

<研究ノート>

## 筑波学院ロボット・セラピー 2014

浜田 利満\*

### Robot Therapy in Tsukuba Gakuin University 2014

Toshimitsu HAMADA\*

#### 要 旨

我が国は超高齢社会を迎え、常勤医師のいない特別養護老人ホームでは、入居者の認知症の症状改善のため、施設スタッフやボランティアがさまざまなレクリエーションを非薬物療法として実施している。ロボット・セラピーもそのひとつであり、高齢者のほか、小児病棟での応用が期待されている。筑波学院大学では開学以来、ロボット・セラピーに関する研究活動を推進してきた。本稿は2014年度の研究活動をまとめたものである。

#### Abstract

Japan is under a super-aged society, and various recreations are executed to improve the elderly people's dementia. The robot therapy is the one of recreations for the elderly people with dementia, and is thought to be useful to encourage pediatric patients who stay at the hospital for long term. In this report, the activities of robot therapy in Tsukuba Gakuin University in 2014 are described.

キーワード：ロボット・セラピー、高齢者介護、認知症、スマート・コミュニティ、インクルーシブロボット

#### 1. はじめに

日本では、1980年が「ロボット普及元年」、1985年が「飛躍元年」と呼ばれ、産業用ロボットが自動車産業や電気機械産業を中心に発展し、現在、そのシェアは世界のトップを占めている。しかしながら、その産業規模は数1000億円と小さく、優れた研究開発者が多

数いるにも拘らず、低迷していたといえる。そのような状況が長く続いたが、21世紀を迎えたころ、ロボットに新しい潮流が流れた。サービスロボット、ソーシャルロボットといわれる、人間と共存するロボットの誕生である。アザラシ型メンタルコミットロボット「パロ」、エンタテインメントロボット AIBO がその代表である。筑波学院大学では、開学

---

\* 筑波学院大学経営情報学部、Tsukuba Gakuin University

以来、これらのロボットを用いたロボット・セラピーの研究を推進してきた。本稿は筑波学院大学における2014年度のロボット・セラピー研究活動についてまとめたものである。

## 2. ロボット・セラピー

人間は高齢化に伴い、認知症を発症することが多く、高齢者施設に入居する多くの高齢者は何らかの認知症を患っているといえる。認知症の治療あるいは症状改善には薬物療法のほか、多くの非薬物療法が試みられている。非薬物療法のひとつにレクリエーションがある。レクリエーション療法のひとつであるロボット・セラピーはアニマル・セラピーの動物の代わりにペット・ロボットを用いることから始まったが、最近ではロボットの特長を生かした、効果的なセラピーを目指し、ロボットという刺激により認知症者に感情・意欲創出を誘発するロボット動作や介在方法などの検討が進められている。

## 3. ロボットを用いる身体活動レクリエーションの試み

### 3. 1 研究の背景と目的

認知症のリハビリテーションには脳トレーニングや身体運動が有効だとされているが、高齢者数の増加により介護者が不足し、十分な認知症のリハビリテーションが難しくなると考えられる。本研究では、リハビリテーションを目的としたロボットを用いる身体活動レクリエーションの研究を行った。

### 3. 2 実験方法

開発したレクリエーションは、高齢者が手を挙げると手の位置を Kinect が検出し、その座標に基づき画面に、左手を挙げると赤色の丸、右手を挙げると青色の三角、両手を挙げると緑色の四角が表示する身体活動ゲーム

である(図3.1)。ゲーム説明を PaPeRo が行い、高齢者は挙げる手と図形・色の関係を記憶する。PaPeRo による問題の出題が行われ、高齢者は手を挙げることで問題に回答する。正解不正解は介在者が判断し、PaPeRo に伝達する。積極的にゲームへ参加をしてもらうため、難易度の変化機能を設け、後半になるに従い難しくなる。実験では正答までの試行回数、試行秒数、唾液アミラーゼモニターによるレクリエーション前後のアミラーゼ活性の変化を記録した。

### 3. 3 実験結果と考察

本研究で行ったレクリエーションの結果例を図3.2、図3.3に示す。試行回数と試行秒数は難易度が一番高く、変化が出やすいレベル6の5回分をグラフにした。

標本数が少なく断定はできないが、正答までの総試行回数と総試行秒数の変化は、最初は慎重に行い、回数を重ねると積極的に回答し、やがて正確で素早い回答を行うことを示していると考ええる。また、図3.3に示すアミラーゼ活性の変動率から、レクリエーションが初体験の1回目は変動率が上昇を示し、その後、降下している。これはゲームの回数を重ねるに従い、高齢者がレクリエーションに慣れてきたことを示している。高齢者は慣れては来ているが、飽きずに積極的にゲームに参加している。さらに難易度の高いレク



図 3.1 レクリエーションの様子

リエーションを行うなど、レクリエーションにバリエーションを設けることで、より長期的かつ継続可能なリハビリテーションが実施できるのではないかと考える。

### 3. 4 結論

本研究では高齢者に身体活動を誘発させるリハビリテーションを目的としたロボットを用いるレクリエーションを検討した。ロボットの会話機能を用い、レクリエーションの難易度を変えることにより、リハビリテーションを円滑に進めることが可能であった。標準数が少なく断定できないが、回答回数の変化、アミラーゼ活性変動率の実験結果はリハビリテーション効果を示していると考えられる。レクリエーション自体も簡易的なもので、介在者の負担も少ないと考えられるので、簡単に高齢者へ向けてのレクリエーションを実施すること可能である。本研究で開発したレクリエーションと同様なゲームを多数用意することが、高齢者の活性化に有効であると考えられる。

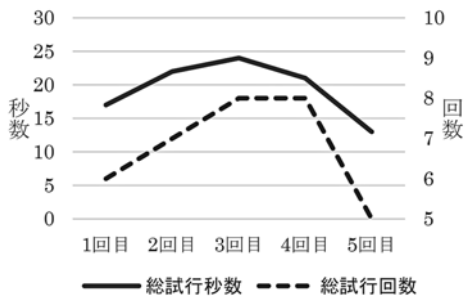


図 3.2 回数別レベル 6 結果

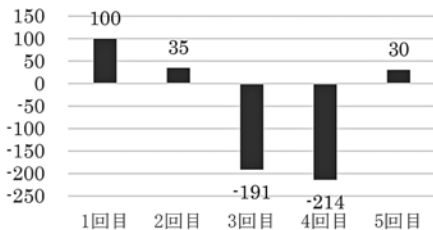


図 3.3 アミラーゼ活性変動率 (%)

## 4. ヒューマノイド型ロボットによる身体運動ゲームの試作

### 4. 1 研究の目的と背景

本研究では、認知機能の改善に有効だとされている、身体運動と脳トレーニングを両立したゲームに、ヒューマノイド型ロボット Palro を用いるときの課題を検討した。

### 4. 2 身体運動ゲーム

本研究で試作したゲームは、Palro の指示に基づき高齢者が腕を上げ、その手の位置を Kinect により検知し、上げた手に基づいた図形（左手は赤い丸、右手は青い三角、両手は緑の四角）をディスプレイに表示するものである。初めに高齢者は色と図形の計 6 つを記憶し、Palro が問題を出题し、正解だと思う手を上げる。介在者が正解、不正解の判定を行い、Palro に次の動作を指示する。高齢者が間違えたり、迷った時は、Palro が手を上げながらヒントを発話する。（発話例：“赤い丸は左手だったよね” “一緒に上げてみよう”）。図 4.1 はレクリエーションの様子を示す。Palro は人型であるた



図 4.1 レクリエーションの様子



図 4.2 Palro の動作

め、図4.2のように手の上げ下げによってヒントを与える。Palroに次の動作を指示する方法を最適化するため、「Palro ちょっと Commander」を用いて検討した。

#### 4. 3 Palroプログラムの開発

指示方法に関して、開発を3期にわたり行った。

##### (1) 開発第1期

正解であれば「はい」不正解であれば「いえ」とPalroに介在者が声をかけ、音声認識機能を使い次の動作を選んだ。しかし実施フィールドの騒音により、Palroは誤認識を起こし、ゲームがスムーズに行えず高齢者が飽きてしまった。

##### (2) 開発第2期

第1期の問題点を改善するため、タブレット端末で「Palro ちょっと Commander」のプレビュー再生を用い、次の動作を選択・実行することで、ゲームの進行をスムーズにした。その結果、高齢者が飽きることなくゲームを最後まで行うことができた。

##### (3) 開発第3期

第2期の結果により、タブレット端末によるプレビュー再生の方が効果的と判断し、モーションの追加や、介在者が行っていたヒントや声かけなどもPalroが行い、積極的に動かした。その結果、高齢者は最後まで楽しんでゲームを行うことを確認した。

#### 4. 4 結果

当初、Palroはヒューマノイド型（人型）ロボットなので、高齢者が簡単に興味を持つと考えた。しかし、試行を重ねるに従い、高齢者がゲームを長く楽しむには、Palroに多くの動きや会話などを追加し、興味を持続させることが重要であった。

#### 4. 5 まとめ

ロボットの動きの追加、会話の追加などの

開発が進むに伴い、高齢者がより進んでゲームを楽しむようになった。また、周囲でゲームを見学している高齢者の関心も高くなった。これらの結果は身体運動ゲームにPalroを用いることで、効果的ゲームを実現できる可能性を示していると考えられる。また、「Palro ちょっと Commander」は容易に動きを設定することができるため、本研究で試作したようなゲームのテスト開発に適用できると考える。

### 5. コミュニケーションロボット Palro における遠隔操作の検討

#### 5. 1 研究の背景と目的

ロボット・セラピーが広まるに伴い、多くのセラピストや介在者から、意思どおりにロボットを動かしたいという要望が生まれた。無線LANを介したAIBOの遠隔操作の導入により、これまでの自律モードでのセラピーに比べ、目的に合わせたセラピーを自在に行うことが可能となった。近年では、ヒューマノイド型ロボットがロボット・セラピーにおいても使用されている。そこで本研究では、ヒューマノイド型ロボットであるPalroに遠隔操作の導入を試みた。

#### 5. 2 遠隔操作プログラム

開発したプログラムについて、クライアントであるパソコン（Windows）とサーバー側であるPalro（ubuntu）の処理と両者の通信の流れを図5.1に示す。

赤い矢印はクライアントからPalroに対して行われる通信を表している。Palroに組み込んだプログラムを起動し、クライアントPCでPalroのIPアドレスを入力して、Palroに対しての接続を行い、接続完了後にPalroを操作するためのコマンド入力が可能となる。クライアントPCからPalroに対し、1～9までの数字を入力するとその数字が

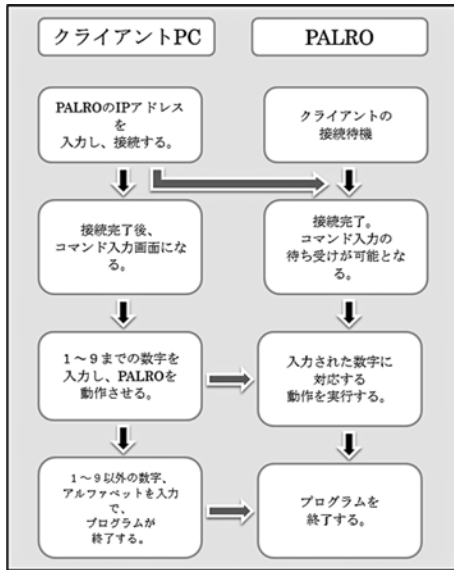


図 5.1 プログラムの流れ

Palro に送信され、数字を受信した Palro は入力された数字に対応する動作を実行する。コマンド入力のプログラムはループされるため、何度でもコマンド入力を行うことが出来る。プログラムを終了する場合は、1～9以外の数字かアルファベットを入力すると、クライアント、Palro のプログラムを終了することが出来る。

### 5. 3 試行結果

Palro が問題やヒントを出し、高齢者が手を挙げ、ディスプレイに色と形を表示するゲームにサポートプログラムとして遠隔操作を導入した。本プログラムを導入したことで、周囲雑音の影響も受けず、高齢者の反応に合わせた円滑なゲーム進行が可能となった。

### 5. 4 まとめ

本研究はヒューマノイド型ロボットへの遠隔操作プログラムの導入を試みた。導入結果から、周辺環境に囚われず、高齢者の反応に合わせた動作を行わせることが可能であっ

た。人型ロボットは人に近い動作が可能で、Palro は小型でもあることから、高齢者の警戒心を抑えることが出来る。開発した遠隔操作プログラムは外部から Palro を操作する基本となるプログラムであり、その応用範囲は広い。ヒューマノイド型ロボットへの遠隔操作の導入により、今後ロボット・セラピーを大きく発展させると考える。

## 6. ヒューマノイド型ロボットによるロコモ体操の試み

### 6. 1 研究の背景と目的

急速な少子高齢化が進み超高齢社会へ進む中、高齢者の認知症有症率が上昇している。認知症のリハビリテーションに身体運動が有効との報告があるが、実施するには運動機能の低下を防がなくてはならない。ロコモティブシンドローム（以下ロコモ）は「筋肉、骨、関節、軟骨等」の運動器官に障害が発生し、寝たきりなど要介護となっている状態をいう。本研究では、ロコモ予防啓発のために開発されたロコモ体操 DVD を参考に、ヒューマノイド型ロボット Palro が体操を指導するプログラムを試作し実施した。

### 6. 2 パルロを用いたロコモ体操概要

ロコモ体操は図 6.1 の (a) ～ (c) を行うことによって運動器官の機能低下を防ごうとする。本研究では、ヒューマノイド型ロボット Palro を用い、(a) ～ (c) のほか (d) ～ (i) の難易度を上げた片足立ち、関節を摩る等の体操の準備動作を追加した。

Palro は言葉と動作で高齢者に身体運動を促すが、実施に当たっては、転倒防止のため、介在者を一人配置した。また片足立ち等の動作補助にテーブルなどを準備した（図 6.2）。



図 6.1 Palro の動作



図 6.2 ロコモ体操実施の様子

### 6. 3 試行結果

ヒューマノイド型ロボットを用いてロコモ体操を実施したが、ロボットが有する親近感が高齢者を誘発し、自ら進んで体操を楽しんでいた。また実施している高齢者同士で、体操についての会話（間違えた動作を修正など）、ロボットの感想等の会話も生まれ、高齢者同士でのコミュニケーションが創成され、認知症で問題になる社会的関係構築能力の向上、維持ができる可能性を示した。

### 6. 4 結論

認知症予防に必要な身体機能を維持させる、ロコモ体操を高齢者施設で試行実験を進めている。高齢者にとってサイズの小さ

い Palro は、警戒心がなく親近感を高齢者に与えている。高齢者は周囲と楽しんで体操をしており、ロコモ体操による身体的効果、周囲と会話が自然に生まれ社会的効果の2つを得られたと考えられる。これらの結果は、ヒューマノイド型ロボットをやる気を出にくいとされるリハビリテーションなど適用することで、新たな効果が生まれる可能性を示していると考えられる。

## 7. ロボット・セラピー評価データベースの提案

### 7. 1 研究の背景と目的

本研究ではロボット・セラピー評価データベースを作成し、ロボット・セラピーの効果、介在者の役割など実施方法に関する知見を多面的かつ効率的に検討するとともに、実施支援ツールを開発した。

### 7. 2 データベース

データベースの機能は「高齢者ごとに評価データを操作可能」、「高齢者の属性データの保存」、「高齢者の属性データの更新機能」、「様々な評価方法に対応できる構成」、「参加者選定などの支援ツール」となっている。

データベースのテーブルは高齢者の基本データや更新の必要がないデータを入力する「利用者マスタ」、更新の必要がある高齢者の属性データを入力する「利用者情報マスタ」、ロボット・セラピー活動実施の基本評価データを入力する「RAA評価マスタ」、実験前後の血圧や脈拍を入力する「バイタル評価」、高齢者反応、介在者動作、使用しているロボットを記録する「ワークサンプリング評価」、実験前後の唾液検査の結果を入力する「唾液評価」、パペロを使った身体運動の結果を入力する「身体運動評価」がある(RAA: Robot Assisted Activity)。各テーブル同士のつながりであるリレーションを図7.1に示す。



くして被験者への「包括的」な働きかけを高めた Palro を用いた比較実験を行った。

### 8. 2. 2 結果・考察

健常者16人による実験を行い、質問紙法によるアンケート調査を行った。その結果、質問に動作を多く、また大きく加えることは、被験者に楽しさや安心感をもたらすことができ、些細な動きの差でも被験者は気づくことができた。ロボットに話をしながら、大きく多くの動作を取り入れることが、ロボット・セラピーに有効である。

## 8. 3 協調ロボット・セラピーの検討

### 8. 3. 1 実験方法

協調ロボット・セラピーにおけるユマニチュード法の検証にはオリヒメ（図8.2）と PaPeRo（図8.3）を使用した。介在者のサポート「触れる」、PaPeRo「話す」、オリヒメ「見る」を有機的に結合し、ユマニチュードの“包括的”を実現するレクリエーションを実施した。

- (1) Palro が形または色を出すように問題を出す。（このときオリヒメはレクリエーションが進行していることを示す。）
- (2) Kinect を用いて被験者の身体動作を検出し、動作に対応する図形をディスプレイに表示する。
- (3) 介在者が正誤判定をし、被験者が間違えていたらオリヒメは首を横に振り、正解であると手をたたく。



図 8.2 オリヒメ



図 8.3 PaPeRo

- (4) オリヒメの動きに気付かない場合は、介在者が「オリヒメを見てください」と促す。
- (5) オリヒメは被験者にヒントとして、手を動かし被験者は回答へ入る。
- (6) 正解したら手をたたき、喜びを表現する。

### 8. 3. 2 結果・考察

PaPeRo には問題の出題をさせ、オリヒメには被験者の動きに対して必ず動作をつけユマニチュード法に基づく「知覚の連鎖」を行った結果、被験者は会話をスムーズにでき、ゲームが盛り上がった。ロボット・セラピーにおいてロボットの有する機能を同時に活用することが、ユマニチュード法における「包括的に活用する」を実現したと考える。

介在者もユマニチュード法にならない、被験者に対して1つ1つ宣言または同意をとってからロボットを動作させることで被験者は安心して積極的にセラピーに取り組むことが出来た。図8.4に実験の様子を示す。

## 8. 4 結論

本研究はユマニチュード法をロボット・セラピーに応用し検討したものである。今回の研究でロボット・セラピーにユマニチュード法「見る」「話す」「触れる」を取り入れることは被験者にとって警戒心が消え、安心感や親しみやすさ、参加への意欲を高めることができた。ユマニチュード法をロボットに応用



図 8.4 実験の様子



するとき、単なる発話ではなく、動きを数多く大きく加えることがロボット・セラピーにとって特に重要である。“包括的”な動作を行うことが被験者との関係の構築に有効であると本研究を通じて得られたと考える。

## 9. おわりに

わが国はロボット大国といわれるが、ロボットの真なる普及には「作る技術」と「使う技術」の2つ技術確立が不可欠と考える。ロボット・セラピーはアニマル・セラピーの動物をペット・ロボットで代替しようとする試みから始まった。しかし、無線 LAN を介した遠隔操作、会話機能など、ロボット特有の機能、運用方法が開発され、アニマル・セラピーとは全く異なる、独自のセラピーを確立しつつある。筑波学院大学では、ロボット特有の機能を有効活用し、高齢者に自発的な活動を誘発し、周囲とのコミュニケーションを創発するセラピーを検討している。認知症高齢者の反応は、認知症の程度にも依存するが、そのときの体調、環境などにも大きく影響を受ける。さらに個人ごとにその反応は大きく変わる。このような背景のもと、テーラーメイドのケアの実現が望まれ、バリエーションの豊富なレクリエーションプログラムが重要となる。本研究では高齢者ごとの症状の変化を追及だけではなく、高齢者に受け入れられる様々なセラピープログラムの開発に重点をおいている。本報告は2014年度に筑波学院大学で研究開発したものをまとめたのである。コミュニケーションロボット PaPeRo を用いた身体活動リハビリテーションは、認知症予防あるいは改善を目的とし、施設での実用化を目指したものである。ヒューマノイド型ロボット Palro を用いる身体活動、ロコモ体操は人間型ロボットの特徴を生かしたりハビリテーションを目指した試みであり、Palro 用の無線 LAN 通信技術とあわせ、今

後の応用の第1歩と考える。ロボット・セラピー評価用データベースは、これまでの研究成果を蓄積するもので、広く適用していきたい。また、ユマニチュード法のロボット・セラピーへの応用は新たな試みであり、今後のロボット・セラピーへの適用を検討していきたいと考える。このように2014年度はロボットを用いるセラピープログラムの多様性を目指す第一歩である。

以上、2014年度の研究内容を報告したが、超高齢社会を迎えた我が国において、ロボットを有効活用する技術の1つである「ロボット・セラピー」技術開発を今後とも微力ながら推進していきたい。

## 謝 辞

筑波学院大学のロボット・セラピー活動は高齢者施設の皆様、ならびに共同研究等で多くのご指導とご鞭撻を賜る方々のご支援、協力があつてはじめて成り立つ。社会福祉法人欣水会「滝の園」「だんらん」、社会福祉法人美鈴会「パストーン浅間台」、社会福祉法人豊笑会「ライフヒルズ舞岡苑」、所沢ロイヤル病院の関係者、帝京科学大学永沼充教授、拓殖大学香川美仁教授、愛国学院大学矢後良純教授、埼玉工業大学橋本智己准教授、北里大学赤澤とし子准教授、帝京短期大学大久保英一講師に心より感謝申し上げます。

また、卒業研究として川上大明君、小野瀬恭平君、因田雅恭君、藤枝俊成君、菊地堯晴君、鈴木智裕君が筑波学院大学のロボット・セラピー研究に参加、貢献したことをここに記します。

## 参考文献

- 1) 内閣府：平成26年版高齢社会白書（2014.7）
- 2) 厚生労働省：副大臣会見「認知症施策について」配布資料（2013.6.7）
- 3) 中村耕三、寺本民生、鳥羽研二：「ロコモ、メ

- タボ、認知症とそれらの連関」ライフサイエンス出版 治療学・座談会 (2010.7)
- 4) 独立行政法人国立長寿医療研究センター：「認知症予防に向けた運動コグニサイズ」
  - 5) 長屋政博：「認知症に対する運動および身体活動の効果」*Jpn j Rehabil Med* VOL.47 No.9 pp.637-640 (2010.4.14)
  - 6) 安永明智、木村 憲：「高齢者の認知機能と運動・身体活動の関係—前向き研究による検討—」第25回健康医科学研究助成論文集 pp.129-136 (2010.3)
  - 7) 松原英多 (監修)：「認知症らくらく脳トレーニング」一ツ橋書店 (2010.4)
  - 8) 浜田利満、白田貴之、株木良平：「ロボットによる身体運動リハビリテーションの試み」リハビリテーションネットワーク研究 Vol.12 No.1 pp.35-39 (2014.8)
  - 9) 富士ソフト：「PARLO」<http://palro.jp/>
  - 10) 富士ソフト：「PALRO Garden」<http://www.palrogarden.net/palro/main/framepage.html>
  - 11) 公益社団法人 日本整形外科学会 / ロコモチャレンジ！推進協議会：「ロコモパンフレット 2014年度版」pp.1-6 (2013.6.1)
  - 12) 大正富士医薬品株式会社：「皆で楽しく今日からチャレンジ！ロコモ体操」DVD
  - 13) 浜田利満、横山章光、柴田崇徳：「ロボット・セラピーの展開」計測自動制御学会誌 42巻 9号 pp.756-762 (2003.9)
  - 14) 浜田利満、橋本智己、赤澤とし子、松本義雄、香川美仁、大久保寛基、大成 尚：「高齢者施設におけるロボット・セラピーの試み」リハビリテーションネットワーク研究 Vol.2 No.1 pp.31-40 (2004.7)
  - 15) 浜田利満：「いのちの倫理学」(桑子敏雄編) 第7章「ロボット・セラピー・システム」コロナ社 (2004.10)
  - 16) 計測自動制御学会システムインテグレーション部門ロボット・セラピー部会：「アニュアルレポート ロボット・セラピー 2004~2013」(2005.8~2014.8)
  - 17) 浜田利満：「筑波学院ロボット・セラピー 2008-2011」筑波学院大学紀要第8集 pp.71-83 (2013.3)
  - 18) 浜田利満、永沼 充：「日本におけるロボット・セラピー」異文化交流の視点から見た人間とロボットのインターフェース・シンポジウム (主催：ベルリン日独センター (JDZB)、国際交流基金、フランクフルト大学、名古屋大学、日本学術振興会) (2011.12)
  - 19) 浜田、高橋、中川、米岡、香川、大久保、永沼：「ロボット・セラピーにおける回想療法の応用」計測自動制御学会主催、第12回システムインテグレーション部門講演会 pp.2448-2449 (2011.12)
  - 20) 因田、川上、小野瀬、藤枝、菊地、鈴木、浜田：「コミュニケーションロボット Palro による身体運動ゲームの試作」日本リハビリテーションネットワーク研究会第14回学術集會講演抄録集 (2014.12)
  - 21) 川上、小野瀬、因田、藤枝、菊地、鈴木、浜田：「コミュニケーションロボット Palro によるリハビリテーション体操の試み」日本リハビリテーションネットワーク研究会第14回学術集會講演抄録集 (2014.12)
  - 22) 藤枝、因田、小野瀬、川上、菊地、鈴木、浜田：「ロボット・セラピー評価データベースの提案」計測自動制御学会主催、第15回システムインテグレーション部門講演会、東京 3H3-2 pp.2010-2012 (2014.12)
  - 23) 小野瀬、因田、藤枝、川上、菊地、鈴木、浜田：「ロボットを用いる身体活動レクレーションの試み」計測自動制御学会主催、第15回システムインテグレーション部門講演会、東京 3H3-3 pp.2013-2014 (2014.12)
  - 24) 2014年度ロボット・セラピー部会学生研究発表会講演集 (2015.2)
  - 25) 浜田、川上、因田、小野瀬、藤枝、菊地、鈴木：「ヒューマノイド型ロボットを用いる身体活動リハビリテーションの試み」リハビリテーションネットワーク研究 Vol.13 No.1 (投稿中)