

「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」 評価結果(原案)

平成 25 年 11 月 20 日
評価専門調査会

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」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、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課題を解決するために使用される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。

また、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の可能性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に設計するかについて、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る「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、日本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、本プロジェクトの実施にあたっては、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、これらが具体化された段階において総合科学技術会議において評価を実施することとする。