

身体メディアとしてのロボットの可能性について

Possibility of Robots as Embodied Media

加納 政芳 種田 行男
Masayoshi Kanoh Yukio Oida

中京大学 情報理工学部
School of Information Science and Technology, Chukyo University

In the field of human-agent interaction, we consider that the embodiment of robots not only mediates Kansei interaction between robots and human beings, but also inspires some Kansei feelings to human beings strongly. In this paper, we describe our robots, “baby doll-type robot,” “home gymnastic robot,” and “communication robot for robot assisted activity,” and discuss the human’s Kansei inspired by the robots.

1. はじめに

一生懸命作ったのにぞんざいに扱われるソフトウェア。その原因はどこにあるのであろうか。概ね、(1) 社会性が低い、(2) 身体性が希薄、(3) 主観的価値創造が困難、という点が考えられる。このうち(1)と(2)については、ロボットやソフトウェアエージェントの機能的側面だけを捉えれば、それほど重要な問題ではないし、時と場合により、むしろ実体を伴わないほうが有利な場面すらある。(3)の主観的価値[柴田 00, 柴田 99]は、その「もの」に対する機能面ではない何らかの付加価値を指す。たとえば、パーソナルコンピュータを購入する際に、スタイリッシュな造形で商品を選ぶなどが、その例にあたる。こういった「好き」や「かっこいい」といった主観的価値観を身体性の希薄なソフトウェアエージェントで実現することは難しいと考える。これは、近年の脳科学研究によって、感情といった心のはたらきは、脳だけではなく身体全体の状態から生じることがわかってきており(たとえば、[Damasio 95])、人の主観的な評価は、身体的なインタラクションを通して行われなければならないことから推察される。このようなソフトウェアエージェントでは獲得の難しい主観的価値を高められれば、愛着をもって長期間利用してもらえエージェントをつくることができると考える。

さて、主観的価値を持つエージェントができたとして、どのような実用化が考えられるのであろうか。本稿では、ロボットを身体メディアとして捉え、ロボットの身体性が発信する情報によって引き出される人の感性(主観的価値)に重点を置き、実用化に向けた3つの事例をもとに議論を進める。

2. アプローチする問題

2007年における我が国の65歳の人口は過去最高の2,717万人となり、総人口に占める割合(高齢化率)は、21.3%となった。厚生労働省の見通しでは、2015年の65歳以上人口は3,188万人で高齢化率は25%を超え、国民の4人に1人を高齢者が占める「超高齢社会」になると推測されている[長寿 01, 厚生 03]。老年期は喪失の時代といわれ、(1)自己像の喪失、(2)感覚器の喪失、(3)社会的存在の喪失、(4)家庭における喪失、(5)人間関係の喪失、(6)精神資産の喪失などが指摘されている[井口 02]。

連絡先: 加納 政芳, 中京大学 情報理工学部, 470-0393 豊田市 貝津町床立 101, 0565-46-6910, 0565-46-1299, mkanoh@sist.chukyo-u.ac.jp

このような身体的、精神的および社会的喪失の体験は高齢者に様々な健康障害を誘発し、重篤な場合には自立能力障害を起こして要介護状態に至るものと考えられる。そこで我々は、ロボットを用いて、高齢者の生活の質(QOL)の改善にアプローチする。

3. 赤ちゃん人形ロボットの例

2006年に介護保険改正法が施行され、介護報酬改定ならびに運営基準改定がなされ、新たに基本方針として「高齢者の尊厳を支えるケアの実現」が打ち出された。このように、要介護者が人生の最後まで人間としての尊厳を全うできるよう、新たな社会的支援の仕組みの確立が進められているが、一方で、要介護者はよい介護を受けていても、自立を失い介護者に依存せざるをえない状況に大きな心理的苦痛を受けているという問題がある[田中 97]。これは「介護する側」から「介護される側」へと役割が移行するという、老年期の役割移行に伴うストレスの一つであり、多くの高齢者が持つ問題である。そこで我々は、要介護者の心理的苦痛を緩和するために、要介護者に介護されるロボット、赤ちゃん人形ロボット Babyloid (Baby doll -oid) の開発を試みている[加納 09]。

ロボットの振る舞いは多義的であるため伝達されるべき情報が曖昧になったり、誤った解釈がなされたりする。しかしながら、人と人との間においても、互いにいくら努力しても誤解をふせぎ意味内容を完全に伝えることは難しい。Babyloid と人とのインタラクションでは、この問題を逆説的にとらえ、ロボットの振る舞いの多義的意味解釈を人にまかせることによってコミュニケーションを成立させるインタラクションデザインを導入した。

Babyloid の概観は、人の赤ん坊のように「何もできない」ことをデザインする必要がある。このようにロボットができないことを「見える化」することは重要である[園山 07]。そこで、(1) 歩き回れないことを表現するために足をなくし、(2) 寝返りなどの動作ができないことを表現するために手を短くすることとした。

図1にBabyloid 試作機の外観を示す。身長約44[cm]、体重約2.2[kg]である。人の赤ん坊よりも若干小さめにデザインすることで、高齢者の筋力でも抱きやすいように配慮している。発する音声は、生後1歳前後の人の赤ん坊の声をサンプリングしたものをを用いる。この月齢の人の赤ん坊の音声は、でたらめであったりして、ことばになっていないが、それらしく聞こえ



図 1: Babyloid の外観

ることがある。このような音声を用いることで多様な人の解釈を引き出すことができるため、心理的なインタラクションが実現できると考える。また、この月齢のもう一つの特徴として、周囲の人のいうことばをまねしようとしたり、繰り返したりすることも挙げられる。Babyloid も単語認識機能を有しているので、発話可能な音声認識された場合は、類似音声で返答するように設計した。顔面は、厚さ 1.5[mm] のシリコン樹脂でできており、口角およびあごの部分をモーターで動作させることでシリコンを伸張させ、表情を作成する。また、目もモーターによって回転するため、これによって開閉眼を表現できる。ほほの部分には、涙やほほの赤らみを表現するために、LED が配置されており、感情豊かな表現を可能にしている。

3.1 結果・考察

2009 年 11 月 11 日に行われた愛知県主催「あい ROBO 応援キャラバン（介護ふれあい広場）」イベント（以下、ふれあい広場）ならびに、2009 年 12 月 16 日に行われた愛知県主催「あい ROBO 応援キャラバン（福祉の現場編 2）」イベント（以下、福祉現場）での出展アンケート調査結果に基づいて、Babyloid の有用性について議論する。

アンケート項目「Babyloid のどのようなところがよかったか」の集計結果を図 2 に示す。ふれあい広場においては、機能性を高く評価する人が多かった。確かに Babyloid は様々なセンサを有しているが、それらについて具体的な説明を求める来場者はほとんどいなかった。このことから、アンケート回答者は、非常に単純なインタラクションを繰り返すだけの Babyloid に何らかの機能性を見いだしたのだと推察できる。我々は、このような効果は、主に表情と音声によって得られたと考える。特に音声については、赤ん坊の声が出力されることに対して、「本当の赤ちゃんの音声がかわいい」、「口をぱくぱくしながら声が出るのが良い」など、驚きと喜びの評価が得られた。このようなリアリティによって回答者の母性本能が刺激され、回答者が Babyloid を一種の赤ん坊と理解することによって、生物に対する機能性に類似する機能を持つロボットであるかのように認識したのではないかと考えている。また、Babyloid の発する「それらしい音声」を聞き取り、それに対して何らかの解釈を与える人もいた。たとえば、「だっくー」といった音声に対して「赤ちゃんは寝てだっこするより、立てたほうがいいのよね」といいながら抱き方を変える来場者や、「ママ」に類似した音声に対して「ママですよ」と返答する女性などがいた。このような、ロボットが人の言動を理解しなくても、人がロボットを理解することによってのみ成立するインタラクションの効果

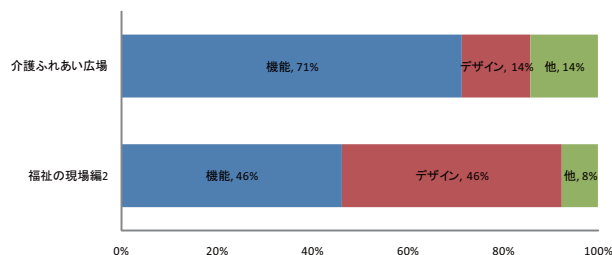


図 2: アンケート結果

が示唆された。

一方、福祉現場では、機能性の評価と同程度にデザインの評価が高かった。「喃語がとてモリアルで愛らしくて癒されました」、「癒される。見るだけで笑顔になる」、「表情と声が特に良かったです」、「女性のもともとの役割を思い出させ、自然と我が子を育てていた頃の自分、孫を抱いた時の事を回想できていたように思います。認知症の方には非常に有効だと思います」といった意見が寄せられおり、高齢者や介護従事者に好意的に受け入れられた。特に高齢者は、機能的な側面よりも、「愛らしい」や「癒される」といった主観的な側面を評価していた。こういった主観的価値はロボットを「もの」として捉えている若い世代にはなかなか生じないと考えますが、高齢者を対象とすれば、ロボットに対して強い愛着心を抱かせることができると思われた。

4. 家庭用体操ロボットの例

中高年者の生活の質（QOL）の維持向上に対して、身体活動は生活習慣病 [Dishman 04, Arao 07] や自立能力障害の予防 [Oida 03]、および脂肪リスクの低下 [Paffenbarger 86] に効果があることが、これまでの疫学研究から明らかにされている。それにもかかわらず、多くの人が適正に身体活動を行っておらず、週 2 回以上、1 回 30 分以上の水準に達しているのは全体の 27.9% に過ぎない [健康 06]。さらに、せっかく運動や身体活動を始めたのに、3～6ヶ月後には約半数がそれらの活動を中断することが報告されている [Dishman 88]。このことから、身体活動性の乏しい中高齢者の運動行動変容を支援することは、重要な課題と考えられる。

運動習慣を有しない人が運動行動に至らない理由はいくつかあるが、その中で「一緒にする仲間がいない」をあげる人が比較的多く見られる [SSF 調 04]。そこで我々は、ロボットを活用した運動支援プログラムを考案した [種田 09]。すなわち、体操ロボットを自宅に配置してロボットと一緒に体操を実施することによって、対象者一人ひとりに運動の実践を促し、運動習慣の形成と継続を支援することを試みた。

対象者は軽度の膝痛を有する女性 6 名（64±11 歳）であった。この 6 名に膝痛軽減のための体操「楽ひざ体操」を指導した。体操ロボットは HITEC Robotics 社製の ROBONOVA-I を使用し、楽ひざ体操を模擬する動作を搭載した。このロボットを 20 日間貸し出し、毎日自宅で体操するように指示した。

4.1 結果・考察

対象者の介入期間中のロボット利用率は、90.4±12.5% であり、体操が習慣化する可能性が示唆された。その理由としては、「体操することを忘れていてもロボットを見ると思い出す」という動機付けや、「自分専用のプログラムが組まれたロボッ



図 3: 楽しむ体操

トがいるので体操しなくてはいけない」という義務感が生まれたことなどがあげられる。

ロボットとの関係性については「ロボットに名前をつけた」、「ロボットを子供や孫のような存在だと思えるようになった」、「体操の最初と最後にロボットに挨拶をするようになった」、「ロボットを返す時期が早くて残念と思えた」などの意見があった。このことから、体操ロボットは単なる道具ではなく、愛着を感じる存在であったと解釈された。また、対象者には介入終了後に体操ロボットを回収することが伝えてあったことから、「ロボットがいなくなると一緒に体操する仲間がいなくなり寂しい」という意見があった。さらに、「仲間が家にいて一緒に体操することは楽しい」などの意見から、一人では実施が困難であっても一緒に体操してくれるロボットがいることで、楽しんで体操を行うことができたと推察された。

5. 会話ロボットによる RAA プログラムの例

要介護認定を受けている高齢者のうちの 56.6% (252 万人) [厚生 04] がデイサービスや介護老人保健施設および老人ホームなどの保健福祉施設に入居あるいは通所している。ここでは喪失した機能を補完するための介護(ケア)活動と、保有する機能の低下を抑えるための予防活動が実施されている。これらの活動は「アクティビティ」と呼ばれ、具体的には体操・散歩・ゲームなどの身体を使ったレクリエーション、あるいは編み物や装飾品などの作品づくりが行われている。しかしながら、老人施設入居者は老齢期における様々な喪失に加えて、施設での集団生活に伴うストレスや入居者同士のコミュニケーション不全からうつ状態に陥る事例が少なくない。うつ病の予防・改善には「孤独の回避」が必要であるが、既存のアクティビティには癒しをもたらす孤独を回避するようなものはあまり多くない。これらのことから、高齢者の沈みがちな心に働きかけ、悩みや苦しみを緩和させるアクティビティを考えることが重要といえる。

その対策の一つとして、ペットロボットを用いた Robot Assisted Activity (RAA) の試みが始まっている [和田 06]。我々は、ロボットを単に動物の代用として扱うのではなく、ロボットにしかできない役割(たとえば話相手、アヤトリの相手などの知的活動支援)を持たせることで動物以上の関係を築くことが可能と考えた。そこで、会話コミュニケーション機能を備えたロボット「よりそい ifbot」(図 4)を用いて、老人施

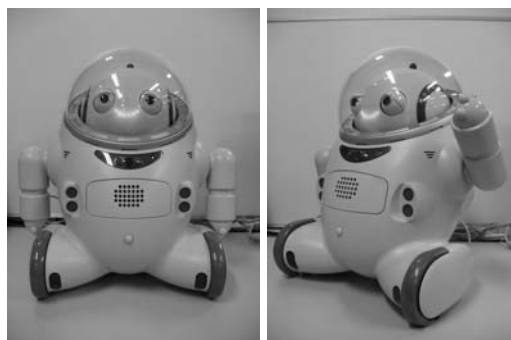


図 4: よりそい ifbot

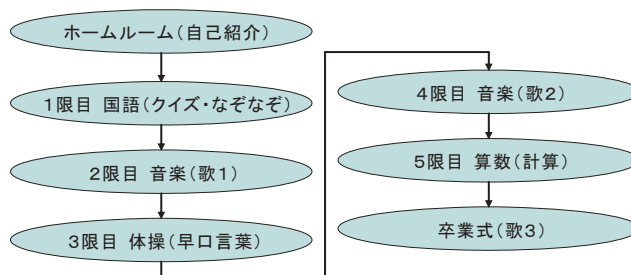


図 5: RAA プログラム

設でのアクティビティとして利用できる RAA プログラムの開発を試みた [Kanoh 10]。本 RAA を導入することによって、(1)Activity のマンネリ化の改善、(2)ロボットへの愛着感情による生理・心理面の改善、(3)会話による社会性の改善が期待できる。

図 5 に開発した RAA プログラムを示す。このプログラムは、学校の授業をモデル化したものである。学校授業のスタイルであれば、一人の教師(職員/ロボット)が、多数の生徒(入居者)を活動させることができる。また、学校は、どの年齢の者にとっても教育を受けた経験がある場であり、誰もが過去を回想することができ、回想療法の効果が期待される。また、音読と計算を用いた学習療法は、認知症の改善や予防に効果があることが報告されており [Kawashima 05]、この点も計算などを取り入れやすい学校授業スタイルの利点といえる。

RAA プログラム時の会話および行動はすべてビデオで撮影し、対象者一人ひとりの行動を観察・分析した。行動観察は撮影した映像を基にタイムラインを作成した。RAA プログラム終了後、すぐに、議論の流れなどを適切にコントロールできる心理学の専門家がコーディネーターを務めて約 20 分程度の Focus Group Interview を実施し、RAA プログラムに対する感想や意見・要望などを収集した。以上の調査・測定を、10 名の対象者を無作為に 2 つのグループ(5 名ずつ)に分けて、各グループごとに 1 回実施した。

5.1 結果・考察

各コンテンツへの反応はおおむね良好であった。なぞなぞ、計算および歌には 10 名中 9 名が積極的に参加していた。参加に消極的だった対象者は軽度の言語障害を有することから、コンテンツへの参加が難しかったものと推察された。早口言葉は、発声スピードが速すぎて聞き取れなかったり、早口言葉を知らない者が多かったことが、対象者の反応が良くなかった原

因と推察された。

ロボットへは「かわいい」「家にあったら楽しい」「癒しとか和みになる」などの意見があった。追加したい機能としては、外国語の授業、落語、方言などのコンテンツを増やすこと、および「手が動き出したら面白いと思う」などロボットに動きがほしいという機能面での要望があった。このように、ロボットを一種の仲間としてみる対象者と機械としてみる対象者が存在していた。機能面を重視する対象者は男性が多く、男性に対して、ロボットの主観的価値をどのように高めていくかが今後の課題となる。

6. おわりに

本稿では、赤ちゃん人形ロボット、RAA 用会話ロボット、家庭用体操ロボットと人とのインタラクションにおいて、ロボットの身体性によって引き出された人の感性について考察した。いずれの例においても、回答者（対象者）は、ロボットに機能面の他に主観面的価値を見いだしていた。こういった主観的価値は、ロボット（エージェント）の機能に属して得られるものではなく、身体的インタラクションの間に生じるものであり、この価値こそが人の心を支え、生活をともにするロボット（エージェント）としての必要条件であると考える。

本稿で取り上げた同様の議論は [柴田 00, 柴田 99] でなされているが、これらの文献では、すべての情報をロボットに埋め込んでおくことは否定されており、高機能を目指すことによって主観的価値を見いだそうとしている。他方、我々の研究では、非常にシンプルなアルゴリズムで動作するロボット、できあいの造形的にもそれほどかわいいとはいえないロボットを用いてインタラクションをデザインしており、こういった単純なものであっても主観的価値を見いだすことは可能であることが示唆された。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金若手研究（A）（課題番号 20680014）の助成を受けて行われた。

「あい ROBO 応援キャラバン」活動第 6 回「介護ふれあい広場」ならびに第 10 回「福祉の現場編 2」でのアンケート調査結果をご提供いただきました愛知県に感謝いたします。

参考文献

- [Arao 07] Arao, T., Oida, Y., Maruyama, C., Mutou, T., Sawada, S., Matsuzuki, H., and Nakanishi, Y.: Impact of lifestyle intervention on physical activity and diet of Japanese workers, *Preventive Medicine*, Vol. 45, No. 2-3, pp. 146–152 (2007)
- [長寿 01] 長寿科学振興財団 (編): 長寿科学研究未来予測調査研究事業報告書 (2001)
- [Damasio 95] Damasio, A. R.: *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*, Harper Perennial (1995)
- [Dishman 88] Dishman, R. K.: *Exercise adherence: Its impact on public health, Champaign IL: Human Kinetics* (1988)
- [Dishman 04] Dishman, R. K., Heath, G. W., and Washburn, R.: *Physical activity epidemiology. Champaign, IL: Human Kinetics* (2004)

[井口 02] 井口 昭久: これからの老年学, サイエンスから介護まで, 名古屋大学出版会 (2002)

[加納 09] 加納 政芳, 安藤 照朗, 清水 太郎: 赤ちゃん人形ロボット Babyloid の身体性と人の感性によるインタラクションデザイン, ヒューマンエージェントインタラクションシンポジウム (2009)

[Kano 10] Kano, M., Oida, Y., Nomura, Y., Araki, A., Konagaya, Y., Ihara, K., Shimizu, T., and Kimura, K.: Examination of Practicability of Robot Assisted Activity Program using Communication Robot for Elderly People, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol. 23, No. 1 (2010)

[Kawashima 05] Kawashima, R., Okita, K., Yamazaki, R., Tajima, N., Yoshida, H., Taira, M., Iwata, K., Sasaki, T., Maeyama, K., Usui, N., and Sugimoto, K.: Reading Aloud and Arithmetic Calculation Improve Frontal Function of People with Dementia, *Journals of Gerontology, Series A*, Vol. 60A, pp. 380–384 (2005)

[健康 06] 健康・栄養情報研究会 (編): 厚生労働省平成 16 年国民健康・栄養調査報告, 第一出版 (2006)

[厚生 03] 厚生労働省 (編): 厚生労働白書ぎょうせい (2003)

[厚生 04] 厚生労働省大臣官房統計情報部 (編): 平成 14 年介護サービス施設・事業所調査 (2004)

[Oida 03] Oida, Y., Kitabatake, Y., Nishijima, Y., Nagamatsu, T., Kohno, H., Egawa, K., and Arao, T.: Effects of a 5-year Exercise-centered Health-promoting Programme on Mortality and ADL Impairment in the Elderly, *Age and Ageing*, Vol. 32, No. 6, pp. 585–592 (2003)

[種田 09] 種田 行男, 加納 政芳, 山根 基, 笠井 達也, 鈴木 敏博, 加賀 善子: 運動習慣の形成を支援するための家庭用体操ロボットの有用性の検討, 日本健康教育学会誌, Vol. 17, No. 3, pp. 184–193 (2009)

[Paffenbarger 86] Paffenbarger, R. S., Hyde, R. T., Wing, A. L., and Hsieh, C. C.: Physical Activity, All-cause Mortality, And Longevity of College Alumni, *New England Journal of Medicine*, Vol. 314, pp. 605–613 (1986)

[柴田 99] 柴田 崇徳: 日本ロボット学会誌, Vol. 17, No. 7, pp. 943–946 (1999)

[柴田 00] 柴田 崇徳, 谷江 和雄: 計測と制御, Vol. 39, No. 3, pp. 188–193 (2000)

[園山 07] 園山 隆輔: ロボットデザイン概論, 毎日コミュニケーションズ (2007)

[SSF 調 04] SSF 調査研究委員会 (編): スポーツライフ・データ 2004 – スポーツライフに関する調査報告書 –, SSF 笹川スポーツ財団 (2004)

[田中 97] 田中 耕太郎, 辻 彼南雄 (編): 老年学入門, 日本評論社 (1997)

[和田 06] 和田 一義, 柴田 崇徳, 谷江 和雄: 介護老人保健施設におけるロボットセラピー – 実験一年目における効果の評価 –, 計測自動制御学会論文集, Vol. 42, No. 4, pp. 386–392 (2006)