2 ロボットと文化

2-2 ロボットと癒し

柴田 崇徳[†]

キーワード

Human Robot Interaction, Therapeutic Robot, Mental Commit Robot, Healing, Seal Robot, Robot Therapy

1. ま え が き

医学の言葉で、治すという英単語は「Cure」と「Heal」がある¹⁾。Cureは外科的手術のように悪いところを取り去るや、変形しているものを治す、というラジカルな意味である。一方のHealは、苦痛を和らげる、痛みを楽にするなど穏やかな意味での直しである。古代ギリシャでは、アスクレピオスの神殿が、イコール病院であり、ギリシャ全土で330ぐらいあった。ここでの医術は、CureではなくHealであった。もっとも当時は、手術ができないという理由もあった。アスクレピオスの神殿は、町から離れた山の中の静かな、そしてきれいな泉のあるところに作られ、そこでは、きれいな空気を吸い、沐浴をし、散歩をし、劇場で観劇する。そして、夜はぐっすり眠り、その間に神官が暗示をかけた。これで、多くの病気が治ったとされている。現代の「癒し」も、このようなhealと似ている。人の環境としての建物や場所だけでなく、音や光や匂いなどにより人の感覚を刺激することによって、人を癒そうとする試みが活発に研究されている²⁾。

そのうち、本物の動物を用いるアニマル・セラピーにおいて、心理的效果(リラックス、元気付け等)、生理的效果(脈拍の安定、ストレス低減等)、社会的効果(話題にして人とコミュニケーションを取る等)が、広く認知されている³⁾。しかし、アレルギー、感染症、噛み付き、引っ掻きなどの問題があるため、病院や高齢者向け施設において、本物の動物の導入には十分な注意が必要である。

そこで、動物の代わりにロボットと人が相互作用することにより、セラピーを行う試みがなされている。横山は、犬型と解釈されやすい機械的なロボットの「AIBO」と、上半身が人型のロボットの「ロボビー」を用いたロボットセラピーを試みた⁴⁾。メリットは、清潔である、動物のストレスを考えなくて良い、安全である、プログラムが可能であることを挙げている。結果として、ロボットが人に短期的に刺激を与えることに関しては優れていたが、長期的な安定

図1 アザラシ型メンタルコミットロボット：パロ

やリラックス効果を与えるものではないと指摘している。

一方、筆者は1993年から、人の労働の補助より、人の心へ影響を与え、人からの主観的な評価を重視する機械として、感情的人工生物を研究開発してきた^{5)~14)}。これは、ペット動物のように生活に必要な以上の存在として、人と対等な存在関係を持ち、自ら目的や動機を持って自律的に行動し、人と身体的に相互作用する。その応用として、人の心を豊かにし、心を癒すことにより精神的な病を予防し、また日常生活の余暇に楽しみを与えることを目的とする機器「メンタルコミットロボット」の研究開発を進めてきた¹⁵⁾。

これまでに開発したロボットのうち、図1のタテゴトアザラシの赤ちゃんをモデルにしたロボット「パロ」は、人との触れ合いを強調し、人工毛皮と本体の間に柔らかな構造を持つ面触覚センサによって覆われ、触り心地の良いボディを持つ。人工毛皮には、抗菌加工や防汚加工を施した。その他、視覚、聴覚、姿勢のセンサを有している。上体、ヒレが動き、まばたきにより顔に表情を持つことにより、生命感を人に感じさせる。

この「パロ」を用いて筑波大学付属病院の小児病棟においてロボットアシスティッドセラピーを、そして高齢者向けデイサービスセンターにおいてロボットアシスティッド・アクティビティを行った^{16)~19)}。その結果、心理的效果、

[†]産業技術総合研究所知能システム研究部門 主任研究員、科学技術振興事業団さきがけ研究21「相互作用と賢さ」領域 研究員
"Robot and Healing" by Takanori Shibata (Intelligent Systems Institute, AIST & PRESTO)

生理的効果, 社会的効果を確認した。

本稿では, 2章において人と動物との関わり, 特にアニマルセラピーについて述べ, 3章において感情的人工生物の研究開発について述べる。4章においてメンタルコミットロボット「パロ」によるロボットセラピーについて述べ, 5章でまとめる。

2. 人と動物の関わり

人の生活において, 動物は重要な存在である。アメリカでは約60%の家庭で, 猫, 犬などの順で1匹以上の動物を飼っており, 食料や獣医費を含めると約2兆円産業である。日本では, 犬, 猫の順で約1兆2千億円の市場規模である。なお, 日本の産業用ロボットの市場は約5千億円前後である。動物の役割は, 話し相手になったり, 子供の情操教育に役立ったり等様々な研究が報告されている。動物を積極的に利用する方法として, アニマル・アシスティッド・アクティビティ (AAA) とアニマル・アシスティッド・セラピー (AAT) の二つがある³⁾。

2.1 AAAとAAT

広義のアニマルセラピーは, AAAとAATの二つを含んでいる。

AAAでは, ペットと人々が触れ合う活動であり, 病院や施設などでの特別なプログラムの中で存在するのではない。それぞれの訪問活動等の際には, 特別な治療上のゴールは計画されず, 活動する人たちも必ずしも詳細な記録はしなくてよい。活動はボランティアの自発に任されていて, その活動の期間は必要に応じる。

一方のAATでは, 治療上のある部分で動物が参加する。医療側の専門職, 例えば医師, 看護婦, ソーシャルワーカー, 言語療法士等がボランティアの協力を元に, 治療のどこで動物を使うかを計画する。また, 治療のゴールも存在する。活動においては記録が必要であり, 進歩が測定されなくてはならない。

2.2 動物が人にもたらす効果

動物が人にもたらす効果を, 心理的利点, 生理的利点, 社会的利点の三つに分類できる。心理的利点は, 元気づける, 動機の増加, リラックス・くつろぎ作用, 自尊心・有用感・達成感・責任感などの肯定的感情をもたらす, ユーモア・遊びを提供する, 親密な感情, 無条件の受容, 他者に受け入れられている感じの促進などがある。生理的利点では, 病気の回復・適応, 病気との闘い, リラックス, 血圧やコレステロール値の低下, 神経筋肉組織のリハビリ (特に乗馬療法) などがある。社会的利点では, 社会的相互作用, 人間関係を結ぶ「触媒効果・社会的潤滑油」, 言語活性化作用 (スタッフや仲間との), 集団のまとまり, 協力関係, スタッフへの協力を促すなどがある。

アニマルセラピーの対象は, 一人っ子, 不登校, 精神的・身体的・性的虐待児, 親がいない子どもなど, 独居や

老人ホームにおける高齢者, 痛, エイズ患者など終末期医療の患者, 事故や病気などによる後天的慢性疾患を持つ人, 精神遅滞, ダウン症, 自閉症, 脳性麻痺など先天的慢性疾患を持つ人, 視覚・聴覚, 言語障害者, 手足の不自由な人, てんかん患者などの身体機能障害者, 痴呆, 精神分裂病, 躁鬱病などの精神障害者などがあげられる。

3. 感情的人工生物に関する研究

本研究では, 感情は相互作用を通じて発現した行動を観察者により説明された主観的な解釈であるとする。つまり, 人工物であるロボットが, 感情を持つかのように解釈できるかどうかは, 観察者の解釈に依存している。ロボットが環境と相互作用している様子を観察したとき, ロボットの行動のルールがシンプルであっても, 観察者の主観によって様々な意味に解釈し, 感情を表現する言葉を使って, その行動を説明することが可能である。したがって, ロボットの行動に, 明示的な感情のモデルを埋め込まなくても, 観察者が主観的に感情的振る舞いと解釈を行うことが可能である。

感情の人工生物の場合は, 相互作用する主体と観察者が同一である。主体である人間は, 五感を用いて対象に関する情報を得る。感情の人工生物は, 人間の感覚に情報を送る能力を持つ。仮想空間に比べ, 現実空間で身体を持つことは, 主体に触覚情報を提供できる点で優れている。主体と感情の人工生物が身体を使って相互作用することにより, より多くの情報を交換できる。したがって, 感情の人工生物も物理的な身体だけでなく, 人からの非言語情報を得るために触覚を有することが, 相互のコミュニケーションには望ましい。

これまでに, 人の主観的評価を高めるために必要な様々な要素を見いだす (解析的アプローチ) と同時に, それらの要素を統合し, 全体としてのシステムが, 主観的に価値の高いものとするための方法論 (合成的アプローチ) について研究してきた。

その中で, 基礎的心理実験, センサシステム研究, 動物型ロボット開発, 行動制御アルゴリズム等の研究を行った。基礎的心理実験においては, 客観的機能として一つの触覚センサと1自由度の棒の挙動であっても, 身体的相互作用を通した「カップリング」として, 動き方, 外観, 発生する音, 人が持つ意図によって, システムの挙動に対する人の主観的解釈に複雑さをもたらすことができることを確認した。センサシステムの研究では, 生物の注意機構とマッチトフィルタを模倣し, 視覚は移動物体の色を短期記憶, トラッキングする手法, 聴覚はステレオで音の強さと位相差から音源同定する手法, 触覚は風船の圧力変化を計測する手法などを研究開発した。

身体的相互作用により, 人が持つ動物に対する知識や経験を引き出しつつ, 感情的な行動を主観的に連想させるた

めに、ロボットの形態については、①人型、②身近な動物型(犬や猫)、③身近ではない動物型(アザラシなど)、④架空の動物やキャラクター、の四つに分類し、これまでに犬型、アザラシ型、猫型ロボットを研究開発した。行動制御アルゴリズムとして、刺激-反応規則、内部状態、短期記憶、長期記憶、適応、学習により、人や環境からの刺激とロボットの内部状態に基づく行動を生成した。

大まかな表現ではあるが、ロボットが持つファンクションの数が有限であっても、人が持つ知識や経験に基づき、身体的相互作用を通して、形態、動き、感触などからの連想をロボットが引き出すことにより、人の主観的解釈はロボットが持つ機能の数より遙かに多く、かつ複雑に解釈された。特に、人もロボットも発現する行動は状況に依存し、その解釈はコンテキストにより、感情を表現する言葉でロボットの行動が説明された。あくまで、主観的な解釈であり、相互作用する本人の解釈と、その外部の観察者との解釈は必ずしも一致しなかった。

ロボットに対する評価に関しては、猫型ロボットとアザラシ型ロボットについてそれぞれ主観評価を行った。両者とも、複数の質問に関して高い評価を得たものの、猫型ロボットに関しては、ロボットとの相互作用の後に、本物の猫のイメージとの比較によって、触り心地や反応などの違いに関して厳しく評価される場合があった。一方、アザラシ型の場合には、本物のアザラシのことを詳しく知っている人がほとんどなく、相互作用の前後では、評価が高くなる一方で、本物のアザラシとの比較を行うケースはほとんどなかった。そのため、身近ではない動物の形態の方が、多くの人から受け入れられやすいといえる。さらに、アザラシ型ロボットに関して、日本で800名弱、英国で440名の人々から主観評価を受けた実験では、統計的な分析により、複数の質問項目のうち、触れ合いに関する項目と見た目に関する項目がロボットの評価に対して重要な要素であることがわかった。

4. メンタルコミットロボット「パロ」を用いたロボットセラピー

2章で述べたように、動物は人に様々な効果を与える。しかし、人や場所に依存して、動物を飼えない場合がある。例えば、アレルギー、感染症、噛み付き、引っ掻きなどである。また、一般の家庭においては、家族の一部の反対、マンション・アパートの規則や大きさの制限、世話が大変等、様々な理由がある。また、過去に飼育していた動物の死により心に傷つきペットロスになり、無力感や無関心を引き起こすなど、精神への障害が非常に大きい場合がある。

そこで、本物の動物の代わりに、アザラシ型メンタルコミットロボット「パロ」をセラピーに役立てるための研究開発を進め、その効果について研究するため、小児病棟と高齢者向け施設において実証実験を行った。前者では、治療

の補助となるように医師と看護師の協力を得てロボット・アシスティッド・セラピー(RAT)を行い、後者では、明確な治療上のゴールを設けずに、ロボット・アシスティッド・アクティビティ(RAA)を行った。

4.1 小児病棟入院患者に対するロボットアシスティッドセラピー

小児病棟の実験では、数日から数週間程度の短期入院患者と、免疫力が低下している隔離病棟の長期入院患者と二つのグループに分けて約3ヶ月間の実験を行った。隔離病棟にパロを入れるために、人工毛皮に抗菌加工などを施し、実験実施の前にインフォームド Consent として、被験者と保護者にはロボットに関すること、実験の目的などを説明した。実験では、図2のように1日に昼食前、夕食前、就寝前の3回「パロ」と触れ合ってもらった。その効果を評価するために、気分を顔の表情を指し示すことによって表現する図3のフェイススケールを用いた。治療上の目的は、元気付け、退院意欲の向上、安静化などであり、看護師にセラピーの実施と触れ合いの様子を観察してもらった。

図4に、16名の短期入院患者によるフェイススケールの平均スコアを示す。パロを動作させた場合と、電源を切り、ぬいぐるみ状態にした場合の平均スコアの比較であり、パロとの相互作用が患者達の気分を向上させている。さらに、看護師による観察では、患者同士、患者と保護者、患者と看護師などとのコミュニケーションの増加、子供たちの笑顔の増加、夜泣きがなくなるなどが確認された。特に、自閉症状で約6ヵ月間笑顔がなく、会話がほとんどなかった患者に、大きな改善が見られたことは特筆に値する。

以上のように、RATによって心理的效果、および社会的効果が確認された。しかしながら、生理的效果に関しては、他の薬等の影響があったため、明確に断定はできなかった。長期入院の子供たちに関するデータはプライバシーの問題

図2 ロボットアシスティッドセラピー(小児病棟において)

図3 フェイススケール (1 (良い気分) ~20 (悪い気分))

図4 平均スコアの比較

により、公開することができないが、結果として大変好評であった。残念ながら実験の1年後に亡くなった患者の保護者からは、大変感謝された。

4.2 高齢者に対するロボットアシスティッドアクティビティ

高齢者向け日帰り施設であるデイサービスセンターにおいて、図5のように、1日に1回、週に3日、6週間にわたり、複数的高齢者を対象としてパロとの相互作用の実験を行った。

心理的效果に関しては相互作用前後のフェイススケールと、アンケートによる主観評価を行った。図6に被験者12人によるフェイススケールの平均スコアの推移を示す。6週目は、被験者はパロと触れ合っていない。これにより、気分の向上に役立つことと5週間継続して効果があることを確認した。生理的效果に関しては尿検査を行い、ストレスが減少することを確認した。特に、パロに対する主観的评价が高い人ほど効果があることも確認した。また、観察により、コミュニケーションや笑顔の増加などの社会的効果を確認した。

さらに、看護師や介護士に対してアンケート調査を行い、バーンアウト (心労) の軽減に役立つことを確認した。

図5 ロボットアシスティッドアクティビティ (デイサービスセンターにおいて)

図6 高齢者のフェイススケール平均スコアの推移

5. む す び

人の主観的評価と身体的相互作用を重視した、感情的人工生物としての動物型ロボットの応用として、楽しみや安らぎなどの効果を人に与え、愛着がわき、心の癒しになるメンタルコミットロボットの研究開発について紹介した。さらに、小児病棟と高齢者施設における、アザラシ型メンタルコミットロボット・パロによるロボットセラピーの実証実験の結果から、人に対するパロのセラピー効果を紹介した。

横山が指摘するように、単にエンタテインメントを目的とする機械的なロボットによるロボットセラピーでは、ロボットが人に短期的に刺激を与えることに関しては優れているものの、長期的な安定やリラックス効果を与えるものではない。パロは、ロボットセラピーを目的として、触れ合いの相互作用によって、人にリラックス効果を与えることを目的にデザインされており、その効果も確認された。これらにより、単純にロボットであれば何でもセラピーに用

いることができるというものではなく、目的に合わせてロボットをデザインしたり、既存のロボットであっても特徴を生かしてロボットセラピーに適用したりする必要がある。

(2002年9月17日受付)

〔文 献〕

- 1) 星：“癒しの起源，癒しの環境研究会”，pp.7-10 (1995)
- 5) 高柳：“癒しの環境とは”，癒しの環境研究会，pp.3-4 (1995)，他
- 3) 横山：“アニマル・セラピーとは何か”，NHKブックス (1996)
- 4) 横山：“アニマル・セラピーから見たペットロボット”，癒しの環境，7，3，p. 51 (2002)
- 5) 柴田，福田，編著：“人工生命の近未来—新たな生をつくるテクノロジー—”，時事通信社 (1994)
- 6) 柴田：“ロボットから人工生物へ”，システム/制御/情報，40，8，pp.359-364 (1996)
- 7) T. Shibata, et al.：“Emotional Robot for Intelligent System - Artificial Emotional Creature Project”，Proc. of 5th IEEE Int'l Workshop on ROMAN, pp. 466-471 (1996)
- 8) T. Shibata and R. Irie：“Artificial Emotional Creature for Human-Robot Interaction - A New Direction for Intelligent System”，Proc. of the IEEE/ASME Int'l Conf. on AIM'97 (Jun. 1997)，paper #47 and 6 pages in CD-ROM Proc.
- 9) T. Shibata, et al.：“Artificial Emotional Creature for Human-Machine Interaction”，Proc. of the IEEE Int'l Conf. on SMC, pp. 2269-2274 (1997)
- 10) 田島，斎藤，大角，工藤，柴田：“感情をもったインタラクティブ・ペットロボット”，第16回日本ロボット学会学術講演会予稿集，1，pp. 11-12 (1998)
- 11) T. Shibata, T. Tashima and K. Tanie：“Emergence of Emotional Behavior through Physical Interaction between Human and Robot”，Procs of the IEEE ICRA (1999)
- 12) 田島，斎藤，柴田：“猫ロボットのインタラクションによるユーザ評価と考察”，第17回日本ロボット学会学術講演会予稿集 (1999)
- 13) T. Shibata, T. Mitsui, K. Wada, and K. Tanie：“Subjective Evaluation of Seal Robot: Paro - Tabulation and Analysis of Questionnaire Results”，Jour. of Robotics and Mechatronics, 14, 1, pp. 13-19 (2002)
- 14) T. Mitsui, T. Shibata, K. Wada, and K. Tanie：“Psychophysiological Effects by Interaction with Mental Commit Robot”，Jour. of Robotics and Mechatronics, 14, 1, pp. 20-26 (2002)
- 15) 柴田：“人の心を癒すメンタルコミットロボット”，日本ロボット学誌，17，7，pp. 943-946 (1999)
- 16) T. Shibata, et al.：“Mental Commit Robot and its Application to Therapy of Children”，Proc. of the IEEE/ASME Int'l Conf. on AIM'01, paper number 182 and 6 pages in CD-ROM Proc. (2001)
- 17) T. Saito, T. Shibata, K. Wada, K. Tanie：“Examination of Change of Stress Reaction by Urinary Tests of Elderly before and after Introduction of Mental Commit Robot to an Elderly Institution”，Proc. of AROB (2002)
- 18) K. Wada, T. Shibata, T. Saito, K. Tanie：“Robot Assisted Activity for Elderly People at a Day Service Center”，Proc. of the IEEE Robotics and Automation, CD-ROM (2002)
- 19) 柴田：“ロボットとペット動物によるセラピーと介助活動”，癒しの環境，7，3，pp.49-50 (2002)

柴田 崇徳 1992年，名古屋大学大学院電子機械工学専攻修了。1993年，通商産業省工業技術院機械技術研究所研究官，1995～1997年，マサチューセッツ工科大学人工知能研究所研究員併任，1998年，通商産業省工業技術院機械技術研究所主任研究官を経て，2001年より，産業技術総合研究所知能システム研究部門主任研究員となり，現在に至る。博士（工学）。