

総合科学技術・イノベーション会議 第126回評価専門調査会
議事概要

日 時：平成30年6月21日（木）14：00～16：09

場 所：中央合同庁舎第8号館 特別中会議室（8階）

出席者：角南会長、上山議員、梶原議員、小谷議員
安藤委員、上野委員、梅村委員、尾道委員、門永委員、
岸本委員、桑名委員、庄田委員、関口委員、菱沼委員、
白井委員、高井委員

欠席者：橋本議員
天野委員、荒川委員、小澤委員、鈴木委員、福井委員、
松橋委員

事務局：山脇統括官、生川審議官、進藤審議官、黒田審議官、
板倉企画官

説明者：小柳名誉教授（東京大学）

坂下研究振興局参事官（情報担当）付計算科学技術推進室長室長（文
部科学省）

松岡計算科学研究センター長（理化学研究所）

常行物性研究所教授（東京大学）

齋藤材料・ナノテクノロジー部主査（新エネルギー・産業技術総合開
発機構）

松本研究開発課産業技術プロジェクト推進室長（経済産業省）

岸理事長（新構造材料技術研究組合）

秋宗技術企画部長（新構造材料技術研究組合）

議 事：1. 国家的に重要な研究開発の中間評価について

「フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開発）
の中間評価について

2. 「革新的新構造材料等技術開発」のステージゲート評価の確認に
ついて

3. その他

(配布資料)

- 資料 1 「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）
- 資料 1-2 国家的に重要な研究開発の中間評価について（案）－「フラッグシップ 2020 プロジェクト（ポスト「京」の開発）」の中間評価－（事務局）
- 資料 2-1 「革新的新構造材料等技術開発」の第 2 期ステージゲート評価結果の確認方法について案（事務局）
- 資料 2-2 「革新的新構造材料等技術開発」説明資料（経済産業省）
- 資料 3 総合科学技術・イノベーション会議 第 125 回評価専門調査会議事概要（案） ※委員のみ

(参考資料)

- 参考資料 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
- 参考資料 2 情報科学技術に関する研究開発課題の中間評価結果（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アプリケーション開発・研究開発）
- 参考資料 3 情報科学技術に関する研究開発課題の中間評価結果（案）（ポスト「京」システム開発）
- 参考資料 4 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（平成 29 年 7 月 26 日 総合科学技術・イノベーション会議一部改正）
- 参考資料 5 「革新的新構造材料等研究開発」中間評価報告書概要
- 参考資料 6 「フラッグシップ 2020 プロジェクト（ポスト「京」の開発）」に係る基本設計評価の確認結果（平成 28 年 3 月 1 日）
- 参考資料 7 「革新的新構造材料等技術開発」のステージゲート評価の確認結果（平成 28 年 10 月 21 日）

(机上資料) ※委員のみ

- 机上配布資料 1 国の研究開発評価に関する大綱的指針
（平成 28 年 12 月 21 日 内閣総理大臣決定）（冊子）
- 机上配布資料 2 平成 30 年度評価専門調査会計画予定表
- 机上配布資料 3 評価専門調査会「革新的新構造材料等技術開発」補足説明資料

議事概要：

【角南会長】 それでは、定刻となりましたので、ただいまから第126回評価専門調査会を開催いたします。

本日は、先生方、本当に御多用のところ出席いただいた議員及び委員につきましては御礼を申し上げます。

なお、本日は、橋本議員、天野委員、荒川委員、小澤委員、鈴木委員、福井委員、松橋委員は欠席ということになっております。

本日の議題に入る前に、今年度から新委員とされました2名の先生方について御紹介をさせていただきます。

高等専門学校機構で理事を務められております安藤委員でございます。

【安藤委員】 安藤です。よろしくお願いいたします。

【角南会長】 御専門は電気・電子分野というふうに伺っております。よろしくお願いいたします。

それから、東京工業大学名誉教授であります岸本委員でございます。

【岸本委員】 岸本でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

【角南会長】 御専門は機械分野ということでお願いしております。

このほか、ポスト「京」の開発の中間評価で専門的に関わっていただいて、専門的知見を有する委員ということで、横河電機の白井委員、それから北海道大学の高井委員をお招きしております。よろしくお願いいたします。

それでは、本日の議題ですけれども、議事次第にお示ししておりますとおり、1つ目の議題が国家的に重要な研究開発の中間評価、フラッグシップ2020プロジェクトということで、ポスト「京」の開発についてということになっております。2つ目の議題としましては、革新的新構造材料等の技術開発ということで、ステージゲート評価の確認ということになっておりまして、そして3つ目の議題がその他となっております。

それでは、事務局より配布資料の確認をお願いします。

【板倉企画官】 それでは、議事次第の裏面をめくっていただきますと配布資料の一覧になってございます。資料の1の関係では1と2、資料の2の関係では2-1と2、御準備させていただいております。また、資料3の議事録になっております。

あと、参考資料としまして7つほど準備させていただいております。御確認をお願いします。

また、委員のみの机上配布資料としまして大綱的指針の冊子、黄色の冊子と他に参考資料2と3というものを配布させていただいております。

不足がございましたら事務局の方に御連絡ください。

以上です。

【角南会長】 ありがとうございます。

本日の調査会の議題に当たりまして、第125回評価専門調査会での報告のありました平成30年度の予定から変更となっている部分がありますので、事務局から御説明をお願いいたします。

【板倉企画官】 それでは、机上配布資料2を御覧いただきたいと思います。

まず1点目、ポスト「京」の中間評価に関しまして、当初9月からの開始を予定しておりましたが、今回6月から議論を開始したいという文科省の意向で変更させていただいております。8月に試作チップの評価結果が出てきますので、それを受けて9月、10月に評価専調で取りまとめて、11月のCSTI本会議に上げるということを予定しております。

また、これに伴いまして、下の方の大綱的指針のフォローアップを6月に予定していたものを7月に行うということで変更させていただいております。

変更点は以上になります。

【角南会長】 ありがとうございます。

それでは、1つ目の議題であります、国家的に重要な研究開発の中間評価、「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、担当省でございます文部科学省より事業概要、それから中間評価の状況、並びに前回基本設計の評価からの進捗状況について御説明をお願いいたします。

【坂下室長】 文部科学省でございます。本日はよろしくをお願いいたします。

資料1-1を御覧ください。「フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開発について）」という資料でございます。

1枚おめくりください。

まず、第5期科学技術計画では、今までにない新たな価値を創出し、社会的課題を解決するSociety 5.0が掲げられております。シミュレーションによる社会的課題の解決、AI開発や情報の処理・流通に関する技術開発を加速するため、高速のスーパーコンピュータ等の情報基盤技術がますます重要なものとなっております。

これまで計算科学、すなわちシミュレーションは、理論・実験・観測と並ぶ第3の科学と言われてまいりました。さらに近年、ビッグデータ解析やAIといったデータ科学が第4の方法として浸透しつつあり、これらを融合・連携させることがますます重要と言われております。

次の4ページ目にいきます。ポスト「京」の概要でございます。

ポスト「京」は、我が国の科学技術の発展、産業競争力の強化に資するため、

イノベーションの創出や国民の安全・安心の確保につながる最先端の研究基盤として開発を進めております。現在、神戸の理化学研究所に設置されている「京」コンピュータは、2011年6月と11月に単純演算性能において世界1位を獲得いたしました。そして、2012年9月28日より広く学術・産業界に供用されてきましたが、供用開始から6年を経まして、国内の大学においても既に今の「京」コンピュータを超える性能のスーパーコンピュータも設置されている状況でございます。このポスト「京」は、消費電力を「京」の3倍程度に抑えつつ、最大で「京」の100倍のアプリケーション実行性能を開発目標としております。

「京」の時代と異なりまして、今、スパコンのランキングで使用されているLINPACKというベンチマークに基づく演算性能は、アプリケーション実行性能の高さを単純には意味しないと言われるようになっております。ポスト「京」は、アプリケーションとシステムを協調的に開発するコ・デザイン等の取組によりまして、ユーザにとっての使いやすさを重視しつつ、世界最高水準の性能をバランスよく持ったスーパーコンピュータを目指しております。

スケジュールが真ん中の図にございますが、ポスト「京」は2014年から基本設計を開始しておりまして、現在は試作・詳細設計の最終段階となっております。来年から再来年度にかけて製造、2021年から22年の供用開始を目指しております。総合科学技術・イノベーション会議には、これまで平成25、26、27年と3回御評価を頂きまして、開発の意義、目標、基本設計の内容等をお認めいただいているところでございます。現在、開発は順調に進捗しております。

前回のCSTIによる評価の後の変更点といたしまして、4ページの一番下のところに書いておりますけれども、最先端の半導体の設計・製造について、加工技術の困難さ等から世界的な遅延が生じ、開発スケジュールが一、二年おくれる見込みとなっております。この点につきまして、文部科学省のHPCI計画推進委員会においてコスト及び性能の観点から評価をし、国費総額を変更せずに当初の開発目標を達成できるということを確認いたしました。さらに、この期間を利用しまして半精度浮動小数点演算を導入し、ディープラーニング等のAIを含む幅広い応用に適用できるような改良も加えております。

その次の5ページ目のポスト「京」の特徴につきましては、後ほど理化学研究所の松岡センター長より御説明いたします。

次の6ページを御覧ください。

ポスト「京」におきまして、健康長寿、防災・環境、エネルギー問題などの社会的・科学的課題の解決に資するアプリケーションの研究開発を推進しております。

7ページ目を御覧ください。

これまで「京」コンピュータを用いて気象分野での予測、新材料開発技術を採用したタイヤの製品化などの成果が出ております。

次の8ページ、9ページを御覧ください。

ポスト「京」になりますと、例えば創薬や地震・津波について、より現実に近い環境でのシミュレーションが可能となります。ポスト「京」によりまして研究者は、より複雑な現象をより短時間で、更により高い精度で成果を出すことが可能になります。後ほど、新機能デバイスや高性能材料で具体的にどういったアプリケーション研究開発が進んでいるかについて、東京大学の常行教授から御説明を頂きます。

10ページを御覧ください。

ポスト「京」の運用に当たりまして、これまで「京」コンピュータで培ってきた運用や利用支援を継承し、ポスト「京」と全国の大学の情報基盤を高速ネットワークでつないで1つのアカウントで利用可能とし、学術・産業界の多様なニーズに応えられる環境を引き続き構築してまいります。

11ページにありますように、「京」を中核としたHPC Iの利用者数は、「京」の供用開始以来毎年2割ずつ増加し、平成9年度までには全体の3割が産業界の利用者となっております。

次の12ページにありますように、ユーザコミュニティ・産業界との連携も進展しており、産業界のユーザのニーズの集約、普及啓発、中小企業等への裾野拡大についての取組、また業界ごとのコンソーシアム形成なども進展してきているところでございます。こういったことをポスト「京」で引き続き続けていきたいと思っております。

【松岡センター長】 れでは、4月から本センターのセンター長に就任いたしました松岡が、ポスト「京」の技術的な側面を御説明させていただきます。

13ページを御覧ください。

ポスト「京」の特徴をまとめました。ポスト「京」というのは、つくることによるIT分野におけるインパクト及び、それを使うことによるアプリケーシ

ョンのインパクト、両方共において正にゲームチェンジャーであると、そういうものができるということを我々は強く確信しております。「京」のヘリテージを継いで、次に述べるコ・デザインによって非常に高性能なマシンができ、それによってアプリケーションで国民の関心事に応える様々な成果を出すことはもちろんです。しかし、それだけではなくて、ポスト「京」の今回開発されるマシン、特にプロセッサというのは、正に「京」のときと比べてもゲームチェンジャーで、一種の日本の半導体産業の復興だと言えるのではないかと我々は思っています。

特にチップ自身の高演算性能は、「京」と比べても、比較する同時代のプロセッサと比べても非常にすぐれたものになります。

また、先ほどありましたように非常に電力効率が高く、スパコンだけではなく、ほかのIT分野での波及効果も見込めます。

今回のプロセッサはArm、すなわち、先生方も多分お持ちだと思われませんが、スマホ等でのアプリケーションプロセッサとしての用途では年間30億個生産され、組み込み用途を含めれば全体で140億個世界において生産されているプロセッサの命令セットを採用しています。しかし、新たに命令セットを採用するだけではなく、今回は、そこに対して新たな命令体系を付加するというところで大なる貢献をすることができます。我々が一種のそこにおけるグローバルスタンダードをとることができます。

先ほど坂下室長が申し上げましたが、ポスト「京」のこのディレイによって、幾つかの技術的な変更点がありました。さらに、人工知能、AI、機械学習というものが世の中にとって非常に重要になるという社会的な変化がありました。ポスト「京」は様々な変更及び元々のマシンの性質によって、世界一の機械学習マシン、AIマシンになるのではないかと我々は確信しております。

次のページを御覧ください。

コ・デザインと申しますのは、アプリケーション側とシステム側が非常に密に連携して、その特性を交換しながら研究開発を行うことです。この体制というのは、「京」やそれ以前のマシンと比べてはるかに満ちたものができたというのが今回であります。その理由もあって、9つのターゲットアプリケーションで多くのものが数十倍、最大では100倍以上の性能というのが達成することができたわけです。これが特殊なマシンでできたというのではなく、今回、これが非常にプログラミングの容易性、プログラムの開発の容易性を伴って、

このような性能が達成できたというのがもう一つの大きな特徴であります。

次のページ、15ページを御覧ください。

では、なぜプロセッサの性能が高いのかと申しますと、一つはコ・デザインによるもので、それによって非常に高いメモリバンド幅を具現化することができました。競合のプロセッサと比べても数倍のメモリバンド幅を持ち、演算性能も性能優位なものが達成できております。それは簡単ではなくて、それに対応するCPU側が非常に高いメモリバンド幅に対応できるようになって、今回そのような研究開発ができたということです。

グリーン性能も同じで、非常に高性能でありながら非常に省電力です。通常CPUとしては世界トップの性能を獲得できるのではないかと考えております。

Armに関しては、スケーラブル・ベクター・エクステンション、SVEという命令が今回追加されました。これはArm社が開発企業の富士通及び我々のインプットをもとに開発したもので、SVEの実装は世界で初めてになることが予想されております。このSVEというのは、スパコンだけではなく、将来のスマホにも入っていくということが予定されています。すなわち、我々の研究開発の成果というものがグローバルスタンダードをとっていくことができるのではないかと考えております。

最後に、Society 5.0、特にAIを中心としたものでありますが、先ほどありましたようにFP16等のデータ形式をサポートした専用命令が入っており、メモリバンド幅が高く、かつ高いネットワーク性能があるということをお願いしましたが、それがAIの高性能化にどのように寄与するのか説明します。

16、17ページを御覧ください。

機械学習、特にディープラーニングによって、第3のAIの隆盛が生じたのはなぜかと申しますと、これはコンピュータの性能が過去と比べて100万倍ぐらいになったということが非常に大きいことでございます。過去にもディープラーニングのアルゴリズムや理論はありましたが、それがマシン上で実現できなかったのはマシンが遅過ぎたというわけです。ところが、ディープラーニングというのはデータをより多くくればくべるほど精度が上がって行って、その精度を上げるための莫大な演算量を担保できるようになったので、近年進化しました。しかし、これを今のアプリケーションだけでなく、3次元の画像や複雑な領域、様々なところに適用していくためには、さらなる高速化が必要

です。そのためには多くのCPUの並列化、つまりAIのスーパーコンピューティングをやっていく必要があります。

17ページ、最後のスライドですが、ポスト「京」というのは、一個一個のプロセッサというものがただ単に高性能だけではなく、AIに適した性能の特性を備えており、一個一個のチップ自身が、GPU等と比較しても比肩するような性能を持つことが予想されています。さらに、それらつなげて、機械学習を非常に大規模に行うには非常に高速なネットワークが必要です。これもポスト「京」の場合は10万単位でスケールするような非常に高速な、普通のデータセンターで使われているものと比べると数十倍の速度のネットワークを持っています。

以上をもちまして、新しいSociety 5.0のアプリケーション等においてもポスト「京」というのは非常に力を発揮し、この技術が普及することによって、我が国が新たに覇権をとる、一種のゲームチェンジャーとなるという可能性を秘めていると思っております。

以上でございます。ありがとうございました。

【常行教授】 東京大学の常行でございます。

それでは、私としてはユーザの立場で、ポスト「京」コンピュータにどういうことを期待して、どのようなアプリ開発を行っているかというお話をさせていただきます。

資料18ページを御覧ください。

私、ポスト「京」のアプリケーション開発のプロジェクトの中の重点課題7番、次世代の産業を支える新機能デバイス・高性能材料の創生というところで課題責任者をしております。ここは簡単に言いますと、物理、あるいは化学の学理と産業応用をつなぐ材料デバイスシミュレーションのソフトウェア開発、こういうものを行っております。

ポスト「京」に対して我々が非常に期待しておりますのは、その左下に図がございます。四角形、立方体で象徴的に書かせていただきました。大きな計算機、速い計算機ができることでシミュレーションの対象のサイズでありますとか物理時間を伸ばす、これは当然のことでございますが、縦軸の方は、今度は近似の精度を上げて、より信頼性の高いシミュレーションを行う精度の問題。そしてもう一つ重要なのが、奥向きに書いた場合の数、組合せの問題でございます。これは統計量をとる、そして信頼できる結果を得るということに加え

て、先ほど松岡先生の方からお話がありましたA Iとの関連でデータをたくさんとる、これをA Iと結びつけて材料開発につなげる、ここで非常に重要な役割を果たします。こういうことを通じて複雑材料の電子状態を解析して、計算して究極的な材料・デバイスの性能予測を行う、新デバイスの構造提案を行う、あるいは未知物質の構造、製造プロセスを探索するということを狙っております。

右側に、実際にどういうものが対象となっているか、ごく一部ですが書きました。学理のところから産業の応用までは非常に遠い距離がございますが、ここをポスト「京」コンピュータを使ってシミュレーションでつなげていきたいというふうに考えております。半導体デバイスの延長にありますL S I、ナノ構造デバイスでありますとか、E Vモーターに欠かせない磁石材料、それから新しいパワーデバイス、こういうところに活用が期待されます。

下の19ページに参ります。

もう少し具体的に、アプリケーションの課題と、それから将来見込まれるアウトカムについて御説明いたします。

左側はパワー半導体デバイス、シリコンカーバイト、あるいはガリウムナイトライドと呼ばれる材料で、これは現在でも応用に使われておりますけれども、実は、本来この物質が持っている特性が十分に発揮できていない。それは幾つか課題がございます、例えば界面トラップの問題で、酸化膜との間の界面でトラップ準位ができて性能が出ないというようなことが言われております。ポスト「京」コンピュータを使って、我々はこの界面構造を明らかにし、どのような界面を用意してやればよいか、それをつくるために成長プロセスをどうすればよいかということにチャレンジしてまいります。

それから、右側には磁石材料の例を記載しました。磁石は、御存じのとおり世界最強の磁石、ネオジム磁石というのが日本で開発されて、これが今、E Vモーター等あらゆるところで使われています。これのおかげでハイブリッド自動車も動いております。ただ、これはネオジムという希少金属元素、さらにはジスプロシウム等、非常に少ない元素を使って動いておりますので、これを新しい材料、ほかの代替材料を使って、いろいろな実用温度で使えるものをつくっていきたくて考えています。こういうことで、国の元素戦略プロジェクト等でも材料開発が進んでいますが、我々は、ここにスーパーコンピュータの性能を利用して新しい材料の提案、それから、磁石には欠かせない界面の制御につい

て貢献をしたいと考えています。ここでは特にAIを使った、機械学習を使った新しい材料の開発というところが非常に大きな役割を果たします。

次のページ、20ページ。ここはもう少しファンシーな話を幾つか書いてございます。

1つは、強い電子相関を持つポスト「京」を使った新規デバイスの探索。これは近年、ノーベル物理学賞をとりましたトポロジカル系というのがございます。トポロジー現象というのがございますが、このトポロジーを使った新しいデバイスは全く市場には出ておりません。そういうところ、実は界面が非常に重要で、界面で、しかもそこに電子相関という新しい物理の原理が入ったときにどういうふうに動作して役に立つのか、これが実現されるとすれば、非常に消費電力の少ない新しいデバイスにつながると期待されております。こういうところに計算機、スーパーコンピュータが役立ちます。

真ん中は光と物質の相互作用で、強い光を当てるときに物質がどう振る舞うか、これを本当に地道に基礎から計算することによって、例えば受光デバイスであったり、光を使った非熱的な加工であったりとか、そういうところの技術開発を行うのが目標でございます。

右側は鉄鋼材料で、鉄鋼に限りません。高信頼性の構造材料でございます。そこでの研究でも、実は非常に細かい界面の問題が重要でございまして、ここでスーパーコンピュータが使われているということになります。

こういうことを通じて、新しい超スマート社会を支える新規のデバイス、光量子技術の革新、あるいは安全・安心な社会を支える構造材の開発、こういうところに貢献できるというふうに考えております。

以上でございます。

【小柳教授】 東京大学名誉教授の小柳でございます。

最後に、文部科学省における中間評価について御報告申し上げます。

ポスト「京」のシステム検討ワーキンググループと、それからアプリケーションの重点課題推進ワーキンググループで主査として中間評価を担当いたしました。

まず22ページを御覧くださいませ。中間評価の概要について御説明申し上げます。

ポスト「京」は、先ほどから御説明がありますように、最大で「京」の100倍のアプリケーション実行性能と、30から40メガワット以内の消費電力

を目標に開発が進んでおります。

重点課題のアプリケーション開発については、本年4月に研究計画・評価分科会でおおむね妥当と評価いたしました。システムの評価については、昨年度コスト及び性能の見通しについて評価し、今年度中間評価を実施いたしました。システムについても開発目標を達成する見通しが得られており、ポスト「京」の製造・設置を着実に推進することが適当であると判断いたしました。システム、アプリ、両方とも必要性、有効性、効率性の観点から評価いたしましたので、以下、それぞれについて概要を申し上げます。

23ページを御覧くださいませ。評価体制でございます。

アプリケーションの評価は、ポスト「京」重点課題推進ワーキンググループとH P C I 計画推進委員会により評価いたしました。システムの評価は、システム検討ワーキンググループとH P C I 計画推進委員会により評価いたしました。スライドからは省略しておりますが、重点課題ワーキンググループに萌芽的課題のサブワーキンググループもございます。

24ページを御覧ください。システム開発の中間評価からの詳細を説明いたします。

まず、必要性の観点からは、1つ目の丸であります「超スマート社会」のために新たな価値を創造する基盤としてスーパーコンピュータが不可欠であること、2番目の丸として、最大で「京」の100倍のアプリケーション実行性能と目標の消費電力を達成する見込みであること、3つ目の丸として、画期的な成果の創出のためにユーザの利便性向上やポスト「京」システムの使用等の情報公開がなされていること、4つ目の丸として、「京」は内閣府の南海トラフ地震の被害予測などに活用されてきましたが、ポスト「京」についても、このような政府の重要政策への貢献が期待できること、5番目として、量子コンピュータの開発状況を鑑みてもスーパーコンピュータの必要性が変わらないことなどを挙げております。

25ページを御覧くださいませ。

有効性については、1つ目に、コ・デザインによりシステムとアプリの最適化方針が同時に得られること、2つ目として、ハイエンドなA r mのC P Uを開発し、A r mのエコシステムを構築し、ソフトウェアの充実を図ること、3番目として、A I分野のアプリについても性能を発揮することなどを挙げております。

26 ページを御覧くださいませ。

効率性については、1つ目に運用コスト削減のために消費電力を最適化するなどの工夫を行ったこと、2つ目に、これまでの「京」を安定稼働させてきた知見をポスト「京」にも継承していくこと、3つ目に、「京」と同様に地元自治体からの支援を引き続き得ていくこと、4つ目に、文部科学省や、このCSTIの評価などによりPDCAサイクルが適切に回っていることなどを挙げております。

次に、アプリケーション開発に関する中間評価でございますが、27 ページを御覧ください。

1つ目に、ポスト「京」の大規模シミュレーションのための手法開発が進展しており、論文に関しても着実に増加しております。また、2つ目に、創薬等の産学コンソーシアムにより産学官連携も積極的に進められております。

次、28 ページを御覧ください。

必要性の観点からは、我が国において喫緊の課題とされている健康長寿社会の実現や防災等の対応を挙げており、それぞれの分野について重点課題実施期間からのヒアリングで世界に先駆けた成果が期待されると判断、評価されました。

29 ページを御覧ください。

有効性の観点からは、材料力学やものづくり分野において実験をシミュレーションによって革新、代替し、研究開発の質や生産性を向上できることを挙げております。また、基礎科学の分野においては、新しい知の創出への貢献をすることが期待されていることが、それぞれの重点課題実施機関からのヒアリングにより評価されました。

30 ページを御覧ください。

効率性の観点からは、各重点課題実施機関内において外部有識者による諮問委員会などが構成されており、課題内での外部有識者のコメントや産業界の要望等を取り入れ、アプリケーションの開発でも積極的に課題の選択と集中を図る等の取組が行われております。

以上でございます。

【角南会長】 よろしいですか。ありがとうございます。

それでは、ただいまの文部科学省からの説明について御質問、御意見などございませんでしょうか。尾道委員どうぞ。

【尾道委員】 本プロジェクトについては、従前の「京」がかなり産業応用も含めて大きな成果を上げているということで、それに引き続いて期待を持てるプロジェクトということで、この計画どおり進めていくということに対してすごく妥当だとは思いますが、1点確認です。世界的にも競争の激しい領域ありますが、これについて、基本設計が評価後に加工技術開発の困難な点から、日本だけにとどまるどころではありませんが、世界的に開発スケジュールが1年半ぐらい遅延しているということで、この影響が、この時間の中で新たな付加価値の創出に向けた工夫がされていると思いますが、競争環境とか外部環境も含めて、その辺について何か大きな変化があったとか、そういうことがあれば、何かちょっと付加的な説明を頂けるとありがたい。

【坂下室長】 ありがとうございます。

まずは世界的な遅れという状況ですので、一、二年の遅れはありましたけれども、2021年頃の供用開始ということで、世界の最高水準という開発目標は変わっていないと評価を受けているところでございます。ありがとうございます。

【松岡センター長】 世界的な状況は、スーパーコンピュータ技術、シミュレーション系のアプリケーション及び人工知能系のアプリケーション、これらに関して世界的な競争がよりステップアップされたというのが我々の印象でございます。例えばヨーロッパにおいては、この期間においてヨーロッパエクサスケールという、ヨーロッパの固有の技術で日本やアメリカや中国とマッチングするようなマシンをつくるプロジェクトがヨーロッパ Kommission を中心に立ち上がり、非常に大きなファンドを得ております。

アメリカも、トランプ政権になってから、エクサスケールコンピューティングプロジェクトに関する予算措置が非常に増加して、性能ターゲットも上がり、非常にアグレッシブな研究開発を行っている状況になっております。

正にこの1年半のディレイというのは世界中で経験したことでございますが、各国ともそれを逆に活用し、更に競争が激化してきました。我々はそれに負けないように新たな付加価値をこの期間で追加したというのは、御説明したとおりでございます。

【角南会長】 安藤委員、どうぞ。

【安藤委員】 松岡先生の御説明であったと思いますが、4ページで、今の質問にも関係しますが、少し遅れた期間をうまく利用して半精度の機能を導入し

たとおっしゃったのでしょうか。

【松岡センター長】 S V E というのはいわゆるベクトル演算をする命令です。それは A r m 社が中心となり、富士通及び理研も貢献して今回新たに設計した命令セットでございまして、様々なベクトル幅が可能で、数値フォーマットは例えば 6 4 ビットの倍精度だとか、多様なフォーマットを受け付けるのですが、今回特に機械学習用に F P 1 6 という短い形式の浮動小数点や、更に I N T 8 等の非常に精度の低い、そのかわり並列数がかなり上がるような新たな数値フォーマットをサポートするというを行いました。これによって機械学習の性能は大幅に向上し、また、場合によってはこれらが H P C に使えるかもしれません。それ以外にも、例えばメモリをより高性能なもの、新しい技術のものに変えたとか、幾つかの技術的な変更点はございます。

【安藤委員】 では、その半導体の遅れの間にも、今おっしゃったような設計がどんどん進んでいるようなイメージでよろしいですか。

【松岡センター長】 はい。F P 1 6 の導入というのは当初の計画にはありませんでしたが、今、世の中で A I が非常に重要になり、我々もただ単にシミュレーションだけではなく、A I においても世界トップ性能のマシンをつくっていかうとなりました。シミュレーションと A I というのが相乗的にインタプレイすることによって、サイエンスやエンジニアリング、S o c i e t y 5 . 0 のアプリケーションがより前進すると、そのような理解でそのような機能をつけ加えたということでございます。

【庄田委員】 システムとアプリケーションのコ・デザインに関して 1 点確認をさせていただきます。この評価専門調査会で数年前、事前評価のときに、現在の「京」の利用状況について御質問をした記憶がありますが、当時お答えとしては、「京」がアプリケーション開発に大体半分が利用されているのだというお答えを記憶しております。このシステムとアプリケーションのコ・デザインで実際に運用が開始されると、アプリケーション開発も当然続くと思いますが、比率的には現在の「京」とは大分異なってくる、そういう想定をされているのではないかと思います。確認をお願いしたいと思います。

【坂下室長】 現在の「京」につきましては、運転時間の割合のうち 4 割程度を、この重点課題のアプリケーション開発に充てているという状況でございます。恐らくそのことを回答したのだと思います。

ポスト「京」になってから、こういった形のアプリケーション開発プログラ

ムを実施して、それにどれだけの資源を割り当てるかということは今後の検討ではございますけれども、全体のマシンのパワーが大きくなっているということも踏まえまして、また、様々な新しい利用の可能性も広がっているということも考えまして、これから適切な割合を検討していきたいというふうに考えております。

【菱沼委員】 御説明ありがとうございます。技術的な内容の御説明ですとか、あるいは文科省の中間評価の内容を聞いて、正に「京」で既にもう成果が出始めていて、かといって5年経ったら古くなってきて、もっと速いコンピュータが必要だといったニーズなんかもよく分かりまして、とても本当に国家にとって重要なインフラの一つだなと思っています。是非是非このプロジェクトを進めていただくと共に、皆さんにオープンに使っていただいて、多くの成果を出していただきたいなというふうに思いました。

1点質問ですけれども、冒頭、スマート社会において9つの重点課題を解いていくのだといったことで、そこのところは材料開発だとか医薬開発とか、そういったところで具体的なこれまでの取組、今後何をやりたいかということが示されていてよく分かったんですけれども、AI開発の部分に関して、ハード的にはこれから世界的な規模のディープラーニングができるところまでは理解できたのですが、それを利用してどういう方々が何をしようとしているのかということについて御説明いただけると、ますますこの「京」の重要性というのが理解できると思いますのでお願いいたします。

【坂下室長】 今回の評価を頂く内容につきましては、今の開発とアプリケーションをつくるというところまででございますけれども、今後、ポスト「京」ができた後にどういった可能性が広がっているかということについては、一般論で少し専門家の先生方から御説明いただいてもよろしいですか。

【松岡センター長】 そもそも理化学研究所にはAIPというAIのセンターがございまして、ポスト「京」の活用に関して、どのような新しいAIのチャレンジングな課題にこのような計算パワーというのを適用できるかというのは、様々な方面で検討しております。例えば、一つの検討課題としては地震です。我々は「京」、さらにポスト「京」におけるシミュレーション技術で非常に精緻に、東京都や大阪市などの大都市の建物、地表、さらに地盤を全部統合的に揺らすことができるシミュレーション技術を持っています。しかしながら、それを現実のものとするには、それぞれの基礎的な構造データが必要で、地表近

くの土の構造や地層がどうなっているかというのは、実際は詳細には分からないのが問題でした。これに関してA I 技術を用いて、シミュレーションのデータから逆に地層がどういう活動をしているかを機械が学習して、最もありそうな地層を簡便に生成して、それによってシミュレーションの精度を大幅に上げる、そのような研究が今既に本センター、東京大学地震研とA I Pの共同研究で始まっております。

それはごく一例でございますが、今後、これだけのフルパワーのA I 能力を活用する事例は多く挙げられています。例えば医療C T等の高精度な三次元画像や、ビデオ系です。映像系では二次元の静止画は簡単ですが、三次元画像やビデオというのはかなり難しいです。しかし、それらへの適合によって、A I のネットのデータへの適用だけではなく、スマートシティへの適用だとか、様々な新しいA I の領域のチャレンジというものが今模索されております。

【常行教授】 材料分野に関して、少し御説明を追加させていただきます。

材料の方では3つぐらいA I の利用というのが考えられています。1つは、一番皆さん期待されるものとしては新しい材料の探索ということで、最初に私が御説明したように、ポスト「京」を使いますと、いろいろな組合せに対する計算ができるようになります。この数が増えることによって探索の空間が広がって、そこから機械学習で次の新しい材料を見つけていくという、ここがおそらく一般的には最も期待される場所であろうと思います。

もう一点は、我々が計算して出てくる結果というのは、どうしても限られた情報量でございますが、その限られた曖昧な情報の中から本質的な部分を抜き出す、スペクトルの解析でありますとか、これは実験のデータ解析とほぼ同じものがございますが、そこでA I を使う、これが2つ目でございます。

3つ目は、もっと基礎科学の問題でして、我々が基礎物理の世界で一番のターゲットとしております多体問題というのがございますが、いかにたくさんの電子の問題を正確に解くか、そこにA I を使うということが実は研究としては非常に進んでおります。物理の世界でもA I というのは今浸透しつつあります。そういうところに期待できます。

【岸本委員】 御説明ありがとうございます。

計算科学やデータ科学の分野の研究者、あるいは企業の関係者の中で非常に待たれている計算機の完成だと思っておりますので、是非進めていただきたいと思っております。

今日の説明の中で1点確認させていただきたいのは、松岡先生のお話の中で、今回のCPUはゲームチェンジャーとなるぞというお話があったと思いますけれども、こういったスーパーコンピューター、あるいはコンピューターの開発って、ずっと続けていかなければいけない、競争が激しい分野だと思います。今回のポスト「京」の完成というのが待たれるところですが、このゲームチェンジャーになるという観点から、さらなる高精度、あるいは汎用性ということがあると思います。そのあたりの見通しというのはいかがでしょうか。

【松岡センター長】 このポスト「京」というマシンと、その現状に関する評価ですけれども、先ほども申し上げましたが、今回のチップはコ・デザインが成功した面もあり、チップ単体で非常に高い性能を持たせることができました。また、Armプロセッサですので、極端な話、ポスト「京」のチップを使ってスマホも作ろうと思えば作ることができます。もう少し現実的には、例えばワークステーションをつかって、その上でWordすら動くような汎用性を持っております。

非常に高い性能、競合他社に対する高い性能により、この技術というのが様々なところに入っていきようになります。例えばチップが入っていくとか、ライセンスで入っていくとか、そういうことを期待しております。究極的には、ポスト「京」の技術というのが、ただ単にポスト「京」というマシンにとどまらず、メジャーなクラウドに入って行って、その技術が世界中で使われて、その技術の根幹を我々が握っているようになることです。例えばSVEについても、今のNEONという命令セットに加え、SVEが今度新しいベクトル拡張になるということが決まっております。将来はスマホなどにも入っていくことが期待されます。そうすると、ポスト「京」がある種かなり貢献したところの技術というのが、年間約15億から30億ぐらい売れる、こういうIoTデバイスに入っていきます。そのような日本発の技術や日本発の製品というのが世界に普及して、更に我々が開発するソフトウェアのアプリケーションだとかシステムソフトウェアの技術も普及していくと、こういうことも非常に期待するところでございます。

【白井委員】 説明ありがとうございます。私は5年前の2013年の事前評価のときから関わっていましたので、そのときから指摘を沢山させていただきました。今回は、これの原本になります文科省から出ている評価報告書、これも読ませていただきまして、その指摘事項に非常に丁寧に答えられているとい

うことも確認させていただきました、ありがとうございます。それに関して2点だけ、御説明いただければと思います。

まず1つ目は、目標設定のところで、一番最初の事前評価のときは、単に性能を100倍に上げるということが書かれていました。2回目の事前評価からは、単に性能が高いだけではなくて、今回も書かれていますように高効率かつ省電力、使い勝手のよいシステムという目標設定にされています。ただ、そのときの設定のされ方が非常に定性的で、それを何か定量的な指標にできないのかという指摘もさせていただきました。また国際的に比較をするときに、ランキングというのは余り意味がないとは思いますが、それぞれのシステムがどういう位置づけにあるかを評価するためには一定の基準がないといけないと思っています。そのときに、今回のポスト「京」で言われている高効率かつ省電力で使い勝手のよいシステムであるというのを評価する指標というのは、何か考えられているのでしょうかというのが1つ目の質問です。

もう一点は、ちょっとまた離れまして、利活用の効果の面で、指摘事項の中に、こういったシステムを多く広く産業界で使うためにオープンでないといけないということがあると思います。オープンであればいろいろな方に使われる。さきほどのスマホの例がその一例です。一方では、これは開発元である富士通さんがプロプラエタリに開発されたものですから、やはり知財のクローズな部分があると思います。そういったクローズな部分とオープンな部分の境目、あるいはそれをうまく切り分けながら活用されていくという方向性、そういったところをお伺いしたいと思います。2点目の質問です。

【坂下室長】 お手元の資料の1-1の39ページ、38ページが上で39ページが下でございます。前回、世界最高水準の各特徴の検証方法及び総合力の比較検証ということで御指摘を頂いておりました。やはり全てのものを横に並べて比較するというのは難しい点もございますし、先ほど申し上げましたけれども、LINPACKですとか、いろいろなランキングに使われているアルゴリズムが、必ずしも使いやすさとか全てのアプリケーションへの有効性を示すものではないという状況もある中で、ポスト「京」につきましては、初版のCPUの性能の評価をこれから夏にかけて試験を行います。その後、いろいろな性能についてももう少しはっきりしたことを出せる状況にもなりますので、そういった情報を含めて、現在、2020年から21年頃に設置が見込まれる他国のCPUマシンとの比較を、次回の9月にお出しできればというふうに考えて

おります。

また、もう一つの観点としまして、使いやすさについて、調査機関の方調査を依頼しておりますので、その比較の結果も次回お示しできればというふうに思っております。

それから、知的財産につきましては、上の38ページの方でございますけれども、正におっしゃるとおりオープン・クローズということになりますけれども、システム開発、アプリケーション開発、それぞれにつきまして、ポスト「京」のプロジェクト成果を幅広く展開するという観点でオープンにやっていくもの、一方で付加価値を創造するためにクローズでやっていくもの、その切り分けをそれぞれシステム、アプリケーションの開発の中で関係者で議論をしながら戦略的に考えていくという取組を進めているところでございます。

【角南会長】 ですと、9月ですから、この専門調査会の方では第128回の、もう一回このケースを評価する際にCPU等の補足的なデータを頂くということとでいいですね。

では、まず高井委員から、それで、その次、関口委員。

【高井委員】 どうも御説明ありがとうございました。

私は2点御質問させていただきます。説明いただいた資料の13ページでございます。松岡先生からゲームチェンジャーになるんだというお話がございまして、要はSociety 5.0に非常に機敏に対応されて命令セットの拡張等をされて、正にAI機械学習にもポスト「京」を活用していくという、その対応ぶりというのは非常に感銘を受けたところではあるのです。こういった新しい情報通信技術の芽生えの時期から成熟していくまでの過程はハイパーカーブというような形で表現されますが、今正に機械学習などがハイパーカーブのピークにありまして、最も関心が高い時期が今であって、ポスト「京」の運用が始まるのはこれから三、四年先になりますけれども、その時点ではこれがずっと落ちていく状況が予想されます。

ですから、今現時点でこの第4の科学に対する対応を重要視されておりますけれども、結局運用が始まる時に、どれだけその効果が出るかというのは、これは非常に難しい問題ではあると思います。それでちょっと懸念は、つまり第3の科学に対するリソースと、それから第4の科学に対するリソースといいたいでしょうか、その資源配分がどうなっていくのだろうか。やはりゲームチェンジャーというよりも、環境変化の方が多分もっと激しいような気もするので、そ

の環境変化に対してどれだけ柔軟に対応できていけるのか。それはシステム的なことと、運用的なこともあると思いますが、特にシステム的な面において、柔軟に対応できるような仕組みを既に検討されているのかどうかということが、まず第1点の質問でございます。

それから、2点目は評価の話ですけれども、23ページ目で文部科学省における中間評価の評価体制という図がございました。これは、「京」、それからポスト「京」の計画推進そのものについてはHPCI計画推進委員会がハンドリングされているというのは承知しているところですが、この中に評価委員会に相当するようなものが置かれて評価されていたのか、それとも、また別途有識者会議などが置かれて評価されているのか。その辺をちょっと御説明いただければなというふうに思いました。

以上です。

【松岡センター長】 ありがとうございます。

機械学習に対する対応を幾つか行ったというのは申し上げましたが、ポスト「京」における機械学習の高速かつ大規模なスケーラビリティというのは、必ずしもそれ単独ではなくて、実は著しく高いメモリバンド幅だとか非常に高いネットワーク性能を併せ持っていることが特徴です。この特性というのは、通常のシミュレーションの科学においても非常に役立ち、むしろそれがドミナントな性能メトリックになるというようなものであります。

先ほど申し上げたように、競合のプロセッサに対して、2倍から数倍ぐらい速くなるというのは、それはシミュレーションの科学の例であり、ポスト「京」のプロセッサというのは、コ・デザインによって様々なメトリックが可能な範囲で非常に最高になるように設計したので、ある意味で非常に懐が深いプロセッサであると思っております。

ですので、今後どのようなことが起こってくるかというのは、まだそこまでAIは進化していないので、我々は全く予測できませんが、私の長年のスパコン開発の経験から、このように素性のよいマシンというのは、様々な新しい環境に対応できていくと思っております。今回のマシンは、AIだけではなく、ブロックチェーンセキュリティみたいな用途にも非常に高速に対応できると思っております。そういう新しいアプリケーション分野に非常に柔軟に対応できていくのが今回のマシンの特徴であるとも思っております。

【坂下室長】 評価に関してでございますけれども、資料1-1の37ページ

を御覧いただければと思います。

御指摘いただいた委員の名称がありましたのは、37ページの左上のH P C I 計画推進委員会とポスト「京」に係るシステム検討ワーキング、重点課題推進ワーキングでございます。こちらの方で、特に個別の分野に関しては、より詳しい専門家なども加えまして、かなり厳格な評価基準を使いまして、実質的な議論をこのH P C I 推進委員会と、その下のワーキングでしております。ただ、最終的に文部科学省としまして、これを情報科学技術委員会研究計画評価分科会というところで評価として確定していくという、そういうプロセスになっております。上の方の委員名簿は、今回省略しておりましたけれども、体制としてはこういうふうになっております。

【角南会長】 よろしいですか。

関口委員、どうぞ。

【関口委員】 貴重なお話、ありがとうございます。

話が出ているところにも関連するのですが、「2位じゃ駄目なんですか」という有名な言葉がありました。実をとっていき戦略というの方法は非常にいいと思います。そうはいっても、やはりプレゼンスとか対外的なイメージとか、そういったことを考えたときに、分かりやすい基準でトップに立つということは、一方でそれ自体にまた意味があるような気もするわけでありまして。そういう意味でいきますと、今おっしゃった37、その前の36ページですか、TOP500はもう追わないと決めているのか、そうじゃなくて、この次につながる、今のコ・デザインの仕組みでいって、その次がまた狙えるという、そういうシナリオのもとにやっつけらっしゃるのかどうなのかという点と、今の仕組みのグローバルスタンダード化ということが書かれたと思いますが、自分達だけすごいと言っても余り意味がないので、それを諸外国というか、この分野の専門家、あるいはメディアみたいなものも含めて納得がいくようにするためには、その方法についての認知とか周知徹底みたいなものもやらなければいけないと思いますので、その辺のグローバル化、グローバルスタンダード化みたいな戦略をどう考えているのか、その2点をお聞きしたいと思います。

【坂下室長】 まず1つ目の点でございます。ランキングにつきましては、繰り返しになりますけれども、このランキングに使われているアルゴリズムを目標に開発をしていくということはしないということが我々の今の開発の方針でありまして、それは、やはり我が国としてフラッグシップとなるマシンをつく

って、それを使っていただいて成果を出していただくということが一番大事です。なので、ランキングを迫うということを目標にはしておりません。

他方、ランキングというのは結果だというふうに我々は思っておりまして、実際にマシンができたときに、このランキングの中でどういう結果が出るかという形で出てくるものだと、それが世界の中でどれぐらいの水準かというものを見ていく上での一つの参考として、こういったものの中に入ってくることを考えております。

【松岡センター長】　そうですね。私もスパコンの主要世界ランキングで数回世界1位をとっておりまして、ランキングの重要さは別に否定するものではないです。

こちらの36ページを見ていただいても分かる通り、例えばHPCGとかGraph500のようなランキングでは相変わらず「京」は1位で、この理由は、システムのバンド幅が著しく競合他社に対して高いからです。HPCGやGraph500のスコアがポスト「京」でどのぐらい伸びるかという、具体的なことはまだ申し上げられないのですが、すさまじく向上します。特に多くの偏微分方程式系のアプリケーションを代表するHPCGと、ビッグデータ処理におけるグラフ解析を代表するGraph500、に関しては、速度向上の目覚ましきさというのは、かなり注目されると思います。

Green500に関しても、こちらにあるマシンというのは、私のつくったTSUBAME3.0を含めまして、これらは特殊なアクセラレーター系のプロセッサを使っています。「京」のように一般プロセッサを使って非常に高い電力効率を出すのは難しいのですが、これらに比肩するような効率が出るのではないかと考えております。ですから、一般CPUとしては世界トップになるのではないかと考えております。

TOP500でございますが、こちらも時の運で、例えば中国とかアメリカというのは、特に中国は、政治的にこのメトリックに執心しておりますけれども、彼らの戦略というのは、他の重要なメトリックを犠牲にしてまでも、これだけを向上させようとしているとしか思えないので、我々はそこに追随することは、きちんとしたスパコン技術の研究開発としては好ましくありません。もちろんタイミング的にポスト「京」は1位になるかもしれませんし、そうならないかもしれない。ただ、「京」、ポスト「京」はあまねくアプリケーションの性能が高いので、Top500で1位か2位かは別として、国際競争力とい

う点では決して劣ったものにはならないと信じております。

広げるという意味では、やはり先生がおっしゃったとおりコンピュータは、基本的にエコシステムが最も大事だと思います。しかし、それを国際的にやっていくには、先ほど申し上げたA r mのエコシステムに乗り、さらに、ハイエンド系におけるエコシステムを普及させていくということが非常に大事になります。これに関しては、富士通だけでなくA r m社や、A r mに関心を持っている様々なスパコンセンターやクラウドデータセンターと、今後非常に密な協議を続け、ハードウェアだけではなくソフトウェアの観点から、ポスト「京」で開発された諸技術というのを彼らに売り込み、逆に彼らがつくった技術もこちらに取り込んでいくと、そのようなエコシステムを国際的につくっていく、その仕組みを今、理研、富士通、A r m等で進めております。

【角南会長】 梅村委員、どうぞ。

【梅村委員】 すみません。私もこのプロジェクトを進めること自体に関しては何の異存もございませんけれども、1点御説明の中で、資料1-1の25ページ目のところで1点だけ、ちょっと気になったのは、A Iだとか機械学習を盛んに意識されてのことだと思うのですが、「G P Uと比肩する性能を引き出すことができる可能性」という表現がありました。個人的には、やっぱりC P UとG P Uはそもそも基本的に違うものであって、それぞれの特徴を生かしたもので、両方ともうまく組み合わせて使っていくことが重要じゃないかというふうにちょっと考えています。

常行先生の御説明がありました材料開発においても、今後、C P Uを高性能化していったって、どんどんシミュレーションを拡大していくというのは大変重要なことというのはよく分かりますけれども、片や、例えば顕微鏡のデータですか各種の分析データを画像処理をして、それで新しい材料開発を行っていくというG P Uを使ったアプローチというの盛んに研究が行われているわけであって、一概にG P Uに勝てるだとかまざっているということの評価するよりも、何かC P Uとしての特徴を生かした中での評価をしていくことが重要じゃないかなというふうに考えますが、いかがでしょうか。この場でG P U、C P U議論をし始めると、多分切りがないと思いますので。

【松岡センター長】 私は、長年G P Uマシンをつくってまいりましたが、おっしゃるように、純粋なグラフィックス処理に関してポスト「京」のプロセッサは、画像を出すグラフィックス処理を直接高速化する機能はないので、そ

のような用途ではGPUを使うことが当然ながら必要です。

GPUにとっても機械学習等は新しい分野です。ではそのGPUにおいてなぜ機械学習が高速化されてきたかということ、1つは、演算性能、特に低精度の演算の性能は非常に並列性があるということと、もう1つは、深層学習で一番重要な部分である畳込み演算の性能が高いということです。両方においてGPUというのは性能が高いので、それによって機械学習性能が高いということになります。

実はポスト「京」のチップもそれらの点では同じです。ポスト「京」のチップも、演算性能は最新の最も性能の高いHPC用のGPUと比較すると多少は劣りますが、かなり近いところの演算性能を持っています。メモリバンド幅は、正確なことはまだ8月ぐらいまで申し上げることはできませんが、GPUに比肩するような性能を持っている可能性が高いです。そうしますと、AIにおける最も基本的な演算性能の部分というのはそれほど大きく乖離はせず、似たようなものになる可能性は高いです。ですので、画像処理に関してはGPUは得意ですけれども、いわゆるAIにおける、特に深層学習においては、ポスト「京」のプロセッサというのはGPUに比肩するような性能を持ちます。それは分野によって違うと思うので、分野によってGPUを使ったり使わなかったりという判断はあります。ただ、今までのCPUと比べると、かなりGPUの領域を侵食するというのは、今回のポスト「京」では言えると思います。

【門永委員】 ありがとうございます。

専門的なやりとりがずっと続いたので、素人質問をさせていただきますが、要は需要が十分にあるのかということです。作って何ぼではなくて、使って何ぼが大事。使うときもオペレーションコストが相当かかりそうですが、従来より100倍ぐらいの何らかの能力がある。今回の御説明も、こういう性能が出ますという資料をたくさんつけていただいていますし、それから、アカデミアの御専門の先生が来られてこれの魅力を語っていただいたので、そこはいいと思うのですが、この例とか、お伺いした話を積み上げていっても100にはならないのではないかという、素人としての心配があります。

もちろんこれ以外にもいろいろアプリケーションはあると思いますが、要は御心配なくと、これは行列ができて、すぐに100埋まってしまいますよという話なのかどうか。または、オープンにすれば口コミでいろいろとみんな集まってきますよ、そのうち埋まりますよという話なのか。若しくは、いろいろマ

ーケティングとかプロモーションをして、例えば文科省で、これはこういうふうに使えば成果が最大化されるのだということを広めていくというような施策を考えていらっしゃるのか。この辺はいかがでしょうか。

【坂下室長】 具体的なデータ等でお示しできるものをつけてはおりませんが、今、「京」につきましても、実際の計算資源を上回る、使いたいという要望が非常に多い状況でありまして、さらに今、H P C I コンソーシアムという大学の基盤センターやユーザのコンソーシアムがありますけれども、そういったところでいろいろな方と対話をしていただいている中で、やはりポスト「京」を使いたい。100倍の実行性能になりますけれども、例えば今やっているアプリケーション一つをとっても、より高精度、高速、たくさんの範囲を使って計算をしたいということになった場合は、そのまま大きな計算資源を必要とするということにもなりますので、そういったことを考えると、需要については余り心配をしていないというよりも、非常にたくさんの方が使いたいと思っている状況であるというふうに認識しております。

【常行教授】 材料系について言いますと、まず潜在的な需要で言いますと、我々だけで全システムを使いたいぐらいなので、幾らでも希望は出てくると言います。ただ問題は、そのシステムがどれだけ我々にとって使いやすいシステムであるか、性能が出しやすいシステムであるか、そこが問題でして、その意味で言いますと、非常に汎用性を考えて今つくっていただいている、それからコ・デザインで、我々のアプリが実際に速く性能が出るようにつくっていただいているというところは非常に心強いところで、我々としては期待しているところです。

【坂下室長】 その点で1点補足いたしますと、「京」のときから利用支援とか、例えばチューニングとか、いろいろなところで支援をするという取組もしております、恐らく新たなユーザの方が入ってきていただくときに、そういったサポートがあるということが大事で、また、今回いろいろな情報をできる限り早い段階でユーザコミュニティに共有していくという公開の取組も進めております、そういういろいろなことを組み合わせて、使っていただくための取組というのも実施しているところでございます。

【小柳教授】 私は、「京」のときには運用にも若干関与した者でございますが、そのときの経験から申しますと、「京」の場合には戦略分野というプロジェクトが前から立ち上がっております、今でいう重点課題と似ておりますが、

運用が始まった初期には、そういう準備していたところがまず最初に利用しました。一般の利用というのは若干ワテンポおくれてわっと立ち上がって、先ほどから話がありますように、もう一杯一杯という状況でございました。ポスト「京」も似たような状況になるのではないかと考えております。

【松岡センター長】 今回、様々な取組をさせていただいておりますが、この説明でやっぱり一番大きいのはA r mのエコシステムを採用したことだと思っております。産業利用する際に、多くの場合は商用のソフトウェア、専門のソフトウェアを使うことが多いですが、「京」のときはその産業用のソフトウェアをそれぞれの会社が移植してくれるということはなかなかありませんでした。

ところがA r mの場合は、普通のパソコンよりはるかに多くの個数があるので、今回、まだ完全なリストは持っておりませんが、様々な商用ソフトウェア、特にI S Vと呼ばれるような商用ソフトウェアを開発する会社が、A r mやA r mプラスS V Eにコミットをしてきております。例えば半導体の製造設計のケイデンス社だとか、構造設計の一番有名なアンシス社等はA r m版を出す計画をしています。このようにソフトウェアが充実することによって、ただ単に我々が開発するだけではなく、世界中のソフトウェアが商用を含めてこのマシン上で動くということによって、非常に多くのユーザに使っていただけるのではないかと、特に産業用等においても「京」以上に華やかになるのではないかと、いうふうに期待しております。

【門永委員】 ありがとうございます。皆さん異口同音に「御心配なく」と歯切れよくお答えいただいたので安心いたしました。

【角南会長】 ありがとうございます。

ちょっと予定した時間を多少過ぎておりますが、このポスト「京」につきましては、重要性といい、それから注目度といい非常に高いものですから、引き続き委員の先生方、きょう、この後も追加的な質問、あるいは観点というものがありましたら事務局の方に出していただければ、次回、9月にまたこの議論をさせていただきますので、そのときにまた御回答いただくというふうになると思います。それから追加的な評価指標も出てくるということですので、引き続きよろしく願いいたします。

それでは、次ですね。大規模研究開発の評価ですね。今回の評価に当たっての事務局からの評価方法等の案について説明をお願いします。

【板倉企画官】 それでは、資料の1-2と、あと参考資料6をお手元に御準備ください。ちょっと時間が押しているのですが、簡単に要点だけ説明させていただきます。

資料1-2に関しまして、本ポスト「京」の中間評価の進め方の案でございます。

1枚目は根拠と経緯を主に書いているもので、めくっていただきまして2ページ目、真ん中あたりから中間評価の進め方ということに記載しております。従来どおり中間評価につきましては、評価専調で調査した結果をCSTI本会議で審議、決定するという流れにさせていただきます。

3ページ目の上に実施スケジュールの予定を記載しております。今回、6月21日です。次回が9月で、試作CPUに係る部分等の説明をしていただきまして、10月に評価の取りまとめ、11月にCSTI本会議で決定ということを予定しております。

その下の4ポツ、調査検討する事項案でございますけれども、下に書いてございます①から⑤番、こちら、昨年石炭ガス化の中間評価を行わせていただきましたが、同様の調査項目にしております。これらの調査結果に基づいて見直しの可否等の評価を行うという進め方をさせていただきたいと思っております。

5ページ目に進んでいただきまして、この調査検討項目に関して評価内容をお示ししたものでございます。これに関しましては、参考資料6、これは平成28年に行った基本設計評価の確認というものでございまして、参考資料6の3ページ目からが確認結果になっております。

この4ページ目から指摘事項を前回させていただいております。例えば計算科学の研究基盤であることを毅然として示すべきとか、あとは、5ページ目にいきますとアウトカムのさらなる具体化・明確化等ですね。こういった指摘事項をさせていただいておりますので、この評価内容の中に前回指摘事項という形で盛り込ませていただいているものです。例えば1番の実施府省における中間評価結果の妥当性というところでは、評価内容としては2ポツですね。成果アウトカムをより具体化・明確化させているかと、これは前回指摘事項という形で入れさせていただいております。このような評価内容でよろしいのかどうか、御審議のほどよろしくお願いいたします。

【角南会長】 ありがとうございます。

それでは、ただいまの事務局からの説明について質問、意見ございませんで

しょうか。

一度これは調査会で議論した話なので、特に追加的な質問がなければ次の議題に移らせていただきたいと思います。

【板倉企画官】 分かりました。では、この評価内容に沿って、次回までに文部科学省なりの対応を事務局で整理させていただきまして、また委員に事前に配布させていただきます。それを踏まえて、また9月に御議論を頂きたいと思っております。

【角南会長】 分かりました。よろしくお願ひします。

それでは、文部科学省の関係者の皆様、ありがとうございました。

ちょっと入れかえですね。じゃ、よろしくお願ひいたします。

(説明者退室・説明者入室)

【角南会長】 それでは、次の議題ですね。「革新的新構造材料等技術開発」のステージゲート評価の確認について。

確認項目につきましては、事務局から案を各委員に紹介しているところですが、本件について事務局から御説明をお願いいたします。

【板倉企画官】 それでは、資料2-1と、まず参考資料の7を御準備いただけますでしょうか。

今回、第2回目のステージゲート評価結果の確認ということで、資料2-1でお示ししましたのが、その確認方法の案でございます。こちらにつきましては、各委員に一度目を通していただいたと思っておりますので、簡単に御説明させていただきますと、前回の第1回目のステージゲート評価の確認を踏襲した視点をセットしております。

2ポツ目として、確認方法として、目標及び計画、あとマネジメントについて、その他S I P等との連携の視点を留意しつつ妥当性について確認を行う。

前回指摘事項についての対応状況につきましてもあわせて確認していきたいと思っております。こちら、めくって2ページ目になるんですけども、こちらにつきましては、参考資料7の、これが前回、平成28年に行った評価結果の確認ですが、これの3ページ目から確認結果というものになっております。

もう1枚めくっていただきまして4ページ目のところに、次回のステージゲート評価までに改善すべき点というもので何点か御指摘をさせていただいているものにつきまして、戻っていただきまして、すみません。資料2-1の2ページ目の上段に書かせていただいております前回指摘事項としまして、①から④

番をこれから確認していきたい点として挙げさせていただいております。

今後の予定としましては、本日、この確認方法に基づきまして経済産業省の方から説明、質疑応答を受けまして、次回、7月31日なんですけれども、それまでに審議結果の取りまとめ案を事務局から各委員にお示しをしまして、次回にそれを御審議いただくという流れを考えております。

事務局からは以上になります。

【角南会長】 ありがとうございます。

続きまして、経済産業省より、評価手法に基づいたステージゲートの評価結果について御説明をお願いします。

【松本室長】 経済産業省の産業技術プロジェクト推進室長、松本でございます。よろしくお願いたします。

座って説明させていただきます。

資料2-2を御覧ください。こちらに基づきまして事業の方の状況を説明させていただきます。私と、あとNEDO、それから実施者のISMAの方から順に説明をさせていただきます。

まず、ページをめくっていただきまして2ページ目を御覧ください。私の方から、まずちょっと政策的なところでの背景などについて説明させていただきます。

2ページ目は御承知のとおりでございますけれども、2015年にパリ協定で国際的に決められたとおりでございますが、引き続き各国、CO₂の削減をしなければならないというところで、特にここで掲げております運輸部門、相当の割合を占めておりまして、その中でも自動車のCO₂排出量というのは相応の量を占めており、ここの削減ということは非常に重要な課題であるというところになってございます。

次の3ページ目でございますけれども、その中で燃費改善というのは、ものすごくそういう意味では重要なところではあるんですけれども、エンジンそのものだけというのは、日本はかなりいいところまで来ていますので、更そこからもう一歩行くというところまでいくと、抜本的にやっぱり車体を軽くしていくということがものすごく必要になってきます。その中で、我々が掲げておりますのがマルチマテリアルという考え方でございまして、従来ですと、各個別の産業ごと、鉄だったら鉄、アルミだったらアルミ、チタンだったらチタン、こういった分野でそれぞれ技術開発をして、うちの材料が一番いいというよう

な形になってしまうんですけども、それだけではもはや駄目で、いろいろな材料の一番いいところを使って最適化を図ったところで、ここは鉄がいいだろう、ここはアルミの方がいいだろうと、軽量化しつつも、ちゃんと構造としての安全性なんかも担保するベストな解を求める、これがマルチマテリアルというふうに名付けておまして、そのための研究開発というのを進めております。これは単一の企業だけではできないということで、次の4ページ目を御覧ください。

これは、もういろいろな業界、鉄鋼、マグネシウム、アルミニウム、チタン、それからCFRP、こういった様々な材料を扱う業界、研究者、こういったものが一堂に会しまして研究開発を進めるということで行っております。こういったものを更に、とりあえず自動車の軽量化ということをやった上で、最終的に共通基盤的技術を更にいろいろな分野にどんどん応用させていこうというようなところを目標としているものでございます。

5ページ目を御覧ください。

実際の体制としましては、経済産業省がNEDOに交付をしている交付金を用いまして、公募によりまして選定されました実施者であるISMA、新構造材料技術研究組合、こちらの方に委託をいたしまして、それぞれ下に掲げてあるとおりで、様々な分野の研究者、あるいは企業が連携をしまして、競争領域ではなくて協調領域のところの共通基盤技術を開発していくということになっております。これは、プロジェクトリーダーとしましては東大名誉教授の岸先生に御着任いただきまして、更に文科省、内閣府の関連するプロジェクトとも密接な連携をして研究を進めていると、こういう状況でございます。

めくっていただきまして6ページ、これは体制図、7ページも、それぞれの分野ごとのコーディネーターなどの名前を参考までに掲載させていただいているものでございます。

8ページ目、これも実際体制の中でNEDOだけにやらせているわけではなくて、更にそれを経済産業省の方でもアドバイザリーボードという組織を構築いたしまして、その中身というのが最終的に使われる側、ユーザであります自動車業界とかも含めまして、どういう位置づけなのかというのを評価をしながら、ユーザ側の声というのをも反映させていくというような対応をさせていただいていると、こういう状況でございます。

9ページ目を御覧ください。

このプロジェクトの詳細は、この後NEDOの方で体制、中身の方をISMAの方から説明させていただきますけれども、これを内閣府のSIPの事業、文科省の元素戦略事業との間で、それぞれの役割分担を明確にしながら、それぞれの出てきた成果というのを共有して連携をさせて、より高度な高みを目指すというようなことをやっております。特に、やっぱり航空機分野ですとか、そういったところは主としてSIPの事業でやりますというところで、やはりISMA、今回の御説明させていただいている事業というのは自動車をメインにいたしまして、さらにその中で鉄道にも応用したり、産業系にも応用したりというところで主にデマケをしているというようなことをございます。

こうした成果の具体的な共有のやり方としましては、10ページ目になりますけれども、内閣府、文部科学省、経済産業省、3府省によります共同のパネルディスカッション、シンポジウムを行うことによりまして、そういった各研究者、研究成果の知見というのを共有しまして、更にそこから発展をさせていくというようなことをやらせていただいております。特にSIPでやられているところ、いわゆるマテリアルインテグレーション、新たな材料というのを計算科学でどんどん開発していくというようなところとの連携というのを非常に深めていると、こういう状況でございます。

では、事業の進捗のところについては、NEDOから次に説明させていただきます。

【齋藤主査】 NEDOの齋藤でございます。よろしくお願いたします。

それでは、11ページ目、3. 事業のロードマップのところから御説明を続けさせていただきます。

11ページ目は研究開発のスケジュールを大枠で示しております。研究期間といたしまして、ここに示していますとおり、1期、2期、3期、4期という形に分けて進めております。この期の最後の年には中間評価、ステージゲート評価というものを行いまして、次の期に向けて課題ですとか方針等の見直しを進め、次の期につなげていくという形で進めております。現在、第3期に入ったところでございますけれども、第2期の末、昨年度に中間評価及びステージゲート評価というものを実施しております。

次に12ページ目ですけれども、こちらの方は1期、2期の技術開発の進め方のところを示させていただいております。

まず金属材料、鋼板、マグネシウム、アルミ、チタン等でございますけれども

も、こちらの方は、この図にありますように、横軸に強度、縦軸に伸び、加工性や成形性を示しますけれども、強度を上げると伸びが低くなる、成形性が悪くなる。伸びをよくして成形性をよくすると強度が下がってくると、いわゆるこのようなバナナカーブというものを示しまして、目標といたしましては、この図でいいますと右上の方で強度と伸び、成形性を両立する方向で目標値を定め、材料の開発を進めてきております。

次に、熱可塑性CFRPですけれども、こちらの方は大型部品の試作技術というものを高速成形ですとか、そういうことを行いながら構造部材への対応の検討を進めてまいりました。

最後に接合・接着技術ですけれども、同種材料、例えば高強度の鋼板同士の接合ですとか、そういうものはFSW、摩擦攪拌を使った接合の技術というものを中心に検討を進めてまいります。異種材料の接合といたしましては、例えば鋼板とアルミ、アルミとCFRPの接合ということでございますが、素材の特徴を生かした接合技術と、その方法ということを研究してまいりました。

次に、13ページ目が事業のロードマップ、各分野の各期の目標というものを掲げております。詳細は割愛いたしますけれども、第3期に一番上の設計技術開発の目標を定めて進めていくということで、見直しを行って進めております。こちらのことを生かしまして、続けて平成34年度は、この2つの目標ということに向かって進めていこうという形にしております。1つ目がマルチマテリアル設計を核にした適材適所に材料を使って輸送機器の軽量化ということを実証するという、2つ目は、このマルチマテリアルに使う材料、革新の材料ですとか、それをつなぐ接合の技術というところを社会実装に向け創出をしていくという2つの目標でございます。

14ページ目に続けさせていただきます。14ページ目から評価の体制というところについて御説明をいたします。

評価の体制は、2つ評価体制を行っております。まず最初、14ページ目は中間評価分科会の御説明でございます。この中間評価分科会は、事業全体の評価ということを行っており、評価基準といたしまして、ここに示しております4つの項目で行っております。昨年度は6月30日に実施をいたしました。

15ページ目が、もう一つの評価であります技術推進委員会でございます。こちらの方は個別テーマ毎に評価を行って進めております。こちらの評価基準は、ここに示します1、2、3の3つでございます。こちらの方も昨年度10

月3日、4日、5日と3日間にわたり開催をして評価をいたしました。

このように、先ほどの中間評価で全体評価を行い、その内容に基づいて技術推進委員会で個別のテーマの評価を行う。その結果、ステージゲートの評価を行うという形で評価を行っております。

16ページ目が中間評価分科会の結果でございます。

まず最初の上の四角でございますが、肯定的なコメントのところですか、こちらの方は、オールジャパン体制で実施できているですとか、中間目標を達成できている、多数の論文、特許、技術報告がなされているということで、全体的には高評価を得ました。それから、下の表のところにありますように指摘事項もございまして、この指摘事項は幾つかございましてけれども、大きく分けると研究開発マネジメントのところを書いております2つ、各素材間の連携、もう一つが最終材料使用ユーザとの連携、これを推進してほしいということが指摘事項となっております。これに対して対応方針といたしましては、マルチマテリアルの設計ということ平成30年度よりテーマとして立ててございまして、こちらの中で異種材料のデータを集約して、各素材間の連携を進めていくという形で進めております。

もう一つの最終ユーザとの連携ですけれども、こちらの方も新規にマルチマテリアルの技術のテーマというのを立ち上げてございまして、この中で自動車メーカーと材料メーカーが協調する仕組みというものを強化いたしております。

続きまして17ページ目、こちらの方は技術推進委員会の結果のところになります。

まず最初に17ページ目は、各課題の評価ということを行った内容を踏まえて、左側にあります各分野にまとめたPL総合のコメントになります。代表例で御説明いたしますけれども、一番上の接合・接着のところから2行目のところから、マルチマテリアル化できる組織を検討すべきであるということで、先ほど来御説明しておりますマルチマテリアルによる軽量化というところにつなげていくということで進めさせていただいております。

18ページ目に移りまして、ここから各課題の評価結果になります。18ページ目のところは、課題数という形で全体像をまとめております。

まず最初に、平成29年度ステージゲート判断というところでございますが、平成29年度は課題として合計34課題ございました。この中で事業継続、再編、課題の見直し等という形で、このように分類いたしております。その分類

した内容で平成30年度の課題というのを設定いたしまして、課題数としては28になっております。

それぞれ代表例について19ページ目に示させていただいておりますので、次に進ませていただきます。

19ページ目の一番最初、継続のところは、目標値を達成して、そのまま課題を継続するということでございます。

2つ目、基本的には課題の目標値というものは達成しておりますが、さらに課題の連携ですとか、あと今後の開発のスピードをアップしていくということも含めまして、各課題を再編するという形をとっておるのが革新的マグネシウムの行でございます。こちらの方は6つの課題を2つの課題に集約をして促進をすることといたしました。

上から4つ目の接合接着のところですけども、こちらの方は目標以上の達成状況であり、課題の見直しということになっておりますけれども、今後のマルチマテリアルを進めるに当たって、課題の中で優先順位をつけて進めるという形で、更に効率化とスピードアップを図るということで、こういう課題の見直しという評価を行っております。

その後、革新鋼板のところですけども、こちらの方は達成状況としては目標以上ということになっており、判断としては終了となっております。こちらの方は、実施者の方に材料としては持って帰り、実用化を進めていく。残った課題に関しましては、協調課題で新たにテーマを立てて行うという形で終了という判断基準となっております。

続きまして、内容の方を詳細に御説明させていただきます。

【秋宗部長】 ISMAの秋宗といいます。よろしく申し上げます。

それでは、20ページのところからの成果及びステージゲート評価で頂きましたコメントへの対応を引き続き述べていきます。

20ページ、21ページで、前半5年間の材料技術及び接合技術の成果を一覧にしたものでございます。

20ページの一番上で革新鋼板では、目標値の強度1,500メガパスカル、伸び20%で、一番右にありますような組織制御、カーボン量をある程度多めに入れて、熱処理による組織制御で目標値を達成しています。

マグネシウム材につきましては、素材としては難燃性で、カルシウムを多少添加したものがありますけれども、それを鉄道車両ですので25メートル押

し出すと、そういう方法でつくった材料によりまして強度、伸びとも達成して、モデルとしましては新幹線を模擬した鉄道車両のドアをつくるところまで来ております。

アルミニウムにつきましては、強度をますます高めて自動車用のセンターピラー等に使えるようにということで、強度を向上させる手法及び、2ページ後で述べますけれども、複層化して強度を上げていこうと、そういうアプローチをとって目標値は達成しているところでございます。

チタン材につきましては、ここはひとえに低コスト化というところが目標になりますので、スポンジチタンから圧延、熱処理、溶解工程を経ずに平板をつくっていくと、そういう方法、プロセスを確立したところです。

熱可塑性樹脂につきましては、初年度につきましてはプロジェクトが分かれていまして、名大、東大においてコンソーシアム形式でスタートして、2014年からこのプロジェクトに合体しています。名大の方では大型のボディー構造をつくっていく。東大の方では高強度化ということで、それぞれ違うプロセスを確立したところです。

それから、21ページ目では接合・接着ですけれども、大事なのは鋼板－鋼板で接合ができる。これには摩擦攪拌接合、ツールを回転させた摩擦熱で接合していく、そういう技術を確認しました。それから、鋼板－CFRPでは、船用の部材ですけれども、接着、それからRP溶接を使ってつくれるところまで来ました。アルミニウム－鋼板につきましては、先ほどの見直しのところでもありましたけれども、外側から部材を押さえてスポット溶接する。スポットでつけられるというところを確認できています。アルミニウム－CFRPにつきましても、シランカップリング剤を使って摩擦攪拌接合で接合できると、そこまで参りました。

続きまして22ページで、ステージゲートの結果で、21番、継続ですけれども、今のところ2種類のアルミ－亜鉛、アルミ－マグネシウムのそれぞれのアルミニウム材を積層して、また必要に応じて中の方で厚みを変えていく、そういう技術で現在強度を更に高めようというところで、もうあと何年か研究が必要ということで継続にしております。

23番は終了課題ですけれども、鉄鋼材の残留オーステナイトで微構造制御、それが完全にできるようになったということと、そのオーステナイト中のカーボン量、その分析が確実にできるようになったということで、この後、自社の

方で水素脆化及び腐食、そっちの研究に移るということで終了になりました。

それから、24ページが再編です。先ほどNEDOさんの方から説明がございましたように、15から20のテーマ、これは当時ではやっていた縦連携で、15が材料、16、17、18がプロセス、19、20が評価ということでありましたけれども、材料系及び車両をつくっていくという、そういう方向で2つのテーマに分けてそれぞれを集約して、また再委託先についても終了したところはお引き取りいただくという、そういう形で整理したところであります。

それから、マグネシウム材につきましては、今年からテーマ化しましたマテリアルズインテグレーション、これはSIPの技術を活用させていただくんですけれども、そこの人々も研究者として参加いただいて、マグネシウムに関しましては素材づくり、それから評価等を結びつける、そういう研究を進めていくことになっております。

25ページが内閣府評価専門調査会からの前回指摘事項への対応ということで、まずコストを配慮した上で、設計や製造、あるいは開発された材料の社会への波及効果などで評価といった実用化を見据えた対応が必要ということで、自動車会社さん、先ほどのアルミと鉄の接合につきましては、直接自動車会社さんは入っていないんですけれども、やっている素材メーカーさんと覚書を交わしていただいて、バックに控えていただいてアドバイスを頂くと、そういう方向をまたとらせていただいています。

鉄鋼材につきましては、ヨーロッパ等ではホットプレスというのがはやっていきますけれども、これは高コストになるので、我々の方では冷延鋼板で強度の高いもの、それを最初から提供する。

チタンにつきましては、机上配布資料のA4のページですね。ここにざっくり書きましたけれども、途中の工程を省略する。スポンジチタンから圧延、熱延を経て冷延のチタン板ができるような、そういうプロセスの構築にトライしております。

②番につきましては、次の26ページでございますが、ここで強度と伸び以外の特性についてもちゃんと評価してくださいということですが、今年度から腐食、さらに水素脆化、それから元素の分散等をマクロに見ていくと、そういう研究の方に移ることになっております。

それで、戻りまして25ページで、③で、マルチマテリアル化におきましてどの材料がどの部品に応用できるかについて検討。それから、その上で、各材

料が要求される性能、品質、コストを満足したものになっているかどうかということで、これが机上配布資料のA5ですね。この辺、非公開にしてほしいということで分けさせていただいています。京都大学の方で、素性のよい基本骨格構造を創出する。高剛性ですね。ヤング率等をメインにした計算及び構造の最適化を行っていかうということでございます。モデルがサスペンションタワーのショックアブソーバーの入る部分を、アルミと鉄で現在できていますけれども、そこをもうちょっと設計をきちんとやって、いい材料を使えるようにしようという、そういう研究を行っています。

ちょっとこれをモデルで出ると、空間のあいた網目状のものが出てくるんですけども、実際はこういうものは物としては存在できないかなと思いますので、それは計算上の話で、実際のところと自動車会社さんとお話ししながら、この辺は進めていきたいと思っております。

④番につきましては、接合技術でいかなる環境下で使用されても、どのような物性が要求されるかを明確にした上で評価すべきということで、その次のA6ですね。スタート時点でニーズの高かった鋼材－鋼材、それから鋼材－アルミ、アルミ－CFRP、鋼材－CFRP、このそれぞれ4種類の組合せにつきまして耐環境試験の方を実施しているところです。これは自動車技術会の評価部会等も参加していただいて、自動車会社等のニーズも合わせながら検討を進めているところでございます。

これで中身の方の説明は終わりたいと思います。

【松本室長】 最後、27ページでございますけれども、以上まとめでございます。こういった形で、こちらの会での前回の御指摘事項も受けながら、特にユーザ側の声を様々な形で取り上げまして、それぞれの個別の技術の開発というのを進めまして、それが、だんだん今研究が進む中で、個別の技術開発はより競争領域に入ってきていますので、事業が終了するなりする形で縮小していく中、よりマルチマテリアルということで、全体の最適設計をやっていくところの技術を基盤技術としてより強く打ち出してやっていっていると、こういう状況でございます。

以上、説明を終わらせていただきます。

【角南会長】 ありがとうございます。

ただいまの説明について質問ありますか。

上野委員、どうぞ。

【上野委員】 御説明ありがとうございました。

本プログラムについては、前回のステージゲート評価を含めて、開始のころから何回かずと評価に携わらせていただいているのですが、そういう意味で、先ほどの資料2-2の25ページのところで御説明を頂いた、このCSTIの評価専門調査会の前回のステージゲート評価に対する対応状況というところを中心に1点御質問させていただきたいのと、あともう一点、別の観点で御質問させていただければと思います。

1点目は、先ほどございましたように、前回の評価結果の方は参考資料の7の4ページのところに文章化してありますけれども、その第3段落目のところ、「具体的には、用途によって材料に要求される品質やコストが異なる」、そして次の段落のところにありますように、マルチマテリアル化による軽量化という場合も、どの材料がどの部品に応用できるのかについて検討して、その上で要求される性能、品質、コストを満足したものとなっているかを評価すべきとか、接合技術についても、どういう環境下で使用されるので、どういう物性が要求されるかを明確にした上で評価をすべきということをお前回御指摘をさせていただいて、先ほど例として幾つか、ユーザ企業の要望に応じてコストダウンですとか軽量化ですとかを取り組んでいるというのはあったんですけども、各研究開発課題の目標、例えばその前の20ページ、21ページ、22ページのあたりですと、目標の方は、やはり何かを20%増しにするとか、何かをよりこうするといったような目標の設定のされ方がしているように思われるのですが、先ほど御説明があったような、ユーザの要望を取り入れて具体的に開発目標といいますか、物性とか性能、品質、コストといったところの目標を設定して開発を行うような形に変更されていらっしゃるのかどうかというところをお尋ねしたいというのが1点目でございます。

2点目は、このプログラム、机上の資料の方を拝見させていただいても、非常に多数の大学・企業が入っていて、正にプログラムのよい例だと思うんですけども、その中にたくさんの研究開発課題があって、たくさんのプレーヤーが入っているという状況で、最初におっしゃっておられました自動車の軽量化というのがメインのターゲット目標であるということだと、個々の研究開発課題の方が、自分たちの個々の研究開発課題で何%軽くするとか、何%よくするというところを目指しているだけではなくて、プログラム全体としてのゴールを達成するためには、その目標、プログラム全体の目標とそこへの道筋を共

有していくということが重要になるかと思うんです。それをどのような方法で共有されて、どのような方法で浸透していらっしゃるのかという点を教えていただければ幸いです。

以上、2点です。

【秋宗部長】 最初の方ですけれども、非常に分かりにくくて申し訳ないのですが、自動車会社の関与というところで述べていきますと、20ページの、まずは一番中ほど、下の方ですね。熱可塑性CFRPで名大でやっているものですが、このコンソーシアムに自動車会社5社が入っていただいて、そこに参加している方、そこは全部組合員ですけれども、そのグループ、委員会のニーズに合わせて、まずはこういうボディー構造の大型部品から入ってもらえないかということで、これはテーマが決まっています。実際、この右側にある、これはフロアですが、造ったのはいいのですが、若干強度がまだ足りないというので、ここにつきましては別の素材で補強していくとか、違う構造の方を自動車会社さんと一緒に開発を進めていくことになっています。このフロアの真ん中辺のところディンプルというか、穴があいている。穴というか、丸いへこみがあるかと思えますけれども、これは自動車会社さんからのシミュレーション結果をあわせて、その構造が決まっています、これは特許にも出させていただいているところです。

名古屋大学のコンソーシアムのいい点は、ちょっと質問とは違いますが、特許を全参加者で共有するというのがあります、手を挙げれば、「我が社で必要です」と言えれば、その出願人になることが可能ということで、技術の横並びの共有化も協調領域として図れているというのがこの例であります。

上の方のマグネシウム素材につきまして、JRの各社さんからの要望を頂いて、最初、コンソに入っていなかったのですが、車両メーカーさんとして、メンバーである川崎重工さんにもこっちに入り直していただいて、こういう新幹線を実際につくっているところのニーズをそのまま取り込んでいる、そういうテーマがございます。

また、プロセスだけというのももちろんあるので、できる限り後ろの方のユーザと覚書を結んで、そのニーズに合わせた仕事をしてくださいというお願いをしているところです。それが最初の方の回答です。

【松本室長】 では、次に全体と個々の目標を共有するということでございます。

まず、最終的な全体の目標というのは、資料でいいますと一番最後に予算の概要紙というのが付いているんですけども、28ページになります。ここのところで成果目標と左下のところに書いてございますけれども、「自動車車体の場合50%軽量化」と書いているところがございます。正にこれがトータルとしての目標となります。ここのところでそれぞれがどうなっていくんだというところ。個別には、正に岸先生がそれぞれの業界を本当に詰め詰めで議論をさせていただいて詰めると共に、それが実際、本当に末端まで議論をちゃんと浸透させるという意味では、資料ですと7ページ目を御覧いただければと思うんですけども、正に技術研究組合のISMAの運営体制としてのプロジェクト推進委員会のところの会議と共に、あと成果報告会というのも年2回やっております。こういったところで、これも公開の会議と非公開の会議と両方やっております。そこで特に、どっちかというインナーの話は非公開のところだという形でうまく共有をしながら進めていると、こういうことをやらせていただいております。

【上野委員】 ありがとうございます。

【角南会長】 よろしいですか。

そのほか、ございますか。

岸本委員、どうぞ。

【岸本委員】 このプロジェクトは、ちょうど半分ぐらいのところに来て、これから後、3期、4期と続くように計画されているところではありますが、先ほど来の説明で、いろいろな素材開発についていろいろな成果が上がってきていて、それぞれのところでは目標が達成されつつあるというところですが、本来の目標にしている車体の重量の半減という点については、目標達成がかなりほど遠いと思われれます。素材開発というのは我が国にとって非常に大切なことですけれども、本当の目標をどこにリアルに置いて進めるのかということも含めて、これからの5年間を有効に使っていただけたらと思っているところが1つ。

あともう一つは、マルチマテリアルを使った車体構造の開発は、日本だけじゃなくて、特にドイツを中心に相当な研究が進んでいるというふうに接合技術も含めてある中で、このプロジェクトの中での特徴を、世界的な意味での競争力をどこに求めていくかということも観点として必要じゃないかなというふうに思います。これらの点について何かお考えがあれば、御説明いただけたらありがたいですけれども。

【秋宗部長】 すみません。重量のところ、自動車の平均的な車体構造は、シャシーとエンジンと内装を取っ払うと大体600キロぐらいなんです。先ほどの半分というのはおっしゃるとおりで、400キロ分ぐらいの鉄を置換していかないと難しいかなと、そういうところがあるんですけども、まずはできるところからというのが現状かなと思います。世の中でも今、鉄、アルミの複合構造がかなり多くなってきてはいますので、我々の方もできる限り自動車会社さんをお願いして、いろいろな素材を、ドアの外板、それから強度補強材等に使えるようにというので、それを使うプロジェクトの中の下のテーマで入っていくように努力しているところでございます。

【松本室長】 今後の目標という観点で、今時だと国の予算要求でも、10年プロジェクトの6年目でございます、何年目でございますと言っても、そんなの知るかということになってしまいますので、やっぱりそこは世の中の、正に今オンゴーイングで起きている社会的課題というのにも常に柔軟に対応しつつやっていくべきだというふうに考えておまして、そういった観点でやっております。

例えば今の観点ですと、やっぱり今、国際的にも一番盛り上がっているのはSDGsという概念。これはただ単にCO₂だけじゃなくて、本当にライフサイクル全体を考えて、やっぱり環境を配慮ということを考えていかなければいけないなということなんですと、リサイクルの技術なんていうところなんかは、一例で言いますと、例えばCFRP、炭素繊維なんかのところのリサイクルなんていうのも、これは特にこれが本当に産業的な実用化をしていく部分においてはものすごく効いてくることになってきますので、そういったところにも更に力を入れていくというような形で、このプロジェクト全体の中でも更に新たな課題も見据えつつ、より国としてプロジェクトで進めていく協調領域とは何かというところを常に見続けながらやっていくということでやらせていただきたいと思っております。

【岸本委員】 是非、その方向が望ましいと思っておりますので、その方向で考えていただければと思います。

【角南会長】 そのほか、ございませんか。

関口委員、どうぞ。

【関口委員】 今のことに関連してなんですけれども、これは質問というよりはコメントですが、自動車の形が今ここに来て相当程度変わりつつある。とい

うのは、今までのガソリンディーゼル車から電気自動車というのがかなりもう見えてきている。先週もドイツに行ってきたが、ノルウエーなんかに行きますと、半分以上もう電気自動車になってきています。そうすると、重さということの概念が多分変わってくるかと思います。ですから、そういうことを考えたときに、オンゴーイングでやっているのはかまわないのですが、どこを軽くするかということをもう一回見直すということが必要じゃないかなと個人的には思います。もし、そういう計画、変更というよりは、そういう前提をもう一回見直すとか、そういうことがなされているのかどうか。結局は質問になりましたけれども、お聞きできればと思います。

【齋藤主査】 今御指摘いただいたE Vカーのところですが、昨年度、N E D Oの方でも、電動化というのがかなりヨーロッパを初め規制等があるということで、かなり声が大きくなったというのをごさいます。調査事業の方を少しささせていただきました。当面、どのスパンで見るかということだと思いますが、まずやっぱりバッテリーがまだまだというところもごさいます。航続距離を稼ぐためには、一段としてはやっぱり軽量化というのががんて進むのではないか。その後、バッテリーが改善されてきたときには、今度は軽量化の方がだんだん薄くなっていく。ですので、自動車のパワートレインによって、どういう材料をどういうタイミングで開発して提供していかないといけないのかというのは、やっぱり考えないといけないというのが一つごさいました。

【角南会長】 今、N E D Oさんの方では、そういうことを視野に入れながら、今後のフェーズでやはり目標なんかも徐々に議論していくということでしょうか。

【齋藤主査】 そうですね。そういう調査事業をまとめた結果を経済産業省さん、実施者のI S M Aさん、それから実際に行っております企業さんを含めて、その内容をたたき台にして議論をしていきたいというふうに思っています。

【角南会長】 よろしいですか。

【関口委員】 ですから、例えばアメリカなんかですと、今度は3 Dプリンターでシャシーとかを全部つくろうという話になってきているので、そうなると部品点数が大幅に減るということだと、バッテリーは重くなりますけれども、シャシーとか骨格部分は、今度は相当程度、放っておいても軽くなるという現象があるわけで、こっち側のシャシーとか骨格部分のことを軽くすることを一生懸命やっても、全体に占める重量軽減という意味で言うと余

り意味がなくなってきたりする部分もあるのではないかという点で、申し上げた次第です。

【角南会長】 ありがとうございます。

ほかの委員の方々。

安藤委員、どうぞ。

【安藤委員】 分野外なので、ちょっと教えていただければと思います。接合・接着というところは、多分その後の構造シミュレーション等のモデル化で一番難しい部分ですので、それでどうしても実験でつくって確かめるということしかないのかと思いますが、例えば27ページのCAE、計算機援用構造設計というのは、逆に言うと、今回の研究の知見は、シミュレーションのときに、入れるべきパラメータそのものが成果となるということ、接合の物理現象そのものを汎用的にシミュレーションし、パラメータを求めることができるという意味ではない、そういう理解でよろしいでしょうか。シミュレーションするとき、一番難しい境界条件である接合部分をどのように表現すべきかという問題は、簡単には解ける問題ではないのではないかと想像して、質問させていただきます。

【秋宗部長】 そこはおっしゃるとおりでございます。現在、先ほどの資料の方の一番最後の接合のところですね。あそこのデータを現在組合の中で調査研究的に行っておりまして、それをCAEのトポロジカル最適化の中の一データとして入れていこうと考えているところです。

【安藤委員】 分かりました。

【角南会長】 よろしいでしょうか。

それでは、御指摘を頂いた、あるいは御質問等の内容を事務局の方で取りまとめさせていただきたいと思っております。

【板倉企画官】 今後、意見収集票を各委員の皆様にもメールで配布させていただきますので、何か御意見があればできれば7月6日までに事務局の方まで、提出をいただきますようよろしくお願いいたします。その御意見を取りまとめ、次回までに再度事務局の方から取りまとめについて意見照会をさせていただいた後、次回にまた御審議を頂きたいと思っております。

以上です。

【角南会長】 ありがとうございます。

それでは、その他の議題ということですのでけれども、まず前回の会合の議事録

案についてでございます。

前回の第125回評価専門調査会の終了後、事務局から照会が行われておりまして、各委員の意見を踏まえて修正した最終案が資料3で提示されております。委員の皆様には事前配布されておりますので、内容を御確認いただければと思いますが、更に何か修正意見等がございましたら、ちょっと時間を過ぎていますけれども、この場で何か御指摘を頂きたいと思いますが、いかがですかね。大丈夫ですか。よろしいですかね。

それでは、本議事録案について、各委員了承されたものとして取り扱わせていただきます。ありがとうございました。

事務局からほかに何かございますか。

【板倉企画官】 それでは簡単に、今回は7月31日火曜日を予定しております。議題としては、先ほどの革新的新構造材料の取りまとめ案について、あと大綱的指針のフォローアップ調査の結果の報告をさせていただくと、平成31年度の概算要求に向けた新規球の調査方法などについて、以上3点の議題を予定しております。また、開催通知については別途御案内させていただきます。

9月以降の日程についてなんですけれども、今申し上げますと、9月25日火曜日を今予定しております。また、10月ですけれども、結構先の話ですが、10月16日か、又は10月23日火曜日のどちらかを予定しております。また、ちょっと先ですけれども、11月ですけれども、11月20日火曜日の開催を予定しておりますので、また別途調整させていただきたいと思っております。

また、事務的な御連絡ですけれども、大綱的指針の冊子につきましては、そのまま机上に残しておいていただければと思います。また、資料の後日送付を御希望される場合は、封筒にお名前の御記入をよろしくお願いいたします。また、電子メールで御利用の場合は事務局の方に御連絡をください。よろしくお願いいたします。

以上です。

【角南会長】 それでは、以上で本日予定していた議事は全て終了いたしました。

なお、非公開資料を除き、本日の配布資料及び前回の議事録は公表することいたしますので、御承知おきください。

先ほど事務局からありましたように、今年度の評価専門委員会につきまして

は、皆さんお忙しいとは思いますが、御対応いただきますようよろしく
お願いいたします。

本日はありがとうございました。以上をもって閉会といたします。

—了—