

セラピー用ロボット・パロによるライフ・イノベーション

Life Innovation with Therapeutic Robot, PARO

○ 柴田崇徳 (産総研)

Takanori SHIBATA, AIST

Abstract: Robot therapy, which uses robots as a substitution for animals in “animal therapy,” is a new robot application in the fields of welfare and patient care. The seal robot PARO began development for robot therapy in 1993. PARO was commercialized in Japan in 2005 and in Europe and the U.S. in 2009, and it has been used in hospitals and care facilities in approximately 30 countries. Recent research has revealed that robot therapy has a similar effect on patients as animal therapy. In 2009, the U.S. Food and Drug Administration (FDA) certified PARO as a “bio-feedback medical device.” While PARO can be used in various kinds of therapy similar to real animals, this presentation focuses on its use with elderly dementia patients because explicit differences can be easily observed before and after interacting with PARO. First, the purposes and functions of PARO will be explained. Second, because there are several observational studies on the therapeutic effects of the elderly with dementia interacting with PARO, some typical cases and interesting special cases will be introduced. These cases include recovery from depression, reduction of agitation, and recovery from speech disorders. Finally, reasons why PARO has the potential to change moods and behaviors of the elderly with dementia as a non-pharmacological approach will be discussed.

Key Words: Robot Therapy, Neurological Therapeutic Device, Medical Device, Dementia Care, Human Robot Interaction



Fig. 1 Seal Robot, PARO

1. はじめに

ペット動物のように、アザラシ型ロボット・パロは、人とのふれあいにより、楽しみや安らぎを提供する(Fig. 1)。1993年から、一般家庭でのコンパニオンとしてのペット代替と、医療福祉施設等でのアニマル・セラピーを代替するロボット・セラピーを提案し、パロそのものの研究開発と、人からの受容性やセラピー効果等を研究してきた[1]。

後者に関して、アニマル・セラピーの対象は子供から高齢者まで幅広く、発達障害者、精神障害者、認知症者等、様々である。欧米を中心に、実践や多くの研究があり、動物から人への効果として、

- ① 心理的效果 (元気付、動機付等)、
- ② 生理的效果 (ストレス低減、血圧の安定化等)、
- ③ 社会的効果 (会話のきっかけ、活性化等)

が報告されている。

しかし、動物の場合には、アレルギー、噛付き・引掻き事故、世話・管理の難しさ、コスト等の問題がある。ロボット・セラピーは、それらの問題を解決した。

日本では、2005年に市販化し、約1,800体が販売された。個人名義は約60%、医療福祉施設名義は約30%で、近年は後者の比率が高まっている。11年の東日本大震災後には、被災者の避難所や、被災地の医療福祉施設・学校・仮設住宅等で、被災者等の心のケアに活用されている。

欧州では、06~08年にデンマークが国家プロジェクトで

パロを評価し、良好な結果を得た。その後、09年から1日のセミナーによるライセンス制度と共に、医療福祉施設向けにパロを導入し、現在は65%以上の地方自治体で導入された。同様のシステムを他の欧州国にも展開し、北欧、オランダ、ドイツ、スイス、オーストリア、スペイン等でも導入され始めた。12年から、ドイツのニーダー・ザクセン州では、在宅認知症高齢者等向けのパロによる訪問セラピーが保険適用になった。

2009年には、パロは米国FDA(食品医薬品局)から医療機器の承認を受けた(Class 2, Neurological Therapeutic Device, Biofeedback Device)。その後、高齢者向け施設、発達障害児向け学校、病院等で導入されている。海外では、約30カ国で、約400体が利用されている。

本発表では、パロとのふれあいの前後で、変化を観察しやすい認知症高齢者に対するロボット・セラピーについて紹介する。日本では、認知症者の数が305万人であり、介護を必要とする人が増加しているが、介護者の負担が非常に大きい。治療薬がないため、大きな社会問題である。

パロとのふれあいが高齢者、特に認知症高齢者に対して、ストレスの低減、「うつ」の改善、不安の低減、苦痛の低減、認知症の周辺症状の緩和・抑制、会話機能の改善・回復等のセラピー効果がある。これらの効果により、介護者の負担を大きく低減し、社会的コストを低減できる。

認知症高齢者等に生理・心理状態や行動に変化をもたらす原理に関しては、まだ明らかではないが、本発表では、パロとのふれあいによる人へのバイオフィードバックによる脳機能の活性化と認知機能の改善について、認知症高齢者の認知機能や行動の改善等の事例と、脳波と脳血流の計測による生理心理評価の結果に基づき説明する。

2. 認知症高齢者へのロボット・セラピーとその効果

パロによるロボット・セラピーの効果として、アニマル・セラピーと同様にして、パロとのふれあいを通して、前記の3つの効果がある。ただし、パロとのふれあいの仕方には、アクティビティとしての目的や、特定のセラピー効果を目的とする場合等に応じて、セラピスト等の介入の仕方に違いがあり、また人数も1人とパロ1体や、複数の人々

とパロ等、様々な運用方法がある (Figs. 2 と 3)。

特に、認知症高齢者の場合には、ふれあいの前後での行動や言動の変化が観察しやすい。デンマークやアメリカ等での数多くの事例に基づき、次のように分類した[1]。

- (1) コミュニケーション・言語機能の改善
- (2) 攻撃性の減少
- (3) 徘徊の抑制
- (4) 社交性の改善

例えば、Fig. 4 は、Fig. 3 を含む米国の 2 つの高齢者向け施設で、28 名の高齢者に関する MDS の結果で、パロ導入前の 3 ヶ月と、導入後の 3 か月では、うつが 13 名から 6 名に減少、問題行動は 20 名から 10 名に減少した。

これらのセラピー効果が、なぜ、どのようにして起きるのかについてのメカニズムは、まだ明らかではない。しかしながら、その仮説として、人とパロとのふれあいにより、人が持つ様々な感覚がパロからの刺激を受け、その刺激に応じて脳の様々な部位が刺激され、活性化される。これにより、脳の活動が、全体のシステムとして安定化したり、感情に変化を起こしたり、子育てや過去のペット等の記憶を想起させたり、さらにはより多様な記憶を連想させたり、言語等の機能を回復させることにつながっている。このようなパロからのバイオフィードバックが、ふれあう人にセラピー効果をもたらしている。この仮説をサポートするデータとして、次章以降に、脳波と脳血流の計測結果を示す。

3. 脳波による検証

認知症患者に対するロボット・セラピーの効果を調べる目的で、日本国内の脳神経外科の病院にて実験を行った (Fig. 5)。アルツハイマー、脳血管性、老年性等による認知症患者にパロと約 20 分間ふれあってもらい、その前後の脳機能を評価するため EEG (Electro Encephalo Graphy; 脳電図) によって α 波の頭皮上電位分布を計測し、DIMENSION (Diagnostic Method of Neuronal Dysfunction; ニューロン機能劣化度診断法) により分析を行った[2]。その結果、有効なデータを取得できた 14 名の被験者の 7 名 (50%) が、認知症の状態から健常者のレベルに改善したり、認知症の悪い状態から軽度な状態へ改善したり、認知症患者の脳機能に改善効果があった[3] (Fig. 6)。特に、パロに対して好き、楽しいといった主観評価が高い人ほど、脳機能の改善効果が高かった。

これらの結果から、パロに対する受容性が高い人に対して、パロが認知症の高齢者に脳機能の活性化効果をもたらした。また、この結果を踏まえると、健常な高齢者の場合には、パロとのふれあいにより、認知症になることを予防する効果を期待できる。



Fig. 2 Robot Therapy for Elderly with Dementia in Denmark



Fig. 3 Robot Therapy for Elderly with Dementia in the US

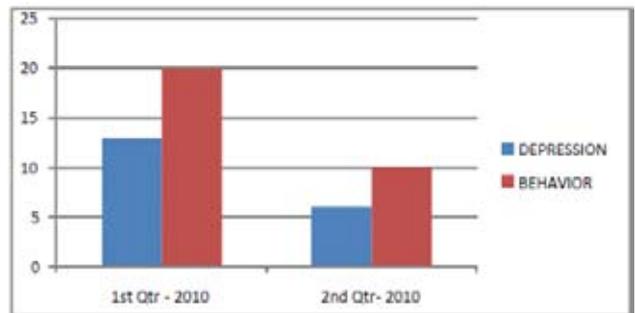


Fig. 4 Change in the number of patients who were in depression and had behavioral problems as measured by the MDS2.0



Fig. 5 Interaction with PARO and subject who were measured her EEG

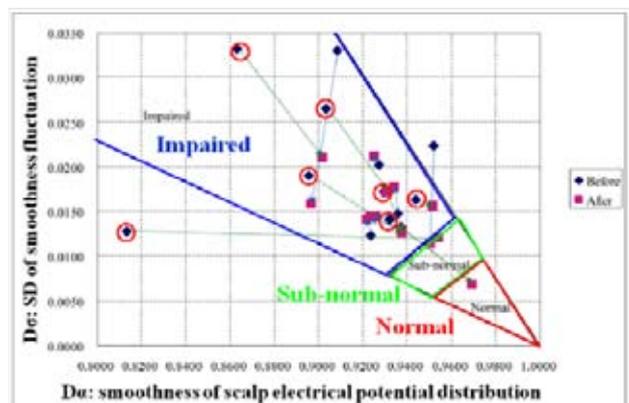


Fig. 6 Comparison of brain activities between before and after interaction with PARO

4. 脳血流の計測による検証

前章の EEG の計測では、脳を一つのシステムとして、全体の働きを計測した。パロとのふれあいにより、人の感覚に刺激を受けて、脳のどの部位が活性化するかを検証するために、Figs. 7 と 8 のように、fNIRS (functional Near-infrared Spectroscopy) を用いて評価実験を行った。脳のある部位が活性化されると、その部位の血流量が増える。fNIRS は、血中のヘモグロビンのレベルを計測することで、その場所と変化量を計測できる。

本実験では、健康な 21 歳から 33 歳の 10 名の被験者について、パロとのふれあい時に、35 チャンネルの fNIRS により、脳の前頭葉の血流量を計測した。その結果、前頭葉、特に側頭部が有意に変化した。感情に関わる部位と、話かけに関わる部位が活性化したといえる (Fig. 9) [4]。

パロとのふれあいにより、気分を向上させたり、会話機能を一時的に取り戻したりする認知症高齢者は多い。認知症は、脳の一部がダメージを受けているが、すべてが壊れているわけではない。一般に、認知症の高齢者の脳は、Fig. 10 のように、ダメージを受けている部位の血流量が減少する[2]。パロとのふれあいにより、脳が刺激を受けて活性化することで、一時的にでも、残存している部位が活性化し、脳の働きを調和させると考えられる。

例えば、Fig. 11 のように、デンマークにおいて、東ヨーロッパから移民した女性は、認知症になる前は、東ヨーロッパの母国語と、学習により獲得したデンマーク語を話せたが、認知症になった後は、デンマーク語を話せなくなった。しかし、パロとふれあうと、パロにデンマーク語で話しかけ、その時は周りの人々とデンマーク語で会話できた。ただし、認知症が治ったわけではなく、一時的に、会話機能を取り戻したのであり、パロを取り除くと、徐々にデンマーク語を話すことができなくなった[1]。



Fig. 7 Scene of measuring brain activities by fNIRS of a subject interacting with PARO

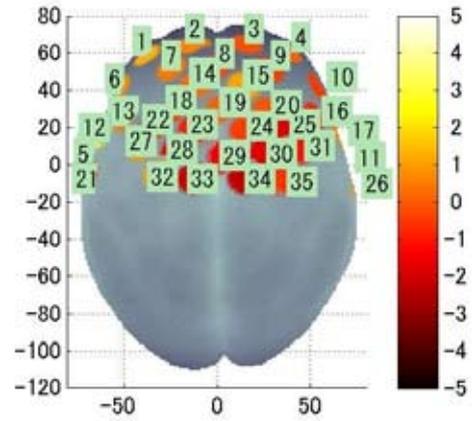
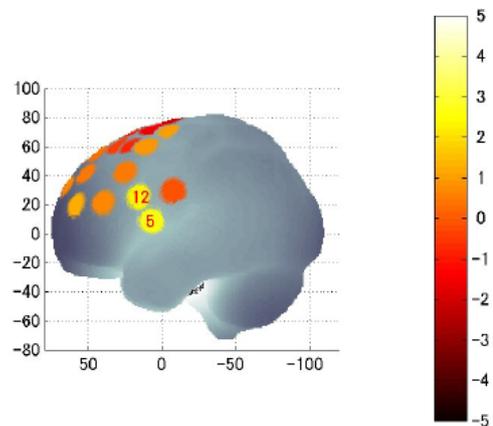
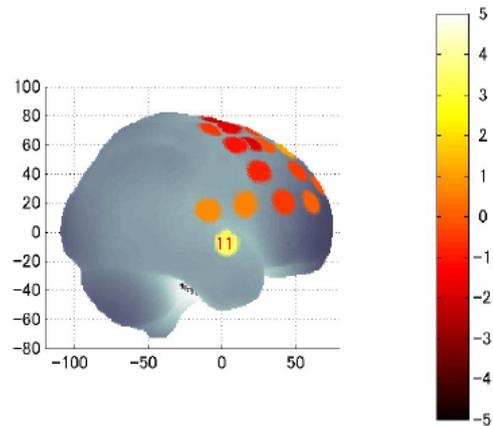


Fig. 8 The fNIRS has 35 channel areas for the frontal lobe area



(a) Left brain



(b) Right brain

Fig. 9 Channels 5, 11, and 12 areas of the brain showed significant activity when subjects interacted with PARO

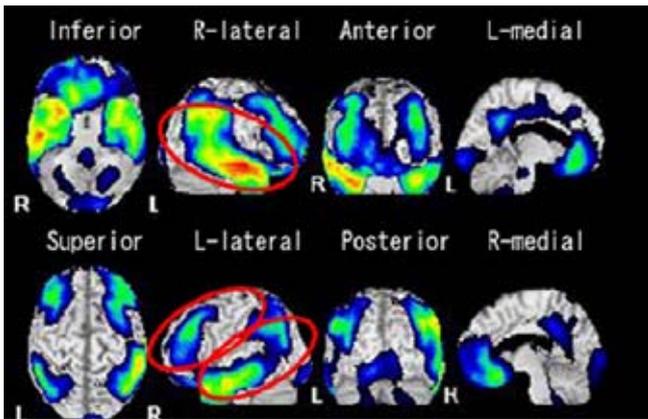


Fig. 10 Image of brain damaged with dementia measured by SPECT (Single Photon Emission CT)



(a) A lady with dementia started to talk to PARO



(b) The lady with dementia can talk with a caregiver

Fig. 11 A lady with dementia recovered speech only while interacting with PARO

5. まとめ

本発表では、アザラシ型ロボット・パロによるロボット・セラピーを紹介した。特に、認知症高齢者の事例について、セラピー効果の分類を説明した。また、パロとのふれあいが、認知症高齢者の生理・心理や言動をなぜ変化させるかについて、そのメカニズムの仮説を脳波と脳血流の計測結果に基づいて説明した。

今後は、パロのユーザ会議等により、様々な対象に関するパロによるロボット・セラピーの事例等のデータを収集する[5]。また、ロボット・セラピーの効果をもたらすメカニズムは、まだ十分に明らかでは無いため、脳の活動等により深く検証することにより明らかにする。さらに、それらの結果に基づき、セラピー効果を高めるためのパロの運用方法やセラピスト等の介入方法等も研究する。

参考文献

- (1) Takanori 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
- (2) T. Musha et al., Localization of Impaired Cortical Neurons by EEG Power Fluctuation Analysis, Proc. of ISBET, pp. 20-25, 2004
- (3) Wada K, Shibata T, Musha T, Kimura S: Robot Therapy for Elders Affected by Dementia. IEEE Eng. Med. Biol. Mag; 27 (4): pp. 53-60, 2008
- (4) Kawaguchi Y, Wada K, Okamoto M, Tsuji T, Shibata T, and Sakatani K: Investigation of Brain Activity during Interaction with Seal Robot by fNIRS, Proc. of IEEE RO-MAN 2011: pp. 308-313, 2011
- (5) 産総研・首都大学東京・IEEE、第1回「パロによるロボット・セラピー研究会」抄録集、2012