解 説

人とのかかわりを指向する〈弱いロボット〉とその展開

Human-dependent Weak Robots for Creating Symbiotic Relations with Human

岡 田 美智男* *豊橋技術科学大学

Michio Okada* *Toyohashi University of Technology

1. は じ め に

ひとりで靴下を履こうとしても、うまく履けない。そんなマゴマゴしている子どもの姿をみると、思わず手を差し伸べてしまう。こうした事態は子どもとのかかわりに限らず、ある弱さや不完全さを伴うようなロボットの振る舞いにも当てはまるものだろう。

ゴミを拾おうとして、なかなか拾えない。そんな不器用なロボットの姿を目にすると、思わずゴミを拾ってあげたくなる。「あの一」「えーとね」とトットツと語ろうとするロボットに、思わず聞き耳をたててしまう。手間の掛かるロボットだなあと思いつつも、そのかかわりを楽しんでもいる。

マイケル・トマセロによれば、人は誰かに助けてもらったときにうれしく思う一方で、他の人を助けてあげたり、一緒にになにかを成し遂げたときにもうれしいのだという。「他を支えつつ、同時に支えられる」ような相互構成的な関係から生まれるこうした感覚は、人とロボットとのかかわりを見直す上の有用なヒントになるのではないだろうか。

上記の観点から、筆者はちょっと手間の掛かるような〈弱いロボット〉を構想してきた[1]。子どもたちの世話を引き出してしまう〈む〜〉、自らはゴミを拾えないけれど、周囲の子どもたちのアシストを上手に引き出ししながら、一緒にゴミを拾い集める〈ゴミ箱ロボット〉、相手の視線を気にしながらたどたどしく話す〈トーキング・アリー〉、ヨタヨタと部屋の中を彷徨うだけの〈ペラット〉など、他者からのアシストを上手に引き出しながら一緒に行為を組織する関係論的なロボットである。

本論では、これらのロボットと人とのかかわりを手掛かりに、〈弱いロボット〉の存在意義やその展開について考えてみたい。

2. ロボットの〈弱さ〉から生まれるもの

2.1 お掃除ロボットとの共感的なかわり

〈弱いロボット〉とは主張しないまでも、私たちの周りでもそんなロボットが活躍しつつある。代表的なのは、部屋の中を動き回り、床の上のホコリや塵を吸い集めてくれる〈お掃除ロボット〉だろう。

その縦横に動き回る姿はなかなか面白い。まっすぐに走り出したかと思うと、部屋の壁や近くの椅子にぶつかりぶつかりしながら、その進行方向を巧みに変えていく。時には部屋の壁を這うように、小刻みに動きながら、部屋の隅のホコリを丁寧にかき集めていく。

しばらく走り回った後には、バッテリーが消耗したのを見計らいつつ、自らの充電器地へと舞い戻ろうとする。そのときの、疲れたように小さく腰をフリフリさせる仕草はなんともかわいい。そこに集められたホコリの量をみて、思わず「ご苦労さん！ よく頑張ったね」と労いの言葉を掛けそうになる。

これまでの家電製品と大きく異なるのは、このようなロボットの仕草が私たちの「志向的な構え」[2]を思わず引き出してしまう点である。ロボットの内部機構にかかわりなく、その振る舞いは「なんらかの意図を備え、合目的的に振る舞っている」ように見える。お掃除ロボットの壁にぶつかりながら忙しく動き回る姿は、なにか甲斐甲斐しく働いてくれているようであり、充電基地に対しての位置合わせさえも、ホッとしながら戻ろうとする姿に見えてしまう。

それと、このロボットの振る舞いは周囲の者からの積極的な手助けを引き出すこともある。その進行方向を追いかけ、紙袋や鞆など障害になりそうな物を除いてあげる。床に散らばったケーブル類を巻き込まないように束ねてあげる。袋小路に入り込まないようにと、椅子やテーブルの位置を整えてあげる。ちょっと手間の掛かるロボットだなあと思いつつも、思わず手伝ってしまうのである。

後から振り返ってみると部屋はとてもすっきりと片付いていたりする。いったい誰が片付けたのか。私一人の力でもないし、ロボットの一方向的な働きだけでもない。一緒に片付けた、このロボットは周りの者を味方につけながらお

原稿受付 2016年4月19日

キーワード: Social Robot, Weak Robot, Human-robot Interaction

〒441-8580 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1

*Toyohashi-shi, Aichi

掃除をしていたといえるだろう。

一方で、思わず手伝っていたほうはどうか。ロボットにお掃除してもらうのもいいけれど、なにか助けになってあげられたことにも満足している。一緒に部屋をきれいに片付けたことに対する達成感もあるだろう。

2.2 〈弱さ〉をちからにして

本来、コードを巻き込んでギブアップしやすいというのは、改善すべき技術的な欠陥や欠点だろう。しかし、その〈弱さ〉は私たちの積極的なアシストを引き出すうえで本質的な役割を果たしていた。鷲田清一[3]の言葉を借りれば、「その〈弱さ〉はちからとして機能していた」ということである。ロボットの不完結さは、外に開いた「オープンなシステム」として、私たちにお掃除に参加する余地を与えており、人との共同性を引き出す一つの動因になっていたのである。

同様の例は、養育者と乳児とのかかわりにも見られる。養育者の胸の中に抱かれた乳児は一人ではなにもできないような弱い存在にもかかわらず、養育者のアシストを上手に引き出しながら、結果として必要なミルクを手に入れ、行きたいところにも移動できてしまう。この他力本願ともいえる方略は、自らの中に閉じた形で行為を遂行していく「個体能力的な行為方略」に対して、他とのかかわりの中で合目的な行為を組織していくという意味で「関係論的な行為方略」と呼ばれるものである。

お掃除ロボットの例にあるような、〈弱さ〉や〈不完結さ〉を抱えつつも、他者からのアシストを上手に引き出しながら、目的をスマートに達成してしまうロボットを、筆者は〈弱いロボット〉と呼んできた[1]。思わず他者のアシストを引き出すような能力を一つの「社会的なスキル」と捉えるなら、この関係論的な行為方略に着目したロボットはまだ十分に議論されていないのではないかと思う。

2.3 相互構成的な関係

他者に依存したような〈弱いロボット〉は、どうして人からのアシストを継続的に引き出せるのか。ただ〈弱い〉だけなのだろうか。

手の掛かるロボットと思いつつも、一緒にお掃除できてうれしい！ というのは、「手の掛かる子どもほど、かわいい」という感覚に近いものだろう。草花に定期的に水をやり、大切に育てる。そのことで草花は生きながらえることができる。一方で、私たちもその草花を支える者として、その存在によって価値づけられている。継続的な共同性やカップリングを維持するには、この相互構成的な関係が重要な役割を果たしている。その基底には、自らの力だけでは長らえることができない、あるいは自らの存在意義を他とのかかわりに支えてもらうなどの、相互の〈弱さ〉がある。

同様に「他を支えつつ、同時に支えられる」ような相互構成的な関係は、素朴な道具であるハサミと人とのかかわ

りにも見られる。ハサミは机の上に置かれていては何も役に立たない。しかし人の手の中にあって紙を切り刻む、糸を断つなどの役割や機能が立ち現れる。ハサミを使う人も、自らの手の動きによって巧みな技を生み出していく。熟練する手の動きに合わせ、ハサミに新たな機能が備わると同時に、それを上手に使いこなす者として、人はハサミの働きにより新たな価値が与えられる。

このようにハサミは素朴な道具でありながら、使う人と一緒になって、新たな価値を構成しあう関係を生み出し続ける、とても生成的なものといえる。

3. 〈弱いロボット〉とその展開

本論の後半では、筆者らの〈弱いロボット〉を中心に、他者のアシストを引き出しながら目的を達成していくロボットの事例を紹介する。

3.1 弱いロボット〈む〜〉の誕生

〈む〜〉というロボット[4]は、目玉や幼児をモチーフとしていたこともあり、手足はない。少し上目遣いでヨタヨタしており、俊敏な動きもなく、言葉を十分に使いこなせるわけでもない。これらを生態学的な制約とみなし、そのまま受け入れることにした。「自ら動けなければ、誰かに動かしてもらえばいいのではないか」、「表情が乏しければ、誰かに積極的に解釈してもらえばいい」という発想である。

実際のところ、この一人ではなにもできないような〈む〜〉のたどたどしい振る舞いに対して、子どもたちは思わず手を貸してしまう。〈弱さ〉や〈不完結さ〉が子どもたちの積極的なかかわりや優しさを引き出していたのである[5]。

「子どもを懸命に育てていたら、結果として養育者のほうも一緒に成長していた」という鯨岡峻の指摘する「関係発達論」という見方がある[6]。あるいは、「子どもは自分で学ぶよりも、自分よりも年少の子どもの世話をするほうが熱心になれば、そのことで学んでしまう」という Protégé Effect も知られている。一人では何もしないような〈む〜〉の世話を焼きながら、結果として子どもたちが成長していた。そのようなかかわりの中で学びの場をデザインしても面白そうである。

一つの可能性として検討されたのは、コミュニケーションに障害のある子どもたちとロボットとのかかわりであった[7]。ほかの子どもたちとのかかわりをほとんど持てないにもかかわらず、〈む〜〉に対しては何かを語り掛けたり、教え諭したりする。〈む〜〉は、子どものなにげないかかわりを引き出し、その存在を支えるような関係を生み出す。これも〈弱さのちから〉から生まれるかかわりと考えられる(図1)。

3.2 ちょっと手の掛かる〈ゴミ箱ロボット〉

公共の広場でゴミを拾い集めるようなロボットを実現するには、どのような技術が必要なのか。広場の中を動き回

図1 子どもたちの世話を引き出す〈む〜〉

図2 子どもたちのアシストを引き出しながらゴミを拾い集める〈ゴミ箱ロボット〉

り、周りの状況や自らの立ち位置を確認する。ほかの人の妨げにならないように、人物の所在と進行方向を推定し、自らの進行方向を決定する。画像処理やセンサ技術を駆使して床の上のゴミを見つけ、把持機構によって上手につまみ上げる。あとはゴミを収納するトレーのところに運んで捨てればよい。しかしゴミを拾い集めるだけなのに、これでは火星で鉱物を採集するようなものになってしまう。

「ゴミを拾い集める」ことをソーシャルな領域で捉えるなら、「だれにか手伝ってもらおう」とも選択肢となるだろう。ゴミを探すのが難しいなら、子どもたちに探してもらおう。ゴミをつまみ上げるのが大変なら、子どもたちに拾ってもらえばいい。燃えるゴミ、燃えないゴミ、ペットボトルの分別は？ それも子どもたちに手伝ってもらったほうが早そうに思う。

〈ゴミ箱ロボット〉はこうした発想から生まれた、子どもたちのアシストを上手に引き出しながら、結果としてゴミを拾い集めてしまう他力本願なロボットである。「自分でゴミを拾えないのであれば、子どもたちに手伝ってもらえばいい」と考えると、ロボットの個体としての機能をそぎ落としていくことができる。これは仕様要求に合わせて機能を追加していく「足し算のデザイン」に対して、むしろ「引き算のデザイン」と呼ぶものである[9]。ロボット個体の機能はチープなのだけれど、むしろ周囲とかかわりや関係性が豊かになるのである。

そのためヨタヨタした動きや何かを探すようなキョロキョロした仕草、何かに近づこうとする振る舞いは、周りの者から「ゴミでも探そうとしているのだろうか」という志向的な構えを引き出すうえで大切な役割を果たしている。また周囲の者からの共感的なアシストを引き出すためには「目の前にあるゴミを拾いたいものだけれど、なかなか拾えない」という弱さの開示なども大切な要素である。

こうした〈弱さ〉や〈不完結さ〉を備える〈ゴミ箱ロボット〉は、子どもたちの積極的なアシストや優しさ、そして工夫などを引き出すことがある。例えば、「子どもたちにぶつからないように」というのは、ロボット側の一方的な能

力と考えられやすい。しかし、ヨタヨタした動きは、子どもたちの配慮や優しさを引き出し、ロボットとぶつかるのを避けてくれる。その意味で、「ぶつからない」という事態は子どもたちとの社会的な相互行為として組織される。そのためには、人を避けながら歩くより、「いまどのような状態にあって、次に何をしようとしているのか」を周りの者が参照できるように表示しあうことも大切なのである。

そのかかわりの中では、子どもたちの工夫を引き出すこともある。三つの〈ゴミ箱ロボット〉を一緒に動作させ、子どもたちの遊びの中に参加させてみると、「赤色のロボットは、ペットボトル専用だよ」という具合に、子どもたちが勝手にゴミの分別を始めることもある。こうして子どもとロボットとの間でボトムアップに役割が生まれるのはとても興味深い。

もう一つ留意したいのは、子どもたちは楽しそうにゴミを拾い集めている点である。子どもにとっては遊び感覚なのだろう。けれども、こうした「ロボットを支えつつも、そのロボットを支える者として価値づけられている」という相互構成的な関係は、ロボットとの共生を考えていくうえで大切な要素になると考えられる(図2)。

3.3 他力本願なロボットとその関連研究

他者のアシストを上手に引き出しながら、結果として目的を果たすような他力本願なロボットとしては、真っ直ぐにしか移動できないシンプルなロボット〈Tweenbots〉がそこを通りかかる人の手助けを引き出しながら、大きな公園の入り口から出口まで移動できることを示した例[10]や一般道でヒッチハイクを試みる〈hitchBOT〉[11]なども知られている。

最近では、子供たちに部屋の中のおもちゃを片付けさせることを促すロボット〈Ranger〉[12]や、ドローンで路上のゴミを見つけ出し、そのゴミを通行人に拾うことを促すロボット[13]などが研究されている。これらのロボットがそれぞれの目的を達成するためには、他者の手助けをどのように引き出すのかもポイントとなる。

〈お掃除ロボット〉は、その「弱さ」を意識して表示するものではない。その解釈は周囲の人に一方的に委ねられている。〈Tweenbots〉や〈hitchBOT〉は、その目的地や目的をテキストや音声合成された発話によって人に知らせている。また、ドローンを利用してゴミを見つけ、それを人に拾うことを促すロボットも、そのゴミの場所を明るく照らして、人に気づかせるなどの方法を取っている。手助けを求める方法によっては、周りの人に命令したり指示するものとなるため、他者からのアシストを上手に引き出すためには、人との関係性にも配慮する必要がある。

3.4 相手の聞き手性を手掛かりに話す〈トーキング・アリー〉

「他を支えつつ、同時に支えられる」というかわりには、普段の会話にも見られる。人とロボットとの社会的相互行為を考えると、自ずと関係論的な側面を含むものとなる[14]。

例えば、「あのね、きょうね、がっこうでね、ねっ、きいてる？ あのね……」，子どもが今日の出来事を語って聞かせようとするとき、お母さんも「いま、あなたの話をちゃんと聞いてますよ」という聞き手性の表示が欠かせない。いま子どもが「話し手」であるのは、お母さんが「聞き手」となっていてくれるためである。

筆者らの構築を進める〈トーキング・アリー〉は、子どもたちのたどたどしい発話のように、相手の「聞き手性」をリソースとしながら、一緒に発話を生み出すことを狙いとしたロボットである[15]。例えば「今度、東京でのオリンピックの開催が決まった」というニュースソースを引用し、「あのね、こんどね、とうきょうでのね、オリンピックのね、かつ、かいさいがね、きまったんだって。しってた？」というような発話を行う。このとき、聞き手はどこに関心に向けているのかを探り、相手の視線が外れているときには、「あのね」「えーとね」などの言葉を駆使して、相手からの関心を引くことを試みる。また相手の視線が外れそうなどときには、「かつ、かいさいがね」というようになりスタートやポーズなどによって、それを維持しようとする。

相手の目線や表情を気にしながら、言葉を一つひとつ選んだり、タイミングを計ろうとする姿はなにか臆病そうで弱々しくもある。しかし聞き手の存在を予定しながら、その状態に合わせて発話の内容やそのタイミングを選ぶような振る舞いは、相手への優しさや配慮を伴い、結果として説得性を伴うものとなる。その傍からは非流暢な発話と感じられても、当事者にとっては、むしろ了解性の高い発話になるのである。

また「あのね、えーとね」といつつ、相手の視線を引き戻しながらの発話には、なにかを懸命に伝えようとする意思や主体性を感じる。発話に伴う「もどかしさ」も手伝ってか、周囲からの関心や応援を引き出すのである。

図3 人の目線を気にしながら話す〈トーキング・アリー〉

もう一つ大切なことは、聞き手に対して、この発話生成の場への参加の余地や調整の余地を与えていることである。聞き手にとってはその場を一緒に支えているという達成感を伴うものかもしれない。そのかわりの中では、人は「聞き手」として構成され、ロボットはその聞き手に対する「話し手」として構成されるのである(図3)。

3.5 フラフラと彷徨うだけの〈ベラット〉

〈ベラット〉は、ただフラフラ、ユラユラとしながら部屋の中を彷徨い、あるときは人の傍にそっと寄り添うロボットである。

モチーフとしたのは歩き始めたばかりの幼児のおぼつかない姿である。いまにも倒れそうで倒れない、そんなヨタヨタした動きに、周りにいる大人たちは釘付けになってしまう。少しでもバランスを崩して倒れ掛かろうとするなら、思わず手を差し出し支えようとしてしまう。

このベラットのフラフラ、ユラユラした動きは、素朴な倒立振子の制御に基づく。しかし、これだけの仕組みにもかかわらず、〈ベラット〉はそこに居るだけで妙に存在感がある。重力に逆らいながら、懸命にバランスを維持しようとする、そういう姿が幼児らしさを生みだすのだろう。壁や椅子などの障害物を避け、私たちと微妙に距離を置いたり、ときどき寄り添うような姿は、いつもなにかを考えているようにも思える。

この〈ベラット〉が人の傍に寄り添っているとき、〈ベラット〉から頼られているようでうれしい。フラフラとして、なにも役に立ちそうもないけれど、それが居なくなってしまうと妙に喪失感を覚えるのである。そのかわりとはとても緩いけれども、「他者を予定しつつ、他者から予定されるような関係」を生み出すのである(図4)。

4. おわりに

〈お掃除ロボット〉がもっと完璧にお掃除をするものなのか。その姿に対して、「もっと静かにできないの?」「もっと早く終わらないの?」「この取りこぼしはどのような」と、私たちはロボットに対する要求水準をエスカレー

図4 フラフラと彷徨うだけの〈ベラット〉

トさせてしまうことだろう。〈お掃除をしてくれるモノ〉と〈お掃除をしてもらう人〉、その役割の間に線を引いた途端に、相手に対する要求水準を上げてしまう。こうした図式は、いま至るところに生じているように思う。

おばあちゃんの世話をするという何気ないかかわりが職業となった途端に、〈介護する人〉と〈介護される人〉との間に垣根が生まれ、相手に対する要求水準を上げてしまう。介護現場に入り込みつつあるロボットも同様だろう。要介護者を車椅子へと移乗することを手伝ってくれるロボット。とても便利なものと思いつつも、要介護者はそこで神妙にしているだけであり、人として参加する余地は限られる。口元まで食べ物を運んでくれるロボットのアームとかかわりでは、「ロボットの采配の中で人が生かされている」というような痛々しい構図を生み出してしまう。ロボットの自律化、高機能化の流れの中で、ロボットと人との間に垣根を作ってはいないだろうか。

いま他者との関係を指向するソーシャルなロボットにおいて追求すべきは、むしろ素朴なハサミとかかわりにあったような相互構成的で、生成的なかかわりなのではないだろうか。本論で紹介した〈弱いロボット〉のアプローチというのは、その第一歩なのではないかと考えている。

参考文献

- [1] 岡田美智男：弱いロボット（シリーズ ケアをひらく）。医学書院、2012.
- [2] ダニエル・デネット（土屋俊訳）：心はどこにあるのか。草思社、1997.
- [3] 鷲田清一：〈弱さ〉のちから—ホスピタブルな光景。講談社、2001.
- [4] M. Okada, S. Sakamoto and N. Suzuki: "Muu: Artificial Creatures as an Embodied Interface," Proc. of 27th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH 2000), the Emerging Technologies: Point of Departure, p.91, 2000.
- [5] 礪波、藤井、岡田、麻生：「子どもとロボットとのコミュニケーションの成立—モノを媒介とした共同行為」, ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol.7, no.1, pp.141-148, 2005.
- [6] 鯨岡峻：関係発達論の構築—間主観的アプローチによる。ミネルヴァ書房、1999.
- [7] 宮本、李、岡田：「社会的他者としてのロボット：自閉症児—ロボットの関係性の発展」, 発達心理学研究, vol.18, no.1, pp.78-87, 2007.
- [8] Y. Yamaji, T. Miyake, Y. Yoshiike, P. De Silva and M. Okada: "STB: Child-Dependent Sociable Trash Box," International Journal of Social Robotics, vol.3, no.4, pp.359-370, 2011.
- [9] 岡田、松本、塩瀬、藤井、李、三嶋：「ロボットとのコミュニケーションにおけるミニマルデザイン」, ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol.7, no.2, pp.189-197, 2005.
- [10] <http://www.tweenbots.com/>
- [11] <http://mir1.hitchbot.me/>
- [12] J. Fink, S. Lemaignan, P. Dillenbourg, et al.: "Which robot behavior can motivate children to tidy up their toys?: design and evaluation of "ranger"," Proc. of ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI'14), pp.439-446, 2014.
- [13] M. Obaid, O. Mubin, C. A. Basedow, et al.: "A Drone Agent to Support a Clean Environment," Proc. of International Conference on Human-Agent Interaction (HAI2015), pp.55-61, 2015.
- [14] 岡田美智男：口ごもるコンピュータ。共立出版、1995.
- [15] N. Ohshima, Y. Ohyama, Y. Odahara, P. De Silva and M. Okada: "Talking-Ally: The Influence of Robot Utterance Generation Mechanism on Hearer Behaviors," International Journal on Social Robotics, vol.7, no.1, pp.51-62, 2014.

岡田美智男 (Michio Okada)

1987年東北大学大学院修了，工学博士。NTT基礎研究所，国際電気通信基礎技術研究所を経て，2006年豊橋技術科学大学情報・知能工学系教授，2016年人間・ロボット共生リサーチセンター長。専門は社会的ロボティクスなど。2015年Ro-man Best Paper Award Finalist，2011年ヒューマンインタフェース学会論文賞など受賞。日本認知科学会，情報処理学会などの会員。