

# BGM 聴取時の心拍数・体温・血圧が時間評価に及ぼす影響

## The effects of heart rate, temperature, and blood pressure during listening on BGM on time estimation

松田 憲<sup>†</sup>, 堀江 悠美<sup>†</sup>, 一川 誠<sup>‡</sup>  
Ken Matsuda, Yumi Horie, Makoto Ichikawa

<sup>†</sup>山口大学, <sup>‡</sup>千葉大学  
Yamaguchi University, Chiba University  
matsuken@yamaguchi-u.ac.jp

### Abstract

This study examined the influences of the changes in participants' heart rate, temperature, and blood pressure on the time estimation when listening to music. The results showed that, regardless of the heart rate, the tempo of the music tunes determined whether the participants would overestimate or underestimate the time duration. We found that participants underestimated the duration under the low temperature while overestimated when the body temperature rises, and that blood pressure was related to the underestimation of the duration. In addition,, the level of participants' concentration determined whether they would overestimate or underestimate the duration.

**Keywords — BGM, time estimation, physiologic indices**

### 1. はじめに

我々は日常生活の中で、実際に経過した時間と自身が感じた時間の長さが異なるということを経験する。例えば趣味に没頭していたり、友人と遊んでいたりする時間は短く感じ、退屈な会議の時間は長く感じる。このように実際に感じられる時間（主観的時間）の長さは、心理学では「時間評価」（ある特定の時間の長さをどの程度として見積もる（評価する）か）の問題として調べられている。日常生活の中でこの時間評価が重要な行為の一つとして、『待つ』という行為が挙げられる。

本研究では、『待つ』場面を構成する要素の一つである BGM に注目した。飲食店で並んで待つと

き、待ち時間をあつという間に感じる音楽がある一方、店の滞在時間をゆっくりと感じさせる音楽もある。BGM には個々を感じる時間経過を変えることができる働きがある。しかし、我々が音楽を耳にする時は必ずしも同じ心身状態であるとは限らない。楽しい時、悲しい時、緊張している時、心身状態や音楽を聴いているときの気分はその都度様々である。そこで本研究では、実験参加者の心拍数・体温・血圧・心理状態を変化させた後に音楽を聴取させる。これらの心身状態の変化が音楽を聴いているときの時間経過にどのように影響しているのかを検討し、時間感覚に影響を与える条件を見つけ出すことにより、状況に応じた BGM を選ぶことが可能になる。

### 2. BGM が時間評価に及ぼす効果

松田・矢倉・一川（2010）[1] は、時間評価に影響を及ぼすことが知られている聴覚刺激としての音楽に注目し、そのテンポと音符の違いが時間感覚にどのような影響を与えるのかを検討した。大学生の男女 20 名に、音楽以外の視聴覚情報に影響されないようにアイマスクをしてもらい、作成した音楽刺激について 1 分の課題時間を産出法により評価させた。産出法は、ある時間の長さを言葉で実験参加者に提示し、参加者はその時間と主観的に等しいと思う持続時間（産出時間）を測定する方法である。音楽刺激は 2 分音符、4 分音符、8 分音符、2 分音符と 4 分音符の混合、2 分・8 分音符混合、4 分・8 分音符混合、2 分・4 分・8 分音符混合の 7 種類の音符条件と、40bpm, 80bpm, 120bpm, 160bpm の 4 種類のテンポ条件を組み合

わせた BGM を作成した。

その結果、音符条件とテンポ条件では、テンポ条件の方が時間感覚に影響を与えていることが明らかになった。テンポは音楽に対する印象を決定するうえで重要な要素である (Gundlach, 1935 ; Hevner, 1937) [2] [3] とともに、音楽を聴いている時の時間経過に影響を与える要素であるということがわかった。また、最も遅いテンポの 40bpm は他のテンポに比べてより過小評価 (経過時間を短く感じる) され、テンポが速くなるほどより過大評価 (経過時間を短く感じる) されやすい傾向にあった。また、音楽経験のある参加者はテンポの影響を受けやすいことが明らかになった。音楽経験のない参加者は時間を過小評価 (経過時間を長く感じる) しやすく、特に遅いテンポであるほど時間を過小評価することがわかった。これは音楽に対する情報量や新奇性が時間評価に関係している可能性があることを示唆している。

松田ほか (2010) は、好みのテンポは心拍数と関係しており、70~100bpm のテンポが好まれやすく (Dowling & Harwood, 1986) [4], 心拍数と倍数関係にあるテンポを好みやすい (Iwanaga, 1995a) [5] という理由から心拍数に沿った 4 種類のテンポを用いて実験を行った。しかし心拍数は個人固有のものであり、個人の特性である程度の差がある。そこで本研究では実験前に参加者の心拍数を測定し、その値を音楽のテンポとして使用した。その後、参加者の心拍数を強制的に変化させた状態で音楽聴取をしてもらい、心拍数を基準としたテンポによる BGM が時間感覚にどのような影響を与えるのか検討した。

本研究では、エアロバイクによる運動と破裂を予測される風船を使った心拍数操作によって参加者の心身状態を変化させた。エアロバイク運動では心拍数・体温・血圧、風船による心拍数操作では心拍数・血圧・心理状態をそれぞれ変化させた。

### 3. 方法

**要因計画** 心拍数操作条件 (操作なし、エアロバイク運動、風船による心拍数操作) の 1 要因参

加者内計画であった。

**実験参加者** 正常な聴力を持つ大学生 28 名 (男女各 14 名、平均年齢は 21.7 歳) が参加した。実験は個別に行った。

**実験材料** MusicStudioProducer (フリー音楽ソフト) で作成した、約 1 分間のピアノ音の曲 (各 21 小節) を使用した。44 名による予備調査の結果より、27 曲からニュートラル曲 3 曲を選定した。テンポは 80bpm で統一した。曲はメロディと伴奏で作成した。松田ほか (2010) の実験で使用された楽曲を基に、4/4 拍子、C 長調とし、A2~E4 の間の白鍵盤のみ (12 音) を使用した。メロディは 4 分音符、8 分音符、16 分音符を使用し、1 曲に占める音符の割合が 8 分音符=40%、16 分音符=30%、4 分音符=30% となるように作成した。伴奏は 2 分音符、4 分音符を使用した。音符割合は特に制限を付けずに作成した。

**測定指標** 生理指標として、血圧と心拍数、体温を測定した。血圧と心拍数は、オムロン自動血圧計 (HEM-7420) を用いて、実験開始前、心拍数強制変化後、音楽聴取後に測定した。体温はオムロン電子体温計 (MC-612) を用いて、実験開始前、心拍数強制変化後、音楽聴取後に腋下の体表にて測定した。

**実験装置** PC (FUJITSU FMV-S8230) に直接接続したヘッドホン (audio-technica ATH-AD1000) で音楽を流した。鹿野 (1995) [6] より主観的時間 (感じられる時間) は音量によって変動すると考えられるため、音量は固定して行った。時間はストップウォッチ (CASIO HS-70W) を用いて測った。音楽以外の視聴覚情報に影響されないように、実験参加者には音楽を聴いている間のみアイマスクをしてもらった。エアロバイクは ST-1030 を使用した。風船を使った操作では、四方に針を設置した場所で膨らませた風船を揺らし、参加者の心拍数を上昇させた。

**手続き** 参加者を個室の椅子に着席させ、体温、血圧、心拍数を測定した。その後、心拍数操作なし状態、エアロバイク運動後、風船による心拍数操作後にそれぞれ 1 曲ずつ聴いてもらった。

エアロバイクは1分間全力でこぐよう求めた。風船による心拍数操作では、参加者が音楽聴取している間、もしくはストップウォッチを停止した後、風船を割ると教示した。また、なるべく音楽聴取に集中するよう求めた。実際に風船は割らなかった。3つの運動条件の順番は、カウンターバランスをとるために参加者毎にランダムに設定した。また、曲はニュートラル曲3曲を各運動条件にランダムに振り分けた。エアロバイク運動後と、装置で風船を揺らすのを参加者に見せながら体温、血圧、心拍数を測定し、心拍数が変化したのを確認した後曲を聴いてもらった。心拍数上昇値の平均はエアロバイク運動後が50.3bpm、風船による心拍数操作後が7.9bpmであった。体温上昇値の平均はエアロバイク運動後が $-0.16^{\circ}\text{C}$ 、風船による心拍数操作後が $0.01^{\circ}\text{C}$ であった。最高血圧上昇値の平均はエアロバイク運動後が29.9mmHg、風船による心拍数操作後が $-3.5\text{mmHg}$ であった。時間評価は産出法で行った。指示する時間は、松田ほか(2010)をもとに1分とした。曲が始まる前に全曲共通の合図音(woodblock音)を流し、曲の開始とともにストップウォッチを押してもらった。そこから時間感覚を計ってもらい、指示した時間になったと思ったときにストップウォッチを停止してもらった。カウントをするかしないかで時間評価の値に変動が出ると考えられるので、実験参加者にはカウント、及びその他の評価手がかりを用いないように教示した。1曲聴取毎に体温、血圧、心拍数測定と、聴取した音楽についての心理評定用紙の記入を求めた。記入終了後に参加者が安静状態になったのを確認し、次の手順へ移った。最後にアンケート記入と、口頭で①普段の生活で1分を意識することはあるか、②風船による心拍数操作時に曲に集中できたか、③全体的な意見や感想について質問を行った。

#### 4. 結果と考察

**心拍数が聴覚的時間評価に及ぼす影響(図1)**  
 実験参加者の産出時間について、心拍数操作条件の1要因3水準分散分析を行った。その結果、心

拍数操作条件の主効果が有意であった( $F(2,54) = 3.59, MSe = 101.2, p = .034$ )。心拍数操作が時間感覚に影響を与えたことが示された。心拍数操作の主効果における多重比較(Ryan's method)(5%水準)を行ったところ、操作なし状態と風船による心拍数操作後の間で有意差がみられた( $p = 0.02$ )。各心拍数操作条件において、時間評価値と基準となる60秒との間に有意な差があったかどうかを確認するため1変量のt検定を行った。その結果、風船による心拍数操作後に有意差がみられた( $t(27) = 2.107, p = .045$ )。操作なし状態とエアロバイク運動後には有意差はみられなかった( $t(27) = .183, p = .856$ ;  $t(27) = .453, p = .654$ )。操作なし状態と比べて、風船による心拍数操作後は時間が過小評価(経過時間を短く感じる)されやすいことがわかった。

心拍数上昇値の平均値はエアロバイク運動後(50.3bpm) > 風船による心拍数操作後(7.9bpm)であった。心拍数操作方法によって心拍数の変化以外の要因で変動が生じ、その要因が時間評価値に影響した可能性がある。口頭質問の回答より、28人中20人が風船による操作時に音楽に集中できなかったと答えている。様々なイベントを含む経過時間は長く評価される(Fraisse, 1984) [7]。他に気を取られて集中力が散漫になると時間を過大評価し、集中力が増すと経過時間は短く感じると考えられる。参加者が風船に集中しすぎて時間が経つのを忘れてしまい、時間を過小評価したことが考えられる。

初期心拍数の違いで見ると、好まれやすいテンポが70~100の範囲にあること(Dowling & Harwood, 1986)に基づいて、初期心拍数を70bpm以上かそれ未満で区切り、初期心拍数条件(参加者間: 69bpm以下, 70bpm以上)と心拍数操作条件の2要因分散分析を行った結果、心拍数操作条件の主効果と交互作用が有意傾向であった( $F(2,52) = 3.15, MSe = 94.3, p = .051$ ;  $F(2,52) = 2.97, MSe = 94.3, p = .060$ )。下位検定の結果、操作なし状態では初期心拍数69bpm以下の参加者が時間を過小評価しやすく、70bpm以上の参加者が過大評

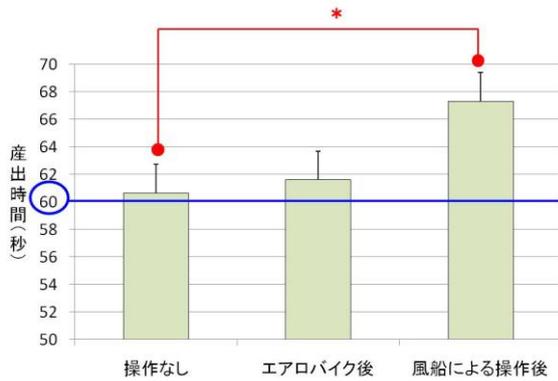


図 1 心拍数操作ごとの産出時間平均値と標準誤差 (基準は 60 秒)

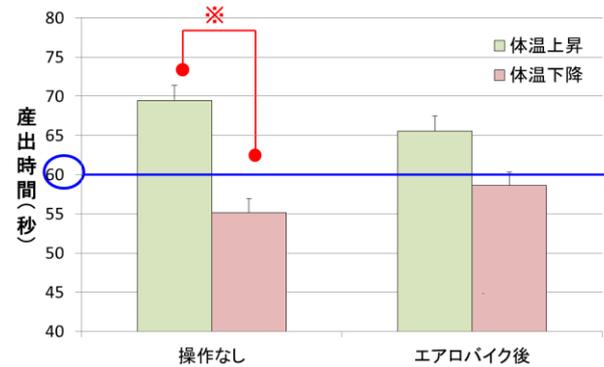


図 2 エアロバイク後における体温変化ごとの産出時間平均値 (基準は 60 秒)

価しやすいことが明らかになった。操作なし状態では、参加者自身の心拍数と音楽のテンポが同一であった。鹿野 (1995), 松田ほか (2010) より、遅いテンポの音楽は過小評価され、テンポが速くなるほど過大評価される。つまり、聴取した音楽のテンポが時間を過大・過小評価させたことが考えられる。今回、音楽の基本要素であるテンポの好みには精神テンポ (Temperley, 1963) [8] が関係していると考えられている (Buchanan, 1988) [9] とする説や、心拍数はテンポの好みに関連している要因の 1 つになっている (Iwanaga, 1995a, 1995b) [10] とする説を基に、心拍を基準としたテンポの音楽を使用した実験を行った。しかし、本研究では、初期心拍数に合わせて BGM のテンポを設定したところ、遅いテンポ (低い心拍数) では産出時間は過小評価され、速いテンポ (速い心拍数) では過大評価される結果となった。また、エアロバイクによる運動によって急激に心拍数が上昇した後でも操作なし条件の産出時間とほとんど差がないことから、時間を過大・過小評価するかは心拍数に一致しているか否かに関わらず、音楽のテンポそのものに依存するといえる。

**体温の変化が時間評価に及ぼす影響 (図 2, 3)**

心拍数操作条件ごとの体温上昇値と産出時間について相関分析を行ったところ、エアロバイク運動条件で  $r = .15$ 、風船による心拍数操作条件で  $r = .16$  であり、いずれも有意ではなかった。続いて、

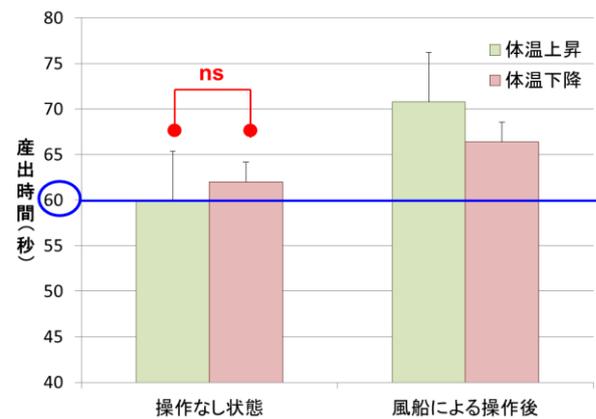


図 3 風船による操作後における体温変化ごとの産出時間平均値 (基準は 60 秒)

エアロバイク運動後に体温が上がった参加者 10 人 (平均 0.32℃上昇), 下がった参加者 16 人 (平均 0.48℃下降) の時間評価値について、体温条件 (参加者間: 体温上昇, 体温下降) と心拍数操作条件の 2 要因分散分析を行った。その結果、主効果と交互作用は有意ではなかったものの、操作なし条件における体温の上がったグループと下がったグループの時間評価値の差が有意傾向であった ( $p = .066$ )。操作を行っていない状態では、エアロバイク運動後に体温の上がったグループは下がったグループと比べて時間を過小評価 (経過時間を短く感じる) する傾向にあったが、エアロバイクによる体温変化後にはその差が消失した。

風船による心拍数操作後において、心拍数操作条件の主効果が有意であった ( $F(1,22) = 8.347$ ,  $MSe = 80.377$ ,  $p = .009$ )。単純主効果検定の結果、

体温上昇グループにおける心拍数の効果が有意であった ( $F(1,22) = 8.487, MSe = 110.498, p = .008$ )。風船による操作によって体温が上がったグループは、時間を過小評価(経過時間を短く感じる)することが示された。エアロバイク運動条件における体温上昇群においては、初期体温の低さから身体代謝が低かったと推測される。体温が上昇して身体代謝が激しい時は時間を過大評価する(一川, 2008; Hoagland, 1933, 1981) [11] [12] [13]。そのため操作なし条件で時間を過小評価し、エアロバイクによる心拍数操作によって、体温が上昇したと考えられる。風船による操作条件における体温上昇群においては、初期体温の低さによる操作なし条件における過小評価はみられなかった。バイク条件 ( $36.02^{\circ}\text{C}$ ) と風船条件 ( $36.15^{\circ}\text{C}$ ) の体温上昇群の初期体温間に、時間が過小評価されるか否かの境界がある可能性がある。

**血圧が聴覚的時間評価に及ぼす影響 (図 4)** 心拍数操作条件ごとの最高血圧上昇値と産出時間について相関分析を行ったところ、エアロバイク運動条件で  $r = -.01$ , 風船による心拍数操作条件で  $r = -.23$  であり、いずれも有意ではなかった。続いて、最高血圧が 100mmHg 未満(低血圧)の参加者 5 人, 100~134mmHg (正常血圧)の参加者 17 人, 135mmHg 以上(高血圧)の参加者 6 人の時間評価値について、血圧条件(参加者間: 低血圧, 正常血圧, 高血圧)と心拍数操作条件の 2 要因分散分析を行った。その結果、血圧条件と心拍数操作条件の主効果が有意であった ( $F(2,25) = 9.96, MSe = 488.9, p = .001$ ;  $F(2,50) = 3.39, MSe = 105.2, p = .042$ )。下位検定として血圧の主効果における多重比較(Ryan's method) (5%水準)を行ったところ、正常血圧と高血圧, 低血圧と高血圧の差が有意だった。低血圧, 正常血圧の人と比べて、高血圧の人は時間を過小評価(経過時間を短く感じる)しやすいことが示された。また、心拍数操作の主効果における多重比較を行ったところ、操作なし状態と風船による心拍数操作後の差が有意差だった。風船による心拍数操作後には時間が過小評価されやすいことがわかった。

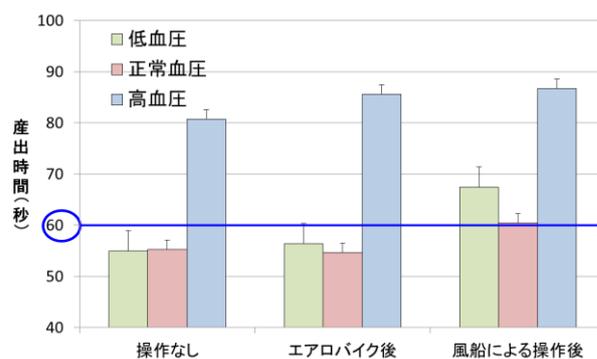


図 4 初期血圧ごとの産出時間平均値 (基準は 60 秒)

## 5. まとめ

本研究では参加者自身の心拍を用いた音楽を使用して時間評価値への影響を検討したが、時間を過大・過小評価するかは心拍数に一致しているか否かに関わらず、音楽のテンポそのものに依存するものであるということが示された。また、体温の低さによって時間を過小評価したことから、一川 (2008) や Hoagland (1933, 1981) の、体温が上昇して身体代謝が激しい時は時間を過大評価するというと同様のことが言えた。今回、血圧を新たな指標として用いたが、血圧も時間評価に影響を及ぼす一つの要因であるということが明らかになった。さらに心理状態や集中の度合いによって時間評価値が変動することが明らかになった。今後はこれらの要因を系統的に操作することによって時間評価値への影響を見る必要がある。

## 参考文献

- [1] 松田 憲・矢倉由果里・一川 誠 (2010). BGM の音楽的特徴が時間感覚に及ぼす影響 日本心理学会 74 回大会論文集, pp. 588.
- [2] Gundlach, R. H. (1935). Factors determining the characteristics of musical phrases. *American Journal of Psychology*, 47, pp. 624-643.
- [3] Hevner, K. (1937). The affective value of pitch and tempo in music. *American Journal of Psychology*, 49, pp. 621-630.
- [4] Dowling, W. J. & Harwood, D. L. (1986). *Music cognition*. New York: Academic Press.

- [5] Iwanaga, M. (1995a). Harmonic relationship between preferred tempi and heart rate. *Perceptual and Motor Skills*, 81, pp. 67-71.
- [6] 鹿野輝三 (1995). 時間評価に対する音楽刺激の影響 金城学院大学論集 pp. 79-94.
- [7] Fraisse, P (1984). Perception and estimation of time. *Annual Review of Psychology* 35, pp. 1-36.
- [8] Temperley, N. M. (1963). Personal tempo and subjective accentuation. *Journal of General Psychology*, 78, pp. 267-287.
- [9] Buchanan, J. C. (1988). An exploratory study of preschool children's synchronization of a selected rhythmic activity with music set at their heart rates. Unpublished Ph. D. dissertation, University of South Florida.
- [10] Iwanaga, M. (1995b). Relationship between heart rate and preference for tempo of music. *Perceptual and Motor Skills*, 81, pp. 435-440.
- [11] 一川 誠 (2008). 大人の時間はなぜ短いのか 集英社新書
- [12] Hoagland, H. (1933). The physiological control of judgments of duration: Evidence for a chemical clock. *Journal of General Psychology*, 9, pp. 260-287.
- [13] Hoagland, H. (1981). Some biochemical considerations of time. In J. T. Fraser (Ed.), *The voices of time* pp. 312-329. Amherst, MA: The University of Massachusetts Press.