

Ⅳ 結論と今後の課題

以上、訓練内容選定及び教材内容理解要件の確定を目標に、Ⅲ・「シーケンス制御基本動作へのフローチャートの適用と問題」でフローチャートの特徴と問題の分析を行った。この特徴と問題について分類、整理し、以下3つの結論を得た。

その第1は、フローチャート表現の前提としてシーケンス制御システムについての正確な把握が必要であるということである。もちろん、このことはフローチャート表現に限ったことではない。しかし、ラダー方式のように、回路図が与えられていて、回路図の情報からコーディングするPCに比較して、制御システムの動作を直接記述する本方式PCでは、システム把握のウエイトは極めて大きくなる。ことに、フローチャート方式PCでのコーディングは機械処理が行われ、この作業は職務として、ほとんど成立しない状況を考えるとなおさらである。

Ⅲ・1.1 「自己保持動作」での保持（ラッチ）の作り方では、システムが保持動作とならなければならないか否か、また、保持動作をするとすれば、停止優先であるべきか、起動優先であるべきかが、フローチャート作成以前に明確になっていなければならない。さらに、Ⅲ・1.2 「インタロック付FF動作」でも、どこにインタロックを必要とするかを見極め、これを正しくフローチャート上に表現できなくては、システムの安全性は確保できない。これは、Ⅲ・4. 「条件+プログラム制御」のインタロック付限時遷移動作でも同様である。重複するので、個々に取り上げてはいないが、基本動作のフローチャート表現全てに、前提としてシステムについての正確な把握が求められていることは明らかなことである。

第2は、シーケンス制御フローチャート表現の特殊制御構造を明確にしておかないと、表現されたものについての理解が得られないことである。フローチャートは元来、それを書く人によって個人差がでてしまうが、簡単な工夫でいくらかは標準化できる。ここで用いた方法は、菱形の判断記号の入口を上側とすると、右側をyes、下側をnoとしてあるが、これでも制御構造

のパターンは見えてくる。また、シーケンス制御プログラムは、普通のプログラム構造に比較して特殊で、全て無限ループを構成し、しかも、判断、処理の流れを示す線のつながり方（行先、戻り点）が重要な意味を持つ。これは、Ⅲ・1.1「自己保持動作」やⅢ・2.2「遅延動作」で述べたように、線のつながり方が制御用プログラム構造の特殊性を生みだしているといえよう。それゆえ、線のつながり方が複雑になるにつれて、制御構造も複雑化する。

この複雑な制御構造も、プログラム制御の性格を持つ場合（この中に簡単なインタロック機構を含んでもよい）では、Ⅲ・4「条件+プログラム制御」で見たように、サブルーチンの活用が制御構造の明確化に役立つ。

一方、フローチャートは、回路図のように信号の流れを表現するのではなく、制御の流れを中心に表示するため、ラダー図に比較して、一般に入出力機器と制御システムとの結合性は悪くなる。例えば、Ⅲ・1.1(a)「自己保持動作」の特徴と問題(3)で述べたように、出力は1箇所であるのに、あたかも、ONとOFFそれぞれに2箇所の出力があるかのような表現になってしまう等である。

第3は、PCのプログラム言語についての理解は、フローチャートを用いたシーケンス制御機能全体の中で、体系的になされる必要があることである。Ⅲ・2.でみたように、プログラム制御的動作では、待ち命令(WAIT)の活用が有効であったし、Ⅲ・4「条件制御+プログラム制御」動作でも、条件制御のインタロック機構はWAIT命令を活用すると、比較的容易に表現できることがわかった。これらは、いずれも制御機能に対応した適格な言語(命令)の適用が要請されている。

また、Ⅲ・2.1「間隔動作」では、タイマ機能を表示する場合、タイマ命令(TIM)を用いるが、ここでもタイマ機能とタイマ命令との関係が重要なことがわかる。さらに、Ⅲ・3「並列プログラム制御」での並列動作の作り方では、WAIT命令の時分割処理的作用及び本PC固有のグループジャンプ命令(GJ)のプログラム全体での作用を理解しておかねばならないことがわかる。

さて、次に今後の課題に触れておこう。一連のわれわれの研究開発の最終目標は、これらの研究を受けて、教材の試作、試行を通じてのより良い教材の開

発にある。この前提として、I・「問題意識と課題」にも述べたように、教材内容選定の問題は重要な意味を持っていて、新しい技術領域における教材の開発では、初めにこの問題の解決がなければならない。このことから、課題として、まず、教材内容の基本要素確定作業を行う。次に、これに基づいて、具体的教材の試作を行う。

ところで、我々の担当領域は職業能力開発（あるいは訓練）であって、当然学校教育のそれにはない、ある独自性がある。これを受講対象者でとらえてみると、生産現場のしかも中小の企業の技能労働者中心の教育・訓練という面をもっている。ここで取り扱うのはそうした人達に受け入れられる教材内容の検討である。ハイテク技術の訓練といえば、高度（大学レベル）の技術内容選定に陥り易いが、構想する教材はそうしたものではないことをつけ加えておきたい。

参 考 文 献 及 び 注

- (1) 中内敏夫：『教材と教具の理論』、 P.11、有斐閣、1978年
- (2) 高井宏幸：『シーケンス制御』、 P.1、オーム社、1971年
- (3) 「制御機器の正しい使い方」特別委員会：『制御機器の正しい使い方・プログラマブルコントローラ編』、 P.2、日本電気制御機器工業会、1985年
- (4) 小原哲郎：「我流と標準——向上訓練における技能の“標準”とは何か——」、『技能と技術』、 vol.21、 No.6、 P.55、1985年
- (5) 西見安則：「ラダー方式PCのプログラミングに関する問題——PC教材の試作より理解要件の確定——」、『技能と技術』、 vol.21、 No3、 P.36~43、1985年
- (6) 電気学会システム・制御研究会：『電気学会研究会資料（SC-83-1~9）』、電気学会、1983年
- (7) 藤井克彦：『PCによる省力化技術』、 P.3、日刊工業新聞社、1981年
- (8) シーケンス制御調査専門委員会：「シーケンス制御の工学体系化に関する予備調査」、『電気学会技術報告（Ⅱ部）第35号』、電気学会、1975年
シーケンス制御工学体系化調査専門委員会：「シーケンス制御の工学体系化に関する調査研究」、『電気学会技術報告（Ⅱ部）第138号』、電気学会、1979年
- (9) 楠田、海江田、三河尻：『プログラマブルコントローラ入門』、 P.18~19、オーム社、1978年
- (10) 日本電気制御機器工業会：前掲書
- (11) 制御機器調査専門委員会・PCワーキンググループ、「PC（プログラマブルコントローラ）の技術動向」、『電気学会技術報告（Ⅱ部）第120号』、電気学会、1981年
- (12) 楠田、海江田、三河尻：前掲書、 P.19

- (13) 西見：前掲論文、P.37
- (14) 西見：前掲論文、P.43
- (15) 電気学会システム・制御研究会：前掲資料
長谷川健介：「マークフロログラフ（MFG）によるシーケンス制御の表現」他、『オートメーション』、vol.29, No.5, 1984年
- (16) 関西技能開発センターは雇用促進事業団が設置・運営する職業訓練施設で、主に在職労働者の職業能力開発（訓練）を行っている。
- (17) 光洋電子(株)ステージ式PC講習会、1985年9月開催のもの。
立石電機(株)フローチャートPC 세미나、1985年10月開催のもの。
開催場所は2社とも東京である。
- (18) シーケンス制御工学体系化専門委員会：前掲資料、P.9
- (19) 立石電機(株)・制御機器事業本部：『プログラマブルコントローラ SYSMAC C120F 仕様・取扱説明書』、P.43、立石電気株式会社、1985年