

# フロー理論を用いた音楽ゲームの要素が面白さに与える影響の分析

坂本 洸<sup>1</sup> 橋本 剛<sup>1</sup>

**概要:** コンピュータゲームの一つに音楽ゲームがある。音楽ゲームには様々な種類があるが、どれも音楽に合わせてプレイヤーがアクションを行い評価を得るという共通点を持ち、プレイヤーはリズムに乗る爽快感や達成感を楽しむことができる。譜面や楽曲に視点を当てた研究は行われているが、音楽ゲーム自体の面白さや、具体的にどのような設定が面白いのかなどについてはあまり行われていない。本稿では、音楽ゲームのどのような要素が面白さと関係が深いかをレーンとノーツの数に注目して実験により検証し、より面白くするために重要な要素を考察する。実験とフロー理論などによる考察の結果、面白さと関係が深い要素には熟練度ごとに異なるものと共通するものがあることが明らかになった。また、難しさと面白さは密接に関係しており、レーンの数は難しさに影響を及ぼしていること、熟練度によってはゲームを難しくする要素はゲームを面白く感じさせる可能性があることがわかった。

## Analysis of the influence that elements of music game give to interest using theory of flow

HIKARU SAKAMOTO<sup>1</sup> TSUYOSHI HASHIMOTO<sup>1</sup>

**Abstract:** Music game is a genre of computer games. There are various kinds of music games, and all have a common point that the player takes action and gets evaluation according to the music. The player feels refreshment by getting rhythm and sense of accomplishment. Although studies on music games mainly focused on music and chart, those didn't focus on interest of the music game itself and on what settings are interesting. In this paper, we examine experimentally what kind of element in music game is closely related to the interest using the number of lanes and the notes by experiment, and consider the important elements to make it more interesting. As a result of examination by experiments and consideration by theory of flow and so on, it became clear that there are several elements related to interest. They vary by skill level. In addition, it was found that difficulty and interest are closely related, the number of lanes is affecting the difficulty and elements that make the game more difficult may make the game more interesting depending on the level of skill.

### 1. はじめに

コンピュータゲームにおけるジャンルの一つに音楽ゲームがある。音楽ゲームには様々な機種があるが、ほとんどのゲームは音楽に合わせてプレイヤーがアクションを行い、そのアクションに対する評価を得るという共通点を持つ。そしてプレイヤーは音楽ゲームをプレイすることで音楽(リズム)に乗る爽快感、難しいアクションを華麗にこな

す達成感などを楽しむことができる。現在、音楽ゲームはアミューズメント業界の中で大きく市場規模を伸ばしている。また、スマートフォン向けの音楽ゲームの普及もあり、多くのゲームメーカーが音楽ゲームを面白くするための開発に取り組んでいる。しかし、音楽ゲームの根本的なゲームシステムはシンプルかつ共通であり、既存の物との差別化が課題となっている。

音楽ゲームに関する研究もいくつか行われており、アクションのタイミングを示した「ノーツ」の集合である「譜面」を機械学習で自動生成する研究 [1] などがある。しか

<sup>1</sup> 松江工業高等専門学校  
National Institute of Technology, Matsue College

し、作成された譜面に対する評価は良いものであるとは言えない。これは、音楽ゲームにおける面白さについての明確な指標がないことが原因の1つであると考えられる。また、譜面の面白さを脳波から測定する研究 [2] やプレイヤーの技術力を分析する研究 [3] なども行われているが、音楽ゲーム自体の面白さに関する研究はあまり行われていない。

そこで本研究では、音楽ゲームのシンプルなゲーム性の中でどのような要素が面白さと関係が深いのかを実験により検証する。また、面白さを評価する基準として、人が物事に没頭して楽しさや満足感を感じる際の条件を分類したフロー理論を用いる。そして実験結果より音楽ゲームを面白くするために重要な要素を考察する。

## 2. 音楽ゲーム

### 2.1 ルールの概要

音楽ゲームは、ゲームの進行に譜面を用いるものと、譜面を用いずに画面の状況を見てアクションを行うものの2つに大きく分けられる。音楽ゲームとしてはほとんどのものが前者に属し、代表的なものとして「太鼓の達人\*1」や「beatmania\*2」などが存在する。譜面を用いた音楽ゲームには共通する基本的な構成要素として「ノーツ」「レーン」「判定ライン」「入力デバイス」が存在する(図1)。また、これらが画面に表示されていないものでもそのように捉えることができる場合が多い。ノーツは音楽に合わせてアクションを行うタイミングを示した音符のようなものである。そして、このノーツの集合がリズムをどのような流れでとるかを決め、音楽用語と同じように「譜面」と呼ぶ。これはアクションゲームなどでの「ステージ」に該当する要素である。ノーツは画面の外から出現して、レーンに沿って判定ラインに向かって流れていく。そしてノーツが判定ラインに到達したタイミングでボタンを押すなど、対応する入力デバイスを操作する。そのタイミングが音楽と合っていればスコアが増えるなどの良い判定を得る。また、多くの音楽ゲームでは複数の判定が存在する。決められたタイミングに合っているほど良い判定を得て、タイミングがずれるほど増えるスコアが少ない、もしくは増えないなどの悪い判定を得る。高スコアを目指すなど、いかに良い評価を得るかを目標にプレイすることは音楽ゲームの楽しみ方の大きなひとつである。

### 2.2 構成要素ごとの特徴

また、これらの構成要素の違いがそれぞれの音楽ゲームの特徴を大きく左右する。

入力デバイスについては太鼓の達人やギターとドラムを

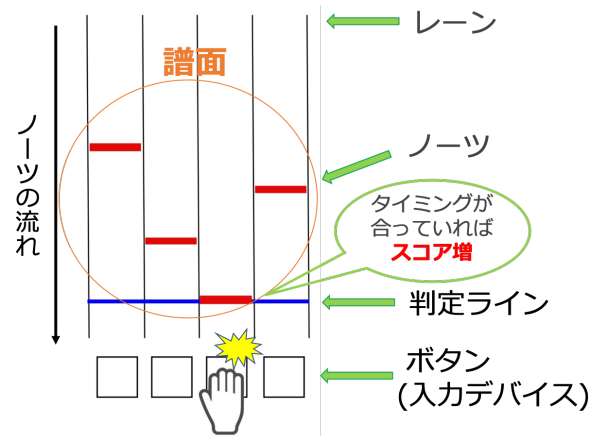


図1 譜面を用いた音楽ゲームの一般的な構成

Fig. 1 General composition of music game using chart

模した音楽ゲームである「GITADORA\*3」のように特定の楽器を模したものやそのゲーム独自の入力デバイスなど様々である。一方、パソコンではキーボード、スマートフォンではタッチパネルが用いられることが多い。ノーツについてはその大きさや形だけでなく、「このノーツではこの入力デバイスをこのように操作する」などアクションの提示を変えるために複数の種類のノーツを用いる音楽ゲームが多く存在する。例えば太鼓の達人では赤いノーツは太鼓の面を叩き、青いノーツは縁を叩く。レーンについては画面の多くの領域を占めるため、そのゲームの印象やノーツのアプローチを大きく変化させる要素である。レーンの向きによってノーツの流れる向きも変化したり、レーンに傾きを付けることでノーツが奥から迫ってくるような画面にしたりすることが挙げられる。判定ラインはレーンの終端へ配置されることが多い。

また、譜面自体も音楽ゲームにおける重要な要素である。譜面を難しくするためには、ノーツの数を増やすだけでなく、意図的に操作しにくいノーツの配置にすることが挙げられる。ほとんどの音楽ゲームでは1つの楽曲に対して複数の難易度の譜面が用意されており、初級者から上級者まで楽しむことができるようになっている。楽曲のどの音を譜面にするかというのも、譜面を作成する上で重要である。メロディを取るのか、ドラムやギターの音を取るのかなどは難易度や機種によって異なってくる。

このように、音楽ゲームと譜面は多くの要因によって特徴付けられている。

## 3. 関連研究

音楽ゲームでは、Donahueらの譜面を楽曲から自動生成する研究 [1] がある。これは楽曲のスペクトル画像からCNN[4]を用いてリズムの出現点を検出し、LSTM[5]でノーツの配置を設定するという手法を用いている。図2の左側が人が

\*1 BANDAI NAMCO Amusement Inc. 太鼓の達人シリーズ,2001-2019. Video Game.

\*2 Konami Amusement Co., Ltd. beatmania シリーズ,1998-2019. Video Game.

\*3 Konami Amusement Co., Ltd. GITADORA シリーズ,2013-2019. Video Game.

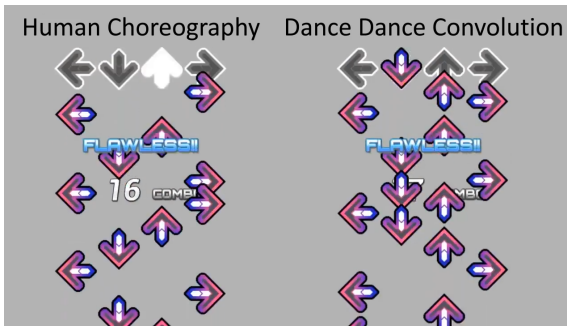


図 2 人が作成した譜面 (左) と自動生成された譜面 (右) ([1] より)  
Fig. 2 Human-created chart (left) and automatically generated chart (right) (from [1])

作成した譜面で、右が同じ楽曲を用いて自動生成された譜面である。これを見ると自動生成された譜面は人が作った譜面と似ているように見える。しかし、リズムの取り方が不自然であったり、ノーツの配置や出現タイミングに違和感が見られ、譜面としての評価は高いものとは言えないのが現状である。

また、生杉はプレイヤーの脳波を測定し、音楽ゲームの譜面と楽曲に対する「興味度」が上昇する要因を分析、分類を行った [2]。その際の興味度が上昇する要因は「連打操作が必要になる」「曲が変わった」「直前までと違う操作が必要になる」であった。

## 4. 研究の方針

上述したように、音楽ゲームに関する研究では、譜面や楽曲に視点を当てた研究は行われている。しかし、音楽ゲーム自体の面白さや、具体的にどのような設定の音楽ゲームが面白いのかなどについてはあまり研究されていない。そこで音楽ゲームの構成要素の中でも難易度やゲームの特徴を大きく左右すると考えられる「レーン」に注目する。このレーンの数を変えることで面白さや難しさに大きく変化が現れるのではないかと考えられる。また、譜面の難易度を変えることは、ノーツの数を変えることで実現できる。よって本研究では、レーンの数とノーツの数に注目し、これらの要素を変化させた複数パターンの音楽ゲームを用意する。そして音楽ゲームの面白さや難しさを変化させ、その特徴を実験によって調査する。

## 5. 面白さの評価方法

面白さについて評価を行う際の一般的な手法として被験者に対するアンケートがある。しかし、本研究では面白さをより細分化する必要がある。単純に面白かったかどうかを聞くような抽象的なアンケートでは面白さを明確に評価することは難しい。そこで「フロー理論」に基づきより面白さを細分化したアンケートを作成した。本章ではフロー理論の概要と作成したアンケートについて説明する。

## 5.1 フロー理論

フロー理論はアメリカの心理学者である Mihaly Csikszentmihalyi が提唱した理論である [6]。これは、人間が「フロー」という経験を通してより複雑な能力や技能を持った人間へと成長していく過程を理論化した「人間発達のモデル」であり、「モチベーションの理論」である。フローは自己の没入感覚を伴う楽しい体験のことを指し、人がそのときしていることに完全にのめり込んでいて、夢中で没頭している状態のことを指す。人はフロー状態にあるとき、高い集中力、楽しさ、満足感などを体験する [7]。これらは音楽ゲームをプレイしているときの状態においても当てはまると考えられる。また、フロー理論ではフロー状態となる要因の特徴を以下の 8 つに分類している。

- (1) 達成できる見通しのある課題に取り組んでいるときに生じる
- (2) 自分のすることに集中できている
- (3) 明確な目標がある
- (4) 直接的なフィードバックがある
- (5) 意識から日々の生活の気苦労や欲求不満を取り除く、深いけれども無理のない没入状態
- (6) 自分の行為を統制している感覚を伴う
- (7) 自己についての意識は消失するが、フローの後では自己感覚はより強く現れる
- (8) 時間の経過の感覚が変わる

これらの分類についても、音楽ゲームのルールやプレイしているときやプレイ後の状態に当てはまると言える。例えば、「明確な目標がある」や「直接的なフィードバックがある」などは、ゲームのスコアをそのように捉えることができる。また、「集中できている」や「没入状態」、「統制している感覚」などはプレイ中の、「フロー後の自己感覚」はプレイ後の状態である。

## 5.2 アンケートの作成

玉越らは格闘ゲームにおける対戦相手の違いによるゲームの楽しさの分析を行う際、プレイヤーのゲームプレイ中の主観評価のためにフロー理論に基づいたアンケートを作成し、実験を行った [8]。玉越らの行ったアンケートと、上述したフロー状態となる要因として分類された項目を参考に、本実験で用いるアンケートを作成した。アンケートの質問項目を以下に示す。また、以降では括弧の中の略称で示す。

- (1) ゲームに没頭、集中できていた (没頭, 集中)
- (2) ゲームを操れている感覚、統制感があつた (統制感)
- (3) 達成感があつた (達成感)
- (4) 爽快感があつた (爽快感)
- (5) ゲームが刺激的だつた (刺激的)
- (6) ワクワクした (ワクワク)
- (7) 普段と時間の経過が変わつたように感じた (時間経過)



図 3 作成した音楽ゲーム (2 レーン)  
 Fig. 3 Created game(2lanes)



図 4 作成した音楽ゲーム (4 レーン)  
 Fig. 4 Created game(4lanes)

表 1 各判定の判定幅

判定名	判定幅 (± ms)	配点倍率 (%)
PERFECT	0~50	100
GREAT	51~90	80
GOOD	91~130	50
MISS	131~	0

(8) 思い通りのプレイができた (思い通り)  
 そしてアンケート結果から, どのような場合にフロー状態になりやすいのか, 熟練度によってフロー状態となる要因に違いがあるのかなど面白さの変化について調査する.

## 6. 実装

### 6.1 ゲーム本体の作成

実験環境として, レーン数の調整を考慮した音楽ゲームを Unity を用いて作成した. レーンの数に「2 レーン (図 3)」「4 レーン (図 4)」「6 レーン (図 5)」の 3 種類を用意した. また, レーンには傾きをつけて, ノーツが奥から迫ってくるような画面構成にした. 入力デバイスには一般的なパソコン用キーボードを用いて, 1 レーンにつき 1 つのキーを割り当てた. 作成したゲームでは既存の音楽ゲームを参考にして判定の種類を 4 種類用意し, 評価が良い順に「PERFECT」「GREAT」「GOOD」「MISS」とした. 指定されたタイミングに合っているほど良い評価となる. そして, その判定が得られる指定されたタイミングとのズレの許容時間の幅を「判定幅」と呼ぶ.

次に, 被験者の技術を見るためのゲームスコアの設定について説明する. ゲームでは, 結果画面でスコアと各判定ごとのその判定を得たノーツ数を表示するようにした. スコアは各パターンごとに最大値を 100 万点とした. また, 最も高評価である PERFECT の際のノーツ 1 つあたりのスコアは 1,000,000/そのパターンの総ノーツ数として, 全てのノーツで PERFECT の判定を得た場合 100 万点となるようにした. PERFECT 以外の判定を得たときは, PERFECT のノーツ 1 つあたりのスコアに判定ごとに指定した倍率を乗算した値がその判定でのノーツ 1 つあたりのスコアとなる. 表 1 に各判定とその判定幅, 配点倍率を示す.

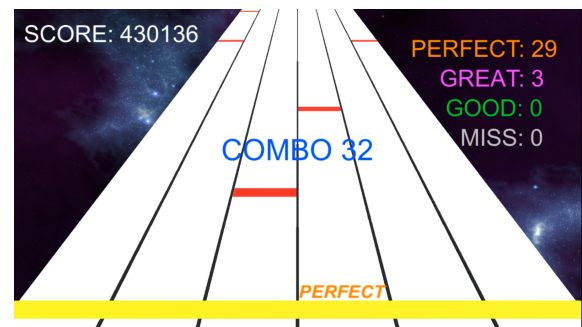


図 5 作成した音楽ゲーム (6 レーン)  
 Fig. 5 Created game(6lanes)

また, 多くの音楽ゲームでは一般的に「ハイスピード」と呼ばれるノーツの流れる速度を変更することができるオプションが存在する. これを速くすることでノーツ同士の間隔が広くなり, 譜面が見やすくなるということが知られている. 一方, 速く流れるノーツに反応する能力が必要になり, 一般的に初級者はこの速度を低めにし, 上級者は速くする傾向にある [9]. このようにノーツの流れる速度を高くすることを慣用的な表現で「ハイスピードを上げる」, ノーツの流れる速度を低くすることを「ハイスピードを下げる」と言う. 小原の研究 [3] でも, 熟達者が最大限のパフォーマンスを得るための知覚時間 (ノーツが出現してから判定ラインに到達するまでの時間) は 0.5 秒から 0.6 秒で, 初心者は 2 秒以上の知覚時間を与えないと満足にプレイできないという結果であった. また, これは曲自体の速度を変えるのではなく, ノーツの流れる速度のみを調節しているという点に注意する必要がある. このハイスピードはプレイヤーの熟練度や個人によってプレイしやすい速度が異なるため, 各々が適切なハイスピードを設定する必要がある. よって作成したゲームでも, それぞれの被験者がプレイしやすい状態で実験を行うためにハイスピードの調節機能を実装した. 図 6 はハイスピードを 1(遅め)にした際の, 図 7 はハイスピードを 4(速め)にした際のプレイ画面である. これらは同じ譜面であるが, ハイスピードが低いとノーツが詰まっていてどのノーツを見れば良いかわかりにくい, 高いとノーツの間隔が空いてわかりやすくなっていることが



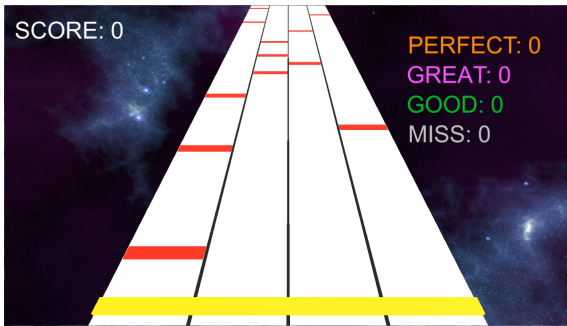


図 6 ハイスピードを 1(遅め)にした場合  
Fig. 6 Case that high speed is set to 1 (late)

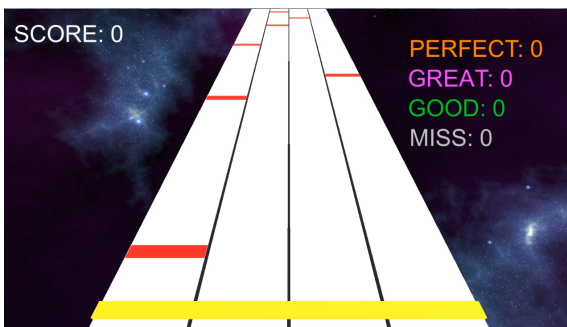


図 7 ハイスピードを 4(速め)にした場合  
Fig. 7 Case that high speed is set to 4 (early)

わかる。

## 6.2 譜面の作成

譜面は「簡単」「普通」「難しい」の3つの難易度をそれぞれのレーン数ごとに作成した。よって、レーンの数が3種類、譜面の難易度が3種類で合計9パターンのゲームを用意した。楽曲は全ての譜面で同一の20秒程度のフリー音源<sup>\*4</sup>を使用した。譜面の作成にはUnityで作成された譜面エディタ「NoteEditor<sup>\*5</sup>」を用いた。譜面の構成は「簡単」は4分音符まで、「普通」は8分音符まで、「難しい」は16分音符までのリズムを取るようにして難易度が高くなるほどノーツの総数を多くした。また、レーン数は異なるが難易度が同じである譜面同士では、譜面による面白さの変化がなるべく現れないようにするため、ノーツの総数や譜面の傾向を揃えながら作成した。例えば2レーンで左側のレーンにノーツがある場合は4レーンでも左側の2レーンのどちらかにノーツを配置するようにした。

## 7. 実験1 レーン数とノーツ数の違いによる面白さの変化

### 7.1 実験内容

5章で実装した9パターンのゲームを熟練度が異なる被験者にプレイしてもらい、面白さを評価するアンケートを

<sup>\*4</sup> otosozai.com <http://www.otosozai.com>

<sup>\*5</sup> setchi/NoteEditor <https://github.com/setchi/NoteEditor>



図 8 実験の様子(2レーン)  
Fig. 8 State of experiment(2lanes)

実施した。被験者は19歳～21歳の学生10名で行った。被験者には各パターンを1～3回程度プレイしてもらい、順序の効果を相殺するため被験者ごとにランダムな順番で行った。その際に5章で示したフロー理論に基づいて作成したアンケートを全パターンで回答してもらった。回答には5段階評価を用いた。加えて、パターンごとに全体での「難しかった順」「面白かった順」を1位から9位まで順位付けをしてもらった。実験の様子を図8に示す。

### 7.2 実験結果

まず被験者の熟練度ごとの分類を行った。熟練度が高い方から「上級者」「中級者」「初級者」として、ゲームスコアの広がりが大きかった難易度「難しい」の平均スコアを元に以下の表2の通りに分類した。表3に全被験者の難易度「難しい」の平均スコアと分類を示す。その結果、上級者が4人、中級者と初級者は3人だった。

フロー理論に基づいたアンケートとは別に行った「難しかった順」と「面白かった順」の結果を元に、熟練度ごとに各ゲームでのそれぞれの順位の平均を調べた。図9に初級者、図10に中級者、図11に上級者の「難しかった順」と「面白かった順」の順位平均を示す。縦軸は最も面白かったパターンを9、最も面白くなかったパターンを1としたときの各ゲームの順位平均値を表し、横軸は最も難しかったパターンを9、最も簡単だったパターンを1としたときの各ゲームの順位平均値を表す。図11より上級者は難しかったものほど面白かったと感じていたと思われる。一方、中級者と初級者にはそのような傾向は見られなかった。

また、全体での「難しかった順」の順位は表4のようになり、同じ難易度ではレーン数が多くなるほど難しくなる傾向となった。加えて、6レーンの難易度「普通」は2レーンの難易度「難しい」よりも難しいという評価を得たように、レーン数の差が譜面の難易度の差を上回るというケースも見られた。

次に各パターンごとの総合的な評価を見るために、熟練度ごとにフロー理論に基づいたアンケートの全質問項目の平均評価を計算した。(図12)左のグラフから難易度が簡単、普通、難しいのグラフで、縦軸は平均評価の評価値を、横

表 2 熟練度の分類基準

Table 2 Classification criteria of proficiency

平均スコア (難易度「難しい」)	熟練度
0~799999	初級者
800000~949999	中級者
950000~1000000	上級者

表 3 被験者のスコアと熟練度の分類

Table 3 Subject's score and classification of proficiency

被験者名	平均スコア (難易度「難しい」)	分類
A	991674	上級者
B	971073	上級者
C	968479	上級者
E	957970	上級者
J	926735	中級者
G	903533	中級者
F	808251	中級者
D	761736	初級者
H	629514	初級者
I	373668	初級者

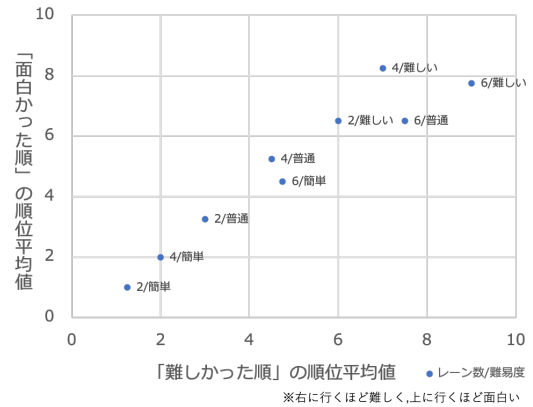


図 11 上級者の各ゲームの順位平均値

Fig. 11 Ranked average value of each game by expert

表 4 全体での「難しかった順」の順位

Table 4 rank of "order of difficulty" in the whole

順位	レーン数/難易度
1	6/難しい
2	4/難しい
3	6/普通
4	2/難しい
5	4/普通
6	6/簡単
7	2/簡単
8	4/簡単
9	2/簡単

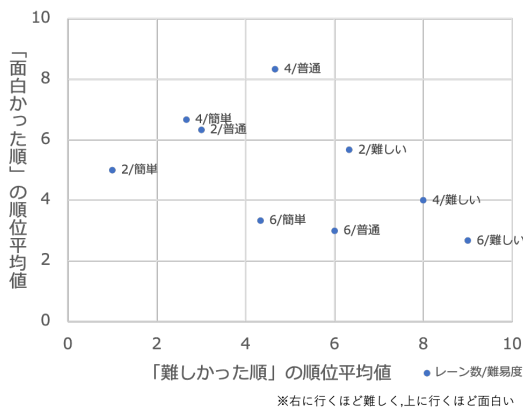


図 9 初級者の各ゲームの順位平均値

Fig. 9 Ranked average value of each game by beginner

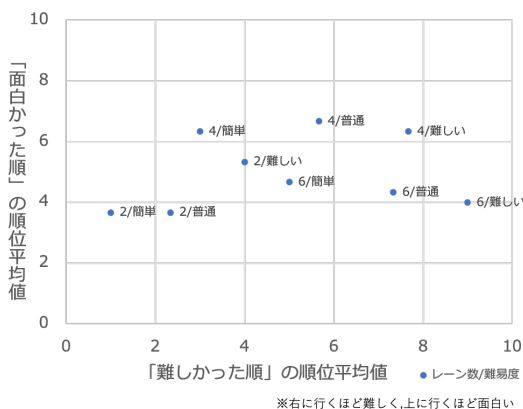


図 10 中級者の各ゲームの順位平均値

Fig. 10 Ranked average value of each game by intermediate

軸はレーン数を表す。中級者と初級者は4レーンで難易度「普通」、上級者は4レーンで難易度「難しい」のパターン

がそれぞれ最高評価を得て、4レーンほどの熟練度でも高評価の傾向となった。また、初級者は「難しい」ではレーンが多いほど低評価で、上級者は「簡単」と「普通」でレーン数が少ないほど低評価となった。

これを踏まえ、評価の高かったパターンのゲームでは熟練度によって面白さを感じる部分に共通点や違いがあるのではないかと考えた。図13に初級者と中級者の4レーンで難易度「普通」、図14に上級者の4レーンで難易度「難しい」の質問項目別の平均評価を示す。全ての熟練度で共通して「没頭,集中」と「思い通り」の質問項目は高い値となった。また、熟練度によって評価の違う項目があることもわかった。初級者は「統制感」「刺激的」、中級者は「達成感」「爽快感」、上級者は「統制感」「達成感」の項目で高い値を得ていた。

### 7.3 考察

質問項目別の評価より、高評価のゲームでは「没頭,集中」と「思い通り」は共通して高い値を得た。このことより、音楽ゲームではゲームが単調にならず集中することができ、かつ思い通りのプレイができることがフロー状態になる上で重要な要素であると考えられる。今回の実験環境では、4レーンはそのバランスが取れていたため高評価を得たと考えられる。また、初級者と中級者では「爽快感」や「刺激的」

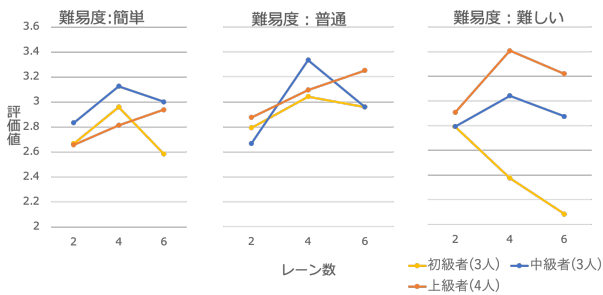


図 12 各パターンのゲームでの全質問項目の平均評価

Fig. 12 Average evaluation of all question in the game of each pattern

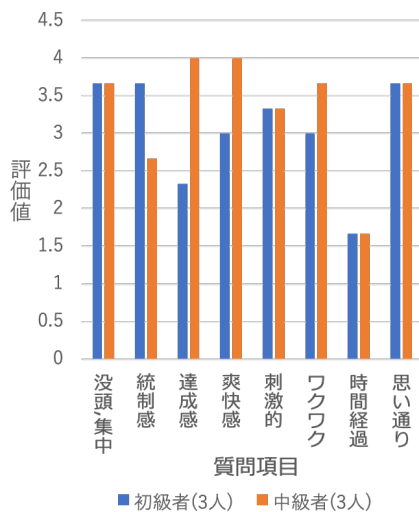


図 13 4レーンで難易度「普通」の項目別評価

Fig. 13 Itemized evaluation of difficulty level "normal" on 4 lanes

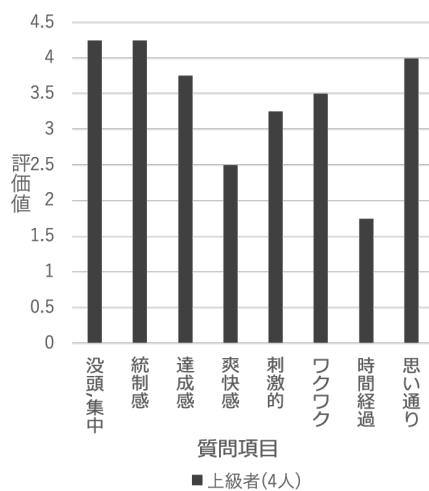


図 14 4レーンで難易度「難しい」の項目別評価

Fig. 14 Itemized evaluation of difficulty level "hard" on 4 lanes

など雰囲気や体感的な部分が、上級者は「統制感」や「達成感」などゲームの結果につながる要素が面白さに深く関係する可能性があることがわかった。このことから、熟練度によって面白さに深く関係してくる要素が変化するのは

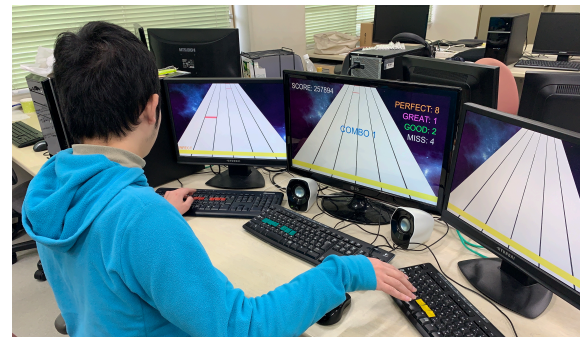


図 15 作成した 18 レーンの音楽ゲームと実験の様子

Fig. 15 Created game of 18 lanes and state of experiment

ないかと推測した。

難しさと面白さの関係については、レーン数が難しさに影響を及ぼしていることがわかった。また、上級者はゲームが難しいほど面白いと感じていたと思われる。よって難しいゲームで「統制感」や「達成感」があると面白いと感じるのではないかと推測する。このように、熟練度によっては難しさは面白さと捉えることができるのではないかと考えられる。これらを踏まえて、もしレーン数を極端に増やしたら違った面白さや難しさがあるのではないかという疑問が生じた。

## 8. 実験 2 極端にレーン数を増やした場合

### 8.1 実験内容

7章の実験後、通常では見られないような極端にレーン数を増やした場合にどのような面白さや難しさがあるのかを検証する実験を行った。実験環境として3台のディスプレイを用いて1画面につき6レーン表示させ、18レーンの音楽ゲームを作成した。実験の様子を図15に示す。入力デバイスには1台のディスプレイにつき1台、合計3台のキーボードを使用し、実験1と同様に1つのレーンにつき1つのキーを割り当てた。また、どこに手を動かすかをわかりやすくするため、使用するキーにはビニールテープを貼り、ホームポジションにあたるキーには加えて凹凸で目印をつけた。譜面は6レーンまでのものと同様の傾向で「簡単」「普通」「難しい」の3種類を作成した。本実験は実験1の被験者のうち5名に実施し、上級者3名(ACE)と中級者2名(GJ)であった。そして実験1と同様にゲームをプレイしてもらい、アンケートを行った。アンケートはフロー理論に基づいたものに加え、「面白かったかどうか」、「難しかったかどうか」、「違う面白さがあったか」「違う難しさがあったか」を回答してもらった。

### 8.2 実験結果

実験結果では、実験を行った上級者3名を「熟練度の高い被験者」、中級者2名を「熟練度の低い被験者」として分類した。図16に2レーンから6レーンまでも含めた被験者5



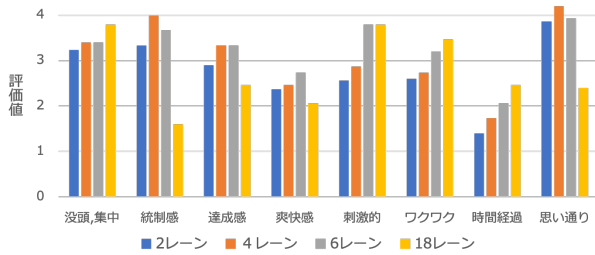


図 16 レーン数ごとの各質問項目の平均評価

Fig. 16 Average rating of each question by number of lanes

名のレーン数ごとの各質問項目の平均評価を示す。レーン数が多くなるほど「没頭,集中」「ワクワク」「刺激的」「時間の経過」の項目が高くなる傾向にあった。一方,18レーンでは「統制感」「思い通り」の項目は大きく減少した。

ゲームに対する評価は熟練度の高い被験者からはとても難しく,かつ面白いという評価を得た。「違う面白さがあったか」の質問には以下のようなコメントが挙げられた。

- 頭をフル回転させている感覚だった
- 正確に指を動かす必要があったこと
- 挑戦しがいがある
- 別物のゲームとして面白い

また,「違う難しさがあったか」の質問には以下のようなコメントが挙げられた。

- 入力が難しい
- 視線移動が広い
- 認識が追いつかない

一方,熟練度の低い被験者からは,難しすぎて面白くないという評価だった。「違う面白さがあったか」の質問には,面白くなかった理由として以下のようなコメントが挙げられた。

- キーボードに操作に関係ないキーがあるせいでどこを押すのかわからなかった
- リズムに乗れなかった

また,「違う難しさがあったか」の質問には以下のようなコメントが挙げられた。

- 視野を広くしないとノーツが見えない
- キー同士が離れている点
- モニターを挟んだ入力

### 8.3 考察

レーン数を増やすことはゲームをより刺激的なものにして面白くもするが難しくもすると考えられる。また,18レーンのゲームでは腕を大きく動かす必要があるためキーボードは入力デバイスとして不適切であり,よりゲームを難しくした原因になったと考えられる。しかし,熟練度の高い被験者は「統制感」や「思い通り」がなくとも面白く感じたため,この難しさや認識の難しさを面白さと捉えることができたと推測する。一方,熟練度の低い被験者は

この難しさが面白さを妨げてしまったと考えられる。これは,より直感的な画面や入力デバイスを導入し操作しやすいものによって改善され,熟練度の低いプレイヤーでも楽しめるようになると考えられる。

## 9. まとめと今後の展望

本研究では音楽ゲームの面白さをレーンとノーツの数に注目してフロー理論に基づき検証した。その結果,面白さに関係が深い要素には熟練度ごとに異なるものと共通するものがあることが明らかになった。また,難しさと面白さは密接に関係しており,レーンの数は難しさに影響を及ぼしていることがわかった。そこでレーン数を極端に増やした場合にどのような面白さや難しさがあるかを検証し,熟練度によってはゲームを難しくする要素はゲームを面白く感じさせる可能性があることがわかった。

今回はレーンとノーツに注目した検証を行ったが,より面白さを分析するためにはそれ以外の要素についても視点を当てた検証をする必要があると考えられる。今回行った実験を含めた検証結果より,面白さの指標の検討をして自動生成された譜面や実際の音楽ゲームの評価に用いて有用性を確かめたい。

## 参考文献

- [1] Chris Donahue, et al.: Dance Dance Convolution, Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning, PMLR70: pp.1039-1048, 2017.
- [2] 生杉直也: プレイヤーの脳波分析によるリズムゲームのレベル設計支援, 東京工科大学卒業論文, 2011.
- [3] 小原卓也: 視線追従装置を用いたリズムアクションゲームにおけるスキルの分析, 北陸先端科学技術大学院大学修士論文, 2010.
- [4] Y. LeCun, et al.: Gradient-based learning applied to document recognition. Proc. of the IEEE, pp 2278-2324, 1998
- [5] Hochreiter, S, et al.: Long Short-Term Memory, Neural Computation, Vol. 9, No. 8, pp.1735-1780, 1997
- [6] Mihaly Csikszentmihalyi, Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention. New York: Harper/Cejllins pp.107-126, 1996
- [7] Asakawa, K.: Flow experience, culture, and well-being : How do autotelic Japanese college students feel, behave, and think in their daily lives? Journal of Happiness Studies, 11, pp.205-223, 2010
- [8] 玉越勢治ら: fNIRS を用いた対戦型ゲームのエンタテインメント性の初期的検討～対人間と対コンピュータにおける比較～, 情報処理学会研究報告エンタテインメントコンピューティング, pp.35-41, 2006
- [9] リョフイ:ハイスピードと譜面認識,”<http://www.geocities.co.jp/HeartLand-Asagao/4096/ron4.html>”, accessed 2019-02-02,