

Title: 教室間のリアルタイム授業コラボレーションの実証実験

Authors: 前田香織 (kaori@ipc.hiroshima-cu.ac.jp)
河野英太郎 (kouno@ipc.hiroshima-cu.ac.jp)
中村 素典 (motonori@media.kyoto-u.ac.jp)
谷内正裕 (yachi@sfc.wide.ad.jp)
工藤紀篤 (kudo@sfc.wide.ad.jp)

Date: 2005 年 1 月 31 日

1. はじめに

単位互換を念頭に入れた大学間連携授業が提唱されているものの、地理的に離れた大学間での連携は困難なケースが多い。本研究では東京・京都・広島間を結んだ授業コラボレーションの実証実験を通して、遠隔地間の大学間連携の実現に必要な遠隔教育環境(ネットワーク, AV 設備, 映像伝送システム等)やコラボレーション授業の実施体制を確立することを目的とする。

2. 実験内容

実証実験では京都大学(以下, 京都大), 慶應義塾大学(以下, SFC), 広島市立大学(以下, 広島市大)の3地点とも臨場感ある講義を受講できるように, DV または MPEG2 HDV (High-Definition Video: 以下, HDV)映像を相互に伝送する。また, 資料共有方法として, RPT (Remote Point) [1]を使用し, 3地点での資料提示の同期をとる。3地点での双方向実時間授業実施のメリットをまとめるとともに, デメリット(問題点)を洗い出し, 支援体制の効率化のための要件を整理する。また, 映像品質や資料共有の観点から使用したシステムを評価する。実証実験は2004年9月~2005年1月にWIDEプロジェクト[2]のSOI (School of Internet) [3]において開講された講義科目「21世紀に向けての企業の挑戦」の講義の中で実施された。

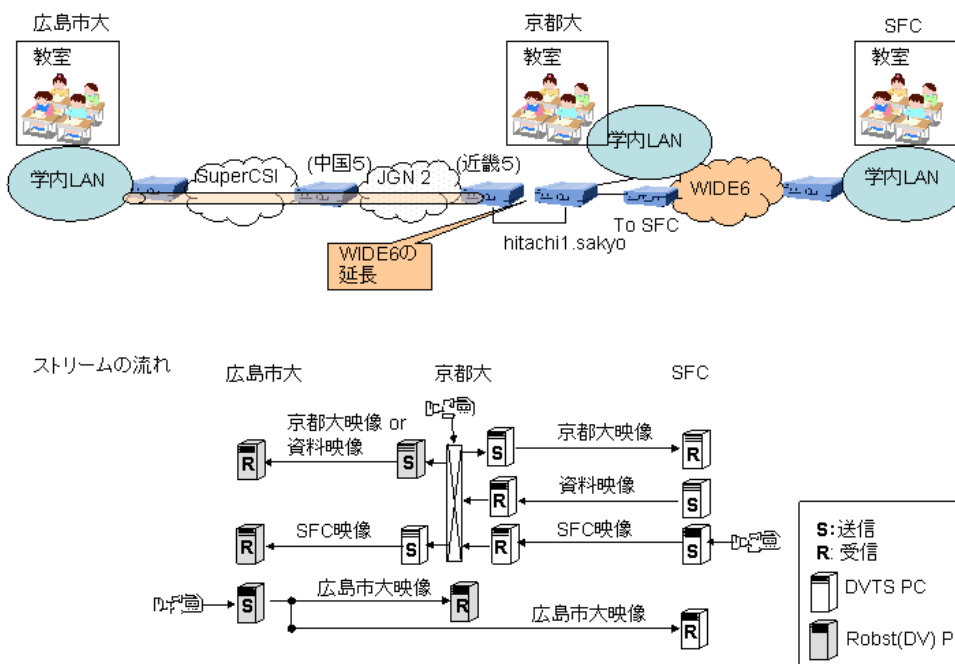


図1. ネットワーク構成とストリームの流れ (出典: 広島市立大学特定研究報告書 (3207))

3 大学間の映像伝送用のネットワーク構成とストリームの流れは図 1 のとおりである。使用した映像伝送システムは、主に DVTS[4]で、広島市大では Robst (Robust Streaming Tools) [5][6]の DV 映像伝送版 (Robst(DV)) を使用した。京都大発信の授業の際は京都大 - 広島市大間は Robst の HDV 映像伝送版 (Robst (HDV)) を使用した。各拠点で映像伝送システムに用いた PC の仕様を表 1 に示す。3 地点の映像品質等の状況を授業に影響を及ぼすことなく、互いに連絡する手段が必要となるが、それには IRC (Internet Relay Chat) を使用した。

表 1 . 映像伝送システムに使用した PC の仕様
(記載内容はプロセッサ、動作周波数、メモリ容量、OS の順)

	京都大		SFC	広島市大
SFC への送信	Pentium II, 350MHz, 128MB, FreeBSD 4.6.2-Release		-	Pentium 4, 4.3GHz, 1GB, VineLinux2.4(kernel-2.4.19)
京都大への映像送信	-		PentiumIII, 800MHz, 256MB, FreeBSD 4.7-Release	
京都大への資料映像送信	-		Pentium III, 800MHz, 256MB, Debian GNU/Linux unstable	-
HCU への送信	京大映像	Intel Pentium 4, 2.60CGHz, 512MB, Redhat Linux 9	-	-
	SFC 中継映像	Pentium 4, 1.5GHz, 256MB, FreeBSD 4.7-Release		
SFC の講師映像受信	Pentium II, 350MHz, 128MB, FreeBSD 4.6.2-Release		-	Pentium 4, 2.8GHz, 1GB, VineLinux3.0(kernel-2.4.26, SMP)
SFC の資料映像受信	Pentium 4, 1.5GHz, 256MB, FreeBSD 4.7-Release		-	-
京都大の映像受信	-		Celeron, 700MHz, 128MB, Debian GNU/Linux	Pentium 4, 4.3GHz, 1GB, VineLinux3.0(kernel-2.4.26, SMP)
HCU の映像受信	Intel Pentium 4, 2.60CGHz, 512MB, Redhat Linux 9		Mobile Pentium III, 1GHz, 512MB, Debian GNU/Linux	-

表中の Intel、Pentium、Celeron は米国インテル社の登録商標

3. 実施状況

2004 年 10 月中旬までネットワークの設計、および使用システムを整備を行い、3 拠点での実験は 2004 年 10 月 19 日 ~ 12 月 21 日間で行った。講義は財団法人 経済広報センターによる教育支援活動の一環として慶応義塾大学に開設された寄付講座で、IT 技術を中心とした企業から派遣された講師に

よるオムニバス形式の講義である。講義内容は表2の通りである。受講の様子を図2に示す。

本授業はSFCでは小澤太郎教授の秋学期授業、京都大では中村素典助教授の全学部全学年向け後期授業として開講されており、広島市大では平成17年度に単位認定授業として開講するための準備として全学全学年向けの自由参加講義として実施された。3拠点の受講者数はSFCが100～500名、京都大が100～200名、広島市大は30～70名だった。また、本授業はSOIの開講授業なので、授業内容はアーカイブされ、後の個人学習にも利用可能である。京都大では学生のレポート提出にSOIのレポート提出機能を使用した。

表2. 講義内容

10月19日	携帯ビジネスの市場展望	KDDI(株) au 事業本部 au 商品企画本部 モバイルサービス部 部長 重野 卓氏
10月26日	ADSL・IP 電話, IP 携帯電話ビジネスの市場展望	ソフトバンク BB(株) 取締役副社長兼 COO 宮内 謙氏
11月2日 (京都大発信)	3 地点遠隔講義のしくみ SFC は単独講義	京都大学情報メディアセンター 助教授 中村素典氏
11月9日 (京都大発信)	動き出したネット家電	松下電器産業(株) e ネット事業本部ネットワーク エンジニアリングセンター所長 吉田 純氏
11月16日 (京都大発信)	セキュリティビジネス戦略: ビジネス基盤としての光ブロードバンド への挑戦	西日本電信電話(株) ソリューション営業本部 ソリューションビジネス部セキュリティサービ ス推進室長 岡本充由氏
11月30日	メディアビジネスの将来: ユビキタス化のもたらす影響	(株) スカイパーフェクト・コミュニケーションズ 常務取締役 仁藤雅夫氏
12月7日	電子マネー「EDY」	ビットワレット(株) 執行役員 企画部 統括部長 宮沢和正氏
12月14日	IC カード「Suica」	東日本旅客鉄道(株) 鉄道事業本部 Suica 担当 部長 棚橋章夫氏
12月21日	オンライン証券取引と個人投資家で幅の 広がる証券市場	マネックス証券(株) 代表取締役 CEO 松本 大氏

4. 評価と考察

4.1. 技術レポート

3大学の支援スタッフから図3のような技術関連(支援コスト, トラブル等)のレポートを毎回收集した。これにより, 3拠点とも毎回の反省を次回につなげるようにした。拠点によってAV設備やネットワーク環境が異なるため, 各拠点の詳細な情報を把握するには不十分だが, 本技術レポートでどれくらいの支援スタッフや時間で準備が可能か, どのあたりの作業コストがかかり, 障害がおきやすかったかなどを把握することができ, レポート収集は有効だった。



図2. 広島市大での受講風景

```
#####
21CC - REPORT
      大学名:
      日時:
#####
Participants:
      出席者数 :
Operation:
      支援スタッフの人数 :
      役割分担: DV 操作担当:      人
                RPT 担当:      人
                カメラ担当:      人
                IRC 担当:      人
      準備に要した時間:
      映像/音声の品質に関する報告:
      今回発生した問題点とその解決策 :
      次回改善したらよいと思うこと:
```

図3. 技術レポート

4.2. アンケートによる参加者からの評価

広島市大では遠隔受講に関するアンケートを採取し、参加者の主観評価をまとめた（回答数は延べ224）。集計結果は図4のとおりである。いずれも5段階評価で、「音声のずれ」の項目のみ、1が良好であることを示し、他の項目は数値が大きいほうが良好な結果である。ほぼ同様の内容で同じ評価方法で、最終の講義後に講義全体を通して採取した京都大のアンケート結果を付録に示す。

全般的に良好な結果が得られ、授業として支障をきたすようなものではなかった。（11月30日は広島市大の学内LANの不具合により途中で受講を中止せざるを得なかったため集計から除いている）。特に他大学の受講、産学連携（企業派遣講師による講義）に関して高い評価結果が得られた。単位認定でない授業にもかかわらず毎回受講しているものも多く、本講義が遠隔受講というハンディを超えても参加価値のある講義であることや高品質での受講環境を構築できたことの現われではないかと思われる。

映像・資料画像に焦点をあてると、「画像の見やすさ」、「画像の滑らかさ」の評価値の最高値から最低値の差はそれぞれ1.64、1.83という結果で、「資料の見やすさ」の評価値の差1.91ポイントと比較して小さく、受講者は講師映像（画像）より資料の見やすさを重視していたと考えられる。

11月9日と16日の講義はRobst（HDV）を用いて、HDV映像伝送を試みる予定であったが、11月9日は準備が整わず、16日のみとなった。HDV映像伝送の授業1回分とDV映像伝送の授業7回分の画像品質に関する評価値（平均値）を表3に示す。DV映像と比較すると、HDV映像は高い評価値にはなっているものの、0.16～0.65ポイント程度の差である。今回伝送した映像は講師映像のみで、これに限っては2種類の映像品質の主観評価の差はあまりないといえよう。伝送映像を教材や受講生の表情等にした場合についても今後評価していきたい。

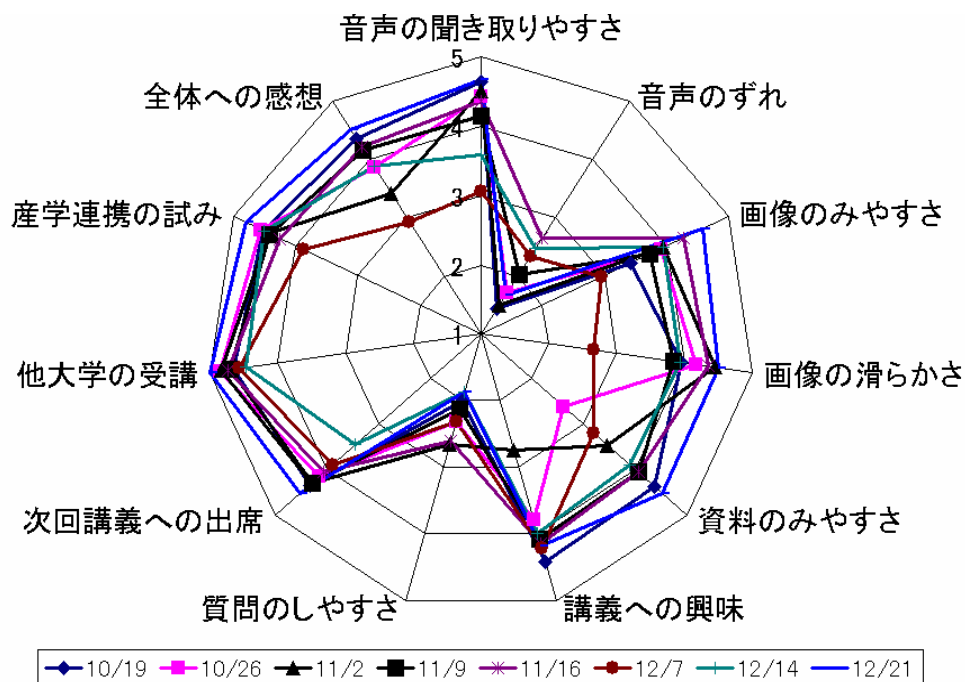


図4．アンケート集計結果（平均値）
（出典：広島市立大学特定研究成果報告書（3207））

表3．講師画像の画質による評価値
（出典：広島市立大学特定研究成果報告書（3207））

	画像の見やすさ	画像の滑らかさ
11/16（HDV映像）	4.27	4.35
10/19～11/2（DV映像;HDV映像視聴前）	3.75	4.19
12/7～12/21（DV映像;HDV映像視聴後）	3.82	3.70

「質問のしやすさ」については、アンケートの自由記述の中に次のような意見があった。

- ・ 質問する際に、変なプレッシャーがあるので気軽に質問できるような雰囲気を作って欲しい。
- ・ 講義後に質疑応答ができる BBSなどを設置してみてはどうか。

広島市大では今回初めての参加のため、遠隔受講という環境で、しかも他大学との合同授業という雰囲気に不慣れであったことと、広島市大の質問が最後にまわってくるため質問が出しにくいというような理由が考えられる。ただし、質問のしやすさに関しては京都大でも同様の傾向がみられ、質問しやすい雰囲気を作ることは今後の課題の1つである。質問の順番を3大学で変えていくのも1つの解決策と思われるので、来年度以降で試みたい。講義後の質疑応答にはSOIの提供している情報交換用BBSの利用も検討したい。

4.3. ネットワーク性能

図1のとおり、広島市大 - 京都大間は JGN II[7]を使用した。この間のネットワークのストリーム伝送性能を調べた結果を図5に示す。図5は10月26日の講義中の経過時間ごとのパケット損失率とRobstでエラー訂正した後のパケット損失率をグラフにしたものである。京都大 広島市大向けは0.1%以下のパケット損失で、RobstのFECによるエラー回復機能によりほぼ回復できていたので、高品質で映像・音声を受信できた。しかし、広島市大 京都大向けは数回、数パーセントの損失が生じ、Robstのエラー回復能力を超える場合、映像にブロックノイズが生じたり、音飛びしたりという支障をきたした。非対称なネットワーク性能の状況は他の授業日でも同様で、調査を行った結果、広島市大内の学内ネットワークが原因で、教室の最寄りのスイッチとその上流にあるメディアコンバータとのネゴシエーション不良によるものであった。両者の間はEthernet(100Base TX)で、上り、下りともにDVストリームが2本程度は送受信可能だったものの、2つの装置の通信速度やモードの不整合により、常に不安定な状態で送受信していたと推測される。その最たる状況が発生したのが11月30日で、受講できない位、映像や音声劣化が激しかった。原因は同じと考えている。2つの装置の通信モード等の設定を調整した後は非対称な状態や大きなパケット損失が生じることはなくなった。

一方、SFCの映像はDVTSで受信するが、映像には支障を感じるような影響は現れないものの、音声に「キッ」という音が混じることが頻繁にあった。今年度は広島市大 - 京都大間以外のネットワーク性能の調査ができなかったが、来年度も多くはSFC発信の授業なので、音声への影響度は大きい。原因特定の調査が必要と考えている。SFCからの映像ストリームは京都大でアナログ分岐して広島市大に送信されるが、ネットワーク以外のこうしたアナログ的な問題が原因になっている可能性もある。

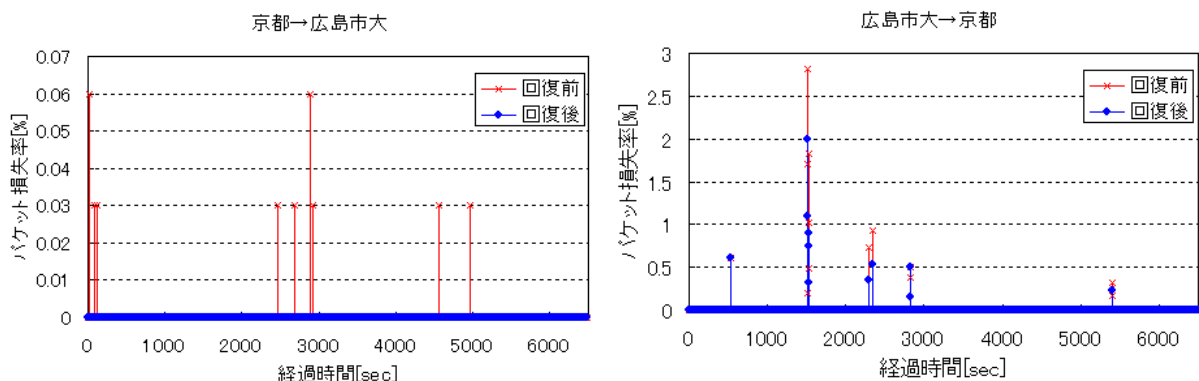


図5. 京都大 - 広島市大間のパケット損失

5. おわりに

3大学で講義を実施する教室の環境(AV設備, ネットワーク環境), 受講者数がかかなり異なるため, 支援体制を画的にマニュアル化することは難しい。しかし, 技術レポートと今回、課題としてあがっている以下のような点を考慮しながら, 残る研究期間で3拠点共通部分と個々の状況に応じたマニュアル化を目指す。

- ・ 事前準備（試験）環境がない，準備時間を十分に確保できない．
- ・ 互いに他拠点の映像や音声の受信状況（音声レベルや品質など）や表示資料スライドなどが確認できない．
- ・ 技術支援スタッフのオペレーションスキル（必須レベルはどれくらいか，人材の確保方法，拠点間のスキル差の吸収をどうするかなど）の検討が必要
- ・ 使用するソフトウェアの動作と PC の安定性の確保
- ・ IRC での連絡体制は有効だが，互いに関係が疎な支援スタッフ間の意思疎通は難しい．
- ・ 3 拠点になったことで音声レベルの差，まわりこみの調整がかなり困難である．

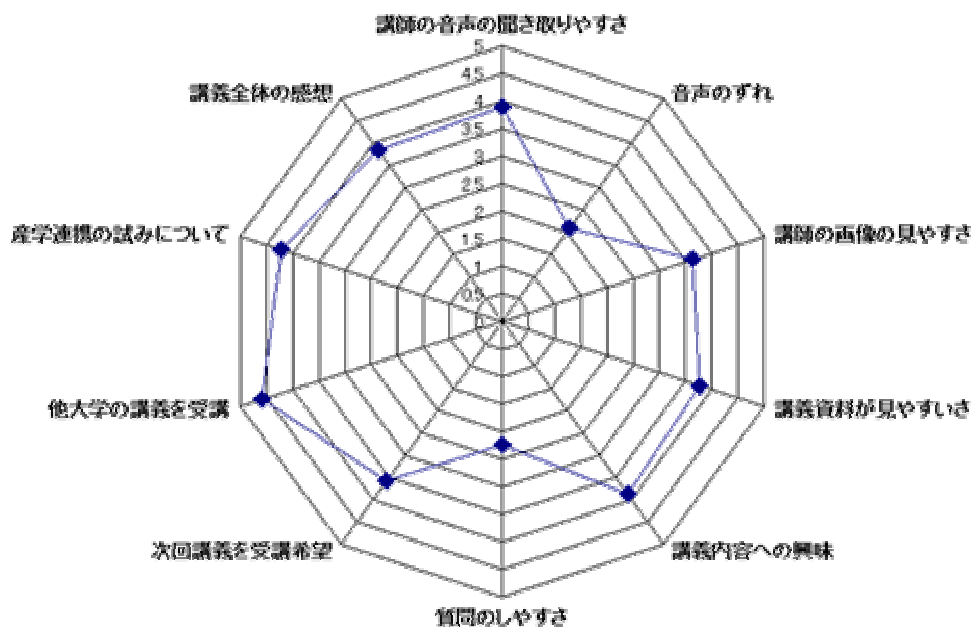
参考文献

- [1] 小川浩司，櫻井智明，大川恵子，村井純，“インターネットを利用したリアルタイム中継における資料共有システムの設計と実装”，情報処理学会第 61 回全国大会講演論文集(4)，pp.285-286，2000.
- [2] WIDE Project Web Page, <http://www.wide.ad.jp/>
- [3] WIDE University School of Internet Web Page, <http://www soi.wide.ad.jp/>
- [4] DVTS, <http://www.dvts.jp/>
- [5] 近堂徹，西村浩二，相原玲二，前田香織，大塚玉記，“高品質動画伝送における FEC の性能評価”，情報処理学会論文誌，Vol.45, No.1, pp.84-92, 2004.
- [6] Robst Web Page, <http://net.ipc.hiroshima-u.ac.jp/robst/>
- [7] Japan Gigabit Network, <http://www.jgn.nict.go.jp/>

付録

京都大学でのアンケート結果

回答者数：68 人（討ち、65 人は 5～11 回の遠隔講義参加経験者）



Copyright Notice

Copyright © WIDE Project (2005). All rights Reserved.