

機関番号：33908
研究種目：基盤研究（B）
研究期間：2008 ～ 2010
課題番号：20300223
研究課題名（和文） 運動習慣の形成・継続を支援するための家庭用体操ロボットの有用性の検討
研究課題名（英文） Impact of a home gymnastic robot in improving adherence to exercise

研究代表者
種田 行男（OIDA YUKIO）
中京大学・情報理工学部・教授
研究者番号：30185178

研究成果の概要（和文）：

108 名（平均年齢 70.9 歳±標準偏差 6.6 歳）の対象者は、ロボット体操群（42 名）と対照群（66 名）に無作為に割り付けられた。介入期間を通して、体操を模擬する動作プログラムを搭載したロボットと一緒に体操を行ったロボット体操群は、体操ポスターを見ながら体操を実施した対照群に比べて、15 か月間の介入期間中における体操中断者の割合が明らかに減少した。

研究成果の概要（英文）：

108 subjects (mean 70.9 years, SD 6.6 years) were allocated to the robot group (42 people) and control group (66 people) at random. Through the intervention period of 15 months, the robot group performed the gymnastic with the robot that can imitate movement of the gymnastic, while the control group executed the gymnastic while seeing only the gymnastic poster. As a result, the gymnastic interruption rate for intervention period in the robot group was significantly decreased compared with the control group.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
2009 年度	9,800,000	2,940,000	12,740,000
2010 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	14,400,000	4,320,000	18,720,000

研究分野：健康増進

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学，応用健康科学

キーワード：健康教育，運動習慣，体操ロボット，膝痛緩和

1. 研究開始当初の背景

定期的な運動や身体活動は介護予防のみならず生活習慣病の予防に寄与し、中高年の健康の維持増進に多大な恩恵をもたらすことはこれまでの疫学研究から十分に証明されている。それにもかかわらず、多くの人が適正に身体的活動を行っていないこともまた事実である。我が国の中高年者を対象とし

た厚生労働省の調査によると、週 2 回以上、1 回 30 分以上の水準に達しているのは全体の 27.9 %に過ぎない。さらに、せっかく運動や身体活動を始めたのに、3~6 ヶ月後には約半数がそれらの活動を中断することが報告されている。このような現実を踏まえれば、身体活動性の乏しい者の運動行動の変容を支援することは極めて重要な課題と考えら

れる。

運動習慣を有しない者が運動行動に至らない理由（阻害理由）はいくつかあるが、その中で「一緒にする仲間がいない」をあげる者が比較的多くみられる。このことは、運動習慣の形成を希望する者の多くが、仲間（例えば、隣人・家族・同僚・ペットなど）からの支援があれば、運動行動を変容しやすいと考えているものと解される。しかしながら、一緒に運動をしてくれる仲間を得ることはそれほど容易ではなく、たとえ仲間が居たとしても、常に仲間からの支援を受けられるわけではない。何故なら、自分と仲間の都合が合わない場合があるために、自分が運動行動を起こそうと思った時に、いつでも仲間と一緒に運動してくれるとは限らない。また、自分が運動行動を起こそうと思っていない時に、必ずしも仲間が誘いに来てくれるわけでもない。従って、対象者一人ひとりの都合に合わせて、運動行動を支援することは現実的に困難なことである。

そこで、我々はロボットを活用した運動支援プログラムを考案した。すなわち、体操ロボットを自宅に配置してロボットと一緒に体操を実施することによって、対象者一人ひとりに運動の実践を促し、運動習慣の形成と継続を支援することがねらいである。具体的には、膝 OA 高齢者の運動療法として開発した「楽ひざ体操（種田行男，日公衛誌，2008）」の動作プログラムを、市販の組立式ヒューマノイドロボットに搭載した。このロボットを膝痛の緩和と自立能力の改善を目指す高齢者の自宅に配置し、対象者はロボットと一緒に毎日体操を行った。その結果、対象者は「体操ロボットに対する好印象」に始まり、「動機づけ」、「ロボットへの愛着」、「仲間意識」を通じて「体操ロボットの積極的利用」に到達した（種田行男，日健教誌，2009）。従って、我々が考案した「家庭用体操ロボット」は高齢者に抵抗なく受け入れられ、実用性が高いと判断された。

2. 研究の目的

本研究の目的は対象者の運動実施意欲が高まり、無理なく楽しみながら運動習慣を形成し、長期に渡る運動継続を支援するための家庭用体操ロボットを開発し、その有用性を検討することである。

3. 研究の方法

本研究の研究期間は3年間に設定し、初年度前期にはロボットの動き、音声機能、安全性などの改良と体操プログラムのロボット

への搭載を完了した。初年度後期には膝痛を有する高齢者の自宅にロボットを配置し、ユーザビリティテストを通じてロボットの有用性について質的評価を行った。さらに、それらの結果を踏まえて体操ロボットのハードおよびソフト面についての最終調整を行った。次年度にはロボットを使用する群（ロボット体操群）と使用しない群（対照群）を設けて無作為比較試験による3か月間の短期介入研究を実施し、ロボットによる体操実施の支援効果を量的に評価した。最終年度には短期介入の1年後をフォローアップし、長期に渡る支援効果を検討した。

① 短期介入研究

対象者は2008～2010年度に名古屋市北保健所が開催した「楽ひざ体操講座」に自主的に参加した中高年者108名（男性7名，女性101名：平均年齢70.9歳±標準偏差6.6歳）であった。対象者はロボット体操群（42名）と対照群（66名）に無作為に割り付けられた。短期介入研究では3ヶ月間を介入期間として、楽ひざ体操（膝屈伸運動，大腿四頭筋の収縮，大腿四頭筋のストレッチ，ハーフスクワット）を自宅で毎日実施することを対象者に指示した。

ロボットはヴィストン社製 Robovie-X（高さ343×幅180 mm，重量1.3kg）を使用した（図1）。本ロボットは全体に18個のサーボモーターを配置し、ヒトでいう首関節（左右），肩関節2自由度（屈曲伸展，内転外転），肘関節（屈曲伸展），腰関節（前屈背屈），股関節2自由度（屈曲伸展，内転外転），膝関節（屈曲伸展），および足関節2自由度（背屈底屈，内反外反）の動きが可能である。本ロボットはロボット制御の学習用教材として開発されたものであり、本体は複数のパーツを組み立てて自主作成した。ロボットの動作は専用のモーション作成ソフトウェアを用いてプログラミングした。

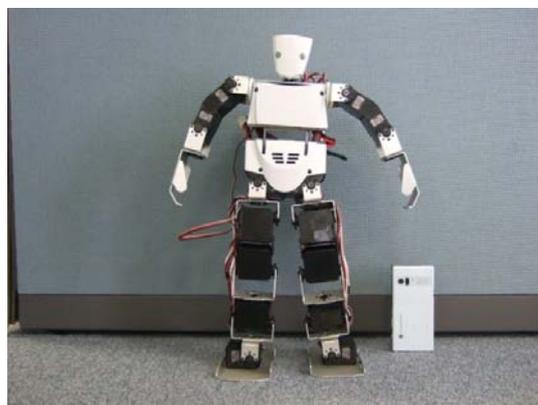


図1. 体操ロボット

本ロボットに楽ひぎ体操を模擬する動作プログラムを搭載し、ロボット体操群は介入期間を通してロボットと一緒に体操を行った。一方、対照群はロボットを使わずにポスターを見ながら体操を実施した。

② 長期介入研究

対象者は2009年度に名古屋市北保健所保健予防課が開催した「楽ひぎ体操講座」受講修了者のうち、その後1年間の体操実施延長に同意した者33名（ロボット群14名、対照群19名）であった。2009年度の講座終了時に、対象者に対して1年間の体操実施の継続と体操の実施状況を体操日記に記入することを指示した。その後、2回の調査を講座終了から半年後（介入9ヶ月）と1年後（介入15ヶ月）に行った。1回目の調査はすべての対象者に郵送を用いて膝の痛みと機能調査を行い、体操の実施状況が記入された用紙（体操日記）を郵送にて回収した。膝の痛みと機能調査の記入用紙に空欄による不備があった場合または返信が無い場合は電話による聞き取り調査を実施した。2回目の調査はロボット群にのみ聴取の場を設け、フォーカス・グループ・インタビュー（FGI）、膝の痛みと機能調査の実施および体操日記の回収を行った。一方、対照群には郵送法で1回目と同様の調査を行った。

主なインタビュー内容は「講座受講後1年間の膝の状態について」「ロボットとの関係について」「短期（3ヶ月間）と長期（15ヶ月間）の相違について」「ロボットの改善点の指標」、および「ロボットに対する要望」などであった。FGI中の対象者の発話内容は、すべてICレコーダーによって記録した。インタビューの所要時間は約60分であった。FGIの分析は記録した内容を逐語的に記述し、テーマに関連すると思われる箇所はコードとして抽出した。更に、コード化したものを分類し、サブカテゴリとカテゴリにグループ化した。抽出された概念間の性質と関連および大きさを考慮して全体の概念構造図（構造モデル）を作成した。

③ 倫理

対象者には研究の目的と内容、利益とリスク、個人情報保護、および参加の拒否と撤回について説明を行い、研究への参加の同意について自筆による署名を得た。また、本研究は中京大学情報理工学部倫理審査委員会に申請し、研究実施の承認を得た。

4. 研究成果

① 体操実施率

短期介入期間中の体操実施率は、ロボット体操群において1ヵ月目89%、2ヵ月目81%、3ヵ月目79%であり、対照群ではそれぞれ85%、79%、79%であった。時間が経つにつれて、両群ともに有意に減少したものの、時点と群の2要因間に交互作用は認められなかった。

長期介入期間中の体操実施率は、ロボット体操群において介入4～9ヵ月間44%および10～15ヵ月間39%であり、対照群ではそれぞれ50%および39%であった。両群の体操実施率は時間の経過とともに低下し、時間の主効果が認められた（ $p = 0.000$ ）。体操実施率の低下の程度は対照群の方がロボット群よりも大きいようにみられたが、介入期間中の時点と群の2要因間に有意な交互作用（ $F = 0.654$, $p = 0.524$ ）は認められなかった。そこで、体操実施頻度で両群間を比較した結果（図2）、長期介入後期（10～15ヵ月間）における完全中止者の割合は、対照群よりもロボット群の方が有意（ $p = 0.040$ ）に減少した。

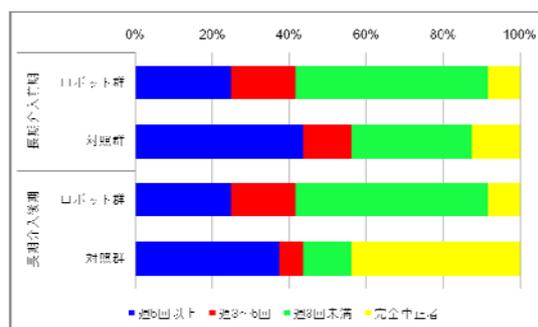


図2. 群および期間ごとの体操実施頻度

② 体操ロボットの使用プロセス

長期介入後のインタビュー内容について質的解析した結果、4つのカテゴリ「対象者の状態」「ロボットの利用状況」「ロボットとの相互作用」および「ロボットの改善点」が抽出された。「対象者の状態」の中には「膝痛緩和」「達成感」および「体操の必要性の低下」のサブカテゴリがあり、「ロボットの利用状況」の中には「積極的利用」「消極的利用」および「体操中断」などのサブカテゴリがあり、「ロボットとの相互作用」の中には「ロボットの存在感」「愛着」および「動機付け」のサブカテゴリがあり、「ロボットの改善点」の中には「機能に対する不満」および「ロボットに対する要望」などのサブカテゴリが抽出された。

これらのカテゴリからロボットの使用プロセスを構造化した結果、短期介入時におけるロボットは体操の実施を促す役割を担っていた。一方、長期介入期間においては膝

痛の軽減などが対象者の達成感の増大をもたらしたために体操の必要性が低下した(図3). その結果, 体操の実施は停滞したものの, ロボットの存在が体操中断を回避したものと推察された. これらのことから, 体操ロボットは体操習慣の継続に対して消極的ではあるが支援効果があるものと判断された.

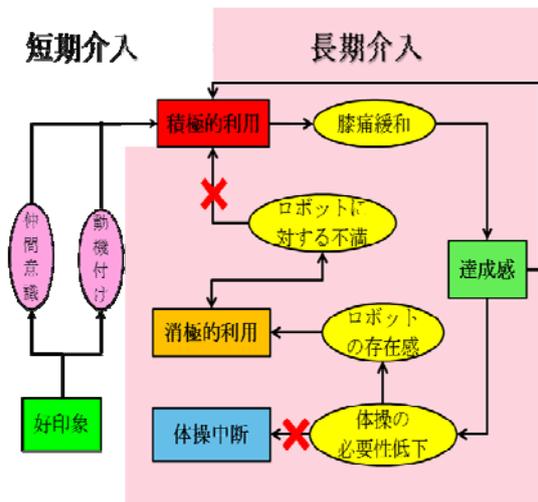


図3. ロボットの使用プロセス

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5件)

- ① Kanoh M, Oida Y, Nomura Y et al, Examination of practicability of robot assisted activity program using communication robot for elderly people, J Robot and Mechatron, (査読あり), 23, 2010, 3-12
- ② 種田行男, 加納政芳, 山根 基, 笠井達也, 鈴木敏博, 加賀善子, 運動習慣の形成を支援するための家庭用体操ロボットの有用性の検討, 日健教誌, 査読あり, 17, 2009, 184-193
- ③ 種田行男, 運動習慣を形成・継続するための仕掛けと仕組み, 保健医療科学, 査読なし, 58, 2009, 19-25
- ④ 種田行男, 変形性膝関節症の運動療法とは?, 肥満と糖尿病, 査読なし, 8, 2009, 875-876
- ⑤ 種田行男, 諸角一記, 中村信義, 北畠義典, 塩澤伸一郎, 佐藤慎一郎, 三浦久美子, 西 朗夫, 板倉正弥, 変形性膝関節症を有する高齢者を対象とした運動介入による地域保健プログラムの効果—無作為化比較試験による検討, 日公衛誌, 査読あり, 55, 2008, 228-237

[学会発表] (計7件)

- ① Y. Oida, M. Kanoh and M. Yamane, Is a Gymnastic Robot Improved Adherence to Exercise at Home?, 3rd International Congress on Physical Activity and public health, 2010年5月5日, Toronto Canada
- ② 井上雅樹, 山根 基, 加納政芳, 種田行男, 運動習慣の形成・継続を支援するための家庭用体操ロボットの短期的および長期的効果の検討, 第69回日本公衆衛生学会, 2010年10月28日, 東京
- ③ 種田行男, 加納政芳, 小長谷陽子, 会話型ロボットを用いた高齢者の認知機能維持改善のための学習支援プログラムの開発, 第68回日本公衆衛生学会, 2009年10月21日, 奈良
- ④ Y. Oida, M. Kanoh and M. Yamane, T. Suzuki, Impact of a home gymnastic robot in improving adherence to exercise, 2009 Annual Conference of the ISBNPA, 2009年6月21日, Lisbon Portugal
- ⑤ 天野 猛, 種田行男, 加納政芳, 山根 基, 運動習慣の形成・継続を支援するための家庭用体操ロボットの有用性および有用性の検討, 第68回日本公衆衛生学会, 2009年10月21日, 奈良
- ⑥ 種田行男, 運動習慣の形成・継続を支援するための家庭用体操ロボットの開発・有用性の検討, 第17回日本健康教育学会, 2008年6月22日, 東京
- ⑦ 稲垣匡士, 野村 優, 加納政芳, 種田行男, 山根 基, 小長谷陽子, 井原一成, 木村憲次, 高齢者を対象とした会話ロボットによるRobot Assisted Activityプログラムの開発, 第67回日本公衆衛生学会, 2008年11月7日, 福岡

[図書] (計3件)

- ① Oida Y, Kanoh M, Inagaki M, Konagaya Y, Kimura K, Springer, Asian Perspectives and Evidence on Health Promotion and Education, 2011, 67-77
- ② 種田行男, サンライフ企画, 膝関節痛予防・軽減のための運動学習支援マニュアル, 2008, 183
- ③ 種田行男, 南江堂, 行動科学 改訂第2版, 2009, 92-102

6. 研究組織

(1) 研究代表者

種田 行男 (OIDA YUKIO)
中京大学・情報理工学部・教授
研究者番号: 30185178

(2) 研究分担者

加納 政芳 (KANOH MASAYOSHI)
中京大学・情報理工学部・准教授
研究者番号 : 90387621

山根 基 (YAMANE MOTOI)
愛知みずほ大学・人間科学部・講師
研究者番号 : 50410634