

<実践報告・資料>

専門課程生産技術科に於ける応用機械加工実習 の課題開発

－ 技能五輪の精密機器組立て職種課題の応用 －

Development of Teaching Materials for Mechanical Production Practice
in Production Engineering

岐阜職業訓練支援センター

幾瀬 康史

京都職業訓練支援センター

飯塚 真次

専門課程生産技術科に於ける 応用機械加工実習の課題開発

-技能五輪の精密機器組立て職種課題の応用-

岐阜職業訓練支援センター 幾瀬 康史

京都職業訓練支援センター 飯塚 真次

Development of Teaching Materials for Mechanical Production Practice in Production Engineering

Yasushi IKUSE, Shinji IIZUKA

要約

専門課程生産技術科2年次における応用機械加工実習には、1年次に習得した機械加工の要素作業をバランス良く含みかつ授業時間を考慮した課題が求められるため、その課題の設定が非常に難しい。技能五輪の精密機器組立て職種課題は、旋盤作業、フライス盤作業、研削作業、機械組み立て作業をバランス良く含み、高精度が要求されることから、応用機械加工実習の課題に求められるものと合致する点が多い。そこで、五輪の課題を実習に適合するように4年間に渡り受講生の技能レベル、作業時間、工作機械等の設備の観点で、実習後のアンケート調査、課題の完成度をもとに繰り返し改善を加えた。その結果、実習後のアンケート調査で受講生から難易度、授業時間、満足度等について高評価を受けるに至った。これらのことから判断すると、試作した実習課題の妥当性、有効性が認められた。

I はじめに

職業能力開発大学校等で実施されている2年間の専門課程において、機械加工および生産技術関係の機械加工実習では、1年次に機械加工の要素作業を学び、2年次ではその機械加工の要素作業を組み合わせ、ものづくりのできる総合力を向上する課題が求められる。2年次の課題には、1年次に習得した旋盤作業、フライス盤作業、研削盤作業、仕上げ組み立て作業等の各種加工技術を多く含み、各要素作業がバランスよく含まれかつ授業時間を考慮したものが要求される。そのため、その条件のもとで課題設定をすることは非常に難しいという問題点がある。また1年次に学ぶ機械加工の各要素作業に係る課題、指導書、実習教科書については、多くの書籍がある。しかし、2年時の応

用機械加工実習（以下、製作実習と呼ぶ。）については、公開されている教材や課題は非常に少ない。

技能五輪の精密機器組立て職種の課題は、旋盤作業、フライス盤作業、研削盤作業、機械組み立て作業をバランスよく含み、高精度の加工技術が要求される。したがって、製作実習の課題に要求される加工要素と合致する点が多く、良好な課題となることが期待できる。

そこで、技能五輪の精密機器組立て職種の課題の中から適切と判断できる課題を選定し、受講生の技能レベル、作業時間、工作機械等の設備の観点で改善を加え、実習に適用した。その結果、学生から高い評価を受けたので、製作実習の課題について報告する。

II 製作実習実施概要

1 実習科目概要

本課題の試行は職業能力開発総合大学校東京校の専門課程において、生産技術科2年次の製作実習で4年間にわたり実施をした。生産技術科は、平成19年度から精密機械コースとモールドデザインコースが設置されており、本実習課題の実施は精密機械コースの学生を対象に行っている。

製作実習は生産技術科の2年時6期(6月から9月末)に教員2名で担当し、6単位108時間にわたる比較的長期の専攻実技である。生産技術科の学生をコースに分けた後であるので、学生数は10人から14人の少数で実施している。学生は、製作実習前に機械加工実習・機械工作実習・精密加工実習、機械製図等の授業において、旋盤作業、フライス盤作業、ボール盤作業および機械製図等のものづくりに必要な各種要素作業と基礎知識を習得している。

製作実習では、自ら作成した課題図面をもとに加工工程、各種工作機械を用いて加工、測定、組立、調整を行い、課題を完成させ、完成に至るまでの「ものづくり」のプロセスを習得することを目標としている。製作図面作成は実習前の機械設計製図Ⅱの授業科目の中で、3次元CADで課題を作成し動作と干渉をチェックし、3D図面をもとに製作図面を作成している。

2 実習課題の検討事項

課題設定にあたって次の項目を検討した。

(1)旋盤作業、フライス盤作業、研削盤作業、組み立て調整作業等の一連の作業要素が含まれた課題であること。

(2)旋盤作業とフライス盤作業の作業時間数のバランスがとれていること。課題製作では主として旋盤とフライス盤が多く用いられるため、既存の旋盤とフライス盤等の設備関係でこなせること。

(3)各作業はできるだけ基本的な加工要素で構成され、特殊な機械加工が含まれていないこと。

(4)組み立て精度を必要とし、計測と組み立て調整作業が含まれた課題であること。これまでの製作課題は、部品加工後、組み立てて計測し調整を必要とする課題は少なかった。

(5)各受講生1人でできる課題であること。

(6)受講生が工学的な興味を持てる課題であること。

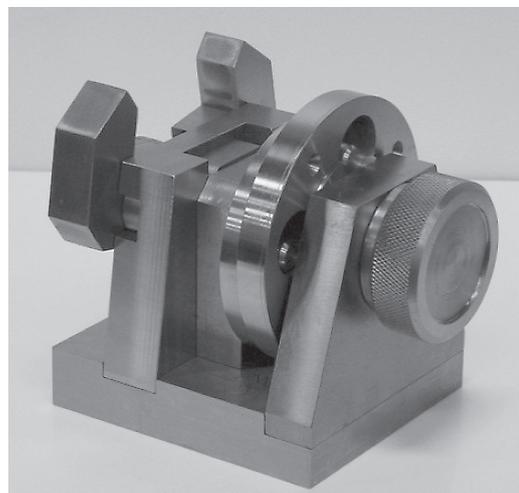


図1 製作実習の課題

Ⅲ 製作実習の課題

1 課題の選定理由

製作実習の課題を図1に示す。課題は、第32回の技能五輪の精密機器組立て職種の課題を製作実習に適用できるように改善したものである。この課題の選定理由として、上記の課題の検討事項に示したように精密機械加工の中心作業となる旋盤作業とフライス盤作業の作業量が同程度含まれており、特殊な加工を施す部品が少なく、生産技術科1年の機械加工実習等で学んだ加工技術で対応できると見なしたからである。つぎにスムーズな動きを達成するために、部品の組み立て精度の計測とその計測に基づく組み立て調整作業が含まれることが挙げられる。さらに、課題の動作を理解するには、機構学の知識が必要で受講生の興味をかき立てるのに十分なものと判断した。

2 課題の変更点

技能五輪の課題を製作実習課題に適用するために、次の変更を行った。

(1)作業し易い大きさ(1.5倍)への変更。

技能五輪課題は組みあがり寸法が縦50×横60×高

さ 60mmになっているが、学生にとっては、部品自体が小さく旋盤作業とフライス盤作業がしにくく、既設のバイス、平行台、旋盤用チャックそして測定器に対応できない部品が多いことからサイズアップを行った。初年度は2倍にサイズ変更を行ったが、切削量が増え、加工時間が多くなり、重量は8倍となり運搬にも問題があった。

(2)寸法公差の変更

技能五輪課題は、高い寸法精度と幾何学精度が求められる。寸法公差は約 20 μ m から 40 μ m が要求される。既設の工作機械精度と学生の技能レベルを考慮して寸法公差 50 μ m へ変更を行った。不具合は組み立て作業で調整を行うこととした。

(3)動作がスムーズであることを優先

各部品は図面の要求される精度に作ることを学生に要求するが、寸法公差の変更、学生の技能レベルの関係から課題の可動部が滑らかに動かない場合が多

く見受けられる。最終的には、各部の組み立て寸法精度、幾何公差を測定させ、問題となる点を判断させ、寸法公差よりも課題がなめらかに動作することを優先している。

(4)材質の変更

しまりばめを行う鋼材部品は寸法精度が厳しいことから、鋼材から黄銅へ変更ししまりばめをし易いようにした。

3 課題の構成部品とメカニズム

図 2 に課題の部品と構成を示したテクニカルイラストレーションによる拡散分解図を示す。なお、図は学生が「機械設計製図Ⅱ」の授業科目で作成したものである。課題は、図の右⑬のツマミの回転を偏心軸に伝える⑩⑪⑫のリンク機構部、回転運動を上下の直線運動に変換する②⑤⑩のスライダ機構部、そして上下の直線運動をチャックの開閉運動に変換する②③

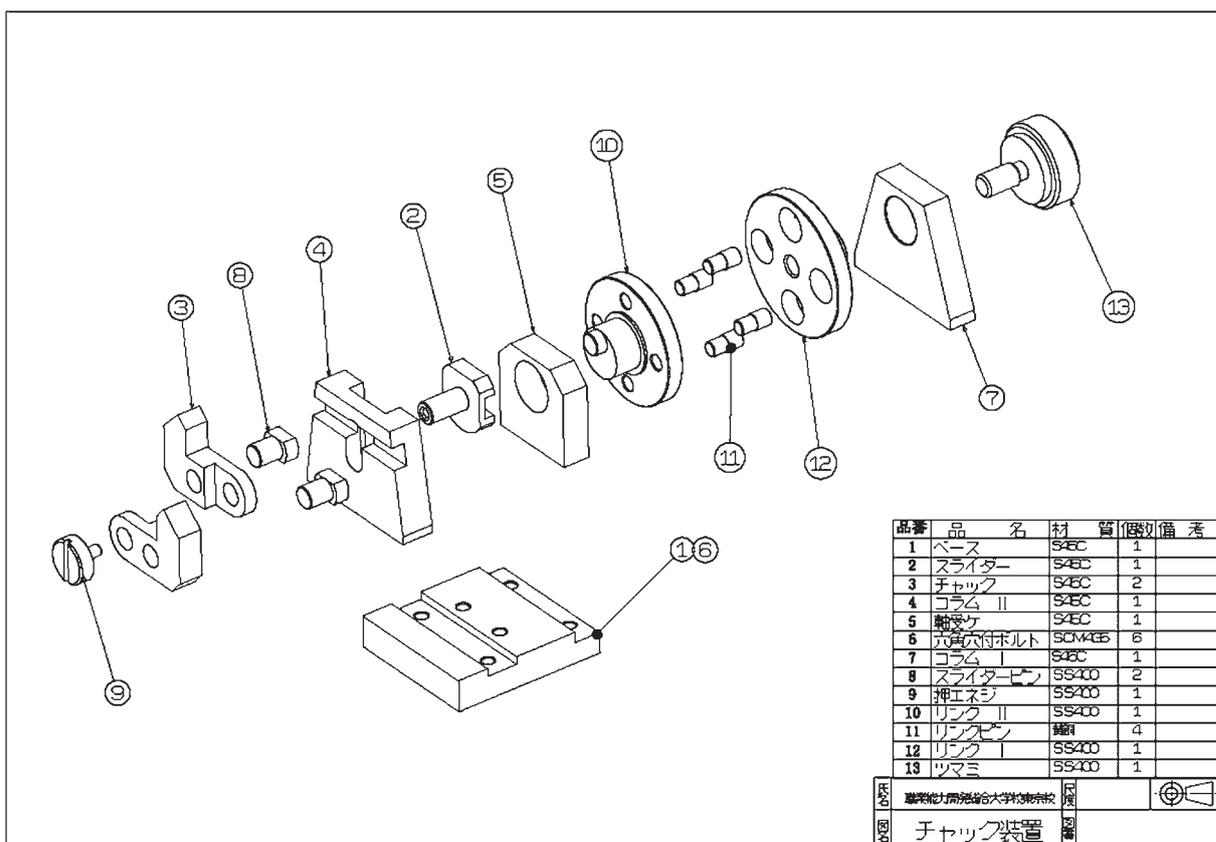


図 2 課題の部品と構成

④⑧の揺動機構部で構成される。動作は、図中の⑬のツマミを回すと4.5mm偏心した⑫と⑩の2枚の円盤を⑪の4つピンで偏心軸に回転を伝える。つぎに図3のように⑩の端面についている偏心ピンで②部品を上下のスライド運動に変換する。そして、図4のように②の端面の中心からつき出したボスと⑧の2個のスライダーピンで、上下運動を2対のチャックの揺動運動に変換している。

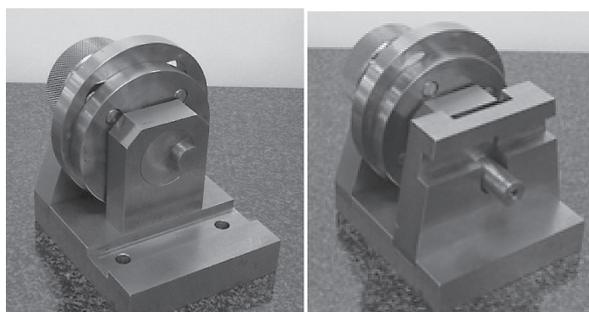


図3 課題図 2

図4 課題図 3

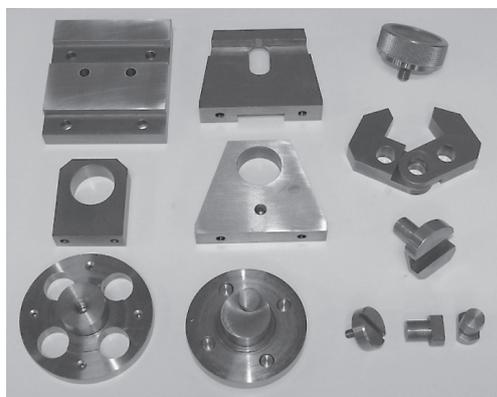


図5 課題の部品

4 課題実施方法

図5は製作した全部品17個を示す。部品は主に旋盤加工部品とフライス加工部品とその両者を使う部品から構成される。しかし、学生1人で製作するには全作業量が多く、フライス盤作業の割合が多少多いため、1対のチャックの外周加工のみワイヤ放電加工することで作業量の調整を行っている。研削盤は組み立て調整作業で部品の修正に使用している。次の使用工作機械と台数は、学生12名を2班に分けた場合を想

定したものである。

「工作機械」旋盤6台、フライス盤6台、研削盤2台、ボール盤2台、精密旋盤(コレット旋盤)2台、半自動フライス盤2台

各作業の作業時間と加工内容を表1に示す。主要作業である旋盤作業とフライス盤作業ともに基本的な加工要素を含んでおり、作業時間数は両者で8割を占めている。表中の精密旋盤作業はφ20mm以下の部品加工に用いている。半自動フライス盤作業は、品番⑩の端面につき出した偏心ボスの加工に用いている。なお、両作業とも汎用のフライス盤と旋盤作業に置き換えることができるが、学生にいろいろな工作機械と作業を体験させることと作業効率化のため使用している。また、作業体験を多くするため、精度が必要なφ20mm以上の穴加工はボーリング加工で仕上げ、φ20mm以下の穴の仕上げ加工は、リーマ加工で仕上げている。さらにローレット加工、こう配加工、しまりばめ作業などを取り入れている。

作業名	時間	要素加工内容
帯のご盤作業	2H	素材の切断作業
旋盤作業	42H	段加工、ローレット加工、ねじ加工
フライス盤作業	42H	溝加工、勾配加工、ドリル加工、ボーリング加工、リーマ加工
半自動フライス盤作業	4H	偏心ボス加工(旋盤加工変更可)、しまりばめ穴加工
精密旋盤作業	2H	品番⑩のピンの加工
研削盤作業	2H	組み立て調整に使用
ワイヤ放電作業	2H	チャックの外周加工
組立調整作業	12H	タップ加工、ドリル加工
合計	108 H	

表1 課題の目標作業時間

表2に実習のスケジュールを示す。旋盤作業とフライス盤作業が主であることから、実習初期の段階では、両者を交互に実施している。その後、学生間に進行に差が生じるので、順次精密旋盤や半自動フライス盤の作業を取り入れている。

表2 実習スケジュール

回数	A班	B班
1	材料切断	
2	旋盤作業	フライス盤作業
3	旋盤作業	フライス盤作業
4	フライス盤作業	旋盤作業
5	フライス盤作業	旋盤作業
6	旋盤作業	フライス盤作業
7	旋盤作業	フライス盤作業
8	フライス盤作業	旋盤作業
9	フライス盤作業	旋盤作業
10		
11	「優先 順番で」	
12	精密旋盤作業 (3H)、半自動フライス盤、	
13	(6H) ワイヤ放電加工 (1H)、	
14	「残作業」	
15	旋盤作業、フライス盤作業、	
16	ボール盤作業	
17	組立調整、計測、研削盤作業	
18	組立調整、計測、研削盤作業	

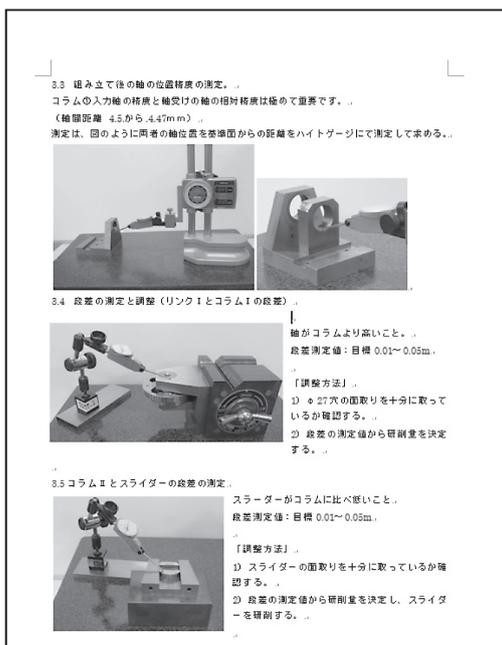
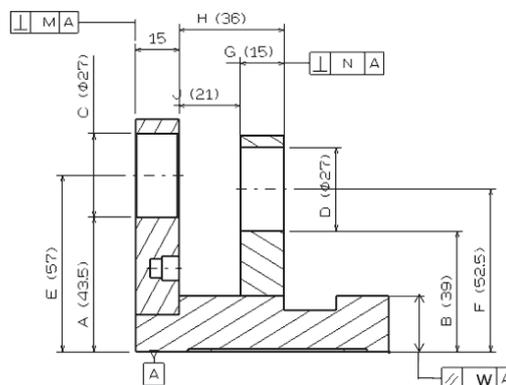


図6 組み合わせ精度の測定方法の表示例

5 実習テキスト

製作実習に当たり、できるだけ学生1人で加工と組み立て調整ができるように、実習テキストを作成した。実習テキストは、大別するとフライス盤作業、旋盤作業、組み立て調整作業の3つの部分で構成されている。旋盤作業、フライス盤作業については、各機械加工要素については1年次に行っている。しかし、この課題は図2の⑬のツマミから⑨のチャックの押さえねじまでの連続する部品は隙間なく配置され、調整部品がないので、課題がスムーズに動くためには、可動部品と静止部品の軸と穴、軸方向の組み合わせ後の寸法公差、幾何公差を守ることが重要となる。そのため、組み立て調整作業においては、組み立て方法だけでなく、組み合わせ寸法精度と幾何公差の計測方法を詳しく記述している。具体的な組み合わせ精度の計測方法については、図6のように写真で詳しく示している。また、製品精度の評価表の例を図7に示す。評価表をもとに学生に課題の不具合点を検討させている。



	測定器具	目標値	測定値	備考
W	ダイヤルゲージ	0.01		精度不良は研削
A	ハイトゲージ	43.5		
B	ハイトゲージ	39		
C	シリンダーゲージ	27.02		組立前に測定
D	シリンダーゲージ	27.02		組立前に測定
E	$A + C/2$	57		
F	$B + D/2$	52.5		
K	$E - F$	4.5		適正値4.5~4.45
G	マイクロメータ	14.98		
H	マイクロメータ	36		組立前に測定
J	$H - G$	21		
M	直角度	0		
N	直角度	0		

図7 製品精度評価表

IV 評価

実習終了後に課題について学生にアンケート調査を行った。その結果を以下に示す。

平成22度はこの製作課題を11人の学生に実施した。課題提出までの実習時間の過不足を図8に示す。図中の負の回数は不足回数を示す。図から11人中10名が実習時間内に課題を終わることができたが、1名については、部品加工は時間内で終わったが、組立調整が難航し6時間超過した。以上の結果から判断すると本課題の作業量は、適切であると判断できる。なお、H21年度は9名中8人を2名で1課題、1名を1課題で実施した。2名1課題で実施した場合、実習を4回～5回を残して完成した。そのため、H22年度は、1名1課題としている。

学生の課題の満足度を図9に示す。普通以上の満足度を持つ学生が9割であることがわかる。非常に達成感を得られる課題であることが推定できる。また、2名で1課題を作ったH21年度学生も課題の満足度は高いことがわかる。なお、H21年度で課題に不満を持っている学生は、課題がスムーズに動かなかったことによる。

次にH22年度から試作した実習用のテキストの評価を図10に示す。満足度が非常に高いことがわかる。このことから、テキストの内容が学生の能力に適合していたと推定できる。

図11に課題の難易度の結果を示す。学生はやや難しいと判断していることがわかる。満足度と合わせて判断すると、多少難しい課題であるが、苦労しながら達成にいたり、結果的に満足度が高くなったと考えられる。したがって、課題の難易度も適度であったと判断できる。

H22年度の製作実習の全体を振り返ると、部品加工後部品を修正することなく組み立てが完了する学生はほとんどいなく、修正に奮闘していた。特に修正箇所を見つけ出すことができず苦労していた。課題の主な不良は寸法公差よりも幾何公差の不良が多く見受けられた。

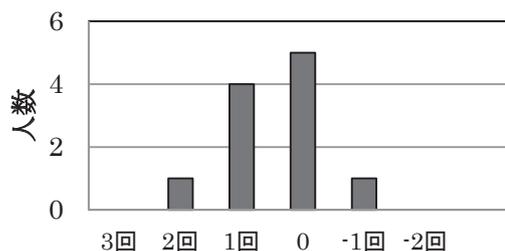


図8 実習時間の過不足 (6H/回)

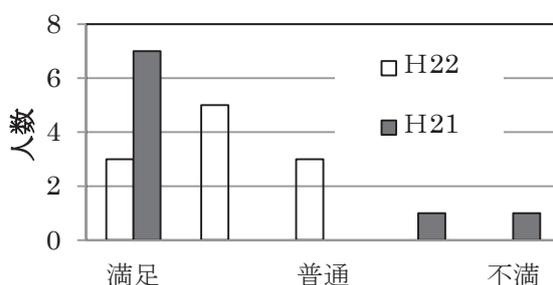


図9 課題の満足度

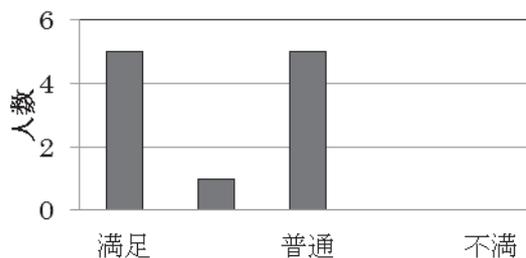


図10 実習テキスト満足度

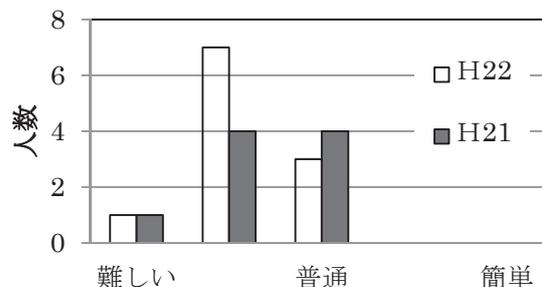


図11 課題の難易度

V おわりに

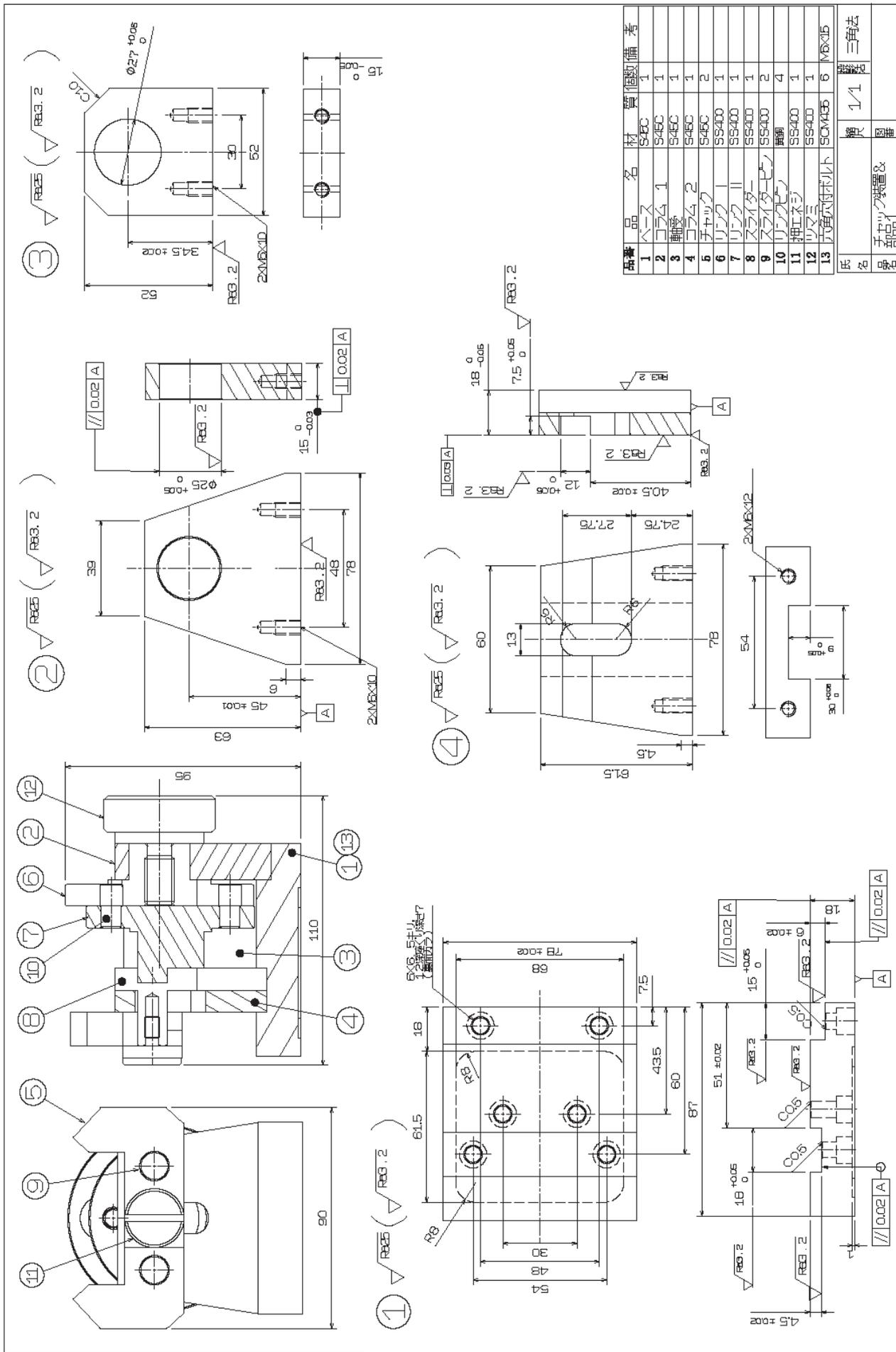
試行錯誤を重ねて4年目となり、精密機械コースの製作課題として、学生の満足度が得られ、難易度が適切なものができたといえる。また、課題だけでなく、テキストの充実と、指導教員も指導ポイント、修正ポイントが明確になったことも大きな成果と言える。

[参考文献]

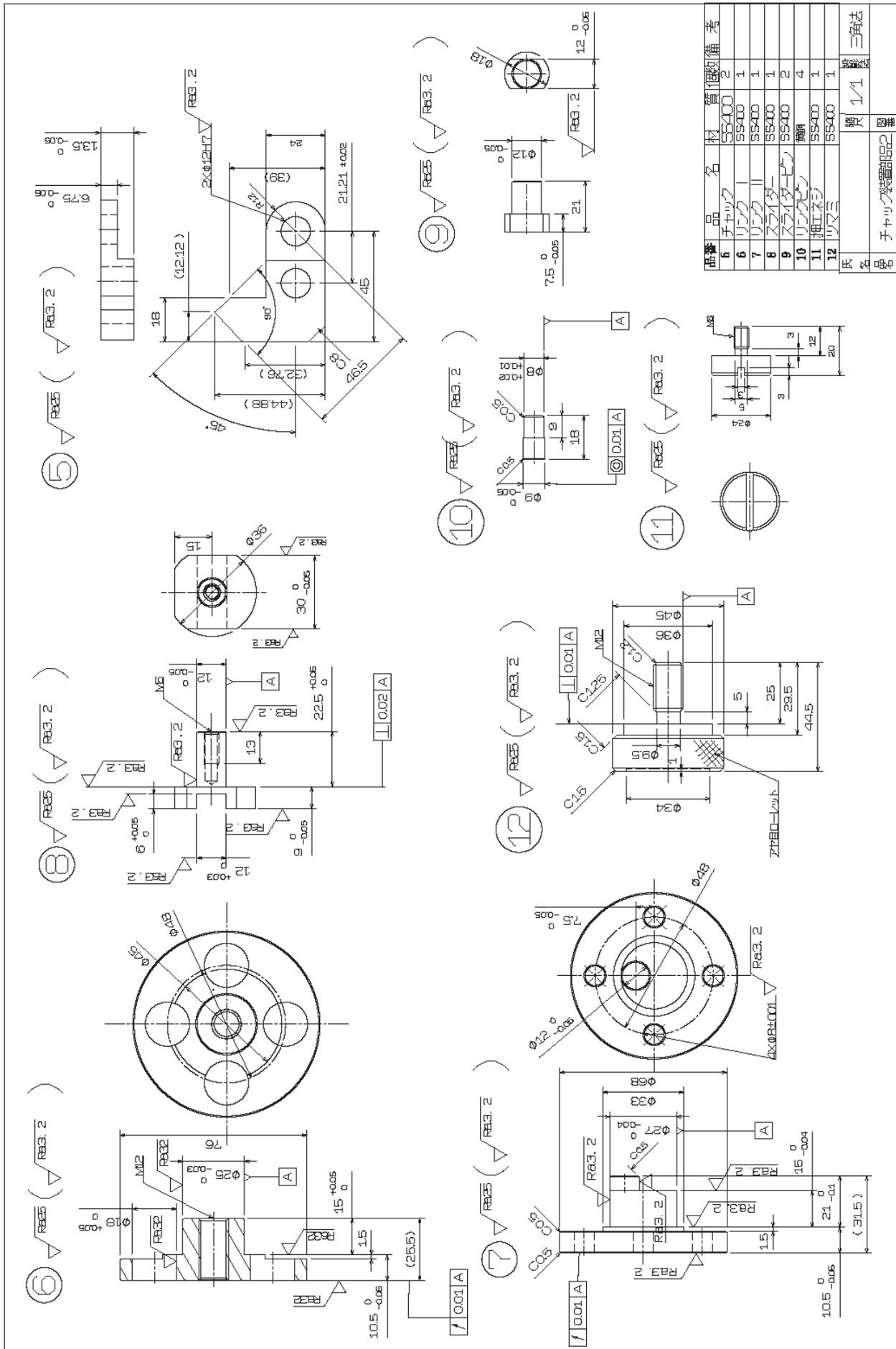
- (1) 中央職業能力開発協会発行 第32回技能五輪
全国大会プログラム集 1994年

[付録]

以下に課題の製作図面を参考資料として添付する。



付録 課題部品図 1



付録 課題部品図 2

