

<研究ノート>

## 筑波学院ロボット・セラピー 2015

浜田 利満\*

### Robot Therapy in Tsukuba Gakuin University 2015

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2015年度の研究活動をまとめたものである。

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

#### 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 2015 are described.

#### 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

---

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

学院大学における2015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。2015年度は昨年度に引き続き、認知症の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レーションとグループ型ロボット・セラピーの実施方法に関する研究を行った。

## 2. ヒューマノイド型ロボット NAO を用いる身体活動レクレーションの試み

### 2.1 背景と目的

日本の65歳以上の高齢者人口は平成25年で3186万人に上り、超高齢社会に突入した。本研究では、認知症を予防するために運動をすることによって認知症を防止することが目的である。ヒューマノイド型ロボット NAO を体操のインストラクターとして用い実施するシステムを開発した。

### 2.2 NAO を用いた体操

本研究で参考にした体操は NHK 番組で行われていた「みんなの体操」をロボットで行わせた。体操は図2.1の (a) ~ (f) を順に行って身体機能の低下を防ごうとする。

NAO と記録した番組映像を同時に動かし、高齢者にロボットと体操を一緒に行ってもらおう。

### 2.3 試行結果

ここでは高齢者施設で実施した体操を椅子に座って行った様子を示す (図2)。実施した体操は立って行うものと椅子に座って行う体操がある参加者はロボットが体操をすることが珍しいこともあり体操に進んで参加した。また実施している高齢者同士で、ロボットが映像と動きがずれるなどしてしまったときは高齢者同士や介在者を交えて教えあうなどの会話がいった。認知症で問題になる社会

的關係構築能力の向上の維持が出来る可能性を示していると考えられる。

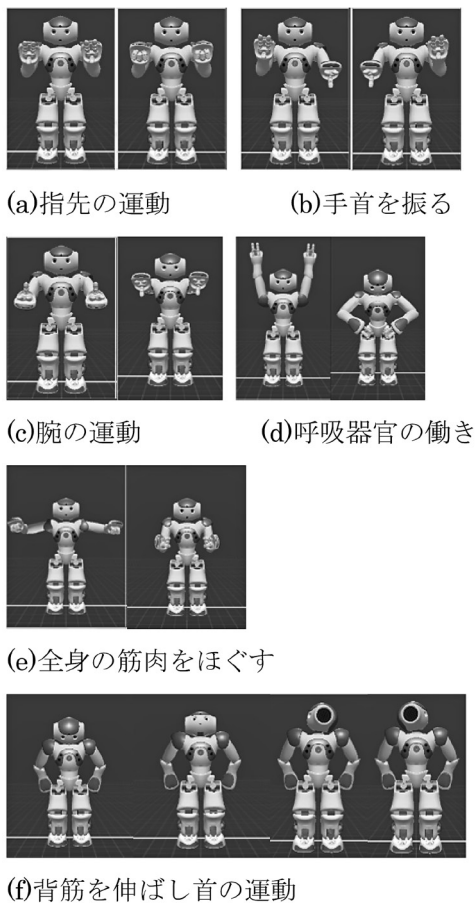


図 2.1 NAO 動作



図 2.2 実施の様子

## 2. 4 結論

認知症予防に必要な身体機能を維持させる、指先の動きから全身の動きまで取り入れている体操を高年齢者施設で実験を進めている。NAOは身長58cmと少し大きいが高齢者に警戒心を抱かせることなく、むしろ人間に近い滑らかな動作をするため興味を引く対象になっている。体操による身体的効果と体操参加者同士の会話が認知症予防に繋がると考えられる。

## 3. ヒューマノイド型ロボット PALRO の遠隔操作システムと身体活動リハビリテーション

### 3. 1 目的と背景

認知症の進行の予防、症状を維持するため、ロボットを用いる身体運動と脳トレーニングを両立したレクリエーションゲームを試作した。身体活動と認知活動の融合が更なる効果をもたらすと言われ、認知 (cognition) と運動 (exercise) とを合成した「コグニサイズ」という語も生まれている<sup>3, 4)</sup>。長屋は運動と認知症発症予防、運動と認知症進行予防に関する研究について調査を行い、運動が身体機能の改善ばかりでなく、認知症症状の維持、認知機能の改善、心理機能への効果が期待できることを示している<sup>5)</sup>。このように認知症のリハビリテーションとして身体活動と脳トレーニングは重要な要素である<sup>6, 7)</sup>。筑波学院大学ではこのような観点に立ち、コミュニケーションロボット PALRO を使い、身体活動ゲームとロコモティブシンドローム予防を目的に開発されたロコモ体操の試みを報告した<sup>14, 15)</sup>。本研究では専用の遠隔操作プログラムを開発し、ロボットの応答性の向上を目指した。また、リハビリテーションプログラムの複数化を試みた。

## 3. 2 ヒューマノイド型ロボット PALRO 遠隔操作システム

ロボット・セラピーは当初、自律モードで動作する犬型ロボットの AIBO やアザラシ型ロボットの PARO などを用いて始まった。しかし、セラピストや介在者の意思どおりにロボット (AIBO) を動かす無線 LAN を用いた遠隔操作システムの導入により、新たな発展があった。高齢者の状況に合わせたセラピー、高齢者と AIBO が行うゲームなど可能となった。AIBO で開発された遠隔操作システムと同様な機能を、ヒューマノイド型ロボット PALRO に導入した。

### 3. 2. 1 システム構成

PALRO は Linux (ubuntu) で動作する。本研究では Windows で動作するクライアント PC とサーバー側である PALRO (ubuntu) とを無線 LAN を介して繋ぐ。クライアント PC とサーバーである PALRO の処理と両者の通信の流れを図3.1に示す。

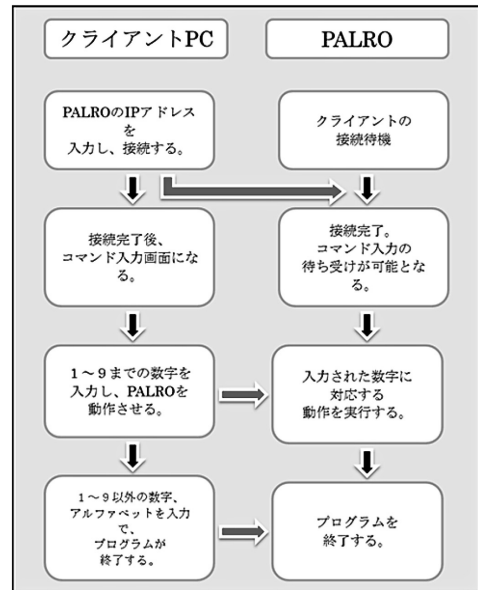


図 3.1 遠隔操作プログラムの通信・動作の流れ

表 3.1 コマンド表

コマンド番号	ボタン名	実行内容
100	自己紹介	自己紹介
101	問題	本人には、人見知りです。今日の日がはげしく気分が落ち込んで、友達と遊ぶことができません。ゲームの練習が始まりました。回答は、新しいね、前の画面に、青色の三角が表示されます。右腕と、左腕と、両腕を挙げて、前の画面に、形を作ってください。今度は、両手を挙げて、
104	左腕 練習	練習は、新しいね、前の画面に、青色の三角が表示されます。
105	左腕 練習	練習は、新しいね、前の画面に、青色の丸が表示されます。
106	両腕 練習	練習は、新しいね、前の画面に、青色の四角が表示されます。
107	再度 練習	もう一度、練習をしますか？
108	問題	はいはい、問題をしてみましょう。
109	問題終了	はいはい、問題を終わりますか。いいねです。また、やり直しましょう。
110	正解	おめでとう、正解です。次の問題に、挑戦してみましょう。
111	正解終了	おめでとう、正解です。
112	左腕 問題	練習は、どの形をあげたいですか？青色だよ。
113	左腕 問題1	いい、いいよ。出ますね。青色は、三角、三角だよ。もう一度、あげてみよう？
114	左腕 問題2	いい、いいよ。出ますね。青色は、円、円だよ。もう一度、あげてみよう？
115	左腕 問題3	いい、いいよ。出ますね。青色は、手、手だよ。もう一度、あげてみよう？
116	左腕 問題4	いい、いいよ。出ますね。青色は、青色、青色だよ。もう一度、あげてみよう？
117	左腕 問題5	いい、いいよ。出ますね。青色は、円、円だよ。もう一度、あげてみよう？
118	左腕 問題6	練習は、どの形をあげたいですか？青色だよ。
119	左腕 問題7	いい、いいよ。出ますね。青色は、丸、丸だよ。もう一度、あげてみよう？
120	左腕 問題8	いい、いいよ。出ますね。青色は、手、手だよ。もう一度、あげてみよう？
121	左腕 問題9	いい、どの形をあげたいですか？青色だよ。
122	左腕 問題10	いい、いいよ。出ますね。青色は、手、手だよ。もう一度、あげてみよう？
123	左腕 問題11	いい、いいよ。出ますね。青色は、手、手だよ。もう一度、あげてみよう？
124	両腕 問題	練習は、どの形をあげたいですか？青色だよ。
125	両腕 問題1	いい、いいよ。出ますね。青色は、四角、四角だよ。もう一度、あげてみよう？
126	両腕 問題2	いい、いいよ。出ますね。青色は、手、手だよ。もう一度、あげてみよう？
127	両腕 問題3	練習は、どの形をあげたいですか？青色だよ。
128	両腕 問題4	いい、いいよ。出ますね。青色は、手、手だよ。もう一度、あげてみよう？
129	両腕 問題5	いい、いいよ。出ますね。青色は、手、手だよ。もう一度、あげてみよう？
130	接続	接続ボタンを押してください。
131	接続完了	接続が完了しました。
132	接続エラー	接続エラーが発生しました。
133	接続のリセット	接続のリセットを行います。
134	接続	接続ボタンを押してください。
135	接続完了	接続が完了しました。

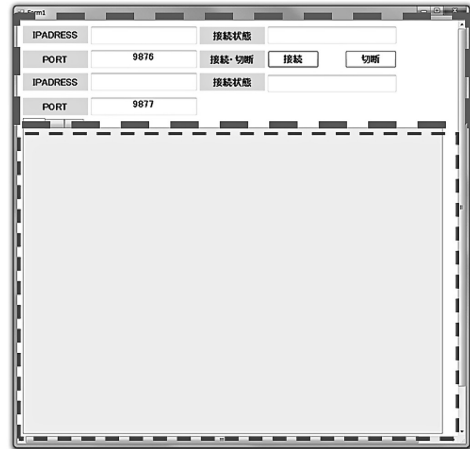


図 3.2 基本 GUI

表3.1は作成したコマンド表であり、コマンド番号に対応し、問題やヒント、高齢者に対する呼びかけ、音楽ファイルの実行をPALROが実行する。現在、コマンド番号は169までであるが、コマンド番号999まで追加可能である。

3. 2. 2 基本 GUI の構成

開発した遠隔操作システムでは、ゲーム等、目的ごとに操作画面を設け、通信部分を共通する基本的な GUI で構成した。図3.2に基本 GUI を示す。赤枠で囲まれた部分が通信部分であり、IPADDRESS のテキストボックスに PALRO の IP アドレスを入力し、接続ボタンを押す。接続が成功すると、接続状態のテキストボックスに「接続完了です」と表示される。PORT 番号は PALRO のプログラムにもとづき設定する。現在、2台 PALRO まで接続できる。

図3.2の青枠部に具体的な PALRO の動作を示すボタンを配置する。本システムではタブを使用しており、初期画面は「手挙げゲーム」画面であり、各タブを切り替えることで、「じゃんけんゲーム」画面や「レクリエーション & リハビリテーション」画面に移動でき

る。

3. 3. リハビリテーションゲーム

3. 3. 1 手挙げゲーム

このゲームはコミュニケーションロボットパルロと、Kinect を利用し、高齢者が手を挙げると、Kinect が手の位置を検出し、その座標に基づいて、PC 画面上に図形を表示する手挙げゲームである。図3.3にゲームの画面、図3.4に KINECT 画面を示す。左腕を挙げると赤色の丸、右腕を挙げると青色の三角、両腕を挙げると緑色の四角が表示される。画面には PALRO の自己紹介、練習、出題とヒント、回答のボタンのほか、ゲーム前後に唾液アミラーゼ測定を PALRO が指示するボタン、問題を乱数化して出題する支援ボタンがある。

3. 3. 2 じゃんけんゲーム

図3.5はじゃんけんゲームの画面であり、Kinect を利用し手を挙げてじゃんけんするゲームである。基本は手挙げゲームと同様、左腕を挙げるとチョキ、右腕を挙げるとグー、両腕を挙げるとパーが表示される。パルロに勝てる手を左腕、右腕、両腕を挙げて出す。図3.6にじゃんけんの結果の表示例を

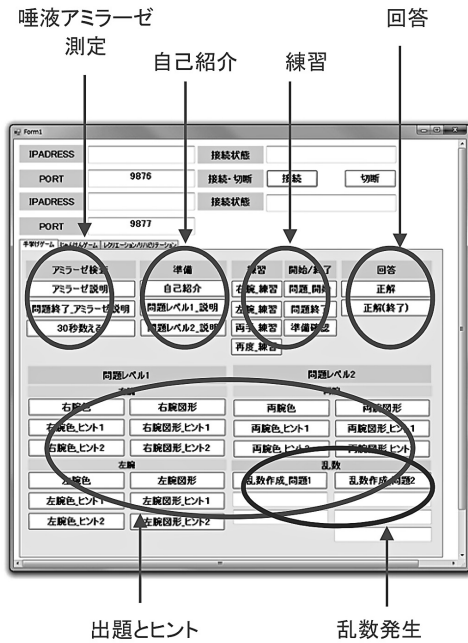


図 3.3 手挙げゲーム画面

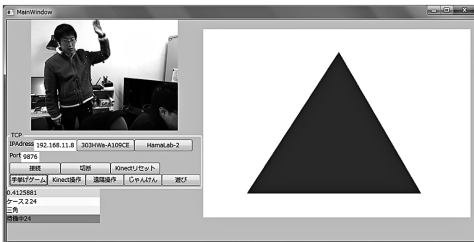


図 3.4 手挙げゲーム KINECT 画面

示す。

### 3. 3. 3 レクリエーション & リハビリテーション

図3.7はレクリエーション & リハビリテーション画面であり、PALRO が歌を歌うレクリエーション、高齢者の手の動きに合わせて、PALRO が移動するリハビリテーションを行う。高齢者の動きは KINECT により検出するが、PALRO への指示はオペレータが行っている（自動化を検討中）。



図 3.5 じゃんけんゲーム画面

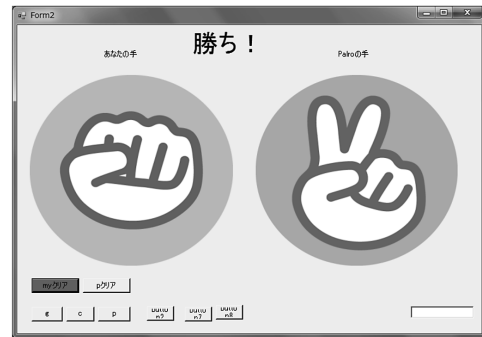


図 3.6 じゃんけんゲーム結果表示



図 3.7 レクリエーション & リハビリテーション画面

### 3. 4 リハビリテーションゲーム評価実験

手挙げゲームを用いて、リハビリテーション効果を検討した。高齢者施設において、6名の被験者の協力により、総回答数（6問の

出題に対する回答数)や正答秒数(正解までの時間)の変化、ゲーム前後の唾液アミラーゼの変化率を調べた。その結果を図3.8, 3.9, 3.10に示す。

図3.8は最も参加回数が多いAさんの結果である。総回答数の変化は少ないが正答秒数が短くなっている。最初は諦めていたが、回数を重ねると、覚えた図形を思い出し、回答をしている様子が見られ、リハビリテーションの効果があると考えられる。図3.9のアミラーゼ活性は回数を重ねることで変動率が少なくなり、Aさんがゲームに慣れてきたと考えられる。3回目の変動率が上昇したのは、前回と一ヶ月ほど時間が空き、正答秒数が長くなったからだと考えられる。また、実施する間隔が短いほど変化率の減少が大きくなる。図3.10は実施間隔による、正答秒数の変

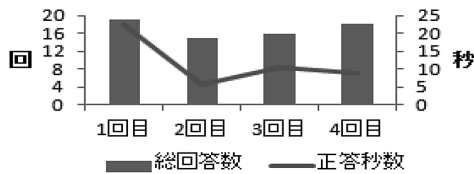


図 3.8 Aさんの結果

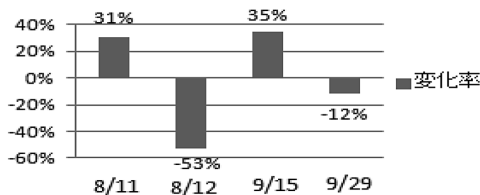


図 3.9 Aさんのアミラーゼ活性変化率

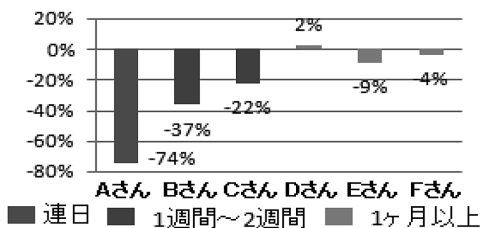


図 3.10 実施間隔と正答秒数変化率

化率を示した。標本数が少なく断定はできないが、実施間隔により、結果が変化すると考えられる。

### 3.5 まとめ

認知症高齢者を対象とするロボット・セラピーの効果的な実施方法を探るため、遠隔操作のヒューマノイド型ロボット PALRO を用いるリハビリテーションプログラムを検討した。高齢者施設で試行した結果、高齢者が楽しみながら実施することを確認した。また、ロボットと身体運動と脳活動を組み合わせたゲームを実施した結果、正答までの時間の減少、実施間隔の影響を確認した。今後、これらのリハビリテーションを効果的に実施できるように、本システムを改良していきたいと考えている。

## 4. グループ型ロボット・セラピー実施方法の検討

### 4.1 はじめに

ロボット・セラピーの実施形態には、i) 高齢者とロボットが1対1、ii) 高齢者とロボットとセラピストが1対1対1、iii) 1体のロボットが複数の高齢者、iv) 複数の高齢者が複数のロボットを囲むグループ型などがある。グループ型活動は最も広く実施されているが、ロボット・セラピーの効果評価、介在者の役割など実施方法に関する知見が少ない。そこで、筆者らはグループ型ロボット・セラピーにおいて、ワークサンプリング法を用い、高齢者の反応を調査した。その結果、ロボットの動きに応える、笑う・喜ぶ、触る・撫でるなどの能動的な反応がセラピー効果として高く評価されることを明らかにした<sup>4)</sup>。そこで、本研究では高齢者の能動的な反応を誘発するロボット・セラピー実施方法を検討するため、介在者の動作、ロボットの種類・動き、周囲の状況を、ワークサンプリング法

を用い、高齢者の反応とともに計測した。

#### 4. 2 グループ型ロボット・セラピー

本研究では、アザラシ型ロボット「パロ」、犬型ロボット「AIBO」、猫型ロボット「ネコロ」、ヒューマノイド型ロボットパルロなどを用いて、グループ型ロボット・セラピーを行った。図4.1にグループ型ロボット・セラピーの構成例、図4.2にセラピー活動の様子を示す。テーブル上に複数のロボットを置き、テーブルの周りに高齢者が座り、ロボットと触れ合う。施設スタッフ、学生たちが介在者として、高齢者にロボットとの触れ合いの促し、ロボットの説明などを行い、活動をコーディネートする。セラピー活動時間は30～60分である。

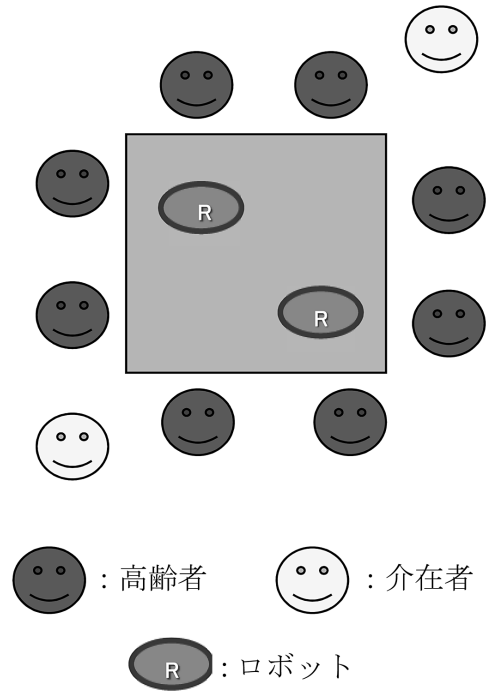


図 4.1 グループ型ロボット・セラピーの構成

#### 4. 3 ワークサンプリング法

ワークサンプリング法は図4.3に示すようなロボット・セラピー評価表を用い、体験者(高齢者)の反応やロボットの種類・動作、介在者の動作、周囲の状況を5分ごとに記録した。高齢者の「ロボットに話しかける」「ロボットに触る」「笑う、喜ぶ」「人に話しかける」などの能動的な反応、「周囲、ロボットを見る」「(介在者からの)説明・促しを受けると話す」などの受動的な反応、「無反応、寝る」「怖がる・嫌がる」などの否定的反応を記録する。介在者の動作に関しては、「(その場に不在)無」「(活動を)見ている」「(高齢者に活動の)促し・説明をする」「高齢者と話す」を、ロボットに関しては種類・動作を記録する。

#### 4. 4 実験結果と考察

2015年6月から2015年11月において、グループホームにて、実験回数19回、参加高齢者11名、延べ110名の対象者にグループ型ロボット・セラピーを実施した。上述したように、ロボット・セラピーでは高齢者の能動的



図 4.2 グループ型ロボット・セラピーの様子

反応を高いセラピー効果とみなすことが多い。これはロボットが存在する場において、高齢者がロボット、隣人、介在者とのコミュニケーションを持ち、活動的であることを評価しているためと考えられる。そこで、本研究では高齢者が示した反応を能動的反応、受動的反応、否定的反応をそれぞれ+1、±0、-1の評価点を与え、計測ごとの評価点の平

均を求め、結果を図4.4に示す。実施したグループホームの高齢者は比較的元気な方が多いため、図4.4からも明らかのように、2名の高齢者を除き、ほとんどの測定点において、能動的な反応を示している。

そこで、評価が低い2名の高齢者J、Kに関し、介在の内容と反応を詳細に分析した。今回の調査では、介在者の行動を1：不在、2：見ている、3：促し・説明をしている、4：高齢者と話をする、5：その他に分類して記録した。これらの行動のうち1、2は消極的な介在、3、4は積極的な介在である。図4.5、図4.6に高齢者J、Kの積極的介在時と消極的介在時の反応分布を示す。高齢者Jの場合、積極的介在を行うと否定的反応が僅かに減少するが、全般として介在方法による差異は顕著でない。

積極的な介在を行うことで能動的な反応が増加することを期待したが、結果は上述の通りである。しかし、能動的な反応と受動的な反応が70%以上示しており、これらはともに肯定的な反応であり、2名の高齢者が不満を持っているとは考えにくい。そこで、能動的な反応を示した状況を調査した。その結果、ロボットが歌を歌う、ダンスをするなどにより、周囲が盛り上がったときに能動的な反応を示している。データ数が少ないが、今後、セラピー実施環境の検討を行うことが重要と考える。

4. 5 まとめ

グループ型ロボット・セラピーにおいて、ワークサンプリング法を用い、高齢者の反応、介在者の行動、ロボット動作、周囲の状況を調査し、セラピー効果の高い反応とそれらの生起について検討した。その結果、以下のことが分かった。

- (1) セラピー効果として高く評価される、高齢者のロボットに対する能動的な反応が多く計測された。能動的な反応は

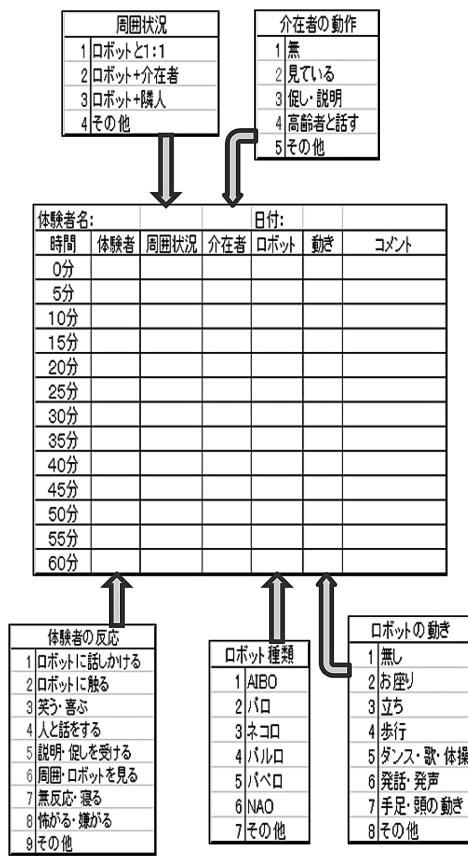


図 4.3 ロボット・セラピー評価表

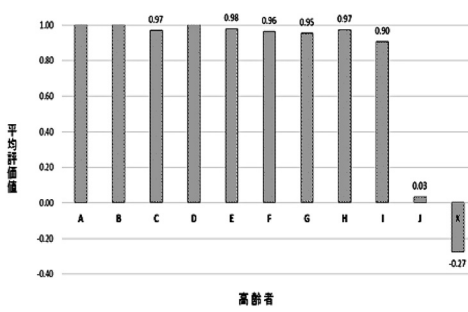


図 4.4 高齢者反応評価結果

高齢者とロボットと介在者が創る場におけるコミュニケーションの発生に対応していると考えられる。

- (2) 能動的な反応を生起させるには、ロ



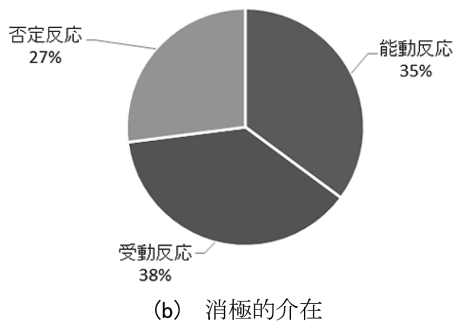
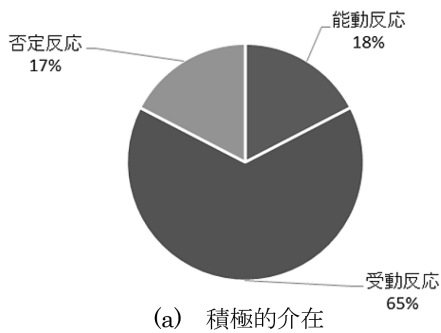


図 4.5 高齢者 J 反応

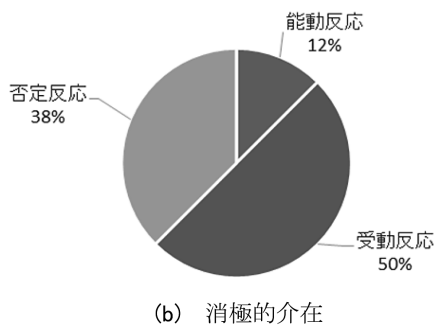
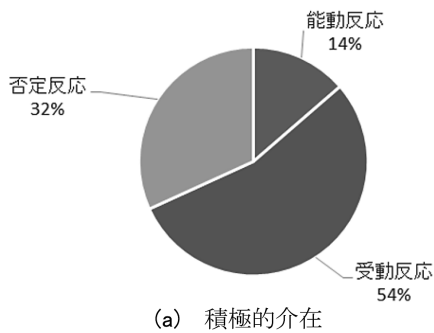


図 4.6 高齢者 K 反応

ボットと高齢者の間に入り、反応を促したり、サポートをする介在者の動作のほか、場を盛り上げるロボット動作、雰囲気作りが重要である。

## 5. おわりに

本報告は2015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。ヒューマノイド型ロボット NAO は世界中の大学で広くプラットフォームと応用されてロボットであり、ロボット・セラピーへの応用が期待されている。今回開発した体操インストラクターとしての NAO は筑波学院大学での活用の第一歩であり、今後の発展が期待される。

ヒューマノイド型ロボット PALRO は近年高齢者施設での活用が広まっている。今回開発した遠隔操作システムは、従来から炉尾ほっと・セラピーにおいて、広く活用されている AIBO 遠隔操作システムと同様なシステムを PALRO で実現したものである。今後、さらに内容を充実させ、ロボット・セラピーへの普及を進めて行きたい。

グループ型ロボット・セラピーは高齢者施設では最も一般的なセラピーの形態である。本研究では介在者とロボットの協力が、セラピー効果を向上させるために重要であることを報告した。ロボットの性能、効果に関する研究報告は多いが、ロボット・セラピーの実施方法に関する研究は少ない。本研究の結果が、実施方法開発の先駆けになることを期待している。以上、2015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、協力があってはじめて成り立つ。社会福祉法人欣水会「だんらん」、社会福祉法人美鈴会「パストーン浅間台」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、愛国学園大学矢後良純教授、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、卒業研究として木村颯太君、富田一魁君、岡田亮介君、鈴木啓介君、関村亘君、増山寿彦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 p637-640（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、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）
- 9) 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）
- 10) 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）
- 11) 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 2004～2014」（2005.8～2015.8）
- 12) 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）
- 13) 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）
- 14) 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 pp.31-35（2015.8）
- 15) 浜田：「筑波学院ロボット・セラピー 2014」筑波学院大学紀要第11集 pp.129-138（2016.3）