

# PLCによるシーケンス制御実習とFMSへの応用

愛知県立碧南工科高等学校 機械科 教諭

中村 幸弘

## 1. はじめに

シーケンス制御は、生産ラインの制御に欠かせない制御機器であり、省人化されていく製造システムの中心的な制御技術として用いられていくものである。本校機械科においてもこの重要性を理解しており、リレー制御実習に始まり、ラダーチャートを使ったPLC制御実習、アームロボットによるティーチング制御実習、CAD/CAMを利用したMC（マシニングセンタ）やレーザー加工機のNC制御実習を行ってきた。しかし、これらの実習は連携を持たせておらず、別々な制御実習として実施されてきた。そこで本研究では、これまでの個別な制御実習ができるとともに、各制御装置を連携させ、ミニFAユニットなどの制御対象物を共有化し、最終的にFMS（フレキシブル生産システム）実習としても学習できる実習装置の製作と、実習展開の構築を行うことを目的とした。

## 2. 現在の状況について

現在の本校機械科における実習展開は、表1のとおりである。なお、1回の実習時間は、3時限連続となっている。1年次は電子工学科との括り（合同学科）となっているため、機械科としての実習は年間で12回程度となっている。

まず、1年次でのリレー制御実習では、自作した実習装置（図1）を使用して、スイッチのa, b, c接点と電磁リレーの仕組みを学習し、AND・OR回路等の配線を通して論理回路の理解を深める。この実習装置は、スイッチやランプなどの入出力装置を備えており、この実習内容を学習するには十分な装置であるが、短辺が550mmを超える大きさで、重さが10kg近くもあり、移動や片づけが困難である。

2年次のPLC実習は、PCによるラダーソフトを使い、制御の流れを重視して、ラダー図を作成することを学習する。それをプログラム（ニーモニック）化し、PLCにデータ転送して、動作確認を行う。PLC本体を机に直置きして使用しており、スイッチやランプの配線もPLC本体の端子に直接取り付け外部の入出力としている。技能検定用の

学 年	実 習 名
1 年次	・手仕上げ（4回） ・旋 盤（6回） ●リレー制御（2回）
2 年次 (各7回)	・旋 盤 ・フライス ・ガス溶接 ・手書きT I ・プレゼンテーション ●P L C 制 御 ●N C 制 御 1 ・アルディーノ
3 年次 (各6回)	・試験計測 ・C A D ●N C 制 御 2 ●ティーチング制御

表1 現在の実習展開

※ ●印は制御実習

シーケンス制御作業装置（図 2）はあるが、活用する実習内容になっていない。この実習で使用する実習セット（図 3）は、前回更新から 15 年以上が経過し、P C 本体と P L C のメモリー保持用バッテリーに不具合が生じ、使用不能となる実習装置が続出しており、今後の継続的な実習が危機的状況にある。

3 年次のティーチング制御は、元は F A 実習装置として設置された設備の一部であるアームロボットの部分のみを利用している（図 4）。そのため、実習機体としては 2 機しかなく、作業台に固定されており移動させることが困難である。また、この装置も前回更新から 30 年以上経過しており、各所に不具合が生じ、実習自体に支障をきたしている。

2・3 年次で実施している N C 制御実習は、実際の工場などで使用されているロボドリルやレーザー加工機を使って、N C 言語入力や CAD/CAM による作品製作を行っている。

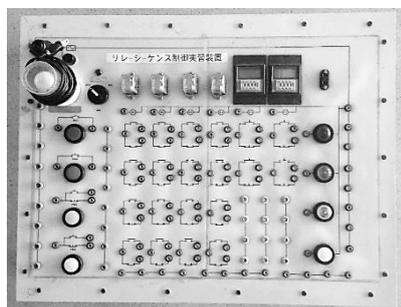


図 1 リレー実習装置

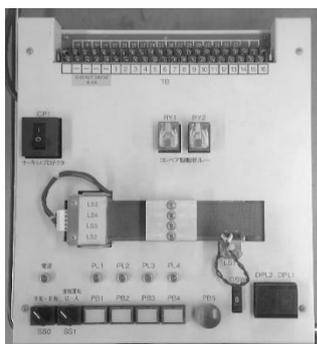


図 2 技能検定試験用  
シーケンス制御作業装置  
BSK-500TR II



図 3 PLC 実習セット  
※PLC は三菱 FX1N-60MR

### 3. 現状の実習装置の課題

新たな実習装置に求める改善点は以下の 4 つである。

- ① 装置サイズの規格化
- ② 入出力端子の共通化
- ③ 部品交換の簡便化
- ④ 装置重量の軽量化

①については、実習装置の 1 辺サイズを 300mm 程度にすることにより、棚への収納が可能となるだけでなく、作業台に複数の機器が整然と配置できるようにする。

②については、制御機器の連携や制御対象物の共有化をするためには接続端子（インターフェース）を共通にすることが必須であり、脱着を考慮して Y 形端子を用いることにする。

③については、自主製作された実習装置は設計・製作者の意図が強く反映されるために、点検・補修が難しい場合が多い。補修等をしやすくするため、一般に使われている D I N レールを使用し、主要部分が脱着しやすいようにする。

④については、実習装置の移動・設置や片づけがしやすいようにメインフレームの材料には使用に問題ない範囲で軽いものを選定する。



図 4 アームロボット  
※三菱電機 RV-E3J  
MOVEMASTER SUPER

## 4. 実習装置の製作と機器の更新

### ① P L C実習装置

本研究の助成金により、P L C本体及びそれを活用した実習装置の部品購入を行った。表2に、実習装置1台あたりの部品一覧を示す。また、図5に完成した装置を、図6に実習で使用する際の実習装置の配置を示す。

部品名	規格・サイズ	個数	備考
シーケンサ	FX3G-40MR/ES	1台	
アクリル板	t =5、300×280	1枚	
2段型端子台	IDEC BNDH15W	28個	
端子台	T1006	1個	
D I Nレール	L = 280、155	各1本	
配線ダクト	KD-N23-20H L=250	1本	
A C電源ケーブル	AC100V 2 m	1本	丸端子付き
配線ケーブル	両端 Y 端子 1 m	30本	線番加工済
裸圧着端子	1.25Y-3NE	1箱	100個入り

表2 P L C実習装置 部品一覧 (1台当たり)

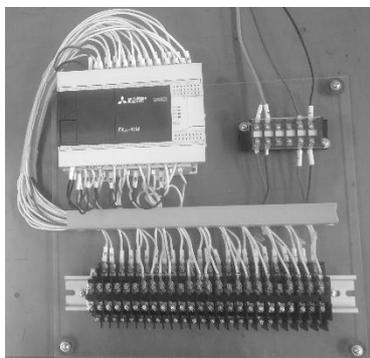


図5 P L C実習



図6 実習装置の配置

### ② アームロボット

今回更新されたアームロボットは、DOBOT社のMagicianという小形卓上サイズの大きさで、P Cにて操作やプログラム制御を行うものである。本体重量は約3.5kgと軽量で、持ち運び可能なものである。また、Webカメラを用いることにより、Python環境でのプログラミング処理で画像認識し、部品分類させることができる。

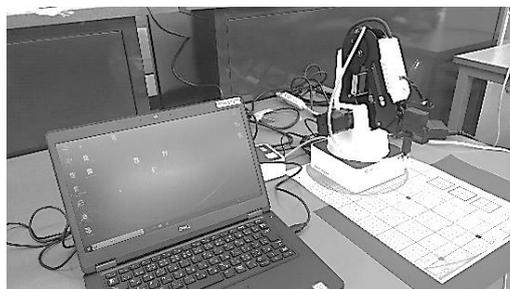


図7 更新されたアームロボット

## 5. 今後の課題

### ① P L C 実習について

今回、P L C 本体を FX1N-60MR から FX3G-40MR/ES へ更新されたことにより、使用していたラダープログラム変換ソフトも更新しなければならないことがわかった。また、その更新ソフトの利用環境がこれまで使用してきた P C の O S では適合しないこともわかった。プログラマブルコントローラ (FX-10P) によるニーモニック入力では、稼働することを確認している。

今後は、更新機種に対応したプログラムソフト (三菱 GX-Works3) を購入し、アームロボットの制御用 P C にインストールして使用していく予定である。

### ② リレー実習について

今回、時間不足と資金不足でリレー実習装置をつくり替えることができなかった。個々の実習装置を調べていく中で、シーケンス制御作業装置 (図 2) を使用することで、直流 24V を得られることがわかった。それを有効活用し、P L C 実習装置と同じ大きさで、かつ D I N レールを利用した新たなリレー実習装置を製作する予定である。

### ③ アームロボットについて

納入時期が大幅に遅れ、P L C 実習との連携した実習内容の検討がまったくできなかった。まずは、アームロボット単体での実習を構築し、そのうえで P L C 実習と連携させた実習内容を考えていきたい。

## 6. まとめ

今研究にあたり、購入部品や更新備品が納入されてくる時期を考えず、研究期間設定を 1 年度としてしまったため、新規作製しようとしていた実習装置が試作のみとなってしまった。そのため、前項で述べた課題は次年度課題研究などを活用し、生徒とともに製作していこうと考えている。次年度へ回した課題はあるが、今回のこの研究により不具合の多かった実習装置が改修され、さらには一人一台での応用的な P L C 実習が可能になった。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、本校機械科の職員から多くのご助言・ご協力をいただきました。ここに記して謝意を示します。