

パソコンによる遠隔会議システムの活用

榎本立雄* 杉本雅彦* 佐久本功達* 櫻井広幸** 竹内則雄***

概要

本論文では、従来の高価な遠隔会議システムから、パソコンを利用した同システムに移行しつつある現状と現在利用されている手法について述べた。ついで我々がインターネット回線およびISDN回線を利用した実験を行った結果、ほぼ期待通りの結果が得られたので発表する。

1. はじめに

近年の通信技術の発展に伴い、電話回線を利用した遠隔会議システムやインターネット回線を利用した遠隔会議システムが実用的段階に入ってきた。このような現状に鑑み、本論文では、その利用方法について整理するとともに、遠隔教育実現のための基礎的なデータを得ることを目的として、著者らが行った次に示した、

i) 「遠隔教育におけるパソコン会議システムの実験と評価」^[1]

ii) 「パソコン会議システムを用いた学生間コミュニケーションの評価」^[2]

について報告する。i) はインターネット回線を利用して、Enhanced CU-SeeMe™ を使用し、ii) はISDN回線を利用して、Intel™ ProShare Conferencing System 2.0aを使用した。

2. 遠隔会議システム

この章では、遠隔会議システム^[3]に関する基本的な機能について整理する。

(1) TV会議

TV会議はTV会議用の部屋の中に大型TVとカメラを設け、遠隔地と2地点で会議を行うシステムである。送受信はCODEC (Code-DECode) 装置を用いて行う。この装置では、送信側でカメラやマイクのアナログ信号を一旦デジタル化した後に送信し、受信側で送信されたデジタル信号をアナログ化し、テレビやスピーカで再生する。

現在、日本国内でも各メーカーがTV会議システムを作成しており、例えば、信州大や東京工業大などの教育機関の導入されている事例もある^[4]。これらのシステムはITU-T国際標準で決められたH.320という仕様に基づき作られているものがほとんどであるため、

*明星大学 情報科学研究センター

**明星大学 人文学部 心理・教育学科 心理学専修

***明星大学 理工学部 土木工学科

異なったメーカーの製品でも相互に接続して会議することが可能である。また、通常は1対1の会議になるが、H.320をサポートしたMCU (MultiPoint Control Unit) 装置を使用することにより複数の地点での会議も可能となる。

(2) 共同作業環境^[6]

共同作業環境は、離れた場所に設置されたパソコン間で、互いに情報の交換やデータの共有を行うことのできる環境で、主に次の機能がある。

①ホワイトボード

ホワイトボードによる作業環境では、2台のパソコンが互いに読み書き可能な共通の場(白板)を用いて対話を行う。この方法は、一方のパソコンで書いた内容がもう一方のパソコンに表示されるため、real timeな会話が可能である。

ホワイトボードとしてTinbuku、DataBeam社のFarSite、Net Meeting等が有名である。ITU-Tで決められたT.120でホワイトボードの仕様が決められているため、この仕様にもとづいて作られた製品であれば、異なるOSや異なる製品の間でもホワイトボードの共有が可能になる。

②アプリケーション共有

これは、一方のパソコンで動いているアプリケーション・ソフトを他方で共有し、操作できる機能である。このとき、アプリケーションが動いているのは片方のパソコンであり、他方のパソコンでは、そのアプリケーションは画面の表示情報を再生しているだけである。たとえば、Excelを使った販売計画の作成などを2台のパソコンから共同で行うことができる。一般に、共有するアプリケーションは、Windows95で動作するものであればよく、共有させてもらう側の端末にはアプリケーション・ソフトは必要ない。

アプリケーション共有ソフトとしてNetMeeting、PictureTel LIVE™ PCS Seris、Intel ProShare等が有名である。これらは通常LAN、ISDN、電話回線などが接続に使われ、T.120の仕様上各ネットワークに対応できる構成になっている。また、通常1対1の共同作業になるが、T.120をサポートしたMCUを使用することにより、複数の地点での共同作業が可能となる。

③ファイル転送

ファイル転送は手元のデータを相手先に高速に転送する機能である。

(3) PC・TV会議

PC・TV会議システムは、前述のTV会議をPCに機能を持たせた汎用的な物である。つまりCODEC装置の機能をPC用のボードに持たせパソコンに組み込み、テレビ会議を行うことができる。これはH.320に準拠した製品であれば、異なるメーカー間での通信が可能であり、さらにTV会議との接続もできる。また、MCUを使用すれば他の地点での会議も可能となる。通常は、ISDNで接続するが、最近LANでも使用されている。製品としてはPictureTel LIVE™ PCS Seris、Intel ProShare等が有名であり、これらはH.320に準拠している。

(4) インターネットPC会議

これまでのテレビ会議システムでは、専用の部屋に大型モニタとテレビカメラを配した

高価なものが使われてきた。しかし、普及により安価となったパソコンにテレビカメラを付けて端末として使用し、インターネットにより相互に接続すればテレビ会議が実現できる。換言すれば、インターネットを利用して全世界のパソコンに対してテレビ会議が可能となる。このソフトウェアとしては、アメリカのコネル大学で開発されたCU-SeeMeが最も有名である。

しかし、映像信号の情報量は音声よりもはるかに大きいいため、映像をリアルタイムで転送するにはビットレートの高い回線が必要となる。テレビ電話やテレビ会議には64～384kビット/秒、普通のテレビには1.5Mビット/秒程度が必要であり、一般的なPPP接続ではコマ送りの表示になってしまう欠点もある。

(5) インターネット電話 (インターネット・フォーン)

インターネットの魅力の1つは、マルチメディアが利用できるということであり、その1つとしてインターネットを電話に利用する試みが始まっている。これは通常の電話機を使うのではなく、パソコンにマイクとスピーカをつなぎ、パソコンのサウンド機能を使用して音声をデジタル化し、相手側で再生するというシステムである。

しかし、音声をパケット信号に変換するための処理に時間がかかる上に、インターネット回線が混んでいるとパケットの転送に遅れが出るため、音声の伝送遅延が普通の電話よりもさらに大きくなる。これはパケットが渋滞して転送遅延が生じると実効伝送速度が低下してしまうためである。

このように、インターネット電話は従来の電話に比べると品質の点ではかなわないものの、パソコンと最寄りのプロバイダーが持つアクセスポイントの間は市内回線を使い、長距離区間はインターネットを使うため、通話料金が市内通話料で済むことが最大の利点であると考えられる。

3. 遠隔教育システムの利用

文部省高等教育局懇談会報告^[4]によると、高等教育の大衆化や学術研究の進展、生涯学習ニーズの高まりなど、近年、高等教育を取り巻く社会的状況が大きく変化している。従来、キャンパスへの通学が困難な人々や社会人の学習者（いわゆるリフレッシュ教育）に対しては、通信教育あるいは放送大学が学習の機会を提供してきた。現在、通信制大学における授業の方法は「印刷教材による授業」、「放送授業」、「面接授業」からなるが、インターネットなどマルチメディアの普及はこうした通信教育の在り方にも強く影響すると考えられる。実際に、文部省の大学審議会の部会報告^[6]によれば、大学審議会のマルチメディア教育部会は大学設置基準を改めて、大学卒業単位に必要な124単位のうち当面30単位までを「遠隔授業」の形で取得できるようにすべきだとしている。「遠隔授業」は、衛星通信や光ファイバーなどで画像や音声を離れた教室や研究室に送信して授業を行うもので、信州大や東京工業大など、すでに正規の授業として取り入れている事例もある^[4]。単位の認定についてはテレビ会議のように送信側と受信側が双方向の通信をできることが前提であるとし、また、大学側には学生が質問をする機会の確保や受信側の教室に通信システムを管理する補助員を置くなどの配慮も求めている。

さらに、同審議会の大学院部会においては、社会人の就学機会を増やすことを目的とした通信制大学院制度の創設を提言している。これは、近年、大学院で学ぶことを希望する

社会人が増え、勤務時間や職場の所在地などの制約で就学が難しいという現状を踏まえた内容となっている。当面は修士課程に限って通信制大学院の設置を認めるべきだとし、実験が必要な理工系分野などに関しては教育効果について「慎重な判断」が必要としているものの、卒業条件は一般の大学院と同じで、通学が難しい社会人に配慮して、教員と顔を合わせる通常型の授業での単位取得は義務づけないのが適当であるとしている。

放送大学の場合は映像や音声を伴う遠隔教育が実施されてきたが、通信制大学と同様に、「教授者に質問しても、リアルタイムの回答が得られない」、「学習者は、身近にほとんど相談相手をもたず孤立感を抱きやすい」、「学習者が、学習意欲や学習ペースを維持することが困難」などの問題が指摘されている^[7]。これらの問題に対し、マルチメディアの活用によって、教授者－学習者間のリアルタイムでの相互作用が可能であること、また、学習者同士の双方向の作用も成立することによって、孤立感の解消や学習意欲の維持・喚起が期待される。この学習者間の相互作用を考えたとき、インターネットの有用性があらためて認識される。

4. インターネットPC会議に対する基礎実験

ネットワーク化されたパソコンの利用により、Enhanced CU-SeeMe™を用いた場合のハードウェア（システム）的条件、および心理的評価について実験を行った例を報告した^[11]。このEnhanced CU-SeeMe™はすでに、教育相談への利用の検討（岡山大学、香川大学）^[8]や、学部のゼミ（同志社大学）^[9]での利用が試みられているが、遠隔教育実現のための基礎的データを得ることを目的として、著者らも基礎実験を試みた。

(1) ハードウェア（システム）からの検討

CPU、メモリ、ネットワーク負荷が、システムパフォーマンスに与える影響

目的：Enhanced CU-SeeMe™を使用する場合、パソコンのCPUの性能や装着されているメモリ容量の違い、ネットワークにかかる負荷などによって、Enhanced CU-SeeMe™の振る舞いにどのような違いが生じるかを体感的に観察する。

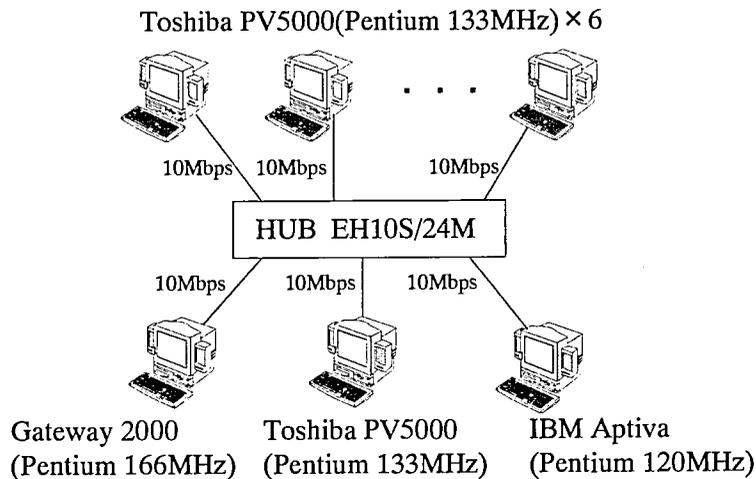


図1 ネットワーク環境1

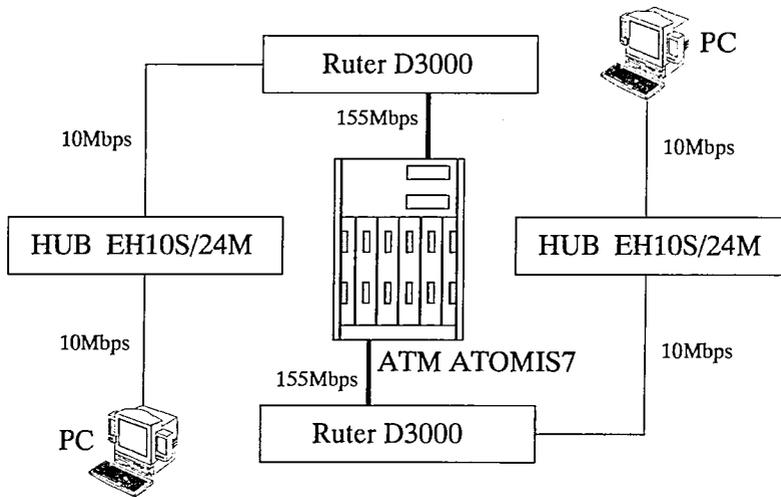


図2 ネットワーク環境2

方法 : Enhanced CU-SeeMe™ による通信は24ポートHUB (EH10S/24M NEC製) を中心に、10BASE-T (10Mbps) ケーブルで接続された1 教室内における2 台のパソコン間の通信 (以下、ネットワーク環境1、図1 参照) と、ATM (ATOMIS7, D3000共にNEC製) を中心とした学内LAN 環境下の2 校舎間での通信 (以下、ネットワーク環境2、図2 参照) の2 種類のネットワーク環境のもとで行った。

著者らが使用したパソコンはすべてCPUがPentiumであるWindows95マシンに統一した。メモリ容量については16MB装着と32MB装着の場合を設定した。さらに、ネットワークに負荷をかけた場合と負荷をかけない場合とを設定した。ネットワーク環境1における負荷は、2 台のパソコン間で通信を行っている間にその他の6 台のパソコン (Toshiba PV5000) を用いて、1 台から他の5 台に対して100MBのビットマップデータを転送する方法で行い、ネットワーク環境2においては、Enhanced CU-SeeMe™ に付属している

表1 ネットワーク環境1における通信例1

CPU Clock(MHz)	133	166
Memory(MB)	32	32
Weight	OFF	OFF
Sound Signal	OFF	OFF
Frame Number(fps)	5	5

表2 ネットワーク環境1における通信例2

CPU Clock(MHz)	133	166
Memory(MB)	32	32
Weight	ON	ON
Sound Signal	ON	ON
Frame Number(fps)	4	4

「WhitePineBoard™」(電子黒板機能)を通信中に同時に起動して行った。

結果：通信実験は各々10分間行った。Enhanced CU-SeeMe™は相手先の動画が映るウィンドウにパケット等のデータ送信の状態を示すいくつかのステータスが表示される。ネットワーク環境1において行われた通信実験はCPUのクロック周波数によるフレーム数の違いはほとんど見られなかった。ネットワーク環境1で行った通信実験のうち、フレーム数の変化が体感と比較的はっきりと一致した例を表1及び表2に示す。

Sound Signalの項目は動画通信と同時に音声通信を行ったかどうかをON/OFFで示した。Frame Numberの項目は10分間のフレーム数の平均値を示した。表1は負荷を全くかけなかった例で、表2は負荷をかけた通信実験の例の1つである。負荷をかけた場合はかけない場合に比べて明らかに体感上、動画が遅くなったと感じられた。理由として上記の表からもフレーム数が1fpsだけ動画が遅くなったことが考えられる。

ネットワーク環境2における2校舎間の通信実験についての結果2例を表3及び表4に示す。

表3 ネットワーク環境2における通信例1

CPU Clock(MHz)	133	166
Memory(MB)	32	32
Weight	OFF	OFF
Sound Signal	ON	ON
Frame Number(fps)	2	2

表4 ネットワーク環境2における通信例2

CPU Clock(MHz)	133	166
Memory(MB)	32	32
Weight	ON	ON
Sound Signal	ON	ON
Frame Number(fps)	1	1

WhitePineBoard™を使用しながら音声信号を送信すると音声途切れて内容が聞き取れないことがしばしばあった。WhitePineBoard™を使用した場合(表4)は、使用していないとき(表3)と比較してCPUのクロック周波数に関わらず、フレーム数が1fps下がる傾向が見られ、体感上も動画は遅く感じた。

(2) ファイアウォール(防火壁)に関する検討

目的：通常のネットワーク管理体制では、セキュリティを高めるため、ファイアウォールが構築してある。遠隔教育でインターネットを利用するには、セキュリティを高めながらデータを通させる必要がある。この実験では、ネットワーク管理体制を遠隔教育にどのように対処させるかを検討した。

方法：ファイアウォールに使用するハードにはSUNのWSを、ソフトには広く使用されているCheckPoint社のFirewall-1 Ver. 2.0を使用する。Firewall-1はパケットフィルタリングを行い、それぞれのパケットの発信元と送付先とサービスの種類(ポート番号)を判別して、パケットを通すか通さないかを決定する。この機能によりEnhanced CU-

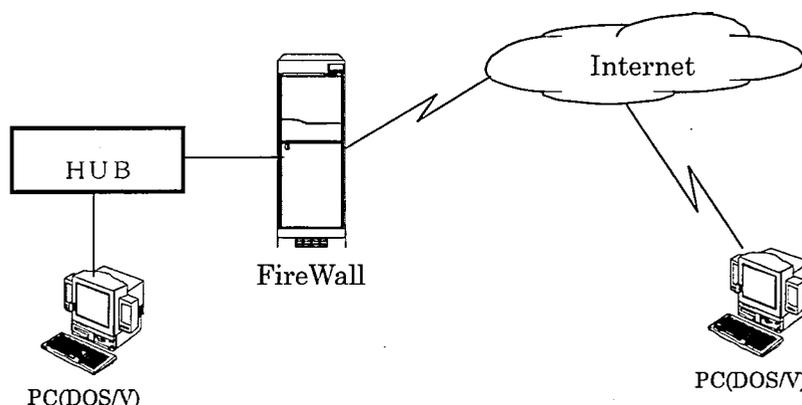


図3 FireWallのネットワーク構成図

SeeMe™ のUDPパケットだけに対応する特定のポート番号だけを選択する。

結果：Enhanced CU-SeeMe™ 用の特定ポート番号7652、7653、7654、7655、7656の、計5ポートを通過可能に設定したところ、Enhanced CU-SeeMe™ はファイアウォールに対応しうることが確認された。また、ファイアウォールの中と外の双方向からセッションをしたが問題無くセッションが張られることを確認した。

(3) 心理的な印象評価に関する検討

目的：システム使用の際に生じる心理的な印象は、システムに対する重要な評価である。本実験では、直接対面での対話条件とEnhanced CU-SeeMe™ での対話条件を設定し、両条件の心理的な印象評価の比較検討を目的とした。

方法：2人1組のペアを5組、計10名の大学生（あるいは大学院生）の各ペアに対して、直接対面による対話セッション（以下、対面セッション）と、Enhanced CU-SeeMe™ による対話セッション（以下、遠隔セッション）の2種のセッションを設定した。被験者は全員、パソコン会議用ソフトの使用経験はなかった。

いずれのセッションにおいても、「大学に望むこと」あるいは「ハイテク社会に望むこと」のいずれかをテーマとして約15分間対話をしてもらい、その後、SD法（意味微分法）による評価用紙を配布し印象評価を求めた。

評価は、田村^[10]において用いられた形容詞対の一部と、新たに追加した項目の計50項目からなる。各セッションの終了直後に、それぞれの項目を7段階評価させた。

結果および考察：本実験では、遠隔セッションと対面セッションとの間で評価に相違があるかをみるために、各項目に関して、t検定（平均値間の差の検定）を行った。その結果、複数の項目において有意な差が認められた（有意水準5%）。特に、相手との一体感があるかどうか、聴きやすいかどうか、分かりやすいかどうか、見やすいかどうか、などの項目では、遠隔セッションにおいて、より否定的な印象が示された。

田村^[10]が行った学習者インターフェースの評価結果からは、適切なシステム構成を提供することによって、十分効果的な遠隔授業ができることが示されている。同時に、鑑沢^[11]の研究ではテレビ会議を取り上げ、人間の特性に整合させる観点から、一体感や臨場感をより対面的状況に近づける必要性が指摘されている。

今回の実験では、遠隔セッションに関し、一般的システムとしてできる範囲でよい通信環境(図2参照)を提供した。しかし心理的評定の結果からは、そうした通信環境でも被験者にとっては必ずしも十分なものとは言えないことが示唆された。

(4) インターネットPC会議に対する基礎実験のまとめ

最後にEnhanced CU-SeeMe™の利用実験についての考察を次に述べる。

パソコン会議ではリアルタイム性の確保が欠かせないためISDNなどの専用回線を使用し、画像や音声のために転送帯域を占有する必要がある。したがって、現状ではインターネットでの本格的な使用は難しいと考えられる。

また、ファイアウォールでのパケットを通過させることは可能であるが、そのことはセキュリティホールが大きくなったことを意味し、ファイアウォールへの課題になると考えられる。こうした対策として、現在著者らが研究している暗号システム^{[13][14]}の導入が考えられる。

5. ISDN回線を利用したパソコン会議システム(PC.TV会議)による学生間コミュニケーションの実験^[2]

教育の場においては、教師と学習者間のコミュニケーションが成立しているだけでなく、学習者同士のコミュニケーションも生じており、学習環境として、この3方向のコミュニケーションはきわめて重要だと指摘されている^[12]。したがって、遠隔でのインタラクティブな教師と学習者間において確保するだけでなく、学習者相互の間においても充実させる必要がある。本実験では、一般的なISDN回線(INS64)で接続した遠隔用のパソコン会議システムを用いて友人間での対話を試み、システムに対する心理的評定を実施した。

(1) 実験

目的：本実験では、直接対面での対話条件と遠隔会議用のパソコン会議システムでの対話条件を設定し、その心理的な印象評価を検討した。

被験者：大学生および大学院生80名。

使用システム：パソコン会議システム(Intel™ ProShare Conferencing System 2.0a)

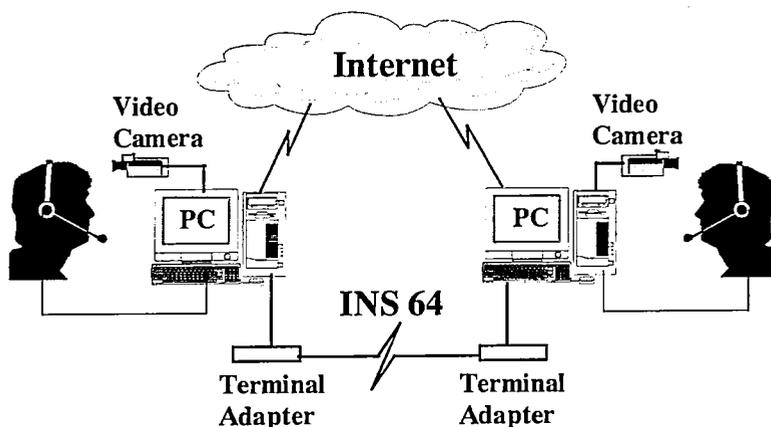


図4 システム構成

表5 パソコンの性能

Name of PC	Toshiba PV5000 5133
CPU	Pentium 133MHz
Memory	32MB
Capacity of Hard Disk	2GB
Resolution of Display	17" 1024×768 (High Color)

により、2台のパソコンをISDN回線で接続した。図4にそのシステム構成を、表5にパソコンの性能を示す。

評定：遠隔会議用のパソコン会議システムを用いた対話セッション（以下、遠隔セッション）および直接の対面による対話セッション（以下、対面セッション）について、その印象評価を問う項目（形容詞32対）、およびシステム自体についての評価を問う項目（7項目）の計39項目から構成されていた。

手続き：被験者には、友人同士でペアを組んでもらい、遠隔セッションおよび対面セッションにおいて、「大学に望むこと」あるいは「ハイテク社会に望むこと」のいずれかをテーマとして、15分間の対話を行ってもらった。各々のセッション後にその対話に関する評価を7段階で求めた。遠隔セッションと対面セッションの実施順、および対話テーマの割り当ては、被験者間でカウンターバランスした。

(2) 結果および考察

本研究では分析対象を、次の表6に示す形容詞対32項目とした。

遠隔セッションおよび対面セッションに関する各項目の評価に対して、1点から7点までを与え得点化し、その結果をセッション間で比較した。各項目に関してt検定を行い、特に遠隔セッションがより高く評価された項目を図5に示す。

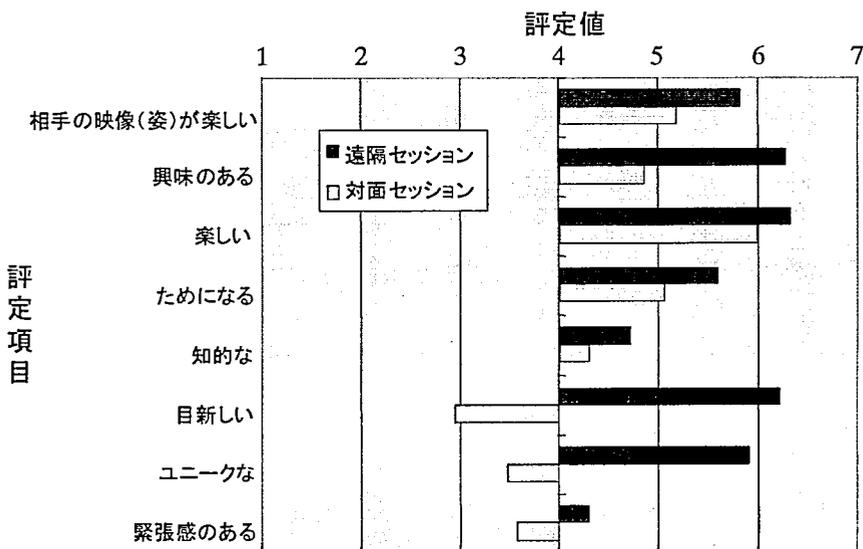


図5 遠隔セッションにおいて有意に高かった項目

表6 分析対象とした形容詞対

	ど	ち	少	少	か	と		
	と	な	も	な	て	な		
	い	り	し	え	し	り		
	い	な	い	な	い	な		
	7	6	5	4	3	2	1	
臨場感のある	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	臨場感のない
使いやすい	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	使いづらい
相手と一体感のある	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	一体感のない
見やすい	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	見にくい
一方的な	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	やりとりのある
聴きやすい	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	聴きにくい
相手の映像が楽しい	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	相手の映像が楽しくない
直接的な	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	間接的な
様子が分かる	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	様子が分からない
自分の映像が楽しい	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	自分の映像が楽しくない
身近な	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	疎遠な
ためになる	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	ためにならない
おそい	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	はやい
楽しい	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	つまらない
知的でない	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	知的な
自由な	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	不自由な
ほっとする	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	不安な
平凡な	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	目新しい
興味のない	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	興味のある
ユニークな	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	普通の
意欲的な	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	無気力な
むずかしい	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	簡単な
暖かみのある	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	冷たい
好ましい	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	好ましくない
親しみのある	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	親しみにくい
きづまりな	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	くつろげる
だらけた	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	緊張感のある
空虚な	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	充実した
社交的な	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	非社交的な
暗い	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	明るい
強い	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	弱い
消極的な	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	積極的な

「相手の映像（姿）が楽しい」という評価では、実際に相手を目の前にしている以上に画面に映し出された友人の姿に注意や関心が向けられることが示された。映像の方が実物以上に楽しいと評価されたことには、このような映像や画面を通して相手と関わることが通常はなく、被験者にとって非常に新奇性のあったことが指摘される。

「ためになる」および「知的な」の項目については、以下のように考えられる。2つのセッションにおいて、同質と考えられるテーマで会話したにもかかわらず、遠隔セッションがより評価されたのは、このようなシステムの使用自体によって通常とは異なる知的な雰囲気を提供されたことが考えられる。同様の意味で、被験者にとって新しく先進的なツールを使用することは、「目新しい」「ユニークな」経験であると評価されたのであろう。こ

のことは「緊張感のある」という項目の評価が高かったこととも関係すると考えられる。したがって、このシステムを使用することにより、通常の対面でのコミュニケーションよりも知的刺激を提供できることが示唆される。

次に、対面セッションと同程度に評価され、2つのセッション間で有意な差が認められなかった項目を図6に示した。

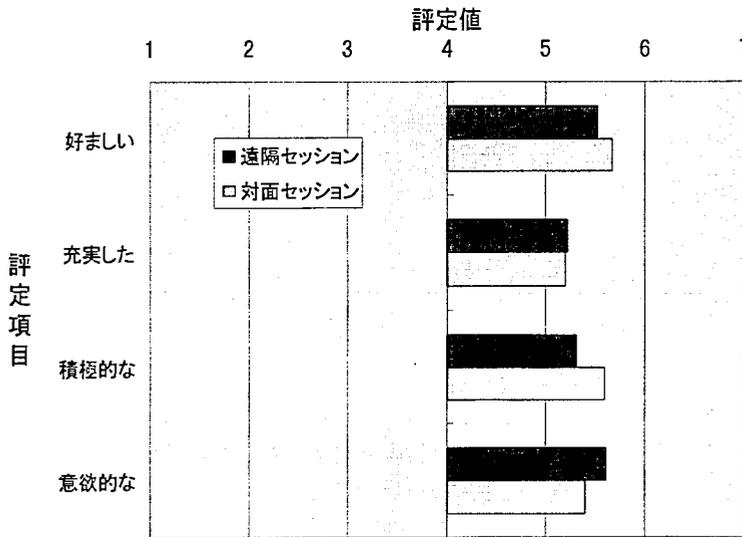


図6 対面セッションと差が生じなかった項目

「好ましい」という評価に有意差がなかったことから、遠隔セッションでの対話がコミュニケーションの形式として、直接対面での対話と同程度に被験者に受け入れられることが示唆される。「意欲的な」「充実した」「積極的な」等の項目に有意差が生じなかった点についても同様の理由が考えられ、総じて、今回のシステムはコミュニケーションツールとしてその利用価値が被験者に認められたと考えられる。

他の項目については、すべて対面セッションがより高く評価されていた。これは、友人間での対話において、自由度の高い対面セッションがより評価されたと考えられる。

次に、因子分析を行い、心理的評定の構造の分析を試みた。遠隔セッションにおけるデータを分析し、因子を抽出した。因子数については、累積寄与率が56.37%となる5因子解を適切と判断した。バリマックス回転後（SRI（株式会社 社会情報サービス）の「エクセル統計」ソフト使用）において、各々の因子に対する負荷量が高かった主な項目を表7に示した。

さらに、それらの項目内容を検討し、前述の5因子の解釈を試みた。

まず、因子Iについては、「直接的な」「一体感のある」「様子が分かる」「臨場感のある」等の項目が所属すると考えられる。これらのことから、因子Iは相手と対話の場を共有することに關する因子であると解釈される。

因子IIについては、「自分の映像（姿）が楽しい」「相手の映像（姿）が楽しい」「楽しい」「ユニークな」等の項目が所属すると考えられる。これらのことを考えあわせると、

表7 バリマックス回転後の因子負荷量

形容詞対(評定項目)	因子 I	因子 II	因子 III	因子 IV	因子 V
直接的な	0.8234				
相手と一体感のある	0.8115				
様子が分かる	0.7484				
臨場感のある	0.7331				
身近な	0.7324				
親しみのある	0.6270				
暖かみのある	0.6056				
自分の映像(姿)が楽しい		0.8427			
相手の映像(姿)が楽しい		0.7711			
楽しい		0.7684			
ユニークな		0.6003			
使いやすい			-0.6837		
はやい			-0.6359		
ためになる			-0.6338		
くつろげる			0.5173		
目新しい				-0.6640	
知的な				-0.6175	
強い				-0.6021	
緊張感のある					0.6129
ほっとする					-0.5644
寄与率(%)	18.69	12.68	9.815	9.112	6.077
累積寄与率(%)	18.69	31.37	41.18	50.29	56.37

ここでの楽しさとは、これまでほとんど体験したことのない場面での相手像および自己像への新鮮な驚きや、関心が表されていると考えられる。ただし、このことは単に、映像的な面白さだけではなく、むしろ、相手像・自己像の認識から生じる、システムへの関与感から生じると考えるべきであろう。したがって、因子IIは、映像のおもしろさを通して表されるシステムへの関与に関する因子であると解釈される。

因子IIIについては、「使いやすい」「はやい」「ためになる」「くつろげる」等の項目が所属すると考えられる。これらの項目はいずれもシステムの使用感や時間的遅延への評価、また、システムを操作する上でのストレス感をあらわしていると考えられる。すなわち、使いやすくシステムの反応のはやいことが学習効果や心理的安定感と関係していると考えられる。これらのことから、因子IIIはシステムの操作性に関する因子であると解釈される。

因子IVについては、「目新しい」「知的な」「強い」等の項目が所属すると考えられる。これらのことから、因子IVは、先進的な知識やその価値に関する因子であると解釈される。

因子Vについては、「緊張感のある」や「ほっとする」等の項目が所属すると考えられる。しかし、この項目がプラスの負荷量であるのに対し、「ほっとする」はマイナスの負荷量を示した。このことは、二つの項目に対称性があり、因子Vにおいては、緊張感の高さがプラス方向として反映されることを示唆する。これらから、因子Vは新しいシステムを使用する際の、緊張や不安に関係する因子と考えられる。

(3) ISDN回線を利用したパソコン会議システム(PC・TV会議)による学生間コミュニケーションの実験のまとめ

遠隔教育における学習者間のインタラクションの重要性から、本実験ではパソコン会議システムを用いて学生間のコミュニケーションの評価を行った。2つのセッションを比較したt検定の結果からは、遠隔セッションによって知的刺激のある対話環境が提供されることが示唆された。また、因子分析の結果からは、対話の場の共有性、映像のおもしろさ

を通したシステムへの関与、システムの操作性、新しい知識に対する価値、システム操作場面での緊張感、などに関する因子が抽出された。システムの印象は、主にこれらの側面から形成されると考えられる。したがって、こうした点をシステム構築の際配慮することにより、使用者の評価を効果的に高めることが期待できよう。

6. 結論

大学等の高等教育機関においても「遠隔授業」を行うことが技術的に可能となってきたり、将来的には、マルチメディアの一層の発展に伴い、通学制と通信制の明確な境界は取り払われ、情報通信ネットワーク上で授業を行う、「ヴァーチャル・ユニバーシティー」と呼ばれる全く新しい教育の形態が出現する可能性が考えられる。

これまでのテレビ会議システムは、専用の部屋に大型モニタとテレビカメラを配した高価なシステムが使われたり、通信衛星やマイクロウェーブ回線を利用した大規模なシステムであった。これらは何れも多くの可能性を含むものだが、その反面、大規模な投資を必要とするものである。しかし、普及が進んでいるパソコンにテレビカメラを付けて端末として使用し、インターネットやISDN回線で相互に接続すれば、簡単にテレビ会議が実現できるようになってきており、パソコン会議システムの普及により、多くの分野に広がったテレビ会議システムへの利用が期待される。

そのために、著者らは今回インターネットPC会議に対する基礎実験とISDN回線を利用したパソコン会議システムによる学生間コミュニケーションの実験を行った。その結果、ISDNなどの専用回線を使用し、画像や音声のための転送帯域を確保したパソコン会議システムにおいては、大規模なテレビ会議システムでなくても、遠隔教育の充実に新たな可能性を開く大きな効果があげられた。

しかしながら、実際の対面と遠隔会議システムに比べ劣る点も種々考えられる。これらの欠点を排除し、利点を増加させるべく今後の研究課題としては進める所存である。

参考文献

- [1] 杉本雅彦, 佐久本功達, 榎本立雄, 大橋有弘, 櫻井広幸, 石原学: “遠隔教育におけるパソコン会議システムの実験と評価”, 日本科学教育学会, 科教研報, Vol.11, No.2, pp.5-10 (1996)
- [2] 櫻井広幸, 佐久本功達, 杉本雅彦: “パソコン会議システムを用いた学生間コミュニケーションの評価”, 教育システム情報学会, 教育関連学協会連合第5回全国大会講演論文集(第一分冊), pp.299-302 (1997)
- [3] 大田剛: 「テレコン」の基礎知識, (1997)
<http://www.jona.or.jp/~gohome/NTeleCon/tecl.html>
- [4] 文部省高等教育局: マルチメディアを活用した21世紀の高等教育の在り方について(平成8年7月懇談会報告)
- [5] 日経B P社「特集, 離陸するパソコン会議システム」, No.223, pp.56-73 (1996.6)
- [6] 文部省大学審議会: 「大学院部会における審議の概要-通信制の大学院について-」, 「マルチメディア教育部会における審議の概要-「遠隔授業」の大学設置基準における取扱い等について-」, 「大学教育部会における審議の概要(その2)-高等教育の一層の改善について-」(平成9年9月部会報告)
- [7] Watabe, K., Hamalainen, M. and Whinston, A.B.: インターネットを使った遠隔共同学習支援システム, 教育システム情報学会誌, Vol.12, NO.1, pp.76-85 (1995)
- [8] 近藤勲, 古市裕一, 松下文夫, 三宅恭子: インターネットを利用した教育相談システム

- の実用化の一検討, 科教研報, Vol.10, No.2, pp.1-6 (1996)
- [9] 宮崎耕: 「ゼミナール・イントラネット」による情報処理教育, 第10回私情協大会資料, pp.181-182 (1996)
- [10] 田村武志: 遠隔講義における学習者インタフェースの改善とその評価, 電子情報通信学会論文誌A, Vol.J77-A.No.3, pp.494-505 (1994)
- [11] 鎧沢勇: 特集: テレビ電話・テレコンファレンス 5. 共通要素技術 5.1 ヒューマンファクタ, テレビジョン学会誌, Vol.42, No.11, pp.1193-1198 (1988)
- [12] 坂元昴: 教育と教育工学, 信学誌, Vol.71, No.4, pp.337-343 (1988)
- [13] 志方泰, 杉本雅彦, 本間和章: パソコン通信における完全ソフトウェア依存型暗号装置に関する研究, 電気学会, 平成7年電気学会全国大会
- [14] 志方泰, 杉本雅彦, 松本直之: パソコン通信におけるエニグマ型暗号装置の改良に関する研究, 電気学会, 平成8年電気学会全国大会