

随 想 大学における工学教育についての要望

大学における工学教育についての要望

加 藤 健*

日本の工業製品の輸出の拡大が、欧米で大きな問題とされ、風当たりが強くなってきている。いまや「モード・イン・ジャパン」はかつての安物、猿真似商品ではなく、むしろ高品質のマークになっていることは、欧米でも認められている所である。日本の産業の活力や高生産性も各国の注目の的となつてきている。

この日本の産業の成長については、いろいろの原因が挙げられているが、優秀な人的資源に恵まれていたことが根本的な要因であると言える。

オリジナリティーに欠けていると言われながらも、常に新しいものに積極的に果敢に取り組み、改良に知恵を出して来た技術者や、自主管理活動を中心として、きめ細かいくふうを積み重ねて来た現場の技能者の存在があつて始めてこの成長が達成されたものである。

この意味では、その技術者を送り出して来た大学の工学部の果たしてきた役割も高く評価されるべきである。しかしながら後述の筆者のアンケート調査によると、工学部卒の技術者自身が、自分の力を身につけるのに、大学での講義や実験に満足していないものが案外多い。

もちろん大学卒技術者でも入社後の主として仕事を通じての補完教育によつて一人前に育つて行くので、この回答結果は当然であると言えればそれまでであるが、大学一実務と継続一貫した教育体系を考えると、まだ改善すべき点を多く抱えていると思われる。

大学における工学教育のあり方については、以前からいろいろの場で討議されて来ており、鉄鋼協会に教育委員会が設置されたのも、10年以上も前のことである。各大学ではカリキュラムも種々検討され、また新しい考えの学科や、大学院の設置も見られ、時代の変化に即応した姿への脱皮の動きが感じられるが、企業側としても積極的に要望を出して行くべきであると考えられる。

工学教育についての要望という標題ではあるが、筆者の経歴から、金属工学(冶金)の問題にかたよることをお許し願いながら、感じていることを若干述べさせていただく。

高進学率への対処

ここ数年頭打ちの傾向が出て来たとはいえ、最近の大学への進学率は極めて高くなって来ていたので、従来高専あるいは工業高校にそのソースを求めていた優秀な中堅技術者の確保がしだいに困難になつて来ており、今後はかなり程度大学卒にそのソースを求めることが必要となるかとも思われる。

『学歴信仰は崩壊しつつあり、学卒労働者の時代が来ている。』『かつて学卒はエリートそのものであつたが、それがエリート候補となり、いまや完全にただの人になろうとしている。』などとも言われているが、現在我々が大学卒技術者を採用する場合、当面のスタッフの戦力の補充、増強と将来の幹部要員の確保とを念頭に置き、そのような素質をもつた者を希望する。しかしいまのように大学が多くなり、学生が多くなると、すべてをその候補として考えることができないのは当然であり、我々の方での選択が一段と重要になつて来る。

このように考えると、大学における工学教育と一律に言つてしまうのにも問題があるかも知れない。かといつて大学をA、Bに分けることもできないであろう。……何となく分かれているのではないかと乱暴な言い方をする人も無きにしもあらずだが、……どう言う進路を描いて教育するのか、企業側の今後の採用政策、配置、昇進管理のあり方にも影響を与えるものであるが、大学院、高専あるいは最近の技術科学大学等々のあり方と関連して、整理して考え直すべきときに来ているのではないかと思う。

なお最近大学院への進学率が高まると共に、企業側の採用でも修士の比率が増して来ている。大学院2年間で習得した知識、あるいは修士論文の仕事を通じて養われた問題点の把握、認識能力や組織化、実行能力はそれなりに評価できるであろうが、修士を好んで多く採用すると言うよりも、採用のふるいにかけて修士が自然に多く残るということである。

学部卒であれ、大学院卒であれ、我々が彼らに期待する基本的要素「やる気」「協調性」基礎学力、専門知識、応用力、開発力等々は一異なるものではないが、この時期は精神的成長も大きい時期であり、大学院で2年間を過ごす以上は、長い目で見て学部卒の入社後2年間の実務に勝るとも劣らない経験をつかみとつて貰いたいものである。

工学部の学科編成

我々が工学部卒の採用を希望するとき、学科別には依然として古典的な冶金、機械、電気……といった区別によつていのであるが、現在の学科は余りにも細分化され過ぎていて、とまどいを感じる時がある。

もちろん明らかに第二学制的のものが多いようではあるが、中にはそういう意味では旗色不鮮明のものもある。世の中の進歩につれていわゆる学際的研究がますます

* 新日本製鉄(株)堺製鉄所 工博

す必要になつて来ていることは確かであるが、工学部における教育にまでも、それを及ぼす必要があるのではあるうか。

原子力と言えば原子力工学科を作つたり、環境問題がクローズアップされると環境工学科ができたり、環境土木科まで作つた所もあるが、どういう考えに基づいているのであろうか。時代を反映して、造兵は精密機械になり、航空はやや下火になり、鉱山は資源工学になつたというような変化はあるが、これだけ自動車産業が盛んになつても船舶工学科はあるが、自動車工学科は現れて来ない。

もつとも機械、電気と言つたような工学の基礎要素的色彩の強い学科と、船舶、冶金というような企業別色彩の強い学科とが混在している古典的な分類は、馴じんではいないが最良であるとも思えない。

学科の編成については、それぞれの歴史を無視することはできないであろうが、狭い意味での専門知識は入社後にしだいに身につけて来ることを考えれば、後に述べる基礎工学の教育のあり方をも勘案して、むしろ細分化を避ける方向で再検討されて然るべきものとする。

金属工学（特に鉄冶金）の特殊性

企業の成り立ちを歴史的にさかのぼつて考えて見ると、そのもととは資金であり、金持ちが社長となり、財務、財政の通が重役となつて、その資本をふとらせることに主眼があつたと考えられるが、その後例えばヘンリー・フォードのような人が現れて、自動車をコンベアシステムで作り出すようになると、企業の主眼は生産に移り、偉大な生産屋が社長になつてもおかしくないような姿に変わつて来る。

更にこのような大量生産方式が普遍化すると、製品は市場に氾濫して来るので、今度は販売に主眼が移る。しかし顧客の方も進歩して来るので、単に広告・宣伝・サービスだけでは販路の拡大は望めず、ほんとに安くて、便利で、寿命が長いとか、デザインがよいとか言うことで勝負しなくてはならなくなり、企業の主眼は技術研究に移つて来ると考えられる。

電子工業や化学工業では、既に企業の最重点は研究にあり、新入学卒技術者も研究部門に入ることを希望し、現場を志望するものはまずいないのではなからうか。

鉄鋼業の場合、筆者が入社した昭和 18 年ごろは何といても現場中心で、生産に重点があつた。その後各社はしだいに販売部門を拡大強化し、重点がしだいに販売に移つて来たが、そのきっかけは各社が大能力のストリップミルを設置してきたことにあるように思われる。20 年位前からは各社の研究への投資がしだいに多くなり、中央研究所の設置が相次ぎ、しだいに研究に重点が移つて来たかとの感もあつたが、反面高炉増設の際のシェア論に見られたように依然として生産に重点があるかのごとき感も強く残つていた。現在はイノベーションが強

調される時代になり、不況時でも研究開発への投資は減少せず、技術研究に主眼が移りつつある姿がやつとはつきりして来たような感じを持つている。

近代高炉が始まつて以来 100 年以上の歴史を持つ鉄鋼業に比べて、歴史の浅い電子工業や化学工業の方が、企業の姿としての進歩発展が速いことは、これらの工業が、科学上の発明、発見に基づく技術を工業化して進んで来ているからであり、鉄鋼業は経験の積み重ねによる技術によつており、その技術過程の科学的究明が後を追つて来ている姿なので、産業の形態としては発展が遅いと言えるであろう。

経験の所産としての技術が先行し、科学的究明がその後を追う姿から脱却し切れないのは、鉄鋼はその製造過程が極めて高温であり、また組成が極めて複雑で、実験室での再現が非常にむづかしい所から来ていると思われる。

それでも固体の鋼は研究対象として溶鋼よりもはるかに取り扱いやすいし、研究機器の長足の進歩と共に、鋼材の科学的究明は近年非常に進歩して来っており、科学的究明の結果から新しい鋼材が開発される例も散見されるようになって来た。しかし製造工程全般として見ると、科学的究明はなお十分とは言えず、大型高炉の出現も経験的炉容拡大の積み重ねによるものであり、連続鋳造も経験による技術改善でどんどん進歩して来ている。

従つて同じく工学と言つても、鉄鋼製造の工学は電子工学や化学工学とは異なつた姿としてとらえなくてはならないはずである。その教育も実務との関連をより強く認識して行われる必要があると考える。

例えば製鋼反応の科学的研究は平衡論に始まり、速度論へと展開されているとむづかしい理論が討議されて来たが、それらの知識は背景としての有用性はあるものの、実務的には攪拌こそ最も重要な要素であり、製鋼工程はより効果的な攪拌技術の工業化を求めて、経験的にどんどん進んで来ている。背景とその前で演ぜられている芝居の内容との関連付けが不足しているように思われる。

筆者は 4 年前に八幡製鉄所で過去 10 年間に入社した工学部卒の技術者 174 名を対象として、種々のアンケート調査を行つた。その結果は昭和 51 年秋の全国大学金属関係教室研究会の席上で紹介したが、その中で、大学で学んだ専攻知識は十分かとの問いに対しては、図 I のように、冶金（金属）出身者と機械・電気出身者の回答に明確な差が現れている。

製造部門は冶金のプロパー部門なので、ここで両者の間に差があるのは当然としても、機械・電気のプロパー部門である設備部門での機械・電気出身者の回答結果との差も非常に大きい。これは前述のように鉄鋼の製造においては、経験的技術が先行し、科学的解析がその後を追つて来ている姿が、そのまま教育にも現れている結果から

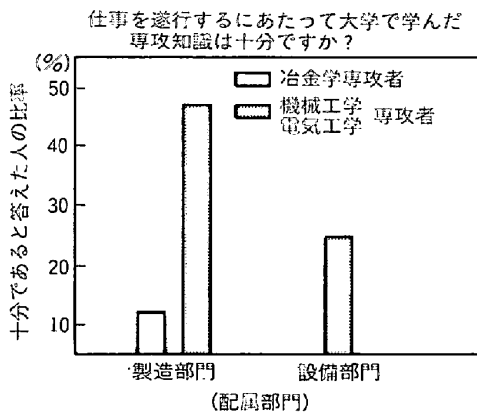


図1 専攻知識

来ているのではないかと考えられる。

設備技術の重要性

鉄鋼業はその拡大発展と共に内容的にも大きく変化して来ている。例えば連続鋳造について考えて見ると、介在物、偏析、割れ等の問題や、生産性（引き抜き速度、巾可変等）に関して、冶金の他に機械・電気・熱技術・計装・システム等々の多くの異なつた専門分野の技術者が必要で、グループを作つて仕事をするようになるが、ベースとなるいろいろの分野の知識、技術は、そのグループの各員が持ち、あるいは理解していることが必要である。

この場合、冶金出身者はもちろんこの連鋳の仕事に馴染みやすいが、彼らが機械・電気等の基礎知識を身につけるのには、機械・電気等の出身者が冶金の知識を身につけるよりも、より多くの努力を必要とする場合が多いようである。

連鋳は造塊の延長と考えると冶金学的にアプローチするよりも、機械装置としてアプローチすることの方が、より必要である。

鉄鋼業では機械・電気・計装等の設備技術に関する部分がしたいに大きくなり、冶金の関与する部分は相対的に小さくなつて来ているように思われる。設備関連部門はかつての修繕中心の整備部から、設備技術を中心とした設備部へと発展して来ている。しかしながら仕事はあくまでも還元・精錬・凝固・圧延という一貫した冶金技術に基づくものであつて、この見地から設備技術に強い冶金屋が最も望まれるところである。

また鋼材においても、需要産業の進歩と共に、その性質への要求はますますシビアになつて来ており、あるいは新しい性質の鋼材を提供することによつて需要産業の一層の発展も期待されるわけであるが、アロイングのみによる新製品開発の時代は終わり、熱履歴、加工履歴との関連で新しい鋼材が生み出されるプロセスメタラジがますます重要になつて来た。ここでも設備技術との組み合わせが重要となつて来ている。例えば薄板連続焼

鈍設備がそれである。

基礎工学教育の効率化

限られた年限を考えれば、すぐ戦力になるような設備技術に強い冶金屋の育成を大学にのみ依存することはもちろん無理である。入社後の継続教育によつて一人前に育つて行くのであるが、この入社後の教育……それは先輩による鍛錬によるところが大きい……がやりやすく、またより効果的になるように、大学での教育でその資質を身につけて来ることが望ましい。

この意味で大学での基礎工学教育は非常に重要であると考えられる。特に金属系学科では機械・電気の基礎はもちろん、流体力学、熱工学、計測、制御、システム等々の基礎工学の教育にもつと力点を置いていただきたいと感じている。もちろん現在でもこれらがカリキュラムに組み込まれているであろうが、それが期待したほどの効果を挙げていないのではないかと危惧している。

図2及び図3は前述のアンケート調査の結果の一部で

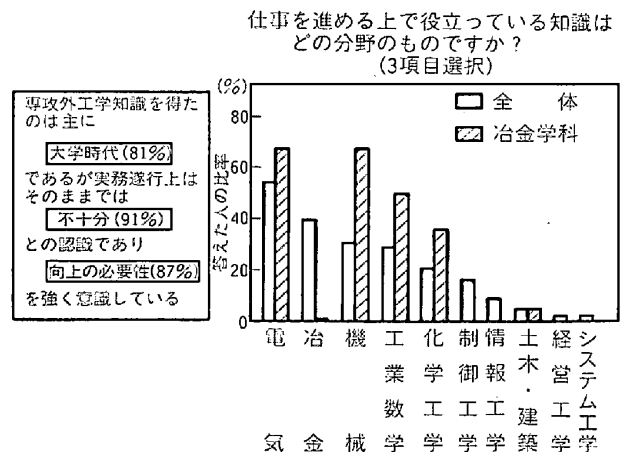


図2 専攻外工学知識

仕事に必要な専攻外知識がほとんど大学では得られなかったと答えた人に対して

〈なぜ仕事に必要な専攻外知識は大学では得られなかったか?〉

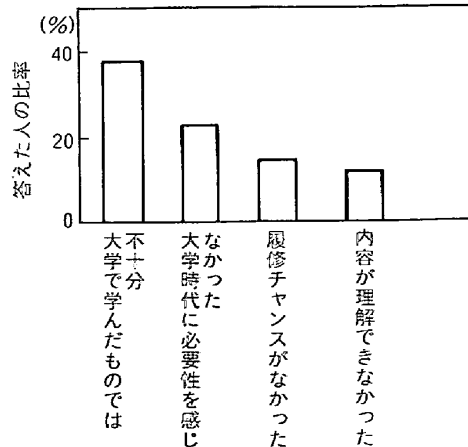


図3 専攻外工学知識

あるが、彼ら自身も専攻外工学の必要性を認識しており、また大半のものが知識が不十分で、向上の必要性を強く意識している。冶金出身者の制御・情報工学に対する認識が欠けているように見えるのは、それが仕事に役立つていないと言うよりはむしろ全く素地がない場合が多いので、それを必要とするような仕事につけるケースが少ないためであろう。

仕事上必要な専攻外工学知識が大学で得られなかつたと回答した者の中で、その理由として履修チャンスがなかつたと答えている者がいるのは問題で、カリキュラムに無かつたのか、あるいはあつてもさぼつたと言うことであろうか。また必要性を感じなかつたとか、不十分であつたと言う答もかなり多い。

この結果と自分自身の古い経験とから考えて、専攻外工学の講義が形式的、あるいは教科書的になり過ぎていく嫌いがあるのではないかと推察している。まず学生に興味を持たせ、また重要性を認識させつつ、専攻科目の講義とより強く関連させながら、適当なタイミングで講義することが必要なのではないかとと思われる。

そのためには学生の実習の機会をもつと多くして、仕事の実状を把握させることも必要であろうし、教官も企業内での実務の内容を熟知した上で講義を考えることが必要ではないかと思う。

従つて企業と大学との交流は極めて重要であり、企業としても大学の教育がより効率的になるように積極的に協力すると共に、教育への要望もどんどん表明すべきであろう。

筆者自身カリキュラムの内容を熟知しているわけでもなく、教育の実状にもうといので、当を得ていない所もあるかと危惧しているが、企業の技術開発力がいよいよ重視されて来ているとき、その基礎となる人材の養成について根本的に考え直す必要もあるのではないかと考えている。

なお現在の企業の国際化の進展を反映して、入社後の補完教育で絶対必要なのは語学である。特に基本となる英語の会話力については大学あるいはそれ以前でもつと身につけられるような方策が望ましい。

統 計

主要製鉄国の製鉄所の規模

表はカナダ、アメリカ、EC6か国と日本の一貫製鉄所の規模を比較したものである。1976年現在で1製鉄所当たりの平均生産能力はEC6がもつとも小さく180万t、アメリカが230万、カナダは330万tであるが、日本は600万tである。わが国メーカーは規模が著しく大きい製鉄所をようしていることがわかる。このことが日本製鉄業の強い国際競争力の一つの要因ではないだろうか。

(鉄鋼界報, No. 1221, 昭 55-12-1)

一貫鉄鋼メーカーの国際比較(1976年)

(単位: 100万 t)

	一貫メーカー数	メーカー当たり製鉄所数	粗鋼生産能力		
			合計	メーカー当たり平均能力	製鉄所当たり平均能力
カナダ	4	1.0	13.0	3.3	3.3
アメリカ	20	2.5	115.0	5.8	2.3
日本	8	2.5	120.0	15.0	6.0
EC6カ国	40	1.8	135.0	3.1	1.8

出所: O T A