

情報科学技術に関する
研究開発課題の事前評価結果

平成25年8月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

目 次

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 情報科学技術委員会委員	2
○未来社会実現のための ICT 基盤技術の研究開発 概要	3
○未来社会実現のための ICT 基盤技術の研究開発 概要 事前評価票	4
○エクサスケール・スーパーコンピュータ 開発プロジェクト（仮称） 概要	9
○エクサスケール・スーパーコンピュータ 開発プロジェクト（仮称） 事前評価票	11

科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会 情報科学技術委員会委員

敬称略、50音順

主査	有川節夫	九州大学総長
	伊藤公平	慶應義塾大学理工学部教授
	岩野和生	科学技術振興機構研究開発戦略センター上席フェロー
	宇川彰	筑波大学数理物質系教授
	碓井照子	奈良大学名誉教授
	押山淳	東京大学大学院工学系研究科教授
	笠原博徳	早稲田大学理工学術院教授
主査代理	喜連川優	国立情報学研究所長／東京大学生産技術研究所教授
	國井秀子	芝浦工業大学大学院工学マネジメント研究科教授
	五條堀孝	国立遺伝学研究所副所長
	辻ゆかり	西日本電信電話株式会社技術革新部研究開発センター 開発戦略担当部長
	中小路久美代	京都大学学際融合教育研究推進センター特定教授／ 株式会社 SRA 先端技術研究所長
	樋口知之	統計数理研究所長
	松岡茂登	大阪大学サイバーメディアセンター教授
	宮内淑子	メディアステック株式会社代表取締役社長
	宮地充子	北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科教授
	村岡裕明	東北大学電気通信研究所教授
	村上和彰	九州大学大学院システム情報科学研究院教授
	安浦寛人	九州大学理事・副学長
	矢野和男	株式会社日立製作所中央研究所主管研究長

(平成 25 年 8 月 7 日現在)

未来社会実現のためのICT基盤技術の研究開発 概要

(旧名称：次世代IT基盤構築のための研究開発)

概要

安倍政権は、「世界最高水準のIT活用社会の実現」を目指し、ICTに関する研究開発や基盤構築、人材育成等に関して、これまでとは次元が異なる取組を推進している。文科科学省としても、産学官連携及び各省の役割分担のもとに、政府の方針に従って、あるべき未来社会の実現に必要なICT基盤技術の確立に向けて必要となる研究開発を重点的に実施する。

ビッグデータの活用、情報システムや情報デバイスの革新によるあるべき未来社会の実現

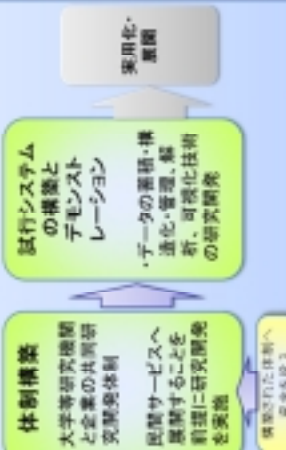
- ・革新的な新産業・新サービスの創出及び全産業の成長を促進する社会
- ・健康で安心して快適に生活できる、世界一安全で災害に強い社会

ビッグデータ活用のための研究開発や環境構築

○ビッグデータを活用するためのシステムの研究開発

(継続 H25(FS)、H26-H29)

急増するデータをリアルタイムかつ自動的に処理するシステムの研究開発を産学官連携により進め、2017年度までに試行システム構築とデモンストレーションを実施することにより、ビッグデータの活用による新産業・新サービス創出に貢献。



○ビッグデータ活用によるイノベーション人材育成ネットワークの形成(継続 H25(FS)、H26-H27)

ビッグデータを有する各分野及び情報・統計分野の専門知識を有し、分析結果から新たな知見を得られる人材の育成手法を確立するとともに、ビッグデータ利活用人材育成ネットワークを形成。

情報システムを支える革新的技術開発・実用化

○社会システム・サービスの最適化のためのIT統合システムの構築

(継続 H24-H28)

社会の様々な課題達成に資するため、実社会情報を集約し、課題達成に最適な解や行動を導き出し、実社会にフィードバックする高度に連携・統合されたITシステムの構築のための研究開発を産学官連携により実施。



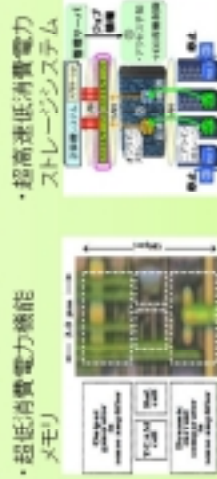
新たな情報デバイス作成・設計技術確立による超低消費電力化、耐災害性強化、高機能化

○イノベーション創出を支える情報基盤強化のための新技術開発

(継続 H24-H28)

科学技術イノベーションを支える情報基盤の超低消費電力化、耐災害性強化、高機能化等、被災した東北地方の復興にも貢献する新技術開発を産学連携により実施。

- 耐災害性に優れた安全・安心社会のためのスピントロニクス材料・デバイス基盤技術の開発
- 高機能高可用性ストレージ基盤技術の開発



事前評価票

(平成 25 年 8 月現在)

課題名 未来社会実現のための ICT 基盤技術の研究開発

1. 開発・事業期間 平成 26 年度～

2. 課題概要

安倍政権は、「世界最高水準の IT 利活用社会の実現」を目指して、ICT に関する技術開発や基盤構築、人材育成等に関して、これまでとは次元の異なる取組を推進している。文部科学省としても、産学官連携及び各省の役割分担のもとに、政府の方針に従って、あるべき未来社会の実現に必要な ICT 基盤技術の確立に向けて必要な研究開発を重点的に実施する。

具体的には、ビッグデータ利活用、情報デバイス・情報システムの革新による未来社会、即ち

- ・革新的な新産業・新サービスの創出及び全産業の成長を促進する社会
- ・健康で安心して快適に生活できる、世界一安全で災害に強い社会

の実現に向けて、以下の取組を実施する。

2-1 ビッグデータ利活用のための研究開発や環境構築

(1) ビッグデータを利活用するためのシステムの研究開発

急増するデータをリアルタイムかつ自動的に処理するシステムの研究開発を、産学官連携により進め、2017 年度までに施行システムの構築とデモンストレーションを実施することにより、ビッグデータの新産業・新サービスの創出に貢献する。

(2) ビッグデータ利活用によるイノベーション人材育成ネットワークの形成

ビッグデータを有する各分野及び情報・統計分野の専門知識を有し、分析結果から新たな知見を得られる人材の育成手法を確立するとともに、ビッグデータ利活用人材育成ネットワークを形成する。

2-2 情報システムを支える革新的技術開発・実用化

(1) 社会システム・サービスの最適化のための IT 統合システムの構築

社会の様々な課題達成に資するため、実社会情報を集約し、課題達成に最適な解や行動を導き出し、実社会にフィードバックする高度に連携・統合された IT システム構築のための研究開発を実施する。

2-3 新たな情報デバイス作成・設計技術確立による超低消費電力化、耐災害性強化、高機能化

(1) イノベーション創出を支える情報基盤強化のための新技術開発

科学技術イノベーションを支える情報基盤の超低消費電力化、耐災害性強化、高機能化等、被災した東北地方の復興にも貢献する新技術開発を産学連携により実施する。

①耐災害性に優れた安全・安心社会のためのスピントロニクス材料・デバイス基盤技術の開発

現在よりも2桁以上低い極低エネルギー情報デバイスを作成し、論理集積回路へ応用可能なスピントロニクス技術を確立する。

②高機能高可用性ストレージ基盤技術の開発

広域被災時でも情報を喪失しない耐災害性に優れたストレージシステムの開発を進め、ストレージ間通信経路をネットワークを動的に制御し、高速転送する技術等を確立する。

※以下の背景による事業スキームの変更に伴い、平成26年度より、「次世代IT基盤構築の研究開発」から「未来社会実現のためのICT基盤技術の研究開発」へ名称を変更した。

○文部科学省は平成17年度から「次世代IT基盤構築のための研究開発」を開始し、国が戦略的な観点からIT分野の技術的課題解決のため基礎研究から応用研究までの橋渡しを行う研究開発を行い、重要な役割を果たしてきた。

○安倍政権が目指している「世界最高水準のIT利活用社会の実現」に向けて、これまでのIT分野の技術的課題解決に主導をおいた研究開発から、課題解決のための技術を確立するだけでなく、あるべき未来社会の実現に向けて、必要な技術の実用化を見据えた研究開発へと本事業の在り方を大きくシフトさせることが求められる。そのため、事業構想段階から実用化を見据え、各省の役割分担のもと、経産省、総務省、国土交通省等の関係府省や社会実装を担う民間企業と密に連携し、基礎研究から実用化まで一貫通貫の実施体制を構築することとした。

※「社会システム・サービスの最適化のためのIT統合システムの構築」と「イノベーション創出を支える情報基盤強化のための新技術開発」は既に平成23年度に研究開発課題の事前評価を実施した継続事業であり、今回の事前評価の対象ではないため、以下の各観点からの評価は行っていない。これらの継続事業についても、今回の事業スキームの変更に伴い、今後、確立した技術の実用化を促進する観点から取組の強化を図ることとなる。

3. 各観点からの評価

(1) 必要性

本事業については、以下のことから十分な必要性が認められる。

<総論>

- ・情報科学技術の進展は、科学、工学、産業など社会のあらゆる局面で重要であり、本事業の必要性は高く、社会および産業のイノベーション創出や、安全・安心な社会の構築に向けても情報科学技術は中核となる技術であり、ICT基盤技術の研究開発は不可欠である。
- ・本事業で提示しているビッグデータ、情報デバイス、情報システム等のキーワードは、現時点の社会的方向性に沿ったものであり、この分野への戦略投資は時宜にかなった施策である。科学的・技術的意義も高く、各国が取り組んでいる課題であり、技術の発展の速度や世界的な流れを考えると本事業の緊急性は高く、早急に取り組む必要がある。
- ・次の10年の社会（民主主義や国家および個人の在り方）に関わる本質的な技術の開発の方向性は極めて重要であり、国の発展や存立にも影響する施策として、本事業の必要性は高い。
- ・文部科学省において「基礎研究から実用化まで一貫通貫の実施体制の構築」を図ることは、

非常に意義深く必要性が高い。他省庁や民間企業と密に連携し、基礎研究から実用化まで一貫通貫の実施体制の構築をより意識したプロジェクト運営が期待される。

- ・従来の「次世代 IT 基盤構築のための研究開発」における技術主導型研究開発から、今回の「未来社会実現のための ICT 基盤技術の研究開発」における社会主導型研究開発にシフトしたことは合理的である。

<ビッグデータ利活用>

- ・ビッグデータ研究は世界的に大きな潮流となっており、遅れることなく施策を打つことは極めて時節にあっており必須な取組である。
- ・文部科学省が中心となるべき人材育成については、とりわけその意義と必要性は明白であると思われる。ビッグデータは、民間の多くの業種において利活用されておらず、他省庁でも同様のケースが多い状況であり、ビッグデータの利活用のための人材育成に継続的に取り組んでいく必要がある。
- ・ビッグデータに関する研究開発は、コモディティ化した分野の工業面において競争力を失ないつつある旧来型の我が国の情報産業力に、新たな展開をもたらすことが期待される。

(2) 有効性

本事業については、以下のことから十分な有効性が認められる。

<総論>

- ・単に情報科学技術だけでなく、あらゆる科学技術分野や社会システム構築に大きく貢献する事が可能な事業である

<ビッグデータ利活用>

- ・本事業において、大学等の研究機関により開発された多様な技術を、広く企業にも利用可能となるよう整備することにより、産業の育成、実用化・事業化への貢献にも資する。
- ・「ビッグデータ利活用のための研究開発や環境構築」については、すでにフィージビリティスタディが行われており、各研究事業の有効性はよく考慮されていると思われる。実用化・事業化への貢献等については他省との連携によって有効性がさらに高められると考えられる。
- ・本事業は人材の育成にも貢献でき、意義があると言える。大学や研究機関における本事業に関連する事業に対する理解と協力が、その有効性を最大化する上でも必須と考えられる。

(3) 効率性

本事業については、以下のことから十分な効率性が認められる。

<総論>

- ・常に実用化を見据えた戦略研究として取り組むことが国費を投入する際には重要であるが、本事業の方向性において、「魔の川」と「死の谷」を乗り越える視点をしっかりと持っている

点が高く評価される。

- ・産学連携による大学の研究力の強化を図る施策や産業化などの実用化部分を職掌する他省庁との有機的な連携により、効率的な研究資金の投入や効果的な予算配分が可能になり研究開発の加速が期待できる。

<ビッグデータ利活用>

- ・社会主導型とすることにより国民目線の開発成果を創出する方向に研究者の意識を転換させる効果があり、その点でも極めて見えやすい・国民に理解されやすい効果が生まれることが期待される。
- ・ビッグデータに関して、第4の科学を対象とした大きな潮流への研究を集中的に推進することは、規模が大きな研究でもあることから、利活用のための研究開発や環境構築によるプラットフォームの構築により、大きな効率化が達成され、極めて妥当である。ビッグデータが多様な分野にわたって産出されてきている現状、その現実を強く意識することにより、さまざまな観点での効率性がよりよく担保されると考える。
- ・異分野間の知見や技術の移転・展開を担うのは広い視野を持った科学者・技術者であり、人材を育てる仕組みが重要であり、技術開発と人材育成を並行して行うことは妥当である。

4. 総合評価

大量のデータに対処する技術や人材の育成（ビッグデータ利活用のための研究開発や環境構築）、は、重要かつ時宜を得た課題であり、科学的・技術的意義の面からの必要性、新しい知の創出への貢献、研究開発の質の向上への貢献、人材の育成、知的基盤の整備等の面から意義が高いことから、実施すべきである。

なお、研究開発の実施にあたり、以下の点に留意することが必要である。

<事業運営>

- ・他省庁及び民間企業との密な連携、基礎研究から実用化まで一貫通貫の実施体制の構築をより意識する中で、文部科学省としての役割を十分に考慮しつつ、プロジェクト運営を進めるべきである。

<事業方針>

- ・技術開発と並行して社会制度（倫理、法規制、標準化）の研究を行う必要があり、技術と制度の co-design の視点を持つべきである。
- ・中間評価等において事業の進捗状況や各国の動向などの外部情報をみながら公正な評価を行い、評価結果に合わせて当初計画の変更など臨機応変な対応をしていくために、民間で広く一般的に用いられている SWOT 分析を取り入れることなどにより、強み・弱み、必要性など、現状よりも分析的な評価を実施するべきである。

<ビッグデータ利活用>

- ・ビッグデータの利活用の段階は大まかに（1）可視化、（2）関係性の抽出、（3）予測モデ

ルの構成、(4) プロアクティブ(運用保守)サービスの提供の4つのステージに分けられる。多くの機関、企業では(2)までとなっているが、直接的な成果につなげるためには(3)、(4)の段階まで利活用できる技術開発を進めるべきである。

- ・平成26年度以降の本格実施にあたっては、対象とするデータや達成するシステム機能を明確化したプロジェクトを具体的に設定して実施し、実用に耐えるシステムの構築とそのために必要なICTとしての技術開発の両面を実現するような課題設定が必要である。
- ・ビッグデータには国境がなく、研究開発結果がガラパゴス化にすることがないように、国際標準を見据えて進めるべきである。

エクサスケール・スーパーコンピュータ開発プロジェクト（仮称）について

概要：

国家の基幹技術である世界最高水準のスーパーコンピュータを国として戦略的に開発・整備することで、科学技術の振興、産業競争力の強化、安全・安心の国づくり等を実現していくため、「**①エクサスケールスーパーコンピュータの開発・整備**」と「**②エクサスケールスーパーコンピュータを活用するためのアプリケーションの開発**」について、迅速な成果創出を図る観点から両者を協調的に推進し、我が国の様々な社会的・科学的課題が要求する性能や諸外国の動向を考慮して、**平成32年（2020年）頃までにエクサスケールコンピュータ実装を実現する。**

プロジェクト推進方策：

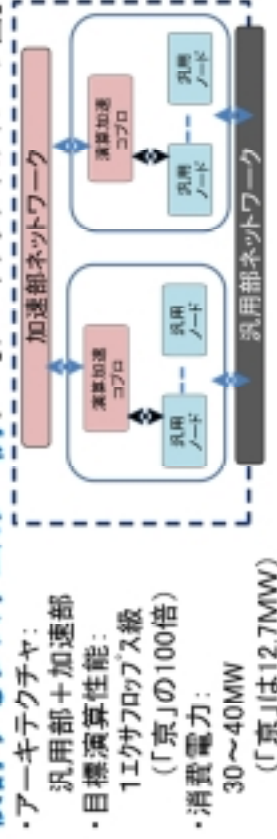
HPCI計画推進委員会等の議論や今年度末に取りまとめる「将来のHPCIシステムのあり方に関する調査研究」の結果等を踏まえながら、我が国のフラッグシップシステムとして**主要な社会的・科学的課題の要求性能に対応でき、かつ、コスト/パフォーマンスに優れたエクサスケールスーパーコンピュータについて、加速部（加速機構）を含むアーキテクチャの検討をはじめとする様々な視点からの検討を行う。**その際、基本設計や詳細設計が終了した段階でHPCI計画推進委員会等の評価を受けることにより、技術的進展の早いスーパーコンピュータ分野における本プロジェクトの方向性、進捗の妥当性、合理性等を検証する。

また、**CPU等のキーとなる技術**については、システムソフトウェアやアプリケーションの開発、人材育成等の観点で国内開発の利点があることから、今後も国内外の技術動向を評価し、柔軟に対応していくことを前提として、**現時点では、新たに自主開発することを基本方針とする。**

プロジェクト推進体制：

開発主体（現時点では独立行政法人理化学研究所が開発主体候補）を中心として、**大学・研究機関、開発企業、ユーザー団体等から構成される実施体制とする。**その際、「京」で蓄積した**技術・経験・人材**を活用する。また、**Co-design**の観点から、**ハードウェアの開発とアプリケーションの開発は密接に連携して進める。**

検討するシステムの一例：【アーキテクチャのイメージ図】



スケジュール：



エクサスケール・スーパーコンピュータで解決すべき主な社会的・科学的課題

● 最適な治療を実現する画期的な新薬開発

【現状】 特定の**標的タンパク質** (病気の原因物質) に対するシミュレーションにより、新薬候補物質の絞り込みを効率化。

【将来】 **複数タンパク質** (病気の原因物質と必須機能物質) に対する新薬候補物質の影響解析を、**複雑な細胞環境** 下で行い、**副作用の少ない画期的な新薬の早期発見** に貢献。



新薬候補物質の標的タンパク質への高精度結合シミュレーション

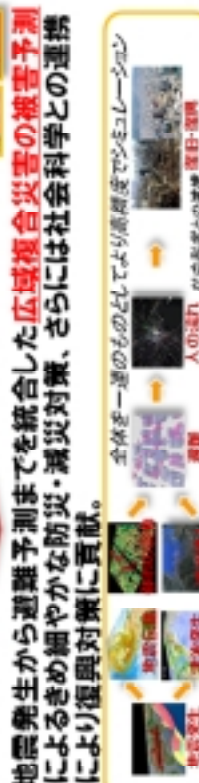


必須標的タンパク質への新薬候補物質の作用も解析

● 広域複合災害に対する総合防災・減災対策

【現状】 地震・津波の発生や伝播、建物の振動、津波遡上などの広域かつ高精度な**計算をそれぞれ実施**。

【将来】 地震発生から避難予測までを統合した**広域複合災害の被害予測**によるきめ細やかな防災・減災対策、さらには**社会科学との連携**により復興対策に貢献。



全体を一連のものとしてより高精度でシミュレーション
 地震発生 津波伝播 建物の振動 津波遡上 人の流れ 社会科学との連携 震害・復興

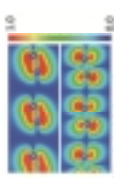
● ナノの世界を操る次世代デバイス科学

【現状】 次世代半導体として期待されているシリコンナノワイヤーの**10万原子レベルの電子状態計算**で、**今まで見えなかった電子分布を世界で初めて提示**。

【将来】 **100万原子レベルの精緻なシミュレーション**により、**ナノ形状**がもたらす**複合材料や化合物半導体の特異な物性を予測・解明し、画期的な次世代ナノデバイスの開発**に貢献。



ナノワイヤーデバイス
適用例
φ10nmワイヤ断面
電子密度分布



複合材料における特異な電子状態を解明

● 安全性の高い自動車開発

【現状】 様々な衝突条件に対して、**車体の衝突変形**の定量的評価を実現。

【将来】 車への影響だけでなく、**乗員の体への影響** (骨や内臓等の損傷) も評価し、**より安全性の高い車体の開発**に貢献。

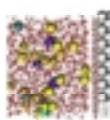


※ 思い部分が損傷部位

● 安全性・耐性に優れた高性能電池の開発

【現状】 燃料電池等の電極とその周りの電解質との反応を、**簡略化されたモデルで計算し**、電極材料や電解質の電池性能への影響を**定性的に評価**。

【将来】 複雑な電子の挙動を、**現実の電極構造のもとで定量的に評価し**、最適な電極材料や電解質の**組合せ**を実現。**安全性・耐性に優れた高性能電池開発**に貢献。



白金電極上の電子状態シミュレーション



燃料電池等の活性や安定性を高精度計算で精緻に予測

● 宇宙の起源と進化の探求

【現状】 宇宙の大規模構造形成、銀河形成、星形成、惑星形成のシミュレーションを**それぞれ実施**。

【将来】 宇宙の大規模構造形成から惑星形成にいたる**宇宙全体のシミュレーション**により、**銀河系や惑星系の多様性の起源や進化を解明し、天文学・宇宙物理学の発展**に貢献。



宇宙の大規模構造形成、銀河形成、星形成、惑星形成といった宇宙全体を一連の60億年のシミュレーション

© Illustration by Kenji Endo

事前評価票

(平成25年8月現在)

5. 課題名 エクサスケール・スーパーコンピュータ開発プロジェクト（仮称）

6. 開発・事業期間 平成26年度～平成31年度

7. 課題概要

国家の基幹技術である世界最高水準のスーパーコンピュータを国として戦略的に開発・整備することで、科学技術の振興、産業競争力の強化、安全・安心の国づくり等を実現していくため、

①エクサスケールスーパーコンピュータの開発・整備

②エクサスケールスーパーコンピュータを活用するためのアプリケーションの開発
について、迅速な成果創出を図る観点から両者を協調的に推進し、我が国の様々な社会的・科学的課題が要求する性能や諸外国の動向を考慮して、平成32年（2020年）頃までにエクサスケールコンピューティングを実現する。これにより、我が国の計算科学技術インフラの継続的発展、スーパーコンピュータ及びアプリケーション開発に係る技術の維持・強化及び人材の育成・確保、要素技術やアプリケーションの商用展開、国内産業への波及などを図り、もって、世界に冠たる国際競争力の獲得に貢献する。

本プロジェクトでは、現時点での HPCI 計画推進委員会等の議論を踏まえ、また、今後とも、「将来の HPCI システムのあり方に関する調査研究」の結果（今年度末取りまとめ）、HPCI 計画推進委員会の評価、HPCI コンソーシアム等のユーザーの意見等を踏まえながら、「京」の後継機たる我が国のフラッグシップシステムとして主要な社会的・科学的課題の要求性能に対応でき、かつ、コスト/パフォーマンスに優れたエクサスケールスーパーコンピュータについて、加速部（加速機構）を含むアーキテクチャの検討をはじめとする様々な視点からの検討を行う。その際、基本設計（平成26年度予定）や詳細設計（平成27、28年度予定）が終了した段階で HPCI 計画推進委員会等の評価を受けることにより、技術的進展の早いスーパーコンピューティングの分野における本プロジェクトの方向性、進捗の妥当性、合理性等を検証する。

プロジェクトの実施に当たっては、開発主体を中心として、大学・研究機関、開発企業、ユーザー団体等から構成される実施体制とし、「京」で蓄積した技術・経験・人材を活用する。また、CPU 等のキーとなる技術については、自主開発することにより、設計段階からコンパイラ及びシステムソフトウェアの開発が可能であること、同時並行でアプリケーションの評価及びチューニングが可能であること、人材育成が加速すること等の利点があることから、今後も国内外の技術動向を評価し、柔軟に対応していくことを前提として、現時点では、新たに自主開発することを基本方針とする。

また、ハードウェアとアプリケーションの開発の中で、システムの研究者とアプリケーションの研究者の協調設計（Co-design）により、ハードウェア開発へのアプリケーション

ニーズの反映とハードウェアの技術動向を踏まえたアプリケーション開発を可能とし、ハードウェア完成後に当該アプリケーションを利用して迅速に成果が創出されるようにする。

8. 各観点からの評価

(1) 必要性

- a. スーパーコンピュータは、理論、実験に並ぶ科学技術の第3の手法であるシミュレーションのための強力なツールとして、科学技術の様々な分野における不可欠な研究開発基盤であるのみならず、様々な分野の共通基盤技術となりつつあるビッグデータの処理・解析やデータ同化のための重要なツールにもなる。
- b. また、ものづくり現場や防災・減災対策などにおいてもシミュレーションの活用が進みつつあり、スーパーコンピュータは産業競争力の強化や安全・安心の国づくりの観点からも重要になりつつある。さらに、ますます複雑化する社会的・科学的課題の解決に向けて、様々な分野や産学官の間を結びつけ統合させていくことのできるツールでもあり、イノベーション創出の観点からも今後ますますその重要性は高まっていくと考えられる。
- c. 世界最高水準のスーパーコンピューティング技術は、科学技術の振興、産業競争力の強化、安全・安心の国づくり等の実現に不可欠な国家の基幹技術であることから、第4期科学技術基本計画で「世界最高水準のハイパフォーマンスコンピューティング技術」が国家安全保障・基幹技術に位置付けられている。
- d. 国際的にもスーパーコンピュータの開発・利用が積極的に進められている。例えば、米国では2020年過ぎのエクサフロップスの性能を有するシステムの整備を目指して研究開発を進めており、欧州でも2020年頃のエクサスケールコンピューティングを目指してハードウェアとソフトウェアの研究開発を実施している。さらに、中国では、近年急激にスーパーコンピュータの整備利用を進めており、エクサスケールコンピューティングの実現に向けて計画的に研究開発を推進している。
- e. 世界最高水準のスーパーコンピュータの開発は、国内産業への波及効果を持つのみならず、広い意味で安全保障とも関係することから、我が国において継続的にスーパーコンピュータを開発していくための技術力を維持・強化することが重要である。
- f. 世界最高水準のスーパーコンピュータにより社会的・科学的課題の解決に資する成果を迅速に創出するためには、ハードウェアの開発と協調して、当該ハードウェアの能力を最大限活用するアプリケーションを開発することが重要である。

以上のことから、本プロジェクトは、科学的・技術的意義、社会的・経済的意義及び国費を用いた研究開発としての意義を十分に有していると考えられる。したがって、現時点では、我が国の国際競争力の観点から、平成32年頃までにエクサスケールコンピューティングの実現を目指し、本プロジェクトを国として重点的に推進する必要がある。その際、主要な社会的・科学的課題の要求性能に対応でき、かつ、コスト/パフォーマンスに優れたエクサスケールスーパーコンピュータについて、HPCI計画推進委員会等の評価や議論を踏まえることを前提として、加

速部（加速機構）を含むアーキテクチャの検討をはじめとする様々な視点からの検討を行うことは合目的であるが、当該検討において汎用部及び加速部（加速機構）の機能、技術的詳細、開発・保守体制等を引き続き精査していく中で、特に加速部（加速機構）については、その必要性も含めて一層の精査が必要である。

（２）有効性

- a. スーパーコンピュータは、それを利用したシミュレーションにより、実際には実験できないような現象、極限環境での現象、様々な要素が関わる複雑な現象、実時間では再現できない現象などを再現することができ、新たな知の発見や創出に貢献するツール、様々な分野の共通基盤技術となりつつあるビッグデータの処理・解析やデータ同化のためのツール、社会科学分野を連携・融合させて社会現象や人間活動を取り込むシミュレーションのためのツールとなる。
- b. また、スーパーコンピュータは、様々な分野や産学官の間を横串的に結びつけて統合させていくことに貢献するツール、産業界においてニーズと重要性が高まっている大規模計算のためのツールともなり、a. の観点も含め、世界最高水準のスーパーコンピューティング技術は国家の競争力の源泉である。
- c. 我が国では、「京」が戦略分野を中心に成果を上げつつあり、平成 23 年にはシリコン・ナノワイヤの第一原理計算で、平成 24 年にはダークマター粒子の宇宙初期における重力進化の計算で、2 年連続ゴードン・ベル賞を受けているほか、分子レベルからの心臓の詳細なシミュレーションや、ものづくりの設計・開発の大幅な効率化などで画期的な成果を創出している。このように、現在でも「京」の利活用が進んでいるところではあるが、副作用の予測も含めた効率的な新薬の設計や、地震・津波・複合災害・避難・復興対策などを統合した防災・減災対策の実現など、「京」の能力を持ってしても解決困難な社会的・科学的課題もいまだ多い。したがって、それらの課題解決に貢献できるようなさらに能力の高いスーパーコンピューティング技術を開発する本プロジェクトは、我が国の計算科学技術及び計算機科学技術全体を発展させて国際的にも当該分野の優位性を維持するのみならず、行政施策決定の迅速化・高度化や経済的価値の創出などに貢献することが期待される。
- d. 本プロジェクトは、国際的にスーパーコンピュータの自主開発が拡大する中で、我が国としても必要な技術や経験を継承・発展させ、それを支える人材を育成・確保していくことが期待される。
- e. また、我が国は、「京」の開発により、高性能なプロセッサやネットワーク、優れた省電力機構などの技術を獲得したことから、世界最高水準のスーパーコンピューティング技術を開発する本プロジェクトは、我が国IT産業の競争力を高めるのみならず、国内産業への様々な波及効果を有することが期待される。
- f. さらに、本プロジェクトでは、ハードウェアの開発と協調的にアプリケーションを開発することにより、世界最高水準のスーパーコンピュータの能力を最大限活用して社会的・科学的課題の解決に資する成果を迅速に創出することが期待され、また、アプリケーション開発に係る技術の継承や人材の育成、開発したアプリケーションの商用展開も期待される。

以上のことから、本プロジェクトは、新しい知の創出、研究開発の質の向上、実用化・事業化、行政施策への反映、人材の養成及び知的基盤の整備の観点から十分に意義があると考えられる。

(3) 効率性

- a. 文部科学省では平成 18 年度から「京」の開発・整備を推進してきており、「京」は平成 23 年 11 月に世界に先駆けて 10 ペタフロップスを達成し、数多くの研究者による利用が進んでいる。したがって、我が国には「京」の開発・利用の過程で蓄積した技術・経験・人材やアプリケーションがあり、それらを活用した効率的なプロジェクトの推進や成果の創出が可能である。
- b. 本プロジェクトでは、その計画・立案段階において、エクサスケールスーパーコンピュータの開発主体候補(現在は独立行政法人理化学研究所)が提示する、解決すべき社会的・科学的課題とそれに必要な仕様、国内外の技術動向、開発体制、独自開発すべき要素技術、下方展開した場合の競争力、開発スケジュール、開発コスト等を有識者が精査した上で開発主体を決定するプロセスを設けることで、効率的な推進を担保している。
- c. エクサスケールコンピューティングの実現に向けては、平成 24、25 年度の 2 年間で、5～10 年後を見据えた技術的知見を得ることを目的とした「将来の HPCI システムのあり方に関する調査研究」を実施しており、エクサスケールコンピューティング環境におけるアプリケーション側のニーズの把握と、それに適したシステム構成の検討を進めている。今後、当該調査研究の結果を本プロジェクトの計画に反映させることで、効率的な推進が可能である。
- d. 本プロジェクトでは、ハードウェアの開発と協調的に様々なアプリケーションを開発することにより、世界最高水準のスーパーコンピュータの能力を最大限活用して社会的・科学的課題の解決に資する成果を効率的に創出することが期待される。
- e. 本プロジェクトは、その検討段階及びプロジェクト開始後も、多様なユーザーで構成される HPCI コンソーシアムの意見を踏まえつつ、有識者で構成される HPCI 計画推進委員会の評価を受けながら進めることから、b. に掲げた項目やユーザーニーズの状況に応じた効率的なプロジェクト管理が可能である。

以上のことから、本プロジェクトは、計画・実施体制、目標・達成管理の向上方策、費用構造や費用対効果向上方策及び研究開発の手段やアプローチにおける妥当性が十分にあると考えられるが、技術的变化・国際的状況変化等への対応方策は引き続き検討していく必要がある。

9. 総合評価

- a. 世界最高水準のスーパーコンピューティング技術は競争力の源泉たる国家の基幹技術であり、また、国際的にもスーパーコンピュータやアプリケーションの自主開発が拡大している。そのような状況の中で、本プロジェクトは、我が国の計算科学技術インフラを発展させ、科学技術の振興、産業競争力の強化、安全・安心の国づくり等の実現に貢献するとともに、我が国として必要な技術や経験の継承・発展及びそれを支える人材の育成・確保、さらには広い意味での安全保障にも貢献するものであることから、国として着実に推進することが適当である。

ただし、相当額の国費が投入されるプロジェクトなので、その内容、必要性、期待される成果等について、引き続き、合理的かつ分かりやすい説明に努める必要がある。

- b. ハードウェアの開発のみならず、当該ハードウェアを最大限活用して様々な社会的・科学的課題の解決に貢献するアプリケーションの開発を協調的に進めることで、相当額の国費が投入されるプロジェクトとして、その成果を国民に見える形で早期に創出していく必要がある。
- c. 本プロジェクトを開始するに当たっては、開発主体候補の提案を引き続き精査し、また、「将来の HPCI システムのあり方に関する調査研究」の結果等も踏まえ、現段階で最善の選択をすることは当然のことであるが、スーパーコンピューティングの分野は技術的な進展が早いいため、プロジェクトの推進に当たっては、解決すべき社会的・科学的課題とそれに必要な仕様、国内外の動向、開発体制、自主開発すべき要素技術、下方展開した場合の競争力、開発スケジュール、開発コスト、コスト/パフォーマンス等について引き続き検討を続け、HPCI コンソーシアム等のユーザーをはじめとして幅広い意見を踏まえながら、当該検討事項について段階ごとに HPCI 計画推進委員会の評価を受ける必要がある。