

# 「フラッグシップ 2020 プロジェクト(ポスト「京」の開発)」

## 評価結果(原案)

### (評価検討会調査検討結果)

平成 26 年 11 月 26 日

評価専門調査会

## 1. 評価の背景および目的

総合科学技術・イノベーション会議においては、本プロジェクトについての事前評価を平成 25 年 12 月に実施している。

評価結果において、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たとした上で、実施に当たっての指摘事項を示すとともに、特に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、早期に明確にすべき事項が残されていることを踏まえ、平成 26 年秋頃を目途に、総合科学技術・イノベーション会議において評価を行うこととした。

今回の評価は、この事前評価結果を踏まえて実施した。

事前評価実施後に進められたシステム構成の見直し等の検討結果も踏まえ、見直し後の内容において改めて意義・必要性が十分であるか、開発目標等が妥当なものであるかどうかの確認を行うとともに、事前評価における指摘事項への対応状況を確認し、問題点の有無について検証を行った。

## 2. 評価結果

### (1) 意義・必要性

昨年度実施した事前評価結果において、我が国における国家基幹技術であ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こと、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等から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たとした。

事前評価実施後においてシステム構成の見直し等が行われたが、汎用部および演算加速部からなる構成から汎用部のみの構成としたことで、理論ピーク演算性能は見直し前のシステムにおける想定(1エクサフロップス級)を下回るものの、見直し後の開発目標や実施計画内容は、世界最高水準の汎用性のあるスーパーコンピュータの実現を目指すものであり、技術の継承や人材の育成等の観点から継続的なスーパーコンピューティング技術の開発が重要であることも踏まえれば、プロジェクトの意義・必要性は認められる。

また、事前評価実施後に、応用を図るべき重点課題分野の選定が行われたことで、ポスト「京」の開発によりもたらされることが期待されるアウトカムが概ね示されているものと認められる。

今後においても、スーパーコンピュータ開発の意義・必要性や有効性について、広く一般国民も実感できるよう、アウトカムの更なる具体化、明確化が望まれる。

## (2) 目標等の妥当性

本プロジェクト全体の開発目標について、重点課題のターゲットアプリケーションの実効性能に関し、最大で「京」の100倍を目指すとともに、消費電力については30～40MWにすることとしている。

我が国の競争力等の源泉となる最先端の成果を創出するための世界最高水準の汎用的な計算機システムの開発に対応した開発目標が設定されているものと認められる。

他方、本プロジェクトと並行して、我が国におけるスーパーコンピューティング技術開発の将来を展望し、国際競争力のある計算機システムの継続的な開発を可能とするためのより長期的な開発戦略について、競争力を飛躍的に発展させる技術的ブレイクスルーの必要性も含め、検討を進めることが望まれる。

事前評価における指摘事項のうち、重点的な応用分野の明確化については、平成26年度上半期に「ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題についての検討委員会」を設置して検討を進め、9つの重点課題と、新たに取り組むべきチャレンジングな課題である4つの萌芽的課題を設定した。

我が国において社会的・科学的な課題解決の必要性や、汎用的な計算機システムを目指すといった方向性を踏まえたものと認められる。

また、今後の具体的な Co-design の実施におけるターゲットアプリケーション間での調整や、供用後の利活用における資源配分に向けて、重点課題の重みづけの必要性についての検討が求められる。

ターゲットアプリケーションの設定については、選定された重点課題毎に要となる計算手法に係るアプリケーションを一つずつ設定すること、それに基づく Co-design が可能であること、全アプリケーション群で計算科学的手法の網羅性を有するものであること等の考え方が示されている。

現時点では重点課題毎のターゲットアプリケーション候補が示された段階にあるが、重点課題の実施代表機関の選定の後に、上記の考え方や代表機関の意見等を踏まえ、見直し等を行った上でターゲットアプリケーションを決定することとしており、概ね適切な方針に基づき進められているものと認められる。

アプリケーションの実効性能に係る目標については、システム構成等の見直しも踏まえた上で、ターゲットアプリケーション候補に対応したものが概ね示されている段階にある。

今後、ターゲットアプリケーションの決定後に、これらに対応した実効性能に係る目標を決定し、さらに、重点課題の実施機関の選定後にアウトカムに係る成果目標を設定することとしている他、ターゲットアプリケーションの効率的実行に不可欠となるシステムソフトウェアに関する開発目標を示している。

また、利便性、信頼性等、ユーザーサイドの観点からの目標設定に関して、CPU コア 1,000 万基以上の超並列の条件下において、並列プログラミングを容易とするためのプログラミング言語等の開発や、効率的並列実行・大規模 I/O 処理が可能なシステムソフトウェアの開発等により、利用環境の向上を図ることとしている。併せて、既存のオープンソフトウェアと親和性の高いシステムソフトウェアの開発とオープンソース化、さらには国際連携を進めることとしている。

特に、ポスト「京」においては、「京」よりもノード数が増え、故障発生頻度も比例して増大すると恐れがあることから、プロセッサ等の信頼性の一層の向上に向けた更なる取組の充実が必要である。

### (3)実施内容や工程表等の妥当性

事前評価段階においては汎用部および演算加速部からなるシステム構成が想定されていたが、フィージビリティスタディを踏まえた概念設計評価の結果、演算加速部については当初の想定よりも開発・製造コストが高くなること、これを有効活用できるアプリケーションが限られることを踏まえ、汎用部のみのシステムに見直された。

投入できる資源の制約も踏まえた費用対効果の観点、我が国におけるフラグシップシステムとして様々な課題に対して先端的な成果を生み出すための汎用性確保の観点を踏まえ、見直しを図られたものと認められる。

工程表の具体化に関して、Co-design によるものも含め、開発プロセスや各々の評価段階における評価内容が示されている。

個々の研究開発プロセスに係るマイルストーンや、達成度や成果を評価するための指標の設定について、今後充実を図ることが必要である。

事業費については、今後の研究開発内容の具体化を踏まえた資金計画の更なる精査に加えて、供用後の運用費用の低減化の取組が求められる。

開発されたスーパーコンピュータの供用後における機能拡張性(スケーラビリティ)に関しては、ボード交換等により、ポスト「京」のさらに次の世代の 7nm 半導体プロセスに基づく CPU にアップグレードが可能な設計としていると認められるが、7nm プロセス開発の見通しを踏まえた実用性の確認が必要である。

また、開発された計算機技術に関する成果の下方展開・製品展開に関しては、「京」では考慮されなかった「ダウンサイジング可能な設計」を考慮するとされているが、引き続きこうした方向性での計画作成や実施の取組が求められる。

#### (4) 利活用と効果

事前評価実施後におけるシステム構成の見直しも踏まえ、汎用性の高いシステムの開発を進めることとしたことに加え、ターゲットアプリケーションの選定において様々な計算科学手法に対する網羅性の確保に留意することとしているなど、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の広がりについても考慮されていると認められる。

また、ポスト「京」の開発・製造を経た供用後における運用を想定し、「京」での実績・経験を踏まえ、産業利用枠の拡大も含め、現段階で想定される資源配分枠が示されている。

今後、「京」を含めた我が国全体の HPCI の枠組みでの利活用における現状の把握や問題点等の分析を行い、他のスーパーコンピュータとの役割分担等も含め、今後の利活用のあり方を具体化することが重要である。

## (5) マネジメント体制・内容の妥当性等

事前評価実施後において、理化学研究所が開発主体に決定し、計算科学研究機構(AICS)におけるシステム開発体制が構築された。

また、公募により開発参画企業が決定しており、引き続き、代表機関を含む重点課題実施機関を選定する予定としている。

委員会等の全体推進機関の下で、AICS 及び開発参画企業が協調し、重点課題分野に係るコミュニティの研究者の参画も得ながら、重点課題実施機関との Co-design を推進するための体制が示されている。

しかしながら、Co-design においては、複数の重点課題に係るアプリケーションサイドの意見をシステム開発に適切に反映することが求められるが、既にシステムに関する研究開発のフェーズに進んでいる中で、Co-design に基づくオペレーションの実効性が明確となっているとは認め難い。

これを踏まえ、また、複数のターゲットアプリケーションを対象とした Co-design については前例が少なく、今後につながるノウハウとする観点からも、有効なオペレーション方法を早急に明確化し、ドキュメントとしていくといった取組が求められる。

また、文部科学省におけるプロジェクト推進本部の設置や、文部科学省、理化学研究所、開発参画企業による三者会議の設置等、実施府省も含めたマネジメント体制が検討されているが、社会環境、国内外の技術動向の想定外の変化を適切に把握し、必要な見直しについての意思決定等を行うといった実質的なマネジメント機能の確保が必要である。

さらに、本プロジェクトにおいては、CPU 製造の海外委託を想定しているが、製造歩留りの確保や核となる CPU の設計技術の海外流出防止等、想定されるリスクへの十分な対応策が必要である。

ポスト「京」では 10nm プロセスの半導体技術が開発され利用可能となることを想定しているが、この技術開発が想定どおりとならない場合のリスクヘッジに関し、最悪の事態も想定したシナリオが必要である。

人材育成の取組については、プロジェクトにおける研究開発等を通じた育成の効果を見込むとともに、「京」の開発プロジェクトでの取組を概ね継承した取組内容が想定されている。特に、Co-design による計算科学技術者やアプリケーション開発者等の共同研究を通じた人材育成が期待される。

「京」のプロジェクトにおける取組の有効性や課題等を分析した上で、今後の取組内容の具体化を図ることが望まれる。

知的財産権の取扱についての基本的な方針が示されるとともに、日米科学技術協力協定の下に「スーパーコンピュータに関する協力取極」を締結し、システムソフトウェアの開発に関する協力とともに、その成果の国際標準化の推進を図ることとしている。

性能評価に係るミニアプリに関するものも含め、国際標準化の取組が進められているものと認められる。

本プロジェクトの成果に関する知的財産権の帰属等に関してのルールが示されているが、開発参画企業における自らの開発投資に関わる受益の観点のみならず、成果の国全体での最大限の利活用を図る観点から、その取扱についての検討が望まれる。

## (6) その他

本プロジェクトにおいては、今後、システムの開発とともに製造に向けた詳細設計が進められる予定であるが、システム開発の進捗状況に加えて、開発目標の達成に向けた有効性、実現可能性等の観点から妥当な設計内容となっているかについて、大規模な投資を伴う製造段階への移行の前に確認を行う必要がある。

また、海外におけるスーパーコンピューティング技術の開発動向や、10nm の半導体プロセスの研究開発動向も含め、国内外における情勢変化や、それに伴う開発目標や研究開発内容の見直しの必要性についても確認が必要である。

こうした観点から、評価専門調査会において、まず 2015 年度に文部科学省における基本設計評価結果の聴取と内容の確認を行い、また、製造に向けた詳細設計の内容が定まる前段階の 2016 年度においてフォローアップを実施し、今回の評価結果における指摘事項への対応状況の確認に加え、詳細設計内容の妥当性あるいは見直しの必要性等の確認を行う。

また、評価専門調査会において、製造段階への移行の前年度に実施される文部科学省による中間評価結果の確認を行い、中間評価の実施の必要性について判断することとする。

### 3. まとめ

#### ○総合評価

- ・システム構成等の直し後の開発目標や実施計画内容においても、世界最高水準の汎用性のあるスーパーコンピュータの実現を目指すものであり、技術の継承や人材の育成等の観点から継続的な開発が重要であることも踏まえ、プロジェクトの意義・必要性は認められる。
- ・重点課題毎のターゲットアプリケーションの実効性能に関し、最大で「京」の 100 倍を目指す等、世界最高水準の汎用的な計算機システムの開発に対応した開発目標が設定されていると認められる。
- ・計算機システムの汎用性の確保の観点も含め、ターゲットアプリケーション設定の考え方が示され、ターゲットアプリケーション候補が設定されている等、概ね適切な方針に基づき進められていると認められる。

#### ○指摘事項

- ・応用を図るべき重点課題分野の選定が行われたが、スーパーコンピュータ開発の意義・必要性や有効性を広く一般国民も実感できるよう、アウトカムの更なる具体化、明確化が望まれる。
- ・本プロジェクトと並行して、我が国におけるスーパーコンピューティング技術開発の将来を展望し、国際競争力のある計算機システムの継続的な開発を可能とする技術的ブレイクスルーの必要性等、さらに長期的な開発戦略についての検討が望まれる。

・ユーザーサイドの観点からの目標設定に関して、「京」よりもノード数が増え、故障発生頻度も比例して増大すると考えられることから、プロセッサ等の信頼性向上のための取組が重要である。

・事業費に関して、資金計画の更なる精査、さらに、供用後の運用費用の低減化の取組が求められる。

・Co-design において、複数の重点課題に係るアプリケーションサイドの意見をシステム開発に適切に反映することが重要であり、そのための有効なオペレーション方法の明確化が必要である。

・CPU 製造の海外委託を想定しているが、製造歩留りの確保や核となる CPU の設計技術の海外流出防止等、想定されるリスクへの十分な対応策が必要である。

・ポスト「京」では 10nm プロセスの半導体技術が開発され利用可能となることを想定しているが、この技術開発が想定どおりとならない場合のリスクヘッジに関し、最悪の事態も想定したシナリオが必要である。

・知的財産権の帰属等のルールについて、成果の国全体での最大限の利活用を図る観点からの検討が必要である。

## ○その他

・評価専門調査会において、2015 年度の文部科学省における基本設計評価結果の確認を行うとともに、製造に向けた詳細設計の内容が定まる前段階の 2016 年度においてフォローアップを行い、また、文部科学省における中間評価結果(2017 年度を想定)を確認し、総合科学技術・イノベーション会議における中間評価の実施の必要性を判断する。



## 《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:5名)

会長	久間 和生	総合科学技術・イノベーション会議議員
	原山 優子	同
	小谷 元子	同
	橋本 和仁	同
	平野 俊夫	同

(専門委員:19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	独立行政法人防災科学技術研究所審議役
石田 東生	筑波大学システム情報系社会工学域教授
射場 英紀	トヨタ自動車株式会社電池研究部部長
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理事、ヘルスケア社CTO
門永 宗之助	Intrinsics 代表
河合 誠之	東京工業大学大学院理工学研究科教授
北村 隆行	京都大学大学院工学研究科教授
斎藤 修	千葉大学大学院園芸学研究科教授
白井 俊明	横河電機株式会社フェロー
竹中 章二	株式会社東芝コミュニティ・ソリューション社 執行役常務待遇首席技監
玉起 美恵子	アステラス製薬株式会社研究本部 研究統括部課長
西島 正弘	昭和薬科大学学長
福井 次矢	聖路加国際病院院長、京都大学名誉教授
藤垣 裕子	東京大学大学院総合文化研究科教授
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
安浦 寛人	九州大学理事・副学長

平成26年11月26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・イノベーション会議議員
原山 優子	総合科学技術会議・イノベーション会議議員
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
安浦 寛人	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 医薬開発本部課長、 東北大学 未来科学技術共同研究センター 客員教授
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

平成 26 年

9 月 12 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、  
委員からの評価コメントに基づき論点を整理

10 月 28 日 第 2 回評価検討会

文部科学省からの追加質問事項に対する回答の聴取、  
質疑、評価の論点に基づく討議

11 月 26 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