

1959.9.

Ⅲ 技術教育の方法

長 谷 川 淳

一 ささまざまな方法の展開

技術教育の教育課程を編成する場合、主要生産部門の諸領域、技術学の諸分野の中から、また人間の実践的活動の諸経験から、学校教育によって子供たちに伝達することが必要であると認められる知識・能力・習熟を選び出し、要素となる知識の分量や能力と習熟の範囲を定め、それをもとにして組み立てる。そのなかでこれらの要素が、教授学的に基礎づけられた体系をなし、一定の合目的な秩序をもつように組み立てられていなければならない。

この技術学や実践的活動は、現在までに到達した一定の成果と水準をもち、論理的な体系をもっている。教育課程のなかでは、その成果や水準と、子どもたちがそれに接近し技術や知識を手に入れる方法とを、子どもの発達に相応したかたちで有効に習得させるための体系や論理をもって配列しなければならない。

われわれは、人間の生産活動のなかから選ばれた、工作の方法の要素、道具・機械・設備のつかい方、物品の製作法、労働の組織、計画立案などを子どもたちに教える。労働過程のこれらの要素全部をどんな順序で教授すべきであろうか。たとえば、選出された一連の要素作業（オペレーション）は、どういう順次性をふんで教授過程のなかにとりいれるべきであろうか。オペレーションと設計、オペレーションと製品というよきな異質の要素は、教育課程のなかでどのような相互関係をたもっているべきであろうか。

とくに最後の問題、オペレーションと製品との相互関係の問題は、技術教育の歴史のなかで、さまざまなかたて解決されている。その結果、時代を異にするにつれて、技術教育の各種の方法ができていく。

1 物品法（物品製作法）

歴史的にもっともはやくから行われていた方法は、物品製作法である。この方法は、一九世紀のなかばまでは、職業学校でも、普通教育の学校でも、唯一の方法であった。この方法にかわってあらわれたオペレーション法が生産過程における分業の導入と対応するように、物品製作法は、手工業に対応するものである。

物品製作法による訓練は古くから徒弟制度のなかでおこなわれていた。徒弟は、親方の仕事場で、親方のしごとを見ながら、長い期間にわたって物品の製法を学んだ。この方法は「非教育」的な方法であり、親方の「模倣」であり、「学びとり」であった。物品製作法によると、労働のための準備は、一定の専門にとって典型的な製品の作り方を生徒に学びとらせることであった。たとえば、家具師になろうとする者には、腰掛などを作ることから教育をはじめ、テーブル・戸棚その他の家具などだんだんに複雑なものの製作にうつっていきながら、基本的な教授段階をおおっていくものであった。

手工業における労働の準備は、物品の製作だけではなかった。物品製作の全工程と秘法を「ならう」だけでなく、職場に「なれる」ことが必要であり、将来の職人や親方になるための、徒弟制度のなかで要求される全人的な教育が必要であった。すなわち、読算の一般教養と、職人として市民として必要な、道徳的・宗教的・公民的な訓練とが必要であった。

この方法は現代でも手工業的・工芸的な分野の教育や訓練につかわれている。それだけでなく、労働過程のうち

のできるだけ狭い部分だけを教えるようにする場合にはこの方法がつかわれている。現代用語で言えば「ピック・アップ法」「オン・ザ・ジョブ・トレーニング法」または狭義の「プロジェクト法」など、この系列に属し、日本の中学校の職業教育での「仕事」や高等学校の「生産実習」などもこれに含まれる。

2 オペレーション法

a オペレーション法の創始

生産過程の流れからオペレーション（要素作業）を分離し、製品からは抽象されたすがたで教授する方法、すなわちオペレーション法は、マニユファクチュアと大工業生産とにおいて、オペレーションごとの分業の経験を人間が積みあげる以前にあらわれることはできなかった。

労働の分割、オペレーションの分離は、工場制生産の進行過程で実践的におこなわれていたが、技術教育のオペレーション法が出現するためには、それを科学的・技術的に意味づけし、そのちに教育学的に意味づけしなければならなかった。

この仕事は、一九世紀後半の工業の急速な発展の時期に、モスクワ高等技術学校で、機械技術ソヴェトキンその他の技術教育の活動家たちによっておこなわれ、「ロシア法」という名称で全世界に有名になった。ロシア法は、技術教育の方法が手工業的な方法から、工業的な方法に変わる歴史的な移行段階を意味している。

モスクワ高等技術学校は、ロシアで最初の職工学校として一八三〇年に創設された。その設立の目的は「いろいろの分野の実験的専門家ばかりでなく、理論的な知識をもった熟練した職人をも」養成することにあつた。一八六八年にモスクワ技術学校の名称を与えられ、現在は、「バウマン名称モスクワ高等技術学校」と言い、創立一三〇年の歴史をもっている。

一八七〇年前後には多くの機械技術者を送り出し、ロシアの機械技術のセンターになっていた。一九世紀末頃から多くの学科がおかれ、十月革命後は、総合技術形態の高等教育機関になった。現在では機械工学部を中心として、研究教育活動をづけ、他の学科はそれぞれの分野の、高等教育機関ならびに研究所になっている。

b ロシア法の実際

この方法は、それ以前の徒弟的な見習いによる教育方法や物品製法にかわり、最少可能の時間内で、一時に多数の生徒に適当な教育を与えることを目的とし、また実際的な工場作業の学習に対して組織的な知識習得の性格をもたせ、教師がいつでも各生徒の進歩を測定できるような方法で教育することを目的に考案されたものである。そして具体的には、手や機械による金属加工や木材加工のさまざまな専門分野にかんする一組の模型となってあらわれた。

この方法を実施する上での、基本的な原則はつぎのとおりである。

- 1、各技術または作業区分ごとに、それぞれ別々の学習工場をもつこと。たとえば、木工、木工旋盤、鍛冶、鋳前工作業など。
- 2、各工場は、生徒が同時に教育をうけられるように、多くの作業場所と道具のセットをそなえること。
- 3、一列の模型は、練習の困難さの順序に排列され、ならべられた厳密な順序にしたがって生徒に与えられる。
- 4、どの模型も図面からつくられる。各図面の写しは、クラスの各生徒に一枚づつ与えられるだけ十分に用意する。図面はボール紙にはり、ワニスをぬっておく。
- 5、図面は、製図教師の指導によって基礎製図の時間に生徒がかく。その教師と工場の管理者は細部について協定しておく。

6、どの生徒も、そのコースの前の模型を完成し承認されるまで、新しい模型に着手してはならない。少くとも可と考えられる点をうけなければならぬ。

7、寸法が近似的に正しければ、最初の練習は承認される。後の練習は寸法が正確でなければならぬ。したがって同じコースの異なる時期に一人の生徒に与えられた同じ標点は、作品の絶対的な質を示すものではなく、相対的なものである。

8、どの教師も、単にそのコースの練習作品を完成するに必要である以上の、専門の知識をもたなければならぬ。教師のしごとが生徒にとって完全な模範となるように、いつも実務にしたがっていなければならない。このような技術は教師の権威を増すものである。

各コースとも一般に、順序にならべられた一列の練習からなりたち、その練習を直接に有用な製品の製作に應用することを考慮するものではない。しかしこのコースの教授は、次の三つの時期にわけて順次におこなわれる。

第一期 道具の名称、とり扱い方、使用法、使用材料の主な性質が教えられ、道具の持ち方、使い方の基礎的な方法の実際が与えられる。

第二期 第一期の練習の組合せを学ぶ。木工の場合は、さまざまな典型的な接手のつくり方を学び、金工も同様の方法であつかわれる。いつでも、単純な形から複雑な形にすすませる。

第三期 さまざまな機構の全体または一部をつくり、木工・金工の広い実際知識を習得させる。第二期、第三期とも、機械部品がプロジェクトとして使われ、実物大または縮尺でつくられる。

このコースを通じて生徒は、工具をとき、準備し、測定器具を手入し、それを大切にすることを学ぶ。また金属の性質と鉄や鋼に対する熱の影響を知り、図面から物をつくることを学ぶ。そして生徒が後に職業にやとわれた際

に必要なような有用な関連知識を得得する。
次に木工のコースについて具体的な例を示す。

第1期

第1練習

材料——長さ12インチ、巾5インチ、厚さ $1\frac{1}{2}$ インチのかげ材または松
道具——ものさし、えんぴつ、ゲージ、直定規、たてびきのこ、よこびきのこ。

練習の順序

- 1、ものさしで測る。
- 2、えんぴつと直定規で線をひく。
- 3、線の上をたてびきのこでひく。
- 4、最初の線に平行に想像線上をひく。
- 5、ゲージをつかう。
- 6、たてびきでもう一度ひく。
- 7、線の上をよこびきのこでひく。
- 8、これに平行に想像線上をよこびきでひく。

第2練習

材料——第1練習と同寸法のもの

新しい道具——弓のこ

練習の順序

- 1、フリーハンドで波形曲線をひく。
- 2、線の上をのこでひく。
- 3、最初の線に平行に想像線上をひく。

第3練習

材料——長さ42インチ、径 $1\frac{1}{2}$ インチの丸太

新しい道具——手おの

練習——手おので削り、円筒形の材料から角柱をつくり、それを四つに切る。そのうち一つを手おの作業のサンプルとして
残し、他を次の練習につかう。

第4練習

道具——直角定規とかんな

練習の順序

- 1、第3練習でつくった一片をとり、一つの面にかんなをかける。
- 2、第一面ととなりあった二つの面にかんなをかけ、互に直角になるようにする。
- 3、第四の面にかんなをかける。
- 4、10インチの長さになるように両端をきりおとす。

第5練習

六角柱をつくる。

第6練習

三角柱をつくる。

第7・8練習 際かんな、丸かんな作業を含む。

第9練習

のみの練習 孔あけ、のみ、のこびき、かんながけを含む。

第10練習でこのしごとの第1期の練習のリストを完了する。

第II期

相欠接にはじまり、木工組立につかわれる他のさまざまな接手にうつつていく。

この接手のコースにつかわれる時間は、一か年で、週四日午後、毎月3時間半、計週一四時間である。

木工旋盤のコースでは、丸棒をさまざまの形に削り、道具の柄や木づちをつくる。練習作品の正確さをテストするために、型板(ゲージ)がつかわれる。

鍛冶のコースでは、各生徒が火床とふいこの管理に習熟することが要求される。また大ハンマーの作業をおこなう。これらの経験をつんだ後で、練習作品の製作をはじめ。

鍛前作業のコースでは、鍛造工場または鍛造工場の粗末な状態の中で作業が課され、成形と仕上げはすべて手工具でおこなわれる。

c. ロシア法による教授の方法

ロシア法による教授の方法は、各コースの三つに分けた各時期によって異なる。どの工場でも、教師は、しごとを始める前に各作業台または作業場所に適当な道具のセットを用意されているかどうかを点検しなければならぬ。また十分な材料が生徒のために準備されているかどうかをしらべるとも教師の任務である。

第一期 木工の第一課のはじめに、教師は生徒を作業台のまわりにあつめる。作業台の上には一組の道具がおかれている。教師は、作業台と道具について説明し、使用材料の主な性質を説明し生徒に知らせる。それから最初に使われる道具にかえり、それをもっとくわしく説明する。そしてそれを使って正しい使い方を示す。作業台と一組の道具がクラスの各生徒に割り当てられ、最初の練習を始めるよう指示される。

各生徒は作業記録簿を与えられる。この中に練習作品をつくる順序を段階を追って記録しておかなければならぬ。この記録簿は、正確で、いつもきれいで、道具と一しょに作業台に保存しておかなければならぬ。

この授業につづいて、教師は生徒から生徒へと動き必要な場合に個別指導をする。近くにゐる生徒にも役にたつように、大きな声で説明し批評する。

悪い習慣がつくられるのを防ぐために、教師は各生徒のしごとをめんみつに追跡していかなければならぬ。できるだけ多く、自分の手でしごとをし実演してみせる。この間教師は各生徒の特性を知り、生徒の尊敬をかち得、

かくして生徒に対して必要な権威を保つことができるようになる。

与えられた作品の各オペレーションは、生徒が次のオペレーションにすすむ前に承認されなければならない。これは、材料の無駄をさけ、完成品の正確さを保証する唯一の方法であると考えられている。

道具をあつかう場合に、生徒を整頓と手入れになれさせるために、教師はできるだけ回数多く道具のセットをしらべ、その保存状態に注意する。

授業の始めに教師から受けとった図面を、授業がおわるやいなや返させる。これによって図面がどのように扱われたかをしらべることができる。

第一期には教師は、細部にわたってたえざる注意をはらわなければならない。

第二期、この時期においては、生徒の自主性をのばすように、各行動の観察を順次にゆるめていかなければならぬ。教師は今や、必要な場合にだけ生徒の行動を導き、作業に必要な知識を広めるための指導に多くの時間をさくようにしなければならない。

第三期 たとえ生徒の作業が教師のかんとくのもとでつづけられていても、この時期には与えられた問題の解決に、自主性をのばすための特別の努力がなされている。この時期に教師は、作業の進捗状況の報告書を生徒に提出させるようにする。もし計画が正しく案出されないか或はその実施に多くの時間を要するような場合には、その計画を変えることを勧告する。この期に考慮すべき重要な問題は、作業に要する時間である。

この時期に、前の二つの時期に得た関係知識を組織し、それを新しい事実で補足していくことが期待される。これは、別な時間と与えられた知識の記憶も新たにし、また将来の職業への準備をよくしていくものである。

教師は帳簿を保存し、各生徒が割り当てられた仕事についてやした時間を記入しておかなければならぬ。学校

長、教育委員会、または地方視学の要求があれば、いつでもこの帳簿の写しを提出できるようにしておく。

このロシア法は、生徒のさまざまな能力と異った身体的な発達に応じて、第一期においては仕事を実行するはやさが異ってもよいことが認められ、したがって与えられた練習作品を、必ずしも同時に仕上げる必要はなく、順を追って仕上げることを認めている。

d ロシア法の影響

このロシア法は世界各国の技術教育の方法に直接間接の影響をあたえ、技術教育に対する科学的態度が学ばれた。特にアメリカの技術教育に大きな影響をおよぼしている。

一八六八年にソヴェトキンによって創始されたこの方法は、一八七〇年に全ロシア織物博覧会に提出され、組織的な技術教育についてのきわめて大切な発案であるというので最高賞を獲得し、ロシア国内の技術教育の学校に急速に普及した。この方法は一八七三年以降、ウィーン、フィラデルフィア、パリ、ロンドン、シカゴ等で開かれた多くの国際博覧会に提出され、「ロシア法」という名称で各国に普及した。

アメリカに対して直接の影響を与えたのは、一八七六年フィラデルフィアで開かれた独立記念万国博覧会である。

ボストンのマサチューセッツ工科大学のランクル教授は、モスクワ技術学校長ヴィクトル・デラ・ヴォスに宛て、次のように書きおこっている。「あなたは最も大切な課題の一つを、完全にまた根本的に解決した……。わたくしは、これを実際の技術において、これまでにふみ出した非常に大切な一歩だと思う……。あなたは、この方法が、わが国のすべての技術学校で実施されるものと確信してよいでしょう。」(ヴェセロフ「一九世紀末と二〇世紀初めのロシア下級職業技術教育」「ソヴェト教育学」誌、一九五三年一月号)

またワシントン大学のウッドワード教授は、次のように言っている。「道具の使い方の教授の問題を解決した榮譽はロシアのものである。……道具の作業を要素に分析し、その要素を抽象した形で教えるという考えにロシアははじめて思いつき、試みた。彼等の手で、手労働の教授は科学となった」(ベネット「手工・工業教育史、一八七〇年——一九一七年」第九章)

この影響をうけてアメリカは教育のために各種の作業を要素に分析することを組織的におこない、機械工の作業の分析をおこなった最初のものが一九一九年に連邦職業教育局の報告書に発表された。それ以来作業分析法として定式化されて、学校の技術教育だけでなく職場における訓練にも広く普及している。

以上に述べたロシア法の内容の概要は、この方法が考案されてから二五年後の一八九三年に、シカゴで開かれた博覧会のために準備されたパンフレットによったものである。したがって考案当初のものよりは幾分改良されていることが想像され、次の方法、オペレーション法への芽生えをふくんでいる。

「それにしても、特にアメリカでの経験がよく示しているように、こんにちでは、ロシア法を正しく評価することができる。この方法の欠点は、これによって習得された技術的能力が現実の生産から離れた抽象的なものであり、生産方法の急速な変化に適應していくには不十分である点にある。また生徒を狭い部分的作業にしばりつけるものであり、労働の全過程とくに労働過程の知的内容を学ばせることができない。」

3 オペレーション法

オペレーション法につづいて定式化された第三の方法は、オペレーション法である。この方法は生産の全過程を個々の要素作業に分析するという点をオペレーション法から借り、これらのオペレーションを、生産的に合理的な、経済的な意義をもつ製品の製作に順次に応用していくものである。この最後の点が、第一の方法である物品法に近づけている。このばあいに選ぶ製品は、基本的なオペレーションが典型的に応用され、それを製作することによってそのオペレーションを具体的に明れうに学習できるように要求されている。

オペレーション法の意義を認めながらもその欠点を修正し、オペレーションの学習を導入として生徒を実際の典

型的な仕事になれさせることを目的に、技術知識普及協会立モスクワ職工学校およびバルチック造船・機械工場附属技術学校の活動家たちによってこの方法が考案された。

この方法はロシアの技術学校に広く普及し、また同様の修正改良がアメリカでもおこなわれ、作業分析のアレン法もこれに類似した方法の一つである。

4 運動訓練法

つぎに定式化された第四の方法は、運動訓練法である。この方法では技術の教授過程を、第一期受入期（導入期）、第二期オペレーション期、第三期オペレーション複合期、第四期自立期、の四期にわけている。

第一期 本来の運動訓練的な方法は、この受入期導入期に用いられる。この場合に、作業をするものの労働の運動や動作の発達自体に最大の注意が集中され、製品の製作や、材料加工のオペレーションにさえもあまり注意がはらわれない。この点にこの方法の本質がある。したがってこの方法の第一期においては、運動や動作の訓練のために特別な装置がよく用いられる。たとえば、特殊な装置に腕全体をベルトでしばりつけ、手先だけが自由に動かせるようにしておき、ハンマーその他の道具をもって手先きの運動や打ち方の訓練がおこなわれる。

第二期 第一期の運動の訓練を経て、つぎに一つ一つのオペレーションの練習をおこなう。

第三期 第二期での、かんながけやのこびきなどのオペレーションを複合し、種々の形の模型、たとえば、段削り、あり型、その他接手の工作をおこなう。

第四期 物品法を念頭においたもので、簡単な物品、たとえば直方体、直角定規、コンパスなどの製作をおこなわせる。

この方法は、一九二〇年に創設されたソヴェトの「中央労働研究所」で創設の初期に作られたもので、その根本的な欠陥は、人間教育にたいする機械論的な態度である。人間の意識を無視し、人間の特別なタイプの産業行動を形成して、労働する自動機械を作りあげることが提案されている。この方法の採用によって、行動の訓練や技能の習得だけでなく、教授の全組織が機械的に編成され、命令が広汎にとりいれられ、「指導員指針」というものが交付され、被教育者への命令のだし方が指示された。被教育者は指導員の命令をうけて行うべき運動が、細かに想定されていた。生徒を自動機械にしあげる半々体操的、半々労働的な教授方法である。

これに類似の訓練方法は、日支事変開始前後から終戦までの間に短期養成工の訓練に広く採用された。東京府立機械工養成所はその代表的な例で、仕上工科の生徒が、正確に定められた姿勢でハンマー振りの練習を二週間、合計二百時間、最初から一回少くとも一時間の連続練習をさせられた。このような動作訓練は現在でも部分的に見られる。

教育や訓練ではないが、アメリカにおける今世紀初めの作業研究や、第二次大戦時の職業適性検査法などは、同じ系列に属する。

今世紀初めアメリカでテイラーが、科学的管理法の一つとして「時間研究」をはじめた。それは、作業を単位動作に分析してその各単位動作に要する時間を測定し、標準作業時間を見出すものである。このテイラーの時間研究を継承して、ギルブレス夫妻が動作の精密な研究をはじめた。こんにち一般に「動作研究」とよんでいるものがこれである。

テイラーの方法の目的は最もはやい動作を見い出すことであったが、ギルブレスは、作業を最も要素的な最小単位動作に分解し、これら各単位の変異を測定し、これらの結果を研究して、その作業が最も能率よくできる方法を導き出すことを研究した。ストップ・ウォッチを用いての観察と、映画によって、動作と経過時間をとらえ、動作を基本的な要素に分解した。彼は一七の基本動作の要点をえらび出し、これを自分の姓のつづりの逆をとってサブブリッグと名づけた。一七のサー

ブリックは次のとおりである。

- 1、探す。2、見つめる。3、選ぶ。4、つかむ。5、位置を定める。6、運ぶ。7、組立てる。8、使う。9、分解する。
 - 10、検査する。11、準備する。12、はずす。13、空うこと。14、手待ち(可避)。15、手待ち(不可避)。16、休む。17、考える。
- この要素動作についてやした時間とともに動作を図示し、図表をつくって動作改良の資料とし、標準動作をきめようとするものである。

一般職業適性検査は第二次大戦中アメリカの戦時人力委員会によって、軍需産業の人員配置の必要から調査研究されたものである。これをもとにして労働者は一九四九年に「職業適性検査」を編集発行し、日本職業指導協会は「一般職業適性検査実施の手引」を発行した。これはともにベーバー・テストおよび器具検査によって、職業的能力を見出そうとするもので、測定される能力としてつぎの一〇種類をあげている。

G 知能、V 言語能力、N 算数能力、S 空間判断力、P 形態知覚、Q 書記的能力、A 眼と手の共感度、T 運動速度、D 指先の器用さ、M 手先の器用さ。

この一〇項目は各種の職業についてその要求程度が異なり、これを測定することによって職業的適性と能力を判定しようとするものである。

動作研究と適性検査とともに、人間の意識を無視し、人間の能力の発達の可能性を無視した機械的なものであるが、これが単に測定や検査にとどまっていけない。職業的な要請に応じて、この測定や検査に対応した教育と訓練が学校のなかにまで浸とうしつ々ある。

5 オペレーションⅡ複合法

こんにちのソヴェトの労働予備軍制度のなかで用いられているものが、オペレーションⅡ複合法である。この方法によると、教授は個々のオペレーションの習得からはじまる。二〜三のオペレーションを学習したのちに、そのオペレーションを複合し適用して製作する簡単な製品の作業に移っていく。次に授業時間を新たにとり、新しいオ

ペレーションを学習し、次いでそれまでに学習したすべてのオペレーションを適用する複雑な作業に移っていく。

このように前に学習したオペレーションのくりかえしと新しいオペレーションの追加、オペレーションの練習と複合的な作業の交替実施をとおして、生徒は専門の複雑な労働過程を身につけていく。この訓練の期間中は、生徒たちが生産過程の一般的なライン(系統)のなかで、企業の職場で生産実習することは禁じられている。

この方法は、その他の方法の肯定面を認めてそれらを総合したものであり、とくにオペレーションの練習と作業の実施との交替、オペレーションの反復応用によって、オペレーションの習熟を生産労働に急速に適用することができるようになる。練習と製作との交替と急速な移行によって、一方作業にたいする生徒たちの興味の発達を促進し、他方また、製品の製作の過程で、オペレーションのさまざまな適用のしかたと変化に出あいながら、オペレーションに熟達していくことができる。

一九一三年にアメリカでセルヴィッチによってはじめられ、スタウト・インスティテュートを中心にフリックランドによって定式化され、こんにちアメリカに広く普及している作業分析法は、この方法に近い。

ここでフリックランドの作業分析法ならびに、この方法の基礎になっているセルヴィッチ法とさきに述べたアレン法との相違についてふれておく必要がある。

フリックランド法では、まずある作業区分のなかで、学校の諸条件を考慮して代表的な仕事ⅡつくるものⅡプロジェクトをいくつかとり出す。次にそれぞれのプロジェクトに含まれているオペレーション、すなわちそのプロジェクトを製作するのに必要な要素作業を、各プロジェクトについてしらべ分析する。そうすると、いづれのプロジェクトにも含まれるオペレーションがあり、かなり多数のものにふくまれるオペレーションがあり、少数のものに含まれるオペレーションがある。

オペレーションが各プロジェクトに含まれる程度にしたがい、頻度数の多いものから少ないものへの順序にオペレーションを並べかえる。また一方プロジェクトは、要素となるオペレーションの数の多いものから多いものへの順序に並べかえる。このようにして得られた分析表の一例を次に示す。

ボール盤作業の分析表

オペレーション

代表的な仕事

	代表的な仕事								
	開口スパス	ドリル立て	ヤットロ	内外パス	ブラケット	かなます	押切り	ドリル抜き	面 板
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 ボール盤を掃除注油手入れする	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 ボール盤を始動停止する	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3 速度と送りをきめる	3	2	3	3	3	3	3	3	3
4 砥石車にドレッサーをかける	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5 ドリルを砥ぐ	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6 孔あけする	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7 綱尺で測定する		7	7	7	7	7	7	7	7
8 万力に材料を取付ける		8	8		8	8	8	8	
9 皿もみする				9	9	9	9	9	9
10 中心を合わせる									
11 タップを立てる									
12 テーブルに材料を取付ける									12
13 端ぐりする									
14 Vブロックに材料を取付ける									
15 座ぐりする									
16 リーマー仕上げをする									
17 中ぐりをする									
18									
19									
20									

	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	42	52	26
パッキング抑え	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
フランジ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
分割板	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
カップリング	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
チャック爪	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
傘歯車	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Vベルトプーラー	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
中ぐり工具				8		8	8	8	8	8	8	8	8		8	8	
ケーラー					9	9								9	9	9	
C型クランプ	10	10	10	10			10	10	10	10	10	10	10	10	10		
パイットホルダー							11	11	11	11					11	11	
軸受台	12	12	12	12										12			
ボール盤用治具					13										13	13	
カ ャ						14	14			14							
アングルプレート											15	15	15				
トースカン													16			16	
															17		

項目	アレン法	セルヴィッチ法
1 分析の基礎	ジョブ(プロジェクト) 多少複雑なオペレーション或は手順のいくつかから成り立っている	単位オペレーション 同時にあらわれる技能或は手作業の一群
2 教授の手段	ジョブ(プロジェクト)	ジョブ(プロジェクト)
3 指導の単位	ジョブ(プロジェクト)	単位オペレーション
4 関係知識	技能の指導単位と一緒に、或はその一部分として並べる。	すべての項目を一個所に並べる。技能と関連させない。
5 指導方法	ジョブ・シートによる。	オペレーション・シート、或はプロセス・シートによる。
6 分析する作業の性質	もともと、定りきつた特殊化された工業の職業。今では、包括的な熟練仕事に適用されている。	包括的な熟練仕事

の形では適用できない。それは、どの方法も、労働過程に全面的には触れていないからである。これらの方法は単に、労働の運動やオペレーションを個別的にとらえたり、あるいは複合的にとらえ、それを教育過程としてどのようにならめ、教授過程で製作される製品をどんな順序で並べるかを想定しているにすぎない。上に掲げた五つの方法のちがいは、教授の全過程あるいはその一部分のなかで、特殊な運動が主導的なものとなるか、あるいは物品かあるいはオペレーションか、労働過程のどの側面が主導的なものとなるかという点につきる。

技術的計画立案とか、道具・機械・製作物の設計とか、労働と生産の組織など重要な労働活動をどんな計画で生徒が身につけていくか、その他技術教育の過程で習得されるおおくの本質的に重要なものが、以上のどの方法の場合にも規定されていない。生産の技術的過程の実施部分をなしているものだけを、どんな順序で教授するかという

研究にその課題を限り、労働過程の重要な部分をなす知的内容は、全く除外されている。

現代の生産技術と技術学と労働の組織のなかで、たえず革新がおこなわれている。技術の変革の速度ははやまりつつあり、技術的過程の新しい管理方法がうみ出され、生産の専門化や共同化の形態がつけられつつある。新たなエネルギーの利用とオートメーションの採用によって、人間の労働のなかに計画的・建設的なタイプの作業がふえつつあるし、精神労働と肉体労働との結合が実現されつつある。新しいタイプの技術者・労働者が、生産・発明・合理化の基本原理と、管理や組織の基本原理をマスターし、科学の活動家と生産の活動家とのあいだの協力が実現されつつある。労働者は設備の調整や修理をし、労働過程の物的条件の諸要素を組織的にととのえる。そして手道具をもって一連の直接的な工作のオペレーションをおこなう。これらの過程のどれもが知的活動を伴っている。現代の工業生産の労働者は、発明をし、建設をし、合理化をし、生産過程とそのなかのすべての要素とを、さまざまな程度とさまざまな形態で組織する。労働者たちのこれらの機能は、労働のなかで複合し、創造的な能力となり、

この分析表の上部に並べられたオペレーションほど頻度数が多く、したがって基礎的な要素作業であるというものである。また上欄のプロジェクトを左から右への順序に行うことによって、基礎的なオペレーションを反復習得するとともに新たなオペレーションを学習していくことができる。この点が、オペレーション複合法と以てている。

アレン法とセルヴィッチ法はフリックランド法は、その起源、目的、適用する作業の種類によって異っている。その相違を、上の表によって示そう。この表からも知られるように、アレン法は、オペレーション対象法に近い。

アレンは一九一三年にアメリカ海軍で作業分析をはじめ、また後に連邦職業教育局の指導のもとに機械工の作業の分析をおこない、その結果が一九一九年同局の報告書に発表された。アレンの方法は、要素的な技能の習得よりも、作業能力や問題解決能力を高めることを目的とし、今日の監督者訓練の方法のうち、労務管理に重点をおくT W I法の基礎となっている。

以上に述べた五つの技術教育の方法は、いずれも歴史的なものであり、こんにちの、普通教育の学校にはもちろん、職業学校にとってもそのまま

生産や職業や専門のあらゆる分野にとって統一的な構造をもっている。

このような条件のもとにあつて、もっぱらオペレーションや、その複合や、製品をつくることだけを生徒に教授するのであれば、これからの社会の建設に参加する労働者・技術者に必要な資質を育成し、学校教育は、実践の要求にひどくたおくれ、生活とまったく遊離したものになることは明らかである。

これからの技術教育の課程では、技術的計画や構成や労働の組織など、労働の創造的要素のすべてをとりいれることが必要であり、それを生徒の個人労働のなかに教授学的にみて合目的にとりいれることによって確実に習得することができよう。労働の内容が広くても狭くても、子どもたちは、工作室や職場など作業をする生産の組織において、労働の全過程のなかで、これらの創造的要素の正しいとりいかたを学習していくであろう。生徒は生産の諸条件に順応していき、必要なあらゆる活動を習得し、労働の全過程を身につけていく。このようにして労働に個有なすべての要素を広汎に把握し、一つの職業に一生涯拘束されることがなくなる。

二 手作業による工作過程の教授

以上にその特徴をのべた技術教育のさまざまな方法は、技術教育の問題を十分に解決するものではない。それにもかかわらず、また全面的にすて去られるべきものでもない。それは、これらの方法のなかには、技術をつたえるために人間が長期にわたって積みあげてきた経験が反映されているからである。したがって、これらの方法のなかにふくまれているよい面は、これを利用していかねばならない。とくに、労働過程を要素に分割してオペレーションを析出し、このオペレーションおよびそれをいくつか複合したものを製品の製作に適用していくという方法

には、多くの学ぶべきものをもっている。

技術教育の最初の基礎的な段階は手による作業の教育である。手の作業は、人間の労働活動についての最初の理解を与えるだけでなく、機械作業を理解させる上での基礎でもある。手によって材料を加工する作業はどんな生産においても行われ、作業が機械化され自動化されている現在でもその意義は失われていない。また機械の分解・組立や修理・調整・運転のためには手工工具を使用する技能が必要である。したがって手による作業は、機械のはたらしきを理解し、機械による作業を有効におこなうために大切な前提条件である。それだけでなく、手作業と機械作業の生産性や質の比較について学ばせる上で大切である。さらに手の作業は、子どもたちの肉体を全面的に発達させ、意志と性格を形成する上で大きな教育的意義をもっている。

一般的な表象を与える 手作業による工作過程の教授法を、のこびきによる材料の加工を例にとって述べよう。生徒たちはまず第一に、のこびきについての一般的な表象をあたえられる。のこびきを見せてもらったり、要素作業（オペレーション）を実施する技術についての解説をもらったりして、対象を細かに学習する前にそれについての一般的な表象を与えられる。これはどんなオペレーションの場合も、どんな道具や材料のとりあつかいの場合も、他の諸教科での教授の場合にも、同じような手順でおこなわれる。

練習の初め 練習の初めに生徒たちに教えられるものは、オペレーションの初歩で、たとえば、運動の構成（切断の場合の道具の前後運動のしくみ、切削の過程など）、速度（道具の運動速度や切削速度）、道具の使いこなし、材料の抵抗（加工性）の克服などである。そのために、のこびきの全過程を分解して、のこびき過程を構成している要素をとり出し、その一つ一つの順序をおって生徒たちに教授していくことが必要である。この場合、それぞれの新しい要素が前のものに追加されるようにし、前のものにとってかわったり前後したりすることがないようにすすめられた

ければならない。生徒は、新しい要素を教授されることに、自分の学習を前進させ新しい段階へと昇っていく。

作業の質の指標 のこびき作業が正しく遂行されたかどうかは、次の四つの基本的な指標によってきめられる。その第一は、生徒は正しい幾何学的な形（相対する辺が平行であること、相隣る辺が直角であること、相隣る面が直角であることなど）ができなければならないこと。第二に、要求された寸法を正確に守って細部を仕上げること。第三に、要求されているきれいさ、できばえに仕上げること。第四に、できるだけはやい速度でオペレーションをやりとげること。これらの特徴的な指標が作業のなかによくあらわれていけばいる程、作業の質はすぐれたものになる。

しかしこの場合、もっとも困難なことは、これらの指標の結合である。もし寸法の不正確を認めるとすれば、正しい幾何学的な形に仕上げることは、それほど困難ではない。幾何学的な形の正確さを要求しなければ、求められる寸法に仕上げることは、一そう容易になる。作業が困難であるのは、この二つの指標が同時に要求され、よい作業のなかでは、この二つが同時に成立していなければならないことである。板の小端ののこびきを完了し板を仕上げたと言えるのは、一つの小端が他の小端に完全に平行で、そして板の寸法が要求された基準に合っているような場合である。学校の諸条件、加工材料の種類や用途によっては、ミリメートルの十分の一や百分の一程度まで要求されることがある。作業に他の二つの指標が要求されれば、その作業の遂行がさらに複雑なものになる。

初心の生徒たちに、以上の四つの要求を作業の第一歩から同時に求めることは正しいことであろうか。生徒にとってはこれらの要求を一度にはたすことは、まだできない。生徒の注意と力を、いくつかの指標に分散させるならば、要求された結果を生み出すことはできない。しかし反対に、生徒の注意と力がどれか一つの指標に集中されれば、一つの指標を達成し、その中の基本的な難点を克服することに動員される。そして一つの要求が遂行されたあとで、第二、第三の要求が出され、最後に第四の要求が出され、工作過程の教授が容易なものになる。

製品の選択 したがって最初に生徒につくらせる製品は、初心の生徒が直面する困難を分割して、同時にではなく、順次に一つづつ克服していくことができるようなものを選択することが必要である。たとえば最初の作業では、正しい幾何学的な形をつくることを要求され、生徒によって寸法が多小ちがうことも、仕上げのきれいさ、完成の速度も要求しない。第二の作業で加工の正確さ、寸法の正確さを要求し、作業をつづけるなかで、第三、第四の要求を出していく。このようにして生徒たちは、順次に能力指標を習得しながら、それらの指標を結合していく。

正常な作業からみれば、寸法や正確さなどの点で十分でない場合であっても、その作業の生産的な意味を失うほど人為的なものでないようなものであることが大切である。そのためには製品の選択をあやまらないようにすることが必要である。最初の作業として課すのは、実際にきびしい正確な指標を要求しないようなものが、目的に適っている。たとえば、単なる板や角柱のような形の製品、何かの支持台、搾めな木など、たとえそれらの寸法や形が正確にできていなくても十分使用にたえるようなものがよい。仕上げのきれいさや速度の要求は、その後課される製品の場合に求めることができる。教師は指導者は、教育課程に組み入れられた製品を、一定の、目的に適った順序に配列しながら、以上のような教授法上の要求をはたしていくことができる。

指標の同時的達成 さてこれらの能力指標はこれを図式的に分割し孤立させてはならない。第一の作業では幾何学的な形の正しさを守らせ、第二の作業で寸法の正確さを守らせるといふ場合、それは、第一の作業の場合に、仕上げの寸法の正確さ、きれいさ、速度を全然無視してもよいということではない。それは個々の場合に、どれか一つの指標が注意の中心となり、他のものはさしあたり二次的な意味をもちながらもたえず念頭におくようにすることである。

作業の新しい能力指標は、すでに前の作業で獲得した指標ととりかえるものとしてではなく、それに追加するものとして出されるのである。たとえば、第一の作業では幾何学的な形が正確に仕上げられ、第二の作業では寸法を正確に仕上げるのが正面に出されるとしても、この場合第二の作業では、第一の作業で要求された幾何学的な形の正しさの水準を下げてはならない。それどころか、相次いで作業が行われる場合、先行の指標の水準をさげないで維持するだけでなく、むしろそれを高めるようにしていくことが必要である。このような場合にだけ、有能な作業に見られるすべての特徴的な指標を同時に達成することができ、われわれが手作業の教授で必要とする条件をみたすことになる。

他のオペレーションや製品の場合 以上にのべたことは、仕事に対する態度と方法上の基本を示したものであって、これがどんな場合にも、またあらゆる年令の生徒たちにとって、固定した一様のものであると受けとられてはならない。しかし他のどのオペレーションを教授する場合にも、このような段階的な順序は適用されなければならない。またそれぞれのオペレーションは独自のものであって、ある一つのオペレーションの教授と、他の別なオペレーションの教授と同時にこなうことはできない。

いくつかのオペレーションを複合して製品をつくったり、その製品の部分をのこびきするような場合は、のこびきの最初の練習よりもはるかに複雑な過程である。製品とその部分には、直線形や平面だけでなく、曲線形や曲面があり、面の広さもさまざまである。そしてこれらが一つの製品のなかでいろいろな組みあわせられ、作業を複雑にしている。したがってのこびきの最初のオペレーションの練習とはちがった仕方、のこびきがおこなわれる場合、もしばしばあり得る。

のこびきの過程の最初の練習だけでなく、一般に手作業による工作の過程は、おおよそ次に要約したような段階を通過して習得される。しかし他のオペレーションは、道具のちがひ、工作方法のちがひなど、それぞれの特殊性によって、分割される段階は必ずしも同一ではない。

- 1 道具使用の運動(前後運動など)を構成する練習
- 2 速さの練習
- 3 道具を正しく使いこなす練習
- 4 要求された幾何学的な形を仕上げる練習
- 5 正しい寸法に仕上げる練習
- 6 必要なきれいさやできばえに工作する練習
- 7 必要な速さで工作する練習
- 8 複雑な輪廓や形の仕上の練習、など。

三 工作機械作業の過程の教授

手工具による作業能力の教授に次いで、手工具の機械化されたものである工作機械による作業の技術的能力を教授しなければならぬ。これを教授する過程を、ボール盤を例にとりながら検討しよう。しかしこの場合に、できるだけ一般的な、典型的な、工作機械作業のオペレーションの過程をとりあつかうことにする。

導入の段階 手作業の教授の場合と同様に最初に、工作機械の構造についての一般的概念をあたえ、つづいて工作機械による作業過程についての一般的表象をあたえる。工作機械が始動され、材料に孔があげられる。これによ

ってボール盤のごく簡単な基本的な機能が説明される。

孔あけという教授過程そのものに移るまえに、ボール盤の構造の一般的な特徴について学習される。これの詳しい学習はあとでおこなわれるが、最初に、作業のなかでとりあつかわねばならない主要な部分だけについて調べられる。ドリルで孔をあけ、それをみせる。ドリルはスピンドルにとりつけられたソケットあるいはチャックによって固定されるか、または、直接スピンドルにとりつけられている。スピンドルが回転しながら下方にさげられるこの運動はどのようにしておこなわれるかが生徒たちにしめされる。一体どんな力がスピンドルを回転させているのであろうか。ベルト、段車、軸、および歯車装置によって、運動が電動機からスピンドルに伝達されていることが生徒たちにしめされる。ボール盤の外部から見える部品は、そのままのすがたでしめされる。作業過程でふれなければならぬ部品や部分たとえば、スピンドル、チャック、テーブル、電動機、スイッチ、手送りレバーなどの名称は、記録することが求められる。

第一段階 孔あけはどのようにおこなわれるのであろうか。孔の直径はさまざまである。ドリルの径もさまざまである。最初孔あけは準備してあるドリルでおこなわれる。次いで生徒たちは直径にあわせてドリルを選ぶことを学ぶ。ここでもう一度細かに、孔あけはどのようにすべきかがしめされ、材料の状態、ドリルの運動、ドリルの破損防止などが説明される。作業を容易にするために治具が用いられる場合は、それを使って孔あけがおこなわれる。

次に試験作業がおこなわれる。生徒が呼びだされて、まず要素別の試験作業をおこなう。それは、工作機械を動かせること、停止させること、工作物を万力に固定すること、材料にあける孔の中心をマークすること、工作物をテーブルにとりつけること、スピンドルを試しに下へおろすこと、それを上げること、などである。このあとで、もっとも能力のある生徒の一人に木材に孔をあけるといふ課題をあたえてもよい。それについて、おなじことが、他の生徒にも提案される。それから金属板の孔あけに移り、その過程を練習する。おなじ順序で孔の座ぐりにかんする指導がおこなわれる。孔あけの教授のあとでは、座ぐりのやり方は非常にたやすく習得される。以上が孔あけの教授の第一段階であって、オペレーションの最初の練習がこの段階における教授内容をなしている。

第二段階 次の段階は孔あけや座ぐりを製品の製作に適用することである。オペレーションは、技術的には、教授の第一段階のばあいとおなじくもっとも簡単な形でおこなわれるが、第二段階では、製作に適用する実施のしかたがすぐれ、その質が高くなければならないという責任が与えられている。

初心の生徒たちは、思いがけない誤りをおかしたり、不注意な行為をしたりすることがある。だから、教師は、はじめのあいだは、工作機械での生徒の作業から目をなさないようにしなければならぬ。つぎの仕事を準備するばあいには、その仕事では生徒たちのなかの誰がいつ孔あけをやることになるかを教師は予想し、作業過程をじぶんできびしく見まもることができ、生徒たちの正しくない行為を直してやることができるようにしていく。

この段階の授業のさいに、生徒たちにくつかの製品を作らせる。生徒が孔あけの技術そのものを多少とも習得したら、新しい課題をあたえる。生徒たちはドリルを自主的に選んで、とりつける。このところまでは、生徒たちの作業は、指導者がまえもって準備しておいた工作機械や工具を使っておこなわれる。

第三段階 この段階になると、生徒たちは、ドリルや座ぐりキリの種類のことや、それらのものの諸部分の一般的な構造や、直径のちがいのことを、まさに必要なときに教えられる。ドリルの直径の記号の読み方、座ぐりキリの選び方についても、指示をあたえなければならぬ。生徒がこのときまでにノギスの学習をすましているならば、直径の記号のついていないドリルの直径を測定するという課題を与える。まさにこの段階のときに、ドリルを

チャックや、直接にスピンドルにとりつけるやり方が研究される。そのための説明は、ドリルの記号の読みかたや、直径の測り方についての指導のすぐあとでおこなわれる。これらの試験作業は、はじめには、それぞれが個別におこなわれるが、それらの作業は、ドリルや座ぐりキリを選び、それを工作機械にとりつけるという総合的課題をやりとげることで終わる。

新しい知識や能力を実践的に適用することは、他の諸段階のばあいとおなじように、製品の製作過程でおこなわれる。生徒各人は、じぶんの作業の遂行過程で孔あけ作業が必要になる程度に応じて、全作業を自主的におこなっていく。生徒たちを観察すること、かれらに援助すること、かれらがじぶんの誤謬を見いだすように習慣づけること——これが教師の不断の課題であることは、いうまでもない。

指導を簡単に反復することが必要になることも、まれでない。一部の生徒たちが友人たちからおかれていて、孔あけのオペレーションをおこなうことが必要であるようなばあいもときどきあるし、また一方では、十分よく学習されたはずの何かが、すっかり忘れられていることもある。そういうばあい、教師は、作業をすでに立派にやりとげた生徒たちの経験を利用したり、それらの生徒たちを復習に積極的に参加させながら、おくれた生徒たちのために簡単な説明の反復をおこなう。

第四段階 次の段階では、孔あけの速度の変更という問題がとりあつかわれる。この問題のとりあつかわれ方の程度は、生徒たちが数学と物理とについてどれだけの知識と能力とをもっているかにかかっている。もし生徒たちが直径から円周の長さをどうしてきめるかをまだ知らず、比例について十分学習していない場合は、切削の速度の変更についての純粋に実際的な方法の指図に限られるをえない。生徒たちは、もっとも一般に用いられる寸法のドリルを使って硬度のやわらかい鉄や、硬い鋼鉄に加工がおこなわれるばあい、あたえられた工作機械のどの段車

にベルトをかけるべきであるかを、知るようにならねばならない。

生徒たちは、ドリルの直径がおおきければおおきいだけ、一定の回転速度をもっている円筒の表面上の一点が動く速度はそれだけおおきくなることを、理解するであろう。他方では、金属の硬度がませば、それだけ、それに加工する速度はおおきくなることもまた、理解することができる。

もし生徒たちが直径から円周の長さをきめる公式を知っており、比例を十分学習しているなら、段車にかかっていくベルトの状態をきめるために基本的な公式や規則を利用してスピンドルの速度を数学的に表現し、その回転数を発見することができる。この場合、生徒たちは、あらゆる種類のボール盤に通じる一般的な形式で作業の指示をうけとるのである。このような場合には、科学の基本的総合技術的な意義も、生徒たちに明瞭な形で理解される。

第五段階 孔あけの教授のつぎの段階では、ボール盤の構造にもどらなければならぬ。いまや、生徒たちは、改めて、ボール盤に近づき、その構造の学習はますます興味深いものとなるであろう。教師は、すでに知られていることを簡潔に反復したあとで、工作機械のいくつかの類似点をあげる。ボール盤の機械学的図式を調べ、運動を伝導する基礎的な機械要素の名称を教え、スピンドルの機械的なおくり出しについて知らせる。

まさにこの段階で、生徒たちが直接に接触した工作機械のごく近い「血族」のことを知らせる必要がある。曲柄キリ、ハンド・ドリル、ラチェット鑽孔器について、ここで調べておくことが大切である。これは孔あけの新しいやり方や、手の順応のことを知らせるものである。

他方、もし可能ならば、工場や作業場で、容量のちいさいならかの精密工作機械、ラジアル・ボール盤、多軸ボール盤、万能工作機械、せまく専門化された単能の工作機械など、たとえ二―三のものでもみせてやるのが大切で、この目的のためには、見学を一回でもやるだけで十分である。

孔あけの実際の作業は、そのこは、製品の複雑さが増すにつれて複雑になっていくであろう。それは教授のそのこの諸段階の内容をなすものであるが、教授についての原理的な側面は、以上にすでにのべたことによって明らかである。

四 技術的計画立案の教授

われわれは生徒たちに正しい、合理的な作業を教える義務がある。どんな製品についても技術的な根拠をもった計画を立てることを生徒に教えねばならない。それは作業が無秩序でなくて、技術的な根拠のある計画にしたがっておこなわれねばならないからであり、この習熟は実際の生産作業の場合に不可欠なものであるからである。

企業のなかで技術的計画をたてるのは専門家であるが、それにもかかわらず、それぞれの下級技術者や労働者は計画の立案と何らかの接触をもっている。生産合理化運動者たちの提案はいずれも、計画立案の要素をふくんでいる。

学校の生徒たちにできる技術的過程の設計は、労働過程が実施されていく順序にそれらの過程を列挙することにある。学校で製作される簡単な製品について技術的な過程の目録の一例をあげれば、つぎのようなものになるであろう。

- 1 材料を準備する。
- 2 けがきをする。
- 3 孔の位置をしるす。
- 4 けがきにそって、ゆとりをのこして、ノコで切りとる。
- 5 孔をあける。
- 6 孔をさらう。
- 7 けがきどおりに板を仕上げる。
- 8 きれいにする。

生産企業ではこのように製品の製造は、もっと簡単に経済的な、これとは別な技術的計画によっておこなわれるであろう。学校の技術教育の作業室では、ここで述べた計画が教育的意義をそなえているのであって、このような作業計画が適用されるのは、もっぱらこの教育という目的によるのである。生徒はこの製品をもとにして労働の基本的な過程を学習していく。

生徒たちは簡単な製品についてこのような計画を自主的に立案することを学んでいかなければならない。しかし最初の作業のばあい、このような計画をじぶんでたてることができるであろうか。自主的に計画をたてるよりもまじめに、作業のすべてのオペレーションとその過程とを知って、それを一定の製品の製造に適用することができるならばならない。可能なオペレーションの範囲は現実に適用されるものの範囲よりも、広いのである。

たとえば、可能なオペレーション一五のうち、もっとも合目的なもの八を選ぶとすれば、このためには、一五のオペレーション全部を技術的に評価し、それらのなから、あたえられた作業にとってもっとも良いものを選び、選ばれた八のオペレーションをもっとも合理的な順序に配置することができなければならない。いま、かりにあるオペレーション「小端を切ること」を、他のオペレーション、「広い面をかんで仕上げること」と、位置をかえるとしても、まったくおなじであろうか。決して、おなじではない。それは、仕上げた面を台なしにすること

になるからである。つまり、この場合は、はじめに計画をたてたとおりの順序のほうが一そう良いのである。たとえオペレーションの順序をかえることが技術的には可能であるとしても、それでもなお、それは合目的ではないであろう。それは、その場合、生徒たちは一つの型の作業から他の型の作業へ余計な移行をしないで済むであろうし、またそのことは、しぜん、労力と時間とを余計に消費させることになるからである。

仕事の他の諸状況も考慮しなければならない。たとえば、われわれはまた余計な材料の置きかえや固定のし直しをやらなくても済むようにし、計画によって予定されている順序で工作をして時間と労力との余分な消費をまぬかれないしなければならない。

製品の計画をするさいにこのように自主的な作業を生徒たちがやりうるのは、物の製作にかんしてかなりの経験をかれらもっている場合、あるいはまた、教師が技術的な計画立案の正しい方法の意義と本質とを伝達したり、公開したりする場合にかぎられるのである。しかしこの場合に、生徒たちが技術的な計画をたてることを覚えることができるまで、われわれは計画をもたないで作業をしてよいであろうか。

いちばん最初から、生徒たちは計画によって作業しなければならない。最初の作業計画は、教師が準備して生徒たちに伝達するのである。しかし、生徒たちに計画を伝達する正しいやり方を選ばねばならない。単純に計画を書きとらせてもよい。生徒たちはそれを書きとめてやがて遂行する。計画を伝達して、それがどうして、別の方法ではなくて、このような計画に組立てられたかを、生徒たちに説明してもよい。最後に、計画をたてる作業に生徒たちをひきいれ、正しい提案は採用し、正しくないものはしりぞけたりして、説明しながら、製品にかんする計画をたててもよい。つまり、われわれは計画を三とおりの形式で生徒たちに伝達することができるわけである。

第一の形式は作業の初めに用いられる。計画がなぜそのようにたてられ、他のしかたではいけないのかということとを、生徒たちにはなんら説明させない。生徒はその計画の基礎になっていることを理解することさえしないであろう。あとになって、なぜ計画が、そのようにたてられたのかを説明する必要がある。さらにのちになると、教師の指導をうけながら、集団的設計をおこなう可能性があらわれる。そして、その後、計画の教授の最後の形式に移るのである。つまり、生徒たちが自主的に技術的な計画を立て、教師の評価と確認とをうけるのである。

いうまでもなく、この最後の場合にも、教師は、課業の準備をするさいに、この計画をまえて立てるのであるが、それは、授業中に万一にもなにかの誤りをおかさなないようにするためである。生徒たちの目には、まさにその計画は、教師の指導をうけながら、まるでかれら自身が作りあげつつあるものであるかのようにみえる。集団的計画立案がはじまったら、その計画の過程ではすべての事が生徒たち全員にはっきりわかつていることが大切である。その計画を一般的な形で、批評するのではなく、生徒たちに、なぜその計画がまずいのか、なぜまちがったやり方なのか、なぜ作業をそのようにすればもっとよくなるかを、理解させなければならないのである。集団的計画は、生徒たちがすでに知っているオペレーションを適用しなければならぬような製品についておこなうのが目的にかなっている。これとは反対のばあいには、その基礎づけを理解することが、生徒たちにはできないであろう。

自主的、個人的な計画の場合には、それぞれの生徒は自分の作り出すプロジェクトの計画を提出する。プロジェクトは、はじめのうちは、教師の指導をうけながら、作業グループ全員によって審議されるが、それは、たとえば、生徒たちの宿題作文や教室作文の分析が教室でおこなわれる場合と同一の方式をとるのである。生徒たちの提案は正しいものに修正され、改良され、教師の確認をうけたあとで、実行される。その後は、教師の仕事は生徒たちが自主的にたてた計画の点検だけにかぎられる。

工場や製作所での実際の生産の場合には、オペレーションの目録とそれらを実行する順序の構成には、どんな機

械や、道具や、装置によってその作業がおこなわれるべきかについての説明がついている。学校作業室の場合にもまた、技術的計画は、その作業のために必要な道具や設備についての指示をとまなうものである。

工場や製作所での生産においては、技術的計画は、一般に技術的規準化と関連し、また特殊的には、オペレーションを履行し、あれこれの部品を仕上げる時間のノルマ(規準)の決定と、密接に関連している。教育学的実践においてもこのことは、計画立案の教授の内容となることができる。こんにちまでは、生徒たちの教育は製品製作の技術的順序だけに限られていた。正確な規準化は、作業の強固な習熟が人間のがわにすでに積みかさねられたときにはじめて、意味をもつのである。成績の点でさまざまなちがいのある生徒たちの場合に、製品の製作に要する期間はまったくまちまちであること、したがって、教授の初期には、時間の正確なノルマなどはなんらの意義をもちえないものであることを、教育学的実験が証明している。のちになって、すべての生徒の習熟が強固なものとなるときに、作業時間の規準化が可能になるきざしがあらわれるのである。

工場や製作所での実際の生産においては、技術的計画が作業の配置とも関連している。この側面は、合目的な分業や、人間と機械との共同と関連しているから、きわめて重要なものである。分業によって作業する能力を教授するには、つぎのような段階がある。

- 1 生徒各人が全体としての物を処理する作業。
 - 2 二―三人の生徒たちのあいだでの分業による作業(一人の生徒は一つの部分を全体として製作し、第二の生徒はつぎの部分、三人目の生徒は第三の部分を作る)。
 - 3 オペレーションごとに分業によってする作業。
- これらのことと関連させて、作業の配置も立てられる。

作業の計画立案について以上にのべたことは、この過程を教授する順次的な段階の体系を示したものである。生徒たちは教授のすべての段階をとっていき、最後に、計画立案の総体的過程の中で、その技術的な習熟を完成させることになる。

五 製品の組立構成の教授

労働の全過程は、それがどれほど単純なものであろうと、または複雑なものであろうと、模倣的再生的活動によるか、創造的活動によるかして、教えられるものである。要するに、いろいろな教授、いろいろな教育、生徒たちのいろいろな発達によるものである。学校教育において、生徒たちのなかに創造の力を発達させることに特別な注意をむけなければならぬことは当然である。したがって、われわれは、第一の道(模倣的再生的活動)を否定しない一方、生徒たちに技術を教授する場合、これらの創造的活動におおきな場所をあたえるのである。製品の組立・構成を生徒たちに教授するという問題は、このことと結びつけて検討することが必要である。生徒たちは、技術教育の第一歩からすでに、将来、構成的創造力の要素をあらわすために必要な経験を積みかさねていく。この過程にとって本質的な意義をもっている知識と習熟は、形と寸法の点で製品にふさわしいような材料を選択すること、生産の過程であらうにちがいない幾何学的な形を豊かに承知していること、できるだけ経済的に材料をつかう場合の幾何学的な形についての知識、材料どりの習熟、立体的な製品の展開図の作成、図面を読みスケッチをする能力、材料の特質とそれの処理法との関係の理解というようなものであろう。

任意の、簡単な製品、たとえば台に用具をとりつける締め金(クランプ)を製作するという最初の構成課題が生徒

たちにだされたとする。

第一段階 まず締め金の一般的な構造が生徒たちにしめされ、基本的な寸法もみなあたえられる。だが、それ以上の、たとえばネジの構造や寸法は生徒たちが自主的に解決すべき課題とされる。かれらがあたえられた課題は、ネジにネジ山をつけなければならない部分の長さ、頭の形と寸法、ネジにつける回し装置の構造をきめることであつた。これが構成の教授の第一段階の内容をなすものであつた。

こういう課題の解決においては生徒は空想をたくましくするわけにはいかない。この場合、生徒の自主的な目論見は締め金の一般的構成の枠のなかにおかれる。たとえば、ネジ部の長さは、締め金の全体の寸法によって規定されている。ネジの頭の構造や回し装置の選択のうえでは、生徒たちはもっと自由な天地をもっている。それらの寸法には、大小があつてよいし、また、頭の形はさまざまであつてよい。材料の負荷と抵抗に関係のある技術的な計算は、まだ全然生徒たちの手におえないものであることは、いうまでもない。だが、締め金のような物の製作の場合には、そのような計算はおこなわれない。それにもかかわらず、材料に加えられる力と材料の弾力性や強さとの一定の相互関係を、ごく一般的初歩的な形で生徒たちに知らせるためには、この機会をまったくうってつけなものである。たとえば、回し部分の軸が細すぎたり、太すぎたり、短かすぎたり、長すぎたりしたら、どうなるであろうか。これらの問題に、生徒たちは正しい答えをあたえなくてはならないのである。

すべてこの種の作業のさいに生徒たちは、細部の寸法を計算し、それらの細部を合目的に配置したり、結合したりする必要にぶつかるといふ。諸要素の均育のとれた配置、美の要求、その物を使う場合の快適さ、材料の合理的な使用などという問題、すなわち、実際の生産における組立・構成のうえで起ってくるすべての問題が、生徒たちのまえにあらわれるのである。

第二段階 構成の教授のつぎの、第二段階はもっと複雑な課題である。つまり、一つの構成物の作用原理を他のものに移すことである。この課題の解決では、生徒がなにか新しいことを案出するわけではない。かれはただじぶんが知っているなんらかの構造の作用原理を、新しい具体的な事例に移すだけである。たとえば、生徒たちは、スクリーナー付きの発動機船に用いられているのとおなじ原理にもとづいて、プロペラ付きの飛行機を作るといふ課題をあたえられる。かれらは、もちあわせている技術的な構造物との類推によって、すべてのことをじぶんで設計しなくてはならない。

このような種類の課題は、一分野の技術的な課題の解決法を他の分野に移すことを教え、共通な構成原理を実際のさまざまな具体的な事例に応用させることになる。このことは、人間が生産一般にかんする素養をそなえ、さらに構成の基本的な法則の一つを習得するために、とくに重要なものである。技術的な課題の多少とも新しい独自の解決はいずれもみな、すでに知られている解法にもとづいておこなわれるものである。

第三段階 構成の教授の次の段階は、構成のなかの欠けている環を補うという課題をふくんでいる。たとえばコンパスを作る。生徒たちにはその構造について完全な描写があたえられるが、コンパスの両脚を締める固定装置は説明されない。これらの装置は、生徒たちがじぶんで構成しなければならぬのである。この課題の解決は、コンパスの一般的構造によって、生徒たちにはっきり暗示されている。それは、生徒たちはすでにコンパスをみたことがあるだけでなくて、それを使ったことがあるからである。ここで明らかにされることは、かれらが知っている構造は唯一の可能なものではないということ、他の課題解決の方法もありうるということである。

生徒たちが機構をとりあつかう場合には、物を構成するためのとくに豊かなチャンスが与えられている。運動を變形させるための簡単な機構の構成のばあい、いろいろな材料を加工するための装置や可動結合のための機構の設

計のばあい、かれらはじぶんの力をためすことになる。生徒たちは装置の新しい細部または部分を工夫しなければならぬ。一方では、既存の構成物が解決を示唆している場合があるし、他方では、いくとおりにもできる組合せに對し既存のものが制約を加えている。生徒は、生産的狀況のなかでしばしばつくりだされているような状態に置かれることになる。設計者や、合理化運動家や、発明家は、一般的構造を保持しながら、部分の新しい作成をおこなうという課題に制約されて作業しなければならぬことがめずらしくない。

第四段階 次の段階は、略図で与えられている構成物を設計することである。このばあい生徒たちの作業は、以前の作業を複雑なものにし継続していくことである。これは設計の諸要素を増していくことによって達せられる。生徒には、道具、器具、仕掛、機構、装置についての一般的な觀念があたえられる。生徒は、もっぱら略図だけで与えられている觀念を、構成的、設計的に仕上げていく仕事の全部の段階をやりとおさなければならない。プロジェクトを一般的につくりあげ、それを細目化しなければならない。あるいは、呼鈴の電気が予定した時間に自動的につながる装置を作るといふ課題が生徒たちにあたえられるとする。課題の実行の中には、一般的な配線図を構成することがふくまれる。こういう種類の構成は、ごく簡単な場合であっても、構成作業の過程の全要素をふくんでいる。

第五段階 この段階では、一般的な觀念の点でも、与えられた技術的要求の点でも、対象を自主的に構成し組立てるといふ試みがおこなわれる。この場合は、対象の略図も提供されない。生徒が自分でそれを作るのである。この場合の生徒の作業は発明に似た要素をもっている。この段階では、対象物の構造は、単純なものであつて、生徒たちの思考力の水準からみても、普通教育の素養からみても、生活経験からみても、その力に相応したものでなければならぬ。

第六段階 構成作業の第六の段階は、独自の構想による構成である。この型の構成は創造的労働の要素を育成する唯一の方策であると考えてはならない。以上にのべたすべての型の作業が、創造的作業を育成し、教授するのであつて、この第六段階の型の作業だけではない。生徒たちの普通教育と技術教育との水準が高まるにつれて、構成課題の複雑さの程度もましていくであらう。

この種の作業の過程全体が、理論を基礎として実践的問題を合理的に解決するということに貫かれている。ここでは知識が労働と実際に結合されている。生徒たちのなかには、探求的知性、新しいもの、もっとよいもの、いっそう完成されたものを見いだそうとする創意心が発達していく。

六 技術の教授における総合技術的原理

総合技術教育の目的を實現するために、本質的な意義をもつものは、生産を学習する比較的総合技術的方法と呼ばれる方法である。これは、労働のさまざまな領域における技術や技術学的過程のなかに生徒たちが類似な現象を発見し、そのことが生産の一般的基礎についての知識の習得を促進していく、ということにこの方法の本質がある。

あれこれの実践的作業は、生徒たちの意識のいかんにかかわらず、あるていど自然に、総合技術教育を促進していくことができる。たとえば、なんらかの立体的なものを作るためにボール紙を経済的に裁断することを生徒に教えれば、それによって、ブリキや、プラスチックや、紙や、布きれ、革きれなどの裁断にもあるていど役だつ能力をあたえているのである。生徒は、たとえこの事に気がついていなかったとしても、なにか新しい作業に当面する

場合、非常にたやすくそれに移行する準備ができていく。しかし、習熟が、このように転移する可能性は、生徒が技術的能力を新しい領域に意識的に適用しようという意図をもっている場合には、気がつかないでいる場合に比べて比較にならない程成長していくのである。

いろいろな生産に共通な現象を生徒たちに知らせることを目的にしておこなわれる比較的Ⅱ総合技術的方法の原理が、どのように適用されるかを理解するために、ダニロフ・イェシポフ共編「教授学」の中に示されている実践例についてみることにする。

1 ダイスやタップをつけた回し工具によって、ボルトやナットにネジ山を切ることがおこなわれている。ネジ切りの仕方は教師に教えられていたのである。生徒たちは自主的に、最初の練習をおこなっている。製品の製作にこの過程を適用することになる。そのあいだに、生産におけるネジの適用について、また、工場におけるネジの製法についての特別な対話がおこなわれる。ネジやボルトやナットが機械や装置のなかで結合の手段として用いられていることや、運動を伝達する場合のネジやナットの役割について生徒は話をきく。これらの例証になる材料は学校の作業室にゆたかにみいだせる。たとえば、配線の端子を固定している留ネジ、調整用のボルトやネジ、万力、締め金や、ボール盤、旋盤のネジ、など。

対話の第二部では、工作機械、その他の工場設備の図がとりいれられる。ここで生徒たちはネジのついている大きな物や小さい物、めずらしい多様な応用を見せてもらう。

授業の第三部では、旋盤によるネジ切りの公開がおこなわれる。第四部は、それらのものの工場的製作の方法についての話である。機械タップを装置したボール盤のこと、また、旋盤の親ネジのネジ切り作業、ボルトをつくる自動機械、ボルトの型鍛造や加圧铸造のことがでる。すべてこれらは絵や、略図や、図面でしめされるが、また、鋼鉄、真鍮、ジュラルミン、木材、プラスチックで作られた既製品でもしめされる。

対話の最後には、目前の生産見学のことに触れられる。その見学は機構の諸要素、工作機械およびその他の機械を研究することをねらっているのであるが、そのなかで重要な位置を占めるのは、多種多様なネジの組合せを生徒たちが学習するということである。

2 生徒が木片を手ノコで切っている。それはノコの歯の前後運動(切削運動)をおこなうが、この運動は、ノコの歯の重力と軽い加圧作用(送り運動)をうけて木に割りこんでいく。生徒の作業は、木を縦にひくか横にひくかによって、一様ではない。なぜか。ノコの歯の形がちがうからである。歯の研ぎ方もちがう。なぜか。横にひくばあいは、ノコは繊維を切断するのであるが、縦のばあいは、繊維の束を押し出すのである。このことが歯の構造を制約しているのであり、したがって人間に別種の作業をやらせるのである。

ノコは木材をひくにも、金属をひくにも使われる。ひき切る過程は同じであるが、また、異つてもいる。金属の抵抗は、木材の抵抗より、なん倍も強い。……したがって強い圧が必要なのである。そのためには、片手では不十分であるから、作業は両手でおこなわれる。このばあいは、ごく小さい範囲の作業しかできない。したがって、ノコの歯はずっと短かくなくてはならない。歯の形はここでもまた新しいものである。木の板に液体を注ぎかけると仕事を台なしにしてしまう。だが、金属ノコは冷さねばならない。そうでないと、過熱が——鋼鉄の焼きもどしが——おきて、ノコの刃がだめになる。

ノコでひき切られるのは、木材や金属だけでなく、骨、プラスチック、石材、その他の材料もそである。子どもたちにこういうノコびき過程のすべてを教えるにはおよばない。金属や木材について右にのべたことを生徒たちに説明し解明してやるなら、かれらは、他の任意の材料をなにて切り、どのようにひき切るかという課題を、じぶんで解決するであろう。

ノコびきには手によるばあひも、機械によるばあひもある。金属ノコ(機械ノコ)は、規模がおおきいだけで、手ノコとおなじものである。このばあひ、加圧作業(送り運動)がおこなわれ、電動機がクランクを経て切削運動を実施し、それによって、ノコの歯の前後運動が保証される。

技術はあらゆるところに回転運動をとりいれることにつとめている。回転運動はヨリ経済的、ヨリ生産的な前後運動である。それは、金属川や木材用の円ノコでも、帯ノコでも、おこなえる。ここでの、本質的な差異は、工作の速度の点にある。裁縫工業の裁断職場では織物の束が型につめられて、ノコでひき切られる。ノコのメカニズムは木工ノコのばあひと同じものである。

ノコはいろいろな材料で作られていることを知る。ノコ(手びきノコ)の鋼の硬度を帯ノコにとりいれることはできない——後者の歯は柔軟で、弾力がなくてはならないからである。ところで、ノコとノコびき過程とを検討した結果、われわれはもっと広い生産過程のうちの部分的な事例を理解したわけ

である。このばあい、ノコギリは、材料を部分に切断するために適用された。だが、こういう切断は他の手段によってもおこなわれる。そのなかには、直刃ハサミややなぎ刃ハサミ、手ハサミや機械ハサミがある。こういうすべての材料の検討をすましたら、材料の機械的加工の基本的な型の一つ——剪断によっておこなわれる材料の部分への切断——をわれわれは究めつくすことになるであろう。生徒たちは、これらの材料を実践的にも、理論的にも、こなせなくてはならない。もちろん、かれらがじぶんの手ですべてをおこなうことはできないし、その必要はないのである。いくつかの典型的な過程で習熟を身につけ、それらのものの科学的・理論的な基礎を理解し、それらの原理を他の事例に應用することを学びとったのちに、生徒たちは、必要なばあいに、おなじ種類の他の任意の現象をマスターすることができるであろう。

3 基本的な機械的手段の学習は、物理・化学・数学の知識を基礎にして、機械の構成の問題や材料の組成的特性の問題に移行する広い可能性を与える。

自動車を学習する課程で、ヒストン、その構造、製作法、および、製作材料が調べられている。ある原動機では、ヒストンはアルミニウムの合金で、他のものでは、鋳鉄で作られている。なぜか。アルミニウムのヒストンは高価であるが、ずっと軽いのである。教師が説明をあたえている——回転数が比較的小くない機械では、鋳鉄製の安いヒストンを使うことができる。だが、回転数がおおいばあいに、鋳鉄製のヒストンの運動は、クランク軸にたいして慣性の過大な重荷を要求する。このばあいには、高価であっても、アルミニウム製のヒストンを用いなくてはならない。

生徒たちはこういう事実を知らなかった……。だが、全然新しいわけではない。なぜなら、かれらは慣性力が機械の運動のなかでもつ法的な意義に触れたことがすでにあったのであるから。とくに、かれらは、電動機のなかのアルミニウム製の巻線は銅製の巻線と比べてヨリおおきな回転数が得られることを、すでに知っていたのである。

こういう事例や同様な事例を利用しながら、生徒たちは法則性を習得し、それを技術の他のすべての現象に適用する。

4 生徒は、初歩的に単純なばあいとおなじく、ずっと複雑なばあいにも、労働の対象(材料)と接触する。ペーチャは、じぶんに必要なスプリングを作るのに、おおいに苦勞せねばならなかった。スプリングは弾力がなくてはならない。だが、ペーチャがそれを製作しているときには、材料の弾性一般がなくなってくれたら、かれはうれしかったこと

だろう。スプリングの製作過程で、かれは、材料に塑性をあたえるためにそれに加熱せねばならなかった。しかしスプリングができあがったときには、最高限度までの弾性を手にいれるために、かれはそれに焼入れをしなければならなかった。

ペーチャは全人類と運命をともにしたわけである。どんな材料を処理するさいにもみられる生産活動の永遠の法則、すなわち、材料の抵抗力を人間は克服せねばならない。この抵抗力を低めるための、……いくたの方法が發明されている。材料がほかの役割それが構成的役割を演じるばあいは、技術は同様な力を加えて抵抗力を高めるいくたの方策を發明した。地上の生活は固体の硬度がなかったら考えられなかったであろう。だがまた、その硬度に、人間が克服することを覚えた限界がなかったとしたら、同じように、それは考えられなかったことであろう。

ペーチャの単純なばあいと同様に、「偉大なる」技術のこれらのすべての問題が、作業室や、サークルや、班などでの実践的な仕事の一步一步に反映していく。

教育の実践からとってきたこれらの現象は、労働をしながら、また技術を学びながら、おおくの生産に共通した要素をどのようにして認識していくことができるかということを示し、そしてこのことこそ、総合技術教育の本質を組み立てているものであるということを、明瞭に証明している。

実際の生産の労働者と同じように、生徒たちは、製品を組み立て構成するというしごとにあたえず直面している。ごく単純な作業でも、その一つ一つが生徒たちの労働を高めて、おおくの技術的な問題の創造的な解決の水準まで引きあげていく。実践的な作業のいたるところで、科学の基本的知識は必要であり、作業に生氣をあたえるものであり、また自己の生活的表現を発見させるものである。

前掲の「教授学」からもう一つの例を次に引用する。

ヴェーラが作業室でごく簡単な箱を作っている。その箱の底面積は 1600cm^2 に等しくならねばならない。箱の長さ幅と高さがどんなであっても、おなじだろうか？ 長さや幅をいろいろに変えても、箱はできる——たとえば、 40×40 または 80×20 など。ヴェーラは、教師にだされた問題にどのように答えるか、考えている。前者のばあい、 $40 + 40 + 40 + 40 = 160\text{cm}$

後者のばあい、周囲80+80+20+20=200cmの材料がその側面に必要であるという結論にはすぐには迷しない。このことにヴェーラが思いあたったとき、彼女の口はおおきく見ひらかれた。周囲と底面積との相関の問題は幾何にでてきていた。だが、それは幾何なのであって、覚えねばならないものではあったが、なにか建設的な課題を解決せねばならないのではないうえだ。……。ついで、製作所、工場、住宅の建設のばあい、その形に注意をはらっていたら、レンガがどんなに節約できることだろうか、——ガスタンク、ガソリン貯蔵所、水槽などをつくるとき、もしその形が球に近いものであったら、金属がどんなに節約されるだろうか、——ということに、ヴェーラが気がつくにつれて、彼女の態きはますますおおきくなっていた。ヴェーラの思考は、ごく簡単な箱から偉大な技術の諸問題に接近したのである。

技術教育に対する総合技術的態度は、技術の理論的な問題や実践的問題の解釈のうえに決定的な影響を与えただけでなく、技術を教授する実際的な方法のうえにも、決定的な影響をおよぼすものである。学校の学習作業の実践のなかで生まれるこの種の問題について検討するために、同じく「教授学」からも一つの例を引用する。

さきに引用した例では、生産の諸現象についての総合技術的な分析の例証を示したものであるが、作業室や実験室での作業の経過中にこのような分析をおこなうことができるであろうか。それらの作業は、理論的な学習のある分量だけ、別個におこなうことを要求するものであるか。どんな実践的な作業の中においても、理論的な諸要素があらわれ、それに対する注意を要求し、教授過程の流れの中に、目的に適うように入り入れる必要がでてくる。その一つの実例を次に示す。

第十学年の生徒Sが、作業室での課業のとき、他の生徒たちにもまじって作業をしている。作業の過程でかれは木の調車を作ることになった。かれは調車の材料を両手にもっている。Sは材料の縁を旋盤で削りおとそうと考えている。Sは旋盤に部品をとりつけるありとあらゆる方法を知っているわけではないし、また、必要な指図もうけていなかった。以前にかれは、だれかが……削りとりをやるのを見たことがあった……。かれは調車の材料をおなじように、つまり、センターにとりつけようと試みる。だが、それは不可能なことが経験によってわかる。援助をもとめる。そういう種類の調車の削りとりは、

チャックにつけてやるのが一番いいだろうが、かれがもっているような材料はチャックにはとりつけなくて、心棒(マンドレル)を通して削りとりをしなくてはならないという説明をうける。

Sは教えられたとおりに、しはじめる。かれは心棒(マンドレル)のための材料をどうにかしてチャックにとりつけて、旋盤の心押台のセンターでおさえつけた。刃物台と材料との距離は五〇ミリメートルあった。バイトの支え方が正しくなかった。バイトの刃が材料を突くが、後部がすぐにセンターからはずれる。……(中略)……あらゆる手だてを試みたのちに、おなじ結果をうけとる。

つぎの材料がSにあたえられるまえに、かれは、どのように材料の中心をきめて、それをとりつけるべきか、どのように刃物台をすえるべきか、どのように工具をささえて、作業すべきかについて、十分な指導をうけた。するとたちまち、仕事はうまくいった。それは実に自然なことである。Sには知識が必要であったのである。知識がなかったため、仕事に知的にとりかかることができなかったのである。それらの知識は実践的な問題に関するものである。だが、それらは、旋盤作業のすべてのばあいに適するように、すなわち、一般化されたすがたで、提供されるものである。

製品の形とその大きさによって、工作機械へのとりつけ方が規定される。刃物台の位置とそれに工具をとりつける仕方についていえば、それが工作物に近ければ近いだけ、工作物に対する工具の支点は近くなり、テコの両うでの間で、作業にそれだけ好都合な関係がつけられる。これもまた、実践のあらゆる場合に役立つ一般化である。生徒がテコについての概念をもっていないような場合には、単に、「刃物台が工作物に近ければ近いだけ、バイトを支えるのが楽になる」と言ってやればよい。この関係と形態は、どんな簡単な旋盤の場合でさえも、工具の形、位置、作業者の手の運動を規定する。ここでもまた、生徒たちは、重要な一般化を理解するのである。

したがって、理論は、技術教育の実践のなかで、もっとも簡単な労働行為の場合にさえもつねに応用され得るのである。教育が実践的に触れる領域が広くなればなるほど、それだけ理論的な知識も広くなり、一般化の規程とその水準もますます大きくなっていく。生徒たちが科学一般の教育で一般化の基礎を学習し、その一般化によって、

この種の実践的作業の内容を豊かにしていくことが、総合技術的な技術教育の全過程の心髄をなすものである。

七 作業室授業における指導

教室では、教師は、自主的な作業のための課題をあたえるときにも、生徒たち全員に教材全部について説明する。生徒たちは課題をうけとると、みなが同時に作業をはじめ、同時にそれを終る。生徒たち相手に、とくにコトバによる授業がおこなわれるときは、いつでもこのように進行する。全部の生徒が同一の仕事にしたがい、同一の教材で作業をする。全生徒を対象とする一斉作業がおこなわれる。教室で絵や模型が公開されたり、実験がおこなわれり、実験室作業がすすめられたりするような場合でも、事情はすこしも変らない。作業は授業の初めにはじまり授業の終りに終る。全部の生徒が同時に、同一の仕事に従事するのである。

作業室で製品の製作がおこなわれるような授業の場合は、事情が別である。作業室や学校の学習・実験農園での実践的な授業は、科学の基本についての授業の実施よりも、はるかに複雑である。ここでは、同一の授業中にはじめられて、それで終るような作業をとりあげることができない。なにかの製品を製作する過程は、いつも、一回の授業でなくて、数回の授業が必要である。もっとも才能のある生徒たちは前進し、他の生徒たちはおくれる。作業の一斉性はたちまち破れる。このことから、作業室では、作業はもっぱら個別的方式でのみおこなわれ、一斉的な作業方式は一般に適用できない、と考えられている。これを根拠にして、指示を文章やグラフでしめす方法がよく用いられている。

教師は生徒各人の作業の経過に応じて個別的な指示をあたえるものと考えられている。生徒が製品の製作を終ると、教師はかれに新しい製品の課題をあたえ、その製品の構造とそれにたいする作業の過程とを説明する。そして、生徒がまえに説明された作業の部分をやりとげたときに、新しい指示をうけとる。作業室での授業、とくにサークルでの授業は、ふつう、このような方式でおこなわれている。

しかし、このような条件のなかでの教授は非常におおきな負担をとまなうものであり、おおくの時間がむだに消費され、その教授に期待される成果をもたらすものではない。この場合、教師は作業室のあちこちを往復し、作業室内の作業の一般的な進行ぐあいを点検し、個々の生徒たちを監督し、作業の過程でたえず工具や材料の世話をしなければならぬ。たえず生れる生徒たちの質問にこたえなければならぬ。このような状況のなかで、教師は、じぶんの説明を、おちついて、考え深く、計画的に、厳密な系統を追って、すすめることができない。

いわゆる個別指導の形式は、作業室での教授活動の基本的な形式としては役にたたないものであることが、明らかである。教師はよくわかるような説明を実際上はすこしもしていない。かれが一人または、二―三の生徒にオペレーションを示してやると、ほかの生徒たちはその生徒の模倣をする。そして作業はどうかこうにか進行していく。おおくの技術サークルの製品や、作業室での製品が、しばしば質の低さになやむことがある。その場合、生徒たちは、実際には、試行錯誤法によって学んでいるのである。計画立案や図面の読解や構成などの教授というようなことについては、なにも教わらないのである。

どのようにして、この問題を正しく解決することができるであろうか。作業室での系統的な作業は一斉作業として組立てられなければならない。しかしその一斉性をあらゆる点で押しとおすものではない。新しい課題が出されるたびに全生徒が同時にはじめる。もし一様でない製品ができるとしても、製作のためにはおおよそ、おなじ程度の時間をかけるように要求される。むしろ、そういう条件のもとでも、一部の生徒たちは他の生徒たちより早く製

作を終るであろう。そのような場合のために、基本的製品と同時に、補充製品やさまざまな部品が提供される。これらの補充課題は教育課程による基本的な学習製品のあいだにはさんで生徒たちに提出される。それらを仲介にして、教育課程全体に沿った生徒たちの前進が調整されていく。このことによってそれぞれの新しい教授活動を同時に始めることができるようになるのである。

生徒たちに説明をあたえる場合は、いつでも一斉性が守られていく。しかし、作業の経過中に個別的な指示をすることをさまたげるものではない。個別的な指示は必要であるが、それはすでに生徒全員にたいしておこなった説明の補充である。したがって、指導の基本的な形式となるものは、生徒たちの作業のあらゆる問題、すなわち工作のオペレーションのやりかた、検査・測定・材料どりの諸問題、図面の読解や作成、技術的計画、製品の構成などについて一斉説明をおこなうことである。

教師が作業のはじめに製品についておこなうのは、当然である。この場合に、対象の構造が明らかにされる。そのとき生徒たちは図示された書類を読むことを教わるし、そのときにまた製品の設計の仕方などを学ぶのである。あい次いで与えられる製品には、生徒にとってはじめてのオペレーションが、一つか、二つはふくまれているのが普通である。それだけでなく、既知のオペレーションが、製品の構造の特性によって、それぞれの新しい製品のなかに、独自のしかたで応用されていることがよくある。すべてのオペレーションのかんりの部分について教師の解説を必要としている。

もしこういう説明の全部をはじめに一度にあたえたと、生徒たちはおおきすぎる教材を一度にうけとるようになって、それを習得できない。また、習得するとしても、仕事に適用しないうちに、大部分のものを忘れてしまうであろう。だから、生徒たちの作業の全時間にわたって、できるだけ平均に説明を割りあてなければならぬし、また同時にそれらの説明がちょうど仕事に適用されるのに近い時期におこなうようにしなければならない。しかし、ここでもまた困難が生れる。すでに以上に指摘したように、生徒たちの作業は均等に前進していくのではない。あえるものは追いこし、他のものは後れる。順次におこなわれるオペレーションについての説明をどういふときにあたえるべきかが問題となる。作業の初めには、生徒全員が最初の一つまたは二つのオペレーションに関する説明を一度に聞くのである。しかしよくできる生徒たちは前進し他のものがひどくおくれるような場合、どうすればよいか。

唯一の正しい活路は、一番よくできる生徒たちが、新しい、しかしまだ説明してもらっていないオペレーションに近づいたそのときに、説明をあたえることである。このことは、ふつう、授業の初めにおこなわれている。すべての生徒があたえられた指示を同時に実際作業に適用することができないという状況のために、教授の仕事に一定の無駄ができることは、いうまでもない。だがこの無駄は、なんらかの他の指導の方式によってもちこまれるものよりは少い。生徒たちを実践的な作業からへだてている時間的間隔が少いから、説明を想起することは生徒たちにとって困難ではない。そのうえ、個別指導がのこされていて、それは、生徒が以前に聞かされたこと、ごく最近もせてもらったことを思いおこさせるためには、十分である。教師は、生徒たちの作業を指導しながらも、適切な時期に当面の問題を生徒たちに説明し、また、その作業を立派に遂行するのに必要な条件を創りだすことに、たえず気をつかっている。

一斉指導法にみられるいくつかの難点を解決するために、文書―図示指導法がかなり広汎に普及している。教師たちはじぶんで作るか、出版されているものを入れて、指導カード（作業指導票―インストラクション・シート）を使っている。このカードは作業のまえに、補足的な説明をして、生徒たちにわたされる。カードをもたせるからとい

って、そういう説明の必要がなくなるのではない。

発生するかもしれないような疑問の全部を、カードのなかで、あらかじめ想定しておくことはできない。経験によれば、カードは口頭による説明のある部分に代ることができるだけである。それだけでなく、生徒が指導カードを利用することができるのは、教授の最初からではなくて、作業室で一定の作業経験をもったあとのことである。したがって、文書Ⅱ図示法は口頭指導にとつてかわるのではなくて、これらの二つの指導法を組みあわせることである。

文書Ⅱ図示指導法はもともと工場生産に個有なものである。そこでは、労働者にわたされる作業命令書や図面としてあらわれる。学校教育での指導カードの任務は、教師の一斉指導や個別指導をらくにすることだけでなくて、工場式の文書指導の習得に順次に近づけることでもある。

ところで、指導カードは、語数のおおい、かさばったものであってはならない。それは、簡潔で、単純で、判りやすいということが必要条件の一つである。これらの要求は、いろいろな年令の生徒たちの作業のなかで、さまざまな形で実現されている。低学年用のカードにはとくに図を入れ、中学年用のものには、解説のための図は最少限にし、そのかわりに、コトバの解説を相対的におおくしたアウトラインがある。高学年の場合、指導カードの基本的な点は、図をいれないで、コトバの解説を最少限にし、そのかわりに、正規の規格にもとづいて描かれた図面を入れる。

指導カードの構成の教授学的な一般的方向が、根本的に重要な問題である。指導カードは生徒たちの活動のいろいろな性格を規定することができる。指導カードの指示によって、生徒たちの作業が模倣的・施行的なものであることをねらうこともできるし、また、かれらの活動が創造的であることをねらうこともできる。このような精神や

方向で、他のすべての労働過程の教授たとえば構成の教授を組立てるためにも、口頭によるにせよ、文書によるにせよ、適切なやり方で、指導書を作る必要がある。オペレーション・カードには、技術学的な問題、構成に関する問題、計画に関する問題、作業の組織に関する問題、その他同様な問題の自主的な解決に生徒たちをとりくませる課題が書きこまれるのであるが、それらの課題の一般的な性格は、教授の全過程が創造的な傾向をもっているかどうかによって規定されるものである。

教授の全過程が創造的な傾向をもっている場合には、生徒たちの作業全体が実践的な諸問題の合理的な解決を、理論を基礎にして探求するという態度につらぬかれている。この種の作業の場合には、いつでも、労働の精神的な力があらわれる。ここでは、知識が実際に労働と結合している。探求的な知性、独創力、新しいもの・もつとよいもの・一そう完成されたものの探求心が発達していく。これらの作業のさいに、労働者Ⅱ合理化運動家の思考力が育成され、生徒たちの経験のなかに、建設的な活動力の素養となる要素がもちこまれていく。それらの課題を解決しながら、生徒たちは科学の基本について習得した知識を実践に適用することに習熟していく。

八 生産の場の見学

総合技術教育の最も本質的な手段の一つは、生産見学である。他のいづれの手段にもまして、生産見学ほど、生産についての豊かな具体的な表象をあたえるものはない。生き生きとした直観から抽象的思考へ、そしてこれから実践への移行という客観的実在の認識のすじみちが、見学の場合に明瞭な形であらわれる。

生徒たちに機械製作企業のことを知らせることを目的とした見学の場合を例にとつて、見学にたいする総合技術

的な態度を述べよう。

生徒たちはすでに、手作業による木材や金属の加工や機械による作業について初歩的な経験をつみ、また旋盤やボール盤のことも知っている。見学する工場は、機械製作の典型的な過程（鑄造、鍛造、機械加工、組立）が完全にこなわれているような工場をえらぶ。

工場では、そこで製作されている製品、その製品の作用原理、製品の諸部分、その部分の機能など、工場とその製品についての一般的な表象が短い対話で示される。

機械製作過程の本質についての表象をあたえるためには、もろもろの現象のなかから、生徒にとつてできるだけ簡単なもの典型的なものを一つひき出さなければならぬ。そのために最も好都合な製品（機械）が選ばれる。

そこで見学は製品置場の既成製品から始められ、運転中の製品を調べ、ふたたび製品置場に帰る。そこで構成材料について調べ、材料の経済、応力に対する強さ、各部分が鑄造または鍛造によって作られる理由などの問題が解明される。このようにして主な構成部分の一つ一つが、生産の合目的性という観点から検討し明らかにされる。生徒は学校の作業室で、いくつかの材料に加工した経験がある。そこで材料の特性をしらべ、加工の方法やとりあつかい方の基本を知っている。そして、学校の作業室で知ったことや解決した問題についての理解をもちながら、工場で、生産の技術学の基本的な法則の理解にそれを適用していくのである。

次に部品をとり出す。部品は鑄造され、機械的に加工されたものである。そこから、金属の生産過程に入っていく。金属の溶解、鑄造の技術的プロセスを経過し、機械職場に入って工作機械を見学し、そこで金属加工の基本的な方法を観察する。そして部品の試験検査をへて見学は組立職場に入る。

各部品はそれぞれの形や機能のちがいに応じて、加工の方法や手段がことなる。そこで生徒は、製作の過程の分

割と協同について追跡する。一つの部品が他の部品と出合つて組み合わせられ、最後に一つに組み立てられる。

部品加工の過程でしらべたそれぞれの工作機械を、その作用のちがいを類型ごとに分析し、また工作機械のおおくのものに共通な組成とはたらきをしらべる。旋盤やボール盤その他の工作機械を見せ、運動や力の伝達機構を知らせ、その発達を説明する。旋盤が単能的なものから万能的なものに変化し、さらに特殊化・専門化する過程、さらに完全に自動機械にまで発達した過程を図解し、機械製作のオートメーション化という基本的な命題を説明する。また他にどんな職場や工場があるのか、何を製作しているのか、どんな設備があるのかという、生徒たちに未知の問題に対する解答が与えられる。さらに、生徒たちに、工場の歴史、労働の組織、生産の先駆者たちの運動などについての知識が与えられる。

生産過程を分析する場合、その論理は、生産物から原料へ、原料から技術的過程を経た生産物へ、という系統をとる。学習は存在するものからはじまって、次いで歴史にうつる。原理を明らかにしなければならぬ場合には、材料を限定し狭くし、その原理の適用を事実によって知りその知識を豊かにしなければならぬ場合は、材料の範囲を広くすることができる。

見学の内容は、多くの場合、生産の一部門、しかもかなり狭い専門的な過程に限られることが多い。しかし、説明・対話・図解・見学を組合せることによって、生産一般について広い知識を生徒たちに与えることができる。

見学は生徒たちの積極的な思考をよびおこすものである。これは何か、なぜか、どうしてできるか、という質問がたえず出される。生徒たちが学校で学習した物理や化学のなかから、その知識を引き合いに出し、それを意識のなかによみがえらせることによって、これらの質問に対する解答を与えることが大切である。

しかし見学の目的は、生徒がすでに持っている知識をよみがえらせることにつきるものではない。新しい知識を

生徒たちに得させるものである。かれらは、観察した部分的過程をもとにして、生産についての一般的な法則性を理解する。たとえばさまざまな材料の組成とその特性に応じた使用の方法、金属の加工法、各種の機械の構造などについての理解を深めるだけでなく、さらに高次の、生産過程の一般的組織、時間的・空間的な過程の流れのなかの諸要素の配置、流れ作業の過程、試験・測定・検査、現代的生産方式などについての法則性を理解する。

教授法の上から生産見学には三つの態度がある。その第一は、生産過程の分析の論理を、原料から製品へとたどるものである。第二のものは、製品から原料へとたどり、技術的過程に出あうようにするものである。第三のものは、技術的過程をたどって、製品から原料へ、そしてふたたび製品へとたどるもので、すでに上述の例からもわかるように生徒の技術的視野を広め高め、見学の目的をもっとよく果すことができるものである。

以上に学校における技術教育の教授法の諸問題を検討してきた。オペレーションの練習、製品の製作、技術的機構の構成、計画立案、のどの作業も、また、生産の組織や人間の組織の研究も、すべて、あれこれの技術的課題や組織上の課題の解決に役立つものである。しかしこの場合に、技術的能力や習熟をもっとも完全に習得することを保証する条件は、理論的知識の利用ということである。次には、生徒たちの実践的作業が、いろいろな生産に共通な諸現象を意識化するために利用されるということである。このような態度をもつことによって、技術の教授に総合技術的な方向を与えていくことができるのである。

あとがき この第Ⅲ部「技術教育の方法」は、ダニロフ・イェンポフ共編、矢川徳光訳「教授学」（明治図書刊行）の第十章「労働教授の方法」を翻案したものである。

これまで日本の技術教育に、教授学的に検討され実践によって確かめられた方法も、その方法の原理もなかった。戦後アメリカの技術教育の方法がいくつかりいれられたが、技術の教授の問題を十分に解決するものではなかった。（第一章）さまざまな方法の展開（参照）。この「教授学」の翻訳に協力しながら、行きとどいた技術教育の方法の実際と、方法の原理と今後の方向とについて多くのことを教えられた。

この「教授学」、とくに「労働教授の方法」が技術教育の現場に紹介されることは、われわれの技術教育の方法上の問題を検討する上で参考になれば幸であると考え、編集者たちが相はかって、この講座の巻末に翻案し掲載することにした。

しかしこの部分は、「労働教授の方法」そのままではない。十分編者のものに消化し書き変えたつもりである。特に第一章「さまざまな方法の展開」は、他の多くの材料で補った。その他にも、書き変え、削除、補充をおこなった。われわれになじみのうすい「労働教授」ということばを「技術教育」にかえたり、その他「労働」を「作業」にかえたところもある。また具体的な実践例をいくつか割愛した。

書き変えや削除をおこなったため、原著の意図を十分伝えなかつたり、意味をとりちがえたりした部分があるかも知れない。その責任はすべて編者の一人である長谷川にある。改めて原本または訳本「教授学」を読まれることをおすすめしたい。