

## 4. コースの成果と反省

### 4.1 受講者の感想

コースの評価は様々な側面からなされなければならないが、何と言っても受講者自身が喜んでくれたかどうかが一番気になるところである。また、どのような意味で喜んでくれているのかも分析しておく必要がある。この6日間のコースを実施してみて大方の評価は、肯定的であったと思う。これはコースの最後に実施した受講者との反省会からも窺い知ることが出来る。

今回の受講者のほとんどが、自動化した生産設備の設計と保全の業務に携わっている人達であったこともあり、PCについての知識は十分であった。このためか、受講直後に開いた反省会では、「よく理解できた」とか「初期の目的は達成できた」というように語っている。ただ1名は、PCについて不慣れであったため「良く分からなかった」と言っている。職場においてもPCに接する機会が少なかったことを考えれば、致し方のないことであろう。本コースへの受講条件は、一応PCについての基礎知識のある人となっているが、どうしてもこのような受講者が応募してくる。これは、他のコースでも、同様に本コースに限ったことではない。

また、われわれが直接担当した制御内容表現については、新しい表現法を用いて、システム制御の動作概念レベルの表現とシステム動作の解析を行なったが、これについても興味を示してくれた。ただ、時間が1時間弱と少なかったこともあり、十分な内容の理解までには至らなかったようだ。さらに、今回の受講生の関心が、与えられたシステムの制御内容をPCのプログラムにいかに作り上げるかに向けられていて、システムの概念動作の表現や動作解析問題まで考える余裕がなかったためでもある。それでも一部の受講生は、シミュレーションによる動作解析のデモンストレーションには、目を輝かせていた。

受講直後の反省会では、受講者は余り多くを語ってくれなかったが、ほとんどの受講者が満足してくれている様子が、われわれの側に確かに伝わってきた。さらにわれわれは、コース実施から3カ月経過した平成3年12月、受講者の事業所を訪ね、受講したコースについての詳しい感想と研修成果を現在の業務にどのように活用しているかを尋ねる機会を作った。訪問した事業所は2社（受講者総数3名）である。

以下は、面接者が直接事業所側から感想を聞き要点をまとめたものである。ここには、テープから起こしたものとメモを元にまとめたものとの両方が入っている。なお巻末には、

事業所別にまとめた意見が載せてあるので参照されたい（[資料] No.1 企業フォローアップ調査、PP3 1/3 5）。

講習内容の理解については、既によく理解できたと言う感想が大半であったことを述べたが、理解困難なところはどこであったのか。これについても聞いてみた。

「・シーケンサの応用命令（データ演算、転送、リンクなど）が良く分からなかった。」

「・講習スピードが早く理解が追いつかない面があった。」

また、次のようにも評価している。

「・技能開発センターの講習で良かった点は、制御対象機器を使ってプログラム作成と確認の勉強が出来たことだ。メーカー講習では、簡単なスイッチとランプで模擬するだけだ。生産現場のシステムに近いシミュレーション装置を使って講習を受けられたことが良かった。」

次に、今回のコースの狙いであるシステム制御について、企業現場ではどの様に評価しているのだろうか。具体的にシステム制御のどこに困難があるのかを聞いた。

「・能率向上設計と安全をどこまで取りつけた設計にするかの兼ね合いが難しい。工場長は、もう少し能率アップの設計に出来ないかと言われるが、安全を考えるとどうしてもスピードは落ちる。稼働率向上と安全との兼ね合いの設計を教えてください。ところがあれば勉強したいと思う。」

設備課の設計・保全担当者はこのように言っているが、工場長の言い分を聞いてみよう。

「・2ヘッドのドリル加工機を作り能率向上をしようとしたが、結果的には、1ヘッドのものと変わりなかった。何のための改善かと言いたい。安全も考えなくてはならないが、（システムが）同時進行で動いて、どこかで歯止めをかけるという方法も考えられるのではないかとっているのです。」

このようなシステム制御の問題で中小企業は困っているわけで、開設したコースでわれわれの狙いは、外れてはいなかったことが裏付けられよう。また、上に述べられた困難点を軽減する方策として、コンピュータシミュレーションを活用する方法を示したが、十分ではないため上記の意見が出てきているのである。この問題への対応は今後の課題になる。

## 4.2 コース開発・実施の反省と評価

6日間のコースを実施してみて、われわれの評価も受講者の評価と同様肯定的であった。この様な評価を得ることができたのは、本プロジェクトに参加いただいた滋賀技能開発センターの先生方の力に負うところが多い。また、訓練課長の積極的な応援も忘れてはならない。

しかしながら、6日間のコースの全体のあり方・狙いどころ・内容の各部分については、改善すべき点が残されていることも確かである。ここでは各項目毎にコース実施の反省と評価について述べよう。

### (1) コースの狙い

本コースの狙いをシステム制御にしたことについては、結論を先に述べれば、正しい設定であったと言って間違いのないところである。このことは、企業側でこの狙いとした内容の技術取得に強い意欲を示していることから分かる。

現在、企業現場ではNC機やロボット・搬送装置が生産自動化システムの中で主要な機器であり、これらの機器の操作法に関して企業側が公共訓練に一定の期待をしていることも確かなことではある。また、これらの機器を制御する制御装置に関しても、操作法やプログラミングコースに人気があり受講者は集まってはいる。

しかし、この種の機器の操作法は本来メーカー依存性が高く、メーカー講習に依っているのが実状であり、これがむしろ自然な形であろう。したがって、この分野を公共訓練が担当するとしても自ずと限界がある。

企業現場は、これとは別なシステムの制御技術に困難を感じているのである。公共訓練で担当すべきところは、むしろこの様なところであろう。その一つが本コースで狙ったような、ME機器で構成された生産の自動化全体をシステムとして捉え、このシステムを問題なく動かす制御に関するノウハウと言った技術などではなかろうか。

この種の技術のノウハウは、大企業は別にしてメーカー側にも、また、企業側にも十分な蓄積がされていないのが現状であり、特に中小企業で困っていることは先に述べたとおりである。この技術に関して公共訓練に蓄積とノウハウがあるかどうかは、意見の分かれるところであろうが、われわれの意見は肯定的である。それは、シーケンス制御という技術分野について、訓練界はこれまでに多くの貢献がある。このことは、全国の技能開発センターの実施する向上訓練コースの中で、シーケンス制御やPCに関する数多くの訓練が

実施されていることから窺い知ることが出来る（巻末の〔資料〕No.3  
……………PP 6 1 / 6 2 参照）。

更に、技術的にもシーケンス制御技術は、上記システム制御技術のノウハウの本質を支えてきた経緯がある。これらのことを考慮すれば、システム制御技術に関して公共訓練は公共なるが故の独自の貢献が可能であると言えよう。

## （２）訓練の内容

上記（１）の狙いを達成できるように訓練の内容を決定したが、ここには若干の問題があった。システムの制御を表現する表現形式の問題である。システムの制御を表現する、あるいは設計すると言ってもよいが、この表現形式に関して技術的には、既にいくつかの問題が指摘されている。この中のひとつが取り上げている問題と関係するので、これについて取り上げてみる。

制御を表現するとは、制御の内容を図式などのモデルを用いて表すことであるが、制御内容の表現形式は、制御をどのように表現するか (how to do)を中心に表現したモデルと制御上何をしているか(what to do)を中心に表現したモデルとではかなりの相違がある。前者の代表的モデルが、ラダーチャートというリレー回路表現であり、後者の代表がネット理論モデル表現である。

まず、ラダーチャートモデルであるが、この表現はリレー接点の接続関係を電気回路に表現したものである。したがって、制御の要求をどのように電気回路で実現したかが表現されているだけで、制御の要求に応じて制御上何をしているかは直接は表現されていない。制御の要求に応じてシステム全体が何をしているかの分析などは、別の表現形式によらねばならない。

一方のネット理論モデルは、制御の要求に応じて要求制御動作を直接表現できる。また、表現された制御内容を実行すれば、要求を定義した制御動作がそのままの形で観測できる様になっている。このため、システムの個々の要素がシステム全体の中でどのように連係制御されているかも分かり、もし制御動作に不具合が生じた場合でも、システムのどこに原因があるのかも一目瞭然に判断できる。

さて、われわれは今回のコースにおいては、表現形式としてラダーチャートモデルを採用せざるを得なかったことは既に述べたとおりであるが、上に述べてきたように制御動作状況を見通しよく表現するには、ラダー表現では不足な面が出る事が分かる。コース実

施後のわれわれサイドの反省の中でもこの点の問題提起があった。

具体的には次のようなことである。コンベアでワークを搬送し、所定の位置にきたら作業ロボットが動作を開始してビスどめ作業を行う制御課題で発生した問題である。位置検出センサがワークの到着を捉えて作動するタイミングとロボットが作業を開始するためのワークの固定のタイミングが一致せず、ワーク固定のロッドが上下動を繰り返し、ロボットとの動作連係制御が要求どおりにならなかったという問題であった。センサからの入力を受けてコンベアを止め、ロッドを上昇させ、次にロボットの動作を開始する回路を作ることであるから、これは、むしろ初歩的な課題である。なぜ同じ箇所で何人もの人がつまづく結果になったのか。

理由のひとつに表現形式の問題があげられよう。ここで用いたラダー回路表現は、上に述べたように要求されている制御動作を回路で実現することに適した表現法でしかない。したがって、制御の動きは直接には現れていない。ましてや、動作のタイミングなどといったシステム各要素の動作連係状況などについては、全体が見渡せるようには表現されていない。このため、問題となっている点の回路について分析しようとしても、本来の分析目的である制御の動きは、ここには現れていないのであるから、極めて困難なことになる。このことは、問題の分析に限らず要求を表現する場合にも当てはまることで、多くの者が間違ふことになった原因であると考えてよからう。

今回のコースにおいて表現形式を何にするかは、以上のことから訓練の内容を決定する上で重要な要件となっていることが分かる。採用したラダー表現では、システム制御の表現法として適切ではなく訓練の効果も疑問視されるという反省がなされたが、今後は適切な表現法の検討が望まれるところである。

新たな表現法のひとつとして、先に述べたネット理論モデルの活用があげられよう。今回のコースにおいても、ネット理論モデルを用いたシステムの表現と解析については、直接われわれが担当したことについて述べたが、これなどはこの試みのひとつである。具体的には、われわれのところで開発したネット理論モデルシミュレータ「シーケンスネット」というコンピュータシミュレーション教材を使って訓練を展開してみたが、これから発展できる方法であるという感触を得た。

### (3) 理解困難点

理解困難点については、本来受講者側の評価のみで十分であろうが、受講者のコース反

省会での発言が少なかったので、われわれの観察からの評価も加えることにした。

まず、ひとつに次の問題があげられる。本コースでは、制御装置として同時に2台のPCを使用してPCとPCとを連係制御(PC間リンク)し、PC間リンク制御を行うプログラム命令語(リンク命令)を学習させたが、命令語の使用法に困難をきたした者が多く出たことである。理由を分析することは容易ではないが、以下のことが考えられる。

まず、この命令語はPC命令語の中でも応用命令という部類に入っていて、シーケンス制御機能を表現する基本命令語と違って、PC間でデータのやり取りをする機能を表現するデータ転送に関する命令語である。したがって、今回の受講者のようにシーケンス制御機能については知識を有するが、データ転送などコンピュータの命令語に属する機能については理解をしていない者にとって、これは馴染みの少ない機能の命令語である。理解を得にくいのは、むしろ当然であったと考えられる。コース担当者も後の反省で、

「・PCリンク命令については、もう少し時間をかけてやりたかった。」

とか、

「・応用命令は、(これを使って制御する実システムが訓練施設にないので実験することが出来ず)われわれ指導員でも具体的使い方が、なかなかつかめない。」

などと言っていて、この命令使用法の難しさを窺わせている。

もうひとつは、制御内容作りにおける表現形式の問題である。この問題は、上記「(2)訓練の内容」の項で既に述べたので、ここでは詳述しないが、今回使用した制御内容表現形式が、ラダーチャートモデルであったことと関係している。ラダーで表現した制御システムは、全体の制御構造がつかみ難く、受講者はトラブルの解決などで苦勞していた。今後は、適切な表現形式の採用を検討する必要がある。

#### (4) コース運営法

次の意見があげられた。

「・(受講者が提示した)課題が多すぎた。」

「・説明する基本命令の数が多すぎた。」

「・応用命令に時間が取られ、システムを動かして実験する時間が少なくなった。」

「・授業の進め方を検討する必要がある。授業進度や提示の仕方で改善が必要である。」

## (5) 今後のコースの方向

まず第一には、システム制御の表現形式についての検討があげられよう。ラダーチャートモデルに替わってシステムの全体の制御構造を適切かつ有効に表現する新しいモデルが研究され、一部実用化されている。このモデルは既に紹介したペトリネット理論モデルとその応用モデルである。本コースでも採用を検討する価値があろう。

企業現場でも、コースに受講生を出してくれた企業のなかで、新しいモデルを使ってシステムの設計をしているところが既にある。今回、設計したシステムの問題解析にわれわれのところの開発したネット理論モデルシミュレータ「シーケンスネット」を紹介したところ、興味を示し実際に使ってもらうことになった。現場での使用に耐えられるかどうかの評価は、まだ得られていないが、生産現場の動向を知る上で参考になろう。

第二は、コースの狙いや訓練内容を効果的に達成するための教育方法の検討である。これまで、技術的なシステム表現法に目が向き、教育的な問題まで十分な検討ができなかった。われわれは、本年度ネット理論モデル表現を汎用PCのプログラムに自動変換して実動作の確認が出来る教材の開発も進めた(巻末[資料]No.3「シーケンスネットの制御装置トランスレータ・モニタ開発仕様書」参照)。この教材を活用すれば、理論と実験結果との関係検討の有効な道具になろう。

この様な教材以上に、更に根本的な教育上の問題検討が残されているわけで、これについては問題の整理さえ十分ではない。今後に残される課題である。