

ゲーミフィケーションによる運動負荷への影響の検証

稲垣 憲人 (15814010)

ロペズ研究室

1.はじめに

世界保健機関憲章に「健康とは身体的・精神的・霊的・社会的に完全に良好な動的状態であることを指す」という健康の定義がある。しかし、多くの日本人は日常的に運動していないことが社会問題となっている。日本生命保険相互会社の調査によると、運動していない理由として「忙しくて時間がない」と答えた人が約5割と多く、同調査において週に1回以上運動をしている人は約3割しかいないのが現状である。一方、「忙しくて時間がない」はざであるが、スマートフォン普及に伴いゲームの利用者人口は増加している。そのため、ゲーム要素を導入することで運動へのモチベーションや継続性の向上を図るようなゲーミフィケーションの研究は盛んに行われている。しかし、個人の運動強度を増加させることに着目し、短時間で改善に適した運動量を確保することのできるゲーミフィケーションの事例は未だ少ない。

本研究では、運動するユーザーの運動時の運動量の増加速度を向上させるために、ゲーミフィケーションと脈拍計で構成する短時間で十分な運動量が確保可能なシステムの設計及び影響を検証するために、エクササイズゲームを試作した。

2.提案システム

2.1 運動の定量評価方法

運動を定量的に評価する尺度として、1分間の体重当たりの酸素摂取量を元にした運動強度(METs), METsに時間をかけて算出した運動量(EX, エクササイズ)の値を用いた。しかし、酸素摂取量を測定する装置は入手が難しいため脈拍数を用いて推定する。運動強度を表す方法には、%HRRと%VO2Rというものがある。%HRRは運動時の脈拍数をHR, 安静時の脈拍数HR_{rest}, 最大脈拍数をHR_{max}としたとき式(1)となる。%VO2Rは運動時の酸素摂取量をVO2, 安静時の脈拍数VO2_{rest}, 最大脈拍数をVO2_{max}としたとき式(2)となる。また運動強度の尺度である%HRRと%VO2Rは

ほぼ等しいためVO2に関して式(3)といえる[1].

$$\%HRR = (HR - HR_{rest}) / (HR_{max} - HR_{rest}) \quad (1)$$

$$\%VO2R = (VO2 - VO2_{rest}) / (VO2_{max} - VO2_{rest}) \quad (2)$$

$$VO2 = \frac{(HR - HR_{rest})(VO2_{max} - VO2_{rest})}{(HR_{max} - HR_{rest})} + VO2_{rest} \quad (3)$$

VO2_{rest}はMETsの算出に用いられている3.5 ml/kg/分を用いる。HR_{max}は他の研究でもよく用いられている年齢をageとした推定式(4)を用いる。VO2_{max}は式(5)による推定が可能である[2]。これらを用いることで脈拍数から運動強度METsを求めることが可能となる。

$$HR_{max} = 220 - age \quad (4)$$

$$VO2_{max} = 15 HR_{max} / HR_{rest} \quad (5)$$

2.2 エクササイズゲームの構成要素

試作したエクササイズゲームを図.1に示す。

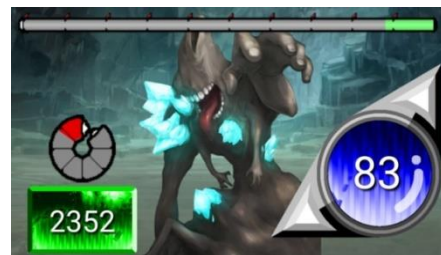


図.1 試作したエクササイズゲームの表示画面

利用素材:ジュエルセイバーFREE <http://www.jewel-s.jp/>

ゲームの構成要素には Points, Badges, Challenges, Levels, Prizes の5つのゲーム要素があり、特にモチベーションの向上に関連がある Challenge, Points, Badges の3要素を用いた[3]。以下に3要素の説明を述べる。

- Points : 仮想的な報酬
- Challenges : ゲームで成し遂げるべきタスク
- Badges : 異なるタスクを達成したときに1度だけ得られる特別な仮想的報酬

まず, Points 要素として運動時の脈拍数から得点を算出し画面左下に表示した。次に Challenges 要素として運動の状態から大中小の3種類のエフェクトを画面中央に表示した。高負荷の運動を行うほどに派手なエフェクトを表示することで視覚的に高負荷な運動が行えていることを示す。最後に Badges 要素として到達した

運動量に応じて画面中央に表示している敵キャラクターを切り替える機能を実装した。

3.実験方法

被験者 10 名に脈拍計付きのスマートウォッチを着用させ、0.5EX に達するまでエクササイズバイクを漕いでもらい、エクササイズバイクを用いた運動時の脈拍数を取得した。エクササイズバイクにスマートフォンを取り付け、スマートウォッチから取得した運動時の脈拍数と運動量 (EX) を 0.5EX までのゲージとして表示した。実験は 2 日に分けて実施し、ゲーミフィケーションを用いた表示法と用いない表示法の 2 つを各日に行った。また、システムの提示順による影響を取り除くために、被験者を 2 グループに分けて提示順を逆にした。

4.結果と考察

被験者 10 名中 3 名のデータにおいて、外れ値と考えられる結果が得られたため、実験結果の分析には上記データを取り除いた計 7 データを用いた。被験者の 7 名中 6 名は、提案システムを利用した際に運動量が 0.5 EX に達するまでの運動時間が短縮した。またウィルコクソンの符号付順位検定を行ったところゲーム要素を取り入れたシステムを用いる事による効果に有意傾向があると認められた ($p < 0.1$)。実験データを図 2 に示す。

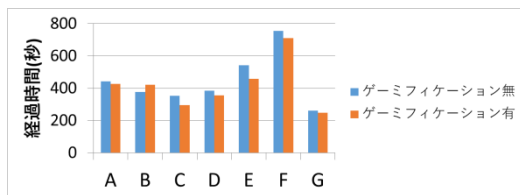


図 2. 0.5EX に到達するまでの経過時間

実験により、ゲーミフィケーションを導入したシステムを利用しエクササイズバイクを漕ぐことで運動時間が短縮される傾向が見られた。これは運動の評価を一定間隔ごとにエフェクトという形で示すことで高頻度に自分の運動を見直し負荷の高い運動を自発的に行ったためと考えられる。ただし 3 名がゲーミフィケーションの有無とは関係なく 1 回目の運動よりも 2 回目の運動の 0.5EX に到達するまでの運動時間が短縮された。大多数の被験者に、0.5EX に到達するまでの運動時間が短縮されたかどうかにかかわらず運動時の METs の

推移は個人ごとに近い推移をするという傾向が見られたが、この 3 名は運動開始直後から METs が大幅に上昇していき 0.5EX に素早く到達した。これは 1 回目の運動時に METs を上げるコツをつかんでしまい 2 回目の運動時に 0.5EX に到達するまでの運動時間が大幅に減少したためと考えられる。

5.まとめ

本研究では運動時の脈拍数を計測し、脈拍数の値を用いてゲームの要素を進行することで自発的に高負荷な運動を行わせることが出来ると考えゲーミフィケーションを取り入れたアプリケーションを開発しその効果を検証した。脈拍数によるゲーム要素の進行により、ゲーム要素を使わない場合に比べ 0.5EX に到達するまでの運動時間が減少した。しかし、ゲーム要素の有無にかかわらず 1 回目の運動よりも 2 回目の運動時の 0.5EX に到達するまでの運動時間が大幅に減少した人が一定数いた。今後は事前に漕ぎ運動の練習を行い習熟度の問題を解決できるよう実験フローを見直す。また、ランキング要素は先述のモチベーション向上に関連のある Points, Challenges, Badges の 3 要素を含んでおり、コツをつかんだ人であっても常に目標を持ち続けられるため効果的であると考えられるため運動強度を向上させるゲーム要素としてランキング要素を実装していきたい。

参考文献

- [1] fSwain DP, Leutholtz BC, "Heart rate reserve is equivalent to %VO₂ reserve, not to %VO₂max", *Medicine & Science in Sports & Exercise*(Volume 29 - Issue 3), pp410-414, 1997
- [2] Henrik Sørensen, Kristian Overgaard, Preben K.Pedersen, "Estimation of $\dot{V}O_2$ max from the ratio between HRmax and HRrest – the Heart Rate Ratio Method", *European Journal of Applied Physiology*(Volume 91, Issue 1), pp111-115, 1997
- [3] Elena Tuveri, Luca Macis, Fabio Sorrentino, Lucio Davide Spano, Riccardo Scateni : "Fitmersive Games: Fitness Gamification through Immersive VR", *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, pp212-215, 2016