

# シーケンス制御学習システムによる実践教育

横山 正春\*・日高 良和\*\*

## Proposition of Sequential Control Education by Using Programmable Logic Controller

Masaharu YOKOYAMA\*, Yoshikazu HITAKA\*\*

**Abstract :** Sequential control is the most commonly used control production plants. Therefore, for students graduating from KOSEN, the sequential control study is important. This paper proposes the sequential control education by using Programmable logic controller (PLC), which is equipped with motors and lamps. This education method aims a learning of outline of the sequential control. Students are able to learn enough about the sequential control.

**Key words :** sequential control, programmable logic controller, engineering education

### 1. はじめに

電気工学科では、5年次にPLCを搭載したシーケンス制御学習システムを活用して制御工学実験を実施している。この実験は、アクチュエータ・センサなどに関するハードウェア技術およびプログラムに関するソフトウェア技術など総合的な制御に関する知識と技術が必要となる。学生は実験に取り組みながら、技術者として必要な「問題解決能力」と「コミュニケーション能力」の向上と、ものづくり現場において即戦力として活躍することを目指す。

本稿は、シーケンス制御学習システムを活用した制御工学実験について報告する。

### 2. シーケンス制御学習システム

#### 2.1 シーケンス制御

シーケンス制御<sup>1)</sup>とは「あらかじめ定められた順序、または、一定の論理によって定められた順序に従って、制御の各段階を逐次進めていく制御」であると定義されている。

(西暦2011年12月22日受理)

\* 宇部工業高等専門学校 技術室

\*\* 宇部工業高等専門学校 電気工学科

シーケンス制御は、生産設備などの自動化に利用されているもので、近年のマイクロコンピュータの発達により、ソフトウェアによってシーケンス制御を実現するプログラマブルコントローラ (PLC: Programmable logic controller)<sup>2) 3)</sup><sup>4)</sup> が出現し、生産設備などの制御に利用されている。

#### 2.2 学習システムの概要

シーケンス制御学習システムは、写真1に示すコンベア機材、PLC、Windows PCで構成されている。コンベア機材は、主に電源と入力機器である押しボタンスイッチおよび光電センサ・近接センサ、出力機器である表示灯およびコンベア用ACシンクロナスモータが搭載されている。

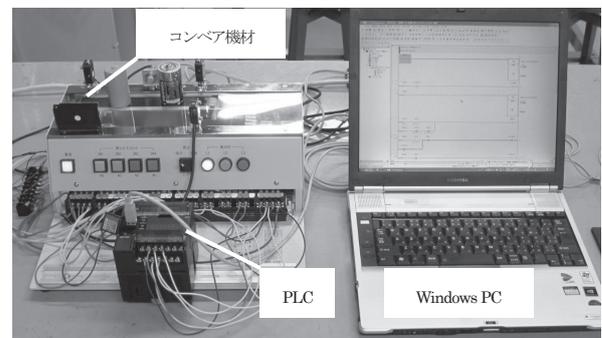
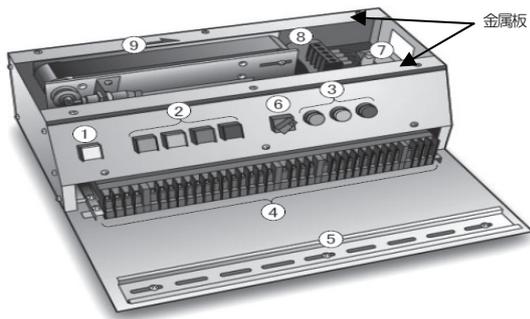


写真1 シーケンス制御学習システムの全体図



- ① 電源スイッチ・表示灯
- ② 照光押しボタンスイッチ
- ③ 表示灯
- ④ 配線用端子
- ⑤ DIN レール
- ⑥ コンベア自動・手動切換え
- ⑦ 回路保護用ブレーカ
- ⑧ 電源 (DC24V)
- ⑨ コンベア

図1 コンベア機材 (オムロン社製 K96-FAB)

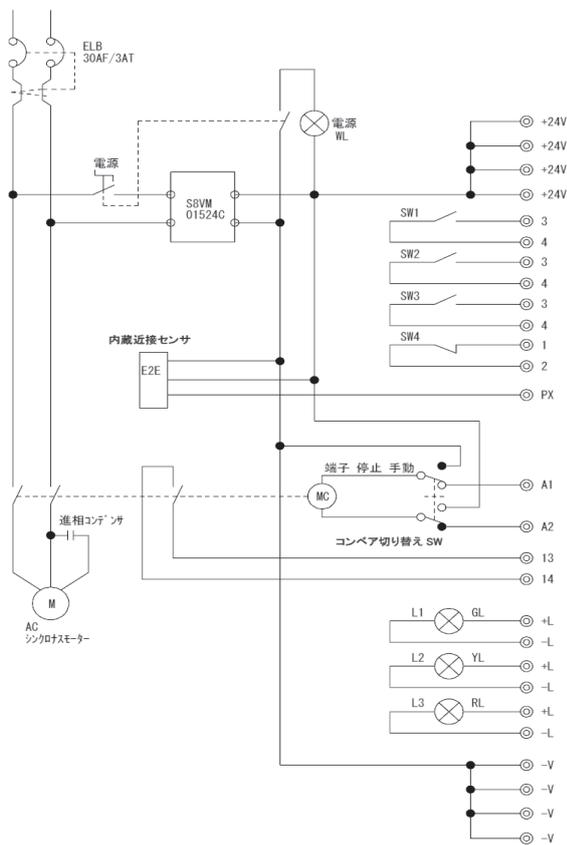


図2 コンベア機材の回路図

図1は、オムロン社製のコンベア機材であるK96-FABの概要を示す。図中の番号は部品の名称を示している。⑨のコンベアの両側に設置されている金属板はマグネットがついた光電センサ・近接センサなどを簡単に装着できるように工夫されている。⑤のDINレールは各種制御部品の設置に利用されているもので、今回はPLCを設置した。図2は、コンベア機材の回路図である。

### 2.3 PLCの概要

PLCとは、マイクロコンピュータを利用したシーケンス制御専用の制御装置である。生産現場において設備のメインのコントローラとして導入されており、リレーシーケンスにかわって幅広く利用されている。PLCは、プログラミングにより複雑な制御も容易に構築が可能であり、汎用性が高いため、装置の標準化が容易にできる。また、さまざまな外部機器とネットワーク接続できることが特徴である。マイクロプロセッサが搭載されており、入出力機器を接続するためのインタフェース、タイマ機能、カウンタ機能、A/D変換機能、パルス信号出力機能、補助リレー機能、時計機能などを内蔵している。

PLCでは、システム全体の動作の流れを見るため、動作の順を追って描かれた回路図であるラダー図と呼ばれるリレー制御回路をソフトウェアで構成したプログラム言語を用いてプログラミングを行う。これによって従来のリレーシーケンスと同じ動作の制御を行うことが可能である。実験では、写真2に示すオムロン社製のPLCである形CP1L-L14DR-DおよびWindows PCとプログラミングツールであるオムロン社製のCX-Programmerを用いた。



写真2 PLC (オムロン社製 形CP1L-L14DR-D)

### 2.4 PLCの構成

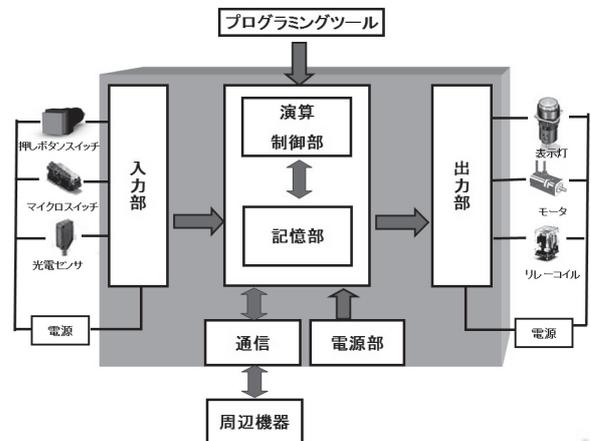


図3 PLCの構成図

PLCは、図3に示すスイッチやセンサなどの入力機器を接続する入力部、ランプやモータなどの出力機器を接続する出力部、演算制御部、記憶部で構成されている。ユーザプログラムと入出力機器のON/OFF信号は、記憶部に保存される。入出力部は、フォトカプラで絶縁されており、電気的外乱の侵入を防いでいる。入出力部のON/OFF信号をユーザプログラムで取り扱えるようにするには、あらかじめPLC内のI/Oメモリのアドレスに割り当てておく必要がある。これをI/O割付と呼び、このI/O割付情報をもとにプログラムを作成する。運転を開始すると、プログラミングされた制御内容に従って出力機器が制御される。図4は制御システムを構築する手順を示す。

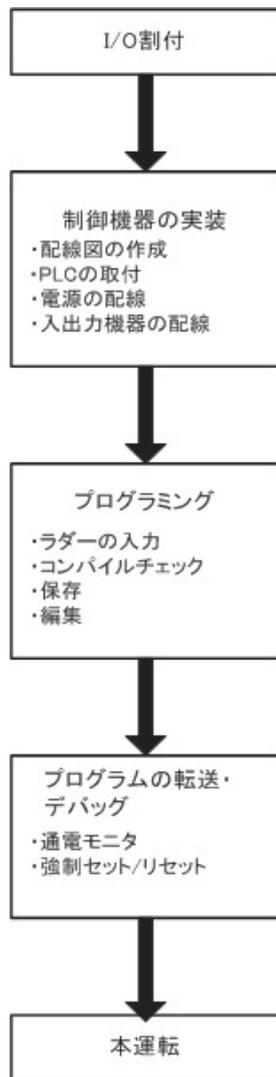


図4 制御システムの設計から運転までの工程

### 3. 制御工学実験の概要

本実験は、平成23年度より新規に開始されたテーマである。1班5名の4班編成で7回実施する。教員1名と技術職

員1名が指導する。実験の目的は、シーケンス制御に関する基礎知識とセンサやアクチュエータの使用法およびプログラミングの手法を習得する。実験のスケジュールを表1に示す。

表1 制御工学実験のスケジュール

週	実験内容
1～2	ガイダンス
3	PLCの各要素とその役割と機能
	プログラムの基本命令と入力方法
	論理回路、自己保持回路、インターロック回路
4	タイマ命令、カウンタ命令
	光電センサと近接センサの検出原理と構造
5～7	実践課題

最初に、ガイダンスでシーケンス制御に関する基礎知識と制御機器について学ぶ。その後、課題に取り組みながらPLCによるシーケンス制御の手法やプログラミングの手法について学ぶ。

最後に実践課題はシーケンス制御により、以下に示す(1)から(4)の動作を実現させることである。

- (1) 金属と非金属のワークをコンベアで搬送する。
- (2) 金属のワークはコンベアを止めてコンベア上から手で排出する。
- (3) 非金属のワークは、コンベア端まで搬送する。
- (4) 搬送した非金属のワークの数が3個になったら設備は停止し、初期状態となる。

実践課題では、学生の自主性を重視し、学生間で技術的なコミュニケーションを取りながら、設計・製作・評価などの一連の作業の計画を立て課題に取り組む。マニュアル通りにやれば実現できるというのではなく、自分の頭で考え、班員で協力しなければ解決できないものが含まれる。問題解決能力の育成のために、敢えてアドバイスを行わない。学生たちは試行錯誤をしながら、問題解決に至るまでの手段を見つける。

この結果すべての班で、実践課題の動作を実現することができた。学生たちは、班内で役割分担を決め、学生間で歩調を合わせながら、積極的に実験に取り組む姿勢が見受けられた。実験中に傍観者となる学生はいなかった。また、実験時間外に希望する学生に対して、実験室を解放し自学自習のための環境を提供することにより、学習意欲の維持と向上を図った。写真3と写真4は実験の様子である。

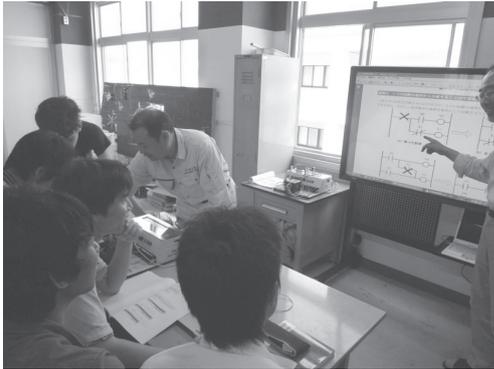


写真3 実験の様子

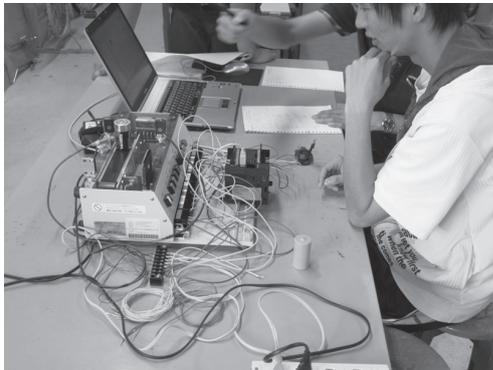


写真4 実験の様子

#### 4. まとめ

シーケンス制御学習システムの新規導入により、学習に取り組める環境と設備が整備され、実践的な教育が可能となった。限られた時間ではあるが、多くの学生はシーケンス制御への関心を高め、その基礎知識や技術を十分習得できたと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 大浜庄司：図解 シーケンス図を学ぶ人のために，オーム社，pp.1-5，2010.
- 2) オムロン株式会社 세미나教育課：ベーシック FA，オムロン株式会社，2009.
- 3) オムロン株式会社：プログラマブルコントローラ SYSMAC CP1L 導入編，オムロン株式会社，2007.
- 4) 岡本裕生：やさしいリレーとシーケンサ，オーム社，2009.