

科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：55301

研究種目：奨励研究

研究期間：2020～2020

課題番号：20H00850

研究課題名 ロボティクス技術者育成を目的とした低学年時からの興味喚起教材に関する研究

研究代表者

久保田 絢香 (KUBOTA, AYAKA)

津山工業高等専門学校・技術部・技術職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 340,000 円

研究成果の概要：本研究では、学生へ制御に対する興味を抱かせることを目的として、制御学習において必要不可欠な知識の一つである一次遅れ系に関する教材を開発した。具体的には、一次遅れ系の代表的なモデルであるRC(抵抗 - コンデンサ)回路及びRL(抵抗 - コイル)回路におけるステップ応答の電圧計測を行う教材である。この教材を用いて学生に実習を行い、制御に対する意識の変化のアンケート調査を行った。調査結果より、開発した教材が一次遅れ系の理解を深めるのに役に立ったと全員が回答していた。しかし、制御工学へのつながりに関しては、持てた学生もいたが持てなかった学生もいた。したがって、学習支援システムに対する工夫が必要だといえる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一次遅れ系を観測するためにRC回路・RL回路の電圧測定を行う実験装置は既に存在する。しかし、スマートデバイスと連携させて自動で計測結果をグラフ化できる教材は販売されていない。さらに、単元理解だけでなく制御学習へのつながりに重点を置いた学習支援システムはあまり例がないため、新奇といえる。今回の学習支援システムにより制御に興味を抱いた学生が、社会でロボティクス技術者として幅広く活躍し、技術革新へ大きく貢献することが期待できる。

研究分野：メカトロニクス教育学

キーワード：興味喚起教材 ロボティクス技術者育成 高専教育 学習支援 制御学習 RC回路 RL回路 スマートデバイス

1. 研究の目的

- (1) 制御学習において必要不可欠な基礎知識の一つである一次遅れ系に関する教材を試作することで、制御に対する学生の興味を喚起させるシステムを構築する。
- (2) 試作教材を用いた実習の実施後に学生へのアンケート調査を行い、試作教材が学生に与えた影響を明らかにする。

2. 研究成果

(1) 一次遅れ系に関する教材の開発

一次遅れ系の代表的なモデルである RC(抵抗 - コンデンサ)回路及び RL(抵抗 - コイル)回路に関する教材を開発した。

1 開発した教材の流れ

開発した教材の動作の流れは以下のようになる(図 1)。

- 1) タブレット上で電圧測定開始ボタンを押す。
- 2) サーバ用マイコンはタブレットから送られた測定開始の指示を受け取り(2a)、電圧測定用マイコンに測定を指示する(2b)。
- 3) 電圧測定用マイコンはその指示を受け取ると、接続されている被測定回路(RC 回路または RL 回路)に 5V 電圧を印加し(3a)、素子に加わる電圧の変化を計測する(3b)。
- 4) 電圧測定用マイコンは計測した電圧値を計測 ID・被測定回路の種類(RC または RL)・測定開始からの相対時刻とセットで、クラウド上に保存する。
- 5) タブレットはクラウドに保存した値を取得してグラフ化処理を行い、グラフを表示する。

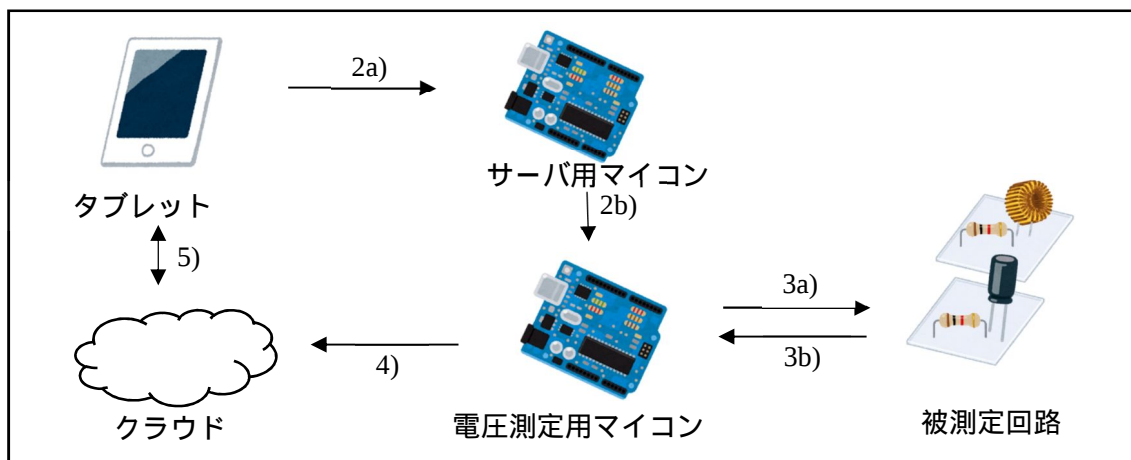


図 1. 開発した教材の流れ

開発した教材各部

1) 測定回路部

基板上に電圧測定用マイコン及びサーバ用マイコンを搭載した(図 2)。

電圧測定用マイコンでは、被測定回路の素子に加わる電圧の計測と計測結果のクラウド上への保存を行う。

サーバ用マイコンでは Web サーバを動作させ、タブレットのブラウザを利用して教材の操作インターフェースを提供するとともに、電圧計測用マイコンの動作をコントロールする。



図 2. 測定回路

2) 被測定回路部

RC 回路(図 3)と RL 回路(図 4)の 2 種類を作成した。当初の計画では、被測定回路は受講者がブレッドボードに組み立てる予定であった。しかし、保護回路や計測関連の回路といった一次遅れ系を構成する部分以外の要素が多くなり、本来の目的である一次遅れ系に関する知識習得に集中できなくなる恐れが出てきた。一次遅れ系を構成する素子以外の部分は予め基板として準備し、コンデンサ・コイル・抵抗の部分のみをブレッドボード上で組み立てる形式とした。

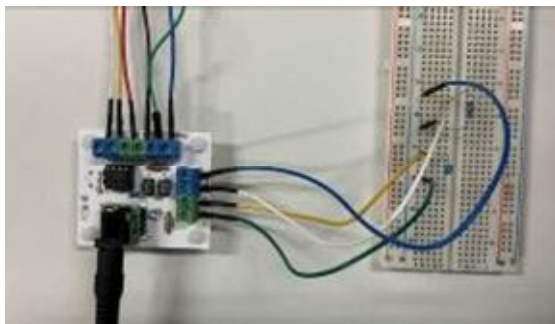


図 3. RC 回路

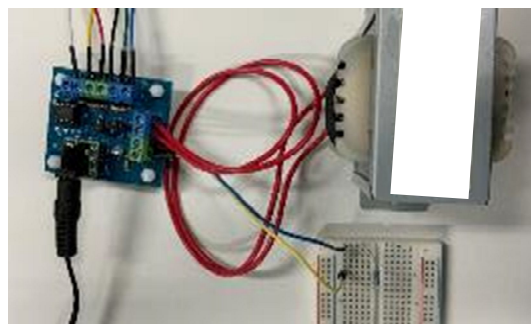


図 4. RL 回路

3) ソフトウェア部

電圧測定開始の指示(図 5)や、クラウド上に保存した計測結果を確認するスマートデバイスとしてタブレットを用いた。本システムは計測結果をクラウド上に保存するシステムのため、被測定回路の抵抗値等を変えた測定や、被測定回路の種類を変えた測定など、新しい条件で計測を行うたびにデータの蓄積が可能である。また、クラウド上に保存した値をそのまま表示するだけでは変化が視覚的にわかりにくいので、グラフ化して電圧変化の様子を容易に確認できるようにした。

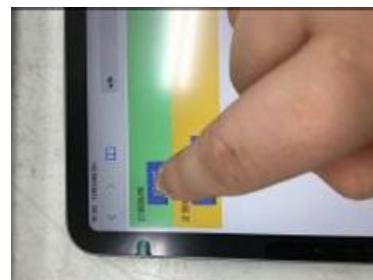


図 5. 操作の様子

教材を用いた測定

一例として、抵抗 $47k\Omega$ ・コンデンサ $10\mu F$ を用いた RC 回路におけるコンデンサ間の電圧の測定結果を示す。このグラフは、グラフ上のプロット点に触れると時間と電圧を表示する仕組みになっている。例の素子条件では、時定数は $0.47s$ となる。今回の実験では $5V$ を印加しているため、時定数の時の電圧は理論上 $3.16V$ となる。しかし、グラフでは $3.12V$ となっており、多少の誤差がみられた。ただし、抵抗は許容誤差が $\pm 1\%$ の素子、コンデンサは許容誤差が $\pm 10\%$ の素子を用いているため、時定数がおおよそ $0.419s$ から $0.522s$ の間で変動すると考えられる。また、コンデンサ間の電圧が $3.16V$ の時の時間が $0.48s$ となっているため誤差の範囲内と考えられる。

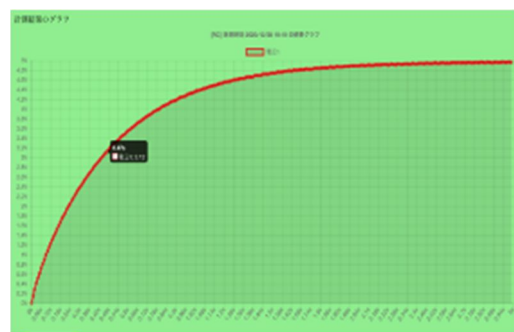


図 6. RC 回路での電圧変化のグラフ

(2) アンケート調査結果

開発教材を用いた実習を 1 時間程度行った。実習内容としては、一次遅れ系に関して簡単に説明を行った後、2 人 1 組で開発教材を使用させるものである。

まず、教材を使用した感想では、全員が「楽しかった」もしくは「少し楽しかった」と肯定的な回答していた。さらに、教材が一次遅れ系に対する理解を深める役に立ったかという質問では、全員が「役に立った」と回答していた。さらに、教材の良かった点における記述で、「配線とかがゴチャゴチャしてなくて、見たときに受け入れやすい」という回答している学生がいたことから、一次遅れを構成する基本素子以外の素子及び配線を基板上に固定した効果がみられた。

しかし、今回の主目的である制御工学に関しては(表 1)、「つながりを持てた」と回答した学生もいたが、「つながりを持てなかった」と回答した学生もいた。さらに、制御工学に対する興味(表 2)では、半数の学生が「興味を持てなかった」もしくは「普通」と回答していた。否定的意見の学生は、記述で「正直ピンとこなかった」「どのようにつながるかちょっとわかりにくかった」と回答していた。このことから、もう少し制御工学へのつながりの部分に具体性を持たせる必要があるとわかった。

今回の結果から、学習システムが全員に効果がみられるわけではないと分かったので、より多くの学生に効果がみられるようにさらなる工夫を行いたい。

表 1. 制御工学へのつながり

A さん	少し持てた
B さん	あまり持てなかった
C さん	持てた
D さん	持てた

表 2. 制御工学への興味

A さん	持てた
B さん	あまり持てなかった
C さん	普通
D さん	少し持てた

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1．発表者名 久保田絢香
2．発表標題 制御に関する実習教材の開発
3．学会等名 総合技術研究会2021東北大学
4．発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------