

琉球大学学術リポジトリ

中学校教員養成課程技術科における設計教育の現状

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2007-10-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 新里, 祐宏, 呉屋, 守章, Shinzato, Sukehiro, Goya, Moriaki メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/2122

中学校教員養成課程技術科における 設計教育の現状

新里 祐宏 呉屋 守章

Mechanical Design on Lower Secondary School Teachers Training Course

Sukehiro SHINZATO* Moriaki GOYA*

(Received July 31, 1987)

1. 緒 言

技術は、根本的には、二つの要素によって成り立っている。一つは、何のために何をつくるのかという“目的”であり、もう一つは、その目的を達成しようとする際に依拠すべき“自然法則性”である。¹⁾したがって、技術的行為というのは次の2つの段階から成り立っていることになる。一つは、その目的を明確にして、それを達成するために解決(決定)しなければならない諸々の事項を分析的にとらえ、そしてそれらの事項を解決するのに有効な自然法則性を選択・適用して、目的実現のための具体的方法を明らかにする、いわゆる設計の段階であり、次はその設計によって得られた具体的方法を実践していく過程で、すなわち製作の段階である。

技術を工業技術にしぼって考えてみると、以上のことから工業技術者の養成すなわち工業教育の目的は、学生に設計の能力と製作の能力を与えることにあるということが出来る。製作能力というのは知識の形で転移できるものではなく、肉体的訓練によって体得しなければならない能力、いわゆる体で憶えた能力であり、技能と定義されるものである。このように、技能は知識の伝達という形では教育できないため、大学教育にはなじまず、大学の工学教育ではほとんど行なわれていない。

設計能力は3つの能力からなっている。まず

第一に、個人の要求や社会的欲求を具体化した、あるいは個人の知的興味を実現したい、という明確な目的設定の能力、第二に、自然法則性の運用能力、すなわち狭い意味での学力、そして第三に、自然法則性の選択・適用に当って要求される分析と総合の能力である。

工学部における教育では、学問の領域が学科という形でかなり明確に分類されており、学科で開設している科目のほとんどが第二の能力の養成を目標にしたものである。それらの科目を基礎科目として、設計科目における設計演習を通して第一～第三の能力の総合化すなわち設計能力の付与に努めている。

一方、中学校教育養成課程技術科(以下、技術科という。)では、教育の対象になっている学問分野が木工、金工、機械、電機等と多岐にわたっているため、それぞれの分野の基礎科目の数は総単位数や総時間数の面から制限を受け、その広さ、深さにおいて、対応する分野の工学部学科とは較べようもない。そのような状況下で、技術科ではどのような設計教育がなされているかを知ることは興味深いことである。

そこで、国立大学技術科の設計教育の現状を調べるためアンケート調査を行なったので、その結果をここに報告する。また、設計教育の改善の方策についても提言している。

2. 他大学の教員養成課程技術科での設計教育の現状

表1に示す調査表によるアンケート調査を行

* Tech. Educ., Coll. of Educ., Univ. of the Ryukyus

表1 アンケート調査の内容

設計に関する開設科目について(調査)

- * 一設計科目につき一枚の調査表をお使い下さい
- * 御一人で複数の科目を担当されている場合は、9)以下の項につきましては一枚の調査表に御記入下さい

- 1) 大学名 :
- 2) 担当者名: (専攻:)
- 3)

科目名	単位	週時間	年次	必・選

- 4) 内容の概略(題材や割り当て時間数等)
- 5) 利用されているテキスト名,あるいは資料名は何ですか
- 6) 現在お使いのテキスト,資料は満足すべきものが得られていますか
(○で囲んで下さい)
ア) 満足できる イ) 満足できない
 ・・・満足できない理由・・・
- 7) 技術科の設計教育に適した題材として現在より望ましいのが必要だとお考えですか
ア) 必要ない
イ) 必要は感じているが未だ具体的に考えていない
ウ) 必要である
 その題材は :
 それを取り入れる場合の問題点 :
- 8) 貴学科で上記の設計科目の基礎科目として位置づけできる開設科目は何ですか (他の調査表と重複する部分については、“○○に同じ”と記入され,追加の科目のみご記入下さい)
 科目名 単位 週時間 年次 必・選
- 9) 8)で開設されている基礎科目以上に必要と思われる科目がありますか
(科目名だけでもよい)
 科目 単位 週時間 年次 必・選
- 10) 貴学科の設計教育をもっと強化すべきだとお考えですか
(○で囲んで下さい。複数あってもよい。ア), オ)については理由をお願い致します)
ア) 科目数(単位数)を増すべきである
イ) 技術科にあった題材を採用することにより強化する
ウ) 現在の科目数,時間数で十分である
エ) 科目数を増したいが,他の科目とのバランスから増すことは難しい
オ) 強化の必要はなく,科目数も減らしてよい(科目名)
カ) 強化すべきだと思うがスタッフが少なく対応できない
 ・・・理由・・・
- 11) ご協力どうもありがとうございました。上記の項目以外で技術教育科における設計教育を進めるにあたって困難な点あるいは何かお考えになっていることがございましたらご教示下さい

った。調査対象は47国立大学教員養成課程技術科（以下「技術科」という。）で、調査期間は、1984年1月14日から2月15日までで、解答大学は34校（回収率72.3%）であった。その結果について調査表の項目順に整理し、現状を分析する。

a) 項目1：担当者の専攻分野

担当者の専攻分野は下記の通りである。

木材加工	2名	金属加工	3名
電気	2名	教科教育	2名
機械	23名	工業デザイン	1名

機械分野の教官が23名と群を抜いて多く設計教育が機械の設計を中心に行われていることが分かる。それは、設計教育が基礎科目を総合するための演習科目として位置づけされており、製図教育が機械製図を中心に行われている結果だと考えられる。

b) 項目3：設計科目の開設状況

図1に結果を示す。調査表への記入もれのため、()内の数字が必ずしも厳密には一致しないが、調査結果に大きな差異を生じさせるものではなく以下に考察を進める。

設計科目を1科目も開設していない大学が7校、1科目しか開設していない大学が13校もあった。しかも1科目だけ開設している大学のうち7校は必修ではない。受講年次を1、2年次としているのが比較的多いが、それは講義の一部に基礎科目の内容が割り当てられたり、製図に関するJIS通則の解説や写図によるその実習を行っているためであることが次の項目4)から明らかである。同様に、受講年次に1～4、2～3のように幅を持たせてある大学では、基礎科目をあまり必要としない木材加工、金属加工の分野でデザインを中心とした設計教育及び、写図を中心とした製図教育がなされている。総単位数では、2単位以下が全体の60%で、しかも、必修、選択の別でも50%近くが選択になっている。工学分野における設計的素養の重要性を考えると何らかの早急な改善が望まれる。

C) 項目4：設計科目の内容

取り上げられている内容としては、機械要素の設計が多く、しかも写図が中心になっている。

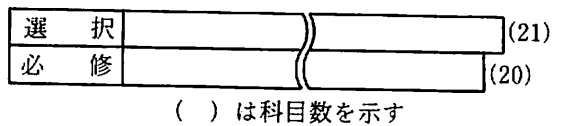
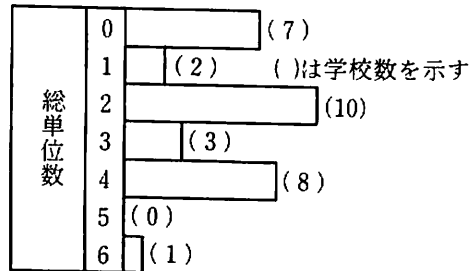
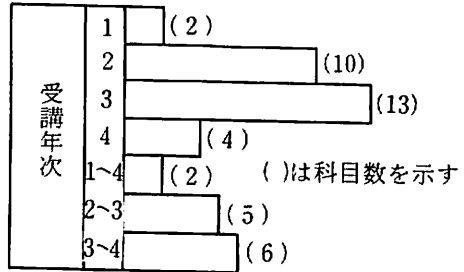
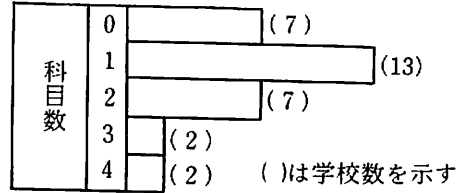


図1 設計科目の開設状況

一方、動くおもちゃや模型など中学校の教材をそのまま題材としている大学が2校あった。本学科と同様にウィンチを取り上げている大学は4校あったが、そのうち2校は写図であった。その他、工業意匠や工芸的な題材を取り入れているのが3校あった。

多くの関係者の参考に供するため、記載された内容を大学別に挙げておく。

大学1

- ・機械要素の設計製図
- ・ウィンチ、ポンプの設計製図

大学2

- ・材料力学（6週）
- ・軸（2週）
- ・軸受（2週）
- ・溶接継手（1週）
- ・管と圧力容器（2週）
- ・ねじとボルト（4週）
- ・軸継手（1週）
- ・歯車（4週）
- ・リベット継手（2週）
- ・巻掛け伝導機（4週）

大学3

- ・工作機械（普通旋盤）の設計

大学4

- ・機械要素の機構，強度計算法の講義（5週）
- ・動くおもちゃの設計製図（しゃくとり虫，はと時計，四足歩行の動物等）（5～6週）
- ・本棚の設計製図（4～5週）
- ・機械要素の設計（カム，歯車，Vベルト車，ばね等，歯車ポンプのスケッチ，製図）
教科書による講義（10週）
- ・簡単な製図実習（Vブロックの各種図法による製図，トースカンの部品，組み立て図のスケッチ製図）（5週）

大学5

- 手巻ウィンチの設計（強度，歯車等設計し，組み立て図，主な部品の製図；2トンの資料に基づいて1～4トンの設計）

大学6

- ・平歯車（4週）
- ・軸受（4週）
- ・手巻ウィンチの等の設計製図（12週）
- ・傘歯車（4週）
- ・ウォーム歯車（4週）

大学7

- ・機構学概説（15時間）
- ・機械要素概説（30時間）
- ・機械力学（15時間）

大学8

- ・ねじ，軸と軸受，巻掛け伝動装置，歯車
- ①シャコ万力（20時間）
- ②ギヤーポンプ（40時間）
- ③単筒ディーゼルエンジン（40時間）
- ※時間により（①・②），（①・③），（②・③）
のように組み合わせて実施

大学9

- ・設計上の基本通則
- ・軸と軸受
- ・ばね
- ・巻掛け伝動装置
- ・締結用機械要素
- ・歯車
- ・ブレーキ

大学10

- ・材料の選択
- ・機構と力学
- ・加工法
- ・装置設計等

大学11

- ・設計上の基本的な考え方（10時間）
- ・新規，及び既製品の改良についての考察と設計（14時間）
- ・模型の製作等（6時間）
- ・本学の金属加工実験室で製作した作品（中学校教材から技術科（大学の）教材まで）をスケッチさせ，材質，接合法，寸法など記入させて自分で考察するための手がかりとさせる。鉛筆のみで描くと手間どる場合もあるので（針金，棒など）水彩絵の具で簡単に淡く彩色させる。（10週）
- ・自分で考察した製作品を各種スケッチさせた中から一点を図面に描き，完成予想図を描かせる。（5週）
- ・電気の安全（4時間）
- 屋内配線（4時間）
- 増幅回路を含むもの（6時間）
- 簡単な電気機器（例えば，ステンドグラスランプ）（3時間）
- ・C A Iによる引っ張りコイルばねの設計と製作（8時間）
- ・技術科教科書の中より題材を選んで製作，57年度はスピログラフ，58年度は貯金箱（8時間）
- ・自由製作（リンク機構とカム装置を複合して動く模型の設計，製作）（12～14時間）

大学12

- ・J I Sに基づく製図（機械製図）
- ・テキストに基づいて全体を説明する（2ヶ月）
- ・実際の図面を書き写す（4ヶ月）
（車軸，歯車，滑り軸受，弁等）
- ・設計製図（ジャッキ，フランジ等の仕様を決定して設計と製図を行う）（6ヶ月）

大学13

- ・旋盤の心押し台のスケッチ製図（前期週2時間）
- ・心押し台の設計計算及び製図（後期週2時間）

大学14

・機械要素の設計

大学15

・機械要素の設計

大学16

- ・材料力学 I ・ボルト
- ・コッタ継手 ・ねじ
- ・溶接継手 ・リベット継手
- ・材料力学 II ・管と圧力容器
- ・鋼構造物 ・車軸と伝動軸
- ・軸継手 ・軸受
- ・巻掛け伝動装置 ・摩擦車と平歯車

大学17

- ・製図規格及び機械製図関連規格の理解適用法と関連させながら、身近な機械要素を扱って設計演習を課し、それに基づいて製図を行う。
- ・巻掛け伝動、歯車伝動装置など主に回転力の伝達に必要な機素及びその付属部品について設計製図を行う。
- ・機械設計法に始まり、機械要素で取り上げ得なかった機素の設計演習に重点をおいて、部品の損傷、破壊、潤滑などについても説明を加える。
- ・機械設計に必要な機素の材力や材料の性質を述べ、機械要素の設計について説明する。

大学18

- ・設計製図全般について (4時間)
- ・歯車 (1) 歯形理論 (10時間)
- (2) 平歯車の基礎 (4時間)
- (3) 平歯車の強度 (6時間)
- (4) はすば、傘、ウォーム等各歯車 (6時間)
- ・ねじの強度計算 (2時間、ねじの理論の後)
- ・軸受設計 (3時間、潤滑理論の後)
- ・溶接強度計算 (1時間、溶接講義の後)

大学19

- ・前期に機械要素
- ・後期に材料力学の基礎及び機械設計の初歩
※演習を多くし、他の科目との関連にも留意

大学20

- ・手巻ウィンチの設計製図
- ・工業デザイン論、演習

大学21

・製図の基礎学習と写図

- Vブロック 歯車
- ボルトナット 歯車ポンプ
- フランジ形固定軸継手等

・機械、木工製品などの自由設計

- ・透視図
- ・デザイン表現の基礎的練習

大学22

- ・材料力学 (20時間)
- ・機械設計の基礎 (10時間)

大学23

- ・伝動軸 (2時間)・継手 (4時間)
- ・軸受 (4時間)・歯車 (8時間)
- ・歯車ポンプ (2時間)
- ・その他ノモグラム集 (10時間)
- ・トランジスタ増幅回路を中心にAMラジオの設計製作

大学24

- ・第3セメスタ：
レタリング、線引き、用器画サンプルの拡大製図
- ・第4セメスタ：
小部品～万力のスケッチ、製図
- ・第5セメスタ：
機械設計学
- ・第6セメスタ：
2.5～4 ton 手動ウィンチの設計と製図

d) 項目5, 6：使用テキストとその満足度

テキスト、資料はすべて機械設計や機械製図に関するもので、市販の物がほとんどであり、2校だけ自作の物を使用している。項目6)に答えてくれた28名のうち、現在使用しているテキスト、資料に満足している(ほぼ満足も含めて)と答えた人16名、満足できないと答えた人12名であった。満足と答えた人のうち11名は、現在扱っている題材のためには満足できるということで、技術科に適した題材の必要性を感じていることは次の項目7)の結果から明らかである。満足できない理由としては、工学部学生を対象とした物が多く、それを完全に消化するための十分な基礎科目の裏付けがないので時間数が不足することや、学生が現場で直接役立て

られるような題材を扱った教科書がないことを挙げている。

e) 項目7：技術教育科に適した題材

設計教育のための技術科向けの題材の必要性について、

- ・必要ない 9名
- ・必要は感じているがまだ具体的に考えてない 23名
- ・必要である 3名

と答えている。必要と答えた人のうち2名はCADの分野を一部取り入れる必要を感じているが、その実現のための問題点として予算的制約を挙げている。一人は技術科的題材としてねじ式のジャッキを考えているが、時間数が少なくしかも基礎科目が十分でないため実施にはなお問題があると答えている。

f) 項目8, 9：設計に関する基礎科目の開設状況と既設基礎科目以外に望まれる基礎科目

表2に項目8)の結果を示す。機械設計製図教育の最も基本的な基礎科目として関係者の間で広く認められている製図、材料力学、機構学、工作(加工)法及び機械材料学を開設している大学数が、設計科目を置いている大学の数(27校)に比べて少ないことが分かる。製図、材料力学及び機構学については、項目4)で指摘したように設計科目の中で扱っている大学も多いため、内容的には十分でないにしてもほとんどの大学で一応開設されていると考えて良からう。しかしながら、工作(加工)法や、機械材料学についてはそれぞれ約30%、22%の大学でしか開設されていない。また、表3は項目9)の結果を示しているが、これから開設したい科目として基本的な基礎科目である機構学や材料力学が入っておりしかも他の科目より比較的多いのは、技術科がおかれている厳しい状況を如実に示すものである。

g) 項目10：設計教育をもっと強化すべきか

- 調査結果は下記の通りである。
- ・科目数(単位数)を増すべきである 2名
 - ・技術科にあった題材を採用することにより強

- 化する 8名
 - ・現在の数、時間で十分である 8名
 - ・科目数を増したいが、他の科目とのバランスから増すことは困難である 12名
 - ・強化の必要はなく、科目数も減らしてよい 0名
 - ・強化すべきと思うがスタッフが少なく対応できない 13名
- 単位数を増すことで強化したいと希望するのは延べ27名であるが、その内25名が他の科目とのバランスやスタッフの不足を理由に改善を困難視している。この2つの理由は技術科が創立以来今日まで抱えている課題で、解決の見込みは立っていない。そんな中で、「技術科にあった題材を採用することにより強化する」と答えた8名の存在はそれが設計教育強化のための有効な手段になりうることを示唆している。

3. 琉球大学における設計教育

琉球大学における設計科目及びその基礎科目の開設状況は次の通りである。

担当教官		機械系教官 4名			
開設設計科目					
科目名	単 位	週時間	年次	必・選	
設計製図	1	3	1	必	
機械設計製図 I	1	3	3	必	
機械設計製図 II	1	3	3	必	
基礎科目					
科目名	単 位	週時間	年次	必・選	
基礎製図	1	1	1	必	
金属材料	2	2	1	必	
金属加工 I	2	2	1	必	
金属加工 II	2	2	1	必	
機構学	2	2	2	必	
材料力学	2	2	2	必	
内燃機関	2	2	3	必	
応用力学 I	2	2	3	必	
応用力学 II	2	2	3	必	

琉球大学における設計教育がどのような成果を

表2 設計に関する基礎科目の開設状況

科目名	単位数				週時間				受講年次								必修・選択				
	1	2	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	必修	選択
()内の数は科目数の合計																					
製 図 (18)	11	6	1	3	12	2	1	4	8	3								3		14	4
材料力学 (12)	1	10	1	2	10			1	3	5							2	1	6	6	
機 構 学 (8)		7	1	1	7			1		3		1	1	1	1	1	1		4	4	
機械力学 (5) (工業力学, 機械力学演習, 応用力学)		5			4		1	2	2	1									4	1	
機械工学概論 (3)		1	2	1	2				1	1						1			3		
工作機械 (1)		1			1			1												1	
機械材料 (3)		3			3				1	1		1							3		
機械理論 (1)		1			1															1	
機械実習 (1)	1					1			1										1		
原 動 機 (1)		1			1							1							1		
図 学 (5)	1	4			5				1	2		1		1				4	1		
デザイン (2)	2				2					2										2	
描 図 (1)	1				1			1											1		
工業意匠 (1)		1			1											1				1	
工業数学 (2)		1	1		2			2											1	1	
金属加工学 (7)	2	5			5	1	1		3	3			1					4	3		
計 (71)	19	46	6	7	57	4	3	12	20	21	0	4	2	9	2			46	25		

表3 既設基礎科目以外に望まれる基礎科目

科目名	単位数				週時間	受講年次						必修・選択			
	1	2	3	4		2	1	2	3	2	3	必修	選択		
()内の数は科目数の合計															
工業数学演習 (2)		2			2	1	1						2		
流体力学 (1)		1			1						1			1	
機械工作学 (1)		1			1					1				1	
機 構 学 (2)		2			2		1	1					1	1	
工業力学 (4)		2			2					2					2
材料力学 (2)		1			1	1									1
図 学 (1)															
電子計算機 (1)															
計 (14)	0	9	0	0	9	2	2	1	3	1			3		6

注) ※印のついた科目には一部記載もれがあった。

※
※
※
※

あげているかを調査するため、昭和59年度後学期の機械設計製図Ⅱの最初の時間に3年次学生10名を対象に「設計の際に考慮すべき事項をあげよ」というテーマで1事項をカード1枚に記入してもらった。図1はこうして得られた解答

を設計の流れに当てはめて配置した結果を示す。設計する上での最も基本的な三要素、即ち安全性、機能性、経済性に関する指摘はおおよそ同程度の頻度であり、一見それまでの設計教育の成果が上がっているかのようである。しかしな

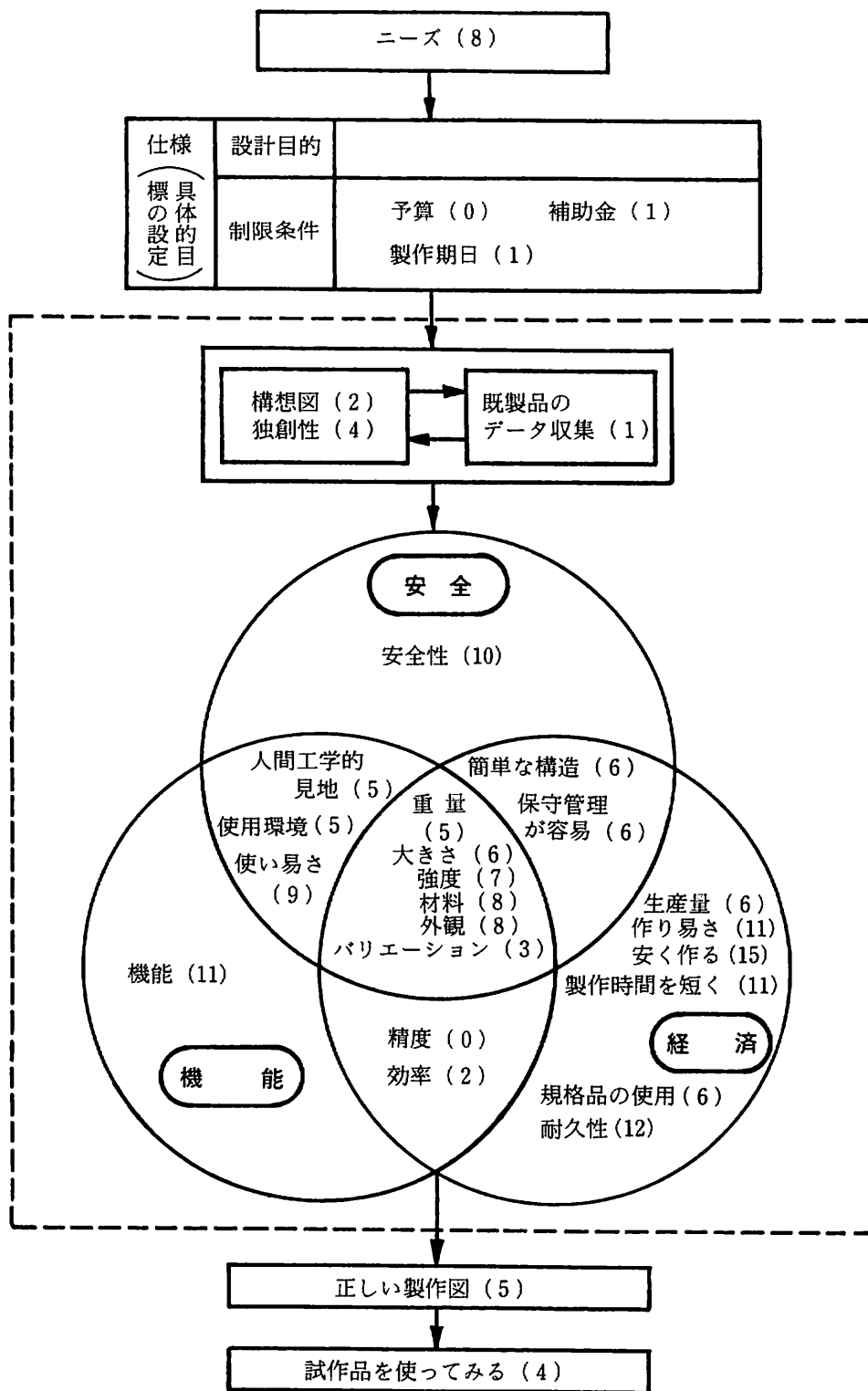


図2 琉球大学教育学部技術教育科3年次(1984年当時)に対する調査結果

がら、比較的重要と思われる事柄の中で、学生による指摘の少なかったものをあげると、

予算 (0)	精度 (0)
補助金 (1)	製作期日 (1)
構想図 (2)	効率 (2)
独創性 (4)	バリエーション (3)

既製品のデータ収集 (1)

がある。このうち予算、補助金、製作期日は、現実に設計を進める際の重要な制限条件となるものである。独創性と相反するようであるが既製品に関するデータの収集も設計に要する時間を節約する点で不可欠である。また、効率、精度は設計されている物の機能の程度を示すもので、両方とも具体的なものを作るときは必ず考慮しなければならないものである。

結局、物を製作すると言う観点からは重要と思われる事項の指摘が少ないということは、設計は実際に物を作るためのものであるという点でのより深い認識が学生達に欠如していることを示すものであろう。つまり、従来より指摘されていることではあるが、学生には現在の設計教育が単なる机上の演習としてしか意識されていないということになる。

4. 総括

アンケート調査の結果を全体的に概観すると次のような結論に達する。

設計教育は機械専攻の教官による機械設計が中心である。設計科目を開設していない大学が37大学中7大学もあり、開設している大学でも平均1.5科目である。そのうち約50%は選択科目になっている。したがって必修科目としての設計科目は平均では1科目にも満たない。設計科目の増設についての希望はあるがスタッフの不足や他の科目とのバランスからその実現を困難視している。内容(題材)は写図を中心とした製図教育から、中学校技術科の題材である動くおもちゃの設計製図、機械要素の設計製図、そして工学部機械科で広く採用されているウィッチの設計製図まで、と幅広い。これらの内容はその大学で開設されている基礎科目の広さと深さに大きくかかわっている。設計科目を開設

している27大学のうち、機械設計にとって最も基本的な基礎科目である、機構学、材料力学、金属加工、機械材料がそれぞれ8、17、7、3大学でしか開設されていないのは驚きである。そのような状況にありながらほとんどの大学で工学部の学生を対象とした市販のテキストを使用している。したがって、技術科学生には程度が高く、十分に理解させることは困難で、34名中22名の担当者が技術科向きのテキストの必要性を認めている。しかしながら、具体的構想を持つまでには至っていない。

以上のアンケート調査の結果は、技術科が、工学部機械科で行なわれているような設計教育を指向しても実りが少ないことを示唆しており、技術科向きの設計教育のあり方について早急に検討しなければいけない現状にあることを示している。

5. 技術科の設計教育を改善するための一提案

このような現状をふまえて、技術科での設計教育はどうあるべきかを考えてみたい。工学部の卒業生が活躍する場が、設計室だけでなく、研究室あり、企画部あり、製造部あり、流通分野ありと広い範囲にわたっており、設計に直接かかわる人はごく一部である。したがって、以後の提案は工学部の設計教育にも適用できることである。

設計教育の目的は、緒言で述べたように、第一に、目的を明確にする能力、第二に、自然法則性の運用能力、そして第三に、必要な自然法則性の選択・適用にあたって要求される分析と総合の能力である。工学部の設計教育は、従来、力学に関する種々の基礎科目の総合演習を中心に行なってきた。しかし技術科の場合、ほとんどの卒業生が中学校技術科の教師になるわけで、そこは教育の場であるから、新しく物を創造するというより、既製の物を教育の対象にして「どうしてこのような構造、機構になっているか、なぜこの材料が使われているか、そしてどのような方法で加工されたか」という設計的視点から教材を処理して生徒に提示することが要求される。このような授業を通して、中学生に「技

術とは何か「物を作り上げるときどんなことを考慮しなければならないか」を教えることができる。そこに中学校技術科教育の大きな目標の1つがあると考えられる。

上記の設計的視点から授業を展開できる能力を養成するためには、技術科の設計教育では、第一と第三の能力の付与に大きな比重をかけるべきでないことになる。この2つの能力は一朝一夕で修得できる能力ではないので、開設されている技術に関するすべての科目を、単に自然法則性の運用能力を付与するためだけのものとして位置付けるのではなく、上記の設計的視点からその科目の題材を処理して示すことによって、分析力と総合力を養成する機会としても位置付けることが重要である。²⁾この方法で、技術科における設計教育の目標の大部分は達成されるものとする。そこで注目しなければならないことは、設計的視点による題材処理の対象になっている科目が機械分野に限っていないことである。

さらに加えて、設計科目を開設することは、3つの能力の総合的演習のために望ましい。その場合、機械は、一般的に、構造、機構、材料、

加工法においてそれぞれ多くの選択肢を持つので、開設科目としては機械分野の科目が有効であろう。本学科では、スタッフの数、基礎科目の数が比較的そろっているため、ウィンチを題材にとり、あわせて第一、第三の能力を養成すべく作成された指導書により教育を行なっている。しかしながら、最近の学生の文系化で十分に成果が上っているとは評価できず、やはり技術科向き題材の開発が必要となっている。これは、全国の技術科で技術の教育に携っている者の共通の課題として、その開発に力を注ぎたい。

謝 辞

この調査を進めるに当たって、アンケート用紙の発送、整理に多大な助力を頂いた当時琉大技術科学生、赤嶺隆雄氏ならびに田上和浩氏に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 星野芳郎, 技術の体系 I (岩波講座, 基礎工学 9), 岩波書店 (1970) P. 1
- 2) 新里祐宏, 第28回日本産業技術教育全国大会講演論文集 (1985) P. 36