

神経学的セラピー用ロボット・パロとその利活用

柴田崇徳（産業技術総合研究所、東京工業大学、マサチューセッツ工科大学）

1. はじめに

1.1 アザラシ型ロボット・パロについて

人と動物の関係、特にアニマル・セラピーを参考にして、人の心に楽しみや安らぎを提供し、一般家庭でのペット代替と、医療福祉施設等でのセラピーへの応用を目的にして、1993年から動物型ロボットの研究開発している[1]。

パロは、人との身体的なふれあいから、人の各種感覚を刺激し、脳を刺激することにより、人がもつ経験や知識を基に連想記憶を想起させる。これにより、人は脳機能が活性化される（図1）。

04年に実用化、05年から市販され、国内外約30か国で約3,000体が利用されている。特に、デンマークでは主に認知症ケアを目的に70%以上の地方自治体により公的導入された。米国では、09年にFDA（食品医薬品局）から神経学的セラピーのための「医療機器」の承認を得て、医療福祉施設等で、「非薬物療法」の手段として活用されている[2]。

1.2 本論文の構成

第2章では、パロの機能を概説する。第3章では、パロによるロボット・セラピーについて、認知症、リハビリ、発達障害（特に自閉症）等について、概説する。第4章では、パロのセラピー効果について、その原理の仮説を説明する。第5章では、認知症ケアについて、地域包括医療・ケアでのパロの活用の可能性について紹介し、第6章で、まとめる。

2. アザラシ型ロボット・パロの機能

2.1 外観

パロのモデルは、タテゴト・アザラシの赤ちゃんである。抱き心地等を考慮している。また、あまり身近ではないため、本物と比較されにくく、好き嫌いが無いため、受容性が高い。パロは体長 55 cm、体重 2.7 kgで、人から抱っこされる際には、主に人の体性感覚を刺激し、子育てやペット等の過去の記憶を連想させ、脳を活性化する。

2.2 機能

パロには、光センサ、全身を覆う触覚センサ、ヒゲセンサ、音センサ（音源方向同定、音声認識）、熱センサ（体温制御）、姿勢センサ等があり、7つの静音型知的アクチュエータにより機械雑音無しで動作する。人工知能として、名前の学習と行動の強化学習機能がある。海外での医療機器としての安全性のため、電磁シールドの他、CE、RoHS、UL、

MET等の安全認証を取得している。さらに、10年間以上の利用を想定した耐久性、容赦無い手荒な使用にも耐えるロバスト性等を考慮した構造とした。

3. パロによるロボット・セラピー

パロによるロボット・セラピーの対象は、子供から高齢者まで、認知症、発達障害、精神障害、高次脳機能障害、回復期リハビリ、介護予防、ホスピス（高齢者、がん患者等）、PTSD等、多様である[3]。

また、具体的な活用に当たっては、明確にセラピーの目標を決めずに、良い時間を過ごすための「ロボット・アシスティッド・アクティビティ」と、特定の人に対して目標を持って活用する「ロボット・アシスティッド・セラピー」の使い方がある。いずれの場合にも、パロだけで実施されるのではなく、セラピスト、看護師、介護者等の積極的な関わりが重要であり、パロは人によるセラピーの道具である（図2）。とはいえ、施設等においては、介護者等の負担の軽減のため、「もう一人の職員の追加」として、パロが導入されるケースは多い。

期待される効果は、アニマル・セラピーと同様に、

- ① 心理的效果：動機付、元気付、自発性向上、不安低減、痛み緩和、孤独感緩和、うつ改善等
- ② 生理的效果：ストレス低減、脳機能の活性化等
- ③ 社会的効果：コミュニケーションのきっかけや活性化、社会スキルの向上

があり、国内外の医療福祉施設等で、臨床評価されてきた[3, 4]。特に、オーストラリアやニュージーランドでは、認知症高齢者のケアにおける効果について、RCT（Randomized Controlled Trials：ランダム化比較試験）により評価され、孤独感の緩和、QOLの向上等が確認され、今後、大規模RCTによる評価が予定されている。ただし、介護者等に、パロを効果的に活用してもらうためには、「研修」が重要である。欧州では、パロの導入時に、1日の研修を義務化した。また神奈川県が13年度に、パロの有効な活用を目的に、毎月の研修を開始した（図3）。今後、他の地域や国等でも同様の取組みを実現したい。

4. パロのセラピー効果の原理の仮説

パロのセラピー効果の原理は、まだ十分に明らかではないが、次のような原理をその仮説としている[1, 2]。人とパロとのふれあいにおいて、パロが人の感覚を刺激し、その人の脳を刺激することにより、本能的な反応や、過去の経験や知識に依存した連想記憶を想起する等により、脳の様々な部位の活動が

活性化する。これに基づき、人もパロをなでたり、抱っこしたり、話しかけたり等により、パロに働きかけ、パロも行動生成アルゴリズムにより、様々な反応や自律的行動を発現し、また人に働きかける。パロの生き物らしさや心地良さ等により、人が刺激を適切と感じ、主観的な解釈によるストーリーによる「相互作用のループ」が構成され、1体1であれば、カップリングになり、その相互作用が持続する。この際に、例えば、認知症で脳の一部に障害がある場合にも、残存している脳の部位が活性化し、気分の向上や、失語症の人の発話機能の一時的回復等が、セラピー効果として観察される[2]。

5. 認知症ケアと地域包括医療・ケアへの応用

認知症ケアにおいてパロを適切に活用することにより、認知症高齢者の周辺症状（徘徊・帰宅願望、暴力・暴言などの問題行動等）が抑制・緩和され、PRN（必要な時に使う抗精神病薬等）の低減化にもなる。米国退役軍人省等は、定量的にその効果を示した。そのため、高齢者本人にとっての気分の向上だけではなく、薬物による副作用の低減化等のメリットがある。また、介護者の負担の軽減化になるため、在宅介護の期間を延ばせる可能性が高く、社会的コストの低減化を図ることができる。

地域包括医療・ケアでは、医療と福祉を連携させて認知症高齢者の在宅期間をできるだけ長くすることが目的である。パロを次の2つのルートで活用することにより、その実現に貢献できる可能性が高い。一つは、ものわすれ外来において、アルツハイマー等の認知症と診断された後に、本人にパロが有効かどうかのスクリーニングを行うルートと、もう一つは、脳梗塞後等の回復期リハビリでパロを活用し、退院後の在宅復帰時にスクリーニングを行うルートで、パロにより介護者の負担の軽減化が見込まれ、在宅介護が容易になる場合に、自宅などで介護者がパロを利用するスキームである。コペンハーゲン市は12年から在宅の要介護者向けに、筆者は富山県南砺市と共同で、13年から上記の実証実験を開始した。

6. まとめ

パロを用いるロボット・セラピーについて、様々な対象に対しての効果やメリットについて、国内外での事例や臨床評価結果等により、断片的であるが、明らかになり、それらが蓄積されてきた。また、社会で、パロを利活用するためには、適切な対象に対して、適切な方法でパロを適用・運用することが必要なことも明らかになった。

そのため、日本ではパロの研修制度、費用対効果に基づく社会制度への組み込み等が、今後の課題である。また、パロのセラピー効果の原理を探究することにより、その効果を高める機能や運用方法についても研究を深めていきたい。

参 考 文 献

- [1] T. Shibata, et al., Emotional Robot for Intelligent System - Artificial Emotional Creature Project, Proc. of the IEEE RO-MAN, pp. 466-471, 1996
- [2] T. Shibata, Therapeutic Seal Robot as Biofeedback Medical Device: Qualitative and Quantitative Evaluations of Robot Therapy in Dementia Care, Proceedings of the IEEE, Vol. 100, No. 8, pp. 2527-2538, 2012
- [3] 第1~3回パロによるロボット・セラピー研究会抄録集, <http://intelligent-system.jp/>
- [4] 厚生労働省、ロボットによるアニマル・セラピーの代替効果の検証ーアザラシ型メンタルコミットロボット「パロ（セラピー用）」、2012年度福祉用具・介護ロボット実用化支援事業における介護機器等モニター調査事業、pp. 52-55, 2013
http://www.techno-aids.or.jp/research/jireishu_130606.pdf



図1 アザラシ型ロボット・パロ



図2 デンマークでのロボット・セラピー



図3 神奈川県によるパロの研修会の様子
(グループ・ワーク後の報告の様子)