

「次世代デジタルインフラの構築」 プロジェクトに関する 研究開発・社会実装計画（改定案）の概要

2023年6月8日

経済産業省

商務情報政策局

前回WGにおける委員ご指摘などを受けた対応

- 2022年9月27日の第9回産業構造転換分野WGにおける委員からの主なご指摘を踏まえて、前回ご提示した研究開発・社会実装計画（案）を修正し、同計画案に基づく省エネ効果と予算規模を追記。

前回WGにおける委員からの主な御指摘事項（抜粋）

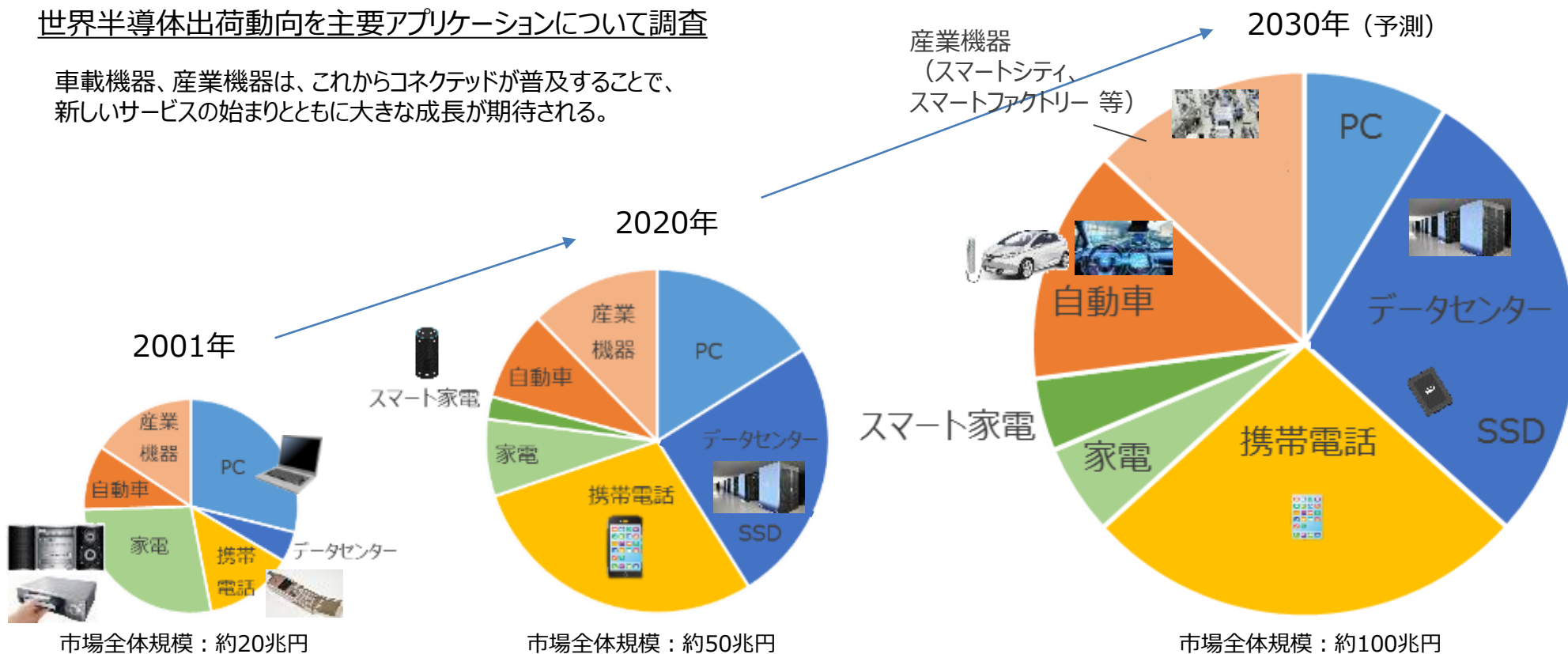
1. 複数センサ、素早く市場投入できる製品、規格・プロトコル・インタフェース標準化。
（山下研究チーム長、林委員、内山委員）
⇒本資料：13ページ、研究開発・社会実装計画（案）：29、30ページ
2. 海外の市場規模も重要な指標。（片田江委員）
⇒本資料：8ページ、研究開発・社会実装計画（案）：3ページ
3. 従来PF開発との差別化や新規性、PFとエコシステムの定義、研究開発項目①～④の関係性。
（内山委員、大園委員、白坂座長）
⇒本資料：12ページ、研究開発・社会実装計画（案）：29、30ページ
4. 公募対象の範囲についての考え方、IoT化によるカーボンニュートラルへの貢献。（白坂座長）
⇒本資料：16ページ、研究開発・社会実装計画（案）：35ページ

半導体市場の主要アプリケーション別成長

- 2000年頃の半導体市場は、パソコンや家電向けが中心であったが、便利さなどの観点でスマートフォンが普及拡大し、それらに起因する大量のデータ発生に伴うデータセンターの拡大など市場の中心が変化してきた。
- 今後は、データセンターに加えて、車載（自動運転・電動車）・産機（IoT・ロボティクス）、スマート家電等のエッジデバイスが市場の拡大を牽引していく予測であり、こうした成長市場におけるシェアを伸ばすことで我が国の半導体産業の売上高を増加させていくことが重要。

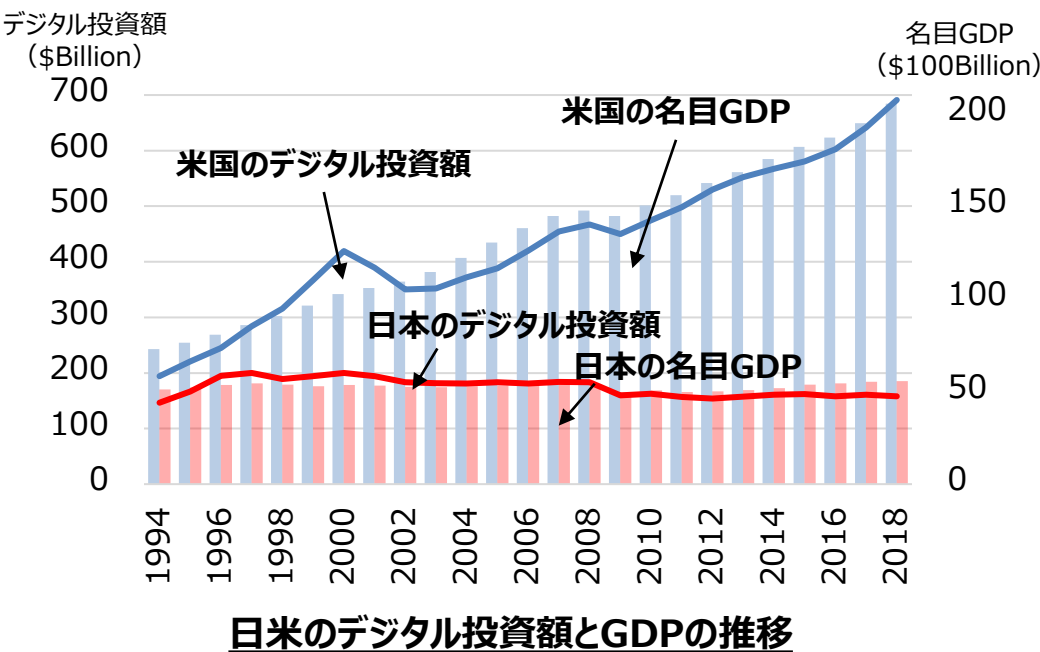
世界半導体出荷動向を主要アプリケーションについて調査

車載機器、産業機器は、これからコネクテッドが普及することで、新しいサービスの始まりとともに大きな成長が期待される。

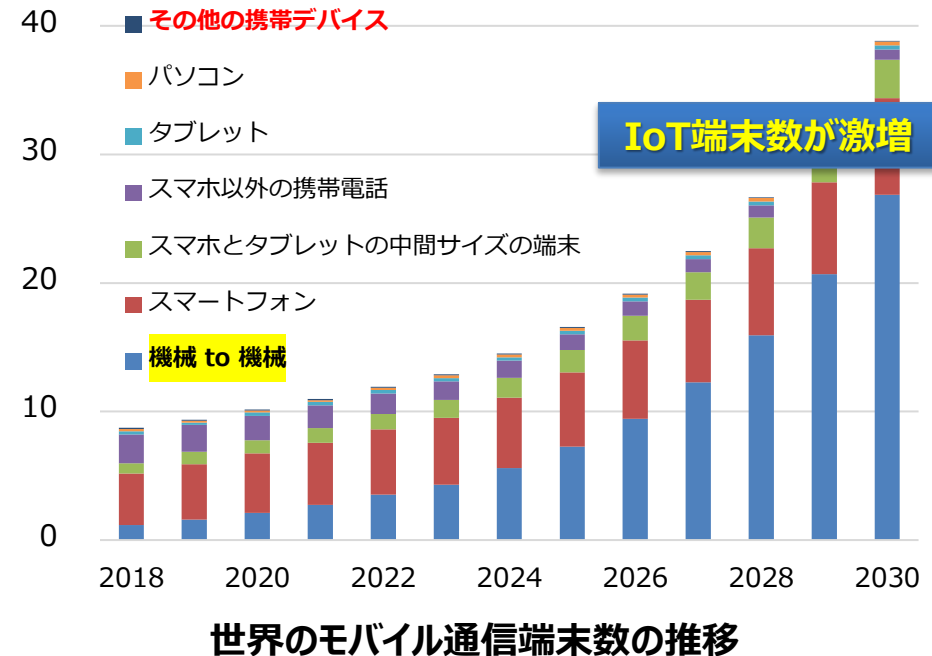


デジタル技術の進化と新たな社会の到来

- 進化し続けるデジタル技術は、人々の社会生活を変革してきた。技術を使いこなし、新たな付加価値を生み出し続けることこそが、競争力の強化と山積する社会課題を解決する鍵。
- これまでデジタルの中心はスマホやPC等の人が直接扱う機器であったが、半導体が進化し、情報処理や通信が高度化することで、将来的には「**Machine to Machine**」が中心となる見込み。真のIoTが実現する新たなデジタル社会が到来する。
- 今が日本が強みを有するものづくり産業が競争力を伸ばし、日本経済が巻き返しを図る絶好機。技術を使いこなし、新たな付加価値を生み出すためにも、半導体や蓄電池、情報処理基盤、高度情報通信基盤等のデジタル産業基盤の整備・強化を迅速に進める必要がある。



(出典) OECD、内閣府、米国商務省を基に作成
(注) 1ドル=100円で計算、デジタル投資額はOECDStatに掲載されているハードウェア投資とソフトウェア投資の合計値

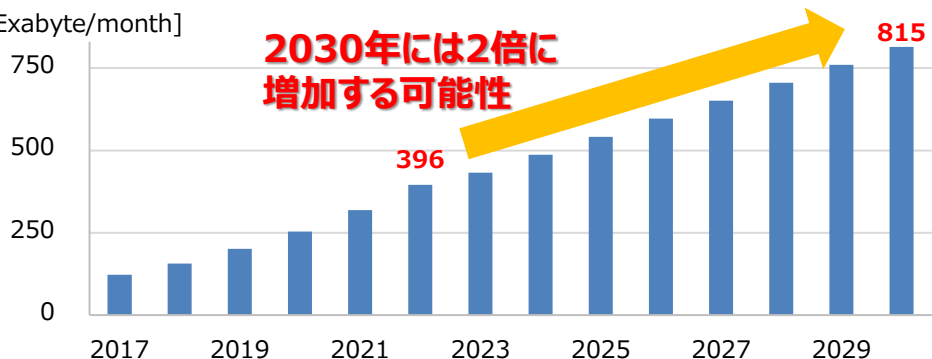


(出展) CiscoAnnualInternetReport(2018-2023)を基に経産省作成

デジタル社会の実現に伴う副作用（エネルギー消費量の増大）

- デジタル技術の活用拡大は成長のみならず、電力消費の急増を引き起こす。情報通信量は2倍になり、IT分野の電力消費は1.5倍に増大（自動運転等の新需要を含まず）するとの見立てもある。気候変動が国際的な課題となる中、持続的な成長を実現するためにもデジタル化と脱炭素化（GX）の両立を進める必要がある。
- これに対して半導体の進化は極めて有効。例えば、半導体を核とした省エネエレクトロ製品の利用拡大が加速的に進めば、2020年と2030年の比較で世界全体で1割のエネルギー消費を抑制できるという見立てもある。半導体の進化は性能向上とエネルギー効率向上を両立してきた歴史であり、GX実現のためにも先端性の高い半導体の確保が重要。

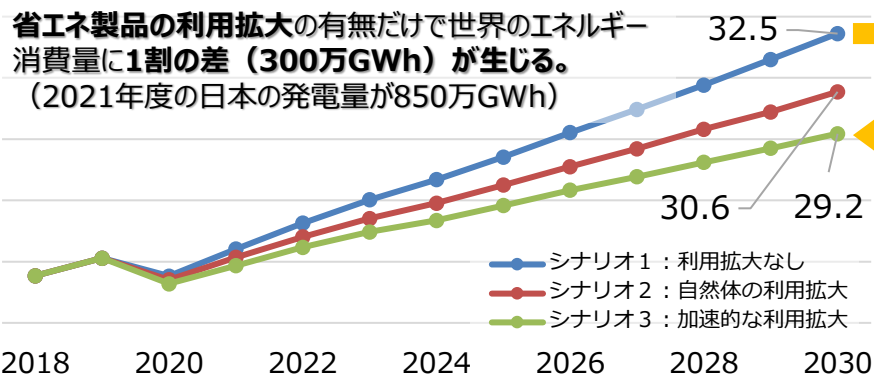
[Exabyte/month]



(出展) CiscoVisualNetworkingIndex:ForecastandTrends,2017-2022を基に経産省作成

世界のインターネットトラフィックの推移予測

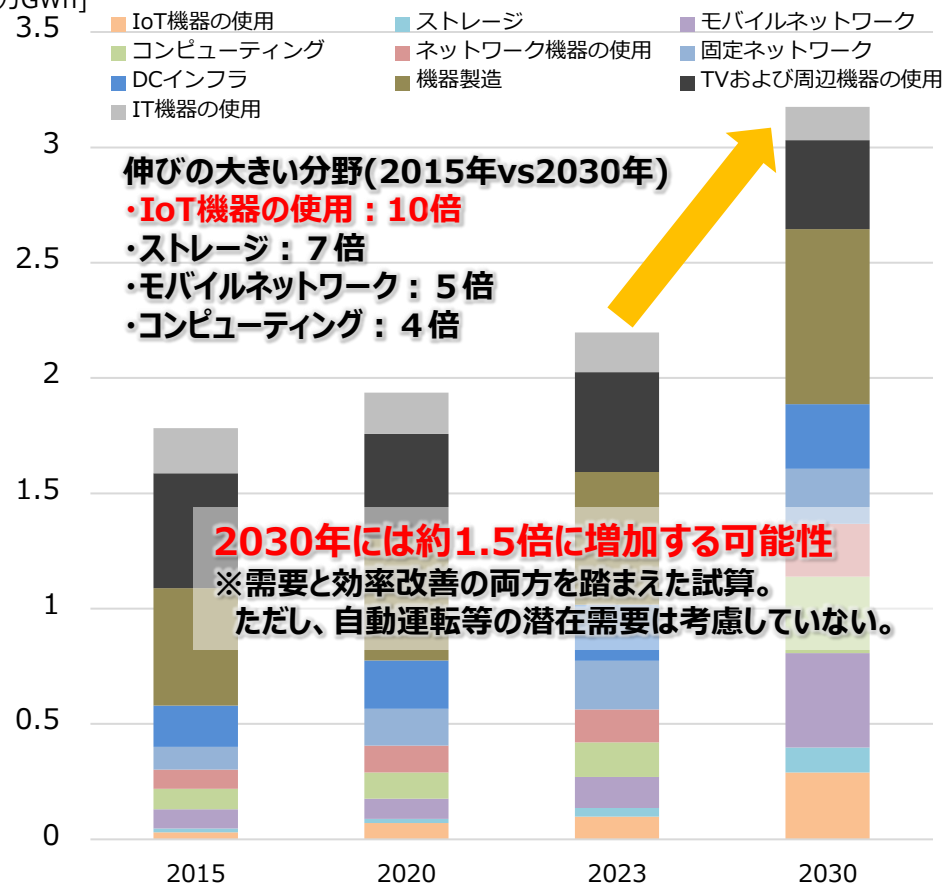
[100万GWh]



半導体を核とした省エネエレクトロニクス製品の
利用拡大が世界のエネルギー消費量に与える影響

(出展) TSMCレポート：https://esg.tsmc.com/en/update/innovationAndService/caseStudy/32/index.html、
ITRIレポート：https://docs.wto.org/dol2fe/Pages/SS/directdoc.aspx?filename=q:/Jobs/RD-IT/45.pdf&Open=True

[100万GWh]



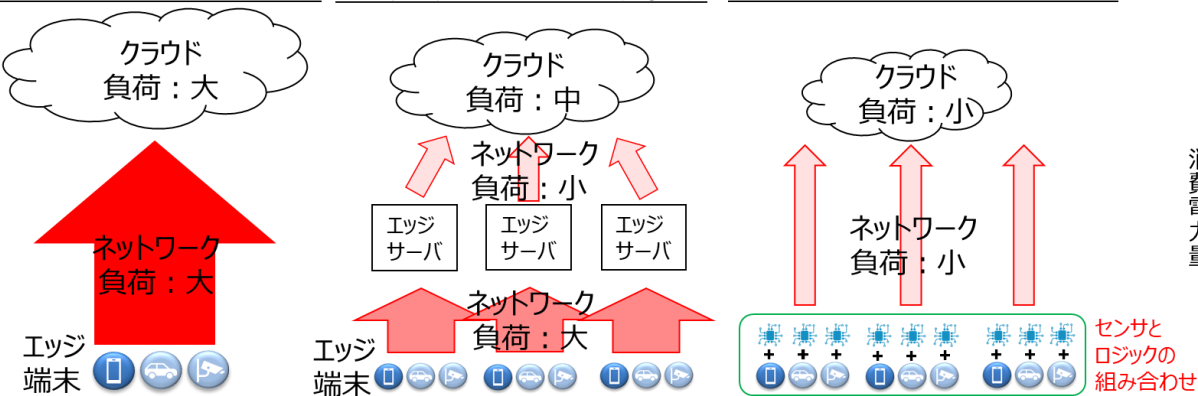
デジタル技術の進化による世界のIT分野の電力需要の推移

(出展) SchneiderElectricDigitalEconomyandClimateImpacthttps://perspectives.se.com/research/digital-economy-climate-impact

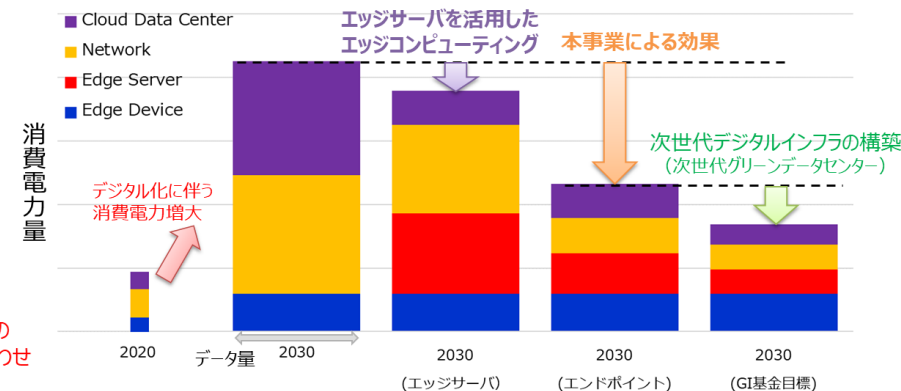
本事業の必要性

- 現状、端末から多量のデータがネットワークを介してクラウドに送信されて、クラウドデータセンターで集中処理される形式がメインとなっているが、クラウドやネットワークへの負荷が大きく非効率であることから、分散処理による効率化を実現するためのエッジコンピューティングが提唱されている。
- 一般的にはエッジサーバを使ったエッジコンピューティングの社会実装が進んでいるが、この方式の場合、エッジ端末（エンドポイント）からエッジサーバ間のデータ伝送時のネットワーク負荷がクラウドコンピューティングと変わらないため、省エネ効果は限定的である。
- そのため、究極的には、エッジ端末内で情報処理を行って、ネットワークとデータセンターの負荷を同時に減らすことで、デジタルインフラを大幅に省エネ化することが期待される。
- 本事業では、センシング技術×AI技術によるデジタル化を促進すると同時に、デジタル化の進展に伴うデジタルインフラの消費電力量の増大を革新的な技術導入によって抑制し、炭素中立性に貢献する。

■クラウドコンピューティング ■エッジサーバコンピューティング ■エンドポイントコンピューティング



■本事業の位置づけ



「次世代デジタルインフラの構築」プロジェクトの全体像

- 「次世代デジタルインフラの構築」プロジェクトは、グリーン by デジタルとグリーン of デジタルの双方に対して革新技术の開発及び社会実装を行うプロジェクト。
- DX化を促進するためセンサとAIを統合したシステムの普及拡大を狙った技術開発を進めると同時に、それに伴って増大するデータ量を省エネかつ効率的に処理するためのデータセンターの省エネ化及び革新的エッジコンピューティング技術を開発する。
- 加えて、電動車を含むあらゆる電気機器の省エネ化のために、高性能パワー半導体の開発及びコスト低減のための技術開発を行う。

【IoTセンシングプラットフォームの構築】

センサ×AIによるデジタル化の促進 ※今回ご議論いただく項目

グリーン by デジタル

両輪で進める



【次世代グリーンデータセンター】

デジタル化の進展に伴うデータ量の増大に対して、光電融合技術等の導入によるグリーンデータセンターの開発

グリーン of デジタル

【IoTセンシングプラットフォームの構築】

コンピューティング処理の高効率化実現に向けた革新的なエッジコンピューティング技術開発 ※今回ご議論いただく項目

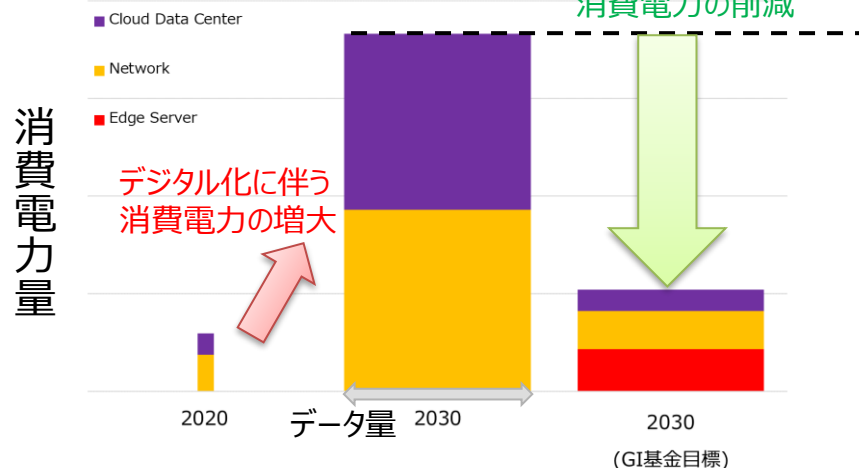
【次世代グリーンパワー半導体】

省エネ性能に優れるSiCやGaNを使ったパワー半導体のさらなる高性能化と普及拡大に向けた低コスト化技術開発

■「次世代デジタルインフラの構築」PJの成果イメージ

デジタルインフラの省エネ化

次世代デジタルインフラの構築による消費電力の削減



エッジ含む電気機器の省エネ化



センシング活用によるDX化

- センサはスマホ、エアコン、自動車、防犯装置、警報器など、日常生活から産業活動領域まであらゆる部分で使われており、こうしたセンサの高性能化と共に、AI技術を活用した高機能化を進めることで、センシングを活用したDXが実現できる。
- こうしたエッジ側（現場に近い側）のシステムは我が国が強みを有する分野であり、AI導入を促進するためのプラットフォームを世界に先駆けて構築することで、世界の生産システムのゲームチェンジにつながることが期待される。
- 加えて、例えば製造工場における自動化が促進されれば、生産性の向上を通じて、カーボンニュートラルにつながることも期待される。

■スマート社会におけるセンシング技術の適用領域



引用：一般社団法人次世代センサ協会
センシング技術の普及とこれからの社会



引用：沖電気工業

本研究開発テーマで狙う市場

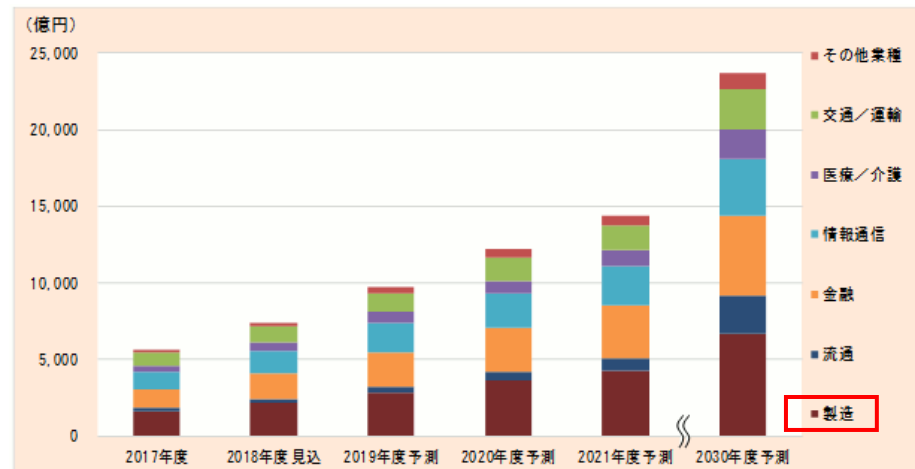
- 富士キメラ総研によるDXの国内市場調査によると、**2030年度には3兆425円と2019年度の7,921億円から約4倍の市場規模と予想**されている。また、グローバルインフォメーション社の調査レポートから、**世界市場は2030年には2兆2,540億米ドルの規模に成長**すると予測できる。
- その中でも、**流通、不動産、製造、交通／運輸の順で市場拡大**見通しであり、業種別の投資額富士経済のレポートでも製造業の割合がトップ。
- 本事業は、市場規模が大きく成長率も高い**製造（スマートファクトリ）、交通／運輸（スマートシティ）**や**DX化が進んでいない領域のDX化実現**に向けてにユースケース開発に取り組む。

■ 国内DX市場規模（富士キメラ総研）

	2019年度	2030年度予測	2019年度比
交通／運輸	2,190億円	9,055億円	4.1倍
金融	1,510億円	5,845億円	3.9倍
製造	971億円	4,500億円	4.6倍
流通	367億円	2,375億円	6.5倍
医療／介護	585億円	1,880億円	3.2倍
不動産	160億円	900億円	5.6倍
その他業界	550億円	2,090億円	3.8倍
営業・マーケティング	1,007億円	2,590億円	2.6倍
カスタマーサービス	572億円	1,190億円	2.1倍
合 計	7,912億円	3兆 425億円	3.8倍

引用： <https://www.automation-news.jp/2021/07/57613/>

■ DXの業種別国内投資（富士経済）

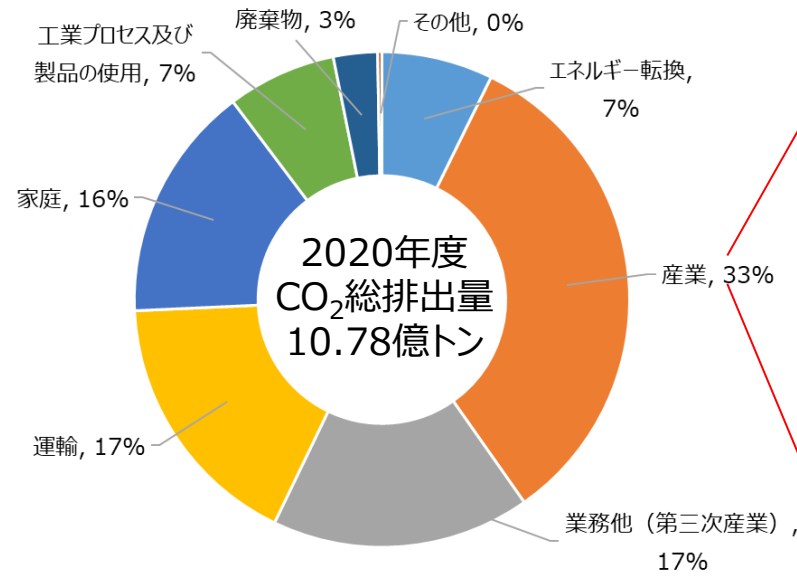


引用： https://www.fuji-keizai.co.jp/press/detail.html?cid=18075&view_type=1

本事業によるCO₂削減効果（グリーン by デジタル（DX化））

- マッキンゼーのレポートによると、DX化によって25~50%のコスト削減・生産性向上が期待される。
- 例えば産業部門のCO₂排出量は日本全体の33%であり、そのうち製造業は約3.3億トンであることから、25%の効率改善を達成することで、製造業だけでも0.83億トン／年のCO₂削減効果。
- DX化は製造業だけでなくあらゆる業種において一定程度の効率化が期待されるため、上記以上の効果が期待される。

25~50%	コスト削減・生産性向上	・調達 ・生産 ・バックオフィス
2.5倍	従業員生産性向上	・バックオフィス ・営業
40倍	創出するイノベーションの数	・R&D ・商品企画
5~10倍	商品・サービスのリリースまでのスピード	・商品開発 ・マーケティング ・セールス
10+pp	顧客満足度向上	・マーケティング ・セールス ・サービス
10%	顧客の離反阻止率改善	・マーケティング ・セールス ・サービス
5~10%	売上げ向上	・マーケティング ・セールス ・サービス



■ 産業分類の中の製造業（百万t-CO₂）

製造業全体	329
食品飲料	19.1
繊維	7.34
パルプ・紙・紙加工品	20.0
化学	54.5
窯業・土石製品	28.1
鉄鋼	131
非鉄金属	7.30
機械	45.9
上記以外製造業	15.7

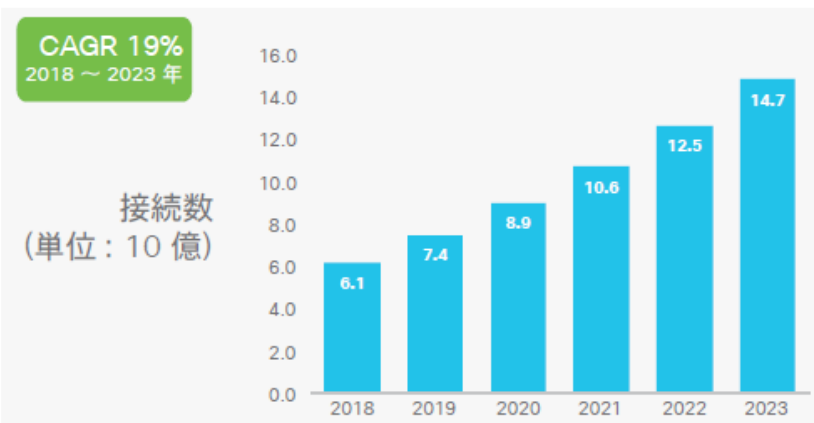
引用：マッキンゼー緊急提言
「デジタル革命の本質：日本のリーダーへのメッセージ」

出典：国立研究開発法人 国立環境研究所 日本の温室効果ガス排出量データ

本事業によるCO₂削減効果（グリーン of デジタル）

- M2M（Machine to Machine）の接続数は様々な調査レポート（※ 1）で増加するという予測がなされており、2030年には1,250億個になるとされている（※ 2）。
- DBJレポート（※ 3）によると、**M2Mへのセンサ搭載数は約14%**であり、これらを基に試算すると、2020年0.63億台に対して、**2030年7.4億台、2050年60億台のセンサ数**。（国内）
- 4K画像＋既存圧縮技術から、本事業で開発する信号処理技術を適用した場合のCO₂削減効果を試算すると、**2030年0.55億t/年、2050年4.23億t/年のCO₂削減効果**が期待できる。（国内）

■ M2M接続の成長（※ 1）



<CO₂削減効果>

	2030年	2050年
国内	0.55 億t/年	4.23 億t/年
世界	11 億t/年	84.7 億t/年

※技術の普及率が100%の場合

※ 1 : Cisco Annual Internet Report (2018~2023)

※ 2 : HIS Markit : The Internet of Things: a movement, not a market

※ 3 : DBJ, 1兆個のセンサによる社会変革～トリリオン・センサ・サミット2015報告～ 10

本事業の目標等と関連する研究開発内容について

- 本事業では、デジタル化社会において重要となるIoTセンシングデバイスの高性能化及び省エネ化とともに、Smart X等のデジタル化社会を推進するためのシステム、サービスの開発環境構築を目指す。これらを目的として以下の目標、研究開発内容を設定。
- ベンチャー企業を含むサービス事業者の参画を必須として、IoTセンサ関連の新たなサービス提供も検討しながら、エコシステムの構築を目指す。

研究開発目標とその考え方等

目標①：2030年までに、端末におけるエッジコンピューティング技術を開発し、本技術を活用したシステム全体の消費電力量※を40%削減する。

【考え方】

デジタル化の進展に伴う各種エッジデバイスからデータセンターに送信されるデータ量の急増にあわせて、ネットワーク及びデータセンターの消費電力量が4倍以上増加する見込み。IoTセンシングプラットフォームの構築に基づくエッジ側での電力削減と、ネットワーク及びデータセンターの電力削減の取組を含めたシステム全体の省エネにより、システム全体の消費電力を従来と同等から1.5倍程度に抑え、IoT導入後の製造・物流等事業所における省エネ化された消費電力と合わせた総合的な消費電力を従来と同水準とするために必要な省エネ目標を設定。

※特定のケースにおけるデータセンター、ネットワーク、エッジサーバー、エッジデバイスの合計の消費電力量

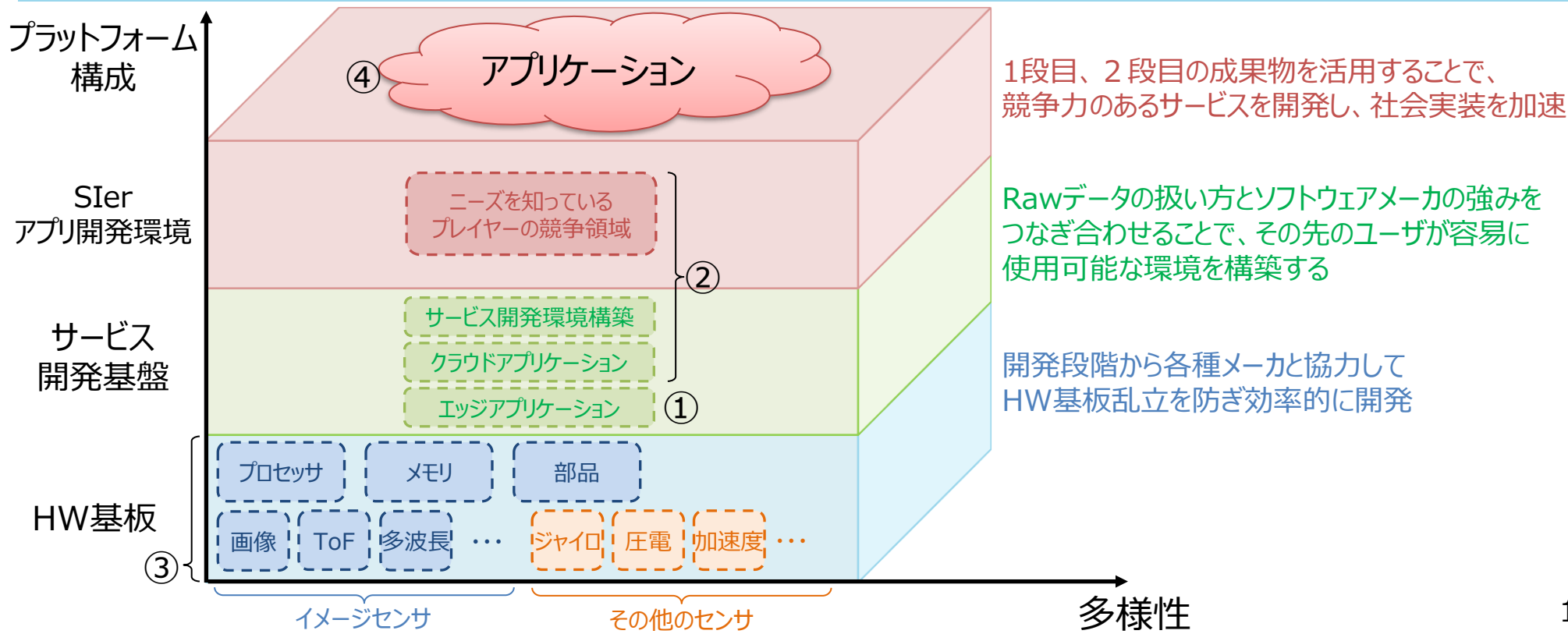
目標①

IoTセンシングプラットフォームの構築（委託、補助）

研究開発の内容

- 研究開発の内容は以下の4つ。従来のIoTセンシングシステムの研究開発はセンサ開発とそのアプリケーションが中心で、ハード、ソフト基盤技術は個別開発であった。本事業は②、③をPFとして開発することでIoTの社会実装と普及に貢献する点で従来と異なる。

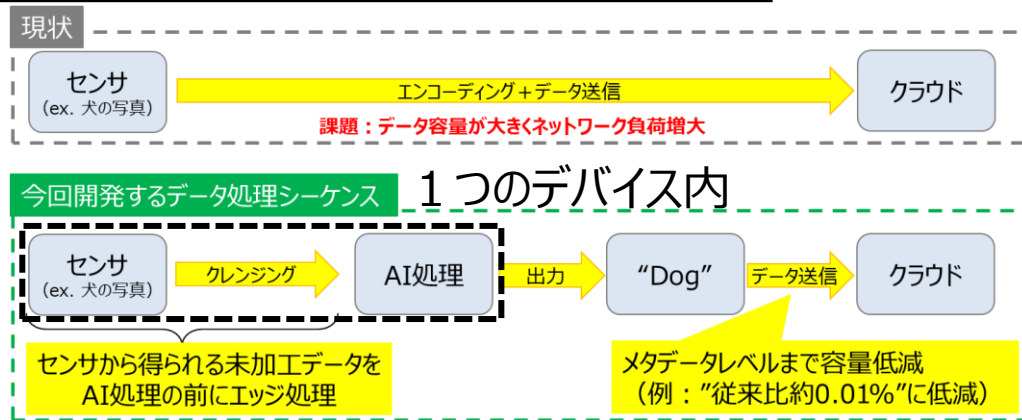
- ① エッジ信号処理開発：低消費電力かつ高精度な信号処理技術の開発
- ② SDK及びプラットフォームの開発：社会実装加速に向けた環境の開発
- ③ ハードウェア基板開発：多種多様なセンサデバイスを活用するハードウェア基板技術の開発
- ④ アプリケーション開発：①から③の技術を活用したアプリケーション開発



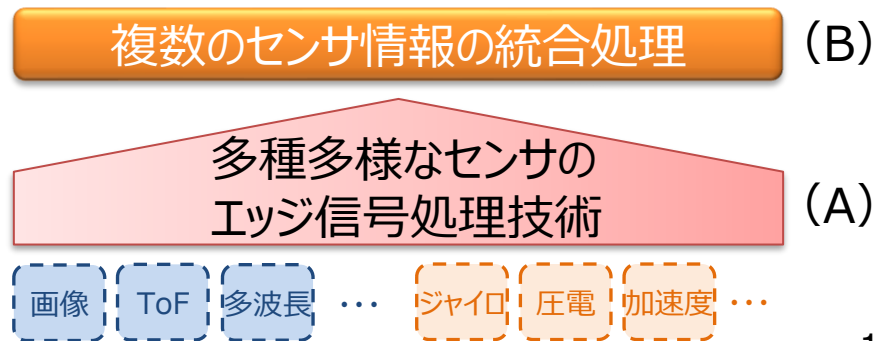
研究開発内容①：エッジ信号処理開発

- ネットワークの負荷低減のためには、エッジサーバだけではなくエッジ端末内（エンドポイント）におけるデータ処理が必要。
- 他方で、画像センサ以外の多くのセンサは取得したアナログ情報をアプリケーション開発者にとって意味のある情報に変換する効率的な信号処理が整備されていない。
- ここでは、多種多様なセンサに対してアプリケーション開発者が必要とする情報を可能な限り高精度に出力するためのエッジ信号処理技術の開発（下記（A））を行う。
- また、アプリケーション毎に必要なセンサデータは千差万別であると同時に、1つのセンサではなく複数のセンサ情報を統合した処理が必要であるため、エッジ側で統合する処理技術の開発（下記（B））を行う。PF構築により規格・プロトコル・インタフェースの標準化も容易になる。
- 加えて、これらの信号処理を実行する半導体チップの開発を行う。また、低コストで素早く市場投入できる製品が勝ち筋となる一方でセンサの信頼性が課題となるため、複数センサデータと共にセンサの故障状態もデータとして統合処理し、センサの異常等に迅速に対応できるようにする。

■ エンドポイントにおけるデータ処理の例



■ 研究開発内容

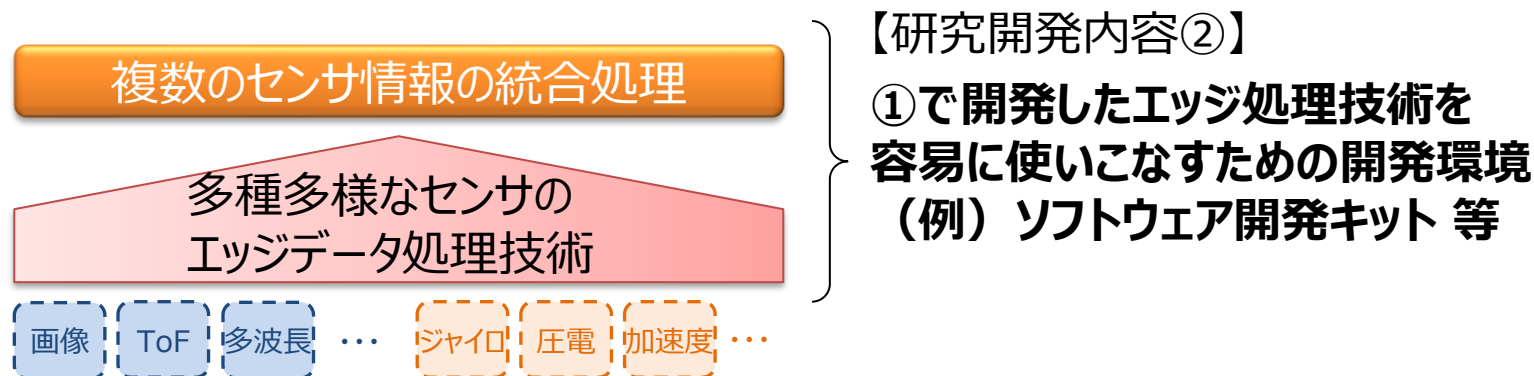


研究開発内容②：社会実装加速に向けたSDK及びプラットフォーム開発

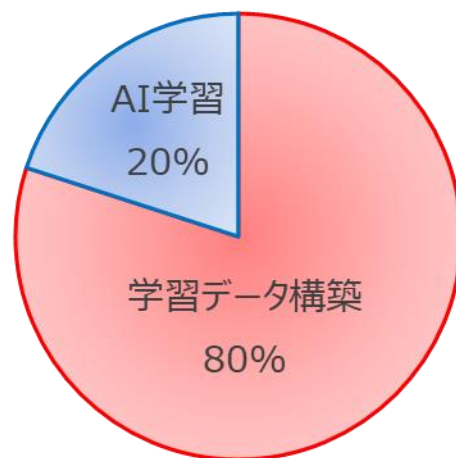
※SDK：Software Development Kit（ソフトウェア開発キット）

- 研究開発内容①の社会実装のためには、開発した信号処理アルゴリズムを誰もが容易に活用できるような環境を整えることが重要である。
- ここでは、研究開発内容①の処理を使いこなすアプリケーション・ソフトウェアを開発するための環境整備やツールの開発、ソリューション構築、運用などエッジ処理の社会実装の加速等をするためのプラットフォームの開発を行う。
- 加えて、こうしたAI処理においては、学習データ構築の工数が非常に多く、社会実装の障壁になることから、AI学習データ構築の高効率化技術も開発し、上記プラットフォームに実装する。生産設備などセキュリティ重視用途にはクラウドでなくオンプレミスサーバーにも対応する。

■ 研究開発内容



■ AI学習にかかる工数



研究開発内容③：ハードウェア基板開発

- 研究開発内容①および②で開発した技術を活用できるようにするためには、一定のルールに基づいて構成されるハードウェアが必要。
- ユースケース毎に必要なセンサデバイス及びデータが異なるので、ここでは、異なる需要にも対応可能とするために、様々なセンサを搭載可能なハードウェア基板開発（回路設計、搭載部品開発、実装技術開発）を行う。

【目的毎のセンサの組み合わせ（例）】

➤ スマートシティ

⇒「画像センサ＋温度センサ＋赤外線センサ」による周辺監視

➤ スマートリテイル

⇒「画像センサ＋通信端末」による顧客動線解析



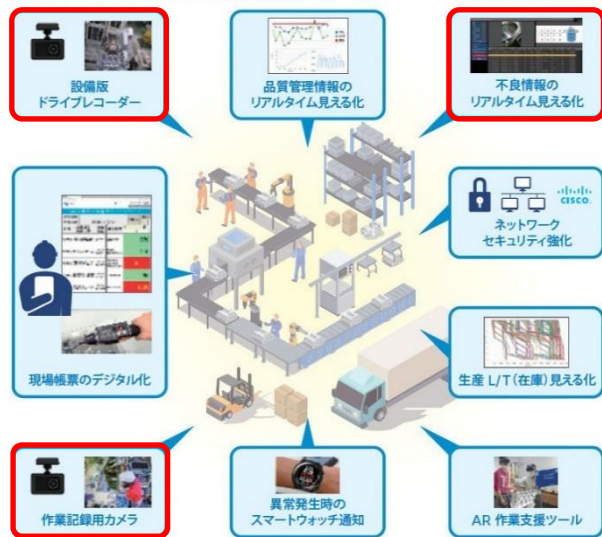
- ・回路設計
- ・周辺部品開発
- ・実装技術開発

カメラ等に掲載するボード

研究開発内容④：アプリケーション実証

- 研究開発内容①から③で開発した技術を活用して、社会実装に向けたアプリケーションの開発を行う。
- 開発内容は提案者に一任するが、複数のセンサを活用すること、省エネ効果（CO₂削減効果）を実証できることを要件とする。
- 適用想定分野としては製造業、リテール、物流、スマートシティ、ビル管理、建設、医療等があるが、公募に際しては個別分野の指定はしない。ただし普及の施策として、提案書においては適用を想定する分野とそこにおける制度的措置の必要性を記載すること（省エネ法定期報告にIoTの活用によるエネルギー消費量の把握等を記載等）。

生産設備のデジタル化



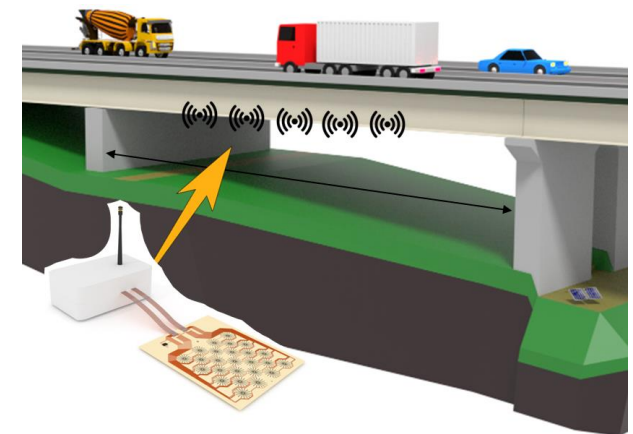
引用：日産栃木工場によるデジタル化

店舗の顧客動線解析



引用：アイリスオーヤマの小売店舗デジタル化支援

インフラ構造物の損傷モニタリング

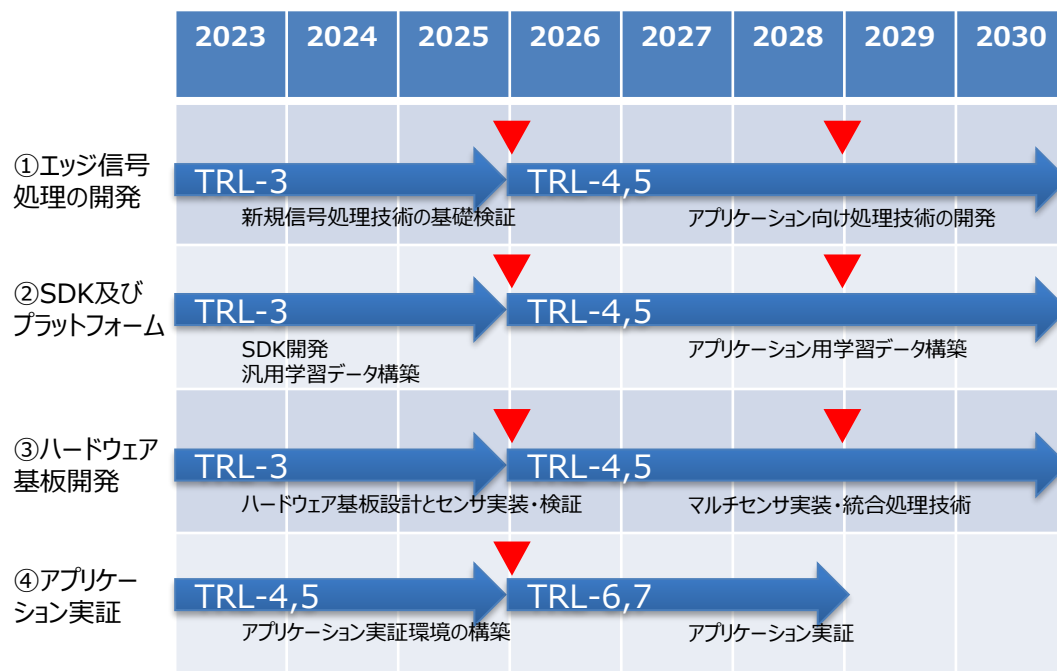


IoTセンシングプラットフォームとエコシステム構築、オープン・クローズ戦略

- IoTセンシングに限らず、DXソリューションは垂直統合開発主体であった。資本力があつたとしても広範な技術領域をカバーするのは用意でなく、DXソリューションの社会実装が進んでいない。
- **本事業ではIoTセンシングについてオープンな開発基盤を提供すると共に、そこに参加する企業等からなるエコシステム=IoTセンシングプラットフォームを構築することを目的とする。**オープン化したHW基板は開発期間の短縮と低コスト化につながる。SWの共通開発基盤は、ベンチャー企業の参入を促進。各産業の多種多様なニーズに対応するアプリケーション開発を可能にする。
- HW/SW共通基盤部分で協業しつつ、DXソリューションをクローズな競争領域とする

実施スケジュール（IoTセンシングプラットフォームの構築）

- 2030年の社会実装に向けて8年間程度の事業を想定。
- 研究開発内容としては、（１）エッジ信号処理開発、（２）SDK及びプラットフォーム開発、（３）ハードウェア基板開発、（４）アプリケーション実証の４つ。最初の3年間は、実証側からの要求仕様を考慮したプラットフォーム等共通基盤開発(①～③)を行う、2026年度よりアプリケーション実証に着手。
- 本事業を通じて、IoTセンサによるデータ取得から信号処理に至るまでの省エネ化を実現するとともにIoTセンサ市場におけるエコシステムを構築する。
- なお、本分野はトレンドの変化が速いため、2～3年に1度はステージゲート審査を実施して、必要に応じて目標などの修正を行う。



▼：ステージゲート審査

IoTセンシングプラットフォームの構築

直接コントロールできる部分			経済・社会等の変化 (誰が／何が、どう変化することを目指しているか)		
(インプット)	(アクティビティ)	(アウトプット)	(短期アウトカム)	(中長期アウトカム)	(インパクト)
予算 [2023－2030年] 上限569億円	①エッジ信号処理開発 予算：110億円 ② SDK 及びプラットフォーム開発 予算：360億円 ③ハードウェア基板開発 予算：95億円 ④アプリケーション実証 予算：4億円	・信号処理技術の高度化により、システム全体の消費電力量を40%削減する。 ・革新的な信号処理技術適用によるセンサ出力データの2桁以上の容量削減。 [測定指標] データ取得から信号処理に至るまでの省エネ効果を算出する。 [2030年見込] 上記数値目標達成	2030年CO ₂ 削減効果 [測定指標] CO ₂ 削減量試算値 [2030年見込] 0.55億トン（国内） 11億トン（世界） 2030年経済波及効果 [測定指標] 市場規模推算値 [2030年見込] 2兆円（国内） 70兆円（海外）	2050年CO ₂ 削減効果 [測定指標] CO ₂ 削減量試算値 [2050年見込] 4.23億トン（国内） 84.7億トン（世界） 2050年経済波及効果 [測定指標] 市場規模推算値 [2050年見込] 12兆円（国内） 270兆円（海外）	2050年カーボンニュートラル達成 経済効果 190兆円

アウトプットの達成が、アウトカムの発現につながることを示すエビデンス

・IoTセンサの台数が調査レポートと同じ割合で増加するとした場合の、2030年、2050年時点のセンサ個数を推計。処理技術の改善による消費電力量の削減効果を算出し、センサ台数との積によってネットワーク及びデータセンターの消費電力量の削減効果を算出。それぞれCO₂削減量に換算して、合計することでアウトカムを算出。