

## 遠隔授業支援システムの授業への適用

井上 穰\* 由井 薫 隆也\* 宗森 純\*\* 長澤 庸二\*  
鹿児島大学\* 大阪大学\*\*

40台の計算機を使った遠隔授業支援システムを開発した。本システムでは遠隔地にいる教官がリモコンカメラを用いて教室全体の様子を見ると共に、動画像と音声通信を瞬時に切り替えながら生徒と1対1でコミュニケーションをとることができる。また、授業用と個人用に二つのカード型データベースを用いており、授業用のデータベースには共有カーソルとカードを連動してめくる機能及びカード資料の転送機能を備えている。このシステムを実際の授業に2回適用し、アンケート調査を行った。

## An Application of Remote Teaching Support System

Yutaka INOUE\* Takaya YUIZONO\* Jun MUNEMORI\*\* Yoji NAGASAWA\*  
Kagoshima University\* Osaka University\*\*

We have developed remote teaching support system. Forty computers have been used in the system. Features of this system consist of a remote camera which is controlled by teacher, multimedia (video and audio) communication, two multimedia databases, shared cursors, and a related card management function. We applied this system to lectures two times, and made inquiries about this system.

## 1. はじめに

遠隔授業に関する研究が盛んに行なわれている[1]-[3]。テレビ会議の延長線にあるシステムは既に利用段階に入っており、例えばSCS[3]は様々な大学に設置され使われている。しかしテレビ会議を応用したシステムは、衛星回線や専用の機器を用いるために高価で大がかりであり、授業を行う場所や時間に制約を受ける。

近年、計算機とネットワークが普及し、電子会議システムが実現されるようになった。これに安価なCCDカメラやマイクを取り付ければ、教官はネットワークを用いてどこからでも授業を行うことができる。教育現場では計算機の普及が進んでいるので、費用や時間に関しては計算機を使用するメリットが十分にあると考えられる。

我々は計算機を用いた多数対応の分散型マルチメディアプラットフォーム[4]を開発してきた。このプラットフォーム上に計算機を利用することを生かした授業支援ができないかと考え、電子会議システムを応用した遠隔授業支援システムを開発した。今回は、開発したシステムを実際の授業に2回適用し、アンケート調査を行ったので報告する。

## 2. 遠隔授業支援システム

図1に遠隔授業支援システムのイメージを示す。遠隔地の教官1名と教室の生徒40名が1台ずつの計算機を用いて授業を行うためのシステムである。

### 2. 1 ハードウェア構成

教官用と生徒用の全ての計算機には、計算機使用者個人の動画像と音声を取り込むために安価なCCDカメラとマイクが取り付けられている。教室の正面上方には生徒全体の様子を取り込むためのリモコンカメラが設置してある。教官の動画像はAV機器用計算機を介してプロジェクタから教室のスクリーンへと投影され、音声はスピーカから流されて生徒全員へと伝わる。管理用計算機は、教官用計算機と全ての生徒用計算機とを常時接続し、リアルタイムに実行する必要のある支援機能を実現するために用いている。

### 2. 2 システム環境

計算機とモニタはPower Macintosh 8100/100AV (Apple Computer)とApple Multiple Scan 15 Display (Apple Computer)である。CCDカメラはQCAM (Connectix社)、マイクはPlainTalk Microphone (Apple Computer)、リモコンカメラはVC-C1MkII (Canon)である。教室のネットワークは10 MbpsのEthernetである。システムはHyperCard2.2 (Apple Computer)の記述言語であるHyperTalk2.2 (Apple Computer)で書かれている。通信にはQuickTime Conferencing (Apple Computer)を用いて当研究室で開発されたNetgear[5]を用い、黒板システムとノートシステムには、当研究室で開発したカード型データベースWadaman[6]を用いている。

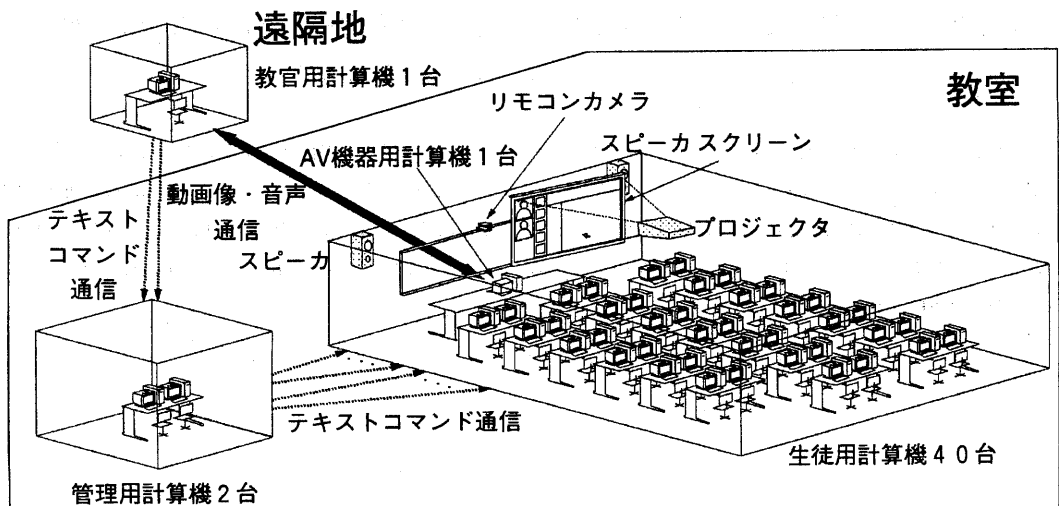


図1 遠隔授業支援システムのイメージ

### 3. 操作方法

#### 3.1 教官の操作

図2に教官が使用する計算機の画面を、表1に遠隔授業支援システムの支援機能一覧を示す。

##### (1) 教室の様子把握

教室の動画は教室のリモコンカメラによるものである。教官はリモコンカメラ制御ボタンを用いて

教室全体を見渡すことができる。また、ズームや微調整を行って生徒を見ることができる。

##### (2) 授業の実施

教官は、黒板システムの連動カードめくり機能により全ての生徒用計算機上と同じ授業資料を表示させ、教官用共有カーソルで表示資料中の特定の位置を生徒全員に知らせながら、音声で授業を行う。ま

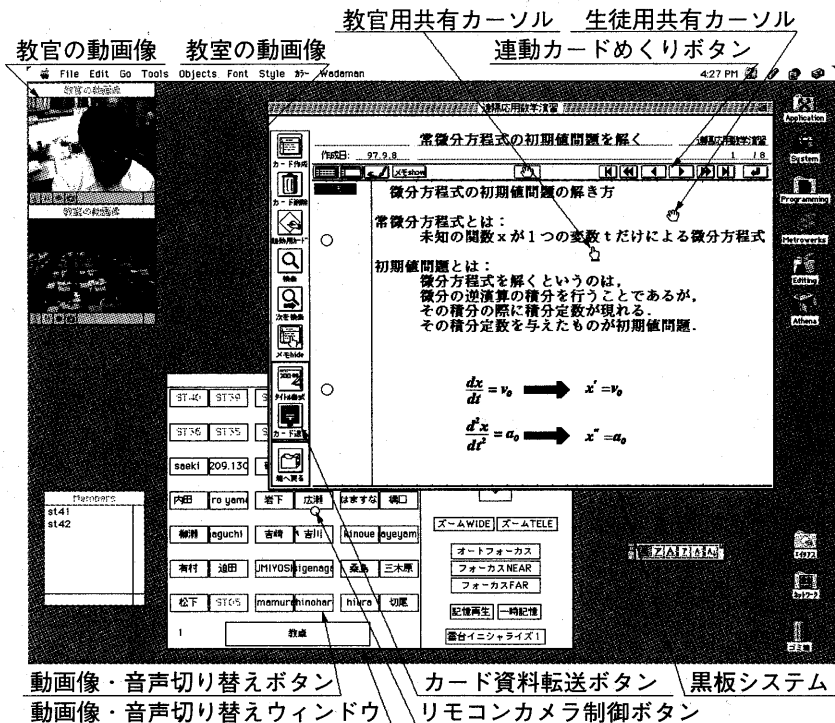


図2 教官が使用する計算機の画面

表1 遠隔授業支援システムの支援機能一覧

支援機能	実現機能	説明
動画・音声切り替えウィンドウ	動画・音声切り替えボタン	計算機を使用している生徒の名前が表示される。教官がクリックすることで対応している計算機との動画・音声通信の接続及び切り替えを行う。同時にリモコンカメラが対象生徒を捉える。
	リモコンカメラ制御ボタン	動画・音声切り替えウィンドウを仮想教室に見立て、教官がこのボタンをドラッグすることでリモコンカメラを希望の向きへ制御する。
黒板システム	教官用共有カーソル	教官が生徒に対して資料上の位置を指し示すために使用する。
	生徒用共有カーソル	質疑応答時に生徒が教官に対して資料上の位置を示すために使用する。
	連動カードめくり機能	教官が全員の表示資料を切り替えるために使用する。質疑応答時には生徒も使用可能である。
	質問ボタン	生徒が教官に質問の意思を示すために使用する。クリックすると動画・音声切り替えウィンドウ上で、生徒自身が使用している計算機に対応するボタンが点滅する。
	カード資料転送機能	教官が、表示中のカード資料1枚分を転送するために用いる。誤った資料の訂正や、授業中に新たに作成した資料の配付が可能である。
	連動白紙カード作成機能 連動カード削除機能	教官が、新たな資料を作成するために、新規カードを作成するために用いる。 教官が、不要となった資料を削除するために用いる。

た、カード資料転送機能を用いることで、教官は、資料の誤りを授業中に訂正したり、あるいは新たに資料を作成しながら授業を行うことも可能である。

### 3. 2 生徒の操作

図3に生徒が使用する計算機の画面を示す。

#### (1) 授業

生徒は目の前に表示された黒板システムで教官が示す授業資料や共有カーソルによる指示を見ながらスピーカから流れる教官の音声で授業を受ける。

#### (2) ノートシステムの操作

ノートシステムには黒板システム用にファイル転送されてきた授業資料を自動的にコピーしたものを使用する。生徒は、黒板システムの制御はできないが、ノートシステム上に教官が示す資料と同じ資料を表示させ、資料上に直接メモを記入することができる。また、教官が示す資料とは別の資料を参照することができる。

### 3. 3 質疑応答

遠隔授業で質疑応答を行う際には動画像・音声通信を行う必要がある。しかしデータの転送量には制限があり、教官や生徒の動画像を全ての計算機に対して同時には転送できない。そこで当システムでは、教官が生徒との動画像・音声通信を切り替えながら、常に1対1で質疑応答を行う。

#### (1) 生徒との動画像・音声通信切り替え

教官がやり取りを行いたい生徒の名前が表示されている動画像・音声切り替えボタンをクリックすると、その生徒が使用している計算機との動画像・音声通信が接続される。教官が、続けて他の生徒の名前が表示されているボタンをクリックすると、それまでの通信が切れた後、次の生徒が使用している計算機との通信が接続され、やり取りを行なえるようになる。質疑応答中の生徒は、黒板システムの制御と生徒用共有カーソルの制御を行なえる。

#### (2) 生徒の質問方法

生徒が使用する黒板システムには質問ボタンがついている。生徒がこのボタンをクリックすると、教官のモニタ上でその生徒の名前が表示されている動画像・音声切り替えボタンが点滅する。これにより教官に質問の意思が伝わる。教官がこのボタンをクリックすると動画像・音声通信が接続され、質問を行なえるようになる。

### 4. 授業への適用

当システムを実際の授業に2回適用した。

#### 4. 1 大阪大学と鹿児島大学間での実験

大阪大学の教官1名と鹿児島大学の工学研究科博士前期課程1年生12名により、ヒューマンインタ

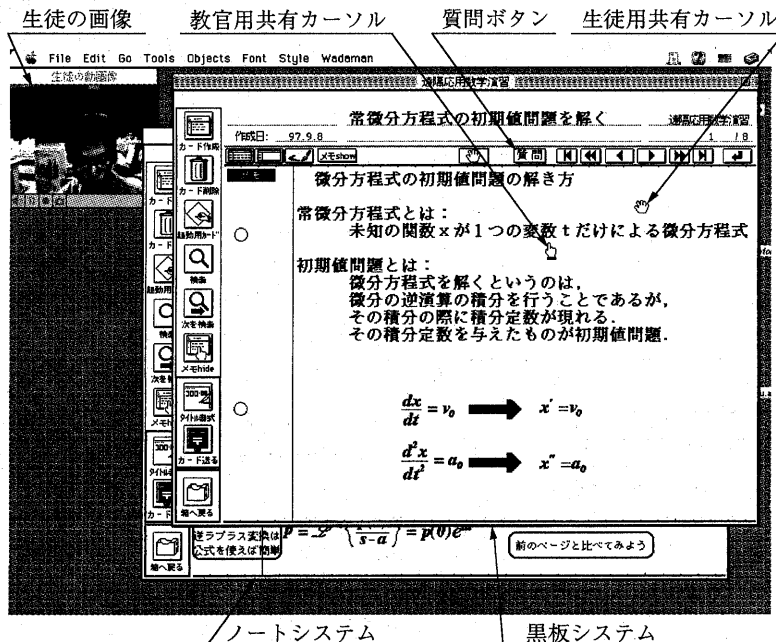


図3 生徒が使用する計算機の画面

フェース工学の授業が夏期集中講義の事前の概要説明として行われた。内容はグループウェアに関する授業であった。両大学は地理的に約900km離れており、計算機ネットワークには主としてSINETが用いられている。教官が準備した黒板システムの資料は表紙1枚と授業資料5枚の合計6枚で、授業形式は、資料の説明と質疑応答システムを用いた出席確認であった。

#### 4. 2 異なる建物間での実験

鹿儿岛大学において、情報棟の教室にいる大学2年生32名と、異なる建物である電気電子棟6階の教官室にいる教官1名により、応用数学演習の授業が行われた。内容はラプラス変換の演習で、それまでの授業の総まとめであった。両建物は学内ネットワークで結ばれている。教官が準備した黒板システムの資料は授業資料5枚と提出課題問題2枚及び課題問題のヒント1枚の合計8枚であった。授業では、資料の説明と質疑応答システムを用いた出席確認を行った後課題問題を紙に解かせて提出させた。

#### 4. 3 アンケート

アンケート調査は授業終了直後に行った。また、ヒューマンインタフェース工学に関しては、遠隔授業と通常の授業との比較の目的で、夏期集中講義で行われた通常の授業についてもアンケート調査を実施した。

### 5. アンケート結果と考察

表2に5段階評価式のアンケート結果を示す。授

業内容の理解に関して、通常の授業と遠隔授業とではほぼ同じ結果となった。よって当システムで授業を行なえると考えられる。再び遠隔授業を受けたいかについては受けたい方に傾いたので、15回の授業の内何回受けたいかを調査したところ、平均6回という結果を得た。記述式アンケートを調べたところノートシステム、質問ボタン、黒板システムの順に役立ったという意見が多く、そのために受けたい回数が6回になっているものと考えられる。そこで各機能についての考察を行う。


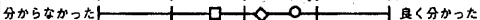
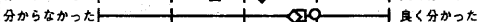
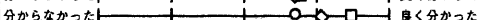
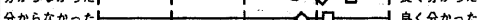








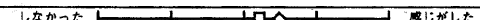


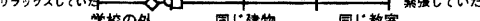


#### 5. 1 黒板システムについて

授業内容の理解において、特に黒板システムは、通常の授業の黒板よりも高い評価となった。目の前に資料が表示されるので見やすい、文字がきれいで読みやすい、資料の表示サイズが適当でまとまっている、教官が説明している場所が分かるなどの意見が得られた。これらの利点が評価に結びついていると考えられる。

#### 5. 2 ノートシステムについて

生徒から最も多く得られた意見は、自分のペースで学習できるというものであった。黒板システムは教官により制御されるため、授業の進度が早いと生徒が授業資料を読んでいる途中でページが変わる場合がある。逆に進度が遅いと教官が次の資料へと進むまで生徒は待たなければならない。ノートシステムには黒板システムと同じ資料が表示されるので、これを用いることで教官の授業進度とは関係なく生徒自身の学習進度で授業資料を見ることが出来る。

表2 5段階評価式のアンケート結果

1. 授業内容の理解に関して。	
(1)授業の内容はわかりましたか。	分らなかった  良く分かった
(2)教官の顔や表情(動画像)で、授業内容はわかりましたか。	分らなかった  良く分かった
(3)教官の声(スピーカの声)で、授業内容はわかりましたか。	分らなかった  良く分かった
(4)黒板システム(黒板)で、授業内容はわかりましたか。	分らなかった  良く分かった
(5)教官の指示操作(カーソル)で、授業内容はわかりましたか。	分らなかった  良く分かった
(6)授業に満足しましたか。	不満だった  満足した
2. インタフェースに関して。	
(7)教官の動画像にぎこちなさを感じましたか。	感じた  感じなかった
(8)教官の音声の遅れは気になりましたか。	気になった  気にならなかった
(9)教官の音声は聞きやすかったですか。	聞きにくかった  聞きやすかった
(10)黒板システムのカード切り替えは気になりましたか。	気になった  気にならなかった
(11)教官の指示操作(カーソル)の遅れは気になりましたか。	気になった  気にならなかった
(12)通信の遅れは気になりましたか。	気になった  気にならなかった
(13)遠隔授業支援システムは操作しやすかったですか。	しにくかった  しやすかった
3. 授業に関して。	
(14)授業を受けている感じがしましたか。	しなかった  感じました
(15)授業はおもしろかったですか。	つまらなかった  おもしろかった
(16)授業中は緊張していましたか。(緊張していたを5点とした)	リラックスしていた  緊張していた
(17)教官とどのくらい離れていると感じましたか。	学校の外  同じ建物  同じ教室
(18)機会があれば再び遠隔授業を受けたいですか。	受けたくない  受けたい
15回ある授業の内、何回受けたいですか。 平均 約6回	

○ ヒューマンインタフェース工学の通常の授業 □ ヒューマンインタフェース工学の遠隔授業 ◇ 応用数学演習の遠隔授業

特に今回の応用数学演習の授業は今までの授業の総まとめであったこともあり、授業進度が遅いと感じる生徒が多く、これらの生徒が教官の説明よりも先に次の資料を見るなどしていた。また、資料の説明が終わり課題問題を解く時間になると、生徒は各自勝手にノートシステムの資料を切り替えながら、問題を見たり資料やヒントを見たりしていた。

ノートシステムのみでは、Webで行う授業と大差ないが、黒板システムで教官の授業進度を確認しながら自分のペースで資料を読むことができることがノートシステムの評価を高くしたと考えられる。

### 5. 3 質問ボタンについて

生徒からの質問は、応用数学演習の授業において2回行われた。1回は間違っていた提出課題問題の指摘で、指摘された教官は問題をその場で修正し、カード資料転送機能で問題を再配布した。2回目は間違った問題のまま解いた生徒が、そのまま提出してはいけないのかという問い合わせを行った。生徒のアンケートでは質問しやすいという意見を多く得たが、これらの質問の様子を見ていた他の生徒が、そのような印象を受けたものと考えられる。通常の授業の場合、授業終了後に教官に質問する生徒などが見受けられるが、遠隔授業では授業中に質問を終えなければならない。今後も授業中に質問しやすいシステムを検討するとともに、DEMPO IIの質疑応答システム[4]を応用し、授業終了後の質問にも対応できるようにする必要がある。

### 5. 4 新たに必要な機能について

応用数学演習では黒板システムに示された課題問題を紙に解いて提出させた。そのためパソコンが邪魔で提出課題の解答を紙に記入し難い、応用数学の授業にはメリットがないという意見を一部の生徒から得た。また、パソコンに直接記入して提出したいという意見を得た。これらを解決するために、レポート提出機能を開発する予定である。

教官からは、授業中に簡単なアンケートを行うなど、生徒とのコミュニケーションを目的として簡単な3択ないし5択機能が欲しいという要望があったので開発する予定である。また、授業資料の説明に熱中しているとリモコンカメラを制御する余裕がないという感想を得た。これについては、教官が制御しなくてもリモコンカメラが自動的に動き、教室全体の様子を様々な角度でとらえたり[7]、ズームにより自動的に教室の様子や生徒個人の様子と切り替わ

るなどの機能の開発を行う必要がある。

## 6. おわりに

遠隔地に居る教官1名と教室の生徒40名とが1人1台ずつの計算機を用いて授業を行う、電子会議システムを応用した遠隔授業支援システムを開発し、実際の授業に2回適用した。アンケート調査を行ったところ、当システムを用いた遠隔授業では、通常の教室で行われる授業と同程度の理解を得ることが分かった。黒板システムについては電子会議システムを応用した利点などが見られ、ノートシステムには生徒が自分のペースで学習する利点が見られた。一方で、レポート提出機能やリモコンカメラの自動制御機能など新たに開発の必要な機能もあることが分かった。

今後は、今回のアンケート結果をもとに、授業に必要な機能をシステムに順次追加し、再び実際の遠隔授業に適用して評価・改良を行う予定である。

## 参考文献

- [1] 近藤喜美夫, 鈴木龍太郎, 宇都由美子, 井形 昭弘: 教育利用のための圧縮画像/広帯域画像比較実験, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J79-D-II, No.10, pp.1734-1740(1996).
- [2] 近藤喜美夫: 「スペースコラボレーションシステム」の構成, 電子情報通信学会技術研究報告, ET96-43 (1996-07).
- [3] 竹本 宜弘, 田村 武志, 高田 伸彦: 分散型教育における講師操作環境の構築とその検証, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.9, pp.2215-2227 (1995).
- [4] 吉野 孝, 山元一永, 井上 稔, 宗森 純, 伊藤士郎, 長澤庸二: 教育用プラットフォームDEMPO IIの評価と改良, 情報処理学会グループウェア研究会, 15-8, pp.43-48 (1996).
- [5] 山元一永: 分散型マルチメディアプラットフォームに関する研究, 鹿児島大学大学院工学研究科修士学位論文(1996).
- [6] 由井菌隆也, 宗森 純, 長澤庸二: 知的生産支援システムWadamanの仮想環境の評価, 情報処理学会人文科学とコンピュータ研究会, 24-4 (1994).
- [7] 井上智雄, 岡田謙一, 松下 温: テレビ番組のカメラワークの知識に基づいたTV会議システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 37, No.11, pp.2095-2104 (1996).