

NGI 関連米国訪問調査報告

調査期間

1999 年 11 月 12 日～11 月 19 日

訪 問 先

- (A) 11/12 : D A R P A (Washington D.C., Arlington)
- (B) 11/12 : N S F (Washington D.C., Arlington)
- (C) 11/15 : C o m 2 1 , I n c . (California, Milpitas)
- (D) 11/15 : 元 C o v a d 社 P e l o s i 氏 (California, Palo Alto)
- (E) 11/17 : J E T R O ニューヨーク 長谷川氏 (Oregon, Portland)
- (F) 11/17～19 : S C 9 9 (Oregon, Portland)

調査団メンバ

小島 (日立) 角田 (N E C) 岡田 (三菱) 松谷 (I N T A P)

この資料は INTAP NGI 調査 WG のメンバが米国の NGI 関連の関係者等を訪問して調査した結果をまとめたものです。

公開資料としてここに掲載しますが、営利目的に使用することは出来ません。

A.DARPA 訪問

日 時：11 月 12 日（金） 10:00-12:00

場 所：ワシントン D.C., Arlington

面 会 者：Dr. Mari W.Maeda：Program Manager, Information Technology Office、他 1 名

出 張 者：角田（NEC）、岡田（三菱電機）、稲垣（日立）、松谷（INTAP）、小島（日立）

訪問理由：これまで米国 NGI、Internet2、カナダ CA*net3、欧州 TEN-155 など次世代インターネットの基幹ネットワーク開発プロジェクトに焦点を当て調査した。

引き続き、アクセス系ネットワークに焦点を置きこの領域で先進的な研究を推進している DARPA の研究状況を調査する。

DARPA：The Defense Advanced Research Projects Agency（国防総省国防高等研究計画局）は国防総省（DoD）の中央研究開発機関で、DoD のために特に選ばれた基礎的・応用的研究開発プロジェクトを管理・指導している。今回訪問した DARPA Information Technology Office（ITO）は、先端的国防アプリケーションに寄与する次のような情報技術の研究を使命としている。

- Computing systems architectures
- Software technology
- Common interoperable services
- Scalable networking technologies
- System architecture
- Mobile computing and networking
- System management and distributed information technologies
- Security and survivability technologies
- Large-scale system design and integration technologies

DARPA の NGI プロジェクトの状況

(1) 研究状況

- ・ MONET（光伝送技術）、UNAS（ユニバーサル・ネットワーク・アクセス・システム）などを研究中。MONET の研究成果を ATDnet(Advanced Technology Demonstration Network, ワシントン地区の政府機関をつなぐメトロポリタン・エリア・ネットワーク)に取り入れている。ATDnet そのものは5年前からあり、MONET の成果をデモすることが目的のネットワークではない。
- ・ UNAS では1つのチップで多様なビットレート（100Mbps から 3Gbps まで）やプロトコル（ATM on SONET や IP on SONET などを含む）に対応できるユニバーサル・ネットワーク・アクセス・エンジンを開発した。
- ・ Network Engineering の研究では、ネットワーク・モニタリング、分析および視覚化

の研究開発を行っている。地球規模でインターネットのネットワーク・トラフィックを監視しており、トポロジーの発見を自動化している。このために2種類のツールを開発した。

- (a) skitter：性能とトポロジーの能動的な測定ツール
- (b) coral：高速リンク（OC-3,OC-48）の性能測定ツール

現在のNGIでは基幹ネットワークのトラフィックは少ない。一方、現在のインターネットのトラフィックは増加傾向にあるが、Webアクセスが主体になっている（全体の60～70%）。特に10KB付近の packets 転送がピーク状態を示している（図1参照）。

パケットの発信元から宛先までのホップ数に関するデータを図2に示す。

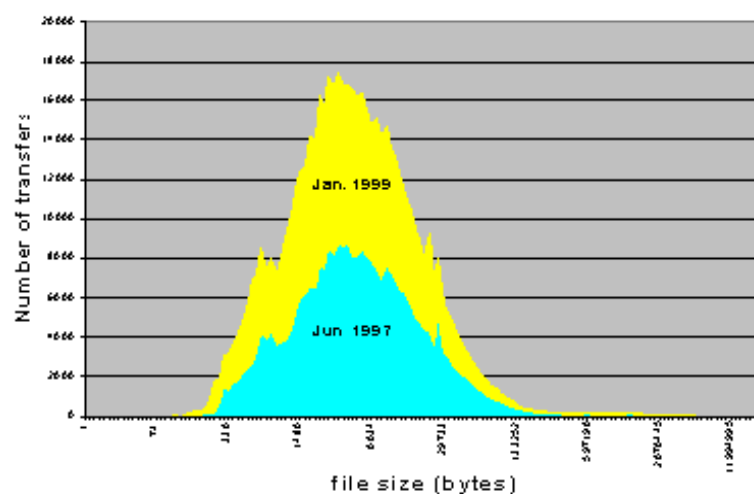


図1．現在のインターネットのフロー・サイズの分布

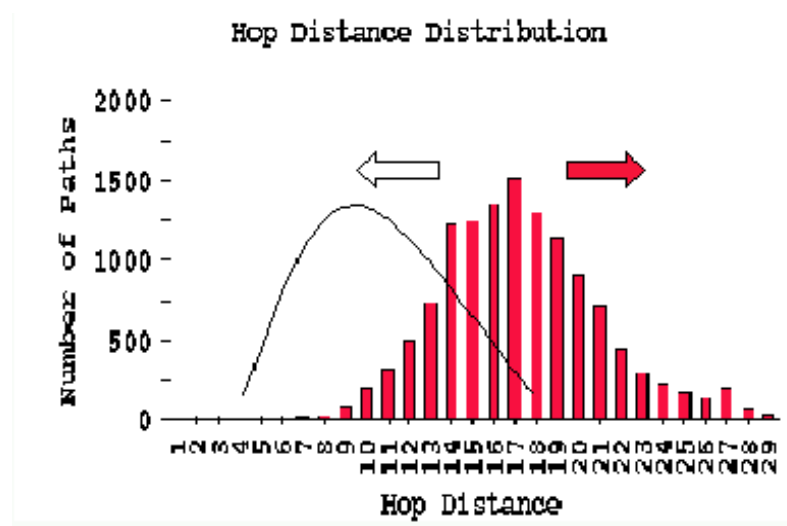


図2．現在のインターネットのホップ数分布（平均ホップ数 = 16）

- ・将来、大容量のデータ転送を必要とする新アプリケーションが出てきて広帯域転送が増えると思われるが、Deeply Networked Environment では 10KB より小さなパケット転送の数が急増すると思われる。その理由は、センサー・ベース・アプリケーションが出てきたり、ユビキタス・コンピューティングの進展で DNS アクセスが増えたりするためであると Dr. Maeda は予測している。
- ・アプリケーションでは CSU-CHILL Radar for Remote Sensing and Meteorological Analysis という、大気中の雨、雹（ひょう）、霰（あられ）、乱気流をドップラーレーダーで観測しこのデータをネットワーク接続先のコンピュータで解析するシステムや、Computer Microvision Workstation 用の MATISSE（MIT, CMU など）という、周波数と強さを持つ信号を入力して Micro-electro-mechanical Systems（MEMS）デバイスの特性を調べるシステム等の研究を進めている。また、地球を scalable multi resolution で 3-D 表示できる Digital Earth（SRI）の研究では、分散したサーバで地図情報を持ち、サーバ間にハイレアキーが作られていて何処の場所でも Virtual Reality 技術を使って詳しい地形などを見ることができる。

(2) テストベッド

- ・テストベッドとしては米国の 4 地域のリージョナル・テストベッド、即ち
BoSSNET（ワシントン-ボストン間）
複数のダーク・ファイバーの上の物理レイヤー・ネットワークと通信実験
ATDnet/MONET（20Gbps WDM, ワシントン地区）
光波長多重分割、再構成可能型の光ネットワーク技術の研究
ONRAMP（ボストン地区）
メトロポリタン・エリア・ネットワークとアクセス技術の研究
NTON II（10Gbps x 4 波長 WDM, シアトル-サンディエゴ間）
高速メトロポリタン・エリア・ネットワークの研究

を HSCC（2.5Gbps の High Speed Connectivity Consortium）ネットワークで接続している（図 3 参照）。

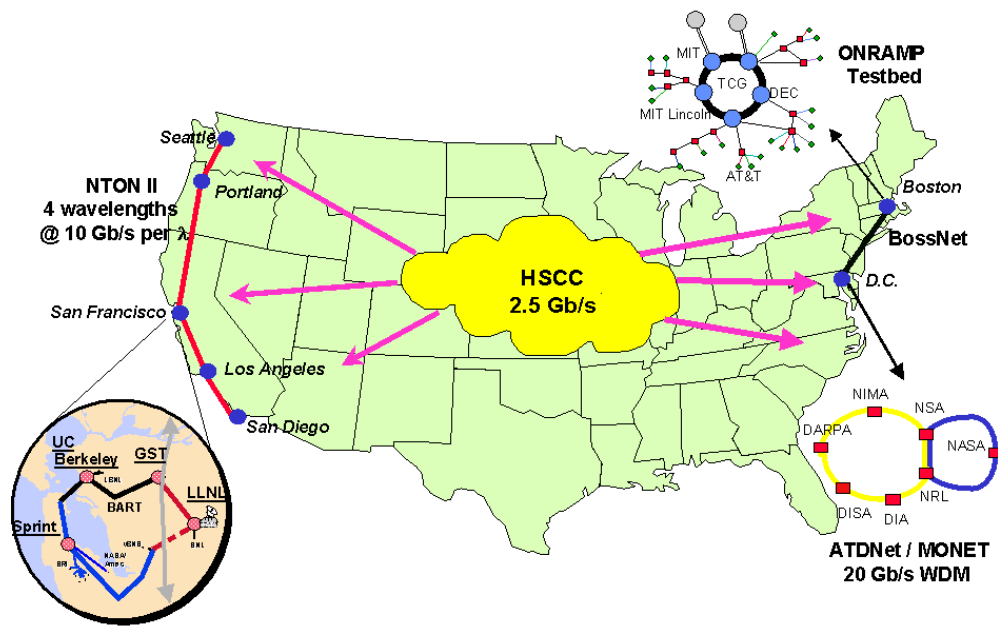


図3 . SuperNet のテストベッド・マップ

(出典 : <http://www.darpa.mil/ito/research/ngi/testbed.html>)

質疑応答

(1) DARPA のプロジェクト推進体制

- ・ DARPA のビルでは何も研究していない。プラン立案とマネージメントのみしている。
- ・ 全てプログラム制度で動いていて、Director - Program Manager - Programmer の 3 段階しかヒアラキはない。Dr. Maeda は NGI 担当の Program Manager でプロジェクト計画を立案、管理するのが主な業務。
- ・ プログラム (プロジェクトの集まり) には 1 年に 2 回の見直しが入る。
- ・ Program Manager が 20 ページくらいの提案書を作成して Director に 1 時間で説明して納得させられれば 1 週間後に結果 (OK) が通知される。納得させられなければ再提案することになる。Director がオール・マイティである。

グッド・アイデアがあれば DARPA をスピンアウトしてベンチャを作ってしまうことがよくある。悩みでもあるとのこと。

(2) NGI 推進方針

- ・ DARPA の NGI プロジェクトは 3 年 + 2 年 (option) の期間に実施される。原則は 3 年。必要に応じて 2 年の延長あり。DARPA と NSF, NIH/NLM, NIST, NASA, DoE との連係が取られている。年当たり \$100M の予算である。
- ・ DARPA ではアクセス系研究のプログラムがいくつか並行して走っているが (例えば

BLTN (Bellcore) , UNAS (Tektronix) , NGI-ONRAMP (MIT) など)、その中から DoD で使って行く有力な技術を選択しようとしている訳ではない。次世代ネットワークの構築だけが目的ではなく、ネットワークの研究自体が NGI の目的の 1 つだから多様なアプローチを採る。

- ・ IT2 (Information Technology 2nd) で何を行なうのかまだ決まっていない。

(3) バックボーン・ネットワークの利用率

- ・ 米国でも NGI のバックボーン・ネットワークの平均利用率は高くないが、研究用であるからそれで構わないと考えているとの見解。

(4) アクティブ・ネットワーク

- ・ アクティブ・ネットワークは将来のターゲットで、研究の中からアクティブ・ネットワークそのものではないが、近辺で良い成果が出ている。プロジェクト初めから (ものになる/ならないの) 2 つの議論はあった。DARPA のアクティブ・ネットワークに対する研究の方向性は何も変わっていないとのこと。
- ・ アクティブ・ネットワークのテストベッドとして、米国内では Abone がある。ワールド・ワイドにテストベッドを構築する話は Dr. Maeda は知らないとのこと。
(Dr. Maeda は米国内のみ担当している)

(5) IPv6

- ・ 米国でも段々使われるようになってきた。IPv6 は最初 5 年先と思っていたが、2 ~ 3 年先まで近くなるのではないかと見解。

(6) キラー・アプリケーション

- ・ NGI 時代のキラー・アプリケーションが何になるのかは良く分からない。家庭から 広帯域を使用するキラー・アプリケーションはビデオかも知れない。しかし、キラー・アプリケーションは初めからあるものではない。今日の WWW の隆盛をインターネットを研究していたとき誰が予想していたか。インターネットがあったから WWW のようなアプリケーションが生まれてきた (DR. Maeda の見解)。

[感想]

- (1) DARPA では現在の The Internet のトラフィック監視、統計データ分析などに基づいて解決すべき問題を的確に捉えて NGI の研究テーマを設定している。多様な研究アプローチを平行に進めており、視野の広いネットワーク研究が行われている。アプリケーションについては何が NGI 時代の本命になるか今は決めないで新技術の開拓を行なっている。非常にスピーディにプロジェクトを進める体制があり、一方で 1 年に 2 回のプログラムの見直しを入れることで研究の方向性を誤らないようにしている。参考になるやり方である。
- (2) DARPA から外に出る情報のガードは非常に堅い印象を受けた。Web 公表以外の情報はオープンにしない方針があるようだ。Dr. Maeda には我々が最初の公式訪問者だったと

のこと。

- (3) 今回は通産省に DARPA 訪問の申請を提出して手配して頂いた。外務省を経由してワシントンの日本大使館に申請書が送られ DARPA に届いたのが 11 月初めで、我々が訪問したときには DARPA 内の手続きがまだ残っていたが、対応して戴けた。感謝すると共に余裕を持って手続きする必要性を痛感した（訪問日の 1 ヶ月前には DARPA に申請書が届くようにすること）。

入手資料

Dr. Maeda のプレゼンテーション資料は DARPA 内の所定の開示手続きが未完了のため、その場では入手できなかった。興味を持ったいくつかのスライドについて DARPA のホームページへの掲載を依頼した。

B.NSF 訪問

日 時：11 月 12 日（金） 13:00-15:00

場 所：ワシントン D.C., Arlington

面 会 者：Dr. William F. Decker：Program Director, Advanced Network Infrastructure

出張者：角田（NEC）、岡田（三菱電機）、稲垣（日立）、松谷（INTAP）、小島（日立）

訪問理由：NSF は NGI の基幹ネットワーク vBNS の開発で中心的な機関であると共に、
先端的ネットワーク・アプリケーションの開発などでも米国 NGI のメイン・ブ
レイヤーである。vBNS は MCI Worldcom 社が中心になって運用されていて
UCAID（The University Corporation for Advanced Internet Development）
を昨年 10 月に訪問したとき調査した。今回の NSF 訪問では vBNS プロジェク
ト以後の NSF における次世代インターネット研究の方向性について調べる。

NSF： National Science Foundation（米国立科学財団）は、約 20,000 件の研究・教
育プロジェクトに対する年間 \$3.3 billion 以上の投資を通して米国の科学とエ
ンジニアリングの推進に責任を持っている連邦政府の独立機関である。

新プログラム（SPIRAL）の計画

NSF はの基幹ネットワーク vBNS（The very high-performance Backbone Network Service）の研究期間が来年 3 月に終了した後の研究テーマとして新しいプログラムを検討中。アドバンスド・ネットワーク・サービス（ミドルウェア）に焦点を当てており以下の 5 テーマを扱う計画を持っている。

セキュリティ/プライバシー

PKI インフラ、トラスト・ハイアラキ、ディレクトリ・サービス関係、
サーティフィケート・オーソリティ、アイデンティティ構造。

ヒューマン・ネットワーク・コミュニケーション

マルチメディア・サービス、コラボレイティブ・フレーム・ワーク、VoIP、
コラボレーション・ツールキット、デジタル・ビデオ、マルチキャストイング。

分散コンピューテーション

プロセス間通信、リソース・ブローキング、スケジューリング。

Grid コンピューティング（GLOBUS（イリノイ大他）、Legion）の類。

情報

ネットワーク・ベース・ストレージ・システム、ミラーリング、キャッシング、
ディレクトリ、ネーミング。

Internet2 DSI（分散ストレージ・インフラストラクチャ）も候補としてウォッチ。

ネットワーク・リソース

ネットワークの監視と管理（ポリシー管理、バンド幅アロケーション、等）、
アプロケーション制御とフィードバック、アカウンティング。

質疑応答

(1) 新プログラムの構想について

- ・ 構想しているプログラムの名称は SPIRAL (Synergistic Promotion of Infrastructure Research, and Applications Linkages) という。

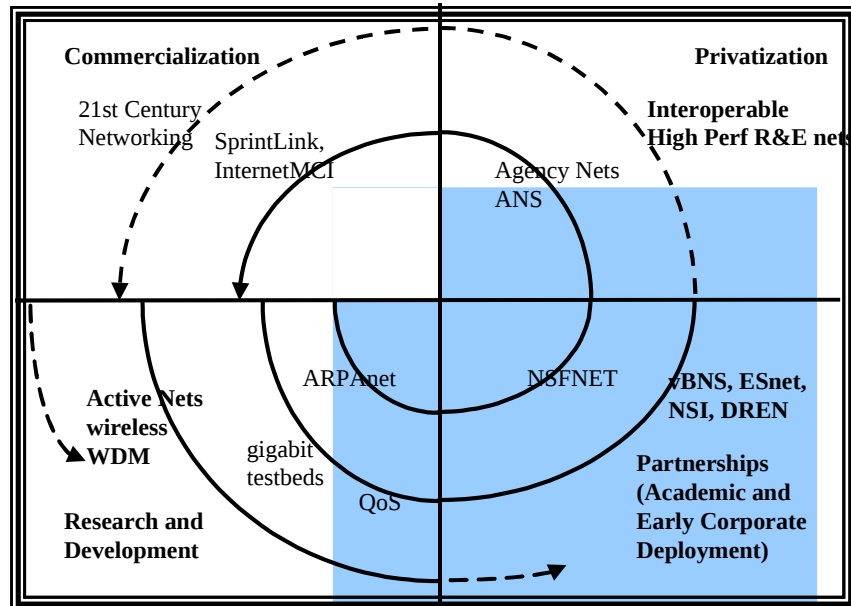


図 4. ネットワークのスパイラルな発展

図 4 のようなネットワークのスパイラル的な発展をもじって SPIRAL と命名されている。SPIRAL 計画の発表は来年 4 月に行いたいとのこと。

(Dr.Decker はアイオワ大より 2 年間の出向で来ており 4 月で任期が切れる)

- ・ 3～5 年計画で共通のミドルウェアを開発する。
- ・ ワークショップを通じて産業界、アカデミック、スーパ・コンピューティング分野のニーズを聞いている段階である。これまで EDUCAUSE(キャンパス IT プロバイダ)、AAAS (American Association for the Advancement of Science)、CRA (Computing Research Association)、PACI (Partnership for Advanced Computational Infrastructure)、CNRI/XIWT (産業界) などからニーズを集めた。

下記のホームページにワークショップで集めた Post vBNS に関するレポートがある。

EDUCAUSE:

<http://www.educause.edu/netatedu/contents/reports/postvbnsrec981116.html>

AAAS: <http://www.aaas.org/netpolicy>

CRA: <http://www.npaci.edu/post-vBNS/CRA/index.html>

PACI: <http://www.npaci.edu/post-vBNS/PACI/index.html>

XIWT : <http://www.xiwt.org/documents/NSFWK.pdf>

Middleware: <http://www-fp.mcs.anl.gov/middleware98/report.html>

- ・特定の OS には依存しないミドルウェアとしたいとのこと。

(2) IT²について

- ・SPIRAL は IT²の一部ではない。最近 NSF は IT²を ITR (Research) と呼んでいる。CISE (Computer and Information Science and Engineering) の予算は \$300M/年で、ITR 予算により\$90M/年が追加になる。ITR ではスケーラビリティ等の新しいテーマに取り組む予定。

IT² (参考)

PITAC (The President's Information Technology Advisory Committee) は 1999 年 2 月に、連邦政府に対して情報技術分野の研究開発への戦略的投資を 2000 年の\$1.46billion から 2004 年には\$2.83billion に増額するよう勧告した (<http://www.hpcc.gov/it2/>)。勧告の中で PITAC は長期的な研究開発の最優先領域として、

ソフトウェア

スケーラブル情報基盤

ハイ・エンド・コンピューティング

社会経済インパクト

を挙げている。特に、ソフトウェアの設計、生産性、信頼性、残存性 (survivability) で革新的な研究が必要であると指摘している。

この勧告を反映して政府の 2000 年の研究開発プログラムに次の 6 つの研究開発エリアが含まれている。

- High End Computing and Computation
- Large Scale Networking
- High Confidence Software and System
- Human Computer Interface and Information Management
- Software Design and Productivity**
- Social, Economic, and Workforce Implications of IT** (** : 新項目)

[感想]

NSF の今後の研究方向は基幹ネットワークから、アドバンスド・ネットワーク・サービス、アプリケーションへと向いている。この方向付けはニーズ調査に基づくもので、研究を実際に推進する部隊とのテーマ調整をしっかりと行なっていることが上記 URL のレポートからも推察される。米国では Internet2, Alliance (The National Computational Science Alliance) , PACI, Grid Forum など研究者間の連携組織がいくつもできていて交流が活発に行われているのでニーズの吸い上げも効率良くできるように感じる。産業界のニーズも XIWT (Cross-Industry Working Team) などを通じて集められている。アプリケーション

が共通に使用するミドルウェア（ネットワーク・サービス）の研究は Internet2 でも進められており、これからの次世代インターネット研究の焦点になると思われる。

入手資料

- 1 . High-Performance Networks: Measurement and Analysis Collaborations Workshop, June 29-30, 1999
- 2 . Challenges and Opportunities for Measurement and Analysis in a High Performance Computing Environment, July 1, 1999
- 3 . First Internet2 Joint Applications/Engineering QoS Workshop, May 21-22, 1998
- 4 . vBNS: not your father's Internet, IEEE SPECTRUM, Reprint from July 1998 issue
- 5 . ANI Program Plans, W. F. Decker, Program Director, Advanced Network Infrastructure, NSF CISE/ANIR

C.Com21, Inc.

訪 問 日：1999 年 11 月 15 日（月） 10:00-11:30a.m

場 所：California 州 Milpitas

面 会 者：Mr. Peter D. Fenner（President & CEO）、Dr. John R. Pickens（VP Technology & CTO）

出 張 者：小島（日立）、岡田（三菱）、岸本（IP Devices, Inc.）、松谷（INTAP）、角田（NEC）

訪問理由：本年度はアクセス系ネットワークに焦点を当てた調査を進めてきたが、米国のインターネットアクセス市場の中で、ブロードバンドアクセスで有望なケーブルモデム・ビジネスを展開している Com21 社の現状と将来展望を調査する。

(1) Com21 社の概要

ケーブル事業者およびサービスプロバイダ向けのケーブルモデム提供とケーブル事業者のヘッドエンド等のソリューション提供している会社で 1992 年 6 月設立。1998 年では欧州では第 1 位、1999 年 3 月末では世界第 3 位のケーブルモデムサプライヤにランクされている。

(2) ケーブルモデム製品の準拠仕様について

Com21 社のケーブルモデムは、DOCSIS（Data Over Cable Service Interface Specification）仕様に準拠している。また、Com21 社は DOCSIS を開発する業界団体の CableLabs のメンバー会社であり、CableLabs の PacketCable, packet voice/video-over-cable interface の仕様開発プロジェクトでは積極的な貢献をしている。Com21 社のケーブルモデム製品には DOCSIS 仕様に加え独自の仕様を盛り込んでおり、競合他社も同様であるが、現在完全な標準化には至っていない。

DOCSIS 1.0 では、上りの転送速度は 10Mbps、下りのデータ転送速度は 25～40Mbps である。

(3) アクセス系の主要な問題点

- ・ ケーブルモデムはユーザ数が増加するにつれ各ユーザに提供できるバンド幅に制限が出る。更にユーザ数が増加すればバックボーンネットワークの増強が必須となる。
- ・ 米国の企業は、各種のアクセス系ネットワークを配備している。30%の企業は 2way のアクセス方法を設置している。

(4) ケーブルモデムの QoS の確保

- ・ DOCSIS 1.0 では、ベストエフォート方式である。
- ・ DOCSIS 1.1 では、QoS が強化されケーブルモデム・ユーザは voice に利用できる。ATM を使用せず、Virtual Circuit を張る方式である。
- ・ 更に、DOCSIS 1.2 ではまだドラフト段階だが物理層の強化が提案されている。

(5) IP Telephony ビジネスへの関心について

Com21 社は、ケーブルを利用した IP Telephony は非常に重要なビジネス分野として

関心を持っている。今後ケーブルを利用した IP Telephony ではデータを転送する方向に進むと予測している。

(6) 各種のアクセス系ネットワークの今後の見込み

- ・無線はケーブルを補完する技術と考えている。また、DSL は無線より有望である。
- ・しかし、DSL にはユーザ自身の設置費用がまだ高い等の問題があるが、次第に低価格になると思われる。

Dr. Pickens によると、DSL は ISP との接続上のトラブル処理に重大な問題を抱えており、DSL は悪夢だとの発言があった。

- ・その点、ケーブルはユーザにとってサービスが受けやすくシンプルとのことであった。

(7) 光ファイバの設置についての見解

光ファイバはますます家庭近くに敷設され、ラスト・マイルからラスト・フィートになるだろう。

(8) 米国のケーブルモデム市場の伸び予測

米国の家庭向けのケーブルモデムユーザ(IP またはブロードバンドの利用者)は、1998 年末時点で 60 万人を超え、1999 年末には 200 万人になると予想している。今後は、転送速度向上の要求に対応したケーブルモデム製品の出現等により安定した増加となるだろう。

米国のダイヤルアップ接続契約者の月額の利用料金は平均 20 ドルで、一方ケーブルモデムや DSL の利用料金(インターネット接続)は、約 39 から 50 ドルが多い。

(9) 携帯電話の IP 接続の動向

- ・NOKIA はダイヤルアップサービス対応製品を提供している。
- ・固定無線分野では、60Kbps のサービスを特定エリアで実施している。
- ・ATM ベースのシステムでは試行実験中。

(10) 衛星通信について

現在 TV 放送主体であるが、Web アクセスや電話に利用するには低軌道衛星が必要である。

(11) TV 画像のコピー機器提供サービスについて

家庭での TV 番組のコピー機能を持った機器(ビデオカセットデッキの大きなものと同等だがディスクを使用した一種のセット・トップ・ボックスで、セットアップ等に電話線を使用する)およびサービスの提供会社には TiVo や ReplayTV という会社がある。今後は、データについてもこのようなサービスを提供することが予測される。

(12) 高速広帯域を利用する家庭でのキラーアプリケーションに対する予測

Dr. Pickens は、家庭でのキラーアプリケーションとして以下を挙げていた。

- (a) Personal Broadcasting
- (b) Entertainment ゲームなど
- (c) TV 会議

(d) Video Phone 等

技術に応じてアプリケーションが出るし、それによって技術が進む。更に新たな機器の出現へと展開するとのこと。

しかし、当面利用されるアプリケーションについての見解とコメントを以下に示す。

- ・ Telephony （ケーブル会社はもっと金が必要になるが）
- ・ Caching Applications （例、Museum の画像データなど）
- ・ NASDAC などの証券市場データ （ユーザのアクセスが急増すればネットワーク構築の見直しにつながる）
- ・ フォログラムデータ、など

(13)現在 up/down 転送速度が違うケーブルモデムの将来

ブロードバンド分野のケーブルモデムの上りと下りの転送速度は、5 年から 10 年後には対称になるだろう。

(14)IPv6 に対する見解

IP アドレスの IPv6 化への優先度は低いと考えている。全部の IPv4 を IPv6 に変えるのは大変だからである。

(15)米国におけるバンド幅を買うビジネスの状況

Enron Corp.等がビジネスをしている。米国では商用のバックボーンが太くなく十分なバンド幅を持っていないのが現状である。十分なバンド幅を確保できるのは短時間のみである。専用線を持つ大企業では広帯域を利用出来るようになってきた。

(16)参考情報

- ・ Com21 社のホームページ：<http://www.com21.com/>
- ・ CableLabs のホームページ：<http://www.cablelabs.com/>

感想

- (1) DSL との競争が激化しているが、ケーブルモデムの優位性を強調していた。ケーブル会社は設備投資に多額の資金が必要であるが、資金を持っている AT&T が CATV 会社を次々を買収して勢力増強を図っており、Com21 社にとってビジネスチャンスが広がっている状況にあると思われる。しかし現在の Com21 の財政状況は苦しいようだ。
- (2) ケーブルはここ数年は DSL より優位な位置にあるが、その後は DSL と拮抗する時期が来ると思われる。
- (3) ケーブルモデム業界内だけではなく、DSL との競争に対抗しているのは、トラブル処理に強力な法務部門を持っているようである。
- (4) 日本企業との協調や政府プロジェクトへの入札参加と日本市場への参入に興味を持っていた。

D.元 Covad 社 Pelosi 氏

日 時：1999 年 11 月 15 日（月） 15:10-17:00

場 所：California 州 Palo Alto

面 会 者：Mr. Louis G. Pelosi （元 Covad 社 Executive Director, Marketing）

出張者：小島（日立）、岡田（三菱）、岸本（IP Devices, Inc.）、松谷（INTAP）、角田（NEC）

訪問理由：本年度はアクセス系ネットワークに焦点を当てた調査を進めてきたが、米国のインターネットアクセス市場の中で、ブロードバンドアクセスで有望な DSL サービス提供ビジネスを展開している Covad 社の事情に詳しい Pelosi 氏を訪問し、DSL ビジネスの現状と将来展望を調査する。

(1) Covad Communications Company の概要

Covad 社は ISP や企業向けの DSL サービスと VPN サービスを提供する会社で、1996 年に創立された。Covad 社は、競合する NorthPoint Communications 社や Rhythms NetConnections 社等の中で業界のリーダー役の会社である。Pelosi 氏は 2.年半前に Covad 社に入社し、つい最近まで Marketing Director を務めていた。

Covad 社と Rhythms NetConnections 社は、それぞれ 1999 年 1 月と 4 月に Qwest Communications 社から \$15M の戦略的な投資を受けた。これにより Qwest 社は、1999 年 4 月から米国の主要都市で DSL サービスの提供を開始している。

(2) 各種のアクセス系ネットワーク市場の今後についての見解

- ・ ケーブルモデム、DSL および無線が今後 10 年間アクセス系ネットワーク市場の動向に重要な役割をするだろう。
- ・ 衛星通信が参入しても当面芽が出ないだろう。2007 年以降衛星通信市場が増加すると思う。
- ・ ケーブル業界はパーティカルな市場であるが、DSL は水平的な市場である。
- ・ DSL は最善の ISP と最善のコンテンツにより市場が伸びている。
- ・ ケーブル、DSL、無線、衛星のそれぞれが 2 から 3 社に絞られるだろう。

(3) DSL の障害などの情報が顧客に出ない理由について

- ・ それらの情報が不足しているのが主な理由である。
- ・ そのほか DSL の技術用語の定義の理解に問題がある。

DSL には ADSL、SDSL、HDSL、VDSL、IDSL、RADSL があり、これらを正しく理解していないことが多いとのことであった。

(4) DSL の定義について

上記の DSL を総称して xDSL と記述されるが、それぞれの概要を以下に示す。

- () ADSL （Asymmetric DSL）：1 本の電話線（撚対線）を利用し双方向転送が可能だが、上りよりも下りのデータストリームの転送速度が大きい。ADSL の転送速度は線長に依存するが、上りが 16K～800K bps、下りが 1.5M～9Mbps である。インター

ネットのダウンロード容量がアップロード容量よりも大きな顧客に向いている。

- () SDSL (Symmetric DSL) : 1 本の撚対線で上りと下りの双方向に 1.5Mbps までのデータ・ストリームの転送が可能。顧客から IP ネットワークに、それと同時に IP ネットワークから顧客へのデータ転送ができ、ビジネス環境に適している。
- () HDSL (High-bit-rate DSL) : 上りと下り用に計 2 本の撚対線を用いて双方向に 1.5Mbps の転送速度を提供する。
- () VDSL (Very-high-bit-rate DSL) : 上りが 1.8Mbps ~ 2.3Mbps、下りが 13M ~ 56Mbps の転送速度であるが、距離がそれぞれ 4500 フィートから 1000 フィートまでの制限がある。
- () IDSL (ISDN DSL) : ISDN が可能な電話線上で双方向に 144Kbps のデータ転送速度を提供する。
- () RADSL (Rate Adaptive DSL) : モデムが転送速度を自動的に、ダイナミックに順応・調整できる。ADSL サービスの長距離拡張が可能となる。

Covad 社や Qwest 社では、IDSL、SDSL、ADSL および RADSL の各サービスを提供している。

(5) 日本のネットワーク規制緩和状況について

東京めたりっく通信が NTT 地域会社のドライカッパー使用要望を提出し、12 月に銅線ケーブルの使用が実現される予定であり緩和されつつあることを伝えた。

(6) 日本の ISDN の普及状況について

転送速度が 1.5Mbps で料金が割高のためあまり普及していない状況を説明した。

(7) 高速広帯域を利用する家庭でのキラーアプリケーションに対する見解

- ・ビデオ会議は、企業では普及が進むが、家庭ではまだまだ普及しない。
- ・Stored Video on Demand が普及する。例えばトラブルシューティング用。
- ・インタラクティブビデオの普及はまだまだ先だろう。
- ・現在、ゲームなどの Entertainment は、PC より TV の方がインタラクティブ性の面でリードしているが、将来は若年層の PC 慣れのため TV より普及する。
- ・PC などのインフラおよび NW インフラ、並びにサーバーおよびキャッシュとコンテンツプロバイダ間でリアルタイム・ネットワークと広帯域のニーズが更に増加する。

(8) 米国の DSL サービス市場の伸び予測

- ・DSL サービス市場は、ケーブルモデムや無線・衛星通信よりも伸びると考えている。伸びの障害となるのは、資本が必要なことと、成長に対し規制の手が入ることであろう。
- ・市場が伸びる要因は、コスト、ベネフィットとフリー・インストール（設置に費用が不要なこと）である。

(9) 今後の 5 年間の推移についての見解

マルチアクセス、装置、広帯域をどう選択するかは、ユーザがどのようなアプリケー

ションをどう使うかにかかっている。QoS や使用プロトコルの選択も同様である。ネットワークのディレクトリサービスも重要な技術である。

(10)参考情報

- () Covad Communications 社のホームページ：<http://www.covad.com/>
- () NorthPoint Communications 社のホームページ：<http://www.northpointdsl.com/>
- () Rhythms NetConnections 社のホームページ：<http://www.rhythms.com/>
- () Qwest Communications 社のホームページ：<http://www.qwest.com/>
- () ADSL Forum のホームページ：<http://www.adsl.com/>

感想

- (1) マーケティングの責任者だったせいか DSL が近い将来ケーブルモデム市場規模より拡大すると明快に答えてくれた。
- (2) ブロードバンド分野のインターネットアクセス技術として、ケーブルモデムも DSL も有力である。現在、北米のブロードバンド加入者数は、全インターネット加入者数の3%以下であると言われる。したがって、AT&T等の電話会社やQwestなどの新興の通信事業者の市場拡大戦略に基づき、ケーブルモデムとDSLの両方の市場が拡大すると思われる。そのためFCCは、規制せず競争にまかせているように思われる。今後もAT&T等の動きやFCCの規制の動向を注目して行く必要がある。
- (3) Covad 社もユーザとISP間のトラブル対応に苦労しているように感じた。
- (4) 出張中に見たCNNの番組で、高速インターネットのアクセス技術としてDSLが有望でCovad、NorthPoint、Rhythmsの3社が紹介されていた。

E.JETRO ニューヨーク 長谷川氏

日 時：1999 年 11 月 17 日（水） 17:30-19:00

場 所：Oregon 州 Portland

面 会 者：長谷川 英一氏（JETRO ニューヨーク Director）

出張者：小島（日立）、岡田（三菱）、松谷（INTAP）、角田（NEC）

訪問理由：本年度はアクセス系ネットワークに焦点を当てた調査を進めてきたが、米国の IT 産業の最新動向と米国 NGI や IT2 等の動向に明るい JETRO ニューヨークの長谷川氏を訪問し、現在の動向と将来展望を調査する。

(1) 米国 IT 産業最新事情について

日本からの COMDEX 調査団に対して長谷川氏が説明した資料をもとに米国 IT 産業の最新状況の説明を受けた。

- ・ IT 産業は米国の GDP（98 年で 8.5 兆ドル）の約 8%を占めるに過ぎないが、経済成長には約 35%の貢献をしている。

- ・ IT 産業の動向

(a) PC 産業は引き続き高い需要の伸びを記録しているが低価格競争が激化しており、今後も生き残り競争が続く。

(b) EC の本格化

EC に関連した米国制度のうち、チルドレンズ・オンライン・プライバシー保護法が成立した。そのほか関税と課税の検討、知的財産権の保護、コンテンツなどについても整備が進んでいる。暗号製品の輸出も規制緩和される方向にある。

B-to-B 関連では、RosettaNet やイングラム・マイクロ（Ingram Micro）が IT サプライ・チェーン・パートナー間での EC インターフェースの開発・実装、流通サービスを開始した。PC 性能仕様等が Web で見れるが、これらは XML で記述されている。各業界の EDI 記述を XML で記述する動きがある。しかし、日本がこれに参加していないので問題視していた。

(c) インターネット・サービスからメディア・ビジネスへの移行

ISP 間の競争と電話会社間の競争、さらにはメディア・ビジネス（インターネットと通信・放送の融合を目指した合従連衡への動きが急速に起きている。

インターネットへのダイアルアップアクセス分野の ISP では AOL の一人勝ち状態である。電話会社の合併・提携では、AT&T による CATV 会社の TCI や MediaOne の買収と MCI ワールドコム の Sprint の買収、Qwest の US ウェスト買収などの動きが目立っている。

ブロードバンドでは、xDSL とケーブルモデムの競争が激化している。米国ブロードバンド業界の動向については、電子工業月報 9 月号に寄稿したとのことであった。

(2) NGI 関連

- ・ NGI 予算が削減されたとの話があるが、サンクス・ギビング・デーの前後に決まる予

定である。

(3) PITAC 関連

- ・ IT 2 に関連した科学技術予算を増額する審議がストップしているが、これが通れば増額されると思われる。
- ・ NCO (National Coordination Office) や OSTP (White House Office of Science and Technology Policy) の役人と Sun Microsystems の Bill Joy と大学教授の Ken Kennedy 等の委員が意見交換を行い、最終的には役人が文書を作成するにしても計画立案プロセスがしっかりしている。

(4) 日本の NGI 状況について

- ・ JGN が開始されており、vBNS と接続されている。WIDE や霞ヶ関 WAN が Abilene と接続の計画があることを報告した。
- ・ 日本の省庁間の連携は米国より弱く、ネットワーク研究の融通性に欠けるところがあるとの見解を聞いた。

(5) 入手資料

米国 IT 産業最新事情 JETRO NY 長谷川 英一 (1999 年 11 月)

(6) 参考情報

- ・ NY 駐在員報告 JETRO NY 長谷川 英一 (日本電子工業振興協会の電子工業月報に掲載) 。また、ニューヨーク情報サービス産業懇話会のホームページ (<http://www.jif.org/column/index.html>) に掲載。
- ・ RosettaNet 関連情報 : <http://www.oasis-open.org/cover/rosettaNet.html>
- ・ Ingram Micro 社のホームページ : <http://www.ingrammicro.ca/>

感想

長谷川氏は、NGI、Internet2、IT²、ブロードバンドネットワーク、情報セキュリティ問題、EC、電子署名政策、オンライン・プライバシー問題、2000 年問題等広範囲のレポートを JEIDA の月刊誌の電子工業月報に毎月寄稿し続けており、この度の調査では米国ブロードバンドネットワーク業界動向のレポートが非常に役立った。

今回日本の状況を説明する機会が出来たことにより、今後のレポートへの反映が期待される。

F. SC99

日 時：11月16日（火）～11月19日（金）

場 所：Oregon, Portland（Portland Convention Center）

出張者：小島（日立）、角田（NEC）、松谷（INTAP）、岡田（三菱）

参加目的：INTAP NGI 調査 WG の今年度活動の一環として、SC99 に参加し、米国の大学・研究機関のスーパーコンピュータをはじめとする次世代ネットワーク・インフラを利用したアプリケーションの開発状況やデモ展示等を調査すること。

1.概要

SC と呼ばれるカンファレンスはスーパーコンピューティングと高速ネットワークに関するカンファレンスであり、1988 年から年 1 回の頻度で定期的に行われている。ベンダ・ソフトメーカー中心の他のカンファレンスとは異なり、米国の研究機関中心のカンファレンスと言える。今回参加した SC99 は、著名人を招いた講演、パネル、論文の発表の他、展示の見所も多く、次世代インターネットプロジェクト関連の研究成果も数多く展示されていた。

以下、聴講セッション及び展示の概要を中心に報告する。



写真 1 Portland Convention Center

2.聴講セッション

セッションの分類としては大きく、著名人を招いた講演、パネル発表、論文発表の 3 つがあった。以下、主な聴講セッションの概要をまとめる。

2.1 講演

(1)."State of the Art of the Internet" MCI WorldCom 社 Vint Cerf 氏

インターネットの父と呼ばれる Vint Cerf 氏の講演。インターネットの現状から宇宙における将来のインターネット計画まで盛り沢山の内容であった。以下、キーワードを中心に列挙する。

インターネットの最近の状態

- ・ ホスト数、ユーザ数など
 - 56million Host
 - 206/246 IP countries
 - 179million Users
 - (950million Telephone Terminations)
- ・ インターネットユーザの内訳 (1999 年 6 月時点)
 - 米国・カナダ ... 102.03million
 - ヨーロッパ ... 40.09million
 - アジア太平洋 ... 26.97million
- ・ Internet のトラフィックの 75% は WWW
- ・ 3.6million の Web Sites
- ・ データがほとんど占めている (80% がデータ、20% が音声)
- ・ 全世界で 8000 の ISP がある (4700+ が米国)
- ・ トラフィック増加率は 100 ~ 1000% / 年
- vBNS について
- ・ 提供するサービスには IPv6、IP native マルチキャスト、研究機関との高性能接続がある
- ・ 次世代の IP トライアル/プロジェクトとして OC-48c IP 幹線 (本線) ? トライアルがある
- ・ 技術ターゲットとしてマルチパス、レベル 3 でのサービスクラスのルーティング、サービスのためのネットワーク間プロトコル、テレフォニーへの拡張など
- Internet トランザクションについて
- ・ グッズとサービスが会社間で今年は 8billion ドル取引きされ、2002 年には 327billion ドルに達する見込み
- 新しいビジネスの機会
- ・ intermediation/アウトソーシング
- ・ 遠隔教育
- ・ ソフトウェア開発
- ・ Web ホスティング、ミラーリング、コンテンツ管理

ポリシーの問題

- ・ Cryptography と輸出 (最近変わった)
- ・ 商標とコピーライト
- ・ 規定のフレームワーク
- ・ Convergence (TV、Radio、テレフォニー)
- ・ 課税
- ・ 検閲と任意 (故意) のフィルタリング
- ・ デジタル署名/証明書発行

Future look

- ・ 宇宙が最終のネットワークの領域
- ・ 現在、Mars 計画の一部として Interplanetary Internet を計画している

参考 URL

<http://www.wcom.com/cerfship>

2.2 パネル

(1). "Internet2 Status and Plans" Ted Hanss 氏他

Internet2 の概説と現在取り組んでいる項目について各パネリストより紹介があった。
以下、キーワードを中心に列挙する。

Applications

- ・ アプリケーションの属性
 - 対話的なりサーチ、コラボレーション、インストラクション
 - リモートのリソースへのリアルタイムアクセス
 - 大規模、マルチサイトの計算とデータベース処理
 - バーチャルリアリティの共有
 - 上記の組み合わせ

I2 Middleware Initiative

I2 DSI (Distributed Storage Infrastructure)

- ・ I2 DSI の開発者
 - UTK Computer Science Dept & Innovative Computing Laboratory
 - UNC-CH School of Information and Library Science
- ・ I2 DSI モデル：複製されたサービス
- ・ I2 DSI サービスアーキテクチャ
 - Replication ... Rsync+
 - Resolution ... Cisco Distributed Director
 - Delegation ... Cache prefetch

- ・計画
 - ポータブルな channel representation ... 定義、サーバと Authoring ツール
 - 高速ファイル転送
 - 国際的な協力 ... CCIRN WG、APAN、TERENA
 - より多くの channel、ambitious content
 - Abilene update
- ・Goal
 - OC-48 フェーズ 1
 - Speed-of-light 遅延の最小化
 - 100 以上の Qwest POP での SONET アクセスの提供
- ・コアアーキテクチャ
 - ルータノード
 - 約 10 ~ 15 が Qwest POP に配置
 - CISCO12008 ルータ
 - Interior Circuits
- ・アクセスアーキテクチャ
 - OC3、OC-12、現在では OC-48 が可能
 - IP/SONET or IP/ATM フレーミング
- ・接続状況
 - 28 が接続済、9 が接続中
- ・NGI Peering
 - シカゴ、NASA Ames、Maryland 大学での NGI exchanges or NGIXes
- ・特別な Abilene と NGI の peering
 - 大学・研究機関間のレイテンシの減少がテーマ
- ・国際的な peering
 - 非 US の先進 R/E に焦点 → SURFnet、NORDUnet など
 - Internet2 における Measurement (測定法)
- ・測定法には大きく以下がある
 - アクティブな測定法 ... AMP (NLANR/MOAT), Suveyor (Advanced), {PingER}
 - パッシブな測定法 ... NAI (OCXmon) (NLANR/MOAT)
- ・WG のアクティビティ
 - 測定法アーキテクチャ
 - 共通の推奨 (測定法、ツール、パラメタ、レポート)
 - ネットワーク管理、QoS、マルチキャストの WG との作業
- ・理想
 - 使用率、性能、トラフィックの特徴付けの一貫した測定法

- 損失 (or 遅延) が発生したときにそれがどこで発生しているかを知る方法が欲しい
- 先進的なサービス (マルチキャスト、QoS など) のデバッグ
- TADD (Traffic Analysis and Auto Diagnosis)
 - Internet2 QBone Initiative
- これまでに IntServe/RSVP が検討されてきたが、スケーラブルな相互運用可能な QoS がない。Internet2 QoS の WG はこれについて取り組み、QBone イニシアティブを立ち上げた。
- QBone の目的
 - QoS テストベッドの構築
 - バランスネットワーキングの研究
 - IETF DiffServ 上に構築する
 - イントラドメイン及びインタードメインの展開サポート
- QBone アーキテクチャ
 - IETF "Diff" (RFC2598) + QBone "Serv" (QBone Premium Service:QPS)
 - Reservation Setup Protocol
 - QBone 測定法アーキテクチャ
- 参考 URL

<http://apps.internet2.edu/talks/>

(2). "The Role of Java in High Performance Network Computing"

高性能ネットワークコンピューティングにおける Java Grande Forum の各 WG の最近の状況についての発表。以下、キーワードを中心に列挙する。

Java Grande Forum (JGF)

- JGF は産業界、大学関係、政府関係の参加者からなるオープンなフォーラムである。
- JGF のゴールは高性能数値計算やデータマイニングなどの"grande"アプリケーションのために Java ベースの技術を使うことを目指すことが挙げられる。

Numerics WG

- 数値計算に適した Java の改善 (特に浮動小数点の問題)、評価
- ステータス
 - JGF のプロポーザルの一部が Java 2 に採用された
 - strictfp と呼ばれるキーワードの導入

Concurrency WG

- Java ベンチマーク
- Java Message Passing
- Science Portals

The Role of Java in a Personalized Product Recommender

- ・個人毎のお勧め製品情報を端末に表示させてオーダーさせるというシステムの紹介。
- ・ Safeway UK EasiOrder (Smart Pad) Prototype
- ・ ROS (Remote Ordering Server)
- ・ ボトルネックは I/O、特に JDBC

参考 URL

<http://www.javagrande.org/>

3. 展示

展示には Research Exhibits、Industry Exhibits、Poster Exhibits の 3 種類があり、中でも Research Exhibits は米国中の研究機関における高性能コンピューティングや高性能ネットワークに関する研究成果が数多く展示されていた。この中には NGI も含まれており、これを利用して各米国省庁の研究機関や大学、さらにはアジア、欧州、南米等の大学・研究機関等が地理、宇宙航空、天文、軍事、気象、医学、遺伝子工学、化学、工学、デバイス設計等の多数の先進的なアプリケーション開発を行っていることがわかった。

アプリケーションの形態としては、Supercomputer 等で計算したシミュレーション結果を高性能ネットワーク経由でリアルタイムにローカルマシンに 3D 表示させるというものが多く、ImmersaDesk と呼ばれる特殊な 3D 表示装置も共通的に使われていたのが興味深かった。

ここでは Research Exhibits のブースの様子を幾つか紹介する。

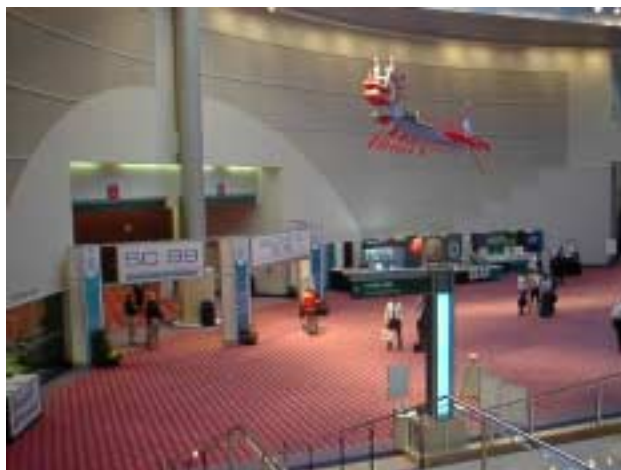


写真 2 展示場入り口



写真 3 NCO のブース

NCO は米国の政府主導の NGI プロジェクトを取りまとめる組織で、NCO のブースには NOAA、NIH、NASA 等の機関の NGI 開発成果が展示されていた。



写真 4 気象研究、天気予報のシミュレーション (NOAA)

NCO のブースの一画で展示されていた NOAA の気象研究・天気予報のシミュレーション。右上のパネルの絵はハリケーン予報のシミュレーション結果を示している。



写真 5 BioCore (NIH)

NCO ブースの一画で展示されていた BioCore (Biological Collaborative Environment) と呼ばれる分子シミュレーションのためのソフトウェア。分子のシミュレーション計算をリモートホストマシン (イリノイ大学) で実行させ、結果をリアルタイムに端末で 3D 表示させるというデモを行っていた。



写真 6 SuperNet (DARPA) 他

これも NCO ブースの一画で展示されていた SuperNet 他のパネル。SuperNet は DARPA の次世代インターネットプログラムとして設立された米国中を跨るネットワークである。

NOTN-II、HSCC、ONRAMP、BOSSNET、ATDnet/MONET、CAIRN を含むテストベッドなどが相互接続されている(図 1 参照)。



写真 7 Internet2 のブース

目立ったデモもなく、比較的ひっそりとしていた Internet2 のブース。Internet2 への参加大学は 1999 年 11 月時点で 165 大学に達した。



写真 8 Virtual Collaborative Clinic (NASA)

NASA の展示ブースの一画に展示されていた VCC と呼ばれる遠隔医療のデモ。VCC サーバから画像データをマルチキャストして 2 台のクライアント PC で 3D 表示させていた。一方の PC と VCC サーバの間には「NIST Net Tool」と呼ばれるインターネットの状態をエミュレートするツールが接続されているようで、2 台の PC の描画を比較して QoS の重要性を示そうとしていたようである。なお、このデモでは 30Mbps/sec のデータ転送が可能とのこと。ちなみに 3D 画像データは人間の頭蓋骨のもの。



写真 9 European Networking

European Networking のブースの一幕で展示されていた Stuttgart コンピュータセンタの ImmersaDesk を使ったコラボレーションソフトウェア。ボルシェ（ペンツ？）との共同開発のようで、車内の空調のホストシミュレーション結果を ImmersaDesk の画面上に 3D 表示させるというもの。特殊な眼鏡を掛けることで立体映像を見ることができ、マウスのようなコントローラで視角位置を変更する。メニューも 3D 表示されていた。VR を使ってシミュレーションを行ない、製品開発サイクルを短くするのが狙いのようなのだ。

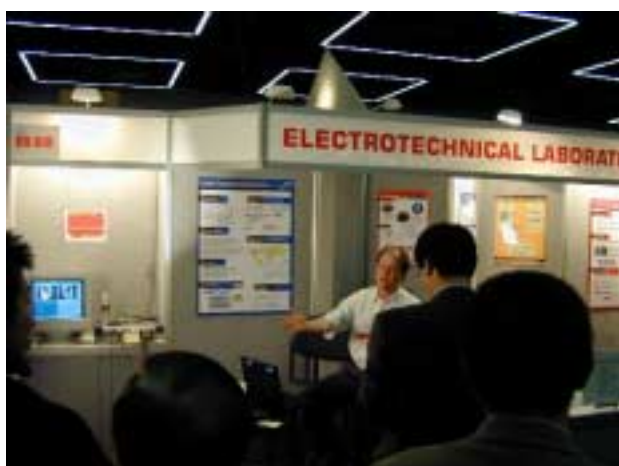


写真 10 ETL (Electrotechnical Laboratory) のブース

ETL のブースの様子。丁度以下のスペックで日本からビデオライブが行なわれていた。

- ・ ATM 35Mbps native/PVC
- ・ Real Player MPEG-1 1.5Mbps
- ・ NTON-vBNS-APAN-IMnet



写真 11 Globus プロジェクトのブース

Globus プロジェクトは Grid コンピューティングに必要な基本ソフトウェアのインフラを開発するためのプロジェクトで、Argonne National Laboratory、南カリフォルニア大学、Aerospace Corp.が参加している。写真は液体のシミュレーションを ImmersaDesk に 3D 表示させているところ。展示ブースでは Globus や Grid コンピューティングなどの展示が目についたように思う。

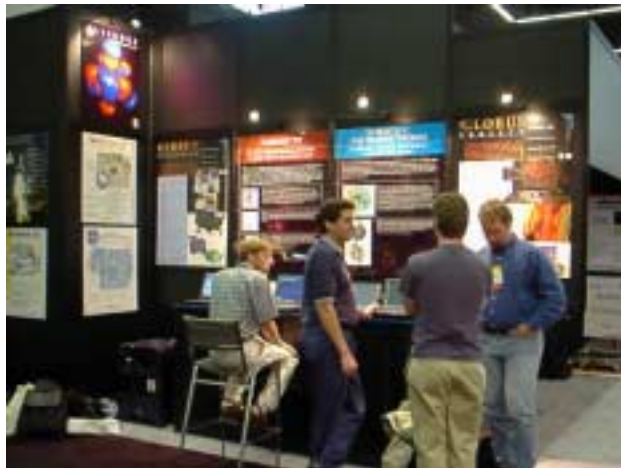


写真 12 NPACI のブース

NPACI (National Partnership for Advanced Computational Infrastructure) は NSF が支援するコンソーシアムで、米国の 40 以上の大学、研究機関等が参加している。このブースでも Globus が展示されていた。



写真 13 Virtual Earth System (NCAR)

NCAR のブースで展示されていた Virtual Earth System。世界各地の様々な気象現象のシミュレーションを観察するためのシステムで、プロジェクタに 3D 表示された気象現象等をステレオ眼鏡を使って観察するようになっていた。



写真 14 Nton のブースの様子

NTON (National Transparent Optical Network) は San Diego から Seattle までの米国西海岸地区を結ぶ研究用ネットワークである(図 1 参照)。Nton は NTON における OC-192 及び OC-48 SONET ネットワークエレメント、Vector ATM スイッチ、Versalar テラビット IP スイッチルータ等を提供している。

写真左側の端末には汎用のネットワーク管理ツールが動作しており、NTON のネットワーク状態を即表示できるようになっていた。



SCinet99 は本カンファレンス用に構築された光ネットワークで、Notel の DWDM、FORE の ATM、Cisco の GSR 12XXX 等を用いており、会場内では OC-192 (トータルで 10Gb/s) で接続され、外部へは OC-48(2.48Gb/s)で NTON に接続されている。(写真 16 参照)

写真 15 SCinet99 ショーケース



写真 16 SCinet99 の構成図

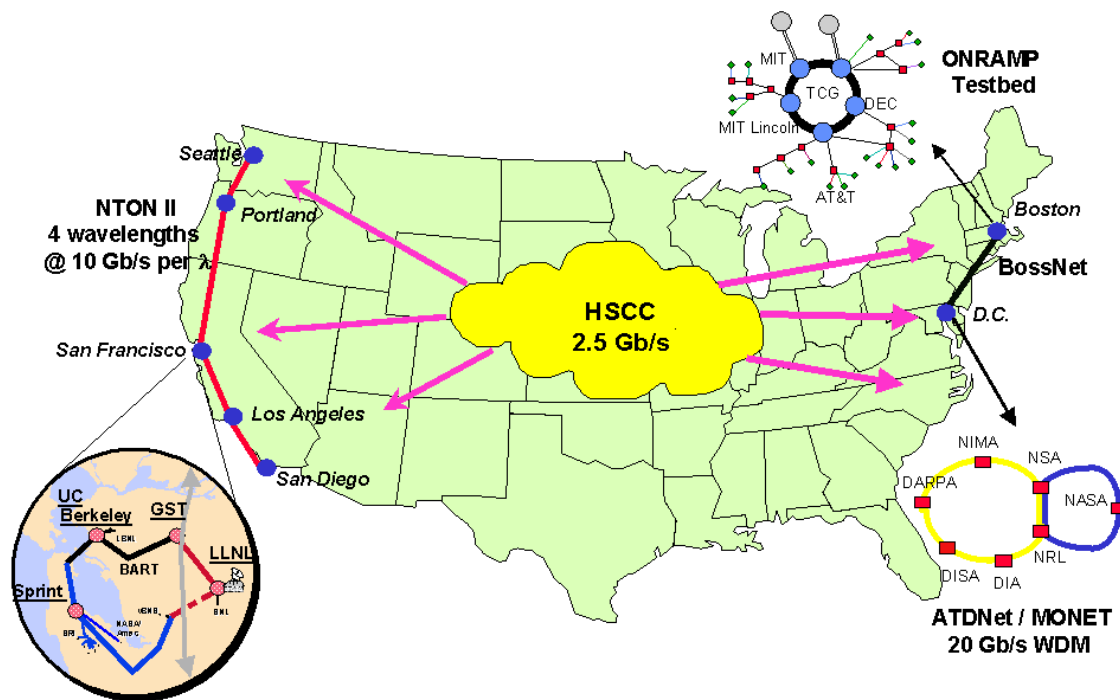


図 1 SuperNet Testbed

(<http://www.darpa.mil/ito/research/ngi/testbed.html> より引用)

4.感想

- ・ 先進的なソフトウェア開発やアプリケーション開発の層の厚さと広さの一端を見たような気がした。
- ・ Linux が盛んに利用されており、デモ機器にも Linux クラスタが出ていた。別の会場に設けられていたポスター展示の中で、Linux と NT や Unix との性能比較で Linux の優位性を示していたものもあった。
- ・ 日本のビジネス製品ショウイベントと異なり、説明者は実際の研究開発者であり、地味ながら内容があった。
- ・ 米国の研究機関同士の連系の仕組み、アプリケーション開発時のリソースの有効利用の仕組みの例をみせてもらい、米国の官と民の間にある public の層の厚さが日本に比較して非常に大きいのはこのような仕組みがしっかりと働きその成果を public が利用できる環境になっているからなのかと感じた。
- ・ Vint Cerf 氏の講演で mars 計画の一環として宇宙空間でインターネットを利用する計画の紹介があったが、非常にスケールの大きい、夢のある計画であると感じた。

- ・ 展示されていたアプリケーションは、バーチャルリアリティ、3D 表示などの特徴を備えたものが共通の。ただし、カンファレンスの性格上のためか、研究向けが大部分で、消費者を意識したアプリケーションというものはほとんどなかったように思う。
- ・ 数値計算に弱いといわれている Java も積極的に改善がなされようとしている。今回の展示の中にも表示系に Java を使っているものもあり、数値計算の改善がなされればより一層コラボレーションのための共通インフラとなるのではないかと感じた。

- 裏白