

ものづくり教育は楽力から

前電気通信大学学長 梶谷 誠

1. はじめに

若者の理科離れ、あるいは理工系離れが取り上げられて久しくなるが、なかなか効果的な対策はないようだ。ある国際的な調査によると、日本の中学生は理科や数学の成績は世界のトップクラスにランクされたが、理科や数学が好きと答えた割合は最低レベルだった。文科省が行った高校3年生を対象に実施した調査では、英語の勉強が大切だと答えた生徒が77%いたのに対して、数学と物理が大切とした生徒はそれぞれ39%と34%にとどまっている。さらに、普段の生活に役立つかどうかとの問いに、英語は61%の生徒が役立つと考えているのに、数学と物理は33%とほぼ半分に減少してしまう。このままでいいのか、ますます心配が増えるばかりである。

言うまでもないことだが、天然資源に乏しい我が国が生きる道は、輸入した資源に付加価値を与える「ものづくり」によるしかない。このまま、「ものづくり」にかかわる優秀な人材が育たないとすれば、我が国の将来は悲惨なことになるであろう。

本稿では、このような状況の下で、大学の教育現場で30数年にわたって悩みながら「ものづくり教育」に携わってきた者として、将

来の希望をどこに託せばよいのかを考えてみたいと思う。

2. 楽しむことは人の本能

いささか持って回った議論になってしまうが、そもそも「人とは？」ということを考えてみよう。勿論、このような哲学的な命題をまともに論ずるつもりはないし、その能力もない。ここでは、技術者の視点から、人の機能をコンピュータと比較しながら考えてみる。これは、まず人の特性を知って、それにかなう解決策を模索することが理にかなっていると思うからである。

コンピュータシステムは、ハードウェア（以下ハードと呼ぶ）とソフトウェア（以下ソフトと呼ぶ）から構成されている。どちらか一方だけでは役に立たない密接不可分な関係にある。ソフトには、大別して、コンピュータを動かす基本的なソフトであるOS（オペレーティングシステム）とコンピュータを利用するためのソフト（アプリケーションソフト）がある。

一方、心身という言葉があるように、人は心と身体から成り立ち、密接不可分な関係にある。したがって、人の身体をコンピュータのハード、心（精神）をソフトに対応させる

ことができる。身体（肉体）は、コンピュータシステムと実によくアナロジーできる。脳はCPU（演算装置）と記憶装置を兼ね、目、耳などの5感は入力装置、口や手は出力装置、内臓が電源装置である。しかし、肉体だけでは人は生きていけない。人も脳に記憶されたソフトを駆動することによって、身体全体が制御され、意図する行動がなされるのである。

人のソフトの体系もOSとアプリケーションソフトから成ると考えられる。OSの核となる部分は、遺伝情報として親から受け継いだものだが、幼児からの教育が、OSの機能と質を高め、いわばバージョンアップを図っている。また、人は成長するにつれ、学んだこと、体験したことに基づき自ら独自のアプリケーションソフトを創りあげ、蓄積していく。その結果として、特定の分野の専門家に育っていくのである。

人もコンピュータも、その行動（仕事）は直接的にはアプリケーションソフトに依存している。しかし、アプリケーションソフトはOSの下で動いているから、その能力はOSの機能と性能に決定的に左右される。人が生まれつき備えているOS、すなわち遺伝子ソフトウェアには、生物としての本能をコントロールするプログラムと、人間らしさを発揮するプログラムが組み込まれていると考えることができる。前者は「生物的快樂プログラム」、後者を「精神的快樂プログラム」と名づけた。快樂という言葉はいささか利那的で適切でないかもしれないが、要するに「気持ちよい」という感覚が全ての行動の動機になるという仮説を表している。

生物的快樂とは、言うまでもないことだが、生物として最も重要な「生命の維持」と「種の保存」という生物的本能を動機づけている。精神的快樂は、好奇心、知る喜び、発見の喜び、創造の喜び、愛される喜び、愛する喜び、

誉められる喜び、美しさへの感動、支配欲、名誉欲などなど、人が心で感じる「楽しさ」、「気持ちよさ」、「喜び」のことである。このような楽しさや喜びを感じるのは、全ての人々に共通の心の作用であり、他人から教えてもらったり、訓練によって獲得したりしたものではなく、先天的に与えられた本能なのである。

このように、人のOSの最も根幹の部分には、生物として生きるための基本ソフトが先天的にセットされている。人は生物的に生きることに余裕ができると、精神的に生きる「生きがい」すなわち「精神的快樂」を得ようとして、「精神的快樂プログラム」を起動する。「生きがい」に価値を見出すOSの下では、人はさまざまなアプリケーション（行動）を実行して、「生きがい」を得ようとする。ここで最も重要なことは、人はだれでも生まれながらにして、楽しいことをしようとする機能を備えているということである。

人類の進歩、文明や文化の発展は、大げさに言えば、人が「楽しむこと」に生き甲斐を感じるからだと思う。

3. 楽しみは変化にあり

自然は常に変化している。宇宙規模の変化、地球の46億年にわたる変化、四季の変化、毎日の天候の変化など、変化していることが常態である。人も生まれてから、肉体的にも精神的にも休まず変化を続ける。勿論、社会活動も経済活動も日々変化している。

変化は、時間、空間、その他のさまざまな変数で表せる状態に起こる。違い、種類、多様性などという言葉も、広い意味の変化と捉えれば世の中は変化に満ちている。不変、一様、単一、均一な状態は、むしろ不自然であり、自然の理にかなっていない。変化こそ自

然の理なのである。

前章で述べた精神的快樂プログラムは、外部からの刺激に反応して起動するが、特に変化に敏感に応答する。言い換えれば、人は生まれつき変化を好むようにプログラムされているのだ。人も自然界の存在であるためであろう。逆に、人はいつも同じ状態にあると飽きてしまうし、慣れるとつまらなくなってしまうのも、人が変化に楽しみを感じることの裏返しなのである。

反面、精神的快樂プログラムは使わないとだんだん起動しにくくなるようである。子供はだれでも、極めて好奇心が旺盛で、新しいことに興味を持つ。しかし、大人たちがそれを抑制すれば、だんだん好奇心や興味を失い、無気力になっていくのは、せっかく持っていた本能の力が弱くなってしまったからなのである。

すでに述べたように、人は物質的欲求が満たされると、「生きがい」すなわち心の充足を求めるようになる。人の気持ちは各人各様で、しかも時間とともに変化するので、多くの人の心を充足させるには、無限の多様性、変化が求められることになる。

文明の発展という視点から見ても、現代社会は、物やエネルギーが中心であった工業社会から情報が相対的に重要な社会へ移っている。天然資源である物質とエネルギーは有限のため、その価値は「量」に依存する。情報は、人の知的、精神的活動の産物で、人が活動する限り、無限に供給できる。情報は、無限に存在し得るが故に、量よりも「変化」に価値がある。情報の価値は新しさにあるため、常に新しい情報、知識が求められ、情報の需要は変化を求め続ける。したがって、情報社会に生きる人は、変化に対応すること、変化を生かすことが生きるすべとなる。むしろ自ら果敢に変化し、世の中に変化を興す人がリ

ードとなるのである。その意味でも、現代社会では、人の本能である「変化を楽しむ」センスを磨いておく必要があるのだ。

自然界も社会も変化し続けてきた。変化が無いところに、進化も進歩も発展もない。変化こそ全ての活力の源泉のような気がする。

4. 楽しみは実体験による知的体力から

最近の若者に共通の一般的なウィークポイントは、実体験の貧困さにあるように思える。体験が、なぜ必要か？人間の全ての判断と行動は、体験に基づくしかないからである。些細な体験の積み重ねが、複雑なネットワークを形成して、未知の経験への対処を起動するのだと思う。経験の貧弱な人は、判断も貧弱になり、場合によってはとんでもない取り返しのつかない行動をしてしまう。経験がないと、よいアイデアも浮かばない。発想が貧弱になるのだ。エジソンは数々の失敗を経験したからこそ、多数の発明が可能だったのだろう。

体験とは、読んで字のごとく、体で経験するということである。自転車に乗れるようになると、何年間振りであっても乗れるように、体で覚えたことは容易に忘れることはない。人間の体の多くの部分を使う体験ほど、残される情報が多いことは当然である。「百聞は一見に如かず」の諺のように、聞くだけより見ることが、見るだけでなく触れることが、触れるだけでなく動かしてみることが、すなわちより能動的な体験ほど、より深い情報を残してくれるのである。

ここでは、わざわざ実を付して実体験と書いた。最近では、バーチャル体験（虚体験？）も多くなっているからである。本で読んだことだけや人から聞いたことだけを頼りにしてわかったような気になること、コンピュータ

が作り出す映像を見てそれが現実と思うことなど、我々の周りには、バーチャル体験で済ませようとする誘惑が満ちている。我々が関係する科学技術の分野では、シミュレーションやバーチャルリアリティの技術は非常に有力なツールとして、さまざまに利用されている。それだけに、それはあくまで我々の体験を支援するツールであることをわきまえておかねばならない。なぜなら、それらのツールは、現実の世界の実際の経験すなわち実体験に基づき作られているのであり、実体験がなくなると進歩は止まってしまうからである。

その人の体験はその人にしか作用しない。豊富な体験はその人の財産になり、個性になる。本に書いてあることや皆が知っていることは、新たな価値ではない。他との違いを出せるのは、その人自身の体験とそれに基づく創造と判断なのである。

楽しみは、自分自身が体験したことによるしか経験できない。実体験による知的体力を鍛えることによって、楽しみの質が高まり、多様になる。楽しみを充実させることは、実体験を豊富にすることに他ならないのである。

5. 楽力が全ての原動力

「楽力」は、長年私の研究室のモットーとしてきた言葉だが、私が勝手に作った造語だから辞書には載っていない。「がくりょく」と読んでほしい。一言で言えば、仕事でも勉強でも、物事を楽しむ力のことである。楽しむのに能力が必要かと思われるかもしれない。たしかに、すでに述べたように、遺伝子の中に組み込まれた本能として、人は生まれながらにして楽しむことを身に付けている。

しかし、本能であるからといって、皆が同じ力を持っている訳ではない。楽しむ能力にも、性能の差が生じる。鍛えなければ衰える

のは、体力と同じである。楽しむ力を鍛えるには、どうすればいいのか？王道はない。4章で述べたように、経験を重ねることが唯一の方法である。楽しみを経験することが次の楽しみを見つげるチャンスを増やすのである。楽しめるかどうかは、やってみなければわからない。どんなことでも、恐れずに勇氣をもってチャレンジしてみること、それが第1歩である。第1歩を踏み出さなければ、次に進めない。進んでみれば、そこに楽しみを見つげるチャンスがある。

1981年、私は大学院の授業「メカトロニクス特論」の授業方法を変えることにした。講義を前半の数回で打ち切り、受講学生を5人ほどのグループ数組に分け、次のような条件でグループごとに作品を作らせることにした。

- 1) ピンポン玉を打って何か面白い仕事をさせる自動化システムを作ること。
- 2) マイコンで制御すること。
- 3) 1作品の部品代は10万円までとする。

どんな作品を作るのか、学生たちが自分でアイデアを出す必要がある。チームで相談をしながら、期日までに仕上げ、発表会を開いた。たまたま、別の取材に来ていたNHKのプロデューサーがこの授業に興味を持ち、作品発表会の模様を収録し、放映された。NHKの記者もそうだったが、私が最も感心したことは、学生たちの生き生きとした楽しそうな様子であった。彼らはこの授業で、大変貴重な得がたい経験をしたのだ。このやりかたは前章までに述べたことを実証するものと言える。以来この授業形態を続け、毎年面白い作品ができ、学生たちの喜びの歓声を聞くことができた。まさに「楽力」を醸成する手法であると確信した。

1991年、NHKがアイデア対決ロボットコンテスト大学部門を開始したが、早速これに応募した。これは「楽力」涵養の絶好の場と

なった。実は、それより10数年さかのぼった1977年、卒業研究として、「笛吹きロボット」と名付けたリコーダーの自動演奏装置の開発を始めた。これは予想以上に学生たちの興味を引き、優秀な学生がこの研究を希望した。以来、バイオリンとチェロも含めた楽器演奏ロボットをテーマに取り上げ、多くの学生たちが嬉々として研究に取り組む様子を見て、「楽力」という言葉を思いついたのだった。

以上のような経験を土台に、1995年に創造塾構想を提案し、機械制御工学科（現知能機械工学科）の教育支援組織として「ロボメカ工房」を設立した。同学科の学生は、学年にかかわらず、工房に参加でき、工房に結成されたグループ（主に学外の学会等が催すコンテストへの参加を目指している）に属して、ロボットの製作、コンテストへの参加ができる。彼らは、ロボメカ工房で自然に「楽力」を身に付け成長していった。

6. 楽力によって拓く創造的ものづくり教育

文部科学省は、個性輝く大学づくりを目的に、大学教育の改善を促進する事業として、「特色ある大学教育支援プログラム」を平成15年度から始めた。電気通信大学はこれに、「楽力」によって拓く創造的ものづくり教育」を提案し、幸いにも採択され、大学を挙げてその推進に取り組んでいる。ここでは、その概要を簡単に紹介する。

電気通信大学は、従来から広い意味の「ものづくり教育」を重視し、実践的な教育に力をいれてきた。たとえば、実験・実習や卒業研究を重視してきた。しかし、最近の学生は、自ら主体的に発想し、それを実現する機会（実体験）が乏しいため、勉学の動機や意欲が希薄な者が増えている。本プログラムでは、前章で述べた「楽力」という概念のもとに、

実践に裏打ちされた動機付け教育を施し、学習意欲・効果を高めるための新しい教育課程パラダイムの構築を目指している。

このプログラムは、前章で紹介したロボメカ工房と電子工学工房の活動実績に基づいている。その特色は以下のように、体験を基礎として「楽力」を涵養することにある。

- 1) 各種コンテスト等への参加を促し、明確な目標をもたせ、競争的環境にさらし、もって確かな達成感（入賞の喜び等）を得ることにより、「楽力」の獲得を図る。
- 2) 学生の自由な発想と自主的な活動を重視する。
- 3) 上級者・経験者のリーダーシップの下で学生同士の自主的協調作業を基本とする。
- 4) 課題を与え、アイデアを出させ、その実現を促すことから得られる喜び、達成感を重視する。
- 5) 各種ロボコンの企画・プロデュースを行い、課題設定の重要性と一般参加者からの発想の多様性を知る喜びを理解する。
- 6) コンテストへの参加、コンテストの企画・プロデュースを通し、協調性・社会性を培う。
- 7) 以上の諸活動を通して身に付けた「楽力」を基盤にして、通常教育課程の教科科目に意欲的に取り組むことができ、学習効果が向上し、教育課程の活性化が図れる。
- 8) ものづくりの体験は、学部3年間に渡るため、教育科目への意欲的取り組みはものづくり活動へのフィードバックとなって、ものづくり活動そのものの活性化をもたらす。

以上のような特色を有する「楽力」形成の

ための教育内容とその方法の特徴をあげると以下ようになる。

- 1) 教員は主に低学年生に対し、基本的知識や装置、計算機の使用方法について教えるとともに、活動の進捗状況の把握、状況に応じた指導、全体的管理を行う。
- 2) 学生は、学期に無関係に活動に参加するとともに、参加コンテストに対応したチームを形成し、チーム内での自主的勉強、協調に基づく検討、企画、製作を行う。いわば、体験による学習、大学から社会に飛び出した学習である。
- 3) コンテスト参加結果の達成レベルにより、単位の付与が行われる。また、学生は製作内容の結果に関して自己分析・評価を行い、教員に報告する。

以上の基本の方針に基づき、従来のメカトロ分野にITを融合させて、次のような拡張を図る。

- 1) 設計・生産に関わるシミュレーションツールと試作装置の導入により、アイデア創出と、その実現のための環境整備。
- 2) ソフトウェア開発部門の発足
- 3) 社会の現場からの現実的課題の設定と企業人による指導に基づく創造の喜び体験教育。

この活動は、単に学内の教育活動にとどまらず、地域の小学生、中学生へものづくりや理工系への興味を高め、その楽しみを経験させる活動に広がっていることを強調しておきたいと思う。たとえば、年に何度か地元小学生を対象にしたロボットコンテストを「ロボメカ工房」が主催して、大変な好評を得ているのである。

7. おわりに

世の中で活躍し、尊敬されるような成果を挙げる人たちの共通点は、皆仕事を楽しんでいるということである。仕事が好きで好きでしようがないという方ばかりである。失敗しようが、困難におつかろうが、自分が好きでやっていることだから、めげないでがんばり続けることができるのだ。損得は考えない。好きなことをやらせてもらえるなら、給料なんて問題ではない。逆に、いやいや仕事をしている人にいい仕事ができただけではないのである。楽しんで仕事ができる幸せな人の中から、成功者が出てくるのだから、こんないいことはない。人生は、楽しむべしである。

ものづくり教育は、「ものづくり」の楽しさを経験させることに尽きる。そこで、本稿では「楽しむ」ということに焦点をあて、それが全ての人が備えている人間の本能であることを確認した。その上で、その本能も鍛えねば衰えるが故に「楽力」という概念を意識することを提唱している。さらに、楽力を強化するには実体験の場を提供することが教育の基本であることを述べた。結論は、多くの人が今までに述べ、実践されてきたことである。いろいろな制約がある実際の教育現場で、具体的にどのような工夫をし、実行するかが問われているのである。