

マルチメディア遠隔教育システムの評価と 学習者インタフェースの検討

田村 武志[†] 上西 慶明^{††} 佐藤 文博^{††}

マルチメディア遠隔教育システムによる分散型教育を実施し、遠隔教育システムの定量的な評価分析を行った。すなわち、システム構成の異なる二つの遠隔教育システムの比較を行い、システム評価に関する重要要因の抽出、教授法ならびに中央教室と地域教室との差異について数量化分析をした。その結果、システムの評価を規定する因子として「トランスペアレントな伝達機能による学習意欲」「教授法」「臨場感」の三つを抽出した。これら三つの因子は、遠隔教育システムの「善し悪し」を決定づける重要な要因であることを明らかにする。そして、最適な学習者インタフェースを設計するには、この三つに着目して、改善・工夫すれば、より効果的な分散型教育が実現できることを述べる。特に「教授法」では、受講者に対し、情報を一方的に提示する「情報提示型」の教授法ではなく、遠隔地の受講者と絶えずコミュニケーションを行い、心理的距離感を少なくする「コミュニケーション型」教授法が重要であること、「臨場感」を高めるには、学習者インタフェースとなる情報提示装置（プロジェクタ）を大きくし、縦視視野を広げる必要があることを提案する。そして、テレビ会議システムの遠隔教育システムとしての最適化について検討し、制御情報を活用した統合型システムの提案を行う。

Evaluation of Multi-Media Distance Education System and Study of the Optimum Learner Interface

TAKESHI TAMURA,[†] YOSHIAKI KAMINISHI^{††} and FUMIHIRO SATO^{††}

A distributed-type education employing the multi-media distance education system was conducted for a quantitative analysis of the system. Results of this quantitative analysis on transmission speed, comparison of systems with differing constructions, extracting vital factors influencing the assessment, and the difference between the main classroom and distance classrooms shall be given. And conditions for the optimum learner interface shall be discussed based on these results. Three factors have been drawn out as having a marked influence in assessing the system namely the "will to study", "educational method", and a "sense of togetherness". They are important factors which can be decisive to the success of a distance education system. Furthermore, designing the optimum learner interface with these three factors in mind, and making improvements there, shall lead to the realization of a more effective distributed-type education. Proposals shall be made in "educational method", the importance of a "communicating-type" class, communicating constantly with learners at distance classrooms to diminish the psychological distance shall be presented, as opposed to the "information presentation" type method giving information one-sidedly. And the importance of having a larger projecting screen, to increase the "sense of togetherness". The optimum style of video conferencing system best suited for the distance education system shall be discussed also, whereby a comprehensive type system applying controlled information, shall be proposed.

1. はじめに

デジタル伝送技術およびネットワーク技術の進展により動画像、静止画像、音声および文字によるマルチメディア通信が容易に可能になってきた。特に、動

画像通信は、視覚情報による実体感、臨場感、情緒など、感性あふれるコミュニケーションを可能にするため、広く遠隔教育に使われるようになってきた。

現在、動画像通信による遠隔教育は、衛星回線、光ファイバケーブル回線、マイクロ波回線などを利用した比較的大規模な専用システム（プライベート）型のもので多く実用化されている。しかし今後は、コストの安価な公衆網（ISDN）型のパブリックな遠隔教育が普及するものと予想される。筆者らは、ISDNによる

[†] 国際電信電話（株）
Kokusai Denshin Denwa (KDD) Co., Ltd.
^{††} (財)日本情報処理開発協会中央情報教育研究所
Central Academy of Information Technology
(CAIT), JIPDEC

マルチメディア通信が容易に可能になったことから、例えばテレビ会議システムのようなマルチメディア・マルチポイント接続ができる効果的な遠隔教育システムの構築を目指している。これを実現するためには、多くの受講者の遠隔授業に対する反応を調査分析し、評価要因を明らかにして、システム設計に反映させる必要がある。

従来、遠隔教育に関する研究は、数多く行われてきた。例えば、伝送速度の違いによる遠隔学習の評価やハイビジョンによる遠隔教育の評価などである^{1)~6)}。

しかし、これらの研究は、どちらかと言えば、画像評価を中心としたものが多く、教授法を含めて、最適な遠隔教育システムを設計するという視点からの研究は行われていない。本論文では、この点に着目し、システム構成が異なる場合や、教授法を変えた場合における受講者の反応を数量化分析し、特に学習者インタフェースの具備すべき要件について明らかにする。具体的には、①1.5 Mb/s の伝送速度で動画像、2画面を双方向伝送する遠隔教育専用システムと、128 kb/s のテレビ会議システムを使った簡易遠隔教育システムとの遠隔授業の比較を行った。その結果、学習意欲、臨場感について、両者に顕著な差がみられ、テレビ会議システムをそのまま遠隔教育システムとして利用するのは問題があることを指摘する。また、②遠隔教育専用システムの評価を規定する要因は、「トランスペアレントな伝達機能による学習意欲」「教授法」「臨場感」の三つであること、③遠隔教育における最適な教授法は、受講者に問いかけやコミュニケーションを行う「コミュニケーション型教授法」であること、④分散型教育における中央教室と地域教室とを比較した場合、両者にはほとんど差がないこと、などを明らかにする。また調査実験により明らかになった知見をもとに、システム最適化のための検討を行う。

2. 調査の目的

分散型教育をより一層効果的なものにするためには遠隔教育システムの評価に関わる要因を明らかにし、それに対処する必要がある。遠隔授業の場合には、通常の教室での対面による授業とは違い、通信メディアや画像提示メ

ディアが介在する。そのために、通常授業とは違った視点から授業の状況をとらえる必要がある。例えば、臨場感、講師の教え方、講師の表情把握、質問のしやすさ、学習意欲などから授業の状況を数量的に把握し、システム設計に反映させる必要がある。また、分散型教育の場合、中央教室と地域教室との差異が大きな関心事となる。本調査によりこれらのことを明らかにする。

3. 調査項目および内容

(1) 遠隔教育システムの比較調査

遠隔教育専用のシステムによる授業と、テレビ会議システムを利用した簡易な遠隔教育システムによる授業との比較を行い、システム構成のあり方を検討した。

(2) 遠隔教育システムによる受講状況の調査

遠隔教育システムによる授業の状況を把握するため、5名の講師による講義を実施し、受講者の受講状況を調査した。ここでは、特に次の三つの項目を明らかにする。①遠隔教育専用システムに関与する重要評価要因、②教授法、③分散型教育における地域差。

4. 調査方法

4.1 遠隔教育システムの構成

調査のために使用した二つの遠隔教育システムの構

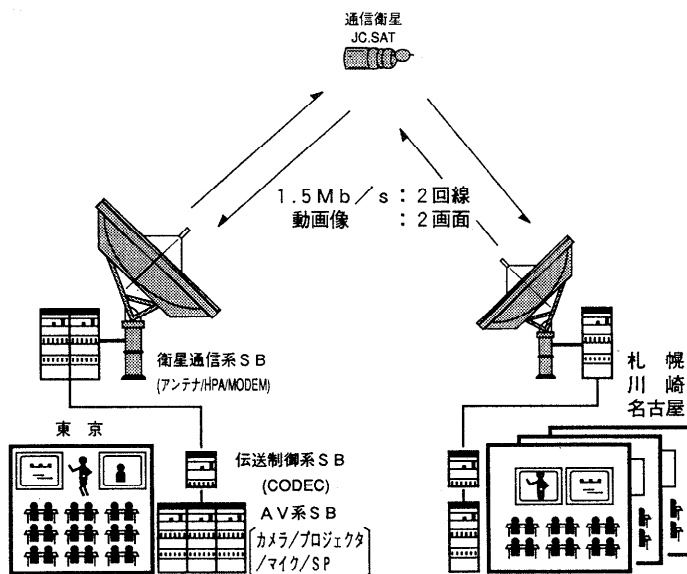


図1 遠隔教育専用システムの構成

Fig. 1 Structure of the system exclusive to Distance Education System.

成について述べる。

4.1.1 遠隔教育専用システム

遠隔教育専用システムによる授業は、NEC サテライト教育システム—NESPAC—(図1)により実施された。本システムは、衛星を利用したもので、発信局(講師のいる教室)と多地点の受信局(受講者のいる教室)とを動画像2画面を使って結ぶ、完全双方向型の遠隔教育専用システムである⁷⁾。各教室には、大型のプロジェクタ、2システムが設置されており、受講者は二つのプロジェクタに映し出された画面を見ながら講師の講義を聞くことができる(図2)。

授業は、中央教室の東京から地域教室の名古屋、札幌、川崎の3教室に対して実施された。

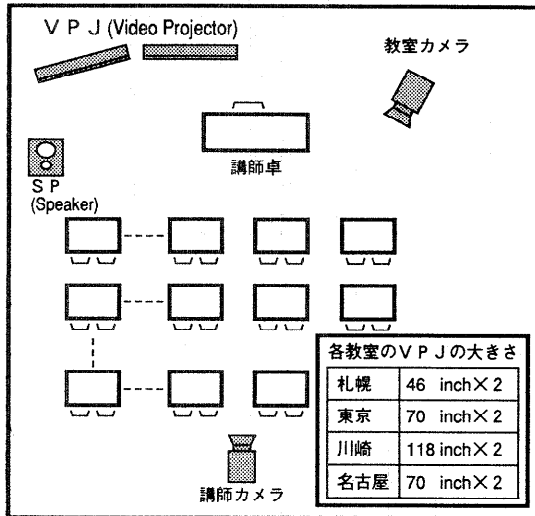


図2 教室内の機器配置

Fig. 2 Allocation of the equipment in the classroom.

4.1.2 簡易遠隔教育システム

簡易遠隔教育システムとしてテレビ会議システムを利用した遠隔教育システムを構成した(図3)。本システムは、伝送速度128kb/sのISDNにより3地点を結ぶシステムである。プロジェクトとして33インチの大型テレビが一台設置されている。

授業は、中央教室の東京から地域教室の浦和、横浜の2教室に対して行われた。

4.2 受講者

受講者は、学生と社会人であり、社会人は、会社員、教員、技術者である。受講者の教室別のべ人数は次のとおりである。専用システムの場合、東京49名、名古屋53名、札幌49名、川崎33名である。また簡易システムによる授業では、東京10名、浦和12名、横浜12名である。

4.3 講義の方法と評価情報の収集

5名の講師には、それぞれ特色のある講義を依頼した。各教授法の特徴は次のとおりである。①教授法Aは、ビデオと講義を一体化させた講義。②教授法Bは、一般的によく行われる一方通行的な(一斉)授業。③教授法Cは、一斉授業型ではあるが3色カードを使い、コミュニケーションを頻繁に行う授業。④教授法Dは、問いかけ・討議・発表などを取り入れた授業。⑤教授法Eは、パソコンからの出力画面を提示しながらプレゼンテーションを行う一斉授業。この場合、受講者は、教室の大型プロジェクタに映し出されたパソコン画面を見ながら講師の解説を聞くという授業形態である。それぞれの授業終了後、アンケート調査を行い評価情報を収集した。質問項目は、19項目で、評価尺度は5段階である。質問内容を表1に示す。19項目の質問のうち、3項目(⑰~⑲)は総合評価を求める質問である。

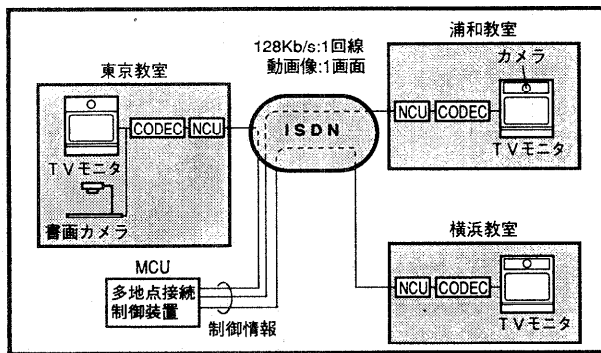


図3 簡易遠隔教育システムの構成

Fig. 3 Structure of the simplified Distance Education System.

5. 調査結果

5.1 遠隔教育システムの比較

専用システムと簡易システムとの比較調査では、同一講師(教授法D)が同一内容の講義を同じ条件により実施した。両システムの各質問項目に対する平均評価得点の変化および平均評価得点の差をt検定した結果を図4に示す。図中、○印が有意水準5%、◎印が有意水準1%で両システムに差のある質問項目である。全質問項目の平均は、専用システ

表 1 質問内容と専用システムの平均評価得点 (教授法A~Eの平均)

Table 1 Content on the questions and mean evaluation value of the exclusive system (mean of teaching methods A~E).

質問番号	質問内容	評 価 尺 度				
		5	4	3	2	1
4	講師等の説明内容と映像の同期	とれていた	+	+	+	とれていなかった
3	講師等の発問者の表情	つかめた	+	+	+	つかめなかった
6	メディアでの学習意識	もてた	+	+	+	もてなかった
10	講義の「面白さ」(興味)について	面白かった	+	+	+	面白くなかった
7	生で学習しているという緊張感	もてた	+	+	+	もてなかった
15	講師に対する親近感	感じた	+	+	+	感じなかった
5	通常の講義のような参加意識	もてた	+	+	+	もてなかった
9	「やる気」について	おきた	+	+	+	おきなかった
1	自分に対する講師の目線	向いていた	+	+	+	向いていなかった
11	「退屈さ」について	退屈でなかった	+	+	+	退屈だった
12	「眠気」について	眠くならなかった	+	+	+	眠くなった
8	他の教室、受講者との連帯感	感じた	+	+	+	感じなかった
14	受信側での指導者の必要性	必要なし	+	+	+	必要あり
13	「目の疲れ」について	疲れなかった	+	+	+	疲れた
2	講師と1対1であるという感じ	もてた	+	+	+	もてなかった
16	質問のしやすさ	しやすかった	+	+	+	しにくかった
18	本システムでの再学習の希望	希望する	+	+	+	希望しない
17	通常の教室授業との理解度の比較	理解しやすかった	+	+	+	理解しにくかった
19	全般的な「疲労感」について	疲れなかった	+	+	+	疲れた

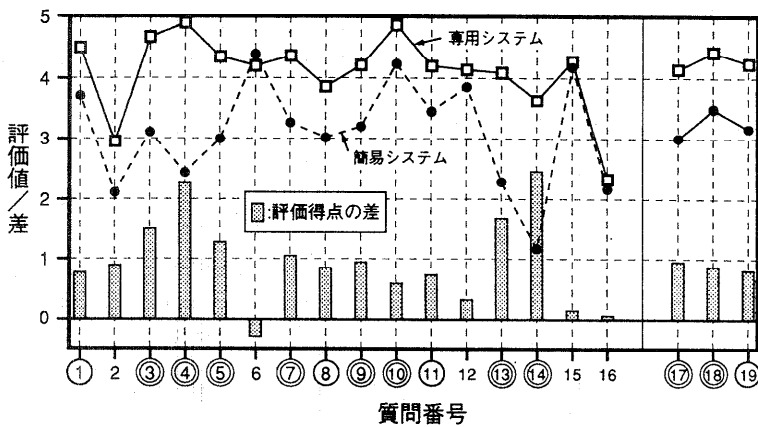


図 4 専用システムと簡易システムにおける質問別平均評価得点 (教授法Dの場合)
 Fig. 4 Characteristic of mean evaluation value by question on the exclusive and simplified systems of teaching method D.

ムが 4.16, 簡易システムが 3.16 であり, 専用システムのほうが, 1 ポイント上回っている. 専用システムの平均評価は, ②, ⑧, ⑭, ⑯を除いてすべて 4 以上である. このことから専用システムの遠隔教育システムとしての適合性が確認できる. 一方, 簡易システムでは, 図 4 に見るように, 全質問項目中, 4 以上が 3

項目であるのに対し, 3 以下が 5 項目もあり, 遠隔教育システムとしての適合性に問題がある. また二つのシステムを比較した結果, 13 項目について差が認められた. なかでも特に差の大きい項目は, ③, ④, ⑤, ⑬, ⑭である. これらのうち, ③, ④, ⑭が簡易システムの評価では, 3 以下で低く, かつ, 専用システム

との差が大きい。

5.2 遠隔教育専用システムの評価

5.2.1 質問項目に対する平均評価得点

19の質問項目に対する平均評価得点を表1に示す。表に見るように、質問項目の③、④、⑥、⑦、⑩、⑬が4以上で高い評価を得ている。受講者は、本システムの臨場感について評価し、遠隔授業に興味をもって受講し、再学習を希望していることがわかる。一方、質問項目の②、⑬、⑯、⑱の四つの質問項目が3以下で評価が低い。受講者は、遠隔教育システムを高く評価しながらも、質問しづらいことや疲労に対して問題があることを指摘している。

5.2.2 質問項目の因子分析

受講者は、遠隔授業をどのような視点でとらえ、何をポイントに評価しているのか、受講者の評価を規定する要因(因子)を明らかにするために、総合評価を除く16項目について因子分析を行った。

(1) 固有値と因子数

質問項目間の相関関係に対する固有値および寄与率を図5に示す。因子として、固有値が1.312、累積寄与率が48.7%となる第3因子までが抽出された。

表2は、各質問項目の評価得点から主因子解を求め、バリマックス回転を行った後の各因子の因子負荷量である。

(2) 因子の意味

(a) 第1因子

第1因子において、0.45を越える因子負荷量⁹⁾を有する質問項目は、負荷量の大きい順に⑯「講師に対する親近感」、③「講師などの発問者の表情」、⑩「講義の面白さ(興味)」、⑤「参加意識」、⑥「メディアでの学習意識」、⑨「やる気」である(表2)。受講者は、講師の表情をつかみ、親近感を覚え、心理的な距離感がないことを評価している。そして、遠隔授業に興味を示し、意欲的に授業に取り組むことができる、と評価している。したがって、第1因子は、システムの有する「トランスペアレントな伝達機能による学習意欲」であると解釈される。図6は、各因子と総合評価の質問項目との相関関係を示したものである。第1因子の場合、質問項目⑯「再学習の希望」との相関係数が、0.7であり、高い相関を示している。このこと

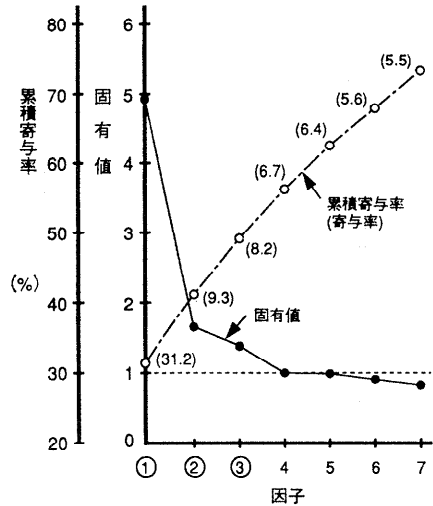


図5 因子別固有値および累積寄与率
Fig. 5 Eigenvalue and cumulative contribution ratio on each factor.

表2 因子負荷行列
Table 2 Matrix of factor loading.

質問番号	質問内容	因子寄与率		
		第1	第2	第3
		31.2%	9.3%	8.2%
15	講師に対する親近感	0.674		
3	発問者の表情把握	0.582		
6	メディア学習の意識	0.465		
10	講義の面白さ	0.517	0.523	
5	参加意識	0.509	0.479	
9	やる気	0.455	0.585	
11	退屈感		0.779	
12	眠気		0.683	
2	講師と1対1			0.534
1	講師との目線的一致			0.528
8	連帯感・励み			0.472

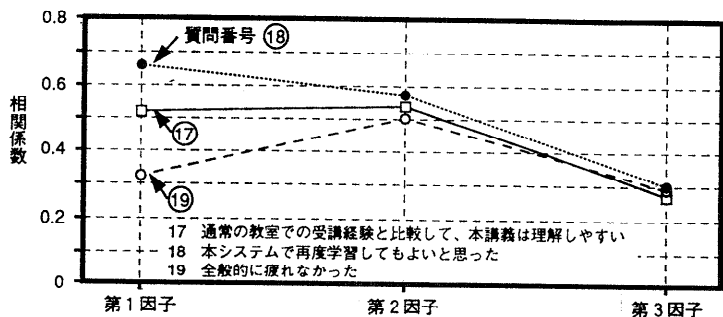


図6 各因子に対する総合質問項目の相関係数
Fig. 6 Correlation coefficients of overall questions on each factor.

からも、第1因子が「トランスペアレントな伝達機能による学習意欲」を表す因子であると解釈できる。

(b) 第2因子

第2因子の場合、負荷量の大きい順に、⑪「退屈さ」、⑫「眠気」、⑨「やる気」、⑩「講義の面白さ(興味)」、⑤「参加意識」である。これらは、講師の教授(指導)能力に関わる質問項目である。よって、第2因子は、明らかに「教授法」であると解釈できる。

(c) 第3因子

第3因子の場合、負荷量の大きい順に、②「講師と一对一に対面しているような感じ」、①「講師と目線があっている」、⑧「他の教室の受講者の様子が分かり連帯感、励みを受けた」である。このことから第3因子は、システムの「臨場感」を評価する因子であると解釈できる。日下は、臨場感について「観察者が画像空間に引き込まれ、表示された画像空間と観察者のいる空間とがあたかも同一空間のように感じる心理状態をいう」と表現している⁹⁾。この場合、画像からあたかも一对一に対面している感じを受けたこと、他教室の受講者(画像)との連帯感や励みを受けたことから臨場感であると解釈した。視線の一致も臨場感の重要な要素である。

5.3 教授法に関する評価

5.3.1 平均評価得点

各教授法に対する平均評価得点は、A=3.31, B=3.00, C=3.90, D=4.13, E=3.15である。教授法C, Dが他の三つの教授法に比べて高い。C, Dは、受講者への問いかけや、受講者とのコミュニケーションを行う教授法である。この二つの教授法を「コミュニケーション型教授法」と呼ぶ。また、教授法A, B, Eは、どちらかと言えば情報を一方通行的に伝達する教授法である。この三つの教授法を「情報提示型教授法」と呼ぶ。平均評価得点を比較すると、教授法については、「コミュニケーション型教授法」のほうが評価が高い。

5.3.2 教授法間の比較

全質問項目に対する各教授法の平均評価得点の変化を図7に示す。図7から質問項目、⑪「退屈さ」、⑫「眠気」、⑨「やる気」の三つについて、コミュニケーション

型と情報提示型グループに顕著な差がみられる。この三つは、教授法を決定づける主要な要因である。一方、②と⑩の評価値が全教授法に共通して低い値と

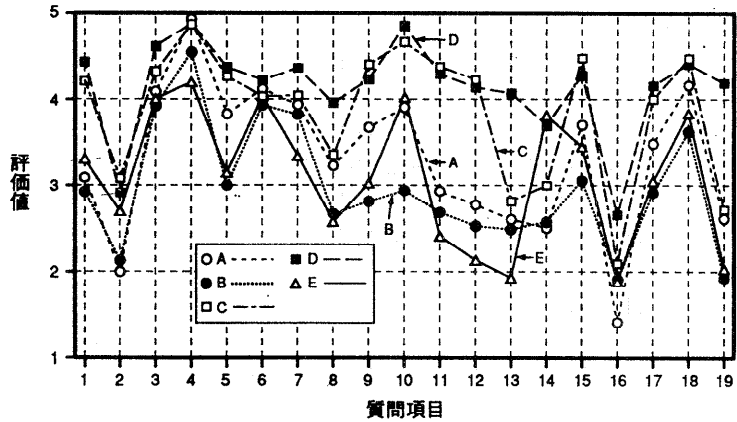


図7 各教授法における平均評価得点
Fig. 7 Mean score on each educational method.

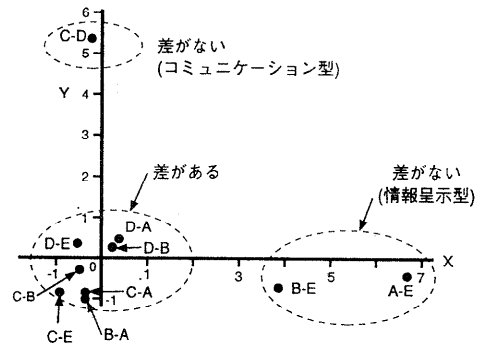


図8 教授法間の差に関する親近性分布
Fig. 8 Distribution of the short range character on distance between educational methods.

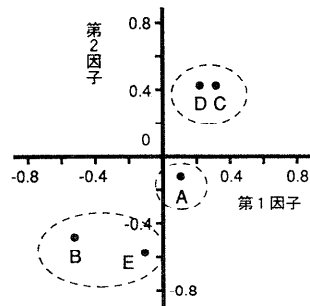


図9 第1・第2因子平面における教授法の分布
Fig. 9 Distribution of the educational method on the 1st and 2nd factor plain.

なっている。本システムは「講師と一対一であるという感じが持てない」、「講師への質問がしにくい」ということになる。これらは、教授法に依存するものではなく、システムに依存する要因であり、システム設計上、改善すべき点である。各教授法の質問項目ごとに平均評価得点の差について有意水準5%でt検定を行った。そして、教授法間の親近性を確かめるため、t検定の結果を数量化Ⅲ類により分類した(図8)。図8に見るように、親近性は、3グループに分類された。すなわち、差のないグループと差のあるグループに大別され、さらに前者は、コミュニケーション型教授法のグループ(C・D)と情報提示型教授法のグループ(A・B・E)に分類された。大きな差のある教授法の組合せは、xy平面の零付近に分布している。

5.3.3 因子平面上における教授法の配置

各教授法間の関係を見るために、各教授法の平均因子得点を第1・第2因子平面上に配置した(図9)。本図にみるように、コミュニケーション型教授法であるC・Dが、第I象限に配置された。このことから、C・Dは、学習意欲の高まりが大きい教授法であることがわかる。また、情報提示型教授法であるB・Eが第III象限に配置された。これは、学習意欲の高まりがさほどないことを示している。教授法Aは、第IV象限に配置されている。つまり、Aは、学習意欲の高まりがやや大きく、コミュニケーション型に近い情報提示型の教授法であることを示している。Aの場合、情報提示型教授法であっても、学習意欲の高まりが平均以上であったのは、提示されたビデオの内容がストーリー性を有し、会話的であり、単に情報を提示するだけではなかったことによるものと推測される。

5.3.4 「学習意欲」および「臨場感」と教授法の関係

各教授法と各因子との関係を図10に示す。第1因子の場合には、コミュニケーション型と情報提示型教授法との評価値の差が約1ポイントである。これは、教授法が第1因子の学習意欲にも大きく関係している

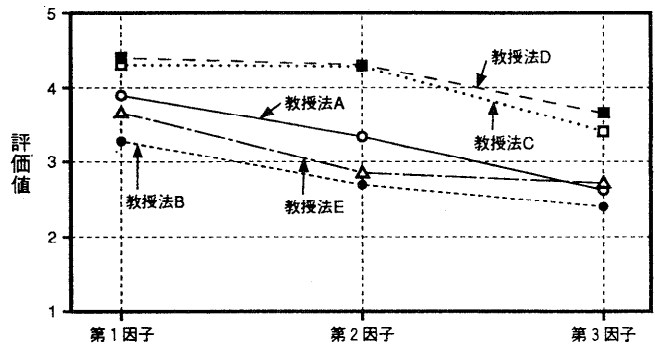


図10 各教授法の因子別評価得点
Fig. 10 Score of each factor on each educational method.

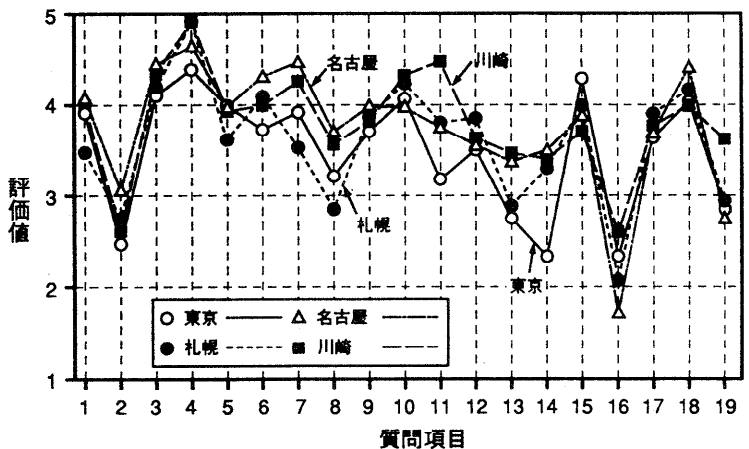


図11 各地域教室別、平均評価得点
Fig. 11 Mean scores on each distance classroom.

ことを表している。第2因子は、教授法であるので当然、コミュニケーション型教授法の評価が高くなっている。また、第3因子の場合も、教授法による差が現れている。これは、教授法が「臨場感」にも大きく影響していることを示している。

5.4 遠隔授業における地域差

5.4.1 各教室における平均評価得点

16の質問項目に対する各教室の平均評価得点の変化を図11に示す。本図から、各教室の平均評価得点の変化傾向は、かなり似かよっていることがわかる。各教室間の評価について確かめるために、各因子ごとにF検定を行った。この結果、有意水準1%、5%ともに「各教室間に差はない」という帰無仮説は棄却できないことを確認した。よって、教室間に差はないと結論づけられる。

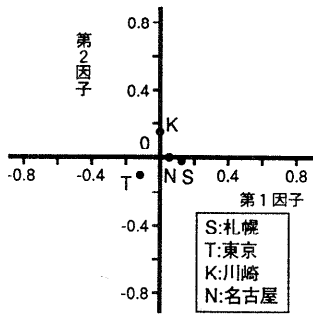


図 12 第1・第2因子平面における各地域教室の因子得点分布

Fig. 12 Distribution of the factor score of each distance classroom on the 1st and 2nd factor.

5.4.2 因子平面上における教室の配置

各教室の第1・第2因子平面上における因子得点の配置を図12に示す。この図から、各教室間の因子得点は、ほとんど等しく近接していることが確認でき、差がないことがわかる。この理由は、次のように推測される。つまり中央教室の前方には70インチの大型プロジェクタ2台があり(図2)、受講者は教室の前方にいる生の講師を見るよりはそれよりも大きく映し出される左前方のプロジェクタの映像を見ることになり、地域教室とほぼ同じ環境であったため、と推測される。また講師は、コンソールデスクの前に座って講義を行う。したがって、講師が黒板の前に立って講義をする通常の「対面授業」とは少し異なる。

6. 結 論

(1) 遠隔教育システムの比較

専用・簡易両システムの比較において、両システム間で差の大きい質問項目は、③、④、⑭であった。この原因として、簡易システムの場合、伝送速度が128 kb/sであり、画像圧縮による画質の低下、音声の遅延および画像提示装置(モニタテレビ)の画面が小さいこと、などが大きく影響しているものと考えられる。したがって、128 kb/sの伝送速度のテレビ会議システムをそのまま遠隔教育システムとして利用するのは、無理がある。

(2) 遠隔教育専用システムの評価

(a) 動画像2画面を使用した双方向型の遠隔教育専用システムは、教育

システムとしての評価が高い。しかし、本システムの問題点は、質問しづらいこと、および疲れやすいことである。

(b) システムの評価要因は、「トランスペアレントな伝達機能による学習意欲」「教授法」「臨場感」の三つである。

(c) 教授法は、「コミュニケーション型教授法」と「情報提示型教授法」とに分けられ、コミュニケーション型教授法の評価が高い。両者は「退屈さ」「眠気」「やる気」の三つの要因において顕著な差がある。

(d) 情報提示型教授法は、授業が単調になり、疲労の原因になる。

(3) 遠隔授業における地域差

中央教室と地域教室とは、プロジェクタなどハードウェア条件が同じであれば、大きな差はない。

7. 考 察

本調査により得られた知見をもとに考察を行う。

7.1 学習者インタフェース

(1) プロジェクタの大型化

図13は、各教室の平均得点と三つの因子との関係を示している。第1因子の場合には、各教室とも評価値はほとんど等しい。第2因子についても同様である。しかし、第3因子では、名古屋教室の評価値が高く、札幌教室が低い値となっている。これは、学習者インタフェースであるプロジェクタの大きさの違いによるものと推測される。すなわち、名古屋教室のプロジェクタは、70インチであり、札幌教室は、46インチである。そのため、札幌教室では視野角(画角)が小さく、臨場感にやや欠けたものと推測される。遠隔授業の臨場感を高めるには、画角が大きくとれる大型の

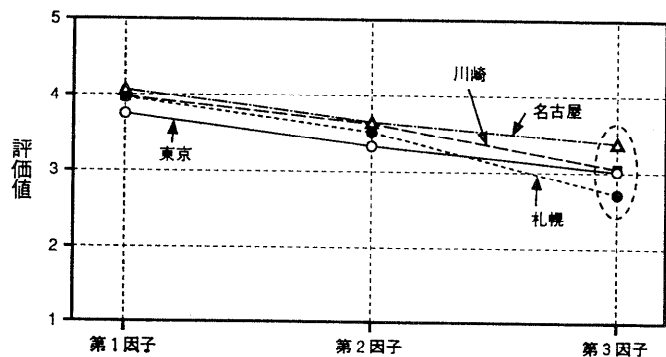


図 13 各地域教室の因子別評価得点

Fig. 13 Score of each factor on each distance classroom.

プロジェクタが必要である。

(2) コミュニケーションの活性化

実験結果からコミュニケーション型教授法が重要であることが明らかになった。コミュニケーションを密にし授業を活性化するには、3色カードのような簡単なものでも効果的である^{10),11)}。また、遠隔教育システムの設計要件として、例えば制御情報を利用したレスポンスアナライザ機能など、機能的に(自然に)コミュニケーション型の講義ができるような「しくみ」をあらかじめ考慮しておくことが肝要である。

7.2 テレビ会議システムによる分散型教育の最適化—統合型システムの構築—

結論から明らかのように、テレビ会議システムをそのまま遠隔教育に利用するのは問題がある。専用シス

テムとの差異および問題点として指摘された五つの要因をもとに最適化のための検討を行う(表3)。

ISDNの基本チャンネルである2B+Dのうち、Dチャンネルは制御情報用として利用できる。したがって、この制御情報チャンネルを教授活動支援ツールとして積極的に活用すれば問題点はかなり解決できる(図14)。

(1) 高画質・高精細な学習情報の提示

遠隔地の提示端末に講義で使うビデオ教材や高精細な静止画教材などをあらかじめ画像データファイルに蓄積しておく。そして講義中には講師側から教材を制御する情報(アドレス、スタート、ストップ信号など)のみを送信し、提示系に表示する。説明時には、テレライティング機能により静止画面上に上書きしてプレゼンテーションを強化する。すなわち、上書き文字

やポインティング信号のみをリアルタイムに送るという方法である。高画質な画像提示により受講者の目の疲れを減少させることができ、同時に講義をダイナミックにすることができる。

(2) 電子ボードの併置

モニタテレビの脇に電子ボードを併置するのは、次のような利点がある。①視野を広げ、臨場感を高める、②講師・受講者双方がボード上に書き込むことができ情報の共有ができる、③図面・方式図などの知識情報は電子ボードへ表示し、

表3 問題点と解決策との関係
Table 3 Relation between problems and its solving plans.

〈問題点〉	〈関係〉	〈解決策〉
① 説明と映像の同期	→	高画質・高精細な学習情報提示 (トランスペアレント/教授法)
② 表情の把握	→	観視視野の拡大 ・ プロジェクタの拡大 ・ 電子ボードの併置 (臨場感/トランスペアレント)
③ 指導者の必要性	→	教授法 ・ 話すタイミング(間合い) ・ 問いかけ ・ イメージコミュニケーション (教授法)
④ 目の疲れ	→	高画質・高精細な学習情報提示 (トランスペアレント/教授法)
⑤ 参加意識	→	観視視野の拡大 ・ プロジェクタの拡大 ・ 電子ボードの併置 (臨場感/トランスペアレント)

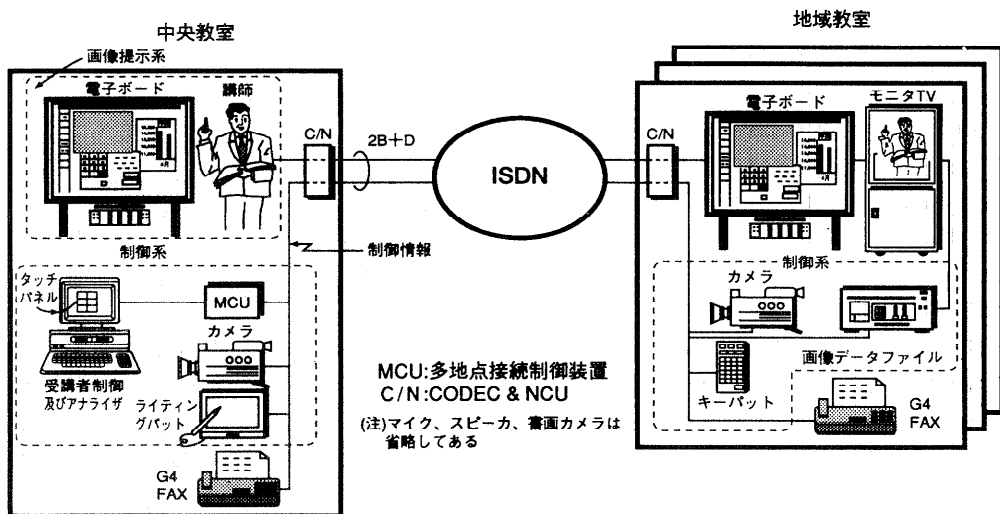


図14 統合型遠隔教育システムのイメージ
Fig. 14 Image of the integrated distance learning system.

表情・しぐさなど感性情報を含んだ講師像は、モニタテレビに提示し、両者の同期をとった講義ができる、などである。特に双方がボードに書き込みながら情報を共有する学習活動は、トランスペアレントな環境を保ち、コミュニケーションを活性化させ、かつ参加意識を高める。

(3) ポインタ (指示棒) の利用

講師が学習内容を指し示して説明するとき、および受講者側から質問内容を明確に示すときにマウスやテレタイピング機能は有効である。

(4) G4FAX の利用

講師が細かい図面や方式図などを説明するときに、静止画像として伝送するよりは、高速な G4FAX で伝送したほうがよい場合がある。また、受講者が質問をする場合にも、あらかじめ FAX でその内容を送付しておき、ポインタにより指し示しながら説明する方法は確実であり、わかりやすい。

(5) レスポンスアナライザの利用

受講者の理解状況を数量として収集し、集計してそれをリアルタイムにフィードバックする方法は、受講者の理解度を高めるとともに、コミュニケーションを活性化させる有効な方法である。

(6) 多対地教室の受講者の制御

分散型遠隔教育においては、多対地の教室の受講者を制御しなければならない。すなわち、地域教室からの質問の検知、応答制御、映像切り替え、カメラ制御などを迅速に行い、対面授業環境に近い(違和感のない)自然な環境を作る必要がある。専用システムの場合でも質問しづらいうことや、映像の切り替えに時間がかかることが指摘されている。制御情報を利用することによりこれらは一元的に制御することができる。

以上、制御情報を使った問題解決の方法について検討した。このうち、(2)、(3)、(4)については、筆者らの先行する研究^{12),13)}においてその有効性を確認した。このほか動画像、音声、データなど、各メディアのビットレートの割り当てを講義場面に応じて適時決めて伝送する「パルク伝送」も効果的な方法である。上記の(1)、(5)、(6)を含めて今後の研究課題である。実用的な将来の遠隔教育システムは、これらの機能を統合化したものにする必要がある。

8. おわりに

マルチメディア遠隔教育システムにより分散型教育を実施し、定量的な評価分析を行った。その結果、次

のことを明らかにした。①遠隔教育システムの評価要因は「トランスペアレントな伝達機能による学習意欲」、「教授法」、「臨場感」である。②効果的な分散型教育を実現するためには、この三つの要因に着目しシステム設計をする。③教授法は、学習意欲や臨場感にも関連があり重要である。特に「情報提示型」ではなく「コミュニケーション型」が望ましい。④臨場感には、学習意欲にも影響するので、学習者インタフェースとなるプロジェクタはできるだけ大きくする。⑤分散型教育における中央教室と地域教室には、環境条件が同じであればほとんど差がない。⑥テレビ会議システムの教育利用については、画像、音声以外の制御情報を教授活動支援ツールとして積極的に活用し統合型システムを構築すれば高い評価が期待できる。

ISDN の普及とともに今後、公衆網型のマルチメディア通信による遠隔教育の実現が望まれる。我々は、本調査で得た新しい知見をもとに、統合型のマルチメディア遠隔教育ネットワークシステムを実現させたいと考えている。

謝辞 本調査実験は、(財)日本情報処理開発協会中央情報教育研究所における高度情報処理技術者育成のための遠隔教育調査研究プロジェクトの一環として行われたものである。ご指導いただいた調査研究委員会の都丸敬介委員長をはじめとする委員各位に深謝する。また、システムを提供いただいた日本電気(株)ならびに日本電信電話(株)の関係各位に深謝する。

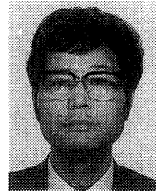
参 考 文 献

- 1) 田村武志, 渋井二三男, 菊川 健: デジタル信号圧縮が遠隔教育に及ぼす諸要因, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J 75-A, No. 2, pp. 235-243 (1992).
- 2) 清水康敬, 城間 真: ハイビジョンによる遠隔講義実験の評価, テレビジョン学会誌, Vol. 44, No. 12, pp. 1717-1722 (1990).
- 3) 清水康敬, 城間 真, 若松 茂, 田代和久, 谷沢 明: 通信衛星による遠隔スクーリングの評価, 電子情報通信学会技術報告, ET 91-83, pp. 57-62 (1991).
- 4) 遠隔地教育のための情報処理教育システムの実現方策に関する調査研究報告書, 中央情報教育研究所 (1992).
- 5) 田村武志, 佐藤文博, 井上哲夫: 遠隔教育活性化の試み, JET 92-2, pp. 25-30 日本教育工学会 (1992).
- 6) 田村武志, 佐藤文博, 上西慶明: 遠隔教育教授法に関する一考察, 電子情報通信学会技術報告, ET 92-60, pp. 49-54 (1992.9).

- 7) 白鳥強勝: 映像双方向衛星利用遠隔教育システム, NEC 技報, Vol. 41, No. 10, pp. 139-146 (1992).
- 8) Comrey, A.L. (芝 祐順, 訳): 因子分析入門, pp. 215, サイエンス社 (1979).
- 9) 日下秀夫: 画像システムと画質, テレビジョン学会編, テレビジョン画像情報工学ハンドブック, pp. 73-74, オーム社 (1990.11).
- 10) 末武国弘: 教材作成法とニューメディアの活用, 企業における教育工学活用セミナー資料, 中央情報教育研究所 (1989).
- 11) 田村武志: 簡易レスポンスアナライザを用いた参加型授業の試み, 平成2年7月大学電気工学教育研究分科会予稿集, pp. 39-42 (1990).
- 12) Tamura, T. and Kikukawa, T.: Experiments in Distance Education Using a 64 Kbps Integrated Visual Telecommunications System, *ICOMMET '91*, pp. 153-156 (1991.9).
- 13) 若松 茂, 菊川 健, 田村武志ほか: 低ビットレートビデオ通信システムによる遠隔教育研究—ISDNを用いる遠隔授業—, 放送教育開発センター研究報告, No. 8, pp. 1-63 (1989.3).

(平成4年10月30日受付)

(平成5年4月8日採録)



田村 武志 (正会員)

1941年生. 1966年東海大学工学部電気(通信工学)卒業. 1962年国際電信電話(株)入社. 国際電気通信学園にてCAI, 教育シミュレーションシステム, 遠隔教育システムの研究開発に従事. 1981年東京電機大・理工・研究生(知識工学)修了. 現在(株)ハロー KDDにてシステム開発に従事. 教育工学, 特に情報通信ネットワーク利用の遠隔教育に興味を持っている. 著書「システム開発要素技術(II)」(工学研究社). 電子情報通信学会・教育工学研究会・専門委員, CAI学会, 日本教育工学会各会員.



上西 慶明

1962年生. 1985年防衛大学校電気工学科卒業. 1990年同大理工学研究科修了. 同年, 防衛庁陸上自衛隊勤務. 現在(財)日本情報処理開発協会中央情報教育研究所において研修中. 対流圏内および凹型境界面内における電波伝搬, 教育工学に関する研究に従事. 電子情報通信学会会員.



佐藤 文博 (正会員)

1950年生. 1974年早稲田大学教育学部教育学科卒業. 同年(財)日本情報処理開発センター(現協会)入所. 現在同財団中央情報教育研究所勤務. 主に教育方法に関する調査研究に従事. 中央大学経済学部兼任講師. 著書「コンピュータ英語」(共著, 共立出版). 日本教育工学会会員.