

## II 第2回コース実施とその評価

### 1 第2回コース実施に向けて

#### (1) 第1回コースの主な反省点とコース趣旨の再確認

～NC機作業者のための切削加工技術教育に汎用機を教材として用いることの意味付け

本コースの第1の特徴は、NC機作業者の教育に教材として汎用機を用いている点にある。汎用機を自分の手で操作する体験的実験を通して、切削加工の基本的な知識を身につけて、それをNC機作業に生かしてもらおうという考え方に立っている。したがって、コースカリキュラムの骨格は次のように図示される。

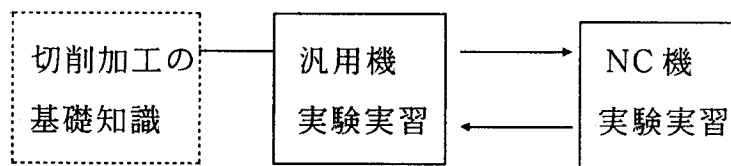


図1

汎用機作業を行うに当たって最低限必要な知識をまず確認した上で、それぞれの実験テーマを決め、実験計画を立てて、汎用機による実験作業を行う。そこで得た知見を生かして、NC機作業の課題製作を行う。うまくいかない場合には、再び汎用機実験に戻って考えてみるなどして、再度チャレンジする。このような考え方で実施した第1回コースのカリキュラムは、概要表-1の通りであった。このカリキュラムに沿った第1回コースの詳細は、昨年度の報告書<sup>(1)</sup>を参照されたい。

第1回コースはねらいどりの訓練効果をあげ、受講者にも喜ばれたが、実施側からみると、コースの設計趣旨に照らして大いに改善の余地があった。反省すべき点は多々あったが、主な点をあげると、①第1日目の「切削加工基礎知識」が十分な役割を果たしていないこと、②汎用機実験のテーマ設定と実験計画が充分自覚的に行われていないこと、したがって、③第2日目の汎用機実験作業が、ややもすればいろいろやってみる式の方向のはっきりしない模索にとどまっていること、また、④3日目以降のNC機課題の実験実習も、各自がどの点を特に問題にしていくのか、問題意識がはっきりしない傾向があったことなどがあげられる。こうした点の不十分さはあっても、汎用機を体験し、その体験に基づいて切削に関する自分なりの依りどころを獲得していったところに、受講者が喜ぶ訓練効果があったということである。

これらの反省すべき点は、いずれもNC機作業者にとって必要な切削加工の技術力と

表1 コース全日程表

	第1日目	第2日目	第3日目	第4日目
9:00	開講式 コースガイダンス	汎用旋盤実験実習 の自主テーマ再確認	全体討議	NC旋盤実験実習
30	切削に関する自己 チェック表の記入	汎用旋盤実験実習 (1回目)	(汎用旋盤実験実 習の全体討議と テーマの再設定)	(SUS加工グル ープの実験実習 鋳鉄加工グル ープの実験実習)
10:00	自己紹介		汎用旋盤実験実習 (続き)	及び
30	切削加工基礎知識	(各人がそれぞれ に設定したテー マにもとづいて 実験実習を行う)	及び	実験実習加工部品 の測定検査
11:00	①切削理論編 ②切削工具編		NC旋盤実験実習	
30			(S45C加工グル ープの実験実習)	
12:00	昼 食			
13:00	汎用旋盤実験実習 のための事前討議 (自主テーマの設定)	汎用旋盤実験実習 (2回目)	汎用旋盤実験実習 (続き)	NC旋盤実験実習 (続き)
30			及び	及び
14:00			NC旋盤実験実習	実験実習加工部品 の測定検査
30			(S45C加工グル ープの実験実習 (続き)	切削データ表の まとめ
15:00	汎用旋盤実験実習 の準備		A $\ell$ 加工グル ープの実験実習)	全体討議
30				(テーマ実施結果 の発表 反省・評価 感想)
16:00	試し切削 (チャック部の試し削り)			
30		ミーティング	ミーティング	閉講式
17:00				

このコースの訓練目標に直接関わる重要な点である。これらの点を改善しようとするとき、われわれはコースの訓練目標に立ちかえて、NC機作業者に必要な切削加工の技術力というものの性質を改めて確認しなければならなかった。

それは、端的に言えば、汎用機での切削加工技術力そのものではないということである。したがって、汎用機で得られた切削条件等、汎用機に即した切削加工の知見が、そのままNC機の加工に延長されるべきでもないということである。この点を表現して、本コースの考え方を表したのが次の図-2である。

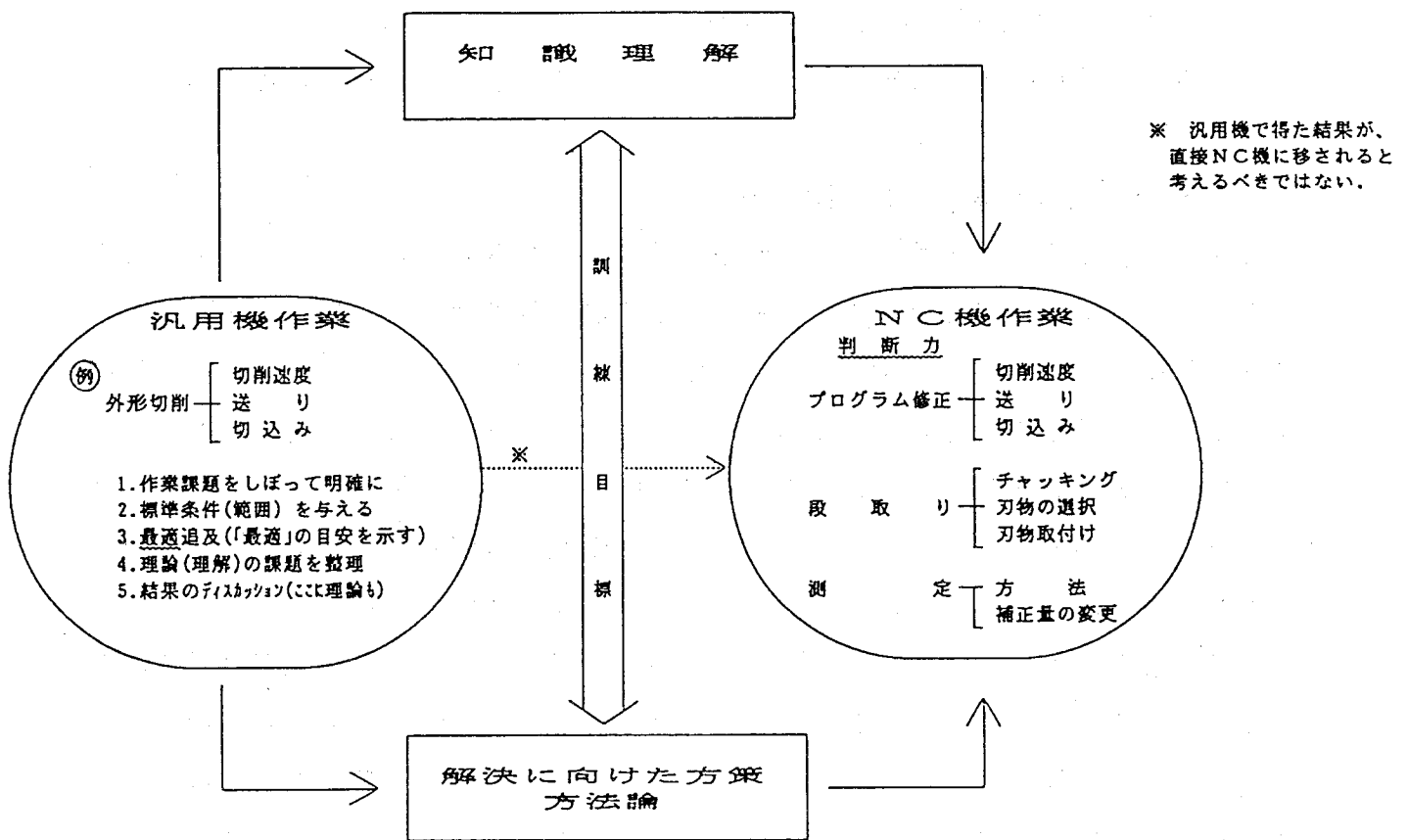


図2 「NC機作業者のための切削加工技術コース」の教育的構造

汎用機作業がそのままNC機作業に移し替えられるわけではない。性能も制御の仕方も異なっている。例えば回転数もNC機では汎用機ではできない高速回転が可能である。また、制御方法が異なるために、汎用機では多かれ少なかれ腕の習熟に負っている点も、NC機では機械にまかされ、作業にはプログラム上の数値や言語による切削加工の把握(または表現)が求められる。したがって、上の図では点線で示したように、汎用機で体験した実験的作業がそのまま直接NC機作業における切削技術力となると考え

るべきではない。そうではなくて、汎用機実験実習を通して得た知識・理解と、問題を解決する考え方や方法が、NC機作業における切削技術力を高めることにつながるのだと考えるべきだろう。この時の「知識・理解」というのも、したがって、この時は回転数幾らで送りは幾らでというような個々の知識ではなくて、回転数・送り・切込みの関係についての基本的知識・理解を重視すべきだということになる。そういう意味で、このコースの直接の訓練目標は、図の上下に配置した「知識・理解」と「解決に向けた方策・方法論」にある。

さて、以上のようにコース設計趣旨を再確認して第1回コースの改善を考えると、第1に、切削加工基礎知識と実験実習の関係をより密接なものにしていくことが重要になる。第2には、汎用機実験実習とNC機実験実習とを直結させるのではなくて、そこで取り上げられる「切削加工に関わるテーマ」によって橋渡しされると考えるべきだろう。

## (2) 基礎知識と汎用機実験作業の関係を密接にすること

切削加工に関する基礎知識と実験実習の関係を密接なものにするといっても、なかなか難しい。切削理論等についてほとんど素養のない受講者が多いのだから、短い時間で基礎理論を教えきれものではない。第1回コースでは、1日目の午前中に1時間半ほど使って、テキスト全体の内容紹介を行った。それは、学んだことのある人にはおさらいの意味もあるし、このコースの中で随時テキストを参照してもらうための紹介という意味もあった。しかし、テキストの内容の範囲は広く、また基礎知識を持たない人が多かったため、この時間のねらいは十分に果たされなかった。

そこで、第2回コースでは、まず第1に、切削加工の基礎に関する適当なビデオ教材を見てもらうことにした。それも、この時間で基礎知識を習得してもらおうというよりも、切削加工に伴うさまざまな現象を知ってもらうことと、その原因となる加工諸条件があることを知ってもらうことを目的とした。これは、切削に関する素養がほとんどないNC機オペレーターの場合は、汎用機に当たって実験的に確かめてみるなどといっても、問題意識が持てず、何を実験したら良いのかわからない状態であるという第1回コースを通しての反省から出ている。

第2に、第1回コースで用いたテキスト教材を今回も用いたのだが、そのほかに、切削に伴う諸現象とそこに含まれるさまざまな基本的テーマを整理した教材（「汎用機課題図の加工にともなう問題点の検討」及び「汎用機の実験テーマと考えるポイント」）を用意した。これは、例題として掲げた図面をもとに、その加工にともなうさまざまな問題点を話し合いながら、切削加工に含まれる諸テーマを整理するための教材であ

り、さらに各テーマ毎にテキストのどこを参照すれば良いのかがわかるように作られている。第1回の時には、テキストの内容紹介をしたのだが、実験計画を立てるときや実験を進める過程で、それがあまり参照されていなかったことを反省してこれらのシートを新たに作成した。テキスト教材の全体を十分に勉強してもらう時間的余裕のない向上訓練コースの中で、切削加工の知識・理論への導入を図り、より充実した実験実習にするための工夫である。

### (3) NC機による改善実験の取り組み方

いまひとつの大きな改善点として、コース後半のNC機による実験実習のやり方を、よりテーマを絞ったものにしたことがある。第1回コースでは、受講者のレベルや関心が具体的に想定できなかつたこともあって、受講者のやりたいと思う実験にできるだけ応えようという傾向が強かつた。そのために、NC機実験の課題図は与えたものの、各自が最適と思う条件で加工させたし、材料もS45C、アルミニウム、ステンレス、鋳鉄と4種類用意して、めいめいが最低2種類の素材で加工実験を行うことになった。NC旋盤1台のところへ10名の受講者がそれぞれにこれだけの加工を行ったために、ロス時間も多くなつたし、ひとつひとつの加工実験に対する意味付けが散漫になつた弊害があつた。ある受講者が「汎用機ではステンレスの加工を試しただけでS45Cはやらなかつたので、NCの課題でS45Cをやつたときには深く考えられなかつた」と後で反省を述べていたが、NC機での実験実習の取り組み方が、全体にいろいろやり過ぎで問題意識が希薄になつたといわねばならない。

そこで第2回目のコースでは、NC機実験実習をより単純化し、受講者全員がそれぞれの考え方で共通のテーマに集中していくように工夫した。第1に、各自フリーに加工実験するのではなくて、問題を含んだ加工例を提示して、それを改善してもらうやり方をとつた（「改善実験」）。すなわち、まず図面と共にあらかじめ加工した現物を示し、それを測定観察してもらつて問題点（寸法違いやビビリ等）を見つけだしてもらう。さらにそれと同じ条件で加工してみせて、加工中の様子（切削音等）を観察してもらう。その上で、各自のとらえた問題点について、各自の考え方で解決を図ってもらうわけである。

第2に、加工素材もS45Cに統一した。受講者の予想されるレベルから考えて、切削の基礎的な知識、考え方を、最も基本的な材料で十分に実験的に確かめることの方が重要であり、素材の被削性の問題は、このコースの中級などの形で別に取り上げた方がよいと判断された。これに応じて、汎用機実験の方も材料は原則としてS45Cだけに絞つて行う方針にした。これによって、実験的作業の課題テーマがそれだけ絞られて

きて、汎用機で試して学んだことと、NC機での実験実習とが、切削の理解の面から結び付いていくことが期待される。

## 2 第2回コースの実施

ここでは第2回コースの実施にあたって、どのようなことを準備し、実施したかの概要について述べる。なお、表2に第2回コースの日程表を示す。

### (1) 開講式 (第1日目 9:00~9:10)

松本技能開発センターの所長より、本コースが開設に至るまでの経過、およびME化による環境の変化によって、在職者に求められる問題解決能力の重要性について、開講式の言葉を述べた。

### (2) コースガイダンス (9:10~9:25)

本コースは、切削加工に関する知識、判断力、問題解決能力をつけるために、汎用機体験を通してベテラン作業者のやり方が少しでも理解でき、また、NC機と汎用機とのノウハウの橋渡しができる、NC機作業者の手がかりを与えようというものである。

その指導方法は、次のような諸要件を中心とする切削加工技術を体験しながら習得してもらうコースである。

#### 〔切削加工の諸要件〕

- ① 工作物の着脱に関する知識。
- ② 切削工具の選定と使用法に関する知識。
- ③ 工作物の被削性に関する知識。
- ④ 切削条件の設定に関する知識。
- ⑤ その他トラブル対策に対する知識。

コースガイダンスでは、このようなコースの意義とコース全体の内容や流れを概略的に理解させるために、コースの冒頭で要領よく説明がなされなくてはならない。

コースガイダンスは、下記の配布資料にしたがって、コースの進行や実験実習の概略及び受講することによって物の見方、考え方、会社に帰って加工面のトラブルが起きた時、問題解決の考え方が違って来るなど、コースの意義・特色などの説明を行った。

#### 配布教材

- ① 受講者名簿

- ② コース日程表
- ③ 切削加工の基礎知識（切削理論編）
- ④ 切削加工の基礎知識（切削工具編）
- ⑤ 汎用機の実験実習の進め方。
- ⑥ NC機の実験実習の進め方。

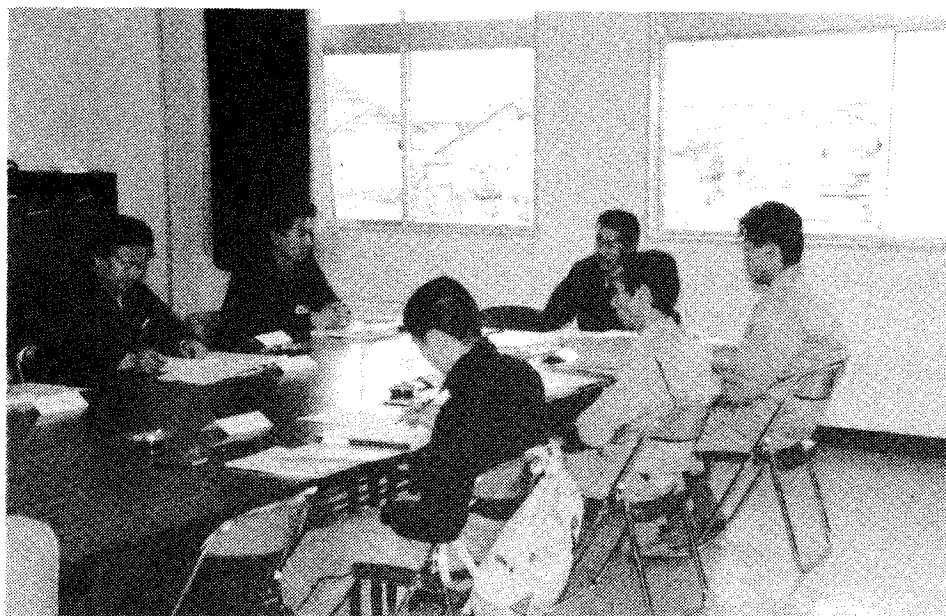
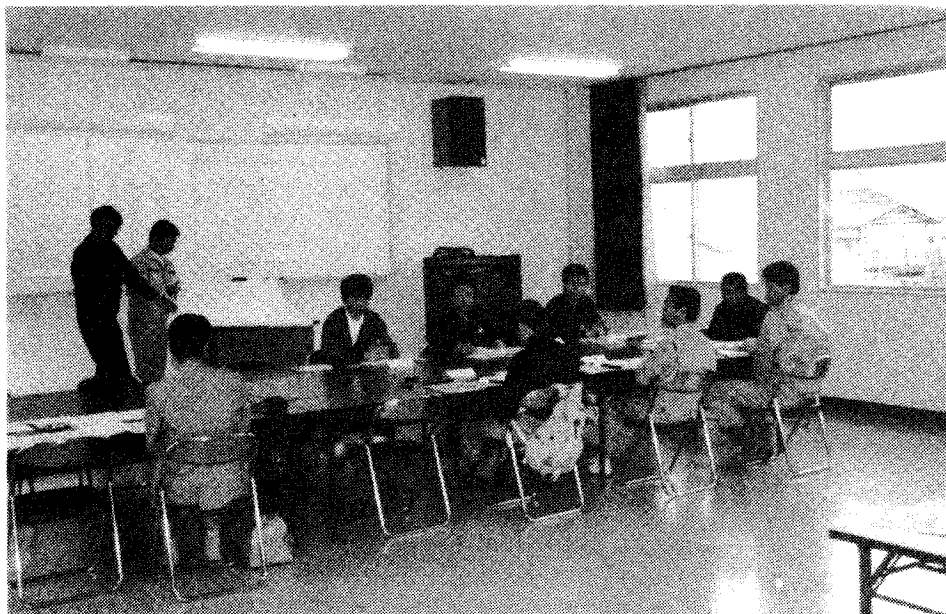


図3 自己紹介

(3) 自己紹介等 (9:25~10:25)

下記の項目にしたがって受講者全員に自己紹介させた。また、自己紹介の主な点は、

表2 第二回コースの日程表

時間	第 1 日 目		第 2 日 目		第 3 日 目		第 4 日 目			
9:00	開 講 式	10分	ミーティング	5分	ミーティング	5分	ミーティング	10分		
	コースの紹介	20分	実験実習 《汎用機》	85分	《NC》 課題図の提示 と概要説明 課題の加工	シート No 5	40分	《NC》 討 議	40分	
10:00	自己紹介等	90分	実験結果 シートの作成	シート No 4	《NC》 課題加工の 観察・評価の まとめ・討議	シート No 6	45分	《NC》 実験実習の 要領作成	シート No 8	40分
			休 憩	15分	休 憩		15分	休 憩		15分
11:00			実験実習 《汎用機》	60分	《NC》 実験実習の 仮説テーマの 設 定	シート No 7 補助 シート (3)	40分	《NC》 実 験 実 習		75分
	休 憩	15分	実験結果 シートの作成	シート No 4	《NC》 実験実習の 要領作成	シート No 8	35分	実験結果 シートの作成 ま と め	シート No 9	
12:00	-切削の基本- V.T.R	Na 3 45分	進行状況報告	15分				整理・整頓		
	昼 休 み	60分	昼 休 み	60分	昼 休 み	60分	昼 休 み	60分		
13:00	課題の提示と 概要説明 《汎用機》	シート No 1	実験実習 《汎用機》	90分	実験実習 《NC》		60分	《NC》 総括討議		2 H
	課題における 加工上の問題 点の討議	シート No 2	実験結果 シートの作成	シート No 4	実験結果 シートの作成 発表・討議	シート No 9				
14:00	実験テーマの 選択及び詳細 検討	シート No 2 補助 シート (1)	実験結果 シートの作成 ま と め	シート No 4	《NC》 実験実習の 要領作成	シート No 8	60分			
	休 憩	15分			休 憩		15分	休 憩		15分
15:00	実験実習の 要領作成	シート No 3	休 憩	15分	実験実習 《NC》		95分	コース全体の 《総括討論》 ま と め		90分
	機械操作法 (実験例)	60分	《汎用機》 総括討議	75分	実験結果 シートの作成 発表・討議	シート No 9				
16:00					実験実習の 要領作成	シート No 8				
	ミーティング	5分	ミーティング	15分	ミーティング		10分	閉 講 式		15分



指導員が黒板に張ってある個人データ集約表に記入していった。

#### 自己紹介の主な項目

- ① 今、会社で使用している機械名
- ② 加工品および加工品の材質
- ③ NC機の経験年数
- ④ 汎用機の経験年数
- ⑤ 仕事でトラブルがあった場合どう処理しているか。
- ⑥ 切削加工に関連する知識をこれまでに勉強したことがあるか。
- ⑦ プログラムを組んだ事があるか又自分で組んでいるか。
- ⑧ 作業であなたがプログラムを修正することがあるか。
- ⑨ このコースで何を学習したいか（受講者自身の問題意識）。

以上の自己紹介によって受講者の現状を把握した。時間は予定時刻より30分ほど早く終了したが、今回は受講者が六名であったので、10名定員とすれば適当な時間であったと思われる。

ここでの、ねらいは、第一回目の「自己チェック」の反省点をもとに、受講者の切削加工に関する知識の理解度、切削加工に関するレベル、どのような問題意識を持ってこのコースに来たか、今までの経験を聞きだして補わなければならない指導項目、実験実習のグループ化などの参考とすること。さらに受講者が受講開始時と修了時に物の見方、考え方がどのように意識の変化が起きたか、自他ともに確認できる個人データ表を作成しようというものである。

コース終了後の反省点としては、個人データ集約表の使用目的がはっきりしなかったのではないか。また、自己紹介で把握しきれなかった個人データをどのようにして補間するか、あるいは受講生に問題意識をもたすためだけに利用するのであれば、作成しなくてもよかったのではないかなどの意見がだされた。

自己紹介等は、自己紹介だけにとどめ、切削加工に関する知識の理解度の把握は、必要に応じて加工の問題点の討議、実験テーマの選択の時に確認していくようにすることが良いと思われる。

#### (4) 切削の基本 (10:25~11:05)

長年机上の学習から遠ざかっていた受講者に、座学風の講義は、聞く側の準備も不十分だし消化不良の心配も考えられるので、視聴覚教材のVTRを利用して切削に関する基本的な知識の関心を持たせるようにした。

なお、切削の基本で準備した教材は次のとおりである。

- ① 金属切削の基本（VTR）日刊工業新聞社
- ② 切削加工の基礎知識（切削理論編）
- ③ 切削加工の基礎知識（切削工具編）

①のVTRは、会場前面に設置された45インチカラーテレビで提示した。写し出される切削の諸現象に受講者は関心を持って見ていた。

コース実施後の反省点としては、コースの受講者層は実施側が考えている対象者ばかりが来てくれるとは限らず汎用機の工具や刃物の名称すら知らない受講者もいた。このような人達にビデオを見せるだけでは効果がないと思われた。必要最小限の切削に関する基本的な知識は、あらかじめ理解または再確認させておかないと判断のよりどころとするものがなく、充実した実験実習を進めることがむずかしいとの認識をえた。

このため、切削に関する知識の指導は、「切削加工の基礎知識」の時間を設けて、受講者に基本的な知識を与えておく必要がある。しかしこの場合も、説明する内容は要点だけにしぼり、切削速度や工具寿命など5～6項目、多くても10項目位として、切削に依る判断基準のポイントがつかめるようにする。詳細な知識は、配布教材を参照して理解するように指導する。

VTRは、人間の目で分からないところの観察ができる特徴を生かし、必要に応じても見せることにする。またVTRは、いつでも自由に見られるよう実習場に準備しておく。

#### (5) 汎用機（普通旋盤）による実験実習（11：30～第2日目16：00）

汎用機による実験実習の流れは、図4のとおりである。最初に例題を提示し、それを実際に加工する場合の作業や切削工具の種類・形状、及び加工工程など切削に関する問題点について討議を行う。

次に、あらかじめ用意してある切削に関する実験テーマと考えるポイント（補助シートNO.1）により、受講者の問題意識と合致するテーマを選択させて、実験テーマを決める。

実験テーマが決定したら、バイトや切削速度など配布教材及び実験計画の手本を参考にして、実験計画をたてる。

受講者は、実験計画にしたがって、汎用機を自分で操作しながら、切り粉や加工中の音・色などの切削諸現象を感覚で確かめ、また考えながら実験を進めてデータ取りを行い、作業（知識）の裏付けをしていく。

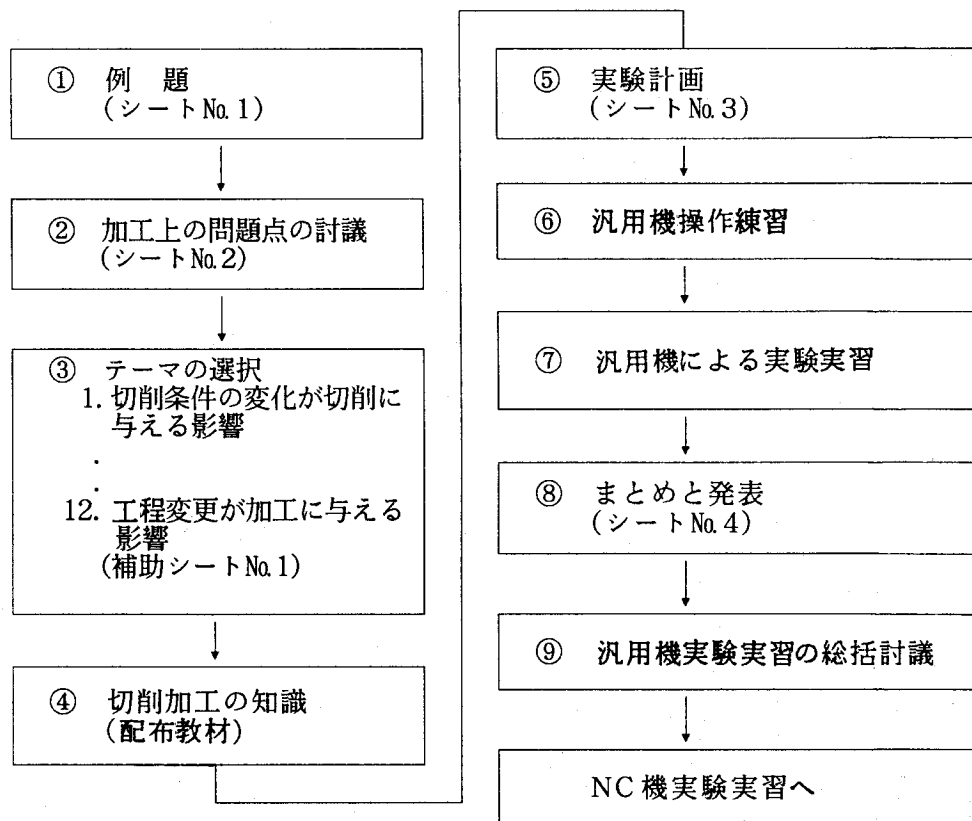


図4 学習段階の関連

2回目の実習を行う場合は、図4の⑦から③にもどり実験を繰り返すことになる。  
汎用機実験実習で準備したものは次のとおりである。

(1) 課題（汎用）の提示と概要説明

① 課題図（シートN0.1）

(2) 課題における加工上の問題点の討議

① 汎用機課題図加工に伴う問題点（仮説）の検討（シートN0.2）

(3) 実験テーマの選択及び実習要領の作成

① 汎用機における実験実習の要領作成（シートN0.3）

② 汎用旋盤の実験テーマを設定するための補助資料（補助シートN0.1）

(4) 実験結果のまとめ

① 汎用機における実験実習の結果とまとめ（シートN0.4）

図-4の流れにしたがって、もう少し詳細にこの部分の進行状況を紹介する。

① 課題の提示と加工上の問題点の討議（11：30～12：10）

開講式から切削の基本まで行った会場から、実習場に移動し、OHPを使って課題図（シートN01）と課題図と同じ現物見本を提示し、その概要を説明した。

加工上の問題点の討議では、課題図と同じものを皆さんが作れと言われた場合、加工においてどのような問題があるか、どのように考えていけば良いかといった質問を重ねながら討議を進めた。

また、配布教材を参照しながら各要素作業ごとにバイトの種類、形状、用途などについて説明した。課題図の要素作業については、外形削り作業、端面削り作業、溝入れ作業、ねじ切り作業、穴ぐり作業、内径仕上げ作業、テーパ作業などの要素作業をあげ討議した。

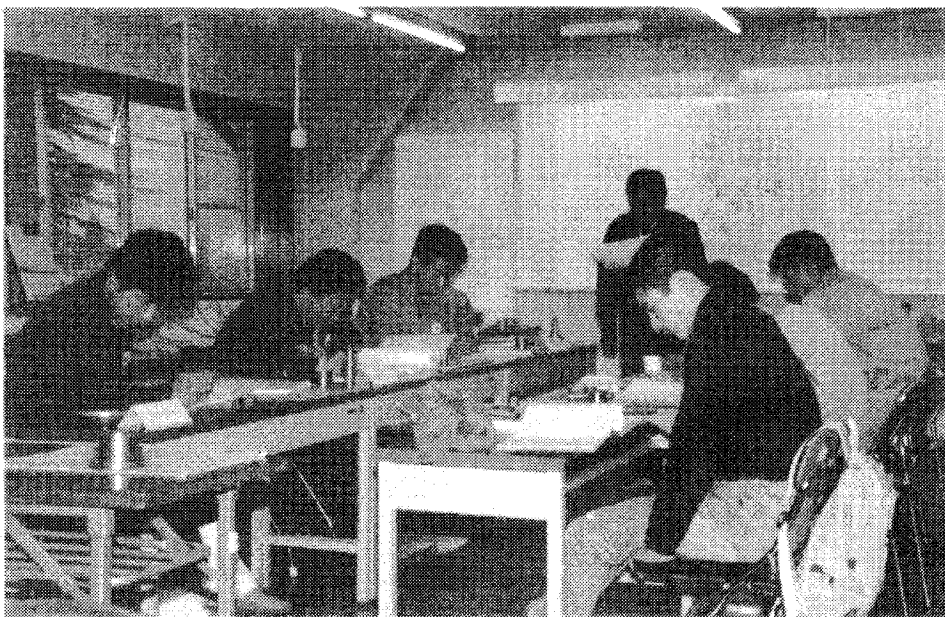


図5 課題の提示と加工上の問題点の討議

② 実験テーマの選択及び詳細検討（13：10～14：25）

あらかじめ設定してある、切削加工に伴う様々な諸現象（12テーマ）を、要素作業と関連させながら概略説明して、受講生に実験してみたいテーマを選択させた。さらに補助シート（1）を参考に「汎用機課題図の加工に伴う問題点の（仮説）検討」のシートN02を作成させた。

また、作成したシートを受講生全員に発表させると共に、指導者との詳細な検討を行い実験テーマの調整を図った。受講者が設定した実験テーマを次に示す。

- a 工具・材料の取付けが切削に与える影響について
- b 切削条件の変化が切削に与える影響について

- c 工具種別の適正切削条件の設定について
- d 仕上げ面悪化の原因と対策について
- e 寸法・面・形状等の精度判断について

③ 実験実習の要領作成 (14:45~15:50)

受講者は設定した実験テーマをもとに「汎用機課題図の加工に伴う問題点（仮説）の検討」の記入例および配布教材を参考にしながら「汎用機における実験実習の要領作成（シートN0 3）」シートにより実験実習の計画を作成させた。

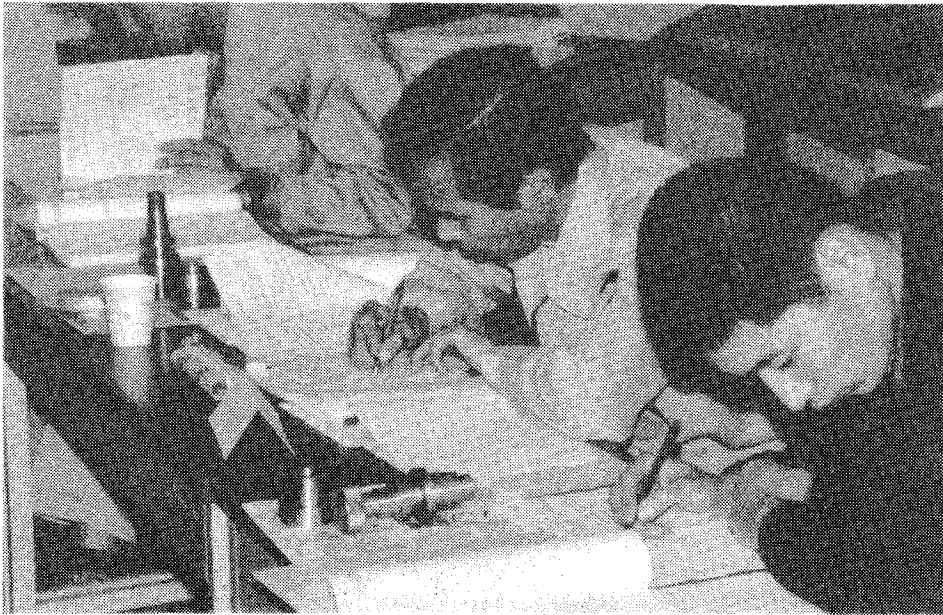


図6 実験実習の要領作成

④ 汎用機の操作練習 (16:00~16:50)

普通旋盤の操作法を指導する。6名の内3名は普通旋盤を操作することが初めてであり、慎重に操作法を修得していた。なかには朝早くきて機械の操作を練習する熱心な受講者もいた。

⑤ ミーティング (16:50~17:00)

1日目に行ったことのまとめと明日の予定を説明した。

⑥ ミーティング (第2日目9:00~9:20)

実験実習に入る前に、使用する切削工具の特徴、用途などについて、現物と配布教材を参照しながら説明した。

⑦ 実験実習 (9:20~14:15)

受講者は作成した実験計画「汎用機における実験実習の要領（シートN0.3）」に従って実験を行った。指導者は、必要に応じてミーティングの時間を設け、知

っておきたい知識やデータ取りの要点、メモの取り方などについて指導した。1回目の実験実習の成果をもとに、さらに二回目以降の実験を前記要領にならって行った。



図7 汎用機における実験実習



図8 汎用機における実験実習のまとめ

⑧ 実験結果シートの作成とまとめ (14:30~16:00)

汎用機における実験実習の要領に従って実験したデータ及び観察結果を、「汎用機における実験実習の結果とまとめ(シートNO. 4)」に整理させた。

⑨ 旋盤の総括討議 (16:00~17:08)

ここでは、自分(受講者)の行った実験実習の成果が他の受講者にも理解できるように発言する。また司会者は、そのための発言を誘導するとともに発言内容を今後どう生かしていくか、その方向づけをつけてやることが大切である。

受講者は、「汎用機における実験実習の結果とまとめ(シートNO4)」を使って順番に発表し、全員で総括討議を行った。

[受講者の発表事例]

「私は、寸法・面・形状等の精度判断について、外形ねじ切削をやりました。気の付いた事として、コーティングのチップで荒加工したが、切込み量が少ないと切り粉が長く続く現象が起きた。考えられる原因として、チップブレーカが有効に働かなかったからだと思いました。対策として、Tさん(旋盤7年経験の受講者)から切込み量が少ないと言われたので4mm位切込んで、やっとうまくいった。それで切り込み量が少ないことが分かりました。」「仕上げはサーメットで仕上げましたが、155の径で、1000回転で切削したが表面がムシレたようになった。次に、V250で計算して1500回転にしたら火花が飛んだ。仕上げ面は比較的良かった。」「ねじの切削に必要な逃げ代を突っ切りバイトで切ったがビビリがあった。バイトを少し角度を変えたら音がしなくなりうまくいった」などのような実験実習の成果の発表があった。

これに対して指導者は、切込み量と切り粉が連続する要件、切断するための対策、などの解説。サーメットで火花がでる原因とその対策、さらに突っ切りバイトによるビブリの対策等について指導した。

この他受講者が問題提起をしたノーズR、ホーニングなどについて、テキストを用いて討議及び指導をした。

今回のコースで初めて普通旋盤を操作したという受講者は、実験テーマに「切削条件の変化」を設定し、切削速度と送りを一定にして、切込み量を1mmから6mmまでの6段階の切削実験を行って、切り粉の状況、切削面の状況を調べている。この実験から切り粉の処理方法と切削面の仕上がり状態について、満足できる結果がでたと喜んでいた。

しかし、そのまま実験がおわるのではなく、この上に例えば表面の状態を表面粗さ計で測定してみる、バイトの刃先を新しいものと、使用して摩耗したものとを金属顕微

鏡で見せて刃先の状態を調べるなど実験的検証によって“なるほど”と言う理論的裏付けをさせるような工夫をすると受講者にとってより大きな効果が得られたのではないかとの意見がだされた。

受講者は実験実習と言ってもなじみのない言葉であり、実験に取りかかりにくい点もある。そのため、あらかじめ受講者全員に共通する実験項目を幾つか設定しておいて、共通実験を行い、実験の方法を理解した上で、第二ステップとして受講者の問題意識のある個別実験テーマに移行してゆく手順で、進めることが必要と思われる。

#### (6) NC旋盤の実施状況 (第3日目9:00~17:00)

汎用機の実験実習で得た様々な加工条件のデータ及び知識を、NC機の実験実習にどのように応用していくかが重要である。

NC旋盤の実験実習においては、NC旋盤が1台という制約、バイトの取付け調整などに時間がかかる、2日間という時間的な制約などがあって課題の設定に大変苦労した。

今回の課題は、切削加工の要素作業を網羅したもので、あらかじめ欠陥のある部品を作成しておいて、受講者が測定器を使ってその部品の測定や、目視によって欠陥をみつけだし、その改善方法を受講者が検討し、そして実践するという実験方法である。

NC旋盤の実験実習の流れは、普通旋盤の実験実習と概ね同じである。

NC旋盤で準備したものは次のとおりである。

- ① 課題 (NC) の提示と概要説明
    - a NC課題とそのプログラム
    - b 観察・評価のためのNC機課題図 (シートNO. 5)
    - c プロセスシート (シートNO. 5付2)
  - ② 課題における加工上の問題点の討議
    - a 加工部品の測定・検査 [I] (シートNO. 5付3)
    - b NC旋盤加工の観察・評価 (シートNO. 6)
    - c NC旋盤実験実習仮説テーマの設定 (シートNO. 7)
  - ③ 実験テーマの選択及び実習要領の作成
    - a NC旋盤における実験実習の要領作成 (シートNO. 8)
    - b NC旋盤の実験テーマと考えるポイント (補助シートNO. 3)
  - ④ 実験結果のまとめ
    - a NC旋盤における実験実習の結果とまとめ (シートNO. 9)
    - b 加工部品の測定・検査 [II] (シートNO. 9付1)
- ① ミーティング (9:00~9:10)



テキストなど資料は家で見ましたか、今の仕事との関連はどうですかなどの質問をして、受講者の反応を見た。そして第一日目からのコースの流れを説明して思いださせた。

② 課題（NC機）の提示と概要説明（9：10～9：40）

NC旋盤の課題図（シートN0.5）を提示して、この課題図はNC旋盤の加工要素が網羅されていること、設計してあるプログラムの考え方、ツールレイアウトなどについてその概要を説明した。

汎用旋盤で行った実験実習と同じような考え方でNC機実験もやって欲しいことを伝えた。

③ NC機課題加工の観察結果とまとめ（9：40～12：00）

用意したNCプログラムで順番に一人一個ずつ加工して、切削時の音や振動などを観察し、気のついた問題点、予想される原因などについて「NC旋盤加工の観察・評価（シートN0.6）」に記入させた。他の受講者は、あらかじめ作成してある部品（6個それぞれ問題があるように加工してある）を測定器や表面粗さ標準片を使って寸法、仕上げ、できばえなどの測定及び目視検査を行った。その結果を「加工部品の測定・検査 [I]（シートN0.5付3）」に記入例を参考にしてまとめさせた。

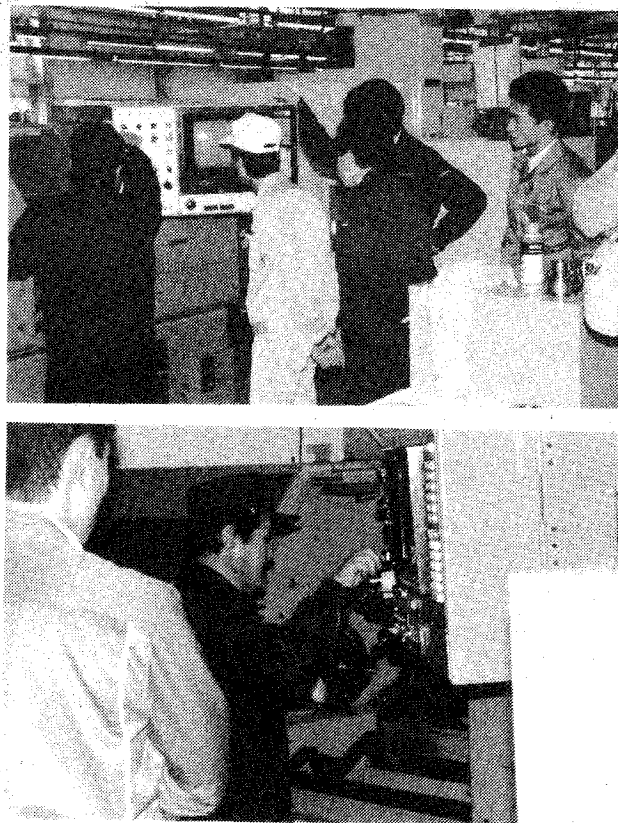


図9 NC加工の観察

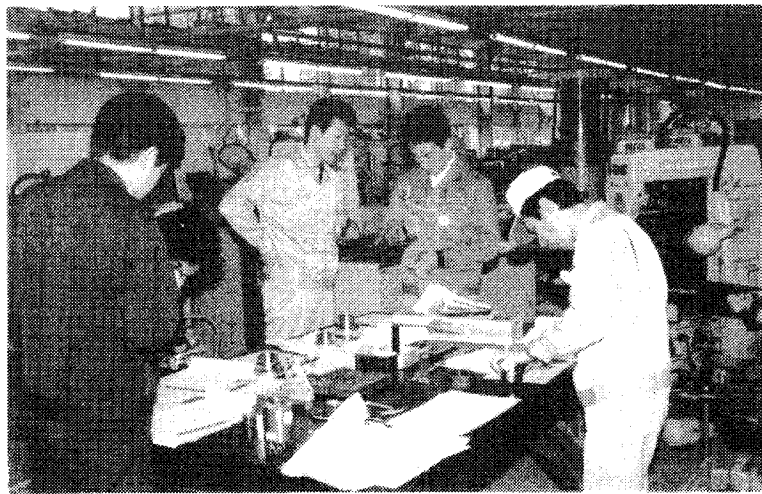
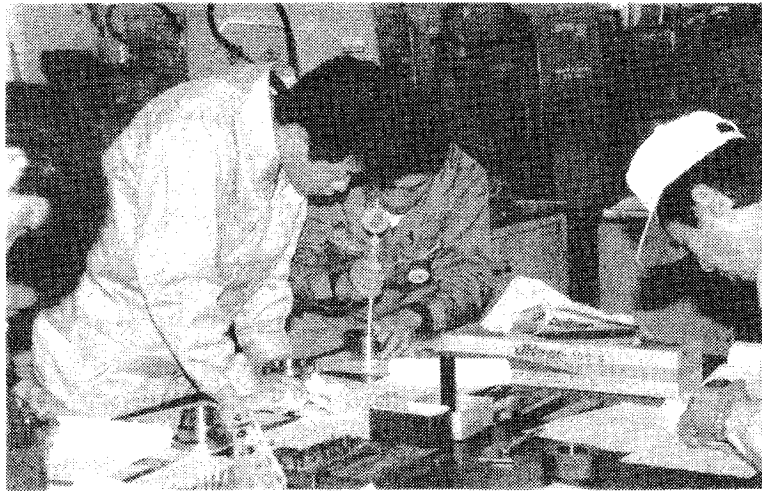


図10 NC加工部品の測定検査

④ 実験テーマの選択及び詳細検討 (13:00~14:00)

観察結果とまとめの作業で作成した「NC旋盤加工の観察・評価(シートNO.6)」と、「NC旋盤の実験テーマと考えるポイント(補助シートNO.3)」及び記入例を参考にして、受講者は、課題の問題点及び気のついたこと感じたことなどからやってみたい実験の仮説をたて、「NC旋盤実験実習仮説テーマの設定(シートNO.7)」を作成した。

⑤ 実験計画の要領作成 (13:00~14:00)

受講者は、設定した実験テーマについてNO.2を参考にして、「NC旋盤における実験実習の要領作成(シートNO.8)」を作成し実験計画をたてた。

⑥ 実験実習(NC機)(14:15~16:50)

受講者の設定した実験テーマの設定条件のとおり、バイトの交換、プログラ

ムの修正（切込み・送り量・回転数などのデータ変更）をして切削加工実験を行った。受講者は加工中観察をして、切削状況及び感じたことをメモした。

⑦ ミーティング（16：50～17：00）

今日行ったことをまとめさせ内容を復習して、明日の予定について説明した。

⑧ 実験実習（NC機）（第4日目9：00～14：30）

受講者は二回目の実験準備として、普通旋盤で実験用部品の穴あけ、端面切削を行う。

プログラムを修正して二回目NC実験を行う。

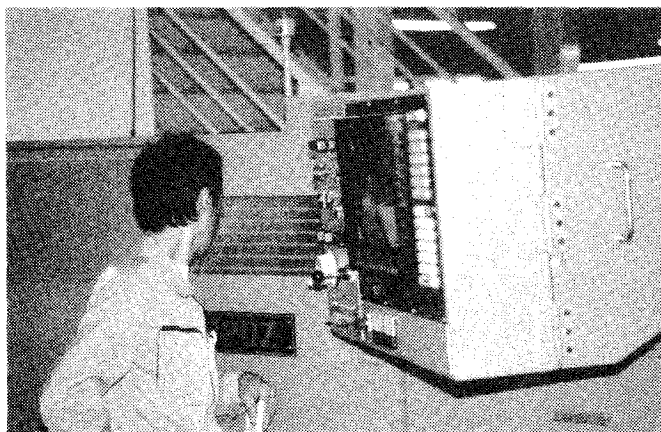


図11 NC機による実験実習

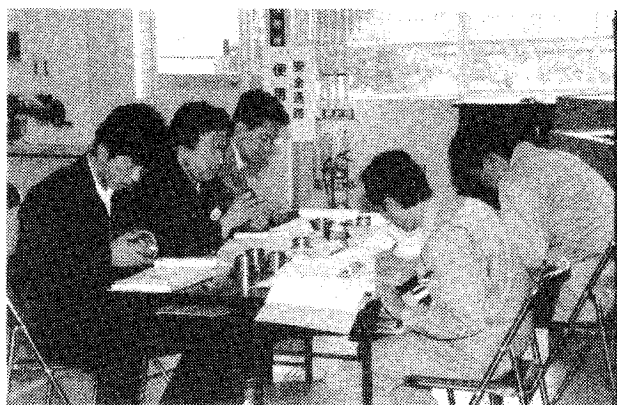


図12 NC機による実験実習のまとめ

⑨ 実験結果シートの作成とまとめ (14:50~15:30)

受講者は実験で得たデータ、外観、合わせ、寸法精度、仕上げ面精度などを「加工部品の測定・検査 [II] (シートN09付1)」に整理し、「NC旋盤における実験実習の結果とまとめ (シートN0.9)」にまとめて総括討議で発表する準備をした。

(7) NC機実験実習の討議 (15:30~16:50)

受講者はNC機実験のテーマ設定の理由、実験で得たデータ及び感じたことについて発表し、指導者と意見交換をした。

[受講者の発表事例]

仮説テーマ : 回転数を落とすとビビリがなくなる。

実験目的 : ビビリを無くするにはバイトの逃げ角を大きくする、また回転数を落しても無くなるかをみる。

加工条件 : 切削工具、切削条件について説明。

実験結果 : 回転数を落とすとビビリが無くなった。

ビビリは無くなったがテーパ部分にクモリができて仕上げ面が悪くなった。

観察・評価 : ビビリを無くするにはバイトの逃げ角を大きくしたり回転数を落とすとよい。

テーパ部は径が違うので周速度をあげる。

(8) コース全体の討議

ここではコース全体の反省会をかねて、次のような項目の切削の諸現象に対し、その適正判断、問題解決の方策についての討議及び指導を行った。

- ① 切り粉を分断するための方法は？
- ② 仕上げ面を改善するための方法は？
- ③ 寸法精度を維持するための方法は？
- ④ ビビリを防止する方法は？……など

また、受講者が、このコースで他にやりたかったこととして次の三点の意見があった。

- ① S45Cだけでなくアルミ、ステンレスなど材質を変えてやりたかった。
- ② テキストの指導をして貰いたかった。
- ③ NCのプログラムについてやりたかった。

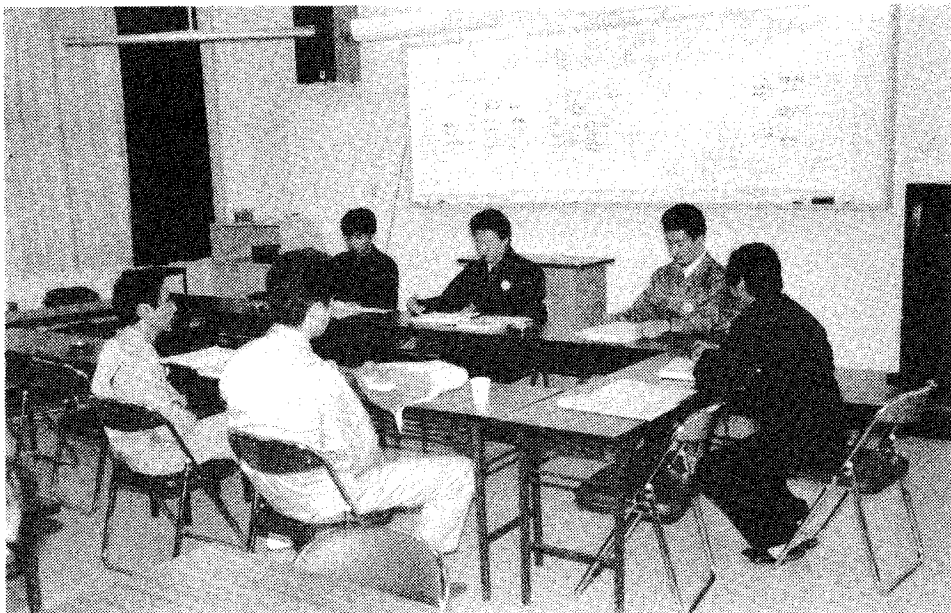
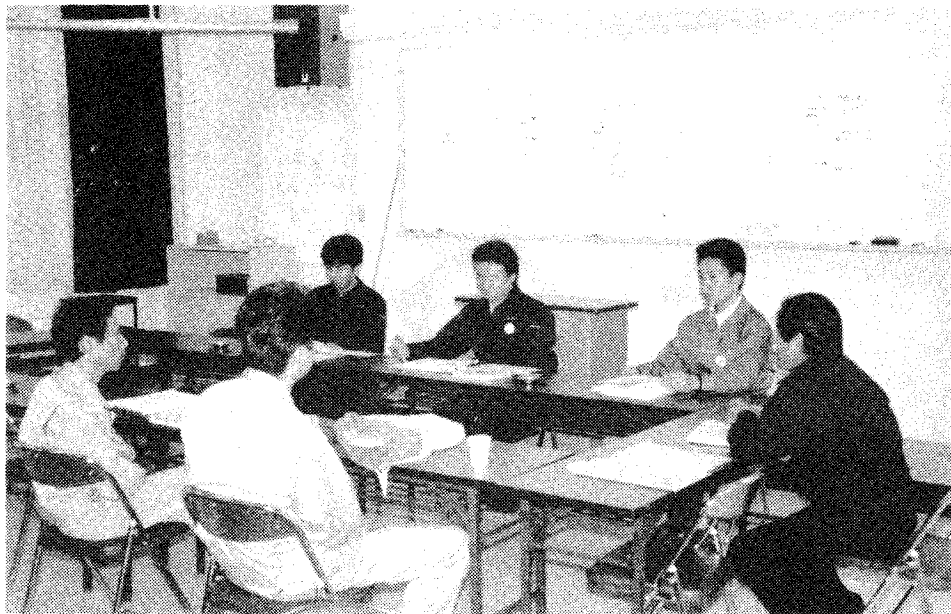


図 13 コース全体の評議

(9) 閉講式 (16:50~17:00)

① 所長挨拶。

② 修了証の授与。

解散

### 3 コース実施後の評価

#### (1) われわれの評価

コースを開設し、第一回目の実践を松本技能開発センターで実施したことはすでに前報（調査研究報告書第52号）で報告したとおりである。その反省点をもとに改善を行って第二回目の実施をした。受講者層は、前にも述べたがNC機経験5ヶ月から2年の経験者6名である。また汎用機経験7年の者1名、練習程度さわった者2名、まったく汎用機にさわったことのない者3名と汎用機経験に乏しい対象者であって、指導者側の努力と指導の力量に負うところが非常に大きかった。

コース実施担当者の感想。

- ① 昨年度実施の反省をもとに、今回のコース実践にその反省点をできるだけ生かしてやってみた。昨年は色々なことをやってみたが、今回は事例を重点的に一本化したことや教材が整備されたこと、さらに、二度目であるということなどにより、授業運営が非常にやりやすかった。
- ② 10人の受講者を一人で担当するのは前回は大変だと思ったが、今回はすっかりしてやりやすかった。一人の担当で十分やって行ける自信ができた。
- ③ 内容については、具体的に「荒削りをやってみなさい」「どうなったんですか」「じゃ回転を考えながら削って見てください」「面を見て記録してください」このようにステップを細分化して、データ取りなどができる教材が整備されたので効果的になったと思う。
- ④ 私の今までの職業訓練のやり方が身についているかも知れないが、今回は基本的な知識の指導は、ビデオで紹介する形をとったがテキストをどこかで説明する時間が必要だと思う。

以上のような感想、意見であった。

#### (2) 受講者・企業側の評価

向上訓練コースを実施しての評価はなんといっても受講者本人が喜んでくれたか、どのような事が本人にとって良かったかを認識して貰うことである。コース終了後受講者の感想を又一ヶ月後に受講者はこのコースをどのように受け止めたか、コースに対する意見要望等について企業のフォローアップ調査を行った。

##### a 受講者終了時の感想。

- ① NC機はボタンを押すだけですが、汎用機を使って実際に削った事は非常に良い体験になった。NC機と違って、作業中いつも考えながら作業をしなければなら

ないことを知った。

- ② 旋盤は使った事がなかったので、たいへん勉強になりました。NC機は会社にあるものとメーカーが違ったが、NC機はプログラムがあれば一方的に加工をしてゆく、しかしプログラムを作成したり、修正したりするのはむづかしいと思った。S45Cは思ったより削りやすかったし、はじめて機械を使ったという実感がした。
- ③ 実際に機械を使って削って見て、回転とか送りとかでいろんなひずみがかたりする現象がわかって非常に良かったと思います。勉強のきっかけができました。
- ④ 汎用機は送り、回転数がだいたい決められていてその範囲内で目で見て調整が出来るが、NC機は回転数などちょっとの事で違う、調整できる事がわかって良かったと思います。NC機も汎用機も切削の理論は一緒だと言うことがわかったので、これからテキストを開いて勉強してみたい。

#### b 企業へのフォローアップ調査①

(受講のいきさつについて)

- ① 当社としては、今回は初めてのケースであり、どの位の勉強をするのか判らなかったもので、どのレベルの者を出すかとまどった。
- ② コースの主旨は理解していたが、重点的に何をやるのか分からなかった。しかし、NC関係の従業員の数も多い職場なので、順繰りに出していきたいと思っている。
- ③ NCについてはまったく知らないし教育も受けていない者が多い。受講した当人もレポートを書かないといけないと言う事で躊躇していたようだが、今回は二人を受講させた。

#### c 企業側へのフォローアップ調査②

(コースをどのように受け止めたか)

- ① 従来は汎用旋盤を2年位やってNC機に廻していたが、入社してくる若いものは、NC機関係はカッコ良く見えるのでその職場への希望が多い。会社ではなかなか基礎的なものも教えられないので。きちっとした所で教わってきた方が会社としては良いと考えている。
- ② 会社としては色々なコースがあれば積極的に参加させる方針である。2~3日のことで忙しいから勉強させないでは会社が後退してゆく。
- ③ 切削速度をどうしているかと聞くと回転で言う、何メートルでやっているか聞

いても分からないのでコミュニケーションが図れない。切削理論を分かりやすく徹底的に理解させると言うところに力を入れて貰う方が良いのでは、その為には、実験をしてみるとか、汎用機で自分の目と手で確かめながらやってみるとか、こういう方法でわかりやすく身に付けさせる事は効果がありますね。

- ④ 切削の理論的なことや、刃物の種類選択、特性など判断力をつける講習会をお願いしたいですね。

#### d 企業側へのフォローアップ調査③

(受講者はこのコースをどのように受け止めていたか、また仕事のうえで変化があったか)

- ① 受講後会社では、レポートを提出させているが、書くのは嫌だといっていたが、ちゃんとしたレポートを提出してきました。
- ② 切削実験の切り粉を持ってきて、これは切削速度いくら、切込み量いくらとか説明していましたよ。現場では出来ないことなので非常に良かったと言っていました。
- ③ 受講資料を持ってきて、こういうことをやると友達に見せていました。今度は、おまえ行けと啓蒙していましたよ。今回の勉強は、やはり良かったでしょうね。
- ④ 受講後本人より申し出があり、今NCスクールに通っています。何かのきっかけがあったでしょうね、有り難い事です。
- ⑤ このコースの中味と自分の期待していたこととすれ違っていたようです。どういう事かと言うと、NC機のことについて例えばプログラムとか、機能とかについて教わりたかったようです。
- ⑥ 仕事の面で、時間のロスに対する考え方が変わってきました。

以上のような感想、意見をいただいた。今回の実践に当たっては、コースを幅広くPRするため、第一回目のコース実施で受講者をだしていただいた会社とは別の会社から募集することとした、その為コースの主旨、内容が理解されていないままに受講者をよこした会社がほとんどであった。この点は反省しなければならない。コースの主旨、内容の徹底をはかり受講者を募集することが、このコースの発展にもつながる大切なことであろう。

企業へのフォローアップ調査では、NC機作業現場ではNC機の知識も、切削に関する基礎知識をもまったく持たずNC機に材料をセットしてボタンを押し、製品にキズが



あるかどうか巡回して傷物が2～3個続くとリーダーに報告するだけという従業員が非常に多くいることが確認できた。また会社の生産に携わる責任者は、「(そうした従業員に教育しようとしても) 技術的なことは右の耳から左の耳へすぐ抜けてしまう。現場の人たちは、切削の知識やプログラミングについてその重要性を受け止めてくれない」と嘆いていた。

この現象はNC機の普及状況とこれを使う従業員の要請のアンバランスが生じていることを意味する。こうした点を見ても、このコースの意義と今後の発展の可能性はおおいにあるといえよう。