“技術” 対 “テクノロジー” —基礎・境界分野の将来を考える—

"Gijutsu" versus "Technology"

-Thinking Over the Future of Fundamentals Society-

笠原 正雄 Masao KASAHARA

1. はじめに

三重県の賢島で開催された情報理論とその応用シンポジウム(SITA2007)のオープニングパーティの席で、FR誌(Fundamentals Review)の編集長中村勝洋先生から、“基礎・境界ソサイエティの誕生時のこと、そしてその将来にかかわるような記事を執筆しませんか?”というお誘いを受けた。執筆期間は2か月弱とのこと、この間のいろいろのスケジュールを考えると脱稿日を果たして守ることができるかなと不安を感じたのであったが、基礎・境界ソサイエティの将来を考えるという身の引き締まるようなテーマを頂いた以上、何事にも最優先して執筆してみたい、こんな思いから、大役を引き受けさせて頂くことにした。

基礎・境界ソサイエティでは、私は
「情報理論研究専門委員会」、
「情報セキュリティ研究専門委員会」、
「代数曲線とその応用時限研究専門委員会」、
「情報通信倫理研究専門委員会」

の委員長をさせて頂いたほか、幾つかの研究会の専門委員、顧問などをさせて頂いた。

振り返ってみれば、我が生涯の研究面でのホームグラウンドは基礎・境界ソサイエティだった。それに私の記憶に間違いがなければ、電子情報通信学会会員諸賢による選挙という形で選ばれた最初の基礎・境界ソサイエティ会長であったと思う。会員諸賢の総意で選ばれたことは私にとって大きな喜びであり、誇りであった。

こんなことを考えながら10数年ぐらい前の記憶をたどってみると、基礎・境界ソサイエティの胎動期あるいはスタート時に、大阪あるいは京都から電子情報通信学会に何度も足を運んだことが昨日のように思い出されてくる。しかし、生来、過去のことをあれこれ思い出すよりもより前向きに将来について語りたい性格のため、本稿では我が国が技術大国として生き抜くための基本姿勢は何であろうか?ということについて考えてみたいと思う。

本稿が基礎・境界ソサイエティの将来を考える際の一助と

なれば私にとってこれに過ぎる喜びはない。

2. “技術”とは

私は常勤あるいは非常勤という立場から、これまで大阪、京都、神戸、東京、名古屋、北陸、中国、四国、九州と全国約30の大学、大学院で教鞭をとらせてもらった。10数年ぐらい前から講義の合間に

- (1) 技術とは?
- (2) テクノロジーとは?
- (3) ITとは?

といった設問を出して、学生諸君に回答してもらっている。反応は様々に困惑した様子で、ほとんどの場合無回答である。あったとしても“ITとは情報にかかわる技術のことである”、“技術≒テクノロジー”といった内容が自信なげに小さな字で書いてある。そしてこのような状況は、電子情報通信関係の講演会の席上を利用して問いかけたとしても結果はほとんど同じであって変わらない。

21世紀、欧米諸国そして急速に成長するアジア諸国に伍して技術大国を目指す我が国の技術者、研究者、教育者そして次代を担う大学院学生、大学生が、こんなものごとのスタートラインにあるような基本的な問いかけに対して、ほとんど無回答に近いというのはいかかなものか。

本稿では上記問いかけ(1)及び(2)について私自身の回答を述べさせて頂こう。基礎・境界ソサイエティ会員諸賢をはじめとする皆様からは非貴重な御意見そして御教示を賜わりたいと思う。

本稿の内容概要

我が国において技術はテクノロジーと訳されている。この対応は正しいであろうか?あるいはこのままの解釈で進んでいっても、世界の国々に伍して我が国は技術の世界で勝ち組となることができるであろうか?

本稿ではこのことを念頭に置いて

“技術” 対 “テクノロジー”

について考える。そしてこのことを踏まえて基礎・境界の将来を考えてみよう。

“技術”の語源

「技術」という日本語は非常にあいまいな言葉であると思ふ。もしそうであるとすれば、あいまいな言葉としての「技術」が、「技術大国」、「科学技術」、「情報技術」などとして日常茶飯に使用されていることは、やはり大きな問題であろう^{(1), (2)}。しかし、反対に少しもあいまいでないという考えももちろんあるかもしれない。そこで私はこのことを確かめるために1976年小学館発行の日本国語大辞典(全25巻)を調べてみた。その結果、同辞典によれば「技術」の第一の意味は、

(1) 物を取り扱ったり、事を処理したりする手段。
とあった。興味深いことに引き続いてこの後に以下のような文章が記述されている。

「百学連環<西周>総論:

Mechanical Art (器械技) and Liberal Art (上品芸)

原語に従うときは則ち器械の術、又上品の術という意なれど<略>技術、芸術と訳して可なるべし。

技は支体を労するの字義なれば総じて身体を働かす大工の如きものはなり(以上、小学館発行『日本国語大辞典』第5巻、p.569より引用。)

上記において「技」の解釈は興味深い。ちなみに同辞典で「術」を調べてみると、第5巻p.368において以下のように説明されている。

(1) わざ。技芸。学問。学術。(2) 方法。手立て。(3) たくらみ、はかりごと。(4) まじない。(5) 忍術。

一方、英語の「technology」はどのように説明されているであろうか。講談社、1983年発行の『講談社英和辞典』においては、「technology」は

(1) 技術。(2) 工芸。

とされている。研究社、1977年発行の『新英和中辞典』では(1) 科学技術、技術方法。(2) 工芸(学)。(3) [techno (GK=art), ology]と説明されている。なお、ologyについては「technology」とは別なページで、“ologyは名詞語尾で「…学」、「…論」の意で例えばgeology, zoologyがある”と説明されている。

科学思想史、技術論等で知られる本多は、技術と芸術とは我が国でも「技芸」として一体で解釈されると述べている^{(3), (p.5)}。

以上のように調べてみても、「技術」の意味が、やはりあいまいではないかという疑問が払拭されない。

3. “テクノロジー”とは

「technology」の語源は図1に示すように、ギリシャ語でテクネー+ロゴス、すなわちロゴス(論理、調和、理性、法則等々)を伴うテクネー(技)を意味していた^{(1)~(3)}。

紀元前5~4世紀のギリシャの哲学者プラトンはテクネーの部分を表1のように分類している。

表1において、学習術がテクネーに分類されていることは

テクノロジー=テクネー+ロゴス

ロゴスは多義語。理性、調和、論理、法則、言葉、比例、…などの意味がある。

図1 テクノロジーとは

興味深い。筆算などを繰り返し練習して能力を高めることなどは機械的な作業を繰り返し行って能力を高めることと同じと考えていたわけであるが、“学習”という言葉が元々学んだことを何回も繰り返し復習する過程の中で得られる新しい発見への期待を意味したと合わせて考えてみると面白い。

表1に見られるようにテクネーは獲得術と制作術に分けられる。獲得術に注目しよう。500万年前、ヒト科動物としてのアウストラロ・ピテクスはカモンシカのひじ部分を道具にしてヒビを捕らえていた。また最も古いヒト属としてのホモ・ハビリスはオルドワン型と呼ばれる粗末な石器を使用していた⁽¹⁾。しかしヒトにおける棒等の武器や石器等の道具の使用はチンパンジー等の高等ほ乳類などにも観察されるので表1に示されている獲得術に関する限り、ヒトは高等ほ乳類あるいはトリなどのそれに比べて明白にしゅん別する線を引くことはできないように思われる^(注1)。

一方、制作術の分類の中にある“類似像”というのは真の实在としてのアイデア(形相)の写しのことである。天上に理想的な(普遍的な)形としてのアイデアが存在し、地上にあるものはすべてアイデアの写し、^{にそう}似像にすぎない。例えば家の中にある机やいす、野にある花や木はそれぞれのアイデアの写しである。この考えのもとでは例えば机やいすを描く画家は“写し”を更に写しているわけであるから芸術家としては認められない。驚くべきことにプラトンはこのような考えのもとに吟遊詩人ホメロスの作品をもその著書『ポリティア』において否定している^{(3), (注2)}。

現代技術について深い洞察を示したドイツの哲学者ハイデッガーはドイツ語のテクニーク(Technik)の語源がギリ

表1 プラトンによるテクネーの分類
(本多修郎『技術の人間学』⁽³⁾より)

テクネー	
獲得術	制作術
学習術、知識獲得術 金利獲得術、闘争術、 狩猟術	実物制作術 (農耕術、医術、建築術、道具技術) 影像制作術 (類似像制作術、幻像制作術)

(注1)：利子獲得術はヒト以外の動物の世界には到底あり得ないことのように思われるけど、これに近い行動は実験すれば観察されるのではないかと。ちなみに人間に飼育されたチンパンジーは自販機の使用を教えられるとコインを貯め込むという。1個のコインを投げ入れれば2個のコインが飛び出てくるという箱を与えれば、コインを増やすことを覚えるのではないかと。なお2007年12月産経新聞は、大阪の天王寺動物園のオランウータンが給をかくことを覚え、楽しんでいるとの記事を夕刊に載せている。

テクネー = おおいをとって現す動き
 ≒真理の自己顕示
 ≒ポイエーシス (制作)

図2 テクネーとは

図3 テクネーとは、“発見への動きかけ”

シャ語のテクネー (technè) であるとして図2に示したような興味深い解釈を与えている⁽³⁾。

この解釈は非常に興味深いと思う。なぜなら図3に示したようにテクネーは、“発見”へとつながるからである。ではおおいをとって現れてくるものは何か。それは真理である。再び語源をたどってみると、実は“真理”に対応するギリシャ語は

alètheia = おおわれていないもの
 である⁽³⁾。したがって、テクネーとは

テクネー = 真理発見への動きかけ
 と解釈することができる。

ドイツでは子供たちでも

“Die Sonne bringt die Wahrheit ans Tageslicht”

(太陽は真理を暗闇に置かず、必ずその光を差し伸べる) ということわざを知っているという。太陽の動き、それはテクネーに立ち向かう人々の真理発見への誠心誠意の努力であろう。ではこの“発見”への努力を根本からしっかり支えるものは何か。実はそれこそがロゴスである。私たちはテクネーに伴うべきロゴスの部分を忘れることがあってはならない。

このロゴスの世界、驚くべき深い世界をのぞいてみることにしよう。

ロゴスを伴ったテクノロジーの登場

ロゴスを伴ったテクノロジーは人類社会にいつ登場したか。残念なことにこのことについて明白に記述した著書は私は知り得ていない。しかし高度に発達した数学に基礎を置く

(注2)：ホメロスの作品の否定が、当時の人々にどのような反響で受け入れられたのか、非常に興味深いことではあるが、私は残念なことにこのことについての詳細は知り得ていない。しかしローマ時代の建築家ウィトルウィウスの著書『建築書』をひも解いてみると、紀元前3世紀、ホメロスの『イリアス』、『オデュッセイア』に反論する著作をプトレマイオス王の前で朗読したゾイルスなる人物が“多数の人々を(精神的に)養ってきたホメロスを侮辱した罪は尊属殺人に値する”として処刑されたことが記述されている⁽¹⁾。このことを考えるとプラトンによるホメロスの作品等の否定がどのような反響を与えたのか、私たちには到底想像することができないように思われる。なおプラトンによる芸術否定論はその弟子アリストテレスによって批判され、芸術家の名譽は回復されている。

ロゴス (理性、調和、論理、法則、比例、…) を伴ったテクノロジーとして以下を挙げることができよう。

1. バビロニアの占星術

1. エジプトの測地術

1. ギリシャ「ポリス」における音楽

これらのすべてに共通することは国家の安寧、人々の精神的安らぎに寄与したことである。それぞれについて解説を試みよう。

バビロニアの占星術

神々への供え物として捧げられた動物の内臓の形あるいは溶けた金属が水中で作る形状によって国家の将来方向を考えるという古い「形の占術」を脱皮して、数学に支えられた「天文学としての占星術」がバビロニアに登場したのは紀元前6世紀のころである。

バビロニアの占星術を基本から支えたものは「数学」である。技術史、科学史の研究で知られるフォーブスとディクステルホイスはその著書⁽⁴⁾の中で、

“古代、自然現象を理解するために数学が応用された唯一の分野は理論天文学であり、バビロニアの数学は紀元前300年ころまでに将来の惑星の位置を計算することができた”

という内容の記述をしている。なお天体間の距離は、天に移しかえた地上の距離で表していた⁽⁴⁾。

私の個人的な想像の域を出ないが、バビロニアでは占い師たちが訪れてくる人々の運命を占う際、その人たちの誕生時の天体間の距離、惑星の位置等を厳密に算出して運命を占っていたと思われる。テクノロジーは占星術という形で市民生活の中に溶け込んでいた。

史上最高の数学者とも称されるガウスがこの高度に発達した数学としてのバビロニアの天文学に深い関心を寄せていたことは疑う余地のないことである。事実ガウスは、25歳のころ、イタリアの天文学者ピアッツィによる発見の後、時を経ず太陽に隠れて姿を消してしまった小惑星ケレスの軌道計算に成功し、12か月の期間を経て再び視界に入ってくるであろう位置を厳密に予測した。そして、ケレスの再発見に結び付けた。このことこそがガウスを国際的数学者としての位置に押し上げたのである。そして、彼は30歳のときゲッティンゲンの天文台長になっている⁽⁵⁾。

ガウスに限らず、16～18世紀の大数学者フェルマー、オイラー等々の数論研究のモチベーションも、ロゴスの基礎となった古代の数学とその思想にあったことは疑う余地のないことである。

エジプトの測地術

1万年前、ヴェルム氷期が終わり、溶けた大量の氷が海水を冷やし、気温の低下を導き、狩猟による食料の確保が困難になると、人類は農耕、牧畜によって食料を確保するように

なった。人々は移動から定住へとその生活スタイルが変わったのである⁽¹⁾。

四季の変化により強く支配される農耕生活の中で、“数える” “測る” ことが「生の技術」の中心になったと思われるが、その典型的な例は古代エジプトに見られる。毎年一定期間繰り返されるナイル川のはん濫は上流の肥よくな土壌をもたらした。母なる大河、ナイルの恵みを最大限に引き出すために、そして土壌に覆われてしまった土地を正確に再測定するために測地術が発達し、人々の生活に役立てられた。

エジプトでは紀元前2500年ごろまでにシリウス星の周期に基づいて1年を365日とする太陽暦が用いられているが、そのきっかけはシリウス星の位置とナイル川のはん濫が始まる時期との間に強い相関があることが見いだされたからであった⁽⁵⁾。エジプトの測る技術、つまり測地術、天文学はナイル川の恵みを最大限に利用することを可能とし、国家に安寧をもたらした、人々の生活の向上に役立った。

ギリシャにおける音楽

ギリシャのポリスにおける音楽活動について注目すべきことは音楽にかかわる様々なテクネーが十分に発達したロゴスの基盤の上に集められ構築されていたという事実である。人類500万年の歴史の中で受けつがれてきた精神的支えとしての原始宗教、呪術、呪具の類が高度に発達したロゴスによって洗練され、ポリスの壮大な劇場で繰り広げられた。

ギリシャでは作詞家はすなわち作曲家であり、また聴衆は忘我的に音楽に浸る協演者として存在した⁽⁶⁾。下村も指摘しているように、音楽は国家にとって教育的、倫理的、宗教的意義を有するとともに司法的意義もあった。音楽という形での総合的なテクノロジーがギリシャには存在していた。

音楽が演じられるギリシャの劇場では様々な形でロゴスの部分が活かされていた。例えば心地よい協和音（ハルモニア）を生み出すために空洞の中にエーケイア（青銅のつぼ）が配置された。柱の大きさ、高さについては互いに単純な比例関係にあることが優先された。元来ロゴスの意味するところが協和（ハルモニア）、比例であったことを想起したい。ギリシャの劇場の設計には至るところに比例、ハルモニア等のロゴスが存分に活かされていた。

「数神秘思想」は本多が「ギリシャ文化が引き起こした奇跡」と述べた「ロゴス思想」を生むこととなった⁽³⁾。ロゴス思想は普遍的な形あるいは数量的比例を世界の根本と見る思想であり、当時のテクノロジーのテクネーに比べはるかに高度に発達した学問の世界を構築することとなった。そして自由人の世界で受け入れられることとなった。

テクネー、技術労働 → 奴隷の世界
ロゴス、学問 → 自由人の世界

図4 テクネーとロゴスの分離

古代ギリシャにおいては労働は奴隷の世界にゆだねられていたが、「ロゴス思想」は結果的に図4に示したような構図を生み出すことになった。

ロゴスの部分はギリシャにおいて高度に発達した数学の世界を構築し、ルネサンスに至るまで人類の精神史に大きな影響を及ぼすこととなった。

一方、奴隷の世界に入ったテクネーが、ロゴスによって助けられるということは起こらなかった。なぜロゴスの成果が、テクネーに応用されなかったのか。この理由は以下のように考えられよう。

(1) 紀元前5世紀、ギリシャはペロポネソス戦争においてカリキュアに勝利し、多数の奴隷を連れ帰ったが、その後奴隷たちはひどい恥辱を負わされることとなった。

後世になってシーザ父子に仕えたローマの建築家ウィトルウィウスは、その著書『建築書』において、カリキュア国から連れ帰られた奴隷たちはカリキュア国に代わって償いをしているのであり、致し方のないことであったと述べている。

肉体労働にゆだねられているテクネーの部分を高度に発達した数学を応用することにより、肉体労働を強いられる奴隷の苦痛を救うという発想はなかったと思われる。

(2) 当時の人々にとって道具等を利用して自然に働きかけることは自然を汚す行為であり、また神を冒とくする行為であった。ちなみに古代ローマの詩人ウェルギリウスは“海を櫂でかき乱し”

“小船で海の精をおびやかす”

“大地が鋤に、葡萄が鎌に苦しめられる”

などと詠んでいる。ウェルギリウスにとって櫂、小船、鋤、鎌、… すべて海や大地の神を冒とくするものであった。自らの手や足、肉体の力によって自然に働きかけることのみに、倫理にかなうことであった⁽¹⁾。

数えることの哲学

前述のようにテクノロジーは元々

テクノロジー = テクネー + ロゴス
であった。そしてロゴスの動詞形レーゲンは“数える”、“集める”ことを意味した。このことはロゴスの基本は数学あるいは数学的な思索であることを主張している。

しかし“数える”といっても、計算術つまり感覚によって知覚される範囲で数える行為とは全く質を異にすることに私たちは注意しなければならない。ロゴスにおける数える行為は計算術とは全く次元を異にする異次元の世界で繰り広げられる“数の本質”への思索である。以下において、ギリシャの数学の世界をのぞいてみることにしよう。

ギリシャの数学は精神の世界へ

プラトンは深い思索によって、感覚でとらえることができ

るもの、例えば家の中の机やいすは(天上にある)普遍的な形である机やいすのアイデアの似像、写しであると考えた。真の存在は神の与えたアイデアであって、私たちが感覚でとらえている存在はアイデアの似像にすぎないと考えたわけである⁽³⁾。

このことを少し数学的な例で考えてみたい。例えば小学校入学以来、何度となく目にした黒板にチョークで描かれる円を考えてみよう。コンパスを使って先生が見事な円を描くのを感嘆の眼で眺めたことを私は今も鮮明に覚えている。先生が、“これは直径80cmの円だ。では面積は幾らかな”と問いかけても、私たちは黒板にチョークで描かれた直径80cmの“白いやせたドーナツ”を、(アイデアの似像にもかかわらず)“完全な円”と信じて疑わない。しかし黒板に描かれたドーナツの幅が例え分子クラスのサイズになっても、やはり依然として円ではないはずである。にもかかわらず私たちは完全に幅0のドーナツとしての円、すなわち感覚では目にすることができない完全な円が確かに存在していることを知っている。これこそがアイデアとしての円である。私たちが日常目にしているのは似像としての円でしかない。

ギリシャの数学の一つの側面を図5に示そう。

図5 ギリシャの「数学」、その一つの側面

図5に示したように、ギリシャの「数学」は

1. 数論
1. 天文学
1. 幾何学
1. 音楽

である。これらには共通して公正な配分の妙(ハルモニア)が支配しており、このことを知ることによって魂が浄められると考えられた。

なぜ、音楽が数学か？

今日的な目で見れば“なぜ、音楽が数学?”と少し奇異に感じるかもしれない。しかし事實は「ギリシャの数学」の本質は「音楽」によって初めて語れるということである。

U. ミヒェルス編『図解音楽事典』をひも解いてみよう。図6に示すように音程が協和(ハルモニア)するのはオクターブ、クインテ、クワルテである。

1, 2, 3, 4という最も単純な数の組合せで音の協和(ハルモニア)が生み出されるという事実は、古代ギリシャ人にとっては想像を絶する神秘的な発見であった。

ギリシャのポリスにおいて、国家そして人々にとって最大の“生の関心事”は劇場において演じられる音楽であったことを想起したい。この音楽において、宇宙を統べる数比が成り立っていることの発見は、音楽への驚きを与えたのではなく、その根幹としての数への思いを神秘的に深めたということである⁽⁶⁾。この発見は数比に潜在していた神秘性が音楽によって啓示されたことを意味していた。音楽における単純な数比の成立は音楽における数学理論を意味するものではない。数の本質が音楽によって啓示され、そしてこの数こそが宇宙を統べる⁽⁶⁾。ギリシャにおいて音楽が「数学」の一つの分野となったゆえんである。

ピュタゴラス派の

“宇宙は歌い、ハルモニアに一致して構成されている”

“全天はハルモニアにして数”

という確信である^{(6), p.233}。

このような考えは占星術の世界にも及んでいる。後期ヘレニズム時代の占星術では“太陽は惑星の唱歌隊のリーダーとされていた^{(4), p.80}”。

17世紀、ガリレオ・ガリレイは著書『儀金鑑識官』において、

“宇宙は哲学書である。書かれている文字は三角形、円等の幾何学的図形である”

と述べているが、ガリレオの考えは宇宙は数であり、単純な幾何図形であり、音楽であるというギリシャの考え方につながるものである⁽¹⁾。

- ・音程の近親度は振動数(弦長)の比で与えられる。
- ・数比の単純さが協和度の判定規準。
- ・協和するのは、

1:2のオクターブ → :
2:3の5度、クインテ
3:4の4度、クワルテ

笠原による註:オクターブの差には非常に大きな意味がある。すなわちヒトの精神性、社会性に甚大な影響。

U.ミヒェルス編:“図解音楽事典・dtv-Atlas zur Musik”白水社(1989・11)より

図6 古代音程理論の数比

オクターブのハルモニアがヒトを ホモ・サピエンス(理性ある人)にした

1:2の8度オクターブ差が生み出すハルモニアがなぜ古代ギリシャの人々にとって重要であったのか。それは清水が著書『心の道具』で述べているように以下の理由による。すなわち

“オクターブ差の音を同一と知覚する8度相似性は集団を統御することに非常に重要な役割を果たす”
ということにある⁽⁷⁾。

男性歌手の低い声も、ボーイソプラノやソプラノ歌手の高い声も和して一つの歌を唱える。呪文を心を合わせて唱えることができる。この不思議なハルモニアの存在こそヒトをして統一のとれた集団のメンバーとして心を通わすことを可能とした。有史以前の狩りの場において、そして原始宗教としての呪術の場において、人々は心を一つに和し、豊かなコミュニケーションの世界を作り上げた。オクターブのハルモニアが最も社会的な生物としてのヒトを進化させ、感性をはぐくみ、ヒトをしてホモ・サピエンス(理性ある人)に至らしめた。

ギリシャの幾何学

プラトンは数学の分野の一つ「幾何学」がエジプトの Geometria (測地術) に由来する呼び方に依然としてなっていることはこっけいなことと述べたという^{(6), p.236}。幾何学の本質は数の本質によってはじめて明らかにされると主張したわけである。

図7に描いた三角形を見てみよう。プラトンは
“この三角形の斜辺はエジプトの測地術をいかに精密化しても、測ることは不可能である。實在(イデア)としてのこの三角形の斜辺は $\sqrt{2}$ なのであるから”
といった内容の主張をしている。

数論の導入によって幾何学的な形状がその本質を顕在化させる。ギリシャ時代、幾何学は無理数論であった。今日代数幾何と呼ばれる分野で、平面、三次元空間そして一般に多次元空間に存在する本質が私たちに明かされている。この例については文献(8)を参照して頂きたいが、人の感性ではとらえることができない“数”がイデアとして存在し、その“数”

図7 斜辺の長さは測定術では測れない

を追求することによって魂が浄められ救われるという思想は、現代を生きる私たちにも遺伝子のレベルで受け継がれているのではないか。

ローマにテクノロジーはあったのか

ここで読者諸賢から、古代ローマには立派なテクノロジーがあったのではないか?という御指摘を受けるかもしれない。実際NHK教育テレビが2005年9月14日、21日の両日「脅威!古代ローマのテクノロジー」という番組を放映したりしているので、多くの人たちがローマには確かなテクノロジーが存在していたと主張するかもしれない。しかしこのテレビ番組でも古代ローマの著名な建築家として紹介されていたウィトルーウィウスが著した『建築書』を詳しく読む限り、ロゴス(数学、物理学)に支援されたテクノロジーがローマにおいて開花していたとは考えにくい。この理由を少し具体的に述べてみよう。

古代ローマ時代、シーザ父子に仕えた建築家ウィトルーウィウスの著書『建築書』をひも解いてみると、私たちは以下のことに気付く。

[I]:

『建築書』の中では、ギリシャの数学者、哲学者の仕事が盛んに紹介されている。ウィトルーウィウスが注目したこれらの学者は枚挙にいとまがないが、読者の興味のため何人かの名前を挙げてみれば以下のようなものである。なお人名の片仮名つづりは同書の訳注者森田に従うこととする。

ターレス	}	原子論
ヘーラクリトウス		(ただしピュタゴラスは
ピュタゴラス		数学者として同書に頻出)
デーモクリトウス		
ヒッポクラテース	}	医学
プラトーン		数学、哲学
アルキメデース	}	数学
エラトステネース		

ローマ時代の著書『建築書』を精読してみると、この例が示すようにロゴスの部分はすべてギリシャの数学にゆだねられていたことが分かる。

[II]:

例えば、『建築書』で示されているローマ劇場の設計図(同書p.128)とギリシャ劇場の設計図(同書p.132)をじっくり比較してみると床面の設計の基本の一つとなっている正方形の数がギリシャのものは4、ローマのものは5といったわずかな差は認められるが、基本的には同一である。劇場だけではなく、その他の建築物、武器等々もギリシャの直輸入であったと思われる。

[III]:

ウィトルーウィウス自身、『建築書』の中で理論を実際面に応用することを勧めている。例えば水平な階段を作る際に、

図8 水平な階段の作り方(『建築書』より)

彼が勧めた興味深い手法を図8に示す。

図8に示した方法は簡単な方法であるから古代ローマの建築現場ですぐ応用され得る手法の提案のように思われるが、同書にはこのことについては記述されていない。しかし次項特に [IV] で述べていることを考えると、ギリシャの理論が古代ローマの建築現場で実際的な応用に結び付くことはなかったと考えるのが妥当である。

ここで科学史家、技術史家として知られるフォーブス、ディクステルホイスが著した『科学と技術の歴史』を読むと以下のような記述 [IV], [V] が目に付く。これを見ると、記述 [IV], [V] によって、上に述べた主張 [I] ~ [III] が裏付けられよう。

[IV] :

ローマ帝政期に入っても「数学」、「天文学」はギリシャ系の人々にゆだねられる。

[V] :

ローマ時代、ウィトルーウィウスの考え、すなわち理論的知識と実際の知識の結合によってのみテクノロジーが発達するという考えは認識はされていたけれど、必要な措置は講ぜられなかった。

ギリシャ語の語源にかえて考えた形、すなわちテクネー+ロゴスという形でのテクノロジーはローマには存在せず、その復活はルネサンスの開花まで待たねばならなかった。

ウィトルーウィウスからのメッセージ

ウィトルーウィウスの努力もテクノロジーの復活にはつながらなかったことを見てきたが、ウィトルーウィウスは2,000年という長い時間を超えて基礎・境界ソサイエティの会員諸賢に傾聴すべきメッセージを送ってきていると私は思う。図9にこれを示そう。

図9に示したメッセージのうち1~3はテクネーには倫理としてのロゴスが伴われねばならないことを主張している。4及び5は電子情報通信技術に携わる者も、広範な学問を生き生きと身に付けねばならないことを教えている。

ウィトルーウィウスが勧める学問の中で、電子情報通信技術に携わる会員諸賢に現時点でも推薦したい学問は

- ① 建築家は欲を考えず、贈り物に惑わされてはならない。
- ② 建物の基礎は堅固な地盤に達するまで掘り下げられなければならない。
- ③ 材料を厳選し、十分に使うこと。
- ④ 学問なき才能、才能なき学問は、不完全な技術人を作る。
- ⑤ 技術人は「文章学」、「描画」、「幾何学」、「歴史学」、「哲学」、「音楽」、「医術」、「法律」、「天文学」の知識を十分にしかもいつでも活用できるような形で満たなければならない。

シーザー父子に仕えたローマの建築学者ウィトルーウィウスの著書『建築書』より。

図9 建築学者ウィトルーウィウスの姿勢⁽¹⁾

- (1) 歴史学
- (2) 哲学
- (3) 法律
- (4) 音楽

を挙げたい。私自身が改めて推奨したい学問は

- (5) 数学
- (6) テクノロジー論
- (7) 乳幼児心理学
- (8) 動物行動学

等々、それに日本人の心のふるさととしての

- (9) 万葉集等

である。電子情報通信技術は人間の心、在り方に深くかかわる。それゆえにこれらの学問は分野外の学問に見えて、実は中心部をなす学問である⁽¹⁾。

ちなみにウィトルーウィウスは図10に示したような流れによって建築術にとって「歴史学」は大切な知識であることを主張した。

ヒトのコミュニケーション技術に深くかかわる情報通信技術の世界においては「人類500万年の歴史」、「人間の始原の姿としての赤ん坊」等々について深い知識を身に付けねばならないこと、更に心の道具⁽⁷⁾としての音楽を歴史の流れの中で深く理解することが特に強く望まれよう。このような努力は電子情報通信技術には無関係のように思われ、回り道のように見えるけれど、若い世代に理性と感性をはぐくみ、結果として電子情報通信技術の世界だけでなく我が国の将来を支える非常に大きな力となるであろう。

ヒトは太古の昔、直立二足歩行を開始。
 壮大な宇宙を眺めつつ歩くことが可能となる。
 (理性、感性がはぐくまれる)

森林火事の燠おきを保存することを発見。火の使用が始まる。
 火を保存するため共同作業が始まる。言語が誕生。
 コミュニケーションが豊かになり小さなグループが誕生。

はじめはツバメの巣等を参考にしながら。
 家、洞窟を作り始める。
 やがて人々は家の出来栄を競い合う。

建築技術の誕生!!

図10 ウィトルーウィウスが説いた「歴史」の重要性⁽¹⁾

ウィトルーウィウスは、建築術において必要とする学問分野の間には貴重な接点、貴重な境界領域が存在する、と以下のような興味深い主張をしている。

ウィトルーウィウスが主張した 境界領域の大切さ

「音楽」と「医学」には大切な境界領域（共通領域）がある。例えば血管の律動や拍子に関する理論である。また「音楽」と「天文学」の間にも、例えば四角形と三角形^(注3)における星の協和（ハルモニア）と四度及び五度の音の協和（ハルモニア）の間に共通の議論の場が存在する。

鉱山学者アグリコラ、 そのテクノロジーの世界

16世紀、ドイツ・ルネサンス時代を生きた鉱山学者アグリコラは、当時テクネーとして普及していた鉱山技術をテクノロジーのレベルに高めるために全身全霊を傾けて努力した。彼はその著書『デ・レ・メタリカ（金属について）』において当時の鉱山技術に欠けていたロゴスの部分を補うために科学的立場からの解説を細かく記述するとともに鉱山技術がもたらし得る光と影について徹底的に論じた⁽¹⁾。

『デ・レ・メタリカ』の秀逸性

文豪ゲーテは『デ・レ・メタリカ』が美しい数十点の挿絵で

(注3)：ウィトルーウィウスは『建築書』で“黄道の上で円運動を行う星群は太陽がある三角形の中にあるときは前進せず太陽がこの三角形を出るまで“停留する”といった考えを紹介している。古代、星の動きは三角形、四角形等の幾何学的図形で説明されていた。

飾られ、また鉱夫を深く思いやるヒューマニズムにも富んでいることから“人類への一つの美しい贈りもの”と絶賛した。20世紀初頭、『デ・レ・メタリカ』は米国大統領フーバー夫妻によって英訳出版されたが、このことは同書の持つ輝き、技術書としての秀逸さを示すものである。

『デ・レ・メタリカ』の翻訳が最も遅れたのは先進国の中では我が国においてであった。本書は1963年、横須賀線鶴見事故で不慮の死を遂げられた横浜市立大学学長、日本科学史会長の三枝の遺志を継ぐ形で実現された。

『デ・レ・メタリカ』の真面目しんめんもく

三枝の遺稿を整理し編さんの労をとった東京工業大学技術史研究室の山崎は「編集の序」において、以下のように述べている⁽¹⁾。

“(アグリコラという)近代技術学者の思想が我が国に継承され、我が国において真の科学と技術が創造され、発展することが望まれる”

『デ・レ・メタリカ』の思想は科学全体、技術全体に通じる真理であることを山崎は主張している。『デ・レ・メタリカ』の真面目しんめんもくはまさにこの山崎の文章に集約されている。

『デ・レ・メタリカ』は 我が国において読まれていたか

『デ・レ・メタリカ』は我が国においていかに多くの人たちにによって読まれたか？鉱山技術に携わる人々、技術者、研究者、教育者によって深く読まれ、その思想は受け継がれていたのか？

明治二大社会問題としての足尾銅毒事件、戦後の森永ヒ素ミルク事件、水俣病、イタイイタイ病、四日市ぜん息等々の激烈な公害発生により、我が国は非常に残念なことであったけれど、公害の面で世界の最先端国となった^{(5), p.221}。現在も続くアスベスト公害、尽きることのない数々の薬害等々を見ると、ロゴスの抜け落ちたテクネーの暴走が悲惨な結果をもたらすありさまを改めて知らされる。私たちはこのことを考え、深く反省しなければならない。技術史教育（といっても、もちろん、形だけで実施するのではないが）の重要性を強く感じるのは私だけであろうか。

私たちはロゴスの欠落したテクネーに腹藏されている大きな危険、影を見落とし続けているのではないか。電子情報通信技術においてもこのことは例外ではない。私たちは英知をしぼってこの影に立ち向かわなければならない。

鉱山学者アグリコラは鉱山技術がもたらす影の部分を徹底的に論じている。この部分の記述の一部を問答集の形に直して以下に紹介することにしよう^{(1), (9)}。

鉱山技術は罪深いか（その1）

問1	鉱山に従事する鉱夫たちは崩壊、地底への転落事故等の危険に身をさらしている。また杭内の毒気により肺臓を傷め、命を縮める。人命の危険を冒してまで経済的利益を優先することはできないのではないか。また杭内の環境は鉱夫の命を縮める ^(注4) 。
答	危険を避けようと思えば鉱山経営をすべきではない。しかし、地上においても、例えば建築に携わる者は高い所から落下する危険にさらされている。このことを考えよ。

鉱山技術は罪深いか（その2）

問2	大地は穀物や果物を、手を伸ばせばすぐ手に入るようにやさしく差し出す。大地が地の奥に隠しているもの（金属）を掘り出す行為は罪深いことではないか。
答	我々人類は海の中に隠れ住んでいる魚を探し出して食べているではないか。このことを考えよ。
問3	魚は飢えをいやしてくれる。しかし金属は飢えをいやしてはくれないではないか。
答	我々は金属を使って衣食住に役立つものを作っている（金属は飢えをいやすのに間接的に役立っていることを考えよ）。

鉱山技術と公害（その1）

問3	鉱石を溶かすために無数の木材が必要となり、森林の伐採が進み、食べ物として与えられていた鳥や動物が根絶されてしまうではないか。
答	森林の伐採が進んだところには穀物の種をまき、新しい畑を作ればその実りによって埋め合わせが可能である。鉱石から得た貴金属で他の土地から食料用の鳥や動物を購入することもできる。

鉱山技術と公害（その2）

問4	森林の乱伐による木材不足により、家を建てるのに巨額の費用がかかるようになる。また鉱石の洗鉱によって河川が有害となり、魚類の絶滅を招く。自然破壊により生活必需品をどのように手に入ればよいのか。
答	（筆者注：これに対する直接的な答は述べられていない。前問の答と同じと思われる。）

アグリコラのテクノロジー

アグリコラは鉱山が真に役立つ存在になるためにはロゴスを伴ったテクノロジーを発展させなければならないことを主張した。彼の考えたロゴスの部分は

（注4）：杭内の寒冷は筋肉を傷めること、杭内の乾燥と塵埃は鉱夫の気管及び肺を傷めること、塵埃はぜん息・黒煙病（骨の髄まで侵す）を起こすことを述べ、その治療の必要性を指摘している。

- （1） 哲学（今日の物理学に近い）
- （2） 医学
- （3） 天文学
- （4） 測量学
- （5） 算術
- （6） 建築術
- （7） 図学
- （8） 法学

アグリコラは鉱業に携わるものに求められる学問の一つとして哲学（今日の物理学に近い）を挙げ、科学的手法に基づいて鉱脈を探索すべきことを主張し、当時広く用いられていた占杖（ダウジング）を強く否定した。占杖は二またになった木の枝であるが、二またになった枝の両端をこぶしで握り、先端を地面に向けて歩むと、鉱脈に差し掛かったときに枝が不意に回転し、鉱脈の位置が分かるというものである。この占杖の効果を期待するには、以下のこと、すなわち

- ・ 使用する人が信心深いこと
- ・ 使用法を正しく守ること

等の条件が付けられていたが、アグリコラは占杖には何の効果も期待されないことを主張するとともに、ホメロスの作品『オデュッセイア』において老人が魔法の杖で青年に変えられたり、その青年が老人に戻されたりしている例を紹介し、“占杖は魔法使いたちの怪しげな振舞いを通じて鉱山業に入ってきたのであろう”と述べている⁽¹⁾。

ちなみにダウジングは、地下水脈、あるいは鉱脈を探索する技術として知られており、その効果の有無が現在でも議論されている。アグリコラはダウジングの効果を強く否定した人として、広く知られている。

テクノロジーに向かう姿勢は時代を経ても変わらない

技術には広く深い知識が伴わねばならないことを主張し、その重要性を説くアグリコラの姿勢は彼よりも1,500年以上前の時代を生きた古代ローマの建築家ウィトルウィウスに驚くほど共通する姿勢である。

元々『デ・レ・メタリカ』という題名は古代ローマ時代にコルメラが著した農業全書『デ・レ・ルスティカ』を模したものである。しかし『デ・レ・メタリカ』の内容は『デ・レ・ルスティカ』と同じころに出版されたウィトルウィウスの『建築書』に近い。不思議なことにように思われるが、優れた技術人としての資質が自然に両者に共通の姿勢をとらせたのであろう。

“真の技術人はロゴスを置き去りにした
テクネーの部分だけを語ることはできない。”

ウィトルーウィウスやアグリコラの姿勢はこんなことを私たちに教えているように思う。

テクノロジーの復活

テクネーはロゴス(数学)を伴わないままローマ時代を経て中世に至る。そして14～16世紀ルネサンスの開花によって、ようやくロゴス(数学)を伴ったテクネーすなわちテクノロジーが、理論的知識と実際の知識とを融合した形で復活し、華やかな近代科学文明をヨーロッパを中心に築き上げることになる。この模様を図11に示そう。

ルネサンスの開花とともに中世の牧歌的平和な時代は幕を下ろし、人類は文化的、科学的に大きな飛躍の時代を迎えることとなった。ガリレオ、デカルト、ニュートン等々の数学、物理学がヨーロッパを中心に近代文明を誕生させた。しかし、その誕生には周知のように想像を絶する多くの障害が立ちまわっていた。

ガリレオが「科学革命」で対峙したのは周知のように彼よりも2,000年も前の昔を生きたアリストテレスであり、アリストテレスの運動論、宇宙論を善しとするイエズス会であった。しかしキリスト教会と対峙していたのはガリレオ一人ではない。テクノロジーの復活の前に立ちまわっていた無限大、無限小の世界をのぞいてみよう。

無限大、無限小への挑戦

紀元前6世紀、タレスは万物の元素を「水」としたが、彼の門弟アナクシマンドロスはアペイロン(無限, apeiròn)が万物を生成すると考えた。万物は無限から生成され、無限に向かって消滅する。この考えは無限だけが永遠の存在であり、したがってまた神的なものであることを主張している。このことに関し、下村がギリシャの「無限」は古来の神秘思想に通じるものであって「神は最大にして最小である」という考えがあったと述べていることが注目されよう^{(6), p.310}。

下村は数学の歴史は単に「数学の歴史」ではなく、人類の「精神の歴史」と述べている。数学の歴史は精神の歴史でもあったがゆえに、命をかけた歴史でもあった。ちなみに無限

について論じたブルーノは1600年、異端者としてローマで火刑に処されている。まさに数学の歴史は命をかけた歴史であった。

ニュートン、ライプニッツによる微分積分法は、もちろんこの神の領域である無限大、無限小への挑戦であったが、ニュートンが議論嫌いであったこと、ライプニッツがスコラ哲学の用語を用いて無限を論じ、結局無限を「絶対者」の世界にゆだねていること^{(6), p.348}を考えると、両者の無限への挑戦は消極的な姿勢での挑戦であった感が否めない。

では真っ向から「無限」を数学の世界に確立した人はだれか? その人こそはニュートン、ライプニッツから2世紀を経た時代のドイツの数学者、「集合論」を創造したカントールであった。

4. テクノロジーの復活は万全であるか

古代ギリシャ以降、テクネーはロゴスの部分が伴わないまま、中世を経てやがてルネサンスを迎え、幾多の困難を乗り越えて再びロゴスを伴ったテクノロジーとしての姿を表すこととなった。ようやく人類の福利の向上に役立つ(あるいは役立つ可能性を持つレベルに達する)こととなったのである。

フォークス、ディクステルホイスは彼らの著書『科学と技術の歴史』の序、p.2で以下のような興味深い内容の著述をしている。

- 科学と技術とは密接に関連し合うが、歴史的には別の道を歩んで発展してきた。科学は長い間、実際の応用については無関心を通してきた。一方、技術は科学の成果を利用できるときにも、科学からの助けをあざ笑うようなことが再三あった。
- 科学と技術の協力が可能であり、望ましいという主張は17世紀初頭頃より、イギリスのフランシス・ベーコン、フランスのルネ・デカルト、オランダのシモン・ステヴィンによって主張されたが、それが実行に移されたのは18世紀のことである。

テクノロジーの背景は万全か?

指数関数的成長を続ける演算、通信、記録各技術の分野をはじめ、様々な分野を支える科学の指数関数的発展が、精一杯ひいき目に考えてみても線形的成長しか遂げていない技術哲学の部分を現実的には、すっかり覆い隠してしまっている印象を否定することができない。ロゴスの部分において科学が肥大化し、技術哲学がその影にすっかり隠れてしまうならば、テクノロジーは早晩、人類社会に破局的な局面を迎えさせられると思われる。

ー技術史に輝く二大巨星ー ウィトルーウィウスとアグリコラ

・中世、テクネーは停滞、牧歌的平和な時代。
・ルネサンス以降、アグリコラの鉱山技術、フランシス・ベーコンの技術哲学、ガリレオ、デカルトの哲学・数学、ニュートンの物理学により、ロゴスを伴ったテクノロジーが復活、発展。

・古代ローマの建築学者ウィトルーウィウスの著書:
『ウィトルーウィウスの建築書』
ドイツルネサンス時代の鉱山学者アグリコラの著書:
『デ・レ・メタリカ(金属について)』
これら二つの著書はテクネー+ロゴス=テクノロジーへの復活を強力に主張した。

図11 ローマからルネサンスへのテクノロジーの変遷

一方アグリコラは、鉱山技術者は広範な知識をしっかりと身に付け、かつその技術のもとたす光と影について徹底的に論じなければならないことを主張し、鉱山技術をテクネーにとどまらせるのではなくテクノロジーのレベルに引き上げるべきことを強調した。昨今の情報技術は真にテクノロジーと呼べるレベルにあるであろうか？以下ではこのことを考えてみよう。

情報技術はテクノロジーのレベルにあるのか？

急速に発展する情報技術の成果が、例えば図12に示したような環境を、大切な次の世代である幼児の回りに作り出してはいないか？これらの機器によって感性、創造性をはぐくむ赤ん坊の学習教室はいわば雑音、私語だらけではないか？

図12 赤ん坊の学習教室は雑音、私語だらけ⁽¹⁾

私のこんな発言に対し“科学的に実験してしっかり“影”であることを確認してから発言してほしい”という声を聞くことがある。しかし私はこの問題に関する限り科学以前の問題ではないかと思う。“危険かもしれない”と考えたら直ちに我が子を危険な環境から遠ざけるのは人間だけではなくほ乳類、トリ等の動物一般に普通に見られることである。なぜこんなときに“科学”を呼び寄せるのであろうか？科学の問題ではないのではないか？“赤ん坊への危険の有無を科学的に確かめる”という人たちの“科学”をどのように理解すればよいのか。

読者諸賢の中で、やはり科学的根拠を求めねば何事も主張できないと考える人たちには、私は、

「乳幼児心理学」、
「心理学」、
「人類学」、
「動物行動学」、
「社会生物学」、

等の書物を是非ひも解いてほしいと思う。そうすれば人類が数百万年の歴史の中で直立二足歩行を開始し、進化の道をたどってきた中で、最大の危険な状況を、私たち大人が今、赤ん坊の回りに作りつつあることを十分な科学的な根拠で理解

して頂くことができると思う⁽¹⁾。

「情報倫理」にかかわる最重要テーマの一つは、上記環境の改善に誠心誠意の姿勢で取り組むことにあることは、火を見るよりも明らかなことである⁽¹⁾。

「数学」は電子情報通信技術をどのように支えてきたか

電子情報通信技術をテクノロジーのレベルに押し上げた理論(数学)の歴史を簡単に振り返ってみよう。

(I) ヘビサイドの波形伝送論

1887年ヘビサイドは海底ケーブルを用いた電信を行う際に無ひずみ伝送が可能となる条件を与えた。しかし彼の示した条件は

- (i) 減衰特性が周波数に無関係に一定であること、
- (ii) 位相変化が周波数に正比例すべきこと

であったから、将来の高速通信の可能性を明確に示唆したものではなく、波形がひずむ理由を説明したものと解釈すべきであろう。

電子情報通信技術の発展を支えた、数学の最初の主要な役割はヘビサイドの理論がそうであるように

- ・実験結果の説明役
- ・実験値に理論値を付して、実験結果の正当性を裏付ける役を担っていたと考えられる。

(II) ナイキストの波形伝送論

ナイキストは $T=1/2W$ 秒の間隔で送信されるインパルス系列が帯域幅 W Hzの理想低域フィルタによって「符号間干渉の影響を全く受けない伝送が(理論上)可能であること」を示した。そして理想低域フィルタの振幅特性を遮断周波数に関し、ゆるやかにかつ奇対称に遮断させると、上記のことが現実的に可能になることを示した。インパルスの物理的意味をじっくり考えると、この理論の奥底に潜む大きな輝きに感銘を覚える人は少なくないであろう。

ナイキスト理論は高速パルス通信の将来に大きな可能性が存在することを示したという点で特筆すべき理論であった。

(III) シャノンの情報理論

1948年シャノンは情報理論を創始し、情報通信記録技術においては雑音の影響(信頼度の低下への影響)を100%排除できることを理論的に明らかにした。シャノンは高信頼度かつ高速の情報通信を実現するためには信号帯域幅を増大させる手法が信号電力を増す手法に比べ圧倒的に(指数関数的様相で)有利になることを数学的に証明したのである(通信路容量定理)。

1960年以降におけるディジタル通信の高速化への動きはこのシャノンが描いたシナリオどおりに進められることとなった。シャノンの通信路容量は情報通信技術の根幹に潜む

“真理”を明らかにし、将来進むべき道を明白に示した。一つの定理でこれほどの大きな意義を有する定理を技術史の中でほかに見いだすことができるであろうか。

(Ⅳ) 有限体理論, 抽象代数学

有限体理論, 抽象代数学における“数”が直接的にテクネーの部分を作り出している。例えば音声, 音楽, 映像等々のコンテンツが有限体の元 (element) に変換されて伝送され, 記録され, そして処理される。拡大体の次数 m が $m \approx 1,024$ 程度 1,024 と非常に大きくなると「離散対数問題」が困難な問題になる。このことを利用して情報セキュリティ技術の分野においては指数部が秘密の情報を担うためにそのままの形で利用されている。

(Ⅴ) 数論

ユークリッド互除法, オイラーの定理, モジュラー変換, ヴェイユ・ペアリング等々がほとんどそのままの形で情報セキュリティ技術, 誤り制御技術における製品に結び付き応用されている。

(Ⅵ) モーデル・ヴェイユ格子理論⁽⁸⁾

フィールズ賞を受賞した小平, 日本数学会賞を受賞した塩田らが, この分野の基本を構築する上で, 世界をリードする貢献をした。このことを考えても我が国において情報技術への応用が先導的な分野である。しかし, 残念なことにこの理論の応用はほとんど手がつけられていない。楕円曲面上に描かれるファイバ⁽⁹⁾から多次元空間の秘密が鮮やかに解き明かされ, 符号化変調の理想的な方式あるいは多次元空間最適量子化法などの創出に結び付き可能性のある魅力的な分野であるにもかかわらず, ほとんど手がつけられていない。

以上に述べたように数学の役割は図 13 に示したように変遷してきている。

21 世紀, 数学はいかなる役割を担うか? その回答は疑う余地もなく, 以下のようになる。

“数学は, テクネーを直接創出する役割をますます高め, そのペースを加速し, 驚くべきレベルにまで高められていくであろう。”

テクネーの説明役 (実験結果の説明役)

テクネーの将来の方向を示唆する役

テクネーを直接創出する役

図 13 数学の役割, その変遷

「数学」が発達すれば テクノロジーは万全か?

ギリシャ時代テクネーの暴走をとどめたものは

- ポリスの劇場で演じられた音楽に認められる教育的, 倫理的, 宗教的, 司法的意義のある活動。
- プラトン・アリストテレスの哲学, そしてテクノロジー論。
- 人々の自然に対する敬けんな想い。

等々である。

指数関数的に爆発的に急成長する演算技術 (信号処理技術), 記録技術, そして通信技術に支えられて 21 世紀サイバー社会が, 今, 構築されようとしている。爆発的成長を遂げつつある情報技術を支えるロゴスの部分は万全であろうか? ロゴスの部分は数学だけで十分であるか?

私たちはここでロゴスは多義語であったことを思い出したい。理性, 調和, 論理, 法則, … 様々な意味が含有されている。情報技術のテクネーの部分の暴走をとどめる「倫理」, 「哲学」は従来以上に大きな役割を果たすことが希求されている。しかし, これらの分野の発達には十分であるか?

「倫理」, 「哲学」の発達は十分か?

指数関数的に日進月歩で成長する情報技術の暴走を食い止めるために「倫理」, 「哲学」もこれに見合うだけ発達しているか? 学問的な発達はあったとしても内容は伴われているのか?

この問いかけに関する限り, 私は大きな悲観があると思う。

“巨大化したテクネー部分の暴走を食い止めるため私たちはもっと早く動かねばならなかった。救済に間に合う警告の鐘は既に鳴り終わっている”

との思いをめぐり去ることは現状では難しい。

5. 技術 対 テクノロジー —むすびにかえて—

本稿では日本語としての技術とこれに対応する英語のテクノロジーについて, それぞれ語源にまでさかのぼって解説した。

本稿を読み返して“技術”の部分に比べ, テクノロジーつまり, テクネー, ロゴスの部分が過大になったことを反省するけれど, 自然に筆を運んでこの結果になったことは何を意味するのか? という新しい思索に, 私を向わせることともなった。

この差がそのまま日本の政治家, 教育者, 産業界にある人, これから技術の分野に向おうとする若い学生達が脳裏に浮か

べる“技術”と欧米の人たちの脳裏に浮かべる“Technology”との差を示唆しているとしたらこれは非常に大きな問題であろう。

“技術”について考える姿勢と“テクノロジー”について考える姿勢の差はそのまま、テクノロジーに取り組む基本姿勢において諸外国との間に計り知れず大きな差を潜在させているのではないか。テクネーを支えるロゴス、すなわち数学をはじめとする学問のレベルが我が国において年々低下の傾向にあることが新聞、テレビ、ラジオ等で報じられている。広い意味での教育環境である乳幼児を取り巻く環境、そして小学校～大学に到る教育の現状もまた五里霧中の中で赤ランプがともったままになっている。このまま進めば21世紀の我が国の技術の将来に決して光は見えてこないと思われ

“真の希望の光”を求めて

悲観的な見通しのまま、筆を置けば読者諸賢からおしかりを受けよう。でもやはり私は

“現実を100%正確に直視し、偽りの希望のランプをともしさないでこころ”

と訴えたい。この姿勢こそが“真の希望の光”を将来の我が国の技術の世界にもたらすと思うからである。

個人個人が、国に頼らず、人に頼らず、手さぐりで、信念に従って全力投球で努力を重ねよう。そんな個人個人の努力が輪になって広がっていき、この困難な状況を乗り越えることを強く信じて、私自身も、希望の光に向かって微力を尽くし、精一杯努力を重ねたいと思う。

文 献

- (1) 笠原正雄, 情報技術の人間学—情報倫理へのプロローグ—, 電子情報通信学会, 2007.
- (2) 笠原正雄, “情報技術に向う姿勢. その基本の基本.” 信学技報, SITE2007-44, pp.1-6, Dec. 2007.
- (3) 本多修郎, 技術の人間学, 朝倉書店, 1975.
- (4) R. J. フォーブス, J. E. ディクステルホイス, 科学と技術の歴史, 広重 徹, 高橋 尚, 西尾成子, 山下愛子 (共訳), みすず書房, 1977.
- (5) 伊東俊太郎, 坂本賢三, 山田慶児, 村上陽一郎, 科学史技術史辞典, 弘文堂, 1983.
- (6) 下村寅太郎, 下村寅太郎作集, 数理哲学・科学史の哲学, みすず書房, 1988.
- (7) 本吉良治, 心と道具—知的行動からみた比較心理学, 培風館, 1995.
- (8) 笠原正雄, “格子理論とその応用ガイドス,” 信学論 (A), vol. J82-A, no.8, pp.1239-1252, Aug. 1999.
- (9) アグリコラ, デ・レ・メタリカ, 三枝博音 (訳), 山崎俊雄 (編), 岩崎書店, 1968.

笠原 正雄 (名誉員: フェロー)

昭40阪大博士課程了。阪大助手、講師、助教授を経て昭62京都工繊大教授。平12京都工繊大名誉教授。大阪学院大教授。符号・暗号理論、情報倫理の研究に従事。平5年度本会小林記念特別賞、平16年度本会功績賞等受賞、IEEE ライフフェロー、著書「情報技術の人間学」など。