

脳波の被験者間相関解析に基づく音楽聴取の大衆嗜好性 An EEG inter-subject correlation analysis on public preference of popular music

上野 芙優[†], 嶋田 総太郎[‡]
Fuyu Ueno, Sotaro Shimada

[†] 明治大学大学院理工学研究科, [‡] 明治大学理工学部
[†] Graduate School of Science and Technology, Meiji University,
[‡] School of Science and Technology, Meiji University
fuyu4111@gmail.com

概要

少数の被験者が音楽 (ポップス) を聴いている時の脳活動を EEG (脳波計) で計測し, 脳波の被験者間相関 (inter-subject correlation: ISC) 解析によって大衆の曲の好みを予測できるかどうかを検証した. その結果, 大衆がより好む年間チャート上位の曲 (1~50 位) の ISC 値はやや下位の曲 (51~100 位) の ISC 値よりも有意に大きいことが分かった. したがって, 脳波の被験者間相関解析より算出した ISC 値が音楽に対する大衆嗜好性を予測する指標となる可能性が示唆された.

キーワード: 音楽認知, 脳活動計測, 大衆嗜好性

1. 目的

現在まで, 音楽の感情的な経験に関連する脳活動や, 音楽療法による注意障害などの高次脳機能障害やうつ病などの精神疾患の治療など, 音楽が脳活動に与える影響に関する研究は多く行われてきた. しかし, 音楽に対する嗜好性と脳活動の関係については, まだあまり明らかではない.

Dmochowski ら[1]による研究では, 20 種類の CM を視聴している時の, 比較的少数 (十数名程度) の被験者から得られた脳波 (EEG) の被験者間相関 (ISC) を調

べた. ISC 解析とは, 被験者の脳活動と他の被験者の脳活動がどの程度類似しているのかを定量的に求める解析手法である[2][3]. その結果, CM に対する被験者自身の好みよりも, 全米チャートに基づく一般大衆の好みのほうを ISC 値はよりよく予測できることが報告されている.

一方, 音楽に対する大衆の好みを ISC 値から予測できるかどうかはまだ明らかになっていない. そこで本研究では, 商用の音楽チャートを大衆の音楽の好みの指標とし, 少数の被験者の脳波 ISC 値から音楽に対する大衆の嗜好性を予測できるかを検証する.

2. 方法

2.1. 被験者

聴覚正常な 17 名 (女性 7 名, 21.4±0.69 歳 平均±標準偏差) が実験に参加した.

2.2. 音楽刺激

大衆の好みの指標としてビルボードジャパンの 2017 年のランキングを用い, 1~100 位の中から 5 位ごと計

クリップ	ランキング	タイトル	年	アーティスト	ジャンル
1	1	恋	2016	星野源	J-pop, Dance pop
2	5	二人セゾン	2016	櫻坂46	J-pop
3	10	サイレントマジョリティー	2016	櫻坂46	J-pop
4	15	願いごと持ち腐れ	2017	AKB48	J-pop
5	20	RAIN	2017	SEKAI NO OWARI	J-pop, Post-rock
6	25	ハッピーエンド	2016	back number	J-pop
7	30	EXCITE	2017	三浦大知	J-pop, R&B
8	35	ヒカリノアトリエ	2017	Mr.Children	J-pop, Rock
9	40	Doors ~勇気の軌跡~	2017	嵐	J-pop
10	45	意外にマンゴー	2017	SKE48	J-pop
11	50	HANABI	2008	Mr.Children	J-pop, Rock
12	55	CQCQ	2017	神様、僕は気づいてしまった	J-pop, Rock
13	60	KNOCK KNOCK	2017	TWICE	K-pop
14	65	おとなの掟	2017	Doughnuts Hole	J-pop
15	70	CHARM	2017	WANIMA	J-pop, Rock
16	75	Just You and I	2017	安室奈美恵	J-pop
17	80	キスは待つしかないのでしょうか?	2017	HKT48	J-pop
18	85	ひまわりの約束	2014	秦基博	J-pop
19	90	空	2017	GENERATIONS from EXILE TRIBE	J-pop
20	95	BANG BANG BANG	2016	BIGBANG	K-pop, Dance pop, Trap, R&B, Seoul
21	100	シェイク・イット・オフ ~気になんかいられないっ!!~	2014	テイラー・スウィフト	Pop

図1 楽曲リスト (実験で使用した曲の詳細)

21 曲を実験で使用した (図 1) . 各曲必ずサビが入るように 62 秒に編集し, ランダム順に被験者に呈示した.

2.3. 手順

被験者は研究室内の椅子に着席し, 呈示される曲を聴取し, 聴取時の脳波計測を脳波計により行った. 全曲聴取後に, 各曲について評価させるアンケートに移った. 各曲の好感度・楽しさ・聴取頻度・覚醒度を-5~5 の 11 段階で評価させた.

2.4. 測定方法

脳波計(g.USBamp, g.tec, Austria)を用いて脳波測定を行った. 脳波測定の前にはアクティブ電極を使用した. 計測箇所は国際 10-20 法の 30 か所 (Fp1, Fpz, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FC3, T7, C5, C3, Cz, C4, C6, T8, TP7, CP5, CP3, CP4, CP6, TP8, P7, P5, P3, Pz, P4, P6, P8, O1, O2) とし, AFz を接地電極, 右耳朶を参照電極とした. また, 眼球運動を計測するため右眼窩上下に電極を配し眼電図 (EOG) を計測した. 0.5~100 Hz のバンドパスフィルタをかけ, サンプルング周波数 512 Hz で記録した.

2.5. 分析方法

脳波解析には MATLAB (The MathWorks, Massachusetts, USA) および MATLAB 上で動作する脳波解析ソフト (EEGLAB14.1.1b, Swartz Center for Computational Neuroscience, San Diego, USA) を用いて, データの周波数帯域を 1~60Hz に限定するようフィルタリングを行い, 50Hz の電源ノイズの低減 (Clean Line) を行った後, 独立成分分析 (ICA) を行い, 瞬目によるアーティファクトを除去した. 除去後のデータを用いて, CorrCA, 被験者間相関 (ISC) 解析を行った.

CorrCA は, 被験者間相関が最大になるように, 脳波データの重みを算出する一種の主成分分析手法である [4][5]. 本研究では, 被験者間の相関を最大にする重み w を算出, 脳波データ x から成分 y を抽出し, 寄与率の高い第 1~3 成分の重みづけ和を以下の ISC 解析に使用した (図 2) .

被験者間相関 (ISC) 解析については, 本研究では, ある被験者の脳活動をデザインマトリクスのモデルとして用いて他の被験者の脳活動とのフィッティングの程度を GLM (General Linear Model : 一般線形モデル) を用いて計算し ISC 値とした. これを全てのペア間で算出し, その平均値をその曲の ISC 値として用いた (図

3) .

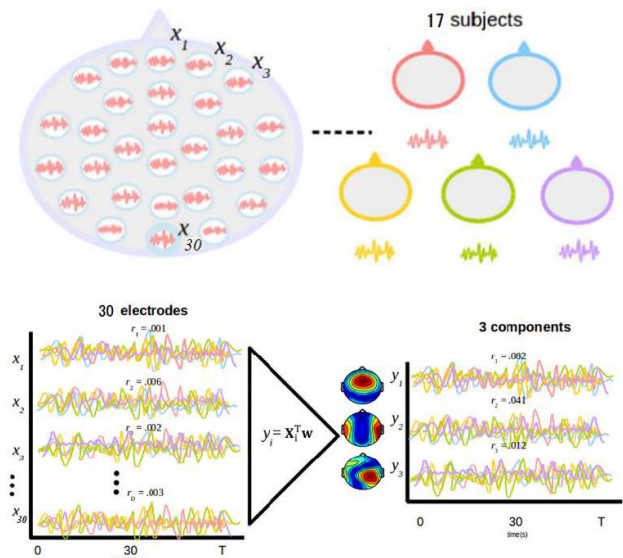


図 2 CorrCA ([6]より改変)

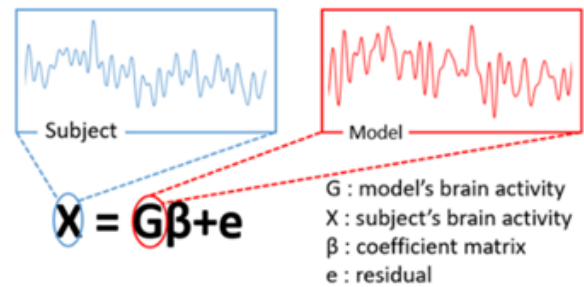


図 3 GLM を用いた ISC 解析 [7]

3. 結果

3.1. 脳波の主成分分析

CorrCA によって抽出された第 1~3 主成分の重みづけマップを図 4 に示す. これらの主成分は, 全 30 主成分の内, 被験者間で相関の高い上位 3 主成分であり, 被験者間で共通する脳活動成分の重みを示している.

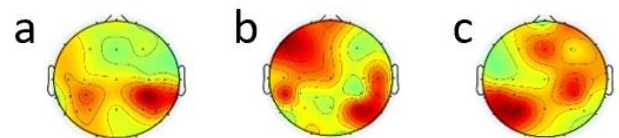


図 4 各脳波主成分の重みづけ (a-c: 第 1-3 主成分)

3.2. チャート上位曲と下位曲の ISC 値の比較

上述の重みを用いて算出した脳活動データに対して ISC 解析を行った. その結果, チャート上位 (1~50 位以内) 10 曲の ISC 値の平均 (1.73 ± 10.4 , 平均 ± 標準偏差) とチャート下位 (51~100 位) 10 曲の ISC 値の平

均 (-0.27±10.3, 平均±標準偏差) の間には有意差があった ($t(542) = -1.97, p = 0.025$) (図5)。

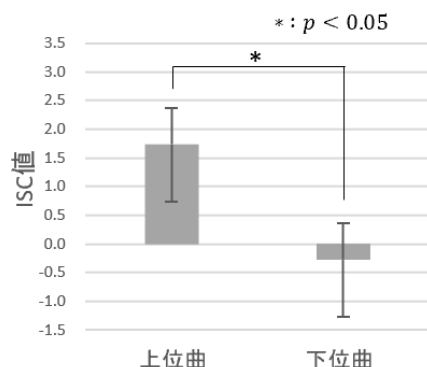


図5 チャート上位曲と下位曲のISC値

3.3. チャート上位曲と下位曲の被験者の評価の比較

被験者による各曲の好感度・楽しさ・聴取頻度・覚醒度に対する評価では、チャート上位(1~50位以内)10曲とチャート下位(51~100位)10曲の評価の平均の間に、全ての項目において有意差がなかった(好感度： $t(18) = -0.164, p = 0.436$ ；楽しさ： $t(18) = -1.127, p = 0.863$ ；聴取頻度： $t(18) = -0.899, p = 0.19$ ；覚醒度： $t(18) = -0.215, p = 0.416$) (図6)。

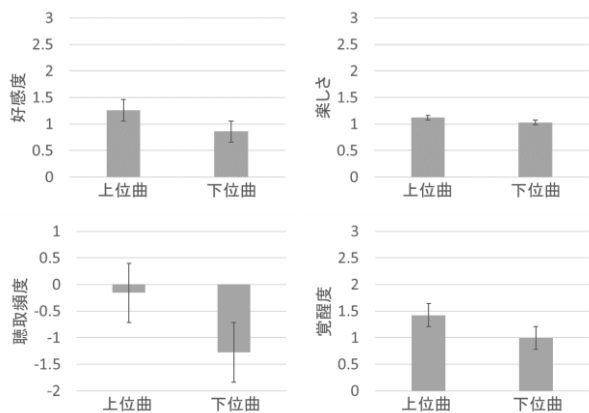


図6 チャート上位曲と下位曲の被験者の評価

3.4. 被験者の評価とISC値の比較

被験者の各曲の好感度とISC値には関係性があるのか、被験者のその他の評価(楽しさ、聴取頻度、覚醒度)とISC値には関係性があるのか調査した。全被験者の曲の評価(好感度・楽しさ・聴取頻度・覚醒度)の値の平均から順位付けし、上位10曲のISC値と下位10曲のISC値の平均を算出したところ、それらの間に、全ての項目において有意差がなかった(好感度： $t(542) = -0.551, p = 0.291$ ；楽しさ： $t(542) = 1.524, p = 0.936$ ；聴取頻度： $t(542) = 0.842, p = 0.8$ ；覚醒度：

$t(542) = 2.788, p = 0.997$) (図7)。

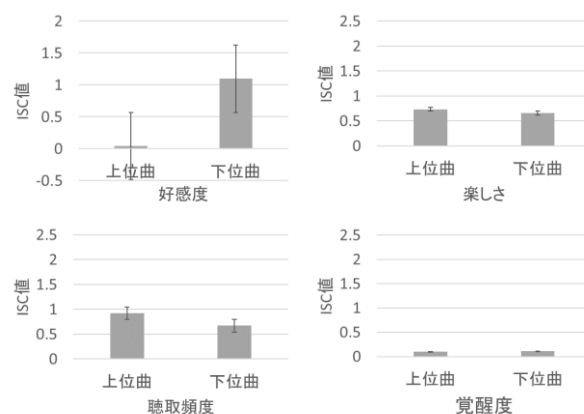


図7 被験者の評価(好感度、楽しさ、聴取頻度、覚醒度)による各上位曲・下位曲のISC値

4. 考察

本研究の結果より、大衆がより好む年間チャート上位曲のISC値はチャート下位曲のISC値よりも有意に大きいことが示された(図5)。一方、被験者の好感度の主観的評価による上位曲と下位曲の間にISC値の有意差がなかったこと(図7)から、ISC値は被験者の好みではなく大衆の好みを反映していると考えられる。これは、ISC値から、CMに対する被験者自身の好みよりも、一般大衆の好みを予測できることを報告した先行研究[1]の結果と一致しており、本研究ではCMのような動画ではなく音楽でも類似の結果を示せたといえる。このことから、音楽に対する大衆の好みを予測する手法として、被験者間相関解析が有効であることが示唆された。

被験者の評価によるチャート上位曲の好感度とチャート下位曲の好感度の間には有意差がなかったこと、被験者の評価による他の項目でもチャート上位曲と下位曲の間には有意差がなかったこと(図6)はやや意外な結果だといえる。被験者の各曲の聴取頻度や、聴取時の楽しさや覚醒度においても、大衆の好みとは関係性が見られなかった。しかし、どの項目においても上位曲と下位曲の間に有意差はなかったが、上位曲の方が高い値を示す結果となっているので、被験者数を増やすことによって、有意差が見られる可能性はある。また、音楽の好みを判断する要素として、音楽の好み分けられる5つのジャンル(リラックスするような穏やかな曲、歌手や国のスタイルに誠実な曲、クラシックやジャズなどの洗練された曲、力強いエネルギッシュ

ユな音楽のような激しさの曲, ラップやファンクやアシッド・ジャズのような現代的な曲) が報告されている[8]. このことから, 各被験者の好みのジャンルが異なっていたことが評価の値のばらつきに繋がった可能性もある.

また同様に, 被験者の評価による楽しさ, 聴取頻度, 覚醒度の上位曲と下位曲のISC値の間にも有意差がなかったことから, ISC値と被験者の各曲の聴取頻度や, 聴取時の楽しさや覚醒度には, 関係性が見られなかった(図7). 一方, 脳活動は無意識的な情報処理プロセスを反映しており, 主観的評価とは必ずしも一致しないが集団的に共有された音楽情報処理の側面を抽出できると考えられる. つまり, 音楽聴取時の脳活動(ISC値)は, 大衆で共通した無意識的な反応(感情)を表している可能性があるため, ISC値と被験者の主観的評価には関係性が見られなかったと考えられる.

以上から, 音楽聴取により人々に沸き起こる, 言葉では表すことができない無意識的な感情は, 大衆の音楽の嗜好性に影響を及ぼすと考えられる. しかし, 音楽に対する主観的評価は個人差が大きく, それが音楽の多様性を育んできた側面があるが, 研究を難しくしている要因でもある.

音楽の好みを主観的評価により判断する際には, 音楽聴取時に喚起された無意識的な感情の他に, 前述した音楽の好みのジャンルや, 聴取者の社会的・文化的背景に影響を受けると考えられる. 文化の違いによる音楽の好みの違いに言及した研究では, 痛みを緩和するための音楽の好みは, 文化的背景に関連していて, 白人はオーケストラを好み, アフリカ系アメリカ人はジャズを好み, 台湾人はハープ音楽を好むと報告されている[9]. 一方で, アメリカ人と中国人に西洋音楽と伝統的な中国の音楽を聴取し, 喚起された感情を評価させたところ, 2つの異なる文化間で同じような感情が共有されたという報告もある[10]. このように, 主観的に評価される音楽の好みは, 様々な要因に影響を受け, 聴取者の文化や社会で異なっている. 一方で, 音楽の嗜好性に影響を与える, 音楽聴取により喚起される感情などの無意識的側面は, 社会的・文化的背景に影響されず, 同じような反応が誘発される可能性がある.

したがって, 本研究において, 脳波の被験者間相関解析より算出したISC値は, 無意識的に喚起される普遍的な感情に影響を受けた, 音楽に対する大衆嗜好性を予測する指標となる可能性が示唆された.

参考文献

- [1] Domochoowski, JP., Bezdek, MA., Abelson, BP., Johnson, JS., Schumacher, EH., & Parra, LC., (2014) "Audience preferences are predicted by temporal reliability of neural processing.", *Nature communications*, 5, 4567.
- [2] Simony, E., Honey, C. J., Chen, J., Lositsky, O., Yeshurun, Y., Wiesel, A., & Hasson, U., (2016) "Dynamic reconfiguration of the default mode network during narrative comprehension.", *Nature communications*, 7, 12141.
- [3] Hasson, U., Nir, Y., Levy, I., Fuhrmann, G., & Malach, R., (2004) "Intersubject synchronization of cortical activity during natural vision.", *Science*, 303(5664), 1634-1640.
- [4] Domochoowski, JP., Sajda, P., Dias, J., & Parra, LC., (2012) "Correlated components of ongoing EEG point to emotionally laden attention – a possible marker of engagement?", *Frontiers in human neuroscience*, 6, 112.
- [5] Jäncke, L., & Alahmadi, N., (2016) "Detection of independent functional networks during music listening using electroencephalogram and sLORETA-ICA.", *Neuroreport*, 27(6), 455-461.
- [6] Ki, J. J., Kelly, S. P., & Parra, L. C., (2016) "Attention Strongly Modulates Reliability of Neural Responses to Naturalistic Narrative Stimuli.", *Journal of Neuroscience*, 36(10), 3092-3101.
- [7] 平子・嶋田, (2017) "動画授業視聴時の生徒間脳活動相関解析", 日本認知科学会第34回大会発表論文集, 1121-1123.
- [8] Rentfrow, PJ., Goldberg, LR., & Levitin, DJ., (2011) "The structure of musical preferences: a five-factor model.", *Journal of personality and social psychology*, 100(6), 1139-57.
- [9] M, Good., BL, Picot., SG, Salem., CC, Chin., SF, Picot., & D, Lane., (2000) "Cultural differences in music chosen for pain relief.", *Journal of holistic nursing*, 18(3), 245-60.
- [10] Cowen, AS., Fang, X., Sauter, D., & Keltner, D., (2020) "What music makes us feel: At least 13 dimensions organize subjective experiences associated with music across different cultures.", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(4), 1924-1934.