

# ゲーミフィケーションを活用した筋肉トレーニング機器の開発と評価

2020SC065 大野 流星 2020SC080 杉本 龍弥

指導教員：奥村 康行

## 1 はじめに

近年、コロナの影響による自宅で可能なトレーニングを始める人が増加している。筋肉トレーニングを適切に行うことは健康に良い影響を与える。参考文献[1]のように、心血疾患、がん、糖尿病などにかかるリスクを10%から17%低減することができる。

しかし、適切な筋肉トレーニングを始めるきっかけや、実行に移すモチベーションができない 継続の困難さ、やり方がわからないなどの理由から、筋肉トレーニングを初めて1年後も継続している割合は4%以下と低い結果が出ている。

近年、スマートフォンやPCなどの普及によりゲームに触れている人が増加している。そこで、筋肉トレーニングとゲームデザイン要素を組み合わせ、ユーザエンゲージメントや使いやすさを向上させるゲーミフィケーションを活用することで筋肉トレーニングの質や意識向上を目的とし、上記の問題に対し有効な効果を期待できると考え研究を行った。

本研究では、UNITYとARDUINO および加速度センサを連結して実験を行う。加速度センサで検知した角度から、キャラクターの動きを操作するため、最小限タイムラグが感じられないように、ゲーム内で数値を変えていく必要がある。また、最適な筋肉トレーニングのフォームに近づけていくゲーム案を算出するとともに、モチベーション向上のための要素も取り入れていく必要がある。

## 2 先行研究

先行研究と関連研究について述べる。

### 2.1 先行研究におけるフィードバック内容

先行研究では、筋肉トレーニング初心者を対象とし、中谷ら[4]のSスケール(図1)による筋疲労の心理指標と心拍の生理指標と併用しトレーニング量を推定し計測している。

表1 中谷らのSスケール

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
自覚的強度	かなり余裕	余裕	少し効いてきた	効いてきた	かなり効いてきた	もう限界
活動筋の状態		鍛えている部分がかんじられる	鍛えている部分が少し重たく感じる	鍛えている部分が重たく感じる	鍛えている部分がかかなり重たく感じる	これ以上動かすことができない

### 2.2 ミッション BINGO 機能

ミッション BINGO 機能(図2)では、ゲーミフィケーション要素の「挑戦, 可視化」と対応している。筋肉トレーニングのメニューおよび難易度が色別で格納されたものを利用し、ユーザ自身でクリア判定を行うものである。[3]ここにPvP機能持たすことにより、ゲーミフィケーションにおける動機付けの「ソーシャル(インタラクション)」に対応している。

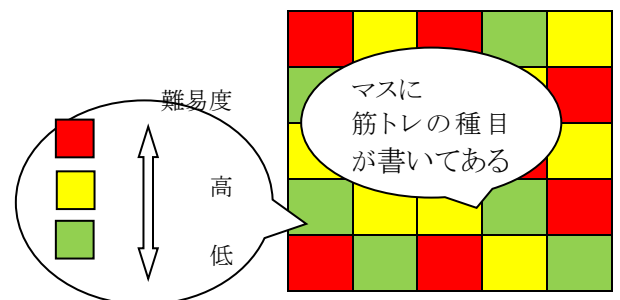


図1 ミッション BINGO 機能

## 3 先行研究の課題と解決方法

先行研究と本研究との差異について述べる。

### 3.1 先行研究の課題

先行研究[3]では、筋肉トレーニングを行い図2のミッション BINGO 機能の達成を自身で判断するものである。自身で可否を判断するのは、不正による目標達成が可能という点や研究目的である行動意欲を高めるものにはつながらないという課題がある。行動意欲を高めるというのは困難な事であり、人に合わせた報酬、トレーニング内容を与える必要があるなど今後改善すべき課題の1つである。

### 3.2 先行研究との差異と解決方法

本研究では、行動意欲のようなチベーションに関するものは短期間で成果を出すのは困難であると判断したため、筋肉トレーニングの質に着目して実験を行った。ここで質とは、理想的なフォームで、適切な時間をかけ適切な回数行うことをいう。GY-521 センサを使用し腕を最適な角度へ誘導することや、重量、回数を適切に設定し筋肉トレーニングを行う人に合わせることでスコアを付けることでゲーミフィケーション要素の可視化、目標、ソーシャルと対応させ質の向上を図る。

先行研究の自身で筋肉トレーニングを行いミッション

BINGO 機能のゲームに自分自身で入力する課題に対し、本研究ではゲーム内で筋肉トレーニングを理想のフォームで行えているか判断する。

#### 4 実験

本研究で行った実験についてこの章にまとめる。

##### 4.1 実験内容

GY-521 をダンベルもしくは、腕に装着する。Unity で作成したゲーム内に落ちているアイテムに合わせてダンベルもしくは、腕を動かすことでキャラクターが連動して動く。筋肉トレーニングを行う人はアイテムに合わせて筋肉トレーニングをしていきアイテムを回収しスコアを稼ぐ。筋肉トレーニングの種目はゲーム性に合い、腕周りの筋肉を鍛えることのできるサイドレイズを採用する。

センサを搭載した機器を取り付け、ゲームがある場合とない場合で撮影を行う。ゲームがない場合も測定することでゲーミフィケーションの有効性を証明する。ゲームありの場合は作成したゲームを使用し、ゲームなしの場合には画面を隠し、4 秒間で 1 回サイドレイズを行うようにする。筋肉トレーニングの内容、ゲーム画面推移などについては 4 節の通り行う。図 3 のように腕が上がった状態でできる脇付近の角度と、連動して動いたキャラクターの位置の計測を行い、設計値との誤差をグラフにすることで理想的なフォームに近づいているかの計測を行う。ゲームの有無で計測した値を比較し使用者にフィードバックすることで、より理想的なフォームに導くことを目標としている。また、アンケートを行うことでゲーミフィケーションの有効性を証明する。

##### 4.2 筋力トレーニングの回数について

参考文献[5]をもとにした自身が限界と感じる重量より軽い、中重量(仮に 20 キロが限界であるなら 12~14 キロなど 6、7 割の重量)で、6 回から 12 回程度行う。これを約 3 セット行い、セット間は 2 分から 5 分のインターバルを挟む。実際にトレーニングを行っている様子を以下に図 3 として示す。

ゲーム画面に回収したアイテムの数をスコアとして表示することで、ゲーミフィケーションにおける動機づけの、可視化(報酬)、目標(課題)と対応しており、他人とスコアを比べることでソーシャル(インタラクション)の要素と対応する。表 2 に本研究において対応するゲーミフィケーションにおける動機付けの要素をまとめる。

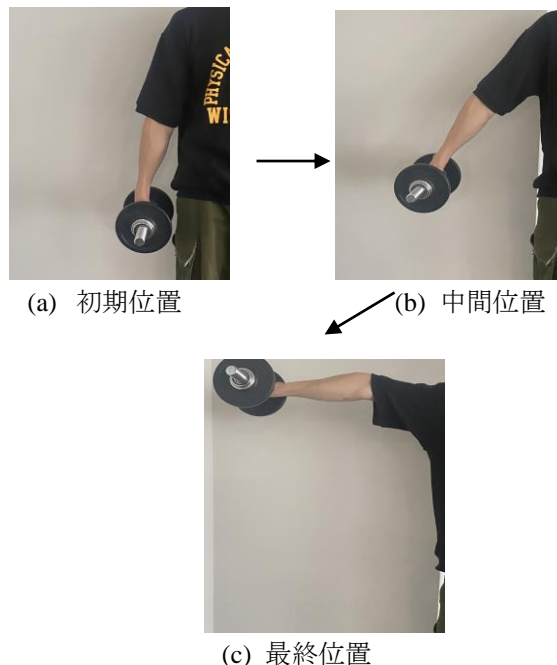


図 2 筋肉トレーニングの紹介

表 2 提案機能とゲーミフィケーション要素の対応表

提案機能	ゲーミフィケーション要素
スコア	報酬、目標、ソーシャル
ゲーム性	世界観
スコア、ゲーム性	可視化
ミニゲーム	目標、世界観

##### 4.3 筋力トレーニングの速度について

参考文献[6]より、筋肥大を目的とした筋力トレーニングについて、伸張性収縮局面(筋肉が伸びる際の動作)、短縮性収縮局面(筋肉が縮む動作)どちらかの状況においても、最大重量の 60%程度の負荷で筋力トレーニングを行っていた場合、それぞれの局面での動作が 1-3 秒程度なら、筋肥大に与える影響に差異はないとわかっている。つまり、一回の筋力トレーニングの速度は、2-6 秒にする必要があるということが、参考文献から得ることができた。本研究では、腕をあげる時間:高さを維持する時間:腕を下す時間=2:1:2 になるように筋トレを行う。

##### 4.4 ゲームについて

作成したゲーム画面は 6 個ありゲーミフィケーション要素を満たすものになっている。以下に作成したゲーム画面の図を示す。

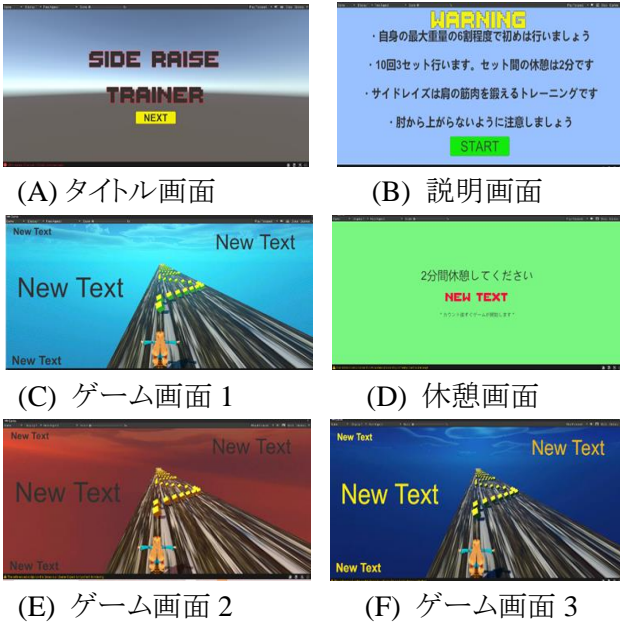


図3 ゲーム画面推移

ゲーム画面は(A)から(E)の流れで進み、(E)と(F)の間に(D)の休憩が挟まれる。図4の(C)、(E)、(F)のようにキャラクターの初期位置は左側になっており、ゲーム開始と同時にキャラクターは自動で前に進み、腕が上がるにつれ右に移動するようプログラムされている。図3のようなトレーニングを行い配置されているレーンを回収するゲームになっている。

## 5 実験結果

実験の結果について以下にまとめる。

### 5.1 制作機器の検証実験

実際に実験を始める前に、開発したゲームとセンサの正確性を計測した。はじめは回収するレーン5個でゲームを作成したが、18度毎で腕の変化を計測することになり、キャラクターに大きな動きの変化がなく正確性に欠けていたため、レーンを少しずつ増やしていき7個が最適であると判断し適用した。また、5個よりレーンが少ないと前述の問題が発生するが、7個より多いとキャラクターの動きが滑らかすぎてゲームに集中できないという支障が出たことから7個のレーンが最適であると判断した。以下にレーン5個の場合と7個の場合での計測結果をまとめる。

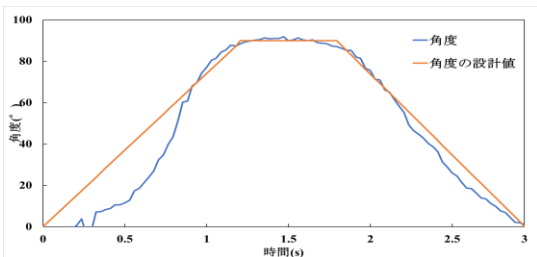


図4 レーン5個での角度の設計値と実際の角度

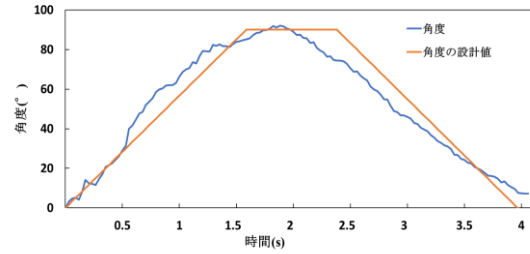


図5 レーン7個での角度の設計値と実際の角度

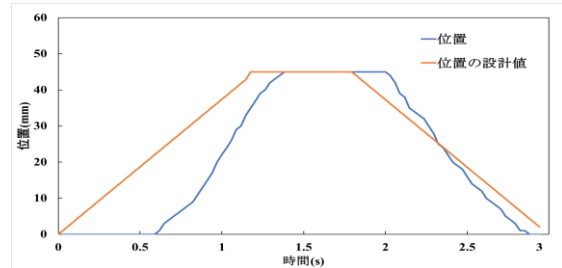


図6 レーン5個でのキャラクター位置の設計値と実際の位置

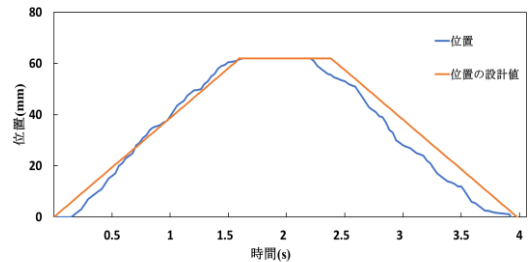


図7 レーン7個でのキャラクター位置の設計値と実際の位置

上記の図からわかるようにレーン5個の場合よりレーン7個の場合の方がシミュレーションした設計値に近いことが分かった。多少のズレが見られるものの、人間的要素を考慮し、上記のグラフは信頼してよいと判断した。以後レーンの数は7個で実験を行う。

### 5.2 筋トレフォームの測定結果

筋トレの速度など上述にある条件下で複数人実験を行った。今回は代表者1人の結果を載せる。ゲームなしでの実験結果を以下に示す。

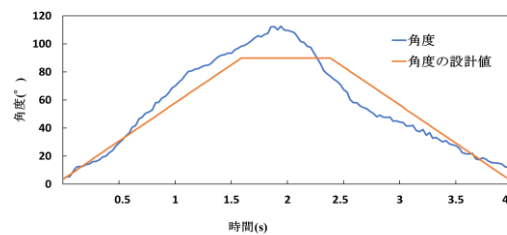


図8 被験者Aのゲームなしでの角度の設計値と実際の角度

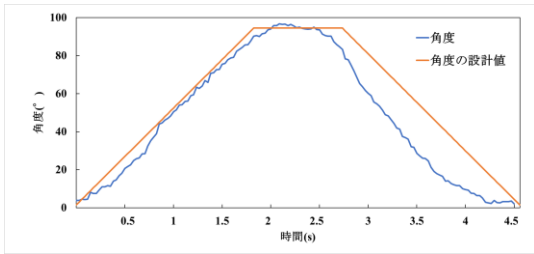


図9 被験者Aのゲームありでの角度の設計値と実際の角度

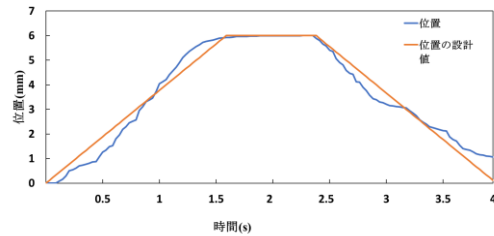


図10 被験者Aのゲームなしでのキャラクター位置の設計値と実際の位置

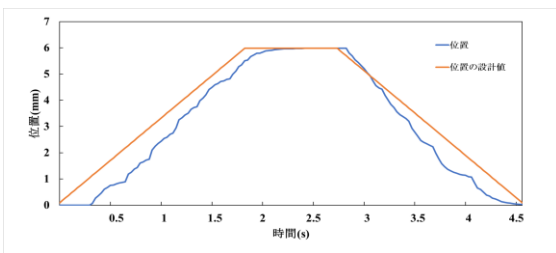


図11 被験者Aのゲームありでのキャラクター位置の設計値と実際の位置

上記の図や、他の被験者の実験の結果より、ゲームなしの場合、腕が上がりすぎていることや、理想の時間よりも1回のトレーニングの速度が遅いことが分かった。ゲームありでは見られない傾向であり、ゲームの有効性が確認できた。

### 5.3 アンケート結果

ゲームがある場合とない場合で利用者に楽しいと感じたかなどのアンケートを実施した。その結果を以下に示す。

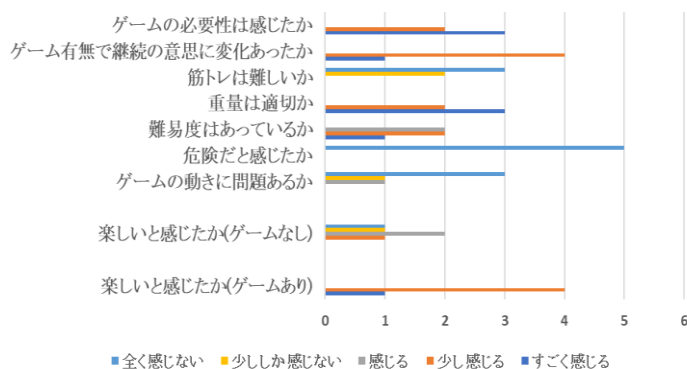


図12 アンケート結果

ゲームありの方が楽しさを感じ、継続の意欲をあげる結果が得られ、改善の余地はあるもののゲーミフィケーションの有効性を確認することができた。

## 6 おわりに

実験後の課題は2つある。1つ目は十分な時間を確保することができなかった点である。筋肥大に着目する上で、目に見える変化を得たかったが機器などの開発により、短期間で成果を求めるのは困難であった。またゲーミフィケーションを活用することで使用者の意欲をどれだけ上げることができるのかという問題も十分な期間を設けて行うべき今後の課題である。

2つ目の問題点はアンケート内容である。今回の実験ではゲームありとなしの場合での楽しさなどの有無をアンケートすることでゲーミフィケーションの有効性を確認したがより良い結果に繋げるため今後もアンケートの改善は必須である。

## 参考文献

- [1] 門間陽樹, 川上諒子, 本田貴紀, 澤田亨, “筋トレ活動は主要な非感染性疾患の低い発症リスクおよび死亡率と関連する:コホート研究のシネマティックレビューおよびメタ解析”, *British Journal of Sports Medicine* (電子版), 2021.
- [2] 深田浩嗣, “ゲームにすればうまくいく〈ゲーミフィケーション〉9つのフレームワーク”, NHK出版, 2012.
- [3] 深堀悠人, 米村俊一, “筋力トレーニング支援システムー漸進性過負荷をガイドするフィードバック機能の提案”, 電子情報通信学会技術研究報告, pp.89-94, Jan. 2022.
- [4] 中谷敏昭, 寺田和史, 上英俊, 塩見玲子, 白石晃, 灘本雅一, “筋力運動で用いる自覚的疲労スケールの開発とトレーニングへの応用”, *体育測定評価研究*, vol. 2009, no.9, pp.23-31.
- [5] 谷本道哉, “成人期以降における筋への有効なトレーニング方法”, 大阪体育学会 52 回大会.
- [6] 光川真壽, “若齢者のレジスタンストレーニングにおける,動作速度が筋肥大に与える影響”, 2020-03-04.