

高等学校工業科における実習教育の展開（その1）

— 大阪府立今宮工業高等学校機械科の事例 —

長谷川 雅 康

(1996年10月15日 受理)

An Evolution of Practice in Industrial Education
at Upper Secondary Schools (Part 1)

— A Case Study in the Mechanical Course of Osaka Prefectural
Imamiya Technical High School —

Masayasu HASEGAWA

1. はじめに

近年高校教育に関する改革が急速に推し進められている。とりわけ、第三の学科として総合学科の設置に力点が置かれている。一方、従来からある専門学科（専門教育を主とする学科）のうち、永い伝統を持つ工業科は近年少しづつその数を減少させている。その原因は、日本の産業構造の変化や青少年の進学動向の変化等々多くの要因が考えられる。しかし、明治中期から全国各地に順次設立された中等程度の工業教育を行う諸学校が今日の工業高等学校をなしており、その教育組織・教育内容・教育方法・指導法など各学校・地域の関係者の持続的な努力の蓄積によって今日の教育実践が成り立っている。これまでに工業教育を受けて卒業した有為な人材がわが国の経済・社会に大きな寄与を為してきていると考えられる。今日の工業教育をめぐる状況は、内的な要因よりむしろ外的・社会的な要因が強く作用しているように思われるが、この際高校工業教育の中身を客観的に見つけ、その特質を考えることが重要であろう。

他方、今日の青少年の人的発達について多くの問題点が指摘されている。高校職業教育はこうした青年の発達という面でも重要な意味を持っていると考えられる。学校教育が社会の実生活、とりわけ生産的労働と切り離されていることが青年の人格形成に根本的な欠陥をはらむ可能性をもつことが指摘されている。最近20年余りの間に高校職業教育が「非行」や「低学力」と取り組みながら、青年の本格的な学習意欲をひきだす上でもその可能性を示しているとみられる。また、職業高校の生徒たちの進路決定をみると、そのある部分は高校教育の内容と自らの関心を深く結びつけ、特定の技術分野に対する興味関心と自らの個性を確認して、その方向へ進路決定している。青年期教育の重要な目標の一つである青年の自立を達成させていく上で、職業的自立への指向を育てることは重要な内容と考えられる。その面でも高校職業教育の可能性は大きいと認められる。

ところで、工業科の専門教育においては、理論学習とともに実習(実験を含む)による実際的な学習がきわめて重要な位置を占めている。このため、その教育課程における専門教科の中軸として実習・工業基礎が置かれている。その中で深く多元的な学びがなされていると考えられる。今後の工業科のあり方を考える際にも、実習の位置づけがキーポイントになるとみられる。こうした実習の重要性を保持するためには、いくつかの必要条件があると考えられる。それら必要条件を具体的に明らかにするためにも、これまでの工業教育の実践の蓄積を内容と方法の面から見直すことが有益な示唆を得る一つの方法であり、工業高校の将来の発展に資するものと考えられる。

本稿では、創立時から実習を教育課程の中核に据えて教育実践を続けてきた代表的な工業高校の一つである大阪府立今宮工業高等学校に注目し、その機械科の実習教育の展開を通覧して、その実践の特質について検討してみたい。なお、本稿には紙数の関係で昭和60年度あたりまでを取り上げ、それ以後については次年度に委ねたい。

2. 大阪府立今宮工業高等学校のあゆみ

本稿でとり上げる大阪府立今宮工業高等学校は、今日大阪府において府立西野田工業高等学校および市立都島工業高等学校とならんで長い伝統をもった代表的な工業高等学校の一つである。当校がある大阪市西成区は、かつて大阪府西成郡今宮村と呼ばれ、それにほど近いところにあった西成郡三軒家村は1882(明治15)年に渋沢栄一が政府の保護の下に創立した大阪紡績会社の置かれた地である。この会社は、ミュール機16台1万500錘、蒸気機関取付の日本最初の会社組織の紡績会社であり、この地域は日本の産業革命発祥の地と言われ、明治末期から大正にかけて急速に工業化していったところである¹⁾。この地に、当校は1914(大正3)年に大阪府立職工学校(1908(明治41)年開校)の今宮分校として開校し、1916(大正5)年に独立して大阪府立今宮職工学校となり、現在の素となった。今宮職工学校は、造家、印刷、電機、鑄工、仕上の5科からなり、尋常小学校を終えて(満12年)入学した生徒は、週に三日は実習工場で実習し、三カ年の課程を終えて修了証書が授与され、修了後さらに一カ年指定された工場で働き、そこでの実技練習の評価に基づき卒業証書が授けられた。こうした実習重視の教育は、学則の第1条にある「本校は工業上の実技に従事せんとする者に必須なる知能技能を授け且其徳性を涵養して常に模範たるべき善良なる職工たらしむるを目的とす。」に依る。さらに、当校の校憲は、大阪府立職工学校の校憲をほぼ受け継ぎ、つぎのように定められていた。「一、学校らしき学校と作すにあらずして工場らしき学校と作すにあり。一、生徒らしき生徒と作すにあらずして職工らしき生徒と作すにあり。一、職に高下貴賤無きを覚らしめ、高尚にして尊敬すべき良工たるの外毫末も他の希望を有せしめざるにあり。一、学に熟して業を怠ること勿れ、業に偏して学を疎んすること勿れ、学業を兼備せしめて模範の実を挙げしむにあり。一、勤労を好み労作に甘んじて劇しく労働し長く労働するは是職業唯一の秘訣なり。本校にては之を生徒に責むるの前先職員を責むるにあり。」この校憲は、大阪の中等工業教育の精神的支柱となって、今日の工業教育に携わる教育関係者の多くに今なお流れているとみられる。大阪の

長谷川：高等学校工業科における実習教育の展開（その1）

工業高校では常に実習中心に教育を考えるとという性格は、この校憲に遡ることもできよう。

また、こうした職工学校の設置は、大阪における紡績工業の発達だけに依るのではなく、陸軍大阪砲兵工廠の造営・強化に伴う、当地域の重化学工業化と深い関係があったと考えられる。すなわち、日清・日露の両戦争をきっかけとして、重化学工業の発展のきざしがみえはじめ、製鋼部門や造船部門や化学部門などでの民間企業の設立による各工場の活動が開始された。こうした工業界の状況の中で、今宮職工学校も実際に大阪砲兵工廠と連携して生徒の工場実習が行われた（大正9年以降相当長期間）と記録されている²⁾。さらに、その後この学校には、校長として大正末期リミット・ゲージ・システムの応用を工業界に提唱した佐藤秀也や経営管理工学で有名な桐淵勘蔵といった優れた技術者が着任して、指導した。

今宮職工学校は、大正年間に木型科、鍛工科、精密機械科を加え、1941（昭和16）年に大阪府立今宮工業学校と改称して太平洋戦争となった。戦後1948（昭和23）年の学制改革に伴って、機械科、建築科、電気科、印刷工業科の4科からなる大阪府立今宮工業高等学校（以下、今工と略記）となり、1991（平成3）年に印刷工業科をグラフィック・アーツ科に改組して、今日に至っている。

3. 今工機械科の教育課程の変遷

戦後の学制改革後の今工の教育課程は、その時々学校の状況に合わせて創造改編され、一方では学習指導要領の改訂に基づいて改められてきた。周知のように工業科の学習指導要領は、1951（昭和26）年、1956（昭和31）年、1960（昭和35）年、1970（昭和45）年、1978（昭和53）年、1989（平成1）年と6度の改訂が行われてきた。これらの改訂に対応した今工の機械科の教育課程を順に概観してみよう。

(1) 昭和27年度

表1は昭和26年版学習指導要領に基づく教育課程を示す。この学習指導要領は、大科目制をとり、かつ大幅な選択制を採っていることが特徴である。また、実習という科目名をとり、機械とか電気とかを冠していないのも特徴で、実習に対する考え方を反映している。この版には、職業分析の方法が大幅に取り入れられ、新制の工業高校の方法論的な裏付けをなした³⁾。今工の教育課程の工業必修30単位のうち半分以上の16単位を実習に充てており、選択の実習も加わることを含め、実習重視の姿勢がうかがわれる。

(2) 昭和36年度

表2は昭和31年版学習指導要領に基づく教育課程を示す。この学習指導要領では、大科目制を廃し、中科目制を採り、実習が中核でそれ以外は関係科目であるという実習中心の教育課程から、各科目が必要な実験実習を包含してそれぞれ対等な位置づけをされた。そのため、実習はそれらを有機的・総合的に学習する場として学科ごとに設けられ、機械実習という科目名が生まれた。この頃から、いわゆる技術革新の波が工業教育にも及び始め、機械科の実習においても多岐にわたる技能の習熟を限られた少ない時間内にねらったため、不徹底な実習になりがちであるといった批判が起

こった。このため、「実験的実習」の導入が盛んに研究され、実践が試みられた。従来の製作実習の時間が削られ、精密測定実験、切削実験、計測・自動制御実験、油圧実験などの実験的実習がさかんに導入された。この流れの帰結として次期改訂において「工業計測」の誕生をみることになる。

今工の教育課程をみると、選択教科が無くなり、共通と工業の二教科となり、工業教科合計50単位の中17単位が機械実習に充てられたほか、機械製図、機械設計、機械工作、原動機、応用力学など機械科の主要な科目が揃い、その後の機械科の専門教育の内容の骨格が整えられた。

(3) 昭和39年度

表3は昭和35年版学習指導要領に対応する教育課程を示す。この学習指導要領は前述したように技術革新に応ずるように新科目として「工業計測」や「電子工学」などを新設し、工業技術の多様化に適応するための新学科も設けられた。工業教科の必要単位数も30単位から35単位に引き上げられ、「なお、事情の許す場合には、40単位以上とすることが望ましい。」とされた。教科の目標の1にある「工業の各分野における中堅の技術者に必要な知識と技術を習得させる。」という姿勢が強く伺える。この改訂により、機械実習の中に実験的実習が増し、従来の

製作実習とりわけ総合実習的な展開が難しくなったと言われる。さらに、指導内容がもっとも高度になり、このことが学課と実習の統一という意識を薄れさせる結果も招いたとみられる。

今工の教育課程をみると、実習は1単位減らされたものの、工業計測が3単位新設され、工業教科合計で52単位と2単位増えている。普通教科も1単位増やされ、総じて重厚な教育課程と考えら

表1

昭和27年度入学

教 科 目		単位数
国 語		9
社 会	一般社会	5
	日本史	何れか一つ 5
	世界史	
	人文地理	
時事問題		
数 学	一般数学	何れか一つ 5
	解析 I 解析 II	
理 科	物 理	何れか一つ 5
	化 学 生 物 学	
保 健 体 育		9
合 計		38
必 修	実 習	16
	材料工作	4
	製 図	4
	設 計	4
	電 気 一 般	2
工業必修計		30
選 択	実 習	17
	材料工作	
	原 動 機	
	各種機械	
	製 図	
工場経営		
自由研究		
普通教科		
合 計		85
単 位 外 活 動		5~17
総 単 位 数		90~102

表2

昭和36年度入学

教 科 目		単位数		
国 語		9		
共 通	社 会	社 会	3	9
		日 本 史	3	
		世 界 史	3	
		人 文 地 理		
教 科	数 学	数 I	6	11
		数 II	5	
		応 用 数 学		
理 科	物 理	5	8	
		化 学		3
保 健 体 育		9		
英 語		9		
小 計		55		
工 業 教 科	機 械 実 習		17	
	機 械 工 作		4	
	機 械 材 料		2	
	機 械 製 図		9	
	機 械 設 計		6	
	応 用 力 学		3	
	原 動 機		4	
	電 気 一 般		2	
工 場 経 営		2		
小 計		50		
合 計		105		
特 別 教 育 活 動		6		
総 単 位 数		111		

長谷川：高等学校工業科における実習教育の展開（その1）

れる。その後、科目構成を変えることなく、単位数を若干減らし（普通教科53単位、工業教科47単位）、総単位数を103単位として、次期改訂を迎えた。

ところで、昭和40年代になると、工業高校入学者の学力の偏りが激しくなり、学習内容のレベルとのギャップが目立ち始めた。そうした状況の中で、機械実習における実習と実験（実験的実習）の関係、とくに後者の位置づけと展開の方法などが問題になった。この問題意識が、今工機械科をして昭和47～48年度の大阪府教委の研究指定校として「機械実習における実習と実験の融合について」という研究課題に取り組みさせた。

表3

昭和39年度入学

教科	科目	学年			計
		I	II	III	
国語	現代国語	2	2	3	9
	古典甲	1	1		
社会	地理A	2			9
	倫理社会		2		
	世界史		3		
	政治経済			2	
数学	数学I	5			11
	応用数学		4	2	
理科	物理B	5			8
	化学A		3		
保健体育	体育	3	2	2	9
	保健		1	1	
芸術	音楽	1			1
外国語	英語A	3	3	3	9
小計		22	21	13	56
工業	機械実習	4	6	6	16
	機械工作	3	2		5
	機械材料	2			2
	機械製図	3	3	3	9
	機械設計		2	2	4
	機械応用力学	2		3	5
	原動機		2	2	4
	工業計測			3	3
	電気一般			2	2
	工業経営			2	2
	小計	14	15	23	52
特活		1	1	1	3
総計		37	37	37	111

表4

昭和53年度入学

教科	科目	学年			計
		I	II	III	
国語	現代国語	2	3	2	9
	古典I甲			2	
社会	倫理・社会		2		10
	政治・経済			2	
	世界史			3	
	地理A	3			
数学	数学I	6			9
	応用数学		3	△2	△2
理科	物理I		4		7
	化学I	3			
保健体育	体育	3	2	2	9
	保健		1	1	
芸術	音I・美I・工I・書I	2			2
	音II・美II・工II・書II				
外国語	英語A	3	3	△2	6 △2
小計		22	18	12 △4	52 △4
工業 (機械)	機械実習	5	5	5	15
	機械実習			△2	△2
	機械実習			△2	△2
	機械製図	3	2	3	8
	機械設計	2	2	2	6
	機械工作		2	2	4
	原動機		3		3
	計測・制御			2	2
	電気一般			2	2
	小計	10	14	16 △4	40 △4
教科・科目の計		32	32	32	96
特別教育活動		2	2	2	6
総計		34	34	34	102

(4) 昭和53年度

表4は昭和45年の学習指導要領改訂を受けての教育課程である。この改訂では、教育課程の編成の弾力化・多様化を図り、内容の精選集約と質的改善を図ったと言われている。そのため、必修教科・科目とその大幅な削減や新しい学科、科目の新設・改廃が行われた。新設された学科は情報技術科、工業計測科など5学科を含め15学科あった。また、大科目制をとり、実習が強化された。「実習(製図)」を強化し、これを核として必要な知識を融合的に習得できるような構造を考えた教育課程を編成することとされた。その結果、機械科については「機械応用力学」が「機械設計」に統合吸収され、内容的に削減された。また、「機械工作」に「機械材料」の一部の内容が取り込まれた。「原動機」の内容についても理論的な内容が削減されている。一方、制御技術の進歩に伴って「工業計測」を改め、「計測・制御」が新設された。総じて、前学習指導要領の水準の現実とのギャップの補正がなされたともみられる。

今工の教育課程においても、工業必修単位を52単位から40単位へとかなり大幅な削減をしている。しかし、これは後述するように実習の改革を中核とする精力的な教育内容の洗い直しが行われての結果である。学科全体の研究・実践体制が整備された時期であるといえよう。

(5) 昭和60年度

表5は昭和53年版学習指導要領の下での教育課程を示す。この改訂で、工業の教科目標が大きく転換した。すなわち、それまで入っていた「中堅の技術者に必要な知識と技術」が、「基礎的・基本的な知識と技術」に置き換えられた。また、「工業技術の科学的根拠を理解させ、……」という文言が削られた。この目標の転換は、新設の「工業基礎」と「工業数理」によって象徴され、すべての学科に「必修科目」としての履修が強く行政指導された。そして、多くの工業高校でこれらの科目が導入され、重大な影響が起こった。教育課程全体の基本的な変化はみられなかった反面、工業教科には大きな影響がみられた。新設の二科目分(7単位ほど)だけ従来の専門科目の単位数を削減せざるを得ないことになった。とりわけ、実習の単位数が削減され、内容的にもマイナスの影響がかなり報告されている。⁴⁾つまり、専門科目の中軸をなす実習の教育効果が弱められ、しかも実習と座学(理論学習)の関連性が阻害され、全体として専門教育の教育力が後退したというのである。「工業数理」導入の影響も含めると、この改訂は工業科教育の大転換点を画したと考えられる。

今工では、この改訂を後述のような慎重な内容の検討をした上で昭和59年度から実施した。「工業基礎」「工業数理」が導入され、工業教科の総単位数を42単位に増やし、反面普通教科のそれを50単位に減らした。単位数の上ではあまり大きな変化はみられないが、内容はかなりの変化をもたらした。そのことについては後述する。

(6) 平成6年度

表6は平成元年版学習指導要領の改訂に伴う教育課程を示す。この改訂の工業科についての特徴は、第一に情報に関する教育内容の拡張であり、その象徴が「情報技術基礎」の新設である。この

長谷川：高等学校工業科における実習教育の展開（その1）

表5

昭和60年度入学

教科	科目	学年			計
		I	II	III	
国語	国語 I	3	3		9
	国語 II			3	
社会	現代社会	2	2		9
	世界史			3	
	政治・経済			2	
数学	数学 I	4			8
	基礎解析		4		
	微分積分			△2	
理科	理科 I	4			7
	物理		3		
保健体育	体育	3	2	2	9
	保健		1	1	
芸術	音I・美I・工I・書I	2			2
	音II・美II・工II・書II				
外国語	英語 I	3	3		6
	英語 II			△2	
小計		21	18	11 △4	50 △4
工業 (機械)	工業基礎	3			3
	機械実習	3	6	5	14
	〃			△2	△2
	〃			△2	△2
	機械製図	3	2	3	8
	工業数理	2			2
	機械工作		2	2	4
	機械設計		2	2	4
	原動機			3	3
	計測・制御			2	2
電気一般		2		2	
小計		11	14	17 △4	42 △4
教科・科目の計		32	32	32	96
特活別動	ホームルーム	1	1	1	3
	クラブ活動	1	1	1	3
教育課程を補完充実するための教育活動		0	0	0	0
総計		34	34	34	102

表6

平成6年度入学

教科	科目	学年				計
		I	II	III	III選	
国語	国語 I	3	2			7
	国語 II			2		9
	現代文				△2	
地歴史	世界史 A	2				5
	日本史 A			3		
公民	現代社会		2	2		4
数学	数学 I	4				7
	数学 II		3			
	数学 III				△2	
	数学 B				△2	
	数学演習 B				◇1	
理科	物理 I B		4			7
	物理 II				△2	
	化学 I A				△2	
	化学 I B	3				
保健体育	体育	3	2	2	△2	9
	保健		1	1		11
芸術	音楽 I・美術 I	2				2
	英語 I	3				5
	オールラウンドコミュニケーションA		2		△2	7
	英語演習 B				◇1	9
家庭	英語演習 C				△2	10
	家庭一般		2	2		4
	小計	20	18	12		50 △◇
工業・機械	工業基礎	4				37
	機械実習		6	6	△2	
	機械製図	3	3		△2	
	工業数理	2			△2	
	情報技術基礎	2				
	課題研究			3		
	機械工作			2	△2	
	機械設計		2	○2	△2	
	原動機		2	○2		
	計測・制御				△2	
電子基礎				△2		
工業英語				△2		
材料技術基礎				△2		
小計		11	13	13		37 △6
教科・科目の計		31	31	25	6	93
特活別動	ホームルーム	1	1	1		3
	クラブ活動	1	1	1		3
教育課程を補完充実するための教育活動		-	-	-		-
総計		33	33	33		99
選択の方法		○から1科目選択 △から3科目選択 ◇は自由選択				

科目は各学科必修扱いを原則とされた。第二に「課題研究」の新設であり、この科目も各学科の必修扱いを原則としている。第三に、学科の再編であり、「電子機械科」の新設が典型である。第四に、科目の増加である。これらを通じて、工業科は前回改訂の方向をよりいっそう鮮明にし、かつ強化したことにある。必修扱いの科目の膨脹、つまり「工業基礎」「工業数理」に「情報技術基礎」「課題研究」が加えられ、より一層従来の専門科目が圧縮されざるを得ないことになり、各学科の専門性の弱体化が起こる危険性が強まった。⁶⁾ただし、このことは教育内容の徹底的な洗いなおしによる内容の構造化のチャンスと考えることもできる。今工は後述するようにそうした構造化を成し遂げた事例と考えられる。

今工の教育課程もかなり多くの選択科目が導入された。これは「家庭科」の4単位必修も加わる中で、教育課程編成がし難くなったことと弾力化・個性化をねらったことが重なったためと考えられる。実習関係の科目をみると、「工業基礎」「実習」で必修17単位だったものがそれらに「課題研究」を加えて必修19単位と増加させている。その一方で他の専門科目の単位を減らしたり、設計と原動機のいずれかを必修選択にするなどの工夫を凝らしている。結果として新しい意味での実習重視型の教育課程になったと思われる。また、これまで一貫して置いてきた「電気一般」を無くし、その代わりとしてか「電子基礎」を「計測・制御」などと組んだ選択としたことなどかなりの決断を伴う教育課程であるといえよう。

以上、今工の戦後の教育課程の変遷を概略みてきたが、教育内容のレベルでどのような工夫をしながら実践が行われてきたかをつぎに述べてみたい。

4. 機械実習の変遷と実習改革の特徴

(1) 戦後から昭和45年改訂まで

今工の機械科は、前身の鋳工、仕上、木型、鍛工、精密機械の5科を統合して、出発した。そのため、実習の内容の構成(ショップ)は戦後しばらくは前身のそれぞれの内容を踏襲していた。表7は昭和31年度の実習構成で、実験的実習を除く部分はその名残がはっきりみられる。また、表8は昭和40年代前半の構成であるが、製作実習はある程度整理統合されているものの、まだ痕跡をとどめている。この時期に、計測が重視されるようになり、実習に計測・油圧、電気実験が増え、製作実習の時間が減少した。そのため生産的実習から要素中心の実習へと変化し、各実習間の関連が薄れ、細切れる知識・技能となりがちで、物を作ることに對する統一的なとらえ方が弱くなってきた。そして、一つの完成した物を作ることが少なくなり、物を作ることへの興味が薄らぐようになった。また、座学と実験・実習との関連が弱くなり、教師が自分の教科に閉じこもりがちになったため、機械科教育全体の中で何をどこで教えるのかを考え、関連性のある授業内容にしてゆくことが強く求められた。こうした問題点を解決すべく科全体の検討が精力的に行われ、表9の実習構成となった。また、その指導内容の一覧を表10に示す。この構成の特徴は以下の点にある。^{6), 7)}

長谷川：高等学校工業科における実習教育の展開（その1）

表7 昭和31年度

学年	単位	シ ョ ッ プ (内 容)				
1	5	鍛 造	木 型	鋳 造	手 仕 上	機 械
2	5	鍛 造	木 型	鋳 造	手 仕 上	機 械
	2	硬さ試験	引 張	試 験		
3	5	鍛 造	木 型	鋳 造	手 仕 上	機 械
	2	精密測定	水力実験	内燃実験		

表8 昭和40年代前半

学年	単位	シ ョ ッ プ (内 容)				
1	4	木 型	仕 上	旋 盤 I		
2	6	4	鋳 造	鋳 造	鍛 造	溶 接
		2	精密測定	材料試験	水力・油圧	
3	6	4	各種機械	旋 盤 II	精密工作	
		2	原 動 機	計 測	電 気	

表9 昭和55年度

学年	単位	シ ョ ッ プ (内 容)				
1	5	分解組立	仕 上	機 械 加 工 I		
2	5	鋳 造	溶 接	熱処理・材料試験	機 械 加 工 II	
3	5	機 械 加 工 III		NC・計測・制御	流体実験	電気実験
	4 選択	情 報 処 理		原 動 機 実 験		

① 分解組立の設定

1年の最初にエンジンの分解組立のショップを設定したのは、エンジンを機械の一典型と考え、新入生にまず触れさせる。その中で各種の機械部品の名称や用途・材質などを教え、また各種の工具類を使わせて機械への関心を高める。さらに、エンジンの運動検査を行って、生徒に機械というものについての概略をつかませることをねらいとした。ここでは、機械科の3年間の実習の導入部としての位置づけをはっきりして、そこで出会うものがその後どの教科、実習に結び付いてゆくかを知らしめることも良い効果をもたらしている。なお、各ショップでどのような計測機器・工具が使われるかも分析された。

② 実習と実験の融合

実習の内容について、製作的な実習と計測を主にした実験的な実習を分離してそれぞれ独立して行われることに対して、両者をできるだけ結びつけ・融合して行う方向で改善がなされた。その結果、表11のように各ショップの内容を分析した上でそれらを結びつけながら実習を行うように組織された。ただし、ここでいう実験は、自然科学で考えられる本来の実験というより、計測によって定量的な関係をとらえて技術学的な認識に結びつける段階のものであろう。

表10 機械実習指導内容一覧表(昭和55年度)

学年	単位	実 習 内 容	
1	5	導 入 (2週)	
		1. 実習の意義目的について 2. 全学年の実習内容紹介(8%) 3. 実習のローテーション 4. 実習の評価について	5. 安全作業について(16%) 6. 測定について 7. 実習日誌について 8. 機械工業について(16%)
		分解組立	手 仕 上
		1. エンジンの概要説明 2. 分解用工具説明 3. 分解の続き 4. 各部品の測定 5. エンジンの組立 6. エンジンの組立 7. エンジンの組立 8. 運 転 9. まとめ 10. 実習の考察	1. 手仕上作業内容及び工具の説明 2. 文鎖A面の加工及び検査 3. 文鎖B面の加工及び検査 4. 文鎖C, D面の加工及び検査 5. 文鎖各面の仕上 6. 外側マイクロメータの性能検査 7. 文鎖の寸法測定 8. まとめ 9. 工程表, 検査表 10. 実験結果の考察, 研究, 質問等
		機 械 加 工 (I)	
		1. 旋盤の種類と構造 2. バイトの材質と構造 3. 基本教材No1の工程 4. 測定器具について 5. テーパー削りについて 6. おねじ切りについて 7. ロレット切り 8. 基本教材No2の工程	9. 穴の加工について 10. めねじ切りについて 11. 旋盤の精度検査について 12. 切削速度と仕上げのアラス 13. 切削の生成状態 14. 切削条件(作業標準)についての考察 15. 旋盤の概要と操作 16. 補助教材として引張試験片の製作 17. まとめ 18. 工程, 実験結果の考察 19. 機械, 工具の整備点検
2	5	導 入 (1週)	
		1. 2学年の実習内容について 2. 班編成とローテーション	3. 作業の安全について
		鑄 造	溶 接
		1. 実習概要説明 2. トースカン台造型 3. Vブロック造型 4. モールディングマシンによる造型 5. 炭酸プロセス 6. ギャーポンプ造型 7. 石こう模型 8. 砂実験 9. 溶解準備作業 10. 溶解作業(るつぼによるアルミニウムの溶解) 11. まとめ	1. 溶接の概要 2. アーク溶接(アークの発生, ストレートビート練習) 3. アーク溶接(ストリートビートおよびウィービングビート練習) 4. アーク溶接(下向き突合せ溶接) 5. 溶接部の曲げ試験 6. ガス溶接装置の取り付け手順 7. ガス溶接(火炎調節, 表面溶接, ビート練習) 8. ガス溶接(I型突合せ溶接) 9. 溶接部の曲げ試験 10. ガス切断練習 11. 筆立ての製作(アークとガス溶接) 12. まとめ
		熱 処 理	
		1. 熱処理の概要 2. 工具製作工程の説明 3. 材料の切断 4. 火床による材料加熱 5. 重油炉による材料加熱 6. airハンマを使用したタガネの製作 7. 電気炉による温度制御及び焼入れ焼もどし 8. 引張試験 9. 衝撃試験 10. 硬さ試験 11. 質量効果 12. 顕微鏡試験 13. 焼割れ効果 14. まとめ	1. 実習内容について 2. フライス加工について 3. フライス盤の構造について 4. フライス盤ハンドル操作練習 5. 材料取り 6. 切削条件について 7. レベリングブロック1, 2面加工 8. レベリングブロック3, 4, 5, 6面加工と測定 9. 研削加工について, 静バランス 10. レベリングブロック凸部の加工 11. 削出し作業について(横フライス盤) 12. 上向き削りと下向き削りについて 13. 凸部の測定 14. レベリングブロック凹部の加工 15. 切断作業 16. 切断面の平面加工 17. 製品の検査 18. 精密工作について 19. 超仕上げ加工 20. ラッピングについて 21. ラッピング加工(湿式) 22. ラッピング加工(乾式) 23. 超音波加工 24. まとめ
		機 械 加 工 (II)	
3	5	機 械 加 工 (III)	
		I 機械加工(III)の概要 1) 実習の内容と日程 2) 班編成と諸注意事項 3) 各種機械の構造と操作法 II 工程管理の講義および基礎実習 1) 工程管理講義 2) 生産管理 3) 工程管理のあらまし 4) 円筒研削盤, 形削り盤実習 5) 工程管理講義 6) 工程管理の計画業務 7) ホブ盤の実習 8) 工程管理講義 9) 工程管理の実施・統制業務 10) 横中ぐりフライス盤作業の実習 III 歯車ポンプの作業計画表の作成 1) 作業手順表 2) 作業指導票の作成 3) 作業指導票の作成 4) 本体作業表の作成 5) タレット旋盤ダイヤグラム作成 6) 作業計画まとめ 7) テスト1	IV 歯車ポンプの製作 横中ぐりフライス盤作業(本体の加工) 1) タレット旋盤作業(歯車, パッキン押えの加工) 2) ならいフライス盤作業(パッキン押えの加工) 3) 旋盤作業(軸, 歯車, やといの加工) 4) 歯車形削り盤作業(歯切り加工) 5) フライス盤作業(本体, カバーの加工) 6) 円筒研削盤作業(軸の加工) V 歯車ポンプの検査 歯車ポンプの組立および運転試験 1) 治具・取付具 2) 削出作業 3) テスト2 ま と め
		NC・計測・制御	
		I 空気圧式シーケンス制御実習 1) 回路作成実習 2) シーケンスチャート作成 II 電気式(有接点)シーケンス制御 1) 回路作成実習 III 無接点リレーによる論理回路実習 1) 論理素子とその動作チェック 2) 論理回路作成 IV その他のシーケンス制御(説明) 1) ピンボードコントローラ 2) シーケンサ V 計測の基礎実習 1) 精密な長さの測定に関する実習 2) 計測機器の精度に関する実習 3) ひずみ測定に関する実習 4) 計測機器の特性に関する実習 5) 動つりあい実習 VI コンピュータ実習 1) 例題をパンチ, ラン, デイバッグ 2) 課題(マーク)宿題をラン, デイバッグ 3) 台型の面積を求めるプログラム作成, パンチ, ラン, デイバッグ	I ガンリソ機関の各部点検 1) 電気系統点検 2) 圧縮系統点検 3) 燃料系統点検 II ガンリソ機関の負荷性能試験 1) フルード式水動力による馬力測定 2) 負荷特性測定 III 90°エルボ及び11/4吋コックの各開度における抵抗損失の測定 IV 90°三角せきによる流量測定 V ベルトン水車の性能試験 VI ポンプの性能試験 VII 油圧実験 電 気 実 験 I 中位抵抗の測定 1) 電圧計および電流計による中位抵抗の測定 2) 電圧降下法による抵抗の測定(三相誘導電動機の巻線) 3) ホイーストンブリッジによる中位抵抗の測定 II シンクロスコープによる交流波形の観察 III 交流電力の測定 1) 単相電力の測定 2) 遅れ力率単相電力の測定 3) 二電力計法による三相電力の測定 IV 単相変圧器の負荷試験 V 低圧かご形三相誘導電動機の特異試験 1) 三相誘導電動機の無負荷試験

長谷川：高等学校工業科における実習教育の展開(その1)

表11 実習内容分析表

	項 目	実 習	実 験
一 年	分 解 組 立	機械についての概念 エンジンの分解組立 エンジンの構造・性能テスト	各部品の測定 ゲージ類の説明
	手 仕 上	やすり作業の基本・けがきの基礎・ きさげの方法 簡単な製品製作	ブロックゲージ ダイヤルゲージ・マイクロメータ の性能測定
	機 械 加 工(I)	旋盤の要素作業 構造説明 バイト・切削条件説明	テーパ・ネジの測定 精度検査 切削実験
	全 上	バイト研削 倣い切削	表面粗さ測定
二 年	鋳 造	模 型 生 型・機械込め 特殊鋳造・溶解作業	砂試験 温度測定
	溶 接	ガス溶接 電気溶接 ガス切断	溶接部の検査 非破壊検査
	熱 処 理	自由鍛造 熱処理	温度制御 材料の機械的性質 材料の組織
	機 械 加 工(II)	各種機械(フライス) (平面研削) 精密加工	電気マイクロ・エアーマイクロ 干渉計 動つり合い
三 年	機 械 加 工(III)	・製品製作 ・旋盤・円筒研削盤・	各部品の測定
	全 上	平面研削盤・ボール盤・ セーパ・フライス盤・ ホブ盤	性能検査
	N C ・ 計 測 制 御	シーケンス制御 情報処理	計測実験
	電 気 ・ 原 動 機		水力・油圧・空圧実験 ガソリンエンジンの性能試験 電気実験

③ 実習と座学との関連づけ

実習内容間の関連のみならず、実習内容と座学で行われる各専門科目の内容との関連についても具体的に分析が行われた。その結果の一部として、表12に1年の実習に関する関連を示す。こうした関連を学科の全教員が頭に置きながら、個々の担当科目を行うことで生徒の獲得する認識の総合性が強められると考えられる。世代の違い、経歴の違いその他種々の違いをもつ教員がこうした教科内容の洗い直しを共同して行いうる点が重要であろう。

④ 総合実習：計画性・総合化をめざして

1・2年の実習では、要素作業を主体としつつ、なるべく複合的な要素も導入された。その上で、3年の実習の2ショップを機械加工Ⅲにあて、製品製作を通じて3年間のまとめとする位置づけで「総合実習：歯車ポンプの製作」が設定された。これは、2年の設計製図と関連づけ、さらにこのショップの前段での工程管理（計画）の学習を踏まえて、歯車ポンプの製作を作業計画・工程計画を考えさせる所から始め、実際に各種機械加工の作業をして各部品を製作し、それらを組み立ててポンプを完成させる。そして、そのポンプの性能を調べる試験を行って、最終のまとめをする実習である。このようにして、ものをつくるほとんど一貫したプロセスを体験的に学習させる課題が確立されたのである。この展開方法については、大阪府立高等学校機械科研究会の集団的な実践研究の蓄積のもとに各学校が独自の課題を創造したものである。^{8), 9), 10), 11)}

以上、特徴的と思われる4点について述べたが、この教科内容の大がかりな洗い直しと再編成の結果、各学年毎に「実習指導書」（平均160頁程度）を作成し、その中に実習項目の関連知識を盛り込み、それを使用して実習場内に設けられた講義場所以きちっと講義して、加工に関する具体的な内容の理解を図った。それと座学の学習とでもって、機械製作について全体的に把握しやすくした。このような取り組みをもって、生徒の学習意欲や学力の問題に対して今工教師集団が行った正統な努力にいまなお多くのことを学ぶ必要があるだろう。

長谷川：高等学校工業科における実習教育の展開(その1)

表12 一学年の実習と他の実習・座学との関連

週	手 仕 上	工 作	設 計	製 図	計 測	原 動 機	電 気 一 般	実 習	実 験
1	導 入	手工具について		仕上記号 製作図面	定 盤			機械加工Ⅲ との連携	
2	文鎮製作							鋸 盤	
3	” ケガキ作業			はめあい 基準面	平行度 平面度				
4	文鎮製作 マイクロメーターの 性能テスト				マイクロメーター ブロックゲージ オブチカルフラット				
5	文鎮製作 ねじドリル	ドリル 切削速度	ね じ	ね じ				ボール盤	
6	”				ブロックゲージ				
7	文鎮の検査 ダイヤルゲージの性能測定	ゲージ		はめあい	マイクロ ダイヤルゲージ ” チスター				
分 解 組 立		工 作	設 計	製 図	計 測	原 動 機	電 気 一 般	実 習	実 験
1	導入、エンジン概要、分解	部品と工作法	機械要素	仕上記号と 加工面		エンジン 作動原理			
2	分解・主要部講義	部品と材料	フランク機構 熱歪						
3	各部測定		潤 滑	はめあい スケッチ	マイクロメーター シリンダーゲージ ショックゲージ				
4	シリンダーヘッド、バルブ 講義、パッキン作り	材料と工作法			ストレートエッジ プラスチックゲージ	燃焼について			
5	ポンプ、気化器講義 組 立		潤滑ポンプ			ポンプ、気化器	ポイント、プラグ マグネット レギュレーター		
6	組 立 電気講義						コンデンサー 蓄電池 交流発電機		
7	組 立 運 転					エンジン作動	直流電動機		原動機実験
旋 盤		工 作	設 計	製 図	計 測	原 動 機	電 気 一 般	実 習	実 験
1	導入、材料取り	工程計画 材 質	軸、ギヤ クラッチ	製作図 仕上記号		潤滑と潤滑油	工作機械の 電気回路	鋸 盤	電気回路
2	切削工具・条件・端面削り	刃物の材料 切込、送り、切削	周速度						
3	外周捨削、センター穴 端面仕上	速度 切削			ノギス マイクロメーター				
4	バイト研削、テーパ削り 外周段削り、みぞ切り	砥石と バイト研削		テーパ 勾配	万能投影機			工具研磨盤	
5	テーパ削り ねじ切り(雄)	ねじ切り	ね じ	ね じ	テーパゲージ ねじ ” ラジアル ”				
6	曲面削り ローレット	ローレット							
7	バイト研削	刃物の材料と 砥石車について						万能投影機 工具研磨盤 角度ゲージ	
8	切削実験	切削速度 チップブレイカー 切削理論			表面あらし				
9	材料トリ、穴あけ 端面・外周削り							鋸 盤	
10	内面みぞ切り ” テーパー	めすテーパ	ね じ		テーパゲージ				
11	端面仕上げ 外周削り、ねじ(雌)	めねじ切り			ねじゲージ				
12	旋盤の精度検査	機械の精度			テストバー ダイヤルゲージ 水準器				
13	教材1・2の検査 テーパ、ねじの測定実験	工作物の測定 と検査			テーパ三針 ブロックゲージ ネジ マイクロ				
14	傲い切削	傲い旋盤			油 圧	油 圧			油圧実験

(2) 昭和53年改訂

昭和53年の学習指導要領の改訂による教育課程(表5)の下での実習の構成は表13のようになった。すでに述べたように、「工業基礎」の新設が大きな課題を工業高校の現場に突きつけたのだった。この課題に対する解答の出し方とその中身は各地域・学校によって大きな差があった。筆者らの調査によれば、ほとんどの工業高校で工業基礎が入ったが、その実施形態は概ね各学科共通内容で4割、学科別で4割、一部共通一部学科別で2割であった。学科別実施とは概ね従来の1年の実習の内容を工業基礎の名のもとで行うことを意味していた。また、工業基礎の導入により、一般的には各学科の実習が2・3年に押し上げられて行われることになり、実習のテーマ数や内容・時間が削減されて再編成されることが多かった。そして、座学における理論学習と実習との関連が弱められる例がかなり報告されている。とくに、電気科においてそうした問題が多くあった。このため、その導入は実習のみならず専門教科の内容全体の再編成を求めるほどに大きな影響を与え、その成否が各工業高校の専門教育の存立の基盤を左右したと考えられる。¹²⁾

表13 昭和60年度

科目	学年	単位	ショッ プ (内 容)				
工業基礎	1	3	総合課題 (電気スタンド)		情報処理Ⅰ (パソコン)	テスタ ・調光器	
機械 実習	1	3	機械加工Ⅰ		鑄造	計測	
	2	6	4	分解組立	熱処理	溶接	機械加工Ⅱ
			2	流体実験	情報処理Ⅱ (ミニコン)	電気実験	精密工作
	3	5	3	機械加工Ⅲ (工程管理・歯車ポンプ)		計測・制御	NC工作機械
2			内燃機関実験				
選択 実習	3	各2	情報処理		原 動 機		

今工では、かなり長い実践研究を経て、表14に示す実習内容を決定した。この中に「工業基礎」が含まれているが、この導入は機械技術と電気・電子・情報処理の技術が結びついたメカトロニクス技術を機械科の教育課程にいかに導入するかという大きな課題の解決の一環として行われた。これから述べるような実習内容および関連科目の内容・指導法の改変によって成し遂げられた成果であり、まさに今工独自の主体的な創造活動というべきであろう。

① 制御技術学習への対応

前述した「計測・制御」の登場は、計測した結果を制御に役立てることを意識させるねらいが込められていた。しかし、それを教材化するためにはまだかなりの制約があった。今工ではまずこの課題を、シーケンス制御関係の教材化から着手した(昭和52, 53年度)。一つは、座学「計測・制御」の内容の洗い直しとその指導法の改善の決め手としての教具(回路実験用トレーニングボード)の開発である。いま一つは、実習の中のNC・計測・制御のショップの内容と指導法の開発である。

長谷川：高等学校工業科における実習教育の展開(その1)

表14 機械実習指導内容一覧表(昭和60年度)

科目	学年	単位	実 習 内 容			
工業基礎	1	3	電気スタンド実習	情報処理Ⅰ(パソコン)	テスト実習(製作と測定)	
			<ol style="list-style-type: none"> 1. 機械実習, 工業基礎オリエンテーション 2. 電気スタンド製作 <ol style="list-style-type: none"> a) 概要説明, 導入 b) 支柱製作, フード支柱製作, コイルバネ取付ピン製作, 固定ネジ, ハンドル, 固定皿製作, フード製作, 腕ジョイント, 腕製作, フードジョイント, 支柱受け製作 3. 塗装 4. 組立, 調整 5. まとめ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. BASIC 言語の理解 2. プログラム作成の基礎 <ol style="list-style-type: none"> a) INPUT 文 b) READ-DATA 文 c) FOR-NEXT 文 d) IF-THEN 命令 e) 簡単なグラフの作成 f) 配列 g) 並べ替え 3. グラフィックの基礎 <ol style="list-style-type: none"> a) テキスト画面を使ったグラフィック b) グラフィック画面を使ったグラフィック 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 機械実習, 工業基礎オリエンテーション 2. テスタについて 3. テスタの組立て 4. テスタによる点検 5. 調光器について 6. 調光器の製作 7. 動作チェック 	
機械実習	1	3	機械加工Ⅰ(旋盤実習)	鋳造実習	計測基礎実習	
			<ol style="list-style-type: none"> 1. 機械実習オリエンテーション(実習内容, 安全作業, 映画) 2. 旋盤の概要 3. バイト 4. 旋盤作業 Na1 教材(工程について, 材料取り, 端面削り, センタ穴あけ, 外周段付け削り, みぞ切り, テーパー削り, おねじ切り, 曲面削り, ローレット切り, 測定具について, 精度測定) 5. 旋盤作業 Na2 教材(工程について, 材料取り, 端面削り, 外周削り, 面取り, 穴あけ, 穴みぞ, 内面テーパー削り, 精度測定, 考察) 6. NC工作機の導入 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鋳造作業について説明(模型, 造型, 鋳造方案等) 2. 生型製作 <ol style="list-style-type: none"> a) Vブロック b) トースカン(2ヶ込) c) ハンドル d) ベンチバイス(割型) e) モールドینگマシン 3. CO₂プロセス, シェルモールド 4. 溶解作業(アルミニウム)スタンド取付台製作 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 計測基礎実習について 2. ノギスによる測定実習 3. マイクロメータによる測定実習 4. ブロックゲージの取扱い 5. マイクロメータの精度検査 6. ダイアルゲージによる測定実習 7. ダイアルゲージの精度検査 8. まとめ 	
機械実習	2	6	分解組立実習	熱処理実習	溶接実習	機械加工Ⅱ(フライス盤実習)
			<ol style="list-style-type: none"> 1. 導入(ショップ説明, 工具の説明取扱い) 2. 分解作業 3. 各部品の点検, 測定(排気量, 圧縮比 etc)エンジンについての最近の動向 4. 組立作業 5. 試運転およびまとめ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ボンチ製作(ほど) 2. たがね製作(重油炉) 3. 引張試験, 衝撃試験のテストピースの熱処理 4. 引張試験 5. 顕微鏡試験 6. 硬度試験および衝撃試験 7. レポート作成, まとめ, パーバテスト 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 安全作業, 諸設備の説明集合装置による各種ガス溶接作業(切断基礎)(切断応用) 2. ガス溶接作業(溶融練習)(直線ビード練習) 3. ガス溶接作業(溶融練習)(突合せ溶接と曲げ試験) 4. 工場外における溶接作業自動ガス切断機による切断作業 5. 溶極式被覆アーク溶接(交流)作業(直線ビード, ウィーピング, スミ内溶接練習)(下向きV型突合せ溶接, 曲げ試験) 6. スポット溶接作業 7. 作品製作(筆立て製作) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 導入, フライス加工について 2. 小型卓上万力の製作 <ol style="list-style-type: none"> a) 本体の加工 b) アゴの加工 c) 誘導ねじの加工 d) ハンドルの加工 e) 誘導ねじ押えの加工 f) 固定ネジの加工 g) 固定金具の加工 h) 組立作業
機械実習	2	6	流体実験	情報処理Ⅱ(ミニコン)	電気実験	精密工作実習
			<ol style="list-style-type: none"> 1. 管内諸損失の測定 2. ベンチュリー, オリフィスによる流量の測定 3. 三角せきによる流量の測定 4. ベルトン水車の性能試験 5. ポンプの理論と原理説明 6. ポンプの性能試験 7. 油圧ポンプ性能試験 8. 油圧回路実習 	<ol style="list-style-type: none"> 1. OKITAC4300C ミニコンによるフォートランのプログラミング <ol style="list-style-type: none"> a) READ 文 b) WRITE 文 c) FORMAT 文 d) GO TO 文 e) DO 文 f) IF 文 g) DIMENSION 文を使用し, DO 型並びによるデータの入出力 2. NC旋盤とミニコンとの関連についてNC旋盤用テープの作成とデモンストラーション 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電圧計, 電流計の使用法 2. 電力測定 3. 抵抗測定 4. ブリッジ回路 5. ダイオードの静特性の測定 6. トランジスタの静特性の測定 7. オシロスコープの取扱いと波形観測並びに計測 8. トランジスタアンプの出力特性 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 精密工作について 2. 研削加工 3. 湿式ラッピング加工 4. 乾式ラッピング加工 5. 超仕上げ加工 6. 超音波加工 7. 各加工物の精密測定電気マイクロメータ空気マイクロメータ表面粗さ計
機械実習	3	5	機械加工Ⅲ(まとめの実習)	計測制御実習	NC工作機実習	内燃機実習
			<ol style="list-style-type: none"> 1. 班編成, 服装点検, 概要説明, 諸注意 2. 工程管理講義基礎実習(円筒研削盤, タレット旋盤, NC旋盤, 歯切盤, 横中ぐり盤) 3. 工程表, 作業指導票の作成, テスト 4. 歯車ポンプ製作実習(横中ぐり盤, フライス盤, 円筒研削盤, 普通旋盤, 歯切盤, タレット旋盤, ならいフライス盤, NC旋盤) 5. 組立, 検査, 性能試験 6. 割出し台, テスト 7. 総括 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 空気式シーケンス回路作成 2. 電気式シーケンス回路作成 3. 精密な長さ測定 4. 回転計の精度測定, ひずみ測定 5. 熱電対等を使用した温度測定と記録 6. 動約合試験 7. ワンボード・マイコンのプログラム 8. ワンボード・マイコンによるX-Yプロット駆動 9. ワンボード・マイコンによるロボット運転 10. プログラムシーケンサによるシーケンス制御プログラミング 	<ol style="list-style-type: none"> 1. NC工作機械の歴史と種類 2. NC旋盤のシステムの概要 3. NCプログラムの基礎知識 4. 加工工程の計画 <ol style="list-style-type: none"> a) 基本課題 No.1 b) 基本課題 No.2 c) 基本課題 No.3 5. NCプログラムのチェックと修正 6. 工作物の切削 7. 工作物の測定 8. 応用課題 9. CAM からFAへ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ガソリンエンジンの整備点検 2. ガソリンエンジンの負荷性能テスト 3. ディーゼルエンジンの調整性能テスト 4. ディーゼルエンジンの負荷性能テスト 5. ディーゼルエンジンの燃料噴射ポンプの性能テスト 6. ディーゼルエンジンの図示馬力の測定 7. 送風機の性能テスト(冷凍機)

座学「計測・制御」の内容は表15に示すように、制御の大部分の時間をシーケンス制御と論理回路にあて、有接点・無接点のシーケンス図と論理回路と論理代数の三者の関連づけをした上でシーケンス回路の解析(意味の理解)ができることを目指している。このために、授業中に2人に一台のトレーニングボード(有接点・無接点)を自作して準備し、回路実験を行っている。その授業の進め方は、問題文とトレーニングボード配置図を渡し、シーケンス回路図、タイムチャート、動作表を作成させて、レポートさせる。そのレポートをチェックして生徒に返し、生徒はそれをもとに

表15 計測・制御(座学)の年間カリキュラム

教科書「計測・制御」:科学書籍出版

時数	項目	内容	備考
3	1. 自動制御	1. オートメーション 2. 自動制御 3. 自動制御の種類	教科書使用
3	2. フィードバック制御	1. フィードバック制御系 2. 自動制御用機器と制御動作 3. サーボ機構・計装	
17	3. シーケンス制御	1. シーケンス制御系 2. 電気用図記号 3. シーケンス制御記号の読み方 4. 自己保持回路と単相モータの始動制御 5. インタロック回路と電動機の正逆転制御 6. 温度リレーによる冷暖房の制御 7. 電動ファンの繰返し運転制御	教科書, プリント併用
17	4. 論理回路	1. 論理回路 2. 論理記号の対比表 3. 無接点リレーと論理回路の読み方 4. 論理代数のシーケンス回路への応用 5. 論理代数による論理式の簡単化 6. カルノー図による論理式の簡単化 7. カルノー図による順序回路の解析	
6	5. 計測の基礎と計測器の構成要素	1. 計測の基礎 2. 測定値の取扱い 3. 計測の方式 4. 計測器の構成	教科書使用
16	6. 長さの測定	1. 長さの単位と基準 2. 機械的測定 3. 光学的測定 4. 流体的測定 5. 電氣的測定 6. 表面あらかの測定 7. 長さの測定の誤差	
2	7. 質量・力の測定	1. 質量の測定 2. 力の測定	
3	8. 時間・回転速度の測定	1. 時間の測定 2. 回転速度の測定	
3	9. 温度・湿度の測定	1. 温度の測定 2. 湿度の測定	
合計	70 時間		

長谷川：高等学校工業科における実習教育の展開（その1）

トレーニングボードを用いて結線させる。結線を終えたら、動作表に従って押しボタンで入力し、出力ランプの点灯で正否を確認する。こうした実験による検証を丹念に組み込みながらの授業で、生徒は「実際に自分の手で配線するので、よく理解できた。」「講義ばかりより、回路実験を取り入れてよかった。」などの感想を書いている。こうした実験をさせるには、教室に機材を運ぶなどの大変さがあるにもかかわらず、将来の施設の拡充を期して教材の研究が続けられた。系統的なシーケンス制御の基礎理論の理解のための指導法が追求されたのである。

一方、3年の実習中の「NC・計測・制御」においては、より具体的な技術の実践の体得が表16の内容で図られた。空気圧式シーケンス制御と電気式（有接点と無接点）シーケンス制御のテーマを基本事項から実用回路作成までを実習させる。それにより、①各種制御素子の働きと使用法を理

表16 NC・計測・制御実習内容表

項 目	実 習 内 容
空気圧シーケンス制御実習	1. 空気圧式シーケンス制御の概要 2. 空気圧機器の記号 3. シーケンスチャートの記法 4. 回路作成実習 1) 単シリンダ手動回路 2) " 自動回路 3) " 限時動作回路とOR動作 4) 2シリンダ制御回路(1)とシリンダ速度制御 5) 2シリンダ制御回路(2) 5. シーケンスチャート作成 6. シーケンスチャートによる2シリンダ制御回路図作成
電気式（有接点）シーケンス制御実習	1. 電気式シーケンス制御の概要 2. 主要電気機器の記号 3. シーケンス図の読み方 1) シーケンス図 2) 実体配線図 4. 回路作成実習 電動機運転回路 1) 一方向運転回路（実体配線図） 2) 正逆運転回路（ " ） 3) 誘導電動機のY-△起動回路（シーケンス図） 4) 寸動回路（ " ） 5) 一度停止することなく、可逆運転を行う回路（シーケンス図）
無接点リレーによる論理回路実習	1. 無接点リレーの概要 2. トレーニングボード使用法 3. 論理素子とその動作チェック AND, NAND, OR, NOR NOT, FLIPFLOP, POWER 4. 有接点回路より論理式を求め論理回路作成 1) 自己保持回路 2) 電動機正逆運転回路
その他のシーケンス制御	プログラムシーケンス制御の教師実験 1) ピンボードコントローラ 2) シーケンスコントローラ

解し、シーケンス記号と対応できること。②シーケンス図を読み、回路作成の方法を習得し、回路の働きを確認できること。③簡単な応用回路を作れること。といったねらいを追究した。ここでも、各種予算を集めながら、エアシリンダなどのパーツを購入して自作で制御実験装置を増やして、実習条件の改善が図られた。前述の座学の基礎理論の学習とこの実習が関連しあって、よりよい効果が挙げられた。¹³⁾

② メカトロニクス技術への対応

昭和50年代の研究・実践により機械科における制御学習などの具体的な条件整備が進み、その中で「工業基礎」「工業数理」などの導入が検討された。その結果、機械科におけるエレクトロニクスに関連する科目の内容を統一的に整理しながら、新科目の導入が図られた。表14は工業基礎と実習の内容の全体を示すが、エレクトロニクスに関する座学の関連科目と実習の関連ショップとの関係は表17のように整理された。それらを順にみていこう。

「工業基礎」は、機械科実習における電気・電子・情報学習の第1段階の基礎実習と位置づけ、電気・電子については製作する喜びを与える作業として「電気スタンド」「テスト・調光器」の製作が取り上げられた。その製作を通して電気の基礎知識と基礎技能の習得が図られ、2年以降の電気・電子学習の基礎とする。また、情報処理ⅠはパソコンによるBASIC言語のプログラムとグラフィックスのプログラムなどを行う。

2年の「電気一般」と「実習」の電気実験のショップでは、電気の理論と計測、電気機器の使用法、電力の応用などを講義と実験によって理解を図り、「実習」の情報処理ⅡではミニコンによるFORTRAN言語のプログラムの基本を学ばせ、NC旋盤の制御につなげる実習を行う。

こうした積み上げの上に3年の座学「計測・制御」および「実習」の「計測・制御」「NC工作機械」さらに「選択実習」の「情報処理」に繋げてゆく。「実習」の「計測・制御」は「NC」が分離されて、前述の内容にワンボード・マイコンを導入してそのプログラムとそれによる制御の項目を追加している。また、ショップ「NC工作機械」は必要な設備がなされたことを受けて新設され、これまでのプログラム学習の成果を実際の工作機械で数値制御切削することにより確かめ、NC技術の実際に触れる実習である。さらに、「選択実習」においてプログラミングのさらなる学習およびパソコンCADの学習もできるようになった。

ここに、施設・設備の制約はあるものの、電気・電子・機械・情報が融合されて実現するメカトロニクス技術学習のためのひとつのシステムが提案されたといえよう。¹⁴⁾

5. まとめにかえて

これまで、今工機械科の実習の進化過程を限られた分野ではあるが辿ってきた。その中で強く感じるのは、生徒に技術を習得させるために理論的な面と技能的な面の両面を結びつけて教授するという原理に対して今工の(大阪のというべきかもしれないが)教師たちは「単なる技能の実践または理論の理解ではなく、技能を通して技術の理論的体系をつかませるようにしたい」と述べている。

表17 エレクトロニクスに関連ある科目の目標と座学・実習との関係

〔目 標〕		〔座 学〕		〔実習・実験〕	
一学 年	機械科生徒に製作する喜びを与え、電気・電子について興味をもたせ、電気・電子の基礎知識を身につけさせる。	電気一般	電気の理論と計測 電気機器の使用法 電力の応用と施設	電気スタンド	電気スタンドの部品加工と組立、電気部品の組み立てと配線
二学 年	電気・電子の基礎的知識を理解させる。電気機器類の操作や取り扱い方を通して利用技術を習得させる。 情報処理(ミニコン)では、紙テープによるNC工作機械の制御を体験させる。 「電気一般」では、機械科生徒への一般的な電気の基礎を学習させる。			電気実験	抵抗の測定、温度特性、ダイオード、トランジスタの特性試験 単相交流モータ電力の測定 オシロスコープによる波形観察
三学 年	第1学年・第2学年での習得した電気の基礎知識を土台として、制御に関する知識・技術の学習を中心に電気・電子・情報の応用技術を習得させる。			計測・制御	ミニコンによるFORTRAN言語の学習、プログラムの作成、NC旋盤のテープ作成とテープ制御実習 ワンボードマイコン(X-Yプロッタ、ロボット、I/Oボード)、シーケンス制御等
		計測・制御	シーケンス制御(有接点回路、無接点回路)と一斉実習 ワンボードマイコンの学習と一斉演習 計測の基礎について長さ、力、時間、流体、温度の測定について	工業基礎	ワンボードマイコン(X-Yプロッタ、ロボット、I/Oボード)、シーケンス制御等
				N C	パソコンによるプログラム作成、シミュレートとNC旋盤による実行
				情報処理	情報(1)………パソコン実習 情報(2)………CAD実習

機械に関連あるエレクトロニクス技術について

- 興味・関心を与える
- 知識の積み重ねをはかる
- 積極的に取り組み態度をつくる



むしろ実験独自の意味も理解してのことであるが。この技能を通して理論を学ばせるという考え方が、具体的な製作課題をまず設定してから順に理論的学習に進めるという展開を選択させていると思われる。ここに、大阪の職工学校からの基本的な構えを感じさせるのである。また、大阪の工業科の教師は集団として課題の追究を行うことに長けていると感じられる。この点、東京の教師との肌合いの違いを想わせる。

ところで、今日学校における学びのあり方、知のあり方が問われている。¹⁵⁾この問題はかなり広く、深く現代の学校に投げかけられている。現代の学校教育が全体的につきの学校段階の予備校化を余儀なくされている。そうした状況では、学びは多くの知識の記憶であったり、問題を解くためのパターン化した技能修得だったりする。それは、自分とは切り離された仮の自分がやむなく行っている苦役に化しているのではないだろうか。学ぶことを自分のすべて(肉体・頭・感覚など)を動員して受けとめて、感動する。そうした学びを現代の学校により多く創り出すことがいままさに必要であると思われる。そうした学びのあり方がここに取り上げた「実習」に在ると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 武部善人『大阪産業史』有斐閣 1982
- 2) 今宮工業高等学校編『五十年のあゆみ』昭和39年
- 3) V.C. フリックランド著、長谷川淳訳『TRADE AND JOB ANALYSIS—職業分析—』実業教科書株式会社 昭和24年
- 4) 工業教科内容調査研究会「工業教科(工業基礎・実習)内容の調査報告(その1)」東京工業大学工学部附属工業高等学校『研究報告』18号 pp. 89-156 1987
- 5) 長谷川雅康「高等学校学習指導要領改訂と工業教育」『技術教育研究』第34号 pp. 1-7 1989
- 6) 大阪府立今宮工業高等学校機械科研究報告書「機械実習における実習と実験の融合について」昭和47・48年度大阪府立高等学校産業教育研究指定 昭和49年
- 7) 国民教育研究所編『高校職業教育の改革』草土文化 pp. 25-31, 156-185 1975
- 8) 長谷川雅康「工業高校機械科の総合実習に関する一考察 —ケース・スタディを中心にして—」『日本産業教育学会研究紀要』第11号 pp. 50-64 1981
- 9) 長谷川雅康「大阪府立工業高校における総合実習 —府立今宮工業高校のケース・スタディを中心にして—」文部省科学研究費補助金、奨励研究(B)「研究資料 No.1」1980
- 10) 大阪府立高等学校機械科研究会『三十年記念誌』pp. 115-112 昭和56年
- 11) 大阪府立今宮工業高等学校全日制機械科・大阪府立高等学校機械科研究会他 研究授業資料「第3学年の『機械加工』と『計測・制御』について」昭和55年11月27日
- 12) 4) に同じ
- 13) 11) に同じ
- 14) 大阪府立今宮工業高等学校全日制機械科・大阪府立高等学校機械科研究会他 昭和60年・61年度大阪府立高等学校(産業教育)研究学校 研究授業資料「エレクトロニクスの進展に伴う機械科教育の指導法について」昭和61年12月3日
- 15) 佐伯胖・藤田英典・佐藤学編『学びへの誘い』東京大学出版会 1995