

総合科学技術・イノベーション会議 第107回評価専門調査会
議事録

日 時：平成26年9月12日（金）10：00～11：59

場 所：中央合同庁舎第4号館 共用第4特別会議室（4階）

出席者：久間会長、橋本議員、

相澤委員、天野委員、射場委員、上野委員、長我部委員、

北村委員、齋藤委員、白井委員、玉起委員、西島委員、

福井委員、藤垣委員、松岡委員、安浦委員

欠席者：原山議員、小谷議員、平野議員、石田委員、

門永委員、河合委員、竹中委員、松橋委員

事務局：倉持統括官、中西審議官、森本審議官、山岸審議官、

田中（宏）参事官、室谷参事官、井上企画官、鎌田企画官

説明者：鈴木参事官（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）

石川プロジェクトリーダー（理化学研究所計算科学研究機構）

富田副プロジェクトリーダー（理化学研究所計算科学研究機構）

議 事：1. 国家的に重要な研究開発の評価の実施について

・フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開発）

2. 独立行政法人の目標策定及び評価の指針（総務大臣決定）について（報告）

（配布資料）

資料1 平成27年度予算要求に係る国家的に重要な研究開発の評価の実施について（案）

資料2 フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開発）

資料3-1 独立行政法人の目標の策定に関する指針（総務大臣決定）

資料3-2 独立行政法人の評価に関する指針（総務大臣決定）

資料4 研究開発成果の最大化に向けた国立研究開発法人の中長期目標の策定及び評価に関する指針（総合科学技術・イノベーション会議）

資料5 第106回評価専門調査会議事録（案）（委員のみ）

参考1 総合科学技術・イノベーション会議評価専門調査会名簿

参考2 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について

（机上資料）

- ・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）
- ・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報告書（平成26年3月）
- ・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、平成26年5月19日一部改正）
- ・科学技術基本計画（平成23年8月19日 閣議決定）

議事概要：

【久間会長】 皆さん、おはようございます。お忙しい中お集まりいただきましてどうもありがとうございます。定刻になりましたので、ただいまから第107回評価専門調査会を開催させていただきます。

まず初めに、新たに委員に就任され、今回初めて評価専門調査会に出席されている方々を事務局から紹介させていただきます。

【井上企画官】 それでは、御紹介させていただきます。

京都大学大学院工学研究科教授、北村隆行委員でございます。

それから、九州大学理事・副学長、安浦寛人委員でございます。

以上でございます。

【久間会長】 どうもありがとうございました。よろしく申し上げます。

本日は、議事次第に示してありますように、2点の議題を用意しております。1点目は、平成27年度予算要求に係る国家的に重要な研究開発の評価について、2つ目が、独立行政法人の目標策定及び評価の指針（総務大臣決定）についての2件でございます。

それでは事務局から配布資料の確認をお願いします。

【井上企画官】 それではお手元に議事次第をお配りしております。中段から下の方に配布資料のリストがございます。資料1、2、3-1、3-2、4、5、それから裏面に行ってくださいまして、参考の1、それから参考の2、これらがまず資料でございます。

それから机上資料といたしまして、4点の冊子を机の上に置かせていただいておりますが、さらに加えて1枚、河合委員のほうから事前に事務局のほうに意見の提出がございました。評価専門調査会の会則上、欠席委員におかれましては、書面により意見等を提出できるという形になっておりますので、こちらのほうも配布をさせていただいております。なお、机上資料の冊子4点につきましては、会議終了後、部数の関係で机の上に置いて帰っていただきたいということを申し添えさせていただきます。

以上でございますが、資料の過不足等ございませんでしょうか。

【久間会長】 それでは早速議事に入ります。

1つ目の議題は、平成27年度予算要求に係る国家的に重要な研究開発の評価について、具体的にはフラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開発）、これに関する評価について、でございます。

本件につきましては、昨年度、総合科学技術会議におきまして事前評価を実施し、その評価結果において、本年秋ごろをめどに、再度の評価を実施することとされているのであります。

その評価の進め方につきまして、事務局より説明させていただいた後に、研究開発の内容について実施省から説明及び質疑応答を行いたいと思います。

まず事務局から評価の進め方について、説明をお願いします。

【井上企画官】 それではお手元の資料1を御覧いただけますでしょうか。平成27年度予算要求に係る国家的に重要な研究開発の評価の実施について（案）でございます。

根拠となる内閣府設置法に基づき、本会議で決定している事項、新たに実施が予定されている国費総額が約300億円以上の大規模研究開発について事前評価を行うということとされておりますが、これに基づきまして、昨年度、26年度要求に際しまして、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）の事前評価を実施し、その評価結果において、本年秋を目途に再度の評価を実施すべきとされているところでございます。

お手元に机上資料といたしまして、白い冊子、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）の評価結果をお配りしております。評価結果が6ページ以降に書かれておりますが、11ページを御確認いただけますと、この再度の評価の実施といったところも含めて、指摘事項も加えた上で記述しているところでございます。御確認いただければと思います。

今般も各省からの27年度概算要求の提出状況、これを事務局のほうで調査いたしまして、新たな大規模研究開発評価として評価を実施すべき案件があるかどうかといったところを調査いたしましたところ、特に加えて実施すべき案件なしということでございますので、昨年度の評価結果を踏まえたスーパーコンピュータの再度の評価を行うこととしたいということでございます。

評価対象研究開発として書いておりますこの研究開発の名称でございますけれども、

昨年度はエクサスケール・スーパーコンピュータ開発プロジェクト（仮称）という形であったものでございますが、今般、（仮称）が取れ、またネーミングをこういったフラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開発）といったことに改めるといったこととお聞きしているものでございます。実施府省は文部科学省でございます。

評価の進め方につきましては、従前の例によりまして、評価専門調査会で調査・検討を行って、本会議で評価結果を決定するとしているところでございますけれども、調査・検討を行うために評価検討会を評価専門調査会のもとに設置するといったこと、また、メンバーにつきましては、評価専門調査会長が評価専門調査会の議員あるいは専門委員、また評価専門調査会以外の外部の専門家・有識者から選定を行うといったことで考えております。

スケジュールにつきましては、今日の評価専門調査会で進め方等について御承認をいただけましたら、今後、10月から11月にかけて2回程度の評価検討会を予定し、11月には評価専門調査会において案を取りまとめ、本会議に諮りたいというように考えております。

評価結果につきましては、本会議の議長、安倍総理から関係大臣への通知を行うといったことでございますけれども、本会議で既に決定しております資源配分方針というのがございまして、その中でもこの大規模研究開発評価の事前評価の結果につきましては、しっかりと予算編成過程にも反映していくべきといったことが位置づけられているものでございます。

研究開発の内容につきましては、後ほど実施府省の文部科学省、それから実施機関の理化学研究所のほうから御説明がございまして、別紙のほうにおつけしておりますけれども、説明は省略させていただきます。昨年度の評価実施時点から実施内容の見直し等もあるといったことでございますので、そういったところもこの後の質疑のほうで御確認をいただければというふうに考えております。

事務局からは以上でございます。

【久間会長】 ありがとうございます。

それでは、ただいま事務局のほうから説明がありましたように、今後、評価検討会を設置させていただき検討を進めることと、評価委員会に御参加いただく委員及び外部有識者の人選につきましては、座長の選任も含めまして、会長である私に御一任いただきたいと思います。よろしいでしょうか。

ありがとうございます。

それでは本件の評価については、このように進めさせていただきます。なお、評価検討会に御参加をお願いする委員につきましては、事務局を通しまして、後日御連絡を差し上げますので、ぜひともよろしく願いいたします。

それでは、この後、研究開発の内容につきまして文部科学省より説明をいただき、評価の論点の洗い出しのための議論を行っていききたいと思います。説明者におかれまして

は本日お忙しい中、御対応いただきましてありがとうございます。

それでは、事務局から説明者の紹介をお願いします。

【井上企画官】 それでは御紹介させていただきます。

まず文部科学省研究振興局、鈴木情報担当参事官でございます。

同じく計算科学技術推進室、川口室長でございます。

それから理化学研究所計算科学研究機構、平尾機構長でございます。

同じく石川プロジェクトリーダー。

それから富田副プロジェクトリーダーでございます。

以上でございます。

【久間会長】 ありがとうございます。

それでは、説明者より40分程度で御説明いただきまして、その後40分程度質疑応答をさせていただきたいと思っております。

それでは、ご説明をお願いします。

【川口室長】 それでは資料2に基づいて説明させていただきます。表紙にフラッグシップ2020プロジェクトと名前をつけさせていただいていますが、これは我が国のスーパーコンピュータを先導するまさにフラッグシップとなるプロジェクトを2020年から使っていこうということで、このような名前にさせていただきました。

1枚めくっていただきまして来年度予算の概要が1枚紙にまとめてございます。先ほど御紹介あったとおり昨年度事前評価をいただきまして、その結果、平成26年度は12億円予算がついております。その上で今度平成27年度は47億円ということで要求しております。

そのプロジェクトの概要については、真ん中の段に書いてございますがシステムとアプリケーションを協調的に開発し、我々Co-designと呼んでおりますが、我が国が直面する社会的・科学的課題の解決に貢献できるシステムを構築するということ。そしてその2020年までに世界トップレベルで幅広い課題に対応できる汎用のシステムを実現し、エクサスケールを目指すということ。それからその成果とアウトカムにつなげるために分野や組織の枠を超えた共創体制を構築することといったところ。あと、当然システム、ソフトウェアを初め、国際協力というのを戦略的に活用していくといったところがポイントでございます。

その中で総事業費は約1,300億円ということで、これは官民共同開発ということ想定しております。国費分は1,100億円ということで考えております。大まかなスケジュールはその下に書いてあるとおり本年度、基本設計、来年度から詳細設計に入りまして、試作の後2018年度から製造、それから設置・調整、そして2020年度から運用ということで、それと並行してアプリケーションの開発・利用を進めていくというものでございます。

その次のページ、2ページ目のほうに昨年度、当時は総合科学技術会議の事前評価で

いただいた主な指摘事項をまとめさせていただいております。

まず一つはターゲットアプリケーション及び開発目標等の設定ということで、総花的な目標設定とならないよう重点的な応用分野を早急に明確にし、ターゲットアプリケーションを設定した上で開発を進めるべきである。ターゲットアプリケーションの設定を踏まえ、適切に性能評価できる実効性の高いベンチマークを設定するとともに、現段階で想定しているアプリケーション実効性能に関する目標の具体化を図る必要があるということ。

そして一方、システム構成及び工程表の具体化についてということで、現段階では汎用部及び演算加速部から成るシステムの構成が検討されているが、今後、ターゲットとするアプリケーションの絞り込みを行った上で、Co-designの考え方にに基づき、システム設計についての検討を進めることが求められていること。こうしたターゲットアプリケーションや開発目標、システム構成の明確化を踏まえ、目標達成に向けて現在検討がなされている工程表のさらなる具体化を図るとともに、その実現可能性や目標達成に向けた有効性の観点からの検証が必要であるといったところでございます。

こういった御指摘も踏まえまして、前回の事前評価以降の検討経緯を3ページ目にまとめているところでございます。文部科学省のほうで将来のH P C Iシステムのあり方の調査研究。これは平成24年度、25年度ということで、去年はその状況も踏まえつつ、事前評価させていただいたところですが、引き続き調査研究自体は本年3月まで進めたところでございます。

大まかに言うと二つの作業がありまして、一つはアプリケーションについてということで、10年後を見据えた社会的・科学的課題の抽出ということで、我々計算科学ロードマップといったものをまとめたところでございます。一方、システム設計研究チームというところについては、システムの概念設計、研究開発課題の抽出、コスト見積もり等々の作業、幾つかそのシステムのタイプに分かれて検討を進めておりまして、その中で汎用加速部については有効活用できる課題に限界がある、及び開発製造経費が多額であるとの技術評価を得ているといった状況でございます。こういった検討結果を踏まえて、文部科学省内に二つの会議体をつくりまして、一つはアプリケーションについてはポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題についての検討委員会というのを設けまして、まさにそのポスト「京」で何をやっていくかといったところで、重点課題というのを選定したというところでございます。

一方そのシステムについては、もともとこれは、我々としてはH P C I計画推進委員会の場で評価を段階ごとに受けていく必要があるということで考えてございましたので、その下に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というのを設けまして、その中でシステム性能やシステム構成について検討を行い、それについて7月に中間的に評価を行ったというところでございます。

次に、本日の状況ということで、全体の目次をまとめさせていただいていますが、国

として取り組む意義・必要性、ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題、ポスト「京」のシステム、開発体制とスケジュール、プロジェクトの開発目標といったところを御説明させていただきたいと思います。

1枚めくって、その次の6ページ目で、改めてではございますが、やはりスーパーコンピュータの前提としてシミュレーションによる意義というのを改めてまとめさせていただいております。シミュレーションはまさに理論、実験と並ぶ第3の方法というところでございます、例えば実験というのもデータがふえてきたり、なかなか実験がしにくくなってきたというところも含めて、それをシミュレーションというのがどう補完して、新たな科学の領域を広げていくかというところかと思っております。

そういう意味では例えば左下にあるとおり創薬、創薬も実験というのがだんだん量が多くなってくるというところがありまして、それをどうコンピュータでできないかといったところが、まさに一つの動きで出ているところでございますし、あとはまさにノーベル賞というところで見ていると、昨年度ノーベル化学賞というところでは、計算科学分野でまさに巨大な分子の化学反応をコンピュータを使ってやる手法というものの自体が評価された。あるいは物理学賞のほうはヒッグス粒子の発見というところで賞をもらったわけですが、これ自体も解析に実験装置のたくさんのデータをまさにコンピュータで処理するということによって、初めて理論とか実験とかについての考察が得られたというところで、まさに今の科学の世界では科学の発展に伴って、コンピュータシミュレーションによるニーズというのも日々高まっているものということで考えております。

次の7ページ目については、これまでのある意味スパコンの発展の歴史といったものが取り上げてあるわけですが、大体およそ日本、米国、欧州、中国というのが大きなコンピュータの、スーパーコンピュータ開発を続けておりまして、その中で例えば地球シミュレータであればまさにIPCCへ科学的知見を提供するとか、アメリカのJaguarというスーパーコンピュータであれば航空機の空力設計に活用するとか、ヨーロッパのスーパーコンピュータであればスパコンで130億年の宇宙の歴史をシミュレーションするというふうに、より高いスーパーコンピュータの性能によって、新たな科学的成果を導いてきたところでございます。

そういうところもございまして、8ページ目にあるとおり、最先端のスパコンには各国がしのぎを削っている。そういった中では全体の状況をまとめますと、8ページの左下にあるとおり、アメリカが大体世界の主要なスーパーコンピュータの半分ほどの計算資源を保持しているというところ、日本は、昔はかなり高かったのですが、今はだんだん下がってきて9%というところで、やはりそこは新たなスーパーコンピュータを開発して、やはり我が国の計算資源を大きくふやしていくといったところも必要かということ考えているところでございます。

そういった状況も踏まえまして、国として取り組む意義、必要性というのを9ページ目にまとめさせていただいておりますが、いずれにしても我々としては、最先端スパコン

は世界との勝負を制する国家基幹技術、まさに最先端スパコンによる課題解決といったものが国家の競争力を左右する時代であり、米国や中国に先んじて最先端スパコンを開発するために、着実に開発を進める必要があるということで考えております。

そのため、世界に先駆けて成果を創出するため、我が国としても諸外国に対して競争力のあるフラッグシップシステム、これは我が国が直面する社会的・科学的課題を解決するため、世界トップレベルの高い計算性能を持ち、多くの分野のアプリケーションが高い実効性能で利用できるシステムの開発を進めていくということで、本プロジェクトを始めさせていただいたところでございます。

また当然これを進めるに当たっては、その前である「京」はどうかという話もあるかと思っておりますので、「京」はもちろん、ここで事後評価もいただいたとおり、世界に先駆けて10ペタフロップスを達成するとか、実用面ですぐれた成果を出すとか、超新星爆発のシミュレーションや詳細な積乱雲の気象シミュレーション等、国際的にも評価されるインパクトのある研究開発が創出されているところございまして、やはりこういったスーパーコンピュータによる科学技術というのを引き続き進めていきたいということで考えているところでございます。

それに当たっては、10ページのとおり、やはり我々としては自主開発というのが非常に大事だと思っております、その中で最高の成果を最速で出していき、それにより高い技術波及効果を得られるとか、やはり技術立国ニッポンとして人材や技術を継承していくといったところも重要かということで考えているところでございます。

またページをめくって、11ページ目のほうにスーパーコンピュータ「京」の成果例というのを幾つか取り上げさせていただいていますが、特に右側のほう、心臓のシミュレーションといったものは、やはり「京」以前であれば心臓のモデルの1日収縮の計算に2年近くかかってきたというのが、大体1拍、1日で出せるようになってきたというようところがまずあります。

最近であればもう少し簡素化したモデルであるのですが、そういったものを使って、例えば患者ごとの心臓モデルをもとにしたシミュレーションによって、手術の前にある程度、最善の手術法を探索したりとか、ペースメーカーの電極をどこに取りつけたらいいのかみたいな、臨床の応用の可能性というのが出てきているところでございます。

また一方、産業界のほうも、今、「京」は積極的に使っております、12ページのほうに幾つかの例が記載されているところでございます。これら自動車材料、創薬、まさにこれもタイヤ材料といったところなのですが、これは確かに今、現在、「京」を使ったシミュレーションということで産業界は今、直ちに「京」を自分で買って使うということでは、なかなか難しいところがあるかと思うのですが、ただ、その次のスパコンが出てくるということによって、これは逆の見方をすると、スパコンの性能が上がるのが将来的には計算単価当たりの価格というのは安くなっていくということになりますので、これはある意味、将来的にはこういった計算が社内ではできるようになるという

ことで、まさに産業界の将来を担うようなシミュレーションを今、先駆けとして行っているということで考えているところでございます。

ほかに13ページでは、企業におけるスパコンの活用事例ということで、例えば医療／ヘルスケアといったところに使っていかうとか、あとはやはり低燃費タイヤの開発とか、それから国産の旅客機の開発とかというところについてはスーパーコンピュータが大きな役割を果たしているといった状況でございます。

2つ目のところでございますが、それでは、次に我々が開発していくそのポスト「京」で何をやっていくのか。もちろんコンピュータでございますので、いろいろなプログラムを走らせれば、いろいろなことができるというのは、それは確かなことであるのですが、やはりその中で昨年度も総合科学技術会議でもまさに重点的な応用分野を早急に明確にし、といった御指摘もあったことも踏まえ、15ページにございますように我々としては有識者会議において、ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題を重点課題と。あとそれからポスト「京」で新たに取り組むチャレンジングな課題、萌芽的課題というのも選定したところでございます。

委員会については、この下のところに書かせていただいているとおり、三菱総研理事長の小宮山先生を主査にしたメンバーで検討させていただいたところでございます。

重点課題については、その次の16ページ及び17ページに書かせていただきますが、これら社会的・国家的見地から高い意義があり、また世界を先導する成果の創出が期待でき、そしてポスト「京」の戦略的活用が期待できると。こういった課題を重点課題として選定させていただきました。

例えば健康長寿社会の実現といったところでは、まさに革新的創薬基盤ということで、従来に比べて副作用因子も含む多数の生体分子についてのシミュレーションができることによって、より創薬のコンピュータでの精度を高めていくといったところ、それからゲノム解析を初めとするビッグデータ解析や、それを用いた生体シミュレーションを行っていくといったものが2番目でございます。

3番目は特に地震の場合、いろいろ不確実性といったところもあるわけですが、そういうところも考慮した地震・津波による統合的な予測システムを構築していくというところ、そして4番目は観測ビッグデータということで、今度、新しいひまわりとかも打ち上がって、データは非常に爆発的にふえていくわけですが、それをリアルタイムでどう分析して気象変動に続けていくか、あるいは地球環境の変化を見ていくかといったところが4番目のテーマでございます。

5番目、6番目はエネルギー問題ということで、例えば人工光合成とか燃料電池といったような、まさにエネルギーの問題に関する新規基盤技術というのを開発するといったところでございます。

6番目は燃焼とか、あとは核融合のような、まさにエネルギーにかかわる流体现象といった複雑な物理現象を解析していき、革新的クリーンエネルギーの実用化に貢献して

いくといったところ。

そしてその7番、8番については、7番は大規模並列計算と計測・実験、それからビッグデータ解析、そういったものを連携させて、新機能デバイス・高性能材料の創成を目指していくといったところ、8番目については、まさに超高速の統合シミュレーションといったところによって、設計製造プロセスの革新を目指すといったところ、あと、最後は基礎科学といったところで、素粒子から宇宙という、小さいところから大きいところの異なるスケールの現象をまさに統合的に解析して、物質創成史を解明すると、こういったものを重点課題として選定させていただいたところでございます。

それから18ページはポスト「京」で新しく取り組むチャレンジングな課題ということで、これ自体、もう少しどういった内容をやっていくか。誰がやっていくかということ、調査研究という形で実現化を検討していくものですが、そういったテーマとして4つ挙げております。

1つ目は基礎科学のフロンティアとあって、物事が壊れる、まさに破壊の現象といったものを計算科学でどれだけ見ていくかとか、11番目は社会シミュレーション、経済や、もっと言えば交通みたいなものをどれだけシミュレートできていくかという問題、そして12番目が惑星科学、地球といったものはどうやって形成されるのか、あと太陽の活動はどうなのかというのを見ていくといったところ、そしてその13番目が脳と人工知能というところを計算科学で見ていく、そういったものを萌芽的課題として挙げさせていただきました。

こういったものについては、当然、アプリケーション開発を重点課題にして進めていくのですが、我々としてはやはりその中で成果の早期創出及び最大化に向けた取り組みを進めていきたいと思っております。

このポイントが先ほど述べたCo-designということで我々は考えておまして、まさにこういう重点課題に即して、システム、コンピュータシステムアーキテクチャ、システムソフトウェア等とアプリケーションを協調的に設計開発していくということが、それによってアプリケーションの性能を最大限に引き出していくということが大事かということだと思っております。

ただ、当然重点課題の中にもアプリケーションがいっぱいありまして、どれもこれもということにもいきませんので、戦略的かつ効率的にCo-designを進めるために重点課題の中からターゲットになるアプリケーション、一つ選ばせていただいて、それを基軸にCo-designを進めていきたいということで考えております。

ターゲットアプリケーションの選定基準というのが20ページ目に書いてありますが、一言で言うと、もちろん各重点課題の中で大事なものを選んでいくというのは確かなのですけれども、その9個、9個全体を見た場合には、計算科学的な手法が網羅されていることをやると。また、そのCo-designの経験というのは、そこにとじるものではなくて、広く展開できるようにするといったところを考えておまして、それによって、

まずはそのターゲットアプリケーションというものの実効性能というのが上がるというところなのですが、究極的には、そこでのノウハウというものをほかのアプリケーションにも展開することによって、アプリケーション全体が高速化、実効性能が高まるようなことをしていきたいということで考えているところでございます。

21ページ目に、これは理化学研究所のほうで重点課題に即して1から9まで選んだターゲットアプリケーションが書いてあります。

これを見るといろいろな計算手法が入っておりまして、その中では特にハードウェアと密接に関係するものと、そうでないものと、そういう性格の分類なども行って、これらについてCo-designを行っていかうというふうに考えております。

もちろん、実は各重点課題というのは誰がやるかというのは、これから秋口にかけて公募していくところがございます、その機関によってはこのアプリケーションではなくて、ほかのいいという話もあるかもしれませんし、その場合には見直すといったこともあります、基本的にはこの計算手法とか、どう普及できるかというところで押さえているというところもございますので、仮に別のターゲットアプリケーションにした場合で基本的には同じような考え方、性能も向上できますし、普及もできていくものということで理解しているところでございます。

次に、ポスト「京」のシステムのほうに移りたいと思います。

システムについては、昨年度の事前評価のときとはちょっと見直しているところがございます、従来のシステムについては、多くの課題に対応できる汎用部と、特定の課題で高い電力性能と演算性能を発揮できる演算加速部を組み合わせたシステムにより、エクサスケールを目指すとしてきたところでございます。

ここで演算加速部は、特に性能を発揮する課題とは創薬に用いられる生体部シミュレーションであったり、素粒子化学で用いられる量子医療力学シミュレーションといったところでございました。その後、ポスト「京」の先ほど言ったとおり重点課題の検討というところで説明したとおり、9個の重点課題が選定されたというところでございますが、これらの中では流体解析といった防災・減災や産業用に用いられるアプリというものも多く含まれております。

これらについては演算加速部の効果が期待できないというところがございます、こういった課題の重要性は全体としての重点課題の多様性、そういうことを考慮すると、我々としては高い汎用性を持つシステムが不可欠だというところで考えたところがございます。

一方、演算加速部については、先ほど言ったとおり文部科学省が調査研究を進めてきたところでございますが、その最終段階において商用化のために汎用性、信頼性を高める。そういったことを検討した結果、コスト見積もりを行う段階について、演算加速部は当初計画していたよりも、開発製造コストが2倍程度上がる。そういうことになりまして、従来のシステムのままでは数百億円程度、総事業費が上ぶれする。そういう見積

もりになりました。

こうした状況も踏まえて、もともとポスト「京」について、この演算加速部と汎用部の比率をどうしていくかというのは、そもそも今後の検討課題というところではいたところですが、そういうところも含めて総合的な検討を行った結果、演算加速部は採用せずに、幅広いアプリケーションが高い実効性能で利用できる汎用システム、つまり汎用部のみのシステムを開発するということを決めたというところ、そしてその2020年をターゲットに世界トップレベルの性能のシステムを実現し、エクサスケールを目指すというところは決めさせていただいたところでございます。

なお、先ほど挙げたような演算加速部の活用が期待されていたシミュレーションについては、我々としては、そのCo-designによるハードウェア、計算アルゴリズムの双方の改善によって、新たなシステムでも相当程度の実効性能を確保する見込みが得ているといったところでございます。

次に24ページ目に、それではどういうシステムで開発していくのかという方針を大きく5つ挙げさせていただいております。

まず一つ重視しているところは、課題解決型というところで、先ほど説明したとおり、重点課題及びターゲットアプリケーションに基づく基本設計、つまりまさにターゲットアプリケーションの実効性能がどうなるのか。まさに実際に動くアプリケーションがどれだけの速さで動くのかというのが、設計においてちゃんと見ていくべき点だということと考えております。それとともに、まさにCo-designを行っていくといったところ、こういうことによって課題解決に資するスーパーコンピュータにしていきたいというふうに考えております。

それから2つ目が国際競争力ということで、かといっても当然、物としてはいろいろなところに幅広く我々としては展開していきたいということも考えておりますので、その演算性能及び電力性能で国際競争力のある汎用システムを実現する。当然、こうやって汎用性を高めるといったことは理論ピーク演算性能というのは、従来の検討システムでも下がるといった面はありますが、いずれにせよ我々としては右の図にあるような2020年における世界トップレベルの性能を実現していきたいということと考えております。

そして3点目は国際協力ということで、我が国が強みを持つコア技術は確保した上で国際競争力を戦略的に活用していく。具体的にはスーパーコンピュータのOSといったシステムソフトウェアの開発については、本年6月、米国のDOEと文部科学省のほうで協力取り決めに締結したというところもございまして、こういう枠組みを活用しながら協力、開発を進めていきたいということ考えています。

それからその「京」の資産を当然継承していくというところ、あとは性能拡張性といったところで、システム自体は2020年に一旦完成しますが、それ以降も半導体技術の進展等に応じて効率的、効果的に性能拡張できるようなシステムといったところを設

計において考えていきたいというふうに考えているところでございます。

システムの詳細については、25ページ目のほうにあります。まさにこういう、ちょっと丸く書いてありますが、一つの計算ノードというところの中にCPUのチップとそれからメモリがあって、それがたくさん並んでネットワークでつながっていると、そういうシステムでございます。

特にネットワークについては、「京」の多次元トラスネットワークトポロジというところを、やはり継承してやっていくということも大事かというところで考えているところでございます。

総事業費については先ほど述べたとおり、約1,300億円、うち国費分1,100億円ということで、去年の事前評価のときに1,400億円とさせていただいたのですが、その演算加速部の開発がなくなって、その民間負担分がなくなったというところを見込んで、総事業費については1,400から1,300にさせていただいたというところでございます。

それからその26ページがこのポスト「京」、フラッグシップ2020プロジェクトを通じてどういった技術への挑戦を図っていくのかといったところをまとめさせていただきます。やはり一番大事なところは、繰り返しではございますが、そのCo-designということを実効的にやっていく。なかなか口で言うのはやさしいと思いますが、実際にやっていくというのは結構な努力が必要かと思ひまして、これによってアプリケーションの実効性能の向上や低電力化を図っていくといったところ、あとそれから当然、ハードウェアとしての省電力化を目指すということで、チップ内回路を最適化することや、いろいろな細かいレベルで回路の消費電力をオン・オフする機構を開発して、全体として実効性能を維持しながら電力性能を抑えるようなシステムを考えていきたいというところでございます。

それから3、4、5はむしろソフトウェア面でのアプローチでございまして、先ほど言ったようなシステムソフトウェア、これは国際協力といったところもあるのですが、もう一方でオープンソースソフトウェアということで、世の中に、ある意味でたくさん出回っているものというのをうまく取り込む。従来はベンダー、メーカーが自主開発して、なかなかそれをアップデートするということは難しかったのですが、やはりオープンソースソフトウェアというのは、いろいろなユーザーも含め皆さんがどんどん新しいものにしていくということもありますので、そういった動きをうまく取り込めるようにするとか、あとそれからやはり「京」よりもさらに超並列のシステムと、計算する部分であるCPUコアというのは1,000万個以上になるというふうに推測されますので、そういったものがちゃんと均一に、協調して動けるようなシステムソフトウェアも大事ですし、またアプリケーションからのサイドからもってやはりこれだけの複雑なシステムをきちんと動かせるようなプログラミング環境というのを構築していくのも大事だということ考えているところでございます。

その次に開発体制とスケジュールでございますが27ページ、それから28ページのほうに、まずシステムの開発体制ということで、本日も来られておりますが、理化学研究所の石川先生を主体としたチームで、もちろん理化学研究所だけではなくて、企業や大学、それから国際的な研究所と、いろいろなところと連携しつつオープンに開発は進めていきたいということで考えているところでございます。

一方、29ページ目のほうにはアプリケーションの開発体制ということで、先ほど重点課題9個あると言いましたが、一つ一つの重点課題について、実施に責任を持つ代表機関とかそのほかの分担機関を入れていると。特にこうやってチーム編成をするに当たっては、計算科学の研究者だけではなくて、理論の人とか、実験の人とかあるいは産業界、自治体とかやはり幅広い方を連携させていくことによって、計算科学というのはやはり課題解決につなげていくといったところかと思っておりますので、そういったチーム編成というのが成っているかどうかというのは、これからの公募で見えていきたいということで考えてございます。

また一方、Co-designを行っていくというところでそれぞれの課題にきちんとポスト「京」の開発主体、システム開発側である理研のほうも、ちゃんと責任者を設けてコミュニケーションをとっていくとか、あと当然、各課題に共通するような課題もテーマもあると思っておりますので、そういった共通基盤みたいなものは理研のほうで研究を進めていくといったところを考えているところでございます。

それから、30ページのほうには開発スケジュールを書いて、上にシステム開発、アプリ開発というところで、システム開発は基本設計から先ほど言ったとおり、来年度から試作・詳細設計に入って2018年から製造。そしてそのアプリ開発については、今、立ち上げ準備で、これから代表機関を公募して準備研究、調査研究して、2016年から本格実施し、そしてシステムが稼働し出す2020年から成果創出のフェーズに入ると考えております。

こういった全体の開発スケジュールにマッチして、そのCo-designも進めていきたいところで下で書かせていただいておりますが、グループIというのがむしろハードウェアにかかわるところで、特にハードウェアの基本的なところというのは、基本設計で大きく固まってしまうところもありますので、そういうアーキテクチャパラメータなどについてはグループIの中できちんとまずは基本設計をしていく。

一方、そのシステムソフトウェアとか入出力みたいなところは、そこでもやるのですが、その後、試作・詳細設計の段階でも引き続きやっていくとともに、一方、基本設計で決定したアーキテクチャを念頭に置いて、今度はアプリケーションのほうの実効性能、アルゴリズムの見直しも含めて向上していくということもございまして、製造段階以降は、さらに性能向上に向けたチューニング等を行っていく。こういったプロセスを通じて最終的には社会的・科学的成果の創出といったところを目指していきたいということで考えているところでございます。

それから32ページのほうが、どういうところを目標にしてつくっているのかというところをまとめさせていただきました。

去年から、実際動くそのアプリケーションで「京」の100倍という御説明させていただいているところですが、今回、特にシステムだけではなくて、むしろターゲットアプリケーションのCo-designということも意識して、多重ケース処理型計算、これは小・中規模のプログラムを大量に実行して、そのデータを深く検討するということによって、新たな価値を見出していくといったものですが、それでは最大で「京」の100倍、そして全機能を使って一つの大きな問題を解くような大規模単一問題型計算では最大で「京」の50倍というところで、もちろん重点課題の性格に応じて、どの程度練られるというところは違うところはあるのですが、今でもターゲットアプリケーションごとにある程度、目標性能を設定して、これを達するようにシステムの設計なりCo-designを進めていきたいというところでございます。

消費電力は、従前から申し上げているとおり、およそ「京」の2倍から3倍である30から40メガワットで稼働するようなシステムというところで設計を進めていきたいということで考えております。

ターゲットアプリケーションは先ほども紹介しましたが、こういったもの、例えば創薬に関するような分子動力学シミュレーションであれば「京」の100倍であるとか、まだ数字が精査中で、この辺を年内ぐらいに見きわめていきたいと、そういうものもございすけれども、例えば気象と地球環境であれば75倍とか、それから33ページ目のほうに移りますが、こういう量子力学のシミュレーションであれば40倍とか、こういったもので目標を今、設定しております、こういうことを意識に置きながら、今後基本設計を進める。

ただ、いずれにしても企業は選定中のございますので、実際に企業が決まった上で、そういうところと基本設計を進めながら、ある程度最終的にはこの辺まで狙っていくというところは固めていきたいというところでございます。

一方、スパコンの、これはまさにシステムとしてこういうのを先ほど言ったとおり目指して開発していくということですが、やはりできたスーパーコンピュータが国際的にどういうポジションにあるのかというのを見ていくということも大事かと思っております、まさに国際競争力を図るため、さまざまな性能指標で多角的に評価していきたいというところでございます。

幾つかこれに限るといってもございせんが、今のところ想定しているものは、例えば従来からあるTop500、現時点では国際的に最も通用している指標で、そういったもの、それから、よりスパコンの総合的な性能を多角的に評価するHPC Challengeといったところ、それからこれは非常に新しいベンチマークなのですが、実はアプリケーションの実効性能を比較しやすいというようなHPCG、それからそのビッグデータの解析といった性能を見るGraph500と、こういったところの指標でポスト

「京」がどうなるのかというのを見ていきたいということで考えているところでございます。

そして開発の目標自体は、当然2020年にこういったものをつくっていくということで、そういうアプリケーションがそれだけのスピードを出すと、それによって、研究開発を進めることによって、ポスト「京」で期待できる成果として、例えば創薬であれば先ほども言ったとおり、「京」では一つのたんぱく質についてそれが薬の候補物質がどう効くかというところを見たのですけれども、ポスト「京」では、さらに体の中にはもっといろいろなたんぱく質がたくさんありますので、副作用といった逆にいえばいたんぱく質をとめるのか、とめないのか、そういったところも考慮した有効性の高い創薬が期待できるといったところもございまして、観測であればまさに人工衛星、あとはいろいろなレーダーによって膨大なデータというのは得られていますので、まさにそれをどう処理して気象予測につなげていくかという、あるいは非常に例えば1時間単位で急激に変動できるゲリラ豪雨予測といったところを、どうリアルタイムに見ていくかといったところにも貢献していくというふうに考えておりますし、右の地震・津波であれば、まさにその「京」であれば一つのケース、例えば東北地方・太平洋沖地震で、ここで地震が起きた場合にはどういう揺れになって津波になるかという、そういったところの予測はできたのですけれども、やはり実際に予測ともなると、ここで起きると決まっているわけでもないですし、それから地下構造というのも観測はするものの、多少そこは不確実性もございまして、そういう不確実性の幅を見る。そういうためには多数のシミュレーションを走らせて、それを比較するといったことが必要なのですが、やはりそういったもので、ポスト「京」の飛躍的に高い計算能力をもって防災・減災に資するような予測をしていきたいといったことを考えているところでございます。

説明は以上でございます。

【久間会長】 どうもありがとうございました。

皆さんからの質問を受ける前に、本日欠席されています河合委員から事前にコメントをいただいているということですので、事務局からこれを紹介していただけますでしょうか。

【井上企画官】 先ほど冒頭、資料確認の際に紹介をさせていただきました1枚もののレジュメをご覧ください。フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト京の開発）への質問とコメント、河合委員のお名前が書かれているものでございます。お手元にご覧いただけますでしょうか。

3点の質問が出されております。また、その趣旨、問題意識等、河合委員自ら書かれたコメントが付されております。

1つ目の質問は、開発後の展開についてということで、まず「京」の開発後に商用展開された派生機の出荷実績は、また、その計算能力はいかほどでしょうかと、こういった御質問でございます。

また、加えて今回のこのポスト「京」の場合においては、開発された計算機の展開に関して、どのような定量的あるいは具体的な目標が立てられているのか。コメントの内容を、かいつまんで簡単に御説明いたしますと、1台のフラッグシップ計算機を製造運用する、これだけではなくて、このフラッグシップを母型とし、性能と価格の面において国際競争力を持つ多数の計算機が国内で中身を問わず広く使われるようにならなければ、本来の目標を達したと言えないのではないかと、こういったところの今後の展開をあらかじめプログラムに含むべきではないか、こういった問題意識が書かれております。

それから2つ目の質問でございます。費用についてと書かれております。資料に示されている事業費、国費1,100億円に完成後の運用費用が含まれていない、計算機の整備費、電気代などを含めたポスト「京」の運用費用の総額は幾らになるのでしょうかという御質問でございます。

裏面のコメントでございますとおり、開発費だけではなく、実際に成果を上げるための運用期間も含めたプログラム全体の費用に基づいて、本事業の価値を評価すべきではないかと、こういった問題意識でございます。

それから3点目の質問です。技術的実現性と目標設定について、でございます。「京」の開発途中でベクトル部が見直されたように、設計の進展に基づいて基本設計や技術目標を見直すチェックポイントは開発計画の中に設けてあるのでしょうか、という質問でございます。

コメントの中にございますが、昨年からの1年でも実際に演算加速部の見直し、また技術的目標も変わっていると、こういったことで、今後も設計を進めていく上で規模の見直しや、それに伴う目標の先鋭化などが必要になる可能性が高いのではないかと。ある程度詳細設計が進んだ段階に、設定目標を先鋭化し、量産規模を決定するための外部審査、及びCSTIによる中間評価を実施すべきではないかと、こういった問題意識と承っております。

事務局からは以上でございます。

【久間会長】 ただいまの3つの質問に対して、文科省、理研から、ご回答をお願いしますか。

【川口室長】 それでは一つ一つ。

まず最初にありました「京」の派生機というところで、「京」の商用機であるFX10というのを富士通がこれは出しておりますが、聞いたところ、12機関、15カ所に導入されて、合計のピーク演算性能は約2ペタフロップスであるというふうに聞いているところでございます。

そして先生から指摘があったとおり、開発機の展開というのをどう考えていくかというところなのですが、我々としては本プロジェクトは我が国のフラッグシップシステムとしてのスーパーコンピュータの開発を進めるものであり、その開発されたその計算機の商用展開自体をプロジェクトの直接的な目標としているわけではございません。

ここはポスト「京」は官民共同分担で進めるというところをございまして、それは民間が出すというところは、当然開発の担当企業が商用化を進めるものというところで想定しているという役割分担のもとで考えて、当然、我々としては、それらが広く普及されることは望ましいというふうには考えています。

そういうために、開発に当たっては、やはり下方展開というのも意識した設計にすることは必要かと思っております、ここは開発企業を今、選定中でございますので、企業が決まった後によく相談していくべきものかなということで考えております。

それから2つ目の計算機の整備費、電気代なども含めた運用費用総額は幾らかということで、今、我々、予算のところではおよそその「京」の運用費というのは、約100億強というところになっております。いずれにしてもポスト「京」がどれぐらいになるかというのは、開発状況にもよるところでございますが、その「京」の経験も踏まえ、メンテナンス経費の効率化や自己収入の増大等々、そういったさまざまな策を講じることによって、現在の国費投入規模というのは、ある程度見ながら、そのぐらいの規模でやっていきたいというところで、考えているところではございます。

それから3つ目のどう評価していくのかというところでございますが、本プロジェクトは当然、我々としても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思っておりますし、特にやはり製造するというのは、我々としても大きな決断でございますので、これ自体は、2018年より開始する予定でございますが、それに先立って2017年に中間評価を行って、製造を開始するかどうかの判断を行うというところで考えているところでございます。

以上でございます。

【久間会長】 ありがとうございます。

それではただいまの3つの質問に関係したものも含めて、皆さんから質問を受けたいと思います。いかがでしょうか。

上野委員。

【上野委員】 御説明をどうもありがとうございました。

スーパーコンピュータの開発は非常に重要だと認識しています。昨年度の事前評価で総花的な目標設定とならないように、重点的な応用分野を早急に明確にし、ターゲットアプリケーションを設定した上で開発を進めるべきという指摘があったことに対して、15ページのところで重点課題と萌芽的課題を選定しましたとありまして、16ページから重点課題、それから萌芽的課題が載せられていますけれども、拝見していて非常に幅広いなど、ターゲットを絞り込むとあったのですが、幅広いなどと思って拝見しておりました。また、23ページのところで、御説明の資料でも、重点課題が多様であると書かれておりまして、重点課題が多様なので、高い汎用性を持つシステムがやはり不可欠であるということで、汎用システムを開発しますという流れになっております。これはやはり文部科学省さんとしては、3ページのところの右側の検討ワーキングのほうの報

告にもあるように、絞り込むのではなくて、汎用のシステムが必要だという判断に基づいて、こういう方向に決定されたということなのでしょう。

【久間会長】 御回答をお願いします。

【川口室長】 御質問ありがとうございます。

まず確かに幾つぐらいというのが絞り込むのかというのは、我々も確かに議論したところなのですが、確かにもっと絞り込んだほうがいいのではないかという議論もあったところがございます。

やはりこのプロジェクト自体がやはり総額1,000億というかなり大きなものというところを考えると、やはりむしろこの程度の数ぐらいはやっていかないと、さらに少なくてそれだけやっていきますということでもないだろうというところがございます。

ただ一つ一つのものについては、例えばライフサイエンスの中でも、従来「京」でも脳科学みたいなところは、多少やっていたところはあるのですが、その辺はもう少し将来の課題にするとか、一つ一つのところではもう少し幅広いコンピュータシミュレーションを利用しているところはあるのですけれども、その中である程度、例えば先ほど言った、我々が調査研究でフィージビリティスタディーしてつくった計算科学ロードマップというところでは、もっといろいろなテーマは取り上げられていたところなのですが、そういうところから見ると随分、そこは我々的には絞り込んだと。あとはやはりどれだけの数のCo-designができるかというところもあるかと思っているのですが、そこは理研とも相談した結果、このぐらいの数であればターゲットアプリケーションもCo-designの対象としてはできるかなというところもございましたので、そういうのを考慮して、こういう数とさせていただいたところがございます。

【久間会長】 よろしいですか。天野さん、どうぞ。

【天野委員】 こういったスパコンの技術を国として持つことは、やはり重要ではないかと思えます。

それでこのターゲットアプリケーションとして、防災のところの、地震・津波による複合災害の統合的予測システムの構築があります。これは、コンピュータによるシミュレーションだけでこれをおつくりになっても、非常に有用なものだと思うんですけども、それ以外に、日本では国土や周辺の海洋に地震計等の充実したネットワークシステムを持っているわけです。

こういった数値実験というか、そういうシミュレーションのものというのは、どこかでその内容の確からしさみたいなのところも一応見ておく必要があると思います。せっかく日本ではそういうハードのシステムを持っているのですから、そのハードシステムと連携させることをお考えになるほうが、より確からしい内容になるだろうと思います。またこの防災というのは、その対策効果をあらわすのが大変難しい。なので、この統合的予測システムを用いて対策を立てないとこれだけ社会的な、経済的な損失があるとい

うぜひ出していただきたいというのが1点です。

もう一つだけ。萌芽のほうのテーマですが、人工知能みたいなお話は「京」の場合でもあったような気がします。それが「京」の場合でもうまく成果が出てきていないというようなどころがあるのは、やはり、人工知能としてのターゲットアプリケーションが、明確になっていないからではないかなという気がします。これは、次の段階でいいと思うんですけども、例えば最近、プラント系で火災とか事故が多くなっているじゃないですか。あれは主な原因の一つにヒューマンエラーがあると言われていまして、例えばそういう問題に落とし込んでいくことも考えると、何か社会的な成果につながるような方向性を持たせたほうが、次の段階を考えたときにもいいのではないかなという気がしました。

【久間会長】 ありがとうございます。

それでは、ただいまの2つの御質問に対する御回答をお願いします、

【平尾機構長】 防災の観点ですが、これはもうもちろん先生がおっしゃるように、シミュレーションだけで、それが例えばいろいろな計画が出されるものではなくて、これは本当の観測地を取り入れたり、あるいは実際の自治体なんかと一緒に共同作業をしていかないといけないと思っています。

現に、「京」は神戸にありますので、例えば神戸市とか兵庫県あたりと、今、実際にそういった津波あるいは、地震・津波が起こったときに、実際の被害がどうなるかということも、自治体のほうから非常に詳細なデータをいただきまして、それを取り込んだ形でやっておりますし、それをまたシミュレーションした結果を、また自治体のほうに返したりして、これからの防災計画に役立てたいと思っております。

非常に不幸なことですが3・11が起きましたので、あれでシミュレーション、あの再現実験をシミュレーションでやって、どれだけの信頼性があるかということもだんだんわかってまいりました。同時に、観測地なんかもこの中に取り込んで、本当の現在のシミュレーションがどういう信頼性があるかということも、かなり我々としてわかってまいりましたので、これから先、多方面のいろいろな関係する方々、機関と連携しながらやっていきたいと思っております。

それから人工知能の件でございますが、実は人間の脳というのでしょうか、この活動に関しては、本当にスパコンでも「京」でも既にやっております。かなりの部分、人間の脳まではなかなかいきませんが、小型の霊長類ぐらいのところはやっとできるようになったところで、次のポスト「京」では、人間の脳にチャレンジしたいと思っております。

それとは別に、いわゆる人工知能のほうでございますが、こちらのほうはまだ正直言って、そんなに日本で研究が進んでいるわけでは、特にシミュレーションの部分で進んでいるわけではございません。

ただ人工知能のほう、非常に発展が著しいものでございますし、ディープラーニングとか、いろいろなところで新しい概念も出たり、新しい考え方、あるいは新しい技術も出ていますので、何とかそういう人たちと一緒にあって、シミュレーションの分野でも貢献したいと思っていますし、それと実際の人間の脳の活動と比較・連携しながら、全体的に脳科学というものに挑戦したいというふうに思っております。

【久間会長】 よろしいですか。

自然災害に関しては、スーパーコンピュータでシミュレーションする技術を開発することは重要ですが、今回の広島での災害を見ても、スーパーコンピュータで正しく予測できるだけでは十分ではないですね。予測をいかに小さな計算量でできるかが大事で、気象庁や防災科研にある通常のコンピュータで予測させ、国民に速やかに知らせる仕組みが必要だと思います。その点も含めて、計画を作っていただきたいと思えます。

【平尾機構長】 実は「京」を使いますとこういうことができますと、こういう予測のことができますということはできるわけです。例えば一番、ゲリラ豪雨というのは非常に短時間で起こる現象でございますので、非常に予測するのは難しいのですが、最近のようにフェイズドアレイレーダーのようなものが、これは30分間でデータがとれるようなものが出てきていますので、こういうものをうまく活用してシミュレーションと組み合わせれば、例えば1時間ぐらい後のゲリラ豪雨がどこでどの程度で起こるかということ予測できると、私たちはそう思っているわけですが、実際にこれが現業で使われるとなると、やはり少しギャップがあって、「京」あるいはポスト「京」と同じようなマシンが、本当に現業の、例えば気象庁なんかであればいいのですが、数年おくられていると言ったらおかしいのですが、そういう状況にありますので、例えば「京」でこういうことができるよということがわかったり、あるいはポスト「京」でこういう形であれば予測はできますということはすぐわかりますが、それが実際に使われるようになるには少し時間がかかるかもしれません。

ただ、我々としては、こういう形でやれば必ず予測はできますということをまず示して、そしてそれを実際の社会的な貢献にしたいというふうに思っています。

【久間会長】 ありがとうございます。

「京」では、例えば細かいメッシュを切って、大容量・大規模の計算をします。必ずしも大規模な計算をしなくても、粗い計算でもそこそこ予測はできる問題は沢山あると思います。ですから、気象庁等に早くその技術をトランスファーしていただきたいと申し上げました。ありがとうございます。

では次に、白井委員、お願いします。

【白井委員】 説明ありがとうございます。

昨年、事前評価にかかわった者として、昨年の指摘事項に即して質問させていただきたいと思えます。大きく分けて2点ございます。

1点目は目標設定に関してです。「京」の場合には、目標設定にLINPACKのような指標を使ったのに対して、アプリケーションに即した、もう少し利活用の面から見ても理解しやすい目標設定が必要であるという指摘をさせていただきました。

今回の計画を読ませていただきますと、32ページぐらいのところですか、開発目標として「京」の100倍、あるいは別のところだと「京」の50倍というふうに極めて相対的な設定がされています。

それから、後ろのページには国際的な指標として幾つか取り上げられていますけれども、それに対してどう対応するという記述はないわけです。相対的な評価指標では、開発目標としてわかりづらいと思うのですが、今後どのように目標設定されていくのでしょうか。

それから開発目標についてももう1点質問があります。昨年の指摘の中で、アウトカム指標、すなわち成果の活用の効果を踏まえた目標設定が必要ではないかという指摘をさせていただきましたが、この点についてもどうお考えでしょうか。開発目標についてはこの2点が質問です。

もう一点別の質問としては、Co-designのことについてです。

Co-designに基づく開発推進体制ということで、具体的な方法を示してくださいというのが去年の指摘でした。30ページの開発スケジュールの表を見させていただきますと、具体的に2014年度、2015年度の1.5年で最初の基本設計、システム開発を行ってその後、試作詳細設計になるということで、このCo-designにもフェーズが2つあるということが読み取れます。第一フェーズのところで大体ハードウェアが決まるわけですから、この部分でのCo-designというのが、かなり鍵を握っているのではないかなと思います。

この時点ではアプリケーションはまだ決まっていない段階にあるのではないかと思いますので、本当にこのアプリケーションに即したCo-designができるのかという点について、わかりづらいかなと思いましたので、その辺の説明をお願いしたいです。それからCo-designの単位についてですが、恐らくアプリケーションごとのチューニングのためのCo-designもあれば、全体を通して共通の部分でのCo-designというものもあるかと思うのですが、この辺の切り分けをどう考えておられるのかお伺いしたいと思います。大きくこの2項目で質問させていただきます。

【久間会長】 それでは最初に相対的な目標等について御回答をお願いします。

【川口室長】 確かに目標、100倍だけというのではわかりにくいのではないかと。おっしゃるとおりかと思います。

今、いい説明かどうかあれなのですが、例えば32ページの①であれば、従来であれば「京」だと1,000ケースぐらいのスクリーニングということをしていたということが、複数のたんぱく質ということで組み合わせがふえるということなので、これはや

はり10万ケースぐらいやっっていかなければいけないのではないかと。

性能というのはある意味、こちらのほうが多少ハードウェアとかシステムのほうからこれくらいかなというところもある一方で、まさにこの計算内容というのが、それで何をやっていくのかというところもありますので、そういったところをうまくマッチしていくというところで見たいと思いますし、なかなかアウトカムといったところも、確かに35ページのようなところ、なるべく我々としては早く出していきたいところはあるのですけれども、まず2020年時点の評価というところではどこまでかというのは難しい。

そういう意味では、当然それ以降のしかるべき段階で、こういうのがサイエンスとかどうなのかという評価はしていくべきだと思いますし、あとはやはり確かに100倍で何をしていくのかといったところは、もう少しさらにはっきりさせていく必要があるのかなと思っています。

ちなみに諸外国の例を1点だけ紹介させていただくと、41ページに参考資料というので載せていただいているのですが、やはり海外もリンパックみたいなベンチマークではなくて、やはり実際に動くマシンというのが現行だと動いているのは何倍ぐらいで動かしていきたいと、おおよそそういうような見方をしているようでして、システム的な一つの切り口なのかなということでは理解しております。

あと、Co-designについては理研のほうからお願いいたします。

【石川プロジェクトリーダー】では、理研のほうから、お答えします。

おっしゃるとおり、第一フェーズのところが一番CPUアーキテクチャについて決まるところではあります。

それはCPUの性能、それからメモリのバンド幅をどうするか。それから通信バンド幅、それから遅延をどうするか等、その辺はこの第一フェーズでかなりの部分というのは決まっていきます。

ただ、ここに関しては、それで、基本的に計算手法が効いてくる、いろいろなアプリケーションがありますけれども、計算手法という観点であれば幾つかに分類できます。それぞれの計算手法に対して、では実際にそのCPUを設計するときに機械語レベル、高級言語、FORTRAN、Cとかの高級言語ではなくて、機械語レベルでどういうふうに記述ができるか。それによってどれだけの性能が出るかというのをこの1年間を通して集中的にやっていくというようなものです。

その後、実際、アプリケーションを開発する人たちが、ではその機械語レベルでがちがちにチューニングしたものをつくるのかというわけではなくて、高級言語、いわゆるFORTRANとかCとか、そういう言語を使うわけです。

そういったときに、そのコンパイラーがどれだけきちんとした最適な機械語を出すかといったところで、実際にプログラムの構造を見ただけでは、自動的にいいコードが生成することはできませんので、（できるものもあるかもしれませんが、普通かなり難し

いわけで)、コンパイラーに対して指示文を与える、どういうふうによこの部分はコード生成してほしいとか、そういった指示文を設計する。要するにコンパイラーを設計するといったところで、アプリケーションの人たちと、ここはどういうふうによしようかという形で決めていくというところがあります。

それからさらに、ファイルI/O、さっきのビッグデータの話もありますけれども、データを格納するところの性能をどこまで出したらいいかといったところというデザインというのは、この1年間の後も引き続き決めていけるところでもあります。そこにおいてもアプリケーション側がナイーブにファイルを読み書きされては、実際のところ幾ら性能をハード的に提供しても足りなくなるということがあります。

ここはシステムソフトウェアと協調して、うまくハードウェアを効率よく使うような仕組みというのをつくっていかなければいけません。そこはかなり時間がかかると思っておりまして、そういったところは第二フェーズに入るというようなことになっております。

いずれにせよ、最初のフェーズは、今言ったように、計算手法という観点では網羅的に見た上で、デザインをしていくというふうなところを考えているところです。

【久間会長】 よろしいでしょうか。

では、安浦委員お願いします。

【安浦委員】非常に絞り込んだ提案になっていると思うのですがけれども、2つ教えていただきたいと思います。1つは、この計画においてかなり大きな技術的ジャンプを目指そうとされているわけですがけれども、材料・デバイスのレベルでのジャンプ、それから回路やアーキテクチャレベルでのジャンプ、さらには設計書、これはCo-designという言い方をされているのだと思いますけれども、そういうところでのジャンプ、さらには運用体制、昔、「京」を始めたころにはクラウドみたいな概念というのは余りなかったわけですがけれども、そういったものが標準化された現時点で、今度10年先を見たときに技術的な先進性というようなことも含めて、それぞれ既存のシリコンの技術の上でいくのか、あるいはアーキテクチャは「京」のアーキテクチャをベースに進めるのか。そういった視点においてどこかで大きなジャンプをお考えになっているのかというのが1点です。

それから、2番目はアプリケーションについて、先ほど人工知能のお話も出ましたけれども、今回絞り込んでシミュレーションを用いた解析ということに集中されていることは理解はできるのですがけれども、一方で10年後のスーパーコンピュータのあり方として、解析がやはり中心的な利用の王道であるということに対しての説明というのは、何らかの形で必要であると思います。もしそれ以外の、特に私はシンセシス(合成)系のアプリケーションというものを想定する必要が人工知能を含めて出てきていると思うのですがけれども、その辺に対しては別の方向でやるのかどうかということについて、何かお考えがあれば教えていただきたいと思います。

【久間会長】 それでは御回答をお願いします。

【石川プロジェクトリーダー】 最初の大きなジャンプがあるのかどうかということですが、今回Co-designをするということで、アプリ側に対しても、かなり変更というのをするという事は想定されております。

ただしこの変更というのが、先ほどあった10年後、その以降も含めてどうなのかという話においては、今後そのデバイスがこれ以上、微細加工技術が先に行かなくなるような状況において、アプリケーション側がやっていく話、修正していくという話というのは、未来に対しても同じように使える手法として、提供していくような形でうまくやっていきたいというふうに思っています。

それからあと、今回、電力がそれなりに大きくなっております。そのアプリケーション、汎用という話がありましたけれども、汎用ということを考えると、何でもかんでもいろいろな要求を取り入れると、電力が大きくなります。

今回考えているのは、アプリケーションごとに、使わない回路は電気を流さないようにする。例えば通信の部分というのは、そんなに使わない。CPUだけを回すような、アプリケーションの場合はネットワークに対する電力を落とすとか、あるいはメモリの転送容量があまりないならば、メモリのところの電力を落とすとか、そういうような細かい電力制御というのを行って、平均で電力を抑えることを考えております。そういうようなことを考えると、運用においても、アプリケーション、全体にいろいろなアプリケーションが動きますけれども、電力の使用状況を見ながら細かくコントロールして、実行していくようなことを考えております。

それからもう一つのほうは。

【久間会長】 もう一つは新設系のアプリケーションに対する考え方ですね。

【平尾機構長】 今のように、本当に科学技術が発展してきますと、やりたいことがたくさんあるわけです、正直言います。けれども、これだけの国費をかけてやるプロジェクトですから、おのずと社会にとって、あるいは国にとって、ある有益なものというか、そういうある種の成果が出てくるものをやはり選ばないといけないと思っています。

その意味で私たち、科学的な卓越性があるかどうかということ、それから日本にとって、あるいは日本の産業界にとって国際的な競争力を高めることができるかどうかというような、そういう観点、それから3つ目は、本当に我々日本だけでなく国際的にも人類が抱えているさまざまな課題があるわけですので、こういう課題解決に資することができるか。こういう観点からターゲットを絞ったわけです。

確かに9課題というのは、比較的その意味ではすぐ我々が取りかからないといけないなというところがあるのですが、萌芽的課題の中の例えば2つ目の社会・経済現象なんかのモデル、これは今、始まったところで、まだ十分きわめているわけではございませんけれども、これから先、ますますこういうことは重要になってくるでしょうし、人と人との関係とか、あるいは人と社会との関係、こういう問題というのは、やはりこれが

ら非常に大きなターゲットとして出てくると思います。

それから人工知能あるいは脳科学というものも、これはもう本当にこれからのシミュレーションが、チャレンジすべき非常に大きな課題と考えていますし、こういう分野の専門家の人たちと一緒に、こういうのをチャレンジしていきたいなというふうに私たちは思っております。

【富田副プロジェクトリーダー】 少し補足させていただきますと、今回、絞り込んだ9つの重点課題は、基本的には日本で近々に解決しなければいけない問題に対してのものです。

つまり、いってみれば解かなければいけない、わかっている問題を、より正確にアウトカムを含めて議論してきたものでございます。

一方で萌芽的なところは、割と非常にチャレンジングなところも含まれていて、既存のものが10年後、王道なのかというと、必ずしもそうでないかもしれません。ただ、そういう意味で新しいチャレンジング課題、脳課題、あるいは惑星科学もそうですけれども、それから破壊を含めた基礎科学の全般的な底上げみたいなのところもしっかり含んでおりますので、余り網羅的にならないようにということだったので、非常に、解かなければいけない社会的課題には絞り込みましたけれども、同時に次のときにちゃんと底上げになるような仕組みも考えて、課題を設定させていただいているというところでございます。

【久間会長】 今のお話で社会的課題解決と、次に向けての基礎科学の底上げは重要と資料の中に書いてありますが、皆さんから産業競争力の強化のためという言葉がほとんど出てきません。今の時代で、産業競争力を強化するイノベーションを抜きした大型プロジェクトは通しにくいです。その辺のお考えを、ここで明確に御発言していただきたいです。

【平尾機構長】 私ども、これは、例えば9課題のうちの一つが、カテゴリーとして産業競争力の強化というのがございます。4つ目でございますが、これは明らかに産業界でスパコン、ポスト「京」を使っただいて、そして我が国の産業競争力を高める、こういう趣旨でございます。

ですから、我々としても非常に産業競争力を高めるということは重点課題にしておりますので、そういう方向で我々邁進していきたいと思っております。

【久間会長】 資料には書かれていますが、そういうところもさらにPRしていただきたいです。お願いします。

どうぞ。

【射場委員】 今の会長の産業競争力に関しての質問ですけれども、最初に「京」の成果を御説明いただいて、随分前に「京」の事後評価を聞かせてもらったときに比べて、民間に絡む部分の成果がいろいろ具体的に出てきたなというふうに感じました。

そこはやはり民間が絡む成果が出てくるには、かなりのタイムラグがあるのではない

かというのは、これは感想です。

そこを今回、Co-designで先行して、ターゲットアプリを開発してやっていきたいと思いますということなんですけれども、先ほどの白井委員の御質問の回答にあったようなテクニカルな部分ではなくて、そういう民間を早期に引き込むみたいな、具体的に課題をブレークダウンして、みたいな戦略があればお聞かせ願いたいのです。

【平尾機構長】 実は「京」が出て、一番、非常に大きく変わったのは産業界のスパコン利用なのです。

私ども最初、産業枠というか、全体のリソースの5%ぐらいを産業界の方に使っていたと思うのですが、実はもう随分たくさん希望がございまして、ことしからそれを8%に枠を広げたのですが、これをさらに広げないといけないだろうと思っています。

現在100社以上の企業が「京」を使っておりますし、それから全体の利用者の3分の1は産業界の方です。一番大きな違いは、これまでは各企業が独立にスパコンなんかを利用していたのですが、今は例えば自動車業界であるとか、製薬であるとか、そういうところはコンソーシアムをつくって、あるところまでは一緒にやりましょう。その後、競争しましょうというふうな形になって、いろいろなところでそういうコンソーシアムのような形ができてきておりますので、「京」でそういう動きが非常に活発になってまいりましたので、これは次のポスト「京」に行くと、ますますそういう動きは加速されるでしょうし、産業界のスパコン利用というのは促進されるでしょうし、成果も上がってくるというふうに私たちは期待しておりますし、我々としてもできるだけ産業界の方々に使っていただきたい。そして日本の競争力をつけていただきたいという形で、いろいろな制度設計もやっていきたいと思っております。

【射場委員】 ある程度「京」でできたその連携基盤を生かしてという御回答だと思うのですが、実際このポスト「京」の場合はシステムができないと、具体的に連携して何をやりましょうというところに話がいかないのかなと思うので、プロジェクトの後半のところの戦略、Co-designで最初ターゲットアプリを構築し始めるところは詳しく書かれているのだけれども、後半のところをもうちょっと今のようなお話も含めて入れていただけるといいのかなと思います。

【川口室長】 まさに御指摘のとおりかと思っています。29ページのほうにアプリケーションの開発体制を書かせていただいたのですが、やはりこういうまさに重点課題の取り組んでいく体制というところで、この計算科学としてやっていく人もいれば、まさにこういったものを使っていく、テーマごとによってどういう方が入っていくかというのは違うと思うのですが、まさにそういう産業利用につながっていくようなところについては、やはり産業界の方も入って、逆にいえばそういう早いフェーズから入っていただくことは、極めて大事なかなということで思っております。

【久間会長】 ぜひよろしく申し上げます。

どうぞ。

【藤垣委員】 白井委員の2つ目の質問とちょっと関係するかと思いますが、ターゲットアプリケーションが9種類あるという点です。ソフトウェア開発の現場から発想しますと、あるアプリケーションに特化し過ぎますと、逆に別のアプリケーションに応用できない側面というのがどうしても出てしまいます。

この点についてどういう工夫をなされているのか。つまりモジュール化をすとか、あるいはターゲットアプリケーション内でのモジュール化をすのか、あるいはターゲットアプリケーション間でのモジュール化を考えていらっしゃるのか。また、あるターゲットアプリケーションでは演算加速部の見直しが大事になるけれども、別の部分では演算加速部の見直しは関係ないとか、先ほど電源の話もありましたけれども、その辺の工夫はどうなっているのか。つまり、プロジェクト全体としての汎用性と特化のバランスみたいなものをどうやって考えていらっしゃるのかをお聞きしたいと思います。

【富田副プロジェクトリーダー】 一応、ターゲットアプリ群の中では、計算科学的な手法は一応網羅しております。これは最初の段階、第一フェーズの中では、アーキテクチャのパラメータを決める上でCo-designをしていくわけですがけれども、そのノウハウを来年の夏ぐらいの中で展開いたします。そうすることによって、似たようなアプリケーションは、そのノウハウを使って高速化することができますというふうに考えています。

答えになっていますでしょうか。

【久間会長】 よろしいですか。

【藤垣委員】 その辺のアプリケーション間でCo-designを始めますと、それぞれ特化しますから、余り連携がとれなくなりませんか。

【富田副プロジェクトリーダー】 そういうことでもなくて、ある意味特化せざるを得ないところもありますけれども、例えばネットワークあるいはメモリのバンド幅みたいなところというのは、いろいろなアプリ共通したところもございますし、ここ1年間ぐらいのCo-designの中では、各アプリケーションが個別にやるのではなくて、個別にやる場所もあります。個別にやるのではなく、連携をとりながら、そういう共通的なところは、検討していきたいというふうに思っています。

【石川プロジェクトリーダー】 同時に複数のアプリケーションがCo-designしているところではそれぞれが特化されますけれども、今の説明はCo-designをしていない、ほかのアプリがあるわけですがけれども、そういったアプリというのはこのCo-designの中のどれかにマッチングする、あるいは複数にマッチングするような、そういうふうなアプリなわけです。そうすると、それはそういうアプリはCo-designの成果を見て、それで自分のアプリケーションはどういうふうに修正したらいいかというのがわかるという、そういう形で連携していくと思います。

【久間会長】 21ページに、ターゲットアプリケーション候補に対する計算手法として分子動力学法からモンテカルロまで書いてあります。17、18ページには主なター

ゲットアプリケーションがあって、それを関係づけたのが32ページに書いてあります。21ページの計算手法と、16、17ページの課題をもう少しまとめたらわかりやすくなると思います。この9個の計算手法でも、かなりのことができると思いますが、これ以外に必要な計算手法にどのようなものがあるか、それがどの程度の性能を発揮するかがわかれば、さらに説得力のある提案になると思います。

【平尾機構長】 御存じのように、計算手法というか、アルゴリズムは、いろいろな分野でアプリケーションがありますけれども、比較的共通のものがたくさんあるのです。対象とするものは違いますけれども、非常によく似たアルゴリズムを使われている。今、私たちがターゲットアプリで選んだものは、そういうものをほぼ全てカバーしているだろうという形で選んだのですが、もちろんこれに含まれていないようなアルゴリズムもあると思います。

これは、もう少し我々としてもきちっと調べて、それがどの程度重要であるか、あるいはそのためにどういうシステムにしないといけないかということも含めて考えていきたいとは思っています。

【久間会長】 そうですね。この9個でかなりできますね。この中でもおそらく、Co-designを行ったときにどこにウエートを置くべきかという戦略が出てくると思うので、追って詰めていただければと思います。

どうぞ、相澤先生。

【相澤委員】 国際展開についてお伺いをしたいのですが、たしか「京」の評価のときに、輸出台数等も話題になったことと思いますが、このプロジェクトの成果をどのように海外に持っていくのかということについて、ハードとしてのスパコン自体を売るということ以外にも、問題課題解決システム自体を海外に持っていくということもありますので、何かそのあたりの戦略についてお伺いできればと思います。

特にシミュレーション系で、社会システムですとか防災システムですと、どうしても数値モデル化の技術が重要だと思うのですが、比較的数値モデル化の技術というのは、何かこの枠の中に入りたい、入りにくいアプリケーションあるいは人、ディペンデントな部分があると思ひまして、そのあたりは少し気になったもので御確認をお願いします。

【久間会長】 御回答をお願いします。

【川口室長】 確かに、国際展開自体は多分、企業のほうでいろいろ考えているところもあると思うのですが、おっしゃるとおりやはり最近のこういう情報システムを見ていくとむしろソリューションタイプというのですか。やはり何ができるかというところも大事かと思ひていますので、そういう意味では、我々もこのアプリケーションというのは別につくったから独占するというものでもなくて、そこもセットで国際展開することは、別にあつてしかるべきですし、場合によっては計算科学研究機構も今後いろいろなところで人材育成もされていくというふうに考えていますので、そういったもの

が当然、今でも国際的にもいろいろ人材育成されていると思いますし、そういった活動なんかもいろいろそういうふうには役に立っていくのかなと思います。あと、補足があれば理研のほうで。

【平尾機構長】 現在、例えばシステムだけを海外で売るということはほとんど望み薄で、例えばソフトと一緒にパッケージで売るというふうな時代になっているのだらうと思います。

例えば防災で、例えば津波というのが起こったときに、これは日本だけではなくて、ほかの国でもそういうことは起こるわけですが、そういうところで例えば防災計画を立てるために、例えばポスト「京」のシステムを例えばその国に売るときには、多分同時に動く津波の予測をできる、地震を予測できるソフトウェアも一緒になった形で売らないと、セットになって売らないと多分、売れないのだらうと思います。

今、そういう意味ではこれから一緒に連携する企業も決まりますので、そうした企業が決まったらそういうことも含めて、きちっと国際戦略を立てていきたいと思っております。

既に我々のところでは、アプリケーションの国際連携というのはヨーロッパ、アメリカ、それからアジア、オセアニアを含めて、いろいろなところとやっておりますので、そうした連携をさらに強めていって、今度はシステムのほうの海外展開というのでしょいか、そういうことも含めて検討していきたいというふうに思っています。

【富田副プロジェクトリーダー】 ちょっと補足させてください。

ソフトウェアに関しては、一つ大きな障壁としてはライセンス形態というのがございます。それぞれのアプリケーションをつくっている方々が、どういうふうにライセンスを規定しているかというところがあります。できるだけ商業展開の中で、抱き合わせ的な形で出したいとは思いますが、ライセンス形態のところをしっかりクリアした上でそういう努力をしていきたいというのが、計算科学研究機構のほうの立場でございます。

【久間会長】 北村先生。

【北村委員】 民間と連携して開発されるということですが、そのときには協調と緊張関係が大切だと思います。

「京」のときには少しトラブル、撤退されたというのもあったと聞いておりますので、同じようなことが起こるとは思いませんけれども、民間連携のときに緊張関係を保ちながら開発していくときの何か工夫はございますでしょうかということが1点目でございます。

2点目は、資料を見せていただきますと4年後、5年後ぐらいの開発ですし、コストの制約がかかっていますから、システム設計に専念するという思想は非常によくわかるのですが、もっと先の長いポスト・ポスト「京」というようなものを考えたり、国全体としての力を考えると、製造技術についての言及が全くないのは少しまずいかな

というような気がしています。国全体のプロジェクトとして製造技術の位置づけや、製造技術とこういうシステム設計との関連性が非常に重要ではないかとも思います。その2点についてお聞かせいただけますでしょうか。

【久間会長】 最初に民間との協調について、御回答をお願いします。

【石川プロジェクトリーダー】 おっしゃるとおり、理研とそれから企業と1対1でやっているというふうな問題が出てくると初めから私どもも思っておりました。

それで28ページにシステム開発の体制を記載させていただいておりますけれども、大学等も研究委託を通して、その中でアーキテクチャの評価というのをお願いするというふうなことで、タイトに大学が第三者的な立場から、我々のアクティビティーというのをきちんと見てもらって、国際的にそのほかの2018年以降に出てくるアーキテクチャと我々が開発設計するアーキテクチャの競争力についても評価してもらおうということをお我々内部のほうでもやろうと思っております。

さらに、もちろん文科省におかれても、そうふうな節目、節目で評価というのが入ってくるというふうに思っております。こういう形で、緊張感を持って進めていきたいというふうに思っております。

それから製造技術のほうは。

【久間会長】 製造技術についてお願いします。

【川口室長】 すみません。確かにちょっとなかなか難しい御質問かと思う。なかなかこの御時世、全てこれもスパコンのシステムを国内でつくっていくというような状況でも確かにないところはあるのですが、やはりこの今、こういうスーパーコンピュータ、特にCPUの設計から含めて、今、そういうのがきちんとできているのは、日本と米国だけ。中国、とはいってもそのCPUは米国から買ってきているというところもあるので、おっしゃるとおり確かに余り書いていなかったかもしれないですけども、そういうところの日本のこれまで蓄積してきた実績や強みを生かすという形で、プロジェクトを進めていくというところは、確かにきっちりいっているようにしたいというふうに思います。

【久間会長】 よろしいですか。

【北村委員】 そうですね。抽象的な御回答で何とコメントしたらいいのかわからないのですけれども、製造技術については、さっきも言いましたけれども、5年ではどうにもならないというのはわかるのですけれども、長期を見ればほかにもそういうプロジェクトがあったり、あるいは基礎研究に相当するものがあったり、あるいはこれからそういうプロジェクトが立ち上がる計画があるといったものかわからないのですけれども、そういうようなもう少し将来を見た工夫があってもいいのかなと思っておりました。

【久間会長】 産業界出身の立場から申し上げますと、スーパーコンピュータ1基を受注することは、企業としては負担が大きいです。1台作るために人を集めるのは、費用対

効果が合わず、企業の持ち出しが多くなります。

だから、開発したスーパーコンピュータそのものを輸出できればいいけれども、それが無理ならば、それをブレークダウンした、つまり、もう一つワンサイズ小さなコンピュータが作れるようなアーキテクチャを最初から設計段階から考えて、国内外に展開できるやり方ができれば、受注側の企業にとってもプラスになるし、製造技術も継続されると思います。

ほかに、どうぞ。

【福井委員】このポスト「京」の評価とも、医学・医療関係のアプリケーションともかわると思いますが、いただいた資料2の1枚目の裏の真ん中の枠の中の3つ目の丸のところに、成果をアウトカムにつなげるため、医療分野では臨床の関係者を巻き込むという文章があります。

そして16ページ目、重点課題の最初の健康長寿社会の実現の②のところに、健康・医療ビッグデータの大規模解析とそれらを用いて得られる最適なモデルによる生体シミュレーションにより個々人に適した医療、健康寿命を延ばす予防を目指した医療を支援するという文章があります。スパコンのアプリケーションが、体のミクロの世界、分子とか遺伝子のほうに向けられていっているようですが、できましたら、一人の人間のデータを扱うという、ある意味では医療分野でのビッグデータを扱う方向も考えていただきたい。寿命というのは、生まれた時点の生存年数の期待値で、余命というのは、人生のある時点での残りの生存年数の期待値です。その余命を質で調整したり、健康な期間に換算する手法もあります。一方、毎年100万人以上もの人が死亡し、何千万人もの方が病気になっていて、それらの膨大なデータが今、電子カルテに集積されていますが、そのようなビッグデータを用いて疫学的な余命の予測値が迅速に計算できるようになれば、医療上の有効性は計り知れないものがあると思います。そのような分野でのアプリケーションも考えていただければ、このスーパーコンピュータの成果を医療の現場でのアウトカムにつなげることができるのではないかと思います。

【久間会長】 重要な御発言どうもありがとうございます。

【平尾機構長】 よろしいでしょうか。

最近、本当にコホート研究も随分進んでおりますし、データもたまってきております。私たち、今、神戸におりますけれども、神戸では先制医療を提唱した井村先生もいらっしゃって、今、そうした先制医療とスパコンなんかのいろいろなデータ解析がなくて、うまくそういう先生の言われる余命というか、あるいはこれから先の健康問題について、そういう新しいアプローチができないかということを探索しております。できるだけそういう方向でも考えたいと思います。よろしく願いいたします。

【久間会長】 ありがとうございます。

どうぞ。

【西島委員】 私は今回初めてこの評価委員会に参加させていただいておりますが、専門も全くコンピュータのことには素人でございまして、したがって、コンピュータとアプリケーションという言葉が出てきて、その間をつなぐ具体的なプロセスというのが全然理解ができておりません。

そういう中にありますけれども、そのアプリケーションにおきまして、私は薬学の専門なのですけれども、創薬についてがアプリケーションのトップの課題として出てきているということ、非常にうれしく思っております。

創薬につきましては、本当にこれから、たんぱく質の構造解析に基づいたいろいろなことができるというふうに期待しております。

私、一つここで申し上げたいのは、創薬も大事なのですけれども、実際に自分がかかわっていることとして、皆さん御存じの危険ドラッグというのがありますけれども、あのような化合物はこれからどんどん出てきまして、その予測というのが大変重要になってきております。

そういう観点からもぜひこういうスーパーコンピュータを使って、予測ができるように、創薬とは別に規制の側から国民の安全のために大変重要なことになるというふうに思っておりますので、ぜひその辺も御考慮いただきたいというふうに思っております。

あともう一点なのですけれども、そのコンピュータとアプリケーションの間のつながりがわからない中なのですけれども、今回、言葉としてロボットという言葉が出てこなかったのですけれども、ロボットというのは、コンピュータの技術がいろいろ反映されるころだと思えるのですけれども、質問として、ロボットについてはこのスーパーコンピュータはどういうような貢献をするのでしょうかということをお伺いさせていただきたいと思っております。

【久間会長】 それでは2点よろしく申し上げます。

【石川プロジェクトリーダー】 スーパーコンピュータがロボットに対してという御質問。

基本的に、今のロボットで使われているマイクロプロセッサというのは、例えば5年とか10年前のスパコンだったりするわけです。基本的にそんなふうな感じで、必ず何年か先には組み込みレベルになる。あるいは、今、iPhoneとかスマートフォンの中に入っているCPUというのは、あれは多分7年前のスパコンと同じくらいの性能だったりするわけです。

そういう意味でプロジェクトンすると、今の「京」コンピュータの性能というのは、7年後10年後にはロボットの中に十分入るような話になるというような形で、組み込みの中に入っていくというふうに思っております。

あと、もう一つはもちろん全体のロボットの行動を計画するためにスパコンを使って、それで行動計画を立てて、それでロボットをリモートコントロールするとかというような形で使えるような形ではないかと思っておりますけれども、それからあともう一つは危険ドラッグ。

【平尾機構長】 既にドラッグで、それがどういう役割を果たしているかというのはわかっていますので、どこかドラッグのある一部分を置換したり、何かすることによって、それが本当に同じような機能を持つかどうかというようなことは、調べることはできると思いますが、これは数が膨大ですので、どういう形でやるかというのは十分考えてやらないといけないと思いますが、十分対応できる課題であると思いますので、少し考えてみたいと思っております。

【久間会長】 ロボットに関しては、例えば重点課題の中の高性能材料やデバイス、新規課題の神経回路網の解明、人工知能などの要素技術は、ロボットに活用できますね。

それから、最初の御質問の危険ドラッグの予測に関してはイエスでよろしいのですか。

【理化学研究所・平尾機構長】 なかなか難しいのですが、数が本当に無限にありますので、それを全部予測するというのはなかなか難しいと思いますが、典型的なものはもちろん可能で、ここを置換した部分に関しては、やはり危険ドラッグになるとか、ここは置換したものはならないとか、それは十分検討できると思います。

【久間会長】 わかりました。

どうぞ。

【西島委員】 危険ドラッグだけではなくて、いろいろな化学物質が、世の中に何十万とありますけれども、そういったものの構造に基づいた危険性というのは、ある程度今でも予測できるようなシステムがあります。それをより高度化するということはこれから大変大事だと思っております、その中の一つとして、危険ドラッグも十分含まれるということかと思えます。

【久間会長】 ありがとうございます。

まだ質問されていない方がいましたら、優先的に、どうぞ。

【松岡委員】 資料の23ページのところの検討後のシステム構成というのがありますが、検討前に汎用部と演算加速部を組み合わせエクサスケールを目指すということで記述しておられますが、その後の検討結果で演算加速部の開発は行われませんが、最終的にやはり目標はエクサスケールを目指すということですが、それは可能と考えてよろしいのでしょうか。

【石川プロジェクトリーダー】 それは開発目標のところ、32ページ、最大「京」の100倍というふうに書いております。これは「京」が今10ペタフロップスです。その100倍の性能を出せるということで、そういう意味でエクサというふうな言い方をさせていただいております。ただ、ピーク性能でいえば、それは、エクサには届かないというような状況になっているということです。

【久間会長】 よろしいでしょうか。

時間になりました。非常に活発な御意見をいただきまして、どうもありがとうございました。

それでは、ただいま議論していただいた内容を踏まえ、今後、評価検討会の場で評価

を進めていきたいと思ひます。

また、今回、御説明いただいた内容は、昨年の事前評価時点のものから見直しが増えられております。このため、今回の評価では、事前評価での指摘事項への対応状況を確認するとどまらず、見直し後の内容についても、改めて評価する必要があると思ひます。そうした前提に基づきまして、今後、評価検討会を進めさせていただきたいと思ひます。

文科省、理研の皆さんには、評価検討会でのご対応をよろしくお願ひいたします。

それでは説明者の皆様、どうもありがとうございました。御退室ください。

(説明者退室)

【久間会長】 それでは、続きまして、2つ目の課題の独立行政法人の目標設定及び評価の指針（総務大臣決定）についてであります。

今年7月、第106回評価専門調査会で御審議いただき、第3回総合科学技術・イノベーション会議で決定されました研究開発法人の指針案を踏まえ、この度、独立行政法人の目標策定及び評価の指針が総務大臣により決定されましたので、その内容について報告させていただきます。

それでは事務局から報告をお願いします。

【井上企画官】 それでは御報告させていただきます。

ただいま会長から御紹介ございましたとおり、資料3-1と3-2、こちらが今般9月2日付で総務大臣により決定されました。

それぞれ独立行政法人の目標の策定に関する指針及び評価に関する指針の本体でございます。

まず、先に資料4を御覧いただけますでしょうか。こちらのほうが7月17日の本会議におきまして、7月4日の評価専門調査会で御審議いただいた内容を踏まえて決定された国立研究開発法人についての指針案の内容でございます。

本体、それから参考資料とまとめて書いてございますが、本体が55ページまでありました後に、概要という資料がございます。これが7月17日の本会議で説明用に使った資料でございまして、めくっていただきますと概要の2というところに、この国立研究開発法人の指針案におけますポイントを書かせていただいております。

研究開発といったものの特性を踏まえた研究開発成果の最大化に向けた適切な目標策定及び評価の実現といったことで、右の欄にございまして、その最適な目標あるいはその適切な評価軸の選択、また将来性等を評価し、次につながる評価を行う。また、情勢の変化を踏まえた柔軟な運用をする。加えて、研究開発成果の最大化と効率的な業務運営との両立の実現といったことで、従来、効率化が優先されていた法人の評価において、しっかりと最大化に向けて適切なマネジメントが行われたかどうかの観点からも適切に評価を行っていく。こういったポイントで御議論いただいたものと理解してございます。

次のページ、概要の3というところには、主務大臣と国立研究開発法人、また研究開発に関する審議会が三位一体となって、しっかりと練り上げた目標計画の策定を行っていく、という点などを示しております。こういった点をポイントとする指針案を決定しているところでございます。

資料3-1のほうに戻っていただきまして、今般、総務大臣の決定による指針でございます。めくっていただきまして、「はじめに」がございまして、その後に目次がございまして、黄色いマークをつけているものを御覧いただければと思います。

改正された独立行政法人通則法におきましては、総科会議が策定した国立研究開発法人の指針案を踏まえて、国立研究開発法人を含む全体の独立行政法人の指針を総務大臣が決定すること、これを総科の指針案を適切に反映して、策定するということが定められております。

目次を見ていただきますと、Iが全体事項でございますがII、III、IVと、3つのカテゴリーの独立行政法人、その中のIIIが国立研究開発法人の部分でございます。これ、10ページから16ページのところが研究開発法人の部分でございます。10ページ以降を御覧いただければと思います。

黄色いハッチをつけておりますところが、今回の総科・イノベーション会議で決定した指針案の内容をほぼ適切に反映した部分ということでございます。

独立行政法人の制度にはめ込むに当たって、多少の表現のアジャストメントといえますか、あと、記述の横並び等で言葉を補ったものとか、そういったところはございまして、一字一句同じということではございませんが、基本的にはその趣旨を反映いただいたものというふうに考えてございます。

白い部分につきましては、他の中期目標管理法人等と共通的に定めるべきものとして書かれており、特に研発法人であるからといって違う規定というものにならない、こういったものにつきましては、中期目標管理法人と同様な記述を加えているといったところがございます。

もう一つの資料3-2がございましてけれども、こちらは評価に関する指針でございます。同様に目次のところに黄色いマークを付してございます。16ページから36ページまでのところが国立研究開発法人に関するところでございます。

先ほど目標のところでお説明いたしましたとおりの内容というところで御理解いただければと思います。時間の都合上、詳細な内容についての説明は割愛させていただきますが、あと、26ページ以降にその評定、S、A、B、Cの評定に関して、評定の基準等は、総科会議で御議論いただいた内容のとおりでございますが、それを少し具体的に例示的なものを示すべきと、こういったところで少し記述を加えている部分がございます。

そういったようなところで、全体としてはおおむね総科会議でのアウトプットを適切に反映いただいたかなというふうに理解してございます。

また、先ほど御説明いたしました資料4を御覧いただきまして、こちらのほうは今回、評価専門調査会で御議論いただいた研発法人に関する指針案の本体とそれから参考資料をまとめて、これらをしっかりと冊子という形で各実施府省、各法人にもお配りしたいというふうに考えてございます。

全体としては、総務大臣の指針に基づいて運用される中で、しっかり今回の研究開発法人に関する指針の内容、趣旨等を実施府省、法人にも周知徹底し、また、総科会議として、今後の適正な運用に向けたフォローアップをしっかりと進めてまいりたいと、こういったことも、この評価の指針案に書いてございますので、それに基づきまして、進めてまいりたいというふうに考えているところでございます。

以上でございます。

【久間会長】 わかりました。

資料4を全て読むのは大変ですが、ポイントは概要にまとめられていますのでこちらをご覧ください。

今回の大きなポイントは、これまでは業務効率の改善のみが優先されたことに対して、研究開発成果の最大化と、効率的な業務運営を両立するマネジメントを評価するところです。また、概要1ページの左上に書いてありますように、研究開発法人のミッションは、革新的な技術シーズの創出だけではなくて、実用化への橋渡しが重要ということを明確にうたっているところが2つ目のポイントです。

それからもう一つ、次の3ページに書いてありますけれども、2つのミッションがきちんとなされているかどうかを、各省庁で主務大臣と各研究開発法人、それからその省庁に置かれた審議会の間でチェックするわけですが、さらに総合科学技術・イノベーション会議がその運営状況を把握して、さらに各省庁間の連携がうまくできているかどうかを把握することがところが、これまでの運営と大きく違うポイントです。

皆様方から何か御質問等ありましたらお願いします。

よろしいでしょうか。

以上をもちまして、本日予定していました議事は全て終了いたしました。また、第106回の議事録を席上に配布しております。事前に各委員に確認をいただいております。本日の配布資料とともに公表させていただきますので御承知おきください。

最後に今後の予定につきまして、事務局から説明をお願いします。

【井上企画官】 委員の皆様方には、次回の日程調整を既に進めさせていただいております。11月、具体的には12日と26日という仮押さえのお願いをさせていただいておりますが、本日御議論いただいたスーパーコンピュータに加えて、地域イノベーション協創プログラムの事後評価、それからフォローアップに関して次世代医薬品基盤と革新的新構造材料の2件、現在、検討会での検討を進めております。

これらの案件がある関係で、11月に2回開催の可能性が高いということで、正式に決まりましたら改めて御連絡をさせていただきます。

よろしくお願いいたします。

【久間会長】 以上をもちまして閉会とさせていただきます。どうもありがとうございました。

—了—