

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月21日現在

機関番号：13501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12784

研究課題名（和文）授業スコアボード 授業解析結果の即時可視化による受講者主体の授業改善

研究課題名（英文）Class scoreboard - participant-centered class improvement by immediate analysis and visualization

研究代表者

豊浦 正広 (TOYOURA, Masahiro)

山梨大学・大学院総合研究部・准教授

研究者番号：80550780

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、アクティブラーニング型授業を対象として、授業解析結果の即時提示による受講者の主体的な授業改善を促すことを目的とした。提案する授業スコアボードは、映像解析結果を野球場のスコアボードのように即時可視化し、参加者自身による授業状況理解を可能にする。必ずしも一意に決まらない人間活動の状況分類に対して、その中間状態にあることも可視化できるような提示方法の検討を進めた。映像収録や映像提示のためには全周囲観測カメラやヘッドマウントディスプレイを導入し、授業状況のより詳細な収録や解析、可視化を試みた。可視化結果の提示による効果として、効率的な授業のレビューが行えることを確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多くの教育機関でアクティブラーニング型授業が施行されているが、その評価は十分とは言えない。本研究ではアクティブラーニング型授業の映像解析と効果的な可視化の手法を提案し、解析結果に基づく授業改善ができる道筋を立てた。映像と音声からの授業状況を自動で解析することによって、複数授業を横断した比較検討が可能なツールを提供した。新たに導入した全周囲カメラによって教室全体の映像解析を可能とし、ヘッドマウントディスプレイによって映像と解析結果を同時に観測する方法を提案した。今後はこれらの手法を活用した授業改善の実践を進めたい。

研究成果の概要（英文）：This project aims to promote positive learning by realizing immediate analysis and display of active learning style lessons. Our proposed class scoreboard visualizes the status of active learning lessons like a baseball stadium scoreboard. The scoreboard helps participants understand what to do next.

In order to classify human activities that cannot be determined uniquely, we proposed a presentation method that can visualize intermediate states. We also introduced an omnidirectional camera and head-mounted display for video recording and video presentation, and tried for more detailed recording, analysis and visualization of lessons. We confirmed that efficient class review can be realized by visualizing the analysis status.

研究分野：教育学

キーワード：教育学 アクティブラーニング 授業支援 可視化 映像解析 マルチメディア処理

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

多くの教育機関でアクティブラーニング型授業が施行されているが、その評価は十分とは言えない。アクティブラーニング型授業は教員が一方向的に知識伝達を行わず、学生が能動的に学習することにより、知識および経験を含めた能力の育成を図ることを目的としている。アクティブラーニング型授業には課題研究や PBL(Problem Based Learning, Project Based Learning)、ディスカッション、プレゼンテーションなどが積極的に取り入れられる。

多くの教員にとってアクティブラーニング型授業は発展途上であり、授業での実施に関しては、経験的または理論的な知識が共有されてきてはいるものの、多くの教員はその授業スタイルが確立してはいない。また、議題の提案や学生の誘導といった従来形式の授業では必要なかった指導法が教員に要求されるが、教員自身が授業の成否を客観的に認識することは容易ではない。授業の振り返り方法として、収録された授業映像の視聴が有効であるとされているが、長時間の動画視聴は教員に負担を強いることになり、授業へのフィードバックまでのサイクルを短期間で回すのは難しい。これらのことからアクティブラーニング型授業の客観的で即時的な分析が求められている。

我々はこれまでの研究の中で、大学授業の映像を解析し、その結果に基づく授業改善を目指して、授業の評価手法を提案してきた。我々はこれまでのアクティブラーニング型授業の解析の中から、**受講者が主体的に授業改善を目指すこと(受講者主体性)と、解析結果を即時に提示すること(即時性)**によって、さらなる授業改善ができる可能性を見出した。

2. 研究の目的

本研究課題では、アクティブラーニング型授業を対象として、授業解析結果の即時提示による受講者の主体的な授業改善を促すことを目指した。本研究課題で提案する授業スコアボードは、映像解析結果を野球場のスコアボードのように即時可視化し、教員および受講者を含めた参加者による授業状況理解を可能にする。授業スコアボードの実現と有効性検証に関して、期間中に以下の課題に取り組んだ。

- (1) 授業データを即時解析し、提示効果の高い要素を即時提示する
- (2) 別の授業のデータ解析結果との即時比較を実現し、(1)と合わせて提示する
- (3) 授業データの解析結果の即時提示が参加者に与える効果を検証する

3. 研究の方法

研究開始時までに、アクティブラーニング授業の実施を主目的とした教室を大学内に整備し、3台のカメラ(1台は俯瞰用魚眼レンズカメラ、天井に設置)の映像と手持ちマイクおよび環境音マイクの音声、腕時計型センサによる心拍・歩行速度などのデータの同時収録ができる環境を整えた。図1に示すようなデータと解析結果が得ることができていた。この教室で得られるデータから、アクティブラーニング授業の状況を認識して可視化することを目指した。

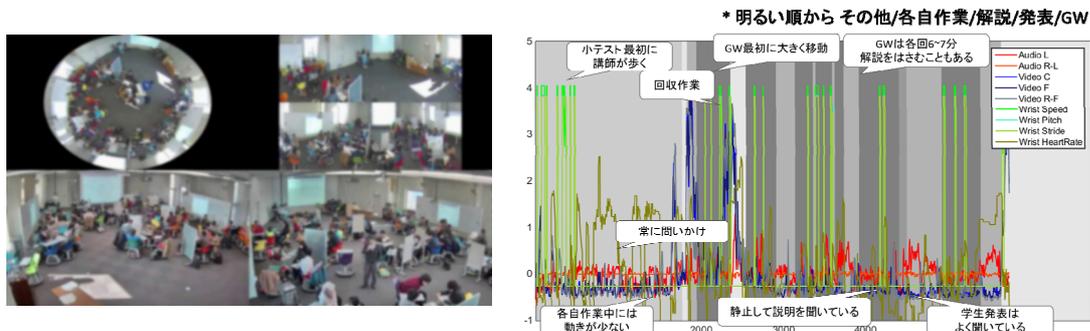


図1 アクティブラーニング型授業の収録映像例(左、プライバシー保護のために画像を加工している)と、対応する映像・音声・ウェアラブルセンサデータからの授業解析例(右)。授業解析例の縦軸は信号の大きさ、横軸は時刻を示す。背景色によって授業の状況を示し、GWはグループワークの意味である。映像・音声・センサデータ由来の信号を色分けして表示できる。吹き出し内は、映像・データ観察を通して得られたデータ及び行動特徴に関する教員などのコメントである。

研究期間中にさらに、教室から密な情報を得るために、映像収録のための全周囲カメラおよび多チャンネルマイクを導入した。また、ヘッドマウントディスプレイによって、全周囲映像をその場にいるような感覚で観察できる装置を整えた。解析手法の一部には深層学習を導入して、推定精度の向上を図った。

4. 研究成果

以下の各項目について研究成果を得た。

- (1) 授業データの即時解析と即時提示
- (2) 別の授業のデータ解析結果との即時比較

参加者らが自身の授業の内容を把握できるようにするために、機械学習による状況の自動分類を行った。映像を見て人手で内容を分類することはできるが、授業時間と同程度の時間がかかり、かなり多くの人員と資金がなければ実現できない。機械学習による自動状況分類は、これを解決することができる。自動分類のために用いる特徴は、映像・音声とし、特殊な環境でなくとも抽出が可能なものに絞った。

推定には機械学習の一種である **Bag-of-Words** を用いた。処理の概要を図 2 に示す。特徴の分類を行うために、学習データとして用いる映像のすべての時刻における特徴を特徴空間にプロットする。図 2 の例では視覚的に見やすいため、特徴空間を 3 次元で示す。特徴空間上の特徴点を **k-means** 法によって類似しているものにクラスタリングをする。本研究では 15 のクラスタに分類する。次に任意時刻の特徴の分布傾向とその時間で行われている授業カテゴリとの相関を学習するために、学習データの各時刻における特徴群のみを特徴空間にプロットする。特徴空間上の各ノードを、距離が最も近いクラスタに割り当て、ヒストグラムを作成する。これによって各時刻の特徴群からどのようなヒストグラムを得られるのかを学習する。またその時刻はどのような授業カテゴリに属するかという正解ラベルを与える。正解ラベルはあらかじめ目視によって映像から作成する。これにより各授業カテゴリのヒストグラムの形の傾向などを学習することが可能である。

また学習に使用する映像のすべての時刻でのヒストグラムが学習データとして蓄積される。分類段階では初めに、推定を行う映像の任意時刻の特徴群から同様にヒストグラムを作成し学習データと比較することで授業カテゴリを認識することが可能である。ここでの識別には **k-NN** を用いる。分類結果において、一つのカテゴリと判定される連続時間が極端に短く分類されてしまうことがあるが、授業内において一つの授業カテゴリが数秒ごとに切り替わるということは想定されないため、1 つの授業のカテゴリを 30 秒で区切り、この区間のカテゴリを対象時刻のカテゴリの多数決によって決定する。これによって分類されたカテゴリが断片化することを防いだ。

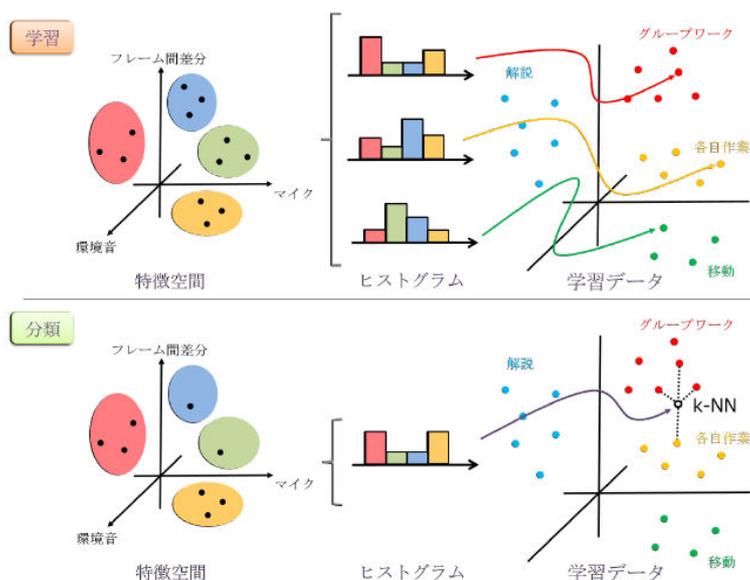


図 2 Bag-of-Words による授業状況認識

分類した結果を一覧可視化することで、1 回の授業や、複数の授業の傾向がつかめるようにした。図 3 に示すように **Timelines** と呼ばれる可視化手法によって、1 回の授業が可視化される。図 4 に示すマトリクスに配置されたヒストグラムからは、複数の授業の時間配分が可視化される。

認識カテゴリに多くの誤りがある時間帯のうち、細切れの活動時間が多く含まれている部分に着目した。この部分は前述した認識結果に対する再度の投票によっても解決されなかった。詳細にみると、複数の認識カテゴリで投票数が拮抗しており、時刻によって最大投票を得るカテゴリが頻繁に切り替わっていることが分かった。ある授業では、グループワークと各自作業で投票数が拮抗する時間帯があり、つまりこれは、グループワークと各自作業のどちらも近い特徴を持つ、あいまいな時間帯であることを示している。別の授業においては、GW と発表であいまいな時間帯が見られた。これらの図は各時刻の投票数を示すものであるが、各認識カテゴリの尤もらしさを示すのものであると見ることもでき、離散的な認識カテゴリを示した元の図よりも多くの情報量を含む図となっている。そこで、我々はこの新たな図を尤度図と呼び、図 3 に示すように状態遷移図と同時に提示することで、授業のより詳細な状況遷移を示すこととした。

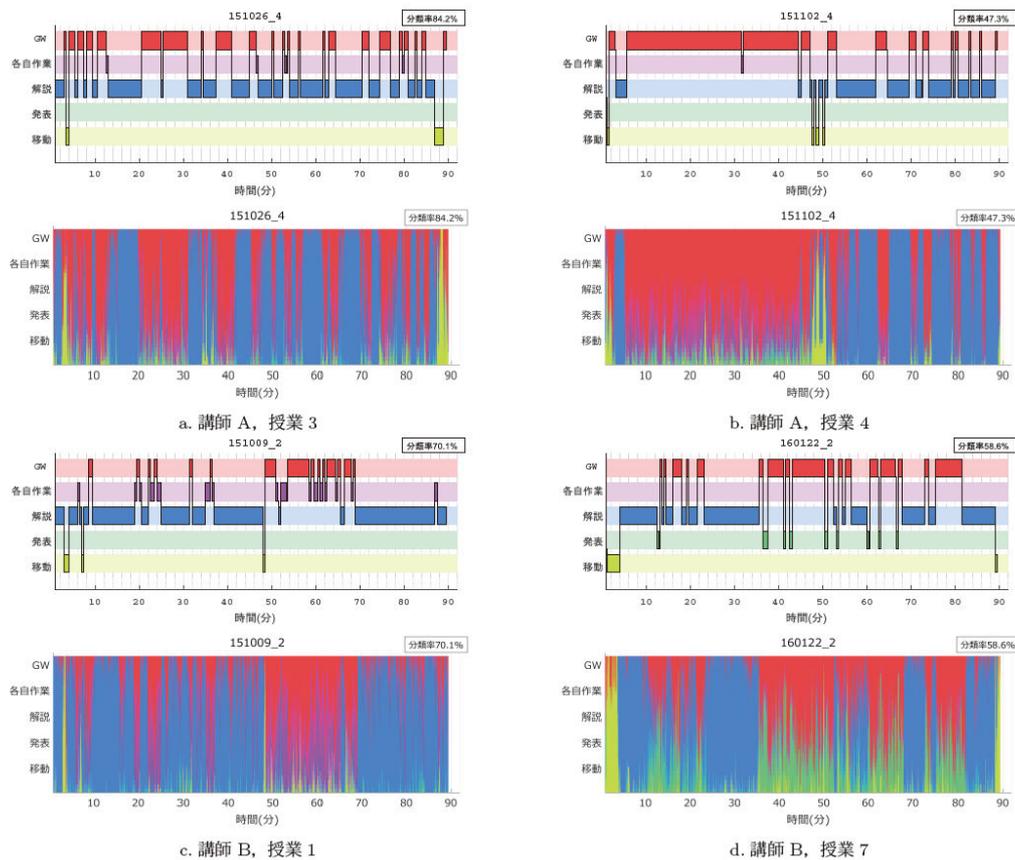


図 3 Bag-of-Words を用いた自動分類結果と可視化結果. 各上が状態遷移図, 下が尤度図.

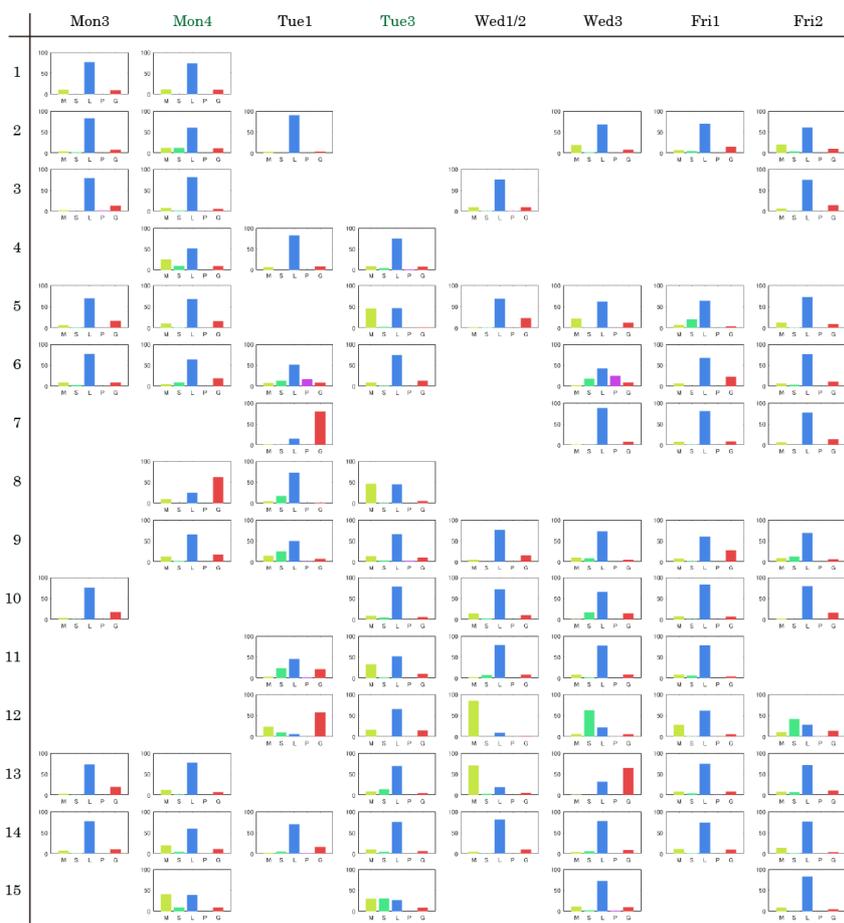


図 4 8 科目 15 回の授業に対して 5 つの活動に割り当てられた時間を推定して可視化した結果

(3) 授業データの解析結果の即時提示が参加者に与える効果の検証

映像と可視化図を同時に提示し、現在再生中の映像が図のどこにあたるのかを示すことのできるシステムを構築した。図5に操作画面例を示す。映像は画面上の操作で任意の時刻から再生することができる。HTML5により記述しており、複雑な設定なしに汎用ブラウザで利用することができる。



図5 可視化図を用いた動画視聴支援の画面例

このシステムを用いて、授業カテゴリを可視化した図が映像探索に有用であるかを調べたところ、映像のみを提示するときよりも、映像・遷移図を提示するときの方が有意にタスクに掛かる時間が短いことが確かめられた。その他の時間については、有意差は確かめられなかった。また、各タスクに対する回答内容についても、提示内容ごとで取り立てて差は見られなかった。この結果から、遷移図が映像を効率的に見るのに有用であることは示された。遷移図に尤度図を加えたときに、タスクに掛かる時間をさらに短縮する効果は確認されなかった。

多くの実験協力者は「遷移図によってカテゴリの切り替わりのタイミングを見つけた」とコメントしており、尤度図を主に利用した協力者は少数であった。「映像のみが提示されたときには、教員の位置や発言、学生の顔の向きを参考にカテゴリの切り替わりのタイミングを調べた」とのコメントがあり、これらの情報を特徴量に加えることによって、認識結果を向上させる可能性が示唆された。今後、尤度図に示される授業のあいまいさの情報が、授業の詳細把握や特徴分析に貢献できるかどうかを検証したい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

- ① 鎌田 稜平, 角所 考, 飯山 将晃, 西口 敏司, 村上 正行, 受講者の挙動の観測に基づく友人関係の推定, 教育システム情報学会誌, 査読有, Vol.36, No.2, pp.143-148, 2019-4. DOI:10.14926/jsise.36.143
- ② 飯山 将晃, 中塚 智尋, 森村 吉貴, 橋本 敦史, 村上 正行, 美濃 導彦, ペンストロークの時間間隔を用いた解答停滞箇所の検出, 教育システム情報学会誌, 査読有, Vol.34, No.2, pp.166-171, 2017-4. DOI:10.14926/jsise.34.166

〔学会発表〕(計 17 件)

- ① 村上 正行, 豊浦 正広, “様々なデータ分析方法を使った教育工学研究”, 日本教育工学会合宿研究会, 2019-1.
- ② 鎌田 大樹, 西口 敏司, 村上 正行, “没入型講義映像を用いた受講者の視線特徴の分析”, 教育システム情報学会 学生研究発表会, 2019-1.
- ③ 村上 正行, “教育データ分析における役割と関係性”, 日本教育工学会全国大会, pp343-344, 2018-9.
- ④ 豊浦 正広, 阪口 真人, 西口 敏司, 茅 暁陽, 埜 雅典, 村上 正行, “あいまいさを含む授業状況の可視化とウェブブラウザ上での映像探索支援”, 教育システム情報学会 全国大会, 2018-9.
- ⑤ 豊浦 正広, 川村 由基生, 西口 敏司, 茅 暁陽, 村上 正行, “熟練教師の注視を再現する

- 全周授業映像提示”, 日本教育工学会 全国大会, 2018-9.
- ⑥ 阪口 真也人, 豊浦 正広, 茅 暁陽, 埴 雅典, “尤度推定によるアクティブラーニング型授業の可視化”, 情報処理学会コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学研究会, Article 35, 2017-11.
- ⑦ 阪口 真也人, 豊浦 正広, 赤穂 大樹, 茅 暁陽, 西口 敏司, 埴 雅典, 村上 正行, “アクティブラーニング型授業の分析のための深層学習”, 教育システム情報学会全国大会, C4-1, 2017-8.
- ⑧ 西口 敏司, 豊浦 正広, 村上 正行, “没入型授業映像視聴環境のためのハンドジェスチャインタフェース”, 教育システム情報学会全国大会, I2-15, 2017-8.
- ⑨ 西口 敏司, 豊浦 正広, 村上 正行, 橋本 渉, 水谷 泰治, “ステレオ全天球画像を用いた任意視点画像の生成”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU), PS2-17, 2017-8.
- ⑩ 埴 雅典, 森澤 正之, 田丸 恵理子, 日永 龍彦, 豊浦 正広, “山梨大学における4年間における反転授業の総括”, 大学教育研究フォーラム, P-18, 2017-3.
- ⑪ Masahiro Toyoura, Mayato Sakaguchi, Xiaoyang Mao, Masanori Hanawa, Masayuki Murakami, “Visualizing the Lesson Process in Active Learning Classes,” IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2016-10.
- ⑫ 村上 正行, 豊浦 正広, 西口 敏司, 水越 駿, 阪口 真也人, 埴 雅典, 茅 暁陽, “アクティブ・ラーニング型授業の映像分析と可視化”, 日本教育工学会 全国大会, 2016-9.
- ⑬ 西口 敏司, 豊浦 正広, 村上 正行, “授業映像ビッグデータ可視化ツール: ActVis”, イノベーション・ジャパン 2016, I-31, 2016-8.
- ⑭ 阪口 真也人, 豊浦 正広, 茅 暁陽, 埴 雅典, 村上 正行, “アクティブラーニング型授業の分析 - 授業状況推定と可視化”, 教育システム情報学会 全国大会, B5-3, 2016-8.
- ⑮ 水越 駿, 豊浦 正広, 茅 暁陽, 埴 雅典, 村上 正行, “アクティブラーニング型授業の分析 - グループ活動評価と可視化”, 教育システム情報学会 全国大会, B5-4, 2016-8.
- ⑯ 西口 敏司, 豊浦 正広, 村上 正行, “没入型 HMD を用いた臨場感の高い授業体験”, 教育システム情報学会 全国大会, I1-13, 2016-8.

[その他]

授業活動可視化 (山梨大学茅・豊浦研究室) <http://www.vc.media.yamanashi.ac.jp/research/actvis/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 村上 正行
 ローマ字氏名: (MURAKAMI, Masayuki)
 所属研究機関名: 京都外国語大学
 部局名: 外国語学部
 職名: 教授
 研究者番号 (8桁): 30351258

研究分担者氏名: 埴 雅典
 ローマ字氏名: (HANAWA, Masanori)
 所属研究機関名: 山梨大学
 部局名: 大学院総合研究部
 職名: 教授
 研究者番号 (8桁): 90273036

研究分担者氏名: 茅 暁陽
 ローマ字氏名: (MAO, Xiaoyang)
 所属研究機関名: 山梨大学
 部局名: 大学院総合研究部
 職名: 教授
 研究者番号 (8桁): 20283195

研究分担者氏名: 西口 敏司
 ローマ字氏名: (NISHIGUCHI, Satoshi)
 所属研究機関名: 大阪工業大学
 部局名: 情報科学部
 職名: 准教授
 研究者番号 (8桁): 80362565

※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。