

人間を中心とした工学の難しさ

三好 扶

平成 23 年 3 月 11 日午後 2 時 46 分、私はいつものように PC に向かって書類を作成していた。割と大き目の余震が続いていたこともあり、モニタが揺れだしてもあまり慌てることはなかったが、その日は違った。揺れはおさまるところか、むしろ大きくなり続け、かつて体験したことのない、ゆったりとした周期で大きな振幅に騒然となり、気づけば停電していた。避難勧告が流れ、外に出れば街全体が停電していた。しばらくすれば復旧するだろうと思っていたが、携帯電話もつながらなくなり、ようやく深刻な事態を迎えつつあることを実感していた。自宅に戻ると「避難場所は隣の高校になりました」と貼り紙があり、出かけていた家族がようやく戻ったので避難場所へ向かった。一向に電気は復旧しないまま水道も止まり、ラジオだけが唯一の情報源となるものの時折流れる「10m の津波が……」がどれほどの規模なのか想像ができなかった。地震発生から何時間が経過していたのだろうか。自宅に戻るとこの頃には電話が少しつながるようになり、東京方面、関西方面の友人・知人から「大丈夫か？」の声が届くようになった。「大丈夫だけど、情報がないので情報提供よろしく」と伝えると「津波が 10m で……」と、ラジオと同じことを教えてくれる（今にして思えば、何をどのように伝えれば理解してくれるのだろうか？と言葉を選んでくれていただろうが）。ようやく街に電気が戻り、TV から情報が流れてきて言葉がでなかった。涙がとまらなかった。

そして私にできることは何か？と自問自答を始める。まずは研究室の学生の安否確認、学生の家族の安否確認、大学の動きに連動して学生への連絡、連絡網の整備。やや落ち着いてからは、沿岸地域への支援活動。これらの活動を通じて、「私にしかできないことってあるのだろうか？」と考えるようになった。そんな折、「巻頭言を引き受けていただけないか？」と本稿執筆の依頼を頂戴した。私が若輩であるとともに、日本繊維機械学会にふさわしい研究テーマを展開していないことをお伝えしたところ、「テーマは自由に決めて OK」とのことでした。きっと「私にできる方法で、内に留まらずに、外向きの力を発揮しなさい」という激励であったと理解し、本依頼をお引き受けするとともに、これまでの研究活動を通じて感じた「人間を中心とした工学の難しさ」を述べてみたい。

「人間を中心とした工学」、近年では「人間中心設計、HCD : human-centered design」とも呼ばれるようになったが、その歴史は古く、人間工学、ヒューマン-コンピューター-インターフェース (HCI : human-computer interface)、認知工学などの各分野で熱心に研究されてきている。もっと広義に捉えるなら、医学、福祉工学、感性工学、スポーツ工学など、あるシステムに対し人間が関与する(人間とインタラクションする)なら、「人間を中心とした工学：人間中心設計」

と言えるだろう。

人間の進化とともに道具が歴史上に現れ、その時代に合わせて様々に進化し続けてきた。明治以降では、メーカーが長い年月をかけて高機能、多機能化、小型・軽量化といった面で道具や機械を進化させてきた経緯がある。つまり、常に「人間の人間による豊かな生活」のために進化してきたのである。にもかかわらず、「人間を中心とした設計」という考え方は何故登場したのだろうか。これまでは、ユーザーが欲しいと思ったものであれば何でも機能として盛り込み、その結果として多少の窮屈さを感じても、使っているうちにいつかその道具・機械にユーザーが適応してきた。これに対し、「簡便さ」にユーザーのニーズが高まったことに起因すると見ることはできるのではなかろうか。「豊かさ」を目指してきた社会が充足されたために、次は「簡便さ」を社会的な価値観として捉えるようになったのかもしれない。

簡便さ、何を以って簡便とするかもまた個々人の差異がある。例えば今の携帯電話は非常に高機能ではあるが、正直なところ私はすべての機能を使いこなせていない。*ボタンを長押しするとマナーモードに切り替わるなど、確かに1機能に1つのボタンをつけているのは省スペース化、小型化は達成されないため、ボタンの長押しは1つの帰着点である。しかし、すべてのユーザーがこのインターフェースに満足しているのだろうか？スマートフォン、iPadに至っては（私は電源すら入れられないので極端な事例であることは間違いないが）「人間中心設計」という観点よりも、「ユーザー中心設計」あるいは「ユニバーサルデザイン」の概念に繋がるであろう。実は、「簡便さ」が注目を集めるようになったきっかけは、1995年にISOに提案され、1999年に人間中心設計のプロセスを定めたISO 13407:1999として国際規格化されたことが大きい。「ISO 13407:1999 Human-centred design processes for interactive systems」では、まず人間中心設計の必要性の特定を求め、次に4つのステップを一連のプロセスとしている。ここでステップとは、使用状況の理解と明示、ユーザーと組織の要求事項の明示、設計による解決策の作成および要求事項に基づく設計の評価であり、プロセスとは使用状況の情報を、ユーザーと設計者で循環・共有することにより、ユーザーの目的や特性に合った機械が設計できるという考え方である。併せて、ISO 13407ではユーザビリティテストを行う施設の整備、部署・人員の配置、教育の実施も求めている。より詳細な点については、日本での翻訳規格「JIS Z 8530:2000 人間工学—インタラクティブシステムの人間中心設計プロセス」を参照されたい。

先の「簡便さ」がユーザビリティを意味し、人間中心設計と強い関連性を持つことが明示的となった。ユーザビリティの語源は「useful」ではなく「usable / useable」であり、使い方がわかりづらい、操作が面倒といった不便性の少なさを表す言葉である。従って、どのくらい容易に目的を達成できるか、製品の機能・性能を十分に引き出すことが出来るか、といったISO 9241-11 (JIS Z 8521:1999)で定義されるユーザーにとっての「有効性 (effectiveness)」、 「効率 (efficiency)」、 「満足度 (satisfaction) の度合い」にプラスして、操作性、認知性、快適性、安全性が評価項目となる。なお、障害者福祉分野では、アクセシビリ

テイ (accessibility) と併せてユーザビリティという概念が適用されている。ここでのユーザビリティは「簡便さ」より、「きちんと使えるか」、「安全に使えるか」に主眼が置かれる。読者諸兄は「World Usability Day」(<http://www.worldusabilityday.org/>)をご存知だろうか。毎年11月の第2木曜日をWorld Usability Dayと設定し、世界各国で人間中心設計のプロセス、ユーザビリティに関するフォーラムが開催される。日本では、特定非営利活動法人人間中心設計推進機構が中心となって活動している。本年は11月10日がWUDにあたるが、人間中心設計、ユーザビリティを再考してみてはいかがだろう。

私の研究は、リハビリテーション現場で利用するためのロボット開発である。先にも述べたが医療・福祉分野では人間中心設計、ユーザビリティを考慮することは当たり前であり、むしろ研究として成立させるためにはオリジナリティあるいはアイデアをいかに盛り込むかという点で苦心する。これまでに開発・評価に携わったシステムは、上肢用2台、下肢用5台くらいになるが、実用レベルに至ったシステムは上肢用1台のみであり、他はすべて研究中である。ロボット技術援用だからなんでもできるのではないか？という迷惑な幻想もあるが、やはり実用化に至らない点の1つに障がいの程度や症例に依らず、例えば対象を「下肢運動機能障害(者)」とだけ定め、ソフトウェア的に対応してきたことが敗因ともいえるのだろう。ここ数年はマスター・スレーブの概念を取り入れ、対象を片麻痺者と絞り込むことにより、麻痺側をスレーブ、健常側をマスターとしたシステム構築を実施している。これにより本人の自助努力を喚起するとともに、マスターが動かなければスレーブ側も駆動しないという安全性を付加している。やっと私の考えを表現できるシステムの試作機が完成したので、しばらくの間は実験フェーズへの移行、問題・改善点の抽出を繰り返す日々が続きそうである。

さて、ロボット技術援用のリハビリテーションシステム、あるいは私が手がけているマスター・スレーブ方式のシステム、いずれのシステムであってもユーザビリティの評価が確立されていないのが現状である。リハビリテーションにロボットシステムが援用されることは、一定の訓練を繰り返してできる点で、理学・作業療法士らの肉体的負担軽減に資することは疑いない。一方、急性期リハビリテーションには不向きともいえ、回復期あるいは維持期(慢性期)の訓練手段としては有用と信じている。リハビリテーション用ロボットシステムの「有効性」、「効率」、「満足度の度合い」、「操作性」、「認知性」、「快適性」、「安全性」をどのように評価するか。まだまだこの分野は歴史が浅いため、これから数年の間は様々なシステムが登場し、評価方法もそれぞれに独自で独立的な評価尺度が提案されるのだろう。しかし重要なことは、評価尺度が確立されることでも、万能ロボットが開発されることでもなく、真にリハビリテーションが必要な人達が、肉体的・精神的、そして社会的に復帰することにある。このことさえ履き違えなければ、将来的にロボットあるいはロボット技術援用型リハビリテーションが様々なサービスとともに提供される日が来るだろう。

最後に、最近「ロボット大国日本」などとあまり耳にしなくなったが、日本のロボット技術は世界の中で相当高いレベルにある。にもかかわらず、今回の東

日本大震災への検査ロボット、探索ロボットの導入はなかなか実現しなかった。さらに、医療・福祉分野へのロボット技術の展開は完全に後進国となっている。以前、ドイツの友人から、ドイツではロボットによる医療・福祉がとても盛んに実施されている、日本のロボットはとても優秀な性能なのに何故医療・福祉分野で活躍していないのか？と言われたことがある。日本は世界に類を見ない「超高齢社会」なのだから、医療・福祉分野では真っ先に様々なことにトライしなければならないのである。ロボットが医療・福祉分野、特に生活支援やリハビリテーションに積極的に投入されるような文化（私はこれを“ロボティックセラピー”と呼んでいる）の定着に向けて、これからも発信し続けるだろう。

三好 扶 (みよし たすく)

2002年、芝浦工業大学大学院工学研究科（博士課程）修了。同年4月より（現）国立障害者リハビリテーションセンター研究所流動研究員、2005年4月より財団法人長寿科学振興財団リサーチレジデント、2007年4月より芝浦工業大学大学院ポスドク研究員を経て、2008年10月より岩手大学工学部福祉システム工学科准教授、改組により2009年4月より岩手大学工学部機械システム工学科准教授。水中運動のバイオメカニクスの解析やリハビリテーション用ロボットの研究開発に従事。博士（学術）。

