

## 手書き筆記と電子教材の交換を可能とした電子黒板・電子ノートシステム

石田 準\*, 坂東 宏和\*\*, 加藤直樹\*, 中川 正樹\*

東京農工大学工学部\* 東京成徳短期大学\*\*

E-Mail: ishida@hands.ei.tuat.ac.jp

本稿では、従来の一斉授業環境では欠かせない黒板と生徒のノートを LAN で接続した対話型電子白板とペン入力 PC 端末を用いて電子化した連携システムについて述べる。試作版の予備評価から、電子教材を利用した問題配信が行えない、黒板に表示する前に提出された生徒の解答を確認できないという問題点が得られた。そこで本システムでは、電子黒板上に先生が書いた電子教材を利用した問題を電子ノートに配信する機能と、生徒が電子ノートに書いた解答を返信する機能を追加した。また先生が小型の PC を用いて返信された生徒の解答の一覧や選択解答の表示をする機能を提供する。展示会にて、本システムについて手書き筆記と電子教材を利用した問題配信は手書き筆記だけの問題よりも理解しやすいという意見が得られた。

### An integrated system of an electronic whiteboard and electronic notebooks enabling participants to exchange handwriting and educational applications

Hitoshi Ishida\*, Hirokazu Bandoh\*\*, Naoki Kato\*, Masaki Nakagawa\*

Tokyo Univ. of Agriculture and Technology\*

Dept. of Marketing and Psychology, Tokyo Seitoku College\*\*

E-Mail: ishida@hands.ei.tuat.ac.jp

This paper presents an integrated system of an electronic whiteboard and electronic notebooks connected by LAN. From preliminary evaluation of our prototype system, the following problems has become clear that questions combined with electronic educational applications could not be distributed and a teacher cannot read student's answers before showing them on an electronic whiteboard. Therefore, we have redesigned the system to solve these problems. On the new system, a teacher can write questions using electronic educational applications on an electronic whiteboard and distribute them to students, then students can receive them, write answers on their electronic notebooks and return them to the teacher. The teacher can look through the student's answers and show selected answers on the electronic whiteboard. In an exhibition, we showed this system and received the response that distributing questions by handwriting as well as electronic educational applications seems more effective than just distributing handwritten questions.

## 1. はじめに

平成 15 年度より高校の授業で情報が必修となり、各学校でパーソナルコンピュータ（以下 PC）環境が整備され、PC を用いた情報教育はますます活発になると考えられる。また最近では PC を用いた学習形態において、個人学習用のソフトウェアを使った形態だけではなく、大型の対話型電子白板を用いた従来の一斉授業形態の学習が試みられている。対話型電子白板を利用することによって、黒板を利用した従来の授業形態の再現と、WEB や学習支援ソフトウェアなどの電子データの利用という利点を兼ね備えることができ、PC を用いた授業における表現の拡張性を示している。他にも黒板だけでなく生徒側においても PC を用いてノートを電子化するなどのノート取りを支援する試みも行われている<sup>1,2,3)</sup>。

東京農工大学工学部中川研究室（以下当研究室）では対話型電子白板の可能性を示すことを通して、その利用を促進させるとともにその環境を前提にした教育用アプリケーションの開発を進めている<sup>4,5)</sup>。特に従来の一斉授業における黒板の特徴と利点を損なうことなく、電子教材の利用といった電子化の利点を提供する対話型電子白板用ミドルウェア<sup>6)</sup>の開発により、電子白板側の環境の整備を進めている。

また、筆者らは生徒側で表示一体型タブレットを用いることによる手書き入力によって生徒のノートの電子化を試み、さらに教室内に張られているローカルエリアネットワーク（LAN）を利用して電子白板と生徒用端末の間で手書き文字による問題と解答のやりとりを行う連携システムの試作を行った<sup>7)</sup>。この試作を通じて、従来の講義にはなかった先生と生徒の新しいコミュニケーションの方法の一つとして提案した。

本稿では以前の試作を通じて得られた問題点を解決するとともに、PC を用いる利点を活かした電子黒板と電子ノートシステムの設計、試作、予備評価について述べる。

## 2. 電子黒板・電子ノートシステム

筆者らが試作を行った電子黒板・電子ノートシステムは対話型電子白板での利用を想定した電子黒板ソフトウェアとタブレットと電子ペンによる手書き入力を想定した生徒用ノートツールで構成される。

本システムは手書き電子メール<sup>8)</sup>のようにメールアドレスやメールサーバの用意などの事前準備を必要とすることなく、黒板とノートの間で簡単に手書き文字による問題と解答のデータのやりとりを行うことができる。次に電子黒板と電子ノートについて詳細を述べる。

### 2.1. 電子黒板ソフトウェア

電子黒板ソフトウェア（図 1）には当研究室で開発された電子白板ミドルウェア<sup>6)</sup>を利用する。電子黒板ソフトウェアは対話型電子白板を用いて従来の黒板の機能である自由な板書を提供するほか、Microsoft ActiveX コントロール形式で作成した専用電子教材（以下電子教材）を任意の場所、大きさで表示することができる。電子教材同士をまたがった板書を行うことができる。また、問題配信用の電子教材を利用することによって、任意の板書内容を問題データとして生徒用ノートツールに配信し、送り返された解答を表示用の電子教材を用いることによって、任意の位置に配置することができる。電子黒板ソフトウェアの主な機能について次に示す。

- (1) 電子ペンによる自由な板書
- (2) 電子教材の利用とその上への板書
- (3) 板書内容と電子教材情報の一括保存と読み込み
- (4) ペンで囲んだ内容の電子教材での利用
- (5) 生徒用ノートツールへの問題配信とそれに対する解答情報の配置

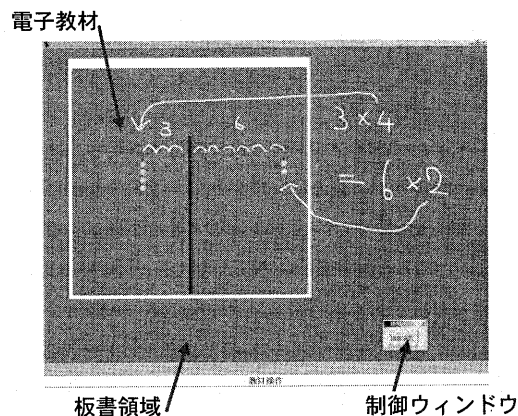


図 1. 電子黒板ソフトウェア

## 2.2. 生徒用ノートツール

生徒用ノートツール(図2)は、従来のノートと同じようにノート取りを行うことができる他に、電子白板側からの問題配信を受信し、それに対する解答を電子白板側に送り返すことができる。入力には従来のノートと同じ操作感を与えるためにタブレットと電子ペンを用い、手書き入力によって記入することができる。これによりキーボードを扱うのが難しい低年齢のユーザ層にも簡単に扱うことができる。

電子白板側から配信された問題は、ユーザが使用している書き込み領域に強制的に書き込まれるとユーザの自由な記入の邪魔になることを考慮し、別に用意されている問題表示領域に表示される。問題表示領域には書き込み領域と同じように書き込みを行え、計算用紙の代わりとして使用することもできる。また問題表示領域の内容は配信された問題データだけを書き込み領域にコピーすることを可能とし、問題をノートにコピーし、それに解答を追加して送り返すことができる。解答を送信する際には現在ノートに表示されているページの記入内容を送信する。

また、電子黒板ソフトウェア上で扱うことができる電子教材についても同様にノート上で扱うことができ、従来のノートなどに比べて電子教材を用いた板書内容の再現性を高めている。

次に生徒用ノートツールの主な機能を示す。

- (1) 電子ペンによる手書き入力
- (2) 記入内容の保存と読み込み
- (3) ノート上での電子教材の利用
- (4) 電子白板からの問題受信と解答送信

問題表示領域

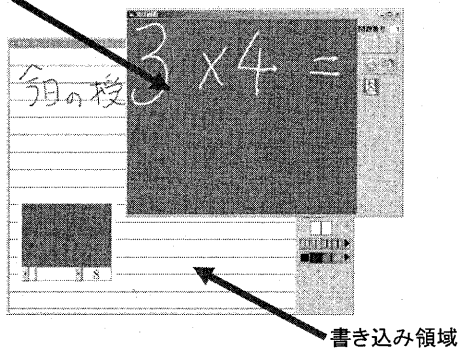


図2. 生徒用ノートツール

## 3. システムの再設計

### 3.1. 試作システムの問題点

試作した電子黒板ソフトウェア、および生徒用ノートツールを筆者が所属する大学の14名の学生、教員に使用してもらうことを通して行った予備評価の結果、次のような問題点が挙げられた。

#### (1) 問題情報に筆記情報しか利用できない

試作したシステムでは電子黒板ソフトウェア上に書き込んだ筆記情報のみ問題配信に利用することができる。しかしながら、電子黒板ソフトウェアの利点の1つである電子教材を利用して作られた問題を配信することができない。電子教材を問題や解答に利用することによって、従来の黒板に問題を書き、生徒に解答を書かせる場合や、小テストなどのプリントを配って問題を解かせる場合に比べて、電子化の利点を活かすことができると考えられる。

#### (2) 提出された解答を確認できない

表示したい解答の確認作業は先生にとって生徒には見せたくない作業である。したがって黒板上では行いたくない作業であるが、試作したシステムでは先生は従来の授業と同じように教室内を歩いて回りながら生徒の解答内容を確認する以外に黒板上に表示する前に内容を確認することができない。また生徒の解答を一括して確認する方法もなく、生徒同士の解答内容を黒板上に表示する前に比較検討することができない。

### 3.2. 新システム的设计

前述した問題点を解決するためにシステムの再設計を行う。

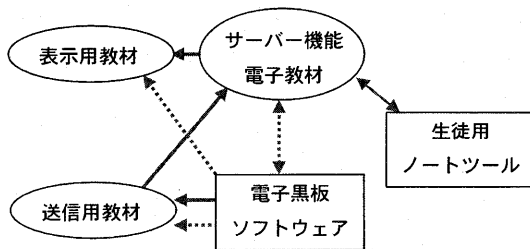
問題情報に筆記情報しか利用できない問題点に対して、筆記情報と同様に電子教材の情報を、問題や解答に利用できるようにすることで解決を試みる。

また、提出された問題を確認できない問題点に対して、電子白板上に表示させる前に、電子白板上以外で解答の内容の個別確認や生徒同士の解答を比較検討することができるように解答を一括して確認が行えるようにすることで解決を試みる。

以上の解決方法を実装するために試作したシステムの構成の変更を行う。図3に以前のシステムと新しいシステムの構成図を示す。図3-1のように、試

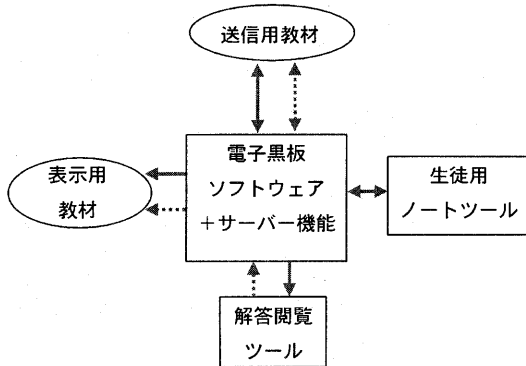
作システムでは、問題情報の取得と送信、解答の表示、解答情報の管理を行うサーバーの機能を専用の電子教材を用いることによって提供していた。本システムでは図 3-2 に示すようにサーバー機能を電子黒板ソフトウェア内部に組み込み提供することによって、電子教材を含めた解答情報と板書内容を一括して管理することをできるようにする。

また解答の個別確認や比較検討を行うために図 3-2 に示すように解答閲覧ツールをシステムに組み込むこととする。



点線: 命令の流れ(起動、表示、リサイズなど)  
 実線: データの流れ(点列情報など)

図 3-1. 以前のシステム構成



点線: 命令の流れ(起動、表示、リサイズなど)  
 実線: データの流れ(点列情報など)

図 3-2. 新システム構成

### 3.3. 手書き筆記と電子教材を利用した問題配信と解答表示

問題の配信と解答の表示は、それぞれ専用の電子教材を用いることで提供する。

次に各電子教材について詳細を述べる。

#### 3.3.1. 問題送信用電子教材

問題送信用電子教材は、電子黒板ソフトウェア上に記入した問題情報を取得し、各生徒に送信する電子教材である。

問題情報の取得には電子黒板ソフトウェアの囲み教材機能を拡張させたものを利用する。送信したい問題をペンで囲むことにより囲まれた範囲の筆記情報と電子教材の情報(教材の内容、位置など)を取得する。その後、問題送信用電子教材によって問題情報のプレビュー画面を表示する。その問題情報を配信したい場合には、教材下部の送信ボタンを押すことによって各生徒用端末に問題を送信することができる。送信された問題に使用された電子教材は生徒側で自由に操作が行える。問題送信用電子教材の画面構成を図 4、問題送信の手順を図 5 に示す。

問題プレビューウィンドウ

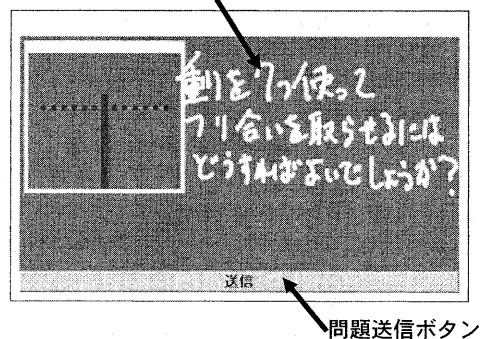


図 4. 問題送信用電子教材

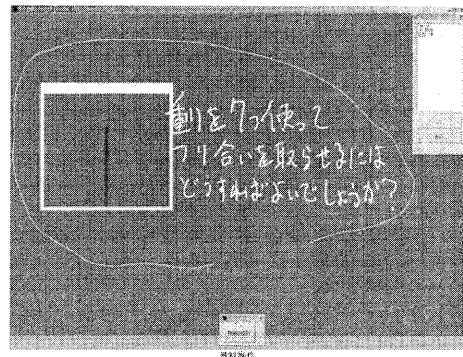


図 5-1. 問題情報を囲む

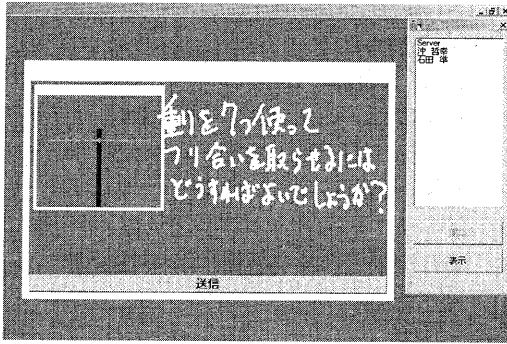


図 5-2. プレビュー表示後、送信する

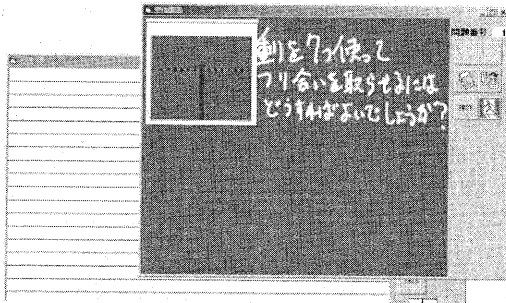


図 5-3. 生徒に問題情報が送られる

### 3.3.2. 解答表示用電子教材

解答表示用電子教材は、生徒から送り返された解答情報を電子黒板ソフトウェアから取得し、電子黒板ソフトウェア上に表示させるための電子教材である。

解答表示用電子教材を複数起動し、任意のサイズで表示させることによって、複数の解答を電子白板上で扱うことができる。

電子黒板ソフトウェア上から解答表示用電子教材を用いて任意の生徒の解答を表示させるためには、まず電子黒板ソフトウェア上に表示された生徒名リストから、解答を表示させたい生徒の名前を選択する。次に生徒名リストの下にある表示ボタンを押すことによって選択した生徒の解答情報を取得した解答表示用電子教材を電子黒板ソフトウェア上に表示させることができる。

解答内で使用されている電子教材は、電子黒板ソフトウェア上で操作するのと同じように操作が行える。また、解答表示用電子教材はウィンドウの下部にあるボタンを押すことによって、記入した内容の

筆記再生や解答情報を初期状態に戻すことができる。解答表示用電子教材の画面構成を図 6、解答表示の手順を図 7 に示す。

#### 解答表示ウィンドウ

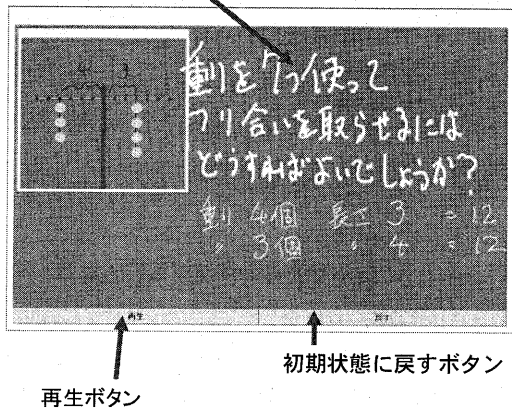


図 6. 解答表示用電子教材

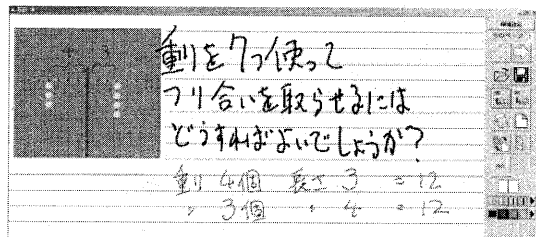
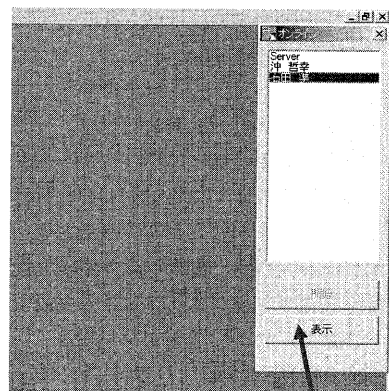


図 7-1. 生徒は問題に対する解答をノートに記入後、送り返す



表示ボタン

図 7-1. 生徒のリストから表示したい名前を選択後、表示ボタンを押す

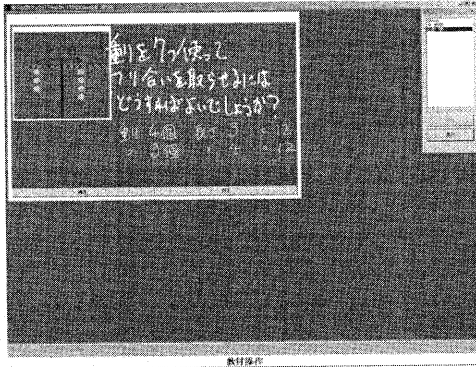


図 7-2. 選んだ生徒の解答が表示される

### 3.4. 解答閲覧ツール

生徒から送られてきた解答を電子白板上に表示させる前に確認などをできるようにするために、解答の確認や比較検討などを行える解答閲覧ツールを提供する。

次に解答閲覧ツールの機能とユーザインタフェース設計について述べる。

#### 3.4.1. 解答閲覧ツールの機能設計

解答閲覧ツールの機能設計の詳細について次に述べる。

##### (1) 生徒の解答情報の取得と一覧表示

以前のシステムでは電子白板上に表示させる前に解答を確認できなかった。そこで本ツールでは、電子黒板ソフトウェアで管理している生徒の解答情報を取得し、それを一覧表示することで各生徒の解答内容の確認や比較をすることができるようにする。

##### (2) 任意の解答の表示

一覧表示によって確認した解答の中から表示させたい解答を選択し、電子白板上に表示させる場合、従来の方法だと電子白板上で再び生徒を選択する必要があり、負担が大きくなるほか、違う解答を選択するなどの誤操作を起こしやすくなると考えられる。そこで本ツール上から一覧表示より選択した生徒の解答を電子黒板ソフトウェア上に任意の位置、サイズで表示させることができるようにする。

##### (3) 電子教材の移動、リサイズ、消去

すでに表示されている解答と並べて新たに解答を表示させたい場合などに、より円滑に操作が行えるよう、電子黒板上にすでに表示されている電子教材について本ツールから移動、サイズ変更、消去を行

うことができるようにする。

### 3.4.2. 解答閲覧ツールのユーザインタフェース設計

解答閲覧ツールは、本システムを用いた授業において、先生が手元にペン入力用の小型 PC を持ち、その上で使用することを想定する。

次にユーザインタフェースについて詳細を述べる。

#### (1) 生徒の解答情報の取得と一覧表示

解答の取得には、まず図 8 左下部の接続ボタンを押して電子黒板ソフトウェアに接続し、解答取得ボタンを押すことによって解答情報を取得し、解答一覧に表示する。

また、解答の配置を考えやすいように解答取得時に電子黒板ソフトウェア上での電子教材配置情報も取得し、図 8 左上部の状態表示ウィンドウに表示する。電子黒板ソフトウェア上に配置されている電子教材については、図 8 の左上部のように青い枠線の電子教材として表示される。

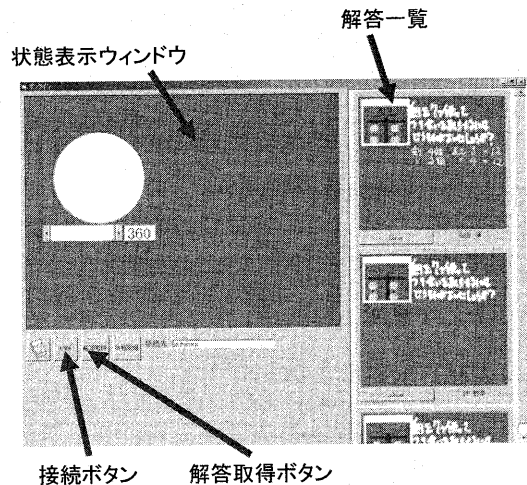


図 8. 解答閲覧ツールのメイン画面

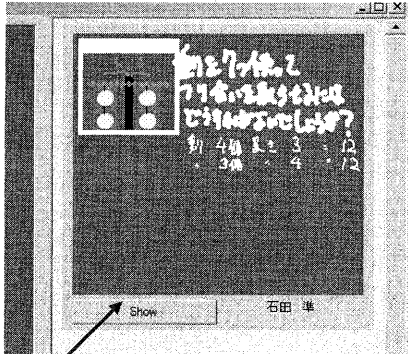
#### (2) 生徒の解答の詳細表示

生徒の解答情報において、一覧表示だと細かい部分まで把握できない場合に対して、詳細表示を行うことによって、一覧表示よりも細部まで確認することができるようにする。

解答一覧の各解答下部にある表示ボタンを押すことによって詳細表示画面が表示される。詳細表示画面では解答表示用電子教材と同様に、使用されている電子教材の操作や筆記再生を行うことができる。

詳細表示をやめる場合は詳細表示画面下部にある戻るボタンを押すことによって解答閲覧ツールのメイン画面に戻ることができる。

詳細表示画面の表示、および詳細表示画面について図9に示す。



表示ボタンを押すと詳細表示画面を表示する

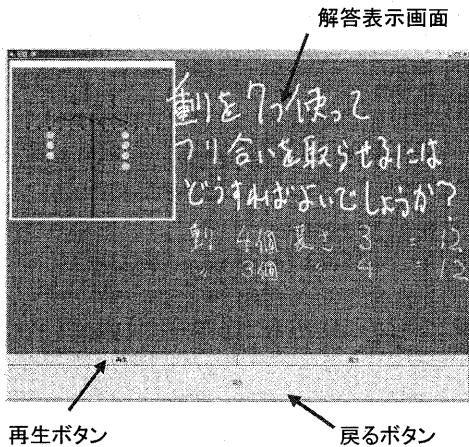


図9. 詳細表示画面の表示(上)と  
詳細表示画面(下)

### (3) 任意の解答の配置

任意の解答を配置するには、まず解答一覧から表示させたい解答のウィンドウを状態表示ウィンドウにドラッグアンドドロップする。すると任意の解答を表示したウィンドウが状態表示ウィンドウに表示される。次に表示されたウィンドウを任意の位置、サイズで配置した後、ウィンドウ下部の表示ボタンを押すことによって、任意の位置で電子黒板ソフトウェア上に解答が表示される。解答が表示されてい

るウィンドウは電子黒板ソフトウェア上で電子教材を扱うのと同じ操作で移動、リサイズを行うことができる。

解答表示までの手順を図10に示す。

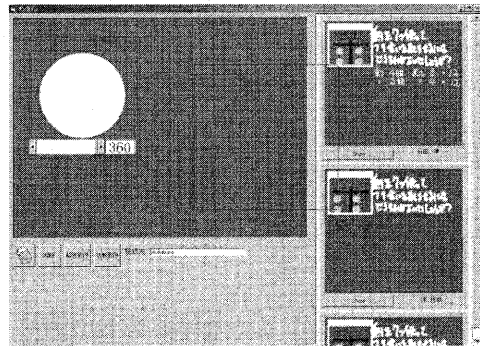


図10-1. 表示させたい解答をドラッグアンドドロップする

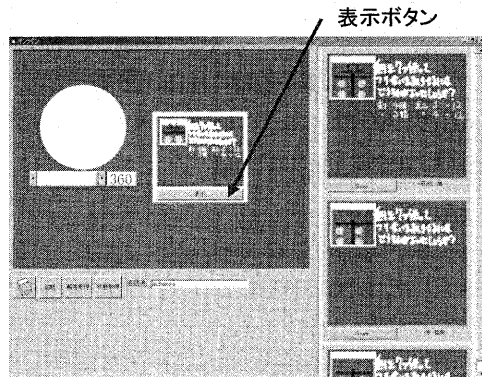


図10-2. 任意の位置、サイズにして表示ボタンを押す

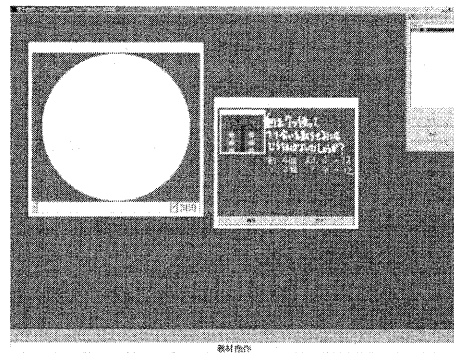


図10-3. 電子白板上の対応した位置に表示される

### (4) 電子教材の移動、リサイズ、消去 前述した状態表示ウィンドウ内では電子黒板ソフト

トウェア上に表示されている電子教材の位置情報を取得し、表示されている電子教材について青い枠で表示される。電子教材に対し、移動、サイズ変更、消去などを行った後、ペンアップするとそれに対応して電子黒板ソフトウェア上の電子教材の状態（位置や表示など）が変更される。

電子教材の移動の様子を図 11 に示す。

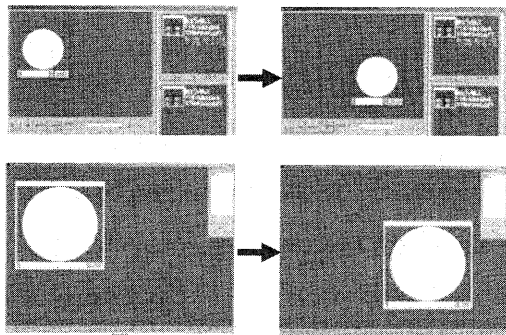


図 11. 電子教材の移動の様子

(上: 解答閲覧ツール 下: 電子黒板ソフトウェア)

#### 4. システムの予備評価

本システムを 2002 年 11 月 8 日から 10 日に東京農工大学で開催された科学技術展にて出展し、本システムの問題配信を体験してもらい、10 人の方にアンケートに答えてもらった。

従来の黒板の前に出て解答を書かせる方法や、紙のテストなどと比較して、本システムを用いた問題解答法について 4 段階評価を行ったところ、3 人がとても良い、7 人が良いと答えた。また文字だけの問題と電子教材を用いた問題との比較を行ったところ、電子教材を用いた問題の方が理解しやすいという意見が全員から得られた。このことから本システムでは電子化の利点をより活かすことができたと考えられる。

また、本システムを用いた授業を受けてみたいかという意見について 9 人が受けてみたいと答えた。これにより、本システムを用いた授業への関心の高さが伺えた。

#### 5. おわりに

本稿では対話型電子白板とペン入力 PC を用いることによって黒板とノートを電子化し、その間に張

られている LAN を利用して問題と解答のデータのやりとりを行う連携システムについて、試作したシステムの予備評価から得られた問題点を改善するためにシステムの再設計を行い、手書き筆記と電子教材を利用した問題と解答のやりとりが行えるように、また、提出された生徒の解答に対して電子白板上に表示する前に確認や比較が行えるようにシステムを拡張した。また本システムの予備評価から電子化の利点をより得られたことが示唆された。

今後はさらにシステムの評価実験を行うとともに、ユーザインタフェースの観点からも評価を行い、より使いやすいシステムに改良して行きたい。

#### 謝辞

本研究は科学研究費補助金・若手研究(B) 13780205 の一部補助による。

#### 参考文献

- 1) 辰川肇, Nigel Ward: キーボードとペンを併用するノートエディタ, インタラクシオン 2002 論文集, pp.209-216 (2002.3)
- 2) 駒形伸子, 大平雅雄, 蔵川圭, 中小路久美代: リアルタイム講義における受講者の思考活動に着目した支援に関する研究, 情報処理学会研究報告 2001-HI-94, pp.35-40 (2001)
- 3) Lisa Stifelman, Barry Arons, Chris Schmandt: The Audio Notebook: CHI2001, pp.182-189
- 4) 坂東宏和, 根本秀政, 澤田伸一, 中川正樹: 黒板の情報化による教育ソフトウェア, 情報処理学会研究報告 2000-CE-56, pp.63-70 (2000)
- 5) 大即洋子, 加藤直樹, 中川正樹: 手書きによる壁紙新聞作成支援システムの試作, 情報処理学会研究報告 2000-CE-57, pp.103-110 (2000)
- 6) 坂東 宏和, 杉崎 知子, 加藤 直樹, 澤田 伸一, 中川 正樹: 一斉授業の情報化のための電子黒板ミドルウェアの基本構成と試作, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.3, pp.804-814 (2002.3)
- 7) 石田準, 坂東宏和, 加藤直樹, 中川正樹: 情報交換を可能とした電子黒板・ノートシステムの試作, 情報処理学会研究報告(CE-62), Vol.2001, No.122 (2001.12)
- 8) 加藤直樹, 田中宏, 中川正樹: 公開インクフォーマットの設計と手書き電子メール環境の開発, 電子情報通信学会論文誌, D-I, Vol.J84-D-I, No.2, pp.203-212 (2001.2).