

ものづくりと工業教育

全国工業高等学校長協会理事長

東京都立本所工業高等学校長 小林 聡

1. はじめに

「ものづくり、人づくり」という言葉がある。本稿では、工業高校のものづくりで何が育成できるか、そのためにはどのようにすべきかについて、自分の経験を踏まえて考えることとしたい。

私は、工業とは「こんなものがあると生活が豊かになるな」の思いを、具体的製品として提供し、修理をしながら、安全快適に使うってもらうことであると考えている。そして、工業高校では、ものづくりを通して生産に関わる技術や技能の習得だけでなく、課題解決能力や協同的行動能力を育むことができると考えている。

このことについては、さまざまな議論があると承知しているが、私論を展開させていただいた。読者の皆様の率直なご批判をいただくとともに、議論の輪が広がればありがたいと思っている。

2. 工業製品の一生

工業高校のものづくりを考えるに当たって、工業製品の一生を考えることとしたい。この作業を通して、製品作りの各段階で必要とされ、また、育成される資質や能力が明らかになると考えている。

工業製品の一生は、次のページの表のよう

に、企画、製造、消費の三つの状態に分けることができる。企画は、与えられた条件から、最適化を図り、製品情報を確定することである。製造は、企画で確定した製品情報を多くの部品に転写し、部品を組立て、企画された情報を有する製品にすることである。消費は、顧客による製品情報の評価である。今まで、工業高校では、主として製造段階について指導の重点を置いてきた。しかし、これからは全体と部分の関係を見据えることが必要であると思っている。そのためには、製品を使い、評価し、新たな製品作りへの課題を明らかにすることが必要である。製品を使うことで、Plan（企画）・Do（製造）・Check（消費）にAction（改善）が加わり、PDCAサイクルが構成されることになる。

学校や企業の活動は、情報収集・分析・計画・実行・評価・改善であり、PDCAサイクルとして捉えることができる。従って、ものづくりをPDCAサイクルとすることにより、ものづくりを通して現実的な課題解決の手法を習得することができると考えている。

ここで考えなければならないことがある。それは、作品づくりと製品づくりの違いである。一般に作品という言葉は、芸術作品のように、作者の思いを実現したものに用いられ、一方、製品という言葉は、工業製品、農業製品などのように顧客ニーズを実現したものに

製品の一生

製品の一生とその意味		必要な情報・技術・技能など	必要な能力、伸張できる能力
企画	雑多な情報の集まり	イメージの構築	
		○嗜好や国民性など ○個人や人類の身体各部数値など ○安全や操作性など ○環境負荷など ○素材や加工法など ○科学的知識(物理、化学、数学など) ○経済性など ○旧製品の改善点など	○問題を発見する力 ○情報を集める力 ○総合的に見る力 ○情報を整理する力 ○発表、説得、調整する力
	製品情報の発生	仕様の決定	
	製品情報の要素への 分解と転写	設計 段取り 加工 組立	○仕様書や図面を読みとる力 ○全体と要素を切り分ける力 ○手の作業と観念を統合する力 ○手先の器用さ
製造	要素情報の合成と 製品情報の確認	検査	○言語技術能力 ○技術評価能力 ○科学的倫理観
		販売	○場を読む力
		保守 修理	○手先の器用さ ○分析的に見る力
消費	製品情報の検証	分解 分別	○手先の器用さ
廃棄			

※分解、分別された部品を素材に還元する行程は、別の製品の製造とし、この表から除いてある。

用いられるようである。芸術家は孤高に生きることも可能だが、工業人は社会の人々の幸せを願いながら製品を作るので孤高に生きることはできない。また、工業で学ぶ技術・技能は、人々の暮らしや組織を破壊することもできる力を有している。従って、工業では、技術や技能を磨くと同時に豊かな人間性を育み、技術・技能を人々のために利用するとの意識を培うことが重要である。そして、ものづくりは、PDCAサイクルの各段階で製品という実物が存在するのであるから、考えは常に現実引き戻され、現実的な課題解決法を学ぶことができるのである。

各段階をより詳細に考えてみよう。企画は、さまざまな情報の中から必要な情報を選択するなどして概念を形成し、与えられた制約条件の中で製品としての最適化を図ることである。この過程では、一人ひとりの有するイメージを共有化し、図面や仕様書で現すことが必要である。工業高校では、数人でアイデアを出し合い、製品作りをすることが多い。一人ひとりの頭にあるイメージを共有化するためには、暗黙知であるイメージを形式知である言葉や数式、図面等で現す必要がある。すなわち、自分の考えを言語化し、整理することが必要なのである。さらに、会話をするには、他人の言語からその内容を理解し、自分のイメージとの共通点や相違点を見いだすことが必要になる。言語技術教育が普及していない我が国にとって、この作業は重要な意味を持っていると思う。このことを通して、概念形成やコミュニケーション能力などが育つのである。また、図面の書き方や読み方、仕様書の書き方など文書作成能力が伸張できる。なお、これ以降の各段階でも、人と人との交流の中でコミュニケーション能力などが育成されることはいうまでもない。

次に、製造段階であるが、工業高校で重き

を置いて指導してきた分野であり、技術・技能の育成に欠かせない分野でもある。私は、技能という概念が学科系により差があると考えている。例えば 旋盤で製品を作るには 経験を重ねて得られる熟練技能が必要である。図面が与えられても、初心者には仕様を満足するものではないだろう。一方、電気工事では、旋盤作業に比べ、製品を作る技能は容易に習得できる。電気工事では、材料や部品の改良により製品を作るための技能は平易になってきた。図面が与えられれば、初心者でも仕様を満足するものを作ることが可能である。今では、仕様書を作ること、仕様書から回路図を描くことが重要な技術・技能になったと考えている。電子回路も、デジタル化により電気工事と同様な方向を歩んでいる。このことは、高校生ものづくりコンテストの競技内容を考える上で重要な視点と考えている。この段階で、巧緻性や感受性が育成される。検査は、派手さはないが重要な項目である。検査を通して、物事を総合的・分析的に捉える能力が培われるのである。

本稿では、流通、消費、廃棄をひとまとめにした。それは、製品の販売数や消費者の反応、廃棄や再利用の度合いが製品情報の評価であると考えているためである。

流通には、工業として関与する部分はほとんど無いと考えている。販売は、今後ますます重要になると思う。今でも、製造装置や部品などの販売には、技術者や技能者が関わっている。今後は、民生機器でも販売員の差別化が進むと思われる。消費者の心を捉えるためには、接遇やカタログデータの知識だけではなく、技術的により豊富な知識が必要になっていると考えている。また、販売店からの情報は、開発した製品についての総合評価の一つであり 新製品開発の貴重な情報になる。

次に修理である。多くの製品は、点検や修

理をして使うことが当然とされている。修理情報は宝の山と呼んでいる企業もあり、製品の改良には不可欠の情報である。今や、携帯電話のように修理をするより新品を買った方が安いものや使い捨ての製品も少なくないが、環境を考えたとき、見直される時期が来るものと思っている。修理や販売で得た情報は、商品開発につながる有効な情報源であり、修理技術者や販売員には、製品に対する知識はもとより、工業や科学技術に対する幅広い知識が要求される。

役割を終えた製品は、廃棄される。環境への関心の高まりと共に、製品を設計する段階から廃棄を視野に入れるようになった。再資源化は、新たな工業製品の始まりでもあると考えられる。

3．技術と技能

ものづくりについて考えるには、技術と技能について考える必要がある。それは、ものづくりに必要な技術と技能について、技術が技能の上位概念として捉えられていると思われるからである。新聞に「大卒技術者」、「高卒技能者」と書いてあるのを見た。このメーカーは技能の大切さを熟知している企業であるが、一般の読者は、技術は技能より高度なものであるとの意識を持つのではないかと恐れている。それは、工業高校が抱える問題でもあると考えているからである。

技術と技能については、多くの定義があるが私は、ものづくり懇談会の考えに共感を覚える。ものづくり懇談会では、「技術は客観化することが可能で再現性のあるもの」であり、「技能は長期間の経験の蓄積によって特定の人に身に付くものであり、標準化されていないものである」としている。すなわち、技術は形式知であり、技能は暗黙知なのである。

技能者が有する技能は、相当深いレベルま

で、言葉や数値で現すことが可能である。言葉や数値はデジタル量であるから、コンピュータに記憶させることができる。そして、コンピュータの発達には、デジタル化された技能を記憶し、技能者と同じ動作をさせる機械を作り出した。すなわち、技能の技術化である。そして、技能を技術化した技能者は、技術化された機械を駆使し、更なる技能の領域に挑戦することが求められる時代になった。一方、レーザー加工機など、新しい原理に基づいた機械を自由に扱うには、原理を理解するとともに、その原理にふさわしい加工技術を開発する必要がある。

技術革新が、旧来の技能を無力化することについて、私自身の経験を述べることにしたい。私は、工業高校で電気を学んでから、電気畑を歩んできた。この間、能動素子は真空管からトランジスターへと変わったが、製品づくりの点では本質的な変化ではなかった。ところが、集積回路（IC）の出現は、二つの意味で衝撃的であった。一つは、製品の仕様を部品メーカーが決めてしまうことである。それまでは、ラジオやテレビの仕様はアセンブリーメーカーが決めていた。ところがICを使うと部品メーカーが製品の仕様を決めてしまうのである。アセンブリーメーカーの創意工夫は、別の分野に向けられることになった。もう一つは、アナログ回路からデジタル回路への変化である。アナログ回路は、部品点数が少なく安価につくることができるが、雑音に弱いこと、部品配置や配線処理など組立上の技能が要求されるという欠点があった。一方、デジタル回路は、雑音に強く部品配置や配線には、ほとんど影響をうけないが、部品点数が増えるという欠点があったが、クロック周波数があまり高くない範囲なら、仕様書から回路図を描き、回路図通りに配線すれば、ほぼ確実に動作する。

アナログからデジタルへの転換は、技術革新が旧来の技能を無意味にし、新たな技能が求められる典型的な例と考えられる。

その後のICの発達には、どこでもコンピュータの時代を実現し、処理速度の高速化、記憶容量の大容量化は、技術と技能の在り方に質的転換をもたらした。先に述べた技能の技術化である。しかし、当然のことではあるが、コンピュータでは、技能の向上は望めない。新たな技能の開発には、技能者が不可欠である。

4. ものづくりの指導について

ものづくりを本質的な体験的学習の場とするためには、生徒の試行錯誤を許容することが重要である。そのためには、授業内容の精選と指導法の工夫が必要だ。試行錯誤を許容する授業では、当然、進度が遅くなる。そして指導に際しては、まず、生徒に工具や工作機械の扱い方を熟知させること、安全作業の意識を培うことが必要となる。その上で、失敗が予測される生徒にも、手を貸すことなく、見守ることが大切である。教師にとって、生徒の失敗は、時間と費用が気になることである。しかし、これを許容しないと、生徒は試行錯誤できないことになる。教師が手を貸さないことは、失敗の原因を生徒自身に負わせることでもある。そして教師は、生徒の失敗をそのまま終わらせるのではなく、失敗の原因を考えさせ、修復させる指導が必要となる。ここでも、教師が手を出すことなく、生徒の理解度や失敗の状態に応じたヒントを出し続けることが大切である。つまり教師には、今まで以上に、カウンセリングの指導とともに、ものづくりの技術・技能が必要となるのである。さらに、試行錯誤を許容する授業では生徒による進度差が大きくなる。これを吸収するためには、生徒の進度に応じて新たな課題を提示するなど、教員には幅広い知識が

必要となる。

私自身の経験では、自己の責任で失敗を経験した生徒は、同じ失敗を繰り返すことはほとんどなかった。また、悩み苦しんだ生徒ほど、解決したときの喜びが強く、深く心に残るようであった。

このように、進度差が大きくなる授業が実施できないときには、部活動で行うことも考えられる。部活動は、先輩の作り上げた製品を基礎として、改良を加えるなど、より長期的な視点に立った工夫改善が行われることが期待できる。

5. 「ものづくり、人づくり」について

改めて、「ものづくり、ひとづくり」について考えてみたい。この解釈は二通りで、一つは、「ものづくりで人づくり」、もう一つは、「ものづくりは人づくり（から）」である。

「ものづくりで人づくり」は、ものづくりを通して生徒の生きる力を伸張するということであり、試行錯誤しながら製品作りをさせることで指導できていると考えている。

一方、「ものづくりは、人づくり（から）」は、ものづくりを継承するためには、ものづくりの技術・技能を持った人材の育成が不可欠であるということで、工業の分野にすすむ生徒に必要な指導である。

そして、工業系の教員には、当然ながら、このような生徒の指導ができることが求められている。そのためには、自分で製品を作る技術・技能を有するとともに、持てる技能を言葉や数値で表現できることが必須の条件となる。

失敗を許容する「本来のものづくり教育」を行うためには、技術・技能を有する教員が増えることが必要である。失敗を許容する学習を通して「ものづくりで人づくり」ができると確信している。

6．普通教育としての技術教育について

小さな子どもは、ものづくりが大好きである。それが、成長するにつれ、ものづくりから離れる原因については、さまざまな視点から論じられている。ここでは、学校教育の中に普通教育としての技術教育が適正に位置づけられていないことについて考えてみたい。

普通教育としての技術教育は、小学校の図画工作、中学校の技術科で扱い、高校には該当する科目がない。そして、教材の開発や指導法の研究は、小学校、中学校と大学の教育学部の先生方で行われている。科学技術が高度化する中、高校の階梯で技術教育が行われていないことは、技術や生産活動に対する理解が深まらないことであり、キャリア形成にも大きな影響を与えているものと考えている。

中学校の技術科の様子を見ると、今回の指導要領の改訂では、授業時間数の削減もあり、工業に関する分野は大幅に減少している。旧学習指導要領では、機械や電気など工業に関する領域もあげられていたが、現行では、「技術とものづくり」と括られ、授業時数の削減と相まって、ものづくりが行える環境からは遠ざかっている。

工業高校や生産に対する理解、技術・技能

に対する評価能力、技術的倫理観を育成するには、普通教育としての技術教育を充実することが重要と考えている。

7．おわりに

「日本のものづくりの哲学⁽¹⁾」によれば、製造業には、組み合わせ型とすりあわせ型があり、我が国が強い産業は、自動車など、すりあわせ型であると論じている。また「もの造りの技能⁽²⁾」によれば、自動化が進んだ自動車の製造現場で極めて多数の熟練工が必要であり、熟練工としての技能の習得には、10年以上の職場経験が必要であり、特定の人に身に付くものであると論じている。

そして、熟練技能者の多くは、工業高校の卒業生なのである。すりあわせ型の産業を支えていくのは、今後とも工業高校の卒業生であると信じ、願っている。そして、希望者が少ないからとの理由で工業高校の減少が続いていることに疑問を感じている。

最後になったが、工業高校としてものづくりを通して何が育成できるのか、そのための指導はどうあるべきかの論議の輪が広がればありがたいと思う。

(1) 藤本隆宏，日本経済新聞社

(2) 小池和夫他，東洋経済新報社

実教出版

ビデオ 情報化社会の光と影 2巻セット 定価31,500円

文部科学省
選定

- 情報倫理を身につけることができるよう、具体的な事例を説得力ある映像で収録。
- 上巻ではインターネット普及の成果と問題点を、下巻ではインターネット社会でのモラルやマナーを取り上げた。
- 充実の指導支援 指導の手引き付／小社Webページに授業用PowerPointデータ有

<http://www.jikkyo.co.jp/>