

ロボットを活用したリハビリテーションの現状と展望

大久保英一^{*,**}、永沼 充^{**}

* 帝京短期大学 ライフケア学科

** 帝京科学大学

The present and future of RAR research

Eiichi Ohkubo^{*,**}, Mitsuru Naganuma^{**}

Abstract

"Animal Therapy" is one of the therapy activities to do psychological care. "Robot therapy" was born to replace the robot animals, "Animal Therapy". RAR(Robot Assisted Rehabilitation) the robot therapy is classified as RAA / RAT, specializing in rehabilitation, among others.

Mode of operation of the robot used in the RAR is changed from system interposed by the operator, to a method of the patients itself operates.

In addition, the robot due to the ICT innovation, models of the robot also market I have changed significantly.

In this paper, We describe the status and future of current research about the RAR.

論文要旨

心のケアを行うセラピー活動の一つに「アニマル・セラピー」がある。「アニマル・セラピー」の動物をロボットに置き換えた「ロボット・セラピー」が芽生えた。ロボット・セラピーは RAA/RAT に分類され、中でもリハビリテーションに特化した RAR (Robot Assisted Rehabilitation) を提唱してきた。

RAR で用いるロボットの操作方式は、介在者が操作する方式から、被験者自身が操作する方式へと変化した。

また、ロボットは ICT 技術革新に伴い、ロボットのモデルも市場も大きく変化した。

本稿では、RAR 研究の過去から現在までの状況と今後の方向性について述べる。

研究背景

医療行為の一つにリハビリテーション (Rehabilitation) がある。患者の原疾患により、行われるリハビリテーションの内容は大きく変わる。我が国でリハビリテーションに携わる医療技術者として、理学療法士・作業療法士・言語聴覚士・柔道整復師等の職種が挙げられる。

リハビリテーションを行う上で必要なのは、医師を筆頭としたチーム医療による診断・治療はもちろんだが、患者が「治りたい」と思う気持ち、「治るために頑張る」という自分の意思の誘発が必要不可欠である。

しかし、リハビリテーションはリラクゼーションと異なり、「心地よさ」「快適さ」を得ることが目的ではない。中にはリハビリテーションを行ったことに伴う、痛み等で患者の自発性を引き下げてしまうことも考えられる。

「アニマル・セラピー」⁽¹⁾ として広まってい

る AAA (Animal Assisted Activity) / AAT (Animal Assisted Therapy) をベースに萌芽した RAA (Robot Assisted Activity) / RAT (Robot Assisted Therapy) 及び RAT をリハビリテーションに特化させた RAR (Robot Assisted Rehabilitation) に関する研究は様々な分野・角度から研究が行われている。⁽²⁾⁽³⁾

表1. RAA/RAT/RAR におけるロボットを用いるメリット/デメリット

RAA/RAT/RAR における ロボットを用いるメリット・デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none">・飼育やしつけが不要・かみつく等の心配がない・排泄物の問題がない・機嫌による動作不安がない・人畜感染症の問題がない・滅菌・消毒が可能	<ul style="list-style-type: none">・落下などによる故障・誤動作の心配・バッテリー切れの問題・費用の問題 (市販品なら低減される)
<ul style="list-style-type: none">・遠隔制御可能・計測及び記録可能	<ul style="list-style-type: none">・導入・運用にノウハウが必要・オペレータ、運用支援を行う技術者が必要

RAA/RAT/RAR はいずれも動物にはない、ロボットが持つ様々なメリットを活用している。RAA/RAT/RARにおける、ロボットを用いる際のメリット・デメリットを表1に示す。

本稿では、これまで研究してきた市販されているロボットや周辺機器を使用したシステムを構築したRAA/RATから現在取り組んでいるRARについての状況を報告し、今後の展望について述べる。

RARの位置づけと運用

RAA/RATの中でも、遠隔操作できるロボットをエージェントとして使い、リハビリテーション目的のツールとして使用するものをとりわけRARとしている。RAAはロボットと触れ合い、気分向上に重点を置いており、目標設定は定めていない。RATはセラピーすなわち療法を目指すもので、シナリオや目標設定がなされ、効果測定を伴うものとしている。現在取り組んでいるRARは、RAAとRATの中間程度の位置づけである。セラピストが大まかな目標設定を行い、目標に対応できるロボットの選定・システム設計・運用サポートを工学系スタッフが行う。システムの方針が定まってから、フィールドワークへ投入し、観察を含めた各種データを取得するといったようなPDCAサイクルを回している。データの取得は、本来であれば被験者に様々なセンサーを取り付けることや検体採取を行う方法があげられる。しかしこれらの行為は被験者のストレスにつながる事が多く、実施には困難が伴う。そこで、観察記録やスタッフの終了後ミーティングによるコメント・評価といった定性的評価の他、遠隔操作を行う各種入力装置から操作データ等を記録し、定量的なデータ取得についても検討を行っている。

RARの経過

RAA/RAT研究当初は、特別養護老人ホームや小児科病棟において、ストレス軽減を目的とするRAAとしてのウエイトが大きかった。しかし、ロボットならではの計測・制御といった機能を活かすことや様々な研究フィールドを拡大していく中、リハビリテーション病棟における適用可能性の検討・研究が行われてきた。⁽⁴⁾ 研究当初は自律制御ロボットを用い、ロボットの持つ基本機能でプログラムされているものを使い、被験者が自発的に手足を動かすことを狙った。代表的なシステムをあげて、経過を報告する。

当時より使用しているのは、SONY製のエンタテインメント・ロボットであるAIBOである。AIBOは内蔵するカメラがあり、ピンク色のボールを追いかける

基本機能があった。そこで、コースにAIBOを並べ、被験者に自分が応援するAIBOを決めてもらう。スタート後はピンク色のボールや旗を持ち、AIBOをゴールまで誘導させて競い合う“ロボット・ダービー”が行われた。

その後、AIBOはバージョンアップされ、無線LAN IEEE802.11b規格（電波周波数2.4GHz、最大伝送速度11Mbps）を内蔵したモデルが登場し、パソコンとの接続が可能になった。さらに、メーカーから公開されたロボットの遠隔操作ソフトウェアの使用や開発環境を用いて開発したシステムによりロボットの遠隔操作が可能となった。そこで、セラピストの意図に応じてオペレータが操作するシステムを構築した。セラピストの作成した目的やシナリオに対応した動きになるよう、オペレータがロボットを操作する。ロボット・セラピスト・被験者による場を形成し、リハビリテーションを実施した。しかし、実際の現場でセラピストと別にオペレータを配置することは難しいことや、オペレータは訓練を要したため、機動的実施が難しいという問題が挙げられた。

フィールドワークの結果から、セラピストや現地ケアワーカー等のスタッフが簡単に操作できるシステムをめざし、市販の軽量なタッチパネルを内蔵したPDA端末によるシステムを構築した。⁽⁵⁾ (図1)



図1. タッチパネルによるシステム構成図

一定期間試行したのち、リハビリテーションの現場より自発性を誘起するシステムのニーズがあった。セラピストは動機づけ・補助を行い、被験者自身が簡単な操作かつ手足を動かすリハビリテーションになるシステムを検討した。様々な年齢層の被験者自身が操作することから、システムのインターフェイスから再度検討する必要があった。

そこで、手足の動きを捉えるセンサーとして、任天堂から発売されているゲーム機の操作デバイスであ

る、Wii リモコンやバランス Wii ボードを使用した。これらのデバイスは無線接続規格の Bluetooth を使用しており、パソコンと接続可能である。Wii リモコンは3次元加速度センサーが内蔵され、リモコンの移動した方向と力を認識できる。また、バランス Wii ボードは重心動揺計と同様の圧力センサーが内蔵され、ボードに乗った人の重心移動の様子を認識できる。これらの入力装置とパソコンを接続し、パソコン上でデバイスからの入力を判断させる。判断結果に応じ、無線 LAN 経由でロボットへ命令を送信し動作させるといったシステムである。⁽⁶⁾⁽⁷⁾ (図2及び図3)

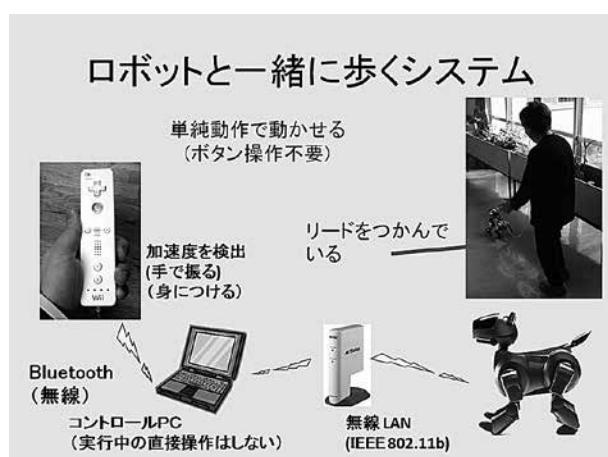


図2. Wii リモコンによるシステム構成図



図3. バランスボードによるシステム構成図

このシステムはセラピスト等によって、簡単な説明を受けた被験者が、リモコンを振り動かすことや、ボード上で足踏みを行うことでロボットが動作する。ロボットが動いたことを認識した被験者が「自分の動きでロボットが動く」という体験をする。「人に言われて手足を動かす」ではなくゲーム感覚で手足を動かすことで、ロボットが動くという自らの行動がロボットによってフィードバックされる。結果として、自ら手足を動かすリハビリテーションにつながっている。

現状と問題点

現在実施している RAR は特別養護老人ホームで、手足の廃用防止等を目的とした活動等で実施している。継続している RAR も開始当初から 8 年以上経過し、技術革新の速いロボット市場も変化している。使用している AIBO は製造が中止され 5 年以上経過した。市販品を用いている以上、メーカーによる方針による影響や、経年劣化による減耗・更新の問題は避けられない。AIBO の代替となるロボットは SONY から発売されておらず、市場を見ても類似品や代替品がない。今後研究を継続する上で、使用ロボットの問題は避けて通れない。

機能面での問題としては、AIBO は個人使用を目的として開発されており、人とロボットが 1 対 1 の小集団で使用されることを想定されている。その為、多人数集団の中で行われる RAA/RAT 及び RAR では、音声機能の弱さが目立った。具体的には、マイクやスピーカの感度・音量及び音声認識システムの問題である。そこで AIBO の用途はダンス等視覚的なパフォーマンスを重点的に活かすものとなり、RAR に用いる際も、手足を使った身体的動作向きとなっていた。

この他、操作性についても研究当初よりは容易なものとなったが、技術スタッフが必要である。その為、現地スタッフのみでの機動的実施・毎日のメニューに組み込むといったことには難があることは否定できない。⁽⁸⁾

今後の展望

ロボットの更新問題や操作性・導入性の向上は避けて通れない。そのため、AIBO のように 1 台で様々なことができるものから、特定の機能を特化させたシンプルなロボットを使用する検討をしている。例えば、音声コミュニケーションを目的としたリハビリテーションであれば、音声のやりとりができるロボットを用いるといった具合である。

現在導入試行をしているロボットが 2 種類ある。1 つは二足歩行型の富士ソフトから発売された“palro”である。⁽⁹⁾ “palro”は高度な各種認識システムを持ち、自律動作するが必要に応じて遠隔操作も可能なロボットである。“palro”は神奈川県が行っている「さがみロボット特区」でも実証実験が行われている。⁽¹⁰⁾

もう 1 つはベンチャー企業であるオリィ研究所が発売予定でテストを重ねている“OriHime”である。⁽¹¹⁾

(図4) “OriHime”はロボットからの画像伝送と音声コミュニケーションに重点を置いた小型ロボットである。



図4. “OriHime” 本体を設置した様子

いずれのロボットも、本体から離れたところより操作することを想定したシステムとなっている。最新の無線 LAN 規格である IEEE802.11n (使用電波周波数 2.4GHz/5GHz、最大伝送速度300Mbps ~ 600Mbps 程度) に対応しており、伝送できるデータ量は多い。遠隔操作を行う端末もパソコンだけでなく、Apple 社の iPad⁽¹²⁾ が使用できる。(図5)ICT 技術向上により、使用機材も日進月歩で進化している。市場製品の調査や技術解析そして適用可能性について検討を行うことが必要である。



図5. “OriHime” 使用中の iPad 画面様子

また、本稿ではシステム面を重点的に取り上げたが、RAA/RAT 及び RAR はロボットと人とのつながりいわば「場の醸成」は必要不可欠であることを忘れず、マンパワー依存を少しでも減らして、現場で受け入れられるシステムを目指し研究を継続したい。

謝 辞

フィールドワークでご協力いただいている、所沢口

イヤル病院訪問リハビリテーション室加藤範子室長及び特別養護老人ホームパストーン浅間台の米岡利彦様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 横山章光：「アニマル・セラピーとは何か」NHK ブックス、NHK 出版 (1996)
- 2) 浜田他：「計測と制御」特集：ロボット・セラピー、計測自動制御学会誌、Vol.51、No.7、pp.595-676、計測自動制御学会 (2012)
- 3) 柴田崇徳、和田一義：動物型ロボットを用いた心のケア「ロボットセラピー」、電子情報通信学会誌、Vol.95、No.5、pp.442-445、電子情報通信学会 (2012)
- 4) ソニー株式会社：“ClubAIBO” Web サイト、<https://www.sony.jp/products/Consumer/aibo/clubaibo/report/topics/therapy.html>
- 5) 大久保英一、海野等、塩谷盛泰、伊藤秀一、木村龍平、永沼充：「ロボット介在活動・療法向け簡易遠隔操作システムの開発」、リハビリテーションネットワーク研究、Vol.4、No.1、pp.43-49、日本リハビリテーションネットワーク研究会 (2006)
- 6) 鉄井俊宏、村田秀和、大久保英一、加藤範子、木村龍平、永沼充：「PDA および Wii リモコンを操作端末とするロボット介在活動・療法の試行」、リハビリテーションネットワーク研究、Vol.7、No.1、pp.47-51、日本リハビリテーションネットワーク研究会 (2009)
- 7) 宇津木亮祐、大久保英一、鉄井俊宏、加藤範子、木村龍平、永沼充：「バランスボードを用いた高齢者自身によるロボット操作システムの提案」、リハビリテーションネットワーク研究、Vol.8、No.1、pp.49-55、日本リハビリテーションネットワーク研究会 (2010)
- 8) 加藤 範子：「ロボットを利用した訓練の検討をしてきて」、リハビリテーションネットワーク研究、Vol.10、No.1、pp.72-76、日本リハビリテーションネットワーク研究会 (2012)
- 9) 富士ソフト株式会社：“Palro” 公式サイト <http://palro.jp>
- 10) 神奈川県：「さがみロボット特区」Web サイト <http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f430080/>
- 11) オリィ研究所：“OriHime” 公式サイト <http://orihime.orylab.com/>
- 12) アップルコンピュータ：iPad Web サイト <https://www.apple.com/jp/ipad/>