

# 生体情報に基づく 楽器が覚醒度および快・不快度に与える影響の解析

齋藤 太龍<sup>†</sup> 下川原 (佐藤) 英理<sup>†</sup> 山口 亨<sup>†</sup>  
東京都立大学 システムデザイン学部

## 1. はじめに

近年、音楽が生体情報に与える影響についての研究は盛んに行われている。例として、楽曲のジャンルとストレス軽減効果の関係の研究[1]や、楽曲のテンポの違いによる運動への影響についての研究[2]などが挙げられる。しかし、演奏される楽器の種類と生体情報の関係に着目したものは少ない。

本研究では、演奏される楽器の違いが生体情報に与える影響を明らかにすることによって、リラックスさせる・興奮させるといった目的の楽曲を意図的に作成できる可能性を示すことを目指す。

## 2. 生体情報の計測

本研究では、感情推定手法として Ikeda ら[3]が提案したラッセルの感情円環モデルに覚醒度と快・不快度を対応づける感情推定手法を用いる。覚醒度には脳波データから算出した Attention-Meditation (以下 AM とする)、快不快度には心拍データから算出した pNN50 の値を使用する。

AM はラッセルの感情円環モデルの縦軸に相当し、この値が大きいほど覚醒度が大きくなることが示されている。Attention と Meditation は NeuroSky 社<sup>1</sup>独自のアルゴリズムを用いて計算された値で、脳波計から直接取得することができる。この Attention から Meditation を減算することによって、AM を簡単に算出できる。値の範囲は  $-100 \leq AM \leq 100$  となる。

pNN50 はラッセルの感情円環モデルの横軸に相当し、この値が大きいほど快度が大きくなることが示されている。一定範囲内の心拍間隔のうち、隣り合った心拍間隔との差が 50ms 以上となる割合を計算する。本実験では Ikeda ら[3]と同様に窓幅を 30 データ (約 30 秒) とし、シフト

幅を 1 データとした。したがって、値の範囲は  $0 \leq pNN50 \leq 1$  となる。

## 3. 実験

### 3.1 実験方法

本実験では、被験者に 3 種類の楽器で演奏された 3 つの音源を続けて聴いてもらった。ただし 1 曲聞く毎に 5 分間の休憩を挟む。被験者には、頭部に脳波計 (NueroSky 社の MindWave Mobile 2 を使用)、耳朶に心拍計 (Sparkfun 社の PulseSensor を使用) を装着してもらい、休憩時間を含めた実験中の生体情報を収集した。さらに聴取が終わったところで、3 つの楽曲に関するアンケートを行った。

被験者は東京都立大学に所属する理系大学生 4 人 (男性 3 名、女性 1 名) である。なお、被験者の体調のばらつきを考慮して同じ実験を別の日にもう一度行い、各被験者 2 回、計 8 回の実験を行った。その際、順序効果を考慮して音源を聴取する順序を 1 回の測定毎に変化させた。また、同じ被験者においても 1 回目と 2 回目で音源の順序を変化させた。

### 3.2 音源の作成

本研究の目的は、楽器が覚醒度および快・不快度に与える影響を調査することである。したがって、音楽の三要素として知られるリズム・旋律・和音が同様で、演奏する楽器のみが異なる音源を用意する必要がある。そこで、第一著者が作成した楽曲を 3 種類の異なる楽器で演奏した 3 つの音源を用意した。今回の実験では楽器として、ギター、ピアノ、ストリングスの 3 つを用いた。曲の長さはおよそ 4 分である。

### 3.3 実験環境

被験者は静穏な部屋で壁に向かって着席し、イヤホンを使用して聴取した。なお被験者には、休憩時間を含む全ての時間を座ったままの状態でもらった。

### 3.4 ノイズ除去

心拍測定では石井らの研究[4]を参考に、正常な場合の心拍数 (40BPM 以上 120BPM 以下) を心拍間隔に直し、500ms 以上 1333ms 以下を正常な

The Effects of Instruments on Arousal and Valence based on Physiological Measurement

<sup>†</sup> Tokyo metropolitan university

<sup>1</sup> <https://www.neurosky.jp/>

範囲とした。

脳波測定では正常な測定ができており、mindwaveMOBILE2 内で計算された signal level が 0 として出力されるため、その値を参照して取得条件とした。

### 3.5 二次元ベクトル作成

取得した心拍データから算出した pNN50 と脳波データから得られた AM を統合し、二次元ベクトル (pNN50 AM) を作成した。その際、測定器内での計算のタイムラグ等で取得時間が数秒ずれることがある。本実験では厳密な座標データを作成する必要はないと判断し、誤差 2 秒以内で統合させた。

### 3.6 アンケート

『楽曲自体の主観評価』『3 つの音源の順位付け』『音楽経験の有無』『好きな音楽のジャンル』についてのアンケートを実施した。『楽曲自体の主観評価』は堀田ら[5]の SD 法による心理指標を参考に、「好き」「速い」「明るい」「悲しい」「優しい」「刺激的」「穏やか」「厳か」「強い」「落ち着きがない」の 10 項目を 5 段階で回答してもらった。

## 4. 結果・考察

二次元ベクトルを箱ひげ図を二次元に拡張した Bagplot を用いて pNN50 を横軸、AM を縦軸にプロットした。例として被験者 A の 1 回目の結果を図 1 に示す。さらに Bagplot の四分位範囲内で 3 つの音源を比較した結果と、アンケート調査にて得られた 3 つの音源の順位を表 1 にまとめた。

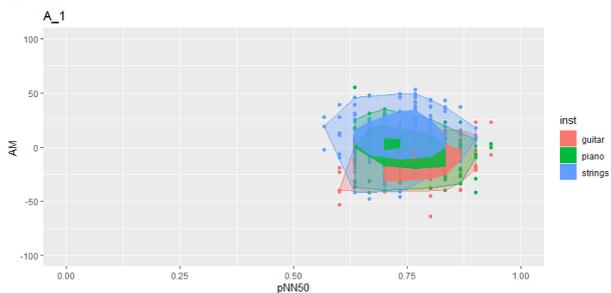


図 1 被験者 A (1 回目)

表 1 主観評価と生体情報の最大値のまとめ

Subject ID	Trial	覚醒度最大		快度最大	
		楽器	順	楽器	順
A	1	Strings	3	Guitar	1
	2	Strings	3	Guitar	1
B	1	Strings	1	Guitar	2
	2	Guitar	3	Strings	1
C	1	Guitar	1	Guitar	1
	2	Piano	1	Guitar	2
D	1	Strings	1	Strings	1
	2	Strings	1	Guitar	2

表 1 より、3 つの楽曲のうち多くの被験者において覚醒度が最大になったのは、ストリングスを用いて作られた音源を聴取した時だった。同様に、快度が最大になったのはギターを用いて作られた音源を聴取した時だった。また主観評価で 1 位だった楽器を用いて作られた音源を聴取した時は覚醒度・快度ともに最大になる被験者が多かった。

以上の結果より、感情を構成する覚醒度と快・不快度には「聴取者の好み」と「楽器の種類」の 2 つの要素が関係していると考えられる。

## 5. おわりに

我々は目的に応じた作曲活動の促進を目的として、3 種類の楽器を用いて作られた音源を聴取した時の生体情報の違いを解析した。

楽器の種類における覚醒度・快不快度の大小関係を明らかにすることで、人がリラックスする楽曲、興奮する楽曲など、目的に適した楽曲を意図的に作曲できるようになる可能性がある。

今後は、リズム・旋律が異なる複数の楽曲を基に音源を作成して実験を行い、分散したデータに対してより有効な分析手法を検討していく。

## 参考文献

- [1] Labbé, Elise, et al. "Coping with stress: the effectiveness of different types of music." *Applied psychophysiology and biofeedback* 32.3-4 (2007): 163-168.
- [2] Waterhouse, Jim, Pollyana Hudson, Ben Edwards. "Effects of music tempo upon submaximal cycling performance." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 20.4 (2010): 662-669.
- [3] Ikeda, Yuhei, Ryota Horie, and Midori Sugaya. "Estimating emotion with biological information for robot interaction." *Procedia computer science* 112 (2017): 1589-1600.
- [4] 石井 滉人, 松藤 彰宏, 下川原(佐藤) 英理, 山口 亨, "対話支援のための生体指標を用いたコミュニケーション誘導", 第 20 回公益社団法人計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2019), pp. 1278-1281, 2019
- [5] 堀田晴子, 澤村貴太, 井上健. "被験者の心拍数に応じたテンポによる音楽聴取時の心拍変動について." *臨床教育心理学研究* 33 (2007): 1-8.