

「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」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	5

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「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）の研究評価委員会分科会（2020年12月18日）において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第65回研究評価委員会（2021年3月3日）にて、その評価結果について報告するものである。

2021年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「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」分科会
（事後評価）

分科会長 菅野 重樹

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会
「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)

分科会委員名簿

(2020年12月現在)

敬称略、五十音順

	氏名	所属、役職
分科 会長	すがの しげき 菅野 重樹	早稲田大学 理工学術院 学術院長/ 創造理工学部 総合機械工学科 教授
分科 会長 代理	かわひと しょうじ 川人 祥二	静岡大学 電子工学研究所 教授
委員	いしむら なおや 石村 尚也	株式会社日本政策投資銀行 産業調査部 産業調査ソリューション室 調査役
	おかじま ひろし 岡島 博司	トヨタ自動車株式会社 先進技術統括部 主査・担当部長
	すがや みどり 菅谷 みどり	芝浦工業大学 工学部 情報工学科/先進国際課程 教授
	はりやま まさのり 張山 昌論	東北大学 大学院情報科学研究科 教授
	むかいばやし たかし 向林 隆	株式会社アイティーファーム 執行役員

「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)

評価概要 (案)

1. 総合評価

日本の産業競争力、維持・強化のため、モビリティ分野、ものづくり分野、サービス分野などエッジ側におけるコンピューティング技術を向上させることが肝要であり、近い将来のコア技術となる AI チップに関する技術開発は、国家が担うべき大規模プロジェクトとして妥当である。

また、多くのメンバーが参加する中、NEDO の下で、PL、PM を始めとする牽引役のリーダーシップにより、着実に成果をあげてきていることは、高く評価できる。

さらに、各テーマの技術的水準は世界に誇れるレベルであり、個々の技術開発は、当初に計画した世界最高水準を目指したゴールイメージを概ね達成していると思われる。

一方で、事業化に向けて、具体的ビジョンの策定や、事業化を担う部門、企業の特定を行うことや、その基本となる人材育成を進めて行くことが、必要と思われる。

また、データ処理に直結する本プロジェクトの AI チップ開発は、世界的に競争が最も激化しつつある分野であり、国家プロジェクトとして進展させることが急務であり、的確かつ厳格な選択と集中により、早急にアウトプット目標が達成できるような支援の充実が望まれる。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

IoT 社会の高度化、AI のさらなる普及などにより、処理するデータが膨大となる中、データを高効率・高速で処理可能な AI チップの開発は、将来の様々な社会革新の源となる技術であること、また、量子アニーリングコンピュータ等の新しいコンピューティングに関しては、その重要性から世界的な競争が激化している中、我が国も総力を挙げて実施する必要があることから、それらの開発促進を促す本事業の位置づけは、妥当であると思われる。

また、AI チップ開発では、AI 導入、セキュリティ確保、消費電力等の経済性、コスト削減など多くの課題を同時に扱わなければならないこと、量子アニーリングコンピュータシステムの開発では、新規開発の要素が多く、多額の研究開発費がかかる等、民間企業では研究投資の決断が困難であることから、NEDO が大規模予算により、技術を有する国内企業群・研究機関群をまとめ、事業を進めることは妥当であり、効果的であると評価できる。

2. 2 研究開発マネジメントについて

極めて高い目標設定とそれに見合った研究開発予算が組み立てられ、この超大型プロジェクトを、3つのテーマ・グループに分けて組織し、適切な PL、PM 等の配置により効果的な運営体制を構築し、実施できていることは妥当である。特に、量子アニーリングコンピューティングの開発においては、ハード、ソフト、周辺技術の開発においてオールジャパン体制を構築していることは、高く評価できる。

また、ステージゲート審査、サイトビジットなどの定期的な実施により、研究成果の見極めが行われ、実用化が可能なテーマについては前倒しの事業化が計画される等、柔軟な予算配分が行われていることから、研究開発マネジメントは適切に実施できていると考えられる。

一方、プロジェクト開始前に行なっているベンチマーク活動は、プロジェクト開始後は実施者任せになっていることから、NEDO においても、成功事例の共有、技術の世界的な潮流とポートフォリオの明確化及び競合技術に対するポジショニング等を、明示されることを望みたい。

さらに、事業化の観点からみた優位性検討と、それにとまなう目標の見直し、あるいはテーマの取捨選択や整理統合を、これまで以上に適宜行うことにより、選択と集中をより加速することも期待したい。

2. 3 研究開発成果について

各テーマの目標設定は十分高度なものであり、成果も世界に誇れる水準に達している。個別に見ると、研究開発項目①「革新的 AI エッジコンピューティングの技術開発」においては、深層学習において革新的な計算量の削減、新アーキテクチャの開発、深層学習によらない組み込み AI 向けのアルゴリズムに基づくアプローチなど、世界水準の成果を出していると考えられる。研究開発項目②「次世代コンピューティングの技術開発」は、量子アニーリングコンピューティングのみならず、サイバネティックコンピューティングの基盤技術や脳型アーキテクチャなど、新たな領域開拓に向け、研究開発が推進され、さらにロボットなどの具体的なアプリケーションで成果が得られていると思われる。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」は、ほぼ最終目標を達成しつつあり、サンプル等を用いた実システムによる実証実験が進み、その成果が具体的に示されていることや、論文や研究発表、国際標準化などの普及活動も展開され、評価できる。

一方で、全体的に、技術開発の達成状況が、世界の先端技術に対して、追いつきつつあるものの、優位性を十分に示し得るまでには達していない、あるいは今後それ以上に到達する見込みを明確には提示できていないように見受けられる。

事業化で優位になるためには、実用化フェーズに入っている一部の AI チップ、ハードウェアセキュリティに関しては、プロトタイプでのユーザー評価を実施すること、開発段階の量子アニーリングコンピュータに関しては、ユーザーとなりうる事業主体とのコミュニケーションが重要と考えられ、人材育成、事業化を見据えた検討の開始を期待する。

2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

実用化に向けては、それぞれの関連課題で類似技術の差別化、既存技術に対して有効性を証明できる指標を模索しており、戦略自体は明確かつ妥当と思われる。

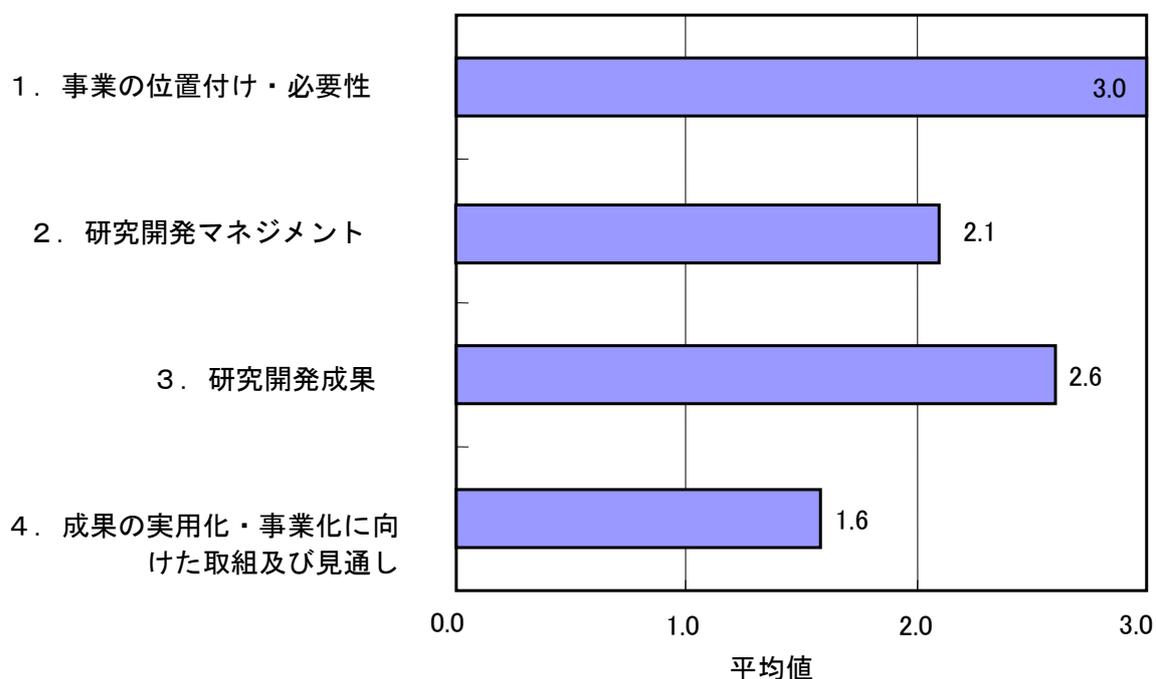
また、研究開発項目③「高度な IoT 社会を実現する横断的技術開発」は、技術的優位性に基づき、参加各企業が実用化・事業化を計画的かつ具体的に進めていることは評価でき、小規模ながら人材育成にも貢献していると思われる。

一方で、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」の代表的出口として想定されているロボット産業は必ずしも大規模とは言えず、一般ビジネスを含めて広く検討していただきたい。

また、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、開発が加速するのはこれからのフェーズではあるものの、特にアニーリングマシンコンピューティング技術については、オールジャパンの体制が構築され、ビジネス面での波及効果だけでなく、成果が出てきた場合には体制構築のモデルケースとなる可能性も含めた波及効果が期待できると考えられるため、予算の拡充だけではなく、人材育成・獲得戦略、国家の全体戦略を踏まえた進め方を意識して進めていただきたい。

プロジェクト全体として、アウトプット目標に対して技術開発は着実に進んでいると評価できるが、アウトカム目標達成の具体的検討が追い付いていない印象を受けることから、今後は、単に実用化できれば完了ではなく、市場を獲得、拡大する方策についても一層の検討をお願いしたい。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)						
		委員1	委員2	委員3	委員4	委員5	委員6	委員7
1. 事業の位置付け・必要性	3.0	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメント	2.1	B	B	A	B	B	B	B
3. 研究開発成果	2.6	B	B	A	B	A	A	A
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し	1.6	C	B	B	C	B	B	C

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出

〈判定基準〉

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 4. 成果の実用化・事業化に向けた |

取組及び見通しについて

・非常によい	→A	・明確	→A
・よい	→B	・妥当	→B
・概ね適切	→C	・概ね妥当	→C
・適切とはいえない	→D	・見通しが不明	→D

◆事業実施の背景と事業の目的

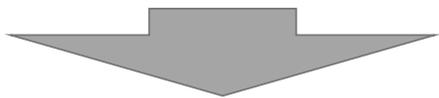
社会的背景

【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)

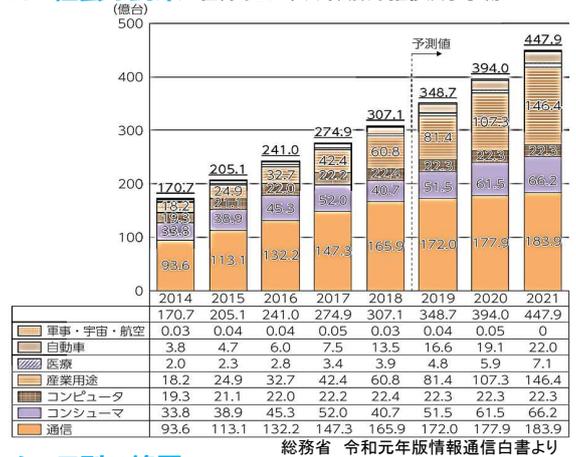
・IoT社会の到来により、**急増するデータを即時的・効率的に処理するため、コンピュータの情報処理は、サーバー(クラウド)集約型から、エッジ分散処理型へシフトが必要** (中期)

・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)

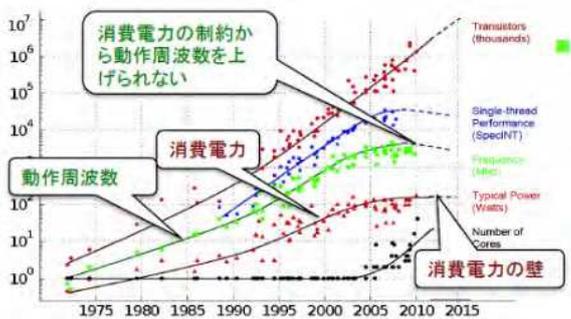


それぞれの時間軸において、**IoT社会の高度化に資する、革新的な技術の実現**が求められる。

IoT社会の到来 世界のIoTデバイス数の推移及び予測



ムーア則の終焉



Qcon Tokyo 2016基調講演 国立情報学研究所アーキテクチャ化学研究系教授/所長補佐 佐藤一郎氏講演資料より

◆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

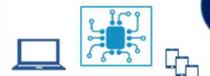
IoT社会を支えるIoT情報基盤を築くため、**大量データの効率的かつ高度な利活用を可能とする収集、蓄積、解析、セキュリティ等に関する横断的技術開発を行う。** (期間:2016-2020年度)

【自動運転】 【産業機械】 【医療・福祉】



社会実装

【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**



【研究開発項目②】**次世代コンピューティング技術の開発**



連携、適用



※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

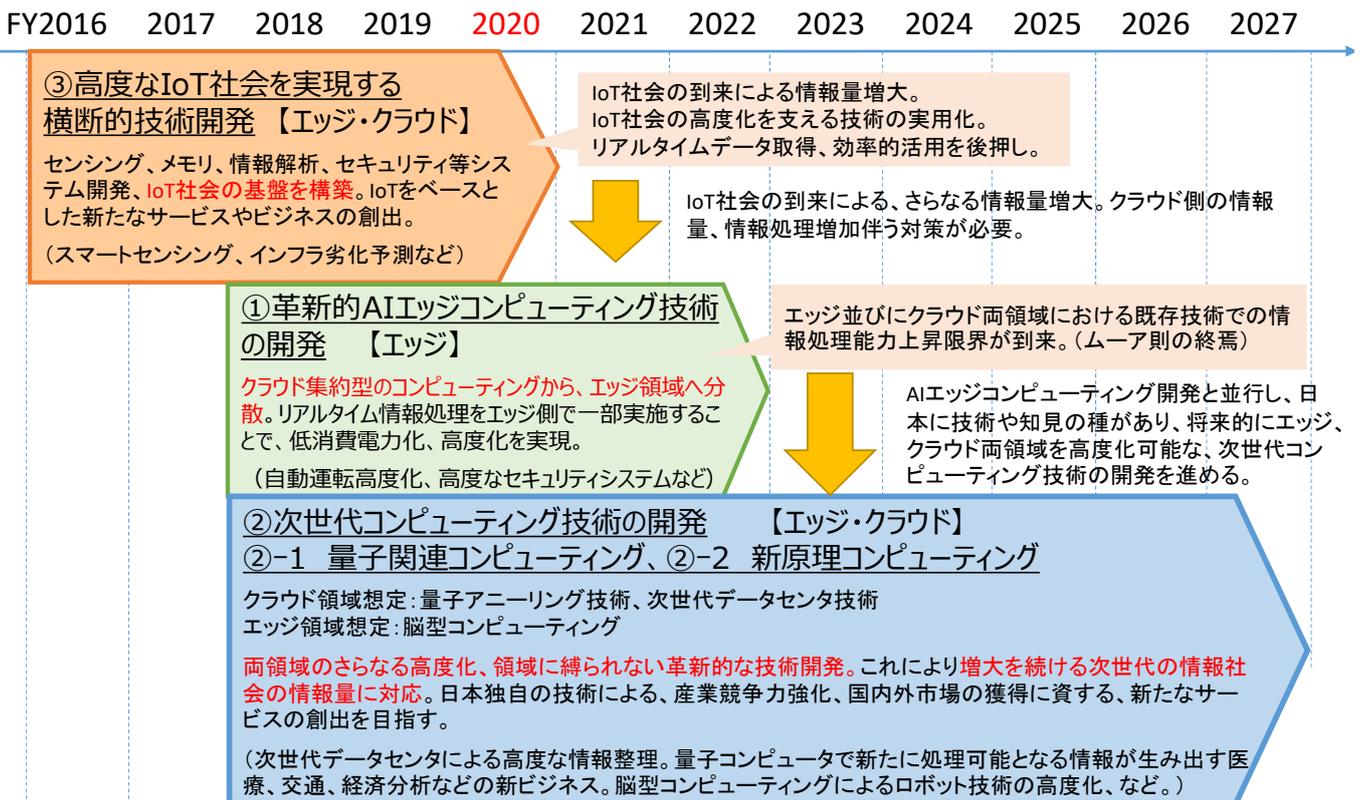
◆政策的位置付け 各種 閣議決定文書で、本事業に関連する技術開発が重要な位置づけに

	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(Society 5.0)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つのグローバルメカ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「 超スマート社会の実現(Society5.0) 」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)

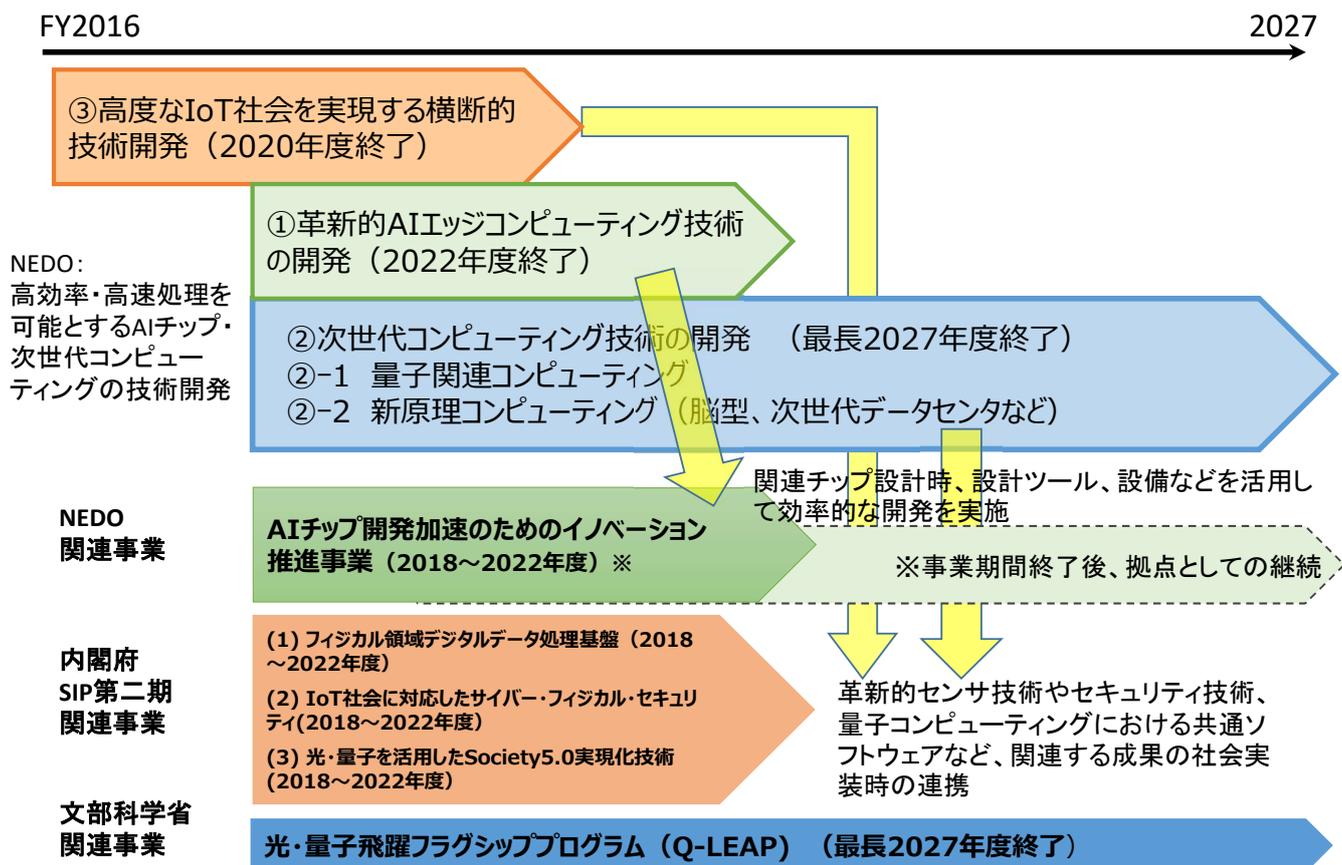
1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆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



◆国内外の研究開発の動向と比較 (国内他事業との関係)



◆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、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。

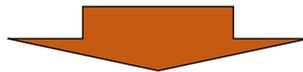


NEDOが関与し、国策として推進することが重要

◆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

◆事業の目標 (プロジェクト全体)

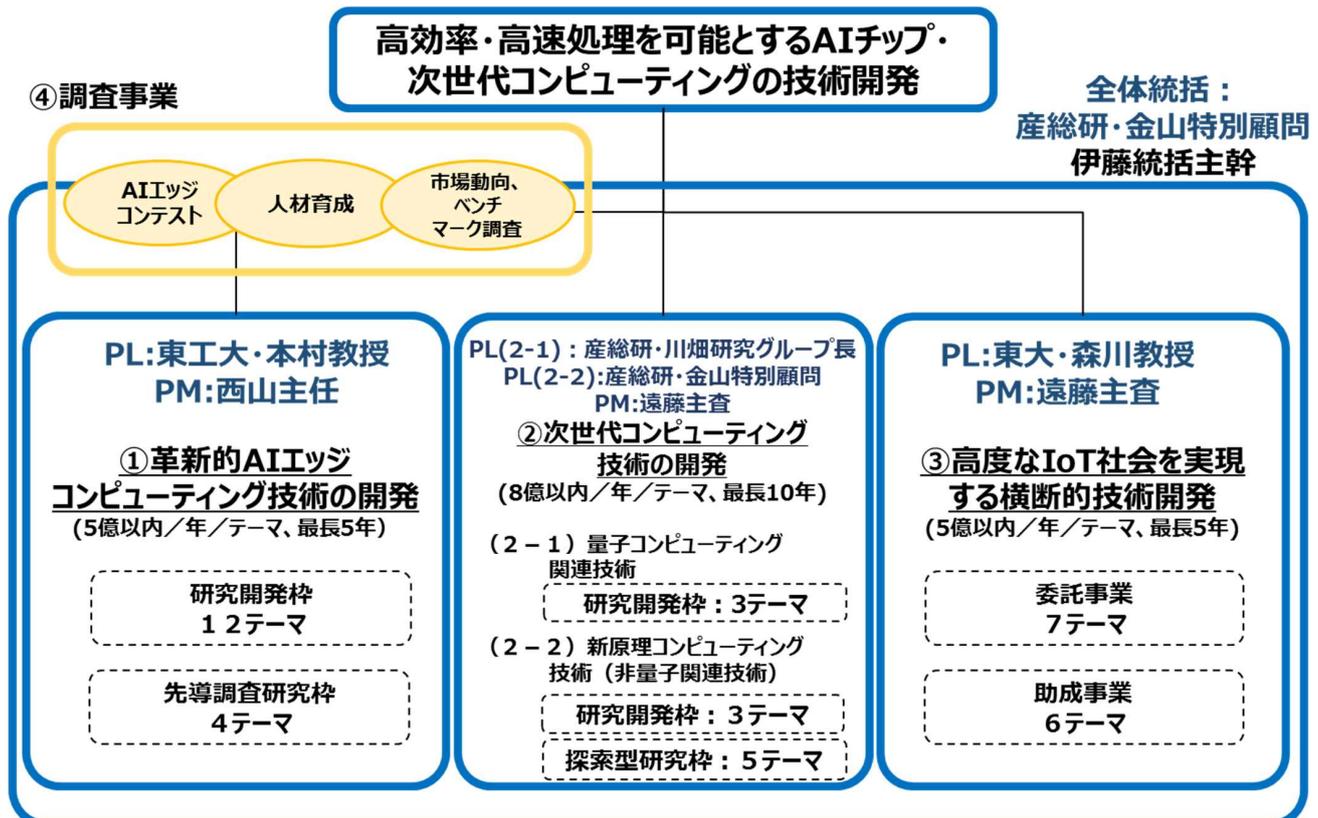
□アウトプット目標

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CO₂削減を目指す

◆研究開発の実施体制



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 ※ステージゲート後に通過案件の契約延長を実施。
2020年度～：契約額 (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

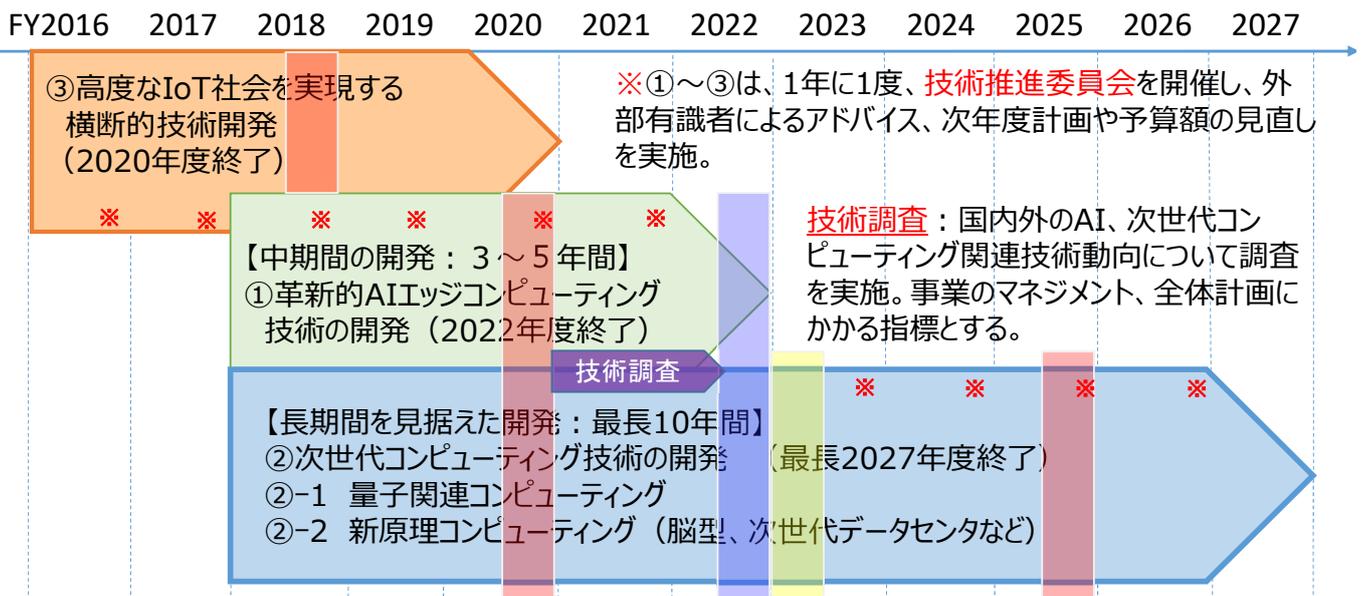
2020年11月時点 (単位：百万円)

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。

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。

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(*1)	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(*2)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(*3)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。

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
<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。 ※探索型研究枠については、100倍以上となる可能性を示す。	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、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。 2019年度(一部コロナ禍による影響を鑑み、2020年度に実施。) 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。	○	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
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・ピー・エム株式会社

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><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。</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、テーマ関連性を促進し、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(リザーブ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 (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、研究開発枠12テーマ等を採択し、研究開発に着手した。</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、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。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>	○	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

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 (3) 成果の普及

◆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

3. 研究開発成果 (4) 知的財産権等の確保に向けた取組

◆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

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



- ・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。

3. 研究開発成果 (4) 知的財産権等の確保に向けた取組

◆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。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。 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2020年8月、第一回オープンフォーラム実施。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

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

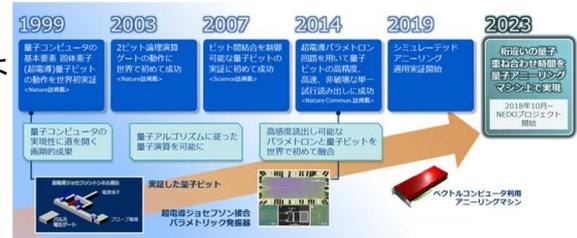
件数
2020年11月1日現在

◆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。



画像引用: <https://xtech.nikkei.com/atcl/nx/mag/nc/18/020800017/110800291/>

3. 研究開発成果 (4) 知的財産権等の確保に向けた取組

◆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

概要

最終更新日

2020年11月19日

プロジェクト名	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		プロジェクト番号	P16007		
担当推進部/ PMまたは担当者	IoT推進部 PM:伊藤隆夫 (2020年7月現在) IoT推進部 PM:大杉伸也 (2018年7月~2020年4月) IoT推進部 PM:千田和也 (2016年4月~2018年6月)					
0. 事業の概要	来るべきポストムーア時代のIoT社会を築くため、大量データの効率的かつ高度な利活用を可能とする、基盤技術開発の開発が必要となる一方、IoT社会の到来が近づくにつれ、データ量の爆発的な増加とその処理に伴う消費電力の増加という、新たな社会課題にも直面している。これらの社会課題解決と日本の情報産業の再興を目的として、本プロジェクトでは、データ量削減のため、ネットワークの末端で中心的なAI処理を行う「AIエッジコンピューティング*技術」、消費電力を劇的に低減するため、これまでの延長線上にない新原理の技術開発を推進する「次世代コンピューティング技術」、それらを共通的に支えるための「共通基盤技術」の開発を実施している。					
1. 事業の位置 付け・必要性 について	本プロジェクトでは、社会課題の解決と我が国の情報産業の再興を目的とし、ポストムーア時代におけるコンピューティング技術開発を行う。本プロジェクトで取り組むポストムーア時代を見据えたコンピューティング技術開発は、Society 5.0の実現につながる Connected Industries を実現するために必要不可欠なものであるため、NEDOが主導して取り組む意義が極めて大きい。					
2. 研究開発マネジメントについて						
事業の目標	<p>【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 (期間:2018-2022年度) 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。</p> <p>【研究開発項目②】次世代コンピューティング技術の開発 (期間:2018-2027年度) ・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。</p> <p>【研究開発項目③】高度なIoT社会を実現する横断技術開発 (期間:2016-2020年度) ・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。</p>					
事業の計画内容	主な実施事項	2016fy	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy
	革新的AIエッジコンピューティング技術の開発			←		
	次世代コンピューティング技術の開発			←		
	高度なIoT社会を実現する横断技術開発	←				
事業費推移	会計・勘定	2016fy	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy
	一般会計					
	特別会計(需給)	2,762	3,776	8,390	8,879	10,012
	開発成果促進財源					
	総NEDO負担額	2,762	3,776	8,390	8,879	10,012
	(委託)				8,174	9,332
(助成)				705	680	

開発体制	経産省担当原課	商務情報政策局 情報産業課
	プロジェクトリーダー	研究開発項目① 東京工業大学 教授 本村真人 研究開発項目②-(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 研究開発項目②-(2) 産業技術総合研究所 特別顧問 金山敏彦 研究開発項目③ 東京大学 教授 森川博之
	プロジェクトマネージャー	IoT 推進部 PM: 伊藤隆夫
	委託先 (助成事業の場合「助成先」とするなど適宜変更) (組合が委託先に含まれる場合は、その参加企業数及び参加企業名も記載)	代表実施者: ルネサスエレクトロニクス(株)、東京大学、東京大学生産技術研究所、KDDI(株)、(株)ソシオネクスト、沖電気工業(株)、日本電気(株)、イーソル(株)、熊本大学、東京理科大学、(株)デバイス&システム・プラットフォーム開発センター、(株)フィックスターズ、(株)エヌエスアイテクス、産業技術総合研究所、(株)Preferred Networks、(株)日立製作所、奈良先端科学技術大学院大学、日本電気(株)、技術研究組合光電子融合基盤技術研究所、早稲田大学、大阪大学、理化学研究所、中央大学、日本 IBM(株)、(株)東芝、技術研究組合 NMEMS 技術研究機構、東京工業大学、横浜国立大学、立命館大学、アラクスラネットワークス(株)、等 112 社
情勢変化への対応	<p>本プロジェクトは、IoT 推進のための横断技術開発事業として、IoT 社会を高度化するための、情報の収集、蓄積、解析、セキュリティに分類される各種技術の開発を推進するプロジェクトとして 2016 年度に開始されたもの。一方で、ムーアの法則の限界や、情報社会が拡大したことに伴う爆発的な情報量の増加等、情報社会がもつ問題が一層表面化したことを受け、クラウドコンピューティングからエッジコンピューティングへの転換、並びに既存の技術の延長にない新原理の技術を先立って開発していくため、2018 年に「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」事業として、名称を変更すると共に、研究開発項目①、②を追加し (IoT 推進のための横断技術開発事業は、研究開発項目③として整理) 事業内容を拡充して事業を実施している。</p> <p>なお、研究開発項目①②については、2020 年度に実施するステージゲート審査の結果により、2021 年度以降の研究開発テーマの継続・一部見直し・早期完了・中止に加え、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う。また 2022 年度から 2023 年度にかけては、本事業全体の見直しを実施する。</p> <p>最長 10 年間の研究開発期間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ために、これらの見直しに際しては、国内外における研究開発の動向や政策動向を踏まえ、外部有識者の評価も実施することとする。</p>	
評価に関する事項	事前評価	2015 年度実施 担当部 電子・材料・ナノテクノロジー部 2017 年度実施 担当部 IoT 推進部
	中間評価	-
	事後評価	-
3. 研究開発成果について	<p>研究開発項目① 2018 年度に事業を開始し、主に研究開発体制の確立、研究拠点の構築を進めた。各研究開発を進める中で、将来的な目標として設定する既存技術に対して電力効率で 10 倍以上を実現するための見込みを得た。</p> <p>研究開発項目② 2018 年度に事業を開始し、主に研究開発体制の確立、研究拠点の構築を進めた。各要素技術の開発を進める中で、将来的な目標として設定する既存技術に対して電力効率で 100 倍以上を実現するための見込みを得た。</p> <p>研究開発項目③</p>	

	2016 年度に事業を開始。サンプル提供や、実際の産業現場における実証実験等、構築した IoT システムを用いた実用化・事業化に向けた取組を行い、本研究開発項目の目標である、電力効率で 10 倍以上を達成すると共に、システムとしての実用性の検証を継続している。	
	投稿論文	777 件
	特 許	出願済み：237 件
	その他の外部発表	233 件（フォーラム、展示会等）
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見直しについて	<p>研究開発項目① キックオフミーティングやサイトビジットを実施し、本研究開発項目の関係者間のコミュニケーションを強化した。また、技術推進委員会を複数回実施し、その結果を基に研究開発計画の見直しや予算の増減、追加公募等を行った。その他、サンプル提供等によるユーザー評価を実施し、研究開発にフィードバックしている。</p> <p>研究開発項目② 関連する技術に関するシンポジウムの開催や、開発成果を活用するコンソーシアムの構築等を行い、研究開発と並行して早期のユーザーニーズの把握に努めた。また、事業化に当たり必要となる有効性を示す指標の整理を進めている。</p> <p>研究開発項目③ 事業化を見据えた研究開発体制の構築に加え、サンプル提供や、実際の産業現場における実証実験等、構築した IoT システムを用いた取組を行い、事業終了後、速やかに実用化・事業化に移れるよう研究開発を実施している。</p>	
5. 基本計画に関する事項	作成時期	2016 年 3 月 作成
	変更履歴	<p>2018 年 3 月、事業名称の変更、研究開発項目①及び②の追加による大幅改訂。なお、従来からの「IoT 推進のための横断技術開発プロジェクト」は研究開発項目③として実施する。</p> <p>2019 年 3 月、研究開発項目③の助成事業の追加等による改訂。</p> <p>2020 年 1 月、研究開発項目②の分割、ステージゲートに関する整理の記載。並びに西暦、和暦の修正等による改訂。</p>