

「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（旧：IoT 推進のための横断技術開発プロジェクト）」
基本計画

IoT 推進部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

①政策的な重要性

IoT、人工知能 (AI)、ビッグデータ、ロボット等の技術革新により、これまで実現不可能と思われていた社会の実現が可能になりつつある。IoT 技術の進展により、実社会のあらゆる事業・情報がデータ化され、ネットワークを通じた自由なやりとりが可能となりつつある。AI 技術は、その飛躍によって、機械が自ら学習し人間を超える高度な判断をすることも可能にしている。集まった大量のデータの分析から新たな価値を生み出すことを可能にしているのはビッグデータ技術である。ロボット技術は、より多様かつ複雑な作業の自動化を可能にしている。また、これら技術革新の掛け合わせによって、革新的な製品やサービスが生み出されることも期待できる。例えば、無人自動走行車、ものづくり現場における多品種少量生産、個人に最適化された医薬品の提供、介護現場の労働力不足解消、インフラ保安の効率化等の実現が期待され、産業構造や就業構造を劇的に変える可能性を秘めている。

「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、生き活きと快適に暮らすことのできる」超スマート社会 (Society 5.0) の実現には、上記のような第 4 次産業革命技術やそれらを用いて創造される製品やサービスを次々と社会実装していかなくてはならない。しかしながら、これらの社会実装を持続的に継続していく上で、「データ量の増大」と「消費エネルギーの増大」がボトルネックとなっている。世界のデータ量は 2 年毎に倍増している。加えて、増大するデータを収集、蓄積、解析する IT 機器の消費エネルギーも増大の一途をたどっている。これまでは 1970 年代から続くムーア則というメガトレンドに則り、半導体の微細化によってこれらの社会課題を解決してきた。しかしながら、ムーア則の終焉が叫ばれ、既存技術の延長による課題解決アプローチは限界を迎えつつある。また、ハードウェアではなくソフトウェアに目を向けても、処理したいデータ量が爆発的に増加した結果、従来のノイマン型対応技術では効率的なデータ解析が難しくなりつつある。今後もデータ量と IT 機器の消費エネルギーは増大することが見込まれるため、より一層の通信負荷の軽減、データ処理能力の向上、エネルギー利用効率の向上等が求められている。

関連する政策として、次のようなものが打ち出されている。第 5 期科学技術基本計画 (平成 28 年 1 月閣議決定) では、「超スマート社会」(Society 5.0) の実現において、構築に必要で速やかな強化を図るのが必要な基盤技術として、安全な情報通信を支える「サイバーセキュリティ技術」、IoT やビッグデータ解析、高度なコミュニケーションを支える「AI 技術」、大規模データの高速・リアルタイム処理を低消費電力で実現するための「デバイス技術」、IoT の高度化に必要となる現場システムでのリアルタイム処理の高速化や多様化を実現する「エッジコンピューティング」等が挙げられている。「科学技術イノベーション総合戦略 2017」(平成 29 年 6 月閣議決定) では、「超スマート社会」(Society 5.0) の実現に向けた重きを置

くべき取組として、「サイバー空間関連の基盤技術の強化（エッジコンピューティング等）」や「フィジカル空間関連の基盤技術の強化（超小型・超低消費電力デバイス等）」が挙げられている。「未来投資戦略 2017」（平成 29 年 6 月閣議決定）では、イノベーション・ベンチャーを生み出す好循環システムのための重点投資すべき分野の取組の一つとして、「AI 学習効率の向上、自然言語処理、ディープラーニング翻訳、超高効率 AI 処理に資する半導体及び革新的センサ等の基盤技術開発及びその組込みシステムへの適用」が挙げられている。また、「未来投資戦略 2018」（平成 30 年 6 月閣議決定）では、データ駆動型社会の共通インフラの整備に向け、「我が国の強みである現場データをリアルタイムに処理する AI チップなどのエッジ処理技術、量子などの次世代コンピューティング技術の開発を促進する。」ことが挙げられている。さらに、「統合イノベーション戦略 2019」（令和元年 6 月閣議決定）では、未来の競争力の鍵を握る重要分野として「量子技術」が挙げられており、「量子技術イノベーション戦略」（令和 2 年 1 月統合イノベーション戦略推進会議決定）では、主要技術領域の 1 つとして「量子コンピュータ・量子シミュレーション」があげられている。「産業技術ビジョン 2020」（令和 2 年度 5 月）では、ポストムーア時代の次世代コンピューティング技術として、フォトニクス技術を活用した光電融合技術が挙げられており、「統合イノベーション戦略 2020」（令和 2 年 7 月閣議決定）では、次世代コンピューティング分野の重要な基幹技術として、日本が強みを持つフォトニクス技術が挙げられている。

また、経済産業省は、Society 5.0 を実現するための我が国の産業が目指すべき姿（コンセプト）として、「Connected Industries」を提唱した（平成 29 年 3 月）。Connected Industries は、既存産業とデジタル技術の「つながり」をはじめとして、機械、データ、技術、ヒト、組織など様々なものの繋がりによって新たな付加価値の創出や社会課題の解決を目指すものである。経済産業省は、Connected Industries を実現するための事業を強力に推進しており、特に、「自動走行・モビリティサービス」、「バイオ・素材」、「スマートライフ」、「プラント・インフラ保安」、「ものづくり・ロボティクス」を 5 つの重点取り組み分野としている。

本プロジェクトで取り組む次世代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。上記 5 つの重点取り組み分野を中心に多分野を根底で支える技術開発を行うため、国が主導して取り組む意義が極めて大きい。また、大きな転換期を迎えている我が国の情報産業の再興に資するものであり、この点からも取り組む意義が極めて大きい。

②我が国の状況

日本は、コンピューティング分野において、ハードウェアを中心に存在感を発揮してきた。1980 年前後には、日本発の材料、メモリ、アーキテクチャなどの革新的な技術を発明し、ムーア則実現の礎を築いた。しかしながら、市場変化への対応が遅れたことに伴い、例えば半導体では 1988 年には 50%を超えていたシェアが現在では 10%程度にまで落ち込む等、現在はコンピューティング分野において苦戦している。最近の関連論文数や特許出願件数についても、1 位の米国に対して圧倒的に少なく、後塵を拝している。

一方で、ハードウェアを中心に個別要素技術は強みがある。例えば、メモリについては現時点でも論文数・特許出願件数においてシェア平均 20%を占めており、研究開発においては NEDO の「低炭素社会を実現する超低電圧ナノエレクトロニクスプロジェクト」で超低消費電力の不揮発性メモリの開発、「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発」にて不揮発性メモリを用いた低消費電力化のための基盤技術を確立するなど成果を出している。また、センサでは、CMOS イメージセンサなど日本メーカーが世界シェアの 50%以上を占めており、民間企業主導で高い競争力を保持できている分野でもある。また、次世代コンピューテ

イングの中で新原理コンピューティングの基礎研究では、ポテンシャルの高いシーズ技術を有する。例えば、内閣府の革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) では「量子人工脳を量子ネットワークでつなぐ高度知識社会基盤の実現」プロジェクトを 2014 年から進めてきた。文部科学省は、2014 年から東北大学を中心に「人間的判断の実現に向けた新概念脳型 LSI 創出事業」を進め、2016 年には「人工知能／ビッグデータ／IoT／サイバーセキュリティ統合プロジェクト」の中で国立研究開発法人理化学研究所に革新知能統合研究センターを設置し革新的な人工知能技術の開発を推進している。国立研究開発法人情報通信研究機構では、人工知能、量子コンピューティング、量子暗号等に関連する研究開発を幅広く進めている。国立研究開発法人産業技術総合研究所でも、人工知能や量子アニーリング等の多彩な研究開発テーマが展開されており、2015 年 5 月には人工知能研究センターを設立している。また、ハードウェアからシステム、サービスに至るサプライチェーンにおいて、製品やサービスのセキュリティを検証可能とすべく、2018 年 11 月にはサイバーフィジカルセキュリティ研究センターを設立している。

世界をリードする中で日本の情報産業を再興するためには、解決を目指す社会課題を絞った上で、これらの要素技術を活かしつつ、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、セキュリティも考慮した一体的な技術開発を進めることが勝負の鍵となる。

③世界の取組状況

現状では、米国系ソリューションプロバイダ (Google 社、Apple 社、Facebook 社、Amazon 社等) が世界のコンピューティング分野を牽引している。ハードウェアからソフトウェアまでの一体開発に強みがあり、クラウド領域を中心に市場を含め世界を席巻している。各陣営による買収合戦も激化しており、新たな製品やサービスが目まぐるしいスピードで社会に投入されている。

また、これら企業を中心に、次世代のコンピューティングを担うハードウェアの開発が進められている。Google 社は、深層学習専用プロセッサ TPU (Tensor Processing Unit) を独自に開発し、自社のクラウドサービス提供に利用している。また、エッジデバイス向けに小型化かつ省電力化した Edge TPU も販売している。NVIDIA 社は、GPU (Graphics Processing Unit) を開発・展開することによって、深層学習において圧倒的な存在感を示している。Intel 社は、量子コンピュータ用の超伝導テストチップを開発し、他社への提供を開始している。また、脳の仕組みを模したニューロモルフィックデバイスも開発中である。加国 D-Wave 社は、世界で唯一、量子アニーリングコンピュータの販売を実現している。IBM 社は、クラウド上でデジタル型量子コンピュータが活用できるオンラインサービスを展開中である。

さらに、次世代コンピューティングに対する政府系の研究開発投資も盛んに行われている。例えば、欧米では、高性能コンピューティング (High performance computing) や脳型コンピューティング関連分野において大規模で長期的なプロジェクトが進行しており、大学や民間企業に対して年間 1,000 億円以上のファンディングが行われている (米国: NITRD、BRAIN initiative 等、EU: Horizon 2020、Human Brain Project 等)。米国 IARPA (Intelligence Advanced Research Projects Activity) では、複数の量子コンピュータ関係のプログラムが進められており、Quantum Enhanced Optimization において 100 ビット級の試作機の開発が進められている。欧州では、Quantum Technologies flagship において量子コンピュータ技術開発を推進中である。また、中国では、中国科学院に量子計算実験室を設立、量子暗号通信衛星を打ち上げ等の研究開発を加速する動きがある。

一方で、世界の取り組みにおいても、未踏な部分がある。今後は、第 4 次産業革命技術の

更なる進展に伴い、従来のクラウドコンピューティングからネットワークの末端（エッジ）で中心的な情報処理を行うエッジコンピューティングへの分散が不可欠になると考えられるが、クラウドで確立された技術とは異なり、エッジで情報処理を実現するための小型デバイスとコンピューティング技術については各社手探りの部分も多く、サイズやエネルギー性能に加え、ソフトウェアとの組み合わせであるコンピューティング技術として最適化できていない。また、次世代コンピューティングの領域では、先に述べたような様々な開発の動きがあるものの、例えば販売事例のある量子アニーリングコンピュータであっても、実用的な組み合わせ最適化問題を解くためには量子ビット数を大幅に増加させる必要があるだけでなく、結合や正確性の問題、ミドルウェアを含むソフトウェア等の開発等の課題を抱えており、社会実装まではまだ遠い状況である。

④本事業のねらい

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。具体的には、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めた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た「エッジ側での超低消費電力 AI コンピューティング技術開発」及び「高速化と低消費電力化を両立する次世代コンピューティング技術開発」を両輪で進める。さらに、高度化する情報社会と来るべきポストムーア時代の基盤を築くため、「大量データの効率的かつ高度な利活用を実現する情報の収集、蓄積、解析、セキュリティ等に関する横断的技術開発」を実施する。なお、上述の3項目については、社会情勢や研究開発の状況等を踏まえ、適宜見直しや拡充等を行うものとする。

(2) 研究開発の目標

①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。各研究開発項目全体としての目標は、別紙のとおりとする。

②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。

③アウトカム目標達成に向けての取組

各研究開発項目の下で実施する個別テーマ毎に、解決を目指す社会課題を明確に設定した上で、アウトプット目標の達成に取り組む。プロジェクト開始前の提案時のみならず、プロジェクト実施中においても社会ニーズを適切に捉えた実施内容となっていることを定期的に精査することによって、アウトプットを効果的にアウトカムへつなげる。具体的な取り組み内容は以下の通り。

(A) ベンチマーク

異業種を含めた個別テーマの立ち位置を常に把握し、研究開発の方向性を最適化する。

(B) ユーザー評価

デバイスの試作品が完成した段階でユーザーテストを実施する、コンピューティングシステムが仮完成した段階で無償の利用サービスを開始する等、プロジェクト初期・中期から製品化に向けてユーザーからフィードバックを得る。

(C) プロジェクト期間中の製品化

ユーザー評価を実施した結果、製品化の目途が立つものについては、プロジェクトから切り出し、プロジェクト期間中の早期製品化を進める。

(D) 成果最大化

個別テーマの推進に加え、複数テーマの連携、国際連携、人材育成、成果発信等を行い、事業成果の最大化のための取組を推進する。

加えて、NEDO「AI チップ開発加速のためのイノベーション推進事業」と連携して成果の最大化を図る。

(E) 情報提供依頼

技術動向や市場動向等の外部環境の変化に対応するため、将来有望または必要とされる可能性がある技術的な課題や周辺技術について、情報提供依頼（Request For Information：RFI）を行う。RFIを踏まえ、必要と考えられる技術に関しては課題設定するなどして研究開発、探索型研究、先導調査研究等につなげる。

(3) 研究開発の内容

上記のアウトカム目標達成に向けて、以下の研究開発項目に取り組む。詳細は別紙の通り。

【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＜委託＞

エッジコンピューティングにおける AI 処理を実現するための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と、それを用いたコンピューティング技術に関する研究開発を、社会課題を見据えた上で実施する。また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の研究開発も実施する。

【研究開発項目②】次世代コンピューティング技術の開発＜委託＞

2030 年以降を見据えたポストムーア時代のコンピューティング技術として、既存技術の延長線上にない技術を開発することで、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、次世代データセンタ技術、セキュリティ基盤技術等の確立を目指す。また、必要に応じ、長期間の開発を行うに先だって、技術開発の方向性や目標の確度を高めること等を目的とし、本格的な開発を行う前段階にあたる探索的な研究（以下「探索型研究」という。）の実施も行う。

本研究開発項目の実施にあたっては、小項目として「(1) 量子コンピューティング関連技術」「(2) 新原理コンピューティング技術（脳型等データ処理高度化関連技術）」「(3) 先進的コンピューティング技術（光コンピューティング等関連技術）」とを設け、それぞれについて研究開発を実施する。

【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＜委託／助成（助成率：1/2、

2/3) >

大量のデータの効率的かつ高度な利活用を実現する情報の収集、蓄積、解析、セキュリティ等に関する横断的技術開発を実施する。

2. 研究開発の実施方法

(1) 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー（以下「PM」という。）にNEDO IoT推進部 伊藤隆夫を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。また、サブプロジェクトマネージャー（以下「SPM」という。）にNEDO IoT推進部 遠藤勇徳、西山洋平を任命し、プロジェクト運営を補佐する。

NEDOは公募により研究開発実施者を選定する。必要に応じて、実施期間中に複数回公募を行う。外部環境の変化に機動的に対応するため、先導調査研究枠を設ける。研究開発実施者の選定においては、解決を目指す社会課題を明確に設定できていることを重視する。また、情報産業再興の観点から、中小・ベンチャー企業が実施体制に含まれることも重視し、必要に応じて専門家の派遣等により事業遂行や技術・経営面における各種アドバイスをを行う等、中小・ベンチャー支援を実施する。

研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別な研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、プロジェクト全体を効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、NEDOは研究開発責任者（プロジェクトリーダー、以下「PL」という。）を選定し、各実施者はPLの下で研究開発を実施する。さらに、本プロジェクトは、研究開発の対象とする技術領域が広範囲にわたるため、必要に応じて、NEDOは複数名のPL及びPLを補佐するサブプロジェクトリーダー（以下「SPL」という。）を選定することとする。

本プロジェクトのPLは、研究開発項目①については、国立大学法人東京工業大学科学技術創成研究院 本村真人 教授を、研究開発項目②-(1)については、国立研究開発法人産業技術総合研究所 川畑史郎 デバイス研究部門グループ長を、研究開発項目②-(2)については、国立研究開発法人産業技術総合研究所 金山敏彦 特別顧問を、研究開発項目③については、国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 森川博之 教授を設置し、その下で、各実施者が効果的に研究開発を実施する。なお、研究開発項目②-(3)については、プロジェクトをより効率的かつ効果的に推進する観点から、関連する領域の有識者から別途任命する。また、本プロジェクトの全体統括は、国立研究開発法人産業技術総合研究所 金山敏彦 特別顧問が担うこととする。なお、PM、SPM、PL、SPLの役割と権限については別途定める。

(2) 研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

①研究開発の進捗把握・管理

PM及びSPMは、PL・SPLや研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、必要に応じ、外部有識者で構成する技術推進委員会、アドバイザリー委員会

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う。

②技術分野における動向の把握・分析

PM 及び SPM は、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し技術の普及方策を分析、検討する。なお、調査の効率化の観点から、本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

③研究開発テーマの評価

研究開発を効率的に推進するため、ステージゲート方式を適用する。ステージゲートは原則 2 年経過した段階を目途に 1 度実施する。

探索型研究、先導調査研究等で育成したテーマについては、必要に応じ、公募あるいはステージゲート審査等を経て、研究開発事業に移行させる。

(3) その他

本プロジェクトは非連続ナショナルプロジェクトとして取扱う。

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う。

見直しに際しては、国内外における研究開発の動向や以下のような政策動向を踏まえ、外部有識者の審査を経た上で実施することとする。また、その結果の反映に際しては、別途 NEDO から通知する、外部有識者評価を踏まえた条件等をもとに、2021 年度以降の計画・体制を構築することとする。

量子技術イノベーション戦略（令和 2 年 1 月統合イノベーション戦略推進会議決定）において、「我が国の産学官の総力を結集して、量子技術イノベーションを牽引すべく、その実現に向けた研究開発から社会実装に至るまでの幅広い取組を強力的に推進・展開していく。」「本戦略の下、「量子融合イノベーション領域」や「重点技術課題」等を対象として、（中略）戦略的に研究開発等を推進していく体制整備が極めて重要である。」とされていることや、主要技術領域として量子コンピュータ・量子シミュレーションが挙げられている、等。

研究開発項目③については、2018 年度に実施するステージゲート審査の結果により、2019 年度以降の事業の通過・不通過に加え、通過した場合でも実用化加速の観点から、委託事業として継続するか、助成事業とするか等の事業見直しを行う。なお、本研究開発項目における助成事業において、学術機関等に対する共同研究費は定額助成として扱うことが出来るものとする。

3. 研究開発の実施期間

2016 年度から 2027 年度までの 12 年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDO は技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、

成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を2020、2024年度、事後評価を2028年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

なお、本プロジェクトについては、広域かつ多岐に渡る技術分野での研究開発を行う。中間評価、事後評価については、必要に応じて個別の研究開発課題毎にも評価する等、適切な評価を実施出来るように努める。加えて、当該プロジェクト全体としての政策・施策的な位置づけや、アウトプットやアウトカムの達成に向けた道筋の妥当性にも十分留意する。

5. その他重要事項

(1) 研究開発成果の取り扱い

①共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。NEDOは、研究開発実施者による研究成果の広範な普及を促進する。

研究開発成果のうち共通基盤技術に係るものについては、プロジェクト内で速やかに共有した後、NEDO及び実施者が協力して普及に努めるものとする。

②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。

③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。

④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。

⑤データ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データマネジメントに係る基本方針(委託者指定データを指定しない場合)」を適用する。(研究開発項目①と②のみ)

(2) 「プロジェクト基本計画」の見直し

PMは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応を行う。

(3) 関係省庁の施策との連携

本プロジェクトを効率良く運営するため、関係省庁が実施する関連プロジェクトと必要に応

じて連携する。例えば、本プロジェクトにおいて連携を想定する NEDO「AI チップ開発加速のためのイノベーション推進事業」が登録されている、内閣府「官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)」などと、必要に応じて連携を行う。

(4) 根拠法

本プロジェクトは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 号ニ、3 号及び 9 号に基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 2016 年 3 月、制定。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (4) 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。
- (5) 2020 年 12 月、研究開発項目②の分割、指名した PL・最新政策等情報の反映。ステージゲート審査に関する整理の追記。研究開発項目③の事業期間延期等による改訂。

(別紙1) 研究開発計画

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」

1. 研究開発の必要性

IoT 社会の到来で急増した情報を活用するためには、革新的なセンサ技術などで効率的に情報を活用するだけでなく、ネットワークの末端（エッジ）側で中心的な情報処理を行うエッジコンピューティング等、従来のサーバー（クラウド）集約型から情報処理の分散化を実現することが不可欠である。

クラウドで確立された技術をエッジに活用する流れがある中、小型化や省エネルギー化、あるいはエッジコンピューティングにおける実際の実用化シーンを見据えたコンピューティング技術の確立については課題があり、我が国としてはエッジにおける端末等の小型化や省エネルギー化に係るコンピューティング技術開発に取り組むことで、我が国が抱える社会課題の解決のみならず、将来的な情報産業の再興に貢献できる。

2. 研究開発の具体的内容

以下の通り、エッジコンピューティングにおける AI 処理を実現するための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と、それを用いたコンピューティング技術に関する研究開発を、社会課題を見据えた上で実施する。またエッジ側におけるセキュリティ基盤技術の研究開発も実施する。

【開発課題】

(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。

(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。

(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

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。

(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。

(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。

(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。

また、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。

3. 研究開発期間

5年以内とする。

ただし、先導調査研究枠は1年以内とする。

4. 達成目標

各研究開発テーマにおいては、以下を達成することを目標とする。なお、研究開発期間によっては、必要に応じて中間、最終目標を、以下に示す目標を基準としつつ変更して設定する。

<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。

<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。

上記目標は、事業終了時点で社会実装先に求められる諸性能を満たすことを前提に、事業開始時に広く普及している技術と比較し評価する。研究開発対象が社会実装するために必要不可欠なセキュリティ技術等の場合については、対象技術自体のエネルギー効率等を加味して評価する。

また、先導調査研究枠は、以下のうち、いずれかを達成することを目標とする。

- 事業終了時点において、研究開発事業等への移行に向け、根拠データの取得等により、技術の確立の見通しを付けることを目標とする。
- 周辺技術や関連課題に係る開発及び研究開発に直結する調査については、イノベーションの創出や本事業における更なる成果最大化に繋げることを目標とする。

研究開発項目②「次世代コンピューティング技術の開発」

1. 研究開発の必要性

半導体の開発指標たるムーアの法則の終焉が叫ばれ、既存技術の延長は限界を迎えつつある。現在エッジ側で AI 処理を実現するため、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と、それを生かしたコンピューティング技術が必要であるが、合わせてクラウド側でも増加が著しいデータの処理電力を劇的に低減するため、従来の延長線上にない新しい技術の実現が求められる。

世界では日本に先駆けて一部の分野において次世代コンピュータの商用化が進んでいる事例もあるが、実用的な使用に至るまでには課題を抱えており、社会実装はまだ遠い状況である。

量子アニーリング、脳型コンピューティング等の日本発の要素技術を基に、日本が強い製造現場に蓄積された良質なデータを活かす等、我が国の社会課題を見据えた次世代コンピューティング技術を実現することが勝負の鍵になる。

2. 研究開発の具体的内容

2030年以降を見据えたポストムーア時代のコンピューティング技術として、以下の通り、既存技術の延長線上にない技術の開発を実施することで、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、次世代データセンタ技術、セキュリティ基盤技術の確立を目指す。また、必要に応じ、長期間の開発を行うに先だて、技術開発の方向性や目標の確度を高めること等を目的とし、本格的な開発を行う前段階にあたる探索的な研究（以下「探索型研究」という。）の実施も行う。

本研究開発の実施にあたっては、小項目として（1）量子コンピューティング関連技術と（2）新原理コンピューティング技術（脳型等データ処理高度化関連技術）、（3）先進的コンピューティング技術（光コンピューティング等関連技術）を設け、それぞれについて開発を実施する。小項目（1）（2）（3）にて実施する研究開発の具体的内容は以下の通り。

研究開発項目②-（1） 量子コンピューティング関連技術

【開発課題】

（A）アニーリングマシンコンピューティング技術

従来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や古典アニーリングマシンの開発及び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研究開発。さらに、量子アニーリングマシンの汎用計算機化に向けた基盤理論及び回路・アーキテクチャ設計技術、希釈冷凍機内で動作可能なクライオ CMOS 等の量子・古典インターフェースの設計・製造技術、量子ビットに近接させて動作可能な量子デバイスを用いた低ノイズマイクロ波検出器・増幅器等の研究開発。

研究開発項目②-（2）新原理コンピューティング技術（脳型等データ処理高度化関連技術）

【開発課題】

（A）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等の確立に向けた研究開発。具体的には、低消費電力性、高速性、高集積性を兼ね備えた新材料メモリやこれを用いた回路技術等、脳型コンピューティングの実現に向けて必要となる技術であり、産業応用を見据えることが可能な技術等の研究開発。

(B) 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等の研究開発。

研究開発項目②-(3) 先進的コンピューティング技術（光コンピューティング等関連技術）

【開発課題】

(A) 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研究開発。

開発課題については、RFI や有識者会議の結果、あるいは本事業が位置づけられている政策（例：統合イノベーション戦略 2020、産業技術ビジョン 2020、など）に基づき定める。また、エネルギー・環境新技術先導研究プログラム等の先導研究を経て、技術としての重要性、並びにナショナルプロジェクトとしての必要性が担保されている技術課題からも設定する。

3. 研究開発期間

事業期間として 2018 年度から最長 2027 年度（最長 10 年間）を予定し、2018 年度～2022 年度までの 5 年間の実施体制を公募する。

ただし、探索型研究枠は 5 年以内、先導調査研究枠は 1 年以内とする。

4. 達成目標

各研究開発テーマにおいては、以下を達成することを目標とする。なお、研究開発期間によっては、必要に応じて中間、最終目標を、以下に示す目標を基準としつつ変更して設定する。

< 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。

また、探索型研究については、以下を達成することを目標とする。

<中間目標（2020年度）>

- 各種調査や要素技術の研究開発を通じ、開発する技術の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倍以上となる可能性を示す。

<最終目標（2022年度）>

- 各種調査や要素技術の研究開発による根拠データの取得等を行い、開発する技術の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倍以上となる技術の確立に見通しを付ける。

なお、上記目標は、事業終了時点で社会実装先に求められる諸性能を満たすことを前提に、事業開始時に広く普及している技術と比較し評価する。研究開発対象が社会実装するために必要不可欠なセキュリティ技術等の場合については、導入対象となる技術におけるエネルギー効率等を加味して評価する。

先導調査研究枠は、以下のうち、いずれかを達成することを目標とする。

- 事業終了時点において、研究開発事業等への移行に向け、根拠データの取得等により、技術の確立の見通しを付けることを目標とする。
- 周辺技術や関連課題に係る開発及び研究開発に直結する調査については、イノベーションの創出や本事業における更なる成果最大化に繋げることを目標とする。

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」

1. 研究開発の必要性

今後、あらゆるモノがインターネットにつながることで得られる大量のデータ（情報）の利活用により、高度な制御や新たなサービスが実現される「IoT 社会」の実現が期待されている。「IoT 社会」を実現するためには、情報爆発、消費エネルギーの更なる増大、データからの価値の創出、セキュリティといった課題を解決する必要がある。

2. 研究開発の具体的内容

大量のデータの効率的かつ高度な利活用を実現する情報の収集、蓄積、解析、セキュリティ等に関する横断的技術開発を実施する。具体的な実施項目は以下のとおり。

[実施項目 1-1] 革新的基盤技術の開発

平成 42 年（2030 年）時点において高度な技術が浸透した社会を実現するために必要となる革新的基盤技術を確立する。

具体的には低消費電力なデータ収集システム（高速処理、知的処理、小型化、低コスト化等）、データストレージシステム（大量データ・高速処理等）、データ解析システム（人工知能、高速処理、知的処理、エッジ・ミドル・クラウド処理の最適化等）、セキュリティ（データ保護技術、攻撃の検知技術、脆弱性対処技術等）等の横断的基盤技術について、我が国と世界の状況に鑑み、具体的な用途やシステムを想定し、実用化への道筋をつけうる、革新的な基盤技術を開発する。また、垂直・水平連携等の体制により複数の要素技術（必ずしも全て新規開発とは限らない）を統合するシステム化技術等の研究開発を行う。

なお、事業終了後、5 年以内に実用化が見込まれる事業を対象にする。

[実施項目 1-2] 先導調査研究

IoT 技術に関連する分野において技術シーズを発掘・育成をするため、先導調査研究を行う。先導研究で技術の確立に見通しがついた研究開発等については必要に応じ公募あるいはステージゲート審査等を経て、基盤技術の研究開発等へ繋げていく。

また、イノベーションの創出や本事業における成果の最大化に繋げる為には、より広域な分野において関連する技術シーズの育成や、技術課題の解決に努める必要があると考えられることから、周辺技術や関連課題に係る開発及び研究開発に直結する調査を実施する。

3. 研究開発期間

[実施項目 1-1] 革新的基盤技術の開発

2016 年度あるいは 2017 年度から開始したテーマは、事業開始時点から 3～5 年以内※とし、2018 年度にステージゲート評価を実施し、実施の可否、加速、縮小、実施体制の再構築、実施形態の変更（委託事業のまま継続、助成事業化等）等を含めて審査し、事業運営に反映する。

※2020 年度中に研究開発を終了することが困難であるテーマについては、PL の承認のもと、研究開発期間を 2021 年度に延期することを認める。

[実施項目 1-2] 先導調査研究

1年以内とする。

4. 達成目標

[実施項目 1-1] 革新的基盤技術の開発

(1) 技術レベル及びエネルギー効率に係る目標

<中間目標 (2018年度)>

- データ収集・蓄積・解析（演算を含む。以下同じ）・セキュリティ等の横断的な次世代の基盤技術、あるいは、それらを統合するシステム化技術等を研究開発し、要素技術レベルで確立するとともに、実用化の可能性を見極めることを目標とする。例えば、開発成果を組み込んだ要素技術に係る試作を行い、想定用途やシステム等における実用性を検証すること、あるいはシミュレーションで確認すること等を目標とする。
※システム化技術については、垂直・水平連携等の体制により複数の要素技術（必ずしも全て新規開発とは限らない）を統合化し、システムとして最適にデータ処理・制御を行うために必要となる基盤技術、実装技術等の研究開発を行うものであること。
- また、IoT 社会の実現を支える情報通信機器の省エネ化及びシステム全体としての効率化を図るため、事業終了時点で想定用途やシステムにおいて求められると予測される諸性能を満たすことを前提に、事業開始時に広く普及している技術と比較して、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 10 倍以上となる見込みを、実験・シミュレーションにより示す。なお、対象となる技術を社会実装するために必要不可欠なセキュリティ技術、システム化技術等については、対象技術自体のエネルギー効率等を加味して評価する。

<最終目標 (2020年度)>

- データ収集・蓄積・解析・セキュリティ等の横断的な次世代の基盤技術、あるいは、それらを統合するシステム化技術等を研究開発し、システムレベルで確立する。例えば、開発成果を組み込んだシステムレベルでの試作を行い、想定用途やシステムにおける実用性を検証すること等を目標とする。
- また、IoT 社会の実現を支える情報通信機器の省エネ化及びシステム全体としての効率化を図るため、事業終了時点で想定用途やシステムにおいて求められると予測される諸性能を満たすことを前提に、事業開始時に広く普及している技術と比較して、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 10 倍以上とする。なお、対象となる技術を社会実装するために必要不可欠なセキュリティ技術、システム化技術等については、対象技術自体のエネルギー消費効率を加味して評価する。

(2) 技術・性能に係る目標

<中間目標 (2018年度)>

- 下記のうち、いずれか1つあるいは複数の技術・性能に係る目標を要素技術レベルで確立することを目標とする。例えば、開発成果を組み込んだ要素技術に係る試作を行い、想定用途やシステム等における実用性を検証すること、あるいはシミュレーションで確認すること等を目標とする。

<最終目標（2020年度）>

- 下記のうち、いずれか1つあるいは複数の技術・性能に係る目標をシステムレベルで確立することを目標とする。例えば、開発成果を組み込んだシステムレベルでの試作を行い、想定用途やシステム等における実用性を検証すること等を目標とする。

（データ収集・蓄積・解析技術関連）

- ・ 消費電力を 1/10 以下にするセンサシステム
- ・ 現状の 10 倍以上の発電効率を有する環境発電電源システム
- ・ データ処理において 10 倍以上の処理能力を有するストレージサーバーシステム
- ・ ビットあたりの動作電力を 1/10 以下にする不揮発メモリデバイス
- ・ 集積回路の配線の抵抗・配線間容量の積を金属配線の 1/10 以下にする新材料配線技術
- ・ 機能あたり占有体積を 1/10 以下にする 3 次元デバイス実装技術
- ・ 組合せ最適問題、機械学習等の解析処理において現在、通常用いられている計算機アーキテクチャで達成可能な処理効率に対して効率を 10 倍以上に改善する技術
- ・ 計算資源の限られた端末機器においてリアルタイムで動作し、10 倍以上の速度でデータ処理を行える手段を提供する技術
- ・ その他、上記と同等レベル以上の重要な技術

（セキュリティ技術関連）

- ・ 正しいデータのみが収集できるよう、外部攻撃等による末端系の誤動作を 10 倍以上の速度で検知する技術
- ・ 脆弱性等の対応のためのシステム稼働停止時間を 1/10 以下にする脆弱性対処技術
- ・ データを利用可能な人の範囲を柔軟に設定でき、かつ、認証等の処理効率が 10 倍以上となるデータ保護技術
- ・ その他、上記と同等レベル以上の重要な技術

上記目標は、事業終了時点で社会実装先に求められる諸性能を満たすことを前提に、事業開始時に広く普及している技術と比較し評価する。2019年度から助成事業となる場合においても、上記の最終目標を達成した上で必要に応じて追加の目標を設定する。研究開発対象が社会実装するために必要不可欠なセキュリティ技術等の場合については、導入対象となる対象技術自体のエネルギー効率等を加味して評価する。

[実施項目 1-2] 先導調査研究

以下のうち、いずれかを達成することを目標とする。

- 事業終了時点において、研究開発事業等への移行に向け、根拠データの取得等により、技術の確立の見通しを付けることを目標とする。
- 周辺技術や関連課題に係る開発及び研究開発に直結する調査については、イノベーションの創出や本事業における更なる成果最大化に繋げることを目標とする。

(別紙2) 研究開発スケジュール

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
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										
					ステージ ート審査								
研究開発項目②・(1)(2)			次世代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						
					ステージ ート審査		事業見直し 再公募		ステージ ート審査				
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 ※										
			ステージ ート審査										
(旧 : IoT 推進のための横断技術開発プロジェクト)													
評価時期					中間				中間				事後

※2020年度の研究開発に一部遅延が発生したことを受け、該当するテーマについて2021年度への期間延長を行った。