

# 起立性調節障害の長期化防止に向けたシリアスゲーム制作におけるプレイヤーのレベルアップ要素の検討

宮崎 仁美<sup>1,a)</sup> 栗原 渉<sup>1</sup> 韓 旭<sup>1</sup> 阪口 紗季<sup>1</sup> 串山 久美子<sup>1</sup>

**概要：**本研究では、起立性調節障害を持つ中高生の運動に対する抵抗感を軽減し、モチベーションを維持するためのシリアスゲームを制作してきた。本ゲームは、スマートフォンでプレイする 2D 横スクロールアクションゲームで、起立性調節障害の治療に効果があるとされる、横になった姿勢もしくは半身起こした姿勢、椅子に座った姿勢で行う下肢の運動と連動している。起立性調節障害の治療においては、毎日の継続的な運動が求められる。本稿では、ゲーム内に搭載したプレイヤーキャラクターのレベルアップ要素がゲームの使用者のプレイ時間、時間帯、頻度といったプレイスタイルに与える影響を調査する。

## 1. はじめに

起立性調節障害（以下、OD = Orthostatic Dysregulation）は「眩暈」「立ち眩み」「頭痛」「抑鬱」といった症状を引き起こす中高生に多い自律神経系の病気である。近年、この病気が長期化するケースが増加しており、不登校や引きこもりを引き起こす原因の一つであるとして、社会問題となりつつある。背景に、「デコンディショニング」という「長期間体を動かさないことによる身体機能の低下」を示す状態があるとされている。解消には運動が推奨されているものの、症状からも立った姿勢での運動は難しく、臨床現場では横になった姿勢での下肢の運動や半身起こした姿勢で足を動かす運動が実施されている。しかし、これらの運動は「患者が継続的に取り組むためのモチベーション維持」に課題があると指摘されている [1]。そのため、本研究では、OD 患者の運動に対する抵抗感を軽減し、モチベーションを維持するためのシリアスゲームを制作している [2]。スマートフォンでプレイする 2D 横スクロールアクションゲームを作成した。本ゲームは、起立性調節障害の治療に効果があるとされる横になった姿勢もしくは半身起こした姿勢、椅子に座った姿勢で行う下肢の運動と連動している。

また、OD の治療においては、「毎日の継続的な運動」や「規則正しい運動習慣（OD の症状により自律神経が上手く調節できず、体内時計が狂ってしまっている場合が多いため）」が重要である [3]。本研究においては、制作するゲームにおける使用者のプレイ頻度や一回あたりのプレイ時

間、プレイする時間帯といったプレイスタイルが、継続的な運動や規則正しい運動になるための検証も行う必要があると考えた。そのため、本稿においてはプレイヤーキャラクター強化要素の有無による影響を健康な男女 9 名による 3 週間の実験で検証した。

## 2. 関連研究

### 2.1 起立性調節障害の運動療法

柳本ら [1] は、下肢の運動によって OD の症状改善及び長期化防止が見込めることを示している。一方で、患者の運動に対するモチベーション維持に関する課題も指摘している。石崎 [4] は、エルゴメーターを用いた下肢の運動による症状改善事例を示している。また、石崎 [3] は、OD と同様の症状を引き起こす疾患が海外では、原因や症状に応じて、POTS や Orthostatic Intolerance(OI) といった名称で呼ばれており [5]、いずれも運動による症状改善が見込まれていることを示している。この他にも、下肢の運動により OD または類似した症状の改善が見込めることに着目した研究は複数見られるものの、患者のモチベーションの維持に着目した研究は、現在まで殆ど行われていない。

### 2.2 リハビリテーションにおけるシリアスゲーム及び Exergame の利用

シリアスゲームをリハビリに用いた事例として、松隈ら [6] や韓ら [7] の研究がある。松隈ら [6] は、高齢者向けのリハビリテーション用のシリアスゲームを提案している。韓ら [7] は、車いす利用者のリハビリテーションを目的とし、車いすの走行動作を用いたシリアスゲームを提案している。これらの研究では、ゲームを用いることでリハ

<sup>1</sup> 東京都立大学システムデザイン研究科

<sup>a)</sup> dayan0211hm@gmail.com

ビリテーションに対するモチベーションを高めている。これらの他にも、Exergame(Exercise+Game)という言葉を用い、運動に対するモチベーション維持のためにゲームを用いている事例も多く見られる。Hassan らの実験 [8] においては、彼らの開発した Exergame を脳梗塞のリハビリテーションに用いた場合、用いない場合と比較し、楽しさとモチベーションに対し、ポジティブな影響を与えることがわかった。Stanley ら [9] は、肥満児の座りっぱなしの生活習慣改善のための Exergame を開発した。

このような Exergame の入力方法や内容及び体験方法についてまとめると、表 1 のようになる。本研究で制作するゲームは、遊び方や対象となるプレイヤーの点で従来のものとは異なるものである。

表 1 関連するシリアスゲーム・Exergame

| ゲーム名              | 対象者                | 体験方法  |
|-------------------|--------------------|---|
| Fish'n'Steps [10] | 座りっぱなしの生活習慣を持つ人    | ゲーム内の魚はプレイヤーの歩数で成長する / 他のチームと競い合う / 魚の成長、スコア、ランキングは PC の画面で確認可能。  |
| PiNiZoRo[9]       | 座りっぱなしの生活習慣を持つ肥満児童 | GPS を利用し、歩く動作を使用するゲーム / 家族と一緒に遊ぶ (社会的要素)  |
| Astrojumper [11]  | 座りっぱなしの生活習慣を持つ自閉症児 | 仮想空間内で、プレイヤーに向かって飛んでくる物体を避けることで、スコアを獲得。ハイスコアを目指す / リア投影型の正面・側面・床面の 3 面をスクリーンで囲んだ CAVE 型スクリーンに投影し、プレイヤーはその内側でプレイ |
| Froggy Bobby[12]  | DCD 児              | ゲームに登場するカエルを、運動することで操作し、ハエを集めてハイスコアを目指す / 立位での運動と連動している   |
| MusicTongue [13]  | 高齢者の嚙下訓練           | "太鼓の達人" に似たゲームデザイン / 好きな音楽に合わせ、舌を動かし、鍛える / プレイヤー前面のカメラで動きを認識する / タブレット端末で体験する                                   |
| 樹立の森リハビリウム [6]    | 高齢者の起立・着席訓練        | プレイヤーの起立運動に合わせて画面内の樹が成長する / 複数人で協力してプレイすることも可能 / プレイヤー前面のカメラで動きを認識する  |
| 韓らのシリアスゲーム [7]    | 車いす利用者のリハビリテーション   | 車いすの走行動作を用い、音楽を演奏する / 車いすに取り付けたカラーセンサと地面に設置したカラーパネルを使用する  |

## 2.3 シリアスゲーム制作におけるガイドライン

Exergame の作成については、いくつかのガイドラインが存在する。Mason ら [14] は、Muller ら [15] が作成したガイドラインを、身体障害者の経験も含めて改訂した。この研究の中で、Mason ら [14] は、身体的障害を持つ多くのプレイヤーが自分の身体や運動能力に対してコンプレックスを持っている可能性があるため、社会的要因 (オンライン要素など) を考慮する必要があることを述べている。このことから、本研究では、オンラインコミュニケーションなどの社会的要素を用いていない。ゲームバランスの個人スキルへの調整については、Gerling ら [16] は、プレイヤーの能力に応じた露骨なゲームバランス調整はプレイヤーの自尊心を低下させることを明らかにしている。また、Macvean ら [17] は、Exergame はユーザーの身体機能に合わせて調整できることが望ましいと指摘している。

これらを踏まえ、本研究で制作するゲームでは、遊ぶ姿勢 (臥位または半臥位) や各プレイヤーの体格に合わせて、ゲーム内で運動を検知する際に使用する閾値を設定するのみであり、「難しい」「簡単」といった難易度を設定することは行わない。

また、上記のような Exergame 制作に関する注意事項等をまとめたガイドラインは複数存在するものの、ゲームにおけるある特定の要素がプレイヤーに対して与える影響について詳細に調査されたものは現時点では存在しない。先に述べたように、OD の治療においては、「毎日の継続的な運動」や「規則正しい運動習慣」が重要である。本研究においては、制作するゲームにおける使用者のプレイスタイル (プレイ頻度や一回あたりのプレイ時間、プレイする時間帯) が、そのようになるための検証も行う必要があると考えた。

## 2.4 ゲームにおけるキャラクターの成長について

高木らは、ゲームにおけるレベルアップによる数値上昇そのものに見出しユーザーの存在を指摘している [18]。そのようなプレイヤーは、レベルアップによりゲームが有利になることのみならず、努力によって数値が上昇することに楽しみを見出している。一方で、平田ら [19] は、ゲーム内で単調なレベル上げを要求されることはプレイヤーの飽きに繋がることを指摘をしている。

上記のように、レベルアップや成長機能そのものに注力した研究や、プレイヤーの飽きに対して着目した研究は複数見られているものの、日ごとのプレイ時間帯や一回あたりのプレイ時間といったプレイスタイルに対して掘り下げたものは見られない。本研究においては、起立性調節障害に対して最適化することを目的とし、そうしたプレイスタイルに着目し、レベルアップ及びプレイヤーキャラクターの成長機能による影響の検証を行う。

### 3. 制作

横になった姿勢もしくは半身起こした姿勢、椅子に座った姿勢で行う下肢の運動を利用したスマートフォンでプレイする、横スクロールアクションゲームを制作した。プレイヤーの右膝上部に M5StickC を取り付け、動作を取得し、ゲームに反映する。

#### 3.1 実装要件および実装方法

本研究で制作したゲームの、実装要件と実装方法について、表 2 に示す。

表 2 実装要件と実装方法

| 実装要件                              | 実装方法                            |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 横になった姿勢もしくは半身起こした姿勢、椅子に座った姿勢で使用可能 | スマートフォンで実装することで、どの姿勢でも使用しやすくする  |
| 下肢の運動と連動                          | M5StickC をプレイヤーの右膝上部に取り付け、動きを検出 |
| 酔いや疲れを引き起こしにくいゲーム画面               | 2D で柔らかいデザインのゲーム画面              |
| プレイヤーごとの身体に合わせて調整可能               | 運動検出に用いる閾値をプレイヤーごとに設定可能         |



図 2 左：使用したセンサー 中央・右：センサー装着時の様子

椅子に座った姿勢で行う「足を胸に引き寄せる運動」及び「足を漕ぐ運動」という二つの下肢の運動を用いる。これらの運動は、ゲーム内のプレイヤーキャラクターの「ジャンプ及び攻撃動作」と「走る動作」が連動している。

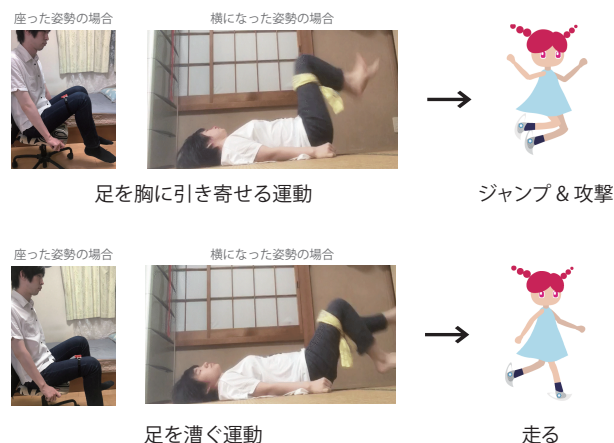


図 3 検出する運動とゲーム内キャラクターの動きの連動

#### 3.2 システム

本ゲームは、M5StickC または、M5StickC Plus（どちらも使用可能）と、Unity を使用して制作を行った。システム図を図 1 に示す。M5StickC はプレイヤーの右膝上部に取り付け、角度・加速度値をリアルタイムでゲームに送信する。使用したセンサー及び装着時の様子を図 2 に示す。M5StickC とスマートフォンは Bluetooth で接続する。M5StickC と UnityBLE を使用することで、M5StickC と Unity 間の Bluetooth 通信を実装した。Bluetooth 通信により、M5StickC で受信した値が Unity に送られ、ゲームに反映される。

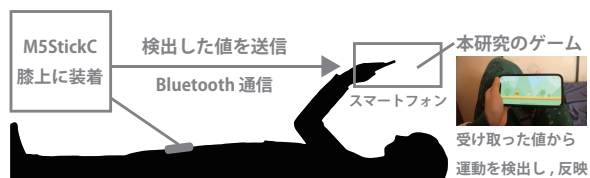


図 1 システム図

#### 3.3 ゲームに用いる動作

検出する運動と、ゲーム内のプレイヤーキャラクターの動きの連動について、図 3 に示す。図 3 の通り、制作したゲーム内では、横になった姿勢もしくは半身起こした姿勢、

#### 3.4 ゲームデザイン

本研究で制作したゲームは 2D の横スクロールアクションゲームであり、スマートフォンでプレイする。

##### 3.4.1 ゲームの遊び方

プレイヤーは、まず、足にセンサーを取り付け、ガイドに従って動きを行うことで、体型や姿勢に合わせてキャリブレーションを行う（図 4）。次に、遊びたいステージを選択し、ゲームを開始する（図 5）。



図 4 キャリブレーション手順

- 左上：手順 1. 遊ぶ際の姿勢を選択。
- 右上：手順 2. 指示に沿ってセンサーを取り付ける。
- 左下：手順 3. ジャンプの際の姿勢を取り、記録する。
- 右下：手順 4. 操作方法の確認。



図 5 ステージ選択画面

左：ワールド選択画面．5つの中から遊びたいものを選択する．  
 右：ステージ選択画面．各ワールドごとに収録された3つのステージの中から，遊びたいものを選択し，ゲームを開始する．

本研究で制作したゲームは，プレイヤーキャラクターを操作し，敵キャラクターや穴をジャンプで避けながらゴールまで走るといふ，シンプルなゲームである．道中，コインを拾うことや，敵を撃破することで所持金が上昇する．敵を1体撃破するごとに，3～7の経験値が蓄積され，プレイヤーキャラクターのレベルが上がり，プレイヤーキャラクターの走行速度や，弾数や弾の残存時間といった攻撃力のステータスが上昇する．レベルアップごとに起きるイベントと必要経験値を表3に示す．

表 3 レベルごとのイベントと必要経験値

| レベル | 走行速度 | 弾の残存時間 | 弾数 | 必要経験値 |
|-----|------|--------|----|-------|
| なし  | 0.40 | 3.10   | なし | 1     |
| 1   | 0.32 | 2.16   | 1  | 0     |
| 2   | 0.34 | 2.26   | 1  | 10    |
| 3   | 0.36 | 2.36   | 1  | 20    |
| 4   | 0.38 | 2.46   | 1  | 30    |
| 5   | 0.40 | 2.56   | 2  | 40    |
| 6   | 0.42 | 2.66   | 2  | 50    |
| 7   | 0.44 | 2.76   | 2  | 60    |
| 8   | 0.46 | 2.86   | 2  | 70    |
| 9   | 0.48 | 2.96   | 2  | 80    |
| 10  | 0.50 | 3.06   | 3  | 90    |
| 11  | 0.52 | 3.16   | 3  | 110   |
| 12  | 0.54 | 3.26   | 3  | 130   |
| 13  | 0.56 | 3.36   | 3  | 150   |
| 14  | 0.58 | 3.46   | 3  | 170   |
| 15  | 0.60 | 3.56   | 3  | 190   |
| 16  | 0.62 | 3.66   | 3  | 210   |
| 17  | 0.64 | 3.76   | 3  | 230   |
| 18  | 0.66 | 3.86   | 3  | 250   |
| 19  | 0.68 | 3.96   | 3  | 270   |
| 20  | 0.70 | 4.06   | 4  | 290   |
| 21  | 0.72 | 4.16   | 4  | 320   |
| 22  | 0.74 | 4.26   | 4  | 350   |
| 23  | 0.76 | 4.36   | 4  | 380   |
| 24  | 0.78 | 4.46   | 4  | 410   |
| 25  | 0.80 | 4.56   | 4  | 440   |
| 26  | 0.82 | 4.66   | 4  | 470   |
| 27  | 0.84 | 4.76   | 4  | 500   |
| 28  | 0.86 | 4.86   | 4  | 530   |
| 29  | 0.88 | 4.96   | 4  | 560   |
| 30  | 0.90 | 5.06   | 5  | 590   |

### 3.4.2 ゲーム内グラフィック

ゲームのグラフィックは，起立性調節障害患者の多い中高生という年齢を考慮し，設計を行い，ゲーム内のキャラクターや背景は，やわらかく温かみのあるデザインとした(図6)．



図 6 ゲームのキャラクター及び背景イラスト

また，ODの症状を考慮し，映像酔いしにくいように2Dの画面(図7)とした．



図 7 制作したゲーム画面

## 4. 実験

制作したゲームのプレイ時間や時間帯，頻度といったプレイスタイルがODの治療に適したものにすべく，「レベルアップ及びキャラクターの成長要素」という特定の要素に着目し，検証を行った．

### 4.1 実験要件

健康な20～23歳の男女9名(男性：3名，女性：6名)をレベルアップ要素有り群(男性：2名，女性3名)/無し群(男性：1名，女性：3名)の2群に分け，3週間にわたって，制作したゲームを提供した．期間中，参加者は任意の時間でゲームをプレイする．そのプレイ時間や時間帯，頻度といったプレイ状況を収集することで，レベルアップ要素が本ゲームのプレイスタイルに与える影響を検証した．

## 4.2 実験結果

測定した項目ごとに、結果を示す。

### 4.2.1 プレイ日数

各実験参加者のプレイ日数及び各群の平均値は表4、表5の通りである。平均プレイ日数はレベルアップ要素有り群の方が多くなっている。

表4 レベルアップ要素有り群における各参加者のプレイ日数

| No | 性別 | 起動日数 |
|----|----|------|
| 2  | 女性 | 9    |
| 3  | 女性 | 5    |
| 5  | 男性 | 0    |
| 7  | 男性 | 5    |
| 8  | 女性 | 3    |
| 平均 |    | 3.6  |

表5 レベルアップ要素無し群における各参加者のプレイ日数

| No | 性別 | 起動日数(日) |
|----|----|---------|
| 1  | 男性 | 2       |
| 4  | 女性 | 2       |
| 6  | 女性 | 3       |
| 9  | 女性 | 0       |
| 平均 |    | 1.5     |

### 4.2.2 総プレイ時間及び一回あたりのプレイ時間

レベルアップ要素有り群と無し群における、総プレイ時間及び一回あたりのプレイ時間の平均値は表6、表7、図8の通りである。総プレイ時間、一回あたりのプレイ時間の平均は、ともに要素有り群の方が多くなっている。

表6 レベルアップ要素有り群における各参加者の総プレイ時間(分)・一回あたりのプレイ時間の平均値(分)

| No | 性別 | 総プレイ時間 | 一回あたりのプレイ時間 |
|----|----|--------|-------------|
| 2  | 女性 | 74     | 8           |
| 3  | 女性 | 26     | 5           |
| 5  | 男性 | 0      | 0           |
| 7  | 男性 | 14     | 14          |
| 8  | 女性 | 11     | 3           |
| 平均 |    | 25     | 6           |

表7 レベルアップ要素無し群における各参加者の総プレイ時間(分)・一回あたりのプレイ時間の平均値(分)

| No | 性別 | 総プレイ時間 | 一回あたりのプレイ時間 |
|----|----|--------|-------------|
| 2  | 男性 | 8      | 4           |
| 4  | 女性 | 5      | 5           |
| 6  | 女性 | 23     | 7           |
| 8  | 女性 | 0      | 0           |
| 平均 |    | 9      | 3           |

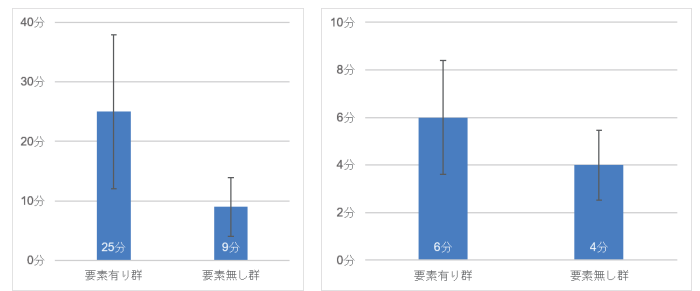


図8 左：レベルアップ要素の有無と総プレイ時間の平均(分)  
右：一回あたりのプレイ時間の平均(分)

### 4.2.3 各週あたりのプレイ時間の平均

レベルアップ要素有り群と無し群における、週あたりのプレイ時間の平均値は図9の通りである。各週におけるプレイ時間の平均は、要素有り群の方が多くなっている。要素無し群において、また、3週目にゲームをプレイした参加者はいなかった。

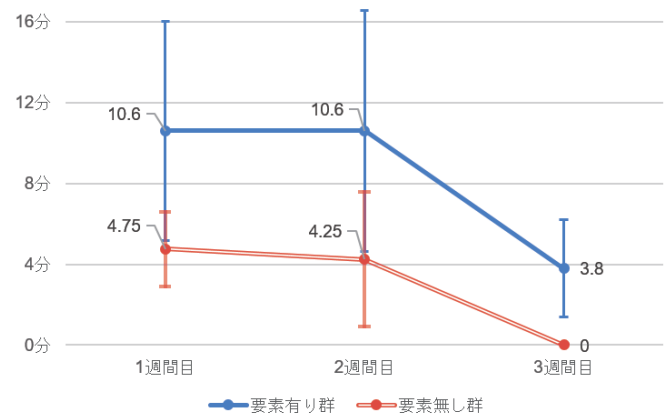


図9 レベルアップ要素の有無と各週のプレイ時間の平均(分)

### 4.2.4 各プレイヤーのプレイ時間帯

期間中、2回以上ゲームをプレイした参加者について、各参加者のプレイ時間帯の平均時間帯とその標準誤差を表8、表9に示す。各群における、プレイ時間帯の誤差範囲の平均値は、要素無し群の方が小さいものの、どちらの群もプレイヤー内でのばらつきが大きくなっている。

表8 レベルアップ要素有り群における各参加者のプレイ時間帯とその標準誤差

| No | プレイ時間帯の平均 | 最も早かった回 | 最も遅かった回 | 標準誤差    |
|----|-----------|---------|---------|---------|
| 2  | 19:20     | 17:17   | 20:07   | 0:17:58 |
| 3  | 19:33     | 13:25   | 22:27   | 1:39:44 |
| 8  | 21:07     | 16:35   | 23:36   | 2:16:21 |
| 平均 |           |         |         | 1:24:41 |

表 9 レベルアップ要素無し群における各参加者のプレイ時間帯とその標準誤差

| No | プレイ時間帯の平均 | 最も早かった回 | 最も遅かった回 | 標準誤差    |
|----|-----------|---------|---------|---------|
| 1  | 19:36     | 18:47   | 20:25   | 0:49:00 |
| 6  | 2:27      | 1:34    | 3:10    | 0:28:25 |
| 平均 |           |         |         | 0:38:42 |

### 4.3 アンケート調査

実験終了後、ゲームの内容やプレイした理由、しなかった理由にまつわるアンケート調査を実施した。アンケートには、参加者のうち8名が回答した。

#### 4.3.1 ゲームの難易度

ゲームの難易度について、1（簡単）～5（難しい）の5段階で回答する質問にて調査を行った。8名の回答結果をまとめると、図10の通りである。図10の通り、4と回答したものが最も多く、5名になっている。回答者の8名のうち、7名が4または5と回答しており、多くの実験参加者がゲームを難しいと感じていることがわかる。

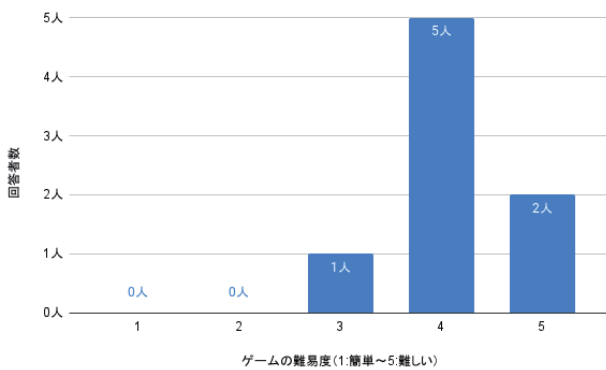


図 10 ゲームの難易度についてのアンケート結果

また、要素有り群無し群ごとの平均値は、図11の通りである。要素有り群の方が、わずかに難易度が高いと感じていることがわかる。

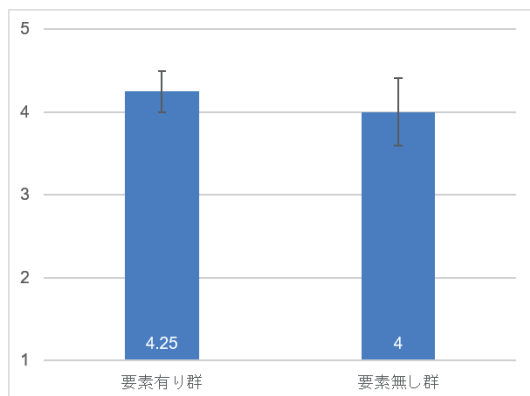


図 11 レベルアップ要素の有無とゲームの難易度についてのアンケート結果

#### 4.3.2 運動の大変さ

運動の大変さについて、「ゲーム内で行う運動（横になって1分間足を漕ぐ動き）をゲーム無しで行ったときの大変さを10としたとき、ゲームがある場合の運動の大変さはどの程度ですか。」という質問項目で、0～20の21段階で回答するアンケートを行った。結果は、図12の通りである。図12の通り、最も数値が高いもので、9となっており、いずれの参加者も、ゲームがあった方が運動の大変さが減少すると考えていることがわかる。

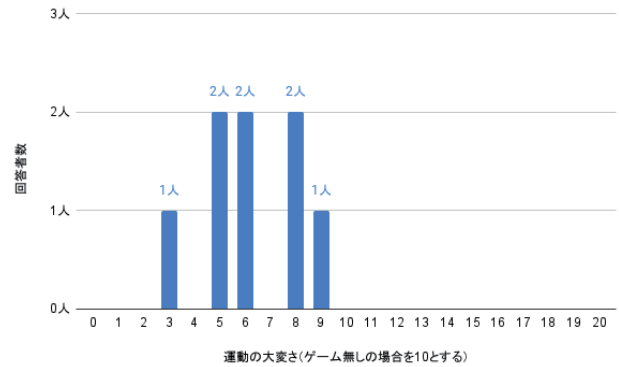


図 12 ゲームがある場合の運動の大変さについてのアンケート結果

また、要素有り群無し群ごとの平均値は、図13の通りである。要素有り群の方が、より運動を大変であると感じていることがわかる。

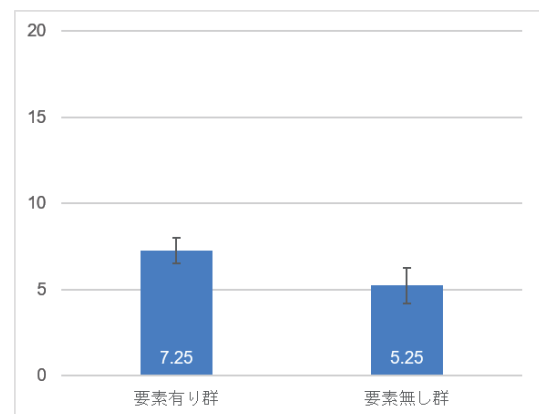


図 13 レベルアップ要素の有無とゲームがある場合の運動の大変さについてのアンケート結果

#### 4.3.3 ゲームをした理由・しなかった理由

ゲームをした理由・しなかった理由について、「どのような時にゲームをプレイしましたか?」という質問項目と、「『プレイしなかった』方にお尋ねします。プレイできなかった/しなかった理由があればお聞かせください。」という質問項目で、自由記述にて回答するアンケートを行った。

### どのような時にゲームをプレイしたか

ゲームの起動回数が一回以上の参加者について、「どのような時にゲームをプレイしましたか?」という質問項目に対する回答内容を表 10 に示す。表 10 から、No.2, 3, 4, 6 の 4 名の参加者が生活リズムに合わせてゲームの時間を取っていたことがわかる。この 4 名のうち、3 名は、起動日数が 3 日以上と、参加者全員の起動日数の平均値 2.67 日を上回っている。また、参加者の中で、起動日数が一番多い参加者と二番目に多い参加者もここに含まれる。

表 10 どのような時にゲームをプレイしたか

| No | 群   | 性別 | どのような時にゲームをプレイしたか                           |
|----|-----|----|---|
| 1  | 無し群 | 男性 | 日中運動する気があるとき（起動日数 2 日）                      |
| 2  | 有り群 | 女性 | 夕方風呂に入る前（起動日数 9 日）                          |
| 3  | 有り群 | 女性 | 朝/寝る前（起動日数 5 日）                             |
| 4  | 無し群 | 女性 | 朝起きたとき（起動日数 1 日）                            |
| 6  | 無し群 | 女性 | 足がむくんでいるなど感じた時/運動不足を感じた時/主に夜が多かった（起動日数 3 日） |
| 7  | 有り群 | 男性 | 研究の手が空いたとき（起動日数 1 日）                        |
| 8  | 有り群 | 女性 | アプリが目に入って、デバイスがその場にあったとき（起動日数 3 日）          |

### プレイできなかった・しなかった理由

プレイしなかった・できなかった参加者について、「『プレイしなかった』方にお尋ねします。プレイできなかった/しなかった理由があればお聞かせください。」という質問項目に対する回答内容を表 11 に示す。表 11 から、一部の参加者は、モチベーションの維持に関する課題や忙しさが原因となって、ゲームをプレイしなかった・できなかったことが伺える。

表 11 プレイできなかった/しなかった理由

| No | 群   | 性別 | プレイできなかった/しなかった理由   |
|----|-----|----|---|
| 1  | 無し群 | 男性 | 全くプレイしなかったわけではなかったが、時間が取れたとしても運動へのモチベーションの観点で深夜や早朝などの時間帯のプレイは避けていた。（起動日数 2 日） |
| 9  | 無し群 | 女性 | 授業課題が忙しく、ゲームをする時間を作ることができなかった。（起動日数 0 日）                                      |

#### 4.3.4 ゲームに関する感想及び改善してほしい点

最後に、ゲームに関する感想や改善してほしい点に関して、自由記述のアンケートを実施した。アンケート結果を表 12 に示す。表 12 から、回答のあった 6 名の参加者全てがゲームの難易度が高いまたは操作が難しいと感じており、うち No.2, 3, 6, 7 の 4 名がそれによってモチベーションが低下したと回答している。難しさの要因に、操作

性を挙げている参加者は No.2, 3, 5, 6, 7 の 5 名がおり、本ゲームの操作性及び運動検知やキャリブレーションの精度に問題があることが考えられる。

表 12 ゲームに関する感想、改善してほしい点

| No | 群   | 性別 | ゲームに関する感想、改善してほしい点   |
|----|-----|----|--|
| 1  | 無し群 | 男性 | 難易度が高めと感じたため、中継地点（失敗してもその地点からリスタートできる）をコースの 1/4 毎など、複数設置してもよいと感じた。   |
| 2  | 有り群 | 女性 | ジャンプしながら前に進む事が難しく、地面と地面の間を飛び越えるのが難しかった。また、飛んでる敵の倒し方が分からず、結局ワールド 1 のステージ 1 までしかクリアできなかった。もう少し難易度を下げた方が達成感を感じやすくなり、毎日プレイするモチベーションが上がる気がした。 |
| 3  | 有り群 | 女性 | 操作が難しく進められなかったためモチベーションが低下したように思う。   |
| 4  | 無し群 | 女性 | ゲーム内でジャンプをする動作が難しいと感じた。  |
| 6  | 無し群 | 女性 | 空中を飛ぶ敵にすぐ当たってしまいゲームのクリアが難しかった。動かし方のコツを掴む前に疲れてしまった。寝ながらでも運動しようと言う意識は少し高まった。イラストが可愛くて癒され、親しみをもちやすかった。                                      |
| 7  | 有り群 | 女性 | 意外と疲れるので、クリアするまでのコースが短くて助かった。たまにキャリブレーションがうまくいかず、プレイを断念してしまう時があった。   |

#### 4.4 考察

これらの結果から、レベルアップ要素の存在は、ゲームの総プレイ時間や起動日数に対して、ポジティブな影響を与えると考えられる。週ごとのプレイ時間に対しても、要素有り群の方が多くなっているものの、どちらの群も、週の経過とともにプレイ時間が減少しているため、ゲームの継続性に関しては大きな影響はなかったと考えられる。ただし、3 週目において、ゲームをプレイした参加者は、全て要素有り群の参加者であったことから、レベルアップ要素が継続性においてもポジティブな影響を与えていることも考えられる。そのため、今後、期間を延ばし、参加者を増やした実験を行うことで、より精度の高い実験を行うことで、継続性について詳しく検証を行いたい。プレイ時間帯についても、参加者ごとにばらつきが大きいので、より参加者を増やし、詳しく検証を行う必要がある。OD の治療においては、なるべく毎日運動をする必要があるため、レベルアップ要素は OD の治療においてポジティブな影響

を与えることが考えられる。

ゲームの難易度や運動の大変さについては、レベルアップ要素が有る群の方が若干高くなっている。これは、一回あたりのプレイ時間が要素有り群の方が多くなっていることも考えられるが、レベルアップ要素がゲームを複雑化している影響も考えられる。また、難易度が上がった要因に、レベルアップによるプレイヤーキャラクターの走行速度の変化が考えられる。レベルアップにより、プレイヤーの入力が変わらずに走行速度が上昇することは、より敵にぶつかりやすくなることや、より落下しやすくなることに繋がる。このことが、プレイヤーのゲームの操作に対する慣れを妨げ、ゲームを難化させている可能性もある。ただし、この走行速度の変化は大きなものではなく、レベル1時点でのキャラクターの走行速度は要素無し群のキャラクターの走行速度よりも遅くなっている。今後、走行速度のバランスも含めた難易度に関する検討を行う必要があると考える。

プレイした理由・しなかった理由に関しては、ゲームをプレイする時間を生活リズムに上手く組み込むことができた参加者がより多くゲームを起動していると考えられる。生活リズムに運動をする時間を組み込むことは、ODの治療においても重要な点であるため、うまく組み込んでプレイできるよう、様々なアプローチを検討する必要がある。また、起動日数が最も多かった参加者及びその次に多かった参加者はともに生活リズムの中でゲームをプレイする時間を取ることができた参加者であり、どちらもレベルアップ要素有り群の参加者である。これらのことから、レベルアップ要素がこうしたプレイ習慣にもポジティブな影響を与えていることも考えられるが、参加者ごとにばらつきが大きいいため、より参加者を増やし、詳しく検証を行う必要がある。

また、4.3.4の結果から、本ゲームは操作性に問題があることがわかり、これがゲームの難易度を増加させ、モチベーションの低下を招いたと考えられる。そうしたことから、過度に高い難易度や、Exergameにおけるセンサー感度の悪さは、プレイヤーのモチベーションの低下を招くと推測できる。

## 5. おわりに

本研究では、起立性調節障害の長期化防止に向けたシリアスゲームを制作している。本稿においては、ゲーム内のレベルアップ要素の有無による、プレイヤーのプレイ時間、プレイ時間帯、プレイ頻度といったプレイスタイルに与える影響を検証した。検証の結果、本研究で制作したゲームにおいて、レベルアップ要素の存在は、プレイヤーの総プレイ時間やプレイ日数に対してポジティブな影響を与えることがわかった。ODの治療においては、なるべく毎日規則正しく運動をすることが求められるため、レベルアッ

プ要素の存在は、ODの治療においてポジティブな影響を与えることが考えられる。一方で、本研究で制作したゲームは、操作性やセンサーの感度の問題があり、そのことがゲームの難易度を上昇させ、プレイヤーのモチベーションを低下させたことが示唆された。

今後の展望として、より期間を長く、参加者を増やした実験の実施や、操作性及び難易度を改善したゲームの作成が挙げられる。また、本研究はレベルアップ要素に着目し、検証を行ったが、よりODの治療に最適化したゲームを作成すべく、キャラクターのカスタマイズ要素やシナリオ要素といった別の要素に着目した検証も行い、それらを統合することも検討している。また、本研究は健康な男女を対象に実験を行っているため、実際のOD患者を対象に実験を行うことで、よりODに最適なゲーム要素を検証することが必要であると考えられる。

## 参考文献

- [1] 嘉時柳本. シンポジウム 4-1 起立性調節障害とデコンディショニング：運動の重要性を語ろう. 子どもの心とからだ = Journal of Japanese Society of Psychosomatic Pediatrics : 日本小児心身医学会雑誌, Vol. 29, No. 4, pp. 413-415, 02 2021.
- [2] Hitomi Miyazaki, Wataru Kurihara, Xu Han, Saki Sakaguchi, and Kumiko Kushiya. Development of exergame to resolve deconditioning in children with orthostatic dysregulation. In *ACM SIGGRAPH 2022 Posters*, SIGGRAPH '22, New York, NY, USA, 2022. Association for Computing Machinery.
- [3] 真智子福富, 一今井, 七重今井. 運動による起立性調節障害児の自律神経系の変化の検討. 小児保健研究 = The journal of child health, Vol. 64, No. 2, pp. 308-315, 03 2005.
- [4] 石優子. 起立性調節障害児の正しい運動のためのエルゴメーターの開発. 2019.
- [5] 石優子, 柳本嘉時, 吉田誠司, 金子一成. 起立性調節障害に対する運動療法：ナラティブ・レビュー. 子どもの心とからだ, Vol. 30, No. 4, pp. 546-549, 2 2022.
- [6] 松隈浩之, 藤岡定, 中島 愛他. 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 IPSJ journal : 論文誌ジャーナル, Vol. 53, No. 3, pp. 1041-1049, 2012.
- [7] 韓旭. 車いす利用者の運動を支援する車いすデバイスのシステム開発とその応用の検討. PhD thesis, 東京都立大学, 2021.
- [8] Hassan Ali Khan, Murayyiam Parvez, Suleman Shahid, and Asbar Javaid. A comparative study on the effectiveness of adaptive exergames for stroke rehabilitation in pakistan. No. LBW044, pp. 1-6, April 2018.
- [9] Kevin G. Stanley, Ian Livingston, Alan Bandurka, Robert Kapiszka, and Regan L. Mandryk. Pinizoro: A gps-based exercise game for families. In *Proceedings of the International Academic Conference on the Future of Game Design and Technology*, Futureplay '10, p. 243-246, New York, NY, USA, 2010. Association for Computing Machinery.
- [10] James J. Lin, Lena Mamykina, Silvia Lindtner, Gre-



- gory Delajoux, and Henry B. Strub. Fish'n'steps: Encouraging physical activity with an interactive computer game. In *Proceedings of the 8th International Conference on Ubiquitous Computing, UbiComp'06*, p. 261–278, Berlin, Heidelberg, 2006. Springer-Verlag.
- [11] Samantha Finkelstein, Andrea Nickel, Tiffany Barnes, and Evan A. Suma. Astrojumper: Motivating children with autism to exercise using a vr game. In *CHI '10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '10*, p. 4189–4194, New York, NY, USA, 2010. Association for Computing Machinery.
- [12] Karina Caro. Exergames for children with motor skills problems. *SIGACCESS Access. Comput.*, No. 108, p. 20–26, jan 2014.
- [13] Chia-Hsu Huang, Ko-Chiu Wu, and Kuei-Ru Chou. Musictongue: A tongue-training exergame design for the older adults. In *Extended Abstracts of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '22*, New York, NY, USA, 2022. Association for Computing Machinery.
- [14] Liam Mason, Kathrin Gerling, Patrick Dickinson, Jussi Holopainen, Lisa Jacobs, and Kieran Hicks. Including the experiences of physically disabled players in mainstream guidelines for movement-based games. In *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '22*, New York, NY, USA, 2022. Association for Computing Machinery.
- [15] Florian Mueller and Katherine Isbister. Movement-based game guidelines. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '14*, p. 2191–2200, New York, NY, USA, 2014. Association for Computing Machinery.
- [16] Kathrin Maria Gerling, Matthew Miller, Regan L. Mandryk, Max Valentin Birk, and Jan David Smeddinck. Effects of balancing for physical abilities on player performance, experience and self-esteem in exergames. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '14*, p. 2201–2210, New York, NY, USA, 2014. Association for Computing Machinery.
- [17] Andrew Macvean and Judy Robertson. Ifitquest: A school based study of a mobile location-aware exergame for adolescents. In *Proceedings of the 14th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, MobileHCI '12*, p. 359–368, New York, NY, USA, 2012. Association for Computing Machinery.
- [18] 幸一郎高木, 洋史富安, 真人雨宮. ロールプレイングゲーム (rpg) の戦闘バランスにおける成長を考慮した心理的要素の解析. *ゲームプログラミングワークショップ 2001 論文集*, Vol. 2001, No. 14, pp. 183–186, 10 2001.
- [19] 夏南平田, 陽介中村, 浩司三上, 邦雄近藤. Rpg におけるキャラクタ成長タイミングとモチベーションに関する研究. *映像情報メディア学会技術報告*, Vol. 41.12, No. 0, pp. 197–200, 2021.