

# 人型ロボットの動作に関するイメージ印象調査

星野 孝総\* 木屋 亮  
(受領日：2012年4月23日)

高知工科大学 システム工学群  
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

E-mail: \*hoshino.yukinobu@kochi-tech.ac.jp

**要約：**現在、人型ロボットをはじめとしたロボットの研究が盛んに行われている。従来、ロボットは産業用ロボットが主流であり、工場のラインなどの自動化に用いられてきた。しかし、近年では技術の進歩とともにロボットの活躍する場も我々の生活する一般社会、家庭へと広がりを見せている。人間と機械とが密に協調する将来の支援システムにおいては、機械による人間の感情認識が人間のニーズを理解するうえで非常に重要となる。その中でも、感情の元となっている情動を認知することができれば、システムが人間を不快にさせるような行動をなくし、ニーズに合った行動の実現ができることが期待できる。本稿では、人型ロボットが人間に与える影響とロボットがどのように行動すれば、人間と対峙した時に、不快感を相手に与えないようにできるかを調査する。簡易人型ロボットキットを用い、「しぐさだけで人間が共感できるロボットを作ることができるか？」を明らかにしていく。そのために、ブレイン・ストーミングとKJ法を用い、ロボットの認識のされ方と人がロボットに望む傾向を調査した。

## 1. 緒言

従来、ロボットは産業用ロボットが主流であり、工場のラインなどの自動化に用いられてきた。しかし、近年では技術の進歩とともにロボットの活躍する場も我々の生活する一般社会、家庭へと広がりを見せている。これにともない、人間との共存型ロボットの開発や研究も増えている<sup>1)2)</sup>。例えば、車輪型の移動ロボットや、複数の人間から同時に話しかけられても対応可能な認識ロボット、そして受付サービスを行う会話ロボットなども開発されている<sup>3)</sup>。現在では、ソニーのAIBOに代表されるエンターテインメントロボットの開発。愛玩品や娯楽品としての家庭用ロボットが発売されている。これらの非産業用のロボットは、人間とコミュニケーションを取ったり、自由に動き回り私たちが和ませたりしている。そして、これらの家庭用ロボットは主に、愛玩品やペットという位置づけが強いため、動物型の物が多い傾向にある。

また、労働源としてのロボットの開発も盛んに行われている。現在では、建物内を巡回・警備するロボットが開発され、病院や屋内の物資運搬用にロボットカートが採用されるなど、非人間型ロボットを中心に、労働源としてのロボットが人間社会に浸透しつつある<sup>1)4)</sup>。案内ロボットの研究も神田・石黒氏

らの研究のように進んでいる<sup>5)6)</sup>。2足歩行可能なロボットの研究も日進月歩で進んでおり、ホンダのASIMOのような子供大のロボットが挙げられる。最近では、石黒氏らの研究チームとATRが開発したACTROID-Fが製造されている。

その一方で、ROBO-ONEのような個人で製作できる簡易人型ロボットにも高度なものが現れ、図1.1に示すような近藤科学社製の簡易人型ロボットキットKHR-2HV（以下KHR）のように一般の人でも購入・製作ができるロボットが私たちの身近なものになりつつある。今後人間と機械とが密に協調する将来の支援システムにおいては、機械による人間の感情認識が人間のニーズを理解するうえで非常に重要となる。その中でも、感情の元となっている情動を認知することで、システムが人間を不快にさせるような行動をなくし、ニーズに合ったロボット行動の実現が期待できる<sup>7)</sup>。

また、視覚情報処理の分野から簡易ロボットをどのように認知しているかを認知科学と心理学の分野から調べてみると、Marrらは、視覚情報処理について「なぜ私たちが見えるようにものは見えるのか」という問題に取り組んでいる。

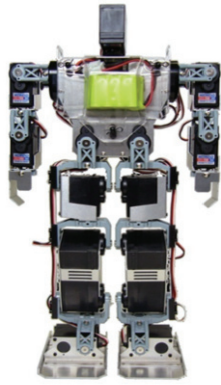


図 1.1 KHR-2 HV

たとえば、図 1.2 のように人の三次元表現は 6 個の円筒とその空間関係で表現される。その腕を見ても上下 2 個の円筒に分解され、さらに階層的に分解を繰り返して手のひらと指までが円筒によって表現できる<sup>9)</sup>。

三次元物体をいくつかの一般化円筒 (generalized cylinder) とその空間で表現する方法は 1970 年代初めに Binford らによって導入され、現在では多くの画像処理システムに应用されている<sup>8)</sup>。

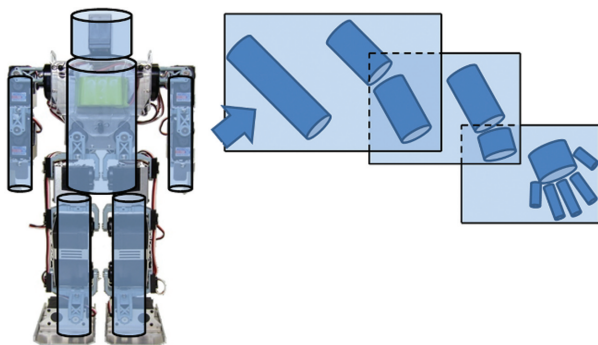


図 1.2 Marr の円筒モデル

本実験で用いる KHR も、一般円筒モデルに当てはめると十分に人として認知できる形状であるといえる。同時に認知ロボティクスの観点からも KHR に感情移入できることは示されている<sup>10)</sup>。

また、人間がどの程度認知できればシステムを不快に思わないかについては諸説あるが、ロボットの外見や動きとなると先駆的な仮説として、1970 年に森政弘氏の提唱した不気味の谷 (uncanny valley) 仮説があげられる。この仮説は、「ロボットに対する人間の親近感、ロボットの的外見が人間 (動物) に近づくほど単調に増幅していくのではなく、むしろ近づくほど人間とのわずかな差異が強調され、人

間に違和感や不快感を与えてしまう」というものである。図 1.3 参照。

本稿における簡易ロボットは不気味の谷における人間型ロボットとしての意味合いが強い。したがって、このことを主軸に退いた研究を進めるのであれば、不気味の谷の存在を考慮すべきである。そこで、本稿の実験では、人型ロボットの行動が人間に近づけば不気味の谷を越え、より人間に近づくことができるようになる。

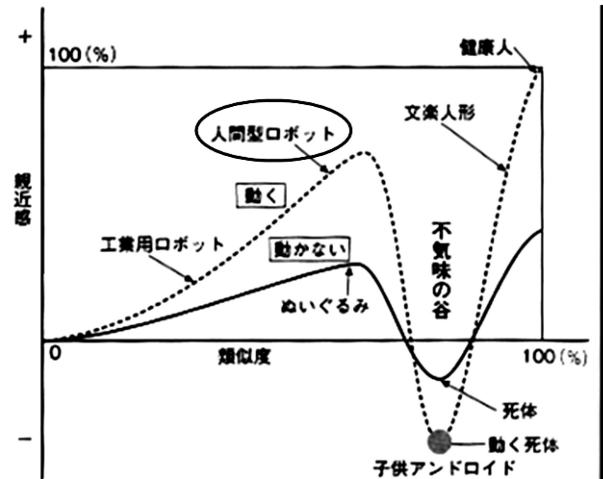


図 1.3 不気味の谷<sup>11)</sup>

本研究においては、近い将来ロボットが会社の受付など日常生活で、どのようにふるまえば、私たちの生活に溶け込めるのか? を考える。そこで、ロボットがどのように行動すれば、私たち人間と対峙した時に、不快感を相手に与えないようにできるか? を明らかにする。そこで、KHR を用いて、しぐさだけで人間が共感する部分とその理由を解析する。そのためにもまず、ロボットの認識のされ方と人がロボットに望む傾向を調査した。実験には、20 代の大学生を起用した。今後 10~20 年後の技術を担うのは現在の 20 代の若者であるため、今後のロボットの未来像を知るためにも彼らを対象に調査を行った。

## 2. 実験概要

実験では、ロボットがどのように人に認識されているかを調べることにした。今回は、多くの意見を取り出すために、フィールドワークなどで用いられる BS (ブレインストーミング) と KJ 法を使用して実験を行った。被験者は大学生であり、ロボットの認識のされ方を調査した。BS・KJ 法の手順については次節のブレイン・ストーミングと KJ 法の手法を用いて調査を行った。

## 2.1.ブレイン・ストーミング (BS)

「ブレイン・ストーミング法」BS法とは、オズボーン (Osborn, A.F.) 氏が開発した発想技法である。文字通り「brain (脳) で問題にstorm (突撃) する」といった意味から、こう名付けられた。少人数 (5~8人) のグループで、全員が自由に意見やアイデアを出し合うことで、案をまとめたり、新しい発想を生み出したりする手法である。この手法を用いることでアンケートとは異なり、新しい発想やアイデアをグループで練り上げることが可能となる。BS法は「アイデアの質は量に比例する」という考えに基づいている。そのため、BSが通常行われるミーティングと異なる点は4つのルールで定義しており、そのルールに従わなければならない点である。(図2.1)



図2.1 会議風景

### BSの4ルール

#### (1) 自由奔放

自由奔放なアイデアを歓迎する雰囲気を作り出し、おくことが重要。奇抜なアイデアやテーマとは無関係に思えるアイデア、あるいは実現不可能なアイデアに対しても、歓迎しなければならない。このような雰囲気によって、参加者は自由にアイデアを出す気持ちになる。

#### (2) 批判厳禁

誰かが出したアイデアに対する批判を厳禁する。批判しないというルールによって制約やタブーが排除されるようになる。

#### (3) 質より量

アイデアを出す段階では、何が良くて何が悪いかを判断しない。そこで進行役は参加者全員が発言し、アイデアが沢山出てくるよう議論を活発化させていく。

#### (4) 便乗発展

参加者が出したアイデアに便乗する形でアイデアを発展させる。自分一人で物事を考えようとする、

どうしても限界がある。

## 2.2. KJ法

前節で紹介したBSには整理の手法はない。そのため、本節で紹介するKJ法を用いることでより意見を活発に出しまとめやすくする。

KJ法とは、文化人類学者である川喜田二郎氏が考案した技法で、フィールドワークやブレイン・ストーミングを通じて得られた膨大な情報を、直観に基づき整理、分類、統合する手法のことを指す。同氏の姓名の頭文字を取って、KJ法と呼ばれる。また、英語ではAffinity diagramと呼ばれる。

### KJ法の実験手順

以下に詳細なKJ法の手順を説明する。また、各作業のイメージは図2.2のようになる。

#### (1) キーワード収集

情報やデータを要約したキーワードを書き出すためのカードを用意する。このとき、カードは紙切れや付箋紙など何でも良いが全て同じサイズにする。次に、カード1枚につきキーワードを1つ書き出す。その際、第3者に誤解を与えないよう具体的、かつ簡潔な表現で書き出すよう注意する。

#### (2) グループニング

書き出したカードを机やホワイトボード上に無造作に並べる。カードを1枚ずつ読み上げ、印象が似ているもの同士を近くに置き、小グループに分類していく。その際、自分の知識や経験で分類するのではなく、直感で分類する。分類された小グループに、見出しを付ける。その後、中グループ、大グループとグループ化を繰り返し、最終的に大グループが5~6個くらいになるようにする。このとき、無理にグループ化しようせず、どのグループにも属さないカードがあってもよい。

#### (3) 図解化

大グループ間の関係を図解化する。図解化は、グループ間の関係 (相互・対立・原因と結果など) が分かるように線で繋いだり、丸で囲んだりする。

同じく、中グループ、小グループ、キーワードの順に繰り返していく。このように、図解化することで、グループ間同士の関係を可視化していく。

#### (4) 文章化

(3) で図解化したものを文章で表現する。文章化することにより、図解化の矛盾や誤りを発見できる。また、新しい発想や、ひらめきが得られる。最終的には図解化、文章化されたものを突き合わせて討論を行い、検討テーマの本質を見極める。



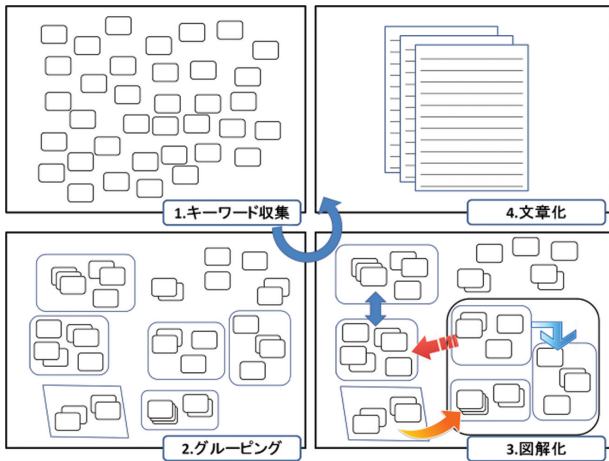


図 2.2 KJ法作業イメージ

### 3. 実験

実験に使用した機材はホワイトボード、A0 模造紙、付箋、マーカーを使用した。BSの司会進行役には司会経験者を1名用意した。ホワイトボードに模造紙を貼り被験者に見やすい位置に配置した。付箋は十分な量を被験者に配布し、マーカーで付箋に意見を書かせた。また、BS・KJ法を行う際に、お茶菓子やジュースを用意し被験者にリラックスして作業を行ってもらえるように留意した。

#### 3.1. ロボットのイメージとKHRの印象の調査

実験を進めるにあたりはじめに、「ロボットという言葉にどのようなイメージを抱いているのか?」と「実際に実験に用いるKHRを見てどう感じるか?」などについて調査を行った。今回の実験では、KHRのしぐさ(動き)だけを見てもらい外見は図1.1であることを伝えている。

調査対象は、大学生 男性 10名で2班に分け実験を行った。所要時間は1.5時間を目安に行った。

#### 3.2. ロボットのイメージに関する調査

はじめに、被験者がロボットにどのようなイメージを抱いているか調査するために以下の質問を行い調査した。図解化した結果が図3.1である。

・「ロボットという言葉にどのようなイメージを抱いているか?」

ロボットのイメージに対する質問では73のキーワードが得られた。多くの被験者がロボットに抱くイメージは「アニメ」や「SF」などに出てくるキャラクターとしてのイメージが強く出ていた。これは、幼少期から親しんできた日本のロボットアニメの影響であると考えられる。また、イメージをさらに分解

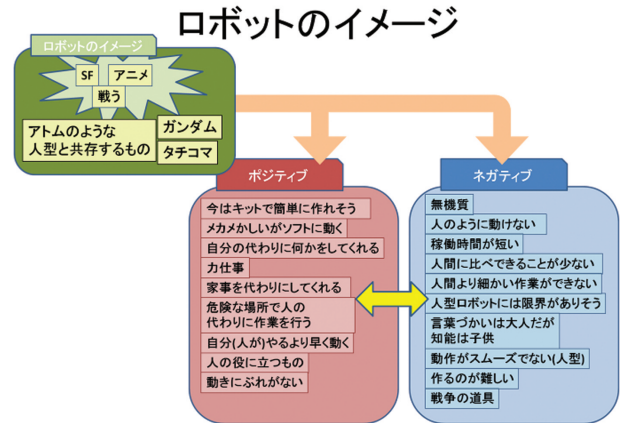


図 3.1 ロボットのイメージ

してみると、ポジティブなイメージとネガティブなイメージに分けられた。ネガティブなイメージでは「人のように動けない」「人間に比べ出来ることが少ない」「人型ロボットには限界がありそう」など、現在のロボットではまだ理想とするロボットと違いできることが少なく単純作業に特化したものだという意見が見られた。

一方、ポジティブな意見では「自分かわりに何かをしてくれる」「家事を代わりにしてくれる」「危険な場所で作業をしてくれる」など、ロボットは人間の役に立ち、人の代わりに何かを行うというイメージが多く得られた。このイメージをさらに調査した。図解化した結果が図3.2である。

質問では、「ロボットが人の代わりに働くとしたらどのようなことをしてほしいか?」を調査した。

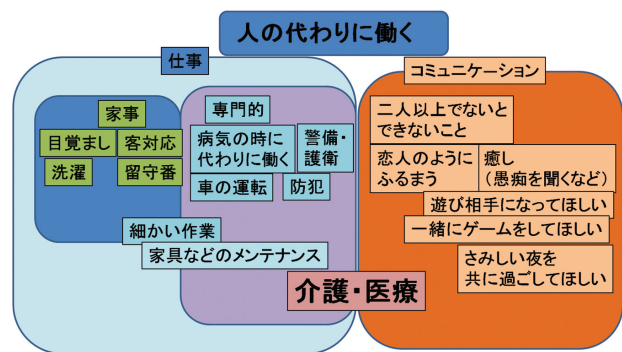


図 3.2 ロボットに望む仕事内容

ロボットに望む仕事内容としては、「車の運転」や「警備・護衛」などの専門的な知識を持って人の代わりに行うものや、「洗濯」などの日常の家事を行うものの2つに大きく分類された。そのほかに、人間とコミュニケーションをとり「恋人のように振



舞う」や「遊び相手になって欲しい」などのパートナーとしての役割をロボットに望む傾向がみられた。また、専門的知識とコミュニケーションの両方を行う「介護・医療」に関する項目も見られた。ROB-OCON Magazine2011.11月号でも人と共存するロボットの特集が組まれるなど<sup>12)</sup>、時代がロボットをパートナーとして望んでいるように考えられる。

### 3.3.KHRの印象に関する調査

ロボットの動きに関する調査では、初めにKHRで簡単なお辞儀の動作（上半身のみを折り曲げる動作図3.3）を行った。その後実際にA・Bのグループに動画を見てもらいBS・KJ法を行ってもらった。図解化した結果が図3.4である。

結果として今回調査に用いたKHRの動作では被験者にお辞儀の動作として受け入れられ辛いものがあった。その要因としての評価が図3.3に示すような図解化の結果に表れている。

分かり辛いとされた要因は大きく視覚的要因と心理的要因の2つに分かれた。心理的要因では「お辞儀をしている時の気持ちが伝わってこない」や雰囲気として「温かみがない」「キャラクター（個性）がない」などの意見が得られた。視覚的要因としては、「人がお辞儀をしているようには見えない」や「人間の柔らかい動きにはまだまだ遠い」といった意見や「動きが硬い」、「ぎこちない」といった意見があった。

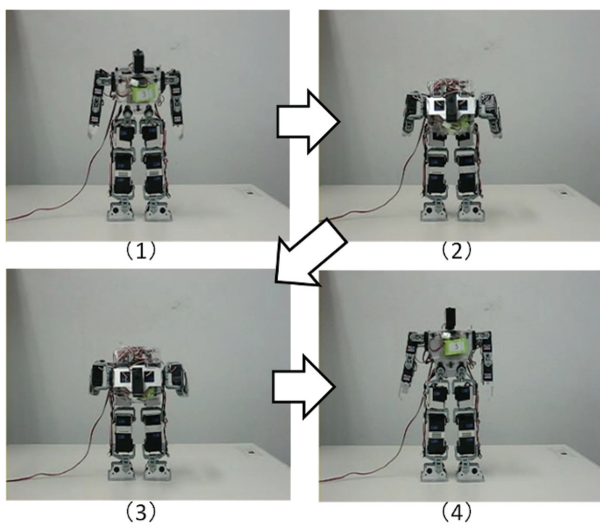


図3.3 KHRおじぎ

そこで、どのようにすればKHRの動きが改善されるのか調査を行った。質問内容は次のとおりである。「KHRの動きをより良くするためにはどのようにすればよいか？」

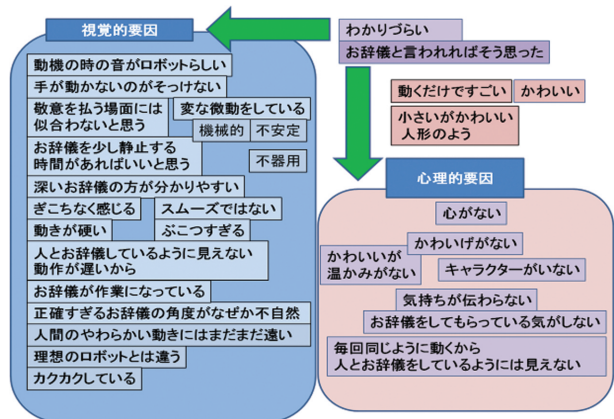


図3.4 KHRの動きの評価

被験者が考えるKHRの動きの改善として図4.5のような図解化の結果が得られた。

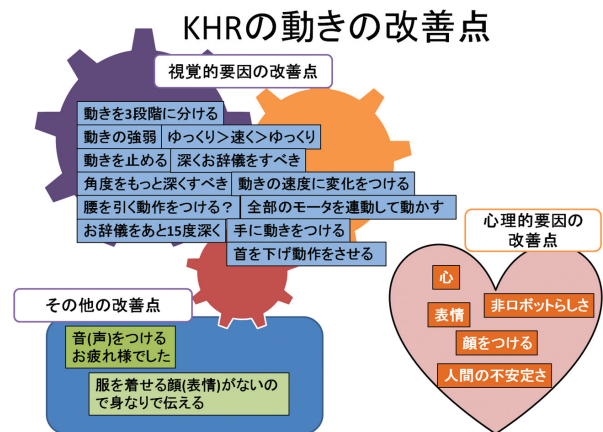


図3.5 KHRの動きの改善点

視覚的要因の改善点としては、「動きの強弱をつける」や「お辞儀の角度をもっとつける」、「手にも動きをつける」などがあげられた。心理的要因の改善点では、「心を表現する」や「非ロボットらしさ」、「人間の不安定さ」を演出するとよいとの意見が出た。その他の改善点では、「音（声）を付ける」、「服（コスチューム）を着せる」などの意見が出た。その他の意見として出た改善点は、今回の実験では考慮しなかったが、今後実験を進めていく際には、服などコスチュームを採用した際の見た目の印象も参考にしていけるべきではある。今後この要因をいかに取り除くかが重要となってくると考える。

## 4. 対人および対ロボットにおける好感度の調査

前節までの結果から人とロボットが初めて対面し

た場合どのように人間が感じるかが、ロボットの行動を決定する鍵となると考えた。そこで、次に「対人の初対面での行動と好感度」と「対ロボットの初対面での行動と好感度」の調査を行った。

調査対象は、大学生男女14名3グループで行った。手順は先に述べたKJ法の手順と同じである。

#### 4.1. 対人の初対面での行動と高感度の調査

被験者が人と初対面時にどのような行動を取るかを調査した。質問内容は以下のとおりである。得られたキーワードは99であった。図解化の結果が図4.1である。「人と初めて合ったときあなたはどのような行動を取りますか?」「どのように相手に好感を与えようと思いますか?」対人での初対面行動の第一段階として人は「握手」や「おじぎをする」などのあいさつ行動をとろうとする傾向が見られた。

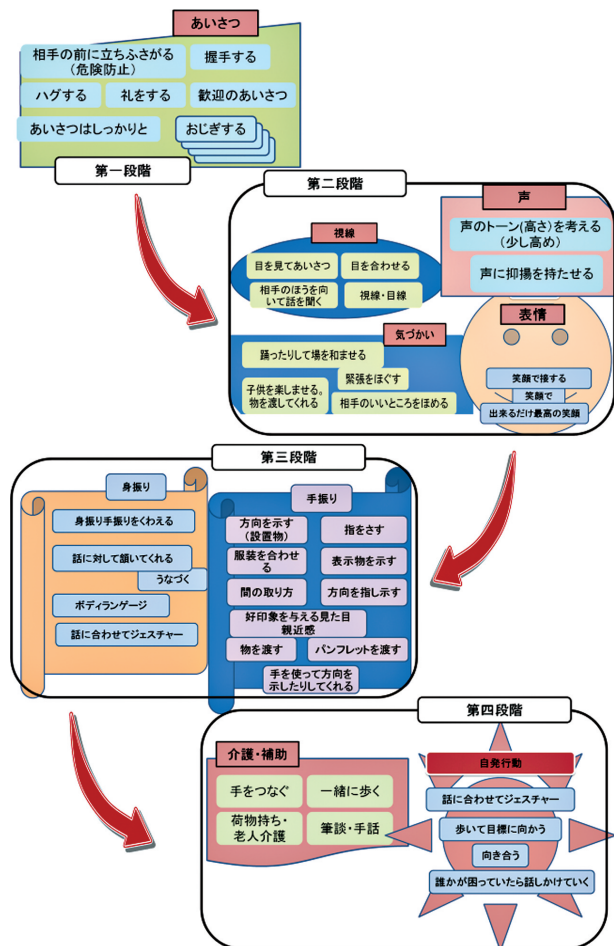


図 4.1 人同士の場合

第二段階では、「場を和ませる」や「緊張をほぐすなど」相手を気遣う行動や、「笑顔」などの表情づくり。「声に抑揚をもたせる」等声のトーンなど

で相手とのコミュニケーションを取り、「視線を合わせる」「相手の方を向く」など、相手と視線を合わせようとする傾向があった。次に、「うなづく」「身振り手振り」「ボディランゲージ」などを含めたコミュニケーションを行いより他者と親しくなる第三段階。最後の第四段階では「一緒に歩く」「荷物持ち」「老人介護」などの介護・補助や「話に合わせてジェスチャーを用いる」「相手と向き合って話す」など自発的な行動を行い、自分から他者と積極的にコミュニケーションを取ろうとする傾向がみられた。第一段階のあいさつの項目においては、会釈やお辞儀、握手、ハグなど様々なあいさつの方法が出た。これは、私たち日本人の最もポピュラーな初対面でのコミュニケーションの1つとして実験を行った全てのグループに対して現れている。また、図解化の結果からすべてのグループにおいて人との対面時には、図4.1のように、あいさつ行動を行う第一段階、コミュニケーションを取ろうとする第二段階、身振り手振りなどを交え相手との距離を縮めながら会話しようとする第三段階、最後に相手と親しくなりより積極的に行動しようとする第四段階が見られた。

#### 4.2. 対ロボットの初対面での行動と好感度の調査

人がロボットと初めて対面した時のロボットに期待する行動を調査した。質問内容は以下のとおりである。得られたキーワードは99であった。「ロボットに初めて合ったとき、どのような行動をとって欲しいですか?」「ロボットに面白い・又は癒される動きとはどのようなものですか?」の図解化の結果が図4.2である。

対ロボットの初対面行動の場合、第一段階では、「おじぎ」や「あいさつ」「名前を教えてくれる」など人と同じように挨拶行動を行う。また、第二段階では、「ダンス」や「アクロバット」のようにロボットがエンターテインメント性を持ち人間を楽しませる様な行動を人は期待している事がわかった。第三段階では、「人間と同じようななめらかな動きで接して欲しい」などのように、エンターテインメント性をなくし、より人間的な行動をロボットに期待していた。

第三段階を経て次に人が期待することは、人間の日常生活の補助で、その性質は2つに分かれる。1つは、物理的補助で「ご飯を作ってくれる」「救命補助」「部屋の掃除」「案内」など身体的な補助を望む意見。2つ目は精神的な補助で、「話し相手になってほしい」や「情報を集めてほしい」などといった



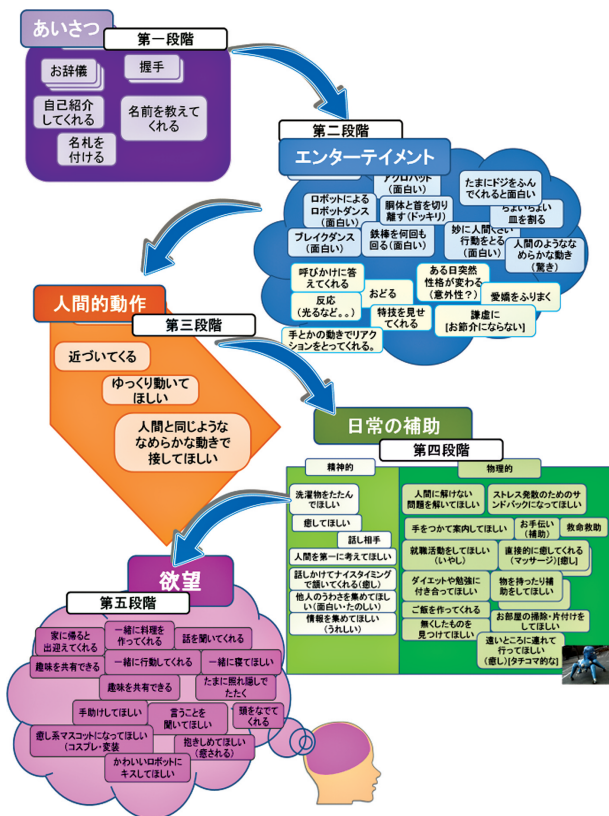


図 4.2 人とロボットの場合

意見。これは、多くの人に役立つパートナーやツールとしての役割を期待している結果となった。最後の第五段階では「話を聞いてくれる」「趣味を共有する」「家に帰ると出迎えてくれる」など第四段階と似ているが、第五段階では対象が個人であり、完全なパートナーとしてロボットを求めている傾向があった。

### 5. 考察

KJ法の実験を行った結果から、ロボットに対するイメージはSFやロボットアニメの影響が強い。また、ロボットは人型で人間とコミュニケーションをとり人よりすぐれているものであるといったイメージを抱いていることが分かった。しかし、現実ではまだまだ今回の被験者の理想とするロボットには程遠いという意見もあった。これは、不気味の谷をロボットがまだ越えられていないことを示している。

また、人とロボットの初対面の行動に対して初期の行動はどちらもあいさつ行動であった。このことは、今後ロボットが発展するうえでは重要であると考えられる。しかし「対人」と「対ロボット」では、若干の差異が見られ、対人の場合のあいさつ行動ではロボットが自身を紹介するといったように、人が

受身の姿勢でロボットとの初対面行動を取ろうとする傾向が見られた。そこで、初めてロボットを見た人にも違和感のない「あいさつ」ができれば、その後のロボットと人のコミュニケーションが円滑になりロボットと人がよりよい関係（ロボットに対する親しみ）が築ける第一歩になると考える。そうすることで、ロボットが不気味の谷を越えられると考える。

また、すべての項目で人とロボットの初対面での行動では、相手が人の場合は自分から自発的に行動を行い他者とのコミュニケーションを取ろうとするが、ロボットの場合人は受け身の姿勢になる傾向がみられた。このことから、ロボットから何らかのモーションを起こし人との関係を築く必要があると感じた。

ロボットに望む最終的な効果としては、人の生活を物質的に豊かにするだけでなく、精神的にも人を満足させることが今後は必要であるように見られた。この背景には、現代人が抱える心の隙間を満たしたいという人間の欲求が見えた気がした。

今後のコミュニケーションロボットは人を満足させるだけでなく、その先のロボットによるリラクゼーション（癒し）を追求する必要があると考える。

### 6. 終わりに

本稿では、人がロボットをどのように認識しているかを調査した。今回の結果は、光永氏らの唱える「人々の中で日常的に活動するロボットに求められる3つの基本要素」<sup>13)</sup>のうちの「親しみやすさ」、「役割を果たすこと」の2つの要素が結果からみられた。また、人のロボットに対する印象はロボットアニメやSFなどに代表されるように、ロボットが自分で考え行動し人を助けるといったものが強くロボットに憧れを持っているように感じられた。しかし、同時に「理想のロボット」と、「現状のロボット」とのギャップ（不気味の谷）を感じており今後そのギャップをいかに埋めていくかが今後のロボット開発の要になると考える。そのために、ロボットがより私たちの身の回りの労働力・パートナーとしての役割を果たすとき、今回の調査で分かったロボットと人との初対面での挨拶行動が重要になってくる。そのためには、ロボットが人間に違和感のない行動を行う必要がある。そうすることによって、ロボットが我々人間の物質的にも、精神的にも人間のパートナーとなりロボットによる癒しが実現できると考える。



## 参考文献

- (1) 垣尾政之、宮下敬宏、光永法明、石黒浩、萩田紀博：ヒューマノイドロボットの反応動作に対する人の印象、電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ ネットワークロボット時限研究会 H18年度第2回研究会、Nov. 2006.
- (2) 木屋 亮、星野孝総：簡易人型ロボットを用いた対面行動における人の親しみやすさの感性評価実験、27th Fuzzy System Symposium (Fukui, September 12-14, 2011)、TC 1-4
- (3) 溝口文雄、西山裕之：エンターテインメントロボットを用いた対人サービスシステムの設計 日本ソフトウェア科学会第22回大会 (2005年度) 論文集
- (4) 小森谷清：店舗応用を目指したロボット搬送システムの研究開発 日本ロボット学会誌vol.27 No.10、2009 p.28.
- (5) 石田亨、神田崇行、石黒浩：人間-ロボット間相互作用にかかわる心理学的評価 日本ロボット学会誌 Vol. 19 No. 3, pp.362~371, 2001.
- (6) 平野貴幸、神田崇行、石黒 浩：日常社会で活動するコミュニケーションロボットを目指して、ヒューマンインターフェイス102-9, 2003.
- (7) ハミド拓、羽倉 淳、藤田加賀谷：無意図的動作に着目した人間のしぐさからの情動推定手法、日本ソフトウェア科学会第22回大会論文集, 2005.
- (8) Marr,D.and H. KNishihara：Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional structure, Proc.of Royal Soc. Of London, B200, 269-294, 1978
- (9) 安西祐一郎：認知科学と人工知能：共立出版株式会社、pp1-17
- (10) 石井加代子：人間を理解するための認知ロボティクス、認知科学Vol. 14 No.1. 2007, pp.11-30.
- (11) 山田誠二：人とロボットの〈間〉をデザインする、東京電機大学出版局, 2007.
- (12) 超高齢社会に向けたロボットのあり方：ROBOCON Magazine、2011.11、pp.6-15
- (13) 光永法明、宮下善太、篠沢一彦、宮下敬宏、石黒浩、萩田紀博：人々の中で日常的に活動するロボットに求められる3つの基本要素、日本ロボット学会誌, Vol.26, No.7, p.94-102.

# Impression Research about the Humanoid Robot Motion

Yukinobu HOSHINO\*, Ryo KIYA

(Received: April 23th, 2012)

\*School of Engineering, Kochi University of Technology  
185, Tosa-yamada Miyanokuchi, Kami, Kochi JAPAN

E-mail: \*hoshino.yukinobu@kochi-tech.ac.jp

**Abstract:** The industrial robot was primary robot. The Scene of robots activities changes to the home area. Recently, a robot is an active in the home standard by advance in technology. The advanced technology has increased by activities of a home robot. In our opinion, the home robot is home worker. Today, home robots are being sold on stores, toy shops and shopping malls. The home robot has a role as an entertainment and communication for us. We consider building a support system to coexist with humans and machines in the future. Therefore, the robot is important to know the people. So, we tried the research impressive images about robot motion. For this research we used KJ method and images movie of robot motion. We used a humanoid small robot for the experiments. And “the robot’s state” is clarified. We discussion the differences between human and robot used KJ method.