

## 機動性の高い「自律移動 脚型ロボット」が 社会課題を解決する日が近づいている

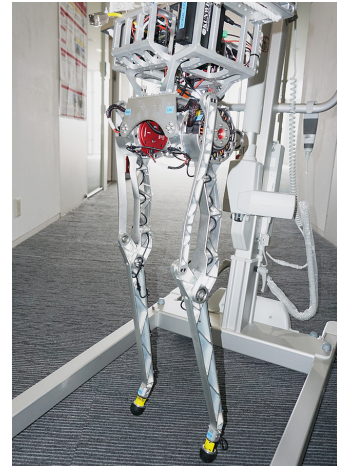
人とロボットとが、共生・共存する社会…。様々なSF作品で描かれている世界観だが、そうした社会環境を実現するには、まだ多くの研究課題が残されている。特に、“ロボット”と聞いて多くの人がイメージするヒト型2足歩行ロボットの場合、転倒せずに自律的に移動できる機能を持たせることが、非常に難しいのだという。そうした中で大学院情報生産システム研究科の橋本健二教授は、2足型、4足型、車輪併用型など様々なアプローチから、機動性の高い自律移動ロボットの实用化を目指している。

### 高い機動性を実現するには「脚型」が向いている

内閣府が掲げる「Society 5.0」には、日本の近未来構想として『ロボットなどの技術で、少子高齢化、地方の過疎化などの課題が克服される(中略)』と明記されている。実際、本田技研工業が開発・改良を続けているヒト型2足歩行ロボット「ASIMO」や、SoftBankが販売するコミュニケーションロボット「Pepper」などを見ると、『人とロボットとが共生する社会』は、すぐそこまで来ているようにも思える。

ただ、我々が目にするそれらのロボットは、あくまで限定的な稼働環境下で想定内の動きをするようプログラミングされたマシンであり、例えば、平坦な路面と未舗装路、段差などが混在するルートを、状況に応じて自律的に移動できるロボットを实用化するためには、解決すべき課題が山積している。

「広義に解釈すれば、最新の自動運転技術が導入された電気自動車などもロボットの一種と言えます。ただ、自動運転車両で階段やハシゴを登ったり、狭いスペースを通り抜けたりすることはできませんから、私の研究室では、機動性の高い『脚型ロボット』の開発に力をいれています」と、橋本教授。「移動ロボティクス・プラットフォーム」という研究室名が表すように、稼働環境を限定せずに人間と同様、あるいはそれ以上の機動性を持つロボットの開発に、ハード・ソフトの両面から取り組んでいる。

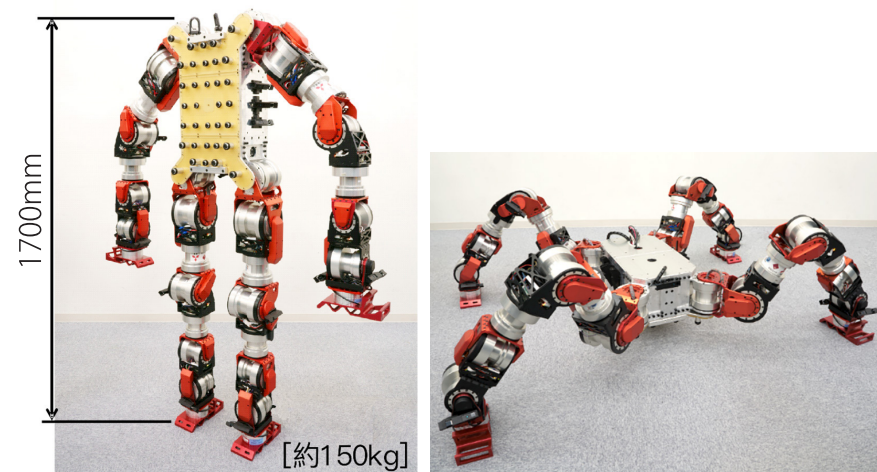
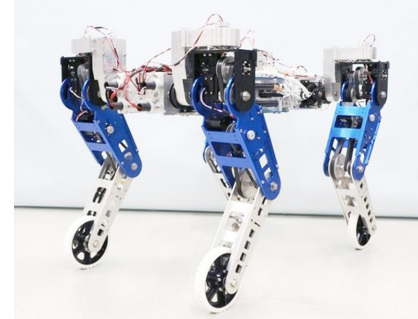


半世紀ほど前のことなので、あまり知られていないかもしれないが、1966年から2足歩行ロボット開発のための人工の足モデルの研究に着手し、1973年、国内初の人間形知能ロボット「WABOT-1」を開発したのは、本学の理工学部を中心とする研究室である。橋本教授も、その流れを汲む研究室の出身だ。「だから、積み上げてきた様々なノウハウを、途切れさせてはいけないという思いが強いのです。ある種の使命感とでも言うのでしょうかね」。本学が発祥とも言える2足歩行ロボットだが、近年は国内の研究者がどんどん減っているのだという。と言うのも、人間と同等に移動できる2足歩行ロボットが完成したとしても、それを“何に使うか”という市場側のニーズが、日本では明確になっていないからだ。「とは言え、脚型ロボットはあらゆるノウハウの集大成であり、根気と時間が必要な研究分野です。これまでのノウハウを継続的に発展させなければ、学術的にも大きな損失となります」。脚型ロボットの技術を発展・進化させ、複数の社会課題解決につながるような存在にすることが、橋本研究室が掲げる大きな目標と言えるだろう。

### 平常時も活用できる「要素技術」の確立が重要

2023年4月に道路交通法が改正され、「自動配送ロボット」が公道を走行できるようになった。これに伴い、ロボットによる物流の実証実験を実施する自治体が増えている。ただ、日本の場合、住宅に面する道路と門扉との境目に階段を設けたり、飛び石や石畳風のエクステリアを施したりする住宅が多いため、一戸建てであっても“玄関前までのロボット物流”が実現する住居は、それほど多くはなさそうだ。やはり「機動性」の面で考えると、橋本教授が指摘するように脚型ロボットに軍配が上がる。

「ただし車輪型と比較して、脚型は関節、つまりモーターの数が増える分、制御が難しくなります。1脚あたり6個、2脚+腕2本だと、少なくとも24個のモーターを協調的に動かさなければならないので、制御設計がかなり大変なのです」。さらに、これは人間でも同様だが、2足歩行には転倒のリスクがあり、転倒しない2足歩行が可能になっても、平坦な路面であれば車輪型の方が移動速度は速い。そこで同教授は現在、平面路は車輪移動、その先に段差があれば脚移動という、車輪型と脚型とのハイブリッドモデルの研究に取り組んでいる。



また、災害現場での活用を想定し、段差や垂直ハシゴなどの移動時は2脚+腕2本、瓦礫の上など崩れやすい場所の移動時は、4脚で“ほふく前進”できるロボットの開発にも取り組んだ。「災害時対応というのは非常に重要な社会課題の1つですが、定期的な需要があるわけではありません。被災現場での活用だけを目的にするのではなく、平常時でも何らかの用途に使えるような『要素技術』を、新たに確立しなければならないのです」。

そうした観点から、橋本教授が構想を練っているのが、工業施設などのメンテナンス作業だ。例えば、製鉄所などの集合煙突、本学が立地する北九州市は製鉄関連産業で栄えた地域なので、現在も、築数十年の集合煙突が複数カ所稼働している。現在、地上高100m以上の煙突の定期メンテナンスは、人間が垂直ハシゴや螺旋階段を登って行っているのだが、設備の老朽化が進んでいるため、必ずしも安全とは言えない。そこで、前述の2脚+腕2本で移動するロボットを活用し、煙突上部のチェックと、必要な場合は補修作業まで行うという構想だ。「工業用プラントなども、メンテナンス用の作業スペースは“人が通り抜けられる幅”しか確保されていないケースが多いようです。そのスペースでロボットを活用しようとするれば、やはり、人間と同じように2足歩行で移動できて、段差やハシゴも登れるタイプが必要です」。その構想をさらに発展させ、集合煙突などの高所はドローンのカメラでチェックを行い、画像認識AIが異常を発見した場合だけロボットを登らせる…という、「IoTロボティクス」のアイデアも温めているところだという。

### ゴールが遠いからこそ、研究の面白さがある

「やればやるほど新しい課題が出てきて、どんどんゴールが遠ざかっていく。そこが、この研究の大変な部分であり、一方で、面白さでもあると考えています」と、橋本教授。例えば、路面状況の変化に応じて移動方法を自律的に選択できるロボットを実現させるためには、「安定的に動かす」という技術以外に「(前方の状況を)認識して判断させる」という技術が必要だ。もちろん、「安定的に動かす」ためにはソフト・ハード両面の技術も高めていかねばならない。

「最近では、そもそもの発想を変えて、別ルートから近道で行ける可能性があるかもしれないと思うようになりました」。「幼児が、何も教えていないのにスタスタと歩けるようになるのを見てみると、工学ばかりではなく人間を理解することが、別ルートからのアプローチになるのかもしれない」。2足歩行ロボットの場合、「転倒させないこと」が前提条件なので、従来はオーソドックスな運動方程式などを駆使し、ロボットの重心移動による安定性を算出するのが“正攻法”の研究手法だった。しかし、AIによるディープラーニングが様々な成果を上げている昨今、あえて「転倒させる」ことを前提としたAI搭載ロボットに、なぜ転倒したのか、どうすれば転倒を回避できるかを学習させた方が近道になるのではないか…という発想だ。

「そうした異なる学問領域の融合が、難解な物理計算を飛び越して脚型ロボットの实用化につながるのかもしれない。だからこそ、ヒト型ロボットの研究は夢があるし面白いのです」。わが国の場合、少子高齢化に伴う労働人口の減少は、もはや避けようがない社会問題の1つ。ロボット活用による省力化・業務効率化の実現は、国の将来に関わる喫緊の課題と言っても過言ではない。「あらゆる分野の研究で、固定概念にとらわれず新しい方法を考える能力が求められています。決まった解答が無い問題に取り組む意欲のある学生は、ぜひ、当研究室のドアを叩いてほしいですね」。

