

生活環境におけるパーソナルロボットについての研究

市原 信 齊藤 千佳 右田 里美

生活環境におけるパーソナルロボットについての研究

市原 信 斎藤 千佳 右田 里美*

Research of a personal robot in daily life

Ichihara Shin, Saito Chika, Migita Satomi

はじめに

家庭用ロボットは日本においてこの数年の間に急速に発達した分野である。ロボットを個人で所有できる過程は、パーソナルコンピュータの普及プロセスに類似するかもしれない。パーソナルコンピュータが家庭に受け入れられるきっかけは、インターネットが広く一般ユーザに開放されたことが大きい。また、ユーザインターフェースが改善し、操作性の良いマウスとGUI (Graphical User Interface) が導入された効果も大きい。そして、将来的には家庭のパソコンは、情報へのアクセスツールとしてパーソナルロボットへと変身するかもしれない (大森ら 2002)。総務庁 (現総務省) のデータによると、日本は2001年にパソコンの所帯普及率が50%を超え、数字の上では日常生活の中に浸透しつつあるかに見える。しかしパソコンを生活場面で使うとなると、ハードウェアのみならずOSを含むソフトウェアレベルでも実に多くの障壁が立ちはだかる。

そこでユーザインターフェースデザイン、すなわちユーザ側にウエイトを置いたインターフェースの開発が重要な課題となる (山岡ら 1999)。しかし開発する技術側からの提案は数多くあるものの、ユーザの視点とりわけ心理面に重点を置いた研究は少ない。パーソナルロボットの研究においても同様の傾向があり、工学系やコンピュータサイエンス系の立場からの研究が多くを占めている。しかしロボットが家庭に受け入れられるには、

ごく一般のユーザの視点に立ち、さらに心理面からも検証することが重要であると考えられる。

目的

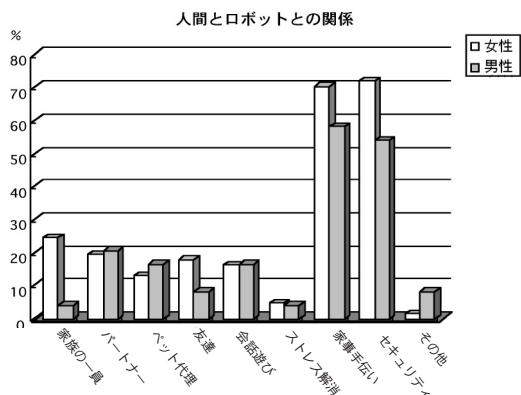
本研究では、我々の生活領域に入り込みつつある家庭用パーソナルロボットについて、2002年時点でこうしたロボットに対して大学生が持っているイメージをアンケート調査により分析した。その結果を踏まえて、言語コミュニケーション機能を持っているパーソナルロボットを用いて、人間とロボットがコミュニケーションする場面を設定し、その場で生じる現象について行動分析を中心に検証した。

アンケート調査について

方法

パーソナルロボットに関するアンケート調査を行った。アンケート対象者は東京近郊の大学生85名 (女性61名、男性24名)であった。この調査では特定のロボットを対象とするのではなく、「家庭用ロボットに関する調査」とし、個々人が調査時点で持っている知識を手がかりに解答するよう求めた。なお調査は2002年11月に行った。質問項目は、家庭用ロボットのイメージとして、形容詞対での5段階評価によるSD法によるもの、「どのようなロボットが欲しいか」「ロボットにどのような機能が欲しいか」「ロボットとどのような関係を望むか」「どのような形を望むか (動物型や人型など)」「ロボットを購入するとき重視する点」「家庭用ロボットに求めること (自由記述)」などであった。今回はその一部について分析した。

人文学部工芸文化学科
家政学部家政学科*



グラフ4 人間とパーソナルロボットの関係についての項目別比率

子負荷量をグラフ化したものである。上段に第1因子、下段に第2因子が示してある。第1因子は男女とも類似したパターンであり、「好きな」「かわいい」などの因子が高く「好意因子」が共通して重要であることが示される。第2因子では女性で「力強い」「頼れる」が上位で「パワー因子」が重要である。一方男性では「画期的」「先端的」が上位にあり「ハイテク因子」と命名できる因子が重要であった。つまり第2因子において性差が認められた。

グラフ4は家庭内にパーソナルロボットがいた場合、どのような関係を望むかについて項目内での比率を示した(複数回答)。それによると「家事手伝い代理」と「セキュリティ(留守番,見張り,

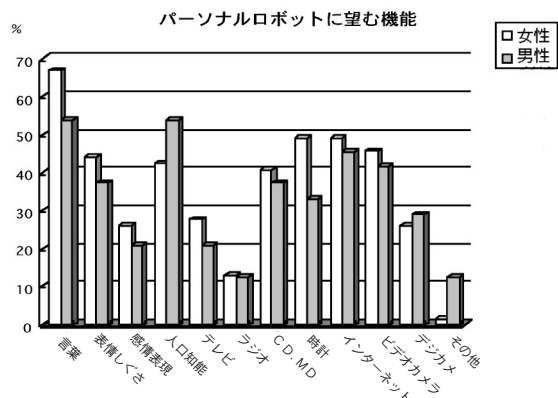
緊急時の支援など)の各項目内での比率が男女とも飛び抜けて高かった。他の項目はともに「家族の一員」で女性が20%を少し超えたが他項目は男女とも20%以下のレベルであった。

グラフ5はパーソナルロボットの機能についてたずねた(複数回答,項目内の比率表示)。その結果男女とも「言葉によるコミュニケーション」への期待が最も高かった。そして「人工知能」が続いている。関連項目として「表情やしぐさ」も高い比率であるが「感情表現」の項目は男女とも25%以下と低い比率であった。一方、「インターネット(情報の読み上げなど)」「ビデオカメラ」「時計」「音楽再生装置」などの実用的機能への要望も高かった。

コミュニケーション実験について

方法

人間とパーソナルロボットとコミュニケーションについて、言葉を中心にコミュニケーションする場面を設定し、人間が初めてロボットと向き合うとどのような行動が見られるかについて検証した。今回使用したパーソナルロボットはNEC(株)が開発中の自律型コミュニケーションロボットPaPeRoであった。使用モードは「お話しモード」であり、これは言葉によるコミュニケーションがとれる状態である。なおPaPeRoは使用者の個人情報を入力し、顔を認識したり行動特性を学習する機能があるが今回は使用しなかった。



グラフ5 パーソナルロボットの機能についての項目別比率

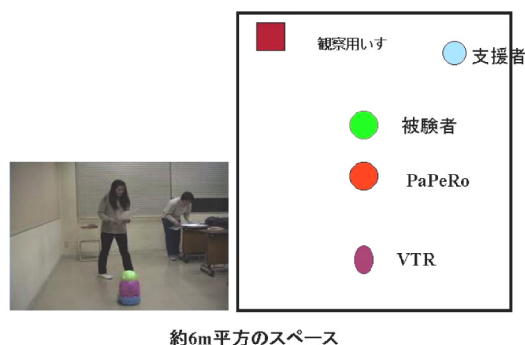
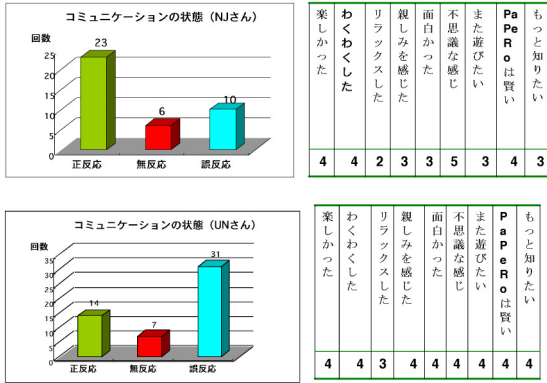


図1 行動観察をした空間の平面図と配置



グラフ6 PaPeRo とのコミュニケーション時の反応 (左) と印象 (右) 事例

手続き

観察場面は被験者と PaPeRo が 1 対 1 で対面し、約 6 平方メートルの空間を自由に移動しながら、音声を中心としたコミュニケーションをする状況とした。図 1 はその平面図を示す。コミュニケーション状況としては、居間などの生活場面でパーソナルロボットと「遊ぶシーン」を想定した。ただし室内では雑音をたてない静かな音響空間にな

るよう注意した。今回の実験では初対面時にやりとりされる言葉 (単語) や仕草をあらかじめシナリオにより設定し、被験者はシナリオに沿って PaPeRo とコミュニケーションをした。なお実験開始に先立ち PaPeRo の特徴をビデオにより説明した。

被験者は女子大生 10 名で、全員 PaPeRo と対面するのは初めてであった。行動観察時間は約 15 分間でありこの間の様子をデジタルビデオカメラにより記録した。観察終了後に PaPeRo と遊んだときの印象について、SD 法 5 段階評定尺度による自己評価を行った。

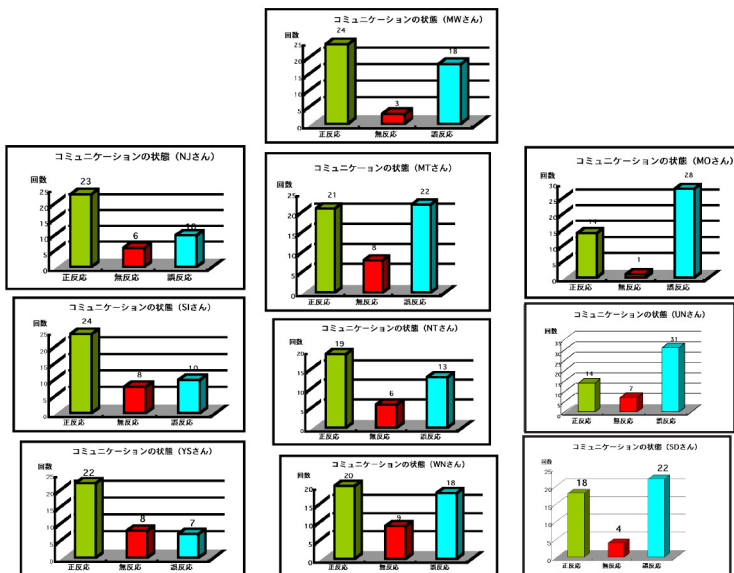
動画の分析は、ビデオ映像をパソコン (ソニー、PCV-R63K) に内蔵した MPEG エンコーダーボード経由で MPEG ファイルに変換し、メディアプレーヤ (マイクロソフト) によりデジタル再生する方法によった。行動観察結果は 1 秒間隔のタイムサンプリング法により分析した。PaPeRo の反応は音声による応答と移動動作が主であった。

今回対象にした反応の分類基準は以下の通りである。被験者の発話に対し 4 秒以内に PaPeRo が合理的に反応したものを「正反応」(例えば「歌って」と話しかけると歌いだすなど)、声かけから

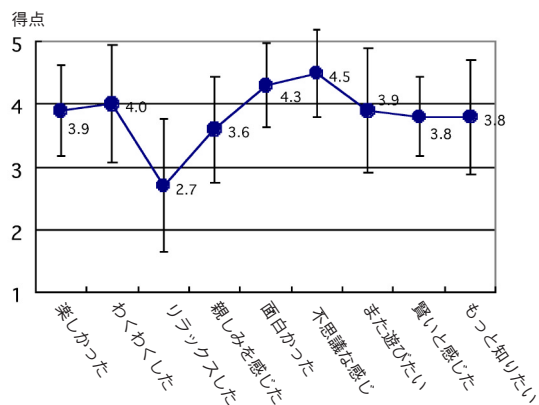
4 秒以上反応が遅延した場合は「無反応」、それ以外の場合を「誤反応」と評定した。反応の集計は「正反応」、「無反応」、「誤反応」と分け 1 秒間隔で時系列により計数した。

結果

グラフ 6 は PaPeRo とのコミュニケーションの良かったケースと悪かったケースの典型を示す。良かったケースでは「正反応」が「別反応」の 2 倍以上あり両者のコミュニケーションが良好であったことがわかる。一方悪かったケースではその関係が逆転しており



グラフ7 コミュニケーション状態が良い (左), どちらともいえない (中), 良くない (右) のグループ化



グラフ 8 PaPeRo と遊んだときの印象プロフィール (n=10)

「誤反応」が「正反応」の約2倍になっている。

それぞれのグラフの右側に示した表は、PaPeRo とコミュニケーションした時の印象を5段階評価したものである。これを見るとコミュニケーションの悪かったケースでも「楽しかった」「わくわくした」「面白かった」「また遊びたい」の各項目で評価点が4点と高かった。従ってコミュニケーションの良否とは別にPaPeRo に対する評価は高かったことが示された。

グラフ7は全被験者のコミュニケーション状況を一覧したものである。これによると「良かった」と判断できるケースが10名中3名、「悪かった」ケースが3名、「どちらともいえない」ケースが4名であった。すなわち70%は何らかのコミュニケーションが成立していたといえる。

グラフ8はPaPeRo とコミュニケーションしたときの印象の平均値と標準偏差をプロットしたものである。これによると「不思議な感じがした」の得点が4.5と最も高く、「リラックスした」以外の項目は全て評価の中間点である3点より高くなっている。一方「リラックスした」は2.7点と緊張が高い方向に評価されていた。そして標準偏差は1.06と最も大きく、「リラックス」に関しては被験者による個人差が最も大きかった。

以上により、PaPeRo とのコミュニケーションは「初対面」でありながら70%で一定のコミュニケーションが成立していた。しかも全被験者がPaPeRo とのコミュニケーションに対し好意的印

象を持ち、体験場面にに対し「不思議な感じ」と「おもしろかった」の項目に特に高い評価をしていたことがわかった。

考察

2003年は「鉄腕アトム誕生の年」とされ、アニメの世界ではあるが人間の生活領域にロボットが登場する記念すべき年である。アトムが発表されたのは1952年であったが、アトム並のロボットは未だ夢の世界とはいえ、この50年の間にロボットは飛躍的な成長を遂げた。そして2003年春の日本では、家庭用パーソナルロボット開発・発売のプレスリリースが相次ぎ、まさに百花繚乱の観がある。

ロボットと社会の接点を考えると、産業用ロボットの発展をとりあげなければならない。この分野ではロボット稼働台数では日本は世界のトップクラスにあり、自動車生産から精密電子機器の組み立て、さらには食品の加工に至るまで実に多様な使われ方をしている。

ロボットと社会の接点でもう一つ見逃せないのが家庭用ロボットの出現である。かつてのコンピュータが大学、研究所や企業などの公共財であったのが、今や個人が所有するパーソナルコンピュータとなり日常生活環境に違和感なくとけ込んでいる。パーソナルロボットの普及も同じような過程をたどるのであろうか。

一般の人にとってロボットは異次元とでもいべき別世界の話であり、小説、映画、テレビや雑誌などのメディアを通して接する程度と言うのが現実であろう。しかし1999年に発売されたソニーの家庭用ロボット「AIBO」のブームは、パーソナルロボットが我々と日常生活場面で共生する存在となりつつあることを実感させた。今回は大学生を対象に調査をしたが、パーソナルロボットの知識は複数メディアを通じ一定の水準にあったと考えられる。

大学生がパーソナルロボットに対し持っているイメージについて、そのプロフィールでは、31項目中4項目で男女差が認められたものの全体としては類似していた。質問項目はポジティブイメージが高得点になるよう配置したが、男女とも

中間評価点の3点以下の項目群を一言で表現すると、「冷たく重たく非現実的で緊張する」存在になる。いわばネガティブな評価ともいえるが、他の27項目はポジティブなイメージとして評価されている。全項目の平均点では女性が3.41点、男性は3.14点であった。すなわち女性のほうがポジティブなイメージを持っている傾向があった(ただし有意差はなし)。

市原ら(2002)は、パーソナルロボットに対するイメージについて、動物型、ヒューマノイド型、ノンヒューマノイド型の典型の4タイプについて、ビデオクリップを刺激材料としてイメージ調査をした。その結果、これらのロボットは古典的ロボットのイメージとは異なり、全く新しいイメージを形成しているとした。今回の結果はパーソナルロボットのイメージがネガティブな部分を多少残しつつも、ポジティブな方向に一般化してきたことを示している。

イメージの内容を構造的に分析するために因子分析をした結果では、最も主要な因子である第1因子は男女類似しており「好意因子」が抽出された。家庭で共生するロボットとしては親近感があり生活環境になじむ要因が重要であることが示された。従って家庭でのロボットはデザインや動作にこうした要因を特に反映させる必要があると思われる。2番目に重要な第2因子では男女差が見られた。すなわち女性にとっては「パワー因子」が抽出され、男性では「ハイテク因子」が重要であった。それぞれが家庭におけるロボットのイメージにはっきりした差が見られ、ロボットを文化的な存在と見るならば第2因子で見られた男女差はジェンダーの違いを表しているのかもしれない。

次に生活環境における人間とロボットの関係について見ると、男女ともに「家事手伝い」と「セキュリティ」が飛び抜けた高かった。これは日頃のライフスタイルと関係があり、調査対象が東京近郊の大学生であったことによると思われる。「パートナー」や「ペット代理」などの「癒し系機能」は20%以下と低く、ロボットとは現実的な関係を求めているのがわかる。

パーソナルロボットに期待する機能を一言で表現するなら「高度な知能を持った対話マシン」と

なる。またインターネットその他情報提供の代理といったエージェント機能への要望も高かった。これらの結果から、家庭でのロボットの役割は「高度な能力を有する生活サポータ」が理想と言えよう。

次にコミュニケーション実験の結果について考察する。今回使用したPaPeRoは音声インタラクションに特徴のある自律型パーソナルロボットとしてユニークな存在である(大中ら2001)。

コミュニケーションの良かったケースと悪かったケースの反応パターンは対称的であったが、遊んだときの印象評価ではともにポジティブ方向で高い点数であった。このことはコミュニケーションの良否とは別に、ロボットと遊ぶ行為そのものが新鮮な体験であったことによると思われる。いわば新鮮な感動がポジティブ評価につながったと考えられ、これは全被験者に共通してみられた傾向であった。しかしロボットとの「つきあい」が日常生活の中に入ってきた場合は、「慣れ」や「あき」の問題が発生すると思われる、今回の結果から長期的な関係の予測はできない。

被験者別にコミュニケーションの状態を見ると、全体の70%は一定水準以上のコミュニケーションがとれていた。今回の実験ではシナリオに沿って被験者がイニシアティブをとってPaPeRoに働きかける設定とした。従って被験者の行動はある程度統制されていたと言える。しかしPaPeRoの反応にはかなりのバリエーションが見られた。その原因として、PaPeRoの側の不確定要因(プログラム上の設定)もあるが、ロボットと初めて対面しどう対応するかとまどう被験者側の問題も大きいと思われる。それは「リラックスした」の評価項目が唯一3点を下回り、しかも個人差が大きかった。つまりPaPeRoとのやりとり、ストレスとまではいかななくても、心理的緊張感を感じた被験者がかなりいたことを示す。

しかし全被験者とも一定の水準以上の言語的コミュニケーションがとれていた。PaPeRoの特性上今回は単語による話しかけによった。しかしアンケート調査の結果からは、ユーザは人間並みとはいかななくても、文章によるスムーズな音声対話

を求めている点に注意する必要がある。音声認識技術の進歩は著しいものがあるが、様々な音が入り交じる日常的音響空間で、特定個人の発話を安定して認識する技術が、家庭用ロボットには必須であることが今回の結果からも言えるであろう。パソコンの使いやすさについて実験的に検証した結果でも、音声技術による入出力に対するユーザの期待が最も高かった(市原 2001)。これは、音声情報は人間の感性や感情の領域に強いインパクトを与えることと関係があるためと考える。

PaPeRo はノンヒューマノイド型ロボットである。日常生活場面への導入を前提に、音声技術を軸にヒューマノイド型ロボットとして開発されているものの一つに Robovie (ATR) があり、こちらは頭部や腕の動きなど人間の動作、さらには触覚による反応をも合わせたモデルとして開発中である(神田ら 2002)。また音声技術と表情による感情表現を目指す頭部ロボットの開発も注目される(高西 1999)。いずれにしてもどのような形態と機能が家庭用パーソナルロボットに必要なのかを巡り工学、コンピュータサイエンスそして心理学などが協力して新世代ロボットのモデルを構築していく必要がある。パーソナルロボットの研究・開発者は圧倒的に男性が多い。しかしパーソナルロボットは家庭などの生活環境で活躍が期待されており、女性の視点・発想を十二分に取り入れていく必要がある。今回の研究でもパーソナルロボットに対する受け止め方で男女差の存在が明らかとなった。パーソナルロボットの研究・開発に際してはユーザの視点、評価、要望といったいわば使用現場からの声をきめ細かく吸い上げていく必要が何より望まれる。

おわりに

ロボットは人間に奉仕する存在であり、その目的からの逸脱は許さない、としてアイザック・アシモフが「ロボット三原則」を提案したことは広く知られている。しかし、ロボットに優れた人工知能が搭載され、音声・移動・動作が「自律的」に制御される「機械」の登場もあながち夢とは言えない時代となった。パーソナルロボットはあくまで個人が所有するロボットであるゆえ、所有者

とロボット＝機械がどのような関係を構築できるのか、そして実践するののかと言う問題は大変重要である。

村上(1994)によると、機械に対するイメージの多くは生物との比較から形作られたものであり、その方向には「生体を通じて機械を考える見方」と、「機械を通じて生体を見る見方」がある。前者の代表はレオナルド・ダ・ビンチであり、後者の代表はデカルトであるという。ロボットは人間が生成したプログラムにより動作するものであり、「自律と自立を併せ持つ機械」と表現されても、それは擬似的なものであろう。ロボットの本質はコンピュータであるなら、村上の言うようにラメトリの「人間機械論」として定式化されると思われる。人間を機械とみなすなら、人間とロボットの本質的な差異はないことになる。しかし、宗教的要因をとりあえず棚上げしたうえで、「人間だけは特別の存在」と考えるならば、ロボットはあくまで機械にすぎない。科学の進歩は人間の制御範囲を超え一人歩きしていく特性を持つ。遺伝子操作や核技術の「成果」は人間の制御能力をすでに超えているように思われる。人間とロボットがどのような関係にあるべきか、我々個人に直接関わる問題として今こそしっかりと考える必要がある。

謝辞

本研究の一部は岩崎敬子氏の卒業研究として行われた。またコミュニケーション実験に際しては、NEC(株)マルチメディア研究所(現ロボット開発センター)の協力を得た。アンケートおよび実験では東京家政学院大学、文教大学の学生の皆さんの協力があった。関係諸氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) 市原信, 菊地香奈子, パソコンの使いやすさに関する実験的研究, 東京家政学院大学紀要, 41,51-57,2001
- 2) 市原信, 三橋里美, パーソナルロボットのイメージに関する研究, 東京家政学院大学紀要, 42,7-15,2002
- 3) 大森敏行, 市嶋洋平, GUIを超えるもの, 日経バイト, 225,50-73,2002
- 4) 大中慎一, 安藤友人, 岩沢透, 人とのインタラクション機能を持つパーソナルロボット PaPeRo の紹介, 情報処

理学会研究報告, 68, 37-42: 2001

5) 高西淳夫, 人間型ロボットのはなし, 日刊工業新聞社, 1999

6) 神田崇行, 石黒浩, 小野哲雄, 今井倫太, 前田武志, 中津良平, 研究用プラットフォームとしての日常活動型ロボット“Robovie”の開発, 電子情報通信学会論文誌, 85, 380-389 2002

7) 村上陽一郎, 吉川弘之 (監), ロボットルネサンス, 出版文化社, 1994

8) 山岡俊樹, 岡田明, 応用人間工学の視点に基づくユーザインターフェースデザインの実践, 海文堂, 1999