

# 人と語る

人とロボットとの共存環境を実現するために。

芝浦工業大学 SIT総合研究所特任教授 工学博士 油田信一さん



1980年代に広く普及した産業用ロボットは製造現場で塗装や溶接、組立てなどの作業に大きな力を発揮してきましたが、近年ではヒト型をした「感情認識ヒューマノイドロボット」が商業施設や企業の受付に導入され、癒しをもたらすペット型のロボットが登場するなど、ロボットはすっかり私たちの身近な存在になりました。少子高齢化に伴う労働力不足問題や医療・介護問題、インフラ老朽化に伴う維持管理問題が深刻度を増す現在、ロボットに対する期待が高まっていますが、果たしてロボットはこうした社会問題の救世主になりうるのでしょうか。今回はロボット工学の第一人者である芝浦工業大学SIT総合研究所の油田信一特任教授をお訪ねしてロボット開発の現状と将来についてお話を伺いました。

そもそも「ロボット」とはどのように定義されるものなのでしょう。

厳密な定義は無いのですが、「人間が作って人の代わりに仕事をしてくれる気が利く汎用的な機械」ということができるでしょう。たとえば、一般にはロボットとは呼ばれていませんが、パワーショベルは、動き回る機能を有し、アームとムーブによって作業をこなすことができ、ショベルのアタッチメントを交換することで掘削・整地作業だけでなく、地面の杭打ちや木材の伐採、碎石場の切削など多様な作業が行える汎用性を備えた作業ロボットと言うことができます。この機能は、一般社団法人ロボット工業会が定義する「操縦型ロボット」の定義にも合致します。災害の現場で無人化施工として無線で遠隔操縦されるパワーショベル、あるいは、さらに自動的に働く建設機械は、より「ロボットの」ですね。人が操縦して右にあるものを左に動かす単純な作業を行う機械でもロボットと言えますが、自分で考えて柔軟な働きができる機械の方がもっと「ロボットの」に感じます。つまり、ロボットは名詞ではなく形容詞として使われている概念でもあります。

油田 信一（ゆた しんいち）  
日本のロボット工学の第一人者のひとり。自律移動ロボットやその応用研究に多大な功績がある。次世代無人化施工技術研究組合理事長、NEDO「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」のプロジェクトリーダーを務めるなど、ロボットの実用化と普及に向けて活躍されている。

ロボットというSF小説に登場するようなものをイメージしがちですが。

ロボットという言葉には「夢」のイメージが伴います。人間が窮地に立たされた時に颯爽と現れ、人間に代わって一挙に問題を解決してくれるスーパーヒーローのような存在ですね。鉄腕アトムからロボットにはそのような期待が持たれてきました。しかし、ロボットはあくまでも与えられた目的を実行する機械と考える必要があります。多機能でプログラマブルであれば、汎用性があり、いろいろな目的に沿った動作や機能が実現できます。しかし、実現できるロボットは決して「万能の魔法使い」ではないのです。魔法使いの持つ超能力ではなく、歩いてどこに行くとか、手を動かして何かを作るとか、物を見て判断するとか、そう言った普通の「人間の能力」を再現することがロボットに求められていることなのです。

ロボットが一般社会に普及するためには何が重要なカギとなりますか。

製造ラインで作業を行う産業用ロボットではロボットが働く作業環境がある程度整備されています。これに対し、建設ロボットや農作業ロボットなどは条件が常に変化する自然環境下で稼働しなければなりません、これからのロボットがフィールドにどんどん出ていくための技術のキーは「作業そのものの難しさ」よりも「環境条件への対応」能力であると考えています。

「環境条件への対応」とはどのようなことでしょうか。

たとえば、机の上にあるペンを見つけて、それを掴んで別の場所に運ぶ仕事をロボットに与えたとします。ペンとはどのようなものかのデータを与えておけば、単色の机の上にあるペンなら容易に認識でき、見つけた後でロボットがそれを移動させることも可能です。しかし、ペンが置いてある場所が雑然としていると、ロボットにとって、ペンと背景との区別がつかず認識が難しくなりますし、その環境条件が時々刻々変化する状況下ではなおさらです。また、ペンの前に何か置いておけば後ろに回って発見するという動作も必要ですし、その移動中には障害物を避けて走行し、何か急に飛び出してきたら回避行動をとらせなければなりません。人間にはごく簡単な作業ですが、ロボットにとっては簡単ではありません。ロボットがそのような環境で自律的に働くためには、こうした条件の環境の中で目的とする動作を達成することが求められます。そして、取り扱う対象の範囲を他の物体にも広げていくことも必要です。これらがロボットに求められる知能化技術と言えるでしょう

対象の取り扱い範囲を広げるとAI(人工知能)と同じくフレーム問題<sup>\*</sup>が起きませんか。

ロボットが行動する際に自ら周囲のあらゆる状況に対処させようとすれば起こりますね。ロボットに意味のある仕事をさせるためには、フレームを取り払う一般的な努力をするより、果たすべき課題をある程度限定して、その枠の中で知能化させていくのが現実的だと思います。ロボットを役に立たせるためには、ロボットの能力の向上と共に、ロボットが働く環境とそこで行う作業を定型化することで実現を容易にしていく両面からのアプローチが必要です。とくに、フィールドロボットは、稼働すべき環境条件が多様なので、この考えが重要となります。また、最近では、環境の条件を整えるだけでなく、環境側にセンサを装備させるなどにより、ロボットの働きを環境側から支援するという「環境構造化」という考え方も広がってきています。

<sup>\*</sup>フレーム問題: 情報処理能力が有限のAIに対して、現実には起こりうる問題は無限にある。その全てに対処することはできないため、枠(フレーム)を作ってその枠の中だけで思考するが、枠を越える状況になると思考停止してしまうという問題。

これから人とロボットとの関係はどうなっていくのでしょうか。

少子高齢化に伴う人口減少や労働力減少という社会ニーズに応えるためにもロボットが求められています。ロボットやその技術の普及や有効利用は、人との共存環境の整備と共に進んでいくと思います。そこでは、人とロボット技術の関係をどのようなバランスさせていくのかが問われるでしょう。人が辛い仕事から解放されるのは喜ばしいことですが、今まで人間が行ってきた作業がロボットに置き換わることで社会にどのような変化が生まれるのかを見据えて開発を進めていくことも必要です。たとえば、その仕事に拘りや誇りを持っていた人にとっては、ロボット化は自らの存在理由を否定されることにもなりかねません。ロボットのみならず、新しい技術の急激な普及は、その社会的な影響を考えながら慎重に進める態度も必要だと思います。

ロボットは問題解決の手段。  
ただし、万能の魔法使いではない。

建設分野ではロボット化に向けてどのような取り組みがなされているのですか。

建設施工の現場における工事の効率化と安全化を推進するロボットと、既に存在しているインフラの維持管理へのロボットの導入の2つの面で研究・検討が進められています。

少子高齢化等により今後の労働力不足が予測される中で、効率化や労働生産性の向上のためのロボット技術の利用は大きく期待されています。国土交通省では、i-Constructionの取り組みとして、3次元データの取得やそれに基づく施工の情報化・自動化を進めています。また、火山噴火や地震災害の多い日本においては、災害時の危険エリアのロボット技術による調査や、安全に緊急工事をおこなうための無人化施工などが果たす役割は大きく、いくつかの技術開発や導入が図られています。遠隔地から機械を操縦するための環境モデルの表示やAR(拡張現実)による技術空間認知の支援技術も検討されています。橋梁やトンネル、ビルの外壁など老朽化や経年変化の状態を把握して適切なメンテナンスを行うインフラの維持管理は、社会の機能を維持し安全を守るために大変重要です。そのために、実現場での実用性を重視したシステム開発が進められています。ここでは、人間が現場に赴くのが難しい高所にある検査箇所などの点検場所にアクセスするロボットや、検査の省力化のための画像認識技術の開発も進んでいます。NEDOでは、地上、空中、壁面、水中を移動して現場に行くことのできる橋梁点検用ロボットやドローンを用いた災害調査用ロボット、水中点検ロボットを開発するプロジェクトを実施しました。また、国土交通省では、実現場でのロボット技術の有効性を確認するための現場実証や試行的導入の事業を行いました。この種のロボットの研究開発や導入は、シーズ指向ではなく、ユーザが抱える問題点に対してそのソリューションをいかにシステムとして具現化するか、というニーズ指向アプローチで進められる必要があります。そのためには、ロボットを作るシーズ側と、これを使うユーザ(ニーズ)側の相互理解が必須です。その点、建設業界のユーザには技術的素養があり「ロボット技術によって何ができて何ができないか」をご理解いただけています。現実的な側面からロボットに対する要求が聞けますので、私たちとしても仕事がやりやすいと感じています。

技術によって何ができて、何ができないのかを考える。

これからのエンジニアに求められるのは、広い視野と協調性。

エンドユーザとのコミュニケーションが重要ということですね。こうした観点から今後のエンジニアにはどのような資質が求められると思いますか。

技術力はもちろんですが「幅広い視野」と「協調性」が必要ですね。今は社会全体が分業体制となっています。したがって、自分の専門分野だけ見て事が足りることはありません。世の中の役に立つものを生み出すためには、社会の動向やニーズへの理解が必要不可欠です。そして、システムを組み上げていくためには、現場(フィールド)の生きた情報を知ることが大切です。そのためにも、他分野の人との協調・協力は不可欠です。

企業のエンジニアは研究としても「利益に直結する研究をやれ」と言われると聞いています。大学でも最近では、KPI(Key Performance Indicator:業績評価指標)が取り入れられて論文の発表件数や特許取得数で成果が測られるなど、企業と同じように数値的な成果が問われる傾向が進んでいます。厳しい競争社会に生きているのですから、それなりの競争環境は当然ですが、長期的に社会に受け入れられる成果を生むためには、定められたKPIや売上げを近視眼的に追うのではなく、広い視野をもって取り組んで欲しいと思います。

昔に比べて著しく便利で快適になっている現在の社会を維持していくためには、新しい技術によって、その効率な方法を作り出していくしかありません。技術の成果が社会に導入されるほど、エンジニアは社会の重要な役割を担っていくことになり、そこへの期待も大きくなるざるを得ないと感じています。