

## 実用的な研究開発を志向したものづくり教育

埼玉工業大学学長 内山 俊一

### 1. はじめに

最近、日本は今後も引き続き科学技術立国として発展していくことを目指さなければならないということが、マスコミなどであらためて指摘されている。そのため世界の科学技術をリードすることの出来る国づくりにとって、高等教育機関における「ものづくり教育」が欠かせないということは論を待たない。その意味で、高等教育機関のなかにおいて、最も高度な教育研究を担う大学は、社会に開かれた機関として、創造力に富んだ若い技術者を養成するという重要な責任を果たす義務があることは言うまでもない。そこで、工業大学では、単に既存の技術を習得するのみならず、創意工夫を必要とする研究開発を通じた実学教育が求められる。

埼玉工業大学は創立 38 周年を迎え、埼玉県北部地域唯一の工業系大学として、学生の教育を伴う研究開発に力を入れている。本稿では実用的な研究開発に向けた具体的な取組の一端を紹介し、工業大学における研究開発とものづくり教育との関連について述べることにする。

ところで、ものづくりという言葉は主として自動車やロボットなどの工業製品の製造に対して用いることが多いが、生物資源である植物などの品種改良なども立派な生物系のものづくりということが出来る。本学は生命環境化学科を中心として生物の機能を利用した工学技術の開

発や新規な化学製品づくりにも力を入れている。そこで、本稿では現在計画策定中の工業製品の代表である自動車に関する開発プロジェクトと新種の花づくり、およびこれまでに本学発で実用化された技術についても紹介することにする。

また、教育先進国の日本では、国民全員が小学校から教育を受けてきた経験を有し、教育論については、各人がそれぞれ個性あふれる持論を持っていると思われる。本稿では、多少大学の宣伝になることをお許し頂き、私自身がこれまでに体験したものづくり教育の事例や教育に関する私見も交えて記載し、ものづくり教育の大切さ、素晴らしさを少しでも工業教育に携わる関係者の皆様に感じて頂くことが出来るとすれば望外の幸せである。

### 2. 植物の品種改良教育

埼玉工業大学周辺の埼玉県北部地域は昔から有名な深谷ねぎを代表とする農作物の栽培が盛んな地域である。地元密着型の大学を目指す大学方針の一環として、昨年度から農学の専門家を教員として採用し、農作物の研究開発を新しい取組として開始している。そのために、青いシクラメンなど新種の花づくりに遺伝子組み換え技術を応用して、研究開発を行うことのできる設備を備えた施設である、植物培養システム棟（いわゆるプロ使用の温室）を平成 26 年 4 月に完成させ（写真 1）、様々な花づくりの開



写真1 植物培養システム棟

発を通して学生の教育に役立っている。この施設は、花づくりのための植物育成室（P1温室）である。P1温室とは拡散防止措置のとられた研究開発のみの目的で遺伝子組み換え実験を行うための温室のことである。昔から品種改良は、植物の自然交配によって行ってきた。今日では、遺伝子の特定部分の切断や組み込みを行うことにより、期待する特質を発現させることが可能となり、新種を人工的に生み出すことができるという点でまさに「生物のものづくり」にふさわしい研究開発が実現できる。

また、生物に関連したものづくりという分野では、学生が主体となって地元の酒蔵と協力し、大学独自ブランドの日本酒造りも行っている。この酒造りは田植えからビン詰めまですべての工程を学生が行っており、自主性を養うという点でも、学生主体のものづくりプロジェクトには大きな教育効果があると考えている。

### 3. ものづくり研究センターの設置

全学的なものづくり研究教育の施設として、来年度完成予定の「ものづくり研究センター」の新築を計画している。このセンターは写真2の完成予想モデル図にあるような環境に優しい木造の建屋にすることになっている。将来的には、学生だけでなく一般の市民にもものづくり体験ができる施設として開放し、社会貢献に役立てることを考えている。最近では多くの工業系大学にもものづくり工房やものづくりセンターが設



写真2 ものづくり研究センター完成予想モデル図

置されており、大学の広報の目玉の1つとして位置づけているところも多いようである。本学もこの研究センターに大きな期待を寄せており、今後とも将来にわたってものづくり教育中心の工業大学として発展していくために十分活用し、世間に強くアピールすることの出来る、オリジナルな技術開発に向けた努力をすることになっている。

### 4. 次世代電気自動車開発プロジェクトの実施

ものづくり研究センターを新築するにあたり、「次世代電気自動車研究開発プロジェクト」を実施することにした。向こう5年間の研究プロジェクトの研究開発ターゲットは多岐にわたるものが考えられるが、特に、循環型社会に向けた次世代自動車用のクリーンなエネルギーデバイスや新素材の開発を目指すことにしている。

このプロジェクトについてはすでに大手マスコミでも紹介され、現在、地域の期待に応えるべく、全学的な体制づくりを組んでいるところである。この電気自動車プロジェクトは機械工学科だけでなく大学全体の教員の協力のもとに行うことにした。プロジェクトは、大きく分けて電池、制御、IT技術の3つのチームから構成され、工学部だけでなく文系の教員も含めた全学科横断的な研究体制をとりたいと考えており、大学ならではの基礎からの独自技術の開発を目指している。このプロジェクトは、今後、

循環型社会に向かう社会的要請とニーズに応じた新しい教育研究体制を構築するのに資するものと考えている。

これまでも自動車関連のものづくりについては、全日本学生フォーミュラー大会出場のための学生主体のプロジェクトに大学として支援を行っており、昨年は書類審査、車検に合格し、本戦出場を果たしている。

ところで、ガソリン車等による大気汚染問題を根本的に解消し、環境に優しい近未来の循環型社会を構築するにあたり、水素などのクリーンエネルギーを使用する次世代自動車の役割は極めて大きい。既に今年、トヨタ自動車は水素燃料を用いる燃料電池車を市販することを発表し、他社も相次いで市販することが報道されている。この燃料電池車は排気ガスの代わりに水を排出するという究極のエコカーである。

本学でも、このプロジェクトにおいて次世代自動車向けの革新的なものづくり技術を開発するとともに、循環型社会の形成に向けるものづくり分野におけるイノベーションを担う次世代の人材育成を目的としている。特に、クリーンエネルギー技術である燃料電池やマグネシウム電池、およびキャパシタの開発を行い、電気自動車・燃料電池自動車などの環境に優しい次世代自動車の製作を目標としている。

また、近未来の循環型環境システムに対応する次世代自動車の特徴を生かした新規なデザインと最適構造の設計法の開発、高速通信とネットワークを利用した自動車の安全・安心な操作環境の開発、より利便性があり人間の適応性を反映する車内環境の開発研究なども実施することとしている。このプロジェクトを通して、イノベーション技術の創成に情熱を持ち、かつ高度な科学技術を身に付けた若手研究者およびものづくり技術者が育成されるものと期待している。

さらに、大学周辺の埼玉県北部や群馬県太田地域に位置する多数の自動車関連企業にとって、

有益な人材の輩出という点で意義あるものとしていたいと考えている。

自動車開発をプロジェクトテーマとして取り上げた理由は、成功すれば大きな経済効果を生む余地があり、またものづくり教育という観点からもさまざまな最先端技術が集積しているので高い教育効果があげられ、かつ、多くの学生の関心を集め、勉強意欲を引き出すことができると期待している。また企業と連携することにより、工業大学の重要な使命である産学連携活動を促進する効果もある。

## 5. 教育研究活性化設備整備事業の採択

私立大学に対して文部科学省が募集した平成24年度の上記事業において、本学が採択された取組の名称は「高倫理観を備えた技術者育成のためのものづくり教育」である。本学では、仏教精神に基づき、「テクノロジーとヒューマニティの融合と調和」という理念のもと、「和」と「共生」を重視した精神性をベースに、エンジニアや実務家など、社会の中核となって活躍できる人材養成を行っている。本学には、科学技術で世の中に光明をもたらすことが期待される工学部と、精神の高適さと同様なことが期待される人間社会学部を設置した。本学の建学の理念をより具現化するためには、両学部が互いに相乗効果を持って作用しあう教育こそが極めて大切であると位置付けている。そこで本事業における取組を「高適な正しい倫理観に基づいたものづくりを行うことのできる技術者を養成する教育」としたのである。

この事業において導入された2D／3Dリバースエンジニアリングシステム（製品の先行イメージとして作られたクレイモデルや、すでに現物がある製品などの形状データを測定し、それをもとにCADデータを作成する）は、工業製品開発には無くてはならない技術である。これをあらたに導入することにより、既に整備され

ている CAD 用コンピューターシステムとの相乗効果により、全学的な教育研究に大きな効果があると期待している。

## 6. 本学発のものづくり技術実用化の例

一般論ではあるが、大学における研究開発は研究レベルに終始してしまうものが多く、開発した技術が実際に実用化される例は極めて限られている。私も長い間化学センサーの研究に従事してきたが、実際に実用化されて役立っている技術にまで到達できたものは非常に少ない。その中の1つとして、大手化学メーカーの水処理装置のセンサーとして採用された、船舶のバラスト水の水質モニタリング用センサーについて紹介する。

バラスト水とは、船が積み荷を港で降ろした後、軽くなった船体を重くしてバランスを保って航海できるようにするために注入する海水のことである。例えば東京湾で積み荷を降ろした後に海水を積んでカリフォルニア湾まで運び、この東京湾の海水をカリフォルニア湾に捨てて新しい積み荷を載せることになる。ここで問題となるのは同じ太平洋ではあるが、東京湾とカリフォルニア湾では大腸菌などの微生物群が異なることであり、生態系に悪影響をもたらす危険性がある。そこで膨大な量の海水を殺菌してから放水することが義務付けられたのであるが、このとき消毒剤として用いる塩素が基準値以下となっていることを確かめるためにモニタリングしなくてはならない。

このモニタリングシステムに埼玉工業大学が独自に開発した、迅速電気分解のできるカーボンファイバーが集積したマクロ電極を用いるセンサーが採用されている。現在、世界中の海でこのセンサーを積んだ船が航海していることを思うと感無量である。このセンサーの出力は海水の着色の有無に影響されず、また消費電力もオゾン殺菌よりはるかに少ないなどの点が従来

技術より優れており、今後広く普及していくことが期待される。

実はこの技術の開発にあたり、卒業研究のテーマとして研究に取り組んだ学生の貢献度が非常に大きかった。この学生は群馬県の工業高校の出身で、指導者である私の気付かない点を多々指摘してくれた大変優秀な学生であった。このような学生ともものづくりを行うのはまさに教員冥利につきものがあり、教員の後輩諸氏にもぜひこのような経験をしてもらいたいと願うものである。ここで強調しておきたいことがある。それは、客観性、再現性に立脚した科学技術においては、正しいことは誰が言っても正しいのであり、その人の性別、地位、国籍などに全く無関係であるという点である。その意味で十分な知識がなくても教員とは異なる優れた感性を有する学生は多数存在する。従って、あくまでも客観的事実の前には謙虚であるということが教員にも求められるのである。

## 7. 本学のものづくり教育について

ものづくりが如何に今後の日本にとって重要であるかという視点に立ち、本学の工学部教育においても従来のアカデミックな色彩の強い内容は、より産業界からの要請の強い生産技術分野へと衣替えをしていくことにしている。具体的には電気工学、電力工学などのエネルギーの基盤技術に特化した学科やコースの新設、並びに将来の日本の食の自立に資する生物生産技術に関する技術開発を行う農学系の教育研究組織の創設などを念頭に置いている。

以上述べたように、埼玉工業大学では単なる既成のものづくり技術の習得にとどまらず、創造力を育むための教育に役立つ研究開発を学生と教職員が協同して行っていることが特色であり、大学におけるあるべきものづくり教育の姿を常に考えて教育を行っている。つまり、具体的なものづくりに学生が取り組むことによって

専門的な知識や技術が自然と身に付くことを教育の方法としている。これにより知識習得のための座学が得意でない学生にも知的好奇心が刺激されるとともに特定のものづくりを完成させたいという欲求と達成感を味わってもらえるように努力をしている。そのためには教員自身が本当に面白いと感じる研究対象を持っていなければならない、指導者には常に先端的な新しい技術や知識に触れていることがなによりも求められるのである。

## 8. 教育に関する私見

昔に比べて大学進学者数が大幅に増加し、基礎学力が身に付いていないいわゆる学力不足の大学生が増えたことがマスコミなどで指摘されるようになって久しい。私は埼玉工業大学に奉職して今年で36年目を迎えるが、確かに基礎学力が足りない学生が昔から少なからず存在したのは事実である。そこで、本学でも数学や物理などの理科系科目を中心に、いつでも質問に答えることのできる高校校長経験者を補習教育のチューターとして採用し、御活躍を頂いている。しかし、このような高等学校までのいわゆる既存の知識を問われる試験勉強が得意でなかった学生でも、特定の研究テーマに取り組みしてみると見違えるほどに能力を開花させる例を私はたくさん経験してきている。学力自体が足りない学生であっても、知的好奇心が強かったり、実験技術の器用さに才能があったり、また自己実現に対する欲求を強く有していたりなど、学生個人によって特有の個性があり、この個性を伸ばす指導をいかに教員が行えるかが重要であると痛感している。

また、ものづくりはいくら個人が優秀であっても一人だけでは行うことはできない。やはり周囲の人間との円滑な関係を作ってチームワークを高めることが大事であり、いわゆるコミュニケーション能力や協調性などの学力偏差値で

は推し量れない重要な人間性を養成することが大切であると考えている。

以上のことは、ものづくりが体験できる工業高校が、ほとんど座学に終始する普通高校にはない得難い特質を有していることを意味するものであると思う。私は普通科高校で過ごしたので高校時代に実習を行った記憶が全くない。しかし、高校生という若いうちから自分の手を動かしてものづくりを体験し、その社会における重要性を認識することのできる工業高校の生徒は貴重な存在であり、工業大学としても積極的に受け入れたいと思っている。

社会に学生を送り出すにあたって、ものづくり教育はどのような役に立つのであろうか。以前、会社の就職の面接試験をどのような採点基準で行うかということについてある大手製造メーカーの人事担当者に伺ったことがある。その人事担当者は、如何に自分の行ってきた勉強や研究内容について論理的に自分の言葉で説明できるかを重要な評価ポイントとしているということであった。創造的なものづくりは自分しか行っていない技術開発が含まれるものであり、自信をもって内容を論理的に説明できるものを修得できる。その意味からも、厳しい競争社会に入る前の学生時代という気楽な立場の時期に、このような技術習得ができるということは学生個人にとっても大変有益なものとなるであろう。

最近、学生に対する面倒見の良さが大事であるとの認識が大学人の中に広がっている。しかし、教育の原点に立ちかえって考えてみると、手取り足取り的な行き過ぎた面倒見の良さが本当に学生のためになっているのかは再考する必要があると思う。本当に大学が学生に習得させなくてはいけないことは「自立する」ことであり、教育はあくまでもそれを助けるものであるべきであるというのが私の基本的な考えである。しかし、時に熱意あふれる先生ほど教えすぎのきらいがあるような気がしている。逆に時には

突き放して困らせ、自分で考えさせることが非常に大切である。その時は学生も「先生は冷たいな」と感じるかもしれないが、いずれ学生が成長した後になって、実は先生の愛情であったと感じることが出来るようになるようにしたいものである。これは私自身が学生時代に体験したことであり、今でも自分でできがき苦しむことの大切さを実感している。

## 9. おわりに

学生時代の学業成績をあげるには、既存の知識や理論を自分の頭にどれだけたくさん詰め込めたかが勝負である。そのために必死に勉強するわけである。そして良い成績をとれば親や先生からも褒められ、本人も気分が良くなる。しかし、ここで気が付かなければいけないことは、いくら試験で良い成績をあげたからといって、それだけでは自分以外の他人に何の恩恵ももたっていないということである。そこで、大事なことは、勉強で身に付けた知識や技術を如何に社会や周りの人のために使うことができるかという点にあることを、私は機会があるたびに必ず学生の前で言うことにしている。これは、学生だけではなく、教員についても同じことが言える。そのためには如何にエゴイズムを抑えることが出来るかなど高度な倫理観などの精神面での修養が大切になってくる。特に現代の先端的な研究開発は、社会が求める経済効果を生む可能性のある重要なニーズに大きく関係している。それだけに、技術の使い方を誤るとんでもないことになるのは広く理解されているところである。その意味で「工業大学におけるものづくり教育」は、広く社会に役立つことを念頭に置いて実施しているので、成果が自然に世の中の役に立つことに直結し、実学の大切さが実感できるという点が素晴らしいのである。

最近の若い世代は、コンピューターゲーム等のいわゆるあらかじめ他人によって人工的に複

雑にプログラム化された遊びに熱中しているが、本人はそれを自分で能動的に選択して遊んでいると思っているようである。確かにやってみると、これらのゲームは面白いと感じるのではあるが、ゲーム自体が固有のある閉鎖系の空間を有し、その空間内でしか物事を体験できない仕組みになっている。したがって、この空間を超えた本当の意味での自分独自の創意工夫というものを働かせる余地はないのであり、このことに気付けばゲームにのめりこむことも少なくなるのではないかと思うのである。私も学生時代に麻雀に熱中したが、ある時、このゲームは順列組合せという閉じられた空間内での確率を経験するものであって、いくら極めても異次元の開かれた空間へ飛び出すことは本質的にできないと思った瞬間に熱が冷めたことを思い出す。

このように人工的に作られたゲームで遊ばされるのとは違って、ものづくりには閉じられた空間はない。自分の自由な発想で創意工夫を楽しむことができ、また社会に役立つかもしれないという「トキメキ感」を体験できる素晴らしい教育がものづくりを通じて行えるのである。

工業系のものづくりは、多くの文系の分野と違い、教員と大学院生及び学部学生が一体となって進めることになる。そこで、教員だけでなく大学院生など年上の学生ともものづくり教育を通して人間同士の触れ合いが発生する。また企業の研究員を研究室に迎えているケースでは、製品開発のためのものづくりを学生が企業人と一緒に体験することができる。まさに大学内インターンシップ的な活動の場ともなりうるのであり、共同研究先の企業への学生の就職につながるケースも多々経験してきた。良くも悪くも社会人になる前の学生という責任のない時代に、気楽に立場の異なる人間関係構築の訓練の場を体験できることこそ、別の意味で工業教育の醍醐味なのかもしれないということを記して筆を置くことにする。