

データの連動サービスを含む遠隔講義システム

池端 裕子[†] 檜原 常宣[†] 重野 寛[†] 岡田 謙一[†] 松下 温[†]

既存の講義映像と教材を連動表示させるマルチメディアデータの連動サービスを用いた教育や1対多人数を基本とした講義では、(1) 講師側は映像や音声とテキスト教材の編集作業に負担がかかる、(2) 1対多人数型の講義では、受講者は講師のペースで学習することを強いられるため、講義の理解についていけない者が多い、という問題点がある。本稿では時間や場所に関係なく学習可能な教育サービスである「遠隔教育」を扱うが、以上の問題点を重要視し、遠隔講義においても解決させることを目標とする。リアルタイム型と蓄積型のサービスを連携することで、第一に講師が講義をすると、事前に準備した教材と講義映像が連動する教材(複合マルチメディア教材)が、リアルタイム自動生成可能な機構を提案する。第二に、受講者側は、ライブの講義においても複合マルチメディア教材に振り返ることで、「自己のペース」で学習可能な Live on Demand サービス機構を提案する。

A Distance Learning System with Linked-Data-Services

Yuko Ikehata[†], Tunenobu Narahara[†], Hiroshi Shigeno[†],
Ken-ichi Okada[†], and Yutaka Matsushita[†]

In this paper, we propose (1) a scheme of the Distance Learning System that can offer 'compound multimedia lecturing materials' with automatically created even in real time, (2) Live on Demand Service; this is a service by which students can study in their own pace in real-time lectures by looking back at the past images of a lecture and link prepared teaching materials.

1 はじめに

今日、コンピュータの高性能化やマルチメディア技術の発達により、人々は個人のコンピュータで容易に情報を扱うことが可能になった。一方、多くの人々が自己の充実や生活向上のために、学習の機会を求めている。以上を背景に、時間や場所の制限なく受ける事が可能な教育サービスを遠隔教育という [1]。

本稿では、講義の蓄積映像に、事前に準備した教材(以降、準備教材と呼ぶ)¹を、講師の意図するタイミングで表示させるサービスを「マルチメディアデータの連動サービス(以降「連動サービス」と呼ぶ)」と定義する。

既存の連動サービスを用いた教育や一般的な1対多人数を基本とした講義(以下、大型講義と記す)では様々な問題点が上げられるが、以下の二点が特に指摘されている [2]

(1) 講師は連動サービスを含む教材作成に負担がかかる: 連動サービスを含む教材(以降、「マルチメディア連動教材」と呼ぶ)を提供するためには、事前に動画像や音、テキストデータを連動させる編集作業が必要になる。そのため、編集済みの教材を CD-ROM, DVD で配布するというスタンドアロン型のものが多く見られる。しかし、事前にこれらの編集作業を行い、配付しておくことは、講師側に非常に負担がかかる。また、最新的话题を取り入れて、頻繁に講義内容を更新していくことは困難である [2]。

(2) 受講者側は講師のペースによる学習を強いられ、講義内容の理解についていけない: 大型講義では、講師のペースで講義が進められ、受講者が講師のペースで学習することを強いられる(以下、「講師主導の学習」と呼ぶ)。各々の学習理解のペースが異なるために、講義についていけない受講者が多い。しかし、受講者は、大勢の中で質問することは気が引けるというような、心理学的な原因から、質問せずわからない点を未解決にしたままであることがわかっている [2]。

筆者らは、これまで様々な遠隔教育について研究して

[†] 慶應義塾大学大学院 理工学研究科

Department of Science and Technology, Keio University

¹ 本稿では、講師が、パーソナルコンピュータ(以下 PC)のプレゼンテーションツール等を利用して講義前に作成した電子媒体教材を「準備教材(prepared subject matter)」と呼ぶこととする。

きた [5][6][7][8][9]. 本稿では, いわゆる「遠隔講義」を扱うが, 以上の教育機器を用いた大型講義での問題点を重要視し, 遠隔講義において解決することを目標とする. そのため, 第一に, 講師側のマルチメディア連動教材作成の手間を軽減し, 誰にでも容易な操作ができることを目的とする. 第二に, 受講者がリアルタイムの講義中においても「自己のペースで」学習可能とすることを目的とする.

2 遠隔講義環境

本稿で対象とする遠隔講義形態は, 従来の対面講義に近い形, つまり, 受講者が同じ場所に集合し, 遠隔地にいる講師と双方向リアルタイム² のやりとりをしながら, 一斉に講義を進める (以降, 「一斉学習」と呼ぶ) 一対多数型の講義形態 (以降, 「大型講義」と呼ぶ) を基本とする. 更に, 家庭や職場等に分散し, リアルタイムの講義に出席できない場合, 本システムを用いて単独で学習する (以降, 「単独学習」と呼ぶ) ことも考慮に入れる.

2.1 複合マルチメディア教材

本稿で扱う「複合マルチメディア教材:」とは, 準備教材に実際の授業全体をふまえた情報を指す. 本稿で扱う「準備教材」とは, WWW(World Wide Web) 上の HTML(Hyper Text Markup Language) 形式の教材 (テキスト, 静止画, 動画) であり, 従来でいう「事前に作成された電子媒体教材 [3]」にあたる. また, 「授業全体」とは講義中に起った全ての要素を示すが, ここでは, 講義全体の流れを把握することが可能な, マルチメディア連動サービスを含む授業を主に言う.

従来は, 電子媒体を用いた準備教材が「マルチメディア教材」と呼ばれていた. その例として, 教材作成や講義実施の手間を軽減することを目的とし, PC 等で作成したオンライン教材をそのまま遠隔講義用の教材として利用した教材提示システム World Wide Whiteboard[3] がある. しかし, 講義の復習や内容理解に効果的な学習とは, 従来でいうマルチメディア教材だけでなく, 実際の授業全体の流れを振り返ることであると一般に言われている [4]. そこで, 従来のマルチメディア教材に講義全体を複合した教材を, より学習効果の高い「教材」と考え, これを「複合マルチメディア教材 (compound

² ここでの「リアルタイム」とは, 同じ時間を共有することをいう.

multimedia teaching materials)」と定義する.

3 システムの提案

以上の目的を実現するため, 本稿ではリアルタイム系と蓄積系のデータを連携することにより, 第一に講師は講義をすることで, 複合マルチメディア教材の自動生成がリアルタイムで実現される機構を提案する. 第二に 講義映像と準備教材情報を相対時刻に y り連携させた Live on Demand サービスにより, 受講者が従来の講師主導の学習だけでなく, 受講者主体の学習を可能とする機構を提案する.

3.1 相対時刻による講義映像と準備教材の連携

相対時刻とは, 講師による講義開始時刻をゼロとした時刻である. 管理サーバは³ 講師側から, 準備教材を配信する指示を受けると, 相対時刻により連携した講義映像と準備教材の所在情報を 受講者側に配信する. 図 1 に相対時刻による準備教材と講義映像 (動画) の連携方法を示す.

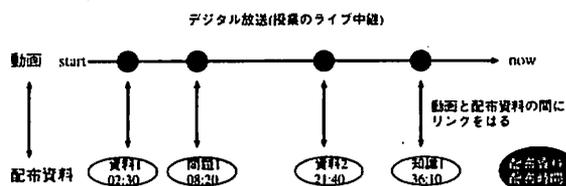


図 1: 準備教材と映像の連携

3.2 「自己のペース」で学習する機構

実際の講義では, 自己のペースで学習をする受講者を 2 種類に区別することができる.

(1) '完全学習派'の受講者: リアルタイムの講義での一斉学習において, 講義内容の理解ができない場合に, 未解決のままにせず, 過去に説明された内容に振り返り, その場で理解してから次の内容に進むことを試みる受講者のことである. この場合, 過去に振り返って学習している間は, 講義を聞き流しているため, 講義内容の記憶が薄い部分が生じる場合が多い.

³ 本稿では, 講師系と受講者系の情報を管理する役割を果たすサーバを「管理サーバ」と呼ぶ.

(2) '単独学習派'の受講者:講義に出席できない場合に、講義が終了後、単独学習したい受講者のことである。

本稿の類似研究として、データ連動サービスを含む講義においてインターネットを用いた試み SOI(<http://www.sfc.wide.ad.jp/soi/about.html>)がある。しかし、リアルタイム講義での完全学習派の受講者を支援していない。また、自己のレベルで学習する方法は支援されていない。

本稿では完全学習派や、単独学習派の受講者を支援する機構を提案する。講師からの準備教材配信指示があると、管理サーバを通して、受講者側に複合マルチメディア教材を自動表示するサービスを Push 型学習サービスと呼ぶ。一方、受講者が自らの指示により過去の相対時刻からの複合マルチメディア教材にアクセスするためのサービスを Pull 型学習サービスと呼ぶこととする。

受講者は、従来の講師主導型の学習をする場合は、Push 型学習サービスを利用する。つまり複合マルチメディア教材を、講師側の意図する順番やタイミングで自動表示することにより学習する。一方、完全学習派や単独学習派の受講者は、Pull 型学習サービスを利用する。画面上にある相対時刻と種類が表示されたアイコンを選択することで、相対時刻からの複合マルチメディア教材を用いて学習する。以上が、Push 型学習サービス及び Pull 型学習サービスを利用することで、受講者が「学習したい時に、学習したい情報を、自己のペースで」学習可能な機構である。

4 システムの概要

4.1 講師の負担を軽減する教材提示システム

事前にマルチメディア連動教材を製作することは講師側において、大きな負担になる。そこで、講義中に講師が準備教材の配信指示をしながら講義をすることで、複合マルチメディア教材の自動生成がリアルタイムに実現されることとする。特に講師による配信指示が、講義に差し支えないインターフェースとすることとした。そのため、授業中に配信する準備教材の一覧をのせた送信ボックス(図2)を用意し、配信したい教材を選択するだけで、結果的には受講者に複合マルチメディア教材が配信されることとした。

4.1.1 コマンド

本稿では、教材の URL 情報、アイコンの種類情報、相対時刻情報の三情報を含む講師側の配信命令を「コマ

ンド」と呼ぶ。コマンドは送信ボックス内にある「リスト」から構成されている。「リスト」とは、教材内容を示す簡単な名前である。

参考教材リスト:関連教材を呼び出すためのコマンド群の名前が格納されている。

授業教材リスト:マルチメディア連動教材を呼び出すためのリストである。

講師がリストを選択すると、準備教材を配信するためのコマンドが送信される。これにより、実際の講義での OHP の提示と同程度(もしくは少ない)労力でマルチメディア情報を送信できる。その場で新しい資料を表示したいときは Input URL ボックスに直接 URL を打ち込むことで、事前に用意していない資料へのアクセスも実現している。

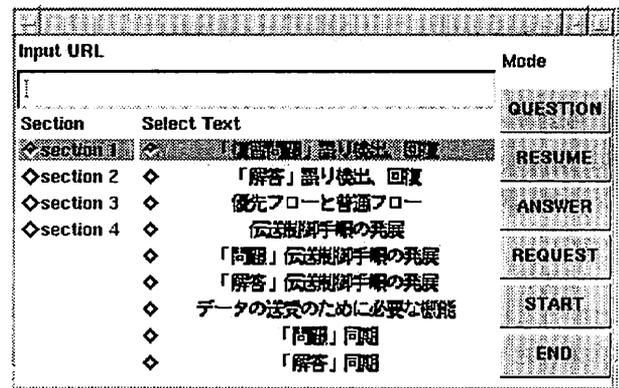


図 2: 送信ボックス

また大型講義形態での遠隔教育では、受講者側の反応が分かりにくい。また、全ての受講者の質問に応えることは時間的に困難である。そこで、受講者が更に詳しい説明が欲しいと感じた部分の相対時刻情報を受けとり、数値化して授業中に確認が出来るようにしている。これにより最低限のフィードバックを持たせている。

4.2 「自己のペースで」学習可能な受講者側のシステム

以下、受講者が自己のペースで学習可能な受講者サイドのシステムの概要を述べる。

複合マルチメディア教材を表示するアイコン:受講者が複合マルチメディア教材を呼び出すためのコマンドを受信すると、画面上の収納ボックス(図3)にアイコンが現れる。アイコンは、時系列で並び、種類と相対

時刻が表示されるので、受講者がアイコンを選択表示することで、自己のペース及び自己のレベルにあった学習が可能となる。

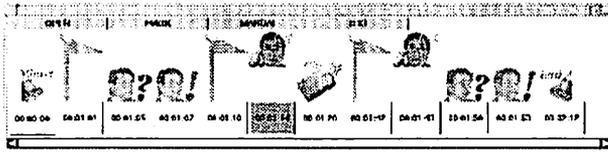


図 3: アイコンの収納ボックス

4.2.1 アイコンの種類

講師側と受講者側のどちらによる命令コマンドであるかにより、アイコンは二種類に大別できる。講師が指示して発生したアイコンとしては、以下のものがある。

運営アイコン：講義の運営を司るアイコンであり、主に、講義の開始・終了時に配布される。開始時のアイコンには、講義の全体の流れ、終了時のアイコンには、次の講義の予告資料が含まれる。

授業アイコン：講義中に教材の説明を開始した時に配付されるアイコンである。内容により講義説明に用いる資料アイコン、問題を提示する問題提示アイコン、解答を提示する解答アイコンの三種類がある。アイコンの種類選択により、問題のみを実践的に説く方法や、解答のみを見て学習する方法等、受講者主体の学習方法が可能となる。

参考アイコン：講義内容の関連教材が配布されるアイコンである。アイコンはレベル分けされているので、受講者が自己のレベルにあった学習ができる。例えば、講師が数学の定義について説明した後、内容が理解できた人は、一ランク上の教材が表示される'参考 A レベルアイコン'を選択する。一方、理解できなかった人はよりわかりやすく説明された教材が表示される'参考 B レベルアイコン'を選択する。また、章の区切れ目に配布されるアイコンとしても用いる。

受講者自らが表示するアイコンとしては、「しおりアイコン」がある。これは、講義内容が理解できなかった場合や、重要な内容であった時に、受講者が「本にしおりを差し込む感覚」でツールバーのしおりボタンを押す。すると、ボタンを押した相対時刻からの複合マルチメディア教材を表示する受講者独自の「しおりアイコン」がアイコン収納ボックスに格納される。

5 システム全体の構成

図 4 にデータの連動サービスを含む遠隔教育システムの全体構成を示す。サーバは映像サーバと全体を管理するサーバ、WWW サーバから構成されている。

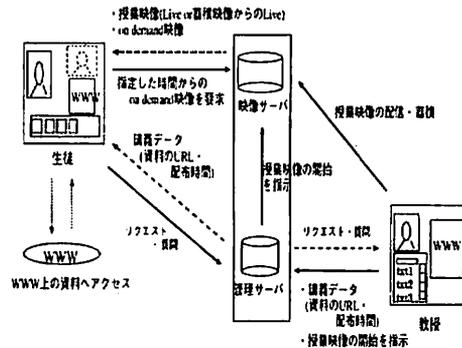


図 4: データの連携サービスを可能とする遠隔教育システムの構成

6 実装

提案したシステムを、LAN を介して接続されたサーバマシン (Unix) とクライアントマシン (WindowsNT) を用いて、実装をした。遠隔講義のコンテンツとしては実際に行われたコンピュータ・ネットワークの講義を例に用意した。この例では準備教材として、World Wide Web 上の HTML(Hyper Text Markup Language) 形式の教材 (文字列、静止画像) を用意した。

実装には JDK(Java Developer Kit) ver. 1.1.6 を用いてクライアント・サーバ方式による Java アプリケーションを作成した。動画像、音声配信、オンデマンドサービスはソフトウェアビジョン (<http://www.softwarevision.or.jp/>) を採用した。動画像は H.261 音声配信は GSM.610 を使用している。動画像、音声通信と URL 情報の送信は、別のプロセスで行なった。

6.1 講師側の実装画面

講師側の実装画面を図 5 に示す。講師はコンピュータの前で、画面 (図 5) を見ながら講義を行う。画面左上に講義映像が、左下には送信ボックスが表示されており、講師はこれを用いて準備教材のためのコマンドを送信する。画面右上には、講師が用いる準備教材が表示される。更に、講義内容の詳細説明を要望する生徒の割

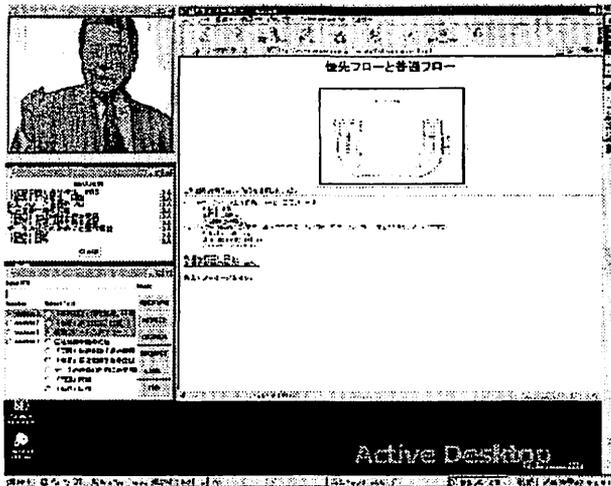


図 5: 講師側実装画面

合が教材内容ごとに表示される。講師は送信ボックスを用いたリスト選択、及び受講者からの反応の確認をしながら講義を進める。

講義の開始・終了: 講師は、「START」ボタンで講義を開始し、「END」ボタンで講義を終了する。講義を開始した時間がゼロと設定され、タイムカウントが自動的に行われる。

資料の配布と自動表示: 準備教材は、あらかじめ送信ボックスに登録する。関連教材か、講義教材かにより2種類に自動選別され、リストとして表示される。このリスト作成の際に、教材の存在する URL と3種類の教材内容（問題、解答、資料）が同時に登録される。

配信したいリストを選択すると、受講者側へのアイコン発生が指示される。また、講師が選択された教材が自動的に立ち上がる。この方法により、資料を説明する順番を講義中に自由に決めることができる。

登録していない資料の対応: あらかじめ登録していない資料を配付する場合、「Input URL」と書かれたテキストフィールドに、配布したい資料の URL を書き込み、資料の種類を「answer」、「question」、「text」のボタンから選択すると、資料の配布及び講師側画面での指定した資料の自動表示がなされる。

受講者の反応の確認: 「request」ボタンを押すと、受講者が、どの資料についての詳細説明を希望しているかが数値化して表示される。

6.2 受講者側の実装画面

受講者側の実装画面を図 6 に示す。図 6 の画面左上

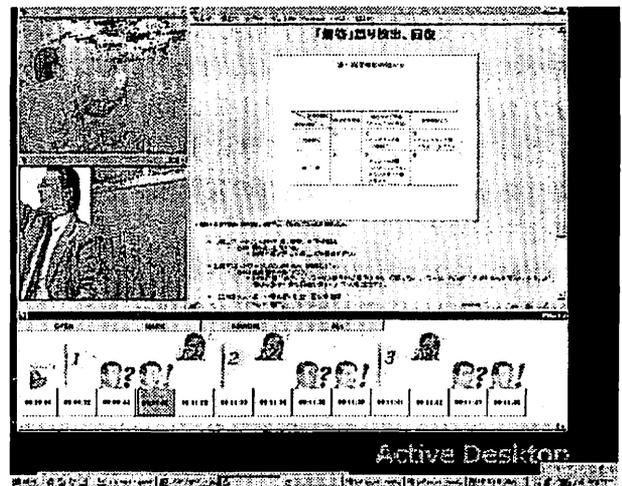


図 6: 受講者側の実装画面

がリアルタイムで行われている講義の映像である。その左下にはオンデマンド映像（過去の動画）、画面最下部には、アイコンの収納ボックスが表示されている。アイコンの収納ボックス上部にはツールバーが表示されている。受講者がアイコンを選択すると、準備教材が右上に表示される。また、その教材を説明しているオンデマンド映像も表示される。ツールバーの詳細機能について以下に述べる。

SEND ボタン: 教授への質問を E メールで行うことができる。

REQUEST ボタン: 講義内容が理解できない場合、講師側に詳細説明要求を送ることができる。

しおりボタン: 後で復習したい講義個所に目印をつける（しおりアイコンを表示させる）ことができる。

AUTO/MANUAL モード: 従来の講師主導型の学習をするのが「AUTO」モードで自己のペースで学習するのが「MANUAL」モードである。

7 システムの評価と考察

本システムを用いる場合（ケース A）と「コンピュータネットワーク概論」の講義録画ビデオと、HTML 形式の事前準備教材を紙に出力し、事前に配布する場合（ケース B）を用いて、各約 15 分間の比較実験を行った。被験者は、研究室内の学生のべ 40 人とし、講師 1 名、受講者 20 名を一組とした。事前準備教材としては、実際の講義で用いた OHP、講義内容に関連する問題（小テスト）、問題に対する解答、を全て HTML 形式のファイルとした。

実験終了後、受講者側と講師側両方についてアンケート調査を実施した。アンケートは、(1) 講師側のマルチメディア教材を用いた講義に対する負担は少なかったか、(2) 受講者が自己のペースで学習することによる学習効果はあったか、を中心に 50 の質問項目を用意し、5 段階評価を行った。

受講者側、及び講師側の各アンケートの結果、複合マルチメディア教材は、講義映像もしくは準備教材のみの場合より授業の理解が深まる、という項目においては約 8 割が指示をした。アイコンが種類別で、相対時刻表示されており自己のペースで学習しやすいという項目においては、約 7 割が指示をした。講師側から最も高く得られた評価は、マルチメディア教材の編集作業が必要なく、簡単に送信できて便利である、という項目であった。その一方で、より受講者の反応が実感できる機能がほしいというコメントを得た。本システムの実現を約 9 割もの人が期待をよせていることがわかった。

8 おわりに

本稿では、既存の情報機器を用いたデータの連動サービスを含む教育や一対多人数型を基本とする講義で指摘される (1) 講師はマルチメディア教材作成に負担がかかる、(2) 受講者は講師のペースによる学習を強いられ、講義内容の理解についていけないといった点を遠隔講義においても重要視した。その解決方法としてリアルタイム系と蓄積系のデータを相対時刻により連携し、講師が講義をすることで、複合マルチメディア教材の自動生成がリアルタイムで実現可能な機構を提案した。これにより講師は講義前のマルチメディア教材の編集作業にかかる負担を必要最小限にすることができる。

一方、受講者側が、自己のペースで学習可能な機構を提案した。複合マルチメディア教材を自動表示することで、既存の大型講義での講師主導の学習を維持しながらも、一斉学習において講師のペースについていけない場合は、過去の時点からのマルチメディア連動教材を選択表示させることで「完全学習派の受講者」を支援する。更に講義に出席できない「単独学習派の受講者」には、複合マルチメディア教材を用いた学習が可能となる。以上「学習したい時に、学習したい情報を、自分のペースで」学習可能な Live on Demand サービスを実現させた。

また事前に準備された従来のマルチメディア教材に、実際の講義全体を複合した教材を複合マルチメディア教材 (compound multimedia teaching materials) と呼

び、これを用いることで更に学習効果を高めることが評価実験により証明された。本稿で提案する遠隔教育システムは一つのプロトタイプであるが、遠隔教育を実現する上での一つのアプローチになればと考えている。

参考文献

- [1] Gerhard Fischer, "LifeLong Learning", ACM Japan Annual Meeting, July 1998 <http://www.u-air.ac.jp/hp/sikumi/0102.html>
- [2] "平成 10 年度大学教員による授業での情報機器使用調査の報告", 社団法人私立大学情報教育協会, 1999 年 5 月
- [3] 前田香織, 相原玲二的, 大槻説乎, "遠隔講義のためのマルチメディア教材提示システム", 情報処理学会論文誌, Vol40, pp.161-167, 1999
- [4] 市川伸一, 伊東裕司, "認知心理学を知る", プレーン出版, 1997
- [5] Yuko Ikehata, Michel Lucas "Experiments in distance learning: the use of internet collaboration system Universal Canvas", the project report of collaborative distance learning lecturing between Keio University and Ecole Centrale de Nantes students, pp.1-35, 1999.
- [6] 池端裕子, 重野寛, 岡田謙一, 松下温, "対話的イメージ制御手法を用いた www ベース協同作業支援システムと日仏間遠隔協同学習実験への応用", 情報処理学会第 59 回全国大会, 特別セッション 3, pp.1-8, 1999.
- [7] 池端裕子, 榎原常宣, 重野寛, 岡田謙一, 松下温, "マルチメディアデータの連動サービスを含む遠隔教育システム", 情報処理学会第 59 回全国大会, 特別セッション 1, pp.217-222, 1999.
- [8] 榎原常宣, 才野真, 池端裕子, 岡田謙一, 松下温, "データの連動サービスを含む講義を想定した遠隔教育システムの提案", 情報処理学会第 58 回全国大会, vol3, pp.375-376, 1999
- [9] 榎原常宣, 才野真, 池端裕子, 岡田謙一, 松下温, "データの連動サービスを含む講義を想定した遠隔教育システムの提案", 情報処理学会第 32 回グループウェア研究会, vol.99, No40, pp.1-4, 1999