

インターネット・ストリーミング技術を用いた 双方向遠距離教育システムの活用とその評価 —学生と社会人を比較して—

埼玉職業能力開発促進センター 菊池 達也
 (～平成13年3月 職業能力開発総合大学校東京校)
 四国職業能力開発大学校 藤田 紀勝

Trial and Evaluation of a Bi-directional Distance Educational System with
 Internet Streaming Technology
 —A Comparison of Evaluations by Students and Working Engineers—

Tatsuya KIKUCHI, Norikatsu FUJITA

要約 ギガビットイーサネットを始めとする高度情報通信網の整備が地球規模で広まり、社会システムに大きな変革をもたらしてきている。遠隔教育の分野も例外ではなく、従来の印刷教材を中心とした通信教育やテレビ、ラジオの一方的な放送教育以外に、双方向と同期・非同期的な通信手段をもつインターネットと多様なメディアを一元的に取り扱うマルチメディアを活かした遠隔教育訓練が生まれてきている。また、技術革新、産業構造の変動、経済活動のグローバル化により、高度専門職業人の育成が急務になっている。そのため、学生のみならず、有職社会人を対象とした大学校における時代のニーズにマッチした高度職業訓練の充実が大きな課題になっている。この課題は社会貢献の一つとして期待され、教育訓練コースの拡充と柔軟な実施を可能にする方法として遠隔教育が注目されている。そこで、筆者らは大学校の講義や能力開発セミナーでの利用を目的としたビデオ会議システムを活用した双方向遠隔講義システムを四国職業能力開発大学校と職業能力開発総合大学校東京校に構築した。実際に、600Km離れた四国校と東京校間で相互に授業配信を行った。その取り組みの一つに、内容が同じ授業を専門課程の学生と能力開発セミナーの受講者（社会人）対象に授業を実施し、授業後に評価を求めた。講師の解説とスライド画面をビデオストリーミング形式でライブ配信した。授業後に実施したアンケート調査から、学生と社会人は本システムと遠隔教育を高く評価した。学生と社会人の評価を比較した場合、遠隔教育への参加意識および総合評価が高かったのは社会人であることが明らかになった。

I はじめに

最近、ビデオ会議システムとISDNを組み合わせた遠隔教育の利用が普及しつつある⁽¹⁾⁻⁽⁵⁾。ビデオ会議システムは、音声・動画の配信、双方向、同時性、多地点会議などの機能の長所がある。Picture Tel社やNTTで市販されているビデオ会議システムはテレビ受信機の上に載せられる程コンパクトであり、その操

作はビデオデッキ程度に簡単である。ISDNは通信帯域が確保されているため、安定したビデオストリーミングの配信が行える。インターネットの活用は経済的ではあるが、ネットワークトラヒックの状態によっては音声や動画が円滑に受信できない場合がある。このような時、クライアント側で輻輳状態を回避することは困難である。

また、ビデオ会議システムを利用して、放送教育の

ように講師が教授するライブ型授業を配信すれば、学習者は教室での授業に近い臨場感を持ち、双方向通信により質問も可能であり、教室での対面授業に近い臨場感を確保できる。文部科学省の大学では大学設置規程の改定により、遠隔授業が正規の単位として大幅に認められるようになった。北米では、キャンパスを持たない、ITを活用したバーチャル・ユニバーシティが誕生し、実績を上げている⁶⁾。

遠隔教育には、オンデマンド型とライブ型がある。オンデマンド型教材というとWebベースのCAIを連想されるが、その制作コストと時間は大きな負担になる。コースウェアは一度制作すると、オンデマンドで大勢の学習者に配信できるメリットがある。しかし、デメリットとしては、学習対象者が少数な場合や学習内容が直ぐに陳腐化する場合に不合理である。従来の教科書で勉強できる内容を遠隔教育の題材とするだけでは、重複が生じてしまい、教育訓練プログラムの拡充に結びつかない。遠隔教育では、各教室では少数だが全国的にはまとまった人数を期待できる場合や、話題やニュース性がある内容を教育訓練の題材として、新たなセミナーを提供することも必要である。

このような遠隔教育の教材には、ライブ型教材が適している。ライブ型とは、テレビの生放送教育番組のように、講師が資料を提示しながら講義を進める形式である。ここでは、講師と学習者が双方向に会話できるので、講義の後に質疑応答時間を設ければ他の学習者の考えや解説の補足を求めることもできる。このライブ型の遠隔教育の強みは、制作コストが安いこと、そして講師自身が優れた遠隔教育用教材になりうる点にある。講師がワープロやパワーポイントで自作した講義用資料を遠隔教育用の教材として利用できる。このような背景から、ライブ型遠隔教育が注目されている。

しかし、最近普及してきているISDNを利用したビデオ会議システムはライブ型の遠隔教育が実施可能であるが、高価な専用機が必要であり、各訓練施設には予算上の都合がある。また専用システムには、配信中にビデオを記録する機能がない。ビデオデッキを使用して授業をテープに記録して、学習者や施設に貸し出すことはできる。しかし、この方法ではテープの郵送などに、時間、手間、送料などの問題が発生する。

そこで、これらの問題点を解決するために筆者らはインターネット・ストリーミングソフトとISDNを組み合わせたシステムの提案を行った⁷⁾。このシステム形態では、安定した遠隔授業の実施が可能だけでなく、

ライブ型の遠隔授業がインターネット・ストリーミング形式で記録が行えるため、瞬時にインターネットで公開することが可能となる。

本双方向型遠距離教育システムでは、インターネット・ストリーミングソフトとしてRealNetworks社のRealSystemを利用し、四国職業能力開発大学校（以下、四国校）と職業能力開発総合大学校東京校（以下、東京校）で、共同で構築を行った。本研究では、学生と社会人を対象に、本システムを利用した遠隔講義を実施し、システムの有効性を調査することを目的とした。

以下、Ⅱ章ではシステムの構成を述べ、Ⅲ章では遠隔講義の内容と実施の方法を示し、Ⅳ章でアンケート調査と結果を、Ⅴ章でまとめる。

Ⅱ システムの構成

図1に本双方向遠距離教育システムの構成図を示す。今回は、四国校と東京校間で相互に授業を配信するシステムを構成した。東京校（小平市）と四国校（香川県丸亀市）は地理的に約600Km離れているが、NTTの一般ISDN回線を利用して通信網を確保する。通信速度は128kbpsであり、ISDNルータでインターネット・プロトコル(IP)へ変換し、各パソコンと10BASE-Tで接続されている。

RealSystemは、同時放送ライブ型とオンデマンド型の両方の機能に対応したシステムではあるが、配信された映像と音声クライアント側で再生されるまで約20秒費やされる。質問の受け答えなどの双方向リアルタイムの会話には適さない。そのため、リアルタイムの会話用にマイクロソフト社のNetMeeting3(以下、NM3)を利用した。NM3だけを利用した双方向遠距離教育システムの構築も可能であり、その試用を行った。しかし、NM3には、ライブ放送したビデオストリームを記録する機能がない。ライブ放送授業をオンデマンド用教材として活用して、遠隔教育のリソースを豊富なものにしていく目的に合わない。筆者らのシステムは、RealSystemをベースにして、リアルタイムの双方向会話をNM3で補う構成にした。

授業配信では、RealSystemとNM3を同時に使用することにした。2つのシステムを併用することにより授業配信中に技術的なトラブルが発生した場合、連絡を取り合うことができる。本試みでの授業配信は、RealSystem上で80kbpsの通信帯域を使用し、残りの

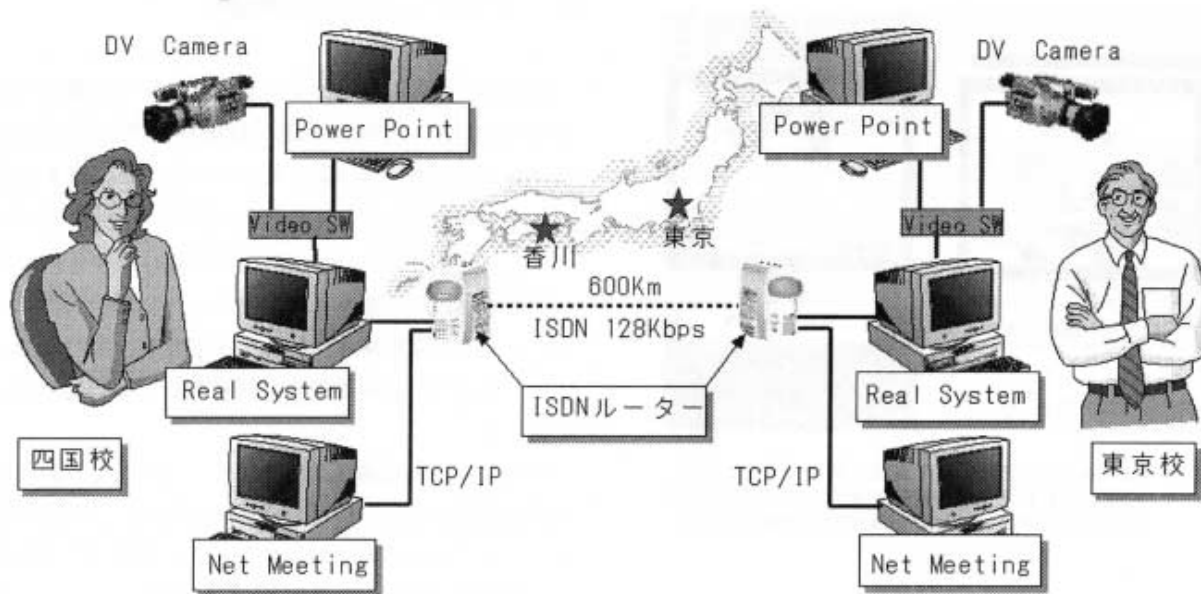


図1 ISDNを利用した四国校と東京校の双方向遠隔教育システムの構成

帯域をNM3上で使用した。また質問時にはRealSystemを終了させ、NM3上で128kbpsのフルの帯域を使用し、質問のやり取りを行った。

Ⅲ 遠隔講義の方法

遠隔授業は2001年1月から3月の間に、四国校と東京校間で相互に実施した。第1回目は、四国校から東京校の学生と受講者（社会人）への授業配信。2回目は、東京校の学生が制作した課題の発表を四国校へ配信し、遠隔地の学生同士の協調学習を行った。3回目は、東京校に設置したステッピングモータの実験装置^⑤を四国校の学生が遠隔から操作しながら実験する“遠隔実験授業”という新しい試みを行った。

本研究では、東京校の電子技術科2年生23名と能力開発セミナー受講者（社会人）14名に同一の授業を実施し、遠隔教育の有効性を調査した第1回目の事例に焦点を当てる。この授業の内容は、本研究テーマである“インターネット・ストリーミング技術を用いた双方向遠距離教育システム”である。どちらのグループも、事前にインターネットやマルチメディアに関する授業を実施して、この授業の必要なレディネス知識は十分にあったと思われる。

授業時間の配分は、NM3で5分程度の自己紹介、RealSystemを利用した講義を40分行い、質疑応答をNM3で15分の構成にした。はじめの自己紹介では、四国校の講師の紹介と東京校の学習者の挨拶を行った。

ここでは、遠隔教育という特別な方法で授業を行うので、講師と学習者が打ち解けた雰囲気やネット上で共有することが重要と考えた。講義では、講師が話す様子をビデオカメラで撮影し、適時、資料提示のパワーポイントで作成したスライドの画面と切り替えた。この操作は図1に示す講師の手元のVideo SWで行った。東京校の会場の様子を図2に示す。受信した映像を液晶プロジェクタで、教室後方からでも、見えるように大きく投影した。また、音声については、外部スピーカーで音量を調整した。

質問は、NM3を利用して、双方向の会話で実施した。四国校の講師に東京校の学生が質問する様子を図3に、また、東京校の受講者の質問の様子を図4にそれぞれ示す。



図2 RealSystemで四国校の授業を受信している東京校の会場の様子(学生)

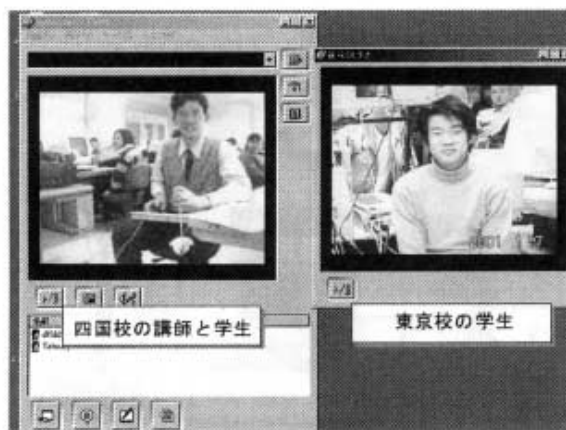


図3 NetMeeting 3を利用して質疑応答をしている画面。右画面が質問の指名を受けた東京校の学生。左画面が四国校の教師と学生。東京校で受信した映像。



図4 NetMeeting 3を利用して質疑応答をしている画面。右側画面が質問する東京校の受講者(社会人)。左画面が回答する四国校の講師。東京校で受信した映像。

表1 社会人と学生の遠隔授業の条件

| | 社会人 | 学生 |
|--------|--------------|------------|
| 授業内容 | 遠隔教育の紹介 | 左に同じ |
| 授業時間 | 約1時間 | 左に同じ |
| 講師 | 四国校 F講師 | 左に同じ |
| 会場 | 東京校電子科CAD室 | 左に同じ |
| 遠隔システム | 図1のシステム | 左に同じ |
| 伝送方式 | ISDN 128kbps | 左に同じ |
| 受講者 | 14人男6、女8 | 23人 男21、女2 |
| 平均年齢 | 50歳 分散113 | 21歳 分散13 |

IV アンケート調査と考察

遠隔授業は、東京校の能力開発セミナー受講者(社会人) 2001年1月13日と電子技術科専門課程2年生 2001年1月17日とほぼ同じ時期に実施した。表1に示すように、社会人と学生に対する授業の条件を同じにした。なお、社会人と学生は平均年齢は異なるが、今回の授業内容に必要なインターネットの講座を受講し、レディネス知識を備えている成人である。そのため、2つのグループは職業訓練の対象者として違いはない、と言える。

本システムと遠隔授業について、“社会人と学生が与える評価は等しい”という帰無仮説と、“評価は等しくない”という対立仮説を立てた。社会人と学生からの評価を、同一の質問紙による主観評価によって行った。質問項目は、宇井らの研究⁹⁾を参考に作成した。評価の方法は、30項目について5点法によって評価させた。2つのグループの主観評価の平均値を図5にプロットした。

1. 平均値の評価

図5より、社会人の評価点が学生より、ほとんどの質問項目において高い。次に、2つのグループが与えた評価の違いを明らかにするために、質問項目ごとにt検定(両側検定)¹⁰⁾を行った。1%水準で有意な結果には、図5中に“*”の記号を付けた。

図5から、「Q1、Q3、Q4、Q8、Q14、Q16~Q24」の約半分の項目(14項目)において社会人が学生よりも高い評価をしている。1%水準で有意。

大きな差があった項目に次のような内容であった。

- 講師の話し方や表情に関する質問項目
 - 疲労度に関する質問項目
 - 授業への参加意識や臨場感に関する質問項目
 - 講座時間の長さに関する質問項目
- また、差が少ない質問項目に以下があった。
- 講座の難易度に関する質問項目
 - 講師の音声の明瞭度と音量に関する質問項目
 - 総合的な評価を求める質問項目

2. 総合的評価

30項目の質問のうち以下の5項目は、総合的な評価を求める質問項目である。

Q26 目の前に講師のいる講座形式に比べてよく学習できた

Q27 大学へ行くより、自宅や職場での遠隔教育が良い

- Q28 ISDNで講座を送ることは良い
- Q29 このような講座を、今後も受けたい
- Q30 総合的にこの遠隔教育システムは良い

これらの質問項目の回答の平均値を学習者の「総合的評価」とし、授業に対する全体的な評価とすることにした。学生と社会人の“総合的評価”を図6に示す。学生と社会人とも“総合評価”は3よりも1%水準で有意に高く、総合的に高い評価を得た。

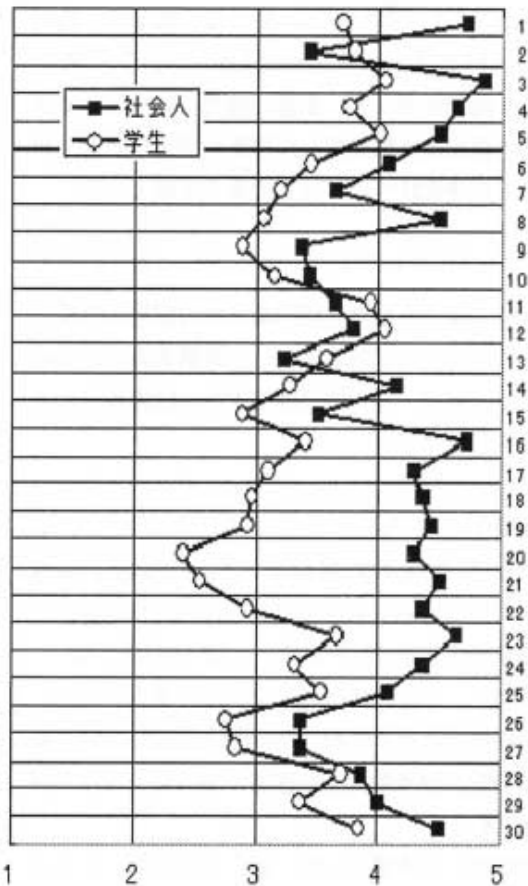
社会人と学生の間で、t検定を行ったところ、社会人が学生よりも1%水準で有意に高い評価を与えていることがわかった。このことは、遠隔教育が学生より

も社会人に受け入れる可能性がある。

V まとめ

ビデオ会議システムを活用した双方向遠隔講義システムを四国職業能力開発大学校と職業能力開発総合大学校東京校で共同開発した。実際に、600km離れた四国校から東京校へ授業配信を行い、学生と社会人に授業を実施した。授業後に実施したアンケート調査より、本システムと遠隔講義に高い評価を得た。また、遠隔

- Q01 講座内容は・・・興味深かった*
- Q02 講座内容は・・・易しかった
- Q03 講師の“話し方”は・・・親しみやすかった*
- Q04 講師の表情は・・・よく分かった*
- Q05 パワーポイントの提示画面(文字、図表)はよく見えた
- Q06 全体的にテレビ画面(画質)は・・・良かった
- Q07 画像の乱れやちらつきが・・・気にならなかった
- Q08 目が・・・疲れなかった*
- Q09 音声が遅れて聞こえてくるのが・・・気にならなかった
- Q10 画像と音声の時間的なずれは・・・気にならなかった
- Q11 講師の音声の明瞭度は・・・十分だった
- Q12 講師の音声の音量は・・・適切だった
- Q13 質疑応答の声は・・・よく分かった
- Q14 質疑応答の仕方は・・・良かった*
- Q15 質疑応答は・・・スムーズであった
- Q16 講座の雰囲気は・・・伝わった*
- Q17 臨場感が・・・得られた*
- Q18 講師は遠隔会場の受講者の状態を・・・把握していた*
- Q19 自分が参加している意識を・・・持てた*
- Q20 講座中に・・・眠くならなかった*
- Q21 講座会場との・・・一体感があった*
- Q22 講座、質疑の時間配分は・・・適切だった*
- Q23 講座時間の長さは・・・適切だった*
- Q24 質疑応答の長さは・・・適切だった*
- Q25 資料提示と講師の画面の切り替え接続は・・・良かった
- Q26 目の前に講師のいる講座形式に比べて・・・よく学習できた
- Q27 大学へ行くより、自宅や職場での遠隔教育が・・・良い
- Q28 ISDNの一般電話回線で講座を送ることは・・・良い
- Q29 このような講座を、今後も・・・受けたい
- Q30 総合的にこの遠隔教育システムは・・・良い



*:1%水準で有意差があることを示す

図5 学生と社会人の各質問項目に対する回答平均の比較

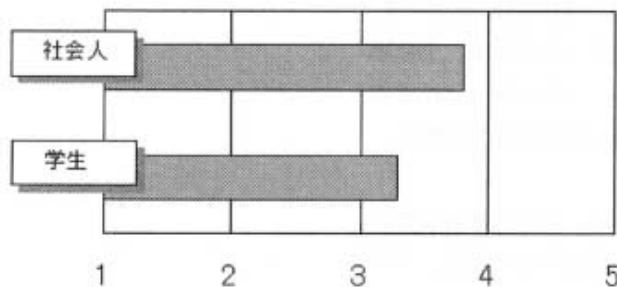


図6 社会人と学生の“総合評価”の比較

講義に、臨場感、一体感、参加意識を持った割合は、学生よりも社会人に多いことが明らかになった。

一般に、遠隔授業は対面授業と比較すると、教師と学生のコミュニケーションでハンディがあることが報告されている⁽⁶⁾。アンケート調査で、学生は画質にこだわる意見が多かったが、社会人は画質に劣化があっても気にならないようであった。社会人が、遠隔教育を支持した理由は、忙しい日常の中で学習できる機会を重視したためと考えられる。学生はいつでも対面授業を受けられる。筆者らの経験から、社会人の方が学生よりも、学習意欲が高い。

学生を対象とする場合、遠隔環境下での教育訓練効果を上げる工夫が必要になる。例えば、東京校と四国校の学生がPBL(Project-Based Learning)^{(11),(12)}等を取り入れた協調学習など、単独の施設では実施できない授業や新たな体験を含んだ授業が学生に必要な。これらの研究については、今後の課題とする。

謝辞

本研究にご協力を頂いた四国職業能力開発大学校、職業能力開発総合大学校東京校、生涯職業能力開発促進センター、雇用・能力開発機構本部の関係各位に厚く御礼を申し上げます。

【参考文献】

- (1) 星野敦子、加藤直樹、村瀬康一郎、森田政裕、ISDNを利用した遠隔講座システムの評価と費用分析、日本教育工学雑誌、Vol.23, pp.89-94(1999-8)
- (2) 星野敦子、加藤直樹、村瀬康一郎、橋本ヒロ子、遠隔授業における学習の理解度に影響を及ぼす要因の分析、日本教育工学雑誌、Vol.24, pp.197-202(2000-8)
- (3) 今井亜湖、吉本優子、劉 威、丹羽次郎、テレビ会議システムを用いた遠隔教育における異なる講義形態の評価、日本教育工学雑誌、Vol.24, pp.115-120(2000-8)
- (4) 清水康敬、中山実、宇井修、菅井勝雄、前迫孝憲、山内祐平、黒田卓、木村博茂、清水英夫、小杉康宏、大盛雄司、長谷川正道、ハイビジョンによる衛星遠隔教育の実施と評価、日本教育工学雑誌、Vol.21, pp.85-88(1997-8)
- (5) 東新哲、前迫孝憲、丹羽次郎、双方向遠隔授業におけるディスカッションの導入とその評価、日本教育工学雑誌、Vol.24, pp.91-96(2000-8)
- (6) バーチャル・ユニバーシティ研究フォーラム、バーチャル・ユニバーシティ、アルク(2001-7)
- (7) 藤田紀勝、菊池達也、インターネットストリーミング技術を用いた双方向遠距離教育システムの構築、職業能力開発報文誌、Vol.13, No.2, pp.33-38(2001-11)
- (8) 菊池達也、小型モータ制御実習用遠隔実験システムの開発—日本人学生と外国人研修生を比較して—日本教育工学雑誌、Vol.24, pp.127-130(2001-8)
- (9) 宇井修、中山実、清水康敬、衛星通信講座における講義形態と学習者評価の関係、電子情報通信学会論文誌、Vol.J80-D-II, No.4, pp.892-899(1997-04)
- (10) 森敏昭、吉田寿夫編著、心理学のためのデータ解析テクニカルブック、北大路書房、pp.59-68(1996)
- (11) 福田収一：“グローバルエンジニアリングと設計”、第10回設計工学：システム部門講演会、日本機械学会、No.00-34, pp.199-202(2001)
- (12) 大中逸雄：“日本技術者教育認定基準の要点と教育の改善”、工学教育、vol.48, no.1, pp.21-26(2000)