

『討論会』

テーマ：「高速ネットワークでどう変わるか？」



コーディネータ	：松澤照男	北陸先端科学技術大学院大学情報科学センター
パネリスト	：関口智嗣	産業技術総合研究所
	森田洋平	高エネルギー加速器研究機構計算科学センター
	小山田耕二	京都大学大型計算機センター
	神沼靖子	前橋工科大学情報工学科

1. パネリストへの質問

【松澤】 このようなテーマの討論会は、その進め方がなかなか難しいと思います。是非、皆様のご協力をお願いしたいと思います。

さて、皆様のお手元には、今お配りしましたA4の紙1枚があるかと思います。その内容と同じものを前方スクリーンに投影しております。これは、ここにいらっしゃるパネリストの皆様へ、前もって2つのご質問をさせていただき、ご回答をまとめたものです。最初の質問は「研究環境・教育環境を、高速ネットワークでどのように変えたいか。」です。ご回答がお手元の資料の上段にあります。ご回答は、それぞれのパネリストの皆様が、今20分でお話しいただいたものと必ずしも一致しないかもしれませんが、大まかには、このようなことも含まれていたのではないかと考えております。

Q 1	研究・教育環境を高速ネットワークでどのように変えたいのか？	
高速ネットワーク基盤 関口さん	携帯電話により社会生活が変わったように、個人がどこにいてもコンピュータ、実験装置、会議、データベースに自由にアクセスできるような環境を構築し、物理的・地理的束縛のない研究環境を誰でも享受できるようにしたい。	
研究環境	大量データ処理 森田さん	世界各地の加速器実験の研究所と研究者がいる大学を、高速ネットワークで結び、それぞれの大学や研究所にいながらにして、加速器実験の制御、データ収集、解析、研究討議、などを行いたい。
	可視化 小山田さん	テレマージョン技術を使ったコンピュータステアリングの実現 ・共同研究者同士のシミュレーション結果の共有と検討 ・研究者同士のアイコンタクトが可能なコラボレーション
教育環境 神沼さん	全国津々浦々で恩恵に浴することが可能な環境が整備されて欲しい。 双方向教育も、オンデマンド学習も、望みのスタイルのコンテンツで、望むときには、いつでも、全ての人に平等に与えられるようになる。	

また、次に、「高速ネットワークを有効活用するための課題と解決のための提言」のご質問もさせていただきました。ご回答はお手元の資料の下段にあります。これもパネリストの皆様のお話で、一部触れられていたと思います。多少不十分ですが、議論を整理する上で役に立つのではないかと思いますとまとめてみました。

Q 2	高速ネットワークを有効活用する上での課題とその解決のための提言		
	課題	提言	
高速ネットワーク基盤 関口さん	<ul style="list-style-type: none"> ・アクセス系の整備（家庭、公共） ・計算資源等の共有に関する制限解除 ・基盤ミドルウェアの整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域 I X で研究系ネットと商用ネットの相互接続 ・ソフトウェア使用許諾、共同研究契約、入金精算等の制度整備 	
研究環境	大量データ処理 森田さん	<ul style="list-style-type: none"> ・効率的なデータ転送 ・コラボラティブな環境の構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・パケットロスなし伝送路と巨大Buffer ・マルチメディア系 QoS 環境と Audio/Visual のきめ細かい制御
	可視化 小山田さん	<ul style="list-style-type: none"> ・分散計算結果を表示側で統合 ・シミュレーション結果の取り出しとデータ受渡しのための仕組み構築 ・リアルタイム多視点カメラの映像処理と物理的移動への再描画高速化 	<ul style="list-style-type: none"> ・統合可視化技術の開発 ・VR ツールのインタフェース標準化 ・アノテーションの作成 ・遠隔通信遅延時間を 30ms に抑える技術の開発
教育環境 神沼さん	<ul style="list-style-type: none"> ・利用者環境は多様（レベルの異なるネットワーク環境連携使用） ・マルチメディア教材の著作権と意匠権 ・セキュリティ問題と教材蓄積方法 ・ネットワーク環境利用における一斉教育と個人学習 	<ul style="list-style-type: none"> ・作成するマルチメディアコンテンツの質への提言 ・楽に教材を用意する工夫の紹介 ・マルチメディア教材の公開方法 ・一斉教育と個人学習の違い 	

さて、高速ネットワークの課題とその解決に向けて、4人のパネリストの皆様からの話題提供された内容を and に近い形で共通事項を整理してみます。制度的な問題や資源管理のサイトポリシーについて、関口先生は、簡単で重要なことは「お互いに仲良くしましょう」という基本的な考え方を強調されました。しかし越えなければいけない「レイヤー8」の問題を解決することも重要であることも強調されました。神沼先生は教育コンテンツを作る際の著作権とか意匠権という問題は、無視できない側面であることを仰いました。森田先生は、巨大データをネットワークでどのように交換するか of 技術的課題を提起していただきました。そして小山田先生は、リアルな世界で可視化シミュレーションを、リアルタイムに、テレマージョン、すなわち没入感をもたせるかという課題についてご報告していただきました。そして、これら全ての課題に関係して、様々なアクセスに対するセキュリティをいかに確保するかという課題もあります。これらの教育コンテンツ、巨大データ交換、遠隔リアルタイム可視化などを支える環境として、特にアクセス系としてミドルウェアが提案されており、ひとつの例としては Globus があります。このようなミドルウェアについての考え方も議論をしていきたいと思ひます。

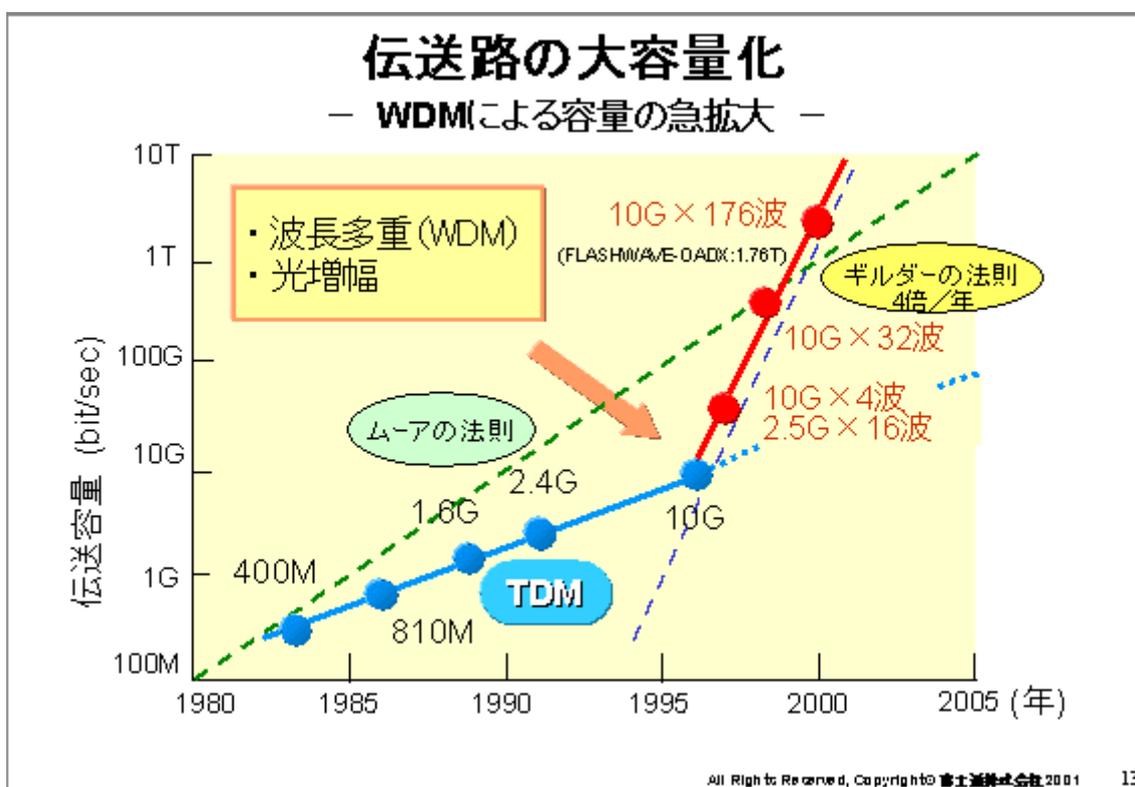
乗り越えるべき課題と、その解決に向けて

- **制度**
 - ・ 資源管理のサイトポリシー
 - ・ コンテンツの著作権と意匠権
- **技術**
 - ・ 巨大データとネットワーク
 - ・ リアルな世界をリアルタイムで
 - ・ データアクセスのセキュリティ
- **環境**
 - ・ アクセス系
 - ・ 基盤ミドルウェア

それでは、まず議論を始める前に、共通テーマセッション全体について、武市取締役のご発表も含めて、パネリストの皆様の話提供へのご質問等がございましたら、お願いしたいと思ひます。

2. ネットワーク技術が進む方向

【平木】(東京大学理学部) 高速ネットワークへの取り組みを考えると、技術がどの方向に進んでいくかということをし正しく認識することは非常に大事なことだと思います。武市取締役のご報告の中にもありましたが、ギルダールの法則が永遠に持続しないことは明らかで、いつまでこの法則が持続するかが将来を考える上で非常に重要と思います。ご報告の中の図には2005年まで書いてありますが、この法則はせいぜい2005年までで、2005年からはもう伸びなくなるのか、それとも2010年まで生き残るのか、その見通しについて、どうお考えなのでしょうか。



【武市】(富士通 取締役) 大変難しいご質問ですね。ムーアの法則は、何度ももう成り立たないのではないかということが言われてきて、その度にブレークスルーがありました。そして結局、これは20年以上続いてきている訳です。しかし、ギルダールの法則は、過去の事実の時間軸が短いので、そこから導かれる外挿としての将来予測が本当に成り立つかどうかの確度はムーアの法則のそれよりも低くなるのではないかと思います。2005年までは確実に持続するだろうと思いますし、その後も暫くの間は、持続するのではないかと思います。しかし、波長を積み上げるとしても限度がありますので、早晚成り立たなくなるだろうと思います。それが何年かというピンポイントは少し難しいと思いますが、1.7テラビットとか2テラビットというのが、5テラビットくらいまでいくのか10テラビットくらいまでいくのか分かりませんが、波が1000波、重なるくらいというのが、ひとつ

の限界点ではないかと、私は専門ではありませんが、それくらいが目安ではないかと思っております。

【平木】 実は今のお話というのは、非常に重要なことを意味しています。先ほど示されました ギルダールの法則の図をそのまま延長していきますと、2010年には、1エクサビットのネットワークができることとなりますが、多分それは全くの嘘になるわけです。それを実現するための方法には、今の波長多重だけでなく、例えば振幅方向があります。しかしその基礎研究は、10年では実現できないような研究でしょう。ムーアの法則は、1つのチップで成り立っている訳ですが、これを関口先生、森田先生他が進めています並列の技術で考えると、2010年でもムーアの法則の延長が成立しているのではないのでしょうか。そのようなフレームワークで考えないと少し違う結果を見ることにならないか、というような印象を持っています。これについて、どのようなご意見をお持ちでしょうか。

【武市】 コンピューティングも一台のチップだけで巨大なコンピュータが実現できるのではなくて、やはりあるコンプレックスを作って、その中での相互動作で大きな処理能力を実現していく格好になると思います。ですから、そのギルダールの法則というのが、1本のファイバーだけに着目して、キャパシティが伸びていくようになっていくのだと思いますが、むしろ伝送路の方も、ある全体のネットワークの疎通能力というような観点からパラメータを少し捉え直して能力尺度にしていくのではないかと考えております。ですから、どちらが速いかという競争を、どのポイントで行うかということにあまり深入りしても、それはプロダクティブではないのかもしれないかなというような気がしております。いずれにしても相互に競い合って、ギルダールさんが永遠に楽しくないかも分かりませんが、トラフィックに沿った格好で何らかの協調動作をしていくことだろうと思います。

3. 教育への適用

【松澤】 他にご質問はございませんでしょうか。

【野田】(愛媛大学工学部) 神沼先生に少しお聞きしたいのですが、いわゆる遠隔教育、あるいは e-learning の類のもので、今実現しているものはあまり成功していないと思うのです。いわゆる SCS(Space Collaboration System)というのがございまして、我々の大学でもよく使ってはいるのです。文部科学省は盛んに使え使えと言うのですけれども、ガラガラに空いている状況で、少人数の教育ではあまり成功していないと思うのです。これが現在の代表例だとしますと、これから高速ネットワークを使った場合に、どのような点を改良すれば、より良くなるとお考えなのでしょう。

【神沼】 実は、私もあれは失敗だったと思っています。なぜ失敗かと言いますと、上から与えられたものであったからです。現場の方たちが必要なのだということで設計した環境ではなく、「このような環境を作るから、利用するところは手を上げて、環境を整備してお使いください」と言われ、提供されたものだからです。教育という現場では、箱物だけでなく、必ず人間が関わってくるのです。言い換えるならば、教育システムでは人間が入る部分が非常に大きいので、ここを上手くクリアしない限り、絶対に使い勝手が良くなるかと思うのです。

今回のように「高速ネットをどう使うか」と議論したり、ギガビットネットワークを導入したり、いろいろ試みられていますが、それらの実験は上手くいくだろうと思います。しかし、実験は可能だけれども、実際にそこで教育実践が可能かと言うと、おそらく無理だろうと考えています。では、どうすれば良いかということなのですが、(先ほど少し申しましたが、)その高速ネットワークを実際に使う先生方のことを考えることです。実際、先生方は教材というコンテンツを自分たちで作っていかねばならないということなのです。しかも、教材は前もって作っておいたものが、教室でそのまま使えるかと言うと必ずしもそうではないということなのです。現場の先生方は、それぞれの時間において、聴講者の顔を見ながら対応しています。このようなことを考慮しますと、教室での作業性とか、その作業に必要な機能が本当に仕組まれているかなどについても、利用者と一緒に考えていかねばならないと思っています。そして、先生方が「本当に簡単に操作できるから使いましょう」という気持ちにならないと、実際にお金をかけて作ったけれども、あまり利用されなくなってしまうのではないかなどと、私は危惧しております。

実は、この話題の関連で武市さんに質問したいと、先ほどから思っていたのですが(笑)、先ほどのお話の中で、ユーザに必要なものであるとか、あるいは問題解決に必要なだと仰っておられたのですが、(お話を聞いていますと)何となく「本当に作ってくれるかな」と感じられなくはないのです。例えば、それはいつできるのか、つまり、将来(あるいはこれから)というのは、明日なのか1年後なのか5年後なのか、それが非常に問題なのです。どのくらい先を見て、そういうことへの計画を進めていращるのかを是非お聞きしたいのです。

このような環境を、まず現場の先生方が使ってみて、その問題状況を知り、自分たちが使える環境に改善していくということが、初めになされるべきではないかと考えています。ただ今のご質問への答えになったかどうか分かりませんが、私はこのことを重視しております。そして、ついでに質問させていただきました。

【武市】 お答えになるかどうか分かりませんが、実は私、少しアメリカに滞在しておりました。1980年代の終わりから、1990年代の半ばまでですが、当時、ネットワークのキャパシティそのものは、今のギガビットレベルよりもはるかに低かったのですけれども、いわゆる distance learning といいますが、仰っているように相手の生徒の反応を直接見なが

ら、それに応じて、専門家の先生が講義を進めていくのです。これは実験ではなく、実際に稼動していたネットワークがございました。ネットワークのスピードはまだ不十分だったかも知れませんが、画像の品質は大変良くて、語学の訓練に使いますと、生徒が先生の発音をまねて繰り返すと、そのまま先生側にフィードバックされる。そういったより専門的な講義を、僻地のルーラルなエリアに、リアルタイムの双方向ビデオ教育で行っていました。この講義は、教材の一方的なデリバリというより、生徒へのフィードバックを重視した教育のアプリケーションで、1990年代の半ばくらいに稼動しておりました。私もそれに深く参画しまして、必要なネットワーク機器一式を提供してきた経験がございます。ですから、いくつか例をあげましたが、それが完成形とは全然思っておりません。もうすぐできるというのは、そういったアプリケーション側からの実際のニーズで出てきた例を今のテクノロジーでより洗練してやっていきます。実際教育の場でもある程度、不満の少ない格好でこれから実現できるのではないかとということでまたお手伝いさせていただきたいという趣旨でございました。

【神沼】 ただいまのお話のシステムは、確か、クリントン大統領の提案で1996年頃に使われていたものですね。それから、ちょうど5年が経ち、最近では、ネットワークを利用して、e-learningを使った教育も非常に進み、先生方もお慣れになっていると聞いています。アメリカでは、今では、ネットワークを利用した通信教育を、いろいろな学校の50%近くが、実際に計画しておられるという情報を得ているのですけれども、日本はとてもそこまですべて行っていませんね。例えば、そういうことを計画されているという富士通さんにシステムを作っただけということ是非常にありがたいことです。その時に、本当に現場の先生方が（情報センターにいたりとか、情報系にすごく興味をもっているとか、そのような技術を容易に使える人ではなく、）要求しているような使い易い環境（いろいろなフィールド実験が行われたもの）が作られるということが非常に重要だと思います。このような視点がないと、いつまでたっても、リソースの共有は難しいと思うのです。その辺のことをベンダーさんに要求したいのです。

4 . GRIDとCORBAの違い

【松澤】 多分、今のお話は、後で討論になるかもしれませんが。それ以外の観点で、今までの報告、話題提供につきましてご質問がありましたらお願いいたします。

【水本】（国立天文台天文学データ解析計算センター） 関口さんと森田さんに対する質問なのですが、関口さんの発表の中で、よく聞かれる質問の中に、GRIDとCORBA、どう違うのかという話があり、GRIDのいわゆる概念モデル等を見ていくと、CORBAで書かれているものとほとんど同じです。CORBAとGRIDの違いは、高速ネットワークがあるか、

それともローカルネットワークに閉じているか、絵で見るとそれだけの違いだと感じていますが、これは当然違うと思いますので、それを1番目の質問にしたいと思います。

もうひとつは森田さんの発表の中に、いわゆる分散環境での解析システムというところの分散環境というのは、森田さんのお話では、それが world wide、地球上全体のという感じだと思うのです。私どもが、すばる望遠鏡で研究するとき、沢山ある計算機を有効に使うことを目的に、やはり分散環境の解析システムを作ろうと思い、5年くらい前からいろいろ進めているのですが、なかなか難しい問題があります。その難しさというのは、やはり GRID でも同じことが起こるのではないかと考えていまして、分散解析環境を GRID で本当に上手くできるのというか、できる見通しがあるかという質問です。

【関口】 最初のご質問の GRID と CORBA の違いということですが、ご指摘のように、ものごとを分散させてそれぞれに共通のインタフェースを定義するのですが、それぞれが A P I (Application Program Interface)であるとか、 I D L (Interface Definition Language)で記述し、それぞれのモジュールを有効利用しようという意味では、CORBA も GRID 的であると思いますし、GRID は CORBA よりも後に出てきていますので、分散コンピューティングのフレーム枠は、当然 GRID の中に入っている訳です。では、何が違うのという、その答えは難しいのです。

GRID においては重要なことなのですが、例えばモジュールの security の認証に関して、あるモジュールと別の全然違うモジュールとで、お互いに共通利用できるかという、CORBA は残念ながら独自の世界となってしまうのです。

そしてもうひとつですが、GRID では、CORBA で上手くいっていた世界というのは当然含まれているのですけれども、そうでなかった世界もあるのです。例えば、科学技術計算ですが、我々が開発してきた Ninf というシステムがございます。これはその GRID 上での RPC (Remote Procedure Call) を定義しているものでございますが、そのような RPC という意味で言えば、CORBA も非常に似ている部分があります。どちらも Remote Method Invocation をするという意味では非常に近いのです。しかし、CORBA ではこちらでもっているマトリックスのデータを相手側サーバに送るとき、元々こちらで規定しているサイズでそっくりそのまま、しかも、それは馬鹿みたいに無駄なものを送ってしまうのです。このところは、ダイナミックに必要な分量を、インタフェースを見て、そして、マーシャリングを行ってからデータを送ることを行わないと高性能には結びつかないのです。このように、CORBA は、概念的には非常に近いのですが、インプリメンテーションという意味での違いがあるのです。特に GRID のコミュニティでは、CORBA だけでは不十分であったという認識に基づいて、新たなプロトコルを定義しています。

ですから、非常に親戚ではあるとは思いますが、その目的や使っている場所が違うということと、その最適化の考え方が違うところで、今は別のものとされています。しかし、CORBA も、そのモジュールのレガシーなコードをどうやってラッピングして、

GRIDの中にもってくるかという議論が今いろいろされていますので、そのような意味では、そんなに離れていないと思います。

【森田】 高エネルギーの立場から水本さんのご質問にお答えします。

高エネルギーの世界で一番特徴的なのは、実験グループのコラボレーションのあり方だと思うのです。巨大な加速器を作って、検出器そのものも巨大であるということ自身は、実は、その規模から言えば、すばる望遠鏡であるとかハッブル望遠鏡とそんなに隔たりはないと思うのです。一番の違いは、論文を書くときに、ひとつの実験グループとして論文を書くことではないかと思います。例えば、現在でもひとつの論文に、1000人規模で著者の名前が並んでいます。これが学問的に正しい方法であるかどうかはさて置き、この分野では、そのような形でひとつのグループとして実験を遂行するのだということが非常に根強く定着しています。

このように、天文の世界とは若干違うと言いますが、すばる望遠鏡にしても、ハッブル望遠鏡にしても、作るときには、非常に沢山の人が働き、非常に努力して作られているわけですが、それと同じようなことを高エネルギーの世界でも行っているわけです。ただ、それをひとつのプロジェクトとして、それに参加している人たちが、たまたま世界中に分散しているということなのです。

つまり、世界中に分散していても、それはひとつのグループとして、協調的に解析を進めないといけないということなのです。先ほどの私の話題提供の中のスライドで、競争と協調ということと、どうバランスをどっていくかという話をしました。そのようなことが言いたかったわけなのです。ひとつのグループの中で、ひとつの結果、ひとつの論文を出す。もちろん論文のテーマは沢山ありますので、それぞれについてひとつの論文を出すのですが、そのグループの中でも、競争はもちろんあります。それぞれアイデアを出し合って、誰のアイデアが生き残っていくかというのは、グループの中では非常に重要な話ですが、外部から見たら、それはATLASならATLAS、CMSならCMSでの、ひとつの結果でしかないのです。

世界規模の分散システムを構築するということは、実は、加速器を作るとか、実験装置を作ることと同じで、あるひとつの実験システムのためのインフラストラクチャを作ることと同じことなのです。その構築のために、皆が分担して、お互いの仕事を分け合うのです。例えば、ヨーロッパでデータの解析を行うとか、アメリカでデータの解析を行う、あるいは、日本でデータの解析を行うといったように、それぞれの環境をそれぞれが作る努力をし、それぞれの場所で協調して行われているのです。そのような意味では、高エネルギーの分散環境は非常に特徴的なものがあるのではないかと思います。

逆にその立場で、天文学を見てみますと、例えばハッブル望遠鏡にしたら、あるひとつの研究所を作って、そこにいろいろな研究者が世界中から集まってくるというようなモデルもあると思います。あるいは、すばる望遠鏡にしても、あるデータの集約効果と言いま

すか、それぞれひとりひとりの研究者がどのような研究をするかというのと、それがどのような形で論文になっていくかについても、望遠鏡を作るのと同じようにデータ解析の環境を作るという動きも、今後一般的になっていくのかなと考えております。

【水本】 ありがとうございます。大体、私の考えていることと似たようなところだったので私たちが見当違いのことを考えていたのではないかと安心しました。

5 . いろいろなGRIDのイメージ

【松澤】 これから討論に入ります。私は、技術的なところを中心に討論したいと考えております。

今、関口さんのお話にありましたように、ネットワークで様々な計算機資源を共有することを GRID と呼ぶという考え方で、様々な計算機資源の共有を GRID で作るというのでは大きな違いがありますよね。例えば、水本さんが質問されたように大規模なデータ解析システムを GRID だと言うと、いわゆるポータル、すなわち入り口の部分だけなんとかすれば、GRID になるとの考え方もあります。あるいは、もう少し積極的な絡み方で、共通な基盤を作り、そのような解析システムを作ろうという考え方もあると思います。この点について、関口先生はどのようにお考えですか。

【関口】 非常に難しいご質問ですね。幸か不幸か、GRID という言葉がいろいろな意味で使われてしまっています。

「GRID で作る」という言い方は、先ほども若干お話をさせていただいたように、共通のところのミドルウェアをベースに考えていくというのが、漠然とした言い方で「GRID で作る」ということかなと思います。ただ、使うことができるツール群は、今のところ、そんなに沢山はありませんので、ある意味、どうしても一番下のところから自分たちだけでかなりの部分を作らなければいけないというところはあると思います。それがその「GRID で作る」ということです。

そして、もうひとつの呼び方ですが、あるひとつのポリシーなりで運用されているネットワークのかたまりとそこにおけるリソースを GRID と呼んでいただいてもいいと思います。もう少し厳密に言いますと、我々はこれをテストベッドという言い方をしています。さらに、もう少し形容詞をつけて、キャンパス GRID、あるいはバーチャルラボというように、あるひとつのポリシーで運用されているようなところまでを含めて、GRID と呼んでもいいのだらうと思います。ただ、そうしたときには、それと別のものをどのように統一的に federate していくか、そのような inter GRID のプロトコルも含めて、どうやって共通化していくかが次の課題になってくるかなと思います。

もうひとつのご質問は、森田さんの方がいいのかなと思いますが、ポータルというのも

ひとつの見せ方です。ただ、それが全てではなく、当然その裏側に様々なインフラがあり、それをどのように作っているかだと思います。単にポータルだけ整備して、他の後ろ側は今までと同じというのも、ある意味では、現状の基盤からシームレスにつないでいくひとつの方法だと思いますが、多分それだけでは済まないでしょう。やはり次のフェーズで、バックエンドにきているものも、それなりに共通の、ある意味では GRID 的な作り方をしたものが、当然入ってくるのではないかと思います。そのような意味で、ポータルだけですかと言われると多分NOであると思います。当然共通基盤を含めて、そこはポータルを含めた格好で、もう少し柔軟な作り方ができてくるのではないかと思います。

【森田】 多分、皆さんはそれぞれに GRID に対するイメージをお持ちだと思います。私が考える GRID は、Web の場合と比較するのが適当かどうか分かりませんが、Web は http、あるいは html、url と、中心になるものに非常に分かりやすい標準化のモデルがあり、それが世の中の情報交換に対する需要と非常に良くマッチしているのです。今現在の Web の使われ方を見ているとそれこそ、プロバイダと契約した個人が、Web 上にアルバムを載せて友達に見せたり、日記を書いたりという使い方から始まって、e-コマース等のオンラインショッピングみたいなものにも使われています。その Web の使われ方は非常に幅が広いわけです。この中心になっている考え方が先ほどの http、html、url というはっきりした技術の標準化であり、これが Web の果たした一番の功績じゃなかったかと思います。それと同じことが今 GRID で起こりつつあると私は理解しています。先ほど、CORBA と GRID がどう違うかという話もありましたが、私にとって見たら、それは標準化されさえすれば同じもので、それは CORBA という今までの技術の発展を GRID という新しい概念のもとで捉え直したもののひとつではないかと思います。

高エネルギーのように、世界的にサイトをまたがって計算を一緒にやっけていかないといけないという観点から見ると、認証の問題、セキュリティの問題というのは、やはり大きな問題です。このようなところで、標準ができて世の中に広まっていくことが、我々高エネルギー分野の人間にとっても、実は非常にありがたいことなのです。Web と同じように GRID が立ち上がるときに、実際にはいろんな問題があるのではないかと思います。標準化されれば、それは世の中、どこでも使えるようになるだろうし、その使われ方というの、やはり Web がいろいろな用途で使われているのと同じように、我々の想像もつかないような幅の広い使われ方がするのではないかと考えています。

【松澤】 小山田先生、いかがでしょうか。

【小山田】 GRID に関して、まだそのイメージが分かっていないのですが、そのようなコンピュータリソースをいろいろなところから等間隔でアクセスできるような環境で、可視化がどのようになっていくのかを考えてみました。それが大掛かりなものを使ったような

ものであるとすれば、やはりセンターみたいに、物理的に集約された場所が意味をもってくるのだろうと考えております。私はたまたま、センターにいるわけですが、このセンターのようなコンピュータリソースが集中化されたところでコンピューテーションパワーを提供する。あるいは、ステアリングやアイコンタクトをとることができるような可視化環境を提供するといったような、ひとつの貢献ができるのではないかなと考えております。

6 . C O R B A の 課 題 - システム構築後の問題点の顕在化 -

【松澤】 GRID について議論を進めてきていますが、これに関する皆さんのお考え、ご意見等がありましたらお願いします。

【真鍋】(高エネルギー加速器研究機構計算科学センター) 先ほどの水本さんのご質問の中で、分散環境を使って広域で実際に研究を行おうとしたところ、いろいろな問題点があったとお話されましたが、高エネ研でも同じような問題点があると思うのですが、GRID やって大丈夫なのですかというご質問がありました。天文台では、具体的にどのような問題点があったのかお聞かせいただきたいのですが。

問題点を私なりの経験で考えますと、2つのことが思い当たります。ひとつはネットワークの速度が低すぎたなど、可能なリソースや品質が悪すぎて実用にならないということです。例えば、テレビ会議を例にとると、当初は、あまり意味のない映像のために、大事な声が全然聞こえなくて役に立たなかったりすることです。このようなものはある程度、通信のバンド幅が大きくなることによって解決するかもしれません。もうひとつは、ローカルな環境で大規模な分散環境を使った場合も同様なのですが、非常に複雑なシステムになってしまい、問題なく動いているときはいいのですけれども、何かトラブルが起こったとき、解決するのにとても苦労することです。

また、規模が大きくなると、小規模では問題なく動作しているものも、その高負荷状況などから、それまでは顕在化していなかった問題が表面化するのです。それは、性能的にも障害の観点からもあります。例えば GRID のひとつの機能を提供しているサーバが、今まで1対1でやりとりしていた場合は問題にならなかったのに、全世界からアクセスされて、負荷が非常に大きくなったとき、どのようなことが起こるか、その問題点をちゃんと解決する上手いスキームみたいなものがあるかということです。

このようなことが思い当たるのですが、実際には天文台での過去の問題点というのはどこにあったのでしょうか。

【松澤】 では、水本さん、お願いします。

【水本】 問題点というのは沢山あるのです。まず一番最初の問題ですが、サーバが1台

とか2台ではなく20台もあると、まずユーザ側がシームレスに使いたいということがあります。

例えば、スパコンからパソコンまであるようなシステムの中で、どこから使っても同じような環境にしたいというのがまずあったわけです。データは「すばる」から一番最初に取られてきているので一箇所にあるのですが、ここに皆が呼びに行くので、アクセスが集中してしまい、いろいろな問題が起こるだろうと考えたのです。ですから、データをどのように分散させればいいのかと思いました。しかし、実際にはデータ分散はあまり考えていなく、まずCPU負荷をどうやって平均的に分散させるかを考えたのです。そのようなこともあり、データネックになってしまい、同じデータを皆んなで取りに行くと、結局はネットワークの細さ、そこはいわゆる10baseとか、255MbpsのFibreChannelネットワークだったのですが、それでは遅すぎるということがよくわかったのです。負荷分散しようとしてもサーバが20台もあると、それが現在どのような状態で動いているかということがわからない。システム管理者もいない状態で、それがわからないと、何かおかしいことが起こっているのか、あるいはちゃんと自分のジョブが動いているのかよくわからないのです。ユーザから見ると、「こんなシステム使えるか馬鹿野郎」と言われてしまうのですね。

もうひとつですが、CORBAの難点というのは、先ほどマーシャリングという言葉が出てきましたが、大量データを送るようにはできていないのです。その部分の定義がなく、それを今のCORBAのプロトコルに載せて送ろうとすると、そこがすごく遅くなってしまいます。いわゆるそのマーシャリングネックになってしまっています。「自分のローカルディスク上で行ったら待たないで動いてしまうのに、何でこんなに待たなくてはいけないのか、こんなもの使えるか。」というふうに、利用者からの非難の声が轟々にあがってしまうのです。そして、利用者は今までの経験があるから自分のジョブがこのサーバで動いているのを知りたいというのです。それを知らせないようなシステムにわざわざ作ったのにですね、やはり知りたいのだそうです。しかもこのマシンで動いて欲しいとかいう要求が出てくるとそれをいわゆるネットワーク負分散型でやっているのを組み込むのはなかなか難しいし、逆に組み込んでしまうと最初のポリシーとずれてしまうわけです。だからそのような利用者側の要求と作る側の設計思想が合わない部分があったということが一番の難点でした。もちろん、CORBAを使えば我々の言っていることができるのかなと思ったのですが、CORBAの標準化の中に大量のデータ転送という機能がなかったことです。

そして、セキュリティの問題です。データセキュリティの問題があり、レイヤー8ではありませんが、自分のデータの抱え込みというのがあり、同じ部署だけ人には見せたくない。自分が何をやっているかも見せたくもないのです。そのようなものをどのようにシステムの中に保証していくかはすごく難しい問題なのです。ところが、ある時間がたつとそのようなデータは皆、開放するんだよということになってますので、開放系と閉鎖系の両方をひとつのシステムの中に作るというのはなかなか難しかったのです。それを別々にし

てしまえばいいのではないかという極端なこともあり、今のところはその解がないという状況です。問題点は沢山あるということです。

7. 多様なシステム環境でのGRID構築

【松澤】 この点に関して、皆さん、質問とかご意見とかありますか。

【平木】 三浦さんの仰られた「GRID is coming」というのは、ある意味ではそのとおりだと思います。しかし大学という立場を考えると、逆に GRID というのは、すごく難しい面があると思っています。例えば、ミッションオリエンテッドな研究をしている世界中の研究所は、独占帝国として同じシステム、同じバージョンのミドルウェアを揃えることができるのですが、大学という環境では、個々の研究者はもう「てんでバラバラなシステム」、「てんでバラバラなバージョン」を使っています。そのようなバラバラな状況で、ミドルウェアの存在が許されて運用でき、GRID ができるのだろうかという非常に大きな疑問があります。大学では、もっと民主的な姿で、GRID に近いものができるように、もう少し穏やかな道を探って欲しいという要望があります。そのように大学のようなバラバラな環境でも帝国が築けるかという問題について、三浦さん、関口さんはどのようにお考えですか。

【松澤】 では、三浦さん、お願いします。

【三浦】(富士通 コンピュータ事業本部) ご指摘のようにミッションオリエンテッドな研究機関と大学の計算センターは、元々目的が違うわけですので、同じ形態で GRID でつなげれば、皆、happy かといいますと、やはり考え方が違う部分もあると思います。ただ、世の中の方向として、GRID につながっていないのは具合が悪いのではないかという感じがします。

今回のスーパー S I N E T 計画で、研究所や大学の大型計算センター、あるいは基盤センターがつながるというのは、やはりこのような環境を利用して、何かやってみるのが大事なのではないかという気がします。そこから先をどうするかというのは、またいろいろ道は分かれると思うのです。例えば、スーパー S I N E T 計画の場合は、GRID 研究がひとつのテーマになっています。今年度は東北大学から始まって、東大、名大、京大、阪大と5つなのですが、来年度になると、北大と九大も入ります。

そうすると、いわゆる7つのセンターが一応、スーパー S I N E T の10ギガビットに乗っかるということになりますので、それをふまえて今年度は関口さんの話にも出てきた Globus というミドルウェア・ツールキットを載せてみようという話が進んでいるわけす。もちろん、Globus が載ったからそれで終わりというわけではなく、Globus の上に、

PSE(Problem Solving Environment)、これはアプリケーションに近いレイヤーですが、これがかぶせなければいけないのです。世界的にみると、すでに Condor とか Cactus とか呼ばれるものがいくつかありますが、これらは Globus をベースとして作られているわけです。Globus をベースにして作られていてインタフェースが合えば、後は各センターで独自の上位レイヤーを構築できるのです。大事なのは、Globus のインタフェースにしておけば、異なったプラットフォームにも持って いけるということだと思います。

ついでに言いますと、グローバルグリッドフォーラムについての話なのですが、これは元々アメリカで始まったグリッドフォーラムとヨーロッパで始まったユーログリッドが一緒になったものです。そして、アジア・パシフィックがどのように入るかということが現在検討されている状況です。ここで、ヨーロッパはまた少し違った考えをもっているみたいですね。例えばドイツでやっている UNICORE は、その開発に富士通のヨーロッパの研究所 (FECIT) も参画しているのですが、UNICORE 自体は、それはそれで GRID のサブセットであり、トランスペアレントに、ワークステーションからどこのスーパーコンピュータでも使える仕組みになっているのです。一応、ヨーロッパに入っている富士通、日立、NEC の三社のスパコン上で UNICORE が動作可能になっているはずですね。彼らに聞いてみると、Globus のことを必ずしも良く言わないという面もあり、まだまだ GRID といっても広うござんすという感じで、ヨーロッパはヨーロッパで、独自性をだそうとしているように思われます。

【関口】 確かに平木先生がご指摘のところがあります。今、Globus という名前がございましたけれども、その Globus も今、version1.1.4 が出て、もうすぐ version2 になります。そうなりますと、その version 間のインターオペラビリティは一回諦めなければならないのです。残念ながら、いろいろ先行しているアイデアとは別に、現実の問題として、version を合わせていかないとダメなんだよというのが、現時点では仕方のないところなのかもしれません。それはどこまで普及していくかも分かりませんが、別に私は Globus の布教団体でもありません (笑) が、ある意味ではライバル意識ももっていますし、ただライバルというわけではなく、使えるものは使おうという考えでやっていますので、使えるモジュールが、どんどん「血合い」になってきて、ある意味、本当の部品になってくれば、皆、安心して使えるんだらうなという気はします。

それと、もうひとつ、民主制という意味でいうと、先ほどの松澤先生のご質問にもありましたように、それなりのポリシーを持っているいくつかのコミュニティをベースに、それらがゆるく federate できるような環境であったとしても、ひとつのコンセプトとして作っていかねばいけないので、全員が同じ物を使うために下から上まで全部同じものを揃えないと動かないというのは、やはりかなり苦しい話だと思います。そのソフトウェアにおいても、例えば、先ほどの CORBA のご質問のときに、少し答え損なった話でもあるのですが、通常の RPC ですと、サーバ側で何かサービスが増えたり、リコンパイルしなけ

ればいけないような場合、サーバ側とクライアント側の両方でスタブを作らなければいけないのです。それならもうクライアント側はいっさい何もやらなくて、単にサーバ側がメンテナンスすれば済むような、そのような全体のメンテナンスコストが下がるように常に意識しながらこのようなソフトウェアの設計がされていくべきだと思うし、そうなるのだと思います。

【平木】 実は教育環境の問題でもまったく同じ問題がありまして、e-learning とか、遠隔教育をやったときにどのようなミドルウェアを使うかという問題はすごく大きい問題です。それが同じ大学であれば、同じシステムを買えと言えば済むのですが、いろいろな大学に散らばっているときに、皆がアクセスできる共通的なものは何かという問題に直面すると、実は全然何もない。今、皆が一番共通と思っている Web ですら、もうすでにインターネットエクスプローラじゃないとアクセスできないページがどんどん出てきて困っているという現状があります。そのようなものを通じた、いわゆる独占への道というのは、もう仕方がないことなのか、それとも、もっと民主的な道が探れるのかということについて、教育環境では、神沼先生はどのようにお考えなのでしょうか。

【神沼】 教育には、人の問題が非常にかかわってきます。ですから、その一番基になるところだけは、共通のものでなければならぬと思いますが、他の相当部分は、各ユーザ側が自由に設定できるような仕組みをもっていないと、実際、皆に使ってもらえないだろうと思っています。では、そのためにはどのようにすればいいのかですが、「教育システムは、どこかが独占するようなことだけは、絶対ダメよ」と、ただこれだけは考えています。標準化をどのようにしていくかという問題は、これからいろいろ考えていかなければならない問題です。研究環境レベルで標準化する場合でも問題はいろいろあるのですが、教育の場になると、標準化はもっと難しくなるということが、現実にあると考えています。

【松澤】 民主的か独占か。独占イコール標準化ではないと思うのですけれども、標準化が進むと、ある意味で独占も進むという感じがしないわけではありません。非常に難しい議論になってきました。少なくとも独占は別として、標準化は必要であるというのは神沼先生のお考えだと思います。

8 . G R I D を普及させるアプリケーション

【森田】 またしても Web との類推で恐縮ですがけれども、なぜ Web がこんなに爆発的に普及したか考える上で、MOSAIC というアプリケーションの存在が非常に大きかったと思うのです。それが何を意味しているかということ、Web は、ある意味、非常に抽象的な概念です。MOSAIC が世の中に出る以前に、この Web が立ち上がらなかったのは、Web の考え

方自身は良かったにせよ、普通の人にとってみて、使えるような環境が無かったのではないかと思います。この MOSAIC というフリーで使えるソフトウェアを使った瞬間に皆が、「これが Web か」と分かるようになる。このようなアプリケーションが登場してきたことというのは非常に大きかったと思うのです。今、GRID も実は似たような状況にあるのではないかと思います。ミドルウェアを定義していく、そこの標準化は非常に大事です。しかし、教育の環境であるだとか、ビジネスの環境であるだとか、そのようなところで、普通の人を使うためには、やっぱりアプリケーションが必要であると思うのです。MOSAIC のようなアプリケーションが立ち上がる土壌があるのか、普通の人が使ってみて、これが GRID だと一発で理解できるようなニーズとは一体何なのだろうか、実はこれがよく分かっていないのです。我々高エネルギーの業界では、それ(GRID)は必要なものだから使うという認識にいます。普通の人たちに理解できるようなアプリケーションという形をとることが大きなカギではないかと思います。どなたか答えをお持ちでしたら、是非お教え願いたいと思います。

【松澤】 是非、フロアの方で、お願いしたいと思います。

【神沼】 ユーザの立場から言うと、アプリケーションをどのように作っていくかということよりも、いろいろなアプリケーションがあって、ユーザがその中から選んだアプリケーションを使っていきたいという要望があるわけです。そのアプリケーションの使い方の違いを上手くミドルウェアの方で吸収してくれたらいいなとは思っているのですけれども、可能でしょうか。

【関口】 可能だと思いますとしか申しあげられないのです。

キラアプリというのは、いつも議論になり、なかなか明言できないのですが、例えば、アプリケーションは、高エネルギーであれ、天文であれ、地球観測であれ、様々なところで、非常にハイソな、非常にアカデミックフレームの高いところで考えられ、強いアプリケーションがどうしても先行してしまうのです。それは文部科学省的にはいいのでしょうけれども、経済産業省的には、そのようなものはビジネスではないよと言われてます。海外では、何故かそのようなリーディング・エッジが下まで波及してくるということが理解されているのですね。国内でも、我々も直接的に説明していかなければいけないと思っていますので、そのような意味で、ビジネス系のアプリケーションを常に探しているのです。そのようなポテンシャルのあるアプリケーションはきっとあるだろうと思っています。

【藤井】(宇宙科学研究所) 先ほどの森田さんの「GRID が一般の方たちにどういう風に認識されるか」というご質問に対してですが、GRID が一般の方たちに利用される段階、すなわち一般の方たちが認識する段階では、多分、今私たちが抱えている GRID というイメ

ージは誰も意識していないと思うのです。私は流体屋なので流体の例を挙げましょう。例えば、ゴルフをしていて、あと何ヤード残っているか、その時に、何番アイアンを使って、どう打てばいいかというのを携帯から調べるとします。まず携帯に希望の情報を入力します。そうすると、携帯が何番アイアンを使った方がいいよと教えてくれるわけです。携帯の演算能力はそんなに高くありませんし情報もありませんから、実際にはそのバックエンドで GRID が活躍して、その地域の風の強さとか向きとか気候の情報とかを必要なサイトから手に入れて、ボールの飛翔をシミュレーションする流体プログラムとかが動いたりします。すなわち気候の情報とかも負荷の高いシミュレーションとかも GRID を利用した作業が実際には行われます。しかし、携帯を使っている人には、シミュレーションが動いているとか、どこで何が起こっていて結果が手元の携帯にでてきたかわからないわけです。そうできるかどうか分かりませんが、でもそれで欲しい情報が手に入るのです。

別の例を挙げましょう。例えば、新宿の雑居ビルで火事になってしまって、逃げようとしたとき、携帯にどちらに逃げた方がいいのか、逃げる方向を聞くわけです。そうすると、携帯が指示してくれる。実際には、そのビルの造りの情報がどこから呼び出されて、多分 GRID を利用してすごいシミュレーションが携帯のうしろで沢山動いて、その結果を携帯が教えてくれるという感じだと思うのです。まあ実際には携帯で見えるかどうか分かりませんがね。また、これが実現するのが、何年先になるかは分かりませんが、でもこんなイメージではないでしょうか。

つまり使う段階では、私たちが今持っている GRID のイメージを超えているような気がするのですが、いかがでしょうか。そう考えると GRID というものを、一般の人に語る必要がない気もしてしまうのです。答えになっているかどうか分かりませんが、私は、そんなイメージを GRID の将来には期待したいなと思っています。

【関口】 非常に良いご指摘だと思います。まさに GRID そのものがインフラになっている。そのようなことが将来的に非常に期待されていて、まさに電力網というアナロジーを使えば、そんなものわざわざ意識する必要がないわけですね。そのような意味で、意識しなくてもインフラとして常に使えるようになるのです。

今のお話は、どちらかというところユビキタスというようなキーワードに括られるようなテクノロジーだと思うのですが、そのユビキタスについては、常にいろいろなところで議論があるのです。携帯電話の話であるとか、PDA の話であるとか、どちらも端末系の方ばかり目がいつている状況ですね。それを実際に支えているインフラ系の話というのは、どこの議論でも出てこないのです。そのようなところで、まさにユビキタスな、PDAとか、デバイスを皆が持つようになったとすれば、それから発信される情報量はまた膨大なものになり、それらをしっかり受けるところがないと大変です。例えば、携帯電話で、どこかのサーバが落ちると、皆、i-mode が使えないということになってしまうわけなのです。そのようなものを支えていく技術のひとつがハイエンド技術であり、このような GRID

技術であるだろうと思うわけです。先ほどの emergency な状況を想像すると、それを一ヶ所に集中させているのでは絶対ダメです。そこがパンクしますから。それを全体で、どのようにして分散させていくかというようなアプリケーションで考えていかないといけないのです。いわゆる peer-to-peer という形でしょうか、ユビキタスな環境を支えるインフラという形で、いろいろなアイデアを検討しながらインフラの整備を行っています。

【松澤】 まったくそのとおりだと思います。

【森田】 非常にいいアナロジーで、分かりやすかったと思います。今 i-mode を使っている若い人たちが、Web という言葉でものごとを考えているかと言えば、多分そうじゃないと思うのです。それと同じことが GRID でも起こりうるようなビジネスモデルが出てきて欲しいと思いますね。

9. まとめ - GRID、何ができ、何が見えてくるか -

【松澤】 予定では、討論会は 12 時 15 分までということになっておりまして、ほぼその時間が迫ってきております。これまでの話を私なりにまとめさせていただくと、ミドルウェアは重要ではあるが、逆に何でもそこに集中させるというのはまずいのかもかもしれません。しかし、そこに吸収させられるものがあれば、なるべく吸収して欲しいということですね。Web の類推から言えば、ユーザインタフェースとして、最初に出てきた MOSAIC のようなアプリケーションに相当するものが望まれていることになると思います。また、GRID で考えられているのは、シングルサインオンでユーザ認証がいかにかにでき、ユーザを管理すると同時にセキュリティを確保する方向のように思います。今後もこのような方向で、使いたいユーザがいつでもどこでも簡単にシステムが使えるようにして欲しいと思います。GRID は、明確にこのような方向や目的をもっていることがわかりました。ただ、将来方向としては、コンセントに電源プラグをさして、ユーザが知らずに認証されるという恐ろしい世界になる、これは困ることかもしれませんけれども、何かこのような仕組みを作ることが GRID であることが明確になりました。それよりも、もっと重要なことは、Web のときマルチメディアが見えた、こんどは GRID になったら何ができ何が見えてくるのか、このようなユーザにとっての見通しが、非常に重要になってくるように思います。それは研究グループ、あるいは教育グループなどで、このようなシステムをつくり、実用化試験や実際の処理を積極的に行なっていただき、さらにこのようなシステムを大きく広げるためには、その向こうにある新しい世界が見えてくるのがもっと重要ではないかと思います。パネリストの皆様、残された時間は僅かですが、何か言い残したことがあれば、お願いします。神沼先生、よろしいでしょうか。

【神沼】 振られるとやはりお話をしなければとってしまうのです（笑）。今日、議論できなかった問題に、著作権絡みのこと、意匠権絡みのことがあります。これは、教材共用では捨てるおくことができない問題で、現行の法制度の中では解決できない問題がいっぱいあるわけです。それをこれからどうしていくかということも、ひとつ皆さんの頭に入れておいていただき、いい方法を考え出して欲しいと思います。そうすることによって、教育がしやすくなるということが言えると思います。その辺のお話は、ミドルウェアだけでは解決できない問題で、互いの外にありながら、両方が一緒になって解決に向けていくものだと考えております。別の機会にでも、是非、そういうところの議論をお願いしたいと思います。

【松澤】 神沼先生、どうもありがとうございました。

それでは、今回の討論会は、これで終わりにしたいと思います。皆様のご協力、ありがとうございました。（拍手）