

ポストゲノム生物学における広帯域ネットワークの利用

○宮崎 智  
菅原 秀明

Broad band computer networks for post-genome bioinformatics

Satoru MIYAZAKI

Hideaki SUGAWARA

We demonstrated that a broad band network based on ATM switches is feasible and applicable for multi-media communications for cooperative researches among remote laboratories. This kind of cooperation is indispensable to such research and development as biodiversity where many laboratories distributed in the world will participate. The demonstration was done between two sites in Japan and a site in US. The subjects were NSF mount across the Pasific ocean of a multi-media contents on microbes, a distant learning system on microbiology and a virtual laboratories for the study of molecular evolution. We successfully accomplished the three subject and believe in the future and necessity of giga-bit network.

### 1. インターネットの現状と問題

インターネットにおける WWW(World Wide Web)の登場は専門的な情報提供機関以外でのオンラインの情報提供を容易にし、情報技術の専門家の手を借りずに、研究者が情報をネットワーク上で公開できるようになった。しかし、非常に多くの情報がネットワーク上に公開されているにも関わらず、それらを統一的に管理する主体がないため、どこにどのような情報があるか研究者が知ることが困難になってきている。このため、研究者が情報収集する際に、システムやネットワークが「どのような情報をどのような場所から取得すればよいか」を支援することが求められるようになってきている。

また、人気のある情報提供サイトにアクセスが集中することを避けるための負荷分散システムの開発や、より効率のよい情報取得手段の開発も急務であり、実践的なところではネットワークの負荷を低減する手段として、JAVA や Telescript を使ったエージェントが試行されている。我々も、医学生物学分野の DB 及び WWW サーバを対象とした情報検索・情報収集を支援する検索エージェントを作成した。これは、クライアント側で接続先を制御するインターフェース・エージェントとサーバ側でネットワーク負荷軽減のための情報を提供するネットワーク・エージェントからなる。これらのエージェントは、目的とするサーバまでのトラフィック情報(中継ノード数、レスポンスタイム等)を計測、収集する仕組みを持ち、過去の検索結果を利用し求める情報ソースに対してできる限りネットワークに負荷をかけないようにアクセスできるようにした。しかし、このような試みは、正しくネットワーク負荷の測定ができ

ているかといったことや効率的に負荷の表現方法を定式化できないなどの根本的な多くの問題点を抱えている。

## 2. 広帯域ネットワークの実現による波及効果

現在、インターネットに蔓延しつつある悪条件を一掃するためには、ネットワーク転送容量の底上げが必須である。それでは、ネットワークの転送能力としてどれくらい大きな帯域を用意すればよいのであろうか？また、広帯域を確保する際に実践的な問題はないであろうか？本節では、我々が 45MBPS の帯域のもとで行った実験を網羅的に報告する。尚、以下の実験は、いづれもミシガン州立大学（以下、MSU）と科学技術振興事業団（以下、JST）に ATM スイッチを経由したネットワークを配置して行ったものである。

### 2.1 バーチャルラボラトリーの実現(arb)

物理的に離れた位置にいる研究者がコンピュータネットワーク上で、データベース、ホワイトボード、解析ツールを共有しリアルタイムでの意見交換をしながら問題解決あたることができるいわば「仮想的な研究室」の実現を行った。研究対象としては、新たにリボソーム RNA の塩基配列を決定した微生物が、既知の微生物と同一のものかあるいは新規な微生物かを、大規模なリボソーム RNA データベースと分子進化系統解析のソフトウェアを利用して判定することを目的とした。以下に用いたアプリケーションをあげておく。

- ・ビデオ会議用アプリケーション ShowMe (whiteboard 付)
- ・ファイル転送アプリケーション ftp
- ・塩基配列アラインメント用アプリケーション GDE
- ・分子進化分析用アプリケーション最大節約法
- ・分子進化解析統合アプリケーション arb
- ・リボソーム RNA 配列データベース RDP

また、この実験は、

1. JST から新種と思われる微生物の 16rRNA データを MSU に送信し、解析を依頼する。
2. MSU 側は送られたデータと既存の DB(arb)を用いて解析を進め、結果を提示する。
3. JST 側を MSU 側の研究者がコンピュータネットワーク上で会合し、より確実に解析を進める。

の 3 段階で行われた。

微生物を含む生物の系統解析は、生物多様性の時代において必須の研究手法であり、特に配列データに基づいた系統解析が重要である。一方、配列決定技術の進歩と普及によって、データベースには莫大な配列データが蓄積されており、各研究室でその複製を維持することが困難になりつつある。また、大量データの解析にも各研究室では負担しきれない膨大な計算機資源が必要となりつつある。そこで、インターネット上

に存在する大規模なデータベースと高性能な計算機資源にリモートでアクセスして、研究室内で決定した配列データの解析が可能な情報環境が求められている。

今回の実験では、MSU 側が大規模データベースと高性能計算機資源のセンターのモデルであり、JST 側が、利用者としての研究室のモデルであったが、前述の情報環境が実現可能であり、かつ有用なことを示すことができた。

ことに、新規データをリアルタイムでセンター側で取り込み、また、解析結果をリアルタイムで両者で共有しながら、解析結果を議論できたことが、重要な成果である。

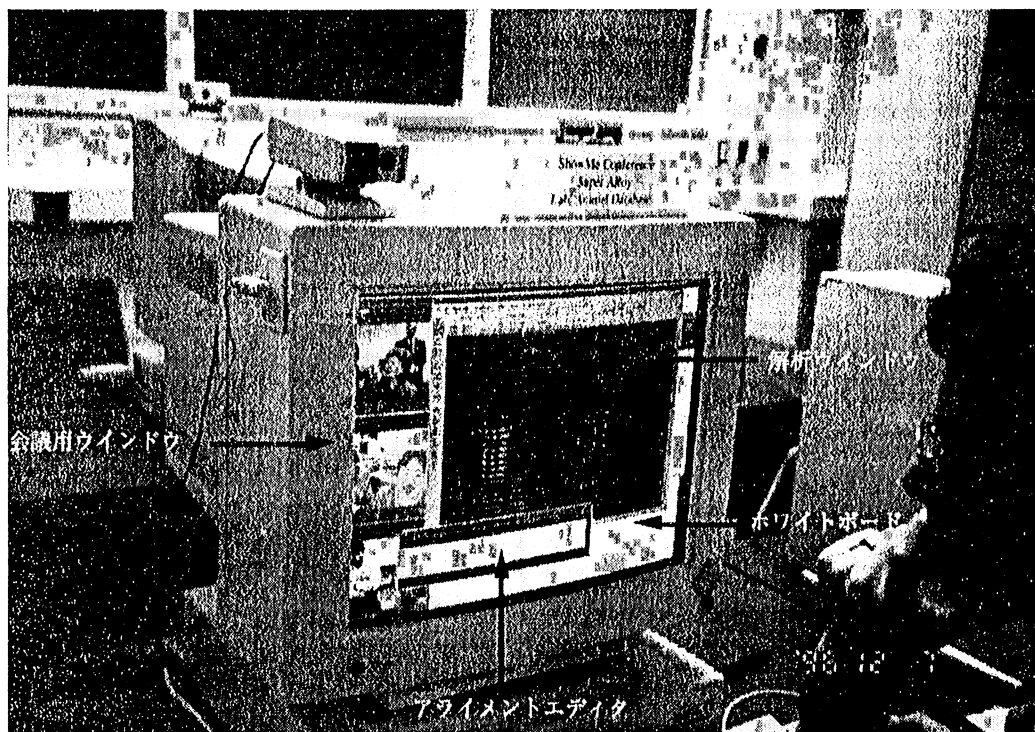


図 1. ARB によるバーチャルラボラトリーの実現

## 2.2 遠隔地教育

本節では、インタラクティブな学習を手助けする環境の構築について報告する。

### 2.2.1 微生物の取り扱い

学部後半および大学院前半、生物学の教師などを対象として生物学の実験に関する教育に利用可能な環境として微生物実習入門用の自習用システムの評価を行った。システムは WWW と CALAT を用いて実現されている。実験は、MSU 側で JST の WS に組み込まれた CALAT システムを WWW を介して呼び出し、テキスト、イラストレーション、音声、動画像からなるマルチメディアテキストを学習したり、章ごとに用意された試験問題も解いてみるなどの操作をおこなった。WWW ブラウザーに表示される章建てにしたがって、学習を開始し、テキストとイラストレーション

の部分が必要に応じて繰り返し学習することができた。本テストの基盤として使われていた WWW のブラウザである Netscape Navigator 上では、150Kbytes/sec 程度の転送速度が表示されたが、これは Netscape Navigator の設計速度の上限と考えられる。したがって、基盤アプリケーションの改良によって、さらに高速な動画像転送が可能と思われる。

### 2.2.2 微生物園データベース

子供向けのオンライン教育用に MSU が開発した CD-ROM 版の教材を NFS マウントによって JST 側で享受し再生することを行った。その結果、NSF マウントそのものは可能であり、また閲覧も可能であった。しかし、遅延時間が 200msec ある環境では、実用にはならないように思われる。なお、MSU 内のローカルエリアネットワーク (100Mbps) に接続されているクライアントからの閲覧は十分実用に耐えた。

### 3. まとめ

今回の実験に用いたアプリケーションは従来の細いネットワークを前提にしているものであったため、広帯域ネットワークを十分生かしきれなかった可能性がある。そのため、ウインドウのエクスポートに 20~30 秒を要する場合もあった。しかし、各アプリケーションが広帯域に対応すれば、さらに快適にネットワークを利用することが可能となろう。

### 謝辞

本実験のネットワーク環境を提供した科学技術振興事業団とミシガン州立大学高性能計算機ネットワーク研究室、データベースと進化系統解析ソフトウェアを提供したミシガン州立大学微生物生態学センター、および微生物実習入門用のコンテンツを提供した理化学研究所培養生物部に、深謝致します。

国立遺伝学研究所

National Institute of Genetics