

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 9 月 29 日現在

機関番号：51303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501233

研究課題名(和文)シーケンス制御教材を用いた国際出前授業の推進

研究課題名(英文)Promotion of international Delivery lecture using sequence control kit

研究代表者

矢島 邦昭(YAJIMA, KUNIAKI)

仙台高等専門学校・情報ネットワーク工学科・教授

研究者番号：90259804

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：シーケンスの基本から応用までの実験キットの開発を行うことができた。開発した実験キットを短期の海外研修生に利用してもらい、その可能性を確認することができた。  
e-learningコンテンツに関しては、日本語、英語を準備し、日本人学生、海外研修生に利用してもらい、実験キットの連携を確認することができた。  
実際の国際出前授業の実施とその成果の確認までは達成できなかったが、その足掛かりとなるタイのモンクット王工科大学ラートクラバン校の教員に実験システムを公開することができ、今後の連携を確立することができた。

研究成果の概要(英文)：We developed the learning kit of sequence control from basic to expert technique. We applied this kit to short-term exchange student, we were confirmed to confirm its possibility. We prepared Japanese and English e-learning contents. And we applied these contents to Japanese students and exchange students. We could confirm the good relation of contents and development kit. Unfortunately, we couldn't be achieved that implementation of the international lecture. But we could exposed the this kit to King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. We were possible to establish future's cooperation.

研究分野：e-ラーニング教材

キーワード：Web教材 e-ラーニング教材 ネットワーキング マルチメディア シーケンス制御

### 1. 研究開始当初の背景

オムロンより各高専にシーケンスの基本実験キットが寄贈され(平成20年)、**全国高専に共通の実験機材**が存在している。キット内には標準の実験項目がテキストとして添付されているが、高専における既存のシステムとの競合や担当教員の不足から、必ずしも有効利用されていない。高専の機構本部でも、シーケンス制御の重要性は認識されており、教材の開発や標準化がすすめられているが、具体的な教材の提示やカリキュラムに関してはまだ終わっていない。

就職後に必要とされるシーケンス制御の標準教材の開発は必須であり、企業からも切望されている。そこで、基本キットを用いた**シーケンス制御実験の標準教材の開発、eラーニング教材の開発を行い、高専全体で利用できる教材を開発し、提供する**。基本実験キットでは実習が困難である**位置決め制御用シーケンス実験装置を開発し、**応用実験に対応できるように PLC(Programmable logic controller)とホスト PC を用いたシーケンスプログラム開発から実装までを一貫して行う。

### 2. 研究の目的

オムロンより全国の高専にシーケンスの基本実験キットが寄贈されたが、標準となる教材が開発されておらず有効利用されているとは言えない。このキットをシステム化しビルドアップし、**シーケンス制御の標準教材の開発**を行う。標準教材を拡張し、シーケンス制御実験での自由課題の指針となる発展型の教材として、位置決め制御を実現する**位置決め制御用シーケンス制御実験装置**を製作する。製作したシステムを用いて**国際交流での海外研修員向けテーマを開発**する。さらに、海外の本校提携校と連携を図り、**シーケンス制御の国際出前研修システム**を展開することを目的とする。研修用のシーケンス実験装置は卒業研究や専攻研究で製作、試行実験し、実際に授業等で使用し、その効果を評価し検討する。

### 3. 研究の方法

(1) シーケンス制御の標準教材の開発とeラーニングシステムの開発、および学生によるシーケンス制御実験テーマの開発

本研究の基礎となる教材開発に取り組む(図1の破線部分)。実験実習装置を有効に

活用できるようにオムロンより提供されたキット対応のeラーニングコンテンツを作成する。本校電子制御工学科の5年生に対し、コンテンツを活用し授業を行う。学生により下級生でも理解できるシーケンス実験回路を設計・製作の実習により、基本的なシーケンス実験テーマを開拓していく。修学度を調査するために、簡単なアンケートと試験を行う。

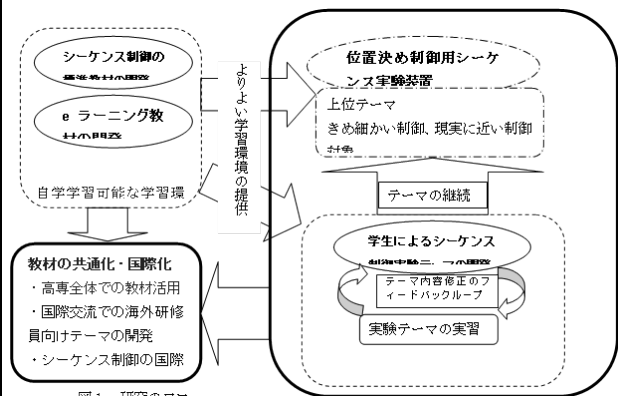


図1 研究のフロー

(2) アンケート調査によって得られた基本教材の修正を行い、さらに学生により提案された実験テーマと図2に示す位置決め制御用シーケンス実験装置を提携校留学生のテーマとして活用し、実験テーマの国際化に取り組む。制御プログラムで必要となるラダー図、SFCに対応した開発環境を準備し、PLCによる位置決め制御実験装置を開発する。ボールねじの位置決め制御のみでは、制御対象として理解が難しいため、ボールねじの構造を用いたエレベータ制御装置の開発にも取り組む。開発環境の国際化を考慮し、基本実験で使用したPLCの上位機種とA/D入力装置、エンコーダ、パラメータパネルなどをシステムに組み込む。

開発したシステムによる出前授業の可能性を確認するため、海外留学生、学生による利用の評価を行う。

### 4. 研究成果

#### 4.1 教材キット

本研究ではシーケンス制御の基本であるリレーシーケンスと現在主流として使用されているPLCシーケンス制御の学習キットの開発を行った。

リレーシーケンスは、オムロンより寄贈された基本キットでも可能であるが、学生への調査から、リレーシーケンスとPLCによる位置

制御実験において、制御対象物が同じシステムのほうが制御の正確さ、速度における違いをより明確知ることができるという意見から、1つのシステムによる実験キットの開発を行った。

開発した実験システムは、国内外での公開講座での使用を想定し、持ち運びや収納を容易とした。また、講座の教材として配線やセンサの取り付け位置が一目でわかるように、キット本体をアクリル板による構成とした。位置決め制御の実験であるが、受講者が興味を持ち、シーケンス制御の目的を持って取り組めるように競技性、ゲーム性を持たせた。

開発したシステムは 30 cm x 90 以内の大きさとし、実験終了後には2つのケース内に収まるように、実験システムの分離収納が簡単に行えるようにした。

開発した実験システムでは、ゲームの題材としてボール補給ゲームとした。上部より投下したボールが3段のピンによりランダムに盤を転がり落ちる中で、下部にあるバスケットにてボールをキャッチする。下部のバスケットの制御に位置制御シーケンスを用いる。制御方法には、パルス制御（移動量制御）、位置センサ制御（センサ検出）とした。制御方法には、ON/OFF 制御、PI 制御、PWM 制御と数種類の制御方法を準備した。

下部のバスケットの位置制御情報として、上部にある盤の3つの溝にセンサを取り付け、センサ情報により、落下する位置へ移動する。センサを取り付ける位置と用いる制御方法により、システムの構成の自由度を与えた。また、ボールも金属製以外に、プラスチック製を準備しており、使用するセンサの自由度を与えた。



図2 開発したピンボールゲームシステム

図2に開発したシーケンス制御学習キット

を示す。写真では、近接センサによる情報から位置決め制御を行っている例である。

ボールの種類、使用センサの種類、ボール盤の傾きにより、問題設定の自由度が非常に高い。

これにより、受講する学生のレベルに合わせて問題設定が可能となる。

PLCでの制御にタッチパネルを用いたオンライン制御を可能とした。センサ情報を用いなし制御方法を確認することができる。また、実際の製品等で用いられているインターフェイスのデザインが可能とである。

これらのことから、実際の製品開発を意識した実験システムの開発を行うことができた。

#### 4.2 Web コンテンツ

シーケンス制御の学習をする学生は初学者から知識がある人など様々である。

学習者の理解度に合わせて難易度別のコンテンツを作成した。

国内外での利用を考慮し、コンテンツは日本語版と英語版を作成し、海外の学生でも学習しやすい環境の提供を目指した。

コンテンツはインターネット環境があればPCやタブレットを使用し、どこでも簡単にいつでも学習できるWebコンテンツとした。

コンテンツを見るだけでなく、e-learningによる学習環境を提供した。e-learningの特徴を活かし、紙媒体のテキストと違いWebコンテンツでは、アニメーションなどを使用した受講者が理解しやすい内容とした。

確認テストは、選択問題、記述、並べ替えなどクイズ形式の問題を作成した。学習者には自分の学習到達度を簡単に確認できることにより、受講者の進度に合わせて学習が可能となった。

シーケンス制御の基本であるリレーシーケンスはe-learningで学習し、PLCシーケンスの学習にはe-learningの学習とキットを使用した実習を繰り返して学習できる環境を提供することができた。このような様々な条件で学習できるキットにすることにより、PBL対応の学習を行う。

#### 4.3 PBLの検討

PBL(Project Based Learning)とは課題解決方学習のことである。学習は教員が学生に教えるのではなく、主に学生が自主的に学習を行うことを目的とした学習法である。学生はいくつかのグループに分かれ学生同士の話

し合いを主体に、自らの考えで問題解決に取り組む。本研究でもこの学習方法を取り入れることにより学生が意欲的、クリエイティブな学習をすることを目的とする。例えば、グループで学習をしてもらい、センサの位置、個数や位置決め制御装置の設定、ボールの速度など、それぞれ考えた条件でキットの設定をしてもらう。その設定したキットを使用してピンボールゲームを行い、どのくらい捕球に成功するかなど、ほかのグループと競い合いながら学習する。このような学習法により、シーケンス制御に興味を持ち、学生の学習意欲向上を成し遂げることができたと考える。

#### 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 3 件)

1. 71. Toshiki TAKAYAMA, Youta IISHIBA, Kuniaki YAJIMA, Junichi SUGAYA: Develop on Sequential Control Kit for exchange students, 8th ISEM '13-Sendai(2013.Nov)

2. シーケンス制御教材キット PBL 対応の検討、高山敏生, 矢島邦昭, 菅谷純一、平成 26 年度東北地区高等専門学校専攻科産学連携シンポジウム、T14 - P2 - 22(2014.12)

3. 高山敏生, 矢島邦昭, 菅谷純一: シーケンス制御 実験コンテンツの開発, 第 20 回高専シンポジウム in 函館, D-2 (2015.1.10)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

仙台高専・情報ネットワーク工学科・教授

矢島邦昭 (YAJIMA, Kuniaki)

研究者番号: 90259804

##### (2) 研究分担者

仙台高専・ICT先端開発センター・准教授

菅谷純一 (SUGAYA, Junichi)

研究者番号: 30154454

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号: