

VR を活用したリハビリテーションプログラムの実用化検討 ー医療機関での実践研究および福祉機器展示会出展時の調査分析に基づいてー

吉岡 聖美

明星大学 デザイン学部 デザイン学科

Consideration for the Practical Use of a Rehabilitation Program Utilizing Virtual Reality

ー Based on Practical Research at Medical Institutions and Research Analysis when Exhibited at
Welfare Equipment Exhibitions ー

Kiyomi YOSHIOKA

要旨：VR を活用したプログラム「立ち上がって空に描こう！」の実用化について、医療機関での実践研究および福祉機器展示会に出展した際の調査を基に検討する。「立ち上がって空に描こう！」は、立ち座りの身体動作に対するインタラクティブな画像の変化によってリハビリテーション運動を促し、運動量における達成度を画像の完成度としてフィードバックするプログラムである。基礎実験および医療機関でのプログラムを用いた実践研究において、リハビリテーションの単純繰り返し動作に対するモチベーションを維持し、患者が意欲的に取り組むことで身体機能の回復を促すことが期待できる結果が得られている。また、福祉機器展示会では、医療関係者を始めとする来場者にプログラムを体験してもらった結果、さまざまな医療機関・施設においてVRを活用したリハビリテーションプログラムを実際に患者や利用者に活用できるという回答が得られた。これにより、VRを活用したリハビリテーションプログラムの実用化について、一定の評価が得られたと考えることができる。一方、プログラムで提示する風景画像の種類、運動回数に関する課題が明確になり、今後のプログラム改変に反映させて実用化を目指したい。

Keywords: *Virtual Reality, Rehabilitation, Interactive Program*

1. はじめに

身体機能の回復を目的としたリハビリテーションでは、単純繰り返しの訓練に対する患者のモチベーション維持が課題となる。脳卒中患者における回復期リハビリテーションでは、具体的な評価結果のフィードバック、気分障害の改善、社会的サポートなどが帰結を改善する。モチベーションと身体機能面、心理・精神的側面、社会的側面およびQOLとの関連を調査した研究では、日常生活能力や自立度、良好なコミュニケーション能力や気分、およびバイタリティがモチベーションに関連することが示されている [注1]。

近年、リハビリテーションの機能的なサポートや患者のモチベーションに働きかけることを目的として、脳卒中による片麻痺や指のリハビリテーションに活用するゲーム機器の開発や [注2, 3], VR (Virtual Reality) を用いて現実環境を体験することで社会復帰に繋げる研究も行われている [注4]。VR ヘッドマウントディスプレイは、没入感が得られるゲーム機器として人気があり、最近では体験学習などにも活用されている。VR ヘッドマウントディスプレイをリハビリテーションに活用することによって、無機質な病院空間で長期間過ごす患者が、現実環境とは異なるバーチャルな空間で楽

しく訓練に取り組むことができると考えられる。

本研究では、VR ヘッドマウントディスプレイに投影される画像が身体動作に対してインタラクティブに変化することで運動を促し、加えて、運動量における達成度を画像の完成度としてフィードバックする「立ち上がって空に描こう！」プログラムを開発し [注5]、その実用化について検討する。

2. 「立ち上がって空に描こう！」プログラム

「立ち上がって空に描こう！」プログラムは、座った時は水中の画像、立ち上がった時は水上の風景画像を提示し、水上の風景では、パズル状になった世界遺産など風景のパーツ画像が、立ち上がる動作によって順に追加されたり解像度が変化したりする (特許取得済, 図1)。立ち座り動作の最大運動量を達成した時点で水上の風景は完成画像となり、患者が実践した動作の達成度に応じた風景画像を、リハビリテーションの成果物としてハガキにプリントして持ち帰ることができる創造的なプログラムである。風景画像は、プログラムの始めに5種類の題材から選択することができる。

立ち座りの身体動作に対してインタラクティブに画像が変化し、運動量における達成度を画像の完成度としてフィード

バックすることによって、単純繰り返し動作に対するモチベーションを維持する。加えて、ここへ行ってみたい、懐かしい、また行きたい、と感ずるような風景画像を鑑賞することによって人の感性を刺激する心理的効果が期待できる。無機質な病院空間で長期間過ごす患者や外出が容易でない高齢者にとって、現実環境とは異なるバーチャルな空間で楽しく訓練に取り組むことができると考えられる。

「立ち上がって空に描こう！」プログラムは、VRを用いて現実環境を体験するリハビリテーション[注4]とは異なる、新たなプログラムである。加えて、プログラムの過程や成果物であるアート作品を媒介としたコミュニケーションを生成するところが、ゲーム機器を活用したリハビリテーション[注2, 3]とは異なる、新たな位置づけの研究となる。

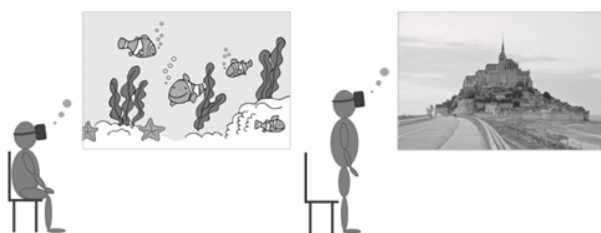
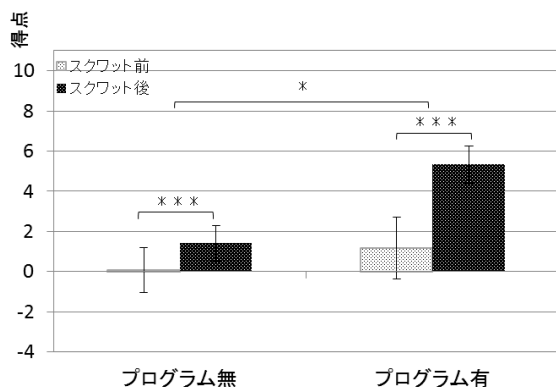


図1 「立ち上がって空に描こう！」プログラム（特許取得済）

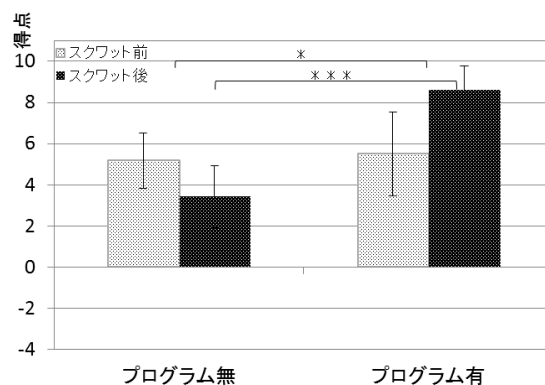
3. 「立ち上がって空に描こう！」プログラムの実践と評価

「立ち上がって空に描こう！」プログラムの効果を調査するため、先ず、大学生を実験協力者として、本プログラムを用いるスクワットおよび用いないスクワットを実施した際のTDMS-ST [注5, Two-dimensional Mood Scale-Short Term] による心理評価を行う基礎実験を実施した。その結果、プログラムを用いた場合は、プログラムを用いなかった場合よりも「活性度」および「快適度」が有意に大きいことを確認した（図2, 3）。プログラムを用いることによって、スクワットという単純繰り返し動作の上下運動をイキイキと活気に溢れ、快適な気分ポジティブに行うことができることが示された。また、プログラムを用いた場合は、スクワットの前後で「快適度」に有意な差が認められ、スクワット運動を実施することによって快適でポジティブな気分になることが示された[注6]。



* $p < .05$, *** $p < .005$

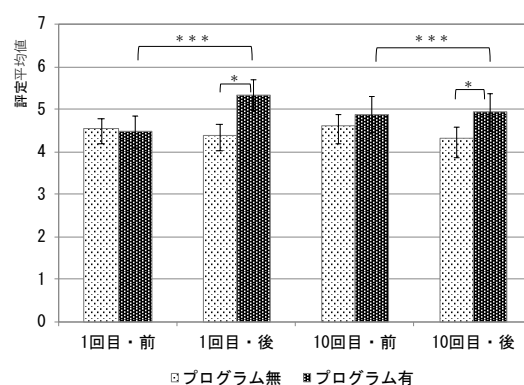
図2 「活性度」の平均得点比較



* $p < .05$, *** $p < .005$

図3 「快適度」の平均得点比較

次に、回復期リハビリテーション病院においてプログラムを用いた臨床試験を実施した。その結果、プログラムを用いた立ち座りのリハビリテーションを実施した患者はプログラムを用いない患者に比べて、運動後のリハビリテーションに対する「楽しさ」の評価が有意に大きく、プログラムを用いた患者は運動前に比べて運動後に、リハビリテーションをより楽しいと感じていることを確認した（図4）。プログラムを用いることによって、単純繰り返し動作のリハビリテーションにも楽しく取り組むことができると考えられる。一方、プログラムを用いない患者は、運動後の「楽しさ」の評価が運動前に比べて低下する傾向がみられ、リハビリテーションが辛い課題になっていると考えることができる結果が示された。また、プログラムを用いた患者は平均運動回数が有意に増加しており（図5）、長期間プログラムを用いることで運動回数が増加して、身体機能の回復に繋がることを期待できる結果が得られた[注7, 8, 10]。



* $p < .05$, *** $p < .005$

図4 リハビリテーションに対する「楽しさ」の評定平均値比較

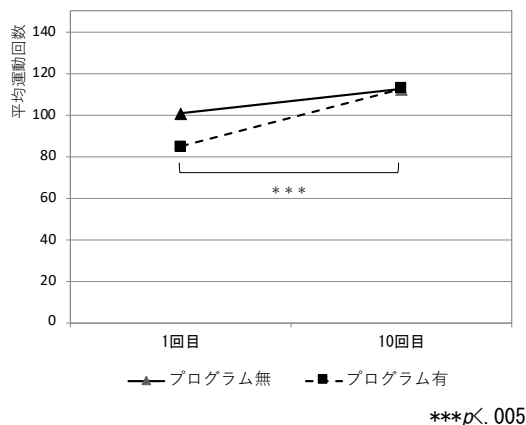


図5 立ち座りの平均運動回数比較

更に、通所介護事業所のデイケアサービスにおいて、プログラムを用いた立ち座りのリハビリテーションを3か月間実施する実践研究を行なった。その結果、実験協力者の全員が1人の脱落者もなく3か月間休まずリハビリテーションを実践することができ、認知機能が低下した高齢者においても、VRプログラムによる長期間のリハビリテーションが実行可能であることを確認した。TDMS-STによる心理評価では、プログラムを用いたリハビリテーションを実施することによって「活性度」が大きくなる傾向が示された。また、リハビリテーション後の「快適度」「覚醒度」の評定平均値が大きくなり、プログラムを用いることによって、単純繰り返し動作のリハビリテーションに対して、活気にあふれ、快適に、イキイキした気持ちで取り組むことができる可能性が示された。リハビリテーションに対する「頑張り度」および「満足度」の評価では、1週目、6週目、12週目と経過するほど評価が高くなっており、プログラムを用いたリハビリテーションを長期間継続することによって、リハビリテーションを、より頑張れると感じるようになり、また、リハビリテーションに対して、より満足するようになる可能性が示された(図6、7)。「VRプログラムを用いたリハビリテーションに対する感想」から、動作に連動して画像が変化するVRプログラムを「面白い」「楽しい」と感じて好感を持って取り組んでいることが示され、インタラクティブな画像の変化によってリハビリテーション動作を促し、リハビリテーション動作の運動量における達成度を画像の完成度としてフィードバックする本プログラムの効果が認められた[注9、10]。また、「風景画像の絵ハガキに対する感想や取り扱い」では、絵ハガキが楽しみだと感じている通所者が大半を占め、動作の達成度に応じた風景画像の絵ハガキが、リハビリテーションの成果物としてモチベーションに繋がると考えられる結果が得られた。加えて、施設スタッフからの聞き取りにおいて、プログラムを用いたリハビリテーションが習慣化され、実践期間が経過するに従って下肢や体幹に支えられた安定した動きができるようになった、との意見が聞かれ、身体機能の回復に繋がること が示唆された。

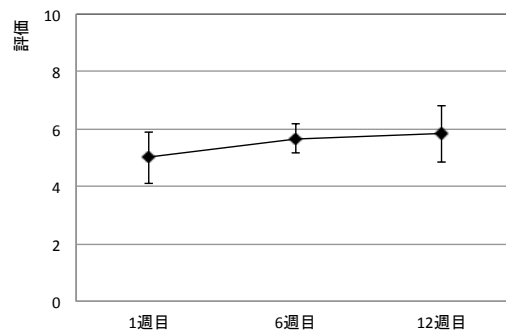


図6 リハビリテーションに対する「頑張り度」の評価

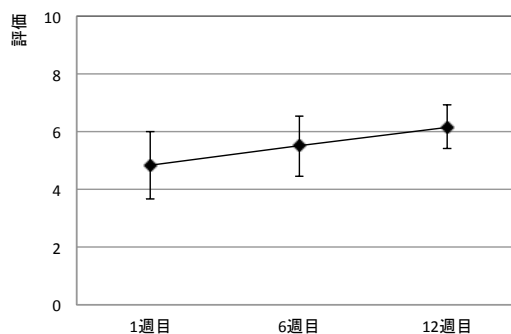


図7 リハビリテーションに対する「満足度」の評価

これら一連の研究から、立ち座りの動作に連動してVR画像がインタラクティブに変化する「立ち上がって空に描こう!」プログラムの効果を確認することができた。画像を完成させるといふモノづくりにおける能動的な気持ちの生成によって、リハビリテーションの単純繰り返し動作に対するモチベーションを維持し、患者が意欲的に取り組むことで身体機能の回復を促すことが期待できる。VRを活用したリハビリテーションプログラムの実用化に向けて、重要なエビデンスが得られた。

「立ち上がって空に描こう!」プログラムの心理的効果、身体機能の効果に関する上記の実践研究に加えて、福祉機器展示会にプログラムを出展した際に医療関係者を始めとする来場者にプログラムを体験してもらった結果から、VRを活用したリハビリテーションプログラムの実用化について更に検討を行う。

4. 福祉機器展示会における調査

「立ち上がって空に描こう!」プログラムを福祉機器展示会「ヨコハマ・ヒューマン&テクノランド」2017年7月28日～29日(パシフィコ横浜)および「第1回日野リハビリ祭り」2019年10月4日(AEON MALL 多摩平の森)に出展した。その際、来場者にプログラムを体験してもらった感想や所属の機関・施設での活用の可能性などに関するアンケート調査を実施した。

4.1 「ヨコハマ・ヒューマン&テクノランド」出展時の調査分析



図8 「ヨコハマ・ヒューマン&テクノランド」での体験の様子

「ヨコハマ・ヒューマン&テクノランド」は、社会福祉法人横浜市リハビリテーション事業団が主催するリハビリテーション・福祉の総合イベントであり、リハビリテーションや福祉、介護に関わる最新情報・ノウハウを見る・さわる・遊ぶ・考えることを通して広く発信している。リハビリテーションに関わる医療関係者を始めとして、福祉機器の利用者や製造企業、一般客など広く来場している。図8のように、展示ブースでVRプログラムを体験した来場者44人(男性25人、女性19人、12歳～73歳、平均年齢34.8歳)を対象に、体験後の感想として「楽しかった」「やや楽しかった」「どちらでもない」「あまり楽しくなかった」「楽しくなかった」からの選択、また、プログラムをまたやりたいと思うかについて「思う」「やや思う」「どちらでもない」「あまり思わない」「思わない」から選択してもらった。また、体験した感想について自由記述で回答を求めた。その結果、体験後の感想は、「楽しかった」36人、「やや楽しかった」7人、「どちらでもない」1人であり、「楽しかった」または「やや楽しかった」と回答した人が98%を占めた。プログラムをまたやりたいと思うかについての回答では、「思う」30人、「やや思う」13人、「どちらでもない」1人であり、「思う」または「やや思う」と回答した人が98%を占めた(図9、10)。自由記述の感想では、得られた回答31件のうち、運動を楽しく感じたといった内容が10件、運動のモチベーションになり頑張れるといった内容が8件、感覚や画像に興味を持って面白いと感じたという内容が6件であった。ほとんどの参加者がプログラムを楽しく、またやりたいと感じている結果が得られた。楽しさに関わる感想、および、プログラムをまたやりたいと思うかについて「どちらでもない」と回答した1人は同一で、73歳の参加者であった。70歳以上の参加者は当該参加者のみであったため限定的ではあるが、高齢者が興味を持つような提示画像(行ったことがある、馴染みがある風景など)を取り入れることも検討したい。

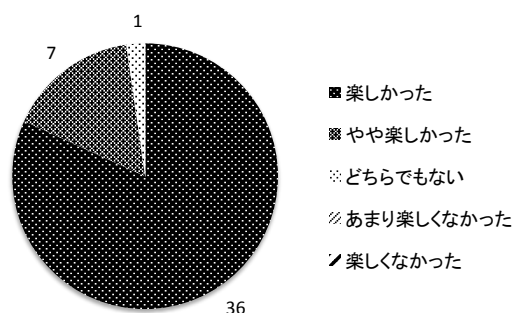


図9 「体験後の感想」に関する回答結果

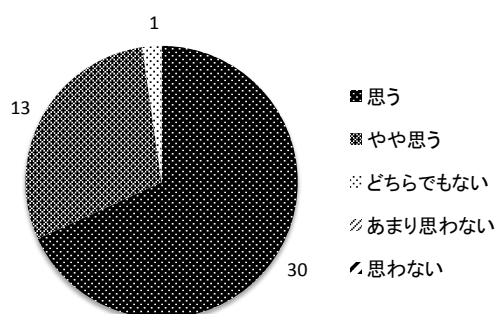


図10 「またやりたいと思うか」に関する回答結果

4.2 「第1回日野リハビリ祭り」出展時の調査分析



図5 「日野リハビリ祭り」での体験の様子

「第1回日野リハビリ祭り」は、東京都理学療法士協会日野市支部が企画するリハビリテーションに関わる病院、施設、事業所および企業、役所などが一堂に会して情報交換・交流を行う研修会である。図5のように、展示ブースでVRプログラムを体験した来場者12人(理学療法士6人、作業療法士2人、施設スタッフ・福祉専門職等4人)を対象に、所属の機

関・施設で実際に患者・利用者に活用できると思うかを「活用できる」「わからない」「活用できない」から選択し、その理由を記述してもらった。また、プログラムの「良かった点」「改善が必要な点」について自由記述でそれぞれ回答を求めた。その結果、「活用できる」9人、「わからない」3人であった。「わからない」を選択した人の理由としては、認知機能の低下が進んでいる人の意欲促進になるか不明なことや費用が挙げられていた。本稿3章では、通所介護事業所のデイケアサービスにおいて「立ち上がって空に描こう！」プログラムを実践した際は、要介護1～2およびサービス事業対象者がプログラムを用いた立ち座りのリハビリテーションを長期間実行可能であることを確認していることから、要介護2以下を目安に活用を展開したい。「良かった点」では、画像の変

化で楽しくなる、モチベーションになるなどの意見が得られ、また、「改善が必要な点」では、運動回数について、15回くらいがあるとよい、回数が細かく設定できるとよい、といった意見や、画像のレパートリーがもう少しあるとよいといった意見があった(表1)。本プログラムでは30回と50回のコースから選択でき、規定の運動回数を終了すると画像が完成して絵ハガキを印刷できるが、30回や50回に満たない回数しか実行できない人、途中でギブアップした人にも、実行した運動回数に応じた成果物をフィードバックするなど検討したい。また、本プログラムでは5つの風景画像から選択できるが、長期間継続して活用するためには画像の選択肢を増やす必要があると考える。

表1 所属の機関・施設における活用可能性に関する調査

職 種	活用の可能性	理 由	良かった点	改善点
作業療法士	できる	始めは難しいが慣れればOK		15回くらいがあってもよい
理学療法士	できる	要支援を対象としているので安全が環境設定ができれば大丈夫	空の広がりがあるとよい	行えた時間がわかると継続性と効果が見えやすい
理学療法士	できる	適応できる人を選べば大丈夫	楽しい	
介護支援専門員、社会福祉士	できる	海外に行ったり興味のある人はとても効果があり盛り上がる	モチベーションが上がる	景色がたくさん選べると良い
デイサービスセンター管理者	わからない	リハビリに興味がない人や認知症が進んでいる人の意欲促進になるかは不明	自身の健康を考えるきっかけになる	運動を継続したことの効果が画面に出るとよい
施設営業	できる			
支援センター相談員	できる	画面を見て動作することでやりたいことへの意欲が湧く	楽しくできた	いろいろなシリーズがあると良い
作業療法士	わからない	サービス時間の中で有効にできればよい。1点を見つめる認知機能があればできる		
理学療法士	わからない	金額による		
理学療法士	できる		画像がだんだん鮮明になっていくので楽しくなる	回数をもう少し細かく設定できるとよい
理学療法士	できる	周りが気にならないで集中できる		もう少しレパートリーがあるとよい
理学療法士	できる	患者さんのやる気向上に繋がる	最初立ち上がった時の景色の変化に驚いたので、介助者がいたらよい、とても楽しかった	

5. おわりに

「立ち上がって空に描こう！」プログラムを、大学生を実験協力者としてスクワット運動を実施する基礎実験、および、回復期リハビリテーション病院の入院患者を対象とした立ち座りのリハビリテーション、通所介護事業所のデイケアサービスを利用する要介護高齢者を対象とした立ち座りのリハビリテーションに活用した実践研究では、プログラムを用いることによってリハビリテーションの単純繰り返し動作に対するモチベーションを維持し、意欲的に運動に取り組むことで身体機能の回復を促すことが期待できる結果が得られた。これら一連の研究は、VRを活用したリハビリテーションプログラムの実用化に向けた重要なエビデンスとなる。また、「立ち上がって空に描こう！」プログラムを福祉機器展示会に出展して医療スタッフを始めとする来場者に体験してもらった結果、医療機関や高齢者施設において活用可能であることが示された。これにより、VRを活用したリハビリテーションプログラムの実用化について、一定の評価が得られたと考えられ

る。一方、プログラムで提示する風景画像の種類、運動回数の設定に関する課題が明確となり、今後のプログラム改変に反映させて実用化を目指したい。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP15H02881, JP19K12667 の助成を受けたものです。

注および参考文献

- [1] 北地雄, 鈴木敦志, 他: 脳卒中後の回復期病棟入院時の身体機能面、心理・精神的側面、および Quality of Life の関係 3. リハビリテーションに対するモチベーション、理学療法科学, 29(6), pp.1023-1026, 2014
- [2] Sumner L. Norman, Mark Dennison, et al.: Movement Anticipation and EEG: Implications for BCI-Contingent Robot Therapy, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 24, Issue. 8, 2016

- [3] F. Noveletto, A. V. Soares, et al.: Biomedical Serious Game System for Balance Rehabilitation of Hemiparetic Stroke Patients, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 26, Issue. 11, 2018
- [4] Adrián Borrego, Jorge Latorre, et al.: Comparison of Oculus Rift and HTC Vive: Feasibility for Virtual Reality-Based Exploration, Navigation, Exergaming, and Rehabilitation, Games for Health Journal, Vol. 7, No. 3, <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0114>
- [5] 坂入洋介,徳田英次,他:心理的覚醒度・快適度を測定する二次元気分尺度の開発,筑波大学体育科学系紀要,26, pp.27-36,2003
- [6] 吉岡聖美:VR デバイスを活用したリハビリテーションプログラムの開発と評価 ―立ち座り動作の達成度をフィードバックするインタラクティブなプログラムの心理的効果, デザイン学研究, Vol.65(No.1), pp.35-40, 2018
- [7] Yoshioka, K.: Psychological Effects of an Art Program with Feed Back Systems Reflecting Achievement Levels in Rehabilitation Exercises - Development of a VR Device Encouraging Squatting Movements-, International Association of Societies of Design Research, 2017
- [8] Yoshioka, K.: Development and Psychological Effects of a VR Device Rehabilitation Program - Art Program with Feed Back Systems Reflecting Achievement Levels in Rehabilitation Exercises -, Proceedings of the 7th International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research 2018, pp.538-546, 2018
- [9] Yoshioka, K.: Development and Implementation of a VR Device Program to Encourage Standing and Sitting Movements for Rehabilitation, 7th International Conference for Universal Design, 2019
- [10] 吉岡聖美:VR デバイスを活用したリハビリテーションプログラムの臨床研究 ―立ち座り動作の達成度をフィードバックするインタラクティブなプログラムの心理的効果, デザイン学研究, Vol.67(No.4), pp.43-50, 2021