

総合科学技術・イノベーション会議 評価専門調査会
大規模研究開発評価ワーキング・グループ
議事概要

日 時：令和5年1月27日（金）10：02～11：44

場 所：オンライン

出席者：上山会長、梶原議員、篠原議員、長谷山専門委員、林専門委員

事務局：萩原企画官、川崎補佐、星野

文部科学省：工藤参事官、河原計算科学技術推進室長、谷本参事官補佐、

中野企画推進係長、佐野科学技術・学術戦略官、久保科学技術・学術戦略官付

経済産業省：大下課長補佐、笹山課長補佐、桑原係長、荻野デバイス・半導体戦略室長、

池田課長補佐、齋藤課長補佐、金地技術評価調整官、亀山課長補佐

NEDO：森嶋部長、林部長、三代川統括研究員、在間統括調査員、豊田主査、

栗原専門調査員

議 事：大規模研究開発評価に係る事後評価ヒアリング

(1) 文部科学省「フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開発）」

(2) 経済産業省「高効率ガスタービン技術実証事業」

(3) 経済産業省「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」

(配布資料)

資料1 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

資料2 総合科学技術・イノベーション会議が実施する事後評価の調査検討等の
進め方について

資料3 大規模研究開発の評価スケジュール

資料4 文部科学省資料「フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開
発）」

資料5-1 経済産業省「高効率ガスタービン技術実証事業」

資料5-2 経済産業省「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」

(参考資料)

参考資料1 様式（質問事項）

参考資料2 様式（個別評価原案）

参考資料3 大規模研究開発評価WG 設置要綱および構成員名簿

議事概要：

上山会長ご挨拶

(1) 文部科学省「フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開発）」

文部科学省より概要説明の後の質疑応答

【林専門委員】 1点目。スーパーコンピューターの必要性や、高度化をしっかりと進めてきていること、また常にこれまでも議論されていたアプリケーションとの共同開発では、ユーザー、使用側についてもかなり意識的に進めてきたことも大変理解した。その上で、このCSTIでの評価ということでお聞きしたいが、スパコン自体の技術開発によるインパクトの定量的な分析はあるのか。利用側が、コロナや線状降水帯、エピソードとしてのチャンピオンの話はよく分かるものの、例えば創薬や材料等、様々な面でスパコンのニーズはあると思うが、顕在化しているニーズあるいは潜在的なニーズがどの程度あり、それに対して「富岳」がどれ程使用できる範囲で応えてきているのか、あるいは、例えば創薬にしろ材料にしろ、ほかの国の研究開発と比べて、日本がスパコンを持っていることによってどれほどの優位性を持っているのかに関して、エピソードベースではなく、もう少し全体を捉えられる定量的なものはないか。CSTIとして、一個上のレベルから、日本の研究力を考えたときに、日本がスパコンに高額の投資をすることによって日本の研究力がどれほど向上しているのかを全体像として見れないか、文科省でそういう議論はあったのか伺いたい。

それから、2点目。やはりポスト「富岳」というスパコンの今後の展開が不透明だという話があったが、一方で量子コンピューティングなども進んでいて、既に連携もされていると認識しているが、改めてこれまでの状況と今後の見通しや柔軟な運用について御説明願います。

【文部科学省（河原）】 1点目の定量的な評価の観点については、定量的に示すのは難しい部分もあるが、例えば、「富岳」の課題については基本的には一般公募をかけて採択するため、その提案がどのぐらいあって、どのぐらい採択しているかは一つの指標になり得る。その一例として、参考資料の7ページ目に、「富岳」を含めた利用企業の数を示しており、ピンク色の部分が「京」の企業数、紺色の部分が「富岳」の利用数だが、「富岳」は3年目になるが、これを見ると「京」の大体6年目ぐらい、180社近くの企業に使ってもらっていることがわかる。こういった指標も活用しながら、その利用の定量的な評価については取り組んでいきたい。国際的な評価について、あえて説明では省略したが、客観的な指標としてスパコンランキングがある。評価書の9ページに記載のとおり、令和2年6月のランキングにおいて共用開始の前の段階で四つの指標で世界1位になった。単にスパコンの速さだけではなく、アプリケーション性能、ビッグデータ解析やAIと、トータルな面で複数部門で世界1位になることは、「富岳」の総

合力を示しており、運用開始2年、3年たっても二つの部門で1位を継続している状況も、一つの指標になると考えている。

最後2点目の量子コンピューターとの連携や、今後の次世代計算基盤の開発に当たっての話について、参考資料で簡単に御紹介できればと思う。参考資料13ページに記載のとおり文科省では次世代計算基盤に関する調査研究を昨年8月から実施している。これはポスト「富岳」をにらんだものである。右下に体制図があるが、システムチーム、新計算原理、運用技術と、三つのカテゴリーに分けて調査研究を今進めている。「京」のときはシステムとアプリチームだけだったが、それに量子コンピューターとの連携をどのように図っていくかという意味で、新計算原理を新しく追加した。スパコンと量子については、連携した形でどのように使っていくかが目下の取り組んでいくべき事項だと考えており、それが将来的にはスパコンと量子コンピューターとの間でどういう役割分担をしていくかといった検討にもつながっていくと思うので、次世代計算基盤への反映も含めて、よく検討していきたい。

【梶原議員】 同じような質問になるところがあるが、1点目は、グローバルの研究力というのか、グローバル視点で研究が進んだとか、あるいは国際的に見て、日本国内での事情とグローバル連携の観点、国際競争と国際連携というところで特筆して言えることはあるのかという質問。

2点目は、今後柔軟な運用をしていく必要があるとおっしゃっていたが、これは振り返るとそういうことなのか、当時から実はそれを感じていたができなかったということなのか、どちらか。運用面についてのフレキシビリティについての考え方や時間軸での変遷があれば教えていただきたい。

【文部科学省（河原）】 まず1点目の、グローバルな視点、連携の観点でどういう取組をしていて、今後想定しているかだが、一つは、当然各国、アメリカや欧州もスパコンの開発をしていて、日本をしのぐような装置が出てきており、例えばアメリカではフロンティアというスパコンが稼働している。その中で、当然、日本、アメリカ、欧州の間ではスパコン分野の協力は続けており、「富岳」は重要な位置を占めていると考えている。例えば、昨年のスパコンのコードンベル賞というアプリケーションの世界的な賞があるが、その中で、「富岳」を活用した形で海外の研究者による研究成果が受賞していたり、日本の研究者が海外の研究者と協力して海外のスパコンを活用して研究成果を出している事例もある。また、今後想定しているのは、政府間では、文科省とアメリカDOEの間で覚書を結んでおり、現行ではソフトウェアに関する協力を行うことになっている。その実施主体として理研が入っているが、それをベースにしながら将来的な次世代計算基盤の検討に当たってどういった協力ができるかというところを政府レベルでも後押ししていきたいと思っている。更に、先ほどの次世代計算基盤の調査研究

の中では、システムチームの中に幾つかのベンダーが入っており、例えば、理研チームの中では、国内ベンダーとしては富士通、国外企業の中ではNVIDIA、AMDやインテルといった米国ベンダーもその調査研究に参画している。そういう意味で、次世代の計算基盤を考えるに当たって、日米連携といった観点も含めて検討をしていきたい。

2点目は、私が当時いなかったので想像の部分もあるが、ある程度想定できた部分があれば、想定外に発生した事象、例えば、半導体の遅延とかサプライチェーンの機能不全みたいなところは予見し難いところもあると思う。そういった状況は、次世代計算基盤、正にポスト「富岳」を考えるとときも同じような状況は起こり得ると思うし、新しい要素としての量子コンピューターとの連携といった要素も入るため、技術的な進展の状況もにらみながら判断をしていくことになりかと思う。そういう意味では、ちょうど今FSを実施しているところだが、FSを1～2年実施した上で開発プロジェクトに移行した「京」の時と比べて今非常に技術的な動向が不透明であると認識しているので、まずこの調査研究の中でどれが先端的な技術になるか、日本として確保すべき技術になるかも含めてよく検討した上で、ある程度作り込みと見極めをして、開発プロジェクトなどにつなげていきたいと考えている。

【文部科学省（工藤）】今の柔軟な運用の件について、当時のことを覚えている私が若干補足すると、当時も半導体に係る箇所、中間評価の前に半導体もプロセスルールが変わり、若干遅延が起こった。それも踏まえて、スケジュール変更はあり得べしとして作らないといろんなことに対応できないということを御指摘いただいたと理解している。

また、国際競争力の件について補足すると、「富岳」以外のマシンでエクサ級が出来てきているが、あらゆる科学分野や産業分野において計算が必要になってくるときに計算資源が足りない状況が当時から見えており、各国との関係でランキングだけ見ると、各国はそれだけの計算資源を投じている。それとマッチアップするために、日本の国内産業、それから科学技術の世界において計算資源をきっちり供給するということが日本の競争力につながるという視点を持ってこのプロジェクトは行っている、その点御認識いただければと思う。

【長谷山専門委員】 3.4.の①に記載の通り、Society 5.0利用促進課題が設定され、社会的課題の解決や産業競争力の強化のために果たす役割が大きい事業であると思っている。通しページ番号17、この資料の10ページに、複数の分野で9つのターゲットアプリケーションを開発したとの記載がある。これは、その選考の過程において、先の産業競争力の強化を担うことを評価するという基準で進められたものと思っているがよろしいか、確認させていただきたい。

【文部科学省（河原）】 Society 5.0推進枠などの取組をするに当たっ

て、ターゲットアプリケーションの選定とどうリンクしているかという意味では、9つのターゲットアプリケーションは、健康長寿、防災、環境問題、エネルギー、産業競争力強化、基礎科学の発展といった観点で、将来の社会実装、それから科学の発展に必要な分野だろうということで選んでいる。枠を設けて採択しているのは、第5期の科学技術基本計画で明確に位置づけられたことを受けて、「富岳」の利用形態の一つとして新たに設定したものだ。考え方としては、これらのターゲットアプリケーションの中で、より社会実装に近い、例えばライフサイエンスや材料のような分野はSociety 5.0の課題の候補になり得るというものである。

【篠原議員】 10ページの通し番号の17ページ、改善方策の部分で2点伺いたい。1点目は、単に性能のいいスパコンができたというだけでなく、非常に活用が進んでいることは嬉しいと思うものの、例えば一般の産業分野も含めてもっとその活用を広げる余地はないのか、活用を広げる余地があるとしたら、それを活用を広げるために、例えば技術面、制度面、運用面等で、今の「富岳」のバージョンで何をすべきなのか、若しくは、ポスト「富岳」を考えるに当たって、そういう議論がなかったかを伺いたい。

2点目は、先ほどの林先生の議論とも絡むが、量子コンピューターは多分オールマイティではないので、量子コンピューターが出来上がったとしても、このスパコンとのハイブリッド活用というのは必須だと思っている。そう考えた場合に、今の「富岳」においてはスパコン、ちょうど今のアズイズの「富岳」を前提に量子コンピューターとのハイブリッド活用になると思うが、ポスト「富岳」を考える場合には、量子コンピューター、特にその中でイジングマシンなんていうのがかなり実現性が高いと思っているので、それを前提にいろいろ議論していくべきだと思っている。どうも外から見てると、スパコンのグループと量子コンピューターのグループはお互いサヨリに入って、特に量子コンピューターの方がスパコンを古典計算機なんていう言い方をしてしまうから、古典計算機と言われたくない思いもあって、なかなかその連携がうまくいってないように思われるが、その連携をもっと文科省でもうまくさせていくような方策についての議論があったか伺いたい。

【文部科学省（河原）】 まず1点目の活用の余地については、様々な産業利用とか一般課題含めて拡大していきたいというのがある。その中で、例えば新しい取組として、今週、発表したけど、理研とAWSというクラウドベンダーと覚書を結んで、「富岳」で開発したアプリケーションをAWSでも使えるようにするという取組も開始している。そういう意味では、ソフトウェアの移植とかも含めて、より企業一般も含めて活用しやすい環境を作っていくのは重要だと考えている。

それから、量子とハイブリッドの関係は、これまで垣根があった部分もあるか

もしれないが、例えば先ほど御紹介した調査研究の中でも、新計算原理のチームの中には理研も入っていたり、ベンダーとしては富士通やNECなども入っている。この中でゲート型、それからアニーリング型も含めて連携の姿をよく検証しながら、システムの中にどう組み込んでいくかを調査研究の中でも取り組んでいきたい。また、文科省の量子を担当しているところと連携をしながら我々も取り組んでいきたい。

【篠原議員】 是非今後の課題の部分に書いていただくと、我々としても非常に心強く思っている。

【上山会長】 時間もなくなってしまったので、私自身は特にこの8ページの「富岳」の計算資源配分の考え方について、どのようなポートフォリオで作られているのか、あらかじめマネジメントがあるのかというような話をもう少し聞きたいと思ったが、別の機会にする。

(2) 経済産業省「高効率ガスタービンの技術実証事業」

経済産業省より概要説明の後の質疑応答

【梶原議員】 事業成果のところに1社企業名が入っているが、この事業の成果はもっと複数社に広がっていくのか、その見込みを少し教えていただければ、また、成果の活用が広がっていくとよいと思うので、その見込みの度合いをお伺いする。

【経済産業省（大下）】 例えば5ページでもお示したように、メーカーが基本的に、MHIの1社しかないことから、ほかの日本メーカーへの展開とったところは余り期待できない。他方で、世界シェア40%を誇っている大型ガスタービンにおいて、MHIの中でほかの技術に転用されるどころ。

【萩原企画官】 2分の1補助とか3分の2補助で、MHIが自己負担をしてやっているため、基本はMHIが開発されてMHIが使うということだと認識している。その上で、経産省かNEDOに聞くのがいいのかどうか分からないが、知的財産は、基本MHIさんが独占できるという理解でよいか。

【経済産業省（大下）】 基本的には三菱重工の特許になる。

【林専門委員】 1点目は今の議論だが、一つの特定企業に対して公的投資をしたことの正当性をどう説明されているのか。例えば、売上げが上がって税収が増えるとか、あるいはCO₂の削減によって経済効果であるとか、大学との連携をすることによって、学術研究あるいは人材育成との連携をしっかりとっているとかその辺りどうお考えになっているか。

2点目は、AHATについて、早期に終えられた背景について、このまま続けていてもあまり見込みがないからやめたのか、早期にうまくいったからやめたとか評価書からは読めるが、実態はいかがか。基本的には技術開発だから、トライしてみてもうまくいかなかったら早期に柔軟なマネジメントでやめたというのは、恐

らくほめられるべきこととか、そんなに責められるべきことではないと思うため、A H A Tに対してどういう経緯でどういうマネジメントの判断をされたのかご説明いただきたい。

3点目は、1点目と少し関係するかもしれないが、例えば大分前に、アメリカのDOEの資料等では、例えばこのガスタービンや再生可能エネルギー等を正にポートフォリオでどこにどれだけの割合の投資をして、それが例えば今後使われるであろうエネルギー源等の関係でどういう状態になっているか、正にその全体像の中で、特に1社がやるガスタービンの研究開発に投資をするということが妥当なのかどうか議論をするわけだが、実際に経産省やNEDOでは、全体のポートフォリオの中でこのガスタービンの研究開発をどういう形で見っていたのか、あるいは、そういう分析をされているのかお教えいただければ。

【経済産業省（大下）】 まず、一つのメーカーへの正当性という点について、繰り返しになってしまうが、大容量高効率ガスタービンの技術開発を行っている企業は我が国においては基本的にはMHI、1社のみである。一方で、世界各国においては、官民一体となって技術開発を支援をしており大変競争は激化している。こうした世界で奮闘しているこの1社に対して官民一体となって支援する、さらにNEDOの技術、蓄積されている知見とか技術力を講じて、世界との競争に打ち勝つというところが我々としては非常に重要であるというふうに考えており、そういった意図から支援をさせていただいた。

2点目は、A H A Tの事業短縮について、途中時点の技術開発の動向と、平成27年度の経済産業省の産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発評価小委員会評価ワーキンググループによる中間評価における、補助内容の適切な見直しと国費の適切な執行等の指摘事項を踏まえ、開発の加速、つまり事業期間を平成32年度から29年度に短縮したというところ。さらに、実証機の出力規模を縮小するために、既存設備を活用した。こういった見直しを行い、予算額も減額がなされたというところ。

3点目のポートフォリオについては、エネルギーミックスとって様々な電源についてバランスよく使っていくというところを国としても方針を示させていた。そういった中で、あらゆる電源について可能な限り高効率に発電できるように、しっかりと技術開発を進めていくことが重要であると認識している。さらに、再エネ導入を拡大していく中で、冒頭御説明したとおり、再エネの供給力の安定性に欠ける部分を補う意味もある。

【林専門委員】 1点目については、官民共同が悪いとは全く思わないが、結局この1社のガスタービンの研究開発に投資することが、ほかの例えば再エネとかにもう少し増額投資をすることに比べて重要だという説明を対外的にどうやってされているのかということ。要はガスタービンのことを知らない素人に対してちゃ

んと納得できるようなものになっているのかどうか論点かと思う。

【篠原議員】 今の2点目の答えに関することだが、AHATについて、今のお話だと、産構審の方の下部会で前倒しや規模を適切に見直すという判断で変わったということだが、それは多分社会実装をより確実にするためにだと思うが、その割に今回の評価結果を見ると、社会実装にも至っておらず、非常に評価としての曖昧さを感じる。我々ここはメタ評価の場なので、その細かな中身に入るよりも、どうしてそのような評価の結果を受けて、計画を見直したにもかかわらず社会実装にも至っていないのかをご説明願います。

【経済産業省（大下）】 予算には限りがあるところでして、よりマーケットを取りにいける見込みが高い技術開発に注力するといった判断もあり、AHATについては予算を減額し、期間も短縮して行ったと、選択と集中を行ったところが率直なところ。

【篠原議員】 より高いマーケットに絞り込んで開発したのであれば、マーケットに入ってるべきだが、説明資料によると社会実装には至っていないとあるため、矛盾しているように感じる。

【経済産業省（大下）】 選択と集中を行ったことによって、よりマーケットシェアを獲得する可能性がある技術に時間やお金を掛けて実施するという判断をしたところ。他の技術に比べて、AHATはマーケットを獲得するのが厳しい可能性が高いと判断したことから、期間も短縮し、予算額も減額をするという判断を途中で下したというところ。

【篠原議員】 林委員がおっしゃったとおり、研究開発というのは必ず100%成功するものではなくて、やはり環境変化とか技術の進展の見誤りによってうまくいかない場合もあるわけだが、評価で一番大事なことは、そういうことに対して真正面から向き合って、ちゃんとそこの部分を書くということが私は一番大事だと思ってる。今のロジックでは評価結果については私は正直言って納得できない。

【長谷山専門委員】 私も1社に投資という点が気になった。全世界で累計46台を受注済みというお話や、エネルギーミックスの必要性も理解している。受注された国の数はどのぐらいになっているのか。台数シェアの46%と全世界で累計46台との関係が、広く沢山の国で導入されているということなのか気になった。

【経済産業省（大下）】 ガス火力発電は世界で数多く行っているところで、例えば北米、中国や南アジア等がマーケットとして見込めるところ。例えば、大型ガスタービンの受注実績では、世界全体のメーカーを合わせると、2018年から2020年の3年間で、北米で49台、中国で46台、南アジア等で16台となっており、世界累計で46台というのはそれなりの実績であると我々としては認識をしている。

【長谷山専門委員】 私の質問は、受注済みである国は何か国ぐらいあったのです

かというものだったのですが。それに対してはいかがか。

【経済産業省（大下）】 申し訳ないが手元にデータを持ち合わせていないため、後日お調べして国数については御回答させていただきます。

（3）経済産業省「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」

経済産業省より概要説明の後の質疑応答

【上山会長】 特許を中心とした国際標準化の取組に関して、どのような方針でなされているのか、もう少し詳しくお伝えください。

【経済産業省（荻野）】 まず、光電子集積インターポーザという部分については標準化を進めているところ。物理的な指標、サイズやピンの数等、そういった形については、一つはIECの中で標準規格を完成させているところ。また、この分野により必要になるOIFやCOBOといった点でフォーラムの中での業界標準を進めているところ。さらに、こういった物理的な標準化だけではなく、低消費電力や高密度化という部分で標準化についての議論を進めているというような状況。

【上山会長】 別のところで、私も経産省がやってる標準化のところに関わっているが、この辺りの情報が余り出てこないのもう少し情報頂ければ有り難い。特にそういうルールづくりとか、あるいはいろんなところの集まりの中での意見集約みたいなことについて。

【林専門委員】 2点ある。評価者からのコメントで、10年にわたる国家プロジェクトの一つの成功モデルというようかなり高い評価のコメントが付いているが、実際にNEDOあるいは経産省でやって、かなりうまくいったプロジェクトだと思っているのか。実際にもうまくいっているという御認識であれば、説明資料でもクリティカルポイント、成功要因を詳細に分析してくださいというコメントが付いているが、どういうふうにお考えになっているかが1点目。

それから、2点目、技術研究組合を作ってやるにあたりプロジェクトリーダーは大学の先生ということで、どの程度そこに関わっていたのかと共に、技術研究組合は集中研方式というか、様々な企業の方が特定の場所集ってやる形なのか。アイオーコアという形で一部を分社化したことが実際に参加していた各企業との関係でどういうものだったのかと、中間評価か事前評価でも多様な分野の統合が必要で色々な分野の研究者の集積で進める必要があるということが書かれていたと思うが、この技術研究組合の中でどういう形で実現されたのか体制について御説明願いたい。

【経済産業省（荻野）】 では、まず経済産業省から。成功モデルだと考えている。経産省認可の技術研究組合の中でも初めての分割会社ということで、要は事業化を技組から分割会社として設立をしていく初めての事例であってもチャレンジができるほどの技術的な優位性を事業期間中、途中の段階でも実現できるという確

信を持てるほどしっかりと進歩していたという部分だと思っている。その背景として、まず光分野に対する日本の企業、大学や産総研における非常に長年の研究者の技術の積上げがあったため。世界の潮流のニーズが高まっていく中で、ちょうどよいタイミングで技術的な優位性を確立させて、事業化に持って行けたというのがポイントかと思っている。したがって、もともと長年蓄積していたものが世界的な潮流をしっかりと捉えるべく、単に寄り集まりではなく、一つの事業体としてやっていく体制に持って行ったというのがポイントかと思っている。申し上げたとおり、このプロジェクトリーダーは大学の教授であるが、やはりこの分野は企業がビジネスだけでやっているというよりかは、長年この荒川先生含め様々な国内の研究者が蓄積してきた部分であるため、そういったリーダーの下でマネジメントが機能した部分かと思っている。

体制については、一部集中研で行っているがその中心的な部分がアイオーコアというふうに立ち上がったものである。他方で、集中研一本に特化したわけではなくて、事業主体の富士通、沖電気でやれる部分というのは別途同時に取り組んでおり、その両方がある意味事業化につながっていくというような状況。

【上山会長】 この評価の中で組合方式を取り入れてベンチャー的な要素を持ったスピノフ企業の創出並びにオープン・クローズ化も進んでいるということについてももう少し御説明いただけないか。

【経済産業省（荻野）】 繰り返しになってしまうが、技術研究組合という方式で実行している中で集中研で各社が持ち寄ってオープンにやっていくという部分と、分散研でそれぞれの会社でやっていく部分というのを荒川プロジェクトの荒川先生の下でマネジメントしながら切り分けて、かつ双方に情報交換しながら進めてきた。したがって、そのオープンにやってきた部分がスピノフ企業の創設につながったと思っている。

—了—