

# 授業内の学生の反応を記録・解析するシステムの運用報告

長瀧寛之† 永井孝幸† 都倉信樹†

## 概要

我々は以前より、授業時間内における学生と教師のやりとりを支援するシステムについて設計し、継続的な試験運用を行ってきた。この支援システムは、授業内の学生と教師のやりとりをデータベースにログとして記録する。

本稿では、支援システムの運用報告とともに、運用によって得られたログを解析した結果について報告する。支援システムのログを解析した結果、授業内における学生の詳細な振る舞いや、授業の進行に関する詳細な情報を得ることが出来た。また、試験運用を通して、計算機による授業支援の利点や問題点についての知見を得たので、合わせて報告する。

## Recording and Analyzing Logs of an Response Support System

Hiroyuki Nagataki Takayuki Nagai Nobuki Tokura

### Abstract

We have developed an interactive lecture support system that supports students' positive response in a classroom, and have used it in real classes for several months in 2002. This system has recorded all events and associated information from teachers and students. In this paper we describe an empirical study of exploring detailed information on lectures by analyzing the lecture logs. By analyzing logs, we have found that lecture logs give us detailed information on lectures, including students' behavior and understandings about each lecture.

## 1 はじめに

我々は以前より、授業時間内における生徒と教師のやりとりを計算機で支援するためのシステム(以下支援システム)について、研究を行ってきた[1][2][3]。既に昨年6月より、鳥取環境大学の一部の授業で支援システムの継続的な試験運用を行っており、学生や教師の要望を基に随時支援システムの改善を行っている。

この支援システムの主な目的は、授業に参加して

いる学生からの反応をより積極的に引き出すことにある。実際、支援システムの運用によって、授業に対する学生の意見が得やすくなったという評価が、教師と学生双方から得られている[3]。

さらに支援システムは、学生や教師が支援システムを操作するごとに、その操作を時刻とともにログとして記録する。支援システムにおける操作ログは、学生と教師の授業内のやりとりの記録である。操作ログの解析を行うことによって、学生や教師の授業内での振るまい、講義の進行状況など、授業に関する詳細な情報を得ることができる。また、家庭への広帯域ネットワークの急速な普及[4]とともに、講義ビデオのストリーミング配信を導入する学校が

†鳥取環境大学 環境情報学部 情報システム学科  
Department of Information System, Tottori University of  
Environmental Studies

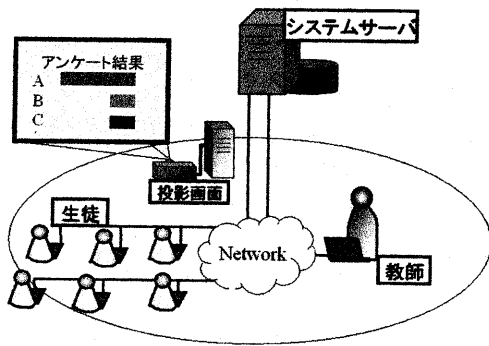


図 1: 支援システム概略図



図 2: 簡易レスポンスボタン

増えてきているが [5][6][7], 操作ログから授業の詳細な情報を得られれば, 講義ビデオの中での主要部分の検索が容易になり, 学生の予習・復習のみならず, 教員の自己評価として講義ビデオをより効果的に活用できるようになることが期待出来る。

本稿では, 支援システムの継続的な運用により得られた操作ログを解析し, 授業の詳細な情報を抽出する可能性について検討する。また, 継続運用とログ解析によって得られた, 授業内での計算機による支援システムについての利点と問題点に関する知見について報告する。

まず 2 章で支援システムの概要について述べる。次に 3 章では, 現在支援システムの試験運用を行っている環境などについて説明する。その後 4 章で, 試験運用時に支援システムが記録したログを解析し, 授業のデータベースとして活用可能な情報の抽出をはかるとともに, 5 章で, 運用やログ解析を通して得られた, 計算機による授業中の支援についての利点や問題点を考察する。最後に 6 章で全体のまとめと, 今後の研究の方向性について述べる。

## 2 支援システムの概要

支援システムは, 学生と教師の間で講義内で行う様々なやりとりを支援するシステムである。

支援システムは Web アプリケーションとして実装しており, 学生・教師はそれぞれ, 各自の計算機からネットワークに接続し, WWW ブラウザに表示されたインタフェースから支援システムを利用する (図 1)。

さらに, 投影表示用の画面を出力する専用の計算機も用意する。これは, アンケート結果や出席状況など, 支援システムが取得した情報を, 必要に応じて教師がプロジェクタを通して投影画面に表示するためのものである。

### 2.1 提供される機能

支援システムは, 授業を支援するための様々な機能を持っているが, 本稿ではログ解析に特に関連深い 4 つの機能について紹介する。その他の機能については [1][2][3] を参照されたい。

まず, 簡易レスポンス機能について説明する。学生の操作インタフェースには, 常に図 2 のような「簡易レスポンスボタン」が表示されている。簡易レスポンスボタンとして, 「1」～「5」の数字と, 「はい」「いいえ」の 7 つのボタンが用意されている。

教師用インタフェースには, 簡易レスポンス機能の質問入力欄が設けられており, 教師は学生に質問をする際に, その質問入力欄に質問文を入力する。質問文は投影画面に表示される。学生は表示された質問に対し, 簡易レスポンスボタンのいずれかをクリックすることで回答する。回答の集計結果はリアルタイムで投影画面上で閲覧が可能である。次の質問を行う際には, 教師は集計結果のリセット操作を行った後, 再び質問入力欄に質問文を入力する。

簡易レスポンス機能を使って質問できる内容は, 選択肢による回答が可能であるものに限定されるが, その場で思いついた質問を頻繁に学生に提示することができ, さらに集計結果を数値的に確認できるため, 学生全体の理解度を素早く正確に把握するために役立てることができる。

次に, いつでも返答機能について説明する。いつでも返答機能とは, 学生から教師への意見や質問を常



図 3: いつでも返答機能インタフェース

時伝えられるように、学生用画面に表示されている入力インタフェースである(図3)。入力インタフェースには、「わかった!」「わからん!」の2つのボタン(以下いつでも返答ボタン)と、「さらに叫ぶ」という1行入力欄(以下いつでも一行返答)が設けられている。学生は講義の進行によって、任意にいつでも返答ボタンをクリック、もしくはいつでも一行返答に質問文や意見文を入力することができる。学生によっていつでも返答機能の操作が行われるごとに、教師用画面には学生のクリックしたボタンもしくは入力文が表示されるようになっている。

また、1分以内に「わかった!」と「わからん!」のクリック数の差が10個以上になると、教師用PCから音声が届く仕組みを実装した。教師が講義に集中していて教師用画面をなかなか閲覧できない時でも、講義について学生から一度に多数の反応が返ってきた場合、音声によって確実にその反応を教師に伝えることができる。

**出欠管理機能**は、学生のログイン状況をチェックして、現在の出席状況として教師用画面に表示する機能である。教師用画面では、現在の出欠状況をリアルタイムで確認することが可能なので、現在の出席者だけでなく、欠席者や遅刻した学生のチェックも容易にできる。また、出欠状況は投影画面にも表示することが可能である。

最後に**ログ記録機能**について説明する。支援システムは、授業内での学生と教師の支援システム操作を全て、その操作時刻とともにログとして支援システム内のデータベースに記録する。1つのログには、「操作者」「時刻」「操作内容」の情報が格納されている。操作内容としては、ボタンのクリック、簡易レスポンス機能やいつでも返答機能の質問文・回答文、ログイン操作などが含まれる。

表 1: 支援システムの運用日と出席者(全て2002年)

計算論		計算機アーキテクチャ	
日付	出席者	日付	出席者
10/03	65	11/19	59
10/10	57	11/26	63
10/17	58		
10/24	52		
10/31	55		
11/07	58		
11/14	48		

### 3 運用

支援システムは現在、鳥取環境大学の一部の授業で継続的に試験運用を行っている。本稿で解析の対象とした運用科目と日程については、表1に示した。

支援システムの運用を行った授業に関する情報は、表2にまとめた。「計算論」では全講義日程の前半部分、「計算機アーキテクチャ」については後半の2回について試験運用を行った。授業の担当教員は各科目2人だが、支援システム操作を行ったのは、2授業を通して同一の1名の教師である。

運用においては、学生は各自教室に持参した自分のノートパソコンを、教室内の各机にあるLANコネクタに接続した状態で、WWWブラウザに表示される支援システムの操作インタフェースを利用しながら授業を受けた。使用するWebブラウザは特に指定しなかったが、大半の学生は、大学として推奨しているNetscapeを用いて接続していた。一部、学校指定以外のノートPCを用いたり、Internet ExplorerやOperaなどNetscape以外のWWWブラウザを利用している学生もいたが、それに起因する問題は特に発生しなかった。教師側では、ネットワークに接続した2台のノートパソコンを用意した。1台は講義者が操作する教師用インタフェースを表示し、もう1台はプロジェクタによる投影画面の表示用に利用した。

鳥取環境大学では、全学生が入学時にノートパソコンを購入し、1年次にWWWブラウザの利用も含めた情報リテラシーを通年で学習している[8]。また、運用対象である情報システム学科の学生は、入学当初より専門科目でノートパソコンを使う機会が多

表 2: 運用を行った授業の情報

科目名	計算論	計算機 アーキテクチャ
学科名	情報システム学科	
学期	2002 年度後期	
曜日	木曜	火曜
時間	10:40-12:10	9:00-10:30
講義回数	15 回	15 回
対象学年	2 年生	1 年生 (一部 2 年生含む)
担当教員	2 名	2 名

い。そのため、パソコンの活用に関する基礎知識は身につけていると考えられる。また、2 年生は 2002 年 1 月、6 月～7 月の試験運用にて支援システムの操作を経験しているが、1 年生がこの支援システムを利用するのは、11/19 の運用が初めてである。

支援システムを利用した教師は 10/3 の運用での操作が初めてであるため、授業開始前に 10 分ほど支援システム作成者が、支援システムの操作の説明を行った。また、支援システム作成者は、支援システムを運用した全講義に出席し、授業内の教師や学生の様子などを観察しながら、気が付いたことや支援システムの改善項目についてメモをとった。

また 10/17,10/24,10/31,11/14 の各授業日では、講義の様子をビデオカメラで撮影し、ログ解析の参考資料として活用した。その際、撮影したビデオの時刻情報は支援システムの時刻と同期をとっていなかったため、解析データと講義ビデオを照らし合わせようとした場合、そのままでは支援システムの操作ログの時刻と撮影ビデオの時刻を同期させることができない。そこで今回は、支援システムの投影画面に支援システムサーバの時刻が常に表示されるようにあらかじめ実装し、講義中に 1 回以上投影用画面を撮影することにした。授業後にその撮影シーンをチェックし、投影画面を撮影している時点のビデオのカウントと投影画面に表示されている支援システムの時刻を対応づけることで、ビデオ開始点の支援システム時刻を手動で算出する方法をとった。

表 3: 授業毎のクリック数 (総計)

日付	計算論	
	学生	教師
10/03	3617	91
10/10	882	34
10/17	798	30
10/24	766	37
10/31	543	13
11/07	561	23
11/14	485	24

日付	計算機アーキテクチャ	
	学生	教師
11/19	1293	24
11/26	688	16

## 4 ログ解析

支援システムは、各利用者毎に操作ログを格納しているが、授業時間毎の記録にはまとめられていない。そのため、ログ解析を行う前に、各利用者の操作ログを全てひとまとめにした上で、記録された時刻順に操作ログを整理した。その上で、各授業開始時刻から終了時刻までの全てのログを授業内のログと判断して解析を行った。

### 4.1 解析結果

#### 4.1.1 総クリック数

学生と教師が支援システムの操作画面上のボタンをクリックした回数(以下**クリック数**)を、授業日ごとに合計した。その結果を表 3、に示す。

計算論・計算機アーキテクチャいずれも、講義の 1 回目から 2 回目で学生の**クリック数**合計が約半分に減少している。提示された質問数が 2 回目の授業以降に比べ多い(表 4 参照)ことが影響しているものと考えられるが、特に 1 回目の授業では、学生の支援システム操作への興味からか、**簡易レスポンス**

表 4: 簡易レスポンスボタンのクリック数

日付	質問数	クリック数	クリック数/質問
10/3	15	1183	78.9
10/10	13	504	38.8
10/17	11	527	47.9
10/24	11	488	44.4
10/31	1	222	222.0
11/07	1	65	65.0
11/14	1	57	57.0

ボタンやいつでも返答ボタンを数秒の間に何度もクリックするというログが非常に多く確認された。

また、計算論における 10/10 以降の学生のクリック数は、回を追う毎に減少傾向にあるものの、教師のクリック数との間には強い相関があることがわかった(単相関係数=0.97)。学生のクリック数減少は、教師のクリック数減少に影響を受けたもので、学生からの反応が鈍くなったわけではないと考えられる。教師のクリック数減少は、授業が進むにつれ講義を行う割合が増え、学生への質問の回数が少なくなったことが原因と考えられる。

さらに、簡易レスポンスボタンについて、授業毎に質問 1 つあたりの学生の押下回数を計算すると、1 回目と 2 回目には落差があるものの、以後は増加傾向にあることが確認された(表 4)。簡易レスポンス機能によって、学生からの反応が確実に返ってきていると考えられる。

#### 4.1.2 ログイン時刻

各学生のログイン操作のログを抽出し、授業時間毎にまとめることで、各授業でのログイン状況の推移を求めた。

教師が支援システムの授業開始操作を行ってからの、1 分ごとのログイン数の変化を図 4 に示した。

表 4 からわかるように、出席学生の 80% がログインを完了するまで、授業開始時点から平均して 10 分から 15 分程度時間がかかっている。作成者の観察によると、大半の学生は教室入室後、授業開始時刻にパソコンの電源を入れていた。そのため、支援シス

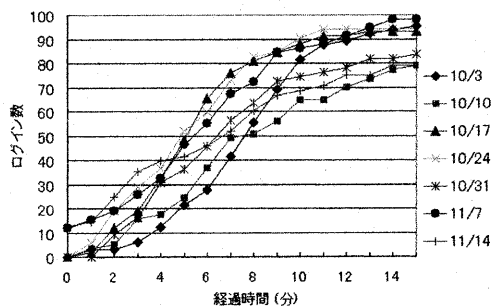


図 4: 授業開始後のログイン数の推移

テムへのログイン作業を完了するまで、「OSの起動時間」「WWWブラウザの起動時間」「支援システムへのログイン作業を行う時間」が必要となったことが、ログインの遅れの一因として考えられる。しかし、操作ログからはログイン前の学生の振る舞いについての情報が取得できなかったため、その他の要因についてさらに調査する必要がある。また、ノートパソコンのトラブルによりログインが遅れる場合もあることが学生の報告から判明した。個人所有のノートパソコンを用いた出欠確認は、OSやアプリケーションの動作速度と安定性に大きく依存することになることが確認された。

また、授業ごとの学生のログイン数を合計したところ、2 授業とも、出席学生数(表 1 参照)に比べ、ログイン数が約 2 倍に達していることがわかった(表 5)。操作ログを確認したところ、短時間で複数回ログインしている学生が多く見られた。特に、教師が出欠状況を教室の投影画面に表示している場面で複数回ログインが多く見られたことから、学生が自分の出席を投影画面で確認できず、再ログインを繰り返したのではないかと推測できる。

なお、計算論の 1 回目はログイン数が出席者の 4 倍以上に達しているが、これは当日、支援システムの不具合でログイン状況が正しく表示されなかったため、学生に確認のための再ログインを促したことが主な原因と考えられる。

学生が再ログインしても、最初のログイン時に出席と判定されるので、出欠確認については支障はない。この支援システムが、教師の負担を増すことなく確実に出欠確認することができる、という点では

表 5: 授業ごとのログイン回数 (総計)

計算論		計算機アーキテクチャ	
日付	ログイン数	日付	ログイン数
10/03	320	11/19	100
10/10	173	11/26	109
10/17	153		
10/24	139		
10/31	106		
11/07	123		
11/14	91		

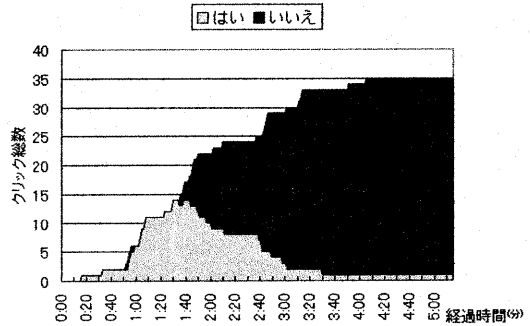


図 5: 簡易レスポンスボタンによる回答状況の推移

有効であることが確認できた。将来的には、ログイン時刻から遅刻者の自動チェックを行えるように支援システムを拡張したいと考えているが、表 4 から、ノートパソコンによる出欠確認の方法では、学生の入室時刻までを正確に抽出することは難しいと考えられる。授業開始前にできるだけ早くパソコンの電源を入れておくよう心がけさせるといった対処法も考えられるが、時間割の関係で、学生が授業前に余裕を持って教室に入室しパソコンの電源を入れられるとは限らない。時刻も含めた正確な出欠確認を行うためには、例えば出欠確認専用の端末を入り口に用意するなど、ノートパソコンの性能に依存しない別の方法を考える必要がある。

#### 4.1.3 簡易レスポンスボタンによるやりとり

教師が支援システムに質問文を入力した時刻から、次の質問文を入力するまでの間の、各学生の簡易レスポンスボタン入力のログを抽出し整理することで、各質問における学生の回答状況の推移を観察することが可能である。

一例を表 6 に示す。このグラフは、10/17 の計算論の授業において、教師が「はい」「いいえ」の選択を行う質問を出した際の、学生の簡易レスポンスボタンによる回答数の推移である。最初のうちは「はい」の回答しかなかったが、1 分 40 秒あたりから「はい」の回答数が減少し、代わりに「いいえ」の回答数が増加している。講義ビデオで確認したところ、「はい」と「いいえ」の回答数が逆転する直前に、教師が質

問についてのヒントを出していることが分かった。この例に限らず試験運用の中では、教師がヒントや解答を示すたびに簡易レスポンスボタンの集計状況が変化していくという場面が多く見られた。簡易レスポンスボタンの操作ログから、学生が質問の内容について理解していく過程を数値的に確認することが可能であることが確認できた。

#### 4.1.4 いつでも返答機能による回答

表 7 に、学生によるいつでも返答ボタンのクリック総数と、そのイベントが起こった回数を講義毎にまとめた。ここでイベントとは、いつでも返答ボタンの操作ログから次のいつでも返答ボタンの操作ログまで、1 分以内の間隔で継続しているものと定義する。つまり、1 分以上後に発生したいつでも返答ボタンの操作ログは、次のイベントに含まれる。

最初は物珍しさもあってか、いつでも返答ボタンを利用した学生からの反応が多く返ってきていた。ところが、計算論は 10/10 に実装した音声通知機能が動作した瞬間から、計算機アーキテクチャではやはり 11/19 に音声通知機能が動作した瞬間から、反応ポイント毎のクリック数は大幅に減少してしまった。もっとも、その後学生に全く使われなくなったわけではなく、確実に学生の反応が返ってきていることが、イベント数から確認できた。

いつでも一行返答による学生の反応は、利用可能になったのが 10/31 からということもあって、10/31 以降の 5 回分の授業での操作ログしか記録出来な

表 6: 講義毎のいつでも返答ボタンクリック回数

計算論		
日付	イベント数	クリック数
10/03	21	127
10/10	17	86
10/17	4	7
10/24	10	33
10/31	7	100
11/07	6	25
11/14	2	2

計算機アーキテクチャ		
日付	イベント数	押下回数
11/19	14	160
11/26	1	1

表 7: いつでも一行返答による学生の反応数

計算論		計算機アーキテクチャ	
日付	反応数	日付	反応数
10/31	8	11/19	6
11/07	5	11/26	5
11/14	2		

かった。しかしそれらを考慮に入れても、1行返答機能は全体を通してあまり頻繁には利用されなかった(表 8)。しかし、総数は少ないながらも、各授業内で確実に一行入力の利用者が数人存在した。また支援システムを利用した教師からは、従来にはなかった「小さな疑問」を学生から得ることができた、という評価があった。学生が教師に、より気軽に意思表示するための手段を提供するという点で、いつでも返答機能の実装目的は達成できたことが確認出来た。

また、いつでも返答機能による学生の反応が起こった時刻と、その時の講義の状況との関連を講義ビデオより確認し、表 9 にまとめた。ここで「講義の区切り」とは、ある範囲の講義が一段落し、「以上です」「わかりましたか」など、学生が講義の区切りと判断できるような言葉を教師が発している場面である。また、「質問出題中」は、教師が簡易レスポンス機能やアンケート機能を用いて質問を出し、学生からの

表 8: いつでも返答ボタンのイベントと講義の状況の関係 (10/17,10/24,10/31,11/14)

講義の状況	イベント数
講義の区切り	9
質問出題中	6
授業終了直後	2
その他(区切り以外)	6

回答を待っている場面である。「その他」は、教師が講義を行っている最中にイベントが発生したことを表している。

表 9 より、いつでも返答ボタンをクリックする時刻は、多くの場合に講義の区切りであることがわかった。「質問出題中」「授業終了直後」も講義の区切りとして考えると、今回の試験運用に関しては、いつでも返答ボタンのイベント発生時は約 74%の確率で講義の区切りであった。

講義ビデオの画像や音声から講義の区切りを判断する際、目視による確認は、确实ではあるが非常に時間と手間がかかる。逆に計算機による区切りの自動認識には、高度な映像・音声解析技術を必要とする上、現状では誤認識を避けることが難しい。しかしこのいつでも返答ボタンクリックイベント発生点を利用すると、講義の区切りが存在する可能性の高い箇所を容易に絞り込むための、有効な情報として活用できると考えられる。

また、講義の区切り以外のイベントについても、教師が講義ビデオを見て自己評価する際に、学生が理解あるいは疑問を持つポイントを容易に把握するための情報として活用できると考えられる。

## 5 考察

可搬性の高いノートパソコンを利用した授業支援では、計算機室の固定端末を利用する形態に比べ、情報コンセントが整った教室であれば場所を問わず支援システムを利用できるという利点がある。しかし、教師が講義前に毎回教師用のパソコンとケーブルの接続作業に追われたり、学生も OS や WWW ブラウザの起動に待たされたりするなど、常時起動して配線作業の必要がない計算機室の固定端末では

起こらないような時間ロスの問題点も見えてきた。

教師は講義を行っている最中は、支援システムの画面をほとんど見ない状態になる。そのため、いつでも返答機能による学生の反応が小數で音声か鳴らない場合、教師がその反応をチェックできるのは講義の区切りに達した時となり、リアルタイムな意見のやりとりが若干できていない状態も見受けられた。

また、支援システムに興味を持ったという学生へインタビューしたところ、「いつでも返答ボタンをクリックすると、先生が直接こちらにやってくる対応してくれると思っていた」など、支援システムの機能について若干誤解があることもわかった。マニュアルやインタフェースを充実させ、操作方法を十分に学生に理解させた状態で支援システムの運用を行った場合、本稿での解析結果と比べて操作ログに変化が現れるかどうかを、今後比較検証したい。

## 6 おわりに

本稿では、支援システムの運用により得られた操作ログを解析することで、学生の振る舞いや授業進行に関する詳細な情報を抽出することができたことを確認した。今後さらに支援システムの運用によって操作ログの蓄積を行う予定である。

また今後、まだ支援システムを利用したことがない教師にも授業で運用してもらい、より幅広い要望を取り入れて支援システムを改善していく必要があると考えている。さらに、講義ビデオとの連携を強化し、授業外の予習・復習の補助教材として講義ビデオを活用するための支援を行えるよう、仕組みをさらに考察していく予定である。

学生の操作インタフェースの改善について、選択肢やボタンによる回答に限れば、パソコンにこだわる必要は必ずしもなく、PDAや携帯電話を通して支援システムの機能を学生に提供することも十分に考慮の余地があると考えている [9][10]。携帯端末を活用した授業支援システムの可能性について検討していきたい。

## 参考文献

[1] 長瀧, 都倉. 生徒と教師の協調学習授業を支援

するインタラクティブなシステムの提案. 第41回 グループウェアとネットワークサービス研究会, pages 61–66, October 2001.

- [2] H. Nagataki, N. Tokura, T. Nagai, H. Masuda, M. Nakanishi, and T. Masuzawa. An Interactive Lecture Support System in a Classroom. *Proceeding of 3rd International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training 2002(CD-ROM)*, (NAGATAKI.PDF), July 2002.
- [3] 長瀧, 都倉, 永井. 生徒と教師の授業時間内のやりとりを支援するシステムの実装と評価. 平成14年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pages 47–50, July 2002.
- [4] 総務省. インターネット接続サービスの利用者数等の推移【平成14年11月末現在】(速報). <http://www.soumu.go.jp/s-news/2002/021227.1.html>, December 2002.
- [5] B. Zupancic and Horz H. Lecture recording and its use in a traditional university course. *IT&CSE 2002 Proceedings*, pages 24–28, June 2002.
- [6] 不破, 和崎, 中村, 師玉. 信州大学インターネット大学院の概要と今後の展望. 平成14年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pages 223–226, July 2002.
- [7] 仲林 吉田 小松 清水 長岡, 伊藤. e-Learningの最前線. *情報処理*, 43(4):392–426, April 2002.
- [8] 永井, 都倉. 鳥取環境大学における学生ノートPCを活用した情報処理教育. 平成14年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pages 439–442, July 2002.
- [9] 市村, 鈴木, 桂川, 吉田, 水野, 酒井. 能動学習遠隔授業形態におけるPDA・携帯電話の有効活用の一手法. 平成14年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pages 217–220, July 2002.
- [10] モバイル学習環境プロジェクト. 携帯情報端末を活用したモバイル学習環境の実現. <http://www.eduplan-net.com/e2a/>.