

提出いただいた追加意見に対するご回答

平成 18 年 9 月 1 1 日

(注) : 追加説明依頼事項

項 目	追 加 意 見	回 答
① 計画の変更内容に関してのご意見 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: 10px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: 10px;">: 整理番号</div>	<p>◇ 利用体制の整備、追加外部評価(平成 20 年後半)等については、計画をより充実する方向となっており評価できる。一方、性能目標に関する表現の見直し、システム構成イメージの変更・削除については、やや誤解を生む要素を含んでおり、注意が必要と思われる。</p> <p>性能指標については、「表面的な目標値を排除し実効的な目標に重心を移すという世界的な反省 (Linpack 専用機の排除思想)」に基づく見直しは、本プロジェクトの実効的成否に関係が深く、十分慎重に行われる必要があるが、IT 技術標準のグローバル化の流れの中、世界標準を尊重することを念頭におくべきと思われる。</p> <p>システム構成イメージの変更に関しては、事前評価の助言に基づき行われた応用アルゴリズムとの整合性の調査と前述の世界標準性能指標との関係の中で行われたものと思われるが、次回(19 年度)のフォローアップまでには十分効果的システムイメージ図を提出するか、あるいは NDA にもとづく WG 等で、できるだけ早期に妥当性を第三者が確認する機会を設けたほうがよいと思われる。</p>	<p>システムのイメージや目標の妥当性などを説明するために現段階で提出可能な資料として、システム開発の進め方についての第 1 回検討会資料【資料 2 - 2】に、以下の①～③の資料を追加するなどした【資料 2 - 2】としたのでご参照いただきたい。</p> <p>現在、検討中の汎用システムは、ナショナルリーダーシップシステムとしてはもちろんのこと、スーパーコンピュータセンターへの展開に際しても電力あたりの性能等が、PC クラスタや他の開発計画に対して十分に優位性のあるものと考えている。</p> <p>今後、概念設計において、コストや実効性能を詳細に評価して、システムの最適化を行い、Linpack 性能や理論性能の高さのみならず、アプリケーションの実効性能が高く、優位性のあるシステムを実現していくこととしている。</p> <p>① 汎用システム案とアクセラレータ案の概要及び仕様決定までのフロー図並びに消費電力(システム全体)と設置面</p>

<p style="text-align: center;">2</p>	<p>◇ ・性能目標をどう表現するか、米国の動きも踏まえて、次回検討会で再確認する必要がある。</p> <p>・アーキテクチャ絞込（第1回検討会では“4つの汎用システム+2つのアクセラレータ”の方向と説明）は8/末に完了の計画であり、上記性能目標とも関連するので詳しく説明して欲しい。</p>	<p>積を記した資料（8～9頁）</p> <p>② 上記の目標の優位性等を説明する資料（11～13頁）</p> <p>③ 昨年提出した「京速計算機システムの構成（イメージ）」図に代わる概念設計のイメージ図（10頁）</p> <p>次回のフォローアップにおいては、詳細なシステムイメージを提出する予定で進める。その際、然るべき条件の下で秘密情報を開示する用意はあり、次回のフォローアップに向け、必要に応じて、今後、手続き等を調整させていただきたい。</p> <p>◇昨年提出した性能目標の表現については変更しない。</p> <p>【資料2-2】8頁の手順により、2つの汎用システムと1つのアクセラレータに絞り込んだ上で概念設計作業を開始する予定である。</p> <p>（1）汎用システムについては、検討の結果、次のとおり2案に絞り込んで概念設計を実施し、その結果に基づき、システム仕様を決定することとしている。</p> <p>①A案は、更なる省電力等を目指し、概念設計を行う。</p> <p>②B案とC案は類似要素が多く、それぞれの長所を取り入れた統合案として、2者が共同して概念設計を行う。</p> <p>③D案は、技術的なフィージビリティや開発体制の構築が見込めないため廃案とする。</p> <p>（2）アクセラレータの2案は極めて類似しており、統合案として共同開発体制を構築するための調整を行っている。</p> <p>アクセラレータを採用するか否かは概念設計の結果に基づき判断することとしている。</p>
--------------------------------------	--	--

◇ ④京速計算機の性能目標「Linpack で10 ペタ FLOPS を達成する」を「完成時に世界最高性能を実現する」に変更するという原案であったが、主たる目標は「世界最高」というような相対的なものでなく、数値的に固定したものにすべきで、そうでないと世界の情勢に左右されて計画が立てられない。また、世界に対して誤ったメッセージを送ることになる。可能性としては、

- (1) 事前評価の計画概要にあった表現（に近いもの）に戻す。
- (2) 同前であるが、TOP500 についての括弧内の表現を削除し、アクセラレータで Linpack 10ペタを実現する可能性を残す。これは TOP500 の登録条件が修正されたことにより、アクセラレータによる性能が TOP500 の性能として認められない可能性があるからである（どの程度専用のかという問題になると思われる）。それによって、汎用機部分の設計の自由度を増し、本来の目的であるアプリケーションにおける性能を担保するためである。

の二つが考えられる。現在検討されているアーキテクチャのフェージビリティ如何に依るので、文部科学省側で検討していただきたい。

3

⑤内容の ii) 世界最先端・最高性能の汎用京速計算機システムの開発整備の【京速計算機システムの構成（イメージ）】を削除したことは適当であるが、それに代わる何らかのイメージを出さなくてもよいのか。現在、アーキテクチャの検討が進んでおり、書きにくい事情は了解できるが、外から見ると突然削除され空白になったことは奇異に感じられる。

◇ご指摘を踏まえ、性能目標の表現については変更しない。

【資料2-2】10頁に昨年のイメージ図を修正した図を添付したのでご参照いただきたい。

	<p>◇ 1. 京速計算機の性能目標 表現の見直し案に「10ペタFLOPS」を入れること。 例：完成時に10ペタFLOPS以上の世界最高性能を達成する（以下原案のままでも良い）</p> <p>4 2. 京速計算機システムの構成を削除したことは、昨年の企画の曖昧さを更に曖昧にしてしまうことにつながるので、認められない。国益と企業秘密を保ちながら、国民から見て評価することが出来る「システム構成の検討の成果現状」を記述し、必要ならば補足説明として今後の詳細検討の方向を補足されたし。</p> <p>3. 評価体制の追加は実行側の判断で良いと考えるが、事前評価で決めた総合科学技術会議が行うフォローアップ予定は不変であることを、注記でも良いから追記されたし。</p>	<p>◇前述のとおり、性能目標の表現については変更しない。</p> <p>システムのイメージや目標の妥当性などを説明するために現段階で提出可能な資料として、システム開発の進め方についての第1回検討会説明資料【資料2-2】に、以下の①～③の資料を追加するなどして【資料2-2】としたのでご参照いただきたい。</p> <p>現在、検討中の汎用システムは、ナショナルリーダーシップシステムはもちろんのこと、スーパーコンピュータセンターへの展開に際しても電力あたりの性能等が、PCクラスタや他の計画に対して十分に優位性のあるものと考えている。今後、概念設計において、コストや実効性能を詳細に評価して、システムの最適化を行い、Linpack 性能や理論性能の高さのみならず、実効性能の高い、優位性のあるシステムを実現していくこととしている。</p> <p>①汎用システム案とアクセラレータ案の概要及び仕様決定までのフロー図並びに概念設計の仕様書から目標とする消費電力（システム全体）と設置面積を記した資料（8～9頁）</p> <p>②上記の目標の優位性等を説明する資料（11～13頁）</p> <p>③昨年提出した「京速計算機システムの構成（イメージ）」図に代わる概念設計のイメージ図（10頁）</p> <p>上記①の手順により、2つの汎用システムと1つのアクセラレータに絞り込んだ上で概念設計作業を開始する予定である。</p> <p>（1）汎用システムについては、検討の結果、次のとおり2案に絞り込んで概念設計を実施し、その結果に基づき、システム仕様を決定することとしている。</p> <p>①A案は、更なる省電力等を目指し、概念設計を行う。</p> <p>②B案とC案は類似要素が多く、それぞれの長所を取り入れた統合案として、2者の共同開発体制を構築して概念設計を行う。</p>
--	---	--

	<p>5</p> <p>◇</p> <ul style="list-style-type: none"> ・システム性能値について具体的な数値を明記すべきである。 ・プロジェクトの対象として、H17ではシミュレーションおよびデータマイニングとなっていたが、H18ではデータマイニングが欠落している。その理由は何か。 <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> ・H17では各開発項目の記述と予算計画が記載されていたが、H18ではそれがない。少なくとも、この1年の検討結果の詳細化状況を示して欲しい。 	<p>③D案は、技術的フィージビリティや開発体制の構築が見込めないため廃案とする。</p> <p>(2) アクセラレータの2案は極めて類似しており、統合案として共同開発体制を構築するための調整を行っている。 アクセラレータを採用するか否かは概念設計の結果に基づき判断することとしている。</p> <p>次世代生命体統合シミュレーションの研究開発課題のひとつである「データ解析融合」において、高度なデータマイニング技術に基づいた大量のゲノムや遺伝子発現データの解析技術とデータ同化によるデータとシミュレーションモデルの融合技術の開発を行うこととしている。</p> <p>上記を明確にするため、【資料2-1】2. 指摘事項への対応状況の【①-1】1. (2)ライフサイエンスの(iv)データ解析融合及び、【資料2-4】21頁、22頁、23頁に記述を追加した。</p> <p>【資料2-2】で説明したとおり、概念設計作業において開発項目とその内容の精査及び詳細なコスト見積もりを行うこととしており、プロジェクト全体の資金計画の詳細化は概念設計後となる。</p>
--	--	---

<p>②文部科学省等に追加の説明を求めるべき事項</p>	<p>7</p> <p>◇ 重点応用アルゴリズムとアーキテクチャの整合性検討の結果、当初のシステムイメージ図の削除等がおこなわれ、一面では事前評価時の助言に沿った最適化検討が実を結びつつある印象を与えた。</p> <p>反面、新規アーキテクチャの特徴面が不明瞭となり、実現技術（技術ノード）採用判断との兼ね合いも出てきており、不安感の増した面もある。NDA 等の問題を回避しつつ、いくつかの代替アーキテクチャの性能指標や当初のアーキテクチャとの差異をより明確にしていただけるとありがたい。</p> <p>8</p> <p>グランドチャレンジアプリケーションで世界トップレベルの成果を創出することが非常に重要である。そのためのソフトウェアの開発スケジュール（資料2-2 p3、資料2-4-1 p11）の中でH22までにどのようなステップを設定し推進していくかの方針を説明して欲しい。</p>	<p>システムのイメージや目標の妥当性などを説明するために現段階で提出可能な資料として、システム開発の進め方についての第1回検討会説明資料【資料2-2】に、以下の①～③の資料を追加するなどして【資料2-2】としたのでご参照いただきたい。</p> <p>現在、検討中の汎用システムは、ナショナルリーダーシップシステムはもちろんのこと、スーパーコンピュータセンターへの展開に際しても電力あたりの性能等が、PCクラスタや他の計画に対して十分に優位性のあるものと考えている。今後、概念設計において、コストや実効性能を詳細に評価して、システムの最適化を行い、Linpack 性能や理論性能の高さのみならず、実効性能の高い、優位性のあるシステムを実現していくこととしている。</p> <p>①汎用システム案とアクセラレータ案の概要及び仕様決定までのフロー図並びに概念設計の仕様書から目標とする消費電力（システム全体）と設置面積を記した資料（8～9頁）</p> <p>②上記の目標の優位性等を説明する資料（11～13頁）</p> <p>③昨年提出した「京速計算機システムの構成（イメージ）」図に代わる概念設計のイメージ図（10頁）</p> <p>昨年、イメージとして提出したシステムと大きく異なる点は、昨年の「大規模処理計算部」、「逐次処理計算部」に相当する汎用システム部分の性能を大幅に向上させることである。</p> <p>次世代ナノ統合シミュレーションの研究開発におけるスケジュールにおいて、年度毎のステップ設定について明記したので、【資料2-3】11頁をご参照いただきたい。</p>
------------------------------	--	---

9	<p>さらに具体的なイノベーションにつながる研究（例：ポストシリコンデバイスの創出）とどうタイアップして全体の研究を加速していくかが重要。産業界キーメンバーとも大いに議論していく研究体制を構築して欲しい。</p>	<p>次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発においては、産学連携による研究体制を構築し、産業界のニーズを反映しつつ、イノベーションにつながる成果を創出する研究開発を実施することとしている。</p> <p>具体的には、産業界のキーマンが拠点代表者等に助言を与える「研究顧問委員会」を設置している。また、研究内容について審議検討を行う「運営委員会」においては、スーパーコンピューティング技術産業応用協議会の主要メンバーを構成員としている。</p> <p>さらに、企業の研究者が共同研究に参加するとともに、研究開発成果の実証を行い、全体の研究を加速することとしている。詳細は、【資料2-3】10頁をご参照願いたい。</p>
10	<p>④項の自由記述欄の提言（*1）に添って、文科省が自発的に充実した追加資料と説明をされることを期待する。</p>	<p>ご指摘を踏まえ、今回の追加意見に対する回答の作成にあたっては、秘密情報か否かの精査を十分行い、できる限り説明資料を充実するよう努めた。</p>
11	<p>◇ ③項の指摘事項への対応状況の欄（*2）を参照。</p>	<p>第1回検討会資料【資料2-3】次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発の説明資料と同様の資料を【資料2-4】に追加したのでご参照いただきたい。（14、17、20、23頁）</p>

12	<p>・プロセッサを開発するという点に関して、それが広く使われることを目指すのか、そうであれば、それが期待できる利用目的、ならびに広く使われる根拠は何であるか。</p>	<p>国家基幹技術として取り組む本プロジェクトにおいて開発されるプロセッサをベースとしたシステムは、HPC製品として商用化され、大学、研究所、産業界等に我が国の研究開発基盤として広く普及することを期待している。</p> <p>ここで開発するプロセッサは、将来重要となる科学技術計算のアプリケーション（ターゲット・アプリケーションやグランドチャレンジアプリケーションなど）を高速かつ効率よく実行するものであり、本プロジェクトで掲げた性能目標を達成できれば、その普及は十分可能と考える。</p> <p>また、ベースとなるプロセッサは、低消費電力・高性能であるため、サーバー等の情報機器や情報家電に広く使われて行くことが期待される。</p> <p>さらに、このプロセッサ用に開発された低電力・高性能半導体技術は、サーバーのプロセッサ、ルーター等のインターネット機器等、多くの情報機器の半導体チップに活用されて行くことが期待される。</p> <p>なお、半導体技術のみならず、光インターコネクション技術、高密度実装技術、高効率冷却技術、高効率安定化電源技術なども、多くの情報機器、医療装置、車載機器、測定器等に広く応用されて行くと考えている。</p>
13	<p>・MIRAI プロジェクトなどの成果を使うとしているが、それを実質的に利用可能とするための工夫は何か。</p>	<p>目標性能を達成するための技術オプションは新規に開発するものも含め多数あり、一つの技術にこだわらずそれらを最適に組み合わせることが重要である。</p> <p>概念設計の実施にあたって、既存の国家プロジェクトの進捗状況と成果の展開の見通しをしっかりと把握することが重要であると考えている。</p>
14	<p>・ベンチマーク結果が悪い原因をプログラム最適化に求めているが、それによる性能差をどれくらいと考えているか。</p>	<p>ベンチマークテストによって異なるが、最大で10倍程度、平均して数倍程度は違うと見積もっている。</p>

15

・日本全体の計算機環境を世界トップにするという視点で開発するスーパーコン小型版が、どのような基準で何台くらい導入することが可能であるか明確化して欲しい。そのための性能あたりの電力・面積条件は何か。

国内のスーパーコンピュータセンター調査（25施設対象）により、多くの機関で導入可能な計算機システムの電力及び設置面積は、計算機付帯設備機器及び建屋の制約から、1.5MW以下、500㎡以下（平均で781KW、331㎡）であり、また、平成22年度の国内の主要計算機の理論演算性能の平均は約143テラフロップスと推定できる。

また、次世代スーパーコンピュータは、3MW/ペタFLOPS、320㎡/ペタFLOPSという電力・面積条件なので、143テラフロップスのシステム導入に必要な電力及び面積は、約400KW、約45㎡になる。

したがって、国内の多くのスーパーコンピュータセンターで、本システムをベースとしたスーパーコンピュータの導入が可能になると考えられる。

16

・新規開発する省電力化・小型化が十分にすすめば、既設センターに設置することが可能であると思われるが、新たな大型設備を作らないと設置できない理由は何か。

開発する次世代スーパーコンピュータは、省電力化等の新技術を導入したとしても、整理番号15の回答に記載のとおり、既存センターの10倍以上の設備（受電能力、設置面積）が必要であり、既設センターそのままの設備では設置することは不可能である。

17

・消費電力、設置面積、コストに関して、新開発のスーパーコンピュータは十分大きな優位性を汎用クラスタに対して持つことが可能か。可能ならばその根拠を示して欲しい。

【資料2-2】12、13頁にピーク性能あたりの消費電力及び設置面積の図を記載したのでご参照いただきたい。

また、コストに関しては、大規模汎用クラスタの性能あたりの市場価格は、現時点でおおよそ1億円/1テラフロップスであり、ムーアの法則を参考に1.5年で2分の1になると仮定すると、2012年頃（5年後）の市場価格は10分の1のおおよそ0.1億円/1テラフロップス、すなわち100億円/ペタフロップスと想定される。

これに対し、次世代スーパーコンピュータ本体は、研究開発費及び製造費の合計で、約600億円/10ペタフロップス＝60億円/ペタフロップスであり、コスト面でも十分に競争力があると考えられることができる。

18

◇ 国費でまかなわれる総事業費は、1154 億円を想定しているが、民間企業負担分も含めた総予算額は大略どの程度を想定しているか。

次世代スーパーコンピュータの開発は、その研究開発の成果を利用する可能性のあるメーカーと理化学研究所との適切な費用分担の下で実施することとしている。

国が支出する総開発経費、民間の分担内容等を検討するためには、次世代スーパーコンピュータの仕様及びメーカーの開発体制を決めた上で、要素技術開発や製造、製作のためのコストを見積もることが必要となるが、平成 18 年度は、次世代スーパーコンピュータの仕様を決定するための概念設計を実施する段階であり、また、開発を行うメーカーも決まっていないことから、現時点でこれらを明確にすることはできない。

概念設計作業終了後、計算機システムの仕様や開発体制等を決定し、必要な技術開発やそのための役割分担や費用について明らかにすることとしている。

19

◇ 「資料 2-2 開発の進め方と進捗状況」への質問事項

質問 1 目的として「2. スーパーコンピューティングの開発力を国内に保持し、継続的な開発を可能とすること。技術面：開発力のキーとなる、高性能 CPU 技術やシステム化技術を国内に保持すること。経営面：今回の研究開発の成果を利用した商用機が広く展開されること。」とあり、H18 でプロジェクトの目的が追加されたと理解するので、その理由を示されたい。

さらに、追加された目的の達成を評価するための、プロジェクト中間時、終了時における評価指標と達成目標は示されたい。

万一、追加していないのであれば昨年度との違いを明確化されたい。

平成 17 年度に提出したプロジェクトの目的は変更していない。第 1 回検討会資料【資料 2-2】の御指摘の部分の記載については誤解を招いたため、削除させていただいた。

20	<p>質問2 平成17年度から性能に関する目標が変化しているのか、性能目標の追加がないか、を明示されたい。</p> <p>例えば、平成17年の性能目標の一つである HPC Challenge28種ベンチマーク項目の過半数項目で世界一を達成することは引き続き性能目標として生きているのか。この28のベンチマーク項目の過半数は、シングルノード性能を測るものと理解するが、これらを目標値として用いる理由は何か。同じ観点から、より広く認められている HPC Challenge Awardの対象4項目による世界一を目標とする方が適当ではないか。</p>	<p>平成17年度にご提出した性能目標に変更はない。</p> <p>HPC Challenge を性能目標として用いた理由は、Linpackのみよりも性能を広範囲かつ多角的に評価することができるためである。</p> <p>ご提案を頂いた HPC Challenge Award の対象4項目は Class1 :Best Performance のことと理解している。</p> <p>今後、ご提案も踏まえ、HPC Challenge Award を目標とする方向で検討する。</p>
21	<p>質問3 平成17年提出のスケジュールと比較し、平成18年提出のスケジュールでは設計・開発・強化が手前側で1年、完成側で1年の計2年短いスケジュールとなっているが、それで、当初策定した目的を達成できると判断する理由は何か。</p>	<p>設計・開発・強化が完成側で1年短いスケジュールとなっているのは、平成18年度予算のSABC評価における総合科学技術会議からのご指摘を反映した結果である。「システム強化に2年をかける必要はないのではないか」との指摘に対し、地球シミュレータ計画の事例等に基づき改めて検討した結果、1年で対応可能との結論に至ったものである。</p> <p>また、手前側でスケジュールを短縮している事実はない。昨年までは、スケジュール表に「設計」として期間を表していたものを、「概念設計」と「詳細設計」に分けて表現している。</p>
22	<p>質問4 平成17年度には、スケジュールとともに各開発項目の記述と予算計画が記載されていたが、平成18年度には開発項目、予算計画が記載されていない。現時点での平成24年度までの開発項目の配置および予算計画を示すべきである。少なくとも、1ヶ年の検討の結果の詳細化を示して欲しい。</p>	<p>第1回検討会資料【資料2-2】で説明したとおり、概念設計作業において開発項目とその内容の精査及び詳細なコスト見積もりを行うこととしており、プロジェクト全体の資金計画の詳細化は概念設計後となる。</p>

23

質問5 新規開発プロセッサは広く使われることを目指すと考えてよいか。そうであれば、開発したものが広く使われることを期待する分野、ならびに広く使われることを期待できる根拠は何か。そうでなければ、目的に、「開発した成果を利用した商用機が広く使われることを目指す」ということの意味は何か。新開発のプロセッサが広く使われるようになることを推進する方策は何か。

国家基幹技術として取り組む本プロジェクトにおいて開発されるプロセッサをベースとしたシステムは、HPC製品として商用化され、大学、研究所、産業界等に我が国の研究開発基盤として広く普及することを期待している。

ここで開発するプロセッサは、将来重要となる科学技術計算のアプリケーション（ターゲット・アプリケーションやグランドチャレンジアプリケーションなど）を高速かつ効率よく実行するものであり、本プロジェクトで掲げた性能目標を達成できれば、その普及は十分可能と考える。

また、ベースとなるプロセッサは、低消費電力・高性能であるため、サーバー等の情報機器や情報家電に広く使われて行くことが期待される。

さらに、このプロセッサ用に開発された低電力・高性能半導体技術は、サーバーのプロセッサ、ルーター等のインターネット機器等、多くの情報機器の半導体チップに活用されて行くことが期待される。

なお、半導体技術のみならず、光インターコネクション技術、高密度実装技術、高効率冷却技術、高効率安定化電源技術なども、多くの情報機器、医療装置、車載機器、測定器等に広く応用されて行くと考えている。

第1回検討会資料【資料2-2】のご指摘の部分の記載については誤解を招いたため、削除した。

③指摘事項への対応状況に関してのご意見

◇ ターゲットの明確化には適切に対応していただいたと思われるが、結果的に初期計画の難点も明らかになってきていると思われる。速やかに現実的対応策を見出し、アーキテクチャの選択に間に合うよう努力されたい。

京速計算機システム構成の合理性に関しては、応用分野と採用技術、コスト、将来展開等、数々の考慮点があることは明確となってきたが、NDA等の関係からかその合理性を明らかにするには至っていない。秘密会でもかまわないが、できるだけ早期に合理性評価を判断する方策が重要であると考えられる。20年度の追加設計評価時点では遅すぎる恐れがある。

開発投資の効率化についてはそのための体制作りの方向は評

価できる。しかし具体性は他の指摘事項との関連が深く現段階では判断しにくい。事後評価に耐えられる注意深い資源配分を求めたい。これはマネジメントと意思決定責任体制に深くかかわると考えられる。

◇ ① ターゲットを明確にした開発の推進について

これまで多くの分野から想定されるアプリケーションを収集分析し、これを想定されるアーキテクチャに対応させて性能推定を行ってきたことは評価する。しかし資料2-3にあるように、多くのベンチマークで十分な性能予測結果が得られなかったとのことで、その事情は了解できるが、今後の進展が不安である。時間も限られているので、あまり手を広げずに、現在のターゲット・アプリの中で、京速計算機の需要を表しているものを少数選定し、それを主軸としてアーキテクチャの詰めを行う必要があるのではないか。

24

② 京速計算機システムの構成の最適化について

「対応状況」として述べられていることは当然のことであり、昨年から議論されていた状況を抜け出していない。新しいのは4種類の汎用システムと2種類のアクセラレータにまで絞られたことであるから、企業秘密に抵触しない範囲で、どのような検討がなされているのかを概念的にでも提示してほしい。

【資料2-2】8頁の手順により、2つの汎用システムと1つのアクセラレータに絞り込んだ上で概念設計作業を開始する予定である。

(1) 汎用システムについては、検討の結果、次のとおり2案に絞り込んで概念設計を実施し、その結果に基づき、システム仕様を決定することとしている。

- ①A案は、更なる省電力等を目指し、概念設計を行う。
- ②B案とC案は類似要素が多く、それぞれの長所を取り入れた統合案として、2者が共同して概念設計を行う。
- ③D案は、技術的フィージビリティや開発体制の構築が見込めないため廃案とする。

(2) アクセラレータの2案は極めて類似しており、統合案として共同開発体制を構築するための調整を行っている。

アクセラレータを採用するか否かは概念設計の結果に基づき判断することとしている。

25

◇ ①—3項関連

資料2-5は必要な技術群と入手先構想を一覧したままで、必要な時期に必要な技術が使用可能かの整合性の記述が無い。これでは、自己評価のAは不適切になる。整合性が取れているならばその旨の明記を、取れていないならば「いつまでに整合性確認を取る」旨の記載をされたし。

26

②総合の項関連

昨年、事前評価時の指摘事項に対して、今回のFUの1. 対応状況等における記述が、昨年でも出来たであろうレベルの記述しかされていない。これでは自己評価Aは不適切と考える。1. 対応状況等の記述がこれ以上の進展性、具体性を主張出来る実態ならば、実態に合わせた記述とされたし。出来ないならば、自己評価の修正が必要であろう。

アプリケーションの高速実行、大規模システムの運用・安定稼働を実現するための技術群について整理を行い(第1回検討会資料2-5参照)、他の研究開発プロジェクトの成果利用の可能性について検討を行っている。

概念設計が終了するまでに、次世代スーパーコンピュータに適用する技術を検討し明らかにする。この際、「将来のスーパーコンピューティングのための要素技術の研究開発プロジェクト」等で既に研究開発を行っている技術については、それらの成果の適用の可否についての検討を行うとともに、それ以外の技術については、必要に応じて新規に開発を行う予定である。

昨年、イメージとして提出したシステムと大きく異なる点は、昨年の「大規模処理計算部」、「逐次処理計算部」に相当する汎用システム部分で目標性能の達成を目指すことである。したがって、汎用システム部分の性能を大幅に向上することとしている。

システムのイメージや目標の妥当性などを説明するために現段階で提出可能な資料として、システム開発の進め方についての第1回検討会資料【資料2-2】に、以下の①～③の資料を追加するなどした【資料2-2】としたのでご参照いただきたい。

現在、検討中の汎用システムは、ナショナルリーダーシップシステムとしてはもちろんのこと、スーパーコンピュータセンターへの展開に際しても電力あたりの性能等が、PCクラスタや他の開発計画に対して十分に優位性のあるものと考えている。

今後、概念設計において、コストや実効性能を詳細に評価して、システムの最適化を行い、Linpack性能や理論性能の高さのみならず、アプリケーションの実効性能が高く、優位性のあるシステムを実現していくこととしている。

① 汎用システム案とアクセラレータ案の概要及び仕様決定までのフロー図並びに消費電力(システム全体)と設置面積を記した資料(8～9頁)

27	<p>③開発投資の効率化について</p> <p>事前評価の指摘事項の③-1:「フロントローディングの充実への対応状況」に、着手時点では「いつまでにフロントローディングを完了させる予定であったか」と「その完了時期の変更は無いかわるのか」を明記されたし。</p>	<p>② 上記の目標の優位性等を説明する資料(11~13頁)</p> <p>③ 昨年提出した「京速計算機システムの構成(イメージ)」図に代わる概念設計のイメージ図(10頁)</p>
28	<p>◇ (*2)</p> <p>指摘事項①-1への対応が一部不十分である。資料2-4-1は完成度が高く、現時点の並列計算技術を使って問題を解決しようとしたときの限界を明確化した上で、京速計算機の計算パワーを利用することにより、どのような問題が解決できるかをシンプルかつ明快に示している。このような視点からのロジックが資料2-4-2にはないため、京速計算機の必要性を読み取ることが困難である。</p>	<p>【資料2-1】指摘事項【③-1】1. 対応状況に以下の記述を追加した。</p> <p>どこまでの作業をフロントローディングとするかの定義は、必ずしも明確ではないが、本プロジェクトでは、アーキテクチャの決定までが、フロントローディングの期間であると認識している。</p> <p>平成17年度(着手時点)では、平成18年夏をアーキテクチャ決定時期とし、それまでにフロントローディングを完了させる予定でいた。その後、総合科学技術会議のご指摘も踏まえ、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とともに、概念設計作業の結果に基づきアーキテクチャの決定を行うこととしたため、アーキテクチャの決定時期(=フロントローディングの完了時期)が約半年後ろにズレ込むこととなった。</p> <p>なお、フロントローディングの期間は延長することとなったが、概念設計の終了時期やその後の開発スケジュールに遅れは生じていない。</p>
		<p>第1回検討会資料【資料2-4-1】次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発の説明資料と同様の資料を【資料2-4】に追加したのでご参照いただきたい。(14、17、20、23頁)</p>
		<p>システムソフトウェア、特にライブラリ、コンパイラ、言語、</p>

指摘事項 ①-3 および ②-7 への対応が不十分である。「ソフトウェアの世界的な動向に注意を払い、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に考慮することも必要である」に対する回答として、資料②-5にある技術群の整理（システムソフトウェア）の目標設定は曖昧である。プロジェクトの中間および最終評価の際に、この曖昧さが「達成度」の解釈に不必要な幅をもたせ、判定を混乱させる原因となるであろう。この混乱を避けるためには仕様書が必要である。以下に示す仕様は「一般的な計算機との互換性を高める」ための必要最低条件である。資料②-5に盛り込み、システムソフトウェアの完成度を客観的に判定する基準とすることを要望する。

(1) アプリケーション高速実行

①ノード内演算の最適化

・最適化数値計算ライブラリ

ライブラリ作成言語を Fortran, C, C++, Java, Perl (あるいは Ruby) とする。

数値計算ライブラリだけでは京速計算機のユーザ層を限定することになる。C/C++ ユーザのため STLport (ver. 4. 6. 2) と Boost (ver. 1. 33. 1)、Java ユーザのため java.* パッケージ、javax.* パッケージ、org.* パッケージを用意すること。なお現時点での version が将来更新された場合には、それらに対応すること。

開発環境が充実している PC によってユーザがソフトウェアを開発したコードが、シームレスかつスケラブルに超大規模並列システムで実行可能とするため、完全互換 API による PC で実行可能なライブラリを公開する。なお「PC で実行可能」の意味は、32bit システム、最大主記憶 2GB、最低 CPU 数 1CPU のマシンスペックであり、OS は Windows, Linux, Mac OS X を含むこと。

・最適化コンパイラ

多機能自動並列化を実現する最適化コンパイラの対象言語を Fortran (Fortran77/90/95), C (C89/C95/C99), C++ (ISO/IEC 14882:2003), Java (JLS 3, Java 5.0) とすること。なお現時点での version が将来更新された

ツール等は、アーキテクチャに依存するので、本年9月から行うこととしているアーキテクチャの概念設計の中で具体的な仕様について、検討を行う予定である。

【資料2-2】の概念設計で期待する成果物には、ライブラリ、コンパイラ、言語、ツール等の項目が明記されていなかったため明記した。また、ご提案をいただいた仕様については、概念設計の中で参考にする。

場合には、それらに対応すること。

②超並列分散処理技術 (MPI 通信等)

MPI 仕様だけでは一般ユーザの拡大につながらない。共有メモリ型のようにスレッド程度の簡便な文をソースコードに記述すれば処理の並列化が出来る機構 (ライブラリ、コンパイラ等) を、分散並列型のノード間において提供すること。

③超並列プログラム記述言語

・新規言語仕様策定、超並列向けコンパイラ

超並列プログラム記述言語を新たに策定するのは、時間がかかり高コストである (仕様の決定、コンパイラあるいは実行系の開発、付属ライブラリの開発、統合開発環境の開発等を含むため)。さらにユーザにも新規言語の習得を強い、コミュニティをゼロから育てる必要があり、多くのユーザを獲得できるか疑問である。

それに比べて、Fortran, C, C++ での OpenMP の pragma や、Java 言語の annotation は、一般の言語仕様に沿って策定されている。並列システム向けではない通常のコンパイラでも邪魔にならないよう配慮されていながら、並列化のための情報をコンパイラ等に与える記述となっている。幅広いユーザを獲得するには賢明な方式である。したがってこれらの記述方式を利用して、既存言語とのコンパチビリティを保ちながら超並列プログラム記述言語を策定し、ユーザの拡大を狙うべきである。

④アプリケーション超並列化支援ツール

既存のシングルスレッド (ないしは小規模な並列実行) ソフトウェアを、入力データを分割することでジョブレベル並列実行可能にする支援するツールを提供すること。

(2) 超大規模システムの運用

①超スケラブル・システム統一管理技術

・ジョブ・スケジューラの超スケラブル化

ユーザ側から見たジョブ・スケジューラシステムの機能として、GUI・GUI によるインタラクティブなジョブ投入管理、スクリプト的指定を可能にした柔軟なパラメ

<p style="text-align: center;">30</p>	<p>ータ指定機構、パラメータシートファイルによる指定、make や ant あるいは独自仕様のマークアップ言語によるジョブのアトリビュートや依存関係等の記述を可能にすること。独自仕様のフォーマットを定める場合は、そのフォーマットに沿ったデータファイルを簡便に作成できるツール・GUI ソフトウェアを提供すること。</p> <p>②超大規模データ管理技術 入力データの分割・並列化や、処理結果の集約システム、あるいは超並列アクセスに対応できるDB管理システムを提供すること。</p> <p>◇ 「何々を考慮して検討中」という趣旨の文章が各所に見られるが、それでは回答になっておらず、内容が無い。企業秘密を盾に述べないのでは評価が不可能である。どうするかの方針を具体的に述べるべきである。</p> <p>◇ ②京速計算機システム構成の最適化 についての対応状況は、“プロジェクトの目的を達成するために、理論性能、・・・・最適化を図る”と姿勢を示しているだけで十分な回答になっていない。しかしながら、CPUを含め概念設計が完了していない現状では、説明を求めてもこれ以上の回答は無理であろう。19年3月に予定されている概念設計完了後再度議論すべきと考える。</p>	<p>ご指摘を踏まえ、今回の追加意見に対する回答の作成にあたっては、秘密情報か否かの精査を十分行い、できる限り説明資料を充実するよう努めた。(然るべき条件の下で秘密情報を開示する用意はあり、次回のフォローアップに向け、必要に応じて、今後、手続き等を調整させていただきたい。)</p>
<p>④その他自由意見</p>	<p>◇ 欧米によるLinpack 専用機の評価見直し、わが国の半導体技術開発を取り巻く状況変化等、当初の「京速計算機」の目標設定を根底近くから覆す環境変化面も大きい。その中でも、わが国の情報技術の根幹を長期的視野で維持・発展させるという「根幹目標」を大事にしつつ必要な計画変更を行われることを希望する。</p> <p>◇ 1年間の議論・作業を経て、計画が詰められてきたことは評価する。</p>	

31

◇ (*1)

昨年の事前評価の指摘事項に対する対応状況の記述が全体的に不鮮明かつ曖昧である。これによって、「フォローアップへの対応に不誠実である」とか、「対応状況の実態が貧弱にもかかわらずそれを隠蔽しているのではないか」等の不信感がフォローアップ側に生まれていることを危惧する。そのために不要な作業と時間をかけることは避けたい。専門家同士の意思疎通なのだから、理研、文科省側はフォローアップ側委員の真意は理解できていないはずで、そのコンテキストに添った指摘事項への対応をフルセンテンスでまず作成し、そこに国益と企業機密事項が含まれている箇所をマスキングして出すことを提唱する。理研の本件の開発推進本部と文科省の監督責任者も、このようなフルコンテキストの内容が無ければ、責任ある監督が出来ないのでと危惧する。

上記の指摘事項および他のフォローアップの指摘事項への対応において、以上の観点を盛り込み、説明資料充実化を積極的にされるように期待します。

32

◇ システムソフトウェアに関して、何も書かれていないが、これも重要な要素である。その開発は何をベースにどう実施する予定であるか。

- ◇ ・第1回フォローアップ検討会での議論の印象についてコメントしたいと思います。
- ・ 今回の文科省の資料は、昨年、京速コンピュータ開発の時に議論された内容が大幅に改訂されているように思えます。
- ・ たとえば、世界最速のコンピュータを作るためにアプリケーションとハードウェアの関係を密接にする、という指摘事項を刷り込みました。
- ・ しかしながら、具体的な方法論については、守秘義務も含め説明できない。
- ・ 目標値として、10ペタもかかげられない。45ナノの話も出ない。
- ・ これでは、フォローアップ検討会で、何を議論すべきか／どこ

ご指摘を踏まえ、今回の追加意見に対する回答の作成にあたっては、秘密情報が否かの精査を十分行い、できる限り説明資料を充実するよう努めた。(然るべき条件の下で秘密情報を開示する用意はあり、次回のフォローアップに向け、必要に応じて、今後、手続き等を調整させていただきたい。)

システムソフトウェア、特にOSや運用管理ミドルウェア等は、アーキテクチャに依存するので、本年9月から行うこととしているアーキテクチャの概念設計の中で具体的な仕様について、検討を行う予定である。このため、平成19年度から具体的な研究開発を行う予定である。OSは汎用性のあるUNIXあるいはLINUXベースのもので開発する予定である。

	<p>まで踏み込むのか、参加していて不安になりました。</p> <ul style="list-style-type: none">・個人的には、渡辺さんと彼を支えるベンダーさんを少し知っているお陰で、安心はしていますが、具体的な開発項目と、目標値をかかげ、マイルストーン毎に監査をする民間の手法とは、大きく違うことを知らされました。・今後「京速コンピューター」の開発において外部の有識による進捗監査をする必要があると思いますが、どのような組織／人でおやりになるのかを、今から考えておかれたほうが良いと思います。	
--	---	--