

技術教育と教科内容・教材の関連と構造化の課題

A Study of Technical-Engineering Education
and the framing of curricurums and teaching materials.

山口 晴久 (技術教室)
Haruhisa YAMAGUCHI

ABSTRACT

In technical education curricurums and teaching materials are complicatedly connected. In this paper, the connections between Technical-Engineering Education and other subjects, other schools are systematically structured. For improving curricurums and teaching materials, the intercourse of the teaching curriculum's relations and their effective systematization is mentioned above. Reconstruction of them is carried out. And the educational purposes of Technical-Engineering Education are estimated by many view points, school grade, subjects, etc.

key words: 産業技術教育, 教育内容, 教科教材の関連

はじめに

この論文では産業技術教育と教育, 教科, 教材の構造的問題を論考する。教育, 教科, 教材の相関に関する研究の分野ではこれまでも多くの研究^{1) 2) 3)}がなされているが, 教育学における一般的教科目標比較の研究が多く, 特に産業技術教育を中心に議論した論文は乏しい。本報はこれまでの諸研究における議論を踏まえつつ, 産業技術教育における教育内容・教材の関連・構造化の問題について考察する。本論では使用する用語を次のように定義して論を進める。まず「教育内容」と「教材」とを区別する。「教育内容」は人間のこれまで蓄積してきた諸文化遺産の中から教育目的に即して選び出された文化的ないし科学的内容で, 教育的に価値のある概念, 論理, 形式, 価値感, 技術, 感覚, 経験などである。これに対して「教材」はその教育内容を正確に反映するとともに, 子どもの学習活動を喚起するような機能的性格をもった素材であって, 児童生徒に教育内容を教授するための媒介ないし材料である。時には「教材」そのものが「教育内容」と一致することもある。たとえば「文字」そのものを学習する場合はこれにあたるが, このような場合は教育全体からみれば例外的なことと考えたい。この教育内容のうち「教科」の形に組織したものを「教科〔教育〕内容」と呼び, それ以外のものを「教科外教育内容」と呼ぶことにする。したがって「教科」とは「教科内容」とそれを子どもに教授する「教材」とからなる

ものとする。「教育課程」は、この「教育内容」を「教材」と「学習形態」と「学習時間」によって具体的な形⁴⁾をとらせたものとする。

1. 産業技術教育改善の必要性和問題点

わが国では、明治以降、第2次産業、第3次産業へと産業構造が変化しつつあるのは周知のとおりである。産業の主軸はかつては、ほとんどが第1次産業であったものが産業革命の後はずっと、第2次産業がその要の役割を果たしてきた。第3次産業は第1、第2次産業を補完するものとしての立場におかれていた。しかし、近年はエレクトロニクスの発達などにもとない、生産性を一層高めるために、NC化、ロボット化、システム化、無人化が進み第2次産業は生産量を維持拡大しながらも目標とする生産に必要な生産労働力の減少が続いている⁵⁾。これはコンピュータなど高度な技術を含む知識集約型第3次産業が第2次産業を変容させてきたためである。知識集約型第3次産業は現在でも限りなく第2次産業に影響を与え、この中で、第2次産業と第3次産業を包括するいわば2.5次産業にあたる産業分野が拡大してきている。よって、これまで第2次産業に就職する人材を養成してきた産業技術教育もこの変化に対応して、産業技術の教育内容、教材等を改訂してゆかねばならない。ソフトサイエンス、バイオテクノロジー分野の導入の必要性はその良き例であるが、わが国の産業技術教育はいぜんとして、戦後数十年間そうであったように第2次産業型の教育を引きずっているのが実状と言わねばならない⁶⁾。近年のこのすさまじい科学技術の進歩、産業構造の変化は企業にあっては2.5次産業型の新しい教育を受けた人材を待望すると同時に既存の学校における第2次産業型職業教育に対する不信感をもたらし、学校教育に頼らず入社後に初歩から再教育することへと駆り立てている。また社会全体からも公教育の教育力不足を指摘される原因ともなっている。また時代にそぐわず不十分な産業技術教育しか受けられない生徒は最大の被害者となる可能性を持つ。しかし、わが国の行政は変化に対して拙速であり、また公教育の関係者の間には、産業技術教育の意義について、産業界、実社会に貢献するためのものではなく、技術社会の進歩に対応することと教育は別という精神があり、学問は形而上的に志向するべきものであり、技術教育の基本を全人教育の一貫とし、必ずしもプロフェッショナル技術者を作るのが目的ではないとする考えも強いことから、産業技術教育は技術専門教育と一般教育の谷間で非常に複雑な位置づけとなる。欧米ではドイツのマイスター制度に象徴されるように、技術教育はまず第1の目的としてプロフェッショナルをつくるための教育と定義される。技術者以外の人プロフェッショナルを形而下と思ひこむのは勝手であるが、欧米ではそれを通じてそれを行う過程でフィロソフィーが生まれると確信しているから行えるのである。ここではこの産業技術教育の持つ特殊性を踏まえつつ「教育内容」と「教材」の問題について考えたい。

2. 人間をとりまく社会の変化と教育内容の再構成

人間の歴史を文明史的に非常にマクロに見た場合、現代の文化は、その質において多様化し、その量において爆発的な増加⁶⁾を続けている。この傾向を自然科学の比喩を用いて

例えば、宇宙と同様にエントロピーの増大の方向、つまり無秩序への崩壊の方向でとらえられる。たとえば思想界をとってみても、歴史に残るものを見ると、時代を経るにつれて、かつては唯一絶対とされていた思想が、次々に新しい思想によって相対化され、その影響力の及ぶ範囲が小さくされる。しかし完全に消失してしまわないため、新思想の支配圏も狭くなり、その正統性の持続する期間も相対的に短くなる。現代はこのように部分的妥当性をもった思想が各々の領分を分かちつつ競合している状態にあり、各々の思想の絶対性と支配力は弱まり、その結果人間をとりまく価値観が相対的に入り組んで混在する事態を現出している。このような事態は、科学、芸術、宗教などのあらゆる文化領域において認められる。この中で技術はそれが如何に高度化されたものであってもエントロピー系の中に表現されたネゲントロピー系の営みである。エントロピー系の法則性が物理化学のそれであるとするならば、それは元来人間の存在に無関係に存在する法則性であって、技術そのものは、生体に、あるいは内在し、あるいは外界に働きかける生命の実証である。技術をこの様に捉えて初めて技術教育と人間の存在価値の斉一性を見いだすことができるであろう。

また、現代の文化は爆発的に増大する「知識」によって支えられている。とくに科学的知識と技術的知識の増加は著しく、知識の獲得そのものがひとつの学問分野（「知識工学」また最近「知力工学」という領域もある）を形成するほどである。現代の人間は「知る」ことに中毒を起しているのではないかと思われるほどに、強迫的に多数のことを知らなければならないと思っているのではないだろうか。その知識の人間にとっての意味や価値の本質を問うことよりも、ただ生存のための手段として多数の知識を獲得しようとする。その結果、その知識がどのような意味を持つのかについてのメタ知識が不十分なまま、得られた知識を自ら制御し支配することのできないものまで知ることになり、そのズレに苦しんで神経症的になりつつある。このような状況が「高度情報化社会」と呼ばれるのはある意味では皮肉なことである。

このような文化内容の変貌を正面から見ると、今日、教育内容は様々のレベルからその「再構成」が求められているといえる。現行の教育内容を現行の教科配置の範囲で「精選」という形で部分的に手直しするぐらいでは間に合わないと思われる。とくに「学校」の教育内容は、もっと「人間の自己理解と自分自身への問い」を中核にすえた「人間科学」的な方向で再構成されねばならないであろう。なぜなら地球環境問題をとってみても、現代の激しい競争社会をとってみても、現代は「人間の世界（地球）管理」に一步踏み出した時代であり、かつて世界内に包みこまれて無責任でいられた人間が、今や知識量だけではなく、全人類が共生しながら生きるという「高度の自覚と成熟性」を必要とする責任ある状態に移されつつあるからである。この意味では人間は単なる社会や環境の「世界内存在」ではなく、「世界内存在」でありつつ「世界外存在」でもあることを求めている逆説的な状況に自分を追いこんでいるのである。つまり我々は、単に知識の量や正確さを競うのではなく形而上的にも形而下的にも人間の存在の根底にあるものを見つめ直さないと生きて行けない社会に生きているのである。このように見ると、教育内容は今や、少しでも広範な世界管理能力をもった「世界市民」としての「成熟性」と「責任感」をもつ人間に育成しなければならない。この「成熟性」育成のためには高度の倫理性に裏づけられた自然管理、平和管理、歴史・社会管理のシステムの思考能力が、また「責任感」育成

のためには「管理者としての人間の自己理解」「知識の構造化・知識管理能力を深める」「文化と自己に対する内省力」が必要とされる。現代の産業技術教育の内容は、この面から見ると「人間とシステム」、「人間と環境」、「人間とエネルギー」およびこれらの構造的結びつき方を教えることに焦点をあてねばならないであろう。

3. 「関連」と「統合」の問題

教科・教材の「関連」や「統合」の問題は、上に述べた教育内容、さらには教育目的に深く関わるものであり、ただ教科・教材だけのレベルで扱われれば済むものではない。たとえば、これらの試みは一方で「教育内容」の精選や再構造化の要請と結びつき、他方で「教育目的」における人格的陶冶と結びつくものである。これを具体的に考えると次のようになる。

現代の学校教育は必ずしも十分に教育機能を果たしているとは言えない。その理由にはいろいろあるが、その中に「教育内容の増大」も含まれる。これは単に「教科内容」の増加のみにとどまらず、「教科外教育内容」も実に多くのものが現在の学校の中にもちこまれている。新学習指導要領はこの点に配慮したといわれるが、「教育内容」の全体構造は決して簡潔なものとはなっていない。その具体化された教育課程は相変わらず各教科、道徳、特別活動の3領域のままであるし、特別活動の中はさらに3つの活動に分けられ、その3つがそれぞれ3つ、6つ、3つに一層細分化されているのである。この点を改善するにはまず「教育内容」の全体構造をもっとすっきりしたものにし、それに基づいて「教育課程」も簡素に、たとえば教科教育課程と教科外の生活教育課程とでもいうべき2領域にすることなども考えられてよい。このような単純化はまず「教育内容」の「関連」や「統合」を必要とするのであり、その上で「教科」「教材」レベルの「関連」や「統合」が考察されるのでなければ、子どもの学習や思考を混乱させるだけであろう。以上のような問題認識の下に「教育内容」の「関連」と「統合」の課題を考えてみよう。

まず「関連」の特性として次の2つが重要である。

- イ) 知識の断片性を克服し、その体系性や相互関係性を明確にとらえたり、つくったりすること
- ロ) 知識や事実には、豊かな多面性や思考を刺激する様々の側面、次元、広がりがあること
- ハ) 知識の活用と論理的、合目的実践能力の育成に結びつくこと

この場合注意すべきなのは、イ)において、その体系性や相互関係は、視点の多様性に従って多様な価値判断があるとともに、メタ知識と知識の質的弁別ができること、またロ)においては、多面的であるとはいえ、ある視点から見れば、一つの整合体であり一歩高い次元で全体を一つの構造をもったものとしてとらえられること、ハ)は産業技術教育の特質として幅広い論理構成力と実践に結びつくものでなくてはならないということである。

その上で取り上げるべき課題は、単なる「関連」ではなく、とくに先述の「システムと人間」に焦点づけて多くの文化、知識を関連づけることが必要だということである。

次に「統合」についても、最低次の二つの性格を考慮する必要があるだろう。

- ニ) 知識の総合化をめざすこと

ホ) 知識の統合化により人間の人格陶冶をめざすこと

この2つのうち、ニ)については、それが直接に「教科」や「教材」の削減に結びつくことに注目すべきであろう。たとえばかつての「国語科」や「社会科」を成立させたような方向である。そして現代はその「統合」の軸を「人間とシステム」に焦点づけなければならない。いずれにせよ、「統合」も「関連」と同様にかなり人為的な教育的試みであるといえる。

4. 教科・教材の「関連」

教科・教材の関連といっても、教科レベルの関連と教材レベルの関連とは自ら異なる。教科間の関連といえば、それは厳密には「教科内容」の関連のことであり、教材間の関連といえば、それは教科間および一教科内部での教材相互の関連（内容的なものも機能的なものもあろう）のこととなる。したがってこの2つの場合を分けて考察する。

1) 教科の関連

一般に教科の関連といえば、国語科と社会科との関連とか、社会科と理科との関連とか、算数・数学と理科と技術・家庭科との関連とかといわれることが多い。この場合直接には教材を見ていわれているように思われるが、実は教科内容においてその関連性が考慮されているのである。たとえば理科の「パスカルの法則」を学ぶ際に分数や比が用いられるが、その関連をいう場合、そこに見られる理科の個々の教材と算数・数学の個々の教材との関連を見ているのではなく、「パスカルの法則」という概念の内容と分数や比の概念内容との関連を見ているのである。時に教材そのものが関連をもつ場合もあるが、ここではそれは「教科の関連」とはいわず「教材の関連」と呼ぶものの方に入れられる。

「授業の多彩化」あるいは「単元の多彩化」という点では、この一面を実現するのが先の特性ロ)を狙った「教科の関連」である。現在の教科内容はあまりにその教科のみのものだけに抽象化され過ぎている。教科の狙いは外さずに、そこに至る過程の学習には、もっと具体性のある、したがってその教科の視点のみから抽象していないいろいろの内容を子どもに触れさせることを考えるべきである。たとえば、社会科の学習の中で、目標は変えずに理科的な内容、国語的な内容などをその学習過程において取り扱い、多面的な追究の経験を与えて学習に彩りをもたせ、子どもの学習意欲を引き出すのである。

2) 教材の関連

教材間の関連は、特性のイ)に主として関係する。つまりある教科の教材が、その教科の別の文脈にもものること、時には他の教科の文脈にもものることを知って、知識の断片的習得を免れるというものである。この関連をつけることにより、教材の削減も可能な場合があるが、よほど類似性の高い文脈同士でないときは無理をしない方がよい。問題はむしろ「文脈の質」を知らせることにある。それは「関連」の中味を明確にすることである。たとえば「関連」といっても様々な関連があり、「類似」「対照」「補充」など決して一つではない。子どもには、その知識の位置と役割が文脈によっていろいろに変わり、また変わりうるということを感じさせることが大切なのである。

また先述の「授業の多彩化」のもう一つの面を実現するのが、この「教材の関連」である。たとえば、一つの単元の学習に際して、文字的言語的教材のみでなく、行動的作業的教材や映像的図式的教材を関連させて用いることにより、学習不振児なども活発に学習に関与させることなどが工夫されてよい。

5. 教科・教材の「統合」

これについても、教科レベルと教材レベルとに分けて述べることにする。

1) 教科の統合

これは結果としてある教科を消失させることになる。そのもっとも極端な形で統合を図ったのが完全な経験主義のコア・カリキュラムである。しかし、どんなタイプのコア・カリキュラムでもそのコアをどのような性格のものにするのかが問題となる。筆者は、もし現代にコア・カリキュラムを作るとすれば、そのコアを「人間学」的なものとする必要があると思う。つまりそれは、宇宙ないし地球における「人間」の位置と現代におけるその役割や責任を軸として構成された知識体系である。それは先述の「人間の成熟性と責任性」を自覚させ、自己理解と世界管理能力をもたせるための、極めて人為的な、外からの体系づけによるものである。前記の性格ニ)に対応するものである。

一方、性格ホ)に即した、人間の人格的陶冶を生み出すための教科の統合という発想には、一つの落とし穴がある。それは、一般に教育内容を統合しておけば学習者の人格的統合も必ず生ずるという、認識論上の単純な反映説ないし模写説的な考え方が存在することである。「学習」には、「思考」とくに関係づける思考がその学習活動の意欲づけなどに大きな役割を果たしている。それが、コア・カリキュラムのように、教育内容のレベルですでに関係づけが済まされていて、学習者は学習の際にそれをただ覚えこむだけで自分で関係づけることができないようなものでは、その学習意欲は減退せざるをえない。だからといってまったく反対に、何の系統性や関連性への「見通し」や「手がかり」をそこに見出しえないような教育内容でも学習意欲は喚起されない。したがって、学習者の内面的な統合化志向を有効に働かせうる関係づけの水準を見つけることが最も重要な課題となる。

2) 教材の統合

教材の統合も結局は教材の削減に結びつくが、単なる教材精選の方法ではなく、質的な教材の再構成である。教科レベルの統合が「教科内容」の統合の問題であったのに比べて、教材の統合はそれを基礎にすることもあるが、基礎としない場合もある。たとえば教材の機能的性格としての子供の学習意欲の喚起をめぐる教材を統合しようという場合である。それは先に「授業の多彩化」で述べた教材の「関連」を、もう一步押し進めたもので考えることができる。単に「関連」づけるのみでなく、いろいろのタイプの教材を有機的に結合して一つの単元に構成してしまうのである。ここでの課題は、「統合」によってそれぞれの教材が無個性化されないようにすることである。むしろ個々の個性を結びつけて教材としての連動の中で「教授する価値観の大系」としての教材をつくる必要がある。

6. 技術教育の教育目標

義務教育の基本的目標である全人教育という視点から、技術教育のメタレベルの目標を考えると「技術の変化に対応し、さらにはその変化を生み出していくような行動の形成」が抽出される。そこから教材レベルの目標行動のレベルを考えることができる。そこでこの教科の実際の指導段階の目標が設定される。すなわち、技術とは、最終的には外的に表現される行動として提示される。表現されるためには出力機関があるが、それを「技能」と呼ぶ。ところが、このような表現をするためにはその背後に思考の働きすなわち内的行動がある。つまり、与えら得た時間や経済的な制約条件の下に、必要な情報を選択し、処理し、最適な解を求める行動である。このような一連の情報の処理活動に必要な情報のもとになる体系、これを「技術体系」と呼びたい。こんにち技術教育では技術を知識と技能という側面に分けて考えているが、この「知識」に相当するものである。この客観的体系としての技術体系に対して、生徒自身の学習活動としての表現行動を、「技術行動」と呼ぶ。そして技術教育の基本的目標を技術行動を合法的に遂行するシステムを形成することにあると考える。

技術行動の中でもその中心となるのは、個々の要素を結び付けて処理する行動である。つまり、技術体系に関する知識を駆使し、表現へと結び付ける行動である。然るに従来の技術教育では必ずしもこの点が十分に分析されて教材として構成されていたかというところではなかったように考えられる。技術とは本来柔軟なシステム構成力を養い新しいものを作るエネルギーを醸成するべきものであるにも関わらず、技術を知識と技能とにわけ、個々の側面を教え込む指導になっていた可能性が高いといわざるを得ない。知識も技能も技術行動には不可欠な要素である。しかし、その修得自体が目標ではない。それらを、パラメータとした「知識—理解—システム構成—行動」の体系の構成が目標であり、そのためには目標となる技術行動そのものを明確にしなくてはならない。その中でも、特に、技術的知識の活用の仕方、情報のシステム構成行動を分析し、それ自体を教材レベルで実現できるような教材を取り上げることが必要である。

7. 行動分析のシステム

技術行動の分析という個々の目標を達成するためには、メタレベルの目標として、行動システムの分析が必要になる。従来も技術教育では教材の選択・構成のための分析的方法として「職業分析」「作業分析」が用いられてきた。しかし、これまでの分析的手法は外的に表現される行動だけを抽出していたところに決定的な限界がある。手記業分析で抽出されるよう素行道は転移性に乏しく、そこにこの方法が技能訓練に位置づけられたゆえんがある。

この限界を克服するためには外的行動の背景にある内的行動を分析しなくてはならない。技術によって新しいものを作り出してゆくためにはそのような行動のバックグラウンドとなるシステムそのものを目標として明確に捉えなくてはならない。それが、内的行動、すなわち最適化行動の分析である。この内的行動の分析に関しては、矢口新の「意味分析」、

沼野一男の「論理分析」、元木健の「内観法」などがある。次に目標となる技術行動を分析し個々の要素を抽出したら、それらの要素行動がどのような構造をしているのかを再構成し、学習に最適なコースラインアウトを決定する。次に教師がいかなる形態・手段で、学習者に指導するかという教授・学習システムを設計する。この様な目標行動の分析から教授・学習システムに至る一連の設計過程の最適化を計ることが必要なのではないだろうか。

8. おわりに

技術科教育のあり方について以上に述べた視点からまとめてみる。

技術科をはじめとする教科・教材の関連・統合は、現実には教育課程の計画レベルとともに、授業すなわち教育課程の実施レベルで、より以上になされた方が望ましい。なぜなら具体的に考えると、目前の子どもたちの状況に応じてその「関連」や「統合」の種類や程度は異ならざるをえないからである。したがって、この面で最も重要なのは「教師の力量」であるといえる。つまり、子どもと教育内容に対する深い理解と臨機応変の対応能力である。「教師の力量」の向上が教科・教材の質的向上と共役的に進んでこそ現代の学校教育は改善されると思う。教師の力量を強化する研修活動を強める必要があり、また教師が積極的に研修活動を行える環境整備を行うべきである。

(参考文献)

- 1) D.Sleeman, J.S.Brown : Intelligent Tutoring Systems, 1987
- 2) 安彦忠彦 : 学校の教育課程の編成と評価, 明治図書, 1979
- 3) 科学の辞典, 岩波書店, 1986
- 4) 安彦忠彦 : 教職の技術学, 明治図書, 1979
- 5) 斉藤進六 : 工業技術教育と人材養成, 1987
- 6) 技術者教育政策研究フォーラム : ハイテク日本の人づくり戦略「問われる技術人材の養成」, 通商産業調査会, 1988
- 7) 金子孫市, 元木健 : 技術と教授 (現代技術と教育第7巻), 開隆堂, 1975