

「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータ の開発利用」のフォローアップ結果

平成18年10月5日
評価専門調査会

総合科学技術会議では、平成17年11月28日に「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用」の事前評価を実施した。評価結果については、関係大臣に意見具申し、推進体制の改善や資源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をフォローしていくこととした。

このため、今般、以下のとおりフォローアップを実施した。

1. 対象研究開発・担当府省

| 研究開発名 | 府省名 |
|--------------------------|-------|
| 最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用 | 文部科学省 |

2. フォローアップの方法

平成17年度に実施した事前評価の指摘事項に明記したとおり、平成18年夏頃を目途としてフォローアップを実施した。実施に当たっては、評価専門調査会の内部に外部から招聘した専門家・有識者を含む「フォローアップ検討会」を設置し、文部科学省よりヒアリングを行うことによって対応状況等を把握し、今後の研究開発の推進に資するよう、フォローアップ結果のとりまとめを行った。

3. フォローアップ結果

「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用」は、スーパーコンピューティング分野において今後とも我が国が世界をリードし、科学技術や産業の発展を牽引し続ける

ために、世界最先端・最高性能の汎用京速（京速＝10ペタFLOPS^{注1)}）計算機システムの開発・整備、スーパーコンピュータを最大限利活用するためのソフトウェア等の開発・普及、及び、これを中核とする世界最高水準のスーパーコンピューティング研究教育拠点の形成を行い、研究水準向上と世界をリードする創造的人材の育成を総合的に推進するもので、平成22年度稼動（平成24年度完成）を目指しているものであり、第3期科学技術基本計画に基づく分野別推進戦略（平成18年3月28日 総合科学技術会議）において国家基幹技術として位置付けられている。

事業費については、平成18年度予算額35億円、平成19年度概算要求額87億円、総事業費見込1154億円（7年間の国費総額）で実施されている。

平成17年度に実施した総合科学技術会議による事前評価で指摘された事項への対応状況について確認した結果、マネジメント体制の構築についてはメーカー、大学、研究所の三者による協力体制が確立され、ターゲットを明確にした開発の推進についてはターゲットアプリケーションが選定され、京速計算機システムの構成の最適化についてはシステム構成の練り直しが行われるなど、指摘に対応するべく積極的な取組が見られた。一方、一部の開発体制の確立、アーキテクチャ案の決定などについては作業の遅れが見られたため、取組結果を確認するには至らなかった。この検討作業の遅れは、フロントローディングの充実を図り、その一環としてシステム構成を基本に立ち返って検討し直すこととしたことによるものであり、文部科学省は、来春には概念設計を終了させるとともに、その後の開発スケジュールに遅れを生じさせないよう全力を挙げて取り組むべきである。

なお、概念設計が終了した後速やかに、今回取組結果を確認できなかった項目についての対応状況の確認と併せ、評価を実施する。

注1) ペタ： 10^{15} （1000兆）

FLOPS：floating-point operations per second
（浮動小数点演算の命令実行速度の単位）

(参考)

フォローアップの実施方法等の詳細

1. フォローアップの実施体制

評価専門調査会の内部にフォローアップ検討会を設置し、外部より専門家・有識者を招聘して調査・検討を行い、その結果を受けて評価専門調査会がフォローアップ結果をとりまとめた。

フォローアップ検討会の構成員の選任は評価専門調査会長が行った。なお、当該研究開発に従事している研究者または選任時点で従事することが予定されている研究者は排除するが、当該研究開発に係る評価委員会等の委員として関与している者については、当該評価等に関わることによって得られた識見がフォローアップに活かされることが期待されることから、フォローアップ検討会への参加を妨げないこととした。

2. 調査・検討の経過

【5月26日】第55回評価専門調査会

- ・フォローアップの対象、方法等の確認

【8月30日】第1回フォローアップ検討会

- ・文部科学省からのヒアリング、討議
⇒追加説明の要望事項等を回収し文部科学省に追加説明資料の作成を依頼

【9月11日】第2回フォローアップ検討会

- ・文部科学省からの追加ヒアリング、討議
⇒コメントを回収し事務局においてフォローアップ結果原案を作成
⇒フォローアップ結果原案を検討会委員に照会、最終的には座長一任によりフォローアップ結果案をとりまとめ

【10月5日】第59回評価専門調査会

- ・フォローアップ結果案に基づく審議、フォローアップ結果のとりまとめ

3. ヒアリング項目

- ① 研究開発の概要（目的、スケジュール等）
- ② 事前評価における以下の指摘事項等への対応状況

- A. マネジメント体制の構築について
- B. ターゲットを明確にした開発の推進について
- C. 京速計算機システムの構成の最適化について
- D. その他
 - ・ 開発投資の効率化について
 - ・ スーパーコンピューティング分野全体の長期的戦略、その下でのロードマップの作成状況について
 - ・ 計算資源の展開に関する中長期的計画の策定状況について
 - ・ 事前評価時以降の外部状況の変化について

（注）A, B, C は、事前評価にて今夏のフォローアップ実施を明記した項目

ヒアリングは、総合科学技術会議による事前評価における指摘事項のうち、上記②A, B, Cの項目に適切に対応したかの確認を基本として行い、Dの項目については状況の把握にとどめることとした。

4. 平成17年度の事前評価における指摘事項（総合科学技術会議による事前評価結果（平成17年11月28日）からの抜粋）

- ① ターゲットを明確にした開発の推進について

10ペタ FLOPS の計算性能を目標とした汎用の計算機を開発することは、スーパーコンピュータの広範な研究分野での利用や産業応用の拡大に向け重要であるが、単に汎用性に着目した計算機の開発を狙うのではなく、本プロジェクトにおいては当該計算機を使用して具体的に成果を出すことを目指すアプリケーションを設定し、開発を進めるべきである。

過去、数値風洞、CP-PACS、地球シミュレータでは、それぞれターゲットとするアプリケーションを特化して開発を行ったことにより、特化した分野だけでなくその他の多くのアプリケーションにおいても高い性能を得ることができた。しかしながら、本プロジェクトで提案されているグランドチャレンジとして示されたアプリケーションは、絞込みが必ずしも十分でなく、そこで期待される成果目標

や、実現のために計算機システムに要求される機能、性能等、明瞭でない部分がある。したがって、速やかに、具体的なターゲットとなるアプリケーションの設定を行うとともに、そのアプリケーションの開発責任者と基本ソフトウェア及び計算機システムの開発責任者が密接に連携し、定量的かつ挑戦的な目標を定め、開発を進めることが必要である。

計算機システムのハードウェアについては、産業への波及効果を明確に意図し、積極的な新技術開発への取組を行うことが必要である。本プロジェクトの提案では、先行する計算機関連の研究開発プロジェクトの成果を利用することを前提としているが、ターゲットとして定めたアプリケーションを実現するために必要な技術群を整理し、その中で、先行する研究開発プロジェクトの成果でカバーできない技術については、従来技術での対応だけでなく、積極的に新規の開発に取り組むことが必要である。

②京速計算機システムの構成の最適化について

提案された計算機システムの構成は現段階ではイメージであるとされており、「大規模処理計算機部」、「逐次処理計算機部」及び「特定処理計算加速部」の構成をとる必要性は、まだ明確になっていない状況である。

例えば、「大規模処理計算機部」を構成するベクトル計算機は、計算性能を上げるために高いメモリバンド幅を要すると考えられるが、その性能が経費的、設備規模的に見合わない可能性があること、スーパーコンピュータサイトTOP500からは、ベクトル計算機の占める割合は、近年、台数減、計算能力のシェア減の傾向にあることが伺えること、さらに、本計算機の目標性能も0.5ペタFLOPSと低いことから、国家プロジェクトとしてベクトル計算機の開発に本格的に着手する必要性が必ずしも明確となっていない。同様に、「逐次処理計算機部」についても、目標性能は1.0ペタFLOPSと低いため、国家プロジェクトとして開発に着手する必要性が必ずしも明確ではないという点が挙げられる。また、提案システムの中で「特定処理計算加速部」が計算性能の大部分を担う構成となっているが、この部分は、特定のアプリケーションに対応した処理を高速化することに主眼を置いたものであって、多くのアプリケーションには不向きなものになる可能性がないかという点についても、今後、明確にしていく必要がある。さらに、仮に本プロジェクトの提案のとおり、「大規模処理計算機部」、「逐次処理計算機部」、「特定処理計算加速部」の3部構成をとることとした場合、それらを密に結合する必然性が必ずしも明確でなく、したがって密な結合を担うこととしている「異機種間接続超高速インターコネクション部」を開発する必要性も明確ではない。

このため、ハードウェア、ソフトウェアの個々の具体的な設計を開始する前に、計算機システムの構成そのものを基本に戻って練り直し、最適化を行っておく必要がある。その際、ターゲットとするアプリケーションとシステム構成との関係を明確にしておくことが重要である。

ソフトウェア開発の面では、アプリケーションソフトウェアが計算機の構成に依存して開発される傾向があるという点から、計算機完成時におけるソフトウェアの世界的な動向に注意を払い、例えば、一般的な計算機との互換性を高める等、多大な開発資源の無駄を生じさせないよう考慮することも必要である。

運営コストの面では、年間約80億円の費用を運営主体への運営費交付金や利用課金制度の導入等によりまかなうという計画であるが、経費見積もりを厳格に行うとともに、コスト意識を高め、消費電力や保守費用等の削減を重視したシステム構成を検討することが必要である。

③開発投資の効率化について

約1000億円という莫大な予算を投入して行うプロジェクトであることから、効率的な投資を行い、投資額に見合った大きな成果を上げることが必要である。現段階の提案では、ターゲットとなるアプリケーションや取組むべき技術開発等の開発ターゲットが必ずしも明確でなく、京速計算機システムの構成も未確定であるため、フロントローディングを充実しつつ効率的に事業を遂行すべきである。この種の研究開発において当初よりすべてを明確にしておくことは困難であるとしても、速やかに概念設計に取組んで結論を得る必要がある。

また、ソフトウェアの開発に関しては、グリッドミドルウェアの開発に対し重点的に予算配分を計画しているが、ターゲットとするアプリケーションの実現が重要であり、そのソフトウェアの開発に膨大なマンパワーと時間を要すると考えられるため、新規に開発するスーパーコンピュータの基本ソフトウェア及びアプリケーションソフトウェアの開発にも重点を置くよう配分の見直しを検討すべきである。

④マネジメント体制の構築について

このような大規模な研究開発を効果的・効率的に推進し、より良い成果を生み出すためには、実効あるマネジメント体制を構築することが重要である。本プロジェクトにおいて解決すべき課題について責任を持って取組むためには、現在想定しているマネジメント体制は、戦略的に十分精緻化されているとは言い難い。特に、概念設計に着手していない状況で開始する本プロジェクトにおいては、確固たるマネジメント体制の構築なくしては、プロジェクトの完遂は不可能と考えるべきである。このため、整備主体と運用主体について、総括グループ

のプロジェクトリーダー、ソフトウェア開発グループリーダー、ハードウェア開発グループリーダー等の選定方法、選定基準を明確化するとともに、それに基づく開発時及び運用開始後における権限と責任を明確化した上で、推進責任体制を速やかに構築することが不可欠である。同時に、推進責任体制とは独立して、適時適切に評価を実施し是正を勧告する機能を持たせた評価責任体制を固めるべきである。なお、評価責任体制は、公平・中立かつ透明性が確保されると共に、国際的な視点に立った評価を可能とするものである必要がある。

また、開発体制の中で、国際的なレベルのメンバーで構成される、メーカー、計算機工学者（ハードウェア及びソフトウェア）、アプリケーション専門家の三者の綿密な共同作業体制を構築することも必要である。

⑤その他

数値風洞、CP-PACS、地球シミュレータは、それぞれ単発のプロジェクトとして構想・開発されたものであり、戦略性は必ずしも十分でなかったと考えられる。効果的・効率的なプロジェクトの立案、推進を行っていくためには、スーパーコンピューティング分野全体の確固たる長期的戦略を描き、その下で、信頼性のある精緻なロードマップを作成しておくことが必要である。

その中で、我が国における計算資源の展開に関する全体構想という点については、計算科学技術におけるテーマの規模やサイズはさまざまであり、すべてが京速計算機を必要とするわけではないことから、大規模、中規模計算機を重層的に各地に展開すべきと考えられる。その際、投入資源に限られる中で、工学分野、物理分野、生物科学分野等の各分野の次世代計算科学のニーズのうち、どれを本プロジェクトのような大規模な計算機で受け持ち、どれを他の中規模な計算機で受け持つかというような中長期的な計画を明確に策定することが必要である。

なお、マネジメント体制の構築、開発ターゲット、京速計算機システムの構成等については、文部科学省として正式に決定する時期（平成18年夏頃）を目途として、評価専門調査会においてフォローアップを実施し、平成19年度概算要求に関する優先順位付け等に活用することとする。さらに、評価専門調査会においては、詳細なハードウェア要件、LSIの論理構成概略仕様等について、その決定時期である平成19年3月にフォローアップを実施する。また、総合科学技術会議においても、概念設計の内容について、平成19年8月を目途に評価を実施し、その内容如何によっては、抜本的な見直しを検討する。

5. 評価専門調査会 名簿

| | | | |
|----|--------|------------|-----------------|
| 会長 | 柘植 綾夫 | 総合科学技術会議議員 | |
| | 阿部 博之 | 同 | |
| | 薬師寺 泰蔵 | 同 | |
| | 岸本 忠三 | 同 | (H18. 6. 25 まで) |
| | 本庶 佑 | 同 | (H18. 7. 13 より) |
| | 黒田 玲子 | 同 | |
| | 庄山 悦彦 | 同 | |
| | 原山 優子 | 同 | |
| | 黒川 清 | 同 | (H18. 9. 11 まで) |

(専門委員)

| | |
|--------|---------------------------------|
| 伊澤 達夫 | N T T エレクトロニクス株式会社相談役 |
| 垣添 忠夫 | 国立がんセンター総長 |
| 笠見 昭信 | 株式会社東芝常任顧問 |
| 加藤 順子 | 株式会社三菱化学安全科学研究所リスク評価 研究センター長 |
| 川合 眞紀 | 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授 |
| 久保田 弘敏 | 東海大学総合科学技術研究所教授 |
| 小舘 香椎子 | 日本女子大学理学部教授 |
| 小林 麻理 | 早稲田大学政治経済学術院教授 |
| 手柴 貞夫 | 協和発酵工業株式会社技術顧問 |
| 土居 範久 | 中央大学理工学部教授 |
| 中西 友子 | 東京大学大学院農学生命科学研究科教授 |
| 西尾 道德 | 元筑波大学農林工学系教授 |
| 平澤 冷 | 東京大学名誉教授 |
| 平野 眞一 | 名古屋大学総長 |
| 古川 勇二 | 東京農工大学大学院技術経営研究科長 |
| 本田 國昭 | 大阪ガス株式会社技術部門理事 |
| 宮崎 久美子 | 東京工業大学大学院 イノベーションマネジメント研究科教授 |
| 虫明 功臣 | 福島大学理工学群教授 |

6. フォローアップ検討会 名簿

| | | |
|----|-------|-----------------------------|
| | 柘植 綾夫 | 総合科学技術会議議員 |
| | 伊澤 達夫 | 評価専門調査会専門委員 |
| | 笠見 昭信 | 同 |
| | 小林 麻理 | 同 |
| 座長 | 土居 範久 | 同 |
| | 浅田 邦博 | 東京大学大規模集積システム設計教育研究センター長・教授 |
| | 天野 吉和 | トヨタ自動車株式会社常務役員 |
| | 小柳 義夫 | 工学院大学情報学部長 |
| | 田中 英彦 | 情報セキュリティ大学院大学情報セキュリティ研究科長 |
| | 森下 真一 | 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授 |