2 - 1 技術と科学の相互連携が創りだすもの

Effects of Co-operation in Sciences and Technologies

正 八 尋 隆道(大分大)

Takamichi Yahiro

Faculty Education & Welfare Science Oita University

The Japanese views of technology and science are different a little from the views in European and American because modern technologies and sciences were introduced into Japan at a time in the latter half of the 19th century. The fact was missed the natural relation between technology and science. Japanese have believed that technology and science develop individually without special connection, at least, technology is a just tool for developing science until Japanese become aware of the difficulties in new creation of technology or science. Japanese must make researches what the special connection in technology and science is for new creation in science and technology. Some proportions are made for building the natural relation between technologies and sciences in this paper.

Key words: Creation of Science, Creation of Technology, Creative Relation in Science and Technology

1. はじめに 日本の文明は有史以来移入文明である。移入、模倣、改変を繰り返し、現在を迎えている。わが国近代技術、近代科学の発祥は浦賀に黒船を迎えて以来の事であり、後進国であった日本は低賃金に支えられ先進諸国で完成された技術をそのまま移入し、近代化を進めた。

近代技術と同時に移入されたわが国近代科学はこのような理由で、技術と関わることなく、独自に発達を遂げ海外先進諸国の技術開発に大いに寄与した。国内的に、技術と直接関わる経験無しに発達を遂げたわが国近代科学は純粋科学に偏ることとなり、欧米先進諸国の科学観と多少趣を異にしたバランスを欠いたものとなっている。

一方、海外技術に依存してきた日本の近代技術は基礎科学が技術開発に及ぼす効果について認識が浅く、単なる飾のようなものであると考える傾向がある。わが国の技術と科学の関係は発祥の違いから欧米先進諸国の技術と科学の関係と異なり大きな溝があり、理学と工学、科学と技術の関係は疎遠であり、相互の連携があるとはいえない。今次大戦後、海外の技術に依存し大量生産システムを完成した後、技術的に世界の頂点に昇り詰めたわが国産業界は何を、どのように開発、製品化すればいいのか、目標を見失い、創りだすことの難しさを実感している。

技術貿易収支および特許の内容にわが国が置かれている現状を見ることが出来る。因みに、1987-1996年の日米技術貿易収支は日本が-4.1兆円、米国が+16.3兆円である。産業界の努力により、技術貿易収支は間もなく改善されることが予想される。しかしながら、現在のわが国特許の質すなわち、創造性が高いと独創性が高いものを併せ21%、既存技術の小改良と改良を併せたものが79%である現状を改善するためには相当の時間と対策が必要である。

刈り取り型、訓練型技術開発が不可能となった現在、わが国科学教育、技術教育の採るべき進路は唯一、本来あるべき科学と技術の関係を早急に築き、独創的科学、独創的技術の創造を希求することである。科学と技術の相互連携、独創的科学、独創的技術を確立した社会的背景、人的資質を太古から現在に到る発展の歴史に学び、創造的環境の設定と実践の場を提供することが最も早道と考えられる。

2. 自然科学発達通史^{2,3,4)} 自然科学は古代ギリシャに誕生し、エジプト、ローマ、アラビヤを経て、終着点西欧にスキップした後、近代科学を生み出したことは科学史の教える処である。この過程で自然哲学(BC.8-AD.16)、経験科学(AD.16-19)、量子科学(AD.19 後半-20 前半)の時代を経験し、現在は生命・情報科学(AD.20 後半-)の時代に達したと考えられている。

自然哲学の時代は技術史的には、完全に技術が先行した時代、この時代の技術は人間の願望、経験、熟練、試行錯誤、努力により体系化されたものであり、科学的根拠より、経験、熟練、努力が主要部を占める。巨大建造物、鋳鉄の大量生産等にその成果を見ることができる。

経験科学の時代は技術から科学が生まれた時代。職人の組み合わせガラスの技術は光学、ポンプ職人の極限揚程の発見は大気圧、空気力学、蒸気機関の効率改善に熱力学、建物の大型化に伴う弾性理論、材料力学等の誕生、その他多くの実用的科学が生まれた。同時に軍人出身のラプラス、フーリエ、ボンスレー等著名な応用数学者が輩出した。科学者、数学者は職人、技術者の側面を兼ね備えており、ニュートンが坑内用ランプを設計したり、自ら欧州随一のレンズ職人と豪語したことにその側面を見ることができる。この時代の科学は観察(受動的)から実験(能動的)を重視するようになった事、この時代末期、19世紀末に技術の発明度数が史上最高になった事が特徴である。ここで留意すべきは、わが国が経験科学の時代を経なかったことである。

量子科学の時代は物質の本質を究めた時代、これまでの経験が役立たなくなった時代である。技術の開発も減少した。この中で科学から技術が生まれる例が現れた。朝永⁴⁾によれば発電機、原子力発電等がこれに当たる。同時に科学的発見から技術の完成までの時間が極めて短くなった。

生命・情報科学の時代は物質の本質に次いで、生命体の本質を究めた時代。20世紀後半に生命現象の本質を解明、現在、人の意思決定機構、情報伝達機構、すなわち、脳の全てが解明されようとしている。科学から技術が生まれる例は人口生物、人工生命、生命工学と益々発展が期待される。この時代に及んで科学と技術の区別が困難になった。

3. わが国科学者の科学観および技術観 わが国自然科学者の代表としてノーベル賞受賞科学者、湯川秀樹、朝永振一郎、江崎玲於奈、福井謙一、利根川進諸氏の自然科学観、技術観、工学観は、以下のように集約される。

自然科学観 科学とは自然を統べるものは何かを問い⁴⁾、観測と実験に理論的考察を加え、自然界の真実、新事実を解明⁵⁾、統一的自然認識³⁾を創造することである。科学は既に完成したものではなく今後も変わり得る³⁾。科学と技術の区別は困難⁷⁾。

技術観 技術とは自然に手を加え、人間存在に都合がよいように改変し⁴⁾、自然界にないものを造り、微量物を採集、栽培する³⁾。科学を実際に役立てるノウハウを生み出す⁵⁾。技術は道具^{3,5)}。自然法則に基づく⁴⁾。成果の予測が可能⁵⁾。技術なしに科学の重要な発見、発展は不可能⁷⁾。

日本は技術から科学が、西欧は科学から技術が生まれた。

工学観 情報に関して科学者、数学者、技術者の違いに言及、科学者は情報の乗り物、数学者は抽出法、工学者は情報自体が興味の対象³⁾。工学は技術、科学の半分は工学、高度の技術が体系化され完成される科学⁴⁾。基礎研究の創造性から生まれるソフトとルーチン仕事に類する工業化のノウハウから生まれるハードからなる。後者は創造性に欠ける⁵⁾。基礎科学を役立てる応用科学、基礎科学は幹、工学は枝葉、幹ができれば枝葉は自然にできる⁶⁾。基礎技術と科学知識を集大成し、産業技術を以って可能となる⁷⁾。

日本人自然科学者の技術と科学の創造、領域、価値、関係は、以下に要約される。

(1) 技術と科学の創造 技術は人間存在のために自然を改変し、自然界に存在しないものを造り、有用なものを採集、栽培する。対象は人間存在である。科学は汎性欲主義に類する人間の根源的欲望により、自然認識を創造すること、人間中心主義は相容れない³⁾。対象は自然自体。

(2) 技術と科学の領域 技術は応用科学(工学)と工業技術からなる。科学は統一的自然認識の創造である。応用科学(工学)は科学に非常に近い。

(3) 技術と科学の価値 技術の目的は「人間存在のための創造」であるから判断は容易。科学の目的「人間の根源的欲望による、統一的自然認識の創造」とすれば判断は困難。

(4) 技術と科学の関係 湯川、江崎、福井は「技術は科学に次いで生まれる」と明言、朝永、利根川は「一部の技術を除き、太古より技術から科学が生まれる」と記述。

上記日本人ノーベリストの科学観、技術観がわが国科学教育、技術教育、教育行政に強く反映していることが窺える。科学と技術の創造、両者相互の関係は検証が必要。

4. 科学と技術の創造

4.1 科学と技術の関係モデル 科学と技術の関係は有史以来変遷を重ねている。1982年B. Barnes & D. Edge⁸⁾は新、旧モデルを提案している。表1は新、旧モデルに筆者のギリシヤから中世に至る関係モデル、Model Iを付加したものである。

表1 科学と技術の関係モデル

	Model I	Model II 旧	Model III 新
基本モデル	独立的	階層構造的	対称的
	科学 技術	科学 > 技術	科学 < > 技術
知識の獲得	創造的 試行錯誤 試行錯誤 努力	創造的 定型的 構成的 演繹的	創造的 構成的
成果の限界	努力 熟練	自然状態	科学状態 特定困難
成果の評価	人間への恩恵	普遍的基準	科学の応用度 目的達成度
完成の予測	予測不可	予測不可	予測可能
情報伝達体	人間	言葉	人間

表1のModel Iは科学と技術が独立に創造された自然哲学の時代に相当し、技術は科学とは無関係に発達を遂げる。Model IIは技術から科学が生まれた経験科学の時代に相当し、科学の成果が技術の完成に寄与した。Model IIIは20世紀以降の科学と技術の関係が対称的で利根川、Barnes & Edge、村上諸氏は科学と技術を区別することの無意味を指摘している。

4.2 創造性の本質 村上氏は科学の創造性に言及し、難解な機構⁹⁾を提案している。創造機構を基礎に筆者のコメントを整理したものが以下である。村上氏が採用した発見の同時性は技術の分野でも見られ、特にModel IIIに従う技術の創造には適用が可能である。発見、発見の営みの過程で働く創造性は三つが考えられ、仮に一次、二次、三次と呼ぶ。

一次の創造性- 普遍的、絶対的理論系が崩壊し、新しい理論系の誕生過程で働く創造性で、世紀的発見は之による。

二次の創造性- 通常科学(Normal Science)における理論の証明、適用範囲の探求等が主たる営み。ルーチン仕事となり、次々と問題解決を可能にするが概念枠を越えることが出来ない。最終的に限界に至る。工学の創造が之に当たる。

三次の創造性- 仮説、推論を実証する示威行為の段階で発揮される創造性である。実証の手段の選択が之に当たる。20世紀の二大発見、原子核構造、DNA構造は英国で、独逸で発見された陰極線、陽極線、X線とX線解析が可能にした。

創造における臆断、仮説、推論の営みと実験の営みでは臆断が最も重要で重視されるべきである。実験は仮説、推論を実証するための示威行為であり実験からは何も創造は生まれない。創造は個人的創造と社会的創造が存在し、歴史的には創造の決定的瞬間は個人的創造性に負う。個人的創造性は社会的創造性に能動的、受動的に支持される。

社会的創造性- 発見、発明の同時性に見られる蓄積された事実群の混沌中の規則性、有型性の形をとりそれ自体は無である。感覚的刺激により個人に能動的に作用する。同時に社会的創造性の概念枠を個人に受動的に与える。この概念枠は知的慣性と呼ばれるに相応しく自然淘汰される。

個人的創造性- 個人の概念枠(臆断)の社会的創造性の大きな概念枠からの偏差、社会的創造性概念枠の選択的営みにおける個人の偏差、許容範囲と結論される。

5. おわりに 創造をキーワードにしたわが国科学技術、教育行政の現状と対策の要点を以下にまとめた。

(1) 科学と技術の関係モデルはModel II旧を採用、純粋科学教育の強化を試みているが時代錯誤である。予想される創造の結果は二次の創造性に終る。Model III新を採用した科学技術教育、教育行政が必要。

(2) 学校教育で現在実施している実験教育はパズル解きの手続き、解法、規則を習熟する意味はあるが、創造性を育てる教育にとっては寧ろ負に働く。

(3) 個人的創造性を育てる教育の重要点は、臆断、仮説、推論を鍛える年齢に即したプログラムが必要である。

(4) 社会的創造性を育てるために、年齢に即した先端科学技術の認知過程が必要である。

引用・参考文献

- 1) 田中実:「科学技術教育」岩波 1965
- 2) 山崎俊夫:「科学技術史概論」オーム 1981
- 3) 湯川、梅棹:「人間にとって科学とは何か」岩波、1976
- 4) 朝永振一郎:「物理とは何だろうか上下」岩波、1979
- 5) 江崎玲於奈:「創造力の育て方・鍛え方」講談社、1997
- 6) 福井謙一:「学問の創造」朝日文庫、1991
- 7) 利根川進:「精神と物質」文芸春秋、1996
- 8) 村上陽一郎:「技術とは何か」NHK、1996
- 9) 村上陽一郎:「近代科学を超えて」講談社、1995