Vol.2012-EC-24 No.3
2012/5/14

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介護老人保健施設への導入

松隈浩之[†]　藤岡定[††]　中村直人[†††]
原田浩子[††††]　百武永里子[††††]　内之浦真士[††††]　足立勇人[††††]
梶原治朗[††††]　服部文忠[††††]

平成 22 年度以降，厳しいリハビリ訓練をゲームの力で楽しくしようというコンセプトで，起立-着席訓練を支援するゲーム『樹立の森リハビリウム』の開発を行っている．前年度の病院に加え，よりゲームの重要度が高い介護老人保健施設を対象に，現場に即したゲームデザイン，およびシステム設計を行い，検証を経て有用性および安全性が示されている．

Introduction of The Serious Game into Long-Term Care Health Facility to Support Stand up-Sit down Exercise for Rehabilitation

HIROYUKI MATSUGUMA[†]　SADAM FUJIOKA[††]　NAOTO NAKAMURA[†††]
HIROKO HARADA[††††]　ERIKO HYAKUTAKE[††††]
MAKOTO UCHINOURA[††††]　HAYATO ADACHI[††††]　JIRO KAJIWARA[††††]
FUMITADA HATTORI[††††]

We have researched and developed the game “Standing Growing Blooming Tree REHABILIUM” to support stand up-sit down exercise since 2010 aiming to make a hard rehabilitation training more enjoyable. We designed and constructed the system of the game adjusting the scene in the long-term care facility that games can be used more effectively for rehabilitation. The usefulness and the safety of the game have been showed through our experiments.

1. はじめに

平成 21 年度からゲーム産業の拡大と人材育成を目的とし，シリアスゲームの開発および普及活動をおこなうプロジェクトを推進している．近年，ビデオゲーム（以下ゲームと記す）が有する積極性，継続性を向上させる力に着目し，エンターテイメントとは馴染みが薄い医療や教育といった分野へその力を応用しようとする活動が盛んであり[1][2], 欧米ではゲーミフィケーションといった言葉も用いられ国内でも注目を集めている[3].

他方，日本では，高齢者の増加に伴い介護・医療費の負担増が問題となっており，また，個人の幸福と尊厳を維持してゆくためにも日常生活の維持が問題の要点となっている．日常生活の基本となる歩行訓練は，習慣的な運動によって保持されることが示唆されている[4]．また，日常身体活動水準の加齢変化は，下肢筋肉の低下と関係しており[5], 下肢部筋力の維持が健康寿命延伸に必要であると考える．現在，下肢部筋力の回復・維持のため，特に介護予防訓練や脳卒中患者の回復訓練として椅子を用いた起立-着席訓練（椅子スクワット）が提案され[6][7]エビデンスを真摯に受け止めている介護予防事業における運動教室やデイケアセンター等のリハビリテーション施設，リハビリテーション病院において実施されている．しかし，この訓練は起立と着席を数十回から数百回，毎日繰り返すため，体力的に苛酷である．同時に，単調な動作の繰り返しであるため精神的なストレスを伴い，多くの利用者は動機の維持が難しく訓練に消極的になってしまう．そこで筆者らは平成 22 年度，特定医療法人順和長尾病院（以下，長尾病院と記す）と共同で，高齢者が自発的かつ積極的に訓練を行えることを目指して, 起立-着席訓練を対象としたリハビリ訓練支援ゲーム『樹立の森リハビリウム』(図 1)を開発した[8][9][10]. 開発後, 病院にて患者 48 名を対象に実証実験をおこなった. リハビリ訓練支援ゲームを用いて実際の高齢者を対象とした介入試験で，何も用いないで一人で行う訓練との比較では，再度同様の訓練を行うことに関しての積極性が向上した．また，主観的疲労強度もゲームを用いたほうが低下しており，ゲームを用いることにより訓練に伴う問題となっていたストレス等を遮蔽していると考えられる．さらに一

[†]九州大学
Kyusyu University
[††]株式会社あのラボ
anno lab Co.,Ltd
[†††] フリーランス
Freelance
[††††]特定医療法人 順和 長尾病院
Nagao Hospital

ⓒ2012 Information Processing Society of Japan

回当たりの最大起立回数が上昇する結果が得られ，ゲームへの熱中度または没入感が，訓練の達成度を向上させている可能性がある[11]．安全性に関しては通常の訓練時の際に考慮する必要がある，血圧や脈拍の変化率，立ち上がり時の心拍応答には有意な差はなく，ゲームを通じたリスクは見られなかった．このように，ゲームの利用者が訓練を行う点で有用性が認められたが[12]，一方で，ゲームに対するシステム，ゲームデザイン，安全面ともに改良すべき余地も多々あるという意見も出された．また，検証をおこなった場所が病院でありセラピストの数が多く，高齢者に対するケアが十分事足りているという環境であったが，よりゲームのニーズが高いのは，スタッフ数が少なく利用者が多い介護老人保健施設（以下，老健と記す）だと予想された．そこで，平成 23 年度は，ゲームの改良をおこないながら，老健で効果的に用いられるリハビリ用ゲームの開発をおこなうことを目的とした．



図 1　樹立の森リハビリウム
Figure 1　-Standing Growing Blooming Tree- REHABILIUM.

2. 対象

ゲームの利用者は老健に入所，または通っている 60 代から 90 代の高齢者である．入所者のほとんどは日常生活に介助が必要な高齢者であり，施設内にて生活をしているためゲームをおこなうための時間は十分にある．通所者は自立しての歩行は十分に行える比較的元気な高齢者が多く，週に２，３回施設を訪れ，限られた時間内でスケジュールを組んでリハビリを行っている．よって，ゲームの利用については従来のリハビリスケジュールに組み込まれない場合，追加の訓練となり，拒否される可能性もある．

また，今回は老健での効果的な運用を主目的としている関係上，実際に現場にて日々ゲームの準備や操作，説明をおこなうセラピストもゲームの善し悪しを判断する対象となる．前年度の病院でのゲーム検証の場合，セラピストは同時に研究者としての立場も強く，またその責務も負っていたため，ゲームを最初から否定することは無かったが，老健のセラピストの場合，日常業務として，大勢の高齢者を一度に管理しなければならない都合上，要，不要を現実的に決断する立場にある．よって，老健はゲームが有効であれば導入するが，有効でない場合はもちろん，有効であっても運用に見合わなければ使用しないというシビアな環境といえる．

3. 問題点抽出および改良

ゲームは個人用であり WindowsPC をプラットフォームとし，外部入力装置として Wii バランスボードを Bluetooth 接続で用いている(図 2)．利用者が起立-着席を繰り返すことで木が伸びていき，設定された回数に達すると花が咲きゴールとなる．また，ゲーム中に特定の回数起立-着席を行うと報賞としてイラストが描かれたカードやメダルを取得でき，これらをコレクションする事ができる．

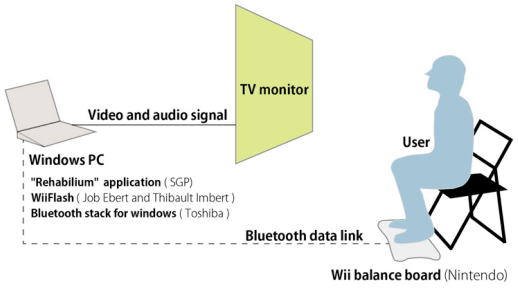


図 2　システム構成図
Figure 2　System Configuration.

ゲームを老健へ導入するにあたり，当初個人用での運用を考えていたが，ゲームに対する理解がほとんど無い高齢者に個人で利用させるのはほぼ不可能であろうという現場セラピストの意見により，最初は集団用として利用することを決定し，実施した．セラピストが常にサポートに付き，特定の利用者か，もしくはセラピスト自身が Wii バランスボードを操作し，他の利用者は画面を見ることで場を共有するといった形で利用された(図 3)．



図 3　老健施設での集団訓練
Figure 3　Group training at Long-term care health facility.

ゲーム利用を開始して以降出された，高齢者からの意見，およびセラピストからの意見を以下に記す．

ⓒ2012 Information Processing Society of Japan

●高齢者からの意見
・声やアニメーション，インタラクションが純粋に楽しい
・音と映像があると時間を忘れ楽に感じる
・字が小さくて読めない
・音が聞きづらい
・報賞の意味が解らない
・木に見えない
・ゲームとしては物足りない
●セラピストからの意見
・回数を数える必要が無く，利用者の観察に集中できる
・システムの操作が面倒
・報賞の説明ができない
・画面が寂しく，ゲームらしくない
・バランスボードの段差が危険
・絵の変化に気づかない
・体重が軽いと反応しない

高齢者からは主に音や画像，ゲームデザインに対する意見が出され，セラピストからはそれに加え，特に運用時の操作性についての意見が出されている．これらの意見を受け，おこなった改良を以下に記す．

・PC のスイッチを押すだけで，ゲームが自動で起動
・バーコードによるユーザー管理を導入
・利用者がバーコードをかざすとゲームスタート
・ゲームが終了すると待機画面に移行
・マウス，キーボード排除
・報賞をメダルで統一し，内容をイラストからセラピストの顔に変更（図 4）
・コレクションを 1 画面で閲覧できるように変更（図 5）
・画面内の文字情報を極力無くし，声によるナビゲーションを解りやすいものに変更
・背景を賑やかにするために，多くのアニメートされたイラストを配置
・今週のランキング導入し，待機画面中に表示
・安全性向上のため，専用の手すりを設置（図 6）

セラピストにとって，操作の簡素化は通常業務を遂行する上で必須のものであり，次節でも述べるが，老健においてはゲームデザイン以前の絶対条件であった．導入後，約半年にわたり改良，評価，実施というサイクルを繰り返した結果，終盤ではセラピスト，高齢者ともに楽しみながらゲーム=リハビリ訓練をおこなう状況が見られた．



図 4　報賞用メダルの絵柄を変更
Figure 4　Change the picture of reward medals.

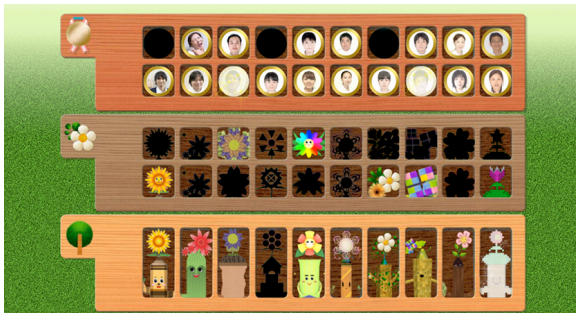


図 5　コレクション画面
Figure 5　Collection Window.



図 6　専用手すり
Figure 6　Handrail for training.

4. 実証実験による検証

改良したゲームを用いて，実際の介護保険施設の現場において欠かすことのできない「有効性」と「安全性」の両輪について検討を行った．検証方法のプロトコールとし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起立訓練時の疲労度や積極性・持続性といった主観的評価をアンケートで実施した．また安全性のための検証として，検証③ゲーム使用時の観察評価を実施した．これらのプロトコールに対し，3 つの条件，Self：利用者が一人で起立訓練を行なうもの，Game：ゲームをしながら起立訓練を行なうもの，そして Th.：セラピストが隣で一緒に起立訓練を行なうもので比較した．この検証方法については，一昨年に病院でおこなった実験と同じ内容であり，実施環境による結果の比較をする事も目的としている．検証に参加した被験者特性について，全対象 34 名，男性 8 名・女性 26 名，平均年齢は 80.5 歳で，34 名の内訳は入所者 19 名，通所者 15 名となっている．各被験者の HDS-R は平均スコア 19.4 点で，日常会話に支障はなく，物忘れ等が少しあり，軽度の認知症のレベルとなる．以下，結果を示す．図 7 のグラフは 34 名の条件間の最大起立回数及びその平均値を示す．自主訓練よりもゲームを用いた起立訓練が有意に多く起立できていることがわかる．また，青い点線は昨年度の病院の患者の検証データであり，実回数に差は有るが似たような傾向を示している．

ⓒ2012 Information Processing Society of Japan

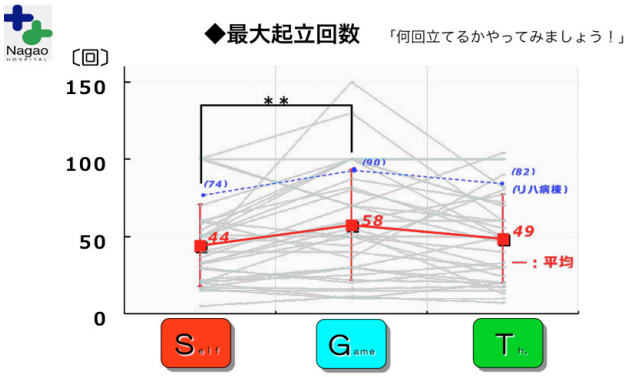


図 7　最大起立回数
Figure 7　The Maximum Number of Stand-up Times.

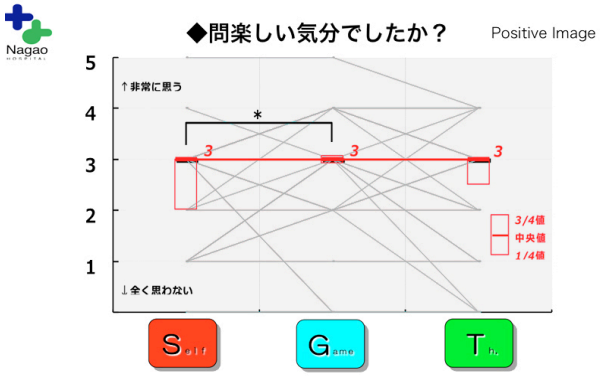


図 9　主観的評価
Figure 9　Subjective Evaluation.

なお，この生データは 10 回前後しか立てない人もいれば，100 回を超えて起立できる人と，身体能力そのものに大きな差があり、データに誤差が生じる可能性がある。そこで、それぞれの利用者の 3 条件の起立回数の平均を 100%とし，それぞれの条件で起立をした回数を比率で棒グラフに示したものが図 8 となる．セラピストの条件は概ね 100%で利用者の能力をほぼ引き出せているが，自主訓練の条件においては約 90%程度しかできておらず，ゲームを用いた訓練 113%と有意に多く起立できていることがわかる．青い棒グラフは昨年度の病院の検証結果であるが，自主訓練とゲームを用いた条件間の差が 17%であったのに対して，今回の老健におけるその伸び率は約 23%と，より有効性が高いことが推察される．

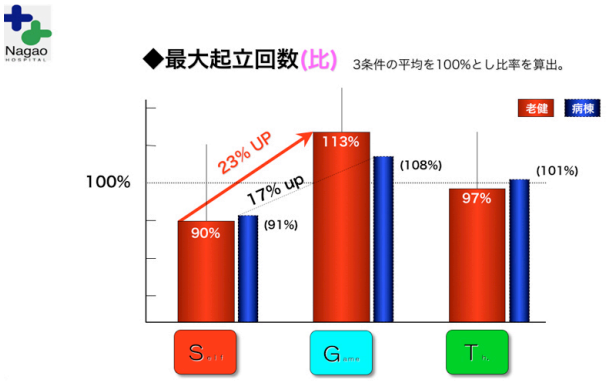


図 8　最大起立回数（比）
Figure 8　The Maximum Number of Stand-up Times (Ratio).

図 9 は，起立訓練の持続性や積極性にも関連する，「楽しい気分でしたか？」というアンケートに対する各条件間の反応を示すものである．5 段階評価で数字が高いほど楽しいと思う傾向にある．中央値では条件間に差は無いものの，やはり自主訓練の条件ではその分布がより楽しくないと思う方へ偏っており，統計学的にゲームがより楽しいと思う傾向にあることがわかる．

結論として老健での運用を実用的なものとするために，ゲームのスタートアップの簡易化やバーコードによる操作性向上といったシステム改善，また必要に応じて手すり等の補助装置といった利用環境の改善が必要なことがわかった．また今回の検証から，介護老人保健施設において利用者が起立訓練を行う際に，『樹立の森リハビリウム』を利用することにより，その有効性があることが示唆された．

今後の課題として，第一に数センチではあるがバランスボードの段差による転倒の可能性が考えられ，安全性のための検討が引き続き必要となった．また施設の特性などを考慮し，ゲームそのものをより利用者に身近なものにすることで，より有効性が向上することが推察される．

最後に，実際の検証中にも心不全を持つ利用者がゲームに興じてしまい止めない状況が発生し，担当セラピストが休止させるという場面があった．ゲームといえ，高齢者対象であり心身の安全性の考慮，特に老人ホームやデイサービス等の施設での利用を考慮した場合，運動強度や限界設定などの安全面でのガイダンスの必要性も検討すべきである．

5. 考察と今後の展開

検証実験により，昨年度開発したバージョンから改良をおこなった結果，いくつかの課題を残しつつも、老健においても高齢者に対して有用であり，安全であることが実証された．また，高齢者のみならず，セラピストも一緒にゲームを楽しみながらリハビリを楽しんでいる状況も生まれ，ゲームが効果的に運用される事例も示すことができた．特にランキングの導入は一部の高齢者に強く支持され，常に上位を維持する方も数名いた．また報賞のメダルにセラピストの顔という身近な対象を起用したことも，楽しみを増す要因となったようであり，セラピスト側から仮装した写真を使ってほしいというオーダーがあった程であった．この件については，後述する Kinect のカメラ機能を利用し，セラピスト自らが報賞となるメダルの絵柄を作成できる機

ⓒ2012 Information Processing Society of Japan

能を付加している．

一方でやり過ぎることに対する対処や，操作性，メンテナンス面の向上など解決すべき課題はまだあり，さらなる改良，および検証を続けていきたい．特に，安全面については万全を期す必要があり，現在 Wii バランスボードから Kinect へと入力インターフェイスを変更し，現場での試用を開始している．やり過ぎ防止については小型心拍計とゲームが連動するかたちでの限界設定を検討中である．最後にゲーム性について，ゲームとして物足りないという意見が少数ではあるが出された．今回のゲームには，ランキング以外で，失敗体験や得点を競うような要素はいれておらず，ランキング要素がポジティブな結果を示したことからも，オプション等でゲーム性が高いモードを選択できるようにしていくべきであろう．

今後，老健および病院においてのゲームの有用性，安全性の高さを検証により示し，併せてリハビリ効果のエビデンスを導き出すことで，最終目標となる販売へとつなげていきたい．介護の現場で実用的に利用されることでゲームの利用価値を実証しつつ，高齢者が元気で豊かな社会作りに貢献したいと考えている．

参考文献

1) 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,
http://research.cesa.or.jp/handbook/handbook2010.pdf, pp. 25-29 (2010)
2) 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)
3) 井上明人: ゲーミフィケーション ＜ゲーム＞がビジネスを変える, NHK 出版(2011)
4) 高齢者の運動実践者と非実践者における生活意識と生活行動の相違に関する研究,(財)健康・体力づくり事業団,3-19,2004
5) 綾部誠也,高齢者の日常身体活動の量と強度の加齢変化に関する縦断的調査結果 ,体力科學 59(1), 65, 2010
6) 運動器の機能向上マニュアル(改訂版),厚生労働省，pp43,2009
7) 脳卒中治療ガイドライン 2009，脳卒中合同ガイドライン委員会,pp300,2009
8) 松隈浩之,他 3 名,ゲームが秘めるもう一つの可能性 ―リハビリ用起立運動支援ゲーム『樹立(きりつ)の森 リハビリウム』, Computer Entertaintment Developers Conference 2011, インタラクティブセッション,2011/9/6-8
9) 梶原治朗, 松限浩之,他 12 名 ,リハビリテーションへのゲームの応用に関する取り組み - 起立訓練支援ゲーム「起立の森リハビリウム」の開発 - 九州理学療法士作業療法士合同学会,2011/11/19
10) 服部文忠,高杉紳一郎,松限浩之,産学官連携プロジェクトによるリハビリ用ゲームの開発, 第 48 回日本リハビリテーション医学会学術集会,S388,2011/11/2
11) 松隈浩之,他 9 名,起立-着席訓練支援ゲームの開発とリハビリテーション施設での利用における可能性-制作者の視点から-, International Society for Gerontechnology 日本支部研究発表会, 2011/12/9
12) 松隈浩之,他 6 名,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, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, pp.1041-1049 (2012)

ⓒ2012 Information Processing Society of Japan