

### 1. はじめに

近年、ゲームプレイ中の心拍数や脳波等を測定することで、ゲームをすることによる人間への影響の分析などが研究されている[1].

本研究では対戦型と協力型のゲームのプレイヤーの心拍数の変化の特徴を計測することで、感情の変化等が測定できるか分析を行う。

### 2. 昨年の卒業研究

本研究室の過去の卒業研究[2]では心拍数や発汗量を測ることによって、対人戦ゲームをプレイすると、試合開始前は心拍数や発汗量は共に落ち着いているが、試合開始後はともに上昇していくということが分かった。しかし心拍数や発汗量の変化の実験で被験者は1人でしか測ってないため、プレイヤーのプレイスタイル、味方の状況、性格等によって変化する可能性があると考えた。

### 3. 測定の方法

本研究では、協力や対戦を行っている2人に対して同時に心拍数の測定を行い、プレイの仕方や、性格、プレイヤーの状況などによってどのように心拍数が変化するか、さらに、心拍数が上昇したり下降したりする際の条件を考察する。

心拍数の測定には、図1の mio ALPHA という腕時計型の心拍計を使用した。



図1 mio ALPHA

また、毎秒の心拍数を記録するために図2の

Wahoo Fitness というアプリを利用し、iPhone にデータを記録し、CSV ファイルとして保存する。



図2 Wahoo Fitness

測定に使用したゲームは「大乱闘スマッシュブラザーズ for 3DS」である。選んだ理由として格闘ゲームは心拍数の変化が大きいこと、対戦と協力を、できるだけ同じ環境で実現できるということ、リプレイの撮影がゲーム内で可能で、見直すのが容易であるということである。

計測は2人ずつに協力してもらい、2対2のチームバトルでその2人が同じチームのときと、違うチームの時の2つの条件に絞り、計測を行った。

さらに、計測したデータを比較するために、C言語を用いて、CSVファイルに格納された心拍数データの時間を指定し、その範囲での2人の心拍数の相関の強さを調べるプログラムを作成した。

### 4. 相関係数

相関係数とは2つのデータ群に関連の強さがあるかどうかを表す指標であり、相関係数を  $r$ 、2つのデータ列をそれぞれ  $X$ 、 $Y$  として、

$$r = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

で求められる。

強さの目安として $\pm 0.7 \sim \pm 1$ ならば相関は強く、 $\pm 0.4 \sim \pm 0.7$ ならば相関の強さは中ぐらいであり、 $\pm 0.2 \sim \pm 0.4$ ならば相関は弱く、 $0 \sim \pm 0.2$ ならば、相関はないとされる。

### 5. 協力プレイと対戦プレイの心拍数の比較

取得したデータの例を図3、図4に示す。これらのデータを用いて、相関の強さを調べる。

作成したC言語のプログラムを用いて、同じ日に協力と対戦のそれぞれ3回のプレイを行ったデータの全体の相関の強さを表1に示す。

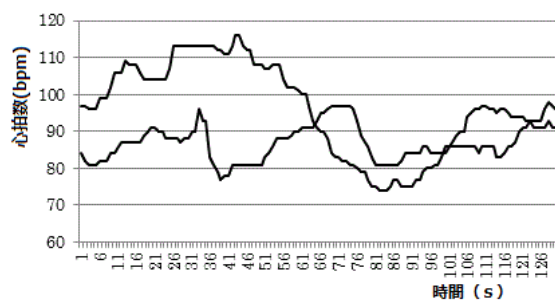


図3 協力プレイにおける心拍数の変化

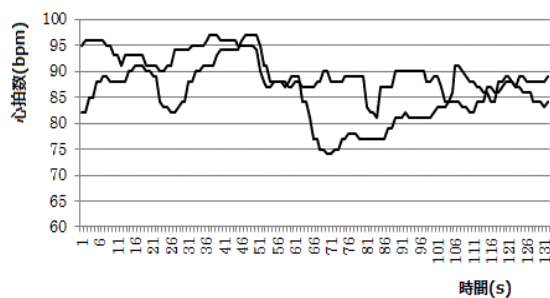


図4 対戦プレイにおける心拍数の変化

表1 協力/対戦プレイ時の相関係数

	相関係数		相関係数
協力プレイ 1回目	-0.257	対戦プレイ 1回目	-0.397
協力プレイ 2回目	-0.216	対戦プレイ 2回目	+0.328
協力プレイ 3回目	-0.069	対戦プレイ 3回目	+0.441

基本的に、協力プレイのときよりも対戦プレイのときのほうが、相関が強い傾向が見られた。

### 6. 考察

対戦の1回目のデータは片方のプレイヤーのチームが、もう片方のチーム相手に圧勝したときのデータであり、2回目と3回目は、ほぼ均衡した状態で対戦していた状態である。つまり、対戦においては、圧勝していると、負の相関が発生して、僅差でどちらが勝つかわからない状況になった場合は、正の相関が発生するのではないだろうか。

部分的に見てみると、協力時のプレイの中で相関が比較的強いのは、同じ敵に対して2人で戦っているときであり、互いが別の敵と戦っている時は相関の強さは弱いかもしれないことが多い。

対戦時のプレイの中では、お互いが戦っているときに相関が比較的強くなり、お互いが別の敵と戦っているときは相関の強さはお互いが戦っているときと比べ弱いことが分かった。

全体の相関の強さにおいて、対戦の方が強かったのは、協力プレイでは味方と役割分担を行うことが多く、結果的にはそれぞれ別の敵に対して戦う状況が多かったのではないだろうか。つまり、同じゲームをプレイしていても、それぞれが別のことをしている場合には、ほとんど影響し合わないということが分かった。逆に、対戦の場合は積極的に相手のプレイヤーと戦うことが多かったため、比較的相関が強くなる傾向にあったと考えられる。

### 7. まとめ

協力でも対戦でも、もう一人の行動によって、2人の心拍数は影響しあって変化することがあると判明した。つまり、ゲームプレイ時に、プレイヤー同士が影響しあって感情が変化していくということが分かった。

### 参考文献

- [1] R. Mandryk, Physiological Measures for Game Evaluation, Game Usability, Chapter 14, Morgan Kaufmann, 2008.
- [2] 佐藤, 心拍数によるゲームプレイヤーの感情の分析と可視化, 玉川大学卒業論文, 2013.