

総合科学技術会議が実施する
国家的に重要な研究開発の評価

「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)」
の評価結果

平成 25 年 12 月 17 日

総合科学技術会議

目次

1.	はじめに.....	1
2.	評価の実施方法	2
2.1.	評価対象の概要	2
2.2.	評価目的.....	2
2.3.	評価方法.....	3
3.	評価結果	6

参考1 評価専門調査会 名簿

参考2 評価検討会 名簿

参考3 審議経過

1. はじめに

総合科学技術会議は、大規模な研究開発その他の国家的に重要な研究開発について、国の科学技術政策を総合的かつ計画的に推進する観点から、自ら評価を行うこととされている(内閣府設置法第26条)。

このため、総合科学技術会議では、新たに実施が予定される国費総額が約300億円以上の研究開発について評価を行い、その結果を公開するとともに、評価結果を推進体制の改善や予算配分に反映させることとしている。評価にあたっては、あらかじめ評価専門調査会が、必要に応じて専門家・有識者の参加を得て、府省における評価の結果も参考に調査・検討を行い、総合科学技術会議はその報告を受けて結果のとりまとめを行うこととしている。

「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)」は、平成26年度予算概算要求において、文部科学省が新たに実施することとした事業であり、平成26年度から平成31年度までの6年間に国費総額約1200億円を見込む大規模研究開発である。総合科学技術会議では、評価専門調査会において当該研究開発に係る分野の専門家・有識者を交えて実施した調査・検討を踏まえ、評価を行った。

総合科学技術会議は、本評価結果を関係大臣に通知し、実施計画や推進体制の改善、予算配分への反映を求めるとともに、評価専門調査会において、その実施状況のフォローアップを行うこととする。

2. 評価の実施方法

2.1. 評価対象の概要

○名称：『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）』

○実施府省：文部科学省

○実施期間及び予算額：

平成 26 年度から平成 31 年度まで。

国費総額 約 1200 億円。

平成 26 年度予算概算要求額 約 30 億円。

○事業内容：

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・整備し、科学技術振興、産業競争力強化、安全・安心の国づくり等を実現する。

具体的には、様々な社会的・科学的課題の解決に資する演算性能1エクサフロップス（「京」の約100倍）レベルのスーパーコンピュータの開発・整備及びそれを活用するためのアプリケーションの開発を行い、平成32年（2020年）頃までに運用を開始する。

2.2. 評価目的

総合科学技術会議は、国の科学技術政策を総合的かつ計画的に推進する観点から、評価結果を関係大臣に通知して当該研究開発の効果的・効率的な遂行を促進することを目的に評価を実施する。

2.3. 評価方法

(1) 評価検討会の設置

評価に必要な調査・検討を行うため、評価専門調査会[参考 1]から有識者議員 2 名、専門委員 3 名を指名するとともに、外部より当該分野の専門家・有識者 5 名の参加を得て、評価検討会を設置した[参考 2]。

有識者議員と専門委員の指名及び外部の専門家・有識者の選任においては、評価専門調査会長がその任に当たった。

(2) 評価時期

評価結果を推進体制の改善や予算配分に反映させる必要があるため、予算概算要求提出後、調査・検討を開始し、年内に評価結果を得ることとした[参考 3]。

(3) 調査・検討方法

ア. 過程

- ・ 第 1 回評価検討会において、イ. の調査・検討項目に基づき、文部科学省からの聴取及び質疑を行うとともに、評価の視点を踏まえた討議を行った。検討会后に、評価検討会委員からの追加質問項目への対応について、文部科学省に依頼した。
- ・ 第 2 回評価検討会において、追加質問項目についての文部科学省からの聴取及び質疑を行うとともに、論点を踏まえた評価案作成に向けての討議を行った。
- ・ 第 1 回、第 2 回評価検討会での調査・検討内容及び評価検討会委員からの評価コメントを踏まえ、評価結果原案(評価に係

る調査・検討結果)を作成した。

- ・ 評価専門調査会において、評価結果原案(評価に係る調査・検討結果)に基づく討議を行い、評価結果案をとりまとめた。

イ. 調査・検討項目

評価検討会においては、(1)の依頼項目について文部科学省から説明を受け、(2)の調査・検討に係る基本的な項目に加え、評価対象事案に応じた評価の視点を明示し、調査・検討を実施した。

(1)依頼項目

- ①名称
- ②実施期間、全体事業費、平成26年度予算概算要求額
- ③目的(背景、意義、効果など)
- ④科学技術基本計画における位置付け等
- ⑤実施内容と目標(具体的な実施内容と達成目標、期待する成果など)
- ⑥年次計画(具体的な実施内容、事業費の内訳など)
- ⑦実施体制、推進体制(役割、権限、責任など)
- ⑧研究開発評価(評価者・評価体制、実施目的、実施時期、事前評価の結果など)
- ⑨関係施策・事業との関係

(2)調査・検討に係る基本的な項目

- A. 社会・経済上の意義
社会・経済上の目的・意義・効果等。
- B. 科学技術上の意義
科学技術上の目的・意義・効果等。

C. 国際関係上の意義

国益上の意義・効果、国際貢献・役割分担等。

D. 計画の妥当性

目標・期間・予算・体制・人材面等からの妥当性。

E. 運営等

事前評価の実施状況、評価結果の反映の仕組み等。

ウ. その他

評価検討会は非公開としたが、資料は公表に適さないとされた部分を除き検討会終了後に公表。また、議事概要については発言者による内容確認後に非公表情報、発言者の氏名を除き公表。

3. 評価結果

(1) 総合評価

「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)」は、我が国における科学技術の振興、産業競争力の強化、安全・安心の国づくり等を実現するため、平成32年(2020年)頃までに様々な経済・社会的、科学的課題の解決に資する演算性能1エクサフロップス級のスーパーコンピュータの開発・整備とともに、それを活用するためのアプリケーション・ソフトウェアの開発を行うものである。

我が国においては、10ペタフロップス級の演算性能を持つスーパーコンピュータ「京」の共用が2012年9月に開始され、戦略分野を中心に成果を挙げつつある。

その性能を最大限活かしたシリコン・ナノワイヤーの電子状態の計算やダーク・マター粒子の重力進化過程のシミュレーションといった利用研究の成果が2年連続でゴードン・ベル賞を受賞するなど、国際的にも評価されるインパクトのある研究成果が得られている。

また、心臓疾患の治療法開発に貢献する分子レベルからの心臓の精密なシミュレーションや、高度な地震・津波の予測シミュレーション等の利用研究が進められている。

我が国の国家基幹技術に位置づけられる世界最高水準のスーパーコンピュータは、理論、実験と並ぶ科学技術の第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、我が国の競争力の源泉となる先端的な研究成果を生み出す研究開発基盤である。

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てイノベーション創出の拠点を形成し、産業競争力の強化、科学技術の振興に貢献することが期待されるものである。

また、我が国における世界最高水準のスーパーコンピューティング技術の継承・発展とそれを支える人材の継続的な育成・確保を図る必要があることに加え、ハードウェアとソフトウェアの協調による設計開発により競争力のある計算機システムを構築していくためには、ハードウェア技術の内部を熟知している必要があることから、我が国においてCPU等の核となる技術の自主開発は必須である。

さらに、技術の継承・発展や人材の育成・確保と併せて、我が国における先端的研究の飛躍的な推進を図る観点から、最先端のスーパーコンピュータの切れ目のない開発が重要である。

他方、国際的に見ても、米欧中をはじめとする世界各国で、2020年頃のエクサスケールコンピューティングの実現を目指した国主導での研究開発が活発に推進されており、こうした国際競争環境の下で、我が国においてもこれに立ち遅れることなく研究開発を進める必要がある。

以上のことから、本プロジェクトは実施する意義や必要性が高く、国として主導的に取り組むべきものと判断される。

なお、本プロジェクトの実施に当たっては、以下の指摘事項を踏まえた対応を求めるものである。

(2) 指摘事項

① ターゲットアプリケーションおよび開発目標等の設定について

本プロジェクトにおいては、開発目標として、「京」の100倍のアプリケーション実効性能を目指すこと、また、消費電力について30～40MWを実現することを想定しており、今後、経済・社会的あるいは科学的な課題を解決するためのアプリケーションの中から、目標性能を検証するためのものを選定することとしている。

ニーズを踏まえた経済・社会的、科学的課題の抽出を進め、新たなスーパーコンピュータの応用を図るべき分野について「計算科学ロードマップ」にとりまとめているが、目標性能の検証に用いるべきアプリケーションの絞り込みは、現段階ではなされていない。

このため、総花的な目標設定とならないよう、重点的な応用分野を早急に明確にし、ターゲットアプリケーションを設定した上で開発を進めるべきである。

ターゲットアプリケーションの設定を踏まえ、適切に性能を評価できる実効性の高いベンチマークを設定するとともに、現段階で想定しているアプリケーション実効性能に関する目標の具体化を図る必要がある。

また、ソフトウェアの利用環境等の使いやすさ、信頼性等、ユーザーサイドの観点からの目標や開発スペックの設定についても検討を行うべきである。

併せて、活用の効果を踏まえたアウトカム指標による目標設定についても検討が望まれる。

②システム構成および工程表の具体化について

現段階では、汎用部と演算加速部からなるシステムの構成が検討されているが、今後ターゲットとするアプリケーションの絞り込みを行った上で、Co-design(協調設計)の考え方にに基づき、システム構成についての検討を進めることが求められる。

こうしたターゲットアプリケーションや開発目標、システム構成の明確化を踏まえ、目標達成に向けて、現在検討がなされている工程表の更なる具体化を図るとともに、その実現可能性や、目標達成に向けた有効性の観点からの検証が必要である。

また、工程表の具体化に際しては、中間目標(マイルストーン)の適切な設定を図るとともに、全体の事業費についても、厳しい財政状況を踏まえ、開発投資の効率化の観点から適切なものとなるよう、費用対効果の観点も踏まえた十分な精査が必要である。

一方、社会環境、技術動向の想定外の変化に機敏に対応できるよう、工程等の機動的な見直しができる体制を確保することが望まれる。

加えて、開発されたスーパーコンピュータの共用後における機能拡張性(スケーラビリティ)を考慮した設計とすることが妥当かどうかについて、技術面のみならず、消費電力やコスト等の観点も踏まえた検討を行うことが望まれる。

更に、成果物としてのアーキテクチャの産業分野での製品展開等を促進するため、いかにダウンサイジングに耐えられる構造となるよう設計を行うかについて、技術面のみならず、コスト等の観点も踏まえて検討することが望まれる。

③Co-design に基づく開発の推進体制について

本プロジェクトでは、Co-design の考え方に基づき、アーキテクチャ設計開発、システム・ソフトウェア設計開発、アプリケーション設計開発およびプログラミング環境設計開発を協調させ、相互に設計開発内容のフィードバックを図りながら進めることとしている。

現段階において示されている Co-design の考え方は概念レベルのものであり、それを進めるための体制やオペレーション方法については現在検討中であるとされている。効果的・効率的な設計開発を進めるため、適切な体制やオペレーション方法の具体化を早急に図る必要がある。

④共用後の広汎な利活用の促進

スーパーコンピュータの開発により、我が国における科学技術の振興、産業競争力の強化に貢献することが重要であり、開発されたスーパーコンピュータについて、学术界のみならず産業界も含めた幅広い利活用を確保することが重要である。

このため、応用分野ごとに必要とされる演算手法の類型を整理し、それらへの適用可能性を予め分析し、研究開発内容に反映させるなど、ターゲットアプリケーション以外のアプリケーションへの適用性についても十分考慮しつつ研究開発を進めることが適当である。

特に、我が国の産業競争力の強化を図るため、具体的な産業応用の姿や、それによる効果の波及の道筋を予め明確にしておく必要がある。

また、スーパーコンピュータ「京」の共用に際しては、その性能を最大限に活用しつつ重要な課題に優先的に取り組むべく、「戦略プログラム利用枠」、「産業利用枠」を含む「一般利用枠」等の計算資源配分枠を定めるなど、戦略的な利活用が図られている。

本プロジェクトで開発するエクサスケール・スーパーコンピュータについても、共用後の HPCI (High Performance Computing

Infrastructure) の枠組みの中での位置づけ、大学等が保有するスーパーコンピュータとの役割分担、計算資源配分枠の考え方等、効果的な利活用のあり方について、予め明確にしておく必要がある。

⑤人材育成の取組

本プロジェクトでは、スーパーコンピュータ「京」の開発により得られた資産を活用しつつ、理化学研究所の計算科学研究機構を軸として、インターンシップ制度や企業からの研究者の受け入れにより、開発を通じた人材育成に取り組むことが想定されている。

また、Co-design の推進により、例えば、アーキテクチャとアプリケーションの設計開発に携わる者が密接に連携することにより、計算機科学と計算科学の双方に精通した人材の育成が進むことも期待される。

今後の我が国におけるスーパーコンピューティング技術の維持・向上を図りつつ、その十分な利活用による開発効果の最大化を図るため、Co-design の推進による人材育成の効果も考慮しつつ、ハードウェア、システム・ソフトウェア、アプリケーション・ソフトウェアの開発、運用やユーザーへのサポート等、様々な分野での人材育成に向けた具体的な取組を進める必要がある。

⑥その他

本プロジェクトにおいては、高性能スーパーコンピュータに関するベンチマークについて検討を進めることとしているが、その国際標準化に向けた取組は重要であり、我が国が先導して進める必要がある。

本プロジェクトにより生み出される研究成果に係る知的財産権の取扱や、ベンチマークや開発仕様等の国際標準化については、あらかじめ取組方針を明確にするとともに、専門家を交えた体制を構築するなど、戦略的に進めることが必要である。

本プロジェクトは、多額の国費を投じて実施するものであることから、幅広い層の国民からの支持が得られるよう、プロジェクトの意義や必要性、さらには将来のビジョン等も含め、説明責任を果たしていくことが重要である。

なお、本プロジェクトについては、その必要性や意義を踏まえ基本設計を実施することが適当であるが、ターゲットアプリケーションや開発目標の設定、これらを踏まえた全体事業費の精査を含めた工程表の具体化等、今後明確にすべき事項があるため、平成26年秋頃を目途に総合科学技術会議において評価を実施することとする。

《参考資料》

(参考 1) 評価専門調査会 名簿

(参考 2) 評価検討会 名簿

(参考 3) 審議経過

(参考 1) 評価専門調査会 名簿

(議員:4名)

会長	久間 和生	総合科学技術会議議員
	原山 優子	同
	橋本 和仁	同
	平野 俊夫	同

(専門委員:18名)

相澤 彰子	国立情報学研究所コンテンツ科学研究系教授
天野 玲子	鹿島建設株式会社知的財産部長
石田 東生	筑波大学システム情報系社会工学域教授
伊藤 恵子	専修大学経済学部教授
射場 英紀	トヨタ自動車株式会社電池研究部部長
上杉 邦憲	独立行政法人宇宙航空研究開発機構名誉教授
上野 裕子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 主任研究員
長我部 信行	株式会社日立製作所中央研究所所長
河合 誠之	東京工業大学大学院理工学研究科教授
白井 俊明	横河電機株式会社常務執行役員 イノベーション本部長
高橋 真理子	朝日新聞編集委員
竹中 章二	株式会社東芝執行役常務待遇 スマートコミュニティ事業統括部首席技監
玉起 美恵子	アステラス製薬株式会社研究本部研究推進部課長
中村 崇	東北大学多元物質科学研究所教授
福井 次矢	聖路加国際病院院長、京都大学名誉教授
松岡 厚子	独立行政法人医薬品医療機器総合機構 規格基準部テクニカルエキスパート
松橋 隆治	東京大学大学院工学系研究科教授
村越 千春	株式会社住環境計画研究所取締役最高顧問研究員

平成 25 年 12 月 17 日現在

(参考2) 評価検討会 名簿

久間 和生	総合科学技術会議 議員
原山 優子	総合科学技術会議 議員
相澤 彰子	評価専門調査会 専門委員
射場 英紀	評価専門調査会 専門委員
座長 白井 俊明	評価専門調査会 専門委員
木槻 純一	三菱電機株式会社 開発本部 開発業務部長
高井 昌彰	北海道大学 情報基盤センター長
富田 眞治	京都大学物質-細胞統合システム拠点 特定拠点教授/事務部門長
西島 和三	持田製薬株式会社 医薬開発本部専任主事
古村 孝志	東京大学大学院情報学環総合防災情報研究 センター教授

(敬称略)

(参考3) 審議経過

- 9月5日 評価専門調査会
評価検討会の設置、スケジュールの確認等
- 10月10日 第1回評価検討会
文部科学省から聴取、質疑、評価の視点に基づく討議
評価の視点
⇒追加質問項目をとりまとめ、文部科学省へ対応を依頼
⇒委員からの評価コメントに基づき評価の論点を整理
- 10月30日 第2回評価検討会
文部科学省からの追加質問項目に対する回答の聴取、
質疑、評価の論点に基づく討議
⇒調査・検討結果のとりまとめ
- 11月20日 評価専門調査会
評価に係る調査検討結果の報告、評価結果原案の検討
⇒評価結果案のとりまとめ