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

研究開発計画

令和3年5月26日

内閣府

科学技術・イノベーション推進事務局

目次

研究開発計画の概要 3
1. 意義･目標等 3
2. 研究内容 3
3. 実施体制 4
4. 知財管理 4
5. 評価 4
6. 出口戦略 5
1. 意義･目標等 5
(1) 背景･国内外の状況 5
(2) 意義･政策的な重要性 7
(3) 目標･狙い 8
① Society 5.0 実現に向けて 8
② 社会面の目標 10
③ 産業的目標 10
④ 技術的目標 10
⑤ 制度面等での目標 11
⑥ グローバルベンチマーク 11
⑦ 自治体等との連携 14
⑧ 他の SIP 課題との連携 13
⑨ 国内外への情報発信と普及活動 13
2. 研究開発の内容 15
Ⅰ. IoT ソリューション開発のための共通プラットフォーム技術 27
Ⅱ. 革新的センサ技術・超低消費電力 IoT チップ 34
Ⅲ. Societｙ 5.0 実現のための社会実装技術 49
3. 実施体制 56
(1) 国立研究開発法人新エネルギー･産業技術総合開発機構の活用 56
(2) 研究責任者の選定 56
(3) 研究開発の実施体制 56
(4) 各研究開発テーマの運営管理 56
(5) 研究体制を最適化する工夫 56
(6) 府省連携 57
(7) 産業界からの貢献 57
4. 知財に関する事項 58
(1) 知財委員会 58
(2) 知財権に関する取り決め 58
(3) バックグラウンド知財権の実施許諾 58

(4) フォアグラウンド知財権の取扱い 58
(5) フォアグラウンド知財権の実施許諾 58
(6) フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾について 59
(7) 終了時の知財権取扱いについて 59
(8) 国外機関等（外国籍の企業、大学、研究者等）の参加について 59
5. 評価に関する事項 59
(1) 評価主体 59
(2) 実施時期 59
(3) 評価項目・評価基準 59
(4) 評価結果の反映方法 60
(5) 結果の公開 60
(6) 自己点検 60
① 研究責任者による自己点検 60
② PD による自己点検 60
③ 管理法人による自己点検 61
6. 出口戦略 61
(1) 出口指向の研究推進 61
(2) 普及のための方策 62
7. その他の重要事項 62
(1) 根拠法令等 62
(2) 弾力的な計画変更 63
(3) PD 及び担当の履歴 64

研究開発計画の概要

1. 意義・目標等

科学技術の進展により人々の生活は便利で豊かになる一方、国際的に解決すべき社会課題は複雑化してきており、課題に対する国際的な取り組みがますます重要になっている。我が国は、課題先進国として経済発展と社会課題解決の両立を世界に先駆け実現できる立場にある。そこで、第 5 期科学技術基本計画にて、目指すべき未来社会の姿として Society 5.0 構想が提唱された。Society 5.0 の実現において、我が国の質の高い様々な現場（フィジカル空間）の情報を高度・高効率に収集・蓄積し、仮想空間（サイバー空間）と高度に融合させる連携技術（CPS：Cyber Physical Systems）の構築が必要とされる。

求められる CPS 構築において、リアルタイム性、制御性、超低消費電力性等に重点を置いたハードウェア技術やシステム化等、日本の強みを活かした統合技術を開発した上で、新たな共通基盤として体系化が重要である。ところが、CPS を用いた Society 5.0 の実現においてはフィジカル空間処理の高コストや我が国の IT 人材不足が非常に深刻な問題である。そこで本研究課題では、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出来るエッジに重点をおいたプラットフォーム（以下「エッジ PF」という）を開発し社会実装することにより、フィジカル空間処理のコストを大幅に削減し、かつ我が国の中小・ベンチャー企業を含む産業界を活性化していく。高度な IT スキルを必要としないエッジ PF により、開発期間や人員といったコストを大幅に削減し、これにより新規企業の参入の促進や新しいビジネス機会を増やしていく。

あわせて、日本が強みを持つ材料・デバイス技術を活かした、超低消費電力 IoT デバイス・革新的センサ技術の実用化及びシステム化により、電源供給にかかる技術課題の解決を行い、従来設置できなかったフィジカル空間の環境を計測可能とするなど、CPS の適用範囲を広げることで高度な価値創出をはかる。

また、クラウドベースシステムでは実現不可能なリアルタイム性が不可欠な領域で、フィジカル空間の制御管理等のエッジに重点がおかれた CPS 構築が必須な社会課題実装技術開発を行い、課題の成功事例を広く社会へ示す。

エッジ PF を自立的に維持・更新できる仕組みを構築していくことで、我が国の CPS を用いたソリューションの国際競争力維持や持続的経済成長への貢献を目指す。

それぞれの研究サブテーマは下記を目標とし推進する。

・Society 5.0 の中核基盤技術として、従来と比較して IoT ソリューションの開発期間または開発費用を 1/10 以下に削減するプラットフォームを他国に先駆けて開発する。

・革新的なセンサと超低消費電力 IoT チップ技術を実現し、 小型・高感度化に加え、センサ近傍処理に必要な電力を 1/5 以下に削減するなど、従来設置できなかった環境での計測を可能にするための技術開発を行う。

・上記プラットフォームおよび IoT チップ・革新的センサ技術の有効性を生産分野などで実証するとともに、複数の実用化例を創出し、社会実装の目途をつける。

2. 研究内容

新たな共通基盤として、フィジカル空間のリアルタイムなデータ処理、専門的な IT 技術者でなくても利用可能であること、低コスト化、未開拓な領域へのデバイス適用、モノとモノの高度な協調・協働の 5 つをポイントに、様々な分野で利用できる「フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」を構築するとともに、国際標準

化や国内外の団体･企業と連携した展開活動を進め、社会課題のフロントランナーとして社会実装する。

本プログラムは以下に記す 3 項目の研究サブテーマで進める。各研究サブテーマは有機的に連携して推進することで、目標の達成を促進する。

Ⅰ. IoT ソリューション開発のための共通プラットフォーム技術

Ⅱ. 革新的センサ･超低消費電力 IoT チップ技術

Ⅲ. Society 5.0 実現のための社会実装技術

3. 実施体制

佐相 秀幸プログラムディレクター（以下「PD」という。）は、研究開発計画の策定や推進を担う。PD はサブ PD をおき、研究開発の推進を補佐させるものとする。PD が議長を、内閣府が事務局を務め、関係省庁や専門家･有識者で構成する推進委員会が、総合調整を行う。PD は、管理法人として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)を活用し、公募により選定した研究責任者により研究開発を推進する。また、NEDO が事務局をつとめる事業マネジメント会議を開催し、それぞれの研究テーマに対して、本課題の目標の共有化及びテーマの進捗管理並びにテーマ間連携などを管理するとともに事業全体のマネジメントを効果的に行う。事業マネジメント会議は、併置する外部有識者によるエッジ PF 戦略検討を担う戦略委員会と連携し、本事業の成果最大化を目指す。戦略委員会は、エッジ PF の普及に向けた戦略（コンソーシアム運営、知財戦略、人材育成、技術要件等）の立案に取り組んでおり、2021 年度は、実際のユースケースに関連する本事業に参加している研究機関のメンバー、本事業の成果を活用していく一部の事業者及び既存コンソーシアムで構成するエッジコンソーシアム設立準備協議会でプログラム終了後も継続的に活動できるコンソーシアムの運営方針、活動体制などを議論する。国際標準化･国際連携･データ保護･データ流通について、サブ PD の慶應大学西 宏章教授を任命して取り組みを強化。併せて知財戦略については、社会実装を担うコンソーシアム及び戦略委員会有識者による議論を加速させる。

国費を投入して開発した技術はエッジ PF の中にスタックし、様々な業種や分野で広く活用を目指す。事業者にはオープン/クローズの一環として、エッジ PF に残す技術について整理するように指導している。

社会実装を確実に達成するための社会実装責任者の選任を行い、PD とともに確実な社会実装への取り組みを推進する。

4. 知財管理

課題全体の知的財産のマネジメントを実施する知財委員会を NEDO または選定した研究責任者の所属機関（委託先）に置き、各受託機関が持つバックグラウンド知的財産及び本プログラムにより発生したフォアグラウンド知的財産の動向の把握･管理、取扱いに関する適切な管理、関係者間の調整等を行う。

5. 評価

ガバニングボードによる毎年度末の評価前に、管理法人によるピアレビュー並びに PD による自己点検を実施する。ガバニングボード評価結果並びにピアレビュー結果を参考にした上で、PD、SPD によって次年度以降の計画に反映させる。必要に応じて研究チームを再編し、緊急ステージゲートを開催する等により、高い研究開発レベルを維持できるようにする。

6. 出口戦略

本プログラムは、我が国の良質なフィジカル空間の情報を、最先端のエッジ PF の標準化により容易かつ効果的に利活用できる環境を構築する。本プログラムの成果により、様々な業種による新しい産業創出の機会を増大させ、Society 5.0 の構想で掲げる経済発展と社会的課題解決を目指す。

そのために、エッジ PF の開発に加え、日本が競争力を有するセンサ近傍の超低消費電力デバイスや革新的センサシステム、社会課題を解決しうるロボット等の IoT 機器、それぞれについて具体的な社会実装の検証を行いながら戦略的に推進する。各研究サブテーマではそれぞれ実際に事業化を担う企業をパートナとして選定した上で民間資金も投入しながら推進していくことで、産業界での速やかな事業化を推進していく。

フィジカル空間デジタルデータ処理基盤には、既存の PRISM や ImPACT、各府省（AI3 センター等）の関連する成果、ならびに SIP プログラムの中で対となる「ビッグデータ・AI を活用したサイバー空間基盤技術」、「IoT 社会に対応したサイバー・フィジカルセキュリティ」の成果を組み合わせることで魅力ある基盤として成長させ、さらにコンソーシアム等による維持・更新する体制の構築により、プログラム終了後も持続的に新ビジネス機会や産業界の参入の促進を行い、我が国の国際競争力や経済成長の維持・拡大を狙う。

1. 意義・目標等

(1) 背景・国内外の状況

科学技術の進展により人々の生活は便利で豊かになる一方、エネルギーや食料の需要増加、温室効果ガスの排出増加、高齢化の進行等により、国際的に解決すべき社会課題は複雑化してきている。

これらの課題に対する国際的な取り組みがより一層重要となる中で、IoT、ビッグデータ、人工知能（AI)といった新たな技術を活用して社会課題を解決する「デジタル革新」への取り組みに対する期待が高まっている。

我が国は、課題先進国として経済発展と社会課題の解決の両立を世界に先駆けて実現できる立場にあり、第 5 期科学技術基本計画において今後目指すべき未来社会の姿として Society 5.0 の構想が提唱されている。そこでは、IoT であらゆる人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、人工知能（AI）やロボットが活用されることにより、モノやサービスが必要な人へ、必要な時に、必要なだけ提供されることで、誰もが快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる人間中心の社会を目指している。

また、Society 5.0 の実現においては、我が国の質の高い様々な現場（フィジカル空間）の情報を高度・高効率に収集・蓄積し、仮想空間（サイバー空間）と高度に融合させる連携技術（CPS：Cyber Physical Systems[1]）の構築が必要とされている。

[1]現実社会や人間から得られるデータの収集・処理・活用により「ヒトとモノ」や「モノとモノ」の高度な協調・協働を可能とすることで、あらゆる社会システムの効率化、新産業の創出、知的生産性の向上に寄与するもの。

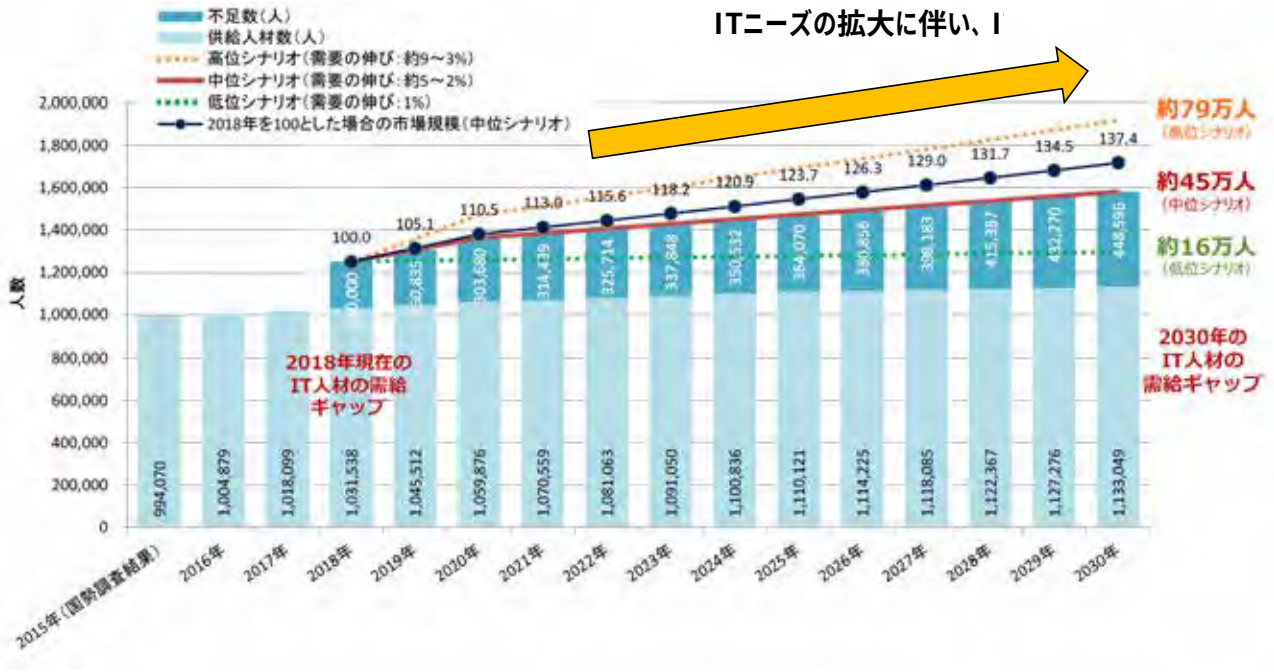
しかし、総務省の調査[2]によると、2025 年度までに IoT ソリューションの導入を検討している日本の企業は、アメリカ・ドイツ・中国等の他国に比べて圧倒的に低く、64.5 %となっている（図表 1-1）。

図表 1-1. 企業の IoT ソリューション導入率見込み

加えて、経済産業省の調査[3]によると、日本では 2018 年現在、必要な IT 人材[4]は 117 万人に対して 24.3 万人が不足しており、さらに 2019 年をピークに人材供給は減少する。IT 市場が高率で成長した場合、2030 年には必要な IT 人材数が 132.5 万人に対して不足数は 79 万人に上ると予測されおり、深刻な IT 人材の不足が指摘されている（図表 1-2）。その中でも、特に社会課題を CPS に落とし込むためのシステムエンジニア、フィジカル空間のデータを効率よく処理するための AI 人材が不足している。

Society 5.0 の実現に向けては、サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合による社会課題を、人材不足という課題とあわせて解決することが必須である。

[2]「ICT の日本国内における経済貢献及び日本と諸外国の IoT への取組状況に関する国際企業アンケート」（2016）
[3]「IT 人材の最新動向と将来推計に関する調査結果」（2016）
[4] IT 企業と、ユーザ企業の情報システム部門に所属する人材の合計



図表 1-2. IT 人材需給に関する主な試算結果

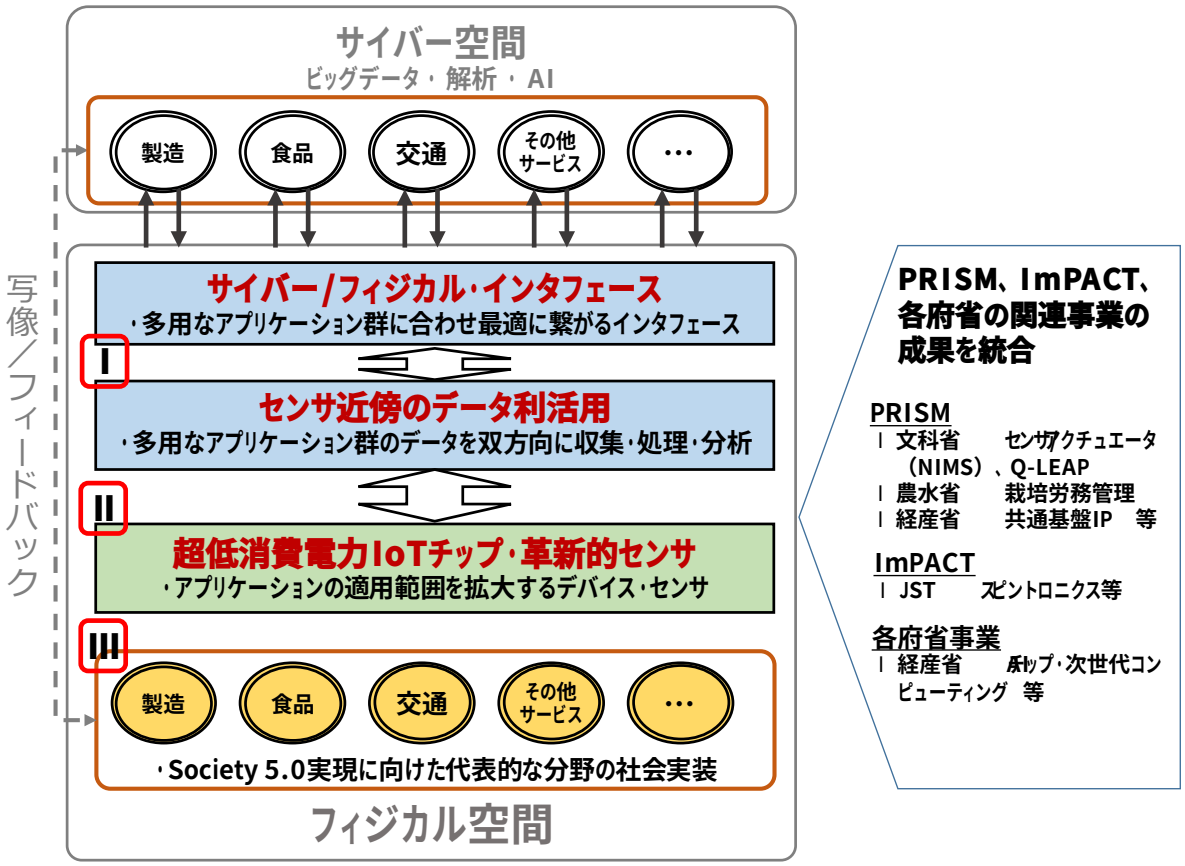
(2) 意義･政策的な重要性

第 5 期科学技術基本計画での提唱を受け、国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター（JST-CRDS）は、CPS に必要な高度な情報処理システムの実現に向けて、1）ソフト･ハードの垂直統合技術開発と性能検証、2）新たな共通基盤技術の体系化と各技術レイヤーの強化、の 2 つの研究開発領域を提案している。CPS の実現には、社会課題を解決するための各種サービスを実現するアルゴリズム･ソフトウェアから、回路･アーキテクチャ、デバイス、材料等、全ての技術レイヤーの個別技術を垂直統合的に見た技術開発が重要であると主張している。また、垂直統合的技術開発を行うための体制構築が重要であるとされている。特に IoT システムの開発にあたっては、リアルタイム性、制御性、超低消費電力性等に重点を置き、ハードウェア技術やシステム化等の日本の強みを活かした統合技術を開発した上で、新たな共通基盤としての体系化が求められている[5]。

上記の提言を踏まえ、CPS を実社会に対して広く適用させるため、本プログラムではフィジカル空間のリアルタイムなデータ処理、専門的な IT 人材でなくても利用可能であること、低コスト化、未開拓な領域へのデバイス適用、モノとモノの高度な協調･協働の 5 つをポイントに、社会課題のフロントランナーとして様々な分野で利用できる「フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」を構築する。

本基盤は、フィジカル空間を高度に分析･制御するエッジ PF に超低消費電力 IoT デバイスや従来取得できなかった情報を利用可能にする革新的センサを搭載し、人手不足の現場等へ適用することによる飛躍的生産性向上等の、我が国が直面する労働力･人材不足に起因する社会課題解決を世界に先駆けて実現する。

[5] 戦略プロポーザル「革新的コンピューティング～計算ドメイン指向による基盤技術の創出」（2017）



図表 1-3. フィジカル空間デジタルデータ処理基盤の全体像

(3) 目標・狙い

① Society 5.0 実現に向けて

- Society 5.0 の実現には、デジタル革新に関連する次世代の各種技術が実際の産業や社会生活へ実装され広く活用されることが必要であり、具体的な出口を想定した研究開発が重要である。
- Society 5.0 実現のために、本事業においては①技術的な GAP、②CPS 導入に関する GAP を解消する必要がある（図表 1-4）。
- 本課題では、Society 5.0 の実現において重要な、あらゆる人が CPS ソリューションを実現できる基盤技術（エッジ PF）を中心にすえて、フィジカル空間の効率的なデジタル化の為の超低消費電力 IoT デバイスやセンサを開発する。また、併せてこれらの技術の有効性・有用性を生産分野等で実証する開発を行うとともに、複数の実用化例を創出し、社会実装の目途をつける。
- 世界に先駆けて、労働人口減少社会における生産性向上実現の成功モデルをビジネスモデルの空白地帯で構築・実用化し、裾野を広げていくことで Society 5.0 の実現に貢献する（図表 1-5）。
- 本課題達成により実現した Hyper Connected World では、あらゆるヒトとヒト、ヒトとモノ、モノとモノが繋がり、地域や年齢、性別などを問わず、あらゆる個人が活躍でき、快適で豊かに暮らせる社会の原動力となる。

①技術的なGAP

集める
・あらゆる人・モノからデータをシームレスかつあ低消費電力に集約
'。人・モ　ノ・データすべてを仮想化し、画一的に処理可能に

つなげる
・通信データ量増加、接続数増加、無線品質の向上
'。ど　んな環境でもつながる無線、あらゆるものを画一的に制御

知識と情報の共有
・リアルタイム制御、フィジカルAI
'。フ　ィジ カル空間内で処理、価値創造、データの地産地消による効率化・地域集約化

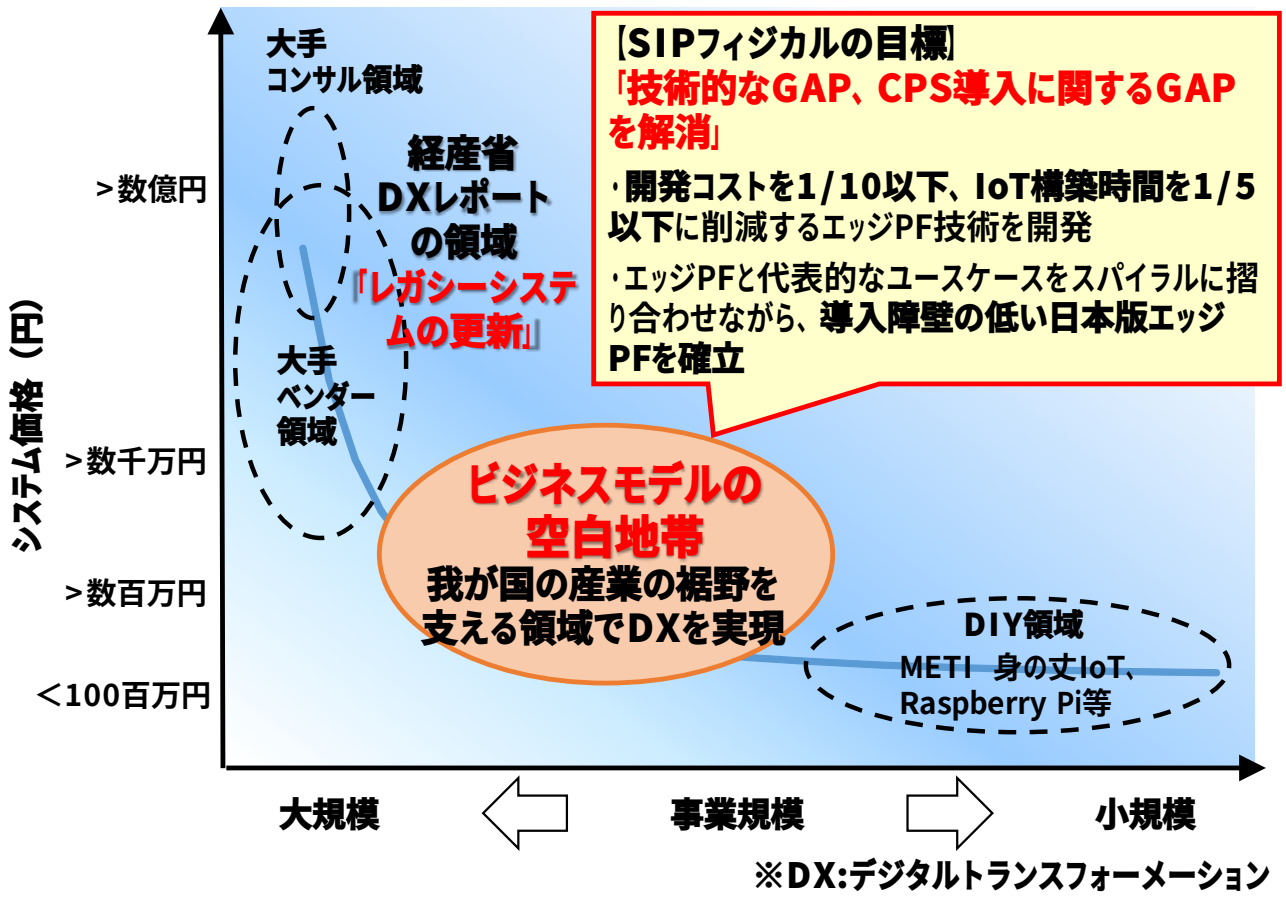
②CPS導入に関するGAP

導入ハードルの解消
・多くは特定用途、専門家向け
'。汎用化に　よる参入障壁・手間低減

普及促進
・既にあるシステムを極力リプレースすることなく不足分を補うことで継続的に運用
'。 シ ステムのサステナビリテ ィを 確 保、使い慣れた環境を低コストでアップグレード

応用範囲の拡大
・誰でも使え、利活用の裾野を拡げる
'。 ロ ーカルでのエコシ ステムの構 築、実証の横展開と先鋭化、個別化

図表 1-4. Society 5.0 実現のために解消すべき GAP



図表 1-5. SIP フィジカルのターゲット、目標

② 社会面の目標

・Society 5.0 が掲げる様々な分野において、特にサイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることによって「ヒトとヒト」「ヒトとモノ」「モノとモノ」の協調・協働を可能とし、我が国が有する労働力・人材不足に起因する社会課題である生産性向上等の解決を行い、豊かな社会の形成を目指す。

・高度な IoT 技術者でなくても SIP の成果を用いて容易に IoT ソリューションを構築可能とするエッジコンソーシアム運用を SIP 期間中に開始する。併せて、既存のコンソーシアム（EPFC や MCPC、IVI 等）との連携を行う事で、多くの人が広く活用できる体制を構築する。

③ 産業的目標

%IoT への参入障壁を下げることで IoT ソリューションの導入を促進し、2025 年度における企業の IoT ソリューション導入率を、グローバル競争レベルの 90%以上に引き上げる。

%2030 年までの IoT・AI の経済成長へのインパクトは（市場規模）は 2016 年は 1,070 兆円であるが、ベースシナリオのままでは 2030 年は 1,222 兆円と大きな成長が見込めていない。ところが、新規産業の創出を積極的に推進していく成長シナリオでは 1,495 兆円と大きなインパクトが期待される。特に、「製造業」「商業・流通」「サービス業、その他」において経済成長シナリオとベースシナリオとの差が大きくなる（平成 29 年版　情報通信白書：総務省）。専門的な IT 人材でなくても AI/IoT 技術を容易に活用できるデジタルデータ処理基盤を開発し、これらの産業分野へ浸透させていくことで、多くのプレイヤが自らのアイデアを具現化する機会を増やし、新規産業の創出が促進されることで、我が国の経済成長、国際競争力向上を目指す。

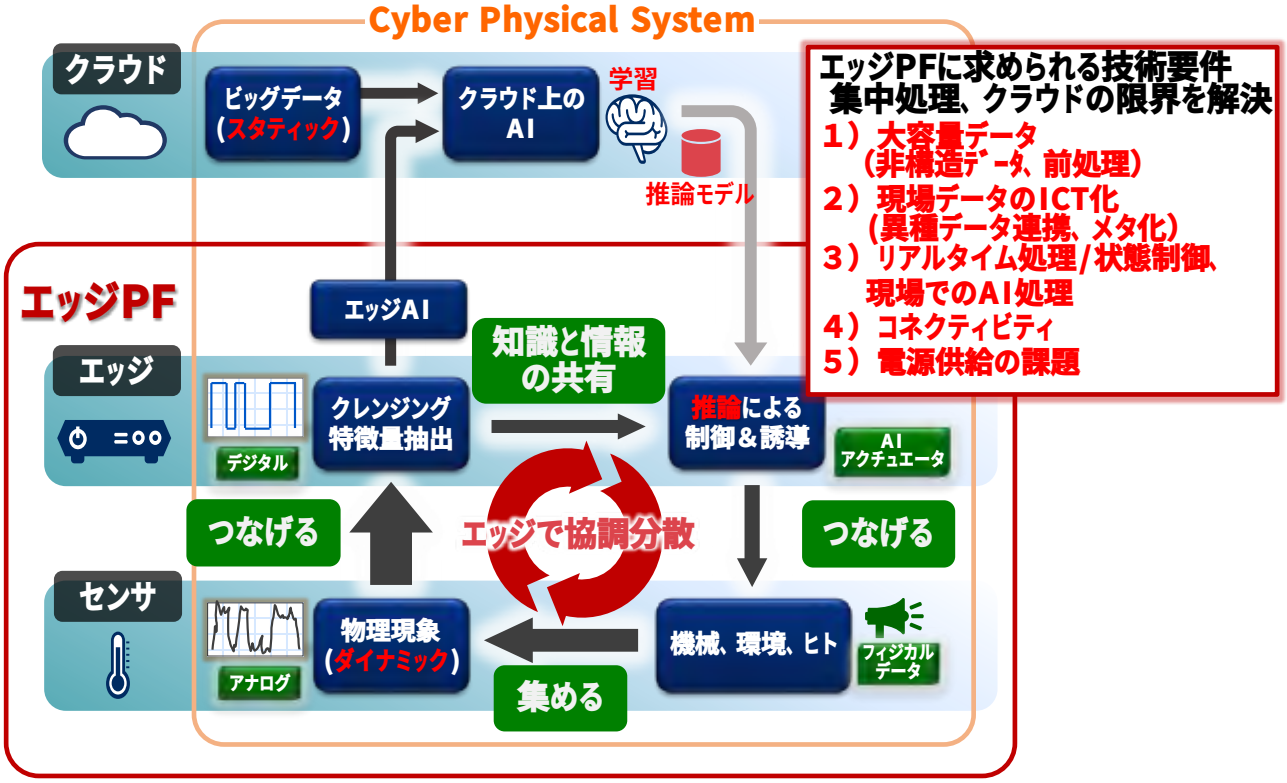
④ 技術的目標

%センサ近傍の少ない計算リソースであっても、リアルタイム性を確保しながら高度にフィジカル空間を写像するとともにサイバー空間と連動できる技術、現場の多量多種の機器同士を安定かつ円滑に連携できる技術、デジタル領域のデータの利活用を高度な ICT や AI 等の専門性を必要とせずに低労力で実現できる技術等を開発しエッジ PF を構築していくことで、参入障壁を下げた国際競争力の高い技術を確立する。

%超低消費電力 IoT デバイスや革新的センサの社会実装を、世界に先駆けて実現する。Society 5.0 実現に向けて、現場の様々な良質のデータを発掘しロボット等に用いる小型・低コストの革新的センサや、そのデータを超低消費電力で処理する IoT チップを開発し社会実装する。

%主に製造業で利用されているロボットや生活に直結するサービスにおいて、クラウドベースシステムでは実現不可能なリアルタイム性を有するフィジカル空間の分析・制御管理等の技術を開発し、人手不足が深刻化している食品や交通、介護、その他サービスといった、これまで開発が困難であった領域で広く活用できるように進化させる技術を確立し社会実装する。

%生産性革命が求められる中、我が国の製造業（生産現場）などでは産業機器のデジタル化が求められている。しかしながら、現場では多種多様なデータ交換や通信の方式が使用されており、産業機器間の相互連携のための技術が確立していない等の課題がある。様々な産業機器のネットワークへの接続や産業機械同士の相互接続やデータ交換などを加速し、収集したリアルデータを活用して、さらなる生産性向上につなげて行くことが不可欠である（図表 1-6）。



図表 1-6. エッジプラットフォーム (エッジ PF) 概念図

⑤ 制度面等での目標

%本プログラムで開発されるフィジカル空間共通基盤は、そのインタフェース規格や成果をオープン化することで産業界の多くのプレイヤが活用可能なものとする。また、研究責任者が本プログラムを通して得た個別の権利については排他的な独占技術とせず、活用を希望する第三者に適切な価格でライセンスされるものとする。

%国費を投入して開発した技術はエッジ PF の中にスタックし、様々な業種や分野で広く活用を目指す。事業者にはオープン･クローズ戦略の一環として、エッジ PF に残す技術と秘匿する競争技術を整理するように指導している。

%産業従事者の労働環境改善や ICT のアクセプタンスレベルを向上させる等、CPS で解決する場合の問題点を明確にし、制度化を目指す。

%外部有識者の協力も得て、エッジプラットフォームとしてのセキュリティの考え方を示す。

⑥ グローバルベンチマーク

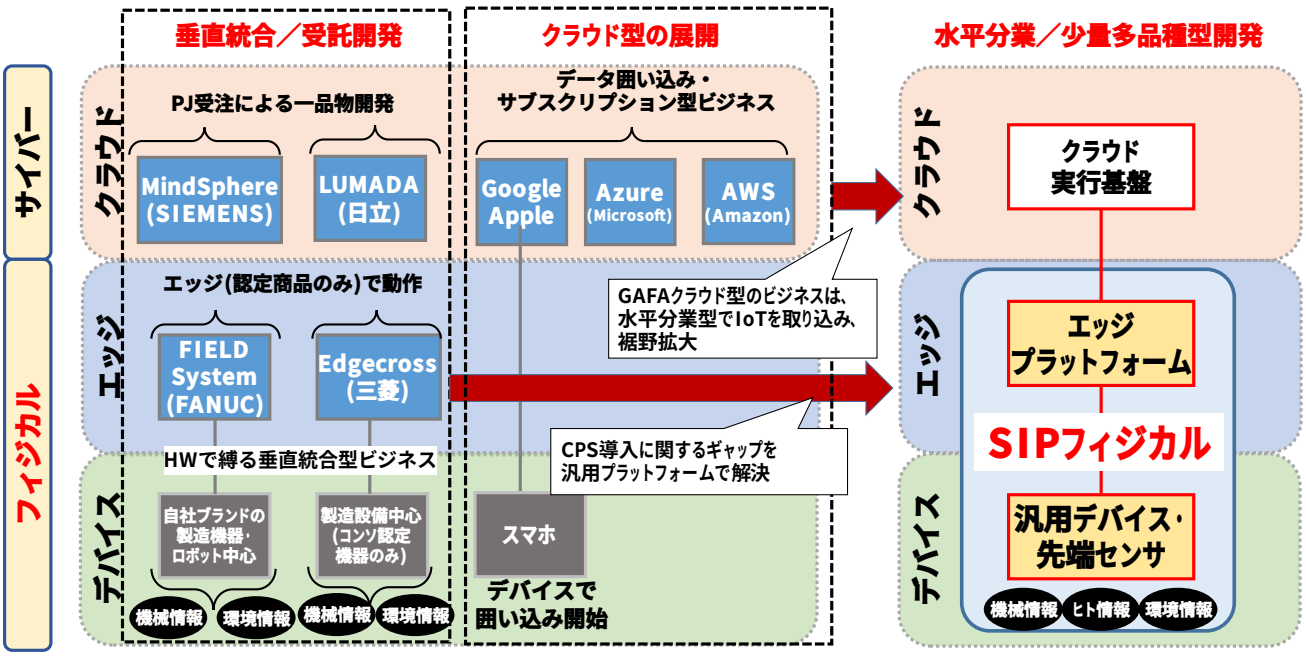
経年で実施しているグローバルベンチマークは本事業に於けるエッジ PF の優位性を明らかにして、普及戦略を成功に導く目的で世界中の IoT に係るプラットフォームを俯瞰する活動を含めて実施している。これまでの見解とグローバルベンチマークの視点は下記の通りである。

%ドイツのインダストリー4.0 は、主として製造業の生産管理や在庫管理を IoT によって個別工場や企業の枠組みを超えた最適化により経済的発展を促進する試みであり、その動きは欧米や新興国に波及している。我が国は、Society 5.0 のコンセプトを掲げ、社会システムにおける様々なモノを相互

につなげること（モノとモノ、ヒトと機械・システム、ヒトと技術、異なる産業に属する企業と企業、世代を超えたヒトとヒト、製造者と消費者等）で、世界に先駆けて人口減少に伴う高齢化、労働人口の減少等の社会課題解決を目指している。

- デジタルデータを産業活用するアプリケーションとしての IoT 分野において、米国 Microsoft 社等が展開しているサービスのように多様な領域を想定したデータを集約、分析する基盤が提供されている。しかしながら、クラウド側に軸足が置かれているため、実社会へのフィードバックに必要な IoT 機器等の制御機能やフィジカル空間への展開技術はまだ十分には用意されていない。そこで、我が国はフィジカル空間に良質なデータ源泉を有し、エッジに重点をおいた最先端の技術を搭載したエッジ PF を開発することで、国際的な競争力を有する CPS をいち早く実現する。
- 日本が強みをもつデバイス技術は、電子部品で 38%の高いシェアを有しており(2016 年)、研究レベルでは世界最先端の位置にいるが、近年は海外企業との競争激化によるシェア低下が著しい。また、中小・ベンチャー企業を始めとした産業界でデバイスの実用化や CPS への取り込み等の産業応用には課題がある。小型・高感度バイオセンサ等の革新的センサの実用化開発や、新原理による最先端の低消費電力技術の実用化への考察と検証、低電力実装を支援するエネルギーハーベスト技術、様々なセンシングデータを一元的に、効率よくデータ収集が行えるマルチセンシングモジュール（MSM）開発等、超低消費電力 IoT エッジデバイスをリードできる技術成果の産業貢献の時間軸を明確化し、成果最大化を目指して産業応用に取り組み、エッジ PF による世界トップレベルの CPS 実現に貢献する。
- 国際的な標準化団体やコンソーシアム等においては、オープンかつ協調的な連携を推進していくことが一つのトレンドとなっている。また、それらの団体等において、CPS の相互接続、或いはデータ連携の手段の一つとして、各団体において、参照アーキテクチャが構築されている。このような欧米諸国、並びに中国における活動を考慮しつつ、本プログラムの優位性や課題等の評価・分析に向けたグローバルベンチマークを実施する。本プログラムで整備されるエッジ PF は、エッジ領域の応用開発の難易度を下げ、開発効率を上げることで IoT のエッジ領域開発の裾野を広げる My-IoT-PF(サブテーマ I)と、強みを持つエッジを形作る先端デバイスとデータ接続を容易にする MSM-PF（サブテーマ II）を階層的に構成させることで、上述した日本の強みであるエッジ領域を IoT 応用/CPS で産業発展を促す狙いがある。その為、グローバルベンチマークは、具体的には、エッジ PF の優位性を示すために、エッジ領域の IoT 技術に関する取り組み、その特徴、並びにエッジ領域の IoT 技術を利用したユースケース等の深堀調査を継続する。このグローバルベンチマークを通じて、Society 5.0 の参照アーキテクチャを踏まえつつ、エッジ領域に焦点をあてた日本の競争優位の構築の意義を明確にし、本プログラムの成果の普及戦略策定に貢献していく。

図表 1-7 及び図表 1-8 に本事業で構築するエッジ PF の CPS、IoT システムに於ける位置づけを示し、図表 1-9 では世界に於ける IoT のプラットフォーム推進活動と本事業のエッジ PF のこれまでのグローバルベンチマークから明確になったエッジ領域技術の優位性を提示する。更に、今後の普及戦略立案に向け、2021 年度に実施する世界の PF に於けるエッジ技術に関する深堀ベンチマークの実施計画を図表 1-10 に示す。



図表 1-7. フィジカル空間デジタルデータ処理基盤の位置づけ

名称	開発元	PFの分類	アプリ連携のポリシー	ターゲット分野	エッジPF/目的
Siemens	MindSphere	垂直統合型 実装は自社受注	ｸﾗｳﾄﾞ上ﾃﾞｰﾀ連携	製造業/ｿﾘｭｰｼｮﾝ	自社受注に活用/ 自社開発効率化
Lumada	日立	垂直統合型 実装は自社受注	ｸﾗｳﾄﾞ上ﾃﾞｰﾀ連携	製造業/ｿﾘｭｰｼｮﾝ	自社受注に活用/ 自社開発効率化
FIELD SYSTEM	FANUC	垂直統合型 実装は自社受注	ｸﾗｳﾄﾞ上ﾃﾞｰﾀ連携	工場の工作機械	自社受注に活用/ 自社開発効率化
AWS	Amazon	ｸﾗｳﾄﾞ型 ユーザ開発用API公開	ｸﾗｳﾄﾞ上でｱﾌﾟﾘアドオン	クラウド上の PaaS(Platform as a Service)	特定デバイス提供開始/データ獲得の囲い込み
AZURE	Microsoft	ｸﾗｳﾄﾞ型 ユーザ開発用API公開	ｸﾗｳﾄﾞ上でｱﾌﾟﾘアドオン	クラウド上のPaaS	通信セキュリティを注力開始/ データの保全化
本事業	SIP事業'。 ５年後別組織運営	フィジカル領域対応の水平分業型 エッジ技術をIP流通の仕組みで提供	IP流通の仕組みでフィジカル部含むアプリ開発連携	安心安全、弱者社会参画、労働力不足、生産性向上に係る分野'。展開	オープンな開発環境でアジャイル型に開発可能/ ユーザ開発効率化と市場浸透推進

図表 1-8. IoT プラットフォームの整理

標準的なアーキテクチャを参照、さらに、OSSを活用することで、オープンかつユーザーにとっても安価なコストでの開発が可能である。

標準アーキテクチャの参照による相互接続可能なPFとして、提供することが可能である。

エッジコンソーシアムによる地域軸（国内）及び国際的な普及のための活動が可能である。

評価軸	研究開発				
	エッジプラットフォーム（SIPフィジカル）	Industrie4.0（独）	International Data Spaces（独）	Industrial Internet Consortium（米）	LF Edge
エッジ領域の参照アーキテクチャの構築	◎（Society5.0の参照アーキテクチャを基に構築）広範囲の分野をカバー	○（RAMI4.0）製造業システム中心	△（IDS-RAM）データ流通中心	○（IIRA）製造業データ流通中心	○ 一部エッジ領域対応
エッジ領域の開発環境の提供（センサ含む）	◎ アプリ開発、デバイス実装開発（日本独自の機能）	△	-	△（テストベッド）	△（アプリケーション開発）
OSS	○	-	-	-	◎
PFの提供方法（相互接続可能な形態でのPFの提供）	△➡○（SIPサイバーとの連携による分野横断的なPFの提供 外部コンソ連携で相乗りキャッチアップ戦略）	◎（先行実績あり）	◎（先行実績あり）	○	○
地域（国内）、国際連携	○➡◎（エッジコンソーシアムによる国内への普及展開及び国際標準化機関への働きかけなど、海外展開を推進）	◎	○	◎	◎
権利関係の提供等の仕組みの整備（IPの提供等）	◎（研究開発成果をナレッジとして共有できるIoTストアを構築）	△（データ等の基本的な権利保護の仕組みは整備）	△（データ等の基本的な権利保護の仕組みは整備）	△（データ等の基本的な権利保護の仕組みは整備）	○（一部メンバー企業のサービス等を提供）

図表 1-9. エッジ PF のグローバルベンチマークと海外展開について

図表 1-10. グローバルベンチマークの実施計画 (2021 年度)

⑦ 自治体等との連携

今後計画している研究課題について、大学や自治体、中小・ベンチャー企業での連携及び実装におけるフィジビリティスタディを実施し、地域での Society 5.0 実現を具体的に探求・推進していく。

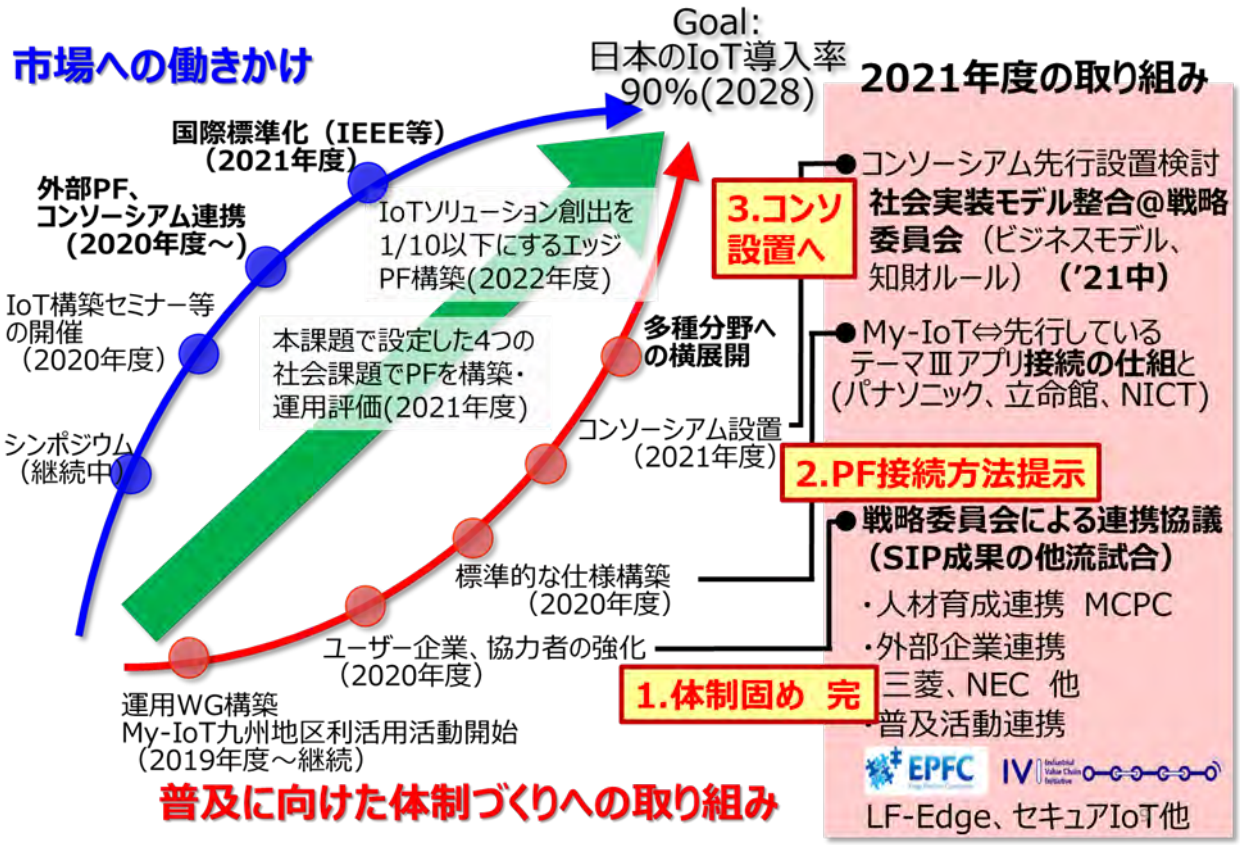
⑧ 他の SIP 課題との連携

評価 WG における指摘を踏まえ、SIP「ビックデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」との CPS 基盤確立を行うために 2019 年度は PD 同士での議論を進めてきた。2020 年度の追加費用にて開始した具体的な連携を 2021 年度も継続して推進する。併せて、CPS 基盤確立において SIP セキュリティは重要な連携先であるため、2019 年度より進めている具体的な連携を 2021年度も引き続き

推進する。広いマーケットの社会実装を実現する為、他 SIP でも出口に近い課題である「SIP バイオ」や「SIP 物流」、「SIP IoE」と、ミッシングパーツを補完できる連携を行う。

⑨ 国内外への情報発信と普及活動

図表 1-11 に示したように、国内外の情報発信として、国際シンポジウムや展示会等を利用して、研究開発の広報活動を実施する。サステナブルな事業活動を円滑に進めるために、企業等 IT 担当者向けの教育活動、IoT セミナー等を実施する。さらに、導入企業等の更なる掘り起しのために SIP シンポジウムを開催する。2020 年度にオンライン開催した国際会議「International Conference on Software Engineering and Information Management」での特別セッションを継続することで内外への情報発信、国際連携を活性化していく。

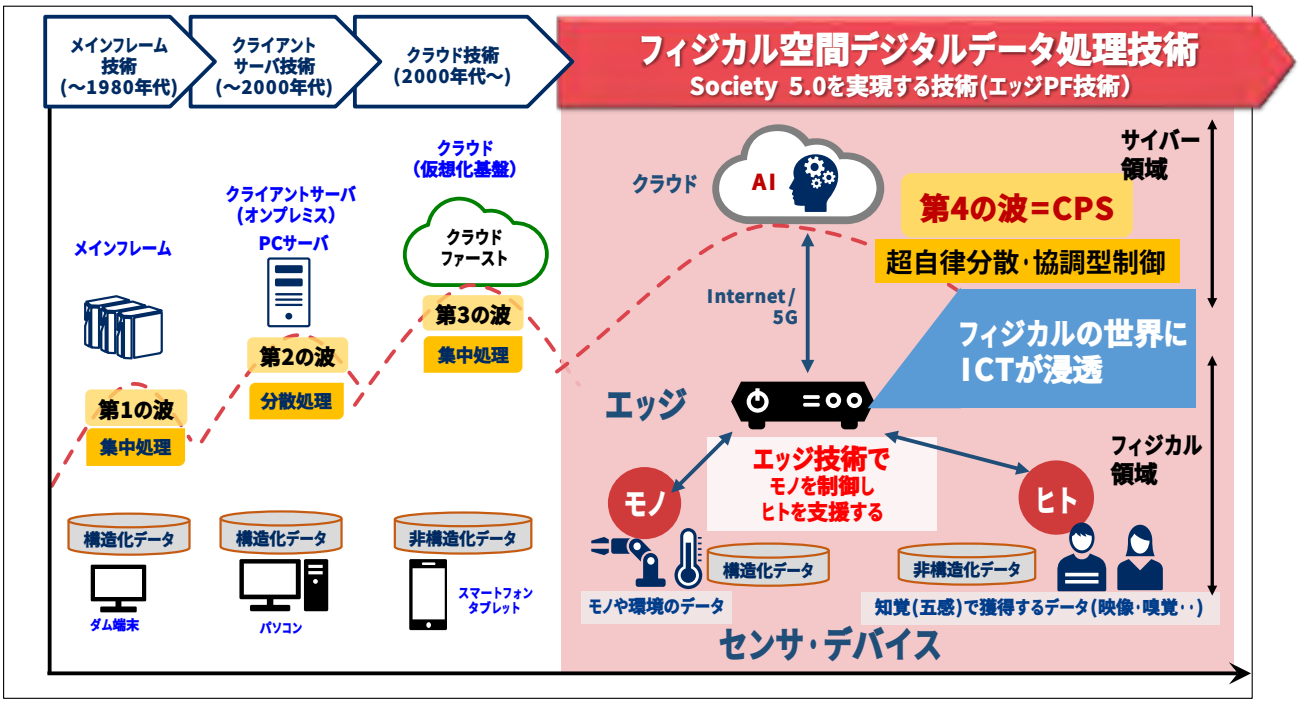


図表 1-11. 普及に向けたマイルストーンと体制づくり

2. 研究開発の内容

Society 5.0 の目指す社会では、クラウドでの集中処理からフィジカル空間の中でもエッジに重心をおいた超自律分散･協調型制御に技術の重心が移ってくることは間違いない（図表 2-1）。また、この潮流のなかでも我が国はデバイスやセンサなど国際的にも優位性の高い技術と良質の現場を有しており、これらを制御するためのエッジの技術の確立は、我が国が国際競争力を発揮していくための重要な鍵となる。しかし

ながら、深刻な IT 人材不足の中ではエッジに重心をおいた高度な CPS を、誰でも、容易に、低コストで実現できる基盤を構築することが必須となる。



図表 2-1. ICT の潮流から見た CPS の位置づけ

そこで、本事業は下記に示すⅠ、Ⅱ、Ⅲの3つを研究サブテーマとして設定し、それぞれが有機的に連携した効率的・効果的な研究開発を推進することで本基盤を構築する。

研究サブテーマⅠ：IoT ソリューション開発のための共通プラットフォーム技術

多様かつ莫大なフィジカル空間の情報を要求された時間内に少ない計算リソースで、安全に、また多角的・複合的に分析する技術、リアルタイム性や低コスト化を実現するエッジ処理技術、サイバー空間と連携する技術を開発し、システム構築や運用を簡易化することで、産業界の多くのプレイヤーが容易に利活用できるエッジ PF を提供する。

- 我が国が取り組むべき最先端のエッジ PF として必須となる複数の要素技術に関する研究課題を協調領域として設定し、開発に取り組む。
- それぞれの研究課題は研究サブテーマⅡ、Ⅲの実施者と密に連携を取り合いつつ、各種インタフェースの設計や標準化の調査、検討を実施する。
- Society 5.0 実現の為、エッジ PF のあるべき姿をより戦略的に構築するための検討を行う共同事業体や委員会を設置する。検討はエッジ PF の垂直統合と水平展開の戦略を主に実施するが、随時、各研究サブテーマへもアウトプットし、各研究サブテーマはアウトプットを踏まえ、研究開発の方向性や軌道修正を適宜行う。
- 2020 年度を目途に要素技術や検討した戦略の成果を取り入れて、2021 年度以降にエッジ PF の共通化（共通 PF）構築および普及促進を行う。

研究サブテーマⅡ：革新的センサ・超低消費電力 IoT チップ技術

CPS 適用範囲を拡大できる革新的センサや超低消費電力 IoT チップの技術開発・実用化を行う（Ⅰのエッジ PF でも活用することを想定）。

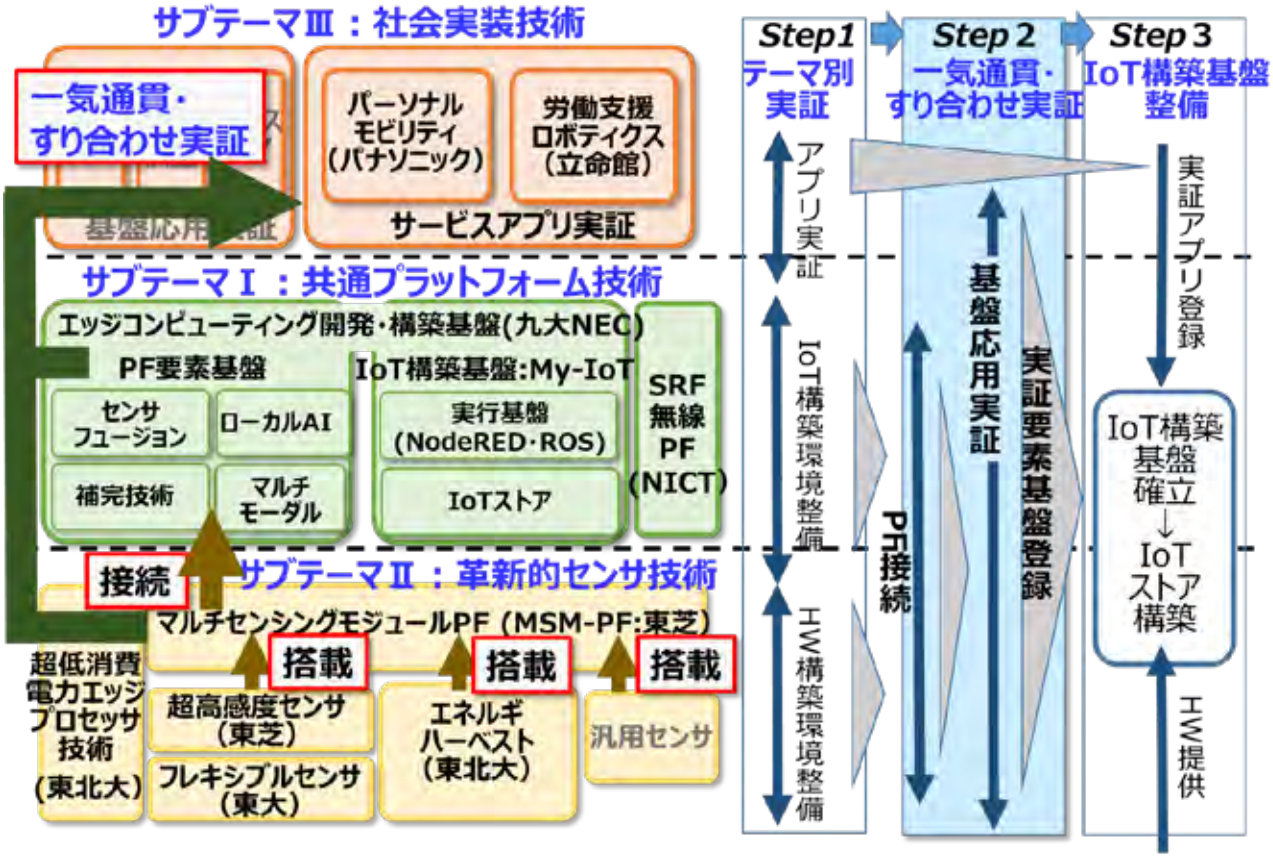
- 我が国が国際競争力を有するセンサデバイスや超低消費電力 IoT チップの開発により CPS の適用領域の拡大を行うため、それぞれの開発は 2020 年度で実用化の目途を立て、2021 年度以降で研究サブテーマⅢと連携しつつ実際の運用・産業化を見据えた技術検証を行う。
- 全ての期間を通じて、インタフェース等の情報は研究サブテーマを超えて都度共有・連携もしくは提案を行い研究を推進する。

研究サブテーマⅢ：Society 5.0 実現のための社会実装技術

Society 5.0 実現に向け、クラウドシステムベースの集中処理では実現不可能なリアルタイム処理やフィジカル空間の制御管理等、CPS 構築に必要な社会実装技術の開発を行う。

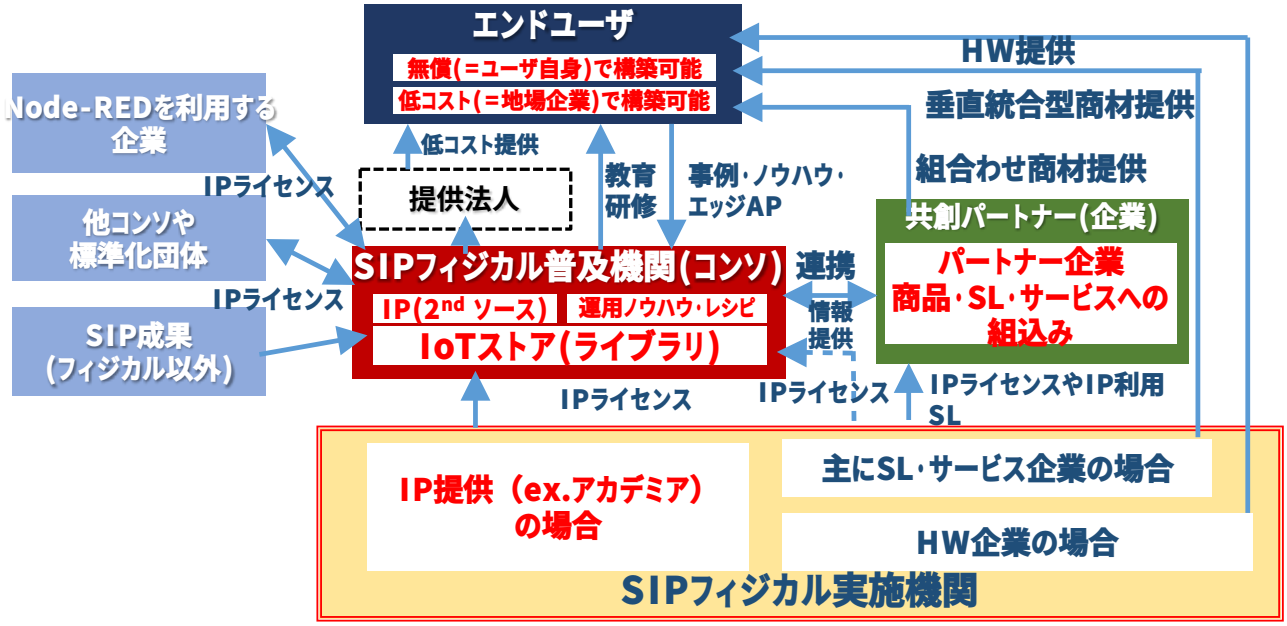
- 我が国が有する社会課題を具体的に解決するシステムを明確にし、2020 年度までにシステムデザイン、要素技術の開発及び研究サブテーマⅠの必要技術への情報提供を行う。2021 年度以降でⅠやⅡを組み込んだ社会実装検証を行う。
- 全ての期間を通じて、インタフェース等の情報は研究サブテーマを超えて都度共有・連携もしくは提案を行い研究を推進する。
- Society 5.0 の実現による高度な IoT ソリューションを我が国の地域で活性化・浸透させ、新たな産業創出を行うための予備的調査を行う。

本事業で構築するエッジ PF を図表 2-2 に示す。エッジ PF は SIP 他事業の成果や活動、他省庁で開発するデバイス、OSS（Open Source Software）等と連携をしながら完成を目指す。



図表 2-2. 本事業で構築するエッジ PF

本事業で開発する技術については図表 2-3 に示すような仕組みで技術をスタックしていくことで、システムをスクラッチから開発せずに CPS ソリューション構築可能とし、開発期間やコストを低減させていく。



図表 2-3. プラットフォーム運営・維持・利活用の仕組み

また、エッジ PF のエコシステムとビジネスモデルについて図表 2-4 に示す。応用実証を完了した IP やノウハウ、ライブラリを SIP フィジカルで構築するエッジコンソーシアム等の普及機関を通じてエンドユーザーに提供する事で、高度な IoT 技術者でなくても IoT ソリューションを構築できる仕組みを実現する。この活動はまず、九州大学・NEC が中心となり、九州地区の課題意識を持つ地場産業の参加を受け、彼らとの地に足のついた活動を通じて実証実験を行い、その結果をエッジコンソーシアムの活動形態や運営体制にフィードバックするとともに、ビジネスモデルの精緻化を行う。この結果はエッジコンソーシアムにおいて全国展開する際のビジネスモデルの雛形となる。この概略を図表 2-5 に示す。

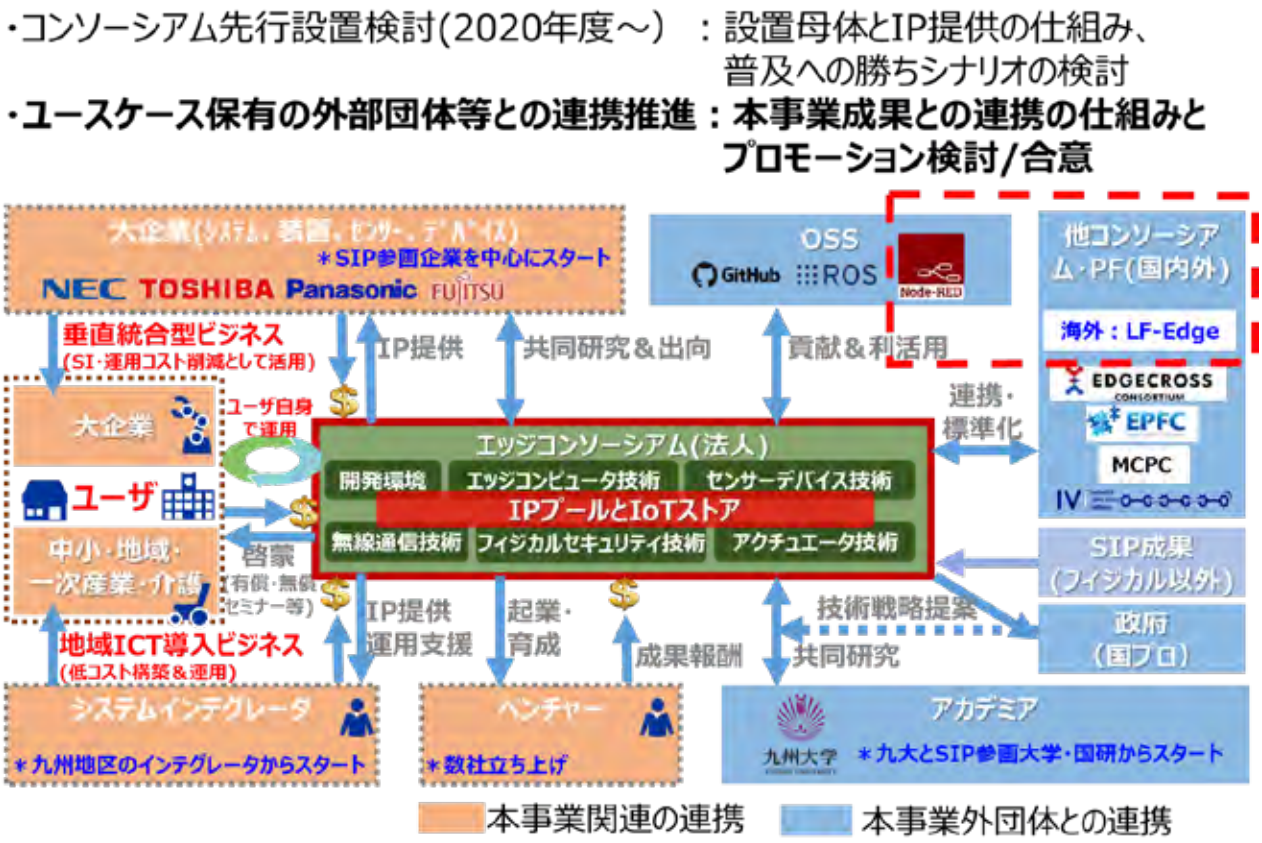
コンソーシアム等の普及機関では、SIP フィジカル実施機関外の企業、標準化団体、更に、他の SIP 事業との IP ライセンスによる連携も推進する。ライセンスの提供方法等、ビジネスモデルについては外部有識者を交えて本事業の戦略として検討し策定する。

本コンソーシアム のベースとなるエッジプラットフォームは、My-IoT PF と MSM-PF から構成される。MSM-PF は各種センサーから取得された非定型で雑音も含むデータをまとめ、解析できる形に整形した上で My-IoT PF に渡す。My-IoT PF では入力されたデータと開発されたライブラリを用いてソリューションを構築し、所望の機能を提供する。このエッジプラットフォームはセンサーデータ取得からソリューション提供までの機能を一気通貫に短時間で安定的に開発、提供できることが特長である。

本コンソーシアムではオープン・クローズ戦略でイノベーションを実践し、本 SIP 事業の成果はオープン、各社固有技術はクローズとする。

エッジコンソーシアムの設立にあたっては、まず設立準備協議会を 2021 年度当初に立ち上げ、戦略委員、外部招聘委員を中心として、ミッション、運営母体、運営方針、活動体制、標準化推進、外部コンソーシアムとの連携、国際連携、活動/予算計画、などを議論する。設立準備協議会の体制を図表 2-6 に示す。また、外部コンソーシアムとの連携は外部招聘委員を派遣いただいている外部コンソーシアムを中心に行うが、いくつかの連携候補コンソーシアムの特徴とエッジコンソーシアムとの関係を図表 2-7 に、連

携方法の検討結果は図表 2-8 に示す。さらに、My-IoT PF の推進を担う九大 TLO や海外連携を担う LF Edge などのメンバーにも参加してもらい設立準備を加速させる。スケジュール的には、設立準備協議会で上記の議論を進めた上で、2021 年度中の適切なタイミングでエッジコンソーシアムを設立する。2022 年度は実際のコンソーシアム活動を行い、プロジェクト終了後にも活動を継続できる体制を確立する。

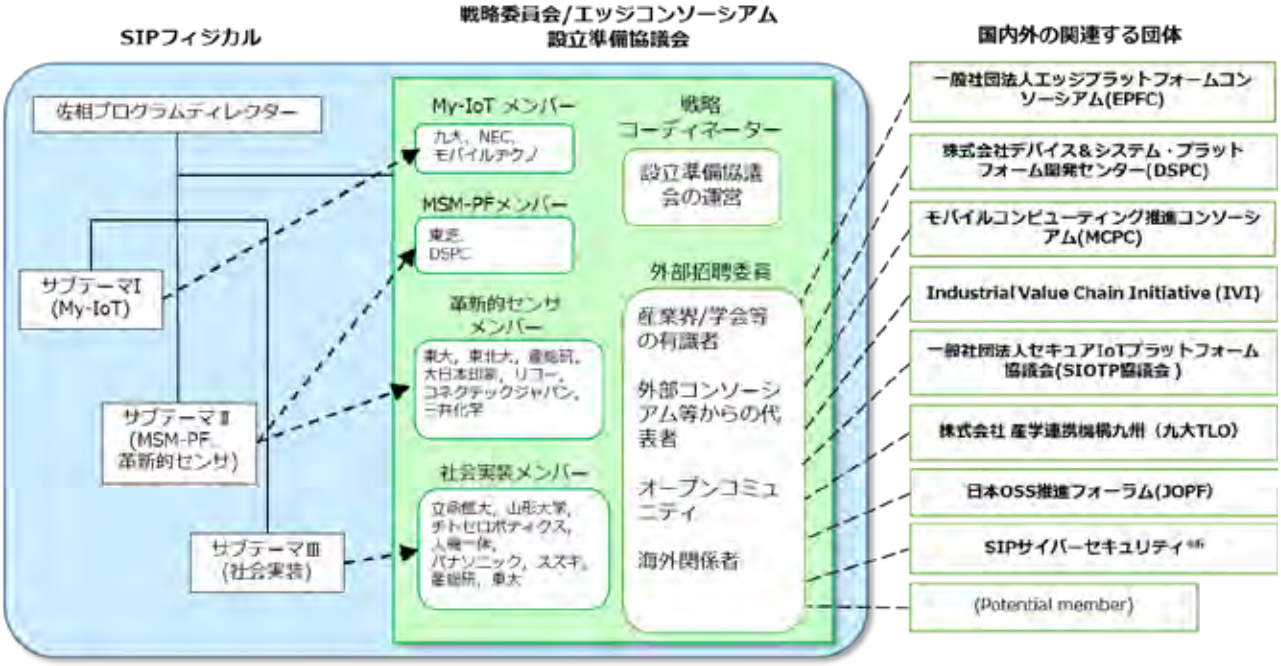


図表 2-4. SIP 終了後の社会実装及びその実現に向けた取組

- 本SIPの成果を普及させるための**エッジコンソーシアム**設立を計画
  - ✓ **デバイスからシステムまでを協調領域として一気通貫で社会実装できるPF基盤**の普及
  - ✓ 加入メンバーは、容易に**各レイヤのコミュニケーションギャップを埋める**ことができる。
  - ✓ Linux Foundation他と連携し国際普及を図る。一方、中小企業も置き去りにしない。
- **My-IoT WG（エッジコンソーシアムの前身）活動開始（www.my-iot.jp）**
- **設立準備協議会**を戦略委員会に設置
- 運営母体、技術開発、標準化、PF連携、国際連携、活動/予算計画等を議論
- **構造化チームと連携して推進**

設立準備協議会の設置

図表 2-5. SIP 第 2 期終了後の社会実装･取組状況



図表 2-6. エッジコンソーシアム設立準備協議会構成図

- 応用適用に向け戦略委員と協議し、外部団体等と連携推進：本事業との連携とﾌﾟﾛﾓｰｼｮﾝ合意～'20/8：IVI、EPFC、日本OSS推進F、NodeRED、三菱、ﾙﾈｻｽ、富士通等完、更に追加
- 他のコンソーシアムと強み/弱みを横串補完することで、強固なコンソーシアムの運営基盤の構築を目指す。

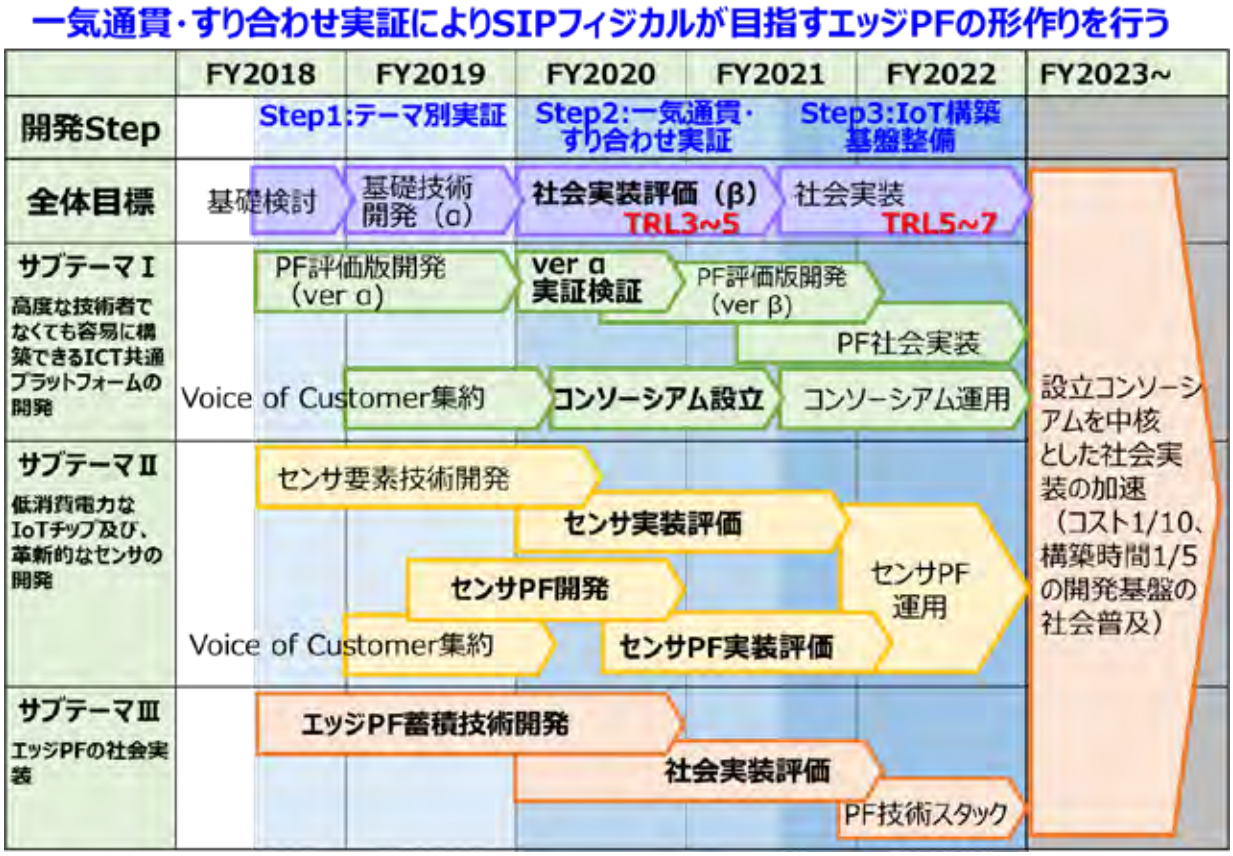
	連携先候補のベンチマーク						
	エッジプラットフォーム（SIPフィジカル）	EPFC	インダストリアルバリューチェーンイニシアティブ	MCPC	セキュアIoTプラットフォーム協議会	日本OSS推進フォーラム	Edgecross コンソーシアム
エッジ領域の参照アーキテクチャの構築	◎（Society5.0の参照アーキテクチャ*を基に構築）広範囲の分野をカバー	○（標準化動向、ナレッジ共有）	◎（IVRA）製造業システム中心	-	◎（セキュリティ観点での連携）	-	-
エッジ領域の開発環境の提供	◎ アプリ開発、デバイス実装開発（日本独自の機能）	△	-	-	-	-	◎（Edgecross）
OSS	○	-	-	-	-	◎（オープンソース活用のノウハウ連携）	-
PFの提供方法（相互接続可能な形態でのPFの提供）	△➡○（SIPサイバーとの連携等分野横断的なPFの提供外部コンソ連携で相乗りキャッチアップ戦略）	◎（ナレッジ共有）	○	-	○（セキュリティ観点での連携）	-	○
地域（国内）、国際連携	○➡◎（国内への普及展開及び国際標準化機関への働きかけなど、海外展開を推進）	◎（全国への普及、既存の活動との連携）	○	◎（教育観点での連携）	-	-	○
権利関係の提供等の仕組みの整備（IPの提供等）	◎（研究開発成果をナレッジとして共有できるIoTストアを構築）	-	-	-	-	◎（ライセンス戦略）	◎（対応製品をマーケットプレイス上で提供）

図表 2-7. 外部コンソとの連携協議

組　織	委託可否	活動分野	委託調査の内容と方法
EPFC (Edge Platform Consortium)	可	エッジシステム開発のための基盤整備 • エッジシステムの基本要件の定義 • リファレンスモデルによる実証試験・効果検証 • エッジプラットフォームの要件定義・構築 • 産官学連携プロジェクト提案や同プロジェクトへの参加の支援 • エッジシステムの普及・促進のための提言や情報の発信	ハード系成果/実装評価/他流試合 ・有償の委託 ・受託可能メンバーを紹介 ・SIPフィジカルの成果についての情報が必要 ・受託に際しては各事業者からの内容説明が必要 ・受託可能メンバーを紹介、有料の受託 ・必要最低限の技術開示が必要 ・全国区でのPoC実施 ・実用化するときはマッチングファンド
IVI (Industrial Value Chain Initiative)	可	各企業で共通のやり方をリファレンスモデルとして整理共有することで、各企業固有の技術が相互につながるしくみを構築する • ものづくり競争力強化のための各種教育・研修 • ものづくり業務改革のための基盤技術の研究と支援 • ものづくりとITが融合したビジネスシナリオの研究 • 標準化のためのリファレンスモデルの開発 • IoTを活用したプラットフォームのための標準化提案	成果全般/ものづくりへの実装評価/他流試合 ・IVIメンバーとwin-winであれば費用は不要 ・各事業者からの内容説明が必要 ・技術開示は必要ないが、支援者、取説が必要 ・既にEPFC/DSPCとMSM-PFの評価で連携 ・全国区でのPoC実施 ・実用化するときはマッチングファンド
MCPC (Mobile Computing Promotion Consortium)	可	高度、効率的、かつ経済的なモバイルコンピューティング実現と人材育成 • モバイルシステムやIoT・AIシステム構築に必要な知識の範囲、スキルセットに合わせたテキストの編集・発行、検定試験、研修を実施 • モバイルセキュリティのガイドライン(冊子）作成、個人情報保護を含めたセキュリティセミナーの実施	事業者成果の普及促進 ・有償の委託 ・事業者のホワイトペーパー作成支援 ・仕様書作成支援 ・普及のための教育セミナーを全国区で開催（SIPフィジカル主催、MCPC主催の双方あり）

図表 2-8. EPFC，IVI，MCPC への委託調査について

それぞれの研究サブテーマにおける研究開発の想定スケジュールを図表 2-9 に示す。



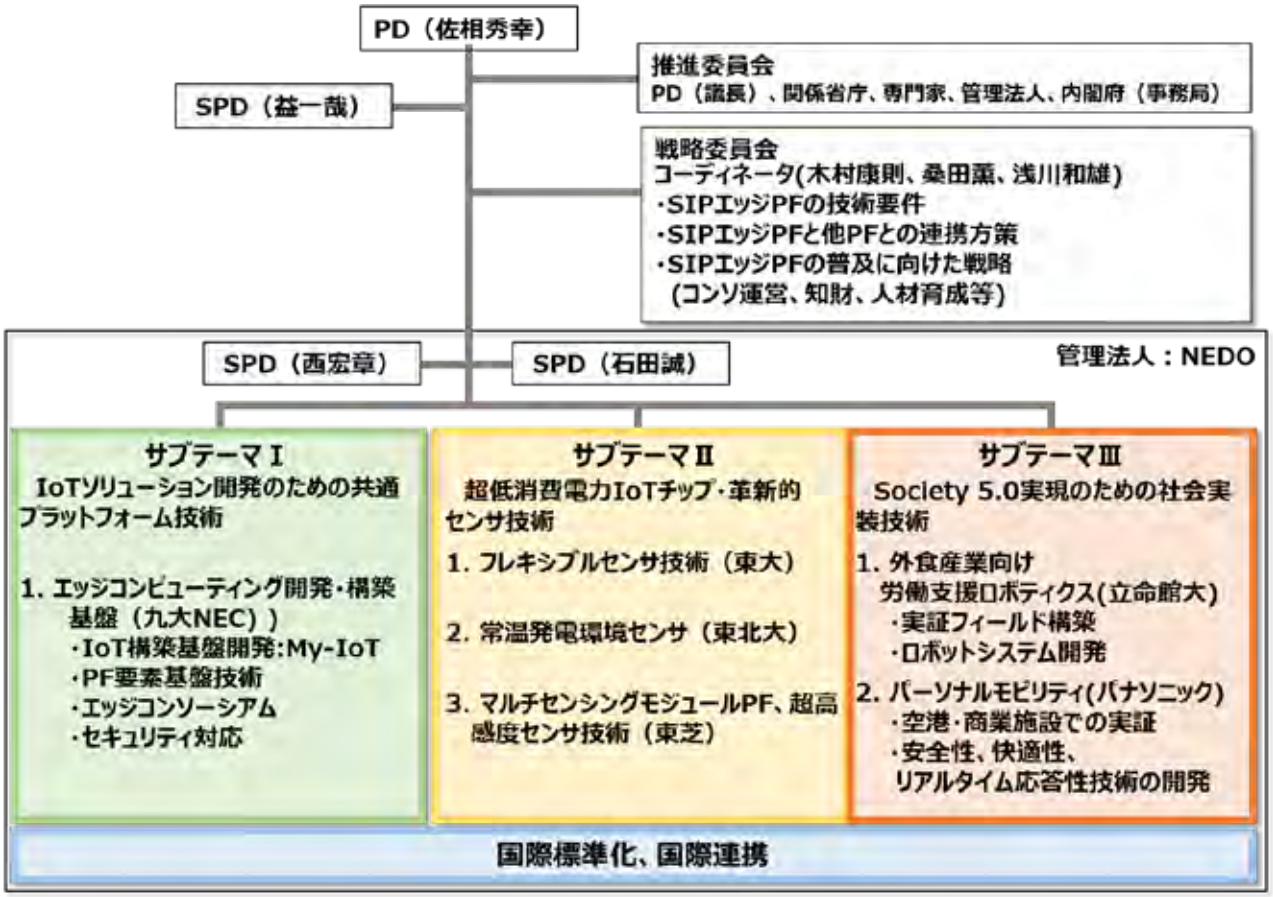
図表 2-9. 各研究サブテーマの想定スケジュール

図表 2-10 に本事業体制を示す。

それぞれの研究テーマに対して、本課題の目標の共有化及びテーマの進捗管理並びにテーマ間連携などを着実に行えるよう、事業マネジメント会議を定期的に開催して、PD 及びサブ PD は効果的なマネジメントを実行していく。サブ PD は PD と密に連絡を取り合うことで、各テーマのより実践的なマネジメントを行う。また、国際標準化と国際連携はプラットフォームの社会実装における重要テーマであり、共通的な活動として推進する。

構築するエッジ PF の出口戦略は、戦略委員会の協力のもと、具体的な戦略案を策定する。戦略委員会は社会実装にあたって要素技術構成の検討を行い、不足機能を明確化する。これに基づいて事業推進過程で追加機能に関する調整、追加事業の統合・提案、事業公募の施策等、本事業の成果の普及促進に対して過不足のない施策を PD へ提案する。

PD は、サブ PD とともに、戦略委員会の協力のもとマネジメントを実施し、フィジカル空間デジタルデータ処理基盤の構築を目指す。



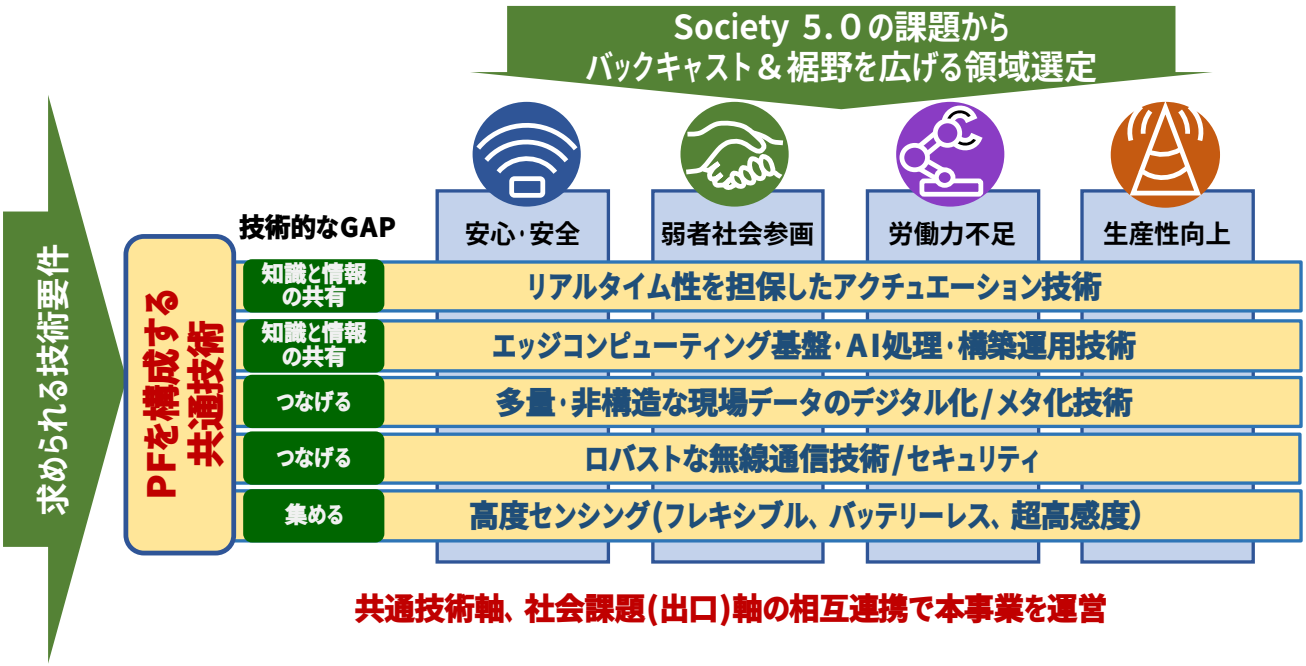
図表 2-10. 運営体制

戦略委員会にて本事業の目的であるエッジ PF の社会実装領域および普及促進に関する戦略を策定する。さらに、CPS ソリューションを実現するための協力体制の構築を行う。

戦略委員会では、Society 5.0 の中核に位置づけられているサイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させるシステムを実現する上での課題抽出を、SIP 事業を推進する為のベンチマークや調査を実施しつつ提言するための事業を 2019 年度～2020 年度にかけて実施し、SIP フィジカルとして補完すべき連携先を強化した。今後は、グローバルベンチマークを継続、強化するとともに、開発するエッジ PF の普及戦略・国際化を進めるための方策を明確化するための調査事業の実施を行う。

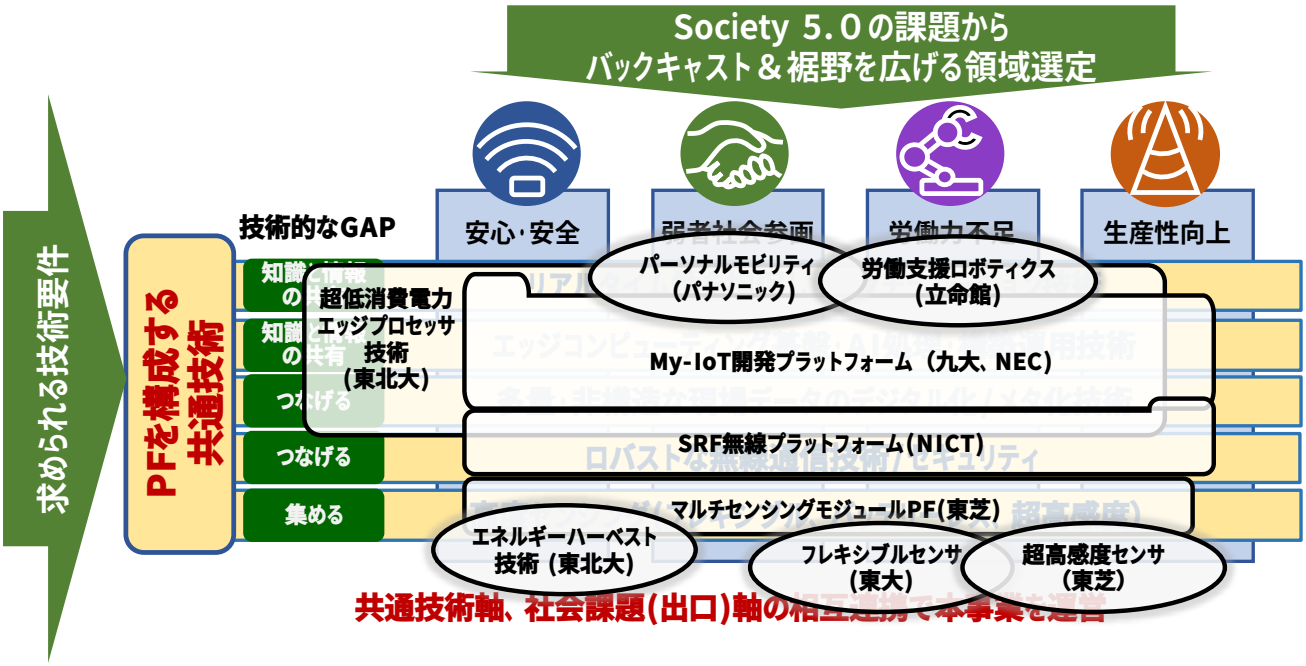
また、SIP フィジカルが取り組む IoT のビジネスモデルの空白地帯には、Society 5.0 を実現する上では解決が必須な社会課題が山積している。課題先進国の我が国としては、IT 技術の活用により飛躍的な解決が可能な領域でエッジ PF を構築することで、その領域を成長させ国際競争力を高めていく戦略が重要となる。そのため、Society 5.0 の課題からバックキャストをして、少子高齢化・労働力不足を起因とする①安心・安全、②弱者社会参画、③労働力不足、④生産性向上の 4 領域を社会課題の軸として選定し、具体的な開発を実施している。

同調査報告を受け、本事業にて構築するエッジ PF の概要を図表 2-11 とした。出口としての社会課題を縦軸、共通して求められる技術要件を横軸として相互連携をしながら運営をしていく。



図表 2-11. フィジカル空間デジタルデータ処理基盤が取り組む技術と領域

本事業に参画する各事業者が取り組む技術領域と領域のマッピングを図表 2-12 に示す。それぞれの事業者は、設定した社会課題の中でニーズドリブンな技術を構築しつつ、社会実装を目指す。戦略委員会の調査結果から、SIP フィジカル内での連携という視点で領域のマッピングを改定した。



図表 2-12. 各技術/事業者の出口マッピング

2021 年度も、我が国の社会課題の解決に向け、各サブテーマを相互に連携させることにより、社会課題に対するエッジ PF の定着や社会実装の検討を行う。さらに、SIP 課題の中で対となる「ビッグデータ・AI を活用したサイバー空間基盤技術」や、「IoT 社会に対応したサイバー・フィジカルセキュリティ」との融合、既存の PRISM や ImPACT、各府省の関連する研究開発との連携が、本プログラムの推進を加速する上で重要であるため、連携するための関係者による検討会等も随時開催していく。

Ⅰ．IoT ソリューション開発のための共通プラットフォーム技術

サブテーマ担当 SPD：西　宏章

本サブテーマは研究開発プロジェクト 2 件及びプラットフォーム戦略ワーキンググループにより構成される。以下にそれぞれの共通項及び個別内容を示す。

研究サブテーマの目標

研究サブテーマⅠでは、最先端の CPS を実現し維持するエッジ PF の開発を行う。具体的には要求された時間内にセンサ近傍の少ない計算リソースで、フィジカル空間の多様かつ莫大な情報をセンサ制御しながら収集し学習型分散マルチモーダル分析にて ICT 利活用のためのデジタル化を行う技術、サイバー空間からの要求に基づいて現場のアクチュエータを確実に接続･制御し連携する技術、現場適用コネクションコントロールにより現場の多様かつ大量な機器同士を安定かつ円滑に連携する技術等を開発し、システム構築や運用を簡易化する技術と組み合わせてエッジ PF として提供する。

現在、CPS はシステム要件毎に合わせた個別開発が主流であるため、開発期間や費用、人材の観点で課題がある。エッジ PF の目的の一つとして、専門的な IT 人材の持つセンサ等の使いこなしのノウハウや IoT ソリューションの構築に必要な技術を自動化して提供することにより、我が国の様々な業種の企業が CPS を容易に構築できるようにする。さらに本研究終了後はエッジ PF を継続的に維持･更新･提供するコンソーシアム等を構築することで、中小･ベンチャー企業等も含む我が国全体での CPS を活用した新ビジネスへの参入機会及び適用領域の拡大を行う。

また少ない計算リソースで動作する組み込み OS 等を活用してエッジ PF 全体のリアルタイム性を実現し、さらに汎用デバイスや各府省の関連事業の成果に加え、研究サブテーマⅡで開発するインタフェースを有した超低消費電力 IoT デバイス技術や革新的センサ技術を柔軟にエッジ PF に取り込み、研究サブテーマⅢへの展開をはかる。

本研究サブテーマは、社会実装に不可欠なエッジＰＦ技術の体系化において、図表 2-13 に示す①フィジカル空間の写像(フィジカル空間の状況情報（コンテキスト）を生成するための、フィジカル空間の適切なデジタル分析技術)、②サイバー空間との連動（サイバー空間とフィジカル空間の連携をリアルタイム性を意識しながら実装するエッジ PF 技術）、③構築、導入、運用の簡易化（エッジ PF を様々なレイヤで IT 人材に活用してもらえるための仕掛けの実現）が必要となる。

① フィジカル空間の写像

フィジカル空間のヒトの行動/状態やモノの状態/状況を収集し、アルゴリズムを用いた多角的/複合的な分析することにより、フィジカル空間の状態を的確にセンシングし ICT で利活用できるようにデジタル化すること（写像）を実現する。

①では、センサ情報を集めるデバイス、デバイスからの情報をクラウドに集約するゲートウェイ、エッジでデータを分析するミドルウェア、サイバー空間とアクセスするインタフェース等で構成され、各機能ブロックは個々に密接に連携させて開発する。

② サイバー空間との連動

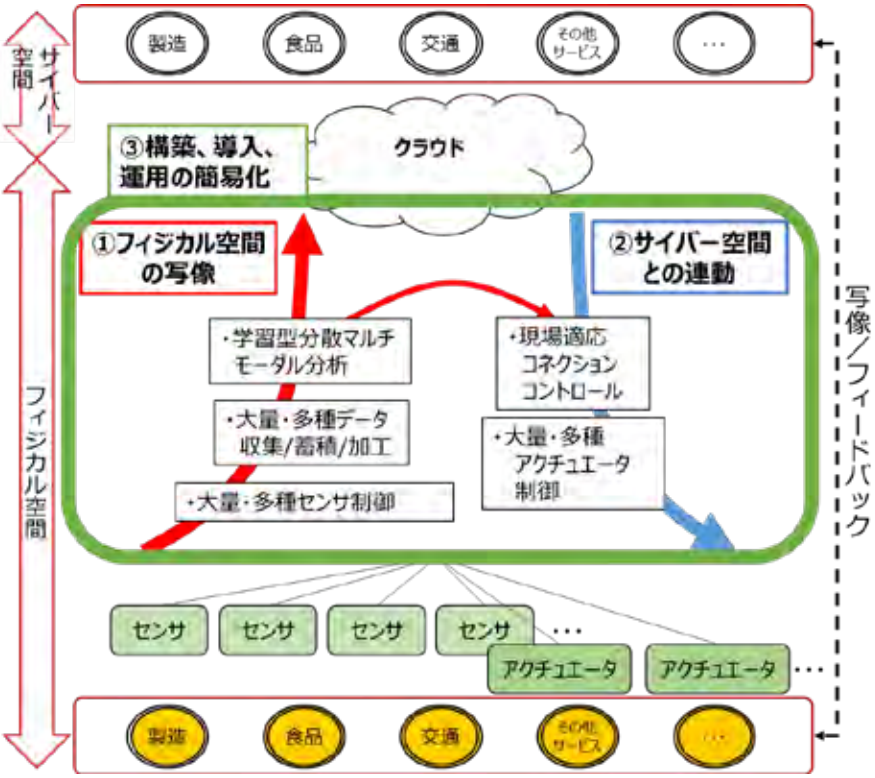
フィジカル空間の写像を基にしたサイバー空間からの要求に応じて、フィジカル空間の IoT 機器等の特定

等を行い、サイバー空間からの要求を翻訳して伝達する機能を提供すること（連動）を実現する。

②では、サイバー空間とアクセスするインタフェース、サイバー空間からの要求に応じてデバイスを特定するミドルウェア、ミドルウェアからの情報をデバイスに即時応答性を持たせて伝送するゲートウェイ、受信した情報を翻訳してアクチュエータ等に伝送するインタフェースモジュール等で構成され、各機能ブロックは個々に密接な連携をする。

③ 構築、導入、運用の簡易化

社会実装の効率化、高速化、低コスト化の支援に向け、エッジ PF 活用を簡易化するフレームワークを提供する。また①、②を実現するための開発・実行基盤としてのハードウェア/ソフトウェアを構築する。



図表 2-13. 共通プラットフォーム技術の全体像

本研究サブテーマでは、①②の領域において世界最先端のエッジ PF として協調領域に課題を設定し先行して研究開発を推進するとともに、③の領域で、様々な技術者が利活用できるエッジ PF としての設計、適切な研究開発体制の組織により、研究中期からを目処に具体的な研究開発を進める（ただし、③の領域であっても、革新的かつ協調的な必要とされる技術については研究初期より研究開発をすすめる）。なお、③の具体的な事業者は、上記共同事業体や委員会等と連携・協力をしつつ推進する。

研究プロジェクト番号：ＰＩ-1

研究プロジェクト名 ：My-IoT 開発プラットフォームの研究開発

研究開発責任者：九州大学

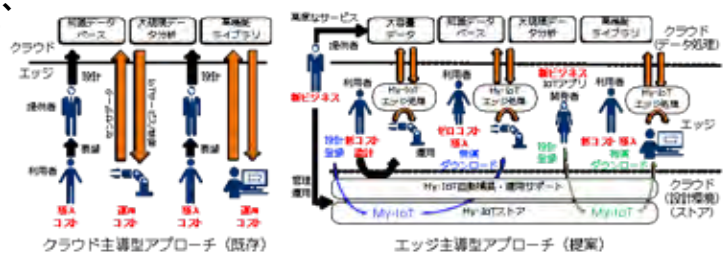
共同提案者：日本電気株式会社

研究概要：IoT システムの多様性（利用者視点）と画一性（提供者視点）の矛盾、すなわち、IoT ギャップが IoT システムの普及を阻む本質的な原因と捕らえ、本課題を解決すべく研究を実施する。そのため、利用者が自分の IoT システムを容易に開発運用できる「My-IoT プラットフォーム」を構築し、その実現と普及に向け、①仮想化システムアーキテクチャの研究開発、②次世代エッジコンピューティングの研究開発、③環境適応型エッジアクチュエーションの研究開発、④エッジプラットフォームの自動構成・開発環境の研究開発、⑤ユースケース適用実験と検証、⑥コミュニティ形成と運営、⑦実証先行型 DevOps IoT 構築技術の研究開発、⑧SRF 無線 PF の適用範囲拡大、を実施する。

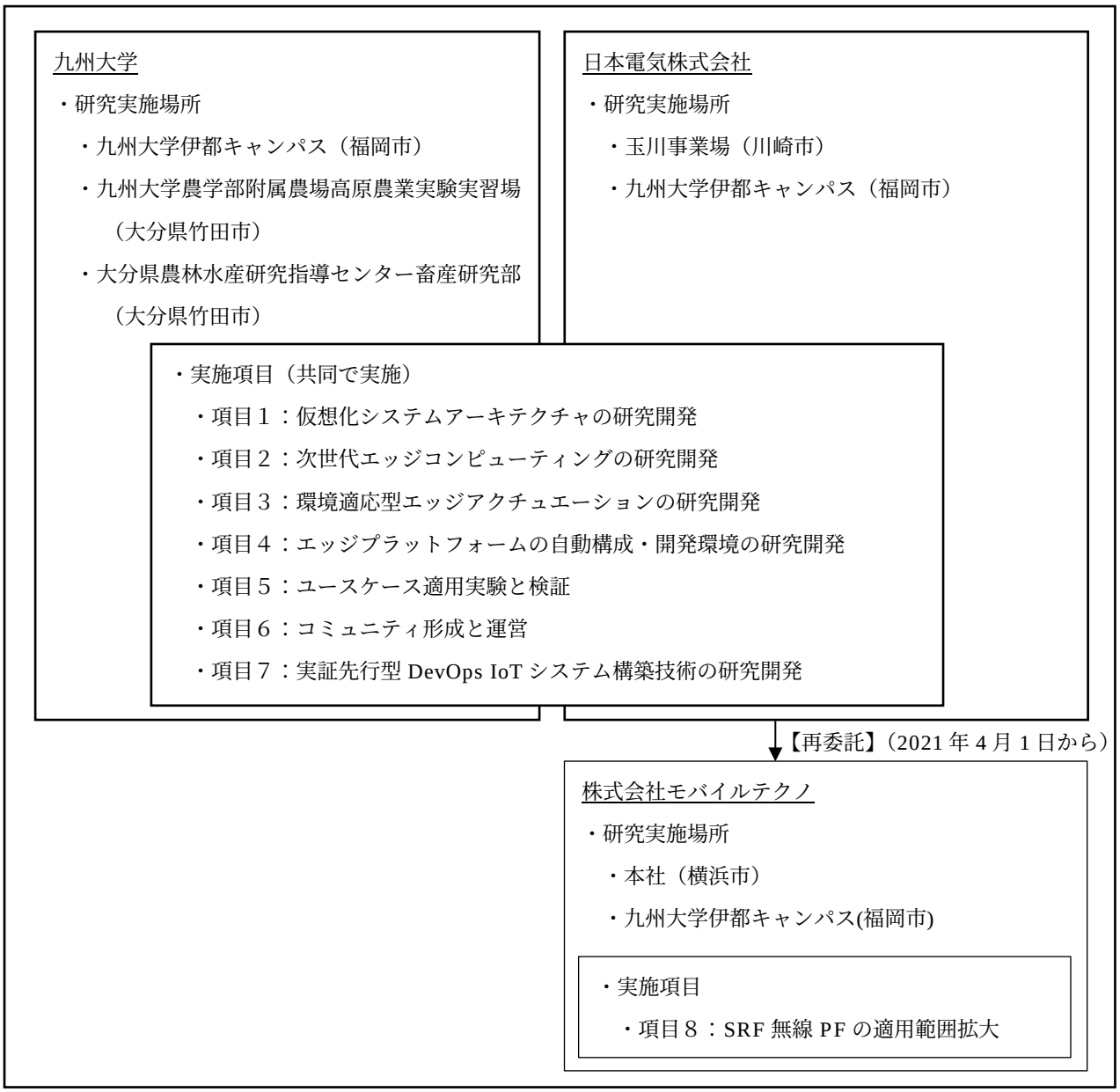
IoTシステムの多様性（利用者視点）と画一性（提供者視点）の矛盾、すなわち、**IoTギャップ**が IoTシステムの普及を阻む本質的な原因

研究開発内容　　MyIoTプラットフォームの構築

- いつでも、どこでも、簡単に、自分のIoTシステムを安価に設計・入手・運用できる**IoT版エコシステム**
- ニーズに基づき**多種多様なMy-IoT**が現場から生まれ、設計資産のオープン化により新たなビジネスチャンスを創成
- つまり、**IoT創出サイクルを廻す**仕組みを実現



図表 2-14(1)．　研究開発概要



図表 2-14(2). 研究体制スキーム

課題	**現状の IoT (Internet of Things) システムは、機器メーカによる自社商品による垂直統合型の囲い込み型か、あるいは GAFA に代表されるようなメガクラウドによるデータ囲い込み型である。一方で国内においては、ヒト視点の情報利活用 (例えば人の行動やバイタルデータのみならず、中小企業におけるナレッジなど) が喫緊の課題であるにもかかわらず、これを低コストでかつ素早く IoT システムを構築できるような技術が存在していない。このように製造業を中心としたモノのデータ収集の利活用システムを通常生活の場において、ヒト情報のデータ収集と利活用に転用することは困難であり、このままでは市場に浸透してきたスマートデバイス経由でわが国のヒトに関するデータが GAFA で直接収集･利活用され、ヒト視点において Society5.0 実現に少なからず影響を及ぼす可能性がある。一方で、国内の社会課題に**

	おいては、生産労働人口の減少や医療費の増大など、まさにヒト視点の社会課題が山積しており、実世界での環境やモノのデータに加えて、ヒトに関するデータも効率よく収集できるエッジ構築技術の開発が急務である。
研究開発の位置づけ	今回の My-IoT 開発プラットフォームの位置づけは大きく2点ある。一点目は、従来の IoT システムがターゲットとしていたモノや環境のフィジカルデータの収集だけでなく、ヒトに関係するデータも併せて効率的に収集できるエッジシステムを簡単に構築できる技術開発を行う事である。この技術開発に当たっては、エッジークラウド連携により利用者自らが簡単に IoT システムを実証できる仕組みの構築、ならびに、PC を扱える程度の IT リテラシーを持つ利用者や専任の構築者を雇用あるいは手配することなく IoT を構築できるエッジ自動セットアップ技術を世界に先駆けて開発することが大きな目標となっている。二点目は、データ収集だけでなく、本エッジで収集したモノ・環境・ヒトの情報に基づいて、実世界にあるロボットやドローンなどのアクチュエーターへのリアルタイムな制御へつなげるエッジアクチュエーション技術を開発することで、今回のエッジ構築技術で構築されたエッジを HUB として IT(情報技術)と OT（制御技術）が有機的に連動することが可能となる。本研究開発が完遂されることは、利用者にとって自身で低コストに実証実験ができる環境が整えられることにつながり、多くの利用者が自ら実証者となることができる。さらにこの実証実験で得られた成果を従来の垂直統合型で囲い込まれるのではなく、ソーシャルな形でワールドワイドでナレッジとして共有できるようにするための仕組み（IoT ストア）も準備する。またわが国で喫緊の課題となっている社会的弱者（認知症、高齢者等）の支援と社会との共生を進めるため、社会課題解決テーマとして「デジタルヘルスケア」に着目し、事業化を見据えたうえで、被験者の許諾と第三者の有識者を招へいしたうえでヒトのバイタルに関する情報センシングや見守りロボット等の実証実験を通した技術の効果確認を実施する。
優位性	世界的には、IoT を実現するためのクラウド側の機能が PaaS として提供されているが、自動セットアップ機能は提供されておらず、またエッジ側の開発効率化を実現するものではない。また、従来はスマートデバイス単体で簡易な IoT システムを構築するための仕組みは提供されておらず、専用機器が必要であったりクラウド利用が必須であったりすることが前提であり、コスト削減が難しかった。これに対し本研究開発では、IoT システムの多様性に対応すべく、エッジークラウド連携型の IoT システムアーキテクチャを導入し、これに基づく IoT システム開発・普及のエコシステムを構築する点やパーソナライズのし易さに独創性ならびに優位性がある。また、大学キャンパスを利用した様々な実証実験により社会への展開を的確に見据えた研究開発を推進できる点も大きな利点である。 【独創性・優位性：①最先端仮想化技術②センサ統合技術③環境適応制御技術④自動構築技術】

その他	本研究開発の成果は、産学官の参画・連携に基づく新技術開発や新ビジネスモデル創出を推進するための体制構築を目的として設立された「IoT 推進コンソーシアム」や、産業界のコンソーシアム（IVI、Edgecross コンソーシアムなど）での導入や利用、さらに IoT やエッジの国内外関連プロジェクトや地方における IoT 実証プログラムでの活用を通して、開発・導入・運用効率を高める。一方、IoT ギャップが存在する領域は様々な省庁と関係しており、IoT 研究開発の加速に寄与するものと考える。また、大学を中心としたコミュニティー形成により成果の普及を目指す。

図表 2-14(3)． 研究の課題、位置づけ、優位性、その他

【中間目標】（2020 年度末時点）

実施項目 1：2019 年度で要素技術開発完了、社会実装を開始（実施項目 5 へ）。

実施項目 2：センサフュージョンミドルウェアを My-IoT 設計開発環境上で利用可能とし、ユースケースを想定した個別の実証検証を開始。

実施項目 3：2019 年度で要素技術開発完了、社会実装を開始（実施項目 5 へ）。

実施項目 4：IoT ストア実行環境および開発環境の開発を完了、第三者利用を開始。ROS 版 IoT パッケージ開発支援システムのプロトタイプ実装完了。ユースケースを想定した個別の実証検証を開始。

実施項目 5：My-IoT ワーキンググループメンバーを主体とした社会実装評価を開始。

実施項目 6：My-IoT ワーキンググループメンバー活動継続、教育プログラム開発方針決定、
コンソーシアム設立準備完了。

実施項目 7：利用者が簡単に実証可能なエッジークラウド連携 IoT システムを構築。
ユースケースを想定した個別の実証検証を開始。

【最終目標】（2022 年度末時点）

実施項目 1：（実施項目 5 へ）

実施項目 2：コンソーシアムを通じた社会実装、成果の展開と技術の改善。

実施項目 3：（実施項目 5 へ）

実施項目 4：My-IoT コンソーシアムを通じた社会実装、成果の展開と技術の改善。

実施項目 5：My-IoT コンソーシアムおよび NEC での事業化活動の深耕。

実施項目 6：My-IoT 開発 PF の第三者利用の本格展開。

実施項目 7：My-IoT コンソーシアムを通じた社会実装、成果の展開と技術の改善。

実施項目 8：My-IoT 開発 PF/SRF 無線 PF 統合システムをコンソーシアム等を通じて
複数のユースケースでの総合実証実験を完了。

加えて、社会実装、事業化に向けた戦略を立案する。

研究プロジェクト番号：ＰＩ-2

研究プロジェクト名 ： Smart Resource Flow 無線通信プラットフォームを活用した製造機器連携制御技術の研究開発

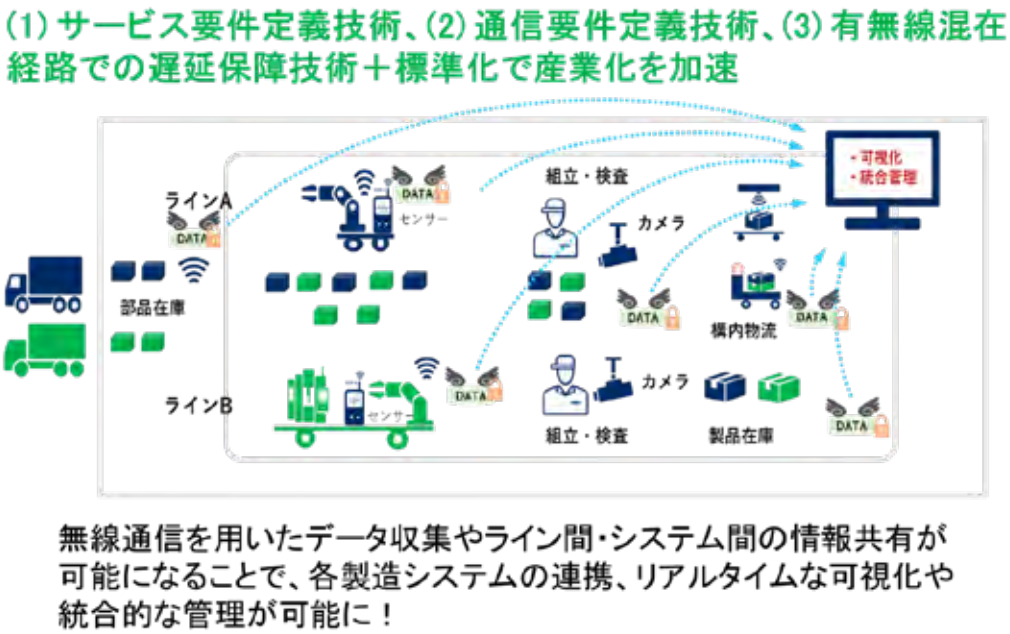
研究開発責任者：国立研究開発法人　情報通信研究機構

共同提案者：サンリツオートメイション株式会社

株式会社モバイルテクノ

日本電気株式会社

研究概要：IoT 機器で収集した情報に基づくフィードバックを具体的な製造ラインを想定して実現することで、製造領域において、国際的な競争力を有する CPS 実現に向けて、空間内の無線通信を最適化する技術“Smart Resource Flow (SRF) 無線プラットフォーム”を活用し、製造機器の相互連携を適応的かつ円滑にするシステムを開発する。



図表 2-15.　研究開発概要

本研究プロジェクトは 2020 年度のステージゲート審査において研究終了とした。

Ⅱ．革新的センサ・超低消費電力 IoT チップ技術

サブテーマ担当 SPD：石田　誠

本サブテーマは研究開発プロジェクト 4 件により構成される。以下にそれぞれの共通項及び個別内容を示す。

[研究サブテーマの目標]

研究サブテーマ II では、CPS の適用範囲を拡大するために、革新的センサや超低消費電力 IoT チップ等の実用化技術開発を行う。

高度な CPS による Society 5.0 の実現に向けては、我が国が特徴的に有している生産性向上、モビリティ、医療･介護といった領域に存在する良質なデータ源泉を活用していくことが必要である。そのためには、これまで開拓してこれなかった電源がない環境や従来のセンシング技術では理解できなかった現場の状況に対応できるデバイスの開発が重要である。このデバイスを常時運用するためには、センサ信号取得から情報のアップロードまでのバックエンド側の電力消費の低減や、センサそのもののダウンサイズ化、エナジーハーベスト技術の実用化など、社会実装のための課題を解決する技術が必要となる。

そこで本研究サブテーマにおいて、これまで収集できなかったデータを発掘し現場で利活用するために、超低消費電力 IoT デバイス、および革新的センサの開発に焦点を絞り、商用されていない新方式の基礎的な技術開発を実施する。開発には、実用化のための設計環境整備や、商用移行に向けた産業基盤整備なども含み、3 年間の開発を経て実用化を見据えた段階に至ったものについては、社会実装に向けて研究サブテーマ Ⅰ、IIIとの連携などの実用環境での動作検証を、産学官を中心とした体制で密に連携して行う。本技術開発により、これまで実現できていないような情報のセンシングやフィジカル空間の大量なデータ処理にかかる電力消費の低減等の成果を検証し、成果の最大化及び日本が競争力を有する先端的技術の産業化をはかる。

研究プロジェクト番号：P II -1
研究プロジェクト名 ： 超低消費電力 MTJ/CMOS Hybrid IoT デバイス基盤技術の研究開発
研究開発責任者：東北大学
共同提案者：日本電気株式会社
日立 Astemo 株式会社
キーサイト・テクノロジー・インターナショナル合同会社

研究概要：本提案では、提案者らが開発してきたスピントロニクス素子である磁気トンネル接合(MTJ)とCMOS 技術を融合させた MTJ/CMOS Hybrid 技術を用いて、あらゆる IoT デバイスに演算処理機能に加えて不揮発機能(電源を切っても情報を忘れない機能)を融合させることで従来の消費電力と演算処理性能のジレンマと耐環境問題を解消し、フィジカル空間に求められる飛躍的な低消費電力性能(従来比：1/5～1/10)等を有する IoT デバイスの基盤技術を構築する。加えて、実証検証開発を通じて社会実証を促進するシステム化基盤技術を開発する。これにより、事業化・実用化に向けたエンジニアリングチェーンを確立すると共に、冷却・通信・設置・メンテナンスコスト等を削減できる低消費電力エッジコンピューティングプラットフォームを構築し、IoT ソリューション構築コスト 1/10 を実現する。加えて、My-IoT 開発プラットフォーム等の他のプラットフォームチームや他の SIP 事業と連携して、フィジカルエッジプラットフォームの構築に貢献し、ひいては、革新的低消費電力 IoT デバイスがもたらす大変革を我が国が主導して成し遂げ、安心安全な Society 5.0 の実現に資する。

図表 2-16. 研究開発概要

本研究プロジェクトは 2020 年度のステージゲート審査において研究終了とした。

研究プロジェクト番号：PII-2

研究プロジェクト名 ： ヒューマンインタラクションセンサデバイスシステム技術の開発

研究開発責任者：東京大学

共同提案者：国立研究開発法人　産業技術総合研究所

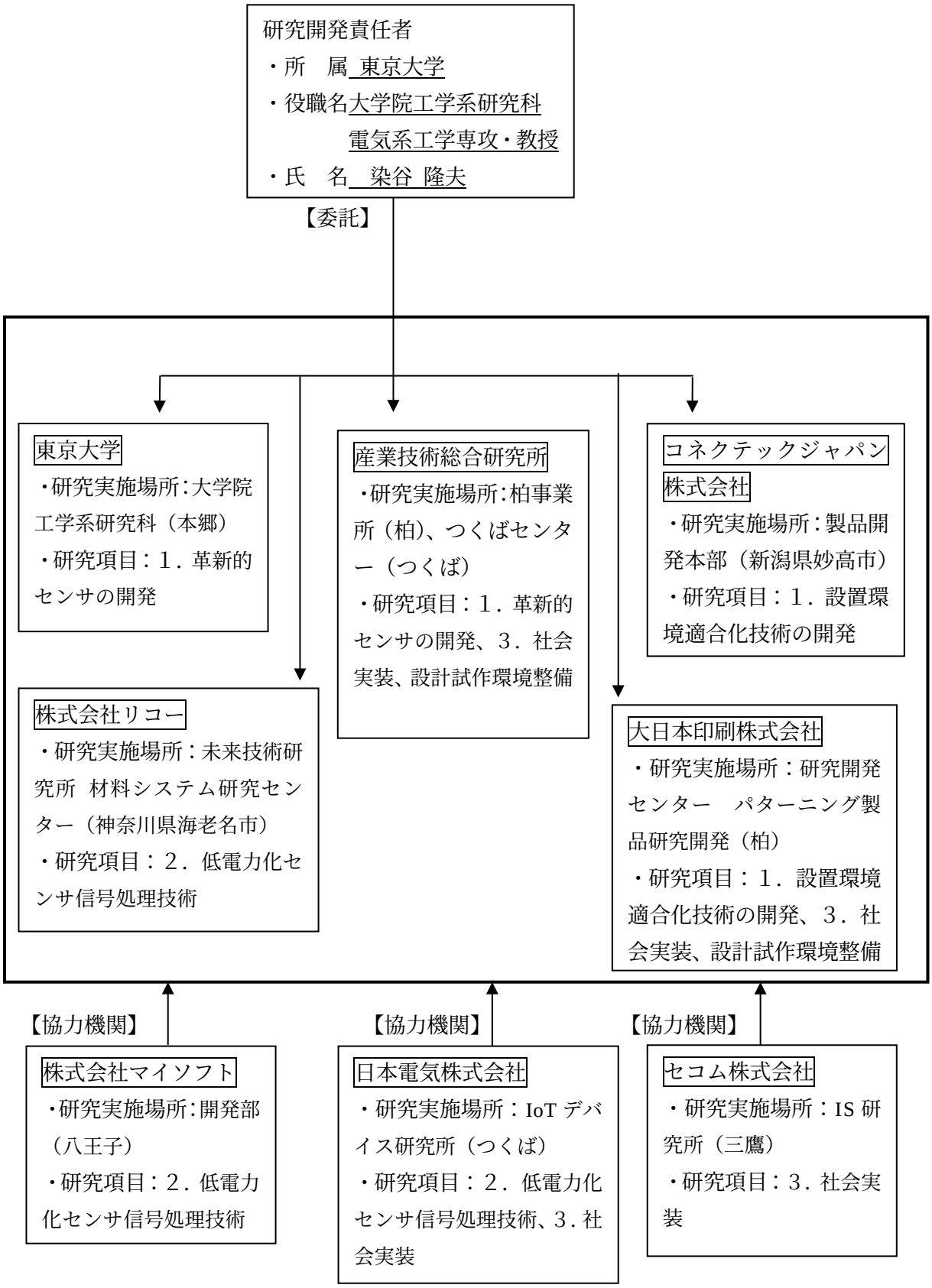
大日本印刷株式会社

株式会社リコー

コネクテックジャパン株式会社

研究概要：本提案では、生活環境におけるヒト・モノとの様々な3次元的なインターフェースにおいて、これまでに得られなかった価値の高い情報を接触情報として収集する革新的センサの開発とその実用化に関する開発を行う。

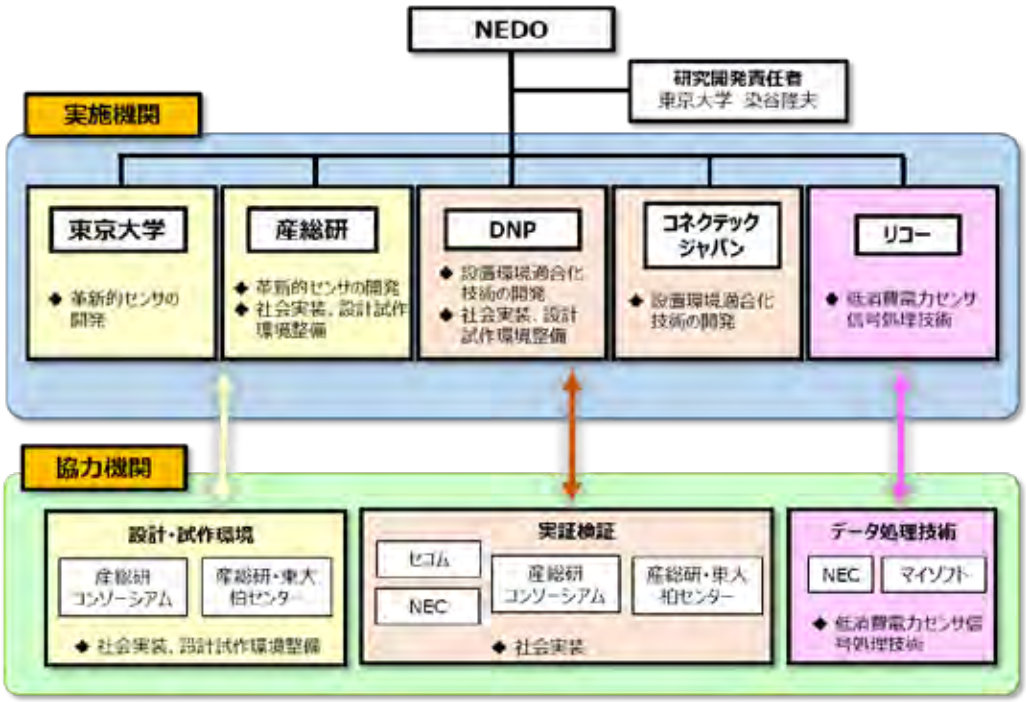
図表 2-17(1)．　研究開発概要



図表 2-17(2). 研究体制スキーム

課題	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。
研究開発の位置づけ	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創的・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ー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。
優位性	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。
その他	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「次世代プリンテッド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。

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

【中間目標】 (2020 年度末時点)

伸縮配線基板について、小規模製造装置にて一定量のサンプルが提供可能な環境を構築するとともに、熱脆弱な基板同士を接合する低温実装技術を確立し、エンジニアリングサンプルを提供できる実装環境を構築する。

また IoT 用センサの社会実装を容易にするため、センサシステムの汎用性を向上させると同時に低電力電源システムを試作し、ハード･ソフトによるセンサシステム駆動低電力化を実証するとともに、駆動用IC設計を実施する。

さらに任意形状のセンサ、革新的センサの実用化に向けた高性能化、高信頼性化技術を開発するとともに、SIP 領域内外におけるサービス社会実装の実証検証に関する連携を強化する。具体的には SIP フィジカルのサブテーマIII及び「SIP ビッグデータ･AI を活用したサイバー空間基盤技術」のチームが進めている「サービス現場でのおもてなし人材育成技術の開発」等において、当チームの開発する試作物を活用する。また試作物の展示会出展や、コンソーシアム、業界団体、学会、プレスリリース等での積極的な対外発表等を実施し、これらを通じて新しいユースケースの探索とユーザー企業との連携、社会実装を目指す。

【最終目標】 (2022 年度末時点)

100kPa の荷重下で 10kPa を検出するずり応力センサ等のセンサの高度化を実現し、24 時間連続稼働する低消費電力センサシステム、1 万回の伸縮繰り返しに耐えうる伸縮電極の量産化製造技術、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。さらにマルチモーダルセンサで収集されたデータを利活用しサービスに繋げるための解析技術を完了させ、サービスの事業化検討を開始する。加えて、社会実装、事業化に向けた戦略を立案する。

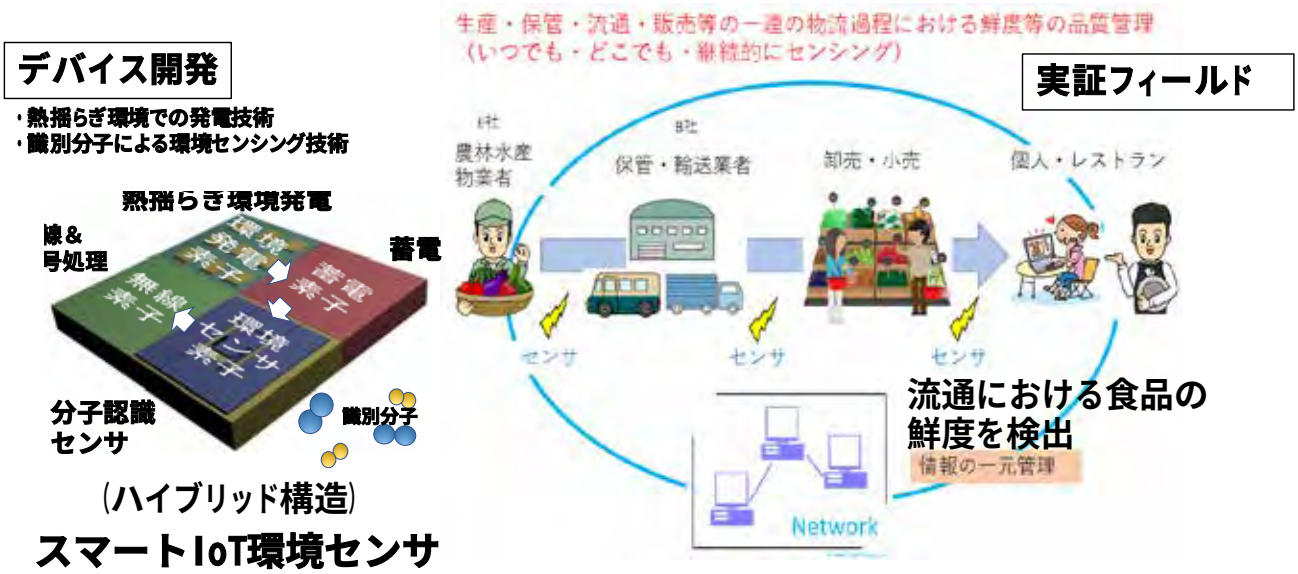
研究プロジェクト番号：PII-3

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

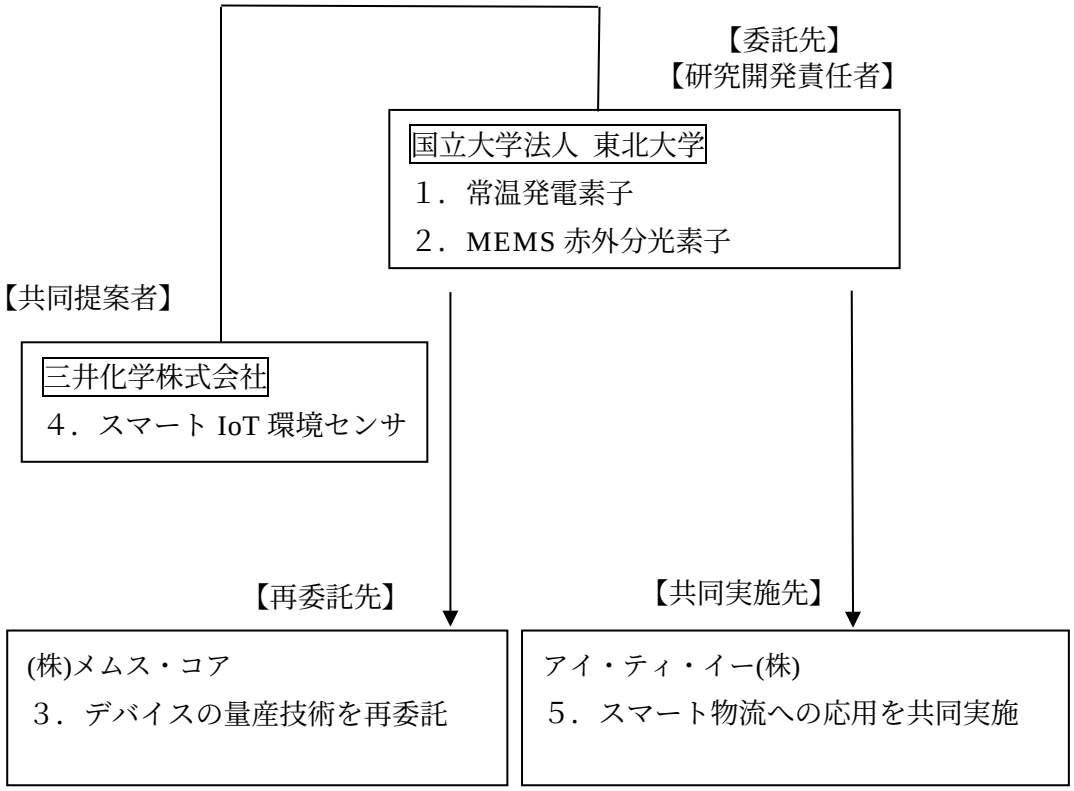
共同提案者：三井化学株式会社

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	**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。**
研究開発の位置づけ	**･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。 ･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。 ･低消費電力の新規分子認識センサを開発する。 ･スマート IoT 環境センサシステムとして実用化する。 ･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。 ･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。 ･Society 5.0 の実現に貢献する。**

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

【中間目標】 (2020 年度末時点)
常温発電ユニットとセンサと接続したシステムプロトタイプを試作して性能評価を行うとともに、常温発電ユニットに含まれる熱電素子を大面積かつ高スループットで形成するプロセスを開発する。また、高性能蓄電素子の作製プロセスに目途をつける。流通フィールド実験実施の体制を構築する。

【最終目標】 (2022 年度末時点)
IoT 環境センサシステムプロトタイプのフィールド実験を通じてシステムの有効性を実証する。加えて、社会実装、事業化に向けた戦略を立案する。

研究プロジェクト番号：PⅡ-4

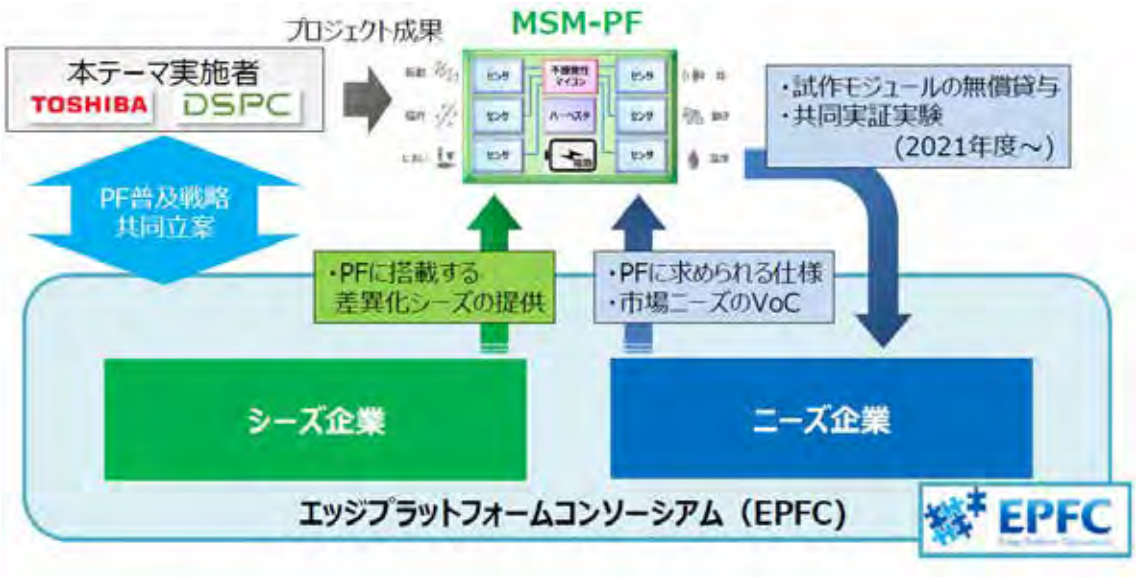
研究プロジェクト名 ： 超高感度センサシステムの研究開発

研究開発責任者：株式会社東芝

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、エナジーハーベスタ駆動、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した共同実証実験へと展開する。

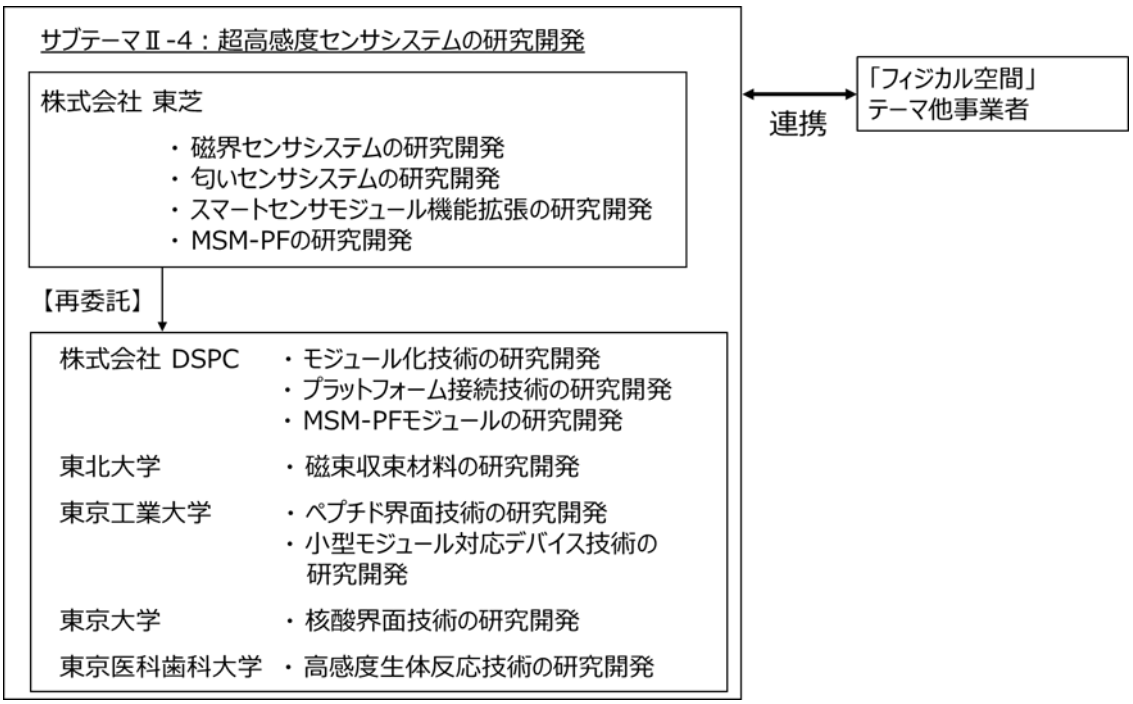
図表 2-19(1)． 研究開発概要 (MSM-PF)

図表 2-19(2)． 研究開発概要 (超高感度センサシステム)



図表 2-19(3). 研究開発概要 (MSM-PF 普及推進案)

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。2021 年度においては、AI を用いたマルチパラメータのセンサフュージョンの開発に取り組む。加えて、他事業者が開発するエッジプラットフォーム技術や革新的センサ、アプリケーション別技術の成果や、SIP 2 期のビッグデータ・AI を活用したサイバー空間基盤技術プログラム（以降、サイバー）等、他プログラムと協調して高付加価値 MSM の試作検討を実施し、センサフュージョン技術により目的別センサと既存センサとを組み合わせた MSM-PF の実現可能性の検証を実施する。また、MSM-PF の普及推進に向けて、EPFC を初め、Industrial Valuechain Initiatives（IVI）等と協調し、無償配布モジュールを用いた共同実証実験を実施する。



図表 2-19(4). 研究体制スキーム

課題	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。
研究開発の位置づけ	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、センサの感度を最大化する独自の回路設計や構造、

	材料を組み合わせた革新的な検出原理のセンサ素子部を確立し、リアルタイムな可視化が不可能だった重要な検査工程の適用が可能になる。本センサの応用先として工場(電池、EV/HEV、発電所、精密電子機器など)の製造ラインやインフラ(橋梁、道路の基礎部分、ビルなど)点検でのリアルタイム内部欠陥検査、空港及び国際郵便局等での検疫検査を想定しており、地球温暖化対策として普及が想定される EV/HEV に使用される電池の品質管理強化や、労働力の減少による人手不足が及ぼす製造業の生産性低下、危険物質に対する水際対策の脆弱化の抑止に貢献する。ここで確立したセンサプラットフォームを活用して、介護･医療分野や農業･食品分野といった多種多用な検査分野へ順次展開する。
優位性	本テーマの MSM-PF の競合技術としては、①ST Microelectronics 社の SensorTile や、②Texas Instruments 社の SensorTag、③Raspberry Pi 財団の Raspberry Pi、④ Arduino LLC の Arduino が挙げられる。その中で、普及に必要な条件として、多種センサ対応、サイズ、消費電力、開発コスト、インターフェースの冗長性、クラウドからの操作容易性等を総合的に考慮すると、本提案が最も優位である。また、超高感度センサにおいて、磁界センサが目標とする、高感度内部欠陥検査に適応可能な素子部の競合技術としては、①本提案と同様の巨大磁気抵抗効果(GMR)やトンネル磁気抵抗効果(TMR)を用いた素子や、②原子磁気、' ダイヤモンド中の窒素-空孔中心を用いた量子センサが報告されている。その中で、内部欠陥検査に必要な仕様である、検出感度、空間分解能、検出深さ、素子サイズ、そして量産性までを考慮したものは本提案のみである。同様に、匂いセンサの素子部の競合技術としては、①金属酸化物、②導電性高分子、③嗅覚受容体などの生体組織を用いたバイオセンサ、が報告されている。その中で、検疫検査に必要な仕様である、特定の匂いへの高い感度と選択性、可搬性、量産性、リアルタイム性までを考慮しているものは本提案のみである。いずれも既存技術での限界特性を遥かに超えた革新技術であるため、国際競争力は非常に高い。

図表 2-19(5). 研究の課題、位置づけ、優位性、その他

【中間目標】 (2020 年度末時点)

MSM-PF 開発においては複数のセンサとマイコンを搭載したモジュールを試作し、2 つ以上のセンサデータを組み合わせたセンサフュージョン動作の検証を実施する。その検証の際には他事業者との連携も行う。具体的には、本テーマが簡易版 MSM-PF を準備し、他事業者が実施するエナジーハーベスタ素子および My-IoT との接続検証を行う。また、ロボットへの接続等を想定した高性能 MSM-PF の試作を開始し、2020 年度中に作成完了させ、2021 年度からの連携に使用する。超高感度センサにおいては、磁界センサは、低ノイズモジュールを試作し、従来技術の 50 倍(pT レベル)の高感度化を

確認する。また、匂いセンサにおいて、実際の気中からｐｐｍレベルの匂い分子を取り込んで検出するためのモジュールを試作し、動作検証する。また、サイバーとの連携を通して、エッジにてデータをクレンジング、メタ化する技術を開発する。具体的にはヒューマンインターフェイスで使用される触覚センサとの連携やエッジデバイスでのローカル AI 処理といった MSM-PF の機能拡充を行う。

【最終目標】 (2022 年度末時点)
AI を用いたマルチパラメータのセンサフュージョンの開発に取り組む。加えて、他事業者が開発するエッジプラットフォーム技術や革新的センサ、アプリケーション別技術の成果、およびサイバー等の他プログラムと協調して高付加価値 MSM の試作検討を実施し、センサフュージョン技術により目的別センサと既存センサとを組み合わせた MSM-PF の実現可能性の検証を完了する。また、EPFC や IVI と協調し無償配布モジュールを用いた共同実証実験を完了させ、MSM-PF の普及推進を行う。超高感度センサについては 1mm レベルの欠陥検出を従来の 1/10 のサイズの素子で実現する欠陥検査機能の検証や、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し、検査ノードを My-IoT ストアに提供し普及推進を図る。加えて、社会実装、事業化に向けた戦略を立案する。

Ⅲ．Society 5.0 実現のための社会実装技術

サブテーマ担当 SPD：西　宏章

本サブテーマは研究開発プロジェクト 2 件により構成される。以下にそれぞれの共通項及び個別内容を示す。

［研究サブテーマの目標］

研究サブテーマⅢでは、Society 5.0 の実現を見据えた技術の開発を、従来ロボット等の IoT 機器が入り込めなかった製造、生産や介護、交通、その他サービス（形状や硬さが課題となる例えば食品工場や、通信速度等が課題となる群制御（複数台の自律・協調）が必要な例えば小規模型自律運転サービス等）への社会実装技術の開発を行う。

そのために、研究サブテーマⅠのエッジ PF の活用を念頭に、クラウド単独では限界のある精密性やリアルタイム性の付与（部材や部品を多点センシングすることによるインテリジェント化等）やフィジカル空間の制御管理（センシングモジュールによるローカルレベルでの最適制御等）をサイバー空間と連携させることにより実現可能とする、真のサイバー/フィジカル連携の社会実装技術に注力して開発を行う。

また、社会実装技術の開発（エッジ PF の活用を含む。）に当たっては、想定されるリスク評価及びリスク低減措置の検討からなる安全性に係る検討を行う。

社会実装の際には研究サブテーマⅠ、Ⅱの結果を反映し、社会実装結果を研究サブテーマⅠ、Ⅱへフィードバックしていくことで、システム全体の高効率化、高機能化、高付加価値化を行い、本プログラムの研究課題であるデジタルデータ処理基盤の確立の実証を行っていく。

さらに、社会課題の解決には、地域に根差したモデルの検討も重要であるため、本研究サブテーマでは地域に根差したモデルの検討も実施する。

研究プロジェクト番号：PIII-1

研究プロジェクト名 ：CPS 構築のためのセンサリッチ柔軟エンドエフェクタシステム開発と実用化

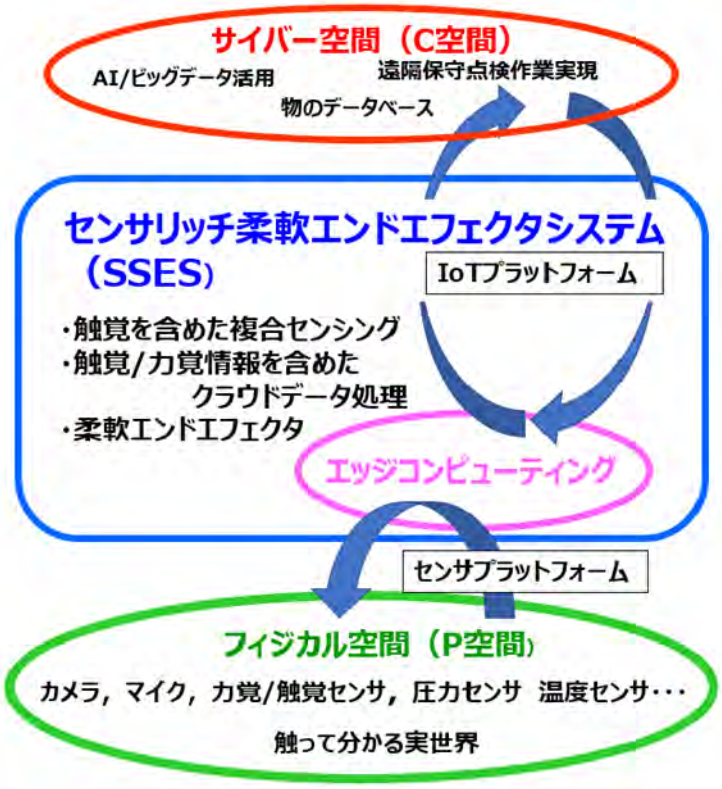
研究開発責任者：立命館大学

共同提案者：山形大学

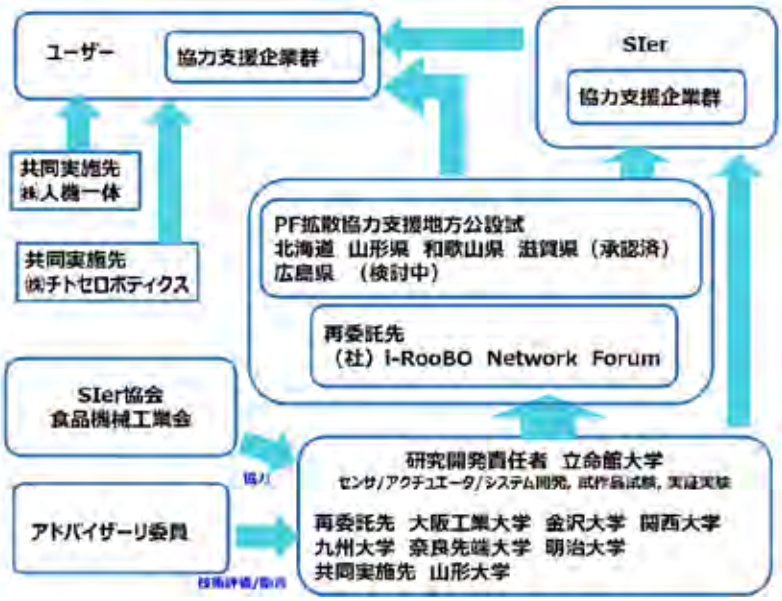
株式会社チトセロボティクス

株式会社人機一体

研究概要：CPS (Cyber Physical System) 構築のために、柔軟で多種多様なセンサを設置したエンドエフェクタを開発する。これはロボットなどの機械システムに搭載され、フィジカル空間での目的とする作業を実現し、サイバー空間へのデータ化を達成する。開発されるシステムによって労働生産性の低い産業の抜本的改革を実現する。



図表 2-20(1)． 研究開発概要



図表 2-20(2).研究体制スキーム

課題	変動する環境での多様な対象物のハンドリング作業は、製造業，食産業など多くの業界に存在する。このような作業では、判断/認識の機能と物理的ハンドリングを巧妙に組み合わせる必要がある。一般にこのような作業は、既存の IT、IoT 技術のみでは解決が困難である。そのため，このような作業を中心とする業界では、現在も労働生産性の低い状況が続き、人手不足が深刻化している。本研究開発では、変動環境において多様な特性を有する対象物のハンドリングを可能とする IoT 技術を利用したセンサリッチで柔軟なエンドエフェクタシステム（SSES）を実現し、労働生産性の低い産業の改革に貢献する。
研究開発の位置づけ	・多様な物体操作の科学的知見を、視触覚情報の統合とビッグデータ技術から得ることができる。 ・社会ニーズ駆動によりソフトロボティクス分野の基礎研究に貢献できる。 ・SSES を基盤とする新しいビッグデータ集約が可能となる。 ・SSES 製造、販売、サービスなど新しい産業育成か可能となる。 ・外食中食産業など労働集約型産業の人手不足の解消に貢献できる。2020 年度では、食洗機からの食器の出し入れ，様々な食品のハンドリングなどを達成する。 ・開発する SSES によって多様な形状の製品のハンドリングを可能とする。 ・農林水産業における対象物のハンドリング自動化のための SSES を試作する。

優位性	・労働生産性の低い分野の社会ニーズ分析から具体的課題を作成する体制を確立している。そのため，研究開発成果の確実な実用化が想定できる。 ・材料、センサ、アクチュエータ、制御、システム、IoT、ビッグデータ解析など、必要とされる SSES を実現できる組織を形成している。 ・協力支援企業（100 社程度（令和 2 年 3 月現在））の参加により、ニーズ情報、機材、実証実験、事業化などの支援を受ける体制を確立している。
その他	・本事業で実用化分野として設定している農林水産業や食産業（外食、中食、内食、食関連作業など）は、一般国民生活に直結しているので、SSES 普及促進に多くの展示などを実施し、普及促進を加速する。 ・SSES の普及のための利用環境作りに、標準化、規格化などを関連企業，関連省庁と連携して実施する。 ・中小企業などロボットの導入が進んでいない分野に、CPS によるロボット利用技術を実現する。また、利用拡大のための普及活動を実施する。

図表 2-20(3)． 研究の課題、位置づけ、優位性、その他

【中間目標】（2020 年度末時点）
・外食/中食産業の現場での実証実験を行い、SSES の食産業での実証化を達成する。
・農林水産業での SSES 関連問題を明確化し、試作品 SSES を完成する。
・製造業の人手依存性の高い分野での利用を目的として、SSES の要素技術販売を開始し、システムの試作品を完成する。

【最終目標】（2022 年度末時点）
・食産業関連などにおいて、SIP で構築した社会的ネットワークを活用して SSES の実利用を全国的に広げる。
・農林水産業での実証化を達成し，事業化に目途をつける。
・人手依存性の高い分野での実証化を達成する。そのうちの 2，3 の内容では事業化を開始する。また，中小製造業で導入が容易な SSES の実証化を達成する。
・加えて、社会実装、事業化に向けた戦略を立案する。

研究プロジェクト番号：PIII-2

研究プロジェクト名 ： 移動空間デジタルデータのエッジ処理とクラウド連携による安心・安全・安価な複数台自動走行パーソナルモビリティの社会実装

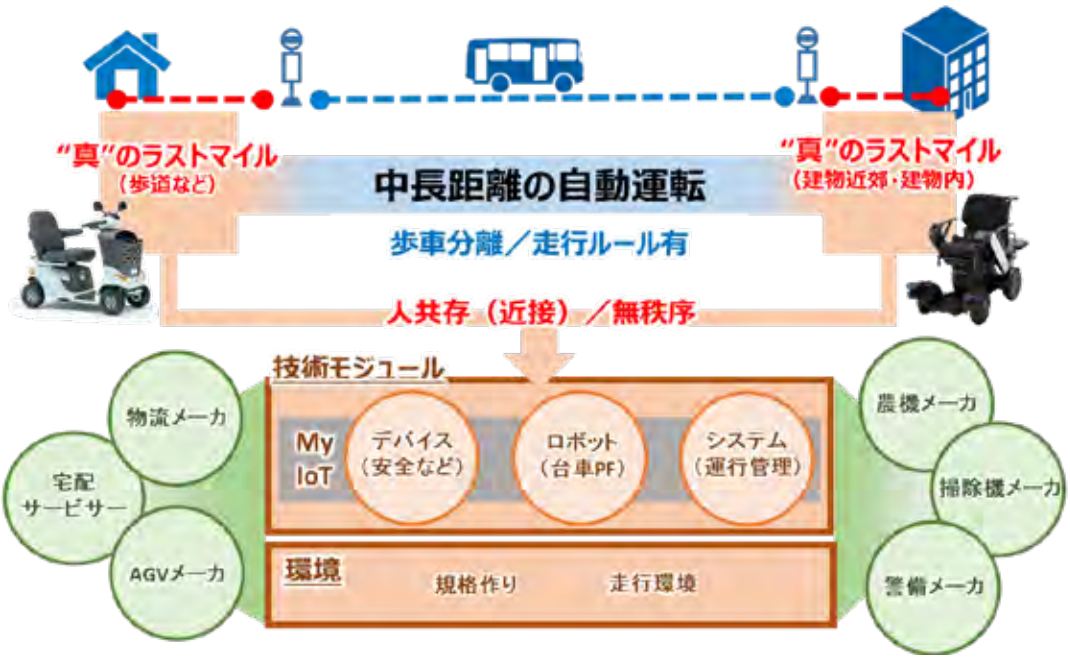
研究開発責任者：パナソニック株式会社

共同提案者：スズキ株式会社

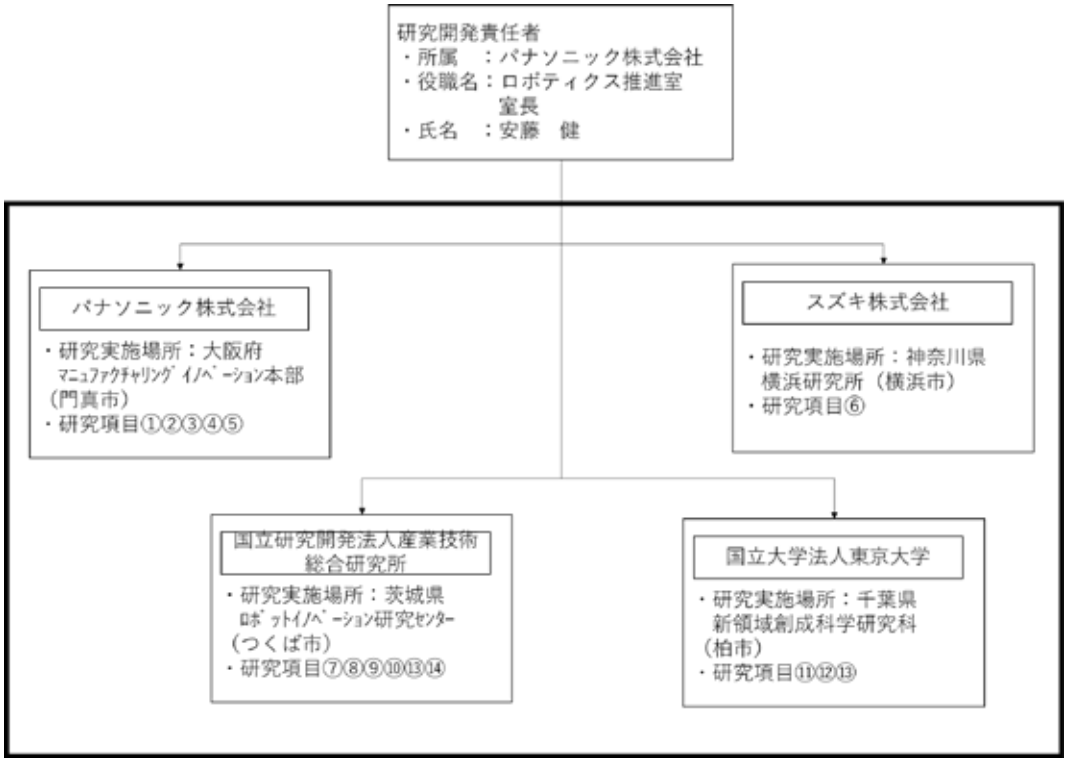
産業技術総合研究所

東京大学

研究概要： 安心で安全かつ安価な自律移動システムを活用したパーソナルモビリティの開発を通じて、エッジ側で環境認識とセンサ情報のリアルタイム処理技術、クラウド側での効率化のための複数台の最適協調制御技術のモジュール化を行い、My-IoT などと接続可能な技術を構築する。



図表 2-21(1)． 研究開発概要



図表 2-21(2). 研究体制スキーム

課題	高齢化や生産労働人口減少という人口動態の変化に伴い生じる ・ 交通弱者の増加 ・ 電動車椅子の事故多発 ・ 移動サポート者不足 などの移動に関連する社会課題を解決し、屋内外でのシームレスな移動技術を開発する中で、自律移動技術のモジュール化を行い、容易に自律移動ロボットシステムが開発できる技術の構築を目指す。
研究開発の位置づけ	商業施設などの屋内施設での移動や生活地域での屋外移動をサポートする自動走行技術を開発し、交通弱者であっても行きたいところに行くことができるスマート社会を創出する。 また、開発する技術は、人の移動支援だけでなく、モノの自動搬送、掃除、警備などにも屋内外での自律移動技術として適応が可能であり、人手不足が深刻な多くの業界などに対しても、自動化に伴う生産性向上および人手不足解消を行うことができる。
優位性	パナソニックは安全技術をコアとした屋内での移動ロボット技術、スズキは電動車椅子のトップメーカとしてのモビリティ技術、産業総合技術研究所は幅広い実証活動などで培われた自動走行技術、東京大学は人特性と考慮したモビリティ技術、を有している。 それぞれの強みを掛け合わせることで、屋内外走行可能な Level 4 の自動走行を世界に先駆けて実現するために必要な技術モジュールを複数開発することができる。
その他	屋内外での自律走行に関しては、多くの関連省庁とも連携をとることで、効率的に開発･実

	証および導入を進めていく。

図表 2-21(3). 研究の課題、位置づけ、優位性、その他

【中間目標】 (2020 年度末時点)
屋内･屋外とも自動運転において必要なエッジ側での要素技術の開発を実施するとともに、クラウド側での運用システムとの接続を行うことで、遠隔からの制御性などを確認する。
数台かつ短期間（1 週間程度）の実証を空港や屋外環境など単一施設で実施することで、開発した要素技術が基本的な要求仕様を満たしていることを示す。

【最終目標】 (2022 年度末時点)
実サービスを想定した長期の実証実験を通じて、屋内外の複数施設を複数台（3 台以上）の自動運転型パーソナルモビリティが、運用システムなどクラウド側と連携しながら移動するための技術を開発し、モジュール化するとともに My-IoT と接続して動作できることを示す。加えて、社会実装、事業化に向けた戦略を立案する。

3. 実施体制

(1) 国立研究開発法人新エネルギー･産業技術総合開発機構の活用

本事業は、管理法人として、国立研究開発法人新エネルギー･産業技術総合開発機構（NEDO）を活用する。また、内閣府から NEDO に交付した資金を活用し、図表 3-1 のような体制で実施する。NEDO は、PD 及びサブ PD や推進委員会を補佐し、予算の管理、研究開発の進捗管理（知財管理含む）、課題の広報･成果を発信（シンポジウム対応含む）、研究開発計画や発表資料や関連資料の作成支援、事業に関する自己点検、Peer Review やステージゲートの実施、外部の関連機関や学会や戦略委員会との連絡及び調整、PD 及びサブ PD の実施機関訪問の同行、関連する調査･分析等、必要な協力を行う。

(2) 研究責任者の選定

NEDO は、本計画に基づき、研究責任者を公募により選定する。研究責任者の選定審査の事務は、NEDO が行う。審査基準や審査員等の審査の進め方は、NEDO が PD 及び内閣府、関係省庁と相談し、決定する。審査には原則として PD 及び内閣府の担当官も参加する。研究責任者の利害関係者は当該審査に参加しないものとする。また、研究責任者の選定に係る審査の過程において、研究開発テーマの実施範囲や研究開発テーマ間の連携等を考慮した上で採択を行う場合がある。

(3) 研究開発の実施体制

研究責任者は、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、産学官いずれか複数による共同事業体体制を組んだ研究開発への参加を推奨する。ただし、国外に研究開発拠点を有する団体が有する特定の分野における優れた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、当該団体と連携して研究開発を行うことが必要な場合は、その研究開発等に限り当該団体と連携して実施することができるものとする。なお、各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、各研究サブテーマにテーマリーダを置き、その下に研究者を可能な限り結集して研究開発を実施する。また、社会実装を確実に達成するための社会実装責任者の選任を行い、PD とともに確実な社会実装への取り組みを推進する。

(4) 各研究開発テーマの運営管理

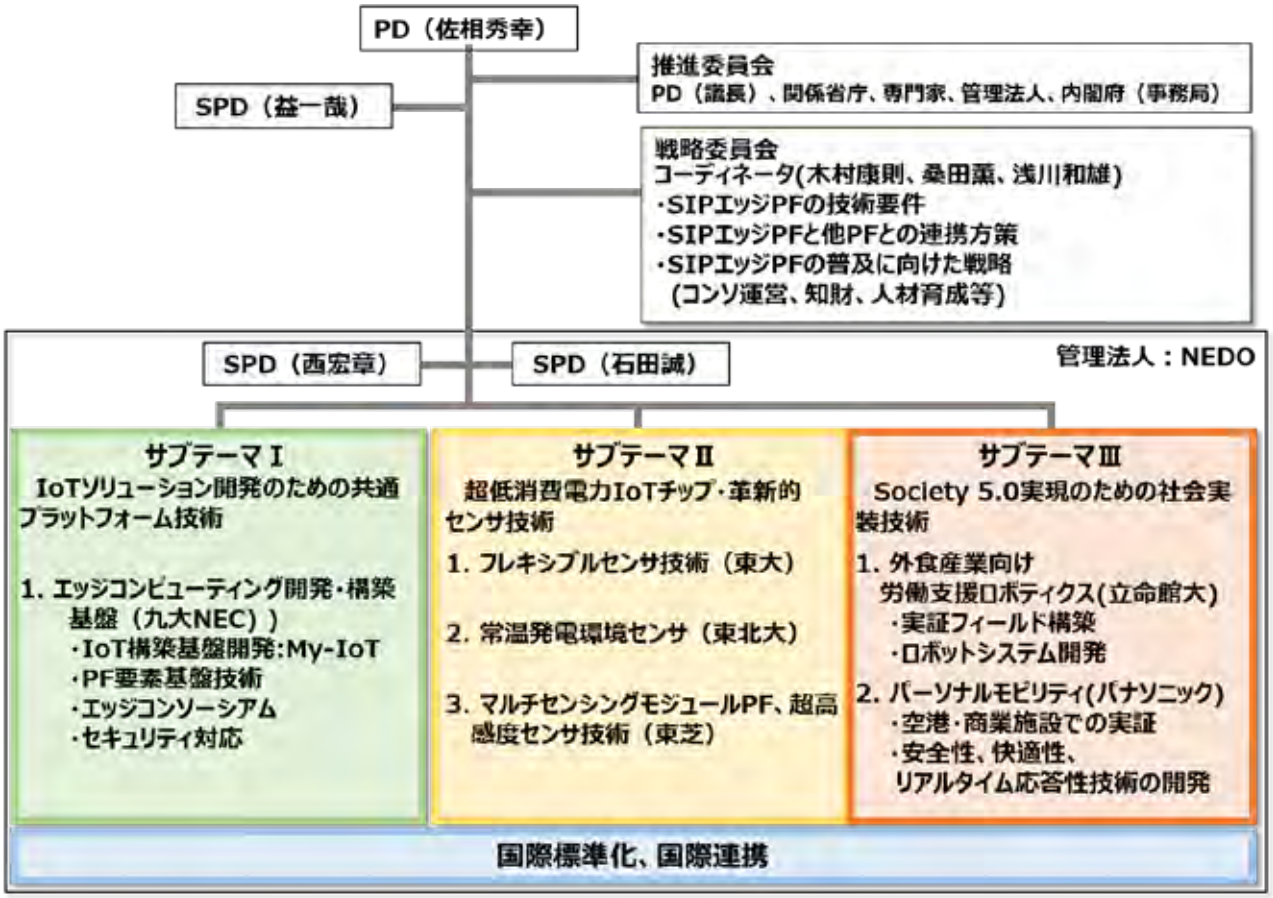
各研究開発テーマは、PD 及び NEDO が管理･執行の責任を負い、関係省庁及び研究責任者と密接な関係を維持しつつ、事業の目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、推進委員会等を設置し外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、研究開発テーマの進捗について定期的に報告を受ける等により研究開発の進捗状況の管理を行うものとする。このほか、研究開発テーマで取り組む技術分野の動向や外部環境の変化等を適時に把握し、必要な対策を講じるものとする。

(5) 研究体制を最適化する工夫

PD は最適な体制で本事業を推進するために、研究課題については「ステージゲート方式」を採用し、研究課題の進捗状況及び関係機関等で実施する技術調査等の調査結果や、社会情勢の変化に応じ、研究課題の追加、変更及び、研究主体の組み替え、絞り込み、追加等、動的な検討を実施する。PD は必要に応

じてサブ PD をおき、研究開発の推進を補佐させるものとする。

上記マネジメントを着実に実行していくため及びそれぞれの研究課題に取り組む研究主体同士の連携をはかるため、事業マネジメント会議を設け、定期的な情報交換を通して、本課題の目標を共有する。



図表 3-1. 事業マネジメント会議

(6) 府省連携

主にセンサ・コンピューティング等の研究開発で文科省と連携、通信部分に関して総務省と連携、デバイスや実用化に関して経産省と密に連携して推進する。また、実用化に当たり厚生労働省、国土交通省、警察庁等の事業省庁との連携も視野に入れて推進する。

(7) 産業界からの貢献

今後の産業界からの貢献（人的、物的貢献を含む。）は、研究開発費の総額（国と産業界からの貢献との合計）の 50%以上を期待している。

4. 知財に関する事項

(1) 知財委員会

○課題または課題を構成する研究項目ごとに、知財委員会を NEDO 等または選定した研究責任者の所属機関（委託先）に置く。

○知財委員会は、それを設置した機関が担った研究開発成果に関する論文発表及び特許等（以下「知財権」という。）の出願・維持等の方針決定等のほか、必要に応じ知財権の実施許諾に関する調整等を行う。

○知財委員会は、原則として PD または PD の代理人、主要な関係者、専門家等から構成する。

○知財委員会の詳細な運営方法等は、知財委員会を設置する機関において定める。

(2) 知財権に関する取り決め

○NEDO 等は、秘密保持、バックグラウンド知財権（研究責任者やその所属機関等が、本事業参加前から保有していた知財権及び本事業参加後に SIP の事業費によらず取得した知財権）、フォアグラウンド知財権（プログラムの中で SIP の事業費により発生した知財権）の扱い等について、予め委託先との契約等により定めておく。

(3) バックグラウンド知財権の実施許諾

○他の事業参加者へのバックグラウンド知財権の実施許諾は、知財権者が定める条件に従い（あるいは、「本事業参加者間の合意に従い」）、知財権者が許諾可能とする。

○当該条件等の知財権者の対応が、SIP の推進（研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む）に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

(4) フォアグラウンド知財権の取扱い

○フォアグラウンド知財権は、原則として産業技術力強化法第 19 条第 1 項を適用し、発明者である研究責任者の所属機関（委託先）に帰属させる。

○再委託先等が発明し、再委託先等に知財権を帰属させる時は、知財委員会による承諾を必要とする。その際、知財委員会は条件を付すことができる。

○知財権者に事業化の意志が乏しい場合、知財委員会は、積極的に事業化を目指す者による知財権の保有、積極的に事業化を目指す者への実施権の設定を推奨する。

○参加期間中に脱退する者に対しては、当該参加期間中に SIP の事業費により得た成果（複数年度参加の場合は、参加当初からの全ての成果）の全部または一部に関して、脱退時に NEDO 等が無償譲渡させること及び実施権を設定できることとする。

○知財権の出願・維持等にかかる費用は、原則として知財権者による負担とする。共同出願の場合は、持ち分比率、費用負担は、共同出願者による協議によって定める。

(5) フォアグラウンド知財権の実施許諾

○他の事業参加者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、知財権者が定める条件に従い（あるいは、「本事業参加者間の合意に従い」）、知財権者が許諾可能とする。

○第三者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、プログラム参加者よりも有利な条件にはしない範囲で知財権者が定める条件に従い、知財権者が許諾可能とする。
○当該条件等の知財権者の対応が SIP の推進（研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む）に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

(6) フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾について

○産業技術力強化法第 19 条第 1 項第 4 号に基づき、フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転には、合併・分割による移転の場合や子会社・親会社への知財権の移転、専用実施権の設定・移転の場合等（以下、「合併等に伴う知財権の移転等の場合等」という。）を除き、NEDO 等の承認を必要とする。
○合併等に伴う知財権の移転等の場合等には、知財権者は NEDO 等との契約に基づき、NEDO 等の承認を必要とする。
○合併等に伴う知財権の移転等の後であっても NEDO は当該知財権にかかる再実施権付実施権を保有可能とする。当該条件を受け入れられない場合、移転を認めない。

(7) 終了時の知財権取扱いについて

○研究開発終了時に、保有希望者がいない知財権等については、知財委員会において対応（放棄、あるいは、NEDO 等による承継）を協議する。

(8) 国外機関等（外国籍の企業、大学、研究者等）の参加について

○当該国外機関等の参加が課題推進上必要な場合、参加を可能とする。
○適切な執行管理の観点から、研究開発の受託等にかかる事務処理が可能な窓口または代理人が国内に存在することを原則とする。
○国外機関等については、知財権は NEDO 等と国外機関等の共有とする。

5. 評価に関する事項

(1) 評価主体

PD と管理法人 NEDO 等が行う自己点検結果の報告を参考に、ガバニングボードが外部の専門家等を招いて行う。この際、ガバニングボードは分野または課題ごとに開催することもできる。

(2) 実施時期

○事前評価、毎年度末の評価、最終評価とする。
○終了後、一定の時間（原則として 3 年）が経過した後、必要に応じて追跡評価を行う。
○上記のほか、必要に応じて年度途中等に評価を行うことも可能とする。

(3) 評価項目・評価基準

「国の研究開発評価に関する大綱的指針（平成 28 年 12 月 21 日、内閣総理大臣決定）」を踏まえ、必要

性、効率性、有効性等を評価する観点から、評価項目・評価基準は以下のとおりとする。評価は、達成・未達の判定のみに終わらず、その原因・要因等の分析や改善方策の提案等も行う。

①意義の重要性、SIP の制度の目的との整合性。

②目標（特にアウトカム目標）の妥当性、目標達成に向けた工程表の達成度合い。

③適切なマネジメントがなされているか。特に府省連携の効果がどのように発揮されているか。

④実用化・事業化への着実な戦略性、TRL6 以上の達成度合い。

⑤最終評価の際には、見込まれる効果あるいは波及効果。終了後のフォローアップの方法等が適切かつ明確に設定されているか。

(4) 評価結果の反映方法

○事前評価は、次年度以降の計画に関して行い、次年度以降の計画等に反映させる。

○年度末の評価は、当該年度までの実績と次年度以降の計画等に関して行い、次年度以降の計画等に反映させる。必要に応じ事業者や研究テーマの絞り込みや追加を行う。

○最終評価は、最終年度までの実績に関して行い、終了後のフォローアップ等に反映させる。

○追跡評価は、各課題の成果の実用化・事業化の進捗に関して行い、改善方策の提案等を行う。

(5) 結果の公開

○評価結果は原則として公開する。

○評価を行うガバニングボードは、非公開の研究開発情報等も扱うため、非公開とする。

(6) 自己点検

① 研究責任者による自己点検

PD が自己点検を行う研究責任者を選定する（原則として、各研究項目の主要な研究者・研究機関を選定）。

選定された研究責任者は、5.(3)の評価項目・評価基準を準用し、前回の評価後の実績及び今後の計画の双方について点検を行い、達成・未達の判定のみならず、その原因・要因等の分析や改善方策等を取りまとめる。

各事業者はグローバルベンチマークを実施し自らの研究テーマの位置づけを確認することで、研究開発計画の進捗状況を確認する。

② PD による自己点検

PD が研究責任者による自己点検の結果を見ながら、かつ、必要に応じて第三者や専門家の意見を参考にしつつ、5.(3)の評価項目・評価基準を準用し、PD 自身、NEDO 及び各研究責任者の実績及び今後の計画の双方に関して点検を行い、達成・未達の判定のみならず、その原因・要因等の分析や改善方策等を取りまとめる。その結果をもって各研究主体等の研究継続の是非等を決めるとともに、研究責任者等に対して必要な助言を与える。これにより、自律的にも改善可能な体制とする。

これらの結果を基に、PD は NEDO の支援を得て、ガバニングボードに向けた資料を作成する。

③　管理法人による自己点検

NEDO による自己点検は、予算執行上の事務手続を適正に実施しているかどうか等について行う。管理法人によるピアレビューをさらに進化させて、多面的なピアレビューを実施できるよう、管理法人に徹底をさせる。ピアレビューアーは原則 10 人以上とし、多角的な視点で評価ができるようにする。

なお、国際競争力を見据えた専門家、SIP フィジカルの成果を、事業化並びに社会実装する視点でピアレビューアーを継続して確保し、社会実装に向けた取組みを評価する。

6. 出口戦略

(1) 出口指向の研究推進

本プログラムで開発される PF、革新的センサ、および超低消費電力 IoT チップの有効性を人手不足等の社会課題が深刻な生産分野等で実証するとともに、経済発展と社会課題の解決の成功事例を複数社会へ示すことで、CPS を実社会に普及させていく。そのために、3 つの研究サブテーマは出口戦略を見据えて推進し、具体的な研究開発成果の実用化・事業化を目指す。各研究サブテーマではそれぞれ実際に事業化を担う企業をパートナとして選定した上で、プログラム 3 年目に当たる 2020 年度以降は出口戦略（社会実装）をより強く意識した研究開発とするために人や場所・設備等総額の 50%以上を目途に民間より出資する。特に研究ステージが進み社会実装・事業化の段階では民間投資を拡張しながら推進をしていく。それにより、産業界での速やかな事業化を推進していくとともに、コンソーシアムの設立等、SIP フィジカル普及機関を選定に事業化への出口を明確にする。併せてプログラム開始 3 年目に予定されている中間評価に向けて、より一層プログラム推進の意義やプログラムが目指す社会実装方向性を明確にするために、ステージゲート等の機会を利用し、研究テーマの妥当性と継続性と事業化を評価することで出口戦略を明確にする。社会実装に向けてプログラムを加速するため、ステージゲート終了後に新たな事業者を公募により導入することも検討する。

エッジコンソーシアムについては、既存のコンソーシアム（EPFC や MCPC、IVI 等）との連携について、2019 年度より具体的な議論を開始している。2020 年度は、加速予算獲得の際には、MCPC、IVI を活用し、社会実装・普及に向けた取り組みを加速させ、また、コンソーシアム委員を社会実装を狙う戦略委員有識者として委嘱し、広く活用できる体制を早急に構築する。

エッジコンソーシアムは 2021 年度で法人化を目指しているが、他のプラットフォームとの連携等を 2020 年度に加速することで構築を加速する。

- 研究サブテーマⅠでは、IT 人材不足による諸問題を解決すべく、共通基盤技術を開発することで、サイバー空間とフィジカル空間を低労力で融合させる。
- 研究サブテーマⅡでは、日本が競争力・優位性を有する超低消費電力 IoT デバイスやセンサ近傍のデバイスの開発及びシステム化による社会実装までを目標に掲げる。
- 研究サブテーマⅢでは、リアルタイム性や精密性が重要な代表的な社会課題に対し、サイバー／フィジカル空間の高度な融合によるロボット等の開発による生産性向上等の具体的な目標を掲げる。

さらに、フィジカル空間デジタルデータ処理基盤には、既存の PRISM や ImPACT、各府省（AI3 センター等）の関連する成果、SIP 課題の中で対となる「ビッグデータ・AI を活用したサイバー空間基盤技術」、「IoT 社会に対応したサイバー・フィジカルセキュリティ」のテーマの成果を組み合わせることで魅力ある基盤として成長させ、コンソーシアム等による維持・更新する体制の構築により、プログラム終了後も持続的に新ビジ

ネス機会や産業界の参入の促進を行い、我が国の国際競争力や経済成長の維持･拡大を狙う。

(2) 普及のための方策

本プログラムでは、共通基盤を開発し活用することで、サイバー／フィジカル空間の高度な融合という重要な課題を低労力で解決できる方策を示し、これまで専門的な IT 人材の不足が原因で参入できなかった中小･ベンチャー企業を含む様々な産業界からの参入を促し、市場を活性化していく。2020 年度以降は展示会、学会、シンポジウム、コンソーシアム等でのデモンストレーション、広報活動、教育活動等を行い、本プログラムの活動状況の周知を社会に広めることに努める。また、本プログラムとの連携においては、クラウド側との接続連携を考えて SIP サイバー空間および普及の前提となるフィジカル／サイバーとのデータ送受信におけるセキュリティの確保について SIP セキュリティとの連携を見据えた活動を行う。

普及のための具体的方針として、

- 研究サブテーマⅠでは、エッジ PF 技術を確立し、オープンクローズ戦略のもと活用可能な仕組みとともにオープン化し、中小･ベンチャー企業を始め我が国の様々な人間が参入･開発を行うことができる場を提供し維持管理をしていく。これにより、高度な CPS を活用したサービスへの参入障壁を低くし、様々な社会課題を解決する多様なサービスの提供が期待できる。
- 研究サブテーマⅡでは、日本が強みを持つ超低消費電力 IoT デバイスや革新的センサの実用化課題を解決し、確実に研究サブテーマⅠに繋げることで、研究サブテーマⅢを介した社会実装を可能とし、新規参入を促す。また、日本の科学技術力の継続的な発展を支え、国際競争力の確保に大いに貢献できる。
- 研究サブテーマⅢでは、リアルタイム性や精密性が求められる具体的かつ代表的な課題に対する実装例を社会に提示することで、研究内容の具体的価値を広く社会へ展開していく。デジタルデータを低労力で多角的/複合的に分析した結果の活用を示すことで、新規市場の開拓または参入促進が期待できる。
- 本プログラムで開発されるフィジカル空間技術は、そのインタフェース規格を標準化やオープン化することで産業界の多くのプレイヤが利活用可能なものとすることで、普及をはかっていく。
- 研究サブテーマⅠやⅡは、各府省庁との連携により産業界を巻き込んだコンソーシアム等を設置することで維持･促進し、新たな産業の創出に貢献していく。

7. その他の重要事項

(1) 根拠法令等

本件は、内閣府設置法（平成 11 年法律第 89 号）第 4 条第 3 項第 7 号の 3、科学技術イノベーション創造推進費に関する基本方針（平成 26 年 5 月 23 日、総合科学技術･イノベーション会議）、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 2 期（平成 29 年度補正予算措置分）の実施方針（平成 30 年 3 月 29 日、総合科学技術･イノベーション会議）、戦略的イノベーション創造プログラム運用指針（平成 26 年 5 月 23 日、総合科学技術･イノベーション会議ガバニングボード）、および、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 1 項第 2 号に基づき実施する。

(2) 弾力的な計画変更

本計画は、成果を最速かつ最大化させる観点から、臨機応変に見直すこととする。

(3) PD 及び担当の履歴

① PD

佐相　秀幸 (2018 年 4 月～)

② サブ PD

益　一哉 (2018 年 4 月～)

西　宏章(2019 年 7 月～)

石田　誠(2019 年 7 月～)

③ 担当参事官

千嶋　博 (2018 年 4 月～9 月)

登内　敏夫 (2018 年 10 月～
2020 年 3 月)

江頭　基 (2020 年 4 月～)

④担当

菅野　普 (2018 年 4 月～
2020 年 3 月)

玉川　晶子 (2019 年 4 月～2020 年 2 月、
2020 年 6 月～2021 年 3 月)

久保田　章裕 (2020 年 2 月～)

添付資料　資金計画及び積算

2021 年度　合計　1,750,000 千円

（資金内訳）

1．　今年度の確定配分額（、一般管理費・間接経費を含む）	1,750,000	千円
2．　加速費	0	千円
3．　昨年度の繰越額	79,300	千円

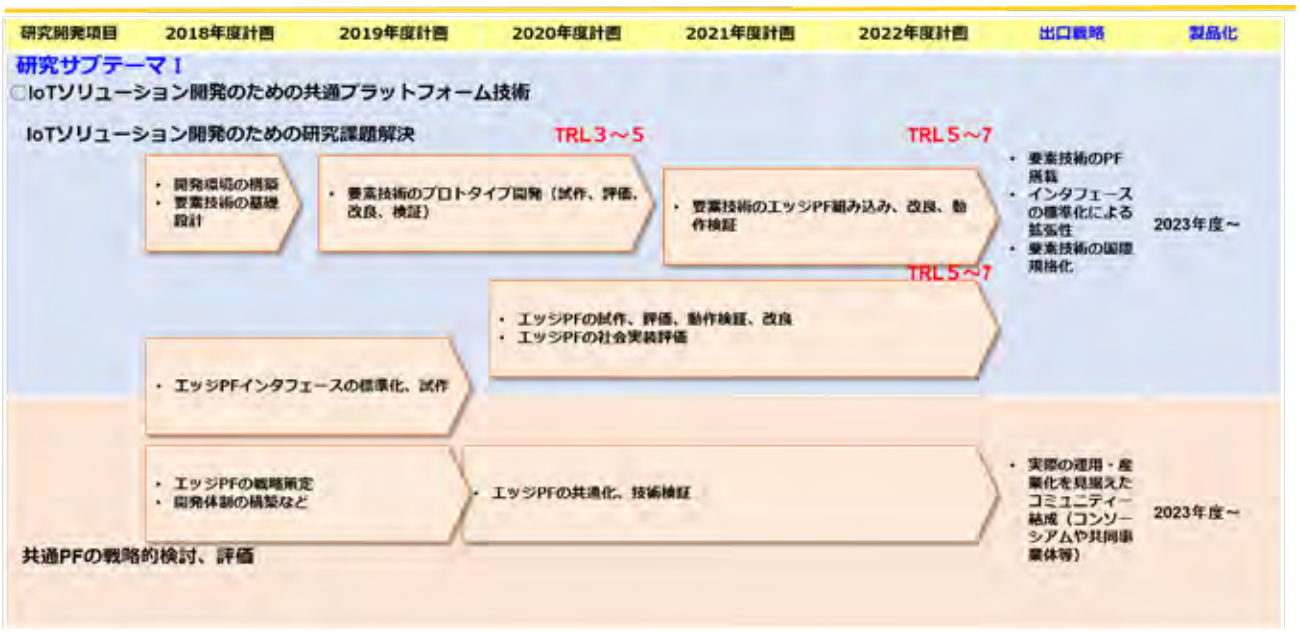
合計 1,829,300　千円（確定配分＋加速費）

（支出）

1．研究費等（一般管理費・間接経費を含む）	1,332,300	千円
2．事業推進費（人件費、評価費、会議費等）	124,000	千円

合計 1,456,300　千円（確定配分）

工程表


研究開発項目
2018年度計画
2019年度計画
2020年度計画
2021年度計画
2022年度計画
出口戦略
製品化
研究サブテーマⅠ
○IoTソリューション開発のための共通プラットフォーム技術
IoTソリューション開発のための研究課題解決
TRL３～５
TRL５～７
・開発環境の構築
・要素技術の基礎設計
・要素技術のプロトタイプ開発（試作、評価、改良、検証）
・要素技術のエッジPF組み込み、改良、動作検証
・要素技術のPF搭載
・インタフェースの標準化による拡張性
・要素技術の国際規格化
2023年度～
TRL５～７
・エッジPFの試作、評価、動作検証、改良
・エッジPFの社会実装評価
・エッジPFインタフェースの標準化、試作
・エッジPFの戦略策定
・開発体制の構築など
・エッジPFの共通化、技術検証
・実際の運用・産業化を見据えたコミュニティー結成（コンソーシアムや共同事業体等）
2023年度～
共通PFの戦略的検討、評価

研究開発項目
2018年度計画
2019年度計画
2020年度計画
2021年度計画
2022年度計画
出口戦略
製品化
研究サブテーマⅡ
○超低消費電力IoTチップ・革新的センサ技術
超低消費電力IoTチップのための研究課題解決
TRL３～５
TRL５～７
・デバイス基盤技術開発(先端CMOSとの融合技術開発、PDK・設計ツール等の開発基盤整備 など)
・テストチップ試作等による実証に向けた要素技術検証
・実用化に向けたデバイス技術の高度化、開発基盤構築
・実証チップ試作等による実用化検証・評価
・中小・ベンチャー企業も利用可能な開発基盤を構築、IoTシステム構築を促進する。
2023年度～
革新的センサのための研究課題解決
TRL３～５
TRL５～７
・センサデバイス基盤技術開発(センサ集積化技術開発、ヘテロ実装技術開発、PDK等の開発基盤整備 など)
・センサデバイス試作等による実証に向けた要素技術検証
・実用化に向けたセンサデバイス技術の高度化、開発基盤構築
・モジュール化・システム化等による実用化検証・評価
・中小・ベンチャー企業も利用可能なセンサデバイス開発基盤を構築、IoTシステム構築を促進する。
2023年度～

研究開発項目
2018年度計画
2019年度計画
2020年度計画
2021年度計画
2022年度計画
出口戦略
製品化
研究サブテーマⅢ
○Society 5.0実現のための社会実装技術
TRL３～５
TRL５～７
・要素技術の基礎検討
・研究開発環境の整備・構築など
・要素技術の試作開発、評価及び検証
・プロトタイプ開発、実証評価
・社会実装の検証開始、現場での試行的適用と実装評価検証
・社会実装に係る評価検証のまとめ
・共通基盤的な要素技術の構築開
・社会実装を通した社会課題の解決
2023年度～