

機関番号 : 34406

研究種目 : 基盤研究 (C)

研究期間 : 2008~2010

課題番号 : 20500494

研究課題名 (和文) 高齢者居住施設や家庭で何気なく利用できる身体機能維持・評価システムの開発

研究課題名 (英文) Development of a system for maintenance and evaluation of physical functions which can be casually used in facilities for the elderly or private houses

研究代表者

大須賀 美恵子 (OHSUGA MIEKO)

大阪工業大学・工学部・教授

研究者番号 : 10351462

研究成果の概要 (和文) : 洗面所や居間など居住空間内の複数場所で、「ついで」や「ながら」の運動を推奨するシステムのコンセプト提案とプロトタイプ試作を行った。継続使用による効果評価には至らなかったが、住居に設置して試用し、継続使用の阻害要因を抽出し解決策を検討した。並行してシステムに組み込み可能な要素技術として、日常に用いる道具や環境に埋め込んだセンサを用いた運動計測、控えめな働きかけに対する反応よりユーザの状態を判定して次段の働きかけを変えるしくみなどを開発した。

研究成果の概要 (英文) : A system which recommends and encourages user's physical activities at multiple spots in a residence space such as a living room and a washroom was proposed, and a prototype system was developed. A trial study was executed in a private house and the barriers to continuous use and countermeasures were discussed, however the verification of long term effects was not achieved. The components expected to be built-in were also studied such as the measurement of physical activities by sensors embedded in casual tools or living environments and an idea to adopt robot's facilitative actions according to the user's reaction to its low-key approach.

交付決定額

(金額単位 : 円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野 : ヒューマンインタフェース

科研費の分科・細目 : 人間医工学 ・ リハビリテーション科学・福祉科学

キーワード : 介護予防・支援技術, 高齢者, 認知症, 身体機能, 無意識計測

1. 研究開始当初の背景

本研究の開始以前に、申請者のグループでは、楽しく身体を動かしながら、心身の活性化を促す目的でバーチャルリアリティを用いた遊びリレーションシステムを開発し、グ

ループホームで生活する認知症高齢者に適用してきた。しかし、このシステムを運用した結果、いかにして自発的に継続利用を促すかということが大きな課題となった。

2. 研究の目的

前述の課題を解決すべく、家庭や施設において、日常生活の中で手軽に身体機能の評価や維持を行ない、自発的に継続利用してもらえる、楽しく身体を動かすシステムを開発する。たとえば、洗面所で歯磨きをしたり、身だしなみを整えたりしているとき、廊下を歩いているとき、居間でくつろいでいるときに、自らスイッチを入れて利用させるのではなく、システム側で利用者の状態を推定して適切なタイミングで利用者に働きかけ、利用者が体が動く、あるいは一定の姿勢をとってしまうなど、体の動きや状態を誘導する工夫を行うことで、身体活動を賦活するとともに、自然な条件統制のもとでの計測を行うしくみを考案する。

試作システムの開発と健常者を用いた検証実験を終え、期間終了直後に、高齢者居住施設でのフイービリティスタディに用いるシステム開発に着手できるレベルに到達することを目標とする。

3. 研究の方法

申請時に計画していた方法は以下のとおりである。

- (1) システムコンセプトの明確化・具体化を図り、実現に向けて必要な構成要素の要求仕様を明らかにして設計・試作を行う。
- (2) 健常者による計測テスト、ユーザ評価を行い、必要に応じて改良した後にシステム化を行い、少数の実験対象者で計測に関する評価を行う。
- (3) システムの改良の後に、数人を対象とした継続的なデータ収集を行い、身体活動の賦活および身体機能評価の可能性を明らかにし、高齢者居住施設への導入に向けての課題抽出を行う。

実際には、予算や研究の進捗状況を鑑み、要素技術の高度化と評価に重点をおき、プロトタイプシステムには、システムコンセプトを実現するための最低限の要素を統合し、倫理的配慮から研究代表者のみが検証実験を行うこととした。

4. 研究成果

(1) システムコンセプトの明確化

維持・評価すべき身体機能として、歩行に関わる筋力・バランス機能を中心に、上肢の可動域や柔軟性、握力や指の把持力を抽出した。自発的に運動を行う習慣をつけることが難しいこと、きっかけがあり手軽で楽しければ運動できることから、廊下や居間、洗面所で「ついで」や「ながら」で行える運動を奨めるシステムを考えた。さらにこのコンセプトを拡張し、ユーザの状態を意識させずに収集するアンコンシャスロボット、画面の中からユーザに情報提示するバーチャルロボッ

ト、さらにユーザに働きかけを行うビジブル（実体のある）ロボットからなるシステムを提案した。システムコンセプトを図1に示す。

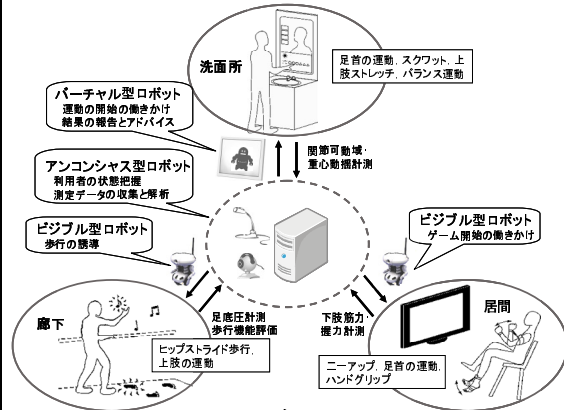


図1 提案システム

(2) 要素技術開発

① 洗面所での「ついで運動」とバランス機能評価

洗面所を訪れた際に、下肢運動としてハーフスクワットとカーフレイズ、上肢運動として肩ストレッチを奨める装置を試作し（図2）、健常大学生を対象とした実験で継続可能性を示唆する結果を得た。スリッパに組み込んだRFタグで個人識別をし、履歴情報をもとにメッセージを出したり推奨運動を決定したりする。ハーフスクワットとカーフレイズはwiiボードを用いて、指示どおりに運動が行えているかどうか評価する仕組みも組み込んだ。また、歯磨き時のブラッシング動作の計測と楽しく適切な歯磨きを支援する装置を開発し（図3）、ユーザの異常検出の可能性を示した。さらに、運動負荷やバランス機能の評価の目的で、立つだけで心拍、呼吸、重心動揺を計測する手法を開発し、計測条件統制のための視覚刺激を検討した。

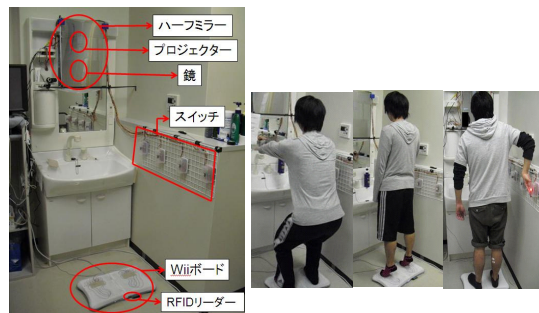


図2 洗面所のシステムと運動

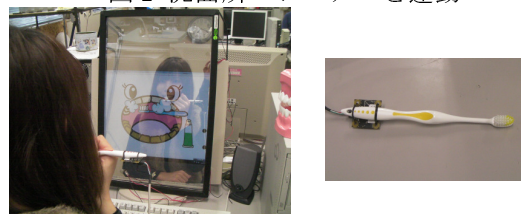


図3 歯磨き運動の計測と支援

② 居間での「ながら運動」と運動評価，ユーザ状態推定

居間で TV を見ているときに，小型ロボットが動いて，腿上げ，膝伸ばし，二の腕伸ばし運動を奨める装置を試作した（図 4）．加速度センサの重力成分の変化を用いて，腿や腕の動きを評価できることを確認した（図 5）．

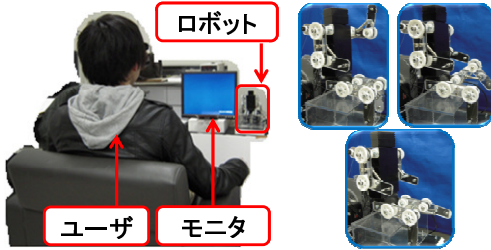


図 4 「ながら」運動ロボット



図 5 腿上げの計測

注意喚起や運動の働きかけに家庭用小型ロボットを利用することを検討し，基礎実験を実施して受容性を確認した．また小型ロボットの控えめな働きかけに対する反応に基づいてユーザの状態（集中して TV を見ているか，たいくつしているか）を判定し，判定結果によって次段の働きかけを変える仕組みを検討し実装した（図 6）．その他，組み込みの可能性がある運動要素として，過年度の科研費で開発したドラフタ型装置を適用した力触覚による動作誘導（図 7），スイッチやボタンを用いた任意関節の運動支援装置（図 8），圧力センサをつないだエアバッグを用いた握力評価とハンドグリップ運動（図 6），座りながらできる膝伸展運動，ピラティスサークルやダンベルを用いた上肢筋力トレーニング装置（図 9）などを開発し，一部の運動については，若年健常者を対象とした実験で筋力増加傾向を確認した．



図 6 運動開始を働きかけるロボットとエアバッグを用いたハンドグリップ

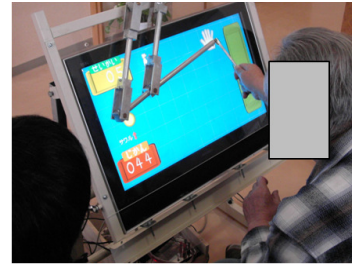


図 7 ドラフタ型装置を用いた動作誘導

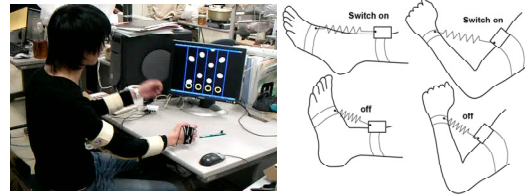


図 8 任意関節運動装置

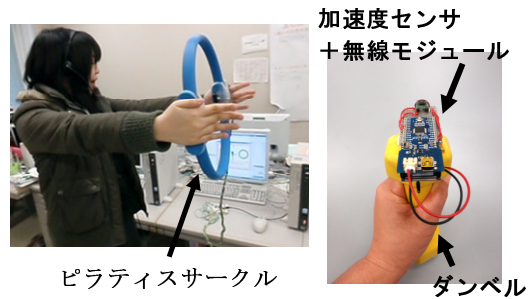


図 9 ピラティスサークルやダンベルを用いた上肢筋力トレーニング

③ 廊下での「ついで運動」と歩行機能評価

家庭用小型ロボットを用いてヒップストライド歩行を誘導するシステムを開発し，少数例のユーザ評価を行い，継続利用の可能性を示した（図 10）．

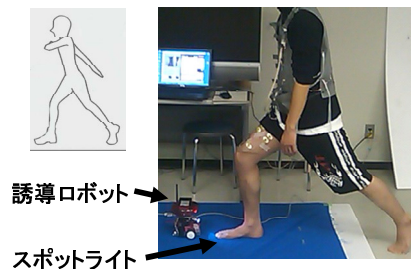


図 10 ヒップストライド歩行の誘導

また，音や光・触覚による動作の姿勢誘導方法として，壁面への映像投影を用いたシステム（図 11），ハーフミラーとタッチパネルを組み合わせた装置，床・壁に組み込んだロードセルによる運動計測を実現し，これらを用いたゲームを開発して，介護施設の高齢者に試していただき，運動促進の可能性を示した（図 12）．また，歩行機能評価として，足

底圧を用いることを検討し（図 13）、スリッパなどに装着して簡便に計測する可能性も示した。また、廊下で複数ユーザの識別を意識させずに行うべく、歩行時の足底圧の特徴を用いた個人識別の可能性を検討した（図 14）。

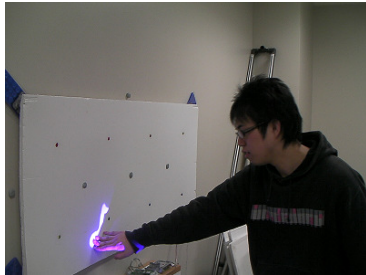


図 11 壁面への映像投影を用いた運動促進



図 12 床に投影した映像とロードセルを用いたゲーム

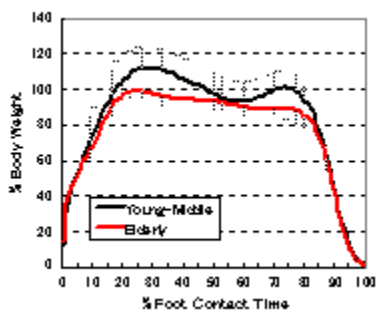
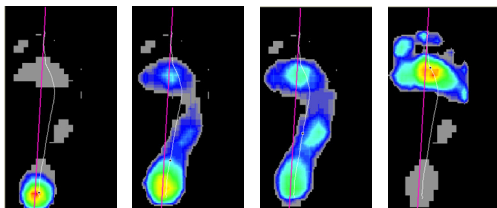


図 13 足底圧を用いた歩行機能評価

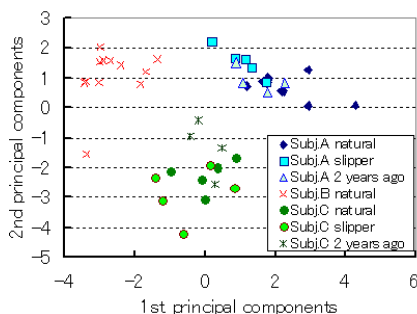


図 14 足底圧変化の主成分による個人識別

④ ユーザへの情報提示方法

測域センサを用いて非接触で対象人物の大まかな位置を計測し、局所的に音を提示できるパラメトリックスピーカを制御することにより、利用者の行動に合わせてバーチャルな音源を追従させ、動作や姿勢を誘導する手法を検討して試作し、これを利用した何気ない注意喚起手法として、「こちら」などの指示代名詞を使った方向ナビゲーションの可能性を示した（図 15）。同様の目的として、短時間・任意の空間に映像を投影可能な環境として、フォグスクリーンを用いたプロジェクションシステムを試作して実現可能性を検討した。それぞれ少数のボランティアによる計測テスト・ユーザ評価を行い、改良すべき課題を抽出した。

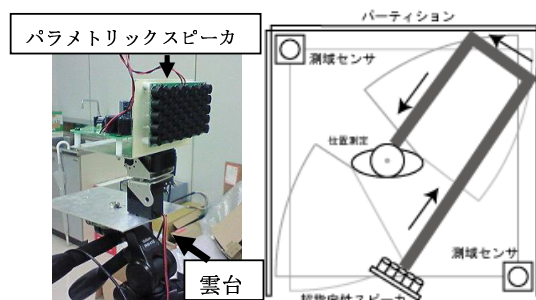


図 15 パラメトリックスピーカを用いた注意喚起

(3) プロトタイプ（統合システム）試作と評価

プロトタイプでは、RF タグによる複数ユーザの個人識別も実装し、洗面所ですぐに行える下肢運動（スクワット、カープレイズ）と肩ストレッチ、居間で TV を見ながら行える下肢運動（腿上げ、膝伸ばし）と腕伸ばし運動を、過去の実施状況やその日の運動状況（歩数計および自己申告）に応じて奨めるものである。これを模擬居住空間に設置し（図 16, 17）、研究代表者が体験者となって、システムコンセプトの実現度を評価し、継続使用の阻害要因になる課題の抽出と解決策の検討を行った。

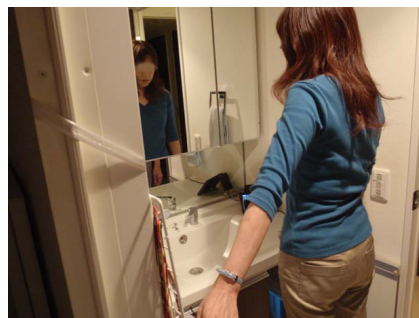


図 16 プロトタイプシステム（洗面所）

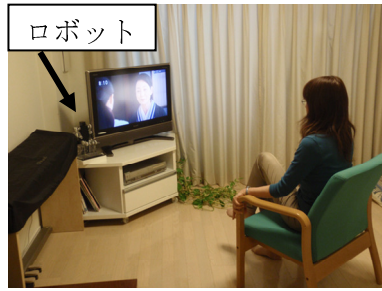


図 17 プロトタイプシステム（居間）

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 4 件）

- ① 山田英治, 橋本渉, 中泉文孝, 井上裕美子, 大須賀美恵子: 家庭内で身体活動を促進させるシステムの提案とロボットの働きかけの効果について, 人間工学, Vol. 46, No. 3, pp. 230-236 (2010) 査読有
- ② 橋本渉, 中泉文孝, 井上裕美子, 大須賀美恵子: マルチモーダルな情報提示とバイオフィードバックへの応用可能性, バイオフィードバック研究, Vol. 36, No. 2, pp. 135-142 (2009) 査読無
- ③ 井上裕美子, 大須賀美恵子, 橋本渉, 中泉文孝: 歩行時の足圧情報による個人識別の可能性, 画像ラボ, Vol. 20, No. 6, pp. 38-42 (2009) 査読無
- ④ 橋本渉, 中泉文孝, 井上裕美子, 大須賀美恵子: グループホームにおける VR とリハビリテーション, バイオメカニズム学会誌, Vol. 33, No. 2, pp. 117-122 (2009) 査読無

〔学会発表〕（計 23 件）

- ① 山根慎吾 他: 無線モジュールを用いた運動促進システムの開発, 平成 22 年度日本人間工学会関西支部大会, 2010 年 12 月 5 日, 大阪工業大学大宮キャンパス (大阪)
- ② 坂口智美 他: 楽しみながら歯磨き運動を促進するシステムと上肢動作の分析, 平成 22 年度日本人間工学会関西支部大会, 2010 年 12 月 4 日, 大阪工業大学大宮キャンパス (大阪)
- ③ 橋本渉 他: 健康増進と介護予防を目指した多感覚に訴えるシステム, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2010, 2010 年 9 月 18 日, 大阪大学豊中キャンパス (大阪)
- ④ 岩谷智一 他: 高齢者のグループレクリエーションに適した遊びリレーションシステムの開発, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2010, 2010 年 9 月 18 日,

大阪大学豊中キャンパス (大阪)

- ⑤ 平松遼 他: 指向性スピーカを用いた指示代名詞による方向指示に関する研究, 第 15 回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2010 年 9 月 15 日, 金沢工業大学 (石川)
- ⑥ 山田英治 他: ロボットの働きかけを用いたユーザの状態推定と身体活動賦活システムへの応用, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2010, 2010 年 9 月 10 日, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀)
- ⑦ 山田英治 他: Estimation of user's state using reaction to robot's modest approach, 第 49 回日本生体医工学会大会, 2010 年 6 月 26 日, 大阪国際交流センター (大阪)
- ⑧ 岩谷智一 他: 高齢者が遊びながら筋力維持を目指せる遊びリレーションシステムの開発, 日本人間工学会第 51 回大会, 2010 年 6 月 19 日, 北海道大学学術交流会館 (北海道)
- ⑨ 山田英治 他: 健康増進および介護予防を目的とした家庭や施設で身体活動を促進させるシステムの開発, 日本人間工学会関西支部 2009 年度春季講演会, 2010. 3. 26, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀)
- ⑩ 橋本渉 他: 利用者の感覚に訴えるような健康増進・介護予防システムの開発, 日本人間工学会関西支部 2009 年度春季講演会, 2010. 3. 26, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀)
- ⑪ 岩谷智一 他: 高齢者が家庭や施設で簡単にできる遊びリレーションシステムの開発, 日本生活支援工学会若手研究者発表会, 2010. 3. 11, 東京都立産業技術高等専門学校 (東京)
- ⑫ 井上大輔 他: 気軽に膝伸展トレーニングを行うためのシステム開発: 日本生活支援工学会若手研究者発表会, 2010. 3. 11, 東京都立産業技術高等専門学校 (東京)
- ⑬ 中川舞 他: ピラティスサークルを用いた上肢筋力トレーニングシステムの開発, 日本生活支援工学会若手研究者発表会, 2010. 3. 11, 東京都立産業技術高等専門学校 (東京)
- ⑭ 山田英治 他: 健康増進および介護予防を目的とした家庭内で身体活動を促進させるネットワークロボット, 第 10 回計測自動制御学会 SI 部門講演会, 2009. 12. 26, 芝浦工業大学豊洲キャンパス (東京)
- ⑮ 橋本渉 他: 壁面への映像提示による上肢運動促進システムの構築, 第 10 回計測自動制御学会 SI 部門講演会, 2009. 12. 26, 芝浦工業大学豊洲キャンパス (東京)
- ⑯ 山田英治 他: 家庭内で手軽にできる身体活動賦活システムの開発—運動開始に対

するロボットの働きかけの効果について、
生体医工学シンポジウム2009, 2009. 9. 18,
千葉大学(千葉)

- ⑰ 暮松佑介 他:相互通信可能なドラフター型
フォースディスプレイに関する研究, 第
37回日本バイオフィードバック学会学術
総会, 2009. 6. 28, 大阪工業大学大宮キャン
パス(大阪)
- ⑱ 石原知高 他:足底圧情報をフォードバック
する歩行改善訓練システム, 日本人間
工学会第50回記念大会, 2009. 6. 12, 産
業技術総合研究所つくば中央(茨城)
- ⑲ 石原知高 他:足底圧情報を用いた歩行改
善支援システムの開発, 平成20年度日本
人間工学会関西支部大会, 2008. 12. 6, 京
都工業繊維大学(京都)
- ⑳ 暮松佑介 他:2台のドラフター型フォー
スディスプレイを用いた上肢運動支援シ
ステムの開発, 第13回日本バーチャルリ
アリティ学会大会, 2008. 9. 26, 奈良先端
科学技術大学院大学(奈良)
- ㉑ 石原知高 他:足底情報を用いた歩行改善
に向けた基礎的検討, 日本人間工学会第
49回大会, 2008. 6. 15, 共立女子大学(東
京)
- ㉒ 井上裕美子 他:高齢者の歩行における足
圧中心点の移動軌跡の特徴, 第47回生体
医工学会大会, 2008. 5. 9, 神戸国際会議
場(神戸)
- ㉓ 橋本渉 他:任意の関節の曲げ伸ばし運動
を目指したリハビリテーション・レクリ
エーション機器の開発, 第47回生体医工
学会大会, 2008. 5. 9, 神戸国際会議場(神
戸)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大須賀 美恵子 (OHSUGA MIEKO)
大阪工業大学・工学部・教授
研究者番号: 10351462

(2) 研究分担者

井上 裕美子 (INOUE YUMIKO)
大阪工業大学・情報科学部・准教授
研究者番号: 40288767

橋本 渉 (HASHIMOTO WATARU)
大阪工業大学・情報科学部・准教授
研究者番号: 80323278

中泉 文孝 (NAKAIZUMI FUMITAKA)
大阪工業大学・工学部・講師
研究者番号: 60418522

(3) 連携研究者

山田 晋平 (YAMADA SHINPEI)
産業医科大学・産業保健科学部・助教
研究者番号: 70412666