

教材のリアルタイム編集機能を持つ同期・非同期融合型 遠隔教育支援システムの提案

高柳 俊多[†] ディリムラット ティリワルデイ[†] 三島 雄一郎[†] 高橋 稔哉[†] 小泉 寿男[‡]
{shunta murat,,mishima,toshiya_t}@itlab.k.dendai.ac.jp[†] koizumi@k.dendai.ac.jp[‡]

本稿では、同期型遠隔授業と WBT 形態の非同期教育とを融合した遠隔教育方式と教材リアルタイム編集方式を提案する。リアルタイム編集方式では、先ず教師は、教材を構成するコンテンツ要素を授業科目ごとに分類、登録した教材ファイルを作成しておく。次に、授業中にインターネット上で編集コマンドを入力し、編集ソフトウェアによって教材をリアルタイムに編集して学習者に送信する。教師は非同期形態での学習者の質問状況および授業中の学習者の反応を教材編集におこむことが可能になる。また、教材ファイルを予め学習者側に送っておき、教材編集ソフトウェアを学習者側で実行させることにより、低速回線下でも教師からのコマンド入力のみで学習者側での教材表示が可能になる。本稿では、融合型遠隔授業方式の内容と本方式における教材リアルタイム編集機能の評価結果を述べる。

A Proposal of Unified Synchronous/Asynchronous Distance Learning Support System using Real-time Editing Method of Teaching Materials

Shunta Takayanagi[†] Dilmurat Tilwaldi[†] Yuichiro Mishima[†] Toshiya Takahashi[‡] Hisao Koizumi[‡]

In this paper, we propose a unified synchronous/asynchronous distance learning support system using real-time editing method of teaching. In the real-time editing method, teachers first create teaching-material files to which the content elements constituted for every lesson subject are classified and registered. Next, teachers input editing commands on the internet during classes and edit teaching materials on real time with editing software, and transmit them to remote students. In this way, teachers are able to reflect students' questions of an asynchronous manner and reactions during classes into editing of teaching materials. By sending the teaching material files to the student side beforehand, and performing teaching-materials editing software on the student side, it becomes possible to display teaching materials on the student side only by the command input from the teacher even if in the low speed network. In this paper, we describe details of the proposed method and the results of the evaluations.

1. はじめに

遠隔教育に関しては各種の方式と実施例が発表されている[1][2][3][4]。遠隔教育の使用形態を大別すると、学習者がインターネットを経由して教材にアクセスして学習する形態と教師と学習者が TV 会議機能を経由して直接的に遠隔地との授業を行う形態の 2 つに分けられる。前者は、WBT(Web Based Training)の形態であり、教師側は学習者間に e-mail や掲示板を使い回答やアドバイスをを行うので、教師と学習者は非同期型にて交信する。後者は、教師と学習者が同一時間帯で授業を行うので同期型と言える。非同期型と同期型の遠隔教育は、通常、独立して活用されているが、両者の有機的な融合によって学習者の理解度を深める遠隔教育の可能性がありうると考える。

一方、遠隔教育における主要な課題には、回線速度と教材作成編集の問題がある。回線速度に関しては、WBT の形態である非同期型の場合、通信回線については殆ど問題ないが、同期型の形態では授業

の臨場感と緊張感を維持するために、TV 会議レベル以上の回線速度が必要となる。特に、画像を多く含む教材の場合や板書の内容を送信する場合は、一定速度以上の高速回線を使わないと遠隔地の学習者に臨場感を与えることは困難であり、遠隔授業環境実現の制限の一つとなっている。ブロードバンドの使用が進んでいるとは言え、広く普及している 64Kbps の低速回線を使って、学習者が海外を含む各サイトや自宅から遠隔授業を受講できれば、遠隔授業の実用化は促進される。

次に教材作成編集の問題に関しては、通常、パワーポイントのようなツールで作成したコンテンツを基本としているが、その作成と編集は教師の負担を増し、また、遠隔地の学習者にとって興味の薄い内容になりがちである。この改善のためには、教材の再利用・追加・編集の可能な編集機能および学習者の関心事項を反映し、変化に富んだ教材を作成することが望ましい。

筆者らは、このような課題に対し、同期・非同期融合型遠隔教育における教材のリアルタイム編集方式を提案した[5][6][7]。本稿では、教材のリアルタ

東京電機大学大学院 理工学専攻情報システム工学専攻
Graduate School of Tokyo Denki University System
Engineering Dept.

編集機能を持つ同期・非同期連携型遠隔教育支援システムの提案を行う。

本稿では初めに、同期・非同期融合型遠隔教育の支援システムを述べる。本システムにおいて、教師は非同期形態の学習者の質問事項や問い合わせ内容から理解度と興味の度合を判断し、学習者が出席する同期型遠隔授業で、学習者の理解を補充し、深めるための教材作成編集と講義の組み立てを行う。

本稿では次に、同期型授業において教材要素ファイルから必要な教材をリアルタイムで編集して学習者側に送信する機能を述べる。本機能は、教材を構成するコンテンツ要素を授業科目ごとに分類、登録した教材ファイルを作成しておき、授業中に教師がインターネットで編集コマンドを入力し、教材をリアルタイムに編集してそれを学習者側に送信する方法である。コンテンツ要素は、講義の目的、内容に応じて、文字データ、表、グラフ、静止画、動画から構成される。教師はインターネット上で学習者と音声で交信しながら、学習者側への送信を行う。教材ファイルを予め学習者側に送信しておき、教師は編集コマンドのみを送ってリアルタイム教材編集自身を学習者側で実行させることにより、低速回線でも、見かけ上高速の教材送信と同等となりうる。

本システムにおいては、同期型の遠隔講義中において、学習者の理解度をリアルタイムに把握し、その状況に対応した教材をリアルタイムに編集しながら学習者側に送信することにより、臨機な対応を可能にする。

2. 同期・非同期融合型遠隔教育支援システム

2.1. 融合方式

図 1 に同期・非同期融合型遠隔教育方式の構成図を示す。学習者と教師の時間が同期しない非同期学習の環境で予習を行い、同期学習である遠隔講義に臨む。講義が終了後には再び非同期学習の環境にて復習と次の講義の予習を行う。

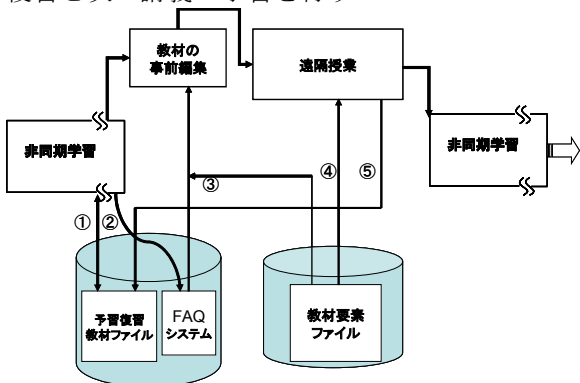


図 1 同期・非同期融合型構成図

(1) 予習段階

予習の段階では、図 1①の WBT を使用する。学習者は WBT サーバにアクセスして、講義に関する

資料を参照して自主学習する。学習者からの疑問を受付けるためのシステムとして図 1②の FAQ システムを使用する。FAQ システムは学習者からの質問を受け取り、質問を履歴情報として管理し、教師に対して質問データの提示や統計的な処理を加えて提示する。

(2) 教材の事前編集段階

遠隔講義で使用する教材を教材要素ファイルから編集して作成しファイルに格納する。各要素を組み立てるスクリプトを作成し、教師は統計情報を基にして講義でどこを重点的に行うべきかを判断して遠隔講義用の教材を作成する。

(3) 講義段階

図 1④のリアルタイム教材編集方式を利用して同期型の遠隔講義を進める。教師はリアルタイム教材編集方式を利用してコマンドを学習者側のコンピュータに送り教材を表示させて、音声により解説して講義を進める。音声は VoIP 技術を利用して送信する。講義中の学習者の状況を踏まえた上で、教師は動的に教材を組み替えて講義を進める。通信回線の帯域が狭い場合には、教材コンテンツを講義前に送信しておき、授業中にはコマンドのみを送信する。

講義では、非同期の環境での FAQ システムにより示された多くの学習者が疑問を持っているところを解説する。講義の最後には図 1⑤のように宿題を与えて終了する。

図 2 に遠隔授業の講義形態の例を示す。

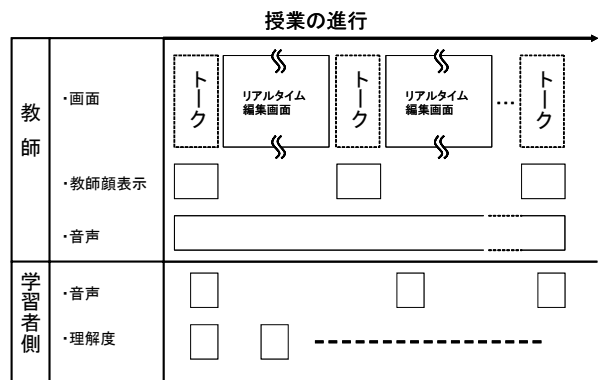


図 2 遠隔授業形態の例

教師は授業の始めに音声と顔表示により講義の説明を行い（トーク）、画面出力に移り、リアルタイム編集 SW のコマンドを操作しながら音声を交えつつ説明を進め、一定の時間後に再びトークのモードに移る。これを講義の終るまで繰り返す。学習者は、教師の説明を聞きながら教師の問いかけに口頭で反応する。また、教師からの理解度問いかけに対し、キーボード入力により反応する。学習者側は、受講者サーバの表示出力のプロジェクタ投影を活用するかまたは各学習者 PC への同時表示を活用する。

(4) 復習段階

復習の段階では、予習の段階と同様に図 1①の

WBT を使用する。学習者は WBT サーバにアクセスして、講義に関する資料を参照して自主学習を進め、質問がある場合には FAQ システムを使用する。FAQ システムでは、復習段階でも履歴情報と統計情報を管理して次回の講義に役に立てる。

2.2. FAQ システム

FAQ システムは予習と復習の段階で学習者からの質問を受け、一部自動で対応するためのシステムである。FAQ システムの構成を図 3 に示す。

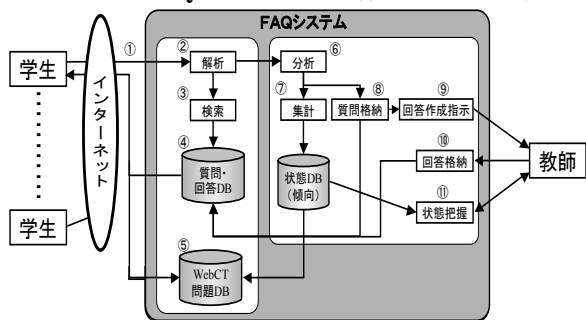


図 3 FAQ システム

学習者から出された質問の流れを説明する。

- ① 学習者は質問を FAQ システムにたいして送る。
- ② FAQ システムでは送られてきた質問を解析して、質問本文とキーワードに分ける。
- ③ キーワードに基づいて質問回答データベースから類似の質問と回答集を検索する。
- ④ 質問・回答データベースから取得した類似の質問・回答集を学習者に提示する。
- ⑤ 更に、質問の内容によっては、WebCT を活用して作成した類似問題・解答の関連番号を知らせる。
- ⑥ 質問本文とキーワードの分析を行う。
- ⑦ 分析結果を集計して学習者全体の傾向を示すデータを作成し、状況データベースに格納する。
- ⑧ 質問本文を質問・回答データベースに格納する。
- ⑨ 教師に対して、送られてきた質問の回答を作成するように指示を出す。
- ⑩ 教師は作成した回答を質問・回答データベースに格納する。格納した回答を質問した学習者に提示する。
- ⑪ 教師は状態把握機能を参考にして、学習者全体の理解度を把握した上で、同期型学習の教材を作成と講義内容に反映させる。

3. 教材のリアルタイム編集方式

3.1. リアルタイム編集方式の構成

同期型学習中における教材のリアルタイム編集方式の構成を図 4 に示す。

本方式では、教材を構成するコンテンツ要素を授

業科目ごとに分類、登録した教材ファイルを作成する。これらのコンテンツ要素は、リアルタイム教材編集ソフトウェア(以下、R 編集 SW と略称する)によって画面一枚ごとの教材に組み立て編集され、出力される。低速回線の環境下では、教材の送信に時間がかかり授業が成り立たないような場合には、教材要素ファイルから授業に必要な部分を学習者側教材要素として予め学習者側に送信しておき、R 編集 SW を学習者側にて実行させる。

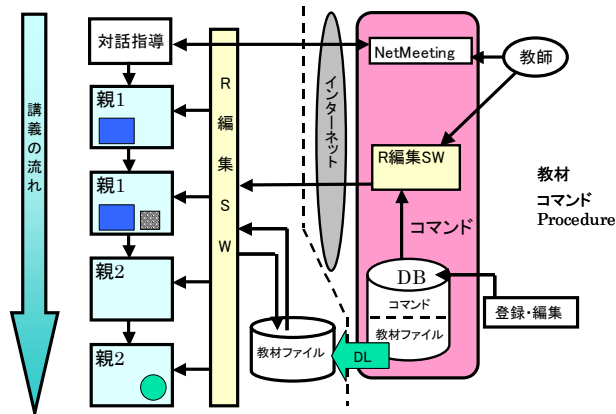


図 4 リアルタイム編集方式の構成

本方式では、教師は遠隔の学習者の反応をインターネット経由による反応回答によって知ることを可能にする。学習者の反応を図 5 に示す。教師は学習者の反応を分析し、学習者の反応を教材コマンドに反映させる。

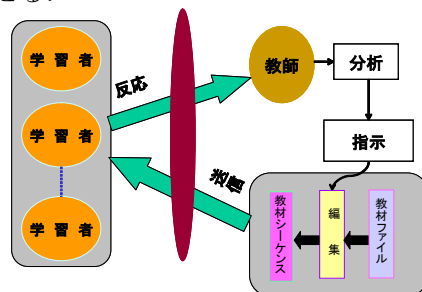


図 5 学習者の反応

教師は、これらの反応結果により、繰り返し説明すべき事項、詳しく説明すべき事項を把握し、対応する出力が得られるようなコマンドを R 編集 SW に与え、R 編集 SW により呼び出され表示される。なお、教師は、学習者が WBT で行った FAQ の質問履歴を把握し、学習者の理解を深めるための教材編集をリアルタイム編集コマンドに反映させることができる。

3.2. 教材データベースの作成

教材データベースの構成を図 6 に示す。教材要素ファイルは、教材パターン郡、教材ファイル、共通要素ファイルからなる。教材パターン郡は一回の講義のコマンド Procedure をまとめたものである。

教材ファイルは、各科目の教材ファイル(親ファイルと子ファイル)がまとめられている。共通要素ファイルは主に子ファイルのみで構成されており、各科目に共通で使えるものである。

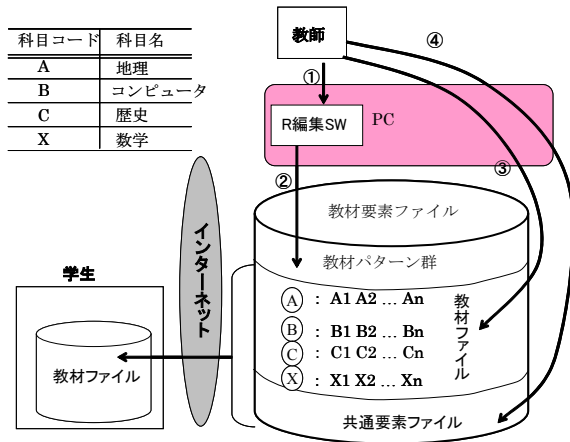


図 6 教材データベースの構成

- ① 教師は、R 編集 SW を用いて 1 時限分の講義の Command Procedure をまとめる。Command Procedure は R 編集 SW でテストを行うことができる。
- ② コマンド Procedure を登録する。教材パターン群にはいろいろな Procedure のパターンが登録されており、パターンは再利用が可能である。
- ③ 各科目の各回で使用する教材ファイル(親ファイルと子ファイル)をまとめる。科目と回のコードにより教材ファイルをまとめる。
- ④ 共通要素ファイルは科目に共通な子ファイルで構成されている。共通要素ファイルの登録は、そのファイルの内容、キーワードとともに登録を行い、共通要素ファイルを呼び出す際にキーワード検索をできるようにする。

学習者が事前にダウンロードすべきデータは、データベースの中から教材ファイルと共通要素ファイルである。教材パターン群は教師が同期講義中に用いる。

3.3. 講義中における R 編集 SW 方式の活用

同期型学習では教師、学習者両側も R 編集 SW を用いる。各学習者は教師の R 編集 SW に接続し、講義が始まる。教材ファイルはコマンドにより送信され、教材が開かれたり編集されたりする。図 7 同期型学習中における R 編集 SW を用いた講義の流れを示す。

- ① 教師は学習者にコマンドを送信する。
- ② R 編集 SW がコマンドの内容を解釈し、指定した教材ファイルを読み出す。
- ③ 親ファイルを開き、閲覧する。
- ④ 学習理解度を高めるための子ファイルを親フ

イルに貼り付ける。

- ⑤ 教師、学習者間の音声や動画のやりとりは NetMeeting を通じて行われる。

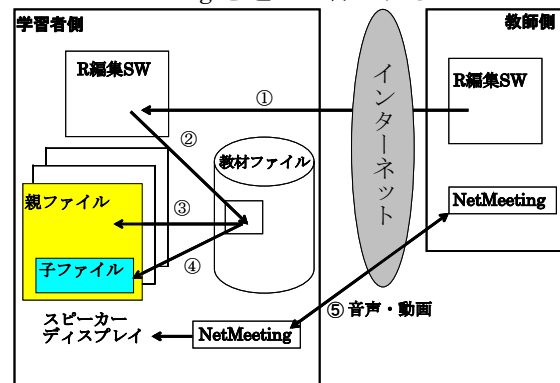


図 7 R 編集 SW を用いた同期型学習講義

4. プロトタイプ構築と実行評価・考察

4.1. プロトタイプ構築の構成

図 8 にプロトタイプ構築の構成を示す。

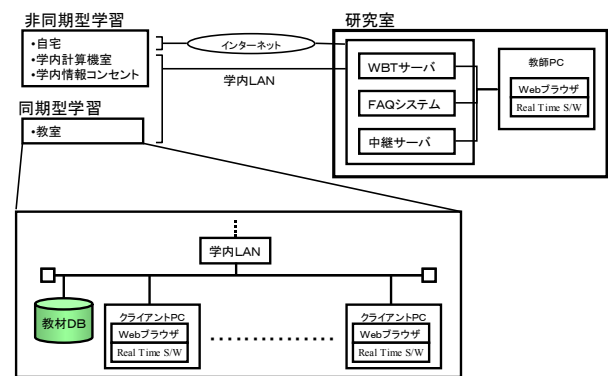


図 8 プロトタイプ実行環境

WBT サーバとして、WebCT を導入した。WebCT の主な機能としては、履修管理、教材管理、コース管理、自動採点可能なクイズ出題機能、成績管理等の機能がある。

図 9 に構築した FAQ システムの学習者に対する画面例を示す。学習者は最初にキーワードにより質

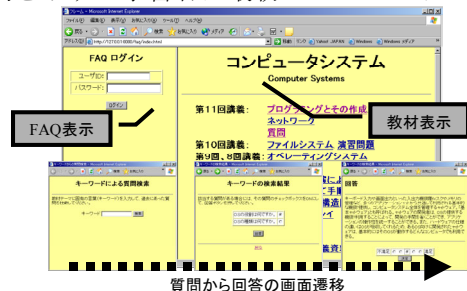


図 9 画面例

問を検索し質問リストを得る。質問リストに自分と同じ質問が無い場合は、質問入力画面に従い、質問

を送り、回答を待つ。一連の流れは履歴情報として保存して、教師に対して質問の履歴等の情報を言わばカルテとして提供を行う。

FAQ システムには、学習者ごとの質問履歴情報を保持し、学習者の予習段階での理解度を教師に提供し、教師はより効果的な講義を行えるように支援を行った。現時点では、コンピュータによる回答については、図 3 に示した⑤(WebCT によって構築した問題解答の番号連絡)のみを行っている。

4.2. 実行評価と考察

4.2.1. 同期・非同期融合型遠隔講義

非同期型の学習環境として LMS である WebCT を導入し、遠隔地間での同期型学習環境として教材のリアルタイム編集ソフトウェアを作成した。WebCT には、東京電機大学理工学部情報システム工学科 1 年生の講義であるコンピュータシステムのコースを作成し、教材の配信や自己学習環境の提供し実際に運用を開始している。WebCT の教材は、Web ページとして作成している。簡単な教材を作成するだけでも、多くの時間を費やしている。一度作成した教材の要素については教材要素ファイルの充実による再利用が重要な課題である。

4.2.2. FAQ システム

FAQ システムで対応できる可能性について評価を行った。東京電機大学理工学部情報システム工学科の 1 年生後期(受講生 100 余名)のコンピュータシステムを対象とした。この講義では、資料や補助教材の配信に Web サーバを利用して、学習者からの質問窓口として e-mail を利用している。学習者からの質問として届いたメールを後から分析を行ってどの程度コード化して分類できるのかということ調べた。分析に使用したメールは 2003 年 1 月 8 から 1 月 18 日まで届いたものを利用した。この期間に届いたメールの質問内容は、「オペレーティングシステム」、「ファイルシステム」、「ネットワーク」、「プログラミングとその作成」となる。質問の総数は 66 件であった。コード化可能となる質問は 65.2%あり、不可能なものは 34.8%であった。

コード化可能とは、用意した疑問詞、汎用キーワード、キーワードを追加することによりコード化可能となるものも含む。コード化不可能とは、疑問詞、汎用キーワード、キーワードの追加ではコード化困難なものである。質問に対する回答は、現時点では次のように行っている。①質問受信の連絡、②質問が集中している項目に対しては、WebCT を活用して該当する「問題・解答集」への参照を促すアドバイス連絡、③次回講義での重要事項の直接解答解説を行う。

4.2.3. 教材のリアルタイム編集方式

(1) 教材表示コマンド伝送

教材のリアルタイム編集方式を構築するためには、教師と学習者間でコマンドの送受信を行い、教材の表示制御を行うことが基礎となる。本研究においては、コマンド伝送による親画面教材の表示制御のみを行うプログラムを作成した。構築に使用した環境は、Windows2000、マイクロソフト社 Visual Basic を使用して構築を行った。また、音声を送信するために、マイクロソフト社の NetMeeting を使用することにした。

評価は、全ての教材要素をリアルタイムで送信する場合と予め教材要素を送信しておきコマンドのみを送る場合と携帯電話(9600bps)を活用し、比較を行った。このとき NetMeeting による音声通信は岡ななかつた。教材の容量と伝送時間をもとにして比較したグラフを図 10 に示す。スライドの画像データ容量によって伝送時間には差が生じ容量の大きいものほど伝送時間がかかることがわかる。一方コマンド伝送方式では、スライドの容量に関わらず、伝送時間はほぼ一定して約 1.3-1.4 秒の範囲で伝送が行えた。

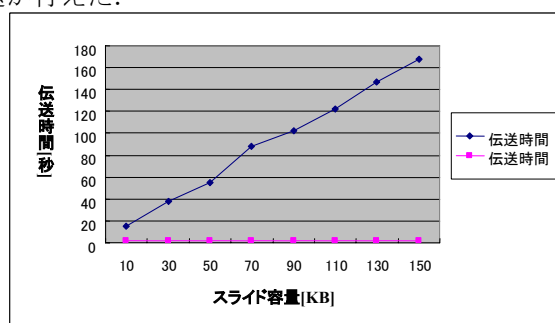


図 10 伝送時間検証グラフ

(2) 教材の遠隔表示

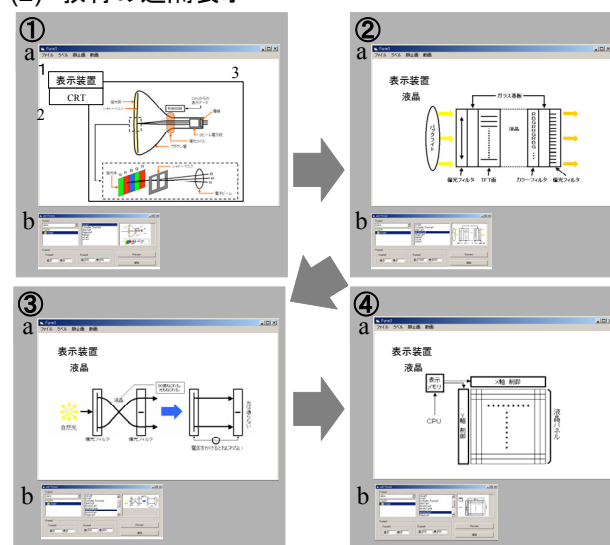


図 11 リアルタイム教材編集の画面例

教師用のリアルタイム教材ソフトウェアを実行したときの画面を図 11に示す。図 11中 a のウィンドウは教材を表示し、b のダイアログからコマンドを入力する。教材要素として図 11中 1, 2, 3 の 3 つの要素を用意した。要素 1 と 2 はテキストデータ、要素 3 は画像データである。実際に図 1①から④へ、コマンドにより表示させる要素を切り替える操作を行った。現段階では教材要素を表示する位置を座標で指定する。

(3) 教材の登録, 編集

現在、既存教材の整理と教材要素ファイルへの登録を実施中である。リアルタイム編集ソフトウェアを活用した講義用教材の編集作業への効果については現在不確定であり、評価を継続中である。

4.2.4. 考察

同期・非同期融合型遠隔授業方式については、WBT を主体にした予習・復習段階の FAQ の情報を同期型授業の教材編集に反映させた。さらに同期型授業時の学習者の反応を WBT による学習内容へ反映させる一連のサイクルを実施した。この効果については、アンケートによる定性的な評価は概ね良好であるが、定量的な内容を含む具体的な効果または問題点については、この試行を重ねる必要があり、まだ結果が出ていない。

全体の 65.8%の質問は、用語に関すること、他の技術と比較や違いについて、技術の役割を尋ねる質問である。このような質問は、比較的想定しやすい。しかし、残りの 34.8%の質問は、講義で取り上げた技術に関して更に発展をさせる内容や講義の内容の詳細を尋ねる質問、講義で説明した技術を自分で使ってみたときに起きた問題に関すること、自分の身の回りにある製品にどのように使われているのかという質問である。このような質問は範囲が広く深いため想定することが困難である。しかし、34.8%も対応不可能となってしまうことから、コード化の手法を工夫して、より多くの質問に対応することができるようにする必要がある。

5. まとめ

本稿では、同期・非同期融合型遠隔教育における教材のリアルタイム編集方式を提案した。本方式は、WBT と FAQ システムを利用した非同期型遠隔教育システムと、教材のリアルタイム編集方式を利用した同期型遠隔教育システムを融合したて、遠隔教育を効果的に行うことを目的としている。

遠隔教育には、高速通信回線や大型高性能映像装置を活用して臨場感を充実し、教室内の映像・音声を交信する形態と、インターネット上でコンピュータ処理出力をもとに交信を行う形態とにわけられる。本稿で提案した形態は後者に属するものであり、通

信回線の環境による影響度をできるだけ回避することを狙いの一つにしている。一方、この形態においては、コンテンツの作成負荷という課題、および授業中の遠隔学習者への興味度を如何に維持するかの課題がある。本稿の方式は、これらの課題への対応を目指したものである。

今後、システムの構築を充実させ、各種の評価実験結果をふまえ、必要な方式の再検討、構築したシステムの変更等を進めていく予定である。

参考文献

- [1]先進学習基盤協議会 (ALIC) (編集), “教育サービスベンダ”, eラーニング白書 2001/2002 年度版, PP116-121, オーム社, 東京, 2001.
- [2]守一雄他, “画像情報ネットワークシステムを用いた学部間遠隔講義の評価”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J75-A, No.2, pp244-255, 1992.
- [3]Ohtake, Y. and Matsushita, S., “NESPAC: A Two-way Satellite Education Network”, Proc. of 12th Annual Conference of Pacific Telecommunications Council (PTC' 90).
- [4]阿部博他, “ナビゲーション機能を有する学習管理システムに関する研究”, 信学技報, ET2002-85, PP 7-12, 2003.
- [5]ディリムラット・ティリワルディ 他, “遠隔教育におけるリアルタイム教材編集方式の提案”, 情報処理学会第 65 回全国大会公演論文集, PP385-386, 2003/3/26.
- [6]高柳俊多 他, “WBT における FAQ システムの検討”, 情報処理学会第 65 回全国大会公演論文集, PP357-358, 2003/3/26.
- [7]ディリムラット・ティリワルディ 他, “同期・非同期融合型遠隔教育におけるリアルタイム教材編集方式”, DPS 第 113 回研究会会講演論文集, PP385-386, 2003/6/20.
- [8]高橋稔哉 他, “同期・非同期融合型遠隔教育におけるリアルタイム教材編集ソフトウェア”, FIT2003 情報科学技術フォーラム 一般公演論文集 第 4 分冊, PP449-PP450, 2003/9/10.