「文の知と理の知の二人三脚」

柳田 博明*

はじめに

まず、与えられたこの題に対して共感を覚える。もとより筆者は、常識的には、理の分野に属する人間であるが、常日頃、理の知を社会的に活用するには文の知が必要と感じてきていたからである。

文の知と言っても、社会科学の知と、文学的知との双方がある。前者の例に歴史的感覚がある。後者の例には、哲学がありそして文学的な香りを理の知に付与するという視点がある。

そして文の知と理の知との間には当然学際的な相互啓発がある。学際的な展開ができるよう、自己を啓発する必要がある。学際的な見地に立って評価できる人材を養成する組織論的な必要性もある。

理の知の中にも、科学的な知と、工学（技術）的な知とがある。本稿は主として、工学（技術）的な知の立場で論ずる。

歴史的感覚

21世紀に入ってまもなくの昨今、世紀 (Century) のタイムスパンで、技術を論ずることにも意味があろう。また新千年紀に入ったとも言える。千年紀 (Millennium) のスパンでも技術を論じてみよう。そして、東洋的なタイムスパンである、万年の単位でも技術を論じてみよう。この議論は、単に技術史を繙くことではない。技術を社会的背景に基づいて論じようとするものである。筆者は2001年の年頭学長挨拶で以下のように述べた。

今年はいろいろなことが明けます。

まず、通常の年明けです。単位は1年です。

次いで、1990年代から2000年代への単位は10年の変化です。

20世紀から21世紀への移行です。

人類史上、我々はまれにみる幸せな、千年紀の遷移を経験しています。

ついでに、万年単位の変化も考えてみましょう。

年の替わり、最近では、1年の中に、大きい変動があります。まるで、ロンドンでいわれるように、1日の中に四季あり、1年に四季なしと言われるように。変化が大きく、多くの人は対応に追われて右往左往してしまいます。しっかりした哲学を持って日々の仕事をしっかり進めていきたいものです。このスパンでのプライオリティは継続の力強さを確認しつつ進むことであるとおもいます。

そして10年の期間での区切りです。わが国の勢いはこの10年急速に衰えました。何よりも自信と目標の喪失が顕著でした。人口構成も、産業形態も大きく変化しました。継続ということに信頼が置けなくなった時間の経過がそこにはありました。科学技術の進歩に際しても、この10年が反省の色濃いものがありました。社会のパラダイムがこの10年大きく変化しました。隔絶された環境の中での論理・価値観は外界の強い風圧で破綻しました。その後遺症は整理が行き届かず、深刻な形で残っています。この10年、科学技術に対する市民の意識は大きく変化しました。市民との健全な科学技術の発展を志す良好な関係の構築はいまや必須のものとなりました。私がテクノデモクラシーを唱え、簡明技術推進機構の活動を続けているのもこの観点に立ってのものです。

100年のスパンで考えてみましょう。100年前、多くのメジャーな学会が結成されました。職業集団が結束して切磋琢磨し力をつける動きは、立派に結実し、科学技術の進展に大いに貢献しました。しかし前述のように過去10年のタイムスパンで露呈した問題点に真剣に対処しなければならなくなりました。100年のスパンでものを考えるとき継続して、ますます力をつける側面と、根本的に直さなければならぬところがあります。まず継続すべきところです。初心に返るといっても良いかもしれません。職業集団が結成されたとき、世の中のために、という高い志が謳われていたはずで、この志を取り戻しましょう。

100年前のことは、孫がその孫へ語ると言うことで伝わります。祖父母から聞いた、その祖父母の話は、自慢できることであつたら伝わります。1901年、与謝野晶子は「みだれ髪」を著しました。そこには、しっかりした歌を詠めるという「個の確立」と、迷る情熱を

Hiroaki YANAGIDA

* 名古屋工業大学

Nagoya Institute of Technology

たつきつけるような「個の発露」がありました。「個の確立」と「個の発露」は、21世紀の技術の展開にとっても基本的な要件です。100年の単位でものごとを考え、実行していけば、技術倫理に悖る研究開発・事業展開はなされないはずです。孫の孫に伝わったとき恥ずかしくないことを心がけることが「倫理」の要諦であると思います。

そして1000年のよさ、の再認識です。人間は本来、ものを考え、手足を動かす、知的、技術的活動を楽しむ生物種です。このことを忘れたことが、社会の科学技術離れを引き起こしたのではないのでしょうか。1000年前、紫式部は、意欲と能力を最大限発揮しあの「源氏物語」を著わしました。そこには創造の喜びが十分あったと思います。われわれはもっと楽しみ、楽しい顔を見せ、楽しさを広げるべきではないのでしょうか。世界にもの作りの楽しさを発信したいものです。

1万年のタイムスパンの話を付け加えておきたいと思います。現在最古の土器片は日本で発掘されたもので、1万6千年前のものだとされています。縄文土器の中には、天然繊維で強化したものも見出されています。いま謂うところの繊維強化複合材料です。智慧は万年のオーダーで伝承されてきたのです。先人の智慧を尊重しなければ人倫に悖ります。現代技術者は、古代の智慧を尊重しない傲慢さが備わってしまったのでしょうか。

技術哲学

言語の役割は、科学と技術で大いに異なる。科学における言語の役割は、正確な記述である。技術においては、指導原理、設計指針を示すものである。昨今の技術が陥ってしまった罠は、テクノモノポリーである。テクノモノポリーとは、技術が専門家である技術者にしか判らないものになってしまったことを指す。技術者と市民の意識との乖離が甚だしい。本稿の題目が、「文の知と理の知の二人三脚」であるとするならば、「専門家の意識と市民の意識」が二人三脚になっていないのである。技術がどうあるべきかという方向として、筆者は、技術の主権が市民にあり、市民の価値観によって技術は開発されるべきであり、それが市民のためになる、を提唱している。リンカーンが民主主義を、Policies for the People, by the People and of the Peopleとしたように、筆者はTechnologies for the People, by the People and of the Peopleとしたいと願っている。これをテクノデモクラシーと称している。このためのNGO組織として、簡明技術推進機構を1996年の冬至を期して設立し活動が続けている。この活動については、<http://www.netcomuk.co.uk/~techdemo>

を参照していただきたい。

テクノモノポリーに陥ってしまった根本原因は、技術が複雑化しすぎたためである。テクノデモクラシーを確立するために必要なことは、可能な限り技術を簡明にすることである。

筆者は、現代技術はスパゲッティ症候群に冒されていると断ずる。技術が複雑化しすぎたことを、筆者は、技術がスパゲッティ症候群に冒されているとする。スパゲッティ症候群は5つの兆候よりなる。第1は技術がスパゲッティが皿に盛られている様相を指す。一本の麺のどこが先端で、どういう経路をたどって、どこが末端かがわかりにくい。つまり、理解の糸口がつかみにくい、論理の経路が判らない、結論が判らない、というこんがらがった複雑さを意味する。スパゲッティ症候群の第2の兆候は、問題解決のために、部品、成分、仕組みを附加するという思考パターンを指す。こうして技術は複雑化の悪しきスパイラルに陥る。第3が複雑なものほど高級、という価値観である。第4は、本質的な解決を怠り、枝葉末節だけをいじっている、ことである。

そして第5が、努力して複雑さを加えていく結果、ハードの意味でもソフトの意味でも技術が劣化する、ということである。ソフトという意味は、技術に対して拒絶反応を示す市民が増えている、という次元での劣化現象である。この影響はもっと深刻に考える必要がある。

技術哲学の実践・賢材研究会の活動

筆者が会長をしている研究組合・賢材研究会は、可能な限り簡明な材料を開発することにより、技術の簡明化に寄与し、市民に喜んで受け入れられる技術を構築しようとしている。そのキーワードは賢(=建=検=兼=健=儉=圏)である。「賢」は自律性である。他の複雑な計器を借りずに性能が発揮でき、損傷も検知できる。構造としての要求、すなわち、「建」と、検知などの機能すなわち「検」が簡明な手法で両立できることを「兼」でしめす。簡明で無駄を省いていることを、「儉」で標榜する。市民が主体的に関与できる健全性が確保されていることは、「健」で表現する。そして、市民の主体的関与により環境への負荷も低減できることを、「圏」で表現する。

その成果も着々出てきている。賢材研究会のロゴマークを図1に示す。賢材研究会の英訳はKen-materials Research Consortiumである。このkenと言う語は、英語辞書を引いていただきたい。欧米圏ではあまり説明を加えずに賢材の概念を理解してもらえる。技術的概念を理解してもらうのに、言語的要素の大き

図—1

さを実感させられる。これも文の知と理の知の二人三脚の好例であろう。

橋梁、トンネル、ガス管など、大型構造の安全性が問われる事態が昨今、頻発している。その問題点と、解決への提案をここに記すことにする。その例を示す。筆者が清水建設、総合警備保障とともに開発したCFGRFP（炭素繊維・ガラス繊維複合強化プラスチック）筋は、ベースとなるFRP（ガラス繊維強化プラスチック）から見れば、炭素繊維との複合化は、高弾性化と、損傷診断の可能性を達成している。ベースをCFRP（炭素繊維強化プラスチック）として考えれば、ガラス繊維との複合化は、高靱性化に役立っている。負荷と変形の関係を図—2に示す。この材料は鉄筋コンクリートの鉄筋の代替材料として開発が進められていたが、筆者は、全く別の観点から自己診断と強化との両立の設計を可能にするため、ガラス繊維と炭素繊維との複合化を提案したのである。CFRPでは炭素繊維の電気抵抗を測定することで損傷診断は可能ではあるが、破壊に至るまでの抵抗変化は極めて小さく測定は困難である。顕著な抵抗増加は材料の致命的破壊を意味してしまう。これにたいしCFGRFPでは、炭素繊維の破断のしばらくあとしばらく余裕がある。導電率は、残存する炭素繊維の量に深く関係しているので、余寿命の推測ができる。橋梁、高速道路、建造物など大型構造物の地震後の診断、金庫の強化と防犯との両立、など多様な用途展開が図られている。この材料は、軽量、化学的安定性、自己診断性、補強というメリットがあり、ガラス繊維、炭素繊維、プラスチックの組合せだけで得ている。簡にして賢である好例と言える。もし損傷検知をセンサーを付加することで行ったとすると複雑さは増大してしまう。金庫の防護壁における適用は、スパゲッティ症候群からの脱却の適例である。壁の手前側にセンサーをつけられれば、誤報の多発、金庫側に付けられれば検知したときは

図—2 荷重／変形曲線

〔図中 Steel＝鋼線、CF＝炭素繊維、GF＝ガラス繊維、CF/GF＝炭素繊維／ガラス繊維複合体〕を示す

もう遅い、すなわち欠陥、のおそれがある。壁内にセンサーをつけると、壁は弱くなってしまふであろう。補強と検知の両立は、ここで言うところの融合化の手法によってしか可能にはならないのである。

FRPに炭素繊維を複合化することは、強化と同時に損傷の自己診断を可能にした、すなわち融合化、が達成されたことになる。一つの手段が、二つの機能を可能にすることは賢材研究会のモットーのうち「兼」に相当することである。材料のジャンルで言えば融合材料 (integrated materials) である。複合材料研究に新しい次元を開いたとして高く評価され、筆者は最近セラミックス系複合材料学会に頻繁に講演を依頼されるようになった。コンクリートやセラミックスのように微弱な破壊の検知が要求される場合にもこの手法は展開できる。この場合、検知のためには導電性粒子の接触による導電パスが変形によって変化することを用いる。しかし、これが材料・構造の強度低下をもたらさないように注意深く設計する必要がある。最近、鉄道等、運輸のための構造・材料による安全性設計の研究を依頼されるようになった。セラミックスの手法が、多岐多彩の技術分野に展開されるようになったのである。

賢材研究会メンバーの今一つの代表的な好例は、INAXのソイルセラミックスである。土壁の調湿・調湿、断熱機能とセラミックスの強度とを両立させている。産業廃棄物を減らし、処理のためのエネルギーを減らし、空調の効率を上げ、余分な加湿器や除湿器を必要としない。なんと簡明で素晴らしい技術であろう

か。産業廃棄物を有効処理することで、環境・遡源問題に貢献している。処理温度をあまり上げないことで、処理時の省エネルギーを果たしている。補強のために採られた天然繊維の混合は、縄文初期の土器にも使われた手法である。ここには万年スケールの温故知新の典型例がある。一頃我々は、技術が古い、ということで、退けていた誤認識があったのではないだろうか。

そして、壁・床材として使用すると、優れた調湿・調湿機能を果たす。環境にも人にも優しい材料の模範例がまさにこの材料である。これに反しスパゲッティ症候群に冒された技術であると、空調に加湿器や除湿機などが装備することが必要になってしまう。しかも装備されてことを誇ってしまう過ちに結びつく。この材料からは、シックハウス症候群の原因となる有害揮発成分の発生はない。現代技術の問題点の一つが、自ら撒いた悪い種の処置に大きくエネルギーを使ってしまうことにあるとするならば、元々優れた種を使用する、という技術であろう。

学際的人格の形成

残念ながら我が国の技術者、研究者の資質は国際的に低く見られがちである。その原因は、教養のなさであり、志の低さ、人間としての魅力の不足である。狭い専門分野では高度のレベルのものを持っていたとしても、仕事一本槍の人間は、ともすると卑しく見られる。さらに深化した発展を目指すためには、人間的な信頼感、尊敬の念を互いに抱かなければならない。生きるという喜びの体现のために専門分野を修めているという余裕が必要である。余裕があれば、他の専門分野の人たちとの会話も楽しく試みることができる。この結果予期しなかったような相互啓発も可能になる。

名古屋工業大学は、工科大学構想を以て、存置理由を主張する。それは、工学を基軸とする全人格形成を教育目標とする。全人格とは、異分野の人と話をする意欲があり、できる能力があり、それを主体的に楽しむことができる余裕があることを意味する。学際的な相互啓発により、互いを切磋琢磨する仕組みとして、学際的教官組織である、「領域」を構想し実現に向けて作業を進めている。領域名称として、「おもひ」、「しくみ」、「つくり」そして「ながれ」を考えている。いずれも「ひらかな」で表示されている。21世紀の工学、科学技術のイメージが、漢字、あるいはカタカナで表

現されるような堅いものでなく、人にも地球にも優しいものにしたいという願いを込めて「ひらかな」にしているのである。

この学際をさらに広げたものが、文と理の間の相互啓発であり、市民との相互信頼の構築に役立つはずである。

まとめ

21世紀の工学、科学技術は、文の知と理の知との二人三脚で発展させるべきである。それは、カタカナや漢字のような堅さに束縛されたものでなく、「ひらかな」で示される優しいものになるであろう。哲学と文学そして歴史的観点に基づく雄大な思想展開につながるものとなるであろう。

人にも環境にも優しい技術の構築のためなら、技術者の心は躍動する。心が躍っている人の顔を見ると、人は楽しくなる。市民の技術離れも技術者・企業が開放的に楽しく行動することで解消する。そして、技術と市民の関係は、市民とのたゆまぬ対話によって改善される。市民との対話にも、可能な限り簡明な技術体系を構築する必要がある。それが市民と技術者の間の会話を容易にする共通言語となるからである。

参考文献 (順不同)

- ・柳田博明、山古恵子「テクノデモクラシー宣言」丸善ライブラリー215 (199612.20)
- ・柳田博明、山古恵子「Ken-技術とKen-マテリアル」、開発工学会会誌、17、1、2-5、(1997)
- ・簡明技術推進機構ホームページ、<http://www.netcomuk.co.uk/~techdemo>
- ・松原秀彰、幸純基、柳田博明、セラミックスデータブック98、「自己診断材料(賢材)によるコンクリートひび割れ検知」
- ・杉田稔、柳田博明、特集・地震防災に役立つ新構造・新材料 JSEEP NEWS No.155, July 1997
- ・柳田博明、「簡明技術の推進—技術の疾患「スパゲッティ症候群」を脱却しよう—」、自動車技術、51、(5)8-10(1997) (2002年12月12日 受付)

[問い合わせ先]

〒466-8555名古屋市長区御器所町
名古屋工業大学長
柳田 博明
TEL: 052-735-5002
FAX: 052-735-5009

著 書 集

やなぎだ ひろあき
柳田 博明

「最終学歴」1963(昭和38)年3月 東京大学大学院博士課程修了(工学博士)

「職歴」東京大学工学部・先端科学技術研究センター教授、1996年定年退官、名誉教授、日本ファインセラミックスセンター専務理事・試験研究所長を経て、2000年11月より現職、元日本セラミックス協会会長、Charter Member /International Academy of Ceramics 「表彰」1998年、紫綬褒章、Distinguished Life Member /American Ceramic Society 「専門」セラミックスの基礎科学、技術哲学 「趣味」仮想地図書き