

日本の過去の技術への回想と 未来技術の活力への期待

後 藤 秀 雄

〈キー・ワード〉

- ・流体力学 (Hydrodynamics)
- ・模倣設計 (Copy Design)
- ・技術革新 (Technical Innovation)
- ・センサー (Sensor)
- ・計測技術 (Instrumentation Technology)
- ・計算物理 (Computing Physics)

緒 言

著者は今年（1997年）3月末日愛知学泉大学を定年退職し、51年6ヶ月に及ぶ教師生活の終りを告げた。この51年6ヶ月は新学制以前の戦前の工業専門学校教師を4ヶ年、残りの47年6ヶ月は所謂今日の大学の教師生活である。最後の10年は文科系大学で終ったが、担当課目はシステム論、現代技術論であった。爲に51年6ヶ月の程んどが工学教育に終始したと云って過言でない。

この間に日本の技術は昭和30年代の技術革新からモータリゼーションを経て今やハイテク又はナノテクノロジーの時代へと変化しつつある。

それと共に今世紀に入って原子核の科学が飛躍的に進歩したように21世紀には遺伝子科学、神経細胞科学の発展が期待され、これからの科学・技術及

びその教育の在り方について大きな課題を提供している。

著者は前述のように主として工学教育に携わり乍ら横目八目好きというか科学に特に応用数学，物理学に興味を覚え次の専門雑誌を大学という温室の中で購読してきた。すなわち物理では Progress of Theoretical Physics, Physical Review, Reviews of Modern Physics, Applied Physics, Chemicalphysics, Journal of Polymer Science, Nuovo Cimento, Journal of Mathematical Physics, Physics of Fluid, SIAM Control and Optimization, Journal of optimization theory of technique, Journal of Mathematical Programming, Computers in Physics 日本物理学会誌（英文 和文），工学では計測自動制御学会誌，システム制御情報学会誌，数理科学，機械の研究。

以上の諸雑誌を大学及び個人の力で購入し毎月流し読みしていると現代の科学及び技術の流れを把握することが出来る。それと共に著者は岐阜市外の零細機屋業者の次男に生れた関係上自動織機の音の中に育ったため日本の昭和初期の工業技術というものを知りつくしている。そうした日本の技術の発端から昭和を生き抜いた1人の工学者の過去への回想と未来への期待をこの小論で述べる予定である。

1 日本の過去の技術への回想

著者が工業技術と関り合いを持ったのは，昭和11年4月岐阜県第一工業学校（現岐阜工業高校）機械科に入学してからである。この入学の動機は零細機業の次男であった為に，私の父のおもいはそうした機業相手の鉄工所か百姓相手の農鍛冶屋を開かせる為の所謂“手に職をつける”のが主目的であった。然し工業学校の機械科に入って驚いたことには5年間の最初の1年から製図と工場実習が課せられた。製図はケント紙という製図紙の上に鉛筆で下書きをかき，後カラス口と称するカラスの口に似た2つの板の間に墨を注入し下書きを仕上げるのである。冗張面やきれい好きな人間には旨くゆくが著

者の如き不器用な人間には書直しをするより方法がない。

私はこれで入学の喜びも消え毎日不快な日々を過した。次に1年から始まった工場実習である。今日常識として知られているように機械には鋳物（Cast iron）と鋼（Steel）がある。前者は作りたい製品の木の模型を作り、これを鋳物砂という特殊な砂の中へ入れて作りたい製品と同じ砂型を作り、そこへ1400℃位に融かした鉄の液体を注ぎ、製品の概形を作りこれを仕上げてゆくのが鋳物である。一方鋼は常温の材料をコークスに熱風を送って材料を1000℃近くの真赤な状態に赤め丁度日本刀をきたえるように動力又は人力で熱い中でたたき所要の形にして仕上げるのである。

この2つの過程を5年間毎年繰返す。先づ最初に驚くのは木工である。これは現在の大工見習と同じようにカンナ削、鋸の使用の練習から始まる。小学校のとき現在の「技術」当時の「手工」が大の苦手の著者にはこの木型工場の2時間は今尚夢に浮ぶ状態であった。然も高学年に進むとこの各々が作った木型を次の鋳物工場で各自が砂型を作りそれを溶かした鉄を流し込み、それを仕上工場で仕上げて採点されるというのが当時の実習の採点方法である。著者はこれで最低点を取り今尚同窓会の席上笑いの種にされている。これと同じことが鋼の場合にも行なわれた。すなわち今日丸棒の外径の長さや孔の内径を測定するものをキャリパスと称する。これを鋼の材料を熱して外径内径のキャリパスを作りこれを手仕上げでキャリパスを作るのがこの実習の課題であった。著者はこれにも最低点を取り教師から大目玉をくらった。

著者はこうした苦渋に満ちた生活を工業学校5年間過した。そうした苦しい生活に若干希望を与えてくれたのは、当時広島高師の国漢科を出てきた若い2人の国語の教師であった。この2人は小生に上級学校への進学をすすめた。

2人共当時のわが国の国策に従い皇国史観に基づいた教育であったが、文学書をよむことを強調された。特に島崎藤村の“夜明け前” “千曲川のスケッチ” や特に上井晩翠の“星落秋風五丈原” をすすめられ諸葛孔明の生き方を教えこまれた。

この2人の先生の1人は先年三重大学の名誉教授として亡くなられた。今1人著者に大きな影響を与えたのは、当時京大哲学科を出た許りの公民の先生であった。この先生は後年福井大学の学長を勤められ文通をしているが一度もお目にかゝらず残念に存じている。著者はこうした不愉快乍らも楽しく工業学校5年間を過したが、実技を伴わない専門科目は適当な成績をとり、然も前に述べたように上級学校へ進む為に英語数学などに他人より優れた成績をとった為に卒業成績は40人中トップであったがこれはインチキであったと自分で認識している。唯専門科目の中でも設計とか機械のからくりに興味を覚え、また失敗した現場技術の難易さが自己の不器用さを通じて直感できるようになったのはこの時代の唯一の収穫であった。

2 名高工入学そして敗戦及び岐阜工専就職

昭和16年（1941年）4月著者は名古屋高等工業学校航空工学科（後の名古屋工専現名古屋工業大学）へ種々の理由で入学した。工業学校の卒業寸前より設計という事に若干興味を覚えるに至った著者も、高工進学に対する父の猛反対を受けたが渋々許可され自宅より通学の条件で入学を許可された。そうかといって若者は航空機に対して特別の興味を覚えたのではなく時代の流れに便乗したに過ぎなかった。

従って当時航空少年が愛読した“航空朝日”や“航空知識”を愛読する気持もなくグライダーに乗る意志もなく模型飛行機を作ろうとする意欲もなかった。唯航空機の基礎原理となっている流体力学には入学早々から興味を覚えていた。

航空工学科の2年生になるや1つの衝動で、当時現在の各務原市に在った川崎重工業岐阜航空機工場へ岐阜在住の同級生と共に工場実習に夏季休暇を利用して出場した。この時著者は後の研究上の知友となった明石京大教授を知ることになったり又技術に対して開眼の始点となった川崎の技師福西道雄氏に出くわすことになった。福西氏は東京物理学校を出て信州飯田で中学校

の教師をして後、東京工大の航空工学科を出て川崎へ就職した少壮の技術者であった。

彼が著者達に熱っぽく説いたのは“航空機の面白さはその航空理論ではなく如何にこの多くの部品を集めて立派な物を作るかだ”ということであった。この言葉はそれまで数理物理のとりことなり流体力学を主専攻にしようとしていた著者には大きな衝撃であった。それから著者は名高工を卒業してさらに技術将校となってこの岐阜工場に勤務するまで計5回程工場実習を行ない航空機生産の実態を知りつくした。

そこで著者が知り得た事は、航空機を生産するには先ず企画が必要であり各主要部品の日程計画の立案、更にそれらの部品の同一性を確保するためには工具治具を整える工務課が必要であり、何個部品があっても同一寸法を持つ事を保証する検査装置の充実が必要であると共に、そうして事をスムーズに運び得る工場配置が肝要である事等である。これらの事柄は今日の経営工学の立場からいえば当然すぎる事であるが当時の日本の実情では仲々難しかった。当時著者にとって特筆大記すべき事が生じた。昭和19年（1944年）6月当時川崎の岐阜工場はドイツの名機メツサシユミットのCopy Designとしてキ61と呼ばれ後に飛燕と呼ばれ戦時中の名機と呼ばれた飛行機が、フィリピン台湾沖の空中戦で水洩れ油洩れを起し敗退したという厳然たる事実が知らされたことである。これがために当時陸軍技術少佐で東大航空出身の大森丈夫少佐が事故解決のため各務原にこられた。大森少佐は着任早々著者等の任官した許りの技術少尉・中尉を集め、水洩れ油洩れとなる部品の寸法を任意抽出させその分散を求め設計公差内に何%の部品が該当するかを2ヶ月程かかって協力工場を調査させた。その結果驚くことに2ヶ月程してキ61の水洩れ油洩れ対策は完了した。調査完了後大森少佐が打明けた種本はピアソンの“大量生産と統計的管理法”で当時出版された許りの本であった。統計に関して無知であった著者は、早速買求め数理統計学をイロハのイから始めるに至った。

このキ61の事故対策の成功は、当時堀米建一が提唱していた日本能率協会

が今までの設計技術と共に新たな生産技術なり生産工学という新語を生み出し技術世界に大きな流れを与えた。

著者はこの言葉と共に敗戦をむかえ昭和20年9月30日岐阜工専の機械科の専任講師となった。

3 日本の戦前の技術と技術論，科学論

日本の戦前の技術は，昭和の初期左翼評論家岡邦雄が日本資本主義発達史講座（岩波）で述べた「外夷を払うための外国技術の Copy Design」といえよう。これは長い鎖国状態の為に産業革命後の英独仏に著しく遅れた事を知った明治政府が採った政策としては十分理解出来る。著者が工業学校で学んだ機械製図の最後は，与えられた組立機械の分解部品の copy でありその成果として多少スケールを大きくしての design であった。この copy をもとにした多少自己発想を考慮に入れた design が昭和に至っても日本の教育の中に存在していた。従って案外純粋で基本的な科学に対しては科学論の教科書としてポアンカレの“科学の仮説”及び“科学の価値”が広く読まれ，太平洋戦争中にも「科学には国境がない。然し科学者には祖国がある」と呼ばれた。然し技術に関しては殆どこれを論じた物がない。戦時中哲学界の鬼才と云われた三木清が編集した哲学辞典⁽¹⁾にドイツの経済学者ゾンバルトの「一定の目的を達成するための合目的の行動の仕方乃至手段」と述べられているに過ぎない。

これは著者が岐阜工専の学生に特別講義をしたとき自分用のノートに書き写した文句である。著者はこれに満足せず当時湯川秀樹博士の中間子理論発展の協力者の1人として知られ，昭和24年（1949年）名大文学部で哲学の講義をしていた武谷三男博士の「技術とは人間実践（生産的実践）に於ける客観的法則の意識的適用である」の定義を今日も尚守っている。

著者はこの定義が公にされて以来幾度かこの種の定義に関して多くの論文をみたがこの定義を変える程のものが存在していない。

唯著者はこの武谷による定義の客観的法則とは物理学を主とする自然科学の法則を指すと判断される。然しこの定義が出されてから50年の歴史をみると科学的法則が技術に適用された例は、量子力学のトンネル効果を利用した江崎ダイオードしかなかったのではなかろうか。

純粹の客観的法則例えば物理学の法則は非実在の模型と単純化のための境界条件のため技術への応用は制限される。

技術に真に応用される客観的事実は基本法則を中核におくが若干多くの難しい実験的結果を考慮したある程度ぼんやりした雲のかゝった事柄が多い。著者が理論物理学思考の武谷の定義に若干異論をとることは、こうした事実を幾多散見してきたからである。

武谷の定義は技術が少数の人間のみに限られた技能とは異なることを明確にしたことは功績である。然し技術が科学の奴隷と化したことは事実である。昭和11年（1936年）以来多くの人々が文化勲章を授与されてきたが、その中で科学者（数学を含む）と芸術家がきわめて多く、技術者は老人が多く数もきわめて少ない。将に人間国宝のみである。

それは「科学技術」という一体語として用いられてきたマスコミ用語の弊のみではあるまい。

4 技術革新の到来と科学、技術の型態変化

著者達が戦後の哲学ブームによって技術論を討議している間に日本の科学及び技術は大きく変化しつつあった。科学における当時のトピックは湯川博士の日本人初のノーベル科学賞の受賞である。これを契機として日本の基礎科学に理論偏重の息吹を作り、以後数学、理論化学、生理学に世界的業績を生んだ学者を輩出した。一方技術分野はアメリカとの航空機生産競争で戦争に敗れた原因を深く反省し、19世紀末既にアメリカで発展していた工程分析動作研究及び時間研究を再勉強すると共に、生産技術が設計研究と共に重要な位置を占めることを再認識した。戦後繊維工業などが主力であった日本の

工業も、昭和25年（1950年）の朝鮮戦争を契機として所謂重工業が息を吹きかえし翌年の日米講和条約の締結と共に相つぐ企業技術者の渡米習得により多くの重要な事実を持ち帰った。それを個条書きに記すと

1. Deming 博士のとなえた統計品質管理の導入
2. 高分子化学を通して知った新材料の登場
3. 装置工業（プラント）の存在
4. 建設機械の導入による土木工事の迅速化
5. 超音速ジェット機及び原子力の平和利用
6. オートメーションがこれからの技術の主流

こうした事は戦争に敗れた当時の日本の技術者には骨身にこたえた現実ではなかったろうか。

こうした経験を得た日本の技術者は、物を職人気質で良い物を時間をかけて作るより安価で良い物を短時間で作る手法が必要だと強く認識した。これが前者を固有技術、後者を管理技術と区別するに至ったのである。これは相つぐデミング博士の功績にもよるがある意味に於て日本の経営者が近代技術の本質を理解したからといえよう。

こうした理由もあってか、日本の昭和30年代（1955年以降）は技術革新（Technical Innovation）またはオートメーション時代とよばれ、三種の神器と呼ばれたものが街頭に溢れた。

この技術革新の到来と基礎科学の振興は大きな危険を孕みつつあった。

それは技術の基礎となるべき客観的科学が激しい分化をしてきわめて難解になったことと、生産技術の普及によってコスト第一主義が生じたことである。

当時著者が指導を受けていた名古屋大学の坂田昌一博士は小生のこの指摘に対して原子爆弾を作りあげたオツペンハイマーの必要性を説かれた。

著者自身原子核物理学に興味を覚えたが、その製造過程には殆んど関心がなかった。坂田博士によれば原子爆弾の製造の政策はアインシュタインによって定められたが、実際の製造に当ってはこの頃の日本には殆ど存在しない超

高圧、超高温及び超真空の科学者及び技術者が必要との事であった。

指導者のオツペンハイマーはフェルミ等の著名物理学者の協力はあったにせよグローバルな分野での指導決定をなしたとの事である。これを後に坂田博士は近代的研究成立条件と定義されたが、一見異なると判断される2つの領域の境界分野の技術者、科学者が自我を捨て、1つのプロジェクトチームを作ることが新技術開発の根本ではなかろうか。技術史なり科学史を正しく理解することの必要性を感じるのは著者1人のみでなかろう。

5 システムコンピュータ時代の到来と技術の役割

昭和42年（1967年）、IC（集積回路）の出発により日本は所謂高度成長期に入りノイマン型デジタル計算機が全世界に登場した。この頃まで米ソによって争われた人工衛星は何時しか宇宙船の時代へと変化し、システムという言葉が流行語として巷で用いられるに至った。日本はこの昭和40年代排ガス規制、オイルショックさらに公害問題と幾多の重大問題に逢着し乍らも技術の激動期を乗り越えたたくましさによって、センサ（検出器）メカトロニクス（電子機械工学）という和製英語を作り大きく技術が発展した。

センサという言葉は著者の専門とする自動制御の分野でSensing Controlling Actuationすなわち検出、制御、操作の3つの動作を表わしたが、日本人がこれを名詞化したものである。このセンサは計測器メーカーから作られて支給される物でなく、工場作業員又は管理者が自己の着想に基づいて作ることを第一とする。著者は名工大の教師時代よりこれを主張してきたがデジタル技術の進歩により今日ではComputerで表示されるに至っている。著者は大学を定年退職することが決定した本年2月と3月に岐阜市外の山合いのトヨタ自動車の孫下請に該当する自動車部品工場を訪ねた。数人の工員しか存在しない小規模の工場であったが、私立大学の工学部を出た30才に満たない社長の創意工夫によって自己開発のセンサの取付けによって自動化が行なわれ、トヨタ自動車から一言の文句も出ていない部品を製造している現実を見た次

第である。著者はこの時日本人の持つ器用さと現代に生きるためのたくましさを教えられたものである。著者は現在の日本には世界の十指に入る大企業が存在するが、そうした大企業を支えている部品工場は家内工業の型態で存在することを忘れてはならないと思う。外人より見れば一見脆弱にみえるこの生産システムが想像以上の強靱さを持っている。これが技術論を高めた日本の生産技術の本質であることを忘れてはならない。

6 科学の発展への技術の寄与

前述のように昭和40年代の初めに登場した I C すなわち集積回路は電子工学というより電子科学の多くの分野に特筆すべき成果を与えている。この I C より LSI さらに超 LSI とその scale が大きくなると共にその威力を大きく発揮したが、その製作方法は困難な諸問題を含んでいた。

この超 LSI の開発に対して当時この分野の天皇と呼称された東北大学教授の西沢潤一博士は、昭和56年（1981年）7月29日、第20回計測自動制御学会の学術講演会の特別講演に於て「超 LSI の開発と計測制御技術」⁽²⁾ と題して超 LSI の開発には現代の計測制御技術が有効であることを力説された。著者はこの逆即ち超 LSI が計測制御技術の未来に大きな期待を抱かせる論文評論は数多く読んできたがいわば科学の発展に技術が寄与することは想像外であった。この西沢博士の講演と同時期にアメリカで Computer の計算技術を基にして計算物理なる新分野が、理論物理及び実験物理と共に新しい物理的事実の研究を始めた事を明らかにしている。その後数年日本でも計算力学なる分野が若手研究者によって進められているとの事である。現代は Computer 技術が多く科学の諸分野例えば C.T. から始まった医科学特に内視鏡の分野では医科学の難問題に取りくんでいる。この事は未来の技術即ち21世紀の技術は基礎科学の単なる応用では無く、人類が知る事を希望する科学の分野に挑戦することを意味する。

結 語

現在所謂電子工学の分野では“ME”という言葉が二通りに用いられる。これは“Medical electronics”と“Micro electronics”の意味である。前者は医用電子工学を示し後者は小規模電子工学を意味する。

この2つの分野は“Micro machine”あるいは“Nano Technology”とも呼ばれ今日のハイテクの前途の無限性を秘めている。

著者はこうした前途の光明を知るとき自らの高令の悲しさを思わざるを得ない。それは20世紀を科学と技術に心ゆく許り生きた老書生のつぶやきである。

文 献

- (1) 三木清「現代哲学辞典」 1944年日本評論社より公刊されたが現在手に入れることは難しい。
- (2) 西沢潤一「学術講演会予稿集」(1981) 計測自動制御学会