

起立-着席訓練のためのリハビリテーション用 シリアスゲームの研究開発

松隈 浩之^{1,a)} 藤岡 定¹ 中島 愛¹ 金子 晃介¹
梶原 治朗² 林田 健太² 服部 文忠²

受付日 2011年6月17日, 採録日 2011年12月16日

概要: 多くのリハビリ患者に強く推奨されている起立-着席訓練に, エンタテインメント性を付加し患者・利用者の積極性, 持続性を向上させるべくゲーム制作を行った. 訓練内容の選出をはじめ, 設置環境, 対象とする患者・利用者の身体能力等について, リハビリスタッフと協議し決定している. 視覚, 聴覚, インタラクション等, ゲームデザインに必要な要素についても同様に協議を重ね, 現場での試用によるフィードバックを得ながら制作している. プロトタイプ完成後, 48名の被験者により有効性と安全性を検証する評価実験を行った. 実験は起立-着席訓練を1人で行う場合, ゲーム利用時, リハビリスタッフ介入の3条件下の比較により行われ, ゲームはリハビリスタッフとほぼ同様の役割を果たす, 有効なものであるという結果を得ることができた.

キーワード: シリアスゲーム, リハビリテーション, ゲーミフィケーション, デジタルコンテンツ, デザイン

Research and Development of Serious Games to Support Stand-up Rehabilitation Exercises

HIROYUKI MATSUGUMA^{1,a)} SADAM FUJIOKA¹ AI NAKAJIMA¹ KOSUKE KANEKO¹
JIRO KAJIWARA² KENTA HAYASHIDA² FUMITADA HATTORI²

Received: June 17, 2011, Accepted: December 16, 2011

Abstract: In this study, we developed a game adding entertainment elements to help stand-up rehabilitation exercise which is strongly recommended to patients by reason of raising their motivations and persistences during the exercise. We carefully discussed with rehabilitation staff and selected a kind of exercise, where to install and the suitable physical ability of the patients for the experiment of the game. And we also adopted the elements necessary for the game design such as audio, visual and interactions into the game getting feedbacks from the rehabilitation staff and the patients. The empirical studies involving 48 subjects were carried out after testing the prototype to confirm it to be useable and safe. It was done by a comparative method under 3 conditions of stand-up exercise; self exercise, exercise with the game and exercise with a rehabilitation staff. The results showed that it was a useful, fun, and safe game that fulfilled nearly every role that a rehabilitation staff would perform in an equivalent manner.

Keywords: serious game, rehabilitation, gamification, digital contents, design

1. はじめに

近年では, エンタテインメント性の高いコンテンツを作成する技術が向上してきており, それらを訓練や教育等に用いる試みがさかんになってきている [1], [2]. なかでも

¹ 九州大学
Kyushu University, Fukuoka 815-8540, Japan
² 特定医療法人順和長尾病院
Nagao Hospital, Fukuoka 814-0153, Japan
a) kuma@design.kyushu-u.ac.jp



図 1 ドキドキへび退治
Fig. 1 Doki-Doki Hebi Taiji.

デオゲームをエンタテインメント以外のジャンルでも活用しようというシリアスゲーム [3] と呼ばれる分野は、欧米を中心にさかんにようになってきており [4], [5], ゲーミフィケーション [6], [7] という言葉も使われ、ゲームの優位点を教育やヘルスケア等へと応用していく活動が活性化しつつある。一方で、日本においてはシリアスゲームに関する活動事例が少なく [8], 数少ない事例の 1 つである大手ゲーム企業 (株) スクウェアエニックスと学研の共同出資により平成 18 年に設立された SG ラボも、平成 21 年に解散する等、積極的に展開していく様子は見られない。

筆者らは平成 21 年からシリアスゲームプロジェクトを推進しており [9], 22 年度の取り組みとしてシリアスゲームのテーマにリハビリテーション (以下、リハビリと記す) を選択した。このテーマを選んだ理由は 2 つあり、1 つは高杉らの先行研究 [10] がある。また高杉は平成 14 年からゲーム制作会社の (株) ナムコと共同でリハビリ用ゲーム開発も行っており、実際に制作したアーケードゲーム『ワニワニパニック』や『ドキドキへび退治』(図 1) を用いて遊びながら筋機能が回復することを実証している。一方で、アーケード型ゲームは制作コストが高額であり、また設置、移動等も容易ではない等の理由から普及が難しいという問題をかかえている。2 つめの理由として、欧米を中心に任天堂が発売しているゲーム機である Wii を用いたリハビリがさかに行われている。特定医療法人順和長尾病院 (以下、長尾病院と記す) でも、早くから Wii 等の身体を使って使用するタイプのゲームをリハビリの現場に取り入れている。リハビリ現場におけるゲーム利用の有効性の研究も行っており、ゲームの導入に積極的な病院であるが、Wii 等のエンタテインメント用ゲームは、楽しみながらのヘルスケアとしての機能は十分期待できる一方で、あくまで健常者用のゲームであり身体的な制限を受けるリハビリ患者には難易度が高すぎるというリハビリ現場からの声があった。難易度の調整が可能なりハビリ患者用のゲームが求められていた。そのほか、リハビリ用シリアスゲームの提案は多数存在するが [11], [12], 積極性、持続性を向上させるためのゲームデザイン、エンタテインメント性に

ついて深く言及されているものは少なく、あるいは『ドキドキへび退治』と同様に特殊かつ大型なハードウェアを利用して普及が難しい等の課題をかかえているものが多くみられる。本研究開発では広く一般に普及させることを前提に、ビデオゲームの形式をとり、リハビリの現場である長尾病院と共同で視覚、聴覚、インタラクション等により生じるエンタテインメント性に焦点をあてた制作を行っている。

通常行われているリハビリの訓練は、患者の疾患、病状、修復すべき機能や能力、急性期、回復期、維持期等の時期によって膨大な種類存在し、ゲーム制作を行ううえで対象とする患者と、ターゲットとする訓練を選択する必要があった。本研究で制作するゲームでは、長尾病院の作業療法士および理学療法士との協議から起立-着席訓練を選定した。起立-着席訓練は日常生活動作 (ADL) を回復・維持するうえで基礎となる訓練であり、脳卒中治療ガイドラインにおいて歩行障害に対するリハビリに対して推奨グレード A と評価されている [13]。そのため多くのリハビリ患者に強く推奨されている訓練であり、リハビリ現場でも頻繁にこの起立-着席訓練が行われている。しかし、立ち座りを繰り返すだけの単調な反復運動であり、リハビリ患者にとっては退屈でつらい訓練である。このつらく苦しい訓練を楽しい訓練に変えるために、リハビリ用のシリアスゲームを研究開発することを目的とした。

2. 対象

本研究では、リハビリを目的としたゲームを開発するため、リハビリサービスを提供する病院や施設の患者・利用者 (以下、対象者と記す) が対象となる。起立-着席訓練は多くの対象者に行うことが強く推奨されている訓練であるため、リハビリが必要な対象者のほぼ全員を網羅することができる。結果、起立-着席訓練支援のゲームはリハビリを必要とする臨床現場において、幅広い活用が期待できるが、起立-着席訓練用のゲームを設計する際は想定される問題が 2 点生じる。

2.1 設置環境の違い

ゲームをプレイする際には、サービスを提供する病院や施設側の状況がゲームの設計に深く関与する。たとえば、病院の回復期リハビリ病棟と介護老人保健施設では利用可能な空間や、患者に対するリハビリスタッフの補助の度合いが異なる [14], [15] (図 2)。

病院に入院している患者には、リハビリスタッフが付き添って補助を行うことが多いため、結果としてゲームを使用するまでの導入や解説、使用時の補助も十分な状況で行われる。これに対して、介護施設等の利用者についてはリハビリスタッフの補助が少ないため、利用者 1 人でゲームを使用することが求められる場合がある。

設置環境	病院 ●長尾病院 回復期リハビリテーション病棟	介護老人保健施設、デイケア等 ●老人保健施設 老健センターながお 入所施設	介護老人福祉施設 デイサービス等 ※無し 通所介護
対象者	60床(名)	70床(名)	60名
リハビリスタッフ	29名	3名	3名
			0名(法的には不要)

●は今回対象とした設置環境

図2 設置環境におけるリハビリスタッフの補助の度合い(長尾病院の事例)

Fig. 2 Proportion of assistance of therapists in each clinical sites.

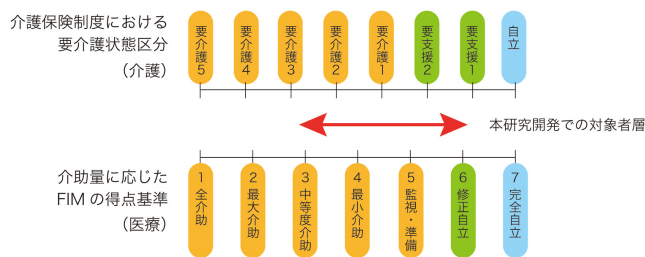


図3 対象者層の分類

Fig. 3 Classification of patients.

2.2 対象者の身体能力の違い

対象者には、自立歩行可能な層から、自力では立ち上がるのが難しく起立-着席訓練にはリハビリスタッフの補助が必要な層まで、症状が様々であり、可能な活動能力が大きく異なってくる。起立-着席訓練時の身体動作をゲームの操作に応用する場合も、患者の症状によってどれだけの身体動作を要求してよいのかが異なり、ゲームの設計も大きく左右されることになる。対象者の生活活動能力について厚生労働省が介護保険認定のために設定した分類[16]でみると、日常生活を1人でできる自立から、要支援1, 2, 要介護1~4を経て寝たきりとなる要介護5まで8段階で層分けがされている(図3)が、たとえば要介護3以上の対象者には、リズムに合わせて素早く反応する要求や時間制限といった、通常のエンタテインメント用のゲームに必要な動作は難しくなることが予想される。

逆に要支援2以上の対象者には、ゆっくり立ち座りを行う動作だけでゲームの操作を行う内容では物足りなさを感じさせてしまう可能性がある。

2.3 ゲーム設計時の課題

以上から、起立-着席訓練をしているリハビリ現場の対象者層と、設置環境の状況の中から、どこに対象を置くかということが重要である。

通常のエンタテインメント用ビデオゲームにおいては、プレイヤーの関心を持続させるために達成感を定期的に与え続けるという手法がとられることが多い。この達成感を作

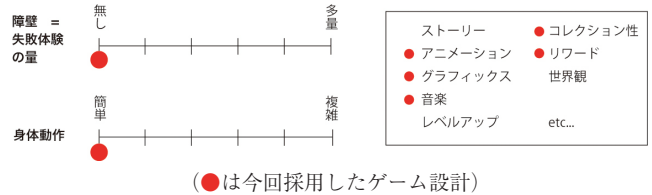


図4 リハビリ用のゲーム設計の指標

Fig. 4 Indicator of game design for rehabilitation.

り出すために、最初に困難な障壁を設けストレスを与え、その障壁を乗り越えることで達成感が得られるように設計する。もちろんこのとき、障壁を越えられない、つまり失敗することもあり、対象者は繰り返し練習をして障壁を乗り越えることでさらなる大きな達成感を得ることができると。評価の高いエンタテインメント用ゲームには、短期、中期、長期においてこの達成感を与える周期が計算されて盛り込まれていることが多い。

一方で、リハビリ用のシリアスゲームの場合、障壁に対するストレスおよび失敗体験がリハビリ訓練を阻害する可能性がある。つまり障壁を乗り越える前に、ストレスや失敗体験が原因となり、ゲームだけでなく、起立-着席訓練そのものを止めてしまうことである。身体能力が求められる障壁である場合、中断する可能性は重度の患者になるほど高い。そのような対象者にとっては身体能力に起因するストレス、および失敗体験を入れないゲーム設計をする必要がある。

これらをふまえたうえで、図4に示すようにリハビリ用のゲーム設計の指標を定義した。図4(左)ではゲーム内の障壁の量と患者に要求する身体動作の度合いを示している。そして図4(右)は身体能力に依存しない、ゲームを楽しむための要素であり、これは本来エンタテインメント用ビデオゲームが得意とするグラフィックやアニメーションといった視覚要素や、BGM、効果音等の聴覚要素、またゲームを構築する世界観やストーリー、レベルアップやコレクション性等を指している。

特に本研究のリハビリ用ゲームの場合、身体の動きによるコントロールやその結果を直接達成感へとつなげることが難しいため、ゲームに対する関心を持続させるために重要な要素となる。

あらゆるリハビリの環境、対象者にあわせて障壁の設定が可能なゲーム設計が理想である。しかし、まずはリハビリ現場のニーズや設置環境の状況をふまえ、そこで最適となるゲーム設計について考察することが重要であるため、主対象を絞り込む必要がある。

3. 『樹立の森 リハビリウム』の開発

3.1 コンテンツ概要

『樹立の森 リハビリウム』(以下、『リハビリウム』と記す)の開発において起立-着席訓練用のゲームを設計するに



図 5 樹立の森 リハビリウム

Fig. 5 Standing growing blooming tree – REHABILIUIM.

あたり，対象者が立ち座りを通して木を育てる（伸ばす）という様式を採用した．これは，映画『となりのトトロ』*1の主人公たちが身体を伸ばすたびに木が勢いよく伸びていくシーンより着想を得ており，木が伸びることで，対象者に強い生命力を感じてもらいたい意図がある．

1 回のゲームでは，目標とした回数分起立-着席を行い木を伸ばしきることをクリア条件としている．機器の設定およびゲームの起動等はリハビリスタッフが行うことを想定している．ゲームを起動すると初期画面となり（図 5 左上），ここでプレイヤー登録を行うことができる．また，登録せずにプレイできるゲストモードもある．名前を登録，もしくはゲストでプレイボタンを押すと『よーいスタート』と音声流れ，ゲームが開始される．ここまでの操作はリハビリスタッフがを行い，リハビリスタッフの「はじめてください」の合図で対象者が起立-着席を開始する．最初の起立で芽が生え（図 5 右上），次の起立より木が上へと伸びていく（図 5 左下）．画面の左上に目標起立回数が表示されており，初期値はあらかじめ設定することができる．また，リハビリスタッフは対象者の状況にあわせてこの回数をリアルタイムに変更することでレベル調整が可能である．1 回の起立で木が 10m 伸びる表現となっており左のバーで現在の回数を確認することができる．目標回数に到達するとゲームクリアとなる（図 5 右下）．

3.2 設置環境および対象者層の決定

ゲームの検証のための設置環境に回復期リハビリ病棟を選択した（図 2 赤丸）．そこではリハビリスタッフから補助を多く受けられる．また，患者の主対象を起立-着席運動が自立～見守りで可能な範囲とした．よって，患者は起立-着席によるゲーム操作のみに集中でき，それ以外の操作や安全性の確保にはリハビリスタッフの補助が得られる．

*1 スタジオジブリ製作．1988 年．宮崎駿監督．

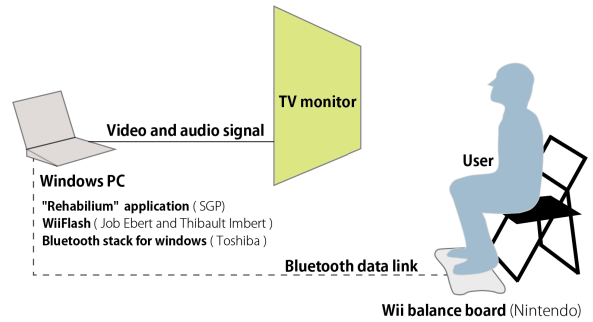


図 6 システム構成図

Fig. 6 System configuration.

ハードウェアについては，大型の特殊な機器は用いず，市販されているプロジェクタや 40 インチ程度の液晶 TV とノート PC，入力デバイスに任天堂が販売する Wii バランスボードを使用したシステム構成とした（図 6）．Wii バランスボードと PC は Bluetooth により無線で接続される．ゲーム使用時の安全性を確保するため，起立の際に捕まるバーを用意し，また患者の脈拍を測る装置は随時装着しモニタを行っている．

3.3 制限された身体動作の中でのゲーム設計

今回対象にした患者の運動能力から，複雑な身体動作は困難であると想定した．よって，患者が行う動作は起立-着席のみとし，訓練拒否を避けるため，失敗体験へとつながる障壁は設けないこととした（図 4 左）．結果的に身体を動かして点数や時間を競うアクション性を入れることは難しくなり，その他の身体能力に依存しない要素で楽しさを演出する必要が生じた（図 4 右）．

長尾病院では起立-着席訓練として，リハビリスタッフが 10～20 名程度の患者に対して集団で行う訓練と，リハビリスタッフがマンツーマンで個別に行う訓練，そして空き時間に患者が自主的に行う訓練がある．このうち集団による訓練について，従来の長尾病院のリハビリ現場ではこの起立-着席訓練に対するモチベーションを確保，持続させるために，リハビリスタッフは毎回クイズや話題提供を行い，これらを訓練の間に挟みながら起立-着席を行っている．また，毎日の継続を促すためにスタンプカードを利用する，あるいは退院時に記念となるカードを贈るといった工夫を行っている．リハビリスタッフが付き添って訓練を行う場合も随時，声をかけ，励まし，応援等の動機づけをしながら起立-着席訓練を行っている．これらは楽しさを演出する要素であり，やる気の向上，そして訓練の持続につながっている．ゲーム中でもこの要素は有効と思われる．そこで，以下の 4 つの要素を軸に達成感を生み出すための展開を行った．

- 視覚要素
- 聴覚要素
- リワード（報奨）



図 7 リワード
Fig. 7 Rewards.

● コレクション性

視覚要素は起立-着席の動作にインタラクティブに反応する要素である。メインビジュアルでもある木については、アニメーションを含んだグラフィックを複数用意し、日ごとにランダムに木が選出されるという仕様にする事で、患者に飽きにくくのを防いでいる。木を愛着がもてるキャラクタへと変えるため、顔を加え、表情付けを行っている。制作初期段階では、高齢者社会を意識したグラフィックを用意すべきではないかという意見もあったが、病院側からは高齢者だからといって特別視する必要はなく、エンタテインメント用ビデオゲームを制作する場合と同様でよいのではないかというコメントがあった。よって特に高齢者を意識したグラフィックにはしていない。また、回数や木の高さ等の各種パラメータの表示も、つねにアニメーションによる画面の動きを与えることで画面全体に賑やかさ、楽しさを演出している。これらは基本的に患者を画面へと惹きつけるための工夫であるが、患者が目眩をおこすような安全性を損なう可能性のある激しい画面の動きや色の明滅等は避けている。

聴覚要素は、現状の訓練におけるリハビリスタッフの励ましの声にあたる要素である。まず、BGMとしてサンバ調の軽快な音楽を作成した。そして、患者を元気づける聴覚要素として女の子の声による「ガンバレー」や「もうちょっと」、「その調子」といった音声による演出に加えた。また、これらは運動がきつく感じられるゴール地点直前で多く発せられる。かけ声の内容はリハビリスタッフが患者にかける動機づけのための言葉を参考にした。

リワード（報奨）は、リハビリスタッフが患者に贈るカードにあたる要素である。本研究開発のゲームでは、カード、メダル、花の3種類を用意した（図7）。

患者が10回起立するごとに必ず宝箱が出現しカードを得ることができる。これは目標に到達するまでの中間目標であり、10回に1回は達成感を得る仕組みとして採用した。得られるカードの種類はランダムとなる。次にメダルであるが、これはゲーム中に1~3回ランダムなものが出現する。伸ばした木の高さに応じて、その高さに達した証として得られる報奨であり、たとえば奈良の大仏の高さや、東京タワーの高さ等を用意した。3つめが花である。ゲームをクリアすると、花が咲くようになっている。この花にはノーマル、レア、スペシャルの3種類が用意されている。



図 8 コレクション画面
Fig. 8 Collection window.

出現する割合はノーマルが85%、レアが10%、スペシャルが5%となっている。

コレクション性は以上のカード、メダル、花というリワード（報奨）を集めることで楽しみながらゲームを継続させるための要素である。これらの収集状況はコレクション画面で確認することができる（図8）。

コレクション画面は何をどれくらい集めたという個人の満足度をあげる効果をねらうとともに、患者間で見せあう、比較しあう等といったコミュニケーションの促進にもつながればよいという意図もある。

以上の要素を盛り込んだうえで、安全性、および有効性について評価する検証を行った。

4. 実証実験による検証

2010年の12月から翌年2月までの3カ月間、長尾病院においてリハビリスタッフおよび入院患者の協力のもと『リハビリウム』を用いて実証実験を行った（図9）。この実験の目的はリハビリ医療の臨床現場における本研究開発ゲームの有効性と安全性の検証である。実証実験に参加した被験者は入院病棟の患者48名、うち男19名、女29名平均年齢は75.5歳となっている。検証方法について、有効性を検証するために、検証①最大起立回数（最大で何回立てるのか）と検証②疲労度や積極性・持続性といった主観的評価をアンケートで実施、また安全性のための検証として、検証③血圧や心拍数といったバイタルサインの観察を

実施した。これらの検証を3つの条件、Self:1人で行う自主訓練, Game:ゲームを用いた起立-着席訓練, Th.:リハビリスタッフが介入し一緒に起立-着席しての訓練で実施し結果を比較した。図10, 図11, 図12中の青線は個人のデータを示しており, 赤線は統計値を示している。評価の指標に「1/4値」「中央値」「3/4値」を採用しているが, これは被験者数を n とした際, 「1/4値」は下から $n/4$ ぐらいの被験者の評価値であり, 中央値は下から $n/2$ ぐらいの, 「3/4値」は下から $3n/4$ ぐらいの被験者の評価値となっている。統計方法としては, 最大起立回数等のパラメトリックデータに関しては二元配置分散分析/T検定, 主観的評価尺度等のノンパラメトリックデータに関してはFriedman検定/Wilcoxon検定を適用した。統計的有意差に関して, 有意水準95%には*, 99%には**でそれぞれ示す。以下, それぞれの検証の結果である。

4.1 最大起立回数

図10左は48名の条件間の最大起立回数およびその平均値を示している。自主訓練よりもゲームを用いた起立-着席訓練が有意に多く起立できていることが分かる。しかしながら, このデータは10回前後しか立てない患者から200回を超えて起立できる患者まで含まれており, 患者の身体能力そのものに大きな差があることから, ひとえに平均値が意味するものの解釈は困難となる。そこで図10右のように, それぞれの被験者の3条件の平均を100%とした場合の, 各条件下で起立をした回数を比率でグラフに示した。



図9 現場でのゲームを用いた起立-着席訓練の様子

Fig. 9 Stand-up training using the game at a hospital.

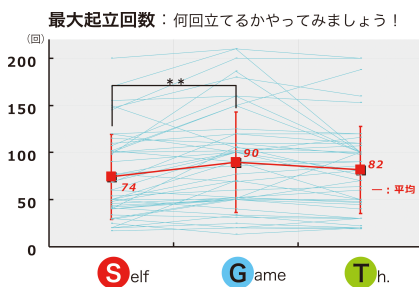


図10 最大起立回数

Fig. 10 The maximum number of stand-up times.

自主訓練よりもゲームが, また自主訓練よりもリハビリスタッフと起立をした場合の方が, 有意に多く起立できた。ここで, ゲームとリハビリスタッフの条件間には有意な差はみられなかった。

4.2 主観的評価

図11はRPE (Rate of Perceived Exertion) [17]という主観的な疲労強度を示している。0~10までのスケールで数字が大きいほど, 主観的疲労が大きいことを示す。グラフに示すように, 中央値では条件間に差はないものの, ゲームの条件においてその分布がより疲労が小さい方へ分布しており, 統計的に自主訓練およびリハビリスタッフとの訓練よりも有意に楽に感じている傾向にあった。次に持続性を示すものとして, 「また, やってみたいですか?」というポジティブな問いを行った(図12左上)。1~5の5段階スケールを用い, 数字が大きいほど, そう思う傾向が強い。自主訓練よりもゲームが, また自主訓練よりもリハビリスタッフとの起立-着席訓練が有意にまたやってみたいと思う傾向にある。ゲームとリハビリスタッフ間では有意な差はみられない。「積極的な気分でしたか?」という問いに対しても, 自主訓練よりもゲームが, また自主訓練よりもリハビリスタッフとの起立-着席訓練が有意に積極性を示す結果となった(図12左下)。ここでもゲームとリハビリスタッフ間では有意な差はみられなかった。持続性と積極性のどちらにも関連する, 「楽しい気分でしたか?」という問いに対しても, 同様にゲームが最も楽しいと思う

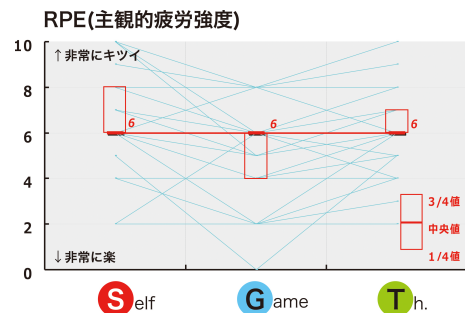
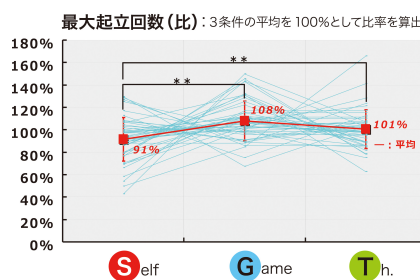


図11 主観的疲労強度

Fig. 11 RPE.



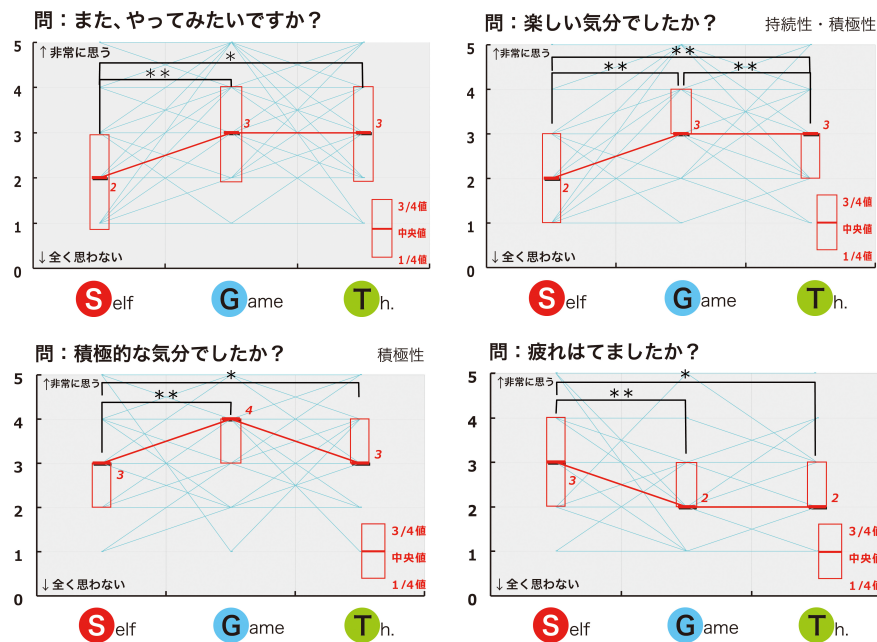


図 12 主観的評価

Fig. 12 Subjective evaluation.

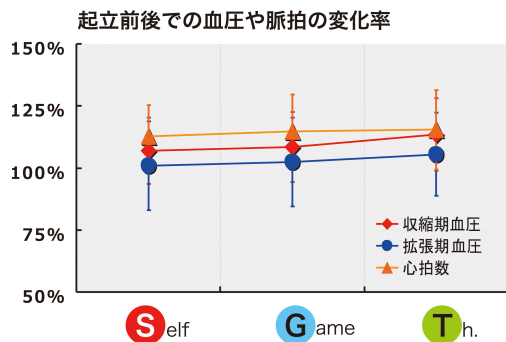


図 13 バイタルサイン

Fig. 13 Vital sign.

傾向にあることが分かった (図 12 右上). ネガティブなイメージとして、「疲れはてましたか?」という問いを行ったところ、結果として、自主訓練よりもゲームが、また自主訓練よりもリハビリスタッフとの起立-着席訓練が、有意にネガティブなイメージが小さい傾向にあり、ゲームとリハビリスタッフ間では有意な差はみられなかった (図 12 右下).

4.3 安全性の検証

図 13 はそれぞれの条件における起立-着席訓練前後の血圧や心拍数の変化率を示している. 条件間の結果に有意な差はみられず、ゲームの条件に特異的にバイタルの異常な変化は生じなかった.

結果として、何回立てるかを測る最大起立回数については、自主訓練よりはゲームもしくはリハビリスタッフが介入した場合で多く起立できた. また、楽しかったか、またやってみようかというポジティブな問いおよび疲れたかと

いうネガティブな問いによる主観的評価においてもゲームを用いた場合に優位性がみられ、またリハビリスタッフが介入した場合とほぼ同等の結果となった. 安全性については、ゲームを用いた訓練中にめまいや気分不良の訴え、光感受性発作 (てんかん発作) は生じなかった. ゲームに誘発されるバイタルサインの異常な変化も観察されなかった. また、ゲームを用いた訓練のための、準備~実施~終了にいたる全作業工程において、つまずきや転倒事故につながるインシデントは発生しなかった.

以上をふまえて実証実験の結論として、患者が1人で起立-着席訓練を行う際も、ゲームを利用することで、リハビリスタッフの介入と同様の有効性が得られた. また、リハビリスタッフの補助があれば、ゲームの利用による生理反応や転倒事故に対する安全性が確認された.

5. 考察と今後の展開

実証実験から、本論文で研究開発を行ったリハビリ用ゲームは対象とした設置環境および患者層においては有効である結果が得られた. 起立-着席訓練の補助を目的としたシリアスゲームの前例はみられず、エンタテインメント性の高いアニメーションや音楽等の影響により、患者から「目新しさから好奇心を刺激された」という意見も得られた. 現状のリハビリ現場ではリハビリスタッフが介入して一緒に起立-着席訓練している場面が多いが、本研究開発によるゲームがリハビリスタッフ介入時とほぼ同様の有効性を示したという事実は有益な結果である. 少子高齢化により進む近い将来、ゲームがリハビリスタッフの作業を補助する役割を担う可能性があると考えられる.

一方、今回の実証実験ではゲーム使用時に個人のユーザ

登録を経たうえで継続的なゲームの使用については検証は行っていない。このため、今回の検証はゲーム使用中、あるいは使用直後に患者が感じたことが結果に反映しており、継続することによって楽しさが得られるよう意図して取り入れたコレクション性の要素については、今回はほぼ機能していないと思われる。カードやメダルといったリワード（報奨）についても同様であり、患者とリハビリスタッフ間による話の材料にはなったが、対象者間でのコミュニケーション促進の題材とはなりえていない。これらの点については今後プレイ登録を行ったうえで検証を行いたい。

今後の課題として、在宅での利用を想定した場合、Wii バランスボードの段差等によるつまずきが考えられるため、デバイスの平坦化等の検討や転倒防止のための準備や指導、対策が必要である。また、機器の設定等は高齢者には困難であるため、さらなる簡略化等操作性の改善が必要である。本研究開発の取り組みとして、被験者の確保や検証時の安全対策等から、リハビリスタッフが多い回復期リハビリ病棟を設置環境とした。しかし、ゲームが必要とされる環境はスタッフが少ないデイケアセンターや介護施設等であることは明かであり、今回得られた知見を利用しながら対象の範囲を拡張し、有効性の検証を開始している。

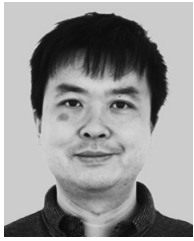
ヘルスケアに関する国際学会において本研究開発についての発表、および展示ブースで『リハビリウム』のデモを行った結果、双方において主に欧米の医療器具を取り扱う企業やゲーム会社、大学等教育機関の関係者からの知見を得ることができた。その中で多かった意見として、ゲーム使用時にバランスボードから得られる重心の位置や移動等のデータを利用し、ゲーム性に深みを持たせてみてはどうかというものがあつた。さらに視覚要素に関しては日本らしいグラフィックスであり、つらい訓練が楽しくなりそうな雰囲気を作りだしているという好意的な反応が多かったが、一方で子供向けに見えるため米国では受け入れられない可能性があるという声もあつた。これらの知見は、今後の研究開発に活かすべく精査していくが、やはりリハビリ、ヘルスケアを楽しくして患者のモチベーション向上・維持することは国際的な命題として存在することが確認できた。

今後も、対象とする訓練は起立-着席訓練として起立-着席により木を伸ばすという基本概念は変えず、病院、介護老人保健施設等の2つの設置環境に向けてそれぞれ研究開発を行っていき、長尾病院と共同で実証実験と評価を行う予定であり、得られた結果からリハビリ現場におけるシリアスゲームの有効性を明らかにしていきたい。

参考文献

[1] Broeren, J., Bjorkdahl, A., Claesson, L., Goude, D., Lundgren-Nilsson, A., Samuelsson, H., Blomstrand, C.,

- Sunnerhagen, K. and Rydmark, M.: Virtual Rehabilitation after stroke, *Studies in Health Technology and Informatics*, Vol.136, pp.77-82 (2008).
- [2] 本多博彦, 河村吉章, 岡崎秀晃, 高橋 宏: モーションセンサを取り入れたリハビリテーションマシンの検討, 情報処理学会研究報告 EC, エンタテインメントコンピューティング 2009, No.26, pp.7-10, 一般社団法人情報処理学会 (2009).
- [3] Thompson, D., Baranowski, T., Buday, R., Baranowski, J., Thompson, V., Jago, R. and Griffith, M.: Serious Video Games for Health: How Behavioral Science Guided the Development of a Serious Video Game, *Simulation and Gaming*, Vol.41, Issue 4, pp.587-606 (2010).
- [4] 社団法人コンピュータエンタテインメント協会 (CESA): テレビゲームのちょっといいおはなし, 入手先 <<http://research.cesa.or.jp/handbook/handbook2010.pdf>>, pp.25-29 (2010).
- [5] Burke, J., McNeill, M., Charles, D., Morrow, P., Crosbie, J. and McDonough, S.: Augmented Reality Games for Upper-Limb Stroke Rehabilitation, *Proc. 2nd International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*, pp.75-78 (2010).
- [6] Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K. and Dixon, D.: Gamification: Using Game Design Elements in Non-Gaming Contexts, *Proc. 2011 Annual Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '11)*, Vancouver, Canada, pp.2425-2428 (2011).
- [7] McGonigal, J.: Reality Is Broken: *Why Games make Us Better and How They Can Change the World*, The Penguin Press (2011).
- [8] 藤本 徹: シリアスゲーム教育・社会に役立つデジタルゲーム, 東京電気大学出版局 (2007).
- [9] 松隈浩之: 産学官によるシリアスゲーム制作の可能性—受託研究「シリアスゲームプロジェクト」報告をとおして, *デジタルゲーム学研究*, Vol.4, No.2, pp.61-64, 日本デジタルゲーム学会 (2010).
- [10] Takasugi, S., Suzuki, M., Kawamura, Y., Nejime, Y., Kawano, I., Kawashima, T., Matsumoto, K. and Iwamoto, Y.: 12-month Intervention of Playing Arcade Games in the Elderly Woman, *International Symposium on Preventing Falls and Fractures in Older Person* (2004).
- [11] 矢野博明: バーチャルリアリティと歩行のリハビリテーション, *理学療法学*, Vol.35, No.4, pp.125-129 (2008).
- [12] 藤村 誠, 木滑智美, 丸太英徳, 高島秀敏, 今村弘樹, 黒田英夫: 高齢者用リハビリテーション支援システムのユーザーインターフェース評価, *電子情報通信学会技術研究報告 WIT*, 福祉情報工学, Vol.107, No.555, pp.51-56 (2008).
- [13] 脳卒中合同ガイドライン委員会: 脳卒中治療ガイドライン 2009, pp.300-304 (2009).
- [14] 国立保険医療科学院施設科学部全国回復期リハビリテーション病棟連絡協議会: 回復期リハビリテーション病棟の現状と課題に関する調査報告書 (2011).
- [15] 一般社団法人日本リハビリテーション病院・施設協会: リハビリテーションの提供に係る総合的な調査研究事業「通所サービスにおける専門的リハビリテーション提供のあり方に関する研究」(2011).
- [16] 厚生労働省: 要介護認定, 入手先 <http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/index_nintei.html>.
- [17] Borg GA: Psychophysical Bases of Perceived Exertion, *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol.14, No.5, pp.377-381 (1982).



松隈 浩之 (正会員)

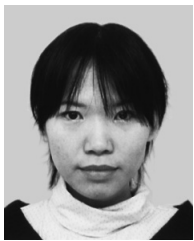
1994年九州芸術工科大学画像設計学科卒業。1996年同大学院情報伝達専攻修了。1997年凸版印刷株式会社入社、グラフィックアートラボラトリー(GALA)勤務。2003年九州芸術工科大学に講師として着任し、九州大学と

統合後、現在、九州大学大学院芸術工学研究院講師。福岡市における産官学シリアスゲームプロジェクト代表。



藤岡 定 (正会員)

芸術工学博士。2004年九州大学電気情報工学科卒業。2010年同大学院芸術工学府博士課程修了。文字、言葉を用いた音楽演奏ソフトウェアについての研究を行う。同年より九州大学大学院芸術工学研究院にて学術研究員として勤務。リハビリ用途のシリアスゲームの企画・設計・開発を行う。ADADA会員。



中島 愛

2005年東京学芸大学G類美術科卒業。2008年九州大学大学院芸術工学府修士課程デザインストラテジー専攻修了後、博士課程に進学。インタラクティブ・デザインの研究に従事。同年Darmstadt 科学技術応用大学に留学。

2009年より九州大学芸術工学研究院テクニカルスタッフとして勤務。2011年同専攻に復学。



金子 晃介 (学生会員)

2006年九州大学理学部物理学科卒業。2008年同大学院システム情報科学府修士課程修了。現在、同大学院博士課程にて、九州大学シリアスゲームプロジェクトに、システム開発者として携わる。同プロジェクトにて、3次元コ

ンピュータグラフィックスライブラリおよびデバイス間通信のフレームワークの研究開発に従事する。IGDA会員、IGDA福岡支部代表、DiGRA JAPAN学生会員。



梶原 治朗

1995年九州芸術工科大学工業設計学科卒業。1997年同大学院生活環境専攻修了。2004年九州リハビリテーション大学校作業療法学科入学。2007年特定医療法人順和長尾病院リハビリテーション部入社、現在に至る。日本

作業療法士協会会員。リハビリテーションへのシリアスゲームの応用に関する研究に取り組み、2011年第33回九州理学療法士・作業療法士合同学会にて奨励賞受賞。



林田 健太

2002年茨城県立医療大学保健医療学部理学療法学科卒業。2002年特定医療法人順和長尾病院リハビリテーション部入社、現在に至る。日本理学療法士協会会員。2010年九州大学大学院統合新領域学府ユーザー感性学専攻入

学。リハビリテーションの臨床現場の立場から、療養環境や睡眠、心理といった感性科学の視点を取り入れた研究に着手。



服部 文忠

1968年京都大学理学部卒業。1974年九州大学医学部卒業。九州大学病院第2内科、福岡赤十字病院等を経て、2000年特定医療法人順和長尾病院院長、現在に至る。日本リハビリテーション医学

学会専門医、日本脳卒中学会専門医、日本内科学会認定専門医。リハビリテーション医療の臨床現場の立場から、2009年よりリハビリテーションへのシリアスゲームの応用に関する研究に着手。