

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 24 日現在

機関番号：33302

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22615043

研究課題名（和文） テレビ・ゲームの印象と難易度を変化させるための音楽設計方法に関する研究

研究課題名（英文） A Study on the Design of Music for Varying the Impression and Difficulty Level in Video Games

研究代表者

山田 真司（YAMADA MASASHI）

金沢工業大学・情報フロンティア学部・教授

研究者番号：10200742

研究成果の概要（和文）：複数の知覚実験を実施し、それらの結果を統合することで、音楽を構成するパラメータ、音楽の印象、ゲームの印象、ゲームの遂行成績の間の機序を定量的に明らかにした。このことによって、ゲーム音楽のための科学的設計指針が得られ、求めるゲームの印象および難易度を実現するためには音楽のどのパラメータをどのように設定すれば良いか推定することが可能になった。

研究成果の概要（英文）：In the present study, several perceptual experiments were conducted. The results of the experiments were integrated to reveal the mechanism among the parameters which construct music, the impression of music, the impression of video games, and the performances of the video games, quantitatively. The mechanism suggested the scientific strategy for designing game music, and it enabled us to estimate how the values of the parameters of music should be varied for realizing a given impression and difficulty level in a video game.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：音楽設計学，エンタテインメント工学

科研費の分科・細目：デザイン学

キーワード：ゲーム音楽，ゲームの成績，音楽の印象，ゲームの印象，Semantic Differential法，快適性，多変量解析，因子分析

1. 研究開始当初の背景

アニメーション，マンガと並んで，日本のテレビ・ゲームのソフトは，クールジャパンと称され，世界のトップの水準を維持している。これらは，現代において我が国が世界に

誇るべき文化であるとともに，我が国の重要な輸出産業ともなっている。近年，経済産業省がクールジャパン推進事業に，大きな予算を充てていることはその証左である。これらゲーム・ソフトにおける音楽設計は，今まで，ゲーム制作の最終段階において，制作者達の

「経験と感性」によって成されてきた。旧来のゲーム・ソフト開発の現場においては、様々な音楽を制作した上で、試行錯誤的に、映像と組み合わせてこれらを試すだけの時間的・人間的な余裕があったが、現今では、ゲーム機のハードウェアの発達に伴い表現の可能性が広がったせいで、映像と音楽の制作に、より時間と人員が割かれるようになり、試行錯誤的な音楽付けを行う余裕が無くなってきている。このような状況下において、現在のゲーム業界では、ゲームの印象や遂行成績に対する効果を予測して音楽を設計するための科学的な設計指針が訴求されている。

音楽が映像の印象をどのように左右するかについての研究は、1990年代より、国内では、岩宮眞一郎のグループ、海外では R. Kendall, A. Choen, S. Lipscom, P. Juslin らのグループが、映画、ミュージック・ビデオ、テレビ・コマーシャル、CG 等を用いて一連の研究を展開しており、現在までに、どのような映像に対して、どのような音楽を付与すれば、全体としてどのような印象を与えることができるかを予測したうえで、映像への音楽の付与をするための設計基盤が形成されつつある。しかし、これら映像と音楽との関係だけでは、テレビ・ゲームの音楽は設計できない。なぜならば、ゲームには人間の行動（主にボタン操作による入力行動）の要因が加わるからである。過去に音楽が工場の作業効率やスーパーマーケットの売り上げに及ぼす影響について、言及した研究はあるが、これらの根拠はほとんど、新聞記事または、アメリカで音楽配信事業を行っていた会社の資料に基づいており、再現性を有した研究として認め難いものであった。

このような中、著者の研究室では、2001年にレーシング・ゲームを用い、音楽がゲームの印象と遂行成績に及ぼす効果について研究を行い、原著論文として発表した (Yamada, Fujisawa & Komori, 音楽知覚認知研究 7, 65-76)。この実験の結果、一般に音楽は遂行成績に負の効果をもたらす、重く、落ち着いた音楽ほど、ゲームの印象を「不快な」印象にさせ、成績を低下させることが示された。その後 S. Lipscomb & S. Zender (2004) は、上記の研究が、テレビ・ゲームの音楽がゲームの印象と成績に及ぼす効果を調べた最初のものであることを指摘し、同様の実験をロール・プレイング・ゲームで行っている。著者の研究室ではその後も、引き続き電車運転ゲーム、サバイバル・ホラー・ゲーム、スロットマシン・ゲームを用いて、音楽がゲームの印象および遂行成績に及ぼす効果について研究を行ってきた。これらのうち、スロットマシン・ゲームについては、2007～2009 科研費基盤研究(C)の援助を受

け、遂行した。その結果、特にボタン操作に集中力を要する状況下の課題において、ゲームの遂行成績は「音楽無し」の状況が最も高く、ゲームが「不快な」印象に感じられる度合いが大きい音楽を付与するほど、遂行成績が低下することが示された。

以上のように、音楽がゲームの印象と、成績にどのような影響を与えるのかについては、ある程度明らかになってきたが、これらの結果は定性的なもので、設定されたゲームの印象と成績を実現するために、どのように音楽のパラメータを設定すれば良いのかを定量的に予測することはできなかった。

このような定量的な予測を可能とするためには、音楽のパラメータ、音楽の印象、ゲームの印象、ゲームの成績の間の定量的な機序をある程度明確にし、ゲーム音楽の科学的な設計指針を得ることが必要であった。

2. 研究の目的

本研究の目的を以下に示す。

- (1) 音楽の印象空間、ゲームの印象空間がどのような次元で構成されているのかを明らかにする。
- (2) 音楽を構成するパラメータがどのように音楽の印象を変化させるのかについて定量的に明らかにする。
- (3) 音楽の印象がゲームの印象をどのように変化させるのかを明らかにする。
- (4) 音楽を構成するパラメータを変化させるとゲームの印象と成績がどのように変化するのかを定量的に明らかにする。
- (5) 以上を統合して、設定されたゲームの印象と成績を実現するために、どのように音楽のパラメータを設定すれば良いのかを定量的に予測できる、ゲーム音楽のための科学的な設計指針を得る。

3. 研究の方法

- (1) 音楽の印象空間、ゲームの印象空間を構成する次元

① 音楽の印象空間を構成する次元

クラシック音楽がどのような印象空間で構成されているのかについては過去に様々な研究者によって明らかにされているが、ゲーム音楽やポピュラー音楽の印象についてその次元を明らかにする大規模な実験は行われていなかった。そこで本研究では、ゲーム音楽 100 曲、および、ポピュラー音楽 216 曲を用いて、印象評定実験を行った。実験には Semantic Differential (SD) 法を用い、評定結果を因子分析することで印象空間の次元を明らかにした。その結果、ゲーム音楽、ポピュラー音楽ともに、音楽の印象空間は最

も単純には「快さ」と「興奮度」で張られた空間で表現できることを明らかにした。この結果は、過去のクラシック音楽についての結果と一貫したものであった。表1にゲーム音楽に関する評定尺度と因子負荷量を例示する。

表1 ゲーム音楽に関する評定尺度と因子負荷量

評定尺度			因子負荷量	
			快さ	興奮度
快い	-	不快な	-0.97	0.03
かわいらしい	-	にくらしい	-0.92	0.31
鮮やかな	-	不鮮明な	-0.90	0.09
温かい	-	冷たい	-0.88	-0.03
楽しい	-	つまらない	-0.87	-0.39
さわやかな	-	むさくるしい	-0.86	0.34
陽気な	-	悲しい	-0.78	-0.24
きれいな	-	きたない	-0.77	0.32
暗い	-	明るい	0.96	0.07
重い	-	軽い	0.89	-0.24
興奮する	-	興奮めな	0.05	-0.98
あわただしい	-	落ち着いた	0.05	-0.90
派手な	-	地味な	-0.28	-0.90
スピード感のある	-	ゆったりした	-0.13	-0.86
迫力のある	-	もの足りない	0.36	-0.86
ごちゃごちゃした	-	すっきりした	0.46	-0.72
のどかな	-	せかせかした	-0.28	0.86
弱々しい	-	力強い	-0.31	0.85
たるんだ	-	ひきしまった	-0.18	0.84
単調な	-	変化のある	0.20	0.55
印象深い	-	印象が薄い	-0.28	-0.62
壮大な	-	こぢんまりとした	0.20	-0.64
緊張する	-	リラックスする	0.71	-0.66
かたい	-	やわらかい	0.58	-0.70
累積寄与率(%)			49.46	79.97

②ゲームの印象空間を構成する次元

ロールプレイング・ゲーム、サバイバル・ホラーゲームなどのゲーム画像8種類と様々な印象の音楽8種類を組み合わせて視聴覚刺激を合成し、これらの印象についてSD法による評定実験を行い、因子分析を行った。その結果、ゲームの印象空間も「快適性(快さ)」と「興奮度」で張られた空間で表現できることを明らかにした。また、ゲーム(視聴覚刺激)の印象は視覚刺激よりもむしろ音楽によって大きく規定されることが明らかになった。

(2) 音楽を構成するパラメータと音楽の印象との関係

音楽の印象は、「快さ」と「興奮度」で張られるがこの2軸を左に45度回転させると、それぞれ「明るさ」と「覚醒度」となる。これら明るさと覚醒度が、テンポ、調性(長調/短調)、スペクトル重心(演奏音域)、音圧レベルでどのように変化するかについて単純な音階(長音階/短音階)を用いて、Scheffeの対比較法を用いた知覚実験を行った。

さらに、これらの刺激の主なものを用いて、刺激間の非類似度を評定させ、多次元尺度構

成法によってこれらの刺激を多次元空間に布置した。以上の結果から、聴覚抹消系由来の単位である、1 ERB-rate スペクトル重心を高くしたときの「明るさ」軸上での上昇量を1 PU (Psychological Unit)と定義したとき次のような定量的関係が音楽パラメータと音楽の印象との間にあることを明らかにした。

これらの結果を45度回転させることによって、音楽を構成するパラメータと、音楽の「快さ」、「興奮度」との関係が求められた。

- ①スペクトル重心を1 ERB-rate 上昇させる
と明るさが1 PU 上昇し、覚醒度が0.2 PU 上昇する。
- ②音圧レベルを6 dB 上昇させると明るさが0.3 PU 下降し、覚醒度が1.4 PU 上昇する。
- ③テンポを倍の早さにするごとに、明るさが3.2 PU 上昇し、覚醒度が1.0 PU 上昇する。

(3) 音楽とゲームの印象との関係

(1)の②でゲーム映像とゲーム音楽を組み合わせた刺激の印象は映像よりもむしろ音楽によって大きく規定されることを明らかにしたが、ここにはゲームにおけるプレイヤーのボタン操作の要因が含まれていなかった。そこで、レーシング・ゲームにおいて、ボタン操作による実際のゲーム体験を行った場合のプレイヤーの印象評定と、そのときに録音録画した刺激を別の実験協力者がゲームプレイをせずに視聴した場合の印象評定を比較する実験を行った。

その結果、実際にボタン操作によるゲームプレイを体験した場合の印象と、その映像と音楽を試聴した場合の印象はあまり変化しないことを明らかにした。このことから、ボタン操作(ゲームプレイ)の有無にかかわらず、ゲームの印象は音楽の印象によって大きく規定されることが示唆された。また快い音楽ほどゲームの快適性も高くする事が明らかになった。

(4) 音楽を構成するパラメータとゲームの印象および成績との関係

スロットマシン・ゲームおよび野球ゲームを用い、音楽のテンポおよびスペクトル重心を変化させることによってゲームの印象と成績がどのように変化するかについて実験を行った。この実験のためには、実験中に実験参加者の技能が向上することが考えられるので、事前に実験参加者の訓練を十分に受けてから実験に参加させた。

その結果、音楽のテンポが速くなるほどゲームの興奮度が上昇するが、成績にはあまり大きく影響しないことが明らかになった。一方、スペクトル重心は、ゲームの快適性に大きな

影響を与え、スペクトル重心が中庸であるときゲームは最も快適で重心がそれより高くなっても低くなくてもゲームの快適性および成績に悪影響を及ぼすことが明らかにされた。しかもこの負の効果は、スペクトル重心を ERB-rate で測ったときまたは対数周波数で測ったときの中庸な重心からの距離に比例するという定量的関係も明らかにした。

(5) ゲーム音楽のための科学的な設計指針

以上の実験の結果を統合し、音楽のパラメータ→音楽の印象→ゲームの印象→ゲームの成績という機序が一部定量的に明らかにした。このことから、例えば作成したゲームが思うより難易度が優しすぎる場合、音楽のスペクトル重心をどの程度どのように変化させ、ゲームの印象を少し不快にすることで、難易度を上げるといった、ゲーム音楽の設計指針を得た。

4. 研究成果

(1) 研究方法で述べたそれぞれの実験の結果、および、ゲーム音楽の科学的設計指針について、雑誌論文、国際会議、学会発表、著書などの形で公表した。

(2) 音楽の印象とパラメータとの関係に関する研究結果を用いて特許「メディア・コンテンツ情報分析装置および方法」を取得し、これを一部用いた、音楽検索が実際のサービスとして利用されるに至っている。

(3) 本研究の結果を、カプコン社、バンダイナムコ社、グランゼーラ社など実際にゲームコンテンツを制作する会社の制作者、技術者達との交流において共有するとともに、日本音響学会 2011 年秋季研究発表会第 2 日（松江・島根大学、2011. 9. 21）において、スペシャルセッション「テレビゲームの音響と音楽」を企画・実施し、バンダイナムコ社、カプコン社の技術者、制作者の招待講演を含む 11 件の発表とその後の議論を行った。このことによって、本研究成果の社会への還元を行った。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 10 件）

- ① R. Yoneda, M. Yamada, “A multi-dimensional study on the emotion in current Japanese popular music,” Acoust. Soc. & Tech., 査読有, 34 (3), 166-175(2013). DOI:10.1250/ast.34.166.

- ② 山田真司, “ゲーム・ケータイの音楽,” システム制御情報学会誌 システム/制御/情報, 査読無, 56(5), 226-231 (2012).

- ③ 山田真司, “音楽はなぜ感情に訴えるのか?” 日本音響学会誌, 査読無, 66, 473-478 (2010).

〔学会発表〕（計 19 件）

- ① 金森慎弥, 米田涼, 山田真司, “ゲーム音楽とゲーム映像の調和感に関する研究,” 日本音楽知覚認知学会 2012 年春季研究発表会(2012, 6,17, 福岡・九州大学)

- ② M. Yamada, “The fear emotion in a survival-horror video game is determined by music,” 1st Worishop on Games and Natural Language Processing (2012. 10.23, Kanazawa, Ishikawa Ongakudo) (invited paper).

- ③ 山田真司, “ゲーム音楽の科学的設計指針作りのために,” 日本音響学会音楽音響研究会(2011, 9, 23, 倉敷, くらしき作陽大学).

- ④ 米田涼, 山田真司, “音楽のテンポと音圧レベルがゲームの遂行成績と印象に及ぼす効果,” 日本音響学会 2012 年秋季研究発表会 (2011, 9, 21, 松江・島根大学) .

- ⑤ 山田真司, “テレビ・ゲームと音響学との結びつき,” 日本音響学会 2012 年秋季研究発表会 (2011, 9, 21, 松江・島根大学) (招待講演).

〔図書〕（計 2 件）

- ① 山田真司, 西口磯春, 永岡都, 北川純子, 谷口高士, 三浦雅展, 佐藤正之, (コロナ社) 音楽はなぜ心に響くのかー音楽音響学と音楽を解き明かす諸科学ー(2011) 232 ページ.

- ② 山田真司, 視覚・聴覚情報の統合ーレーシングゲームを用いた実験例ー, 神宮英夫 [編], 感動と商品開発の心理学(朝倉書店, 2011) 第 5 章, pp.55-68.

〔産業財産権〕

○取得状況（計 1 件）

名称：メディア・コンテンツ情報分析装置および方法

発明者：山田真司, 小縣英雄, 伊草雅幸, 榎孝平

権利者：同上

種類：特許

番号：特許第 5099716 号

取得年月日：平成 24 年 10 月 5 日

国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ等

<http://www2.kanazawa-it.ac.jp/elma/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

山田 真司 (YAMADA MASASHI)
金沢工業大学・情報フロンティア学部・
教授
研究者番号：10200742

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし