

# リハビリテーションのためのユーザーフレンドリーな VR プログラムの開発

吉岡 聖美

明星大学 デザイン学部 デザイン学科

## Development of a User-friendly Virtual Reality Program for Rehabilitation

Kiyomi YOSHIOKA

**要旨：** 立ち座りのリハビリテーションに活用する VR プログラム「立ち上がって旅をしよう！」を開発した。世界各地の風景画像を鑑賞しながら毎日旅をする気分得意にリハビリテーションに取り組むことができる魅力的なプログラムである。また、運動における達成度を提示画像の完成度としてフィードバックすることによって、単純繰り返しの訓練にも長期間飽きることなく取り組むモチベーションを維持する。プログラムの進行は、VR 画面上の文字案内や音声ガイドによって動作を誘導し、VR 画面上のアイコンの注視や手のタッチ動作によって選択実行することができるユーザーフレンドリーなデザインを実現した。そのため、機器操作に慣れない高齢者が一人でも在宅でも、また、スタッフの人員に限られる医療機関や施設でも、手軽にリハビリテーションに取り組むことができる。高齢者の在宅リハビリテーションとしてプログラムの予備評価を実施したところ、実験協力者は毎日休まずリハビリテーションに取り組むことができ、プログラムを用いた運動後は運動前に比べて TDMS-ST による「活性度」「安定度」「快適度」の平均得点が有意に大きくなることを確認した。

**Keywords:** *Virtual Reality, Rehabilitation, Exercise, User-friendly, 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。そのため近年では、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 [注 1, 2], VR を用いて現実環境を体験することによって社会復帰のリハビリテーションに繋げる研究なども行われている [注 3]。

著者は、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、VR ヘッドマウントディスプレイやタブレット端末、机上プロジェクションなどの画像が身体動作に対応してインタラクティブに変化することによって、単純繰り返しのリハビリテーション動作を誘導するプログラム・デバイスを複数開発している。これらは、リハビリテーションの運動量や運動の質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り、身体動作に対応して画像がだんだん完成していくというモノづくりの意欲を喚起して、単純繰り返しの訓練にも長期間継続的に取り組むモチベーションを維持する [注 4-6, 特許取得済]。2016 年に開発した VR プログラム「立ち上がって空に描こう！」は、回復期リハビリテーション病院および地域包括ケア通所介護事業所における立ち座りのリハビリテーションとして実践評価し、心理的效果および身体機能に関わる効果を確認している [注 7-10]。VR プログラムを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や外出が困難な高齢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、生活へのモチベーションに繋がることが期待できる。

「立ち上がって空に描こう！」プログラムでは、立ち上がった時に投影する風景画像を国内外の 5 か所から選択することができるが、医療機関や施設における実践では、プログラムを長期間継続的に活用する場合には更に選択肢が多いことが望まれる意見が聞かれた。また、VR デバイス (Oculus Rift) は PC および身体の動きを捉えるセンサーとの接続が必要であるが、スタッフの人員に限られる医療機関や施設でも、在宅の高齢者が一人でも活用できるように、機器操作を簡易にする必要があると考えた。本研究では、「立ち上がって空に描こう！」プログラムを医療機関で実践評価する中で見出した課題を基に、より魅力的でユーザーフレンドリーなプログラムとしてバージョンアップする。

### 2. 「立ち上がって旅をしよう！」プログラムの開発

本研究で新たに開発したプログラムを実行するデバイスとして Meta Quest 2 (Oculus Quest 2) を選定した。Meta Quest 2 (解像度 1832x1920 ドット, リフレッシュレート: 60, 72, 90 Hz, 120Hz, サイズ: 295.5×191.5×102mm, 重量: 503g) は、立ち座り動作などの身体の動きを捉えるセンサーを内蔵し、また、PC を接続せずにプログラムを実行することが可能であるため操作が簡便である。そのため、スタッフの人員に限られる医療機関・施設や、PC 操作に慣れない高齢者が在宅でも手軽に VR プログラムを用いたリハビリテーションに取

り組むことができる。また、Meta Quest 2は、ヘッドフォンやイヤフォンを装着せずに音声を聞くことが可能な設計であるため、視覚と聴覚から働きかけるユニバーサルデザインによってプログラム進行および機器操作を促すことが可能である。

また、長期間飽きることなく繰り返し活用することができるように、提示画像は世界地図の中から任意に風景画像を選択することが可能なプログラムデザインとした。世界各地の風景画像を鑑賞しながら旅をする気分で意欲的にリハビリテーションに取り組むことができる魅力的なプログラムである。本研究で新たに開発したVRプログラムを「立ち上がって旅をしよう!」と名付けた(図1)。



座った時は水中画像を投影

立ち上がった時は風景画像を投影

図1 VRプログラム「立ち上がって旅をしよう!」提示画像

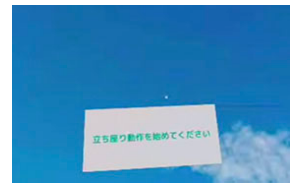
「立ち上がって旅をしよう!」プログラムでは、世界地図に示す国内外30カ所の風景画像から好みの画像を選択できるため、1ヶ月間毎日異なる場所の風景画像を鑑賞しながらリハビリテーションに取り組むことが可能である。また、立ち座り動作に連動して変化する画像構成のパターンを都度変更させるため、毎回異なる画像の変化を体験しながら風景画像を完成させていくことができる。加えて、目標の運動回数を終了すると風景画像が完成し、プリントすることも可能な創造的なプログラムである。

プログラムの進行は、VR画面上の文字案内や音声ガイドによって動作を誘導し、VR画面上のアイコンの注視や手のタッチ動作によって選択実行することができるユーザフレンドリーなユニバーサルデザインを実現した(図2)。文字案内を読み難くかたり読むのに時間がかかる利用者は音声ガイドによってプログラム進行が促され、音声を聞き取り難い利用者にはVR画面上での文字案内によってスムーズなプログラム進行を促すことができる。

また、プログラムの起動から終了までの機器操作、および、画面推移やプログラム進行を図示しながら解説するマニュアルを作成した(図3)。



世界各地の風景画像から提示画像を選択



文字案内や音声ガイドで動作を誘導



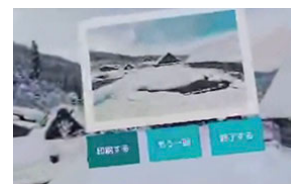
立ち上がる度に風景画像が変化する



運動に対応して風景画像が段々鮮明になる



目標の運動回数を終了すると画像が完成



運動の達成度に応じた風景画像プリント

図2 VRプログラム「立ち上がって旅をしよう!」画面推移  
(特許取得済)



図3 プログラムの起動から終了までの機器操作および画面推移やプログラム進行を図示しながら解説するマニュアル(一部抜粋)

### 3. 「立ち上がって旅をしよう!」プログラムを活用した在宅リハビリテーションの予備評価

#### 3.1. 調査方法

在宅高齢者1名(83歳、女性、要支援2)に協力を得て、本プログラムの実行可能性を調査するための予備評価を行った。実験協力者は、椅子を使った立ち座りのリハビリテーションとして「立ち上がって旅をしよう!」プログラムの30回コースを1日1回7日間実施し、運動の前後でTDMS-ST[注11, Two-dimensional Mood Scale-Short Term]による心理評価を実施した。

TDMS-STは、落ち着いた、イライラした、無気力な、活気にあふれた、リラックスした、ピリピリした、だらけた、イキイキした、の8項目を6段階評価で回答することによって、「活性度」「安定度」「快適度」「覚醒度」を評価する心理尺度である。「活性度」は、快適な興奮と不快な沈静を両極とする心理状態（アクティベーション）の水準であり、プラス得点はイキイキして活力がある状態、マイナス得点はだるくて元気がない状態を示す。「安定度」は、快適な沈静と不快な興奮を両極とする心理状態（リラクセーション）の水準であり、プラス得点はゆったりと落ち着いた状態、マイナス得点はイライラして緊張した状態を示す。「快適度」は、快と不快を両極とする心理状態の総合的な快適水準であり、プラス得点は快適でポジティブな気分、マイナス得点は不快でネガティブな気分の状態を示す。「覚醒度」は、興奮と沈静を両極とする心理状態の総合的な覚醒水準であり、プラス得点は興奮して活発な気分の状態、マイナス得点は眠くて不活発な気分の状態を示す。TDMS-STは、運動、生活環境や機器などの心理的効果の検証において、物事の前後の気分の変化を調査するのに適しており、短時間で評価することができる。

### 3.2. 調査結果・考察

「立ち上がって旅をしよう！」プログラムを活用した在宅リハビリテーションを実践した結果、実験協力者は、立ち座り運動を30回実施するリハビリテーションに7日間毎日取り組むことができた。また、TDMS-STによる心理評価では、プログラムを用いた運動の後は運動の前に比べて「活性度」「安定度」「快適度」「覚醒度」の得点が大きくなった(図4-7)。

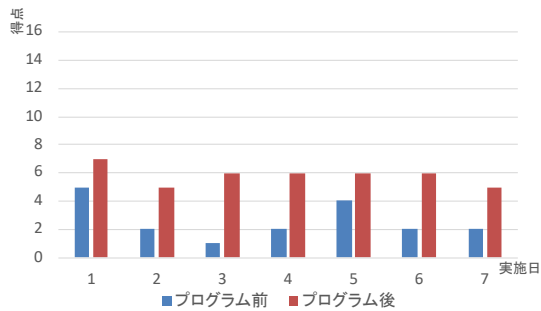


図4 活性度 (V)

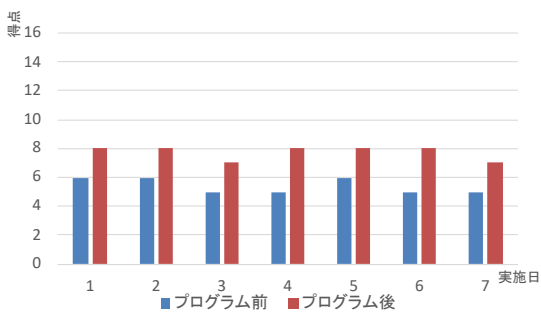


図5 安定度 (S)

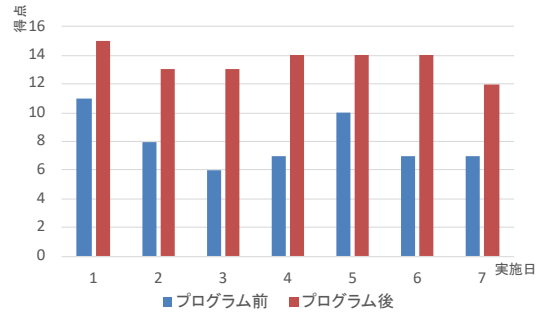


図6 快適度 (P)

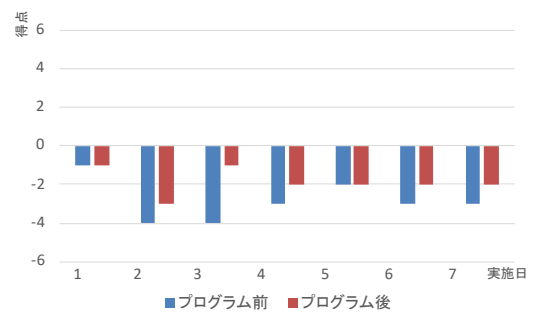
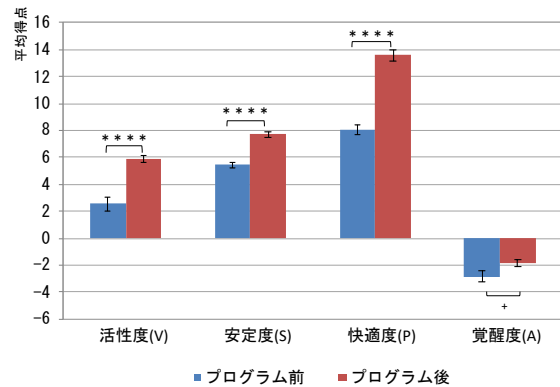


図7 覚醒度 (A)

運動の前後における「活性度」「安定度」「快適度」「覚醒度」に関わる実施期間の平均値得点について一元配置分散分析を行った結果、「活性度」( $F(1, 12)=4.75, P<.001$ )、「安定度」( $F(1, 12)=4.75, P<.001$ )、「快適度」( $F(1, 12)=4.75, P<.001$ )に有意な差が示され、プログラムを用いた運動の後は運動の前に比べて、「活性度」「安定度」「快適度」の平均得点が有意に大きいことを確認した(図8)。これにより、VRプログラム「立ち上がって旅をしよう！」を活用した立ち座り運動を行うことによって、イキイキと活力があり、ゆったりと落ち着き、快適でポジティブな気分になる心理的効果が示されたと考えることができる。



\*\*\*\* $p<.001$

図8 プログラム前後における TDMS-ST 平均得点比較

プログラムを用いた立ち座り運動を実施している際の実験協力者に対する行動観察では、風景画像の解像度が上がって完成像が認識でき始める立ち座り運動 20 回目前後になると、毎回、立ち座り運動のペースが早まっている様子がみられた。これは、実験協力者が、どのような風景画像になるのか楽しみに感じ、早く完成した風景画像を見たいと思い、意欲的に運動に取り組んだと考えることができる。

今回の予備評価では、実験協力者が限定的で短期間の調査ではあったが、医療機関や施設などで長期間の実践評価を行うための貴重な基礎データを得ることができた。

## 5. おわりに

立ち座りのリハビリテーションに活用する VR プログラム「立ち上がって旅をしよう！」を開発した。世界各地の風景画像を鑑賞しながら旅をする気分在意欲的にリハビリテーションに取り組むことができる魅力的なプログラムである。プログラムの進行は、VR 画面上の文字案内や音声ガイドによって動作を誘導し、VR 画面上のアイコンの注視や手のタッチ動作によって選択実行することができるユーザーフレンドリーなデザインを実現した。また、PC やセンサーとの接続が不要で操作が簡易な VR デバイス Meta Quest 2 を使用し、対応スタッフが限られる医療機関・施設や、PC 操作に慣れない高齢者が在宅でも一人でも、手軽にリハビリテーションに取り組むことが可能である。

在宅高齢者を対象とした予備評価では、実験協力者は「立ち上がって旅をしよう！」プログラムを用いた立ち座りのリハビリテーションに休まず取り組むことができ、また、プログラムを用いた立ち座り運動を行うことによって、イキイキと活力があり、ゆったりと落ち着き、快適でポジティブな気分になる心理的効果を確認した。

今回は、COVID-19 の感染拡大防止対策の影響によって医療機関・施設などでの実践評価を実施することが叶わなかったが、感染状況を注視しながら、今後、医療機関・施設などでの長期的な実践評価を行いたいと考える。

本研究は、明星大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。

リハビリテーション支援装置「立ち上がって空に描こう！」および「立ち上がって旅をしよう！」プログラムの特許発明者：吉岡聖美（明星大学）

## 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP19K12667, JP22K12686, および、三菱財団研究助成 2020 の助成を受けたものです。VR プログラムのバージョンアップ制作においては、芝浦工業大学デザイン工学部 4 年（2021 年当時）土屋隆慧さんに協力いただきました。

## 注および参考文献

- [1] 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
- [2] 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
- [3] 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
- [4] 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
- [5] Yoshioka, K.: Development and Clinical Study of a Projection Images Program to Encourage Arm Movements for Rehabilitation, Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference, Cambridge University Press (CUP), 1, pp.2227-2234, 2020
- [6] 吉岡聖美: 上肢リハビリテーションに活用する画像投影プログラムの開発 -インタラクティブな画像変化による動作の誘導-, 明星大学デザイン学部研究紀要, 28, pp.1-5, 2020
- [7] 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
- [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
- [11] 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