

令和元年6月19日現在

機関番号：32718

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H02938

研究課題名(和文) 巨大壁面電子黒板と携帯端末を利用した大学講義のインタラクティブ化に関する研究

研究課題名(英文) Research on Development of Interactive Lecture using Wall-Sized Electronic Blackboard and Smart Phone

研究代表者

柳沢 昌義 (Yanagisawa, Masayoshi)

東洋英和女学院大学・人間科学部・教授

研究者番号：30319008

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、壁面大に展開された電子黒板システムを構築し、それを用いたアプリケーション開発、教室環境の整備、実践授業が主たる目的である。

まず、このような教室環境としてハードウェア的に何が必要かを、研究と実践により明らかにし、電子黒板装置、壁面大のスクリーン、3台のプロジェクター、教壇、ライティング、音響設備などを実装した。ソフトウェア開発では、学生からのメッセージの適切な処理のため、Running Messageシステムを改良し、実際の授業の使用に耐えられるように、自由落下、質問の色分け、不適切発言処理、画面上での固定処理、流し処理を実装した。以上の開発と修正を実践授業を通して実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大学での一斉講義では従来より、黒板と教科書とノートによって行われてきた。近年、電子黒板やスマートフォンといったICT機器を利用した講義も実現したが、投影される画面は小さく、講師とコンテンツが分離されるという問題点があった。本研究では、壁全体をスクリーンと電子黒板にすることで、講師がコンテンツの一部となって講義を行うことができる環境を構築し、学生がインタラクティブに参加できる複数の仕組みを開発した。本研究によってこのような環境でのアクティブラーニングにはどのような装置・環境・ソフトウェアが必要になるかが明らかになり、今後、類似した環境下で多くのインタラクティブな授業が普及すると期待される。

研究成果の概要(英文)： The purpose of this research is to find and to develop wall-sized electronic blackboard, application software, environments of lecture for interactive lectures and actual practice of lectures using these systems. At the beginning we found adequate environments and modifications points of software in these lectures by basic research and practical lectures. Then we develop and installed an electronic blackboard, wall-size screen, three projectors, wide platform, lighting system including spot light on professor and sound facilities. At the same time, Running Message System was improved for adequate handling students' messages, such as free fall, color coding, finding inadequate messages, fixation, movement processing of all messages.

研究分野：教育工学

キーワード：電子黒板 アクティブラーニング スマートフォン 巨大スクリーン 巨大電子黒板

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

(1)

ICTを利用した大学の講義で使用するコンテンツ表示用の投影画面（プロジェクターやプラズマディスプレイ）は大きさが限られている。プラズマディスプレイは50インチ程度であり、プロジェクターでは比較的大きく投影できるが、電子黒板機能を持たせた場合でも100インチに満たないのが一般的である。

(2) そのため、講師と、コンテンツはあくまで別の存在であり、学生は講師の顔・ジェスチャー、そしてコンテンツを別々に見ざるを得ない。

(3) 大学の一斉講義では従来、携帯電話やスマートフォンを利用した実践がおこなわれてきた。BBSやレスポンスアナライザー機能などを利用したものである。しかしリアルタイムに授業コンテンツとして投影されたものを授業で用いるという試みは少なく、まして学生の意見や質問をリアルタイムに投影させてインタラクティブな授業を展開するという試みは稀である。

(4) 研究開始当初は図のように、手製の布に2台のプロジェクターで投影させた電子黒板システムを利用した。



本研究のスタート時に実装されたシステム

2. 研究の目的

(1) 教室の壁面全体を巨大な電子黒板装置にすることにより、講師とコンテンツが一体化された新しい授業環境を構築する。

(2) 学生がスマートフォンを利用して、その一体化された環境にリアルタイムに発言ができるシステムを構築する。

(3) 単にメッセージだけでなく、アバター、アニメーション、インジケーター等を用いて授業に参加できる仕組みを構築する。

(4) この大きさを利用した全く新しい講義スタイルを見出す。

3. 研究の方法

(1) どのようなハードウェアが必要になるのかの調査を行い、教室の設計・実装を行う。それには、博物館、科学館等の調査も含まれる。

(2) 授業で必要となるソフトウェアに対する要件分析を行い、実装し、複数年による実践授業、受講生のアンケート等により改善点を見出す。筆者らの以前の研究結果があるため、そのソフトウェアに対する修正事項を見出し、実装、実践する。

(3) 大きさによるコンテンツの見え方・理解度などを実験室実験により調査する。

4. 研究成果

(1) ハードウェア的調査研究

まず、ハードウェアとしてどのような素材等で構築するか調査研究を行った。黒板会社や施工会社などの知識やノウハウ・施工事例、博物館での演出方法、他大学での実装事例などから、現時点で最も効果的で費用も安価な方法を決定した。

ハードウェア的には、実践授業に耐えられる仕様としては以下の7点を見出した。

1) 壁一面をスクリーンにすること

広いコンテンツの内部に教員が入り込み、コンテンツと一体化するには壁全体をスクリーンにする必要がある。結果、7.2m×2.6mのスクリーンの実装が行えた(図1)。また、インタラクティブな授業を展開するための一つの手法として、学生の意見や質問をアバターによって表現するため教員の足元からの投影が必要になることが分かっていたため、図2のように地面からの投影にこだわっている。



図1 実装に成功した
7.2m×2.6mのスクリーン



図2 足元までの投影の結果、等身大アバターをアシスタントに起用できる

- 2) スクリーンの中には鉄板を入れマグネットの使用が可能となること
- 3) スクリーンの劣化・汚れ・傷等を防止するためにスクリーンと同じ幅の教壇を敷き詰めること。このようなスクリーンは、すぐに傷・汚れがひどい状態となる。これを防ぐため、スクリーンに一般の学生は完全に接近できないよう教室の壁全体の横幅で、高さ20cm奥行90cmの教壇を設置することで回避した。また、普段は侵入禁止のポールとチェーンによって保護することにした。
- 4) 高詳細投影かつ、簡易的利用ができるために中央に1台のレーザー式プロジェクターを設置すること。
- 5) ブレンディングによってつなぎ目のない映像にするために2台のプロジェクターを設置すること。
- 6) 5.1ch サラウンドのハイレゾ音源対応音響システムの導入
予備実験の学生の評価により映像の質も重要であるが、音質も比例して重要になってくることが判明した。
- 7) ライトの設置
授業で利用するためには天井からのライティングおよび講師専用のスポットライトの必要性が判明した。ソフトウェア的スポットライト方式は明るくはっきりした照明。物理的スポットライトは突然のニーズへの対応。また、天井ライティングは、学生のノート、あるいは眠気防止のためである。

以上の基本調査や数年の実践授業によって得られた学生からのアンケート等の結果を踏まえて、教室を設計・実装した。なお実装は段階的に行っている。

(2) 巨大さによる差異に関する研究成果

本研究では画面の大きさを重視しており、その効果を検証した。また、この巨大さを生かすことで講師自身がリアルタイムで録画・再生できるため、投影された実物大の講師の効果についてもあわせて検証した。

実験は50inch 投影と150inch 投影での比較である。被験者は大学生60名。まったく同一の授業を50inch スクリーンで行った場合(50inch 条件)、150inch スクリーンで行った場合(150inch 条件)、講師本人が行った場合(Real 条件)と、講師と全く同一サイズで投影した場合(Virtual 条件)での各10分間の授業を行った。

50inch 条件と150inch 条件の全体評価は、図3に示すように150inch 条件の方が有意に評価が高い($t(111)=6.85$ $p<.001$)。Real 条件とVirtual 条件の全体評価ではReal 条件の点数が有意に高かった($t(112)=8.06$ $p<.001$) (図4)。

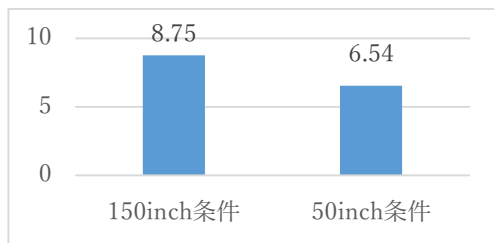


図3 サイズ差による総合評価

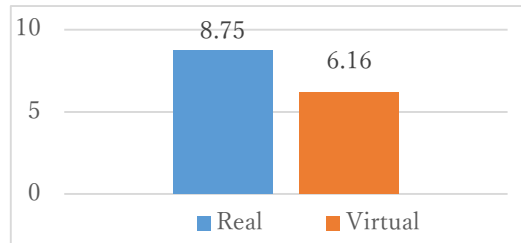


図4 Real v.s Virtual 総合評価比較

150inch のメリットとしては、内容が天文・宇宙をテーマとしているため、大きなスクリーンに投影した宇宙の広大さ、迫力が学生に伝わっていることである。また、講師がコンテンツに入り込むことに対する好評価も得られている。一方、やはり当初予測したように、広い画面はそれだけ視線移動をせねばならず、疲労に繋がることも分かった。

Real と Virtual の比較では、講師の実在性を問う3つの質問で、Real 条件の方が有意に点数が高かった。数値的な結果は当然ではあるが Real の方が高い。しかし自由記述では表1のよう

な意外な意見が見られた。

表1 Real 授業と Virtual 授業の比較の自由記述

| |
|---|
| Virtual に対する肯定的意見 |
| 見やすい／分かりやすい／本物の講師がいるようでびっくりした／迫力はある 本物の授業と変わりなく受講できる／使いまわしができるし一時停止できるので良い 講師不在時に行うと良いと思う |
| Virtual に対する否定的意見 |
| 緊張感がない／眠くなる／集中できない／熱意が感じにくい 不気味さがある／存在感が薄い／肉声と声の違いが気になる／音声聞きにくい |

講師本人がいるなら授業は当然本人がリアルタイムでやるのが良いことは当たり前だが、この Virtual 手法で、補習・復習がより効果的に実現できる可能性もある。今回の実験では映像よりも音声の違いに注目している被験者が多かったのが非常に興味深い結果となった。

(3) ソフトウェアの有効性に関する研究成果

本システムは学生の発言はスマートフォンを使ってサーバー経由で画面に投影され、それが字幕のように流れていく。これを **Running Message** 方式と命名した。このようなスマートフォンを使った方法と、研究代表者らがかつて授業で用いて学生に発言を促したマイクボタン方式を比較した実験を行った。

全 28 スライド中の記憶している項目数の平均値を比較したところ、冒頭の第 1 スライドのみ **Running Message** の方が有意に成績が高いものの、28 スライド中 24 スライドについてマイクボタン方式の成績が有意に高かった。記憶量の比較からしても、**Running Message** 方式は、講義内容等を記憶するという観点からすると不適切な手法であると言わざるを得ない。授業冒頭のみ記憶量が有意に高いのは、冒頭は授業の導入部でありそれまでのスライドに関する知識がなく、その 1 枚のスライドだけに集中することができたからだと思われる。自由記述によると両方法とも賛否の意見がある。マイクボタン方式はおおむね好評価であるが、発言できない場合についての欠点が指摘された。**Running Message** は、視線の問題が大いに指摘された。

本実験により、**Running Message** 方式は、単純に利用してしまうと学習には不利になることが分かったが、一方で、普段は眠くなるような講義でも学生に興味・関心をもたせたり、場を盛り上げたり、教室の一体感を生み出す効果があると思われる。講義中にずっと使用するのではなく、導入部に利用して教室を盛り上げたり、問題提起に使用したりし、講義中では、発言を許可する時間と許可しない時間を区別するなどすれば、かなり効果的な運用ができると考えている。

(4) ソフトウェアの改良に関する研究成果

Running Message 方式だと、一定時間で画面から消えてなくなる。しかし、メッセージ内容が興味深い内容であり、解答すべき重要な質問は残したい。そこで、重要なメッセージや質問は、講師の電子黒板操作によって画面に残し、授業のコンテンツとしてそのまま利用するという「鰹の一本釣り」と命名した実装を行った。これにより、単に釣り上げて固定するという当初の目的以外の効果として、学生に回答を書かせて、それをコンテンツ内に再配置することによる新しい授業展開が可能となった。

一方、それでも大量にメッセージが流れてくる場合には、発見が遅れ「釣り逃がし」たり、気がつかないことも実際の授業では起きたため、色を変えて発見をしやすくする技法も実装し、質問を区別するだけではなく、いろいろな場面で応用することが可能になった。

上記の工夫にも関わらず「一本釣り」に失敗することがあったため、質問文は自動的に他のメッセージと動きを変え画面内に留まるように実装した。

実際の授業では特に授業の冒頭において、授業とは無関係な不適切発言が多く見受けられる。この発言に対して一部の学生は不快に思うことも多々あり、以下の対策を施した。

1. 顔文字・絵文字の連続：同じ文字の連続や絵文字などは投稿不能とした。
2. 長文 (Web からの引用のまま転送)：メッセージの長さに制限を設けた。
3. 放送禁止用語的発言：不適切発言リストを内部にもたせて、それらを含む場合はメッセージを削除するなどの方法を実装した。

これら新しい機能を用いることにより、重要なメッセージを確実に画面に残しつつ、一部の不要な発言は画面の外に効果的に追いやることができた。これによって、学生は自分の質問を確実に講師に伝えることができ、講師も確実に返答することができ、一斉講義がよりインタラクティブで効果的になるとと思われる。



図5 質問の自由落下

学生からの質問は自由落下し、画面左下にスタックされる。講師がその質問に回答した場合のみ、画面から流れて消えていく。質問以外のメッセージは上部に黄色で表示され、画面右から左へと流れていく。鯉の一本釣りをしないかぎり、消えてなくなる。

(6) 実践授業成果

教職課程の授業での実践利用

研究代表者が担当する中高教職課程の「教育の方法と技術」で、本システムの応用を考案した。本授業ではひたすら黒板にチョークで板書するという練習をさせた。板書課題は全部で10回ある。板書課題はレポート等の課題とは異なり、そのままでは提出することができないため、フィードバックのためにスマートフォンで課題の板書をオンラインで提出させた。

課題の翌週に学生課題へのフィードバックをするため、本システムを利用した。図6, 7にその授業の様子を示す。



図6 仮想教室環境

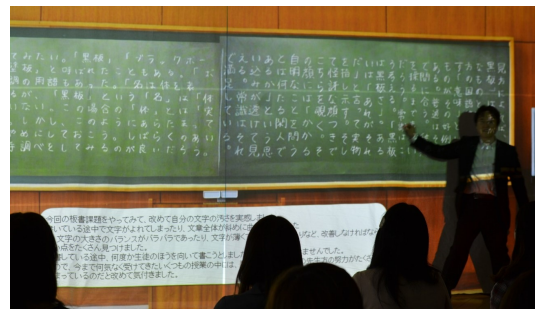


図7 仮想黒板上での指導の様子

写し出されている黒板は本物ではなく、2台のプロジェクターによって投影された映像(この実践授業ではブレンディングテクノロジーは使用していない)。学生から提出された課題の板書写真を黒板と合成し、また、学生による課題に対するコメントも併せて投影できるように開発した。この方式だと履修している他の学生も一緒に学ぶことができ、学生はスマートフォンを利用して他の学生の課題に対してコメントを投稿し、それがリアルタイムで壁面に投影される。しかも課題そのものと同じサイズで見ることができるため、正しい大きさ、美しい文字といった観点でも評価をすることができるようになった。

他の教科への応用

巨大なスクリーンを利用した授業の例は、天文学の分野を除いて極めて少ない。しかし、本システムを使用することで、仮想の教室壁面を実現でき、そこで多種多様な授業を展開することが可能となった。図8には、音楽の授業の例、図9に理科の授業の例を示す。

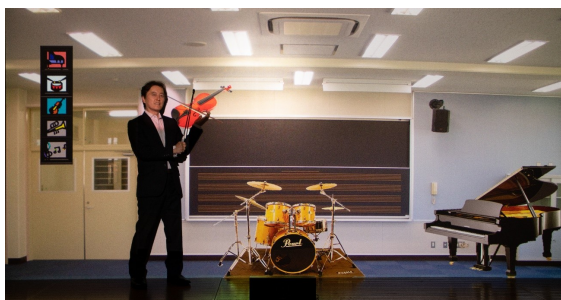


図8 仮想の音楽室での模擬授業の様子



図9 仮想の理科室での模擬授業の様子

仮想の音楽室、理科室の授業を受講した教職課程の学生の評価では、かなり高い評価を得ている。特に「同じスライドでも巨大スクリーンに投影するだけで学習効果があるか」という点で評価

された。単に大きくした、というだけでも効果があると評価されているのは興味深い結果である。

このように、教室の壁を1つ仮想化させることで1つの教室で様々な授業が展開できるのが本システムの特徴である。あくまで仮想であるため本物を利用した授業と同等にはならないが、その可能性は広いと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

柳沢昌義 (2018) 壁面大電子黒板システムによる仮想教室を用いた教員養成に関する実践、*東洋英和女学院大学教職課程年報*、Vol. 10、pp. 22-28.

柳沢昌義 (2018) スマートフォンによるメッセージ投稿の効果的表現についての研究、*平成29年度教育改革ICT戦略大会資料*、172-173

柳沢昌義 (2017) 天文・宇宙教育のための講義録再生法に関する研究、*平成29年度教育改革ICT戦略大会資料*、pp. 140-141.

柳沢昌義 (2017) 天文宇宙教育における映像投影サイズと講師の存在感に関する研究、*日本教育工学会研究報告集(JSET17-2)*、pp. 239-244.

柳沢昌義 (2016) スマートフォンによるメッセージ投稿とハンドマイクを利用した発言方式の比較研究、*日本教育工学会研究報告集(JSET16-4)*、pp. 65-70.

〔学会発表〕(計 2 件)

柳沢昌義 (2018) 天文宇宙教育における巨大スクリーン活用の試み、*2017年度CRET成果報告会資料*.

柳沢昌義 (2015) 学生と教員との対話、*大学授業の活性化に向けて* —学生と教員による発表と討論—.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：竹内俊彦

ローマ字氏名：Takeuchi Toshihiko

所属研究機関名：東京福祉大学

部局名：教育学部

職名：准教授

研究者番号 (8桁)：20327290

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：佐藤弘毅

ローマ字氏名：Sato Kouki

所属研究機関名：名古屋大学

部局名：国際機構

職名：准教授

研究者番号 (8桁)：60402377

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。