賢材研究・開発による テクノデモクラシー

柳 田 博 明*

1. 市民に信頼されていない技術

わが国は技術立国を目指しているはずである。しかし昨今その成否が深刻に問われるようになってきた。専門家である技術者が、「技術音痴」としか形容できない失態を繰り返す。専門家の開発したものが、複雑すぎて市民に受け入れられない、いや反発さえ受けているものが多い。開発者の論理・倫理によってのみ技術が展開されていて、独りよがりになっている、市民の感性に技術者は鈍感になりすぎているのではないかとさえ思われている。

至近の例では、最高の頭脳の知恵の集積と思われた原子力技術の一環である「もんじゅ」の第2次冷却管からの溶融ナトリウム漏洩事故がある。ちょっと技術の判っている人は、なぜあんな設計をしたか信じられないと言う。石油化学のプラント設計では、既にこの種の技術では何処に注意をしなければならないか、深く浸透した技術常識が形成されているという。限られた集団が外の知恵を仰ぐことを思いもつかなかった、あるいははじめから排除したとしか考えられない。

扱いにくい新鋭の機器が多い。使いこなすのに精神的ストレスが大きすぎる。新たに購入した洗濯機が複雑すぎて使いこなせず、ついに手洗いで洗濯をすませたとか、ハイテクトイレの使い方がわからずフローアを水浸しにして困惑した、など人に優しくない技術は枚挙に暇がない。

家電製品など、ちょっと直せば継続して使えるのにな、と思うのに修理が受け付けられない仕組み、に対し市民は不信

感を抱いてしまう。そしてますます市民と技術との間の溝が深くなっていってしまう。

筆者は市民と技術との間の垣根を取り払うために活動している。技術の基本である材料に対しては、賢材研究会(Ken-materials Research Consortium)を組織し、発音を ken とする漢字、賢=建=検=兼=健=俚=圈、をキーワードとして開発を進めている⁽¹⁾。

また、昨今の技術の最大の欠点か、過度の複雑さを安易に許容するところにあると指摘し、簡明な技術を推進するための市民組織＝簡明技術推進機構を結成した。この理念が、技術への市民の主体的関与を可能にするというところにあるので、機構の英訳名を Port for Techno-democracy とした。

2. スパゲッティ症候群

筆者は昨今の技術がスパゲッティ症候群に冒されていると診断する⁽²⁾。スパゲッティ症候群は以下の5つの兆候よりなる。

第1はスパゲッティが皿に盛られているようにこんがらがっていて、理解の糸口がつかめない、論理の筋道がわからない、結論が明確でない、というものである。ユーザーが理解しようと試みるのを、意地悪くも拒絶する。市民は、自覚を持って環境への負荷を軽減するアクションをとりたいと思っているのに、肝心の技術がわからないので、どう行動してよいかわからずフラストレーションを感じる。

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、仕組みを付加するという思考パターンがしみつ

* 財団法人ファインセラミックスセンター試験研究所所長(〒456-8587 名古屋市熱田区六野2-4-1)

Techno-democracy Through R & D of Ken-Materials; Hiroaki Yanagida (Research Institute, Japan Fine Ceramics Center, Nagoya)

Keywords: *spaghetti-syndrome, ken-materials, techno-democracy, self-diagnosis, integrated materials, carbon fiber glass fiber co-reinforced plastic, soil-ceramics, wisdom index*

1999年2月1日受理

いてしまったことである。企業は他社との差別化(なんと卑しい言葉であろうか。筆者はこの言葉を使うことに嫌悪感をもつ)を技術者に要請する。この結果技術はますます複雑化する。

第3が、複雑なものほど高級、という価値観である。簡明な技術を提案しても、それでは先端的でないということで、開発目標から外されるという企業、研究開発支援機関が相変わらず多い。複雑になってしまうのは知恵の不足なのに、複雑さを誇るというような倒錯が当たり前になってしまっている。

筆者は、技術水準の評定のために技術の Wisdom Index (W_I)を提案している⁽³⁾。それは、

$$W_I = (\text{必要なメリット}) / (\text{構成要素の数})^n$$

で定義される。本来少ないことを誇るべき構成要素の数・分母を、誤って多いことを自慢してしまう弊が生じているのである。

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。「もんじゅ」の漏洩事故がこの典型的な例である。ソフトという意味は、これで市民の信用を失ってしまった、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。

3. 賢材研究会

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、前述した賢(=建=検=兼=健=儉=圈)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(「検」で代表する)が簡明な手法で両立(すなわち「兼」)される。簡明で無駄を省いている(「儉」で標榜する)ので、市民が主体的に関与できる健全性が確保(「健」で表現する)される。市民の主体的関与により環境への負荷も低減(すなわち「圈」)できる。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。

筆者が清水建設、総合警備保障とともに開発した CFGFRP(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

図1 賢材(Ken-Materials)のコンセプト。

図2 荷重-変形の関係。

が進められていたが、柳田は、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。

これに対し CFGFRP では、炭素繊維の破断の後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⁽⁴⁾。この材料の W_I は、分子として軽量、化学的安定性、自己診断性、補強があり、一方分母となる構成する要素は、ガラス繊維、炭素繊維、プラスチックしかない。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分母は大きくなってしまふ。

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。

微弱な損傷を検出すること、ただしそのとき材料の強度低下をもたらさないようにする、という手法が、最近㈱ファインセラミックスセンターで、セラミックス、コンクリートに適用できるよう開発された。繊維強化した繊維の周辺を導電性粒子で被覆するもので、微小な歪あるいは低い応力から電気抵抗変化が観察される。これをコンクリート系材料に導入すると、補強効果と同時にコンクリートのひび割れや負荷荷重の検知が可能となった⁽⁵⁾。

今一つの代表的な例である INAX のソイルセラミックスは、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。原料はタイル製造残土である。これを、150°C程度の低温で蒸し固め、床・壁材としても使える十分な強度を持たせた。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。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。

これに反しスバ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を装備することが必要になってしまう。しかも装備されていることを誇ってしまう過ちに結びつく。

4. 簡明技術推進機構

市民と技術の関係を良好なものとする最大の手段は、技術を可能な限り簡明にすることにある。市民とともに技術の成果を享受するためにも、技術を可能な限り簡明なものに作り替えようという動きが沸々とわき上がり、1996年12月21日冬至の日を期して組織化が行われた。これが先述の簡明技術推進機構である。趣旨がテクノデモクラシーであるので英訳名は、Port for Techno-democracy とした。すなわち、市民による、市民のための、市民の技術、の構築を目指そうとするのである。Port は港・根拠地である。for は Techno-democracy の出船、である。

その活動は、

- (1) 簡明な技術を開発するための勉強会
- (2) 適切と思われる簡明な技術の選定と表彰
- (3) 簡明技術の研究・開発
- (4) 簡明技術の研究・開発の支援
- (5) その他テクノデモクラシーを推進するための必要な活動である。

第1回の簡明技術の選定は1998年冬至の日に行われ、㈱INAX の「ソイルセラミックス」、北海道立工業試験場の「バイオコール」の2件が表彰された。

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。市民との対話なしに作られた技術は、近い将来法律的にも認められなくなると筆者は考えている。対話を拒む技術・企業はやがて排斥されるようになる。世界標準とはこういうものでないだろうか。

筆者は複雑すぎて迷惑を被っている症例を簡明技術推進機構で集め、技術・企業側に提供したいと考えている。簡明であることで推奨できる技術を顕彰することで、どのような技術が次世代をになうのに適しているかを、提示したいと考えている。

また技術内部の課題として、自己増殖的な発展をしてしまい、そのため技術がおかしく発展してしまうようになったその根元、すなわち、技術をダメにした技術を探り出したいと考えている。

「志」高い技術の構築、そのための体系整備をこの機構では目指しているのである。

文 献

- (1) 柳田博明、山吉恵子：「Ken-技術とKen-マテリアル」、開発工学会誌、17[1](1997)、2-5。
- (2) 柳田博明：「簡明技術の推進—技術の疾患「スバゲッティ症候群」を脱却しよう—」、自動車技術、51[5](1997)、8-10。
- (3) 柳田博明、山吉恵子：「テクノデモクラシー宣言」、丸善ライブラリー215、(1996.12.20.)。
- (4) 杉田 稔、柳田博明：特集・地震防災に役立つ新構法・新材料 JSEEP NEWS No. 155、(July 1997)、1-5。
- (5) 松原秀彰、辛 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」、(1998)、p. 134。

参 考

1. 簡明技術推進機構パンフレット
2. 賢材研究会活動報告集(平成8年度・9年度)
3. Hiroaki Yanagida, [Design of Self-diagnosis in/with Composite Materials], Cocoa Beach Meeting 1998/1.
4. Hiroaki Yanagida and Hideaki Matsubara, [Compatibility of toughening and Micro-crack detection in brittle materials], Lake Louise Meeting 1999/11.