

1D-2

## 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\*

池端 裕子 檜原 常宣 重野 寛 岡田 謙一 松下 温†  
慶応義塾大学‡

従来の、講義映像、音声、教材を連動表示させるといった「マルチメディアデータの連動サービス」を用いた講義においては、(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という問題点があった。更に、一対多数型の講義では、受講者が講師のペースで学習することを強いられるため、(2) 講義の理解についていけない者が多い、という問題点があった。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、遠隔講義においてで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、リアルタイムに自動生成される機構を提案する。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。

### 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）<sup>1</sup> 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一対多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、「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携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：大型講義で一斉に講義を進める（以降、「一斉学習」と呼ぶ）場合、受講者の学習理解のペースは必ずしも同じではない。ところが、受講者は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）ので、講義についていけない受講者が多い。そして、このような受講者は、大勢の中で質問することに対し、気が引ける等の心理的要因から、講師に質問せず問題点を未解決にしたままであることがわかっている [2][4]。筆者は、これまで様々な形態での遠隔教育について実験及び研究してきた [8][9][10]。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、講師側の連動教材作成の手間を軽減す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

\* A Distance Learning System with Linked-Multimedia Data-Services

† Yuko Ikehata, Tsunenobu Narahara, Hiroshi Shigeno, Kenichi Okada, Yutaka Matsushita

‡ Department of Science and Technology, Keio University

<sup>1</sup> 本稿では、講師が、パーソナルコンピュータ（以降 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。

いる講師と双方向リアルタイム<sup>2</sup>のやりとりをしながら、一斉学習をする大型講義を基本とする。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

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[5]がある。しかしながら、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ことが一般的に言われている[6]。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 multimedia teaching materials)」と定義する。

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し、「準備教材」とは、WWW(World Wide Web)上のHTML(Hyper TextMarkup Language)形式の教材(テキスト、静止画、動画)であり、従来でいう「マルチメディア教材」[5]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[3]が、本稿では、講義全体の流れを把握することが可能な、連動サービスを含む講義を主に指すこととする。

## 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に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より連携させた 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。

<sup>2</sup> 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。

### 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<sup>3</sup>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。

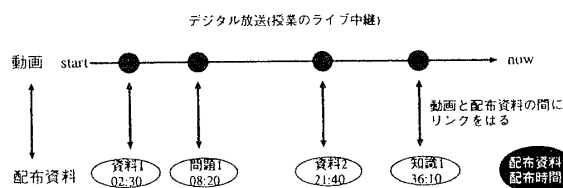


図1: 準備教材と映像の連携

### 3.2 「自己のペース」で学習する機構

受講者が「自己のペース」で学習する要因は様々である[4]。筆者は、「自己のペース」で学習する要因の中で典型的な要因を抽出し、自己のペースで学習をする受講者を2種類に区別してみた。以下、2種類の「自己のペース」で学習する受講者について述べる。

(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。

(2) '単独学習派'の受講者: 講義に出席できない場合、講義が終了後、単独学習する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[7]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、以上のように典型的な自己のペースで学習をする受講者を完全学習派と単独学習派に区別し、これらの受講者を支援する機構を提案する。

<sup>3</sup> 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。

まず、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、指定した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

以下、講師側及び受講者側のシステムの概要について述べる。

### 4.1 講師の負担を軽減する教材提示システム

事前に連動教材を製作することは講師側において負担になることがわかっている。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、配信したい教材の項目名を選択するだけで、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が可能とした。この実現方法として、授業中に配信する準備教材の項目一覧を掲載した「送信ボックス(図2)」を用意した。

#### 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項目名である。

参考教材リスト：関連教材を呼び出すためのリスト。

授業教材リスト：連動教材を呼び出すためのリスト。

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）の労力でマルチメディア情報を送信できる。その場で新しい教材を表示したい時は送信ボックス内の「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。また、遠隔講

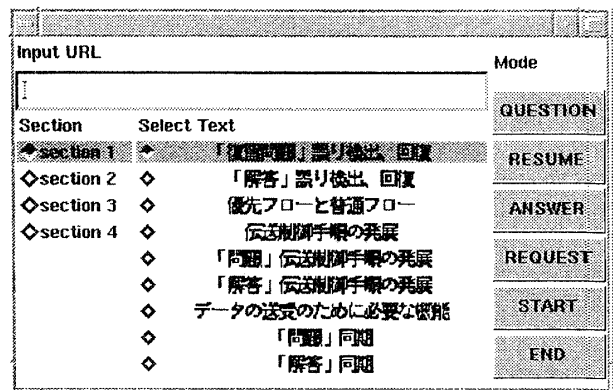


図 2: 送信ボックス

義では、受講者側の反応が分かりにくい。特に、大型講義となると、全員が一度に質問をした場合、全ての質問に答えることは時間的に不可能である。そこで、受講者が更に詳しい説明が欲しいと要求した部分の相対時刻情報と映像を受けとり、数値化して講義中に講師が確認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側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。

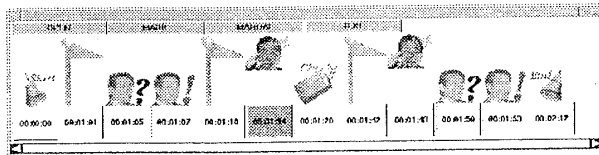


図 3: アイコンの収納ボックス

#### 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」にふさわしい学習ができる。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'Aレベル参考アイコン'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'Bレベル参考アイコン'を選択する。参考アイコンは章の区切れ目に配布されるアイコンとしても用いる。

**しおりアイコン：** 受講者自らが表示するアイコンである。これは、講義内容が理解できない時や、重要な内容であった時に、受講主自らの指示で発生させるアイコンである。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、表示される。

## 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。

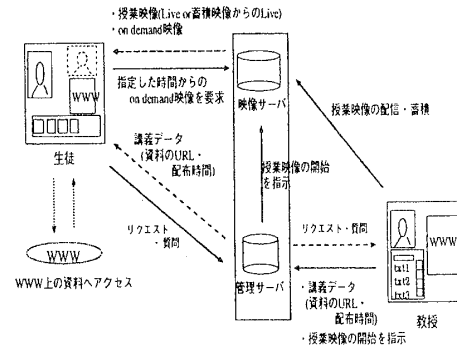


図 4: マルチメディアデータの連動サービスを含む遠隔教育システムの構成

## 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。本システムの動画像、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求する受講者の

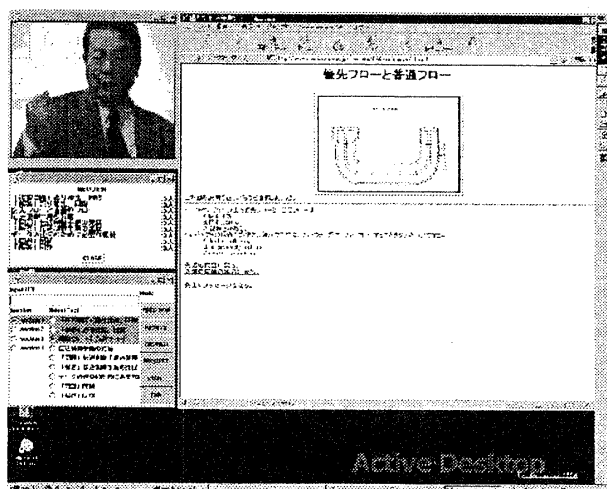


図 5: 講師側実装画面

割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。講義を開始した時刻がゼロと設定され、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。講師が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、講師により選択された教材が自動的に講師の PC 画面に立ち上がる。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

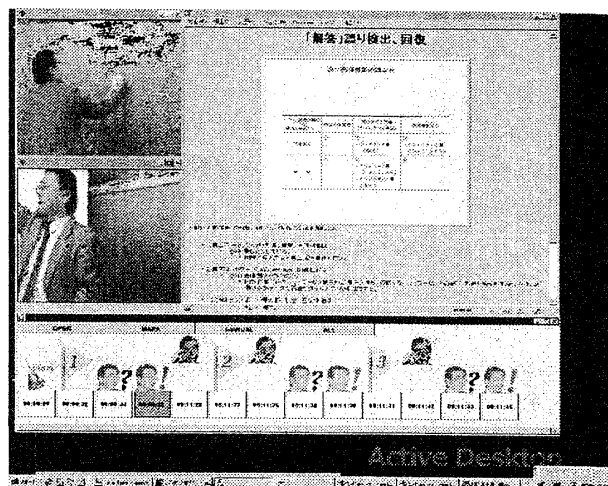


図 6: 受講者側の実装画面

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伝えることができる。

**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講義内容の理解が深まる, という項目においては約 9 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, 連動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, 受講者の反応がより具体的に実感できる機能がほしいというコメントを得た。しかし, 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連動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受講者側の PC 上に自動表示することで, 従来の大型講義での講師主導の一斉学習を維持する。一方, 講師のペースについていけない場合に, 過去の講義資料等に振り返ることでその場でわからない点を理解しようとする, 「完全学習派の受講者」においては, 過去の時点からの連動教材を選択表示させることで講義内容の理解を支援することとした。更にリアルタイムの講義に出席できない場合, 単独学習を希望する「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ることでより効果の高い学習理解を支援することとした。以上の手法により「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。

更に, 評価実験の結果, 事前に準備された従来のマルチメディア教材だけでなく, 実際の講義全体を複合した教材である複合マルチメディア教材 (compound multimedia teaching materials) を用いることで, より効果の高い学習理解効果がなされていることが証明された。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] 小口忠彦編, "新学習心理学基本用語辞典, 明治図書出版", 1993
- [4] 滝沢竹久, 東洋, "教授, 学習の行動科学", 福村出版, 1991
- [5] 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
- [6] 市川伸一, 伊東裕司, "認知心理学を知る", プレーン出版, 1997
- [7] <http://www.sfc.wide.ad.jp/soi/about.html>
- [8] Yuko Ikehata, Michel Lucas "Experiments in distance learning lecture", the Report of Ecole Centrale de Nantes, pp.1-35, 1999.
- [9] 植原常宣, 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
- [10] 植原常宣, 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