幹システムへの接続方法の設計、ICTサービスのプロトタイプモデル試作 	△ (2022年12月達成見込み)
【A6】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	<ul style="list-style-type: none"> 高速・高SNR撮像素子の開発 (1万画素撮像素子) 製造装置内流体濃度分布計測の実証 	<ul style="list-style-type: none"> 画素数19600のイメージセンサの設計・試作を完了 吸光・発光撮像、およびプラズマ撮像が行えることを確認 	△ (2023年2月達成見込み)
【A7】波長掃引中赤外レーザによる次世代火山ガス防災技術の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 波長7~8μm帯の波長掃引パルスQCLモジュール光源、高温環境下でも十分な受光感度を有する赤外受光素子、高速応答な差動検出型の受光モジュールを開発 	<ul style="list-style-type: none"> 世界最小の波長掃引パルスQCLを開発し、1次モジュールに搭載し連続動作試験中。 赤外受光素子を開発し、差動検出モジュールに搭載し最適化の検討中。 	△ (2023年2月達成見込み)
【A8】高真空ウェハレベルパッケージングを適用したMEMSセンサーの研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 基本プロセスの実証 1 Pa以下の封止圧力を実現すること 高真空セラミック/缶パッケージと比べて1/100以下の体積に小型化 	<ul style="list-style-type: none"> 内部にデバイスがない試料で10 Pa以下の封止圧力を確認 内部にデバイスがある試料を完成させ、超小型パッケージの形態を確認 	△ (2023年3月達成見込み)
【A9】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	<ul style="list-style-type: none"> IMS分析装置 (検出感度改善：目標1ppb) 呼気分子のIMS多成分検知：10種類以上 マイクロ予備濃縮器をIMSに接続し、100pptガスの検出 	<ul style="list-style-type: none"> 酢酸にて目標検出感度0.5ppbを前倒しで達成 6種類の分子成分を検知 マイクロ予備濃縮器とIMSを用いて1ppbガスの濃縮と検出 	△ (2023年3月達成見込み)

全体として研究開発の進捗は順調

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み (中間)

19

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆個別テーマ毎の目標と達成状況

研究開発項目② 革新的センシング基盤技術開発

開発テーマ	中間目標(代表例)	成果と達成度
【C1】超微量センシング信頼性評価技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 kHz-10 kHzにおいて、大気圧下で1 mPa以下の圧力を放射圧により負荷するシステムの構築 ● 相対湿度ほぼ100%である空気で希釈したppb濃度レベルのVOC標準ガス発生装置を開発 ● 標準的なウイルスの精密分離精製手法を確立し、ウイルスRNAおよびたんぱく質の正確な定量によりウイルス粒子の個数評価を可能にする見通しを得る。 ● 1-100 Hzにおいて従来の100倍程度性能が向上した高精度・高確度な低周波振動測定装置を開発し、微小な振動変位を検証する見通しを得る。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 目標範囲を超える10 Hz-20 kHzにおいて、大気圧下で1 mPa以下の圧力分解能が達成できていることを実証 ● 露点約35℃の空気を調製 ● ppb濃度レベルのVOC（アセトン）標準ガスの発生を確認 ● 2段階超遠心法によるウイルス精製法を確立 ● ドロップレット型デジタルPCRを新規導入し、ウイルスRNAの測定条件を確立 ● 防振装置の導入とレーザ干渉計の改良により、1-100 Hzにおけるレーザ干渉式振動測定装置のノイズレベルを1/100以下に低減
【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	<ul style="list-style-type: none"> ● ジョセフソン効果を用いた小型標準器のプロトタイプを作製 ● 汎用型センサ評価機の直流電圧計測精度（1 mV ± 50 nV） 	<ul style="list-style-type: none"> ● プロトタイプ2号機作製 ● 一次標準器を用いて校正（安定性評価）を行い、約5.17mVに対して標準偏差（1σ）0.4nV達成

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）

全体として研究開発の進捗は順調

20

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

◆成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目②【C1】

超微量センシング信頼性評価技術開発

項目	開発テーマ	現状	最終目標（代表例）	達成見通し
研究開発項目②	【C1】超微量センシング信頼性評価技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ● ピエゾ抵抗型音響センサの、水中における15k-100 kHzの微小音圧検出能力の評価システムを構築 ● 露点約35℃の空気を調製。開発中の装置にて、sub ppbレベルのVOC（アセトン）標準ガスの発生を確認。 ● 2段階超遠心法によるウイルス精製法を確立。デジタルPCRを新規導入し、ウイルスRNAの測定条件を確立。 ● 1-100 Hzにおけるレーザ干渉式水平振動測定装置のノイズレベルを1/100以下に低減。鉛直方向の装置も開発。デジタル出力型振動センサの評価技術も開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水中10 kHz-100 kHzの微小音圧検出および1 kHz-100 kHzで、放射圧による1 mPa以下の圧力発生。 ● 多様な生体ガス、目的成分に対応可能であり、数100 ppt 濃度レベルに対応でき、短時間で濃度を変えられ、複数種の共存成分を含むVOC 標準ガス発生装置を整備する。 ● 当該デバイスを実用適用した場合の分析性能評価を行い、検出可能なウイルス粒子濃度帯を明らかにする。 ● 0.1 Hzから100 Hzにおける振動センサの応答性能を1%の精度で評価する。振動センサの耐温度環境性試験に関する手法を開発し、その手順書を提示する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水中では低周波側の評価が難しいが、海外研究機関の有する水槽等で低周波校正を行えば、本研究においても評価でき達成可能。 ● 標準ガス発生ラインを追加することにより、多様な成分を含む標準ガスを発生可能であり、数100pptレベルまでアセトンを測定できているので、他のVOCについても十分に測定可能（達成可能） ● ウイルス標準試料に対して正確なウイルス個数濃度を付与し、センサの分析性能（感度、精度等）に関する評価手順を確立する（達成可能）。 ● 振動センサを高精度に評価可能な機構を開発する。また、実用的な振動センサの耐温度環境性試験に関する手法を開発する（達成可能）。

特に大きな遅延はないため、最終目標も達成見込み

21

3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

◆成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目②【C2】

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

項目	開発テーマ	現状	最終目標 (代表例)	達成見通し
研究開発項目②	【C2】量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 国家標準との整合性+30 μV分解能を実現し、直流での目標達成。交流発生についても目標達成を達成。ジョセフソン素子の試作・評価を繰り返し、シャビローステップの発現に成功。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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) ● 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 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2022年度時点ではほぼすべての目標を達成。
		<ul style="list-style-type: none"> ● 一次標準器を用いて校正 (安定性評価) を行い約5.17 mVに対して標準偏差(1σ)0.4 nVを達成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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) ● ワイヤレスでの校正頻度を1回/日 	<ul style="list-style-type: none"> ● サンプリング校正スキームの確立を見据えた装置設計が課題。すでに回路シミュレーションを組み合わせた装置のばらつき評価に着手し、目標達成の見込み。
		<ul style="list-style-type: none"> ● 抵抗値温度係数が±10 ppm/°C、抵抗値範囲±0.12 %、カテゴリー温度範囲0 °C~85 °Cの精密抵抗の開発 (試作段階) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 抵抗値温度係数が±20 ppm/°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 	<ul style="list-style-type: none"> ● 量産可能な微細加工法の開発が課題。フォトリソとプラズマエッチングの導入により確実に目標達成の見込み。
		<ul style="list-style-type: none"> ● 4台のセンサ評価機で精度ばらつきが大きいことを確認。4台中2台で複数の汎用型センサ評価機の直流電圧出力精度が1mV±200nVを満たすことを確認。4台のセンサ評価機は固有の入出力特性パラメータ特徴量を持つことを確認。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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と外部デバイスとのインタフェース構築 	<ul style="list-style-type: none"> ● 精度ばらつきの低減、入出力特性の「経時変化」の測定、汎用型センサ評価機の出力精度推定アルゴリズムの構築が課題。数十台規模によるセンサ評価機の入出力特性の測定、様々の測定器とのインタフェースの検討で目標達成の見込み。
		<ul style="list-style-type: none"> ● 固有の入出力特性パラメータ特徴量から汎用型センサ評価機固有ID取得方法を検討。ブロックチェーンによる管理システムを構築。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 汎用型センサ評価機のハードウェア改ざん検出を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大規模な汎用センサ評価機群に対応可能な固有ID生成アルゴリズムに対応することが今後の課題。数十台規模によるセンサ評価機の評価および頑健固有ID生成アルゴリズムの構築で目標達成の見込み。

特に大きな遅延はないため、最終目標も達成見込み

22

3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

◆成果の普及

	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	計
論文	1	5	11	1	18
研究発表・講演	11	21	54	0	86
受賞実績	0	0	4	0	4
新聞・雑誌等への掲載	4	2	4	1	11
展示会への出展	7	4	16	1	28

※2022年3月時点(予定含む)

成果リリースの発信については積極的な広報活動を展開中

2020年度の追加公募に向けた事業者発掘や本PJの幅広い認知向上を目的に「IoT社会実現のための革新的センシング技術開発シンポジウム」を開催(2020年1月)

23

3. 研究開発成果 (4) 知的財産権等の確保に向けた取組

◆知的財産権の確保に向けた取組

	2019 年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度	計
特許出願 (うち外国出願)	1	10(1)	27(10)	0	39件

※2022年3月時点(予定含む)

着実に件数を積み上げており、
今後の実用化・事業化への促進に期待

24

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し

◆実用化の見通し

研究開発項目①【A3】

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

●商品イメージ

新型コロナ、インフルエンザ、ノロウイルスなどの感染症の発生を抑えたい施設（例えば高齢者施設、食品工場など）をターゲットに、入口で職員・訪問者のウイルス有無のスクリーニングを迅速にできる装置を設置する事で、**施設内のウイルスによる感染リスクを最小化する「ウイルスゲートキーパー」という、全く新しいサービスを提供する。**



ウイルスゲートキーパーの導入イメージ

●競合技術に対する優位性

ウイルスゲートキーパー：**1分でウイルス検出**

(競合技術)

- ・PCR：増幅反応だけで理論的限界で5分以上、更に前処理に数10分
- ・イムノクロマトグラフィ：測定時間15～30分

→ **「1分検出」は、競合技術では到達困難ウイルスゲートキーパーが唯一となる優位性**

●実用化に向けた取組

- ・**高齢者施設**などの小規模施設向け装置
… コニカミノルタ
- ・**食品工場**などの中規模施設向け装置
… ワイエイシイホールディングス

- **助成事業期間（～2023年度）中に量産化に向けた製品仕様を確定**
- 製品化開発期間を経て、販売開始予定

25

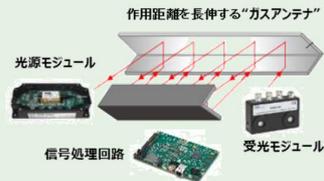
4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し

◆ 実用化の見通し

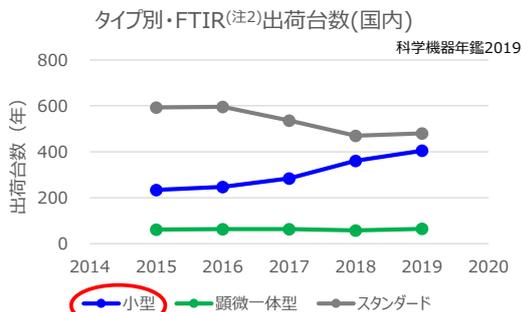
● 実用化における優位性

【製品のイメージ】

- ・デバイス製品
- ・モジュール製品
- ・PFM(注1)製品
- ・次世代赤外分析装置



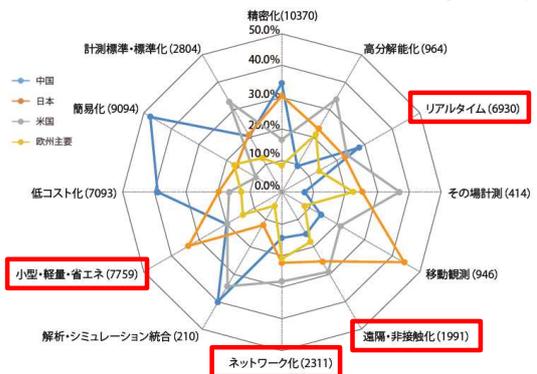
- 小型堅牢・高信頼性
- 瞬時の赤外スペクトル計測
- 遠隔・非接触・リモート計測
- IoTによるセンサネットワーク



注1) PFM: Platform
注2) FTIR: Fourier Transform Infrared Spectroscopy

● 計測分析器の特許出願件数から見た技術動向

NEDO TSC foresight vol.26 (2018)



● 量産化技術の見通し

- 事業部の製品化スキームの導入
- 生産クリティカルパスの工程開発
- 受発光デバイスの世界トップメーカ
- 世界の分析機器メーカと取引実績
- 光産業の垂直統合モデル

26

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し

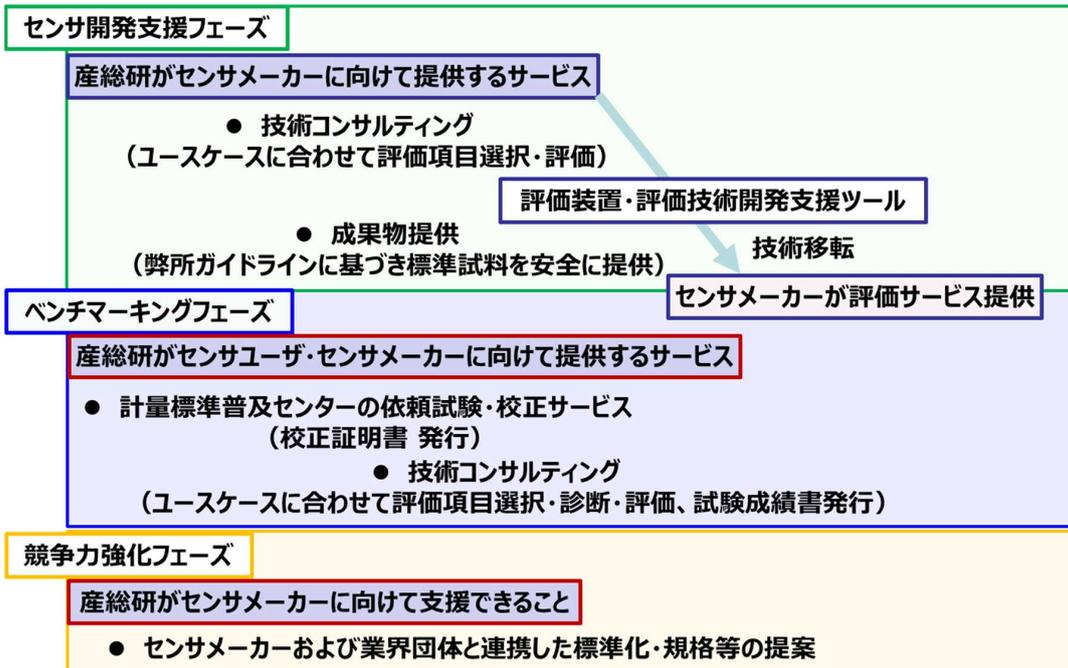
◆ 実用化に向けた戦略

研究開発項目②【C1】

超微量センシング信頼性評価技術開発

センシング信頼性評価のねらい

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



27

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し

◆実用化に向けた戦略

- 2022年度に2022年度にサンプリング校正の方法論を確立し、NITEの認証(ASNITE認定)の取得に向け開発
- 2023年度以降は、ワイヤレス校正の校正・補正するアルゴリズム構築
- 2024年度に新会社の設立

◆実用化の見通し

サンプリング校正及びワイヤレス校正スキームは、現在の電気校正スキームと一線を画す技術コンセプトで、この技術により、電気校正の在り方が大きく変わり、IoT/DX社会に対応可能な電気校正スキームを確立

研究開発項目②【C2】

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

現在の電気校正スキーム



本PJで実現を目指すスキーム



医療・ヘルスケア



微弱な脳波や心電等の機器の校正
⇒診断精度の向上

ウイルス対策



微弱なウイルス信号を検出する装置の校正
⇒水際対策の強化

自動車



自動運転を実現するセンサの電氣的な校正
⇒自動運転の事故を減少

構造物インフラ



微小な変化等を検出するセンサの校正
⇒劣化診断の精度を向上

概要

		最終更新日	2022年8月10日
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	プロジェクト番号	P19005
担当推進部/ PM、担当者	材料・ナノテクノロジー部 PM 氏名 春山博司 (2022年7月～現在) 材料・ナノテクノロジー部 PM 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 PM 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 木原且裕 (2019年10月～現在) 材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 中島徹人 (2020年4月～現在) 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)		
0. 事業の概要	<p>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。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>【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。</p> <p>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。</p> <p>【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。</p> <p>【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。</p> <p>【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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>		

II. 研究開発マネジメントについて

事業の目標

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。

■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。

【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」

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。

・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。

・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。

	実施事項	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	2023fy	2024fy
事業の計画内容	研究開発項目①						
	研究開発項目②						
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載 (単位：百万円))	会計・勘定	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	総額	
	総予算額 (一般会計)	282	991	819	639	2732	
	(委託)	282	991	819	539	2632	
	契約種類： ○をつける 委託 (○) 助成 (○) 負担率 ()	(助成) ：助成率 1/2 (大企業) 2/3 (中小・ベンチャー)	-	-	-	100	100
開発体制	経産省担当原課	産業技術環境局 研究開発課 プロジェクト室					
	プロジェクトリーダー	-					
	委託先 (*委託先が管理法人の場合は参加企業数及び参加企業名も記載) 助成先	研究開発項目① ・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 ・東京医科歯科大学、NMEMS 技術研究機構 ・産業技術総合研究所、コニカミノルタ、ワイエイシイダステック、埼玉大学 ・大阪大学、神戸大学、東電設計、東電タウンプランニング ・産業技術総合研究所、ヤマシンフィルタ ・東北大学、アストロデザイン、フジキン ・浜松ホトニクス、産業技術総合研究所 ・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 ・シャープ、ダイナコム、奈良女子大学、理化学研究所、鳥取大学 研究開発項目② ・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					
情勢変化への対応	【2020年度追加公募の実施】 プロジェクト開始当初(2019年度)、超微量センシングに分野を限定したため、想定していた採択テーマ数を下回った。しかしセンサの重要性の高まりにより、2020年度では本PJの追加公募を実施し、分野限定を外すとともに、センシング対象を拡充した。 【コロナ禍での状況下での対応】 2020年度新型コロナウイルスが世界的パンデミックを引き起こし、その検出のニーズが高まったことから、研究開発項目①の「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」テーマについて、期中に加速予算を配賦し、開発当初の検知対象ウイルスであ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」を新たな対象に加え、早期実用化を目指し、全体開発の促進を進めた。						

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9月実施 担当部 材料・ナノテクノロジー部			
	事後評価	-			
Ⅲ. 研究開発成果について	◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達				
	研究開発項目①「革新的センシング技術開発」 (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、公立大学法人富山県立大学、国立大学法人電気通信大学、一般財団法人マイクロマシンセンター]				
	研究開発項目	中間目標	研究開発成果	達成度	今後の課題と解決方針
	①試作モジュールを用いたウェアラブルデバイスの開発	1) センサモジュール評価用光学ファントム標準器の開発	1) Ge 基板上に成膜した各濃度における吸収を反映する標準器を開発完了。	○	-
		2) センサ仕様決定	2) 人工膜を用い、非侵襲で生体成分計測するために必要なセンサ仕様を決定完了。	○	-
		3) デバイス設計・開発	3) 各機関で開発したセンサを搭載できる光学系を開発。また、押し圧調整治具を開発。	○	-
	②-(1)遠赤外光ディテクタの研究開発	1) 20 mg/dL 分解能の血糖を計測するための 1mPa 分解能の音響センサ	1) 試作センサによる血糖計測、10 μPa 以下の分解能で音響センサの実現	○	-
		2) ファントムを用いた血糖変化計測	2) ファントムを用いて 60～200mg/dL 濃度の血糖変化計測を 20mg/dL の分解能で実現	○	-
	②-(2)中赤外光ディテクタの研究開発	1) 検出波長長波長化：3～4μm	1) 4 μm までの中赤外検出完了	○	-
		2) 検出効率の増大と暗電流ノイズ抑制 S/N104 達成	2) 現状性能の外挿により、S/N10 ⁴ の高 S/N の達成を確認	○	-
3) 血中成分検出の確認		3) 標準器の透過検証、疑似血液（イントラリポス）の濃度変化検証完了	○	-	

③-(1) 遠赤外光ディテクタの構造試作	光音響効果検出可能な数mm ² サイズの超高感度遠赤外光ディテクタの製造プロセス設計及び試作を、産業技術総合研究所つくば東事業所所有の8インチMEMS試作ラインを借用し、実施し工程表を策定する。	8インチウェハを用い、反りの少ない高感度ピエゾ抵抗型片持梁デバイスと共鳴器デバイスの試作を完了し、その2つのデバイスの一体型試作を完了。工程フローシートとして纏める。	○	-
③-(2) 中赤外光ディテクタの構造試作の研究開発	デバイス背面光入射構造プラズモニックフォトディテクタ(波長帯:3~4μm)の製造プロセス設計を完了し、産業技術総合研究所つくば東事業所所有の8インチMEMS試作ラインを借用し、実施し工程表を策定する。	高感度化に向けた背面照射と低障壁化を実現したシリサイドショットキー電極ナノアレイ構造の製造プロセス設計を完了し、再現性の高いデバイス試作を完了。工程フローシートとして纏める。	○	-

(2) 薄膜ナノ増強蛍光による経皮ガス成分の超高感度バイオ計測端末の開発
 [実施体制: 国立大学法人東京医科歯科大学、技術研究組合 NMEMS 技術研究機構]

研究開発項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①-a ナノ光学系の設計及び作製、評価	ナノ構造による蛍光出力の増幅効果をもたらす「ナノ光学系」を作製し、小型化と感度向上を同時に達成	ナノ光学系: ・ナノ光学系によるNADH溶液測定の初期検討を完了 ・ナノ構造体の設計・作製・評価を行った	△	【今後の課題】 ナノ構造による蛍光増強効果の最大化 【解決方針】 ナノ構造の最適化
①-b1 気液バイオ反応系の設計、及び材料の選定	・酵素反応系、酵素固定化膜の改良により、超高感度な計測が可能な実験系の構築 ・ナノ光学系の効果と併せて従来(7ppb)の1/100の極低濃度(10pptレベル)の計測を達成	・酵素反応系及び固定化法の選定を完了 ・光学系の選定、フローセル構造の最適化にて従来の「光ファイバ」系で定量下限500pptを達成	△	【今後の課題】 さらなる高感度化による10pptレベルのアセトンガス計測 【解決方針】 ナノ光学系との融合による高感度化の達成
①-b1 気液バイオ反応系の設計、及び材料の選定(追加配賦)	・マイクロ流路・マイクロポンプによる皮膚ガス・溶液の送液構造の実現 ※具体的には、気液マイクロ流路に入手可能なマイクロポンプによる数μLの溶液を±10%以内の流量変動で安定供給を実現	・GA架橋加熱乾燥法による酵素固定化膜を試作、100ppbのアセトンガスへの応答を確認、最適化条件の検討 ・酵素膜成膜用として微量微圧塗布装置を選定(膜厚バラツキ3.9%)	△	【今後の課題】 酵素膜の量産化プロセスの確立

	①-b2 気液マイクロ流路の設計と開発	<ul style="list-style-type: none"> ・マイクロ流路・マイクロポンプによる皮膚ガス・溶液の送液構造の実現 ※具体的には、気液マイクロ流路に入手可能なマイクロポンプによる数μLの溶液を±10%以内の流量変動で安定供給を実現 	<ul style="list-style-type: none"> ・試作済みマイクロ流路と電気浸透流ポンプ(E0ポンプ)を用いたNADH溶液の送液構造を構築 (微小流量の安定送液を確認) 	○	【今後の課題】 光学系との一体プロセスの検討
	②簡易型の極低濃度ガス発生・評価系の構築	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易型の極低濃度ガス発生装置にて生成した10pptレベルのアセトンガスを濃縮ガス生成装置とアセトンガス用のバイオスニファを用いた評価実験系を用いて評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易型の極低濃度ガス発生装置により、ベースガス濃度に対して100倍以上(125倍)の希釈を実現 	○	【今後の課題】 希釈による極低濃度ガス発生には、物質吸着などの物理物性的、ガス流量制御の精度的な限界がある 【解決方針】 ガス分子の吸着を極限まで低下させた配管内コーティング法の開発、高精度な流量コントローラーの利用。今回は追加配分にてパーミエーションチューブ法を採用したガス発生装置を導入
	②極低濃度ガス発生・評価系の構築 (追加配賦)	<ul style="list-style-type: none"> ・高精度・極低濃度ガス発生装置にて生成した10pptレベルのアセトンガスの濃度の信頼性を、同じ実験系を用いて発生ガス精度を算出。精度としては10pptレベルのガスとして±5%を達成 ・清浄な気相環境下で、開発したセンサを用いて「被験者の皮膚ガス計測(ドラフト内)」を実施し、その有用性を評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・アセトンガス濃度：60ppt、精度±5%を確認(世界初) ・光ファイバ型アセトンガスセンサを用いて経皮アセトンガス計測を清浄環境にて実施中 	○	【今後の課題】 60ppt未満の標準ガスアセトン発生の精度検証。清浄な気相環境での生体ガス計測実験 【解決方針】 生体ガス計測にはナノ光学系の実装による高感度化が必須。60ppt未満の標準ガスアセトン生成精度の検証は現在進行中

	③超高感度バイオ計測端末の原理モデル（動作モデル）の作製	・経皮アセトンガスセンサモジュールを1000 cm ³ （従来比1/10）以下のサイズで実現	・光ファイバプローブを用いた光学系搭載のアセトンガスセンサモジュールを試作。光学系を除き999 cm ³ で構築 ・EOポンプによる設計流速でのNADH溶液の安定送液を確認 ・MEMS集積（マイクロ流路とナノ光学系の融合）に基づく試作機を設計	○	【今後の課題】 商品化に向けたさらなる小型化
--	------------------------------	---	--	---	---------------------------

（3）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：国立研究開発法人産業技術総合研究所、コニカミノルタ株式会社、株式会社ワイエシイダステック、国立大学法人埼玉大学]

研究開発項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①-1 センシング機構の研究開発	制御用ソフトウェアと、解析ソフトウェアを搭載し、検出から解析まで行うことができるデスクトップ型試作機を完成させる。この試作機を用いて、唾液や手のひら拭い液を模擬したサンプル中に添加した10コピー/μlのノロ、インフルエンザ、新型コロナウイルスの1分検出を実現する。	全自動測定を行う試作機が完成。マイクロウエルとAIE試薬を用いたウイルス1分検出プロトコルが完成。マイクロウエルと磁気微粒子と酵素試薬を用いたウイルスの超高感度1 aM 検出プロトコルが完成。	○	-
①-2 高齢者施設導入用システムの研究開発	「①-1」で開発した試作機に、高齢者施設用ユーザーインタフェース部、混合部、洗浄部を組み込み、自動化プロセス機能を有した試作機の動作確認を完了する。	唾液検体採取/抽出具の高齢者施設向けの改良および自動化プロセス機能を備えた試作機による動作試験が完了。	○	-
①-3 食品工場導入用システムの研究開発	「①-1」で開発した試作機に、食品工場用ユーザーインタフェース部、混合部、洗浄部を組み込み、自動化プロセス機能を有した試作機の動作確認を完了する。	食品工場用ユーザーインタフェースの仕様確定と設計が完了。	△	コロナ禍の影響で食品事業者へのヒアリングに遅れが生じていた。コロナ禍に対する社会情勢は改善。開発済試作機の要素部品を活用して効率的に製作を進める。

	②-1 制御用ソフトウェアの研究開発	「①-1」で開発された試作機に、制御用ソフトウェアをインストールして正常動作を確認する。	フェーズ A 試作機用の制御ソフトの製作及び動作確認が完了。	○	-
	②-2 解析ソフトウェアの研究開発	「①-1」で開発された試作機に、解析ソフトウェアを実装する。	フェーズ A 試作機用の解析ソフトの製作及び動作確認が完了。	○	-
	③-1 センサチップの研究開発	「①-1」で開発された試作機に、ユーザビリティ性のある交換可能なチップを搭載する。	ディスプレイ化した流路型センサチップ、及びセンサチップ自動装填機構が完成。	○	-
	③-2 AIE 検出試薬の研究開発	「①-1」で開発された試作機での1分検出実現に資するAIE 検出試薬を提供する。	インフルエンザ検出用、ノロウイルス検出用、及び新型コロナウイルス検出用の新規AIE 試薬の作製が完了。 mg オーダーの試薬供給体制を確立。	○	-
	③-3 検査試薬キットの研究開発	「①-1」で開発された試作機に、1分検出実現に資する検査試薬キットを搭載する。	ユーザビリティを考慮した試薬ボトルの試作品の作製及び装置への実装が完了。	○	-
	④ 検出プロトコルの研究開発	「①-1」で開発された試作機での1分検出実現に資する検出プロトコルを確立する。	マイクロウェルとAIE 試薬を用いた、インフルエンザ、ノロ、新型コロナウイルスの1分検出プロトコルが完成。 マイクロウェルと磁気微粒子と酵素試薬を用いた、インフルエンザ、ノロ、新型コロナウイルスの超高感度1 aM 検出プロトコルが完成。 生物発光試薬の候補物質選定が完了。	○	-
<p>(4) 次世代公共インフラ実現へ向けた高密度センサ配置による微小量信号計測技術の研究開発</p> <p>[実施体制：国立大学法人大阪大学、国立大学法人神戸大学、東電設計株式会社、東電タウンプランニング株式会社]</p>					
	研究開発項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針

	①シート型超微小物理量センサシステムの研究開発 (国立大学法人 大阪大学)	(a) 検出精度：電柱上部 3m 周辺 20m 範囲の検知 (b) 検知加速度：1～10 m/s ² @1Hz-30Hz (c) x, y, z の各軸間のカップリング誤差 (10%以内)	検出精度は高さ 4.5m 距離 15m 以内の範囲で振動検出を確認。検出加速度、各軸間のカップリング誤差は産業技術総合研究所における試験にて目標達成済み。	○	・検出感度の検討における加振条件の定量的設定 ・土砂災害対応に向けた検出周波数の検討 ・クラウド通信仕様の検討
	②微小信号処理システムとそのネットワーク化の研究開発 (国立大学法人 神戸大学)	(a) 20m 距離において信号対雑音比 5dB を実現 (従来比 10dB 以上の感度向上を達成) (b) センサから地表面と交通量の情報取得 (c) 消費電力 10W。20m 範囲をカバーする複数電柱ネットワークによる地表面と交通量の情報取得。	20m 距離の低ノイズ音圧取得と消費電力 10W を達成。複数電柱による交通量情報精度向上を確認。	○	交通量情報精度向上のための機械学習アルゴリズム改良と専用ハードウェア実装を実施予定
	③自然災害の情報アルゴリズムの研究開発 (東電設計株式会社)	(a) 災害事象ごとに評価アルゴリズムを統合したシステム基本設計の終了 (b) 上記基本設計に基づき、一連の動作確認が出来るシステムの試作	地震・土砂災害など、各災害事象の評価アルゴリズムを開発。アルゴリズム単体の動作を確認。	○	防災科学技術研究所で実施予定の実験結果を反映した土砂災害のアルゴリズムの改良を行う。
	④ユーザーインターフェースの研究開発 (東電タウンプランニング株式会社)	(a) 想定ユーザーのニーズに対応した災害時及び平常時の情報を表示できるソフトウェアの試作 (b) シート型マルチセンサの電柱への設置方法に関する基本設計の終了	表示ソフトウェア作成について実証実験結果から伝達可能な情報 (人・もの等) を整理し、平常時および災害時の利用シーンの検討・実施。センサを電柱へ設置するにあたり規制や条件の整理を行い、電柱現況のサンプル調査、センサ設置イメージの検討・実施。	○	2021 年秋に実施予定のフィールド実験を再評価し、検証結果をモックアップ版へ作成予定。電柱所有者、道路管理者との協議を行える基本設計を実施。センサモックアップを基に電柱所有者との初期協議。
(5) 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、ヤマシンプィルタ株式会社】					
	研究開発項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
	①粘性センサの原理の革新的高度化	【非ニュートン性、粘弾性の測定が可能な革新的粘性センサの原理の実証】 ・ニュートン流体の粘度測定：測定精度 3%	3.5mm 角超小型 MEMS 粘性センサ Ver.1 と駆動回路の開発を実現し、ニュートン流体を約 3%の精度で測定することに成功した	○	粘性センサ構造の厚さを最適化することで、最終目標の測定精度 1%に向上させる。

		<ul style="list-style-type: none"> ・非ニュートン性測定：ずり速度 1～50s⁻¹、ずり応力 0.01Pa～1Pa ・粘弾性測定：周波数 0.1Hz～50Hz ・ずり応力の測定の数値目標：5% ・粘弾性測定の位相角の分解能：3° ・振動、圧力、温度の影響の基礎検証実験 	粘性センサ超小型化により共振周波数 $\omega_0=10\text{kHz}$ を実現することで、非ニュートン性測定的前提となる三角波駆動条件下で振動体の変位を三角波にすることに成功した。	△ (2022年9月達成予定)	高粘度の液中で、5次の項 $\ll \omega_0$ かつ高次の奇数項 $\neq \omega_0$ を満たすような最適駆動条件を探索することで、中間目標を達成する。
②粘性センサの積層パッケージ化による高度化		【厚み 100 μm 以下、チップサイズ 5mm 角以下の微小な粘性センサとホルダー管体の開発】 <ul style="list-style-type: none"> ・粘性センサの改良と施策を複数回行う 	MEMS 粘性センサ ver.1 を試作、評価し、変位センサのノイズ源である引き出し配線部を短くした粘性センサ ver.2 を試作し、MEMS 寄生容量由来のノイズを大幅に低減した。さらに、電極にグラウンドシールド構造を施した粘性センサ ver.3 を試作し、オイルの寄生容量由来のノイズを低減した。	○	配線パターンの修正点を反映した粘性センサ ver.4 を試作することで、建機オイルフィルタ内部で所定の性能を達成する。
		<ul style="list-style-type: none"> ・サイズ目標：5mm 角 	SU-8 樹脂による流路形成及び PDMS との接合法を開発することで、3.5mm 角の超小型粘性センサ・マイクロポンプチップスケールパッケージング技術の開発に成功した。	△ (2022年9月達成予定)	液体入れ替え用のポンプをパワーがある圧電セラミックスタクチュエータ式に置き換えると共に流路構造の圧損を低減することで、オイルの入れ替えを実現する。
		<ul style="list-style-type: none"> ・隔壁間無線給電の電力目標：100mW 	磁界結合無線給電・データ通信用送受信コイル・回路基板一体化モジュールを開発し、フィルタ管内のマイコン内部データ (64bit) を隔壁間無線給電により読み出すことに成功した。	△ (2022年9月達成予定)	フィルタ内部の給電能力を元に、内部に設置する二次電池の容量を適切に設定することで、粘性センサシステム全体の駆動に必要な 550mW の給電を実現する。

③粘性センサの動作試験とIoTデバイス化	【建機を模擬した環境での実証試験】 ・建機を用いた試験を継続する	試作した MEMS 粘性センサ Ver. 2 を建機測定用治具に取り付け、MEMS 粘性センサで建機中のオイルの粘性を測定する一連の動作を実証した。	△ (2022年9月達成予定)	MEMS 粘性センサと周辺回路、及び隔壁間無線給電回路を一体化した基板とコイルをフィルタに内蔵することで、建機のオイルフィルタ内部のオイル粘性測定の実証を実現する。
	・建機の基幹システムへの接続方法の設計と、ICT サービスのプロトタイプモデルを試作する	基幹システムへの接続方法として YMO システムを開発した	△ (2022年9月達成予定)	上記動作実証試験を通じて、プロトタイプモデルを完成させる。
(6) 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]				
研究開発項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①高速・高 SNR 撮像素子の開発	画素数 1 万超・SNR70dB 超・撮像速度 1,000 枚/秒のグローバルシャッター CMOS イメージセンサ	画素数 19600 のイメージセンサの設計・試作を完了し、最高 SNR70dB, 1000 枚/秒のグローバルシャッター動作を達成	○	【今後の課題】 フェーズ B に取り組む予定の多画素化へ向けた技術開発
②小型分光イメージングデバイスの開発	小型分光イメージングデバイスのプロトタイプ	半導体製造チャンバーに取り付け可能とする光学インターフェイスに対応したイメージングモジュールを構築。開発イメージセンサと同期して駆動する光源モジュールを開発し、その動作を確認した。	△ (2023年2月達成予定)	【今後の課題】 イメージングモジュールと光源モジュールの高速同期動作の確認と動作の実証 【解決方針】 トリガ信号取り込みを行う。

③製造装置内流体濃度分布計測の実証	半導体製造装置内ガス・薬液濃度分布可視化実証	イメージングモジュールを試験チャンバーに取り付けて簡易的な撮像が行えることを確認した。また、真空チャンバーにプラズマシステムを搭載して、エッチング装置やCVD装置を模したプラズマを形成できるようにした。ガス濃度を変更して取得した画像データから検量線を取得し、取得された二次元画像から二次元のガス濃度分布を可視化するためのデータ解析フローを構築した。また、プラズマ形成に資する高真空系の制御、計測機器を構築。	△ (2023年2月達成予定)	【今後の課題】 3次元ガス濃度分布の可視化アルゴリズム確立。 薬液濃度分布可視化実証 【解決方針】 3次元空間の濃度分布可視化向け座標割り付け検討。 薬液層システムの構築。
-------------------	------------------------	---	--------------------	---

(7) 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]

研究開発項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①-1. 7~8μm帯の波長掃引パルスQCLモジュール光源の開発	波長7.2~8.2μmで波長掃引が可能、かつ容積が従来品比の約2万分の1である30cm ³ 以下の波長掃引パルスQCL光源の開発。70℃以上の最高動作周囲温度の達成。駆動回路を集積化させた光源モジュールの開発。	波長7.2~8.2μmの波長掃引、指先サイズ5cm ³ の波長掃引パルスQCL光源の開発、チップレベルで70℃の動作温度を達成。試作デバイスを用いて連続動作試験を開始。駆動回路を集積化させた光源モジュールの試作を完了。	△ 2022年12月達成見込み 達成事項・未達事項は左に記載 世界最小の小型化を実現	【今後の課題】 掃引波長の波長ドリフト。駆動回路のジッタが大きくS/Nを阻害。 【解決方針】 バーンインで波長ドリフトが収束するかを検証中。また、項目①-3と連携し計測後に波長を補正する方法を検討中。駆動回路は対策版の2次試作を実施する。

	<p>①-2. 裏面入射型・低 FOV 赤外受光素子の開発</p>	<p>低 FOV レンズの集積化を行い視野角を従来品の 1/10(10 度)に狭角化、波長 7~8μm 帯に受光感度ピークを持つ量子型光検出素子の開発。従来品から 85%以上の感度の向上(3.2mA/W 以上)、従来品の温度特性 1.2%/$^{\circ}$Cからの向上(0.9%/$^{\circ}$C以下)。</p>	<p>低 FOV レンズの集積および 10 度の視野角、受光感度 7~8μm の量子型光検出素子の開発は達成。感度は約 500mA/W と目標値を大幅に上回り達成。温度特性は、1.9%/$^{\circ}$Cと目標未達だが、目標を上回る受光感度が得られた素子設計がシステム全体には好適と判断。気密パッケージの開発にも成功。</p>	<p>△ 2023 年 1 月達成見込み 達成事項・未達事項は左に記載</p>	<p>【今後の課題】素子の個体差が差動増幅に与える悪影響。 【解決方針】項目①-3 と連携し、差動検出に適用して影響を調査し、検出回路の構成を含めて改善する。</p>
	<p>①-3. 受光モジュールの開発および計測アルゴリズムに対する最適化の検討</p>	<p>応答速度 10ns(応答帯域 DC~35MHz)のプリアンプおよび差動検出型のバランス検出回路を統合した受光モジュールの開発。項目②と連携し、計測アルゴリズムの最適化を実施。</p>	<p>プリアンプの応答速度は 30ns で目標未達。応答速度を早くすると、差動処理後のノイズ残渣が大きくなる事が判明。これ以上の広帯域化は、システム全体の性能向上に寄与しないと判断している。</p>	<p>△ 2023 年 2 月達成見込み 達成事項・未達事項は左に記載</p>	<p>【今後の課題】出力信号に重畳する外来ノイズ。計測アルゴリズムに対する最適化の検討が未了。 【解決方針】外来ノイズはフィルタにより除去。計測アルゴリズムは、項目②向けの評価機を準備中。連携課題を抽出し最適化を実施。</p>
	<p>②-1. 波長掃引パルス QCL モジュールを用いた低ノイズ計測手法の研究</p>	<p>光源由来の光学ノイズを 1/20 以下に低減できる計測手法、火山ガスと中赤外光との相互作用長を伸長する多重反射デバイス(ガスアンテナ)の開発。SO₂あるいは H₂S ガス相当の代替ガスにおいて、検出感度 0.1ppm の計測手法の実現を目指す。</p>	<p>ガスアンテナ開発により多重反射光学系をコンパクトに収め感度を高めた。差分検出構造の評価も進め、ノイズを 1/10 以下に低減できることも確認している。これにより検出感度 0.5ppm 程度が達成できている。</p>	<p>△ 2023 年 2 月達成見込み 達成事項・未達事項は左に記載</p>	<p>【今後の課題】個別要素の評価は行えているが、統合による評価が課題 【解決方針】システム構築により統合システムとしてのボトルネックが明確になるため、これを推し進める。</p>
	<p>②-2. 次世代赤外分光装置及びモニタリングシステムの開発</p>	<p>過酷環境下においてメンテナンスフリーで 24 ヶ月の無人運転に資する検出感度 0.10ppm の次世代赤外分光装置のプロトタイプを作製する。</p>	<p>火山環境に適合させやすいメンテナンスフリー構造を複数開発し、試験した。通信の低電力化も進め、24 か月通信に支障はないことを確認。システム化を進めており、プロトタイプ作製中である。</p>	<p>△ 2023 年 3 月達成見込み 達成事項は左に記載、未達事項はプロ</p>	<p>【今後の課題】②-1 同様に、統合化評価を行うことが課題。 【解決方針】統合システムとして個別要素の接続性、親和性について改良を進める。</p>

			トタイプ の作 製	
<p>(8) 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]</p>				
研究開発項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①基本プロセスの実証	1 Pa 以下の封止圧力を実現すること 高真空セラミック／缶パッケージと比べて1/100以下の体積に小型化すること	内部にデバイスがない試料で10 Pa以下の封止圧力を確認。 内部にデバイスがある試料を完成させ、超小型パッケージの形態を確認。 4インチプロセスを完了したものの、内部に封止したデバイスの動作は確認できていない。問題の把握と解決を急いでいる。	△ 2023年2月達成見込み	パッケージ内部に封止したデバイスが動作しない原因を調べ、その結果に基づき、プロセス要素技術とデバイス設計を修正し、ウェハレベルパッケージングプロセスをやり直す。この問題のブレークスルーにほとんどのリソースを投入する。
②SMSによるMEMSセンサーの研究	1° /h以下のバイアス安定性を実現すること	モードマッチ方式のジャイロの試作、評価を実施。モードマッチを実証。	△ 2023年2月達成見込み	研究項目①が難航しているため、そこから研究課題②は切り離し、デバイス単独で1° /h以下のバイアス安定性を実現する。
③温度補償技術の研究	Siへの高濃度ドーピングによる温度補償技術の実証	Siへの高濃度ドーピングによる温度補償をシミュレーションで実証し、それに基づきテストデバイスの試作が完了。	△ 2023年2月達成見込み	基礎研究を計画通りに行う。
<p>(9) 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]</p>				
研究開発項目	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①-1. 電子放出イオン化技術とIMSガス分析装置開発(シャープ)	電子放出イオン化IMSの装置性能向上：検出限界1ppb ダイナコム社が開発する信号処理技術と融合：検出限界100ppt	・IMS改良機を製作し奈良女子大に設置完。 ・酢酸にて目標検出感度0.5ppbを達成。 ・UIソフトを作成しIMS改良機に搭載完。	△ 2023年3月達成見込み	ターゲットの疾病とバイオマーカーが未確定のため、連携機関と協力して最優先で進める。

①-2. IMS 高度利用のためのインフォマティクス技術開発 (ダイナコム)	電子放出イオン化IMS から得られた検出信号に対する信号処理技術開発：SN比 10 倍以上改善	各種 VOC のスペクトルデータを格納するためのデータベースを構築した。 データ同化アルゴリズムを用いて、誤差調整パラメータの推定を行った。	△ 2023 年 3 月達成見込み	データベースを奈良女子大学に設置し、登録と解析処理の連携を進める。パラメータ推定についてはデータを増やして精度を向上する。
②-1. 希薄ガス分子のサイズ・反応性の理論的・実験的研究とデータベース構築 (奈良女子大学)	疾病と相関する呼吸分子の IMS 多成分検知：10 種類以上	IMS 試作改良機を用いて、疾病と相関する試料ガス 6 種類を IMS 分析し、分子成分を検知した。 濃度の異なる 2 成分系の混合ガスのスペクトルのデータベース化。	△ 2023 年 3 月達成見込み	実際の動物の呼吸から得られた分子と、合計 10 種類以上について、IMS 試作改良機で IMS の多成分検知を確認する。
②-2. イオン源の評価とイオン化挙動の解明 (理化学研究所)	大気中電子放出(AEE)素子の改良呼吸分析用 IMS のドープメント選択	SPring-8 のビームラインで AEE 素子に高輝度 X 線ビームを照射し、元素の空間分布や物性を分析。 ドープメント候補物質を選定・基礎実験完了。	△ 2023 年 3 月達成見込み	AEE 素子のサブミクロン領域での Si と Ag の分布を観察し、素子性能向上に向けた改良方針を決定する。
③-1. 呼吸サンプリング用マイクロ予備濃縮器の開発 (鳥取大学)	マイクロ予備濃縮器と IMS を用いた 100ppt ガスサンプルの検出	マイクロ予備濃縮器と IMS を用いて 1 ppb ガスの濃縮と検出を実現。	△ 2023 年 3 月達成見込み	マイクロ予備濃縮器と IMS と用いて ppt オーダーの標準ガス検出を図る。
③-2. 呼吸分析法の犬猫の各種疾患診断への応用 (鳥取大学)	犬猫の呼吸成分と各種疾患の相関説明	健康な犬の呼吸分析を実施し、レファレンス用データベースを作成。	△ 2023 年 3 月達成見込み	疾患を有する犬の呼吸分析を実施し、疾患と呼吸分析データの相互関係を解析する。

研究開発項目②「革新的センシング基盤技術開発」

(10) 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]

項目	中間目標	研究開発成果	達成度	今後の課題と解決方針
研究項目①：非侵襲血中成分計測に係る信頼性評価技術開発 ①-1：ピエゾ抵抗型音響センサに係る信頼性評価技術の開発	水中 10-100 kHz の微小音圧検出能力および体温付近における特性変化の評価システムを構築。 大気圧下 1 kHz-10 kHz で 1 mPa 以下の圧力測定	水温調節(10℃-50℃)で水中における 15k-100 kHz の評価システムを構築。 目標範囲を超える 10 Hz-20 kHz において、大気圧下で 1 mPa 以下の圧力分解能を達成	◎ 目標を超える 10Hz からの評価が可能となった。また 10 Hz 時の感度も 10 μPa と世界最高性能。	【今後の課題】 水中では 10 kHz の信頼性が低い保証できる 15 kHz からとしている。 【解決方針】 10 kHz での校正を進めることによって解決可能。2023 年 3 月達成見込み

	<p>①-2: 中赤外センサに係る信頼性評価技術の開発</p>	<p>グルコース溶液を用い、自己血糖測定器の規格20%の差を検出</p>	<p>正常な血糖範囲となる100-200 mg/dLのグルコース溶液を用い、自己血糖測定器の規格20%の差を検出する評価システムを構築</p>	<p>◎ 高精度 FT-IR の微弱精度 OD4.3 に対し、OD8 と大幅に微弱対応可能。また測定時間も20 ms からと高精度 FT-IR の50倍高速現象に対応可能。</p>	<p>【今後の課題】 センサ開発チーム側が測定系をATR法に定めたため、これに対応する。 【解決方針】 我々センサ評価チームでもATR法を導入し、ファントム等による評価技術を確立する。</p>	
	<p>研究項目②: 生体ガス成分計測に係る信頼性評価技術開発 ②-1: 生体ガス標準物質の調製法と濃度検証法の開発</p>	<p>相対湿度がほぼ100%である空気で希釈したVOC標準ガス発生装置について、センサデバイス開発側の要請に対応すべく、今回の加速により従来の目標を引き上げて、数100 ppt濃度レベルの標準ガスを発生できるものを開発する。また、今回の加速によって、発生させる標準ガスの発生濃度安定に要する時間の短縮を図る。</p>	<p>任意に湿度にできるVOC標準ガス発生装置を開発した。センサ開発側が要望したアセトン標準ガスについて取り組み、加湿を行っても、十分実用的な時間内に1 μmol/mol から sub nmol/mol の範囲で信頼性のある標準ガスが発生できることを確認した。</p>	<p>○</p>	<p>中間目標に対する課題はない。 【今後の課題】 アセトン以外の対象成分に対する濃度信頼性や共存物質による妨害の程度を評価するために、VOCを複数種混合する標準ガスを調製できることが必要。 【解決方針】 2021年度までに開発した標準ガス発生装置を拡張し、複数のVOC成分を混合できる標準ガス発生装置を開発する。</p>	

	<p>研究項目②：生体ガス成分計測に係る信頼性評価技術開発 ②-2：標準ガス調製装置による生体ガスセンサの合理的な評価法の開発</p>	<p>【2021年度末達成目標】 標準ガス調製装置を用いた生体ガスセンサの合理的な評価法を開発し、信頼性評価を実現させる見通しを得る。</p>	<p>標準ガス調製装置を用いた生体ガスセンサの合理的な評価法を開発した。信頼性評価を実現させる見通しを得た。 特に、窒素、酸素、アセトン等のガスを混合して、ガスセンサ評価のための標準ガスを調整する装置を整備した。標準ガス調製装置を用いて、ガスセンサの評価を実施することにより、標準ガス調整の課題点を抽出し検討した。また、ガスセンサの評価における課題点を抽出し検討した。</p>	○	<p>中間目標に対する課題はない。 今後、【2023年度末達成目標】の達成に向けて、加湿器付き多種混合VOC標準ガス発生装置等を用いて、連携先ガスセンサを評価すると共に、市販ガスセンサとの応答特性の比較評価を行う。また、合理的・客観的に評価するためのプロトコルを確立する。</p>
	<p>研究項目③：ウイルスゲートキーパーに係る信頼性評価技術開発 ③-1：ウイルス精密分離精製技術の開発</p>	<p>標準的なウイルスの精密分離精製手法を確立する。</p>	<p>2段階超遠心法によるウイルス精製法を確立し、手順書を作成した。</p>	○	<p>【今後の課題】 精確なウイルス個数濃度を得るための、より高純度なウイルス精製が必要 【解決方針】 クロマトグラフィー等による精製プロセスを検討予定</p>
	<p>③-2：微量ウイルスRNA定量法および微量ウイルスたんぱく質定量法の開発</p>	<p>ウイルスRNAおよびたんぱく質の精確な定量によりウイルス粒子の個数評価を可能にする見通しを得る。</p>	<p>ウイルスの定量に適切なセグメントを選定し、デジタルPCRによるウイルスRNAの測定条件を確立した。抗ウイルスたんぱく質抗体の選定を行い、デジタルELISAでの測定に使用可能であることを確認した。</p>	○	<p>【今後の課題】 精製ウイルスへの値付けにおける前処理法や測定条件の最適化 【解決方針】 同一試料を複数の方法で測定することにより、測定結果の妥当性を検証予定</p>

<p>研究項目④：微小振動計測に係る信頼性評価技術開発</p>	<p>1-100 Hzにおいて従来の100倍程度性能が向上した高精度・高確度な低周波振動測定装置を開発し、微小な振動変位を検証する見通しを得る。</p>	<p>1-100 Hzの水平方向で現行の1/100の印加加速度において、測定不確かさを維持したまま振動センサを評価可能とした。鉛直方向に対しても低周波振動測定装置を開発した。</p>	<p>◎ 水平方向において、下限1 Hzを大幅に下回る0.1 Hz以下の低周波数まで評価可能にした。デジタル出力型振動センサの評価も可能にした。</p>	<p>【今後の課題】 環境条件を維持した状態で、振動センサの応答性能評価 【解決方針】 温湿度制御機器と分離可能な温湿度槽と組み合わせた振動評価装置を開発して、振動センサを評価</p>																														
<p>(11) 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]</p>																																		
<p>(開発項目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</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>中間目標</th> <th>研究開発成果</th> <th>達成度</th> <th>今後の課題と解決方針</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>ジョセフソン効果を用いた小型標準器のプロトタイプを作製</td> <td>プロトタイプ2号機成。④の交流生成機能も実装し、目標の交流発生にも成功した。また大きさも想定よりも小型化することに成功した。</td> <td>◎</td> <td rowspan="7">2022年度時点ではほぼすべての目標を達成しており、目標を超えた課題として、コンパクトな装置を実現したい。その実現に向けては、実用化に向けた小型化や「バグ出し」が必要。</td> </tr> <tr> <td></td> <td>プロトタイプ出力電圧分解能(30 μV)</td> <td>30 μVの発生達成</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td></td> <td>プロトタイプと一次標準器との物理的接続による電圧計測精度(4 mV ± 10 nV)</td> <td>4 mV ± 10 nVの電圧計測精度達成</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td></td> <td>交流電圧発生の実現(振幅2.8 mV、100 Hz)</td> <td>交流電圧発生の実現(振幅2.8 mV、100 Hz)</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td></td> <td>室温型の微小標準電圧発生器の出力電圧値(1 mV以下)</td> <td>7.2 Vのツェナー電圧出力を0.1 μV/Vの精度で確認、低電圧化検討中</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td></td> <td>量子電圧雑音源のための高温超伝導体を用いたジョセフソン接合アレー(パワースペクトル密度: 1 nV/√("Hz"))以上)</td> <td>プロセスの最適化中</td> <td>△</td> </tr> </tbody> </table>	項目	中間目標	研究開発成果	達成度	今後の課題と解決方針		ジョセフソン効果を用いた小型標準器のプロトタイプを作製	プロトタイプ2号機成。④の交流生成機能も実装し、目標の交流発生にも成功した。また大きさも想定よりも小型化することに成功した。	◎	2022年度時点ではほぼすべての目標を達成しており、目標を超えた課題として、コンパクトな装置を実現したい。その実現に向けては、実用化に向けた小型化や「バグ出し」が必要。		プロトタイプ出力電圧分解能(30 μV)	30 μVの発生達成	○		プロトタイプと一次標準器との物理的接続による電圧計測精度(4 mV ± 10 nV)	4 mV ± 10 nVの電圧計測精度達成	○		交流電圧発生の実現(振幅2.8 mV、100 Hz)	交流電圧発生の実現(振幅2.8 mV、100 Hz)	○		室温型の微小標準電圧発生器の出力電圧値(1 mV以下)	7.2 Vのツェナー電圧出力を0.1 μV/Vの精度で確認、低電圧化検討中	○		量子電圧雑音源のための高温超伝導体を用いたジョセフソン接合アレー(パワースペクトル密度: 1 nV/√("Hz"))以上)	プロセスの最適化中	△			
項目	中間目標	研究開発成果	達成度	今後の課題と解決方針																														
	ジョセフソン効果を用いた小型標準器のプロトタイプを作製	プロトタイプ2号機成。④の交流生成機能も実装し、目標の交流発生にも成功した。また大きさも想定よりも小型化することに成功した。	◎	2022年度時点ではほぼすべての目標を達成しており、目標を超えた課題として、コンパクトな装置を実現したい。その実現に向けては、実用化に向けた小型化や「バグ出し」が必要。																														
	プロトタイプ出力電圧分解能(30 μV)	30 μVの発生達成	○																															
	プロトタイプと一次標準器との物理的接続による電圧計測精度(4 mV ± 10 nV)	4 mV ± 10 nVの電圧計測精度達成	○																															
	交流電圧発生の実現(振幅2.8 mV、100 Hz)	交流電圧発生の実現(振幅2.8 mV、100 Hz)	○																															
	室温型の微小標準電圧発生器の出力電圧値(1 mV以下)	7.2 Vのツェナー電圧出力を0.1 μV/Vの精度で確認、低電圧化検討中	○																															
	量子電圧雑音源のための高温超伝導体を用いたジョセフソン接合アレー(パワースペクトル密度: 1 nV/√("Hz"))以上)	プロセスの最適化中	△																															

		小型冷凍機 (例：スターリング冷凍機など、最低到達温度 40 K など)の動作検討	スターリング冷凍機の 40 K 動作確認	○	
(開発項目②)IoT 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	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 ± 200 nV)	一次標準器を用いて校正 (安定性評価) を行い約 5.17 mV に対して標準偏差 (1 σ) 0.4 nV を達成した。		○	サンプリング校正スキームの確立を見据えた装置設計が今後の課題であるが、すでに回路シミュレーションを組み合わせた装置のばらつき評価に着手しており、目標達成の見込みが高い。
(開発項目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 ±50 ppm/°C、抵抗値範囲 ±0.3 %、カテゴリ温度範囲 0 °C ~ 50 °C の精密抵抗の開発	抵抗値温度係数が ±10 ppm/°C、抵抗値範囲 ±0.12 %、カテゴリ温度範囲 0 °C ~ 85 °C の精密抵抗の開発 (試作段階)		○	量産可能な微細加工法の開発が今後の課題であるが、フォトリソとプラズマエッチングの導入により確実に目標達成を行うことができる見込みが立っている。
(開発項目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等の評価	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 ± 200 nV)	4 台のセンサ評価機で精度ばらつきが大きいことを確認。4 台中 2 台で複数の汎用型センサ評価機の直流電圧出力精度が 1mV ± 200nV を満たすことを確認。4 台のセンサ評価機は固有の入出力特性パラメータ特徴量を持つことを確認。		○	異種金属接合による熱起電力や温度管理を徹底することによる精度ばらつきの低減。入出力特性の「経時変化」の測定と、それを考慮した汎用型センサ評価機の実出力精度推定アルゴリズムの構築が今後お課題であるが、数十台規模によるセンサ評価機の入出力特性の測定。様々の測定器とのインタフェースの検討を行うことにより目標を達成できる見込みである。

	(開発項目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とサーバにブロックチェーン技術を実装し、その動作実証を行う	上記④固有の入出力特性パラメータ特徴量から汎用型センサ評価機固有 ID 取得方法を検討。汎用型センサ評価機とラズベリーパイを UART 有線接続した端末とサーバを LAN 接続することでブロックチェーンによる管理システムを構築。	○	現状汎用センサ評価機台数を数十台規模に拡張し、大規模な汎用センサ評価機群に対応可能な固有 ID 生成アルゴリズムに対応することが今後の課題であるが、数十台規模によるセンサ評価機の評価および頑健固有 ID 生成アルゴリズムの構築することによって目標を達成できる見込みである。	
	投稿論文	18 件				
	特 許	39 件				
	その他の外部発表 (プレス発表等)	119 件				
IV. 実用化に向けた取組及び見通しについて	1. 研究開発項目①「革新的センシング技術開発」(助成事業に移行)					
	(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					
	実用化に向けた戦略	研究機関向け計測装置による試験を実施。結果を反映し、より小型な計測装置を開発。また、試験結果を基に行動変容システムの開発を進め、計測装置上市時にサービスとして展開できるようにする。さらに、小型化を進め、最終的にはウェアラブル型計測装置を開発し、ヘルスケアサービスの充実を図る。				
	実用化に向けた具体的取組	助成事業期間に計測装置の開発を行う。助成事業終了後も試験を継続する。装置の小型化を進め、計測装置の上市に合わせ、行動変容システムの開発を進める。最終的にはウェアラブル型の上市を目指す。				
成果の実用化の見通し	少子高齢化に伴い医療費や社会福祉費の増加、これによる財政の逼迫が問題となっている。このように歳入の減少と医療費の増加による財政の破綻の可能性は以前から指摘されており、問題を解消するために政府の方針として医療費の削減を進めようとしている。医療費の削減は、未病の段階で疾病の予兆を発見し、自己解決することで疾病に至らせないことが肝要である。本プロジェクトでは、食事による血液中成分の変化をモニタリングするデバイスの開発を行うことで疾病を引き起こす原因の一つである生活習慣病の予防に役立てることができ、且つ計測するだけでなく、計測した結果から生活習慣の改善に繋がるサービスを提供することができる。					
	(3) 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					
実用化に向けた戦略	新型コロナ、インフルエンザ、ノロウイルスなどの感染症の発生を抑えたい施設(例えば高齢者施設、食品工場など)をターゲットに、入口で職員・訪問者のウイルス有無のスクリーニングを迅速にできる装置を設置する事で、施設内のウイルスによる感染リスクを最小化する「ウイルスゲートキーパー」という、全く新しいサービスを提供する。そのために、本事業終了時点で、AIE 試薬などの高速反応試薬にマイクロエルアレイを融合させた高速かつ高感度のデジタルバイオ測定技術を確立し、それを施設での使用を想定した誰もが扱える全自動測定を行う試作機に搭載させ、試作機で臨床検体からのウイルス 1 分検出の検証およびターゲット施設における装置の操作性に関する検証をする。この試作機の成果を元に、製品					

		化に向けた装置、消耗品などの開発、生産と販売の準備を進めていく。
	実用化に向けた具体的取組	迅速かつ高感度な検出に必要な検出プロトコルと試薬開発を産業技術総合研究所および埼玉大学が推進。 各ターゲット市場に向けた全自動装置を開発、高齢者施設向けの装置をコニカミノルタ株式会社が市場展開、食品工場向けの装置をワイエイシイホールディングス株式会社（2019年～2021年：株式会社ワイエイシイダステック）が市場展開していく。
	成果の実用化の見通し	新型コロナウイルス感染拡大以降、施設内の感染防止に対する意識は高くなっており、特にハイリスク者が多い高齢者施設、食の安全を担う食品工場においては言うまでもない。そして日本における高齢者人口は2025年には総人口の30%超に達する見通しであり、今後もそれに伴い高齢者施設も増加すると予想される。また食品工場においても食の安全という観点で感染チェック結果の迅速性を望む企業が増えてきている。 施設入口で迅速にスクリーニングできるウイルスゲートキーパーは、高感度かつ迅速性を特長とし、高感度な従来技術のPCR法では増幅反応だけで理論的限界でも5分以上かかり、更に前処理に数10分を要し、使用シーンも医療現場と研究施設のみに限定されていた。ウイルスゲートキーパーは高感度でありながら前処理含めて数分程度で検出でき、施設入口という一般が使用するシーンを想定しており、従来技術のPCR法等と比較して迅速性と簡便性において大きな優位性がある。
2. 研究開発項目②「革新的センシング基盤技術開発」		
(10) 超微小量センシング信頼性評価技術開発		
	実用化に向けた戦略	<ul style="list-style-type: none"> ・研究項目①： 非侵襲血中成分計測に係る信頼性評価技術開発 産総研が依頼試験・技術コンサルティングの形で、圧力センサメーカーに対してセンサ信頼性試験のサービスを提供する。また、製造ラインにおいて、センサメーカー自身での校正も可能となるように、ある1点またはごく少数の点での基準圧力発生器を提供する。 ・研究項目②： 生体ガス成分計測に係る信頼性評価技術開発 産総研が依頼試験・技術コンサルティングの形で、センサメーカーに対してセンサ信頼性試験のサービスを提供する。 ・研究項目③： ウイルスゲートキーパーに係る信頼性評価技術開発 ウイルスセンサの比較評価基準を開発・提供することにより、ウイルスセンサの信頼性を相互比較できるような環境を創出し、高評価機器の市場普及プロモーションに繋げる。 ・研究項目④： 微小振動計測に係る信頼性評価技術開発 国内には多くの老朽化した橋梁やトンネルなどあるが、それらのモニタリングには安価なMEMSタイプのデジタル出力型振動センサが普及していくと予想される。その一方で、高層ビルなどのような大災害につながるような大型構造物には信頼性の確保された比較的高価なデジタル出力型振動センサの普及が進んでいくことが想定される。短期的には産総研の技術コンサルティングで振動センサの評価対応を行い、長期的にはデジタル出力型振動センサの校正技術を外部の校正事業所へ技術移転することが望ましいと考えている。

	<p>実用化に向けた具体的取組</p>	<p>産総研の制度を利用した技術コンサルティング：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・振動センサ精密評価として、広帯域レンジ 10 Hz-100 kHz におよぶ評価を提供する。また、赤外センサ精密評価として、高濃度光学フィルター開発メーカーに分光感度特性の性能評価を提供する。 ・センサのメーカーやユーザ向けサービスとして、センサ性能評価を行うために産総研が有償で提供するウイルス標準試料の使用方法やデータのとり方、まとめ方等について、手順書として取りまとめるとともに、技術指導できるようにする。 ・開発した微小量 RNA 定量技術および微小量たんぱく質定量技術は他の仕様（濃度、溶媒組成、容量等）を有するウイルス試料の測定への転用が可能である。そのため、メーカー個別のウイルス標準試料への値付けを弊所の技術コンサルティングサービスにより提供できるようにする。 ・産総研の技術コンサルティングは制度上既に立ち上がっているため、産業界に対して微小振動を用いた振動センサの評価を行うことは現状可能であることから、技術コンサルティングを通じて産業界における実用化は進めている。大学や研究機関で開発された振動センサに対しても、微小振動信頼性評価技術や耐環境性試験評価を提供していくことで、実用化のすそ野を広げる。 <p>産総研の制度を利用した試料提供：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発したウイルス標準試料および VLP 標準試料を研究成果物として登録し、希望する計測器メーカー等に有償で提供予定である。また、これらの試料はいずれも弊所のガイドラインに基づき安全なものを提供できるようにする。 <p>産総研計量標準普及センターの制度を利用した依頼試験（校正証明書付）：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本 NEDO プロジェクトの成果である、信頼性のある加湿可能な VOC 標準ガス発生装置とそれを用いた合理的な信頼性評価プロトコルを基盤として、2025 年度を目指して産総研 NMIJ において VOC センサ校正を NMIJ 依頼試験として立ち上げる。 <p>企業への技術移転：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高精度な音圧センサの開発メーカーに対して、希望の音圧を与えられる小型試験装置の販売を行うため、計測評価メーカーに対する小型試験装置の技術供与を行う。 ・センサ開発側の現場でセンサ信頼性評価ができるように、本プロジェクトで開発した標準ガス調製装置を一体型装置にする設計を検討する。 <p>国際標準規格への提案：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウイルス標準試料を用いたウイルスセンサの信頼性評価の項目について、国際標準規格 (Medical laboratories – Guidance for Emerging Technology Applications for Medical Laboratories) へ盛り込み、ISO TC/212 (Clinical laboratory) での提案を予定している。当該国際標準規格は、臨床検査室などの医療検査現場に先端新興機器が導入される場合の取り扱いに関するガイダンス文書を想定している。開発中の当該国際標準規格が ISO として出版されれば、臨床検査室で用いられるセンサ技術については、信頼性評価が行われたものが採用されやすくなり、他のセンシングデバイスとの差別化をすることが可能になると思われる。IVD として薬事承認を得る場合においては、審査過程で信頼性評価は必須であることから、本事業で実施するウイルス粒子検出センサデバイスの信頼性評価は、臨床検査分野への展開に極めて有効であると考ええる。 	
--	---------------------	---	--

	<p>成果の実用化の見通し</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・研究項目①： 非侵襲血中成分計測に係る信頼性評価技術開発 MEMS 振動センサの普及と共に、高精度への要求が高まっている。開発技術はこのニーズに適合するものであり、量も多く必要とされる MEMS 振動センサの製造時性能チェックとしてコストパフォーマンスも良い技術提供ができると考えている。 ・研究項目②： 生体ガス成分計測に係る信頼性評価技術開発 生体ガスセンサ信頼性評価では、目的成分濃度が少なくとも sub nmol/mol レベルでの評価が必要であり、また、共存成分による妨害を評価するためには、水蒸気や多様な VOC を任意の濃度で混合された標準ガスが必要である。現状このような標準ガスは無く、本プロジェクトで開発した標準ガス発生装置は生体ガスセンサ信頼性評価に必要不可欠である。発生した標準ガス濃度は、トレーサビリティが確保されており、計量計測の観点においても信頼性が確保された標準ガスによりセンサ信頼性評価を行うことができる。 ・研究項目③： ウイルスゲートキーパーに係る信頼性評価技術開発 本プロジェクトは開始当初からセンサ開発チーム（産総研）と培養ウイルス & ウイルス精製品を共有して各々の研究開発を実施しており、また定期的な進捗報告会を合同で実施し、必要な条件等についても打ち合わせしながら進めていることから、ウイルス標準試料の仕様や使い勝手についてはセンサ側の要望を満たすような形での開発が行えているものと考えている。また、新型コロナウイルス感染拡大を受けて、世の中の的には様々なウイルス標準が開発・販売されるような状況となったものの、ウイルスセンサの校正や信頼性評価を目的とし、かつウイルスの粒子濃度を正確に評価した標準は、我々の知る限り報告がなく、十分な優位性を有しているものと考えている。 ・研究項目④： 微小振動計測に係る信頼性評価技術開発 昨今のインフラ老朽化診断のため、民間企業では低ノイズデジタル出力型振動センサの開発を進めており、技術コンサルティングを通じて、実用化をすでに支援している。市場やユーザーニーズについては、関係企業へヒアリングを行うことで、インフラモニタリング用振動センサに求められる仕様条件などを整理した。また、近年建築界は高層ビルの被災判定に資する振動センサの信頼性評価を求めており、共同研究者を通じて、その枠組みについて議論を行っている。 	
		<p>(11) 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）</p>	
	<p>実用化に向けた戦略</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・2022 年度にサンプリング校正の方法論を確立し、その内容を用いて現在の電気校正制度との整合を図ると共に、NITE との意見交換を通じて NITE の認証(ASNITE 認定)の取得に向けた開発を行う。 ・2023 年度以降は、サンプリング校正をベースとした製品の開発を進めると共に、ワイヤレス校正によって各汎用型センサ評価機の経時変化等を校正・補正するアルゴリズムを構築する。 ・上記の動きを踏まえ、必要な資金調達を行いながら 2024 年度に新会社の設立を行う。 	
	<p>実用化に向けた具体的取組</p>	<p>2022 年度にサンプリング校正スキームを開発し、2023 年度以降はワイヤレス校正及び NITE の認証を取得すべく研究開発を行うと共に、装置性能の追い込みを行う。2024 年度を目途に新会社を設立し、開発した汎用型センサ評価機等の事業化に向けた資金調達を開始する予定。</p>	
<p>V. 基本計画に関する事項</p>	<p>作成時期</p>	<p>2019 年 2 月 作成</p>	
	<p>変更履歴</p>	<p>2020 年 2 月 改訂 プロジェクト名称の変更、研究開発の実施機関の延長及び研究開発内容の拡充等に伴う改訂 2021 年 6 月 改訂 PM 変更に伴う改訂</p>	