

育成そして輩出することで、人材還流の拠点としての機能を担うべく活動を行っている。

#### 国際外部評価（アドバイザリーカウンシル）

理研 AIP センターでは、理研全体の取組の一環として、国内外の有識者を委員とする国際外部評価を実施している。令和元年5月に行われた国際外部評価においては、理研 AIP センターの研究は国際水準を満たしており、社会的に非常に貢献する実績を挙げている等、外部評価委員の視点から見ても、優れた研究が行われている旨の評価がなされている。また、インパクトのある重要な活動にフォーカスしていくこと、各グループ間でのコラボレーションを促進すること等、理研 AIP センターの今後の更なる発展に向けた助言を受けており、その実施に向けた検討が進められている。

#### （2）各観点の再評価

当初設定された「必要性」「有効性」「効率性」の各観点における評価項目及びその評価基準は普遍的な妥当性を有しており、変更の必要は無い。

##### < 必要性 >

##### 評価項目

- ・科学的・技術的意義（革新性、先導性、発展性等）
- ・国費を用いた研究開発としての意義（国や社会のニーズへの適合性等）

##### 評価基準

- ・理研 AIP センターが目指すビジョンを明確に示し、次世代の新たな人工知能基盤技術を数件開発する等、事業における目標設定が革新的、先導的なものであるか
- ・政府の方針に合致した研究計画となっているか

AI 技術は、近年、加速度的に発展している。AI 技術は、第5期科学技術基本計画において、我が国が目指すべき社会とされている Society5.0 を実現するための基盤となる技術のひとつである。その発展は、世界の産業構造を変革するとともに様々な分野の科学研究の手法を大きく変革するものであり、その研究開発の推進は、極めて高い科学的・技術的意義を有している。近年、米中を中心に国際競争が激化しており、我が国としても重点分野として取り組むべく、昨年6月、「AI 戦略 2019」(以下「AI 戦略」という。)が策定された。理研 AIP センターは、同戦略において、我が国の AI 研究開発推進の中核機関のひとつとして位置付けられており、極めて重要な役割を担っていると評価できる。

理研 AIP センターは、AI 戦略において、研究開発については、理論研究を中心とした革新的な基盤技術の研究開発で世界トップを狙い、また、その研究成果を迅速に社会で活用させることを目指すこととされ、さらに、人材育成については、世界をリードする質の高い研究人材の確保・育成を行うこととされている。こうしたミッションを達成すべく、理研 AIP センターは、情報科学の最先端研究を糾合し、既存技術では解決できない新たな研究課題や AI の普及により直面する社会的課題といった未知の領域を含む挑戦的な研究目標を掲げ、現在主流の機械学習に関する基礎理論や応用技術のみならず、ELSI (Ethical, Legal and Social Issues) の問題をしっかりと扱うための研究体制も構築して取り組んでおり、革新的、先導的、発展的な取組を行っていると評価できる。また、理研 AIP センタ

一は、長期的視点が必要な基盤技術の研究開発や人材育成に取り組んでいるが、これらの課題は、民間企業が取り組むには限界があり、国として取り組む必要性があると評価できる。

AI 技術の発展は大変速く、また、社会への適用が進むにつれて、新たな課題が発生してきている。理研 AIP センターにおいては、国際的にも重要性が高まっており、また、AI 戦略においても実施すべきとされた「Trusted Quality AI」に関する研究開発を強化しているほか、今般の新型コロナウイルス感染症の流行への対応に向けた研究開発を開始するなど、国際的な変化や、国・社会の新たなニーズに合わせてその研究開発計画の見直しが図られており、評価できる。

以上のことから、本事業の「必要性」は高いと評価できる。

今後のさらなる発展に向けて、以下の助言点を記載する。

- ・ これまでの3年間の立ち上げフェーズの成果を基礎として、今後の AI 技術の発展動向や新型コロナウイルス感染症の流行による社会の変化の影響などの様々な状況変化を見据えつつ、引き続き、理研 AIP センターの将来像や方向性に関するビジョンの更なる明確化・具体化や見直しに努めていくことが重要である。
- ・ 平成 28 年 4 月から開始された「AIP: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」の中核的な研究センターとして設置された組織であることの意義を再認識し、世界をリードする新しい研究の潮流を生み出すための新たな戦略を早急に構築して、今後の研究活動を進めることを強く希望する。このような戦略の明確化や共有は、若手研究者も含め参画する研究者が研究活動を進める上での指針を示すものであり、理研 AIP センターが世界をリードする組織となるための必須の要件である。また、人材育成を進める上でも方向性を共有できる体制は極めて重要である。さらに、理研 AIP センターには、この分野で我が国がどのように世界をリードするかを示すことが求められていることをもう一度認識して取り組んでもらいたい。

#### <有効性>

##### 評価項目

- ・ 新しい知の創出への貢献、(見込まれる)直接・間接の成果・効果やその他の波及効果の内容

##### 評価基準

- ・ 理研 AIP センターの研究成果に基づく人工知能技術を活用することによって、科学的発見を行い、革新的な研究成果の創出に資することができるか
- ・ 理研 AIP センターにおけるオープンなプラットフォームを活用した研究開発を通じて、研究者の人材育成に資することができたか

国際的な人材獲得競争の中、センター長を中心として、短期間に国内の AI 関係研究者のネットワークを作り、非常勤 PI としての採用も含めて全国から優れた研究者を糾合するとともに、海外の研究者も数多く招聘して組織を立ち上げ、発展させてきた点は高く評価できる。

理研 AIP センターの 3 つの研究グループにおいて、( 1 ) 課題の進捗状況に記載のとおり、研究活動が進められてきている。開所後体制整備の期間を経て、現在の体制が整ってから約 3 年が経過した段階ではあるが、AI 分野の先導的な理論研究の成果を国内外に向けて発信し、高く評価されてきていること、企業との共同研究においても、成果の製品への実装に向けた取組が進展している事例が出始めていること、AI に関する倫理指針策定への参画など、研究実績や具体的な実装事例も出てきており、今後見込まれるものも含めて、AI 技術に関する革新的な研究成果の創出と多様な分野における AI 技術の活用や AI 技術による研究の加速に大きく貢献する活動を行っているものと評価できる。今後も、個人レベルの研究に留まらず、研究課題や得られた成果等の共有、水平展開等を行い、研究グループ間の一層の連携を進め、国際競争力のある、独自性の高い研究成果の効果的な創出や他分野への貢献につなげていくことが期待される。また、新型コロナウイルス感染症の流行への対応に向けた研究開発も開始しており、有効な成果が早期に得られることが期待される。

人材育成については、センター内のみならず、外部の関係機関との連携を進めており、国内外の学生、国内企業の研究者を OJT で多数受け入れ、最先端の研究開発や AI 技術の社会実装を担う人材の育成に積極的に取り組んでいることや、優れた若手 PI の積極的な採用に力を入れている点が評価できる。

研究成果のオープン化については、ホームページや公開シンポジウム等での情報発信等が進められており評価できる。また、全国の大学、研究機関等との連携の下、AI 戦略に基づく「AI 研究開発ネットワーク」の中核機関のひとつとして成果の情報発信や同ネットワーク参画機関間での共有等を開始していることも研究成果のオープン化の観点から評価できる。

以上のことから、本事業の「有効性」は高いと評価できる。

今後のさらなる発展に向けて、以下の助言点を記載する。

- ・ 基盤技術の新たな潮流を生み出していくには、実践的な活動の中で様々な分野の研究者や社会とつながることが重要である。他分野や産業界との連携は、成果の波及・還元のみならず、新たなニーズをつかみ取る機会でもあり、他分野の専門家・研究者等や他の研究機関、産業界、NPO 等との連携を、今後とも、拡大、深化させていくことが重要である。
- ・ このため、学术界のみならず、一般の社会や産業界等への情報発信や広報活動の強化が重要であり、研究成果のオープン化の推進等をより一層進めていくことが期待される。
- ・ AI 研究の基盤であるデータの集積について、他機関との連携も含め、戦略的に取り組むことが重要である。また、データの有効な保管・管理、活用について、理研全体の方針に基づき適切なマネジメントがなされるよう引き続き取り組むことが重要である。
- ・ 他国のプロジェクトや他分野の研究者等との連携も含め、理研 AIP センターにおいて、さらに、国籍や性別等、多様な人材を糾合・育成することは、公的研究開発機関の役割として重要であり、同時に、理研 AIP センターの研究開発及び人材育成の幅を広げ、革新的で、インクルーシブな研究成果の創出を促進するものと期待される。また、世界的に逼迫している優秀な研究人材の糾合にあたって、研究環境及び待遇等の

検討が必要であれば率先して進めてもらいたい。

- ・ 理研 AIP センターの研究成果を発信する仕組みとして、プログラム等をまとめた基盤的なプラットフォームの構築を目指すことは有効と考えられる。
- ・ 新型コロナウイルス感染症の流行により生じた今般の世界的な危機や社会構造の変化に対し、理研 AIP センターの強みを生かして対応することも、基盤技術の研究開発と並んで重要である。その際、現場の実態に即した研究成果を目指すとともに、使用したデータやアルゴリズム等のオープン化やそれらの精度に関する情報公開にも十分に配慮すべきである。

#### < 効率性 >

##### 評価項目

- ・ 費用構造や費用対効果向上方策の妥当性

##### 評価基準

- ・ 目的の達成に向けて、効率的な研究を推進するための適切な実施計画と体制が形成され実施されているか

本事業では、5つの重点テーマを効果的かつ効率的に実施するため、センター長のリーダーシップの下、3つの研究グループを設置し、これらの得意分野を生かした連携を図るとともに、研究開発を支える運営、事務支援についても体制を整備しており、外国人研究者への利便性の向上や研究グループ間でのコミュニケーションの向上に組織的に取り組んできている。また、非常勤PIを多数活用することによって全国的なサブ拠点のネットワークを構築し、研究拠点としてのユニークな強みとしているなど、限られた予算の中で存在感のある研究組織を運営している点や、立ち上げ段階が終わり、研究内容やグループ構成、資源配分の見直しを進めている点は評価できる。

基礎研究を中核としつつも、企業と4つの連携センターを設け、複数のグループが参画する形での共同研究の実施や実用化に向けた成果の創出がなされているとともに、産業界との連携担当として配置されたコーディネーターを活用した共同研究の発掘や計画遂行を行っている点、加えて、理研内での計算科学分野や医療分野との連携に関する取組は評価できる。

さらに、理研全体の取組の一環として、国際外部評価を実施しており、国内外の有識者から得られた専門的・俯瞰的な意見を、運営に生かすべく検討を進めていることは評価できる。

以上のことから、本事業の「効率性」は高いと評価できる。

今後のさらなる発展に向けて、以下の助言点を記載する。

- ・ 新型コロナウイルス感染症の流行による社会のニーズの変化も含め、AI の関係する研究開発動向は、非常に変化が速く大きい。それらを適時適切に反映した明確なビジョンや戦略の下で、個別の研究プロジェクトの目標設定及び評価、研究内容の戦略的重点化や研究グループ構成の見直し、資源配分等を柔軟かつ迅速に行っていく必要がある。

- ・ 研究拠点としての更なる相乗効果が得られるよう、サブ拠点との連携、研究グループ間の連携、他の理研の研究グループとの連携等を強める仕組みや環境を構築するとともに、スーパーコンピュータ「富岳」等の理研内部の資源の活用や関係部門との連携を図ることで、研究効率及び費用対効果の高い運営がなされることを期待する。
- ・ サブ拠点に関しては、大学の AI 研究拠点との組織的な連携へと発展させ、理研 AIP センターが日本全体の、そして世界的な、AI 研究のハブとなることを期待したい。
- ・ 社会や産業界、他分野との連携については、理研 AIP センターの持つ強みを生かしつつ、理研 AIP センター自身の発展にも役立つ観点から、引き続き実施していくことが重要である。また、他の研究機関等の方策も参考にしつつ、安定的な研究の推進につながるよう、継続して、効果的、効率的な方策や体制の整備等を進めるべきである。

### ( 3 ) 今後の研究開発の方向性

本課題は「継続」、「中止」、「方向転換」する(いずれかに丸をつける)。

理由：AI 戦略の下、我が国として、AI 分野の基盤技術を国際的に牽引する研究開発の必要性は一層高まっており、( 2 )に記載のとおり、本事業の「必要性」、「有効性」及び「効率性」について、これまでの立ち上げの期間の実績は高く評価できるところである。今後、理研 AIP センターが、次のフェーズに早期に移行し、世界の AI 研究をリードする存在に発展することを強く期待する。

AI をはじめとする情報科学技術分野の変化は速く、また、海外企業や研究機関等の中での研究開発競争も激しい中で、その将来ビジョンや戦略を明確に示し、かつ柔軟に見直しを行うことは、極めて重要である。さらに、今般の新型コロナウイルス感染症の流行のみならず、今後の新たな感染症や自然災害、社会問題の複雑化の可能性も考慮すれば、AI をはじめとする情報科学技術の活用や更なる発展への社会的要請は、世界的にも、一層高まるものと考えられる。様々な科学的・社会的ニーズや他の研究機関や企業等との新たな連携の可能性も生じるであろう。

このような、今後想定される変化を踏まえ、理研 AIP センターにおいては、ビジョンの早急な明確化・具体化を図り、状況の変化に対応した柔軟な見直しを続けて、AI 研究の新たな潮流を創出し、世界の AI 研究を先導する研究拠点として更なる発展を遂げることを強く期待したい。

また、( 2 )においては、様々な視点・助言点等も記載しており、今後事業を進めていくに当たっては、これらを十分勘案して取り組むことが重要である。

### ( 4 ) その他

AI 分野をはじめ急速に発展する情報科学分野においては、論文数等の従来の評価指標では、国が真に期待する実績や成果を的確に評価できないと危惧される。そもそも論文に偏重しない研究評価の重要性は世界中で認識されており、最近では、中国が S C I 論文を評価の目安にしないとの方針を公表するなど、海外においても従来の評価からの転換の動きが伺える。評価指標が我が国の将来を決めるような本事業に枠をはめることにならないように、新しい評価のためのマイルストーンやエビデンスを設定する必要がある。評価に当たる側の課題として、今後早急に検討すべきである。

(様式 研究開発評価担当用)

## 中間評価の事項

## 1. 件名

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

## 2. 実施府省

経済産業省

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、NEDO という。)

## 3. 確認事項

## (1) 実施府省等における評価の状況

中間評価として、2020年12月18日に分科会、2021年3月3日に研究開発評価委員会を実施。(評価スケジュールは別添1)

## (2) 実施府省等の行っている評価方法

NEDO においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会※によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会(2021年3月3日)において確定している。(評価の実施体制は別添2)

※評価部が事務局となる評価並びに機構の評価のあり方、評価方法の改善及び被評価事業の今後の運営についての助言を行う(NEDO 技術委員・技術委員会等規程より)

(参考) 審議経過 … 別添4参照(中間評価報告書概要 P1~4)

## (3) 評価項目の設定方法及びその設定根拠

## ① 設定方法

●「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」に係る評価項目・評価基準

## 1. 事業の位置付け・必要性について

- (1) 事業の目的の妥当性
- (2) NEDO の事業としての妥当性

## 2. 研究開発マネジメントについて

- (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

## 3. 研究開発成果について

- (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) 知的財産等の確保に向けた取組
- 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
  - (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

●観点

ナショナルプロジェクト・事業・制度のうちどれか、また中間評価であるか事後評価であるかにより、異なる標準的評価項目・評価基準を選択。

② 設定根拠

「国の研究開発評価に関する大綱的指針」における「評価の観点(必要性・有効性・効率性)」や、経済産業省の「経済産業省技術評価指針」における「標準的評価項目・評価基準」を参考に、4つの軸で設定した。

(4) 評価項目を踏まえた評価の実施状況

NEDO では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」に基づき、NEDO 業務方法書第 39 条及び第 4 期中長期計画を受けて、技術評価実施規程及び事業評価実施規程を定めている。また、経済産業省の「経済産業省技術評価指針」も参考にしている。

また当該プロジェクトの特性を踏まえ、実用化・事業化の考え方等を補足し、評価委員へ評価項目・評価基準を提示した。

(参考)本事業における「実用化・事業化」の考え方・・・別添4参照(中間評価報告書概要 P5~7)

(5) 総合科学技術・イノベーション会議が実施した事前評価時の指摘事項への対応状況や情勢変化への対応状況

2017 年 12 月 25 日に総合科学技術会議で決定した「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」における事前評価結果のうち、3. 評価結果の各項目にまとめられた内容について、情勢変化も踏まえ、別添3の通り対応状況について記載する。

(6) 評価結果を踏まえた研究開発の成果の活用

中間評価までの成果の事例について、別添3 事業概要 3. 研究開発成果を参照いただきたい。本プロジェクトにおける研究開発項目①「革新的 AI エッジコンピューティング技術の開発」においては、革新的な AI チップやそれを用いたシステムに関し、プロトタイプのサンプル提供や中間成果物の公開を実施し、ユーザーからのフィードバックを受けている。

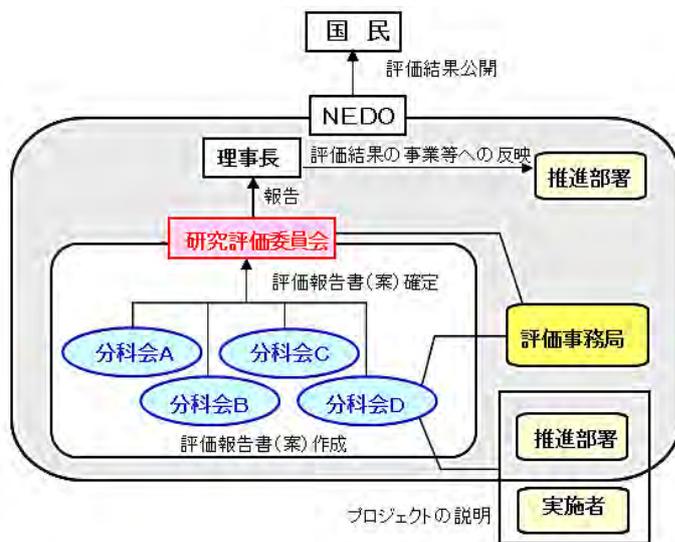
例えば、本プロジェクトにおいて研究開発した、オープンアーキテクチャである RISC-V をベースとしたセキュリティシステムの紹介や試使用、ハンズオン体験の場として、オープンコミュニティを 2021 年 10 月に設立。オープンフォーラムを開催する等、オープンコミュニティ活動を通して本プロジェクトの認知度を向上させるとともに、ユーザーの意見を取り入れることで研究開発成果の最大化を図っている。

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101484.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101484.html)

(別添1)評価スケジュール

	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											
研究開発 項目②- (1)(2)(3)		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						
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											
評価時期	事前			中間				中間				事後	

(別添2) 評価の実施体制



NEDO 研究評価委員会

- ・評価案件ごとに分科会を設置
- ・評価報告書を確定し、理事長へ報告

分科会

- ・外部の専門家、有識者で構成
- ・プロジェクトの研究評価を実施
- ・評価報告書(案)を作成

評価委員	研究開発成果の技術的、経済的、社会的意義について評価できる NEDO 外部の専門家、有識者
プロジェクト推進・実施部門	NEDO プロジェクト担当部、プロジェクトの実施機関
事務局	NEDO 評価部

### (別添3)事前評価時点の指摘事項に対する対応状況や情勢変化への対応状況

2017年12月25日に総合科学技術会議で決定した「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」における事前評価結果のうち、3. 評価結果の各項目にまとめられた内容について、情勢変化も踏まえ、以下の通り対応状況を記載する。

#### ・3. 1. 1 評価対象案件の実施府省等における評価の妥当性

当該項目においては、NEDOにおける事前評価の妥当性が明記されると共に、事業期間中の評価、見直しに関する計画についても適切な計画・体制が構築されていると評価された。その上で、今後については研究開発を実施する研究機関との役割分担、目標達成状況・見込み等の確認を進めることが述べられている。

本件については、NEDOが立ち上げた外部有識者による審査委員会を経て適切であると評価された研究開発体制、計画に基づきNEDOとの委託契約を各研究開発機関と締結。成果の確認等については、NEDOが1年に1度以上有識者による技術推進委員会を開催して実施すると共に、METI及びNEDOの担当者は事業者が主催する進捗会議に参加し、進捗確認を行いつつ必要に応じて体制、計画の見直しを行っている。

#### ・3. 1. 2 関連する上位の政策・施策等の目標を達成するための道筋

当該プロジェクトにおいて実施する研究開発が、関連する政策・施策において掲げる課題や実現する社会像に関連すること、また、経済産業省が2017年3月にConnected Industriesを提唱し、その中で本プロジェクトは2018年度の経済産業政策の重点政策の一つとされていること等から、本事業の成果とその目標達成に向けた道筋には妥当性があり、非連続なイノベーションを創出する挑戦的な研究開発を進める戦略性が認められた。

本事業により創出される効果・効用は、我が国産業の国際競争力の強化にとって極めて重要な技術となり得るものであり、経済産業省が主体となって政府の関連会議におけるシナリオ等を関係者間に共有し、本分野における我が国産業の育成・強化に向けた戦略やアウトカム目標とともに、それらを達成する道筋を時間軸に沿ってより明確化していく必要があるとされた。

本件については、例えば、関連する政策に関する情報として、未来投資戦略2018(2018年6月閣議決定)や、統合イノベーション戦略(2019年6月閣議決定)、量子技術イノベーション戦略(2020年1月統合イノベーション戦略推進会議決定)など、事業実施中に策定された重要政策について、経済産業省からNEDOに対して情報提供を行い、NEDOは基本計画の変更に加え、政策に関連する課題の設定や既存研究開発への加速を実施する等して、研究開発を推進している。

#### ・3. 1. 3 研究開発の目標・実施内容

##### (1) 研究開発の実施内容

次世代コンピューティングの分野において、社会実装や国際競争力の観点から、ハードウェアの研究開発のみならず、ミドルウェア開発、アルゴリズム開発が重要であり、ユーザーに近いアプリケーション・サービスと、基礎的なコンピューティングサイエンスでの研究開発を強化する必要がある。この観点から、トップダウン的思想により我が国が世界に対し競争力を有するアプリケーションを具

体的に特定し、育成すべき産業の方向性や達成すべき要件を明確化した上で、成果の実現に向けた研究開発目標の具体化を図る必要があるとされた。

本件については、指摘を受けて研究開発の目標、達成すべき指標として各研究開発テーマに関連する目標の設定を行い、外部有識者評価を通じて進捗の確認を行っている。例えば量子コンピューティングに関する研究開発では、イジングマシンの試行環境をクラウド上に整備し、一般に公開する実証研究を通じて将来的なユーザーの確保や、確度の高い成果を得られるように推進している。加えて、現在 NEDO において事業見直しやマネジメントにおける指標とするべく、次世代コンピューティング領域における国内外の技術動向調査、市場動向調査を実施しており、今後は調査結果を踏まえて、世界に対して競争力を有するための成果の創出に繋げる取組を事業全体として進めていく。

### ・3. 1. 3 研究開発の目標・実施内容

#### (2) 府省連携、産学官での連携

本項目では、当該プロジェクトは官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)とは予算措置の関係から対象施策とはならないものの、研究開発領域に関連性があることから、連携を模索する必要性が記載されている。

関連領域の PRISM 実施事業としては、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)があり、当該事業では AI チップ開発に必要となる拠点の整備を行い、事業者による産業応用に直結する研究開発を支援している。本プロジェクトの成果が産業応用を進めるに当たっては、AI チップ開発加速のためのイノベーション推進事業が整備する拠点の活用など、PRISM によって創出された成果との連携を進めることが重要と考えられ、研究開発を通じて得られた成果を用いた連携を模索していく。

### ・3. 1. 4 研究開発マネジメント

本項目では、NEDO における研究開発マネジメント体制は適切と評価されている。一方で、個々にご指摘頂いている点については、以下の通り対応を実施している。

「成果最大化のためには、多様な専門知の結集による実用化までを考慮した取り組み等をそのマネジメントにおいてさらに目指すべきである」と指摘を受けた点については、例えば、当該研究開発プロジェクトの研究開発領域を考慮し、AI エッジコンピューティング、量子コンピューティング、新原理コンピューティング(非量子コンピューティング)、それぞれにおいて学術、産業、事業化の専門性を担保した外部有識者による委員会を組織し、同技術推進委員会を通じて成果の確認と助言を行っている。合わせて、NEDO において、プロジェクトチームを設置し、研究開発をとりまとめ、主体的な役割を担うプロジェクトマネージャー(PM)1 名、サブ PM2 名をアサインし、外部有識者や調査等を通じて得られた知見をもとにマネジメントを実施している。

また、「新しいアイデアを持つ研究者への機会の付与等の挑戦的な研究開発の推進に適した手法」や「我が国における本研究領域での人材や中小・ベンチャー企業を早急に育成する必要性」に関しては、同研究者が開発を実施するステージとして、学術・机上検討レベルでは有効と考えられるが産業化を本格的に進める上では課題が残り、継続的な研究開発を必要とする、先導的かつ探索的な領域で研究開発を実施する仕組みとして「探索型研究枠」を次世代コンピューティングに

係る研究開発項目内に設定し、最長 5 年間の研究開発期間の中で、研究成果の成熟、及び産業界との連携を進めることで、本格的な研究開発へのステージアップを目指す制度を設計した。NEDO としては、同探索型領域に関して大学や研究機関、そして中小企業による単独応募についても可としている。それ以外にも、人材育成に関して産業界と連携したコンテストを開催するなど、長期的な研究開発の視点に立ち、広く研究開発の支援を行っている。

「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」  
中間評価報告書概要

目次

審議経過 .....	1
評価項目・評価基準 .....	5
評価概要 .....	8
事業概要 .....	13
評価結果の反映について .....	17

## はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「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」の中間評価報告書であり、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）分科会において評価報告書案を策定し、第65回研究評価委員会（2021年3月3日）に諮り、確定されたものである。

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

## 研究評価委員会委員名簿

(2021年3月現在)

	氏 名	所属、役職
委員長	こばやし なおと 小林 直人	早稲田大学 参与・名誉教授
委員	あさの ひろし 浅野 浩志	一般財団法人電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 研究アドバイザー
	あたか たつあき 安宅 龍明	先端素材高速開発技術研究組合 (ADMAT) 専務理事
	かわた たかお 河田 孝雄	株式会社日経 BP 日経バイオテック編集 シニアエディター
	ごないかわ ひろし 五内川 拡史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
	さくま いちろう 佐久間 一郎	東京大学 大学院工学系研究科 教授
	たからだ たかゆき 宝田 恭之	群馬大学 大学院理工学府 環境創生部門 特任教授
	ひらお まきひこ 平尾 雅彦	東京大学 大学院工学系研究科 化学システム工学専攻 教授
	まつい としひろ 松井 俊浩	情報セキュリティ大学院大学 情報セキュリティ研究科 教授 国立研究開発法人産業技術総合研究所 名誉リサーチャー
	やまぐち しゅう 山口 周	独立行政法人大学改革支援・学位授与機構 研究開発部 特任教授
	よしかわ のりひこ 吉川 典彦	東海国立大学機構名古屋大学 名誉教授
よしもと ようこ 吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部 経済政策部 主席研究員	

敬称略、五十音順

「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現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	すかの 菅野 しげき 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 川人 しょうじ 祥二	静岡大学 電子工学研究所 教授
委員	いしむら 石村 なおや 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 岡島 ひろし 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 菅谷 みどり 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 張山 まさのり 昌論	東北大学 大学院情報科学研究科 教授
	むかいばやし 向林 たかし 隆	株式会社アイティーファーム 執行役員

敬称略、五十音順

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

日時：2020年12月18日(金) 13:00～17:30

場所：NEDO 川崎 2301・2302・2303 会議室 (オンラインあり)

議事次第

(公開セッション)

- |                                 |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| 1. 開会、資料の確認                     | 13:00～13:05 (5分)  |
| 2. 分科会の設置について                   | 13:05～13:10 (5分)  |
| 3. 分科会の公開について                   | 事前配布資料参照          |
| 4. 評価の実施方法について                  | 事前配布資料参照          |
| 5. プロジェクトの概要説明                  |                   |
| 5.1 a) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント   | 事前配布資料参照          |
| b) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し |                   |
| 5.2 質疑応答                        | 13:10～13:40 (30分) |
| 休憩                              | 13:40～13:45 (5分)  |

(非公開セッション)

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 6. プロジェクトの詳細説明 (個別テーマ代表例)  |                   |
| 6.1 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」<br>動的再構成技術を活用した組み込み AI システムの研究開発<br>[説明 10 分、デモ 10 分、質疑応答 20 分、入替 5 分]   | 13:45～14:30 (45分) |
| 6.2 研究開発項目②「次世代コンピューティング技術の開発」<br>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<br>[説明 10 分、デモ 10 分、質疑応答 20 分、入替 5 分]         | 14:30～15:15 (45分) |
| 6.3 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」<br>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事業<br>[説明 10 分、デモ 10 分、質疑応答 20 分] | 15:15～15:55 (40分) |
| 6.4 補足説明資料 プロジェクトのマネジメント「ステージゲート審査委員会」<br>[説明 5 分、質疑応答 10 分]   | 15:55～16:10 (15分) |
| 休憩   | 16:10～16:15 (5分)  |
| 7. 全体を通しての質疑   | 16:15～17:00 (45分) |
| [入替 5 分]   | 17:00～17:05       |

(公開セッション)

- |           |                   |
|-----------|-------------------|
| 8. まとめ・講評 | 17:05～17:25 (20分) |
| 9. 今後の予定  | 17:25～17:30 (5分)  |
| 10. 閉会    |                   |

「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」に係る評価項目・評価基準

本評価項目・基準は、非連続ナショナルプロジェクト特有の評価視点を盛り込んだものであり、評価者は当該視点(アンダーラインで示す)によってプロジェクトを重点的に評価する。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・ 上位の施策・制度の目標達成のために寄与しているか。

(2) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 従来技術の延長線上になく難易度の高い目標となっているか。
- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・ 達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために、従来の技術とは全く異なる原理、高効率・効果的なアプローチ、プロセス等を採用しているか。
- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール及び研究開発費（研究開発項目の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されているか。
- ・ 計画における要素技術間の関係、順序は適切か。

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・ 技術力及び事業化能力を有する実施者を選定しているか。
- ・ 指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能しているか。

- ・ 成果の実用化・事業化の戦略に基づき、実用化・事業化の担い手又はユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために実施者間の競争が必要な場合、競争の仕組みがあり、かつ機能しているか。
- ・ 大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、その体制は企業の取組に貢献しているか。

#### (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・ 技術の取捨選択や技術の融合、必要な実施体制の見直し等を柔軟に図っているか。
- ・ 研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応しているか。
- ・ 社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応しているか。

#### (5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・ 知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 知的財産や研究開発データに関する取扱についてのルールを整備し、かつ適切に運用しているか。
- ・ 国際標準化に関する事項を計画している場合、その戦略及び計画は妥当か。

### 3. 研究開発成果について

#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・ 成果は、中間目標を達成しているか。
- ・ 中間目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、解決の方針を明確にしているか。
- ・ 成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・ 世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果があるか。
- ・ 設定された目標以外の技術成果があるか。

#### (2) 成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見通しはあるか。
- ・ 最終目標に向けて、課題とその解決の道筋は明確かつ妥当か。

#### (3) 成果の普及

- ・ 論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及させる取組を実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 一般に向けて、情報を発信しているか。

(4) 知的財産権等の確保に向けた取組

- ・ 知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外で適切に行っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項を計画している場合、その計画は順調に進捗しているか。

「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

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

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- ・ 成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

- ・ 実用化・事業化に取り組む者について検討は進んでいるか。
- ・ 実用化・事業化の計画及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・ 実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
- ・ 想定する製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致する見通しがあるか。
- ・ 競合する製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
- ・ 顕著な波及効果（技術的・経済的・社会的効果、人材育成等）を期待できるか。（※）

※特に、当初の計画に留まらない他の技術や用途への展開、新たな市場の創造の見通し、社会的な効果等が期待できるか。

## 評価概要

### 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まれており、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はなく、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。

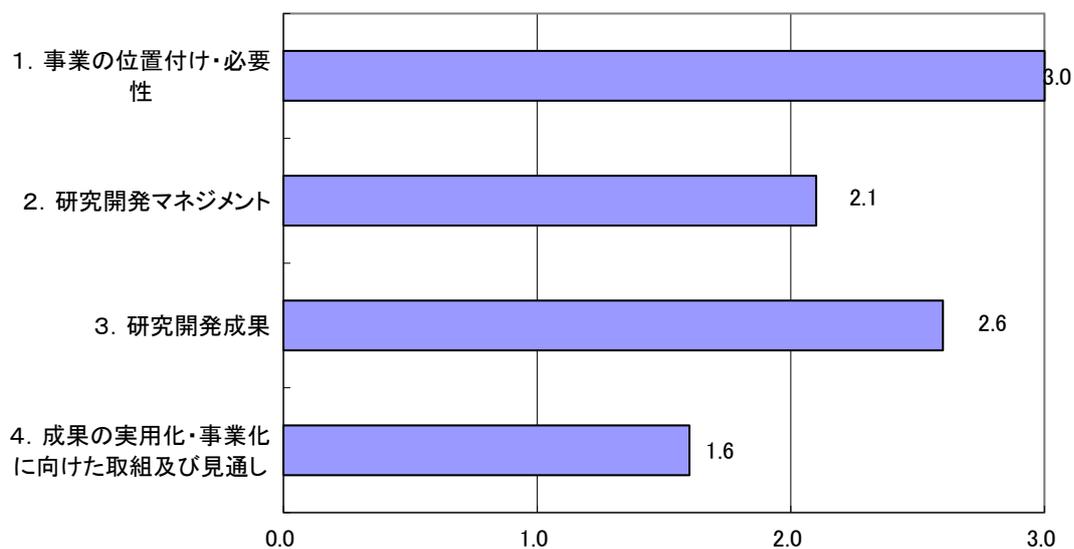
プロジェクト全体として、アウトプット目標に対して技術開発は着実に進んでいると評価できるが、アウトカム目標達成の具体的検討が追い付いていない印象を受けることから、今後は、単に実用化できれば完了ではなく、市場を獲得、拡大する方策についても一層の検討をお願いしたい。

## 研究評価委員会コメント

第65回研究評価委員会（2021年3月3日開催）に諮り、以下のコメントを評価報告書へ附記することで確定した。

- デジタルトランスフォーメーションの動きの中で、当該プロジェクトで扱う研究開発に対して、国の関与する必要性は極めて高い。その一方で、テーマの取捨選択や方向性の決定などを機動的に展開するとともに、国際的競争力を有した産業化に繋げる多様な事業化戦略が必要である。またエッジ領域については注力すべき重要な開発領域を選択して進めるとともに、次世代コンピューティング、特に量子コンピューティングに関しては、世界的な競争が激化する中での技術的優位性の発揮を期待したい。

### 3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)						
		A	A	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.1	B	B	A	B	B	B	B
3. 研究開発成果について	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について	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

## 事業概要

最終更新日

2022年1月

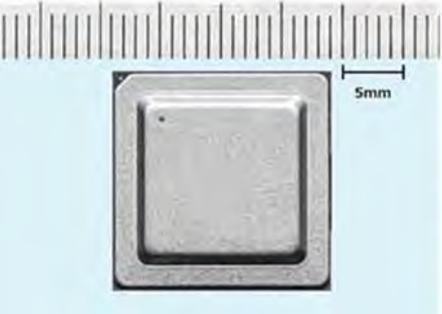
プロジェクト名	高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発					
担当推進機関	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 IoT推進部					
0. 事業の概要	<p>来るべきポストムーア時代のIoT社会を築くため、大量データの効率的かつ高度な利活用を可能とする、基盤技術開発の開発が必要となる一方、IoT社会の到来が近づくにつれ、データ量の爆発的な増加とその処理に伴う消費電力の増加という、新たな社会課題にも直面している。これらの社会課題解決と日本の情報産業の再興を目的として、本プロジェクトでは、データ量削減のため、ネットワークの末端で中心的なAI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。</p>					
1. 事業の位置付け・必要性について	<p>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、短期的にはIoT社会の高度化に必要な情報収集、蓄積、解析、そしてセキュリティの横断的な技術開発を行い、当該社会の普及、広がりを後押ししつつ、中長期的にはクラウドコンピューティングからエッジ領域への情報処理分散と、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。</p>					
2. 研究開発マネジメントについて						
事業の目標	<p><b>【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）</b> 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><b>【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）</b> 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><b>【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）</b> 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な技術開発を行う。</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 (単位：百万円)	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：石丸 昌平（2022年1月現在）				
	委託先	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った（研究開発項目③については 2018 年度にステージゲート審査を実施）。</p>					

また 2021 年度から 2022 年度にかけては、本事業全体で研究開発すべき技術課題や目標の見直しを実施するべく、指標となる情報をまとめるため、技術動向調査、市場動向調査を実施。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。

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。



・テストチップの主な機能

Function	Test Chip
CPU	Arm Cortex-A53 Quad Core 1.25GHz
AI Processor	aiPE (processor/hardware accelerator) QNN engine
ISP	Image Signal Processor 1080 60fps x 2
Package	18mm□、0.8 pitch

・社会での応用適用例



例：AI エッジ LSI を試作し、AI 認識処理と画像処理において、汎用 GPU と比較して 10 倍以上の電力効率の達成や、リアルタイム SLAM の自己位置推定処理時間を CPU と比較して 1/20 の短縮を達成するなど世界最先端のスペックを実現。

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。

3. 研究開発成果について



3チーム統合(2021~)

イタングマシン共通ソフトウェア基盤の研究開発

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

デジタル・アナログ制御回路  
シリコンエレクトロニクス(クライオCMOS)

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

※2021年から産総研に開発拠点を構築して、集約的な開発を実施。



例：国産量子アニーリングコンピュータの実現に向け、ハード、ソフト、周辺技術の開発を開始。研究開発の進捗に加え各項目における成果をステージゲート審査で確認した後、2021 年度から研究開発体制、研究計画を統合。効率的な研究開発の推進と、更なる成果の創出に向けて研究開発を実施するべく体制と拠点を整備。

研究開発項目③

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。



例：センシングシステムを構築するトリリオンノードエンジンの実用化や、高度な暗号技術として PUF の実現、その他インフラ維持管理に活用可能なシートセンサの開発等、成果を達成。

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通しについて

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。

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。

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。

評価結果を踏まえた研究開発の成果の活用

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
<p>① 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。</p> <p>② 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。</p> <p>③ 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。</p>	<p>① 技術動向分析や、NEDOとして今後研究開発を行う必要がある分野を検討するための調査研究を、中間評価結果を踏まえて2021年度に実施する。</p> <p>② 2021年度に開催予定の技術推進委員会に加え、2022年度には事業全体の見直しを行う予定であることから、中間評価結果も反映して実施する。</p> <p>③ 各研究開発テーマにおいて、中間評価の結果も踏まえ、成果の試作にかかる加速対応、あるいはプロトタイプのサンプル提供や中間成果物の公開を実施し、想定ユーザーからのフィードバックを研究開発に反映するように調整を進める。 また、ステージの異なる量子コンピュータについては、成果を用いた試作（例：クラウド上での試行環境）の公開を進めるだけでなく、研究開発チーム内において人材育成にかかる取組、情報交換を行うように調整を進める。</p>

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
<p>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。</p> <p>一方で、</p> <p>④ 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、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）等でも用途の議論が進んでいることもあり、一般ビジネスを含めて広く検討していただきたい。</p> <p>⑤ 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はなく、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。</p>	<p>④ 現状のプロジェクトでは、ロボット産業のみならず、自動運転車や FA、ドローン等を出口として、研究開発を実施している。さらなる成果の需要拡大を図るために、プロトタイプのサンプル提供や中間成果物の公開を実施し、ユーザーからのフィードバックを受けることで、より多様な出口の開拓を検討する。</p> <p>⑤ 量子技術イノベーション戦略等の国家戦略も踏まえ、研究開発の状況に応じて、次年度予算の増額、人員の適切な配置、研究開発内容や体制の見直し等を行う。</p>

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
<p>⑥ 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つ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。</p>	<p>⑥ 2021年度に技術・市場動向等に関する調査研究を行い、各テーマにフィードバックを行うことで、さらなる検討を進める。</p>