慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	ロボットがあなたに寄り添う社会の実現に向かって： リアルハプティクスとパワーエレクトロニクスが鍵に
Sub Title	
Author	池田, 亜希子(Ikeda, Akiko)
Publisher	慶應義塾大学理工学部
Publication year	
Jtitle	新版 窮理図解 No.28 (2018. 10) ,p.2- 3
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	研究紹介
Genre	Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001002-00000028-0002

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究紹介

今回登場するのは、システムデザイン工学科で人間とロボットが共存する社会をめざす、野崎貴裕専任講師です。

ロボットがあなたに寄り添う社会の実現に向かって

リアルハプティクスとパワーエレクトロニクスが鍵に

少子高齢化による人手不足を解消してくれると期待が集まる“ロボット開発“。しかし、ロボットと人間が共存するためには技術的に解決しなければならない課題が多い。野崎さんは、恩師である大西公平先生から受け継いだリアルハプティクス技術と、自ら開拓しているパワーエレクトロニクス分野の技術で問題解決に挑んでいる。

ようやく登場した器用なロボット

未来の道具をいろいろ出して助けてくれる猫型ロボット“ドラえもん”。子供の頃、アニメを見た人も多いだろう。ドラえもんの誕生日は2112年9月3日だ。今から100年足らずのうちに、こんなロボットが登場するのだろうか。

慶應義塾大学理工学部 システムデザイン工学科の野崎さんのホームページを訪れると、トップページにロボットが登場する（図1）。コックピットに座った人間が操作をすると、ロボットは片方の手でプラスチックコップを一つ取り上げ、もう一方の手でペットボトルを持って水を注ぐ。その様子に「こんなロボット見たことない！」と驚いてしまう。開発者の野崎さんは、私たちがこのロボットに驚かされる理由を「とても器用でしょ。プラスチック製の柔らかいコップを潰さないのに、水が注がれて徐々に重さが変わっても落としたりしない。実は、こういうロボットはこれまでなかったからです」と話す。

今までのロボットは、ブルーベリーを摘もうとすると潰してしまう。これを野崎さんは不器用と呼んでいるが、“触れた”という感覚をもたず、力の加減ができないために起こることだ。ロボットではないが、エスカレーターや電車などと接触したら大怪我をするのも、エスカレーターや電車に“触れた”という感覚がないためである。

“触れた”という感覚を獲得する難しさ

「掃除をしたり受付で案内をしてくれるロボットはあるのに、介護をしてくれるロボットはありません。“触れた”という感覚がないのが危険で、人間に触れるロボットはいまだに生活に入ってこられないのです」と野崎さん。では、どうしたら“触れた”という感覚を獲得できるのだろうか。

まず、“触れる”という感覚の特徴を考えてみよう。触覚は、人間が身の回りの環境を感じ取るのに使っている5つの感覚（五感）の1つである。ほかに視覚・聴覚・嗅覚・味覚の4つがある。これらがいずれも受け身であるのに対して、触覚だけは、ものを動かすなど外の世界を変えることができる能動的な感覚である。だからロボットに、少子高齢化による労働力不足を補うなど、これまで人間がやってきたことを代行してほしいと期待するのであれば、触覚を獲得して力加減ができるようになってもらわなくてはならない。

ところが、「触覚を伴った力加減のできる動き」をつくるのは簡単ではない。というのも動きには硬い側面と、柔らかい側面があるからだ。硬い側面とは、何があっても決められた位置に行こうとする性質で、柔らかい側面とは、何かに触れて力を受けたら加減するという性質のことだ。産業用ロボットなど人間に直接触れることのない従来のロボットは、動きが精確であればいいので、動きの硬い側面が重要とされてきた。ところが、「触覚を伴った力加減のできる動き」をつくり出すには、両方の性質を兼ね備えていなければならない。しかし、この2つの性質はそもそも矛盾するため、両立させることが技術的に難しい。

それを可能にしたのが、野崎さんの恩

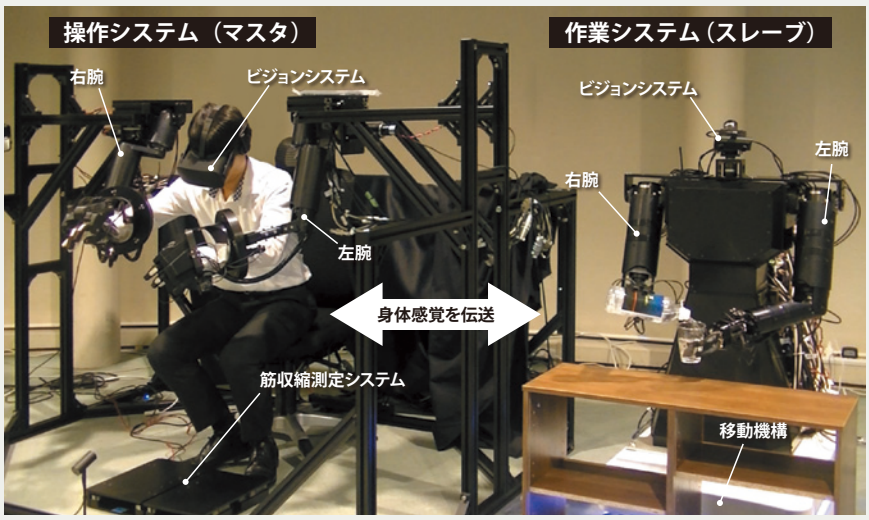

図1 「触れた」感覚を持つロボット
操作システム（マスタ）の動きが作業システム（スレーブ）に“伝わって”コップに水を注いでいる。作業システム側の触覚が操作システムの人間に“伝わる”ので コップをつかんだりペットボトルを持ち上げたりする力の加減ができる。

師である大西公平先生が開発した「リアルハプティクス技術」だ。ロボットを動かすのに使われるモータの動いた量と、何かに接触した時のモータの回りにくさをデータ化し、触れたものの硬さを感じることができる。この画期的な技術によって、冒頭に紹介したホームページのロボットも誕生した。

よりよいロボットを開発するためのパワーエレクトロニクス研究

実は、ロボットを思い通りに動かすことは簡単ではない。単に腕を曲げるだけでも、関節部分のモータは「徐々に加速して一定の速度に達し、その後、速度を落として止まる」という一連の加速・減速をスムーズに行わなくてはならないからだ。こうした１つひとつの動きが協調してはじめて、ロボットは動くことができる。

「結局、ロボットを動かすモータは電気で動いています。よりよいロボットを開発するには、電気をどう使うかが重要なのです」。このように考えるようになった野崎さんは、2014年の１年間、横浜国立大学の河村篤男先生のもとでパワーエレクトロニクスを学んだ。そして慶應義塾に戻ってからも、将来的に役に立ちそうなパワーエレクトロニクス技術の開発をしている。

「電源をはじめ、電気を変換し、電力を効率よく使用者のもとに届けることが目的のパワーエレクトロニクスの研究は、昔から行われていました」。

そして、「電力が届いたら、それでモータを回してみようということになり、モータドライブが生まれます。次にモータを精確に回転させようとか、いくつかを同時に動かそうということになって、制御工学やロボット工学が生まれました。こうして社会システムの求めに応じて、次々に新しい技術や学問分野が誕生しました。その最先端にあるのが、リアルハプティクス技術なのです」と野崎さん（図２）。

ロボットひとつを動かすだけでもパワーエレクトロニクス、熱工学、モータドライブ、制御工学、モーションコントロールが、さらに、ロボット工学、機械工学、人間工学、信号処理など多様な学問が必要になる。社会の複雑化や非定常化が高度に進行し、従来の学問分野単独では現代の諸問題に対処をすることが難しくなってきた。これを解決するのがシステムデザイン的なアプローチであり、それを学ぶのがシステムデザイン工学科というわけだ。

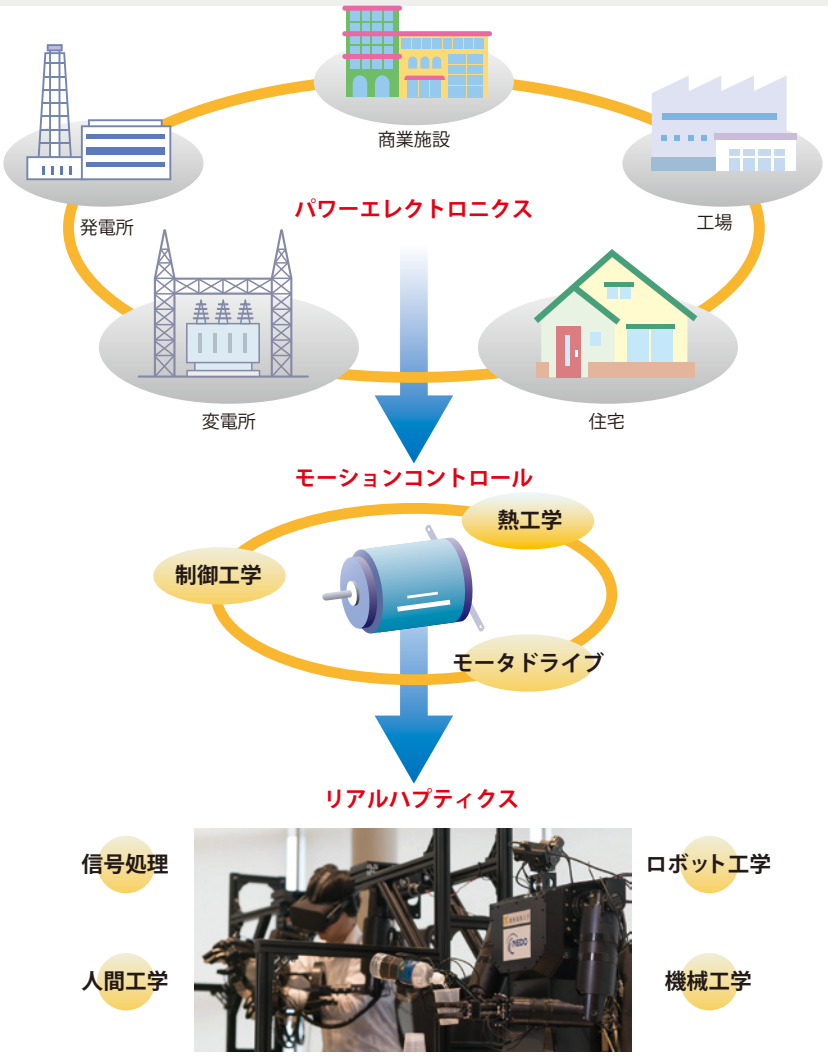

図２　パワーエレクトロニクスとロボット　社会システムの求めに応じて次々と誕生した新しい技術や学問分野。その成果がロボットに集約されている。

触覚や動作を十分に活用する未来

師から受け継いだ「リアルハプティクス」と新たな強みとして自ら研究を進める「パワーエレクトロニクス」を2つの軸に、これからも研究者として頑張りたいという野崎さんだが、一方で、リアルハプティクス技術の実用化に向けて、多くの企業と製品開発を進めている。現在、航空会社とは、現地に行かなくても遠く離れた場所で釣りをしている感覚を味わえるシステムを、選果機メーカーとは、傷んだ果物を潰すことなく取り除く青果選別機を開発している。

すでに視覚が捉えるものは映像として、聴覚は音声として保存されたり伝達されたりしてきたように、リアルハプティクス技術の広がりとともに、今後は、さまざまな触覚や動きが保存されたり伝達されたりするだろう。その時にどんな未来が訪れるのか。「例えば『タイタニック』という映画を見るのに船を用意して、監督と役者を連れて来たりはしないですよね。それと同じで、朝起きてオムレツを自分でつくることはなくなります。オムレツをつくる動作データをインターネットからダウンロードし、ロボットにつくってもらえばいいのですから……」と野崎さん。

この技術は、想像を超える未来を私たちにもたらしてくれそうだ。

（取材・構成　池田亜希子）