

1 はじめに

(1) 当プロジェクトの問題意識と研究開発の経過

本報告書は、栃木技能開発センターと職業訓練研修研究センター（当時職業訓練研究センター）との共同研究として、昭和63年度に発足した「メカトロ向上訓練コース開発プロジェクト」の第2年度の研究開発作業をとりまとめたものである。まずはじめに、当プロジェクトの問題意識と初年度からの簡単な経過とを報告しておこう。

やがて20年になろうとする公共職業訓練における向上訓練は、質量共にまことにめざましい発展を遂げてきた。コースの技術分野の広がりと共に、訓練目標のレベルも初級・中級・上級という広がりを見せ、また訓練目標の性格や訓練技法も在職者の訓練の必要性に見合っただ様化しつつある。こうした向上訓練の発展のさまざまな側面に関わるものとして、技術革新への対応という大きな問題があった。とりわけ、殆どあらゆる技術分野に及んだマイクロエレクトロニクス化（以下、ME化と略す）のもとで生じた、在職者能力開発ニーズの変化に公共向上訓練が対応するためには大きな努力がはらわれてきている。

当センターが各地の技能開発センターと共同で行ってきた向上訓練コース開発のプロジェクトにおいても、この点はテーマのひとつの大きな柱となった。

その際のわれわれの研究開発の基本姿勢は、ME化への対応といっても、企業内のOJTやOffJT、あるいはメーカー講習によっては充分に対応できない部分は何か、公共の職業訓練施設が持っている教育訓練ノウハウでこそ対応できるものは何かということであった。この姿勢で、すでに行われている向上訓練コースを見直し、企業現場の能力問題を調査検討して、新コースの開発を行ってきた。その結果、さまざまな技術分野に共通するある新型向上訓練の課題分野が浮かび上がってきた。それは、「ME化」の制御に関する分野と制御されている作業（例えば加工作業）分野との交わるところ・接点に存在する訓練課題分野である。

一例をあげれば、NC工作機械の作業者のための切削技術教育である。NC機が普及し、汎用機経験を持たない、切削加工の基本的理解と判断力に乏しい若手のNC機作業者が増大している。プログラムやNC機操作法の訓練は、企業内やメーカー講習等で対応できてはいるが、制御技術に乗せるべき加工技術そのものの教育となると、適切な教育機械が

ないという問題が、次第に大きな問題となりつつあるのである。

これは、機械加工の例だけでなく、3次元測定機を扱う人にとっての測定ということの基本的能力、溶接ロボットにおける溶接技術の基本、CADの普及下での製図技術と、さまざまな技術分野に広がっていくこれからの訓練課題である。

さて、ME技術の現場への普及は、上に述べたようないろいろな機器におけるME化の他に、さまざまな作業機器を連結する技術分野、すなわち、いわゆるシステム化の分野がある。前者が従来の普通旋盤や溶接機、測定機等々による個々の作業工程のME化であるとすれば、後者は従来の作業工程間の結び付きのところに普及したME化である。このシステム化の技術分野における向上訓練ニーズについても、企業内やメーカー講習では充分対応しにくいものを探ってみると、上述したNC機や溶接ロボット作業における新たな訓練課題と相通じるものが見いだされる。それは、プロジェクト初年度に行った企業アンケート調査や企業面接調査によってわかってきた。

この作業のシステム化の技術には、制御装置の取り扱いに関わる言語その他の技術、サーボ機構その他のアクチュエータの技術、さまざまなセンサーの技術、加えて、制御されるべき動作部分そのもの（これは機械的技術と技能に関係する）に関わる技術と、さまざまな要素が含まれている。企業現場からの意見の多くは、これらのさまざまな技術の個々の教育訓練は、それなりに対応することができても、最も難しいのは、それらをトータルに把握し、実際のシステムに作り上げる能力を養う点だというものであった。この意味で今日までに行われてきている向上訓練を見直してみると、この分野に関連するコースも質量ともに発展してきたはいるが、この企業現場での教育困難点に意識的に照準を合わせてはいないようである。

例えば、PC等制御装置の取り扱いに関わる向上訓練コースは、全国的に行われているが、多くは回路図を与えてプログラムさせる発想であり、その発展的段階として考えられるべき「制御すべき動作を与えて設計-プログラムさせる」というコースはまだ殆ど見られない。実際のシステムに作り上げる能力を養うという意味では、当然考えられてよい訓練内容であろう。

栃木技能開発センターとの共同で取り組んだわれわれの「メカトロ向上訓練コース開発」は、以上のように、①個々のME機器の技術を対象とするのではなく、それらを結び付ける制御（システム化）の分野を対象とし、②システムを構成する個々の要素技術に焦点を当てるよりも、システム化技術の全体をひとつに作り上げる能力を養う点に重点

を置いて、進められた。

プロジェクトの初年度には、こうした問題意識を、企業調査等によって確認し、ニーズの大きさを測ると共に、コース内容の大まかなイメージを作った。その結果、教材として、FAモデルを使うこと、これは後に変更せざるを得なくなったのだが、マイコンの取り扱い等の基礎は身につけている人を対象に、メカトロ中級のイメージでコース設計することなどが確認され、第2年度の具体的なコース準備に入っていた。

(2) 課題とコース開発の概要

1 これまでの方向づけ

昨年度の経過でもふれているが、メカトロ技術という幅広い領域にわたる技術分野を対象とした向上訓練を設定するにあたり、いままで方向づけが出来ている部分は、次のような点であった。

(1) 訓練対象者

調査結果では、企業によって若干のちがいはあるが、全体に共通しているのは「生産技術・設計、保全関係の仕事をしている人」で、特に「生産技術担当者」に対する教育訓練の要望が企業規模とは無関係に多かったこと、面談調査結果の内容などを併せて検討した結果、対象者を「生産技術担当者」に絞ったコース設計をしてはどうか。

(2) 訓練目標

企業は、メカトロ制御システム技術要素について個々の教育訓練も必要であるとしているものの、多くは「システムを作り上げる構想力」や「生産の動きを制御に置き換える技術」などのメカトロ制御システムに関して、全体像から捉えられる技術力の養成を期待している。

したがって、目標を「コンピュータ等によって、制御システムを実際につくることをとおして、生産システムのメカトロ技術を習得する。」とする。

具体的には、

- ①システムを全体として捉え制御システムとして構想する技術の習得。
- ②個々の自動機を結合して制御する技術の習得。
- ③制御システムの回路設計、プログラミング技術の習得。

とする。

(3) 訓練内容

(イ) 制御装置を中心に、センサーや動作部分を含む制御システム全体をカバーした訓練課題・教材を扱う必要があると思われる。

(ロ) 基礎知識の理解を重視するといっても、座学的な訓練は極力控えて、「つくる」ことを軸に進める。

(ハ) 制御装置は、PCとマイコンの両方あるいはどちらかを選択して対応できるように進める必要がある。

(ニ) 受講者のメカトロに関わった職場経験を前提にそれを活かした訓練の進め方をする。

(4) 訓練方法・時間

座学は極力さげ、実習を中心にくみたてる。

時間帯については、夜間や土日よりもむしろ平日昼間の方が良いとする企業が多かったことを考慮した、日程、時間帯の設定をする。

2 コース実施までの課題

(1) 訓練対象と訓練目標について

訓練対象者と訓練目標には密接な関連があり、まず、昨年度実施した「メカトロ化に伴う従業員教育に関する調査」および企業面談調査から得た方向づけを再度確認すること。

企業面接調査で得た情報のなかで、「NC機器や自動化システムを購入希望をするとその販売会社はその企業の関連技術力を確かめてからでないと納入しない。」という話がありました。その理由をうかがえば、技術力を持たない企業に販売すると、機器、システム等の納入後に簡単な操作ミスやトラブルについて再三呼びつけられたり、電話でのやり取りで済むようなことも関連技術力不足で話が通じないため、ほとんど専属に近い状態で要員を派遣しなければならないという状態が長期間続く場合もあって、販売企業はよるこんで売らないということでした。

また、第1次アンケート調査中「技術力について」の間にも「不足している」と答えた企業が、85%を越えていたことから、教育訓練が要望されている現状があるようです。「教育訓練を必要とする対象者の仕事は」という問に、「現場作業

者」が多いことも、状況として共通な部分を含んでいると考えております。NC機器、自動制御機器は生産現場では作業の道具であり、現場では、急激な技術変化に対応するための技術力養成が課題となっている様子が見えます。

これらの点について、対象者及び目標設定の方向づけが適切であるかどうか、第2次調査で再確認をすること。

(2) 訓練実施内容の具体化

(イ) 制御装置を中心に、センサーや動作部分を含む制御システム全体をカバーした訓練課題・教材を扱う必要があると思われる。

①制御装置を何に絞るか……マイコン、PC（プログラマブル・コントローラ）のどちらにするか。

②制御システム全体をカバーできる教材機器をどうするか

③訓練課題の要素をどうするか

④訓練時間配分をどうするか

⑤実施体勢はどうか

向上訓練コース開発として、協力いただいている栃木技能開発センター全職員の理解の基に、展開する必要があること。

試行という段階ではあるが、向上訓練の一貫として取り組んでいただくと言う理解をいただき、実施までの準備を進めて行く必要があること。

これは、新たなコース開発の発展に欠かせない課題の一つでコース開発に関しては重要なポイントであると考えているので、施設の職員の方々と充分に対話を深めること。

(ロ) 基礎知識の理解を重視するといっても、座学的な訓練は極力控えて、「つくる」ことを軸に進める。

①授業の進め方（訓練実施の技法）

②「つくる」という課題設定と実施方法

(ハ) 制御装置は、PCとマイコンの両方あるいはどちらかを選択して対応できるように進める必要がある。

①実施施設の機器等の整備状況から判断して「マイコン」としたいがニーズと合致するか

②その場合、PCに関する技術分野はどうか

(ニ) 受講者のメカトロに関わった職場経験を前提にそれを活かした訓練の進め方をする。

①受講者の職場経験をどのように、訓練の場で引き出すか

②それを、活かした訓練のすすめかたをするためには、どうすれば良いかなど、今までに方向づけされた点と併せ施設からの協力体勢と理解をいただくこと、具体的訓練内容、技術要素を、確定し課題の設計をすること、授業展開について設計すること、並行して教材・機器等の準備をすること等がこれからの課題であります。

これらの準備作業を完了した時点で、訓練内容紹介も兼ねたリーフレットを作成・配布すると同時に地域企業が、このコース目標、内容等についてどのような評価をしてくれるか実施前の調査を行い、最終的にコースの実施までもってゆく。

3 コース開発の概要

(1) 実施体制の確立

実施施設の全体に理解を得て、実施することがコース開発の成否を握るポイントであるという視点から、調査段階の昨年度から栃木技能開発センターの職員の方々に報告をしきましたが、実施年度にあたっている今年度は特に詳細に報告をしてゆく必要があり、第1回委員会に併せ、4月に施設を訪問し委員会としてのコース開発について理解をいただくよう職員会議で説明させていただきました。

この会議の中で、昨年から予定していた公共職業訓練でこの分野の向上訓練コースがどのような状況にあるか調査しこのコース設計の参考にすることとしました。

(2) 公共職業訓練におけるメカトロ関係向上訓練の実施状況調査実施

メカトロ関連科目のある訓練施設に対して実施、目的は、コース内容計画、指導員研修等の参考にする。

詳細については、本報告書「2 (2) 公共職業訓練施設のメカトロ関連向上

「訓練実施状況調査」をご覧ください。

(3) 第2回委員会

①コース内容の確定（ねらい、骨組み） 今までの調査結果、会議での検討結果を整理し訓練対象、訓練目標、訓練内容の概要の確認をした。

②教材の準備

制御モデルシステム装置の導入と改善について検討

③実施前企業訪問調査の計画について

ここでは、次回までに内容課題のつめをおこない、パンフレットの作成と、第2次企業アンケート実施及びその後の受講希望企業を中心に面接調査を実施し内容設定とニーズ確認及び調整をすることとしました。

(4) 第2次企業アンケート調査実施

宇都宮を中心とする、企業を中心にコース開発委員会で設計した訓練内容等について、企業ニーズとのズレがないか確認する目的で実施しました。詳細については、本報告書「2 (3) 企業アンケート調査」をご覧ください。

(5) 企業訪問調査

アンケートと同様の目的で、受講希望企業を中心に訪問調査を実施しました。詳細については、本報告書「2 (4) 企業 に対する面談調査」に報告しますが概ね訓練内容についてニーズと合致するものと確認出来ました。

(6) 第3回委員会

①実施内容の確認

②授業観察（見学）

③企業面接調査及び報告

について討議し、実施前最後のつめをおこないました。

(7) 向上訓練の実施と訓練状況

平成元年11月7日（月）から5日間実施しました。

これについては、本報告書「3 コース実施状況」で詳しく報告いたしますが、訓練実施状況を評価し反省を加えて、今後の発展を期すことにいたしました。

また、今回の実施については、周辺産業界も注目をしており地元紙が取材、記事として掲載されました。



栃木技能開発センターに全国で初めて設置されたメカトロニクスの研修コース

雇用促進事業団・栃木技能開発センターは、国内企業のハイテク度の高度化を促すため、メカトロニクスの研修コースを開設した。中小企業を特に対象とする研修コースを開設し、パソコンやマイコンの基礎知識を学ぶもので、メカトロニクスに関する研修コースを設けるのは全国でも初めて。同センターは「大企業だけでなく中小企業のハイテク化は年々進み、メカトロニクスの研修研修の場を必要とされている。」

同センターが昨年十月、県内の製造業者を対象にアンケート調査を実施したところ、パソコンやロボットなどメカトロニクスにかかわる持つ事業所は全体の九割近くを占め、県内企業のハイテク度の高さが分かった。しかし、中小企業は大企業に比べ、企業内研修やメーカーによる講習会などメカトロニクスに関する教育の場が少なく、このため同センターでは一年前からプロジェクトチームを組んでこうした中小企業の技術者を対象とした研修コースの開設を検討していた。

開設された研修コースは、「メカトロ制御システムコース」。研修内容は、ロボット

どんと来いハイテク

全国初メカトロ研修

中小企業の高度化に対応

栃木技能開発センター

(8) 第4回委員会

コース実施の反省と評価

- ①コース実施の反省と今後の方向づけ
- ②フォローアップ調査について
- ③その他

次年度の課題

- ①訓練内容の見直しと吟味
- ②訓練機器、教材の改善
- ③関連コースの構造化（発展的）
- ④指導体勢の諸問題

2. コース準備の経過と問題点

(1) コース内容の検討と問題点

企業アンケートおよび聞き取り調査結果を検討し、生産現場が求めるメカトロ技術の重要な柱のひとつは、自動化のためのシステム制御技術であることが、1989年度に突き止められた。訓練の狙いを、システム制御としたとき、この狙いを実現できるようにコース内容を設定する必要があるが、決定過程で種々の問題があった。

その第一歩は、自動化のためのシステム制御技術のどの領域を取り上げるかという問題である。システム制御技術といっても、この領域は極めて広い。そのため、平成元年度の第一回委員会資料（資料NO. 1-2, 1/2頁）に示すように、まずこの領域の整理をすることにした。領域は大きくふたつに分類した。I.自動化の対象になるものと、II.制御装置・機器である。次にその中を、さらに詳細に分類した。それぞれ他の領域の内容が若干関係するものの、今回取り扱う領域は主として、制御装置・機器を中心にした、2~4の枠で囲った領域とすることになった。

それを書き出すと、次のとおりである。

- ・自動動作流れの表現
- ・制御システムの全体構想化
- ・制御内容設計

第二の問題は、選定した技術領域の中での訓練必要点は何かということである。これについても、第一回委員会資料（2/2頁）に示すように、訓練要素として3項目に分類して検討した。I項の「制御の駆動」とは、工程の自動化を実現するために自動制御（人手によらず機械で自動的に制御）をするが、その制御の積極的な実現である。これに対して、次のII項の「自動化システム（ハードウェア）の安全確保」とは、I項とは逆に消極的な制御とでもいうべきで、制御上の制約を取り扱ったものである。機器が追突することを防止したり、先着優先を確保するため、後からきたものを受けつけない機構にするなどがこれに該当する。

また、安全は上述した機器自体が安全に制御されることの外、さらに重要なこととして人に対する考慮がなければならない。人が機械を操作したり保全したりする場合

メカトロによる自動化の過程と技術領域

I. 自動化の対象

1. 現状分析…自動化すべきか否か
2. 工程分析…工程表
3. 自動化への再編成
4. 設備・機器のレイアウト
5. 機械的メカニズムの検討
6. 駆動機器（アクチュエータ）の検討…電動機（モータ）、油圧、空圧
7. 検出器（センサ）の選定

II. 制御装置・機器

1. 生産工程の生産流れの分析

2. センサからの信号を取り込んだ自動動作流れの検討…タイムチャート等
(アクチュエータ駆動状態も考慮)

3. 制御システムとしての全体構想化

4. 制御内容設計…確定された表現として、フローチャート、論理図等

(制御装置の種類 [マイコン,PC,IC,リレー] によって異なった表現となる)

5. 周辺回路の設計・製作…入出力機器と制御機器とのインタフェース回路

6. 制御内容の製作…

- | | | |
|---|---|----------|
| <ul style="list-style-type: none">・マイコン（処理手続き流れ）・PC（論理回路）・IC（論理回路）：配線基板作成・リレー（リレー回路）：制御盤作製 | } | ：プログラム作成 |
|---|---|----------|

訓練要素 (制御実験要素)

I. 制御の駆動

1. 工程の自動動作実現

- (1) システム化
- (2) 自動機間の結合 (動作の結合)
- (3) 実時間 (リアルタイム) 性への対応
- (4) 時限、計数機能の処理
- (5) 競合 (コンフリクト) の解消

2. 制御の精密化…サーボフィードバック機構

II. 自動化システム (ハードウェア) の安全確保

1. 追突 (アンセーフ) の防止

2. 先着優先機構…インタロック

3. 続行不能 (デッドロック) の防止

III. 人への安全確保 (マン・マシン・インタフェース)

1. フェールセーフ対応

- (1) 緊急停止…停止優先か条件停止か (時限、計数機能を含めて)

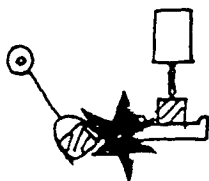
人間の介入 (手動・自動切換)

- (2) 停止指令への常時閉路押ボタンスイッチの使用

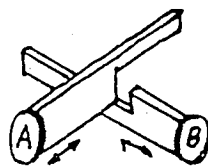
2. フールプルーフ対応

- (1) 起動優先か停止優先か…インタロック等

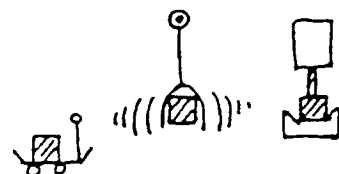
- (2) キーロック…AND条件



II.1 追突



II.2 先着優先 機構



II.3 続行不能

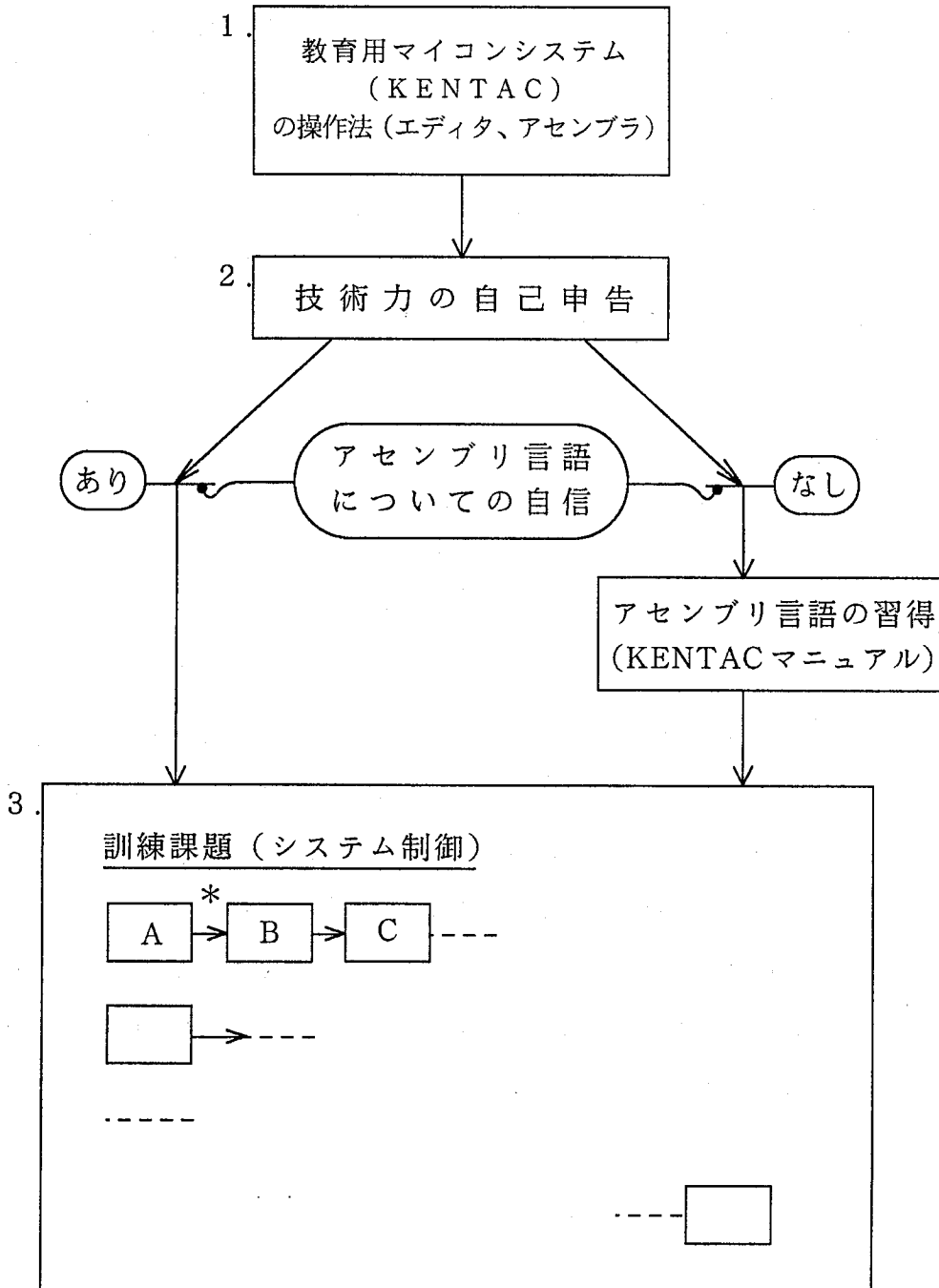
に、何らかの原因で装置が故障しても、安全側になるようにしておく（フェールセーフ）とか、間違った操作をしても事故につながらないようにしておく（フールプルーフ）と言うのがこれである。

一般に、自動化のための制御というと、Iの制御の駆動を主に考えがちになるが、II、IIIの安全を考慮した制御システム作りの訓練は見落としてはならない事項であろうということで、一応委員会での意見はまとまりをみた。

第三に、以上のように取り上げる技術領域と其中での訓練必要点が定まり、委員会での意見の一致はみても、具体的な訓練の課題として何を取り上げるかの問題が残っている。この問題に付いて、第二回委員会で検討を加えた。このコースの訓練の狙いが、自動化のためのシステム化技術となっているので、その目的を達成できるような課題の設定を考えた。したがって、この段階の案としては、第二回委員会資料（資料NO.2-2, 2/4~4/4頁）に示すように、主にシステム制御の課題をあげている。一部電子回路によるアクチュエータの駆動回路（ドライバー）の製作も入っているが、これは興味をもたせる動機付けとして考えている。

また、当初は受講対象者は、コンピュータ言語（アセンブリ言語）についてのある程度の知識をもった者としていた。しかし、この第二回の委員会での時点では、機械系の仕事をする従業員でアセンブリ言語の知識を持った者はむしろ少ないであろうとの判断から、マイコン制御というタイトルで、マイコンのソフトの取扱法と併せて、言語習得についても時間を設けることになった。これを踏まえて、コースを実施する栃木センターより次に示す案が出された。しかし、日程の3日目以降のシステム化技術、システム課題および総合課題については、具体的内容はだされてなく、検討課題となった。ただ、委員会資料（資料NO.2-2）に示したような訓練課題の中から適宜選定する方向であることは確認された。

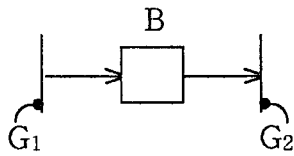
コース実施方法



*(注) 課題FはAの次がよいか?

訓練課題 (システム制御)

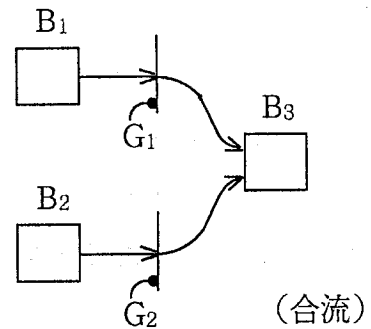
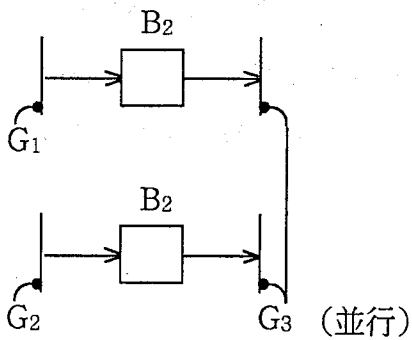
A. 単一機器の起動・停止



B : 機器の状況
G1, G2 : 操作用スイッチやセンサ

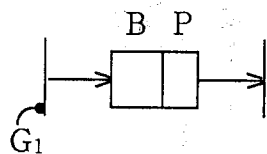
- (A-1) 停止優先
- (A-2) 同上 (G2を常時閉路押ボタンスイッチ使用)
- (A-3) 起動優先

B. 同時並行運転



- (B-1) 並行
- (B-2) 先着優先
- (B-3) 合流

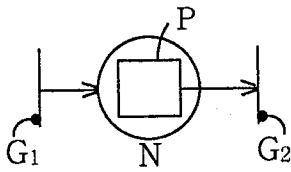
C. 時限



Bに付くP : 時間機能

- (C-1) 時限動作 (遅延、時限動作停止)
- (C-2) 時限動作の緊急停止 (中断割り込みを含めて)

D. 計数

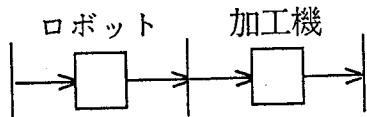


N : 設定カウント値
 P : カウント値が設定値に達した状況

(D-1) カウント

(D-2) カウントのリセット (カウント途中もリセットするか否かを決める必要あり)

E. 動作の結合

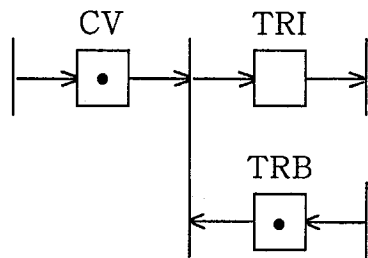


(E-1) ロボットティミングと動作の始点、終点での外部信号とのやり取り部設置

(E-2) サーボモータ動作の始点、終点での外部信号とのやり取り部設置

(注) ロボット、サーボモータの所定の動作は、あらかじめ準備したもの (プログラム) を使うか?

(E-3) 結合での並行動作の同期化

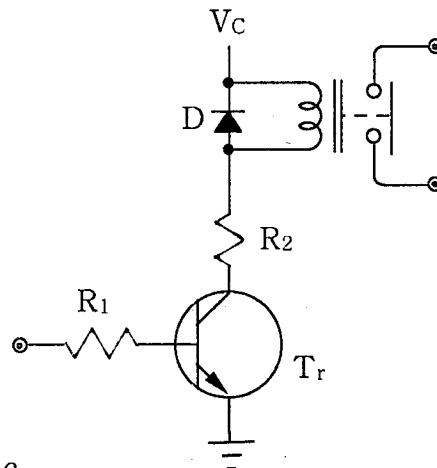


CV : コンペア
 TRB : ロボット回送
 TRI : ロボット搬送

F. 制御機構と動作機器との接続関係

(F-1) エアブロー電磁弁

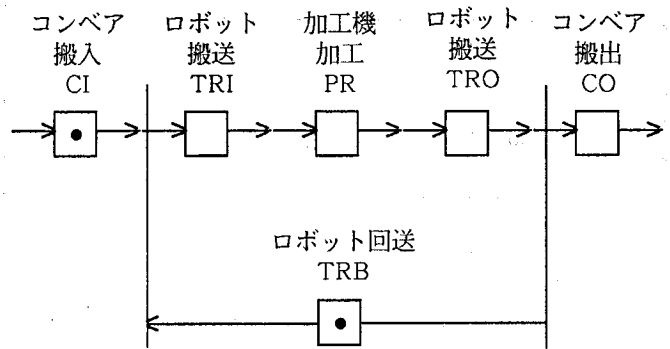
ドライバー回路の作成と
 制御装置への接続



G. 総合運転

(G-1) A~Eの要素を
入れてのシステ
ム全体の運転

(G-2) システムの緊急対応
緊急停止及び緊急対応処置



日程	午前 (3H)	午後 (3H)
1	概論 訓練機器によるデモ	マイコン制御 (1) (取扱, ハードとソフト)
2	マイコン制御 (1) プログラミング, アセンブリ言語	インターフェース製作 (アクチュエータ駆動回路)
3	システム化技術 (1) (ON, OFF 制御, 緊急停止)	システム化技術 (1) (ロボット, マイコン)
4	システム課題 (1)	システム課題 (1)
5	総合課題 (1)	総合課題 (1) 懇談会

第四の問題は、受講希望者が決まり、コース実施一ヶ月前の10月に受講者の企業を訪問して、社内での仕事の内容がわかってから、それに合わせて訓練コースの狙いを若干修正せざるを得なくなったことである。即ち、当初の狙いは、システム化技術を主にして、制御装置としてのコンピュータの操作法については出来るだけ簡単に済ませるようにしていた。しかし、受講者が機械系の作業従事者であり、コンピュータ言語（アセンブリ言語）についてほとんど知識を有してないことが判明したことから、言語やプログラミングについての内容を増やさざるを得なくなった。これにつれて、訓練の狙いも、システム化技術能力習得からコンピュータエンジニアやシステムエンジニアと会話出来る能力習得へと実質的な変更が必要で、これが委員会の中で検討され修正された。

ただ、コンピュータ言語プログラミングについて訓練をするにしても、実用に近い自動化システムを実際に制御することを通して行うことが重要であるとの認識から、

単にコンピュータの入出力ボードにビット単位の信号の出し入れをして、ビットモニタ表示器 (LED) で確認するだけの方法で終わることのないようにした。従って、NC加工機 (DCサーボモータシステムでシミュレート)、ロボットおよびコンベアといった産業上の実用システムに近い制御対象を与える。これを用いて、コンベアから運ばれてきたワークが所定の位置に到着したら、ロボットがワークを取りにゆき、さらに加工機にロードするように制御するプログラムをつくれ、というような課題を与えるようにした。

こうして、最終的にできあがったコースの内容が、次に示すもの (20頁資料1/3) である。懸案となっていた制御システム作りの総合課題については、(21-22頁資料2/3~3/3) に示すものを考えた。この総合課題は、コース実施時には、栃木センターで作成されたコース実施テキスト (別添 [資料4] (1)) の中にあるように、実際に使用する機器に合わせて若干修正されている。

メカトロ制御システムコース日程

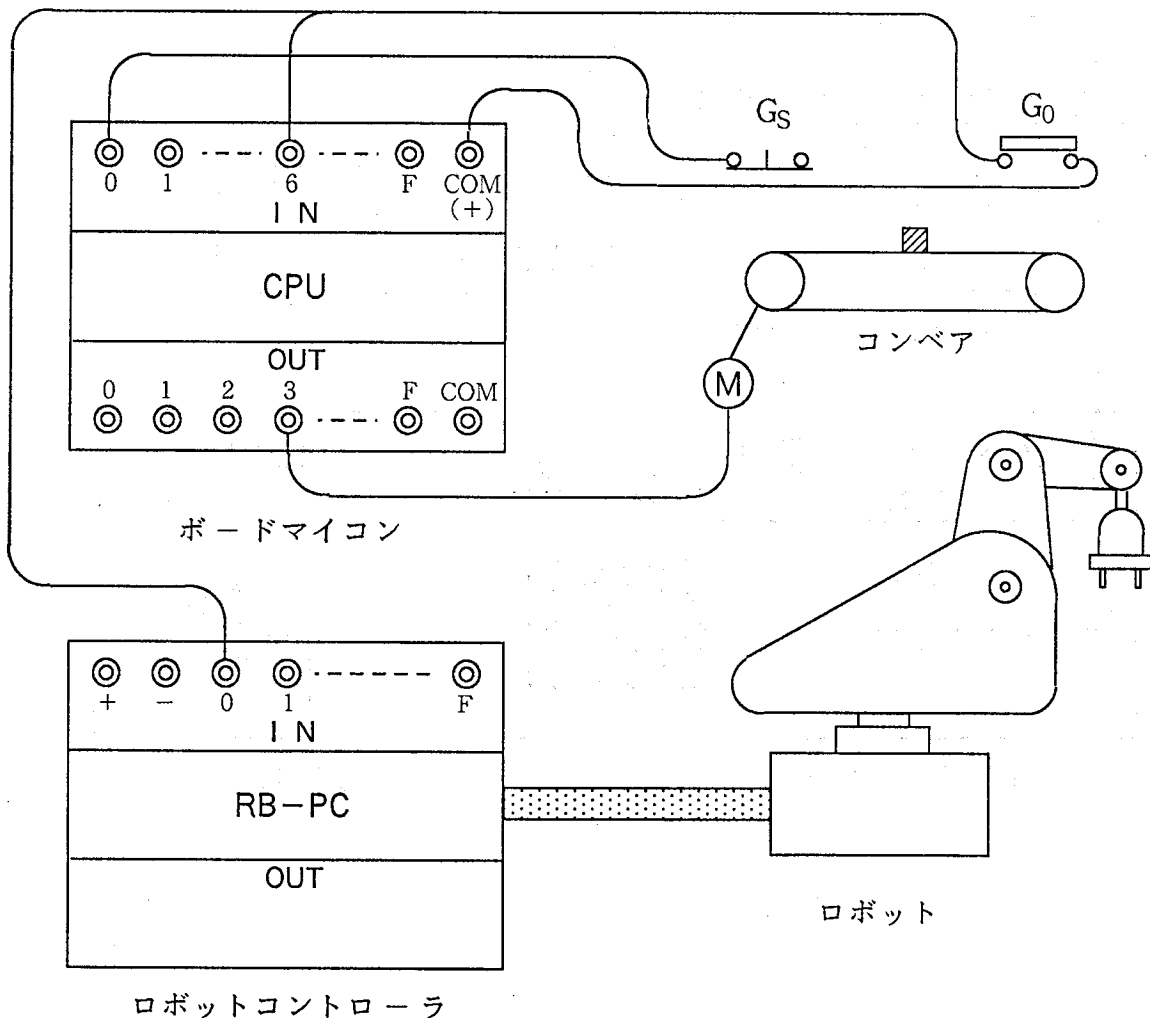
H.1. 11. 13

	午前	午後
第一日	<ul style="list-style-type: none"> ・メカトロニクス概念 ・FAモデルによるデモ ・マイコンの基礎 (動作説明) 	<ul style="list-style-type: none"> ・アセンブリ言語について ・プログラム開発支援ツールの使用法 (プログラミング例)
第二日	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミング (練習課題) 	<ul style="list-style-type: none"> ・インターフェースの制作
第三日	<ul style="list-style-type: none"> ・練習課題と動作確認 (1) 	<ul style="list-style-type: none"> ・練習課題と動作確認 (2)
第四日	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットの制御法 概略説明、(プログラミング)	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットとコンベアとの連携制御 ・練習課題と動作確認 (1)
第五日	<ul style="list-style-type: none"> ・練習課題と動作確認 (2) 	<ul style="list-style-type: none"> ・サーボモータの制御法 ・意見交換

コンベアとロボットとの動作関係制御

課題

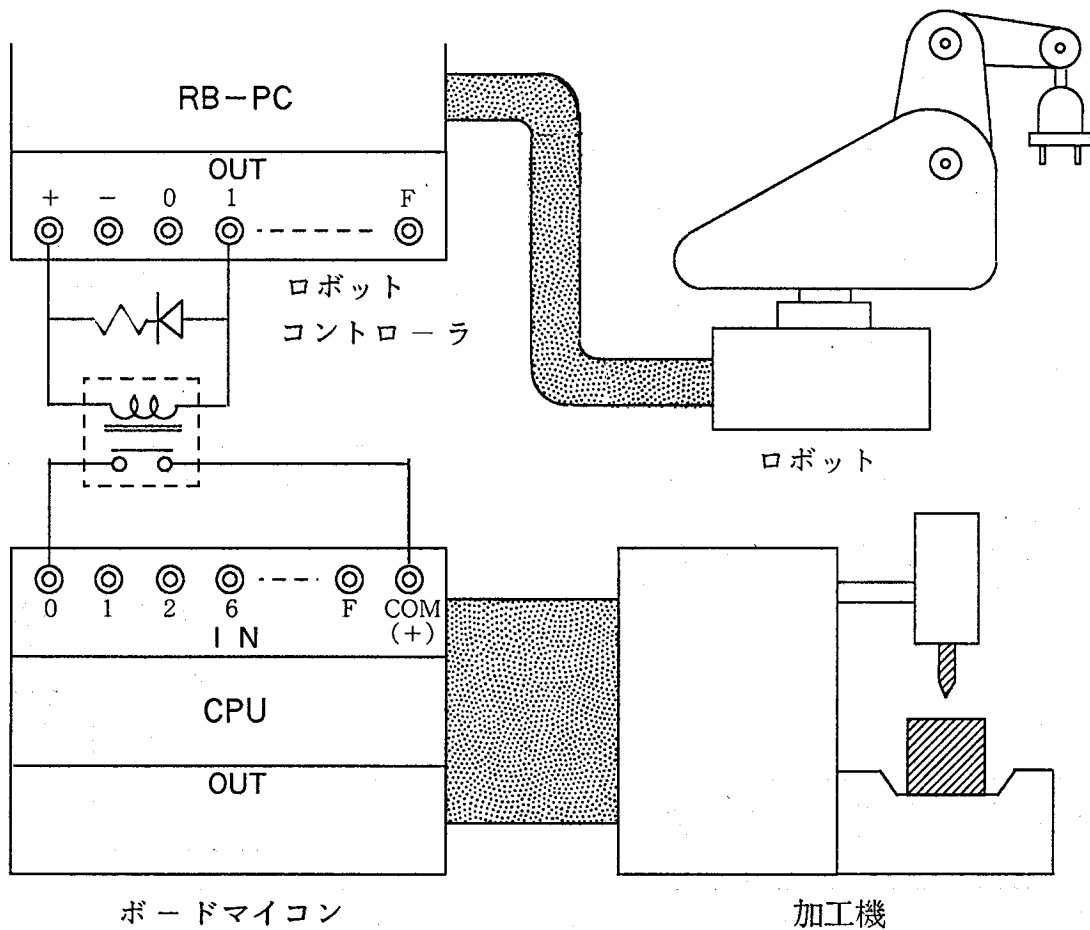
1. コンベアを起動スイッチ (G_s) で起動し、コンベア出口部へワークが到達したら、リミットスイッチ (G₀) からの信号でコンベアを停止する。
2. コンベアを停止する信号 (G₀) を下図のようにロボットのローディング開始信号として受け、ロボットはワークのローディングを開始する。
3. ロボットがローディングを完了し、次の作業動作に移るまで待機しているとき、コンベアからワークが運ばれてきて、コンベア出口部のリミットスイッチ (G₀) からの信号がロボットに出されても、ロボットがワークを取りに行くローディング状態に入らないこと。



ロボットと加工機との動作連係制御

課題

1. ロボットによるワークのローディングが完了したら、ロボットは作業完了信号を出し、待機状態に入る。
2. ロボットの作業完了信号と加工機の作業開始信号とを下図のように接続して、ロボットがローディングを完了したら、加工機は加工を開始する。
3. 加工機の加工作業は、ロボットのローディング完了信号を受けて1回のみとする。



2.2 教材の準備

コース内容の検討と並行して、訓練用機器の準備を行った。これは、今回のメカトロ制御システムコースが、全国的にみても新しい試みであり、既存の訓練用機器だけでは不十分であったことから、新たに制御対象機器を開発する必要があったからである。この検討は、予算との関係から既に前年度の二月から始まった。本コースの訓練の狙いが制御システム化技術であることから、教材機器もこの狙いが達成できるように選定して構成するようにした。

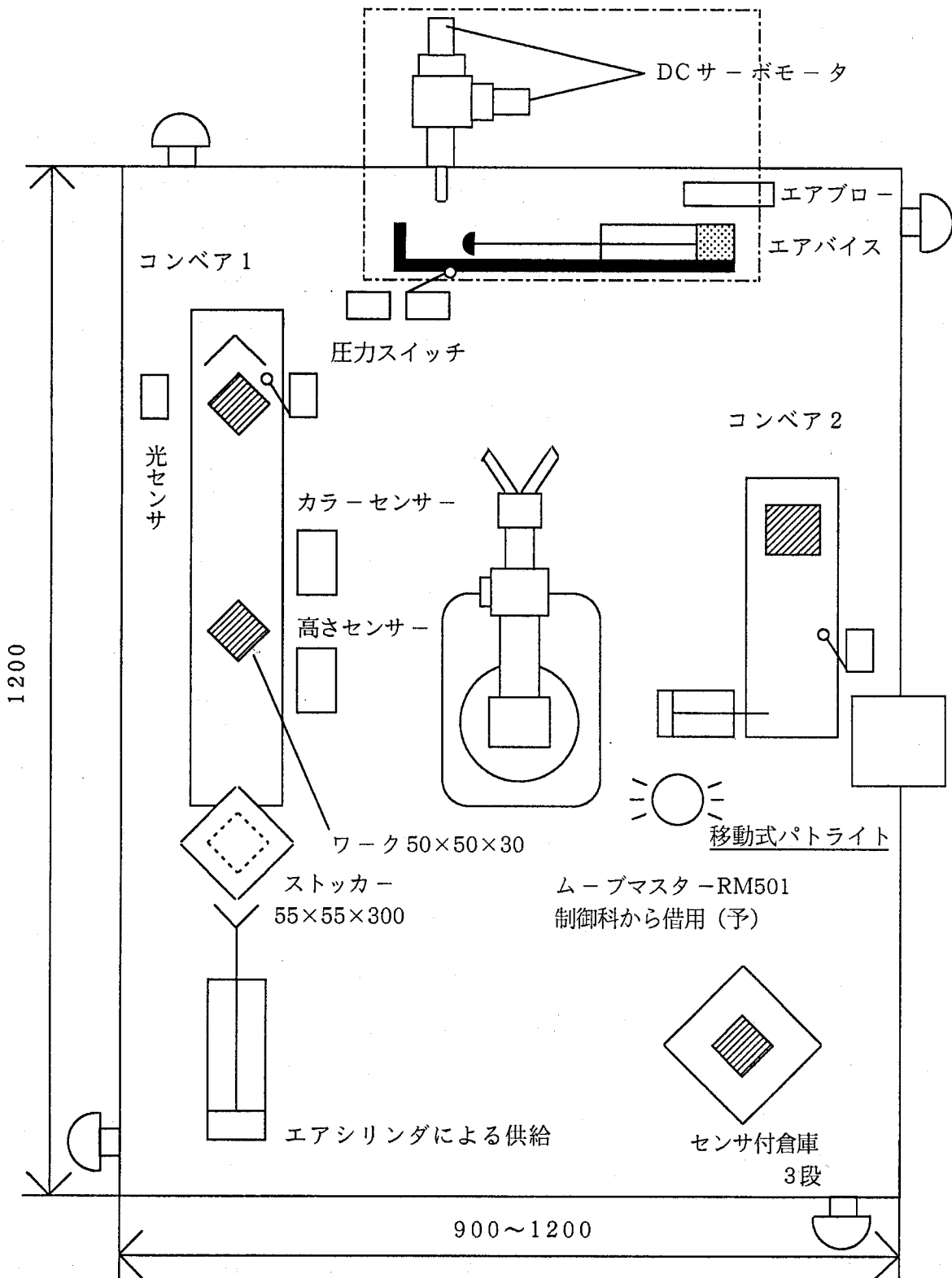
機器の構成は、図2.1, 写真2.1に示すとおりであるが、主な機器は、加工機、ロボットおよびコンベアである。加工機は、ドリルによる穴あけ加工ができるもので、DCサーボモータを2機搭載し、ドリル主軸の回転数と送り速度が可変になっている。ロボットは、市販の軽作業用小型ロボットで、栃木センターに現有するものを使用することにした。コンベアは、ワーク搬送の入口側と出口側に2機設置することにした。また、この制御対象機器上には上記主要機器の外に、各種の位置検出センサが取り付けられている。この外、マイコンとプログラマブルコントローラ（PC）との双方のインターフェースボードが内蔵されている。

制御装置は写真2.2に示す、ボードマイコンを使用することにした。中央演算処理ユニット（CPU）に、ザイログ社オリジナルのZ80を搭載した教育用に開発されたマイコンである。このマイコンを選定した理由は、次のとおりである。

1. パーソナルコンピュータ（パソコン）とマイコンとを接続してパソコンをプログラム開発支援装置として使用し、作成したプログラムをボードマイコンの読みだし書き込みメモリ（RAM）上に容易に転送できる。また、RAMはバッテリーでバックアップされており、マイコンの電源を切っても内容は残るようになっている。
2. アセンブラプログラムが、ボードマイコンの読みだし専用メモリ（ROM）に入っており、瞬時にアSEMBルでき、プログラム開発上で煩雑な修正作業が容易にできる。

制御装置としては、PCを使うこともできたがマイコンにした。理由は、コンピュータの基本的な仕組みを理解してもらう意味では、マイコンの応用装置であるPCよりも、ボードマイコンの方が適切であると判断したからである。

なお、教材としては、テキストも栃木センターで作成されたのでテキストの一部を次に示す。巻末に資料として挙げてあるので参考にされたい。



ワンボードマイコン（プログラマブルコントローラにても可）にて制御
ノイズフィルタ付・電源AC100V

電磁弁ドライブ回路作成実習用ターミナル付

図2.1 制御対象機器構成

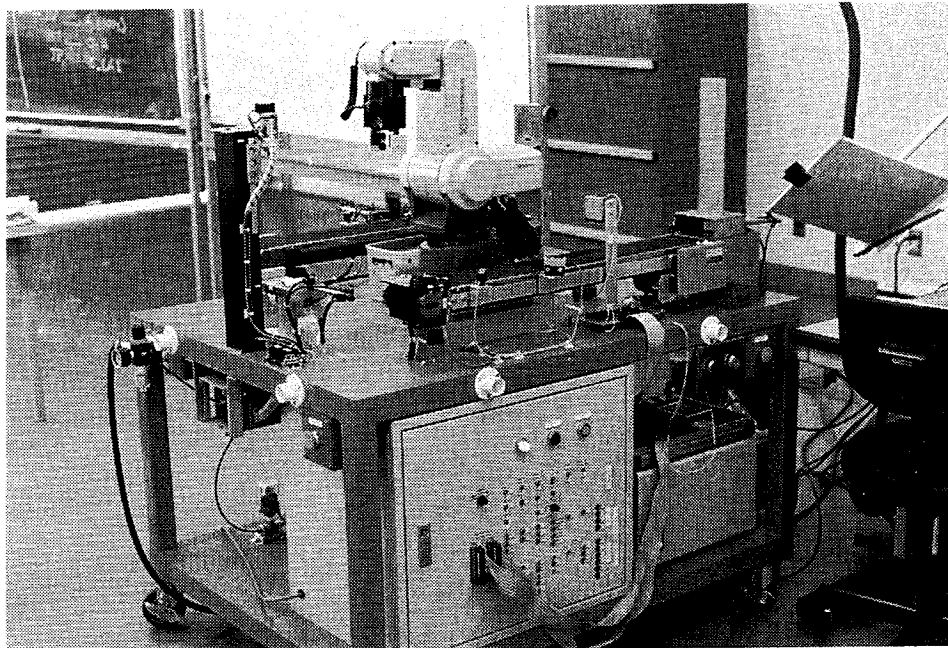


写真2.1

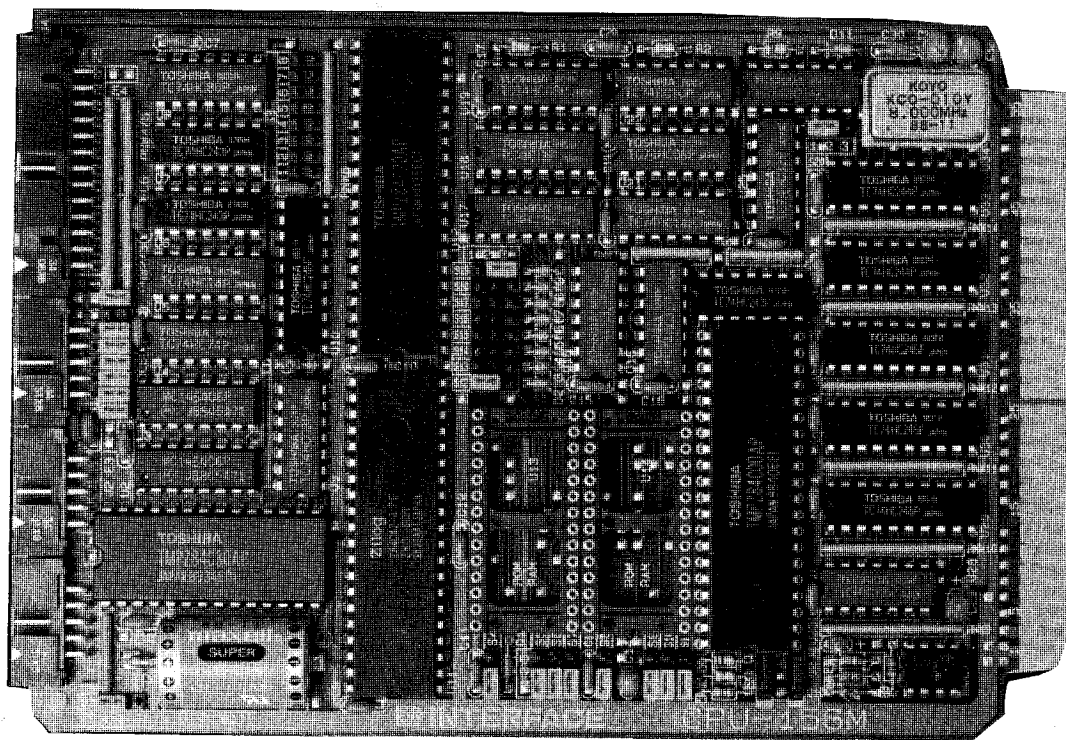


写真2.2

テキストの一部

RV - M1 とマイコンの関係

1. DEMO - 1 の解説

```

LPRINT "RN" □      ' 運転開始
10'RV - M1 DEMO - 1
20'
100 LPRINT "100 NT"
105 LPRINT "105 GP. 15. 15. 10"
110 LPRINT "110 MO 1"
115 LPRINT "115 OB + 0"      ' マイコンへ → A1
120 LPRINT "120 ID"        ' ロボットに ← B2
125 LPRINT "125 TB + 1. 140" ' 入力あれば 140 行へ
130 LPRINT '
135 LPRINT "135 GT 120"    ' なければ 120 行へ
140 LPRINT "140 OD 0"     ' 信号 クリア
145 LPRINT "145 MO 2"
150 LPRINT "150 MO 3"
155 LPRINT "155 MO 4"
160 LPRINT "160 TI 10"    ' 1 秒停止
165 LPRINT "165 MO 5"
170 LPRINT "170 TI 10"    ' 1 秒停止
175 LPRINT "175 MO 6"
180 LPRINT "180 ED"      ' 終了
190 END
> G8000 □          ; 運転開始

```

ORG 8000H

```

;
RV : IN  A.(OFCH)      ; ロボットからの信号 IN ← A2
    BIT  5, A          ; 5 ビット目 ?
    JP   NZ, RV        ; なければラヴェル RV へ
;
TT : IN  A. (OF8H)    ; WEARHOUS
    BIT  5. A          ; BIT TESUT
    JP   NZ, TT        ; TT へ
    LD   A. 04H
    OUT (OFEH), A     ; PUSHER ON
    LD   A. 40H       ; 一連の仕事をして
    OUT (OFEH), A     ; ロボットへ信号を出す。 → B1
;
    HALT              ; 停止
    END

```

このデモはコンベアで運ばれたワークを、ロボットが取りに行き、持ち上げるところまでの動作です。

ロボット"RN". マイコン > G8000 語、RVA1 → マイコン A2 → マイコン B1
→ RVB2 → ロボット動作終了となります。

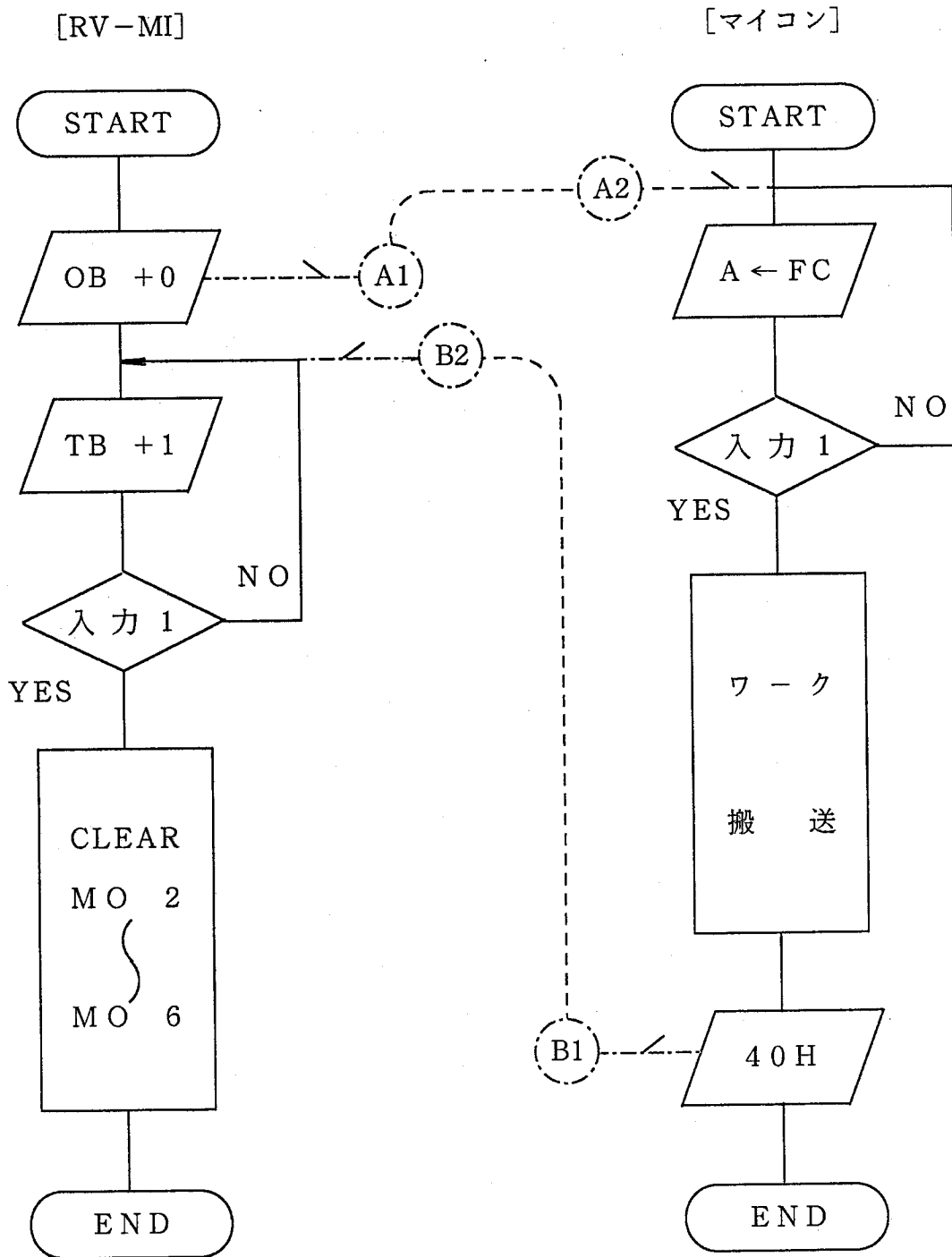
テキストの一部

(参) RV - M1用 ティーチングポイント

100 NT		265 MO 15	: 上昇 (加工機前)
105 GP 15, 15, 10		270 MO 16	: 倉庫前
110 MO 1	: 待機	275 MO 17	: アームを伸ばす
115 OB + 0	: BIT 出力	280 MO 18	: ハンド 開
120 1D	: I/O データ IN	285 MO 18	
125 TB + 1, 140		290 TI 10	
130'		295 MO 19	: アームを引く
135 GT + 120		300 MO 20	: 待機
140 OD 0		320 MO 21	: 待機
145 MO 2	: ワークの方向を向く	325 MO 22	: ワークの方向を向く
150 MO 3	: アームを伸ばす	330 MO 23	: アームを伸ばす
155 MO 4	: 降下	335 MO 24	: 降下
160 TI 10		340 TI 10	
165 MO 5	: ハンド閉	345 MO 25	: ハンド 閉
170 TI 10		350 TI 10	
175 MO 6	: 上昇	355 MO 26	: 上昇
180 MO 7	: 加工機前	360 MO 27	: Bコンベア前
185 MO 8	: 降下	365 MO 28	: 降下
190 TI 10		370 TI 10	
195 MO 9	: ハンド 開	375 MO 29	: ハンド 開
200 TI 10		380 TI	
205 MO 10	: 上昇	385 MO 30	: 上昇
210 MO 11	: 待機	390 MO 31	: 待機
240 MO 12	: アームを伸ばす		
245 MO 13	: 降下		
250 TI 10			
255 MO 14	: ハンド 閉		
260 TI 10			

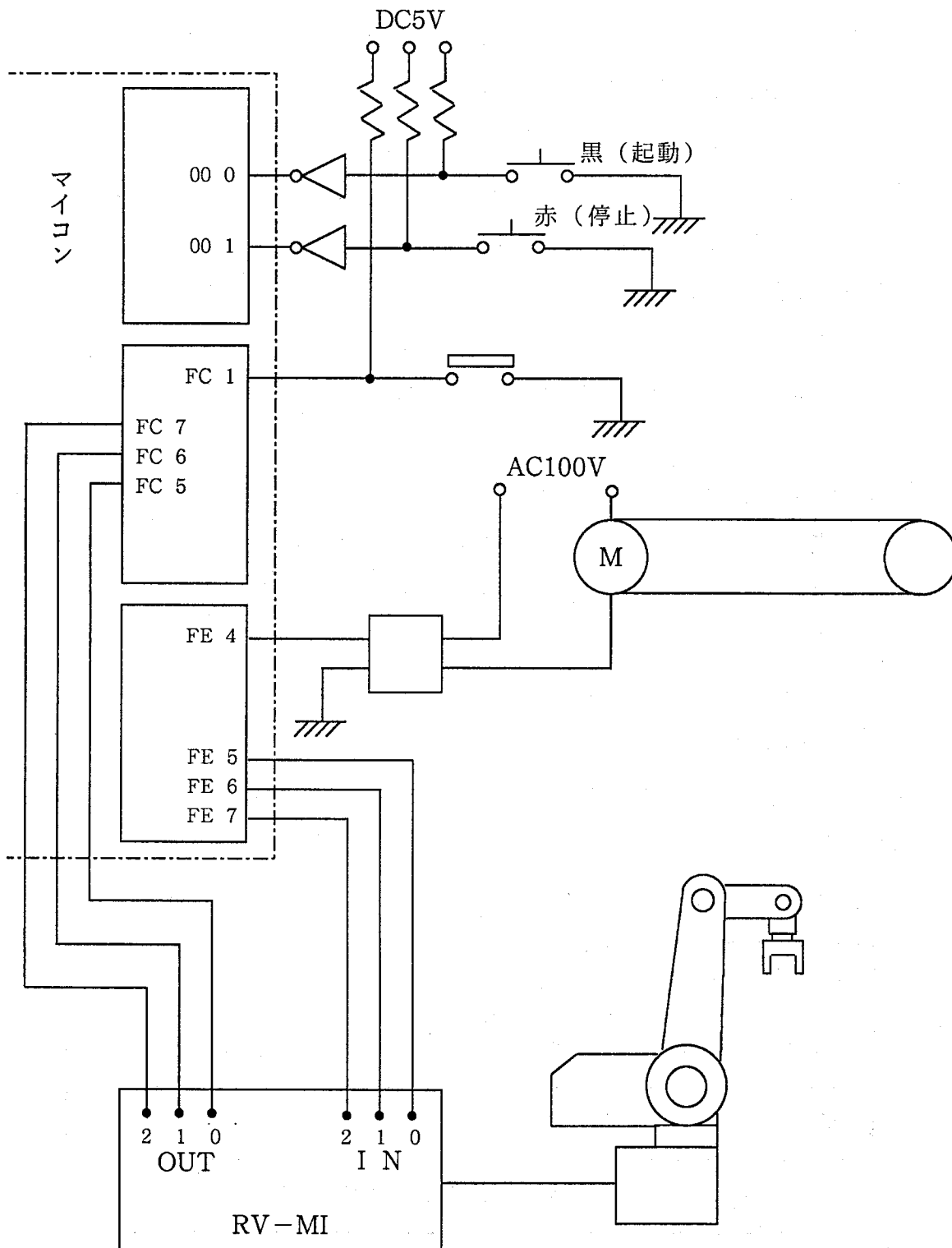
テキストの一部

(参) 簡略フローによる表現



テキストの一部

コンベアとロボットの動作関係制御 (参考図)



(2) 公共職業訓練施設のメカトロ関係向上訓練の状況調査

1. 調査目的

今回計画しているようなコース内容が全国的に実施されているかどうか、関連する向上訓練の実態はどうか等について最新情報を得て、開発中のコースが参考として活かしてもらった状況かどうかを把握し、必要があればコース内容等に修正を加えてゆくための検討資料作成として実施すること。

また、訓練内容、教材・機器、指導員研修コース開発等について実情を調査し発展的なコース開発をするための検討資料作成をすること、として計画しました。

2. 調査対象および方法

公共職業訓練施設のうち、メカトロに関する科目の訓練を実施している136施設を対象に、別紙アンケート用紙に回答していただく方法で実施しました。

3. 調査内容

以下の内容を基礎に、質問項目を設定した。

- (1) 実施コースが、どの様な分野の訓練であるか。
- (2) 技術的に向上訓練の中心となる、課題は。
- (3) 制御関係コースについては、さらに詳細を。
- (4) 教材をどの様にしているか。
- (5) 今後の補強したい分野等の希望。

完成した調査内容は、巻末のメカトロ関係向上訓練実施状況調査票のとおりである。

4. 調査結果

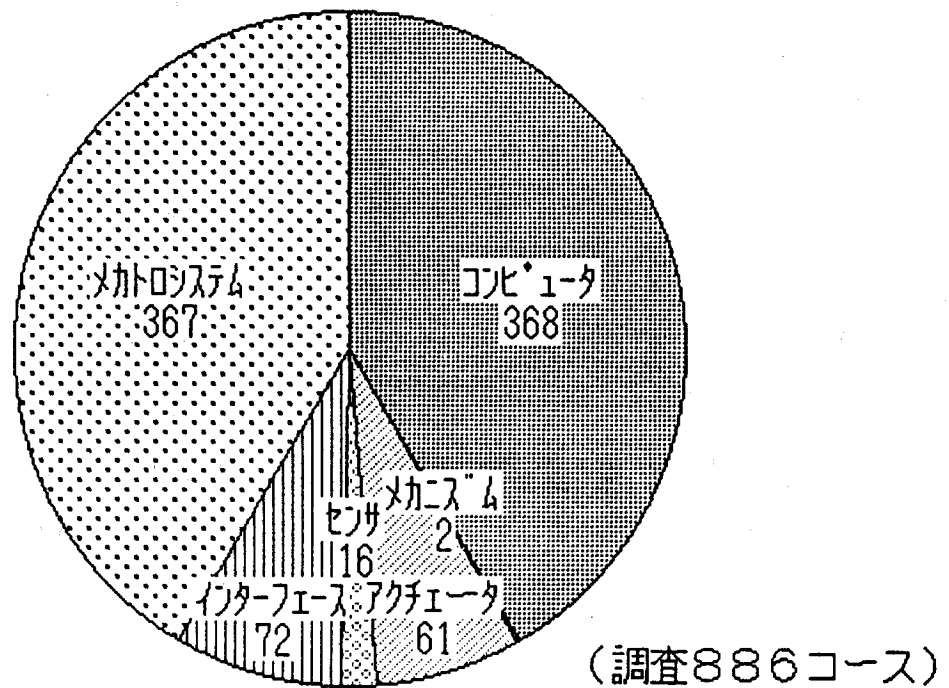
(1) 調査票の回収状況

区 分	発送数	回答数	備 考
雇用促進事業団立	75	58	平成元年7月調査
都道府県立	61	47	
計	136	105	集計 77.9%

(2) メカトロに関する向上訓練の分野構成

調査施設の向上訓練のうち、メカトロに関する向上訓練としたものは886コースあり、そのうちコンピュータ関係が最も多く（368コース）、次いでメカトロシステム関係（367コース）となっています。この訓練内容については、次頁以降各分野毎に分析してみました。

メカトロ関係向上訓練の分野別構成

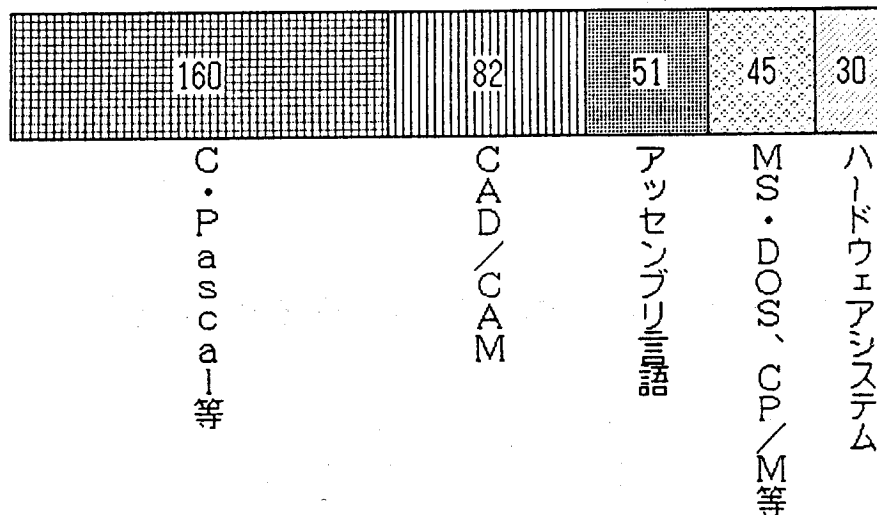


(図2-1) メカトロに関する向上訓練大分類

(3) 大分類分野ごとの訓練内容

イ. コンピュータ分野 (368 コース)

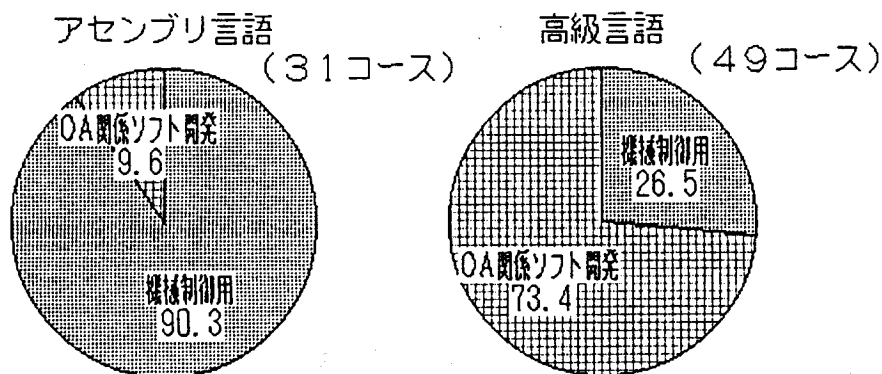
BASIC、C、Pascal等の高級言語に関するものが160コースと最も多く、次にアセンブリ言語関係のコースが51コースとなっています。



(図3-イ) コンピュータ分野の訓練内容

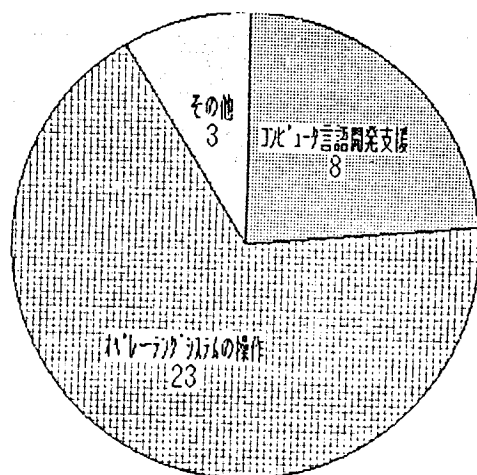
さらに、この分野の訓練内容について探ってみますと

- ① 言語関係 (アセンブリ言語、C、Pascal等の高級言語) では、機械制御に関する訓練内容 (41 コース) とOA関係ソフト開発に関するもの (39 コース) に分けられ、言語の使用範囲は制御用に高級言語も使われてきている状況にあります。



(図3-イ-①) 言語の使われ方

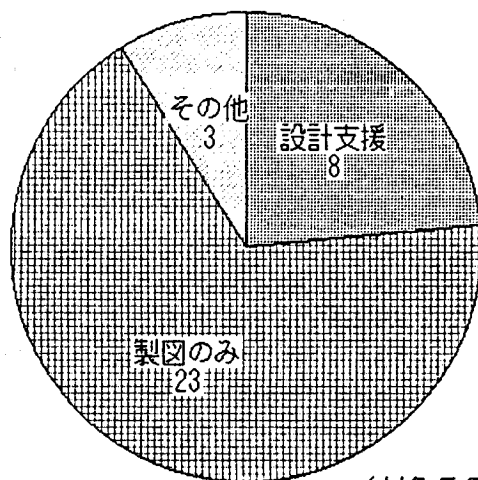
- ② MS-DOS、CP/M等のOS関係の向上訓練は、システムのオペレーティングに主体があり（23コース）、開発支援（8コース）、その他（3コース）は、「アプリケーションソフト活用のための操作」「OSの構造とその操作」でした。



(対象34コース)

(図3-イ-②) OS関係の使われ方

- ③ CAD/CAM関係の訓練内容は、予想どおり製図が主体コースが（23コース）となっています。今後、系統的にこれを活用する向上訓練が増えてくるものと予想されます。

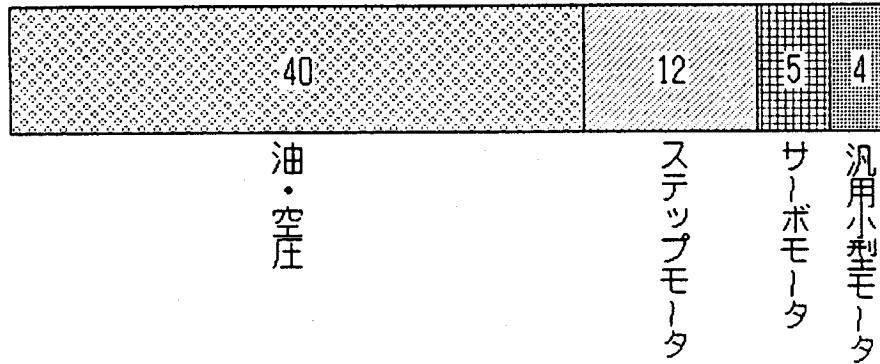


(対象50コース)

(図3-イ-③) CAD/CAMの使われ方

ロ. **アクチュエータ分野** (61コース)

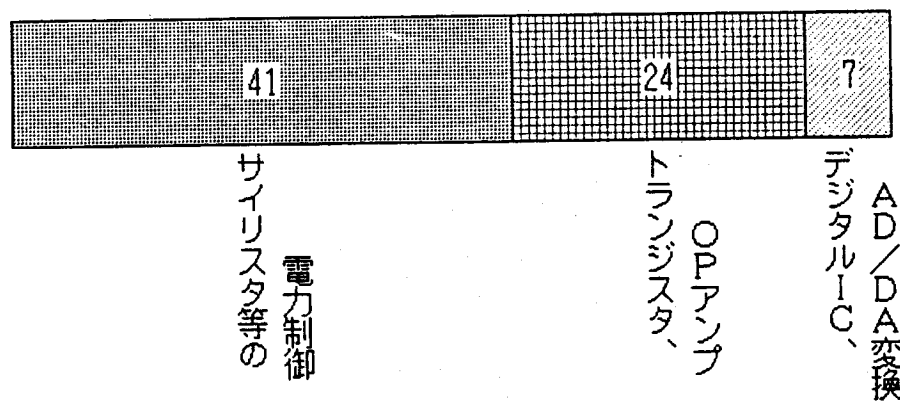
油・空圧に関するものが(40コース)、ステッピングモータ等に関するものが(12コース)となっています。



(図3-ロ) アクチュエータ分野の訓練内容

ハ. **インターフェイス分野** (71コース)

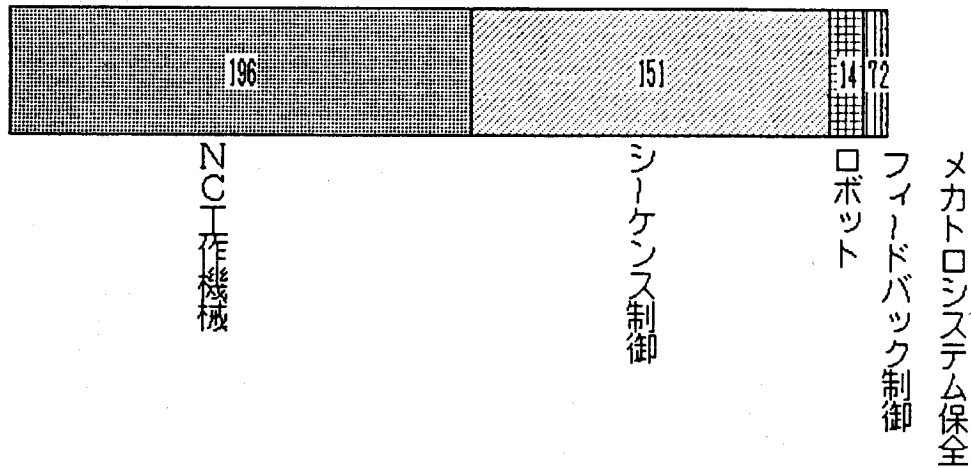
デジタルICに関するもの(41コース)、ランジスタ、オペアンプ等の電子回路関係が(24コース)となっています。



(図3-ロ) インターフェイス分野の訓練内容

ニ. **メカトロシステム総合** (367コース)

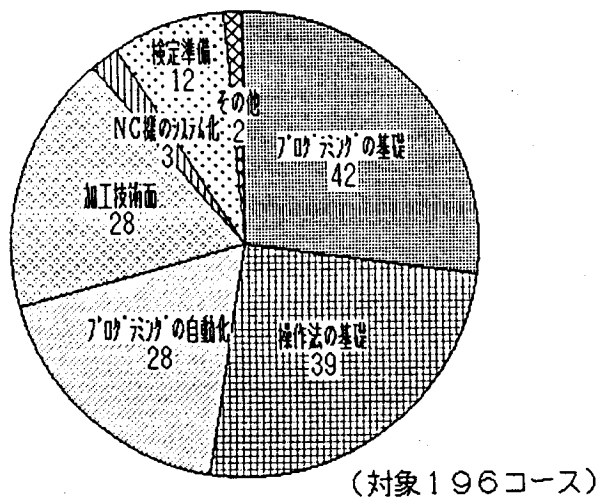
NC工作機械に関するものが(196コース)、シーケンス制御に関するものが(151コース)で、他と比べて多く行われております。



(図3-ニ) メカトロシステム総合分野の訓練内容

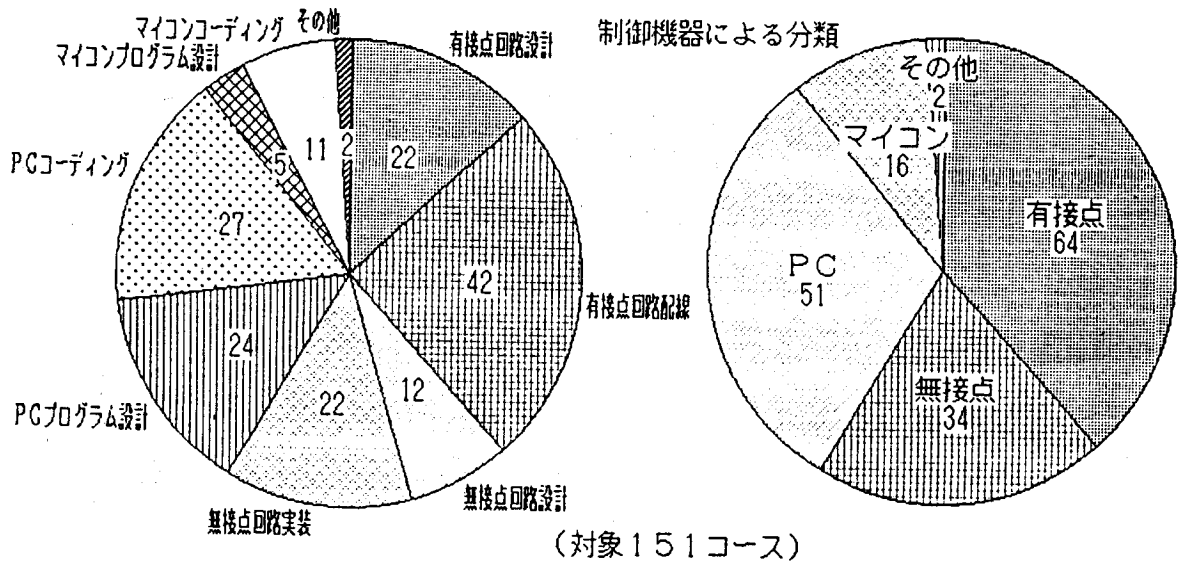
この分野を分析してみますと

- ① NC工作機械関係では、プログラミングと操作法の基礎が(81コース)、プログラミング自動化(28コース)、加工技術面(28コース)となっています。



(図3-ニ-①) NC工作機械のコース内容

② シーケンス制御関係では、設計に関するものが (63コース)、配線やコーディングに関するものが (102コース) と後者の方が多く実施されています。

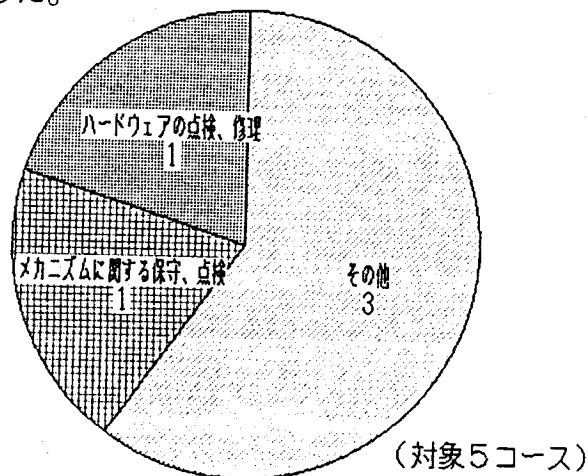


(図3-ニ-②) シーケンス制御のコース内容

③ フィードバック制御関係は、2コースでした。

- サーボモータによる位置決め……1コース
- 定電圧、定速度制御……………1コース

④ メカトロシステムの保全関係の、その他の3コースは、「メカトロシステム構築のための各種機器の選定法」、「精密測定の基礎・デジタル測定器とデータ処理」、「TPM (Total Productive Maintenance)・設備診断 (振動技術)」でした。

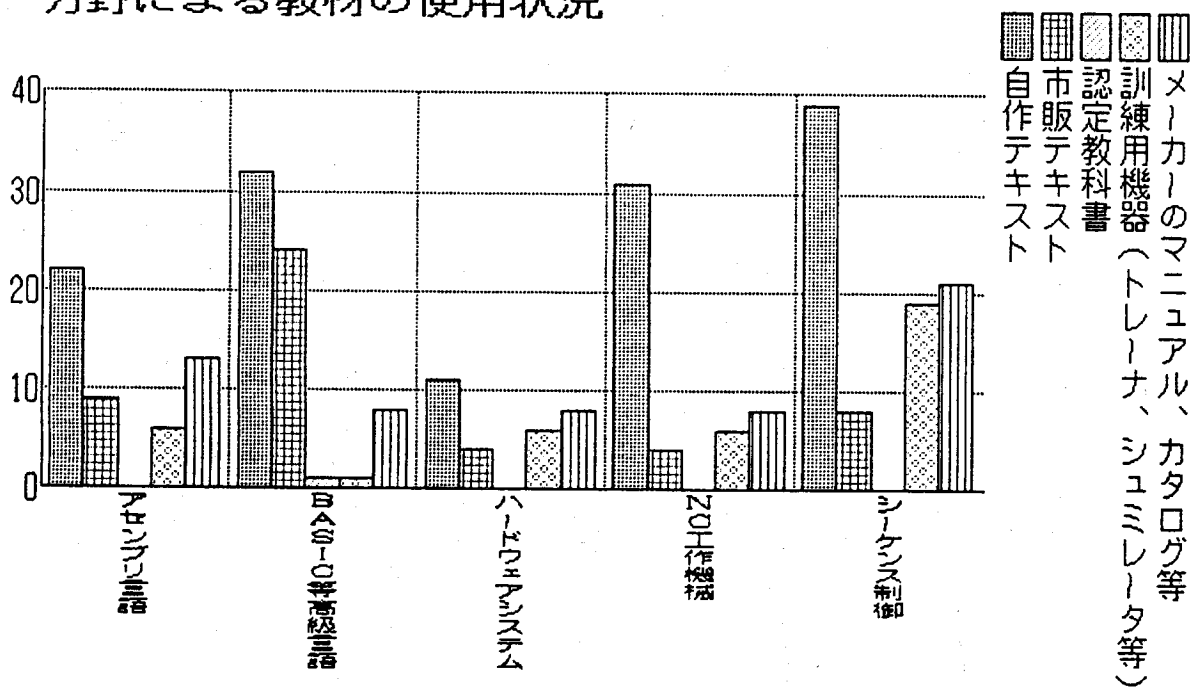


(図3-ニ-④) メカトロシステムの保全関係コース内容

(4) 向上訓練で使用されているテキスト教材等について。(問11)

	アセンブリ言語	BASIC等	ハードシステム	NC機械	シーケンス制御
自作	22	32	11	31	39
市販	9	24	4	4	8
認定教科書	0	1	0	0	0
訓練用機器	6	1	6	6	19
マニュアル	13	8	8	8	21

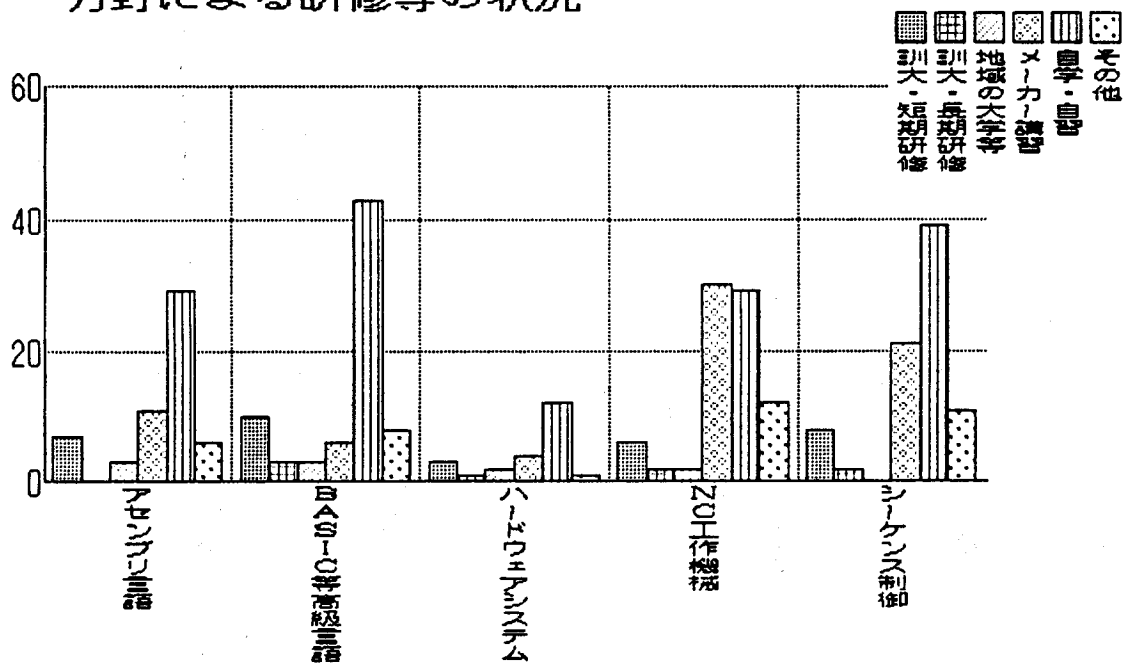
分野による教材の使用状況



(5) 向上訓練指導にあたっての技術的ノウハウの習得方法について (問 12)

		アセンブリ言語	BASIC等	ハードシステム	NC機械	シーケンス制御
訓 大	短期研修	7	10	3	6	8
	長期研修	0	3	1	2	2
地域の大学等		3	3	2	2	0
メーカー講習		11	6	4	30	21
自学・自習		29	43	12	29	39
その他		6	8	1	12	11

分野による研修等の状況



- (6) 今後補強したいと考えている技術分野等は、記入いただきました、内容をそのまま記載いたします。

コンピュータ分野

[言語関係]

- 1 マイコン制御入門
開発支援装置の使い方、ベーシックとアセンブラの共用、ロムライタの使い方。
- 2 コンピュータ言語で、機械語からアセンブリ言語、C言語等の高級言語へ順次ステップアップして行くような、コースが必要
- 3 マイコン制御初級
Z80アセンブラ言語、機械語を使用しワンボードマイコンによるサーボモータ制御
- 4 16ビットCPUのアセンブリ言語
- 5 C言語によるソフト開発
- 6 パソコン（C言語）によるモータ制御
- 7 C言語による制御プログラミングとROM化について
C言語のプログラミング基本及びプログラムのROM化並びにシステムへの組み込みやディバックとダウンロード。アセンブリ言語プログラムの開発等
- 8 C言語
- 9 C言語によるマイクロコンピュータ制御
特に、8ビット系LSI用のC、16ビット系HEXファイル作成可能なC
- 10 C言語によるプログラミングとROM化技法
- 11 C言語を用いて、リアルタイム処理可能な制御プログラムの作り方
- 12 C言語によるROMの開発（16ビット）
- 13 C、BASIC等の高級言語のプログラム手法
- 14 BASIC、C等の高級言語で処理したデータをアセンブリ言語に渡し処理するときのデータの受渡し方法、効果的なプログラミング法
- 15 シーケンス制御や、OS（CP/MやMS-DOS）、画像通信、パケット通信、その他を向上訓練で実施する準備は出来ているが、地域にニーズは少ない。
(事務関係は多い)
- 16 MS-DOSの訓練の延長としてプログラム言語

17 OS-2、32ビットへの対応

18 リアルタイム制御における、ソフトウェア的面について補強したい。

[ハードウェア関係]

19 ハードウェアシステムに関する技術の補強

20 Z80ファミリーを用いた、ワンボードマイコン製作に伴うハードウェア技術

21 割り込み処理、リアルタイム、マルチタスク

22 制御系（パソコンによるシステム制御、マイコン制御、サーボ制御）

23 自動計測

パソコンと標準バス（GP-2B等）の考え方、センサ技術、変換器（アインレーション技法）を交えて実質的な処理を学ばせる。

24 制御関係の学科から実技へ発展させたい（エレクトロニクス関係）

25 画像処理開発装置及び開発法

26 パソコンネットワークシステム（LANにつながるような）

27 ネットワーク等による機器の相互利用技術、通信技術

28 現状分析、オブジェクティングデータ構造

[CAD/CAM等]

29 CAD/CAMに関する各機能の活用と実践力の確保に努めたい。

30 CADコマンド開発基礎

31 現有CADの研修とCAMの補充及び研修

32 CAD/CAMによる総合的な加工方法（現在は設備が不完全）

アクチュエータ分野

1 空・油圧制御に関するもの

2 油・空圧回路のウォータージェット

3 油圧サーボ技術

4 空気圧技術

5 アクチュエータ関係

6 アクチュエータに関する技術的ノウハウ、特に油圧、空圧の分野

7 各種アクチュエータの電力制御技術と雑音対策（FAの場合）技術

8 インバータ制御（プログラマブルコントローラと組合せによる。）

センサ・インターフェース分野

- 1 センサーについて
FAメカトロニクス化への着眼点としてのセンサーシステムの温度、圧力、位置等物理的検出方法と信号処理及びシュミレート等。
- 2 センサ技術
- 3 センサ関係
- 4 センサ技術
- 5 メカトロニクス・センサ活用のためのインターフェーシング技術と測定技術
- 6 センサ、インターフェイス等の先端技術が定期的に入手出来るような情報提供システムが欲しい。
- 7 寒冷地でのセンサ、アクチュエータ等の耐久性、信頼度などのノウハウ
- 8 インターフェース関係
- 9 インターフェイス入門
アイソレーション技法
(デジタル、アナログ、フォトカプラ、アナログスイッチ、パルストランス等)
ノイズ対策
(電源、プリント基板設計方法、アーク処理)を定量的にチェックする。
- 10 DSPシステム
(ディジタル・フィルタ設計のための理論、プログラミング及び応用)
- 11 インバータ技術と電動機制御及び選定
- 12 電子回路の雑音対策
- 13 電子制御(トランジスタ、オペアンプ、サイリスタ等)の回路設計
- 14 パワーエレクトロニクス(電力制御)
- 15 デジタル制御、マイコン制御等における具体的I/O技術
- 16 アナログ回路(オペアンプ等)
- 17 光デバイス
- 18 AD/DA変換に係るハードウェア、ソフトウェア

メカトロシステム総合分野

[シーケンス制御関係]

1 自動制御

ON・OFF制御、油・空圧・電動機の制御

2 シーケンス制御+センサ+コンピュータ+通信+etcによる、FA (CIM) 的知識の強化 (システムとした総合制御)

3 シーケンスのリンクシステム

4 シーケンス制御における、制御回路の設計手法

5 有接点シーケンス、無接点シーケンス、PC等の制御対象用の教材、装置の開発が必要であり、より高度な訓練を行いたい、それらの機器、装置が不足している。

6 シーケンスと上位コンピュータ間のネットワーク化 や通信の具体的な手法、生産管理情報と連携させるシステムの構築ノウハウ

7 PC制御入門

8 PCシステム設計

(制御システムの構成方法、仕様の決定、システムダウン時の対策)

9 個々の技術をいかに結び付けて、ひとつのシステムを構築するか、と言う境界領域 (例 CAD→シュミレーション→CAM→NC機械)

PC →パソコン → ワークステーション

10 自動化にするポイント (着眼点)

11 機器単位でなく、制御システムを導入すること。

12 生産サイドで想定される具体的な接続モデルを取り上げること。

13 メカトロニクス講座 (メカトロ総合システム)

センサ、インターフェース、アクチュエータ、PCリンク、IOリンク、パソコンネットワーク等を含めた総合システム。

14 ビル管理、空調、ボイラー、住宅設備関係のシーケンス (有接点、無接点) の実装を狭い範囲に区切って向上訓練を開設する。そのためメーカーの各機器について一つずつ研究する必要がある。

15 FA化に伴う通信制御

16 プロセス、自動制御のシュミレーション

17 フィードバック制御の理論と実際

- 18 メカトロのメカニズムに関する設計や、技術的ノウハウ
- 19 マイコン制御、プログラマブルコントローラ等のコースを本年度並びに来年度予定していますが、機械整備と場所の問題だけで、特に当面の技術的問題は有りません。

先端的講習等では、カリキュラム案内等から必要性を感じたときには、積極的に参加するにしています。(訓大、各センター、メーカー、県工業大学講座、工業試験場等)

20 システム設計

- 21 システム設計の考え方を具体的に指導できるようにしたい。
- 22 メカトロシステム総合、特にFMSやCIMと言ったトータルしたシステムの理論、システム構築のノウハウについて
- 23 制御関係において、技術面における具体的実験例等
- 24 制御等の理論情報、文字数値等の言語情報、図形等のビット情報を統一的に扱う、システムモデルが欲しい。

[システム保全]

- 25 保全技術の体系化(機械、電気、計装設備など保全に関するシステム化)

[NC関係]

- 26 機械系(機械加工のシステム化、DNC技術)
- 27 CNC工作機械について
CNC工作機回りのメカニズムと電気制御との関連及び各種メカニズムに基づく各制御法
- (1) クローズドループNC
- (2) セミクローズドループNC
- (3) オープンループNC
- 28 NC機のシステム化、CAD/CAM
- 29 NC自動化プログラム、自動計算機用ソフトの製作
- 30 CAMとNC機械の関連
- 31 NC工作機械のシステム化

その他、ご意見等

- 1 パソコン積算システム（例 エルム企画の観光路見積り積算システム etc 等）を開発企業の教育 P. R を促して、少人数の担当者ごとに研究して実績を残せるようにする。
- 2 OA に関するハードウェア周辺機器の取扱及びノウハウ
- 3 データベース
（データベースの基礎理論、リレーショナルデータベースの利用方法）
- 4 リアルタイム、マルチタスク OS の利用、及び VME バス等の実用技術
- 5 事務処理用ソフトを開発するときにディスプレイのレイアウト、メッセージと色との関係について
- 6 バーコード端末処理装置とカード、リード、ライターとパソコンとの連動技術
- 7 情報処理関連のソフト開発実務を行っている人によるノウハウ伝授
- 8 情報処理技術者、マイクロコンピュータ応用システム開発技術者等の資格につながるもの。
- 9 UNIX 系 OS の活用、管理、イーサネット等の LAN 環境の活用。
- 11 CASE ツール等ソフトウェア開発の上流工程に関するもの。
- 12 製図系（三次元 CAD のシステム作成）
- 13 情報処理に係る制御に関する技術的領域の拡大、充実
- 14 情報通信部門
- 15 OA を中心に考えているが、パソコンを業務に有効に利用できるノウハウを知りたい。
- 16 LAN、データ互換、市販 APC（マルチプラン、dBASE III 等）で業務に耐えるソフト開発等
- 17 品質管理、工程管理
- 18 IE、QC、VE 等生産管理に関する実践的な知識
- 19 画像処理やパターン認識を使った品質管理（部品検査等）、産業界で要望している事項に関する訓練。
- 20 金型技術について
金型技術（プレス金型、プラスチック金型、鋳造型、ダスト型）の各種金型の設計製作及び実技に関するもの。

- 21 加工技術面の向上
- 22 ファインセラミックス等の新素材の加工技術
- 23 基本的内容の向上訓練を発展させ
 - (1) マンニングセンターの有効な活用方法（プログラムの合理化、段取りの合理化）
 - (2) プログラムの方法（加工構想、工具計画、切削条件、切削動力等の決め方）
 - (3) 変数指令、ユーザーマクロ等を中心とした、実際の中で役立つ講座内容をプログラムにしたい。
- 24 工具の研削

ドリル等、NC、MCで使用する工具の精密研削が業界で要望されている。
- 25 NC工作機械のハードウェア点検、修理、保全の実施を検討してみたい。
- 26 実際上のトラブル対策に対応するため、もっと基本的技術、利用技術、機器の選定方法等を補強すべきと考える。
- 27 NC工作機械のうち、機械木工NCルータに関する技術
- 28 三次産業分野で、短時間で修得できる有望職種を、その業務をしている人によって講習
- 29 単発的技術研修でなく、いくつかの研修を段階的に受講することにより、知識・技能・技術が高まる研修。
- 30 全体的に現状よりレベルアップを図る。
- 31 資料があれば向上訓練に取り入れて行く方向で検討

5. 調査結果に対する考察

(1) メカトロ分野向上訓練の可能性

[コンピュータ分野]

最も盛んに実施されているのが「コンピュータ分野 (368 コース)」である。この中で、43% (160 コース) が「BASIC、C、Pascal 等の高級言語」であった。言語関係では、マイコン等の操作に必要な低級言語 (アセンブリ言語等) とパソコンレベル以上で使用する高級言語の両方を使用するシステム等も考えられ、今後とも、双方に必要性が認められます。

また、制御用に使用している割合でみるかぎり、アセンブリ言語 68% にたいして、高級言語 32% と少なく、その高級言語も BASIC が最も使用されていると推測しますが、補強分野に C 言語の希望が多くみられます。

これは C 言語によるプログラムが、CPU 互換性の高いこと等が希望の多い理由となっているように思われますが、この分野の向上訓練や研修講座が今後の可能性としてあるように思われます。

[ハードウェア周辺技術]

メカニズム、アクチュエータ、センサ、インターフェース等の機械的要素とソフト的要素を結び付ける各々の技術は、メカトロシステムからみれば、手足であり、目であるわけで重要な技術分野です。

実施状況からみますと、メカニズム (2 コース)、アクチュエータ (61 コース)、センサ (16 コース)、インターフェース (72 コース) とコンピュータ分野の 368 コースからみて、少ない感があります。

現在実施しているコース内容は、システムを考える基礎として、今後の発展の可能性は大きいと考えています。

[メカトロシステム総合]

本調査の「メカトロシステム総合分野 (367 コース)」では、約 53% の 196 コースが NC 工作機械で、40% の 151 コースはシーケンス制御コースでありました。

NC 工作機械はメカトロシステム機械と言えますが、NC 工作機械を製作する現場

で働く方以外は、このNC機のシステムプログラムやハード部分を造ることは無いでしょう。

大部分の方は、NC機械に作業をさせる側の立場で、オペレーティングプログラム等の作成技術や、CAD/CAM等に結び付けるための技術力を身に付けることを要求されているように思われます。

このような場合、NCのプログラム技術等も大切ですが、その土台になるのは、NC機の作業分野の専門技術（例えば、NC旋盤の場合、切削工具、切削技術等）であり、NC機を使いこなすうえでは重要な技術・技能要素となるわけです。このような点を考慮した向上訓練については、研究報告書45号、52号「NC機加工技術者のための加工技術コース」で述べているとおり、今後の向上訓練として必要な部分になってくると考えられます。

シーケンス制御は、現段階では設計主体のコース（167中85コース）と配線施工やプログラムのコーディング技能主体のコース（168中80コース）等が実施されています。

有接点、無接点、PC、マイコンによる制御は発展的にみた場合、NC機械等を結合してゆく、工場自動化システム（※ FA、FMS、CIM等）の基礎となりますが、実際の工場自動化は複雑に作業が入り組み、これを向上訓練で実施しようする場合、訓練目標、訓練内容、訓練教材等の選定が非常に難しいわけで、本調査でこの分野の向上訓練は、ほとんど手掛けられていないことがわかりました。

メカトロシステムは、「手段であって目的はでない」、ここに難しさがありシステムの設計、製作、保守、点検等には、そのシステムを使う目的に応じ、様々な作業分野の知識・技術・技能が必要とされ、定型的なものはないわけあり、言い換えれば、目的に応じたメカトロシステムをつくるには、目的とする動作・作業の技術内容からマイコン等による機械制御技術まで、知らなければならないということである。

しかし、工場自動化は今後ますます盛んになることが予測できますし、企業に対する「メカトロ制御技術の教育訓練ニーズ調査」の結果からも、この分野での教育訓練の必要性が要望されており、システム化技術に対応する向上訓練の発展が期待されます。

(2) 教材について

本調査では、メカトロ関係向上訓練の特定分野の教材使用状況をまとめたが、テキストは自作教材が多く使用されている状況がわかりました。コンピュータ高級言語の分野では、自作テキストと市販のそれとが3:2になっているのが特長的で、テキスト関係については、自作テキストとメーカーマニュアル等の併用が主体となっており、この傾向は今後とも続くものと考えられますが、教材コンクール等の機会を捉え、交流して行くことが大切であると考えています。

また、訓練用機器等は、ものを制御することを主体とするメカトロ関係向上訓練では、実物やそれに代わるシュミレータ等も、コース開発の大きなポイントとなると言えるように考えられます。

(3) 今後発展させたい分野及び補強したい分野について

向上訓練を実施するに当たって、どの分野の担当者もノウハウや技術を習得した方法は自学自習が最も多く、ついでメーカー講習等となっています。本調査によせられた「補強したい分野」の要望については、今後の向上訓練コース開発、指導員研修コース開発および研修内容構成の貴重な参考とさせていただきたいと考えております。

6. まとめ

当コース開発は、これまで実施してきた調査や委員会での討議を集約しコース設計を行ってまいりましたが、最終的に栃木技能開発センターの方々のご協力で向上訓練として実施して、これに検討を加えたうえで報告し、他の訓練施設の向上訓練コース開発の参考にしていただくことにあります。

本調査は公共職業訓練施設のメカトロに関係する科目は、あまりにも多すぎるので、本調査は、機械系科目と電気・電子系科目双方を設置している施設にたいして、調査をお願いしました、メカトロ関係の向上訓練の実施状況がおおむねつかめ、目的としていた、向上訓練コース開発の可能性と指導員研修等に対する要望等を集約することができました。おいそがしいところ、アンケートにお応えいただきましたことに感謝申し上げますとともに、この報告書が皆様の参考になれば幸甚に存じます。

(3) メカトロ化に伴う従業員教育に関する調査 (その2)

1. 調査目的

昨年度、調査(その1)により「企業におけるメカトロ化の現状と従業員教育をどのように位置づけているか等」について調査しました。

今回は、これを基本に設計した訓練内容について企業からの意見、希望等を調査しコース実施に向け内容と態勢の充実を図るために実施いたしました。

この調査後、さらに向上訓練受講希望の意志表示をした企業に、面接調査を実施しアンケートでは把握しきれない部分の調査を行う目的で計画しました。

2. 調査対象および方法

第1次アンケートを実施した、宇都宮市を中心とする機械系製造業440社を選定、別紙アンケート用紙及びコース案内書パンフレット「メカトロ制御システムコース」を同封し、回答していただく方法で実施しました。

3. 調査内容及び時期

平成元年9月実施、以下の調査項目が集約できるよう、質問項目を設定した。

- (1) メカトロ機器は、企業のどの分野の作業と関わりが多いか。
- (2) メカトロ化の段階はどの程度か。
- (3) メカトロ制御の制御中枢となる機器は何か。
- (4) 教育を最も必要とする対象者の業務は。
- (5) メカトロ技術に関する従業員の現状のレベル、人数は。
- (6) 今回のコース内容について、ご意見、希望等。

「調査用紙」と、「パンフレット」は、巻末に添付いたしました。

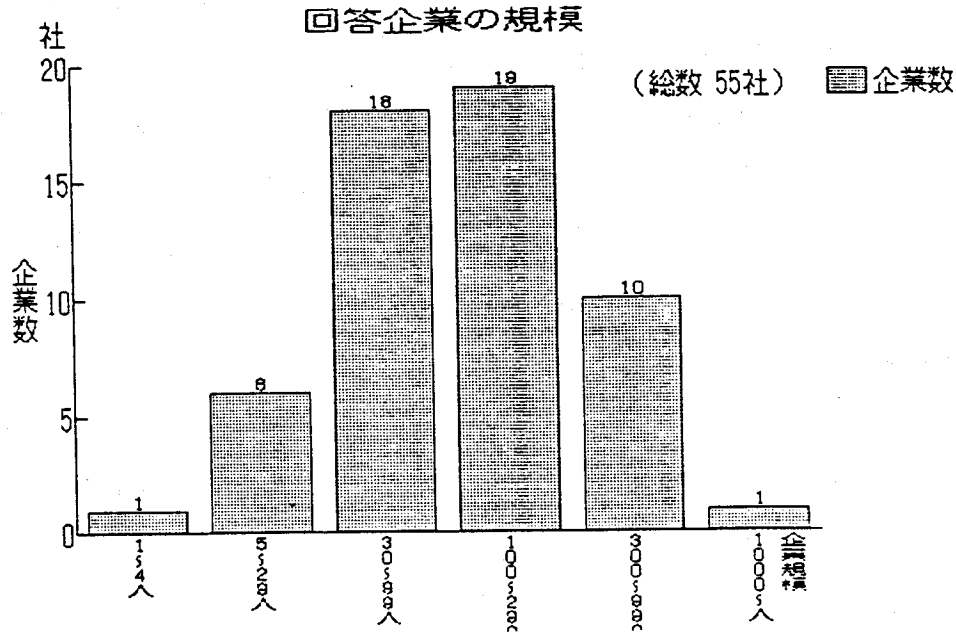
4. 調査結果

(1) 調査票の回収状況

区 分	有効数	回答数	備 考
発送企業数	425	55	回答率 13%

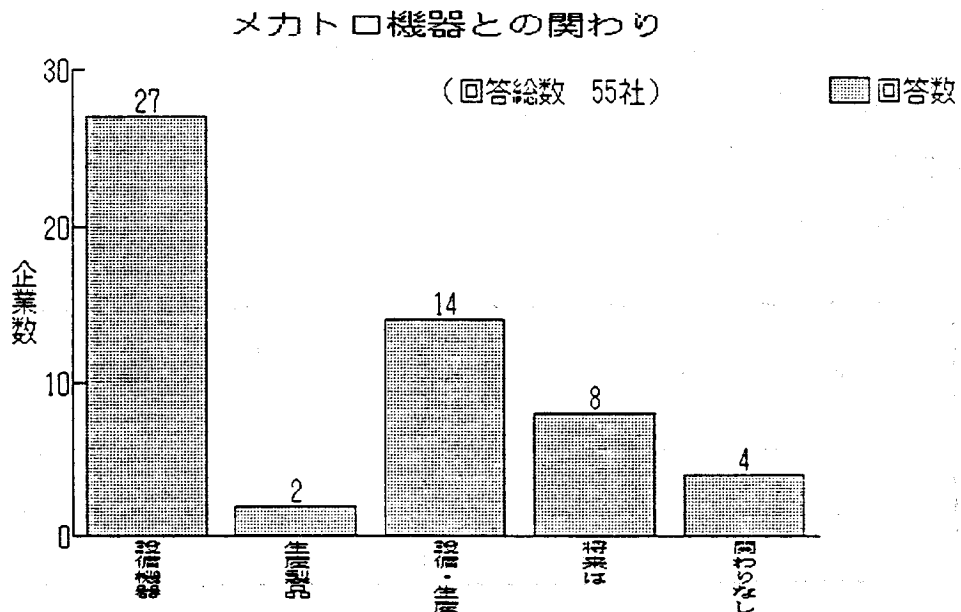
(2) 回答企業の規模

回答企業の規模は、30人から299人の企業が37社67%の企業が集中していました。



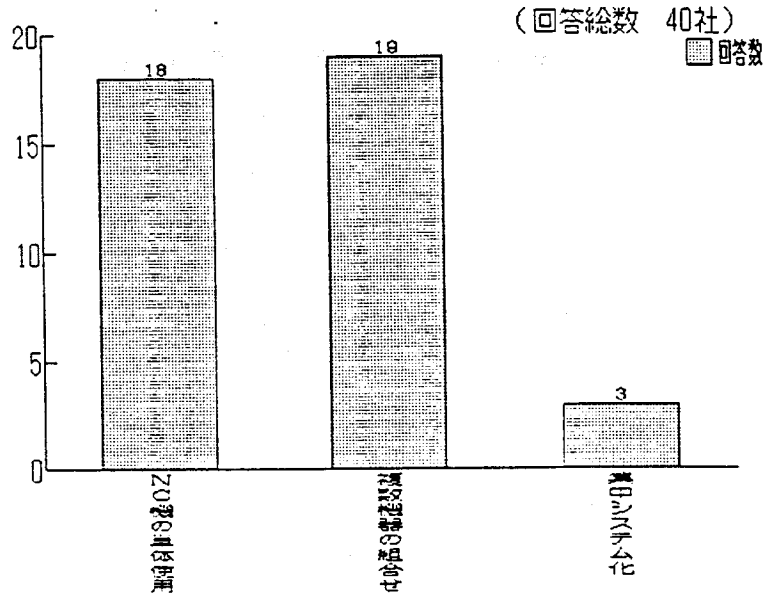
(3) メカトロ機器と作業の関わり

工場内の搬送機器や加工・組立作業機などの設備機器と関わっているとした企業が27社(49%)、設備機器と同時に製品にも関係しているとした企業が14社(25%)でした。

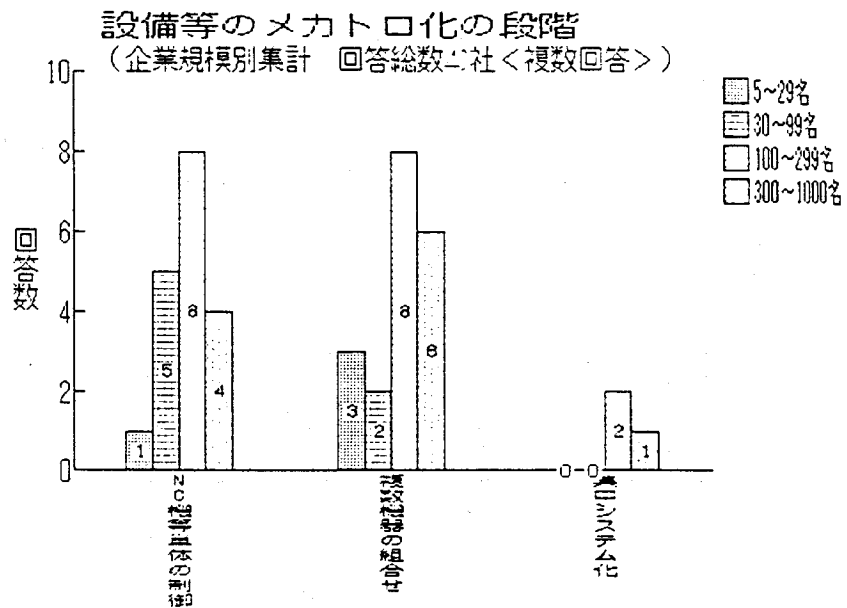


(4) 企業のメカトロ化の段階はどの程度か

NC機器とロボットあるいはコンベアなど、工場内の一部の行程で複数の機器が組み合わされて使用されているとした企業が19社(35%)、NC機単体の使用までの企業が18社(33%)となっていました。



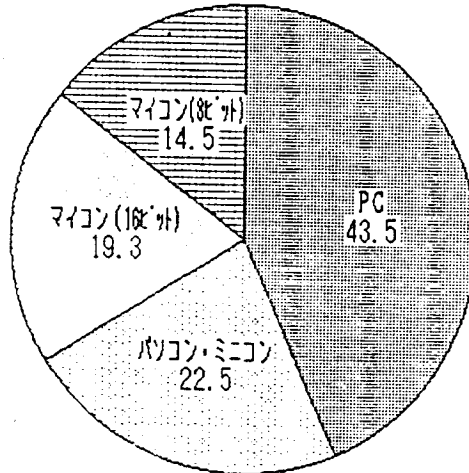
クロス集計をしてみますと、回答企業として層の厚い30~299人規模のところでは、集中システム化までには至らず、NC機単体か複数の利用が主体であることがわかりました。



(5) 自動制御システムの中核装置について

PC、マイコン、パソコン・ミニコンの順となっています。これはPCでは、I/O関係の技術的難しさが無いなど比較的手軽に使用されている状況にあるといえるようです。

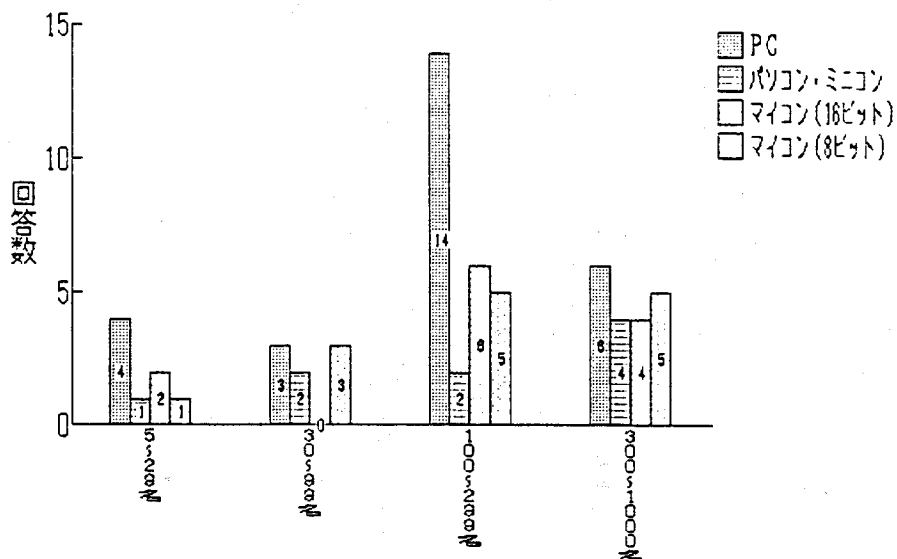
自動制御システムの装置は？



(35社の複数回答%)

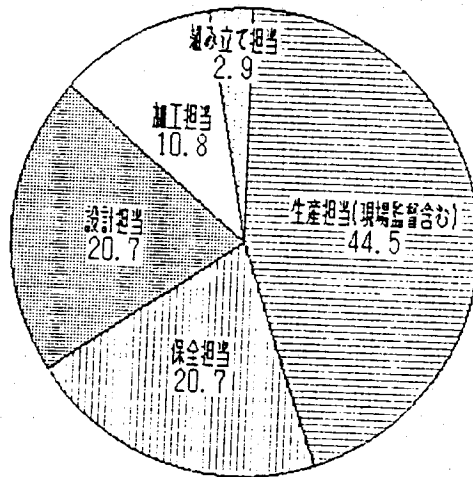
また、企業規模別に集計した結果では、30~299人規模の企業では、PC、マイコン、パソコン・ミニコンとその順序に変化はありませんでしたが、自動制御システムを多く取り入れているのは、100人規模以上の企業でした。

(企業規模別集計 回答総数35社<複数回答>)



(6) メカトロ教育を必要とする対象者の仕事

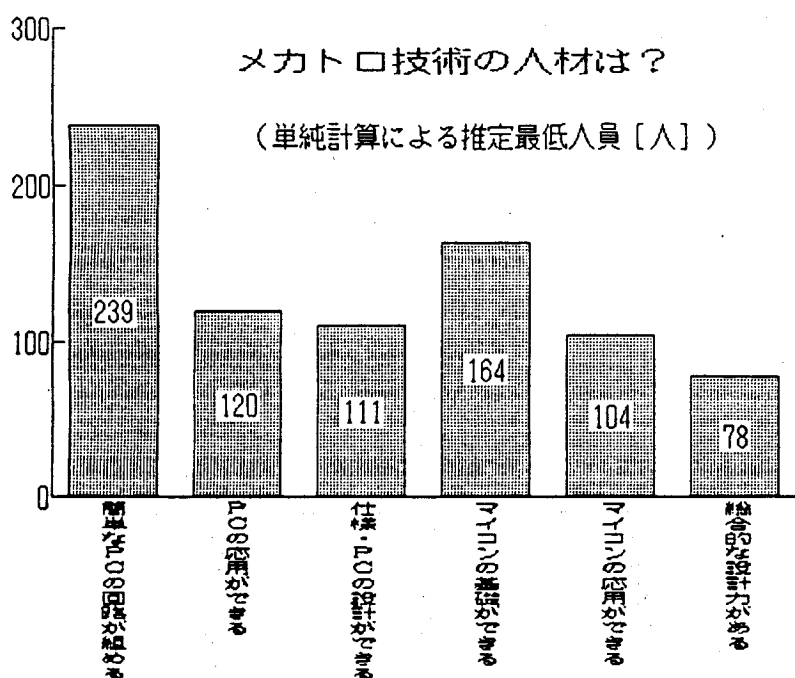
複数回答ですが、生産担当（現場監督を含む）が45社（44.5%）、設計担当と保全担当が共に21社（21%）となっており、生産現場でその必要性が強く要望されている状況にあるようです。



(50社からの複数回答%)

(7) 企業内メカトロ関連技術者の状況

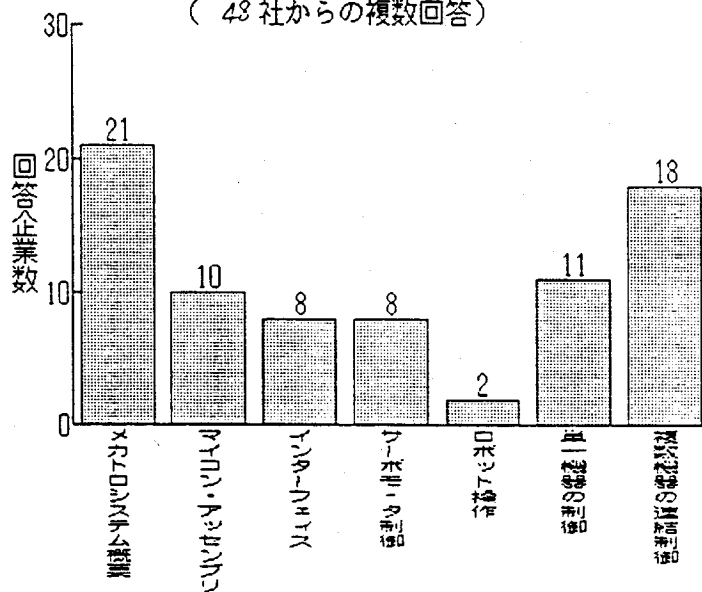
技術力についても、使用機器との相関性がみられ分野別では、PC、マイコン、総合設計力となっていました。



(8) メカトロ教育の重視して欲しいテーマ

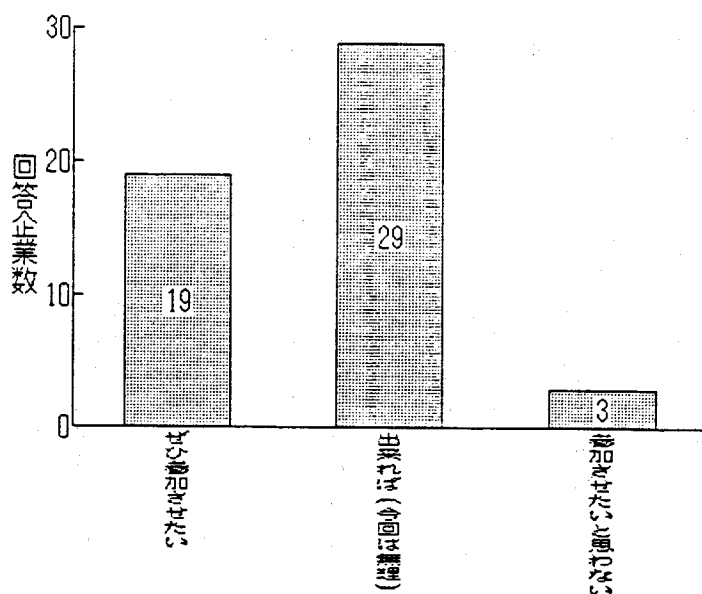
教育訓練をして欲しいテーマについては、メカトロシステム21社、複数機器の制御18社、単一機器の制御11社、マイコン10社の順で、複数機器を含む連係動作についての制御の要望が強いようです。

メカトロ教育の重視して欲しいテーマ
(48社からの複数回答)

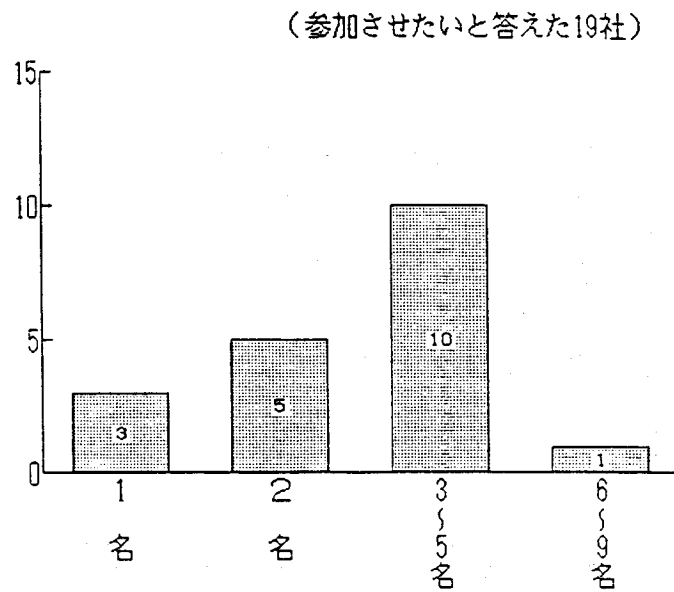


(9) 今回の、コースに参加させたいかどうか

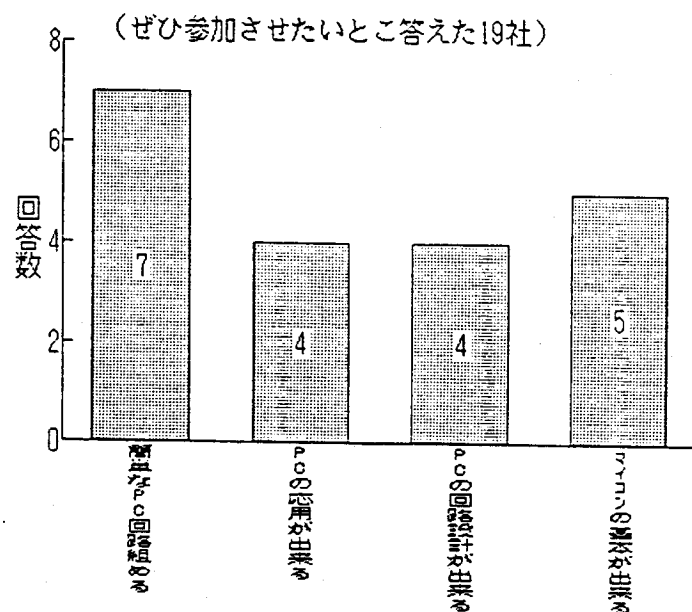
コース案内パンフレットを同封していただきましたので、訓練の概要については、理解して回答していただいたと考えています。「是非参加させたい」「出来れば参加させたい」を併せると48社になりました。



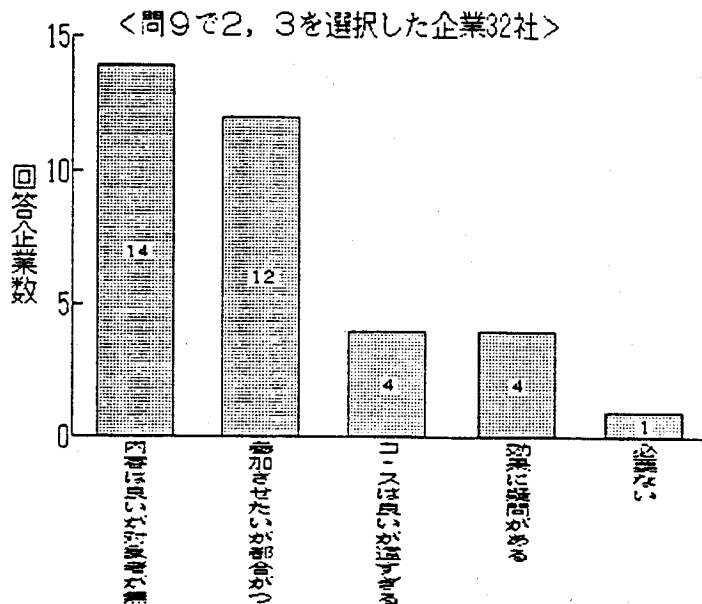
また、受講させたい人数については、3~5名と答えた企業が10社ありました。



受講させようとしている方の技術レベルについては、「簡単なPCの回路が組める」、「マイコンの基礎が出来る」を併せて12社、PC関連技術を持っている人と考えている企業が8社でした。



そして、受講させられない（したくない）と答えた企業の、理由は「内容はよいが対象者がいない」、「参加させたいが都合がつかない」をあわせると28社でした。



5. 調査結果に対する考察

今回の調査を通じて

- (1) この分野の教育訓練について、前向きに考えているのは、調査地域では30～299人規模の企業が多かった。
- (2) メカトロ関連機器との関わりでは、製造設備機器及び製造製品との関わりで使用されている企業が41社（75%）である。
- (3) 企業のメカトロ化の段階は、集中システム化までは到達しておらず単体の機器の利用18社（45%）、複数機器の組合せ19社（48%）の段階であった。

また、企業規模別にみれば30～99人規模の企業では、単体機器の使用が多く、100～299人規模では複数機器の組合せが同数程度の割合で使用されている状況にあることがわかった。

- (4) 自動化システムの中核機器については、企業規模が中程度100～299人程度の企業においてPCの使用比率が多く、企業規模が増すにつれ、PC、マイコン、パソコン・ミニコンが混在して使用されている状況にある。
- (5) 第1次調査では、85.7%の企業がメカトロ関連技術力が不足しているとの調査結果を得ていたが、教育訓練を最も必要としている対象者の仕事は、生産現場（現場監督者を含む）、次いで設計、保全担当部門である。
- (6) メカトロ関連技術を持っている方の、人数、分野については、メカトロ機器の使用範囲との相関性が深く、企業規模が大きくなるに連れ、人数・分野ともに多くなっています。
- (7) メカトロ教育の重視して欲しい分野については、メカトロシステム概要が21社（44%）、複数機器の連結制御が18社（38%）と企業数からの比では、システム化の技術力向上に関する要望が多かった。
- (8) 今回計画した向上訓練参加の是非については、是非参加させたい19社（37%）、出来れば参加させたい29社（60%）と、ほとんどの企業が期待している状況にあった。

また、参加させたい人数、技術レベル等についての調査では、PCについての技術力のある人、マイコンの基礎の出来る人であった。

- (9) 参加について否定的な企業の回答は、対象者がいない14社、参加させたいが都合がつかない12社、地域的に遠すぎて無理4社の理由を除けば、5社であり、うち4社については「効果に疑問がある」との厳しい指摘も有りました。

企業規模別にみると、30～99人規模で「対象者がいない」・・・6社、100～299人規模では「都合がつかない」・・・7社でした。また、「効果に疑問がある」と答えた企業（3社）がありました。

以上の項目について、考察した結果、今回計画した訓練内容が必ずしも地域企業のニーズを全部含んだものにはなっていないが、調査企業の大部分に概ね受け入れられる内容であるとの自信を深めた。

そして、聞き取り調査は、つぎのような観点を中心に実施し、コースの訓練内容をさらにつめることとした。

- (1) 訓練目標は、「現場作業の方がメカトロ技術者と会話出来る程度の知識を得ることができる」こととする。

(2) 具体的目標は、「システム構想力（問題点の発見や自動化の方策）の基礎を身につけること」、システム制御中枢機器をマイコンに選定することとしたが、受講者の予備知識として、「PC、マイコンの基礎知識のある方」とした点で、

- ①受講希望者側側の理解がどの程度であったか。
- ②コースの目標と企業ニーズにずれはないか。
- ③受講者の技術レベルをどの程度としているか。
- ④期間、訓練時間の設定は、良いのか。

この経過と結果については、(4) 企業に対する面談調査に述べることにします。

6. まとめ

この調査を実施した時期に、他からの企業調査アンケート等が該当地域の企業に集中していたとのことで、大変ご迷惑をおかけいたしました。前回の調査に比べ集約状況良いものではありませんでしたが、積極的に教育訓練を考えておられる企業からの回答がよせられたことに感謝をいたしますと共に、ここで得られた情報を十分活用し、メカトロに関する向上訓練の内容充実とその発展を見定めて行きたい。

(4) 企業面接調査

1 調査の目的と方法

アンケート同様、前年に引き続き企業面接調査を実施することにした。今回は、すでにメカトロコースの内容を検討し、その5日間のコース内容を一応想定している。今回の面接調査の目的は、それぞれの企業の“メカトロ化”の実態を聞き、従業員の教育をどのように考え実施しているか、そしてまた、公共訓練に対しての意見や希望も聞くと同時に我々の想定したコース内容が企業の需要と合致しているかどうかについても、意見、感想を求めることである。また、このコースへの参加希望状況を調べ、受講者を獲得するねらいもある。

調査対象については、栃木県内の13事業所を前回の面接調査と同様に栃木技能開発センターの先生方にピックアップして、セットしていただいた。どの企業もアンケート調査でこのコースに興味を示しているところばかりであり、今回のコースに参加予定の企業も含まれている。

調査方法は、前回と同様に、栃木技能開発センターの先生と、訓研センターのスタッフとで4チームの訪問班を作り、3~4事業所ずつ分担した。今回は、コース内容をより詳細に説明するために、コース日程と内容を表にし、それを見てもらいながら話し合いをすることも考えた。面接の内容は（場合によっては）テープに録音し、それらを参考にして、訓研センターのスタッフが取りまとめた。

2 調査結果

(1) メカトロ化の実態と従業員教育

今回の訪問企業は、本向上訓練コースに関心を示す企業だけあって、どの企業も“メカトロ化”をそれぞれ進めている。そして、その段階はさまざまである。「24時間、無人化を目標としている。」(H技研)

「自動化は、電気、機械担当の技術者が協力して達成、部内で製造ラインの自動化までやれる技術を持つ」(M株式会社)

「NC旋盤、マシニングセンターの導入で、単体の自動化は進んでいる。今後は、工場全体の製品の流れを自動化する方向で検討している。」(M製鋼)

「自社で工作機械を自動化、脱着作業をロボットと連動。NC機10台」(N製作所)

「機械は買ったが、使いこなすにはどうしたらよいかわからない」(S機工)

このように、24時間無人化をめざす企業から、これから始まるという感じのところまでさまざまである。中には、溶接作業をロボットに替えてみたが、精度に問題があり製品にならないので半自動にもどしてしまったというところもあった。

それぞれの企業は、メカトロ化を模索しながら進めているようで、システム制御に関する技術力を持った従業員の層はうすく、中小企業などでは、ある特定の従業員がほとんど独学で行っている場合が多い。また、そのような人がいない場合はソフトを外注するなどしている。

「言語が出来る人は一人しかいない。しかも独学。」(F精器)

「PCのソフトは外注が主、現場にはわかる人がいない。」(Kトレーン)

(2) 公共訓練への期待

それでは、それぞれの企業が望むメカトロに關係する教育訓練はどのようなものか、その意見をさぐってみよう。

「全く知らない、高校出たぐらいのレベルの人が入れるコースがほしい。」(F精器)

「はじめから、基礎から教えてほしい。機械語で組んだことない。」(Kトレーン)

「PCについて、システムが組める教育を希望」(S製作所)

「FA化について、基本的な考え方を教えてほしい」(M製鋼)

「機械の比重が減って、電気、電子が多くなってきている。機械やさんも“トロ”を勉強しなくちゃいけないんだが、実際には教える人もいない。どういう勉強をしたらよいか教えてほしい。」(S精器)

「PCとデジタルのリンク、基礎知識はあるが、さらにその上をやりたい」(K電子)

これらの意見に代表されるように、第一に、基礎から教えてほしいと希望している企業が多いこと、第二に、システムが組めるようになる教育を希望するところが多いこと、第三に、機械専門の人が電気を学習するというところに意義を見いだしていること、等にまとめられよう。

さらに、今回のメカトロ向上訓練コースの内容に関して、それぞれの企業がどのように感じているかを聞いた。我々は、5日間のコースの内容について、個々のカ

リキュラムについて詳細に聞きたかったのだが、どの企業もコースの内容に関しては、はっきりしたイメージを持てなかったようで、予定されているコースの内容について質問したり、意見を述べるというところまで論議することはできなかった。

ただ、このコースの内容全体をながめた時の感想をもらうことは出来た。それをここに記してみる。

「このコースは中身が濃いと思うが、濃すぎる面もある。そうとう基礎知識がないと、これだけのコースをこなすのは難しいんじゃないか」(N製作所)

「言語習得から、システム設計までというのは範囲が広すぎる。ねらいを限定したほうがよいのではないか」(C光機)

「今回の設定コースの内容は盛りだくさんで実行が大変だと思う」(H工業)

このように、多くの企業は、本向上訓練コースが内容を盛り込みすぎているという意見を持っている。

と同時に、企業側についてみると、今回のコースにさまざまな期待を持っているのがわかる。いくつかの意見をあげてみよう。

「特に興味があるのは、パソコン関係とのリンク、活用」(N製作所)

「はじめから、基礎から教えてほしい。機械語で組んだことない」(Kトレーン株式会社)

「今回の講座の中で、多関節ロボットの制御に興味があり、受講させる予定にしている。」(K電気製作所)

「FA化について、基本的な考え方等について教えてほしい。」(M製鋼)

「PCとデジタルのリンク」(K電子)

といった意見がよせられている。

バラエティに富んだ意見であり、この意見の中から、今後のコース改善の方向性を探ることも出来よう。また、今回のコースでも、一応これらの要件を網羅しているわけで、そういったことが、企業側に内容が濃すぎる印象を与えてしまうのかも知れない。この点の企業側の意見は、調査後、実施コースのレベルの調整に役立つところになった

さて、企業側が企業内での教育をどのように考えているか分かる意見がある。「基礎だけでは現場で使い物にならない。研修に出すからには現場で役に立つものを得られるような内容であってほしい。」(S製作所)

「社独自の技術で製品を作っているという性格が強いため、従業員教育は社独自のものとなる。公共に全てをまかせるというわけにはいかない。技能開発センターでの開設予定コースは、もし受講しても直ちに社内の仕事に使えるようにはならない。従業員の潜在能力を高める勉強程度だろう。」(C光機)

「公共の役割は、先端技術を指向するより、それに至るまでの基礎教育ではないか。技術レベルが遅れていることを気にする必要はない。教育はもともとそうでないと成り立たない。H技研の人材教育の考え方も、すぐ実らせ、実を取るものではないという方向に変わってきている。」(H技研)

これらの意見から、二つの違った考え方があることが分かる。第一に、教育した効果を即期待する考え方、第二に、即効性がなくても、もっと長い目で見たときの有効性を期待するきわめて基礎的な教育を考える考え方である。C光機のように、その企業独自の技術を持ち、従業員教育もそれに従う必要があるという事情をもつところもあり、企業内教育訓練をどのように捉えるかは、簡単にはいかないようである。その中で、H技研の意見は、公共の役割について、一つの解答を出している重要な意見であると思われる。今回のメカトロコースの開設主旨もこの意見にそうものであり、従って、このような企業のニーズに根ざすものとして、今回のメカトロコースの設置の意義が確認されたとみてよいのではないだろうか。

3 コース実施状況

本メカトロ向上訓練コースは、平成元年11月13日（月）から17日まで連続して5日間、栃木技能開発センターの向上訓練の一環として実施された。

今回は、募集定員10名に対して、5名の参加であった。参加者は、企業規模50人程度から100名以上の大企業までさまざまであり、勤務年数も1年から20年のベテランまで幅広かった。

コース実施にあたり、懸念される点がいくつかあった。

それは次のようなものであった。

- ・ はたして、受講生が課題をこなしてくれるだろうか。
- ・ 受講生の経験等から進度に差がでて、課題をこなせない人や、時間を持て余す人が出てくるのではないだろうか
- ・ 1台のFAシステムモデルに受講生が集中し、コースが円滑に進まないのではないか

この中で、2番目の問題に関しては、さらに練習課題をいくつか用意することによって対応することとした。

(1) 使用教材等

コース名 「メカトロ制御システム」

使用教材

1. 訓練テキスト「メカトロ制御システム」（自作テキスト）
2. マイコン・ユーズ・マニュアル
3. 課題シート（1～12）

使用機器等

1. FAシステムモデル 1台
2. マイコン（Kentac-800Z mK II）各自1台
3. パソコン（PC9801） //

工具等

1. 電子工作工具（I/O製作用半田こて等）

第2日目

目 標 ; プログラミング手法について習熟する。

入出力装置 (I/O) について理解ができる。

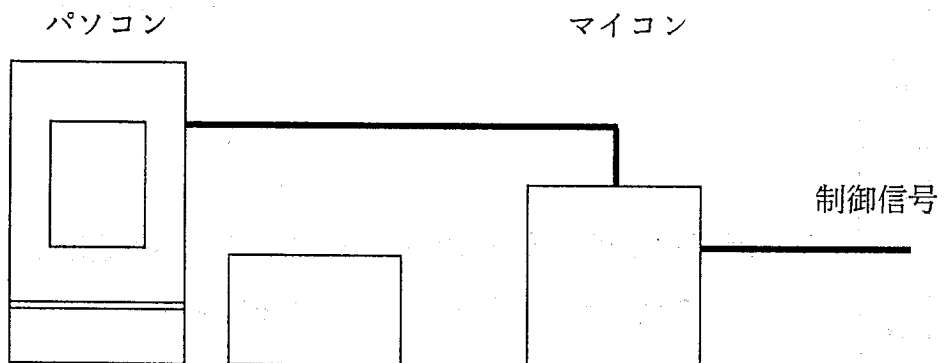
- ・プログラミング実習……………開発支援パソコンとマイコンの通信ソフト利用パソコン側でプログラム作成作業、マイコンに送信し、セルフアッセンブル機能によって、マイコンを操作する。

午



—プログラミング実習風景—

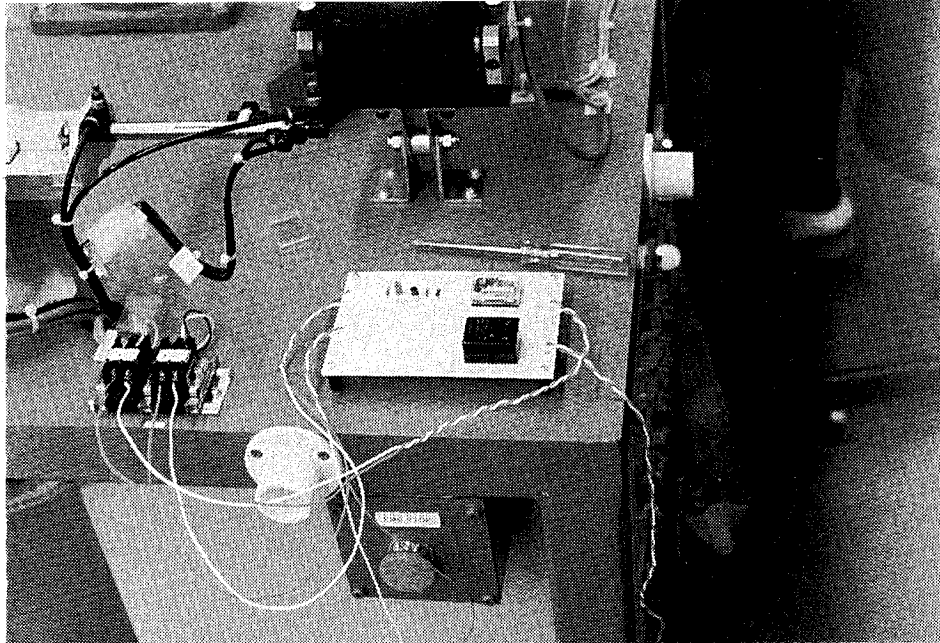
前



午
後

・インターフェスの製作……………トランジスタとフラットリレーを使用したI/Oの製作

・インターフェスの実装動作確認



第3日目

目 標 ; マイコンによる機器の制御の基本が出来る。

午
前
午
後

・練習課題と動作確認 (1) ……ベルトコンベアの運転停止を主題に、マイコンによる、操作の基礎
(FA システムモデル使用)

・練習課題と動作確認 (2) ……プログラムの高度化 (繰り返し運転等) の
(FA システムモデル使用) 方法を含む

第4日目

目 標 ; ロボットやNC機器などの制御CPUを持っている機器を、マイコンの制御システムに組み込む基礎知識と技能を習得する。

午前	・ロボットの制御法……………ロボットの言語 (BASIC) と動作について (三菱RV - M1) ……………外部機器への入出力の方法等
午後	・ロボットとコンベアの……………ロボットのプログラムから指令を出しマイコンを介し状況を判断させ、コンベアを動作させる。 ・練習課題と動作確認 (3)

第5日目

目 標 ; 複数の機器を組み合わせて、マイコンで制御するシステムを考え、実現できる基礎知識と技能を習得する。

午前	・練習課題と動作確認 (4) ……………FAモデルシステムの動作例をプログラムして実現させる。
午後	・意見交換

4. コースの成果と反省

(1) 実施の成果と反省

この5日間のコースを実施してみたの大方の評価は、肯定的であったと思う。それは、後述の「4.2 受講者の感想」からも窺い知ることが出来る。このような肯定的評価を得ることが出来たのは、栃木技能開発センターのプロジェクトメンバーの先生方の力量と訓練内容選定、教材準備のご努力に負うところが大きい。

しかしながら、5日間のコースの全体のあり方・狙いどころやコース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、検討会の議論から明かである。ここでは、この検討会の議論を中心に、コース実施の成果と反省を述べる。

(1) コースの狙い

- 今回のコースは当初の狙いが「システム化技術」にあった。しかし、実施上では、狙いを若干変更して、コンピュータ言語の習得にもだいぶ力を入れざるを得なくなった。今後の栃木での方法としては、言語習得コースと切り離して「システム化技術」だけのコースが実施できるだろうかという問題がある。

これに対しては、センターの部内体制の問題がひとつにはある。システム化技術というトータルな技術を支える要素的な技術、例えばマイコンのハードソフト技術、I/O等の電子回路技術、といった各種の技術コースが栃木ではまだ整備されていない。このため、「システム化技術」だけを狙いにしたコース設定は難しくなる。

今回のように、システム全体を動かして、メカトロにおけるシステム制御の概要をつかんでもらうコースは価値があろう。その先に要素技術のコースを起すことも考えられる。

- 受講生が機械系の出身者であることが分った時点で、当初定めた訓練の狙い「システム化技術」を、若干修正したことについては、順当であった。

受講対象層は、今回は機械系の出身者が主であったが、このようなコースの内容であれば、これからも産業界からの一定の訓練ニーズはあろう。このような対象者に対して、具体的な自動化システムのモデルを使ってマイコンによる制御を行わせることで、マイコンの理解をしてもらう入門的コースである。しかし、このコースは全国的に見ても例のないもので、コースの特色は出せていると思う。つまり、入門的ではあっても、産業の中で稼動している自動化システムの全体を取り扱っていて、単にひとつの技術要素に終わってないところである。

- コースの狙いを明確にしておくことは重要だ。明確でないと受講生が自分の希望に合わないコースであったときクレームが出たり、対応が難しくなる。受講生の窓口である開発援助課にとっては、常にコース内容と受講生の要望とのずれの問題が出されている。

(2) 訓練の内容

- 制御内容表現には、大きく見ると2つの表現がある。

ひとつは、[1]「回路表現法」…リレー展開接続図（ラダー図）、論理回路図⇒PCで実現

もうひとつは、[2]「制御対象の動きを手がかりにした表現法」…行程歩進図、線形グラフ表現、フローチャート⇒PC, マイコンで実現

制御装置として、今回はマイコンを使い、フローチャートをベースにした表現によったが、PCを用いて、回路（ラダー）をベースにした表現によって訓練を実施することも考えられる。

- 今回のコースの制御内容を、線形グラフを応用した表現で設計するような新しいコースは考えられないだろうかという提案がされた。これに対しては、次のことを考慮に入れておく必要があるという意見が出された。第1に、線形グラフは回路表現とは違って、現物の動きを手がかりに表現するため、今回のコースで扱ったフローチャート表現に一見似ているように判断される。しかし、フローチャート表現は、基本的にはコンピュータの処理の流れを中心に表現したもので、現物の動きであるところの、物の流れや、自動化システムの制御の流れを表現したものではない。そのため、今回のように制御装置としてマイコンを使い、その表現をフローチャートをベースにしてアセンブリ言語を用いて表現する方法の延長上には位置付けし難い。第2には、線形グラフ表現を用いて訓練を実施するとすれば、この表現方法が新しい技術であるため、訓練実施担当者は内容について勉強が必要になろう。

従って以上を考えれば、別のコースとして考えるのが順当であろう。

- フローチャートなどの現物の動きを手がかりにした表現法の方が、制御内容を設計する上では容易であると言われることがあるが、必ずしもそうとは言い難い。例えば、先着優先機構を実現するのは回路ではインタロックという考え方で、定型化して考えられるが、フローチャートとでは表現が分り難いということもあるので、一概に、フローチャート表現の方が表現が容易であるとは言えないという意見が出た。
- 上記のような設計の問題については、現場の作業者を対象にした訓練では、難しくなる。そこで、マイコンについて勉強して、これを活用して、自動化や、現有の自動機について改善などの提案ができるような人を育てる方向にするのもひとつの方向であろう。そして自動化の仕様についてコンピュータエンジニアやシステムエンジニアと会話ができる程度の能力習得を目標にすることが、そのひとつとして考えられる。
- 本コースの評価は、当初の訓練の狙いであるシステム化が達成できたのか否かで行うかまたは、メカトロ技術の全貌を入門的に習得したかどうかで行うかによって違ったものになる。もし、今回のように現場作業者を対象にしたコースにすれば、メカト

口の全貌を習得する内容に落ち着くことになろう。そうすれば、今回のコースを分離、分割するのではなく、本コースはそのままひとつのコースとして実施するのがよい。次には、本コースに含まれている技術要素を取り出して独立のコースを作ることが考えられる。

- ・ 会社に戻って、講習で受けたことを直ぐに仕事に生かすという人はいなかったが、将来に向けてはほとんど全員が、関連の仕事が入って来るだろうと言っていた。

(3) 狙いの周辺の内容

- ・ マイコンとI/O（入出力機器）とのインタフェース回路作成がコースの1コマとしてあったが、これは入れておいてよかった。受講生が機械系の出身者なので、信号の伝達や増幅作用の理解に役立ったようだ。また、インタフェース回路を単独で取扱うより、今回のように、プログラミングやシステム化といった全体技術の中で取り上げたことで、受講生の関心も高まったように思う。
- ・ 今回のコースでは、サーボモータを使った自動ボール盤シミュレータの制御ができなかった。これに関して受講生は、教材モデルにある要素項目の全てについて取り組んでみたかったようだ。できなかったことに対する若干の欲求不満があったように思われた。

しかし、サーボモータの制御はフィードバック系の内容が含まれており、制御の方法も、今回の主に取り組んだ技術内容とは、ずいぶん違った内容になるので、理解は困難になると思う。サーボモータの制御だけでひとつのコースができる位の内容を持っている。

(4) 理解困難点

- ・ マイコンのアセンブリ言語の学習からロボットを動作させるロボット言語の学習へ移行する段階でのプログラム開発支援装置の使い方で、使用している開発支援ソフトについて全体のオペレーションの中での位置付けが分からなくなった人がいた。このことで混乱した人の数は多い。

コンベアとロボットとの動作連係制御を行うところで、「コンベアによって運ばれてきたワークが所定の位置に到着し、位置検出のリミットスイッチが動作して信号を出すと、その信号を受けてロボットがワークを取りに行く」という動きのロボットのプ

プログラムを作るところがあった。このプログラム作りで受講生が分りにくいと言っていたところは、リミットスイッチなどのロボット外部からの信号の有無を調べて、処理をする命令の使い方を、そのひとつとして上げていた。即ち、これは、信号が来ていたら、この状態をロボットが動き出す条件に使う命令（テスト・ビット；TB<+または->、<ビット番号>、<分岐行番>）である。

ロボットコントローラの外部入力端子へ信号線を接続して、その信号状態を常時調べていて、条件が成立すればある処理をする命令で、今回のような自動機間の連係動作でのひとつの理解のポイントになるものである。

(5) コース運営方法

- ひとつのコースを前半2日、次に間を1週間置いて後半3日とするようなコース日程の設定の方法もあるのではないか。企業側からすれば丸々1週間仕事を空けられるより週の半前は会社で仕事をして段取りをし、代替者に頼むなどの手だてをして週の後半で研修に行くようにした方がスムーズに事が運べるようなところがあるようだ。

しかし、一方訓練を実施する側からすると、訓練用機器をある場所にセットしておき、それが3週間にまたがって専有していると他のコースに影響することもあり、準備、後片付け等で問題になることもある。

- コースの運営について、次を検討することは重要である。

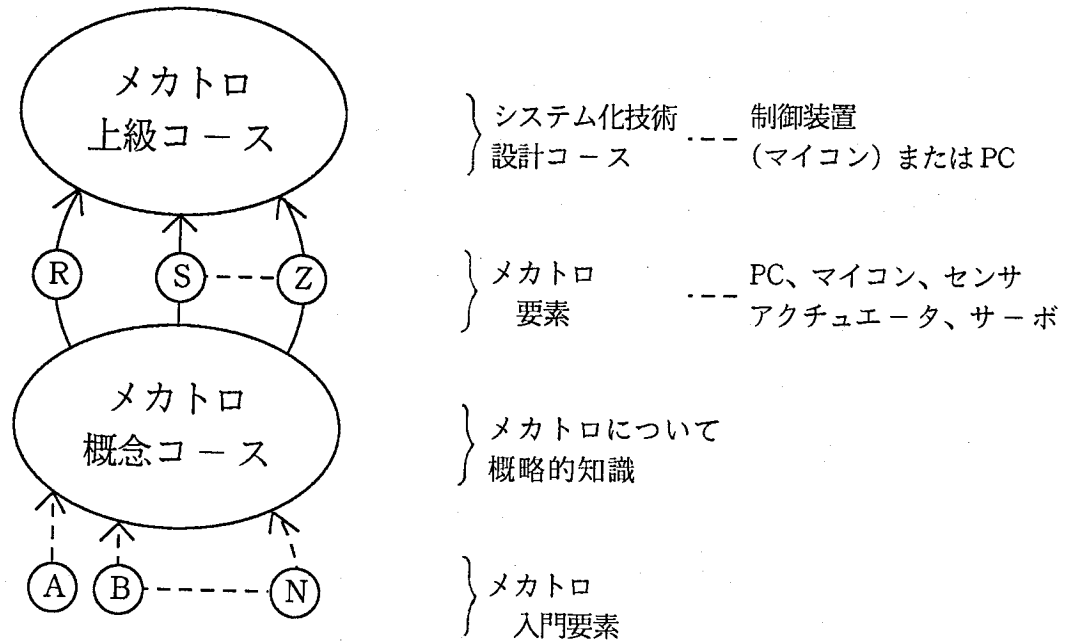
- (1) 本プロジェクトに対しての指導員チームの編成はこれでよかったか
- (2) 指導員チームの専門性と研修及びプロジェクトメンバーへの伝達方法
- (3) 既存の訓練用機器の過不足

- コース最終日の意見交換会は余り意見が出なかった。格式張ったものになったからだろうか。受講生の講習会での作業が完全に終わっていないのに、無理に止めてもらって、それから意見交換に入ってくれと言われても困難があろう。次回から、どこで取り入れるかを検討する必要がある。

(6) 今後のコースの方向

- 今後の方向としては、コース内容および他コースとの関係、体系化を検討する必要がある。プロジェクト研究の第3年度としては、教材開発とコースの構造化の検討が考えられるが、構造化の取り組みをすることにした。

- 構造化として次図に示すものが考えられる。



- コースの体系化について、既存のコースとの関連や本コースを中心にして、その前段の基礎的要素的コース、後段に来る発展的、応用的コースの内容をどうするかを検討が今必要だろう。
- コースのパッケージ教材を開発することは中止することになった。

このメカトロコースで全国的に通用する教材を作ることには困難がある。それは、ひとには制御対象が全国的に標準化されてなく、標準的な制御実習の課題が設定できないこと。もうひとつは、制御装置のプログラミング言語がメーカーによって異なっているからである。

(2) 受講者の感想

コースの評価は、多方面からなされなければならないが、まず重視したいこととして受講者自身が喜んでくれたかどうか、どのような意味で喜んでくれたかを挙げたい。次は、コース実施側として訓練の狙いが達成出来たかどうかである。今回のように、新しいコースを設定して初めて実施したときは、この評価が気になる場所である。そこで、コース実施から3ヵ月経過した1990年2月受講者を訪ねて感想を聞くことにした。訪問した企業は、3社（受講者総計4名）である。残り1社は、会社側の都合がつかず訪問出来なかった。

以下は、面接者が直接受講者から感想を聞き要点をまとめたものである。これは、テープからおこしたものとメモをもとにまとめたものとの両方が入っている。また、企業別にまとめた受講者の意見が載せてあるので参照されたい（2.（4）従業員面接調査, pp.59～62）。

意見の内容は、大ざっぱな枠でくくったが訓練の狙いが達成できたかどうかについては、意見が出されていない。しかし、他の項目での意見の中で若干触れられていて、コンピュータやロボット制御について勉強したことがシステムをつくる仕事に役立ったという。

(1) 成果

訓練の成果が受講後直ちに表われることは希れであるが、今回2社でその例があった。

U④今回の講習の直後に、栃木県からロボットを中に持つ自動機の注文があり、講習での成果を生かすことができた。

K①向上訓練受講後、社内でロボットを使用する開発の仕事があり、ロボットのプログラム等について非常に参考になった。

(2) 制御装置の選択

自動化システムの制御内容を作ることが、今回のコースの中では中心となっていたので、訓練で使用する制御装置の選択には、実施者側も検討を重ねていたところである。これについて、受講者は次のように述べている。

U①PCのプログラミングなどは社内の機械系の組立て担当者が行なっている。マイコンは、ほとんど使っていない。現在まで1～2例程度だ。

S②現場ではシーケンサを使うことが多いのでシーケンサもやってよいと思う。

(PCはイズミ電機製を使っている)

U⑥今回実施したコースの中で使った制御対象のモデルをマイコンで制御するのではなく、PCで制御するようにして、制御内容の設計をさせるようにしてはどうか。機械系の企業としては、そののところ(制御内容設計)で力不足を感じている。そのようなコースには大変興味がある。

K⑧PCをやるとすれば、応用命令を中心に教えたらどうか。

(3) マイコンとその周辺技術

マイコン本体およびその周辺技術について受講者側で知りたいところ、今後力も入れたいところについて聞いた。

U①自社製品の中の制御装置であればマイコンを使うことになるだろう。その場合の担当者は生産技術だろう。そういう会社から自動機の注文が来るようになっているので、マイコンの知識を吸収する意味では講習は意義がある。

U②マイコンのハードウェアについても知りたかった。

U③マイコンと外部機器とのインターフェースの使い方も重要だと思った。今後力を入れたい。

K⑦I/Oについてはもう少しむずかしいのを期待している。

(4) 訓練方法

コース実施の方法について次の意見が出た。

S③実際に、マイコンのプログラムで物を動かしたことはよかったが、総合的にあのシステムモデルを動かしてみなかった。

S①機械制御と電気制御のつながりが良く理解できてよかった。

K④エディターとアセンブル作業の操作のところがなかなか理解しにくかった。

K③サンプルプログラムを入れるだけでなく、原理的なものを含めて、自分の考えが出せるようなプログラミングの内容があったらよかった(動かすだけに終ってしまった)。

U②マイコンのアセンブリ言語習得の部分にもう少し時間がほしかった。

K②講習会のスピードは早い方だったと思う。

もう少しじっくりやる時間がほしかった。

K⑥人数はちょうどよかったように思う。

(5) 教材

教材は、今回訓練用機器とテキスト（含補助教材）を準備したが、それに関する意見である。

S④マイコンの場合、手元に現物がないので、講習の教材として、ワンボードがあれば、自宅や工場に帰ってからも復習や学習ができてよい。

S⑤ケンタックという教育用マイコンを使ったが、一般的マイコンの場合に、どうすればよいのか知りたいし、この部分を講習に入れてほしい。

K⑨マイコンの操作補助、教材として使ったものは講習会が終わっても活用出来る教材であるとよいと思う（2000円の補助教材）。

(6) 生産現場が求める技術内容

今後のコースのあり方の参考として、生産現場が公共訓練に求めるものについて意見を聞いた。

U⑤当社の設計担当者は、機械設計をする場合でも、電気のことを考えながらする。また、そうせざるを得ない。部品（センサやアクチュエータ）の選定は機械系の担当者がすることだ。機械設計担当者は、従って機械の動きの流れは、よく分っている。難しいのは、この動きの流れからPCなりマイコンなりのプログラムを作るところだ。その他、センサやアクチュエータといった電気部品の選定が正しいかどうかにも難しく思っている。

K⑩ロボットと加工機との動作連係制御など各要素の関連を教える講習を期待している。

S⑥先端技術情報が、応用力をつけるためにも欲しい。

S⑦マイコンとPCの組合せや信号伝達技術について知りたい。

5 むすび

(今後の課題と展望)

メカトロ技術という、幅広い分野にわたる技術領域を対象とした訓練を設定するにあたり、訓練対象者の現在持っている技能、技術レベルをどこにおくかと言う点が大変難しいところで、コース設計のはじめに議論になった。

訓練目標を高くすれば、これまでにある程度の基礎技術力を身につけた人を対象としなければならない、はたしてそのような対象者が集まってくれるかどうか、難しいところである。

本コースでは、生産現場における機械系の人を対象に「システム化技術」の訓練を狙いとするよう考えていたが、アンケート調査、企業面接調査等から検討してみた結果、一足飛びに「システム化技術」を中心とした訓練内容を設定した場合、効果的な向上訓練にはならないのではないかと言う結論に達した。

つまり、高い目標は見栄えの良いものになるかも知れないが、内容の理解の無いまま向上訓練が進めば基礎力や応用力の養成に役立たないのことはもちろん、受講者は向上訓練を受けたという実績だけで終わってしまい、結局何も成果が上がらなかったということになり、向上訓練そのもののあり方が批判されることになりかねないであろうと言うことである。

今回の実施では、制御システムについて、システム全体の概要、信号の送受やソフトウェアとハードウェアのつながりがよく理解できると言う訓練目標をたて、システム化技術習得の入門コースとして実践したが、栃木技能開発センターでは、次年度この向上訓練コースを年間2回計画がされており、今後教材の改善や、カリキュラム改善を行うことはもちろん、このような広い分野を含む向上訓練を計画する場合、いろいろなコースからアプローチ出来るよう、訓練コースの構造化をおこなうことが必要であり、今までの実績と経験を活かし、周辺コースの構造化と言う課題を合わせて開発研究する予定である。

また、「システム化技術」における訓練機器や教材について、マイコンのほかにさまざまな制御機器の構成を考える必要がありPC（プログラマブルコントローラ）やパーソナルコンピュータ等でのコース設計と特にシステム流れの表現方法や安全性の確保等についての訓練内容を含んだコース開発を、メカトロ関係向上訓練の構造化の

一環として、研究開発を計画している。

この開発研究が、技術分野のコース開発であるとともに、向上訓練の構造化を思考するきっかけとなることを期待する。本報告書が訓練施設の参考となれば幸甚である。