

I 教材（配布印刷物）

※ 実技関係の教材教具リストは
指導員用資料に収録

目 次

1 技能診断編

I オリエンテーション

- 教材 I-1 機械加工作業者用測定技能クリニック
- 教材 I-2 機械加工作業者用測定技能クリニックの実施内容
- 教材 I-3 技能クリニックの特徴
- 資料 I-1 受講者ガイド
- 資料 I-2 測定環境調査
- 資料 I-3 測定経歴調査

I-※ 教材解説（指導員用）

II 技能診断

- 教材 II-1 マイクロメータに関する自己チェック
- 教材 II-2 マイクロメータに関する自己チェック集計表
- 教材 II-3 マイクロメータによる角物の測定～技能診断課題〔I〕
- 教材 II-4 マイクロメータによる角物の測定～技能診断課題〔II〕
- 教材 II-5 測定の概念に関する自己チェック
- 教材 II-6 測定の概念に関する自己チェック集計表
- 教材 II-7 測定の概念に関する自己チェック分析表〔a〕
- 教材 II-8 測定の概念に関する自己チェック分析表〔b〕
- 教材 II-9 加工における測定技能診断説明書
- 教材 II-10 加工における測定技能診断課題図
- 教材 II-11 加工における測定技能診断作業工程表
- 教材 II-12 加工における測定技能自己診断
- 教材 II-13 注意するチェックポイント
- 教材 II-14 加工課題の座標計算図
- 教材 II-15 フライス盤加工における条件チェック
- 教材 II-16 加工課題測定図
- 教材 II-17 加工後の課題測定のポイント
- 教材 II-18 受講者によるディスカッション

II-※ 教材解説（指導員用）

2 自主研修編

Ⅲ 自主研修

- 教材Ⅲ－1 加工における測定技能の成り立ち
- 教材Ⅲ－2 作業工程表作成の考え方
- 教材Ⅲ－3 自主研修作業工程表作成課題図
- 教材Ⅲ－4 作業工程表
- 教材Ⅲ－5 作業工程表チェックリスト
- 教材Ⅲ－6 作業工程表事例
- 教材Ⅲ－7 熱の影響に関する実験Ⅰ
- 教材Ⅲ－8 加工中の熱影響～実験課題1（丸棒）
- 教材Ⅲ－9 加工中の熱影響～実験課題2（中空軸）
- 教材Ⅲ－10 熱の影響実験課題図
- 教材Ⅲ－11 熱の影響に関する実験Ⅰまとめ
- 教材Ⅲ－12 熱の影響に関する実験Ⅱ
- 教材Ⅲ－13 加工における測定総合課題実習説明書
- 教材Ⅲ－14 加工における測定総合課題図
- 教材Ⅲ－15 総合課題の注意するチェックポイント
- 教材Ⅲ－16 総合課題のフライス盤加工における条件チェック
- 教材Ⅲ－17 総合課題作業工程表
- 教材Ⅲ－18 総合課題作業工程チェックリスト
- 教材Ⅲ－19 受講者による総合課題の討議
- 教材Ⅲ－20 事例紹介
- 教材Ⅲ－21 このコースを受講して

Ⅲ－※ 教材解説（指導員用）

機械加工作業者用 測定技能クリニック

1. 技能クリニックとは

新しく開発された訓練技法で、今までのように“何かを教えてもらう”ということではなく、受講者自身がOJT（On the Job Training）を通じて仕事の中で身につけてきた技能を診断し、不足している点、レベルアップが必要な点等を補強する訓練である。

2. 測定技能クリニックとは

ベテラン加工者は、製品加工を行っていく過程において、測定機器を駆使して測定する以前に、治具の工夫・改善・切削条件等を考慮した上で加工する。このようなことから精度を高めるため、加工プロセスにおける測定の創意工夫が行われる。測定技能クリニックでは、検査のための測定ではなく、要求される精度を作り出すような測定をすることを目的とする。

3. この講習会のねらい

- ① ベテランの技能を十分に生かしきること。
- ② 身につけた技能を自ら分析し、とらえ直す機会にすること。
- ③ 自己流になった技能を洗い直すこと。
- ④ 実務に理論的な裏づけをつけること。
－ “分かってできる” ことを目的とする－
- ⑤ 指導者としての力をつけること（後輩の指導）。

4. 講習会の進め方

この講習会は“こうしなさい、ああしなさい”と一方的に指示することはしない。実務経験の豊富な皆さんと一緒に問題点を考えていこうとするものである。

コースの進め方は、はじめに、受講者の皆さんにある課題をやっていただき、その遂行過程において、皆さんが疑問に感じたこと、困難に感じたこと、あるいはさらに追求（勉強）したいことを見つけて出す。そして、これらの点について、皆さんが自主研修で実務の裏づけや理論的知識を学んでいくことになっている。

機械加工作業者用 測定技能クリニックの実施内容

研 修 内 容		時間(分)	
技	開講式 オリエンテーション 企業の測定環境調査 測定経歴調査	30	
	測定概要について自己チェック ～マイクロメータに関する自己チェック～	30	
能	測定技能診断 (マイクロメータ 0～2.5 mm) ～角物・丸物の測定を通して技能診断する～	70	
	測定の概念についての自己チェック －取扱い・測定・保守管理の自己チェック－	50	
診 断	加工 に お け る 技 能 診 断	汎用フライス盤による加工と測定 ①課題図面に従って作業手順書作成 加工条件チェック	180
		②フライス盤による加工	360
		③測定 (マニュアル・三次元測定機による測定)	60
		④技能診断チェックリスト作成	60
		⑤受講者による討議 (問題点・工夫した点)	
自 主 研 修	自主研修課題の選択	60	
	作業手順書の作成と測定の工夫 ①課題に基づいて手順書作成 ②受講者による工夫について討議	150	
	実務の理論的裏付け実験 ①NC旋盤加工における熱の影響実験 ②人間の体温による影響実験	150	
	選択自主研修 (例題) ①切削条件に関する基本的原理 標準化の条件・加工材質・加工条件・切削油 ②測定器の保守点検・修理 ③測定器の温度実験 ④訓練施設にある測定器の使い方	300	
総 合 (ま と め)	総合 課題 実 習	今まで行った研修を生かした測定・加工の工夫をして取り 組む (実際に加工はしない) 作業手順の作成 (チェックシート作成) 問題点の整理	180
		③受講者間で測定の工夫等の報告討議	60
	事例紹介 －受講者の経験ばなしを聞き討論－	50	
	アンケート 終了式	10	

※予定は進行状況によって変更になる場合がある。

技能クリニックの特徴

技能クリニックコース	他の一般的なコース
<p>1) 実務経験で身につけたものを自ら分析し、とらえ直す機会となる。</p> <p>2) 自己流になった技能を洗い直す。</p> <p>3) 実務の理論的な裏づけをつける。 ～ “分かってでできる” ことを目標とする～</p> <p>4) 受講者自身が自分の技能を診断し、自主的に研修する。 指導員はそれをアドバイスし、援助する。</p> <p>5) 技能が発揮されるプロセスを診断し、よりよい技能発揮のために “何を、どのように” 修正・補正すべきかを見つけようとする。</p>	<p>1) 特定の技術的知識や作業方法を習得する。</p> <p>2) とまかくも “できる” ようになることを目標とする。</p> <p>3) どちらかというと、指導員が説明し、指示していく方式となる。</p> <p>4) 発揮された技能の結果を見て、習得技能の水準を評価する。</p>

受講者ガイド

平成 年 月 日

番号	氏名	勤務先	概要
1		企業名	企業概要 受講者経歴等
		住所	
		従業員数	
2		企業名	企業概要 受講者経歴等
		住所	
		従業員数	
3		企業名	企業概要 受講者経歴等
		住所	
		従業員数	
4		企業名	企業概要 受講者経歴等
		住所	
		従業員数	
5		企業名	企業概要 受講者経歴等
		住所	
		従業員数	

受 講 者 ガ イ ド

平成 年 月 日

番号	氏 名	勤 務 先	概 要
6	企業名		企業概要 受講者経歴等
	住 所		
	従業員数		
7	企業名		企業概要 受講者経歴等
	住 所		
	従業員数		
8	企業名		企業概要 受講者経歴等
	住 所		
	従業員数		
9	企業名		企業概要 受講者経歴等
	住 所		
	従業員数		
10	企業名		企業概要 受講者経歴等
	住 所		
	従業員数		

測定環境調査

企業名

受講者名

(

部

課)

この調査は、受講者がどのような経営理念のもとで、またどのような作業環境のもとで「測定作業」を行っているか調査し、自己診断の資料にするものです。

(1) 企業の経営理念（日頃上司からいわれている内容及び受講者自身が感じていること）

(2) 計測管理状況は

- | | | |
|-------------------------------|----|-----|
| ① 測定器の定期検査基準に従って行っている。 | はい | いいえ |
| ② 測定器は各個人で管理するようになっている。 | はい | いいえ |
| ③ 測定器は安いから修理や検査は必要がないと言われている。 | はい | いいえ |
| ④ MC化が進みあまり測定は行っていない。 | はい | いいえ |
| ⑤ その他（ | | ） |

(3) 品質管理はどのように行われているか

- | | | |
|----------------------------|----|-----|
| ① Q Cサークル活動が積極的に行われている。 | はい | いいえ |
| ② 作業の標準化が進んでいる。 | はい | いいえ |
| ③ 統計的品質管理が行われている。 | はい | いいえ |
| ④ T Q Cが行われ、常に目標設定が行われている。 | はい | いいえ |
| ⑤ その他（ | | ） |

(4) 教育訓練実施状況は

- | | | |
|----------------------------|----|-----|
| ① O J Tで常に先輩から教えられる。 | はい | いいえ |
| ② 講習会・研修会がよく行われる。 | はい | いいえ |
| ③ 作業員自身が積極的に勉強している。 | はい | いいえ |
| ④ 専門学校（工業系大学・高校等）からの採用が多い。 | はい | いいえ |
| ⑤ その他（ | | ） |

(5) 工夫、改善等の教育がどのように行われているか

- | | | |
|---------------------------|----|-----|
| ① 改善提案制度がある。 | はい | いいえ |
| ② 上司から常に改善・工夫を行うようよくいわれる。 | はい | いいえ |
| ③ 作業員自身がよく改善・工夫を行っている。 | はい | いいえ |
| ④ あまり関心がないようである。 | はい | いいえ |
| ⑤ その他（ | | ） |

測定経歴調査

企業名			
所属部課名	部	課	
氏名	年齢	歳	

1. あなたの業務についてお伺いします。

- (1) 入社されて何年になりますか。 _____ 年
- (2) あなたの業務内容は何ですか。
1. 製造（加工）が中心の仕事である。
 2. 検査業務が中心の仕事である。
 3. 現場事務が中心である。
 4. 現場事務が中心で、製造（加工）も時々する。
 5. 現場管理業務が中心である。
 6. 現場管理が中心で、製造（加工）も時々する。
 7. その他 (_____)
- (3) 上記の業務の経験は何年ですか。 _____ 年
- (4) 現在の業務で、測定はどの程度行っていますか。
1. 毎日測定をしている。
 2. 必要に応じて測定を行っている。
 3. 全く測定をしていない。
 4. その他 (_____)
- (5) 測定作業の経験年数はどのくらいですか _____ 年

2. あなたが現在お持ちの測定に関する知識・技能はどのような経験から身につけられたものかお伺いします。

- (1) 「測定」を一番最初に学んだのは
- (1) いつごろですか。
1. 就職する前
 2. 就職した後
- (2) どこですか。
1. 職場
 2. 学校（工業系大学・高専・高校）
 3. その他の教育機関（技能開発センター・職業訓練校・各種学校等）
 4. その他 (_____)

資料 I - 3 (続き)

(2) 「測定」技能を身につけたのはどのようにしてですか。該当するものすべてに○印をつけて下さい。

①個人として

1. 講習会・研修会等で習得した。
2. 先輩にたずねて教わった。
3. 先輩の測定のやり方を見ながら勉強した。
4. その他 ()

②会社の業務として

1. 講習会・研修会等で習得した。
2. 会社の人に教わった。
3. 小集団活動・勉強会等を通じて勉強した。
4. その他 ()

③「個人として」身につけたものと「会社の業務として」身につけたものとの比率はどのぐらいですか。

1. 個人として ----- 割
2. 会社の業務として ----- 割

(3) あなたは、測定に関して後輩を指導したことがありますか。

1. ある
2. ない

3. 測定に関して、今現在疑問に思っていること、考えていることを具体的にお聞かせ下さい。

4. 今回の測定技能クリニックの受講に際して考えていることをお聞かせ下さい。

教材解説（指導員用）

教材（配布印刷物）は、あらかじめ技能診断編（Ⅰ・Ⅱ）と自主研修編（Ⅲ）とに分けて冊子にして配布することもできるが、ほとんどの教材は、作業ごとに使用するので、1枚ずつ配布する方が便利である。また、バインダーを配布して、順に綴じさせるのもよい方法である。

[測定の概要]

マイクロメータに関する自己チェック

氏名 _____

一般的な測定器であるマイクロメータについて、下記の設問に関して自己チェックをして下さい。各項目ごとに3つの選択肢があるので、その中であなたが日頃行っているものに近いものをひとつ選んで○印を付けて下さい。

A マイクロメータの構造・機能について

1. 構造・機能まで理解していない。
2. 構造・機能まで理解している。
3. 原理は理解しているが、構造・機能までは理解していない。

B 測定前のことについて

4. 各部の機能等のチェックもかねて使用前には必ず手入れをする。
5. とりだしたら、即、測定する。
6. マイクロメータの測定面のみ清掃する。

C 0（ゼロ）確認について

7. 時々0（ゼロ）確認をしないで測定する。
8. 0（ゼロ）確認をしないで測定する。
9. 測定前に、必ず0（ゼロ）確認をする。

D 0（ゼロ）調整について

10. 0（ゼロ）確認の後、0（ゼロ）調整を行う。
11. 0（ゼロ）調整は、1回行えば毎日行わなくてもよい。
12. 0（ゼロ）調整を行ったことがない。

E ラチェットストップの使い方について

13. ラチェットストップの回し方が一定していない。
14. ラチェットストップを回さないで測定している。
15. ラチェットストップの回し方が一定になるように留意して測定している。

F 測定値の出し方について

16. 1ヶ所・1回の測定で、測定値を読み取る。

資料Ⅱ－１（続き）

- 17. 1回ごとに測定値が異なる場合、測定値が安定するように考慮し測定する。
- 18. 何回か測定し、そのだいたいの平均値で測定値を求める。

G 測定方法について

- 19. 公差がきびしいか甘いかによって、測定の仕方が変わることがある。
- 20. 公差がきびしいか甘いかにかかわらず、測定の仕方を変化させることがない。
- 21. 公差の真中をねらって加工しているので、測定には神経を使わない。

H 測定後のことについて

- 22. 測定終了後、0（ゼロ）を確認し、マイクロメータの手入れを行い、かたづける。
- 23. 手入れもせず、使いばなしの事が多い。
- 24. 手入れをしてかたづけるが、0（ゼロ）確認までしない。

I 測定について

- 25. 測定作業は、品質管理上重要な要素の一つであると考ええる。
- 26. 加工工程における寸法確認と検査工程における寸法確認とは、同じマイクロメータを使用しても、測定の仕方・考え方が異なる。
- 27. 「測定とは」といった肩肘を張った考え方で測定はしていない。

マイクロメータに関する自己チェック集計表

氏名 _____

	A	B	C	A	B	C	項 目
1							マイクロメータの構造・機能
2				-----			
3							
4							測定前のこと
5				-----			
6							
7							0 (ゼロ) 確認
8				-----			
9							
10							0 (ゼロ) 調整
11				-----			
12							
13							ラチェットストップの使い方
14				-----			
15							
16							測定値の出し方
17				-----			
18							
19							測定方法
20				-----			
21							
22							測定後のこと
23				-----			
24							
25							測定に関して
26				-----			
27							
				行っている	中間	行っていない	

マイクロメータによる角物の測定
技能診断課題〔I〕

氏名 _____

下図の工作物をマイクロメータを使って下記の条件で測定して下さい。

1. マイクロメータの0（ゼロ）確認をして、補正量を計算して記入して下さい。
2. 補正量を記入して下さい。
3. 下記使用測定機器以外の機器が必要ならば、貸し出しますのでいって下さい。

	使用測定機器等	規格	数
	マイクロメータ	0～25mm	1
	ウエス（ガーゼ）		2
	手袋		1

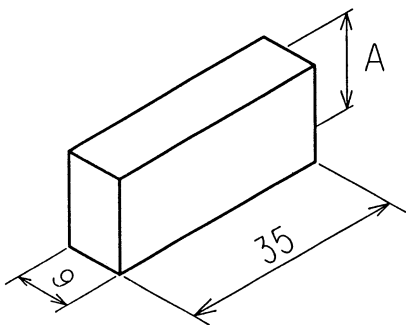
Aの寸法を測定して下さい。	補正量	測定箇所	測定データ
<p>測定箇所を上図に図示して下さい。</p>			

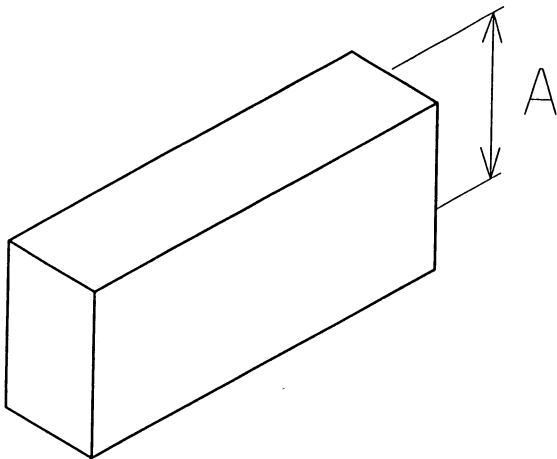
マイクロメータによる角物の測定
技能診断課題〔Ⅱ〕

氏名 _____

下図の工作物をマイクロメータで下記の条件で測定して下さい。

1. マイクロメータの0（ゼロ）確認をして補正し測定して下さい。
2. 下記使用測定機器以外の機器が必要ならば、貸し出しますのでいって下さい。

	使用測定機器等	規格	数
	マイクロメータ	0～25mm	1
	ウエス（ガーゼ）		2
	手袋		1

<p>Aの寸法を測定して下さい。</p>  <p>測定箇所を上図に図示して下さい。</p>	測定箇所	測定データ

測定の概念に関する 自己チェック

氏名 _____

No.	実践項目	自己評価 (自分でどのくらいか判断する)	番号
1	マイクロメータの使用前に0点の確認をする	5 4 3 2 1 0 ←しない する→	
2	マイクロメータの0点調整は、他人まかせにせず、測定者が自分で行う	5 4 3 2 1 0 ←行わない 行う→	
3	測定に入る前に、測定器の機能（性能）をチェックする	5 4 3 2 1 0 ←しない する→	
4	精度的（公差的）に厳しい加工には、必ず新品の測定器を使う必要がある	5 4 3 2 1 0 ←ある ない→	
5	マイクロメータでの測定に際しては、ラチェットを使用する	5 4 3 2 1 0 ←しない する→	
6	マイクロメータ等で測定する時、被測定物の測定面形状の状態をよく考慮して測定する	5 4 3 2 1 0 ←考慮しない 考慮する→	
7	作業中も測定器を整理整頓する	5 4 3 2 1 0 ←しない する→	
8	工作機器の加工精度や加工治具の精度は高いが、測定作業を重要視する	5 4 3 2 1 0 ←しない する→	
9	作業終了時に、マイクロメータのアンビル部、スピンドル部を手入れする	5 4 3 2 1 0 ←しない する→	
10	測定後、マイクロメータの0点を確認する	5 4 3 2 1 0 ←しない する→	
11	測定機器は、めったに性能・精度が落ちることはないが、精度チェックを行う	5 4 3 2 1 0 ←行わない 行う→	
12	加工後、寸法チェックをおこない図面との確認を行う	5 4 3 2 1 0 ←行わない 行う→	
13	マイクロメータの0点確認だけでなく、0点の調整も行う	5 4 3 2 1 0 ←行わない 行う→	
14	寸法公差により、ノギス、マイクロメータ等、の測定器を迷わず選択する	5 4 3 2 1 0 ←迷う 迷わない→	
15	A・B二つのマイクロメータで測ると、同じ物でも違った値になることがあると思う	5 4 3 2 1 0 ←思わない 思う→	
16	加工図面により、基準のとり方や測定機器の使い方等を迷わず判断する	5 4 3 2 1 0 ←迷う 迷わない→	
17	外側マイクロメータやデプスマイクロメータの目盛りの（0.5mm）読みまちがえをしない	5 4 3 2 1 0 ←する しない→	
18	測定誤差（熱変形・弾性変形）を考慮して測定する	5 4 3 2 1 0 ←考慮しない 考慮する→	

測定に関する

自己チェック (続き)

No.	実践項目	自己評価 (自分でどのくらいか判断する)	番号
19	測定器を落とした場合、外観や作動具合に異常がなくてもそのまま使用しない	5 4 3 2 1 0 ←する しない→	
20	加工手順のミスにより、測定しづらくなったり測定不能になったりすることがある	5 4 3 2 1 0 ←ある ない→	
21	測定器は使っていた状態のまましまわない	5 4 3 2 1 0 ←しまう しまわない→	
22	オシヤカの原因には、加工方法や加工工程のミスだけでなく、測定ミスもあると考える	5 4 3 2 1 0 ←考えない 考える→	
23	作業終了時に、測定機器の目視・作動・性能チェックをする	5 4 3 2 1 0 ←しない する→	
24	工作機械のデジタル式現在表示を使用して加工していても、寸法の確認をする	5 4 3 2 1 0 ←しない する→	
25	測定器 (ノギス・マイクロメータ等) は、加工準備の際にチェックしてから使用する	5 4 3 2 1 0 ←チェックしない チェックする→	
26	測定器の最小読み取り値いかににかかわらず、測定器をていねいに扱う	5 4 3 2 1 0 ←扱わない 扱う→	
27	使用するノギス・マイクロメータがよごれていると気になる	5 4 3 2 1 0 ←気にならない 気になる→	
28	加工に入る前、ていねいに図面チェック、加工工程チェックをする	5 4 3 2 1 0 ←しない する→	
29	測定する姿勢や、ノギス・マイクロメータの持ち方等も注意する	5 4 3 2 1 0 ←しない する→	
30	マイクロメータの 0.01mm 以下の目盛も、正確に読みとる	5 4 3 2 1 0 ←読みとらない 読みとる→	
31	作業中、ノギス・マイクロメータが油にまみれたり、整理整頓が悪いと気になる	5 4 3 2 1 0 ←気にならない 気になる→	
32	加工手順や、測定手順等を配慮して、加工したり、測定したりしている	5 4 3 2 1 0 ←配慮しない 配慮する→	
33	ノギス・マイクロメータは作業工具と同じ感覚では取り扱わない	5 4 3 2 1 0 ←同じに扱う 同じに扱わない→	
34	得られた測定データも、正しいのか、誤っているのか疑ってみる	5 4 3 2 1 0 ←疑わない 疑う→	
35	使用した測定機器を所定の場所に戻すことを忘れない	5 4 3 2 1 0 ←忘れる 忘れない→	
36	物を作るうえでは、「測定」は加工の補助的な作業だと思う	5 4 3 2 1 0 ←補助的だと思う 思わない→	

測定の概念に関する自己チェック集計表

測定の概念に関する自己チェック表の No. にあった番号数値を入れて集計をして下さい。

横列合計

1	—			
2		—		
3			—	
4				—

13	—			
14		—		
15			—	
16				—

25	—			
26		—		
27			—	
28				—

B1	

5	—			
6		—		
7			—	
8				—

17	—			
18		—		
19			—	
20				—

29	—			
30		—		
31			—	
32				—

B2	

9	—			
10		—		
11			—	
12				—

21	—			
22		—		
23			—	
24				—

33	—			
34		—		
35			—	
36				—

B3	

上記縦列合計

C 1

C 2

C 3

A	

測定概念に関する

自己チェック分析表 [a]

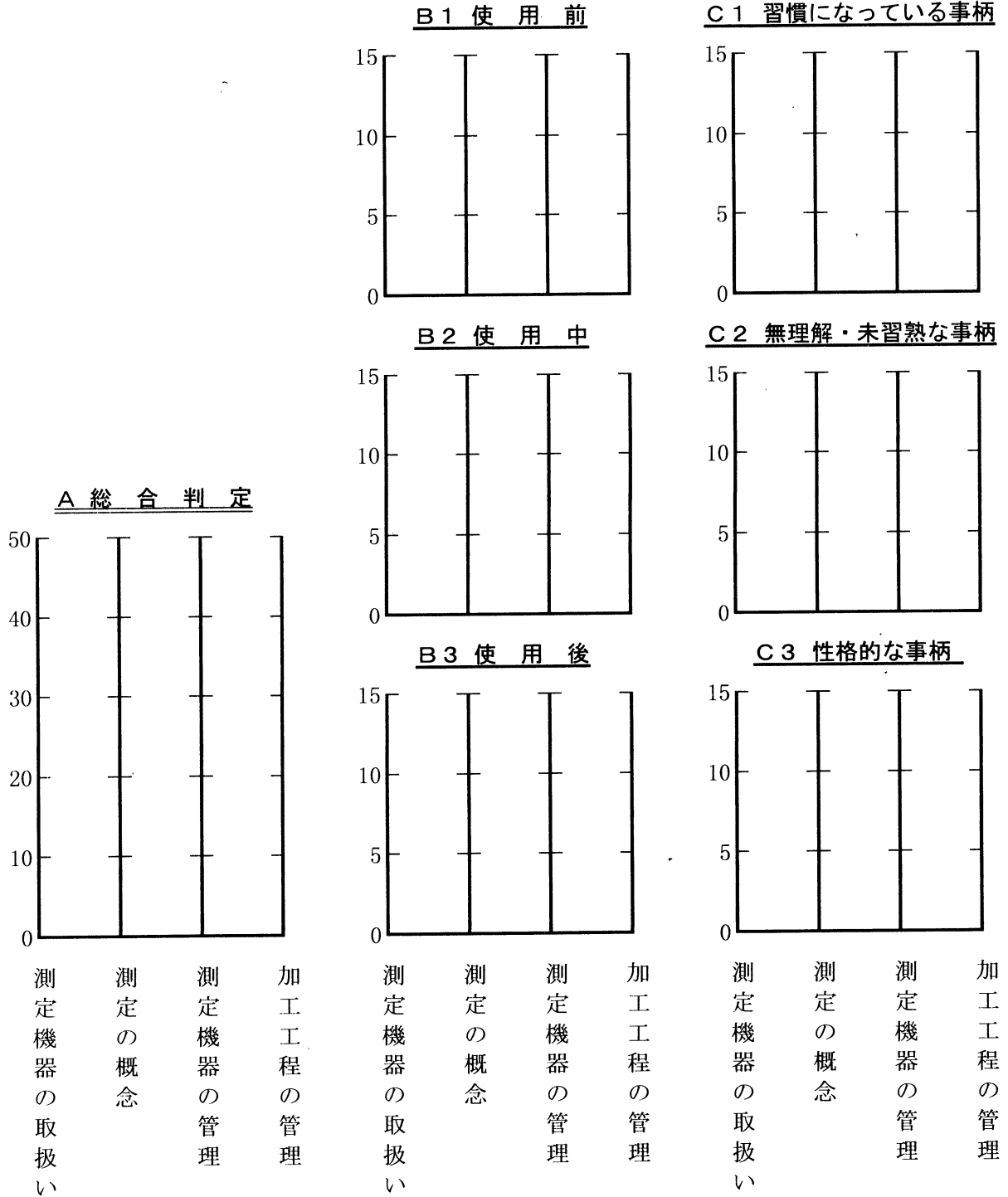
氏名 _____

項目	設問項目	要 点	0 1 2 3 4 5					考 察	
			0	1	2	3	4		5
測定器の取り扱い	25	事前チェック							
	1	0点の確認							
	13	0点、調整の仕方							
	17	目盛りの読み方							
	29	測定姿勢							
	5	定圧装置の使い方							
	33	取扱い方							
	9	整備方法							
	21	事後チェック							
測定概念	22	測定の意義							
	34								
	26	測定感覚							
	14	測定器の選択							
	10	0点確認の意味							
	2	0点調整の意味							
	30	最小読み取り値							
	18	誤差要因							
	6	データム形状							
測定機器の管理	27	測定器の管理							
	7								
	31								
	35								
	3	機能チェック							
	23								
	15	トレサビリティの意義							
	19	精度検査の意味							
	11								
加工工程の管理	36	測定の意義							
	8								
	24	測定の意味							
	12								
	28	測定の目的							
	32								
	16	測定方法							
	20								
4	精度検査の意義								

測定概念に関する

自己チェック分析表〔b〕

氏名 _____



加工における測定技能診断説明書

実際に課題の加工を行い、加工および測定の見識・技能を自己診断する。

I. 課題の条件

次の別紙課題図1に基づき、汎用フライス盤で次の前提に従って加工する。

- ① 汎用フライス盤は、最小目盛り0.005の読み取り装置付きであること。
- ② AとBの部品を加工して組合せること。
- ③ 基準面は、研削加工済みであること。
- ④ A部品の材質はS45Cで、B部品はHPM1（折出硬化系）であること。
- ⑤ 組合せて基準面の段差が±0.2であること。
- ⑥ 公差の入っていないところは⑤を満足するように考えること。
- ⑦ 加工面は寸法公差、精度にふさわしい面であること。
- ⑧ 一般公差は、必要があれば±0.2～±0.3とすること。

II. 技能診断手順

1. 技能診断作業工程表（教材Ⅱ－11）作成

受講者が加工工程をたてて、それぞれの工程ごとに各自がチェックしていく。

- ① 提示された課題図に従って、作業工程をたてる。
〔注意するチェックポイント（教材Ⅱ－13）を考えて〕
- ② 工程ごとに加工・測定の工夫を列記していく。
- ③ わかりやすくするために説明図を書く。
- ④ フライス盤加工における条件チェック（教材Ⅱ－15）を作成する。

2. 計画表に沿ってフライス盤による加工を行う。

加工しながら問題点を整理していく。

工夫がうまくいった うまくいかなかった

3. 課題の測定

課題測定のポイント（教材Ⅱ－17）に従って測定し、加工課題測定図（教材Ⅱ－16）に寸法を記入する。

4. 加工結果に従って自己診断する。

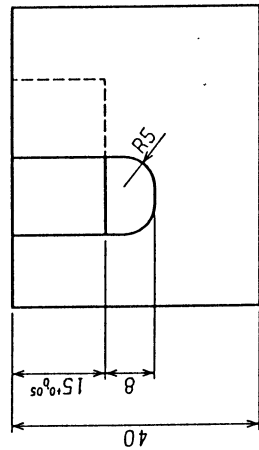
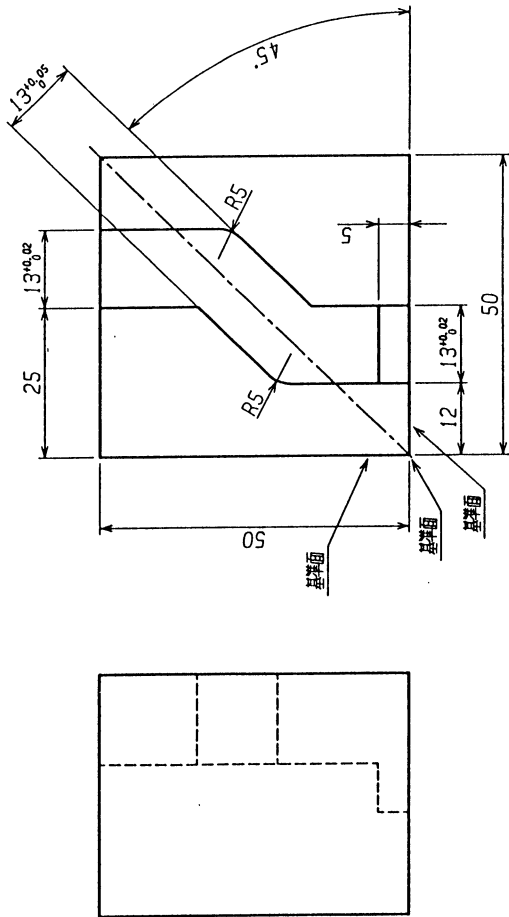
問題点をチェックし、自己診断（教材Ⅱ－12）を作成する。どんな内容の自主研修を行えばよいか検討する。

5. 受講者による討議

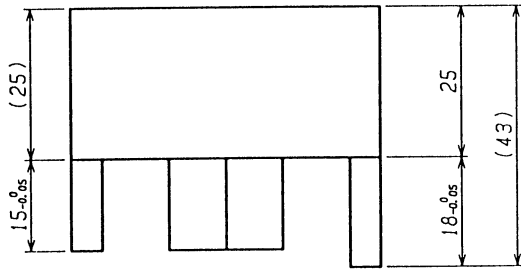
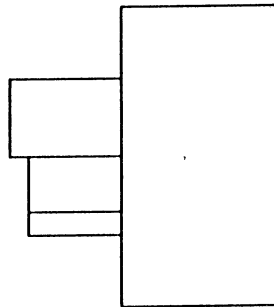
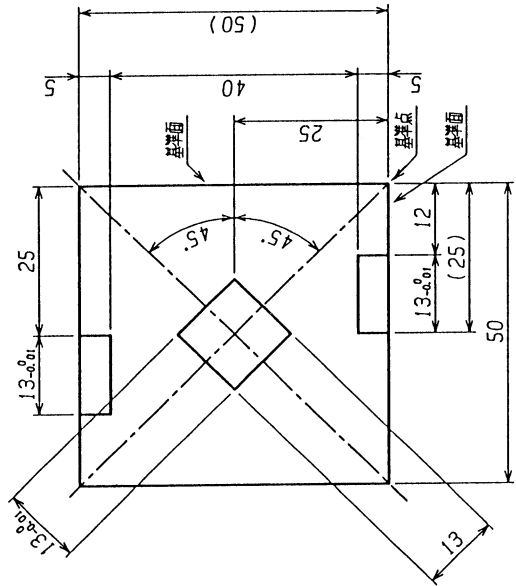
各自が問題点や工夫した点を発表して互いに討議する。

加工における測定技能診断課題図

(A図)



(B図)



加工における測定技能診断 作業工程表

(No. 1)

氏名

番号	作業手順	時間	要点 (加工に対する説明) (加工・測定に関する工夫)	説明 手順・要点など分かりやすくするために必要な説明図
1	クイックチェンジチャックを取りつける。	5分	ドロイングボルトのネジを最低5山は入れる。	
2	万力を取りつける。	15分	傾けても取りつけられるように当て板を使用する。 芯だしは正確に行う (0.005mm 以内に)。	
3	コレットチャックを取りつける。	2分		

注意するチェックポイント

氏名 _____

- (1) 基準面からの寸法測定をどのように行うか（組合せ等の関係）。
通常の測定器で測定不可能な箇所を、どのように測定するか。

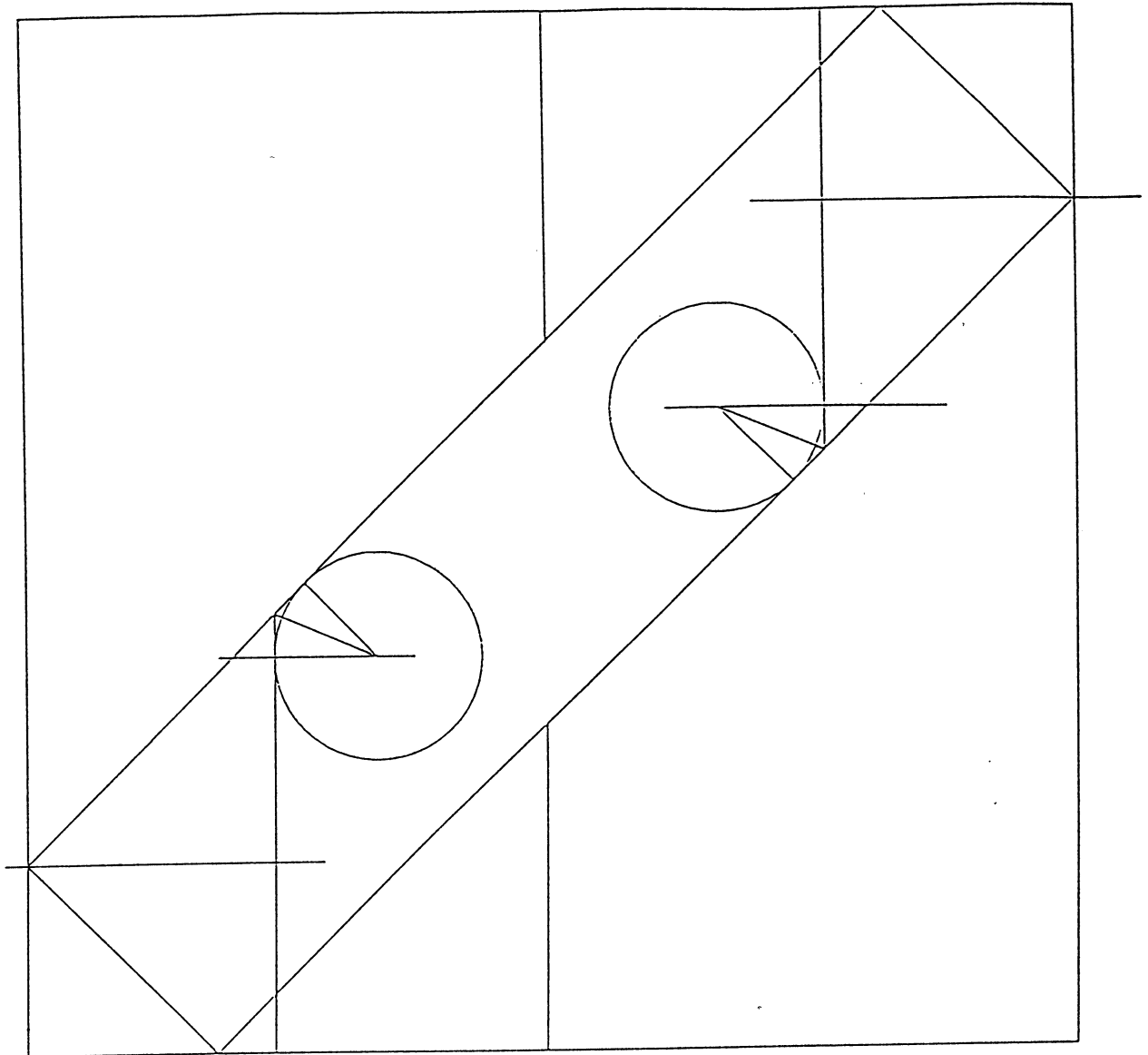
- (2) 斜め溝（45°）の加工をどのように考えて行うか。

- (3) 仕上げ面あらさをどのように考えて加工するか。

- (4) 切削条件をどのように考えて加工するか。

- (5) 切削熱をどのように考えて加工するか。

加工課題の座標計算図



フライス盤加工における条件チェック

氏名 _____

課題を製作するために必要な事柄について書いて下さい。

1. 課題加工に必要な工具等を書いて下さい。

- ① コレットチャック ② マシンバイス
 ③ 平行台 ④
 ⑤ ⑥

2. 課題加工に必要な測定用具を書いて下さい。

- ① 芯だし装置 ②
 ③ ④
 ⑤ ⑥
 ⑦ ⑧

ノギス 150 mm	マイクロメータ 0~25 25~50 mm
デプスマイクロメータ 0~25 mm	ダイヤルゲージ 10-0.01 mm
テコ式ダイヤルゲージ 0.01 mm	ブロックゲージ 1級 32枚組
ダイヤルゲージスタンド	芯だし装置

3. 課題加工に必要な刃物を書いて下さい。

- ① ②
 ③ ④
 ⑤ ⑥
 ⑦ ⑧

直 径	使 用 刃 物	直 径	使 用 刃 物
φ8~10 mm	ラフィングエンドミル	φ8~10 mm	4枚刃エンドミル
φ4・φ5・φ10mm	2枚刃エンドミル	φ4~10 mm	ドリル

教材Ⅱ－15（続き）

4. 課題加工に必要な切削条件を書いて下さい。

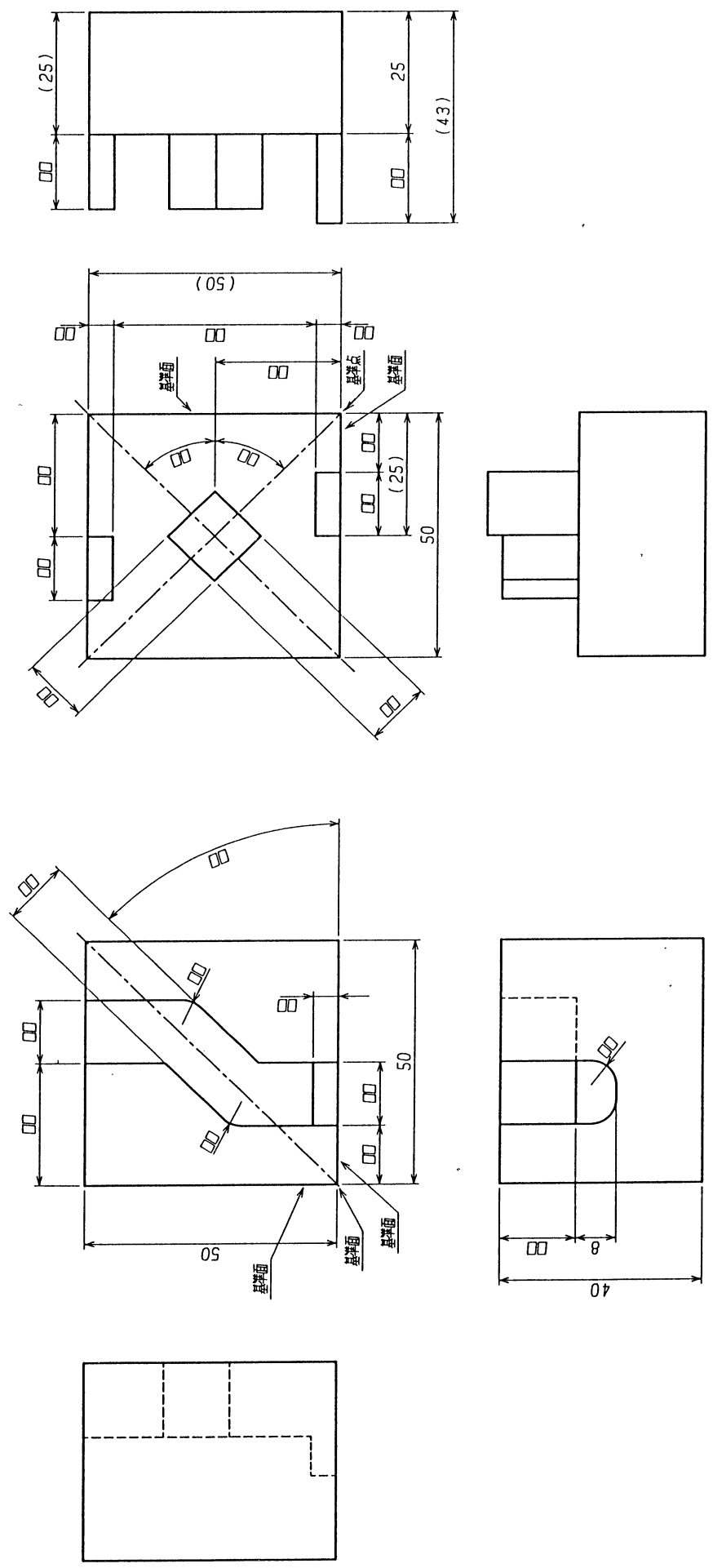
部品A（メス） 材質 S45C

NO	使用刃物名	直径 mm		切削速度 m/min	回転数 rpm	切込量 mm	1刃送り mm	送り mm/min
1			計画					
			実施					
2			計画					
			実施					
3			計画					
			実施					
4			計画					
			実施					
5			計画					
			実施					

部品B（オス） 材質HPM1

NO	使用刃物名	直径 mm		切削速度 m/min	回転数 rpm	切込量 mm	1刃送り mm	送り mm/min
1			計画					
			実施					
2			計画					
			実施					
3			計画					
			実施					
4			計画					
			実施					
5			計画					
			実施					

加工課題測定図



加工後の課題測定のポイント

(注意) 現場における確認の測定及び測定室での測定と分けて考える

氏名 _____

部	測定要素	測定箇所	測定機器	測定方法
A 部 品	長さの測定	2 5 1 2 1 5 8 5		
	溝幅の測定	1 3		
	角度の測定	4 5°		
	Rの測定	R 5		
	仕上面の測定	側 面 底 面		
B 部 品	長さの測定	2 5 1 2 1 3 1 8 1 5 8 5		
	中心の測定	2 5		
	角度の測定	4 5°		
	仕上面の測定	側 面 底 面		
	組み合わせの勘合	基準面		

受講者によるディスカッション

1. 目的

加工における技能診断課題の問題点の討議を通して

- ① 加工上の問題点を明らかにする。
- ② 他の受講者の考え方を理解する。
- ③ 自己の不足している点を知る。
- ④ コミュニケーション能力の向上を図る。

2. 討議の進め方

各自が書いた「作業手順書」と「条件チェック表」・「自己診断」を基にディスカッションを行う。

3. 討議の内容

I. 作業手順書について

- ① 作業手順書をどのように活用したか。
- ② 作業手順書を作成して感じたこと。
- ③ どのような加工手順を考えたか。
- ④ 作業手順書通りに進んだか。（加工手順・加工時間）
変更があった場合の――なぜ？

II. 工具について

- ① 工具は十分にあったか。
- ② 工具は予定通りであったか。

III. 切削工具について

- ① 切削工具は十分にあったか。
- ② 切削工具は予定通りであったか。

IV. 測定器について

- ① 測定器は十分であったか。
- ② 考えた通り測定ができたか（変更があった場合は――なぜ？）。

V. 切削条件について

- ① 切削条件は考えた通りであったか（変更があった場合は――なぜ？）。

VI. 加工上の工夫点・問題点

- ① 実力が発揮できたか（できなかった場合は――なぜ？）。
- ② できばえはどうか。
- ③ 難しいところがあったか。
- ④ 寸法精度を出すために工夫した点はあるか。
工夫通りできたか（できなかった場合は――なぜ？）。
- ⑤ 作業能率をよくするための工夫した点はあるか。

VII. 今後必要な自主研修のテーマについて

- ① 加工における測定について
- ② 物作りのための切削条件について
- ③ 作業手順書について（指導者としてどうか）

教材解説（指導員用）

Ⅱ－２ マイクロメータに関する自己チェック集計表

まず、左側ABC欄：教材Ⅱ－１の○をつけた数字の白欄に○を入れる。

中央ABC欄：左欄の３組ごとに、ABCのいずれに○がついたかを線の上に赤鉛筆で記させる。

その印を縦に赤鉛筆で結ぶ。（縦の折れ線を作る。）

各自で右の項目と照らしてみると、自分の良いところや不十分なところの傾向が分かる。

Ⅱ－１２ 加工における測定技能自己診断表

Ⅱ－１１とともに説明のときに配布して、作業中にも気づいた点をメモしておく。

加工における測定技能の成り立ち

1 加工における測定技能の構造

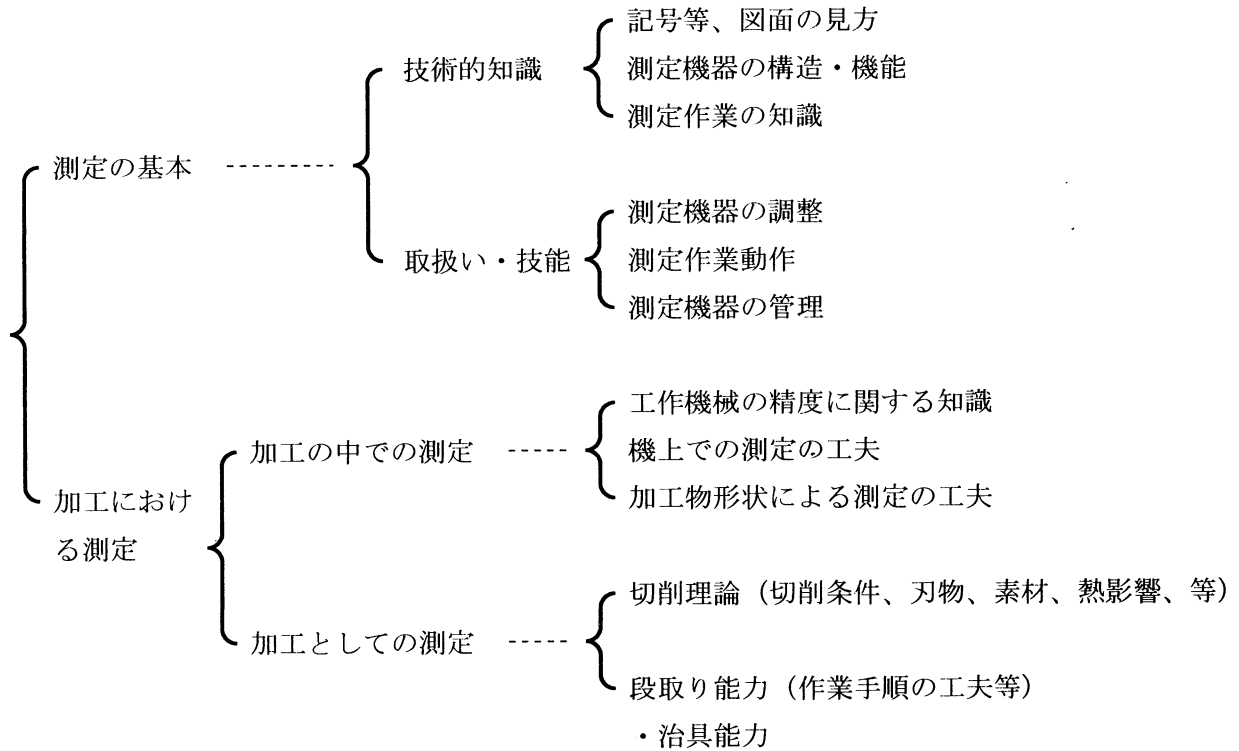
加工 にお ける 測 定	図面の寸法、角度等のおりに加工物を作り出すこと (いわば「加工としての測定」)
	加工作業の中での測定
測 定 の 基 本	

測定作業のように数値を得るのではなく、逆に、与えられた数値のおりに実物（加工物）を得る。

機械上や、加工物形状等による測定の工夫。

測定器の構造・機能、取扱い。

2 加工における測定技能の諸要素



作業工程表の作成の考え方

一般に企業では作業手順書を用いないで、作業手順書は頭の中に描きながら作業を進めていると思われる。手順書は必要であると考えていても時間がないなどのために書かれないのが現状であろう。しかし、手順書を書くことには次のような利点がある。

1. 作業の標準化がはかれて、誰でもがベテラン作業者のような加工手順で行える。
2. 今後の作業の問題点を整理する資料として使え、作業改善に役立つ。
3. 加工上のミスを少なくできる。
4. 筋道立ったものの考え方をすることができる。
5. 伝達する（教える）能力を高めることができる。

今回は、作業手順書によって、技能診断・作業改善を正確に行うことを目的としている。作業手順書の書き方を学びながら自己診断を行い、討議資料としても使用する。

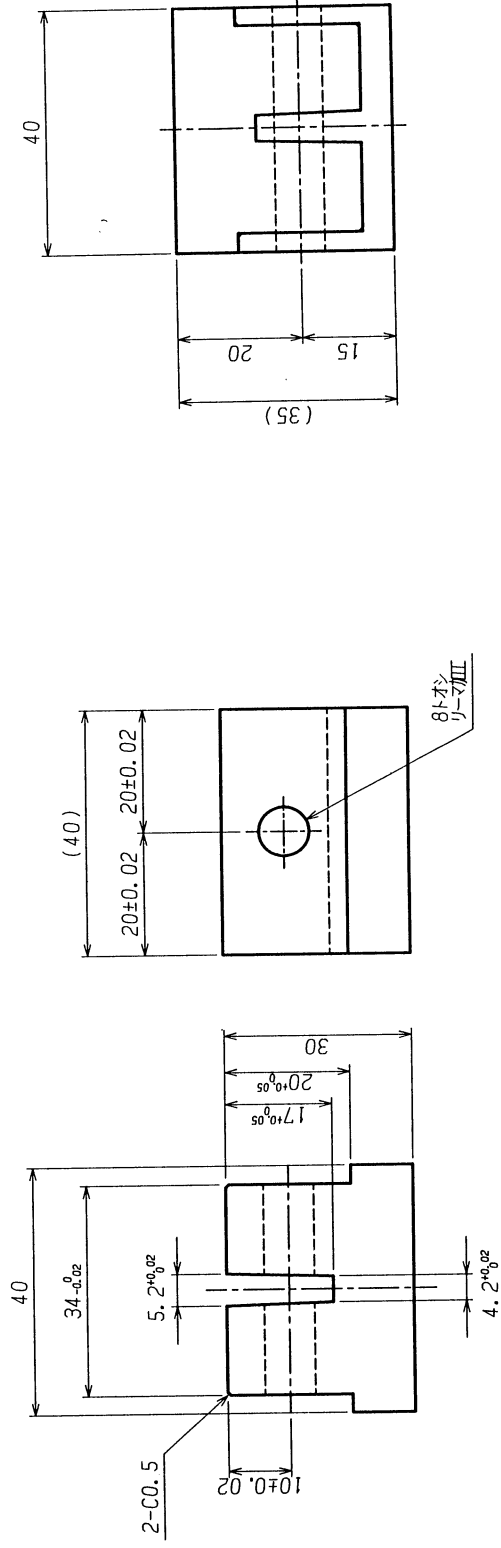
手順書作成の注意事項

1. 作業手順書は、詳細に書くに越したことはないが、ポイントを押さえておくことが大切である。
2. 作業手順書は、まず大まかに立て、次は大まかな要素を更に詳細に書いていくことがポイントである（詳細の書き方の例教材Ⅲ－６）。
3. 説明図は、手順の要点を正確に伝達するのに役立つので、誰でも分かるように書くことが大切である。
4. 作業手順書の様式は、いろいろ考えられるが自分達の職場にあった様式を使用して下さい。
5. 様式の内容で注意することは、必ず加工上の問題点や今後の対策が書けるようにしておくことが大切である。
6. 現場での書き方は、できるだけ記号など決めて標準化をはかることが大切である。

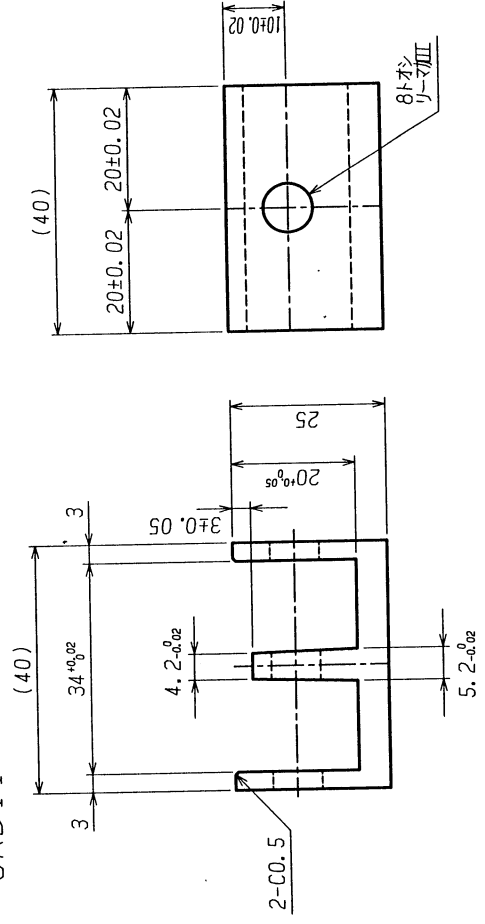
自主研習作業工程表作成課題図

(組立図)

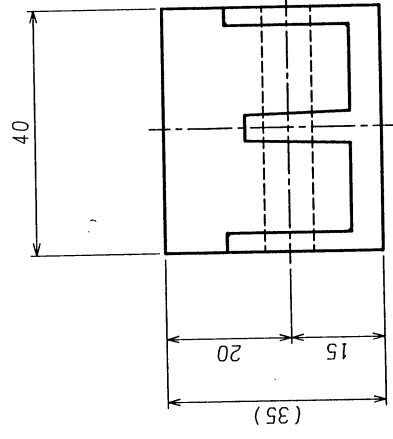
(A) S55C



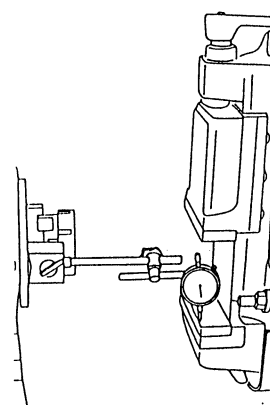
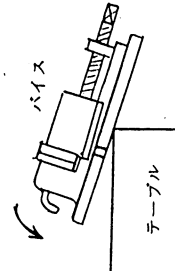
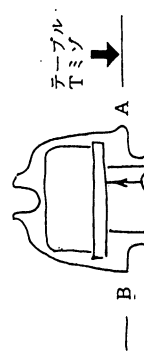
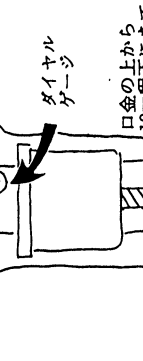
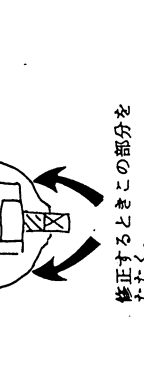


(B) SKD11



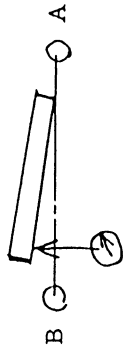

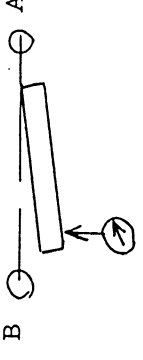

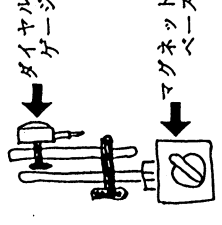
(C)



作業工程表事例

番号	作業手順	時間	要点 (加工に対する説明) (加工・測定に関する工夫)	説明 手順・要点など分かりやすくするために 必要な説明図
1	(書き方の例) バイスの取りつけ テーパー面をふく。	1	(細分した作業手順) ①ウエスで、きれいに。 ②素手でふく (ゴミとキズの確認・手を清潔に) ③キズがあれば、油砥石でキズをきれいに落とす ④工具台 (木) の上で。 ⑤底面を上にもむけて1と同じ要領で。	
2	バイス底面をふく。	1	①バイス底面にゴミがつかないように。 ②バイスを斜めにして、テーパー中央に乗るよう に静かにおろす。	
3	バイスをテーパーにおく。	1	③テーパー中央から少し左側に滑らしながらもつ ていく (滑らかに動かないときはキズがある) ④A部をやや強く。 ⑤B部を弱く、しめる。	
4	ボルトをつける。	1	①口金を開いて、ゲージのスピンドルを固定口金 に、上部から10 mm 下に直角に当てる。	
5	テーパーのT溝にバイス口金の平行を合わせる。	1	②マグネットベースはコラムか主軸頭に動かない ように取りつける。	
6	ダイヤルゲージを取りつける。	1	①テーパーサルドルを動かし、ゲージを口金に合わ せる (ゲージの針が1回転ほどに)。	
7	A部でダイヤルを読む。	2	①テーパーを静かにB部まで動かして、ダイヤル の針の動きに注意 (違いを読む)。	
8	バイスの傾きを調べる。	2	④A部のダイヤルの読み位置に針がくるまで。 ⑤バイスのベース部をプラグジャグでたたいて、 修正するときこの部分を たたく。	
9	バイスの傾きをなおす。	2		

作業工程表事例 (続き)

番号	作業手順	時間	要点 (加工に対する説明) (加工・測定に関する工夫)	説明図 手順・要点など分かりやすくするために必要な説明図					
10	A部のダイヤルを読む。	1	①テーブルを静かに動かし、A部に移動して。						
11	バイスの傾きを調べる。	2	①テーブルB部に移動して。 ②傾いていれば、8～10を繰り返す。						
12	ナットをしめる。	1	①片ロスパナで、バイスが動かないように。						
13	バイスの傾きを調べる。	2	①テーブルを動かして最終確認する。						
14	ダイヤルゲージをかたづけ。	1	①ゲージを痛めないように、図のように。					<p data-bbox="997 257 1045 571">B部でダイヤルを見ながら A部を中にしてバイスをまわす</p> 	

作業工程チェックリスト（事例）

番号	加工・測定しながらの問題点 （うまくいった・うまくいかなかった） （書き方の例） バイスの取りつけ	問題点のチェック
1	問題点なし。	
2	問題点なし。	
3	テーブルに乗せる為に、作業台の上で底面を下にしたため作業台のゴミがついてうまくいかなかった。	作業台の上にきれいなウエスを敷いて、その上で底面を下にした。
4	問題点なし。	
5	問題点なし。	
6	ダイヤルゲージがうまく固定されなかった。	さかさまに取りつけるため、ダイヤルゲージスタンドがうまく調整できないうで、テーブルの上一端固定して調整後主軸頭に取りつけた。
7	問題なし。	

熱の影響に関する実験Ⅰ

－加工中の熱影響－

切削加工に影響する要因はいろいろある。ここでは測定に最も影響する温度の要因をまずとりあげ実験検証を行う。

この実験の目的は、

NC旋盤で荒加工のあと、仕上加工を連続して行った場合、被削材の温度があがり測定寸法に影響をあたえる。加工による熱の発生要因は加工条件・被削材等いくつかあげられるが、その中で特に被削材の熱伝導率が大きな影響をあたえる。ここでは熱伝導率の違う二つの材料を一定の切削条件で加工し、熱の影響を調べる。

実験方法

- ① 図（教材Ⅲ-10の課題1）丸棒加工
- ② 図（教材Ⅲ-10の課題2）中空軸の加工及びチャック圧の影響実験

実験条件

- ① 被削材 (1) 機械構造用炭素鋼 S45C
(2) 金型用材料 HPM1

熱伝導率はS45Cを1とするとHPM1は0.5である。

熱膨張係数 (11.5×10^{-6}) はほぼ同じである。

- ② バイト 超硬チップにチタンコーティング

- ③ 切削条件

荒削り 切削速度 120 m/min 送り 0.25 mm/rev
一回の切込み量 外径 (片肉5 mm) 内径 (片肉2.5 mm)

仕上げ 切削速度 200 m/min 送り 0.1 mm/rev
一回の切込み量 片肉0.2 mm

切削油 水溶性切削油 エマルジョン型

切削油を使用した場合と使用しない場合を比較して、どのように加工熱が影響するか調べる。

加工中の熱影響 実験課題1 (丸棒)

氏名 _____

実験方法

切削油を使用しての加工、切削油なしでの加工実験を行う。

①荒加工

荒加工の後素早く、各直径の温度を測定する。

②仕上加工

荒加工の後連続的に仕上加工を行い、各直径の温度と寸法を測定する。

③仕上後の温度から各寸法を予測する。

④冷却の後 (20°) 各直径を測定する。

(注) 仕上後及び冷却後の測定は、心円度・円筒度など考えて測定すること。

		S 45 C			HPM 1		
		φ 82	φ 65	φ 45	φ 82	φ 65	φ 45
荒加工	切削油ありの温度						
	切削油なしの温度						
仕上加工	切削油あり	温度					
		寸法	1				
	2						
	切削油なし	温度					
寸法		1					
	2						
予測	切削油ありの寸法						
	切削油なしの寸法						
冷却後	温度		20℃			20℃	
	切削油ありの寸法	1					
		2					
	切削油なしの寸法	1					
2							

加工中の熱影響 実験課題2（中空軸）

氏名 _____

実験方法

①加工前の測定

被削材の内径測定（特に心円度の測定を正確に）。

②荒加工

荒加工の後素早く、各直径の温度を測定する。

③仕上加工

荒加工の後連続的に仕上加工を行い、各直径の温度と寸法を測定する。

内径がチャック圧によってどのように変化したか調べる。

④仕上後の温度から各寸法を予測する。

⑤冷却の後（20°）各直径を測定する。

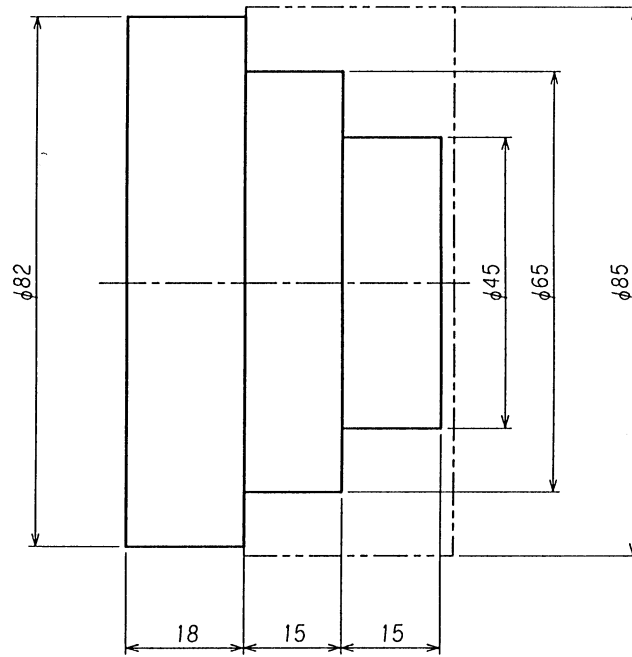
（注）仕上後及び冷却後の測定は、心円度・円筒度など考えて測定すること。

外 径		S 4 5 C			HPM 1		
		φ 8 2	φ 6 5	φ 4 5	φ 8 2	φ 6 5	φ 4 5
荒加工	切削油ありの温度						
	切削油なしの温度						
仕上加工	切削油あり	温 度					
		寸 法	1				
	2						
	切削油なし	温 度					
寸 法		1					
	2						
予 測	切削油ありの寸法						
	切削油なしの寸法						
冷 却 後	温 度		20℃			20℃	
	切削油ありの寸法	1					
		2					
	切削油なしの寸法	1					
		2					

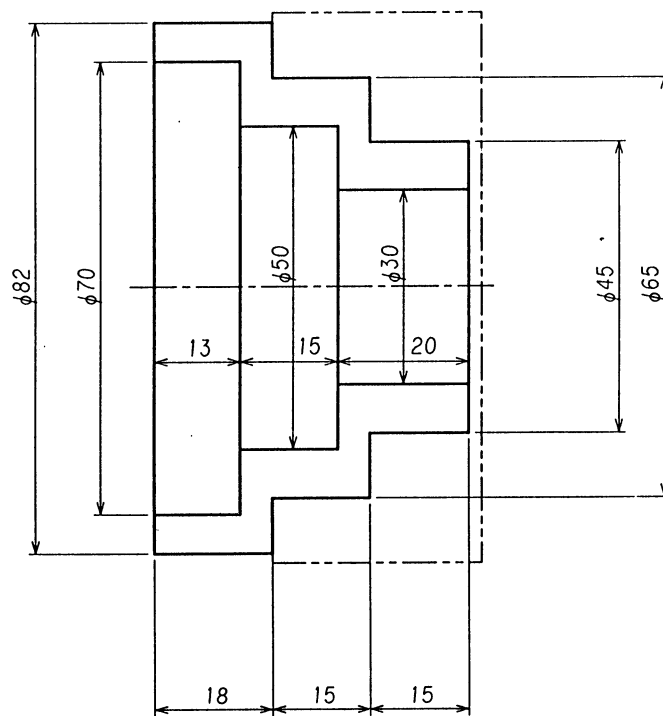
内 径		S 4 5 C			HPM 1		
		φ 7 0	φ 5 0	φ 3 0	φ 7 0	φ 5 0	φ 3 0
加工前	切削油ありの寸法	1					
		2					
	切削油なしの寸法	1					
		2					
冷却後	切削油ありの寸法	1					
		2					
	切削油なしの寸法	1					
		2					

熱の影響実験課題図

1. 課題図1 ($\phi 85 \times 50$)



2. 課題図2 ($\phi 85 \times 50$)



熱の影響に関する実験Ⅰまとめ

氏名 _____

1. 加工熱の影響は、材質によってどのように変化したか（熱伝導率）。

.....
.....
.....

2. 加工熱の影響は、丸棒と中空軸とではどう違ったか。

.....
.....
.....

3. 加工熱が寸法にどのように影響したか。

.....
.....
.....

4. 加工熱とチャック圧の影響は、加工物にどのような変化を与えたか。

.....
.....
.....

5. 切削油の影響

.....
.....
.....

6. その他

.....
.....
.....

参考 温度による誤差の計算

l : 温度による伸び (mm)

L : もとの長さ (mm)

$$l = L \times \alpha \times t$$

α : 熱膨張係数 (11.5×10^{-6})

t : 温度変化 (°C)

熱の影響に関する実験Ⅱ

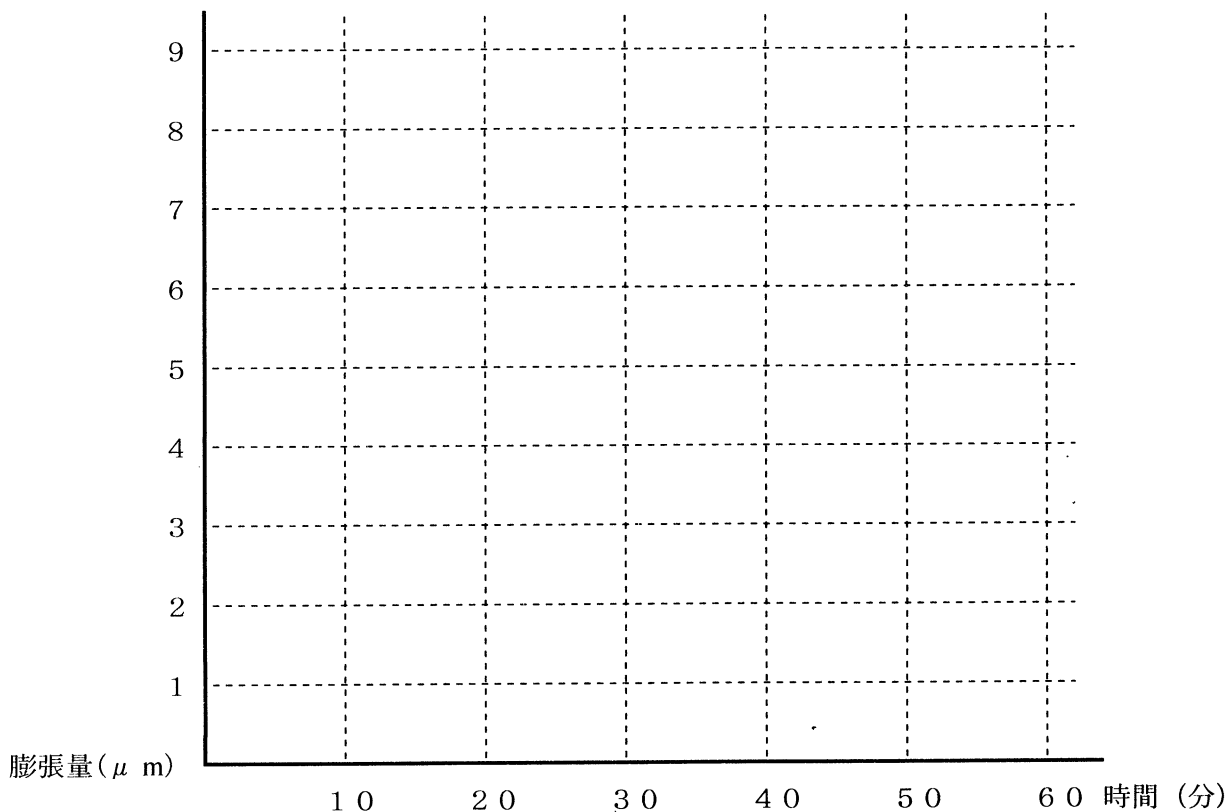
氏名 _____

1. 温度による影響

物体は温度変化によって影響または収縮をおこす。100 mm の長さに対して温度が1°C 変化すると鋼 (約1 μm) 銅 (1.5 μm) アルミ (2.3 μm) 変化する。

2. 物体を素手で持った温度の影響実験

(実験方法) 100 mm の物体 (ブロックゲージ) を素手で10分間保持した時、その後どのように変化するか測定する。



参考 体温の影響

熱膨張で注意しなければならないのは体温の影響である。

標準温度は20°C 体温は約36°C

鋼100 mmは1°C温度が上がると約1 μm伸びる。

体温と標準温度の差は16°C

鋼100 mmは10°C温度が上がると約10 μm伸びる。

鋼10 mmは10°C温度が上がると約1 μm伸びる。

この関係を頭に入れておくと便利である。

体温を測定物に与えないように、精密測定の際は手袋をする。

加工における測定 総合課題による実習説明書

自主研修の成果を生かし、自分自身がどれほどの加工および測定についての、技能・知識をもっているかを確認するための実習である。

I. 課題の条件

別紙、総合課題図に基づき、次の前提に従って汎用フライス盤で加工する。

- ① 汎用フライス盤は、最小目盛り0.005の読み取り装置付きであること。
- ② AとBの部品を加工して組合せること。
- ③ 基準面は研削加工済みであること。
- ④ A部品の材質はS45Cで、B部品はHPM1（折出硬化系）であること。
- ⑤ 組合せて基準面の段差が ± 0.02 であること。
- ⑥ 公差の入っていない所は⑤を満足するように考えること。
- ⑦ 加工面は寸法公差、精度にふさわしい面であること。
- ⑧ 一般公差は必要があれば $\pm 0.2 \sim \pm 0.3$ とすること。

II. 実習手順

1. 加工のための総合課題工程表（教材Ⅲ-17）作成

受講者が加工工程をたてるための、それぞれの工程ごとに各自がチェックしていく。

- ① 提示された図面に従って、加工工程をたてる。
〔注意するチェックポイント（教材Ⅲ-15）を考えて〕
- ② 工程ごとに加工・測定の工夫を列記していく。
- ③ わかりやすくするために説明図を書く。
- ④ フライス盤加工における条件チェック（教材Ⅲ-16）を作成する。

2. フライス盤による加工（今回は加工したことを想定する）

加工を想定して問題点を話し合いで整理していく。

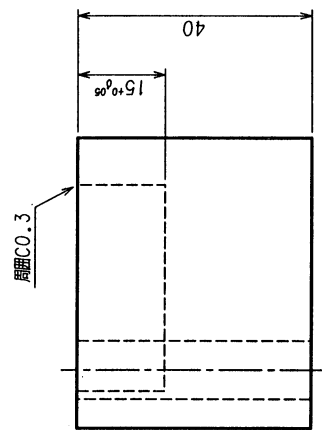
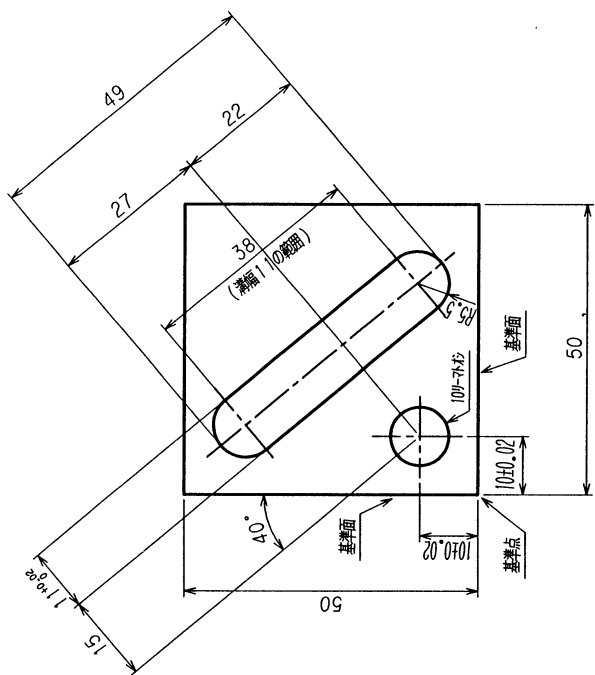
工夫がうまくいくか うまくいかないか

3. 受講者による討議

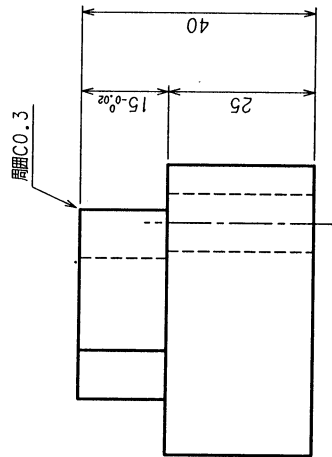
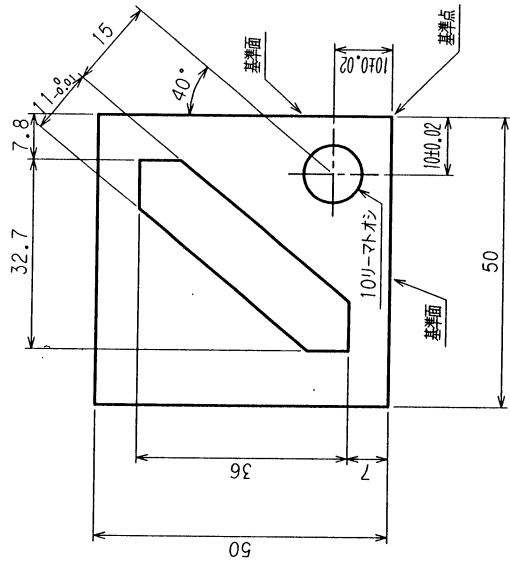
各自が問題点や工夫した点を発表して互いに討議する。

加工における測定総合課題図

(A図)



(B図)



総合課題の注意するチェックポイント

氏名 _____

- (1) 基準面からの寸法測定をどのようにおこなうか（組合せ等の関係）。
通常の測定器で測定不可能な箇所をどのように測定するか。

- (2) 斜め溝（ 40° ）をどのように考えて加工するか。

- (3) 仕上げ面あらさをどのように考えて加工するか。

- (4) 切削条件をどのように考えて加工するか。

- (5) 切削熱をどのように考えて加工するか。

総合課題のフライス盤加工における条件チェック

氏名 _____

課題を製作するために必要な以下の事柄について書いて下さい。

1. 課題加工に必要な工具等を書いて下さい。

- ① コレットチャック ② マシンバイス
 ③ 平行台 ④
 ⑤ ⑥

2. 課題加工に必要な測定用具を書いて下さい。

- ① 芯だし装置 ②
 ③ ④
 ⑤ ⑥
 ⑦ ⑧

ノギス 150 mm	マイクロメータ 0～25 25～50 mm
デプスマイクロメータ 0～25 mm	ダイヤルゲージ 10-0.01 mm
テコ式ダイヤルゲージ 0.01 mm	ブロックゲージ 1級 32枚組
ダイヤルゲージスタンド	芯だし装置

3. 課題加工に必要な刃物を書いて下さい。

- ① ②
 ③ ④
 ⑤ ⑥
 ⑦ ⑧

直径	使用刃物	直径	使用刃物
φ8～φ10	ラフィングエンドミル	φ9～φ10	ドリル
φ8～φ10	2・4枚刃エンドミル	φ10	マシンリーマ

受講者による総合課題の討議

1. 目的

加工を前提に総合課題の問題点の討議を通して

- ① 加工上の問題点を明らかにする。
- ② 他の受講者の考え方を理解する。
- ③ 自己の不足している点を知る。
- ④ コミュニケーション能力の向上を図る。

2. 討議の進め方

各自が書いた「作業手順書」と「条件チェック表」・「自己診断」を基にディスカッションを行う。

3. 討議の内容

I. 作業手順書について

作業手順書の重要性を感じたと思うが、どうまとめるか。

II. 加工上の測定について

金型等複雑な形状の測定をどのように感じたか。

III. 加工上の問題点・工夫について

加工における切削条件等をどのように行ったか。

IV. 自分は今後どんな研修が必要と思うか。

事 例 紹 介

氏名 _____

日頃、行っている作業の経験の中から事例を報告して話し合う。

①自慢できる事例

②失敗した事例

③その他の事例

このコースを受講して

氏名 _____

加工作業者のための測定技能クリニックを受講して

1) 何を学んだと思いましたか。

2) あなた自身をクリニックして何が不足と感じましたか。

3) この講習会を更に良くするには、どうしたら良いと思いますか。

4) 感想・意見

教材解説（指導員用）

Ⅲ－１ 加工における測定技能の成り立ち

加工における測定技能の構造・諸要素を整理してある。技能診断から自主研修へ移るときの説明で、技能診断の各課題がどのような技能要素を診断したか、また自主研修課題がどのような技能要素に対応するか等を解説するために使う。

整理の特徴：

- ①「与えられた数値のとおり現物を得る」と、通常「加工」といわれていることを測定の観点から位置づけていること。
- ②「測定の基本」と「加工中の測定」を区別して位置づけたこと。
- ③この考え方に基づいて、技能の諸要素を整理したこと。