

機械工学科学生の P L C 学習の試み

Attempt to Study PLC for Students in Department of Mechanical Engineering

菊地 吉郎

Kichiro KIKUCHI

1. 目的

シーケンス制御は、工場内に設置されている産業ロボットや自動化設備をはじめ、我々の身の周りにある全自動洗濯機やエアコンのような家庭用電気器具、屋外で目にする信号機や自動販売機、ビルのエレベータや自動ドアなどに至るまで、さまざまな装置や設備に使われている。単なるスタート/ストップに限る単純なものから複雑な信号処理を必要とする大規模なものまで存在しており、あらゆる分野で活用され、自動化・省力化に大きく貢献している。シーケンス制御専用のマイクロコンピュータを利用した制御装置を「プログラマブルロジックコントローラ (Programmable Logic Controller、略称PLC)」という (シーケンサという名称は三菱電機の商標登録)。これは専用の入力装置やパソコンを利用して、制御内容をあらかじめプログラムによって表現し、これを逐次実行することによりシーケンス制御を行う装置であり、制御内容の複雑化や高度化の要請が高まり、現在では最も多く用いられている。

本校専攻科の電子システム専攻で「シーケンス制御」を開講しているが、機械工学科学生は P L C を体験する機会がない。そこで、機械工学科 4 年生を対象とした輪講の題材として、課題解決を通じた P L C 学習を試みたので、内容を報告する。

2. 学習計画

平成19年度、20年度の2年間試みを行った。このテーマに取り組んだ学生数はそれぞれ3名、2名であった。4年後期の授業および補講を合わせて15回の学習計画を立てたが、両年度とも実績はほぼ同じであり、およそ次の通りであった。

第1回：ガイダンス

第2回：シーケンス制御の学習

第3～4回：FX-I/O DEMO形実習機およびFX-

NYUM-TEXTテキスト (三菱電機製) を使用した P L C 入出力機器の基本動作の学習

第5～6回：FX2N-32MR-SET形シミュレーションユニット、FX-KISO-TEXTテキスト (三菱電機製)、およびセンサ、スイッチなどを使用した命令語の学習

第7回：課題の選定

第8回：材料など製作の準備

第9～12回：課題の製作

第13～14回：パワーポイントを使用した発表資料の作成

第15回：輪講発表会

なお、両年度ともに第9～14回は通常の時間以外での作業を必要とした。

3. 学習内容

3. 1 シーケンス制御の学習¹⁾

学習内容をまとめてパワーポイントでの発表資料としたので、順番に示す。図1から図4に P L C 制御の位置付けを示す。



図1 自動制御の種類

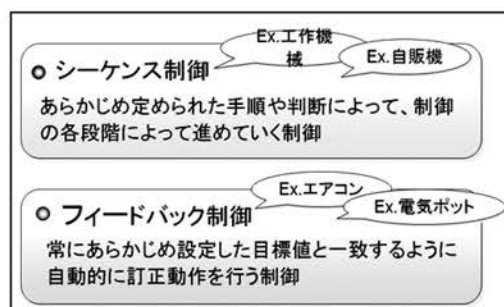


図2 シーケンス制御とフィードバック制御

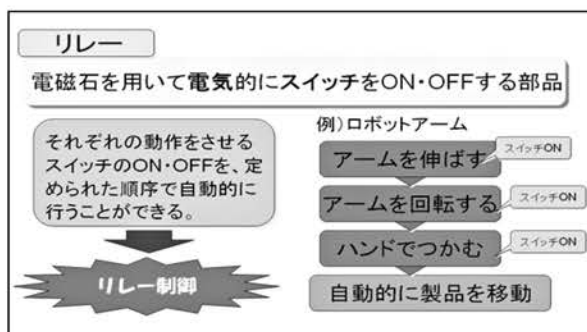


図3 リレー制御

- 1、経済性：リレー10個以上より低価格
- 2、設計省略：配線図や試運転調整が簡単
- 3、作業工数の減少：品が少ない、配線作業が簡単
- 4、小形・標準化：小さい、プログラムの変更可
- 5、信頼性向上：トラブルが少ない
- 6、保守性向上：寿命部品が少ない

図4 PLC制御の特長

3. 2 PLCおよび入出力機器の学習^{2,3)}

図5にPLCの構成、図6に入出力機器の例を示す。

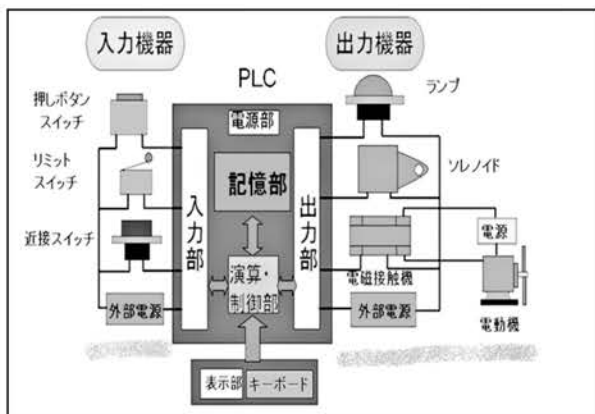


図5 PLCの構成

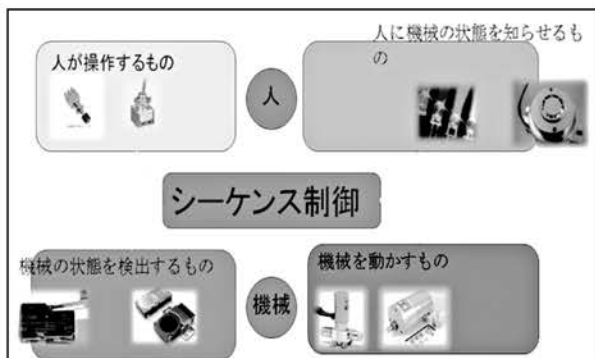


図6 入出力機器

PLCは演算・制御部(CPU)、記憶部、入出力部および電源部で構成されており、ハンディプログラミングパネル(HPP)や各種ユニットでシステム構成をできる。入力機器は押しボタンスイッチ、リミットスイッチ、近接スイッチなどで、出力機器はランプ、ブザー、ソレノイド、モータなどである。

近接スイッチとして用いられる誘導形近接センサの検出原理を図7、光センサの検出原理を図8に示す。

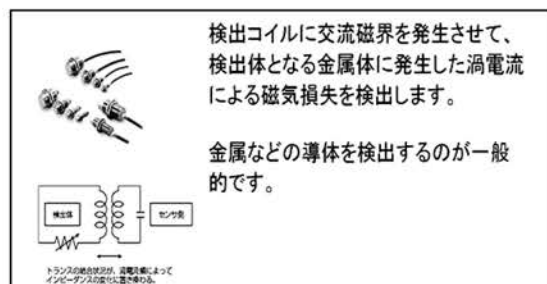


図7 誘導形近接センサ

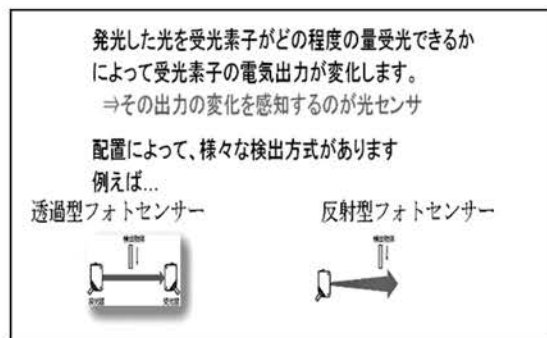


図8 光センサ

次に、図9に示すシーケンス制御例をリレー制御で行う場合を図10に、PLC制御で行う方法を図11、12に示す。

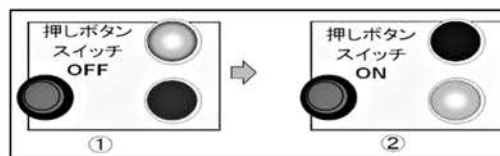


図9 シーケンス制御例

本例は①青ランプが点灯している。押しボタンスイッチを押すと、②青ランプが消えて赤ランプが点灯するというものである。リレー制御の場合、電磁リレーを用いて図10の配線をしている。

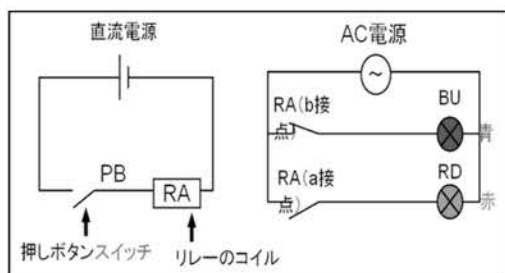


図10 シーケンス図

これに対し、PLC制御の場合、PLC内に入力リレー、出力リレー、補助リレー、タイマ、カウンタを有しており、PLCの端子台に入出力機器を一つずつ接続するだけでよく、シーケンス制御を行うための接続はPLC内部で電子的に行われる。

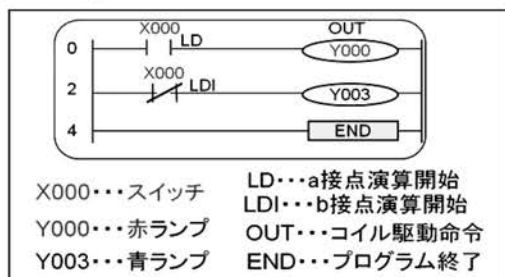


図11 ラダー図

ステップ	命令
0	LD X000
1	OUT Y000
2	LDI X000
3	OUT Y003
4	END

図12 プログラムリスト

図9の制御をPLC用シーケンス回路図として表したものが図11のラダー図であり、接点および出力機器を表す図記号とPLCの入出力部に割り付けられている番号で示されている。この流れをPLCの命令語で表したものが図12のプログラムリストであり、HPPなどを使いPLCに入力される。基本となる命令語は20種類とされ、初心者には10種類程度でいろいろなプログラムができる。

3. 3 課題の解決

3. 3. 1 平成19年度の場合

学生が「ガレージシャッターの自動上下装置」を課題とし、解決に取り組んだ内容は次の通り

である。「ガレージに自動車が接近すると、誘導型近接センサが検出して自動車が停止し、ブザーが鳴りながらシャッターが上がる。上限リミットスイッチが作動するとシャッターが停止してブザーが止まり、自動車が前進する。前方のリミットスイッチが作動すると自動車が停止し、ブザーが鳴り、シャッターが下りて下限リミットスイッチが作動すると、シャッターが停止しブザーも止まる。」入力機器としてスイッチ、誘導型近接センサ、リミットスイッチ、出力機器として自動車用モータ、ブザー、シャッター用モータを使用した。図13にプログラムリストを示す。

0	LD	X000	13	LD	X003
1	OUT	Y000	14	OR	Y014
2	LD	X001	15	RST	Y000
3	OR	Y004	16	RST	Y001
4	OR	Y011	17	OUT	Y014
5	RST	Y000	18	OUT	Y010
6	RST	Y014	19	LD	X004
7	OUT	Y004	20	RST	Y014
8	OUT	Y011	21	RST	Y010
9	LD	X002	22	RST	Y000
10	RST	Y004	23	RST	Y001
11	RST	Y011	24	END	
12	OUT	Y001			

図13 プログラムリスト

PLC、HPP、DC電源などの制御装置を図14、装置構成を図15、シャッター構成を図16に示す。



図14 制御装置



図15 装置構成



図16 シャッター構成

なお、計画通りの動きを実現できた。

3. 3. 2 平成20年度の場合

学生が図17に示す「UFOキャッチャー」を参考とし、課題の解決に取り組んだ。

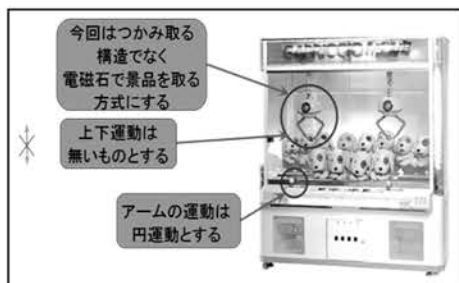


図17 UFOキャッチャー

課題は「クレーンゲーム」とし、その内容は次の通りである。「硬貨を投入すると、誘導型近接センサが検出して操作部のランプが点灯し、操作がスタンバイとなる。景品回転テーブルのスイッチオンで回転し始め、光センサが景品の有無を検出している。アーム回転スイッチオンでアーム先端部電磁石オン、ブザーが鳴りアームが回転する。景品回転テーブル上でアームを逆回転させ、電磁石で景品を捕らえたまま景品受け口まで戻った時、アーム回転スイッチオフで停止し、電磁石オフで景品が落下する。アームの回転は2つのリミットスイッチで範囲を制限している。」というかなり複雑なものであった。入力機器として、スイッチ、誘導型近接センサ、光センサ、リミットスイッチ、出力機器としてランプ、景品テーブル回転用モータ、ブザー、アーム回転用モータを使用した。図18にプログラムリストおよびラダー図を示す。

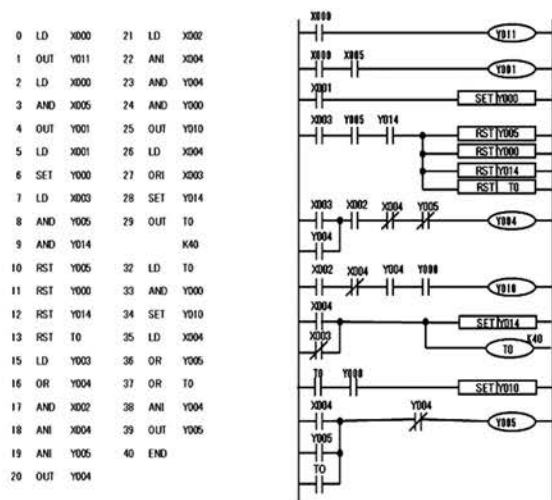


図18 プログラムリストおよびラダー図

装置構成を図19、操作部構成を図20、アーム構成を図21、景品回転テーブル構成を図22に示す。

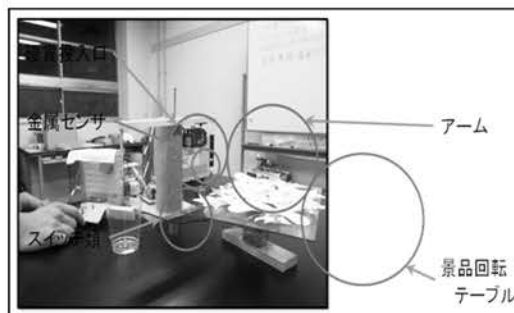


図19 装置構成

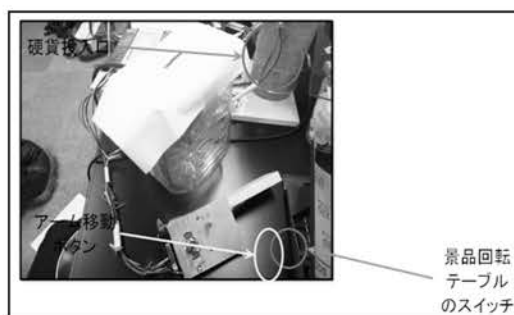


図20 操作部構成

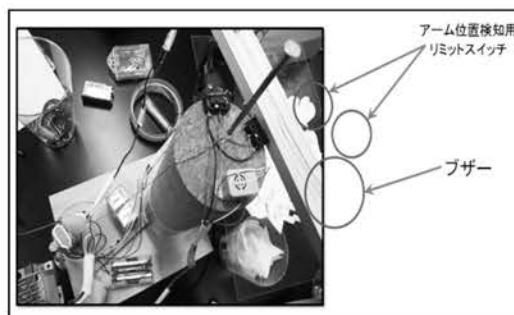


図21 アーム構成

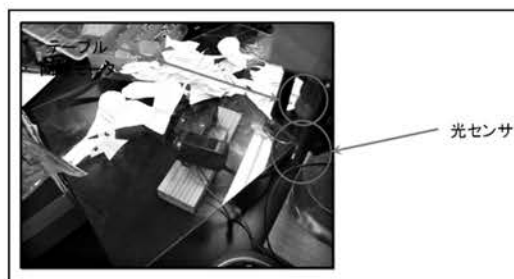


図22 景品回転テーブル構成

なお、計画通りの動きを実現できたが、装置製作、プログラム作成ともに過重な課題であったと言わざるを得なかった。

4. まとめ

輪講発表会での学生によるまとめは次の通りであった。

4. 1 平成19年度の場合

- ・シーケンス制御の基礎を学んだ。
- ・ガレージシャッターの開閉を模擬する装置を試作し、シーケンス制御をすることで、実際に身の回りにある機械装置がどのように制御されているのか理解を深めた。

4. 2 平成20年度の場合

- ・シーケンス制御を用いた装置の作成を通して、シーケンス制御の基礎の理解を深めることができた。
- ・本物のクレーンゲーム同様、景品の取れない煩わしさが出た。⇒でも偶然の産物です。
- ・電磁石の電源を切っても磁力が残ってしまい、景品が落ちない。⇒システム上仕方がない。
- ・機会があれば改良を重ねて、工陵祭に出展できるようなクレーンゲームを作りたい。⇒来年はイカ焼きをクレーンで取るぞ！！

5. 謝辞

増渕裕一、三浦健光、横地雄斗（平成19年度）および徳永剛士、福田尚貴（平成20年度）君が輪講発表会用に作成したパワーポイントを本論文で資料として使用させて頂きましたことに感謝申し上げます。

6. 参考文献

- 1) 安田・他4名、電子機械、コロナ社、pp.125-176
- 2) 三菱電機、F X - N Y U M - T E X T
- 3) 三菱電機、F X - K I S O - T E X T

小山工業高等専門学校 機械工学科
E-mail : kikuchi@oyama-ct.ac.jp

「受理年月日 2009年9月30日」

