

自律神経活動指標を用いた音楽聴取時の精神緩和効果の評価

指導教員 菅谷みどり

赤松 拓磨

1. 研究の背景と目的

厚生労働省の調査によると、認知症の患者数は増加傾向にあり、将来も患者数が増加すると予想されている。このことから、認知症の治療、および予防の重要度が高まっている。例えば、認知症の予防、および緩和を目的とした音楽療法という治療法が提案されている [1]。具体的には、患者自身が歌い、楽器を演奏する能動的音楽療法や、音楽を聴くことで感情表現を促す受動的音楽療法などが存在する。音楽療法の効果を客観的に計測する研究にて福井らは、テストステロンなどの生体内物質を解析することで、音楽療法が感情における効果を生むことを明らかにした [2]。効果測定では、音楽療法によってテストステロンの分泌量が安定したとされる。しかし、生体内物質では人体における影響を明らかにできる一方、唾液を採取する必要があるため実験協力者への負担が大きく、また、唾液採取後から計測結果が出るまでに大幅な時間がかかる問題がある。

そこで本研究では、身体への負担が少なく、かつ連続的に身体反応を取得でき、かつ精神の緩和効果を測定する方法として自律神経の評価を行うものとした。特に副交感神経はリラックス効果を評価するものとして用いられており [3] これを用いることで、テンポが異なる複数の音、また、音色と音圧が異なる場合のリラックス効果を定量的に比較することを目的とした。

2. 提案

2. 1 音楽の構成要素

音楽はメロディ、ハーモニー、リズムの三大要素から構成され、その音楽を決められた速さで演奏、および再生することで音楽は成り立つ。この速さを一般的にテンポと呼び、その数値的指標がBPM(Beats Per Minute)を用いた。

テンポは、心拍と深い関係がある。既存研究では、心拍のテンポと同じテンポの音刺激を実験協力者に与えることで、リラックス効果を生じることが述べられている [4]。聴取者の嗜好によって印象が異なる音楽聴取において、心拍と音楽のテンポには、聴取者の嗜好に左右されない関係が存在するといえる。

そこで本研究では、まず初めに、音楽を構成する要因の一つであるテンポに着目し、心拍のテンポと同様のテンポである音情報によって生じる聴取者の精神緩和効果の測定と評価を行う。心拍を利用した精神的な緩和効果を測定する指標には、心拍の時間間隔から算出されるpNN50と、心拍変動の周波数成分から算出されるLF/HFが存在する。本研究では、必要なデータ数が少なく、連続的なデータをとることが可能なpNN50を用いるものと

した。pNN50とは、連続した隣接する心拍間隔の差が50msを超える割合で、副交感神経系の活動の優位性を表している。

本研究では、心拍数を計測するために脈拍計を使用する。これは、脈拍が心拍と連動して発生し、かつ脈拍数の測定は心拍数の測定よりも測定者への負担が少ないためである。

3. 予備実験

3. 1 実験概要

本実験では、テンポの異なる音情報を提示し、それぞれにおける聴取者の心拍を測定したのちに、テンポの違いによって聴取者の精神緩和状態度合にどのような影響が生じるのか評価する。

3. 2 実験内容

テンポによる精神緩和状態の変化を正確に測定するために、以下の内容で実験を行う。

- (1) 実験協力者に質問紙の回答を記入してもらう。
- (2) 実験協力者に脈拍計を装着し、1分間脈拍のBPMを取得する。
- (3) (2)で計測した脈拍のBPMと①同じBPM②50%早いBPM③50%遅いBPMにテンポを合わせた音刺激を用意する。
- (4) 音刺激の聴取を行い、聴取時のpNN50を測定する。

音刺激には、クラシック、ロックに加え、純粋なテンポを伝えるメトロノームの音を用いた。実験ではこの3つの音刺激それぞれに対して、上記実験法の(2)の手法を施すため、合計9種類の音刺激を実験協力者に与える。実験開始時に、1分間の安静時間を設けた。実験協力者に音楽を普段聞くか、また、楽器演奏経験があるかを調べるために質問紙による調査を行った。また、各音刺激の聴取時間は120秒間とする。実験は20代男性2名、20代女性1名を対象に行った。

3. 3 実験結果

実験協力者のうち一人の、メトロノーム聴取時の実験結果を図1に示す。

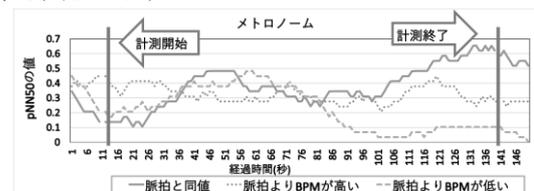


図1 予備実験で得られたpNN50の比較

各テンポのメトロノーム聴取時の実験結果として、実験協力者の心拍と同じBPMのメトロノームを聴いた場合に、平均変化率が+0.4%となり、最も高い評価が得られた。

また、心拍と同値のBPMで再生されるメトロノーム音聴取時の時間経過におけるpNN50の増加を確認するために、pNN50の値と経過時間で回帰分析を行った結果、pNN50の増加が有意に確認された($p < 0.01$)。他の実験協力者にも、脈拍と同じテンポのメトロノームの聴取において、同じく平均変化率が高くなり、それぞれ回帰分析で正の傾きが確認された($p < 0.01$)。

4. 課題および改善

予備実験によりメトロノームによる聴取者の精神緩和効果を確認することができた。しかし、メトロノームなどのリズムマシンはテンポのみならず、出力音の大きさや出力音の音程を定める必要がある。この予備実験ではテンポによる精神緩和効果の実証しか行われておらず、音の要素に含まれる「音の大きさ」や「音色」による効果の調査が不足している。そこで続く実験では、音圧と音色を変更した場合の緩和効果の評価を行う。

4. 1 音量および音色について

長添らは、7段階で音圧を変更した1kHzの純音を用いて不快感の上昇実験を行った[5]。この研究では、脈波の波高値は感覚的な音の大きさの影響を受けて変化すると結論付けている。また、連続する二つの音刺激の音程の違いが感情推定にどのように影響を及ぼすのか評価し、二音が和音関係にある場合にポジティブな感情を想起させることを田丸らは示した[6]。

5. 実験

5. 1 実験概要

本実験では、音圧と音色の異なるサイン波メトロノーム音を提示し、それぞれにおける聴取者の心拍を測定したのちに、音圧、および音色の違いによって聴取者の精神緩和状態度合にどのような影響が生じるのか評価する。

5. 2 実験内容

予備実験と同じく1分間の脈拍のBPMを取得した後、音圧の異なる5種類の440Hzサイン音のメトロノーム(55, 60, 65, 70, 75dB)と、音色の異なる4種類の440Hzサイン音のメトロノーム(純音, イ長調, イ短調, 不協和音)の聴取を行い、聴取時のpNN50を測定した。また、音の大きさに関して、主観評価を行ってもらった。実験は、20代男性6名を対象に行った。

5. 3 実験結果

音圧の変化および音色の変化により得られた脈拍情報の有意差を確認するために、一元配置分散分析を行った。実験結果を図2に示す。

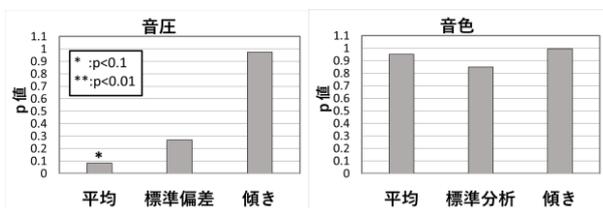


図2 各音圧(左)と各音色(右)におけるp値の平均、標準偏差、傾きの一元配置分散分析

図2より、音色の変化によるpNN50の平均、標準偏差、および傾きに有意な傾向が確認できなかったが、10dBごとの音圧の変化におけるpNN50の平均値に有意傾向が確認された($p < 0.1$)。

続いて、音圧を変化させた際の生体計測への影響を調査した。図3に、5種類の音圧の音刺激を聴取した際のpNN50の平均値およびt検定によって分析された有意差の有無を示す。

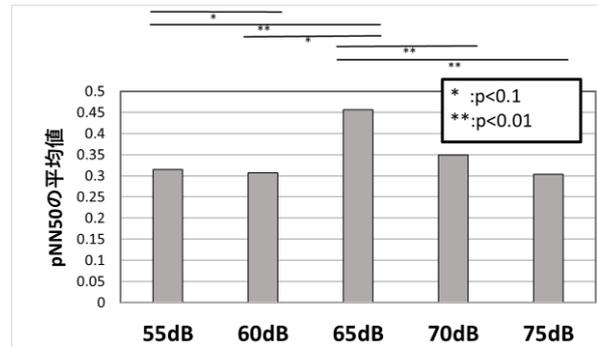


図3 各音圧の音刺激聴取時のpNN50の差の平均の比較

図3より、pNN50に有意差がみられた($p < 0.01$)。また、調査紙では6名のうち5名が65dBの刺激音が最も聴きやすいと回答している。このことから65dBの音は、実験協力者は適正な音量の音刺激を聴取することにより、精神緩和効果が増加することが示唆された。

6. まとめと今後の課題

本研究では、テンポと音圧を考慮した音刺激を提示した場合に、自律神経活動指標を用いた精神緩和効果の評価が有効であることが示唆された。今後は、実験方法を見直すことで、音色に対する精神緩和効果の再評価を行うことを目指す。

参考文献

- [1] “認知症 | 疾患の詳細 | 専門的な情報 | メンタルヘルス | 厚生労働省”. 厚生労働省, https://www.mhlw.go.jp/kokoro/speciality/detail_recog.html, (参照 2019-01-11)
- [2] 福井 一. “高齢者を対象とした音楽療法効果の検証 -科学的根拠に基づいた臨床モデル構築を目指して-”. 日本生命財団. 高齢社会助成, http://www.nihonseimei-zaidan.or.jp/kourei/pdf/20/08_fukui.pdf, (参照 2019-01-11)
- [3] 大須賀 美恵子. “ストレスを測る—生理学的方法”. Health Sciences. 1997, 13(1), p. 18-22
- [4] 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”. 臨床心理学研究 2007, 3, Vol. 33, No. 1, p. 1-8
- [5] 長添 悠記, 伊賀崎 伴彦, 村山 伸樹. “純音に対する主観評価と生体信号の関連性: 音圧変化における検討”. 電気関係学会九州支部連合大会講演論文集. 2013, Vol. 66, 05-2P-11
- [6] 田中 一丸, 宮川 真道, 木村 和寛, 塩谷 俊起, 佐藤 弘喜. “連続する2音間の音程の違いにおける感情推定”. 日本デザイン学会. 2014, Vol. 61 PB10-33