

総合科学技術会議 第103回評価専門調査会
議事録

日時：平成25年11月20日（水）14：01～16：20

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、原山議員、橋本議員、
相澤委員、天野委員、上杉委員、上野委員、河合委員
白井委員、高橋委員、竹中委員、玉起委員、福井委員
松橋委員

欠席者：平野議員、石田委員、伊藤委員、射場委員、長我部委員
中村委員、松岡委員、村越委員

事務局：中野審議官、森本審議官、山岸審議官、田中参事官
中川参事官、井上企画官、西尾ディレクター、野尻補佐、山向補佐

説明者：文部科学省

下間康行 研究振興局参事官（情報担当）

川口悦生 研究振興局参事官（情報担当）付計算科学技術推進室室長

議 事：1. 国家的に重要な研究開発の事前評価のフォローアップ結果について

- ・石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金
- ・高効率ガスタービン技術実証事業費補助金

2. 国家的に重要な研究開発の事前評価結果について

- ・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

3. その他

（配布資料）

資料1 第102回評価専門調査会議事概要（案）（机上配布のみ）

資料2 国家的に重要な研究開発の事前評価のフォローアップについて（平成25年5月13日 評価専門調査会）

資料3-1 「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」のフォローアップ結果（案）

資料3-2 石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金の概要

資料4-1 「高効率ガスタービン技術実証事業費補助金」のフォローアップ結果（案）

資料4-2 高効率ガスタービン技術実証事業費補助金の概要

資料5 国家的に重要な研究開発「エクサスケール・スーパーコンピ

ュータ開発プロジェクト」（文部科学省）の事前評価について

資料 6-1 「エクサスケール・スーパーコンピュータ開発プロジェクト」の評価結果（原案）（評価検討会調査検討結果）

資料 6-2 「エクサスケール・スーパーコンピュータ開発プロジェクト」の概要

参考資料 1 「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」の事前評価のフォローアップの調査検討に係る一連の資料

参考資料 2 「高効率ガスタービン技術実証事業費補助金」の事前評価のフォローアップの調査検討に係る一連の資料

参考資料 3 「エクサスケール・スーパーコンピュータ開発プロジェクト」の事前評価の調査検討に係る一連の資料

（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）

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、こんにちは。お忙しいところお集まりいただきましてどうもありがとうございます。それでは、ただいまから第 103 回評価専門調査会を開催させていただきます。

本日は、議事次第に示しておりますように、2 件の議題を用意しております。1 つ目が、国家的に重要な研究開発の事前評価のフォローアップ結果について。2 つ目が、国家的に重要な研究開発の事前評価結果について、であります。

1 つ目のフォローアップは石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金と、高効率ガスタービン技術実証事業費補助金の 2 件の結果案についてです。2 つ目の事前評価につきましましては、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の結果案についてであります。それぞれ御検討いただきまして取りまとめを行いたいと考えております。

それでは、まず事務局より配布資料の確認をさせていただきます。

【井上企画官】 事務局より御説明いたします。

議事次第をお配りしておりますが、議事の下に配布資料をリストにしてございます。

資料 1、2。それから、3-1、3-2、4-1、4-2、5、6-1、6-2。これらが配布資料でございます。それから、机上配布のみという形で参

考資料1、2、3とございます。紙ファイルになってございますが、それぞれの評価案件ごとの検討会を設置して、調査検討を行った一連の資料を机上配布とさせていただきます。

また、机上資料の冊子を2部御用意してございます。

机上配布のみと書いております参考資料の1、2、3、それから机上資料の冊子につきましては、会議終了後机の上に置いて帰っていただきますよう、よろしく願いいたします。

それから、お手元に座席表をお配りさせていただきます。座席表を御覧いただければと思いますが、その中で、本日は竹中委員がご欠席の予定でしたが、急きょ御出席をいただいております。東芝株式会社執行役常務、竹中委員に御出席いただいております。松橋委員の向かって右隣に御着席いただいておりますので、御報告させていただきます。

資料のほうは、以上でございますが、不足等ございませんでしょうか。よろしいでしょうか。

【久間会長】 ありがとうございます。

続きまして、前回、第102回評価専門調査会の議事概要の確認をさせていただきたいと思っております。議事概要案はお手元の資料1でございます。本件は、既に委員の皆様にお送りしまして、それぞれの御発言部分について御確認いただいております。よろしければ御承認いただきたいと思いますけれども、よろしいでしょうか。

どうもありがとうございます。

それでは、1つ目の議題に移ります。事前評価のフォローアップ結果について2件です。最初に、石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金のフォローアップの結果です。本事業については、フォローアップ検討会を設置しまして、7月24日に、同検討会を開催し、調査検討を行っていただきました。本日は、フォローアップ検討会において取りまとめられたフォローアップ結果案について御審議いただきまして、御検討をいただきたいと思います。

審議の進め方ですけれども、まず事務局から調査検討の経過を説明させていただいた後、フォローアップ検討会の松橋座長から検討会において取りまとめたいただいたフォローアップ結果案について、20分程度で御説明をいただきたいと思います。その後、評価専門調査会としての取りまとめの討議を20分程度行います。それでは、これまでの調査結果の経過について、まず事務局から御説明をお願いします。

【井上企画官】 それでは、まず資料2を御覧ください。

こちらは、去る5月13日の評価専門調査会の資料でございます。この専門調査会の御議論の中で、当該案件につきましてはフォローアップの進め方につ

いて、フォローアップ検討会を設置して検討を進めるといったことも含めて御承認をいただいたものでございます。

引き続きまして、資料3-1を御覧いただけますでしょうか。資料3-1の9ページにフォローアップ検討会の名簿を掲載させていただいております。

10ページを御覧いただけますでしょうか。審議経過といたしまして、4月24日にフォローアップ検討会を行いました。あらかじめ事務局から論点ペーパーをお示しして、質疑を行い、いただいた御意見を踏まえて、フォローアップ結果を取りまとめ、また追加の資料等もいただきながらフォローアップ結果の確認をいただいた、こういった経緯で調査、検討を進めてまいりました。こういう経過でございます。事務局からは以上でございます。

【久間会長】 それでは、続きまして、松橋座長からフォローアップ結果について御説明をお願いします。資料は、3-1と3-2であります。

【松橋委員】 それでは、御説明をさせていただきます。

資料3-1、1ページ目を御覧いただきますと、1ページ目のパラグラフでいうと第3パラグラフのあたりを御覧ください。総合科学技術会議が平成23年度に評価に関する本会議決定に基づき、経済産業省が実施する石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金について事前評価を実施しました。本事業は石炭火力発電から排出されるCO₂を大幅に削減すべく、高効率石炭ガス火力発電技術である石炭ガス化燃料電池複合発電とCO₂分離・回収を組み合わせた革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指すものである。

総合科学技術会議が実施した事前評価では、市場導入を念頭に置いた目標等の設定、的確な計画の見直し、将来の市場獲得に向けた戦略的な取組等の指摘事項に対応することを前提に本実証事業を実施すべきとした。今般、平成23年12月実施の事前評価における指摘事項への対応状況の確認を行うフォローアップを実施したということでございます。

資料3-2を御覧いただきますと、今のような形で事業名は石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業というかなり長い、幾つかの内容を含めた複雑な名称を持っておりまして、先ほどの説明の中でも申し上げたように、全体が3つに分かれております。第1段階で資料3-2の1ページ目を赤を付したところ、EAGLEプロジェクトで基盤技術が確立した酸素吹石炭ガス化炉（EAGLE炉）、日量の石炭使用量が150トンというものでございますが、これを8倍の規模にスケールアップし、複合発電設備と組み合わせた酸素吹石炭ガス化複合発電（酸素吹IGCC）につきまして、16.6万キロワットの実証試験設備を建設し、性能（発電効率環境性能）・運用性（起動停止時間、負荷変化率等）、それから経済性、信頼性に関わる実証を行うというものでございます。執行額はそこに書いておるとおりでございます。

第2段階として、この酸素吹のIGCCにCO₂分離・回収、いわゆるCCSと言われているCarbon Capture Storageと言われているところの分離・回収の部分を追加で設置いたしまして、CO₂分離・回収設備付きの酸素吹IGCCにしていく。これが平成28年度からの5年間で行いまして、さらに第3段階として平成30年度からは、これにトッピングに燃料電池を加えまして、SOFCを加えることで、SOFCがあり、ガスタービンがあり、蒸気タービンがある、いわゆるトリプルコンバインドサイクルとっておりますが、これをコンバインドサイクルではなくて、IGFCと、燃料電池がついたトリプルコンバインドサイクルに最終的にはして、しかもそこにCO₂分離・回収がついているという、世界にも類を見ない、そこまでを目指している。ただ今回の直接の予算は第1段階の酸素吹のIGCCというところを実証する。こういう運びになっております。

次のページをめくっていただきますと、プラントの概念図がございまして、今申し上げた酸素吹の石炭ガス化炉、EAGLE炉を、基盤技術は実証が済んでおりますが、これをスケールアップした酸素吹のガス化炉がございまして、その後にガスをクリーンアップして、そして生成されたガスを燃焼器に持って行って、ガスタービンを回して発電し、さらにその排熱でもって水蒸気をつくって、蒸気タービンを回す。いわゆる石炭ガス化の複合発電。こういうものを第1段階ではやります。

このプロジェクトが非常に特異であるところは、その後にCO₂分離・回収がつくということなのですが、これのメリットは酸素吹でガス化をしているためにガス化で出てきた成分がCOと水素を主成分としておりまして、一部CO₂等も混じっておりますが、空気でガス化しないために、窒素がほとんど入り込まないということがございます。したがって、COと水素を主成分とするガスが出てきますので、その後にいわゆるシフト反応、COプラスH₂Oで、CO₂プラスH₂という、シフト反応を行いますと、CO₂が非常に濃度の高い状態が出てまいります。これを回収するということになりますと、濃い濃度のところからCO₂を回収できますので、いわゆる排気ガスから窒素の大量に混じったガスからCO₂を回収するよりも非常に効率がよく少ないロスでCO₂を回収することができる。こういうことがございます。これが第2段階。

そして、第3段階はさらにガスタービンに入れる前にSOFCに投入しまして、反応しなかった残りの部分をガスタービン、蒸気タービンに入れるということで、大変高い効率で、しかもCO₂を効率よく回収できる。そういう非常に世界にも類例を見ないようなものを最終的には目指しているということがございます。

そんなことがこのプロジェクトの最終的なゴールなのですが、とりあえず第

1段階としての酸素吹IGCCということを実証するにおきまして、先ほど御説明があったような事前評価での指摘事項があって、それに対してどうかということの評価したわけでございます。

それでは、資料3-1に戻っていただきまして、3ページを御覧ください。3のフォローアップ結果でございます。我々の結論は事前評価で指摘した事項については、概ね必要な対応が図られているものであると認められる。特に、酸素吹IGCCの実用化に向けた、市場での競争力、事業採算性ということについて明確にする必要があるという指摘に対して、事業費の精査が行われました。これに基づいた市場での競争力についての検討が行われているということと我々としては認めさせていただきました。

こうした対応については、今後も継続的な取組が求められるほか、その他の指摘事項に関するものも含め、今後対応すべき課題が残されております。ということで、以下のような詳細な対応状況を確認するとともに、今後の研究開発の実施に当たり、指摘事項への対応を求めてまいりたいと思っております。

ここまでの御説明でおわかりいただきますように、この技術は国家にとって大変重要な技術でございまして、石炭という燃料を効率よく使って、発電の経済性を上げていくということ。効率を上げることによってCO₂を下げるということ、さらにそこにCCSをつけていくということ。そういうことが入っております、国際的にも世界からも求められていると同時に世界がこれからのぎを削る、そういう技術でもございます。

でありますので、本当に世界の市場の中で競争を勝ち抜いて、この技術が最終的には日本だけでなく、世界に貢献できるのか。そういったところをかなり我々としては突っ込んで、議論させていただいたわけでございます。

順に、四角に囲まれているところを中心に対処状況を御説明させていただきますと、3.1.1の市場での競争力、事業採算性の明確化ということについて、四角の中を見ていただきまして、事前評価では今申し上げたような競争力とか、採算性、コストの面、そういったものをいわゆる世界で競争相手になっているところと比べて、相対的に勝てるのかというようなところをかなり議論いたしました。

その結果、対応状況としまして、現在市場に多く導入されている微粉炭火力やLNG火力の発電単価とまず比較して精査を行っていただいた。我々当該事業の核となる酸素吹のガス化炉EAGLEは世界最高水準のガス化効率を達成するほか、多炭種適用性、信頼性等の点で海外の先行ガス化炉を上回るものである。事業費の精査の結果、コストの面においても競争力の高い発電設備となることから事業採算性の確保が期待できる。

また、事業の進捗に則してさらに今後、費用というものがさらに定量的に明

らかになってまいりますので、この点についてはデータを蓄積し、実際の運用に向けた試算を行い、緩めることなく競争力や採算性に関する詳細分析を行っていただく予定になってございます。

それに対して我々としては、事業費の試算、競争力や採算性の分析を行い、コストパフォーマンスも考慮して、研究開発を進めていると認められるが、競争力確保のために必要な初期コストの低減に向けてさらに取組を進める必要がある。また、市場や海外での技術開発の動向を継続的に把握しつつ、予定している競争力や採算性の詳細な分析を進め、コスト等に関する適切な目標の設定や見直しを行うということも場合によっては必要になってまいりますので、研究開発の実施、進捗に合わせてこれを反映させていくことが求められる。こういう指摘をさせていただいたところでございます。

次の3. 1. 2で事業期間の短縮化というところで、事前評価において本事業を推進するに当たっては、国際競争力を確保することが重要であることからこうした観点に立って、可能な限り事業期間を短縮していくということを検討する必要があるということで、経済産業省におかれまして、対応状況として事業者と請負業者との行程会議の頻度を増す等の手段を検討し、今後も工期短縮に向けた不断の努力を継続していただき、可能な限り早期の実用化を目指すということとしている。という回答をいただきました。

次、3. 2で、的確な計画の見直しというところですが、中間評価結果を事業計画に反映していただくという点ですけれども、事前評価におきまして、経済産業省においては、石炭課が設置する事業評価委員会が事業開始4年目の第2段階を開始する前に、中間評価を行い、第2段階への移行の可否を含めて、評価を行うとされておられますけれども、その場合判断基準が現時点では明らかにされておりません。このためあらかじめ4年目に行う中間評価の具体的な評価項目、実施時期、実施方法、評価結果の事業見直しへの反映手順等について全体の事業計画の中に明確に位置づけておく必要があるという指摘をさせていただいたところでございますが、対応状況としまして、経済産業省においては本事業の事前評価、3年ごとに実施する中間評価及び終了時評価については、産業構造審議会、産業技術分科会評価小委員会等の場で実施することとされております。

評価の実施に当たっては、経済産業省技術評価指針に基づきまして、標準的評価項目、評価基準を踏まえ、事業の目的、事業化の妥当性等の評価項目に基づき、事業化の見通しが立っているか、事業化に向けてのシナリオや問題点への解決方策が明確化等の観点から当該事業の継続の必要性、有効性について判断するというようにしておられます。

平成26年度から27年度に予定している適用技術評価概念設計において、

フィージビリティ・スタディを実施しまして、商用規模のIGCCに対するCO₂分離・回収技術、これは第2段階でございますが、その適用可能性の評価やその最適な概念設計等につきまして、検証を行っていただき、実証に値する技術課題であるかどうかという、そういう判断を行うということになっております。ということで我々はこの点反映していただいたわけでございます。

3. 2. 2で、国の予算計画の見直しでございますが、第1段階の6年目から7年目、これは酸素吹IGCCの実証試験検証段階でございますが、実証機による連続運転が行われます。当然、そこから発電された電気が売られるわけですし、売電に伴う収益が得られるということが想定されますので、事業開始までに売電による収入の見込みを反映する形で、国の予算計画の見直し、あるいは当該収益を適切に国庫へ納めていただく、そういう手続を取る必要があるという御指摘をさせていただきました。

対応状況といたしまして、本事業の実証運転により発電した電気でございますが、電力量として全量を中国電力に売電する計画となつてございまして、売電によって生じる収入を特定収入として見込み、補助対象経費から控除すると、補助金適正化法等に則り、適切に処理する予定であるという御回答をいただきました。

我々としては、さらに4年目に実施する中間評価におきまして、プロジェクトの全体計画の確認を行った上で、事業の有効性、効率性等の観点からの評価を行ってまいります。実施事業の状況に応じて、中間評価に際して、もちろん売電収入の見通しが多少変わってくるとか、あるいは取扱等踏まえて、国の予算計画に適切に反映していただくということを望まれるという御指摘をさせていただきました。

引き続きまして、3. 3将来の市場獲得に向けた戦略的な取組についてということでございますが、酸素吹IGCC、空気吹IGCC及びUSCの国際展開戦略ということで、今回はこの事業、酸素吹IGCCでございますが、国としてあるいは産業界として、このほかに日本には空気吹IGCCという技術がございます。そのほかに、ウルトラスーパークリティカルという石炭の超々臨界の発電、USCという技術もございます。これらがどういうふうに位置づけられて、国内、あるいは国際展開に活かされていくのかということで、その点につきまして、事前評価におきまして、御指摘をさせていただきました。

簡単に読みます。5ページの下からですが、経済産業省は我が国が独自に開発実証した技術の国際的な評価を高め、産業競争力強化につなげることに留意しつつ、需要先として想定される市場の規模、競合技術との関係等を常に把握することにより、酸素吹IGCC、空気吹IGCC及びUSC、超々臨界圧、石炭火力発電の各々の特徴に基づいた国際戦略について検討し、示していく必

要がある。その指摘に対する対応といたしまして、先進国においては高効率な石炭火力及びCO₂分離・回収技術のニーズがございます。今まさにここが出てきているところでございます。

また、アジア地域を中心とする新興国においては、国内の電力需要の増大、肥料を初めとする化学産業の市場拡大が見込まれております。これらの先進国及びアジア新興国などのニーズに合わせて、海外の競合他社に対する市場ごとの競争力の強化を図りながら、以下の内容を中心とした国際展開戦略を検討することで市場に獲得に努めている。

ということで、酸素吹IGCCの戦略といたしましては、電力、肥料向け、これは石炭をガス化してそこから水素を取り出し、窒素と反応させてアンモニアをつくり、そして窒素肥料のようなものにつなげていく、尿素肥料のようなものにつなげていくということでございますが、ガス化が必須でございます、その場合は酸素吹ガス化炉が非常に有効でございます。相手国のニーズの把握、技術の優位性、信頼性についての理解を促進するため、実証試験の成果を積極的に発表・PRする等相手国との交流の促進に努めてまいります。

電力におきましては、先ほど申し上げましたCO₂分離・回収がつく場合、それから炭種によりましては、酸素吹IGCCが優位になってくるところがございますので、そこを活かしていく。むしろCO₂分離・回収が不要なところ、それから石炭の炭種によっては、空気吹IGCCとか、ウルTRASーパークリティカルの石炭火力がむしろ有効である場合もございますので、そういう場合はそちらの特徴を活かした展開を図っていく。こういったことでございます。

我々のそれに対するさらなる指摘としては、先進国を中心にCO₂排出規制が強化されておまして、事実上、CO₂分離・回収をつけないと、石炭火力の発電そのものが今後認められにくい状況、あるいは政策が発生しつつございますので、そういう状況もにらみながら今申し上げた酸素吹IGCCというのをそういう場面ではプロモートしていくということが必要であるということで、今の点を踏まえて、競争力強化方策を含む市場戦略をさらに具体化してほしいということを申し上げております。

3. 4 全体の計画及び技術的課題の事前評価につきまして、四角の中でございますが、本事業については、第1段階から第3段階までの計画から構成されており、実証事業を行う上でのそれら全体の計画及び技術的課題について、事前に外部有識者による評価を行う必要があったと判断されております。このため、経済産業省におかれましては、今後実証事業の実施に当たって、こうした指摘を踏まえ、全体計画の妥当性や技術的課題についての的確な評価が行われるよう、対応を検討していくことが求められるという指摘をさせていただいてお

りますが、対応としまして経済産業省においては、産業構造審議会、産業技術分科会評価小委員会等において、全体計画の妥当性や技術的課題について評価を受けるとともに、大崎クールジェン、これはこの事業の実施母体でございますが、技術検討委員会を設置し、第三者の有識者から技術的知見に基づく意見、コメント等を求めていくこととしております。

なお、本事業に第一段階に関しましては、同評価小委員会により、平成24年12月から25年3月にかけて事前評価を実施しているということでございます。また、経済産業省では実証事業についても研究開発の要素があるものは技術評価の対象としており、産業構造審議会評価ワーキンググループにて審議を行うことになっております。

以上でございます。これをもちまして、フォローアップとしましては、概ねこちら側の指摘に対して検討が行われていると認めたということでございます。

【久間会長】 どうもありがとうございました。

ただいまの説明に関しまして、御意見等がありましたらお願いします。

河合先生、どうぞ。

【河合委員】 最初の課題の3. 1. 1ですか、システムの事業採算性について明確にする必要があるということで、それに対して、事業費の試算、競争力や採算性の分析を行っている、事業費の精査を行っているという対応状況ということなのですが、これはどの資料に出ているのでしょうか。机上資料を見たのですが、建設費というのは1つ見つかったのですが、例えば単価に関する調査結果とか、そのようなものがどこに出ているのか、ちょっと教えていただければありがたいのですが。

【松橋委員】 この点について、御説明をさせていただきますと、経済産業省、それから事業者との間で、それと我々委員会の専門委員との間でかなり突っ込んだやり取りをさせていただきまして、どこかから持ってきたようなものではなくて、本当のコストを出してくれという議論をいたしました。ただし、経済産業省とか事業者の方からもお話があったのは、これまでの技術開発においてもそういった突っ込んだコストの値とか競争力に直接かかわるものを公開して出したことは非常に競争力確保の上では失敗であったということも率直に伺っております。

したがって、我々としてはかなり突っ込んだコストの値をその場で検討させていただきましたが、そのすべてをここで公開することはいろいろな国際競争力等の観点から控えさせていただいております。何卒その点につきまして御了解をいただければと思っております。

【久間会長】 よろしいでしょうか。

【河合委員】 わかりました。

【久間会長】 ほかに御質問等ありましたら。河合先生。

【河合委員】 もう1つ別の点ですが、参考資料1の9ページ、ちょっと見にくいですが、事業の内容と事業イメージというカラーの図表の右下のところに、将来の展望の図が書いてあって、トリプルコンバインドサイクル、40ないし90メガワット級、そしてその下に1200メガワット級複合発電システムが2020年からと書いてあります。

1200メガワット級というと、多分現在の国内の発電量の100分の1ぐらいの桁になって、こういうのが10できればかなりの部分を占めるという意味がある規模なのではないかと思えます。これは1200メガワット級システムが、40ないし90メガワット級の実証の終わった後に実現が可能であろうという希望のようなものが書かれていると思うのですけれども、この実証化事業が終わった後に、どのくらいのタイムスケールで実現できるか見通しがあるのでしょうか。あるいはどの程度のタイムスケールの見通しのもとに、この実証化事業というのは行われるのでしょうか。それが全体の計画という中での意味で重要だと思ふんですけれども。

【久間会長】 松橋先生よろしいですか。

【松橋委員】 今、御指摘のあった点の中で、40から90メガワット、それから最終的にはSOFCがトッピングに入って、トリプルコンバインドになる。それは1.2ギガワットですから、120万キロワットということで、こうなりますといわゆる既存の大型の発電所とほぼ同じ規模になってくるわけですね。

これにつきまして、あくまで我々事業名からして、そもそも固体酸化物型燃料電池と実用化推進技術開発事業という、ここにそもそも事業名の中にも燃料電池というのが入っておりますので、ロードマップの中にもはっきりとこういうタイムスケールで入っておりますので、我々としては経済産業省、それから事業者がここに示したタイムスケールに沿って開発を進めていくと。ただし、もちろん開発の中で何か不測のことがあり、ひょっとして何か滞った場合に、この最終的なゴールというところまで本当にいくかどうか。それについては、中間評価をきちんとして、指摘する、あるいは見直すという可能性もあるわけですが、あくまで現時点としては、ここに示されたタイムスケールに従って、非常にバリアの高い技術ではあるけれども、そこにチャレンジし、このスケジュールに従って開発をしていただくというのが事業の目的であるとお考えいただいてよろしいかと思えます。

【久間会長】 ありがとうございます。

まだ何かありますか。

【河合委員】 私の質問に対するお答えにはなっていないくて、ちょっと私の質

間の仕方が悪かったのだと思いますが、14ページを見ると、2021年までこの3つのフェーズ、開発を行う。そして、2022年からこのメガワット級の発電システムが始まると理解したのですけれども、これはこの2021年度までに既に40ないし90メガワット級が出来ているということなのでしょうか。

つまりこういう産業技術に全く暗いものですから、このような技術開発が2021年にできた。そうすると実際に発電所が立ち上がるのにどのくらいの時間がかかるのかというのが全然見当がつかないものですから、そこら辺をどういう見通しのもとに開発されているのか。ちょっとそれを伺いたいと思ったわけです。

【松橋委員】 わかりました。申し訳ございませんでした。

そういう意味では、国会としての技術開発としてはまさに今御指摘いただいたタイムスケジュールのとおりで第3段階、SOFCを含めた実証試験が2021年度で終了する。そして、2022年度以降はまさに商用運転という形でSOFCのトリプルコンバインドのものが入っていくということでございますが、ここから先はビジネスの判断ということになってまいりますので、いずれにしても国家としての技術開発は2021年度までに実証試験を含めて終了していく。一応の完成を見る、そういうことが言えることではないかと思えます。

本当に商業運転をいつ開始するかは、これは各民間の判断になるところでございますので、国家がそこを管理できる範囲ではないということでございます。

【久間会長】 どうぞ。

【天野委員】 確認させてください。今回のフォローアップと直接関係ないかと思うのですが、この計画に関しては、大崎クールジェンさんがコントロールされている。これを見ますと、日本としては酸素吹、空気吹、USCの3つの特徴を活かして、それぞれ戦略的に適用するというお話なのですけれども、この3つの技術のコントロールというか、その辺の戦略はどちらでお立てになっているのかということと、今回酸素吹はわかったのですけれども、空気吹とかUSCはどのくらいの出来高になっているのでしょうか。

【久間会長】 この3つの方式について、経済産業省とメーカーがどう計画を立てているか、御存じでしたらお話しいただけますか。

【松橋委員】 私の今回お答えする範囲とは外れてしまうと思うのですけれども、USCについてはもちろん幾つか商用運転されているところがございます。それから、空気吹IGCCは、国による実証試験は終わりました、もう商用運転できる段階には来ておりますが、私の知る範囲では実際の商用運転というのはちょっとまだなかったかもしれないです。酸素吹IGCCについては、いままさにこれからやっていくというところがございます。

これの活かし方というか、国家戦略ということにつきましては、1つは先ほども申しましたように、石炭の炭種によって、USCと空気吹IGCCと酸素吹IGCCはそれぞれ優劣が、石炭の灰の融点によって優劣が出てまいりますので、そこで1つ使い分けが出てくるというのが1点ございます。

それからもう1つは、さっき申し上げた肥料のようなものをつくる場合は、空気吹より酸素吹のほうがいいという点。さらに、先ほど申し上げましたように、CO₂を削減するという世界の流れの中で、石炭で発電する場合でも例えば1キロワットアワー当たりのCO₂の排出量が何百グラムとか、例えば500グラムというような値が出てまいりまして、それを上回るものにはファイナンスをつけてはいけないというルールをつくりましょうとか、そういった話が出てきておりますので、そういうふうになりますと事実上、CCSがないと、CO₂回収がないとできませんので、そうなった場合は酸素吹のIGCCが浮上してくる。

ただし、酸素吹IGCCの弱点は酸素をつくるのに電力が必要であるということですので、そういった制約がもしかからない場合ですと、むしろ空気吹IGCCが有利になるということもあり得るわけで、そこらはやはり現状では若干の不確実性があるわけです。したがって、我々としてはそのような3枚のカードを持っていることで、いかなる状況、いかなる地域に対しても我々の持っている技術で対応できるということが非常に重要なことでして、その意味で今回は酸素吹IGCCということなんですけれども、その中でも今後の状況を見据えた場合には、非常に有効な技術になり得るということは言えると思います。

【久間会長】 竹中さん、お願いします。

【竹中委員】 検討メンバーの竹中です。ちょっと私から補足させていただきます。

資料3-2の4ページを御覧になっていただくとわかると思うんですけれども、目標・指標というのが左側で、それから妥当性・設置理由・根拠等というのは右側に書いてございますけれども、この項目の中で、私が一番大事にしているのは下から3番目の設備信頼性と一番下の経済性でございます。これは御承知のように微粉炭火力発電というのは既に商用化されておまして、これを酸素吹IGCCが微粉炭火力と比較して、マーケットで採用されるためには、この設備信頼性と経済性、これが非常に鍵となるということで、特に微粉炭火力については、日本の企業だけではなくて、外国企業も十分製造できる能力を持っておりますけれども、こと酸素吹IGCCについては、まだ商用化されたプラントがないということで、これは日本がいち早く他国に先駆けて商用化に向けて技術開発をし、ビジネスモデルとして適用できるレベルに到達することがやはり一番大事なのかなと。

そのためには、この研究を通じて、酸素吹 I G C C というのは、非常に複雑なシステム構成でございますので、長時間運転可能な設備信頼性をいかにして実現するか。それから、商用に向けたコスト低減を要は微粉炭火力と同等の価格を達成するためにどういう研究内容をし、それを実現していくかということが一番大事であり、そのためにはこの研究が非常に必須でありますし、これを実現すれば他国に先駆けて我が国がそういう技術を手の中にするということで、我々としては設備信頼性と経済性、特に経済産業省さんと事業者さんについては追求していくという姿勢でございます。以上です。

【久間会長】 本委員会のミッションは研究そのものがうまくいっているかどうかの審議ですので、今の話は少し離れたところにあると思います。

ほかに御意見等ありましたら、お願いします。

【高橋委員】 第2段階のCO₂分離・回収はいつも私は気になるんですけれども、輸送・貯留はこのプロジェクトには含まれていないということですよね。ここまでやるかどうかというのは、今回の評価では今後の経済産業省の評価に任せるという結論だと認識すればいいんでしょうか。

もう1つ、燃料電池の開発はCO₂の分離ができないとできないことなんですか。第3段階の、燃料電池でガスを再利用するということは、第2段階のCO₂分離というところの技術を開発した上でないと、できない研究なのでしょうか。

【松橋委員】 後のほうの質問からお答えさせていただきますと、CO₂回収・貯留がなくても、S O F C をつけてトリプルコンバインドにすることは基本的には可能でございます。それから、第2段階のCO₂の回収設備をつけるというところの実証でございますが、今立地しているところにおきまして、輸送し、貯留をするかどうかは確かにその点につきましては、御指摘のとおりでございます。

ただ、我々日本として考えるべきことはこの技術を確認して、世界に展開していくということでございまして、今現在でも既に海外においてそのような事業、例えば石炭をガス化して、都市ガスをつくり、そのときに出てきたCO₂を貯留する、地中に貯留するということを日本の名だたるトップの企業がある海外において、計画をしているという状況がございまして、それが酸素吹 I G C C にこのように効率的よくCO₂回収設備がつくという技術が確立されましたら、世界にそれを展開していく中では、CO₂の貯留ということをちゃんとその場所があるところで、例えば枯渇した油田とか、帯水槽があるところで、そこに入れながらいわゆるCCSをやりながら、こういった酸素吹 I G C C を展開させていくことで、CO₂の大気中への放出が非常に少ない発電技術、こういうものを展開することができるわけで、その意味では、やはり回収設備を

つけるという、この第2段階の実証ということは非常に重要であろうと考えてございます。

【井上企画官】 事務局から1点補足させていただきます。机上配布として石炭ガス化、当該事業の事前評価の結果を冊子として配布してございます。

事前評価結果の全体がこの冊子に入っているということでございまして、この9ページを御覧いただけますでしょうか。評価結果の総合評価の最後のところに、本プロジェクトの第2段階、第3段階移行前に、経済産業省での評価結果をもとに総合科学技術会議としても必要な評価を実施する。こういったことを事前評価の際に決めております。CSTPとしても第2段階移行、第3段階移行前に評価を行うことを既に決定しているということでございます。

【久間会長】 ありがとうございます。ほかに御質問等がありますか。

無いようでしたら、次に行きたいと思えます。

松橋先生、どうもありがとうございました。

今回の議論は、内閣府から経済産業省に通知しまして、施策に反映させたいと思えます。どうもありがとうございます。

続きまして、2つ目の高効率ガスタービン技術実証事業費補助金のフォローアップ結果に移ります。本事業につきましても、フォローアップ検討会を設置し、7月24日に同検討会を開催しまして、調査検討を行っていただきました。本件につきましても、まず事務局から調査検討の経過を説明してもらい、フォローアップ委員会の松橋座長から検討会において取りまとめたいただいた結果案について、20分程度で御説明いただきます。その後、20分程度でまた議論をいただければと思えます。

それでは、まず事務局からお願いします。

【井上企画官】 それでは、資料4-1の9ページを御覧いただけますでしょうか。審議計画、5月13日の評価専門調査会で、フォローアップ検討会の設置も含めて進め方について御承認をいただきました。

戻りまして、8ページでございます。この高効率ガスタービンのプロジェクトにつきましても、専門分野、内容等が先ほどの石炭ガス化の複合発電と非常に近いといったことで、こちらにつきましても松橋委員に座長をお願いいたしまして、また竹中委員にも御参画いただきました。外部有識者につきましても、御覧のお三方、先ほどのIGFCと同じ方々に来ていただいたということでございます。

7月24日に両案件、連続した形での一体的な検討会を行いまして、御議論いただいて、各委員の方々の御意見を踏まえてフォローアップ結果案の取りまとめをさせていただいたということでございます。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、松橋座長からフォローアップ結果の説明をお願いします。

【松橋委員】 資料4-1でございますが、1ページ目の中ほど、総合科学技術会議は平成23年度に評価に関する本会議決定に基づき、経済産業省が実施する高効率ガスタービン技術実証事業費補助金について、事前評価を実施しました。本事業は天然ガス火力発電用の高効率ガスタービンにおける先進技術の開発及び長期信頼性の検証を行うための実証試験を行うものである。総合科学技術会議が実施した事前評価では、事業の開発フェーズに応じた的確な計画の見直し、将来の市場獲得に向けた戦略的な取組等の指摘事項に対応することを前提に本実証事業を実施すべきとしました。

今般、平成23年12月実施事前評価における指摘事項への対応状況等の確認を行うフォローアップを実施いたしました。事業の概要でございますが、1ページの一番下からでございますが、本事業は天然ガス火力発電用の高効率ガスタービンにおける先進技術の開発及び長期信頼性の検証を行うための実証試験を行うものであるということになっております。大きく分けて、2つに分かれておりまして、大容量機（40万キロワット相当）というふうに書いてございますが、これの効率化のためにこれまでガスタービンの温度が1600℃であったところ、これを1700℃に上げていくということ、この実用化に必要な要素技術を適用した各要素モジュールの実証及び実証機による実証試験を実施するということが1点でございます。

また、今度は一方、少し小さい容量機、これは小型、分散型の発電で例えば都心におきまして、ビルの中とか地下とかに収まる範囲で、さらに高効率な発電を行うという、そういう目的があるような場合に、独特の技術なんです、高湿分空気利用ガスタービン、AHAT、Advanced Humid Air Turbineという技術がございます、この実用化に必要な高湿分圧縮機等の開発を行うとともに、システムの長期信頼性を検証するための実証試験を実施する。こういうものでございます。

資料4-2のほうを御覧いただきますと、そこに今のことがもう少し図を加えて書かれているわけでございます。大きく言うとさっきは石炭を利用するということでしたが、今回、御説明するのは昨今、エネルギー、そして化石燃料の中で、主役になりつつございます天然ガスというものをいかに効率よく使っていくかということございまして、天然ガス、化石燃料の主役になっているわけですが、一方で天然ガスの価格ということがかなり高くなってございます。

御承知のようにアメリカではシェールガス革命というのがありまして、アメリカ国内のガスの価格はかなり安いわけですがけれども、日本における天然ガスの利用の価格はその数倍という形で、やはり非常に効果な燃料であることに変

わりない。それとしまして、私ども日本としては少しでも効率を上げて、燃料を大事に使う、そこから少しでもたくさんの電気を取るということが重要でございます。

基本は、ガスタービン、あるいはその発電というものは熱サイクルでございますので、温度が上がっていけば上がっていくほど効率が上がっていくわけでございます。ただその一方で、この温度になりますと、例えば1700℃級になりますと、ガスタービンのブレードとっておりますが、それが基本的には金属ですので、高温で溶けてしまうというようなことがあって、それをいかに損傷しないように、空気のフィルムで守っていくとか、そして漏れがないように、タービンを緻密につくっていく、その製造技術、それから高温に耐えるタービンブレードの冷却の技術、こういったところが大変重要で、極限に近い技術開発を行っているわけでございます。

その中で、さっきも言いましたように、今回は大型のタービンとしては1700℃級のガスタービンをつくる。これは出力40万キロワットと書いてございますが、コンバインドにすることで、大型の発電所並み、つまりこのガスタービンの後に蒸気タービンをその排熱で蒸気をつくって、蒸気タービンをつけるわけですけれども、そのトータルのコンバインドサイクルで見た場合に、高位発熱量基準で送電端で57%という、6割近い効率を達成するということが1つでございます。

一方、それは大きな発電所を想定しているわけですがさっきも言いましたように、中小型の容量機につきましては、さっき言いました高温分空気利用ガスタービン、AHATというこの特異な技術を使いまして、ガスタービンの中に、一部水蒸気が入るような形で、いわばちょっと誤解を招くといけないんですが、このガスタービンの中に蒸気とガスがあって、コンバインドサイクルではありませんが、それによってトータルの効率を上げていく。したがって、こちらはAHATというこのガスタービン単体で送電端効率51%というものを実現する。こういう運びで大型機と中小型機の高効率化を図っていくと、こういうものでございます。

2ページの横にあるのは1700℃級のガスタービン、それから下は概念図になりますが、AHATのほうの模式図になっております。そんなようなことで、資料4-1に戻っていただきまして、2ページからフォローアップの内容に入らせていただきます。

まず、3ページを御覧いただきまして、3.1.1の四角の中を御覧ください。経済産業省におきましては、産業構造審議会評価小委員会で3年ごとの中間評価と事業終了時の事後評価を実施し、またこれとは別に事業原課が主体となって事業評価検討会を設置して、事業開始4年目の実証機建設前に中間評価

を行い、補助率も含めて事業の見直しを行うとしております。

その場合の評価について、どのような体制で行うのかということを含めて、産業構造審議会評価小委員会が実施する評価との役割分担が必ずしも明確になっていない。このためあらかじめこれらの点を明確にし、4年目に行う中間評価の具体的な評価項目、実施時期、実施方法、評価結果の事業見直しへの反映手順等について、全体の事業計画の中で明確に位置づける必要があるということでございます。

それから、中間評価に基づく事業の見直しの一環として、補助率の見直しを行うに当たっては、その段階では既に要素技術の開発は基本的に終了していることや、実証機については実証試験終了後には商用機として活用できること等を考慮して、適切な補助率を設定する必要があるという指摘をさせていただいております。

それから、3つ目のポツでございますが、8年目から9年目の実証試験、検証段階におきましては、実証機による連続運転が行われ、商用機と同様に売電による収入が得られるということも想定されます。これを考慮しまして、段階的に補助率を引き下げていくという対応を検討するとともに、事業開始までに売電による収入の見込みを反映する形で国の予算計画の見直しが必要であるという御指摘をさせていただきました。

対応といたしまして、事業開始4年目である、平成27年度におきまして、次年度からの実証機設計、製造への移行に先立ち、産業構造審議会、研究開発・評価小委員会、評価ワーキンググループにおいて中間評価を行い、補助率も含めた事業の見直しを行うこととしている、ということでございます。

事業原課が設置する評価検討会におきましては、当該分野に関する科学技術的な深い知見や見識のある外部専門家による科学技術的な観点からの実施内容の評価、助言を行う。他方、研究開発・評価小委員会、評価ワーキンググループにおきましては、政策的、経済社会的、国際的観点も踏まえつつ、中間評価を行うこととしております。また、中間評価の実施に向けて評価項目実施時期、実施方法、評価結果の事業見直し等について、必要な検討を進めて行く予定ということでございます。

2つ目の指摘について、本事業が実施段階に入る平成28年度予算要求において、中間評価の結果を踏まえ、また将来の事業の進め方を考慮し、本事業に対する適切な補助率を検討する予定である。

3つ目の指摘について、平成31年度及び平成32年度の予算要求において、売電収入が発生する場合、その場合におきましては、補助率のあり方も含め、実証実施試験の実施スキームについてさまざまな観点から検討する予定であるという回答をいただきました。

さらなる指摘事項として、事業開始4年目に行う中間評価の評価項目実施方法、評価結果の事業見直しへの反映手順等について、現段階で必ずしも明確なものとなっていないことから中間評価の実施に向けてはその具体化を図る必要があるという指摘をさせていただきました。

次に、3.2 将来の市場獲得に向けた戦略的な取組について、3.2.1 市場獲得についてということでございます。こちら側の指摘としまして、ガスタービンの世界生産額の予測に基づけば、2019年において、大容量機で年間約5,000億円、中小容量機では年間約4,000億円の市場が見込まれているが、本事業の実証を通じて、この市場をどの程度獲得していくかという目標やその達成に向けた道筋が明確にされておられません。

このため市場調査や海外の技術開発動向の把握を行いつつ、ターゲットとなる市場、競争相手、機器または技術のセールスポイント、タイムスケジュール等を踏まえた戦略について、検討し、示していく必要があるという指摘をさせていただきました。

対応としまして、市場や海外での開発動向を踏まえ、本事業におけるコストの試算や競合他社との競争力の比較分析、これらを踏まえた市場獲得戦略について以下の要領で検討を行っております。

大容量機のほうでございますが、我が国の大容量機の世界市場獲得の目標値として、2020年台に30%と設定しております。現状は、24%でございます。これを30%に引き上げるという目標を持っています。

そして、設備コスト、従来のもと同程度に押さえつつ、高効率による燃料費の低減により競争力を高め、シェアを高めていくことを想定しています。1700℃級ガスタービン、これは言うまでもなく世界トップのものでございますので、これで圧倒的な高効率により国際シェアを高める。さらに、短期的には1700℃級ガスタービンのために開発した技術を既存の1500℃、1600℃級ガスタービン適用し、高効率を図って国際競争力を高めるということをご想定しているということでございます。

中小容量機のほうですが、我が国の中小容量機のほうは、大容量機と比べると若干小さく、現状世界シェア4%というものでございますが、2020年台にこれを20%に上げるという目標を設定しているということでございます。これは2006年から2010年の中小容量機の世界シェアにおいて、大手2社が全体の約8割のシェアを占めておまして、該当出力帯での標準機種として国内外から位置づけられるには少なくとも20%程度のシェアを獲得する必要があるという考えに基づいております。本目標の達成に向け、A-HATというこの技術のエッセンスと世の中の既存技術を組み合わせ、競争力の高いシステムとすることを考えているということでございます。

また、ターゲット市場ごとに標準モデルを構築し、ガスタービン及びA H A T技術は国産とするが、付帯設備については幅広く調達先を求めることでよりコスト競争力等を高めまして、今のような目標を達成していくということを目指しているということでございます。

さらに、我々からの指摘といたしまして、特に中小容量機、現状で4%と申しましたけれども、このものに関しては、実用化による新たな市場への投入を行うものであり、かつこれにより我が国の世界市場獲得における現状4%を大きく上回る20%を目指すものであることから、早期の市場投入と海外の競合技術に対する競争力強化の方策を含め、より具体的な市場獲得戦略の検討を行う必要があるという御指摘をさせていただいたところでございます。

3. 2. 2 派生技術の他分野への応用について、ということでございますが、本事業の成果をガス火力発電の効率向上だけでなく、次世代の石炭火力発電技術であるI G C C等の効率向上につなげることや耐熱材料やエンジン等の関連する産業へ転換することで、本事業の成果を最大化することにも留意しつつ、開発実証を進める必要があるという指摘をさせていただきました。そのこのところの対応といたしまして、経済産業省においては、本事業に関連する派生技術の他分野への応用、展開について積極的に進めていくこととしているということでございます。エンジンなどの製品への波及は、製品の形態は異なるものの、流体・伝熱・燃焼などのシミュレーション技術や過酷な環境下での計測技術などについては応用可能なものもあると考えられることから、その適用可能性についても検討を進める。また、燃焼器、再生熱交換器の技術は、高効率な燃料電池システムにも適用可能と考えているということでございます。

以上、高効率ガスタービン技術実証事業費補助金でございますが、事前評価で指摘した事項については、必要な対応が概ね図られているという結論を出させていただきました。

【久間会長】 ありがとうございます。

それでは、ただいまの評価結果につきまして、御意見があればお願いします。上杉先生。

【上杉委員】 資料4-2に、事業の年度展開というのが書いてあって、今の御報告でも24年から25年にかけての大きな流れは分かるのですが、実際技術的と申しますか、どの程度に進んでいるのか、それが順調であるかということがちょっと見えなかったんですけれども、もしよろしければ、それを御説明していただけますでしょうか。あるいは、このロードマップもちょっとおおまかすぎて、この後がどうなるのか個々の事象がわからないんですけれども、もし予定も含めて検討、フォローアップ委員会で御審議されたのであれば、その辺もお教えいただきたいと思っております。

【久間会長】 技術の成果について、進捗状況がわかりましたらお願いします。

【松橋委員】 これは、事務局のほうで。

【井上企画官】 今回のフォローアップ検討会の議論の中では、そういったところ、特に論点としてなかったということもございまして、特にそこまで深く確認を行うということはしていないという状況でございます。

【上杉委員】 技術的には順調に進んでいるかどうかというぐらいの確認はされているんだと思うんですが、いかがでしょうか。

【井上企画官】 概ね順調に進捗しているという状況については、事務局で経済産業省からお聞きしているという状況でございます。

【久間会長】 研究加算の年次展開が少し大まかすぎるという印象ですが、何かコメントはありますか。上杉先生の御指摘がごもっともだと思います。

【上杉委員】 やはり補助金を出すについてはある程度のもう少し細かいところを……。

【井上企画官】 これも机上配布という形で、事前評価の際の資料をお配りしてございます。その中で、ちょっとページがなくて恐縮なんです。

【松橋委員】 ページが消えておりますが、12ページの次のページに少し年度ごとの話を書いてございますが。

【井上企画官】 実施内容（2）というページがございまして、開発の年次展開という資料がございまして、第1回検討会の資料の中にございます。

【久間会長】 どの資料ですか。

【井上企画官】 冊子の。第1回検討会資料のまとまりの、13ページ、資料5-1というまとまりの中の13ページでございまして、3. 実施内容（2）というページがございまして、開発の年次展開といったものが各年ごとに大容量、中小容量機、それぞれについて書かれておまして、概ねこのスケジュールにのって進捗していくということの評価段階で確認していたということでございます。これに沿って順調に進捗しているという状況をお聞きしているということでございます。

【久間会長】 よろしいでしょうか。

【上杉委員】 この13ページのところで、2012年、13年と書いてありますが、ここで技術的にはこの辺が順調にいつているということがわかりました。

【久間会長】 本来なら数値があるともっといいですが、ほかに御質問等、お願いします。

【高橋委員】 一番最初のところでまとめているわけですよ、フォローアップ結果。その結論が「必要な対応は概ね図られている」となっているわけですが、中を見ると、最初の中間評価の評価項目実施方法、評価結果等をちゃんと明確

にせよと言っていることに対して、やってないわけですよ。

【久間会長】 すみません、どこのページのことをおっしゃっていますか。

【高橋委員】 4ページの指摘事項には、事業開始4年目になんとかかんとかしなきゃいけないのに、現段階では必ずしも明確なものになっていないという指摘をしているわけですよ、今回。事前で明確にしなさいと言っているにもかかわらず、フォローアップしたら、やっぱりまだ明確になっていなかったというのがこの国の予算計画の見直しについての結論ですよ。3.2のところは、ちゃんと目標数値を出しましたと、30%とか20%とかいうところを出しましたというところを評価して、多分「概ね図られている」という結論にはなっていると思うんですけども、ここまで丸めて概ね図られていると言っているのかというのが私の問題意識です。1番目の計画の見直しで指摘したことをちゃんとやってないんだから、ちゃんとやってないじゃないですかということ結論のところにも入れるべきではないのでしょうか。

【松橋委員】 今の点についても事務局のほうからお願いします。

【井上企画官】 すみません、何をもちょうど概ねと言うのかという問題で、フォローアップ検討会の中でも、主たる論点として、特に3.2の市場戦略といったところが主たる論点となって、そこが大きな問題だと、そういったところについて、ある程度しっかりとした資料をいただいたということも踏まえて、少しそういう流れで、概ねと書いております。3.1.1につきましても何点か指摘事項がある中で、1カ所、ちょっとどうかというところがございますので、ちょっとこの書きぶりにつきましては、もう少し厳しい、甘すぎない書きぶりということをちょっと事務局で検討させていただきたいと思っております。

【高橋委員】 厳しいかどうかよりも「概ねなんとかである」というのは、何も言っていないことに等しいということをおは問題にしたいんです。何がよくて、何が悪いのかというのが、まとめを読めばわかるという書き方にさせていただきたいということです。

【井上企画官】 はい。表現の適正化ということで。

【久間会長】 御指摘ありがとうございます。

ほかに御意見を申し上げます。どうぞ。

【相澤委員】 計画を拝見いたしますと、大容量機と中小容量機という2つが並行して並んで走っている形になっていると思われるんですけども、これは独立なプロジェクトであるという認識でよろしいですか。つまりもし独立であるのであれば、技術開発とか実証試験等いろいろな評価の観点についても独立に行うのが妥当ではないかというふうに思いまして、ちょっと質問させていただきました。

【久間会長】 独立に行っていると思っておりますけれども。

【松橋委員】 評価自身は個別に見ております。

【久間会長】 ほかに御意見はありますでしょうか。よろしいですか。

【河合委員】 先ほどの上杉委員の指摘された計画が詳細に示されていない。しかしこの白いほうには示されているということですのでけれども、定量性がなくて、実際に何が実行されて、どこまで実現されたかというのが検証しようがないと思うのですけれども、それは専門委員会では突っ込んで評価されたということでもよろしいでしょうか。

【久間会長】 最終的な目標値は、当然書いてありますよね。効率57%ですね。この表にはそれぞれの年度での目標数値を書いてないわけですのでけれども、経済産業省の資料には書かれているのではないかと思います。いかがでしょうか。

【河合委員】 もちろん、そういう資料が提示されていて御覧になっているのであったら、ここで細かいことをあげつらう必要はないと思いますけれども。

【久間会長】 どうですか。

【井上企画官】 今回のフォローアップ検討会の議論の中で、基本的には事前評価における指摘事項の対応状況の確認を中心に御議論させていただいておりました。先ほど冊子の中で、年次ごとの技術展開についての計画の内容、それぞれについてどのような進捗であったかといったような御議論は、フォローアップ検討会の中では行っておりません。先ほど申し上げましたのは、概ね順調に進捗しているということについて、事務局において確認をしておいたという事実をお伝えしたと、こういったこととございます。

【河合委員】 わかりました。そういうふうに聞いているということに……。

【久間会長】 ほかによろしいですか。

よろしければ、次にいきたいと思います。松橋先生、2つも座長を引き受けていただいてどうもありがとうございます。この委員会は第2段目の評価委員会ですから、細かいところまでチェックしてない、全体としてはちゃんと流れているよというような話であります。それでは、どうもありがとうございました。

いろいろとお話が出ましたけれども、この評価専門調査会でいろいろと出た意見に関しましては、経済産業省のほうにまた反映させていただきます。

続きまして、国家的に重要な研究開発の事前評価につきまして、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です。本事業については、評価検討会を設置し、同検討会において、10月に2回の調査検討を行っていただきました。本日は、評価検討会において取りまとめられた評価結果について御審議いただきまして、評価専門調査会としての案を取りまとめたいと思います。

取りまとめた評価結果は、次回の総合科学技術会議について審議、決定させ

ていただきます。本日の審議の進め方ですけれども、まず事務局から調査検討の経過を簡単に御説明いただいた後に、評価検討会の白井座長から評価検討会について取りまとめていただいた評価結果について、20分程度で説明いただきます。その後30分程度、議論をさせていただきたいと思えます。これは事前評価ですので、今までいろいろと話が出ましたように、後々いろいろな皆さん問題が出ないように、しっかり事前評価をやりたいと思えます。よろしくお願ひします。

では、事務局から。

【井上企画官】 事務局からまず検討の経過について御説明いたします。資料5を御覧いただけますでしょうか。研究開発の概要、1. にございますが、これは後ほど詳しい御説明がございますので省略をさせていただきます。

めぐりまして、審議経過3ページを御覧いただけますでしょうか。9月5日の評価専門調査会におきまして、会長の指名による評価検討会の設置について御承認をいただきましたのと、議論に入る前の質疑応答等をさせていただいたということがございます。

評価検討会につきましては、戻りまして1ページに検討会のメンバーを書かせていただいております。白井委員に座長をお願いいたしまして、久間議員、原山議員、それから相澤委員、射場委員に検討会のメンバーになっていただきました。また、御覧の5名の方々を外部有識者として招へいし、評価検討会を行いました。

再び3ページでございますが、10月10日と10月30日に評価検討会を開催いたしました。あらかじめ事務局で用意しました評価の視点、手前の2ページの基本的な項目を踏まえて、本件の内容に即した評価の視点を提示し、それに基づいて文部科学省からの説明、質疑等を行いました。委員の方々から評価コメントをいただき、評価の論点を整理いたしまして、30日に再度追加質疑及び討議を行いました。これを踏まえまして、今回、評価結果原案をこの評価専門調査会にお示ししている。こういった経緯でございます。以上でございます。

【久間会長】 ありがとうございます。続きまして、評価検討会の白井座長から評価結果について、御説明をお願いします。

【白井委員】 エクサスケール・スーパーコンピュータ開発プロジェクトの評価結果原案の御報告をいたします。

最初に、研究開発の概要の説明をさせていただきたいと思えますので、資料6-2と書いてあるパワーポイントの資料、これの2ページ目をお開けください。ここに、全体の概要、プロジェクトの概要、それからシステムのイメージ、予算開発スケジュール等、全部まとめて書いてあります。エクサスケール・ス

ーパソコンコンピュータ、ときどき「ポスト京」という言い方も出てきますけれども、同じことを言っております。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は、国家の基幹技術として位置づけられている世界最高水準のスーパーコンピュータを国として戦略的に開発整備することです。科学技術の振興、産業競争力の強化、安全・安心の国づくり等をこれによって実現するということを目的にしております。

この開発アイテムとしては、1つにはエクサスケール・スーパーコンピュータの開発整備、2つ目として、エクサスケール・スーパーコンピュータを活用するためのアプリケーションの開発があります。この目標として、我が国のさまざまな社会的、科学的課題の解決に資する計算性能1エクサフロップスを掲げています。これは現在開発が完了して、共用され始めておりますスパコン「京」の約100倍の性能です。そのレベルのスーパーコンピュータの運用を平成32年、2020年までに開始するというのが目標となっております。

このページの左下に、アーキテクチャのイメージ図があります。汎用部と加速部と言われる部分、この2つのパートに分かれて、それによってこのエクサスケール・スーパーコンピュータは構成されております。この設計自身は今概念設計を行っているところで、これは仮の想定図としております。

この開発が本当に必要であるか、またそれを自主開発するということが適当であるかどうかについて、プロジェクト推進方策の2番目のパラグラフに書いております。プロセッサ等の中核となる技術については「京」で培った我が国の技術の継承、あるいはシステムソフトやアプリケーションの開発、人材育成の観点で国内開発に利点がある云々ということを書いております。

プロジェクトの推進体制については、開発主体、現在は独立行政法人理化学研究所を想定しておりますが、これを中心として大学、研究機関、開発企業、ユーザー団体等から構成される実施体制をとります。

また開発の手法として、C o - d e s i g n、協調設計と呼ばれますけれども、そういった仕組みを使いまして、ハードウェアの開発とアプリケーションの開発とを密接に連携させながら進めるとしております。

ページ右下に予算開発スケジュールを書いておりまして、現在要求されているものは、平成26年度から32年度まで7年間にわたり、約1,200億円の開発製造費となります。

以上で全体像をお話ししましたので、資料6-1に戻りまして、評価結果原案を御説明いたします。

第1ページに、総合評価とあります。最初のパラグラフは全体のプロジェクトの説明なので省略させていただきます。2、3、4パラグラフは現在開発が完了した「京」について、それがインパクトをもった研究成果を得られている

ことを書かれておりますので、ここも省略させていただきます。

第5パラグラフからが今回の総合評価になります。ここでは、我が国の国家基幹技術に位置づけられる世界最高水準のスーパーコンピュータは、科学技術を実践するために必要となる、理論の研究、実験科学、これらに並ぶ第3の手法であると言われるシミュレーションのための強力なツールであると述べています。さらに、我が国の競争力の源泉となる先端的な研究成果を生み出す研究開発基盤であると認められるとしています。

また、本プロジェクトは我が国の計算科学技術インフラを発展させて、イノベーション創出の拠点を形成し、1つには産業競争力の強化、2つ目に科学技術の振興、これらに貢献することが期待できる。

それから、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・発展、またそれを支える人材の継続的な育成確保、これを図る必要があることに加えて、ハードウェア、ソフトウェアの協調による設計開発により競争力のある計算システムを構築するためには、ハードウェア技術の内部を熟知することが必要と述べています。すなわち、ブラックボックスになっているハードウェアを使って開発するのではなく、ホワイトボックス、中が十分わかった状態で開発を進めることで最大の成果が得られる。そのために、中を熟知する意味から自主開発をする、少なくともCPU等の核となる技術については自主開発をすることが必須であると評価いたしました。

次のページに移りまして、さらに技術の継承・発展、あるいは人材の育成・確保と合わせて、我が国の先端的研究の飛躍的な推進を図る観点から、世界最先端のスーパーコンピュータの切れ目のない開発が重要であるとしております。

これは例えば米国では、HPC法などによって、国の方針としてスーパーコンピュータの継続的な開発を行っています。それと同等なものをここで求めているわけでありませんが、「京」それから今回の「ポスト京」の開発1つ1つが「島」になるのではなく、切れ目のない開発を継続していくことが重要である。そういう観点から今回の評価をしたということを言っております。

他方、国際的に見ても米欧中を初めとする世界各国で、2020年ごろのエクサスケール・スーパーコンピューティングの実現を目指した国主導での研究開発が活発に推進されており、こうした国際競争環境のもとで我が国においても立ち遅れることなく、研究開発を進める必要がある。

国際的な競争環境については、先ほどの6-2の資料の5ページに世界各国の取組状況が書いてあります。最近、発表されたものでは、日本の「京」はLinpackの性能においてまだ4位を出しておりますけれども、米国、EU、中国と非常に活発な開発を進めている状況でございます。

また6-1に戻りまして、以上のような観点から本プロジェクトは実施する

意義や必要性が高く、国として主導的に取り組むべきものであると判断します。ただし、本プロジェクトの実施に当たっては、いろいろ具体的な精度を上げていくべき事象がありますので、その指摘事項を以下のように示して対応を求めるものであるとしております。

第2章が指摘事項になります。①でターゲットアプリケーション及び開発目標の設定について書いております。

目標設定については、「京」の場合、LINPACKの性能で10PFLOPSという非常に計算機科学視点の目標設定をしていましたが、今回のエクサスケール・スーパーコンピュータ、「ポスト京」では、アプリケーションの実効性能で「京」の100倍という言い方をしております。そういった意味で、実際に使われたときの性能が100倍になるような目標設定としております。また消費電力についての目標についても30ないし40メガワットを実現することを想定、という書き方をしております。

その目標設定においては、今後経済・社会的あるいは科学的課題を解決するために使用されるアプリケーションの中から目標性能を検証するためのものを選定し、それをベンチマークに置いて目標達成を検証するとしております。

ここからが指摘になります。ニーズを踏まえた経済・社会的、科学的課題の抽出を進め、新たなスーパーコンピュータの応用を図るべき分野について、計算科学ロードマップに取りまとめられていますが、目標性能の検証に用いるべきアプリケーションの絞り込みが現段階ではされていないということを指摘しています。

このためアプリケーションの絞り込みを求めています。そのときに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て、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という指摘をしております。

指摘の2つ目として、ターゲットアプリケーションの設定を踏まえて、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して、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しております。現在は、どの応用分野に向かうべきか必ずしも確定しておりません。また、検証するためのベンチマークの設定をまだしていない状態なので、これを早急に進める必要があるという指摘をしております。

次のパラグラフでは、それ以外の目標となるソフトウェアの利用環境の使いやすさ、信頼性、あるいはユーザーサイドの観点から見た目標、あるいは開発スペックの設定について検討を行うべきであるとしております。アプリケーションの実効性能が基本的な目標設定ですが、それを補助するための使いやすさ、あるいはその他の信頼性、そういったスペック目標というのにも検討していくべ

きであるという指摘をしております。

最後のパラグラフで、活用の効果を踏まえたアウトカム指標による目標設定の可能性についても検討が望まれるとされています。このアウトカム指標という表現は、総合科学技術会議、評価専調で定められた「国の研究開発評価に関する大綱的指針」の中に出てくる表現です。今後は単なるアウトプット指標だけではなくて、その波及効果、社会的意義などを目標において研究開発を進めるべきであるとしております。これについて、今現在の計画では、特に設定がありませんので、このアウトカム指標による目標設定も検討を進めていただきたいという指摘です。

②の指摘事項は、システム構成及び工程表の具体化についてです。1つ目のパラグラフでは、現段階では汎用部と演算加速部からなるシステムの構成、アーキテクチャ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、C o o d e s i g n、協調設計の考えに基づいて、システム構成についてもあらためて検討を進めることが求められるとされています。

仮の姿としてアーキテクチャが示されていますが、現在進んでいる概念設計の中で、アーキテクチャの決定が行われるはずですが、そこでは、C o o d e s i g n、アプリケーションとシステムアーキテクチャ、ハードウェアの設計者が協調しながら設計をしていくことが必要であるということを変更して指摘しております。

2つ目のパラグラフで、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て、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しています。工程表については、6-2の資料の9.2に非常に粗い工程表が載っております。検討会の資料として、参考資料3と書いてあるグリーンファイルバインダーの1番の資料の19ページにかなり詳しい開発スケジュールが載っておりますので、御参考までにお知らせしておきます。

いずれにせよ、開発スケジュール自身は工程表が比較的きちんとできていますが、その他周辺の活動、運用のスケジュール、プロジェクト評価のスケジュールなどについての工程をもう少し詰める必要があるという指摘を行っております。

3番目のパラグラフで工程表の具体化に際しては、中間目標（マイルストーン）の適切な設定を図るとともに、全体の事業費、1,200億についても厳しい財政状況を踏まえ、開発投資の効率的な観点から適切なものとなるよう費用対効果を含め十分な精査が必要であるとしています。

現在、見積りが出ていて、年度ごとの費用要求も出ておりますが、その根拠

等についてももう少し精査が必要であろうという判断をしております。

次の第4パラグラフでは、社会環境、技術動向の想定外の変化に機敏に対応できるよう、工程等の機動的な見直しができる体制を確保することが望まれるとしています。これは、具体的には「京」の開発の際にいろいろな環境条件、社会環境、あるいは技術動向、そういった変化が大きく起きて、途中で工程の見直しをしました。それがスムーズにできるように、「京」のときにも対応を考えられていますが、今回も非常に長い期間の開発ですから、途中で社会環境の変化、技術動向の変化、そういったものがあるだろう。それに対応できるように体制をきちんととってくださいということで指摘しております。

開発体制については、6-2の資料の10ページにマネジメント体制が載っております。

また戻りまして、5番目のパラグラフで、開発されたスーパーコンピュータの共用後における機能拡張性、いわゆるスケーラビリティを考慮した設計とすることが妥当かどうかについて技術面のみならず、消費電力やコスト等の観点を踏まえた検討を行うことが望まれるとしています。これは、いろいろ委員からも指摘がございました。「京」でも今度のエクサスケールでもそうですが、非常に高性能なシステムがつけられたときに、そこで終わりではなくて、さらに高性能なもの、機能拡張ができるものをつくってほしいという要求は当然あるわけですが、それが妥当であるかどうかを、技術だけではなく、実現可能性、電力やコスト、そういった観点を含めて検討していただきたいという指摘をしております。

それから、スケーラビリティ、機能拡張性は上位方向だけでなく、下位方向、ダウンサイジングに対しても、次のパラグラフで記しています。成果物としてのアーキテクチャの産業分野での製品展開等を促進するためには、いかにダウンサイジングに耐えられる構造に設計するかについて技術面、コスト面等を踏まえて検討することが望まれると指摘させていただいております。以上が、目標等についての指摘です。

③では、開発推進体制、特に今回フューチャーされているC o o r d e s i g nに基づく開発の推進体制について述べています。本プロジェクトではC o o r d e s i g nの考え方に基づいて、アーキテクチャ設計開発、システムソフトウェア設計開発、アプリケーション設計開発、プログラミング環境設計開発を協調させ、相互に設計開発内容のフィードバックを図りながら進めるとしています。

ただし、現段階において示されているC o o r d e s i g nの考え方は、概念レベルのものであって、それを進めるための体制、具体的なオペレーション方法については、現在検討中であるとされております。

効果的、効率的な設計開発を進めるために、適切な体制、オペレーション方法の具体化を早急に図る必要があるので、それを求めるということです。

次に④に移りまして、共用後の広範な利活用の促進。スーパーコンピュータの開発により、我が国における科学技術の振興、産業競争力の強化に貢献することが重要であり、開発されたスーパーコンピュータについて、学术界のみならず、産業界も含めた幅広い利活用を確保することが重要であるとしています。

このため応用分野ごとに必要とされる演算手法の類型を整理し、それらへの適用可能性をあらかじめ分析し、研究開発内容に反映させるなど、ターゲットアプリケーション以外のアプリケーションへの適用性についても十分考慮しつつ、研究開発を進めることが適当であるとしています。

先ほどの目標のところでは、目標はターゲットアプリケーションを絞り込んだほうがよろしいという指摘をしております。目標設定は絞り込んでばかりエッジの効いたものにする一方で、成果物の活用は広い分野に適用できるように適用性を考えてくださいということを求めています。

2つ目の段落で、特に我が国の産業競争力の強化を図るため、具体的な産業応用の姿やそれによる効果の波及の道筋をあらかじめ明確にしておくことが必要であるとしています。産業分野での応用についてです。

スーパーコンピュータ「京」の共用に際しては、その性能を最大限に活用しつつ、重要な課題に優先的に取り組むべく、戦略プログラム利用枠、産業利用枠を含む一般利用枠等の計算資源配分枠を定めるなど、戦略的な利活用が現在図られております。

本プロジェクトで開発するエクサスケール・スーパーコンピュータについても、H P I C (High Performance Computing Infrastructure) の枠組みの中での共用後の位置づけ、また理化学研究所だけではなく、各大学等で保有しているスーパーコンピュータのネットワークができておりますので、その中で役割分担をはっきり示しておくべきであるとしています。計算資源配分の考え方と効果的な利活用のあり方について、あらかじめ明確にしておく必要がある、と指摘しております。

次に、⑤の指摘は、人材育成の取組についてです。本プロジェクトでは、スーパーコンピュータ「京」の開発で得られた資産を活用しつつ、理化学研究所の計算科学研究機構を軸として、インターンシップ制度や企業からの研究者の受入れと開発を通じた人材育成に取り組むことが想定されている。

また、C o o r d e s i g n の推進により、例えばアーキテクチャとアプリケーションの設計開発に携わるものが密接に連携することで、計算機科学と計算科学の双方に精通した人材の育成が進むことも期待できます。

さらに今後我が国におけるスーパーコンピューティング技術の維持向上を図

り、その十分な利活用、開発効果の最大化を図るため、C o - d e s i g n の推進による人材育成の効果も考慮しつつ、ハードウェア、システムソフトウェア、アプリケーションの開発運用、ユーザーへのサポート等とさまざまな分野での人材育成に向けた具体的な取組を進める必要がある。現在もちろん、「京」をベースにした人材育成の取組は進められていますが、この「ポスト京」においても同等、あるいはそれ以上の育成の取組を具体的に示してくださいという要求です。

最後に⑥、その他です。本プロジェクトにおいては、スパコンに関するベンチマークについて検討を進めることとしているが、ベンチマークは我が国だけで勝手に決めてもそれが認められなければ比較対照できません。必ず国際的に認められたものでなければいけないので、国際標準化に向けた取組、これが重要であります。

それについて、日本が先導して進める必要がある。本プロジェクトにより生み出されるベンチマーク、あるいは開発手法等の国際標準化については、あらかじめ取組方針を明確にして、専門家を交えた体制を構築するなど、戦略的に進めることが必要であるという指摘をしております。

最後の指摘として、本プロジェクトは多額の国費を投入するものであることから幅広い層の国民から支持が得られるよう、プロジェクトの意義、必要性、さらに将来のビジョン等を含め、説明責任を果たしていくことが重要である。専門家の方だけではなくて、幅広い一般の方からの支持、あるいはその理解が得られるような説明責任を果たしていただくということです。

最後に、意義必要性は認められるものの、実施をするに当たっての具体化を含めた評価がさらに必要であろうということを述べています。本プロジェクトの実施に当たっては、ターゲットアプリケーションや開発目標の設定、これらを踏まえた全体事業費の精査を含めた工程表の具体化が今後明確にすべき事項であり、これは指摘事項で挙げております。そこで、これらが具体化された段階に、総合科学技術会議において改めて評価を実施することとしますということです。

以上まとめますと、意義、必要性は認められるが、いろいろ具体的なところについて、さらに評価が必要ということが結論であります。以上で報告を終わります。

【久間会長】 どうもありがとうございました。

それではただいまの評価結果原案に対して、御意見等がありましたらお願いします。

【天野委員】 非常に難しいことに取り組みされていて、成果について大いに期待したいと思いますが、とても心配になったのが、C o - d e s i g n に基づ

く開発の推進ということです。これはやはり新しい発想の開発のマネジメントが必要だと思います。これだけのことをおやりになると、秘密保持とか成果のコントロール、しかも一部ベンチマークの国際標準化に向けた取組もなさるといことなので、その辺のマネジメントはとても大変なことだと思います。6-2の開発体制のところを見ると、この開発推進体制は通常の体制だと思いますが、この場合かなり高度なR&Dのマネジメント技術がいると思いますので、この辺のこともぜひお考えいただきたいというのが1点です。

それともう1つ、これは印象なんですけれども、予算のところハードとソフトの予算のバランスが非常にソフトが軽すぎるような気がします。これだけのハードをやって、ソフトの予算がこれだけで足りるものなんでしょうか。

【久間会長】 C o - d e s i g nの開発法、ブラックボックス、標準化、ハードとソフトの予算のバランスについて、白井座長、いかがでしょうか。

【白井委員】 全部答えられるかわかりませんが、C o - d e s i g nについては、資料6-2の7ページに、その概要を書いております。これは文科省からの説明によるものです。従来の手法ではアーキテクチャ設計とアプリケーション設計を一往復だけ行っていたが、それをプログラムの開発環境を含めた部分を範囲とし、複数の往復を通し完全なフィードバックを得ながら、それを設計に反映していくという形で行うと言われていました。

指摘にもありましたように、そういう概念はわかりますが、それを実際にマネジメントし、どういう手法、どういう手続でやっていくかというのが必ずしも明らかになっておりませんので、そこを明らかにしていただくということを指摘しております。そういう意味で、今の御質問でのご懸念は、そのとおりの認識でございます。

それから、ベンチマークの標準化についてですが、同じ資料の10ページにマネジメント体制が書いてあります。これは「京」と基本的に同じ体制だと思いますが、開発主体、ここでは仮に理化学研究所として、開発主体にすべての権限を集中させて開発主体でいろいろなコントロールができるようにしていく。それを中心にして、企業、あるいは大学等が開発に参加するという格好になっております。

当然、国際標準化、あるいは知財の問題もありますから、秘密保持や、それをどう管理していくかというのもこの開発主体が中心となって企画されていくものだと理解しております。そこについても今後詰めていくべきであるということも指摘の中に入れてさせていただいております。

それから、最後3つ目に、事業費の内訳です。今回お示したものでは事業費の内訳表示がありませんが、参考資料、緑色のファイルの最初の説明資料1と書いてあるところの21ページに、ある程度詳しい開発費用の内訳が年度ご

とに書いてあります。全体費用のうち、アプリケーション開発が比較的小さいのではないかと御指摘でございます。

ここについては、今回精査しておりませんが、いずれにせよ開発費用の妥当性が今、ここで示されているだけの材料ではまだ評価、判断できないというのが我々の基本的な考えで、どういうものを開発していくか、さらに具体的なマイルストーンを示した上で、年度ごとの費用評価もしていくべきであるという指摘をしております。以上です。

【久間会長】 非常に的確な御指摘をありがとうございます。

ほかに御意見がありましたらお願いします。

河合先生。

【河合委員】 指摘事項の①ターゲットアプリケーション及び開発目標等の設定について、目標性能の検証に用いるべきアプリケーションの絞り込みを行うようにという指摘が書かれているのですが、コンピュータのようなIT関係のものの過去10年ぐらいを振り返ってみると、数年先に何が本当に重要になるかというのを予測するのは極めて難しいと思います。そして、これを最初の段階でその時点での知識で絞り込んでしまった場合に、それだけに沿って開発が行われると、本当にいいものが7年後、8年後にできるかというのはかなり危ないのではないかと。ある程度は絞り込むこと、具体化させることは必要だと思いますけれども、それを適当なサイクルで見直す、そういうことは必要ではないかと思えます。

【久間会長】 いろいろな計算手法があるので、どういう分野のアプリケーションが多いかを明確にしながら、他の分野に関しても、どの程度の性能が出るかを把握しながら開発を進める。要するにバランスが大事だと思います。すべての応用分野で最高性能を出すのは、不可能ですから、ある程度、分野を絞り込んでいくということです。

【白井委員】 会長に答えていただきましたので十分だと思いますが、その議論は検討会の中でも出まして、汎用的なものを狙うべきであるという意見がある一方では、汎用的なものを狙ってしまったがために、いろんな分野の方から要求が出て、あれもいい、これもいいとその要求を全部取り込むがゆえに、結果として非常につまらないスペックのものができてしまうのではないかと御指摘がありました。そういう事例が過去にもあったのではないかと。その意味で、エッジがきいたというか、方針を明確にしたベンチマークをつくっていくべきであろうという意見が大勢となりました。

とは言え、先ほど久間会長が言われたように、それを実際に応用する面においては、いろいろな側面からの想定を今開発主体でされています。科学技術の卓越性を狙う応用、産業競争力の強化を狙う応用、そういったものから幾つか

の事例を出して、評価の中に加えていく。ただし、目標設定はベンチマークを定める場合にはかなりエッジのきいた目標設定が必要ではないかという議論になっております。

【久間会長】 どうぞ。

【河合委員】 もう1点ですが、ポスト「京」という言葉が出てきていますように、これは「京」を乗り越えてということだと思えますけれども、「京」コンピュータにおいて、これだけのことをしたいというものがあって、それに対してこういうことができたということがこの資料ではどうもちゃんと検証されてない。できたものについて、いいことだけを取り上げて書いてあるようには見えるけれども、こういう新しいステップに進むときに、一番重要なのは何ができたではなくて、何ができなかったかというところ、あるいはどこで失敗したかというところが大事だと思うのですけれども、それについての検討はされているのでしょうか。

【久間会長】 これは、事務局から説明ください。

【井上企画官】 お配りした資料6-2の一番後ろのほうに、ポスト「京」で期待できる成果、「京」との比較という資料をおつけしてございます。切り口としてサイエンス、産業競争力の強化、あるいは安全・安心、地球規模の課題解決。こういった4つの区分で、さまざまな例をお示ししております。その中で、防災とか豪雨の事前予測とかそういったお話もありますが、例えば2ページ目でございますが、創薬の部分でございます。

疾患関連のたんぱく質と化合物の結合予測を行うことで、新薬候補化合物を見出す。こういったスクリーニングのためのシミュレーション、「京」におきまして、こういった300種類の化合物から、がん治療の新薬候補化合物を10個見出すことに成功したということでございますが、さらにポスト「京」におきましては、複数のたんぱく質についての結合予測を行う。そういったことで体内の複雑な細胞環境の中で、さらにその副作用があるかどうかも含めて、スクリーニングを一挙に行うということが可能になります。

また、一番下に計算時間の比較例として、1万の化合物のスクリーニングを行う場合に、短時間の比較例として、1万の化合物のスクリーニングを行う場合に、「京」の場合には、残念ながら2.4年ぐらいかかるというものが、ポスト「京」では5.5日で可能になる。こういった形である程度「京」の成果としてこういったものがあって、それに対してただ限界はこういうところにあるところについて、ポスト「京」ではこういうことが可能になるといった資料について、お示しをいただいているということでございます。

【久間会長】 河合先生の、失敗例に対する反省の質問ですが、失敗の原因として、「京」に問題があるのか、問題設定が悪いのか、両方想定されますよね。

ある問題を「京」で解かせたとき、その問題が悪いのか、あるいは「京」自身が悪いのかということです。失敗の原因は、「京」を使った人の使い方にあると思います。

【河合委員】 「京」が始まる時に、「京」を使いたいと言っていた人が多分たくさんいて、それぞれプロジェクトを考えられていたはずですが。その人たちが、すべて今満足しているのか。満足していない人がいるとしたら、どういふところがうまくいかなかったのか。実際に使っている人が、「京」を使ってここまでやりたいと思っていたのが、どこまでできたのか。当初の予想を超えてできたのか、あるいは一部しかできなかったのか。

それから、「京」は途中で設計変更とかありました。そういうマネジメントも含めて、最初の目標設定とその実現の仕方がどのような経過をたどって、そこにはどういふ問題があったのかと。そこら辺が精査されているのでしょうか、そういう質問です。「京」でこれができなかった、今度はこういうことをやりますというという説明は全く私の質問と無関係です。

【原山議員】 おっしゃることというのは、何が失敗したかというより、何か限界があるから次のものが必要だというラショナルが必要だということだと思うんですね。ここの総合評価、1ページのところと2ページの頭にかけて見ますと、先ほどポスト「京」に関して言及されているのはパラグラフの6番ぐらいからなんですけど、すべて受け身のラショナルになっているわけなんです。CPUを自主開発しなくちゃいけないという話と人材も継続的にしなくちゃいけない。また、競争的環境にあるから次にすすめなくてはならないということでも留まっているわけです。であるがゆえに意義や必要性が高くとなっていて、本質的に何をしたいのかということが言及されていないのが問題であって、そのラショナルの中にもっとポジティブな形でもって、「京」でここまでできるんだけど、その限界を突破することによって、何をしたいのかということが書かれないと、やはり説明がつかないと思います。その議論は全然してないわけではなくて、今、事例としてこういうことが可能になるということだけ書いてあるわけなんですけど、その事例の総括から何をやりたいのかということを示していく。

それに対して、例えば先ほどの6-2の資料の3ページの中の目的を見ますと、これもなかなか読み取りづらいことが書いてあって、世界最高水準のスーパーコンピュータを国が持つことによって、社会的、科学的課題の解決を先導し、と書いてあるわけなんです。いろいろな社会的課題を解決することは望まれるんだけど、もっとフォーカスさせた形で、これをするによって何が可能になっているかと、どこかで書き込まないと説明がつかないんじゃないかと思っています。

【井上企画官】 まず、「京」の活用に関して、これは「京」の事後評価の際

にいろいろ御議論させていただいた中で、ライフ、新物質・エネルギー、防災・減災、ものづくり、宇宙といった、戦略5分野を定めてまさに取組を進めているといった経緯がございます。今回の評価の検討会の議論の中でお配りしております、ファイルの中の2の資料の中の、27ページにそういった戦略分野を中心とした、現時点の評価と将来の可能性といったものを整理させていただいて、かなり資料的には大部になりますが、こういった資料を検討会の中ではお示しをいただいて、御議論させていただいたという経緯でございます。ちょっと御指摘に対して十分なものとなっているかどうかというところは定かではございませんが、検討会の議論の経緯としてはそういった内容を確認しているという状況でございます。

【白井委員】 今の点、追加すると、同じ資料の18ページに今の「京」では限界であったが、「京」のボトルネックをいかに解決できるかという指摘が1つあります。このあたりも検討会の中では、資料要求をしたりいろいろ質問したりした部分ではあります。

それから、先ほど原山先生が御指摘されたポジティブな必要性の議論ですが、確かに御指摘のとおりもともとのレーショニングでは不十分であるという認識は持っております。ここは評価をする側が言うべきことではないかもしれませんが、「ポスト京」にせよ「京」にせよ、他国が軍事技術として開発しているに対して我々が民生分野において卓越性を持つという、明らかに違いがある。そこでの卓越性を使って、産業競争力の強化や科学技術の振興に集中し、そこで成果を出すことを目標にするといった何か大きな夢のあるビジョンを設定する。それで必要性を議論していくというレーショニングが必要なんだろうなと感じております。

【久間会長】 ありがとうございます。

河合先生、何かありましたらどうぞ。

【河合委員】 どうも私の質問がちゃんと、疑問が……。

【久間会長】 もう少し具体的に質問をお聞かせいただけますか。

【河合委員】 それがどうも伝わっていないようで、何が足りなかったかと、性能とかいう面で何が足りなかったかということを行っているのではなくて、この年限、この予算で「京」をやることになっていた。そのときにここまでやろうと思っていたことが本当にできたのですかと。それでもできていなかったのであれば、それはどこに問題があったのか。そういう検討をしたのでしょうか。ここに書いてあることはもう研究者の性として、あるものを目いっぱい使ったら、もっと先が欲しい、これは当たり前のことで、これはもう実によくわかります。ですから、そういうことではなくて、「京」の場合に問題設定、開発体制、そういうものが、問題設定じゃないですね、目標設定、あるいは開

発体制、そういうものが十分に限られた期間と予算を最大限有効に活用するような形で行われたかどうか。その検討はなされたのでしょうか。その教訓が次の計画に活かされるようになっているのでしょうか。それが私の質問です。

【久間会長】 それは大分やっているはずです。白井先生から、目標設定と成果、それから、次にどう活かすかといったところをご説明をお願いします。

【白井委員】 私は、たまたま「京」の事後評価も担当しましたので、そこから引き続いているんですが、「京」の事後評価のときにもやはり目標設定の仕方が議論となりました。LINPACKによる目標設定がされてきて、その設定に対しては目標を満足しました。しかしそれが本当に利活用、波及効果を含めてよかったのかどうかというのは、問題が残るという指摘を「京」の事後評価としていたしました。そういった事後評価を前提にして今回事前評価に取り組みました。これは文部科学省が述べられていますが、LINPACKの性能評価だけでは不十分であるから、アプリケーションの実効性能でもって目標設定を行う、あるいはC o - d e s i g nのところでも、十分なC o - d e s i g nができていなかったのをさらに進めていくというふうに、前回の「京」の反省を踏まえた改善点は認められると考えております。

【久間会長】 よろしいですか。

【河合委員】 はい。

【久間会長】 では、上野さん。

【上野委員】 ここのところ、幾つかフォローアップ評価をさせていただいて、そのときに事前評価のときの指摘事項をフォローアップではフォローアップするということになるので、この事前評価は非常に重要だなと感じています。事前評価のときに押さえるべきところを押さえていないと、その先ずっと影響されるということを実感しているので、非常に幅広くさまざまな点を押さえていらっしゃって素晴らしいと思って拝見しておりましたけれども、もう1つ指摘すると、一番後ろの評価結果原案の5ページのところに、国際標準化に向けた取組が重要で、日本が先導して進める必要があるということが書かれておりまして、これは賛同するんですけれども、と同時に前にといいますか関連するということで、戦略的な知的財産の取扱をという観点も入れておく必要があるのではないかと思います。

と申しますのは、今回のエクサスケール・スーパーコンピュータは我が国の産業競争力強化に貢献することが重要であるということも書かれておりまして、こちらのパワーポイントのほうの資料6-2の10ページに開発推進体制が書かれているんですが、こちらを拝見しますと、システム、ソフトウェア開発において国際連携を推進するということが書かれております。この観点からも、

何をオープンにして国際標準としていくべきか、そして、何をクローズにして我が国の競争力の核としていくべきなのかというところについて、戦略的な取扱に留意する必要があるのではないかと思います。

【久間会長】 もっともな御指摘だと思います。知財の件は入れますし、オープン、クローズの件も文科省のほうに伝えます。

ほかに、御意見等がありましたらお願いします。
よろしいでしょうか。

【河合委員】 人材の育成が結構重要な課題としてあると思いますけれども、これは予算計画の中ではどのように反映されているのでしょうか。

【久間会長】 これは事務局からお願いします。

【井上企画官】 先ほどもございました資料の21ページ、ファイルの中の21ページが予算の概要ということでございますが、この中でこれは先ほど座長のほうから御説明ございましたとおり、現段階の概算ということで、今回の評価の中において、これがそもそも妥当なものかどうかというところまで評価しきれないという段階のものと認識してございます。そういった中で、その中の人材育成にかかる部分が何かといったところも現段階で明示的に示されているわけではないという認識でございます。

また、事業費の精査、今後再度評価を行っていくというふうにしておりますが、そういった段階で事業費の精査も含めた工程表の具体化というところを再度評価すると申しておりますので、そういったこととして理解しているということでございます。

【久間会長】 ほかに御意見、御質問等をお願いします。

【高橋委員】 これは最後の文章で評価いたします、ということを宣言しているんですね。これの時期なんですけれども、「具体化された段階においてフォローアップを評価する」と書いてありますが、具体化されるのは相当先のような気がするんですけれども、どうなんでしょうか。

【久間会長】 事務局、どうぞ。

【井上企画官】 こちらにつきまして、今、見ていただいた21ページが一番開くのが早いかと思いますので、予算の入った資料、スケジュールを書いてございます。ここで書いております意図というのは、必要性についてはある程度理解いたしまして、基本設計レベルからスタートされるとして、その後このスケジュールでいくと、平成27年度以降に、かなり本格的な着手の時期に入ると。その前にはそういった資源配分決定に反映させる趣旨も含めて評価を行う必要があるのではないかと。そういったことからしますと、来年の今ぐらい、1年後ぐらいのタイミングというのが1つ考えられるのかなというふうに思っております。

来年のこの時期にやるというのは、順調に予算が措置されて、来年度から事業がスタートした場合において、ということでございますので、ちょっとそこは明確にその時点ということをちょっと書きづらいということがございますので、現時点でこういう案にしているというところでございます。御指摘を踏まえてもう少し明示的に書くという選択肢はあろうかと認識しております。以上でございます。

【久間会長】 上杉先生。

【上杉委員】 今の御質問とも絡むんですけれども、今回のこの事前評価結果では、かなりある意味で厳しいと言いますか、必要である、すべきである、という項目が大変多いわけでございます。その段階において評価を実施する、ということが書かれておりますけれども、かなり指摘事項はあっても、この事前評価で認められたことになり、それで結果的には予算がつけば動くわけですね。そうしますと後でフォローアップをしても、ある程度事業は進んでいて、そこは事前評価で一応かためられましたねというような感じになっちゃうことがほかのケースでもちょっと感じたことがあるものですから、これだけかなりの指摘なり、必要である、すべきである、と書いてあったのですから、もう一回スタートする前に、この形でできますねということをお早めに、例えば、予算がついて動き出す時に、どこかでチェックするようなことがあるのではないかなと思いました。

ちょっと話が飛びますけれども、この6-2の9ページのところに、来年度の基本設計や詳細設計が終了した段階で、文部科学省の評価を受けること、というのが書いてあって、表にもなっていますけれども、例えばこの後でもう一度、ここでといたしますか、何かいわばスタートする直前ぐらいのところの確認のようなものがあるのではないかなと、そんな気がいたしました。

【久間会長】 文部科学省に出しまして、文部科学省からの意見を聞いて、それで必要ならばもう一度この評価委員会を開催したいと考えます。よろしいでしょうか。

【玉起委員】 先ほどのエクサスケール・スーパーコンピュータに期待するものというページが、たまたま創薬関係のページでしたけれども、創薬のほうでもエクサスケール・スーパーコンピュータにはすごく期待しています。また、今回の原案でも2ページに、使いやすさ、アウトカム指標などが書かれております。ぜひ産業界も含めたオープンな形で、実際にどういうふうに使っていくか、またどういう形で設計していくかということに、いろいろな分野の人たちを入れて、検討していただけたらと思います。

【久間会長】 大分、文科省でも随分進めていまして、産業界、サイエンス、それから国際的な貢献、いろいろな分野での検討を進めています。

ほかによろしいでしょうか。

よろしいようでしたら、どうもありがとうございました。

いただいた御意見は、文部科学省への評価結果に反映させていただきたいと思えます。

それでは、これをベースに評価結果案を再度つくり直して、文部科学省に出したいと思えますけれども、会長である私に一任させていただけますでしょうか。

ありがとうございます。

文部科学省の回答に応じて、もう一度評価委員会を開催するかどうか決めたいと思えます。

本日はどうもありがとうございました。

白井先生には、座長として御尽力いただきまして、本当に心から感謝申し上げます。

それでは、事務局からお願いします。

【井上企画官】 それでは、今、会長のほうからございましたとおり、本日の御意見を踏まえて、評価結果案を修正させていただきたいと存じます。その際に、いただいた御意見の趣旨の確認等をちょっとさせていただいて、内容を御確認いただくという手続をとらせていただく可能性がございますので、そういった形で、必要に応じて内容の確認をさせていただいた上で、最終的には会長一任という形でお認めいただければと考えてございます。

また、そういった形で評価結果案を取りまとめました後、予定される総合科学技術会議の本会議に付議をして、審議、決定をいただく予定としてございます。本会議決定いたしました評価結果、最終的な評価結果につきましては、総合科学技術会議の議長である内閣総理大臣から実施府省である文部科学大臣に通知をして内容への反映を求める。こういった手続で考えてございます。以上でございます。

【久間会長】 それでは、ありがとうございました。

【井上企画官】 事務局から補足させていただきます。次回の評価専門調査会、立てこんでおりまして、11月26日に予定しておりますので、御出席予定いただいている方はぜひよろしく願いいたします。以上でございます。

—了—