

# 「高効率・高速処理を可能とするAIチップ・ 次世代コンピューティングの技術開発」 (中間評価)

評価対象期間：2016年度～2020年度（5年間）

事業期間：2027年度まで

プロジェクトの概要 **(公開)**

NEDO

IoT推進部

2020年12月18日

全開発項目共通

## I. 事業の位置づけ・必要性



## II. 研究開発マネジメント



## III. 研究開発成果



## IV. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

- (1)事業の目的の妥当性
- (2)NEDOの事業としての妥当性

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の最終目標の達成可能性
- (3)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取組

- (1)成果の実用化・事業化に向けた戦略
- (2)成果の実用化・事業化に向けた具体的取組
- (3)成果の実用化・事業化の見通し

各開発項目で報告

◆ 事業実施の背景と事業の目的

社会的背景

【IoT社会の到来と課題】

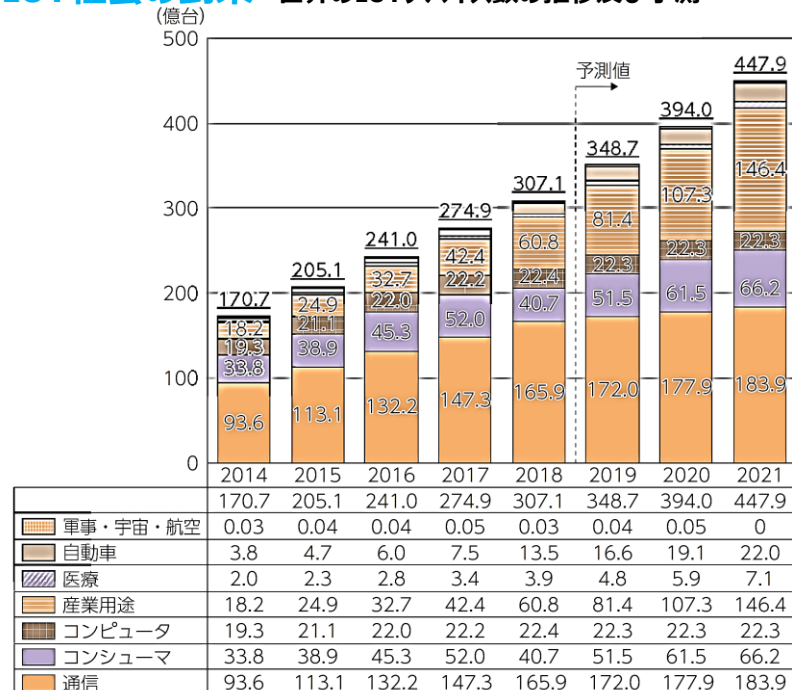
・IoT端末(デバイス)から得られる**大量データ(情報)の活用により、高度な制御や新たなサービスを実現する「IoT社会」を支えるIoT情報処理基盤が必要** (短期)

・IoT社会の到来により、**急増するデータを即時的・効率的に処理するため、コンピュータの情報処理は、サーバー(クラウド)集約型から、エッジ分散処理型へシフトが必要** (中期)

・ムーア則の終焉が叫ばれ、半導体微細化による情報処理性能の向上は限界を迎えつつある。一方で、社会全体が扱う情報量は更に増加する。エッジやクラウド等において、既存技術の延長にない新原理の技術により、**著しく増加するデータの処理に要する電力の劇的な低減が必要** (長期)

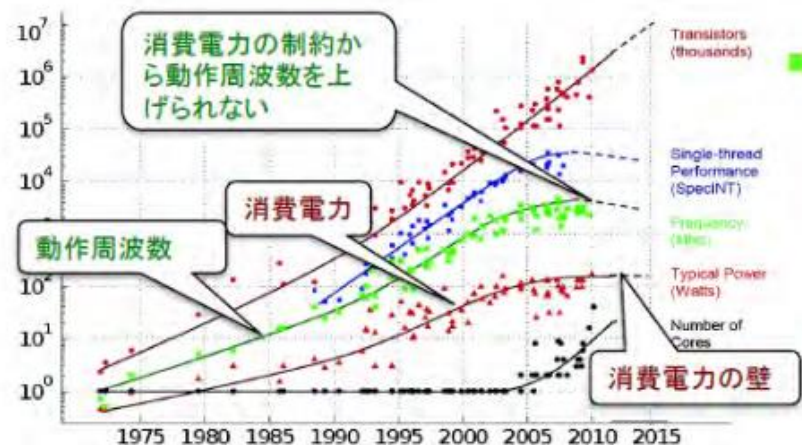
それぞれの時間軸において、**IoT社会の高度化に資する、革新的な技術の実現**が求められる。

**IoT社会の到来** 世界のIoTデバイス数の推移及び予測



総務省 令和元年版情報通信白書より

ムーア則の終焉



◆ 事業実施の背景と事業の目的

事業の目的

**社会課題の解決と我が国の情報産業の再興を目的とし、ポストムーア時代のコンピュータ技術開発を行う。**

**【研究開発項目①】革新的AIエッジコンピューティング技術の開発**

PL：東京工業大学 教授 本村真人

・エッジにおけるAI処理を実現するための小型かつ省エネながら高度な処理の能力を持った専用チップ及びコンピューティング技術等を開発する。  
(期間:2018-2022年度)

**【研究開発項目②】次世代コンピューティング技術の開発**

PL(1)：産業技術総合研究所 デバイス技術研究ユニット長 川畑史郎

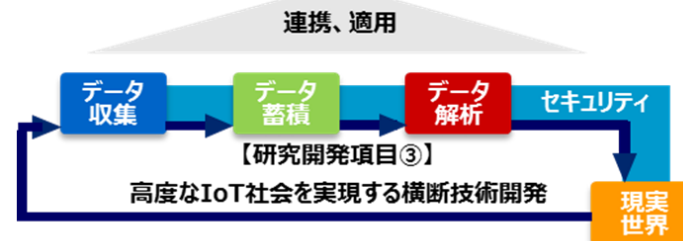
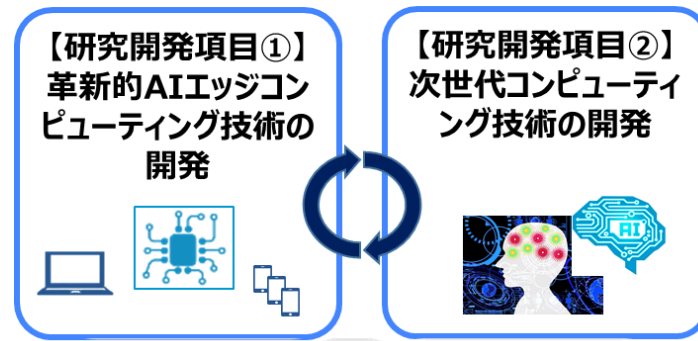
PL(2)：産業技術総合研究所 特別顧問 金山敏彦

・既存の技術の延長にない、新原理等による高速かつ低消費電力化を実現する次世代コンピューティング技術を開発する。  
(期間:2018-2027年度)

**【研究開発項目③】高度なIoT社会を実現する横断技術開発**

PL：東京大学 教授 森川博之

IoT社会を支えるIoT情報基盤を築くため、**大量データの効率的かつ高度な利活用を可能とする収集、蓄積、解析、セキュリティ等に関する横断的技術開発を行う。**  
(期間:2016-2020年度)



※研究開発項目②は、  
②-(1)量子コンピューティング関連技術  
②-(2)新原理コンピューティング技術(非量子関連技術)  
に分類する。

また、長期間の開発を行うにあたり、現時点では術的に有効性が証明されているものの、産業応用を見据える上で不足のある技術については、探索型研究として、課題調査などを含む小規模な開発を行う。

# 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆事業実施の背景と事業の目的：それぞれの時間軸における革新的技術の実現

### 本事業における短期・中期・長期の課題設定イメージ

FY2016 2017 2018 2019 **2020** 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027

#### ③ 高度なIoT社会を実現する 横断的技術開発

センシング、メモリ、情報解析、セキュリティ等システム開発、IoT社会の基盤を構築。IoTをベースとした新たなサービスやビジネスの創出。  
(スマートセンシング、インフラ劣化予測など)

IoT社会の到来による情報量増大。  
IoT社会の高度化を支える技術の実用化。  
リアルタイムデータ取得、効率的活用を後押し。



IoT社会の到来による、さらなる情報量増大。クラウド側の情報量、情報処理増加に伴う対策が必要。

#### ① 革新的AIエッジコンピューティング技術の開発

クラウド集約型のコンピューティングから、エッジ領域へ分散。リアルタイム情報処理をエッジ側で一部実施することで、低消費電力化、高度化を実現。  
(自動運転高度化、高度なセキュリティシステムなど)

エッジ並びにクラウド両領域における既存技術での情報処理能力上昇限界が到来。(ムーア則の終焉)



AIエッジコンピューティング開発と並行し、日本に技術や知見の種があり、将来的にエッジ、クラウド両領域を高度化可能な、次世代コンピューティング技術の開発を進める。

#### ② 次世代コンピューティング技術の開発

##### ②-1 量子関連コンピューティング、②-2 新原理コンピューティング

クラウド領域想定：量子アニーリング技術、次世代データセンタ技術  
エッジ領域想定：脳型コンピューティング

両領域のさらなる高度化、領域に縛られない革新的な技術開発。これにより増大を続ける次世代の情報社会の情報量に対応。日本独自の技術による、産業競争力強化、国内外市場の獲得に資する、新たなサービスの創出を目指す。

(次世代データセンタによる高度な情報整理。量子コンピュータで新たに処理可能となる情報が生み出す医療、交通、経済分析などの新ビジネス。脳型コンピューティングによるロボット技術の高度化、など。)

# 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆政策的位置付け 各種 **閣議決定文書**で、本事業に関連する技術開発が重要な位置づけに

	政策	概略	'15~'20	'25~'50
内閣府	統合イノベーション戦略2020 (2020.7.17)	・コロナ禍、国内外の変化を踏まえた我が国の課題(危機感とスピード化を持ち、デジタル化を加速、イノベーションを創出) に対して、重点的に取り組むべき施策(Society5.0)の具体化を提示。 ・戦略的に進めていくべき主要分野 = 基盤技術(AI、バイオ、量子技術、マテリアルなど世界最先端の研究開発、人材育成他)、応用分野(安全安心、環境エネルギー、健康・医療ほか)	2019	2020
経済産業省	産業技術ビジョン2020 (2020.5.29)	・2050年に向けた5つのグローバルメガトレンドと世界動向を踏まえ、日本が抱える本質的課題を仮説として特定し、2050年の産業技術の方向性、2050年までに実現すべきことを取りまとめ ・R&D投資の重点化(デジタルにおいては、全ての基盤となるポストムーア時代の次世代コンピューティング技術(エッジ)とIntelligence of Thingsを支えるキーテクノロジー群のR&Dを強化)		ターゲット時期 (中長期：2025、次の30年)
内閣府	AI戦略 (2019.6.11)	AI社会原則を踏まえ、Society 5.0の実現を通じて世界規模の課題の解決に貢献するとともに、我が国自身の社会課題も克服するため、さらには、その先の我が国の産業競争力の向上に向け、“人、産業、地域、政府全てにAIを”普及させるために策定。		
経済産業省	Connected Industries (2017.10.2)	・「Society5.0」実現に向け、様々な業種、企業、人、機械、データなどがつながり、AI等によって、新たな付加価値や製品・サービスを創出、生産性を向上させることにより、高齢化、人手不足、環境・エネルギー制約などの社会課題を解決。これらを通じて、産業競争力の強化を目指す。		
内閣府	Society5.0 (2016.1.22)	・サイバー空間とフィジカル(現実)空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会 ・IoTで全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、新たな価値が生まれる社会など4つの社会像の実現を目指す		
	第5期科学技術基本計画 (2016.1.22)	10年先を見通した5年間の科学技術の振興に関する総合的な計画。基本方針・4本柱のひとつとして「 <b>超スマート社会の実現(Society5.0)</b> 」を掲げる		ターゲット時期 (10年先)
	日本再興戦略改定2015 (2015.6.30)	未来投資による生産性革命の実現に向け、ビジネスや社会の在り方そのものを根底から揺るがす「第四次産業革命」とも呼ぶべき大変革に対し、生産性向上のための施策として、鍵となる施策として“IoT、ビッグデータ解析、AI、センサー等による産業構造・就業構造の変革の検討”を掲げた。		
	科学技術イノベーション総合戦略2015 (2015.6.19)	「未来の産業創造・社会変革」に先行し、あるべき経済・社会システムを構想し、SIPを含め研究開発を組み合わせ(システム化)、産業競争力を生み出す価値の連鎖(バリューチェーン)を形成。社会実装に向け2020年までの成果目標を設定。我が国の強みを活かしIoT、ビッグデータ等を駆使した新産業の育成を施策の一つとした。		ターゲット時期 (5年先)

◆ 国内外の研究開発の動向と比較 (政策的位置づけの例)

**AI戦略2019**

我が国の産業競争力の向上に向けて、AIを取り巻く「教育改革」「**研究開発**」「社会実装」などを含む統合的な政策パッケージを策定

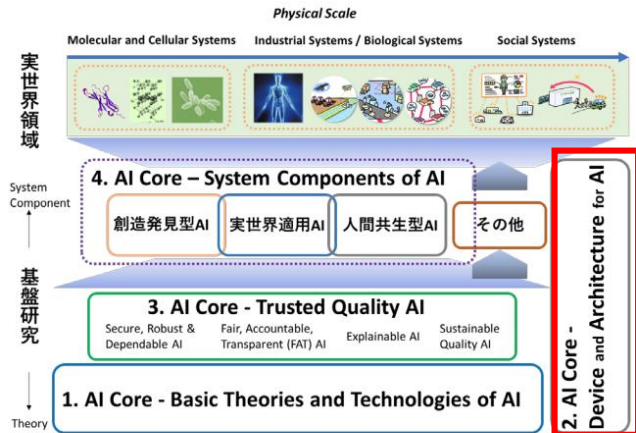


図1 AI研究開発の全体構成図

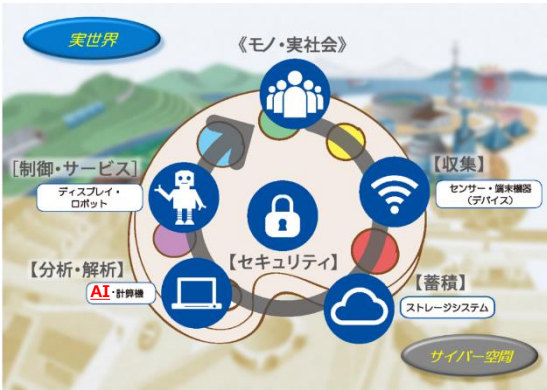


図2 AI+IoTが実現するCPS

(別表1) 中核基盤研究開発

今後の研究開発重点項目

**AI-Core - Device and Architecture for AI**

個別項目	具体的取組内容	達成時期 (年度)	担当
エッジ向けコンピューティング・デバイス	自立型フレキシブルモジュールへ向けた革新的センサ・アクチュエータ等の開発	2022	文部科学省
	<b>情報処理に係る消費電力性能を従来比10倍以上に向上させる革新的AIチップ技術の確立</b>	<b>2022</b>	<b>経済産業省</b>
クラウド型コンピューティング・デバイス	消費電力がDRAMの数分の1以下、記憶容量は100倍以上のストレージクラスメモリの開発	2025	文部科学省
次世代型コンピューティング・デバイス	量子情報処理による質的にセキュアな情報処理技術の創出	量子戦略で検討	総務省
	量子コンピューティング技術による超並列・大規模情報処理技術の創出、AIへの適用	量子戦略で検討	文部科学省
	<b>量子コンピュータ等、情報処理に係る消費電力性能を従来比100倍以上に向上させる技術の確立</b>	<b>2027</b>	<b>経済産業省</b>
	脳を模倣した情報処理を実用的な時間で実現するアーキテクチャの開発	2050	総務省

解決を目指す社会課題を絞った上で、ベンチャー企業までを含んだ産学官連携体制によって、ハードウェアのみならず、ミドルウェア (アーキテクチャ)、ソフトウェア、セキュリティも含めてコンピューティング技術開発を行う。また、CPS(Cyber Physical System)においてAIを取り巻くIoT要素の横断的技術開発を研究開発項目③として行う。

◆国内外の研究開発の動向と比較 (国内他事業との関係)

FY2016

2027

③高度なIoT社会を実現する横断的  
技術開発 (2020年度終了)

①革新的AIエッジコンピューティング技術  
の開発 (2022年度終了)

②次世代コンピューティング技術の開発 (最長2027年度終了)  
②-1 量子関連コンピューティング  
②-2 新原理コンピューティング (脳型、次世代データセンタなど)

NEDO:  
高効率・高速処理を  
可能とするAIチップ・  
次世代コンピュー  
ティングの技術開発

NEDO  
関連事業

AIチップ開発加速のためのイノベーション  
推進事業 (2018~2022年度) ※

関連チップ設計時、設計ツール、設備などを活用し  
て効率的な開発を実施

※事業期間終了後、拠点としての継続

内閣府  
SIP第二期  
関連事業

(1) フィジカル領域デジタルデータ処理基盤 (2018  
~2022年度)  
(2) IoT社会に対応したサイバー・フィジカル・セキュリ  
ティ(2018~2022年度)  
(3) 光・量子を活用したSociety5.0実現化技術  
(2018~2022年度)

革新的センサ技術やセキュリティ技術、  
量子コンピューティングにおける共通ソ  
フトウェアなど、関連する成果の社会実  
装時の連携

文部科学省  
関連事業

光・量子飛躍フラグシッププログラム (Q-LEAP) (最長2027年度終了)



# 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

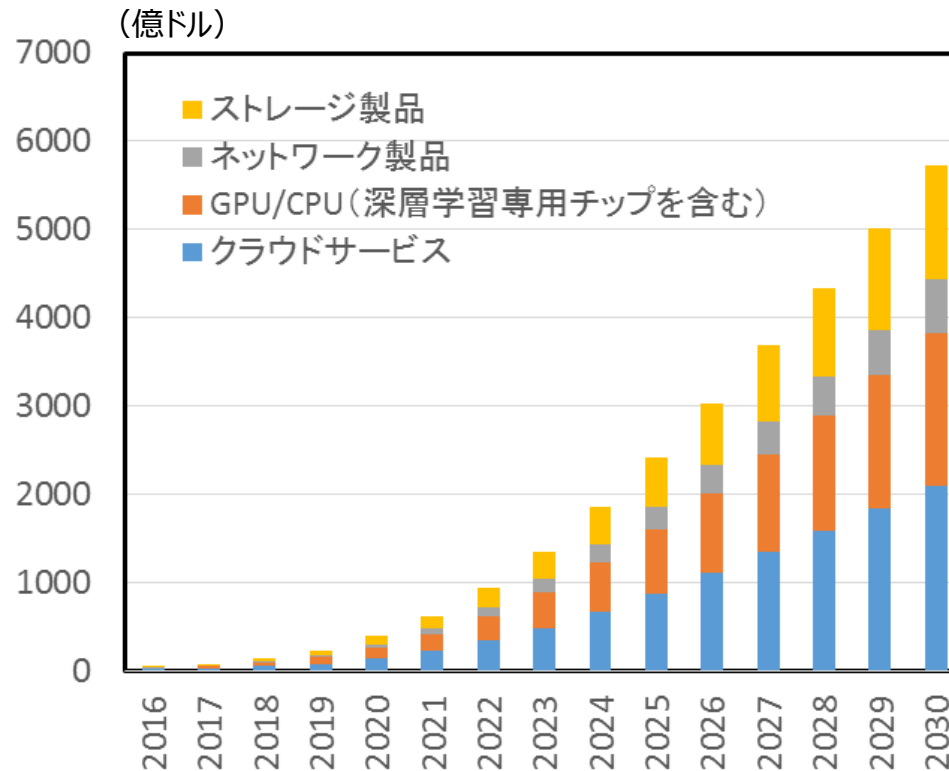
## ◆国内外の研究開発の動向と比較 (各国のAI関連の政策動向)

※その他、政策、戦略等に関する情報は補足資料に記載。



## ◆国内外の研究開発の動向と比較 (AIコンピュータの世界市場予測)

巨大なAI関連ハードウェア潜在市場  
2030年世界市場3600億ドル (約40兆円)



AI関連ハードウェア  
約40兆円。  
クラウドサービス市場  
を含む場合約60兆  
円の潜在市場が見  
込まれる。

(出典：日経エレクトロニクス記事 (2017.01、元データTractica社)  
を基にNEDO TSC作成 (2017))

AI関連ハードウェア (プロセッサ、ストレージ、ネットワーク)  
の中では、プロセッサとストレージの伸びが大きい

◆ 国内外の研究開発の動向と比較 (グローバルポジショニング)

- 米国系企業 (Google、Amazon、Apple等) が世界を牽引。第4次産業革命の第1幕にあたる、これまでのネット上のデータ (バーチャルデータ) 競争では、プラットフォームを海外に握られている。
- 第4次産業革命の第2幕として、健康・医療・介護、製造現場、自動走行等、現実世界の「リアルデータ」を巡る競争へ突入しており、このため、欧米で大規模で長期的な政府系プロジェクトも進行中。

<ICT分野におけるプロジェクト>

プロジェクト等	Funding機関	金額(期間)	期間
NITRD	NSF / DOD / DOE / NIH / DARPA / NIST / NASA / DHS / NOAA	3,886 M\$ ('14)	1991-
		3,967 M\$ ('15)	
		4,091 M\$ ('16)	
		4,500 M\$ ('17)	
Horizon 2020 (内、ICT関連)	European Commission	7,600 M€(総額)	2014-2020

NITRD : Networking and Information Technology Research and Development

<脳科学分野におけるプロジェクト>

プロジェクト等	Funding機関	金額(期間)	期間
SyNAPSE	DARPA	103 M\$ (総額)	2008-2013
BRAIN 2025	NIH / DARPA / NSF / FDA / IARPA / DOE	100 M\$ ('14)	2014-2025
		200 M\$ ('15)	
		300 M\$ ('16)	
		434 M\$ ('17)	
Human Brain Project	European Commission	1,190 M€(総額)	2013-2022

SyNAPSE : Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics

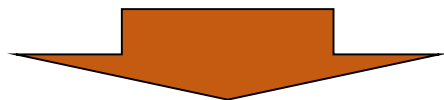
BRAIN : Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies

- 上記に対し、我が国特有の強みである多様で活用性の高いリアルデータの蓄積等を活かし、日本にイノベーションを生み出す「リアルデータプラットフォーム」を創出・発展させるため、IoT推進の横断的技術開発、AIエッジコンピューティング技術開発、次世代コンピューティング技術開発の各成果を次々に具現化していくことが重要。

## ◆NEDOが関与する意義 (研究開発項目① 2018~2022fy)

### 【研究開発項目①】革新的AIエッジコンピューティング技術の開発

- データトラフィックの爆発的な増加を支えてきたムーアの法則が終焉を迎えつつあるなか、従来の微細化の進展に依拠したCPU中心のコンピューティングアーキテクチャが見直されつつある。
- 5Gから6Gへ向かうモバイル技術の進展に伴い、クラウドに加えてエッジコンピューティングの重要性が増している。
- コンピューティングとネットワークを融合したシステム全体で最適化する方向性が強まっている。今後のアーキテクチャーの抜本的変革を想定し、このゲームチェンジを日本がマーケットを獲得する契機とすべき。
- ハイパースケール企業が不在の日本において一企業でこのゲームチェンジを担うことは難しい。

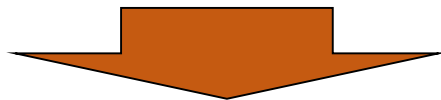


NEDOが関与し、国策として推進することが重要

## ◆NEDOが関与する意義 (研究開発項目② : 2018~2027fy)

### 【研究開発項目②】次世代コンピューティング技術の開発

- ムーアの法則が終焉を迎えつつあるなか、中長期的な視点で技術動向を見ると、既存技術の延長にない、全く新しい発想でのハードウェア、ソフトウェアの技術確立が必要となることは明らか。
- 量子コンピューティング、脳型コンピューティング、光コンピューティングなどの次世代の技術確立に向けた研究開発は、国際的にも競争が加速しつつある。
- 高いリスクを伴う、次世代の技術確立については、国策としての後押しが重要。  
オールジャパン体制の構築が求められる。

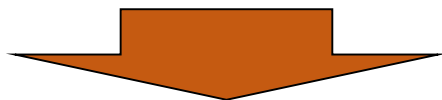


NEDOが関与し、国策として推進することが重要

## ◆NEDOが関与する意義 (研究開発項目③ : 2016~2020fy)

### 【研究開発項目③】高度なIoT社会を実現する横断技術開発

- 様々な物がインターネットを通じて繋がることにより新たなサービスやビジネスモデルを生み出す**IoT社会が現在進展**しつつある。  
今後、日本が更なる成長を図るためには、IoT社会で予測されるデータ爆発や、これに伴う機器の消費電力増大等の**諸課題を世界に先駆けて解決し、社会実装を進め有効性を示す**ことが極めて重要。
- 日本が強みを持つハードウェア技術に、組み込み、ソフトウェア等の技術を組み合わせて、データ収集システム、データストレージシステム、データ解析システム、セキュリティ技術といった**IoTの基盤になる各分野で横断的共通基盤技術を確立**することは、産業競争力強化とエネルギー利用効率の向上が広く期待されることから、我が国全体として重要な事業。
- 上述の各分野へ展開可能な共通技術基盤は、個別分野の技術開発を行っている民間単独では実施が困難なため、**産官学の事業者が互いのノウハウなどを持ち寄り、協調して研究開発**を行うことが必要であり、さらに**実証推進においても様々な国の関与**が必要。



NEDOが関与し、国策として推進することが重要

◆実施の効果 (費用対効果)

・プロジェクト費用の総額 約760億円 (2027年度までの想定総額)

・売上予測	(2027年)	(2032年)	(2037年)
年間売上額	5,340億円	8,224億円	10,594億円
累計売上額	13,616億円	48,535億円	79,062億円

※売り上げ予測に関するイメージ

2027年: 研究開発項目①の一部および③の成果が社会実装され、事業化。センサ、クラウド、セキュリティなどのIoT社会の基盤となる技術が普及。エッジコンピューティングの高度化も推進。

2032年: 研究開発項目①、③の成果および②の一部の成果が社会実装され、事業化。次世代コンピューティングのうち、データセンタ向け技術などが普及。

2037年: 研究開発項目①②③の成果が社会実装。ただし①③については多くが技術として枯れており、開発項目②の成果が主体。次世代のコンピューティング技術が大きなビジネス効果を発揮。

## ◆事業の目標（プロジェクト全体）

### □ アウトプット目標

各研究開発項目の下で実施する個別の研究開発テーマ毎に、エネルギー消費効率あるいは電力効率（単位電力あたり性能）について、事業開始時点における同等の技術と比較した目標を設定する。（**電力効率で10倍～100倍以上を達成。**）

### □ アウトカム目標

想定する社会実装先（自動運転、産業機械、医療・福祉等）でのAI関連ハードウェア世界市場において、研究開発成果の一部が市場に出る**2032年に約7,500億円**、さらに成果の普及が加速する**2037年に約1.6兆円の市場獲得**し、それに付随するソフトウェア及びサービス等により更なる波及効果の創出を目指す。さらに、エッジやクラウド等の省電力化を実現し、**2037年において約2,729万t／年のCO<sub>2</sub>削減**を目指す



## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆事業実施の背景と事業の目的：それぞれの時間軸における革新的技術の実現

### 本事業における短期・中期・長期の課題設定イメージ

FY2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027

③ 高度なIoT社会を実現する  
横断的技術開発  
(2020年度終了)

IoT社会の高度化に資する、センサー、メモリ、クラウド、セキュリティ等のシステムを実用化。**電力効率の10倍を達成**

AI技術を活用する、高度なエッジコンピューティングシステムを実用化し、クラウド集約から情報処理の分散を後押し。**電力効率の10倍を達成**

【中期間の開発：3～5年間】  
① 革新的AIエッジコンピューティング  
技術の開発 (2022年度終了)

既存の技術の延長にない、量子コンピューティング等の革新的技術を実現。  
**電力効率の100倍を達成。**

【長期間を見据えた開発：最長10年間】  
② 次世代コンピューティング技術の開発 (最長2027年度終了)  
②-1 量子関連コンピューティング  
②-2 新原理コンピューティング (脳型、次世代データセンタなど)  
※探索型研究は5年間、2022年度まで

2010

2012

2015

2020

2025

175 ZB

1.2 ZB

2.8 ZB

8.5 ZB

40 ZB

世界のデータ量：2010～2012年比で2020年には10倍以上、2025年には100倍以上となるデータ量の増加が見込まれている。それぞれの時期に、電力消費量を増加させることなく、効率的かつ高速に処理する技術が求められる。

◆ 研究開発目標と根拠 (研究開発項目① 2018~2022fy)

<中間目標 (2020年度) >

開発成果を組み込んだ要素技術に係る検証あるいはシミュレーションにより、エネルギー消費効率あるいは電力効率 (単位電力あたりの性能) が、事業開始時点における同等の技術と比較し、10倍以上となる見込みを示す。

<最終目標 (2022年度) >

開発成果を組み込んだシステムレベルでの検証を行い、エネルギー消費効率あるいは電力効率 (単位電力あたりの性能) が、**事業開始時点における同等の技術と比較し、10倍以上**になることを示す。

## ◆研究開発目標と根拠 (研究開発項目② : 2018~2027fy)

### <中間目標 (2020年度) >

開発成果を組み込んだ要素技術に係る検証あるいはシミュレーション等により、エネルギー消費効率あるいは電力効率 (単位電力あたり性能) が、事業開始時点における同等の技術と比較し、100倍以上となる見込みを示す。

### <中間目標 (2022年度) >

開発成果を組み込んだ要素技術に係る検証等を行い、エネルギー消費効率あるいは電力効率 (単位電力あたり性能) が、事業開始時点における同等の技術と比較し、100倍以上となる見込みを示す。

### <中間目標 (2024年度) >

開発成果を組み込んだシステムレベルでの検証あるいはシミュレーション等により、エネルギー消費効率あるいは電力効率 (単位電力あたり性能) が、事業開始時点における同等の技術と比較し、100倍以上となる見込みを示す。

### <最終目標 (2027年度) >

開発成果を組み込んだシステムレベルでの検証等を行い、エネルギー消費効率あるいは電力効率 (単位電力あたり性能) が、**事業開始時点における同等の技術と比較し、100倍以上となることを示す。**

◆研究開発目標と根拠 (研究開発項目③ : 2016~2020fy)

<中間目標 (2018年度) >

- (技術レベル) 収集・蓄積・解析・セキュリティの横断的な次世代基盤技術、システム化技術等を要素技術レベルで確立し、実用化の可能性を見極める。
- (エネルギー効率) 事業開始時の普及技術と比較して、エネルギー消費効率あるいは電力効率が10倍以上となる見込みを示す。

<最終目標 (2020年度) > [\*]

- (技術レベル) 収集・蓄積・解析・セキュリティの横断的な**次世代基盤技術、システム化技術等を、システムレベルで確立**する。
- (エネルギー効率) 事業開始時の普及技術と比較して、**エネルギー消費効率あるいは電力効率を10倍以上**とする。

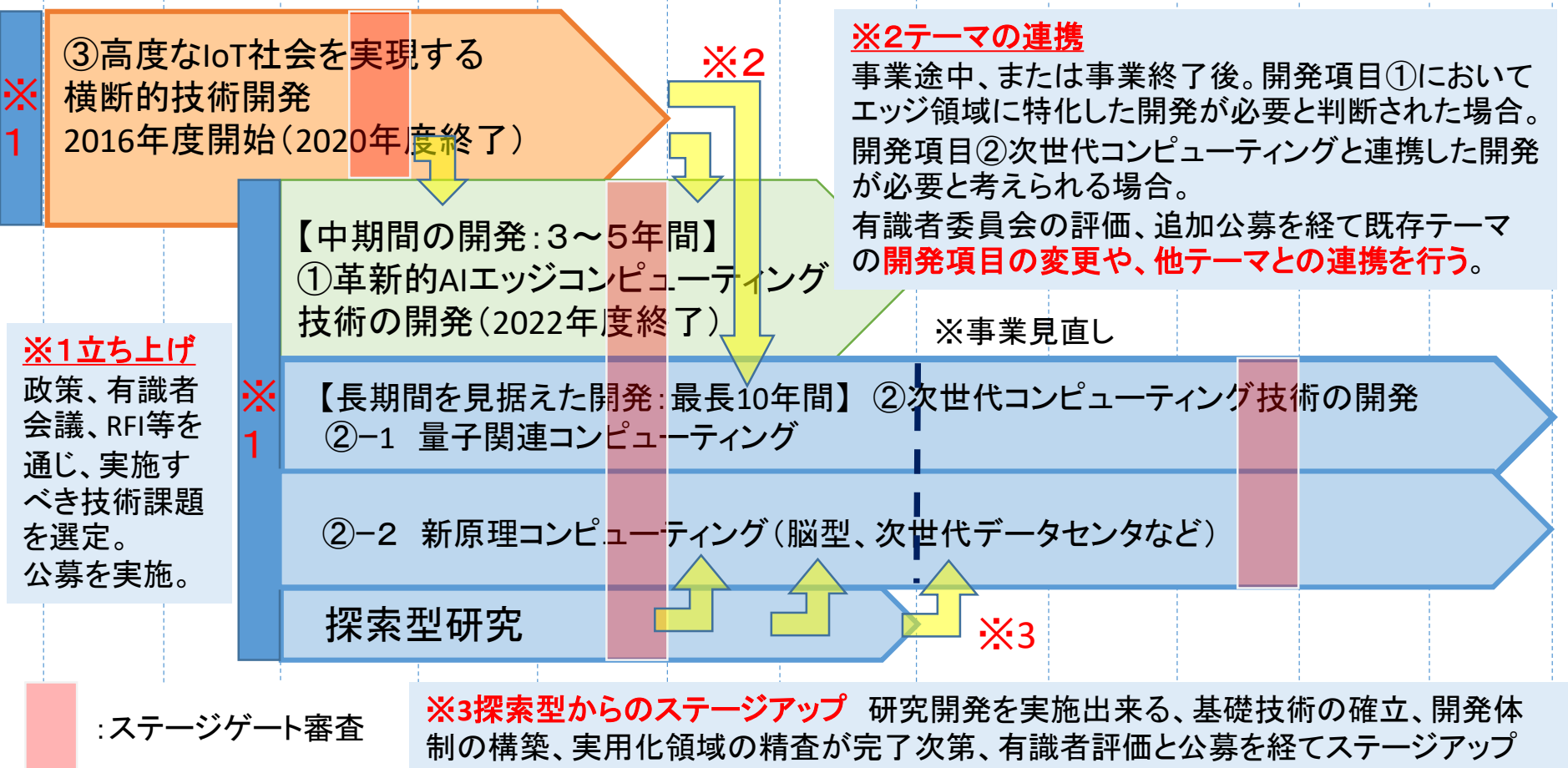
[\*] IoT分野は、「デジタル変革(DX)」の世界的な潮流により、2016年の事業開始から現時点に至るまで、高い市場成長予測および年間生成データ量の増大予測が継続しているため、目標の途中変更は行っていない。

## 2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

### ◆研究開発計画の妥当性（プロジェクト立ち上げから事業期間中の連携）

FY2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
28.5	39.2	85.7	87.4	100	(109)	--	--	--	--	--	--

予算額  
億円



研究開発：基盤的开发から中長期的な研究開発で、実用化・事業化を目指す。

探索型研究：長期的な研究開発を行うにあたり、学術的に有効性が確認されている技術に対して、産業界のニーズ把握や本格的な研究開発に向けた体制構築、技術の確度を高める開発を実施。最長5年。2022年度までにステージアップを検討。

## 2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

### ◆プロジェクト費用

(直近前後5カ年)

～2019年度:実績額  
2020年度～:契約額

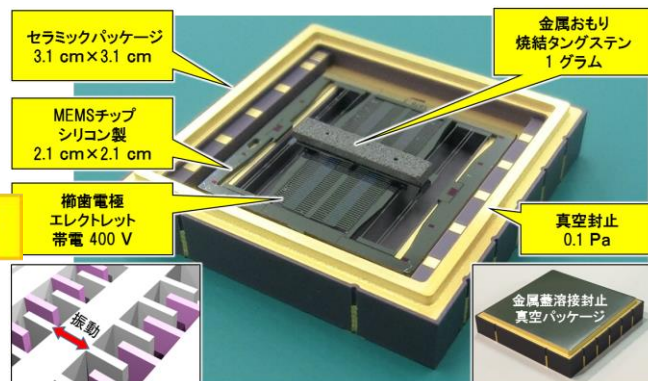
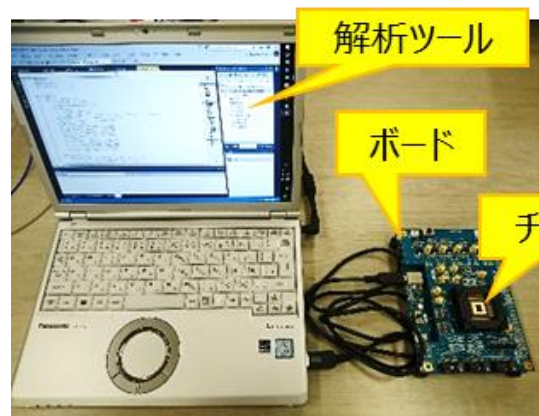
※ステージゲート後に通過案件の契約延長を実施。  
(現時点では大多数が未定)

研究開発項目	年度	2018	2019	2020	2021	2022	合計
	①革新的AIエッジコンピューティング技術の開発		2,282	4,393	4,512	300※	300※
②次世代コンピューティング技術の開発		1,866	2,021	3,324	1,519※	937※	9,667
③高度なIoT社会を実現する横断的技術開発		4,093	2,344	2,029	0	0	8,466
その他調査事業等		149	121	147	-	-	417
合計		8,390	8,879	10,012	1,819	1,237	30,337
予算見直し	加速	367	278	530	-	-	1,175
	減額	616	0	505	-	-	1,121

2020年11月時点 (単位:百万円)

ステージゲート審査委員会や技術推進委員会において、研究開発進捗や事業化への取り組み状況等を基に、予算の加速・減額を行い、成果の最大化に向けたマネジメントを実施。

研究開発項目②：研究開発プロジェクトの強化（加速による成果発信、試作事例）



**振動発電デバイス**

**トリリオンノード・エンジン**

PUF脆弱性評価プラットフォーム

PUF脆弱性評価プラットフォーム：

試験チップの試作・評価を実施。実証実験を通じたデータ取得に加えサンプル提供による市場評価等にも活用し、実用化・事業化に向けた動きを加速。

振動発電デバイス：

実サンプルを作成し、実証試験や成果の発信に活用。複数の技術表彰を得て、ビジネス化を後押し。  
(2020年表彰：第33回独創性を拓く先端技術大賞・経済産業大臣賞、CEATEC AWARD 2020・オープン部門グランプリ)

トリリオンノードエンジン：

実サンプルを作成。サンプル提供やシステムの実証実験を経て、成果を切り出して事業化を開始。「Leafony」としてキットの販売も行っている。

### 研究開発項目②：研究開発プロジェクトの強化 (加速による基盤整備)

- ・研究開発項目②次世代コンピューティング技術の開発は、既存の延長にない新原理の技術開発として、最長10年間、要素技術の確立から研究開発を実施。
- ・開発する技術の中には、学術的には理論が証明されているものの、産業応用については有効性や、アプリそのものが存在しない技術もある。(量子コンピュータ、脳型コンピュータ)
- ・研究開発と並行し、ニーズの発掘、将来的なユーザーの取り込みを狙い、加速予算によるシンポジウムの開催等積極的なPRを実施。

#### 例：超電導パラメロン素子を用いた量子アニーリング技術の研究開発 イジングマシン共通ソフトウェア基盤の研究開発



国内外の研究者、ユーザー想定企業を招き、シンポジウムを開催(2019年5月)



量子アニーリングコンピュータのモックアップを作成。展示会等で活用  
今後は、実機によるクラウド上での試行環境公開等も見据える。



## ◆ 研究開発の実施体制

高効率・高速処理を可能とするAIチップ・  
次世代コンピューティングの技術開発

### ④ 調査事業

全体統括：  
産総研・金山特別顧問  
伊藤統括主幹

AIエッジ  
コンテスト

人材育成

市場動向、  
ベンチ  
マーク調査

PL:東工大・本村教授  
PM:西山主任

① 革新的AIエッジ  
コンピューティング技術の開発  
(5億以内/年/テーマ、最長5年)

研究開発枠  
12テーマ

先導調査研究枠  
4テーマ

PL(2-1):産総研・川畑研究グループ長  
PL(2-2):産総研・金山特別顧問  
PM:遠藤主査

② 次世代コンピューティング  
技術の開発  
(8億以内/年/テーマ、最長10年)

(2-1) 量子コンピューティング  
関連技術

研究開発枠：3テーマ

(2-2) 新原理コンピューティング  
技術(非量子関連技術)

研究開発枠：3テーマ

探索型研究枠：5テーマ

PL:東大・森川教授  
PM:遠藤主査

③ 高度なIoT社会を実現  
する横断的技術開発  
(5億以内/年/テーマ、最長5年)

委託事業  
7テーマ

助成事業  
6テーマ

# ◆ 研究開発の実施体制

量子コンピューティングの開発において、オールジャパン体制を構築

ハード、ソフト、周辺技術の開発において、開発拠点を共有するなど密に連携。カバーされていない、新たに生じた領域と技術課題に関しても追加公募を実施して体制を強化。

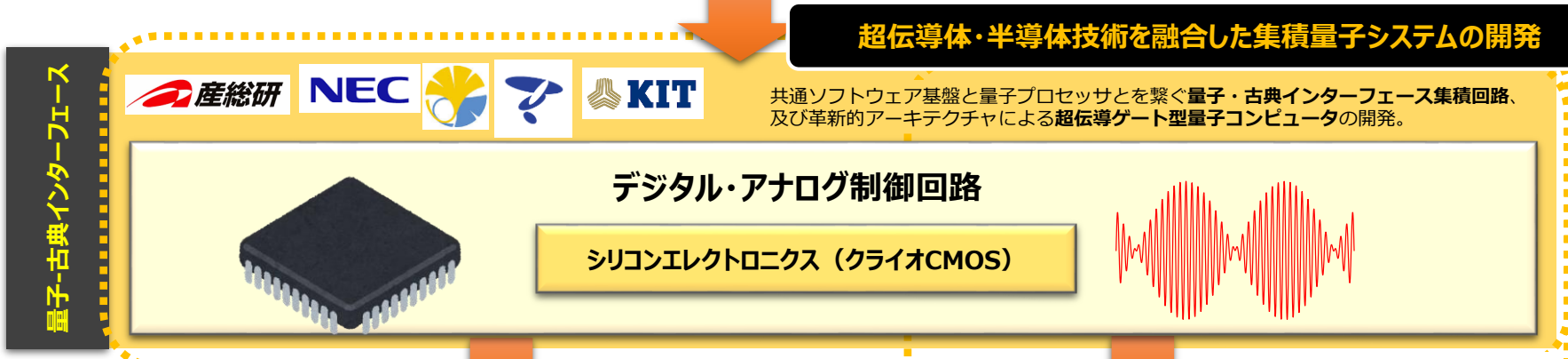
## イジングマシン共通ソフトウェア基盤の研究開発

様々なイジングマシンや量子ハードウェアを動作させるための、共通ソフトウェア基盤、及びアプリケーション探索に関する研究開発。



## 超伝導体・半導体技術を融合した集積量子システムの開発

共通ソフトウェア基盤と量子プロセッサとを繋ぐ量子・古典インターフェース集積回路、及び革新的アーキテクチャによる超伝導ゲート型量子コンピュータの開発。



超伝導量子アニーリングマシン

超伝導汎用量子アニーリングコンピュータ

超電導パラメトロン素子を用いた量子アニーリング技術の研究開発

日本で生まれた高性能なパラメトロン型超伝導量子アニーリングマシンの開発。

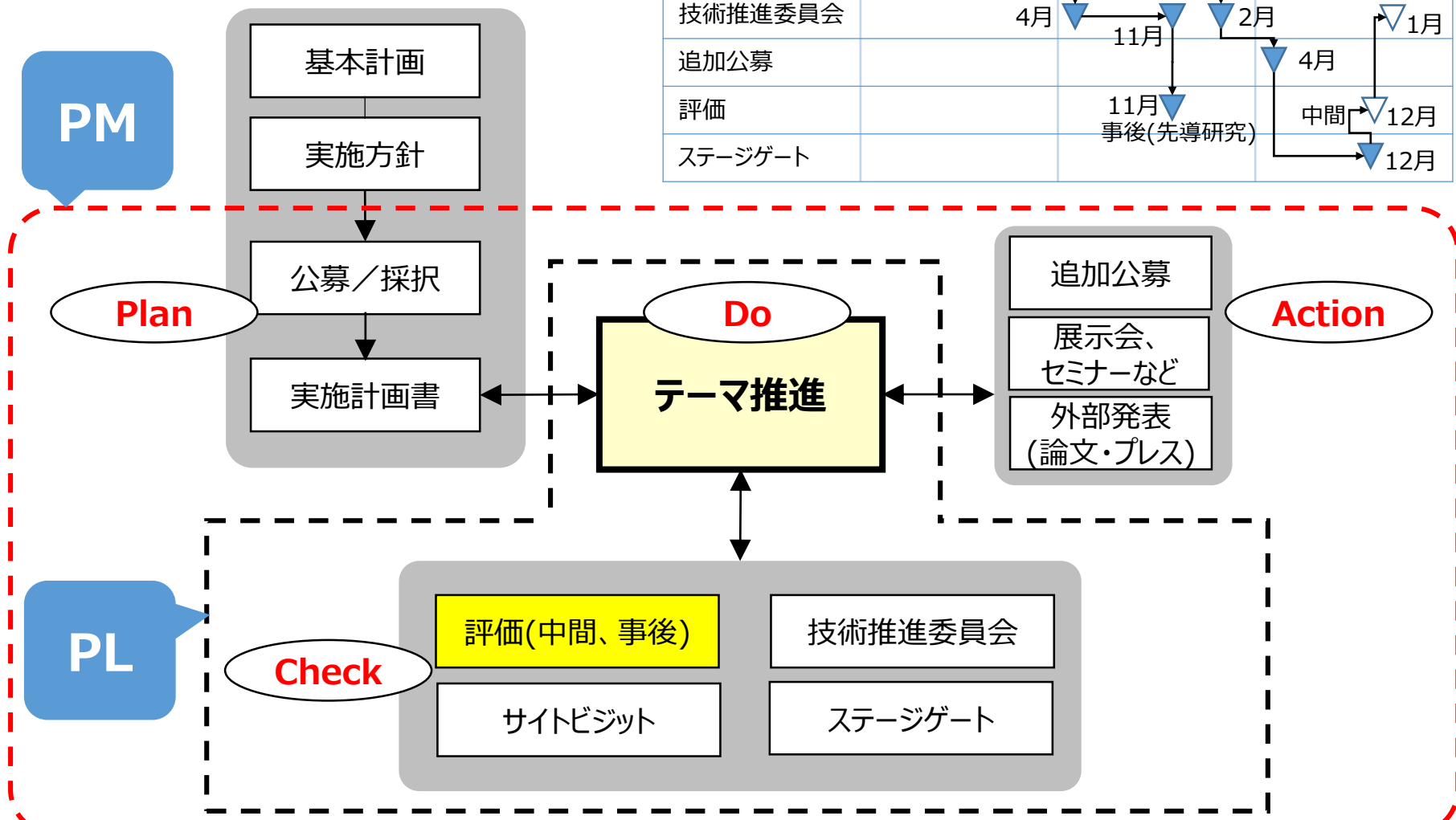


### ◆研究開発の進捗管理

PM, PLにて役割分担並びに連携しながら、プロジェクト推進のマネジメント支援を行っている。

※以下、図は研究開発項目①の例

	2018年度	2019年度	2020年度
公募	4月 9月		
サイトビジット		7-9月	
技術推進委員会	4月	11月 2月	1月
追加公募			4月
評価		11月 事後(先導研究)	中間 12月
ステージゲート			12月

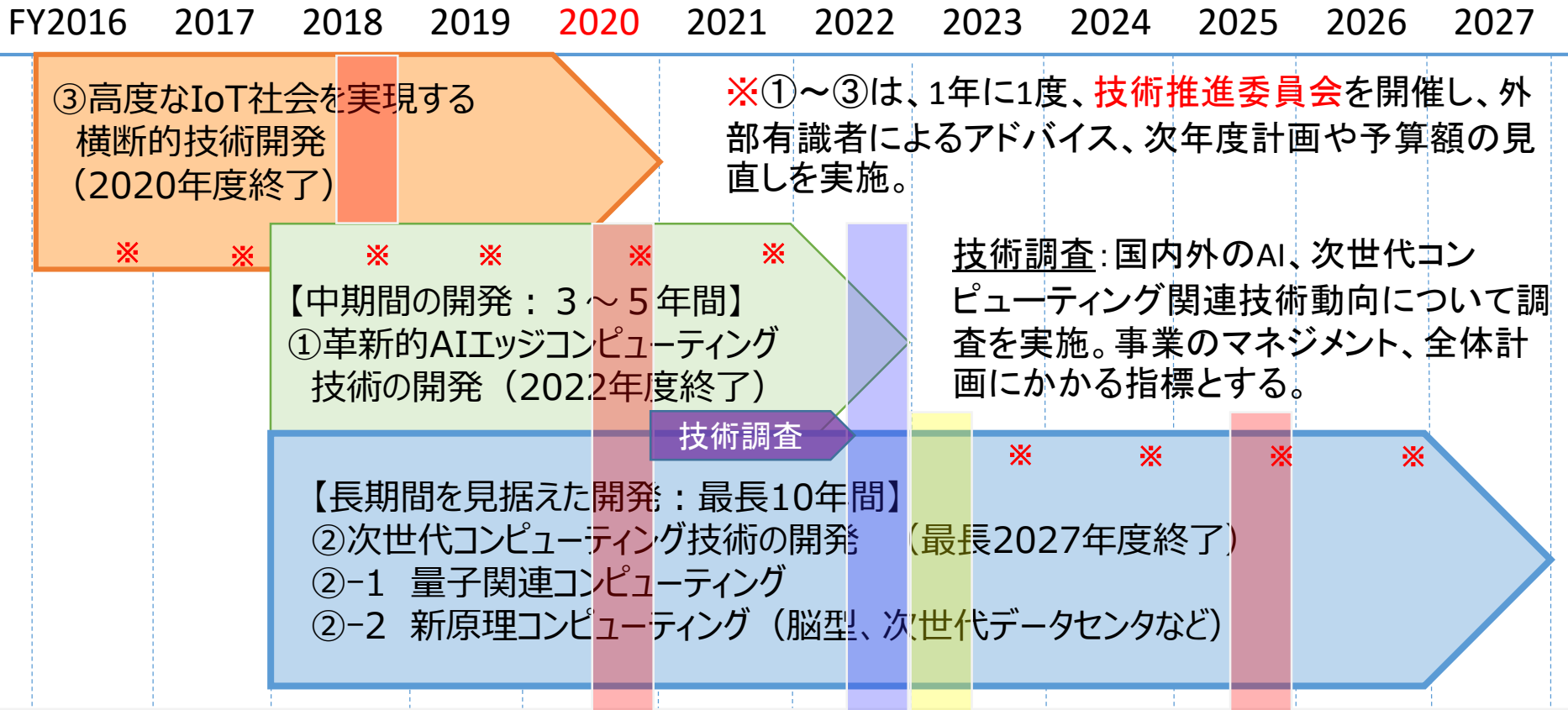


## 2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

### ◆ 研究開発の進捗管理スケジュール①

研究開発のマネジメントツール:

技術推進委員会、ステージゲート審査、事業見直し、公募、調査



**ステージゲート審査**： 研究開発の継続可否判断。次年度以降の研究計画や体制の見直しを行う。

**事業見直し**： 長期的な開発を行うに当たり、研究開発成果に加え、社会情勢や技術動向などを考慮し、有識者評価を踏まえて2022年度以降開発を継続する技術分野を判断する。

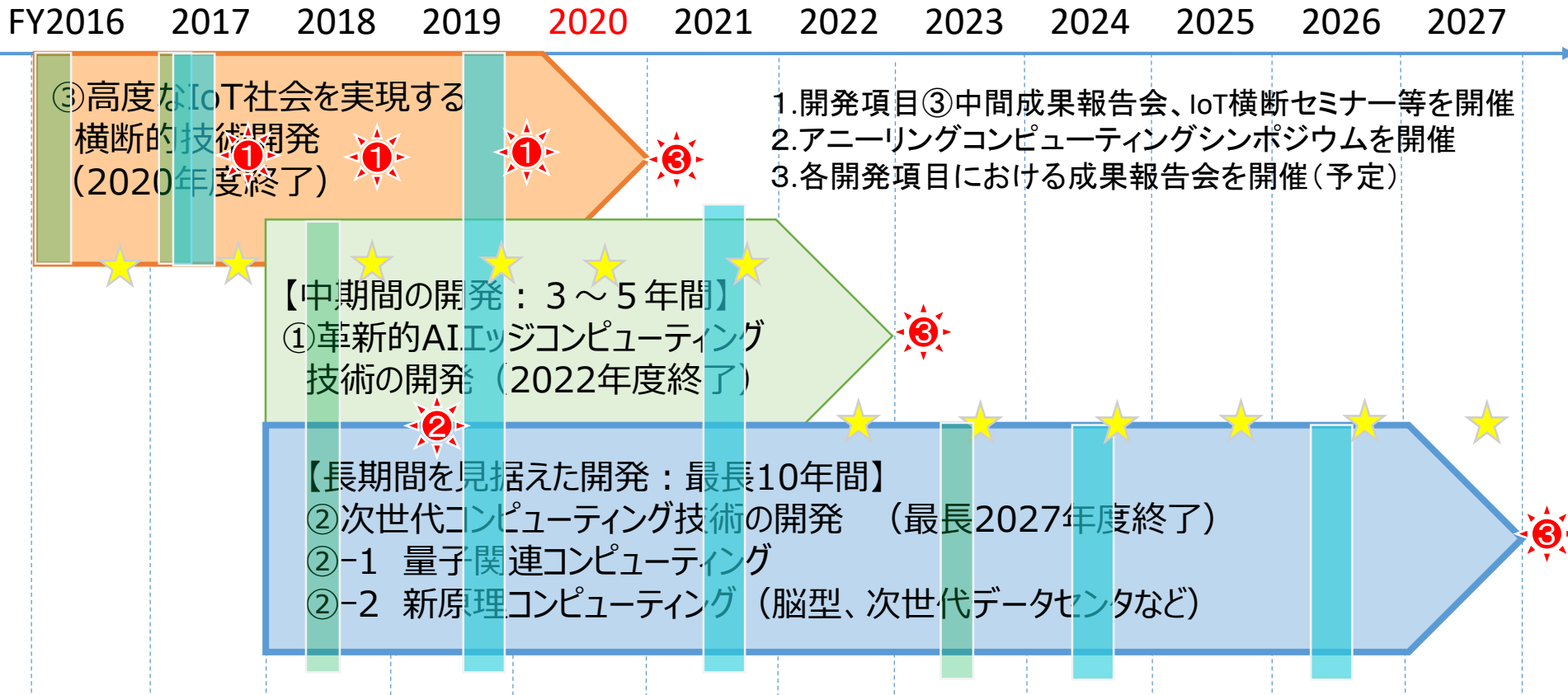
**事業見直しに伴う公募**： 事業見直しを経て継続すべきと判断された技術課題、新たに実施すべきと判断された技術課題について、公募を行いテーマを募集する。

## 2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

### ◆ 研究開発の進捗管理スケジュール②

研究開発のマネジメントツール:

キックオフ、サイトビジット、シンポジウムや展示会など



**キックオフミーティング:** プロジェクト開始時、PL並びにNEDOからプロジェクトの推進、マネジメント方針にかかる説明を実施すると共に、事業者間の顔合わせを行う場として活用。

**サイトビジット:** 全テーマの研究開発現場をPL並びに関係者で訪問し、開発の進捗を把握するだけでなく意見交換を行う場として活用。

**展示会:** CEATEC展への出展を毎年度実施。また、NEDOや事業者が独自の展示会を主催または出展する。

**成果報告会・シンポジウム:** 事業終了後、並びに事業期間中も必要に応じて開催して成果を発信する。

## ◆研究開発の進捗管理 (1)

### 委員会の開催：

- 外部有識者で構成する**技術推進委員会、ステージゲート審査委員会等を組織**し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努めている。各テーマの進捗、成果の事業化の見通し等を踏まえ、毎年、テーマ毎の予算配分を精査するとともに、必要に応じ、予算の増加や縮小、実施体制の再構築を行っている。
- 委員会は、開発内容の専門性を考慮し、必要に応じて研究開発項目内に複数設置した。  
(例：研究開発項目②、量子関連委員会、新原理関連委員会)
- ステージゲート審査の結果により、次年度以降の事業の通過・不通過に加え、研究開発体制の見直しやテーマの統合、事業規模の拡大、縮小等の包括的な事業の見直しを行った。  
※非公開補足資料あり

### 事業の見直し：

- 2022年度から2023年度にかけて、**本事業全体の見直しを実施**する。最長10年間の研究開発期間としてプロジェクトを実施するに当たり、特に有効であると考えられる技術開発に支援を集約する。
- 見直しに際しては、国内外における研究開発の動向や政策動向等を調査すると共に、外部有識者の審査を経た上で実施する。

## ◆研究開発の進捗管理 (2)

### キックオフミーティングの開催：

- プロジェクト開始時、PL並びにNEDOからプロジェクトの推進、マネジメント方針にかかる説明を実施すると共に、事業者間の顔合わせを行う場として活用。NEDO事業経験者による事例紹介や、各テーマのポスターセッションなどを実施。  
研究開発項目③は、2016年度、2017年度、公募後にそれぞれ開催。  
研究開発項目①②は、2018年度の公募後に開催。

### サイトビジットの開催：

- 全テーマの研究開発現場をPL並びに関係者で訪問し、開発の進捗を把握するだけでなく意見交換を実施。事業開始後に実施するだけでなく、一定期間経過後に継続して実施することで、研究現場の声をプロジェクトマネジメントに反映させることも狙う。
- 2017年度、2019年度に実施。今後は2021年度、2024年、2026年度に開催予定。

### 展示会、シンポジウムの開催：

- NEDOがとりまとめとなり、毎年度展示会に出展し、成果のPRを行う（CEATEC展）。
- その他、事業者が中心となって出展する展示会（例：MEMS展）や、独自のシンポジウム（例：量子コンピュータ／アニーリングコンピューティングシンポジウム）等で、成果の発信を行っている。
- 研究開発項目③については、中間成果報告会を2018年度に開催。成果報告会は2021年度に予定。その他開発項目についても成果報告会を節目の時期に開催。

## 2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性 (展示会、シンポジウムの開催)

大規模イベントへの出展

CEATEC 2020 ※写真は2019



キックオフミーティング  
テーマ間連携イベントの開催



NEDO外研究者も招いての  
シンポジウムの開催



NEDO主催セミナーの開催



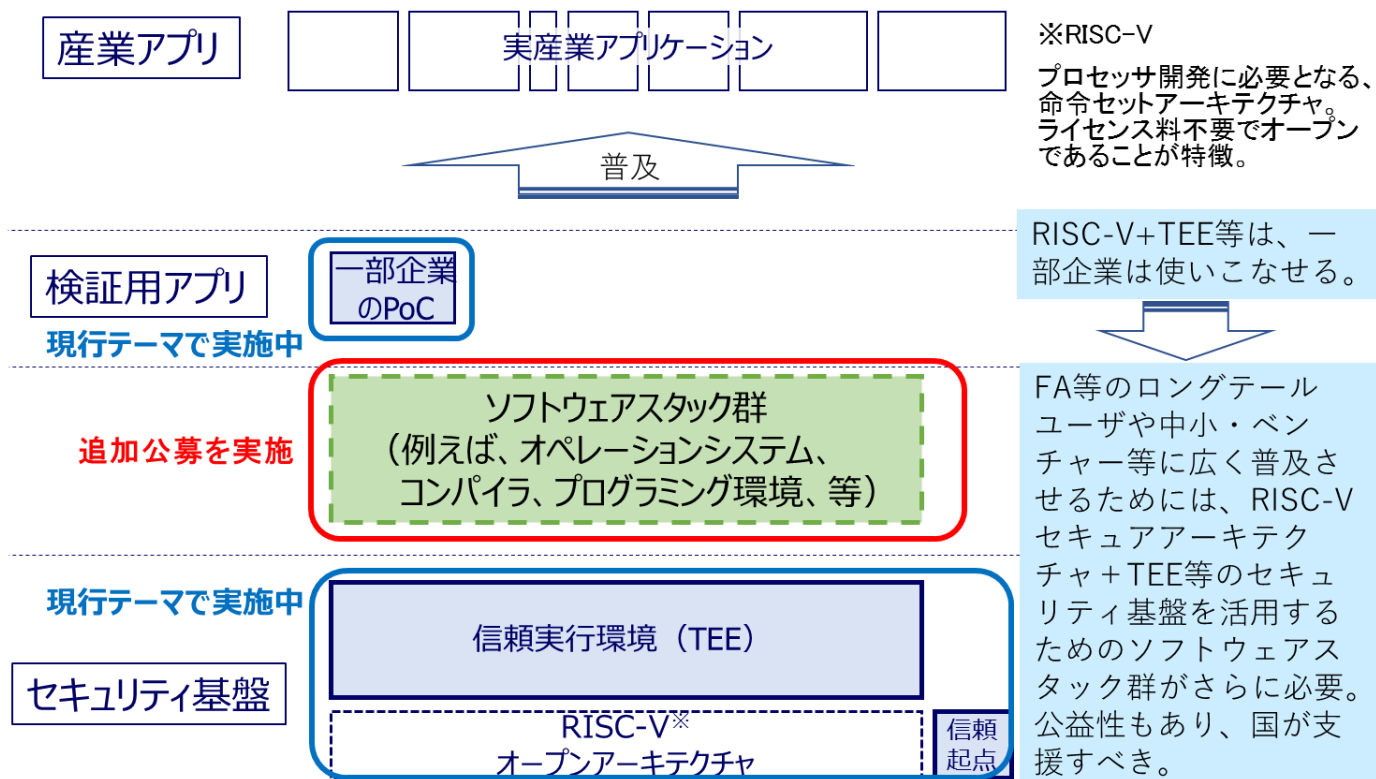
## ◆ 動向・情勢の把握と対応

各研究テーマの個別動向・進捗把握に努め、適宜、既存テーマの加速や縮小を行うとともに、事業を推進しながら課題として見えてきたものがあれば、新テーマの追加、既存テーマの実施形態変更や終了を実施。

### 研究開発項目①：研究開発プロジェクトの強化

2019年度に実施した技術推進委員会において、RISC-Vの課題について議論。

現行研究開発テーマの範囲に含まれていない、エコシステム形成のためのソフトウェアスタックについて、2020年度に追加公募を実施。



## ◆ 知的財産権等に関する戦略

### 基本事項：

NEDOプロジェクト知財基本方針を適用し、テーマ毎に実施者間での知財合意書の作成や知財運営委員会の設置を実施。同委員会での議論や有識者によるアドバイスを元に、各開発チームが独自の戦略を展開。

### 事例①：基本特許の取得と国際標準化

研究開発成果における基本的な知財の基本特許を率先して取得することで、関連開発を実施するグループをリードする。また、取得した特許に基づく技術の評価指標に関する国際標準化の取得も進めることで、関連技術についても囲い込みを狙う。

### 事例②：他社保有知財に関する対応

関連領域の開発を実施する企業との連携を研究開発と並行して実施し、産業応用を見据えた協力関係構築を実現することで、先行して取得されている知的財産の問題を解決。

### 事例③：オープンプラットフォームの構築

研究開発成果を元にオープンプラットフォームを構築し、知財の取得と並行して、社会実装を見据えた学術、産業界との関係を構築することで、実用化・事業化を見据えた動きを後押し。

## ◆ 知的財産管理

### ● 標準化施策等との連携

得られた研究開発成果については、標準化等との連携を図ることとし、評価手法の提案、データの提供、標準化活動等を積極的に行う。

### ● 知的財産権の帰属、管理等取扱い

研究開発成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。なお、プロジェクト初期の段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施する。

### ● 知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

- なお、プロジェクト初期の段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施する。

全開発項目共通

I. 事業の位置づけ・必要性



II. 研究開発マネジメント



III. 研究開発成果



IV. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

- (1)事業の目的の妥当性
- (2)NEDOの事業としての妥当性

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の最終目標の達成可能性
- (3)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取組

- (1)成果の実用化・事業化に向けた戦略
- (2)成果の実用化・事業化に向けた具体的取組
- (3)成果の実用化・事業化の見通し

各開発項目で報告

### **3. 研究開発成果**

### **4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し**

---

**研究開発期間2016～2020年度**

**研究開発項目③**

**高度なIoT社会を実現する横断的技術の開発**

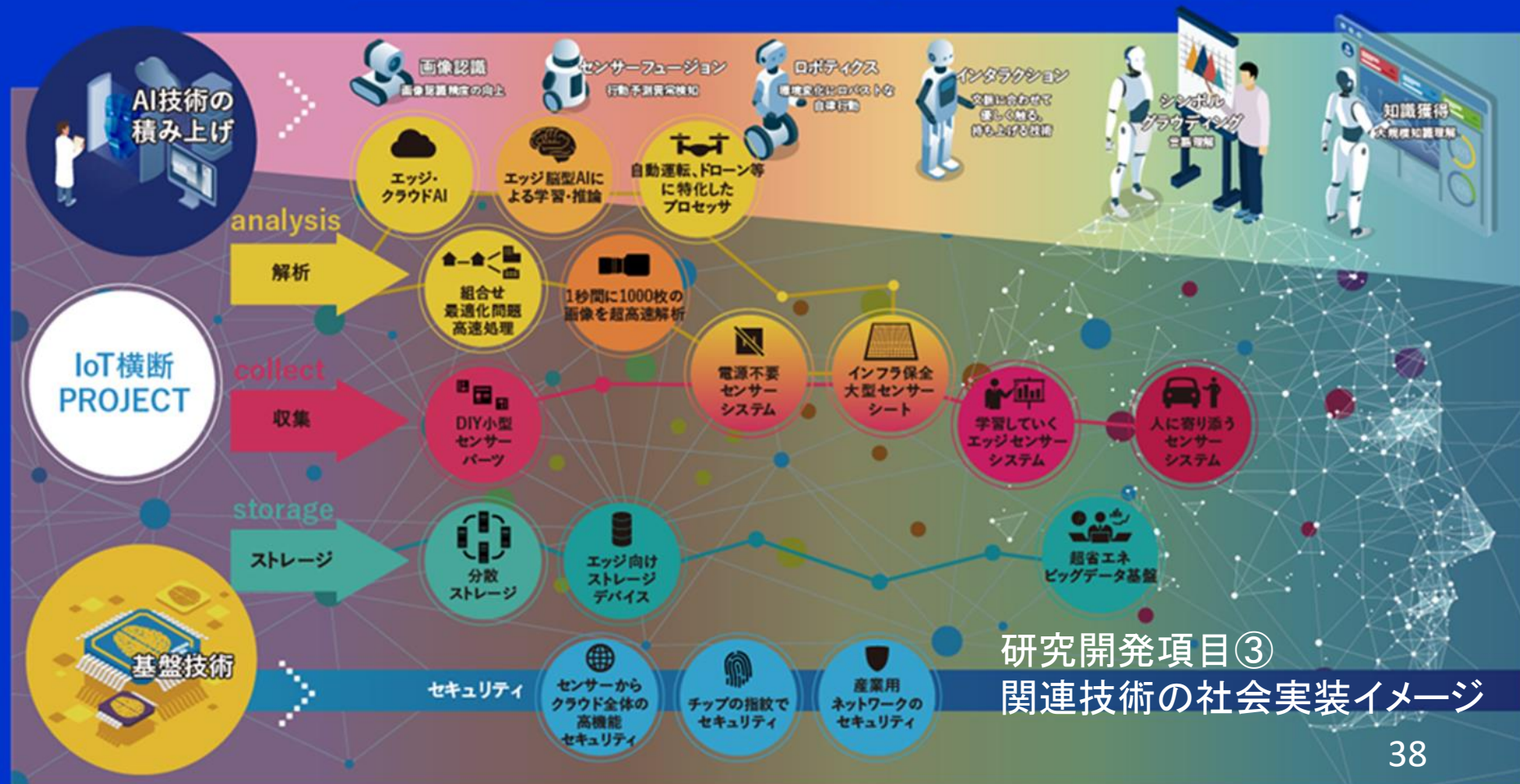
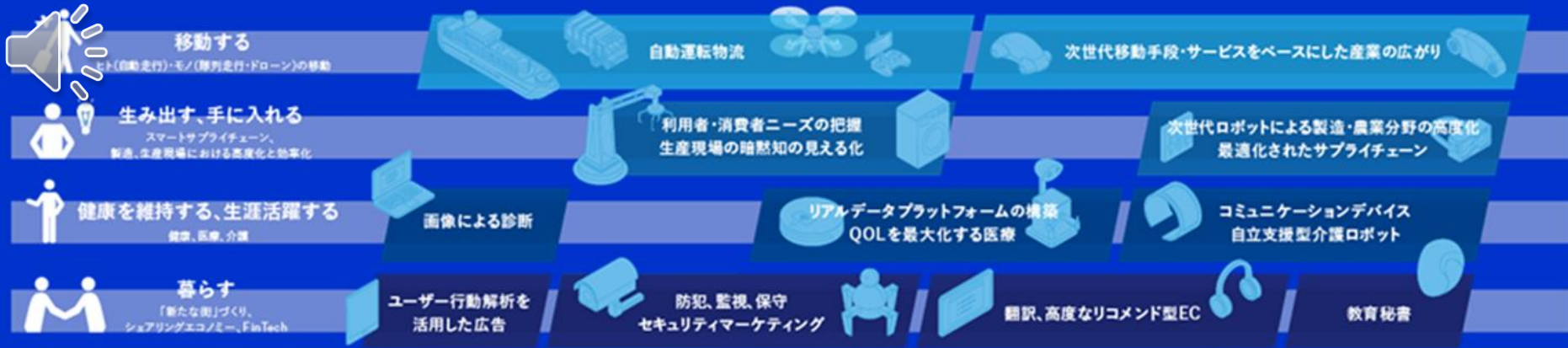
**PL 森川 博之**

**東京大学 教授**

## 【補足説明】 研究開発項目③ 事業の位置づけ

- IoT (Internet of Things) の構想。全ての物がインターネットにつながる社会が到来
- **インターネットに繋がる機器が増える = 情報量のさらなる増加から、消費電力の増加が問題。**
- IoT社会において軸となる技術課題を「収集」、「蓄積」、「解析」、「セキュリティ」の4分野において設定。





## 研究開発項目③: 研究開発プロジェクトの強化と進捗管理等(加速、ステージゲート評価、PR)

2016年度: 公募実施※、事業開始。(10テーマを採択)

※政策的視点から重要と考えられる技術課題、および先導的開発を経た成果に基づく課題を選定。

2017年度: 追加公募実施(6テーマを採択)。一部テーマにサンプル作成等のための加速を実施。

2018年度: 16テーマ全てに対し、PLによる進捗確認会議を開催。その後、ステージゲート審査を実施。

成果PRのため独自の展示会等を開催。

- 2020年度までの研究開発継続可否判断。(16テーマ中、13テーマが事業を継続)
- 研究開発体制等の見直し。実用化段階にあるテーマについては委託から助成に移行。企業を主体とした研究開発体制で事業化を促進。(13テーマ中6テーマを助成事業化。補助率1/2 or 2/3)

## 例: トリリオンノードエンジンの研究開発

IoT向けのシステムを誰でも簡単に創れる小型プラットフォーム「Leafony」。

事業体制: 東京大学、東芝D&S、東芝インフラシステムズ、図研、SUSUBOX

公募  
期間

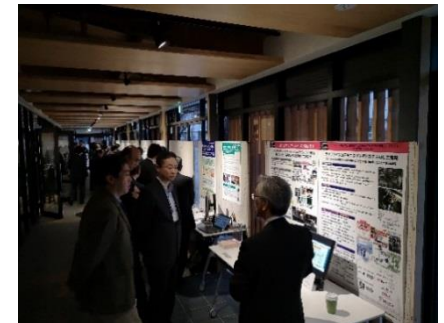
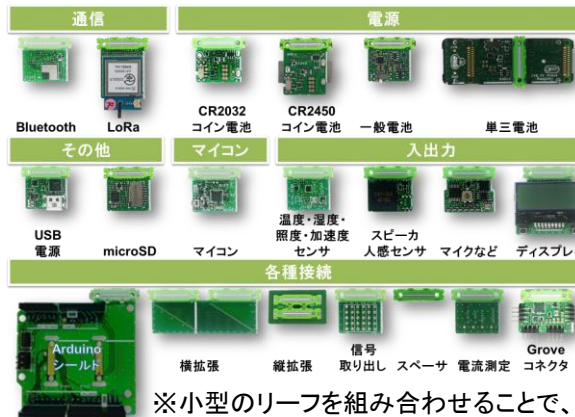
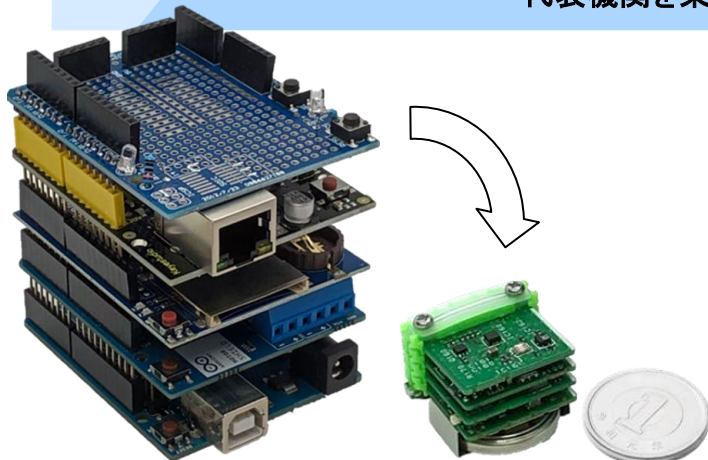
研究開発期間: 2016～2020年度

※2017年度: 市場投入を見据えたモデル開発のための加速

※2018年度: ステージゲート審査で助成化

代表機関を東大→東芝D&S社

研究成果のPR  
(2018～)



展示会等での事業者へのPR

※小型のリーフを組み合わせることで、多機能なセンシングシステムを構築可能。  
2017～2018年時点でNEDOの加速を受けてサンプルを整備、希望者への提供を開始。

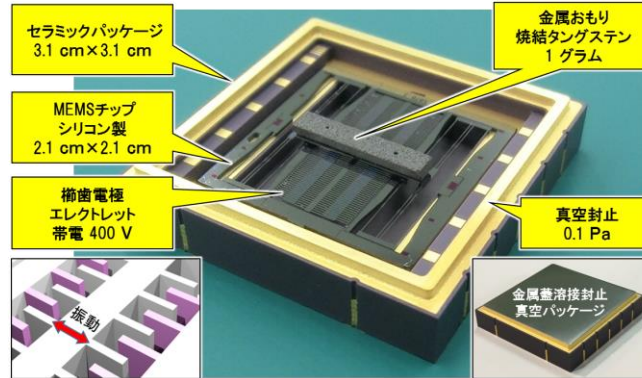


◆研究開発項目毎の中間目標と達成状況 (試作事例)

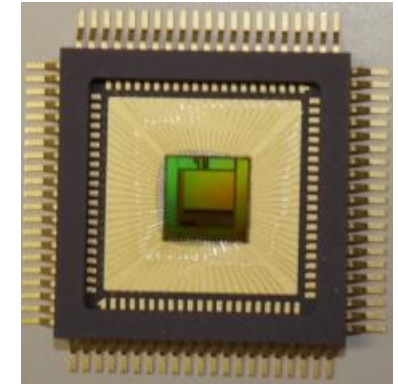
本PJは、**シミュレーション等での性能検証を中間目標に、サンプル等を用いた実システムによる実証試験での検証を最終目標に設定**して実施。各PJで必要な試作が行われている。



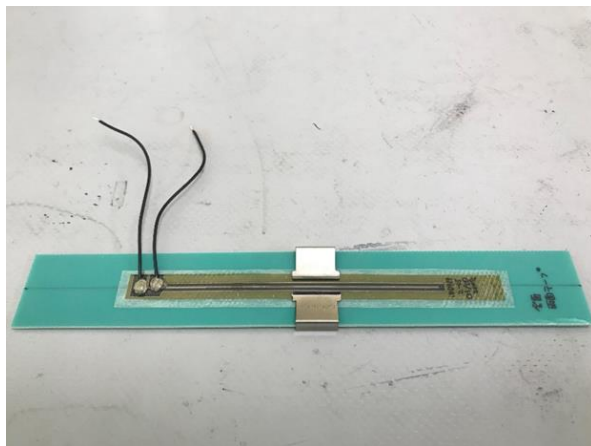
トリリオンノード・エンジン



振動発電デバイス



RAND(Resistive Analog Neuro Device) TEG



歪みシートセンサ



PUF脆弱性評価プラットフォーム

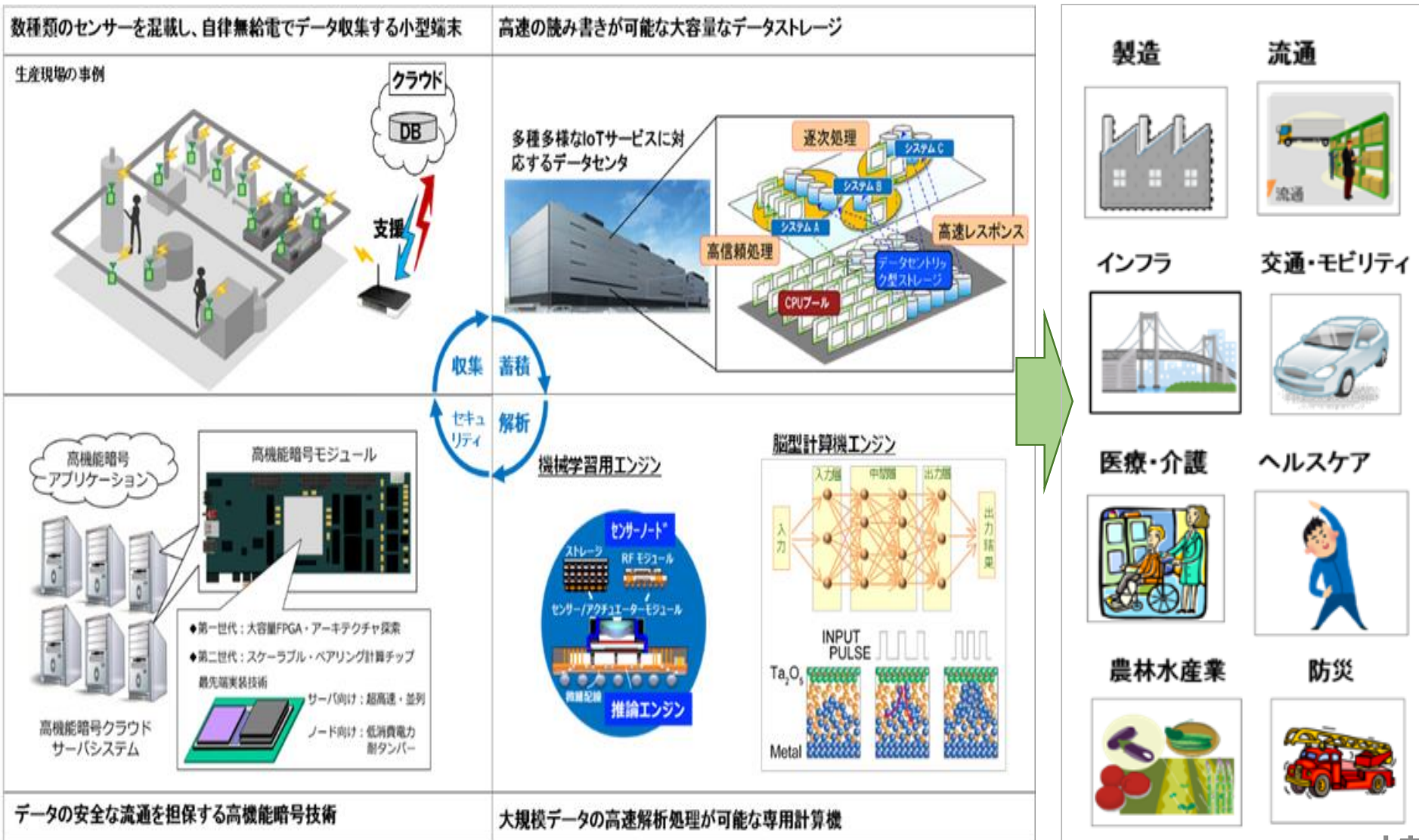


省電力AIエンジン

### 3. 研究開発成果

#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

【成果の意義】 開発成果をシステムに組み込み、産業応用シーンを見据えた性能検証を各テーマで実施。IoT社会において新たなサービスを展開する基盤技術として、事業終了後は速やかな産業応用を進める。



### 3 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 / (2) 成果の最終目標の達成可能性

#### ◆研究開発項目毎の中間目標と達成状況 (まとめ)

研究開発項目	中間目標(2018年度末)	成果	達成度 <sup>(*1)</sup>	今後の課題と解決方針
③高度なIoT社会を実現する横断的技術開発	(技術レベル) 収集・蓄積・解析・セキュリティの横断的な次世代基盤技術、システム化技術等を要素技術レベルで確立し、実用化の可能性を見極める。	全16の研究開発テーマ <sup>(*2)</sup> は、ともに研究試作とその検証により、実用化へ向けた要素技術を確立。(2018年ステージゲート審査会時点。試作事例を次ページに示す。)	○	(課題) 各テーマとも、技術面では高い性能を得たが、技術を顧客価値の創造につなげる点に関し、技術視点に偏重の傾向。  (解決方針) 各テーマが成果の最適解を出すべく、技術視点のベンチマークに加え、顧客視点のベンチマーク(顧客の選択肢は何か等)も要求し、研究者の気付きを誘起。
	(エネルギー効率) 事業開始時の普及技術と比較して、エネルギー消費効率あるいは電力効率が10倍以上となる見込みを示す。	4分野の見込値は次のとおり。 (収集) 10~1000倍 (蓄積) 10~100倍 (解析) 10~1000倍 (セキュリティ) 10~10000倍	○	

(\*1) ◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間) / 一部達成(事後)、×未達

(\*2) 2016年度初回採択11テーマ+2017年度追加採択5テーマ。個々の研究開発テーマ概要は、本資料巻末のAppendix-2を参照。

#### ◆成果の最終目標の達成可能性 (まとめ)

研究開発項目	最終目標(2020年度末)	現状	達成見通し
③高度なIoT社会を実現する横断的技術開発	(技術レベル) 収集・蓄積・解析・セキュリティの横断的な次世代基盤技術、システム化技術等を、システムレベルで確立する。	ステージゲート審査会を通過した全13の研究開発テーマは、ともに順調にシステム化実証試験等を計画どおり進捗中。 (現時点の各テーマにおける成果概要をAppendix-3に示す。)	○ (特に大きな遅延 <sup>(*3)</sup> はないため、最終目標も達成見込み)
	(エネルギー効率) 事業開始時の普及技術と比較して、エネルギー消費効率あるいは電力効率を10倍以上とする。		

(\*3) 新型コロナ禍による影響は、研究開発マネジメントの全体課題として別途対応を調整中。

◆各個別テーマ実施のポイント (テーマ毎の成果状況と意義の詳細一覧はAppendix-3を参照)

分野	研究開発テーマ名と事業形態(*1) (*1)ステージゲート後、一部テーマは委託事業から助成事業に移行	研究開発テーマ実施のポイント
収集	(1) 超高効率データ抽出機能を有する学習型スマートセンシングシステムの研究開発 [委託事業]	「機器に貼るだけ！自立給電無線センサで楽々IoT！」配線不要で工場に誰でも導入でき、現場の自動処理で計測の最適化やデータ解析を行い、有意な情報のみクラウドに伝送。
	(2) 超低消費電力データ収集システムの研究開発 [助成事業]	消費電力1/10以下の統合SoC、発電効率10倍以上の自立電源モジュール、消費電力1/10以下・精度10倍以上のセンサを実現し、導入が容易で革新的なIoTソリューションを実現。
	(3) トリオンノード・エンジンの研究開発 [助成事業]	一円玉大で電池動作可能なIoT/CPS向けオープン・プラットフォームでソフトウェアはArduino準拠、エッジAIにも対応できアプリ開発効率を大幅アップ可能。
蓄積	(4) 高速ストレージクラスメモリを用いた極低消費電力ヘテロジニアス分散ストレージサーバシステムの研究開発 [委託事業]	ストレージクラスメモリを使った性能10倍、電力10分の1のデータセンタスケール・ストレージとメモリ構成を自動最適化するインテリジェントなストレージシステムを開発。
	(5) 先進IoTサービスを実現する革新的超省エネルギー型ビッグデータ基盤の研究開発 [助成事業]	非順序型実行原理によりビッグデータ基盤において135倍以上のエネルギー効率化を達成、ソフトウェアによりサステナブルなデータセンターを実現する技術を世界に先駆けて確立。
解析	(6) 省電力AIエンジンによる人工知能プラットフォーム [助成事業]	低コスト・省電力なエッジAIハードによって、スマホ・監視カメラ・自動運転・ドローン・宇宙衛星においてインテリジェントな頭脳の搭載を実現し、安心安全な社会を目指す。
	(7) 超高速・低消費電力ビッグデータ処理を実現・利活用する脳型推論集積システムの研究開発 [委託事業]	「みんなのAI」を目指し、エッジで使える超低消費電力脳型チップRANDと、それをユーザー自身で高度化・実装できるプラットフォームを提供し、「モノを知能化」した。

◆各個別テーマ実施のポイント

分野	研究開発テーマ名と事業形態(*1) (*1)ステージート後、一部テーマは委託事業から助成事業に移行	研究開発テーマ実施のポイント
解析 (続き)	(8) 組合せ最適化処理に向けた革新的アニーリングマシンの研究開発 [委託事業]	CMOS・量子アニーリングのプラットフォームを構築し、データ量が爆発するIoT社会でのリアルタイム最適化処理により、産業や交通など多分野での自動化を促進します。
	(9) 高速ビジョンセンサネットワークによる実時間IoTシステムと応用技術開発 [委託事業]	1ミリ秒のレートを持つ高速ビジョンネットワーク構造の提案、高速ビジョンプラットフォームの提供、及びこれを用いた検査、FA、セル生産など各システムへの応用を実現。
	(10) Field Intelligence搭載型大面積分散IoTプラットフォームの研究開発 [助成事業]	環境耐性の高い炭素ベースの配線シートを骨格に、シート型センサを2次元的に多数配置し、構造物ヘルスケア用途向けのインテリジェント・プラットフォームを実現する。
セキュリティ	(11) Sensor-to-Cloud Security～ビッグデータを守る革新的IoTセキュリティ基盤技術の研究開発 [委託事業]	暗号化された大規模DBの秘匿検索を行う超高速・低消費電力システム実現技術、通信量を大幅削減しつつ不正ノードも追跡できる集約署名方式等、高機能暗号の基盤技術を確立
	(12) 複製不可能デバイスを活用したIoTハードウェアセキュリティ基盤の研究開発 [委託事業]	ハードウェアのばらつきを利用した複製不可なPUFで、ICチップの超高セキュア化及びセンサやフレキシブルデバイスへのセキュリティ付与を実現し、国際標準化で普及を支援。
	(13) 次世代産業用ネットワークを守るIoTセキュリティ基盤技術の研究開発 [助成事業]	正しい通信だけを通す技術でゼロトラストアーキテクチャを実現し、工場や病院等での産業用IoT機器導入時の最大の課題であるセキュリティをネットワークインフラで守る。

## ◆ 成果の普及

- 産学連携の強みとして、産学それぞれの研究機関の得意領域を活かし、全方位的に積極的な普及活動を展開

	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度	計
論文	15	31	46	51	34	177
研究発表・講演	106	228	331	241	53	959
受賞実績	1	5	4	4	3	17
新聞・雑誌等への掲載	6	10	16	18	5	55
展示会への出展等 広報活動	17	31	35	49	4	136

※2020年10月31日現在

◆ 成果の普及

NEDOニュースリリース

● プロジェクト成果を多面的に採り上げ発信

➤ 【途中成果の製品化】 2017年12月14日 発表

『工場自動化 (FA) などのシステムに組み込み、容易に応用できる新プラットフォームを製品化』  
—さまざまな分野に応用可能な横断的基盤技術を目指す—

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100886.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100886.html)

➤ 【基盤技術の確立】 2018年6月18日 発表

『世界最高水準の低消費電力化を実現するAI半導体向け「脳型情報処理回路」を開発』  
—クラウドではなくユーザー側のAI処理で、プライバシーや安全、快適さを実現へ / AI新価値の共創を目指しオープンイノベーション環境を整備—

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100977.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100977.html)

➤ 【普及環境の整備】 2018年9月19日 発表

『組合せ最適化問題に特化したクラウド型計算サービスの無償提供を開始』  
—アニーリングマシンの普及と技術者育成の加速をめざす—

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101025.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101025.html)

工場自動化 (FA) などのシステムに組み込み、容易に応用できる新プラットフォームを製品化  
—さまざまな分野に応用可能な横断的基盤技術を目指す—

2017年12月14日  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
株式会社エクスビジョン

NEDO事業の成果をもとに、(株)エクスビジョンは、高速移動体を高速で画像処理できるリアルタイムシステムを工場などのファクトリー・オートメーション (FA) や検査ソリューションに組み込んで容易に応用するための新たなプラットフォーム (High Speed Vision Software Development Kit (HSV SDK)) を開発し、来年1月下旬に提供を開始します。

このプラットフォームによって1秒間あたり1000枚の高速画像処理を実現することで、FAや検査の分野に限らず、検査が子ア、エンターテインメント、パイプ・検査、セキュリティ、自動車・交通、高速3D入力、高速ロボットの分野にも応用展開でき、今後、横断的基盤技術となることを目指します。

図1: 新製品「High Speed Vision Software Development Kit (HSV SDK)」ハードウェア

世界最高水準の低消費電力化を実現するAI半導体向け「脳型情報処理回路」を開発  
—クラウドではなくユーザー側のAI処理で、プライバシーや安全、快適さを実現へ / AI新価値の共創を目指しオープンイノベーション環境を整備—

2018年6月18日  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
理事長 石塚博樹

NEDOは、産業技術総合研究所、パナソニックセミコンダクターソリューションズ(株)、北海道大学とともに、アナログ脳型半導体を用いたAI半導体向けの脳型情報処理回路を開発し、世界最高水準の低消費電力動作の実現に成功しました。

今後、この回路の活用により、身の回りのさまざまな電子機器に深層学習(推論/学習)を実装する場合、クラウド側に頼らずユーザー(エッジ)側だけで、負荷の大きな学習処理も実行できるようになります。個人情報をクラウドに上げることなくプライバシーに配慮したAI学習を進めることができ、さらには、エネルギー分野や交通分野などの社会インフラの分散制御・高度化にも広く波及していくものと期待されます。

脳型情報処理回路を開発したAI半導体は、その低消費電力性能から従来とは異なる利用機会やアプリケーションをもたらすことが見込まれます。NEDOの研究グループは、この新しい技術の普及促進やユーザーとの協働を最優先し、AI開発環境である脳型情報処理回路用プラットフォームの本格運用の開始や、関連技術の普及を目指した人材育成プログラムの開発を2018年8月に予定しています。

図1: 本研究開発の成果のイメージ

組合せ最適化問題に特化したクラウド型計算サービスの無償提供を開始  
—アニーリングマシンの普及と技術者育成の加速をめざす—

2018年9月19日  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
株式会社日立製作所

NEDOと(株)日立製作所は、「組合せ最適化問題」に特化したアニーリングマシンを利用したクラウド型計算サービスの無償提供を本日開始しました。

本サービスは、NEDOが(株)日立製作所、産業技術総合研究所、理化学研究所、情報システム研究機構、早稲田大学に委託した事業の中で、(株)日立製作所が開発した「CMOSアニーリングマシン」を活用することで、複雑な計算処理を高速に実行できます。本サービスを通じて、アニーリングマシンの普及と関連技術者育成の加速を図るとともに、利用者の使い方のフィードバックを得ることで課題を抽出し、今後の研究開発に生かすことで、アニーリングマシンの性能向上につなげます。

図1: クラウド型計算サービス「Annealing Cloud Web」のウェブサイト画像

◆ 成果の普及

シンポジウム

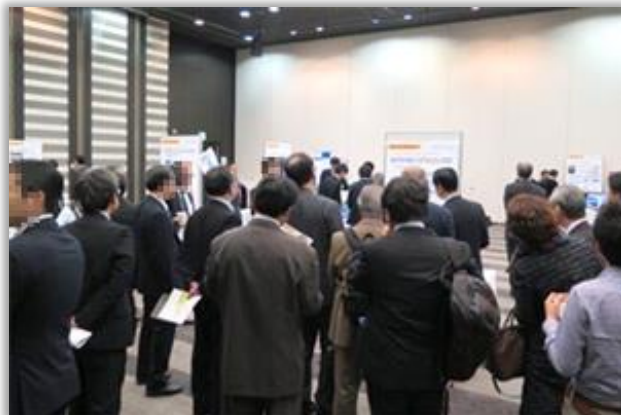
- プロジェクト外の初期段階(2年目)の開催により、研究開発活動自体の認知度向上
- 展示会併設型シンポジウムの形態をとり、研究開発者とプロジェクト外の対話の機会

【ものづくり日本会議（第16回新産業技術促進会議）  
～ テーマ：“IoT社会の実現に向けた基盤技術の開発”】

- ・日時：2017年11月10日(金)10:15～17:20
- ・場所：ベルサール汐留 2F HALL A(講演), B(展示)
- ・主催：モノづくり日本会議／日刊工業新聞社 ・共催：NEDO
- ・参加者数：205名（業種：電気機器，サービス，化学，機械，情報・通信，卸売，建設等）



講演会場



展示会場

**システム導入検証ユーザー募集!** 

～環境発電の微小電力で収集可能な有価情報を100倍増～

**超高効率データ抽出機能を有する学習型スマートセンシングシステムの研究開発**

**Learning based LbSS Smart Sensing System** 技術研究組合NMEMS技術研究機構

(株)日立製作所、東京電力ホールディングス(株)、ローム(株)、富士通(株)、オムロン(株)、特産協会の内、マイクログラフセンタ―、情報人学、東京大学、産総研共同研究

多様な機器・設備等のセンシング方法を自動で学習し柔軟なシステム構築を実現

- ✓ 視覚、聴覚、触覚、臭覚といった人の感覚を代替するセンサを選定
- ✓ 熟練者の感覚による判定を、センサ測定データから解析アルゴリズムによってシステムが判定
- ✓ 測定の重れ流しては無く、必要な時に必要なデータのみを収集するシステム

NMEMS技術開発促進財団(公)および東京電力(公)の共同研究(内)

本研究(技術)の概要	想定用途、市場
<ul style="list-style-type: none"> <li>多様な環境における測定方法を自動学習する学習型スマートセンシングシステム構築</li> <li>学習結果を反映し、適宜分布のよいデータを自動収集・編集するスマートセンサの開発</li> <li>従来技術でできない非ユビクティ環境での、低消費電力・高精度で使える産業用センサーの開発</li> </ul>	<p>【用途】加工・組み立て工程、プラント等の稼働状況のリアルタイム監視、生産性向上等</p> <p>【市場】市場規模は4,193億円(2020年)を予測。製造(組み立てプロセス)分野、および資源分野をはじめ、IoT市場全般</p>
<p><b>従来技術との比較・優位点等</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>従来のソフトと実装したセンサーをセンサ制御と上位コントローラで構成する方式の産業用大型に属</li> <li>センサ制御技術の学習型で高密度の自律データ、即座不要の高品質データ収集</li> </ul>	<p>全産業種別対して、2020年に11.6兆円に成長</p>  <p>出典：「IoT産業の市場規模と技術動向」(2017年)、日経産業研究所「IoT産業の市場規模と技術動向」(2017年)、日経産業研究所「IoT産業の市場規模と技術動向」(2017年)</p>
<p><b>想定する連携先</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>製造(五族) 国産を軸としたシステムで稼働を改善する企業の方</li> </ul>	 <p>IoT産業の市場規模と技術動向</p>

問い合わせ 技術研究組合NMEMS技術研究機構

Mail: lss@nmems.or.jp  
Tel: 03-5809-3422  
URL: http://lss.la.coccon.jp/

＜関連するNEDOプロジェクト＞  
IoT産業の市場規模と技術動向プロジェクト  
プロジェクトについての問い合わせ先: NEDO IoT推進部 lot@mi.nedo.go.jp

展示会出展者ポスター例  
(左肩に来場者へのメッセージ記載のフォーマット)



◆ 成果の普及

**NEDO IoT横断プロジェクトセミナー**

- プロジェクト前半3年間の成果発信 および 市場との双方向コミュニケーション機会を設定
- 研究開発者の肌感覚として市場とのすれ違いの発見・問題意識が形成
  - ✓ 我々の活動は2～3年後を目標としているのに対し、ユーザは直近の課題解決を求める所の難しさ
  - ✓ マス相手ではマッチする可能性が低いので、ユーザを決めてそことマッチする要件を繋いでいくことの重要性

**【NEDO IoT横断プロジェクトセミナー  
～ テーマ：“AI/IoTの未来を知る”】**

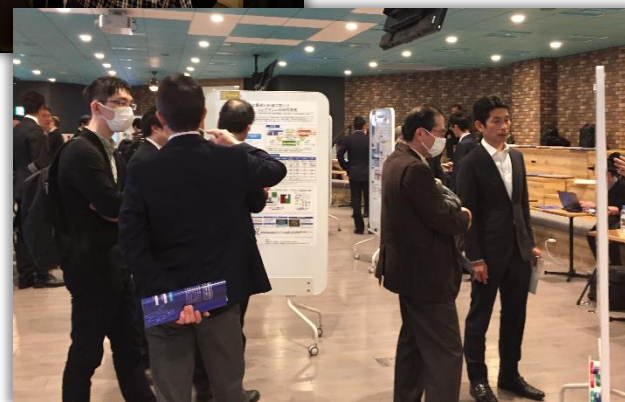
- ・日時：2019年3月13日(水)14:00～18:00
- ・場所：TECH PLAY SHIBUYA
- ・主催：NEDO
- ・参加者数：103名  
(属性：研究開発・エンジニア, SI,  
営業・マーケティング, コンサル, 経営 等)

・プログラム構成

- 招待講演1:(株)hapi-robo st 代表取締役社長 富田直美氏
- 招待講演2:(株)テカナリエ 代表取締役CEO 清水洋治氏
- Fast forward形式 各研究開発テーマ概要・成果紹介
- ポスターセッション
- プロジェクト関係者向け内部セッション (セミナー総括)



研究開発テーマ  
概要・成果紹介



ポスター  
セッション

## ◆ 知的財産権の確保に向けた取組

- 研究開発テーマ毎に、それぞれ定めた戦略・合意に基づき、実用化・事業化を念頭に  
出願活動を推進
- 着実に件数を積み上げており、基盤技術等の知財集約の促進に期待

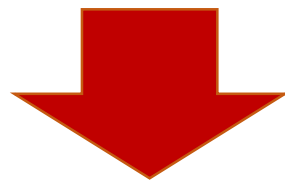
	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度	計
特許出願 (うち外国出願)	14 (4)	50 (21)	76 (27)	24 (14)	6 (0)	170件 (66件)

※2020年10月31日現在

## ◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

実用化については、当該研究開発の成果が社会的利用が可能となる段階※まで技術的な水準を確立することであり、事業化については、実用化段階を経た研究開発成果が、知的財産（IPコア等）、部品・モジュール・システム、サービス等の販売や提供により、企業活動(売り上げ等)に貢献することをいう。

※ 社会的利用が可能となる段階の例：IoTセンサやAIチップ等の試作品提供、次世代データベース、量子コンピュータ等のクラウド環境での公開など



PL指導のもと、技術推進委員会、サイトビジットなど、各種マネジメントシーンにおいて、**実用化事業化に向けた戦略**を徹底

◆ 実用化・事業化に向けた戦略

- 本プロジェクトでは「成果最大化」を掲げ、最重要マネジメント事項として、①研究開発テーマ内実用化・事業化戦略のレビュー、および、②研究開発テーマ間連携の推進に取り組んでいる。

① 研究開発テーマ内 実用化・事業化戦略のレビュー



- PDCA(Plan・Do・Check・Action)型ではなく、OODA型デザイン思考視点の導入
  - Observation : 観察
  - **Orientation : 気づき**
  - Decision : 判断
  - Action : 行動
- 自己のシーズ視点に偏重した戦略を立案(Plan)する傾向の研究者に対し、『**気づき**』を誘起するための設問設定
  - ✓ 技術視点のベンチマーク : 「なぜ開発するのか / 何を開発するのか / 必要なスペック・要件は何か / なぜそのスペック・要件で十分なのか」
  - ✓ 顧客視点のベンチマーク : 「顧客の選択肢は何か / 顧客がこの製品・サービスを求める理由は何か / 顧客がこの製品・サービスに躊躇するならば理由は何か」

※ 「何を作っているのか?」という質問に対して、日本では「〇〇機能を作っている」という答えが多いのに対し、欧米では「新しいビジネスを作っている」という答えが多い。欧米型の思考を研究者に意識して持ってもらおう意図。
- 技術開発と実用化・事業化は車の両輪と位置づけ、過去のNEDOプロジェクトと比べて研究者に『**気づき**』を与えられるように実施
  - ✓ プロジェクト推進委員会では初年度から実用化・事業化を重要審議事項に位置付け
  - ✓ ほぼ全てのテーマが『**産学連携のチーム構成**』であるため、プロジェクト当初より「研究開発責任者」に加えて事業化主体出身の『**実用化・事業化責任者**』(\*)を設置、テーマ内研究者間の討論を活性化 (\* )本資料巻末のAppendixを参照。

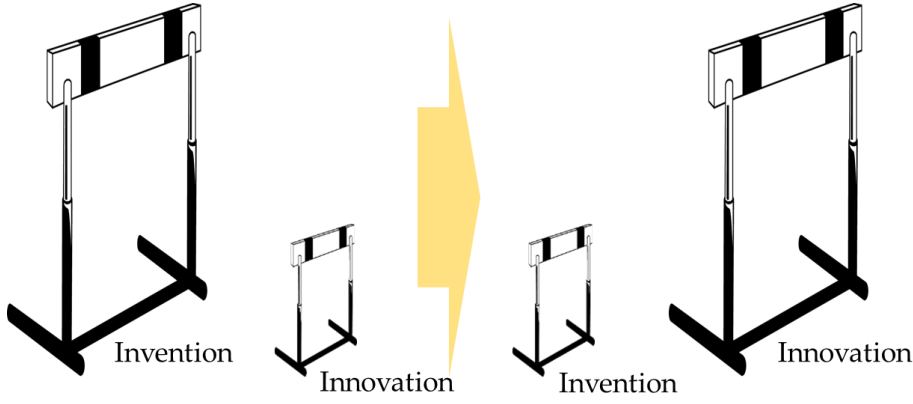
※ 各テーマにおいては、顧客訪問等にもかなりのリソースをかけ事業化検討を進めているものの、想定以上に事業化の厳しい案件も有り。困難の度合いを理解できれば、次のステップにてより事業化に近づくことが可能になるため、本プロジェクトの活動においては、厳しさの現状を理解したことも最終成果の一つとして評価すべきポイントであると考えている。

◆ 実用化・事業化に向けた戦略

② 研究開発テーマ間連携の推進 (1/2) - プロジェクト方針

■ IoTは、単に技術開発をするだけだと、単なる一つの製品となってしまう、ビジネスがスケールしない。ビジネススケールのためには、ステークホルダーを結び付けてエコシステムを構築することが必要。

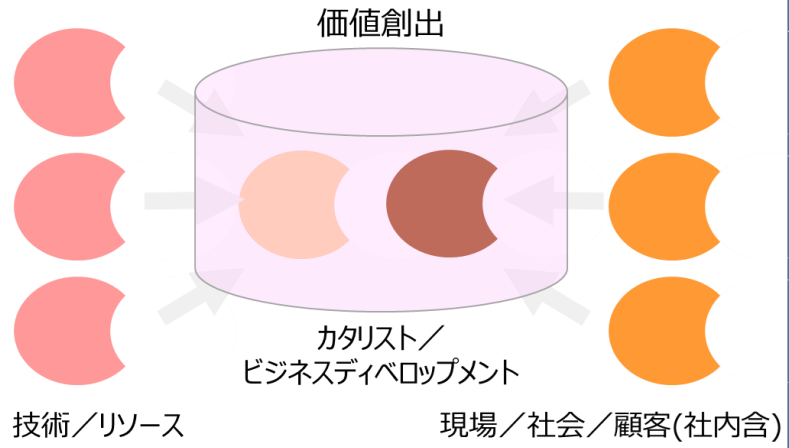
このような観点から、プロジェクト内においても、分野・組織・企業・事業部の壁を越えて多様性を持たせることが大切との認識。



インベンション (技術) とイノベーション (顧客)

従来は技術のハードルが高かったが、今は顧客のハードルの方が相対的に高くなった。この環境変化を意識。

- 《参考》イノベーションのポイントは「共感」と「利他」
- ✓ 共感：こうしたいという「感性」とこうすれば良いはずという「論理」の橋渡し
  - ✓ 利他：例えば、飲み会で他の人に酒を注ぎまわれば、誰かが自分にも注いでくれるだろうというものと同様の文脈



製品開発と事業開発

各テーマ提案の製品開発に加え、プロジェクトとして事業開発を推進すべく研究チームにプレッシャー。

《参考》ファウエイ成功の一つの理由は、研究開発、生産、営業、マーケティングなど、すべての部署を経験させる人事マネジメント。これが「気づき」や「意識の変革」につながる。

◆ 実用化・事業化に向けた戦略

② 研究開発テーマ間連携の推進 (2/2) - 全体取組み事例

- プロジェクト初盤は研究成果が出揃わず、実施者のみによる連携推進には困難を伴うことから、マネジメント側にて共創意識醸成の仕掛け  
→2017年度追加採択者を交えたキックオフ会議を単なる研究開発テーマ紹介に止めず、連携可能性探索の場として設定  
(『3000億円の事業を生み出す「ビジネスプロデュース」戦略』[\*]などの書籍も参考にしながら事業開発の視点も取り込んだワークショップ)  
[\*] 三宅孝之・島崎崇著 著/PHP研究所 刊
- 研究成果が整ってきたプロジェクト中盤は、モデルケースとして解析テーマ2件とセキュリティテーマ1件を連携させたコンセプト・デモをCEATEC JAPAN 2018に出展。  
→その企画プロセスを実施者主導で行わせることにより、プロジェクト内でボトムアップ的に共創意識を活性化

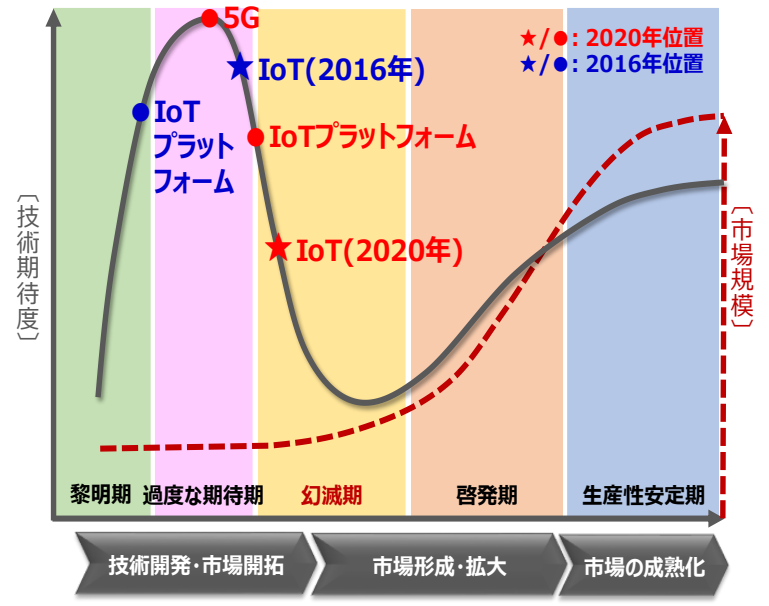


◆ 本研究開発項目における「実用化・事業化」の取組

**IoT技術・市場の状況**

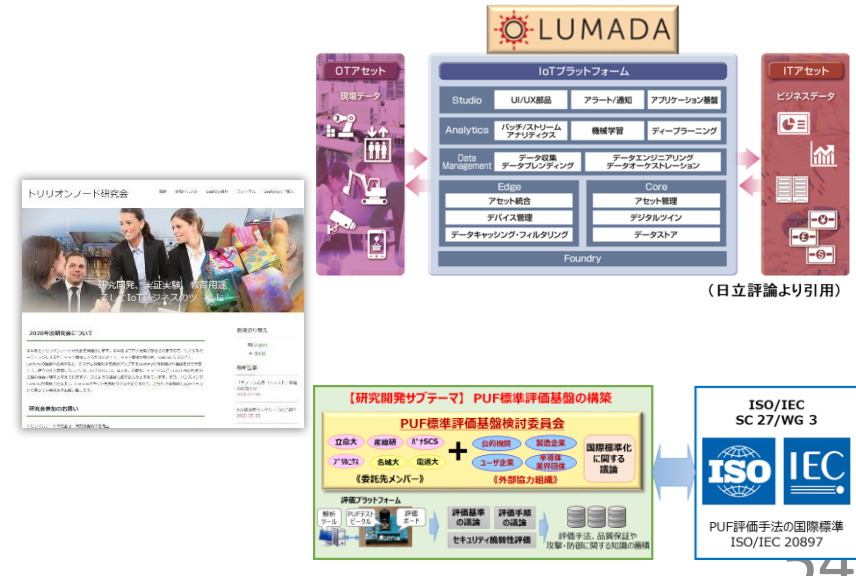
- Gartner社によると、IoT技術の成熟度は2016年のプロジェクト開始時に「過度な期待時期」であったものが、現在は「幻滅期」に入った立ち位置。
- これを市場形成の観点で見ると、単にテクノロジーに対する期待を抱いていたところから、技術の現実的な部分に目が向けられ始め確固たる市場を形成する入口。
- プロジェクト終了(2020年度)後の市場拡大期を見据え、研究開発と並行して「実用化・事業化」プランの具体化も、技術推進委員会等を通して推進。

出典：Gartner「日本におけるテクノロジーのハイブ・サイクル：2016年」「日本における未来志向型インフラテクノロジーのハイブ・サイクル：2020年」を加工



**各研究チームの具体的取組**

- 基本的には、研究チーム内の企業が自社事業を土台とし、研究開発成果を新価値としてアドオン、事業展開する計画。(ex. 日立・Lumada)
- 加えて、研究開発と並行し、無償PoCの実施、コンソーシアム活動により、ユーザーとの共創、市場開拓を図る。(ex. トリオンノード研究会)
- また、研究開発と連携した標準化活動により、研究開発成果へグローバル・スタンダード品の付加価値を付与。(ex. ISO/IEC20897 PUF評価手法の国際標準)



● 各研究開発テーマとも実用化・事業化主体を定め、それぞれの戦略に従って実用化・事業化を推進中。(詳細はAppendix-4参照)

分野	事業形態	研究開発テーマ	委託先/助成先名		実用化・事業化主体
			再委託先名・共同研究先名		
収集	委託	超高効率データ抽出機能をもつ学習型スマートセンシングシステムの研究開発	NMEMS技術研究機構		○ (日立製作所、東京電力HD、鷗宮製作所)
			うち再委託	電力中央研究所	
			うち再委託	東京大学 大学院工学系研究科	
			うち再委託	東京大学 生産技術研究所	
	助成	トリオンノード・エンジンの研究開発	東芝デバイス&ストレージ(株)		○
			うち共同研究	東京大学	
			東芝インフラシステムズ(株)		○
			うち共同研究	東京大学	
			(株)図研		○
			うち共同研究	東京大学	
	(株)SUSUBOX		○		
	(株)デバイス&システム・プラットフォーム開発センター			○	
助成	超低消費電力データ収集システムの研究開発	うち共同研究	東京工業大学		○
		うち共同研究	神戸大学		
		うち(再)委託	(株)東芝		
		うち(再)委託	アルプスアルパイン(株)		
セキュリティ	委託	Sensor-to-Cloud Securityへビッグデータを守る革新的IoTセキュリティ基盤技術の研究開発	横浜国立大学		○
			三菱電機(株)		
			東京大学		
			東北大学		
			神戸大学		
			産業技術総合研究所		
			電子商取引安全技術研究組合		
			うち共同実施	奈良先端科学技術大学院大学	
	委託	複製不可能デバイスを活用したIoTハードウェアセキュリティ基盤の研究開発	立命館大学		○
			うち再委託	名城大学	
			うち再委託	電気通信大学	
			産業技術総合研究所		
	助成	次世代産業用ネットワークを守るIoTセキュリティ/基盤技術の研究開発	アラクサネットワークス(株)		○
			うち共同研究	産業技術総合研究所	
			うち共同研究	東京大学	
			(株)IIIイノベーションインスティテュート		

分野	事業形態	研究開発テーマ	委託先/助成先名		実用化・事業化主体
			再委託先名・共同研究先名		
蓄積	委託	高速ストレージDRAMを用いた極低消費電力ヘテロジニアス分散ストレージサーバシステムの研究開発	東京大学 (中央大学より事業承継)		○
			東京工業大学		
			富士通(株)		
			日本電気(株)		
助成	先進IoTサービスを実現する革新的超省エネルギー型ビッグデータ基盤の研究開発	(株)日立製作所		○	
		うち共同研究	東京大学		
委託	超高速・低消費電力ビッグデータ処理を実現・利活用する脳型推論集積システムの研究開発	産業技術総合研究所		○	
		ヌヴォンテクノロジージャパン(株)			
		北海道大学			
		早稲田大学			
		慶應義塾大学 (東京工業大学より事業承継)			
		(株)日立製作所			
委託	組合せ最適化処理に向けた革新的アーキテクチャの研究開発	産業技術総合研究所		○	
		うち再委託	横浜国立大学		
		理化学研究所			
		国立情報学研究所			
		学校法人早稲田大学			
		東京大学			
		日本電気(株)			
		オムロン(株)			
委託	高速ビジョンセンサネットワークによる実時間IoTシステムと応用技術開発	(株)エクスビジョン		○	
		東電設計(株)			
		うち共同研究	大阪大学		
		うち共同研究	東京大学		
助成	Field Intelligence搭載型大面積分散IoTプラットフォームの研究開発	東京電力ホールディングス(株)		○	
		東洋インキSCホールディングス(株)			
		双葉電子工業(株)			
		(株)デジタルメディアプロフェッショナル			
助成	省電力AIエンジンによる人工知能プラットフォーム	日本電気(株)		○	
		うち共同研究	兵庫県立大学		
		うち共同研究	名古屋大学		



◆波及効果

- 各研究開発テーマでは、研究開発と並行して、それぞれの出口戦略に適した波及効果拡大（成果最大化）に取り組んでいる。  
次に、①人材育成、②コンソーシアム、③国際標準化の代表事例を示す。

①人材育成

— NEDO IoT推進のための横断技術開発プロジェクト 人材育成スクール —

(実施テーマ:超高速・低消費電力ビッグデータ処理を実現・利活用する脳型推論集積システムの研究開発)

- 当該テーマがハブとなり、研究開発項目③「高度なIoT社会を実現する横断的技術開発」に参画する他のテーマとともに、人材育成スクール (<https://www.iot-aidevice.org/>) を開催し、研究開発成果の将来ユーザを育成。

- 第1回： 2017年2月23日（実習）  
2017年2月24日（講習）
- 第2回： 2017年10月10～11日（講習）  
2017年10月24～25日（実習）
- 第3回： 2018年8月 9～10日（講習）  
2018年8月28～29日（実習1）  
2018年9月20～21日（実習2）
- 第4回： 2019年1月 8～ 9日（講習）  
2019年1月28～29日（実習1）  
2019年3月17～18日（実習2）
- 第5回： 2019年8月 8～ 9日（講習）  
2019年8月29～30日（実習1）  
2020年3月10～11日（実習2）

NEDO IoT推進のための横断技術開発プロジェクト



2019年度第1回 人材育成スクール（通算第5回）

プログラム詳細と参加申込はこちら

<講習>  
2019年8月8日（木）・ 9日（金）  
産業技術総合研究所 臨海副都心センター別館11階 会議室1  
<実習1>  
実習1は定員に達しましたので、締め切りとさせていただきます。  
2019年8月29日（木）-30日（金）  
産業技術総合研究所 つくば中央第5事業所



講習



実習

◆波及効果

②コンソーシアム

— トリリオンノード研究会 —

(実施テーマ:トリリオンノード・エンジンの研究開発)

- 設立趣旨：本研究会は超小型・低消費電力のトリリオンノード・プラットフォームを関連企業の皆様と一緒に作り上げて行く研究会として発足しました。  
(中略) 一部開発に成功した部分に関しては、2019年9月にLeafony (リーフォニー) という名称で、仕様、回路図、パターン図、応用例、ソフトウェアなどを一般公開しました。商業的にも自由に無償で各種データを利用できます。(以降略)
- 発足年：2017年
- HPアドレス：<https://trillion-node.org/>
- 研究会メンバー (67社)

IAOKI, FUJI, IoT-EX, KDDI, LEAFONY SYSTEMS, Mouser Electronics, Quest7, Sohwa&Sophia Technologies, STマイクロエレクトロニクス, SUSUBOX, WDS, ケイ・ピー・ディ, サーキットデザイン, セイコーインスツル, センシスト, ソーラー・リノベーション, ソニーセミコンダクタソリューションズ, ディー・クルー・テクノロジーズ, デバイス&システム・プラットフォーム開発センター, ネクスティエレクトロニクス, パナソニック, ファナティック, プロトラプズ, リコー電子デバイス, リサシステム, 旭化成エレクトロニクス, 夏目光学, 近畿日本鉄道, 金沢大学, 金沢大学IoT開発グループ, 群馬大学大学院, 慶応大学SFC, 慶應義塾大学SFCソーシャルアプリケーション・ラボ, 計画工学研究所, 古野電気, 埼玉大学, 三菱ケミカルエンジニアリング, 三菱電機エンジニアリング, 産業技術総合研究所, 新光電気工業, 新日本無線, 図研, 青葉電子, 川崎重工業, 創成電子, 双葉電子工業, 太陽誘電, 大日本印刷, 大和無線電機, 中部電力株式会社, 長野県協同電算, 長野県工業技術総合センター, 東京大学, 東京大学協創プラットフォーム, 東京都立産業技術センター, 東芝インフラシステムズ, 東芝テック, 東芝デバイス&ストレージ, 東芝デベロップメントエンジニアリング, 東電設計, 日昭無線, 日本航空電子工業, 日立製作所, 半導体エネルギー研究所, 富士通クライアントコンピューティング, 明光電子, 立野電脳



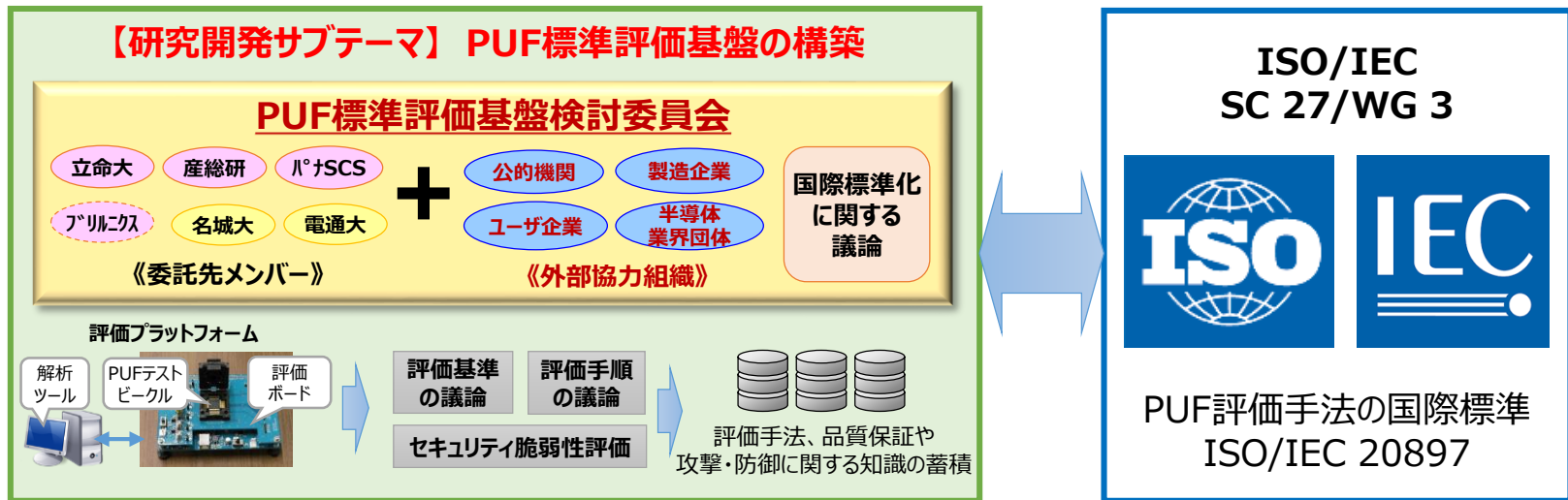
◆波及効果

③国際標準化

— ISO/IEC 20897 —

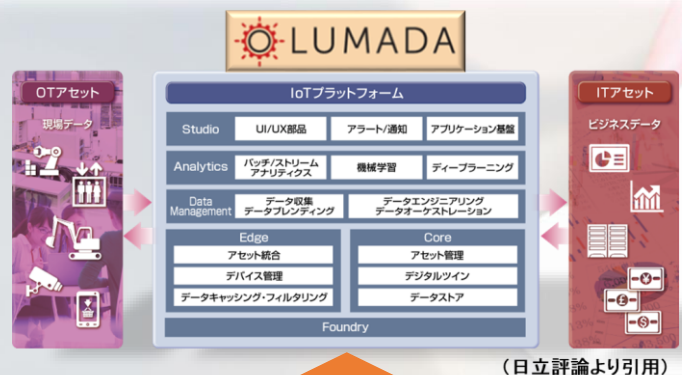
(実施テーマ:複製不可能デバイスを活用したIoTハードウェアセキュリティ基盤の研究開発)

- 研究チームによるPUFの性能指標や脆弱性評価結果を、委託先以外の組織を含む「PUF標準評価基盤検討委員会」で議論し、PUFの評価基準ならびに評価手順をISO/IECの標準とすることで、PUF技術が産業界で広く使われることを意図。
- 対象標準
  - ISO/IEC 20897-1 “Physically Unclonable Functions--Part1: Security” : セキュリティ要件  
→2020年度内にISステージ(国際規格発行段階)に進む見通し
  - ISO/IEC 20897-2 “Physically Unclonable Functions--Part2: Test and evaluation methods” : 試験・評価手法 →2020年度内にDISステージ(国際規格原案照会段階)に進む見通し【規格発行がほぼ確実】



◆ 実用化・事業化へ向けた実装事例

- エッジ側・クラウド側ともに、計画どおりIoT基盤技術をシステムレベルで確立。NEDOプロジェクトの終了後は、各企業が順次商品化を図り、事業として立ち上げていく予定。(以下、一部事例)



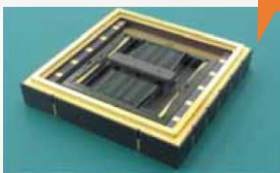
超省エネルギー型データベースエンジン  
(先進IoTサービスを実現する革新的超省エネルギー型ビッグデータ基盤の研究開発)



コンセントレータ



赤外線アレーンサ



振動発電

マルチガスセンサ    無線+MPUモジュール



マルチガスセンサ



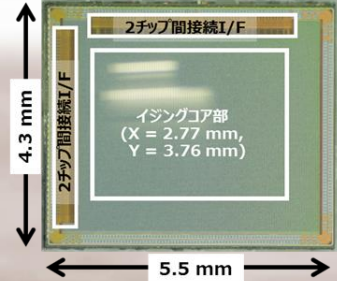
音センサ



面電流センサ



チップ写真



チップ面積: 23.65mm<sup>2</sup>, コア部: 10.42mm<sup>2</sup>, IF部: 13.23mm<sup>2</sup>

USB接続ボード



名刺サイズCMOSアニーリングマシン  
(組合せ最適化処理に向けた革新的アニーリングマシンの研究開発)

L b s s (超高効率データ抽出機能を有する学習型スマートセンシングシステムの研究開発)



### **3. 研究開発成果**

### **4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し**

---

**研究開発期間2018～2022年度**

**研究開発項目①**

**革新的AIエッジコンピューティング技術  
の開発**

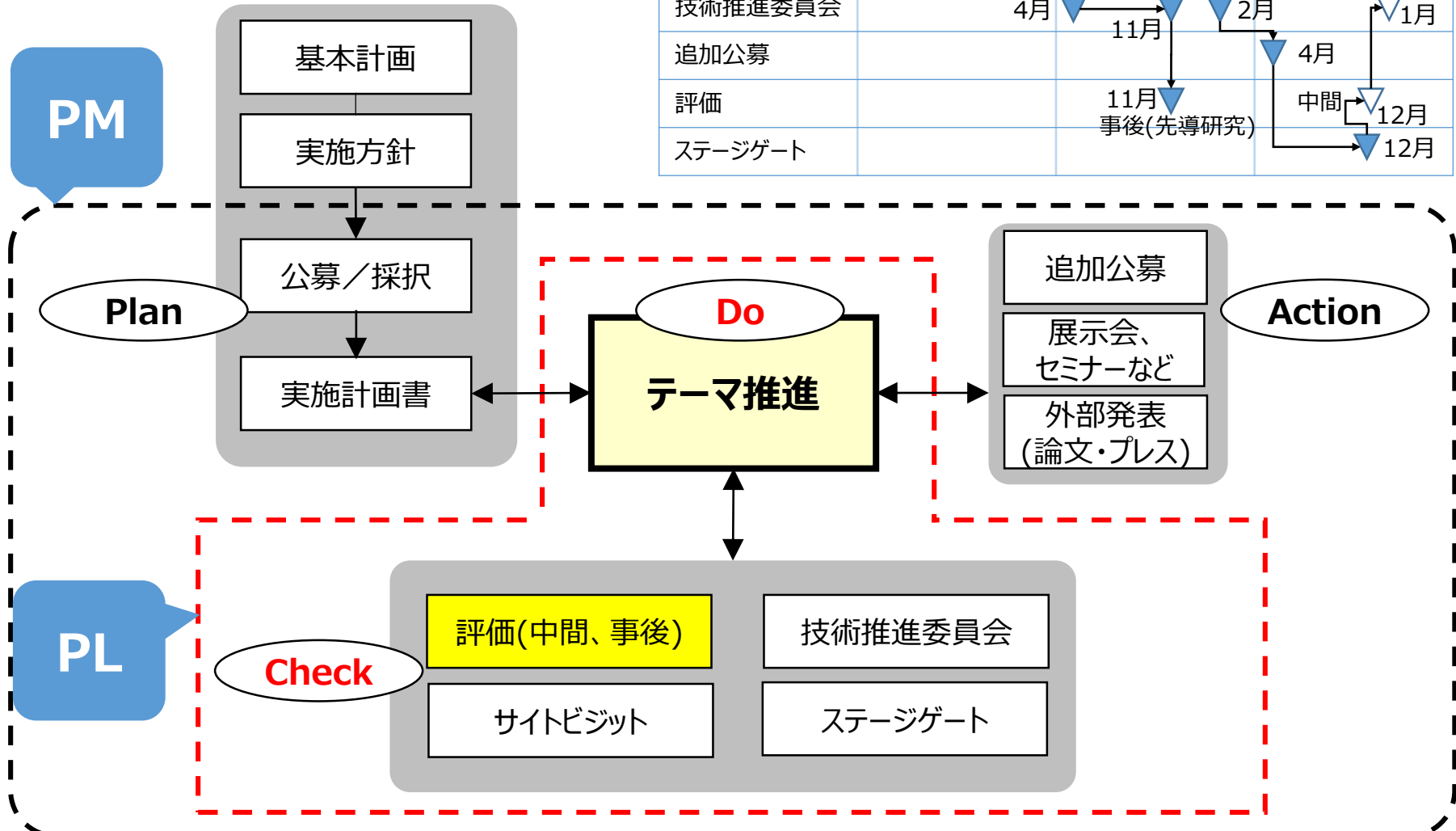
**PL 本村 真人**

**東京工業大学 教授**

◆研究開発の進捗管理

PM, PLにて役割分担並びに連携しながら、プロジェクト推進のマネジメント支援を行っている。

	2018年度	2019年度	2020年度
公募	4月 9月		
サイトビジット		7-9月	
技術推進委員会	4月	11月	2月 1月
追加公募			4月
評価		11月 事後(先導研究)	中間 12月
ステージゲート			12月



### 3. 研究開発成果 プロジェクトマネジメント方針とマネジメントイベントの実施について

#### ◆ マネジメント方針・実施

- 研究開発の推進、方針および予算配分の見直しなどについて、各種マネジメント・イベントを実施。
- 2018年度～2020年度は、プロジェクトを実施するための**体制構築**や実用化・事業化のもととなる**研究開発**を実施。
- 2021年度～2022年度は、**実用化・事業化をより意識した研究開発**を実施しつつ、**社会実装に向けた計画のブラッシュアップ**を実施する予定。その一環として、**実用化・事業化に重きを置いたステージゲート審査**を2020年度に実施し、2021年度以降の研究開発の実施の可否について判断。

	2018年度	2019年度	2020年度
公募	4月 9月		
サイトビジット		7-9月	
技術推進委員会	4月	11月 2月	1月
追加公募			4月
評価		11月 事後(先導研究)	中間 12月
ステージゲート			12月

マネジメントイベント	内容	効果・成果
技術推進委員会 1	各事業者や技術推進委員を含め、 <b>本事業の関係者が一堂に会し、意見交換。</b>	今後の円滑な事業推進に向け、コミュニケーションの強化。
サイトビジット	各テーマの <b>研究現場訪問</b> し、進捗確認・意見交換。	直近の進捗状況、課題の認識、出口イメージなど実際の研究開発者と活発に議論。
技術推進委員会 2	先導調査研究 4 案件のテーマ事後評価。	事後評価が優良な案件について、ユーザー企業とのマッチングを促進。
技術推進委員会 3	各テーマの成果、実用化に向けた取り組みの審議。追加公募に関する審議。	政府予算に応じ来年度予算査定⇒ <b>減額を指示。</b> 委員会の結果を踏まえ、 <b>追加公募</b> へ。
追加公募	誰もが使いやすい組み込みシステム向けRISC-Vのソフトウェアスタック群の研究開発に関する追加公募を実施。	公募の目的と合致した事業者を選定。 本事業の更なる成果普及を図る。
ステージゲート	各テーマの研究開発成果を技術面と実用化・事業化面から審査し、方針転換や継続可否を判断。	成果に対して、 <b>メリハリをつけた予算配分を実施。</b>
評価（事後、中間）	マネジメント評価、代表事業者から報告。	評価結果を基にプロジェクトの <b>内容、方向性を見直す。</b>

◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義 (技術課題の設定)

- IoT社会の到来による**データ量の爆発的な増加に対応**し、急増したデータの高度な利活用を促進するために、ネットワークの末端（エッジ）で高度かつ低消費で情報処理を行う「**エッジコンピューティング**」の**確立が必要**。
- また、エッジ領域における、省電力化や高性能化、ハード・ソフトを組み合わせたコンピューティング技術の最適化は、**いまだ手探り状態**であり、**日本が強みを有する「現場」で生成されるデータを処理する技術**に関する研究開発を実施し、成果を社会実装することにより、**我が国の産業競争力の向上**が見込まれる。
- そのため、**エッジにおけるAI処理を実現するための小型かつ省エネながら高度な処理の能力を持った専用チップ及びコンピューティング技術等**を開発することを目的とし、情報提供依頼（RFI）を実施。その結果、以下の(A)～(F)を開発課題として設定。その後、公募の結果、以下の13テーマの研究開発を実施。（2020年11月時点）

取組区分	実現区分			
	既存ハード	新アーキテクチャ		新デバイス
1. 専用チップ (AIアクセラレータ、SoCの開発)	CPU・FPGA等 ※開発対象外	(B) リンコンフィギュラブルデバイスによるコンピューティング技術 ルネサス PFN	(E) 多数の分岐ノードを有するAIアルゴリズム処理を高性能化するコンピューティング技術 エヌエスアイテクス 東京大学	(A) 不揮発性素子等のスイッチング機構を用いたコンピューティング技術 NEC
2. コンピューティング技術 (OS、コンパイラ、ツール等、開発環境の開発)		(C) 演算処理量の軽量化を実現するAI組み込みコンピューティング技術 ソシオネクスト   沖   KDDI   フィックスターズ		
		(D) エッジコンピューティング向けリアルタイムソフトウェア制御技術 イーソル		
		(F) エッジデバイスのセキュリティ技術及びその評価技術 イーソル		
3. セキュリティ基盤 (エッジ向けセキュリティ)		TRASIO	産総研	



### 3 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題、解決方針
①革新的AIエッジコンピューティング技術の開発	中間目標(2020年度)開発成果を組み込んだ要素技術に係る検証あるいはシミュレーションにより、エネルギー消費効率あるいは電力効率(単位電力あたり性能)が、事業開始時点における同等の技術と比較し、10倍以上となる見込みを示す。	<p>【2018年度】 本研究開発項目の実施体制を構築すべく、情報提供依頼(RFI)の結果や政策的観点から以下の重点課題例を設定し、2回の公募を実施した。結果、<b>研究開発枠12テーマ等</b>を採択し、<b>研究開発に着手</b>した。</p> <p>【2019年度】 各事業者のサイトビジットおよび技術推進委員会を通じて進捗状況を確認し、<b>最終目標である、開発成果を組み込んだシステムレベルでのエネルギー消費効率あるいは電力効率10倍以上の達成に向けて外部委員等による助言等を行った</b>。また、先導調査研究として開始した4テーマについては、研究開発期間終了に伴う事後評価を実施した。</p>	○	<b>技術推進委員会での指摘事項、進捗状況を踏まえた事業への加速・減額を実施し、目標達成に向け、推進する。</b>

達成度：◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 達成見込み(中間)／一部達成(事後)、× 未達

開発課題	12テーマの代表事業者
(A) 不揮発性素子等のスイッチング機構を用いたコンピューティング技術	NEC
(B) リンコンフィギャラブルデバイスによるコンピューティング技術	ルネサス／Preferred Networks(※以下PFN)
(C) 演算処理量の軽量化を実現するAI組込みコンピューティング技術	ソシオネクスト／沖／KDDI／フィックスターズ
(D) エッジコンピューティング向けリアルタイムソフトウェア制御技術	イーソル
(E) 多数の分岐ノードを有するAIアルゴリズム処理を高性能化するコンピューティング技術	エヌエスアイテクス／東京大学
(F) エッジデバイスのセキュリティ技術及びその評価技術	TRASIO／産総研／イーソル

### 3. 研究開発成果（1）研究開発項目の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆ 開発課題毎の概要と研究開発テーマ毎の達成度

開発課題		概要	研究開発テーマ 代表事業者	達成度
(A)	不揮発性素子等のスイッチング機構を用いたコンピューティング技術	フラッシュメモリとは異なる原理でON/OFF状態を保持する新構造の不揮発性素子を用いたスイッチング機構を、メモリ、通信回路、デジタル信号処理回路等に導入することで、低消費電力のAI処理を可能とするコンピューティング技術を開発。	NEC	○
(B)	リコンフィギャラブルデバイスによるコンピューティング技術	与えられたタスクや設置環境に合わせて、チップ内の回路構成を動的に変更することにより、常に高速かつ低消費電力での動作を実現する技術等を開発。	ルネサス	○
			PFN	△ 新型コロナウイルスの影響により、一部実施項目で遅延が発生。
(C)	演算処理量の軽量化を実現するAI組み込みコンピューティング技術	チップがデータ処理する際に、データを軽量化してから処理するよう、チップに入力される計算プログラムを自動的に変更することにより、チップでの情報処理量を可能な限り軽減する技術等を開発。	ソシオネクスト	◎ 一部実施項目を前倒しで完了。
			沖	○
			KDDI	○
			フィックスターズ	○
(D)	エッジコンピューティング向けリアルタイムソフトウェア制御技術	多数のプロセッサを高い実行効率で制御できるのみならず、エッジコンピューティングで要求されるリアルタイム性を満足し、かつ省エネ性能に優れたOS技術等を開発。	イーソル	○
(E)	多数の分岐ノードを有するAIアルゴリズム処理を高性能化するコンピューティング技術	与えられたタスクを小さな処理単位に分解・整列し、プロセッサの利用状況と処理単位の実行優先度を動的に判断して実行制御できる並列プロセッサ技術等を開発。	エヌエスアイテクス	○
			東京大学	○
(F)	エッジデバイスのセキュリティ技術及びその評価技術	オープンアーキテクチャのCPU命令セットであるRISC-Vを用いて、産業用途で多用されているデータ格納方式に対応したプロセッサや、当該プロセッサ上でアプリケーションをセキュアに動作させる実行環境、当該プロセッサ上でAI処理・並列処理などで多用されるライブラリを活用可能にする技術等の開発。 エッジデバイスへの攻撃に対するセキュリティ技術等を開発するとともに、既存の技術も含めて、その性能を横断的に評価するための評価技術等を開発。 また、RISC-Vコアやそれをベースとしたセキュリティ基盤技術等に関するソフトウェアスタック群の開発。	TRASIO	○
			産総研	○
			イーソル	○

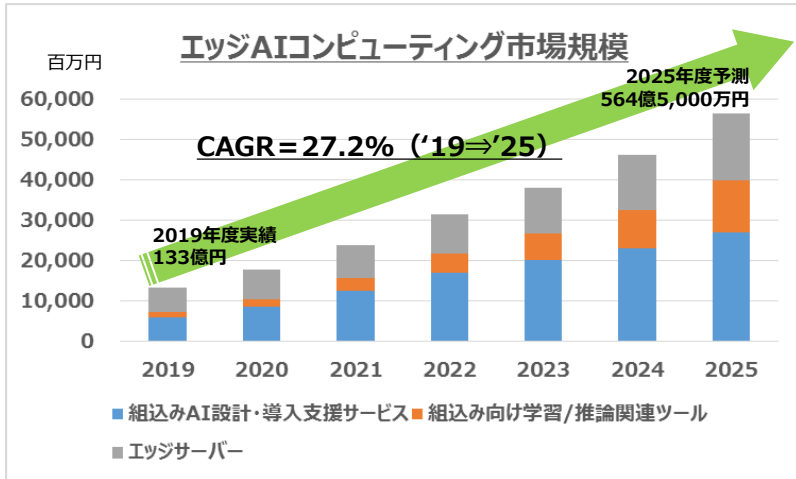
◆プロジェクト成果の意義

**社会課題の中心となる重点5分野※を支える“産業領域へのAI組み込みによる生産性向上”へ貢献する**

1. 小型かつ省エネルギーながら高度な処理能力をもった**専用チップ**  
⇒AIアクセラレータやSoCの開発 (NEC、ルネサス、PFN、エヌエスアイテクス、東京大学)
2. エッジ領域における**コンピューティング技術**に関する研究開発  
⇒OS、コンパイラ、ツール等、開発環境の開発 (ソシオ、沖、KDDI、フィックスターズ、イーソル)
3. エッジコンピューティングにおける**セキュリティ基盤**技術や評価技術  
⇒エッジ向けセキュリティ (TRASIO、産総研、イーソル)

- ※**重点5分野**
- 健康医療介護
  - 農業
  - 国土強靱化
  - 交通物流
  - スマートシティ

<市場環境>



エッジ環境を前提とした AI モデル開発ツールやサービス、量子化/圧縮化技術が充実しつつある。2021年度以降、AIが組み込まれた機器の量産化やアプリケーション開発が本格化する見込み。エッジAIは、自動運転に不可欠な技術であり、大手自動車メーカーや大手自動車部品メーカーとAIベンダーが、自動運転の高度化に向けた共同開発を加速させていくとみられる。

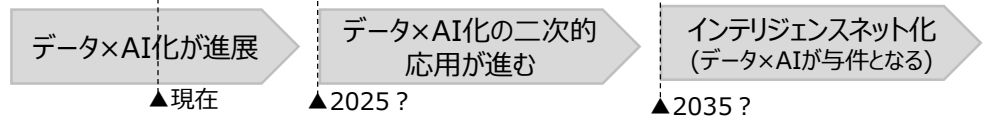
2020.8.21 富士キメラ総研 調査レポート

<政策>

【AI戦略2019：2020年以降の取組の方向性(2020.6 フォローアップ)】

・**重点5分野**※<sup>1</sup>の社会実装に向けて「サービス・ものづくり」において、AI等による生産性革新を進める観点から、**現場で活用できる技術開発やAIを導入しやすい環境整備が必要**

【データ×AI化における産業化の大局観】



▲現在  
・データとAI利活用が大半の産業で広がる  
・**新サービス業が萌芽**

▲2025?  
・一般の利用が進展  
・**新サービス業の拡大**

▲2035?  
・エコシステム構築

安宅和人 経済産業省、産業構造審議会、新産業構造部会 (2016.1)

市場拡大と政策支援により「データ×AI化」が着実に浸透する産業界の競争力向上に向け「エッジコンピューティング技術」の成果が下支えする

### 3. 研究開発成果

#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

##### ◆ 各個別テーマの成果の意義

##### IoT時代のクラウドコンピューティングの課題

- ・コスト 高い
- ・レイテンシ 長い
- ・セキュリティ 低い

低減  
短縮  
強化

##### 解決の方向性 (AIエッジコンピューティング)

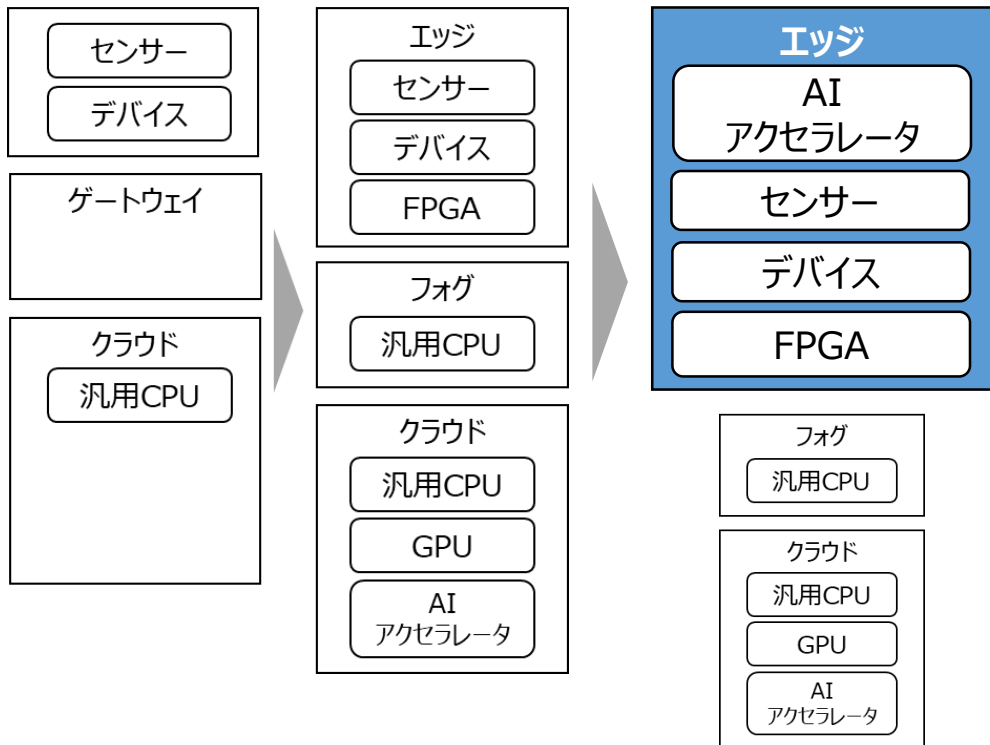
エッジにおけるより高度な処理の必要性  
= エッジの高機能化 (AIエッジ化)



##### 成果の意義

エッジでのAI処理能力向上を実現する  
エッジコンピューティング環境構築の  
容易化

##### IoTの高度化によるデータ量の増大に伴い、エッジヘビー化へ



##### 各個別テーマ

##### 「革新的AIエッジコンピューティング技術の開発」

専用チップ

(A) 不揮発性素子等のスイッチング機構を用いたコンピューティング技術(NEC)

(B) リンコンフィギュラブルデバイスによるコンピューティング技術(ルネサス、PFN)

(E) 多数の分岐ノードを有するAIアルゴリズム処理を高性能化するコンピューティング技術(エヌエスアイテクス、東京大学)

コンピューティング技術

(D) エッジコンピューティング向けリアルタイムソフトウェア制御技術(イーソル)

(C) 演算処理量の軽量化を実現するAI組み込みコンピューティング技術(ソシオネクスト、沖、KDDI、フィックスターズ)

セキュリティ

(F) エッジデバイスのセキュリティ技術及びその評価技術(TRASIO、産総研)

### 3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

#### ◆ 成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目	現状 (2020年度取組み)	最終目標(2022年度末)	達成見通し
①革新的AIエッジコンピューティング技術の開発	<p>誰もが使いやすい組み込みシステム向けRISC-Vのソフトウェアスタック群の研究開発に関する<b>追加公募を実施</b>。</p> <p>既存の研究開発テーマの進捗は、最終目標に向けて概ね順調に進捗。<b>ステージゲート審査等をもって、2021年度以降への研究開発の継続可否に加え、研究開発体制の見直しや、事業規模の拡大、縮小等の包括的な事業の見直しを行い、最終目標の達成に向けてより一層邁進。</b></p>	開発成果を組み込んだシステムレベルでの検証を行い、エネルギー消費効率あるいは電力効率（単位電力あたり性能）が、事業開始時点における同等の技術と比較し、10倍以上となることを示す。	計画通り進捗し、達成見込み

取組区分	実現区分	既存ハード	新アーキテクチャ	新デバイス	
1. 専用チップ (AIアクセラレータ、SoCの開発)		CPU・FPGA等 ※開発対象外	<p>(B) リンコンフィギュラブルデバイスによるコンピューティング技術</p> <p>ルネサス PFN</p>	<p>(E) 多数の分岐ノードを有するAIアルゴリズム処理を高性能化するコンピューティング技術</p> <p>エヌエスアイテクス 東京大学</p>	<p>(A) 不揮発性素子等のスイッチング機構を用いたコンピューティング技術</p> <p>NEC</p>
2. コンピューティング技術 (OS、コンパイラ、ツール等、開発環境の開発)			(C) 演算処理量の軽量化を実現するAI組み込みコンピューティング技術 ソシオネクスト 沖 KDDI フィックスターズ		
			(D) エッジコンピューティング向けリアルタイムソフトウェア制御技術 イーソル		
			(F) エッジデバイスのセキュリティ技術及びその評価技術 イーソル		
3. セキュリティ基盤 (エッジ向けセキュリティ)			TRASIO 産総研		

### 3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

#### ◆ 成果の普及

	2018年度	2019年度	2020年度
展示会、新聞掲載	9	13	20

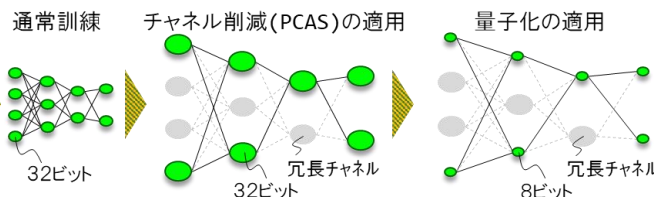
件数  
2020年10月現在

#### ◆ 研究開発成果 (2019年度)

##### 2Q : 沖電気工業 DNN圧縮技術



ImageNet: 1000クラス画像認識データセット  
(訓練用画像約120万枚+評価用画像5万枚)  
画像引用元:  
[https://gluon-cv.mxnet.io/build/examples\\_datasets/imagenet.html](https://gluon-cv.mxnet.io/build/examples_datasets/imagenet.html)



- ・認識精度**1%劣化に抑え演算量8割削減**。
- ・採択率4%の国際学会に採択。
- ・2019/9/9にNEDOと共同ニュースリリース実施。

##### 3Q : アラヤ 深層学習圧縮ツール事業化



- ・深層学習用のモデル自動圧縮ツールについて、認識精度を維持したまま最大1/30に圧縮する技術を確立。
- ・**研究開発成果を踏まえた汎用自動ネットワーク圧縮ツール(Perssai)を2020年3月に事業化**。
- ・2019/11/18にNEDOと共同プレスリリースを実施。
- ・2019/11/21に『ET / IoT Technology Award 2019』 Edge Technology 優秀賞を受賞。

#### ◆ 研究開発成果 (2020年度)

##### 1Q : ソシオネクスト ArchiTek 豊田自動織機

##### AIエッジLSIの試作

- ・AI認識処理を行うハイブリッド量子化DNN技術、画像処理を行う進化型仮想エンジンアーキテクチャ技術 (aIPE) およびリアルタイムSLAM処理技術を開発。
- ・**これらの技術を導入した進化型・低消費電力AIエッジLSIを試作評価。AI認識・画像処理効率10倍、SLAM時間1/20を達成**。
- ・2020/6/18に共同ニュースリリース実施。

## ◆ 知的財産権等の確保に向けた取組

## ・標準化活動、オープンコミュニティの推進

テーマ名	実施者	成果概要
スケーラブルなエッジHPCを実現するOS統合型プラットフォームの研究開発	イーソル	研究開発と並行して、国際標準化活動に注力。IEEE/Computer Society/Design Automation/Software-Hardware Interface for Multi-manycore (IEEE/C/DA/SHIM)としてP2804 SHIM WGを設置('19/2)、SHIMがIEEE Std 2804-2019として発行('20/2)。いち早くSHIM準拠に対応。 <b>既にプロジェクト目標であったIEEEでの標準化を2020年1月に完了し、IEEE Std. 2804としてIEEEから発行済み。</b> 現在は本仕様のアップデートに関する議論を段階的に進めている。 また、IEEE 2804をIECとのDual logo標準とするために、IEC TC91にて提案中。11月に開催されるTC91 Web meetingにて、本件における審議を行う予定。
セキュアオープンアーキテクチャ基盤技術とそのAIエッジ応用研究開発	TRASIO	2021年度初めにオープンコミュニティ活動開始をアナウンス予定。市場向け活動の第一歩として <b>2020年8月、第一回オープンフォーラム実施</b> 。TRASIO研究成果(協調領域の技術基盤)に対するユーザの認知を高め、産業システムのユーザの声を集めることにより、市場ニーズを積極的に取り込んだオープンシステムの開発を推進。 セキュリティ基盤PoCが実装完了後、オープンコミュニティにおけるユーザ試行に供し、ハンズオン可能なプラットフォームを軸とした更なる活動拡大を図る。研究成果のグローバルな標準化提案活動も強力に推進し、オープンコミュニティの中でその成果を開示する予定。

	2018年度	2019年度	2020年度
学会発表・講演	6	64	59
論文	0	14	19
特許	0	8	12
受賞	0	3	3

件数

2020年10月現在

◆本プロジェクトにおける出口戦略（実用化・事業化）

- ハードウェア開発にとどまらず、社会課題への適用を見据えた **ソフトウェア基盤開発も一体的に推進**する。  
⇒効率よいエッジ処理環境の構築  
・実製品へのAI組込みを容易化するツール(事例1：ルネサスエレクトロニクス)
- 想定する社会実装先をターゲットに、事業期間中から試作品を用いた **ユーザ評価**を行い、スムーズに実用化等に移行できるよう **スペックへのフィードバック**を行う。  
⇒ユーザーを巻き込んだ評価・フィードバックによりLSI試作(事例2：ソシオネクスト)
- ステージゲート審査等により研究開発の成果を見極め、実用化が近く企業主体で実施すべきテーマについては、**早期卒業等を実施**することで、**実用化**を進める。

「実用化」: 当該研究開発の成果が社会的利用が可能となる段階※まで技術的な水準を確立すること

「事業化」: 実用化段階を経た研究開発成果が、知的財産(IPコア等)、部品・モジュール・システム、サービス等の販売や提供により、企業活動(売り上げ等)に貢献すること

※社会的利用が可能となる段階の例: IoTセンサやAIチップ等の試作品提供、次世代データベース、量子コンピュータ等のクラウド環境での公開など

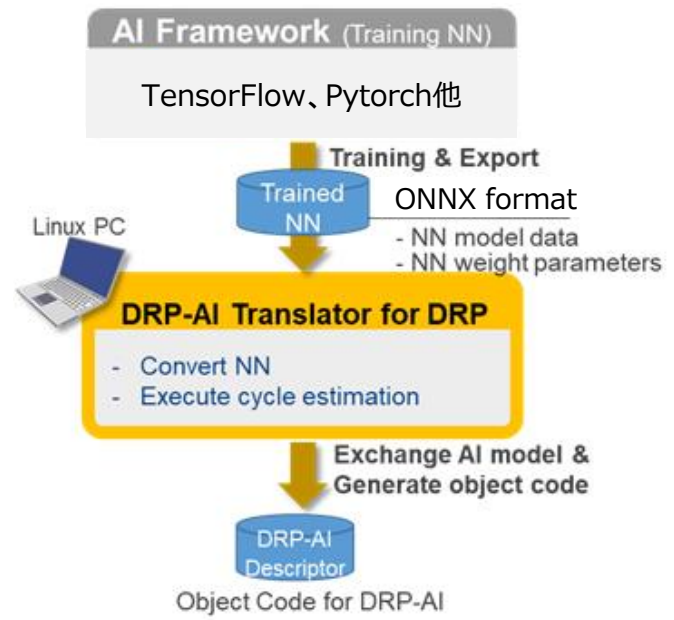


◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方（出口戦略の事例1）

・組込技術者が、AI組込を容易化するAIモデル圧縮ツール・DRP-AI実装ツールを開発  
 ・ツールを含めたビジネスモデルにて急成長、多様化する組み込みAI事業をリード

実製品へのAI組込みを容易化するツールの研究開発成果(ルネサスエレクトロニクス)

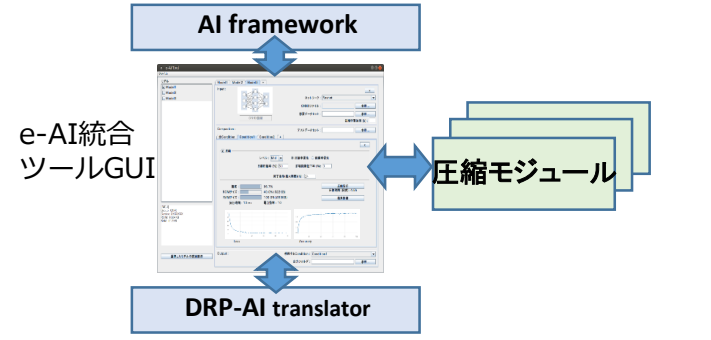
■ DRP-AIトランスレータ



※DRP: Dynamically Reconfigurable Processor

- ・各種AIフレームワークの学習結果をDRP-AI推論用に変換するツールをプロトタイプ開発。ONNX形式でニューラルネットワークのモデルや重みデータを入力、DRP-AI用に出力
- ・一般物体認識YOLO、クラス分類Resnet, VGGなどでTEG1上の動作を確認

■ e-AI統合ツール



AIエンジニア向けツール

AIプログラミング前提の詳細なモニタ・設定

圧縮レベル				なし
認識精度[%]	75	78	79	80
実行速度[ms]	20	30	40	100
電力[mJ/frame]	50	80	120	250
ROM size[MB]	8	12	16	40
RAM size[MB]	1	1.5	2	5

\*値はイメージです

組み込みエンジニア向けツール

設定の簡易性 HWインパクトの見える化

**ターゲット**

プロジェクト各社(ルネサス、三菱、SOINN、東工大)で開発した各ソフトウェアを接続し、組み込みユーザ向けに機能拡張したAI圧縮ツールの機能仕様と要素開発を完了。

- ・ONNX変換インタフェース設計
- ・複数の圧縮モジュールの接続/選択機能
- ・圧縮効果見える化

◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方（出口戦略の事例2）

## AIエッジLSIのユーザ評価（ソシオネクスト）

- 2019年10月に設計データをテープアウト、LSI/ボードを2020年1月末に入手。その後、基本動作検査後、ボードを2020年2月末から順次プロジェクト体制内の豊田自動織機とArchitekに提供開始。
- チップ構想のプロモーションを行い、ユーザ企業の発掘を実施。LSI試作のために予算を加速し、試作LSI評価並びにターゲット分野顧客からフィードバックを得て、成果の最大化を図った。

用途	使用目的	分野、顧客	効果
外部評価	アプリケーション評価	総合家電系顧客	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実アプリケーションでの実践的な評価、課題抽出</li> <li>・実用化確認を行うことで、早期の事業化が可能</li> </ul>
		車載系顧客	
	画像処理やAI推論の実証実験	カメラ系顧客	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実アプリケーションでの実践的な評価、課題抽出</li> </ul>
		大学	
		海外販社	
PoC、デモ開発	ソフト開発系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・センサーデータ処理やAI処理の性能確認</li> </ul>	

◆実用化・事業化に向けた戦略

AIチップやSoC単体だけではなく、ソフトウェアを含む開発環境等もあわせてシステム／サービスとして提供することにより、高度なエッジコンピューティング環境構築の容易化を実現

1. 専用チップ(AIアクセラレータ、SoC)

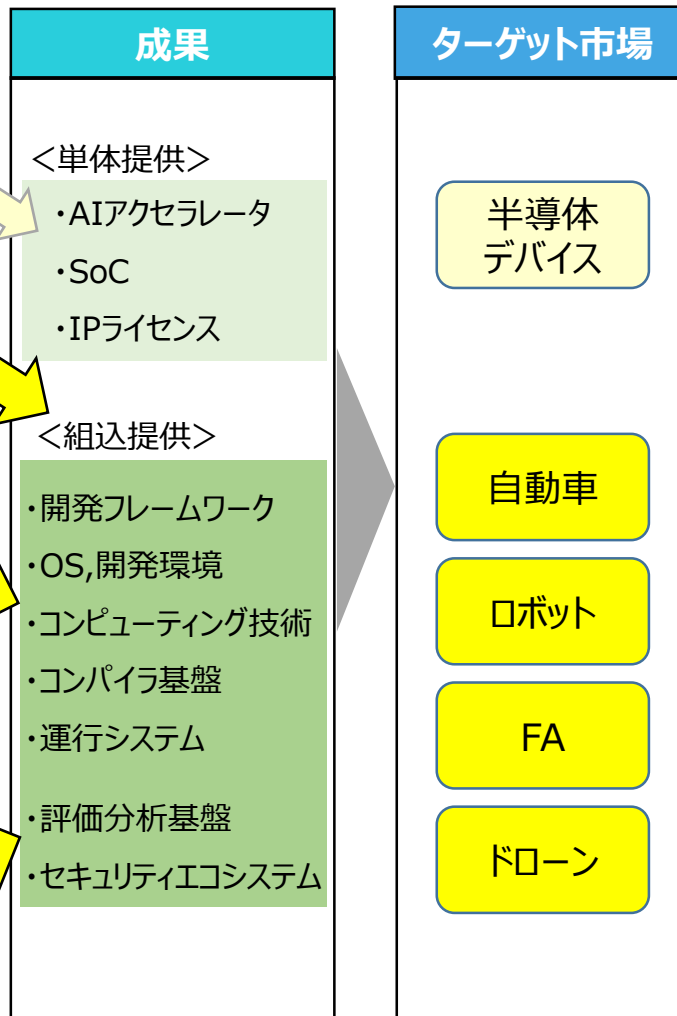
- ・チップ販売、IPライセンス。【(A),(E)】
- ・チップから開発フレームワークまでを**垂直連携で組込機器市場へ提供**。【(B)】
- ・プロセッサ技術の**インプリ**に加え、データセンターの運用も検討。【(B)】

2. コンピューティング技術(OS・コンパイラ・ツール等、開発環境)

- ・車載向け組込事業の強みを活かし、**SDK提供と開発支援**。【(D)】
- ・エッジでの**組込容易性**訴求。  
⇒ドローンでの商用化⇒**運行管理システム**。【(C)】
- ・短期的にはハードウェアへの**実装サービス**、長期的にはクラウドから**サービス提供**することを狙う。【(C)】

3. セキュリティ基盤(エッジ向けセキュリティ)

- ・ユーザー認知度を高め、**コンソーシアム化**し、オープン化により、広範囲な産業に供給する。【(F)】
- ・セキュリティ評価分析基盤を構築、「**場**」を提供、アプリケーション毎に事業化・実用化を進める。【(F)】



◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組

実用化・事業化を担う企業をプロジェクト体制に組み込み、研究開発成果のシステムとしての社会実装を推進。



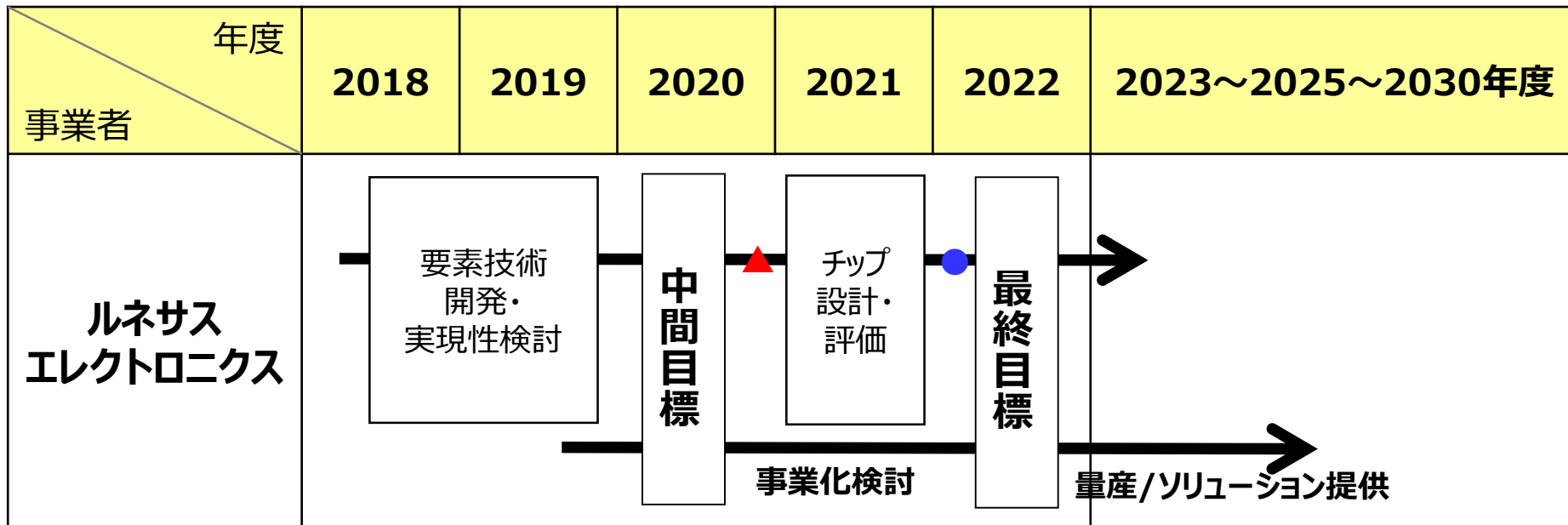
研究開発成果



OKI : 沖電気工業(株)  
 ALSOK : 総合警備保障(株)  
 JMU : ジャパン マリンユナイテッド(株)

## ◆成果の実用化・事業化の見通し

- ・基本原理を2020年度中に確認、2021年度はチップ設計・評価し、基本技術を確立すると共に、事業化検討を並行して行う。
- ・2022年度に最終目標の成果を達成し、量産移行・ソリューション提供を推進する。



▲ : 基本原理確認

● : 基本技術確立

# 「高効率・高速処理を可能とするAIチップ・ 次世代コンピューティングの技術開発」 (中間評価)

3. 研究開発成果

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

---

研究開発期間2018～2027年度

研究開発項目②

次世代コンピューティング技術の開発

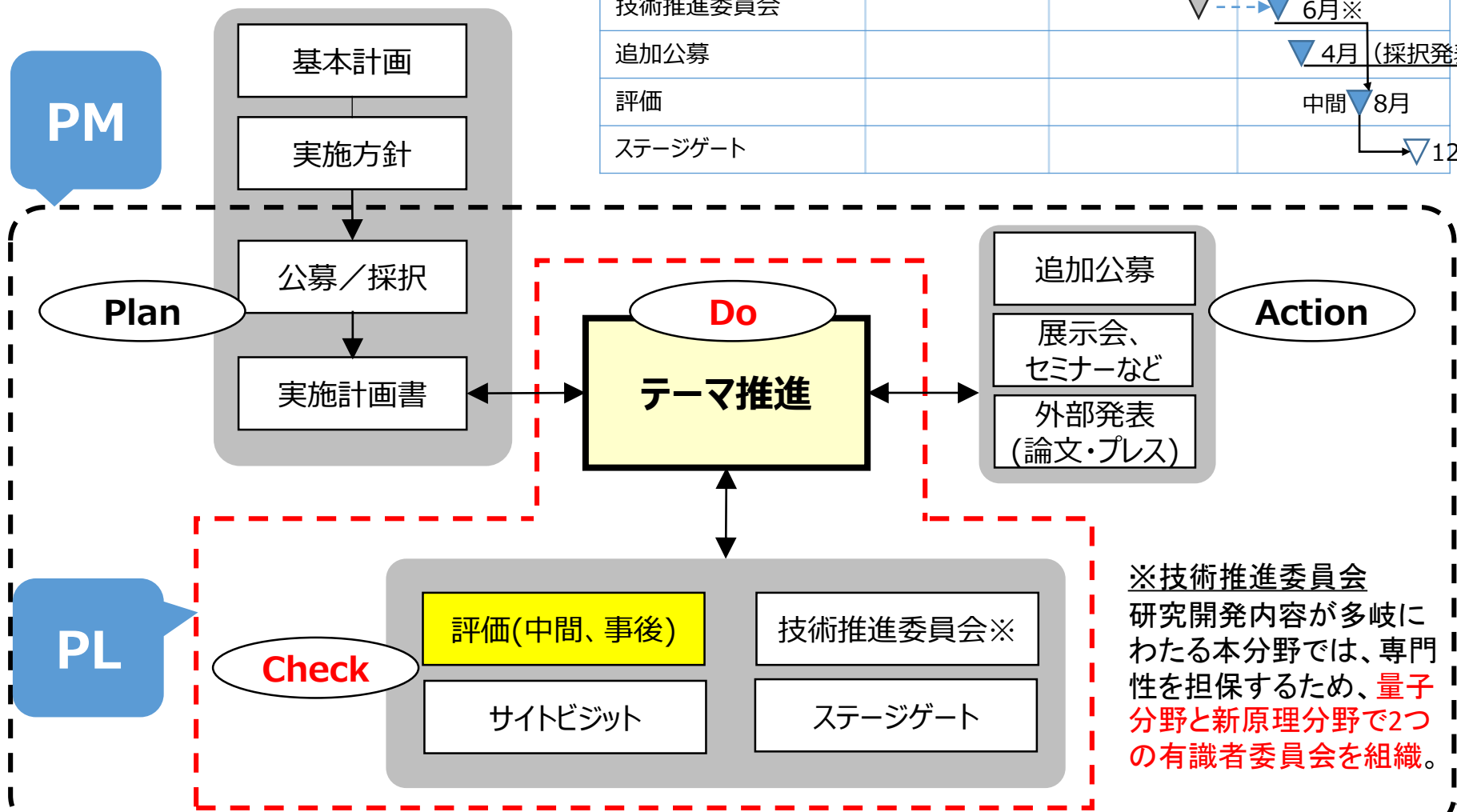
PL 金山 敏彦

産業技術総合研究所 特別顧問

### ◆ 研究開発の進捗管理

下記PDCAによりプロジェクト推進のマネジメント支援を行っている。

	2018年度	2019年度	2020年度
公募	10月 (採択発表)		
サイトビジット		7-9月	
シンポジウム			※コロナ禍による影響で延期
技術推進委員会			6月※
追加公募			4月 (採択発表)
評価			中間 8月
ステージゲート			12月

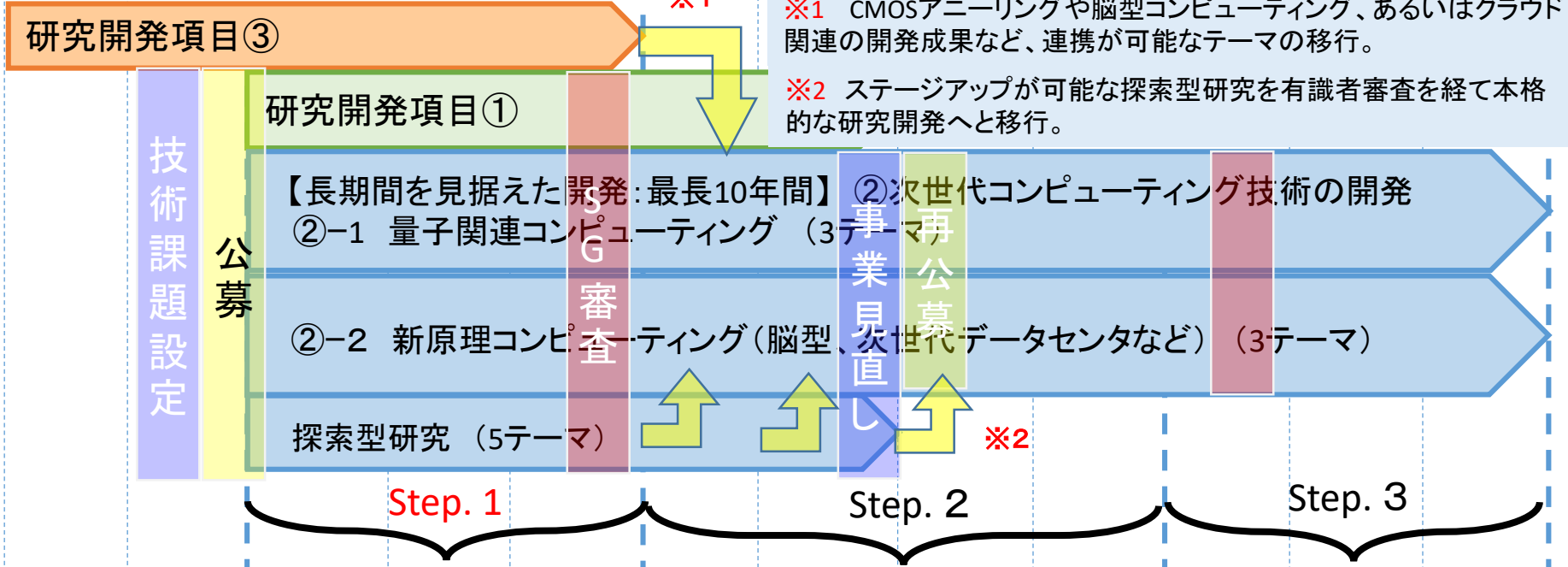


※技術推進委員会  
研究開発内容が多岐にわたる本分野では、専門性を担保するため、量子分野と新原理分野で2つの有識者委員会を組織。

### 3. 研究開発成果

#### ◆研究開発項目② 長期間の研究開発におけるマネジメント方針

FY2016 2017 2018 2019 **2020** 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027



長期的な開発を行うにあたり、開発体制や拠点の整備、中間目標などの精査、戦略の構築。  
一部技術は産業シーンでの有効性を明確化する。

さらなる研究開発に加え、産業応用を見据え、ユーザーニーズの明確化や、キラーアプリ創出なども並行して進める。2023年度以降、テーマによっては一部成果の早期実用化・事業化も見据える。

最終目標の達成に向け、成果の産業応用、実用化フェーズを想定した開発を行う。  
SG審査による、テーマの絞り込みで、集中的な支援も想定。

**研究開発:** 基盤的开发から中長期的な研究開発で、実用化・事業化を目指す。  
**探索型研究:** 長期的な研究開発を行うにあたり、学術的に有効性が確認されている技術に対して、産業界のニーズ把握や本格的な研究開発に向けた体制構築、技術の確度を高める開発を実施。最長5年。2022年度までにステージアップを検討。



## ◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義 (技術課題の設定)

目的：ポストムーア時代を見据え、既存の技術の延長にない、新原理等による高速かつ低消費電力化を実現する次世代コンピューティング技術を開発する。

主要技術課題(RFI結果)	補足
アニーリングマシンコンピューティング技術	従来型のコンピューティング技術では解くことが困難な組合せ最適化問題を解くための量子アニーリングマシンの開発や、各種アニーリングマシン上で共通的に動作するソフトウェア基盤技術等の確立に向けた研究開発。 日本には同技術の創始者や独自技術など、関連するシーズが存在。
ディスアグリゲーション型次世代データセンタ技術	複数種類のプロセッサやメモリをネットワークで分離(ディスアグリゲーション)させ、大容量データを効率的に処理可能とする、スケーラブルな分散ソフトウェア技術、不揮発性を高度に利用したメモリシステム、それらの間を接続するスケーラブルな高速低電力データ伝送技術等の確立に向けた研究開発。 光コンピューティングにかかる技術、成果は日本が有する独自技術有り。
ニューロモルフィックコンピューティング技術	ヒトの脳神経モデルを模した信号処理プロセス等を組み込んだ電子回路構造を用いる、高速化と低消費電力化を両立するコンピューティング技術について、研究開発の方向性を定める。 日本が持つロボット関連技術、エッジ領域における優位性のある領域。
確率モデルコンピューティング技術	深層学習に多数の潜在変数を持つ確率モデリング等を融合させる、データ構造やアルゴリズム、それらを実装するためのハードウェアアーキテクチャ等に関するコンピューティング技術について、研究開発の方向性を定める。 AI学習の高度化、効率化に期待でき、日本は研究拠点と知見を有する。

※その他、次世代データセンタ等、新原理のコンピューティング技術による情報処理の高度化を必要とする技術の開発を実施する。既存の指標である半導体の微細化による情報機器の高性能化が限界を迎える時代に、日本の情報産業を支える新たな技術の種を育て、次世代の産業競争力の基礎とする。

◆各テーマの概要

課 題	事業者	概要
<p>超電導パラメロン素子を用いた量子アニーリング技術の研究開発</p> <p>量子アニーリング ハードウェア</p>	<p>NEC 早稲田大 東工大 横国大</p>	<p>高い量子性を持つ超電導パラメロン素子開発、3次元実装技術、信号読出・生業、およびそれらを支える理論研究・シミュレーションを通じて、世界トップの演算性を実現する量子アニーリングマシンを開発する。</p>
<p>イジングマシン共通ソフトウェア基盤の研究開発</p> <p>量子アニーリング 共通ソフトウェア</p>	<p>早稲田大 東工大 産総研 フィックスターズ NII・豊田通商</p>	<p>現実課題とイジングマシンハードウェアの中間層として、ミドルウェア群および共通API・ドライバからなる「共通ソフトウェア基盤」を開発し、将来開発が見込まれるさまざまなイジングマシンにとって共通的なソフトウェア基盤を提供する。</p>
<p>ディスアグリゲーション型次世代データセンタに適用する光電ハイブリッドスイッチを用いた高速低電力データ伝送システムの研究開発</p> <p>光スイッチ 次世代データセンタ</p>	<p>PETRA</p>	<p>複数種類のプロセッサやメモリをネットワークで分離（ディスアグリゲーション）させ、大容量データを効率的に処理可能とする、スケーラブルな分散ソフトウェア技術、不揮発性を高度に利用したメモリシステム、それらの間を接続するスケーラブルな高速低電力データ伝送技術等の確立に向けた研究開発。</p>
<p>実社会の事象をリアルタイム処理可能な次世代データ処理基盤技術の研究開発</p> <p>次世代データセンタ (次世代データベース)</p>	<p>NEC ノーチラステク ノロジーズ 東工大 大阪大 名古屋大 慶應大 パスコ</p>	<p>これまでのRDB(リレーショナルデータベース)やNoSQLでは直接解決できなかった課題を解決するため、新しいハードウェア環境(メニーコア・大容量メモリ・不揮発メモリ)を活用するデータベース技術を研究開発するとともに、これまでできなかった新しい業務に適用し提案するデータベースの有用性を実証する。</p>

課題	事業者	概要
未来共生社会にむけたニューロモルフィックダイナミクスのポテンシャルの解明 脳型コンピューティング	大阪大 九工大 日立産総研	ヒトの脳神経モデルを模した信号処理プロセス等を組み込んだ電子回路構造を用いる、高速化と低消費電力化を両立するコンピューティング技術について、研究開発の方向性を定める。
深層確率コンピューティング技術の研究開発 AI学習効率化	理研 産総研 NII 京都大 中央大	深層学習に多数の潜在変数を持つ確率モデリング等を融合させる、データ構造やアルゴリズム、それらを実装するためのハードウェアアーキテクチャ等に関するコンピューティング技術について、研究開発の方向性を定める。
イン不揮発性メモリ分散 Approximateコンピューティングの研究開発 その他: イン不揮発性メモリコンピューティング	東京大 NII 三栄ハイテックス	データセンタに向け、不揮発性デバイスをデータ記憶・処理にふる活用したメモリを中心としたイン不揮発性メモリコンピューティングを開発し、メモリデバイス、AIアクセラレータ、分散処理等とハード・ソフトの全体に対し、処理やデータ制度を劣る・部分的にエラーを許容するApproximateコンピューティングを開発する。
物理ダイナミクスに基づく学習デバイスを備えた超高効率認知コンピューティングの研究開発 脳型(リザバーコンピューティング)	日本IBM 東京大	波動物理現象を利用した物理リザバー・デバイスを開発し、従来の半導体ベースの機械学習デバイスの抱える問題を解決する。世界に先駆け、物理リザバーを集積化されたデバイスとして実現する。
2028年に性能100倍を達成する汎用性の高い高性能計算機アーキテクチャとシステムソフトウェアの技術の探索 次世代データセンタ	理研 東工大 東京大	ポストムーア時代を迎える2028年に現在のハイエンド汎用CPUの100倍の性能を多くのアプリで達成する画期的な帯域重視のFLOPS-to-BYTESアーキテクチャを提案し、それに対応したシステムソフトウェア・プログラミング・アルゴリズムの技術探索を行う。

## 研究開発項目② 目標達成に向けたマネジメント方針 (Step.1)

### ■長期的な研究開発実施にあたる基礎の構築

- ・研究開発体制・開発拠点の整備、中間目標などの精査、産業を見据えた戦略の構築を重視。
- ・探索型研究のテーマは、研究開発計画や開発体制の模索に加え、産業シーンでの有効性を明確化し、どの領域でどのような性能が必要とされているのか、バックキャスト的視点でも検討する。

### ■必要な要素の取り込み、柔軟な計画変更

- ・新たな課題や研究開発方法については、追加公募や加速を実施し、体制や計画の拡充を重視。
- ・国内外の情報やユーザーニーズ把握のため、シンポジウムや調査などの取り組みも後押し。
- ・ステージゲート審査においては、研究計画の見直しにも重きを置き、有効な研究開発として継続できるようマネジメントを実施する。

マネジメント・イベント	内容	効果・成果
サイトビジット	各テーマの <b>研究現場訪問</b> し、進捗確認・意見交換。	直近の進捗状況、課題の認識、出口イメージなど実際の研究開発者と活発に議論。
シンポジウム	国内外の有識者、研究者、ユーザー想定企業を集め、情報収集並びに早期の市場形成に向けたシンポジウムを開催	量子コンピューティング関連のシンポジウム開催。500名以上が参加。研究開発課題として、ニーズ発掘とアプリの形成を目指す上で有用な情報や繋がりを得ることが出来た。
技術推進委員会	<b>技術の専門性から量子と新原理、2つの委員会を組織</b> 。コロナ禍の影響を受け、2020年6月に延期して開催（WEB開催）。全テーマについて2019年度の成果並びに2020年度の計画、2020年度の加速希望についての議論、評価を実施。	専門性を担保した委員による議論で、各テーマの見直すべき事項、2020年度のステージゲート審査の実施に向けて整理すべき情報等を各事業者が把握。加速については、希望6件中5件を承認。
追加公募	量子コンピューティング、並びに新原理（ニューロモルフィック）コンピューティングにおいて、 <b>新たな課題や事業化を見据えて不足する課題に関する追加公募を実施</b> 。	公募の目的と合致した事業者を選定。 <b>研究体制を強化</b> 。本事業における関連要素技術の確立に向け、後押しを行う。
評価 (事後、中間)	マネジメント評価、代表事業者から報告。	評価結果を基にプロジェクトの <b>内容、方向性を見直す</b> 。
ステージゲート	研究開発内容の将来性、技術潮流とのマッチング、投資効率の観点から各テーマの研究開発成果を精査。	成果に対して、 <b>研究計画や目標の見直しを重点</b> 。探索型研究枠の <b>ステージアップ</b> を議論。

### 3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

#### ◆研究開発項目毎の目標と達成状況

#### ②次世代コンピューティング技術の開発

目標	成果	達成度	今後の課題、解決方針
<p>&lt;中間目標（2020年度）&gt; 開発成果を組み込んだ要素技術に係る検証あるいはシミュレーション等により、エネルギー消費効率あるいは電力効率（単位電力あたり性能）が、事業開始時点における同等の技術と比較し、100倍以上となる見込みを示す。 ※探索型研究枠については、100倍以上となる可能性を示す。</p>	<p><b>2018年度</b> 本研究開発項目の実施体制を構築すべく、情報提供依頼（RFI）の結果や政策的観点から以下の重点課題例を設定し、公募を実施した。結果、研究開発枠4テーマ、探索型研究枠5テーマを採択し、研究開発に着手した。 <b>2019年度（一部コロナ禍による影響を鑑み、2020年度に実施。）</b> 各事業者のサイトビジットおよび技術推進委員会を通じて進捗状況を確認した。 年度途中には、加速によるシンポジウムの開催を実施するなど、研究開発のみならず、関連技術の認知度向上やユーザーニーズ把握のための活動を実施。</p>	○	技術推進委員会での指摘事項、進捗状況を踏まえた事業への加速・減額を実施し、目標達成に向け、推進する。

達成度：◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間)／一部達成(事後)、×未達

分類	開発課題（テーマ）	代表事業者
研究開発枠	実社会の事象をリアルタイム処理可能な次世代データ処理基盤技術の研究開発	日本電気株式会社
研究開発枠	超電導パラメロン素子を用いた量子アニーリング技術の研究開発	日本電気株式会社
研究開発枠	イジングマシン共通ソフトウェア基盤の研究開発	早稲田大学
研究開発枠	ディスプレイ型次世代データセンタに適用する光電ハイブリッドスイッチを用いた高速低電力データ伝送システムの研究開発	光電子融合基盤技術研究所
探索型	未来共生社会にむけたニューロモルフィックダイナミクスのポテンシャルの解明	大阪大学
探索型	深層確率コンピューティング技術の研究開発	理化学研究所
探索型	イン揮発性メモリ分散Approximateコンピューティングの研究開発	中央大学(東京大学)
探索型	2028年に性能100倍を達成する汎用性の高い高性能計算機アーキテクチャとシステムソフトウェアの技術の探索	理化学研究所
探索型	物理ダイナミクスに基づく学習デバイスを備えた超高効率認知コンピューティングの研究開発	日本アイ・ビー・エム株式会社

### 3. 研究開発成果

#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 ※研究開発枠

テーマ名	代表事業者	研究開発項目	2019～2020年度達成状況説明	
実社会の事象をリアルタイム処理可能な次世代データ処理基盤技術の研究開発	日本電気株式会社	OLTPおよびOLAPの高速化や統合などの基礎研究	○	予定通り目標を達成見込み。
		実行エンジンの開発などの実用化研究	○	予定通り目標を達成見込み。
		災害発生後対策への活用やe-Scienceへの適用などの実証研究	○	予定通り目標を達成見込み。
超電導パラメロン素子を用いた量子アニーリング技術の研究開発	日本電気株式会社	高コヒーレンス超電導パラメロンアニーリング素子の研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		多ビット化を支える3次元実装技術の研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		多体相互作用の高効率な表現方法の研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		量子アニーリング機構の設計最適化技術に関する研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		量子磁束回路を用いた量子ビット用制御・読出し回路の研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		量子ダイナミクス的高速並列シミュレーションによる量子アニーリングの性能評価の研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
イジングマシン共通ソフトウェア基盤の研究開発	早稲田大学	イジング計算共通ソフトウェア基盤の研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		イジング計算アプリケーションの研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
ディスアグリゲーション型次世代データセンタに適用する光電ハイブリッドスイッチを用いた高速低電力データ伝送システムの研究開発	光電子融合基盤技術研究所	コントロールシステムと光スイッチシステムアーキテクチャの研究開発	◎	一部項目については、予定以上の目標達成、前倒しを実施。
		光ToRスイッチの研究開発	◎	一部項目については、予定以上の目標達成、前倒しを実施。
		光コアスイッチの研究開発	◎	一部項目については、予定以上の目標達成、前倒しを実施。
		国際標準化	○	予定通り目標を達成見込み。
		光電ハイブリッドスイッチシステム実証	○	予定通り目標を達成見込み。

### 3. 研究開発成果

#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義 ※探索型研究枠

テーマ名	代表事業者	研究開発項目	2019～2020年度達成状況説明	
未来共生社会にむけたニューロモルフィックダイナミクスのポテンシャルの解明	大阪大学	身体と脳神経系のカップリングダイナミクスによる効率的かつ多様な行動生成	○	予定通り目標を達成見込み。
		ニューロモルフィックデバイスの探索	○	予定通り目標を達成見込み。
		ロボカップ@ホームによる脳型アーキテクチャの実証実験	○	予定通り目標を達成見込み。
深層確率コンピューティング技術の研究開発	理化学研究所	深層確率コンピューティングに適した計算アルゴリズムの研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		確率プログラミング言語の研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		深層確率コンピューティングに適したハードウェアシステムの開発	○	予定通り目標を達成見込み。
イン揮発性メモリ分散 Approximateコンピューティングの研究開発	中央大学（東京大学）	Approximateメモリ	◎	2019年度は前倒しで進められた。
		Approximate分散処理	○	予定通り目標を達成見込み。
		Approximateアクセラレータ	○	予定通り目標を達成見込み。
		Approximateネットワークプログラミング	○	予定通り目標を達成見込み。
2028年に性能100倍を達成する汎用性の高い高性能計算機アーキテクチャとシステムソフトウェアの技術の探索	理化学研究所	2028年ポストムーア時代の100倍の性能向上を示す性能モデリング及びシミュレータ環境	○	予定通り目標を達成見込み。
		データフローによる特化型計算のための非ノイマン型計算機構とプログラミングモデル	○	予定通り目標を達成見込み。
		メモリアーキテクチャ革新に対するシステムソフトウェア技術	○	予定通り目標を達成見込み。
		新計算原理に基づく高性能プログラミングモデルと実装技術に関する研究	○	予定通り目標を達成見込み。
物理ダイナミクスに基づく学習デバイスを備えた超高効率認知コンピューティングの研究開発	日本アイ・ビー・エム株式会社	物理リザバーの数理・アルゴリズムの研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		レーザ・リザバー・デバイス設計技術の研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		スピン・リザバー・デバイス設計技術の研究開発	◎	一部項目については、予定以上の目標達成
		物理リザバーのコンポーネント化の研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		物理リザバー・コンピューティングのミドルウェアの研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		物理リザバー・コンピューティングのアプリケーションの研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。

### 3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

#### ◆ 成果の最終目標の達成可能性

#### ② 次世代コンピューティング技術の開発

現状 (2020年度取組み)	最終目標(2027年度末)	達成見通し
<p>・クライオCMOSや、ニューロモルフィックチップを用いたコンピューティングの開発等、既存テーマにないものの、当該分野における技術の確立に向けて必要と考えられるテーマの追加公募を実施※</p> <p>・既存の研究開発テーマの進捗は、最終目標に向けて概ね順調に進捗。ステージゲート審査等をもって、2021年度以降への研究開発の継続可否に加え、研究開発体制の見直しや、事業規模の拡大、縮小等の包括的な事業の見直しを行い、最終目標の達成に向けてより一層邁進。</p>	<p>&lt;最終目標(2027年度)&gt; 開発成果を組み込んだシステムレベルでの検証等を行い、エネルギー消費効率あるいは電力効率(単位電力あたり性能)が、<b>事業開始時点における同等の技術と比較し、100倍以上となることを示す。</b></p>	<p>○ 計画通り進捗。引き続き、達成に向けてマネジメントを実施する。</p>



※追加したテーマと既存テーマの位置づけ  
量子コンピューティング関連技術(左図)  
既存の研究開発として実施していたハード、ソフトの開発の間を繋ぐと共に、新たな研究開発課題の解決に資する技術の開発を実施する。また、テーマ関連携を促進し、当該技術におけるオールジャパン体制の構築を目指す。

ニューロモルフィックコンピューティング関連技術  
既存テーマ(リザーバーコンピューティング)よりも、早期の段階で実用化・事業化を見据えるVC-MRAMチップを用いたコンピューティング技術の開発を実施し、当該技術の社会実装を目指す。



### 3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

#### ◆成果の普及

	2018年度	2019年度	2020年度
展示会、新聞掲載	44	28	3

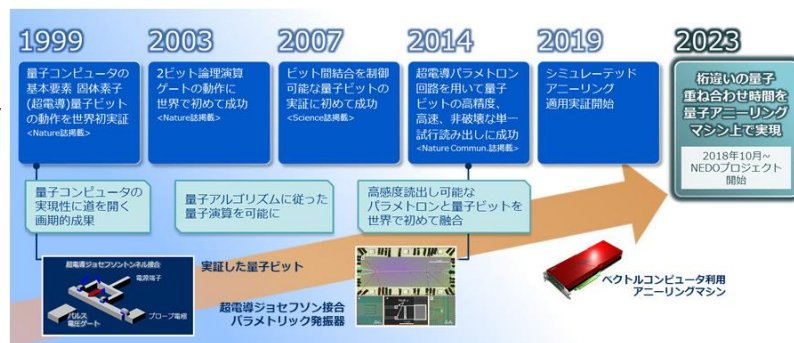
件数  
2020年11月1日現在

#### ◆研究開発成果

「NEC、量子コンピューティング領域に本格参入  
～スーパーコンピュータを活用したアニーリングマシンによる共創サービスを提供開始～」(2019年12月)

NECが量子コンピューティング推進室の立ち上げに加え、ビジネスプランや社内体制の構築、NEDO事業における研究開発状況・今後の予定等を発表。

(※スライドNo,93を合わせて参照)



#### ◆取材対応

- ・NEDOが25億円投じ日の丸RDBを開発中、「国産にも勝機あり」と自信を見せる理由 (2019年10月) 日経xTECH/日経コンピュータ
- ・25億円投じ日の丸DB開発へ 産学連合、技術革新に「勝算」 (2019年11月) 日経xTECH/日経コンピュータ

ノーチラステクノロジーズおよびNEDOが取材対応。開発中のRDB(リレーショナルデータベース)の概要、設計、そしてOSSとして公開する計画などについて特集された。



## ◆知的財産権の確保に向けた取組

## ・標準化活動、オープンコミュニティの推進

テーマ名	実施者	成果概要
実社会の事象をリアルタイム処理可能な次世代データ処理基盤技術の研究開発	NEC、ノーチラステクノロジー、など	研究開発と並行して、国内外の市場獲得に向けた活動を実施。 IEEE/Computer 2019年2月 ユーザ会開催 2019年11月 PostgreSQL Conference Japan 2019 基調講演 2020年10月 ユーザ会オンライン開催
ディスクアグリゲーション型次世代データセンタに適用する光電ハイブリッドスイッチを用いた高速低電力データ伝送システムの研究開発	PETRA	2020年3月 Facebookが主導のオープン化プロジェクトであるOCP(Open Compute project)にてシステム制御の技術提案実施

	2018年度	2019年度	2020年度
学会発表・講演	6	132	71
論文	0	26	23
特許	0	15	19
受賞	0	4	4

件数 2020年11月1日現在

### ◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

「実用化」: 当該研究開発の成果が社会的利用が可能となる段階※まで技術的な水準を確立すること

「事業化」: 実用化段階を経た研究開発成果が、知的財産(IPコア等)、部品・モジュール・システム、サービス等の販売や提供により、企業活動(売り上げ等)に貢献すること

※社会的利用が可能となる段階の例: IoTセンサやAIチップ等の試作品提供、次世代データベース、量子コンピュータ等のクラウド環境での公開など

## 出口戦略

- ハードウェア開発にとどまらず、社会課題への適用を見据えたソフトウェア基盤開発も一体的に推進する。
- 想定する社会実装先の探索やキラーアプリの創出に加え、事業期間中からユーザー想定企業等との連携を模索し、スムーズに実用化等に移行できるよう実施する。
- ステージゲート審査により研究開発の成果を見極め、一部実用化が可能なテーマについては該当する成果をプロジェクトから切り出し、前倒しの事業化も検討する。

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し (1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

◆実用化・事業化に向けた戦略

Stage 1: 長期的な開発を行うにあたり、体制・開発拠点の整備、中間目標などの精査、戦略の構築。

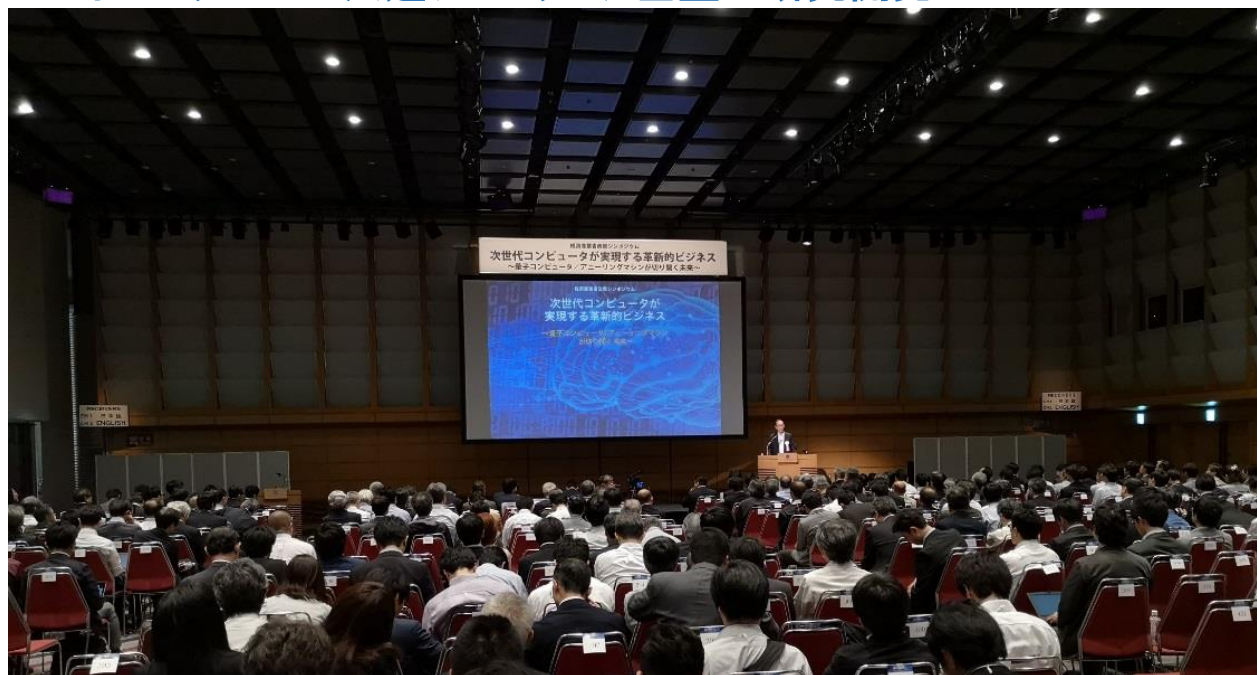
関連課題	実用化・事業化に向けた戦略	想定 事業化分野
アニーリングマシン コンピューティング 技術	<p>実用化、事業化に向けては、初期段階として、関連するハードウェア、ソフトウェア技術を連携しながら開発を推進可能な<b>オールジャパンの研究開発体制に加え、研究設備等の資源を集中する研究開発拠点</b>を構築する。</p> <p>加えて、<b>キラーアプリの創出につながるユーザーニーズの発掘や、関連技術が更なる有効性を発揮する分野と指標を検証し、産業応用を見据えた戦略的展開を進める</b>。既存コンピューティング技術に対する有効性とブランドを確立しつつ、技術的には先行するメーカー・や研究機関が提唱する関連技術を2030年度以降に超越することを見込む。</p>	<p>金融・創薬 交通管理 等</p> <p>分析・解析 システムのさらなる高度化。</p>
ディスアグリゲーション型次世代 データセンタ技術  次世代データ処理 基盤技術(次世代 データベース)	<p>次世代コンピューティング技術の中では早期の技術の確立を見込み、<b>開発初期段階からユーザーとなる想定事業者との連携に加え、類似技術との差別化や、既存技術に対して有効性を証明できる指標を模索し</b>、国内外の市場へのPRを実施する。また、必要に応じて性能指標等については国際標準を取得する。</p>	<p>次世代ネットワークおよび データセンタにおける劇的な高度化。</p>

※探索型研究枠実施テーマ、課題について:(ニューロモルフィック)  
産業応用の有効性を含めて、要素技術の確立を目指すと共に、事業化を担う民間企業との連携、共同での研究開発体制を模索すると共に、**早期のステージアップを実施する**。

### ◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」を見据えた活動（量子コンピューティングの事例）

- ・研究開発項目②次世代コンピューティング技術の開発は、既存の延長にない新原理の技術開発として、最長10年間、要素技術の確立から研究開発を実施。
- ・開発する技術の中には、学術的には理論が証明されているものの、産業応用については有効性や、アプリそのものが存在しない技術もある。（量子コンピュータ、脳型コンピュータ等）
- ・研究開発と並行し、ニーズの発掘、将来的なユーザーの取り込みを狙い、加速予算によるシンポジウムの開催等積極的なPRを実施。

#### 例：超電導パラメロン素子を用いた量子アニーリング技術の研究開発 イジングマシン共通ソフトウェア基盤の研究開発



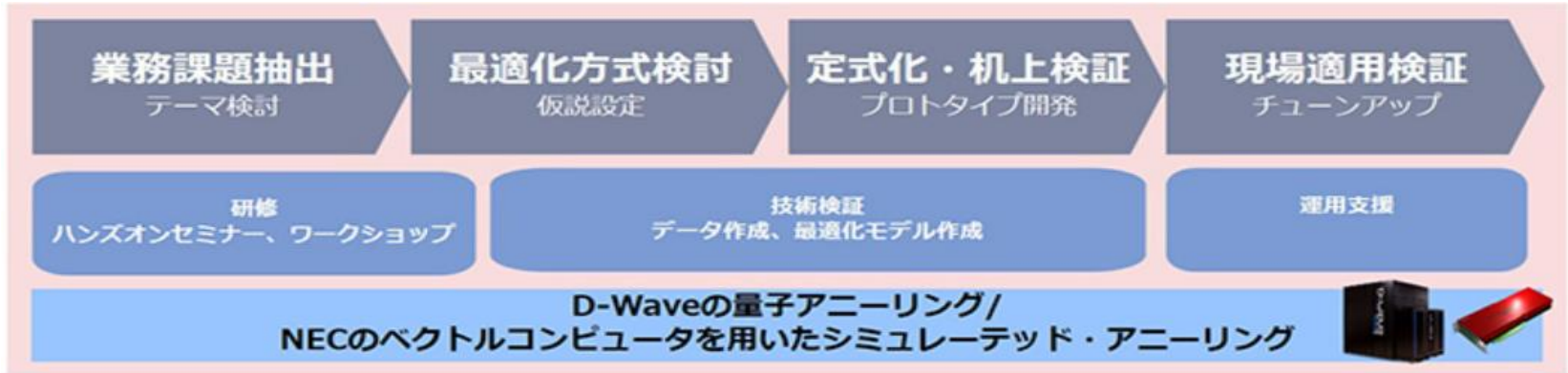
国内外の研究者、ユーザー想定企業を招き、シンポジウムを開催（2019年5月）



量子アニーリングコンピュータのモックアップを作成。展示会等で活用  
今後は、実機によるクラウド上での試行環境公開等も見据える。

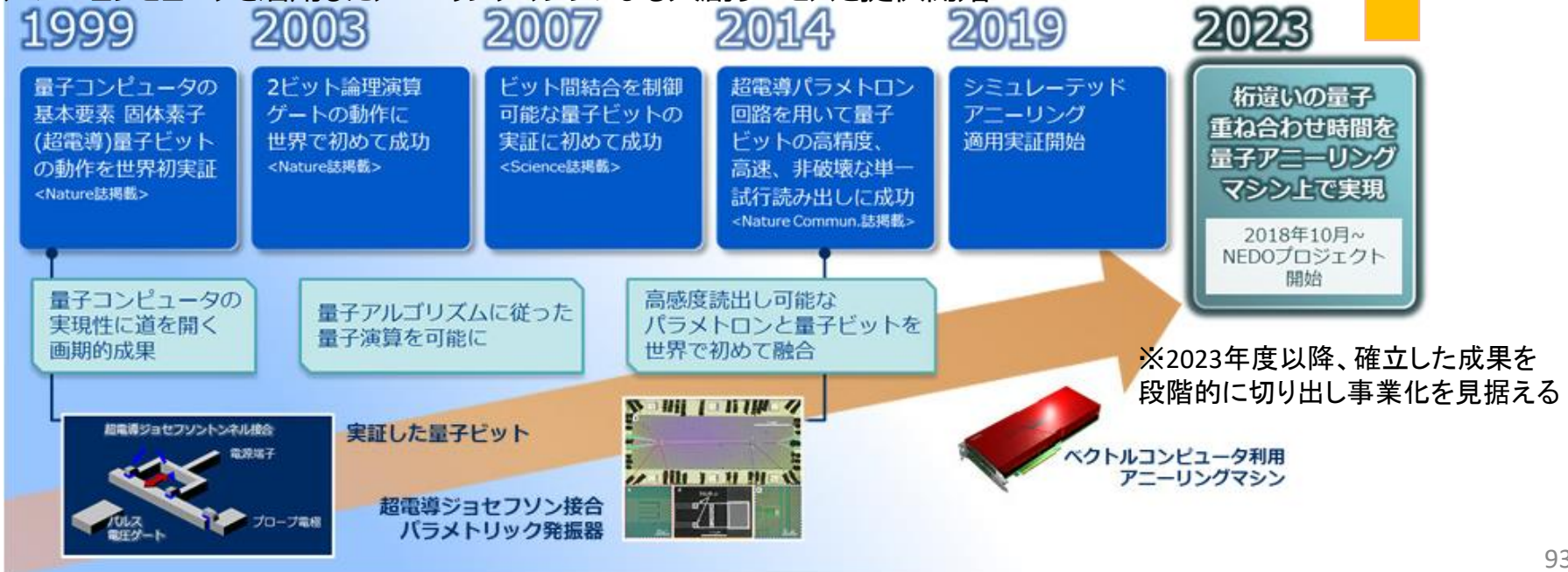
◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」を見据えた活動（量子コンピューティングの事例）

2020年6月「NEC、量子コンピューティング適用サービスを開始」



2019年12月 NEC、量子コンピューティング領域に本格参入

～スーパーコンピュータを活用したアニーリングマシンによる共創サービスを提供開始～



# Appendix-1

「事業の目的の妥当性」および「研究開発目標の妥当性」 補足資料

- NEDOにおける技術戦略の有無
- データ増加と電力量の関係

## ◆技術戦略上の位置付け（未来の人工知能を支えるハードウェア研究の加速）

### 多様化の時代に突入した人工知能を支えるハードウェア、関連ソフトウェアの開発

- 人工知能の社会への実装が進むに従い、自動運転車、製造や輸送の自律的な最適制御、人と協働等、人工知能の適用の多様化に対応したハードウェアの進展が不可欠になる。
- 現在のディープラーニングに加え、次世代コンピュータ研究開発が進行。
  - ・言語理解や意味理解等を行う脳型コンピュータ ⇒人工知能によるデータ処理のアクセラレータへ
  - ・スーパーコンピュータを凌駕する量子コンピュータ ⇒特定用途向けや汎用向け等、人工知能を支えるハードウェアが多様化の時代を迎える。
- 人工知能を支える多様なハードウェア開発は、次世代コンピュータを始め、各企業での取組みに**限界**があり、**国レベルの支援と戦略が必要**である。
- またハードのみならず、**ソフトウェアの視点による開発も重要**。コンピューティングとして高効率かつ高速処理を可能とする技術がゲームチェンジの鍵。

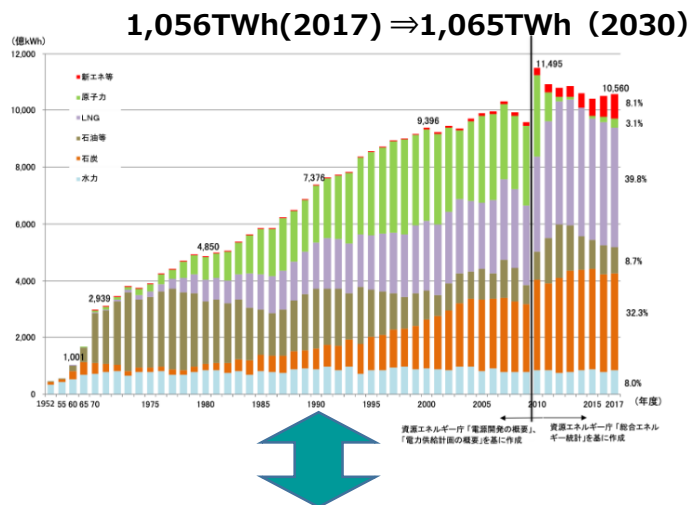


【語句定義】

ノイマン型コンピュータ：メモリにデータとプログラムを内蔵、メモリの命令を逐次取り出しプロセッサで実行  
 非ノイマン型コンピュータ：ノイマン型以外  
 AIコンピュータ：機械学習、組合せ最適化等の演算処理を行う（プロセッサ、メモリ等の集合体）  
 脳型コンピュータ（ニューロモーフィック）：ニューロン・シナプスのような脳機能を模倣するデジタル素子やアナログ素子で演算処理を行う  
 量子コンピュータ（ゲート型）：ロジック演算を行う  
 量子コンピュータ（イジングマシン型）：アニーリング等、組合せ最適化問題に特化した演算を行う



◆ 国内外の研究開発の動向と比較 (データ処理に関わる低消費電力)



IT 関連消費電力予測	2016 年	2030 年	2050 年
IP トラフィック (ZB/年)	4.7	170	20,200
消費電力 (国内: TWh/年)	41	1,480	178,200
消費電力 (世界: TWh/年)	1,170	42,300	5,030,000

※: JST 情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol.1)  
-IT機器の消費電力の現状と将来予測- 2019.3

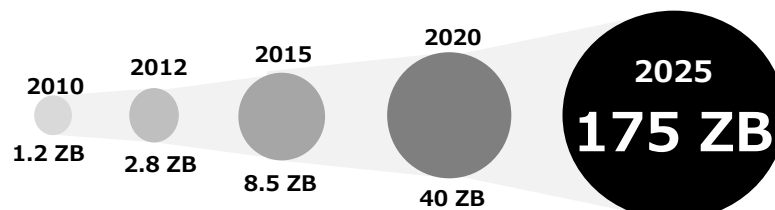
SDGs実現に向け今後、発電量の大きな変動は見込まれていない(約1,000TWh)

- 一方、IoT社会到来、AI技術の台頭等からデータ量増大に伴いIPトラフィックが増大し、データ処理に関わる消費電力は、2030年に1,480TWhが見込まれている。
- データ処理消費電力 > 発電量

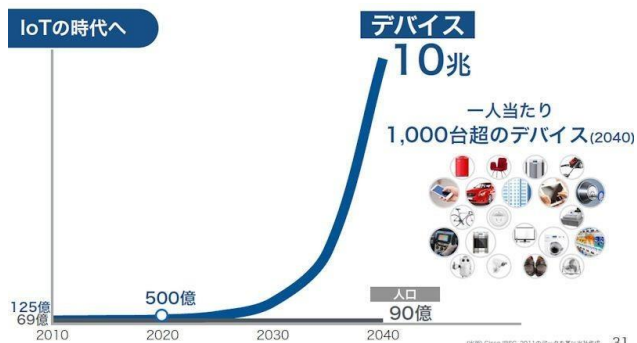
データ処理に関わる低消費電力化は必須

IoTデバイスの増大⇒エッジデータ処理の増大

- 2025年には世界で生成されるデータの約30%がリアルタイムデータになる (IDC)
- 消費者はデータをすぐに出先で、パーソナライズされた形で求めるようになる。



世界のデータ量：2025年には175ゼタバイトへ増加

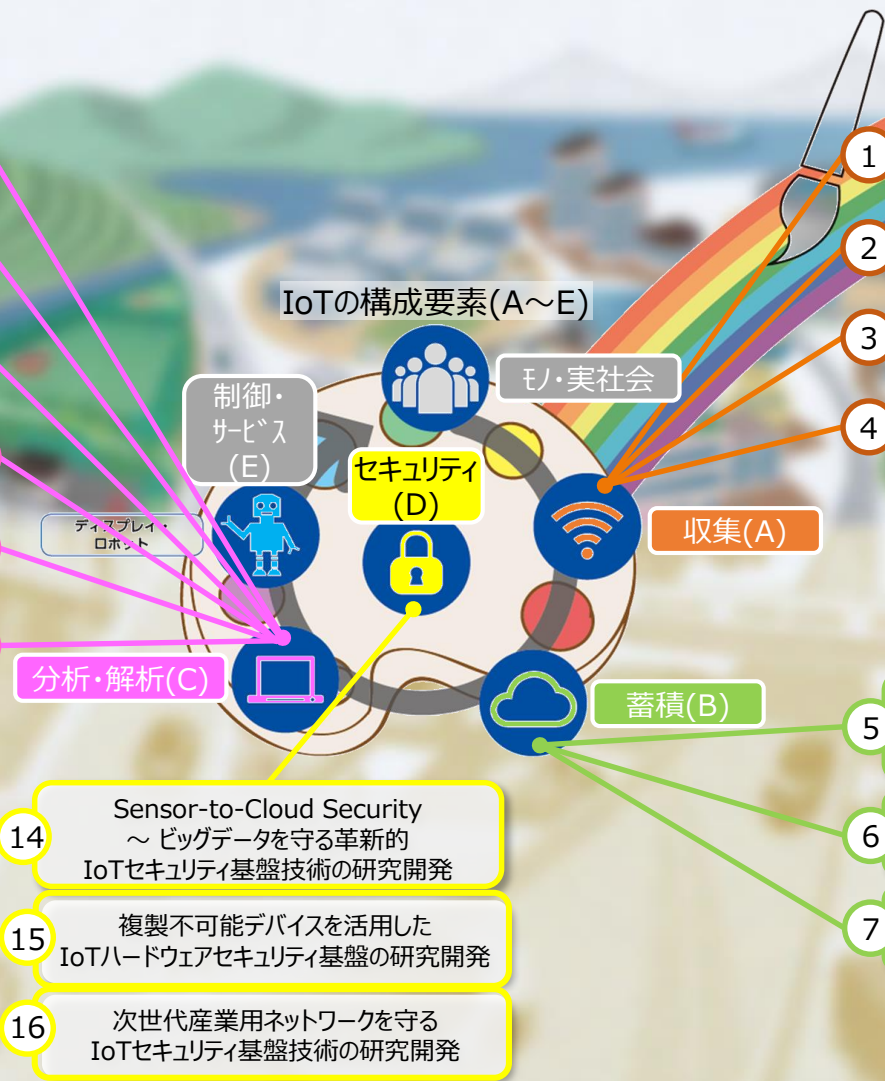


# Appendix-2

「研究開発項目③ 高度なIoT社会を実現する横断的技術開発」における  
各研究開発テーマ（革新的基盤技術の開発採択16テーマ）の概要

実世界

- 8 省電力AIエンジンと異種エンジン統合クラウドによる人工知能プラットフォーム
- 9 超高速・低消費電力ビッグデータ処理を実現・利活用する脳型推論集積システムの研究開発
- 10 組合せ最適化処理に向けた革新的アニーリングマシンの研究開発
- 11 高速ビジョンセンサネットワークによる実時間IoTシステムと応用技術開発
- 12 ドメイン特化型IoTプラットフォームの研究開発
- 13 Field Intelligence搭載型大面積分散IoTプラットフォームの研究開発



- 1 超高効率データ抽出機能を有する学習型スマートセンシングシステムの研究開発
- 2 超低消費電力データ収集システムの研究開発
- 3 インテリジェントIoTプラットフォームの研究開発
- 4 トリリオンノード・エンジンの研究開発

- 14 Sensor-to-Cloud Security ~ ビッグデータを守る革新的IoTセキュリティ基盤技術の研究開発
- 15 複製不可能デバイスを活用したIoTハードウェアセキュリティ基盤の研究開発
- 16 次世代産業用ネットワークを守るIoTセキュリティ基盤技術の研究開発

- 5 高速ストレージクラスメモリを用いた極低消費電力ヘテロジニアス分散ストレージサーバシステムの研究開発
- 6 先進IoTサービスを実現する革新的超省エネルギー型ビッグデータ基盤の研究開発
- 7 高速大容量ストレージデバイス・システムの研究開発

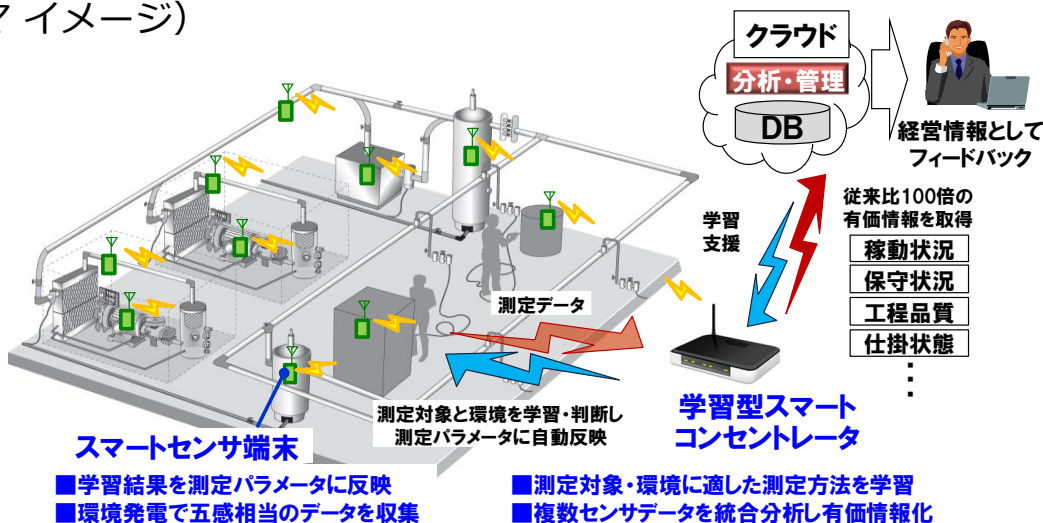
サイバー空間

## 無給電／無線でデータ収集可能な学習型スマートセンシングシステムの開発

<p>実施者名<sup>(*)</sup></p>	<p>技術研究組合NMEMS技術研究機構                  (●東京都市大学、■株式会社日立製作所、■東京電力ホールディングス株式会社、                  ■ローム株式会社、■富士電機株式会社、■オムロン株式会社、                  ■株式会社鷺宮製作所)</p>
<p>概要</p>	<p>・工場等の設備の稼働状況・生産品質の把握を目的として、無給電／無線で取得できる有価情報量を100倍にする学習型スマートセンシングシステムを開発する。</p>
<p>ポイント</p>	<p>・「スマートセンサモジュール（ガス、赤外線アレー）の開発」、「連続的に高出力可能な自立電源の開発」、及び「スマートセンシングフロントエンド回路の開発」により、コンセントレータから動的センシング制御可能な無給電センサ端末（スマートセンサ端末）を実現する。                  ・それらのスマートセンサ端末から超高効率に必要となるデータだけの収集を行える「学習型スマートコンセントレータの開発」との連携により、従来の環境発電で収集可能な有価情報量を100倍化することを可能とする学習型スマートセンシングシステムの基盤開発と実証を行う。</p>

\*有価情報量：センサで取得した生データから不要なデータを排除した情報

(テーマ イメージ)

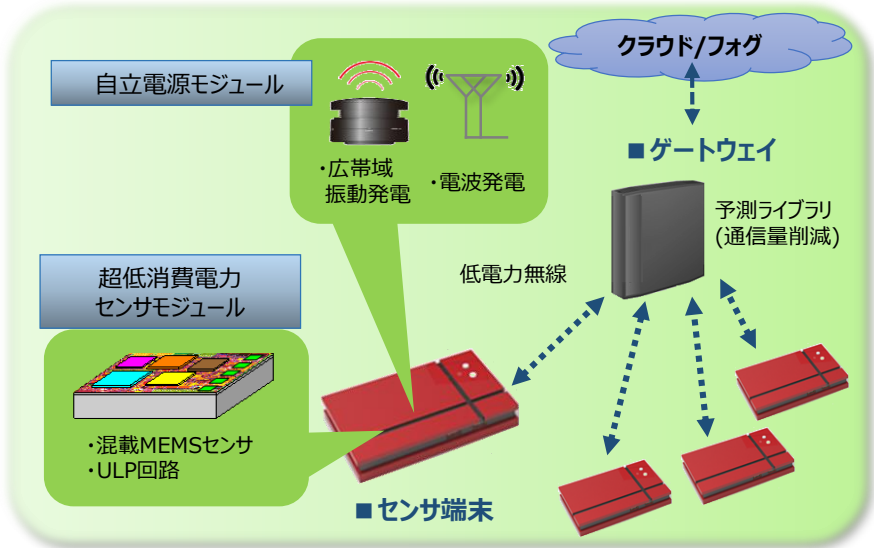








(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。●:研究開発責任者所属機関 / ■:実用化・事業化責任者所属機関

## センサモジュールの小型化・自立電源化、及びそのモジュールを活用した超低消費電力なデータ収集システム

実施者名(*)	● ■ 株式会社東芝、アルプス電気株式会社、テセラ・テクノロジー株式会社、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、神戸大学、東京工業大学、東京大学生産技術研究所、東京大学VDEC、産業技術総合研究所
概要	組織や分野を超えてデータが活用され、新たな価値が生まれるような社会の実現に不可欠である「超低消費電力なデータ収集システム」を開発する。具体的には、センサモジュールの消費電力1/10化を進めるとともに、自立電源モジュールの発電効率10倍化を進め、これらを組み合わせることで、センサ端末の自立電源化、及びその端末を活用した超低消費電力なデータ収集システムを実現し、IoT時代に必要な多種多様なアプリケーションへの展開を図っていく。
ポイント	センサモジュール消費電力 < 10μW、自立電源モジュール発電量 > 100μWを両立した電池交換不要なデータ収集システムを開発し、多種多様な市場に展開していく。

(テーマ イメージ)



- ①工場機器 
- ②建物・インフラ 
- ③ウェアラブル・ヘルスケア 
- ④オフィス・家庭・人 
- ⑤車・交通 
- ⑥物流 

(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。● : 研究開発責任者所属機関 / ■ : 実用化・事業化責任者所属機関

## 人とモノのネットワーク/情報を融合させたサービスのためのプラットフォームシステム

実施者名 <sup>(*)</sup>	●東京工業大学、富士ゼロックス株式会社、■株式会社竹中工務店
概要	IoTの発展により、モノばかりではなく人の情報まで従来以上に収集できるようになり、人とモノのネットワーク/情報を融合させた極めて高度なサービスの実現が可能となる。本プロジェクトでは、①センサネットワークの低消費電力かつ簡便な構築を可能とするハードウェアプラットフォーム、②様々な処理プロセスに分散対応できる分散制御OSプラットフォーム、③人の感覚を理解するコミュニケーションプラットフォーム等の最先端技術を開発すると共に、それらを組み合わせた実証を行うことにより、IoT時代における人とモノの情報が融合した新サービス創出のための総合基盤技術を研究開発する。
ポイント	建設現場における人的ミスや次工程手順・進捗度を分散制御OS下でトラブルの未然防止を図る。また、将来のオフィス・サービスとして人の共創性・効率を上げるセンサ（感性）装置を設置した環境を創出する。

(テーマ イメージ)

■ Shared Work Space



■ 建設現場システム



■ 各種センサモジュールイメージ



□ 共感センシングイメージ



(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。 ●:研究開発責任者所属機関 / ■:実用化・事業化責任者所属機関

④【2016年度採択・収集】トリリオンノード・エンジンの研究開発

企業だけでなく、メイカーズも対象にした、低消費電力、小型、システム変更が容易な IoTプラットフォーム技術の研究開発

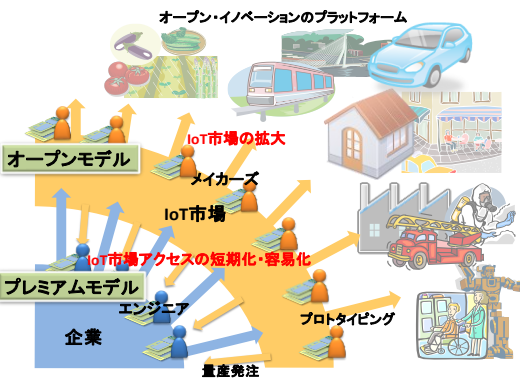
<p>実施者名(*)</p>	<p>●東京大学生産技術研究所、東芝デバイス&amp;ストレージ株式会社、 ■株式会社SUSUBOX、ディー・クルー・テクノロジーズ株式会社、株式会社図研</p>
<p>概要</p>	<p>2020年には500億個、2030年代には1兆個のIoT端末がインターネットに接続されると予測されている。また、従来の企業の枠に捉われない個々のアイデアを活かせる社会が期待される。しかし、このような社会のためには消費電力および体積の面で大幅に改善が必要であるのと同時に、メイカーズ（ものづくりをする個人）が使いやすい環境の整備が求められる。本プロジェクトでは、2015年比、①消費電力1/10、②体積1/100、③様々な用途向けにシステムの構成要素を工場外で簡便に変更できるプラットフォーム技術を研究開発する。これにより、メイカーズの参画を得つつ、IoT市場を発展・拡大させるとともに、企業がIoT市場にアクセスする際の短工期化、容易化を達成し、産業力強化を図る。</p>
<p>ポイント</p>	<p>企業だけでなく、メイカーズも対象にした、低消費電力、小型、システム変更が容易な IoTプラットフォーム技術の研究開発をする。秋葉原にラボを構築し、メイカーズに向けての普及を行う。また、容易に使いこなせる設計環境の研究開発をする。</p>

(テーマ イメージ)

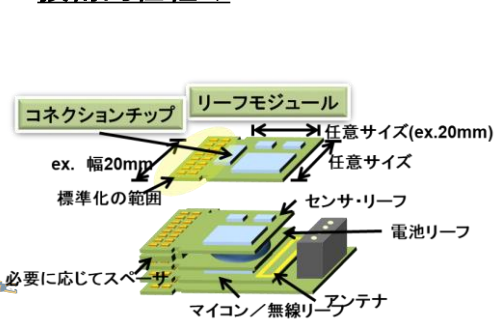
トリリオンノード・エンジンの  
ラボ公開



トリリオンノード・エンジンの  
目的と効用



トリリオンノード・エンジンの  
技術的仕組み

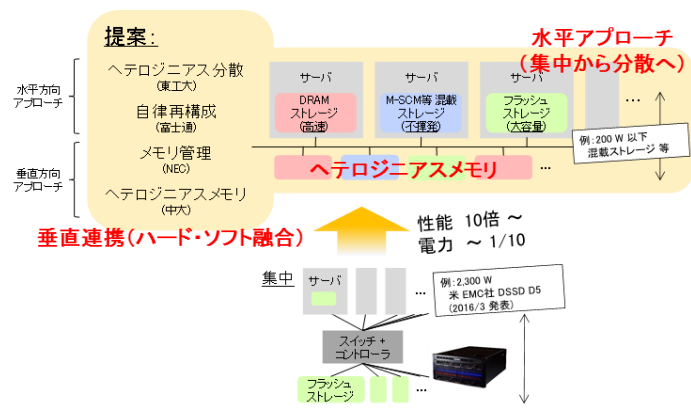


(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。 ● :研究開発責任者所属機関 / ■ :実用化・事業化責任者所属機関

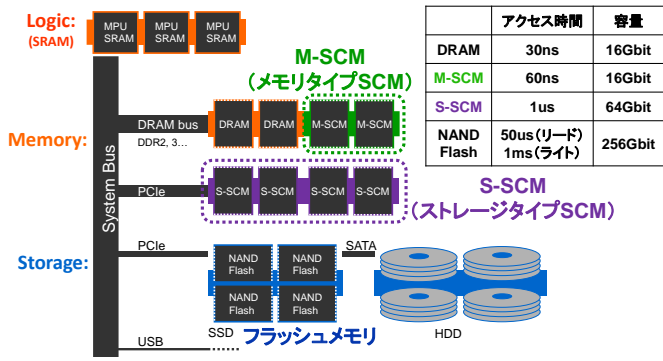
## 高速メモリ、大容量ストレージクラスメモリ、フラッシュメモリで構成する、低消費電力・高性能分散メモリシステム

実施者名(*)	●中央大学、東京工業大学、■富士通株式会社、日本電気株式会社
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>高速で大容量な異種メモリで構成される、高速かつ低電力な分散ストレージサーバシステムと、各種メモリの利点を引き出すヘテロジニアス（非均質）分散データベースを開発する。</li> <li>高速な不揮発性メモリに最適なソフトウェア（メモリ管理ミドルウェア、メモリコントローラ等）を開発し、ハード・ソフトの垂直連携を行う。</li> <li>また、多種多様なIoTのサービスに対応するため、データセンタにおいてアプリケーションに応じてオンデマンドで最適なハード・ソフト構成を構築するICTシステムを開発することにより、10倍以上の性能向上と1/10以下の電力削減を実現する。</li> </ul>
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>大容量不揮発性メモリから高性能なメモリまで、異種メモリの特徴を最大限に引き出すメモリ利用方法を動的に決定する。データの配置方法とアクセス頻度を最小化する技術がポイント。</li> </ul>

(テーマ イメージ)



### 半導体メモリシステム



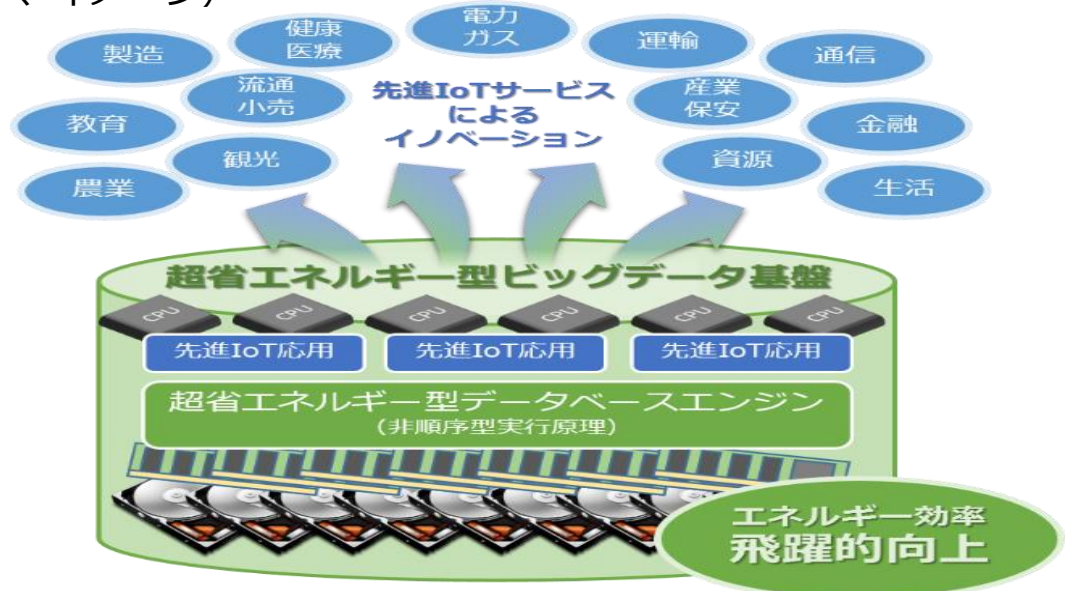
(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。●:研究開発責任者所属機関 / ■:実用化・事業化責任者所属機関



## 独自のソフトウェア技術によるビッグデータ基盤の 飛躍的な省エネルギー化

実施者名(*)	● 東京大学 ■ 株式会社日立製作所
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>本プロジェクトでは、東京大学発の独自ソフトウェア実行原理に基づき、従来技術と比べて飛躍的に高いエネルギー効率性を有する「超省エネルギー型ビッグデータ基盤」を実現する。また、ビッグデータの本格的な利活用により可能となる先進的なIoTサービスを用いた実証実験を行い、「超省エネルギー型ビッグデータ基盤」の有効性を明らかにする。</li> </ul>
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>超省エネルギー型非順序型データベースエンジンの開発</li> <li>超省エネルギー指向型高度制御機構の開発</li> <li>超精密性能・消費電力モデルの構築測定・制御機構の開発</li> <li>超省エネルギー型ビッグデータ基盤を用いた先進的IoT応用の開拓と実証</li> <li>本成果技術の優位性を定量的に示すためのソフトウェアによる省エネ化効果指標の標準化推進</li> </ul>

(テーマ イメージ)

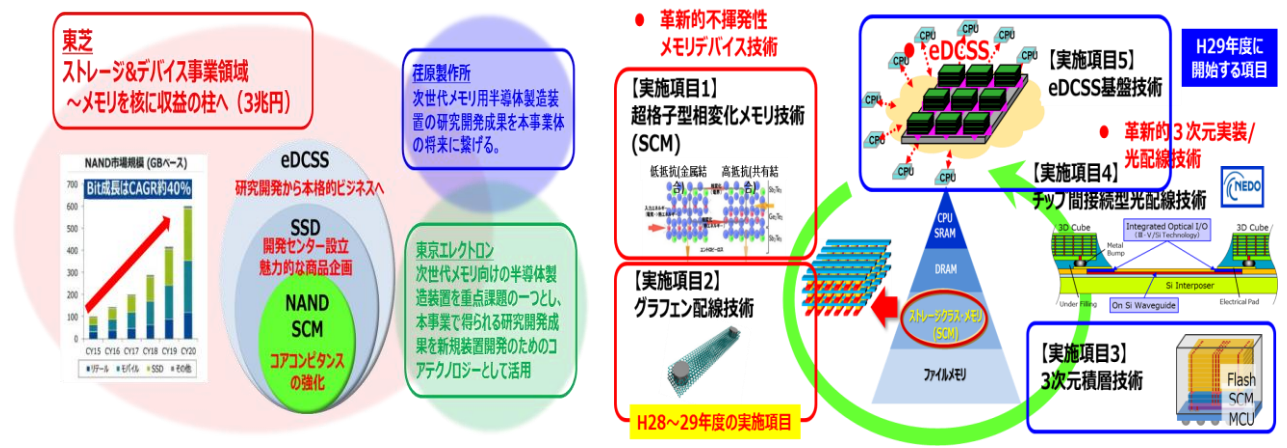


(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。●:研究開発責任者所属機関 / ■:実用化・事業化責任者所属機関

## 膨大な情報を蓄積し効率的に処理する革新的横断技術を開発

実施者名(*)	● ■ 株式会社東芝
概要	・本プロジェクトでは、モバイル機器やセンサー等から収集した膨大な情報を蓄積し効率的に処理するために、データの移動を最小限にしデータの近傍で演算を行えるエッジコンピューティングに適した、高速で大容量のストレージデバイス及びシステムに関する基盤技術を開発する。
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・革新的不揮発性メモリデバイス技術</li> <li>・革新的3次元実装/光配線技術</li> <li>・eDCSSシステム化技術</li> </ul>

(テーマ イメージ)

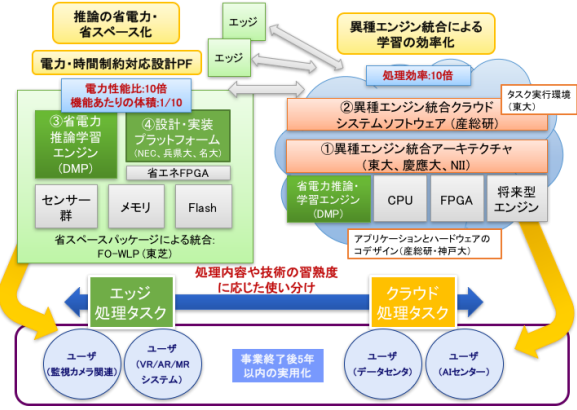


(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。 ● : 研究開発責任者所属機関 / ■ : 実用化・事業化責任者所属機関

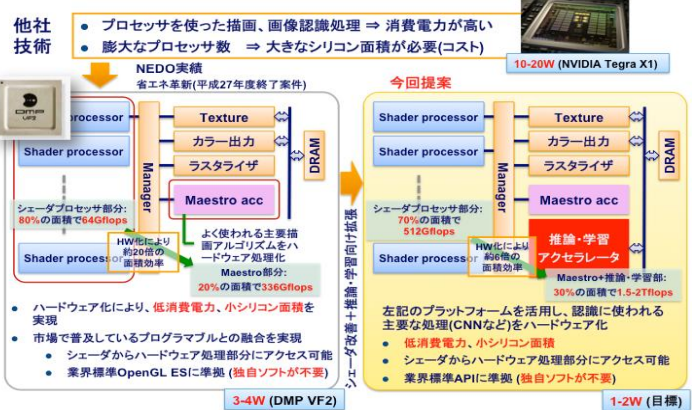
## エッジ側とクラウド側双方で10倍の電力性能比を実現する GPUベースの人工知能プラットフォーム

実施者名(*)	産業技術総合研究所、●東京大学、 ■株式会社デジタルメディアプロフェッショナル、日本電気株式会社
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>人工知能アルゴリズムをハードウェアで実装した<b>省電力GPU推論学習エンジン</b>と、設計・実装プラットフォームを開発し、エッジ側の電力性能比10倍を実現。</li> <li>クラウド側では、最適なAIエンジンを組み合わせることにより学習処理を効率化する<b>異種エンジン統合アーキテクチャ</b>及びシステムソフトウェアを開発。</li> </ul>
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>省電力GPUをベースに、<b>人工知能処理に必要な機能に特化したハードウェア</b>の研究開発を行い（推論学習エンジン）、また、これらエンジンを小エリアでのパッケージ化する技術を開発し、省電力と高性能化を実現（電力性能比10倍）</li> <li>クラウド側にも適用し、従来からの様々な種類のAIエンジンとを統合して電力性能比を最大化するアーキテクチャを実現</li> </ul>

(テーマ イメージ)



省電力GPU推論学習AIエンジン

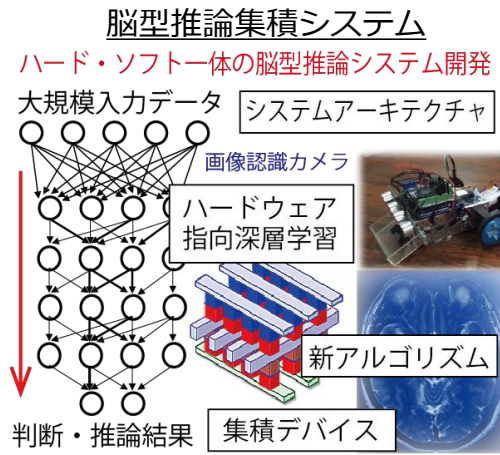
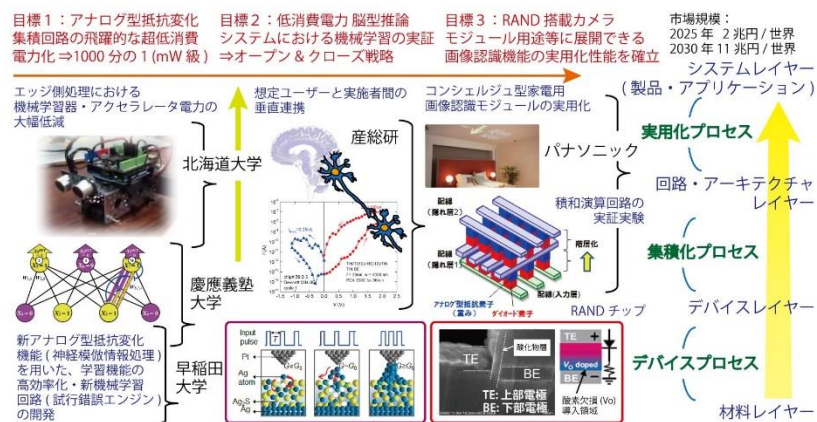


(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。●:研究開発責任者所属機関 / ■:実用化・事業化責任者所属機関

## インメモリー・コンピューティングで推論を実行 「アナログ型抵抗変化素子」が実現する非GPU型推論システム

実施者名(*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●産業技術総合研究所、北海道大学、早稲田大学、慶應義塾大学、</li> <li>■パナソニックセミコンダクターソリューションズ株式会社</li> </ul>
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・脳型の情報処理を行う新しいコンピュータを、「アナログ型抵抗変化素子」を集積することによって実現することで、消費エネルギーを1/1000に低減するための技術開発。</li> <li>・例えば、エッジ側での画像や映像を短時間で解析したり、個人向けサービスをリアルタイムで提供したりすることが可能になり、従来型コンピュータの不得意な処理を補完する。</li> </ul>
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来のGPUをベースとした方法ではなく、ディープラーニング動作（演算）とその（演算）結果を保持することの両方をアナログ型抵抗変化素子で行う点がポイント。</li> <li>・さらに本事業では、脳型推論ハードウェアが利活用される多様な機会を創出するために、共通ハードウェアボードやクラウドベースの情報共有システム等からなるソフト・ハード一体化「ユーザードリブン型価値創造プラットフォーム」を構築・公開し、ユーザとの協創により市場を創出する。</li> </ul>

### (テーマイメージ)

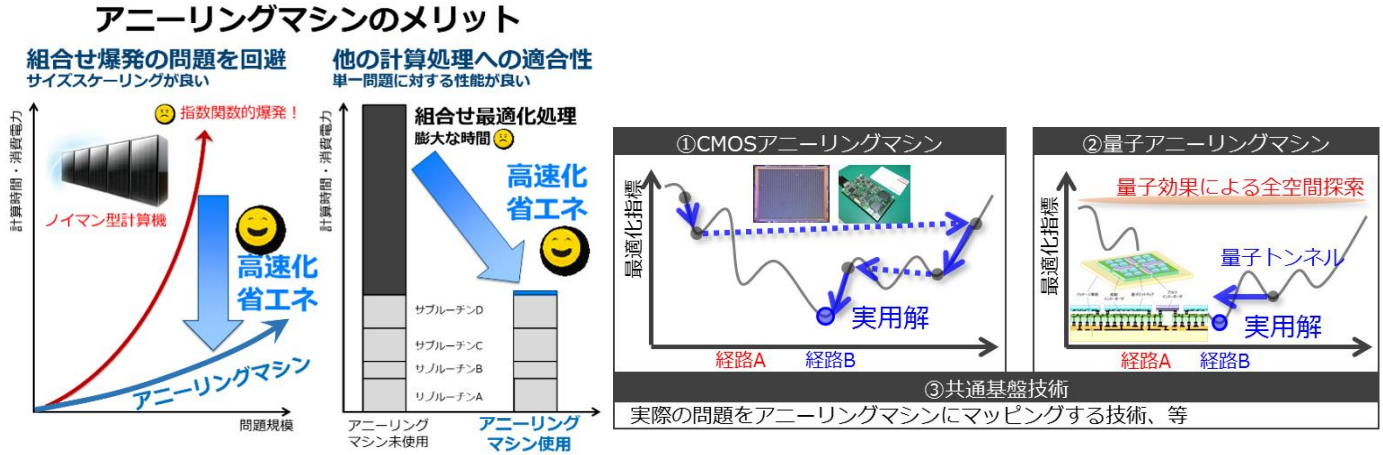


(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。 ●：研究開発責任者所属機関 / ■：実用化・事業化責任者所属機関

## IoT社会のシステム最適制御に向けた大規模アニーリングマシンを開発

実施者名(*)	● ■ 株式会社日立製作所、産業技術総合研究所、理化学研究所、情報・システム研究機構、早稲田大学
概要	組合せ最適化問題（物流の経路最適化、ロボットの動作最適制御等）を効率よく解けるアニーリングマシンを開発し、IoTでのシステム最適制御を実現する。
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoTでのシステムを最適制御するには組合せ最適化問題と呼ばれる問題を解く必要があるが、システムの規模が大きくなると、従来型の計算機では組合せ数が爆発的に増加し答えを求めることが難しくなる。それに対処するため、アニーリングマシンと呼ばれる計算機が提案されている。</li> <li>本プロジェクトでは、CMOSおよび量子アニーリングマシンと呼ばれる2種類のアニーリングマシンについて、実用化に必要な大規模化・高性能化技術の開発に取り組む。さらに、アニーリングマシンを使用する際に必須となる問題マッピング等の基盤技術の開発を行う。</li> </ul>

(テーマ イメージ)



(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。 ● : 研究開発責任者所属機関 / ■ : 実用化・事業化責任者所属機関

## リアルタイム性実現のため処理・制御速度30倍

実施者名(*)	●■東京大学、日本電気株式会社、オムロン株式会社、株式会社エクスビジョン
概要	・カメラのネットワーク化と高速フィードバックを実現し、リアルタイム・高速なIoT解析システムを実現します。工場等における検査・FAを対象にその有効性を検証し、事業展開を目指します。
ポイント	・カメラのネットワーク化（同期）と高速フィードバックを可能にするシステムアーキテクチャ ・高速ビジョンのためのプラットフォーム開発 ・高速検査、センサフュージョン、作業支援の応用技術開発

(テーマ イメージ)

・高速画像処理のための標準プラットフォームの開発  
・基盤技術となるセンサネットワークアーキテクチャ

・高速FAに向けたセンサフュージョン技術の確立  
・従来性能をはるかに凌駕する高速検査の実現

**国立大学法人東京大学**

・研究項目: ①ネットワーク構造と全体アーキテクチャの提案

1msのサンプリング時間  
1kHzのフィードバックレート

**株式会社エクスビジョン**

・研究項目: ②プラットフォームとソリューションパックの開発

<b>CU (Camera Unit)</b> CU App CU API CU Middle RTOS (Real-time Operating System) Vision Chip Driver	<b>Host System</b> Host App Camera Library API OS Adaptation Layer CU Interface Drivers	開発環境 OS & OSS API OS Standard Libraries OSS Libraries General and Misc. I/O Drivers
---	---	---

**日本電気株式会社**

・研究項目: ③粒状混合物の高速仕分け技術の研究開発

**オムロン株式会社**

・研究項目: ④高速なFAシステム実現に向けた高速センサフュージョン技術の研究開発

**国立大学法人東京大学**

・研究項目: ⑤高速ASM(Active Support Mechanism)システム

WINDSネットワーク(Network for World Initiative of Novel Devices and Systems) 研究成果の普及とともに標準化・共通化への取り組み

(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。●:研究開発責任者所属機関 / ■:実用化・事業化責任者所属機関

## 単位電力毎の性能で従来比10倍

実施者名(*)	●東京大学、埼玉大学、イーソル株式会社、■株式会社アクセル
概要	・IoTの各応用分野に特化した特定処理をハードウェアアクセラレータで実装するヘテロジニアスSoCアーキテクチャを創出、およびスケーラブルな分散ソフトウェア基盤とデータ解析フレームワーク
ポイント	・ドメインに特化したランタイムで構成されるドメイン特化フレームワーク ・IoTアプリケーションを分散して処理できるヘテロジニアスな環境 ・ヘテロジニアスコンピューティングに対して、システムや処理の特性に合わせてスケーラブルに扱えるリアルタイムOS

(テーマ イメージ)

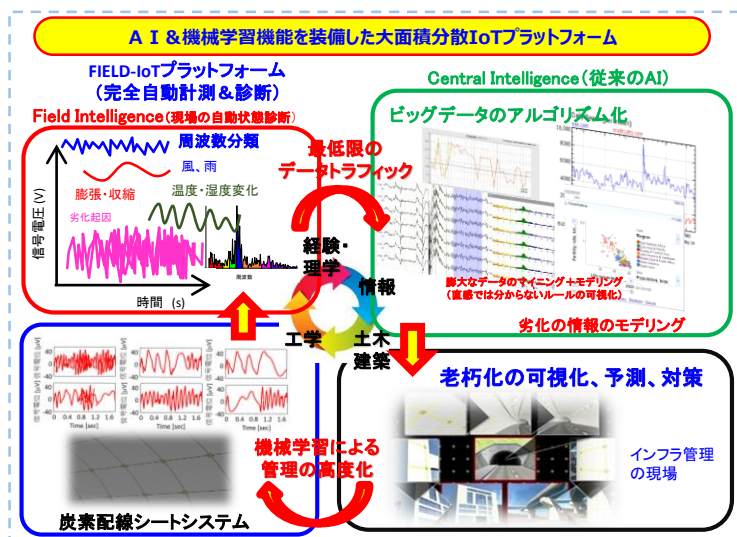


(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。●:研究開発責任者所属機関 / ■:実用化・事業化責任者所属機関

## IoT社会の実現に向けた世界初のAI分散型エッジノードシステム

実施者名 <sup>(*)</sup>	●大阪大学、東京大学、■東京電力ホールディングス株式会社、東電設計株式会社、東洋インキSCホールディングス株式会社、ダイキン工業株式会社、昭和電工株式会社、双葉電子工業株式会社
概要	・状態診断知能“Field Intelligence”を搭載した大面積分散IoT（FIELD-IoT）プラットフォーム基盤技術を開発し、これによる次世代構造物ヘルスケア技術を確立する。
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長期信頼性と安定性を兼ね備えた炭素技術をベースに「低消費・高効率電力配分システム」、「安定通信システム」、「面計測システム」を統合した、シート型の大面積IoTプラットフォーム開発</li> <li>・Field（エッジノード）において「信号/ノイズ分離」や「状態判断・診断知能」等の人工知能を搭載し、多ノイズ環境下においても、データトラフィックを最小限に抑え、電力消費を抑制</li> <li>・状態計測、状態認知、信号伝送を超間欠動作にて実施</li> <li>・上記の技術開発により省電力化（1/10以下）、情報処理の高効率化（10倍）を実現</li> </ul>

(テーマイメージ)

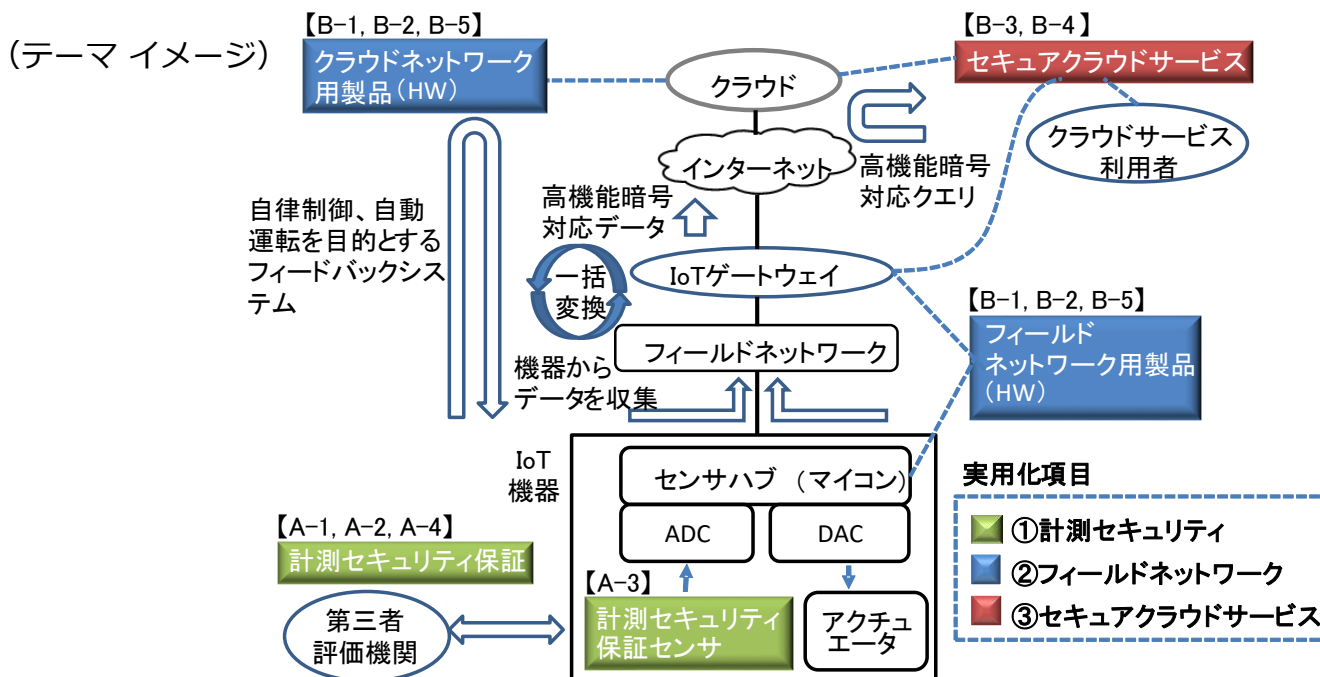


(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。●：研究開発責任者所属機関／■：実用化・事業化責任者所属機関



## センサーからクラウドまでを守るセキュリティ技術の開発

実施者名(*)	● 横浜国立大学、三菱電機株式会社、東京大学、東北大学、神戸大学、産業技術総合研究所、■ 電子商取引安全技術研究組合
概要	・ IoTにおける計測、通信、蓄積、処理、制御、利用、保守管理の全ての側面でセキュリティを適切かつフレキシブルに実現でき、エネルギー効率に優れた技術を研究開発する。
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ オープンなIoTの実現を支えるためにセキュリティ面で重点的に解決すべき課題である、             <ul style="list-style-type: none"> <li>- センサ等による情報取得段階での「計測セキュリティ」の充実</li> <li>- クラウドにおけるプライバシーを考慮した超高速秘匿検索やフィールドネットワーク管理に適する「高機能暗号」を実現する省電力なハードウェアを開発する。</li> </ul> </li> </ul>

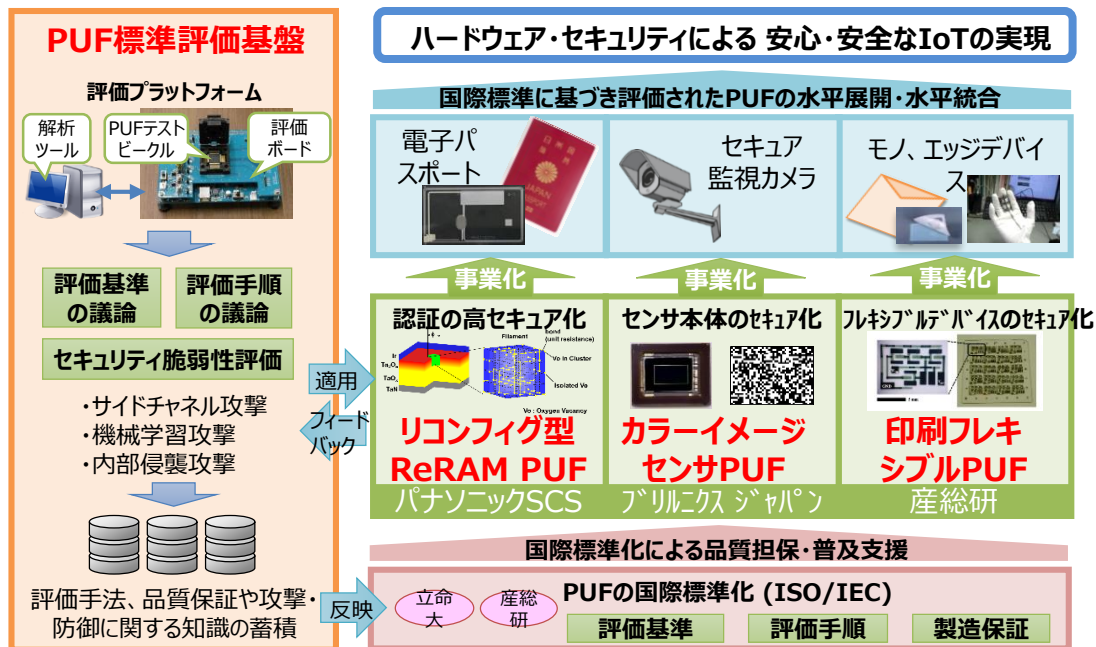


(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。 ● : 研究開発責任者所属機関 / ■ : 実用化・事業化責任者所属機関

## LSIチップの指紋（PUF）を使った低コスト/高セキュリティ IoTハードウェア技術

実施者名 <sup>(*)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 立命館大学、産業技術総合研究所、</li> <li>■ パナソニックセミコンダクターソリューションズ株式会社、</li> <li>■ ブリルニクスジャパン株式会社</li> </ul>
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「IoT末端系のハードウェアセキュリティ」に対して、機器の真正性・データの完全性や機密性を「物理複製不可能デバイスPUF」を用いることで飛躍的に向上させるための基盤技術開発を行う。</li> </ul>
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ チップ製造時のセキュリティに対応できるリコンフィグ型PUF開発</li> <li>・ IoT末端のセンサのセキュリティを実現するカラーイメージセンサPUF開発</li> <li>・ 物流等において低コストセキュリティを実現する印刷フレキシブルPUF開発</li> <li>・ PUF品質 &amp; セキュリティを担保する標準評価基盤技術の構築及び国際標準化</li> </ul>

(テーマ イメージ)



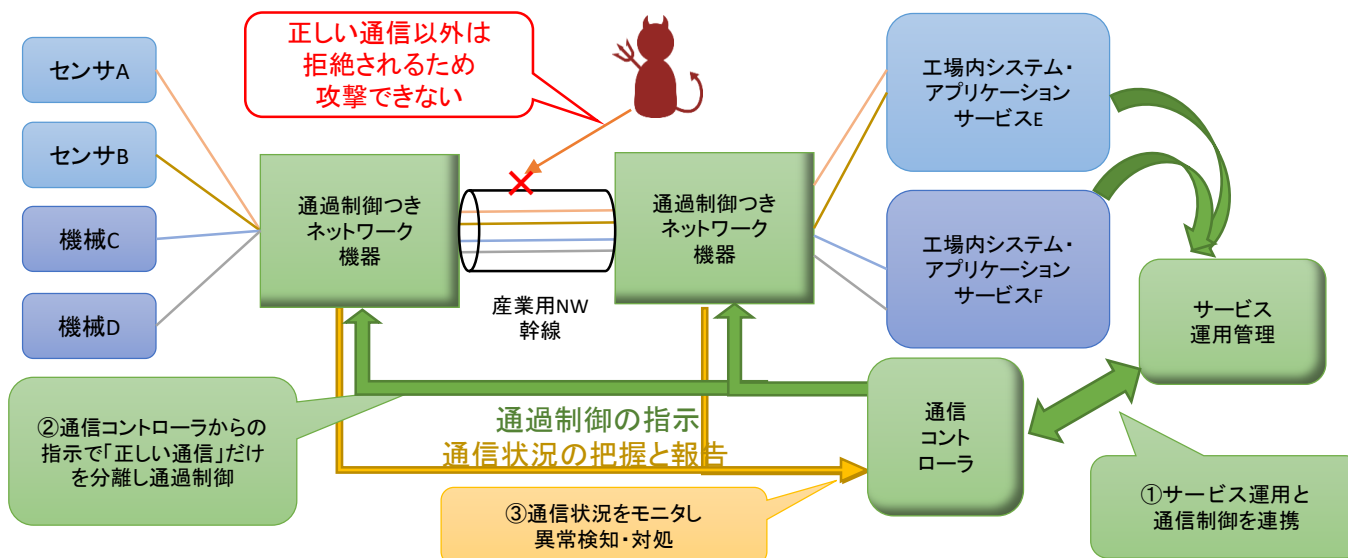
(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。 ● : 研究開発責任者所属機関 / ■ : 実用化・事業化責任者所属機関

## 次世代の産業用ネットワークを安全・高効率に

実施者名(*)	●■アラクサラネットワークス株式会社、産業技術総合研究所、株式会社IIJイノベーションインスティテュート
概要	・サービス、制御ソフトウェア、ネットワーク機器を連携させることによりセキュリティ統合システムを実現します。これにより、コンピュータウィルスの蔓延等を防止する効果的な手段を提供します。
ポイント	・セキュリティ対策を個別に実施できないセンサや機械を「正しい通信」だけを許可する通過制御により守り、リスクをさげる ・サイバー攻撃を抑止するとともに、モニタリングにより感染や故障など機器異常も検知する

(テーマ イメージ)

- ①サービス-ネットワーク連携による正しい通信の把握
- ②ネットワークでのサービス毎の通信の分離・管理
- ③モニタリングによる異常検知と自動的な対処の組み合わせでセキュリティ統合システムを実現



(\*) 実施者構成はステージゲート審査会時点。●:研究開発責任者所属機関 / ■:実用化・事業化責任者所属機関

# Appendix-3

「研究開発項目③ 高度なIoT社会を実現する横断的技術開発」における  
各研究開発テーマの成果と意義（現時点の各テーマ成果状況一覧）

◆各個別テーマの成果と意義（現時点の各テーマ成果状況一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態(*1) <small>(*1)ステージゲート後、一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	現時点の成果概要	目標達成度
		意義	
収集	(1) 超高効率データ抽出機能を有する学習型スマートセンシングシステムの研究開発 [委託事業]	<p>環境発電モジュールとコンセントレータ制御でパラメータを自動調整するスマートセンサにより、無給電でセンシングと双方向通信を可能とした手のひらサイズ程度の無線センサ端末、および収集データ抽出の最適方法を自動決定するコンセントレータからなるセンシングシステムを開発。環境発電による工場設備（ロボットアーム等）の稼働状態モニタリング実証、センシングシステム構築のノウハウ実証を行い良好な結果を取得。（引き続き、実証フィールド追加等による改良を実施中）</p> <p>工場のデジタル化に関し、既設ラインやレガシー設備へのセンサ設置とネットワーク接続を可能とし、IoTによる生産性向上に寄与。</p>	○
	(2) 超低消費電力データ収集システムの研究開発 [助成事業]	<p>エネルギーハーベスティングによる自立電源で動作する「スマートIoT」の要素技術確立と事業提案という目標に対し、消費電力1/10のIoT特化型統合SoC、慣性センサ、バックスキップ通信モジュール、バイタルセンサ、発電効率10倍の自立電源モジュールの開発を達成。（各要素技術の統合として、モーター、ファン、ポンプ、コンプレッサなど工場内に無数に存在する回転機器の状態監視システムを構築中であり、完成次第、実証試験を開始する予定）</p> <p>回転機器などの工場設備の監視、保全をリモート化するニーズは、熟練作業者の低減を原因として年々高まっており、この社会構造変革対応に貢献。</p>	○

◆各個別テーマの成果と意義（現時点の各テーマ成果状況一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態(*1) (*1)ステージゲート後、一部テーマは 委託事業から助成事業に移行	現時点の成果概要	目標 達成度
		意義	
収集 (続き)	(3) トリリオンノード・エンジンの研究 開発  [助成事業]	<p>超小型、低消費電力、簡単組立、オープンソース・ハード/ソフトの特長を持ったIoT/CPSシステムのプラットフォームとしてリーフ22種類(*2)の開発を完了し公開中。リーフの販売会社も設立し、プラットフォームの普及加速を行っている。（更に、プラットフォームの地位を確立するため、企業用途向けの高機能マイコンやセキュリティの機能強化等の研究開発中）</p> <p>(*2) <a href="https://trillion-node.org/">https://trillion-node.org/</a></p> <p>リーフおよびオープンイノベーション・プラットフォームを誰もが開発・営業・教育など様々な利用シーンで活用できるツールとして提供することによって、IoT市場を発展・拡大させるとともに、企業がIoT市場にアクセスする際の短工期化・容易化を実現し、産業力強化に貢献。</p>	○

◆各個別テーマの成果と意義（現時点の各テーマ成果状況一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態(*1) (*1)ステージゲート後、一部テーマは委託事業から助成事業に移行	現時点の成果概要 意義	目標達成度
蓄積	(4) 高速ストレージクラスメモリを用いた極低消費電力ヘテロジニアス分散ストレージサーバシステムの研究開発 [委託事業]	IoT/IT基盤技術となる蓄積(メモリ)分野での優位性確保のため、他国では未実現であるメモリ(ハードウェア)からドライバ、ソフトウェアまでの全階層を垂直連携した最適化ストレージを研究開発。現時点では、M-SCM、S-SCM、MLC/TLC NAND型フラッシュメモリを混載、各種メモリの利点を引き出し、弱点を隠ぺいするヘテロジニアスストレージシステムの設計手法を確立し、メモリ、インターコネクト、OSの個別要素技術で性能10倍、電力1/10を確認、さらに全体システムでも性能10倍、電力1/10と出来ることを確認した。（現在、全体最適化を図ったプロトタイプを開発中） インダストリ4.0や自動運転車などのリアルタイム応答が必要な多様なアプリケーションに伴う、爆発的データ量増大への現DRAM技術の容量限界、データセンタの消費電力増加の解消に寄与。	○
	(5) 先進IoTサービスを実現する革新的超省エネルギー型ビッグデータ基盤の研究開発 [助成事業]	ビッグデータ分析において、「いかに高速に分析を行うか」から「いかにエネルギー消費を抑えて分析を行うか」という競争軸への転換を先取りし、実証レベルで200倍の高効率化という目標にチャレンジ。事前評価実験を行い、従来型のデータベースエンジンに比して、記憶デバイスとして磁気ディスクドライブを用いた場合には138倍以上、フラッシュメモリを用いた場合には55倍以上のエネルギー高効率化を確認。（更なる高効率化を研究開発中） 世界的な問題事項として認識されているデータセンタのエネルギー消費増大懸念の解消に寄与。また、従来手法ではハードウェアの効率化により消費電力を下げるが、本テーマの手法はIT機器のソフトウェア処理そのものを極限まで高効率化するもの。	○

◆各個別テーマの成果と意義（現時点の各テーマ成果状況一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態(*1) (*1)ステージゲート後、一部テーマは委託事業から助成事業に移行	現時点の成果概要	目標達成度
		意義	
解析	(6) 省電力AIエンジンによる人工知能プラットフォーム [助成事業]	<p>①競合GPUに比べて電力性能比（同一プロセスノード比較）で21倍以上のAIエンジン開発を達成し、成果物を広くIPライセンス及びFPGAモジュールとして提供を行った。</p> <p>②低電力FPGAベースのAIエンジンの設計時間効率を従来の100倍に引き上げる設計プラットフォームのプラットフォーム（プロトタイプ）を完成し実証実験により有効性を確認した。</p> <p>人工知能による高度なIoTデータ処理の実現に関し、センサーデバイス側（エッジ側）の電力制約等に対応可能な基盤技術の多様化に寄与。</p>	○
	(7) 超高速・低消費電力ビッグデータ処理を実現・利活用する脳型推論集積システムの研究開発 [委託事業]	<p>①RAND(Resistive Analog Neuro Device)の動作メカニズム解析、微細化プロセス開発、信頼性モデル構築と共に、ユーザへの課題解決提案に、0.18μm世代での動作実証提示が可能となった。（更なる微細化を継続中）</p> <p>②ユーザドリブン型価値創造プラットフォームの運用を開始し、ユーザーからのフィードバックをプールし、持続的にAIアクセラレータの新たな適用事例を共創。</p> <p>セキュリティ、個人情報等の理由からエッジで学習処理を完結したいケース、通信困難下でのAI学習活用ケース等、AIの産業利用拡大や社会実装拡大に貢献。</p>	○



◆ 各個別テーマの成果と意義（現時点の各テーマ成果状況一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態(*1) (*1)ステージゲート後、一部テーマは 委託事業から助成事業に移行	現時点の成果概要	目標 達成度
		意義	
解析 (続き)	(8) 組合せ最適化処理に向けた 革新的アニーリングマシンの研究 開発  [委託事業]	①CMOSアニーリングマシンのエッジ利用に現実的な名刺サイズの 試作機にて動作実証 ②日本初の超伝導量子アニーリングマシンハードウェア開発に成功 ③深強結合を用いることで、全結合のアニーリング回路が構築できる アーキテクチャを開発  IoTでのシステムを最適制御するために必要な組合せ最適化問題 の解決を低消費電力かつ高速に行えるようになることで、新たな IoTビジネスモデル創出へ貢献。	○
	(9) 高速ビジョンセンサネットワーク による実時間IoTシステムと応用 技術開発  [委託事業]	①1000fps高速ビジョンセンサネットワークシステム（サンプリング 時間1ms）に必要な時刻同期・フレーム同期技術を確立 ②基本技術として高速画像選別・認識処理技術を開発、高速 仕分けデモシステムを構築し、高速ビジョンセンサを用いたリアル タイムフィードバック（フィードバックレート1kHz）応用を実現 ③視覚、近接覚、触覚の高速なマルチモーダル情報統合化技術 を開発、実アプリ模擬システムを構築し、複数ワークの高速調整 レスピッキングを達成 ④高速ビジョンプラットフォーム、および、ソリューションパックを開発し 提供開始  1000fpsの高速画像処理[*]が、文字認識による仕分けや欠陥 認識による検品を、製造ラインを高速移動させたままで可能にする。 その結果、工場のトータルコスト低減、自動化率の飛躍的向上が 図れ、労働集約型産業の国内回帰等、経済効果に貢献。  [*]現行の画像処理が30fps(frame per second)なので、30倍以上の処理能力となる。	○

◆各個別テーマの成果と意義（現時点の各テーマ成果状況一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態(*1) (*1)ステージゲート後、一部テーマは 委託事業から助成事業に移行	現時点の成果概要	目標 達成度
		意義	
解析 (続き)	(10) Field Intelligence搭載型 大面積分散IoTプラットフォーム の研究開発  [助成事業]	<p>①既存技術に比べ、より密な“面”計測により、高空間分解能や環境ノイズの高精度除去を可能とし、かつ、得られた膨大なデータを現場AI診断等で情報処理することにより、これまで人の経験に基づいて行ってきた診断の数値化を行い、インフラ等大規模構造物の老朽化可視化、老朽化予測、対策等に資する大面積&amp;分散型多チャンネルモニタリングを研究開発。既存技術の1/10程度のコストで、かつ、更なる高空間分解能等の性能を実現するために、炭素配線シートシステムによるプラットフォームの実現を目指している。</p> <p>センサ開発に関し、炭素を主とした配線、および、歪センサ、自然電位センサ、塩化物イオン濃度センサといった各種センサの基本性能を確認済み。また塩水噴霧耐久試験により耐久性10年の目途が付いた。また、振動センサについて試作を完了し、高精度化を図るための検討と耐久性を確保するための検討を実施中。</p> <p>②センサデータからインフラ設備の変状等を診断するアルゴリズム・監視システムについて、開発・試作を実施し、近々開始する実証試験に供する予定。</p>	○
		<p>省エネルギーに繋がる「CO2削減への効果」と、「設備・メンテナンスのトリアージによるコスト削減効果」により、環境問題や熟練労働者不足の中でのインフラ維持といった社会課題の解決に寄与。</p>	

◆成果の最終目標の達成可能性（現時点の各テーマ成果状況一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態(*1) (*1)ステージゲート後、一部テーマは委託事業から助成事業に移行	現時点の成果概要	目標達成度
		意義	
セキュリティ	(11) Sensor-to-Cloud Security～ビッグデータを守る革新的IoTセキュリティ基盤技術の研究開発 [委託事業]	<p>高機能暗号をスケーラブルにハードウェアとして構築するため</p> <p>①末端ノード向けとして、高機能暗号を10mW以下で実現する低電圧・省電力デバイス（65 nm SOTBデバイス等）による暗号モジュール技術を確立。</p> <p>②中間・上位ノード向けとして、高機能暗号を1万並列以上のスケーラビリティで具現する超並列・多積層デバイス（TSVベースの3Dデバイス等）による暗号モジュール技術を確立。</p> <hr/> <p>今後IoTが、ドメイン・事業主を問わない様々なレイヤ間でデータ流通メッシュ化・サービス多層化・仮想化といったオープン化を展開する上で鍵となる高機能暗号実用化の道を切り拓き、高度IoT社会実現に貢献。</p>	○
	(12) 複製不可能デバイスを活用したIoTハードウェアセキュリティ基盤の研究開発 [委託事業]	<p>①電子パスポート等の高セキュア認証ICカードに必要なリコンフィギャラブルPUFに関し、リコンフィグ前後で製品への搭載が十分可能となる目標のユニーク性確保を確認。</p> <p>②画像データの改竄・なりすましを防ぐカラーイメージセンサ(CIS) PUFに関し、動作確認等を完了し、事業化フェーズへ移行。</p> <p>③偽造品対策のセキュリティタグの他、幅広い活用が期待される印刷フレキシブルPUFに関し、有機TFT PUFを印刷プロセスで量産製造する要素技術を確立 *PUF:Physically Unclonable Function</p> <hr/> <p>PUFを「機器・デバイスの流通・配備段階での真正性判定」「収集データの真正性・秘匿性確保」「機器・デバイスのセキュア管理」に利用し、ハードウェアセキュリティ面から安心・安全なIoT社会の実現に寄与。</p>	○

◆成果の最終目標の達成可能性（現時点の各テーマ成果状況一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態(*1) <small>(*1)ステージート後、一部テーマは 委託事業から助成事業に移行</small>	現時点の成果概要	目標 達成度
		意義	
セキュリティ (続き)	(13) 次世代産業用ネットワークを守るIoTセキュリティ基盤技術の研究開発  [助成事業]	<p>「既存機器がそのまま利用可能」で、「内部感染を防止」し、かつ「自動管理」するセキュリティシステムという新たなセキュリティ・コンセプトを提唱。サービス情報自動抽出アルゴリズム開発、サービス情報から通過制御情報を生成する管理ソフトウェア開発、およびセキュリティスイッチの開発等を行い各機能の連携により、新セキュリティ・コンセプトの実現と効果を確認。</p> <p>ファイアウォールとエンドポイント対策ソフトに頼る従来方法では限界がある産業用IT/IoTネットワークのセキュリティを、新セキュリティ・コンセプトの適用で強化することにより、IoT化の進む産業インフラ全体の安心・安全に貢献。</p>	○

# Appendix-4

「研究開発項目③ 高度なIoT社会を実現する横断的技術開発」における  
各研究開発テーマの実用化・事業化概要一覧

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組及び見通し（現行各テーマの実用化・事業化概要一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態 <sup>(*1)</sup> <small>(*1)ステージート後、 一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	事業化主体	実用化・事業化概要
収集	(1) 超高効率データ抽出機能を有する学習型スマートセンシングシステムの研究開発 [委託事業]	日立製作所	既存のサービスプラットフォームに研究成果を実装し、革新的生産性向上、社会課題解決を可能とする、社会イノベーション事業を実現する。
		東京電力ホールディングス	東京電力グループが2017年度から実施している法人向けの「電気の省エネサービス」事業のコンテンツ拡大のため、学習型スマートセンシングシステムを用いた顧客設備の保守・状態管理マネージメントサービスを追加で設定することで、工場全体のマネージメントサービスとして提供する。
		鷺宮製作所	各種センサの電池交換を不要とし、10年程度のメンテナンスフリー実現のため、連続的に500μW以上の電力を供給可能な振動型自立発電デバイスの実用化を目指す。また、道路や鉄道の交通インフラ維持管理、工場・オフィス等での省エネルギー、またウェアラブルセンサによる健康維持などIoT普及のため、小型化、及びウェアラブルパッケージによる高効率な振動発電デバイスを安価に実用化する。

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組及び見通し（現行各テーマの実用化・事業化概要一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態 <sup>(*1)</sup> <small>(*1)ステージ後、 一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	事業化主体	実用化・事業化概要
収集 (続き)	(2) 超低消費電力データ収集システムの研究開発 [助成事業]	デバイス&システム・プラットフォーム開発センター	本研究開発において事業モチーフとして開発した回転機器状態監視システムの事業化に注力する。
		東芝	本研究開発における慣性センサ技術を高精度化の方向へと応用し、東芝グループが独自に開発していた無線位置推定技術とのフュージョンにより、高精度な屋内位置推定の実証実験を実施し、その成果を元に、東芝グループ内での事業展開を図っていく。
		アルプスアルパイン	熟練作業者の減少といった喫緊の課題が顕在化している分野への適用を最初の実用化ターゲットし、市場実績を積み上げつつ、より汎用性の高い製品に仕上げながら、適用市場を拡大、デファクト化していく。開発した技術による低消費、小型、高性能化により、他社製品への優位性を実現していく。
		テセラ・テクノロジー <small>(2018年度に事業終了)</small>	研究開発を担当した振動発電用SSH増幅自立電源モジュールに拘らず、当社の組込みシステム開発を主たる業務にしている強みを生かし、デバイス&システム・プラットフォーム開発センターが研究開発している振動、熱、光による自立電源モジュール全般の事業化検討を進める。それにより、環境発電用電源回路全般のknow-howを今後更に積み重ね、高効率自立電源設計のオーソリティー集団を目指す。

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組及び見通し（現行各テーマの実用化・事業化概要一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態 <sup>(*1)</sup> <small>(*1)ステージゲート後、 一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	事業化主体	実用化・事業化概要
収集 (続き)	(3) トリオンノード・エンジンの 研究開発  [助成事業]	東芝デバイス & ストレージ	トリオンノード・エンジンの技術を採用したMCUリーフの開発および販、および関連するソフトウェアのロイヤリティ販売。
		東芝インフラ システムズ	セキュリティ強化が必要とされる市場向けに、生体認証機能、セキュアデータの保存機能、暗号化機能を含めたセキュリティ対応トリオンノード・エンジンの試作・開発などを行う。また、サンプルを10式以上提供して実用性検証を行うとともに、必要に応じた改善を実施することで、スムーズな企業化計画の実行を目指す。
		図研	研究開発の成果を用い、IoT向け簡易設計環境をパッケージ商品化し、アカデミックプライスで既存の職業能力開発施設向けツールとしてリプレイスしていく。（ライセンス販売）また、プレミアムモデル（企業向けの高性能版）向けの成果により、企業の研究開発部門の新規開拓ビジネスを行う。合わせて、アカデミックプライスレベルの価格で、ベンチャー企業、異業種への新規拡販（ライセンス販売）を行い、最終的には非図研顧客のメーカーズ向けの拡販（ライセンス販売）を目指す。
		SUSUBOX	トリオンノード・エンジンを用いた教育カリキュラムの開発を行う。カリキュラムの内容は大学のような基礎を中心とするのではなく、業務で直接利用可能な実践的な内容とする。また、カリキュラムは販売用だけでなく、宣伝用に無償提供するものも開発する。



◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組及び見通し（現行各テーマの実用化・事業化概要一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態 <sup>(※1)</sup> <small>(※1)ステージート後、 一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	事業化主体	実用化・事業化概要
蓄積	(4) 高速ストレージクラスメモリを用いた極低消費電力ヘテロロジーニアス分散ストレージサーバシステムの研究開発 [委託事業]	富士通	IoT時代の大量データを蓄積し、高速処理するデータセンタ用ストレージとして実用化する。次に、実施企業や研究協力機関などが運営するデータセンタ内で各種IoTサービスを支える基盤として実用化する。現在は開発技術の基盤となるIntel製SCM搭載したサーバを製品化、次にストレージとしての実用化を進める。
	日本電気		
	(5) 先進IoTサービスを実現する革新的超省エネルギー型ビッグデータ基盤の研究開発 [助成事業]	日立製作所	日立製作所はエンタープライズストレージ世界市場30%を確保しているが、ヘルスケア・ファクトリ・社会インフラ等、日立製作所の得意市場（エンタープライズ顧客）をターゲットとする早期事業立上げにより優位性を確保する。また、エネルギー効率性への転換期にタイムリーに製品を投入していくとともに、Lumada（自社ビッグデータ・IoTプラットフォームビジネス）のユースケース蓄積による市場創生・ユーザ獲得を図る。さらに市場拡大に向け、広汎なライセンス体制を構築することにより非競争技術化を図る。

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組及び見通し（現行各テーマの実用化・事業化概要一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態 <sup>(*1)</sup> <small>(*1)ステージート後、 一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	事業化主体	実用化・事業化概要
解析	(6) 省電力AIエンジンによる人工知能プラットフォーム [助成事業]	デジタルメディア プロフェッショナル	今後広がるエッジコンピューティングの中で、研究開発の成果物によって、画像・動画の認識を高効率に実現することが出来る。この成果物を、エッジAIプロセッサコアとしてFPGAモジュールに実装したモジュールビジネス、顧客とともにSoCとして製品を行うデザインサービス・OEM事業化、及びコア部分をIPとしたライセンスビジネスとして行う。
		日本電気	NECが保有する高位合成ツールは、社内外の大手装置設計事業者やデバイスメーカなど多くのユーザを獲得し、ビジネスの実績を持っている。これらの商流を活かして、あらゆるデバイスに対応したAI設計フレームワークとしてビジネスを進めることを最終目標としている。総合電機メーカの特徴を活かし、開発したAI設計フレームワークを、さまざまなビジネスに活用することで事業貢献することを目指している。
	(7) 超高速・低消費電力ビッグデータ処理を実現・利活用する脳型推論集積システムの研究開発 [委託事業]	ヌヴォトン テクノロジー ジャパン (旧 パナソニック セミコンダクター ソリューションズ)	アナログ型抵抗変化素子RAND に関して、メモリとして実績のある180nm世代の成熟したプロセスで、低消費電力を武器としたセンサー応用をターゲットに早期に事業を立ち上げる。 並行してアプリ探索、AIソリューションベンダーとの連携などを視野に事業拡大を目指す。さらに、40nm、22nm世代へと微細化を進め、エッジ学習技術を進化させることで、IoT用途への本格拡大を図る。

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組及び見通し（現行各テーマの実用化・事業化概要一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態 <sup>(*1)</sup> <small>(*1)ステージート後、 一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	事業化主体	実用化・事業化概要
解析 (続き)	(8) 組合せ最適化処理に向けた革新的アニーリングマシンの研究開発  [委託事業]	日立製作所	アニーリングマシンは、特殊な計算機のためすぐになんにでも使えるというわけではない。そこで、日立ではCMOSアニーリングマシンの実用化にあたっては特定の分野にむけて実用化・事業化を行う。さらに、最初の事業化で培った技術、および、本研究開発で開発した技術をプラットフォーム化し、適用分野をN倍化し、さらに大きな事業へ育てていく。このプラットフォームには、本研究開発において、国立情報学研究所や早稲田大学が開発した共通基盤技術も取り込む予定である。
		産業技術 総合研究所	超伝導量子アニーリングマシンの実用化・事業化に向けて、量子アニーリングマシンのクラウドサービスに向けた研究開発を実施してきた。特に、産総研LAN内での量子アニーリングマシンクラウド環境の構築を行い2020年度末までに実施する予定である。将来的には、大規模な超伝導量子アニーリングマシンをクラウドへ搭載すると同時に、外部アクセス可能なネットワーク環境構築を行う。

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組及び見通し（現行各テーマの実用化・事業化概要一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態 <sup>(*)</sup> <small>(*)ステージゲート後、 一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	事業化主体	実用化・事業化概要
解析 (続き)	(9) 高速ビジョンセンサネットワークによる実時間IoTシステムと応用技術開発 [委託事業]	エクスビジョン	<p>高速ビジョンプラットフォームを、2019年初に開発完了、市場への提供を開始した。200社強に採用提案を開始、うち20社以上と当該プラットフォームを使った課題解決のためのPoC開発を進め、以下の分野におけるソリューションパックを利用した事業化を進めている。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 製造ラインの不良品検査パックを使った高速FA検査</li> <li>2. 製造業の省人化・自動化のための高速ロボティクスによる制御へパターン照射を用いた高速三次元計測技術</li> <li>3. VR、AR分野へのステレオソリューション（高速3次元トラッキング技術）応用</li> <li>4. 高速移動物体トラッキングによる物体速度、軌跡、その他特徴量を高精度で取得するソリューション応用</li> </ol>
		日本電気	<p>大量の個体を目視で検査し、その種類別に仕分けたり、異常や規格外のものを発見選択し取り除いたりする作業を行っている事業者に対して、本件技術が広範囲に適用可能と見込まれる。製造業（食品、素材、機械、家電など）、鉱業、微生物や種子などを扱う農林水産系企業、粒状（穀物、ペレット等）の製品を扱う商社、医薬品・医療機器メーカー、産業廃棄物回収業者などが代表例。また、認識機能をクラウド上でサービス化することで、さらに広い領域の事業者や産業に対して、大量の微小物体の分類や仕分け機能を提供する事も可能となり、将来の販売予定先はほぼ全産業に拡大すると見込まれる。</p>

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組及び見通し（現行各テーマの実用化・事業化概要一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態 <sup>(*1)</sup> <small>(*1)ステージゲート後、 一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	事業化主体	実用化・事業化概要
解析 (続き)	(10) Field Intelligence搭載型大面積分散IoTプラットフォームの研究開発 [助成事業]	東電設計	<p>社会インフラ設備の異常を早期に検知するセンサシステムを開発し、社会インフラ設備保有事業者に販売展開する。トンネルや橋などのインフラ設備に多種のセンサを複数設置することで、専門家による定期的点検によらず、潜在的に進行する劣化を遠隔地から長期かつ常時モニタリングができる。これにより劣化の状態を可視化し、補修・補強の優先順位づけに利用することで、限りある維持・管理予算を効率的に活用できることになる。</p> <p>その中で、東京電力HDは、グループ会社の東電設計(株)のインフラ事業拡大において、他電力の土木インフラ設備への展開に協力し、東京電力HDグループとしての収益の拡大を図っていく。</p>

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組及び見通し（現行各テーマの実用化・事業化概要一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態 <sup>(*1)</sup> <small>(*1)ステージゲート後、 一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	事業化主体	実用化・事業化概要
セキュリティ	(11) Sensor-to-Cloud Security～ビッグデータを守る革新的IoTセキュリティ基盤技術の研究開発 [委託事業]	三菱電機	<p>高機能暗号（秘匿検索システム）に関わる本成果の実用化・事業化は、三菱電機株式会社によって実施を進めていく。</p> <p>具体的には、2022年度までを目途に社会実装・評価を実施するとともに、事業化に向けて必要となるシステム化技術や運用技術の蓄積を実施する。その後、ハードウェアエンジンが製品化されたタイミングで、実データを用いた性能評価やソフトウェアの充実化などのパイロットシステム開発を行い、実用化・事業化の目途をつける。</p>
		電子商取引安全技术研究組合	<p>高機能暗号（集約署名システム）の実用化、事業化は、電子商取引安全技术研究組合及び当該組合の後継法人（2022年4月発足予定）が責任を持って、2023年度の社会実装開始を目指して、所要の継続研究と技術実証実験を進める。</p> <p>具体的には、本研究開発終了後、ハードウェアペアリング演算器の実装を前提として、集約署名アルゴリズムの実装、末端ノードの環境においてセキュリティ耐性を持たせるための実装方法について試作検証を行い、本研究成果について実用化の目途をつける。</p>

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組及び見通し（現行各テーマの実用化・事業化概要一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態 <sup>(*)</sup> <small>(*)1)ステージ後、 一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	事業化主体	実用化・事業化概要
セキュリティ (続き)	(12) 複製不可能デバイスを活用したIoTハードウェアセキュリティ基盤の研究開発 [委託事業]	ヌヴォトン テクノロジー ジャパン (旧 パナソニック セミコンダクター ソリューションズ)	リンフィギャラブルPUFに関し、従来から事業実績のある公共交通用ICカードやNFCタグにおいて微細ReRAMによってコスト力をあげ、更にPUFによる真贋判定とセキュアメモリの効果を新たに付加することにより競争力の維持を図り安定して事業を継続する。そして、事業規模の拡大に向け、サプライチェーンにおいてより強固なセキュリティが求められる分野や地域に対するICカード等の事業に展開する。以上を踏まえ、リンフィギャラブルPUFの要素技術を確立するとともに、量産適用が可能なことを実証し早急な事業化を目指す。
		産業技術 総合研究所	フレキシブル印刷PUFは、さまざまなエッジデバイスに対応可能ではあるが、まず初めのターゲットとしては機密文書管理用の「壊すことができる紙状の印刷PUF」の実用化を目指し、医療、健康、見守りのサービスをターゲットとしたフレキシブルPUFの実用化を目指す。 印刷PUFの製造に関しては、産総研が保有する印刷デバイス製造ラインにて量産化の予備検討を完了し、プロジェクト終了後に大日本印刷、凸版印刷、日本写真印刷等に技術移転する。販売に関しては既に会話を続けているサービス企業（セコム、キャノンITソリューション、メイクウェーブ等）と連携し、実証実験とコスト試算等のステージまで進め事業化の最終判断を行う。

◆ 実用化・事業化に向けた具体的取組及び見通し（現行各テーマの実用化・事業化概要一覧）

分野	研究開発テーマ名と事業形態 <sup>(*1)</sup> <small>(*1)ステージゲート後、 一部テーマは委託事業から助成事業に移行</small>	事業化主体	実用化・事業化概要
セキュリティ (続き)	(13) 次世代産業用ネットワークを守るIoTセキュリティ基盤技術の研究開発 [助成事業]	アラクサラネットワークス	アラクサラネットワークスが、本研究開発の成果を搭載したネットワーク機器（ルータ、スイッチ等のネットワーク機器）を製品化する。アラクサラネットワークスのビジネスパートナーを販売ルートとして、IoTシステムのSIerやインフラ事業者販売される。また、本研究の成果(特許など)をライセンスすることも考えられる。
		IJJイノベーションインスティテュート	研究開発で開発した機能をサービスとして企画し、インターネットイニシアティブとの協業により既存のインフラに構築し、サービスの新機能として製品化していく。本プロジェクトの期間終了後に、改良し運用体制を整えた上でサービスとして提供を行う予定である。IJJイノベーションインスティテュートは販売部門を持たないため、本研究開発の成果は親会社であるインターネットイニシアティブへ技術移転を行う。