

## 創造的ものづくりを重視する工業教育

国立教育政策研究所 教育課程調査官  
文部科学省初等中等教育局 教科調査官  
佐藤義雄

### 1. はじめに

平成14年7月3日に知的財産戦略会議が「知的財産戦略大綱」を決定し、12月4日に知的財産基本法が成立した。創造的ものづくり教育が一層求められる工業系高校においては、本大綱や法に示された基本理念を踏まえつつ、将来の我が国を支える優れたスペシャリストを目指す教育を実践していくことが一層求められる時代となった。本稿では、創造的ものづくりについて、新学習指導要領での位置づけや技術と技能、工業系高校における事例等を紹介する。

### 2. 学習指導要領に示された創造性の育成

教科「工業」における創造性の育成については、新学習指導要領の目標に、「工業の各分野に関する基礎的・基本的な知識と技術を習得させ、・・・、工業技術の諸問題を主体的・合理的に解決し、社会の発展を図る創造的な能力と実践的な態度を育てる。」と明示されている。また、工業科のすべての生徒に原則として履修させる科目「工業技術基礎」では、「(1) 人と技術と環境」の内容の範囲や程度として「ア 内容の(1)のAについては、…また、職業資格及び工業所有権を簡単に扱うこと」としている。内容の(1)のAとは「人と技術」を指している。ものづ

くりの行為は本来創造的な活動そのものであるが、教科「工業」においては、さらに、創造的なものづくりの成果としての特許などの産業財産権も簡単に扱うこととしている。(昨年、法律改正により工業所有権は産業財産権に改められた。詳細は後述)

また、もう一つの原則履修科目である「課題研究」では、その目標に「工業に関する課題を設定し、その課題の解決を図る学習を通して、専門的な知識と技術の深化・総合化を図るとともに、問題解決の能力や自発的・創造的な学習態度を育てる。」と明示し、創造性の育成に不可欠な問題解決の能力や自発的で創造的な学習態度を育てることとしている。「課題研究」が工業に関する基礎的・基本的な学習の上に立って行われることを考えると、高等学校における専門学習を有機的に結びつけ、知識と技術の統合化を図る優れた実践的な学習法であるといえ、我が国製造業にとっても重要かつ緊急の人材育成の方策でもある。

### 3. 技術と技能の関係

前述した技術・技能を有する実践的な技術者育成を行うためには、技術と技能について“両者の違い”と“ものづくりへの役割”について整理した上で指導計画を作成し、実施・評価することが大切である。

我が国製造業の多くは中小製造業であり、高校卒業生の多くが就職するのも、ほとんどが中小製造業である。景気低迷による就職難の現在においても、工業系高校の求人状況は、他の専門学科のそれと比し最も高い。中小製造業の期待に添えていくためにも、我が国中小製造業における技術と技能について、よく実態を把握し、教育を実施していく必要がある。中小製造業における技術と技能について整理したものとしては、中小企業基盤技術研究会（平成12年9月旧中小企業庁）の報告が、明確でわかりやすい。（本誌286号参照）同報告では、技術と技能について、例えば、NCプログラムの開発などは技能と位置づけ、コンピュータや高度工具などは技術として例示している。これらのことから技能はものづくりの能力そのものであるとともに、技術を使いこなす能力もまた技能としてとらえていることがわかる。

#### 4. ものづくりの発展に必要な人材像

ものづくりを支える実践的な技術者育成や企業現場での在り方を論じる必要から、旧通産省が現場のフィールドスタディを行い、その実態を次のようにまとめている（共通基盤的加工技術における技術者・技能者問題に関する調査、平成9年6月）。この報告は、製造業の海外移転が進み厳しい就職状況にあって、工業高校が育成すべき人材像の検討に多くの示唆を与えている。

『ものづくりの現場では、機械化、マニュアル化が進んでいるが、高品質・低コスト・短納期を可能とする中心的要素の技術・技能は機械では代替不可能であり、自ら考え、改良や工夫を行い、豊富な経験から複雑で総合的な判断とその実践ができることが必要である。また、加工組立の自動化により人間の作業が機械に代替されるなど作業環境が変化す

る中で求められる技術者・技能者像として以下の例があげられる。

- ①大競争時代へ対応できる人材として、加工を熟知し、これに配慮しながら加工の生産性を高める設計ができる設計技術者。
- ②市場の変化へ対応できる人材として、加工の原理、工作機械の構造を熟知し、精度を向上させるための工夫・改善ができる技能者。
- ③工作機械の高度化など、技術の進歩に対応する人材として、新たな工作機械を操作する知識の習得と複数の工作機械を操作できる技術者・技能者。
- ④激しい新素材の開発に対して、新素材の性質を理解し、加工や活用の工夫ができる技術者・技能者。』

ここで、①で示された設計技術者は、工業高校の機械科の卒業生が目指す目標にふさわしい。②で示された技能者は、機械加工に高い技能を必要とする分野であり、ものづくりコンテストなどで活躍している生徒には格好の目標であろう。③や④で示された技術者・技能者は、新しい工作機械や加工方法などに興味を持ち、絶えず工夫・改善を怠らないことが要求されるが、発明や発見などに興味のある生徒には手応えのある仕事となろう。

また、同調査「産業の基盤を支える高度熟練技能者の活用と継承に向けて」では、高度熟練技能者を次の3タイプに分類するとともに、高度熟練技能の習得年数は、平均約16年必要であると指摘している。

- ①Aタイプとして、機械では代替できない高度な技能を駆使して、高精度・高品質の製品を作り出すことができる技能者、または、機械が作り出す製品と同等以上の高精度・高品質の製品を作り出すことができる技能者。
- ②Bタイプとして、Aタイプと同等、またはAタイプに近い技能者であって、幅広い製作要求にも応えられる柔軟性を有し、技術

開発にも携われる者。

③Cタイプとして、高度な技能、技術的知識を持って、機械の性能を十二分に発揮でき、新技術の製造現場へのブレイクダウンができる技能者。

Aタイプは、マスコミなどでよく取り上げられる神業のような加工ができる技能者のことで、スーパー技能者と呼ぶことができる。付加価値の高いオンリーワンの生産を行う日本の中小企業や町工場においては、なくてはならない人材である。

Bタイプは、幅広い製作要求にも応えられる柔軟性を有することから、製品開発における設計・試作を行うためには不可欠な人材であり、未知の分野を切り開くことが要求されることから、フロンティア技能者と呼ぶことができる。大量生産技術や生産の自動化技術は、結局のところ、思考錯誤の製品開発プロセスから生まれた製品がなければ役に立たないからである。設計・製作を中心とした「課題研究」は、まさに、これに相当する優れた学習である。

Cタイプは、高度な技能や技術的知識、つまり、ハイテクを駆使することが必要とされることから、ハイテク技能者と呼ぶことができる。

高度熟練技能ではAタイプが強調されがちであるが、Bタイプ、Cタイプの技能者には、工業系高校で学んでいる専門的な知識や技術に創意・工夫を生かした高度な加工技術・技能が必要である。これらの技能者の特質をよく理解した上で、生徒が目指す将来のスペシャリスト像を定め、我が国の産業基盤を支える人材として、活躍されることを期待している。

## 5. 知的財産基本法の成立

### (1) 情報創造の時代の到来

2002年7月3日に知的財産戦略会議で「知的財産戦略大綱」が決定され、情報創造の時代の到来を踏まえ、我が国の知的財産戦略大綱をまとめたものである。以下に、本大綱で述べている情報創造の時代の到来について引用したが、創造的ものづくり教育を実践している工業系高校においては、本大綱に示された基本理念を踏まえつつ、将来の我が国を支える優れたスペシャリストを目指す教育を実践していくことが一層求められる時代となっていることを強く認識する必要がある。

『戦後、我が国の高度経済成長の原動力となったのは、勤勉な国民性と重化学工業、さらには加工組立型の産業分野を中心とする「ものづくり」の強さであり、その土台は、欧米の技術を導入・改良し、強固なチームワークを活かして現場での生産技術を向上させていくという日本型生産システムであった。しかしながら、低廉な労働コストと生産技術の向上を背景にしたアジア諸国等の追い上げ、グローバルな社会の情報化の進展等により、過去の成功を支えた経済モデルからの脱却が求められ、新たな成長モデルを模索する必要が生じている。すなわち、経済・社会のシステムを、加工組立型・大量生産型の従来のもので最も最適化したシステムから、付加価値の高い無形資産の創造にも適応したシステムへと変容させていくことが求められている。加工組立型のものづくりにおいては、調和のとれたチームワークが重要な要素であるが、発明や著作物等の情報の創造には、個人の自由な発想が鍵となる。我が国の明るい未来を切り拓くため、あらゆる面で創造性を重視する環境整備に向けた改革断行が欠かせない。この改革は、我が国における21世紀型

の文明構築に向けた国家的事業である。以上のような視点に立って、国際協調を図りつつ知的財産戦略大綱を実行して、我が国産業の国際競争力を強化することが必須である。』（「知的財産戦略大綱」から引用）

## （２） 知的財産基本法の成立

平成14年12月4日に、知的財産基本法（平成14年法律第122号）が成立した。これは、前述の知的財産戦略大綱を踏まえ、新たな知的財産の創造及びその効果的な活用による付加価値の創出を基軸とする活力ある経済社会を実現するために、基本事項、国などの責務、推進計画、施策の推進等について定めた基本法である。構成は次のようになっている。第1章 総則（第1条～第11条）、第2章 基本的施策（第12条～第22条）、第3章 知的財産の創造、保護及び活用に関する推進計画（第23条）、第4章 知的財産戦略本部（第24条～第33条）、附則

なお、本法第2条では、「知的財産」と「知的財産権」を、次のように定義している。

『「知的財産」とは、発明、考案、植物の新品種、意匠、著作物その他の人間の創造的活動により生み出されるもの（発見又は解明がされた自然の法則又は現象であって、産業上の利用可能性があるものを含む。）、商標、商号その他事業活動に用いられる商品又は役務を表示するもの及び営業秘密その他の事業活動に有用な技術上又は営業上の情報をいう。「知的財産権」とは、特許権、実用新案権、育成者権、意匠権、著作権、商標権その他の知的財産に関して法令により定められた権利又は法律上保護される利益に係る権利をいう。』

## 6. 地域産業の発展を担うものづくり教育

### （１） 技能士を目指す工業高校生

山形県長井市は、小規模ながら工業生産に力を入れている地域である。同工業高校の卒業生の多くは地域の企業に就職し、企業において重要な役割を果たしている。たとえば、従業員15人以上の会社32社において、社長、取締役、工場長、部長、次長、課長、係長を合計すると127人となっている（平成7年前後の調査）。また、ある技術系の企業では、多数の卒業生が会社の重要な役割を果たしている。優れた技術開発者に贈られる旧科学技術庁長官賞は、平成元年から9年までの間の16人の卒業生が受賞している。これらの実績は、県立長井工業高校では、創立以来一貫して地域産業を担う有意な人材育成に努めてきた成果であるととらえることができる。

近年の少子高齢化による生徒減少や経済不況、産業構造・就業構造の急速な変化などに対応するため、学科変更や学校の統廃合が進められているが、同工業高校では、市当局と一体になった取組みを展開し、校舎の全面改築、地域産業を担う優れた技能者の育成などに取組み、機械加工の技能検定では、これまでに9人の高校生が合格するなど、優れた成果を上げている。

### （２） 伝統建築にこだわるものづくり教育

熊本県立球磨工業高校では、林産県熊本の復興、木材（林業）振興のため、木造建築技術者の育成を図ることと、技能者の高齢化、文化財保存技術者の不足が生じていることから伝統技能者の育成を図ることを目的に伝統建築コースを設置し、実践中心の教育を行っている。入学生は、地元（郡市内）を中心としているが、県外を含む地域外は多く、群馬、千葉、三重、京都、兵庫、岡山、長崎、宮崎

表 「海水濃縮装置の製作と特許出願」

研究テーマ： 海水濃縮装置の製作と特許出願を目指して

発表者： 沖縄県立沖縄工業高等学校 工業化学科3年 我那覇栄作 他6名

(1) 目的

沖縄の地域性をいかした太陽熱や風を利用して、効率良くかん水（濃い海水）を作ることを目指して、課題研究や部活動の取組みで研究開発を行い、水濃縮装置の製作と特許出願を行った。同装置を使用することで、今、人気の高い自然食塩を、低コストで作ることができる。現在2か所の福祉施設の協力を得て開発装置の具体的なデータ取りを行っている。

(2) 原理

図1のように、海水の飛散を防止するように形成されたネットとネットの間にポンプでくみ上げ

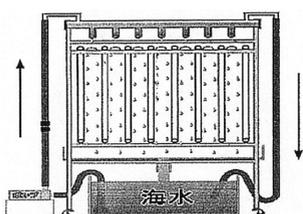


図1 海水濃縮装置2号機の構想図

た海水を落とし、その海水を再び循環させることにより太陽熱と風で海水の蒸発を早め、かん水を作る。

(3) 装置の特徴

①広い設置スペースを必要とせず、効率よくかん水を作ることができる。②ユニット方式であるため、設置スペースに応じた組み合わせができる。③自然の風と太陽熱を利用することで燃料費をおさえ、かん水を安く作ることができる。④目の細かいネットを使用して、ユニット当たり46m<sup>2</sup>（約14坪）の蒸発面積を確保することができる。⑤仕様（大きさ1.1m×1.3m×2.3m、重さ80kg、海水用ポンプ100V400W・80ℓ/分、仕込み量・海水300ℓ、濃縮量・かん水40ℓ/30時間、濃度・塩ボームド21度）

(4) 製作工夫と特許出願

①特許電子図書館の検索

特許電子図書館の検索から、海水を湿潤体（図2）で蒸発させ、濃縮する考えが他者の特許技術に触れることがわかった。そこで、1号機の機構を大きく変えることなく蒸発・濃縮ができる新し

いアイデアを、図3を含め七つ考案したが、条件を満足しなかった。

②逆転の発想

このため、発想を変え、1号機の湿潤体であるネットを飛散防止ネットに置き換えるアイデアが出た。すると、従前の特許技術や公知の技術に触れることなく、特許出願の可能性が大きくなった。また、構造や機構にも大幅な変更を加える必要がなく、1号機では、図2のようにネット上部に海水を落としていたが、2号機では、図4のようにネットとネットの間に海水を落とす構造に変わるだけの、簡単な変更で済んだ。

③特許出願

平成14年1月には、書面による特許出願も済ませた。特許を実際に出願することで、特許に対する知識と特許電子図書館の検索技術が身に付き、ものづくりや工業所有権に対する意識が変わった。

(5) おわりに

かん水から短時間に、簡単に塩が析出される結晶装置を製作し、製塩装置を完成させ、次の特許も出願したい。また、より良い自然食塩作りを目指し、今後も研究開発を継続することで、地域に役立つ装置をいろいろ製作していきたい。

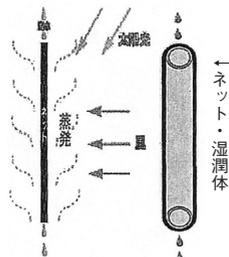


図2 1号機の湿潤体による蒸発図

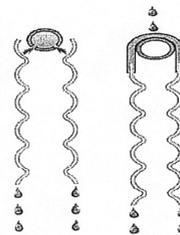


図3 二つの新しい蒸発図の考案

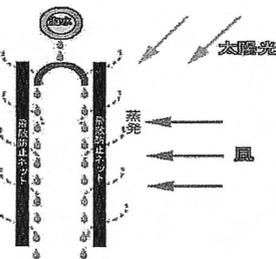


図4 湿潤体が飛散防止ネットになった

などの実績がある。進路先では、職種の大部分は社寺、数寄屋を含む大工職であり、その他としては、現場監督、文化財設計監理、建具職などがある。地域は、京都、奈良を含む関西を中心に日本全国となっている。進学数は少ないが、工業系4年制大学、専門学校などとなっている。

同コースの特徴は、徹底的な伝統建築にこだわる“ものづくり”教育であるといえる。たとえば、コース設立時から京都、奈良、東京などから著名な講師を招き特別授業を実施しているとか、県外講師などによる特別授業も行っている。校舎は、特色ある実習工場となっている。建築科での教育内容は、2級建築士の資格取得と設計事務所等への進路を中心としているように見受けられるが、厳しい就職状況にあってはこれまで以上に職業能力、特に技能を身に付けさせる教育が必要であらう。

## 7. 特許取得を目指す生徒の取組み例

### (1) 創造的ものづくりに関する生徒発表

工業系高校生徒の創造的なものづくりへの取組みの成果については、全国工業高等学校長協会主催の「高等学校工業科生徒研究成果発表全国コンクール」等において発表され、大学や企業関係者から高い評価を得てきている。平成14年度の発表では、全国ブロックの予選を通過した10組の発表があり、そのうち2件の発表が創造的なものづくりを通じた特許の電子出願等に関する発表であった。数年まえまでは弁理士を通じた特許出願がほとんどであったが、特許出願に関する費用負担や手続きなどに関する制度が整備され、ここ1、2年は生徒自身による電子出願が行われるようになってきた。これは、課題解決学習である「課題研究」の実践研究の積上げ、新学習指導要領の「工業技術基礎」に示された工業

所有権の学習、特許庁と発明協会による「工業所有権」のテキスト作成と同テキストの活用に関する実験協力校などの実践研究の推進など、産業財産に関する関係機関・関係者の努力によるところが非常に大きい。

### (2) 海水濃縮装置の製作と特許出願についての事例

平成14年度の高等学校工業科生徒研究成果発表全国コンクールで、最優秀賞（文部科学大臣奨励賞）を受賞した沖縄県立沖縄工業高校の「海水濃縮装置の製作と特許出願を目指して」を紹介する。生徒が考えたアイデアについて、類似の特許がないかどうか、生徒自身が特許庁のインターネット電子図書館で確認し、すでに特許登録されていることに気づき、この方式に触れない全く新しい方式を考案することに成功し、それを実証するため試作機を作成し、実証し、それをもとに特許出願することに成功している。生徒が試行錯誤を繰り返しながら、新しい発見と特許出願まで至った学習経過は、創造的な学習そのものと言える。科学技術創造立国を目指す我が国にとって、このような取組みは、今後の工業系高校生徒の一つの目標となるであろう。

## 8. まとめ

「工業基礎」、「工業数理」などの基礎的科目から実験・実習を中核とした専門科目に学習が発展し、「課題研究」による課題解決型の学習が定着した。今次改訂では工業所有権を扱うことなどが加わり、今日の工業系高校におけるものづくり教育は、単なるものづくりから創意工夫を活かした創造的なものづくりへと変容を遂げつつある。これまでの質の高い技術・技能を受け継ぎつつ、創意・工夫を活かす人材の育成を、今後も続けていかなければならない。