

総合科学技術・イノベーション会議 評価専門調査会
「フラッグシップ2020プロジェクト(ポスト「京」の開発)」評価検討会
議事概要

日 時：平成28年2月3日(水) 13:58～16:33

場 所：中央合同庁舎第8号館 8F 特別大会議室

出席者：

委員： 久間議員、射場専門委員、白井専門委員、安浦専門委員、
木槻外部委員、高井外部委員、富田外部委員、
西島外部委員、古村外部委員

事務局：森本統括官、中川審議官、布施田参事官、上谷企画官、
高橋上席政策調査員

説明者：榎本参事官(文部科学省)
工藤室長(文部科学省)

説明補助者：平尾機構長(理化学研究所)
石川プロジェクトリーダー(理化学研究所)
富田副プロジェクトリーダー(理化学研究所)
岡谷室長(理化学研究所)

- 議 事： 1. 開会
2. 評価検討会の調査・検討の進め方について
3. 文科省からの報告、質疑応答
4. 討議
5. 閉会

(配布資料)

- 資料1 国家的に重要な研究開発の確認について(平成27年12月11日
評価専門調査会)
資料2 評価検討会運営要領(案)
資料3 確認に係る検討のスケジュール(予定)
資料4 確認の視点(事務局案)
資料5 「フラッグシップ2020プロジェクト(ポスト「京」の開発)」
について(文部科学省)

(机上資料)

- ・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 内閣総理大臣決定）（冊子）
- ・総合科学技術会議が実施する国家的に重要な研究開発の評価「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（仮称）」の評価結果（平成25年12月17日 総合科学技術会議）（冊子）
- ・総合科学技術・イノベーション会議が実施する国家的に重要な研究開発の評価「フラッグシップ2020プロジェクト(ポスト「京」の開発)」評価結果（平成27年1月13日 総合科学技術・イノベーション会議）（冊子）

議事概要：

【事務局】 定刻より若干早めですが、この時点で集まれる方は皆さんお集まりになりましたので、ただいまから文部科学省の「フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開発）」の評価検討会を始めたいと思います。

本日は御多忙のところ、御出席いただきましてありがとうございます。

まず、配布資料の確認を冒頭にさせていただきたいと思います。お手元の議事次第の裏に資料の一覧をつけております。まず資料1としまして、研究開発の確認についてという12月11日付の資料があるかと思います。それから資料2、運営要領（案）でございます。それから資料3、スケジュール（予定）、それから資料4、評価の視点（事務局案）、それから資料5、これが本日、文部科学省からの説明資料ということになります。

あと、机上資料ということで、オレンジ色の大綱的指針、それから事前評価、再評価の際の評価報告書、冊子2冊お配りしているかと思います。

それ以外に、本日の会議が終わった後に、意見があればということで、メールでのやりとりをさせていただこうと思っているんですが、その際の意見を記載していただく意見収集票というものをお配りしていると思います。本日の資料の扱いなんですけれども、基本的に机上資料を除いてお持ち帰りいただいて結構でございます。ただし、資料についてはこの後一部選択して公表ということになる可能性がありますので、一旦は委員限りでお願いいたします。

資料の過不足等があれば、随時、事務局のほうに申しただければというふうに思います。

それから続きまして、本日の会の趣旨、これも事前説明の際に、皆様に御説明しておりますので、ごくごく簡単に申し上げますと、資料1になります。資料1の1ポツのところの2段落目、昨年度皆様方に再評価というものをやっていただきました。その際に、今年度文部科学省における基本設計評価結果の確

認を行うということで、これを踏まえて本日この評価検討会を開催させていただいたということでございます。

それから続きまして、本評価検討会の座長でございますけれども、これも昨年度の再評価時と同様に、白井専門委員にお願いするということで了解をいただいております。

ということで、これから先の進行につきましては、白井座長のほうにお願いしたいと思います。よろしく申し上げます。

【座長】 このたび、座長を仰せつかりました。前回と大体同じ皆様と御一緒させていただきまして、引き続き担当させていただきますので、不慣れですがけれども、よろしくお願ひいたします。

ただいま事務局から説明があった通り、本検討会は大規模研究開発プロジェクト、文科省の「フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」）」について、文科省による基本設計及びその評価が終わったことに伴って総合科学技術・イノベーション会議として確認に必要な調査検討を行うために開くものです。

本日、御参集いただいた皆様には大変お忙しいところお引き受けいただきまして、まことにありがとうございます。

それでは、本日、今回一回限りになりますけれども、検討会をやりますので、出席された皆様方の御紹介、事務局のほうからお願いいたします。

（出席者紹介）

【座長】 それでは、これから検討会を進めますけれども、まず進め方について、もう一度事務局から説明をお願いいたします。

【事務局】 まず資料2、御覧いただけますでしょうか。これも昨年やったときと全く同じものなので、ごくごく簡単に御紹介したいと思います。

まず、第2条の第1項で、この評価検討会につきましては座長が事務を掌理するということに決めております。それからずっと飛びまして、第5条、今回の評価検討会、非公開で行います。それから2項としまして、会議資料は先ほどもちょっと申しましたが、評価検討会の終了後、具体的にはこの後御説明します3月1日の評価専門調査会の際に公表いたします。ただし、座長の判断により、公表に適さないという部分につきましては、非公表になる場合がございます。それから3. 議事概要につきましては、非公表情報、それから氏名を除いて公表するというようにしております。

以上です。

【座長】 ありがとうございます。

ただいま説明がありましたように、本検討会、このような手順で進めさせていただきますが、手順について御承認いただけますでしょうか。

(承認)

【座長】 ありがとうございます。

では、このように進めてまいります。今後のスケジュール、それから検討を進める上での確認の視点について、事務局から説明をお願いいたします。

【事務局】 そうしましたら、資料3を御覧ください。12月11日にこの評価検討会を設置するという事で、キックオフを行っております。本日、文部科学省から事業の概要等、聴取いたしまして、質疑応答の上、その後、取りまとめに向けた議論をしていただくというふうに思っております。

それで、次回の評価専門調査会を3月1日に予定しております。ここで本日の結果を座長より御報告いただいて、確認結果の取りまとめをしたいというふうに思っております。これがスケジュールでございます。

続きまして、資料4を御覧ください。この確認の視点でございますが、これも事前説明の際に御説明した内容とほとんど変えておりませんので、ごくごく簡単に御説明いたします。まず、1つ目の視点として、本プロジェクトの位置づけがどうかといったこと、それから視点2として、アウトカムが具体化・明確化されているかという点、それから視点3として、開発目標がアウトカムと整合して妥当なものとなっているかといった点、それから視点4、これが基本設計の内容に関わる部分になりますけれども、システムの開発方針ですとか、基本設計内容が妥当なものになっているかといった点、視点5ということで、研究開発マネジメントという観点で評価をいただければというふうに思っております。なお、これはあくまで事務局が御提案したものでございますので、後ほどの議論の中で追加や修正といったものの御意見を賜われればというふうに考えております。

【座長】 ありがとうございます。

ただいま事務局から説明ありましたように、確認の視点についてはまた後ほど議論の中で内容を修正なり、また追加していくということになりますけれども、今の時点で全体に対して特段の御質問ございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、文部科学省のほうからこのプロジェクトについての説明をしていただきたいと思います。では、入室お願いいたします。

(文部科学省 入室)

【座長】 皆様お揃いになりましたので、始めさせていただきたいと思います。本日はお忙しい中、評価検討会への御対応をいただき、まことにありがとうございます。これから説明者の御紹介、事務局のほうからしてもらいたいと思います。

(説明者紹介)

【座長】 ありがとうございます。

では、本日の進め方等についてお話しいたします。まず、研究開発の内容・成果について、文部科学省より30分程度で御説明をいただいて、その後、45分程度、質疑応答という形でいきたいと思っております。

それでは、説明に当たっての注意事項、私のほうから御説明いたします。

この評価検討会は非公開という扱いになっておりまして、傍聴は事務局限りとしております。文部科学省から御説明いただく方につきましては、御説明及び質疑の後は、説明補助員の方を含めて御退席いただきたいと思っておりますのでよろしく願いいたします。

会議資料につきましては、会議の終了後に原則公表ということになりますが、非公表扱いのページがあれば、説明の中で非公表とする理由を含めて申し入れいただきたいと思っております。

議事概要につきましても公表することになっております。文部科学省からの説明に関わる部分については、公表前には事実確認等をいたしますので、よろしく願いいたします。

注意事項は以上でございます。

では、30分ほどで説明をお願いします。

【説明者】 それでは、お手元の資料5「フラッグシップ2020プロジェクト(ポスト「京」の開発)」に基づいて、御説明差し上げたいと思います。

まず、資料5を1枚めくっていただきます。プロジェクトの概要及び経緯を御説明差し上げたいと思います。まず、この「フラッグシップ2020プロジェクト(ポスト「京」の開発)」ですけれども、そもそも我が国の計算科学技術インフラ、こちらを構築する一連のプログラムの一環を占めております。こちら一番最初のスライド、3ページになりますけれども、我が国のフラッグシップシステムというのは、世界トップレベルの能力を有するスーパーコンピュータ「京」、これに続きまして、全国の各大学、左側の日本地図に配置してございます各大学、それから国立研究開発法人をつなぐ形で構築しております第2階

層の大学等のシステム、これらをあわせまして、一つの大きな計算資源として捉えて、我が国のフラッグシップシステム、ハイパフォーマンス・コンピューティングシステム、インフラストラクチャとして位置づけております。

この中で、参考になりますが次の表がスーパーコンピュータの共用の仕組みと枠組みとなっております。こちらは、特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律におきまして、設置者の理化学研究所がその持てる計算資源であるところの「京」コンピュータ、こちらを運用することと、その運用に当たって、利用者の選定とその利用促進につきましては、登録施設利用促進機関として高度情報科学技術研究機構、こちらのほうが登録されておりますが、こちらのほうにやっていただく。これによりまして、我々の「京」コンピュータを非常に幅広いユーザに万遍なく使っていただく。それから、そういう意味ではスーパーコンピュータの扱いにそれほど親しんでいないような方に対しても利用促進という業務を通じて利用が広がっていくと、こういったモデルを構築しております。

そして、5ページ右上には計算機シミュレーションの意義といたしまして、いわゆる理論・実験に続く第三の科学的手法というふうに位置づけられております。これをやるときに、我々がこの新しいスーパーコンピュータが果たす役割として、次の6ページに掲げておりますけれども、超スマート社会においてシミュレーションとビッグデータは社会的・科学的課題の解決の鍵になるのではないかと。それからスーパーコンピュータを含む情報科学技術がそのために欠かせない社会基盤技術であると位置づけております。

実際、これらの我が国の世界最高水準のスーパーコンピューティング技術の継承と発展、それを支える人材の継続的な育成・確保という観点から、今回、自主開発が必須の要件としてポスト「京」というスーパーコンピュータを開発させていただいております。

1枚めくってください。次の7ページ、こちらは現在のポスト「京」開発における予算の状況でございます。このページにおけるメインの部分は右肩にあります予算額と予算案になりますが、現状、約40億円が平成27年度予算額になっております。そして予算案でございますけれども、来年度予算案につきましては、プラス27億円の67億円が計上されてございます。

その次8ページ、ポスト「京」で期待する成果として、出口を見据えて戦略的にアウトカムを導出することを考えております。例として2つ、ものづくり、地震・津波対策、こういったものを挙げさせていただいておりますけれども、やはりここは分野的・横断的・国際的に将来につながる技術波及というものを目指しております。一つにはスパコンでそもそも使う技術として、今話題になっておりますビッグデータ同化、これは我々の中でも「京」の時代から取り組

んでいる観測・実験ビッグデータ、これを効率よく分析・活用するという、それから今後、「京」を超える計算資源が得られることから、アンサンブルが非常に複雑に加味することができる。したがって、アンサンブルシミュレーションの多数ケース・シナリオの予測・解析、こういったもの。さらに、今回、スパコン開発そのもので得られる技術として、システム運用管理技術、それから高密度実装技術、省電力技術、それからシステム冷却系です。こういったものが得られるのではないかとこのように考えております。

更に検討の経緯、9ページに移らせていただきます。こちらはこれまでポスト「京」、このプロジェクトを始める前までの検討の状況ですけれども、そもそも平成24年4月から平成26年3月と、足かけ2年にわたり検討されました今後のHPCI計画推進のあり方に関する検討ワーキンググループが文部科学省の中に設けられておりました。この中で25回の検討の末、我が国の計算科学技術インフラのあり方と研究開発の方向性、利用のあり方、人材育成等について取りまとめることができました。これに従いまして、我が国の計算技術インフラの開発・整備に係るグランドデザインというものが検討されていまして、我が国を代表して世界トップレベルの高い計算性能と、幅広い分野における適用性を有する1つのフラッグシップシステムと、そのフラッグシップシステムを支える複数の特徴あるシステムを国が戦略的に整備していくことが重要との結論が得られております。

この結論に従いまして、2つのサブワーキンググループが設けられておりました。1つは、HPCI計画推進委員会、次期フラッグシップシステムに係るシステム検討ワーキンググループでございまして、これは平成26年6月から検討いたしました。この中で要求されるフラッグシップシステムにふさわしいような性能・システム構成の詳細について検討がなされました。更に基本的なシステム構成と性能についても評価されました。

そして、左側になります。この四角の反対側にポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関する検討委員会、こちら26年4月から8月にかけて検討されましたけれども、どちらかというと、これはハードウェアというよりもソフトウェア、重点的に取り組む社会的・科学的課題、それから早期の成果創出に向けた研究開発体制のあり方、こういったものについて検討いたしました。この結果ですけれども、左側のほうにつきましては創薬、防災、環境、エネルギー、ものづくり、宇宙など9つの重点分野と、社会経済現象、人工知能など、新たに取り組むチャレンジングな4つの萌芽的課題というものを設定しております。

続きまして10ページ、ポスト「京」の開発の最近の主な動きでございまして、まず、システム開発等につきましては、こちら総合科学技術・イノ

ベーション会議本会議におきまして、平成27年1月にはまず概念設計における評価の決定というのをいただいております。その後、27年8月、昨年8月から、H P C I 計画推進委員会・次期フラッグシップシステムに係るシステム検討ワーキンググループ、こちらのほうを計7回やらせていただきまして、途中、行政事業レビュー等を挟んでおりますけれども、28年1月、H P C I 計画推進委員会におきまして基本設計の評価の取りまとめを行っております。試作・詳細設計について、理化学研究所が富士通株式会社と契約を締結しております。その後の流れについては、若干割愛させていただきます。

他方、アプリケーション開発につきましては、先ほど9の重点課題と申し上げましたけれども、平成26年12月にこれを決定、その後、27年4月から、重点課題のアプリケーション開発の開始をしております。更に重点課題推進ワーキンググループ、こちらを設置してございまして、その進捗のほうを管理する体制を整えております。また、萌芽的課題につきましては、これはもう来月にせまっておりますけれども、今年度中に萌芽的課題の公募をいたしまして、来年度28年4月からは重点課題の本格的な研究開発を開始する予定でございます。

1枚めくっていただき11ページ、もう一つ、国際協力をどのように進めているかという観点でございますけれども、日米科学技術協力協定のもとに、エネルギー等研究開発における協力に関する実施取極というのが文部科学省と米国エネルギー省DOEとの間で締結された覚書がございます。こちらで、分野が選択されてございまして、その一つとして計算機科学というものが取り上げられております。この協力分野の一つとして、スーパーコンピュータに関する協力取極というものがございます。これは西暦に直しますと、2014年6月23日に締結され、実施主体としてはDOEのアルゴンヌ研究所、それから理化学研究所、その他の大学等になります。協力分野についてはシステムソフトウェア、その内容といたしましては、この取極のもとにおきまして、研究協力で研究結果の情報の取扱いについて明記するとともに、それからコミッティを設けて年に一回以上の開催を実施するという形にしております。実際、枠外にこの※印にありますけれども、第1回会合は、2014年12月5日に神戸にて開催いたしました。第2回は2015年9月にシカゴにて開催しております。

また12ページ、概要及びスケジュールでございますけれども、プロジェクトの概要といたしましては、これはこちらの総合科学技術・イノベーション会議におきまして、事前評価いただいておりますけれども、開発方針といたしまして、5つの課題解決型であること、それから国際協力、それから競争力を有するということ、また「京」で培った資産を継承するということ、更に「京」にはないスケラビリティと申し上げますか、性能の拡張性、こういったものが5つの開発方針として設けられております。

更に開発の目標でございますけれども、中で具体的な開発目標として、こちらから昨年の総合科学技術・イノベーション会議の報告書の中で評価いただいておりますけれども、最大で「京」の100倍のアプリケーション実行性能を実現するという、それから30～40MWの消費電力で行っていくと。予算につきましては、総経費約1,300億円、うち国費が約1,100億円でございます。

現状、スケジュールでございますが、この線表のうち、システムにつきましては基本設計は現状終え、基本設計評価がこの1月に終了いたしておりますので、試作・詳細設計フェーズというのに入っております。この後、平成28年、2016年におきましては今後秋ぐらいになると思うんですが、コスト・性能評価というのを行います。更にその1年後におきましては、中間評価、更にこちらは総合科学技術・イノベーション会議におきましても、同じく中間評価を行いまして、実際の製造段階に進むか否かということについて決定いただき、製造、設置、運用という運びになります。

アプリケーションにつきましては、今年度は調査研究、準備研究というフェーズでございます、これは先ほど御説明いたしましたように、4月から本格実施というような仕組みになってございます。

次から報告書の具体的な評価の内容について、御説明させていただきたいと思っております。なお、この内容につきましては2月10日におきます情報科学技術委員会、こちらにおきまして公開という運びになってございますので、それまでの間、非公開という扱いとさせていただきます。

まず14ページ、HPCI計画推進委員会・次期フラッグシップシステムに係るシステム検討ワーキンググループ27年度、この中で述べられたことについて、簡単に御紹介させていただきたいと思っております。まず、「京」の後継機となるポスト「京」の開発というものが、まず方針として世界最高の汎用性のあるスーパーコンピュータの実現を目指すもの。5つのシステム開発方針、先ほど述べさせていただきました。更に2つの開発目標を設定しているということ。開発主体、理化学研究所が基本設計担当企業と基本設計について、9月に文部科学省研究振興局——我々ですね——に御報告いただいております。HPCI計画推進委員会のもとに、このシステムワーキンググループを設けまして、7回ほどヒアリング、そして28年1月に報告書となっております。

基本設計評価においては、開発方針にある課題解決型、かつ国際競争力のある世界最高水準の汎用性のあるスーパーコンピュータの実現を目指すプロジェクトとして、開発目的に向けた現状を確認・評価させていただいております。下の委員については割愛させていただいて、御覧いただければと思います。

1枚めくっていただき15ページです。今回、ポスト「京」基本設計評価の概要でございますけれども、経緯、それから内容の開発方針、開発目標につい

ては割愛させていただきます。まず、今回、この評価について、2つほど大きなポイントがございまして、1つはこれまでの開発方針、開発目標を踏まえて、この内容が分かりづらいというような御批判等ございました。これにつきまして、我々その個別方針をそのブレークダウンといたしまししょうか、素因数分解するような形で、システムの特徴という形でまず打ち出していくのが必要ではないかということをお審議いただきました。

当該システムの特徴といたしましては、こちら2020年代のシステムによってのみなし得る社会的・科学的課題について、戦略的に取り組むことで我が国の成長に寄与した世界を先導する成果の創出が期待されるスーパーコンピュータであり、消費電力性能、計算能力、ユーザの利便・使い勝手の良さ、画期的な成果の創出と、これら4つの要素について、それぞれ世界最高水準の性能、2020年頃の世界の他のシステムに対して総合力で勝つものというもの、計算能力のみで世界最高性能を目指すものではないというふうに括弧して付しておりますけれども、こういったものが我々のシステムの特徴ではないかということで、御審議いただきました。

また、もう一つ、評価結果、こちら非常に重要なむしろ内容の中心になりますけれども、評価結果につきましては基本設計について予算等の様々な制約がある中で、課題解決型でかつ国際競争力のある世界最高水準の汎用性のあるスーパーコンピュータの実現という、開発目標に向けた設計がなされている、おおむね妥当であるというふうにいただいております。ただし、これについて、2点留意事項がついておりまして、一つは電力性能、こちらは今回のポスト「京」開発における根幹でございますので、最新の情報に基づく迅速な検討・対応というのが今後必要になってくるであろうというのが一つ。

もう一点、今回、ハードとアプリの協調開発、コデザインが一つのコンセプトとして開発を進めてございます。この点につきまして、引き続き目標であるところの最大で「京」の100倍のアプリケーション実行性能に達するよう、開発を進める。現状、後で御紹介いたしますけれども、ここにはまだ達していない部分がございますので、これを今後、ハードとアプリ、それぞれのほうの協調開発におきまして、達成を目指していくということが述べられております。

続きまして16ページ、技術動向についてというのをこの報告書の中に設けさせていただきます。これもこちらにお座りになられている委員の方々には既に御案内のことばかりかと存じますが、これは我々文部科学省、それからシステムワーキングにおきまして評価した結果、現状、このグラフの中に入れさせていただいているのは、LinpackにおけるTop500における性能と、それと電力消費量がプロットされております。更にそれらを割った形であるGFlops/W、ワット当たりの計算能力というのを緑のラインで引いております。

この場合、仮に2005年以降の実績をこのまま外挿して、Linpack性能がエクサスケールに達する予定の2020年において、消費電力効率というのが一体どういうものかというのを見てみたところ、このような9.4GFlops/W、総電力消費は106MWという形が、これは単純に外挿しただけですので、必ずしもこれに当たるものではないんですけれども、こういう形が分析されております。

また、この開発目標が我々文部科学省が設けております30～40MWということだと思いますと、ここに出てきているスケーリングの結果として、「京」の3倍程度におさめるといえるのはとてもおさまらない、106MWという形になりますと、目標を大きく上回りますから、これは経費面での運用に耐えるものにはならないのではないかとということが、ここで一旦分析されております。

ただ、最近のトレンドといたしまして、これも既に御案内のことかと存じますがけれども、Top500におけるシステムの上位システムが新しいシステムが登場していないことから、Linpack性能の伸びと、当然その消費電力に関する伸びも、ここ3年から4年程度、足踏みしております。なので、この今外挿しているこのグラフの直線で引いている部分、こちらのほうも、今後このままで行くかどうかというのは、まだ不明瞭な部分でございます。

これまでの指摘事項の対応、17ページに移させていただきます。これまでの指摘事項への対応状況といたしまして、平成26年のシステムワーキンググループ——それから当時CSTPでございました——こちらCSTIの評価等で、指摘事項の対応状況について、開発主体から説明を聴取いたしました。更に重点アプリケーションの基本設計レベルの性能概算として、100倍という目標に達する見込みのあるアプリケーション、9つのターゲットアプリケーションのうち、約2つほどの見通しであると。更に開発主体から想定システムCPUチップに関するLinpack性能について、アプリケーションニーズ、ここでターゲットアプリケーションを9つ想定していましたが、これについてはこれを満たして、かつ国際競争力のあるCPUを開発できるめどが立った旨が報告されております。

18ページ、基本設計について、昨年度評価時にお示しした設計方針ですが、まず、サイエンスドリブンであること、こちらはコデザインで対応する。また「京」の資産の継承につきましては、互換システムソフト、それから自動並列化コンパイラ、それからTofuインタコネクト、これは「京」で開発したものでございますけれども、こちらのものを使っていくこと。それからアップグレード、これはボード交換というものが可能なものにさせていただいております。コア・アーキテクチャの強化につきましては、汎用プロセッサアーキを選択することと、IPC、演算能力、メモリバンド幅の向上というのを導入しております。

更にトータル・コスト・オブ・オーナーシップ、総コストにつきましては、電力を抑えることが重要でございますので、Power Knob等の制御機構を導入させていただくとともに、アプリ特性に応じた省電力制御を導入させていただいております。更に社会が欲するニーズに即応する意味で、ビッグデータ、IoT、人工知能応用ニーズ、こういったものにも一定程度応えられるようなファイルI/O強化、それからビッグデータ向けシステムソフトウェア整備、そうしたものを実時間処理、こういったものを今回検討させていただきました。

ページをめくっていただきまして19ページ、コデザインにつきまして、開発主体より基本設計のコデザインの連携体制をいうのを下の図に示されております。具体的には重点課題、9機関ございますけれども、こちらから提案されたターゲットアプリケーションをベースに性能評価ツールを使ってシミュレータ、こちらを使いまして、システムの基本構成をパラメータ等決定していく。更に、幾つか性能制限要因というのもございましたけれども、こちら辺を対応することによって、アプリケーションの性能の向上が見込まれるとともに、ノウハウのドキュメント化、これはこういったコデザインにつきまして、昨年度の評価でもございましたけれども、単にこれが一つの例として終わってしまうことなく、今後活用していくということを考えますと、これをドキュメント化して、また活用できるような体制というのを考えていくということから、そういうことと、あとアーキテクチャの特徴を生かしたアプリケーションプログラミングモデル、アルゴリズム開発を進めていく旨の説明がなされました。

それから、20ページへ行くと、アプリケーション開発につきまして、こちらターゲットアプリケーションでございますけれども、この表の内容、昨年度も提示させていただいてはおります。更にこのアプリケーションを決める要素として3つございまして、1つは各重点課題の要となる計算手法を有するアプリケーション、各重点課題において、一番重要となるものを用意させていただきました。更にアプリケーションの開発体制とか、ライセンサーが少なくともこういった形で協調体制、コデザインができるようなオープンな状態になっていること、更にこのアプリケーション自体が全てを総合するとこのポスト「京」の性能というのは、非常に計算科学的手法において、網羅性を有している。ある種、総合性を有していることということも念頭に選択されております。

21ページに移らせていただきます。こちらは評価結果、先ほど申し上げたものの繰り返しの的になりますけれども、まず、スーパーコンピュータ、世界最高水準の汎用性のあるスーパーコンピュータの実現という開発目的に向け、設計は概ね妥当であるということをおられます。それからコデザインにつきまして、これまでも他方いろいろな面で御議論ございましたけれども、我々のシステムワーキングの中でもあった議論としては、コデザインというのは従来

であればどちらかという一方通行であった、アーキテクチャ側がつくったものを、それをアプリケーション側が受け入れるというような形だけでやっているようなことがあったり、またはアーキテクチャのほうはアプリケーションの言うことを聞いていると八方美人になって、なかなかいいものにならないというようなことがあるんですが、今回、このコデザインをやるに当たって、非常に循環的になったと。つまり、一方通行のやりとりだけではなく、双方向にやりとりをし、しかもそれを複数回繰り返す、反復的に繰り返すことによって、本格的なコデザインができたということは評価いただいております。その中でどういったことが具体的にできたというのは、また後ほど理研のほうから説明あるかもしれませんが、ちょっと補足させていただきまして、そして22ページ、システムの特徴は先ほど私のほうから御紹介、概要で説明させていただいたものと同じでございます。ただ、これ我々述べさせていただいているシステムの特徴、4つにつきましては、計算能力について若干誤解が生じる可能性があるもので、これも補足する説明を設けさせていただいております。依然として計算能力自体はスーパーコンピュータを図る上で非常に大きな要素を占めるものでございますので、したがってLinpack性能みたいなものについて、完全に無視はしないけれども、単なるスピード一番ということが目的ではなくて、他の性能においても最高性能で、均一のとれた総合力によって世界を先導する成果を出す。こういったものを目指すシステムでございます。また、ポスト「京」は既に先ほど御紹介差し上げているように、特定先端大型施設の共用に関する法律に基づきます共用施設でございます。こういうものを考えますと、多様なユーザーズ、これに応えることができるバランスのとれた演算性能を有して課題解決に資する高性能システムというものを実現することを目標としております。この幾つか開発目標、予算、期間、施設規模等、条件、代表的なアプリケーションからニーズは聞いております。それを踏まえて現時点では実用化されていない技術の活用を含めて、開発を進めさせていただいて、我が国の最先端、汎用マシンとして、バランスのとれたものという形になるかと考えさせていただいております。

1枚めくってください。23ページ、過去のLinpack性能につきましては、またこれも幾つか誤解があるかもしれませんので、過去の我々の、我々だけではなく、これはCSTIさんの前身であるところのCSTPの報告書にもありましたことをリファーさせていただいております。その中で若干簡単に読ませていただきますと、これは総合科学技術会議の平成25年4月31日、「京」の事後評価をやったときの記載なんですけれども、今後のスーパーコンピュータに関する研究開発の検討に関しては、技術動向について十分な見通しを持ち、また効率的な開発投資の観点を踏まえつつ、Linpack性能の指標のみならず、利用

者のニーズや解決を図るべき社会的課題等を踏まえ、求められる性能に着目した目標設定について、検討を行う必要があるというふうに言われております。

1枚おめくりください、24ページ。今後の検討と確認事項、留意事項につきましては、先ほど申し上げたとおり、電力性能のほうが非常に重要になってございます。現状、最大100倍のアプリケーション性能を目指すように開発は進められてございますけれども、演算性能自体はやはり消費電力効率との兼ね合いが不可欠でございます。その検証に従いまして演算性能自体は絞り込まれていくというふうに考えております。更に先ほど申し上げたように、電力性能は根幹でございますので、何らかの新しい情報があった場合は、直ちに対応しなければならないということ、それからコデザインについては今後やることによって、100倍のアプリ性能というものを実現するように引き続きやっていくということを述べさせていただいております。

また、コスト・性能評価、これは先ほど今年の秋ぐらいに想定されてございますけれども、コスト・性能評価自体は、この試作・詳細設計が現状始まっておりますが、その途中段階で行います。そういう意味で、開発主体がこの場合、何がコストになるとか、性能に影響するかと、こういった点について、その都度、見通しの確度であるとか、不確定要素について確認させていただくという場になるかと思っております。

また、コスト・性能評価は、この場合、達成の見込みがあるか否かを評価するというのはあるんですけれども、コンテンツエンジンプランなどを含めて、どの程度難しいのかとか、どの程度計画に大幅な遅延とか変更があるかと、こういった観点も含めて、取組について改めて検討することとさせていただいております。

そのほか、コスト・性能評価において、状況を確認するのを下に5点ほど設けさせていただいております。時間の関係で、1枚おめくりください、25ページ。

その他の事項として、2つに分けてスライドを作成させていただいておりますけれども、まず1つとして、やはりこのマシンが「京」の後継機としての役割を担うということで記載しております。我が国のフラッグシップマシンで「京」は共用3年たちまして、産業利用も昨年まで30%、今年はまだ少し伸びる予定ですが、そういったものも含めて利用が拡大してきているということ、更に「京」については、中間評価を行いまして、「京」の運用、それから登録機関の活用、それからHPCI戦略プログラム、それらを含めた総合的なことを今後やらせていただきたいというふうに考えていることを踏まえております。

あとそのほかについては、特に中国とか欧州においても自主開発の動きとい

うのが出てきております。これまで自主開発を行っているのは、我が国と米国のみでございましたけれども、御案内かと存じますが、米国のインテルのチップにつきましては、中国への禁輸措置がとられました。したがって、中国は今後自主開発を行っていく。その情報というのはだんだん見えてきておりますので今後の競争相手になっていくのではないかとというふうに考えております。

もう一枚おめくりください、26ページ。最後になりますけれども、これは今後の課題等として、「京」とポスト「京」の入れかえ期間ですね。この間、我々の試算ですと1年強ぐらいフラッグシップマシンが不在の時期というのがございます。その場合における我が国の計算資源の全体のバランスであるとか、それが研究活動に及ぼす影響、こういったものを踏まえつつ、今後検討していかねばいけないということを示させていただいております。また、フラッグシップマシン以外の第2階層の各大学におけます基盤先端のマシンですね。こういったものも全体的に検討していくことが必要ではないかということでございます。

また、先ほどの冒頭に、消費電力能力の向上についてのグラフの分析を御紹介いたしましたけれども、いわゆる2020年代には、ポストムーアの時代となることが予想されております。こういう意味で、これまでの延長線上のいわゆるCMOSにおけるシリコン半導体において、どこまでこういった性能が出るか、こういったスーパーコンピューティングができるかというのが、ちょっと分からなくなってきた部分でございますので、この辺について今後の何らかの方策を考えていかなければならない。

それからシステムソフトウェアにつきまして、我々既に米国DOEと協力を行っておりますけれども、それを引き続き検討を進めるというようなことが述べられてございます。

ここまでが情報科学技術委員会において報告が予定されております情報でございます。

【座長】 ありがとうございます。

では、ここから質疑に移らせていただきたいと思いますので、委員の皆さんのほうから御質問ございましたらお願いいたします。

【委員】 今回電力という問題が非常に表に出てきて、例えばこのスパコンの開発についての4つの柱でも高速性というよりも最初に電力性能というのが出てきたのは、これは大きな転換かなと思います。そこまで電力の制限、もちろん設置する場所の今の「京」の跡でコジェネを動かして電力を供給して、これが一つの制約条件にはなると思うのですが、そこまでして電力に縛られて性能を犠牲にするということは本当に必要なのか。

【委員】恐らくその電力の制限下でトータルの性能がある程度犠牲になっているというふうにやはりどうも思えるのですが。そうだとすれば、むしろ本来の目的である今ここに出ている重点課題、萌芽課題のサイエンスを実現するために拘束条件のほうを緩めるとか、そういうような方向性もあると思うのですが。電力性能をやはり最大の柱に置かなければならない理由というのはどこにあるのでしょうか。

【説明者】そこについて我々の中で検討した結果、アプリケーションが稼働するに足るだけの演算性能の確保は可能であるという評価をいただいています。更に申し上げますと、現状の「京」の運用経費のうち電力に対して昨年度払っているのは約15億円ございます。現状「京」には全体で100億円強の運用経費を設けているのですけれども、単純に申し上げて電力が3倍になれば更にプラス30億円の運用経費がかかります。現状科学技術予算のみならず政府全体の財政的な余地が少なくなっている中で、毎年度の運用経費が非常にかさんでいくというのはなかなか財政負担上耐えられることではございませんし、またそこがネックになって、実際我々の研究施設の中には電力供給できる資金がないがために年間稼働をものすごく下げている施設というのがたくさんございます、現状ですね、文部科学省の中の幾つかの施設の中で。そういうことを考えますと、やはり計算機は年間365日24時間稼働してなんぼだということを考えると、それだけの稼働時間を確保するためにはやはり電力性能を最重視してデザインせざるを得ないというふうな結論に至っております。

【説明補助者】私のほうから補足させていただきます。最終的な目標性能はほぼ達成できているように設計を進めてまいりました。そういう意味で、御指摘の電力性能を重視するためにマシンのアーキテクチャを見劣りするようなものを開発したというふうにはなっていないくて、あくまで我々はサイエンスドリブンという目標を重視しておりますので、アプリの方々と相談しながらよいマシンをつくっているというふうに考えていただければと思います。

【座長】 よろしいですか。

では、ほかに御質問ございましたら。どうぞ。

【委員】萌芽的な課題の中で人工知能というのが入ってますよね。多分多層のニューラルネットなんかの話だろうとは思っているのですが。そういう人工知能の問題のサイズとポスト「京」のサイズというのはマッチをちゃんとしているのでしょうか。ポスト「京」の資源を全部本当に使うのかどうか、その辺はいかがでしょうか。

【説明者】ニューラルネットワークを模擬して構築したアプリについては既に「京」において研究成果が得られておりまして、それが世界最大の大きさで

あるというのはございます。我々としてはなるべく全系の計算を行うことを念頭においております。その世界最大の成果自体も全系計算、「京」における8万ノードを使って達成したものでございますので、もしその萌芽的課題の研究の中でだんだんビルドしていったアプリケーションの研究内容がそれだけの大きな資源を要求するということであればそれは評価の上実施することはやぶさかではないというふうに考えています。

ただ、もしその御指摘内容が、それで本当に何が実現できるのかという点になると、そこはまたサイエンティフィックな評価が必要になってくるというふうに考えております。また、我々萌芽的課題を考えたときにも、そういったニューラルネットワークの構築された何かが人工知能研究にも生かせるのではないかという方向で検討されておりましたので、実際にポスト「京」のデザインそのもので人工知能が何かできるかという話になると、そこまで踏み込んだ課題設定というのは特に考えてはおりません。

【委員】 ニューラルネットなどですとネットワークの点でいくとかなり重い処理ができますよね、全対全のブロードキャスティングのいろいろな性能などが無いと性能が出ないという面が多分出てくると思うのですけれども、そういったことも検討されているのでしょうか。従来の数値シミュレーションなどとかかなり違った通信のパターンが出てくるような気もするのですけれどもね。安易に人工知能にもいけますよというようなことを言われると、その辺をやる必要が出てきますのでちょっと心配はしているのですけれども。

【説明者】 すみません、そこはまさに御指摘のとおりだと我々も理解しております。しかしながら、この人工知能等を含めて、例えばビッグデータも含めてなので、公募して萌芽的課題を決めたときに、これは先ほど御紹介いたしました小宮山先生を中心とした委員会で、まず9つの重点課題を決め、更にスパコンにおいて今後チャレンジしていくような分野、社会経済的なシミュレーション、例えば交通渋滞であるとかある種の金融等の市場問題であるとか、今の「京」ではなかなか実現できていないようなことも新たなこれだけ大きな資源が得られますので、その中でやっていくものとして必要だろうということで設定しております。したがって、それがすぐ人工知能が何かできるかとかそういう形での我々も位置づけをもととしておりませんので、若干語感から受けるイメージであるとか、公募に当たって出ていったときの印象というのは違和感があるかというふうに感じる、という点については我々も非常に深く受け止めておりますので、そうならないようにやらせていただきたいとは思っています。

【座長】 よろしいでしょうか。

では、どうぞ。

【委員】 資料5の22ページにシステムの特徴で、1番が消費電力性能、計算能力、ユーザ利便と画期的な成果の創出ということで、今日は多分1番と2番についてのことが出たのですけれども。1番と2番をどうするかということは結局3番と4番への評価次第という印象です。しかしこの点については今日本格的に議論することではないと思うのですけれども、スパコン「京」の中間評価とかで議論されるべきユーザの利便、使い勝手について今のスパコン「京」でどうなっているのかが重要です。画期的な成果の創出について、例えばスパコン「京」で確かにできるのだけれども、すごく時間がかかり過ぎるのが問題視されているとしたら。そこで、最大100倍の「京」後継が出現したら画期的なものより現実的なことになり手の届くところにスパコンが到達したと認知される。それから画期的成果創出への期待にはあと100倍の基本的な性能向上が必要なのだという意見もある。そのような質と量の向上部分があると思うのですね。その辺をこれからしっかり見極めた上での1番と2番という形になったのですけれども。その辺は多分スパコン「京」のほうで中間評価でしっかり議論してほしいと思います。この3番のユーザの利便、使い勝手のよさというのが1番、2番、4番に比べて非常にアバウトな言葉になっているのですが。一般論から言うと、使い勝手をよくしてユーザの利便を図るといってピンポイントの突出した成果が出ないんですよ。その辺のところと100倍の性能を活かして画期的な成果の創出という3番と4番が矛盾がないように進めていただきたいというのが1点あります。

【説明者】 私のほうから。そこから後の難しい点はむしろ理研に技術的にお答えいただくのですけれども。まず使い勝手の点につきましては、いろいろな見方があるのですけれども、少なくともユーザ本位に立って見たとき共通して言えるというのは、まず「京」で実現しているのが非常にダウンタイムが少なく安定性がものすごく高い。使いに行ったとき倒れている状態が余らないということや各ジョブを投げて回答する応答性、ターンアラウンドタイムが非常に速いというふうに言われています。この特徴を生かしてアーキテクチャを今回も構成しておりますので、恐らくその部分が今回も特徴の一つになると思います。

ただ難しいのは、ここを測る指標というのがある種車におけるドライビングフィールみたいな世界なのですね、そこが本当に指標として数値としてあらわれる点がどうやって図っていくかというのは、今後、文部科学省のシステムワーキングでも評価手法を開発しなければいけないということが宿題の一つになっております。

【座長】 よろしいですか。

では、ほかの御質問ございますか。

【委員】 全体の国民への説明という視点で見たときに、この資料5の5ページから8ページにかけての説明が少し計算科学とデータ科学、これらが第3および第4の科学的手法と言われるようになっているにもかかわらず、5ページではまだ計算科学だけしか出していません。2020年を想定すると、観測データからデータ科学によってモデルをつかって、そのモデルに従って計算科学を働かせて予測をするというこのループを回さないと特にエンジニアリングでは勝っていけない、その話が世の中でよく言われているのに、この5ページにはそれが書かれていないのですよね。そうでありながら、ロジック的には8ページにはいつの間にかビッグデータ同化みたいな話がヒュッと入ってきて、いかにもスパコンでビッグデータを取り扱う、ビッグデータ同化の部分だけの話しか書いてないと言えそうです。一般の国民から見るとここはデータ科学の話はこのスパコンでやろうとしているというふうに見えてしまうのですね。

ここの5ページから8ページまでのロジックはもう少しきちっと説明していかないとなかなか理解が得られなくて、ビッグデータに対してもやると言ったのではないとか、いや、全部やるとは言ってませんとか何とかそういう汚い論戦に巻き込まれてしまうので、もう少しクリアな論理展開を5ページから8ページにかけてはやっていただいて。やはりこのスパコンはあくまでも計算科学のための道具として開発しているということは間違いないのですから、そこは私はしっかり認めていいと思うのですよね。認めた上で、一部データ科学的なアプリケーションにも使える可能性がある、そこはチャレンジングなテーマとして萌芽的なテーマとしてやっていきますという、そういう分け方で話をされたほうがいいと思います。

【説明者】 ありがとうございます。まさに御指摘のとおりでございますけれども、1点、我々が取り組んでいる、過去から当然これも釈迦に説法で御案内のことだと思っておりますけれども。気象とかゲノムデータをもとにした医療ビッグデータを扱うシミュレーションもございまして、その範囲の中でまず取り組んでいるものをこれまでもやってきておりますので、ちょっとその辺のまさに現状のある種のバズワード的ではございますけれども、特徴抽出みたいなものをこのマシンでやっていくかということ、そこはまさにおっしゃるとおりやっではないので、またその辺の切り分けの説明を今後やれていければというふうには考えています。

【委員】 データ科学というのはデータを使えばデータ科学ではなくて、それを新しいITの技術を使って今まで扱えなかった規模のデータの中からモデルを自動的に生成していくというところが本質的なのです。その部分がこのスパコンでポスト「京」でねらっているわけではないことを明示した方がよい

と思います。モデルは人間が考えるなり何なりしてつくられたものをこれでモデルをチェックするために使う、あるいはそれを使って予測をするために使うというそういう視点でやるのですという、そのポジショニングははっきりしたほうが私は分かりやすいと思います。

【説明者】 今後分かりやすい説明に努めていくという観点で、その辺肝に銘じながら精査してまいりたいというふうに考えております。

【説明補助者】 必ずしもデータを使ってモデルのほうにフィードバックしないというわけではなくて、これは脈々とやはり、私気象気候のほうですけども、データを使って、データ同化しながらモデルをインプルーブするという方向は当然あるわけです。ここには陽に書いてないのかもしれませんが、各分野でそのデータを使いながら実際の理論構築なりモデリングをするということは要するにビッグデータからのフィードバックですよね、それは当然これに含まれている話でございます。

【座長】 よろしいですか。

では、どうぞ。

【委員】 従来から私ずっと知財の問題を取り上げておりまして、まず一つ目の御質問は、官民分担の点についてちょっと御説明をお願いしたい。

【説明者】 過去においてもそのような話があったかということは置かせていただきますけれども。官民分担の考え方につきましては、我々文部科学省の他の事業等をこれまで過去のベースを振り返ってみますと、おおむね官民1対1でやってきています。これは他の産学連携施策においてであったり、ロケット開発であったり、こういった部分は大体1対1でやっておりまして、したがって、我々も当初「京」の時代から1対1を主張して1対1が最初ありました。その後、「京」につきましてはいろいろな経緯があったのですが、開発経費が膨らんだというのがございまして、最終的に、ある程度の部分が民間に負っていただいたというのが結果論としてございました。

今度ポスト「京」の事業を始めるときも、我々としては当初、開発部分の経費負担の1対1を主張しています。しかしながら、過去「京」のプロジェクトのときの最終的な負担割合をみて官民負担割合を決めさせていただいたという経緯がございます。

ちなみに、アメリカ等では例えばDARPA等を見ると、政府が2、民間が1であるケースや、我々最近の産学連携の施策の幾つかの中にはむしろ政府のほうを持ち出しが非常に多くなっているケースもあります。

【委員】 それに関して、企業側が開発する部分については企業側が所有する、そこまではいいかと思うのですが、ハードウェアの様々な特許性、知財権については受託会社が100%保有しますということになっているようですね。

れども、それは正しいですか。

【説明者】 今回これ契約主体が理化学研究所、国立研究開発法人でございますけれども、研究開発法人が委託契約するものにつきましても発生した知財は民間企業のほうに帰属するという形においてはこの通りでございます。

【委員】 理化学研究所が持つのではなくて、ハードウェアを開発した企業が持つということをこれはおっしゃっていると思えばいいですか。

【説明者】 はい、そうです。ソフトウェアについては理化学研究所が持ちますけれども。

【委員】 分かりました。

それでちょっと今契約されていると思うのですけれども、その条件で契約されているということなのでしょうか。

前からなぜこの話を差し上げているかと申し上げると、資料の8ページに戻っていただくと、今ちょっと違う観点ですけれども、8ページの下右側のほうに、最先端スパコン開発で培う技術と書いてございまして、下に矢印が出てサービス産業での利活用というふうに書かれております。ここに書かれているシステム運用管理技術であるとか高密度実装技術、システム冷却技術、省電力技術というものが実際にサービス産業で利活用されていくときに、その技術の所有者が誰でどうやって移転するのだというのを前回から申し上げていて、知財方針ははっきりしないとなかなかそのところの移転は進まないのではないですかと。例えば我々が使おうとしても、所有者も分からなければどういう方針で知財権がやりとりできるのか分からないと、実際には移転が進まないので、移転されると書いてあったのでこの方針で進むのかという御質問をずっと申し上げているのですけれども、この点はいかがですか。

【説明者】 移転されるのかというのは、それは例えばどういうことでしょうか。

【委員】 言葉を変えて、サービス産業での利活用をされるということであれば、まさかこの企業が使うと、その1社が使うということをもってサービス産業での利活用とおっしゃっているわけではないと思いますし、それではやはり説明がつかないので、それで皆さん、はい、そうですねと、国民の皆さんが言うかというところはならないと思うんですよね、一般論としてですよ。そのときに、ここの文言とこの知財の帰属ルールとの整合性はどう捉えているのかという御質問なのです。

【説明者】 ここの書き方が実はそれでは問題というふうに理解いたします。我々が想定しているここでの利活用というのは、例えばデータセンターやクラウドサービスですね、こういったときに今回開発企業たる富士通さんが開発した省電力チップ、それからその運用する並列処理プログラムですね、こういったものを使って非常に低消費電力かつ大規模なデータセンターが実現するこ

とができるであろうと。それは当然富士通さんには対価をとられるという点においては確かに富士通さんの利得にはなってしまう部分はあるのですけれども、我々の中ではそれをオープンソースにしてどなたかほかの企業がそのチップの性能を何かに活用するとか、そこまでのことを見通した形での書きぶりにはしてございません。

【委員】 再度申し上げますと、そここのところの運用が恣意的に富士通によって決められるのであると、結局は実現できるかできないかは富士通任せですということになってしまうので、それはやはり違うのではないかというのが従来からのずっとの御質問なりもうちょっと方針をはっきりされたほうがいいのではないですかという話で。それで理解が得られるというのであればそれはもちろんそうなのですから、一般論としてこういうふうにした場合に、富士通の恣意的な運用で移転するかもしれません、しないかもしれません、対価は幾らになるかは知りませんと、そういう言い方もあると思うのですけれども、そういう答えになっているのか、どういうお答えなのかがちょっと。そこなのですから。

【説明者】 そこについて申し上げますと、我々の考え方はあくまでも開発企業と理化学研究所がそれぞれ応分の負担をして研究開発をする。それによって得られた知財については、これはバイドール含めて法的に開発企業さんに帰属する。そこに対して我々それ以上踏み込んだ形で開発方針というのを立てているかという御質問であれば、大変恐縮なのですから、それは立ててございません。

【委員】 例えば8ページ、こう書かれた趣旨はどういうことかと。

【説明者】 我々がこう書かせていただいているのは、例えばこういう形で開発した技術が何の役に立つのかという観点での質問が基本的に多いものと理解しておりまして、それが対価をとってサービスが提供される存在なのかということをおある意味示唆してございます。つまり、省電力チップによって実現するようなサーバ、クラウドビジネスというのが大規模でできるということであればそれ自体がいわゆる公益になるのではないかとすることを踏まえて何ができるのかを書かせていただいております。

【委員】 何となく分かるような気もするのですけれども、それで全ての人の納得が得られるのかどうかという問題と、あとは例えばちょっとここに書かれたのは、逆に言うとハードウェアよりの技術が非常に強く書かれてしまっていると。システム運用管理技術はソフトウェア的などころもあります、例えばもうちょっと運用なりそういうところの技術をここに書かれていればそれほど違和感がなかったのを、なぜこのわざと高密度実装であるとかそういうのを書かれたのかがちょっとなかなか。あるいは私どもからすると、むしろハードウ

エアはどうでもよくて、シミュレーションがちゃんとできる、あるいはデータ同化ができるというようなところがやはり最終的な科学技術の進歩にとっては重要なので、これを書かれたのがちょっと違うのかなという気も若干はします。これはコメントです。

【説明者】 これは行政事業レビューでも我々の成果の公表の仕方がつたないという御指摘は受けておりますので、この後見直しながらやらせていただければと思います。

【座長】 ありがとうございます。

ほかに。

【委員】 今回基本設計のアーキテクチャを見せていただかせて、電力性能の制約の観点から全体にシュリンクした形になっているのだと思うのですね。

それで、今回資料5のほうの15ページにシステムの特徴ということで消費電力性能から画期的な成果創出というところまでリストアップされていて、結局Linpack性能のみで世界最高性能を目指すものではなくて、その総合力で卓越したものをつくるということで。その気持ちというか方向性はとてもよく理解できるのですが。総合力というものを分かりやすく数値化というか指標化、総合力で何点とか総合力で世界1位とかいうようなことが言えるような指標があると多分国民目線的にはとても分かりやすい、単純なLinpackだけでは世界何位ですけれども、総合力でみると本当に世界トップなのだということが言えるような何か指標がうまくデザインできるといいかなと思うのですが。何かその辺知見ございますか。

【説明者】 その点については文部科学省のシステムワーキンググループでも最終的にやはり議論として残っておりまして、確かに先ほど使い勝手の部分について申し上げれば、ダウンタイムが少ないであるとかターンアラウンドタイムが短いであるとか幾つか、まさにドライビングフィールに近いということを申し上げましたけれども、これら数値化できる部分もあればある種数値化しにくいような部分もあると。こういったものをまず集めて、どのぐらいの形で評価できるかというのも一つございます。それと別に、今回9つのターゲットアプリケーションについてある種網羅性を我々有することで、御案内のとおり二律背反に陥るようなこともございます。こういったことが総合性を備えているということが評価になるであるとか。今後幾つか考えていかなければいけない点はまさに宿題として残っておりますので、御指摘まさに受け止めて、今後の方針を考えていきたいと思っております。

【説明補助者】 現在新しい指標を求めているいろいろな議論が進んでおります。理化学研究所も実は世界のこういう計算科学のトップレベルのインスティテュートといつも議論しております。例えばLinpackを提唱したジャックドンガラ

さん自身がもう実はこのLinpackの指標と言いましょかベンチマークは必ずしも現在のスパコン、20年前であればCPUのスピードだけでスパコンの性能というのは決まったのですが、今はそうではなくて、CPUのスピード、それからメモリとのアクセスとかあるいはCPU間のネットワーク、コミュニケーション、こういうものも重要で、バランスのとれたものを図らないといけませんねということで同意はしているのですが、それでは一体何がそれにかかるかということとはなかなか難しく、今本当にホットな議論をさせていただいているところでございます。

何とかうまく我々も提案をして、そうした総合力を測る指標ができるといいなと思っておりますが、現在のところはまだそういうものはできておりません。

【座長】 では、どうぞ。

【委員】 18ページの基本設計の大きい6項目の一番最初のサイエンスドリブンというのはすごくいいワードだと思って、文科省のプロジェクトはいつもサイエンスドリブンであってほしいなと思うのですが、ここで言うサイエンスは重要課題の中のサイエンスのニーズを実現するためのコデザインというふうな理解でいいのですか。

【説明者】 さようでございます。

【委員】 先ほどから議論の中にある例えば計算科学というサイエンスありますよね、それからデータ科学というサイエンスも最近すごくビッグデータなどで言われるようになってきて、そのあたりをもうちょっとすっきり整理されて、現状こうだけれども、このポスト「京」のプロジェクトでそれがどれだけ向上するというふうな部分もある意味サイエンスドリブンの内容だと思うので、ニーズサイドのことばかりではなくて、そういうシーズのサイエンスのところもあわせて示されると。今その最後のポツの社会的ニーズのところは必ずしも計算速度が必要なニーズは多くないと思うのですが、その中に最初の御質問あったように、かなりサイエンスでブレークスルー必要なものもあるので、やはりそういうものは取り込んでほしいなという思いもあるのですよね。そこの仕分けをしないと、何でもかんでもビッグデータに対応するのですよみたいなことでもないと思うので、ちょっとそこはお願いしたいところですね。

【説明者】 今御指摘いただいたシーズからもたらされるものですが、我々は「京」の中間評価というのをやるというお話を先ほど触れさせていただきました。これはもともとポスト「京」で行われる各プログラムについては重点課題になる前にHPCI戦略プログラムという形で今年度末まで5年間のプログラムで「京」の8万ノードで計算ができるアプリというのを開発するというプログラムをやっておりまして。今これをやっているということと、「京」は共用施設として一般課題としてどういうサイエンスを扱っているのか、それから

産業課題をどういうふうに扱っているのか、これらを整理して、まさに委員おっしゃったようなシーズとして今後どういったものを取り組んでいくことが適切かというのをむしろその部分でまず調べます。そういう意味だと、このポスト「京」の話始める前にやれていればよかったのだというふうには思うのですが、けれども、「京」もあくまでも運用がまだ3年終わったところでございますので、ここで一遍「京」の中間評価を行うことでその点洗い出して、それをまたこのポスト「京」プロジェクトにフィードバックさせていただきたいというふうに考えております。

【説明補助者】 計算科学研究機構、今「京」の後継機のポスト「京」の開発に全力を挙げておりますけれども、実はこの機構というのはできたときから共用施設の「京」を運用するということと、それから次のポスト「京」を開発する。同時に実は130名以上の研究者、計算機科学と計算科学の研究者を抱えていまして、最先端のその分野での研究を行う。特に計算機科学と計算科学の研究者が同時に同じ場所にいますので、この2つの領域の研究者たちの連携によって私たち学際的計算科学と呼んでおりますが、両方の分野の人たちが一緒になって一段高いレベルにこの分野を引き上げようということで日夜努力しております。成果も随分たくさん出てきております。そういう意味では本当の意味で計算機科学の人たちと計算科学の人たちが喧々諤々の議論ができて、そしてその次のレベルにいくということをやっておりますので、当然のことながらポスト「京」のときにおいてもそうした基盤そのものを引き上げるということはこれからもやっていきたいと思っております。

【委員】 最近の動向でそういうビッグデータとか人工知能が重要ということで急に数学基盤のそういう計算人材みたいなのが欲しいと思ってもなかなかないんですね。やはりこういうところで基盤で底上げができて一番分かりやすい形は人材のリソースだと思うので、それが強化していくような形が見えるように。実際現場でやられていることはよく知っていますので、それが分かるように見せていただくといいのかなというふうに思います。

【座長】 時間が迫ってきましたけれども、私も一つ質問させてください。

事前評価でもコデザインについてかなりいろいろ質問や意見出たと思います。今回コデザインについては事例を含めて紹介されてますが、基本設計の部分のコデザインによりやるべきことは全て終わったと考えて評価されているのでしょうか。

また、うまくいった事例が書かれていますが、双方向で調整していくときと矛盾が起きたりしてうまくいかないケースも出るかと思えます。そういうことはなかったのでしょうか、その辺少し教えていただきたいと思えます。

【説明補助者】 まず、うまくいった点とうまくいかなかった点というふうに

分けろという話だと思いますけれども。うまくいった点としては、やはりCPUの中でキャッシュ前の加減というのが一つ大きな課題であって。これはあらゆるアプリ共通の話だったのですね。一方で、このあたりは割と性能を引き出すという形でアプリ共通でやりました。これはまずうまくいった点だと思います。

うまくいかなかった点というのは、個別のアプリでこういう要求が様々なこの部分を強化してほしいというような要求が幾つかあったのですけれども、一つ、専用のネットワーク、リダクションのような、リダクションというと全部値を集約するようなネットワークなのですけれども、それを強化してほしいという話が少しありましたが、ちょっとこれはコスト的に見合わないということで断念した経緯がございます。そういう意味ではそれがちょっと少しうまくいかなかった点かなと思います。

実際にいろいろなアプリケーションを調整しながらというのは非常に大変なのですけれども、かなりアプリ側の人々に努力していただきました。というのは、やはりここはもうこうならざるを得ないので少しアルゴリズムの改変をお願いしたいと、実装の仕方を変更したいというような形で、アプリ側としてもこれまで一方通行でシステムができてそれに合わせてというよりも、あらかじめハードウェアから情報をいただいてアプリ側としてはではこういうふうな努力をしますということを何回も繰り返してきたわけですね。そういう意味では、その点は非常に今回、コデザインとしてあらゆる分野でうまくいったというふうに私としては考えております。

今後は、現在、ハードウェアの部分について、一応コデザインはまだ完全にはフィックスし切れていないパラメータがございます。そこは詳細設計の中で速やかにやりたいと思っております。

同時に、1つ大きな問題が、やはりコンパイラですね、コンパイラとの協調設計をやっていかなきゃいけないというところがございます。これは、非常に賢いコンパイラだと勝手に解釈にしてやってくれるわけですがけれども、現状まだそこまでいっていないので、これは随時やっていかなきゃいけない問題です。

それから、同時にI/Oのところの協調設計も少し、特にビッグデータを使うような話になると、例えば、直接I/Oを介さずに、ほかのネットワークを介してやるとか、いろいろアルゴリズム上の実装の仕方等も考えられますので、その辺もコデザインしていきたいというふうに考えてまいります。

【座長】 どうぞ。

【委員】 1,000億円以上もかける国家プロジェクトで、幾つかの成果が出るのは当然です。問題は、1,000億円の投資に見合った成果が出るかどうかです。産業界的に言えば、1,000億円に見合う利益を出さないといけませんよね。

社会的には、1,000億に相当する価値を、スパコンから出していただきたいのです。そういう視点で見ると、「京」では確かに成果はぼつぼつと出ているけれども、経済的、社会的にどれだけの価値を生んだかといった評価がされていないのです。

それからもう一つ、31ページの9課題の重点課題を見ると、これらはスパコンでなくても、いろいろなプロジェクトで出ているテーマです。S I Pでも I m P A C Tでも同じようなテーマをやっています。だから、それらに対して何が違うのか、スパコンだからこういった成果を目指すという目標を立ててやらなくてはならない。

最後に、実施機関が全て大学中心なのです。本当にこれで大丈夫か心配です。是非、国民や産業界が納得する成果が続々と出る計画をつくっていただきたいと思います。

【説明補助者】 おっしゃることはそのとおりでございます、我々としても、計算の結果がどういう価値につながっていくかと、価値を見出していこうということで、実はSDM、デザインマネジメントの手法を用いて、この計算の結果がどんな価値を見出すのかということの探索、こういうこともやっています。

それから、先ほど波及効果の話もございました。この波及効果も、どういうふうな波及効果が出るかということ、国民にどういうふうに妥当性を持って説明できるのかという条件で今調べようということをしております。秋までにはその辺について何らかもつといい説明ができるように、我々は努力していきたいと思います。しかも、これを9の大学の先生方に任せるのではなくて、我々1つの船に乗っているわけですが、A I C Sに皆さん集まってそこら辺を一緒に連携してやっっていこうと、このような取組をやろうと考えております。

【委員】 みんなが納得する絵を描いてほしいと思います。

それから、私が大学だけで大丈夫かと言ったのは、産業界も、せめてプレゼンのときぐらいは参加するようにしてほしいと思うからです。

【説明者】 了解しました。参加企業の中に現に入っているんですけども。

【委員】 社会的問題、産業的な問題は、アカデミアと産業界が一緒に書くべきです。

【説明者】 確かに、いろいろな大手から中小までございますけれども。

【座長】 委員からの質問が一巡しましたが、ほかにももしもまだ御質問ありましたら、どうぞ。

【委員】 1点だけよろしいですか。

今日はスパコンがどう役立つかという話にし出すと切りがないので、その辺は少し控えたほうがいいかなと思ったんですが、2020年のときにこれが動いたときに、あるいは2020年からフラッグシップのスパコンが動いた5年後の2025年

を見据えたときに、理論科学とか実測の科学がどういう状態にあるのかということも踏まえてスパコンの必要性・貢献度を議論する視点も重要ですね、例えば、2020年そのときに、高難度タンパク質の構造解析という世界でSpring-8とか、あるいはX線自由電子レーザーとかJ-PARCの中性子がどういう状態で活用されているのか。そのときに、スパコンの計算科学に対してどういうニーズがあるのかということも踏まえてなきやいけないと思います。今日の対象テーマはスパコンですけど、国家基幹技術・施設群の中でのスパコンの立ち位置というのを考えて議論すべきでしょう。

もう一つ言うと、私が関わっている、例えば、個人ごとの疾患の予防と治療ということですけども、2020年のときに、国民の関心が高いがん治療はどうなっているかというときに、恐らく「診断後の治療」という医療だけではもう治療経費負担が国家レベルで破綻するので、当然、予防を超えた先制医療を本格的に検討開始する頃と思うんですね。つまり、一見いまは健康そうなんだけれども、将来の発症を見据えて医療介入することによって、結果的に当人の健康寿命を延ばし、医療費を抑制する。もちろん、今の保険制度の仕組み等を抜本的に変える必要はありますが、もし変えていかなかったら、恐らく40兆円を突破してしまっただけで医療費を抑制する方策はないと思います。そういうことから考えたときに、その状況の中でのバイオバンク、コホート研究あるいはゲノム情報の扱い、そして、その2020年の国民の倫理に対する考え方というものを加味して、スパコン、このフラッグシップ2020がどう貢献すればよいかを議論すべきでしょう。たとえば、がんの発症について、平均50歳でがんの発症になった過去に比較して、スパコン等の統合活用による先制医療によって癌の発症が遅延して、本格的がん治療が数年間遅らせて開始されたという実績、この数年間遅らせることがこのシミュレーションでできるといったら、そこでもう数千億円の医療費削減になるというシミュレーションを描けばベストです。そうなれば、このスパコン建造1,100億円は非常に安いと認知されます。

また、腎透析の開始を数年遅らせられれば数兆円浮くと言われます。高性能スパコン等の貢献で予防を越えた先制医療ができたという実績、つまりシミュレーションもやって、そのときの実測もやって、理論科学もあったという統合科学、その中の重要なポジショニングとして高性能スパコンは絶対必須だったということで、その数兆円を考えれば、この1,300億は安かったと国民が理解できるでしょう。そういう数字が欲しいんだと、そういうことですよ。

【説明補助者】 現在、AICSは神戸のポートアイランドにありまして、ポートアイランドというのは医療産業都市なんです。先ほど言われた井村先生の先進医療というのが一番最先端のところでありまして、そのど真ん中に実は「京」があって、これからポスト「京」ができようとしているわけですね。当

然のことながら、周りにはそういう医療関係の会社が300社ぐらい来ていますので、一緒になってそうした先進医療に役立つように、次のマシンも役立つように、現在もいろいろなプロジェクトを進めています、これからも一層力を入れていきたいと思っています。

【説明者】 失礼いたします。少し補足いたします。

先ほどのお話の中で、このスパコン以外でもいろいろな取組があるというお話がございました。お手元の資料5ですと、例えば37ページを御覧いただきますと、これはエネルギーに関連する重点課題5でございますが、例えば、こちらですと、I m P A C Tとの共同研究、またN E D OやJ S TのC R E S Tとの共同研究、こういったことも当然入っているところでございます。これは一例でございます。また、こうしたプロジェクトをやるに当たりまして、先ほどありましたとおり、大学だけで完結していないという点も当然でございます、それぞれテーマに関しまして、直接的にこのプロジェクトで参画する大学の先生方もいらっしゃいますけれども、そうした方々が創薬ですとかエネルギー関係ですと、コンソーシアムを企業と組んで、その部分は企業の方の持ち寄りで実際プロジェクトが回っています。ですので、予算的に見えてくる9課題と、実際に立て付けとなってくる際の大きな立て付けがございまして、今日はこの予算的な観点から資料を御説明しているところでございます。

以上です。

【委員】 そういう話をしていただければよかったです。

【説明者】 そういう意味でいうと、今、我々の「京」の戦略プログラムにおいて、これは同じように9課題の前身になるので、大学の研究者を主体にやっていますけれども、そのうち2割は産業界が参画してやっております。

【座長】 では、時間がかかり経ちましたので、質疑についてはこれで終了いたしたいと思いますが、よろしいでしょうか。

(「はい」の声あり)

【座長】 では、文科省におかれましては、御説明ありがとうございました。また議論の後、追加して質問、回答していただきたいことが出るかと思えます。また資料のお願いをすることもあるかと思えます。それについては追って事務局から連絡させていただきますので、よろしく願いいたします。

では、今日はどうもありがとうございました。

(説明者 退室)

【座長】 では、ただいまの御説明、質疑を受けまして、これから議論に移りたいと思います。

今日はもう少し議論の時間を長くとる予定だったのですが、今回、フェイス・ツー・フェイスで質疑ができるのが1回きりということなので、質疑のほうにより重点を置きましたので時間が延びました。まだいろいろ御質問があるかと思いますが、ここで議論のほうに移らせていただきたいと思います。

今日、視点というのを事務局に用意してもらいました。議論はあちこちに飛ぶとは思いますが、この視点に沿ってまずは議論を進めさせていただきたいと思います。

まず最初に、プロジェクトの位置づけなど大きな枠組みに関するところで御意見をいただければと思います。

では、ここからまた自由に御意見をお願いいたしたいと思います。

【委員】 先ほども質問させていただきましたように、計算科学をメインにしているんだということを、ある程度割り切るところは割り切って説明しておかないと、何でもできますよと最初に言うてしまうと辛いものがあると思います、多分5年先には、人工知能とかそういうディープラーニングみたいなものは、こういうタイプじゃなくて、今ニューロチップが急激にまた盛んになってきていますので、別なアプローチのほうが強くなる可能性もあり得ますので、余り途中で方針変更しないほうがいいんじゃないかという気がいたします。

先ほど西島委員がおっしゃったように、それよりはやはりほかの科学全体の動きの中での計算科学の位置づけという、その立場を明確にもっと説明するロジックを固めていくほうが大事じゃないかなという気がいたします。

【座長】 では、どうぞ。

【委員】 私も全く同じ意見でして、人工知能の話とかデータベースの話なんかが出てくると、アーキテクチャ全体の見直しをやらないと多分うまくいかないだろうというふうに思いますので、これはやはり計算科学のところに的を絞らないと、システム自体が発散したようなものになっていくような気がするんですよね。

【委員】 特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律というのがありまして、建設時に500億から1,000億規模で造った施設で、その維持費が相当かかるものが対象です。例えばS P r i n g - 8ですと1,200億ぐらいかけて建造しましたが、毎年110億程度の維持が必要です。J-P A R Cの場合は、パーク全体としては2,000億ぐらい建造・整備に投入して、パーク全体が稼働すれば多分200億を越える維持費かかります。宇宙ステーションにおいては、これまでの日本が投入した建設・維持費等が7,000億から8,000億規模であり、しかも、我が国は5年間毎年400億として2,000億を一括予算計上する必要がある。そう

いう状況の中でのスパコン「京」のポジショニング、貢献ということを考えていくべきである。たとえば、これだけ最先端装置にお金をかけて計測し、その実測のデータ処理等に、例えば、タンパク質結晶の構造データ処理に3週間ぐらいかかって、それをずっと待っているというのはいかにも無駄でしょう。そこをスパコン「京」は短時間で処理できるので、次のステージに進めたとか、そういうような貢献を目指すポジショニングでしょう。それから日本は今回ノーベル物理学賞を受賞しましたが、物理学分野には湯川博士の遺伝子を受け継ぐ非常に優秀な若い方がたくさんいらっしゃるんですね。そういう理論の人たちが実測される前にシミュレーションを実施できるという日本は強い研究環境がある。そういうところで勝負するのが、アジアの中での日本の立ち位置の中で大変重要であって、人口が多くてどんと安い賃金でやっているどこかの国に勝ち続けるためには、やはりそういう理論とシミュレーション、そしてエッジな計測と、そして勤勉な社員を抱える産業界という、例えばそういうふうな国家的な特徴なりプランニングがあつての高性能スパコンの立ち位置というのが絶対に必要じゃないかと思うんですよね、正直言って。多分あると思うんですけど。

【座長】 どうぞ。

【委員】 視点1の人工知能とかビッグデータの対応なんですけれども、さっきの御意見と全く同じ考えで、やはり計算科学をメインで考えるべきであって、とってつけたようにAIであるとかビッグデータであるとか、そういうことをやるんだよというようなことを軽々しく言うべきでないんじゃないかなと思うんですね。もし本当に戦略的にやるのであれば、今回、コデザインということをやっているわけですから、人工知能とかビッグデータ処理をちゃんとコデザインの中で取り込んで、まだ初歩的な段階かもしれないけれども、それを取り込んでやっていくということを言わないと後で説明つかなくなるんじゃないかなと思いました。だから、そこはどっちにするか割り切って考えないといけないんじゃないかなと思います。

【座長】 この視点の中で「人工知能」、「ビッグデータ」に触れるよう頼んだのは私なので言い出しっぺです。これは文科省が、去年の暮れぐらいから急にキャッチコピー的に言い出している表現です。これは言葉だけが先行して非常に危険だなと感じました。委員の皆さんの御意見と私も同じなんですけど、これらのICT系テーマをスパコンと結び付けて考えるべきなのか、いや別物として分けて考えるべきだと思います。いずれにせよスパコンの位置づけを明確にして書かないと、何かバズワードに惑わされているような気がします。これは逆説的指摘として出したつもりです。

【委員】 うちの会社も危険なことをかなりやっているんですよね。多分出口

がころころ変わるんですよね、その人工知能とかビッグデータでやろうとしていることが、もう1年経ったら、前やっていたこと何だったのみたいに陳腐化するので、そうじゃなくて、やはりコアのところを出口が変わっても対応していけるような人材をしっかり育てたいというのが一番のところ、出口すぐつなぐところは、今回の海外の研究所みたいなどころでばっとやってもらえればいい話なので、やはりそこの人材育成の場としては、すごくいい話だったなと思います。

【委員】 私もほぼ同じなんですけど、計算科学というかシミュレーションがこれからやはり実験できないものもいっぱいありますし、シミュレーション技術は極めて重要ですので、やはりハードウェアだけではなくてソフトウェアも含めてそこをしっかりとやるというほうがいいんじゃないかなというふうに考えております。

【座長】 位置づけの話、それから次のアウトカムの話を含めて御意見がございましたら、どうぞ。

【委員】 アウトカムは、これ、毎回聞くんですけど、分かりづらいですよ。そして、いつも同じですよ。

【委員】 いつも同じ事例でしょう。津波シミュレーションの例は、「京」の時も成功例として出ていたのに、今回も書いてある。「京」との違いを明確にすべきです。

【委員】 「京」のユーザの一人として弁明する、毎回、私いつもこうやって弁明しているような気もするんですが、アウトカムって、例えば以前の地球シミュレータから比べて50倍、分解能で2.5倍かでそんなに簡単に画期的な成果というのはそんなに出ない。でも、確実にサイエンスは、やはり必要なことは成果は上がっていつているんですね、世界の有意性は保っているんですよ。なので、分かりやすいような、本当は研究者がやりたくもないことばかりを一生懸命やって時間を潰して、その売上げで、自分の本当にやりたい世界のサイエンスの問題をやるというふうに研究者がだんだんへりくだり過ぎてしまうという面もあると思う。ここは、そのアウトカムというのは、そもそも分かりにくいもので、本当に計算機を必要とする分野ではどのような目的に「京」をどのように使っているのか、その必要性も含めて分かりやすく伝えるかという、そういう努力をなさいという、そっちのほうがやはり大事だと思うんですね。むしろ分かりやすい例を持ってこいというだけだと、やはりなかなかそれは無理なものは無理という部分もあると思うんですね。まだその面では本当にやりたいことをちゃんと説明して理解を得るという努力はまだまだ研究者には足りないと思いますね。

【委員】 そうですね。例えば自動車の車体の形などは、流体力学の膨大な

計算量が必要な問題を扱いますよね。だから優れた形状で、軽く機械的にも強く、しかもスピードが出る構造を、スパコンでシミュレーションし製品化した結果、日本の自動車産業が強くなったとか、こういう分かりやすい成果の説明が欲しいのです。

【委員】 今の空力の話だと、そういうスパコンで空力のシミュレーションをやることによって試作車をつくって衝突試験をする数が随分減りましたという、1台当たり何億オーダーの数が減っているわけで、だけど、実際は「京」でやっていないんですよね。「京」のコンセプトでつくられたスパコン、自分たちの持っているスパコンで実際やっているの、多分、実際の「京」の先生方はそのことを知らない。だから、そこをつなげると、どれだけの費用をセーブできたかみたいな話は出てきますし、例えばミライとか今回のプリウスの使っている材料なんかでも、もともとはすごいシミュレーションなんかをやっているんだけど、それも「京」でつくられたソフトウェアを普及機にアプライしたもので結果が出ている。そのつながりを丁寧に説明して行って積み上げていくとすごい費用対効果というふうになっていくと思うんですけどね。だから、ちょっとした議論をやれば、そこを紙の上で書くだけのことなんですけど、いろいろ積み上げていけるとおもいます。

【委員】 別の例で話しましょう。「京」の成果としてよく出てくるのが、UT-Heartの心臓シミュレータです。あれは見ていて非常におもしろいと思います。しかし、実用化するときは、あれだけの分解能は要らない。1分子レベルでシミュレーションする必要はなくて、例えば100分子ごと、1,000分子ごとの固まりでやればいい。しかし、1分子ごとにシミュレーションしたことは意味があり、その結果があるから解像度をどこまで下げて実用化していますという流れを説明してくれたら、大変説得力があるのです。だけど、そういう説明はなかったでしょう。

【委員】 特に心臓シミュレータの話が、例えば5ページでも、手術のときに、特に子供の緊急手術みたいなときに、過去の手術例等を含めて、医者が子供の手術に取り組む前の心の準備とか、手術手順とか、偶発的なトラブルへの対処とか、いろいろなことに心臓シミュレータは役立つ、だから高性能スパコンは必要なんだと言われれば、なるほど、それはやったほうがよいと国民は理解するでしょう。その話が最初は全然出てこないで、後付ですよね。ただ動いている画面上の心臓を見せられて、昔はこんな円滑に動かなかったのに最近はよくできたという話ですから。それは見せ方に工夫がないと言われますね。

【委員】 そうですね。UT-Heartを使えばかなり役に立つ医療ができると思います。そういった成果の実用化事例を、説明してくれるといいのです。

【委員】 私もそのとおりだと思っていて、ソフトウェアのほうをもうちょっ

とちゃんと、今は理研のほうで一生懸命、先ほども計算科学で人が百何十人働いているという話なんですけれども、なかなかそれで、それじゃ1,000億もらえるかというともらえないので、多分そこをおっしゃらないんだと思うんですけども、やはり応用がきくのはソフトのほうで、別に一太郎をつくるんだという話のほうははっきりしているので、極端に言えばハードウェアはどこでもよくて、こういうソフトを、世界最先端のソフトをアルゴンヌと一緒にやりましたというほうが波及効果は多分大きく言えるので、やはりその辺もうちょっと、随分今回ソフトのことも増えてきて言っていただけなんですけれども、やはりちょっとそういう観点で少し考えていただけるともうちょっと効果が言えるのかな。ただ、そう言ったとしても、じゃあ、ポスト「京」は必要なのかという、そのサイズの問題はどこかに出てくると思うんですけど、投資対効果という意味ではそこも考えていくのが大きなポイントかなというふうに思います。

【座長】 先に出た、余り分かりやすい目標ばかり追わせると問題であるということとなかなか矛盾するところもあるかと思いますが、成果の主張については、企業でいえば広告マン、宣伝マンに相当する機能が必要なんでしょうね。研究者の方にはやるべきことをどんどんやらしてもらおう。その一方で、宣伝マンが一生懸命成果をアウトカム目標に結びつける努力をするというのが必要なのかなという感じがしました。

そういうことを含めまして、次の視点のところでは開発目標、もう少し具体的な事項についてはいかがでしょうか。先ほど総合指標の話なんかも出ましたが。

【委員】 ベンチマークの話は前回も国際的な場でいろいろ議論をして、かなり集約しつつあるという話が多分あったと思うんです。今回のプレゼンではTop500には縛られないんだけどもと言いながら、しばしばTop-500のデータが出ているので、もう少しやはり日本がイニシアチブをちゃんととってベンチマークセットの構築をやっていただかないといけないように思うんですけどね。もう1年以上、もうちょっと前からそういう議論はありました。ただ、ピーク性能ばかりに捕らわれていた以前より大分スタンスはよくはなっていますけどね。

【委員】 総合評価の指標の話ですけども、ちょっと視点違いますけど、今、大学の世界ランキングってありますよね。これって、要するに、大学をどう点数をつけるかという指標をどう設定するかによってランキングが変わっちゃうんですよね。ですから、要するに、ポスト「京」をよくするには、どういう指標を設定すればいいのかと逆に考えると、そういうことを戦略的に考えないと、総合的にいいんですよということも言ってもなかなか納得してもらえない

んじゃないかなと思うんですね。

もう一つ心配なのは、「100倍の性能」という言葉がひとり歩きしている感じがあるんですけど、今日の結果を見ると100倍にまだいっていないですね、いきそうにない。これはますます総合性能をちゃんとと言わないとまずいんじゃないかなと思ったので、100倍はまずいですよね。

【委員】 僕が思うのは、やはり電力は相当大変ですよ、恐らく。これ実際動き出したら本当にこの数字だけでも結構大変だろうなと思いました。原発が動いてはいますけれども、いつ何どきどういうことでまた分からないですから、このときに電力というのはやはり大きいんじゃないかなと。一番大きい。

【委員】 これはやはりメガワットの話、数十MWの世界の話ですから、大型の火力発電所で1基数百MWかそういう規模の話ですよ。原発の炉1基が1000MWあるかないかという世界の話をしているわけですから、そこはやはり資源制約というのはまじめに考える必要があります。資金の制約と資源の制約というのはきちんと守っていかないと、一方で環境の話をこれでシミュレーションすると言いながら、自分のところはそれぐらいCO₂を出すのかという話に持っていかれるので、変えるんだったら開発目標を、こういう制約のもとでロジカルに変えるべきであるということを言って、そのかわり指標もこういうふうに変えますという宣言をしてもらったほうが良いと思います。

【委員】 最初の制約条件、運用費とかを考えると1MWで1億ですか、電気代とかも考えて、全部そこも考えた上で、この制約で最大の性能を出すような努力をするという、電力を本当の1番に持って行って、それが単なる境界条件じゃなくて最小の制約条件であるというふうに位置づけるのも一つのやり方かと思えます。

【委員】 せっかくこうやって概念設計とか基本設計で妥当な数字が出たんだから。例えば、私が管理をしているS P r i n g - 8とつくばのフotonファクトリーは、夏休みの2か月間に放射光が止まるんですね。ヨーロッパとかアメリカなんかへ行くと、何で日本は一緒に止めちゃうんだと、そのために日本のユーザがスイスとかアメリカとか、今度台湾に放射光のビームラインができるんですが、私たちの業界も台湾に人を送って行って、S P r i n g - 8が止まっているときに使っていたら、台湾は日本が夏、放射光が2台とも止まるという電力事情だったので、そこに動かすというのでユーザを取って行って、そこへユーザがもしかしたら、いや、夏だけじゃなくてほかも使ってくださいという手を伸ばそうというのが台湾のビームラインの方針だったので、今業界が動いているんですけど、そういう状況でありながらも、電力のことについては私たち全く無理だから、夏は止めることは変えられないんだというふうに一点張りですよ。この状況は現実としてはしようがないんだと思うんですよ、S

P r i n g - 8、P Fが両基止まる。その状況の中で考えたフラッグシップ2020はこういうものも出しているんだという、はっきり出したほうがいいんじゃないかなと思いますね。

【委員】 そういう意味では、開発のファクターの中に、これは回路から上の話しかないですけど、実装の冷却技術から給電技術まで含めた方が良くもありません。直流給電とかそういった給電技術でデータセンター自身の電力問題というのも非常に大きくなっているわけですから、その技術も一緒にこの中に入れ込んでやらないと、多分難しい問題がたくさんあると思うんですね。それをやれば、今度は、別にスパコンじゃなくてもデータセンターにもその技術は使えるわけですから。フラッグシップという限りは、そういった部分はもう少しジェネラルな技術になるんじゃないかなという気もいたします。

【座長】 時間が押してまいりました。ここまで開発目標など割と大きな枠組みの話を取り上げてきました。あと開発方針や基本設計の具体的な内容についてですとか、視点5にあるマネジメントについてなど、そういったところを含めて全体としての御意見ありましたらお願いいたします。

【委員】 今日の議論で一番気になったのが、最後の知財のことで明確に答えていなかったと。結構大きな問題じゃないですかね。

【委員】 ただ、富士通が社運をかけてやっているときに、プラスメリットが必要だという部分は理解できます。それと波及効果をどうバランスとるかという部分だと思うんですよ。そこを余りきちきちに考えて、オープンにしまうと、富士通として立場がない。つまり、種から始めて肥料とか面倒をみる時はそんなことをやることは、うちは全然余裕はないと言っていた他社が、いざ実がなったら、その実はそもそも税金が入った果実だから我社もいただいて、食べるって、それが公平と言われたら私は逆に富士通がかわいそうだなと思っちゃうんですがね。

【委員】 この件は当初からかなり大きいポーションで、こういう技術は移転するんだというふうに計画を立てられていたんですよ。移るんだというのであれば、それは移せるような仕組みにしてもらわないと困りますと言っているんですけど、やはり今日に至ってもそういう感じではないので。先ほども申し上げたように、こんな実装とかそういうのを書かずに、もうちょっとソフトウェア的な移転できるものを書いたほうが、素直に。もともと、これ、別にそこを期待して皆さん考えているわけではなくて、最初の議論にあったように、やはりシミュレーションを強くするんだというところに特化して考えたときに、そこをしっかりとやればいいのであって、これは余計なことを言うから、やはり何か。特にハードに関してですね、どうなんだというところ、何かああいう答えになるので、それだったら書かないほうがいいじゃないかみたいな話になるので、

やはりちょっとそこは、本当にそのつもりであるんだったらそれなりの仕組み、そうでないんだったら、もうそんなことは言わずにシミュレーションをしっかりとやって、ソフトは公開しますというほうが僕はすっきりしているのではないかなとずっと思っているんです。これ、だんだん小さくはなっているんですよね。もっとここ大きかったですよね、最初のころのやつは。1ページぐらいあったんです。

【委員】「京」の場合は、結局、計算機本体のアーキテクチャを小型化して他の用途に応用するとか、チップを使うとか、そういう事業的な横展開の成果はなかったのですか。

【委員】この知財っていつのときももめるんですよね。やはり共通基盤で、ほかに展開していく部分と、各民間が各々取りたい部分の仕分けがちゃんと誰かがマネジメントしないと、知財全部がどうするのみたいな議論になると調子悪いと思うので、そこが示されなかったですよね、今日は。

【委員】多分DARPAのプロジェクトとかその辺は、やはりプロジェクトマネージャーがそれなりに仕切って、これはもともとこういう条件でやると、これはもうそうじゃないというふうに最初に割とはっきり決めているんだと思うんですよね。だからこそうまくいっているの、ある程度お金を入れるものについては、少しそういう作戦が何かないとやりにくいのかなと思います。

【委員】民間が何社も入っていると、その議論が大学の先生だとやれないので、すごいもめる。今回、富士通だけなんだったら、かえってやりやすい気もするんですけどね。ソフトウェアのところ絡むと、それに関するまた研究機関とか民間とか入ってくるので、そのところですよ、きっと、むしろ必要なのは。

【委員】何となくお話を聞いていると、今、ソフトウェアに関しては割と民間ではなくて理研を中心にやられているので、理研がその辺はとるなり公開するなりしていただければ、それほど困らないのではないかなと思うので、何もこんな、この8ページの省電力技術をとというような話をする必要があるのかというのはいつも疑問なんですよね。

【座長】ほかに御意見ありますか。

【委員】運営のところ、大学のスパコンセンター、大体年間で100億くらい使っているんですよね。そことの連携、それから学生、特に大学院生等の教育なんかのところでもう少し頑張ってもらわないといけないような気はするんですけど。前回も余りそういうふうな話がありませんでしたし、今回は何も発言がありませんでしたので、現状を余りよく知らないんですけど、外から見ていると連携の具合がよく見えないですよ。

【委員】我々、共同研究で「京」ではなくて各大学のスパコンを使う部分で

もいろいろやらせてもらっているんですけど、いつも感じるのは、やはりそのスパコンの量が足りていないですよ。 「京」はフラッグシップなんだけど、じゃ、フラッグシップじゃない周りのシップはえらく不足して全体数として弱くて、結果として海外に行ってしまうなんということもあちこちで生じているので、そういうのは、今日は「京」の話なんですけど、全体のスパコンネットワークを、人も足りていないし、スパコンのハードも足りていないみたいな状況もあるので、それはそれで示してほしいと思いますね。

【委員】 今おっしゃった意味では、やはり国全体での計算科学を支えるインフラとして、SINETなどネットワークも含めてどういう基準にあるべきだという絵があって、フラッグシップはその中でこういう立ち位置で、そしてほかのシップは、これくらいは設定できるよという、何かそういう図が欲しいですね。

【委員】 この図のように、ここがまだ弱いということですね。

【委員】 そこに量の話がないですよ。確かに速度は「京」が速くて、「京」に次ぐようなものが幾つかありますよね。だけど、もうちょっと普及機で量が要る部分もたくさんあるので、それが足りているか、足りていないか。全体的に足りていないことは確かなのでね。

【委員】 実際に、いきなり「京」にぼんといくよりは、ほんとだったら、近くの大学とかと共同研究して、そこで使って行って、これをもっと高速にしたり、もっとするんだったら「京」を使う。それで、大学とやっている実際の額を見て、会社の中で経費の方を取って応募するなり、あるいは大学のほうから推薦状をもらって「京」を使うというのがいいんですよ、理想ですよ。

【委員】 そういう意味でいうと、ちょっとこの3ページの絵で、フラッグシップに次ぐ特徴あるスパコンと書いてあるのが、またこれは問題で、特徴あるといえば聞こえはいいんですけど、違うものなので、要するに、「京」用につくったプログラムがそこにいけるわけでもなければ、ここで載せたプログラムが「京」にいくわけでもないの、その辺の、先ほどから申し上げている、やはり使うほうからすると、Wordなら、MS-WordならMS-Wordでずっと使わせてくれと、急にどこかへ行くと一太郎ですと言われてみたり、急に秀丸ですって、何だ、それはみたいなのがあると非常にやりにくいので、やはりそういう意味では、もうちょっと互換性のあるソフトウェアで強いソフトをつくっていただいて互換性を揃えていただくほうが、産業界としては使いやすいのかなという印象をずっと持っています。

【座長】 互換性という意味では、これは「京」とポスト「京」って互換性があるとどこかに書いてありましたっけ。

【委員】 何となくはですね、聞いてはいないですし、本当は聞きたいところあるんですけど、多分今の理研の力だと2つやるのは無理なので、多分同じも

のが載ってくるという考えになっているようにも思えますし、ハードの構成もそういう意味で似たような構成をおとりになっているのかなという理解をしています。ただ、確認はちょっと別途したほうがいいかもしれないです。多分、そこは互換になっていると思うんですけど。

【委員】そこは互換性がないと意味が無い。

【委員】何をもって100倍、50倍というかですね。

【委員】富士通自身もそれじゃなきゃやらないですね。

【委員】だから、OSをつくとやれませんか、ソフトウェアもやりませんか、その上のシミュレーションは多分できないので、同じものをスケールアップしようとしていると思うんです。そういう意味で、先ほどコンパイラはというようなお話があったと思います。

【座長】すみません、時間が押してきました。

【委員】11の大学にあるスパコンを使っている研究者が、処理能力が足りないので、ポスト「京」を活用するということになればいいですが、ポスト「京」は一部の研究者が牛耳ってしまいがちです。ポスト「京」は税金でつくったものという意識を、利用する研究者に持たせないとだめですね。

【委員】やはりコデザインが少し弱いなという気がします。このコデザインも、ユーザのアプリに対してハードウェアを設計するというところ、これはコデザインと言うまでもなく当然のことで、これは昔からやっている、当たり前なんです。

一方で、逆にこれから、今できた、これ以上直せない、計算機とはこういうものだというのに対してアプリケーション側が合わせていくという、やはり研究者側がどれくらいこれを真剣に覚悟を持っているかというところはやはり足りないですね。そこも教育をしていくというか、それがやはり必要で、これからあと3年、4年、すごくお金をソフトウェアにかけて、30億だとか毎年かけていくわけですから、そこは今後、詳細設計が終わったものに対してしっかりとアプリをつくっていくというもう一つの逆方向のコデザインを真剣に考えないといけないと思います。

【委員】ポスト「京」では、結構、広いアプリケーションを対象としますね。そういう場合には、コデザインというのは、どのように考えるのですか。

【委員】例えば、非構造格子で性能が出ないということになれば、それはもうあきらめて構造格子に持っていく。サイエンス目的は一緒なので、別にどういいうプログラムでもいいはずなんです、研究者としては。そこまで覚悟を持ってやるか、あるいは今のハードウェアの中で最大限性能を引き出すために、どこを直せばどれだけ性能が出るかというところで一生懸命に体を合わせるような努力、それはやはり必要だと思うんですね。

【座長】 よろしいでしょうか、時間が押してまいりましたので、まだまだ議論続くかと思えますけれども、このあたりで本日の討議を終了させていただきたいと思えます。非常に熱心に御議論いただきましてありがとうございます。

評価の取りまとめについては、これ、通常ですともう1回開いてということになるんですけれども、今回この1回で取りまとめをしようと思っておりますので、また追加でコメントあるいは御意見ございましたら、後ほど事務局からお知らせします通りの手順で集めさせていただきますので、よろしくお願いたします。それを含めまして、討議結果のほうは事務局と一緒にまとめさせていただきます。その内容についてまとめましたら、各委員の方々に御照会させていただきますけれども、最終的な取りまとめは私、座長のほうに一任いただきたいということになりますけれども、よろしいでございましょうか。

(「はい」の声あり)

【座長】 ありがとうございます。

では、これで取りまとめが行われましたら、今度3月の初めに開かれます評価専門調査会において私のほうから報告をするという段取りになっております。どうもありがとうございました。

【事務局】 事務的なこととお話しさせていただきます。

今、座長からもお話ありましたけれども、確認結果(案)については、これから座長と事務局のほうで取りまとめ、委員の皆様の方に御照会をさせていただきたいと思っております。この確認結果の取りまとめは、冒頭でも御説明しましたけれども、3月1日の評価専門調査会に座長から御報告いただいて取りまとめるということにしております。この結果をまとめるに当たりまして、これも最初の配付資料の一覧の説明のときにも言いましたが、意見収集票というのをこの後メールで送らせていただきますので、適宜これで言い足りなかったことがございましたら出していただければ、それも踏まえて確認結果(案)を取りまとめていきたいと思っておりますので、よろしくお願いたします。

それから、くどいですが、資料の取扱いにつきまして、お持ち帰りいただくものの中でも、非公表になる部分があるかもしれませんので、とりあえず公表になるまでの間は委員限りということでよろしくお願いたします。

以上です。

【座長】 ありがとうございました。

何か今のところでは御質問ございませんか。よろしいでしょうか。

では、これで評価検討会、本日は終了させていただきます。

委員の皆様には大変お忙しいところお集まりいただきまして、まことにあり

がとうございます。引き続き取りまとめしていきますので、御協力またよろしくお願いいたします。

では、これで閉会といたします。ありがとうございました。

—了—