

## 人と「ものづくり」をつなぐロボット

ファナック株式会社  
常勤顧問 兼 知的財産調査役  
稲葉 肇

### 1. はじめに

富士山麓・山中湖畔の森のなか、標高1,000m、ファナック本社執務室で、この原稿を書いている。部屋一杯の大きな窓からは、春の訪れを待ちわびるカラマツの林の向うに、白衣に身を包んだ富士の雄姿が聳え、樹間には黄色い工場が見え隠れしている。この森に佇む工場群では、最新技術を誇る黄色いロボットが、昼夜を分かたず、ロボットの製造に励んでいる。この工場の「ロボットと『ものづくり』」を参考に、技術と教育について考えてみたい。



図1 工場風景

高いロボットを製造している。人は定時間だけ働き、ロボットは24時間働くことが基本となっている（図1）。

### 2. ロボットと「ものづくり」

ファナックでは、「ものづくり」をするロボットを開発、製造している。工作機械を動かす数値制御装置や、加工、溶接、組立、塗装などの作業を行うロボットである。ロボットは、効率よく疲れも知らずに正確な作業を行うことができる。昼夜24時間、指示通りにもくもくと働いてくれる。ファナックでは、このロボットを活用して、品質がよく性能の

### 3. 自動化機械としてのロボット

ロボットは、人が指示したとおりに作業を行う自動化機械である。作業機械としてのロボットには、三つの要素が備わっている。教えられた指示を解読し何をすべきかを判断し、行動を指示する頭脳（制御部）、作業のための移動（サーボ機構部）、そして、溶接、組立といった具体的な作業を行う道具（ハンド部）である。これらの要素が関係して所定

の作業をこなす。ロボットの動作が、精密で速く、そして賢い頭脳を持っていれば、それだけ効率よく優れた作業ができる。視覚や触覚となるセンサを使い、作業状況を、適宜判断しながら、安全に熟練作業者のごとく作業を行うロボットが期待されている。この期待に応えるのが、ロボットの知能化である。

ファナックの創造の森では、ロボットの高精度化・高速化、そして知能化の研究が続けられている。研究所玄関の『21世紀の宇宙』と題する陶版画に掲げられた、ファナックの創業者、稲葉清右衛門名誉会長の言葉、『技術には歴史がある。しかし、技術者には過去はない。ただ、創造あるのみ。』が、研究開発の指針を与え、「10倍早く回る時計」が時間の大切さを教えている。

#### 4. 企業と研究開発

企業は、その文化・伝統を活かし、安全、環境に配慮しながら、社会に価値を認められる商品を提供することで、利潤を得て、存続を図る法人としての生き物である。企業の事業活動は、その文化・伝統のなかで、新しい市場を見極め、多様な専門技術を総合し、商品の差別化を図り、競争力を高め、利潤を追求する。商品の価値は、市場における適適で決まる。研究開発は、生存のための生命線である。競争力のある商品の開発は、先行して市場を見極める時間との勝負である。貴重な研究開発の成果である知的財産は、知的財産権あるいは営業秘密として価値を守り、商品の差別化を図っていかねばならない。

#### 5. ロボットを“つくる”技術

市場における価値観のぶつかり合いが、新しいものを生み出す。新しさを発見、創造す

る「創る」技術。きめ細かい個性化により、目標とする機能、性能を実現する、ものを形に「造る」技術。そして、性能、品質、コストを改善し、信頼性の高い商品を「作る」技術、生産技術が、“つくる”要素となって、企業の文化・伝統のなかで、商品を育てる。

ロボットは、顧客の工場で「ものづくり」に励むことが使命である。顧客企業は、ロボットを使うことで、性能のよい商品を効率よく安価に作ることを期待している。商品としてのロボットは、汎用性を高めることで用途を広げ、標準化により品質を向上させ、価格低減を図り、これに応える。ロボットは、顧客商品の製造に要求される材料供給手段や作業道具を付加されて、生産システムとなり、製造現場独自の熟練ノウハウなどが組み込まれ、個性化する。

#### 6. ロボットを“使う”技術

製造現場では、いつでも同じ品質で商品を作る技術が求められ、生産設備を効率よく稼働するため、作業員への職能訓練が行われる。ロボットは、熟練ノウハウなど製造現場固有の作業を取り込み、経験者がいなくとも難しい作業をこなす、24時間、文句を言わずに働いてくれる。ロボットは、人よりも堅物である反面、手間がかからない。予定の生産量を、人手よりも高品質に早く安く作れることがロボットの導入価値を決める。ロボットは、顧客の「ものづくり」の個性を汲み取り、幾多の製造方法よりも、優れて製造現場の課題に応える。

製造現場をよく観察し、その内面を見える世界に引き出せば、ロボットの活躍の舞台が広がる。それを引き出すのは、人のこころ、眼識である。ロボットによる「ものづくり」は、新しい作り方を提案する現代の匠「デジ

タル・マイスター」(デジタル職人)となる。

## 7. ロボットと人間—機械を使う

ロボットは自動化機械である。機械が便利であればあるほど、人は、知らず知らずに機械に使われる。機械の便利さ、重宝さが人を機械にのめりこませる。のめりこみが、機械の持つ技術への人の意識を低下させ、技術の効果、ありがたさを忘れさせる。機械に使われた人は、精密、粗暴になり勝ちである。その果てには、人が機械になる。『いろいろな物が純然たる合目的性の要請の下に作られ、それとの交わりをたんなる操作に限定するような形態を取るにいたったことがすくなくから影響している…人と人との間にある余分な要素を忘れる…。時間のすきまを見失う。』とは、建築家、松山巖の言である(松山巖『建築はほほえむ』西田書店)。人が機械に支配されないように心掛けることが大切である。

## 8. ロボットの未来—一人間のための機械

440万年前に人類が、170万年前には現人類が誕生した。1万年前の火の発見が文明の進歩を加速させ、農業社会から18世紀の産業革命を経て、物理・科学の世紀、工業化社会へ、そして、生物の世紀、情報化社会を迎えた。知能ロボットは、人類の叡知が夢を形にしてきた歴史の究極にある。

「40年後には、知能ロボットが人類にとって代わる。計算の正確さと経験と行動の蓄積・移植が容易なロボットは、世界知識と認識・推論を発達させる。2007年以降、汎用性を持ち、面倒な仕事、危険や不安な仕事を率先して手伝うロボットが出現し、2020年以降には、人類の生活に無くてはならぬ存在となる。2030年以降には、意識が出現し、2060年

以降には超知能ロボットが現れ、2070年以降には全知全能の神が創り出され、知の終焉を迎える。」米国の未来学者ハンス・モラベックの予測である(ハンス・モラベック『脳生物たち—超AIによる文明の乗っ取り(原書：マインド・チルドレン)』岩波書店)。

ロボットは、人間を模した格好をする必要も無く、純粹に人工的な精神に、あらゆる情報を持って空間に漂う。その複製は一瞬に作られる。一方、人間は、遺伝子を通じて生体の子孫に伝えるが、知識や経験はその都度学ばねばならない。人がロボットを真似るには、時間的な困難さを伴う。

従来、入れ物の価値で取引された情報は、使うことで価値が生じた。情報化により、「もの」の後を追っていた情報が、「もの」よりもさきに一人歩きするようになった。コンピュータとネットワークの融合が情報を入れ物から開放し、情報化が機械に及んだところに、知能ロボットの世界がある。

技術の伝承は、同じものを維持することであり、ロボットが得意とする。伝統は、基本を守り、中身を変えていくことであり、人が得意とする。技術には寿命があるが、伝統は時間が経過しても劣化しない。日本文化は、伝統を守り新しい文化を柔軟に受容してきた歴史である。人は、情報を支配する力、情報を管理する力で、ロボットに優位を保つ。21世紀のロボットは、人間のためのロボットでなければならない。人間の補佐役としてのロボットは、人に属して見えない技術を見える形にすることで、人から自立した情報として、技能やノウハウを継承する。暗黙知である属人的技術の形式化・非属人化が、技術の転移性を良くする。技術の早期拡散が、異種技術による異種商品の競争に拍車をかけ、情報化が時間との競争を激烈にする。

## 9. 情報化社会を生きる

技術の進歩による日常生活の変化にも目を向けたい。携帯電話、パソコン、デジタルTVなど家庭用情報機器が茶の間を占拠している。親も子も機器の便利さに魂を奪われ、使い込むにつれて深い執着が生まれ、背後に隠された技術を自覚しないままに、機器の操作にこころを流されている。TVは受身思考を助長し、パソコンは、論理的思考を機械に委ねてしまう。技術の高度化、大規模化が技術の専門化を招き、素人が関われない状況を作り出している。

情報化社会を生きるには、責任と自覚を持って正確な情報を適切にかつ迅速に発信することが重要である。情報化は、情報の質や価値を変化させている。情報化社会は、全体最適化で動く性善説の世界であり、自己責任原則が基本である。身内の和を尊ぶ局所最適化の社会で生きてきた我々に、情報に振り回されない生活のあり方が求められている。身内と他人の区別のない開放された世界で、いかにうまく情報を活用するかが課題である。

## 10. 技術と生活文化

20世紀は、人間の叡知と科学でよりよい世界に挑戦する時代であった。自然と人間との間に生まれた矛盾を技術手段に頼って解決してきた。「もの」に「こころ」を委ねた日本文化の伝統が生んだ職人氣質が、職縁社会と結びつき、工業化社会興隆の原動力となった。反面、客観的で計算できるものがよいとする経済合理性の追求は、所属する組織や自分の生活だけを考える風潮を招き、職人氣質の喪失を招いた。

技術手段に頼る経済合理性の追求は、お互

いに譲り合って折り合いをつける習慣、社会的能力を無くした。都市化が進み、「もの」が豊かになっても、生活実感の豊かさからは遠く、身内と他人を区別する社会文化だけが残り、心は寂しく風化した。「もの」の豊かさが幸せを運んでくれるとの信念が風化したいま、感謝の気持ちを「ありがとう」に表せるこころを取り戻し、自分のこころのなかに青い鳥を見つめる姿勢が求められる。自然と歴史が織りなす環境のなかで、美的感覚としての情緒を育て、型の文化を超越し、画一的評価を避け、違うことを意識して認め合うこころの柔らかさを持ちたい。楽に甘えず、厳しさに楽しむ「厳しい柔らかさ」が、教育姿勢に求められる所以である。

楽をすると本質を見失う。苦勞する楽しみを見出すことが大切である。自由が競争を育み、技術を発展させる。厳しさに楽しみを見出す姿勢こそ、本来の人間らしさである。楽しみは変化なり。

## 11. 自分で考える

必死になって頑張っている人間は、目が燃え、手足が思いどおりに動いている。自分で発見することに楽しさがある。スペインが誇る大建築家、アントニオ＝ガウディは、『自然が作り上げたものこそ美しい。我々はそのから発見するだけである。』といている。『芸術はすべてを超えて私たちは同じ人間だということを教えてくれる。同じ絵を見て感動し、喜び、笑い、泣き、そして、心が近づく』とは、日本画家、千住博の言葉である。

『もともと科学における創造というものは、模倣を前提に成り立つものである。創造は他人の研究成果の模倣の上に立って行われる。…創造は他の人々が模倣するにたる新しい知識の提供を目指すものだからである。』（板倉

聖宣「模倣と創造」(仮説社)。我々は、先人の経験を礎に生きている。「もの」を考えることは、先人と同じ失敗を発見することから始まる。無意味な知識の詰め込みは、創造性を阻害する危険がある。アメリカでは他人と違うようになることを教え、日本では他人と同じになることを教えるといわれるが、自分で好きなものを発見させる教育を期待したい。リナックスの開発者、リーナス＝トーバルズは、『創造性とは、よいものを見て真似て、新しいことに活かすこと。汎用性とは、技術を意識しないで使えるようになり、それを技術と思う人がいなくなる。認知とは、自分の判断に基づいて仕事をするという刺激的な経験である。』と述べている。

我々の日常生活は、出入口とか、出納帳とか、出る方が先、使う方が先である。道具は、使って初めて、本来の道具となる。「ものづくり」は、実体験が先であり、進歩の礎である。現場を見、質問をし、問題意識を持つことで、夢や希望を膨らませたい。「物事をよく観察し、自分で理解する」ことが大切である。それを原稿用紙に書く練習を反復して欲しい。「自分で考える」大切さを厳しく追求すると、嘘をつかざるを得ない自己矛盾に陥るが、厳密な正直さ、誠実さ、素直さは、教育の出発点である。

## 12. 教育を考える

『考えるたのしさを！…科学の知識と考え方を身に付けるには、単に知識を覚えるだけではダメです。科学の知識と考え方を武器に自然・物質の世界にチャレンジしていくことでもっと高いところへ上がっていただけます。』(左巻健男『新しい科学の教科書』文一総合出版)。教育とは発見・創造の実践である。『研究は試験と違って、その問題が解い

て価値のある問題か、そもそも答えがあるかどうかかわかっていない。すぐに行きづまる。また次の課題と、いろいろやっているうちに、ずいぶん物知りにはなったけれど、何もできない。あっという間に時間がたち、このまま何もできないで終わってしまうのかと焦りがでた。…できるやつほど、迷うものなんだ。』とは、米国の誇るロボット研究者、金出武雄の自戒である(金出武雄『素人のように発想し、玄人のように実行する』PHP 研究所)。素人発想で、現状を振り返り、玄人実行で、常識を超えていただきたい。スキー指導者、平沢文雄の言葉、『教育の原点は教わるのが楽しいということを感じてもらうことである。』とは、名言である。

ここで、教育雑感を三つ。正確な日本語、国語は、「文化」の基本、教育の基本である。文科と理科を区別する時代ではない。総合学習は、基礎の成果を確認し、その応用への興味を誘発する緩衝材である。基礎無くして総合など出来るものではない。一に基礎、二に基礎、三に基礎でやって貰いたい。総論は、全体を見るだけで、参考になりにくい。各論は、方向性を見失う。しっかりした基礎を土台にしてこそ、総論が意味を持つ。最後に、外国語取りのカタカナ日本語を止めて、本来の日本語を尊重したい。

## 13. 日本文化と伝統に生きる

日本の神様は、よい神様も悪い神様も、一緒に山海の幸を食べ、質素な社で地味な生活をしてきた。先人は、「もの」と「ころ」の区別をつけず、神様と一緒に「ころ」を込めて「もの」を作り、「ころ」を磨いてきた。そして、仏様まで一緒に住ませ、神様の仲間にしてしまった。この寛容さが文化の礎であり、「良い加減」文化の源泉でもある。

我々にとって大切なことは、仕事を持ち、他人に迷惑を掛けず、人と共にある意識を呼び覚まし、自由の本来の姿を見つめつつ、心の自然破壊を防ぎ、人の自由と機械の自由をよく噛み締めることではないかと思う。そこに、人とロボットが共生する平和な世界が実現する。

#### 14. むすび―“楽”を捨て“楽しさ”を求める

先人は、厳しい飢えを凌ぐことに生きがいを見出し、暖かい心に余裕を培ってきた。現代人は、先人のお陰で「もの」の豊かさを手に入れたが、そのころは満たされず、利害と功名に余裕を無くしている。「もの」に豊かさを求める受け身の「楽」から脱却し、他人に迷惑を掛けず、自分のところで能動的に「楽しむ」姿勢が求められている。大正時代の英文学者、厨川白村の言葉、『もっとうまいものを食べ、ばかになって考えこめ。』（厨川白村『象牙の塔を出て』福永書店）は、今の時代にこそ相応しいのではないか。素直な心で「飄々と生きる」ことが生きがいを生み出す。フランスの小説家、マルセル＝ブルーストは、『発見は新領域を求めてもあらず。新しい視点のなかにこそある。』と述べている。こころの置き方である。

世間では、科学と技術が区別されずに混同されている。日常との関わりでは技術がすべてである。工業教育は、技術の教育である。

科学的素養を醸成することは重要だが、科学は、技術を支える重要な礎であり、直接、日常生活の表に出るものではない。本稿が、工業教育の現場におられる先生方にとって、バイオ、環境、ロボットなどマスコミ的風潮を超えた新しい視点から現実を見直し、何かを見つける縁となれば、筆者、望外の喜びである。参考資料が論点不足を補う助けとなることを期待する。

#### 参考資料

- [1] 千住 博『千住博の美術の授業 絵を描く悦び』光文社新書（2004）
- [2] 松山 巖『建築は微笑む 目地 継ぎ目 小さき場』西田書店（2004）
- [3] ハンス・モラベック『脳生物たち―超AIによる文明の乗っ取り』岩波書店（1991）
- [4] 板倉聖宣『模倣と創造』仮説社（1978, 1987）
- [5] 左巻健男『新しい科学の教科書1, 2, 3』文一総合出版（2004）
- [6] 金出武雄『素人のように発想し、玄人のように実行する』PHP 研究所（2003）
- [7] 厨川白村『象牙の塔を出て』福永書店（1920）
- [8] 小山稔『青の奇跡―日亜化学はいかにして世界一になったか』白日社（2003）
- [9] 寺島実郎『脅威のアメリカ・希望のアメリカ』岩波書店（2003）

## 続 資料日本工業教育史

小林一也/浅岡廣一/岩本宗治/佐藤義雄/松林巧/三浦基弘/山下省蔵

国際化・情報科・少子高齢化などが教育の現場に大きな変化をもたらした平成期以降の工業教育をまとめ、さらに今後の展望も収録

A5判400ページ 定価4200円 **2003年11月新刊発行**