

令和元年6月26日現在

機関番号：51501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K04732

研究課題名(和文) クリッカーを使った学生応答システム開発と創造系科目への展開

研究課題名(英文) Development of an Interactive Student Response System using Clicker and its Implementation in Creation-Oriented Subjects

研究代表者

穴戸 道明 (SHISHIDO, michiaki)

鶴岡工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：30509675

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：いわゆる一方通行になりがちな講義型の工学教育に対し、価値創造型的手段であるアクティブラーニングが注目されている。その高い実質性と双方向授業化を充実/発展をねらい、クリッカー端末を授業へ採り入れる効果の分析を行った。本端末機能のリアルタイムな情報集計や公開による情報共有と、匿名性を保ちながら解答できる点に学生の参加意識は高まり、記憶の定着効果もみられた。一方、技術者倫理のよりに唯一解を持たない問題は、多様な価値観の相互理解が促進され、議論の活性化につながった。またグループワークでは、構成員の新しい均衡化法である「能力平均化編成」を開発し、グループパフォーマンスの均衡化に効果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

クリッカーは、リアルタイムな情報の集計と開示、そして保たれた匿名性の機能がその強みである。これによって参加者の人員多寡、性格、解答の正誤、多数派か少数派か、などを気にすることなく意思表示ができる。すなわち、機会提供の平等性に富むものとして極めて有効だといえる。それらの機能を応用し、本研究ではグループワークにおける各グループによる能力のばらつきを是正を試み、効果を確認した。これに示すように、同システムはその応用のアイデアによって、教育面以外の活用が十分に可能だといえる。

研究成果の概要(英文)：The teaching method known as active learning has been gaining attention as an approach for adding value to lecture-based engineering classes in which information has long tended to flow in one direction. With an aim to develop a highly substantive and interactive teaching experience, this study analyzed the effects of using a clicker device in the classroom. The results showed that students' motivation to participate in the class was enhanced by the ability to use the technology to answer questions anonymously as well as see and share information in real time, which had the effect of improving students' retention of information. For problems without a single solution, such as those relating to engineering ethics, the clicker system promoted mutual understanding of different values and led to more active discussions. In addition, for groupwork activities, we developed a "skill averaging" technique for assigning group members in order to achieve more balanced group performance.

研究分野：ME工学，エンジニアリングデザイン

キーワード：アクティブラーニング クリッカー ピア・インストラクション スマートデバイス 双方向授業 エンジニアリングデザイン 複合融合教育

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 研究分野の学術的な背景

中央教育審議会答申(2013年8月)における「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学～」によると、とりわけ学士課程教育ではアクティブ・ラーニング(AL)の積極的導入、すなわち修得知識の実質的活用と応用力を求めている。これらを受け国内の各大学では、アメリカの大学教育に広く活用されている“ルーブリック評価”の導入構築および自己評価を促す問題解決学習の枠組み策定について議論されている。その一方、高等専門学校(高専)は1962年の創設当時に掲げた「中堅技術者」の人材養成像から、近年では「より高度で幅広い場で活躍する多様な実践的・創造的技術者の育成」(2008年12月24日中央教育審議会答申「高等専門学校教育の充実について」)との期待が明記されている。すなわち、「誰に何を学んだか」から「どう学んだのか」「何ができるようになったのか」といった学修評価の質的転換と教育成果の実質性に主眼が置かれることとなる。これを受け高専機構ではモデルコアカリキュラムとして、学習成果や教育研究上の目的の達成に向けた教育課程の体系化・構造化を進め、国際的通用性に留意しながら分野別コアカリキュラムを形成している。とりわけ、エンジニアリングデザイン(ED)教育は、技術者が備えるべき分野横断的能力の中で総合的な学習経験と創造的思考力が求められている科目として位置づけられており、専門能力の実質化やコミュニケーションスキルなどの汎用的技能、チームワーク力や倫理観などの態度や志向性(人間力)をも含む。我が国の高級技術者資格である「技術士」についても、2002年の制度改革以降、指定された教育課程を修了した学生を修習技術者と呼称し技術士補となる資格を有すると認定している。よってEDは、高専教育のキャップストーンとしての重要な位置づけにあるといえる。

(2) これまでを踏まえ研究の着想に至った経緯

これまでの本校のED教育の実績として、高専本科では、創造系科目のコンテスト形式によるPBL授業(低学年)、100名超の多数受講者を対象とした発明問題解決型授業(高学年)、および現地合宿をともなう地域課題抽出型フィールドワーク授業(専攻科)など、参加体験型学習を主体とした授業設計と指導を行ってきた。一方、課外活動では従来の労働力提供型ボランティア活動とは異なる新しい形態のサービスラーニングである「技術提供型ボランティア活動」を考案し、継続的に活動を行ってきた。これらに示すようなED教育活動に共通した授業形態のひとつに、“グループワーク”がある。しかし従来のそれを観察すると、1)グループ討論で意見集約の際、モアベターな発想が極めて少数のためグループで埋没した 2)他グループとの意見交換を促進させれば、俯瞰的視野の“気づき”が生まれ、発想の広がりにも極めて効果的 3)少数の学生は集団活動の中に隠れ、授業参加意識が低い 4)意見はあるが恥ずかしいので発言しない 5)グループ構成員の最適配置とパフォーマンス均衡化等の課題が明らかとなった。この改善を図るため、適時、スライドを活用した指導に加えて電子黒板を活用しポイントや図表中の関連性の解説を行ってきた。またグループ編成については、教員がランダムに編成する、一定の法則に沿って編成する、自由に学生にグループを組ませる等の試行を繰り返してきた。このような課題を背景として他教育機関を鑑みた場合、それを解決するための共通課題として、1)学生のスキルや意欲の均衡を考慮して最適化を図るグループ構成 2)学生が主体的に学ぼうとする教育インフラの整備 3)学生の取組意識を高め、集中力を持続させる教育コンテンツ開発がキーポイントとなる。そのような中、学生の能動的学習を促進する試みのひとつとして「学生応答システム」の活用がある。これは、アメリカの大学では多くの導入例があり、学生の回答や反応をリアルタイムで集計し、結果を表示することができるシステムである。また、学生は授業の気分転換になることや、学生の匿名性が守られるために理解できないことを正直に伝えることができることから、学習意欲の向上が期待される。一方、教員は学生の理解度をリアルタイムで把握できること、記憶定着の向上、授業の活気、授業の記録をデータ保存可能である、などによって授業の質の向上が見込まれる。これらのことから、この学生応答システムを教育現場での活用と定着化が図られれば、双方向的な意思伝達手段の構築と、集約情報を迅速に把握・処理し教育現場へ展開できることの意義は極めて高い。

2. 研究の目的

(1) 学生応答システムのパフォーマンス評価

まず1～2科目の授業にクリッカーを導入して双方向意思伝達授業の体制を構築する。そして導入効果について、学生アンケートや学修達成度等のデータ収集および分析評価により、クリッカーの導入効果について明らかにする。次いで、学年と科目に応じた最適なクリッカー活用手法を確立する。このとき、研究期間経過後もシステムの活用と定着化が図れるよう念頭におきつつノウハウ集約と他教科への展開を意識する。

(2) グループのパフォーマンス平準化アルゴリズムの開発

前項で得られたデータおよび過去の指導実績や学生の性格自己分析アンケート等をパラメータとして、グループワークにおける構成員の最適人員配置を図る平準化アルゴリズムを開発する。これにより、課題に対するグループ間での士気・意欲や汎用的技能・専門知識などのばらつきを僅少化や最適化を図る人員配置のシミュレーションを可能にする。

3. 研究の方法

(1) 学生応答システムのパフォーマンス評価

まず、クリッカーの仕様と性能を分析し、本研究に適した機種選定とハードウェア選定を行う。そして、機能や動作を確認しながら、効果的な運用法を検討する。次に、それらを活かした教育コンテンツを設計し、実際の授業で繰り返し運用を進めてゆく。その後、導入効果を示すデータ（学生アンケートや観察調査および学習達成度など）を集約一元化して分析する。こうして学修効果の実績評価を積み上げ、年度ごとに見直しと改善を図る。最終的に、実際の講義型科目とグループワーク主体の科目の双方について、学習到達度と意欲についての効果を評価する。これらの取組は研究期間経過後も続け、PDCAサイクルに沿ったかたちで運用面の継続的改善を図ってゆく。

(2) グループのパフォーマンス平準化アルゴリズムの開発

同システムの運用試行や改善によって得られるデータを参照し、グループ編成の平準化を図るためのアルゴリズム開発を行う。その際、グループの編成目的に応じた適切なパラメータ（基礎学力、行動特性、意識（意欲）など）を選べるようにする。翌年度には、開発されたアルゴリズムによる学生のグループ編成を試行し、グループワークの一連の過程において観察調査を行う。そして当該年度末にはグループワークの各教員の所見、学習達成度および学生アンケートを照合して実績をまとめ、レビューののち改善課題を抽出する。最終年度は、得られた実績と手法を利用して他教育機関で試験運用・評価してもらうことを念頭に、効果の展開実績をまとめる。

4. 研究成果

(1) 学生応答システムのパフォーマンス評価

クリッカー導入効果の検証

授業サポートツールとして活用されるクリッカーは、リアルタイム集計と結果の視覚化を実現することで、学生の能動的な受講姿勢を喚起する点で高い効果があり、ほとんどの学生が授業への導入を肯定的に捉えていることがわかった。さらに自由記述では、「興味深い」「楽しんで授業を受けることが出来た」という回答が過半数と多い。また、「学習意欲が向上した」「もっと使用頻度を増やしてほしい」という回答も過半数に近い。同システムの授業への導入については肯定的意見が支配的であり、否定的意見はなかった。また、自由記述欄では、「自分たちも使ってみたくなった」、「グループ討議では打ち消されがちな少数の声をきちんとアンケートとして反映できることに意味がある」などの意見が寄せられている。これらの結果が得られた背景には、これまで受講対象学生は同システムを活用した授業を経験しておらず、その新しい試み自体に関心と興味を寄せたとも考えられる。システム導入の課題としては、事前準備の手間が挙げられる。ハードウェア型のリモコンは、受講者に同一の条件と操作性を提供できる。その一方、授業のたびにリモコンの配布と回収を必要とし、バッテリーのメンテナンスも生じる。受講者が増加するにしたがい、準備・メンテナンスも増加する。この点は、ソフトウェア型ARSを活用することで解消されるが、リモコン配布型のハードウェア型クリッカーの効果的な活用のためには、最適受講人数、教員のシステムの熟練による効果的運用が検討課題となる。

クリッカーの仕様と機能に関する検証

【使用頻度】については、90分の授業で4～5回の割合で解答を求めよう授業設計したが、殆どが適切だったと回答している。なお、「やや少ない」という回答者の自由記述では、自分と他者の考えの乖離が多く見られ、自分を振り返る機会が多かったため、もっと使用頻度を増やしてほしいということであった。使用頻度については、過度に用いると単なるクイズ形式の記憶の検証に留まってしまう。こうなるとED教育の本質と効果が逆行してしまう恐れがあるため、慎重に事前設計を行う必要がある。【出席確認機能】については、約85%の学生が「とても良かった」「まあまあ良かった」と回答している。自由記述では、学生が不正行為（代理の出席等）を出来ないのととてもよい、と評価する意見がある。なお、「あまりよくない」「よくない」と評価している学生から、遅刻者に対するフォローアップを求める声が寄せられていた。【ランダム抽選機能】による発言の指名についても、約85%の学生が「とても良い」「良い」と回答している。授業の着席位置は自由としており、この機能は学生の着席位置に依らず、いつ指名されるかわからないため授業に緊張感を持たせることに効果的だった【プレゼンテーションの相互評価】については、「大変良い」「まあまあ良い」と評価する肯定的な意見は95%であった。このシステムは、自分の所属グループの発表者に対してもひとりの聴講者として評価が可能であること、発表評価の投票は匿名で行われるため、周囲を気にすることなく自身の評価を行うことが出来ること、評価結果がリアルタイムで参加学生全員に示されることが大きく支持されている。この取り組みは、発表評価が教員だけで行われるのではなく学生自身が参加し評価する、ということに能動的な意識の醸成が図られている。この経験を受け、以降のプレゼンテーションでは「たかが発表だと甘え、手を抜いても大丈夫だという意識が払拭された」「多くの聴講者に認めてもらう発表をしたいという意欲が向上した」「高評価の発表は自ずと聴講者の評価は高い。低評価の発表は、その原因が明らかになった」などの自由記述が寄せられ

た．総合的なプレゼンテーション能力のあり方について学生が学ぶ絶好の機会であったと思われる．

(2) グループのパフォーマンス平準化アルゴリズムの開発

AL の特性分布

AL は，現在確認される限りにおいても 30 種類以上の手法が存在する．さらに，確認された手法の約半数はグループワークである．この豊富な種類からもうかがえるように，それぞれの分類において AL の目的や活動に期待される効果が多様化している．すなわち，AL は学生の主体的・能動的学習に有効だが，導入には母集団や実施内容に対する整合化および適切な選定が必要不可欠である．図 1 に AL の特性分布を示す．調査した AL を活動の範囲と構造の自由度に基づいてそれぞれ配置した．このとき，グループワークの分布に着目すると，主に広域かつ発散的な活動は企画立案や新規性に密接な特性を有する．一方，収束的かつ室内など限定的な条件において実施される活動は知識の定着に有用なグループワークである．

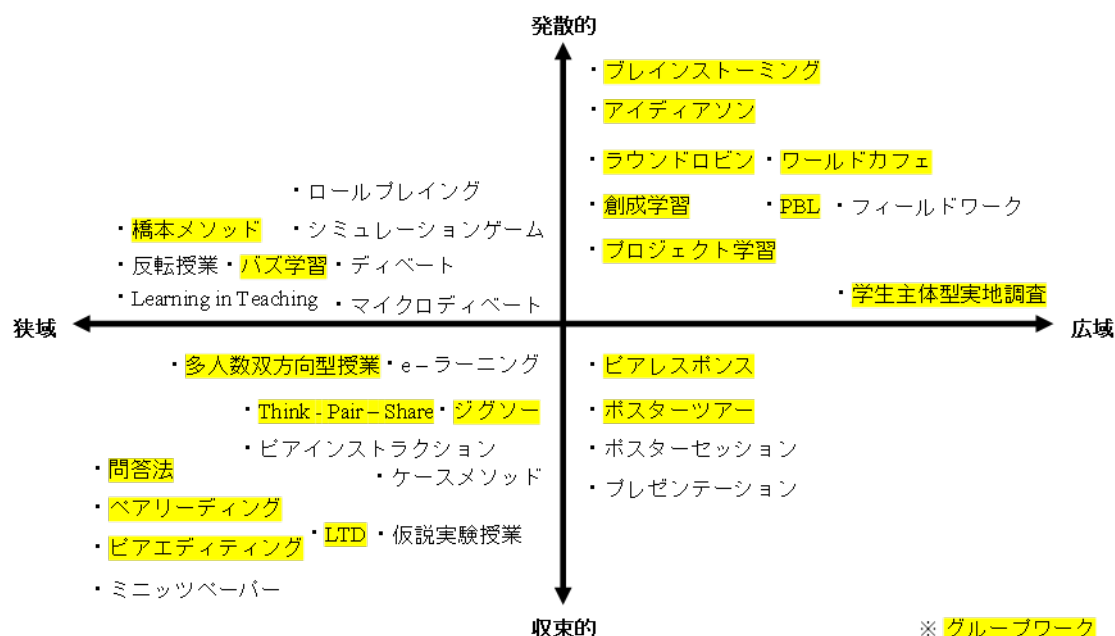


図 1 AL の特性分布

ウェイバー方式で形成されたグループのパフォーマンス
 初めにグループリーダー（立候補・推薦）を選出し，グループリーダーが構成員を決めてゆくといった，プロスポーツチームによるドラフト指名の要領でグループを形成した．そして，グループ活動の成果についてプレゼンテーションを行い，学生および教員がクリッカーを用いてその相互評価を行った．リーダーが立候補によって決められたグループは，ウェイバー方式によって高い意欲を持つと思われるメンバーで構成された．グループの高い受講意欲に関連し，他学生からの高い評価を得ており，受講意欲が学習達成度に結びついていた．一方，リーダーが推薦によって決められているグループは，学業成績優先でメンバーを決定したりコミュニケーションのとりやすさでメンバーを決定したりしている．リーダーが立候補して決定されたグループに対して発表の評価は下回るものの，各評価項目のバランスはよい．中間試験評価も概ね良好である．受講姿勢に問題（頻繁な居眠り）がある学生がリーダーであるグループは，この交友関係重視でメンバーが構成された．聴講者はグループ内で十分な考察がなされていなかったと評価している．中間試験の評価も総じて低く，取組の意欲が発表に現れていた．この後のグループ編成では，中間試験評価を参考に，各グループの成績の均衡を図るため調整を行った．どのグループもプレゼンテーション評価のばらつきは低く抑えられた．また，全員が学習達成度を満足した期末評価であった．しかし，構成する学生の特性（技能，性格特性，行動特性など）を把握し，教育目標の達成に主体的な行動が発現するようなグループ編成の工夫は必要といえる．

能力平均化編成の提唱とその効果

円滑なグループ活動を実現させるため，本研究では新規編成手法として個人の特性・能力に基づく能力平均化編成（Formation of Abilities Averaging: FAA）を提唱した．FAA は，編成の目的に整合した複数の編成指標を設定可能である．この指標は，母集団に対する事前アンケートによって個別に数値化される．また，FAA の編成手順は数学的な考え方に基づいているため，編成条件の変動に対する柔軟性が高いといった長所を持つ．こうして編成された補完型グループの編成において，FAA は編成指標の任意設定による有意操作が可能であるため，心理学に基づいた適材適所の組織編成法である FFS (Five Factors & Stress)理論による編成よりも汎用性

が高い。グループワークの役割指定によって学生の学習意欲の向上が確認されている。また、Think-Pair-Share によって、講義直後の小テストにおける平均点の向上が見られた。学習内容の定着には講義以降の復習が必要である。改良型 FAA の導入においても Think-Pair-Share が正常に機能した。さらに編成指標数が異なる場合においても改良型 FAA は正常に機能し、各チームの特性はそれぞれの編成指標の特性を反映した。チーム編成における取り組み姿勢の考慮は、学生が活動に臨む動機づけに応用可能である。また、この動機づけは他分野の協働活動においても応用の可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

Kodai Saito, Mitsuaki Yamada, Takashi Miura, Tsukasa Sato, Ryoji Onodera, Michiaki Shishido, "Proposal and Evaluation on Formation of Abilities Averaging for Effective Active Learning", Journal of the Institute of Industrial Applications Engineers, (査読有), Vol.7, No.2, 2019, pp.148-155

DOI: 10.12792/JIIAE.7.51

齋藤広大, 本間浩二, 田中陽平, 三浦崇, 宍戸道明, 能力平均化編成による協働的なチームプレーの評価と学習姿勢の重要性, 産業応用工学会論文誌, 査読有, 7巻1号, 2019, pp.32-38

DOI: 10.12792/jjiaae.7.1.32

Michiaki Shishido, Kodai Saito, Mitsuaki Yamada, Tsukasa Sato, Ryoji Onodera, "Effects of an Audience Response System for Peer Evaluations of Student Presentations in an Engineering Ethics Course", Journal of the Institute of Industrial Applications Engineers, (査読有), Vol.6, No.4, 2018, pp.148-155

DOI: 10.12792/JIIAE.6.148

[学会発表](計7件)

齋藤広大, 本間浩二, 田中陽平, 三浦崇, 宍戸道明: "能力平均化編成による協働的なチームプレーの評価", 産業応用工学会全国大会 2018 講演論文集, pp.17-18, 2018.9.13, くにびきメッセ(島根県)

Kodai Saito, Mitsuaki Yamada, Tsukasa Sato, Ryoji Onodera and Michiaki Shishido: Research on Efficient Group Organization in Active Learning, The 6th IIAE International Conference on Industrial Application Engineering 2018, GS11-1, 2018.3.29, Tiruru (Okinawa Gender Equality Center), Okinawa, Japan

本間真也, 齋藤広大, 本間賢人, 宍戸道明: "双方向対話型システムを用いた新規アンケート調査の評価", 第23回高専シンポジウム in KOBE, G-22, 2018.1.27, 神戸高専(兵庫県)

宍戸道明, 齋藤広大, 山田充昭, 佐藤司, 小野寺良二: "技術者倫理教育における学生発表の相互評価とARSの効果", 産業応用工学会全国大会 2017 講演論文集, pp.63-64, 2017.9.22, 九州工業大学(福岡県)

Michiaki Shishido, Kodai Saito, Mitsuaki Yamada, Tsukasa Sato, Ryoji Onodera: Effects of an Audience Response System for Peer Evaluations of Student Presentations in an Engineering Ethics Course, Proceedings of the 5th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2017, pp.434-439, 2017.9.10, Hawaii, USA

本間真也, 山田充昭, 渡部誠二, 宍戸道明: クリッカーを用いた新規授業形態による短期記憶の向上, 平成28年度北陸地区学生による研究発表会講演論文集, p.58, 2017.3.4, 福井高専(福井県)

宍戸道明, 山田充昭, 佐藤司, 宝賀剛, 小野寺良二: 学生応答システムの導入における双方向授業化の効果, 第22回高専シンポジウム in MIE, http://www.suzuka-ct.ac.jp/sympo22/dl/yousi_KEng.pdf, 2017.1.28, 鳥羽商船高専(三重県)

[その他]

学会発表賞受賞, <https://www.tsuruoka-nct.ac.jp/topics/2018/09/20/21168/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 佐藤 司

ローマ字氏名: (SATO, tsukasa)

所属研究機関名：鶴岡工業高等専門学校
部局名：創造工学科
職名：准教授
研究者番号（8桁）：30300528

研究分担者氏名：小野寺 良二
ローマ字氏名：(ONODERA, ryoji)
所属研究機関名：鶴岡工業高等専門学校
部局名：創造工学科
職名：准教授
研究者番号（8桁）：40460331

研究分担者氏名：山田 充昭
ローマ字氏名：(YAMADA, mitsuaki)
所属研究機関名：鶴岡工業高等専門学校
部局名：創造工学科
職名：准教授
研究者番号（8桁）：10300526

(2)研究協力者

研究協力者氏名：三浦 崇
ローマ字氏名：(MIURA, takashi)

研究協力者氏名：本間 浩二
ローマ字氏名：(HONMA, koji)

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。