

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4年4月25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	6
(1) 背景・国内外の状況.....	6
(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	14
⑨ 国内外への情報発信と普及活動	14
2. 研究開発の内容	16
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・超低消費電力 IoT チップ技術.....	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	60
(1) 評価主体	60
(2) 実施時期	60
(3) 評価項目・評価基準	60
(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	61
③ 研究推進法人による自己点検	61
6. 出口戦略	62
(1) 出口指向の研究推進	62
(2) 普及のための方策	62
7. その他の重要事項	63
(1) 根拠法令等	63
(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、研究推進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、研究推進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、社会課題を解決するロボット等の 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ー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

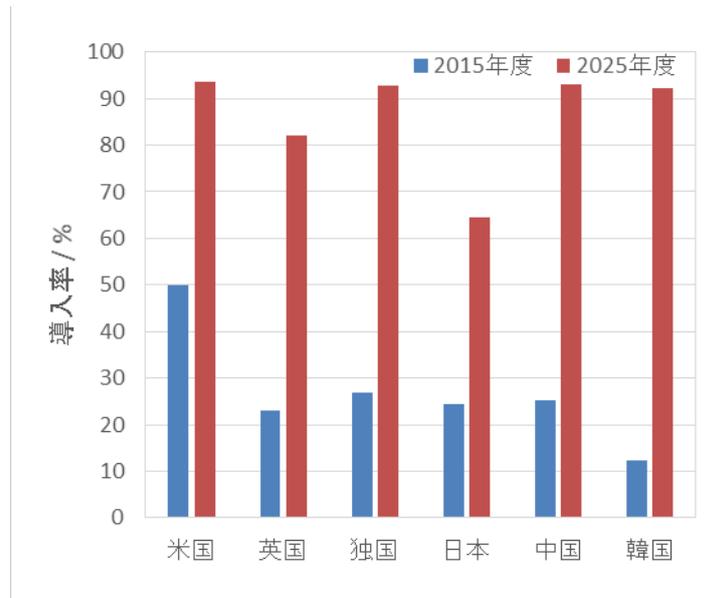
科学技術の進展により人々の生活は便利で豊かになる一方、エネルギーや食料の需要増加、温室効果ガスの排出増加、高齢化の進行等により、国際的に解決すべき社会課題は複雑化してきている。

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 Systems¹⁾)の構築が必要とされている。

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

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。

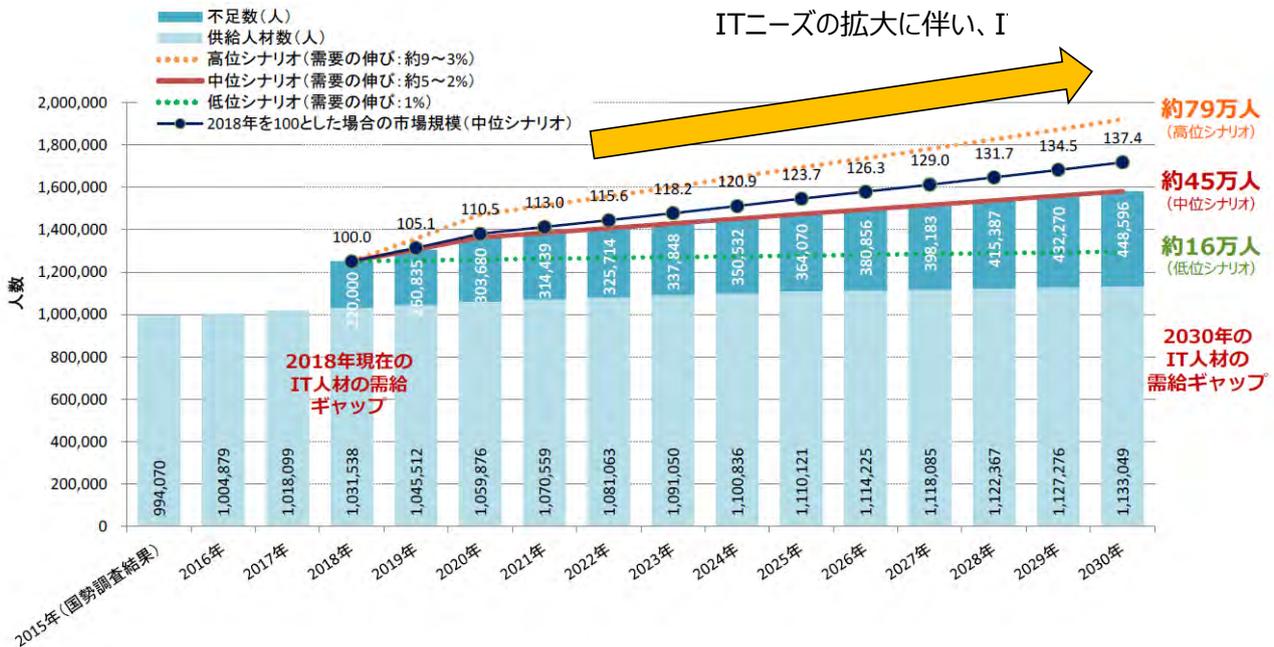
²「ICT の日本国内における経済貢献及び日本と諸外国の IoT への取組状況に関する国際企業アンケート」(2016)

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

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ており、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。



図表 1-2. IT 人材需給に関する主な試算結果

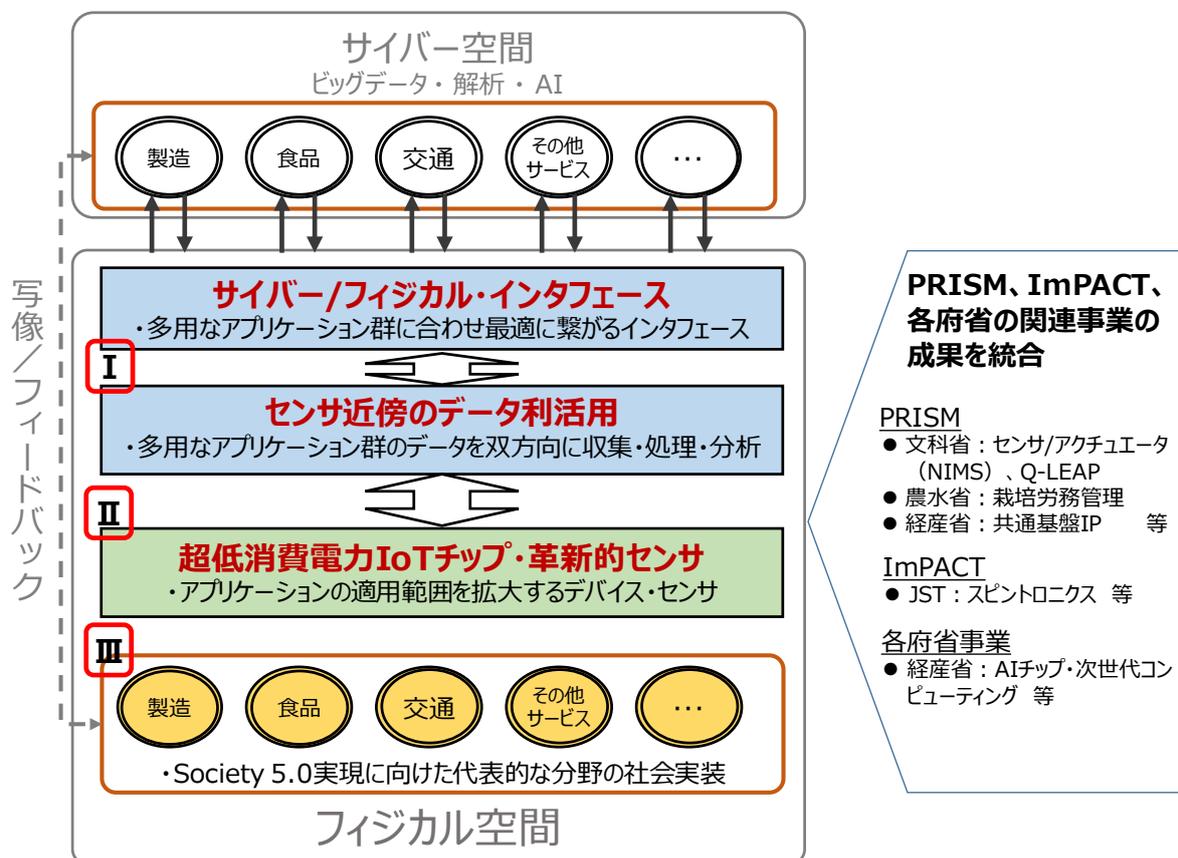
(2) 意義・政策的な重要性

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。

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)

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。



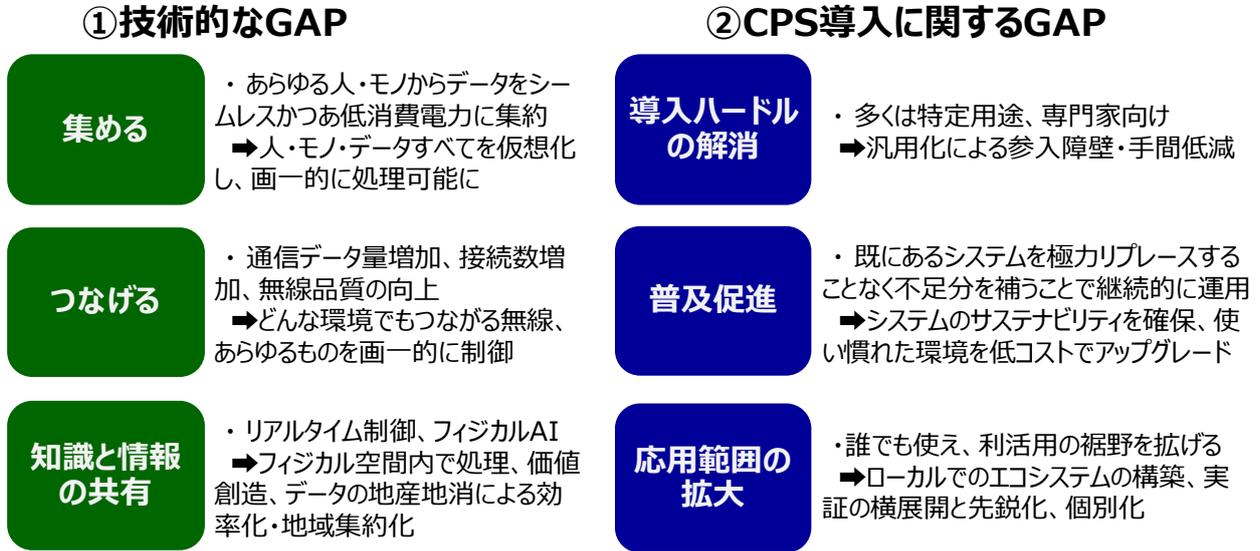
図表 1-3. フィジカル空間デジタルデータ処理基盤の全体像

(3) 目標・狙い

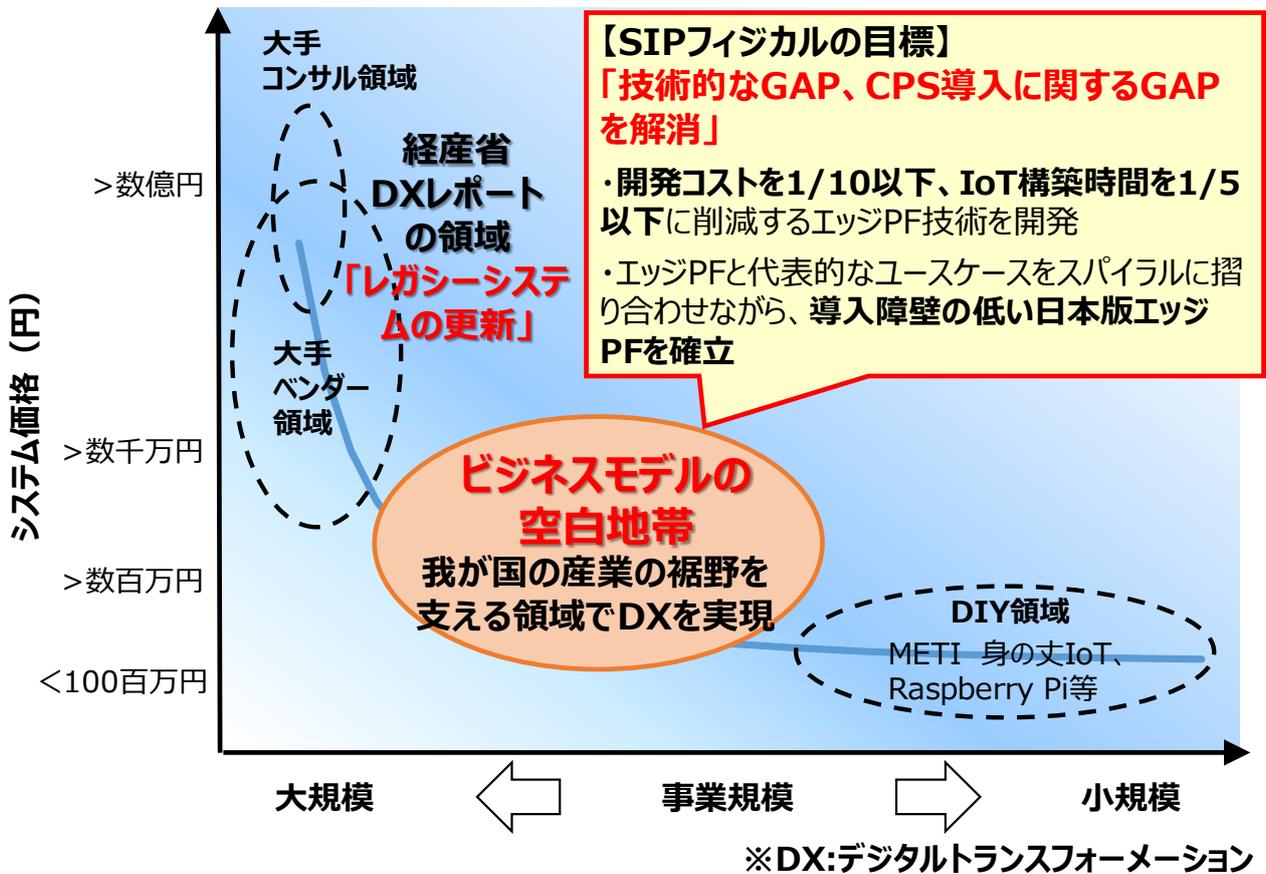
① Society 5.0 実現に向けて

- ・ 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。



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

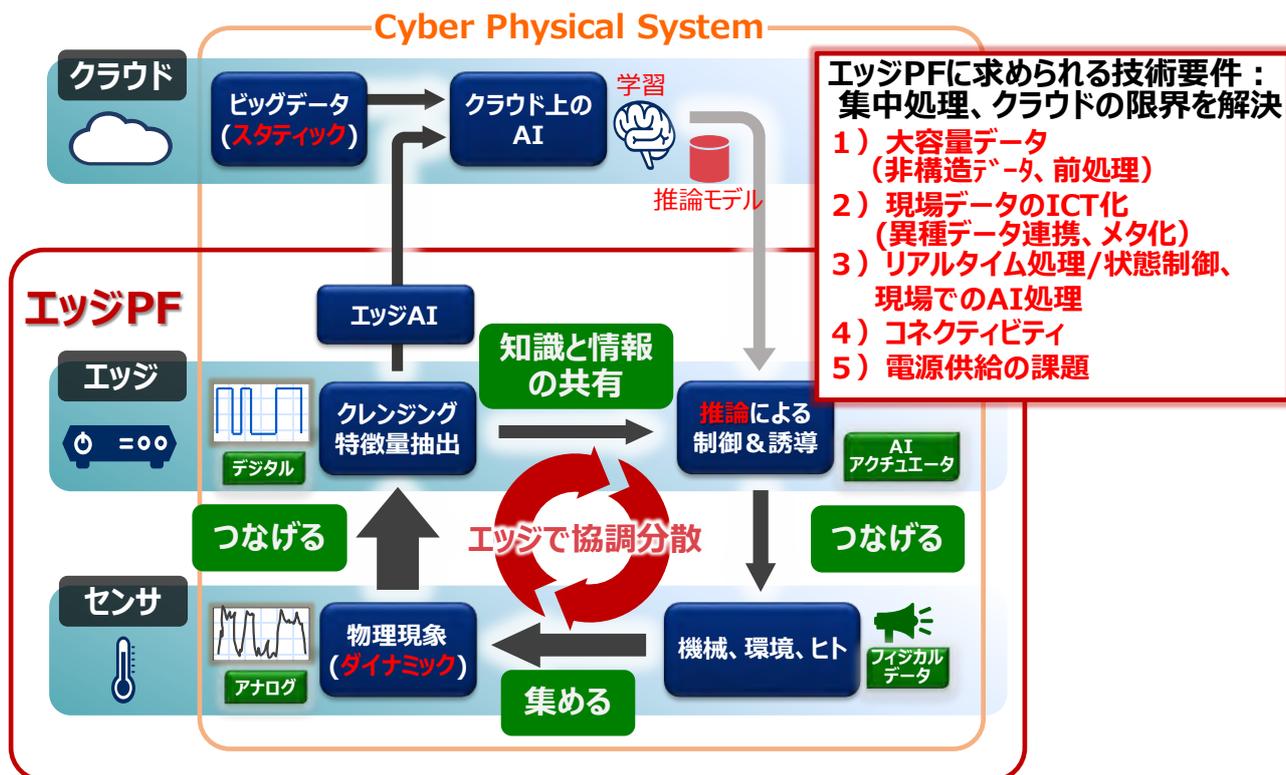
- ・ Society 5.0 が掲げる様々な分野において、特にサイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることによって「ヒトとヒト」「ヒトとモノ」「モノとモノ」の協調・協働を可能とし、我が国が有する労働力・人材不足に起因する社会課題である生産性向上等の解決を行い、豊かな社会の形成を目指す。
- ・ 高度な IoT 技術者でなくても SIP の成果を用いて容易に IoT ソリューションを構築可能とするエッジコンソーシアム運用を SIP 期間中に開始する。併せて、既存のコンソーシアム (EPFC や MCPC、IMI 等) との連携を行う事で、多くの人々が広く活用できる体制を構築する。

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、多くのプレイヤー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、そのインター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ー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。

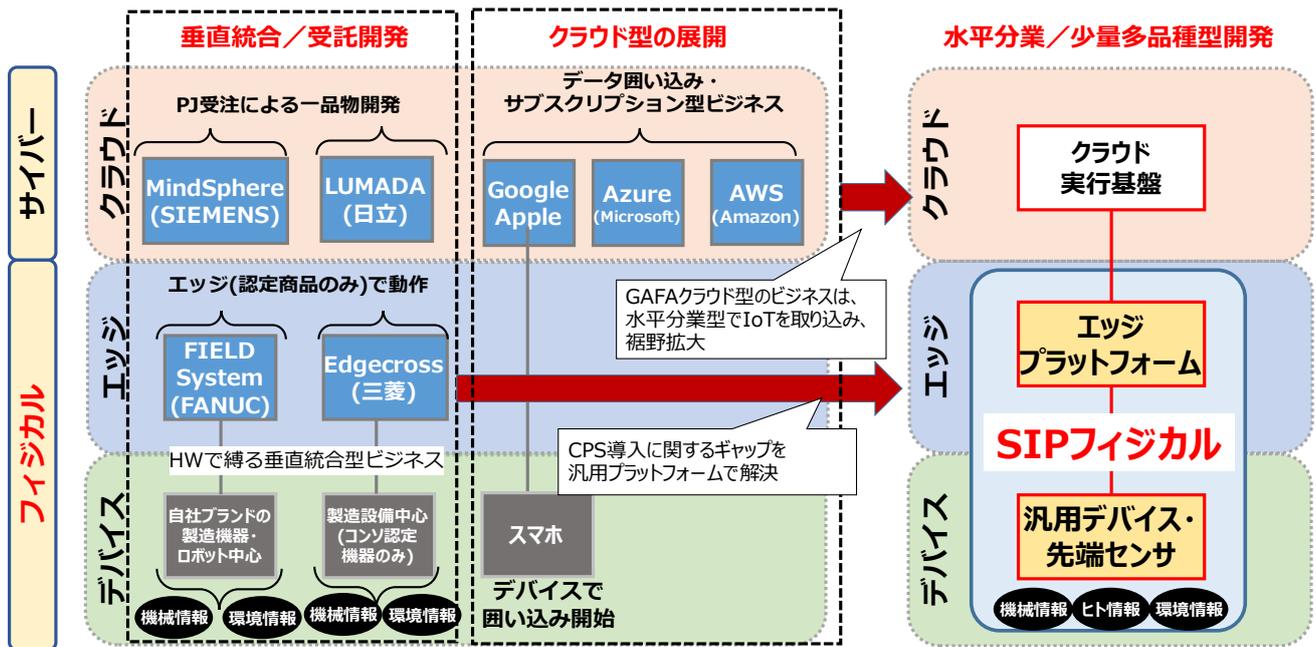
⑥ グローバルベンチマーク

- ・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發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ますが、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 2022 年度は、今後の普及戦略立案に向け 2021 年度に実施した世界の PF に於けるエッジ技術に関する深堀ベンチマークを継続するとともに、CPS 導入が進んでいない空白地帯への普及に関する調査と分析を実施する。



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	クラウド上でデータ連携	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	クラウド上でデータ連携	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	クラウド上でデータ連携	工場の工作機械	自社受注に活用/ 自社開発効率化
AWS	Amazon	クラウド型： ユーザ開発用API公開	クラウド上でアプリアドオン	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	クラウド型： ユーザ開発用API公開	クラウド上でアプリアドオン	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

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
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。	エッジ領域の参照アーキテクチャの構築 ○ (Society5.0参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
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。	エッジ領域の開発環境の提供 (センサ含む) ◎ アプリ開発、デバイス開発等 (日本独自の強み)	△	-	△ (テストベッド)	△ (アプリケーション開発)
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。	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 外部コンソリデーションで相乗りキャッチアップ戦略)	◎ (先行実施済み)	◎ (先行実施済み)	○	○
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活動への参加等) 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)	○ (一部メタ/企業ベース等を受け)

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

⑦ 自治体等との連携

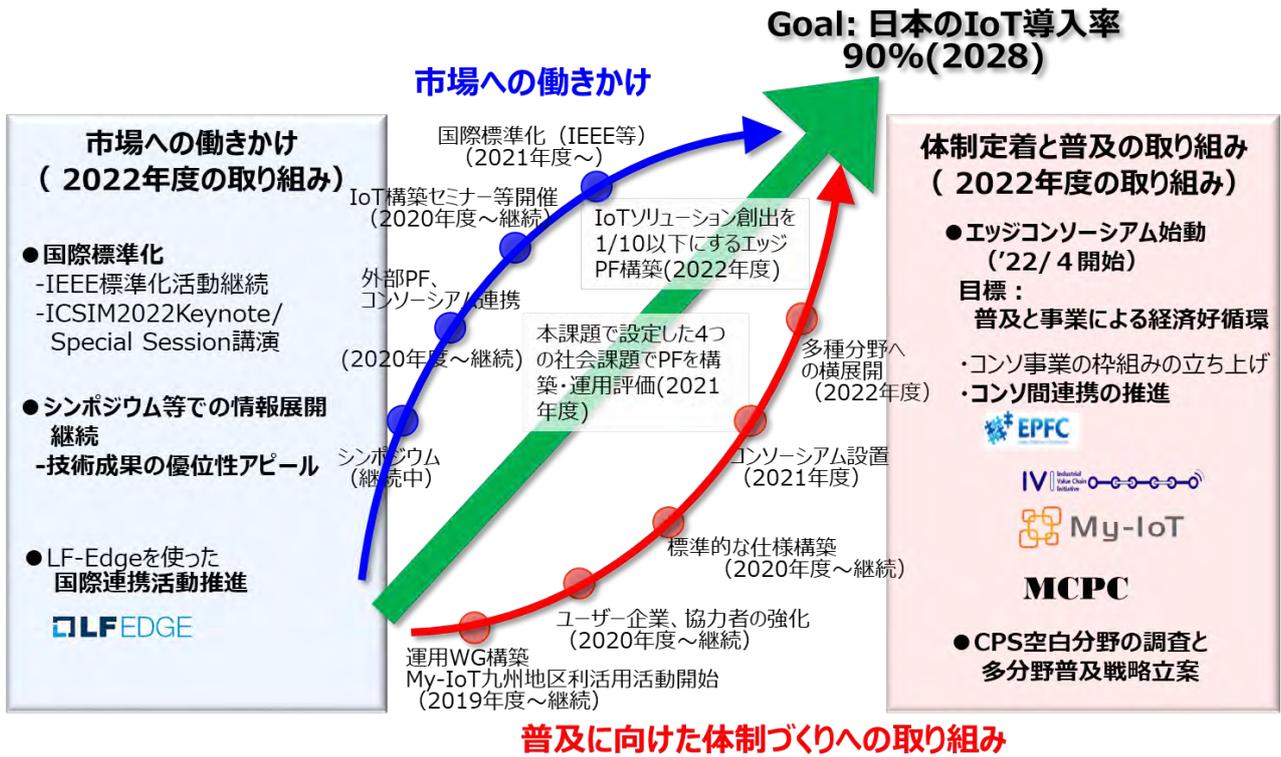
- ・今後計画している研究課題について、大学や自治体、中小・ベンチャー企業での連携及び実装におけるフィジビリティスタディを実施し、地域での Society 5.0 実現を具体的に探求・推進していく。

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。2020～2021 年度の追加費用にて開始した具体的な連携を基に、今後は事業終了後の活動の中での連携を目指す。
- ・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 2022 年度も引き続き推進する。

⑨ 国内外への情報発信と普及活動

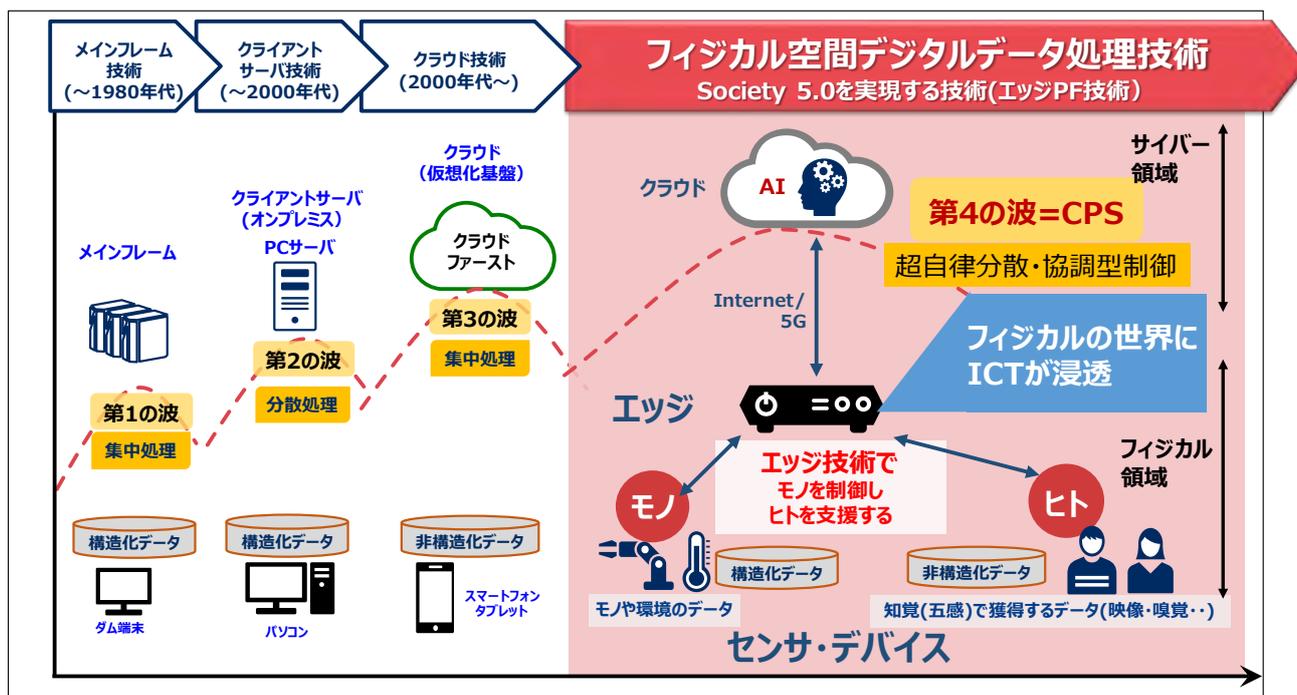
- ・図表 1-11 に示したように、国内外の情報発信として、国際シンポジウムや展示会等を利用して、研究開発の広報活動を実施する。サステナブルな事業活動を円滑に進めるために、企業等 IT 担当者向けの教育活動、IoT セミナー等を実施する。さらに、導入企業等の更なる掘り起しのために SIP シンポジウムを開催する。
- ・2020 年度と 2021 年度にオンライン開催した国際会議「International Conference on Software Engineering and Information Management」での特別セッションを継続することで内外への情報発信、国際連携を活性化していく。



図表 1-10. 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、各種インター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)。

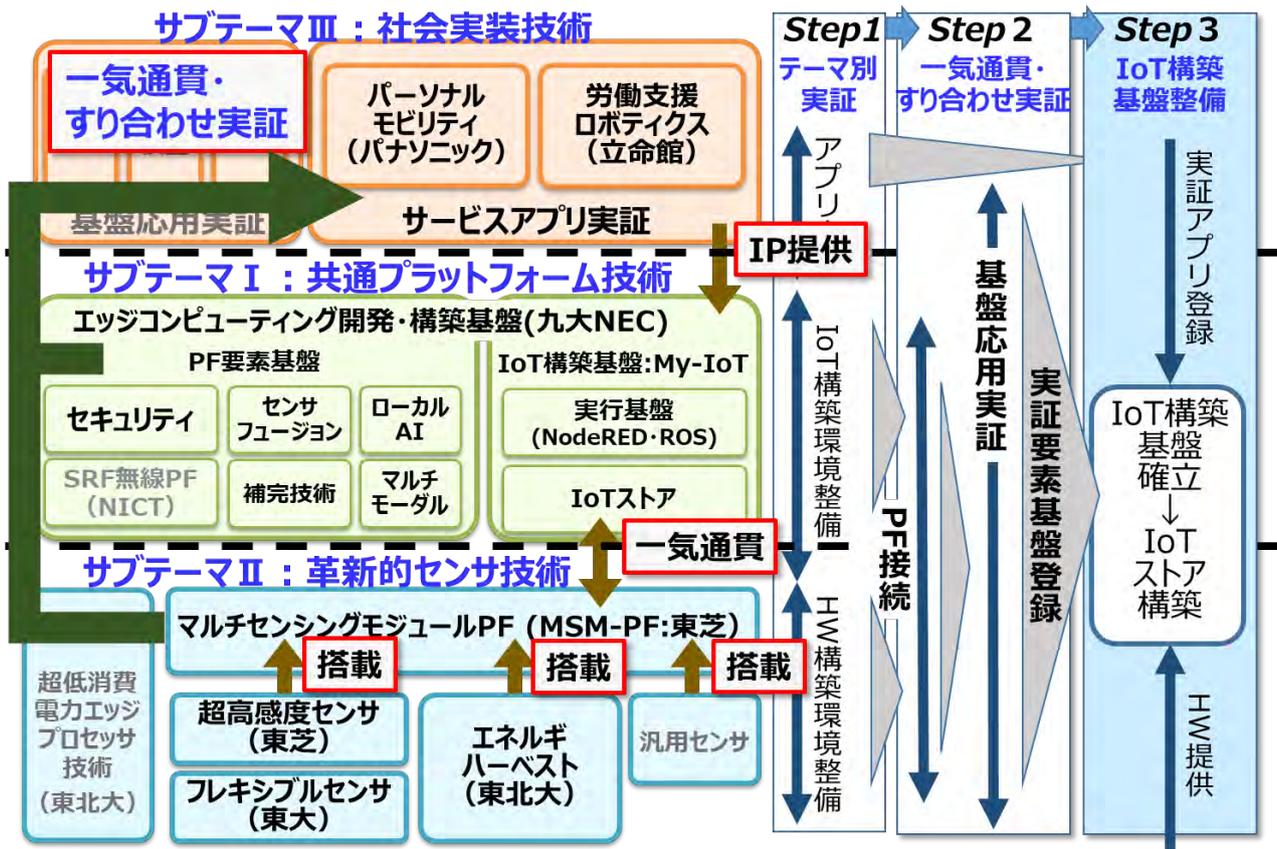
- ・我が国が国際競争力を有するセンサデバイスや超低消費電力 IoT チップの開発により CPS の適用領域の拡大を行うため、それぞれの開発は 2020 年度で実用化の目途を立て、2021 年度以降で研究サブテーマⅢと連携しつつ実際の運用・産業化を見据えた技術検証を行う。
- ・全ての期間を通じて、インタフェース等の情報は研究サブテーマを超えて都度共有・連携もしくは提案を行い研究を推進する。

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。

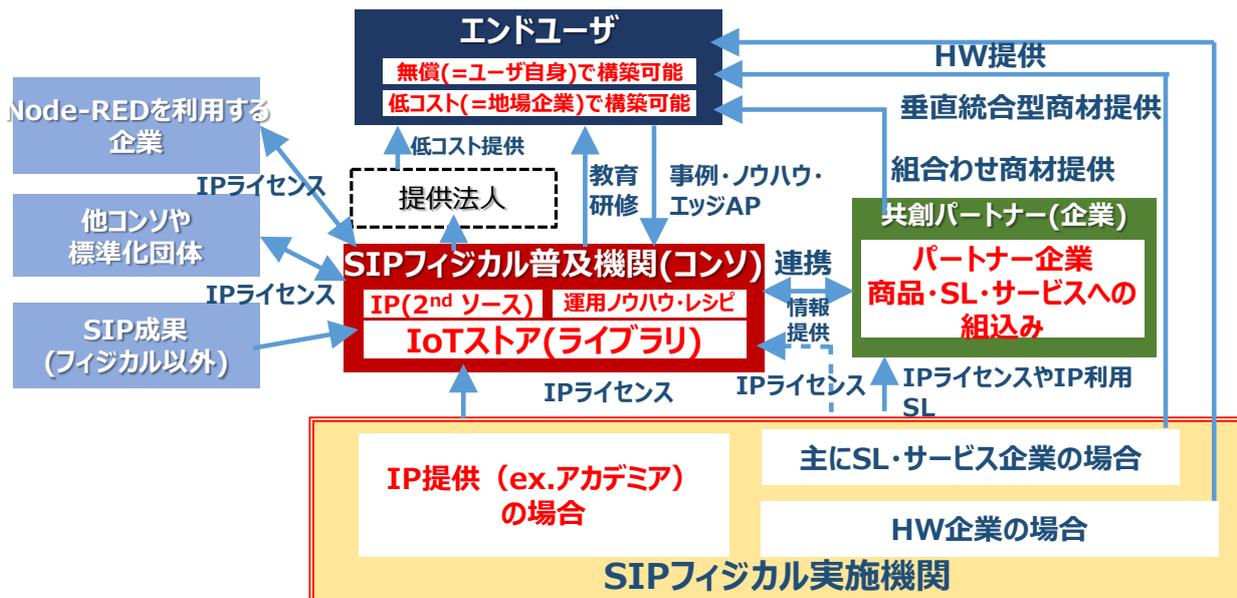
- ・我が国が有する社会課題を具体的に解決するシステムを明確にし、2020 年度までにシステムデザイン、要素技術の開発及び研究サブテーマⅠの必要技術への情報提供を行う。2021 年度以降でⅠやⅡを組み込んだ社会実装検証を行う。
- ・全ての期間を通じて、インタフェース等の情報は研究サブテーマを超えて都度共有・連携もしくは提案を行い研究を推進する。
- ・Society 5.0 の実現による高度な IoT ソリューションを我が国の地域で活性化・浸透させ、新たな産業創出を行うための予備的調査を行う。

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气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。