

次世代スーパーコンピュータプロジェクト中間評価作業部会（第2回）

- 1 日時:平成 21 年 4 月 9 日（木曜日）10 時 00 分～12 時 19 分
- 2 場所:東京大学情報基盤センター3 階大会議室
- 3 出席者:（委員）土居主査、浅田委員、天野委員、小柳委員、笠原委員、河合委員、川添委員、鷹野委員、田中委員、中島委員、南谷委員、平木委員、松尾委員、米澤委員
（理化学研究所）渡辺プロジェクトリーダー、横川開発グループチームリーダー、南開発グループチームリーダー、中津企画調整グループディレクター
（事務局）磯田研究振興局長、倉持大臣官房審議官、舟橋情報課長、井上計算科学技術推進室長、中井計算科学技術推進室長補佐、飯澤学術基盤整備室長

4 議事:

【土居主査】 それでは、始めさせていただきたいと思います。どうぞよろしくお願ひいたします。

それでは、まず資料の確認をお願いできますか。

事務局より配付資料の確認

【土居主査】 ありがとうございます。

よろしいでしょうか。それでは、もしも足りないものがありましたら、その都度おっしゃっていただくということにさせていただいて、先へ進ませさせていただきたいと思ひます。

それでは、前回、理研に対して何とか目標を達成する方策が考えられないかというようなことになって、検討してもらうことになったのですが、本日現在、メーカーとはあの後からすぐ折衝をしておられるようですけれども、本日、それに関しまして報告いただく段階には至っていないということでございます。

したがいまして、これはまたその報告できるという状況に立ち至ったときに、多分、次回までには大丈夫だと思うのですが、また改めてこの場に出していただひて検討させていただきたいと思ひますが、我々の仕事といたしますと、要するに理研がこれまで行ってきました詳細設計の状況についてもきちんと技術的に見ておくという必要がありますので、本日は今後どうするかという議論は一たん少し置いておひて、理研の説明に対する技術的な確認をしっかり行うということをごさせていただきたいと思ひます。

ただ、その前に前回メールでというのを申し上げて、その後になって、機密事項にして資料等は全部置いていくにもかかわらず、メールであっけらかんと全部飛び交ってしまうというのめいかなものかと思ひまして、せめてパスワードでもと思って、「あ、しまった」と思ったのですが、事務局のほうでそれに関しまして用意していただきましたので、まず資料1に従って少しご説明いただけますか。

【井上計算科学技術推進室長】 それでは、資料1、秘密情報を含む電子メールの取り扱いについて（案）でございます。前回の会合で秘密情報の取り扱いについてご審議をいただきましたけれども、会議の円滑な議論を進めるためには事前に共有できる情報は電子メールでもやったほうがよからうということで、その際、電子メールで秘密情報を取り扱う際のルールについて案としてお出しさせていただいているものです。

なお、これからご説明します案は、内閣官房の情報セキュリティセンターというところで政府の機密情報の取り扱いについて決め事がございます。それに準じたものとしております。

まず、1.でございます。本目的のために秘密情報を含んだ文章もしくは添付ファイルを電子メールにより送信する場合、当該電子メールの題名もしくは本文に、複製禁止、転送禁止の旨を明記する。

2.本目的のために秘密情報を含んだ文章もしくは添付ファイルを電子メールにより送信する場合、当該文章及び添付ファイルは印刷不可設定とし、パスワードを設定する。

3.作業部会事務局が本目的のために秘密情報を含んだ文章もしくは添付ファイルを電子メールにより送信する場合には、情報課計算科学技術推進室長の許可を得ることとし、情報課計算科学技術推進室においては当該情報を「機密性2・3情報移送・提供管理簿」により管理するというので、事務局のほうでは先生方からはパスワードを設定していただいた上で、また印刷不可設定としていろいろお送りいただくのですが、それをまた事務局のほうで、例えば委員の皆さんに共有のためにお送りするような場合は、この2枚目についていますような管理簿でまた管理をさせていただいた上で、事務局のほうでまた同様の手法でメールのやりとりをさせていただくというものでございます。

以上でございます。

【土居主査】 これは一たんとにかく同報はやらずに事務局にくださいと。

【井上計算科学技術推進室長】 はい。そうです。

【土居主査】 ということでですね。

【井上計算科学技術推進室長】 はい。よろしければ、そういうやり方で、特段、これは事務局限りにしてくださいなどない限りは、基本的には事務局にいただいたものを委員の皆様と同報といいますが、転送をさせていただくということで扱わせていただければと思っております。

【土居主査】 いかがでしょうか。よろしいでしょうか。多少煩雑になりますが、内閣として取り決めたものに従っているということですので、よろしいですか。それでは、どうぞこれに従って今後は進めていただきたくお願い申し上げます。

それでは、中間評価についてに移らせていただきたいと思います。ここで理研の方々に入室していただくことになりますか。

【井上計算科学技術推進室長】 その前に……。

【土居主査】 失礼。その前に資料2として、平木委員よりコメントと質問が提出されておりますので、その質問については、これからの説明の中で回答があることになっていきますけれども、各委員よりこの時点で特にお話しいただきたいことがございましたら、お話ししておいていただければと思います。その後に理研の方々に入室していただきたいと思いますが、何か天野先生、平木先生。

【天野委員】 理研の方々がいらっしゃったときのほうがいいと思います。

【土居主査】 よろしいですか。

【平木委員】 はい。結構です。

【土居主査】 よろしいですか。では、そのようにさせていただきます。

それでは、入室していただくようお願いいたします。

(理研入室)

【土居主査】 よろしいですか。おはようございます。よろしくお願いいたします。

それでは、早速ですが、まず前回ご質問がありましたグランドチャレンジアプリケーションについて、これは文部科学省のほうからご説明いただけますか。

【中井計算科学技術推進室長補佐】 それでは、資料に基づいて説明をさせていただきます。ごらんいただきますのは資料3となっております「グランドチャレンジアプリケーションについて」という紙と、1つ飛んでいただいて資料5となっております「中間評価に関する質問への回答(文部科学省)」という資料をごらんいただくことになると思います。よろしくお願いいたします。

前回の部会におきまして、若干、グランドチャレンジアプリケーションについての説明

の不足している部分を主に補足させていただくことになるかと思えます。まず1点目といったしまして、そのアプリケーションソフトウェアのスピードについて何名かの先生方からご質問があったと記憶してございます。それにつきましては、この資料3-1にございますように、実機を想定した実行性能の評価というのをナノのシミュレーションの研究開発において、平成19年度の後半から、ご案内の6本の中核のソフトウェアというものについての性能評価をいたしてございます。これはいわゆるピーク性能に対する効率、実行性能がどのくらいかという数値で評価をしたということになってございます。

具体的には、その実機での、現状の実機において得たプログラムの実測値を理論的に並列数まで伸ばしてみるというような形での実行性能の想定をしたわけでございます。例えばいわゆる実空間第一原理のシミュレーションソフトウェアですけれども、RSDFTですが、これをベクトルとスカラの両方を、いわゆるメーカー側のほうにお願いして、それで調べてみましたところ、おおむね10%を超えるような実行性能を有するという結果をいただいております。ほかのソフトウェアについても同様な手法をとりながら適宜調査をしたということになります。

一方、ライフサイエンスのほうでございますが、これはまだその段階に当時なっておりませんでしたので、こちらにつきましては今年度、平成21年度に適宜優先的に高速化に取り組んでいるソフトウェアから、このような実行性能の評価を実施していくという計画を有してございます。いずれにしましても、グランドチャレンジアプリケーションでつくりますソフトウェアについては、実機実証での精度というのを当然確認いたしますので、こちらにつなげていくという考え方でございます。

2点目でございますけれども、並列化については現状どのようなものかというお問い合わせもあったかと思われまます。この点につきましては、いずれもそうなのですが、中核機関をはじめとした研究参画機関ですとか、または大学の法人が持っているような計算センターのマシンなど、いわゆる現存のマシンを使って大規模並列時の性能改善について取り組んでいると聞いてございます。ナノ、ライフ、それぞれやはり1,000並列を超えるような環境でソフトウェアを流して、その性能の確認をするなり、その性能なりの実証を行っている。こういう状況に今あると伺っております。こちらにつきましてもやはり実機実証ということはまだ、これは2年ぐらい先になると思えますけれども、その時期に向けて引き続き高性能化を図っていくということで考えてございます。

3点目でございますけれども、システムコネクタ部へのアプリ側からの何らかの貢献が

できていないのかというようなご質問もいただいていたかと思えます。これは確かにシステムコネクトの性能評価、機能評価ということ考えた場合には、連成ソフトウェアの位置づけが重要だと思っております、この点については理化学研究所の開発実施本部のほうで RISM-OpenFMO、九大との共同研究になりますが、ですとか、MSSG-放射モデル、JAMSTEC との共同研究というようなアプリケーションソフトウェアを想定してこのような機能を確認していくという考え方で進めていこうと思っております。

以上がそのときのご質問であったと思えます。

それともう1点、次のページになりますけれども、ターゲットアプリとグランドチャレンジのアプリケーションとの関係について、若干、先生方の中でのご議論があったかと思えますが、若干整理させていただきますと、ターゲットアプリケーションにつきましては、いわゆる理化学研究所でハードウェアのほうのアーキテクチャの検討に資するために選定したという経緯があったかと思えます。よって、そのグランドチャレンジアプリケーションがターゲットアプリケーションをそのまま引き継いでいるということにはなっておりません、という点の確認でございます。ただ、いずれにしましても、ターゲットアプリケーションにつきましては理化学研究所が引き続き実機での最適化を目指したチューニングを行っているという状況でございます。これがアプリケーションについての前回の議論の中で若干不明確であった点についての補足でございます。

それと、次の資料としまして資料5のほうをごらんいただきたいのですが、こちらの7ページでございます。ここではグランドチャレンジアプリケーションについての目的、性能、科学的意義ですとか、明確化というあたりについてのご質問を平木先生のほうからいただいております、本件につきましては前回の資料、きょうも机上に配付してございますけれども、この分厚い本の中にアプリケーションについてのご説明も書かせていただいております。

そういう点を中心に、もしくは前回それぞれライフ、ナノのほうから説明があった中間評価の中の資料等々をご参照いただければと思うのですが、まずグランドチャレンジアプリケーションにつきましては、スパコンの性能を最大限利活用するためのアプリケーションソフトということですから、当然、ペタスケールに対応するシミュレーションの規模ということを前提に開発を行っているものでございます。

ただ、前回の説明の際にも申し上げましたように、いわゆる科学的な見地からは研究者コミュニティからも支持されるテーマに取り組んでいくことは大変重要であるということ

で、それぞれのコミュニティでの審議というのをやっていたいでいるわけですが、その結果として今まで解決できなかった実問題ですとか、科学的な課題に対して計算資源量を圧倒的に使うこのマシンでさらにハードウェアに最適化された計算手法によって対応できるようになるというようなことを目指してアプリケーションの開発を行っているところがあります。

それぞれ中間評価等々を通じて科学的意義ですとか、目的などについて一層の明確化を今図っていたところでありまして、具体的にナノにつきましては先ほどの中核ソフトと言われる6本のソフト、それぞれが材料開発ですとか、生体物質、エネルギーといった課題の解決につながるものとして実空間第一原理ですとか、動的密度行列の繰り込み群法ですとか、大規模並列量子モンテカルロ法等々によるアプリを開発しております。開発に当たっては、もう既に数万オーダーの並列環境を最終的に想定しなければいけないわけですから、それに向けたチャレンジングな取り組みを行っているという状況でございます。

一方、ライフサイエンスですけれども、ライフサイエンスは18年度に開発が始まり、事実上、18年度の後半からであります。よって、その平成20年度に行った中間評価においては、いわゆる内容の選択と集中という点を含めて、それぞれの分子、細胞、臓器スケールですとか、データ解析融合、脳神経シミュレーションという形でそれぞれの内容の確認を行っていったという状況にございました。ですから、これからという意味では、共通的な高速計算用のソフトウェアの開発ですとか、それぞれのスケールにおける、例えば幹細胞のモデルですとか、心臓シミュレーションといったソフトウェアの開発を通じて、こちらもペタスケール環境でのチャレンジングな取り組みを実施していく、このような状況にあると認識してございます。

以上でございます。

【土居主査】 ありがとうございます。

ただいまのご説明に関しまして、何か質問等ございますでしょうか。どうぞ。

【笠原委員】 資料3-2の並列性能のところでも少し教えていただきたいのですが、1,024並列まで実証を行っているというのは、1,024プロセッサで並列化ができているということですね。そのときの性能はどのくらいなのでしょう。

【中井計算科学技術推進室長補佐】 これはまだ途中段階ということもあって、一部きちっと性能を確認できていないものもございしますが、このRSDFTであれば20%くらい聞いております。一方、ライフのほうは、そこはまだ性能の確認が済んでいない部分もござ

います。いずれにしても、今後の課題も含めてそういった取り組みも続けてまいるということでございます。

【笠原委員】 並列、効率 20% ですよ。ピークに対して 20% ぐらい出ている。實際上、どの程度まで上げて、1,000 プロセッサで 20% なので、実際につくるとしたらもっとプロセッサ数が多いですね。どの程度まで上げるのが目標になるのでしょうか。

【中井計算科学技術推進室長補佐】 これはいわゆる単純計算でありますけれども、理論ピーク性能が仮に 10 ペタだとして、ペタスケールの実行性能を出そうと思えば実行性能 10% 以上を目指さなくてはいけないと、こういう世界があると思われませんが、いずれにしても並列化をするだけでもかなりチャレンジングなことだと思っておりますので、今後の開発の中でそこは確実に進めていきたいと考えております。

【土居主査】 どうぞ、平木さん。

【平木委員】 資料 3-3 に関しては、まだ説明されていない私の質問であります資料 6 の質問の 3-1) と 3-2) というのが該当しているので、引き続きこれをご説明いただいてまとめて質問したいのですけれども、よろしいでしょうか。

【土居主査】 なるほど、それは手かもしれませんね。

【平木委員】 複合、連成というのはどういう根拠があるかというご質問、これは絡んでいきますので。

【土居主査】 はい。これは理化学研究所。

【横川開発グループチームリーダー】 はい。それでは、資料 6 の 3 ページを開いていただけませんかでしょうか。質問は、複合構成の最適性について、3-1) として資料 8-1、6、7 ページにおいて、複合構成が必要な JOB イメージがあるが、必要とされる性能見積りに欠けている。具体的に想定している連成ジョブアプリケーション内容、必要とされるスカラ部・ベクトル部間接続バンド幅とレイテンシ、なぜすべてスカラ部で実行するのではなく、連成ジョブにすることが必要かを示してくださいという質問に対してなのですが、我々は、これ、2 年前の概念設計評価作業部会で主張させていただいたとおり、統合汎用システムの意義としましては、アプリケーションソフトウェア資産の有効な利用、共用施設としての効率的なユーザ対応、マルチフィジックス・マルチスケールのシミュレーションに新しい実行環境を提供することと考えており、複合型のシステムを提案させていただいたわけです。

実際の運用もシステムパーティションで運用するわけで、その場合には複合構成によ

りパーティションに分けられた各演算部で効率的なジョブタイプを割り当てることによってシステム全体のターンアラウンド、処理性能を高める運用ができると考えているわけです。1つのジョブ実行形態として、ハイブリッドシステムによる連携アプリケーション実行については、ユーザに指針を与えるという目的をこれから運用に向けてつくっていきたいと思っております。今後の評価によって適切な利用及び運用方法を検討することとしたいと考えています。また、先般、理研のほうで行いました設計・製造計画評価検討部会で評価していただいた結果、ここの部分についてはより具体的な連携アプリケーション、それらの連携アプリケーションによってコネクト部の構成を評価すべきというご指摘を受けておりますので、次の3-2)の回答のとおり、今後評価を実施していきながらユーザに対して連携部分のアプリの指針を与えていきたいと考えています。

3-2)は「RISM-OpenFM0、MSSG-放射モデルで具体的なコネクト部に必要とするバンド幅、ベクトル部・スカラ部の負荷分散、両方をスカラ部で実行する場合に比較しての高速化見積もり」ということですが、現状は、このハイブリッドシステムを評価するというにしております。具体的な値はご提示できません。RISM-OpenFM0につきましてはFFTを使うというRISM部分はベクトル部で実行して、スカラ部についてはFM0のフラグメント間の計算を並列化して行うということが有効であろうと今考えており、そういう評価をしようと思っております。

また、MSSG-放射モデルでは、MSSGは地球シミュレータで開発されたベクトル計算機用ですのでベクトル部で実行し、また、放射モデルは、これはモンテカルロ法によるモデルとなっておりますので、スカラ部で実行することが、システムを有効に使う上でこういう割り当てをすることがいいのではないかと考えております。いずれにしる、スカラ部とベクトル部間のデータ転送量というのは、これらのシミュレーションが時間発展のシミュレーションでございますので、そういうシミュレーションパラメータに依存します。そういう意味では現状提案したシステム構成で最適な連携方法を検討して、どういうタイミングで(データを)送っていいかというのを指針として出せるような評価をしていきたいと考えております。

以上でございます。

【土居主査】 ありがとうございます。

【平木委員】 はい。わかりました。私は実は今のご回答を聞いてすごく驚いているのは、今はその概念設計を何回ではなくて、今からつくろう、現物の設計をしている段階で

今から検討します。しかも、今から検討するというのがいつか知りませんけれども、半年ぐらい前の評価のときに指摘されているのにまだやっていないって、これは何なんですか。どうして検討しなかったかということをもまずは聞きたい。

それから、次は、今のこれを見ると、これは連成計算は要らないとはっきり書いてあると思うんですね。なぜなら FFT については、もう一つの資料を見ますと、スカラ部の FFT 性能とベクトル部の FFT 性能は最大規模でもそれほど変わらない。実はネットワーク構成の関係で、バイセクションバンドの幅というのはスカラ部は小さくすればするほど有利になりますので、小さいときは特にスカラ部が有利になるわけですね。そうすると、この説明だったら、何も連成しなくて1つでやったほうがいい。

それで、連成計算というのは昔、H.T.Kung がやったところからすごくいろいろやられているわけですがけれども、結局、有効に両方をバランスして使うというのは、ある特定のアプリケーションの一瞬だけのケースしかできないというので結局下火になっているわけですよ。それに対して何もご回答いただいていないというので、しかも、その2つをどれだけのバンド幅でつなぐかという、その一番、お金の計算すら検討されていないというのは私にはとても信じられないのですけれども、ほんとうにまじめに連成計算をやろうと思われているんですか。

【横川開発グループチームリーダー】 10月の評価以降、今までの評価が遅れている点については、認めますが、いろいろとアプリケーションを選定するに当たって、有効なアプリを探していく過程において時間が必要だったということをご理解いただいて、かつ複合システムの意味を もちろん連携アプリケーションも重要ですが、13PFLOPS という全体の処理性能を全部使って、システム全体の処理性能を高める、そういうことも目的でございますので、そこは複合システムとしての一理があると考えております。

【土居主査】 渡辺さん、何かある？

【渡辺プロジェクトリーダー】 我々も前から連成ジョブの評価ということで考えてはありましたけれども、時間的なこともありましたが、1つは、大きな問題は、現在、評価をできるような並列化に向き、かつ大型計算で、かつ成果が出るというような連成アプリというのが現時点でこれからなんですね。したがって、その評価プログラムということについて、我々もいろいろ探しました。ご承知のとおり、RISM-FMO につきましては NAREGI で既にいろいろ実証に使われているものでございまして、そういう環境がありましたので、それを我々のもので評価しようということ考えているわけです。

それからもう一つ、1本だけでは不十分ですから、それで地球シミュレータでこれに向けたものについて調べてもらいました。それがここにあります MSSG-放射モデルというものです。これは大規模計算、かつ並列化ができて大規模計算で、それらの成果が出るという観点から、なかなか今、これから開発しようとするものはあります。既に戦略委員会でも原子力関係で二、三、連成でやろうということを計画しています。現在ないので、それをもって評価をすることができません。したがって、そういうこともありまして、現在、これから九大、JAMSTEC と評価をしていこうということでございます。

【土居主査】 ありがとうございます。

【平木委員】 今のご回答も全然理解できないのですけれども、なぜかといいますと、歴史を振り返ってみますと、平成 17 年にこの本システムの基本構成が提案されたときに既に連成計算をやるということで、これが将来の重大課題であるということでご提案されていて、その後ずっとこういう指摘があるにもかかわらず、今もう 4 年たっていて、今から探すって一体何なんですか。どうして今まで探せなかったんですか。

【渡辺プロジェクトリーダー】 最初の、私の記憶でありますと、プロジェクト前評価、それから、その後の総合科学技術会議の評価だったかと思うのですけれども、同じような意見があった。そのときには、前回ご提出いたしました血流シミュレーションについて理研のほうで 1 回評価しています。残念ながら、そのときに使ったのは大規模モデルではないんですね。理研の RSCC で実際評価いたしました。その結果はもう既に論文等に出ております。ただし、今これからライフのほうでもグランドチャレンジでつくりつつあります。それはすぐ適用できないので、残念ながらそういう事情がございます。

【米澤委員】 この実装に入る前の評価委員に入った者ですけれども、先ほど渡辺さんが言われたことは正しいのですけれども、要するにコメントとしては連成のちゃんとしたアプリケーションを探しなさいという形で、それで GO、まあ、私が GO したわけではないのですけれども、進んできているという状況なのですから、一般的に考えると、この時点で実機がないから評価ができないとか、あまりいいアプリケーションがたくさん見つからないからという、その状況をどう考えるかというのはわりと大きなポイントではないかと思うので、例えばコンピュータサイエンスの常識的な考え方をすると、じゃあ、連成計算等々やらないで 1 つのアーキテクチャで、その連成でやってみたいところを全部両方、片方だけでやってみる。そうするとどのぐらい性能が出るかという、それを評価してみれば簡単にわかることなので、その辺も多少評価軸に今後は入れていただきたいという

のが私の希望です。

【土居主査】 ありがとうございます。

【川添委員】 1つだけ。

【土居主査】 では、もう一つ。

【川添委員】 もともと資料3のところ、さっき中井さんが説明した最初のところから、その1の(1)のところ、平成19年に実行したやつが10%を超える実行性能を有するとされたときに、通信性能の向上などといった条件付と言っているんですね。これは平成19年度のときで、その後、詳細設計とかしていたので、条件は知っていたんですね。どのくらい上げれば10%超すか、先ほどの1ペタを超すかというのは、だから、それは今の単一のスカラ機であろうが、ベクトル機であろうが、おのおのについてこういうことは19年のときに言ったんですね。

幾ら1システム、そのスカラの中だったら、どのくらい通信性能を上げればこういうふうになるか、10%超すかという話はそのときしていたわけですね。でないと、この回答は出てこないはずで、だから、10%というのはどのくらいの通信性能になればいいのかというのは知っていたわけだから、これは今この1の(1)の回答が出てくるのは、そもそも2年前の話しか言っていない。その2年間で、単体のほうだって、それは一体どのくらい上げればいいのかというのはわかっているはずで、それがどのくらい今は出て、どのくらいの実行性能が出るんですかというのに回答しないとけませんよね。まず、スカラ部であろうが、ベクトル部であろうが。ですよ。

【土居主査】 この点に関していかがですか。

【横川開発グループチームリーダー】 それについては、今の同じ資料6の7ページを開いていただきたいのですが、前回は重点化アプリケーションの話はご説明させていただきましたが、同じく質問7として重点化アプリケーションの予測性能について、「各々のアプリケーションについて、ベクトル部及びスカラ部での予測される性能値を示してください。ベクトル部が有利である重点化アプリケーションはどれかを示してください」というご質問も受けておりますので、そのRSDFTについてここに書いてございますので、あわせて説明させていただきます。

RSDFT、NICAM、QCDの3本については、実アプリケーションからカーネルを抽出したベンチマークコードを我々は作成しまして評価を実施しています。各ユニットの現時点の評価結果は、その下に書いてあるとおりですが、この見方ですけれども、それぞれ使って

いる物量、資源の量が違いますので、そこはそういう観点でござんいただきたいのですが、スカラ部において、これはあくまでもカーネルです、RSDFTとして5.58PFLOPS、ピーク性能11.28に対して約50%という結果。それから、NICAMについては10ペタに対して13.57、QCDについては1.12。それから、ベクトル部については、これはピーク性能が3.1ペタマックスですので、RSDFTについては1.72、NICAMは0.45、QCDは0.30ということです。現在は、これはカーネルを超えて実アプリケーションで性能最適化を着手しております。

その結果については前回資料の8-1の67ページにまとめてございますが、その状況を踏まえて以下に性能に関する見通しを示しました。RSDFTについては、ご存じの方もいらっしゃると思いますけれども、行列 - 行列積という部分が大部分を占めていて、そこが90から95%、これはLINPACの性能予測からもこういう効率が期待できると考えております。また、並列化も2軸並列という試作を今年度行いました。そういう意味で、このプログラムについては、先ほどの資料ではおおむね10%、あるいは20%という話でしたが、我々としては35%程度いくのではないかなと今予測をしているところです。NICAMについても高並列性が確認できておりますので、これについても最適化作業中です。特にベクトル部については効率30%を目指して行っているところです。

QCDについて、これもアルゴリズムの変更、それから、キャッシュを利用するアルゴリズムを開発してまして、上の結果よりも性能が出ると思っております。また、そのほかの3つについては、カーネルをとったベンチマークというよりも、実際にもうアーキテクチャも決まってきましたので、最適化に着手したほうがよいと判断しております。Seism3D、PHASE、FrontFlow/Blueについては以下のとおり、Seism3Dについては高並列性を確認していますし、NICAMよりもこれはB/Fが小さくて済むアプリケーションですので、NICAM以上の性能が期待できると考えています。

PHASEについては、行列 - 行列積でありますし、これも2軸並列の見通しも立っておりますのでRSDFTに近い、あるいは同程度の性能が得られると今考えて最適化を実施しています。

FrontFlow/Blueについても、既にこれも現状のスカラ機、これは現行機種ですけれども、単体性能として15%程度は出ています。これは有限要素法のコードですけれども、これについてもスカラ部において15%程度の性能を得るように実際に開発を継続しているところです。

以上です。とりあえず、こういう結果でございます。

【土居主査】 ありがとうございます。

一通りいろいろなことを今日ご説明いただかなければいけませんので、この話題に関しましてはここら辺で一段落させていただきまして、続きまして理化学研究所からの説明を伺いたいと思っております。前回時間の関係でご説明いただけなかった概念設計評価での指摘事項への対応を中心に理化学研究所からリダンダントにならないようにご説明いただけますか。

【横川開発グループチームリーダー】 資料4をごらんください。この資料は前回資料の資料8-3と同じものでございます。左側に平成19年度に概念設計が行われたその評価結果の報告書から指摘、あるいは要望等を抜粋して書いてございます。それに対応した我々の回答というか、その結果について評価を得た設計・製造計画評価報告書での対応項目を右側に対比させながら書いてございます。概念設計評価報告書は第1回目の参考5、それから、右側の報告書は参考4からの抜粋でございます。同じような質問もございしますが、ざっと説明させていただきます。

左側に項目ですが、まずシステム構成案の妥当性ということで、「将来のシステムの拡張に対応できるシステム設計が望まれる」ということですが、実際の我々、例えばメモリ増強、あるいはファイルの容量の増強等、「システム拡張の柔軟性という観点で評価をいただきました。その点についてはシステムの拡張性があると認められる。ただし、将来においてメモリ、あるいは共有ファイルを増強するための予算的な措置を考えながら進めなさい」というご指摘を受けました。

「低消費電力については、どんな技術を使っているか」という観点について、スカラ部においてはジャンクション温度の低温度化設計、あるいはクロックゲーティング、それとLSI個別の電源電圧最適化等の低消費電力化を今回取り入れておりまして、「低電力化を図っている」という評価をいただきました。ベクトル部においてもDFS技術を使うとともに、こちらもクロックゲーティング、LSIの電源電圧制御で低電力化を図っている。

それから、3番目、「物理的な要因による閾値、消費電力の変動の影響がシステムの製作に支障が出ないように検討を十分に行う必要がある」という観点については、LSIの45ナノ半導体プロセスの評価におきまして、「スカラ部については順調に立ち上げ中だということで、システムの製作に支障は来さないと考えられる。」それから、ベクトル部については、今回、メモリ混載のLSI製造の実績のあるところでやっておりますので、こちらも「システムの製作に支障を来さないと考えられる」という評価をいただいております。

「(2)システム機能、マルチプロセッサシステムの性能を引き出すコンパイラの開発」ということは、これは多分、将来にわたる大きな課題と受けとめているわけですが、今回はシステムソフトウェア開発について全般的に説明をさせていただいた結果、「それらの開発要素についての進捗は計画どおりと考えられて、技術的な実現性は高いと判断する。ベクトル部についても技術的な実現性は高いと判断する」というふうに評価を受けています。また、今回、スカラ部、ベクトル部については2次キャッシュ上のデータをソフトウェア制御可能とするようにハードウェアも組んでおりますので、それらを利用できるコンパイラを開発しているところでございます。

「システムソフトウェアの開発・最適化が必要となることからコスト面での十分な配慮が必要である」ということに対しては、システムソフトウェアは非常に重要だから、コスト、開発費をうまく配分しなさいというご指摘だと考えておりますが、この点については「現時点のシステムソフトウェアの技術的な実現性は高い」という評価をいただいておりますので、現時点の開発予算の分担、配分の中で開発可能と考えているところでございます。

次のページをお願いします。トータルシステムソフトウェアについては、概念設計のときにかなりご指摘を受けたところでございます。「現時点で十分な性能を引き出すものかどうか判断困難である」という点については、今回、評価検討部会のほうでトータルシステムソフトウェアとして考えている機能を説明した結果、その右側のところののですが、「最終的な要件具備について判断するのは難しい面もありますが、現段階では大きな問題は見当たらない。」それから、統合ユーザ利用環境における利用者向け機能としても、「CUI/GUI環境の併用、利用者から見て2つの演算部はあまり意識しなくてよい点は適切であると考えます。管理者向け機能についてはソフトウェアとハードウェアにシステム稼働率を維持する工夫がなされ、維持管理を容易とする機能が備わっていると言える」という評価をいただいております。

それから、「トータルシステムの開発は本プロジェクトにおけるシステムの成否を左右する重要課題であり、当該分野における我が国の技術力を向上させる効果が期待できるため、詳細設計段階で十分に検討する必要がある」という点については、「統合システムとして満たすべき要件、それから、性能を引き出す機能を備えることについておおむね妥当」という評価をいただいております。一体的な利用環境については、「ヒューマンインターフェースの観点で満たすべき要件を備えている。」また、複合システムとしての性能を引き出す要件として、統合MPIと共有ファイルの機能が定義をしております。今後の開発によります

が、「一体的な運用を可能とする満たすべき要件を備えていると言える」。共有ファイルについては、「ステージング処理、バンド幅やファイルサイズなどを地球シミュレータの運用データに基づいて設計している点で、要件の設定方法は妥当であると言える」とご評価いただきました。

次の点、「開発に当たって開発体制を早期に確立する」。それから、「プロトタイプのハードウェアを連結して早い時期からトータルシステムソフトウェアの問題点を検討しながら詳細設計を行っていくなど、着実な開発を進めることが望まれる」という点に関しましては、統合システムの開発管理、スカラ部、ベクトル部、それからコネクト部という統合システムの開発管理については、我々プロジェクトの管理の一方法である PMBOK、そう呼ばれる管理方法を参考として取り入れながら評価を行うこととしました。これは理研の説明でございますが、それからスカラ部、ベクトル部については、きちんと工場出荷前の評価、現地搬入後の評価という点について規模、手順をきちんと作成しているという説明をいたしました。

その結果、「スカラ部の全体評価計画においては、技術的実現性が高い。また、ベクトル部においても評価計画の実現性が高い」という評価をいただいております。プロジェクトの管理については「責任の所在を明確にする意味で適切である」という評価をいただきました。それから、体制整備については、運用時の件でございますので、現在、文科省のほうでも戦略委員会等でご議論されていると思いますので、この点については今後運用体制の検討時に考慮すべき内容であると捉えております。

それから、「従来のライブラリベースのものから一段進んだコンパイラ」という観点については、コンパイラについてはなかなか難しい点もございますが、評価としては先ほどと同じ「技術的実現性が高いと判断する」と。今回、新たに理研の追加説明として、スカラ部については細粒度かつ高性能なスレッド並列を可能とするコンパイラを今現在開発しています。かつ先ほどと同じソフトウェア制御可能なコンパイラを開発するという点で、ある意味で従来から一歩進んだコンパイラになっているだろうと捉えております。

それから、「複合システムとしての性能を引き出す機能については十分検討されることを期待する」という点については、先ほどのトータルシステムソフトウェア等の機能について検討したということで評価を受けました。

それから、(3)システムの運用ですが、「従来の RAS で十分かどうかについて、きちんと対応して開発を進めていきなさい」ということについてですが、RAS についても理研から

説明をした結果、「管理系システムの二重化等、障害時でも全体のシステムに与える影響を最小限に抑える十分な技術的対策がとられていると判断する」というご評価を受けております。

結論は、今まで言った各論の取りまとめになっておりますので、再度同じ説明になりますので、ここでは割愛させていただきます。

【土居主査】 ありがとうございます。

以上のことが概念設計評価での指摘事項への対応ということで、理化学研究所からご説明いただいたわけですが、さて、この点に関しましては何かご質問等ございますでしょうか。

【田中委員】 (1)の2.ですか、1ページ目のシステム構成案の妥当性というところの2つ目、(1)システム構成案の詳細及び性能の2つ目なのですが、「更なる低消費電力化」、このところなのですけれども、十分な低電力化を図っていると書かれていますね。この電力化の部分は制御方式としていろいろ考えてこれだけ減らすことができたという話だと思うのですけれども、それだけでは不十分だと私は思います。

これに関しましては、制御方式だけではなくて、プロセスデバイス技術の低消費電力化、特に細線化される場合は、それを含めての技術が無いと、世界の技術としてバーゲニングパワーにならないと思います。

以上でございます。

【土居主査】 いかがですか、この点。

【渡辺プロジェクトリーダー】 少しご説明いたしますと、これは直接的に立ちあっているのはコンピュータの設計部門です。設計部門ができることでここに書いてございます。半導体は半導体でプロセス開発して、これはまた国の予算で開発しているわけではなくて、このプロジェクトの予算の中で開発しているのはコンピュータの設計部門で、半導体は半導体でプロセスを開発しております。ここでスペックが、その半導体の電力を含めてできるかどうかという形で半導体にスペックを出し、半導体がそれに基づいて、それを満たすようなプロセスをまたつくっているというような仕組みなんです、プロジェクトとしては。ですので、どう言ったらいいのでしょうか、半導体、45ナノプロセス、例えば配線の低電力化だとか、トランジスタのリーク電流の低減化とか、そういったことはプロセス開発としてやっております。

【田中委員】 ちょっといいでしょうか。

【渡辺プロジェクトリーダー】 どこまでこのプロジェクトの中で踏み込むべきかということともかかわってきます。そういう回答でよろしいでしょうか。

【田中委員】 どの原因で今の電力がどうなっているかという中のメカニズムはいろいろあるかと思うのですけれども、これはやはりつくったときのものが最終的にたくさん売れると言ったらおかしいですけれども、使っていけるといいうものにしたいわけですよね。

【渡辺プロジェクトリーダー】 はい。そうですね。

【田中委員】 それをやる、これ、バゲーニングの重要なところが低消費電力だと思えますので、それはやはりデバイスもプロセスも、あらゆるものが込みの話だと思うんですね。だから、そこは最終的に外には見られるわけですよね。という話でございます。

【笠原委員】 関連してよろしいですか。

【土居主査】 はい。では、関連して。

【笠原委員】 低消費電力化ということでは、例えばインテルプロセッサなどはコアごとにパワーゲーティングができるし、周波数電圧制御もできますよね。これに対してはチップレベルでチップ上の全コアは同時に周波数を変えたり、電圧を下げるという内容をここで書かれているわけですね。最初は確認なんですけれども、この LSI レベルでの周波数、電圧制御というのは、全コアは同時に周波数を下げたり、電圧を下げたりするという内容ですか。

【渡辺プロジェクトリーダー】 この DFS ですか、どこですか。

【笠原委員】 LSI 個別の電源電圧最適化という意味は。

【渡辺プロジェクトリーダー】 周波数……。

【笠原委員】 周波数はないんですか。

【渡辺プロジェクトリーダー】 はい。

【笠原委員】 でも、電圧を下げれば周波数 LSI 個別の電源電圧最適化という意味はどういう意味ですか。

【渡辺プロジェクトリーダー】 これは閾値の電圧とか、そういうところのものを言っています。ですから、周波数は変わるわけではありません。

【笠原委員】 そうですね。周波数は変えない。そうすると、大体、世の中の流れって、今、マルチコアはコア個別のクロックゲーティング、パワーゲーティング、周波数、電圧制御というのは。

【渡辺プロジェクトリーダー】 スカラ部は DFS はやっておりません。ベクトル部は一

部それを今使うことを考えています。

【笠原委員】 要するに今、田中先生がおっしゃられたようにプロセッサとして売れるというと、世の中のプロセッサからかなりおくれた技術だと電力当たりの性能値も下がってしまうし、魅力的なプロセッサにならないのではないですか。

【渡辺プロジェクトリーダー】 これはどこまで広く普及するかとか、それから、このプロジェクトの目標をどこに設定するかということにも実はかかわってくるのですけれども、我々、システムの電力として全体でおよそこの10ペタで30メガワットという目標を立てて、それをずっとブレークダウンした結果としてチップの電力が幾らということでシステム開発をしております。

ですから、チップの消費電力を幾らにすべきか、どれだけにすべきかというボトムアップというよりも、まず全体がありまして、それを個別にブレークダウンして、そういう形でやっております。したがって、その結果として、今、LSIはLINPACKで58W、これはかなりの低消費電力だと思います。ピーク性能128GFLOPSで、LINPACK58Wというのは極めて低消費電力だと思います。これはジャンクション温度30度、これは信頼性を上げるためにもそのようにしているのですけれども、そういうものとあわせて128GFLOPS、58W、これで今、設計、もうほぼ、多分、できると思います。

それからもう一つ、ベクトル部のほうは、チップが200Wです。これは一見、ジャンクション温度を下げずに、70度ぐらいだったと思いますが、それで200Wです。しかし、性能は256GFLOPSです。ですから、性能当たりで言えば100W スカラ部で比較します。比較するものがないので少し比較しますと、128GFLOPSでいきますと100W相当です。したがって、128GFLOPS、100Wというのは極めて、いわゆるHPCに使うチップとしては低電力であると思います。

【土居主査】 よろしいですか。ほかに。

【川添委員】 2ページの上のほうに書いてあるソフトの話ですけれども、ユーザから見えて意識しないで全システムが使えると考えると、そういうふうになっているのですけれども、これは統合MPIとかいろいろな名前は出てくるのですけれども、具体的にこの時点、これは別に概念設計の時点でこういったという話なのでしょうけれども、ユーザが意識しないでできるというのは、コンパイラか何かどこかにあるものがベクトルのところに向いているものなの、スカラに向いているものなの判断するようにも読めて、そのおのこのベクトル部やスカラ部のコンパイラが大きくなるうが何しようがあまり、基本的にはお金

をかけないでもできますよと、1 ページ目の下のほうの回答は多分正しいのだと思うのですけれども、それを統合してやるのができますと。問題点が見当たらないとおっしゃるのですけれども、これは問題点はいっぱいあって、こんなことができるのなら僕らは何も苦労しないでいいのですけれども、この後、この話はどうなったんですか。

【横川開発グループチームリーダー】 ご指摘のとおり、それは多分、コンパイラなりシステムとしての究極の目的だとは思っていますが、現実的に考えるとやはりかなりアーキテクチャはもちろん違いますので、そこを統合してやるコンパイラを統一的につくるのは相当コストがかかると思います。そういう意味では、わりあい現実的に今回、統合スケジュールリングに対するジョブスクリプトの統合というところで設計をしたと、そういうふうに今現状の技術では、そこがコストを考えて妥当だろうと判断したということです。

【川添委員】 つまり、ばらばらのものが2台あると思ったほうがいいのかというふうに見えますよね。このときは問題ないと言ったけれども、問題があるというのは昔から僕らは言っていたので、問題があるというのに対して問題ないとおっしゃっただけけれども、2年ぐらいやってみたらやっぱり問題があるからばらばらというか、1個にはならないというご回答ですよね。

【渡辺プロジェクトリーダー】 コンパイラまで含んで全部一緒にとというのは、まず、今の状況では不可能です。アーキテクチャが違いますので、そこを最後の最適化まで含めて考えると、まず不可能だと思います。

【川添委員】 だから、それは僕らが何度も言っていたことですが。

【渡辺プロジェクトリーダー】 はい。運用として全体的に一体化できるようにということをしてできるだけ心がけました。スケジュール、振り分け、それから、いろいろな課金のあれですね。ユーザ管理その他はすべて1つで管理するというところでやっております。

【川添委員】 先ほどの、いつの間にか10%が5割超したりなどすごい進歩だと思うので、要するにスカラ部であろうが、ベクトル部であろうがどちらも、FFTの性能であろうが、行列の掛け算であろうが、みんな出ると先ほどご回答なさっているところを見ると、何で2つばらばらにするのかというのが全くわからなくなってしまいますよね。どっちがよくて、どっちが性能が出るという部分があって、要するに連成するのがいいという話になっていいんですけれども、今みたいになるとユーザがわざわざばらにするし、どっちでやっても同じやつが出るなら、何か全然2種類の意味がわからない。

【土居主査】 これはなかなか説明をきっちりしていただかないと、当初から理解がで

きないところにあるわけで、要するにコンパイラが2つあって、単独のものが2つあるのだけれども、そのつないでいるところを利用して、ユーザとしたら一体となって動かすような、そういう環境をつくりますということをおっしゃっているわけですが、だから、具体的にどういう、もう少し具体化してお話しになると、どういう話になるかという。

【平木委員】 関連してよろしいですか。

【土居主査】 どうぞ。

【平木委員】 関連して少し技術的なことをお尋ねしますが、結局、まず同じソースコードをコンパイラを変えるだけで全く手を入れなくて動かすことができるのかどうか。それから、システムコールなどが全部共通かどうかというのが1つ。やっぱり、同じ環境かどうかのコツだと思うんです。それが守られないと、単にグリッドのMPI等で結んだものと変わらないと思うんですね。

ですから、普通の今日、我々、2つ、幾つもコンピュータがありまして、例えば入りまして、ファイルは共有のNFSないしはその高速化のものであって、おのおのプログラムをおのおの機械のコンパイラに入れて、多少はMPI等も違うので若干修正して走らせるというのが現在のグリッドだと思うので、それよりも何がよくなるかというのは具体的に知りたいことではないか。いかがでしょうか。

【渡辺プロジェクトリーダー】 コンパイラはソースレベルでは互換性はありますけれども、その機能的な面、ですから、チューニングまで含めたら機能的にはいいですけども、チューニング、あるいはディレクティブまで含めると異なります。残念ながら、アーキテクチャが違います。

【横川開発グループチームリーダー】 今言った、平木先生のご質問の同じコードをコンパイラしたらという点は、それはいくと思います。

【渡辺プロジェクトリーダー】 機能的に。

【平木委員】 いや、ですから、問題になるのは、普通の例えばCなり、Fortranで書いた部分は多分、どのコンパイラでもすると思うのですが、結局、システムコールですとか環境を使うところは機械ごとに微妙に違うので、結局、ポーティングという言葉が発生するわけです。今回の場合はポーティングという言葉は発生しないと考えてよろしいんですか。ベクトル部で動いているプログラムは何も考えなくても、効率さえ無視すればスカラ部で動く。スカラのもは効率さえ無視すればベクトル部で動く。あとはチューニングをすれば、各々だんだん最適化する。そういうものだとしてよろしいでしょう

か。

【横川開発グループチームリーダー】 そう考えております。

【笠原委員】 今、どこまでのコンパイラ、コンパイラと言ってもいろいろな種類があると思っているんですけれども、例えば今の雰囲気だと自動並列化ができると思われているような気がするんですけれども、自動並列化ができるのはスカラ部、ベクトル部、何プロセッサまでなんですか。

【横川開発グループチームリーダー】 自動並列化は共有ですのでスカラ部で8コア、ベクトルで4コア。

【笠原委員】 そうですよ。要するにトータルのシステムはものすごくたくさんのプロセッサがあるのに自動並列化できるのは8コアと4コアまでですよ。実現可能性があるとっているのは、8コアとか4コアのコンパイラをつくれる実現可能性があるとったわけで、トータルのシステムの自動並列化ができるようなコンパイラができるということは実現可能性……。

【横川開発グループチームリーダー】 それは先生もよくご存じだと思いますが、分散メモリ上のシステムに対するコンパイラというのはまだ研究段階が随分あるのだと思っています。そこはもちろん、例えば別途文科省のeサイエンスのプロジェクトで筑波大の佐藤先生が分散メモリまで含めたコンパイラを今検討しておりますが、データの分散までやるのは難しいと思っています。今のところスカラ部でもどちらもハイブリッド並列という観点で、その共有メモリ上のものだけは自動並列化という観点で、実質的には進めている。

【笠原委員】 ですから、私が申し上げたかったのは、コンパイラが実現可能と評価されたという、ただそれだけだとトータルなシステムを自動並列化して動くようなものが実現可能であると我々が評価したように聞こえてしまうので、表現を少し工夫していただけたらいいなという。

【渡辺プロジェクトリーダー】 この評価のレポートの理解が、我々も、全システムのライブラリではなくてと、そういう意味ですね。全システムということですね。

【笠原委員】 普通、並列化コンパイラと言ったら、システム全体に対して並列化するのが並列化コンパイラ。

【渡辺プロジェクトリーダー】 わかりました。はい。このプロジェクトの期間の中では、それは残念ながらできませんので、我々としてはそれはやれませんが、アーキテクチャ上も分散メモリですので、効率も考えてできません。

【土居主査】 はい。時間との兼ね合いもありますから、次に続いて 何かありますか。

【田中委員】 先に追加させていただいていいですか。

【土居主査】 はい。どうぞ。

【田中委員】 消費電力の話で途中で終わってしまったので、認識がそのまま終わるとまずいなと思いましたので少し追加しておきたいと思います。

【土居主査】 はい。

【田中委員】 現在のこのつくりられている、仮定しているプロセスの技術というのは、残念ながら世界では少しおくられている技術だと思います。その技術をもとにつくられ、頑張っってコントロールをうまくして、こういう電力をされているのは結構だと思うのですが、ただ、あと2年後にでき、それから闘っていくのでは不足だと私は思います。

そういう意味では、新しいプロセス技術に基づいたプロセッサを継続してつくっていくということがスタガーでできれば嬉しいのですけれども、そういうものでなく、単発では世界的にはなかなか売れるものにはならないと思うんですね。だから、先ほどおっしゃったような電力が十分だというのは、決してそうではないというふうに、現状ではそう見えるかもしれませんが、という意味でございます。

【土居主査】 これは、まあ、そういうことで。

【渡辺プロジェクトリーダー】 ええ。これは我々としては期間内に確実にできるということで、こういう今のプロセスをやっていることも1つございます。

【土居主査】 はい。それでは、まだこれに関してあるかと思いますが、関連してもう一つ、事務局に提出されましたさっきのお3方の質問等もございますので、その質問についての回答をまずお願いできますか。それを引くくめてまた質問を伺うということにさせていただきたいと思います。

【井上計算科学技術推進室長】 では、まず、文科省のほうで答えるべきものをお答えさせていただきたいと思います。資料5でございます。

まず、基本的には平木先生のほうから文書で提出していただいた質問に対する回答で、文科省のほうからは質問の2のところでございますが、1つ目、スケジュールでございますが、資料7のスケジュール、これは前回の会議の資料7、A4横の日米のスパコンの計画の比較表があったと思いますが、それでございます。それで、開発計画は富士通しか記載されていない。ベクトル部は2011年3月及び2012年3月にどのような性能を出すのか。

これは前回、理研の説明にもあったやに記憶していますが、2011年3月時点でこれはベクトル部は1PFLOPS、2012年3月で3PFLOPSの性能を達成する計画となっております。

それと、次のご質問ですが、その同じ資料7でDOEのSequoia、これの20%の達成が2012年7月付近に記載されているが、報道発表資料等によると2011年、第4四半期に完成するとの意見もある。2012年7月付近と判断した根拠資料は何かということですが、これは1番目に書いてございますのは、おそらく幾つか、いや、いろいろな時点のプレス発表資料があるのですけれども、去年の8月にこれのSequoiaのRequest for Proposalが出ているのですけれども、それが出たころのいろいろなプレス資料があるのですが、参考にそのいろいろな資料の1つを別添にもつけておりますけれども、大体統一的な表現ぶりで「Sequoia with a mandatory 20」これはマイナスと読むのか、この横棒はわかりにくいのですけれども、「PetaFLOPS peak with target delivery in 2011-2012」とされていたということですが、その後、今年の2月に最新のプレスリリースがありますが、そこでは前回もお話ししましたが、「be delivered starting in 2011 and deployed in 2012」という表現になっておりますので、基本的にはこの2月のほうを採用しているということでございます。

それと、若干わかりにくいのですが、改めて青ファイルに入っています、これ、前半から5分の1ぐらいのところ、前回の資料の資料7が入っているので、改めてご確認いただきたいと思うのですけれども、よろしいでしょうか。ページ数が書いていないのでわかりにくいのですが、結構上のほうです。資料7というものですけれども、上から6分の1か5分の1か、そのくらいです。よろしいでしょうか。

そこでSequoiaのところをごらんいただきますと、2012年のおおよその目安で2月ぐらいから後ろのほうまで引っ張ってあるのですけれども、これはdeliverが2011年で、2012年にdeployと書いてあるので、大体、実際に動き出すのはどのくらいかなということで、おおまかにこの2012年が始まって数カ月したところ辺から、その年の後ろのほうまで引っ張ってあると。

それで、たまたまその真ん中のあたりに三角がありますが、これは平木先生のご質問にあるように7月としているわけではなくて、このくらいの幅を見ておけば、このどこかで来るだろうということでございます。そういう意味においては、例えばTop500を考えますと、最速でも2012年6月のTop500、そこに間に合わなければ2012年のTop500に出てくるだろうという表でございます。

以上です。

【土居主査】 ありがとうございます。

そうすると、引き続いて理研のほうからお願いします。

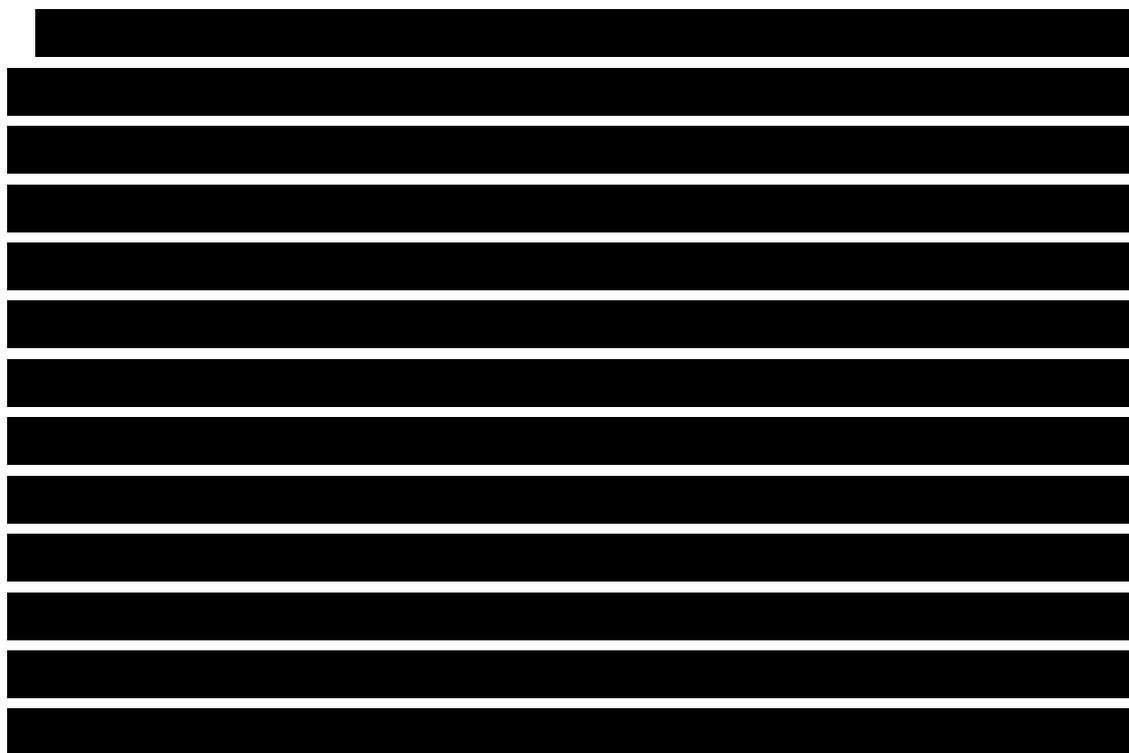
【横川開発グループチームリーダー】 では、先ほどごらんいただいた資料6に戻っていただいて、1 ページ目からご説明させていただきます。前半が平木先生の質問に対する回答、最後の2つが天野先生の質問に対する回答となっております。

まず、1 ページ目、「システム全体の構成を把握することができない。1 枚の図で作成できないか」という依頼でありましたが、我々はこれ、実際つくろうとしたのですけれども、かなりネットワークも制御系、管理系、それとデータ転送系と複雑なものがあって、もう少し検討してからつくっていきたいと思っていて、申しわけないですけれども、A3 サイズはご提示できません。全体システムの構成というのは、その下に書いてある図1ですが、黄色の部分については前回資料、資料8-1の29 ページ、それから、ベクトル部については資料8-1、47 ページのものでございます。さらにその InfiniBand、コネクタ部のネットワークですけれども、統合フロントエンドサーバ、そこから建屋内のコアルータ、インターネット、そういう経路を今考えております。

その説明になりますが、2 段落目、統合フロントエンド用のサーバ等については、フェイルオーバー機能を持つように二重化構成とすることは既に決めています。この部分については平成23年度に整備すると考えております。したがって、詳細な機器構成、接続構成等については今年度以降、詳細に確定する予定で今進めています。また、外部ネットワークへの接続ですけれども、本格的な接続は平成24年4月を考えております。4月運用開始ということで考えております。これはNIIの次期SINET、SINET4と呼ばれているようですけれども、その状況を踏まえながら、この計算機だけではなく神戸にできる研究棟を含めた建屋全体のネットワーク機器、外部ネットワーク機器を平成23年度に調達する予定でありますので、その部分についても今年度以降の設計となっておりますので、その全体、建物全体を含めた外部まで出ていくところの構成については今後の詳細設計ということになると考えております。

次の2 ページ目ですが、スケジュールについて上から5行目、「完成までの道程が可能であるか判断できる中間段階の目標時期を示してほしい。中間段階とはプロセッサチップ、ネットワークチップ、光インターフェースチップなどプログラム実行が可能なもののTAPE OUT、リメイク回数予測とリメイクに要する期間、小規模システムの動作開始時期、システ

ムのデバグが終了し、大規模展開が可能となる時点を含む」というご質問に対しては、次の表1の整備スケジュールで回答とさせていただきたいと思います。

A table with 14 rows, all of which are completely redacted with black bars. The table is intended to show the deployment schedule for different components.

ベクトル部については、LSI が CPU、メモリコントローラ、スイッチと3種類ございますが、それらについてはほぼ同時期に TAPE OUT、システム Power On、LSI 量産という計画で今進めているところです。小規模システムについては、システム Power On のところでシングルノード、それから、マルチノード環境として3カ月後、ここについては1,024ノード、16 筐体までを工場内に設置するという計画です。こちらは大規模展開は平成 22 年度 10 月以降ということで進めております。

【天野委員】 ここで質問、よろしいですか。

【土居主査】 はい。

【天野委員】 僕はベクトル部が危ないのではないかと最後のほうで指摘させていただいたのですけれども、これは TAPE OUT が今年の夏、8 月終わりぐらいになっておりまして、それで、システム Power On が 11 月の終わりというのは、これは 45nm が非常に新しいプロセスであることを考えて、また、CPU、MMC、RTR、3 種類開発しなければいけないということをお考えますと、やや常識的ではないようなスケジュール展開だと思っておりますが、いかがでしょうか。いや、大丈夫だと言われれば、僕は別にすごいなあと思うだけなので。

【渡辺プロジェクトリーダー】 どの期間を言っていますか。

【天野委員】 最初のところです。

【渡辺プロジェクトリーダー】 TAPE OUT の時期が。

【天野委員】 はい。TAPE OUT の時期は遅過ぎると思います。 [REDACTED]

【渡辺プロジェクトリーダー】 TAPE OUT の時期が遅いということで、LSI 量産までの期間がこの時期までにはできないだろう、どこを言っておりますか。

【天野委員】 TAPE OUT の時期が今年の 8 月終わりですよ。次にシステム Power On というのが、これは要するにこの TAPE OUT でつくったチップを使ってプロトタイプを立ち上げてそれに Power On する時期だと思ってよろしいですか。

【渡辺プロジェクトリーダー】 そうです。はい。

【天野委員】 それが非常に危ない予定なのではないかと。

【渡辺プロジェクトリーダー】 この Power On が、3 つ……。

【天野委員】 3 種類開発しますよね。

【渡辺プロジェクトリーダー】 3 種類つくれないだろうという意味ですか。

【天野委員】 いや、それはつくれると思いますが、すべて動くんでしょうかという質問です。

【渡辺プロジェクトリーダー】 ああ、そういう意味ですか。

【天野委員】 45nm がもしすごく枯れたプロセスであって、しかも、3 種類の LSI チップが、もう既に論理設計がフィックスして動くことがわかっていれば、この計画は妥当だと思いますが、45nm がまだかなり新しいプロセスであって、なおかつこの 3 種類の。

【渡辺プロジェクトリーダー】 プロセスの問題を言っているか、論理のほうを言って……。

【天野委員】 はい。両方言っております。

【渡辺プロジェクトリーダー】 わかりました。

【天野委員】 これは表裏一体です。

【渡辺プロジェクトリーダー】 [REDACTED]

ベクトル部は RTL 入力、その後、物理設計、それが論理にはね返ってグルグル回しながら、そういう設計でございます。

それからもう一つ、

ベクトル部は NEC ですね。評価が NEC のほうがテグ評価を含めているいろいろな評価をやっています。それからもう一つ、ベクトル部の固有の問題としましてチップ内の配線が結構多いです。したがって、物理設計に時間がかかります。そういうことで TAPE OUT 時期がおくれています。それから、かなり論理のバグを出して、できるだけリメイクの回数を少なくして、費用発生の問題がありますので少なくしようというのが NEC です。

【天野委員】 ええ、結構です。はい。

【渡辺プロジェクトリーダー】 基本的なところは動作します。

その間、実際のチップでバグ出しをしよう。

【天野委員】 はい。だから、僕はスカラ部はいけるのではないかなと思っております。妥当かどうか分かりませんが、まあ、いい。

【天野委員】 はい。ですので、僕はベクトル部のほうの話をしておりまして。

【渡辺プロジェクトリーダー】

【天野委員】 はい。ただ、それがどれぐらいの規模のものが現在できていて、最初のこの.....。

【渡辺プロジェクトリーダー】 プロセスですか。プロセスという意味ですか。

【天野委員】 ベクトル部の 45 ナノのプロセスです。これでどの程度の実績があるのかというのが問題だと思います。

【渡辺プロジェクトリーダー】

そこがポイントだと思いますが、その評価を含めまして、既にそこにつきましてはこの前のテグで評価しておりまして、多分、大丈夫だと思います。

【天野委員】 ああ、そうですか。

【渡辺プロジェクトリーダー】 はい。ですから、そういう意味でプロセスについての実績は、ベクトル部.....。

【天野委員】 ベクトル部のほうが先行していると。

【渡辺プロジェクトリーダー】 45 ナノという意味ではですね。と思います。

【天野委員】 はい。

【渡辺プロジェクトリーダー】 したがって、ベクトル部のほうは先ほどの物理設計のところ、これに時間をかけて、その間もちろん評価をずっとやりますが、そういうことで2カ月。なるべくリメイク回数を少なくして費用で、かつ過去の実績と比較して、この TAPE OUT から最終的な、我々、検収完までを我々としては考えております。検収完までの期間でいきますと、地球シミュレータとほぼ同等レベルです。かつこの最終的なプロセスを含めて考えると歩留りの問題もございまして、LSI の量産からこの何カ月間ですか、この期間ができるだけ長いほうが、チップの歩留りを考えると、生産量を考えるといいわけなのですが、これは地球シミュレータのプロセスのレベルは少し違いますけれども、それに比べてほぼ同等でして、多分、問題ないと思っています。

【天野委員】 わかりました。

【渡辺プロジェクトリーダー】

ンド幅、実効バンド幅の記載されている図を作成してください。最後のサーバ1台当たりの3 /s程度性能が要求される。その性能が妥当である根拠を示してください」ということで、まず、ファイルシステムについては9ページの後、添付資料を用意してごさいます。カラーの添付資料です。9ページの後ろのところ。タイトルとしてファイルシステムについてという部分です。これについて構造を説明させていただきます。

右下にページ番号が打ってごさいますので、それをごらんになりながら見てください。1ページ、スカラ部 I/O ノードの接続イメージですけれども、これは前回、X、Y、Z、A、B、C軸があるといってTofu インターコネクトを説明しましたが、そのZ軸の接続イメージだけを抜き出しました。これは2ラック分の部分です。合計204ノードごさいます。Z軸の一番下のところ、Z=0というところにI/Oノードをすべて接続して、これは計算ノードのうちの10をつかさどるノードをI/Oノードと呼びますが、そのI/Oノードに4つのPCIスロットを設けます。

その次のディスクとの接続構成は2ページ目です。次のページ、これは2ラックで1つのディスクラックを共有していますので、全体で4ラックになっておりますが、ラック内にシステムディスクを設けつつ、ディスクラックにローカルディスクファイルを置くところです。このバンド幅ですけれども、最大スループットでファイバーチャネルですので、このところは2 /s。赤い線がアクティブパス、青い線がスタンバイパスになっています。

このときのディスクの構成ですが、3ページ目、ローカルディスクは1つのラックに300のSASのディスクを20本×12ユニット、RAID5構成とします。実際には、総量を書いてごさいませんでした。これで72TB、RAID5構成として約58TBあります。それが全体で216ディスクラック構成になりますので、全体で12ペタバイト、11PB以上満足するローカルディスクファイルになっています。それぞれのノードとディスクとの最大スループットですけれども、まず、I/OノードのほうはTofuインターコネクトですので5 /s×2で12 /s、片方向それだけでもちます。それから、I/Oノードとローカルディスクは先ほど言いましたように、FCですので2 /s。

次の4ページ目、ベクトル部のローカルディスク構成ですが、左側にI/Oノード構成、右側にそこからつながるローカルディスクのRAID構成を図示しました。左側のI/OノードのPCI expressのスロットからファイバーチャネルでこのRAID装置につながる予定です。容量としては、Nノード当たり600GBのSASを50本、RAID5で接続します。合計8TB程度

ありますが、7.6PB以上のディスクを確保している。スループットですが、I/O ノードと計算ノード間はスイッチを通りますので、8 /s の 2、双方向で掛ける 2。それから、I/O ノードとローカルディスクは 8 /s、1 /s の最大スループットを確保しています。

それから、共有ファイルシステムですが、ここはネットワークを含めたシステム構成図を 5 ページ目に図示しました。スカラ部、I/O ノード 864 ポートから 24 ポートの IB スイッチに 18 セットずつ入れて 288 ポートのスパインスイッチに接続します。また、ベクトル部のほうは 384 ポートから 24 ポートの IB スイッチを通してこの 288 ポートの IB スイッチに接続する。その先が共有ファイルシステムですけれども、グローバル I/O サーバはスタンバイを含めて 2 台の構成、いわゆる Meta Data Server、一番右側の部分です。

それから、グローバル I/O サーバ、Object Storage Server は 30 台構成と現在考えています。その下に 1 台、グローバルサーバ 2 台あたりに RAID6 のディスクを 28 台、これは 14 台ずつアクティブとスタンバイのパスをそれぞれのサーバに入れる構成になっていますが、そのときの最大スループットは、そこの左端に書いてありますように、グローバルサーバから IB スイッチのほうは 12 /s、下側は 14 /s ということで現在設計が進んでおります。

最後のページになりますが、6 ページは今説明したものです。それから、そのときのハードウェア構成については、これは最終的には製造契約のときに決まるものですが、現状、7 ページに書いてあるスペックで考えております。メタデータサーバについては、その備考に書いてあるとおりのものを 2 台、それから、RAID 装置が RAID10 で 8 個。それから、実際のディスク、データを入れるところのサーバが 30 台、その下に 1 台あたり 48TB で 840 台つながるので 40PB という構成で今考えています。

もとに戻っていただきまして、4 ページですが、最後の質問について、「サーバ 1 台あたり 3 /s 程度の性能が要求されるが妥当か」という点については、今の資料からピークが 12GB/s ありますので、3 /s は十分確保できると考えています。

質問 4、4 ページの真ん中、スカラ部のバイセクションバンド幅の計算式を示してください。これは Tofu インターコネクトの一番細い断面での接続になりますので、Y 軸で切った部分となります。X 方向 24、Z 方向 17、それぞれのリンクが 12 個ございますので、掛ける 5 /s、Y 軸方向はメッシュ結合ですので双方向として掛ける 2 で 49TB/s。

それから、4-2)ORNL の Jaguar と比較してどうであるかという点ですが、ここは申しわけありませんが、数値の修正をさせていただきます。下から 6 行目の右のほうの 6.4 /s、こ

れは双方向というのが欠けてしまっています。ここは 3.2 /s × 2 にしてください。それから、その下、20 /s (双方向) と真ん中あたりにありますが、ここは × 2 が抜けています。それと同様に、その下の行の一番左端、3.2 /s (双方向) のところにも × 2、そこから少し右に行ったところに 5 /s (双方向) というのがありますが、ここも × 2 としてください。申しわけありません。

その根拠ですが、Jaguar についてはノード当たりの性能がチップで 36.8GFLOPS で、Dual Socket で 73.6GFLOPS。スカラは 128 GFLOPS ございますので、1.7 倍程度と考えています。それから、Jaguar とのリンクについては CPU 間と Hyper transport、それから、CPU - CPU 間、それから、CPU 全体のスイッチの帯域等の比較をそこに書いてございます。ほぼスカラ部のほうが CPU-ICC 間の帯域が非常にすぐれている。それから、ノード当たりの同時通信数は Jaguar が 1 で、最後から 2 行目ですが、ノード当たりの同時通信数は Jaguar が 1 であるのに対し、スカラ部は 4 であって、この点についてもリンク性能が適切である、この設計が妥当であると考えております。

次の 5 ページ目、電力消費量。「ベクトル部の消費電力が示されていない」ということですので、改めてここに表 2 としてベクトル部の電力バジェットを書きました。右側に 1 つの N ノード、それと、こちらはスイッチ筐体がありますので、そこを分けて書いてあります。ベクトル部全体では、その左側の表になりますが、7,350kW、電源部、冷却部、I/O ノード、ローカルディスク装置を除いて 1 プロセッサあたりは計算すると 366W になります。

次の 6 ページ目です。HPCC Award4 項目の実現可能性と Global FFT の推定値に関するご質問ですが、ここについては次の回答とさせていただきます。まず、Global HPL については前回の第 1 回目でも議論になりましたが、Top500 の世界一を奪取することと同程度に困難だと考えております。もちろん Blue Waters の開発動向等、それから、Sequoia 等の開発動向によりますが、現時点で向こうが計画どおりであれば、こういうふうに回答します。

それから、(2) Global Random Access についてはピーク性能よりもバイセクションバンド幅と考えていて、Sequoia よりも Blue Waters のほうが広いバンド幅になる、バイセクションバンド幅になると思われますが、もし Blue Waters がそのバイセクションバンド幅をやってくるならば、それも非常に困難であろうと思っています。それから、Global FFT についても Blue Waters のバイセクションバンド幅が非常に強力ですので、そこが予定どおりだと上回るのが非常に困難だと。

EP stream per system については、Blue Waters のバンド幅が 0.5B/FLOP ということが

ら考えて、それを全体を足し合わせたと考えれば、こちらはスカラ部のほうが大きいと考えています。また、Sequoia もメモリバンド幅、0.2 B/FLOP と考えれば、こちらスカラ部のほうが有利と考えております。HPCC Award については、据付と同時に継続することを考えておりますので、その米国等の登録状況を見ながら計測評価を進めていきたいと考えています。

Global FFT の推定値については……。

【平木委員】 時間もないので、この辺はテクニカルなので飛ばしてしまってください。

【横川開発グループチームリーダー】 はい。では、進めます。最後のアプリケーションについても先ほど説明しましたので、最後の 9 ページ、ここも既に説明しましたが、これは天野先生の質問ですが……。

【天野委員】 これも省略して結構です。

【横川開発グループチームリーダー】 いいですか。では、以上でございます。

【土居主査】 ありがとうございました。

それでは、ただいまの説明に関しまして、特段、平木先生、天野先生、何か。また、ほかの先生方も結構ですが、ございますでしょうか。どうぞ。

【笠原委員】 お 2 人の質問と直接関係したわけではないのですがけれども、概念設計のときの Tofu と今の Tofu は設計が違いますね。天野先生からとてもいいというコメントが……。

【天野委員】 いや、とてもいいというか、概念設計のときよりはよくなっているのではないかという指摘です。とてもいいとは言っておりません。

【笠原委員】 そうですか。結局、今回の 6 次元トラスメッシュですか、どんなアプリケーションが性能が出るようになるのでしょうか。どういうアプリケーションに合ったネットワークアーキテクチャになっているのでしょうか。

【横川開発グループチームリーダー】 6 次元にした意味は、定期保守、予防保守のときのための回避パス、それから、障害時の回避パスのために 6 次元にしたと。ユーザに対しては、3 次元トラスネットワークとして見せる予定ですので、そういう意味ではメッシュ結合ですから、空間差分とか、そういうアプリケーションに多分、適していると回答します。

【笠原委員】 性能的にはあまり変わらないと考えたときに、例えばそれを 3 次元トラスに変えたら、ネットワークの設計時間はもっと短くなって、全体としてシステムを

早くできるというふうにつながらないのですか。

【横川開発グループチームリーダー】　そこは前半に申しましたとおり、これだけの巨大なシステムですから、予防保守は絶対必要だろうと。それから、障害回避パスも、ルーティングも絶対必要だろうと思います。このシステムはあくまでも1つのプログラムで全体を使うものも、もちろんそういうチャレンジもしますが、プロダクションをやるための運用のためのシステムと考えておりますので、その辺のRAS機能は当然備えておくべきだと考えます。

【笠原委員】　それは世の中のシステムとしては、トーラスのシステム、大規模システムがあってそれでも動いているわけですよ。何が大事かというのを考えてみると、プロジェクトを立ち上げたときにした約束というのは、国民もみんな期待しているわけなので守りたいですよ。将来、運用していくときの運用のしやすさもあるかもしれないですけども、そこをある程度我慢すれば、ほかのシステムと同様にすればちゃんと約束が守れるということがあれば、やっていただいたほうが、まあ、僕たちは応援者だと思うのですけれども、応援者としてはうれしいなと思うんです。

【横川開発グループチームリーダー】　今の視点は、設計を簡単にすれば、もっと早く物ができるのではないかというご指摘ですか。

【笠原委員】　そうです。

【渡辺プロジェクトリーダー】　それはどこが全体で律しているかという問題なのですが、1つは前回もありましたけれども、100の品質、全く新しい設計なので、1つそこがポイントかと思っております。だけど、そこだけ早めてもCPUのほう、全体に同期して開発が必要です。

【笠原委員】　今回、例えばスカラ部、8個のSPARCですよ。電力制御も難しいことをやって……。

【土居主査】　笠原先生、マイクを押してもらえますか。

【笠原委員】　すみません。8個SPARCのマルチコアで、電力的にもそんなに新しいことをやられていないので、そんなに設計が大変なのかなという。ただ、ネットワークのほうは新しいので、新しい設計を入れようかなと思うのですけれども、プロセッサ的には飛び抜けて難しいこと、新しいことをやっているわけではないので、頑張れば頑張れるのではないかなと思うのですけれども。

【渡辺プロジェクトリーダー】　やっぱりスカラ部、前回も、たくさんつくるのが一番

大変なんですね。だから、小規模構成 だけど、これを今の段階で ICC を早めるのは無理なのですが、小規模構成なら ICC がちゃんとできれば早い段階では使えるようなものができるかと思いますが、今、それを期待することにはちょっとできません。

【笠原委員】 期待するとか、ここまで来ているので全力を、知恵を尽くして何とかできる方式を考えていただきたいというのが希望なんですね。

【渡辺プロジェクトリーダー】 論理設計を変更、もう今、設計変更をするよりは、このまま突っ走ったほうが早いと思います。

【中島委員】 理研の味方をするわけではないですけども、3次元トラスでどれぐらいの信頼性が出るかはともかくとして、ネットワークが脆弱なものをつくったら絶対動きませんので、これだけの巨大なシステムですから、その辺のネットワークが1本、2本、10本、100本切れても、あるいはノードが1個、10個落ちても平気で動くようなシステムにしておかなければ絶対使い物になりませんので、そこを手抜いて1ペタ稼ぐというのはやめてください。僕も1ペタは稼ぎたいですけども。

【土居主査】 ありがとうございます。

【平木委員】 先ほどから話題になっているスカラ部とベクトル部なのですけども、資料6の5ページを見ますと、これを計算すると1本が2GBの手が48本出ているというふうに読めるのですが、それで理解は正しいですか。

【横川開発グループチームリーダー】 資料、5ページ。

【平木委員】 5ページに InfiniBand の図が載っておりまして、そうすると右と左のバンド幅がどれぐらいかというのを見ますと、この構成、読み方がよくわからないんですけども、これはDDRですか、QDRですか。

【横川開発グループチームリーダー】 設計はQDRで行っていますが、最終的にどうするかはコストとの兼ね合いです。

【平木委員】 それが48本というのがベクトル部、スカラ部をつないでいるものという理解で正しいですか。

【横川開発グループチームリーダー】 ベクトル部をつないでいるのは48本です。

【平木委員】 いや、だから、ベクトル部とスカラ部の間は細いほうで決まりますので。

【横川開発グループチームリーダー】 ああ、ここはそうですね。そのスイッチからありますから48本です。

【平木委員】 そうすると、 48×2 ということは、約100GBという双方のバンド幅です

けれども、全体、ペタスケールに比べて 100 というのは非常に小さい数字なのですけれども、それで連成計算が大丈夫かということについてはどうお考えですか。

【横川開発グループチームリーダー】 それは先ほども説明したとおり、このシステムでシミュレーションというのは時間方向の発展ですので、そこは十分対応できるようなアプリを提案していきたいということです。

【平木委員】 では、そういうものが既にあるわけですか。

【横川開発グループチームリーダー】 だから、それは RISM-FMO 及び MSSG-放射モデルは、実際にそれほどデータをやりとりしなくてできると聞いています。

【平木委員】 つまり、連成計算が最初から言っているように目玉だというのに、この程度の設計の根拠で、しかも、あるものをつなぐという、そういうつくり方をしているんですか。よくわからないのですけれども、どうしてこういう設計になったかというその根拠を教えてくださいませんか。なぜその InfiniBand が 48 本というものになったかということです。

【渡辺プロジェクトリーダー】 その点につきましては、実を言うと先ほどの、前回の理研の外部評価でもご指摘があって、現在、費用の許せる範囲で、なるべく大きいものにしようと思っておりますけれども、ここに示したものが最終構成にはならない可能性があります。今、ここは開発品ではなくて調達品ですから、なるべく費用の許せる範囲内でできるだけ大きくしたいとは思っています。もちろん、アプリケーションの評価結果にもよりますが、現在はそういう考えで進めております。

【平木委員】 はい。結構です。

【土居主査】 ほかに。

【横川開発グループチームリーダー】 1 点だけ、もう 1 カ所修正がございます。

【横川開発グループチームリーダー】 資料 6 の 7 ページ、質問 7) の上の部分で、FLOPS 値と書いてあるものの 2 行上、時間が 1.26 秒と書いてありますが、これは 1.13 に修正をお願いします。それから、その下の転送時間イコールという部分の一番右側、3.78 というところを 3.39 にお願いいたします。申しわけありません。

【土居主査】 よろしいですか。ほかに何か、ご質問等ございますか。よろしいですか。よろしければ、委員間で、理化学研究所抜きで議論をしていただきたいんです。もうほとんど時間がありませんので、今回はそういうことで徹底的にさせていただきたいと思うのですが、少し時間を、12 時から 12 時 10 分か 15 分ぐらいまで延長させていただいて、

頭のところだけ少しやらせていただきたいと思いますのですが、よろしいでしょうか。

では、理研の方々、ありがとうございました。ご退席いただければと思います。

(理研退室)

【土居主査】

では、12時15分で終わらせていただくことにいたします。次回は徹底して、先ほど申し上げましたように委員の方々でご議論していただきたいと思いますのですが、論点として幾つものものがあると思います。特段、きょうも当初から出ているようなことが、システム構成の妥当性だとかというのがありますが、ベクトル技術の必要性ということもそれに加えてあると思うんですね。それから、要素技術の開発状況だとか、性能目標だとかといったようなこと等々があります。

それと、今、メーカーと理研とが打ち合わせに入っているという、そもそもその目標達成がどうなるかというようなこともあるわけですので、その結果が出てきたときにはまたそれに関しましてもご議論いただかなければいけないのですが、まず、本日、出ておりましたシステム構成の妥当性というのをまた振り出しへ戻ってやるというののもいかなものかというような気がしないでもないのですが、それとベクトル技術の必要性ということに関して少しご意見をいただきたいのですが、いかがでしょうか。

【平木委員】 きょういただきました資料の中に、回答の中に詳しくありましたように、現状では大規模アプリケーションでベクトル機とスカラ機の性能の差というのは数十%以内、場合によってはスカラのほうが効率がよい。ベクトルのほうが2倍以上よいというケースはないとありますし、私の試算とも一致していますので、その2倍以下のものをあえて分けてつくる必然性というのは世の中を複雑にするだけでないのではないかと判断しております。

【土居主査】 はい。それともう一つ、重要なのが、これが国家基幹技術、研究開発のプロジェクトだというようなことを踏まえるとどうということになりますか。

【平木委員】 そのことは私が実はすごく長い間悩んできたことなわけですが、今のままのベクトルの姿というものに次の次々世代、次々々世代というものはないであろうというのが、要するに急速に効率が地球シミュレータから低下して、地球シミュレータの効率というのは正直言ってスカラの10倍以上あったという機械であったと思うんですね。なので、それでやむなくここを国家基幹技術として重要ではあるけれども、このままいくことが正しい姿でない可能性があるというのは、私はここで1つ、可能性を消すとい

うことの決心をしても、その影響は小さい、部分的であると考えます。

【土居主査】 なるほど。はい。ほかの先生方、いかがでしょう。

【天野委員】 どうしても世界一をとるということを優先する場合でしたら、僕が考える戦略はベクトルをやめて、全力でスカラに集中し、かつ縮退技術を使ってチップの歩留りを上げて、どうしても2010年の終わりには10ペタを達成する。それ以外に解がないように思います。どう考えてもほかに解が見つからないような気がするのですけれども、あるいは、だから、これはこの時点でトップ1をとるのはあきらめて、国内産業の育成に尽くす。それはそれでまた意味があると思いますので、その辺の判断が求められているかなと思います。

【土居主査】 はい。ありがとうございます。

【川添委員】 さっきのシステムが複雑になるという話と、それから、ベクトル計算機ですごくよかったと思っていたのがそうでもないという、そういう話からいくとやはり、ある意味で競争相手がいないベクトルで頑張るとするのは、今、平木先生がおっしゃった次々世代とか何かに対しても、どういうことをやっていくのか。要するに売り先がないものを国家基幹技術が頑張っても、まあ、難しい問題があると思いますね。結局、さっき渡辺さんが言ったみたいに値段を下げるためにコネクタは極力つからない。つまり、つながらないものを1台だと言い張るのは、ある意味でどうせばれて、うそを言ったことになるということになると、やっぱり2台あるというふうにはしか見えませんから、1台にする。つまり、1台にするというのは、ベクトル部は捨てるというのは、1台だとしか僕には見えません。

【土居主査】 小柳先生。

【小柳委員】 概念設計の中間評価のときに私が一案として申し上げたのは、ベクトルはむしろ、もっと小規模なものをもっと早目につくって地球シミュレータの後継機として、これをスカラにするという案を出して、それはもちろん採用されなかったわけですが、状況を見てみるとだんだんそういう感じになってきて、もしこういうことが許されるかどうか知りませんが、担当部課も違いますが、地球シミュレータとこの次世代センターと、ある意味で一体に考えて日本の今後の計算、ベクターを残すとしてもそういう形でベクトル技術を何らかの形の将来展開を考えるという、その意味での複眼というのを、この中での複眼ではなくて、地球シミュレータの複眼というようなことを考えてもいいのではないかなと思っております。

【土居主査】 またなかなか難しい話でもないとは言えないですが。

【米澤委員】 そのベクターの部分は大変難しいというのは非常によくわかって、それはある意味でなくなっても私はいいと思っているのです。では、一方、スカラのものに完全注力したときに世界一がとれるかという。そこで非常に気になるのは、僕の立場から言っているようですが、ソフトウェアのところ、ソフトウェアシステム、コンパイラも含めて、そこにちゃんとお金をかけて、そうしないとやっぱり世界一はとれないと思うんですね。今のままのこういう体制でつくっていくというのです。その辺をぜひ少し考えていただければと思うのです。

【土居主査】 だから、それはある意味において今の基本的なコンパイラを含めた基礎としてやっていくソフト。

【米澤委員】 いや、何かそのための研究開発をしるとか、そういうことではなくて、スカラならスカラにした場合に、それに沿ってちゃんとソフトウェアの部分、システムソフトウェアの分の開発を、体制を整える。今までずっとこの評価、いろいろ聞いてきましたけれども、3年間、ほとんどそのソフトウェアの部分というのは、言語のコンパイラちょこちょこやっています。そういう感じなので、実際、そこのほんとうに使えるもので、かつ下方展開できるものが出来て、それでかつ世界に伍していこうと思ったら、そのところをやらないとダメです。

【土居主査】 そうですね。何か取ってつけたような話になっていますからね。

【米澤委員】 ええ。

【土居主査】 なかなか悩ましい。要するに世界一になるかどうかということはまだちょっと製造工程との、メーカーとのあれで調整がどうなるかにもよりますけれども、基本的には10ペタというのはつくれるということで、10ペタ以上のものがつくれるということで、それを要するにアプリケーション等々のいろいろな分野の方々のブレークスルーがそこで期待できるということはあるわけですから、その基礎としてのところというのは、今おっしゃったようなことで、全部使うわけですから、使わなければいけないわけですから、そちらをきっちり展開するためにもやはり基礎となるようなソフトというのは、システムソフトは重要だと思うのですが、浅田先生、何かありますか。

【浅田委員】 いわゆるこの複合システムで行くというときにも同様の議論があって、それで最終的にあのときの議論の結果、複合システムでいこうといったわけです。ですから、ここで実は理研の外部評価でも同様の議論は多少あったのですが、これを1つにして

も、今の建屋の設計の状況とか、システムの設計の状況、拡張性から考えてメリットはない。つまり、スピードを飛躍的に大きくするメリットはないということは確認されていると思います。よほどの組みかえをやらない限り。

ですから、ここでもし1つのシステムにするというのであれば、前にこれをG0をかけたところの根拠が大きく変わっているということを言わなくてはならないと思うのですが、あのときはやはり2倍程度の性能だったらという議論はあったかどうか覚えておりませんが、あれども、応用ごとにそれぞれ得意なものがある。それから、これを下方展開したときにそれぞれの価値があるという議論は実はあったかと思えます。それから、連成計算においても、その定義が実は理解がそれぞれの立場で違っていたわけなのですが、一定のユーザから見てシームレスにつながっているという使い方ができればいいという理解で一応、G0をかけたというふうになります。

ですから、私はプロジェクトを成功するためには、途中で方針を変えるためにはそれなりの理由がなくてはならないと思うわけです。LSI技術の発展の立場からいきますと、この2つの技術を並行して開発するというのはそれなりに大きな意味がありますし、将来の投資効率という意味で意味がありますし、デザイナーの数を半分にしてしまうというのは、それだけで開発の効率が上がるというものでもないということなので、私は1つにすることは若干慎重に考えられたらいいのではないかと考えております。

【土居主査】 ありがとうございます。

【平木委員】 浅田先生のご心配はもっともなことだと思うので、私もそれに関してはすごく悩んだところなのですけれども、幾つかありまして、1つは、まずシステムによって向き不向きがあるという最初の前提が詳細に調査をした結果、現在のデータを見ると否定されている。もう一つは、これは天野先生と私と意見が一致しているのですけれども、このままいきますと、実はベクトル部について著しいスケジュールのおくれが発生することが目に見えていて、それは今までになかった話ではないかということだと思うんですね。

例えば具体的に言いますと、現在の時点でまだ小さいアプリケーションプログラムのシミュレーションができていない、OSが走っていないという段階が4月TAPE OUTって、それは夢物語だと思うんですね。ということはもっと著しいおくれが発生すると考えざるを得ない。そうすると幾ら技術保存としても我々は時期がおくれ、性能が出ないものに対して、しかも、何百億という金を支払うというのはやっぱり正当化はされないのではないかとということです。

【浅田委員】 理研のほうの外部評価で私もそれが心配なので、個別に予定されたものとは別に業者の方をお呼びしてヒアリングをいたしました。そのときの根拠は、もちろんデザインが最終的にできていないところで可能性、将来の時期の可能性を問うわけですから、大変慎重にやったわけですが、従来やっていることとどこが違うのか。枠管理において、その収束の過程が今までの、これは富士通側の話ですけれども、理解とどう違うのか。

そして、じゃあ、どこがレシピが違うのかというと、先ほど MIM というのがありましたけれども、そういう技術を少しアドオンしたという形であって、基本的にはできている。その中で、この仮定でやればできるということの説明を聞いたので、実績から考えるとこれを否定しようがない。もちろん失敗は幾らでもあるのですが、しかし、そういうことから考えて可能性はある。ですから、著しいおくれというのは、このスケジュール表自身がおくれていれば別ですが、それからのおくれというのは、私はそれほどないと実は判断しました。

前半のほうのアプリケーションによるベクトルの優位性は、現在、非常に低下しているということに関しては、若干専門性が違いますので、それであればしようがないのですけれども、まあ、下方展開したときに小さなシステムでもベクトルは同じコストにおいて性能的に、ある応用において全く優位性がないのであればおっしゃるとおりなのですから、それは実際そうなのでしょうか。今の規模では優位性がないというのはわかるのですが。

【土居主査】 はい。

【平木委員】 具体的に申しまして、今のベクトル部の設計ですと、1 ノード、すなわち 32 プロセッサ以下では優位性があると思っております。それを超したらいきなり優位性がなくなって、クラスタのほうで優位であると考えております。

【中島委員】 32 プロセッサでもあまり優位性はないと僕は思っています。メモリバンド幅が圧倒的に大きいというのがベクトルのこれまでの優位性だったのですけれども、今回のベクトル部は、その優位性が少なくとも圧倒的ではない。例えば IBM のパワー6 とか、あるいは 7 ぐらいが出てくると、いい勝負になる可能性が非常に高いという意味で、圧倒的な優位性はないと思います。私はこの概念設計のときと、それから、理研の去年の評価

と今回と3回、3回、させていただいているのですけれども、基本的にそのベクトルを入れたというのは、技術ではなくて政治だと思っていましたので、政治的に耐えられないのだったら外すというのは当然あり得ると思っています。

【笠原委員】 今のベクトルの話とかというのは、概念設計のときからわかっていたわけですね。

【中島委員】 いや、わかっていなかったですよ。かなり後退している印象が強いですね。

【笠原委員】 基本的に概念設計のとき、皆さん覚えられていると思いますけれども、研究者仲間の情報では10ペタでは一番になれないとみんなわかっていたわけですね。ただ、それは公開情報ではないからそれは取り上げない。我々の主張としては、10ペタで一番になれないので、片方に集約して、もっとピークを上げないとだめですよというのは何回も申し上げたわけですね。それに対してどうしても、もし足りなかったらもっとピークを上げてでも一番をとるので、2つ、ハイブリッドでベクターとスカラをつくり出すという形で走ったわけですね。そのときに我々もやむを得ないなと思って認めたわけじゃないですか。

浅田先生が言われるように、もしここで変えるのだったらそれなりの理由が必要ですね。あのとき、わかっていなかったのではなくてわかっていて認めてここまで来ていて、どういう理由でそれを片方やめるというふうに説明するんでしょうか。そういうのを考えたときに、もうやめられないとなったら、できることはやっぱり、少し短い、半年なら半年でもいいですけども、とにかく一番をとって、今の目標よりも早い期間で一番をとって、世界一になるなら、なるという目標は達成できたと。それに対して費用もあるので、当初の目標、10とか13ペタのマシンをつかって、それを実用に供していただけるように開発して、それをほんとうに役立てていただくという筋書きに持っていかないと終わりようがないような気がするんですね。

そのためには2010年11月に3ペタでも4ペタでもいいと思うんですけども、頭を使って全力を尽くしてスカラユニット部だけでもつくっていただいて、世界一をとって、その後従来スケジュールどおりにベクター、まあ、ベクターはもっと小さくてもいいと思うんですけども、ベクターとスカラのハイブリッドをつかって、それなりに動かすということをやっただけならと思うのですけれども。

【平木委員】 実は状況が変わっていないというお話ですが、実はものすごく状況が変

わっておりまして、評価の席上で性能目標が全部未達成予定だということは今回初めて明らかになったと思います。もし前回それが明らかだったら、だれもプランは認めていないと思いますのでね。それはいかがでしょうか。

【笠原委員】 基本的にこうなるのってわかっていましたよね。

【平木委員】 心の中でわかっていたのとオフィシャルになったのと全然違いますよ。

【笠原委員】 いや、オフィシャルって、こういう席でもそういうふうに申し上げているわけですよね。そのときに最後はメーカー側で幾らお金を注ぎ込んでもつくるでしょうというような話があって、それだったら、一番になってくれるのだったらやむを得ないなと、あそこで認めたわけですよね。

【土居主査】 いや、願望というよりかは、理研側ができるということは言い切っているんですよ、当時も。当時も言い切っているんです。ですから、今、平木先生がおっしゃったように、理研側から非常に困難であるというのが出てきたのは初めてのことなんですよ、これは。

【浅田委員】 1回目、欠席で、間違っていたらごめんなさい。今、未達というのは、私、資料を拝見する限り、ムービングターゲットによって発生した未達だと思うんですね。理研が当初予定した性能が未達だったら、これは方法を変える大きな理由になると思うのですが、当初から非常にムービングターゲットで難しいことは我々は知っていた。その上でG0をかけたわけで、これを未達と言って変えるというのは、予算のかなりの増額とか、それをやらなくてはならない。そして、あのとき非常に歯切れが悪かったのですが、1つにしたとしても、同じ資源を2つ、スケラブルにはなりませんよと。1+1は2だから、片方にしたら2のものはできませんよという説明もされたことを覚えております。

これはこの開発においては社内の、いわゆるベースになる開発費用をある程度投資しているのであって、それが加わった全体のシステムであると。だから、ここの部分を、小さなベクトル部をこちらに、スカラ部に足したと言っても、スカラ部がその費用に比例して増えるわけではない。実はこのような説明もあったので、あのときは、まあ、これは政治的というのかもしれませんが、G0をかけたのだと思います。ですから、目標を変えるのであれば、予算増等をやらないと、これはあまり効果がないのではないかと私は少し感じているのですが。

【天野委員】 これ、予定が変わったのは、前の話では、中間報告の話では2011年で10ペタとなっていたと思います、明らかに。

【平木委員】 はい。そうです。

【天野委員】 我々はもしかしたら 10 ペタプラスアルファだったら何とかかなと思ったわけです。ですが、今回の予定だと明確に 2011 年では 5 ペタである。2012 年では 10 ペタであるということになっていて、ここは僕はやっぱり後退したなと思うんですけどね。

【土居主査】 いや、その点は前回は申し上げたように、最終的につくるのが 10 ペタなんです。

【天野委員】 ああ、そうですか。

【土居主査】 はい。最終的につくるのが 10 ペタ。ですから、あの工程表にあったように、小柳先生が取り上げられたような工程表にあったように、要するに 1 年間だったか、半年間だったか、そこでチューンナップして 10 ペタというのが当初からのあれなんですね。

【平木委員】 ちょっとよろしいですか。

【土居主査】 はい。

【平木委員】 それは実はすごく不透明なところで、10 ペタということと世界一ということがいつどう出てきたかというのですけれども、最初の平成 17 年にできたときには明確に 2011 年 3 月で 10 ペタであったものが、その後、訂正されないまま、一部の人の共通認識が動いたかなというのが私の認識しているところなのですけれども、何か違っているでしょうか。それ以降は正式には書類は出ていないと思います。

【土居主査】 この間の資料と私の認識、この間の資料と同じものが当初からずっと出ております。この間の資料と変わっておりません。ですから、目標のところは 10 ペタとあって、括弧つきで平成何年だ、22 年、23 年 6 月、世界一をとるというのは書いてあるんです。

【平木委員】 よろしいですか。こういうつまらない文言にこだわるということは、決して私の本心ではないわけですが、一応、私はずっとこのプロジェクトを最初から見ているので、最初に見たものは文部科学省のおつくりになられた本プロジェクトの説明資料というもので、そこには明確に平成 22 年に 10 ペタ及び世界一と書いてありますので、それがそのとき評価及び作成にかかわったメンバーの共通認識であったと認識しております。

【土居主査】 そういうあれからすると、こういうのに僕があまりこだわりたくないのだけれども、要するにこういう文言にきっちり確定したのは、私の認識からしますと、総合科学技術会議の評価の時点です。

【平木委員】 はい。そうですね。

【土居主査】 こういう文言で行こうということになったわけで、ですから、最初のころのものからしますと多少ニュアンスが違っているということは確かだと思います。ただ、目標は何かというと、あのときもそれこそムービングターゲットだから、1位というのは、また、しかも、向こうの土俵の上で、向こうのルールに従って来るわけですから、なかなか難しいけれどもいいかというような議論はさんざんしたわけですが、さらにはその直前に、要するに最初のその図面からいきますと、20ペタのアクセラレータがついていたんですね。それでいきますと、というようなことがあったのですが、向こうがアクセラレータを認めないというルールを変更してきているわけですから、要するに先方さんの土俵の上で、先方さんのルールに従ってやるわけですから、いつ何時、何が変わるかわからないところで1位をとるといえるのは言い切っていることかどうかというのは当初からあるんですね。

ですから、とにかく国家基幹技術としてやるのは、10ペタのものをつくるというのがとにかく目的なんです。目標なんです。それに付随しているいろいろなあれがあったものですから、1位というのと、それから、当初は4項目ではなかったんですよ。4項目ではなかった。それを4項目に絞ったというようなことで、そのとき、そのときで多少修正はしているわけですが、ただ、世の中に対しては1位というほうが先に出ていってしまうものですから、その辺がなかなか悩ましいところがあるところだと思うんですね。

【平木委員】 よろしいですか。

【土居主査】 どうぞ。

【平木委員】 私はその文部科学省における評価にはかかわっていませんでしたので何とも言えないのですけれども、2011年6月のTop500が5ペタでとれる、もしそれが明らかであれば、このプランを承認される先生は私はいないのではないかと思ったので、おそらくかなりの数の人がそれは誤解されていたのではないかと思います。常識的に見て、それでは無理ということですよ。

【土居主査】 それはそのそれぞれの判断だったと思うのですけれども、最終が10ペタということだけは変わっていない。

【平木委員】 それはいいです。だから、そのとき、5でとれるという話は多分伝わってなかった。

【小柳委員】 5という数字は出ていなかったと思います。

【土居主査】 はい。数字が出ていない。5とか2とか……。

【小柳委員】 だから、増強というのをどう理解するかですね。

【土居主査】 そうそう。だから、何とも悩ましい状況であることは確かなのですが、しかし、浅田先生がおっしゃったように、変えるとする合理的な説明がきちりできなければいけないということだけは確かなのですが、いろいろな観点を含んで、これから先どうするかということは、このところで一応、最終的には結論を、ある意味での結論を出していただかなければいけない、あるいは出さなければいけないということだけは確かですので、それを踏まえてお考えになっていただいて、時間が15分になりましたので、次回、徹底的にほかの面も含めて、要素技術の開発状況等々も含めて議論をしていただきたいと思いますのですが、よろしいでしょうか。多分、そのときまでには富士通が前倒しできるのかできないのかとか、5ペタと言っているのが実はもう少し行くとか、何かその辺のところ、まあ、5ペタのところは難しいという話がそもそもありますが、そういう話は聞けるのだと思います。

【倉持審議官】 ありがとうございます。大変貴重なご意見をいただいたと思います。いずれにしても、いわゆるムービングターゲットという観点からのご議論と、やはり初期技術的にどういう見通しを立てて、今、詳細設計を進めてここまで来た。まさに技術的積み上げの中での今の2年たったときの、その技術の予想に対して今どうだったのか。そこを混在化すると非常に難しくなると思いますので、きちんとそこをぜひ両面から検討しなければいけないわけでございますけれども、その点をぜひお願いした上で、その後どうするかということにつきましては、先ほど政治的判断というお言葉もありましたけれども、確かに国家基幹技術という名前でございますので、日本発の技術をどういうふう維持していったらいいかという側面もないわけではありませぬので、それをどう考えたらいいのかということも含めて、先生方のご助言をいただきたいと思っております。どうぞよろしくお願い申し上げます。

【土居主査】 ということで次回は進めたいと思うのですが、よろしいでしょうか。ぜひ時間的にもお忙しい先生方ですが、万障繰り合わせてご出席いただけますようお願いいたします。それでは、最後に事務局から何か連絡事項等ありますか。

事務局より連絡事項の伝達がなされた

【土居主査】 ありがとうございました。

田中先生が一言。

【田中委員】 最後になって申しわけないですが、次回の考える制約条件に予算があると思います。予算は、何があっても変えないのでしょうか？相手がムービングターゲットであれば、一位を取るためには状況に応じて、予算が追加されるというのはあり得ることだと思います。

当然、無駄なことはしたくないのですが、次回は、それも含めた形でのデシジョンを考える必要があるのではないかと。お金を出せば、20ペタが可能性であれば、その可能性の検討もあり得ると思います。それを最初から考えないでおくのではなく、今から考えておいたほうが良いと思います。

以上でございます。

【土居主査】 それはよろしいですね、次回にちゃんと。ただ、惜しむらくは、20ペタ、富士通、つくると言っても建屋に入らない。

【浅田委員】 ベクトルを追い出す。

【天野委員】 同じフロアでないと。

【土居主査】 同じフロアではないんです。

【天野委員】 ええ。それが問題なんですね。

【平木委員】 でも、そういうのというのは、むしろ純技術的な知恵の問題なので、どこまで行くかというのは、今、公式的にだめと言っているのと本音とはまた距離があると思います。それは純技術的な問題として検討していただくしかないと思います。

【土居主査】 それはそうかもしれない。

どうぞ。

【倉持審議官】 大変重要なご指摘だと思います。検討はやはりそこまでスコープを広げた議論が必要だと思います。ただ、1つやっぱり気になりますのは、私も当時いたわけではありませんけれども、あるこのコンセプトが出たときに、それぞれまさにおっしゃったようにメーカーも頑張るといふ部分がありまして、その議論と、まさに、じゃあ、このムービングターゲットが動いたときにどういう可能性はあるのかという部分の整理は必要なので、議論としてはありますけれども、すぐに予算措置ができるかどうかというのは、これはほんとうに議論があるということだけをご認識いただきたいと思います。

【土居主査】 よろしいですか。それでは、どうもありがとうございました。本日はこれで終わらせていただきます。

了