

I . はじめに

1. 研究の背景

本研究は、最近の自動制御技術、とりわけシーケンス制御に焦点をあわせ、技術変化における訓練内容のあり方の問題を取り上げる。

ところで、この自動制御技術は、確かにオートメーションなどとして既に定着した技術と見ることもできるが、最近言われているファクトリーオートメーション (FA) などは、従来の技術とは異なった様相を呈しているところがある。新たな様相の最大の特徴は、マイクロエレクトロニクス (ME) の応用であると言ってほぼ間違いのないところであろうが、まず、本研究の背景となる、この技術の様相について、シーケンス制御技術を中心に概観してみよう。

周知のとおり、シーケンス制御は制御盤技術として古くから用いられてきたもので、制御内容を具体化するには、従来は電磁リレーを用いて、接点とコイル間とを電線で配線する方法が一般に用いられていた。ところが、工場における自動化は、1960年を過ぎる頃から、それまでの大量生産型から多品種少量生産型へと質の転換が起きてきた。⁽¹⁾ その結果、自動化ラインの段取り替えや生産ラインそのものの更新が必要となってきた。これらの要求に柔軟かつ速やかに対応できる制御装置が求められるようになってきたのである。そのため、制御装置に対する要求は、配線というハードウェアで固定する方式ではなく、制御アルゴリズムの命令を蓄積できるプログラム可能なメモリを持っていて、プログラムの変更や修正に柔軟に対処できる方式のものということになってきた。この要求に応えるものとして誕生したのがプログラマブルコントローラ (PC) である。今日では、電磁リレー制御装置に替る新しい装置として、このPCの活用が爆発的に進んでいるところである。

次に、この技術の変革につれて、必然的に技術を駆使する人の側にも新たな状況が起きてきた。それは次のようなことである。従来、電磁リレー制御盤の作製においては、設計図面が与えられての盤へのリレー取り付け、配線という作業があり、そこには独自の職能が存在していた。ところが、PCが制御盤に導入されると、一部の配線作業は残るものの、この種の職務の幅は大きく狭まってきた。強いて配線作業に相当するものをあ

げれば、設計図（回路図）からPCの命令コードへの変換つまりプログラムコーディング作業ということになる。しかも、このコーディング作業は、単独の職務としては成立し難いもので、質、量とも設計者自身がコーディングし、PCへ入力できる程度のものである。また、入力を他に求めるより、自分で入力し即座に実行して内容が正しいかどうか確かめ、必要ならば修正、変更するようにした方が都合がよい。これはまた、ソフトウェアの分担の幅が広がっている制御システムの保全担当者にもあてはまる。このような技能の技術化といった状況の出現である。

この新しい状況に踏み込んでゆける技術者・技能者は、どうあればよいであろうか。ひとつの対応策としては、制御システムの技術内容を理解し、設計およびその変更の能力を獲得することがあげられよう。

ところで、シーケンス制御システムの設計に関しては、現在その理論の確立が十分ではなく、教育・訓練上問題が残っている。⁽²⁾ 周知のとおり、自動制御は大きくは、ふたつに分類されていて、そのひとつがフィードバック制御であり、もうひとつがシーケンス制御である。ここで取り上げるシーケンス制御はその歴史も古く、既に産業において多くの応用の実績もあるが、前者のフィードバック制御に比べて、理論化・体系化が不十分であり、制御システムの解析や設計に対しては、過去から伝承されてきた経験的手法や定石に負うところが多いのが現状である。⁽³⁾ そのためPCの出現などで、より明確になってきたが、シーケンス制御における理論の訓練では困難が生じているのである。

この理論体系の不十分さは、これから取り扱う問題の性格上、ここではっきりさせておくべきことである。ただ、最近理論化に向けてのいくつかの提案がされており、⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾ 改善の試みがなされていることも事実である。本研究においても、これらの成果を援用して考え方をまとめたことをつけ加えておく。

2. 問題意識と課題

研究の背景をなす技術とのかかわりの状況は、概ね以上のようなことであるが、次に訓練内容の確定を中心にして、本報告書の問題意識と課題を整理しておこう。

訓練内容の確定とは、一般にはカリキュラム編成におけるスコープの確定のことであり、わが国の職業訓練におけるカリキュラム編成では、フリックランド (V.C.Fryklund) の『職業分析』⁽⁶⁾ の影響が大きい。フリックランドによるカリキュラム編成法の特徴は、

生産現場の仕事（ジョブ）の分析から要素を抽出し、それから教える内容（スコープ）を決定しようとするところにある。われわれも、この生産現場における仕事の分析に編成の根拠を求めることの重要性を認める。

しかし、訓練内容の確定にはこれだけで十分ではなく、もうひとつ技術内容からの支えが加味される必要がある。とりわけ、論理構成の作業が中心となるシーケンス制御においては、この技術そのものの持つ本質や構造から、訓練内容確定の根拠を探ることが不可欠である。

技術そのものと言っても、シーケンス制御では様々な技術領域があり、ここで問題にするのは、その中の制御の内容についてである。ことに制御の内容をどう理解し、どう作る（設計する）かを中心に訓練内容を検討する。

さて、シーケンス制御の内容作りに関する問題について考えようとするときは、初めにシーケンス制御をどう捉えるかについて整理をしておく必要がある。

そこで、Ⅱ章においては、まずシーケンス制御系がどのように構成され、その各々のなりたち、関係をどう捉えるかについて考える。次に、シーケンス制御を「制御の遷移」という観点で捉えることについて考え、また、制御内容の表現法および表現法の特徴と問題についても整理をする。続いてⅢ章では、訓練内容確定の問題を取り扱う。まず、Ⅲの1では、「制御の遷移」状況から制御内容の分類をし、内容の構造化をはかる。次のⅢの2では、1での分類をうけて、訓練内容およびその細目のあり方について考える。Ⅲの3では、制御対象の動作を制御内容にどう結びつけるかという制御内容作りの問題を取り扱っている。この訓練には制御対象模擬装置が有効である。新たに訓練用教材として、生産システムの中の自動化装置を模擬したミニ装置を開発したので紹介する。また、制御対象を目的どおり制御できたかどうかは、最終的には、作られた制御内容で制御を実行してみて初めて検証できるものである。この実験用にもこの装置は活用されるものである。

なお、本研究は「シーケンス制御教材研究会・ワーキンググループ」の各委員の方々のお力を借りて進めることができた。また、当研究センター基礎研究部の小原哲郎氏には、いろいろご教示いただいた。記して感謝したい。