説

ロボットの「使いやすさ」? : インタフェイスとしてのコミュニケーション型ロボットを考える

Usability of Communication Robots? : Some Problems of Robots as User Interfaces

原 田 悦 子* *法政大学社会学部

Etsuko T. Harada* *Faculty of Social Sciences, HOSEI University

1. は じ め に

ロボットは人工物である。それに異議を申し立てる人はおそらくいないであろう。しかし、人工物の「使いやすさ」研究をする認知工学者としては、ロボットは人工物ですか? と聞かれると、素直に「はい」と即答できるかというやや逡巡をするところがあるのも事実である。なぜか。認知工学、すなわち「人にとって人工物を使いやすくデザインするための認知的アプローチ」を目指す研究において、人工物は通常、「使うために作る（あるいは作られた）」ものである。つまり、人工物であるとカテゴライズすることはそこに「使うことを目的とする」という暗黙の前提がある。

ロボットは使うことを目的として作られた人工物であろうか? その根源的な動機の部分ではそうではないのではないか、と思われる節が少なくない。現在でも多くのロボット研究者からは「鉄腕アトムの面影が忘れ難く」と夢を語る声が聞こえてくるし、「そこに山があるから」山に登るがごとく、そこに作れる可能性があるからロボットを作るといのが、これまでの大学・研究所でのロボット研究だったのではないだろうか。そこには人がフランケンシュタインを創り出したことと相通じる「自らと同形のものを自らの手で創り出したい」という止み難い動機があるという見方もある[1]。

しかし、現実の世界ではここ数年、その流れが変わりつつある。いまやロボットは研究室や工場での試作としての存在から、一般の日常生活の中に入りこむ製品へと移行しつつある。製品としてのロボットは、その購入時に「本当にそれが必要なのか? 役に立つのか?」という判断が求められる。すなわち多くの他の人工物と同じく、「それは何のために?」を問われるのである。何の目的でロボットを入手するのか、何のためにロボットは存在するのか、その目的が明確に求められる時代が「ロボットの製品化」とともに到来している。

いわば、そこに存在すること自体が目的とされる自己目的的ロボットから、何らかの目的を前提として道具として使われるモノ（人工物）としてのロボットへの移行が起こっているのである。実際、多くのロボット研究開発の現場で「何に使えるのか/使いたいのか」といった議論が繰り返され、また周囲からの「新しい視点の使用目的の開発を」という要求も強いと聞かすが、そこにロボット特有の難しさが感じられているのではないだろうか。そこで本稿は、ロボットを一つの人工物として見る、すなわち一般的な人工物として「何らかの目的を達成するためのシステムにおける、インタフェイスとしてのロボット」がどのような特異性を持つのかを考えるという、一つの視点を紹介してみたい。

2. 佐伯[2]の二重のインタフェイスモデルとロボット

認知工学（Cognitive engineering）では人とモノ（人工物）との相互作用を綿密に分析しながら、人の内の認知過程と外にあるモノとの関係を明らかにしていく。図1は人工物の「使いやすさ」を考えるときの最も基本となる佐伯の二重のインタフェイスモデルである。このモデルの詳細やその意味については他に譲るが[3]、「人工物」としての特徴を考える際に重視すべき点をいくつか挙げておきたい。まずは下記命題について、「人工物」という語を「ロボット」に置き換えながら読んでみていただきたい。

(a) 人工物は人が何らかの問題解決のために使用する道具であり、人はそれを自分の問題解決のために役立つか否かを検討して、道具としての選択を決定する。

図1 佐伯の二重のインタフェイスモデル（文献[2]に基づき作成）

原稿受付 2006年6月19日

キーワード: Usability, Guest User/Owner User, Communication Robots

*〒194-0298 町田市相原 4342

*Machida-shi, Tokyo

(b) 人工物は、人が実現したい最終的な目標（物理的世界での変化）実現を媒介するものであり、したがって人と人工物との間の第1のインタフェイスのほかに、人工物と物理的世界との間の第2のインタフェイスが存在する。人は人工物を介して物理世界に働きかけ、その結果や物理世界の状況も人工物を介して知る。

(c) 人が人工物にどのように働きかければ人工物がどのような結果を物理世界から得るのか、どのような世界の状態のときに人工物がどのようにそれを表しうるのかについては、人が理解し、学習することが求められる。その際、人がその人工物を利用し熟達するほど、媒介する人工物が透明になり、人が直接的に物理世界に働きかけているという直接性、(人工物の) 透明性が得られると考えられる。

これらの命題を、「人工物」を「ロボット」に置き換えながら読むと「はて?」と思われる方があろう。その「はて?」がロボットの人工物としての特殊性について考える契機になると思われる。

実のところ、どのようなロボットを念頭に置いているかによって、これらの命題への違和感は大きく異なる。火星探索ロボットや内視鏡手術支援ロボットといった遠隔存在のためのロボットを思い浮かべるならば、上記の佐伯のモデルはそのままロボットにもあてはまる。文字通り、ロボットが「自分の手足や耳目となって、自分の身体から離れた物理空間で活動してくれる媒体となる」ためである。このときロボットの「使いやすさ」は、とりあえず一般的なモノの「使いやすさ」と同じと考えてよい。

ところが、近年特に注目を集めているいわゆるコミュニケーションロボットを念頭に置いて上記命題を読むと、なんとも頭が混乱してくるのではないかな。まず、最も分かりやすい違和感は(c)であろう。「人がロボットを利用し熟達するほど、媒介するロボットが透明になる」という命題は明らかにコミュニケーションロボットが目指す姿とは異なる。これらのロボットの多くは学習不要を目標とし、またあえて言うならば、そこで目指される学習は「人がロボットへ依存・信頼する度合いが高まり、直接的に自分で外界に働きかけることなく、問題解決が可能と考え、エージェント性が得られる」というものではないだろうか。なぜコミュニケーションロボットでは、この人工物のモデルに違和感を生じるのであろうか。

3. コミュニケーション型ロボットは何が特殊か?

実のところ、この問題は古からのコンピュータ、人工知能のあり方に関する議論に関連している。パーソナル・コンピュータという概念が生まれたころから、コンピュータは秘書か道具かという議論がしばしば戦わされてきた。つまり当初、コンピュータは何か処理を依頼すると「すべてを配慮のうえで、最適の方法を最速で本人になり代わって対応

してくれる」自動システムを目指すのだと考えられていたが、実際には人の高次な要求に応えることは難しく、人が「自分でしたいことを思うようにできる」ような、いわゆる「思考という能力を拡張する」道具としてコンピュータをとらえる動きが主流となり、現在に至っている。Wizenbaumの人工知能論[4]を思い出される向きもあろう。

そんな中で、コンピュータあるいは人工知能を道具でなく自律システムとして作りたいという動機そのものが消滅したわけではなく、それらが再び表に出てきたのが現在のコミュニケーションロボットではないか。そのため「道具としての人工物」の使いやすさを概念化する佐伯のモデルにはあてはまりにくく、そのため「使いやすさ」を概念化することが難しくなってきたと考えられる。

しかし、ここであえて佐伯モデルへ当てはめて、そのズレを考えてみると、まず、コミュニケーションロボットの特異性の一つは、一般のコミュニケーション・システムと同様に、2種類のユーザが存在する[3]ことにことに気づく。例えば、展示会の案内ロボットを考えてみると、受付に人ではなくロボットを設置しようとする「オーナーユーザ」と、たまたまその展示会にやってきて何かを尋ねようとしてロボットの前に立つ「ゲストユーザ」が存在する。このため図1の「人」をどちらのユーザと見るかによって、ロボットという人工物のとらえ方が異なってくる。

4. ゲスト/オーナーユーザから見たロボットの使いやすさ

ロボットの特異性として分かりやすいのは、ゲストユーザの視点から見た場合であろう。この場合、ユーザ自体は、自分の問題解決のためにロボットを使おうと選択することが多い。また上述のように「人工物が透明になる」ことは、ロボット利用に適した目標ではなく、文字通り「完璧な代理人(エージェント)」となることが「良さ」あるいは評価の中心となる。このためロボットの評価は、人の能力、とりわけ人間のコミュニケーション能力との比較を基準とした評価枠を取らざるをえない。

しかし、人の認知的処理・目標構造の柔軟さ、状況依存性、世界のあらゆる側面を考慮に入れた決定論的な問題解決法の限界といった問題点が明らかになった現在、「完璧な人として」コミュニケーションを行うことを究極の目的とするシステムの設計は、(製品として) 現実的であろうか。またその目標が(当面は) 100%達成はできないと明らかな状態で、その最終目標である「人のコミュニケーションと比較して」のみ評価を行うことは有効な評価枠組となるのであろうか。

Laurel [5]は対話型を目指すインタフェイスにおいて、「相手の内的モデルを持って対話を行う人間」の認知過程は無

限後退を起こしてしまい、100%制御可能な対話システムをデザインすることは不可能であるとした。つまり、「人が人として向き合うシステム」を「あらかじめデザインすること」はできないと考える。代わりに提唱されたのが劇場としてのコンピュータ、すなわち、人と相対するエージェントをプログラムするのではなく、人およびエージェントを含む世界全体をプログラムする「観客参加型演劇のシナリオを創る」のがシステムデザインであるとの考え方である。そこでは、世界とそこに存在する（ように見える）エージェントとをデザインすることによって、ユーザの行為をデザインできると考えられている。この際、ゲストユーザが感じる「行動の制約のなさ」（できないことはユーザが「それをしたい」とは思いつかない／実行できることはユーザ自身がその行為を思いついたと感じられるような環境デザイン）、「切れ目のなさ」（ユーザに見える世界に制限がなく、自由に行動できると思わせる環境デザイン）、「カタルシス」（その世界での活動に伴って感情体験ができる）などがユーザの感じる「使いやすさ」に直結しているものと考えられており、まさにロボットを使ったシステムでのゲストユーザにとっての「使いやすさ」のモデルと言えよう。

しかしオーナーユーザの視点を考えると、実はLaurelのモデルはまさにオーナーユーザの視点から見たときの佐伯のモデルであることに気づく。つまりオーナーユーザにとっての目標、例えば「客に案内や情報提示を行う」という問題解決をロボットを媒介として行うものと考えられる。つまり、佐伯のモデルにおいて「働きかけたい」物理世界が「人間」つまりゲストユーザであると考えられる。

この際に注意すべき点は、まずLaurelの提案に明らかにように、オーナーユーザにとってメディアとなる人工物はロボットだけではなく、「ロボットが活動し、ゲストユーザと相互作用をする状況・空間全体」であるという点である。つまり、ロボットにどのような機能を搭載し、どのように相互作用させるかというデザインもさることながら、どのような文脈・設定の中でゲストユーザがロボットと遭遇し、どのような行為をゲストユーザに「起こさせるか」が目標とすべき問題解決であり、そのための「全体」をデザインしていくことが目標とされる。その際、（当然のことながら）オーナーユーザがロボットと直接的に相互作用することは必ずしも前提とされていない。

このように考えると、ロボットをインタフェースとして用いたシステムにおいて、いわゆるユーザビリティテストによって「そこで相互作用をする（ゲスト）ユーザに、問題解決をしてもらい、そこでの認知過程を詳細に分析すること」が使いやすさの検討方法として不適合であるという感じを生じる理由が腑げながら見えてくるであろう。

すなわち、通常のユーザビリティテストでは「自らの問題解決過程の中で当該の人工物をどのように理解し、利用

しているのか」を明らかにし、そこでの問題点を明らかにすることによって、「より使いやすい」デザインを考えているのに対し、コミュニケーションロボットの場合にはゲストユーザにとっての問題解決の側面は希薄であり、結果としての行為が得られているか否かが重要であり、それを求めているオーナーユーザ自身は「実際にはその相互作用には一切タッチしない」ためにテストの対象者とは言いがなくなっているのである。

5. 「ロボットの使いやすさ」としての測定の試み

このようにコミュニケーションロボット自体を佐伯のモデルに当てはめることはできるものの、その「使いやすさ」はユーザビリティテストでは測定が困難であり、測定方法についてはいまだ手探りの状態である。そのため、「使いやすさ」測定法の評価を目的として、多様な指標を用いて複数のデザイン条件下での比較しながら、「実際には何が変化するのか、測定できるのか、ロボットの使いやすさとして何が必要なのか」を抽出しようとしている段階と考えられる。

例えば、原田 [6] は、ビデオ伝言システムとしてのロボットが持つメリットを「物理的実体を持つエージェント」として仮説化し、実体を持たないソフト・エージェント（PC）、エージェントなしのPC、人との比較の中で、ロボットの持つ特性を明らかにしようと試みた。伝言時の主観評価や実際の伝言発話のよさ（第三者評価による）等多様な指標を比較する中、興味深い結果として、特に友人とペアで実験に参加する、あるいは同じ部屋に「関係のない第三者」が存在する場合に、ロボット条件では相対的に「伝言をするのが恥ずかしくない」のに対し、PCに向かっての伝言は「恥ずかしい」とされた点がある（図2）。すなわち、カメラや画面に向かって話すという行為が、「ロボットに向かって」話すことになると他者の前での話しにくさが減じ、ロボットという形の物理的存在が「モノに向かって話す」行為の違和感をやわらげていると考えられる。しかしその一方で、伝言自体の第三者評価では、PCに向かっての伝言は「他者が存在する場合」にはより良いものになっているのに対し、ロボットに対する伝言ではその差が小さい。すなわち、他者が「見ている」場合にPCに向かって伝言する際には、「主観的な話しにくさが増す」と同時に、結果として伝言自体は質的な向上を示すのに対し、ロボットに向かっての伝言では「社会的状況の変化があっても、話しやすさも話し方も変わらない」形になっており、伝言システムの評価として、話しやすさと伝言の質の高さの二つの評価軸でロボットというインタフェースの評価が異なることを示している。

また、原田ら [7] は対話距離、すなわち対話時に相手とどのくらいの物理的距離を取るかを測定する実験の中で、人

図2 ビデオ伝言「恥ずかしくない」得点（主観評価）と伝言評価（原田[6]）

図3 対話理解テストとうなずき回数（原田ら[7]）

との比較と同時に、ロボットの発話デザインの比較を行った。発話デザインとして、ロボット声でロボット風のプログラム化された発話、人の声だがプログラム化された発話、人の声で人らしい創発的な発話の三条件を比較したところ、(a) 対話距離を対話目的に合わせて変化させる、あるいは対話の内容自体を理解するといった指標（図3(a)）では、ロボットらしい発話条件、すなわちロボット声でプログラム化された発話条件が、他の2条件よりも「人との対話に近い」結果を示し、「全体としてロボットらしい」ことが促進要因になっていたのに対し、(b) いったん近づいた後に再度距離を取り直す頻度や、対話の自然さ評価といった測度（図3(b)）では、人の声の利用および創発的な対話が大きな影響を与えていた。また、対話の後に行われた「ロボットからの贈与（キャンディ）」を素直に受け取る比率についても、この「人らしさ」が大きく影響していることが示された（図4）。

いまだ明確な評価方法は確定されていないものの、これらの研究から、ロボットを介した「人の行為のデザイン」において、その評価は一元的ではなく、複数の評価軸が存在すること、また人の行為はロボットのデザインのごく小さな変化で大きく変化することが示されていると言えよう。

図4 ロボットからの贈与を受け取る比率（原田ら[7]）

6. インタフェースとしてのロボットが持つ潜在的な問題

このように、様々な実験条件下でのゲストユーザの行為を比較することによって、「インタフェースとしてのロボットのよさとは何か」が検討され始めている。しかし同時に、これらの研究を通して、ロボット特有の「インタフェースとして考えるべき問題」があることも示唆されつつある。

まず、一般的な対話システムと比べ、ロボットシステムを利用する場合に、ゲストユーザの目から見て、オーナーユーザの存在が分かりにくいという点である（例えば、留守番電話などと比較していただきたい）。山本ら[8]は「人はロボットからの要請に従うか」を実験的に検討し、オーナーユーザの存在を如何に示すかが鍵であることを示した。このように、デザイン上の相当の工夫がない場合、ゲスト

↑もう一つ、類似の問題として、「特に問題がない」とした遠隔存在型ロボットにおいて、第3タイプのユーザ、つまり周辺ユーザの行動や認知への影響を挙げておきたい。この場合も「このロボットの後ろに誰がいる」と気づきにくく、新たな問題を発生させる可能性がある。この問題についても単にロボットを作って／使っているのではなく、ロボットを含む空間全体に与える影響を検討すべきであり、その際には周辺にいるユーザの認知・行動も含めて検討すべきであろう。

ユーザには「ロボットはロボットとして存在する」モノと考えられ、そこにオーナーユーザの意図が存在することはなかなか理解され難い。この点は、山本らのように「指示に従わせる」場合や上記の「贈与を受ける」場合には直接的な問題として浮上してくる問題であるが、同時に（オーナーユーザが意図するか否かにかかわらず）ロボットが「オーナーユーザの存在を隠してしまう」ために、ゲストユーザから見れば「ロボットに騙される」ような状況が発生するのではないか。例えば、案内ロボットに話しかけるゲストユーザは、自らの姿や声がオーナーユーザによってモニターされていたり、録音録画されていたりしうる可能性に気づくであろうか。このように、ゲストユーザが知らない間の情報収集や、それに基づく何らかの判断・操作は「ユビキタスシステムの持つ潜在的な問題」[9]と同様、ユーザが人として持つべきコントロール可能性（controlability）を消失してしまう可能性がある。自立した人間は、自分の情報や自分の行為が持つ社会的影響を自らのコントロール下に置くことを前提としており、「知らないうち」に自分から情報が流れ出てしまう環境世界をロボットが作ってしまうことは大きな社会問題となりかねない。ロボットは「あえて透明化、直接操作化を求めない」人工物という特異性ゆえに、本来の操作者であるオーナーユーザの姿を隠蔽してしまうことを念頭におき、問題点を考慮したうえでのデザインが必要と思われる[†]。

もう一つ、間接的かつ抽象的な問題だが、こうしたロボットが日常生活空間に「ごく普通に」存在するようになった場合の、人の概念世界への影響についても今から考えていく必要があるのではないか。Turkle [10] は GUI コンピュータの使用経験から人の生命観が揺らいでくるとの仮説を述べているが、「行動上、生物に似せた」ロボットとの接触で、これらにより強い影響があることは想像に難くない。例えば原田ら [11] は、ペットを飼育した経験のない場合にはペット型ロボットに対して生物学的な判断を下しやすいとの結果を得ており、既存の生物という概念の強固さにより、ロボットとの接触による概念変化にも影響があるのではないかと考えている。

ここ数年間に確実に生活に入り込んでくると考えられるだけに、ロボットという人工物について多様な視点から、なぜ何のために使用し、その影響として考えるべきものは何か、どのような「よりよい形」を設定していくか等、より広い視野での検討・議論が必要となってきた。まさに学際的な対話を始めるべきときが来ていると言えよう。

参 考 文 献

- [1] P. McCorduck: *Machines who think*. W.H. Freeman, 1979 (黒川訳: コンピュータは考える—人工知能の歴史と展望. 培風館, 1983).
- [2] 佐伯: 「機械と人間の情報処理—認知工学序説—」, 意味と情報 (竹内編). 東京大学出版会, 1988.
- [3] 原田: 人の視点からみた人工物研究—対話にとって使いやすさとは何か—, 共立出版, 1997.
- [4] J. Weizenbaum: *Computer power and human reason*. W.H. Freeman, 1979 (秋葉訳: コンピュータ・パワー 人工知能と人間の理性. サイマル出版会, 1979).
- [5] B. Laurel: *Computers as theatre*. Addison-Wesley, 1991 (遠山訳: 劇場としてのコンピュータ. トップラン, 1992).
- [6] 原田: “音声インタフェースにおけるエイジェント性と社会的文脈の効果: 伝言実験による検討”, 日本認知科学会第 19 回大会, 2002.
- [7] 原田, 須藤, 南部: “対話エージェントをいかに評価するか: 3 種類のロボット対話デザインを対象として”, 日本認知科学会第 22 回大会, 2005.
- [8] Y. Yamamoto, M. Sato, K. Hiraki, N. Yamasaki and Y. Anzai: “A request of the robot: An experiment with the human-robot interactive system HuRIS,” *Proceeding of IEEE International workshop on Robot and Human Communication (ROMAN'92)*, pp.204-209, 1992.
- [9] 緒方, 原田, 下夷, 南部, 赤津, 谷上: “ユーザの視点から見た緊急通報システム: 在宅ケア情報システムの使いやすさに関する認知科学的検討”, 認知科学, vol.10, no.3, pp.353-369, 2003.
- [10] S. Turkle: *Life on the screen: Identity in the age of the Internet*. Simon & Schuster, 1995 (日暮訳: 接続された心—インターネット時代のアイデンティティ. 早川書房, 1998).
- [11] 原田, 奥出, 須藤智: “ペット飼育経験はペット型ロボット観をどう変えるか: 文検証課題による検討”, 日本認知科学会第 23 回大会, 2006.

原田悦子 (Etsuko T. Harada)

法政大学社会学部教授。筑波大学大学院 (博) 心理学研究科修了, 教育学博士。日本アイビーエム (株) 東京基礎研究所を経て現職。人の記憶に関する実験心理学的研究と人にとっての「使いやすさ」の認知科学・認知工学的研究を行う。日本心理学会, 日本認知心理学会, 日本認知科学会, ACM 他所属。