

# 楽曲のテンポの違いによる聴取者のリラックス効果の検討

## Study on Relaxing Effect of Music in the Tempo Variations

中央大学大学院理工学研究科経営システム工学専攻

博士課程前期課程 12N7100015D 後藤康利

### 1. はじめに

楽曲を聴取することで、人に癒し効果や仕事効率の向上効果を与えるといわれているため、ストレスの軽減だけでなくアルツハイマー型認知症などの治療でも新しい医療手段の一つとして増え始めている[1]。このように楽曲を聴取することによって、心理的、生理的に身体の状態を良い方向に発揮できると考えられる。また、インターネットによる音楽配信サービスが普及したことにより、パソコンや携帯電話、スマートフォンで誰でも手軽に好きな音楽ファイルを購入し、ダウンロードができるだけでなく検索もできるため、自分に合ったリラックスできる曲を聞くことが可能になってきている。

そこで本研究では、主観評価とともに生理的指標を用いた実験を行い、リラックス状態を計測する。主観評価はアンケートを使用して行い、生理的指標として心拍の解析したデータを行う。この組み合わせにより身体の状態が本来どのような状態になっているかを確認することができる。また、楽曲のジャンル別にテンポの異なる曲を使用する。テンポの異なりが身体のリラックス状態に影響を与えるかどうかを測定する。

### 2. 既存研究

音楽と身体のリラックス効果に関する研究は多数行われてきている。福本[2]らは、テンポが音楽聴取に与える影響として、音楽のテンポと心拍の同期現象に関する研究がある。この研究では、リラクゼーション効果に着目し、音楽のテンポと心拍による同期現象に焦点を当て考察している。また、倉石[3]らのテンポだけを用いた心理的効果に関する研究では、音楽における好みのテンポの評価実験が行われており、現存する楽曲のテンポのみを変化させ、好みのテンポを調査した結果、被験者が原曲について知っているかどうかで評価が大きく異なることが報告されている。

これらの研究では楽曲のジャンルが1種類だけや単音のみの音楽刺激だけで行われており、また、好みのテンポによって楽曲の嗜好が変わるなどの調査は行われてきたが、好みのテンポは必ずしもリラックスできるとは限らないと考える。本研究では、身体のリラックス効果の検証を行うにあたり、福本や倉石らの研究から、テンポによる特徴量から楽曲の嗜好や印象以外にもテンポの違いによって身体の状態に変化がもたせられると考える。そこで、テンポの異なる楽曲をジャンル別に聴取することで音楽のテンポによる身体のリラックス状態について検証する。

### 3. 主観評価と生理的指標の計測

楽曲のジャンルとしてクラシック、ジャズを使用する。また、楽曲のテンポの違いによるリラックス状態を検証するために、楽曲のテンポ(BPM)として4条件を設定する。4条件として、90BPM, 100BPMと150BPM, 160BPMを設定する。リラックスできるテンポに関して諸説あるが、60~90BPMの範囲とされている。しかし、多くの人がこの範囲に該当することはなく、リラックスできるテンポは多く存在しているとされている。

本研究では、異なるテンポを聴取することによる身体の状態の変化を主観評価と生理的指標を用いて計測する。主観的な評価としてアンケートを、生理的指標として心拍の解析を行い、リラックスの状態を検証する。2つの方法を組み合わせることで、より正確にリラックスの計測ができると考えられる。

#### 3.1 主観評価

今回、楽曲を聴取する前、聴取した後の主観評価として、肥田野ら[4]が日本の文化などを考慮して改訂した日本語版STAIを使用する。日本語版STAIを用いた主観評価では、評価時点での不安の強さを表す状態不安尺度と性格による不安のなりやすさを表す特性不安尺度の2尺度で構成している。また、各2尺度から計40項目の質問で成り立っている。各尺度20項目の内10項目が不安や緊張を示すネガティブな項目を、残り10項目が安心感を示すポジティブな項目を表現している。本研究では、被験者が楽曲聴取前後の時点で身体がどのような状態になっているかを評価するために状態不安尺度の部分だけを用いて評価する。20項目によるアンケートの評価では被験者に負担がかかる報告があったため、川合[5]らによってポジティブな項目からなる日本語版STAIの短縮版を作成した。以下に項目を示す。

表1 アンケート項目

安心している、自信がある
ウキウキしている、気楽である
くつろいでいる、おだやかな気持ちだ
快適である、満足している
楽しい気分だ、落ち着いている

#### 3.2 生理的指標

生理的指標として心拍を解析したデータを使用する。本研究では、LF/HF比から交感神経活動と副交感神経の割合を分析するために心拍の解析を行う。心拍は自律神経系の影響を受けており、ストレスや、課題遂行時の負荷、疲労、といった様々な心理状態が反映されると報告されている。そこで、楽曲を聴取している最中の心拍のデータを測定し、LF (Low Frequency:低周

波成分) ,HF (High Frequency:高周波成分) 並びにその比であるLF/HF比を求める。HF成分は副交感神経機能の指標を表し、LF/HF比は交感神経と副交感神経のどちらが優位に働いているかを表す指標である。LF/HF比の値が減少すると副交感神経が優位となり身体がリラックス状態になっているといわれている。LF/HF比を用いることで身体の状態の部分の測定することができる。

#### 4. 実験

##### 4.1 実験の概要

被験者は、20代男子学生11人で行った。曲の選定として、RWC研究用音楽データベース：クラシック音楽、ジャズ音楽[6]に収録されている各ジャンル50曲の中からテンポが90BPM, 100BPM, 150BPM, 160BPMの曲を1曲ずつ選曲し、計8曲を選曲した。表2に楽曲のジャンルとテンポの組み合わせを示す。楽曲の聴取前後に、現時点での不安に関するアンケートを行う。また、テンポの異なりが身体に与える変化を測定するために、楽曲を聴取時に心拍の解析を行う。被験者は全員、同一の実験環境で個別に行う。

表2 ジャンルとテンポの組み合わせ

	90BPM	100BPM	150BPM	160BPM
クラシック	No. 3	No. 1	No. 4	No. 2
ジャズ	No. 5	No. 7	No. 6	No. 8

##### 4.2 実験手順

実験は次のような手順で行う。以下に手順と図を示す。なお、心拍の解析する器具を装着する。以降、装着した状態で実験を行う。被験者は実験用ソファに着座しながら楽曲を聴取する。

手順

- ① 楽曲を聴取する前に計算課題とアンケートを行う。
- ② 楽曲を聴取しながら心拍の解析を行う。
- ③ 楽曲を聴取した後、アンケートを行う。

①～③の流れを最後の曲を聴くまでこの手順を繰り返す。なお、楽曲聴取中の被験者の体勢はなるべく手足を動かさないような体勢で過ごしてもらう。

アンケートはそれぞれの項目に対して「全くそうでない」から「全くそうである」の4段階での評価となっている。その際、10項目の合計を求め、合計得点の計算を行う。日本語版STAIでは、合計得点が高得点になるほど不安になっている傾向を表している。また、楽曲を聴取する前に計算課題として「4桁÷2桁の計算」を行う。楽曲の聴取前に計算課題を行う目的として、岩本[7]らの計算課題の遂行に関する研究で短時間の計算課題において「3桁÷2桁の計算」と「4桁÷2桁の計算」を行った被験者にそれぞれの計算問題を行った事に対して「3桁÷2桁の計算」では「おもしろい」、「楽しかった」といった感想が多かった

のに対して「4桁÷2桁の計算」では「少し疲れた」「やる気なくなる」といった感想が多かった。短時間の計算課題において「4桁÷2桁の計算」のほうが他の割り算計算より心理的な負担が重い結果がでたため、本研究でも計算課題として「4桁÷2桁の計算」を使用する。

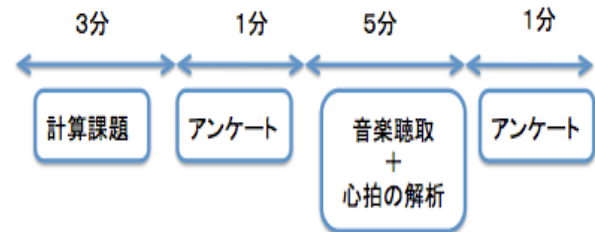


図1 実験の流れ

#### 5. 実験結果

##### 5.1 主観評価（日本語版STAI）の結果

主観評価の結果を図2, 3のグラフに示す。図3, 4は被験者の楽曲聴取前後の日本語版STAIアンケートの平均得点を示したものである。主観評価（日本語版STAI）の結果では、全体的に聴取後の得点が聴取前と比較して低くなる傾向がみられた。特に使用した楽曲8曲の内、No. 7の曲では聴取後の得点が聴取前より約30%以上減少する傾向であった。ジャンル別では、クラシック、ジャズともに聴取前後と比べて得点が低くなる傾向がみられた。また、テンポ別では、テンポが90～160 BPMの楽曲全てで得点が聴取前後と比べて25%以上減少する傾向がみられた。BPMが140, 150の楽曲でも、得点が低くなる傾向がみられた。しかし、BPMが150, 160の楽曲では、被験者によっては聴取前後で得点上がる曲があった。

ジャンルやテンポの違いによってアンケートの得点に差があるかを求めるために、聴取後の得点に関して、ジャンル条件とテンポ条件を要因とした2要因の繰返しのある分散分析を行った。ジャンル条件はクラシックとジャズ、テンポ条件は90BPM, 100BPM, 150BPM, 160BPMとした。その結果、ジャンルとテンポの交互作用による効果が有意であった ( $F(3, 30) = 4.81, p < .01$ )。そこで、ジャンル条件とテンポ条件の交互作用に関して、ジャンルの各水準におけるテンポ条件の単純主効果を検定した結果、クラシック、ジャズともに有意であった (クラシック:  $F(1, 10) = 4.31, p < .05$ , ジャズ:  $F(1, 10) = 3.99, p < .05$ )。次に、多重比較の結果、クラシックでは、90BPMの平均と160BPMの平均、150BPMの平均と160BPMの平均で有意がみられた ( $MSe = 7.91, p < .05$ )。ジャズでは、100BPMの平均と150BPMの平均で有意がみられた ( $MSe = 10.65, p < .05$ )。

また、テンポの各水準におけるジャンルの単純主効果を検定した結果、160BPMで有意であった ( $F(1, 10) = 5.21, p < .05$ )。ジャンル×テンポの交互作用図を図4に示す。

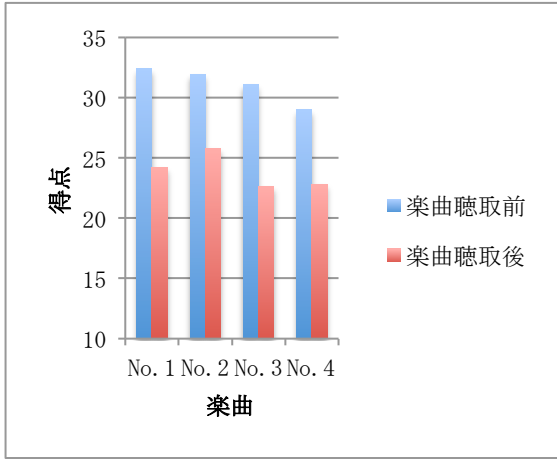


図2 楽曲聴取前後の平均合計得点 (クラシック)

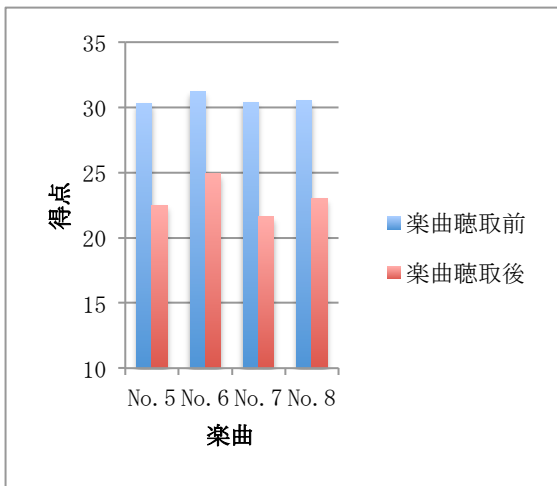


図3 楽曲聴取前後の平均合計得点 (ジャズ)

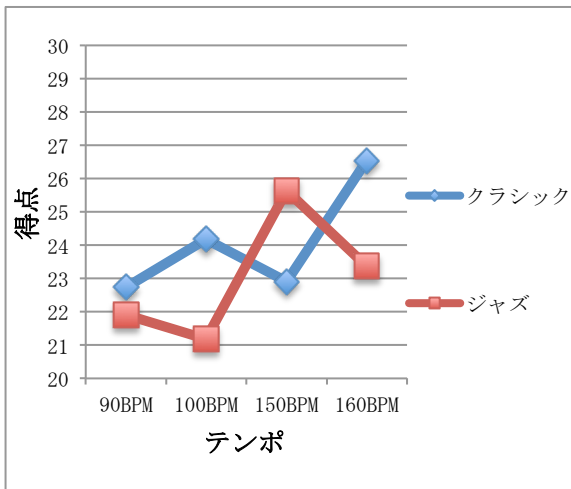


図4 ジャンル×テンポの交互作用図

## 5.2 生理的指標の結果

生理的指標の結果を以下の図6, 7に示す。図5, 6はクラシック、ジャズの2楽曲をジャンル別にし、楽曲の聴取前、聴取後のLF/HF比の平均値を示したものである。LF/HF比の結果では、楽

曲8曲の内3曲で聴取後のLF/HF比の平均値が聴取前より減少する傾向であった。ジャンル別では、クラシック楽曲2曲、ジャズ楽曲1曲で聴取後のLF/HF比の平均値が聴取前より減少する傾向があった。また、テンポ別では、テンポが160BPMの楽曲で聴取前よりLF/HF比の値が減少する傾向がみられた。それ以外のテンポの楽曲では、クラシック、ジャズに関わらずLF/HF比が聴取前より高くなる傾向がみられた。しかし、100BPMのクラシック楽曲では、聴取前後でLF/HF比の値が下がる傾向があった。次にジャンルやテンポの違いによってLF/HF比の値に差があるかを求めるために、聴取後のLF/HF比に関して、ジャンルとテンポを要因とした2要因の繰り返しのある分散分析を行った。その結果、テンポの主効果が有意であった ( $F(3, 30) = 3.82, p < .05$ )。さらに、テンポの主効果に関して、多重比較を行った結果、150BPMと160BPMで有意であった ( $MS_e = 0.1775, p < .05$ )。また、ジャンルと交互作用については有意ではなかった。

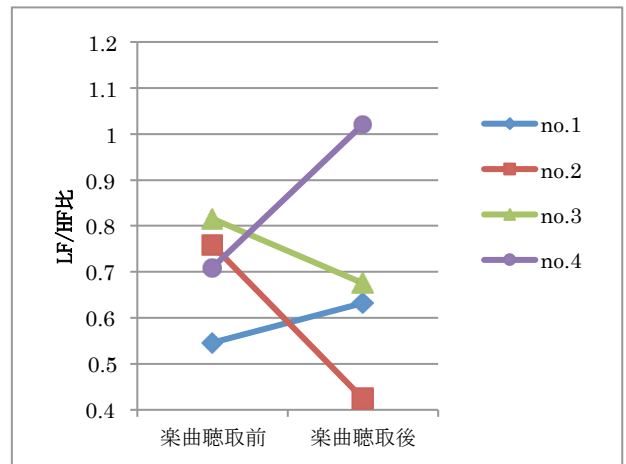


図5 楽曲聴取前後のLF/HF比の平均値 (クラシック)

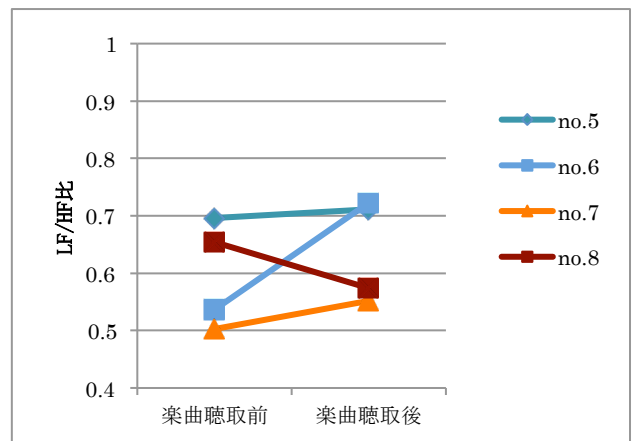


図6 楽曲聴取前後のLF/HF比の平均値 (ジャズ)

## 5.3 楽曲別による聴取前後の結果

楽曲別に聴取前後の主観評価 (日本語版STAIの合計得点) と生理的指標 (LF/HF比) を比較した結果、主観評価では、全楽曲で合計得点は減少したのに対し、LF/HF比では、半数の楽曲で

LF/HF比が増加,または変化なしの傾向がみられた。8楽曲中, No. 2, No. 3, No. 8の楽曲でリラックスの状態になりやすい傾向がみられた。次に, No. 2, No. 3, No. 8の楽曲の聴取前後の合計得点, LF/HF比に関して, それぞれ対応のあるt検定をした結果, 合計得点では3楽曲ともに有意がみられた (No. 2:t(10)=3.20, p<.01, No. 3:t(10)=3.96, p<.01, No. 8:t(10)=3.41, p<.01) . また, LF/HF比ではNo. 2の楽曲のみ有意がみられた (t(10)=3.20, p<.05) .

## 6. 考察

主観評価(日本語版STAI)の実験結果から, 楽曲聴取前後の比較より, 全楽曲で得点が下がる傾向がみられた。日本語版STAIでは, 各項目の合計を求め, 合計得点が高得点になるほど不安になっている傾向を表すため, 合計得点の評価より楽曲を聴取することでストレスが減り, 癒される気分になると考えられる。また, 聴取後の得点に関して, ジャンル条件とテンポ条件を要因とした2要因の繰り返しのある分散分析を行った。その結果, 交互作用が有意であった。交互作用において, 同じジャンル内でテンポが異なる楽曲同士で有意がみられたことから, ジャンルが同じでもテンポの速さによっては楽曲によるリラックス効果に影響を及ぼすと考えられる。

生理的指標(LF/HF比)の結果では, 図5, 6よりLF/HF比の値は聴取前よりも聴取した後が高い数値を示しており, 主観評価の結果とは逆に緊張状態になっている傾向もみられた。この結果から楽曲を聴取していても身体は緊張している状態であることがいえる。また, 90BPMや100BPMの楽曲でも聴取後もLF/HF比の数値が高くなる傾向がみられた。LF/HF比の値が聴取後で高くなったのは静止している状態が長くなり, 手足を動かさないようにしたため聴取後でもストレスを感じていたと考えられる。また, 主観評価と同様に聴取後のLF/HF比の値に関して, ジャンルとテンポを要因とした2要因の繰り返しのある分散分析を行った。その結果, テンポの主効果が有意であったが, ジャンル条件と交互作用では有意はみられなかった。テンポ条件の主効果における多重比較を行った結果, 150BPMと160BPMで有意な差があったことから, テンポの違いによって身体の状態にも影響を及ぼしていると考えられる。テンポの速い楽曲で有意がみられた要因として, テンポ以外のメロディやハーモニーなどが影響していると考えられる。

楽曲聴取前後における主観評価と生理的指標の2つの指標の結果から, テンポ160BPMの楽曲, なかでもクラシック楽曲を聴取することで身体がリラックス状態になりやすいことがわかった。テンポ以外の要素, 特に楽器の影響が考えられる。また, テンポの遅い楽曲でLF/HF比の値が楽曲聴取後で高くなる要因として, 生理機器を装着によるストレスや計算課題による疲労, ジャンルの嗜好による影響が考えられる。

## 7. まとめと今後の展望

本研究では, 主観評価と生理的指標を組み合わせる実験を行

った。実験からジャンルに関わらずテンポの比較的遅い曲が必ずしもリラックスできるとは限らないことがわかった。また, 主観評価では, 全楽曲で得点が下がったのに対し, 生理的指標では曲の聴取後にLF/HF比の値が増加あるいは減少した曲があった。2つの指標の組み合わせからテンポの違いが楽曲聴取に影響していることがわかった。今後は生理的指標だけでなく, 照明などの要因を比較し, それぞれの特徴を調査することでリラックスを正確に計測できると考えられる。

今後の展望として, 本研究ではメロディやハーモニーについては考慮していなかったため, メロディやハーモニーについても考慮して実験を行う必要がある。楽曲についても, 1つのジャンルに対してのテンポの種類を増やし, また, 他のジャンルでも同様の実験を行い, リラックスの計測を検証する必要がある。さらに曲を聴いた場合と聴かない場合では身体のリラックス状態に差がでるかについても検証する。今回の実験では, 実験の実施時間や被験者の疲労度に関して考慮していなかったため, 実験環境も含めて考える必要がある。

## 謝辞

日頃より, 熱心な研究討論や実験への協力を戴く中央大学理工学部ヒューマンメディア研究室の皆様, 感性ロボティクス研究センターの皆様, 本論をご精読頂きました中央大学理工学部経営システム工学科の加藤俊一教授, 鎌倉稔成教授, 坂根茂幸教授に深く感謝致します。

## 参考文献

- [1]岡部多加志, 小林俊恵: アルツハイマー型認知症の音楽治療法, バイオメカニズム学会誌, Vol. 30, No. 2 (2006)
- [2] 岡松 恵太, 福本 誠, 松尾一壽: ヒーリングミュージックのテンポと癒し効果-ヒーリングミュージックの音響的特徴により作成された単音による心理評価-, 日本感性工学会研究論文集 Vol. 7 No. 2 pp. 237-242 (2007)
- [3]倉石研, 金地美知彦, 畑山俊輝: 楽曲の印象と好みに与えるテンポの影響, 社団法人情報処理学会研究報告, pp125-130
- [4]肥田野直, 福原真知子, 岩脇三良, 曾我祥子, C. D. Spielberg, 「新版STAI」, 2000 a, 実務教育出版
- [5]川合武司, 中島宣行: チームスポーツにおける競技開始前の状態不安とパフォーマンスのとの関係について, 平成7年度~平成9年度文部省科学研究費補助金研究成果報告書
- [6]後藤真孝, 橋口博樹, 西村拓一, 岡 隆一: RWC研究用音データベース(クラシック音楽データベースとジャズ音楽データベース), 情報処理学会, 音情報処理研究会研究報告 2002-MUS-44-5, pp. 25-32, 2002
- [7]菅千索, 岩本陽介: 計算課題の遂行に及ぼすBGMの影響について-認知的側面と情意的側面からの検討- pp. 27-36, 2003