解説

ロボット事始とロボットによる創造性教育

The Cradle Years of the Robotics and my Idea of the Robot-Contest

森 政 弘* (株) 自在研究所

Masahiro Mori* *MUKUTA RESEARCH INSTITUTE

1. はじめに

筆者がロボットの研究を始めたときは、マイコンやパソコンはおろか、ミニコンさえもなかった。だから制御はコンピュータなしで、継電器で論理回路を作ってやっていた。

そのような時代から、ロボット工学が隆盛を極めた今日に至った推移と、またロボットコンテストが始まって、全国的あるいは国際的に広まる兆しを見せるに至った現在までの経過は、酷似している。本稿では、それにまつわる筆者の思いを述べて、会員諸氏の参考に供したいと思う。

2. コンベアよりも指という発想

筆者は1950年に大学の電気学科を卒業後、1953年から東京大学生産技術研究所の機械工学の研究室に籍置いて自動制御の研究を始めたが、そのころに行ったのは、化学プラントなどの装置工業の制御だった。そこでは扱う対象物は、気体と液体という取り扱いが比較的楽なもので、困難な場合でもせいぜい粉粒体程度だった。だから例えば、130人もの作業者を必要とした精製糖工場を、10人ほどで運転できるようにして得意になっていたこともあった。

ところがそのころ、自動化が進んでいると自称される自動車工場のような機械工業（加工組み立て工業）を種々見学したところ、ベルトコンベアは導入されて、物自体はたしかにコンベアによって自動的に移動してはいくが、そのコンベアに沿って作業者がずらりと並んでいて、とても自動化とはいえない状況だった。

これではならぬと考えた筆者は、「指」を連想した。我が国の工業の特徴は、器用な指先によるきめ細かな作業にあり、今後工業立国を目指すのなら、指の自動化を研究することがポイントだと考えた。1959年頃のことだった。

ところが、いざ指の研究に着手してみると四面楚歌で、「そういうことは医学部の整形外科がすることだ」とか、「そんなリンク機構の研究などはとっくの昔に終わっているのでは

ないか」とか、「生物の機構を機械へ応用するなどというテーマは、文部省の科学研究費の申請には唐突すぎて出せないから、テーマを変えよ」とか、およそ今日では考えられないような反対に出くわした。

しかし筆者には見えていた。目をつむれば、まぶたの下に、機械の指が自動的に器用に作業している工場内の風景が浮かんだ。こんなとき筆者をはげます下記の名言を見つけた。

人間は道があるから行ったのではない。

人間の歩いた跡が道になったのだ。

そのころは筆者は助教授になりたてだったが、そんな環境の中で、筆者が最初に受け持った修士学生の山下 忠君（現：九州工業大学名誉教授）が、指系の自由度に着目して、指の機能に関する世界最初のよい研究をしてくれた[1]。

敵を敵に回すのは凡庸である。味方を敵にするのは愚である。敵を後に味方に転じる姿勢こそが賢明だ。こう考えて筆者は、「外には柔らかく、内には固い信念を持つ」という隠忍自重の態度で研究を進めた。

その道すがら、1975年の沖縄海洋博には「ミツメムレツクリ」という7匹で群をなすロボットを開発展示した。当時筆者はこれを見無中枢システムと称していたが、これは今日という自律分散系ロボットの世界最初のものだった。

またアクチュエータの軽量化を目指して、pHの変化で伸縮する高分子（人工筋肉）の合成を試みたのもこの頃だった[2][3]。

いろいろ他の分野の先駆者たちに聞いてみると、「何事も20年」という気がする。例えば肝臓の手術であるが、「そんな人殺しのようなことができるものか」と言われながらやりだして、今日のようにそれが当たり前になるのに20年かかったという。この20年説は、ロボット工学についても当てはまる。新規に始めた最初は、理解者はなく、反対者は多く、孤独である。そういう状態が数年間続くと、そのうちに、自分もやってみようという仲間がぼちぼちと現れる。その後10年くらいたつと周囲の状況が変わって、反対者が少なくなる。同志も増えてくる。かつて「そんなことして何になる」とくさしていた人々は沈黙しだす。

原稿受付 2005年3月22日

キーワード: Creation, Fingers, The Feature of Japanese Industry, Robotcontest

*〒154-0012 世田谷区駒沢 1-5-13

*Setagaya-ku, Tokyo

我々の日本ロボット学会の設立運動が起こったのもこのころ1981年だった。機械技術研究所におられた中野栄二さん（現：千葉工業大学教授）が発起されて、準備が始まった[4]（やはり20年たって一人前の学会に育った）。

20年ほどがたって、ロボットは完全に市民権を獲得した。産業用ロボットについていえば、全世界にある約60万台のうち6割の36万台が日本で稼働し、学会では年に数百件もの研究論文が発表されるようになった。「ロボットなどやって何になる」という人は今や皆無になった。

3. ロボットコンテストのはじまり

こんな中、1981年に東京工業大学教授をしていた筆者は、学生が人生に目標を抱かず、その顔に希望がなく、目に輝きがないことに危機感をつのらせた。

学生の精神活性が低下している！ なんとかせねば、我が国の将来が危うい。こんな危機意識が筆者を悩ませた。だが、どうすればよいのか、まったく方策が見出せなかった。

ところで筆者は、「念・忘・解」という、創造のためのプロセスを持っていた。まず最初は懸命に考える。念は今の心と書く。どんな瞬間でも、今現在そのことが念頭を離れない。これが「念」である。だが創造的な解は考えただけでは出ないものだ。古今東西を通じて、創造的なヒントがひらめいた瞬間は、例外なくそのことを忘れていたとき、つまり「忘」なのである。その「忘」のとき、何らかの肉体的な刺激が加わった瞬間にフッと「解」がひらめくのである。

筆者の場合、1981年の8月29日夕刻に熱い風呂に入った。そのときは「忘」状態だったが、ああ今日は暑かった、いい気持ちだ、と体を湯船に沈めていったとき、あるアイデア「解」が湧いた。「単一乾電池1個だけのエネルギーで人間1人を乗せた車が動くだろうか？ そのための車を学生たちに作らせて競技をやったら、微小エネルギー活用教育という意義もあるし、さぞ面白だろう」というものだった。

筆者は、少年時代からもの作りが大好きだった。小学校4年生のときには、風呂焚き場から薪をとりだしてきて、鋸と鉋と小刀で苦心して削り出して、ソリッドモデルの模型飛行機を作った。また真空管ラジオ作りにも没頭し、中心がうすばんやりと赤く光る真空管に魅せられて、「将来は電気の技術者になろう」と志を立ててしまっていた。

もの作りにはたいへんな苦勞を伴う。だがその苦勞の先に、苦勞に比例した大きな感動と、喜びと、充実感、達成感がひかえている。作品を手放したくなくなる。食事のときには食卓の上へ置いて、眺めながら食事を取る。寝るときには枕元へ置いて眠る。作品は我が分身なのである。思えば、このもの作りの充実感と感動によって、筆者は育てられてきたようなものである。

よし！ この気持ちで、乾電池車競技という手を汚すもの作りを通して、学生たちに味わわせてやろう。こう思っ

て筆者の学科の3年次の学生34名を4班に分け、各班3万円の予算でやってみたら、結果は上々だった。

「先生、走るんでしょうか？」「いや分からない」。教授側も答を知らないということが「それなら、よし、やってみよう！」と、彼らをハッスルさせたようだった。正解を学生に隠して答だけを求めるという普通の授業の姿勢は、しらのもとである。「おれたちがしなくなつて、どうせ正解はどこかの本に書いてあるさ」というわけだ。だいいち答に至るプロセスの興味が無視されている。

学生たちのハッスルは予想外だった。夢中になって、まさに寝食を忘れた。徹夜も辞さない。アルバイトへ行くことも忘れてしまった。その集中の結果、すごいアイデアも出た。例えば、電池の直流電圧を倍に上げるのに、鋸で乾電池を輪切りにして、2個を4個にしてしまった！ 筆者は、日本人にも世界レベルの創造力はあるとの予感を得た。

創造性は眼を、したがって脳を励起させる。4班ともまるで異なったアイデアの車ができた。正解はいくつもあった。心底から愉快になる別々の4種の発想だった。競技成績は、一人が乗ってアスファルトの60[m]の直線コースを、第1班が48.1[s]、第2班が46.4[s]、第3班は何と22.6[s]という予想外の結果が得られ、懸命に知恵を活かせば、乾電池でもここまでやれるのかと驚嘆させられた。

特に感激したのは第4班だった。彼らの車はスタートで失敗し、2[m]ほど走って止まってしまった。しかし10数秒かたずを飲んで見守るうちに、なんと極めて微速ではあったが動き出した。学生たちは駆け寄り、その車をとり囲むようにして声援しだした。もう敵味方という観念は昇華してしまっていた。競技は一見ライバルとの戦いのように見えても、本質は限界への挑戦だからだ。

車は止まるかと思えば動き出し、動いたかと思えば止まるというあえぎあえぎだったが、だからこそ、ヤンヤの応援が盛り上がり、7[min] 18[s]かかってようやくゴールインできたときの歓声など、学生間にこれだけの熱意と感動が渦巻いたのは初めてのことだった。そして、このイベントを通して、電気嫌いの学生が電気好きに変わり、自然法則というものが何とスバラシイかを体験してくれ、何人かの無気力学生が気力をとりもどしてくれた。

おかげで、叙事文と命令文だけの冷え切った学園に、感嘆文がよみがえった。「感動のないところに教育はありえない」と、筆者は悟らせてもらうことができた。

これは1981年のことで、その後毎年このイベントは授業として続けられたが、これがロボットコンテスト（以下ロボコンと略す）の源流となった。

7年後の1988年にNHKが高等専門学校に呼びかけ、同じ競技を催して放映したところ反響は大きく、次回から乾電池車がロボットに代わり、「アイデア対決ロボットコンテスト」が始まったのだった。

今年 2005 年で、このロボコンは 18 回目を迎えるが、例外なく参加学生の眼は輝いている。

4. ロボコンと創造性

筆者が第 1 回の乾電池車競技を始めてから、2001 年で 20 年、NHK がロボコンを始めてから今年 2005 年で 18 年である。上述の 20 年説のように、今やロボコンはテレビ放送で有名になった高専ロボコン、IDC (International Design Contest) と略称される大学部門国際競技、アジアロボコンなどをはじめとして、全国で数十種類が催されている。世界的に見ても、アメリカ、カナダ、ヨーロッパでやはり何十かのロボコンが行われているという調査結果もある。また中学校は日本全国に約 12,000 校あるが、そのうち 2,500 校ほどが技術科の授業にロボコンを取り入れている。

このようにロボコンが盛況を呈してきた理由は多岐にわたるが、ロボコンが現在の教育に大きく欠けている創造性の育成に顕著な効果があることが一つの理由であろう。例えばテレビで高専ロボコンを見られた方ならば、学生たちが持つ予想外の大きな創造性に感心されたことも少なくないと推察する。

一例を挙げるならば、輪投げをテーマとして、その輪は各自が作ってくるような規則にしたとき、ある高専はタオルを細長く巻いて、その両端にマジックテープを付け、そのタオルを棒めがけて打ち出すと、タオルの中心は棒にひっかかり、両端は棒の向こう側へ回って、両端のマジックテープ同士がくっついて輪になるというものだった。このように先入観や固定観念を打破したアイデアは毎年必ず見られる。

ここで、従来の教育形態とロボコンによる教育を比較してみると、ロボコンには、

- (1) 座学ではなく、即実践の実学であること
- (2) 課題をこなすために、先入観や固定観念を打破したアイデアを出すべく、持てる知恵を思わず振り絞り、四六時中夢中になって考え抜くこと
- (3) 知識の教育ではなく、知恵の教育であること
- (4) 正解は一つではなく、場合によっては、正解というものはないこと
- (5) 目標が明確なこと
- (6) 力学や、物理学、したがって数学などを、なぜ学ばなければならないのかが、体験的に納得できること
- (7) 集中力、達成感、飛び上がりたいほどの喜び、生涯の思い出になるほどの感動、緊迫感、くやしき、心の底からの満足感が得られ、また「やらされている」という受け身の感じが「やりたい」という積極的な気持ちに転換できること。したがって感謝の気持ちが湧いてくること。要するに精神が活性化することなど、これまでの教育に欠けている重要事項が含まれていることが挙げられる。

5. ロボコンの教育的成果が出た

ロボコンのテレビ放送に、心を大きく動かされた 1 人の中学校教諭があった。青森県八戸市立第三中学校、技術科担当だった下山 大先生である。先生は 1991 年に全国の中学校に先駆け、技術科の授業にロボコンを取り入れられた。

1997 年春、下山教諭から、同校第 6 回目のロボコンを体験した生徒 75 名の感想文が、筆者の所へ送られてきた。以下はそのほんの 1, 2 の抜粋である。15 歳の少年の文章だということを念頭に、お読みいただきたい。

「苦しく楽しかったロボコンも、あっという間に過ぎ去ってしまった。あまりにも失敗ばかりして、もうやめたいと思った時もあった。

だけど成功したり、完成した時のうれしさは、今まで味わった事のないものだった。この気持ちは決して、お金で買えるようなものではなかった。自分で作ったロボットが動く。それは夢のようでもあった。

いつも、なにか作っても、一度失敗したら、僕は、もうそれには手をつけず、ざせつばかりしていた。作れないからといって、でき上がった物を買っても、愛着はなかったし、うれしくともなんともなかった。

僕は、機械というものは、必ず動いて人間の役に立つものだと思っていた。動かない機械は、役に立たないので、お払い箱にしていた。しかし、このロボコンを通して、機械が好きになった。動かない物なら動かせばいい。役に立たないなら、役に立つようにしてやろう、という考えをするようになった。

僕は、ロボコンをしたおかげで、また一つ大人になった。今回のロボコンを通して、僕は「機械を愛する心とすばらしさ」を学んだ。……」

読者はこれを読んでいかが感じられただろうか。特にアンダーラインの部分には、深い慈悲心があふれている。この世に出現してきたからには、人であれ、物であれ、なんらかの出現の意義がある。世間ではしばしば「役に立たない」というが、役に立たないのではなく役に立てないのである。こういう深い人生哲学が、ロボコンのためのロボット作りによって少年の身につくのである。

また別の感想文として、

「僕はロボコンを通していろいろなことを学びました。例えば仲間と協力して何かをするということです。自分の意見や他人の意見一つだけにとらわれずに、自分の意見と他人の意見を混ぜ合わせて、さらにいいものを作っていくことが大切だということが分かり、しょうらいのためにいい勉強になった。

これから先僕は大人になり仕事につくだろう。そしてチー

ムを組んで仕事をするだろう。そんな時僕はきつとうまくやっていたらいいだろう。

僕は（不幸のため）ロボコンの本番の日には行けなかったが、僕たちが作ったロボットは、りっぱに大会で動くことができた。まるで自分の子供の運動会に行けなかった親のような気になった。でも、チームのみんなは一生懸命やってくれたらしい。

うまく言えないが、僕がその場所にいなくても、僕の作った物や自分の持ち物がその場所にあったら、その物に宿った僕の心が、代わりに見てくれるのではないだろうか。だから僕がロボコンに出れなくても、僕たちの作ったロボットは、その時その場所において、ロボコンを体験してくれているのだと思う。

もっとも、この考えは勝手に僕が作ったものだから、ちがっているかもしれないが、もしこの考え方で考えるとすれば、僕は物を絶対にそまつにしたりできないだろう。今しきりにかんきょう問題がさげばれているが、もし全人類がロボコンのようにすばらしい事を体験し、何かに気がついたとしたら、自分だけではなく他人や物にも思いやりがもてるようになると思う。

僕はこれから、ロボコンで教わったいろいろなことを思い出しながら、生きていきたい。」

互いに我を張り合ってゆずらないのが、人間一般の様ではある。だから、「…自分の意見と他人の意見を混ぜ合わせて、さらにいいものを…」の言葉には大人の方が赤面する。また、物を大切にせよと教えたのではないのだが、ロボット作りの過程においてロボットに我が心が乗り移り「…僕は物を絶対にそまつにしたりできないだろう。」と言うまでに心境が成長している。さらに彼は生きることに関する重要な「何か」に気がつき目覚めたのだった。言ってみれば、これは小さな悟りではないか。

この75名の感想文を分析すると、先生やロボコンへの感謝の気持ちが湧いた生徒が60名、協力の大切さに気付いた生徒が55名、深い感動を味わったが47名、精神集中の重要さ快さに気付いた：30名、物に心が乗り移った：12名、創造の深い喜びを味わった：12名、種々な物や事へ開眼した：10名、ごみが宝に見えだした：5名…と、生徒たちの心が大きく育っていることが、実証されている。

ともかく、ロボコンのためのロボット作りをすれば、生徒の表情が柔和に温厚になり、素直になる。

6. 心を育てる精神集中

その理由は、各論としては、担当の下山教諭の献身的な努力にあることはいうまでもないが、一般論としては「ものの作り」による精神統一が最大のものだと考えられる。精神統一ができると脳の前頭葉が活性を帯びてくる。前頭葉が完全に働くことが、心が健全になり人間をして人間たらしめる枢要である。

呉の二河中学校のロボコン感想文だが、「…ご飯のときも、トイレでも、登下校の途中でも、お風呂に入っているときも、ロボットを考え続けていました…」とあるように、ロボコンでは、創造ともの作りの楽しさが、生徒たちを「夢中」という状態に没入させてしまう。夢中になると「われ」を忘れる。すると、主観的な話だが、世界から「われ」が消え去って世界は対象だけになってしまふ。つまり物だけ、ロボットだけになってしまうのである。

この精神状態を、西田哲学では純粹経験という。こういう状態が長続きすると、前頭葉が活性を帯び、その人の人間性・個性・人格といった、人間本来の非常に好ましい姿が発現し、自己が本来の人間らしさをとりもどすのである。西田哲学ではこのことを、

「もの来たってわれを照らす」

と表現されている [5]。

参 考 文 献

- [1] T. Yamashita and M. Mori: "Engineering Approaches to Function of Fingers," 東京大学生産技術研究所報告, vol.13, no.3, 1963.
- [2] 森政弘: "軟体機械 (人工筋肉へのこころみ)," 日本機械学会誌, vol.65, no.517, 1962.
- [3] 森政弘: "メカノケミカル系—伸縮する高分子のはなし," 計測と制御, vol.1, no.3, 1962.
- [4] 中野栄二: "日本ロボット学会の20周年を振り返って," 日本ロボット学会誌, vol.20, no.6, pp.575-576, 2002.
- [5] 森政弘: ロボコン博士のものの作り遊論, オーム社, 1999.

森 政弘 (Masahiro Mori)

1927年2月12日生。1950年名古屋大学工学部卒業。工学博士。東京大学助教授、東京工業大学教授を経て、1987年同名誉教授。この間制御工学を専攻、ロボット工学をリードし、現在(株)自在研究所社長として自在学をまとめ、放送文化賞・紫綬褒章・勲三等旭日中綬章ほか受賞。(日本ロボット学会名誉会員)