

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技術開発事業 説明資料

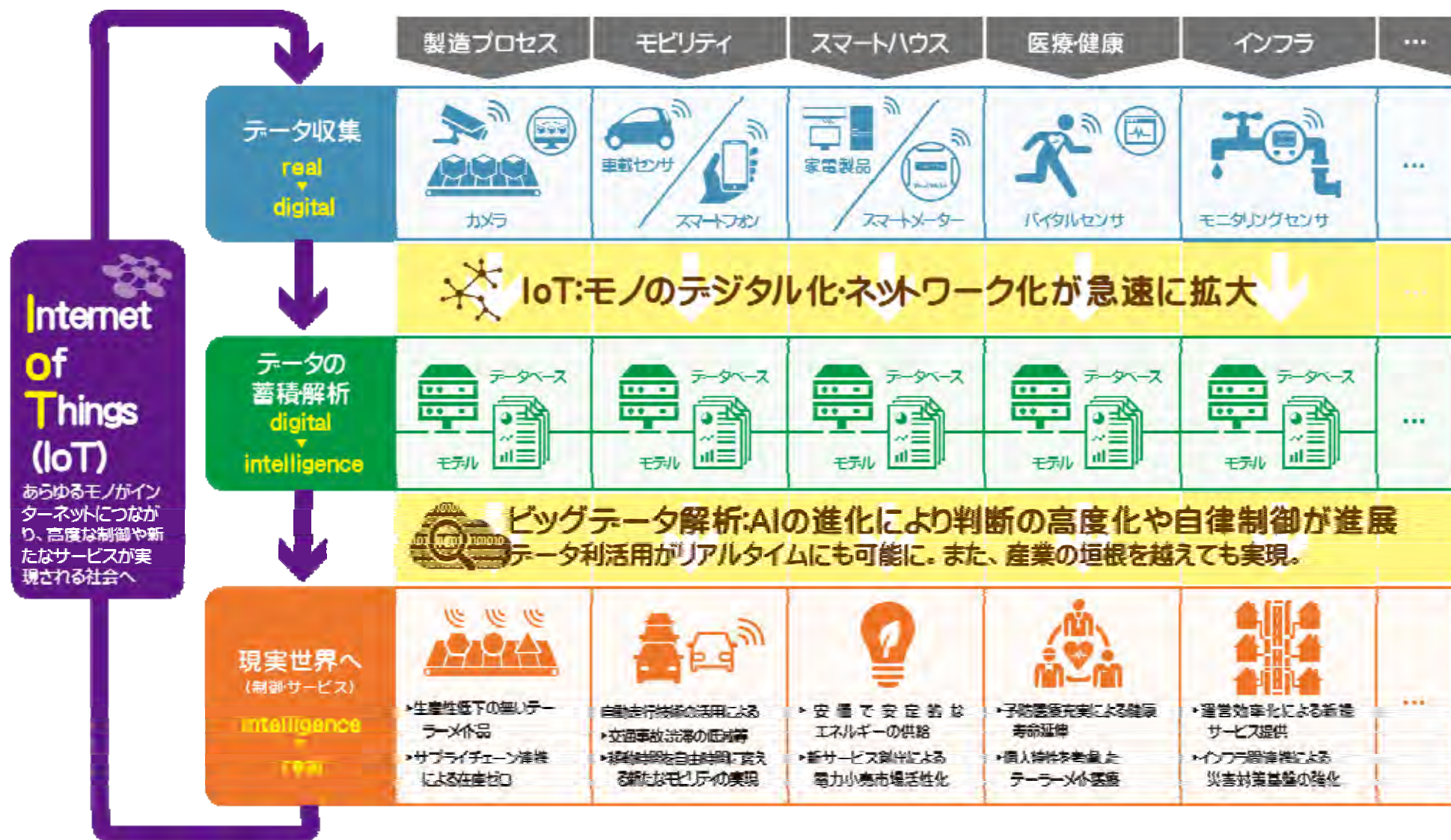
平成29年10月25日

経済産業省

商務情報政策局 情報産業課

IoT（Internet of Things）の推進

- 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。

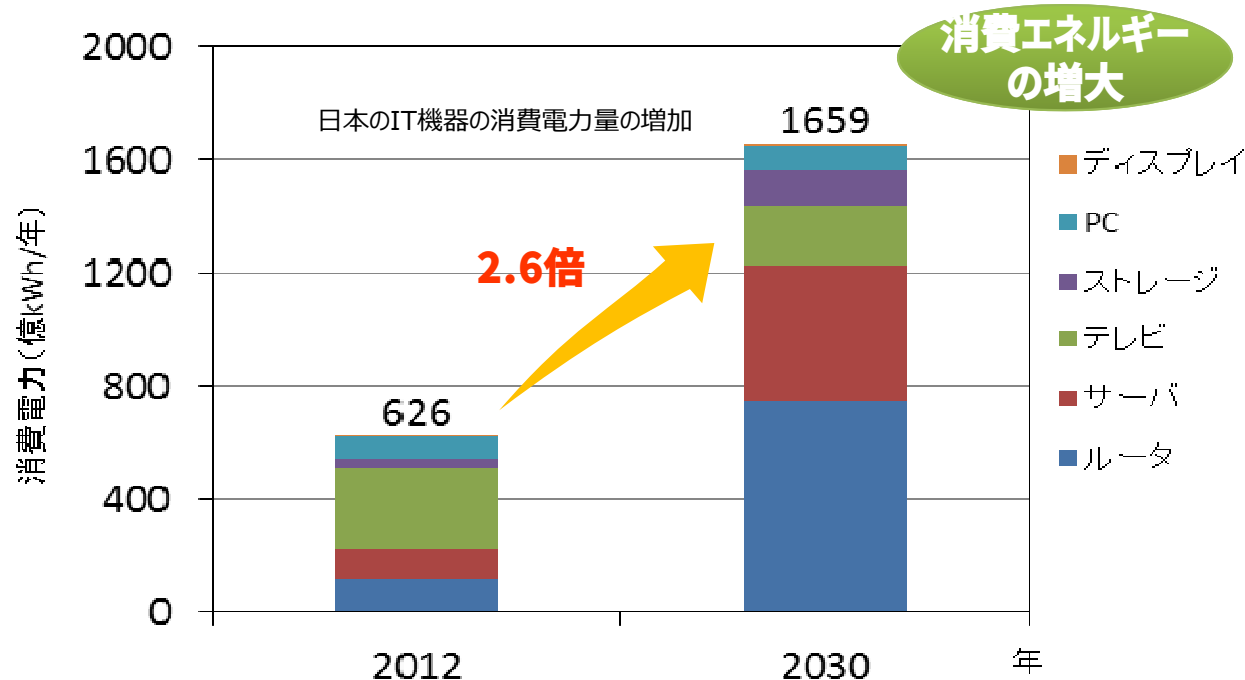
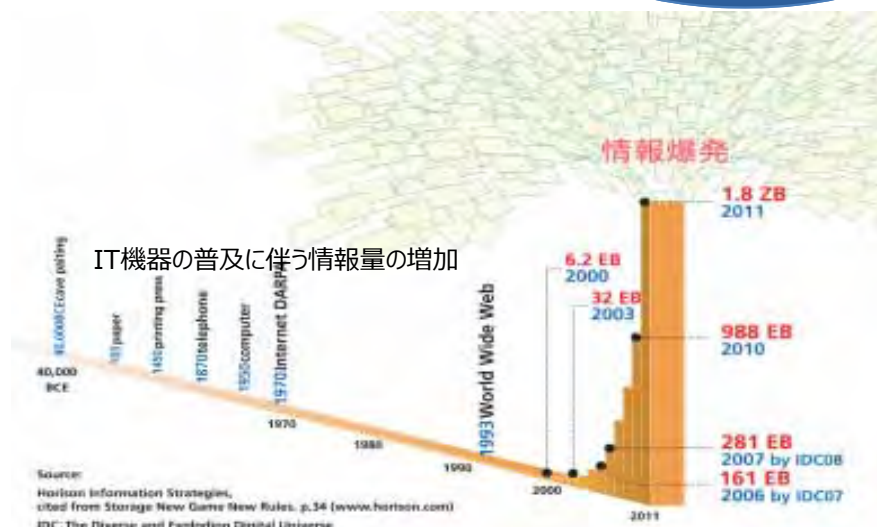


IoT社会における情報産業の課題

- 様々な情報通信機器の普及に伴い、情報量の増大、台数の増加などにより、IT機器の消費電力量が増加。このため、IT機器の基幹部品である半導体の高性能化、省エネ化に向けた技術開発を進めてきたところ。
- さらに今後、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。

● IoT社会に起こる問題

情報量の増大



● 今後の“IoT社会”で解決すべき課題

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

情報を最大限活用し、新たな価値を創出出来る高速情報処理技術
ネットワーク全体で増大する消費エネルギーを、大幅に省エネルギー化する技術

IoT推進のための横断的な技術開発事業（既存事業）で対応中

※事業内容や具体的な技術開発テーマは机上資料参照

エッジコンピューティングにおける課題

現状

データセンター（クラウド）集中型
AIを用いて情報処理



クラウドがデータを吸上げて処理する

デバイス層（エッジ）



データ伝送量（大）
リアルタイム処理困難

2025年

Connected Industriesを支える基盤技術の実現



クラウドへは必要最低限の情報伝送

エッジでAIを用いた情報処理



クラウド・エッジで処理を分散
リアルタイム性を実現

エッジコンピューティング

従来はハイスpekなクラウド環境での情報処理を行ってきたが、データ量が膨大になるに従い、**伝送のタイムロス、消費電力の増加が課題**。

エッジ側で高度な情報処理を行うことで、リアルタイムな処理を実現する

【リアルタイム処理が必要な例】

自動運転：走行中の自動車においては1秒のロスでも致命的となる。

ロボット：人間と会話するような自然な応答が困難。

**エッジ側でリアルタイムな情報処理を行うため
小型かつ高度なデバイス、
コンピューティング技術が必要**

革新的エッジコンピューティングにおける日本の強み

- 日本にはチップ技術に関する豊富な蓄積が存在。こうした強みと現場が有する良質なデータを組み合わせ、チップメーカーとのづくり現場が一体化したオーダーメイド、擦り合わせによる技術開発が勝負の鍵。
- 海外の先行研究の成果も巧みに活用しつつ、現場との作り込みにより自動運転領域等の獲得を目指す。

クラウドサービス

エッジヘビーコンピューティング

アプリケーション

大規模クラウド

“GAFA”はクラウドに注力



自動運転



TOYOTA
HITACHI

製造ロボット



FANUC
YASKAWA

ソフトウェア

■クラウド高性能化

グーグルはクラウドでの大規模学習に適したAIチップ“TPU”を開発。

他社も追従の動き。



■携帯用チップ開発

スマホ等の利点を活かした専用チップを開発着手。画像認識、音声認識に特化。



日本には、チップ技術に関するこれまでの蓄積を背景に、AIチップに関する有望なベンチャー企業が存在

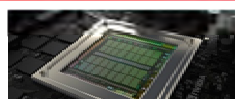


ハードウェア

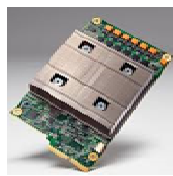
■クラウド用AIチップ

- ✓ 処理能力を重視
- ✓ 大消費電力
- ✓ チップ面積大

(N社：3cm×3cm)



NVIDIA社のGPU



Google社のTPU

- ✓ アプリケーション側との連携
- ✓ (汎用) チップ技術の活用
- ✓ 先行研究の成果(AI技術等)

チップ設計

- ・ダウンサイズ
- ・省電力化、専用化

■エッジ用AIチップへの要求

- ✓ 低消費電力政を重視
- ✓ チップ面積小 (1cm×1cm未満)
- ✓ アプリケーションに特化した処理性能
- ✓ 信頼性
- ✓ セキュリティ

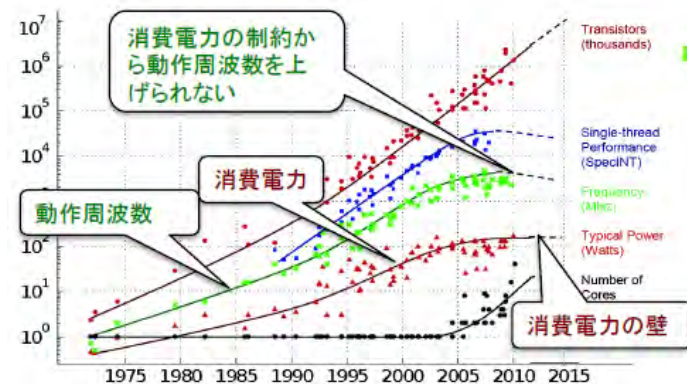


LeapMind社
Blackstar

ムーアの法則の終焉・AI技術の急拡大により、新たな技術開発が必要

- インテル社のゴードン・ムーア氏が「集積回路上の半導体の数は1.5年～2年ごとに倍増する」と提唱し、このムーアの法則に沿って半導体の微細化が進んできた。これまでは半導体の微細化により、チップあたりの性能は向上してきたが、シリコンの熱限界により、ハードウェアのこれ以上の性能向上が難しくなってきた。
- 他方、近年、処理したいデータ量が爆発的に増加した結果、従来のソフトウェア技術では効率的なデータ解析が難しくなり、深層学習に代表される機械学習（AI技術）などの新しいソフトウェア技術が急拡大してきている。
- 現在は、コンピューティング技術において大きな変革期と言え、日本の産業にとってゲームチェンジのチャンス。

ムーア則の終焉 (ハードウェアのメガトレンド)



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

ポストムーア時代

トランジスタの微細化でハードウェアが高速化・低廉化する時代の終焉。
微細化だけではコンピューティング技術の革新は望めない時代に。

コンピューティング技術は、
非連続的な革新期に突入

セキュリティと一体となった
コンピューティング技術の開発

ゲームチェンジ
新たなチャンスが到来

深層学習に代表される新しいソフトウェア技術が急拡大



AI コンピュータ

学習による制御

AI革命時代

膨大なデータを効率よく解析する深層学習に代表される機械学習などの新しいソフトウェア技術が出現。

大規模、高速に実装するためには、革新的なソフトウェア技術と共に、革新的なハードウェア技術が求められる時代に。

ポストムーア時代に必要となる革新的な技術 (非ノイマン型等) の開発、挑戦を後押し

革新的次世代コンピューティング技術開発における日本の強み

- 1980年前後、ムーア則の時代へのパラダイムシフトの時期には、日本発の材料・デバイス・アーキテクチャ技術などの革新技术が発明・開発され、現在のムーア則の礎となっている。
- ポストムーア時代においても、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ための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。

現在のムーア則時代を支えた技術の例

- 『半導体カメラ（CCD）』ソニー（1975年）
- 『高品質シリコンウェハ』信越化学・SUMCO（1980年代）
- 『NOR型、NAND型フラッシュメモリ』柘岡富士雄（東芝）（1980年、1986年）
- 『FinFET』林豊（電総研）（1980年）
- 『世界初のプロセッサ』嶋正利（日本計算機販売）（1984年）
- 『クリーンルーム技術』大見忠弘（東北大）（1980年代後半）

日本の産業の強み（エッジ側及びエッジ側から得られるデータ）

- 自動車（トヨタ、日産、ホンダなどOEM、デンソー、アイシン、などTier 1）
- 産業用ロボット（ファナック、安川電機、など）



今後のポストムーア時代を支える技術

- 『スピントロニクス』…磁性体材料に関する基礎研究の長い蓄積あり
- 『各種センサ』…イメージセンサなど、日本企業が市場を席巻している分野
- 『量子アニーリング』…東工大の西森教授らが量子アニーリングの手法を提唱
- 『脳型コンピューティング』…脳科学研究を世界的にリード

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

平成30年度概算要求額 100.0億円（新規）

事業の内容

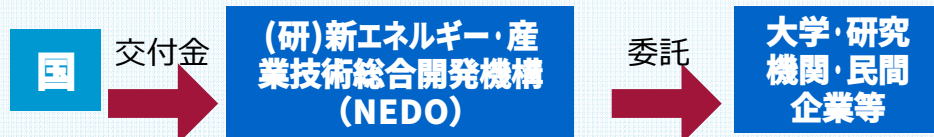
事業目的・概要

- 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す。
- 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ります。他方、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、それを用いたコンピューティング技術が必要です。また、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ます。
- 本事業は、エッジ側で超低消費電力AIコンピューティングや、新原理により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等、ソフトだけではなくハードと一体化とした技術開発を実施。ポストムーア時代における我が国のベンチャーを含む情報産業の競争力強化、再興を目的とします。

成果目標

- 平成30年度から最長で平成39年度までの10年間の事業であり、IoT社会をエッジからクラウドまで高度化する基盤技術を確認、省電力化を実現します。（平成49年度において約4,900万t/年のCO2削減を目指します。）

条件（対象者、対象行為、補助率等）



事業イメージ



革新的AIエッジコンピューティング技術の開発

- エッジ側では電力等の制限が厳しく、革新的AIチップを用いたエッジAIコンピューティングの省エネ化に関する開発を実施。
- エッジAIコンピューティングの開発では、良質なデータを用いた用途毎の擦り合わせが重要。ソフトとハードを一体化する技術開発等を実施。

次世代コンピューティング技術の開発

- 中期的には高速化と省エネ化を実現するコンピューティング技術開発を実施する。
- 長期的には、現状を打破する破壊的イノベーションの創造に向けた新原理コンピューティングの技術の開発等を実施する。

高度なIoT社会を実現する横断的技術開発

- 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。

本事業における短期・中期・長期の課題設定イメージ

FY2018 2019 **2020** 2021 2022 2023 **2024** 2025 2026 2027

高度なIoT社会を実現する 横断的技術開発

※IoT推進のための横断的な
技術開発事業（既存事業）

2020年度消費電力性能
従来比10倍

【中期間の開発：3～5年間】

革新的AIエッジコンピューティング技術の開発

例：リコンフィギャラブルデバイスコンピューティング

※RFI(Request For Information)や
基本計画のパブコメを通じて
具体的な研究課題を設定

2022年度：消費電力性能従来比10倍

要素技術は概ね確立しているが、
実用化につなげるためには、確立しなければならない技術、
研究開発課題が残されており、**社会における活用シーン**を
見据えつつ、**3～5年間程度開発を継続**するもの。

学術的には理論や現象は認められているが、実際に社会
の中で活用するには、**要素技術の確立から進める必要**が
あるもの。

**5年間は要素技術の開発を進め、残り最長5年間は、実用
化も見据えた開発を進める。**

【長期間を見据えた開発：最長10年間】 次世代コンピューティング技術の開発

例：アニーリングマシンコンピューティング

※RFIや基本計画のパブコメを通じて
具体的な研究課題を設定

2027年度：消費電力性能従来比100倍

※今後開発を進めることで、更に性能が高まる領域。

※中間評価時期：2020年、2024年 中期計画切り替えに伴う事業見直し：2022年 事後評価時期：2028年

2020年：既存事業で実施中のテーマ（事業期間3年）が最終年度を迎え、その他開発内容も初期成果を報告するに足る状況が見込まれるため、中間評価を実施。

2024年：これまでの成果を踏まえ、最終3年間に向けて事業の方向性などを再度調整するため中間評価を実施。

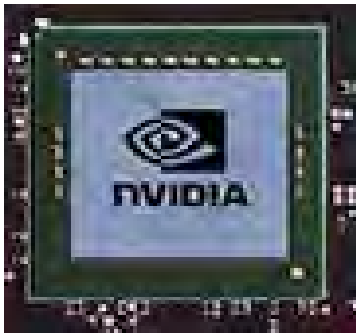
本事業におけるアウトプットとアウトカムの位置づけ

	アウトプット	アウトカム
中期の開発(～5年)	今後重要になる <u>エッジ側の消費電力性能を従来比10倍(2022年度)</u> にする技術の確立を目指す。	本事業で開発した技術の普及により、 <u>2032年度 約1,970万tCO2削減</u> を実現する。
長期の開発(～10年)	<u>次世代コンピューティング技術の実用化</u> によって、システム化時点で <u>消費電力性能を従来比100倍(2027年度)</u> を実現する技術の確立を目指す。 ※今後開発を進めることで、更に性能が高まる可能性あり。	本事業で開発した技術の普及により、 <u>2037年度 約4,900万tCO2削減</u> を実現する。

【想定課題例】実施が想定される技術開発内容の候補と将来イメージ【中期】

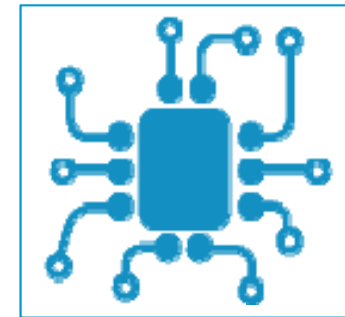
リコンフィギャラブルデバイスコンピューティング

- エッジAI処理の実現には、既存のチップに比べ、低消費電力、高効率、かつ小型の専用チップ（AIチップ）を実現することが不可欠。
- AIチップについては既存技術でも開発が可能だが、より高度な社会のためにはさらに高性能なチップの開発が必要。そこで本事業では**10倍以上の省エネルギー効果を発揮**する技術の開発に着手。
- リコンフィギャラブルデバイスは、内部配線を動的に切り替えて利用することを可能とするため、AIチップの低消費電力化・高効率化と小型化を実現する技術。



AIに用いられる既存のチップ

- ✓処理能力を重視
- ✓大消費電力
- ✓チップ面積大



リコンフィギャラブルデバイス

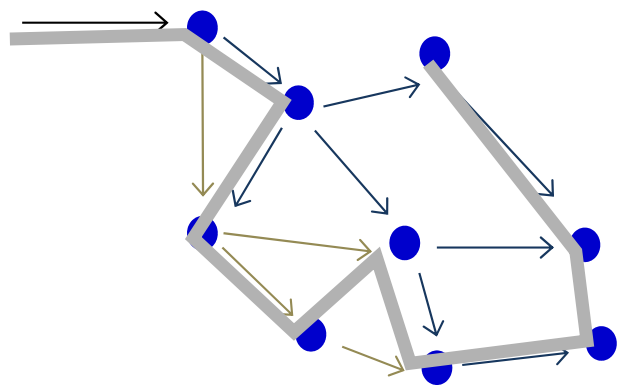
- ✓低消費電力
- ✓高効率
- ✓チップ面積小

エッジコンピューティングにおけるさらなるサービスの高度化
自動運転、ロボット、産業機械、医療など多様な現場に
リアルタイムかつ省エネルギーな情報処理を実現。

【想定課題例】実施が想定される技術開発内容の候補と将来イメージ【長期】

アニーリングコンピューティング

- **量子アニーリングコンピュータ**は、量子力学的特性を用いて、「**組合せ最適化問題**」に特化した**計算機**。創薬分野等の多様な組み合わせが考えられるシミュレーションや、**機械学習にも応用可能**と考えられている。最適化問題などの特定の問題に関しては、**既存のコンピューティング技術に比べ、100倍以上の電力効率実現が可能と考えられており**、事業化するベンチャー企業が現れるなど、実用化段階に入りつつある。
- **量子アニーリングコンピュータ**については、日本にも技術を有する大学・研究機関があり、海外企業との競争が可能な分野である。
- 他方、量子コンピューティングのもう一つの方式である**デジタル量子コンピュータ**については、汎用ではあるが依然として小規模なデバイスによる基礎研究の段階であり、専門家の間でも実用化まで20年～30年後の技術であると言われているため、現時点では本事業の候補とはしていない。



組合せ最適化問題

創薬分野におけるシミュレーション
スパコンを越える高速処理を実現

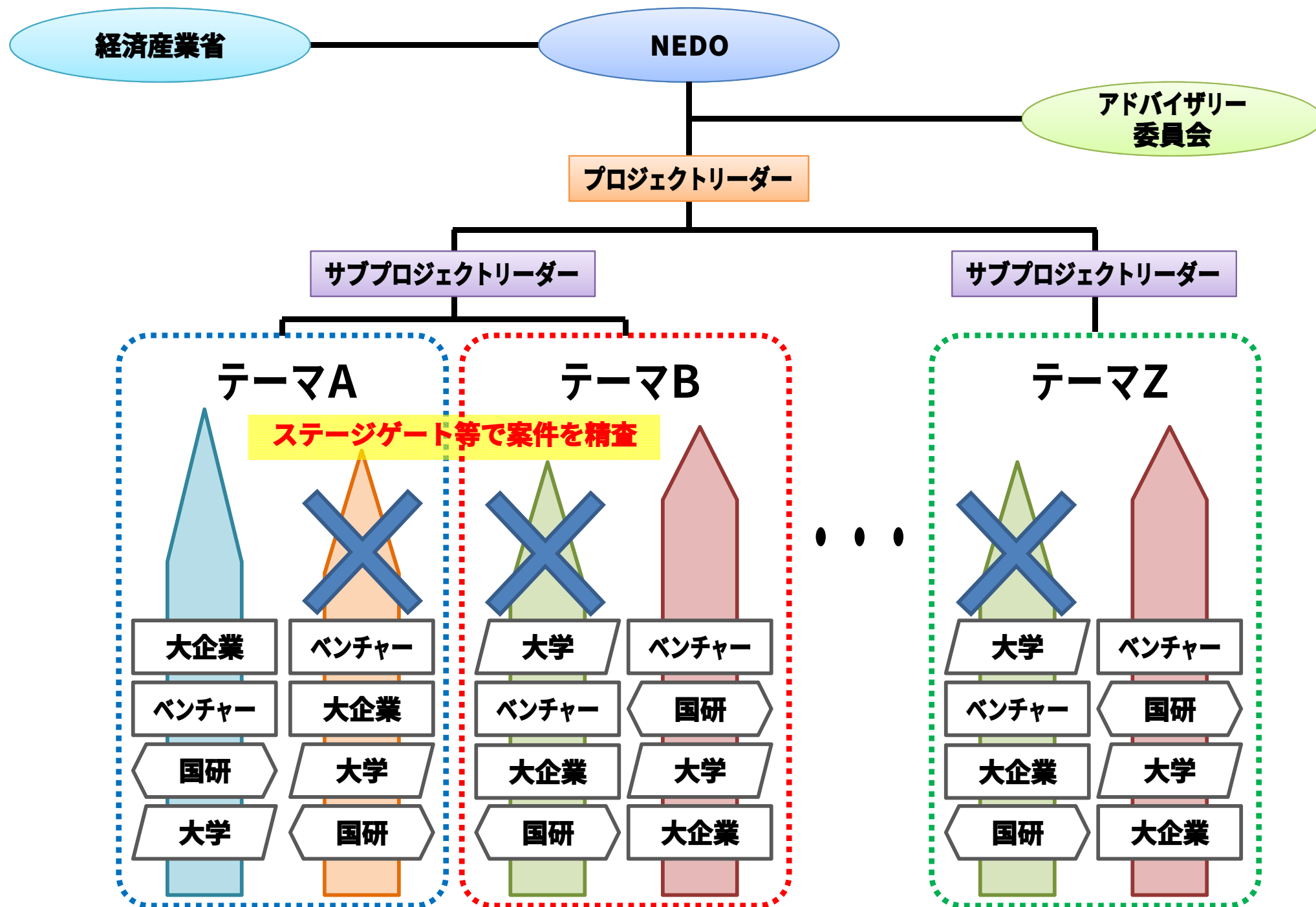
機器の設計から動作の想定など、
多様な条件があるシミュレーション
において最適解を短時間で算出

多数の選択肢からよりよい解を選ぶ問題。

例えば、全ての都市を回る順番を決めるという情報処理は、都市の数が増えると選択肢が爆発的に増加し、解くことが困難になる。他方、量子アニーリングコンピュータはこうした分析に長けており、創薬など多くの組み合わせの中から最適なものを判断するシミュレーション、あるいは機器の設計など、さまざまなジャンルで応用可能。

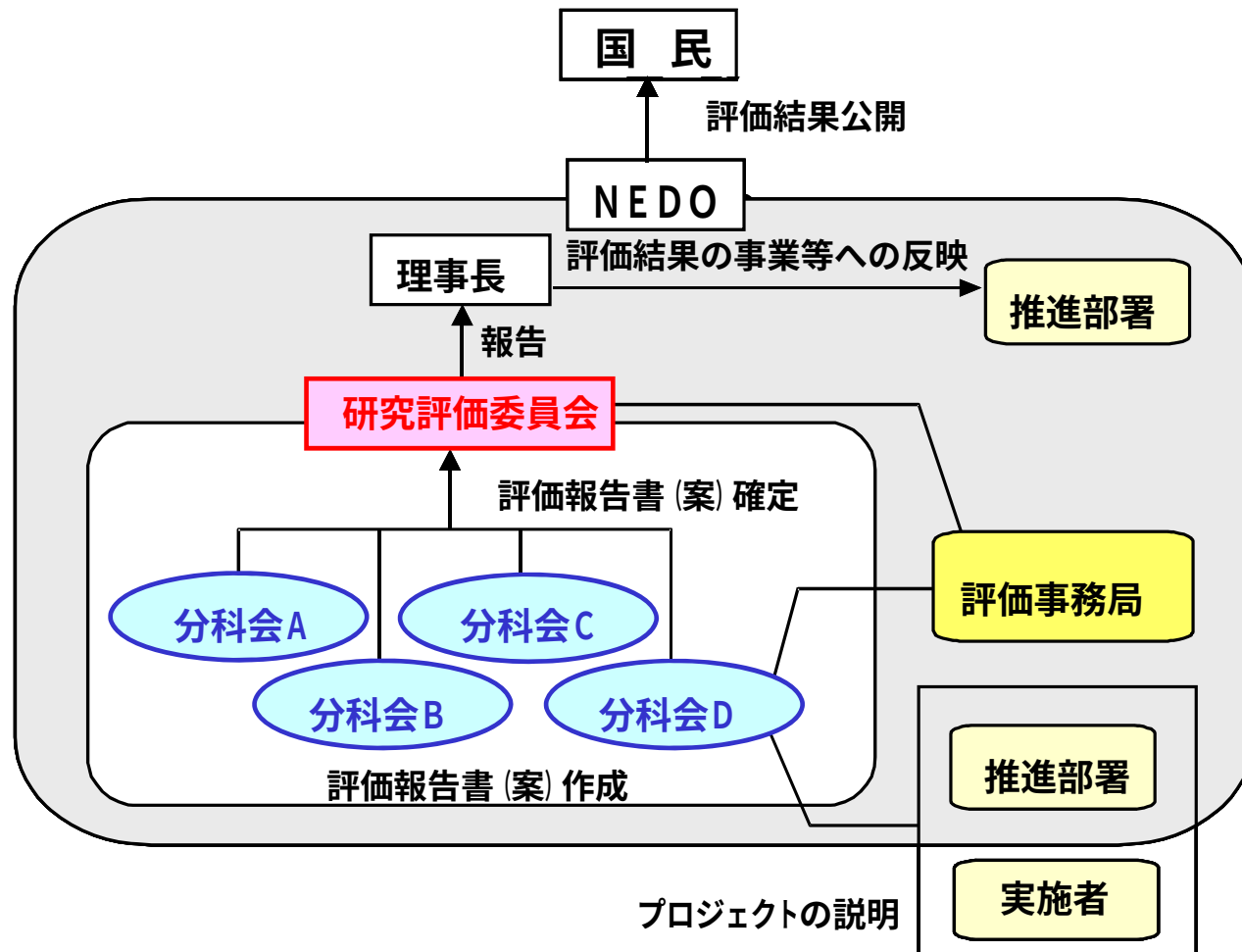
例：30項目から最適化を図ると、巡回経路は 4.42×10^{30} 乗。京クラスのスーパーコンピュータでも何万年という時間がかかる。

本事業の研究開発マネジメント体制



NEDOにおけるPDCAサイクル

- プロジェクト内に設置する外部有識者委員会（アドバイザリー委員会）での3～6ヶ月毎のCheckに加え、NEDOの評価規程に基づき実施する中間評価を2020年と2024年に実施する。
- 中間評価では、基本計画で定める目標と進捗状況、実施体制、今後目指すべき方向性等を外部評価委員が点検し、評価結果によっては基本計画そのものの見直しを実施する。



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
(評価コメントを作成、評点付け)
(実質的な評価の場)
- ・評価報告書(案)を作成

評価報告書の取扱い

- ・国民に公開

科学技術政策における本事業の位置づけについて

【科学技術イノベーション総合戦略2017（平成29年度6月2日閣議決定）】

「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。プラットフォームを支える基盤技術の強化、サイバー空間関連の基盤技術の強化においても、大規模データをリアルタイムで処理するためのエッジコンピューティング技術等の研究開発を推進するべきとされている。

【第5期科学技術基本計画（平成28年1月閣議決定）】

「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。

【未来投資戦略2017（平成29年6月閣議決定）】

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ー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。

Connected Industriesにおける本事業の位置づけについて

Connected Industries ～我が国産業が目指す姿（コンセプト）～

“Connected Industries”は、様々なつながりにより新たな付加価値が創出される産業社会。

デジタル化が進展する中、我が国の強みである高い「技術力」や高度な「現場力」を活かした、ソリューション思考の新たな産業社会の構築を目指す。現場を熟知する知見に裏付けられた臨機応変な課題解決力、継続的なカイゼン活動などが活かせる、人間本位の産業社会を創り上げる。

【平成30年度 経済産業政策の重点（平成29年8月）】

第一の柱：Connected Industries等を通じたSociety 5.0の実現

①革新的なAIチップの開発などAI開発・実用化促進

現場の機器（エッジ）側でのデータ処理へのニーズが高まっているため、新たなAIチップの開発を支援。具体的には、2020年度サンプル出荷を目指したAIチップの開発や、2030年度実用化を目指した脳型コンピュータなどの技術開発を実施。

－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【100億（新規）】

－AIチップ開発加速のためのイノベーション推進事業【26億（新規）】

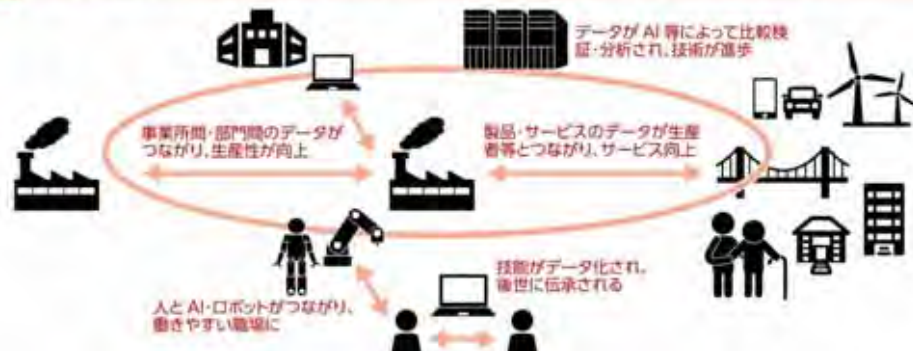
Connected Industries による「勝ち筋」

従来 事業所・工場、技術・技能等の電子データ化は進んでいるが、それぞれバラバラに管理されている

ものづくり、自動走行、ロボット、ドローン、ヘルスケア、バイオなど分野別取組み

標準化、データ利活用、IT人材、サイバーセキュリティ、人工知能、知財制度など横断的取組み

将来 データがつながり、有効活用により、技術革新、生産性向上、技能伝承などを通じて課題解決へ



平成30年度 経済産業政策の重点＜全体像＞



リアルデータの共有・利活用

- データ共有事業者の認定制度の創設、税制等による支援
- リアルデータをもつ大手・中堅企業とAIベンチャーとの連携によるAIシステム開発支援
- 実証事業を通じたモデル創出・ルール整備
- 「データ契約ガイドライン」の改訂

データ活用に向けた基盤整備

<研究開発、人材育成、サイバーセキュリティ>

- 革新的なAIチップ開発の促進
- ネット×リアルのハイブリッド人材、AI人材等の育成強化
- 世界中から優秀な人材を集める枠組みの検討
- サイバーセキュリティ対策の強化

さらなる展開

<国際、ベンチャー、地域・中小企業>

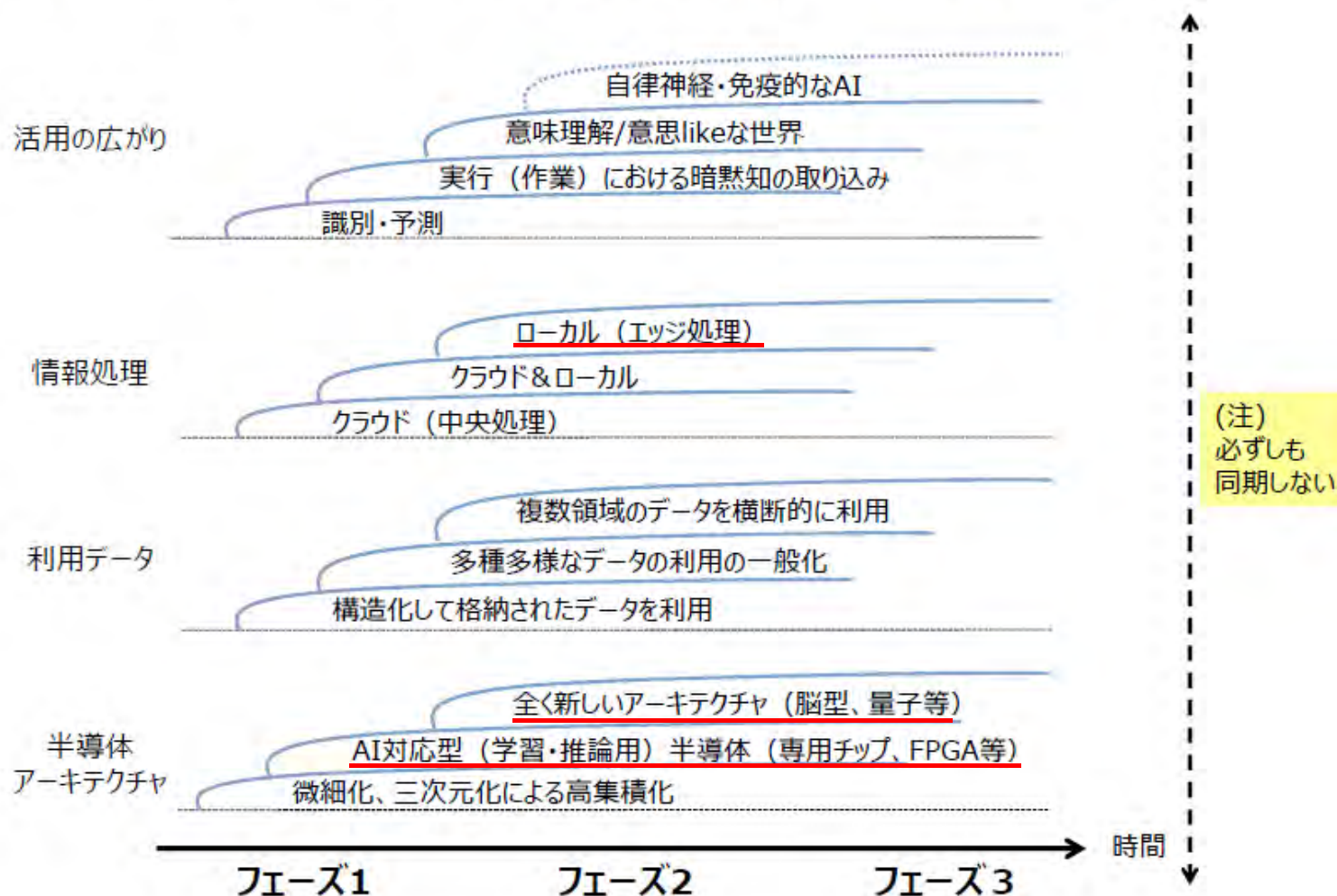
- 欧州、アジア等世界各国との協力強化
- 国際連携WGを通じたシステム輸出強化
- 国際標準化人材の質的・量的拡充
- 日本版ベンチャーエコシステムの実現
- 専門家育成や派遣による、地域・中小企業への支援強化

日本の強みであるリアルデータを核に、支援を強化

【補足】本事業の事業期間と関連するロードマップについて

未来投資戦略2017では、「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」に基づき、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ー等の基盤技術開発及びその組み込みシステムへの適用を加速する。以上のように記載されており、当該ロードマップではフェーズ3（2025年から2030年以降）まで開発を進める領域に「全く新しいアーキテクチャ」等が該当する。

（1-3）人工知能の利活用のベースとなるシステム×データ×ハードの進化



※フェーズ1（概ね2020年頃まで） フェーズ2（概ね2025年～2030年頃まで） フェーズ3（以降）