

# 遠隔授業支援システム SEGODON の 授業への連続的な適用と改良

吉野 孝<sup>†</sup>, 由井 薫 隆也<sup>†</sup>, 宗森 純<sup>‡</sup>  
伊藤 士郎<sup>†</sup>, 長澤 庸二<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>鹿児島大学, <sup>‡</sup>大阪大学,

インターネットに接続されたパーソナルコンピュータと比較的安価な入力機器を利用した、40台の計算機を用いる遠隔授業支援システムSEGODONを、4回連続して応用数学演習の授業へ適用した。本システムは、遠隔地にいる教官が、計算機演習室に集まった学生に対して講義を行う形の遠隔授業を支援する。教官側には、教室の映像が常時表示されており、学生がいる教室には教官の映像が常時スクリーンに表示されている。学生との質疑応答時には、教官と学生は映像と音声を用いて直接接続し、1対1のコミュニケーションを行うことができる。さらに、教官用及び学生用共有カーソル、板書システム、ノートシステム等を備えている。昨年度、我々は本システムを開発し、3つの実際の授業に1、2回適用し、良好な評価を得ている。我々の目的は、1期15回の全授業を遠隔で実施できるシステムの開発である。そこで、その前段階として、本システムを演習形式の授業に対して連続的に適用し、連続的に適用する場合の問題点と演習形式の遠隔授業に必要な機能の洗い出しを行った。さらにその結果をもとに、新たな機能の開発を行った。

## Continuous Application of Distance Learning Supported System SEGODON to Classes and its Improvement

Takashi YOSHINO<sup>†</sup>, Takaya YUIZONO<sup>†</sup>, Jun MUNEMORI<sup>‡</sup>  
Shiro ITO<sup>†</sup> and Yoji NAGASAWA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Kagoshima University, <sup>‡</sup>Osaka University

We have developed a supporting system named as SEGODON for distance learning via Internet which consists of 40 personal computers and inexpensive input equipments. We applied this system to the classes of 'Applied Mathematics Exercise' continuously four times. This system can support distance learning. A teacher can lecture for students via Internet. In a teacher side, a picture of the classroom has been always displayed, and a teacher has been always seen on a screen in the classroom. For questions and answers a direct connection between a teacher and any student in the classroom can be set up for video and audio channels. Additionally, this system is equipped with a shared cursor between a teacher and students, a blackboard system and a note system. Last year, we have developed our system, and we applied it to three actual classes once or twice, and obtained good evaluations. Our purpose is to develop our system that can be used 15 times during one semester in a remote environment. To accomplish, we applied our system to the classes of 'Applied Mathematics Exercise' continuously. We have examined problems of continuous applications and have developed the necessary functions for 'Applied Mathematics Exercise'. Additionally, based on the result of these applications, we have developed new functions for general-purpose.

### 1. はじめに

現在、ネットワークの高速化とマルチメディア環境の普及により、それらを教育に利用した、遠隔授業支援システムの開発と適用が盛んに行われ始めている[1]-[6]。現在、専用線を用いたシステムと離れた2地点を1対1で接続した例は多数報告されているもの

の[1]-[4]。インターネットを用い、さらに、受講者が1台ずつPCを利用する遠隔授業支援システムの適用を行った例は少ない[4]。そこで我々は、比較的安価な、一人一台、計40台のPCを用いる遠隔授業支援システム SEGODON (Distance Learning Support Groupware for University Educational Environment) を実現した[7]。本システムの特徴は、各受講者のP

Cを単なる表示用のモニターとして利用するのではなく、受講者が授業中に積極的にPCを用いることが可能な授業支援システムある。

我々が開発している遠隔授業支援システムは、教官は遠隔地におり、学生は計算機演習室に集まり、互いの通信はインターネットを利用する形のシステムである。教官側の計算機には、教室の映像を常時表示し、教室のスクリーンには教官の映像を常時表示する。学生との質疑応答時には、直接、教官と映像及び音声接続を行い、1対1のコミュニケーションが可能である。学生側の計算機には、常に授業の資料が表示されており、教官の操作と連動して動作する。

今回、本システムを講義に比べてインタラクティブ性の高い演習形式の授業に連続的に適用し、システムの評価を行い、連続的に適用する場合の問題点、演習形式の授業に必要な機能の洗い出しを行った。さらにその結果をもとに、新たな機能の開発を行った。なお、遠隔授業を連続的に適用した例[3]はいくつかあるが、本システムのように、受講者に直接PCを使用させ、それらを連続して適用した例は見あたらない。我々のシステムは、PCを積極的に利用した遠隔授業支援システムとして位置づけられる。

## 2. 遠隔授業支援システム SEGODON

### 2.1 ハードウェア構成

図1に遠隔授業支援システム全体のイメージを示す。計算機としては、教官用PC1台、学生用PC40台、リフレクタ用PC2台、サーバ用WS1台、リモコンカメラ制御用PC1台、教室用PC1台を用いている。その他に、リモコンカメラ、プロジェクタ、スピーカを使用している。各学生が利用する計算機一式は、計算機として、Power Macintosh 8100/100AV (Apple Computer)、15インチのモニター、CCDカメラとマイクである。教官が使用する計算機は、Power

Macintoshであれば特に種類は問わない。その他に必要な機器としては、映像と音声を取り込むためのC CDカメラとマイクである。リモコンカメラは、教室の正面上方にあり、遠隔地の教官が制御可能である。

### 2.2 ソフトウェア構成

本システムのソフトウェアは、板書システム、ノートシステム、映像及び音声切り替えシステムと計算機間マルチメディア通信を行うためのソフトウェア NetGear[8]とHyperQTC[9]で構成される。表1に支援機能一覧を示す。表の「新規」の項目が無印は昨年度開発した機能[7]、○印は今回の適用のために開発した機能、☆印は適用後に開発した機能を示す。

#### (1) 板書システム

板書システムは授業中に教官が学生に対して資料を示すために用いるシステムで、通常は、教官しか制御できない。このシステムはカード型データベース Wadaman[8]をベースに利用しており、普通の授業で板書されるような内容が書かれている。板書システムには、遠隔授業の支援のために、共有カーソル、連動カードめくり、カード転送機能、連動カード作成、連動カード削除、連動マーカー機能があり、さらに、学生の板書システムには質問ボタンが付いている。

#### (2) ノートシステム

ノートシステムは、各学生がノートの代わりに用いるためのシステムである。インタフェースは板書システムとほぼ同様である。学生は通常、板書システムは制御できないが、ノートシステムは自由に使うことが出来る。ノートシステムは板書システムで用いるために資料と同一である。このように、板書システムと全く同じ資料を用いることで、授業中に学生は教官が板書システムで表示する資料と同じ資料を表示させ、教官の説明を聞きながら、ノートシステムに直接メモを記入することが出来る。また、教官が表示する資料とは別の資料を表示することも可能である。学生は、このノートシステムを利用して、教官との非同期

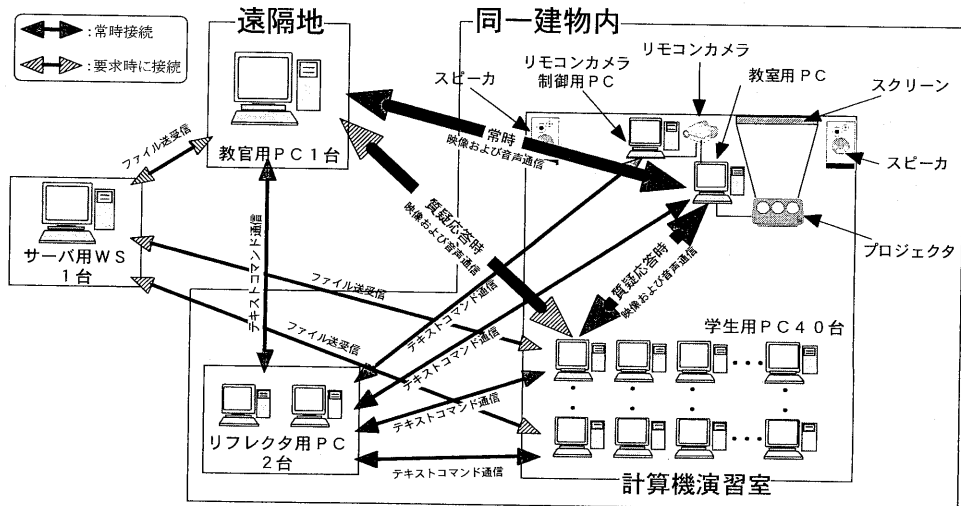


図1 SEGODONの構成

の質疑応答を行ったり、レポートを提出したりすることもできる。

### (3) 映像及び音声切り替えシステム

教官用計算機には、映像及び音声切り替えウィンドウが表示される。ウィンドウには仮想教室部とリモコンカメラの調整を行うためのリモコン部がある。仮想教室部には、授業に参加している学生の名前がその学生が使用している計算機の位置に表示される。このシステムを用いて、教室に設置してあるリモコンカメラの制御と学生用計算機との映像及び音声通信の切り替えを行うことが出来る。

### 2.3 計算機間マルチメディア通信の構成方法

本システムでは、計算機間通信用のソフトウェアとしてNetGearとHyperQTCを用いている。両ソフトウェアとも、QuickTime Conferencing(Apple Computer)を利用している。NetGearは単体で動作可能な動画像音声通信用のアプリケーションであり、UDP/IPを用

いている。HyperQTCは、グループウェア用として開発しているテキスト通信用の外部命令群(HyperCardの機能拡張用命令群)で、TCP/IPを用いている。両者ともインターネットに接続が可能ならどこからでも利用できる。

### 2.4 インタフェース

#### (1) 教官用計算機のインタフェース

遠隔授業実施中の教官用計算機のモニタの様子を図2に示す。モニタ上には、教官本人の映像、教室の映像、板書システムおよび映像及び音声切り替えウィンドウが表示されている。学生との質疑応答時には、さらに、学生の映像ウィンドウが表示される。

#### (2) 学生用計算機のインタフェース

学生側のモニタ上には、学生本人の映像、板書システムおよびノートシステムが表示される。教官との質疑応答中には、さらに、教官の映像ウィンドウが表示される。

表1 支援機能一覧

支援機能	説明	新規
映像及び音声切り替えボタン	計算機を使用している学生の名前が表示されており、教官がクリックすることでその計算機と映像及び音声通信の接続を行う。座席表として利用できる。	
リモコンカメラ制御ポインタ	教官が教室全体を眺めたり、特定部分を注視するために、直感的な操作を行うための機能。マウスでポインタをドラッグするだけで、その方向へリモコンカメラのパン角、チルト角、ズームを変更する。	
リモコンカメラのランダム制御機能	10秒間隔で、リモコンカメラが授業に参加している学生の中から1名を選択し、その学生のアップの映像を表示する。	
教官用共有カーソル	教官のカーソル位置を教官の操作に追従して、学生の計算機へ表示する。	
学生用共有カーソル	質疑応答時に、学生のカーソル位置を、教官と他の学生の計算機へ表示する。	
連動ページめくり機能	教官が資料をめくったときに、連動して学生側の資料も同じページを表示する。	
質問ボタン	学生が質問ボタンを押すことで、教官側の映像及び音声切り替えボタンの学生の名前が反転して、教官に質問があることを伝える。	
カード資料転送機能	教官が表示しているカード資料を学生全員へ送付するための機能。資料の追加や資料の訂正を行うことができる。また、教官と学生が質疑応答中には学生も板書システムを操作でき、この機能を利用して学生の記述した内容を全員へ転送することもできる。	
連動カード作成機能・連動カード削除機能	連動して新しいカード資料を作成したり、カード資料を削除したりする機能。	
連動マーカー機能	授業の資料に対し、カラーでマークをしたり、下線を引いたりする機能。蛍光ペンで資料の上をなぞる感覚で利用できる。消去も可能。	
質疑応答システム	Wadamanのカードを用いて教官と学生の質疑応答を支援する機能。	○
レポート提出システム	Wadamanのカードを用いてレポート提出を行える機能。	○
メールシステム	Wadamanのカードを用いて、本システム内でメールのやり取りを行う機能。	○
ファイル操作画面の隠蔽機能	遠隔授業支援システム起動時に、MacOSが備えているファインダと呼ばれるファイル操作画面を表示しない機能。	○
自動遠隔授業起動機能	遠隔授業実施中は、受講者がログイン後何もせず、自動的に遠隔授業支援システムを起動する機能。	○
応用数学演習入力支援パレット	応用数学演習で利用する数学記号等を容易に入力するためのパレット。	○
自動インストール機能	授業資料を、授業前に自動的に配布する機能。	○
応用数学演習専用操作パレットの作成	応用数学演習でよく利用する機能をまとめたパレット。	○
学生の名前の自動入力	受講者の名前を、ログイン名から自動的に氏名データベースと照らし合わせて取得する機能。	○
レポート見出しワンタッチ作成機能	ワンタッチでレポートの見出し(提出日時、氏名、ログイン名、課題名)を自動的に作成する機能。	○
学生の顔画像の取得機能	教官用の座席表に学生の名前だけでなく、学生の顔の静止画も表示する機能。	☆
学生のモニタ画像の取得機能	教官が授業中に学生が利用しているPCの画面のスナップショットを取得する機能。	☆
テキストベースの質疑応答機能	教官と学生間で、テキストベースの質疑応答を行う機能。よく使われそうなフレーズは予め用意されており、ポップアップメニューで簡単に選べる。学生から教官へ匿名による質問も可能。教官からは、任意の一名あるいは受講者全員へメッセージを送ることが出来る。	☆
SharedTemporaryDrawing機能	一時的に板書システム上のカードに、教官と学生の両方にリアルタイムに描画する機能。描画の数秒後に消える方式のため、消去等の余計な作業が不要である。描画はマウスボタンを押すだけで行える。	☆

### 3. 授業への連続的な適用

本システムは昨年度開発し、実際の授業へ適用し、改良を続けている。昨年度適用した遠隔授業は、各授業に対して1, 2回の適用であった。我々は遠隔授業支援システムの最終的な目的として、全ての授業を遠隔から実施し、対面で行う授業と同等の効果が期待できるシステムを目指している。そこで、その前段階として、本システムを同一の授業に対して、連続的に適用を行った。今回特に、講義形式の授業に比べ、より対話性を必要とする演習形式の授業へ適用を行った。

遠隔授業は、鹿兒島大学内の異なる建物間で、4回連続して実施した。教官は電気電子工学科棟の6Fの教官室におり、学生は情報工学科棟2Fの計算機演習室に集まる。表2に遠隔授業の受講者数を示す。毎回アンケート調査を実施し、問題点の抽出を行い、システムの改良を行った。学生は生体工学科の2年生で、29~32名が参加した。授業は応用数学演習で、ラプラス変換に関する内容である。授業時間は90分で、授業は次の手順で実施した。

#### 【授業の手順】

- (1) 教官は演習問題の解法の説明を板書システムで実施する。
- (2) 学生は問題を解き、解答をレポート提出機能で提出する。
- (3) 教官は提出されたレポートの答えをチェックし、学生宛に結果を返送する。(今回の適用では、第2回目から実施した。)

今回適用した遠隔授業は、通常の授業を6回実施したあとに実施した。また、システムの適用効果を評価するために、通常授業を実施した後に、その演習内容について試験を行い、さらに、遠隔授業を実施した後に、同様に試験を行った。

### 4. 授業への適用とシステムの改良

本システムを応用数学演習に適用するために、事前に機能の開発と改良を行った。また、各遠隔授業

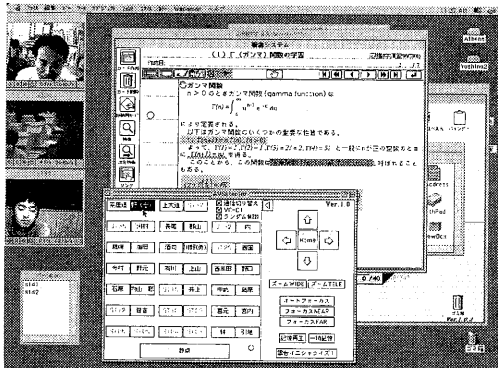


図2 教官用PCの画面例

表2 遠隔授業の受講者数

実施日	6月3日	6月17日	6月24日	6月30日
受講者数	32	28	31	30

実施後に、改善可能な部分については、その都度、機能の追加と改良を行った。実際には第1回目と第2回目実施後に機能追加を行った。第3回目と第4回目実施後は、特に問題が生じなかったため、大きな改善は行わなかった。

#### 4.1 授業実施前の開発と改良

- 今回の授業実施前に、次の機能追加を行った。
- (1) 質疑応答システム, レポート提出システム, メールシステムの作成

それぞれ演習で利用するために開発した。

#### (2) ワンタッチシステム起動機能

PC起動時に、「遠隔授業起動」ボタンを表示し、それを押すとシステムを起動する。これは、各受講者にシステムの起動を行ってもらうために作成した。

#### (3) ファイル操作画面の隠蔽機能

遠隔授業支援システム起動時に、通常のMacOSが備えているファインダと呼ばれるファイル操作画面を非表示にした。これは、授業中、余計な操作をさせないための改良である。

#### 4.2 第1回目適用後の改良

##### (1) 自動遠隔授業起動機能

受講者がPCにログインした後に、「ワンタッチシステム起動機能」で、システムを起動してもらう予定であったが、受講者が近くにある終了ボタン等を勝手にさわって、PCの再起動が数件発生した。そこで遠隔授業実施中は、受講者がログイン後何もせずに、自動的にシステムを起動するようにした。

##### (2) 入力支援パレットの作成

アンケートの記述項目の「どの機能が使いにくかったですか」という質問に対し、記載された17名中8名が「マウスで字が書きにくい」という回答であった。そこで、応用数学演習で利用する数学記号等を容易に入力することが可能な、図3に示す「入力支援パレット」を作成した。

#### 4.3 第2回目適用後の改良

第2回目の適用から、提出されたレポートをチェックし返却するようにした。

##### (1) 自動インストール機能

授業資料を、授業前に自動的に配布する機能である。インストールは、配布したいファイルを設定した後

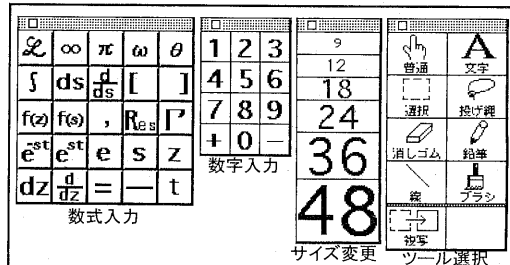


図3 入力支援パレット

に、PCを起動するだけで行える。

(2) 応用数学演習専用操作パレットの作成

応用数学演習でよく利用する機能をまとめたパレットである。これは、画面上に表示されている様々な機能ボタンのどれを利用するのか、受講者が迷わないようにするためである。

(3) 学生の名前の自動入力

本システム起動時に受講者自身で名前の入力を行う部分があるが、大抵の受講者はキーボードによる入力が不得手である。そこで、ログイン名から自動的に氏名データベースと照らし合わせて、名前を取得するようにし、受講者の負担を減らした。

(4) レポート見出しワンタッチ作成機能

提出するレポートのタイトルに、氏名とログイン名を必ず記載するよう予め指示したが、約2割の受講者が、入力せずにレポートを提出したため、チェックしたレポートの返却を行うために、送付されたレポートの管理用ヘッダを参照する必要が生じた。そこで、レポート見出し作成ボタンを押すだけで、自動的にレポートの見出し(提出日時、氏名、ログイン名、課題名)を作成する機能を用意した。

(5) TAの採用

これは、機能の追加ではないが、第2回目の授業中に160枚のレポート(1問1枚)が提出された。しかし、授業時間内にチェックし、学生に送り返すことが出来たのは、約3分の1であった。そこで、授業中にレポートのチェックを行うTAを1名採用し、レポートのチェックを分散して行うことにした。

5. 評価と考察

5.1 アンケートによる評価

授業終了後に、学生に対して5段階評価式のアンケートを行った。アンケート結果を図4に示す。5が最も評価が高いことを示す。1回目の授業評価がそれ以降の評価に比べ高いことがわかる(8,9,11)。また、授業中はリラックスしているが、熱心に参加していることも分かった(6,42)。

アンケート中の記述項目に、「15回中何回遠隔授業を受講したいか」という問いがあり、第1回目の遠隔授業後は5.8回であるが、2回目はそれより下がり、改良の効果が現れるのか、3、4回目は徐々にあがった。

5.2 受講者の成績

応用数学演習の授業で、通常の演習を6回実施した後に、その範囲の試験を行った。また、遠隔授業を4回実施したあとに、その範囲の試験を行った。試験の結果は、平均も分散もほとんど差が見られなかった。但し、試験内容は異なるため、課題の難易等の違いという要因もあり、今後さらに検討が必要である。

6. 新機能の開発

今回の適用の後、さらに次の機能を開発した。

(1) 学生の顔画像の取得機能

今までは、座席表には学生の名前が表示されてい

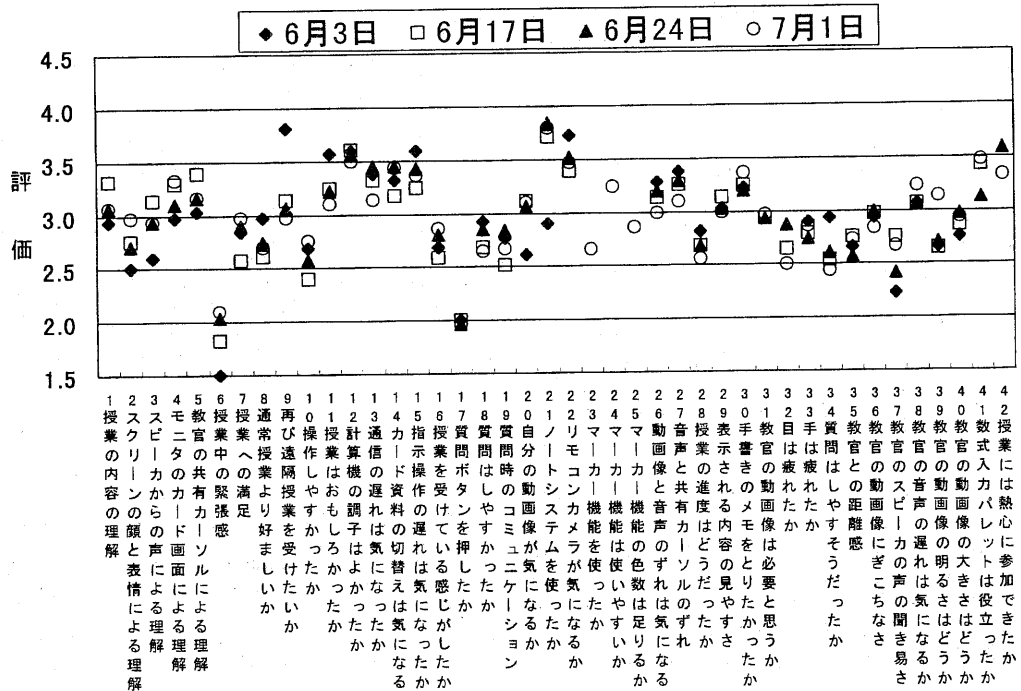


図4 アンケート結果

たが、さらに、学生の顔の静止画も表示するようにした。図5にその利用例を示す。これは、教官の授業中の雰囲気高めのために開発した機能である。学生の静止画は、システム起動時にPC上部にあるCCDカメラを利用して自動的に取得するようにしている。

(2) 学生のモニタ画像の取得機能

これは、教官が授業中に、学生の計算機の画面のスナップショットを取得する機能である。教官が授業中に学生のPC上の様子を知ることができるように開発した。

(3) テキストベースの質疑応答機能

本システムは動画像音声による質疑応答機能を提供しているが、さらに、教官と学生間で、テキストベースの質疑応答を行う機能を作成した。学生用の質問ウィンドウを図6に示す。よく使われそうなフレーズを予め用意し、ポップアップメニューで簡単に選べるようにしている。また、学生から教官へ匿名による質問も可能である。教官からは、任意の一名あるいは受講者全員へメッセージを送ることが出来る。

(4) SharedTemporaryDrawing 機能

これは、一時的に教官が画面に描画する機能であり、描画内容はリアルタイムに学生の画面へ反映する。具体的には、板書システム上に描いた数秒後にその絵が消えるという機能である。この機能の特徴として、描画はマウスボタンを押すだけで行われるため、授業中の教官は余計な操作を行わなくてもよい。また、一定時間後に消えるという設計のため、消去作業も必要としない。本システムは共有カーソルを備えており、授業中に教官の指示する場所は分かるが、さらに動的に指示内容を表示する機能として開発した。

6. おわりに

遠隔地にいる教官が、計算機演習室の学生40名に対して、各学生が一人一台の計算機を用いた授業を行うことが可能な、特殊な設備を必要としない、遠隔授業支援システムSEGODONを開発し、応用数学演習に連続4回適用した。今回の適用結果から次のことが分かった。

- (1) PCを利用した支援システムには、その授業のために入力パレット等の特化した機能が必要である。
- (2) 大抵の受講者はキーボードによる入力が得意でないため、さらに入力方法を工夫する必要がある。
- (3) 1回目の受講後は、システムに対する評価は高いが、2回目は下がる傾向がみられる。
- (4) 連続4回の受講後、システムに対する評価は、両極端に分かれた。
- (5) レポートのチェック等を行う場合は、TA等を利用し、作業を分散する必要がある。

今後は、今回の適用後に新たに開発した機能を実際の授業に適用し、その効果を確認する。さらに、遠隔授業を継続して適用し、システムの評価と改良を行っていく。

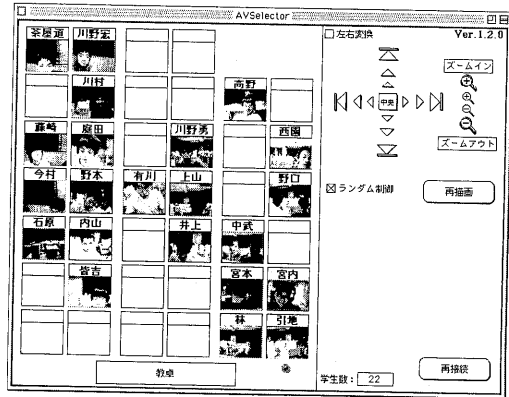


図5 学生の顔画像の取得機能

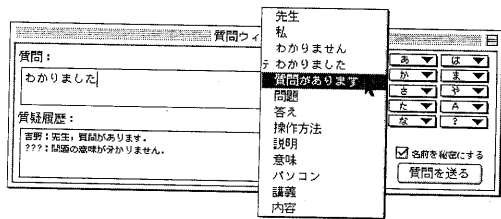


図6 テキストベースの質疑応答機能

参考文献

- [1]若原俊彦, 由比藤光宏, 恒川健司, 水澤純一, 池田克夫, 美濃導彦, 藤川賢治: ATMネットワークを用いた遠隔講義システム構成法の検討, 信学技報, OFS96-31, pp.31-36(1996).
- [2]田村武志, 宮本貴朗, 傍島邦穂, 小島篤博: マルチメディア遠隔講義システムの構築と操作環境の開発, 信学技報, ET98-43, pp.93-98(1998).
- [3]太細 孝, 小泉寿男, 横地 清, 守屋誠司, 奥山賢一, 黒田恭史: ISDNを使った日独間双方向型遠隔協同授業の方式と実証実験, 信学技報, ET97-108, pp.41-48(1998).
- [4]前田香織, 相原玲二, 川本佳代, 寺内睦博, 河野英太郎, 西村浩二: 遠隔講義のためのマルチメディア通信環境, 信学論(B), Vol.J80-B-1, No.6, pp.348-354(1997).
- [5]于 冬, 久峯信一, 三部靖夫: Webを利用した遠隔講義システムでの端末間運動と教材同期表示, 信学技報, ET96-42, pp.21-28(1996).
- [6]炭野重雄, 岩本哲夫: 大画面ディスプレイを用いた遠隔型集合教育システムの検討, 信学技報, ET96-119, pp.41-48(1997).
- [7]吉野 孝, 井上 稔, 由井園隆也, 宗森 純, 伊藤士郎, 長澤 庸二: インターネットを介したパーソナルコンピュータによる遠隔授業支援システムの開発と適用, 情処論, Vol.39, No.10, pp.2788-2801(1998).
- [8]宗森 純, 吉田 壱, 由井園隆也, 首藤 勝: 遠隔ゼミ支援システムのインターネットを介した適用と評価, 情処論, Vol.39, No.2, pp.447-457(1998).
- [9]宗森 純, 由井園隆也, 山元一永, 長澤庸二: 遠隔ゼミ支援システム RemoteWadaman の開発と適用, 情処学研報, 96-GW-16, pp.1-6(1996).