

総合科学技術会議 評価専門調査会
「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」
評価検討会（第2回）
議事概要

日 時：平成25年10月30日（水）15：00～18：08

場 所：中央合同庁舎第4号館 共用第1214特別会議室（12階）

出席者：久間議員、原山議員、相澤委員、射場委員、木槻委員、白井委員、
古村委員、高井委員、富田委員、西島委員

事務局：倉持統括官、森本審議官、田中参事官、井上企画官、山向補佐、
大井研修員

説明者：下間参事官（情報担当）（文部科学省研究振興局）
川口室長（文部科学省研究振興局計算科学技術推進室）
平尾機構長（理化学研究所計算科学研究機構）
青山副機構長（理化学研究所計算科学研究機構）
石川チームリーダー（理化学研究所計算科学研究機構
システムソフトウェア研究チーム）
佐藤チームリーダー（理化学研究所計算科学研究機構
プログラミング環境研究チーム）
富田チームリーダー（理化学研究所計算科学研究機構
複合系気候科学研究チーム）
牧野チームリーダー（理化学研究所計算科学研究機構
粒子系シミュレータ研究チーム）

- 議 事：1. 開会
2. 論点の確認
3. 文部科学省からの追加説明と質疑応答
4. 討議
5. 閉会

（配布資料）

資料1 「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」
の事前評価に係る論点（案）

（参考1） 「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」
に係る評価の視点に対応した意見・コメント（委員限り）

- 資料 2 「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」
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
- 資料 3 「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」
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の
回答資料（文部科学省）
- 資料 4 「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」
に係る評価の視点（案）
- 参考資料 1 第 1 回評価検討会議議事録（未定稿・委員限り）
- 参考資料 2 平成 26 年度予算要求に係る「国家的に重要な研究開発の事
前評価」について（第 1 回評価検討会資料）
- 参考資料 3 「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」
の評価について（平成 25 年 10 月 10 日）（第 1 回評価検
討会資料）
- 参考資料 4 「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」
に係る評価の視点（第 1 回評価検討会資料）
- 参考資料 5 「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」
評価検討会資料（文部科学省 第 1 回評価検討会資料）
- 参考資料 6 「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」
事前評価報告書（文部科学省）
- 参考資料 7 過去に行った国家的に重要な研究開発の事前評価結果の例
（抜粋）

（机上資料）

科学技術基本計画（平成 23 年 8 月 19 日 閣議決定）

国の研究開発評価に関する大綱的指針（平成 24 年 12 月 6 日）

【座長】 では、時間になりましたので、ただいまから「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」の評価検討会の第 2 回目を開催いたし
たいと思います。

最初に本日の配付資料について、事務局のほうから説明をお願いいたします。

【事務局】 お手元の議事次第をごらんください。中程から裏面にかけて、
配付資料のリストをおつけしてございます。

資料 1、2、3 の本体の資料に加えまして、参考資料 1 から 7 まで、これは
前回の第 1 回評価検討会のときに配付した資料になってございます。

それから、机上資料といたしまして、科学基本計画と国の研究開発の評価に
関する大綱的指針の冊子というのをご用意させていただいております。この 2

点に関しましては、部数の都合上、お持ち帰りにならないようお願いいたします。資料の過不足というのはございませんでしょうか。

【座長】 ありがとうございます。では、本日の第2回評価検討会として取りまとめに向けて議論を進めてまいりたいと思います。

最初、繰り返しになりますが、資料について相互関係をご説明し、それからきょうの進行方法などをお話したいと思います。

前回、10月10日に第1回目の検討会では、文部科学省からの説明を踏まえて、委員の皆様にご議論いただきました。これについては、今回の参考資料1に、まだ未定稿ですが、前回第1回の評価検討会の議事録として入っております。検討会の後、委員の皆様から意見をお寄せいただき、これをまとめたものが、資料1（参考1）となっております。A3判の資料です。先ほどの議事録とこの資料は委員限りということで、この場限りの資料となっております。これらをもとにして、事務局で論点という形で資料1に整理してもらっています。本日はこの論点に沿って議論を進めてまいりますが、その前に文部科学省のほうから追加説明をいただきます。前回の第1回検討会の後に、皆様から追加の質問と資料の請求をいただきましたが、それを資料2でまとめております。これをもとに本日、文部科学省から説明をいただきますが、その内容が資料3にまとめられています。以上が資料の関係です。

次に、本日の進行についてですが、本来ですと、質問をし、その回答を踏まえて論点整理すべきところですが、今回は時間がないことから、論点のまとめは、仮の意見といいますか、前回議論と、その後いただいた追加意見をもとにまとめております。したがって、文部科学省からの追加の説明、質問への回答を反映していない状態でまとめておりますので、その点をご了承いただきたいと思います。具体的な進め方としまして、最初に論点の内容について事務局から説明をいただき、その後、文部科学省様から回答について説明をいただきます。質疑をした後、退席をされた後に今度は我々が検討会の中で議論を進めて、まとめてまいりたいと思います。ここまでよろしいでしょうか。

では、最初に論点について、事務局のほうから内容を説明していただきたいと思います。

【事務局】 では、論点について説明させていただきます。

資料1参考1をごらんください。これは冒頭、座長の方から説明がございましたが、前回の第1回検討会が終わった後、委員の皆様から追加でいただきましたコメントを視点ごとにまとめたものです。それをもとにしまして、資料1に記載しております評価の論点案を事務局で作成いたしました。

資料1をご覧ください。まず、1.ですが、必要性和意義についてということで、これは今回、本プロジェクトにおいて「エクサスパコン」を開発する必要

性が本当にあるのか、開発を実施することに本当に意義があるのかということに関するものでございます。委員の皆様からのご意見から、事務局としましては、本プロジェクトに関して、実施することの必要性・意義は十分あるのではないかと判断しました。そこで（１）の論点としまして、産業競争力強化や科学技術の進展に「エクサスパコン」というのは大きく貢献することが期待されることと、また、我が国におけるスーパーコンピューティング技術の継承と人材育成の確保というのが重要であるといった観点から、国として取り組む意味があると言えるのではないかとしました。

（２）としまして、ただし、意義があるとは言えるんだけど、「エクサスパコン」に対して、産業界からどのようなニーズがあり、どのように産業応用が図られて、どのように産業競争力の強化や新事業の創出に貢献することが期待されるのかといったところを、もう少し明確にすべきではないかということで、論点として書かせていただいております。

それから、（３）としまして、これは「エクサスパコン」の核となる技術、特にCPUの部分ですけれども、それを我が国で自主開発すると、文部科学省の計画ではそのようになっているのですけれども、それを我が国で自主開発する必要性について、もう少し十分な説明をなされるべきではないかということで書いてございます。

次に、２.ですが、これは目標設定についての論点になってございます。

（１）といたしまして、前回第１回の検討会で多くの委員の方々からご指摘ございましたが、「京」のときと一緒なんですけれども、エクサスパコンを使用するターゲットについての論点でございます。ターゲットとする主たるアプリケーション分野をまず明確にした上で、開発に着手すべきではないかということです。そこで、ここではターゲットアプリケーションを明確にする必要があるのではないかとという論点を書かせていただいております。

（２）としまして、そのターゲットアプリケーションを踏まえまして、適切にその性能を評価できるような実効性の高いベンチマークの設定を行うべきではないかと。それに基づいて目標設定をする必要があるのではないかと。さらに、日本発のこういうベンチマークの国際標準化を、日本が先導して進めるべきではないかということ論点として書いてございます。

（３）は、指標に関する論点でございます。現在の計画では、実効性能と消費電力に関する目標は記載されているのですが、使いやすさの観点も含めた、それ以外の目標も設定すべきではないかというものでございます。加えまして、活用による効果を踏まえた、アウトカム指標に基づく目標設定というものもあわせて検討すべきではないかということで論点を書いてございます。

（４）ですが、これは事業費に関する論点でございます。現時点の計画書で

は、事業費について具体的なことがほとんど書かれてございません。よって、さらなる明確化が必要ではないかということを書いてございます。

裏面に行きまして、3.としまして、「エクサスパコン」の利活用と効果についての論点を記載しております。

(1)といたしましては、ターゲットアプリケーションの設定に加え、これ以外のアプリケーションソフトウェアに対しても、広汎な活用が確保されるための検討が必要ではないかということを書いてございます。

それから、(2)としましては、「エクサスパコン」の利活用を広げるといった観点から、アプリケーション分野ごとに、計算手法の類型を整理しまして、どの分野にどれだけの適用が可能になるかというのをあらかじめ分析して、明確にしておく必要があるのではないかと。また、加えまして、「京」での「H P C I 戦略プログラム」で検討されているのと同様に、共用に際しての計算資源の配分についてでございます。産業応用や科学振興等の見通しというのをあらかじめ明確にしておくべきではないかということを書いてございます。

それから、(3)が人材育成についてでございます。「京」での経験や成果を踏まえ、それらを最大限に活用する観点から、人材育成について、もう少し具体的な取り組み内容を明確にすべきではないかということ論点として挙げてございます。

それから、4.は開発の実施内容と工程表についてでございます。(1)はCo-designの考え方に従って、ターゲットアプリケーションとかベンチマーク、これらは現時点で余り明確になっていないんですけれども、それを明確にした上で改めてシステム構成の具体的な検討を行うべきではないかということを書いてございます。

(2)は、適切なマイルストーンの設定を含んだ工程表の、もう少しの具体化、それからフィージビリティの検証が必要ではないかということを書いてございます。

(3)は、「京」と「エクサスパコン」の今後の運用についてでございます。いつ頃まで「京」を使って、いつから「エクサスパコン」に切り替わるのか、あるいは両方のマシンを同時に稼働させることになるのか等も含め、今後の運用の道筋を示すロードマップをあらかじめ明確にしておく必要があるのではないかということを書いてございます。

(4)はスケーラビリティに関する論点でございます。設計段階からスケーラビリティを考慮するということが望ましいのですが、技術面と経済面、その両方の観点から、スケーラビリティの可能性について検証すべきではないかということ記載してございます。

それから(5)です。これも前回の検討会で論議に挙がっていましたけれど

も、知的財産、国際標準化の戦略についてでございます。これらについては、明確な指針を示した上で取り組みを進める必要があるのではないかとということで、論点に挙げてございます。

5. はマネジメント体制に関する論点でございます。（1）には、効率的に開発を推進するために、責任主体、役割分担が明確な実効あるマネジメント体制を構築する必要があるのではないかとということで、これを早急に進める必要があるのではないかとということで書いてございます。

それから、（2）はCo-designの進め方についての論点です。アプリケーションドリブンのCo-designを実質的に進めるためのもう少し具体的な開発体制とか、Co-designのオペレーション方法というのを、もう少し明確にする必要があるのではないかと。Co-designをやりますというだけではなくて、そのところをもう少し明確にする必要があるのではないかとということで、論点に書いてございます。

事務局からの論点の説明は以上でございます。

【座長】 ありがとうございます。論点の詳しい内容については、後で議論になるかと思えます。また、文部科学省からの回答でこの部分が変わってくるかと思えます。この段階で構成その他について何かご質問、ご意見ございましたらお願いします。

よろしいでしょうか。それでは、きょうこれから文部科学省からの説明をいただきます。なお、この論点については、文部科学省様にも事前に提出しておりますので、これに沿った回答などがあるかと思えますので、よろしく願いいたします。

では、入室していただいて結構です。

（文部科学省 入室）

【座長】 では、おそろいのようなので、始めさせていただきます。

文部科学省の皆様には、大変お忙しい中、ご対応いただきまして、まことにありがとうございます。

まず、最初に今回来ていただいた説明者の方々についてご紹介したいと思います。

まず、最初に文部科学省研究振興局参事官（情報担当）の下間様。

文部科学省研究振興局参事官（情報担当）付計算科学技術推進室の室長である川口様。

次に、理化学研究所計算科学研究機構、機構長の平尾様。

同じく副機構長の青山様。

それから、同じく計算科学研究機構チームリーダーの石川様。

同じくチームリーダーの佐藤様。

同じくチームリーダー、牧野様。

同じくチームリーダー、富田様。

どうもありがとうございました。

では、これより文部科学省様から検討会として質問いたしました事項についての説明をいただきたいと思います。なお、説明の中で事前にお示ししている論点につきましても、提出させていただきましたので、中に事実関係との齟齬、あるいはこれに対する見解等がございましたら、それも説明とあわせてご発言をお願いいたします。それから、前回同様、本検討会は非公開で行いますけれども、資料については原則公開となっております。もし非公開の扱いを必要とするものがあれば、その旨を非公開扱いとする理由とともに、お伝えくださるようお願いいたします。

では、説明のほうは大体30分ぐらいで、大変量が多いので難しいと思いますが、30分程度にさせていただいて、その後、50分程度質疑をさせていただきたいと思いますので、よろしくをお願いいたします。

【文部科学省】 それでは、資料3に基づきまして、説明させていただきたいと思います。

まずは2ページ目、前回の評価検討会でも出させていただき、改めてということなのですが、開発目標としては、「京」コンピュータの100倍の性能を目指すということで、アプリケーション実効性能で100倍を出すようにするというところでございます。

それで、100倍向上するアプリケーション例として、例えば新薬スクリーニングのための分子動力学、地震波伝播、格子QCD計算があるかと思っております。

ただ、今度のポスト「京」につきましては、現在の「京」と同様に、特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律に基づいて、広く共用に供するというのも考えておまして、当然、ターゲットというのは考えていくところがあるのですが、一方で、広汎なアプリケーションの利用を行っていただくことも考えておまして、そういう意味では、例えば下にあるような、幾つかのアプリケーションについて、これは100倍とまではいかないのですが、10倍から数十倍向上させていくということで、開発していきたいということで考えております。

次に3ページ目に行きまして、改めてシステム設計の基本的考え方というところについて、まず、一つのポイントとしては、先ほど言ったとおり、共用法に基づくというところもあるので、ターゲットは意識しつつも、幅広いアプリ

ケーションも使えるようにしていくということ。それから、そのスーパーコンピュータの将来動向といたしましては、2020年以降というのを見据えていくと、その汎用の部分と演算加速コアというのが統合されて、一つのものになっていくだろうと。まだ2020年までにそこまで行くかどうかというところなのですが、いずれにしろ、その2つの組み合わせで行くというところでもございますので、そういうことを意識して、システム設計としては、汎用部と演算加速部を組み合わせさせたマシンとさせていただきます。

先刻の論点に関して、論点の4.の(1)で、ターゲットアプリケーションやベンチマークを明確にした上で、Co-designの考え方に従って、改めてシステム構成の具体的な検討を行うべきではないかというご指摘があったのですが、その基本的なシステム構成というのは、幅広いアプリケーションの実効環境と将来動向、汎用コアと演算コアが統合されていくということを踏まえて、先ほど申し上げたとおり、汎用部と演算加速部でということなのですが、では、そのターゲットアプリケーションとCo-designはどうなるのかということについては、当然、このコンセプトの中で全体の性能をどうしていくか、あるいは汎用部と加速部の比率をどうしていくかとか、それから、一つ一つの、後でも説明しますが、Co-designの中で、CPUとしてのバランスをどうしていくのかなど、そういったところで、ターゲットを意識したCo-designをやっていきたいと考えております。

次に4ページ目でございますが、マネジメント体制としては、文部科学省としての有識者の検討によるチェックも踏まえつつ、開発主体としては、理化学研究所を想定し、開発を行うということで思っております。その中に、プロジェクトリーダーを置きまして、プロジェクトリーダーが権限と責任を持って開発全体のマネジメントを遂行するというで考えております。当然、理化学研究所だけで開発するというわけではございませんので、外部機関との連携を行いながらやっていくと。実際のハードウェアの開発については、企業などと共同研究開発を行っていくというところもありますし、アーキテクチャなど、そういうのを開発するに当たっては、当然、大学の方々も交えてやっていきたいと。あるいは場合によっては国際協力ということも考えて、いろんな者を含めたオールジャパン体制で連携しつつ、開発を進めていきたいということで考えております。

5ページ目からが追加の説明ということで、宿題をいただいたところについて、順次かいつまんでご説明させていただきます。

まず、1つ目は、(1)の①として、中国や米国の「京」規模のスパコンと比べるとどうなのかというご質問だったかと思いますが、それぞれ性能が違っており、特に「京」の後に出てきましたアメリカの「Sequoia」、中国の「天

河2号」など、これはLINPACK性能というところでは「京」を上回っているところではございますが、ほかの要素として、メモリのアクセス性能、メモリの容量、データの転送速度などがLINPACKではなくて、本当に計算しようとするアプリケーションを動かす際に、どう高い実効性能で働くかというところに効いてくるわけですが、そこについては、下のほうにレーダーチャートで書いてあるとおり、「京」はむしろすぐれていると。そういったところで、我々としては「京」は総合力がある利便性の高いスーパーコンピュータだと思っておりますし、また、長時間にわたる計算というのも確実に遂行できるということで、信頼性においても劣るものではないと思っております。

6 ページ目には、数字データということで、比較させていただいております。「京」に一番近いものとしては、一番右にあるIBMの「Blue Waters」なのですが、これは開発途中でIBMが撤退してしまったということがあって、そういう意味では、途中の数字の額ということなのですが、やはり10ペタスパコンを開発しようとなれば500億とか、実際は本当に成功するまでにそれ以上かかったのではないかと思っております。

また、エクサスケールの状況については、まだ各国の具体的な情報というのは、それほど明らかになっていないのですが、最近DOEではエクサスケールのマシンの達成には大体1,000から1,400万ドル、日本円にするとおおよそ1,000億前後ぐらいのコストがかかるという報告もされており、やはりエクサスケールというのを考えると、所要の開発費が必要なのかということで考えております。

一方、先ほどの比較は現在あるものということで、ポスト「京」はどうかというの、7 ページ目に書かせていただいて、我々として、公開情報をもとに理研が大体、2020年のスパコンとしての技術予測というのを、その消費電力に対する性能、ネットワークの性能を試算したものがあるのですが、我々としては、それ以上の性能が出るチップを開発していきたいということで考えているところがございます。

それから、8 ページには自主開発について、もう少し時間をかけて説明してほしいということですので、第1回の資料をもとにしており、改めてその表を出させていただいております。まず、4つのパターンで考えておまして、特に自主開発の中では、CPUが一番重要だということもあり、そこを中心に区分けしているのですが、1つ目がCPUから開発する。2つ目がCPUメーカー、海外も含めて協業でやっていく。3つ目は、CPUを海外から入れて、回りの部分だけを開発すると。それからあとは、もうできたものを、納入すると。大体そういうパターンで考えております。

CPUから開発する場合には、やはりここに書いてあるとおり、設計段階か

らいろいろなソフトが開発できるとか、あとアプリもCo-designでやっていけるというところで成果が早目に出せるということ。あとはこういう活動をすることによって、世界の先端の研究者を集めたり、人材育成ができるようになるということ、また、我が国として、きちんと技術、人材が維持・継承できることによって、これに限らず中長期的にスーパーコンピュータの計画を立てて進めていけるようになることといったところかと思えます。

一方、欠点というか、当然のことですが、開発すれば開発コストがかかるというところもございまして、あとは開発マシンの市場規模が限定的であれば、出てくる数が少なければ、製造保守コストは下げるのは難しいかもしれない、あと最先端半導体工場を有するCPUメーカーのCPUに比べると、一世代おくれる可能性があるなどという欠点が想定されるのではないかというふうに見ております。

あと、ほかの例えばCPUメーカーとの協業ということでは、エクサが「京」と違うのは、「京」のときはCPUと周りのCPUをつなげるネットワークというのは、これは別々のものなのですが、今後のトレンドとしては、まずそこは一体であると。日本はむしろこのネットワークインターフェイスというのは非常に強いということなので、そこは自分で持ちつつ、もう少しほかの部分をCPUメーカーと協業ということと考えたらどうかというのが2つ目のオプションなのですが、これについては当然、相手メーカーの一つのCPUの中の話なので、相手のCPUの内部情報が開示されないと、トータルのものとして設計されないということになるのですが、そういうのが開示されれば、開発はできるし、当然、協業なので、ある程度コスト削減は可能かもしれないと。ただ、現実的にはなかなかこういうことというのはなくて、やはり彼らと、相手のメーカーとしても内部情報というのは一番機微なまさにコアの技術ですので、そういうところを出すかどうかという話もありますし、出しても、最先端のものではなくて、少しおくれたもので出すということがあるかもしれないと。あと、または当然そういう知的財産の詰まったものなので、どれだけのロイヤリティを取るのかとかいった議論があるのではないかということも欠点として思っております。

あと3番目が、まさにCPU以外の部分、ボードや、全体の冷却システム、システムとして統合するなど、そういうところを限定して自主開発すると。当然、そうすれば、それ相応の開発費が減るということになるのですが、この場合も、CPUはむしろ、メーカーにお任せして、その情報がある程度もらうということになるのですが、特にその開発中のCPUというのは、どこのメーカーも限定的にしか出さないということなので、なかなか現実的にはユーザーまで巻き込んだCo-designを行っていくのは難しいだろうと思っておりますし、

実際、そのCPUがどういうスケジュールでできるかというのは、メーカー任せのところもあるかなと思っております。

製品購入については当然、買うだけなので、開発コストは不要ということで、ただ、当然出てから見ていくということもあるので、そこはタイムラグが生じてくるでは。その上で製品を入れて、その上で中身がどうなのかをよく勉強して、開発していくということになると、アプリケーションを世界に先駆けて開発して、成果を出していくというのはどうしてもおくれが生じるのかなと考えております。

一方、CPUから開発する際の欠点については、いずれにしろコストがかかるという話はあるのですけれども、次のページでも述べますが、自主開発の意義というのもありますので、その効果との間で見ていくということもありますし、三菱総研の調査ではやはり計算機開発の波及効果というのものもある程度あるというふうに言われていますので、コストはかかるけれども、それだけの便益もあるのではないかと考えております。

また、半導体については、現在の計画では当然これはつくり始めるとなると、少し前の2018年の技術ということになるのですが、2018年に利用可能な最先端の半導体プロセス技術を用いたCPU開発が可能であるという見通しのもとで、今、考えさせていただいているところでございます。

次に9ページのほうに、自主開発の考え方を、もう少しまとめさせていただいているところですが、まず一つは、やはり我々としては、この最先端スパコンを早く開発して、早期に成果を出していきたいと。2020年というのは、くしくもオリンピックイヤーでもあるわけですが、それまでにエクサスケールの開発・整備を行いたい。米、欧、中もそれぐらいの開発スケジュールだということ聞いております。ただ、その中で、どういうスパコンでもいいかという、やはり我々としては、使いやすく成果が出せるものでやっていきたいということでありまして、そこはまさに今、「京」のシステムとその利用で成果が出つつあると。使いやすさもかなりわかってきているということもありますし、それをつくり上げた人材技術があるので、それらを有効活用していきたいと考えています。また、先ほども申し上げたとおり、今回、ハード開発とアプリ開発を緊密に進め、Co-designとしてやっていきたいということなのですが、その場合にはハードの中身がブラックボックスになってしまうとどうしてもできないということなので、そこは自主開発をしていく意義はあるものと考えております。

また、これがむしろ科学的、技術的成果という側面ではありますが、それ以外にもスパコンを開発することによって、下方展開、人材育成の波及効果が期待できるといったところ、逆にその開発をしないと、技術、人材というのが国外

に行ってしまう、国内に存続できなくなるといったところがあるかと思います。

また、3つ目として、そもそも最先端スパコンというのは国家安全保障・基幹技術ということで、古く歴史を振り返れば、我が国の地球シミュレータ開発が成功することによって、米国のスパコン開発が加速したとおり、やはり世界最先端スパコンが科学技術や産業の発展の礎となる先端的成果を出すものと。そしてまた、国としての開発能力を維持するということは、総合的安全保障の実現など国家の存立基盤に大きく影響する技術かと思っております。こういうハイテクノロジーを日本が開発して保有するということはやはり、ものづくりも含めて、日本のブランド、科学技術力を示すものになるということではないかと我々は思っております。

次に10ページに移りまして、これはどういう段階でどういう評価を受けて、何を決めていくのかというのを、1枚でまとめさせていただきました。今、まさに我々として、青で事前評価を行って、こちらで評価していただいているところかと思っております。その後、設計の段階ごとにオレンジにあるような評価を行っていくというところがございますが、多少フレキシビリティをもって、その概念設計なり、基本設計の評価時には国際競争力、海外の動向も鑑みて、スクレービリティも意識しながら、設計変更を行っていきたいということで考えております。

11ページ、プロジェクト全体の情報提供については、「京」の際と同様、今後もきちんと行って、国民の理解を得ながら開発をしていきたいと考えております。

12ページについては、目標設定の妥当性ということで、どういうふうに評価軸でバランスをとっていくのかというところですが、まさにその全体性能をどうするか、その比率をどうするかという話があります。これはある程度の電力制限がある中で、想定されるアプリケーションを実行するのにどれだけの電力量が必要なのか、計算時間、日数が必要なのか、アプリがどういうふうによく走っているのか、プログラミングのコスト、製造のコストなど、そういった様々な要素を総合的に判断してシステムを設計していきたいと思っております。

また、信頼性・耐故障性については、現在の「京」を基準に同程度の信頼性を確保する、目標とすると考えておりまして、論点の中の2.の(3)の使いやすさの観点、まさにこれが信頼性にもかかわるところかと思っております。理研の中期計画の中で、現在の「京」を毎年8,000時間以上運転し、全ノード掛ける8,000時間という、大体6億6,000万ノード時間、それ以上の計算資源をちゃんと使えるように共用すると目標を掲げております。要するにそれだけきちんと動かすよという目標を受けて、独法評価の中で評価を受

けているというところもございまして、こういうのに相当するような目標を検討していきたいと思えます。また、この中でアウトカム指標というところもあるのですが、ここはターゲットとなるアプリケーションをどう選んでいくか、具体的な社会的・科学的課題かどうかと。そういうのを選んでいく中で、こういう成果を出していくというところを今後示していきたいと考えております。

それから、次の13ページで、目標設定の妥当性に関連して、LINPACKと主要アプリについて、どれぐらいの性能が出ると期待されているのかということについて、現時点においては、もうLINPACKによる目標は置いていないと。そういうことで考えております。

それで、そのほかアプリケーションについては幾つか代表的なものの試算というのを行わせていただいております。値は当然概算ですが、ものによって、15倍から130倍と、いろいろで、特にこの加速部を使えると、当然高い実効性能が出てくるのですが、低いものについてもアルゴリズムを見直していくことによって、計算の一部を加速部の中で行うことによって、さらにスピードを高めていくといったことは可能かと思っております。

それから、14ページで消費電力の制約はどういうものかという質問があったのですが、これについては、我々としては、現在、今「京」が置かれている理化学研究所計算科学研究機構、神戸を想定しております、その施設としては、現在、25メガワットまで供給でき、多少工事を行うと、30メガワットまでできると。また、ガスタービンも別途ありますので、それを加えると、35メガワットまで供給可能で、我々としては、できれば通常の運転時は30メガワットぐらいにして、幾つかのピークとして運転しなければいけないときは、ガスタービンを使って5メガワットということで、基本的には35メガワットという範囲内で考えていきたいということになります。それ以上となると、現在は二重システムにしてこの数字にしているのです、そこを考慮しなければ、60メガワットまで行くのですが、システムの安定性ということを見ると、二重化というのは維持しつつ、開発はしていきたいということがまず一つございます。

もう一つは、下方展開を将来考えていきますと、例えばこれは1エクサで35メガワットですと、大体比例関係で100ペタ級マシンだとおよそ3.5メガワットぐらいということになるのですが、今ある情報基盤センター、大学のシステムの電力供給能力というのは大体1.5メガから4メガワットになっています。当然、情報基盤センターも、後で説明するのですが、大体10ペタから100ペタぐらいのマシンを入れていきたいという計画があり、その辺のニーズを満たすということを見ると、やはりその電力量はある程度抑えたものとして、設計していくことが重要であると考えております。

それから、次にアプリケーションについて、こういったニーズがあるのかと

というご質問ですが、まず、経緯としては、前回の資料にもつけさせていただいたのですが、計算科学ロードマップというのをつくりまして、幅広い研究者から、2020年ぐらい、今後5年から10年というのを見きわめて、その計算科学として解決できる課題、当然そういうのは産業的に利用できるものなど、そういうものも含めるわけですが、どういう課題があるか抽出を行っていきました。そして、ある程度分野としては、従来の分野をさらに発展させたものだけではなくて、例えば最近の課題として、創薬・医療、総合防災等々、かなり幅広くサーベイした上で、ニーズを出してきております。実際にこれで出てきた演算の所要量というのを、これはロードマップの中に個別に出ているのですが、それをまとめると、正直言って、これはさすがにエクサスパコンでも多過ぎるということもございますので、結局は、何を優先的に取り組むのかということを考える必要があるかと思っております。それがまさに我々としてはターゲットとして何をやっていくかの選定を国として決めていきたいと考えております。

まずは2番目の黒ポツで書いてある、ポスト「京」での課題と、そのアーキテクチャ設計をどうするかということについては、まず概念設計段階においては、確かに現時点でアプリケーションを選ばれていないということもあります。一方で、ポスト「京」のコンセプトは、共用のスパコンということで、幅広いニーズに応えられるシステム構成を想定しております。いただいた論点の3.の(1)なり、特に(2)、類型を整理して、どの分野にどれだけ適用が可能かというのをきちんと分析しておく必要があるのではないかということで、我々もいろいろな幅広いアプリケーションでどのような性能が出るかを分析する必要があると思っております。そこは17ページに書いてあるのですが、幾つかの類型、例えば構造格子の計算のアプリケーション、そういう計算方法、どういうデータをやりとりするか、そういうアプリケーションを性格づけして、その上でこういうものを代表的なものとして、概念設計されたものに走らせて、どういう性能が出るかというのを概念設計として評価していきたいと考えております。

ただ、これはある程度、社会的課題というのも意識はしているのですが、このアプリ自体を必ず今後のシステムで採用するというわけではなく、そこは先ほど言ったとおり、ターゲットアプリケーションの選定の議論とあわせてベンチマークというのはいくらも一回考えていくところはあるかと思っております。むしろこれはいろんな性格の計算を網羅的に分析するようにしている性格のものでございます。

16ページに戻っていただいて、いずれにしろ、まずは概念設計ではそういった形で見えていくのですが、2番目のポツの下の方に書いてあるとおり、今

後、各課題の優先順位というのが設定されたとしても、そこは例えば汎用部の演算加速部の割合を変えるなど、Co-designの中で柔軟に対応できるようなシステムパラメータを有しているというところがございます。

あと3つ目に挙げたアプリケーションについては、概念設計段階の選定アプリケーションは今述べたとおり、むしろ計算科学的な見地から主要な評価軸を満たすということで、12個選ばせていただいたのですが、では具体的にどのようなアプリケーション、どのような社会的、科学的課題に取り組むかということについては、今後、有識者会議による審議を踏まえて、国において決定すると。来年、夏ごろまでには決めていきたいと考えております。

それから、18ページに行かせていただいて、実際に「京」を使っている人はどこに限界を感じているのかと。今問題が解けないボトルネックが何かと。これは先ほど言ったとおり、計算科学ロードマップの中でもいろいろどういうところが必要だというので分析されているのですが、幾つかのサンプルとして、これは第1回の評価検討会で出した課題、新薬開発、総合防災、こういった課題について、それぞれ演算能力の課題があったり、メモリ転送能力の課題があったりとか、当然、1つだけということではなくて、こんな課題があるということでもまとめさせていただいたところですよ。

それから、次に利活用の効果で、スパコンがどういうところに波及するかというところで、ここに19ページの図にもあるとおり、ハード、ソフトの最先端技術や、人材のノウハウ、テクノロジーブランドなど、いろいろな波及効果があるのですが、わかりやすいものとして、20ページに書かせていただいたのが、例えば「京」の開発の中で、放熱機能にすぐれた、当然、「京」もたくさん熱が出ますので、いかに排熱をするかというのが重要であり、その中で接合材を開発して、これがネットワーク機器などのCPUの故障率低下に貢献するといったところに波及したり、また、デジタルカメラ、これは半導体を微細化、非常に細かくつくっていく技術を「京」の中で開発したわけですが、例えばデジタルカメラの画像処理用の半導体をこれで小さくすることができて、カメラ全体のサイズの縮小化に貢献していると。こういったような波及効果が出てきているところがございます。

それから、21ページ、産業応用についての追加資料ということで、まずは基本的認識として、スーパーコンピュータによるシミュレーションによって試作・試験・評価を代替できると。そういうことで、新しい製品の開発ができたり、薬候補物質のような、実験ではなかなかその効果を見るのは難しい、そういうものの詳細な予測をしたり、あとはビッグデータのような膨大なデータを処理したりということで、スーパーコンピュータは新しいイノベーションの創出には不可欠なものでございます。

そういう意味では、我々としても、スーパーコンピュータの産業利用をやっていくべきと思っていますし、下のほうに小さく書いているとおり、スーパーコンピュータの利用によって、我々として、さっきの設計の代替などで産業競争力の強化も図られますし、一方で、スーパーコンピュータの利用が広まっていけば、その当該産業も進展するということもあります。また、産業利用の中でやはりいろいろな課題がまた新たに出てきまして、それがアカデミアでフィードバックすることを考えれば、それは産業界だけではなくて、ひいて言えば、学术界も含めた日本全体への好循環もあるのではないかと考えております。

実際に今、「京」でも産業利用をやっているところでございますが、その割合が非常に伸びてきているということで、こういう傾向、特にスーパーコンピュータに対するニーズというのは高まっているところでございますので、エクサについても引き続きそれはやっていきたいと思っておりますし、共用のスパコンというのはこういうことをやるのが当然ミッションの一つだと思っております。

その成果というのは、これから出るということもあるのですが、今出ているのは、例えば22ページに書いてありますが、インシリコの創薬、タイヤ材料開発などというところで、既に成果が「京」では出ているところでございます。

それから、23ページに移りまして、改めて産業利用から見て、最先端スパコンの必要性というところですが、その最先端スパコンで、必ずしも実際のプロダクトラン、実利用するというか、今はむしろ将来、マシンの能力がどんどん上がって行って、価格が下がっていくと、そういう将来も見据えて、産業界はむしろ、今後、こうやって使っていけるだろうという実証研究を行う。そういうのでスーパーコンピュータの可能性というのをきちんと見きわめてもらった上で、実際に産業として利用しているときは自社で投資していただいて、その中でやっていくということで考えております。いずれにしても、こういうコンピュータの能力が向上していく中で、それに追いついて、そのスーパーコンピュータの利用というのを高めていくために、やはり世界最高水準のスーパーコンピュータがあって、そこで実証すると。そういうことをしなければ、先端的な産業利用が生まれないと思っておりますし、やっぱり将来の産業にとって、マイナスではないかと思っております。例えば日本再興戦略の中でも、スーパーコンピュータを活用した医療・創薬プロセスの高度化が載っておりますし、例えばその具体的な事例としては、画期的な新薬の早期開発ということで、たんぱく質と薬がどう反応するかということを見きわめるということで、創薬の加速に貢献できるのではないかと考えているところでございます。

あと24ページでは、先ほども触れたとおり、三菱総合研究所では、経済波

及効果の分析もしております、数兆円規模の経済効果もあるのではないかと
いう試算も出ているところがございます。25ページは一応その試算の内訳と
いうところがございます。

それから、26ページに移りまして、利活用と効果ということで、前回の資
料の中で、使い方として、ケイパビリティ、アンサンブル、ビッグデータとい
う、3つの使い方があるということに対して、具体的にどんな話なのかを示し
てほしいということでございましたので、挙げさせていただきました。ケイパ
ビリティ、要するにコンピュータ全体を使って1つの計算をしていくという話
では、今だと例えば粒子を100万から1億個程度使った、星の形成とか、そ
ういった計算を行っているのですけれども、将来はガスから星ができるなど、
そういったところもやっていきたいと思っています。そうすると、今は大体1
00万から1億個ぐらいの粒子数の計算をしていたのが、1兆程度という、か
なり桁が上がった計算が必要になりまして、こういうものはやはりエクサ、今
の100倍以上ということやっていきたいと思っております。

あとアンサンブル計算というのは、これは一つ一つの計算はせいぜい10倍
ぐらいにしかならないのですけれども、まさにたくさんの組み合わせをやって
いくことで、その成果を出している。創薬ですと、今だと数百個ぐらいの候補
物質を一挙に調べて、評価しているというところを、それを例えば10万個程
度やっていくというようなところで、一つ一つは100倍というわけではない
のですけれども、全体としての計算能力は大きくなるというのがアンサンブル
計算でございます。

あとビッグデータの利用の例としては、ゲリラ豪雨予測ということで、次の
気象衛星のひまわりはかなりデータがたくさん取れるというふうに聞いており
ますし、あとは地上のフェーズドアレイレーダーとか、そういうたくさんのデ
ータを処理していくことによって、今だと大体数十時間ぐらいの天気を予測し
ていくというところかと思うのですけれども、将来的にはゲリラ豪雨のような、
かなり局所的なものも予測できるのではないかと考えております。

それから、次の27ページ目からは、これはいろんな分野について、「京」
の前はどうなのか、「京」でどうなのか、エクサでどうなのかということで、
もともと各分野で整理ということだったのですが、我々は計算科学ロードマッ
プでむしろどういう課題があってという整理をさせていただいているので、そ
ういうところを出したような課題について、一個一個の傾向、スパコンの役割
とか、課題解決のようなことを書かせていただいております。ここの詳細は割
愛させていただいて、また後でご質問があれば回答したいということで考えて
おります。

それで少し飛びまして、37ページ目ですが、「京」と「エクサスパコン」

の中で連続性がある部分と非連続な部分ということで、前回の評価検討会でハードの違いというのを少し述べさせていただいたところですが、そのアプリケーション的なところは余り書いていなかったのので、そこを丁寧に書かせていただきました。基本的には新しいシステムは、汎用部のノードに演算加速プロセッサを付加したのですが、汎用部は「京」のアーキテクチャの延長で、そういう既存のアプリケーションもかなり動くだろうということで、加速部の部分というのは、これは加速部にどう走らすかということについては、新規のプログラミングが必要で、ここは非連続な部分かということで考えております。

それから、38ページ目からは、スーパーコンピュータでは、「京」では、「地球シミュレータ」ではどんな成果が出ているのかということで、38ページは、まずスパコン全体ということで書かせていただいて、前回もご紹介したとおり、ノーベル化学賞、今年は計算科学分野で受賞ということになっております。

それから39ページ目が、「地球シミュレータ」の成果でございますが、学術論文でいうと、Nature 7件、Science 5件など、トップレベルの成果が出てきているというところでございますし、一方で、大きなIPCC、気候変動に対して科学的根拠を与えたというのはやはりこれは「地球シミュレータ」の大きな成果ではないかと思っております。また、40ページは「京」の成果ですが、「京」はまだ共用開始して1年で成果はこれからというところであるのですが、Impact Factor 1以上のものというのは、40件ほど出ております。

その中で代表的なものを次の41ページに書かせておりますが、これはフィジカルレビューレターズに載ったものでございまして、燃料電池における電極触媒反応をコンピュータでシミュレーションをやったと。こういうものがインパクトのある学術論文として、現時点で評価されている例でございます。そのほかにゴードンベル賞ということで、コンピュータ分野できちんとアプリケーションの性能が出ているということで2年連続で賞をいただいたということで、この辺は当然サイエンティフィックな面もありますが、コンピュータとしてのよさというのにも出ているのかなと思っております。

42ページは最近のプレスリリースということで、例えば気候の話、脳の回路のシミュレーションができたなどの話を出させていただいております。

43ページは、これはどれだけの人が学术界で使っていくかということで、課題参加者900名近く、96課題ということで多くの課題が「京」では運用されているところでございます。

それから、44ページは「京」のフルノード、約8万2,000ノードぐらいですが、それを利用しているアプリを示してほしいということで、ここに書かせていただきました。戦略プログラムで、集中的にやっているものもあれば、

公募で集めた一般課題もありますし、一番下には産業利用で行われているということで、いろんな方が全ノード計算に挑戦しているところがございます。

45ページが、これは見にくいのですが、大体、最近の利用状況ということで、8万ノード使っているのは、これくらいということでお示しております。

それから、46ページからは人材育成でございます。人材育成、大学院ではAICS（計算科学研究機構）で連携講座やサマースクールにより人材育成を行っておりますし、大学等については、例えば筑波大では、計算科学、デュアルディグリープログラム、神戸大学では計算科学専攻など、大学レベルでの取り組みもあるので、そこはうまく連携してやっていきたいと思っております。また、「京」を使うHPCI戦略プログラムは5分野が選ばれているわけですが、その中核機関でスクール、講習会というので、幅広い人材育成が行われて、この辺は継続的にやっていきたいと考えております。

また、大学の情報基盤センターとの協力ということでは、「京」を中心として、こういうスーパーコンピュータのシステムを右下の図にあるとおり、ネットワークで連携してHPCI（High Performance Computing Infrastructure）というのをつくっております、それでシングルサインオンでいろんなところのコンピュータが使えるということで、うまく連携していくという体制を構築しているところがございます。

それから、47ページが将来構想ということで、真ん中にあるのが、開発主体として、先ほど言っていたように、スクールをやったり、インターンシップを受け入れたり、あとはやはり重要なのは、Co-designの中でいろいろ才能ある新たな人材を誘引して、アプリ開発も含めて、独創的な成果を目指す。そういうことを通じて人材の育成をしたいということで、Co-designというのは、人材でも重要な役割を果たすかと思っております。そのほか、当然、開発を通じて、その企業の中でも人材は育ちますし、さっき戦略5分野という話もありますが、それぞれの分野でもいろいろ企業人材というものの育成も進んでいくかということで考えております。

それから、48ページが商用展開というところが課題であるというところについて、当然、商用展開するについては、メーカーの取り組みだけでなく、やっぱりユーザーコミュニティの構築支援ということで、幅広くみんな使っていくという環境を使っていくところも大事かと思っております。

その意味では、一番下に書いてあるとおり、今回、Co-designということで、ソフトウェアもつくっていくと。そのソフトウェアとハードのシステムと、パッケージで展開していくということも重要ではないかと思っております。

ちなみに、その「京」の商用機であるFX10については2番目のポツに書

いてあるとおり、今、国内外の13機関に導入されているところをございまして、今後もさらにこの辺が広がっていくところもありますし、当然、そのポスト「京」についても、きちんと動くという成果を見せていけば、スパコンセンターなり、いろんなところへ展開されたり、加速部であれば、いろんな汎用のもの、チップと組み合わせたり、あとビッグデータの解析、これ自体は非常にそんなに難しい計算はしないということなので、そういうのを高速に処理するものとしての使われ方というものもあるのではないかと考えております。

当然、ポスト「京」でも、「京」の開発と同等以上の人材育成創出を目指したいと思っています。特に大きな違いは、「京」をつくる時には、COEである計算科学研究機構がなかったのですが、今は機構があるという前提もありますので、「京」のとき以上に効率的に人材育成ができるのではないかと考えております。

それから、50ページは国内の計算能力ということで、ここはまず実績として大体書いているのですが、今まで年1.8倍程度伸びていると。ただし、伸びると、一方で当然ユーザーのほうはいろんな新しい計算をしたいということもあるので、なかなか現在の計算能力では、利用者のニーズを満たしていないという状況ではございます。

特に、まさに「京」とかポスト「京」以外での主要なプレイヤーというのは、9大学の情報基盤センターというところですが、ここでもどんどん増強していること。およそ見ていくと、2018年から20年ぐらいには100ペタということで、ポスト「京」の10分の1ぐらいのサイズというのを意識したものを導入していきたいということで考えているようでございます。

それから52ページ、スーパーコンピュータと先端計測装置との関係はどうかということもございます。これは何回も言っているように、その計算科学ロードマップの中でも一つ重要な課題として挙げさせていただいているのですが、SACLAの連携ということで、SACLAで取ったデータを解析した例で、前回Spring-8の話もあったのですが、調べたところ、Spring-8-IIのスペックというのはまだ検討中であるというところがございます。いずれにしろ、これまたこれまで以上の大量のデータが出てくるということもありますので、そこをどう処理していくかということについてもよく考えていきたいと思っております。また、別の見方で言うと、さっきともう一回同じ話ですが、ビッグデータということで、ひまわりのデータなどをうまく組み合わせるということで、観測と、当然その予測というのを組み合わせることも重要であるということで我々は考えております。

それから、53ページは幾つかコンピュータのCPUの類型として、メニー

コアスカラー、別の言い方をすると汎用プロセッサ、あとベクトル、それから演算加速アクセラレータというのがどう違うのかというところがあるのですが、詳細はまたご質問があればと。その辺の比較をさせていただいております。

1つだけ付言しておく、ベクトル型というのは実は、ぱっと見ると非常に消費電力が大きいという感じはあるのですが、実はアプリケーションの実効効率を考えると、例えば同じピーク演算性能は要らないという話もありまして、あるアプリについては、ポスト「京」を補完するマシンとしての検討の余地もあるのかなということで考えております。その次、55ページということで、将来の海外動向はどうなっていくのかというのを改めてまとめさせていただいております。海外のプロセッサ、あと将来動向はさっきも言ったとおり、汎用コアと演算加速コアとネットワークというのが統合されていくということですが、その辺が右下にあるところに文献として挙げられているところでございます。

演算加速部はいろいろ新しいということもありますので、例えば4,096個の演算コアを同時にうまく演算させるとか、あとはメモリを活用して、データ転送が、ある幅の範囲内で高速にできるようなシステムを入れるとか、あと2.5次元実装という立体のメモリを使って、たくさんのメモリをやりとりできるようにするとか、そういった技術に挑戦してまいりたいということで考えております。

それから、57ページはスケーラビリティの話、先ほども申し上げましたが、基本的にはノード数というのを増やすことによって、性能を上げる、逆に言えば、減らせば下げることもできます。ただ、これは設置スペースなり、当然、供給電力、製造・保守コストというのは増えるわけですから、その中での観点も見つつ、どの程度にするかというのは考えていく必要もあるかと思っております。

また一方で、ノード数が増加すると、たくさん数がふえて、通信がしにくくなるというところもありますので、アプリケーションによってはちゃんと比例で上がるものもあれば、ものによってはちょっと増やしてもそれほど上がらないというものもございます。いずれにしろ、この辺は詳細設計の中できちんと全体性能を見きわめて、これだということで決めていきたいということで考えております。

それから、58ページが知財と国際標準ということで、知財については共同で開発するというので、これは「京」の例ですが、それぞれで発明したものはそれぞれの帰属、共同だったものは協議ということで、ポスト「京」の方針もこれと同様かと思っております。また、国際標準化については、以前もご紹介したシステムソフトウェアや、日米協力をやっていくほか、数値演算ライブラリなど、こういういろんなアプリケーションをつくるに当たって必要となる

部分というのは、ある意味、国際協力で標準化していければなど思っておりますし、ミニアプリというのは、これは別の言い方でベンチマークなのですが、ベンチマークの国際共有化なりしていきたいということで、思っております。

それから、59ページでございますが、この「京」はいつまで運用されるのかと。建屋の話はどうなのかということでございますが、現時点ではA I C Sの建物を活用するという事で考えておりました、建屋のお金は入ってございません。スペース的にも、今の評価だと「京」が設置されているところの空きスペースを使うと、設置することができるというところでございますので、そこは場合によってはある程度、並行ですることも考えて、どういうふうにしていくか、具体的な工程は検討していきたいと思っております。そのポイントでまさに「京」がいつまでという話はあるのですが、そこは先ほど基盤センターの計算の増強計画もあったと思うのですが、我が国全体として、どういう計算ニーズがあるかということも見きわめつつ、あとランニングコスト、いろんなところも見て、判断していきたいと考えております。

それから、60ページについては、国際競争あるいは国際協調ということで、先日もご紹介したとおり、ハードは各国が開発競争をそれぞれ行っているという状況かと思っております。一方でソフトウェア、特にシステムソフトウェアのような基盤の部分については、日米で協力しようという話もございまして、資料の右下にあるとおり、ことしの4月に日米科学技術合同高級委員会の中でそういう協力をしていこうという話がまとまりまして、今、具体化に向けて検討しているという状況でございます。

それから、61ページは、アプリケーションのところでございます。アプリケーションについては、あるキラーアプリケーションのようなものは国際的に広めていくということで、国際協調の面もあるとともに、最後はサイエンスの成果というのが、国際競争ですので、こういうアプリケーションをどう使っていくかというところが競争もあるのかなと思っております。

ちなみに、ここにある3つのものは、日本発のアプリケーションということで、国際的に認められているものを出しています。いずれにしろ、我々としては、エクサスケール時代はCo-designを行うことによって、やはり使えるアプリケーションというのをきちんと開発して、それを広めていき、世界をリードしていきたいということで考えております。

62ページは、改めて工程、その中でシステム運用環境の構築、人材育成、プロジェクト評価などということだったのですが、まず、運用については少し「京」と違うのが、これは理研のA I C Sがありますので、システム運用環境というのを改めて構築する必要はなくて、その中できちんとやっていくという話かと思っております。

また、中間評価については、大体2017年ごろということ考えているのですが、それだけではなくて、設計の節目ごとには設計内容に関する評価を行っていききたいということ考えております。人材育成は当然継続的にやっていきますし、一番下にあるとおり、アプリケーションの準備研究とか、アプリケーション開発を通じてCo-designということもやっていききたいということ考えております。

それから、63ページからはCo-designはどんなふうやっていくのかということについてですが、これは実際、我々がFSと言っている、活動の中の東大のチームなり、筑波大のチームなりでもう既に取り組んでおります。具体的にはハード側がアーキテクチャを考えたり、こんな性能ですよというのを示した上で、あるアプリケーションがそういうシミュレータに従ってアプリケーションを動かして、その結果を見ながら、企業とアプリ側と一緒に結果を検討して、改良するかを検討する。これを大体2カ月のサイクルでやっている。筑波大も少しやっていることは違うのですが、いずれにしろ、ある程度開発のハード側とソフト側が協議してやっているということで、こういうところの経験を踏まえながら、実際のポスト「京」というのを、どうCo-designしていくかというのは考えていききたいと思えます。やはりそういう関係者が一堂に集結してやっていくということが非常に大事ではないかなと思っておりまして、そのための体制をどうするかということについて、今、検討しているところでございます。

また、そのCo-designの中で、ハード、どの辺がCo-designされるのかと。当然、構成比などを変えられたら、全体性能が変わるというのは当然あると思うのですが、それ以外でも例えばCPU内のメモリに関して、キャッシュの大きさをどのくらいにするとか、あと演算性能と通信のバランスをどうするかとか、そういった話というのはCo-designの中でいろいろ決めていくところもあるのかなと。一方で、当然アプリケーションもその状況を踏まえながら、いろいろ考えていくところがあるのかなということ考えております。

65ページは、従来との違いということで、従来はやっぱりある意味で一方通行で、アーキテクチャがこうしました。アプリケーションはベンチマークで評価してくださいよという感じだったのが、そこはもっと密にやっていきますし、そのアーキテクチャとアプリケーションだけではなくて、そのシステムソフトウェアだったり、プログラミング環境だったり、そういうところでお互いにフィードバックしながら設計開発を同時に進めていききたいということ考えております。

資料は以上ですが、あと論点のところでも多少説明がもしかするとなかったところもあるのですが、最初の必要性と意義についてはまさに我々としては「京」

で成果が出つつあると。そういうことを踏まえて、我が国として継続的にスーパーコンピュータを開発していくと。そういう中で、スーパーコンピュータを自主開発できる数少ない国として、それとCo-designでアプリケーションも開発し、計算科学分野における我が国の貢献を高めていきたいということで考えております。

あと産業応用は、（２）についてはやっていきたいと思っております。それから、ターゲットとする主たるアプリケーションを明確にする必要があるのではないかと。２．１については先ほど、今後、有識者会議の議論も踏まえて決めていくというのですが、全くないというわけではなくて、多くを言えば、その計算、ロードマップというので大きくサーベイしていますし、その中である程度、我々が有力だなと思っているのは、前回の評価検討会で幾つか期待される効果等で挙げさせていただいているものはかなり、有力なものかなと思っています。いずれにしろ、きちんと議論して、そこはもう一回確定していきたいということで思っております。

それからあとは、ベンチマークについても当然、国として決めたターゲットの何をしていくかというアプリケーションを踏まえた、それとセットでベンチマークも見て、性能評価をしていきたいということで思います。

あと、これは２．（４）、事業費については、前回説明した資料のとおりなのですが、いずれにしろ、そのCo-designの中で全体性能や汎用部と加速部の比率を明確にしていると。そういう作業の中で、事業費についても、きちんと精査してまいりたいということで考えております。

それから、３．（１）のターゲットアプリケーション以外のものも確保されるようにという、そこはまず概念設計でもそういうところは見えていきます。いずれにしろ、これは「京」もそうなのですが、産業界も含めたいろいろな方がアプリケーションで参加していくということもありますので、例えば「京」であれば、今、登録機関というのが利用支援を行うという枠組みはあるのですが、ここは引き続きそういう専門機関がきちんとアプリケーションが動くように、エクサについても支援してまいりたいということで考えております。

それから、（２）にある計算資源の配分というところなのですが、確かに産業競争力の強化や新事業創出の貢献というのは、我々は重要だと思っております。産業利用枠の拡大等の取り組みについて、「京」でも今ふやしつつあるのですが、そういうところを発展的にやっていくという形で、共用開始前のしるべきタイミングで、きちんとこのような形でやっていきますというのは、決めていきたいということで考えております。

長くなりましたが、以上でございます。

【座長】 ありがとうございます。

では、早速質疑に移らせていただきたいと思います。

ただいまのご説明に対してご質問のある方はお願いいたします。

はい、どうぞ。

【委員】 ありがとうございます。

ターゲットアプリケーションの例はたくさん出てきたんですけれども、まだそれを決めてはいなくて、来年の夏ごろまでに決めていくというふうな理解をしました。

その決めていくに当たっての基本的な考え方みたいな、有識者会議とか計算ロードマップとかは、それは重要なことだと思うんですけれども、そもそもどうという考え方で決めていくという。

【文部科学省】 まさに基本的な考え方は、今後の我が国の将来を見据えて、こういう社会的な、科学的な課題があるというところで、今後に資するものというのは本当に、それぞれ当然資するものであるのですけれども、その中でやはり本当に資するものは何かというのを多少大所高所で決めていかないといけなかなというのが基本的な考え方であります。

【委員】 例えば、大きく言うとサイエンスを目指すものと産業応用とあるじゃないですか。産業応用でも、創薬もあれば環境関係の技術のものもありますよね。そういうところのマネジメントで大きい基本方針みたいなことを決められるということはしないんですか。

【文部科学省】 すみません、大きな基本方針というのは、例えば創薬をやっていくかどうかということですか。

【委員】 多分どれか一つということではないと思うんですけど、全部並行して進めていくと思うんですけど、ある程度比率というか、半分はサイエンスに投入して、その残りで産業をやるとか、いや、それは8割でサイエンスをやるべきだとか、それがマネジメントだと思うんですけども。

【文部科学省】 そこはまだ具体的に何割がというのは言えないのですが、当然幾つかの課題群というのですか、そういうので選んで、その中で一個一個のプロジェクトをマネージしていくということかなと思っております。

【委員】 それはボトムアップで積み上げていくという理解でいいんですか。

【文部科学省】 むしろそこはある程度トップダウンで、我が国としては、これが重要だということ。

【委員】 トップダウンで大きくサイエンスをまず優先してやるとか、そういうことを示すほうがいいかと思うんですけどね、上がってきたものを見て考えるというわけではなくて。

【文部科学省】 そこはそうだと思いますが、ただ、必ずしもサイエンスだけということではなくて、いろいろな社会に役立つようなところも、そこも重要

だと思っていますので、そこは多分どっちかということではなくて、適正なバランスを見て選んでいくのかなと思っています。

【委員】 サイエンスか産業応用かということ、そういう切り口だけではなくて、そういう基本的な考え方をしっかり定めていただければと思います。

【文部科学省】 わかりました。

【座長】 どうぞ。

【委員】 今のご質問にも関係するんですけども、アプリケーションの選定、今は仮にされています。ご説明の中では、基本的には入れかえは可能だという理解ですけども、それはよろしいですか。

【文部科学省】 そこはむしろ入れかえというか、ある程度の幅で選んで、むしろ成果を見つつ、どこかでさらに取捨選択していく。実際は、このCo-designと並行してそこはアプリでやっていきますので、うまくそこは入れかえができればそうするのもかもしれないのですが、むしろそこはある程度選んで、一気通貫でCo-designでやっていくのかなと考えております。

【委員】 そういう意味で言いますと、今ご質問にあったように、サイエンスの分野とインダストリーの分野と、それ以外に国家安全保障の3つが、つくる理由として出たというふうに理解をしています。

その一方で、日本国自体の国力の向上というのはもともと大きなポイントで、その中で一部経済効果の波及効果、「京」はこういう効果でしたという話もあります。となると、やはり各アプリケーションをやることの経済効果を個別に考えて、経済効果の高いものを優先的に取り上げてCo-designしていくというのは一つの国家戦略のあり方としてあるかなと思うんですけど、その辺はいかがでしょうか。

【文部科学省】 そこはそういう見方もありますし、多分、サイエンス的に言えばなかなか経済じゃないというのがありますので、そこはそういうもので見ていくものもあれば、そうじゃないものもありますけど、そこは幾つかの切り口でそれぞれ見ていくということかと思っています。

【委員】 19ページに波及効果の絵がございまして、ちょっと意外な気がしたのは、システムソフトウェア技術の部分で、ここに大規模クラウドとかGridの話が出てくる。例えば、こういう分野というのは、アプリケーションとしては、例えば17ページにアプリが並んでいるわけですけども、この中だとどれに対応するものになるんですか。

【文部科学省】 この19ページの自体は、アプリというかハードとしての、例えば並列処理技術、ファイルアクセス技術などがこういうところでも使っていけるのではないかということですので、特にこれとアプリの関係というので見てはいないのですが。

【委員】 そういう意味で、アプリの選定が、非常に重要なポイントになってくると考えておりますので、その辺もうちょっとご検討いただけるか、何かのフィードバックをこちら（総合科学技術会議）からかけるほうがいいのかということだと思います。

【座長】 ありがとうございます。どうぞ。

【委員】 ノード間のネットワークのところは、現在の「京」がどうなっていて、それがどういうふうに引き継がれていくのか、スケーラビリティの絡みもあると思うんですけど、その辺はどのように考えておられますでしょうか。自主開発をするというふうなことなのでしょうか。

【文部科学省】 理研のほうから。

【理化学研究所】 今検討中のものは、CPUの中にもネットワークが入っていくという形で、先ほど「京」のアーキテクチャの延長というのは、特にネットワークのトポロジー等は基本的に、今のトポロジーをベースに考えていきたいと思っております。加速部のほうにも別途ネットワークはありますけれども、同様にチップの中に入ってきます。

【委員】 それからもう一つ違った観点の質問ですが、51ページに9大学の基盤センター等の計画が出ていますが、9大学のスパコンのセンターとの差別化の辺がどうなっているのかというのを伺いたい。45ページのところに、「京」でどの程度ノードを使っているかという図があるんですが、8万ノード以上を使っている課題は余りないんですね。ですから、課題には小規模なものも混在して「京」の中で動いていると思うんですけども、そういったようなものはやはり大学の計算センターのほうに、例えば回すなどして、もう少しポスト「京」のところでは、「京」も含めてなんですが、非常に大きなアプリに特化したようなことで運用されたほうが良いように思うんですが、その辺はいかがでしょうか。

【文部科学省】 まさにそこはご指摘のとおりかと、そういうことも含めて、先ほど46ページでHPCIということで、「京」とほかの基盤センター、ほかも含めてですが、スーパーコンピュータをつなぐという、まず枠組みをつくって、その上でやはり、このHPCIという中でもある基盤センターの一部の枠を切り出して統一的に実は使っていくというところもあるのですが、そういう中で、おっしゃるとおりのまさに本当に小さいものはこっちでやってもらうとか、そこは全体として効率よくできるようなこともさらに基盤センターの皆さんと議論してそこは考えていきたいと思っております。

あと、一応数字では小さいものもあるのですが、ものによってはバルクジョブで小さいのがいっぱい走っているものもあるので、そこはやはりある意味で大規模だと思うのですが、45ページの図ではそういうのはちょっと出てきに

くいということがあることだけのご承知いただければと思います。

【座長】 じゃあ、委員、どうぞ。

【委員】 2点質問と確認をしたいんですが、まず1点目は確認です。53ページに、ターゲットマシンのアーキテクチャの可能性としてメモリアクセル、ベクトル、アクセラレータ、それから今回提案の汎用スカラとCPUの複合型が比較されていますが、この表と、それから説明を聞くと、電力とかサイズの問題、使い勝手の問題、その他を勘案すると今回の提案の汎用CPUとアクセラレータとのセットというのが唯一解であり、つまり設計はこれでいくということによるんでしょうか。

【理化学研究所】 はい。今、概念設計ではそういうことで進めております。

【委員】 では、2点目の質問ですが、Co-designという考え方が先ほどからの説明の中にも何度も出てきましたが、これが私にはよくわからないんです。前回までやってきたCo-designもどき、すなわち既存のアプリケーションに対してどれぐらいの性能が出るか測定する。その後、マシンを設計した、あとでアプリケーションのチューニングを行う。こうしたアプリケーションをハードにあわせていくという、一方向なCo-designではなく、今回はさらに踏み込んで、ハードに適應するアプリもしっかり開発するという。つまり痛み分け。開発者も頑張れ、そのかわりハードも頑張るから、一緒に頑張れば、トータルとしてこれだけすごいものが出るというのがまさにCo-designだと思うんです。

それで、この後の資料の、63ページのところにまさにそういうCo-designを検討している東大とか筑波大のFSの例が出てきますが、これはあくまでも東大と筑波大で進められている例の紹介であって、今のこのエクサ開発でこういうCo-designを既に始めているというわけではないわけですよ。現段階で既にハードの構成が決まってしまっているのに、Co-designを一体いつやるのかがちょっと心配になります。例えば、汎用CPUとアクセラレータとの比率を、アクセラレータメモリ容量の制限を含めて検討するのも一つのCo-designとおっしゃいましたが、しかしアプリ側のアルゴリズムを変えれば使用メモリ量は2倍以上がらっと変わります。ましてや陰解法から陽解法にアルゴリズムを変更するとか、いろいろアプリ側も頑張って高い性能を目指すとアプリケーションは今後大きく変わってくる。なので、この先、Co-designをやっていく段階でハードの設計もやる、アプリも大々的な見直しを同時進行で行うというのが本当のCo-designだと思うんですが、例えば62ページを見ると、既に概念設計の時期に入っていますから、基本設計の後の1年半というか2年というか、この間で行うのでしょうかそれとも時間は限られているので、Co-designの精神は尊重しながらも結果的に前回のようにならざるを得ないのか、Co-designにどれぐらい気合いと気持ちを入れていращやるのか、

そこを教えてくださいませんか。

【理化学研究所】 基本設計から試作の最初のほうぐらいまではCo-designで回していくことを考えています。もちろん、特に汎用部のほうはかなり決まっているところはありますけれども、加速部、それから汎用部と加速部をどうやって使っていくのかといったところは、特に重要なCo-designになるというふうに思っております。

【理化学研究所】 加速部につきましては、実行できるアプリケーションが形態として限られてくるので、アプリケーションのほうに割といろいろな努力をやっていただかなくてははいけません。例えば、今の地震シミュレーションの話ですけれども、今検討するところだと、例えば、津波のところをもう少し差分形式にしていくというふうな話とか、そういうふうな形の見直しをアプリ側にも要求して、なるべく加速器のほうを使うのであれば、そういう形でアプリのほうを書き換えていただくというふうな話を、この1年、2年くらいでいろいろな方面にわたってやって、それでもだめであれば、汎用部のほうにお任せすることになるのですけれども、そういった、こちらはこちらで努力しますけれども、アプリのほうはアプリのほうでいろいろな書き換えをやっていただいて、スキームを変えていただくとか、そういうふうなことをやっていく期間を2年くらいでやっていきたいと考えております。

【理化学研究所】 例えば産業応用とかで非常に非構造格子の計算がまだ主流なわけですけれども、1つは、非構造格子の問題において今後いろいろなロードバランシングのこと考えると構造格子に置き換えていくという方向性も一つCo-designの中であるかと思っております。

【座長】 よろしいですか。委員、お願いします。

【委員】 今日は遅刻して申しわけございません。もしかすると前半の分を聞いていなかったので説明なされたかもしれないかもしれませんが、まず、ぱっと見た感じ、資料については、短い期間で非常にわかりやすくまとめていただいたなというふうに感じます。

私もこれまでの方とダブりますけれども、やはりこれだけの大規模施設になってくると、満遍に使ってもらおうというのはやはりコンピュータの延長上にしては当然ですけれども、どこか力点とか課題みたいなものを、エクサだからできるんだというような、何かそういう重みづけが必要だと思えます。

一つの考え方として、例えば、総合科学技術会議の科学技術イノベーション総合戦略の中で、「2030年に実現すべき我が国の経済社会の姿」というのがあります。あの中で、ライフサイエンス関連、特に創薬の貢献について、製薬会社に所属する立場から見て非常に大きな課題と感じるのは、臨床現場での再生医療のあり方および使われ方、それともう一つは、これまでの予防を超えた先制

医療についてです。つまり現状では、まず病気に苦しむ患者がいて、その病気を治すために薬を使います。その結果として、患者はある程度の副作用は許諾して、切れ味のいい新薬を求めます。しかし、先制医療というのは、今の薬を単に量を減らして使用すればいいとかというのではなくて、おそらく、先制医療では診断とか検証とかを十分に実施して、これまでにないタイプの薬として病気の発症前に使用されます。今やっている健常人と患者のコホート研究等が貢献して、診断の結果、瞬時に現況と未来のリスク等を判断する、そういう未来のビッグデータの使い方みたいなことを考えると、2020年のエクサパコンの段階が、2030年という未来に対して、どういう立ち位置で使われるのかというようなところを描いていければ、国民に対する説明として意義があるとの印象です。

本日の追加資料について、2006年、現時点、2020年は大変いいんですけれども、画期的な新薬と記載されているこの「画期的」というのは、恐らく現時点での想定では新薬の延長線上のものであって、先ほど私が発言した再生医療が臨床に使われているとき、あるいは「先制医療」という言葉が国民に受け入れるときの新薬というのは、このモデルから外れているんじゃないかと思うんです。しかし、エクサの活用方策をもっと広く求めることが重要なというのは1点あります。そういうことも考えて重点を考えたほうがいいと思います。

もう1点は、これはもう少し具体的ですけれども、6年間という非常に長い中で参画する企業とかマネジメントは非常に大変だと思うんですが、率直な話ですけれども、前回の「京」のときは、途中でリタイアというか抜けた企業がありましたよね。その反省を踏まえて、次回にはどういうことをお考えか、ちょっとそこのところをお聞きしたいんですけれども。

【文部科学省】 おっしゃるとおり、そこはまず共同開発していくという契約の段階で、当時、撤退したらどうするということまでどれだけ詰めていたかという話もあるのですが、そういういろいろな可能性も踏まえて、開発に参加しますねというところはきちんと確認していくというのが第一かなと思っております。あとは、そこら辺でどういう条項なり、どういう内容を詰めていくのかというのは、またさらに検討していきたいと思います。

【委員】 1つの考え方として、すごく先は長いですから、もちろん契約で縛っていったら、抜けないように強固にするというのも一つかもしれませんが、もう一つは、2年毎の見直しで、場合によってはそこから新規参入とか入れかえもありみたいなことを柔軟性に考えておかないといけないんじゃないかなと思って、これは相手側の企業の場合は、企業活動の中でやっていますから、合併とかそういういろいろなことが不特定ないろいろなのがありますから、と

いっても、前回の途中脱退は、私たち民間企業からするとちょっと考えられない出来事と思います。企業センスとして、国家プロジェクトに参加した大企業がああいう形で抜けるということは普通考えられない。そういうことが起こって、それが容認されたのかどうか知りませんが、そのままプロジェクトが進んでいったということは大変驚きだったので、その反省が十分生かされているというのを残しておかないと、同じ過ちは許されないなという気がします。あえて言いました。

【文部科学省】 わかりました。

【理化学研究所】 最初の先制医療等へのスパコン活用というのでしょうか、それですが、現在、私どもは神戸にありまして、神戸市のポートアイランドは医療産業都市構想があります。井村先生もいらっしゃって先制医療あるいはコホート研究というのをこれからやろうとしております。その中で、大量のデータをどうやってスパコンで、今のところは「京」ですが、「京」を使って活用できるか、あるいはそれを先制医療にどうやってつなげることができるかという研究は実際にスタートしております。コホート研究なんかも、データも集めて、データ同化のやり方なんかも新たな医療分野に、先制医療に資するようなデータ同化法というのを開発しておりますし、その意味ではポスト「京」に向けても、そういった研究をさらに一層進めていきたいと思っております。ここには今のところそのように様々に先制医療に資するようなスパコンの使い方というのは露わに書いてありませんが、我々の念頭というか頭の中にはそういうことは当然考えております。

【理化学研究所】 すみません、補足させてください。

創薬のところの一つの例として、創薬・医療におけるモルキュラーダイナミクスの計算というふうに挙げさせていただきましたけれども、実際には計算ロードマップをつくる段階の中で、そういう少し先を見据えたことにどういう貢献ができるかということをしっかり議論されておりますので、それを一つ付け加えさせておいてください。それは同時に、今後先を見据えたときに必ず考えなければいけない問題なので、それは考慮したいというふうに考えています。

【座長】 ほかに質問ございますか。

【委員】 2つあるんですけども、まず1つ目は、簡単な質問ですけども、8ページ目のところでCPUの自主開発のメリット・デメリットということを表の形で比較されて、本プロジェクトでは、CPUから自主開発していくという主張ですけども、その表の中で、CPUメーカーとの協業による開発というのも対象に上がっているんですけども、質問は、ここで想定されるCPUメーカーというのは、例えばどこでしょうか。つまりIntelさんとか、それとも国内のメーカーですか。

【理化学研究所】 もちろん最先端の技術を持っている企業の場合を考えております。

【委員】 実際CPUを構築して成功しているところというのは非常に限られていると思うので、そうかなとは思いますが。

それともう1点ですけれども、先ほど来幾つか質問もあってコメントもあったことですが、基本的なアーキテクチャの概念設計、汎用部と演算加速部の2部構成になっているということは基本的には変わらないというふうな理解なんですけど、あとはCo-designの中でいろいろなターゲットのアプリケーションを想定してパラメータのチューニングをしていくという理解でよろしいんですね。その割合であったり、メモリの量であったりといったことをCo-designの中で精緻化していくということ、そういう理解でよろしいでしょうか。

【理化学研究所】 それにつきましては、64ページにありますように、汎用部のほうにつきましては、今おっしゃられたような要素が上がっておりますけれども、演算加速部のほうはもう少しスペシフィックな話、つまりかなりアプリケーションに近いところできちっとチューニングといいますか適用していかなくちゃいけないということなので、例えば、こういうふうなチップ内のネットワークではだめだという場合には、トポロジーを変えるとか、それはパラメータを変えるだけではなくて、もう少しドラスティックな変更といいますか構成の変更を伴うことではないかというふうに考えております。

【委員】 つまり場合によっては少しドラスティックなアーキテクチャの変更も起こるかもしれない、そういうことですか。私ちょっと心配していたのは、Co-designの中でいろいろなシステムのパラメータを調整してやっていくというのは、そういうふうには理解していたんですけども、いずれにしても最終的な、最大のシステムの消費電力というのは上限があって、その中でおさまるように調整していくわけですから、結局、いろいろなターゲットはあるんですけども、総じてどのターゲットも十分満足できないような設定になってしまうおそれがありますよね。つまりとがった部分がなくて、平たくいろいろなところに対応するような設定もあって、そういうふうになると、本来の目標からちょっとずれていくおそれがあるって、これだけ大きなプロジェクトですと、いろいろな力が働きますから、結局、綱引きの中で特徴のないマシンになってしまうおそれがあるので、ぜひそうならないように目標を明確に定められて、あるところは腹をくくったデザインをされたらよいのではないかなというふうな思いを持ちました。

【理化学研究所】 前述のように、私どもはサイエンスドリブンでいきたいと、つまりストロングサイエンスマシン、これをつくりたいわけですよね。だから、本当の意味の成果を出すことのできるシステムを私たちは選びたいと最終的に

思っています。

冒頭で、どういう分野で使うのですか、どういう観点でやるのですかというふうなお話でしたが、私は4つ観点があると思っています。1つは、サイエンスとしての科学的な卓越性があるかどうかということ。それからもう一つは、産業の国際競争力がつくかどうか、それを高めることができるかどうかという課題。3つ目は、国としての、あるいは社会としての安全・安心な国を、社会をつくるために、それが貢献できるかどうか。4つ目は、これはもう全地球規模で人類が抱えている様々な課題の解決に資することができるか、この4点で私どもは本当にその解決に資するものをとがった形でつくりたいというふうに考えております。

【座長】 委員。

【委員】 今回、深くお話を伺えば伺いますほど評価目標というものが非常に多様化していて、特にミニアプリを導入して、ベンチマークもセットとして深まるということになると、「京」のときとは比べ物にならないほど深まっていると思うんですけども、これはやはり今回のプロジェクトにおいてもエクサスケールですとか100倍ですとか1番をとるとか、そういったことが最初に来るべき目標というふうなスタンスで情報発信をしているのでしょうか。何かちょっと単純過ぎるというか、今までお伺いしたお話を十分に反映し切れていない目標のようにも感じますが。

【文部科学省】 このアプリケーション実行性能で100倍というところは、確かにハードが今までに比べて桁違いにいいものができましたかというのを見ていくところではあるのですが、先ほど言ったとおり、全体は端的なものとしてはこういうものもある一方で、確かにおっしゃるとおり、実際の設計というのは多分これだけでなく、もうちょっといろいろな要素も加味してやっていくところなのかなと思っています。

【委員】 ちょっと1枚目で気になったんですけども、私自身は、アプリケーションが100倍早くなるというのはどういうことなのか理解が難しい面もあってですね。

【理化学研究所】 補足します。

最初に、創薬・医療に関しては、1つの同じ規模のサイズで物事を行ったときに、現状の100分の1の時間で済む。これ実はいろいろなアンサンブル計算がありますので、実はそれをとっていくともっと上がる可能性があります。ただし、ここは数値目標でございますので、1つのアプリケーションについてのどのぐらいの性能を出すかというところを記載させていただいています。これはそこに書いてある倍率が実現できれば、ロードマップで書かれている内容に関しては、計算科学者たちが考えている時間内で遂行できるというような形の

ものになっているということです。

【委員】 ありがとうございます。

【座長】 今の目標設定について私も質問させていただきます。目標設定では、LINPACKを使わずに、アプリケーションの性能で100倍という目標設定がされるということです。そのために、ベンチマークを設定して、それで評価をするということでした。そうしますと、今、創薬の例を挙げられたように、ベンチマークが違ふと当然評価数値は変わっていくわけですね。そうすると、どのベンチマークを使うかが問題になるのはもちろん、そのベンチマーク自身が国際的な合意を得られない限りは身勝手な評価基準だというふうに言われて比較もできなくなると思います。その辺は、先ほど最後のところで国際標準の話もありましたが、ベンチマーク設定とベンチマークの国際標準化のどちらを先行させるのか、そういうところについて今考え方はあるんでしょうか。

【文部科学省】 まず、自らとして開発していくというものとしては、ある程度選んだものですが、ただ、それを一方でそれは自分だけの性能ではないかと、多分、国際規格はどうなのという話をすると、そこは必ずしも別に国際規格のアプリで100倍ということではなくて、それは国際規格については、我々の国際標準を目指したり、海外でも標準化されたアプリというのをつくろうとされているところもありますので、そういうのを走らせて何倍というか、どれぐらいのスピードですというところで、このものとしての開発するという目標の議論と、国際的に見てどうするかというのはリンクするところもあるかと思うのですけれども、基本的には多少それぞれで考えていく必要が今の時系列の中ではあるかなというふうには思っております。

【座長】 じゃあ目標設定としては、自らが定めたベンチマークでもって目標を評価されるということなんですね。

【文部科学省】 はい。

【座長】 もう一つ目標設定に関して、今、ベンチマークでの性能というのを目標にされるということでしたが、ほかの評価指標、例えば使いやすさとか電力消費量とか。それらは補助的なものであって、今回のプロジェクトの主たる目標設定は、このベンチマークによる性能比であるというふうに理解してよろしいんでしょうか。

【文部科学省】 その電力については、要するに、あるきっちりとしたというか、ある幅の範囲内に多分おさめていくということで、全く目標がないということではないのですが、そこは性能も見つつ、例えば今だったら30から40、でき得れば35メガワット以下にしたいと思っております。そういう幅の中で設計していくということで、逆に言えば、そうしないとなかなか現実問題として走らないというところもありますので、それはそういうものとしてつくって

いきたいと思っております。

【理化学研究所】 多分、今このスパコン開発のところ、どの国も非常にベンチマークをどういうふうにしたらいいのかというのは悩んでいると思うのですね。これまでは確かにLINPACKが使われてきたのですが、初期のころ、今から二、三十年前はLINPACKの性能というのが本当にスパコンの性能をあらわしていたのですが、今では、例えばメモリとのアクセス性能、あるいはネットワークの性能というのが、その意味では非常に重要になって、単なる演算速度だけではないわけですね。それによってサイエンスの成果というのが違って来るわけですね。ですので、各国とも何かいいベンチマークはないかということで一生懸命今探しを、模索をしているというところでございます。

幸い計算科学研究機構は、例えばアメリカだと、NSFの「Blue Waters」を開発したイリノイ大学とか、今度はアルゴンヌ国立研究所ともMOUを結んだり、あるいはヨーロッパのPRACEというやはりヨーロッパの中心、スパコンの中心の一機関のところ、あるいはオーストラリアの国立大学、こういうところとMOUを結んでいろいろな連携を進めようとしています。その中の一つの大きな課題は、スパコンを評価するベンチマークをどうやったらいいのかということです。大きな課題として皆さん議論をこれからしていけないといけないと思っています。その中の私たち、我々としてはこういうのがどうだろうかという積極的な提案をしていきたいと思えますし、そういう中から、スパコンというのはどういうふうな形で評価したらいいのだろうか、総合力としてはどういうものがいいのだろうかということを確認していききたいなとは思っています。

現時点ではなかなか難しゅうございまして、私たちの目標というのは、あくまで科学的な成果を出すことのできるスパコンを開発したい。それを「京」の100倍というふうなことまで言っているのですが、これが必ずしも1対1で対応するものではなくて、本当はもう少しキャッチフレーズとしてはいいものを考えないといけないなと私自身もちよっと思っているのですが、例えば、国民の皆さんに理解していただくために、もう少し本当によくわかるようなキャッチフレーズ、短いフレーズで何か言えるようなことを我々としてもそういう言葉も探していきたいというふうに思っております。

【委員】 アプリケーションの領域、サイエンスからいろいろな世界への貢献とか4つの分野は非常にいいと思います。前回検討会での質問に関しても、非常に多くのアプリケーションの領域を書いてくださって大分わかりやすくなったと思います。ですが、自主開発する必要性というものをやはりもう少しアピールしたいんですよね。具体的に技術開発するには、やはり「京」ではまだスピードが遅いんだと。それで「京」の10倍から100倍速くなると、こんなことができるといったアピールをできるだけエビデンスベースでやりたいと思

います。

例えば、今、日本では集中豪雨が大変な問題になっていますが、その集中豪雨について、どの地域にどの程度の雨が降るかとかを、シミュレーション予測することなどが考えられます。こういったものは計算機のスピードが速くなれば予測できるのか、予測するためのアルゴリズムがまだ全然できていないのか、そのアルゴリズムがかなりできているならば、そういったことがリアルタイムでできるようになりますなどがあります。過去のデータを持ってきて計算してみたら、例えば、大島でも実際に計算結果と同じような雨が降りましたねとか。ただ、現状は計算機が遅過ぎるからリアルタイムでできなかったというような、こういうエビデンスがあると、速いコンピュータを自分たちでつくらなくてはいけないというインパクトが非常に強くなると思うんです。

だから、何かそういうアプリケーションをまず1つ出してほしいですね。

「京」があるんですから、それを見せたいということです。それから、自主開発するには、この「京」をマザーコンピュータにして、将来、アプリケーションごとにレポートで2つ3つ計算機をつくるのもいいですね。けども、例えば汎用部を中心としたちょっと小型のコンピュータ、あるいは加速部を非常に強化したコンピュータ、こういったものが幾つも出てくる。そうすると、その中で自主開発したCPUも当然使われるわけだから、CPUからスパコン全体を日本で独自に開発したということを非常に言いやすいんですね。ですから、そういう観点でまずアプリケーションのエビデンス、インパクト、これ1つでもいいですから、何か欲しいなと思います。

先日、CSTPの本会議で紹介しました「京」による心臓シミュレータは8,000億個の分子をシミュレーションして、非常にその計算の能力という面ではインパクトを与えたと思うんですけれども、何に役に立つかというのはまだまだこれからですよ。ですから、そういった意味での実際に役に立つアプリケーションをぜひ一つでもやってほしいと思います。

【理化学研究所】 今ちょうど集中豪雨の話が出ましたけれども、基本的なアルゴリズムはほぼ固まっています。現状はやはり一つの大きなもので、計算能力が足りないという問題と、それから今後出てくるビッグデータをどうやって生かしていくかという問題があります。これらに関しては、もう既に基礎的な研究は「京」の中で始めようとしていまして、次の時代には、本当に現業レベルへ下方展開できるような、本当にリアルタイムシミュレーションの確立を目指すということは一つの課題として挙げられるというふうに思っています。

【座長】 委員、どうぞ。

【委員】 事前評価の論点が行っていると思いますけれども、幾つかお答えが

はっきりしないものがあるので、ここでまとめてご確認をさせていただきたいと思えます。

1つは、4. (4) 設計段階からのスケーラビリティを考慮することが望ましいが、技術面、経済面の両方の観点から可能性について検証すべきではないかということですが、これはいかがでしょうか。

【文部科学省】 そういう意味では、まずスケーラビリティは可能だというふうに我々思っていますし、むしろCo-designの中で全体性能をどうするかと見ていくこともスケーラビリティかというふうには思っています。ちょっと経済面というのはどういうことかというのがあれなのですが。ただ、ノードをふやすという話などとしても確かにお金がかかってしまうというところもあるので、そういうリソースも最後はちょっと考えていかなければいけないかと思えますが、技術的にはそこはできるところはあるかというふうに理解しております。

【委員】 多分ここで申し上げているのは、このエクサが必要かという話で「京」の評価があったときに、「「京」を拡張するわけにはいかないのか」と言って、「設計上できません」というお答えだったんですね。次やるときは、さすがにそんなことはないですねという話で「京」の話は終わっております。

100倍というのをどう考えるかというのもありますし、Co-designのことを考えると、ある意味フェージングして、例えば「京」の10倍のものをつくってきて評価をした上で、これならいけると、どんどん積み重ねていく。アプリケーションもそれに応じてという作戦もあり得ると思えます。ですから、いきなり、100倍つくってみましたが、使う人がいません——使う人がいないということはないと思うんですけど——というやり方よりも、段階的に拡張するほうが経済合理性はあるんじゃないですか。我々産業だと、多分そういうふうにやると思うんです。そうした考え方、設計の段階でスケーラビリティをどう取り込んで設計されているのですかということについては余りご説明がなかったと思えます。

【文部科学省】 それはある意味、例えば段階的に開発していったらどうかとか、そういうことですかね。

【委員】 あり得るのではないですか。

【文部科学省】 どうですか、そこら辺は。

【理化学研究所】 まず今のスケーラビリティという観点は、先ほどの説明の中にありますとおり、設置面積等の話と電力の話があって、今、想定しているマシンにおいては、A I C Sの計算機室いっぱいまで入れられるだけのスケーラビリティはあると考えていますということです。

段階的開発に関しては結局、最初にまずどういう大きなグランドチャレンジでケイパビリティな情報を走らせたいかに依存すると思っております。それが

小さければ、もちろん段階的に入れるというのもありだと思います。

【委員】 それでは、もう一つの質問ですけれど、その下の（５）で、知的財産・国家標準化戦略についてですが、この辺はいかがでしょうか。

【文部科学省】 すみません、これで十分なお答えかどうかというのはまた議論させていただきたいのですが、まず、いずれにしても知財というのは当然開発の中で発生していくところがありますので、そこはそこでちゃんと確保していく。ただ、それがどの者が発明したかによって変わっていくということが一つあるかと思えますし、知財と言うかどうかというのはともかく、当然別のところでも議論があったかと思えますが、できたものは当然下方展開というのも考えていくべきものかと理解はしております。

その上で国際標準については、ここの下のほうとか、むしろ60、61ページのところかもしれませんけれども、競争する部分と協調する部分がある。特に先ほども言ったとおり、システムソフトウェアみたいなところは協調して、まずは日米間でやって、日米間であるものができれば、それをもっと広めていくことができるのかな、こういう共通的な基盤ができれば、61ページにあるような日本発のアプリケーションというのがまた国際的にも広めやすくなっていくかなというのが一つの考えではございます。

【理化学研究所】 補足します。

あえて「国際標準」という言葉をここに記載していないところがありますけれども、国際標準というのいろいろなやり方があるって、デファクト的なやり方と、国際標準の団体にプロポーザルを出してやっていくというやり方があるわけです。どちらのやり方を使うかは場合によって違うと思うのですけれども、ここで考えているのは、特にシステムソフトウェアに関しては、デファクト的なことを考えている。日米協力で一緒にソフトウェアを開発しながら、共通仕様の部分をつくっていったらと考えておまして、数値計算ライブラリの共通仕様も、実際のところ、標準化団体による標準化というよりも、デファクト的な話になると思っていますので、そういう言い回しにしております。

いずれにせよ、国際的に使われるものでなければいけないという認識は持っております。

【委員】 そういう意味では、やはり「京」のときも話が出たかと思うんですけども、やはり小さい計算機と大きい計算機で、「京」だけもの凄く違うということになると非常にやりにくいんですね。我々としては明らかにやりにくいわけですので、その辺のある種の標準化というのはあらかじめオープン・クローズ、デジュール・デファクトをどうやるかも含めて考えておいて、見直すのは見直したらいいと思います。国家戦略ですので、やはりちゃんと明記してやるべきかなというふうに思います。

それから知財の件は、これは「京」のときにいろいろ知財ができました。「じゃあ誰が持っているんですか」と言うと、「メーカーが持っています」。「それは公開されて、ほかの人が使えるんですか」と言うと、「いいえ、そうではありません」という話になりました。そう理解していますが、その理由は、メーカー側も負担があったんだというような論理だったと思うんですけれども、やはり今回もそういう話になって、終わって見たら、確かにメーカーに人材が蓄積されたとか技術が蓄積される、それはそれで構わないと思うんですけれども、先ほどの説明で展開としてデジタルカメラなどいろいろなことが言われた場合に、展開はどうしていくのか。国のお金を使ってつくられた知財をどうしていくのかというのは、やはり始める前にはっきり決めておいたほうがいいというふうに考えます。ぜひご検討をお願いしたいと思います。

【座長】 委員。

【委員】 このアプリの100倍高速化の目標ですが、でも、100倍程度ではそんなに物理が大きく変わるとはとても思えないですね。幾つかの分野については、ちょうど今のぎりぎりの地点にいてそれを乗り越えることで成果が画期的に変わるかもしれません。でも、この資料に書かれたことはかなり無理があると思うんです。いろいろな分野で、あれが可能になる、これが可能になる、全てシミュレーションでできると読めるようなすごいことが書かれていますが、これは言い過ぎではないか思います。むしろ重要なのは、将来の目標に向けて高速パソコンを継続開発していくということで、私の地震の分野でも、まず100倍の高速化が達成しなければ本来の目標の1万倍か1,000万倍かわからないのですが、そこまで到達できないので、まずは100倍に期待しています。ここでは余り無理をせずに、あたかもポストペタができれば、画期的な成果が全て得られ、もうこれで完了というふうに読み取れてしまわないよう、そうではなくて、これはあくまでも途中の経過目標であり、継続開発していくことによって確実に進歩していくという説明と仕組みをつくっておかれたほうがいいんじゃないかと思います。すみません、コメントになっちゃいました。

【理化学研究所】 ありがとうございます。1万倍に行くには、次100倍ぐらいのものがないと、その後には行けないということでございます。

日本は地球シミュレータをつくった後、「京」、そして今回ポスト京というのを考えていますけれども、そのたびごとに、ある意味では非常に大きな労力を払ってプロジェクトを立てないといけない。アメリカのようにHPC法というのがあって、それはもう継続的にスパコンを開発するという法律ができています。スパコンというのは国家にとって極めて重要な基盤技術です。そういう位置づけのもとに継続的に開発しましょうとか、最近韓国もそういう法律をつくって、継続的に開発を、そういう仕組みに変えたわけですね。日本とし

でも継続的にいろいろな総合的にスパコン開発できるような体制をもう考えないといけないのではないかなという気がしております。

【委員】 社会とか政治家の人たちから見ると、新たなスパコンを開発することで何ができるのかということが一番気にするわけですね。「京」でできたことが幾つかありますよね。例えば、ナノワイヤーデバイスのシミュレーションでゴードンベル賞をもらったなどがあったと思います。ナノワイヤーデバイスは将来もしかすると生きるかもしれませんが、今すぐには産業界からはピンとこないですね。だから、こういった成果もいいけど、やはり社会と産業界で大きなインパクトを与える成果例を出してこないと、次にエクサスパコンの開発をやりますよということは説明しづらいですね。

【理化学研究所】 そのとおりです。

【委員】 話が戻ってしまうんですけども、知的財産や国際標準については、恐らく研究開発からは外れるかもしれませんが、専門家が重要というふうなことではないかとも思うのです。なので、ある程度のコスト、人材をかけてやるというふうな体制を検討されるというふうなご回答もあるかなというふうに思っていました。

【理化学研究所】 国際連携と、知的財産もそうだと思いますけれども、ある程度専従するような人を入れていかないと、国際連携はできないというふうに思っております。そういったことは、逆に、大学ではできないことで、やはり理研のようなところできっちり体制をつくっていかなければいけないと思っております。

【座長】 ほかに質問ございますでしょうか。かなり議論まで入ってまいりましたけれども。

質問がもしもないようでしたら、以上で質疑のパートは終了させていただきたいと思っております。

文部科学省の方々には資料を大変急ぎのところ用意していただき、ありがとうございました。

【事務局】 事務局から。資料の公開と非公開のことに関連してあらかじめお申し出をということで、ただ、口頭でのご説明はなかったかなということで、資料の中に「部外秘」とかこういった注記がついておることの取り扱いの考え方についてご説明いただけませんかでしょうか。

【文部科学省】 すみません、そこを忘れていました。前回と同じなのですが、基本的にはこういう試算なり何なりを行うに当たって、企業からの非開示を前提とした技術情報をもとに試算データをつくっているというところもございまして、そういうところについては、右上にあるとおり「部外秘」というのをつけさせていただいたところがございます。

【座長】 よろしいですか。

では改めて、どうもありがとうございました。今後の議論の中で質問が出た場合には、また対応をお願いいたします。

(文部科学省 退室)

【座長】 では、引き続きまして、今の説明、質疑を受けた状態で議論を進めていきたいと思えます。

時間がかかなり押してまいりまして、もともとの予定は5時半までだったんですが、時間を6時までいただいているというふうに聞いておりますので、最悪6時までということで、あと50分という時間が限られておりますけれども、議論に移らせていただきたいと思います。

いろいろなご議論があるかと思えますけれども、先ほどの論点の大きな1番、2番、3番、4番、5番を順番に議論します。それが出尽くしたところで、またそれ以外の視点等についてもご議論いただければと思えます。それでよろしいでしょうか、進め方としましては。

では、論点の1で、必要性・意義のところですね。それについて、ご意見があれば、まず出していただきたいと思います。

【委員】 エクサスパコンを次に開発しますよといったときに、やはり「京」の成果というものを必ず問われると思うんです。特に、論点の1.(2)の必要性における産業競争力強化のところですね。4つのアプリケーションと言っていました。この4つはいいのですが、産業競争力強化に関する例を明確に説明しないといけないと思えます。

【委員】 私も同じ観点で、先ほどCo-designに使うアプリケーションをどう選ぶんだというのが1つ観点です。そこでやはり効果があるもので、産業界の観点でいうと、「京」の成果の中で幾つか、ブリヂストンのタイヤの例とか、それから車の衝突の例とか、幾つか出ています。では、その産業競争力とは何だといったときに、日本の企業の国際競争力が高まって、シェアが高まったのかというふうに冷静に考えてしまうと、この例ではそうは説明できないということになる。やはり次のときのエクサバイトについては、少し経済効果を勘案してアプリをもう一回入れかえ、何か入れかえにくいようなご発言でしたけれども、その辺も考えていかないと、国民に対して説明がつかないかなというふうに思えます。

【座長】 ほかに、まだありましたら。

【委員】 やはり大学の情報基盤センターなどとのすみ分けというのは、私は

絶対要ると思うんですよね。基盤センターのところでいきますと、例えば予算、ざっくり多分100億円ぐらいを使っていると思いますので、そうすると、これが1,200億円で、6年のプロジェクトで毎年200億円ですから、それだけで毎年300億円、それから現在の「京」の運営でどれぐらい使ったかわかりませんが、やはりかなりの額を使っているわけですから、少しすみ分けを明確にして、かなり小規模なものは大学のほうでもう少し、産業応用も含めて受け入れるような体制に持っていくとか、少し考えたほうがよいような気はいたします。国家予算がだんだん減っておりますので、300億円、400億円というとかかなり大きな額で、私どもの大学でも、運営費の交付金というのは500億円をもう切っております。そういった予算レベルにスパコンのところが近づいていくような状況になっているので、少しそういう点から考えたほうがよいような気はしております。

【座長】 では、委員。

【委員】 このままではなかなか難しいと思うので、1つは、やはりスパコン「京」のグランドデザインというか、グランドチャレンジについての十分な実績という検証をやるには、少し時間が足りない。こういうスパコンは、前も言いましたけれども、科学技術の場合には、やはりそれを支える理論と、それから先端実測実験、そしてシミュレーション形成、これをやると、先ほど言ったことになると思うんですが、その部分について、例えばX線自由電子レーザーについても、そういう意味での実測とか何かというのはまだまだ進行中ですが期待できます。理論は、日本は結構、物理は強いんですよ。あとは、やはりシミュレーションがあったからよかったとかということで、そうなってくると、これは戦略かもしれないけれども、さっき言ったグリーンとかライフを含めて5分野全部に対して役立つ可能性があるというのは示したんだけど、具体的なところは、残念ながら私どもの新薬に関しては、これはなかなか出ません、はっきり言わせて。たんぱく質の構造を解析して、シミュレーションをやって、それが100倍進むということについては、製薬会社にとっては大変ウェルカムだし、それは間違いなく加速されている。

しかし、本当の新薬は、やはり動物実験とヒト試験ですから、そこは少なくとも10年かかるということで、どんなに急いでも、これは出ません。ですから、そういう意味で、ここから薬が出たとかというようなことは難しい。

ただ、私は、前から言いましたように、これから例えば診断とかといった場合に、例えば自分の脳のMRIを撮りますよね。そうすると、1週間後に来てくれといったときに、今の膨大な健常人と、それから疾患のときの、あるいは自分の体重とか、あるいは喫煙があるとか、そういうようなときに、自分の目の前でこういうところがあると、多分、こういうシミュレーションがあつて、

あなたは5年たったらこういうふうにいけますよというような、例えばそういうような診断にかかわるものというのは、結構、画像でやるとすごい量がかかると思うんですね。だから、そういうようなもので見えるような、なるべくさっき言った理論と実測とシミュレーションを形どったものについて重点的に示すというような形をやっていかなきゃいけないのではないかなというふうには思います。

ただ、一方、私は基本的にこういった大型プロジェクトというのは、えい、やあで進むべき部分もあるのではないかなと思うんです。それは、石橋をたたいていくということであるならば、我が国でS P r i n g - 8をつくるとか、J - P A R Cをつくるとか、宇宙ステーションをやるということに対しては、恐らく全部、理論からいったらノーだというふうになってしまうんですね。

しかし、S P r i n g - 8をやったということについては、私たちについては非常に大きくて、今までたんぱく質の結晶が、例えば3日間やって、ようやく3オングストロームまでいったのが、数時間でもう研いでしまうということで、非常に画期的ですよ。

私たちが30年前に、新薬のときに「自分の疾患たんぱく質の構造解析を決めたい」と言った瞬間に、上司から「君、もう大学に戻ったほうがいいんじゃないか」と言われてしまうわけですね。つまり、それを決めたらノーベル賞物だと。私が30年前に持田製薬に入ったときには、たんぱく質の全世界のデータベースは300個ですけども、今や毎年、数千個が決まっていくと。マスター論文でさえ、たんぱく質構造解析、それはもう方針は間違いないと思うんです。

でも、そのときに、恐らくS P r i n g - 8をどうするかということで、理詰めでいったら、今の例えばX線装置の10倍、20倍をつくって本当によかったかどうかを検証したのかということではなくて、とてつもない区間を区切ってやると。そういうものは、やはり逆にいえば、一民間企業でできないからこそ国家機関技術の意味があったという気持ちは必要なのと、やはり質とか量を争ったときに、明らかに量の世界では、もう中国とかインドには勝てないんだと、人件費も含めて。そのときに、エッジな部分をいくということについては、こういったツールは1つとして重要なのではないかなということで、基本的に私は進めるという、えい、やあの気持ちは重要だなというふうには思っています。

【委員】 結局、オペレーションをどうするかですよ。

【委員】 そうだと思います。

【座長】 ほかに。

【委員】 この必要性を言うときに、日本のH P C I全体の中にエクサをどう

位置づけるのか、それから大学の基盤センターの上にどう位置づけるのか考えた上での必要性を言わないといけません。エクサ1個だけの必要性を言ってもだめではないかと思います。これは「京」でしかできない計算だからここで行うなど、HPCI全体を見据えた全体設計をしないと、本当の必要性は言えないのではないかと思いますね。

【委員】 必要性・意義についてですけれども、やはりアプリケーションを考えているんだけど、概して総花的であって、あれもできる、これもできる。というのは、やはりそういう主張をしないと、いろいろなところから横やりが出てくるのを恐れているなというのがひしひしと伝わってきて、そのことがシステムのアーキテクチャにも反映していて、汎用部と加速部を足した形になっている。それは、まさにいろいろなアプリケーションでいいことを言いたいために、ああいう構造にどうしてもなってしまうんですね。あとは、その割合等をチューニングし、Co-designの中でやっていくというふうに主張されるんですけれども、先ほどちょっと私も言いましたけれども、それをやると、結局のところ、どのアプリケーションも本当はもっと性能が欲しいんだけど、残念ながらという形になるかもしれない。それは、みんなにとっては非常に不幸なことであるので、だから、もう少し正直にアプリケーションを絞り込んで、そのアプリの中で、当然、産業応用とかイノベーション創出につながるものが入っていきやいけないと思いますけれども、少し絞り込んで、ここだけは絶対に日本のトップ、世界のトップのスパコンとしてリードしていけるんだと。少なくとも世界のトップで五、六年はもつんだというものを出していくべきだと思うんですね。

どのアプリケーションにするかというのは、やはりこれはえい、や判断だと思っうんです。何でもできますと言い出すと、もう収拾がつかないので、誰かが判断して、「これでいきます」というふうに言う。そこからこぼれたところは、あとは大学の情報基盤センターがありますので、そこで小規模アプリは、それぞれ個性のあるシステムを持っていますので、そこで吸収できる。だから、HPCI全体の中で位置づけを考えて、エクサとしてもやはり個性を出していく必要があるのではないかなというふうに思いました。

【委員】 こういう計算解析を活用するのは、車の場合だと、相当開発初期の段階で活用するんですね。そこは、タイムラグが大分あって、では、それで開発した車が何台売れたとか、そういうところまではまだまだ時間がかかる。そのころには、それを計算解析で大きい成果が得られて、その成果を使ってきたものだよということを忘れているケースも多いんですね。そこは、だから実際、物で見せるというよりも、シナリオの中で、こういう車をつくるためには、例えば安全な車をつくるためにはこういう材料が要って、その材料をつ

くるためには、こういう構造の解析が必要で、それに、今できない計算で、「京」を使えばとか、「エクサ」を使えばこんな計算ができるというふうなさかのぼったロードマップの中で成果を見せるということのほうが、車関係の場合は効果的なように、このタイヤの場合も一緒に、タイヤは材料の多分、基本コンセプトができただけで、これから、では材料合成をして、いろいろな評価をして、車の試験をしてというふうなことは、やはり時間がかかると思うので、何かそういう見せ方のほうが合うのかなと。

そういうさかのぼったロードマップの中では、サイエンスか産業応用かという二者択一ではなくて、産業応用の中でもサイエンスまで踏み込んで開発している部分というのはたくさんありますから、それはこの「京」のプロジェクトと並行して、いろいろ構造材のプロジェクトとか電池のプロジェクトの中でサイエンスまで踏み込んだところのものをここと組み合わせれば、説明できる形になるかと思えますけれども。

【座長】 ほかにご意見ございますか。

時間のことがありますので、一旦ここで必要性・意義を終えたいと思います。今のお話の中では、満遍なくではなくて、尖ったところを主張できるようなものが必要であると。それから、産業競争力の強化が、1つ、キーになるはずであると。

ただ、そこだけを強調していくと、なかなか具体的成果に結びつくのも難しいと。そこは、示し方が何かあるだろうという、ご意見がありました。それと、全体像として、「京」なら「京」、ポスト「京」ならポスト「京」だけを捉えるのではなくて、日本のHPC I全体の戦略の中での位置づけを示すようにすべきであるというご意見が出たかと思えます。一方、全体として、必要性・意義については、否定的なものはなかったかと思えますので、そういう方向で議論が進むかなと思えます。

ちょっと、先を急ぎますけれども、2番目の目標設定、ここについてご意見ございましたらお願いいたします。

【委員】 最初の議論にもありますけれども、目標設定も、コンピュータとしての性能、消費電力、加速部をどのぐらいつけるかといったものと、ここに書いたアプリケーションの設定とがありますよね。

アプリケーションに関しては、後ろの何ページかに渡って書いてある、10年後とか20年後とかを考えた様々なものがありましたよね。ここのところをもう少し整理してもらいたいと思います。先ほど言いましたが、アルゴリズムはほぼできていて、それで計算能力が追いつけばすぐに使えるアプリケーションと、それから、まだアプリケーションができていなくて、計算機が速くなっても全く予測が外れるというものがあると思うんですね。まず、そういったも

のを整理すべきだと思いますね。

【座長】 どうぞ。

【委員】 私の経験では、私はスパコン「京」のときに、最初、アプリケーション部会のほうに入っていたんですけども、最初的时候は結構アプリケーションに対して、実際のスパコン計画がこれだけいくんだから、こういうふうに絞っていこうと幾つか出たんですけども、だんだんやりやすいものとか、それからだんだんアプリケーション部会の人にも、何か全然伝わってこなくなったりして開催されなくなって、とにかく1番をとるといのは、そんなことは言っていられないと。予算が削られそうだからとかまで言われて、そういう何か正論ではないところで労力を割かれたので、今回はそんなことないと思うんですけども、くどいようですけども、僕は設定として、やはりLINPACKではなくて、そういった馬力計算100倍という実装をやるのは大変いいと思うんですけども、それが言いわけにならないようなことも必要ですよ。つまり、明らかにそういうベンチマークで負けているにもかかわらず、この分野のアプリケーションではなくて、ユーザーのほうで「なるほど、これはよかった」という、そういう意味でもやはりアプリケーションというのを満遍なくやるのは、逆に不利なのではないかと私は思うんですよ。アプリケーションをやるときに、やはりそれを支えるような、例えば産業とか何かが強いところとか、そういうものをリンクして行って、それができれば産業界が、さっき言った、かけるとか、また自動車の世界では、これから自動走行とかが入ってくれば、膨大な情報をとってくると。アメリカのように、道路にクイを打ち込んでみるとかというのではなくて、常に周りの背景を認知しながらやるという脳機能的なものをやるには、どうしてもこのスパコンが必要になっている。そういう未来都市につながるようなものについて、ましてや認知症がふえてくる中で、そういう方が運転を——地方に行ったら必ず必要ですからね。ちょっと認知症があるから車をやめるなんて、そんなことを言っていると餓死してしまいますから、やはりそういうときに自動走行はどういう方法ならできるのかというようなことが多分必要だというような、何かやはり国民が、「なるほど、そういうのが必要だな」というようなものを選ぶためにも、ここでの目標設定も必要性と十分うまくリンクする必要があるのかなというふうに思います。

【座長】 ターゲットを定めたところで、アプリケーションならアプリケーションの目標設定をせよということですね。

【委員】 だと思います、ええ。結局、エッジなところですぐれたものがあれば、ほかのもついてきますよ。満遍なくやると、大体そういう……会社でもそうでしょう。すぐれた優秀なやつが1人、2人いればついていきますけれども、満遍なく育てたら、みんなどうしようもないのがふえてしまいますよね。いや、

悪いかもしれないけれども、例えばの話ね。

【委員】 おっしゃるとおりです。「京」も、そういう面では何か際立ったアプリケーション、みんなが「はっ」というようなものが1つ出れば、非常に説得力があるんですよね。

【委員】 そうなんです。

【座長】 ほかにご意見がございましたらどうぞ。

【委員】 そういう意味でいうと、ここの並んでいるアプリケーションについては、なるほどというものも多いです。先ほどお話があったような、確かに新薬とか、生体の部分というのは物すごく必要だろう。一方、我々のようなもうちょっとハードなものをつくっている者からいうと、やはり材料の革新という応用があって、これは生体と似たところがあります。材料と革新の応用は無機物もありますし有機物もあるんですけども、こうした材料革新の応用は1つ大きなポイントなのかなと思っています。

逆に言うと、私は電機会社ですけども、電磁界解析などというのは、もう今さらスパコンでやるような話ではなく、完全に解けています。どうしてもできないのは、こういう材料が欲しい、こういう誘電率で、こうこうこういうものがあれば、こんなことができるのと思うけれども、設計も合成もできないということがあって、この辺は1つ、ポイントかなというふうに感じております。

【委員】 フラッグシップマシンというのは、多分、通信もコンピュータもそうなんですけれども、今まで中身がなくても、ちゃんと目標を立てて性能を達成すれば、アプリケーションは後からついてくるといふふうにやってきたのが、今回、そうではないというふうなメッセージを非常に感じるんですけども、そのときに、いろいろアプリケーションをやって、重要性もあるんでしょうけれども、Co-designしないと絶対だめというの、示していただきたかったなという気もちょっとします。

【座長】 委員。

【委員】 それに関連して、確かにもうCo-designしなきゃいけない時代が来ていて、力づくでCPUが早くなる時代ではないですし、力づくでCPU数・並列数をふやせば性能が上がる時代でもなくて、計算機の性能なりいろいろな高速化の仕組みは頭打ちになってきている。だから、ここでアプリケーション側も一緒がらっと変えて、ハードをつくるときに、アプリもつくりなおす時期にきている。研究者もみんな汗を、血を流して一緒にやっていきたいと思いますという時代に来ている、そのいい転換期だと思うんですね。今まで研究者は、「計算が遅いのは計算機の問題。俺はサイエンスをやる」といったわがままで済んだものが、もうそれでは通じなくなった。

これこそ、重要な人材育成のチャンスだと私は思います。この開発の8年間の間で、ハード開発側とアプリ側と一緒にやっていく中に、若手も巻き込んでみんなで盛り上げて祭りをする過程で大きく人材も育ちます。エクサをつくった後から人材育成に向けて講習会をやるとかシンポジウムをやるなどというのは全然、人材育成とは別のものだというふうに思います。エクサプロジェクトの参加者の裾野を広げていく、応援団をふやしていくことが、今後、大事だと思います。

今までもCo-designとは言われていたが、それはCo-designもどきに過ぎなかった。前の「京」のときも、ターゲットアプリはあったけれども、そのうちにハードに都合のいいものだけを持って行ってしまった。今回はそれでよかったかもしれないが、今度はアプリ自体を大きく変える段階に来ている。こういうハードの構成にするので、アプリもアルゴリズムを陰解法を陽解法に変えるとか、メモリのアクセス体系を大幅に変えるとか、あるいは非構造格子はもうだめだから構造格子にするとかという、かなり大がかりな改革をすれば、これをするのは大変だけれども、やったら10倍の高速化は確実にハードが保障する、あるいは100倍は保障するというふうになれば、みんな研究者も乗ってくると思うんですね。ただ、時間も限られているのと、今回はもうハードの基本構成は固まってしまっているで、この後の2年、3年の最初の基本設計の段階でCo-designをどれだけできるかにかかっていると思います。それが成功すれば、日本はハードだけではなくアプリもすごいものができて、両方の分野で世界を一步リードできるようになるのではないかと思います。

【座長】 今のCo-designのところ、ハードは、少なくともアーキテクチャーの部分は決まってしまったというのは、認めてよろしいんですか。それ自身が、我々としての評価になるかと思うんですけれども。

【委員】 きょうの説明だと、電力の制限は不可侵ではないとはいえ、常識的に考えて35メガワットというのは、ひとつの制約でしょう。それからスペースも、これは設置場所を考えると物理的な制約となる。その線形計画法みたいな、制約条件のすき間で競争をやることになるので、その中で最大の成果を考えると。きょうの説明資料を見る限り、もうこれしかないというふうに読めるんですが。これは本当なんですかね。

【委員】 多分、ボトムアップでシステム設計をやらざるを得ないところがありますよね。ですから、現状ではああいうふうなレベルかなという気はしますよね。

Co-designのところ、いきましたと、やはりこれは大学教育自体から変えていかないと、アプリをやっている人というのは、やはり大学の中でも非常に少ないですよ。そういう中で、ハードの関係者、それからソフトの関係者、アプ

りの関係者のところで、大学の中でももう少しいろいろ連携をとって講義内容も変えるとか、そういったようなちょっと地道なことをやっていかないと、すぐにはCo-designはうまくいかないのではないかというふうな気はします。

【座長】 ということは、Co-designのところは、その目標設定というよりは、人材育成ですとか展開のところに対するコメント、意見ということになるんでしょうかね。

【委員】 評価の4番目の観点である実施内容と工程表、マネジメントのこの辺に対する意見になります。今後の6年間の開発の中で、どのように進めていくのか。ハードは、後からは直せない。だから、計画を常に前倒しして、必要なときに必要なことを確実にやっていく工程が必要ですね。

【座長】 目標設定に関しては、アプリケーションの能力についてのベンチマークで目標設定を行うということに、今回の説明は集中していました。実効性能以外の、あるいは消費電力以外の目標設定、そういった議論は余り出なかったとは思いますが、この辺はいかがでしょうか。アプリケーション能力集中して、そのベンチマークをいかに選ぶかという意見でよろしいでしょうか。それとも、何かほかにご意見ございますか。

【委員】 課題解決的な感じからすると、そのほうがむしろ明確かなと思うんですけどね。箱物をつくって、施設をつくって、役に立つとかとなると、やはり逆に言えば、出口ということを見ると、そのほうがわかりやすいかなという印象はありますけどね。

【座長】 では、また時間がなくなってきていますので、目標設定のところは一旦置きまして、次に、3番目の利活用及び効果について何かご意見ございませんでしょうか。

【委員】 私、S P r i n g - 8の専用ビームライン建設に関与したという縁があって、X線自由電子レーザーの立ち上げ推進のほうの委員もやっていて、今もやっているんですけども、それからJ-PARC、宇宙ステーションにも関与しているんです。以前に、各施設において公開シンポジウム形式で薬の講演を依頼されました。但し、気になるのは、オープン参加ですが、X線自由電子レーザーのときにはS P r i n g - 8の関係者は参加しますが、そこに他のプロジェクト、たとえばスパコン「京」のメンバーが来ることはないんですよ。スパコン「京」で講演した時は、X線自由電子レーザーの方はほとんどいない。これは、人材交流というのは理研の中でもやらなきゃと口では言っているんですけども、例えば設立記念シンポなどという、2カ所から全然違うメンバーが来ているわけですよ。口では使うと言うんだけど、腹の中では実測ありき、計算ありきなんですよね。

これは、製薬企業の中でも実はあるんですよ。今から20年前に、私がコン

コンピュータを私の製薬会社の中で使おうと言ったときに真っ先に言われたのは、実際の化合物、新薬をデザインするというのは、要するに合成化学者の中で頭の中が最先端で、コンピュータに予測されたものをつくるなどということは考えられないというか、たとえあっても、それは偶然であるとか、なかなかそういうのはやらないんですよ。

だから、人材育成のとき、ぜひこのスパコン「京」の中での人材交流を含めて、その反省を踏まえてやっていくことが必要かなと思います。実は、これ、X線自由電子レーザーとスパコン「京」が同じ兵庫県の中にあるからやれるというのは、私がかかなりあちこちで言ったことによって動いたので、少なくともX線自由電子レーザーとかスパコンの立ち上げのときに、こういう実測と絡めるということは余り出ていませんよ、最初のころには。今あるものを100倍強くするとか、そんなものですよ、大体。

【座長】 いかがでしょうか。

では、少し先に進ませていただきますよ。

【委員】 利活用のところですが、基本的に使用料は無料ですよ。本当に産業界が興味を持っているならば、金を出してでも使うはずなんですよ。ですから、どれだけ産業界が金を使って自分達のためにスパコンを使うかということが、スーパーコンピュータの産業界に対する意味を表すパラメータになると思いますね。

【委員】 まさしくそうですね。Spring-8のことを言うと、Spring-8のトライアルユースをやったときには無料で、それからその成果を公開すれば無料だというんですけれども、年に2回、公募なんですよ。そんなの待ってられないというので、自分たちのビームラインをつくるというので、トヨタさんもそうですし、私たち、ビームラインをつくって10年間使ったんですけれども、各社が負担する年間維持費は500万円だったんです。さらに、成果を公開しないと、成果占有ということで1シフト8時間当たり25万円払うと、20シフト使うと500万円経費負担となります。従って、利用ピーク時には各社、年間1,000万円(通常維持費500万円+成果占有非公開経費500万円)の予算を確保していました。

というのは、出てきた成果を全部非公開占有にしてもいいという覚悟です。

つまり、そのぐらい貴重なデータが出たという証拠ですよ。その数字を見せることが、一番、Spring-8を有効活用しているというので、恐らくSpring-8の中での成果占有の支払いは、私たちの業界が一番お金を払っていたと思います、当時は。よその業界は、ちょっとグレーだったなという気がしますけれども。そういう数値が出ると、すごくわかりやすいですよ。

【委員】 そうですね。少し話がずれますけれども、産学連携も同じだと思う

んですよね。「産学連携をやっています」とみんな言うけれども、本当に必要ならば、産業界が大学にお金を出しますよ。自分で研究者を抱えるよりも大学に頼んだほうが良いと考えて。

【委員】 マッチングファンドとかね。

【委員】 ええ。ですが、大学のほうが「お金を出さなくても企業の研究者が半年ぐらい来てくれればいいですよ」とか、こんなことを言いますとだめですよ。すぐ人を出してしまうんですよ。大学が企業からどのぐらいお金を取ってきたか、これが産学連携の非常に重要なパラメータになると思うんですね。このスーパーコンピュータも同じような感じがしますね。

【座長】 利活用の候補については、彼らの説明でも、待ち行列の話がありましたね。それを具体的に示すようにというご意見ですか。

【委員】 待ち行列というのは何ですか。

【座長】 産業界で利用したいという人が来て、それが今、パンクしているから、それを割り振りするために待ち行列ができていると。

【委員】 といいますよね。だけれども、それは今、お金を取っているのか。

【事務局】 「京」の場合も、だから、成果非公開であればお金がかかるんです。ですので、恐らく非公開でどれだけ金を払って使っているかというデータも、探せばあるはずだと思います。

【委員】 それは出てきますよ。

【事務局】 あと、待ち行列の部分も、どれだけ待っているというのも、ちょっとそこはデータの扱えるかはわかりませんが、実態としてはあるとお聞きしているので。今のデータに関しては、一応、産業利用枠がまずあって、その中で有償、無償ということなので、一応、たががはめられた中での数値、そういう評価の仕方が必要というところを、ちょっと補足させてください。

【座長】 よろしいですか。

では、ちょっとまた先に進みまして、4番目のオペレーションのほうですね。実施内容、工程等について、ここでのご意見、ございましたらどうぞ。

【委員】 これはこの間も聞いたんですけれども、今の話からいくと、スパコン「京」がマックスに来たくらいにもう次のことを考えて、その建屋の上につくるといことなので、スパコン「京」とエクサは、同時には動かないですよ。それを支えるのが、今言った大学のHPC Iとかという形でしょう。その辺の流れというか、ユーザーにストレスを与えない、しかも、それが人材育成というか、活躍の場が次に来る、そういう上手い大きな流れというのが、やはり早い段階で描いたほうが良いんだと思うんです。電力事情も、それが実情ですから、神戸であれば、土地の問題とか、電力の問題とか、さっき言った先端医療のコホートもあるとか、また同じ兵庫県の中のS P r i n g - 8の情報を

使うなどということを考えれば、今さら次のエクサの場所を全国から公募する必要はないと思います。一番無駄がなくて、地元の理解も得て、産業もつながっていくというので、早い段階でそういう絵を描いてもらったほうが、私はいいと思いますけれども。いや、それ以外に可能性が本当にあるならば別ですけれども。

【座長】 ほかにいかがでしょうか。

【委員】 私が先ほど聞いたような4、5のところは、もうちょっと計画に織り込んでいただきたい。スケーラビリティは、フェージングして小さいのをつくってから大きくするかというのは、別の問題ですので違いますけれども、やはり拡張性をどう考えていくかというのは、1つ、今後のことを考えた上でもはっきりさせておいたほうがよいと思います。

それから、標準化に対する方針ははっきりさせないといけない。終わってみたら標準がなく、何かできただけになっていたのかというのは、まずいと思います。

標準化は、先ほどシステムソフトウェアのところでも若干お話がありました。それ以外にもスパコン、サイエンス系の場合は確かにそうです。そうでないデータ処理系の場合は、むしろデータをどう持つとか、データの形式はどうなんだとか、それを持ち歩いてほかのところでもやれるのかと。データがパワーみたいな世の中にもありますので、むしろデータの形式もどうするのかとか、いろいろな観点で広く見て、国際標準化の取り組みはもう少し検討していただいたほうがいいかなと。始める前に決めておくと。知財の扱いもそうですね、というふうに思います。

【委員】 今、スケーラビリティの話があったんですけれども、普通のパソコンレベルであれば、後から空きソケットにメモリを足すというような、そういうイメージを持てるんですけれども、このクラスで、後からラックを何台か拡張するために今のうちにファイバーを引いておくとか、空きソケットを用意しておきますとあって、すごく考えづらいんですね。そこにそれだけ投資するというのが非常に考えづらくて、確かに現行の「京」のときに、後からスケーラビリティがないということがわかって問題になったのかもしれませんが、設計のときからスケーラビリティはありませんというふうにはっきり言い切っていたほうが、現実的なのではないかなと思うんです。変にスケーラビリティがありますというような設計の余裕を持たせることのほうが、何かかえって難しいような気がして、要するに、設計の割り切りの問題なんですけれども。

ですから、ここでは、もちろんそれはあったほうがいいのはわかるんですけれども、その可能性については検討していただいて、それをマストなこととして求めるのは、非常に技術的に難しいのではないかなと思います。もちろん検

討はしていただくとして、要求するのは非常に難しいのではないかなと思います。

【委員】 スケーラビリティが一番大事なのは、やはり結合網の話なんだろうと思うんですけども、その構造というのは、ほぼもう確定したような感じもありますから、そのレベルで、かなり大きなレベルのところでのスケーラビリティというのは、確保されていると思うんですけどもね。

ただ、加速部のところで演算器を何百台入れていましたかね、それらのところでは、ちょっとスケーラビリティのところでは問題はあるんですが、それはチューンナップのところでは、多分、解決できるような話だろうと思いますので、大枠のところでは、スケーラビリティというのはこれからのマシンのところで確保されているのではなかろうかというふうに、楽観的に私は思っているんですけどもね。

【座長】 スケーラビリティも、アップワード、要するに性能を高くしていくスケーラビリティと、ダウンサイジングしていったときに、経済的に意味があるものができるかというのと両方あると思うんですけども、その辺は大丈夫なんですかね。今お話しされたのは、恐らく上位方向のスケーラビリティですけども。

【委員】 確かに、おっしゃるとおり2つありまして、産業界でスパコン「京」の話になったときに、結局、FX10が「京」より後で出ていると。そうすると、「京」のアプリケーションをつくるための環境が後から出てきている状態になって、非常にやりにくい。今回は、Co-designと言われていて、アプリケーションを先にとということですけども、実際には選ばれた人がそれをやるということになって、多分、大学が選定されると思いますんですけども、そうすると、我々は開発環境のないまま、「はい、今から使えます」ということになります。世界標準の同じようなアプリケーションがそのまま走るわけでもないとなると、実際にやはり使えるようになるまで時間がかかってしまいますので、言われたようにダウンサイジングして、出せるものは出していただいて、性能が出るかどうかは別問題として、この環境なんだと言っただけなのはアプリケーションをふやす意味で物すごく助かる。満遍なくアプリケーションをやる訳ではないものの、その辺のところもよく考えていただきたい。開発環境がに関して、不満が出ているというのはございます。

【座長】 ほかによろしいでしょうか。

では、実施面のところでは、「京」からエクサスパコンへの切り替えについて、ロードマップのようなものははっきり示してほしいという話、また、知財国際標準の方針をしっかりと定めていくべきであるという意見がありました。それから、スケーラビリティに関しても上位方向、下位方向、両方を検討するこ

と。それから、ここは意見がいろいろでしたが、もしもだめなものがあればだめと見きわめをしていくべきであろうと。その辺を玉虫色にしないということだと思いますが、そういったところを求めていくということになるかと思いません。

最後にマネジメント体制、ここについてはいかがでしょうか。

【委員】 実際に「京」を開発したときには、理研の研究者と、最初は、富士通、日立、NECでしたよね。それで、富士通の技術屋さんと理研の技術屋さんで、開発内容をどのように分担したのですか。ほとんどメーカー任せということはないでしょうね。

【委員】 それはないと思います。

【座長】 今回の文章を読むと、開発主体が全ての責任を持つという言い方をしていますね。メーカーは、そこに参加する企業であるというふうなニュアンスを感じますけれども、現実はどうだったんでしょうね。

【委員】 「京」では、ハードもソフトもアプリも全部、富士通が請け負ったんですか。

【委員】 私が一番心配していたのは、まさか3者で一緒にやるなどということとは考えていないよな、と思ったんです。企業家のセンスからいったら、3者で一緒にやるなどということになれば、「どうなの」と言ったときに、「やれない」と言ったところはおりるということでしょう。それは、声をかけること自体がおかしなもので、これはやはり、あのころから僕はちょっとよくないなと思ったんですけれども、あれはやはりそういう意味ではスタート時点のボタンのかけ間違いかなと思ったんです。

ただ、理研が全部投げたわけではなくて、理研の人も育っているし、実際にそういうことでも、両方、富士通と理研の結果としてはよかったのかもしれないけれども、さっきも、くどいようですけれども、あのやはり途中で抜けたというのは、ちょっと私たちはびっくりしますよね。ただ、企業からすれば、絶対6年とかはないので、その反省を踏まえて2年ごとの見直しとか、何かそういうような文書化とか、うまく入れておく必要があるのではないかなと思いますね。

それと、これは知財の問題もそうですけれども、やはりこれは全部があくまでも税金を使ったんだから公平にやっていくと。これは企業として、また難しいですよ。だから、共管の部分と、そこから先は単独でとれるというような、はっきりしていればいいと思うんですよ、はっきり国民に説明できれば。うやむやじゃなくて、参加した企業がもう両方ウィン・ウィンになるような関係を。そういうのだけ決めておけば、参加する企業はあるので、ぜひその反省を生かしてほしいなと思いますね。

【座長】 知財国際標準は最初に方針を決めるべきだというのは、そういうところがあるからだとも思います。企業は、それがきちんと決まっていれば参加できる、協力もできる。協力してはいけない部分、すなわち競争すべき部分と、協力できる部分をはっきり分別できる。それがわからない状態では、これは変なことになりますね。

【委員】 なると思いますよ。

【委員】 企業のほうはどうなんですか。これは、ペイしているんですかね。うわさに聞くと、倍くらい自己負担をしているという話もないことはない。だから、そういう点ではもう少し、企業がちょっと潤うような何か方策も考えないと、今度、応札ゼロになる可能性もなくはないのではないのでしょうかね。

【委員】 そのこのところは、企業側ももう少しうまく戦略的にこのプロジェクトをつかまえるべきですよ。ここで開発したアーキテクチャ等を、少し小さくして、自分達の独自の商売につなげていくとか、最初からそういうことを考えながら設計する必要があります。ソフトウェアにしても、ここで開発したものを、他に転用できるようなことを当然考えるべきです。

【委員】 推測も入りますけれども、「京」の評価の話聞く限りは、富士通は持ち出しされていて、それをシュリンクしてFX10を出されて、今13セットで、多分、ペイはしていないというふうに思います。やはりソフトウェアの面とか、そういうところはやはりもうちょっと広く展開できるようにして、やはりユーザーをふやすという努力が必要だと思います。理研がどう思われるかどうかは別として、参加企業側がそういうふうに考えないと、全体としてはペイしてこないと思います。

企業側からいうと、ありとあらゆるアプリケーションが同じ計算機環境で上から下まであって、それをみんなが使える。だから、FX10よりもっと小さい計算機もつくったほうがいいと思います。詳細は知りませんが、そこまではできないように、「京」のアーキテクチャはなっているのかなと思います。そういう意味でも、ソフトウェアから考えても、ハードウェアの面から考えても、そういうところをよく考えておかないと、参加企業もペイしないというふうになるのかなと思います。

【委員】 ただ、1つ思うのは、人材育成という考え方から見ると、富士通とすればよい修行というか、チャレンジの場を得たのではないかなと思うんです。また違う話で、私は宇宙ステーション「きぼう」に関与していますが、三菱重工の当時の社長が来られてヒアリングしたとき、「三菱重工は何回か試行錯誤を重ねて、いろいろなことがあったけれども、企業採算としてどうですか」と尋ねた時、「そういう採算ではなくて、宇宙ステーションの精密機械にかかわった人間は、地上のプロジェクトに参加したときに、やはり心構えとか、その

設計への拘りとか、一味違う。地上のときにトラブルが起こったら、ちょっと持って帰って直しますだけでも、宇宙にあるものになったら、ちょっとおろしてくれとは言えませんから、そういう真剣さで、そういう場を与えられたことは、大変、人材育成としてはよかった」と言われていました。その効果も結構大きいかなと思いますね。

【委員】 さっきの下方展開の話ですが、これは今から考えておかないといけない。「京」のスケールモデルのFX10も、最小構成のモデルが12ノードで5,000万円もするんですね。水冷設備の初期投資に、年間保守料500万円と電気代がかかって、大学でも簡単に買えるものではないですね。5年間使って、廃棄料まで入れたら8,000万円になってしまう。それでは13セットしか売れないのは当然。売れないんだろうな。メーカーもペイもしない。

これが、例えば1,000万円とかになって、100セット、1,000セット売れたら状況がガラッと変わるし、世界中を富士通が席卷することになると思うんですが、それは、向こうでも十分な考えているだろうけれどもできていない。これは多分、「京」をつくるためのチップの設計を行ったのであって、そもそも下方展開はできないものであったのではないかと思います。

【委員】 全くそうだと思います。HPCのパイというのは小さいんですよ。だから、FX10で富士通が潤うということは、当然あり得なくて、「京」のチップを載せたスパコンが浸透していくということも考えられなくて、だから、何か下方展開で潤うためには、要するにタブレットとか、パソコンとか、スマートフォンとか、そういうところに反映しないと無理なんですよ、絶対に。アーキテクチャがそのまま反映するということはありません。CPUで今、最大はインテル社ですよ。インテルと一緒に開発をやるのかということ、そういうことはないみたいなんですけれども、これでインテルに勝つわけもない。だから、直接の下方展開は考えないというか、想定しないほうがよいと思います、初めから。

【委員】 そういう意味でいうと、私はもともとソフト屋なので、やはりソフトが違ふとか、データ形式が違ふというのは物すごく困る。シミュレーションでも何でも、下位の計算機で動くようにしてくれれば、アプリケーションはつくれるし、試験もできるし、やれるんだけど、何か全く違う計算機環境をつくる。その上、我々が使っている構造解析と違うプログラムを載せられて、「はい、これでやってください」と言われると、データもこれまでつくったものを使えないし、いろいろなことが起きます。そうすると、下方モデルがあったとしても使えない。買って、アプリケーションを載せかえるだけで、もう冗談じゃないという話になってしまいます。我々のところでも、「京」を使いたいけれども、アプリケーションを載せかえるのに1年かかりますとか、2年か

かりますと言うので、何のためにそんなことをしなきゃいけないんだという話になる。ハードの説明は書かれていますけれども、ソフト説明が書かれていないというのは、「京」のときも心配でしたし、今回も心配です。アメリカにしろ、強力なネットワークとソフトでいろいろな計算をやっているの、ハードだけに注目して一生懸命やるというのが、正しいのか。そこはもうちょっと柔軟に考えて、Co-designの中でうまく考えていただけないかなという気持ちがいたしました。

【座長】 時間が6時になってしまいました。まだご意見はあるかと思いますが、特に何か、言い忘れていたということがございますでしょうか。

(発言者なし)

【座長】 では、これでまとめさせていただきます。ただ、本件は機関が6年にわたり、予算も1,200億円と言われている大型のプロジェクトです。この段階で「はい、オーケーです」というのはなかなか難しいかと思いますが、一方で、今回ご議論いただいた中で、全く認められないというご意見はなかったかと思えます。

したがって、補強するべきところについての意見は出すべきですが、意義や目的については認める方向でいけるかなと思えます。そこはよろしいでしょうか。

次は、この1,200億円で今出ている計画を、そのままゴーにするというの、ちょっと難しいかと思えます。これは、再度の評価が必要ではないかという考え方もあります。

【委員】 事前評価というよりは、フォローアップということですね。1年分って、つまり、合意するんだけど、そここのところにいろいろな情報が入ったり、それから半年で新しい情報を得たときに、ちゃんと言っていることについて確認しながら、あくまでも支援、推進することが前提だけと言わないと、向こうとすると、いつまでたってもはしが外されないような状況の中でやるのは大変だけれども、ここは、えい、やあで、また1つ進めるという形で。

【委員】 フォローアップを、通常の大規模プロジェクトよりももっと頻繁に行うということで。

【委員】 それは、もう当然、必要だと思いますよ。

【座長】 言葉の定義ですが、フォローアップは気をつけないと。

【事務局】 そうですね。フォローアップといった場合も、その後も、もう全部、最後までいくのも含め、プロジェクト全部オーケーだと一応認めて、その前提でちゃんと確認していくのがフォローアップで、なので、本会議にも上げ

ないし、評価専調でまとめるという形になるんですが、評価という場合は、そこから先にいくかどうかの判断、予算をつける、つけないの判断も含めて評価をするという意味になりますので、1年たって、その時点でそこから先へ進んでいいのかどうか、その中身が本当に妥当か、ちゃんと我々が言った問題意識に対して答えたものになっているかといったところを判断するという意味での評価、評価という場合には、そういう意味になると、こういう理解の上でのこととなります。

【座長】 では、本日、いろいろご意見を伺いまして、意見が出されたものを整理いたしまして、もう一度、論点をまとめて、そこから最終的な意見書、評価結果案をつくっていきたいと思います。

その取りまとめに関しては、いろいろ皆様のご意見をまた再度、照会させていただくこともあるかと思えますけれども、基本的には取りまとめ、調整については座長に一任いただくということによろしいでございましょうか。

(異議なし)

【座長】 では、評価結果につきましては、11月20日に評価専門調査会が開かれますので、そこで私のほうから報告させていただくという形にしたいと思えますので、よろしくをお願いします。

【事務局】 この後、質問事項への回答も含めて、評価結果原案について、委員の皆様へ照会申し上げたいということで、11月20日に評価専調ということですので、かなりタイトなスケジュールになりますが、至急取りまとめて送付させていただきますので、よろしくをお願いします。

その中で、ちょっとご意見の趣旨なり踏まえ、評価結果をしっかりとした根拠を持って書いていかないといけないといったところもございしますので、趣旨確認等でいろいろお手数をかける部分があるかもしれません。申しわけございませんが、ご協力をよろしくをお願いします

【座長】 それでは、大変長い時間、ありがとうございました。今日は大変お忙しい中、対応いただきありがとうございます。

また引き続き、ご意見の確認を求めることはあるかと思えますけれども、よろしく願いいたします。

では、閉会させていただきます。ありがとうございました。

—了—