

5-7 JGN II を用いた国際間遠隔授業の実証実験

5-7 *International Distance Learning Experiment Using JGN II*

西永 望 西堀 ゆり 永岡 慶三 コーリヤ佐貫・葉子 青木 美穂
山本 裕一 原田 雅博 田中 健二

NISHINAGA Nozomu, NISHIHORI Yuri, NAGAOKA Keizo, COLIER-SANUKI Yoko,
AOKI Miho, YAMAMOTO Yuichi, HARADA Masahiro, and TANAKA Kenji

要旨

本論文では、2005年1月に北海道大学と米国アラスカ大学フェアバンクス校の間で行われた共同実験に関して報告する。この実験では、北海道大学内の情報教育館内にある教室とアラスカ大学フェアバンクス校の Arctic Region Supercomputing Center に属する Discovery Laboratory をインターネット及び NICT が運営する研究用ネットワーク JGN II を用いて接続した。効果的な実験環境の構築のために、この実験では、ハイビジョンによるビデオ会議システム、チャットシステム、Web ベースの投票システムが導入された。

This paper reports on the cooperative experiment undertaken by Hokkaido University, Japan and the University of Alaska Fairbanks (UAF), USA, in January, 2005. A classroom in the IT Education Hall at Hokkaido University, Japan and the Discovery Laboratory of the Arctic Region Supercomputing Center at the University of Alaska, Fairbanks were connected via the Internet and a domestic next-generation Internet research and educational network infrastructure called JGN II that was operated by the National Institute of Information and Communications Technology (NICT) in Japan. A high definition video conferencing system, a chat system, and a web-based voting system were used in the experiment to promote the establishment of an effective learning environment, particularly for cross-cultural communication.

[キーワード]

協調学習, 異文化コミュニケーション, 同時性, 対称性, 高品質ビデオ会議システム
Collaborative learning, Cross-cultural communication, Synchronous, Symmetric, High quality video conferencing

1 まえがき

ブロードバンドネットワークの発展により、遠隔教育の役割は極めて重要になっている。特に広帯域なインターネットの出現により、音声、映像、コンピュータデータが非常に低価格で、地球上のどの地点から他の随意的な地点へ容易に配信可能となりつつある。それゆえ、遠隔教育を効果的にすることができる、IP ネットワーク上で使用可能な教育援用ソフトウェアの開発が重要になっている。同時性(リアルタイム性)と対称性(双方向性)

が、非言語通信が重要な役割を示す語学学習において、極めて重要であることが示されている[1][2]。また、この分野においてはこれまでに様々な論文が出版されており[3][4]、IP/ATM 環境での、遠隔作業及び教育のためのマルチメディアサービスのフレームワークの提案や[3]、比較低レートにおける実証実験の報告[4]等がある。

本プロジェクトは、北海道大学、早稲田大学、スタンフォード大学、アラスカ大学及び情報通信研究機構が中心となって、日本と米国の大学を高速な国際 IP 回線で接続し、数十 Mbps を必要と

する高精細テレビ会議システムと Web ベースの教育用アプリケーションプログラムを使用し、異文化コミュニケーションを中心とした外国語学習における情報通信技術の可用性及び国際間同時双方向遠隔授業の実用性を実証するものである。マルチメディア・情報通信を活用した効果的な教育システムや形態を研究開発し実証することを目的とし、特に、新しい情報発信能力を開発することによって、情報活用能力やメディアリテラシーの基礎能力を育てる外国語コミュニケーション能力養成を重点目標とした外国語教育の改善を目的とする。国境のないバーチャルな教室を構築するためには、高忠実度に教室の雰囲気を送ることが重要である。そのため、本プロジェクトでは、放送品質に匹敵する高品位な画像をインターネット上で伝送できるテレビ会議システムを開発した。高品位な画像伝送により、100 インチ以上の極めて大きなスクリーンに投影することが可能となり、等身大の通信 (life-size communication) が双方向でリアルタイム (同期) に行うことが可能となる。

高度情報化社会にあっては情報発信能力の基盤を作るものとして英語による発信能力 (特にライティング能力) は極めて重要である。ディスカッションやディベートの能力は本来スピーキングの力である。だが、日本人学生にはこの習得は極めて難しい。その改善のため、ネットワークを利用して、情報メディアをリアルタイム (同期) 及びリアルタイムに極めて近い非同期で利用することによって、ライティングを媒介としたディベート能力育成のシステムを開発した。これらにより、単に映像と音声だけでなく、高品位な映像伝送によって得られる雰囲気の伝送及び文字情報を加えた真にマルチメディアなコミュニケーションの確立を目指している。

本プロジェクトでは、これまで4年間にわたり3回の実証実験を行い、学習効果だけでなく、外国語学習における意欲の向上に大きな効果があることを示してきた [5] [6]。なかでも 2003 年に行われた実験 [6] では、北海道大学とスタンフォード大学間を高速な専用線で接続し、民生用デジタルビデオ規格にのっとった映像と、ハイビジョン映像 (720/30p) をそれぞれ、インターネット上で使用できる IP プロトコル上で伝送するアプリケーシ

ョンソフトウェアを開発し、それをテレビ会議システムとして使用した。

本論文では、2005 年 1 月に行われた北海道大学とアラスカ大学フェアバンクス校の間の JGN II を用いた国際間遠隔授業の実証実験に関して概説する。この実験では北海道大学内の情報教育館内にある教室とアラスカ大学フェアバンクス校の Arctic Region Supercomputing Center (ARSC) に属する Discovery Laboratory をインターネット及び NICT が運営する研究用ネットワーク JGN II を用いて接続した。この実験のために開発された実験ツール及びネットワークの詳細に関して述べる。なお、ここで得られた教育工学的実験結果については、[7] で述べられており、紙面の都合から割愛する。

2 実験授業概要

この実験授業は、北海道大学においては 2004 年度後期の英語ライティングのクラス、特にコンピュータを用いた英語学習の一環として行われた。授業の参加者は工学部の 1 年生で、講義登録者のうち本実験には 24 名が参加した。アラスカ大学では、通常授業の一つである JPN 293 Virtual Study Abroad: Language, Culture and Geography of Japan の一環として行われ、日本語を学ぶ生徒 11 名が参加した。この実験にはお互いの母国語を外国語として学ぶ生徒同士をネットワーク上で一同に介させ、双方が母国語の異文化情報提供者 (Cross-cultural Informant) となることに大きな意義がある。実験は日本時間 2005 年 1 月 18 日午後 1 時から 2 時まで、アラスカ時間 2005 年 1 月 17 日午後 7-8 時に行われた。両国間に 18 時間の時差が存在したが、通常授業の枠組み内で実施することができた。二つの教室は数千 km 離れていたにもかかわらず、生徒たちはスクリーン上に投影された画像とディスカッションにより、仮想的な空間だけでなくその雰囲気を共有できた。各大学の実験風景を図 1 に示す。

この授業では (1) 多人数同時参加型チャットシステム “Chat'n'Debate” による意見交換 (次節)、(2) 投票とフォローを伴うアンケート収集システム “異文化ビックリ箱” による議論 (次節) 及び (3) 事物教育の三つの題材を用いた。アラスカ大学の生

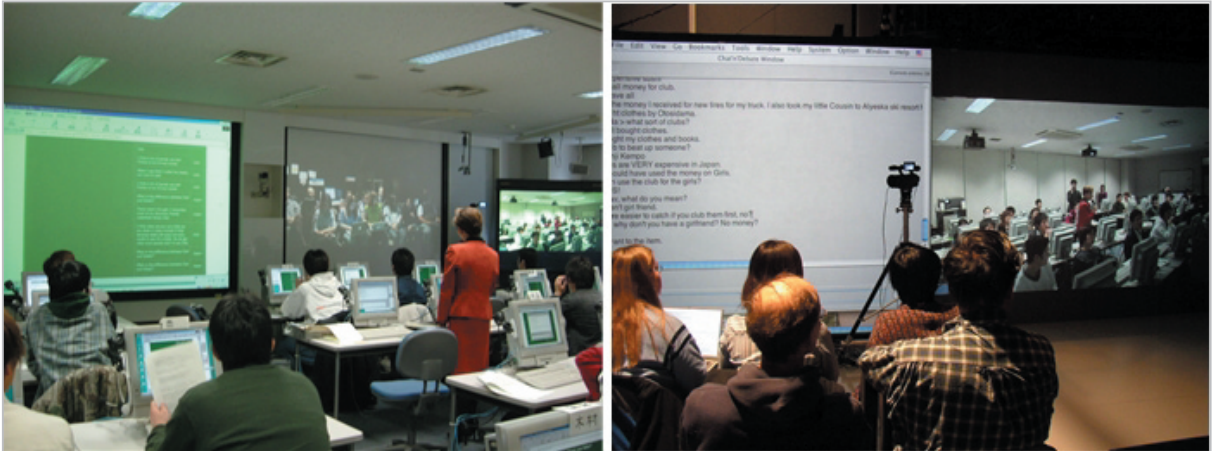


図1 北海道大学情報教育館内教室(右)とアラスカ大学フェアバンクス校内 Discovery Laboratory (左)の風景

徒が日本語の初心者であったため、これらの授業では基本的に英語が用いられた。何人かの生徒は日本語をローマ字で表現することにより、日本語での会話が行われた。教室の前面には150インチを超える大きなスクリーンを2枚以上用意し、そのうち一つにテキストデータ、すなわちチャットの議論を投影した。このディスプレイは本実験において、双方の意見や感覚を双方向で伝達する媒体として極めて重要な意味を持った。これらはただ意見を交換するのではなく、お互いが「つながっている」ことを実感させるために有用であった。教室内で複数の生徒が同時に意見を述べる場合、すべての意見に耳を傾けることは事実上不可能であったが、本実験で導入した“Chat'n'Debate”により、どの生徒も他のすべての発言者の意見をほぼ同時に理解することが可能となった。

異文化ビックリ箱もまた両大学の協調的な情報交換を活発化するために有用であった。このシステムは、アンケートと投票という二つの意見集約を同時に可能にするシステムで、生徒たちはそれぞれアンケート結果に対するコメントを挿入することができる。各項目の投票数の変動は瞬時に画面上に現れるようになっており、それらの変化によって、議論がより活発になった。

実物教育では、会話時の距離の違いと日米それぞれの生徒の所持品の違いに関して学習した。日本と米国では会話時のお互いの距離に大きな差があることを見いだした。また、全生徒の所持品をお互いに提示し、それぞれの文化的違いが生徒の所持品に及ぶことに驚いた。

3 ネットワーク及び実験用ツール

3.1 高精細テレビ会議システム

情報通信研究機構はこれまで東京エレクトロンと共同で、来るべきブロードバンドユビキタス社会において高品位な映像及び音声を伝送できるビデオ会議システムを開発してきた。開発してきたシステムには、民生用ハイビジョンデジタルビデオ (HDV: 所要帯域 20Mbps あるいは 30Mbps) があり、このシステムをビデオ会議システムとして、遠隔授業の実証実験に使用してきた。図2にHDV伝送システムの構成を示す。

本システムの特徴は、従来のハイビジョン伝送システムに比べて極めて低価格でシステムが構成できる点である。従来のハイビジョン伝送システムでは極めて高価なハイビジョンカメラと映像・音声を圧縮・解凍のために必要な符号化器/復号器が必要であった。しかし、最近発売された民生用デジタルハイビジョンカメラは符号化器が内蔵されており、価格が15万円から40万円程度と低価格である。また、復号器に関しても民生用のD-VHSテープレコーダを用いることが可能であり、計算能力に依存するが、市販のノートPCにインストールされたソフトウェアデコーダによっても解凍が可能である。本実験では解像度の高い1080iフォーマットの伝送を行った。ハイビジョン伝送システムを用いてテレビ会議を行う場合、(1)極めて高精細であるため、100インチ以上の大型表示装置で投影することが可能、(2)水平方向に大きな画角を持つため、撮影カメラを物理的

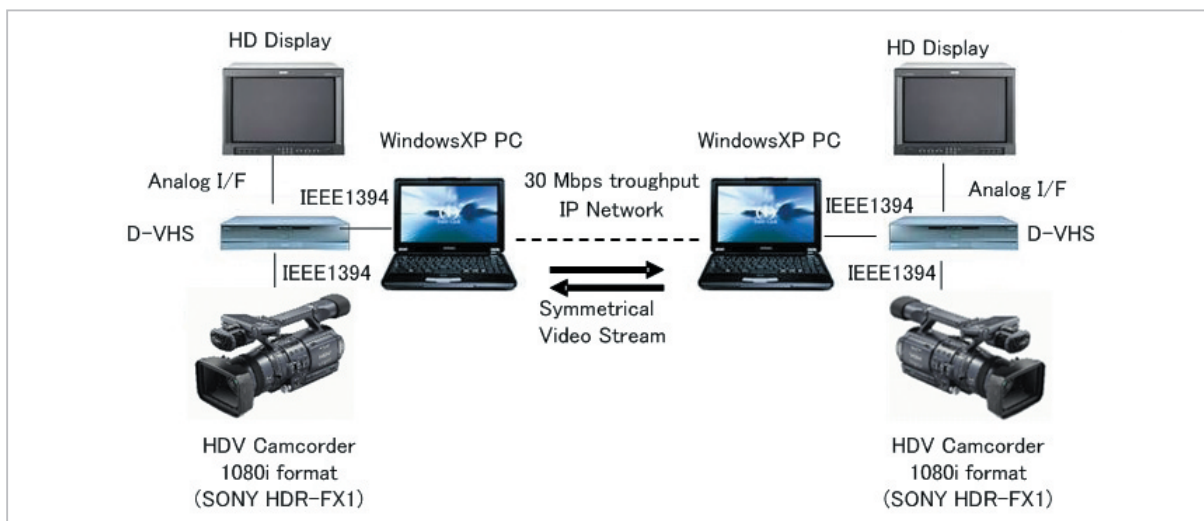


図2 民生用デジタルハイビジョンカメラを用いた IP 伝送システム (1080i)

に動かさなくても教室全体を固定カメラで撮影することが可能、(3)非常に多くの数の学生の表情まで伝送することが可能、等のメリットを持つ。しかしながら、同時に、非常に大きな圧縮率を達成するために、フレーム間圧縮技術を使用するため、入力した映像が映像として出力されるまでに、1秒程度の遅延時間が生じることである。将来的に更に通信回線の帯域が拡大することにより、この遅延時間を減少させることができる可能性がある。本実験では、日本側学生とアメリカ側学生がポケットの中身を実際に見せ合い、国柄や土地柄によって日常生活の必需品や所持金に差異があるかどうかなどを確認し、後述するチャットシステ

ム上でお互いの持ち物に対する疑問や意見などを交換した。このようにポケットに入るような小さなものを多人数のグループで見せ合うことは、高品質画像だからこそ可能であり、実物を見ることにより学生の意識や理解を高めることができた。

3.2 Chat' n' Debate

Chat'n'Debate は北海道大学によって開発された、Java applet として実装された Web ベースのチャットシステムである。本チャットシステムのスナップショットを図3に示す。

高度情報化社会にあっては情報発信能力の基盤を作るものとして英語による発信能力(特にライ

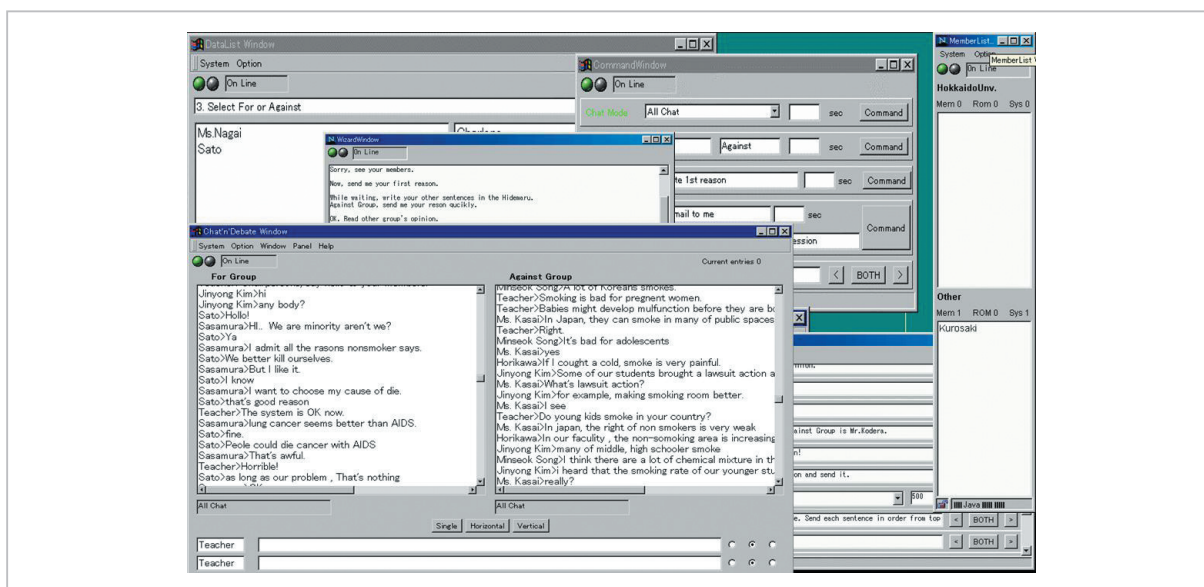


図3 Chat' n' Debate のスナップショット

ティング能力)リアルタイム(あるいは、それに極めて近い非同期)で即座に意見を交換するダイベート・システムとして、本システムは開発された。遠隔講義の中で、このチャットシステムは、生徒一人一人が対等に議論できる場を提供した。

3.3 異文化ビックリ箱(Culture Box)

異文化ビックリ箱は PHP で書かれた Web ベースの投票システムでコメント挿入機能を持っている。このツールも北海道大学によって開発された。異文化ビックリ箱のスナップショットを図4に示す。異文化ビックリ箱は事前に与えられた質問に対し、参加者が与えられた選択肢に投票し、その理由をコメントできるシステムである。例え

ば、「日本の大学生はお父さんのことを何と呼ぶか?」という質問に対する日本側の学生の投票結果とアメリカ側の学生の予想投票の比較や、逆に「アメリカの大学生はお母さんのことを何と呼ぶか?」という質問に対してアメリカ側が投票し、日本側が予想をし、その結果を比較した。投票後には、各投票結果について各国の学生がコメントを入れたり、その場でコメントに対する回答を入れたりすることができ、活発な議論が交わされた。

3.4 ネットワーク構成

本実験のネットワーク構成を図5に示す。本ネットワークは以下の3点に留意して設計された。

- 太平洋回線がインターネットを用いる。

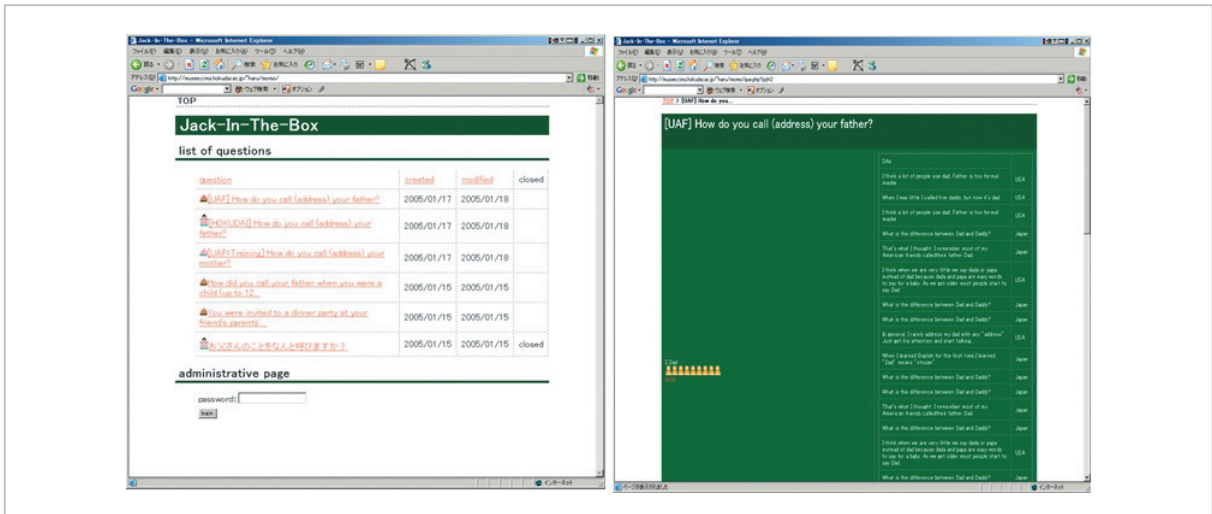


図4 Culture Box のスナップショット

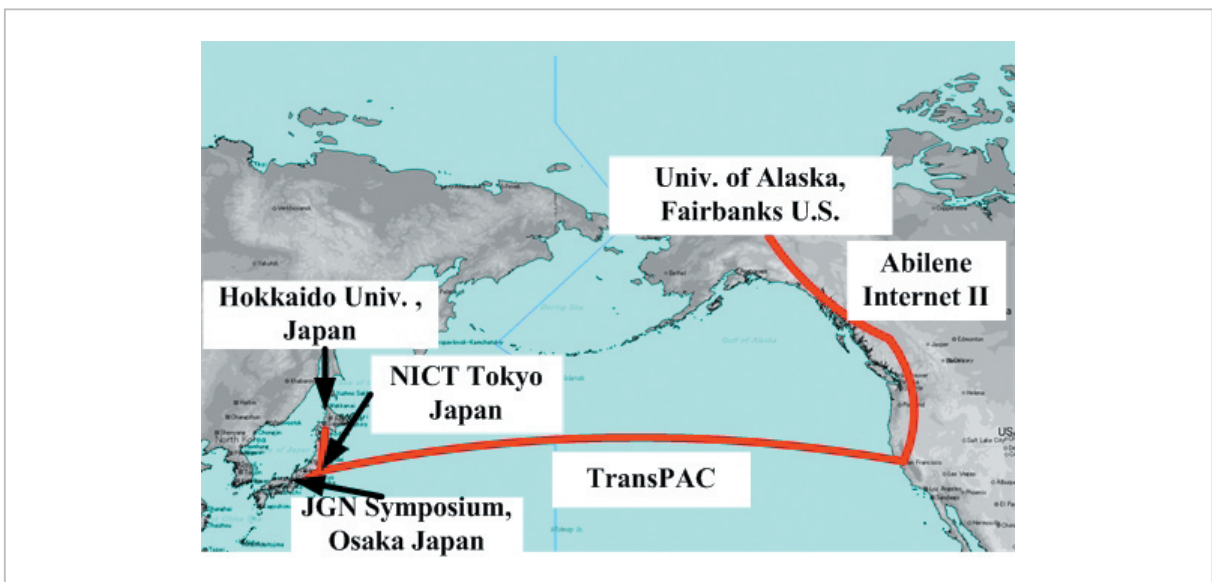


図5 ネットワーク構成概要

- 日本国内では JGN II を用いる。
- 日米間の 2 点間を直接接続するだけでなく、多地点配信を可能にする。

本ネットワークは国内部分とその他に分割され、国内部分は JGN II を用いその他の部分はインターネットを用いた。本実験授業は大阪で行われた JGN II シンポジウムとほぼ同時期に行われたため、授業風景を大阪のシンポジウム会場と NICT 小金井内に設置した会場に配信し、デモンストレーションとして公開した。大阪と東京を合わせて数十人の訪問者がこの実験授業を聴講した。

ネットワーク構成の詳細を図 6 に示す。本ネットワークでは、日本国内はすべて同じサブネットに属し、仮想 LAN でお互いの会場は接続されている。このサブネットは JGN II に設置されているルータからインターネットに接続している。このルータから北海道大学へは 100Mbps の帯域共有型のネットワークを用いて接続された。

アラスカ大学フェアバンクス校 ARSC 内の Discovery Laboratory と北海道大学は米国国内のインターネットを介して接続した。事前のネットワーク調査では、NICT 小金井の JGN セグメントから ARSC までの間に、UDP で 70Mbps 以上

のトラフィックが数パケットの消失だけで伝送することが可能であることが確認できた。実験が行われた時期はちょうど冬期休暇が終わる直前であり、大学内のトラフィックが比較的少なかったためと思われる。Discovery Laboratory は 150 インチを超える背面投射型ディスプレイを複数面組み合わせ合わせた没入型ディスプレイシステムを所有しており、これを用いて北海道大学の映像とテキスト画面を表示させた。このシステムにより等身大の画像伝送が可能になった。

遠隔授業の様子を多地点に配信するための方法は幾つかあるが、ここでは、IP ユニキャストによる配信を用いた。その理由は、今回のネットワークはインターネットを介しているため、効率的な多地点配信を実現できる IP マルチキャストを用いることが難しかったからである。今回用いたハイビジョンビデオ会議システムは IP レイヤで約 30Mbps の帯域を消費する。もし、北海道大学から 3 地点に向けてこのデータをユニキャストで配信する場合、約 90Mbps の帯域が必要となり、北海道大学と JGNII ルータとの間の回線容量にほぼ匹敵する。そのため、ネットワーク帯域の有効活用の点から、配信サーバを国内に設置し、そこか

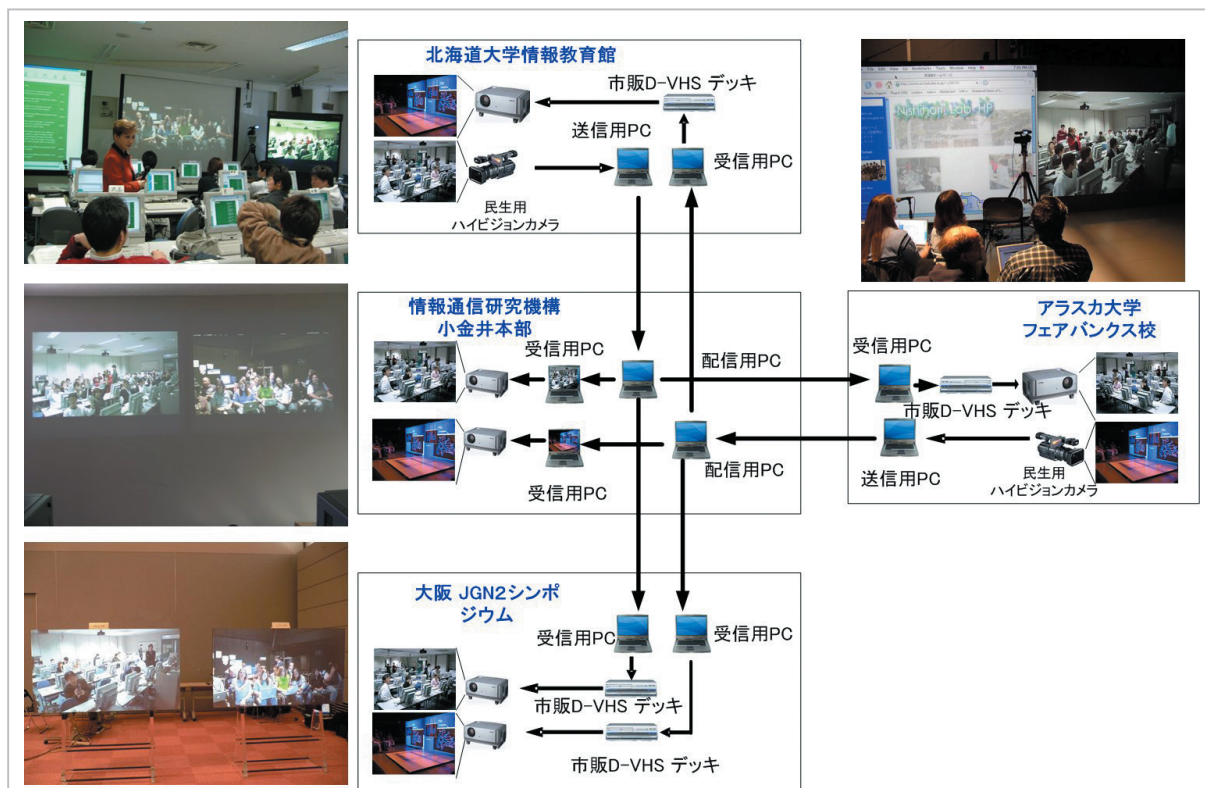


図6 ネットワーク構成詳細

らスター型にデータを配信するトポロジーを採用した。ネットワーク構成の詳細を図6に示す。

実際の実験時は、JGN シンポジウムに伴う他のトラフィックの影響もあり、東京に設置された米国側映像の配信サーバから北海道大学に向かう経路が極めて不安定となり、アラスカ大学から北海道大学に向けて直接ビデオ会議用のデータを送信した。この際には、アラスカ大学からは約60Mbpsのストリームが日本に向けて送られており、ネットワーク接続条件の良い大学は通常の学内LANからもハイビジョンビデオ会議が可能であることが示された。

4 まとめ

本論文では、2005年1月に行われた北海道大学とアラスカ大学フェアバンクス校の間のJGN IIを用いた国際間遠隔授業の実証実験に関して概説した。この実験では北海道大学内の情報教育館内

にある教室とアラスカ大学フェアバンクス校のArctic Region Supercomputing Center (ARSC)に属するDiscovery Laboratoryをインターネット及びNICTが運営する研究用ネットワークJGN IIを用いて接続した。この実験の目的、概要、使用されたツールに関して概説した。今後は、3か所あるいは3か国以上の地点を同時に接続し、共通の外国語の習得を通して、それぞれの文化を同時に学習できる異文化コミュニケーション講義の実証実験を実施する予定である。

謝辞

本プロジェクトを推進するに当たり、ARSCのFrank Williams博士、Barbara Horner-Miller氏、Virginia Bedford氏、Bob Huebert氏、Paul Mercer氏及びNathan Bills氏に多大なるご支援とご協力を頂いた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1 K.Nagaoka, H.Kato, H.Fukuda, and Y.Nishihori, "Collaborative Distance Learning Using International Broadband Network between NIME and Stanford", Proceedings of the 18th Conference of Japan Society for Educational Technology 2002, E1-208-3, 855-856.
- 2 Y.Nishihori, K.Nagaoka, and D.Harris, "Evaluating the Impact of the Gigabit Network on Learning", Proceedings of the 19th Conference of Japan Society for Educational Technology 2003, E2a-209-9, 949-950.
- 3 D.Fernandez, A.B.Garcia, D.Larrabeiti, A.Azcorra, P.Pacyna, and Z.Papir, "Multimedia Services for Distant work and education in an IP/ATM Environment", IEEE Multimedia, 8(3), 68-77.
- 4 T.Kishida, K.Maeda, and E.Kohno, "Realization of Active Collaboration in Distance-Learning on the Internet", *Information and Systems in Education*, 2, 77-84.
- 5 N.Nishinaga, Y.Nishihori, K.Nagaoka, K.Tanaka, S.Okabe, Y.Yamamoto, Y.Ichioka, L.Leifer, and D.Harris, "Cross-Cultural Learning Experiments through the Utilization of the Transpacific IP Network", *Proceedings of PTC2004*.
(<http://www.ptc.org/PTC2004/program/public/tuesday/t23/index.html>)
- 6 N.Nishinaga, Y.Nishihori, K.Nagaoka, D.Harris, S.Okabe, Y.Yamamoto, and K.Tanaka, "Enabling a Cross-Cultural Collaborative Community - Networking Technologies to Form Meaningful Environments for Higher Education", *Proceedings of ITHET2004*, IEEE Catalog Number: 04EX898C (ISBN: 0-7803-8597-7).
- 7 N.Nishinaga, Y.Nishihori, Y.Collier-Sanuki, K.Nagaoka, M.Aoki, Y.Yamamoto, M.Harada, and K.Tanaka, "Cross-cultural Learning Experiments through the Internet", *Proceedings of ITHET2005*, (ISBN: 0-7803-9141-1/05).

にしなが のぞむ
西永 望

無線通信部門先進衛星技術実証グループ主任研究員 博士(工学)
衛星通信

ながおかけいぞう
永岡慶三

早稲田大学人間科学学術院教授 工学博士
教育工学

あおき みほ
青木美穂

アラスカ大学フェアバンクス校北極圏スーパーコンピューティングセンター所属教員・アシスタントプロフェッサー
3次元CG、デジタルアート

はら だまさひろ
原田雅博

東京エレクトロン株式会社
高精細映像伝送

にしほり
西堀ゆり

北海道大学情報基盤センター副センター長／北海道大学大学院国際広報メディア研究科教授
応用言語学、メディア言語教育、英語教授法、協調学習

コーリヤさぬき ようこ
コーリヤ佐貫・葉子

アラスカ大学フェアバンクス校日本研究科主任 博士(日本語言語学)
言語学、言語教育

やまもとゆういち
山本裕一

北海道大学情報基盤センター助手
理学博士
情報メディア教育



たなかけんじ
田中健二

総合企画部国際連携室主任研究員
博士(工学)
画像符号化