

# 教育における手仕上げ実習の魅力

遠 山 壽

## 1. はじめに

手仕上げ作業における金属の加工（以下、手仕上げと称す）は、“ものづくり”の基礎として中学校をはじめ、工業教育機関で古くから行われてきた。手仕上げの製作課題は図1のようなものである。一般的なけがき、弓鋸、やすり、タガネ、ネジ切り、ボール盤作業による課題と、小型万力のように旋盤やフライス盤の機械による切削加工を主として行い、部分的にやすり、ネジ切り作業を加えた課題が考えられてきた。

課題を製作する目的は、材料についての基礎的な知識を得るとともに、加工技術の概要を正しく理解するための金属加工の基礎技能を習得することである。最近、手仕上げなんて陳腐化した技能は必要ないと言われることがある。しかし、基礎の技能を学ぶ機会が無くなってしまうと、金属加工の基礎について「・・・を知ること」、「・・・について考えること」が弱くなってしまい、材料や刃物の知識、機械の構造を知ろうとする意欲を駆り立てなくなってしまう。手仕上げ実習は、自ら体を使うことで記憶を確かなものとし、今後の学習の源となる意欲を促す核ができると考えられる。

ところで、最近の本学への入学生の大半は、表1のアンケートでも分かるように、普通高校

表1 工作実習アンケート

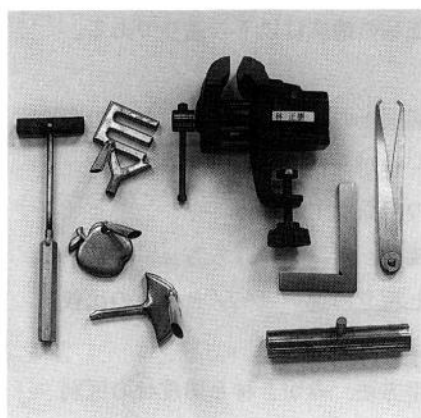


図1 製作課題

(中学、高校、専門校、短・大学)

工作実習アンケート 数字は (%)			
1	高校はどちらですか 普通85, 工業15		
		はい	いいえ
2	道具を使って物を作るのは好きですか	78	22
3	木工鋸と弓鋸の使い方の違いはわかりますか	28	72
4	やすりを使って上手く金属を削れますか	27	73
5	ボール盤を使えますか	27	73
6	旋盤を使ったことがありますか	25	75
7	ノギスを使ったことがありますか	24	76
8	マイクロ・メータを使ったことがありますか	14	86
9	三角法(製図)はわかりますか	21	79
10	鋳物と鉄(軟鋼)の違いはわかりますか	17	83

(アンケート実施人数3グループ95名, 実施日'95.4.)

出身者であり、手仕上げの体験が少ない。それは、中学校の金属加工が選択領域であるため<sup>1)</sup>、切削加工実習を経験する機会がなかったためと思われる。また、工業高校（機械科）では、小型万力（図1）に見られるように、手仕上げの加工部分が少なく、汎用機械の他にもNC旋盤やロボット操作等に時間が費やされることが多くなっている。さらに、工学系短大のアンケート（表2）では、手仕上げを行っている短大は3校と少なくなっている。しかし、まとめて述べるように、工学系の学生にとって学習の基礎となる金属加工実習は必要不可欠と思われる。

表2 手仕上げ実習状況

内 容	回 答 (数字は校数)	
実習課題	文鎮製作	2
	課題はないが所々でやっている	1
	時間があればやりたい	1
	手仕上げ全くなし	4
ポイント	三角法の理解、測定器の精度と取扱い 工具、器具の使用目的、機能、選択、使い方 体を動かすことで姿勢、力の入れ方等を学ぶ 穴あけにおいて切削抵抗を考察	
きさげ、 タガネ作業	タガネのみ	1
	説明のみ	1
	全くなし	6
機械との関連	なし（手仕上げ工具は使用して 1）	8
溶接との関連	面取り（仕上げ）後に溶接	1
	なし	7
回答、愛知技術短期大学、高山短期大学、広島自動車工業短期大学、大阪産業短期大学、新潟工業短期大学、産業技術短期大学、日本大学短期大学部、国立徳島工業短期大学（実施日 '95. 7）		

本稿では、本学で行っている手仕上げの製作課題と実習効果を紹介するとともに教育としての意義を検討する。

## 2. 製作課題の概要と学習効果

本学での手仕上げの教育は、製作時間は説明を含めて6.5時間と少ないが、作品を製作することを通して、材料の知識や金属加工の学習効果の確認も目的にしている。すなわち、製作図の見方、材料の選定、加工方法を取り入れている。

### 2. 1 製作課題

図2に製作図、図3に製作見本を示す。図2における各部品の構成は以下の通りである。

#### 部品 ①

- ・ M8と8キリ ……………メネジと単なる穴の図面上の区別、ネジ下穴直径の認識
- ・ 黒皮（素材）と加工面 ……………加工と非加工の区別、けがき作業での三画法の確認
- ・ 直角度 ……………直角の測定、基準面の平面加工方法
- ・ 8キリ穴の位置 ……………けがきと穴あけの正確さ、ポンチの打ち方
- ・ 仕上げ記号 ……………仕上げ面の加工方法と粗さの違い（ $6.3/\sqrt{\quad}$ と $25/\sqrt{\quad}$ の比較）

#### 部品 ②

- ・ みがき丸棒の使用 ……………割り付きダイスの使用方法、みがき材と黒皮材の区別
- ・ 完全ネジ部16mm ……………完全ネジ部、不完全ネジ部の確認、ピッチの意味

#### 部品 ③

- ・ FC200の使用 ..... 加工により材質の違いを認識
- ・  $32 \pm 0.1$  ..... 幾何公差と普通公差の区別，ノギスによる正確な測定
- ・ C1の追加 ..... やすりによるR加工，面取りの意味
- ・ 丸棒の使用 ..... 丸棒材（ $\phi 30$ 以上）の切断方法，丸棒のけがき

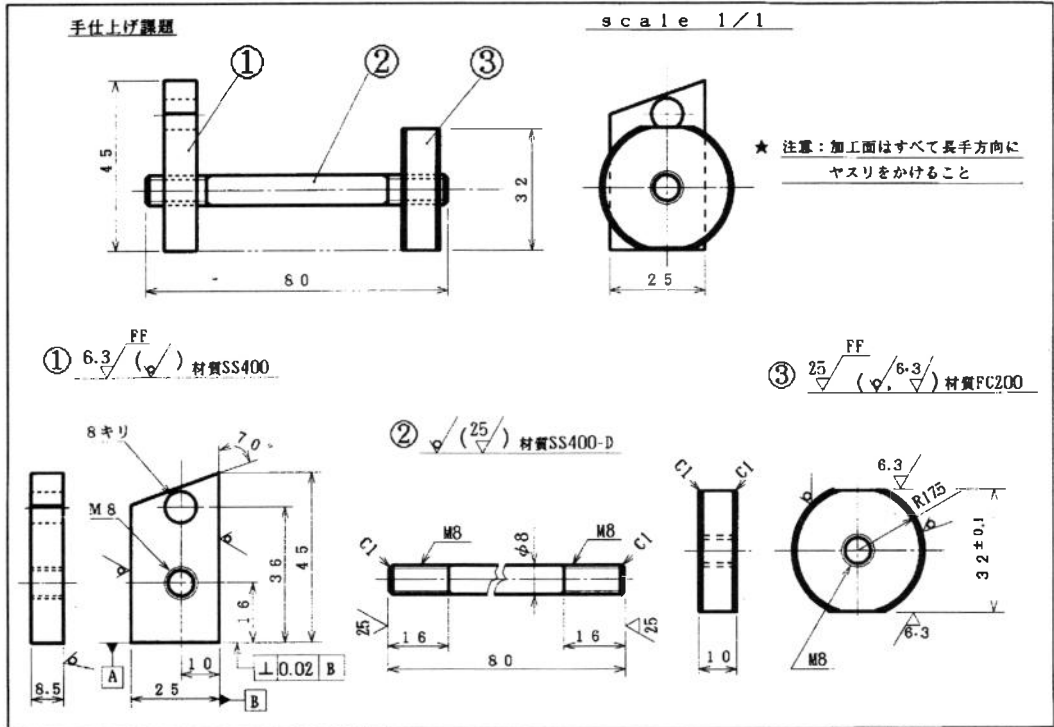


図2 手仕上げ課題・製作図

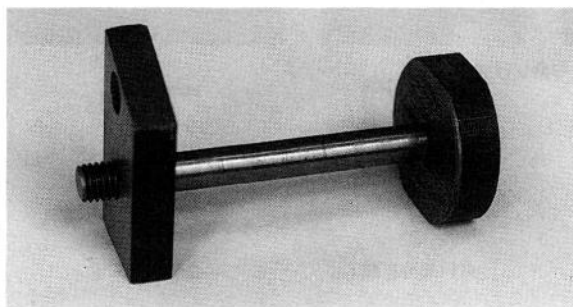


図3 製作見本

## 2. 2 学習効果の検討

製作図があり説明があっても製作上の失敗は起こるが，失敗し反省してはじめて意図することがわかることも多い。それが作品製作では大切なことである。以下に学生の失敗の具体例と感想をもとに学習効果の実態を示す。

●M8と8キリの穴を同じ8mmであけてしまった。

部品①のM8と8キリは、穴とネジの区別をするだけでなく、ネジ立て作業におけるネジ下穴直径の大きさを意識し考えさせる課題である。M8のネジ下穴直径の適切な大きさは6.8mmであるのに、8mmの穴をあけてしまった初歩的な失敗である。何ミリのドリルを使用したら適切なネジのひっかかり高さが得られるかを考えること、また、M8以外のネジ下穴直径を選定する意味を知ることが目的である。

●黒皮部分と加工面を図面と逆にした。(けがき間違い、図面の見方)

一般に素材の表面は酸化被膜(黒皮)で覆われている。その面にけがき作業をすると、けがき針が滑って書きにくい。一方、加工した面は‘けがき’がし

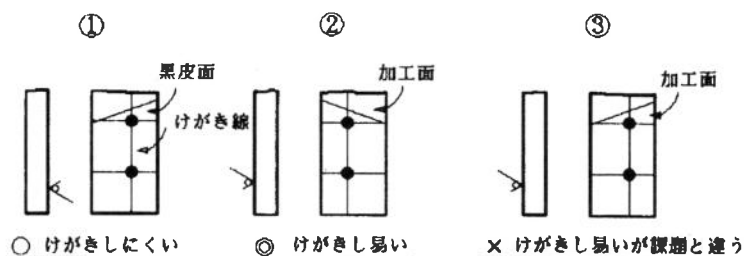


図4 部品①の「けがき」作業

易い。したがって、加工が指示されている裏側の面(部品図①参照)にけがきをすれば良い。しかし、図面の見方を勘違いすると図4の×印の様な失敗をする。黒皮と加工面を区別したのは、三画法の見方を確認し理解することをねらいとしている。

●基準面の平面加工や直角度をだすのが難しくて焦ってしまった。

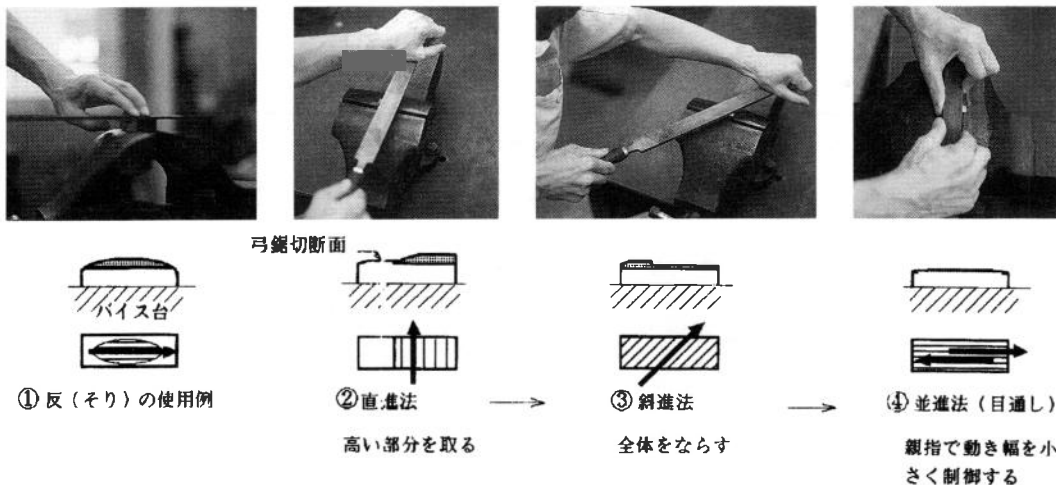


図5 やすり作業における平面加工

やすり掛け作業においては平面に加工することが意外と難しく、部品①の加工面(A)が黒皮の面になり易い。一方、直角度は加工面(A)を平面にしないと出せない。図5の①に示す例は、黒皮になった高い部分を切削して平面にする一般的な方法(やすりの反りを利用する)である。しかし、短時間で平面に加工し、直角度を出すには難しい。そこで、筆者は、図5の②~④

に示す方法で指導している。最初に弓鋸で切断した後にやすり作業をする場合で、直進法、斜進法の後、図中④の目通しでは親指でやすりを動かすストロークを制御してる。この方法は、加工面に対してやすりが必要以上にオーバーランすることはなく、25mm程度の幅であれば比較的簡単に平面に加工できる。加工後に直角度を測定して、悪ければ②～④の作業を数回繰り返す。平面、直角の精度の意味を認識する目的である。

●8キリ穴の位置がずれて穴が欠けてしまった。

穴あけ作業は、ポンチ打ちや穴あけ時のドリルのもみつけ（削りはじめ）を失敗すると、穴を正確な位置にあけることができない<sup>2)</sup>。図6は、その様な失敗をポンチで徐々にずらし、修正する方法を示したものである。穴の中心の正確さを認識する。

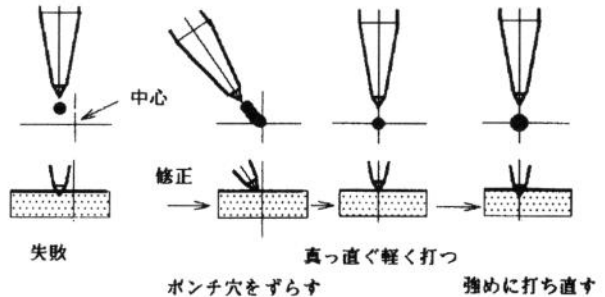


図6 穴あけ位置の修正

●上仕上げ面と中仕上げ面の区別なく無駄な加工をしていた。

●見本の粗さゲージに合う程きれいに加工できなかった。

仕上げ面の粗さ記号  $\sqrt{\quad}$ ,  $\sqrt{25}$ ,  $\sqrt{6.3}$  の認識をすることで、部品加工の経済性や加工精度の難しさを学習する。

●図面寸法45mm、45.2mmになったのにまだ45.0mmにしようと削っていた。

公差の問題で、普通公差が $\pm 0.3$ であれば45.2mmの寸法は許容公差内である。それ以上切削する必要はない。図面の見方、部品寸法の意味を理解する。

●タップ立てのとき、裏から切るのか表から切るのか迷った。

右ネジ、左ネジの問題で、初めてネジ切り作業をする時、以外と多い疑問である。ネジ山の傾き、ネジの進む方向、右ネジ、左ネジを理解することができる。

●タップを折った。折れたタップがとれずに苦労した。何とか先生にとってもらった。

工具の硬さ、脆さを認識する。作業によっては失敗が許されない場合もあることを学ぶ。また、折れたタップの取り方、絞め過ぎによってネジがされた場合の修正の方法を学ぶ。

●ネジがむしれて細くなった。ガタガタになった。

ダイスによるネジ立て作業で、最初にダイスを食い付かせればネジは回すだけで進み切削できる。しかし、押す必要がないのに上から押しながら切削したり、切削油を十分付けなかつたりすると上記のようになる。ダイスの使用方法と共にネジ山の形や脆さを認識する。

●FC200の穴あけで切削油をつけていて先生に注意されたが意味が分からなかった。

ねずみ鑄鉄の切削では一般に切削油を付けない。ねずみ鑄鉄に含まれる黒煙炭素は強度が小さく、削り屑を細かくする。また、刃物の切削面と削り屑に対し潤滑性を与えるので、構成刃先の

発生を妨げ被削性がよくなる。切削油をつけるか、つけないかで金属の違いを認識する。

●手を洗ってもなかなか鋳物の汚れが取れなくていやだった。変な臭いもした。

やすり作業における鋳鉄の切り屑は粒子が細かい。埃となって鼻につき、いやな臭いもする。鋳鉄という金属を印象づけることにもなっている。

### 3. ま と め

自動車整備の基本作業は、ほとんどボルト、ナット類の脱着作業が基本となっている。この他の切断、仕上げ、穴あけ、ネジ立て作業については整備作業に携わるものは常識として知っておく必要がある<sup>3)</sup>。これらの常識が手仕上げ実習の中でどのように意義づけられるか、基本的な作業から検討する。

#### (1) 弓鋸、やすり作業

弓鋸、やすり作業を初めて行う場合、なかなか切断できない、なかなか削れないことが多い。金属と金属でなく金属と木材のようなイメージが多いように思われる。木材は軟らかくて食い付き易いが金属は硬く食い付かない。金属の刃物を金属の材料に食い付かせるためには、作業姿勢としては刃物に体重を掛けるように押して切ることになる。この意味を理解することで工具の使い方の基本が分かる。材料、刃物、工具の硬さや靱性などを体得することは、自動車部品、工具を取り扱う上で非常に大切であり、その他の金属の学習の源にもなる。

やすり作業と寸法測定は手仕上げ実習では特に多い。ノギスの正しい測定方法を何回も繰り返すことにより、早く正確に測定できるようになる。また、1mm以下の寸法の意味を体験できるので、測定器の取り扱いにも注意する態度が身につく。

やすりで仕上げる面の粗さは、やすりを粗目、細目、油目と順次変えて使用することで製作図の粗さの指示が可能となる。粗さゲージで比べることで製作図の表現方法を学び、実際の製品の加工方法や仕上げ面を知る源となる。また、精度の高い製品を取り扱う上で注意をはらう態度が身につくと考えられる。

#### (2) 穴あけ、ネジ切り

ボール盤による穴あけ作業は、ドリル直径の確認だけでなくドリルの刃の知識、切削時の刃の回転数などにも注意する必要がある。例では、回転数は、ドリルの材質、大きさ、被削材の種類等で変えなくてはならない。

ネジ切り作業は、タップ、ダイスを使用して工具の使い方を学ぶ。初めてネジを切る時、メネジにオネジを取り付けたことを感激する学生が多い。この感激は右ネジ、左ネジ、ネジのピッチ、ネジの種類などを理解するのに最高の機会である。課題で切ったネジのピッチ(1.25mm)とマイクロメータのネジのピッチ(0.5mm)を対比させることで、マイクロメータのシムプル(スリーブ)を一回転させれば0.5mmとなることから、実感として理解される。

自動車に使われる細目ネジは、呼び寸法(外径)は同じでもピッチが標準のネジとは違うこと

がある。細目ネジで締め付ける場合は、ピッチが小さくなれば、ネジのリード角が小さくなりネジをゆるめるのに必要な力が増す。よって、ゆるみにくい。また、谷の径は細目のほうが大きいので、ボルトの軸の強さが増す<sup>4)</sup>。

以上の例等を考えた場合、今後の学習において源となる手仕上げ実習は、工業教育、自動車整備教育としての魅力を多く含み重要なものであると考えられる。

#### 4. お わ り に

物の氾濫の中、学生達は道具の使い方が不器用になっていることを手仕上げ実習の教育において痛感する。小学校や中学校の工作の技術教育は、子供達の生活体験の貧しさからの精神的な脆弱さを補い、「ものづくり」の実体験が人間的な基礎能力を回復させる源泉であると、その重要性を訴えている。しかし、中学校以上の若者達の技能教育を見ると、工業系の学校でさえ、その重要性が十分認識されていないことが多いように思われる。知識、技能が低いのはなぜか？物の豊かさが起因して「ものづくり」の実体験が少なくなったことが、人間的な基礎能力を低下させてきていると考えられる。幸い本学での手仕上げの実習は、大半の学生において貴重な体験となる。実習では生き生きと目を輝かせ、汗をかき、真剣に作業に集中する姿が毎回見られる。まるで今までの体験の貧しさを穴埋めするかのようである。

本学の手仕上げ実習はカリキュラムの変更で6.5時間（説明や展示を含め）となったので、加工箇所や削り代（シロ）をぎりぎりまで減少した。その結果、全作業予想時間は約4時間（表3）となった。計算上は作業時間に余裕があっても、製作図を見て規格にあった部品を加工することは、技能体験の少ない学生にとっては簡単ではない。作業時間の増加は望めないで、時間内に完成できる課題を今後とも考えなければならない。

おわりに、本稿作成にあたってご指導頂いた高 行男教授、西側通雄助教授に謝意を表します。また、アンケートに答えて頂いた各短大の先生方、作品を撮らせて頂いた方々に感謝いたします。

表3 課題製作・予想時間

部品①	材料切断（弓鋸）	(10)	
	基準面直角出し（やすり）	(25)	
	側面やすり掛け	(20)	
	けがき	(10)	
	穴あけ（ボール盤）	(10)	
	ネジ切り（ダイス）	(7)	
	斜面切断（弓鋸）	(10)	
	斜面角度仕上げ（やすり）	(20)	
	部品②	材料切断	(5)
		長さ寸法出し（面取り含む）	(15)
ネジ切り（割付きダイス）		(20)	
部品③	材料切断	(15)	
	寸法出し（厚み、幅）	(30)	
	けがき	(15)	
	穴あけ	(7)	
	ネジ切り	(7)	
組立て	R面取り	(15)	
	組立て	(10)	
全作業時間		4時間11分	

参 考 文 献

- 1) 津上登喜江, 浅見匡, 河野公子: 中学校教育家庭講座 技術・家庭 文部省内教育課程研究会, 共生, (1989), 66.
- 2) 技術士の友編集部: 手仕上げのベテラン, 大河出版, (1896), 124.
- 3) 基礎自動車整備作業, 日本自動車整備振興会連合会, (1998), 15.
- 4) 渡辺 彬, 武田定彦: ねじの基礎, パワー社, (1992), 19.