

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：53401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01003

研究課題名(和文) 高専における制御工学授業内 in situ 型演習がもたらす意識変化について

研究課題名(英文) Consciousness Reformation with "In Situ" Type Engineering Design Experiment in the Control Engineering Education Class of National Institute of Technology

研究代表者

佐藤 匡 (SATO, Tadashi)

福井工業高等専門学校・電気電子工学科・教授

研究者番号：10225964

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では“in situ”型演習教材の開発と演習システムの構築を行うこと、開発した教材、構築した演習システムを用いて実際に演習を行い、演習が意識変化に及ぼす影響について調査・分析を行うことを目的としている。今回試作した演習用教材(移動体)はAVRマイコン基板、モータドライバ基板、センサ基板、ギア付きモータ2個を有し、PCからUSBケーブルを用いてプログラム書き込みが可能である。移動体は上から見てA6用紙1/4の面積に収まり、A6用紙大のオーバルコースをライントレース可能である。今後は演習用教材を受講者人数分作成し演習を行い、演習実施前・後のアンケート調査から意識変化を調査する予定である。

研究成果の概要(英文)：In this study, "In situ" type exercise teaching materials are developed and exercise system is constructed, the developed teaching materials and the constructed exercise system are used for exercises, the influence of the exercise on change in consciousness is investigated and analyzed. The prototype exercise teaching material (moving body) has the AVR microcomputer board, the motor driver board, the sensor board, and two geared motors, and a program can be written from a PC using a USB cable. The moving body fits within the area of A6 paper 1/4 as viewed from above, and it is line traceable on the A6 course oval course. We are planning to prepare exercise teaching materials for the number of students and exercise, and investigate changes in consciousness from questionnaire surveys before and after the exercise.

研究分野：制御工学

キーワード：制御工学 工学教育 in situ 型演習

1. 研究開始当初の背景

本研究では「その場で」「一人一人が」「特別な装置無しで」行うことのできる“in situ”型演習・実験を高専の制御工学授業に導入することを目的とし、そのための制御工学教材開発を行う。子どもの理科離れ、ものづくり体験の貧弱さに有効な「ものづくり教育」の導入も、近年散見される授業と実験（つまり理論と実践）の関連付けが苦手な学生の存在という問題を抱えている。座学と実践の結び付きをより強く印象付けるためには、創成科目の設置に加え、従来の座学の中に実習・実験の要素を盛り込み有機的に結びつける手法が有効である。筆者は電気磁気学授業における“in situ”型演習の取り組みを10年間継続して行っており、その成果を踏まえ本研究を行う。

2. 研究の目的

ものづくり教育が難しくなっている原因の一つとして、子どもの理科離れが指摘され始めて久しく、学校以外でのものづくり経験に乏しい学生が年々増加傾向にある。特に自ら手を動かさなくとも充分に楽しく魅力的な製品が容易に入手できるようになった時代背景も手伝ってか、子どもの遊びにもものづくりの要素が乏しく、ものづくりや道具の使用に不慣れである調査結果の報告もある。これらは工作作業のスキル不足という問題のみならず、理論と実践の意識上の乖離という問題を招く一因になっていると考えられる。座学中心の授業と実践的学習の実験・実習・演習は高専における工学教育の両輪として有効に機能してきた。しかし近年、授業と実験、つまり理論と実践の関連付けが苦手な学生の存在が指摘されるようになった。このような状況に鑑み創成科目の重要性が指摘されるようになり、福井高専（以下本校）電気電子工学科（以下本科）においても低学年を中心としたものづくり教育を充実させてきた。従来の実験・実習・演習に比べ、ものづくりの要素をより多く盛り込み、更に複数週に渡って創成活動を行う点に特徴がある。座学と実践の結び付きをより強く印象付けるためには、創成科目の設置に加え、従来の座学の中に実習・実験の要素を盛り込み有機的に結びつける手法が有効である。このような手法は小・中学校理科授業や企業内教育での導入報告があったが、近年、高専における“in situ”型演習・実験導入の事例として報告がある。以下このような手法を“in situ”型演習と呼ぶ。

筆者は本校本科3年「電気磁気学Ⅱ」授業内で10年間“in situ”型演習を行い、その成果を昨年度「工学教育」誌上に発表した。演習では受講学生全員がスピーカー基本部とエンクロージャの製作を行い期日内に作品化する。作品は評価され電気磁気学Ⅱ評価の一部となる。図1に作品例を、図2に本演習

習の流れを示す。

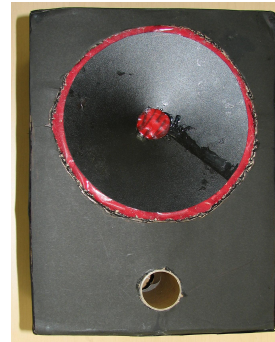


図1 作品例

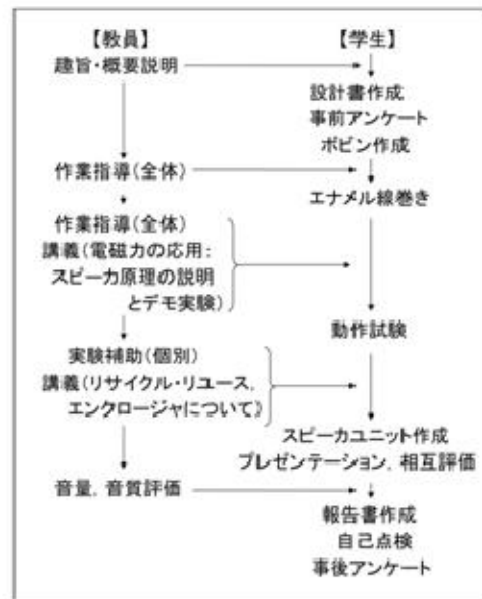
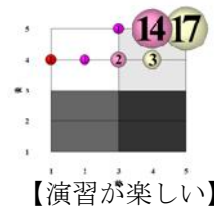
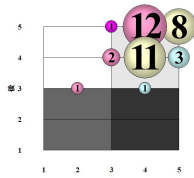


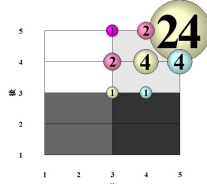
図2 本演習の流れ

平成20年度から“in situ”型演習実施前・後の意識変化を調査している。調査データは事前・事後回答の組み合わせで分類している。横軸を事前アンケート回答、縦軸を事後アンケート回答（共に5ポイント評価数値）としたグラフを用い、データは2軸の目盛線交点にマーカでプロットする（図3）。5ポイント評価における1～3の回答は否定的回答であり数値が小さいほどその傾向が強いことを示す。3～5は肯定的回答であり数値が大きいほどその傾向が強いことを示す。従って、事前→事後における回答の変化、すなわち意識変化は、事前・後アンケート回答の組み合わせがグラフ上のどの領域にプロットされるかによって分析できる。結果は次のようになった。

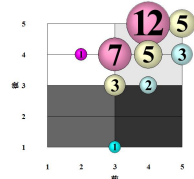




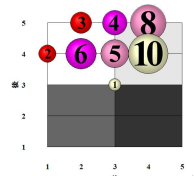
【演習後も作りたい】



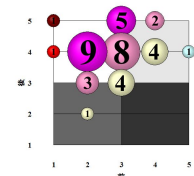
【演習あると良い】



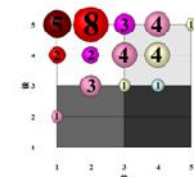
【ものづくりに就職】
図 3① 肯定維持傾向



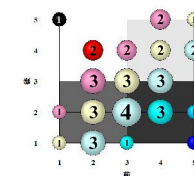
【スピーカーの仕組み】



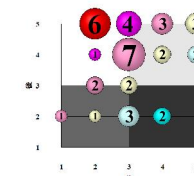
【磁気学と実際】



【コスト・リサイクル】
図 3② 肯定維持+肯定変化傾向



【設計通り作れる】



【先輩と同程度】
図 3③ 分散傾向

“ in situ” 型演習を楽しく感じ、ものづくり関連に就職したいと思う気持ちは肯定傾向で変化無し、工学的仕組み・成り立ち、座学の応用についての理解やコスト・リサイクル意識は肯定傾向では変化無し、否定傾向は肯定傾向に変じる効果が見られる。これらは全て演習の目的である「理論と実践を意識の上で結び付ける」に関連した項目である。更に設計通りにものを作る難しさ、先輩の作品と同程度の作品を作れるという意識の変化は、個人差が大きいことが判る。

これらの結果を踏まえ、本研究では電気磁気学以外への“ in situ” 型演習適用範囲の拡大を図る。適用対象科目は次の条件を満たすものを選ぶ。まず、その科目の性質上抽象的概念での議論が主になる科目であり、従って具体例を体験することの意義が大きい科目とする。次に、本学科の専門性に沿った演習教材の開発が可能な科目であり、従って演習内容そのものが電気工学関連知識を必要とするものでなければならない。また、前項に加えて、本学科だけでなく複数の学科の専門と関連する科目であることが望ましい。なぜならば、演習への取り組みが専門外の分野へ適用可能と知ること、演習後の発展的取り組みに期待できるからである。

以上の条件に鑑み、本研究では“ in situ” 型演習を制御工学に導入することを目的とする。この際、特に分散傾向の見られた「設計と製作の関連」について留意する。制御設計においては既知の制御対象に対する設計が一般的であるが、本研究で提案する演習教材では制御対象と制御器を同時に設計する、いわゆる『統合化設計』の手法を取り入れる。また、同じく分散傾向の見られたリファレンスとの比較にも留意し、リファレンスの設計・製作過程の詳細なレクチャーを事前に行う。工学デザイン演習は複数の高度な専門知識という前提が必要である点に特に留意して演習システムの開発を行う。

高専の制御工学授業における“ in situ” 型演習導入事例の報告はなく、筆者の低学年への導入経験から、理論と実践を意識の上で結び付ける効果は高いと予想される。

3. 研究の方法

・ハードウェアの開発

当初はチェビシェフリンクを基本とした4足歩行機構をベースに6足歩行機構を採用する計画であった。しかし試作を行った結果、特に小型化する場合にリンク機構は強度の確保が難しく、演習用教材として用いるとトラブルの原因となり兼ねないことが分かった。制御工学に“ in situ” 型演習を導入することが本研究の主目的であり、リンク機構の学習はあくまでも付加的であることから、“ in situ” 型演習教材の移動機構を車輪式とすることが適当であると判断するに至った。

制御器設計を行い、更に設計した制御

器を実現するデジタル制御回路の設計を行う。演算処理装置は簡便のため USB インターフェイスを内蔵したものを選定する。基板加工機を用いた機構部パーツの削り出しを行う。基板加工機を用いて制御基板作成を行い、これに部品を実装する。小型・軽量化のためチップ部品を用いる

制御基板を機構部に組み込み、設計したデジタル制御器を実現するプログラミングの開発を行う。演算処理装置にプログラムの書き込みを行い、試作機の有効性を検討する。

“in situ”型演習は、「各自が」「その場で」行うことを基本としている。従って、例えば教室の学習機の上で十分に演習可能なものであることが望ましい。これが本研究における演習教材をミニモータを用いるマイクロマシンに設定した理由の一つである。演習・実験は教材の組立てだけでなく、プログラミングと実装、教材の動作確認まで学習機の上で行えるものでなければならない。そのためには手順等を詳細に説明した実験書が不可欠であり、これを製作する。この際、紙媒体とデジタルコンテンツの2種類を作成する。しかし実験書だけでは説明が不足する箇所がある。例えば、制御器のパラメータ設定による実機動作の差異などは、言葉や時間応答図だけではイメージを掴み難い。また、組み立て作業等も動画による説明があればトラブルを防ぎやすい。これらを目的としたレクチャー動画作成を行う。

作成した教材とシステムを用いて実際に“in situ”型演習を行い、演習前・後の意識変化を調査する。これにより得られたデータを分析し、本研究で試作した演習システムの効果を検討する。

4. 研究成果

初年度は申請時研究計画に従い“in situ”型演習教材の試作と検討を行った。AVR マイコン、小型モータ2個、モータドライバ回路、センサ回路を全て含み、機体上部から見てA4用紙縦横5分の1より小さい機体を試作した。試作機のセンサ入力に応じてモータの回転・停止を制御することを確認した。試作により課題が明らかになった。試作機に使用したアクチュエータはマイクロモータ2個搭載のミニギアボックス(27×32×11[mm])であり、マイコン基板はAVRマイコンTINY167搭載の19[mm]×26[mm]のものを用いたが、どちらも国内で入手が容易でない。試作にあたってはまず小型化を再重要視したが、演習用教材として用いることを考えると、メンテナンスの観点からパーツを入手しやすいものに置換すべきである。次に移動機構であるが、リンク機構を用いた場合、特に小型化する場合に強度の確保が難しく、演習用教材として用いるとトラブルの原因となり兼ねないことが分かった。制御工学に“in situ”型演習を導入することが本研究の主目的であ

り、リンク機構の学習はあくまでも付加的であることから、“in situ”型演習教材の移動機構を車輪式とすることが適当であると判断するに至った。2年目はこれらの課題を踏まえ、より汎用なパーツで試作機と同等性能を持つ、プログラミング可能な車輪型小型移動体の試作を行うこととした。複数のマイコンボードおよびモータドライバ基板を用いて検討を行った結果、より汎用性の高い、入手容易なものを用いて移動体を構成することができた。



図4 マイコンボード

制御基板を機構部に組み込み、設計したデジタル制御器を実現するプログラミングの開発を行った。演算処理装置にプログラムの書き込みを行い、センサとモータの連動等、試作機の動作を確認した。初年度試作機と同等の性能を有しつつ、より入手が容易なパーツに置換することができた。製作過程そのものを演習に取り入れる場合、組み立ての難易度設定が問題になる。特に超小型モータと基板の接続については、コネクタを利用する方法、基板に圧着させる方法、基板に予め装着しておく方法など複数の方法を検討した。これについては結論が出ず、課題が残った。



図5 センサ回路

試作した演習用教材である移動体はAVRマイコン基板、モータドライバ基板、センサ基板、ギア付きモータ2個を有し、PCからUSBケーブルを用いてプログラムの書き込みが可能である。移動体は上から見てA6用紙1/4の面積に収まり、A6用紙大のオーバルコースをライントレース可能であることを確認した。

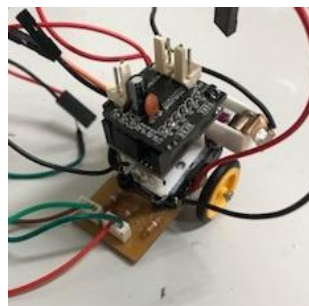


図6 試作機

試作機と PC またはタブレット，最小!6 サイズのコースを用いることで演習が可能であることから，制御工学の授業を行っている端末室において「その場で」「一人一人が」演習を行えるので，“ in situ”型演習を制御工学に導入することが可能である．試作した演習用教材を受講者人数分作成すること，演習用教材を用いて演習を行い，演習実施前・後のアンケート調査から意識変化を調査することが今後の課題である．

作成した教材等は地域の小・中学校の理科教員，技術家庭担当教員等に提供し感想を頂くことを考えている．また，公開講座を開催し，地元中学生を対象に本研究で開発した教材を用いた組み込みシステムに関し公開する予定である．

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 0 件)

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1)研究代表者

佐藤 匡 (SATO, Tadashi)

福井工業高等専門学校・電気電子工学科・教授

研究者番号：10225964

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

なし