

技 術 者 と 工 学

梅 村 魁*

1. 序

1970年までの日本経済は世界で類を見ない急成長をとげた。鉄鋼生産では1955年の940万tから1970年の9330万tと10倍、乗用車では1960年の16万台から1975年の456万台と30倍近い増加率でアメリカの8割ないし7割で世界第2位の座についた。

このような経済成長がどうして達成されたかは、種々検討されているが、各種の要因が複合され、それがうまくかみ合ったと考えられる。それらのうち林直道氏の人口動態の変化の指摘は大変興味がある¹⁾。すなわち、日本人の人口年齢構造が1950年には発展途上国なみの富士山形から1970年には先進資本主義国の釣鐘形以上に20~40才台のふくらんだ、世界に類のない形に変化したことの指摘である。しかもこれらの人口が農村から都市への移動と重なって大量に工業生産に動員されたことである。ちなみに農林業の全産業就業者中に占める割合が、1955年で35%であったものが、1975年では12%に減少している。すなわち、約1千万人が農林業をはなれたことになる。

一方教育の面で見ると1960年の進学率は高校58%、大学10%だったものが1975年それぞれ92%、34%となっている。なお大学院への1975年の進学率は同年令の5%で、これは戦前の大学進学者にほぼ相当する。

日本の経済成長にはこれらの若い世代のエネルギーがホワイト、ブルー総合して直接関与しているのである。

このような経済成長はわれわれの生活レベルを向上させたことは事実であるが、一方各種のひずみを残したことも確かである。

1971年以来世界経済の情勢は次第に変形し、石油ショックなどを経て、従来とは違った世界経済体制に移行せざるをえない様子を示している。ここに経済体制といったのは単に資本主義とか共産主義とかのイデオロギー的意味ではなく、われわれの生活そのものの形であって、政治体制のつもりではない。世界中の国が、その国

民の生活を考えなおし、この地球として、人間生活を再検討すべき時期である。

私はたまたま一昨年耐震構造の関係で中国大陸に渡ったが、彼の国は彼の国で、人民の生活について真剣に努力しているのをながめ、地球として人間の将来を表面上のイデオロギーは抜きにして考えるべきことを痛感した次第である。

わが国にとって、近代に入って大きな変革として明治維新と第二次大戦終了の2つが考えられるが、少し大きさに考えると、現在は第3番目の変革時期であり、これが、表面上はっきりした具体的変革が伴わないだけに、いっそう困難が感じられるのである。

このような時期にあたって、科学技術はわれわれの生活からは、切り離せないものになっており、これについて考えて見るのも大切なことだと思う。

科学技術と簡単にいっても、これが何を意味するかをはっきり定義するのはなかなかむづかしい。一応“科学を応用して、この世の中に新しい物を作り出す手だて”と考えておこう。

科学は“世の中の現象を見つめ、そのなかにある法則性を発見すること”であり、技術とは、“人間がある目的をもって新しい物を作り上げる手だて”と考えておこう。

この科学と技術とが結び合っただけが、科学技術であると考えたい。

したがって、技術は人間誕生のときから存在するものであり、もともとは科学とは無関係で、画をかくのも一種の技術と考える。しかしこの技術が次第に複雑になってくると、科学と結びつかざるを得なくなる。

例えば古代からの建物を考えても、最初は雨露をしのぐ堀立小屋であったものが、次第に大型になり、社寺建築のようなものに発展してくる。このためには多くの経験と、はっきりはしなくとも法則性の認識がなければ、あれほど立派な建築ができるはずがない。木造五重の塔など現在の力学から見ても、その耐震性の解明は難問である。

* 社団法人プレストレストコンクリート技術協会会長

古代技術による作品は近世科学の誕生に繋がるものではあるけれども、ほんとの科学技術は純粋な科学の発展によって初めて可能になってきたものである。

ここに工学の誕生を定義づけることにしたい。すなわち、工学とは“科学を技術に応用するための学術”である。

したがって、科学技術を実施する科学技術者は工学を学ぶ必要がある。

科学技術者のうちで特に農林など生物を扱う部門を除き、各種施設、機械、電気、化学製品等の生産を取扱う人々をエンジニアと呼んでいる。エンジニアそのものの呼称は古代ギリシャ時代からのものであり、兵器の工夫製造者のミリタリー エンジニアに始まり、一般施設のシビルエンジニアが生まれたようである。しかし初期の頃はまた数学、物理、化学などの科学と結びつく度合も少なかったが、技術の進歩と科学の進歩につれて次第に両者に堪能な特殊技術者が生れ、これが今日のエンジニアと呼ばれる人達と考えてよい。教育機関としての最初はフランス革命後 1794 年に始まったエコールポリテクニックだといわれている。ほんとのエンジニアが表われるのはエジソン、ベル、マルコニ、エッフェル、レーブリングなど 19 世紀の後半になってからである。

話しが少し特別の人達にとんでしまったが、もちろん各種施設、機械の生産は多くの一般エンジニアによって改良開発が進められ、エンジニアのたずさわる範囲も次第に広がり、多種多様になって行った。

そして科学技術に応用するための学問として、工学すなわちエンジニアリングという分野が生まれる。先に述べたエコールポリテクニックではまだほんとの工学は教えられなかったのではないかと思う。

構造技術の面についていえば、構造物を造ることが古代から行われていたことは西欧、東洋を問わずまったく同一レベルであって、その規模は今日の物より壮大である。ただしその構造にかけた歳月と人力とは今日では考えられない数量である。中世は今日の科学から見ても合理的な構造が表われ、組積造ではドーム、ポルト、アーチ、ゴシックのフライイングバットレス等、架構式では木造寺院に見られる屋根構造などに力学的にきわめて優れた感覚が内蔵されている。しかし、力学が意識的に構造物の製作技術（これを設計と呼ぶことにする）に採り入れられるのは、17 世紀のガリレオのはりの設計理論が始まると一般にいわれている²⁾。

その後力学の方は大いに進み、ニュートン、ベルヌイオイラーを経て数力学的世界像が形成されて行くが、建造物の設計はルネッサンスにしてもバロック、ロココにしても力学的に優れたものは生れていない。同じ時期のわが国においても、丁度徳川時代にあたるが、鎖国に

より西欧の力学の情報はまったく入っていなかったにして、あれほど優れた木造架構を生んだ中世に対してやはり力学的傑作が生れていない。東西期を一つにしたこのような状態は如何なる理由によるものなのか、ゆっくり研究して見たいものと思っている。

このような作品の様相に表われた傾向は別として、科学技術への指向は 18 世紀のダランベールの百科全書中の指摘に見られるように³⁾、科学と職人技術との結合の尊重などを通して、次第に現実化して行くのである。

エコールポリテクニックを経て 19 世紀に至ると、各種の材料強度実験を通して現実の構造物は次第に安全かつ経済的なものになって行く。この方法論が工学と呼ばれるものである。1818 年にはイギリスに土木工学者協会が創立されている。そして 1840 年には大学に始めて土木工学の講座が設立されるに至るのである⁴⁾。

2. 日本における工学教育⁵⁾

わが国は 19 世紀の後半開国に踏切るわけであるが、18 世紀の半ばから蘭学を通してニュートン力学にもふれるのであるが⁶⁾、工学にふれるのは西欧における成立もおそいせいもあって明治になってからになる。

すなわち、1863 年伊藤博文、山尾庸三等が英国に渡り、各方面を視察し、帰朝後山尾が工部省内に工学寮の設置を建言、明治 4 年に工学寮が工業の学に関する一切の事務を掌管することになる。

当時工部省には工学、鉱山、鉄道、灯台、電信、製作、営繕、の七寮が設けられた。

この工学寮の掌管する工部学校は、すでに 1855 年から、グラスゴー大学の工学講座の担当であったランキンに相談し、当時ヨーロッパで唯一つのチューリッヒ工学総合学校に範をとり、土木、機械、電信、造家、実地化学、鋳造、鉱山等の専門学科を設け、生徒を教育することになった。

明治 6 年にはランキンの推薦で機械学のヘンリー・ダイアーを学長として 9 人の外国人教師が来日した。その中のエアトンは日本の魔鏡の研究でも有名である⁷⁾。明治 9 年になるとフォンタネージ、ペリー、ミルン、コンドルなどの人々が来日した。

以上の人たちはいずれも 20 才半ばで来日したが、外国でも有数の人物で、わが国の工学の黎明期にとって幸いなことであった。ミルンは世界で初めて地震学会を日本に創設し、コンドルは日本の建築学の創始者である。

この工部学校は明治 10 年には工部大学校となり、明治 19 年に東京大学と合併して東京帝国大学工科大学となり、これが今日の東京大学工学部の前身である。

専門学科も明治 20 年には土木、機械、造船、電気、

造家、応用化学、採鉱、冶金、造兵、火薬とそろい、これに航空と原子力が加わればほとんど今日の専門分野が網羅されることになる。

このことは、わが国の工学教育は世界的に見てもほぼヨーロッパと同時期に出発し、相当完備した形が採られたといえるが、見方によると、その後の変革があまりにも少なかったということもできよう。

明治初期の工学に限らず、日本を近代化するために西欧学術の輸入はきわめて急速であるが、当時の若者が外国語を修得するに今日のような長年月を要していないのに驚かされる。特別にこの方面に才能があった連中であつたと考えることもできるが、幼年からの漢籍の素読などからくる暗記力の養成が影響しているようにも思える。まったく新しい学問を短時日にわがものとする能力は維新におけるわが国の急速な近代化の原因の一つと考えてよからうと思う。一方諸施設、設備の西欧化もきわめて速かであるが、これも江戸時代以来の職人芸があつて力があつたと考えられる。一方学制が公布されたのもイギリスに1年遅れるだけで明治5年のことであり、小学校の数は明治6年に1万2千、7年に2万、10年には2万5千となり、この数は昭和45年の小学校数と同じである⁹⁾。

このような一般教育とともに技能伝習にも大いに力がそそがれている⁹⁾。

以上のような新しい事柄を急速に受入れることができたのも、江戸時代に養なわれたよい面をうまく生かすことができたからであつて、特に江戸時代からの教育重視が日本の近代化を助けたと思うのである。

以上のような出発点であつたわが国の科学技術は、次第に外国人の手を離れ、学校教育を受けた日本人が、代つて次の世代を教育するようになる。

大正時代に入ると、構造物設計の面で見ると、世界的に、いわゆる計算規準が整備されてくる。それまではエンジニアは自身の経験と判断により、経済性と安全性を目標に設計を行ってきたのが、一定の計算方式に従つて計算を行うことで、一応目標にかなつた設計ができることになった。このことは大量のエンジニアを生むことを可能にし、構造物設計が特殊な技術者に限られていた形から大衆形に移行するきっかけとなり、全体の構造物の質の向上にも繋がるものであつた。

かくして第2の変革期である第二次大戦を迎え、1. 序で述べたような経済発展の時期を経過したのである。

3. 今後の技術者のあり方について

さきに現在は第三の大きな変革の時期であることを述べた、この時期にあつて、一応過去を振り返つて見た

わけであるが、これらを踏え今後の技術者の在り方を考えて見たい。

第二次大戦までは、外国から学ぶことに全力をあげ、いくらかは彼を凌駕する技術もあつたが、表面の真似はできて、科学における250年の出発点の遅れのギャップはなかなか取りもどせないことである。

幸いにして日本には多くの翻訳書があり、昔の外国の名著にも触れることができる。しかし翻訳はあくまでも翻訳であつて、なかなか著者直接の心境には触れずらいものである。手軽に科学発展の心に触れうるのと、そうでないのとでは大変な違いがあろう。

大学でチモシェンコの本を始めて読んだときの気持は忘れられないが、われわれにしても原書を読み続けることはなかなか困難であり、目に見えないギャップはなかなか縮まらないのである。訳はあくまでも訳者のものであり、科学哲学書の訳はむづかしい。

いずれにしろ、明治維新以来、科学技術の面で欧米に追いつくことに汲汲としてきたのが第二次大戦までであつたろう。

第二次大戦終了後、科学技術は各国かなり同じ程度のレベルから出発したように思う。特にわが国は幸運な経済成長に恵まれて新技術を豊富に導入し、それを日本流に改良することで、逆輸出の傾向も生じた。しかし当面の経済性にこだわつて安易に外国特許を購入する体質を改めないと、わが国の技術は底の浅いものに終始してしまふ。この体質は科学論文についてもいえることで、オリジナルはすべて外国で、これをいかに器用に部分改良するかといったものが多い。

今後の技術者には外国からの情報を独自の態度で処理して行く能力が必要で、自分自身の中身を確立することが大切である。

このために必要なことを考え付くままに列挙すると次のようなことにならうか。

- 1) 科学への回帰
 - 2) 生涯教育
 - 3) 規準からの独立
 - 4) 社会との関連
- など、

1) の科学への回帰は、科学技術者の定義を考えたときに述べたように近代技術者は科学の応用法たる工学を身につける必要があるが、この学を身につけるためには、まず科学に帰ることが必要で、ほんとの法則性の認識が要求される。エンジニアの携る仕事はますます多様多様になっていて、既成の事柄だけではない。一方科学の分野も広まっている。この基本への回帰はエンジニアの常に心がけなければならない点と考える。

次の生涯教育の問題は最近各方面でいわれていることであるが、いっそう真剣に取り組む必要がある。最近高額の講習料で内容のかなりずしも充実しているとはかぎらない便乗的なものもある。大学の活用とか、職業人の大学院さらには長期有給休暇を 20 才台、30 才台、40 才台、50 才台に与えるなども有効に違いない。教育は学校教育に限らない。

3 番目の規準からの独立は、先に規準の利点について述べたが、一方では規準はとかく固定化し、技術者の独立心、研究心を阻害し、その判断力を欠落させる。規準の側に罪があるわけではなく、罪はその運営方法と技術者側の不勉強にある。

構造規準は世界的に見て大正時代にできたことと述べたが、日本では 14 世紀後半に三代巻、17 世紀初頭に有名な匠明が作られている。殿屋集、門記集、堂記集、塔記集、社記集の五部であるが、いわゆる木割書で、規模が決れば、各部寸法が決まるようになっている。大正時代の計算規準とは違うけれども、日本木造建築術の優秀性を示すものであるが、江戸時代の架構法に、革新的発展が見られない一因であるかもしれない。いずれにしてもこれは使う側の問題であり、技術者に要求されるのは根拠のある判断力、決断力であり、規準はその根拠となるものであるが、研究や技術の進歩に見あった規準の活用が望ましい。

第 4 の社会との関連はエンジニアが有形にしる、無形にしる、この社会に新しく何物かを造り出す以上、エンジニアは常に人間社会との関連に関心を持たなければ

ならない。この問題は各方面からの技術論として種々論じられているが、論は論として、大切なのは人間の頭脳の所産である科学を有効にこの社会に繋ぐ役割を果すのが科学技術者の役目であり、したがって、この社会の流れについて常に注目し、われわれの社会生活に最も関連の深い経済問題については特に勉強していく必要がある。

このように述べてくると、エンジニアたるものも寝ている暇はなさそうであるが、息ぬきもまたこの社会の流れのうち人生の重大側面であるに違いない。

以上習い性となって説教調で終ることになったが、現在の心境の一端を述べた。種々御批判いただければ幸いである。文中、技術者、科学技術者、エンジニアと筆のおもむくまま書いてしまったが、ほぼ同じ意味のつもりである。

また上の論述で科学技術と一般的な言葉を使っているが、その裏付けとなっているのは構造技術に関する私の経験から出ているもので、他の分野に対しては通用しない発言も多かろうと思う。御諒承いただきたい。

参 考 文 献

- 1) 現代の日本経済, 林 直道, 青木書店.
- 2) 新科学対話, ガリレオ, 岩波文庫
- 3) 百科全書, デドロダランベール, 岩波文庫
- 4) History of Strength of Materials, Timoshenko.
- 5) 旧工科大学校史料, 東京大学 50 年史, 東京大学.
- 6) 求力法論, 志筑忠雄, 日本思想大系, 洋学下, 岩波.
- 7) 日本人と近代科学, 渡辺正雄, 岩波新書.
- 8) 学校建築史, 菅野 誠.
- 9) 日本職業訓練発達史, 桐木逸朗, 職業訓練, No. 4・1975 ~No. 3・1976, 労働省職業訓練局

1977.2.20・受付

1977 年版 FIP Notes 購読予約受付について

- 1) 内 容: ロンドンに事務局を置く FIP (Fédération Internationale de la Précontrainte の略) は, P C 技普及発展のための国際交流機関で, その組織下にある各種委員会の活動状況や世界各国の技術水準を知るにふさわしい工事写真, 報告, 論文等が掲載
- 2) 発 行: 隔月刊 (年 6 回)
- 3) 大 さ: A 4 版の英文, 頁数 12~16 (不含表紙)
- 4) 価 格: 年間 (6 冊分) 3 600 円 (送料手数料共)
- 5) 申 込: 希望者は「ハガキ」に 必要部数, 送付先 (〒), 氏名, 所属会社名記入の上協会事務局 (電 03-261-9151) へ, 送金は三井銀行銀座支店 (普通預金) 920-790。なお, 部数に制限がありますのでお早目にどうぞ。