

背景音楽のテンポが休息時の作業者に与える効果： 生理的指標の評価

村上昌志^{†1} 坂本隆^{†2} 加藤俊一^{†3}

概要：本研究は、心理的負荷作業を受けた作業者が作業後に背景音楽のある条件で安静する場合に、音楽の種類とテンポが安静状態である作業者の生体情報に対して効果を与えるかどうかを調査した。本研究では心理的負荷作業として英語のeラーニング教材を使用し、背景音楽としてクラシック音楽とジャズ音楽を使用した。被験者は日本語を母国語とする大学生4名であった。背景音楽のテンポはBPM60で統一した。作業者の生体情報としては、心拍間隔の変動時系列データのパワースペクトル密度から得られる周波数帯域の比であるLF/HF比を用いた。LF/HF比を指標とした4条件の評価実験に対して一元配置の分散分析を行った結果、クラシック音楽を用いた条件では、ジャズ音楽を用いた条件に比べてLF/HF比を低下させる結果となった($p<0.05$)。

キーワード：環境, 音楽, LF/HF比

1. はじめに

本研究は、背景音楽のテンポの違いが、心理的負荷作業を行った後の作業者の生体情報にどのような影響を与えるのかを調査する事を目的とする。

背景音楽はオフィスや家庭、商業施設など様々な生活環境において空間をデザインする重要な要素として使用されている[1]。特に商業施設においては、消費者が背景音楽を聴取する事によって購買行動を行う環境に対して快適性やポジティブな感情を抱き、購買意欲や満足度が高まるといった結果もある[2]。一方で、こうした背景音楽がオフィスで働く人や家庭で生活する人の作業効率や快適性に対し良い影響を及ぼすのであれば、その効果を積極的に活用し、生産性や快適的を向上させることが望まれる。またこの効果を応用した商業施設の経営や、サービス産業の展開なども期待される。

背景音楽が学習中や作業中の聴取者に及ぼす影響については、作業中における音楽提示の有無、被験者の「ながら」習慣の違いを調査した菅ら[3]の研究によれば、計算課題中と記憶課題中では、音楽提示の有無によって課題の解答数・正解数・誤答数の有意差は得られなかったとしている。また、作業効率とBGMのテンポに関して調査した阿部らの研究[4]では、計算課題、入力課題、歩行課題において、課題の回答数・正解数・誤答数はBPM条件間で有意差は得られなかったとしている。このように、背景音楽が作業効率に及ぼす影響については、幾つかの研究報告はあるものの、明確な因果関係が分かっていない。また、音楽と作業効率についての研究結果を調査した論文によれば[5]、音楽が作業に対してポジティブな影響を及ぼした研究とネガティブな影響を及ぼした研究は同数であった。

一方で、家庭空間における背景音楽の研究事例は少ない

が、心理学や福祉学の分野では、音楽が持つリラクゼーション効果に注目し、楽曲構造や再生機器、聴取環境といった要因が及ぼすリラックス効果についての研究が行われている[6][7]。これらの研究では、被験者から得られる生体情報をリラックス効果の客観的指標として扱っている。

このように、音楽が与える効果を調査する研究は様々であるが、音楽のこういった要素が聴取者の快適性に影響を与えるのか明確にはなっていない。本研究は、音楽の速さを表すテンポに注目し、音楽のテンポの違いが休息時の聴取者に与える影響の違いを調査した研究[8]を元に、比較対象として音楽聴取の無い条件で実験を行い、楽曲の有無およびテンポの違いによる、休息効果の違いを検討した。実験パラダイムとしては先行研究[8]と同じ方式を採用している。また、楽曲の有無を比較する目的から、先行研究[8]のBPM60, 120, 180条件のデータを本論分に引用している。

2. 方法

2.1 被験者

実験は健康成人である男子大学生4名で行った。音楽知識が与える影響を統制する目的から、被験者である学生は事前に音楽の専門的教育の経験および知識の有無について調査を受けた。専門的な教育を受けた事がある、または専門的な知識を有する者については実験対象から除外した。

2.2 実験環境および装置

本節では、実験を行った機器およびソフトウェアについて記述する。実験は図1にある照度・色温度・音量レベルを変化させられる室内環境において行われた。被験者が装着した心電測定機は、MEG-6108(日本光電)を用いた。また心電図の波形データ記録にはVitalRecorder(キッセイコムテック)を用い、波形データ解析にはBIMUTAS II(キッセイコムテック)を用いた。心電計測の際のサンプリング

^{†1} 中央大学 理工学研究科 経営システム工学専攻
Chuo University, Faculty and Industrial Engineering

^{†2} 産業技術総合研究所 人間情報研究部門
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

^{†3} 中央大学 理工学部
Chuo University, Department of Industrial and System Engineering

周波数は 10kHz とした。音源は図 1 中の(4)スピーカーの位置から流した。音源の再生の際には、CD 音源を Windows PC に RIFF waveform Audio Format 形式で取り込み、SONY 製デジタルオーディオコンポーネントに接続して再生した。再生する音楽は、RWC 研究用音楽データベース[9]: クラシック音楽から選曲した[10]。音楽の楽器構成を統制するために、楽器構成がピアノ単体のものの中から選出した。楽曲のテンポに関しては、音楽データベースに付属している楽曲 MIDI ファイルから BPM 情報を読み込み、楽曲の BPM とした。楽曲のテンポを変化させるにあたっては、音響信号処理ソフトウェア Audacity (Audacity Team) を使用し、楽曲の音高を変化させずに BPM (Beat per Minute)のみ変更する機能を使用した。

表 1 選出した楽曲情報

Table 1 Information about selected music

曲名	Suite <Ma Mère l'Oye> (Mother Goose), 3. Laideronnette, Impératrice des Pagodes
長さ	3 分 25 秒
楽器構成	ピアノソロ演奏
BPM	120

心理的負荷を与えるタスクは、TOEIC 受験者向けの e-Learning 用問題を使用した。心理実験を行う際には、心理的負荷作業として計算課題や記憶課題などが挙げられるが、今回の実験において心理的負荷を与えるタスクは、一定の心理的負荷が見込め、なおかつ 30 分程度の作業時間が必要であったため、母国語以外の学習および試験をタスクとして選定した。

実験環境において、楽曲以外の刺激を統制するために、LED 電球で照度と色温度を可変させる照明装置を用いた。本実験では日常空間を想定し、照度を約 1100lx、色温度を約 3900K で統一した。また温熱環境も日常空間を想定し、20°Cで統一した。

2.3 実験方法

実験参加者は、図 1 の環境において心電測定機を装着し、ソファに着座後、楽な姿勢をとってもらった。また実験開始前に自律神経活動に影響を与えないように、実験開始前の食事・喫煙から 2 時間以上時間を取って行った。

心電の誘導は今回使用した機器である MEG-6108 にて使用できる誘導方法のうち、両手両足に機器を装着し、かつ右手の運動が可能である II 型誘導を用いた。測定前に心電図の減波形をモニタリングし、正常同調律 R 波を測定できることを確認した後に測定を行った。測定では心電図測定器装着後、1 分間の順応を行った後、5 分間安静状態での測定、30 分間心理的負荷作業を行っている状態の測定、12 分

間作業せずに音楽を聴取している状態の測定を連続して行った。(表 2)。

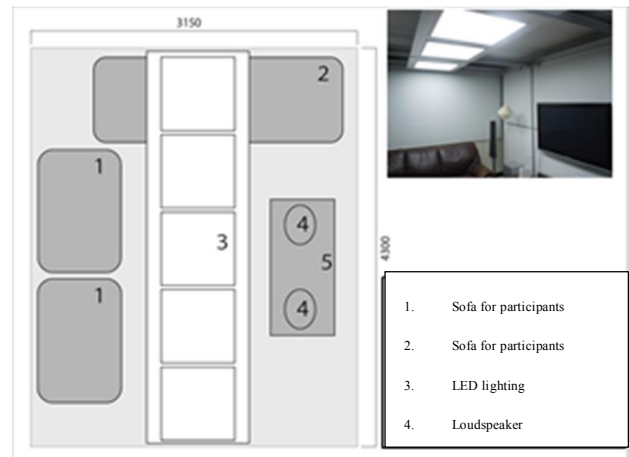


図 1 聴取実験環境

Figure 1 Listening room for data acquisition

表 2 実験の流れ

Table 2 Data acquisition sequence

時間 (分)	状態			
0 - 5	安静			
6 - 36	心理負荷作業			
37 - 40	楽曲 無	楽曲 有 BPM60	楽曲 有 BPM120	楽曲 有 BPM180
40 - 43				
43 - 46				
46 - 49				

得られた心電図測定結果から、R 波のピーク時間を検出し、RR 間隔を算出した。得られた RR 間隔データに、3 次スプライン補間を用いて 1.2Hz で再サンプリングを行った後に、FFT 法によりパワースペクトル密度を求めた。求めたパワースペクトル密度のうち、低周波成分 (Low Frequency, LF:0.05Hz ~ 0.15Hz) と高周波成分 (High Frequency, HF:0.15Hz ~ 0.4Hz) の積分値を算出し、交感神経系活動の指標といわれる LF/HF 比の値を求めた。音楽を聴きながら安静にしている状態の LF/HF 比の 3 分毎に平均値をそれぞれ BPM60, BPM120, BPM180 条件の群とした。

2.4 安静状態と比較対象状態との差の比較

本研究では背景音楽の有無による LF/HF 比の比較ではなく、テンポの違いによる LF/HF 比を比較することから、楽曲を聴きながら安静にしている状態と初期 5 分間との間で差を取った。一つの要因における群とした。

3. 結果

BPM 条件毎に LF/HF 比の値を比較するために、得られ

た安静時 5 分間の平均値と休息時 12 分間の 3 分毎の平均値の差分を計算し、BPM 条件毎の要因とした。表 3 に 3 分毎の平均値および標準偏差値、図 2 に各条件における LF/HF 比のグラフを示す。図より、BPM180 条件では心理負荷作業前後での差は無く、BPM60 条件では安静時よりも LF/HF 比の値が低下しているのがわかる。また、背景音楽の無い条件では、作業前よりも LF/HF 比が高くなった。

表 3 各条件での平均と標準偏差値
Table 3 Mean ± SD values in each conditions

時間 (分)	楽曲 無	BPM 60	BPM 120	BPM 180
37 - 40	0.50±0.94	1.51±0.81	2.27±1.02	1.29±0.57
40 - 43	2.37±0.84	1.38±0.38	1.60±0.99	1.78±1.14
43 - 46	2.01±2.06	1.85±0.72	2.05±1.25	1.42±0.53
46 - 49	2.68±1.79	2.54±0.95	2.40±1.81	1.87±0.52

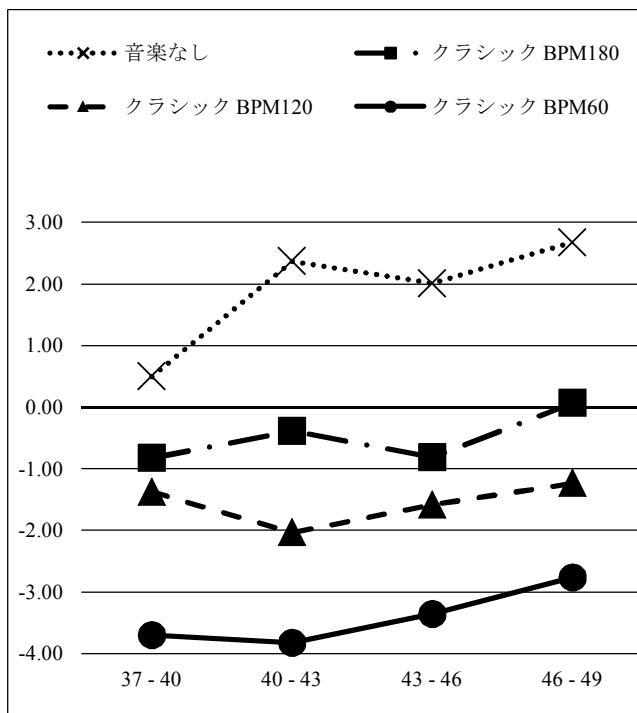


図 2 初期安静時 5 分間と心理負荷作業後の安静時の LF/HF 比平均値の差分

Figure 2. Subtraction of LF/HF ratio during the initial environment (5 minutes) and the rest environment (each 3minutes) mean value for each of the BPM conditions

表 4 各条件をグループとする一元配置の分散分析
Figure 4 Results of one-way analysis of variance between the conditions (Groups are no music, BPM60, BPM120, BPM180)

変動要因	自由度	分散	P-値	F 境界値
グループ間	3	19.60	3.20E-07	3.49
グループ内	12	0.37		
合計	15			

各条件を要因とする一元配置の分散分析を実施した結果を表 4 に示す。分散分析の結果、背景音楽の無い条件および BPM3 条件の間では有意な差が認められた ($p<0.05$)。

4. まとめ

本研究では、心理的負荷作業後の安静時に、音楽の有無およびテンポによって、作業者のストレス状態に違いがあるかを調査した。音楽聴取の無い条件では作業前よりも LF/HF 比の値が高くなり、音楽聴取の有る条件では、3 条件全てにおいて LF/HF 比が減少する結果となった。このことから、使用したクラシック音楽が心理的負荷作業後に LF/HF 比を減少させ、ストレスの回復に対して有効である事が示唆された。また、BPM 条件間で比較すると、テンポの遅い条件のほうが LF/HF 比の値が低くなる結果となった。LF/HF 比の値は被験者のストレスに対する生理的指標であることから、音楽のテンポが遅いほうが、心理的負荷作業後のストレスが回復する可能性が示された。

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工学研究室の皆様、感性ロボティクス研究センターの皆様に深謝します。

参考文献

- [1] Kolter, P. Atmospherics as a Marketing Tool. 1974, Journal of Retailing, 49(4), p.48-64.
- [2] Milliman, R. E.. The Influence of Background Music on the Behavior of Restaurant Patrons. 1986, Journal of Consumer Research, 13, p.286-289.
- [3] 菅 千索, 後藤 順子. 計算および記憶課題に及ぼす BGM の影響について. 和歌山大学教育学部教育実践総合センター紀要 18, 59-68, 2008
- [4] 阿部麻美, 新垣紀子. BGM のテンポの違いが作業効率に与える影響. 日本認知科学大会発表論文集, vol. 27, no. 3, p. 47, 2010.
- [5] Kampfe, J., Sedlmeier, P., & Renkewitz, F. 2010, The impact of background music on adult listeners. A meta-analysis Psychology of Music, 39(4), p.424-448.
- [6] 小竹 訓子, 中村 恵子, 高橋 由紀. 音楽療法のリラクゼーション効果に関する研究. 県立長崎シーボルト大学看護栄養学部紀要 5, 1-10, 2005-02
- [7] 相馬 洋平, 松永 哲雄, 曾我 仁, 内山 尚志, 福本 一朗. 音楽環境の違いによる作業効率に関する人間工学的基礎研究. 電子情報通信学会技術研究報告 vol. 105(304), p.43-46, 2005-09-22
- [8] Murakami, M., Sakamoto, T., Kato, T. Effect of Classical Background Music Tempo: A Physiological Evaluation by Using a Mental Stress Task. 2017, International Journal of Affective Engineering (投稿中).
- [9] RWC 研究用音楽データベース: (<https://staff.aist.go.jp/m.goto/RWC-MDB/>), 2017/08/01.
- [10] 後藤 真孝, 橋口 博樹, 西村 拓一, 岡 隆一: RWC 研究用音楽データベース: 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 音楽情報科学研究会 研究報告 2002-MUS-44-5, Vol.2002, No.14, pp.25-32, February 2002.