

「フラッグシップ2020プロジェクト(ポスト「京」の開発)」  
文部科学省に追加の説明及び追加の資料提出を求める事項  
(第1回評価検討会での質疑及びその後の委員からの要請を基に依頼)

(1) 目的と意義 (必要性)

- ①スパコンの先端開発において、世界的な潮流がどのようになっており、その中で「京」やポスト「京」がどのような位置づけとなっているのか、長期的な技術ロードマップのうえで示していただきたい。
- ②「京」、ポスト「京」で日本がその時点での瞬時的な世界 No.1 を獲得できることはあっても、国別スパコン総計算資源の推移をみると、日本は他国に比較して相対的に低下傾向にある。スパコン活用が重要であれば、このスパコン総計算資源の拡大の方に重点が置かれるべきではないのか。スパコンの開発で世界 No.1 を獲得することが最優先される理由を再度確認したい。
- ③各国におけるスパコンの開発状況を踏まえ、フラッグシップ 2020 の特徴、特に国際競争/協調において優位性を発揮する点があれば、明記して欲しい。
- ④「社会的・科学的課題の解決に貢献する」との目的を設定されているが、「社会的・科学的課題」をもう少し具体的にご説明いただきたい。特に想定している「社会的課題」とは何か。  
説明資料 p.6-7 にポスト「京」で期待される成果や「京」での成果があげられているが、ノーベル賞を取ることで宇宙の 130 億年の歴史を解明することが、我が国の「主要課題」なのか。
- ⑤p.9 に「スーパーコンピュータによる課題解決が国家の競争力を左右する」とあるが、「国家の競争力」についてももう少し具体的にご説明いただきたい。例えば、国家の競争力を定量的に捉える指標(KPI)が分かりやすい。(複数あると思われる。国際競争力順位、GDP、輸出入収支、科学論文数やその引用数、特許数や特許収支 などさまざま考えられる)
- ⑥プロジェクトの名称を昨年度の「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」から「フラッグシップ 2020 プロジェクト(ポスト「京」の開発)」

に変更した理由を教えてください。

## (2) 目標設定等の妥当性

- ①「汎用CPU＋アクセラレータ」構成から、「汎用CPU」のみのマシン構成へ変更は大きな転換である。前回の説明では、アクセラレータの導入経費が見込めないこと、多くの研究者が使いやすい汎用性を重視したこと、消費電力が大きいこと、について言及していたが、汎用CPU(とメモリ)開発自体に大きな進展があり、汎用CPUだけでも性能の見込みが立ったということか。アーキテクチャ変更の経緯を詳しく教えてもらいたい。
- ②重点課題10題のうち8題は「大規模単一問題型計算」ではなく「多重ケース処理型計算」を必要としている。フラグシップマシンにそうした計算が求められるのであれば、全ノードを結合した巨大マシンではなく、複数のクラスタから構成されるマシンのほうが開発経費や運用効率が良いのではないか。
- ③本プロジェクトにおいて、技術的なブレークスルーにつながるような何か新しいチャレンジな取組を進めることを検討しているのか。(例えば、ポスト「京」の一部に新たな低消費電力デバイスを適用してみる等)
- ④ターゲットアプリケーションは、基本的にシミュレーション系が中心であるが、2020年代のHPCの利用において、他のアプリケーションを考えなくても良いかと言う点をお尋ねする。特に、シミュレーションによる解析だけでなく、設計などに利用するための解の効率よい探索に関するアプリケーションなども考慮しておかなくてよいかと言う点について見解を伺いたい。
- ⑤昨年度提出の計画と比較して、消費電力量の目標値は30-40MWと変更がない。加速度の廃止などアーキテクチャ上の大きな変更があり、昨年度計画とは状況が変わっている中で、電力消費量の目標値についてどのような再評価が行われたのか。
- ⑥p.8に他国との比較において、トップ機種のパフォーマンスを比較している図と、計算能力の総量を比較している図がある。設置目的である社会的・科学的課題の解決、国家競争力の強化にとってどちらが重要と考えているのか。  
また、トップ機種のパフォーマンス、計算能力の総量の両方において、目標値をど

う設定しているのか。

- ⑦フラグシップマシンを開発するにあたり、世界最速のマシンを目指すこと自体は当然の達成目標であり、国民の納得を得ることと思う。説明資料では、現計画では世界最速達成は難しいようにも、あるいは達成できるがTop500競争はあえて意識しないようにも両方に読めるが、目標をどう考えるのか。
- ⑧外国製CPUを購入して用いた場合、自主開発CPUを用いた場合に比べて演算性能はどのくらいになると予想されるのか。(自主開発する意味を明確にする上で外国製CPUを用いた場合との演算性能の比較は必要と考えられる)
- ⑨重点課題は9つあるが、ポスト「京」マシンを設計するにあたり、何に重点を置くのか(どの課題のどの計算を重点的に速くするよう設計するのか)について教えて欲しい。例えば、p.42で課題①の「生体分子システムの機能制御による革新的創薬基盤の構築」では目標性能が京の100倍となっているが、当初から①の演算性能100倍をめざした設計を行うのか、あるいは別の計算に重点を置いて設計した結果、①の演算性能が100倍になったのか。

### (3) 利活用と効果 (有効性)

- ①p.10 に記載されている自主開発による技術の継承と技術波及について、具体的にどういう展開施策をとる予定か。
- ②産業界へのスーパーコンピューティング技術の適用推進は我が国の国際競争力を強化する意味で重要と考えるので、技術移転、利用支援機関の設置、人材育成に向けた技術教育など必要な施策を検討いただきたい。
- ③本プロジェクトで開発されたプログラムなどの技術資産の展開はどうされる計画になっているのか。また、プログラムの改良・高度化を進める仕組み、ユーザーからの要望を反映する仕組みについてはどう計画されているか。
- ④フラグシップ2020を含めた2020年以降のスーパーコンピューティング環境、

特にフラグシップ機の成果を広く展開するためのリーディングマシン以下について、どういう構成、運用を考えているか。

- ⑤スーパーコンピューティング環境を持たない新興国などに対して、我が国の環境を使ってもらえる事は考えられないか。
- ⑥各課題は、いかなる「社会的・科学的課題の解決」ないし「国家競争力の強化」に貢献すると考えているのか。9重点課題+4萌芽的課題の各々に関して、どの程度の計算資源配分を考えているのか。また、13課題に含まれないテーマに対する資源配分はどう考えているのか。
- ⑦重点課題・萌芽的課題の見直し、上記計算資源配分の見直しは実用に供された後、どのように行われる計画か。
- ⑧完成後も、CPUボード交換により性能の向上や消費電力の削減など拡張性が望めるとの説明があったが、フラグシップマシン運用期間中にボード交換による拡張を行う計画はあるのか。あるとすれば、具体的に西暦何年頃にどのような半導体製造技術の変革が期待され、それによりどの程度の性能向上と消費電力の削減が見込めるのか。
- ⑨2020年を見据えた計算科学の重点課題はよく分かるが、全てがフラグシップマシンにより2020年頃に画期的な成果が出せる課題ではないと思われる。重点課題の中から、フラグシップマシンによって画期的な成果が出ると期待されている具体例を紹介してもらいたい。
- ⑩「京」による成果は、実際のところ産業競争力の強化や国民生活の向上等に対し、期待するほど役立っていないのではないか。(台風予測も心臓シミュレーションもやってみただけで実用化されていないのではないか) そこで、「京」やポスト「京」による成果の産業への橋渡しについての検討内容を示していただきたい。
- ⑪「京」を実用に供したなかで出てきた課題としてどのようなものがあったか。「京」での課題をフラグシップ2020の計画にどのように反映しているのか。

#### (4)実施内容および工程表の妥当性

- ①フラッグシップシステムでは1000万個以上のプロセッサ(10、7nmデザインルール)が掲載されるが、これらの信頼性の確保に、どのようにデバイス、アーキテクチャ、ソフトウェア的に対応するのか、もう少し詳しい説明をお願いしたい。
- また、省電力化についても、デバイス、アーキテクチャ、ソフトウェア(OS)上、どのような対策が取られているか、ご説明願いたい
- また、「京」とポスト「京」のスケラビリティ確保のための技術(並列化コンパイラ、自動チューニング技術など)についてももう少し詳しい説明をお願いしたい。
- ②10nmの半導体製造技術は現時点では未知数だが、計画では2017年始めに初版CPU製造計画となっている。生産は海外の半導体製造請負工場に委託とのことだが、仮に10nm製造が間に合わなかった場合のリスク回避策等は検討しているのか。
- ③フラグシップマシンの効果的な利活用やスケールマシンの普及を考えた場合、これから開発する重点課題の専用アプリだけでなく、社会で広く用いられているオープンソフトやコマースシャルソフトのインプリメンテーションも必要と思われるが、こうした計画はあるのか。それとも、開発時点での機密保持の観点からアーキテクチャを公開し、また開発時点でベンダーに参画を求めるのは難しいのか。
- ④汎用部の設計・試作費の合計(民間負担額も含めたもの)が昨年からほとんど変化がないが、汎用部のみのシステムにすることにより設計・試作が容易になる部分はないのか。
- ⑤汎用部の製造費の昨年からの増加額はどのような積算によるものか、内訳を具体的に示していただきたい。
- ⑥汎用部が多くなるのなら、それに比してストレージの製造費用が昨年と変化していないのはどのような理由によるのか、示していただきたい。
- ⑦システムソフトの開発費が、汎用部のみになったにもかかわらず昨年より増加していることを論理的に説明しうる理由は何か、示していただきたい。

- ⑧アプリケーション開発費は重点課題ごとに均等に配分されるのか、コデザイン等により傾斜配分されるのか、示していただきたい。
- ⑨「京」については、メーカーが知財権を独占し、当該技術の展開に支障があるように思われた。フラグシップ2020の成果については、どのような知財戦略を取る予定か。

#### (5) マネジメント体制の妥当性

- ①Co-designの体制がよくイメージできない。ここでは、スパコンを開発する計算機科学者以上に、アプリを開発・利用する一般研究者自身にハードウェアの理解と、計算アルゴリズムの変更やメモリ削減・通信削減対応などの努力が求められると思われる。それとも、一般研究者にはあまり負担を追わずに、これまでのように計算科学者が主体となって一般研究者のアプリの分析とチューニングを進めることをイメージしているのか。