

3. コース実施準備の過程

3-1 コース内容の検討

コースを具体化するには、施設設備を含めて訓練課題・訓練用機器等が準備されなければならない。必要な訓練用機器は、PLC（プログラマブルコントローラ）、制御対象装置、制御監視装置、付属機器等である。このコースを実施するために準備された訓練用機器等は、次のとおりである。

【訓練用機器等一覧】

品名	販売元	型式
1. プログラマブルコントローラ (内訳)	オムロン(株)	シスマックCVシリーズ
・CPUユニット		CV500-CPU01
・CPU ベースユニット		CV500-BC101
・電源ユニット		CV500-PS221
・DC入力ユニット		C500-ID215
・AC入力ユニット		C500-IA122
・リレー接点ユニット		C500-OC244
・トランジスタ出力ユニット		C500-OD414
・接続ケーブル		CV500-CIF01
・CV サポートソフト		CV500-ZS5PC1-V2
2. 入力シミュレータ	(株)グリーンシステム	PC TRAINER 24
3. 収納ボックス	ホーザン(株)	コンテナケース B-73
4. 空気圧ロボット	小金井(株)	部品組立
5. 制御対象モデル (FAモデル)	(株)昭和電業社	SFA-2211
6. フレーム台車 (W1100×D800×H1700)	ライオン	コード575-39 品番F-118
7. コンプレッサー	岩田塗装機工業	Jumbo100 相当品
8. アルミケース (550×370×300)	白馬写真産業	NX-81 品番213133
9. 直流電源	オムロン(株)	DC24A AC100 2.1,AS82J-5524 相当品
10. 台座フレーム	(株)昭和電業社	248×400 パネル君
11. NOTE 型パーソナルコンピュータ	NEC	PC-9801

図2 埼玉職業能力開発促進センターにおける能力開発セミナー体系図(抜粋)

【電気・電子系】

グループ	コースの特長	制御コース	システム設計コース	電子回路コース	マイクロコンピュータコース	パーソナルコンピュータコース	資格・試験コース
C	Bグループまでに身につけてきた技能・知識をさらに発展させ、応用力を身に着ける	PLCによるNC化 SFCによるシステム制御設計 PLC通信Ⅱ ネットワークシステム(LAN) PLCによる制御入門 PLC通信Ⅰ PLC-PLC PLS-パソコン サーボモータと位置制御	有力技術のシステム化 FMS入門 省力化技術の開発入門	デジタル回路入門Ⅲ センサ回路設計入門	16ビットCPU マイクロコンピュータ マイクロコンピュータⅢ	C言語による制御 C言語実習 LAN入門	1・2級技能検定 電子機器組立実技試験受験準備 2級技能検定電子機器組立学科試験受験準備 1・2級技能検定 電気機器組立実技試験受験準備 電験3種受験準備
B	各人が身につけている技能・知識をさらに向上させる。Aコースで、Aグループ程度の予備知識・技能が必要で	シーケンス回路設計入門 センサ活用技術 リレーシーケンス組立配線 リレーシーケンスの回路動作の見方(応用)	機器・装置類自動化の運用方 センサ類活用による自動化の実際 GM計測入門	デジタル回路入門 オペアンプの活用技術	マイクログコンピュータⅡ マイクログコンピュータ780入門	パソコンのインターフェース技術Ⅱ パソコンのインターフェース技術Ⅰ パソコン入門	第一種電気工事士学科試験受験準備 第一種電気工事士実技試験受験準備 受電設備保守と試験 電気工事担当者ナログ3級試験受験準備 第二種電気工事士学科試験受験準備
A	初心者のための基礎知識・技能習得のためのコースで、希望される方となたでも受講できます	モータの種類と選択方法 リレーシーケンス回路動作の見方(入門) 教育用ロボット入門 電気の基礎	行動科学の応用 自動化のためのシステム設計入門	デジタル回路入門Ⅰ オンロスコープの使い方 電子部品の使い方	マイクログコンピュータⅠ	第二種電気工事士学科試験受験準備 高圧・特別高圧電気取扱特別教育 低圧電気取扱特別教育	第二種電気工事士学科試験受験準備 第二種電気工事士実技試験受験準備

現在検討中のコース

新規実施コース

現在実施中のコース

機器の選定に当たっては、まず PLC の機種を選定しなければならないが、コースで使用する PLC は、SFC プログラミングができる機種が必須条件であり、今後このコースの普及・定着を考慮して、全国の市場占有率、SFC サポートソフトの操作性などを検討し、オムロン製を選定することとした。

生産自動化システムの制御設計で使用する制御方法は、視覚的に制御の全体像が分かりやすく、トップダウンに設計でき、そして構造化プログラミングが出来ることが望ましい。このようなシステム設計に最も適している表現法は SFC であることは既に述べたとおりであるが、SFC は現在まだ JIS 化されておらず、その機能面はメーカーにより若干異なっているのが現状である。このため、SFC プログラミングに必要な SFC サポートソフトもメーカーにより異なっている。採用を決めたオムロン製 PLC の SFC サポートソフトはシステムディスク 3 枚で容量が約 3 MB になり、プログラミングコンソールのようなキーボード操作だけではソフトが起動せず、RAM ディスクまたはハードディスクを内蔵した FA 専用コンピュータまたはパソコンでしか SFC サポートソフトによるプログラムを組むことができない。そのため、SFC プログラミングを行う前にパソコンの環境設定（Config.sys 設定など MS-DOS 基礎知識が必要）とパソコン操作の慣れが必要である。

前述の内容を含めてコース設定を考えた場合、SFC の基礎からシステム設計までを一つのコースにすると、受講者各人の技術レベルの違いにより訓練方法にミスマッチが起きやすいことが考えられる。このようなことが無いように、コースを階層化して、受講者レベルに合った訓練内容にする必要がある。コースを実施する埼玉職業能力開発促進センターでは、図 2 のように訓練系ごとに体系化を図り、受講者レベルに応じてコースを階層化している。本題のコースについても、受講者のレベルにあったコース内容でわかり易い訓練が実施できるよう、二つのコースを設定することにした。一つは「SFC によるシステム制御基礎」として、SFC の操作法を行い SFC の基礎について理解してもらうコースであり、次に「SFC によるシステム制御設計法」コースである。

3-2 コースの準備

開設される二つのコースは、埼玉職業能力開発促進センターの能力開発セミナーの一環として開設されることになったが、このコースに限らず、新規に実施するコースは受講者の応募状況が心配になる。このため、委員会ではコース受講を喚起するため、広報活動の一環として、アンケート調査をコースの実施前に行うことを検討した。しかし、アンケート調査を予定した平成 5 年 12 月時点では、募集定員の半数の応募があって、コース開発の目途が立ったことに加え、この時点における調査は必ずしも効果的でないと判断し、今後のコース内容の充実を考慮してコースが終了する平成 6 年 2 月に受講者が所属する企業訪問と並行して行うこととした。アンケート調査の対象は、これまでに埼玉職業能力開発促進センターが実施した能力開発セミナーコースの受講者が所属する企業を主に、埼玉県内及び隣接県に所在する PLC 導入の企業の中から 240 社を選定した。この対象企業は、平成 5 年に実施した「生産自動化に伴う従業員教育に関する調査」の調査企業と一部重複するが、広報を密にするため、敢えて行ったものである。回答は 66 社で、回収率は 27.5% であった。一方、受講者の所属する企業訪問は、6 社を選定し、聞き取りによる調査を行った。これらの調査結果は、コース実施の意義を裏付けるものであり、今後のコース実施に向けたコース内容の充実を図る上で貴重な資料となるものである。

アンケート調査の実施と並行して、委員会ではコースの内容について最終的な打ち合わせを行った。

訓練課題をはじめ具体的な訓練内容については、コースを担当する委員が検討した。

訓練内容等について結論を得た主な事項は、次のとおりである。

(1) 自動化システムの安全（制御上の制約を取り扱ったもの）を盛り込むこと。具体的には、

- ① 人への安全確保（ヒューマンセーフ）
- ② 何らかの原因で装置が故障しても安全になるようにしておく（フェールセーフ）
- ③ 間違った操作をしても事故につながらないようにしておく（フールプルーフ）
緊急停止 停止優先か？条件停止か？ また、人間の介入（手動・自動の切り替え）が必要か？ 停止指令への常時閉路スイッチの使用の考え方
- ④ 起動優先か停止優先かインターロック等

(2) 各工程の自動化を実現するための制御回路を盛り込むこと。具体的には

- ① 機器、ワークの追突防止
- ② 先着確保のための先着優先回路とインターロック回路
- ③ 直列回路、選択分岐・合流、並列分岐・合流
- ④ 続行不能（デッドロック）現象の防止
- ⑤ 非常停止、一時停止に対する考え方
- ⑥ 停電・停電回復時の対策
- ⑦ 手動・自動の考え方

(3) 訓練目標

訓練目標は、二つ以上のシステムとシステムを連結させると同時にシステム設計に必要な基礎的技術を習得することとし、具体的には

- ① システム全体として制御を構想する技術習得
- ② 二つ以上のシステムを連結して制御する技術の習得
- ③ プログラム設計や保守が楽になるような SFC プログラミング技法の習得

とする。基礎知識の理解を重視するが、座学は極力控えて実習を多くし、受講者のレベルに応じた訓練を進める。

(4) コース実施の日時・期間

時間帯は土日・夜間よりも平日・昼間の方がよい。期間は、3日程度を希望する企業が多いので3日間連続に設定する。

(5) 機器・機材などの検討

「2-2 本年度の課題」で述べたように、コースでは生産現場における搬出・搬送・加工・格納工程を連結したシステムを制御することを前提に、システムの制御対象として、基礎コースでは「吸引パットマテハンロボット」（自作）、応用コースの設計コースでは「FAシステムモデル」を負荷装置とすることとした。この負荷装置について、コースごとに再度説明すれば、次のとおりである。

基礎コースは、できるだけ受講者全員が1人1台として、「吸引パットマテハンロボット」を使用する。「吸引パットマテハンロボット」は、エアパットにより「降下吸引→上昇→左回転→降下→吸引停止→真空破壊→上昇→右回転」の一連動作を行うもので、SFCプログラミングによる動作の検証を行うことにより自動化システムの基礎を習得するものである。

設計コースは、コンベヤによる搬送、倉庫の入庫/出庫、加工ができ、ターンテーブルアームハンド付きの「FAシステムモデル」(センサ、空気圧、モータの要素有り)を使用する。「FAシステムモデル」は、生産自動化システムに要求される五つのパターン要素(直列、選択分岐(合流)、並列分岐(合流))により制御を行い、手動/自動を含めた基本的なシステム工程(搬出、搬送、加工、倉庫格納)を連結し、異常監視(一時停止、非常停止、停電対策)を考えたシステム設計ができるモデル装置であり、実際のFAシステムを模擬的に実現したものである。

3-3 実施コースのカリキュラム内容

二つのコースの詳細なカリキュラム内容は、次のとおりである。

SFCによるシステム制御基礎コース

〔コース内容〕

エアパットにより単純動作を行う自作マテハンロボットを使用して、SFCの概念を学び、ソフトの操作法を含めたSFCプログラミングを行うことにより、自動化システムの基礎を習得する。SFCの概念・SFCの基礎などの基本的な理論は、自作教材であるテキスト編によって学び、プログラミング手法(ソフトの操作法)は自作教材の課題編・ソフト編・ハード編によって習得する。

〔使用した自作教材とその概要〕

- ① テキスト編 : 概要、基本、基本要素、基礎動作パターン、基本的活用、処理手順、監視動作、用語、各章毎のパステスト
- ② ハード編 : CV-500、吸引パットマテハンロボット、空気圧概要等
- ③ ソフト操作編 : パソコンへのインストール、SFCソフトの使い方等
- ④ 実習課題編 : 課題1から課題12まで基本的課題で作成されている。

〔コース日程〕

前項の自作テキスト教材を使用して、3日間の日程でコースを実施することとした。これは、初年度行った企業アンケート調査結果を反映したもので、大手企業は3日間から1週間程度の要望が多く、中小企業(従業員規模300名以下)では3日間の要望が多かったという理由からである。

〔カリキュラム内容・訓練目標〕

〈コース訓練目標〉

SFCの特徴・メリットを知り、基本要素・動作パターンを理解するとともに、パソコン(使用ソフト)

ト)の環境設定、ソフトの操作法について吸引パットマテハンロボットを教材とした課題を通して学習し、SFCのプログラミング方法の基礎と設計の基礎的素地を習得すること。

〈カリキュラム内容〉

第1日目 訓練目標：SFCの基本概念を知り、基本プログラミングとソフトツールの操作ができること。

訓練内容：SFCの基本操作方法

午前 9：00 ガイダンス（施設概要とコース日程等）
9：15-10：30 教材、テキスト編の概要と特徴、基本まで行った後、一度SFCの立ち上げを行わせる。
10：45-12：00 続けて教材、テキスト編の基本要素、基礎動作パターン、基本的活用、処理手順まで行う。
午後 13：00-14：30 ハードの説明後、課題1について、ソフトの立ち上げから指示しながら行う。プログラムはセーブさせておく。
14：45-16：00 課題2のプログラミングの半分は、指示しながら行う。後の半分は受講者自身に行わせる。
課題3・4 トランジションにラダーを組み込むこと。アクションに時間を設定することまで進む。

第2日目 訓練目標：SFCの基本的プログラミングとソフトツールを習熟すること。

訓練内容：SFCの基本操作の活用とステップアップ課題

午前 9：00-10：30 前日の復習、シートの考え方、メモリ構成、サブチャート、SFC処理手順、
10：45-12：00 課題5を説明し、ラダーの作り方を指示しながら行う。
課題6を説明した後、受講者に行わせる。課題によるSFC練習、シートの課題、アクションにラダーを組み込むことまで行わせる。
午後 13：00-14：30 分岐、選択の課題 課題7、8と説明した後受講者に行わせる。
14：45-16：00 ステップ制御命令

第3日目 訓練目標：SFCの監視プログラミングとソフトツールを習熟すること。

訓練内容：SFCの一時停止／非常停止と終了課題

午前 9：00-10：30 一時停止／一時停止解除、非常停止／非常停止解除の動作をステップ制御命令の学習
一時停止／一時停止解除の動作をステップ制御命令（SP、SR）
非常停止／非常停止解除の動作をステップ制御命令（SOFF、SA）
課題9、10の説明と課題練習
午後 13：00-14：30 課題11、12の終了課題（エアパット、一連動作）
15：30 意見交換

〔訓練課題の内容〕

実習課題編	1	ON-OFF 回路 1
目標		ステップ、イニシャルステップ、トランジション、アクションクォリファイヤ（ノーマル）、ジャンプ・ジャンプエントリを使用した最も基本の課題で、ソフトの使い方を学習すること。
内容		ラダーの自己保持回路の動作で、セット入力でシリンダが下降し、リセット入力 でシリンダが上昇する。
実習課題編	2	ON-OFF 回路 2
目標		シーツの概念と使い方を学習すること。
内容		自己保持回路 2 個の動作で、セット入力 1 でシリンダが下降し、セット入力 2 で ハイロータが回転し、リセット入力 でシリンダ、ハイロータは元に復帰する。
実習課題編	3	ON-OFF 回路 3
目標		トランジションにラダープログラムを使用する方法を学習すること。
内容		トグルスイッチ入力 ON でシリンダが下降し、OFF でシリンダが上昇する。
実習課題編	4	ON-OFF 回路 4
目標		アクションクォリファイヤ（AQ）にタイマー（L、D、DH）を使用する方法を学 習すること。
内容		トグルスイッチ入力 ON 3 秒後にシリンダが下降し、OFF 3 秒後にシリンダが上 昇する。
実習課題編	5	ON-OFF 回路 5
目標		アクションにラダープログラムを使用する方法を学習すること。
内容		トグルスイッチ入力 ON 中シリンダが 3 秒間下降し、1 秒後シリンダが上昇する 動作を入力スイッチ OFF するまで繰り返す。
実習課題編	6	練習問題 1
目標		AQ やラダープログラムの使い方を習熟すること。
内容		トグルスイッチ入力 ON と同時に左回転をし、3 秒後に下降し、6 秒後にパット が吸引する。入力スイッチ OFF すると逆順に復帰する。
実習課題編	7	練習問題 2
目標		AQ やラダープログラムの使い方を連習すると共に、並列分岐の使い方も併せて 学習すること。
内容		ボタンスイッチ入力 1 が ON と同時に左回転をし、3 秒後に下降し、3 秒後に パットが吸引する。ボタンスイッチ入力 2 が OFF すると逆順に復帰する。なお、 下降中と吸引中のみ表示灯を点灯させる。
実習課題編	8	練習問題 3
目標		選択分岐の使い方を学習すること。
内容		ボタンスイッチ入力 1 でスタートし、選択スイッチで左回転、下降、パット吸引 をそれぞれ行う。詳細な動作はタイムチャートにしたがうものとする。

実習課題編	9	練習問題 4
目標		一時停止／一時停止解除の動作をステップ制御命令（SP、SR）を使って学習すること。
内容		実習課題 6 に一時停止／一時停止解除の動作を加え動作を確認する。
実習課題編	10	練習問題 5
目標		非常停止／非常停止解除の動作をステップ制御命令（SOFF、SA）を使って学習すること。
内容		実習課題 10 に非常停止／非常停止解除の動作を加え動作を確認する。
実習課題編	11	総合問題 1（一連動作）
目標		SFC の基本を負荷の一連動作をプログラムすることによって修得の程度を確認をするとともにシステム設計への意欲を持たせること。
内容		ボタンスイッチ入力 1 によってスタートし、①下降、②吸引、③上昇、④左回転、⑤下降、⑥吸引停止、⑦真空破壊、⑧上昇、⑨右回転、⑩下降と繰り返し動作をさせる。停止スイッチが入力されると停止する。
実習課題編	12	総合問題 2（一連動作）
目標		課題 11 に非常停止／非常停止解除（一時停止／一時停止解除）プログラムを加えることにより、なお一層の修得の程度の確認をするとともにシステム設計への意欲を持たせること。
内容		一連動作に非常停止／非常停止解除（一時停止／一時停止解除）を加えたもの。

SFC によるシステム制御設計法

〔コース内容〕

FA システムモデルを使用して、基本的なシステム設計の手法を、手動／自動のプログラム、警報プログラム、電源断時／電源 ON 時の割り込みプログラムを別々に作成し、プログラム結合をして一つのシステムプログラムに仕上げること。

〈制御構想〉

- ① 手動運転は各出力を特定のスイッチで運転／停止させるものとする。
- ② 自動プログラムは原点、B 倉庫搬出、コンベヤによる搬送、ドリル加工、A 倉庫搬入作業を一連して繰り返すものとするが、できれば各作業工程が二つ以上並行して動作させるプログラムを作成すること。
 - ④ 原点 : ターンテーブルがドリル位置で、アームハンドは中断とする。
 - ⑤ B 倉庫搬出 : 上段を優先とし、アームハンドによりワークをプッシャー前方に搬出する。
 - ⑥ コンベヤ搬送 : プッシャーで押し出したワークをコンベヤ端まで搬送する。この時ワークの種類を判別するものとする。
 - ⑦ ドリル加工 : ターンテーブルの回転によってワークを加工台まで運び、ワークを固定をしてから加工を開始する。加工時間はコンベヤ搬送時に種別判別した種類に

よって加工時間を変えるものとする。

- ⑤ A倉庫搬入 : 加工の終わったワークは下段を優先して格納するものとする。

〔使用した自作教材とその概要〕

SFC 設計プロセス、フロントパネルの外観、手動/自動・原点プログラム、B倉庫搬出、摺み離しサブチャート、ワーク搬送・加工・格納、警報回路、電源割り込み、FA システムモデルの構造と機能等、各部の I/O 割り付け等

〔コース日程〕

基礎コースと同じ三日間。

〔カリキュラム内容・訓練目標〕

〈コース訓練目標〉

新しい表現法 (SFC) を使用して、生産自動化システムに要求される五つのパターン要素 (単流、分岐、分割、合流、結合) により制御を行い、手動/自動を含めた基本的なシステム工程 (搬出、搬送、加工、倉庫格納) を連結し、異常監視 (一時停止、非常停止、停電対策) を考えたシステム制御設計ができること。

〈カリキュラム内容〉

第 1 日目 訓練目標: SFC の基本的プログラミングとソフトツールの復習とシステム設計プロセスの基本的考え方ができること。

訓練内容: FA モデルでワークの摺み、離し操作によって SFC の復習すると共にシステム設計の基本的考え方とシート構成のつくり方

- 午前
- ・ SFC の特長と基本要素、基礎動作パターン、基本的活用等の復習。
 - ・ SFC のシステム設計プロセスのフローチャートとシステム機能・仕様書 (手動/自動、原点、+ 一歩進、一時停止・非常停止・一般停止、電断/ON 等の割り込み) の考え方。
 - ・ FA モデルをシステム設計するに当たってのトップダウン設計とそのプログラミングの考え方 (サブチャート化及びプログラムリンク方法とステップ、トランジション、アクション、内部補助リレー、各工程終了フラグ等の番号割付)
- 午後
- ・ CV 500 と FA モデル I/O 割り付けおよびハード構成
 - ・ SFC プログラミングの復習を原点プログラムで行う。
 - ・ 原点の考え方とそのプログラム手法 1 (ターンテーブルが CCW 端でアームハンドが下段とする) および動作確認
 - ・ 原点の考え方とそのプログラム手法 2 (ターンテーブルがドリル位置でアームハンドが中段とする) および動作確認
 - ・ 手動プログラミングとその動作確認

第2日目 訓練目標：SFCの各単独システムプログラミングが出来るとともに、プログラムリンクができること。

訓練内容：各システム（B倉庫搬出、コンベヤによる搬送、加工、A倉庫格納）の考え方とそのプログラミング。

- 午前
- B倉庫搬出（ワーク取り出し）
B倉庫搬出プログラムの考え方とそのプログラミング及びプログラムリンクの方法（ワーク掴み、ワーク離し単独プログラムの動作確認とB倉庫搬出プログラムとのリンク後のワークの掴み、離しプログラムのサブチャート化によるB倉庫搬出プログラムの作成法とその動作確認、シートの考え方、サブチャート終了フラッグの考え方も合わせて学ぶ）
- 午後
- ワークの搬送、ワークの加工、ワークの格納

第3日目 訓練目標：SFCの監視プログラミングとソフトツールの習熟すること。

訓練内容：SFCの一時停止／非常停止と終了課題

- 午前
- 自動プログラミングの考え方と各工程のサブチャート化およびデバッグ（オンラインエディット）
 - メインプログラムと手動／自動プログラム。
- 午後
- 警報プログラム、電源ON割り込み、電断割り込み
 - 総括