

実習技能診断（その 1）

（診断項目の選定と機械工学科学生の技能）

中 津 正 志*

Diagnosis of Skills in Workshop Practice (part 1) (Selection of Items and Skill of Students in Mechanical Engineering)

Masashi NAKATSU

要 旨

機械工作実習における技能を多数の技能要素に分解しその中から 10 部門、総数 314 の実習診断項目を選定した。この項目に対し、機械工学科学生に自己診断させ、得られたデータをパソコンで集計処理し、実習技能の修得状況を把握した。さらにこれらを考察し、工作実習の改善について多くの示唆を得たので報告する。

Abstract

In Workshop Practice, the author decomposed a skill into a number of smaller skill elements and selected the diagnosis items of three hundreds and fourteen elements which they were divided under ten heads. This principal contents of this paper are as follows. The first is to let students diagnose the skills of themselves. The second is to totaled and managed the data by personal computer. The third is to grasp and consider the state of acquisitions of students. The fourth is to get many indications of the improvement in Workshop Practice.

1. は じ め に

本校機械工学科実習工場では、TQC 導入による実習教育の改善活動を行っている¹⁾²⁾。その中で学生の実習技能を把握する必要がある。従来、学生の技能程度は出来上った製品の良し悪しで判定するしかなかった。しかし、それはあくまでも技能の一部分の評価にしかならず学生の技能修得の過程や程度を正確にはわからなかった。実習を教授する立場で考える時、学生に正しい実習技能を修得させるためには、この修得過程や修得状態を詳細に知る必要がある。品質管理の考え方例えば、良い品質は不良品を排除することで成り立つのではなく、品質を造りこむ過程にこそ手を加え不良品をつくらないことである。実習課題として与えられた製品の品質の向上はそれをつくりこむ過程における実習技能に手を加え向上させるこ

とにある。実習技能診断によって学生、指導員双方が技能修得状態を知ることは質の高い実習をする上で重要であると考ええる。

2. 診断項目の選定

実習は多種類の技能の複雑な組み合わせと広範囲な技能の総合によって成立している。そのため実習を学生に教授する場合、具体的目標に欠けるきらいがあった。筆者は、実習技能を診断するにあたり、まず実習課題内で使用する技能をリストアップした。次に、技能を出来るだけ小さい技能要素に分解し、最後に再び部門ごとに構築した。この過程で、複数の部門にダブッている技能、どの部門でも共通して必要と思われる技能などについては新しい部門を設けた。（例：実習態度、安全作業）その結果、総数 314 の診断項目に整理された。表 1 はその内訳である。表では共通する部門（項目小計 106）と実習でのグループ分けの際の

* 助教授 機械工学科

表1 技能診断項目の内訳

符号	部 門	技 能 項目数	比 率 %	修得すべき項目数			実習時間 比 率 %
				1 年	2 年	3～5年	
A	実 習 態 度	26		26	26(0)	26(0)	
B	安 全 作 業	39		37	39(2)	39(0)	
C	観 察 測 定 試 験	41		14	27(15)	41(14)	
	小 計	106		77	92(15)	106(14)	
D	鑄 造	23	11.1	9	18(9)	23(5)	12.9
E	鍛 造	23	11.1	11	14(3)	23(9)	10.6
F	溶 接	29	13.9	10	21(11)	29(8)	16.5
G	旋 盤	39	18.8	16	27(11)	39(12)	20.0
H	機 械 仕 上	41	19.7	6	18(12)	41(23)	20.0
I	手 仕 上	39	18.8	14	25(11)	39(14)	16.5
J	N C	14	6.7	0	0	14(14)	3.5
	小 計	208	100.1	66	123(57)	208(85)	100.0
	合 計	314		145	215(70)	314(99)	

() 内新たに習う技能項目数

表2 診断項目の一例

部門 I 手仕上 板金

項番	診 断 項 目
I- 1	トースカンで簡単な中心と寸法をけがくことができる。
I- 2	コンパスで寸法をとったり、Rをけがくことができる。
I- 3	長さや角のけがきができる。
I- 4	ボンチを使用する理由と打つことができる。
I- 5	弓ノコで材料を切断する時ノコ刃を折ったことがある。
I- 6	弓ノコのノコ刃を取り替えることができる。
I- 7	必要に応じてやすりの目を換えてやすりがけができる。
I- 8	鋸形台容器程度の展開けがきができる。
I- 9	金切りバサミで直線、曲線の切り取りができる。
I-10	手で折曲げ、巻き曲げ、丸曲げと各種のはげ組ができる。
I-11	クランクプレスで簡単な抜きと絞りができる。
I-12	クランクプレスの簡単な型の取り付け、取り外しができる。
I-13	薄鋼板をパイプロシャーで自由にせん断することができる。
I-14	薄鋼板を点溶接機で溶接することができる。
I-15	ハンダ付けができる。
I-16	片バスの中心を求めることができる。
I-17	卓上ボール盤で穴明け加工ができる。
I-18	直立ボール盤で穴明け加工ができる。
I-19	ラジアルボール盤で穴明け加工ができる。
I-20	平やすりで外周のR仕上加工ができる。
I-21	組やすりで角穴の仕上加工ができる。
I-22	ハンドタップによるねじ立てができる。
I-23	ローチェーン程度の組み立て作業ができる。

部門(項目小計208)とに区別している。比率は実習時間との比較のため後者の小計に対する比率を%で表わした。診断表を作成する前は部門による技能項目数のアンバランスが心配されたがまとめて見るとほぼ実習時間に見合う比率となっていた。部門NCについては3年生で初めて実習するため技能項目の学年によるダブりが無い分だけ比率が高くなっている。

表中()の数字はその学年で新たに習う技能項目数である。修得すべき項目数は以前習ったものと累計とした。これは、学年は進んでも全く新しい技能だけで実習作業が行なわれるのではなく以前修得した技能が不可分形で入っているためである。学年を追うごとに忘れていく技能や逆に熟練してくる技能もある。従って累計した技能項目による診断がその時点での学生の技能を正確に表わしているものと考え。

表2は手仕上・板金部門の診断項目の1部分である。実習課題をこなすためにはこれら基本技能要素を1つ1つきちんとマスターしていなければならない。

3. 診 断 方 法

機械工学科学生1年～5年生に対し実習技能診断表と記入用紙を渡し図1の注意に従って○△×の3段階で自己診断させた。診断項目は全技能に対し各学年どのくらいマスターしているかを見るため全学年同じとした。低学年において習っていないけれども実習以外のたとえば学校祭などで修得している技能があったり、高学年では忘れてしまっている技能もあるためである。勿論、各学年ごとで修得すべき項目に対するマスターした項目の割合も調べることができる。

○△×印の基準は学生によって厳しかったり甘

実習技能診断表 記入上の注意

- (1) これは成績には関係ありません。従って無記名で行います。自分の診断結果を知りたい人は出席番号を記入して下さい。
- (2) この技能診断は実習計画を立てる上で貴重な資料となるものであるから正確に記入して下さい。
- (3) 4、5年生の場合、実習態度などで答えにくい項目があると思いますが、それは学校祭、実験、卒業研究に読みかえるか空白のままにして下さい。
- (4) 過去6カ月を振り返って書いて下さい。
- (5) 記入は ○ △ × で行い、その基準はおおよそ下表のとうりです、あとは自己判断で結構です。

○	△	×
*出来る	*少し出来る	*出来ない
*わかる	*やれば思い出す	*分らない
*注意されたことがない	*少しわかる	*注意された
*実行している	*時々実行する	*実行していない
*心掛けている	*少しあやふや	*経験がない

(6) 疑問点は先生に聞いてください。

図1 診断表の記入方法

かったりの差はあるが、全項目同じ基準で自己診断するよう指示した。診断は83年度後期から85年度後期まで合計5回行った。

4. 診断データの処理

診断データは1人314項目、1クラス約40名5学年、前後期2回分であり、1年度当りのデータは12万5600個もの数にのぼる。したがってこれらデータを効率よく集計処理するためのパソコンプログラムを作成した。以下その処理機能の概要を列記すると

- 1) 診断データのフロッピーディスクへの格納修正、追加及び格納したデータのCRTディスプレイへの表示、プリントアウト。
- 2) 特定のクラスの平均修得率（総項目に対する修得率のクラス全員の平均）の計算と結果の折れ線グラフによる表示、及び必修技能（その学年までに修得する技能）に対する平均修得率の計算。

ここで修得率とは診断項目数に対する○印（出来る）で答えた数をパーセントで表わし

たものである。

- 3) 特定のクラスについての部門別平均修得率（個人の部門の修得率をクラス平均したもの）の計算とタテ棒グラフによる表示。
- 4) 特定の部門の項目別修得率（ある項目について○印をつけたクラス内の人数の率）の計算とヨコ棒グラフによる表示。
- 5) 個人の技能修得率（部門別に集計した修得率）の計算とレーダーチャートによる表示。

処理プログラムの言語は BASIC を使用し、メニュー画面を見ながら対話形式でオペレータの意図する処理を行なえるようになっている。

5. 診断結果及考察

5-1 学年別修得率

図2は85年度前後に行なった診断結果である。全学年の修得率の傾向を見るために横軸に学年ごとに並べた。同一クラスの修得率の変化とはならないが学年間を点線で結ぶことにより学年を追うごとにどのように変化しているか読み取ることが出来る。

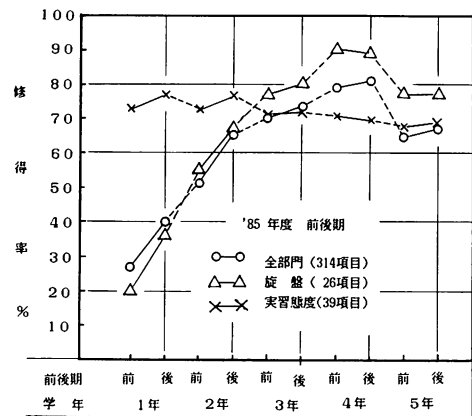


図2 学年別修得率

全部門に対する平均修得率は1年から3年まで次々と新しい実習技能をこなしているので急激に増加している。4年生では実習をしていないがさらに上昇して学年中一番高い81%の値を示した。これは工作法や機械材料などの専門科目や実験によって実習内容に対する理解が深まったことによる上昇と考えられる。5年生での低下は実習から遠ざかって久しいため実技に自信を失ってきたり忘れてきたりしたことによる減少と考えられる。

旋盤部門についても全部門平均の場合とほとんど

と同じ傾向を示している。この理由もほぼ前記と同様と思われる。また、他の実習部門も旋盤と大同小異の傾向を示していた。旋盤の修得率が全部門のそれに対し高めに突出しているのは、実習作業が1人1台の旋盤を与えられて密度の濃い実習が可能であることによると考察される。

実習態度については、前2者とは全く異なる傾向を示し学年によって横ばい又はわずかに減少していた。これは実習能力が学年によって修得されていくというものではなくむしろ学年が進むにつれ学業に対するまじめさの低下によるものと思われる。

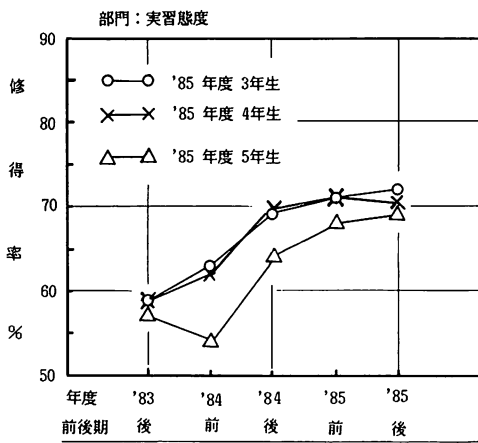


図3 修得率の推移

5-2 修得率の推移

図3は実習態度についての過去5回の修得率の推移をグラフにしたものである。図に示した3クラスは一回目の診断当時（83年度）には1年～3年生であった。他部門の場合学年を追うごとに修

得率も上昇しているので技能診断実施による変化が読み取りにくい。ため全学年共通ともいえる実習態度について比較した。

前掲図2の実習態度は学年によってあまり変化がなかったが、同一クラスについて推移を見ると3クラスとも上昇している。83年後期と85年後期で3クラス平均12%修得率が上昇している。これは技能診断によって修得すべき技能項目が具体的に明示されたことによる向上と見ることができる。半年ごとの自己診断により未修得の技能項目をはっきり意識させられるので以後の実習目標が明確になり結果的に修得率が上昇したものと思われる。

5-3 部門別修得率

図4は部門別の平均修得率のタテ棒グラフである。10部門中NC旋盤の修得率が著しく低い。これは3年生になって初めてNC旋盤に接すること、1台のNC旋盤と2台のテーブルパンチ機では時間内に実習する密度が薄いこと、NC旋盤の実習は前期のみで終わっているため忘れてることなどから低修得率になったものと思われる。またNC部門では、積極的な学生とそうでない学生との差も出やすく修得率のバラツキとなり大きな標準偏差となつて表われている。

実験、測定、観察の部門は実習を工学的な目で見ることの不足を表わしておりもっと力を入れて教えるべきと考えている。

機械仕上が他部門に比し低いのは、NC部門と同様数人に1台の工作機械で実習するため実習効率が悪いからであろう。修得程度にもバラツキがあり大きい標準偏差となつて表われている。

手仕上、旋盤部門は反対に高い修得率と小さい

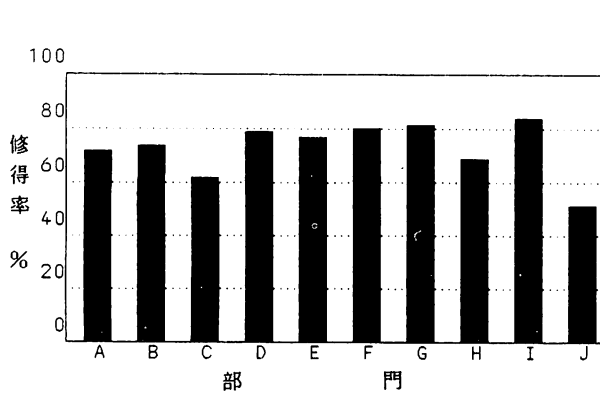


図4 部門別修得率

'85 年度 3 年後期 MEN=39 ANS= 1

部門	修得率	標準偏差
A. 実習態度	72.1	14.3
B. 安全作業	74.0	13.8
C. 観察測定試験	61.9	20.2
D. 鋳造	78.9	18.6
E. 鍛造	77.3	22.6
F. 溶接	80.3	20.6
G. 旋盤	80.9	16.2
H. 機械仕上	69.1	26.3
I. 手仕上板金	83.9	16.1
J. NC旋盤	51.3	28.3

標準偏差となっている。これは実習形態が他人に頼れない形で進められるので真剣に作業するための効果であろう。

5-4 診断項目別修得率

図5は観察、測定、試験についての診断項目別修得率である。項目番号17, 34が低いこれは実習時間が足りなかったり学生の進度が遅いためにはふいたためである。項目10, 15は「鋳物砂の水分量を握るだけである程度わかる」「焼割れの原因を破面の観察である程度判断できる」でこの内容は高度の経験が必要なため低いと思われる。項目2は「観察し気がついた事は必ずノートしている」でこれは実習態度にも関係しており指導の必要がある。

以上の項目に比し項目3, 31, 32, 33, 35はほぼ90%以上の高い修得率を示している。これは実習において複数の部門で使用したり使用頻度が高い測定器具の使用技能のため修得率が高いと考えられる。

項目ごとの高低をこのようにパソコンでディスプレイし指導目標を定め重点的に指導できることは技能診断を非常に効果的なものとしている。

5-5 個人の技能修得率

図6は個人の修得率のレーダーチャートである。放射状に10部門のスケールを取り修得率プロットして直線で結んでいる。この学生は、C.H.J部門、つまり観察、機械仕上、NC旋盤の修得率が低いことが一見して分かる。逆に手仕上げ金が得手のようで92%もの高い修得率となっている。レーダーチャートにはクラス平均も同時に表示しているのでそれとの比較も可能である。

学生が自分で修得程度の結果をクラス平均との比較の中で診断できることは実習意欲を高めると同時に具体的にどの部門に力を入れねばならないか分かるので自分の技能程度と目標がはっきりする。これは指導者、学生相方がこの技能診断を有効に使えることを示している。

5-6 その他

本報では紙面の都合上、診断結果の○印の者つまり技能を完全に修得した数の集計結果についてのみ考察を加えているが、△印の学生の数も含めるとほとんどの部門で90%以上の高修得率となる。座学におけるテストとは単純には比較できないが実際に作業する中で習ういわゆる「実習」の教育効率の良さを認識させられる。

診断データの処理プログラムではそのほか標準偏差の計算や検定、S-P表（Student-Problem

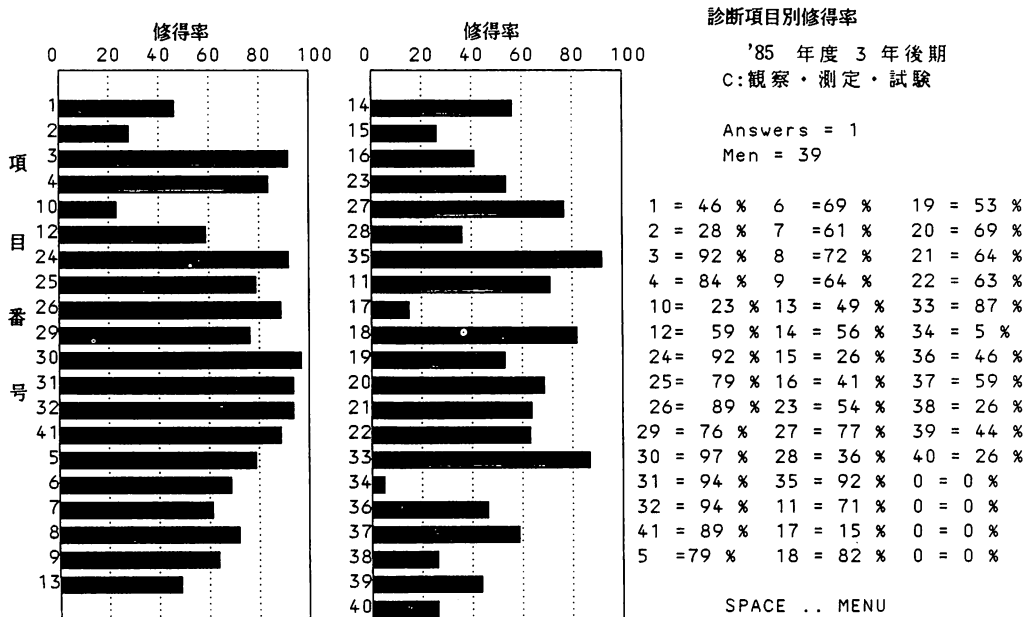
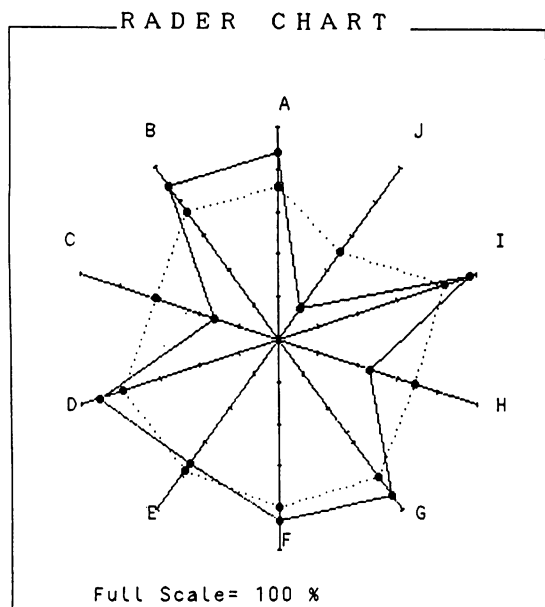


図5 診断項目別修得率



'85 年度 3 年後期 学生番号 30 番

Answers = 1

	クラス	個人
A. 実習態度	72%	88%
B. 安全作業	74%	89%
C. 観察・測定・試験	62%	32%
D. 鋳造	79%	91%
E. 鍛造	77%	73%
F. 溶接	80%	86%
G. 旋盤	81%	92%
H. 機械仕上	69%	46%
I. 手仕上・板金	84%	97%
J. NC 旋盤	51%	18%

..... = 平均 修得率

———— = 修得率

ONE STEP ... 20%

SPACE ... NEXT

図6 個人の技能修得率

Table) を技能診断に適用した分析も出来る。これらについても多少の結果を得ているがまだ充分ではないので次報以降にゆずる。

6. ま と め

技能診断の結果を以下にまとめる。

1) 全部門平均による学年別の平均修得率は実習終了時よりもその後の4年生でピークとなるような変化を示し最高で81%を示した。しかし実習態度については学年を追っても変化しないかむしろ低下している。

2) 技能診断の実施によって実習技能が向上していることが実習態度について確められた。

3) 部門別修得率については手仕上部門の修得率が高く NC 旋盤が低かった。NC 旋盤は標準偏差も大きく実習方法の改良が必要である。

4) 項目別棒グラフにより部門内の特定の技能項目の修得状況が分かるのできめ細かい実習指導が出来る。

5) 個人の技能修得率のレーダーチャートにより自分のクラス平均との比較や、どの部門に力を入れなければならないか自己診断できる。

6) 実習成果を調べるものさしとして技能診断は有効であり、指導員及び学生のどちらも的確でかつ具体的な指導、指針が得られる。

7) 実習技能を技能の最小単位に分解し診断する方法は学生の技能修得状態を正確に把握出来るとともに、診断結果を定量化し統計処理することも可能であり非常に有効である。

今まで複雑でとらえ所がなく感じていた実習技能が実は小さな基本的な技能要素の組み合わせによって成り立っていることが今回の技能診断の一連の過程で確信を持てるようになった。今後はこれを一層汎用性のある方法へ改良していく予定である。

最後に本報の技能診断項目を選定するにあたり本校機械工学科実習工場、宮野道夫係長、大浦正義技官、道正滋技官、林忠夫技官には多大なる御尽力があったことを記し感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) TQC 導入による実習教育方法の改善 (その1) (TQC の導入と標準化), 中津正志他, 苫小牧高専紀要第20号 p 15, 1986.3.
- 2) TQC 導入による実習教育方法の改善 (その2) (改善提案), 中津正志, 苫小牧高専紀要第22号 投稿中.
- 3) 実験実習における学習技能の開発, 坂元昂他 日本工業教育協会誌, 第32巻3号, p 28, 1984.7.

参 考 資 料

- 1) 機械工作実習技能診断表, 苫小牧高専機械工学科 QC サークル編, 1984。
- 2) 機械工作実習(Ⅰ), 苫小牧高専機械工学科
- 3) 機械工作実習(Ⅱ), 苫小牧高専機械工学科。
- 4) 機械工作実習(Ⅲ), 苫小牧高専機械工学科。

(昭和 61 年 11 月 29 日受理)

