

双方向性を有した講義支援システムにおける コメント収集手法の提案

土井健司[†] 平島大志郎[†] 高木正則^{††} 望月雅光^{†††} 勅使河原可海[†]

近年、多くの教育機関において、授業時間の制約や学生の質問に対する遠慮、大教室を使った多人数の講義形態などの理由からインタラクティブ性の欠如が問題となっている。そこで、ICTを活用し、インタラクティブ性を活性化させる様々なシステム開発や研究が行われている。しかし、従来の研究ではコメントを収集する上で次にあげる3つの問題がある。1つ目が、コメントの投稿に用いるメディアの限定による問題、2つ目に、講義の内容理解とコメントの投稿に伴う認知負荷、そして3つ目に、コメントの投稿に伴う精神的ハードルである。本研究ではこれらの問題点のうちコメント投稿メディアの限定に着目し、PC、携帯電話、紙を用いてコメント可能なシステムを開発した。また、本システムを大学の講義で活用し、有効性を評価した。その結果、コメント投稿メディアとしてPCが多く利用される一方で、紙を利用する学生もあり、1人当たりのコメント数は紙を利用した学生の方が多かった。また、多様なメディアを選択可能にすることで認知負荷の軽減も期待できることが推測された。

A Proposal of A Comment Collecting Method in Lecture Supporting System to Interact

Kenji DOI[†], Daishiro Hirashima[†], Masanori TAKAGI^{††},
Masamitsu MOCHIZUKI^{†††}, Yoshimi TESHIGAWARA[†]

In recent years, the lack of interaction between a teacher and students is a problem in educational institutions. This is due to lecture time constraints, students' hesitation to ask questions and lecture form of a large number of students in a large classroom. There are various researches and developments utilizing ICT to activate the interaction. However, there are following three problems to collect comments from students in the past research. First, the problem is the limitation of media to submit comments. Second, the cognitive load due to submit comments at the same time to understand the lecture is high. Third, the mental barriers to submit comments are also high. This paper reports an experimental use of this system. This system focuses on the first problem, and we developed the system which can submit comments by PCs, mobile phones, and papers. As the result, while a lot of students used PC as media to submit comments, some students used papers. Moreover, the number of comments by student to use paper was more than that of PC. In addition, it is estimated that this system which can select various media can reduce cognitive loads.

1. 研究の背景と問題点

近年、大学の講義において、教員-学生間のインタラクションが重要視されている。講義におけるインタラクションを増加することで、学生の学習意欲や学習効果の向上がもたらされる¹⁾。しかし、多くの教育機関では、授業時間の制約や学生の質問に対する遠慮、大教室を使った多人数の講義形態などの理由からインタラクティブ性の欠如が問題となっている²⁾。そこで、この問題の解決のために、ICT (Information and Communication Technology) を活用し、インタラクションを活性化させる様々なシステム開発や研究が行われている。例えば、PCを用いたコメント収集システム³⁾⁴⁾⁵⁾

やレスポンスアナライザを用いた研究⁶⁾、PDAを用いた研究⁷⁾⁸⁾などが挙げられる。

しかし、従来の研究では(1)コメントの投稿に用いるメディアが限定されていること、(2)発表の内容理解とコメントの投稿に伴う認知負荷が高いこと、(3)コメントの投稿に伴う精神的ハードルに対する支援がほとんど行われていないことなどが問題となっている。そのため、様々な環境で行われる講義で全ての学生からコメントを収集できるとは限らない。本研究ではこれらの問題点のうち、コメント投稿メディアの限定に着目する。

既存のコメント収集支援システムでは、コメントの投稿に用いるメディアが限定されていることが多い。コメントを投稿するメディアが限定されることにより、以下の2つの問題が生じると考えられる。

1つ目は、利用環境が限られることである。コメントの投稿のために特殊なメディアやネットワーク環境が必要となる場合、講義に参加する学生の人数や環境

[†] 創価大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Soka University
^{††} 創価大学工学部
Faculty of Engineering, Soka University
^{†††} 創価大学経営学部
Faculty of Business Administration, Soka University

によって、コメントの収集できない場合がある。例えば、PCを用いるシステムの場合、PCが設置されていない教室では全員分のPCやネットワーク環境を用意することは困難である。多くの教育機関の教室ではPCが設置されていないことが多く、今後このような教室が急激に増加することも考えにくい。また、学生全員にノートPCを配布している大学であっても、ノートPCを家に忘れてきたり、故障などによって、システムを利用できない学生は少なくない。この問題に対し、市村らは電子メディアのみに頼ることには限界があるとしている⁹⁾。

2つ目は、提供されたメディアを十分に活用できない学生がいることである。例えばPCの場合、日常的にPCを利用している学生と、利用していない学生とではタイピング速度に大きな差が生じる。そして、普段PCを利用していない学生にとって、慣れない入力装置を強要されることはコメント投稿の弊害となる恐れがある。

そこで、本研究ではこれらの問題のうち「コメントの投稿に用いるメディアの限定」の問題解決を目的として、多様なメディアから容易にコメント収集可能なシステムの構築を検討する。

2. 関連研究

佐藤らは教師-受講者間のインタラクションを促進するため、受講者からのフィードバックを収集し黒板上に表示するソフトウェアの開発を行っている³⁾。このシステムでは学生がフィードバックを行うメディアとして、PCと携帯電話を選択している。百合山らは講義内のコミュニケーションを活性化させるためにPCを用いたチャットシステムを導入している⁴⁾。また、会談における議論の促進を目指す研究としては、暦元らによるLock-on-Chat⁵⁾や中西らのEnhanced Chat⁶⁾などが存在する。さらに、神崎らは、Webベースのレスポンスアナライザの開発を行っている⁷⁾。Siauら、緒方らはPDAを用いて教師の質問に対して即座に回答し、その集計結果を表示するClassroom response systemsの研究を行っている⁸⁾。市村らは、紙と電子メディアのそれぞれの長所を融合する講義支援システムの開発を試みている⁹⁾。

以上のように、多様なメディアを用いていかなる環境にも柔軟に対応できるシステム構築の試みはほとんど行われていない。

表1 事前調査のアンケート結果

Table 1 Questionnaire result of media use

利用したいメディア	人数
PC	18
携帯電話	12
紙	1

メディア	PC	携帯電話	紙
即時性	○	○	×
コメントの共有	○	○	×
入力速度	速い	速い	速い
入力の個人差	大	中~大	小
環境への依存	大	中	小
通信料金	無料	有料	無料
教員の負荷	無	無	有

図1 各メディアの特性

Figure 1 Features of each media

3. コメントの投稿に用いるメディアの決定とその分析

3.1 事前調査

システムの構築に先立ち、学生が利用したいメディアについてアンケートを行った¹⁰⁾。アンケートは本学で開講されたマルチメディア論の学生31名を対象に実施した。メディアの選択肢として、日本国内において一般的に普及しているメディアであるPC、携帯電話、紙の3つを用いた。アンケートの結果を表1に示す。学生が利用したいメディアはPCと携帯電話に大きく分かれた。また、紙を選択した学生もいた。このことから、学生が利用したいメディアが異なり、様々なメディアからコメントできる環境の必要性が明らかになった。

3.2 メディアの特性

事前調査をもとに、PC、携帯電話、紙のメディアの特性を考察した。考察結果を図1に示す。即時性とは、コメントが即座にシステムに反映されることを示す。コメントの共有は、学生が投稿したコメントを学生同士で見られることを示す。教員の負荷は、学生のコメントの投稿に伴い教員が仲介するか否かを示す。

PCは即時性があり、コメントの共有も容易である。コメントの入力にはタイピングスキルが影響し、習熟

度により大きな個人差がある。学生はタイピングに慣れることで、素早いコメントの入力が可能になる。また、PCは全ての学生が所持、携帯をしてはいないため大学の環境に大きく依存する。通信料金は、原則大学が提供するネットワーク環境を利用するため発生しない。また、コメントの投稿はシステムを通じて学生が行うため、教員に負荷は掛からない。

携帯電話も即時性、コメントの共有はEメールやインターネットといった通信を介して可能であると考えられる。また、現在ほとんどの学生が所持している。このため、環境への依存度はそのまま電波強度に依存すると考えられる。入力の個人差は利用頻度などによって差が生じる。しかし、どんなに入力に慣れてもPCのタイピングに慣れた者や紙への書き込み速度と比較すると遅い。また、通信料金もわずかであるが発生する。コメントの投稿に伴う教員の負荷はない。

紙は即時性がなくコメントの共有が困難なため、工夫が必要である。一方で、入力は多くの人々が容易に、素早く行うことが可能であると考えられる。また、紙は準備が簡単に行えるため、一般的な講義ではどのような環境でも利用可能であると考えられる。そして、通信料金は一切発生しない。ただし、大学側には用紙と印刷にコストが発生する。また、教員は受講者数分の用紙を用意しなければならないため、受講者が増えるほど持ち運びや、配布の手間が大きくなる。コメントの投稿には教員などが紙を回収しなければいけない(システムに反映させるためにはその他、アップロード作業も必要)。そのため、教員の負荷が発生する。

以上のことから、それぞれのメディアには様々な特徴が存在しコメントの投稿を行うメディアの観点からは一長一短であることが分かる。そこで、これらのメディアを全て利用可能にすることで、多様な環境と様々な嗜好性をもつ学生への対応を図る。

4. 試作システムの開発

4.1 想定環境

本研究では、プレゼンテーションソフトを用いて行う講義形式を対象とする。また、教員はPCやネットワーク環境を自由に利用可能であることが前提である。学生の受講人数は数10人から数100人規模までの支援を考える。講義にはTA (Teaching Assistant) がいることが望ましい。本章ではこれらの点を踏まえて、試作システムの開発について述べる。

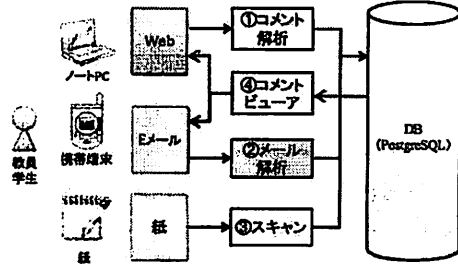


図2 システム概要図

Figure 2 System diagram of outline

4.2 システム開発の工夫点

4.2.1 環境に依存しないコメント収集

講義の設備や会場の影響を受けることなくコメントの収集を行える必要がある。また、どのメディアを用いても学生が容易にコメント可能でなければならない。

4.2.2 コメントの即時性

学生からのコメントは、速やかにシステムに反映を行う。これにより、教員が講義中リアルタイムに学生の理解度などを把握することができる。また、事前調査の結果からどのメディアから投稿されたコメントもシステムから閲覧可能にすることが求められる。

5. 試作システムの開発

5.1 試作システムの概要

提案システムの概要を図2に示す。学生が発想したコメントの投稿は、ノートPC、携帯電話、紙の各メディアから選択可能である。コメントの入力方法としては、ノートPCではWEBフォーム、携帯電話ではEメールを考えた。そしてWEBから入力される場合はコメント解析プログラム図2①を、Eメールはメール解析プログラム図2②を、紙はスキャン図2③によってデジタルデータに変換されてデータベースに情報を登録される。登録されたデータは、コメントビューア図2④によってノートPCもしくは携帯電話から閲覧が可能である。

5.2 各メディアから投稿されたコメントを共有する機能

5.2.1 PC

本節では、PCによるコメント入力方法について詳しく述べる。PCを用いたコメントの投稿には、本研究室にて開発されたCollabStickyを用いる(14)。CollabStickyのスクリーンショットを図3に示す。スライドは、あらかじめ教員がプレゼンテーションファイルをCollabStickyにアップロードすることで自動的に画像データに変換され表示される。

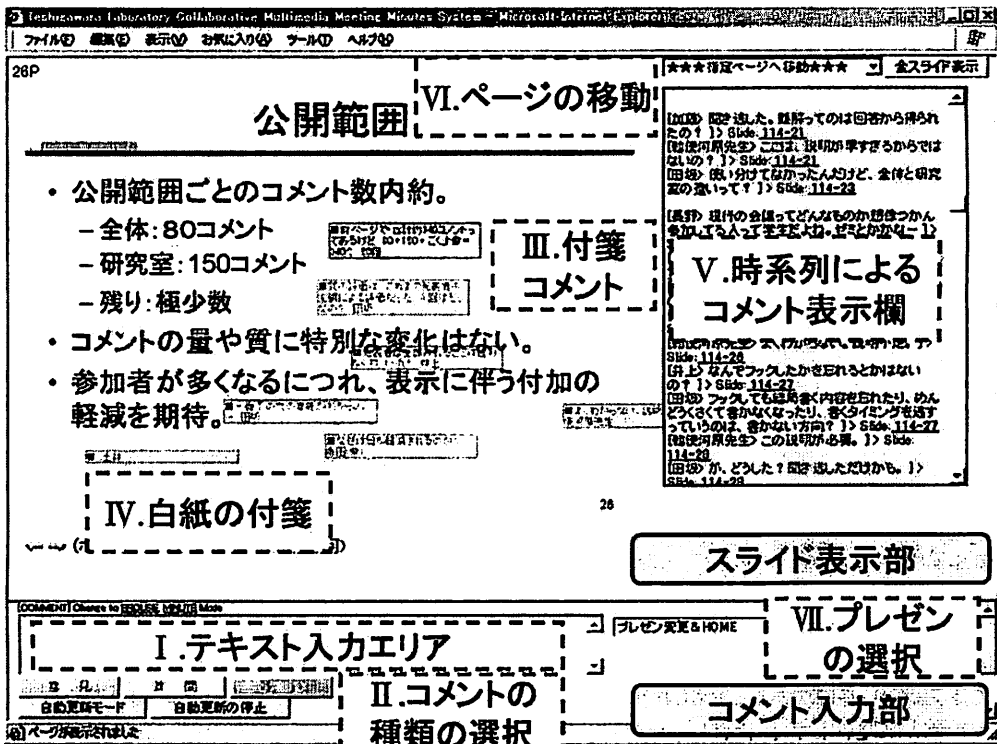


図3 付箋付けされた CollabSticky のスクリーンショット

Figure 3 Screenshot of CollabSticky stuck by tags

図3中Iで、聴衆は発想したコメントを入力する。
 図3中IIで、コメントの送信を行う。送信ボタンは意見・質問・雑談の3種類が存在し、これを選択することで、ユーザはコメントの種類を決定する。送信したコメントは、図3中III、IVの様にスライドに表示される。特に、図3中IVの白紙の付箋はダブルクリックのみで実現される。図3中Vは時系列により最新のコメントを表示するウィンドウである。これによって、学生は他の学生のコメントを容易に把握することができる。また、このウィンドウはチャットウィンドウも兼ねている。ユーザは、付箋コメントとチャットコメントを状況に応じて自由に使い分けことが可能である。

図3中VIIは、プルダウンによるページの選択ボタンである。ページの切り替えはそれ以外に、マウスホイール、キーボードによるショートカット、そして全スライド縮小表示からの選択がある。付箋コメントは、スライド表示部の任意の箇所をユーザが選択することで、その座標情報をコメント入力部に受け渡す。

図3中VIIIはプレゼンテーション選択のためのプルダウンウィンドウである。学生はここから参照したいプレゼンテーションを選択することが可能である。

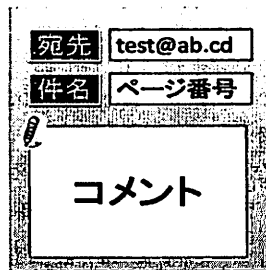


図4 Eメールの入力フォーマットのイメージ

Figure 4 Image of input format by Email

5.2.2 携帯電話

コメントの投稿には、携帯電話のサービスとして日常的に利用されているEメールを用いる。入力イメージを図4に示す。Eメールは、メールの件名にスライドページ、本文にコメントを記述する。そして、サーバー側ではこれらのメール内容を解析し、PC同様、コメント内容をデータベースに登録する。

5.2.3 紙

紙の入力フォーマットを図5に示す。紙は、教員が



図5 紙の入力フォーマットイメージ
Figure 5 Image of input format by paper

発表を行うスライドを左側に3つだけ、それに対応したコメント書き込み欄を右側に設けた。これにより、学生はスライドに対しコメントを書き込んだり、アンダーラインを引いたり、右側のコメント欄に記入するといった自由なコメントができる。

コメントが記入された用紙は全て画像データに変換し、画像の格納情報をデータベースに登録した。これらの画像情報は、プレゼンテーションごとに専用ページから閲覧可能にした。専用ページでは画像データを縮小して一覧表示を行い、選択することで拡大表示を行う。このページは CollabSticky の対応するプレゼンテーションのページにリンクを付与した。そのため、今回の試作システムでは紙のコメントは CollabSticky のみから参照可能である。

6. 実験と評価

6.1 実験概要

著者が15分間プレゼンテーションを行い、それに対して学生に試作システムを用いてコメントを投稿してもらった。その際、学生は好きなメディアを選択する。そして、利用を踏まえた上でどのメディアを利用したいかアンケートを行った。

実験は本学で行われるマルチメディア論の学生24名を対象に行った。実験は全てのメディアを利用するために、携帯電話の電波状況が良く、PCおよびネットワーク環境が整った教室にて行った。また、本講義の受講者のほとんどがキーボードの配置をおおまかに把握している程度のタイピング能力であることが事前のアンケートから明らかとなっている。

6.2 実験結果と考察

(1) 投稿メディアの分析

表2に実験の結果を示す。本実験の第一の目的は、

表2 実験結果

Table 2 Experimental result

	PC	携帯電話	紙
利用したいメディア	21	3	4
コメント者数	9	0	4
コメント数	17	0	24

表3 メディア選択の理由

Table 3 Reason of media selection

	良い点	悪い点
PC	入力が速くできる、慣れたら早くコメントできそう、楽しい、便利	なし
携帯電話	使いなれている、どこでも利用可能	発表についていけない、処理が遅い、入力が煩わしい
紙	コメントの記入が簡単	コメントの記入が煩わしい

ユーザがどのような基準でメディアの選択を行うか分析をすることである。そこで、始めに利用したい端末について行ったアンケート結果の考察を行う。メディアごとの選択理由及び選択しなかったアンケートの結果を表3に示す。利用したい端末は、PCが21名、紙4名、携帯が3名となった。アンケートは複数回答を可とした。複数回答者数は、PCと携帯電話を選択した者が2名、PCと紙を選択した者が4名であった。つまり、PCを選択しなかった者は1人のみであった。このことからPCの利用を多くの学生が希望していることが分かる。一方で、PCのある環境下でも他のメディアを利用したいという意見があることは非常に興味深い。アンケートによれば、どのメディアの選択理由においてもコメントの入力のし易さについて触れている。このことからメディアの選択要因に、コメントの入力のし易さ、速さが大きく関係していることが推測される。また、入りに手間のかかる携帯電話では全くコメントの投稿が行われなかった事実からもこの事が考えられる。今後、認知負荷の解決に取り組む中で追って分析を行う必要がある。プレゼンテーションを用いた講義ではメディアからスライドを見られることも重要であると考えられる。実際に、教員がプレゼンテーションを行っている間、学生が手元のメディアでスライドを見る場面が頻繁に観測された。学生は手元のスライドを見ることで、理解し切れなかったスライドに対して

教員のプレゼンテーションの進行に依存することなく講義内容を理解していたものと考えられる。そして、自然な流れとして感想をそのメディアに書き込んだのではないかと推測する。

(2) コメントの分析

実験の第2の目的として、メディアによるコメントコメント数と内容の分析がある。そこで次に、コメント者数とコメント数の分析を行う。

コメント者数は、PC が最も多く 9 名、次に紙が 4 名、そして携帯電話は誰からも利用されなかった。しかし、コメント者数では PC が紙の倍以上であった一方で、コメント数は紙の方が多いという結果になった。そこで、それぞれのメディアのコメント数の平均と標準偏差を調べると、PC が平均 2.75 件で標準偏差が約 1.6 に対して紙では平均 6 件で標準偏差が約 2.5 という結果になった。紙のコメント数を分析すると最もコメントの多い投稿者で 12 件のコメントを入力している。これは、発表が行われた全 18 枚のスライドに対して、3 スライドに 2 スライドはコメントされたことになる。一方、CollabSticky で最もコメントを行った学生のコメント数は 5 件であった。これには、紙の書き込みの速さが大きく関係していると考えられる。実際に紙の利用者からは、「コメントの記入が簡単」という意見が挙がっている。メディアを限定する従来システムではコメントを投稿することを困難としていた学生であっても、容易にコメントを行うことができるようになるのではないかと考える。紙で多くのコメントが行われたその他の要因として、提出するまでは人目に触れないため精神的ハードルが低いことが考えられる。CollabSticky では他の学生との共有スペースにコメントを投稿することからコメントを遠慮してしまうことが考えられる。このことから、コメントの共有によって意欲的にコメントを行う学生がいる一方で、共有空間で頻繁にコメントすることを躊躇するのではないかと考えられる。そこで、コメントの公開範囲についても今後検討を行う。また、紙に特有のコメントとして、教員が口頭でスライドに補足を行ったことを備忘録的に書き込んでいる。これは 2 名の学生が行っていた。

携帯電話が全く利用されなかった要因としては、まず入力速度の差がある。携帯電話が他のメディアに比べて入力が煩わしいことがコメントを投稿する上でも大きな弊害となっていると考えられる。また、入力速度だけでなく、コメントのため E メールを送信するまでの手間も無視できない。その他の原因として、スライドを見ることができないことが考えられる。実験のプレゼンテーション中、学生がメディアを用いてス

イドを見ていたため、携帯の利用が後手に回ったものと思われる。

7. まとめと今後の課題

本稿では、教員—学生間のインタラクション促進を目的として、多様なメディアを用いて容易にコメントの投稿が可能なシステムの構築について検討を行った。本稿では、まずコメントを収集する上で挙げられる問題を明らかにした。その上で、試作システムによる実験を試みた。試作システムは、コメントの投稿に用いるメディアとして、PC、携帯電話、紙を選んだ。利用実験の結果、PC が多く利用される一方で、紙の利用者も得ることができた。メディア選択の理由から簡単にコメントが行えるかが重要であることが示唆された。また、実際に得られたコメント数は紙が最も多かった。この要因としては、記入が容易なこと、提出するまでは人目に触れないことから精神的ハードルが低いことが考えられる。記入の容易さについては、実際にアンケートから「コメントの記入が簡単」という意見が挙がっており、メディアを選択可能にすることがコメントの投稿に伴う認知負荷にも効果があるのではないかと考える。

今後の課題は、システムの改良である。試作システムではシステムの要件を十分に満たしていない。本稿の実験では、携帯電話の認知負荷が極端に大きかったためコメントを収集することができなかった。そのため、認知負荷の改善は重要であると考えられる。さらに、試作システムでは全てのメディアを参照することができたのは CollabSticky のみであった。そのため、全てのメディアでコメントを共有する手法についても検討が必要である。さらに、大規模講義での運用のためには、コメントの整理機能についても検討する。

また、今回はシステムの利用に慣れない学生を対象に実験を行った。そこで、実験を繰り返すことで、どのようにコメント数が変化していくか分析を行う。さらに、PC の利用が不可能な大規模な講義でも実験を行う。

参考文献

- 1) K. Ramamurthy, W.D. Haseman: An Empirical: Investigation of the Influences of the Degree of Interactivity on User-Outcomes in a Multimedia Environment, *Information Resources Management Journal*, 15(2), 2002
- 2) Wang, M. C., Haertel, G. D., & Walberg, H. J: What influences learning? A content analysis of review literature, *The Journal of Educational Research*, 84(1), 30-43.

- 3) 佐藤弘毅, 柳沢 昌義, 赤堀 侃司: 受講者のフィードバックを黒板に表示するソフトウェアの開発と評価, 科学教育研究, Vol.28, No.5, pp.295-305
- 4) 百合山まどか, 島中晃弘, 垂水浩幸, 上林瀬彦: チャットを利用した学生間コミュニケーション促進の実験, 2000-GW-37, 37-42
- 5) 西田健志, 五十嵐健夫: Lock-on-Chat 複数の話題に分散した会話を促進するチャットシステム, 第13回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集, pp.117-120
- 6) 中西泰人, 倉持正之, 松川昌平: Enhanced Chat 音声と関連付け可能な2次元チャット, 情報処理学会, 1996
- 7) 神崎光司, 寺澤卓也, 山口治男: 授業における教員と受講者のインタラクションを支援するシステム第65回情報処理学会全国大会講演論文集, 第4分冊, pp.405-406, 2003.3
- 8) Siau, K., Sheng, H. and Nah, F: Use of a Classroom Response System to Enhance Classroom Interactivity, IEEE Transactions on Education, 49(3), 398-403
- 9) 緒方広明, 矢野米雄: 徳島大学におけるユビキタスラーニング (u-Learning) の取り組み, メディア教育研究第1号, 第2巻, pp.19-27, 2006
- 10) 市村哲, 山下亮輔, 松本, 圭介, 中村亮太, 上林憲行: 紙答案と電子フィードバックを併用した講義支援システム, 情報処理学会論文誌, 2008
- 11) Justin D. Weisz, Sara Kiesler, Hui Zhang, Yuqing Ren, Robert E. Kraut, Joseph A. Konstan: "Watching together: integrating text chat with video". Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.877-886. 2007.
- 12) 生田淳一, 丸里俊一, 加藤和生: 大学生の授業中の発言スタイル (1): 「質問を思い浮かぶか, するか」という視点からの検討, 日本教育心理学会, 第43回総会論文1集, 272
- 13) 土井 健司, 平島 大志郎, 高木 正則, 望月 雅光, 勅使河原 可海: 多様なメディアからコメントを収集可能な講義支援システム, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2008)シンポジウム論文集, pp. 537-544, 2008.7
- 14) 土井健司, 井上正博, 田坂未来, 平島大志郎, 勅使河原可海: プレゼンテーション発表時のコメント収集に焦点をあてたアノテーションシステム CollabStickyの開発と評価, マルチメディア・分散・協調とモバイル (DICOMO2007) シンポジウム論文集, pp.159-164, 2007.7