談 話

この人に聞く

ロボット工学の開拓者

Pioneer of Japanese Robotics

森 政 弘* *東京工業大学名誉教授

Masahiro Mori* *Emeritus Professor of Tokyo Institute of Technology

インタビュー・編集 山 川 聡 子 東洋大学 山野 辺 夏樹 産業技術総合研究所

森先生には、本誌 27 巻 9 号の特集号「ロボットコンテストがもたらしたもので」執筆をお願いしております。そこで、ここでは主にロボットコンテスト以外についてお話をうかがいました。

1. ロボット工学とのかかわり

—森先生は「メカに強い」という印象が強いのですが、ご出身は電気なのですね。

そう。名古屋大学の電気学科の出身です。電気工学科ではなく、電気学科。もともと僕は、ものを作るのが好きで、真空管オシロスコープを自作したりしていました。拾ってきた焼夷弾の破片を利用したりしてね。でも、当時の電気学科は理論重視の雰囲気があって、ものを作っても認めてもらえませんでした。それで、いつも辞表をポケットに入れて出勤していたものです。だから、東大にポストがあると誘われたときに移ったわけです。

—ロボット工学とかかわるきっかけをお聞かせください。

先見性とか未来予測とかで始めたわけではないのです。そういうことで始めていたら、おそらく上手いかなかったと思うんですよ。ロボットを始めたのは、それが必要だったからです。工学ですから、自分のやっている仕事は日本の社会に役に立つべきだ、という一念でやってきました。

1953 年、僕は東大の生産技術研究所でサンプル値制御の研究を始めました。この研究所は、戦争中は東大の第二工学部でした。戦争が終わってつぶされそうになったので、人数を減らして研究所にしたものなのです。そのような経緯もあって、皆、研究所の存在価値を示すために一生懸命やっていました。そして、戦争で何もなくなった日本の役に立たなくちゃいけないと、産学協同を進めていました。僕も、石油や毛織、食品などのケミカルプラント（装置工業）の現場に行って指導をしたりしました。やらなきゃいけないことがたくさんあって、今みたいに、何をやろうかなあ、なんて考えている暇なんてなかったですよ。そんななかで、日

本の工場に多かったバッチプロセスの自動化を初めて行ったりもしましたね。

装置工業での自動制御に関してはいろいろとやりまして、やれることはやったという状態になりました。そこで、次は加工組立だと。マテリアルハンドリングの自動化が日本でも必要になってくると思い、こちらを始めたんです。ところで、当時の日本では、アメリカの技術を仕入れて真似をしていることが多かった。しかし、日本がこれから工業立国として生きていくためには、アメリカの真似をしてはいけない、日本独自のものを行わなければならないと僕は思うようになりました。アメリカの工業と比較したとき、日本の工業の特徴は手先の器用さなんですよ。だから、手の研究を始めたわけです。1962 年から 3 本指のロボットハンド（継電器回路で制御、空気圧駆動、空気圧を利用した接触センサ付き）を作り始めまして、1964 年には、このロボットで棒を回すことを実現して論文発表をしました。このロボットハンドを見たアメリカ人が、「俺達は自分の指でも上手く回せないのに、森が作ったロボットにはできる」と驚いていましたよ。このロボットハンドを見た多くの人が、鉄腕アトムを作ろうとしてやったんでしょう？ と尋

図 1 森教授近影（（株）自在研究所にて）

原稿受付 2009 年 7 月 14 日

キーワード：Pioneer, Robotics, Creation, Enjoy

*〒153-0051 目黒区上目黒 5-17-7

*Meguro-ku, Tokyo

図 2 ロボットハンド (5 本指, 空気駆動)

ねましたけど、違うんですよ。僕とロボットとのかかわりは、このような経緯だったわけです。

2. 自在研究所

—自在研究所の立ち上げの経緯をお聞かせください。

ロボットをやり始めたころは、とても逆境だった。理解者が少なく、ロボットなんて玩具だ、何を遊んでいるんだと周囲から言われました。当時、科研費の申請に、機械と生物の境界領域という内容のテーマを出したら、あまりに唐突で不真面目だから変えなさいと言われましたね。新しいことを始めるときには必ず反対があるものです。むしろ、反対がないものは新しくない。開拓者というのは、そういう反対を乗り越えなくてはね。反対されても辛抱して、内面にはかたい信念を持って、外面はやわらかく接していく。そうして、反対していた人を上手く味方にしていく姿勢が大事ですよ。

そんな四面楚歌の状況の中、発想をやわらかくしようということで「自由研究会」という集まりを 30 人ほどで始めたんです。毎週土曜日に仲間で集まって、夕方から深夜まで話が止まらなかったね。そのうち、この集まりで株式会社を作ることになって、1970 年の 3 月に立ち上げました。会社名はね、当時、大学紛争のせいで「自由」という言葉には薄汚れたイメージを感じていたから、「自由自在」の「自在」の方を取って、「自在研究所」とすることにしました。

—活動内容はどのようなものだったのですか？

自在研究所では、技術指導や研究会を開催しました。今でこそ、企業でも創造性ということがよく言われますが、当時はそんなことを言う人はいなかった。あるとき、本田宗一郎さん（本田技研工業の創業者）に、「頭のかたい会社を残しては死ねない。社員の頭をやわらかくしてやってく

れ」と頼まれました。それから、発想の転換の訓練や、ブレインストーミングなども行いました。大学を退官したあとは、自在学講座として、1 回に 20 人くらい集めて、1 年で 10 回の講座を開きました。これを 22 年間、続けてきました。—先生は、仏教にも詳しいと聞いていますが？

自在研究所を設立したころ、たまには場所を変えようと、仲間と一緒に坐禅をくみに寺へ行きました。その寺で「自在」は仏教用語であると指摘され、「自在」と名付けているのならば仏教を勉強せい、と言われました。それで、仏教を勉強することにしました。もともと、子供のころから仏教には興味がありましたね。1970 年ころから、寺に通って勉強を始めて、もう 40 年くらい経ちました。雑誌の連載インタビューで、聞き手として、いろいろな仏教関係者に話を聞きにも行きましたね。おかげで、お坊さんを相手に仏教の講演をしたこともありますよ。

仏教はね、包容力がある。生きる指針になる。僕は、技術者に対する仏教を応用仏教と名付けています。まあ、哲学だね。ロボットは、仏教とのかかわりが分かりやすいんだよ。ロボットは人を知ることに通じ、仏教も人を知ることに通じるから。例えば、ものごとは正反対の二つのことで支えあっている。これを仏教用語では「即」という。電気を流すためには電気が流れる導線と絶縁体が必要だし、自動車はアクセルとブレーキがなければ運転できない。人の手を見ると、手のひらは連続で繋がっているのに、指の部分は個々に分離している。正反対のことが組み合わさっているわけです。仏教を学ぶと、人の手の中に天地の真理があることが判る。そして、ものごとがよく見えるようになるわけです。

3. ものづくりと発想

—発想を広げるコツは何でしょうか？

人がやらないことをやるということが大事です。これが創造性なのです。実は、僕は博士の学位を取得してからは、あまり論文調査をしなくなりました。良い論文には「読まれてしまう」からね。良い論文ほど、その内容に縛られてしまう。これも仏教に通じるのだけれど、心を透明にする。そして、思い込みをなくすと、ものごとが見えるようになって、発想が良くなります。新しい発想を一から生み出すこと、そしてそれを育てることが大切です。

僕が書いた文章で、「障子の破れに学ぶもの」というタイトルで中学校の国語教科書に採用されたものがあります。障子というのは、壊れやすいものの最たるものです。でも、破れるからといって怒る人はいませんね。さて、この障子が破れたらどうしますか？ 今は IC が壊れたら基板ごと取り替えてしまうけれど、障子は全部取り替えたりはしないね。それどころか、破れた所に、紅葉のように切った紙を貼り付けて直す。すると、もっときれいになるよね。例

えば、破れていなかったときの価値を 100 とすると、障子が破れることで価値は下がって 70 になるわけ。だけど、紅葉を貼りつけることで、最初よりも価値が上がって 130 くらいになっちゃう。こういう発想がほしいよね。今は、ものを壊れないように作るでしょう。だけど、本当にそれでいいのか？ と考えるわけです。

—森先生が作成されたメカニカルやスターリングエンジンの模型などを見せてもらいました（特に、1972 年に作成されたヘビ型メカニカルは、まるで作ったばかりかのように、驚くほど滑らかに動いていました）。

電子ものは IC 化されてから、ホビーじゃなくなったね。ブラックボックスになってしまって面白くなかった。子供の理工系離れなんていうけれど、仕方がない気がします。ブラックボックス化してしまったものが多くて、なかの動きが見えない、面白くない。その点、機械は目に見えて面白いね。特に、旋盤は緊張感もあって面白いですよ。（先生自身が削った円盤の縁を指しながら）少しずつ、精度よく削っていくとね、ほら、こういう風に切削面に虹が出るわけ。これを出そうと集中すると我を忘れるね。気分が悪くても、旋盤を回せば治るくらいですよ。そう、この「我を忘れる」ということが大事。ものづくりで我を忘れる体験をした、ということは大切です。

ものの声をきく。これはエンジニアの資格だと思っています。「もの言わぬ、ものの声聞く、ものづくり」ってね。ものがどうして欲しがっているのかを読み取っていく。も

のとの会話が大切です。そうであれば、ものに囲まれて暮らしている今の時代、孤独になんかなるわけがないですよ。

4. 万法進みて自己を修証するは悟りなり

—森先生が大学で行った「創造工学」の資料を見せていただきました。当時の学生のレポートのコピーが丁寧に保管されていました。

学生は教員の鏡です。教員が学生に教えるだけじゃ足りない。学生から学ぶんですよ。道元禅師の金言に「自己を運びて万法（まんぼう）を修証（しゅしょう）するを迷いとす、万法進みて自己を修証するは悟りなり」という言葉がある。つまり、心の動きを矢印で表したときに自分から外に向いてしまっている状態、自分を押し込んで行く間は迷いであって、逆に、心の矢印が内向きに、万物から受け取れるようになることが悟りである。レポートを見るときもそうです。学生の意見を理解して取り入れる。受け取ったもの、すべてを生かすんです。

そういえば、今は学生が教員を評価するなんてことが行われているでしょう。僕もね、一時期、授業を面白くしようと努力をしたものです。漫談の勉強もしてみましたよ。そのとき、ある人に言われた。学生達の目つきは、TV を見る目つきだと。それである日、学生に「本来、講義とは苦しいものである。したがって面白くするのはやめる」と宣言しました。その代わりに、創造工学の講義を始めました。こちらは、通常の講義と反対のものにしました。厳しく蹴り飛ばす授業と、受け止める授業、この二つを用意したんですよ。それで、第一回目の授業の課題に「つまらない授業を面白く受ける方法を考えろ」と出したわけ。

—長年にわたって研究・教育にたずさわってこられた原動力は何でしょうか？

「楽しんで行く」ということですね。何でも面白くしていかう、と。例えば、授業にしても楽しんで行く。1981 年に東工大の講義で「単一乾電池で人を乗せて走る車を作る」という実習を行いました。この授業は成功したね、うん、成功だった。もともと、僕は座学だけの講義に対して問題意識をもっていた。教育には、叙事文と命令文はあるけれど、感歎文がない。教育に感歎文を持ち込みたいと思っていました。それででしょうね、風呂場でこの授業の課題を思いついたのです。深層心理ですずっと考えていたものがあたままで来て、ふっと思い浮かんできたのです。

学科で提案して反対されるかと思ったら、やろうやろうということになった。最初は摩擦が小さい屋内の廊下で走らせることにしていたのだけれど、1ヶ月くらいで、そこそこ走るものを学生達が作ってしまった。これではつまらないと、会場を屋外にしました。すると、小さな砂粒が一つあるだけでも走らない。これは面白くなったと思いました。ただ、さすがに電池一つでは走らないから、電池を二

図 3 蟹型メカニカル

図 4 ビー玉スターリングエンジン

つに増やして、スタート前に 10 分間エネルギーをためる時間を与えることにしました。34 名の学生を 8~9 名の 4 グループに分けて競わせましたのですが、電池でモータを回して重りを持ち上げることでためた位置エネルギーを利用するものなど、いろいろな発想が出ましたね。先生も解が分からないというのがよいのです。学生にやる気が出てくる。「やってやろう」という気持ちになるんですよ。この授業がロボコンのもとになったわけですが、その話は特集号で執筆するのでしたね。

5. メ ッ セ ー ジ

—読者へのメッセージをお願いします。

新しい発想を出してから、それが定着するまでには 20 年かかります。20 年すると皆がやりだす。ロボット学会も今はすごいでしょう。僕がやりだしたところからすると、論文の数もすごいよね。量的にとっても進歩してきていると思います。センサなどにしても感度が良くなったり、小型化したりと、より良いものができてきている。それは嬉しいことです。けれども、発想が昔考えられたものからあまり出ていないように感じるわけです。質的にはあまり変化していない。これには危機感を感じています。僕の研究室全員で、将来どのようなロボットが考えられるかをブレインストーミングしたことがあります。その結果を抜粋して、1968 年に「ロボットの基本思想と構想」[1]としてまとめているのですが、今のロボットのほとんどはそこで出ているアイデアに含まれてしまっている。

例えば、僕はウイルス型の増殖ロボットのアイデアを

出したり [2]、沖縄海洋博（1975 年）では今で言う自律分散型の群ロボットを出したりしてきました。そんなふうに、いろいろと発想を広げてやっていたわけです。皆さんには、これから新しい発想をどんどん出して欲しいですね。極論を言うとね、ロボットじゃなくてもいいんですよ。人がやらないことをやってほしい。計測自動制御学会からロボット学会ができたように、ロボット学会から、次の新しい学会が生まれるくらいのことを考えて欲しいと思います。

インタビュアーから：大学での授業のビデオを見せていただきましたが、ビデオを見る森先生が楽しそうに笑っている姿に、本当に学生とともに楽しんで授業をされていたのだなと思いました。また、その他にもいろいろな資料や作成されたロボットやシステムを見せていただきました。すべてを紹介できないのが残念です。それぞれについて、生き生きと楽しそうにお話される様子が印象的でした。新しい発想を！ という激励に応えていけたらと思います。

参 考 文 献

- [1] 森政弘：“ロボットの基本思想と構想”，計測と制御，vol.7，no.12，pp.871-880，1968.
- [2] 森政弘：制御と情報。日本放送出版協会，1968.

森 政弘 (Masahiro Mori)

1950 年名古屋大学卒業。東京大学助教授，東京工業大学教授を経て，1987 年同大学名誉教授。この間，制御工学を専攻，ロボット工学をリードし，放送文化賞，紫綬褒章，勲三等旭日中綬賞ほか受章。（日本ロボット学会名誉会長）