

ヒューマン“セルフ”センタードな研究開発で人間の体を無機能化させないロボット作りを

篠原 稔 米Georgia Institute of Technology, School of Applied Physiology, Associate Professor

星新一氏のSF短編小説「ボッコちゃん」では、人型ロボットふんする美人ママを目当てに、男たちが夜な夜なバーに集まってくる。人工無脳による曖昧な受け答えに男心は魅惑され、ママがロボットだとも気付かない。居心地のいい非現実性に気付かずのめり込んだ男の心は、知らぬ間に独りよがりの無機能化へと向かい、ついには“悲劇”を起こしてしまう。

文系・体育系出身の筆者は現在、身体運動科学・スポーツ科学の視点から人の運動機能を研究している。立場上、運動機能をロボット技術で補完・補助するアシスト技術の急激な進歩と需要には目を見張る。例えば、調査会社の米WinterGreen Research社が2015年10月に発表した予測によれば、外骨格型運動補助ロボットの「エクソスケルトン」(パワーダスーツ)の世界市場は2014年の20億円から、2021年には2兆6000億円まで成長するという。

そんな中、筆者は技術者などとは違う視点で、「運動ロボット」の技術開発と社会浸透の行く末を考えることが多い。人の心のために作られたボッコちゃんが“人自身の心”をむしろむしんで人を無機能化させたように、人の動作をアシストするために作られた運動ロボットが“人自身の体”を知らぬ間にむしびみ、無機能化させはしないだろうか…。

デザイン手法の1つである「ヒューマンセンタードデザイン(人間中心設計)」にのっとって運動ロボットを作れば、できるだけ楽をしたいと考える多くの人たちの希望をかなえてくれるだろう。だが、そのロボットはロボットから離脱した時の生身の人間の機能を低下させ、取り返しの付かない悪影響を人自身に与えてしまうことがあるかもしれない。いわば麻薬のような物である。しかし、アヘンから鎮痛剤のモルヒネを精製できるように、ロボット技術から離脱した人間“自身”の役に立たせる使い方も考えられる。そのためには「ヒューマン“セルフ”センタード」な視点が重要になる。

電動車椅子を常用する健常高齢者が運動器症候群に

ロボットによるアシスト技術の代表例として、失った腕や

脚の機能を補完するロボット義肢がある。最先端の研究では、腕が無い人の脳表面(頭蓋骨下)に埋め込んだ電極の電位から「握る」「腕を上げる」などを考えた時の脳電位マップを抽出し、そのパターン識別学習によって“思い”のままに操れるロボット義肢が実現している(米University of Pittsburghや米Johns Hopkins Universityなど)。

このような欠損を補うアシスト技術においては、ロボットから離脱した身体を考える必要はないので、人機一体としての機能向上のみを考えればよい。触覚機能としてはロボット義肢が物に触れた時、人の末梢神経を電氣的に直接刺激して様々な触覚を感じさせる技術が開発されている(オーストリアUniversity of Applied Sciences Upper Austriaなど)。力伝達機能としては義肢と残肢の物理的なインタフェースをより強固にするために、義肢を骨に直接接続するインプラント技術の研究が進んでいる(米Georgia Institute of Technology(以下、Georgia Tech)など)。

このほかの代表的なアシスト技術として、前述のエクソスケルトンがある。より重い物を持てるようにしたり、身体障害者の動作を補助したりする。米国ではDoD(米国防総省)や米Ekso Bionics社などの先発組に刺激され、開発に乗り出す企業や研究者が増えつつある。人の力を増強させる高機能アシスト技術は、強いモノが好きな米国人の心を引き付ける。

しかし、エクソスケルトンのような技術は人の機能向上のみならず、怠け心も増強させてしまう。十数年前、筆者が米University of Colorado at Boulderで健常な高齢者の手指機能を研究していた頃、被験者となる“健常な”高齢男性が電動車椅子に乗って実験室に現れた。脚は極端に細く、「健常な高齢者を募集したのに間違えたのだろうか」と心配になり、奥様に尋ねてみた。「いや、健康なんです。ただ、以前は普通に歩いていたのに、試しに電動車椅子に乗ってみたら快適すぎて、手放せなくなってしまっただけで…」。

歩くよりも速く動くことができ、小回りも利く。そんな使い勝手の良い電動車椅子が20万円以下で手に入り、米国の

広い家で自在に動く。試みに、その“健常”高齢者に車椅子から降りて歩いてもらった。膝や腰は曲がり、つかまり立ちでヨロヨロと進むのが精一杯だ。重度のロコモティブシンドローム（運動器症候群）である。高機能アシスト技術という便利な技術は「宿命」として、人間“自身”（ヒューマン“セルフ”）をむしろ結果を生み出しかねないのだ。

人の機能を向上させるロボは健常者にとっても魅力的

その頃、今や世界的に有名なCYBERDYNEの「ロボットスーツHAL」の存在を知り、高機能アシスト技術に対して危機感を持った。そこで開発者の山海嘉之氏と話し、「ロボットから離脱した人自身を高機能化するための研究開発を行う拠点を、(健康的に暮らせる都市として有名な)コロラド州ボルダー市に作ろう」ということになった。その後、筆者がGeorgia Techに異動することになってしまい、この案は実現しなかった。だが別途、リハビリにHALを活用することで、身体障害者の“普段”の歩行を改善できるかというような研究が進められているのは喜ばしい。

人自身の機能を向上させるロボット技術は、身体障害者などのみならず健常者にとっても魅力的だ。青少年やスポーツ愛好家が運動能力を高める、女性が姿勢や立ち居振る舞いをより美しくする、普段運動しない人がゲームを楽しみながら運動能力を高める、さらにはトップアスリートが競技力を一層向上させるなど、様々な応用と大きな市場が待っている。そして運動機能の向上は認知機能の向上にも結び付く。子どもの運動能力向上は学業の充実、中年のロコモティブシンドローム予防に向けた運動能力向上はボケ防止につながる。

実際に人の機能を高めるには、ロボットからの物理的な刺激や、バーチャルリアリティーを介した視覚的・聴覚的な刺激などを繰り返し与えることになる。これによって生じる身体への反応を通じて、機能を向上できる。問題は、どのような刺激をどういったタイミングでどれだけ与えれば、どのような人のどの機能を最も効果的に改善できるのかという「ロボッ

トを利用した時の人自身の適応」に関する科学的知見が不十分な点である。今後、知見の蓄積により、測定値に応じて与える刺激を最適に変化させていく自律適応型ロボットを開発できれば、最も効率的に結果を出したいという人の意気心をつかんでくれるはずだ。

ロボットと人の双方に関する知識を持つ人材の育成へ

現時点での研究開発例としては、高齢者やパーキンソン病患者の普段の姿勢調節や歩行機能を高めることを目的とした、手を握り合ってダンスを踊るダンスパートナーロボットがある(Georgia Techと米Emory University)。どのタイミングでどの程度の力がロボットに加えられたのかを測定し、ダンス中の姿勢バランス機能を評価しようとしている。また、運動機能を認知機能と絡めて体系的に数値評価できる技術としてはカナダQueen's Universityが開発に関わる、カナダBKIN Technologies社の「KINARM」というロボットが傑出している。ただ、腕の単純な水平動作に特化しており、手・指・脚などの部位や複雑な動作の評価には及んでいない。

こうした中、Georgia Techは人自身を重んじる研究の重要性を認識し、米NSF(米国立科学財団)から大型助成金を得て、ロボットと人自身の双方に関する知識・知見を有する人材を育てる教育課程(学士、修士、博士)を来年度から開始する。米国内の企業にとどまらず、世界各国の産業界との長期的な連携研究や人材の交流・供給が期待されている。

最近の産学連携は製品化にすぐに役立つことを狙い、短期間での研究成果を求められるケースが多いかもしれないが、ヒューマンセンタードの先を行くヒューマン“セルフ”センタードな研究開発に対する産業界からの支援こそが、ロボット産業を長期的に発展させる底力になると信じている。 **R**

しのはら・みのる ● 東京大学学術博士取得後、同大学助手を経て2000年に渡米。米 University of Colorado at Boulderシニア研究員などを歴任し、2006年より現職。専門は身体運動科学(神経筋コントロール)。スポーツやリハビリテーションへのロボット導入に興味を持ち、先端工学と身体運動科学の連携を支援している。