

# BGM 推薦システム構築のための VR と脳波計測を利用した 潜在的感覚計測法の提案と評価

佐藤 季久恵<sup>1,a)</sup> 川野 陽慈<sup>2</sup> 高屋 英知<sup>2</sup> 須賀 聖<sup>2</sup> 山内 和樹<sup>3</sup> 栗原 聡<sup>2</sup>

**概要:** 場の雰囲気は、人と人との間に流れる「空気」や視覚情報、聴覚情報などが複雑に絡み合うことにより形成される。これを人為的にデザインすることを考えたとき、特に視覚情報 (家具、調度品、壁紙) と聴覚情報 (BGM) をコントロールすることが重要である。BGM には感情誘導効果やイメージ誘導効果があるとされており、小さな労力で場の雰囲気に合わせることができる。現に店舗などではそれらの効果を利用するべく、楽曲配信サービスを導入しているところが多い。しかし、BGM 配信サービスでは、店舗独自の雰囲気に合わせることが難しく、人手による選曲は困難であることから、本研究では、店舗の雰囲気に適した BGM を推薦するシステムの構築を目指す。従来研究では、場の雰囲気から想起する人間の喜びや悲しみ、怒り (ストレス)、落ち着きなどの感性の評価はアンケートやインタビューなどを用いた測定方法が用いられている。しかし、この評価方法では被験者の顕在意識に影響を受ける可能性がある。また、従来研究では、没入感のない画像を見て評価を行っており、現場にいる感覚での推薦に至らない可能性がある。そこで、本研究では人手による音楽の印象抽出ではなく、脳波を読み取ることで人が潜在的に抱く印象を抽出した。また、Virtual Reality (VR) を用いることで、あたかも現実空間にいるような環境で、あらゆる空間での実験を行った。その結果、ユーザの場に対する音楽の印象を抽出できることが確認された。

キーワード: 音楽, Virtual Reality, 脳波

## Proposal of BGM Recommend System Reflecting Atmosphere

### 1. はじめに

場の雰囲気は、人と人との間に流れる「空気」や視覚情報、聴覚情報などが複雑に絡み合うことにより形成される。これを人為的にデザインする場合、特に視覚情報 (家具、調度品、壁紙) と聴覚情報 (BGM) をコントロールすることが重要である。BGM には感情誘導効果やイメージ誘導効果があるとされており、小さな労力で場の雰囲気に合わせることができる。現に店舗などではそれらの効果を利用するために BGM を導入しているところが多い。しかし、BGM 配信サービスでは、店舗独自の雰囲気に合わせるこ

とが難しく、人手による選曲は困難であることから、本研究では、店舗の雰囲気に適した BGM を推薦するシステムの構築を目指す。従来研究では、場の雰囲気から想起する人間の喜びや悲しみ、怒り (ストレス)、落ち着きなどの感性評価はアンケートやインタビューなどを用いた測定方法が用いられている [1]。しかし、この評価方法では被験者の顕在意識に影響を受ける可能性がある。また、従来研究では、画像や楽曲に対し、ユーザがタグ付けを行い、室内の画像から BGM を推薦するシステムが提案されている [2]。しかし、没入感のない画像を見て評価を行っており、現場にいる感覚での推薦に至らない可能性がある。

そこで、本研究では人手による音楽の印象抽出ではなく、脳波を読み取ることで人が潜在的に抱く印象を抽出した。また、Virtual Reality (VR) を用いることで、あたかも現実空間にいるような環境であらゆる空間での実験を行った。

<sup>1</sup> 電気通信大学 大学院情報理工学研究所  
The University of Electro-Communications, Chofu, Tokyo  
182-8585, Japan

<sup>2</sup> 慶応義塾大学 大学院理工学研究所  
Keio University

<sup>3</sup> 株式会社レコチョク  
RecoChoku Co.,Ltd., Shibuya, Tokyo 150-0002, Japan

a) ksato@ni.is.uec.ac.jp



図 1 実験環境

## 2. 関連研究

画像や楽曲といったコンテンツに対しユーザがタグ付けを行うことは、ソーシャルタギングと呼ばれ、これを利用した推薦や検索システムに関する研究は数多く存在する。坂井ら [2] は、室内の動画像から店舗のラベルや時間帯、日差しの有無、都会度合いのラベルをつけた。また、楽曲も同様にラベル付けし、それらの相関を求め店舗の雰囲気に適した BGM の推薦を行っている。Kaminskas ら [3] は、ユーザが関心のある場所 (place of interest, POI) に即した楽曲推薦のシステムを構築している。楽曲と POI に双方同様の感情語を用いたタグをつけ、それらをベクトルとして扱い、類似度から適した楽曲を推薦している。いずれの研究も、感情語の抽出は人手でラベル付けした教師データをもとに行っており、主観的な評価をしている。また、没入感のない画像や動画像から想起する感情は、実際にその場にいる感覚が薄く、現場にいる感覚での推薦に至らない可能性がある。

本研究で用いる簡易脳波計を用いた研究として、Amores ら [4] は、VR 内で海を眺め、ラベンダーの香りのするネットワークスをつけたときの脳波と何も無い環境でのリラックス度合い ( $\alpha$  波) を比較した。その結果、VR をつけた時の方がリラックス効果が高く、Virtual Reality Therapy 効果があることがわかった。Kasperiniene ら [5] は、被験者 10 名に、アバターによる講義と人間によるライブ動画の講義を見せた時のリラックス度合い ( $\alpha$  波) と集中度合い ( $\beta$  波) を測定した。講義は、「A:実験準備 B:講義 C:スライド画像を示しながら講義 D:5 つの動画を見せながら講義 E:ボディランゲージをいれた講義」の順に行われた。その結果、アバターによる講義の方がリラックス、集中度合いともに高い値となり、集中度合いに関しては、アバターによる講義では増減幅が多い結果となった。リラックス度合いの指標として  $\alpha$  波を、集中度合いの指標として  $\beta$  波を使用する研究方法が提案されており ([4],[5],[6])、本研究でもこれらの指標を用いる。

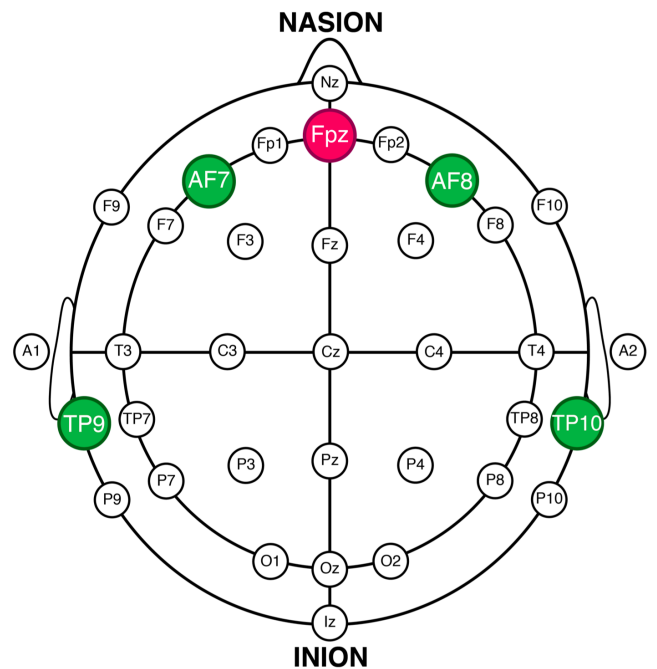


図 2 国際 10-20 法のうち本研究で使用した電極位置

## 3. 提案システム

本研究では、店舗の雰囲気に合わせて BGM を提供するシステムの構築を行う。場の雰囲気から想起する人間の喜びや悲しみ、怒り (ストレス)、落ち着きなどの感性は、直接測定できない場合が多い。このような場合、従来ではアンケートやインタビューなどを用いた測定方法が用いられている ([1],[7])。しかし、この評価方法では被験者の顕在意識に影響を受ける可能性がある。そこで、本研究では脳波から感性をよみとり、被験者の感性の状態を定量的に把握する。

また、現実の店舗での実験を行う場合、既に BGM がかけられているところが多く、他の顧客も存在することから容易に実験が行えるとは言えない。そのため、現実の空間を模した VR 空間で実験を行う。VR 空間では、現実の場で撮影した VR 動画があればあらゆる場での実験が容易であり、画像を閲覧して BGM 評価を行う実験と比べてより現実に近い環境での実験が可能である。そして、実際の店舗で流れる BGM は、イヤホンではなく、場から流れる音である。しかし、今回は大音量で音を流せる環境ではないことから、耳に密着させずに音楽を聞くことができる骨伝導型イヤホンで BGM を聞き、あたかも場から流れているような環境での実験を行う。実験で用いる VR デバイスは、ZEISS 社により開発されたモバイル VR ヘッドセット VR ONE Plus\*1を用いる。スマートフォンを挿し込んで用いる「Google Cardboard」に準拠しており、様々な VR コンテンツを見ることが出来る。また、脳波の測定には、

\*1 <https://www.zeiss.com/virtual-reality/home.html>

Interaxon 社とトロント大学により開発された muse<sup>\*2</sup>を用いる。バンドの細い中央部を額に当て、両端を眼鏡のように両耳にかけて装着する。国際 10-20 法に対応しており、耳と額の位置にある 4 つの電極 (TP9,AF7,AF8,TP10) と額の中央の位置にある電極 (Fpz) から脳波情報を取得する (図 2)。3次元加速度, 3次元ジャイロ,  $\delta$ 波 (1-4Hz),  $\theta$ 波 (5-8Hz),  $\alpha$ 波 (9-13Hz),  $\beta$ 波 (12-30Hz),  $\gamma$ 波 (30-50Hz), 瞬きや歯ぎしりの有無などが測定可能である。一般に,  $\alpha$ 波は, 安静時に現れる脳波であり,  $\beta$ 波は, 集中時に現れる脳波である [6]。本実験では $\alpha$ 波,  $\beta$ 波を用いる。実験環境として, 図 1 のように VR 空間であらゆる空間にしながら骨伝導型イヤホンで BGM を, VR に装着しているスマートフォンで VR 内での場面の音を流し, 額に装着した脳波計で脳波の計測を行う。

## 4. 実験

### 4.1 実験前準備

実験の前準備として, 本実験で用いる動画像の収集と, 楽曲の収集を行う。

#### 4.1.1 動画像収集

本研究での実験を想定した 360 度 3D VR 動画は存在しないため, 実験前準備として複数の現場で Vuze VR Camera (Vuze)<sup>\*3</sup>を用いて約 8 分間撮影を行った。撮影場所は, 人通りの多い浅草の雷門前, 自然の音が聞こえる落ち着いた環境である新宿中央公園, デパート内での落ち着いた環境である椿屋茶房タカシマヤタイムズスクエア店の 3 つを選定した。撮影に用いたカメラ Vuze は, Humaneyes 社により開発された 360 度の 3D VR カメラである (図 3)。カメラで撮影される写真に写る光景の範囲は 180 度  $\times$  120 度である。人間の眼のように 1 方面に 2 つあるレンズと音を聞き取るマイクが 4 方面に取り付けられており, 人間の視野, 深度をリアルに再現し, 高い没入感を実現する。解像度は HD の中でも最も解像度が高いフル HD レンズを使用している。

#### 4.1.2 楽曲収集

実験の前準備として, BGM として用いられると想定される楽曲として, ピアノ 4 曲, ギター 4 曲, オルガン 2 曲, ジャズ 4 曲, クラシック 9 曲, 洋楽 4 曲, ヒーリング 3 曲の合計 30 曲を収集した。このとき, なじみのある曲は, 人によって曲の認知度に差があるため除外し, 日本語の歌詞が流れる曲は, 曲の雰囲気よりも歌詞の内容に左右される可能性があるため除外した。Logan ら [8] の手法では, 楽曲のジャンルやアーティストによって楽曲の距離に差が出ることが見られた。本研究で扱う楽曲にもこの手法を用いた。まず, 楽曲ごとに MFCC ベクトルを抽出し, ベクトル量子化を用いて 16 個のクラスタに圧縮し, 楽曲



図 3 撮影中の Vuze VR Camera

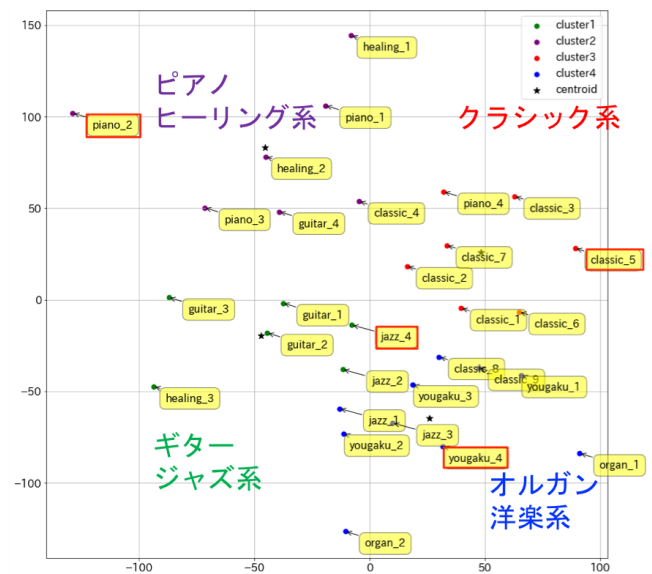


図 4 4 つにクラスタリングした結果

の特徴量を抽出した。得られた各楽曲の特徴量から Earth Mover's Distance により楽曲間の距離を導出し, 多次元尺度構成法により楽曲間の距離の相対関係を表示した。最後に k-means 法により全 30 曲を 4 つに分類した。分類結果からクラスタごとに 1 曲ずつ, ピアノ, ジャズ, クラシック, 洋楽の 4 つの楽曲を選んだ。

### 4.2 実験設定

1 場面ごとにクラシック, ジャズ, ピアノ, 洋楽の順に 4 つの楽曲を流す操作を 3 場面に対し行った。場面は, 音楽が 1 巡する度に切り替わるようにした (表 1)。21-26 歳の男子学生 13 名に VR 内で 3 つの場面を眺めながら約 20 分間音楽を聞く動作を行ってもらった。

### 4.3 解析

脳波の解析の際, 加速度の大幅なずれがあるときの脳波は取り除いた。各シチュエーション (場面 A, 音楽 a を流しているときを 1 シチュエーションとみなす) の後半

\*2 <https://choosemuse.com/>

\*3 <https://vuze.camera/>

表 1 実験設定

場面	デパート内のレストラン (7m20s)				公園 (7m20s)				浅草 (7m20s)			
場面の音	室内, デパート内独特の音, 人の会話				屋外, 水しぶきの音				屋外, 人の会話 (騒がしい)			
音楽	Classic[C] (1m50s)	Jazz[J] (1m50s)	Piano[P] (1m50s)	洋楽[Y] (1m50s)	Classic (1m50s)	Jazz (1m50s)	Piano (1m50s)	洋楽 (1m50s)	Classic (1m50s)	Jazz (1m50s)	Piano (1m50s)	洋楽 (1m50s)

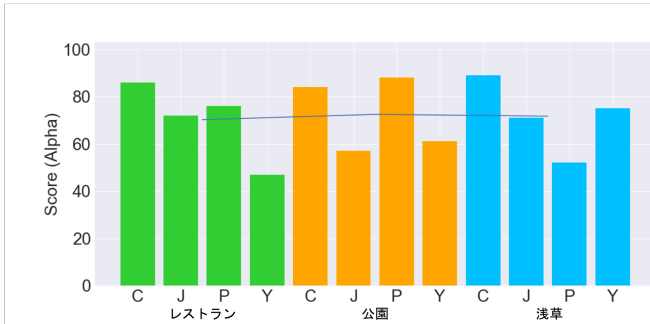


図 5  $\alpha$  波の中央値のスコア

表 2 場面ごとの  $\alpha$  波が最も検出されたシチュエーション

場面	レストラン	公園	浅草
楽曲	クラシック	ピアノ	クラシック
スコア	86	88	89

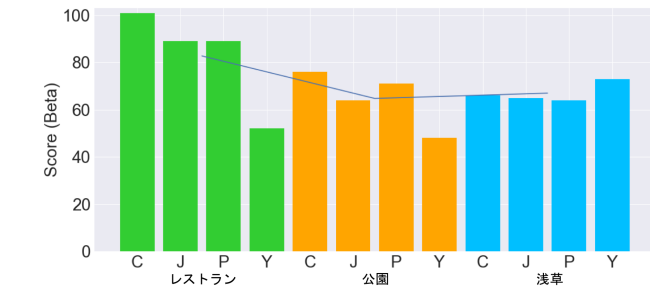


図 6  $\beta$  波の中央値のスコア

30 秒間の  $\alpha$  波と  $\beta$  波を記録し, その中央値を求めた. そして, シチュエーションごとの脳波の結果を見るために, ユーザごとに,  $\alpha$  波,  $\beta$  波それぞれ中央値の値が高い順に 12,11,10,...,1 と得点付けし, 得点付けした全ユーザの合計値をグラフで可視化した (図 5, 図 6).

#### 4.4 実験結果

図 5 から, 場面に限らず, クラシックはリラックス効果が高くなる傾向にあった. 逆に, レストランで洋楽を聞いたときと浅草でピアノを聞いたときでは, リラックス値が大幅に低い値となった. 図 6, 表 3 から, 場面ごとにもみると, レストランのような閉鎖的な場では, 集中しやすい傾向にあった. また, レストランや公園等の落ち着いたある場では, 洋楽のような賑やかでアップテンポな曲では集中しにくい傾向がみられた.

### 5. まとめと今後の課題

本研究では, 店舗内での雰囲気に合わせて BGM を推薦

表 3 場面ごとの  $\beta$  波が最も検出されたシチュエーション

場面	レストラン	公園	浅草
楽曲	クラシック	クラシック	洋楽
スコア	100	71	65

するために, 推薦の評価を主観的な評価ではなく, 脳波計を用いることで, 潜在的感覚で評価を行うシステムを提案した. また, 実験環境として VR を装着し, 様々な場での実験を行った. その結果, 場の違いによってユーザが異なる感覚を想起することが見られた. 場と音楽を変えたときのユーザの感覚を脳波計で抽出し, リラックス度合いや集中度合いといった, ユーザが潜在的に抱く感性をもとに音楽の評価ができることが確認された.

今後は, 脳波以外にも心拍数や血流, 発汗などの複数の生体信号を用いることでより高い精度でユーザの潜在的感覚抽出を試みる. また, 今回は限られた年齢層, 性別であったため, 幅広い年齢層でデータを取り, より詳細に場面と音楽を変えた時の傾向をみる. 最終的には, 完成した自動推薦システムをもとに実際の店舗に取り入れ, システムの検証を行う.

#### 参考文献

- [1] Stevens, S. S.: Handbook of experimental psychology. (1951).
- [2] 坂井栞, 高屋英知, 池田圭佑, 川野陽慈, 佐藤圭, 山内和樹, 大矢隼士, 栗原聡: 雰囲気を反映した BGM 推薦システムの提案, 行動変容と社会システム, Vol. 03 (2018).
- [3] Kaminskas, M. and Ricci, F.: Location-adapted music recommendation using tags, *International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization*, Springer, pp. 183–194 (2011).
- [4] Amores, J., Richer, R., Zhao, N., Maes, P. and Eskofier, B. M.: Promoting Relaxation Using Virtual Reality, *Olfactory Interfaces and Wearable EEG* (2018).
- [5] Kasperuniene, J., Jariwala, M., Vaskevicius, E. and Satkauskas, S.: Affective engagement to virtual and live lectures, *International Conference on Information and Software Technologies*, Springer, pp. 499–508 (2016).
- [6] Thakor, N. V. and Sherman, D. L.: EEG signal processing: Theory and applications, *Neural Engineering*, Springer, pp. 259–303 (2013).
- [7] 岩下豊彦: SD 法によるイメージの測定, 川島書店 (1994).
- [8] Logan, B. and Salomon, A.: A content-based music similarity function, *Cambridge Research Labs-Tech Report* (2001).