

エンジニアリングスピリットの提唱

Viva engineering spirit

え もり いち ろう
江 守 一 郎*

1. エンジニアリングスピリット

エンジニアリングとは生活をより快適にしようという我々の知恵である。したがって、我々エンジニアが用いる方法は目的指向型であって、その場合場合に応じて異なり、特にこれといった定まったパターンが存在するわけではない。我々は時と場合に応じて、その目的をできるだけ早く、できるだけ安上がりに達成する方法を何とか知恵を出して見つけているのである。人によっては細かい計算をして、計算ずくめでものを作り上げようとするであろうし、手先の器用な人であれば、初めから材料を切ったり張ったりして、目的に合ったものを作り上げるであろう。つまり、エンジニアの選択する手法は、教科書問題と違い、解法は一つではない。

教科書問題とまったく違うところは、ある目的を掲げた場合にそれを達成することがいったい可能かどうか分からないことである。教科書問題では、時間をかけて努力さえすれば必ず答が出るという保証があるけれども、実際にエンジニアが出くわす問題では、いくら努力してもしよせん不可能なことをしようとしているのではないかという不安が常につきまとう。また、これまで存在しなかった新しいものを創り出そうというのであるから、そのものに関する知識が十分あって作り始めるということはあるに違いない。必ず何か分からないところがあるに違いない。分からないところをあらかじめすべて解明してから作り始めようとする、かなりのお金と時間が必要である場合が多い。お金と暇をつぎ込んで努力したあとで、その未知の分野はそもそも原理的に実現不可能であり、したがって最終的な目的を達成するものはできないということを発見するのは容易である。しかしながら、努力を始める前にお金と暇をつぎ込むことが妥当であるか否かを決定しなければならないのであるから、新しいものを作るエンジニアに多くの勇気と決断が要求されるのは当然のことである。

むだな努力の危険を回避する方法としては、他人が開発した製品をもってきて、それを改良するという方法がある。研究にしても、だれかが成果が上がりそうだとということを見つけた課題をもってきて、更に研究を進めるということは、比較的容易である。それに比べると、簡単なものを作

るにしても研究をするにしても、全く新しいことに挑戦するということははるかに難しく、失敗を恐れぬエンジニアリングスピリットがなくてはならない。20世紀に入ってからの重要な発明の多くはアメリカ人によってなされており、日本人の手によるものはまことに数が少ない。古いところでは電話、電灯から、新しいところではレーザー、レーザーなどすべてアメリカ人の発明で、その中にドイツ人の発明になるガソリンエンジン、ディーゼルエンジンなどが少数存在する。確かに現在日本が持っている技術は世界に冠たるものがあるが、その多くは工夫の寄せ集めであって、基本的な創造から始まった技術がまことに少ないことは残念ながら認めざるをえない。このことは必ずしも日本の製品についてのみ言えることではない。学会で発表される論文にしても、創造性に富んだものはまことに数が少ない。またその分野での breakthrough(ブレイクスルー)を盛り込んだ論文を提出しても、なかなかそれが認められず、返って外国の学会に発表して逆輸入した方が手取り早いということすらあるようである。言ってみれば、日本は一匹狼の能力を主とした創造性よりも、人の和を尊ぶのがその国民性かも知れない。人の和を重んじた導入型技術が戦後の日本を救ったことは確かであるが、日本の技術が世界をリードし続けるためには、自己開発型技術へと脱皮することが、次の世代を担うエンジニアの方々の最大の課題ではないかと思われる。

2. エンジニアリングの本質はアートである

我々エンジニアは何か新しいものを作ることが目的であるから、その方法は、言ってみれば何でもよいのである。しかしながら、ものを作ろうとすると失敗する可能性が多いから我々はできるだけ慎重にその方法を選択し、材料も最も目的に合ったものを選ぶという努力をする。すなわち、我々が用いる方法はできるだけロジカルな、また scientific(サイエンティフィック)な手法である。しかしながら、どの手法をどのような組み合わせで用いるかということは、それほど科学的に定まるものではない。特に新しいものを作ろうとすると、前に述べたように、そもそもその新製品を開発すること自体、原理的に不可能ではないかという心配が先に立って、どのような手法を選ぶかなどということは、だいたい後の話である。実際に新しいことをや

*成蹊大学教授 工学部 機械工学科

論 説

って成功するかしないかはやってみなければ分からないのであるが、始める前にやろうということを決定するには大きな勇気と決断力が必要である。その決断をするためには、まず頭の中でこれからやるべきプロセスをできるだけ多く試行して、可能である線が出たら go (ゴー) をかけるのである。新しいことをやろうというのであるから頭の中の試行では未経験のプロセスや未開発の部分が入ってくるに違いない。それが分かるまで決定しなかったならば、いつまでたっても新しい製品は生まれない。我々は未知な分野を残して常に決定を続けているのであるが、その決定には我々のエンジニアリングの勘が非常に重要な役割を果たしている。勘とは神が我々に与えて下さったすばらしい情報処理能力であろう。

このように、エンジニアは科学的手法を適宜組み合わせで最初の目的とするものを創り上げる芸術家で、その思考プロセスは純粋芸術家と何ら変わることはない。エンジニアと純粋芸術家との大きな違いは、達成するニーズの与えられ方である。エンジニアに与えられるニーズは一般大衆が求めるものであって、もしエンジニアの創り出した作品を大衆がお金を払ってまで求めようとする真剣さがなければ、そのような作品を生むことによってエンジニアは生活の糧を得ることはできない。これに反し純粋芸術家のニーズは、自分自身が生み出したニーズである。したがって、その作品が一般に受け入れられるか否かは、純粋芸術家自身の関心事ではない。

このようにエンジニアリングの本質はアートであるが、我々が学校で習っていることは、ほとんどが手法として用いるサイエンスの分野である。サイエンスの本質は自然現象のより深い理解を目的としており、言ってみれば現象の解釈学である。しかしながら、エンジニアの目的は解釈学だけでは役に立たない。我々には目的を達成するための解決学が必要なのである。整理整頓されて華麗に体系づけられた力学などの解釈学を教えることは比較的容易であるが、エンジニアリングの本質である解決学を教えることは非常に難しい。したがって、大学のカリキュラムはほとんどが解釈学に終始しているが、できるだけ研究活動等で実際問題に取り組むチャンスを生徒に与え、解決学を会得させるように努力すべきであろう。

以上いろいろ考えてみると、どうも我々が採用している教育システムも、入学試験という関門を突破するための若い人の思考プロセスも、創造力を培うようなシステムにはなっていないように思われる。すなわち、子供のときに創造力を養うには、まず子供を遊ばせなければならない。遊ぶ中で子供は工夫し、いろいろ試行して失敗するというプロセスを繰り返すのである。この大事な時期に子供を塾へ押し込め、型にはまった公式を覚えるということをしていたのでは、その子供がどのような思考プロセスを取るかは明らかである。つまり、覚えるという技術を会得し微分方

程式を解いたりコンピューターのプログラムを作ったりすることが得意であるエンジニアに成長するかもしれないが、自分で問題を解釈し、解決策を見いだす創造性のあるエンジニアには育ちにくい。発想の転換などということとはおよそ縁の遠いエンジニアが生まれるであろう。またこのような教育システムの中で育つと、専門分野の殻に閉じこもりがちとなる。我々が実際に抱えているエンジニアリングの問題は、特に最近、多くの専門分野にまたがっているものが多い。機械工学の花形と言われる自動車にしても、ひと昔前までは機械の専門家だけでできたのであるが、最近ではエレクトロニクスの分野が分からなければ自動車を設計することはできない。またその製造工程についても然りである。自動車のような機械的色調が濃厚な分野でさえ多くの関連分野が絡み合っているのであるから、我々の使っている製品の多くが、ひとつの専門分野だけの知識で作ることのできるというものはほとんど見当たらず、したがってエンジニアも他分野の知識を持ち合わせなければならないことは明らかであろう。機械とか電気とか土木とかの専門分野に分けたのは、James Watt(ジェームズ・ワット)が蒸気機関を発明した時代にそのような分け方が最も適切であったからであって、今となっては専門分野尊重型の大学の教育システムやエンジニアの思考方式も適切であるとは思えない。エンジニアはすべからず目的指向型のプロセスを取り入れるべきで、自分の専門が土木であるから電気のこととは分からないなどと言っているのは、最終的な製品はでき上がらない。つまり、これからのエンジニアは学際性に富んだ目的指向型のエンジニアでなければならない。目的をはっきり見つめて自由に思考することができないと、基本的な誤りをおかすことになりかねない。子供のときから「覚える」式の教育を受けていると専門分野尊重型のエンジニアになりやすいから、細部の詰めを気にしすぎて、ともすると基本的な目的を見失い、基礎的な計画の段階で方向づけを誤ることになりかねない。そのようなエンジニアは、局地戦は上手であるが作戦計画を誤るということに例えられるし、碁で言えば、詰め碁はうまいが布石はへたということである。しかしながら、我々エンジニアの製品は当然基本的な計画の方が大事であって、細部に関しては少しくらい間違っても、それは製品の致命傷にはならないのである。このようにエンジニアにとって大切な大らかさが創造性や基本計画の正当性に結びつくのではないかとと思われる。

3. 手で学ぶ

以上述べた創造性を最優先するというエンジニアリングスピリットは観念論でも理想論でもない。我々一人一人のエンジニアが自ら実践していかなければ何の役にも立たない。そのエンジニアリングスピリットを身につけ、育ててゆくのは、自分で手をよごして物をつくり、自分で使って

みて初めて会得できるもので、簡単に目から吸収できるものではない。我々が日常使っている自動車にしてもハイウェイにしても、それらを使う人が自ら車を設計したり道路のレイアウトを考えて初めて使いやすいものになったのである。ひと昔前は、設計者が必ずしも自分の作った車で通勤したり自分が計画した道路を走ったりしなかった時代があった。その時代の車や道路は、単に設計者が頭の中で考えて“よい”と思ったものを作っていたのである。したがって、実際にそのような車や道路を使ってみると、非常に乗りにくかったり、道路の標識が見にくかったりしたことが多かった。その時代が過ぎ、設計者自身が車に乗るようになって初めて使いやすい車や安全な道路の設計が可能となったのである。私はできるだけ自分の仕事に関係のあるものはすべて自分で使い、経験するように心がけている。例えば私の所の研究には交通安全に関することが多い。特に最近はおたのびの安全が話題になっているが、これも実際に自分が乗ってみなければどこに問題が存在するのかも分からない。その意味で、私は始終オートバイに乗っている。ほとんどの読者は4輪だけしか経験があまりないと思うが、オートバイでは4輪の運転者が考えられないようなことを体験しているのである。2～3の例を上げると、常に自分が相手から見てもらっているかという心配がある。それに対しては、派手な服装をしてできるだけ車の前に出て自分を見てもらう。止まると転倒するので足をつかなければならないが、その煩わしさを避けるため、一時停止でもごく低速にはするが止まらずに交差点を通過する。これらの行動は4輪だけを運転している人から見れば、“暴走だ”、“一時停止もしない”ということになりかねないが、オートバイに実際に乗ってみれば一応それなりの理由はあるのである。また雨の時には横断歩道を示すゼブラのペンキや、鉄でできたマンホールの蓋などは特にすべりやすい。ところがマンホールは四つ角のちょうどオートバイが通るところに設置されていることが多く、これを見るたびに、道路の設計者はオートバイに乗っていないということをしみじみ感ずる。以上、単に2～3の例を述べたにすぎないが、物を作るエンジニアが、自分で作った物を自分で使ってみ

たいと思うほどよいものを作るためには、頭の中で考えただけでは駄目であるということは明らかであろう。

私の研究室では手から入る知識を大切にしている。単に実験室で教科書問題に毛の生えた程度の問題を学生に与えるのではなく、実際に世の中で使われているものを自分で使い、私と一緒に肌で経験しながら作業をするのである。そのようにして初めて本当のニーズが明らかになり、我々が目から吸収した知識と手から入った経験とがドッキングしてすばらしいアイデアが創造されるのである。私としても神様ではないのだからたまには失敗するが、学生は先生でも失敗するのだから自分達が失敗してもあたり前だと思っただけで失敗に対する勇気を会得するのである。また私は学生に対して基本的な最初の相談は受けるけれども、その後は手取り足取りの指導はせず、できるだけ放っておいて、作業は学生の自主性に任せることにしている。最近、私は交通安全の関係で大がかりな車両の海中転落実験をやらなければならない破目に陥ったことがある。私はこの実験の総指揮官として学生を任命し、実験の計画、測定器の選択、記録の方法などすべて学生に任せただけである。実験が実験だけに警察、海上保安庁その他関係官庁にも許可をとったり、かなり大変な仕事であったが、任された総指揮官格の学生を始め全員がまことによく考え、ほとんど完璧な実験をしたことは、正直いって私も驚きであった。私が見ている限り、学校の成績もそれほどよい学生ばかりとは言えないし、授業の出席率もさほどよいとは思えない学生が、いったん責任を持たされると、豹変してすばらしいエンジニアになりうるのである。私はこの実験を終えた時、今まで我々が日本の若いエンジニアの将来に対して抱いていた危惧が不要のものであったことを発見するとともに、「近頃の若い者は」と言う前に若いエンジニアに責任を持って任せてみるべきであることをつくづく痛感したのである。

エンジニアリングスピリットは、まず失敗を恐れぬ勇気を身につけ、新しいものを創造しようという意気込みにほかならない。これからの若いエンジニアに大いに期待するところである。

(原稿受理 1983.7.1)