

「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」に対する意見概要

評価専門調査会議員及び専門委員から出された主な意見は以下の通り。

1 評価対象案件の実施府省等における評価の妥当性

- (1) 「国の研究開発評価に関する大綱的指針（平成 28 年 12 月 1 日）」の評価方針に照らして評価方法が妥当か。
- (2) 実施府省における事前評価結果は妥当か。
- (3) その他

（評価意見）

- ・ 概ね妥当な評価がされている
- ・ NEDO の評価項目 1（アウトカムの妥当性）～評価項目 7（非連続ナショナルプロジェクト選定の妥当性）とその結果に対し、評価方法及び項目については妥当と考える。
- ・ 基本的なポイントを押さえて評価されており、重要なポイントを指摘した事前評価である。

（改善意見等）

- ・ 重要なプロジェクトであり、定量的な K P I の設定のもと、より厳格な評価が必要である。
- ・ 当該分野の専門家が評価委員として必ずしも多く加わっておらず、専門的な視点からみて、評価結果は技術的な視点から全幅の信頼をおけるかどうか疑問が残る。
- ・ 評価して AI チップ及び次世代コンピューティング技術（量子アニーリング等）が作り出す社会ビジョン、さらに社会的意義・価値、日本のコンピュータ産業及び半導体産業の国際競走力強化等にまで踏み込んだ評価方法が望ましい。
- ・ 確定的なロードマップを示すことは未来の不確実性から無理としても、大胆でも良いので仮説を設定して、その仮説検証をするプロセスを研究開発方針として提示する方法もある。

2. 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

- (1) 本研究開発の上位の政策・施策等との妥当か。
- (2) 本研究開発本体のロードマップが上位の政策・施策等のロードマップのどの位置づけにあるか。
- (3) アウトプット・アウトカム等が時間軸上で明確にされ、そこまでの道筋が明確であるか。
- (4) 設定したアウトカム目標及び設定根拠が妥当か。

(評価意見)

- ・ 関連する上位の施策等の目標を達成するための道筋はよく意識されている。
- ・ プロジェクトの上位政策・施策における位置づけや何を目指しているのかという目標及びその設定根拠、そこまでの道筋は非常に明確であり、かつ妥当である。
- ・ アウトプットからアウトカムまでの現状のストーリーは考えられる可能性を踏まえて妥当である。
- ・ ポストムーア時代では「ハードウェアの多様化」が顕在化すると予想される。その中で、アーキテクチャをターゲットとした計画は Society5.0 の政策に合致している。
- ・ プロジェクトの上位政策・施策における位置づけや何を目指しているのかという目標及びその設定根拠、そこまでの道筋は非常に明確であることから、このプロジェクトに特有の具体的な記述を評価書に記載すればよくなる。

(改善意見等)

【アウトカム・道筋に対する意見】

- ・ 各項目（特に、評価項目 1、評価項目 2）の評価結果については、エネルギー・CO2 削減量や目標性能に偏った内容になっている。
- ・ 大綱的指針において研究開発プログラムの評価は、政策立案者や推進する主体の行動と結果を評価するものとしているが、本事前評価においてこうした道筋の観点からの議論が不足している。
- ・ 研究開発プロジェクトのロードマップがきっと用意されているだろうと仮定した上でも、短期・中期・長期に渡る鳥瞰的ロードマップ（“道筋”に相当する）が曖昧なままである。
- ・ CO2 削減及び経済効果（補足資料）の観点では明確なアウトカムが設定されているが、エッジコンピューティングの高度化・高速化がもたらす付加価値と社会貢献としてのアウトカムを設定すべきである。
- ・ 国全体の発展に関わる重要なプロジェクトであるにもかかわらず、アウトプ

ットやアウトカムが省エネルギーに限定されているのは、研究内容の本質と整合しないため、広い視点でのアウトプットおよびアウトカムの検討が必要である。

- ・ 研究課題は **no regret more** やパブコメからは設定できないため、将来の **output/outcome** イメージを現時点でしっかり議論し、それを適宜議論して **revise** しながら進めることが重要である。
- ・ 本事業の短期・中期・長期の課題設定イメージの次世代コンピューティング技術の開発については、海外競合もあり、中期的に成果創出を継続していく時間軸管理が必要である。
- ・ アウトカム目標や道筋定義が不十分であることに起因して、長期（次世代コンピューティング）に関して国際競争上の差別化視点が感じられないため、俯瞰的なビジョンを固めて、アウトカム目標、道筋を練り上げることが必要である。
- ・ 具体的な研究開発に対する基本的な構想は、現在の **IoT**（ここはある程度はつきりしている）、中期的なエッジコンピューティング（様々な提案が混在している）、長期的な量子コンピューティング（ここも多くの既存提案が混在している）のうち、中期的なエッジコンピューティング、長期的な量子コンピューティングの2つが明確に定まっておらず、今後の提案に依存している点は大きな問題である。
- ・ アウトカムは、エネルギーだけに固執しており、無理な論理を展開となっている。
- ・ アウトカムの設定が難しいのは承知であるが、社会へのインパクトをもっと具体的に記載して欲しい。
- ・ 議員、委員から指摘のあった「チップメーカーを育てるものではない」、「ものづくりの半導体ではなく設計力の半導体を目指す」といった端的な表現でアウトプット・アウトカム目標を表現すると、より良いと思う。
- ・ 今後、プロジェクトを進めていく中で、出来上がってくる技術を商用化に持っていくためのストーリーの強化を行っていくことが重要。
- ・ コンピューティングのためのエネルギーだけでなく、コンピューティングの結果によって得られるエネルギーの削減を評価するだけでも規模が大きく変わってくる。

【グランドデザイン・シナリオに対する意見】

- ・ 本事業が目指す「このデバイスが何に使えるか」ではなく「このサービスや応用を実現するにはどのようなシステムが必要であり、そのためにはどのようなデバイス技術を活用すべきか」といったトップダウン的思考に基づく研

究開発戦略を定めることが重要。Society5.0の中核的な事業とするような論理構築を強く希望。

- ・ 例えば、AIや量子アニーリングは新しい情報処理基盤としての大きな可能性を秘めているが、社会情報基盤での適用可能性とその範囲は未だ明確ではない（ある種の現象論的/確率論的情報処理であり、その処理結果がどこまでアクセプトされるのかは明かでない面も指摘されている）。これは、従来のコンピューティングとは異なり情報処理結果の「質（Quality）」を担保できないためである。求められる情報処理結果の質は、想定するサービスやアプリケーション、利用状況などに大きく依存するため、ある種の大きな上位レベルのグランドデザインやシナリオを描いた上で、（どのようなデバイスを活用すべきかも含めた）システムレベルのコードデザインが必要である。また、社会需要性に対する法制度や応用分野に関する社会科学的議論も並行して進めることが望まれる。
- ・ 我が国の「過去のデバイス技術に対する投資」をある種の資産と捉え、その利活用を念頭においた「トップダウン的シナリオ設定に基づくコンピューティング技術開発」へと発展させれば、本事業の意義は極めて大きいと考える。
- ・ 既存の産業ではなく、新しい産業が次々に生まれる分野であることをしっかりと認識した提案にしてほしい。大きなグランドデザインやシナリオをしっかりと作ることが重要である。
- ・ 長期の方向性として、GAFAの支配が終焉を迎えるという視点は良いが、そのときエッジ側・リアルデータ側で日本が競争力で勝るという論理は根拠が薄弱であり、エッジ側・リアルデータ側に強みをもつ国・企業は多く存在するため、どのように競争力を育てるかももう一步深く掘り下げるのが肝要。

3. 3 研究開発の目標・実施内容

- (1) 研究開発の意義、目標、実施内容等は明確であるか。
- (2) 府省庁内での関連研究開発・施策との関係性、その取り組み内容が妥当か。
- (3) 産学官での連携・役割は妥当か。
- (4) 他府省庁との関連プロジェクトとして連携・役割が明確化どうか。
- (5) 国際競争力（海外展開や海外企業との連携等によるコスト競争力の向上、世界市場シェアの拡大など）の観点が見られているか。国際競争力の観点からの妥当か。

（評価意見）

- ・ 開発内容についておおむね妥当と思われる。
- ・ 半導体やコンピュータ分野での世界での我国の現状のプレゼンスを考えると、研究開発の意義など妥当と考える。
- ・ エッジコンピューティングの技術は IoT やビッグデータの活用を促すうえで極めて重要であり、日本が競争力を発揮できる分野である。したがって産学官でエッジコンピューティングの用の AI チップの技術開発を促すことは非常に時宜にかなっている。

（改善意見等）

【実施内容に対する意見】

- ・ 次世代コンピューティング技術開発（量子アニーリング等）に関し、社会実装、国際競争力の観点から単に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、それらに関する研究開発目標の具体化が必要である。
- ・ 海外の同様の研究開発と比較するとややエンジニアリングに寄り過ぎている点である。コンピューティング分野でのパラダイムシフトによる国際競争力の向上を期待するのであれば、上位のアプリ・サービスの観点と下位のサイエンス（コンピュータサイエンス）の観点の検討を強化すべき。
- ・ 我が国が世界に対し勝負できるキラーアプリケーションをより具体的に定め、育成すべき産業の方向性を明確にし、達成すべき機能/非機能要件を明確にすべきである。その上で、それを具現化するためのアプリケーション、アルゴリズム、マイクロアーキテクチャ、回路、設計技術、デバイス、といった技術レイヤ横断型コデザイン（つまり、システムを俯瞰したアーキテクチャ設計と最適化）が不可欠である。
- ・ 各テーマ毎の推進体制・フォロー体制とは別に、国際標準化を睨んだ共通基盤技術としての横串活動とそのマネジメントが必要。テーマによらない共通

基盤を築き上げ、それを国際標準化した上で、個別テーマ毎のアプリケーションを作るという考え方でないと、ガラパゴス化の再来をもたらすリスクがある。

- ・ 計画の中で短期・中期は AI エッジコンピューティング、長期的には次世代コンピューティングと位置づけているが、エッジコンピューティングと次世代コンピューティングは別ものであるため、両方を同時並行的に進めることが必要である。(⇒同時並行的に進める計画となっている)

【国際競争力に対する意見】

- ・ 日本は、新技术をビジネスにしたり、デファクトスタンダードを取得したりするところは必ずしも上手ではなく、Google 等に代表されるような巨大な情報産業企業を有しないが、本プロジェクトで育成された日本発の新技术を新しいビジネスにする戦略をオール日本で構築して欲しい。
- ・ 国際競争力の観点から、消費電力効率を10倍・100倍とすることの妥当性を評価すべきである。
- ・ 十分な国際競争力を確保するという視点からも説得力のある計画となっていない。

【府省連携、産学官での連携に対する意見】

- ・ AI 関連研究は多くのプロジェクトにあり、それとの関連性や、総合的な社会的意義についても検討が必要である。
- ・ ICT、AI 関連のテーマは他にも多いので、他の関連プロジェクトとの連携を十分にとるべき、また、開発技術の採用に際して、必要となる人材育成について、文科省との連携が重要。
- ・ 次世代コンピューティング技術開発は、今後、社会が直面する社会課題（医療、ヘルスケア、防災・減災、インフラ老朽化、インフラ維持等）や、新素材、創薬等のサイエンス領域への応用が期待できるものであり、戦略的に取り組むことが重要である。その実施にあたっては、革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）等でも実施されているプロジェクト（例：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）や国内企業との連携も積極的に進めることが重要である。
- ・ 文部科学省のポスト京などの動きとの関係などもしっかりと検討してほしい。
- ・ 量子アニーリングについては、NTT の研究所で開発された光ファイバーを用いた独創的なイジングモデルマシンなどもしっかりと検討の候補に入れてほしい。

- ・ PRISM のフィジカル空間基盤技術と本プロジェクトの連携をしっかりと進めてほしい。

4. 研究開発マネジメント

- (1)研究開発体制において、役割分担や権限等が明確であるかどうか。
- (2) 技術の進展や社会情勢の変化を踏まえて研究開発を柔軟に見直す PDCA プロセスが適切に設定されているか。
- (3)評価実施の概要及び体制が適切か。

(評価意見)

- ・ プロジェクトに関する PDCA プロセスや評価実施体制については概ね妥当である。
- ・ 大企業のみではなく、大学、ベンチャーまで広く捉えている点、動向変化に柔軟に対応する必要性など考慮されており妥当と考える。

(改善意見等)

- ・ 知的戦略、知財管理体制については、国全体として成果を有効にできる体制の必要があるが、現状では、国全体の管理は困難と思われる。
- ・ オープン開発の観点が挙げられる。現在の多くの先進的な技術の開発はオープン開発によって進化・発展しており、この観点についても検討・考慮すべきと考える。
- ・ 研究体制を担う主体、特に産業化していく主体が明確でなく、どのような産業を構築育成しようとするかが定かではない。
- ・ リーダーの権限を強化する中で、スピード感のあるプロジェクトマネジメントを目指して欲しい。
- ・ 日本において、本研究領域における人材の層が薄いので、本プロジェクトを推進する中で、人材の発掘・育成を推進して欲しい。
- ・ 技術の進歩と環境変化の激しい領域であるので、スピード感のあるプロジェクトマネジメントと環境変化に対する柔軟な対応に留意する中で、国際競争力のあるプロジェクトとして欲しい。
- ・ SIP や ImPACT のマネジメントの仕方も是非参考にしながら進めてほしい。