

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：22604

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26870478

研究課題名(和文) fMRIを用いた動物型ロボットとの長期的な触れ合いが与える影響の調査

研究課題名(英文) Investigation of influences of long-term interaction with animal type robot by using fMRI

研究代表者

和田 一義 (Wada, Kazuyoshi)

首都大学東京・システムデザイン研究科・准教授

研究者番号：20453037

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、アザラシ型セラピー用ロボット・パロとの長期的な触れ合いが脳活動状態に与える影響をfMRIを用いて調べる研究である。高齢者および若者(20代学生)を対象者にパロを1ヶ月間貸し出し、その前後でパロの映像を視聴している際の脳活動状態を計測した。実験の結果、高齢者6名、若者11名より有効なデータを取得できた。解析の結果、パロ利用後、高齢者はパロの映像視聴時にパロ利用前より賦活する脳の領域が認められたのに対し、若者ではパロ利用前より賦活する脳領域は認められなかった。これより、パロは若者よりも高齢者により影響を与える可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：This research aimed to investigate influences of long-term interaction with seal robot, PARO by using fMRI. Elderly people and twenties students participated and used PARO at their home for one month. They watched the video of PARO in fMRI. Their brain activities were measured before and after using PARO; and then, we obtained valid data from 6 elderly people and 11 students. As the results of analysis, some brain areas of elderly people were more activated after using PARO. On the other hand, no brain areas were activated more in case of students. Therefore, it seems that PARO has stronger influences on elderly people than young people.

研究分野：ロボット工学

キーワード：福祉・介護ロボット ヒューマンエージェントインタラクション

### 1. 研究開始当初の背景

動物型ロボットとの触れ合いによる心のケア“ロボット・セラピー”が国内外の医療福祉関係者、研究者より注目されている。本物の動物を使用するアニマル・セラピーよりも、安全・衛生であり容易に実施できることから、小児病棟の入院患者や特に高齢者施設利用者、認知症患者などのケアに用いられつつある<sup>1-10)</sup>。中でも、(独)産業技術総合研究所の柴田らが開発したセラピー用アザラシ型ロボット「パロ」は、これまでに約 3,000 体が販売され世界中の医療福祉施設で利用されている(図 1)。特に、デンマーク王国では、新たな高齢者ケアのツールとして積極的に導入を進めている。また、パロはアメリカ FDA より医療機器として認定を受けている<sup>4)</sup>。

これまでに、介護老人保健施設、ケアハウス、デイサービスセンターなど様々な施設において最長 5 年以上にわたる継続した実験により、心理的効果(笑顔の増加、情緒不安の軽減、徘徊の抑制など)<sup>5-7)</sup>、生理的効果(ストレス低減など)<sup>8)</sup>、社会的効果(コミュニケーションの活性化)<sup>8)</sup>を持つことが確認された。また、認知症患者の脳波を計測し、脳機能研究所が持つ DIMENSION (Diagnosis Method of Neuronal Dysfunction) 解析によりロボット・セラピーが脳の活動状態を改善が確認された<sup>9)</sup>。また、健常者の脳血流を fNIRS (functional Near Infrared Spectroscopy) により計測し、特にパロとの触れ合い時は会話や感情の認識に関連する外側溝周辺が有意に活性化することが確認された<sup>10)</sup>。

しかし、ロボット・セラピーでは、ロボットが人の情動に作用することにより様々な効果が現れると考えられるが、情動活動に関連する脳深部の活動状態や効果に関連する詳細な脳活動部位は調べられていない。

### 2. 研究の目的

近年、空間分解能に優れ脳全体の活動状態を計測可能な fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) を用いて、ロボットとの相互作用の影響を調査する試みが数は少ないものの行われている。例えば、Chaminade らは自閉症児が人/人間型ロボットとジャンケンをした際の反応を比較している<sup>11)</sup>。また、Putten らは人/ロボットがやさしく/乱暴に扱われた際の反応を比較している<sup>12)</sup>。しかし、いずれも人-ロボットとの一時的な相互作用を比較調査するに留まっている。

そこで、本研究では fMRI を用いて、パロとの長期的な触れ合いが与える影響を脳活動の観点から調査することを目的とした。

### 3. 研究の方法

高齢者を対象にパロを 1 ヶ月間貸し出し、その前後に fMRI ならび NIRS を用いて、パロの映像提示時ならびにパロとの直接的な触れ合い時の脳活動状態を計測する。対象者の



図 1. アザラシ型ロボット・パロ (産総研)

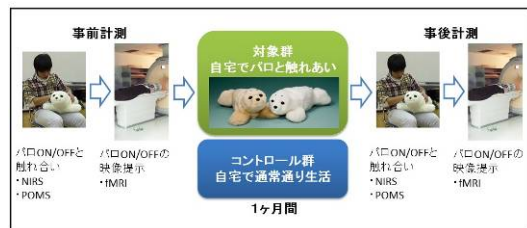


図 2. 実験の流れ

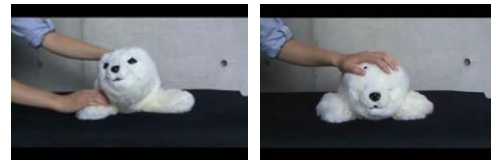


図 3. 提示映像サンプル(パロ ON/OFF)

背景、パロの利用状況、パロに対する印象、気分の変化を調査し、脳活動状態との関連についても調査する。

対象者は脳梗塞など脳疾患の既往歴が無く、自立した日常生活を送れる程度に健常で、右利き、かつ、実験の同意を得られた方を公募により選定した。なお、対象となる高齢者が十分に集まらない場合は、対象者を 20 歳以上の成人にまで拡大しデータの収集を行った。

図 2 に実験の流れを示す。まず、対象者の背景(年齢、性別、性格、動物の飼育経験)の情報を収集した。性格は Big Five 尺度<sup>13)</sup>を用いて評価した。対象者をパロとの長期的な触れ合いを行う対象群とコントロール群に振り分けた。

#### (1) 事前計測 :

パロ ON (パロ電源 ON)、パロ OFF (パロ電源 OFF) それぞれと 5 分間触れ合いを行っている際の脳活動状態を NIRS (日立製作所: WOT-100)<sup>14)</sup>を用いて計測した。各刺激は被験者毎にランダムな順番で提示し、各刺激との触れ合い前後における気分の変化を POMS<sup>15)</sup>

により評価した。次に fMRI (Philips: Achiva 3.0T)<sup>16)</sup>を用いて、パロ ON/OFF の映像刺激(各 30 秒)をランダムに安静(30 秒)を挟みながら各 6 回提示し、各刺激に対する脳活動状態を計測した。実際の触れ合いを想起させるため、映像は人物が写らないよう無言でパロを様々に撫でているものを使用した。図 3 に映像刺激のサンプルを示す。

(2) 自宅におけるパロとの長期触れ合い：

対象群に対して、パロの使用方法について説明した後、1ヶ月間パロを貸し出した。対象者は自宅で自由にパロとの触れ合いを行った。この間のパロの利用状況について記録を依頼した。この間、コントロール群は通常通り生活を行った。

(3) 事後計測：

事前計測と同様の実験を行った。

4. 研究成果

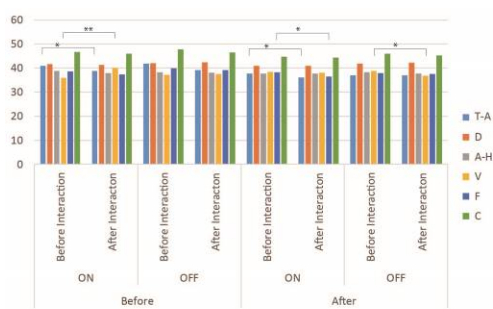
26名が実験に参加した。うち高齢者7名(男3名、女4名、平均年齢72.4±3.3)、若者19名(男13名、女6名、平均年齢22.6±2.1)であった。コントロール群は若者男性より5名とした。また、研究期間中にMRI装置の事故が発生し、長期にわたり研究の中断を余儀なくされた。このため対象群のうち2名(高齢男性1名、若者男性1名)は計画した計測が行えなかった。これら2名をのぞく24名を分析対象とした。うち、18名が動物の飼育経験を有していた。取得した各種データの詳細な分析はこれからであるが、以下、主な研究成果としてPOMS、MRIの結果について述べる。

(1) POMSの結果

図4に対象群19名の結果を示す。パロ ON/OFF との触れ合い前後における各気分の T 得点の変化について、統計的検定(Wilcoxon の符号付き順位検定)を行った。結果、パロ利用前、パロ ON との触れ合い後に緊張不安(T-A)が有意に低下、活気(V)の増加が見られた。一方、パロ利用後は、パロ ON との触れ合い後に緊張不安(T-A)および疲労感(F)が有意に低下、パロ OFF との触れ合い後に活気(V)が有意に低下した。対象者はパロを初めて利用またはほぼ知らない方であったため、パロの反応や動作に対する新鮮さが活気の増加をもたらしたと考えられた。また、1ヶ月自宅を利用した後も、パロとの触れ合いが緊張不安を和らげる作用を持続することが示唆された。

(2) MRIの結果

年齢に大きな開きがあることから、若者と高齢者に分けて解析を行った。若者はMRI計測中に睡眠が疑われた2名を除く11名、高齢者は6名について集団解析を行った。なお解析はSPM12<sup>17)</sup>を用いて行った。ここでは、



\*p < 0.05 \*\*p < 0.01

図 4. POMS の結果

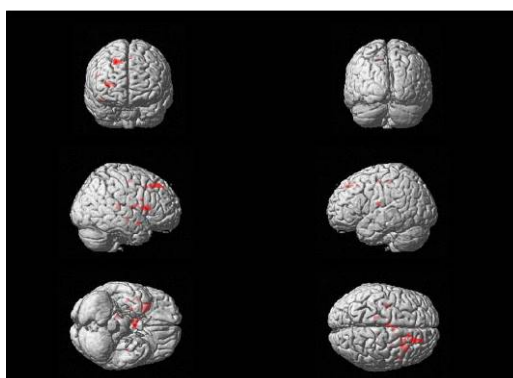


図5. パロ利用前後におけるパロ ON映像提示時の脳賦活部位の変化(高齢者6名)

パロ利用前より利用後により賦活した脳の領域について解析した結果について述べる。まず、若者についてはパロ ON/OFF とともに賦活領域は認められなかった。一方、高齢者について、パロ ON では右上前頭回、視床、島皮質前部に賦活が、パロ OFF では左中心前回、左小脳外側にやや賦活領域が見られた(検定はいずれも none, p = 0.001)。図5に高齢者のパロ ON 映像提示の結果について示す。高齢者の方が若者より長い時間在宅しており、パロと接する機会が多かった。このため、よりパロに対する思いが強まり結果の違いとして現れた可能性が示唆された。

今後は取得した各種データの詳細分析を進めるとともに、性別、性格やパロの利用状況、パロに対する印象と気分の変化や脳賦活領域の関係について分析を行う。これにより、ロボットとの触れ合いが人に効果をもたらすメカニズム解明やその効果をより客観的に評価する手法の開発など当該分野の発展に繋がる重要な示唆が得られると期待される。

<引用文献>

1). A. Libin and E. Libin : Person-Robot Interactions From the Robopsychologists' Point of View: The Robotic Psychology and Rotherapy

- Approach, Proc of the IEEE, Vol.92, No.11, pp.1789-1803 (2004)
- 2). 横山：ロボット活用した精神医療の可能性 -アニマルセラピーの視点から-, 最新精神医学, Vol.7, No.5, pp.439-447 (2002)
  - 3). T. Tamura, et al. Is an Entertainment Robot Useful in the Care of Elderly People with Severe Dementia? Journal of Gerontology: Medical Sciences, Vol.59A, No.1, pp.83-85, 2004.
  - 4). T. Shibata, Therapeutic Seal Robot as Biofeedback Medical Device: Qualitative and Quantitative Evaluation of Robot Therapy in Dementia Care, Proceedings of the IEEE, Vol.100, No.8, pp.2527-2538, 2012.
  - 5). T. Shibata, K. Wada, et al. Robot Assisted Activity for Senior People at Day Service Center, Proc. of Int' l Conf. on ITM, pp.71-76, 2001.
  - 6). K. Wada, T. Shibata, T. Saito, and K. Tanie, Effects of Robot Assisted Activity for Elderly People and Nurses at a Day Service Center, Proceedings of the IEEE, pp.1780-1788, 2004.
  - 7). K. Wada, T. Shibata and Y. Kawaguchi, Long-term Robot Therapy in a Health Service Facility for the Aged - A Case Study for 5 Years -, Proc. 2009 IEEE 11th Int Conf on Rehabilitation Robotics, pp.930-933, 2009.
  - 8). K. Wada and T. Shibata, Living with Seal Robots- Its Socio- psychological and Physiological Influences on the Elderly in a Care House, IEEE Transactions on Robotics, Vol.23, No.5, pp.972-980, 2007.
  - 9). K. Wada, T. Shibata, et al. Robot Therapy for Elders Affected by Dementia, IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol.27, No.4, pp.53-60, 2008.
  - 10). Y. Kawaguchi, K. Wada, et al. Investigation of Brain Activity during Interaction with Seal Robot by fNIRS, Proc. IEEE Int. Sympo. RO-MAN, pp.308-313, 2011
  - 11). T. Chaminade, et al. fMRI study of young adults with autism interacting with a humanoid robot, Proc. IEEE Int. Sympo. RO-MAN, pp.380-3885, 2012
  - 12). A. Putten and N. Kramer, Investigation on Empathy Towards Human and Robot Using Psychological Measures and fMRI, the 63rd Annual International Communication Association Conference, 2013.
  - 13). 堀, 山本, 心理測定尺度集 I, サイエンス社, pp.123-128, 2001
  - 14). 日立製作所：WOT-100 の Website, <http://www.hitachi.co.jp/products/ot/hardware/wot.html>
  - 15). 横山, POMS 短縮版 手引きと事例解説, 金子書房, 2005
  - 16). Philips:Achiva 3.0T の Website, [http://www.innervision.co.jp/expo/product/philips\\_mri\\_achiva3x](http://www.innervision.co.jp/expo/product/philips_mri_achiva3x)
  - 17). SPM(Statistical Parametric Mapping) の Website, <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>
5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)
- [雑誌論文] (計 0 件)
- [学会発表] (計 2 件)
- ① Kazuyoshi Wada, How PARO stimulates brain activities of interacting human observed by fMRI, The 7<sup>th</sup> International Workshop on Robot Therapy with Seal Robot, PARO at IEEE RO-MAN 2016, New York (United States), 2016年8月31日
  - ② 和田一義, パロとの長期的な触れ合いは脳活動にどのような変化をもたらすか? -fMRIを用いた予備的調査の事例-, 第6回アザラシ型ロボット・パロによるロボット・セラピー研究会, 産業技術総合研究所・臨海副都心センター(東京都江東区), 2016年2月20日
- [図書] (計 0 件)
- [産業財産権]
- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)
- [その他]  
なし
6. 研究組織
- (1) 研究代表者  
和田一義 (WADA, Kazuyoshi)  
首都大学東京・システムデザイン研究科・准教授  
研究者番号：20453037
  - (2) 研究分担者  
なし
  - (3) 連携研究者  
なし

(4) 研究協力者

妹尾 淳史 (SENOO, Atsushi)

井上 薫 (INOUE, Kaoru)

木下 正信 (KINOSHITA, Masanobu)