

特別講演

UDC 37+669.1

期待されるわが国鉄鋼工学の未来像における理想と現実*

佐 野 幸 吉**

Ideal Status of Advancement and Reality of Promising
Iron and Steel

Kokichi SANO

わが国の鉄鋼工学の未来像を考えんとすれば、いくつかの条件を無視することはできない。その第1は、エネルギーを含む資源のほとんど全部を外国に依存しなければならないということであり、第2には、工場地域の過密のための環境問題である。第3は、労働の質と量との関係について考慮することが必要である。少くとも、この3つの条件が、どのように変化するかに充分対処できる鉄鋼工学でなければならない。かつては、鉄鉱石から鋼材を製造する過程の問題であつたものが、今日では、すでに、もつと付加価値を考慮した半成品または成品までということになつている。しかも加えて、省力化、環境浄化などもあり、鉄鋼工学は、すでに、機械工学、電気工学、工業化学、土木工学などの分野を充分総合できる能力が要求されているといわなければならない。つまり、鉄鋼工学というけれども、前述のような外部条件の変化に対処できるだけの強力なる工学の基盤を必要とするということである。

最近、産業構造を重化学工業から精密機械工業に転換して、知識集約型にすべきだという意見もある。このようなことを具体化するためにも、鉄鋼工学が現在のままでは、対応できるかどうか疑問である。

わが国の人口は、自給自足経済の明治の初期には、約3000万であつたという。今日、それが1億1000万、そのうちには1億4500万にまで増加するということがある。食糧を自給しようとすれば、現在の農業技術では、3倍の耕作面積が必要であるという。工学としては、このようなわが国の状態にも、対処できなければならないのではないか。

科学技術という言葉がある。サエンス・アンド・テクノロジーということである。

科学は知的好奇心に基づいて、自然を調べて、知見を深めようとするものである。例えば、地球が太陽から何時どのような機構で生成されたのかとか。その地球から

できた月は、初めからあのような状態であつたのであろうかとか。地球の南極は、どうなつているだろうか、というような問題である。その他、鉄の結晶はどのような構造で、その性質とどう対応するのかということに関しても知見を求める。つまり、発見の学問である。

これに対して、技術の方は、人間が生きるために必要なものを作る。例えば、種を蒔いて麦を作る。耕作のための道具を造る。そのための鉄を造る。自動車や船を造るということである。機能のすぐれた電子計算機を造るということもある。

このような科学と技術との境界領域にあるのが工学であり、エンジニアリングであると考ええる。水準の低い間は、科学の進歩は、直ちに技術の発展をもたらすということで、この境界領域は狭く、浅かつたのであるが、最近における科学技術の急激な進歩と細分化の結果、著しく広く深いものになつた。例えば、原子核物理学がいくら進歩しても、技術が対応しなければ、安全な原子炉はできない。したがって、原子力発電所の建設も難しい。境界領域としての工学の必要なるゆえんである。

境界領域としての工学は広い範囲にわたつている。理学は自然を究明するが、工学の範囲でも、生産の立場で、知的好奇心に基づいて、物質の構造を調べたり、その性質を測定することがある。応用理学、または、理学的工学といつたらよいと思う。

技術は実際の生産過程にあるが、実践の内にある原理や法則を経験的に発見する。それらをサエンスの法則と統合するというような工学の分野もあるわけで、これを技術学とか技術的工学ということにする。

これらの中間に、もうひとつ非常に重要な分野を考えなければならない。アポロ計画ができるような工学である。つまり、ひとつひとつは新しいことではないが、確実になつている科学や技術の細分化された非常に多くの原理や現象を、整然と組み合わせる統合するという分野

* 昭和50年4月3日本会創立60周年記念式典における特別講演
昭和50年5月13日受付 (Received May 13, 1975)

** 本会名誉会員 名古屋工業大学学長 理博

である。これを構造的工学ということにする。今、これらの関係を示せば、表1のごとくである。

わが国の鉄鋼工学の未来像としては、理想的には、このような工学の3つの分野にわたって均整がとれていることを目標とすべきではないか。勿論、均等である必要はない。そうすることによつて、わが国が将来直面すると思われる問題に対処することができると思う。いな、1億4500万の人口が生きる必要条件である。

しかしながら、このような理想像には、無視することのできない重要な現実があることも認めなければならぬ。1つの現実には、わが国の技術と工学全体についてであり、もう1つは、鉄鋼関係だけの問題である。

わが国の理学と技術は、それぞれ別々に導入されて、今日に至っているのである。その関係は、表2のごとくである。

表 1 科学技術の構造

技術………	科学技術庁、通産省
境界領域	技術的工学(技術学) 帰納的
	構造的工学(工学)
	理学的工学(応用理学) 演繹的
理学………	文部省

表 2 わが国における理工学のはじまり

明治1年 (1868)	8.14	医学所(旧幕府設置)復興
	8.17	開成所(旧幕府設置)復興
明治2年 (1869)	8.15	大学校の官制を定める(大学校は学校であると同時に政府の教育行政官庁となり府藩県の学校を統轄)
明治3年 (1870)	1.18	大学校を大学と改称
	1.20	大学教官の進退を公選によることとする
明治4年 (1871)	9.2	大学校を廃し文部省を置く
	9.28	工部省に工学寮を置く(後に工部大学校)
明治5年 (1872)	10.10	文部省の経費歳額(200万円)を定める
明治10年 (1877)	1.11	工部省の工学校を工部大学校と改称(工学寮廃止)
	4.12	東京開成学校、東京医学校を合併し東京大学創設(理、法、文、医4学部を置く)
明治13年 (1880)	8.7	東京大学、法、理、文3学部に学士研究科を設置(大学院の前身)
明治14年 (1881)	5.26	東京職工学校を設置(東京工業大学の前身)
明治18年 (1885)	12.22	太政官制を廃し内閣制度創設初代文部大臣に森有礼就任
〃	12.28	工部大学校を文部省に移管
明治19年 (1886)	3.2	帝国大学令を公布(大学院および法、医、工、文、理の5分科大学を置く)
〃		東京大学を帝国大学と改称、工部大学校を帝国大学に合併

理学は幕末における各藩によるヨーロッパからの導入に始まり、明治政府の開成所、明治4年文部省、明治10年東京大学に引き継がれて、今日に至つた。これに対して技術の方は、導入に必要な高級技術者の養成を目的として、明治4年に工部省において、外国人による技術者教育が始まり、この工部大学校が、明治18年にしばらく文部省に移管され、明治19年に、東京帝国大学工科大学に引き継がれたのである。

つまり、約100年という外国に比べれば、非常に短期間に、理学とか応用理学の分野と技術とか技術学が、別々に、急激に進歩したために、両者の中間をなす境界領域は、欧米に比べて、特に深く広いものとなり、それだけに、構造的工学の重要なことを強調しなければならなくなつた。今や、わが国の力だけで原子力船を完成しようとするれば、このような構造的工学なしには不可能ではないかとさえ思われる。

改良ではなく、全くの革命的な鉄鋼技術の開発を必要とするならば、鉄鋼工学についても同じようなことがいえると考えられる。

とにかく、非常に重要なことは、わが国の科学と技術の進歩を示す曲線は、欧米と比べて、明確に異なる傾斜角をもつて現在に達しているということである。一見、同一水準に追い付いたようではあるが、その内容は違う。

わが国の鉄鋼技術は、古くは、中国や朝鮮から導入され、幕末の頃、オランダの教科書により、釜石に溶鉱炉が建設された。明治になつてから、政府はイギリスの技術により、同じ釜石に、国営の製鉄所を建設したが、なにぶんにも、欠損が続いたために、民間に払い下げた。その後、主に軍用、鉄道建設用を目途として、再び国営製鉄所が八幡に建設された。今度はドイツからの技術導入であつた。オランダ、イギリス、ドイツと、その時、その時の最も水準の高い技術の導入であつたことも評価されるが、指導のためにやつて来た外国人とは言葉が通ぜず、いずれも頼りとなつたのは、外国からの教科書や文献であつて、建設に従事したのは未経験者であり、現

表 3 各国の専攻分野別学位取得者数(科学技術要覧)

	国名	年度	理学	工学	農学	B/A	
						理学	工学
学士相当学位(A)	日本	1971	7 935	55 850	11 135	0.25	0.10
	アメリカ	1969	89 997	50 128	11 321	0.30	0.44
	イギリス	1969	12 219	8 296	782	0.33	0.35
	フランス	1968		15 456		—	0.16
	西ドイツ	1969	2 837	4 627	510	0.71	0.15
大学院段階(B)	日本	1970	2 001	5 561	1 206		
	アメリカ	1969	26 990	22 302	2 616		
	イギリス	1969	4 004	2 898	373		
	フランス	1968		2 467			
	西ドイツ	1969	2 016	717	150		

表 4 都道府県別進学率(高等教育懇談会)

順位	都道府県名	大学・短 大進学率 (%)	高 校 進学率 (%)	順位	都道府県名	大学・短 大進学率 (%)	高 校 進学率 (%)	順位	都道府県名	大学・短 大進学率 (%)	高 校 進学率 (%)
1	東京	59.5	96.9	17	長野	34.2	94.9	33	高知	26.7	85.8
2	京都	50.8	94.6	18	鳥取	34.2	92.8	34	佐賀	26.4	90.3
3	大阪	48.8	93.4	19	愛媛	34.1	91.2	35	沖縄	26.3	74.2
4	大分	46.5	97.1	20	静岡	34.0	90.0	36	熊本	25.4	87.9
5	神奈川	46.0	95.0	21	福岡	34.0	92.8	37	宮城	24.7	88.3
6	奈良	45.7	93.9	22	和歌山	33.7	90.1	38	鹿児島	24.0	89.0
7	奈良	43.8	91.4	23	滋賀	33.7	90.4	39	茨城	23.8	86.0
8	兵庫	43.8	93.7	24	三重	32.9	90.7	40	宮崎	23.0	85.5
9	岡山	39.2	94.8	25	千葉	32.5	90.4	41	山形	22.8	91.0
10	香川	38.2	94.2	26	徳島	30.9	86.8	42	山福	22.6	82.2
11	岐阜	36.3	92.8	27	群馬	29.6	91.8	43	新潟	22.1	88.6
12	岐阜	35.4	92.4	28	大分	23.8	90.6	44	長崎	21.7	86.5
13	石川	35.2	94.0	29	北海道	27.8	85.9	45	秋田	21.0	84.1
14	山口	35.0	94.1	30	栃木	27.6	88.1	46	岩手	19.5	82.0
15	富山	34.8	95.9	31	島根	26.8	88.3	47	青森	18.0	83.3
16	福岡	34.5	91.8	32	埼玉	26.7	93.1	全 国 平 均		34.7	90.8

(注) 都道府県の別は、出身高等学校の所在地によった。

場で技術者を養成しながら生産していくという、今日考えても立派な技術教育の方法が採用されたことは敬服に値する。

今日でもこの方法で、わが国の鉄鋼技術が開発されつつあるということは注目すべき点である。つまり、現場に多数の工学士を配置し、優秀な技能者とともに毎日技術の研究をしながら鉄鋼を生産する。毎日毎日の生産工程についてデータを取り解析して明日の作業にフィードバックするというやり方である。生産が増加すれば、それだけ研究も多くなる。鉄鋼の生産に使用した費用を研究投資と考えると、それこそ莫大なるものである。さらに、日本鉄鋼協会の共同研究会や学振の 19 や 54 委員会が、このような生産による研究に協力した功績もまた計り知れないものがある。

このように、既に技術がある。例えば、溶鉱炉の技術や純酸素製鋼法というものの基礎が既にある。それを現場で発展させるというやり方は、表 1 の工学の全体像でいうと技術的工学に該当するものである。つまり、生産しながら研究するというやり方で、わが国の技術的工学は世界の最高水準に達したといえることができる。それは、生産の現場に、工学士を配置することができたからである。もちろん、明治の初めからやつて来た技術開発のやり方に関する伝統のお蔭でもある。表 3 は、学士相当学位と大学院段階の学位取得者数を外国との比較において示したものである。工学士の数は、わが国はアメリカよりも多く 55 000 にも達しているのである。これが現場に工学士を配置できる理由である。それが大学院になるとアメリカの約 4 分の 1 である。しかも理学士の数はアメリカの 10 分の 1、理学の大学院に至つては 13 分の 1 にも達しないのである。このようなわが国の技術者、研究者の養成計画における質的量的構成が技術的工学の成功の原因の 1 つであることは間違いないが、反面、構

表 5 専攻分野別学部大学院在学者数(高等教育懇談会)

学部課程	人	%	博士課程	人	%
人文	206 394	(13.0)	人文	2 165	(15.8)
社会	660 276	(41.6)	社会	2 109	(15.4)
理学	49 532	(3.1)	理学	2 395	(17.4)
工学	326 121	(20.6)	工学	2 438	(17.7)
農学	57 048	(3.6)	農学	984	(7.1)
医学	31 564	(2.0)	医学	2 798	(20.4)
修士課程	人	%			
	人文	5 833	(18.0)		
	社会	5 044	(15.6)		
	理学	3 097	(9.5)		
工学	12 718	(39.2)			
	農学	2 587	(8.0)		

造的工学については、もちろんのことであるが、理学的工学の発展に対しても大いに影響を及ぼしたものと考え

る。少し横道に入り過ぎるかもしれないが、関連して、最近の大学進学率を見てみると表 4 のごとくである。既に同一年令層の 3 分の 1 の人々が大学生であるということを示している。文部省は、昭和 61 年度には 40 パーセントを見込み、国立大学の入学定員を、だいたい倍にする計画であるということである。戦前、約 20 パーセントの人々が中学に進学したというのに、今日ではその倍の数が大学生になるということである。各方面に影響することは勿論であろう。そのような状況で専攻分野別の在学者数を学部段階、大学院段階について見たのが表 5 である。学部段階では、法経学部が、修士課程では工学部の学生数が多い。博士課程では、ほぼ同数の分野が多い。

さらに学部学生数に対して大学院学生数の割合を外国と比較してみたのが表 6 である。学位を取得した人の数で比べてみたのが表 3 の右上の数値であるが、工学の分野では、大学院の割合が少ないといえることができる。大

表 6 大学院の規模の比較 (高等教育懇談会)
(1) 日 本 (昭和48年 5 月 1 日現在)

大 学 名	学部学生数 (A)	大学院学生数			(B) (A)
		(B)	修士課程	博士課程	
東京工業大学	3 470	1 240	920	320	0.36
東京大学	13 330	3 880	1 970	1 910	0.29
京都大学	11 410	3 070	1 820	1 260	0.27
東京教育大学	4 210	1 020	650	370	0.24
大阪大学	9 080	2 050	1 310	740	0.23

(注) $\frac{(B)}{(A)}$ の上位 5 大学

(2) アメリカ合衆国・イギリス

国名	大 学 名	学部学生数 (A)	大学院学生数 (B)	(B) (A)
アメリカ合衆国 (1970 年)	シ カ ゴ	2 450人	5 110人	2.09
	ハ ー バ ー ド	6 590	8 700	1.32
	コ ロ ン ビ ア	7 990	8 180	1.02
	スタンフォード	6 330	6 240	0.99
	M. I. T.	4 110	3 680	0.90
	エ ー ル	5 010	4 210	0.84
	ミ シ ガ ン	20 750	13 960	0.67
イギリス (1970 年)	カリフォルニア (パークレ)	18 820	9 700	0.52
	プリンストン	3 640	1 490	0.41
	ロ ン ド ン	25 770人	15 280人	0.59
	オックスフォード	7 950	3 880	0.49
	サセックス	2 760	1 040	0.38
イギリス (1970 年)	ケンブリッジ	8 440	2 760	0.33
	リ ー ズ	7 340	2 200	0.30
	エディンバラ	8 140	1 770	0.22

(注) アメリカ合衆国の大学院学生数には第 1 専門職業課程の学生を含む。

(出典) アメリカ合衆国「American Universities and Colleges」(1972 年)

イギリス「Statistics of Education」(1970 年)

学生の数が増加して大学が普通教育化しつつあるので、大学院を充実整備すべきであるという意見もある。しかしながら、この問題は工学の未来像と関連して慎重に検討すべきものと考えられる。

研究所の業績は、研究者の組織としての質的量的構造や研究所の創立以来の歴史と密接な関係を有する。ただ研究所を創り研究費を出せば研究成果が期待できるというものではない。国全体としての技術開発力やその特性についても同様に、大学や大学院の終了者の数やその専攻の内訳などによる組織構造とある程度の関係を有するだろうことは想像に難くない。もちろん、技術開発の歴史も重要である。

つまり、工学の 3 つの分野について均整のとれた発展を期待するならば、企業でも研究機関でも、技術者や研究者の組織と管理の方法をまず再検討しなければならない。しかしながら、年功序列、終身雇用が優先されると言われる社会では、このまま進めばよいということになつ

ても、構造的工学への発展を考えることは、技術的工学が全力投球して、非常な成功を収めているだけに一層難しい。しかしながら、この技術的工学をやつていく方法は既にいくつかの国々で試みられていることを忘れてはならないのである。

大学や大学院における教育や研究の内容や方法をその方向に考え直さなければならないことはもちろんのこと、産業界や学協会でもそれを受入れられるような技術開発の体制の変化が要求されるけれども対応できるであろうか。

わが国の技術は創造性に欠けるという意見があるが、必ずしもそうではないのではないかと。日本式の創造のタイプというものがあつた、そのタイプがそう簡単に変えられないということであろう。

日本の文化は、ほとんど外国からの導入であるが、導入したままではなく、それぞれ創造的な発展を遂げている。例えば、仏教についていうならば、中国から導入されたけれども、法然、親鸞、道元、日蓮らの各宗祖の努力によつて、日本の大乘仏教は見事に発展したのである。これをしも創造性が欠けているということが出来るであろうか。宗教学ではなく、宗教における実践から生まれてきた創造意欲の発露の賜物ではなからうか。創造的能力の涵養には創造意欲が第 1 である。そのためには、やってみて身体で感ずることがよい。つまり、創造的意欲は技術の現場に入つていつて、身体で問題を解決してみることによつて体得されるものである。

時実教授によれば、人間の脳のハードウェアは、その 60 パーセントは 3 才までの模倣の時期にお母さんの真似をすることによつてこしらえられる。残りの 40 パーセントは大体 10 才までの創造の時期に外界との間に自己主張を続けながら自分で考え、自分でやる気をおこしながら作り上げるという。20 才までが錬成の時期であつて、その後は配線は切れることはあつても増えることはないという。また、狼に育てられた子供に関する印度の話もある。赤ん坊のときに狼に育てられた子供が、熱心な教育によりやつと立つて歩くようになったが、急ぐときはやはり元の四つ足であつたということである。

教育はソフトウェアの役割をするのであるけれども、でき上つた前頭連合野で営まれるやる気を引き出すような教育にはなつていないのではないかと。あれこれ考えてみて、日本人の創造のタイプは、例外は別として、急激な変化はないのではなからうか。

科学技術の境界領域をなす工学の本流とも言うべき構造的工学の発展を強調したが、その実現には、国の行政の面でも配慮が必要である。明治の初期に、理学行政は文部省にあり、技術行政は工部省にあつた。それが今日に続いている。応用理学や技術学の行政はあつたにしても、構造的工学はこの両者の中間的境界領域として新しく現われた分野であるために理解も浅く、文部省にも、

科学技術庁や通産省にも、行政として今日配慮されているとは思われない。

工学は生産によつて生活基盤を固め、人間を幸せにしようとする学問であるが、人間が最も大切にしているのは人間の命である。その命もいつかは必ず捨てなければならない。人間が生きるということは、心で生きることでもある。人間は自分の力で生きるのではなく、生かされて生きるものである。人間は自分が一番大事であるが、社会の中で生きる限り自分や自分の仲間だけを幸福にしようとしても、幸せな生き方はできない。それは最近の世相がよく示していると思う。

このような人間や社会に関する法則と関係なしに、人間を幸せにすることのできる工学は成り立ちえない。つまり工学は人間の法則を根本とするものであることを忘れてはならない。

要するに、わが国鉄鋼工学の未来像として理想をいえば、工学の3つの分野に均整を考えながら構造的工学への発展を期待することになるが、その実現には幾つかの

困難な現実の問題があるということである。

急いでやらなければならないことの1つは、大学や大学院における工学に関する研究教育の内容や体制を変える必要がある。専門別の卒業生の数の割合についても、再検討しなければならないが、最も大事なのは、それらにさきがけて問題を解決してみることによつて、創造意欲をもつてもらうことである。第2には、産業界や学協会で、このような改革を受け入れるための評価方法や体制が創られなければならない。研究費の補助金や奨学金などについても考慮されなければならない点が多い。

しかしながら、終身雇用と年功序列と学歴や学閥を重視する伝統を有するといわれる社会では、そのような環境の実現は非常に難しいのではないか。にもかかわらず、1日も早く、現実の困難を克服して一歩でも理想に向つて出発しなければならない。それこそ産学協力して、次の世代のために果すべき重要な使命であることを確信する次第である。