

# 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

## Interactive Multi-modal System for Health Promotion and Preventive Care

○ 橋本渉<sup>1)</sup> 中泉文孝<sup>2)</sup> 井上裕美子<sup>1)</sup> 大須賀美恵子<sup>2)</sup>

1) 大阪工業大学情報科学部, 2) 大阪工業大学工学部

Wataru HASHIMOTO<sup>1)</sup>, Fumitaka NAKAIZUMI<sup>2)</sup>, Yumiko INOUE<sup>1)</sup> and Mieko OHSUGA<sup>2)</sup>

1) Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

2) Faculty of Engineering, Osaka Institute of Technology

*Key Words:* Asobi-litation, Multi-modal Interaction

### 1. はじめに

少子高齢化は深刻な問題である。高齢者の健康を増進させ、介護を予防するための取り組みが行われている。遊びながら楽しく体を動かし、健康増進と介護予防を目指した取り組みは「遊びリテーション」<sup>(1)</sup>とも呼ばれ、各種施設において実践されている。

このような高齢者を対象とした取り組みの中、バーチャルリアリティ (VR) 技術を用いた試みがなされている。VR技術の特徴は、人の様々な感覚に強く訴えられる点である。本稿ではさまざまな運動を介し、利用者の感覚に訴え、楽しみながら健康増進することを目指したシステムを紹介し、その手法に関して比較考察する。

### 2. 感覚に訴えるシステム

健康増進や介護予防において、遊びながら楽しく体を動かすことは重要である。たとえば、市販ゲーム機のリモコンを活用したリハビリテーションが人気を集め、海外ではWiiHabilitationとも呼ばれている。また、国内ゲーム開発販売メーカーが提唱する「リハビリテイメント」では、楽しみながら心身をリハビリするというコンセプトを提唱している。香川大学のグループは、VRスノーボードなど、スポーツに着目したシステムを開発し、老人保健施設において適用評価を実施している<sup>(2)</sup>。

著者らの研究グループでも、グループホームの協力を得て、高齢者向けの健康増進と介護予防を目指したシステムについて取り組んでいる<sup>(3)</sup>。研究当初から一貫していることは、利用者のQOL向上と身体・認知機能維持のための予防的リハビリを目標とし、利用者を受け入れられやすいシステムにするため、VR技術を導入していることである。VR技術の最大の利点は、複数感覚へ同時に提示できることである。これにより、以下のようなメリットを見出すことができる。

#### (a) アクセシビリティの向上

加齢による感覚機能の低下に対し、視覚や聴覚、触覚などを駆使し、複数の感覚で補うことができる。また、自分自身が行った操作を様々な感覚にフィードバックできるので、自分がいまどんな動作をしたのか、客観的に把握することができる。

#### (b) エンタテインメント性の向上

映像や音声、振動による感覚提示は、市販ゲーム機にも用いられているとおり、上手に利用するとエンタテインメント性を高めることができる。単調になりがちな練習や訓練に変化をつけ、楽しみながら実施できることにつながる。エンタテインメント性を高めることは、利用者のシステムに

対する受容性を高め、継続的に利用してもらうために重要な役割を果たす。

本稿では様々な感覚に訴えるシステムとして、「踏む」「曲げる」「触る」「叩く」運動に着目したシステムを説明し、それぞれのシステムの特徴と、健康増進、介護予防システムという観点からシステムを考察する。

### 3. 感覚に訴えるシステムの実例

#### 3-1 「踏む」運動に対応したシステム

視覚や聴覚に訴え、ステップ運動を促すためのシステムである。床の上に板を配置し、板上に映像を投影することで、映像面を直接踏むことになる (Fig.1)。踏む場所と力の検出には、市販ゲーム機に内蔵されているロードセルセンサを板の4隅に設置し、検出値による線形補間の要領で算出する。本システムでは90cm四方の板上において、5cm程度の誤差範囲内で検出可能であり、板のどの位置に立っているかの推定が可能であることがわかった。グループホームにおける適用評価では、椅子で座った状態から画面を踏む動作をしてもらったが、立ち上がって踏むという動作が適度な運動負荷となった。大勢で取り囲んだ状態では、譲り合ったり教えあったりといったコミュニケーションも促された。

このシステムでは、床面に表示された大きな画面を囲むことで、多人数同時で体験可能であり、表示されているものを踏む単純なルールで、受け入れられやすいということがわかった。その反面、広い設置面積を要すること、システムに没頭すると周りが見えなくなり、危険防止のため、スタッフが付きっきりでなければならないことが問題点である。

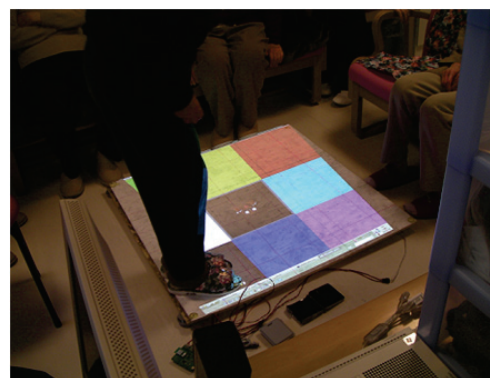


Fig. 1 Floor projection system to enhance step aerobic

### 3-2 「曲げる」運動に対応したシステム

利用者が多様な部位の「曲げる」運動を一人で気軽に利用できるシステムとして、スイッチによる検出を用いたシステムを開発した (Fig.2) <sup>(4)</sup>。肘や足首など体の関節部にゴムとスイッチを装着し、関節が一定の角度以上になればスイッチが ON になり、映像や音声に変化するという仕組みである。グループホームにおける適用評価では、ストレスなく運動できるといった意見があったものの、画面の運動と対応関係が複雑で、ルールがわからないという感想もあった。また、スイッチにケーブルが接続されており、危ないという意見もあった。

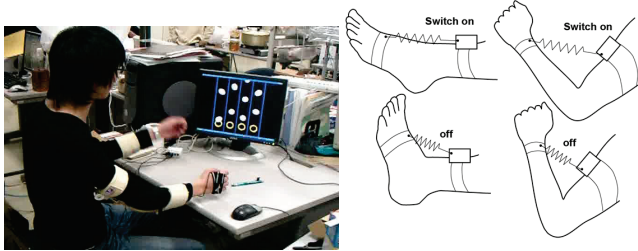


Fig. 2 Flexion and extension exercises system using momentary switches

前述のシステムをケーブルレス化したものとして、市販ゲームコントローラを流用したシステムを開発した (Fig.3)。コントローラを動かすだけなので、前述のシステムに比べると1ストローク当たりの運動負荷は少ない。足首や他の部位に容易に取り付けられ、内蔵する加速度センサによって運動を検出できるほか、音や振動を提示できるという利点もある。また、最大7台のコントローラを同時使用できるため、多人数で協調して運動することも可能である。グループホームにおける適用評価では、コントローラが軽いぶん、大きな動作や反復運動を促進することができ、よい運動になっているようだった。また、多人数でできるため、周りで見ているだけでも楽しそうであった。その反面、腕や足の動きと画面の対応関係がわからず、ルールの理解が困難だという指摘もあった。

このシステムは、臥床時、座位時などいろいろな体勢で利用可能であり、体の一部にハンディがあっても気軽に体験できるという特徴がある。その反面、装着が面倒でルールが難しく単調になりがちだという問題点もある。

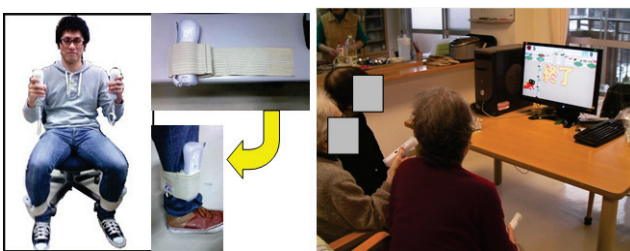


Fig. 3 A system to enhance swing exercise system using commercialized game controllers

### 3-3 「触る」感覚に訴えるシステム

映像スクリーン上で腕を自由に操作でき、かつ上腕に力触覚を提示できる装置を開発してきた (Fig.4) <sup>(5)</sup>。力触覚を提示する利点は、外部から運動をアシストすることができ、運動負荷をコントロールしやすいという点である。

ロボットアームの先端にあるペン型のグリップを把持操作し、画面に映し出されたコンテンツを利用する。写真のコンテンツは、出題される問題の正解を選ぶもので、クイ

ズにより脳活性を促しつつ、上肢の運動を促進する狙いがある。グループホームにおける適用評価や専門家の意見では、グリップが握りにくく、利用者に応じて変更できるのが好ましい、というコメントがあった。また適用評価で提示したコンテンツのルールが難しく、単に手を動かしているだけのケースも見られた。

このシステムでは、利用者の上肢の状態や認知症の重症度に応じたコンテンツを作りやすく、運動負荷も与えられる反面、ロボットアームを使うため安全性に十分配慮しなければならないという問題点もある。



Fig. 4 Drafter-type haptic interface for enhancing upper-limb exercise

### 3-4 「叩く」運動に対応したシステム

利用者が気軽に物を触れたり、触ったりすることを促し、結果として上腕運動を賦活するような仕組みとして、空気を注入して膨らませるインフレーターを用いたシステムを提案している <sup>(6)</sup>。透明な風船の裏側がスクリーンになっており、風船の表側を叩くという方式なので、操作方法が単純明快であり、誰でも操作することができる。Fig.5は市販されている透明チューブにアクリル板とトレーシングペーパーを重ねてスクリーンにしたものである。透明チューブには衝撃センサが取り付けられており、叩いた強さや場所を検出するようになっている。写真のコンテンツは出てきたキャラクタを叩くもので、視覚と聴覚によって叩くべき場所と叩いた結果がわかるようにしている。グループホームにおける適用評価では、ルールを説明する必要がなく、他の人の様子を観察するだけで理解出来るほどで、導入が極めて容易であった。力いっぱい叩く人からは特に好評を得た。重度認知症の方は、ルールを理解することは困難のように見受けられたが、音に合わせて叩くなど、上肢運動を促す装置としては意味があったと考えられる。

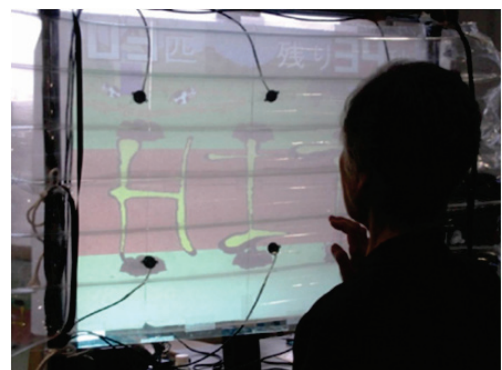


Fig. 5 Flat Balloon Display for enhancing upper-limb exercise



平面型のスクリーンでは、同時に一人しか体験できず、下肢の運動にもならない。そこで、大勢で囲むことができ、かつスクリーンの周りを歩き回ることができる類似の装置として、Fig.6のような構造を持つ球体映像投影装置を考案した<sup>7)</sup>。気球型のインフレイタブルの内側から映像を投影し、表面を叩くことができるというものである。スクリーンには、広告宣伝目的で利用される熱気球型のインフレイタブルを用い、強度と安全性を確保している。学会や国際会議等にて展示したところ、直感的でわかりやすいと好評であった。叩くだけでなく、両手で抱く、ヘディング、タックルなど体全体をつかかったインタラクションを試みる人もいた。多人数で操作するコンテンツや、等身大のインタフェースという特徴を生かし、思わず体が動いてしまうようなコンテンツが必要である。

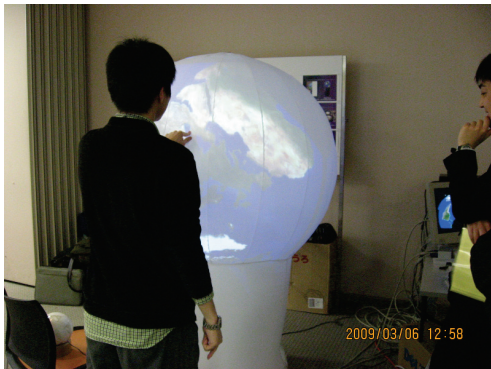


Fig. 6 Spherical air-filled screen for enhancing upper-limb exercise

現在、日常空間をうまく利用し、さりげなく「叩く」ことを促すことができるシステムを模索している。日常生活で歩く廊下等で、歩きながらさりげなく上肢運動を促せるようなシステムである。廊下を歩いている人に対して、壁にアイコンを表示し、「叩く」動作を促すことで上肢の運動促進を狙う。現在のシステム構成は3-1で述べたものを壁に取り付けたような形になっている (Fig.7)<sup>8)</sup>。ただし、壁への着脱が容易となるよう、軽量のスチレンボードを用い、4隅にロードセルセンサを配置する。また、壁や床など広い範囲にアイコンを投影することを想定し、PCで制御できるミラースキャンを用いる。ミラースキャンは舞台演出用のもので、様々な色や模様を表示でき、可動式の反射板によって投影位置を変えられる装置である。試作コンテンツとして、多くの年齢層の人に楽しんでもらうために、映し出されるロゴを順番に押していくと音が鳴り、曲を演奏できるものを開発した。施設スタッフによる適用評価では、多人数で実施できるほどの大きさがあればよい、手の影が気になるなどといった感想があった。先に述べてきた、他の運動システムと連携し、多人数で参加できるような工夫が必要である。

叩くという動作に着目したシステムでは、操作が単純であるため、ルールの理解が容易であり、高齢者に受け入れられやすいという傾向にあった。また、空気を用いたものは安全性が高く、利用者側に安心感を与えやすいということもある。収納性が高く、使わないときは片づけることができるが、大掛かりであるため、準備や片づけが大変で、周囲のスタッフの負荷が大きいという問題もある。

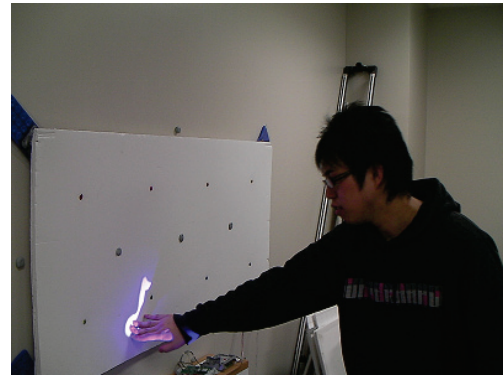


Fig. 7 Image projection of existing wall for enhancing upper-limb exercise

#### 4. おわりに

高齢者向けの健康増進と介護予防を目的として、視覚や聴覚、触覚などの様々な感覚に訴えるシステムを構築してきた。いずれのシステムにおいても、視覚や聴覚、触覚に訴え、個人差はあるものの楽しみながら運動ができることがわかった。しかし、研究の目標となっている健康増進と介護予防にどれほど効果があるか、ということについては調べきれていないのが現状である。健康増進、介護予防の効果を数値化することは難しく、また評価のための条件統制も困難が予想される。効果検証が今後の大きな課題である。

このようなシステムは利用者だけでなく、周囲をとりまく現場スタッフがあつてのものである。例えば、リハビリテーションに従事する理学・作業療法士や介護士にコメントを求めたところ、(1)リハビリ中に怪我をさせては意味がない、(2)現場の仕事が少しでも楽になるよう工夫したい、という回答があつた。怪我をしている人でも安心して取り組めるような安全性と、ハンディがあつても楽しめるような工夫が必要である。また、システムの導入によってスタッフに余計な負荷をかけるのは好ましくない。スタッフが目を離していても安全で、かつ準備や片づけの手間がかからないシステムが好ましい。

また、別のコメントとして、(3)意欲がない患者を巻き込むのは難しい、(4)患者に意思を伝えるのが難しい場合がある、という意見があつた。こうした患者や利用者に対し、様々な感覚を駆使したシステムが、運動に取り組む動機づけができるように工夫できればと考えている。

#### 謝辞

本研究の一部は科研費補助金（基盤研究C，課題番号20500494）（若手研究B，課題番号20700116）を受けて実施されました。またシステムの開発に携わった学生の皆さんに感謝します。

#### 参考文献

- (1) 三好, 上野, 下山, 遊びリテーション学, 雲母書房, 1999
- (2) 吉井, 和田, 塚本, 田中, 運動療法に向けたVRスノーボードシステムの開発, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.9, No.4, pp.397-404, 2004
- (3) Ohsuga, Inoue, Hashimoto, Nakaizumi, VR applied Asobilitation system for dementia elderly in group homes, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.46, No.1, pp.698-704, 2007

- (4) 橋本, 中泉, 井上, 大須賀, 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, 日本生体医工学会大会論文集, Vol.43, Suppl.1, pp.527-528, 2008
- (5) 橋本, 中尾, 中泉, 井上, 大須賀, ドラフター型フォースディスプレイの試作, 日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp.71-72, 2007
- (6) 岡, 石井, 橋本, 中泉, 井上, 大須賀: グループホームでの活用を目指した遊ビリテーションシステム, 画像電子学会年次大会予稿集, pp.19-20, 2007
- (7) 橋本, インフレーターを利用した球体映像投影装置, インタラクション2009論文集, pp.163-164, 2009
- (8) 橋本, 山本, 中泉, 井上, 大須賀, 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部門講演会講演論文集, pp.1811-1812, 2009