

「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)

2016年度～2027年度 12年間

研究開発項目②

次世代コンピューティング技術の開発 (公開版)

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

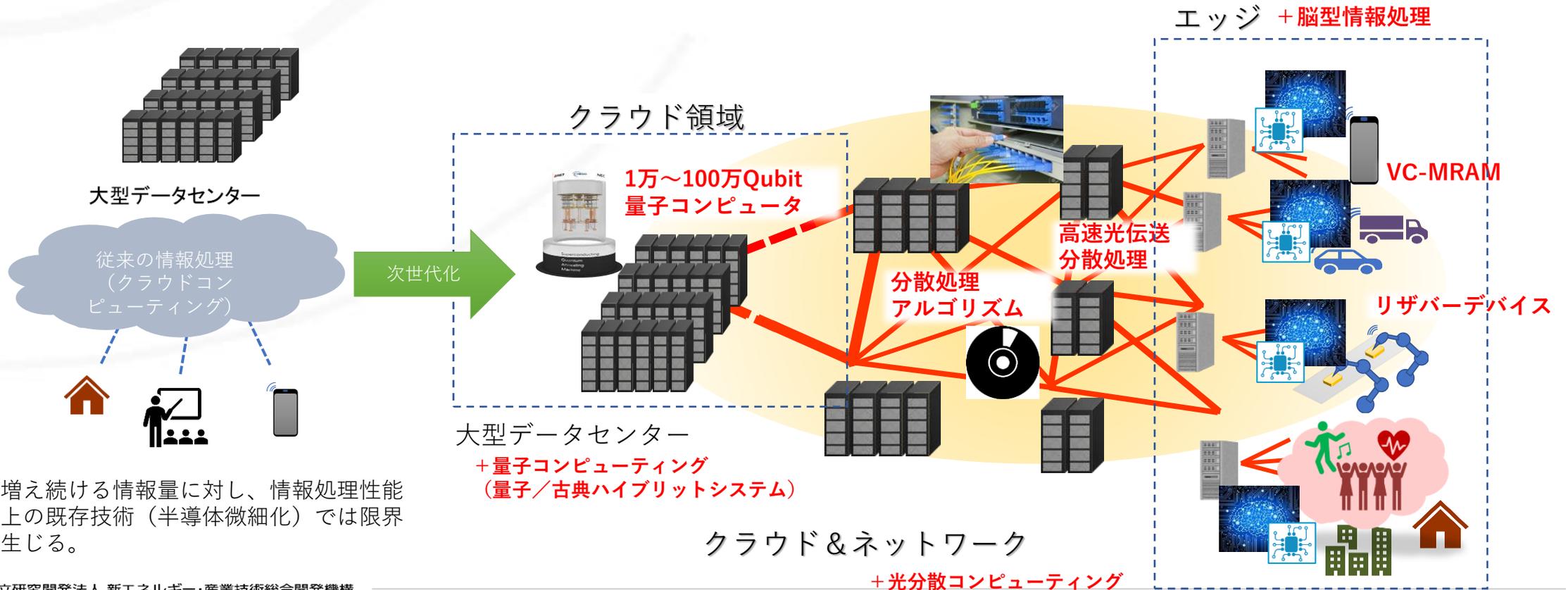
AI・ロボット部 チーム長 遠藤勇徳

研究開発項目②次世代コンピューティング技術の開発 (2018年度～最長2027年度終了)

既存の技術の延長にない、次世代コンピューティングの実現

増え続ける情報量に対して、それを処理するハードウェアはムーア測の終焉に伴い、近い将来性能向上に限界を迎える。そこで、量子コンピュータや脳型コンピューティング、光分散コンピューティング等、日本が強みを持ち、かつ既存の技術の延長ない革新的な情報処理技術の研究開発を、クラウドからエッジ、それぞれの領域において実施する。

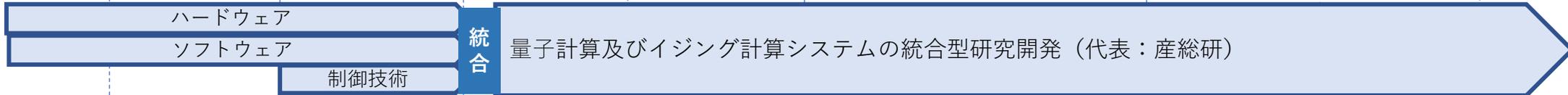
アウトプット目標：エネルギー消費効率あるいは電力効率について、事業開始時点における同等の技術と比較し100倍以上を達成。



※増え続ける情報量に対し、情報処理性能向上の既存技術（半導体微細化）では限界が生じる。

研究開発項目②次世代コンピューティング技術の開発 (テーマ実施状況)

2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027



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 (代表：NEC)

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)

異種材料集積光エレクトロニクスを用いた高効率・高速処理分散コンピューティングシステム技術開発 (代表：PETRA)

電圧駆動不揮発性メモリを用いた超省電力ブレインモルフィックシステムの研究開発 (代表：産総研)

ニューロモルフィックダイナミクスに基づく超低電力エッジAIチップの研究開発とその応用展開 (代表：九工大)

研究開発枠

探索型研究枠

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 (代表：大阪大学) ※

深層確率コンピューティング技術の研究開発 (代表：理研)

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 (代表：東京大学)

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 (代表：日本IBM)

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技術の探索 (代表：理研)

※探索型テーマの成果からステージアップ

探索型研究枠について：

次世代コンピューティングの領域は、将来の技術トレンドの予測が困難。学術機関を中心に先導研究として位置付けられる探索型研究枠を実施。技術の有効性や企業との連携を推進し、研究開発枠へのステージアップを目指す。

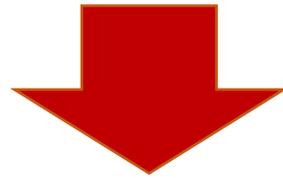
<評価項目 2> 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

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、事業終了後5年以降、あるいは早期の**実用化・事業化に向けた戦略**を徹底

実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

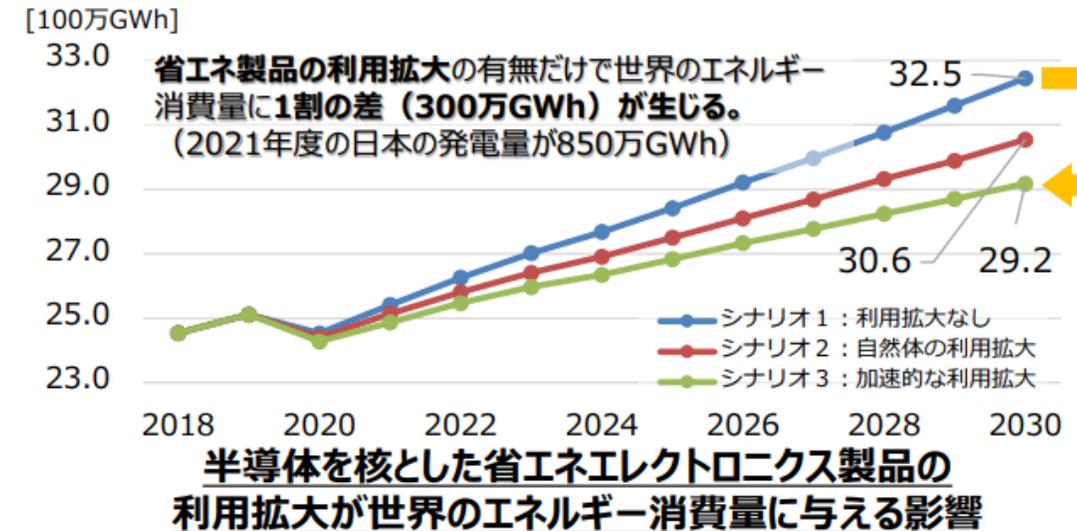
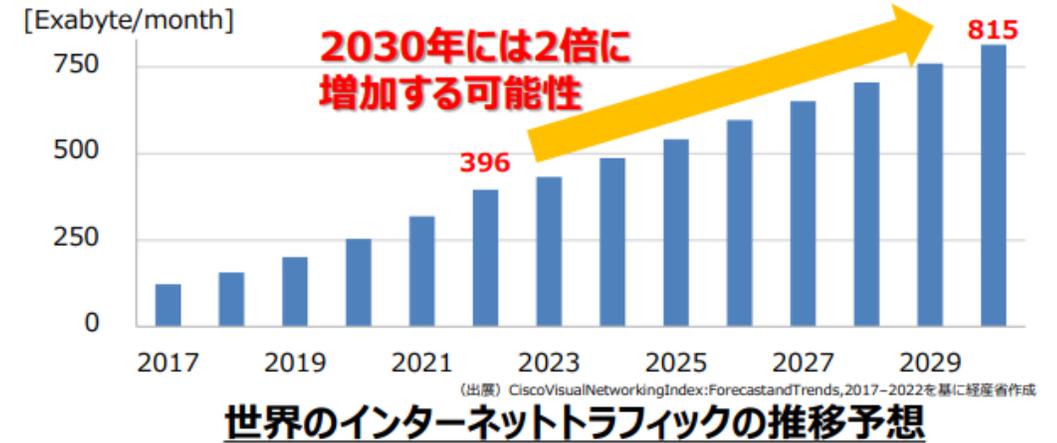
□ アウトプット目標

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

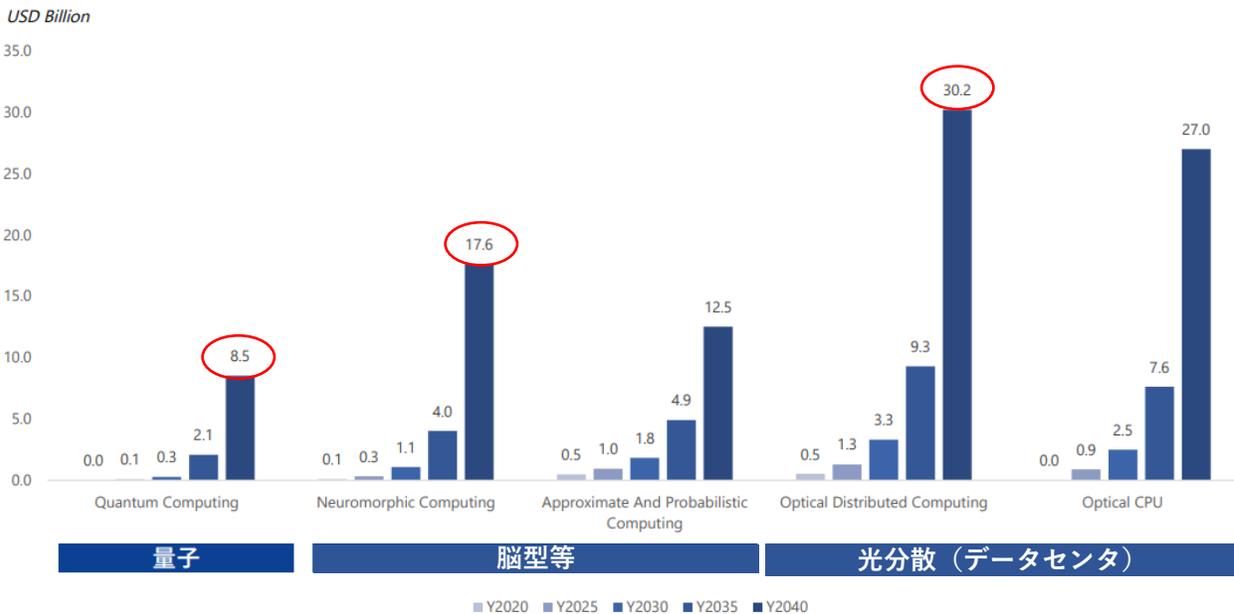
想定する社会実装先（自動運転、産業機械、医療・福祉等）でのAI関連ハードウェア世界市場において、研究開発成果の一部が市場に出る**2032年に約7,500億円**、さらに成果の普及が加速する**2037年に約1.6兆円の市場獲得**し、それに付随するソフトウェア及びサービス等により更なる波及効果の創出を目指す。さらに、エッジやクラウド等の省電力化を実現し、**2037年において約2,729万t/年のCO₂削減**を目指す



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

アウトカム目標の達成見込み

次世代コンピューティング市場規模 (国内)



Source: Allied Market Research Report – 'Global Next-Gen Computing Market 2020-2040', その他各種レポート等よりNRI作成

次世代領域（量子、脳型、光分散）は各領域とも国内外に強みを持つ事業者が開発を実施。

各領域で**1%以上のシェア**を獲得することで目達成は可能と見通す。

2030年～2040年にかけて、ターゲットとなる市場は国内、国外とも順調に拡大。

2035年：約78.9兆円、2040年：約273.9兆円

※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技術動向調査（2022）から抜粋

次世代コンピューティング市場規模 (グローバル)



Source: Allied Market Research Report – 'Global Next-Gen Computing Market 2020-2040', その他各種レポート等よりNRI作成

既存データセンタは規模が極めて大きい。その構造を光によって置き換える光分散コンピューティングの市場性は非常に大きい。光トランシーバなどは既に多く市場投入されており、さらに今後はより幅広い領域で光が活用される。

Lightmatterをはじめとしたスタートアップの光AIアクセラレータが大規模な資金調達を実施。今後、大幅な市場の成長が期待される。市場には光CPUのハードウェアだけでなく、ソフトウェア、プラットフォーム、フレームワーク、光コンピューティング as a Service (クラウドベース) 等が含まれる。

将来、電力消費を抑えなければいけない制約の中で、幅広い応用分野において社会実装が望まれている。将来的には汎用脳型コンピューティングに大きな可能性が見込まれる。

確率・近似コンピューティングは社会実装のプロトタイプが実現されつつある。今後、特定の用途における基盤技術として発展することが見込まれる。(ただし、相対的に脳型 (Neuromorphic)) ほどの広がりはないと想定される。)

現在の古典コンピュータでは解けない問題の解決につながる。一方で、ゲート方式の汎用大型量子コンピュータの実現は2030年に向けて不透明であること、用途が限定的であることなどから、市場性は新原理、先進的に比べると限定的である。

費用対効果

・プロジェクト費用の総額 約769億円 (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

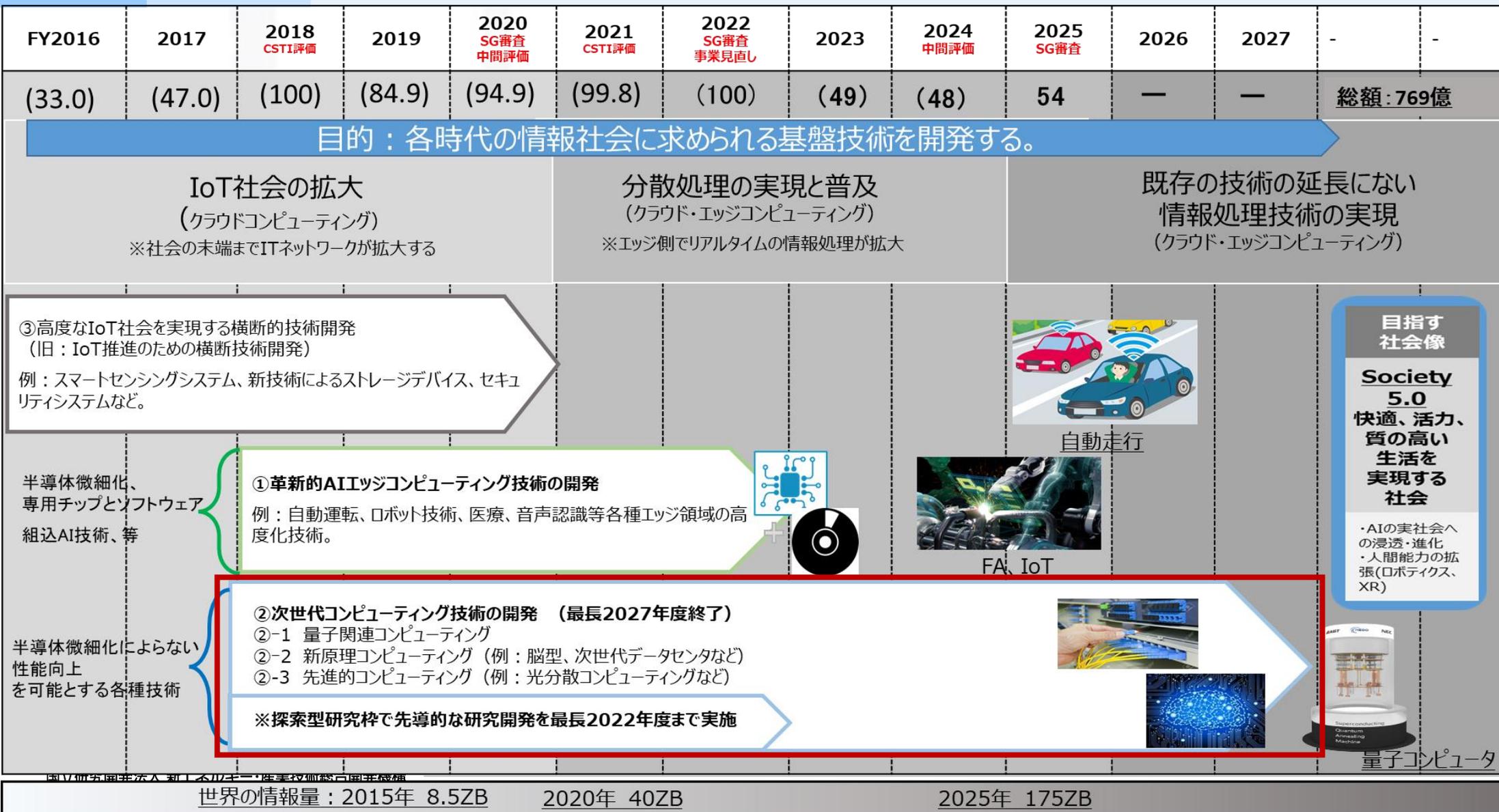
※売り上げ予測に関するイメージ

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。

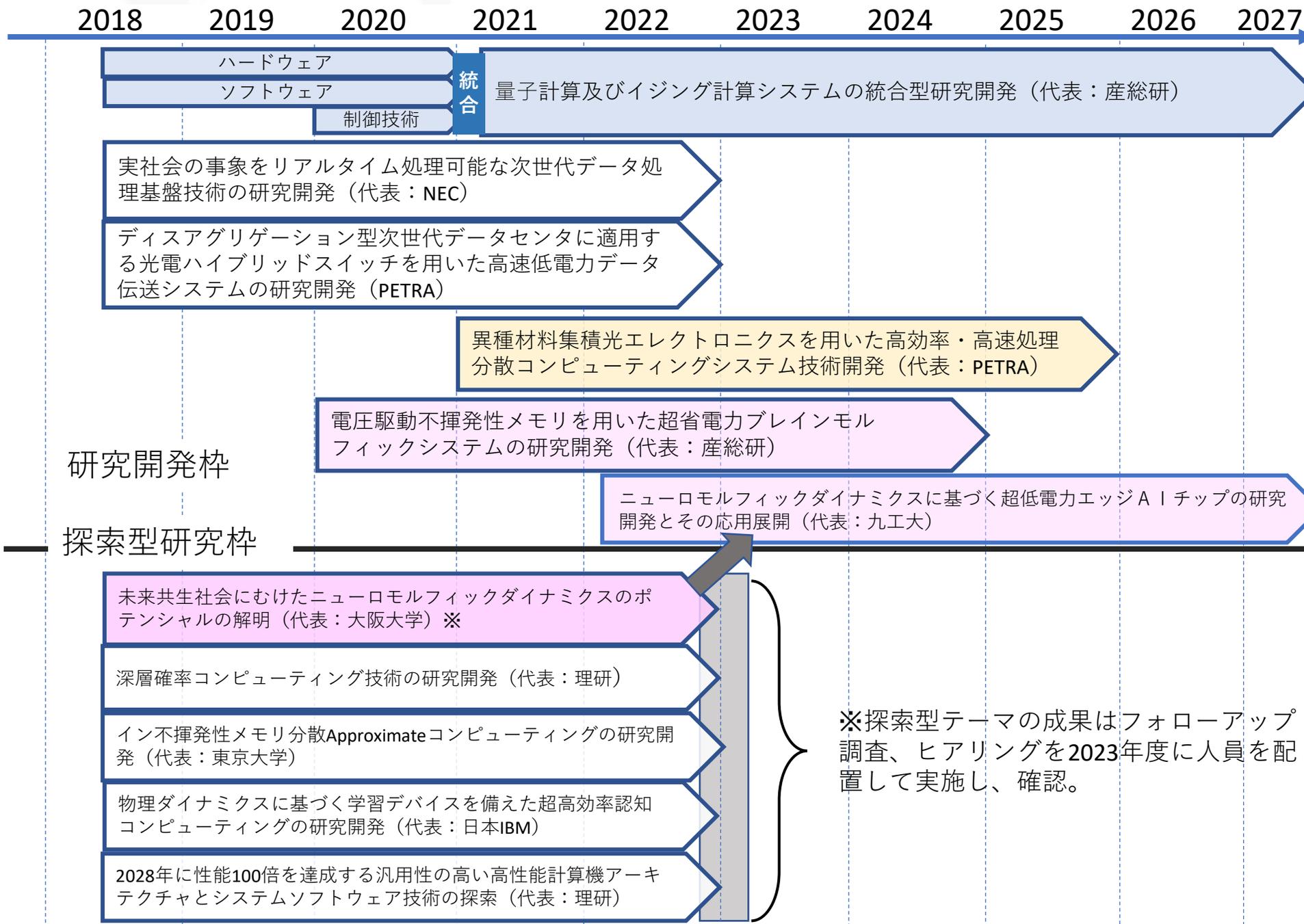
2032年：研究開発項目①、③の成果および②の一部の成果が社会実装され、事業化。次世代コンピューティングのうち、データセンタ向け技術などが普及。

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。

本事業における研究開発項目の位置づけ



2. 目標及び達成状況 (2) アウトプット目標及び達成状況



※探索型テーマの成果はフォローアップ調査、ヒアリングを2023年度に人員を配置して実施し、確認。

アウトプット（中間）目標の設定及び根拠

研究開発項目名	目標	成果	達成度 2020	達成度 2022 ～ 2023	今後の課題、解決方針
②次世代コンピューティング技術の開発	<p><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>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。</p> <p>※2020年度～2022年度にかけて、先導研究や探索型研究枠の成果に加え、国の戦略として重要とされる領域に関して拡充する公募を実施。研究開発枠に4件のテーマを採択した。</p> <p>2022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。

2. 研究開発成果

次世代コンピューティング技術の開発 ※研究開発枠 アウトプット目標達成見通し

テーマ名		代表事業者	研究開発項目	2022～2023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	△	一部開発に遅れがあり、2024年度にかけて達成見込み。
			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。
超伝導体・半導体技術を融合した集積量子計算システムの開発 ※2020年度追加公募から事業を開始	量子計算及びイジング計算システムの統合型研究開発 ※2021年度から3テーマを1テーマに統合して実施	産業技術総合研究所	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。
			量子ダイナミクスの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。
			半導体量子・古典インターフェースの研究開発	○	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。 ※成果をスピンオフし、早期の事業化を達成。
			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。

テーマ名	代表事業者	研究開発項目	2022～2023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 ※2022年度で研究開発期間満了	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し、成果を公開
		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。
		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し、成果を公開
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 ※2022年度で研究開発期間満了	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。
異種材料集積光エレクトロニクスを用いた高効率・高速処理分散コンピューティングシステム技術開発 ※2021年度追加公募で採択（NEDOエネルギー環境先導プログラムの成果を活用）	光電子融合基盤技術研究所	異種材料集積プラットフォーム技術を利用した大規模光集積デバイスの研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		10 Tbps級低消費電力光トランシーバ技術の研究開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		コンピューティング融合多方路エラスティックネットワーク技術の開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		分散コンピューティングシステム動作基盤の構築に関する技術開発	○	予定通り目標を達成見込み。
ニューロモルフイックダイナミクスに基づく超低電力エッジAIチップの研究開発とその応用展開 ※2022年度追加公募で採択（探索型研究枠からのステージアップ）	九州工業大学	デジタルESN型レザバプロセッサ開発とシステム化及び応用展開	○	予定通り目標を達成見込み。
		レザバチップとその応用	○	予定通り目標を達成見込み。
		アナログAIチップ開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		AIチップ応用探索	○	予定通り目標を達成見込み。
電圧駆動型不揮発性メモリを用いた超省電力ブレインモルフイックシステムの研究開発 ※2020年度追加公募で採択	産業技術総合研究所	脳型記憶処理モデルの開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		脳型記憶処理回路・アーキテクチャの開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		VC-MRAMのための電圧制御MTJ素子の新材料開発	○	予定通り目標を達成見込み。
		電圧制御MTJ素子のメモリ応用技術開発	○	予定通り目標を達成見込み。

2. 研究開発成果

次世代コンピューティング技術の開発 ※探索型研究枠 アウトプット目標達成状況

テーマ名	代表事業者	研究開発項目	2022～2023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。
		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。
		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。
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。
		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。
		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。
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	○	予定通り目標を達成。
		Approximate分散処理	○	予定通り目標を達成。
		Approximateアクセラレータ	○	予定通り目標を達成。
		Approximateネットワークプログラミング	○	予定通り目標を達成。
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。
		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。
		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。
		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。
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。
		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。
		スピン・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。
		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。
		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。
		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。

研究開発枠
にステージ
アップ

研究開発成果の副次的成果等

量子C共通ソフトウェア開発の成果を用いた早期の事業化を実施。4000万回以上の利用。(量子戦略の目標達成)
 当該ソフトを活用したコンテストを開催。中学生が最優秀賞を受賞。

「Fixstars Amplify」 量子コンピュータを簡単に使えるソフトウェア

(株)フィクスターズ、早稲田大学

- ### Fixstars Amplifyとは
- 商用利用可能な量子コンピュータ/イジングマシン他に対応
 - 量子計算プロセスを簡単に開発できる便利なSDKを提供
 - 開発環境と実行環境がセット、すぐに組み合わせ最適化問題を解決
 - 2021年より、クラウドサービスの提供を開始 ※評価・検証用途には無償で利用可能
- ### 展示物紹介 (サービスの特徴)
- 簡単(効率的なアプリ開発が可能)
SDKをインストールするだけですぐに使用可能
 - ポータブル (様々なマシンに対応)
すべての量子アニーリング/イジングマシンに対応
 - 始めやすい (PoCから実問題まで)
多くのチュートリアル、サンプルコードが整備・拡充
- 量子計算の作業量10分の1以下、計算時間1,000分の1以下で実行可能
 ※特定条件による一例
-

社会実装イメージ

アプリケーションの開発・実行基盤として国内外の700以上の企業、研究機関、大学が利用していただき、累計実行回数は、4,000万回超です。 ※2024年7月時点

アカデミア

慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 村松研究室
 Fixstars Amplifyを使って、次世代技術を活用した高速な解析手法の開発に成功

産業

住友商事株式会社 物流インフラ事業本部
 現場で愛されて育つ、量子コンピュータ技術活用
 物流センターにおける従業員最適配置システムの稼働

Phase-fittedモデル (材料内部構造形成を最適化する手法) の量子アニーリングシミュレータの開発
 ※実手法で10分以内で物理現象のシミュレーション、100倍高速で実現可能

SDK (ソフトウェア開発キット) の紹介

Fixstars Amplifyは、「論理モデルの変換」「物理モデルの変換」「求解の実行」の3つのステップを自動化することで、より直観的な量子アニーリングプログラミングのワークフローを実現しています。

通常のプログラミング

1. 課題を定式化
マシンのSDKやAPI仕様に合わせて物理モデルをデータ化
2. 論理モデルへ変換
目的関数をマシンの動作モデルで再定義
3. 物理モデルへ変換
マシン仕様や制約を考慮した物理モデルに再変換
4. マシンにデータを入力
マシンのSDKやAPI仕様に合わせて物理モデルをデータ化
5. マシンを実行
特定マシンのみで実行可能

Fixstars Amplifyのプログラミング

1. 課題を定式化
定式化された数式をプログラムコードで表現
最適化コード例
2. マシンを実行
複数マシンの中から選択可能

```

                The utility function `getSolution` is defined as follows:
                # Utility function to get the solution from the result
                def getSolution(result):
                    # Extract the solution from the result
                    solution = result["solution"]
                    # Return the solution as a list of integers
                    return solution
            
```

様々なデモ・チュートリアル・サンプルコードの提供

ウェブブラウザ上で、Fixstars Amplifyを使ったプログラミングのデモやチュートリアルを実行することができます。誰でもすぐに試せます。

容量制約つき運搬経路問題 (CVRP)

デモアプリ | サンプルコード

タスク割当問題

デモアプリ | サンプルコード

巡回セールスマン問題

デモアプリ | サンプルコード

数独

デモアプリ | サンプルコード

プロジェクト実施期間: 2020年度～2025年度
 NEDOプロジェクト名: 高効率・高速処理を可能とするAI/IT・次世代コンピュータの技術開発/次世代コンピュータ技術の開発/量子計算及びイジング計算システムの統合型研究開発
 お問い合わせ先: プロジェクトホームページ <https://amplify.fixstars.com/ja/>

中学生が最優秀賞

最優秀賞

遠く(くても広い)層学習 少データでお機械学習

稲野 優真君 (木更津高等学校)

🔄 リポジトリ | 📄 プレゼンテーション

優秀賞

Chemistry (Character pattern formation generated by Amplify)

志賀 楓月君 (早稲田大学)

🔄 リポジトリ | 📄 プレゼンテーション

優秀賞

一元アーキテクチャにおける量子ビット割り当て問題

内藤 智徳君 (東京工業大学)

🔄 リポジトリ | 📄 プレゼンテーション

特別賞

SSSS ISSSS Is Super Shift Scheduler - 誰でも簡単シフトスケジューリングサービス

藤岡 達太郎君 (慶應義塾大学)、大野 公平君 (東京高等学校)、児島 大翔君 (金澤大学)、若山 裕輝君 (早稲田大学)

🔄 リポジトリ | 📄 プレゼンテーション

特別賞

Polyomino Solver

吉澤 一輝君 (国際技術科学大学)

🔄 リポジトリ | 📄 プレゼンテーション

特別賞

Ising Annealing / Ising Machines

🔄 リポジトリ | 📄 プレゼンテーション

2022年度 Fixstars 開催のコンテスト (ハッカソン)

研究開発成果の副次的成果等 (2)



キーワードで検索



劔

新しいハードウェアアーキテクチャ（メモリーコア・大容量メモリー）に合わせた設計思想で、性能を最大限に発揮する国産リレーショナルデータベース



アーリーアクセス版の
申し込みはこちら
APPLICATION



劔“Tsurugi”に関する
お問い合わせはこちら
APPLICATION



劔“Tsurugi”
メールマガジン登録はこちら！
CONTACT

光分散Cの領域での事例：

次世代型RDBMSとして、世界最速の処理速度を達成したシステム「劔“Tsurugi”」をオープンソースとして公開（2023年7月～）



次世代RDBMS “劔” (Tsurugi) の3つの特徴

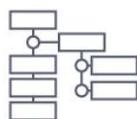
1 超高速バッチ処理が可能



In-memory/many-core で、書き込み性能に強く、超高速バッチ処理が可能。

Write に強い RDB、それが最大の特徴です。

2 バッチ / オンライン併用が可能



一貫性を担保した上で、バッチ処理とショートトランザクションの併用が可能。

バッチ / オンラインを分けて運用する必要がありません。

3 JavaAPI が利用可能



SQL を直接処理する JavaAPI と、KVS を直接処理する JavaAPI が利用可能。

加えて、PostgreSQL レイヤーからも SQL を利用することができます。

研究開発成果の副次的成果等 (3)

Hibikino-Musashi@Home 世界大会 優勝



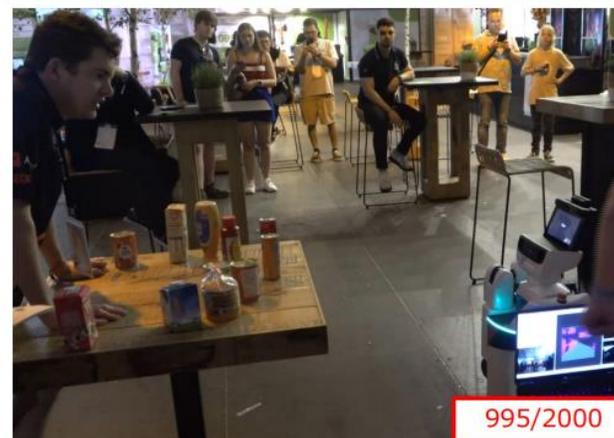
Hibikino-Musashi@Homeは

ホームサービスロボットの開発を行う学生プロジェクトグループ。

脳型Cの領域での事例：

Robo Cup 2024 Endiohovenにおいて、本事業の事業者である九州工業大学らが、開発中のレザバーコンピューティング技術を搭載したロボットで優勝。

Restaurant



お客さんに商品を届ける

Speech Recognition

Action Recognition

お客さんの発見



注文を聞く



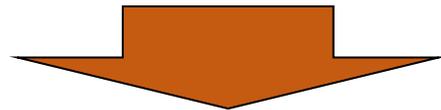
<評価項目 3> マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

NEDOが実施する意義

【研究開発項目②】次世代コンピューティング技術の開発（2018～2027）

- 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

実施体制

PL、PMgrのアサインだけでなく、専門性に特化した有識者会議を領域ごとに組織。そのほか、事業者と連携し研究開発成果を最大化させる取り組みを実施。



予算及び受益者負担

◆予算（過去については実績でも可）

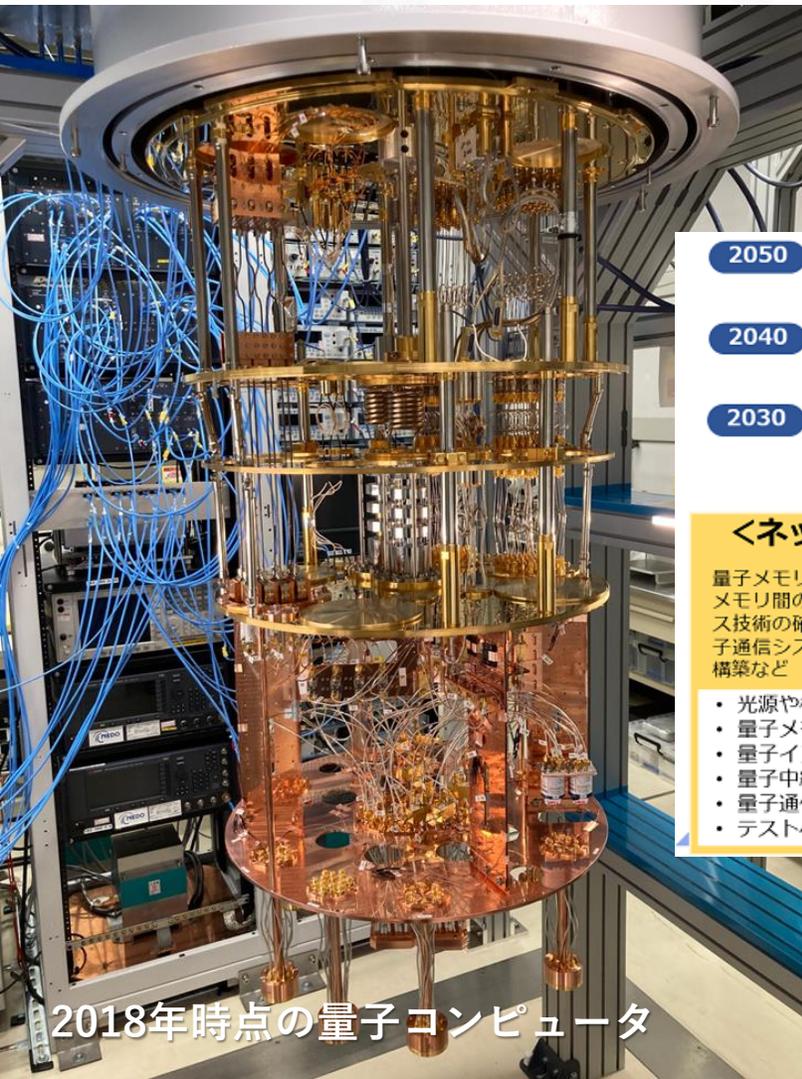
※単位：百万円

◆委託事業の理由

主な実施事項	2021fy	2022fy	2023fy	2024fy	総額
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研究開発	3,669	2,495	-	-	6,164
研究開発項目②					
次世代コンピューティング技術の研究開発	5,729	6,739	4,924	5,598	22,990
その他					
技術動向調査など	290	222	20	53	585
事業費	2021fy	2022fy	2023fy	2024fy	総額
会計（特別）	9,980	10,046	4,900	4,800	29,726
追加予算・繰り越しなど	1,648	1,916	725	798	

本事業は委託事業であり、次世代の情報産業を担う基盤技術かつハイリスクハイリターンな技術の開発として国が支援するものであり、100%NEDO負担で実施する。

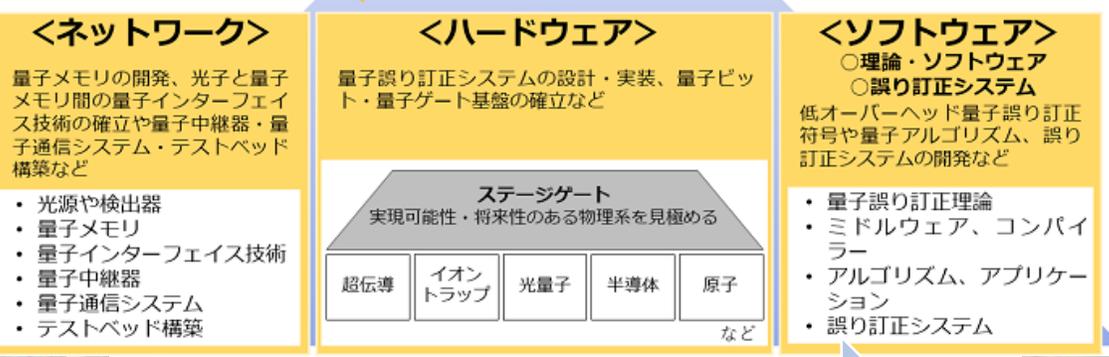
目標達成に必要な要素技術 (例：量子コンピュータ)



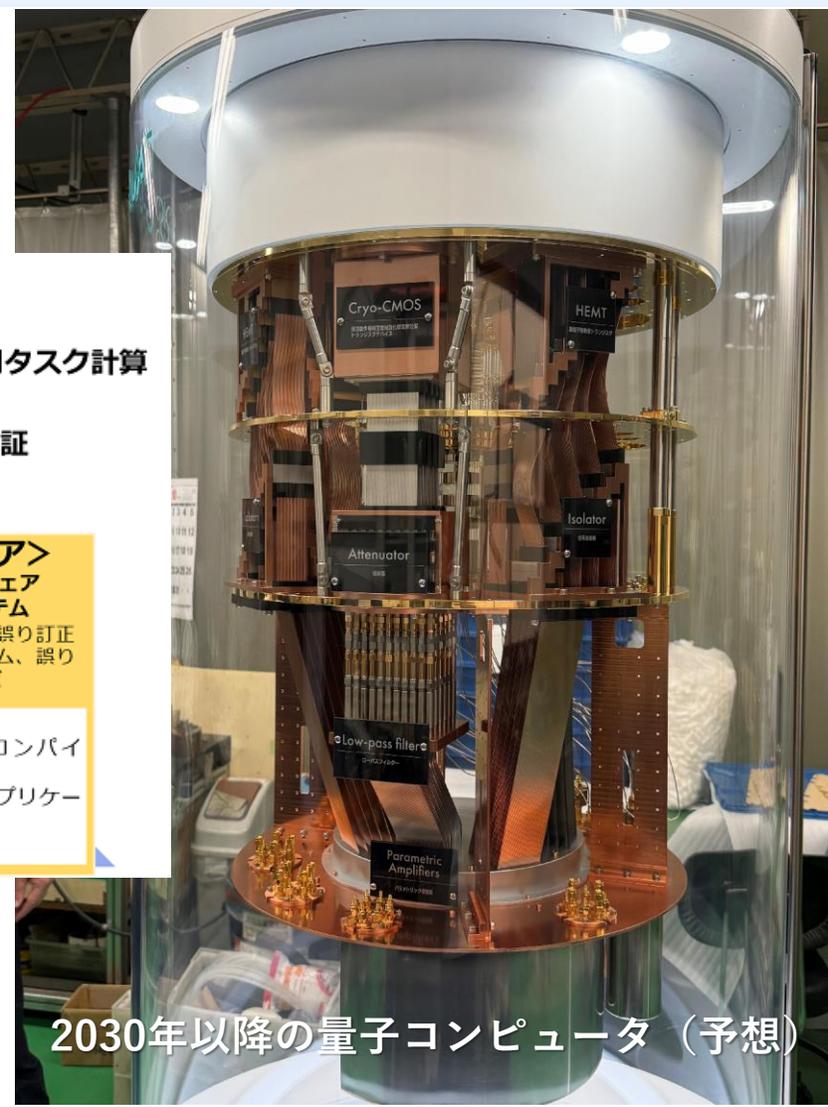
2018年時点の量子コンピュータ

次世代コンピュータの実現には、機器本体だけでなく周辺技術を含め様々な課題の解決とが必要

- 2050 大規模化を達成し、誤り耐性型汎用量子コンピュータの実現
- 2040 分散処理型NISQ量子コンピュータの実証 量子誤り訂正下での有用タスク計算
- 2030 一定規模のNISQ量子コンピュータの開発と量子誤り訂正の有効性実証

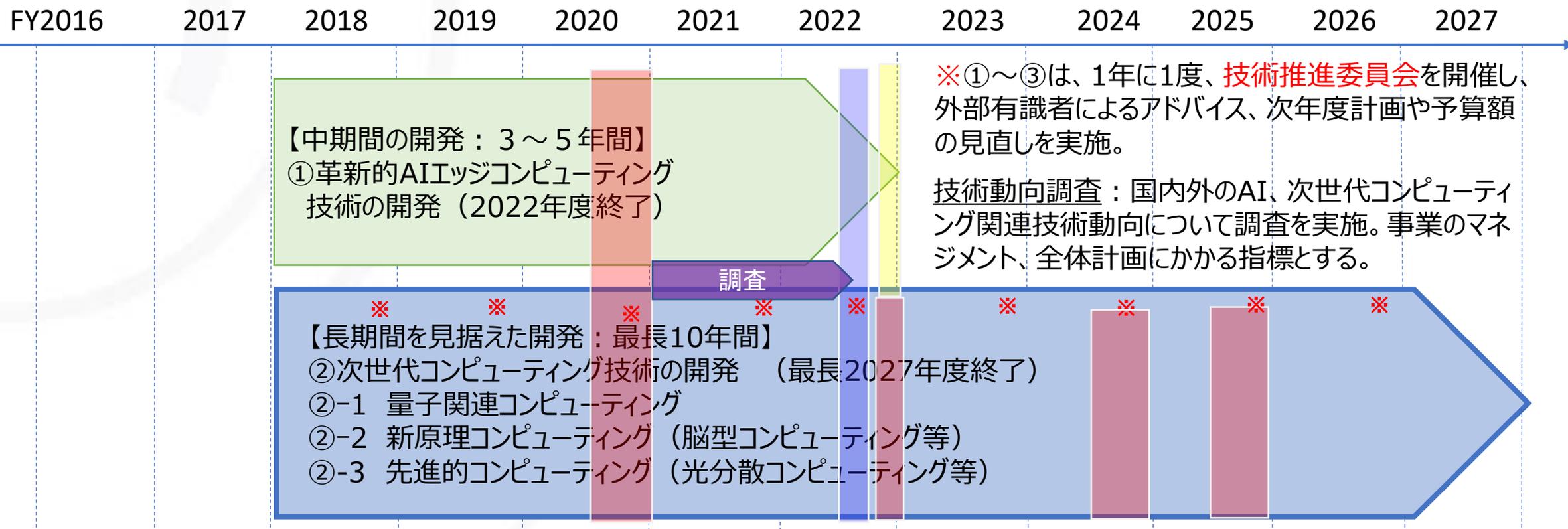


周辺技術・要素技術を含め総合的な開発を実施



2030年以降の量子コンピュータ (予想)

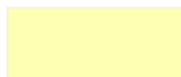
研究開発のスケジュール



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、2022年度以降開発を継続する技術分野を判断する。（調査と合わせて外部有識者委員会を開催し、PJの方向性を議論）



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、新制度のもとで公募を行いテーマを募集する。

進捗管理：委員会の開催など

専門性に特化した委員会を組織するなどし、日々変化する情報産業の動向に対応

会議名	主なメンバー	対象・目的	頻度	主催
NEDO技術推進委員会	<ul style="list-style-type: none"> 外部有識者 PL、SPL、PMgr、PT 	<ul style="list-style-type: none"> 各研究開発項目ごとに設置し、個別の技術開発の進捗状況等について外部有識者が確認 ※量子、脳型、光分散、の分野ごとに組織 	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発項目ごとに年に1～2回 	NEDO
ステージゲート審査委員会	<ul style="list-style-type: none"> 各コンソの実施者 PL、SPL、PMgr、PT 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトの継続可否、目標の大幅な見直しなどに対して外部有識者が評価、確認 ※量子、脳型、光分散、の分野ごとに組織 	<ul style="list-style-type: none"> 3に1回 	NEDO
知財運営委員会	<ul style="list-style-type: none"> 知財運営委員会のメンバー 	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発の成果についての権利化・秘匿化等の方針決定や実施許諾に関する調整を行う。知財に係る進捗管理を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 年に1回 	実施者
技術会議	<ul style="list-style-type: none"> NED (PMgr)、事業者 必要に応じて外部有識者 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトを共同で実施する事業者が、成果や進捗を共有する会議。 	<ul style="list-style-type: none"> 年に複数回 	実施者
事業化推進会議	<ul style="list-style-type: none"> 事業者、外部有識者 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトを共同で実施する事業者が、成果最大化と早期事業化を目指して成果や進捗を共有する会議。 	<ul style="list-style-type: none"> 年に複数回 	実施者
アドバイザリーボード	<ul style="list-style-type: none"> 事業者、外部有識者、NEDO (PMgr) 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトを共同で実施する事業者が、成果最大化と早期事業化を目指して想定ユーザー等に成果や進捗を共有する会議 	<ul style="list-style-type: none"> 年に複数回 	実施者
NEDO内会議	<ul style="list-style-type: none"> PMgr、PT 	<ul style="list-style-type: none"> PMgr等のNEDO内関係者で定期的にプロジェクト全体の進捗を確認し、今後の方向性を議論 	<ul style="list-style-type: none"> 月に4回 	NEDO

進捗管理：前回の中間評価結果への対応

評価結果：

事業の位置づけ・必要性：評価 A（非常に重要）

研究開発マネジメント：評価 B（良い）

研究開発成果：評価 B（良い）

成果実用化に向けた取り組み：評価 C（概ね妥当）

評価コメント：

- ・ 研究開発項目①、②とも、NEDOとして世界的な技術潮流に関する情報収集や、将来の市場獲得に向けた方策を検討、拡充する必要があることが求められた。
- ・ 事業化の観点からみた優位性検討と目標の見直し、テーマの取捨選択や整理統合を、適宜行うことにより、選択と集中を加速すること。
- ・ 研究開発項目②に関しては、人材育成やユーザーとなりうる事業主体とのコミュニケーションの場を形成する必用についても求められた。

前回の中間評価結果に対する対応

世界的な技術潮流に関する情報収集：

技術動向調査、及び知財戦略調査を実施。（②において調査は領域ごとに継続して実施中。）

得られた情報を事業者にフィードバックするとともに、優位性検証や開発領域の選択と集中を合わせて実施した。

将来の市場獲得に向けた方策：

研究開発項目②

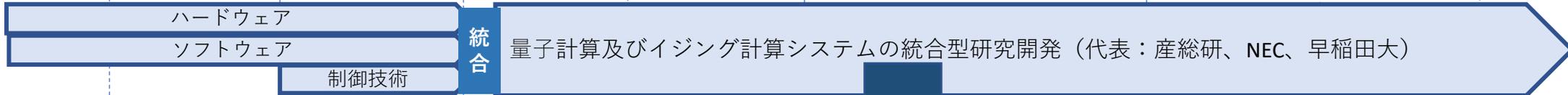
ユーザー企業との関係構築：

- ・量子コンピューティング：国内外の企業との共同研究を調整。
- ・脳型コンピューティング：脳型チップ、アルゴリズムのユーザーとなりうる事業者を集めたアドバイザリーボードを開催。
- ・光分散コンピューティング：2024年度から100km圏内のデータセンタによる分散情報処理の実証実験を実施、成果を公開する。

人材育成：開発した量子コンピュータ共通ソフトウェアをクラウド環境で無償公開するだけでなく、コンテストを開催するなどして先端技術に触れることでの人材の育成に貢献。また、若手研究者による成果発表や意見公開会も開催。

研究開発項目②次世代コンピューティング技術の開発 (状況変化への対応の概略)

2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027



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 (代表：NEC、ノーチラステクノロジーズ)

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)

■ ソフト領域において、Fixstars Amprifyを商用公開
2023年度末で4000万回の活用

■ オープンソースとして次世代DBMS Tsurugiをリリース
成果を統合、分散Cの開発に応用

異種材料集積光エレクトロニクスを用いた高効率・高速処理分散コンピューティングシステム技術開発 (代表：PETRA)

電圧駆動不揮発性メモリを用いた超省電力ブレインモルフィックシステムの研究開発 (代表：産総研)

■ 連携して実証を実施
■ **アドバイザリーボード構築**

ニューロモルフィックダイナミクスに基づく超低電力エッジAIチップの研究開発とその応用展開 (代表：九工大)

研究開発枠

探索型研究枠

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 (代表：大阪大学) ※

深層確率コンピューティング技術の研究開発 (代表：理研)

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 (代表：東京大学)

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 (代表：日本IBM)

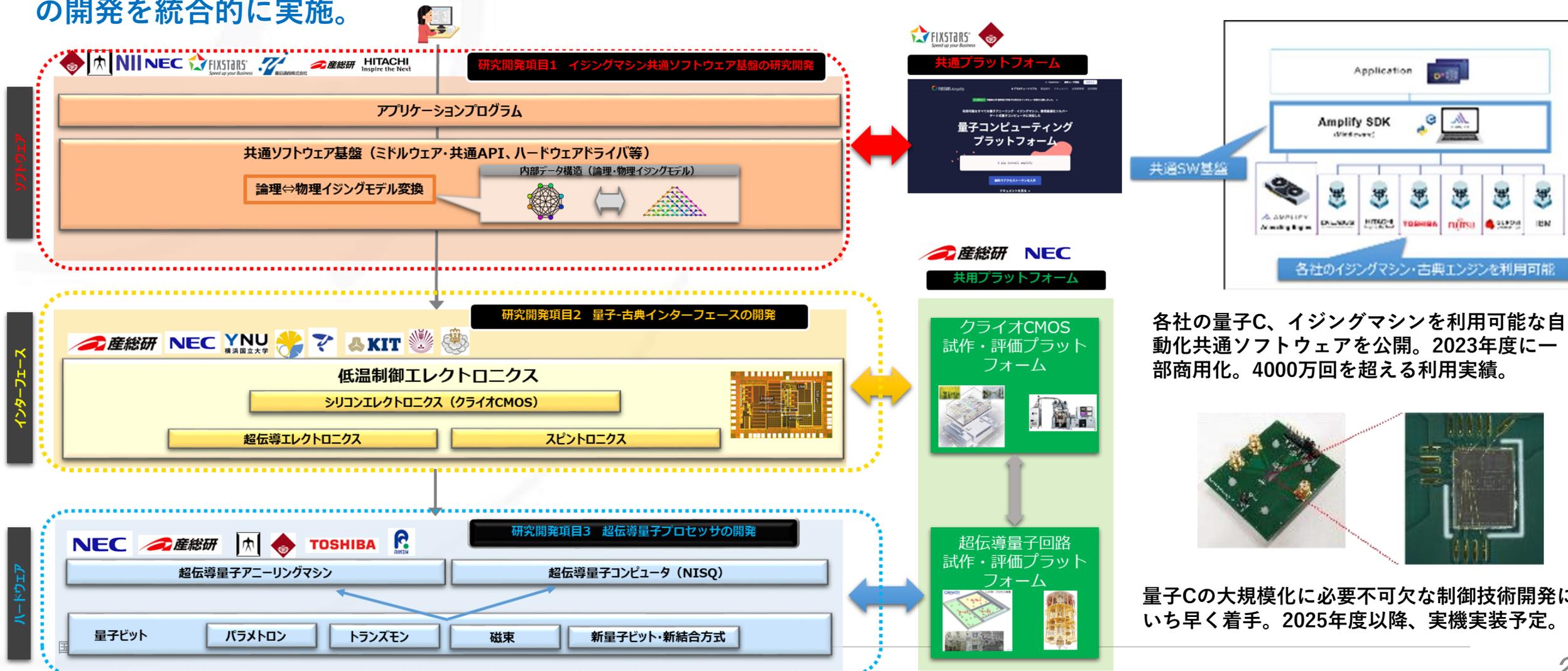
2028年に性能100倍を達成する汎用性の高い高性能計算機アーキテクチャとシステムソフトウェア技術の探索 (代表：理研)

※探索型テーマの成果からステージアップ

※探索型テーマの成果、反省点を整理
フォローアップ調査、ヒアリングを
2023年度に人員を配置して実施。

動向・情勢変化への対応 (テーマ統合・早期事業化)

2030年以降を見据え、量子ハードの設計・製造技術のみならず、インターフェース (制御技術) やソフトウェアの開発を統合的に実施。



進捗管理：動向・情勢変化への対応（大規模調査の実施）

- 2021年～2022年にかけ、次世代コンピューティング技術領域における国内外の市場動向、技術動向を調査・分析し、我が国が今後取り組むべき方策についてとりまとめる。
- 次世代コンピューティング：2040年頃に社会実装されうる分野・ユースケースを念頭に、量子、新原理、先進的の各コンピューティング技術領域

国内および海外の現状把握

- 次世代コンピューティング技術に関する理論検証・実証研究の事例把握（国内外の企業、研究機関における事例約80件を調査）
- 最新の技術状況および仕様・スペックの比較（特許、論文の調査・分析、国内外の企業、研究機関に対し約80件ヒアリング）
- 各技術領域における国内外の市場規模の予測と推移
- 対象技術に関わる法規制の整理、および市場規模に対する特許出願シェアの把握

将来の展望

- 次世代コンピューティングを活用した近未来社会像（2035～2040年頃）に関する文献整理
- 次世代コンピューティング技術の活用が期待される社会実装分野（産業・サービス）の特定、およびニーズの把握（国内外の企業、研究機関に対し約40件ヒアリング）
- 今後の研究開発の方向性を踏まえた応用分野の分析

まとめおよび提言

- 求められるシステムの仕様、スペックの予測と現状比較（主に量子アプリケーションからのハードウェアスペック要請、および将来データセンターに求められる光コンピューティングのスペック）
- 日本が優先的に取り組むべき研究開発テーマ。これらについて有識者評価を実施し、議論と提言を実施。

調査の結果

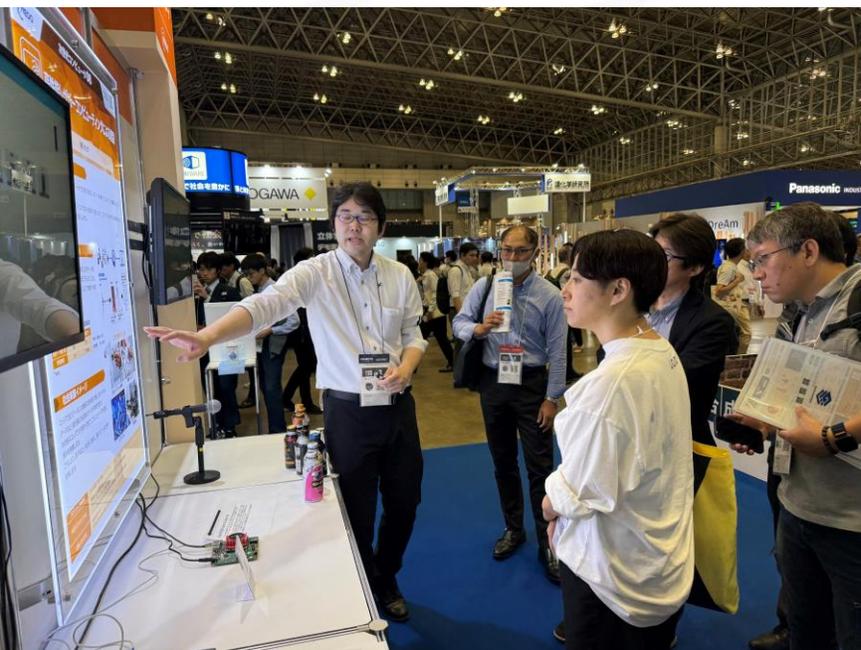
- 2040年時点のグローバル市場規模として、次世代コンピューティングにおける各技術領域とも数千億ドル規模の市場が見込まれる
- 日本の競争力がある技術領域としては、量子アニーリング、リザーブコンピューティング、光インタコネクトデバイス技術が挙げられる
- 今後、日本として取り組むべき方向性は以下の通り
 - ・ 量子：量子ゲート・アニーリングの統合プラットフォーム、キラーアプリ開発
 - ・ 新原理：リザーブコンピューティングの早期実用化に向けた低電力・再学習容易性の特徴を高機能のANN等と組合せた推進
 - ・ 先進的：インタコネクトサブシステムの事業化への重点化

進捗管理：成果普及への取り組み（1）

展示会やセミナー、プレスリリース等の実施を通じ、成果の実用化・事業化を後押しする成果発信をNEDOとしても推進。

直近の事例としてCEATEC2024では、最新の成果として以下の展示を実施。

- ・脳型Cの体験デモ（写真：左下）
- ・量子Cの次世代型モックアップと量子ソフトの演算デモ体験（中央、右）



進捗管理：成果普及への取り組み（2）

量子C技術の成果普及と、NEDOプロジェクトの認知度向上を目的として、メディアツアーを実施。

2022年9月30日 NEDO量子プロジェクトの成果(産総研・NEC)及び関連設備をメディアに公開 26社が参加



- ・日経クロステック、日経コンピュータ、化学工業日報、電子デバイス産業新聞、電波新聞、DG Lab Haus、EE Times Japan、YAHOO! JAPAN ニュース、TECH+、サイエンスポータル等で報道
- ・日経コンピュータ2023年1月号「量子コンピューター特集号」に掲載

進捗管理：開発促進財源投入実績

テーマ名	委託先	件名	年度	金額	目的	成果・効果
				(百万円)		
量子計算及びイジング計算システムの統合型研究開発	産業技術総合研究所	測定器及び希釈冷凍機の拡充	2022	70	低温MOSFETの動作機構の解明加速	デバイス評価に関する開発速度が大幅に加速、当年度以降の多数の成果獲得に貢献した。また、回路実作評価を前倒しで進行することが可能となった。
		測定器及び希釈冷凍機の拡充及びキーマテリアル手配・評価	2023	365	量子-古典インターフェース及び3次元実装技術の加速	大規模高周波特性評価用オートプローバのプローブカードを新規に導入し、高周波特性に関しても大規模評価が可能な体制を構築、PDK開発における同評価を加速的に実施することができた。
	早稲田大学	共同実施先として日立を追加	2021	45	CMOSアニーリングマシンを用いたソフトウェア開発加速とCMOSアニーリングマシン普及加速	実マシンとしてCMOSアニーリングマシン用いたアルゴリズムチューニングが可能となり、ソフトウェア基盤を当初計画以上に拡張出来た。加えて、CMOSアニーリングマシン環境を用いてチュートリアルや実機試用などを通じてユーザの普及加速（前年比6倍）を行えた。
			2022	55		
	株式会社フィクスターズ	各社のイジングマシンを簡単に利用できるクラウド基盤(プロトタイプ)を構築	2022	121	アニーリングマシンのクラウド基盤(プロトタイプ)を構築して公開するための検証	国内5社のアニーリングマシン向けクラウド基盤を構築、利用環境の有効性が検証され、期待された性能が確認できた。
			2023	110	アニーリングマシンのクラウド基盤(プロトタイプ)を構築して一般公開を実施	海外量子コンピュータを含む共通ソフトウェア基盤を提供、多くのユーザが複数のイジングマシンを利用。早期の商用化に繋がった。
異種材料集積光エレクトロニクスを用いた高効率・高速処理分散コンピューティングシステム技術開発	PETRA	ソフトウェア領域拡充のためのミドルウェア開発	2023	656	開発体制を拡充し、エラスティックネットワークの管理用ミドルウェアの開発を加速する。	・低遅延/高帯域/エラスティック性をもつ次世代NW技術の価値を具体的に活用するミドルウェアとしてDBのありかたを設計し、2024年度の実証実験に向けた具体的なアクションが可能となった。
	ノーチラステクノロジーズ	AI分野への用途拡張のためのシステム開発	2024	110	サーバ間でのデータ共有によるAI推論のため、メモリー間ダイレクト連携手法を設計・試験実装する。	今後ますます重要となるAIを用いた情報処理の各シーンにおいて、高速かつリアルタイムな処理を実現する。
ニューロモルフィックダイナミクスに基づく超低電力エッジAIチップの研究開発とその応用展開	九州工業大学	株式会社キビテクを再委託先へ追加	2023	30	成果最大化に向けた活動内容の見直し	既存システムをベースとした実証実験を実施。日常生活支援ロボットの片付けタスクの性能を10%超向上することを実機実験により示した。