

随 想 一技術者からみた大学の技術教育

小 田 尚 輝*

1. 始 め に

最近、わが国の鉄鋼各社へ、U.S. スティール、ベスレーム・スティールを始めとしてアメリカの鉄鋼各社から技術導入の希望があい次いでいる。これには、もちろん、アメリカの各社の経営上の事情もあり、長年にわたって設備を更新せず、老朽化して生産能率が落ちている、などの理由があるにしても、わが国鉄鋼業の技術の優位性が認められてきたことは明らかであろう。

このように、戦後、わが国の鉄鋼技術を現在まで高めた原動力としては、いうまでもなく、技術者・研究者の役割が大きい。その頭脳集団を教育・育成し、企業へ送っていただいた大学、高等専門学校など教育関係の方々に、また産学協同に協力いただいた皆さんに、深甚の謝意と敬意を表さねばならない。

ところで、アメリカ各社からの技術導入の話聞いて思い出すのは、東京大学生産技術研究所の海外調査団の報告の一節である。同調査団は、昭和51年10月、日本工業技術の自主性を高めるための先行的研究の推進、大学教育の大衆化の中で高度の研究を推進する方法など、大学の研究所としての理想の研究態勢を求めて、欧米の大学・研究機関を視察された。その報告の中にMITを訪問したときの晩さん会の様子が述べられている¹⁾。

“われわれはオリジナリティを尊重しすぎた。米国はかつて世界の研究活動の75%を担ってきた。創造的活動においては世界をリードしてきた。しかし勝つたのはあなた方ではないか。日本人は創造はしなかつたかもしれないが、研究成果をとり入れ工業生産に結びつけるのに成功した”…… “そこでわれわれは転進することにした。これからは、今までに蓄積された知識を工業に結びつけることに主力を注ぐ”…… “今大きな問題は理工学的工学の時代に育つた若手教官がこの新しい動きに適応しないことだ”。

確かに、この晩さん会のHollomon教授のスピーチはいくつかの示唆に富み、考えさせられるものがある。その“研究成果を工業生産に結びつける”ことが、すなわち、大学と企業との協同作業と企業自身の研究開発がわが国の鉄鋼業をここまで発展させたものである。

さて、このたび編集委員長から“大学における工学教育についての要望”を書くようにとのことである。今日の大学の工学教育の問題点については、すでに、「科学技術を考える会」でエレクトロニックスの開発・推進・研

究にすぐれた業績をあげられた10数名の大学関係者・技術者によつて、指摘され、まとめられたものがある²⁾。私も共感する点が多く、大学問題だけでなく、企業の技術者・研究者としても反省すべき内容を含んでいる。編集委員長のご要望は同書にすべて言いつくされているように思われるが、あえて二、三の点について述べさせていだきたいと思う。もとより、工学部の先生方のひんしゆくを買う覚悟の上である。

2. 会社の仕事とは

学校を出て入社されると、会社では必ずしもその人の専攻分野の仕事をやつてもらふことのできない場合がある。例えば、機械出身の人に冶金関係の仕事とか、冶金出身の人達にも機械や電気の知識が相当に必要な分野の仕事とか、あるいは、同じ金属関係の仕事にしても物性や材料を専攻した人に製鋼の問題をやつてもらふとか、といつたぐあいである。このようなことは比較的多いので、入社して10年もすれば、その人の出身や専攻が何であつたか、よくわからなくなることも珍しくない。

また、実際に会社で担当する分野は、管理的な仕事は別として、一般的には、例えば鉄鋼便覧の1ページか、高々数ページに記述されている範囲である。極端な場合には数行の記述にとどまっている事項に一生従事することになる。研究開発にたずさわるほど狭くなるのが普通であり、研究開発関係といえども、学校の専攻分野をそのまま延長してやつてもらふことはあまり多くない。

このような背景は、工学系統の教育に考えておいて欲しいことである。もつとも、会社では入社後できるだけ早く戦力になる技術者は欲しい。しかし、現在のように多岐にわたる知識が必要となると、それを学校教育で包含するのは無理といわねばならない。

私は工学部出身ではないが、専攻分野に関係のない場合のよい例かもしれない。戦時中に、当時の住友金属プロペラ製造所に配属され、最初に与えられたテーマが“プロペラの氷結防止の研究”である。冬期に高空を飛ぶと、プロペラの翼に氷が付着する。それによつて翼形が変わり、また遠心力で氷の一部がとぶとバランスがくずれ、振動が発生して飛行不能となる。氷結防止装置は完全なものではないので、氷結の防止を研究せよ、というわけである。この問題などは、およそ教科書にあるような問題でもなければ、また当時の文献にもない類のものである。

* 住金溶接棒(株) 工博

そこで、まず実験室で何とか氷結の再現ができないものかと考え、 -50°C の低温室に模型のプロペラを入れて回転させるなど、いろいろとやってみたがなかなかできなかつた。成功したのは、問題を与えられてから、半年以上後のことである。いかに創造性がないか、開発力がないかの見本のようなものである。そして、問題の探究はそれからのことであつた。

また、昨年、鉄鋼の研究から溶接材料を作る仕事に変わったが、この問題にしても、どの大学でこの関係の講義が行われているのであろうか。

私自身の場合もこのようなことなので、企業にはこれに類する応用力、開発力を要求されることが多いのではなからうか。ことに、今日のように状況の激変が続き、予測困難な問題が次々と出てくる時代においてはなおさらである。

そこで、私は大学の工学教育では、もつと応用力、開発力を高めるようにしてほしいと思う。それには、もつと基本を大切に、創造性を高める方向を指向していただきたい、と思うのである。

3. 基本を大切に

現在の工学教育では、速効的な効果をすこしねらいすぎているのではなからうか。課目を細分化し、専門的な項目を具体的に教育することが行われている。大学の立場からすると、この速効性の指向は企業の要望に応える形となつてきていることだと思う。したがつて、このような傾向になつてきたのには企業の責任もあるかもしれない。また、この指向はわが国の工業を現在の姿にまで成長させるのに、大きな効果があつたのであろう。

この場合、この教育によつて、いわば器用な技術者・研究者は育つかもしいないが、逆に、応用がきき、開発に適する技術者・研究者が育つかどうかは疑問である。それより、課目数を減らしても、基本となる課目は現在以上に密度濃く教育し、工学的アプローチを身につけるようにしたほうがよいのではなからうか。そのほうが創造力の養成にもつながり、応用力があり、いろいろな事態に対応できる技術者・研究者が育つと思うからである。

また、例えば、コンピュータの応用については、単にそれで答を出すのではなく、その途中のプロセス、物理的・工学的な意味が十分理解できるようにする必要がある。コンピュータでは答は出るが、その答が妥当であるかどうか、その判断ができないようでも困る。このことは、よく言われているとおりである。

さらに、実験とか、実習の比重が軽くなつてきているようにも思えるが、これはどんなものであろうか。実際、入社を希望される工学部出身者では、各学科を通じて、卒業研究や修士課程で実験的研究をする人が減少してきている。なるほど、理論的研究はその展開が整然としており、また、いかにも難解な問題にとり組んだ、という印

象を与える。もつとも、その難解な理論を研究した人達に、その基本となること、例えば普通の教科書にあるようなことを質問しても、答が返つてこないこともままある。

実際問題として、企業で直面する工学的問題には現象論的なものが多く、その現象を観察、解析して次の発展に結びつけることが多い。この場合、その展開に理論的考察が必要なことも多いので、決して理論的アプローチを無視しているのではないが、まず直面するのは現象、事実である。

したがつて、実験、実習によつてものを見る力を養うことが大切だと思う。最近、ある先生から、ドイツの機械科の学生は今でも油まみれになつて実験をし、機械を取り扱う基本を勉強している。日本ではこのようなことが少なくなつてきており、理論やコンピュータは好むが実験は好まない、という話を聞いた。自分で手を汚して実験し、工学的アプローチを身につける、そのような考え方がもつと出てきてもよいのではないか。

また、修士課程のテーマにしても、あまりにも専門的と思われる問題を与えるのはどんなものであろうか。例えば、医学とか生物学とか、工学と相当離れている分野の知識がないととり組めないようなテーマである。このような場合には、その方面の勉強に時間がとられ、工学的アプローチの時間が短くなる心配がある。もつと工学の基本が修得できるようなテーマがよいのではなからうか。

ハーバード大学では、1979年秋から新しいコア・カリキュラムが実施されている³⁾と聞いている。それは、1970年代には講義が極端に専門化されて行きすぎたこと、とかく興味本位になつてきていること、を是正し、真のアメリカの指導者を育成するために提案され、1978年4月の教授会で賛成多数で可決された、といわれている。このコア・カリキュラムは、わが国の一般教養課程に相当するものと考えられるが、文科系、理科系を問わず、学生に基礎能力として、論文作成、数学的取り扱い、および外国語の理解の3つを修得させることを目的としている。そのコアとしては文学と芸術、歴史、社会科学的・哲学的分析、科学と数学、および外国語と外国文化の幅広い基礎的能力となつており、科学と数学については、総花的な解説は避け、科学的方法の基本と現代の自然観に力点をおく、とある。

アメリカにおいてもこのような反省が行われている。わが国の工学教育においても、もつと基本を大切にしてよいのではなからうか。

4. 創造性を高める

会社の若い研究者数名と話をする機会があつたとき、“大学では思考することを育成しているであろうか、諸君はものを考えるということを教えてもらつたと思うか”と質問したことがある。すると、その研究者たちは異

口同音に、学部では考えることを教えてもらつたとは思わない、学部の教育は一方的に知識やルールを教えるもので、いはば受身の教育であり、計画されたコースをこなすのに精一杯だ。しかし、修士課程では考えることを勉強したように思う。と言うのである。修士課程では、与えられたテーマをすすめるのに、単に本を読んだり教えてもらつたことから問題は解決する方法が出てこない。そのために、それまでに持っている知識を基になんとかしてその方向を見出そうと努力し、ここに考えることを覚えるのであろう。

いうまでもなく、ものを考えること、結論に達する目的で反復熟慮すること、が創造性を養う最初の段階である。したがって、思考することを訓練していないということは、創造性を高める教育をしてないことになる。

このことで思い出したのは、私が大学に入った頃のことである。入学して間もなく、ある用事で当時の大阪府工業奨励館長の高橋清博士を訪れた。先生は、館長室で気軽に私の用件を聞かれたあと、“ところで君は今度物理へ入つたそうだが、学校の勉強は学校の勉強として、卒業するまでに古今の名著と言われるものを1冊でも2冊でもよいから読み給え、そして物理学的思考力を養うことだ”。と言われるのである。その言葉は、学校で教えられる勉強はどちらでもよいからよい本を読み、というようにも受けとれた。そして、名著とは例えば、と言って、マクス・プランクの力学を始めとする一連の双書、マキシウェルの電磁気学、レーレー卿の音響学などをあげられ、これらの本を読んで物理学的思考力を養い、科学的アプローチを身につける、と言う話なのである。

私のように平凡な学生には、この教えを守ることができなかつた。せつかくこのような指針を与えられ、思考の大切なことを教えられたのに、と今にして思えば残念である。

ところで、よく言われているように、わが国の創造的研究・開発は欧米各国にくらべて少ない。このことは生産技術研究所の調査報告に引用されているアメリカのNSFの資料にも数字で示されている⁹⁾。その理由と考えられるのは、わが国の近代的科学・技術の歴史の浅いことである。

明治初年、帝国大学の設立にあたって、明治政府の必要としたのは、学問的研究のための大学ではなく、西洋に一刻も早く追いつくためのテクノラートの人材を効率よく生産するための大学であつた⁹⁾、といわれる。そして、理学、工学は、物理、化学とか、機械、電気、造船、採鉱冶金など分化された形で導入されたものであり、これらの学問が混沌として分化されないときのことは知らない。したがって、わが国にはその混沌から一つの学問分野を分化し生み出すような創造性を培う土壌がなかつた、といえよう。そして、もしこの傾向が今も残つてるとすれば、それは大いに反省しなければならない。ま

た、逆に、欧米に創造的研究・開発が多いことは、この創造的土壌が今も受け継がれていることを示し、この意味から欧米に学ぶところが多いのではなからうか。

いずれにせよ、創造性は年齢に関係がなく、学校の成績のよい人が高いとは限らない、といわれている。また、普通に学校教育を受けた人であれば、訓練によつて十分に創造性の高い人になれるとされている。アメリカでも、またわが国でも、大学や企業で創造性の教育の行われているところがある、と聞いている。創造性そのものの講義をするかどうかは別としても、普通の講義や実験、卒業研究や修士課程の研究を通じて、創造性を高めるような教育をしてほしいものである。

5. 論文の書き方

文章や論文の書き方については、私自身もよく注意を受けてきたので、批判したり意見を述べる資格はない。しかし、学士や修士の人達に、学校で先生に文章や論文を見てもらつたことがあるのか、と聞くと、見てもらつたのは卒業論文と修士論文だけである。と答える人も多い。案外、論文の書き方を訓練される学校が少ないのであろう。たまたま最近のこと、学部や修士課程の研究の自己紹介の短文を二三見る機会があつた。中には非常によく書かれているものもあつたが、不十分と思われるものも多く見られたので、それらを通して気のついたことを述べたい。

誤字があつたり、一般に理解できない題名をつけたりするものは論外としても、一つの文が10行以上続いたり、章、節を作らずに数ページもある論文を書くのはまことに読みにくく、趣旨も明確にうけ取りにくい。また、文章の調子が一貫せず、例えば文語調と口語調の文章の混在するもの、などがある。これらの中には、一読して明らかに、ある部分はAの文献、またある部分はBの文献など、いくつかの文献から引用し綴り合わせたと思われるものがあり、その引用文献もあげてないものがある。さらに、どこまでが著者の仕事で、どこまでが他人の仕事かが明確でないために、その著者の仕事の評価が困難なものがある。これは比較的多い。

また、研究の目的や全体を通じての考え方の明確に表現されてないものがある。それは、研究の目的・趣旨のはつきりしないもので、その必要性や具体的対象、応用面などがとらえにくい。さらに、理論を扱うときにはその仮定が、また実験的研究ではその実験条件が明確にされてないもの、また、比較的基礎に近い問題を取り扱うときに応用面の構想や現実の問題との関連についての記述の不十分なもの、などである。

さらに、研究結果の考察の不十分なものがある。理論的研究では結果の物理・化学的解釈、実験的研究ではその適用範囲の検討、基礎的研究ではそれを応用面に結びつける考え方、現象の機構の解明、などのできてないも

のである。このような考察を十分に行うことは、工学的アプローチを身につけるのに最も大切なことといえないであろうか。

先に紹介したハーバード大学のコア・カリキュラム³⁾でも、3つの基礎能力の一つに論文作成があげられている。それは、効果的・簡潔・明快 (effective, concise, clear) な論文を書く能力を持たすことにある、としている。是非そうありたいものである。幸い、論文を書くのに手頃でよい教科書もいくつかあるので⁶⁾⁷⁾、これらを参考として能力向上を計つてほしいと思う。

6. 終わりに

大学の工学教育についての要望として、わが身を顧みず、あえて私見として、もつと基本の教育を大切にほしい、創造性を高めるようにしてほしい、また論文や文章の書き方を指導してほしい、の3点をあげた。

基本の教育はともかくとして、もうすでに創造性を課目にとり入れるなど、創造性の高揚を指向されているところがあり、また、小論文を頻度高く提出させて論文や文章の書き方を教育されているところもある。さらには、ここで触れなかつた点として、外国語がハーバード大学

のコア・カリキュラムで重視されているのと同様に、英会話を積極的に指導されているところもある。したがって、ここで述べたことは、すでにすすめていただいているところには、たいへん失礼なことを申し上げたことになる。なにとぞご寛容願いたい。

最後に、企業の一人の技術者の立場から大学の工学教育について、このような私見を述べる機会を与えられたことを心より感謝したい。また、この雑文がなにかの参考になれば、はなはだ幸いとするところである。

文 献

- 1) 石田洋一: 生産研究, 29(1977), p. 406
- 2) 尾佐竹 徇: 大学と研究社会—危機に立つエンジニア教育 (日経新書 260) (1976) [日本経済新聞社]
- 3) 石田 力: 無限大, (1979) 44, p. 15 [IBM]
- 4) 尾上守夫: 生産研究, 29(1977), p. 355
- 5) 中山 茂: 帝国大学の誕生 (中公新書 491) (1978) [中央公論社]
- 6) 山中秀男: 技術文書のまとめ方, 上, 下. (1971) [東洋経済新報社]
- 7) 宮川松男: 技術者のための文章作法, (1979) [日刊工業新聞社]