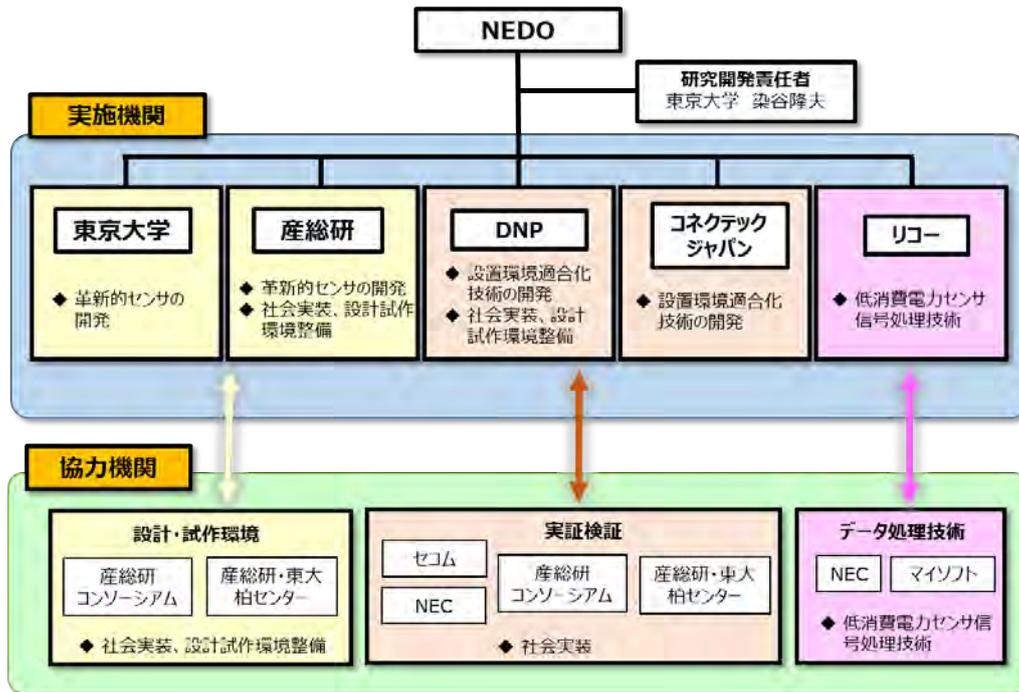


課題	<p>少子高齢化に基づく労働力不足、福祉介護サービスの需要増加などの社会課題に対応するため、スマート社会の構築が重要であり、そのためにフィジカル空間からサイバー空間への情報の効率的伝達が重要な技術課題となっている。現在、この目的のために画像情報が積極的に活用されているが、画像情報は、プライバシー、死角の問題、情報過多等に課題があり、現行の情報収集システムを補う革新的センシング技術の開発が必要となっている。またヒトの生活環境において、生体情報などから無意識情報を収集するセンシング技術の開発とその利活用が求められている。</p>
研究開発の位置づけ	<p>本技術開発では、3次元曲面シートセンサ技術、その実装技術、データ処理技術等を開発し、モノやヒトとのインターフェースにおける接触情報から、対象の個別認識・識別とその状態情報とを同時にリアルタイムで収集することができる独自の・革新的センシング技術を提供する。このシートセンサは、大面積・多点・マルチモーダル・任意形状適合性という特徴を有しており、それを身の回りのあらゆるモノに浸透させていくことによって、これまでに設置環境の制約等により収集できなかった多面的、多角的なモノやヒトの情報を収集可能にし、その特徴的なデータを利活用した機器制御やサービス等が提供できる。産業波及効果としては、本技術の適用により、流通・物品管理での効率化・自動化による生産性向上、プライバシーに配慮した効率的な福祉介護サービスの提供などの実現が期待される。また、それらの技術を広く活用できる設計・試作環境を整備するとともに、IoT産業においてデバイス、サービス等のさまざまなプレイヤーが集結できるハブ機能を有するコンソーシアムを設置し、技術の普及とモノづくり産業の活性化を図る。</p>
優位性	<p>必要な情報のみをリアルタイムで効率的に活用する情報収集システムの構築のため、センサのマルチモーダル化、高集積化、設置環境への適合、必要な情報の選別などが重要な技術課題となっている。今日、国内外において、それぞれの各課題に対して集中的に強化推進が図られるようになってきたが、これらを統合してセンシングに活用することを実践している機関は未だどこにも存在しない。本技術開発では、上記課題を一括統合して開発し、その情報活用を可能にするセンシングシステムを提供できることに優位性を有している。特に、接触情報にフォーカスし、必要な情報のみを抽出することで、情報過多、プライバシー侵害、死角に存在する場所からの情報収集など、通常の画像では不得手な部分を補う情報取得手段としての優位性を有する。</p>
その他	<p>本技術は、JST 戦略的創造研究推進事業(ERATO)「生体調和エレクトロニクス」、NEDO「次世代プリントエレクトロニクス材料・プロセス基盤技術開発」など、省庁横断プロジェクトにて開発された生体調和センサ技術、フレキシブルシートセンサ技術などを基盤とし、NEDO エネルギー・環境新技術先導プログラムにて、「マルチモーダル高集積多点分布情報センサ技術開発」として、そのスマート社会構築に資するセンサ技術としての適合性、有効性、優位性などを調査検討してきた。</p>

図表 2-17(3). 研究の課題、位置づけ、優位性、その他



図表 2-17(4) 体制図

【最終目標】（2022 年度末時点）

本事業において開発を開始した革新的なセンサである多点ずり応力を、人の荷重を計測可能とするため、100kPa の圧力下で壊れず、5 kPa から 100 kPa のずり応力の範囲で、5 kPa の精度で動的な変形における変動を計測可能なシステムとして完成させる。またその他の新規センサも含めた多点マルチモーダルセンサを用いた中規模のサービス実証実験を行うためにユーザーに必要数提供できる小規模の量産化検討を行う。さらに展示会やコンソーシアム等でこれらの成果を発信するとともに、サービスビジネスをターゲットとしている国家プロジェクト等を通じてユーザーにサンプルの提供を行い、新規ユースケース探索と市場の創出を行う。

実用化、製品化に向け、確立した量産化技術をベースに伸縮配線基板の量産化プロセスを確立する。1000 万回の伸縮繰り返しに耐える伸縮電極の量産化製造技術の開発を行う。低温実装に関しては、フィールド試験サンプルの中量の生産体制を構築し、その生産と歩留まり検証を完了する。歩留まり 90%以上の低温実装技術等の量産化技術を確立し、部材・デバイスの事業化を検討する。また想定顧客の要求特性・ニーズから、伸縮配線基板及びセンサを社会実装できるキラーアプリケーション及び事業化パートナーの絞り込みを行う。

さらに本事業で開発されたマルチモーダルセンサのシステム技術で収集されたデータを利活用したサービスの社会実装に向けて、ユースケースを選定し、個社内での事業化の体制構築及び顧客、ユーザーとの協業によりサービスビジネスの具体化を目指す。また更なるユーザー獲得に向け、展示会出展等の成果発信を実施するとともに、エッジコンソーシアムを活用し新しいニーズ、ユースケース探索を行う。

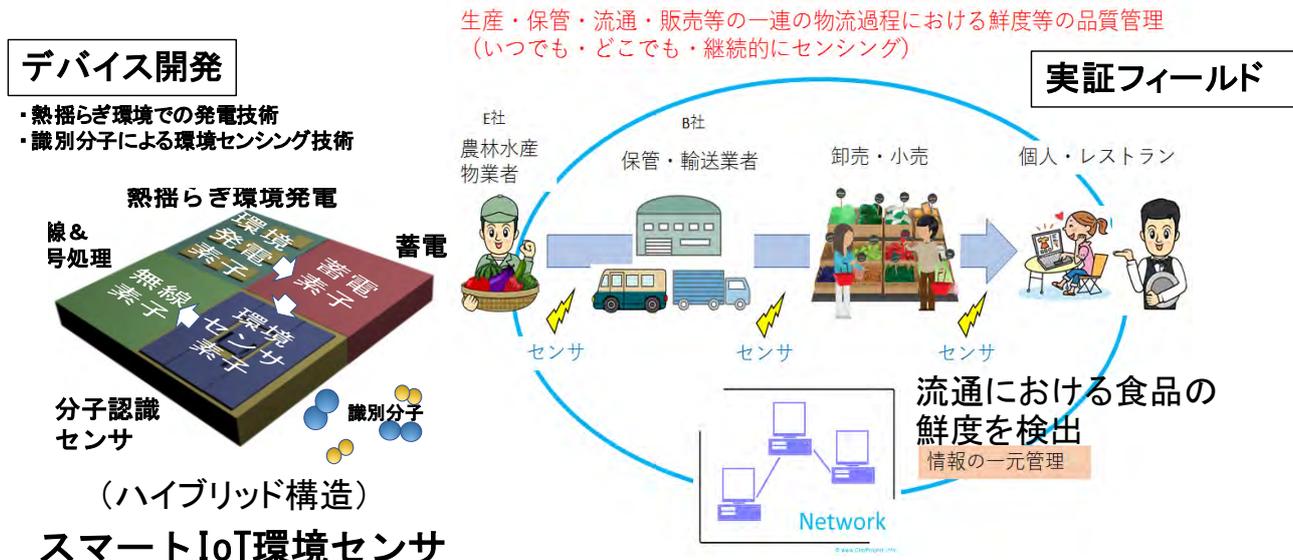
研究プロジェクト番号:P II-3

研究プロジェクト名：常温発電 IoT 環境センサの研究開発

研究開発責任者:東北大学

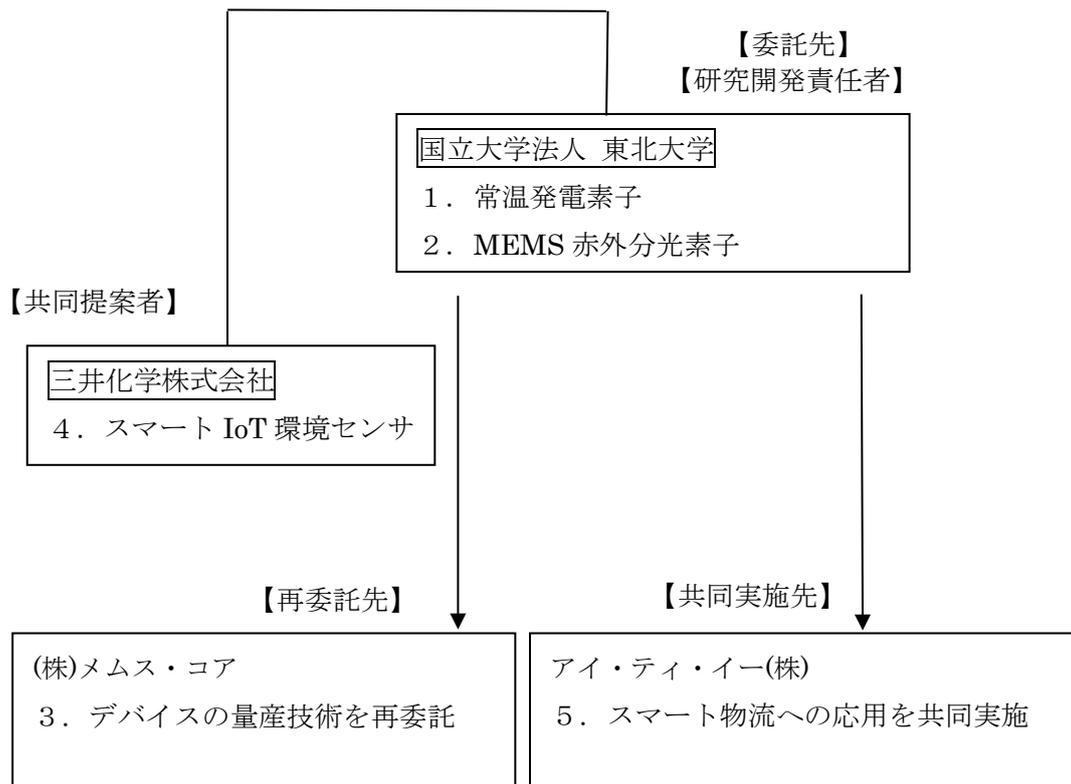
共同提案者:三井化学株式会社

研究概要:常温において環境の熱から発電・蓄電することで無給電でも動作するスマート IoT 環境センサを開発する。生鮮食品の状態のロガーなどスマート物流においてフィールド実験して実証し、将来は、食品、農業や安全安心などに拡張可能な小型 IoT 環境センサシステムを開発する。



スマートIoT環境センサ  
環境モニタリング、食品、農業、安全安心などへの応用へ

図表 2-18(1). 研究開発概要



図表 2-18 (2). 研究体制スキーム

課題	<p>スマート社会の実現するための物理情報を取得する IoT センサでは、様々な場面や環境でも動作することが求められ、理想的には無給電で動作する小型・安価なセンサシステムが必要とされる。環境の温度変化を利用して発電する新しい常温環境発電を実現し、低消費電力 IoT センサとの組み合わせで無給電で動作する分子認識センサ(環境センサ)を実証し、食の安全・安心、環境センサ、ガス検知などに適用可能な IoT センサシステムを開発する。本開発では共通プラットフォームを活用して開発を加速し、Society 5.0 の実現に貢献する。</p>
研究開発の位置づけ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境の熱揺らぎから発電し、IoT センサへ給電するシステム(常温発電)を開発する。</li> <li>・小型で高効率、かつ量産が可能な熱電・蓄電素子を開発し、常温発電の高効率化を達成する。</li> <li>・低消費電力の新規分子認識センサを開発する。</li> <li>・スマート IoT 環境センサシステムとして実用化する。</li> <li>・スマート物流において、食や医薬品の安全モニターへの応用を実証する。</li> <li>・将来の環境モニタリング、スマート農業への応用などの拡張性を有したシステムを開発する。</li> <li>・Society 5.0 の実現に貢献する。</li> </ul>

優位性	国内外で各種のガスセンサが開発されているが、ppm 以下の複数のガスを検知できるシステムはまだ実現できていない。参画メンバーが持つ機能性ポリマー技術を利用して新たなセンサシステムを用いることで、高感度で分子識別機能をもつ IoT センサを世界に先駆けて実現する。また、本グループは、量産可能なプロセスによる熱電材料技術で世界最高の技術を有しており、さらにこの技術を実用化レベルまで発展させることで、IoT センサとハイブリッド化して、無給電動作を世界で初めて実現する。
その他	マイクロシステム融合研究開発センターの開発環境は、JST の先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム (H19-H28 年度) の成果を活用している。本研究は、東北大学、三井化学、メムス・コア、アイ・ティ・イーによる産産学連携となっており、将来は宮城県などとの連携も視野に入れる。また、国土交通省や他の SIP プログラムの「スマート物流」などとの連携も考えられる。

図表 2-18(3). 研究の課題、位置づけ、優位性、その他

【最終目標】 (2022 年度末時点)

実際のセンサの設置環境を念頭に、センサの駆動に必要な電源となる常温発電モジュールを開発し、バッテリーフリーのセンサシステムを実現する。常温発電素子の量産を見据えたプロセスフロー(レシピ)を作成する。また環境センサで青果物の代謝現象に伴う鮮度指標となる複数のガス種を分離検知し、表示させるシステムを完成させる。これらの開発を経てシステムプロトタイプのフィールド実験を通じて有効性の確認を行い、社会実装、事業化の道筋をつける。

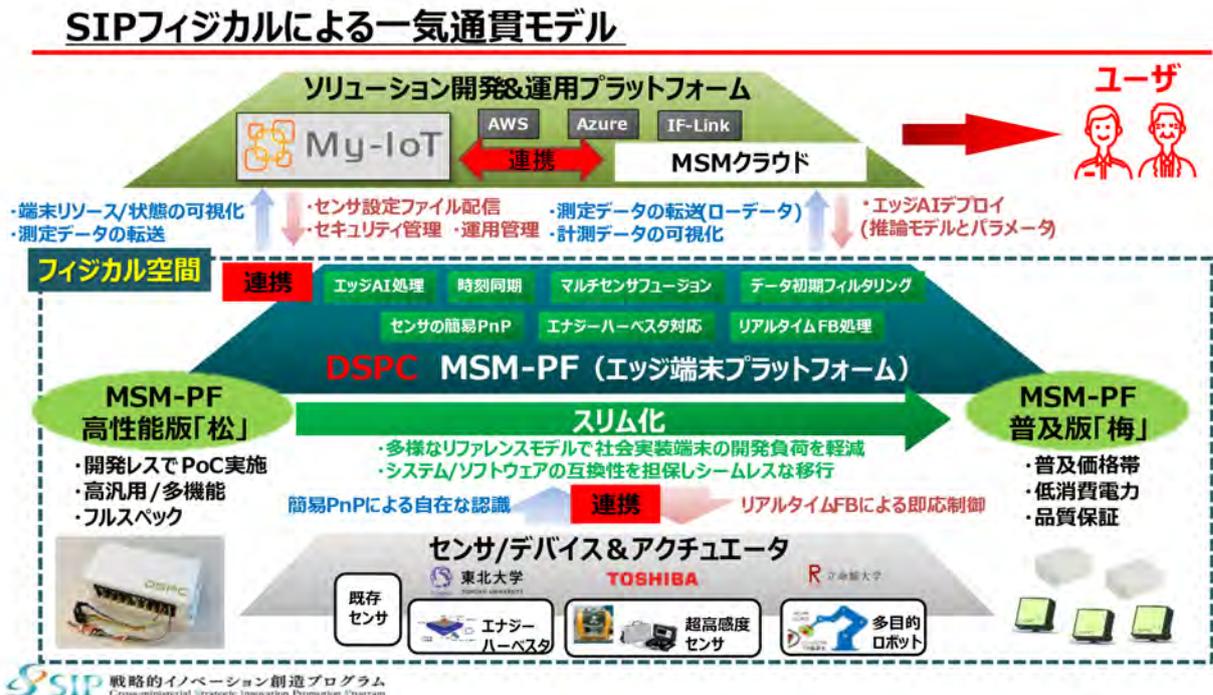
研究プロジェクト番号:P II-4

研究プロジェクト名: 超高感度センサシステムの研究開発

研究開発責任者: 株式会社東芝

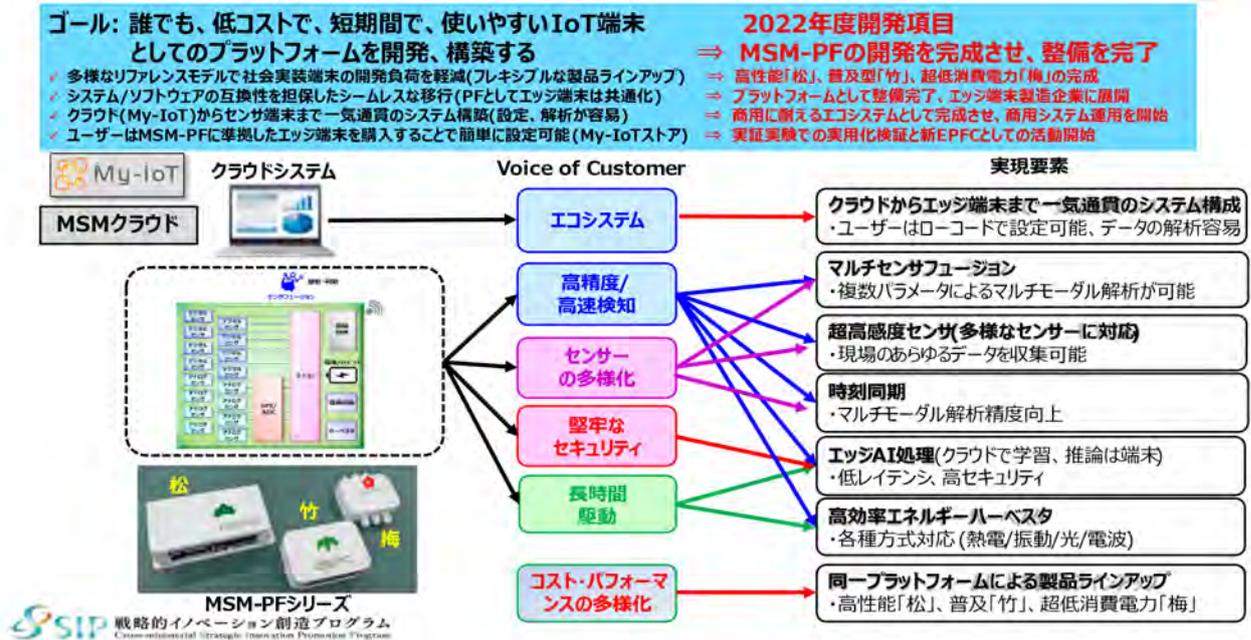
共同提案者: 株式会社デバイス&システム・プラットフォーム開発センター

研究概要: Society5.0の実現に向けたIoTシステムを構築するためには、AIを使用したセンサフュージョンにより高信頼(セキュア)かつ高度な認識・判断が不可欠である。しかし、多種多様なセンサを搭載したマルチセンシングモジュール(MSM)はカスタム開発のコストや労力が大きく、普及の妨げとなっている。そのため、複数センサと制御回路とを一体化したMSMを容易に実現可能なプラットフォームを構築する。本プログラム(フィジカル空間デジタル)で開発中のデバイス・センサ技術や、東芝が過去のNEDO-Pjで開発センサ技術を導入する。本プラットフォーム化により開発コスト1/5と開発期間1/10を達成し、中小企業やベンチャー企業でもセンサフュージョンに基づくIoTシステムを容易に活用できるようになる。センサ端末開発者やIoTシステム構築者へのヒアリングを通して得た、センサフュージョンやエッジAI処理、エネルギーハーベスタ駆動、超高感度センサといった機能搭載の需要を元に、各機能に対する研究開発を推進する。超高感度センサはIoTシステムを設置する種々のフィジカル空間から良質なデータを収集・加工・分析できることを目指し、本テーマにて革新的な検出原理を利用した、リアルタイム性、制御性、低消費電力を両立できるシステムを開発し検証を行う。また、構築したMSM-PFを用いて本プログラムの他事業者との連携を進める。連携ではプログラム内の事業者がもつ革新的センサ技術や社会実装技術、市販センサを適切な組み合わせにてMSM-PFと接続し、そのリソースをMy-IoTで管理する実証PoCを行う。また、本プログラムが推進するエッジプラットフォーム像の実証を進める。さらに、MSM-PFの普及推進を目指して、プロジェクト成果をエッジプラットフォームコンソーシアム(EPFC)と協力し、試作モジュールの無償貸与を通じた共同実証実験へと展開する。

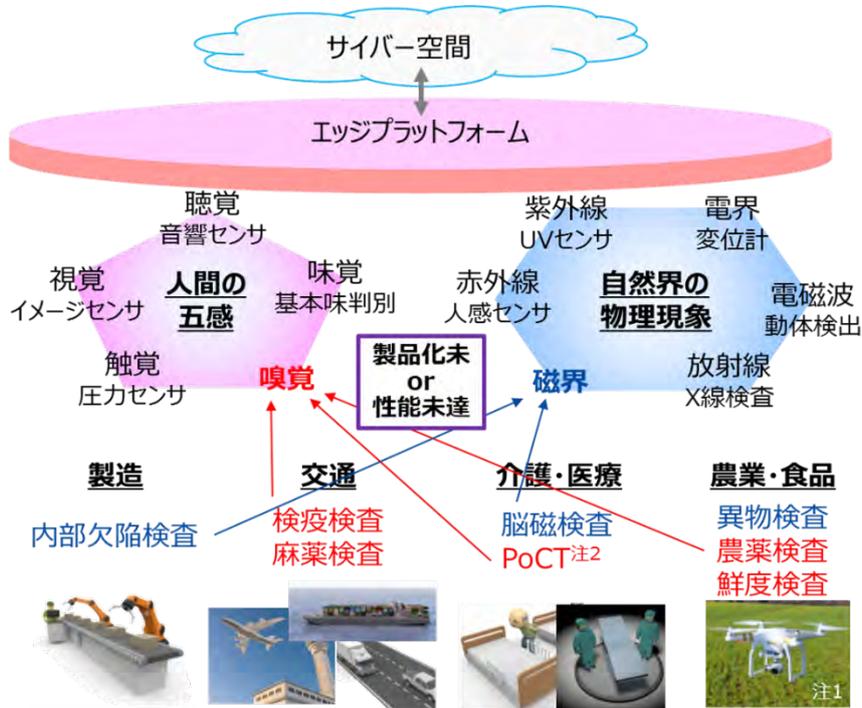


図表 2-19(1). 研究開発概要(一気通貫システムのモデル)

### マルチセンシングモジュール・プラットフォーム(MSM-PF)の特長



図表 2-19(2). 研究開発概要(MSM-PF の概要)



図表 2-19(3). 研究開発概要(超高感度センサシステム)

実施項目:本実施項目では多種多様なセンサを搭載したマルチセンシングモジュールプラットフォーム(MSM-PF)の開発、および MSM-PF に搭載可能な超高感度センサの開発を実施する。2022 年度においては、MSM-PF の整備を完了し、実証実験(PoC)による MSM-PF の有用性を確認する。超高感度センサについては 150um 幅のプリント配線から発生する、環境ノイズよりも小さい磁界の検出を 1pT 級の感度で実現する磁場顕微鏡や、探知犬並み(ppbレベル)の希薄な匂い分子を検出する検疫検査機能の検証を MSM-PF と My-IoT との連携の中で実施する。さらに、My-IoT などサブシステムとの連携による一気通貫システムでの実証実験を通してエッジ PF の完成度を高め、事業化に向けた開発を進める。新 EPFC の設立と SIP フィジカル成果の社会実装をサポートし、SIP 終了以降も持続的に活動できるよう軌道に乗せ、SIP フィジカルの最終目標である産業のすそ野まで DX を広げるための体制を整える。

#### 【2022 年度の開発重点項目】

1. MSM-PF の開発と整備 : リファレンスモデルとしての松、竹、梅モジュールの改良と MSM-PF の完成度を向上させる。事業化、実用化を意識した MSM-PF の整備を完了させる。エッジ端末開発・製造・販売企業と具体的な事業化戦略(出口戦略)を策定する。
2. 実証実験(PoC)による MSM-PF の有用性確認 : MSM-PF リファレンスモデルを使用し、ユースケースを想定した社会実証実験を実施し、有用性を確認する。
3. SIP フィジカル事業者間連携によるエッジ PF の完成度向上 : My-IoT などのクラウドシステムと連携し、一気通貫のエッジ PF としてのエコシステムを事業・商用向けに構築する。ロボティクス、モビリティ、ヒューマンインタラクション等社会実装事業での MSM-PF を普及させる。エネルギーハーベスタ、フレキシブルセンサ等と MSM-PF の接続によるモジュールの完成度を向上させる。
4. 新 EPFC の設立サポートと立ち上げ推進サポート: 部会活動を通して MSM-PF の社会実装に向けた普及活動を推進する。新 EPFC 会員並びに連携団体の会員に SIP フィジカルの成果の積極的な展開と利用者発掘や新規連携を推進する。
5. 高感度センサの開発と優位性検証: 初期の目標性能を達成するとともに、磁界センサ、匂いセンサモジュールを MSM-PF に接続し、実証実験を通してセンサーの優位性を検証する。



図表 2-19(4). 研究体制スキーム

課題	<p>Society5.0 の実現に向けた IoT システムを構築するためには、AI を使用したセンサフュージョンにより高信頼(セキュア)かつ高度な認識・判断が不可欠である。しかし、実際の導入にはセンサ自体の開発費に加え、データ転送を含む周辺回路との繋ぎこみ費用等、多額の費用がかかり、普及の妨げとなっている。また、現存のセンサは人間の五感で譬えられるものと、自然界の物理現象を利用したものをベースに、様々な産業で活用され始めているが、検出原理の制約から小型化や低消費電力化が困難であるため、大型機器による大掛かりな検査か、断念して熟練工の暗黙知による簡易検査で凌いでいる工程が多く、現状では現場の多種多様な現象をデータとして抽出しているとは言い難い状況である。</p>
研究開発の位置づけ	<p>複数センサと制御回路とを一体化した MSM を容易に実現可能なプラットフォームを構築することにより、開発コストの削減と開発期間の短縮を達成する。それにより、中小企業やベンチャー企業でもセンサフュージョンに基づく IoT システムを容易に活用できるようになり普及促進が図られる。本プログラムの他事業者が実施する研究開発の成果物と合わせて、エッジプラットフォーム像を実証する協調連携を行うことで、本プログラムが目指すエッジプラットフォーム像の有効性を確認するエッジデバイスを開発する。また EPFC や IVI に協力いただき、無償配布モジュールを用いた実証実験を行い MSM-PF の普及推進を行う。超高感度センサは、磁性体や二次元材料といったナノ材料と、</p>