

平成30年6月18日現在

機関番号：33901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16266

研究課題名(和文) 行動工学の視点に立つ授業観察システムの開発：筆量と移動量計測を用いて

研究課題名(英文) A class observation system using behavioral measures: students' handwriting and teachers' locomotion

研究代表者

吉岡 昌子 (Yoshioka, Masako)

愛知大学・文学部・准教授

研究者番号：10584097

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、学生のノート筆記行動と教員の教室内での移動行動をリアルタイムで定量化する授業観察システムを開発したことである。行動測定装置はボールペン、小型スイッチ、無線マウスの回路など入手が容易な小型部品で構成され、収集したデータの記録は標準的なパソコンで行える。そのため、設置場所や操作に関する特別な知識といった使用上の制約が少なく一般的な教室での利用に適する。また、ノートテイクの先行研究は、授業後にノートを回収して分析を行うものが多く、本システムが教員の授業行動と関連づけて、学生のノート筆記行動を時系列にそって記録できることは従来にない強みである。そのため、今後は授業改善への利用が期待される。

研究成果の概要(英文)：We developed a class observation system, which quantifies the responses of longhand note-taking of university students and teachers' locomotion in a classroom in real time. The system is suitable for the use in regular classroom settings, because it is compact and requires no specific equipment or knowledge to operate. The devices measuring the above responses used a micro switch and the left-button circuit of a wireless mouse, which was used for sending the signals from the switch to a computer used for the data recording. For the device counting the handwriting, the switch was attached to a regular ballpoint pen. The advantage of the system is that it enables to record the time-series change in students' note-taking behavior, which rarely has been analyzed in previous studies, in relation to the change in teachers' behavior. Thus, one of the future tasks is to assess the system's utility as a tool of class improvement.

研究分野：応用行動分析

キーワード：行動工学 授業観察 時系列測定 手書き ノートテイク 大学生

1. 研究開始当初の背景

工学、心理学の分野でこれまで種々の授業評価法が提案されてきた。しかし、毎回の授業で教員と学生の行動データを収集・分析し、結果をもとにその場で改善を行えるような測定システムは、これまでのところ、開発されていない。これを実現するには基礎となる観察システムの要件として次の4つが重要となる。授業中の学生と教員の反応を直接評価でき、即時に加工、可視化できる、学生と教員の反応を、時系列情報を損なわずに連続的に測定できる、分析のコストが過大でない、特別な装置が不要で、教室で継続的に使える。このようなシステムがあれば、学生と教員の行動がどのように互いに制御されているかを探る手がかりが得られ、授業改善の助けになると考えられる。

そこで本研究では現在、学習方略として最も用いられる手書きによるノートの筆記量を学生の行動指標、教室内での移動量を教員の指標として、授業中の学生と教員の相互作用を計測するシステムを開発することとした。

2. 研究の目的

1点目に、授業中の学生と教員の反応を時間軸にそって評価し、教室場面での両者の相互作用を定量化および可視化する汎用的な授業観察システムを心理学と工学が連携した行動工学の発想により開発することであった。

2点目に、模擬授業場面で開発した観察システムを利用し、その妥当性と授業改善に寄与する可能性について示唆を得ることであった。

3. 研究の方法

(1) 筆記量や移動量のような運動計測には変位センサ、加速度センサなど空間情報を用いる方法がある。しかし、これらの方法は結果の取得に計算を要し、グラフ化や統計処理にそのまま結果を利用しづらい。そのため、本研究では処理の単純な反応検出、および、時系列グラフの描画のための時刻データの取得を次の発想により行った。行動実験の記録法の1つであるイベントレコードを応用し、オンオフの2値で反応時刻を取得する、

移動量は空間情報を用いず歩行量を測る、汎用性を確保するため、処理はオフラインとする、装置の部品は入手が容易な市販の廉価なものを用い、持ち運びしやすい小型のサイズに収まることであった。

(2) 研究の全体的な流れは、システムの設計、試作、実験室的状況での性能試験の順に進めた。筆記量を測る装置の性能試験では、大学生の参加者が速さや文字の大きさが異なる複数の条件で例文を筆記し、反応追従率や耐久性など検討した。移動量計については実験室および実際の授業で精度を検討し、

市販の歩数計を比較対象とした。実際には、筆記量計の仕組みを移動量計に応用したため、本研究の大部分は筆記量計の開発が占めた。性能試験において現実的な精度が得られた時点で、実際の教室で複数の大学生を参加者として、模擬授業場面を設定し、システムを導入として、授業場面の相互作用の定量化という目的に照らして実用性を評価した。

4. 研究成果

(1) 授業観察システムの製作

本研究の第1の成果は以下の授業観察システムを開発したことである。システムは、筆記量計、移動量計、記録プログラムの3つで構成される。図1に筆記量計の外観写真、ペンの内部構造、回路図を示した。重量は約90gである。

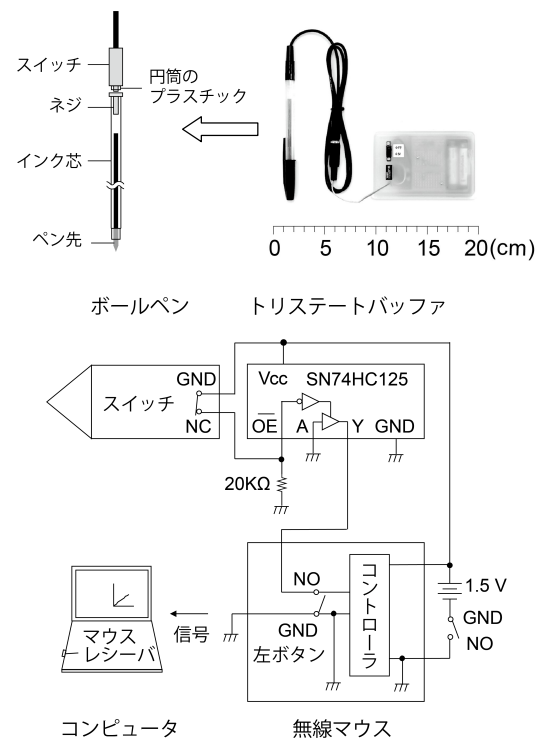


図1 筆記量計の外観、ペンの内部構造、回路

筆記反応の定義はペン先が紙面に触れてから、離れるまでを1反応とした。書き手が楷書体で文字を書いた場合、1反応は基本的に文字の1画に対応する。筆記量計の構成は、ボールペンの後部にプランジャタイプの小型スイッチ (CMST, ミスミ製; 直径: 5 mm × 高さ: 18.5 mm; スイッチ作動に要する力: 0.5N) を取り付け、書き手がペン先を紙面に接した際の筆圧によりプランジャのピンが押され、スイッチが作動するようにした。また、このスイッチを無線マウスの左ボタンの回路と接続することで、スイッチのオンオフの信号を無線マウスのレーザーを介して記録プログラムが稼働するノート型パソコンに転送する仕組みとした。記録プログラムは、特別なソフトウェアがなくても使えるよう、Microsoft Excel®に付属するVisual Basic

for Application®を用いて作成した。本プログラムでは、筆記反応数、反応間隔、ペンが紙面に接した時間などを取得し、計測と同時に筆記反応数および反応間隔を累積記録図によってグラフ化し、リアルタイムで反応をモニタできるようにした。

初期の性能試験では筆圧や運筆の仕方によって、測定不能となる参加者がいたため、改良を行った。主要な改良点は、小型スイッチの作動に要する時間を減らすことを目的としたピンの押し込み量の短縮や、負担のない範囲で、スイッチの作動に要する力以上に筆圧が保たれるよう、書き手に検出状況をフィードバックする小型 LED (SSL-WH, ハイキューパーツ製) をペンに装着すること (スイッチの作動中は LED が点灯し、静止時は消灯する) であった。

その結果、文字を楷書体で筆記した場合、98.5%の反応追従率 (計測された筆記反応数 ÷ 楷書体の標準的な画数 × 100) が得られた。続け字などの他の書体で書かれた場合は、画数の省略の程度に応じて検出される筆記反応数が変化するものの、検出困難となることはなく、ノート筆記の測定上は問題ないことがわかった。また、ボールペンに取り付けた小型スイッチが追従できる最大周波数は 8 ~ 9 Hz であり、筆記反応の測定に十分対応できる精度をもつことを確認した。

さらに、当初の予定にはなかったが、画像分析の手法を応用してノートに書かれた文字の筆記長を推定する試みを行った。imageJ という解析ソフトウェアを用いて筆記長を推定し、定規での測定値と比較したところ、妥当性が認められ、反応数とは異なる物理的次元で手書きのノート筆記を測ることも可能となった。

移動量計については、歩数を計測するスイッチの部分以外は筆記量計と同じ仕組みとし、身体に着脱可能なよう無線マウスは指にはめる小型のものを用いた。歩数の計測には市販の歩数計のスイッチ (HJ-005, オムロン製) を転用したものと振動センサ (CMN200-k, G-Device 製) を用いたものの 2 タイプを製作した。

(2) 模擬場面での授業観察システムの導入と実測

性能試験の終了後、通常の教室場面で配布資料のある条件とない条件で同じ講義 (約 80 分の模擬講義) を各 2 回行い、授業観察システムを導入して測定実験を行った。それぞれの回に異なる大学生 5 ~ 7 名が受講生として参加しノートをとった。ここでの成果は、

「通常の教室環境で一講義を通して、教員と学生の行動をリアルタイム測定する」という目的を本システムが満たすことを示した点、従来の主な分析法であるノートの事後記録を超えて、実際のノート筆記の行動データを収集できた点であった。図 2 に参加者 (一部) の筆記反応の累積記録を示す。全体

としては最初の約 20 分間は同様のペースで筆記を行っており、約 20 分を境に筆記反応のペースを授業の後半まで維持するものと、減少するものに分かれた。今回は配布資料の有無を実験条件としたが、条件間で筆記量の違いや、授業の前後に実施した授業内容に関する事実確認のテストの得点に差は見られなかった。また、先行研究では女性の方が男性よりノートの筆記量が多いことが指摘されているが、今回の参加者では性差は見られなかった。一方、教員の歩行量は授業間ではらつきが見られたものの、1 回の授業内では累積反応数の傾きは安定しており、後半に反応が減少する傾向はみられなかった。

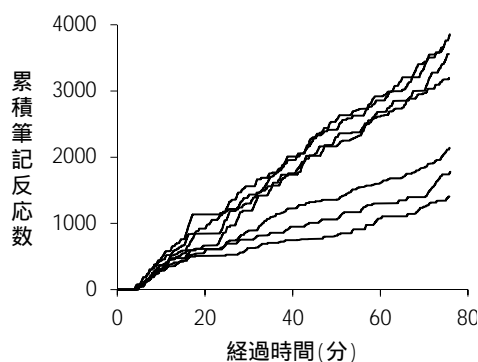


図2 参加者7名の筆記反応累積記録

(3) 成果の位置づけと今後の展望

手書き行動に関心をもつ分野 (教育、リハビリテーションや運動学など) で開発された従来の測定装置は、手や指を特定の位置に固定や、精密ではあるもののデータの取得・加工に複雑な計算を必要とする、高額であるといった制約から、実験室での利用が主であった。これに対して、本研究で開発した筆記量計は、通常の教室環境で利用できるため、フィールド研究の促進が見込まれる。

また、教育的課題として、板書や資料、パワーポイントなど視聴覚教材の利用が、学生の学習に与える影響はこれまでも多く議論されてきたが、継続的データに基づく検討は少ない。これを行うには、従来とは異なる実験方法 (装置、場面設定、手続きなど) を新たに構築する必要がある。本研究が取り組んだ模擬授業場面にシステムを導入した実験的検討は、その具体的方法を示したという点で、1つのモデルとなりうるものである。今後、教授法間の比較を積み重ねることで、学生のノート筆記を制御する変数や学習効果との関係を実証的に明らかにすることが期待される。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

Lattal, K. A., & Yoshioka, M. (2017) Instrumentation in behavior analysis. *Mexican Journal of Behavior Analysis*, 43, 133-136. doi: 10.5514/rmac.v43.i2.62309 査読有

Lattal, K. A., & Yoshioka, M. (2017) Improving the human instruments. Mexican Journal of Behavior Analysis, 43, 177-191. doi: 10.5514/rmac.v43.-i2.62312 査読有

[学会発表](計5件)

吉岡昌子・藤 健一(2017) 大学生を対象とした手書き行動の測定装置の開発と性能試験 日本行動分析学会第 35 回年次大会

Yoshioka, M., & Fuji, K. (2017) Application of image analysis as a method for measuring undergraduates' note-taking. 43rd Annual Convention of the Association for Behavior Analysis International

藤 健一・吉岡昌子(2016) 学生の授業場面における筆記反応の測定装置の開発 筆記距離の測定法 日本行動分析学会第 34 回年次大会

Yoshioka, M. (2016) Measuring teacher's activity using micro-vibration sensor in university class: Developing and testing a first prototype, 42nd Annual Convention of Association for Behavior Analysis International

吉岡昌子・藤 健一(2015) 大学の授業場面における筆記反応の測定装置の開発: 一次試作と性能試験 日本行動分析学会第 33 回年次大会

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉岡 昌子 (YOSHIOKA, Masako)
愛知大学・文学部・准教授
研究者番号: 10584097

(2) 研究協力者

藤 健一 (FUJI, Ken'ichi)
立命館大学・文学部・教授

佐藤 敬子 (SATO, Keiko)
香川大学・工学部・講師