

## 内的テンポと外的テンポの不一致が歩行と感情に及ぼす影響

園島安澄・宮谷真人・尾形明子

Effects of mismatch of internal tempo and external tempo on walking and emotions

Azumi Sonohata, Makoto Miyatani, and Akiko Ogata

A music tempo that does not correspond with a walking tempo results in an experience of difficulty in walking and generates unpleasant internal feelings. It has been posited that walking tempo is an internal tempo and that music tempo is an external one. We evaluated how participants felt when their internal tempo did not correspond with their external tempo. We also studied their internal tempo's influence on their walking. Twenty undergraduate students participated in the experiment. They walked on a treadmill and adjusted the speed so as to walk at the most comfortable speed. Participants' pleasure, relaxation, and anxiety while walking with or without sounds of metronome, the tempo of which was 50, 90, 140, or 180 beats per minute, were evaluated by MCL-S.2 scale. Results showed that participants felt more pleasant and relaxed when their internal and external tempos were in agreement. Conversely, participants felt more anxious when the tempos did not correspond. Walk tempo did not significantly vary with the external metronome tempo. Some factors which obscure the effects of external tempo are discussed.

keywords: internal tempo, external tempo, walking, emotion

### 問 題

私たちの周りには時計の針の進む音、雨の降る音、車の走る音や音楽といった多くの音があふれており、私たちはその中で生活している。近年では携帯音楽機器が普及し、音楽を聴きながら作業をしたり、歩いたりする機会も多い。音楽を聴きながら歩くとき、聴いている音楽のテンポに合わせて歩いていることがある。歩行のテンポと音楽のテンポが一致しているとき、歩きやすいように感じ、気分が良いように感じる。一方、歩行のテンポと音楽のテンポが一致しないとき、歩きにくいように感じ、不快感のようなもやもやとした感情が生じる。また歩行のテンポを音楽のテンポに意図的に合わせようとして、不自然な歩き方になることもある。本研究では、ある一定のテンポを持つ音が歩行中に流れているときに、歩行のテンポがどのような影響を受けるのか、歩行中にどのような感情が生じているのかを、歩行テンポと音のテンポが一致している時と、不一致の時に分けて検討する。

歩行のテンポは、個人が選択する好みのテンポである精神テンポと高い相関を持つと言われている（三島，1989）。三島（1989）によると、精神テンポは個人内変動が小さく、17—18歳以降に成熟するもので、生涯にわたって高い恒常性を持つテンポである。個人が主体的に喚起しているあらゆる運動、行動も固有のテンポを持ち、歩行のテンポの恒常性も高い（三島，1989）。しかし、生命体は周囲の変化から身を守るために一定の状態を保つ働きと、周囲の変化を予期して有効な準備的变化を行うという異なる働きを持つ（三島，1989）。二人連れで歩く場合、テンポは両者の平均になると言われており、個人内でも状況や目的に応じて歩く速度に変化が見られるが、刺激や目的が取り除かれると固有の精神テンポに復元するといわれている（三島，1989）。なお、精神テンポは個人が主体的に喚起しているテンポであり、精神テンポと高い相関を持つ歩行のテンポは、内的テンポであると考えることができる。さらに、他者や周囲の環境から呈示されるテンポは外的テンポであると考えることができる。本研究では、歩行のテンポを内的テンポとし、歩行中に参加者に呈示するテンポのことを外的テンポとする。

外的テンポが歩行速度に及ぼす影響を調べた研究として、阿部・新垣（2010）がある。彼らは、BGMとなる音刺激のテンポ（beats per minute, BPM）を操作し、BPMが140の時と180の時の歩行速度の変化を検討している。BGMなし、BPM140、BPM180の3条件それぞれで、イヤホンをつけて400mトラックを2周し、トラック沿いを歩く所要時間を計測した。その結果、BPMが高くなると歩行速度も速くなり、あるテンポを持った音を呈示することで、個人が主体的に喚起した歩行のテンポが影響を受けることが明らかになった（阿部・新垣，2010）。

大島・成瀬（2006）は、普段の歩行速度より30%速い速度と30%遅い速度でトレッド・ミル歩行を実施し、歩行速度の違いが気分及ぼす影響について検討した。彼らは、橋本・徳永（1996）が作成したMood Check List-Short Form.1（以下、MCL-S.1）を使用して、歩行中の快感情、リラックス感、不安感を測定した。歩行開始前に1回、歩行中に2回、歩行終了後に2回、口頭でMCL-S.1に回答させた結果、快感情は歩行中から歩行終了後にかけて増加するが、不安感は歩行中に減少した（大島・成瀬，2006）。リラックス感は速度が遅い条件で歩行開始後から全体的に増加したが、速度が速い条件では歩行中大きく減少し、歩行終了後には安静時の値を上回り、歩行終了後には両条件とも同程度になった（大島・成瀬，2006）。不安感は歩行中から減少が見られるが、遅い速度の方が速い速度よりも早い段階で減少が見られた（大島・成瀬，2006）。

これらの研究は、BGMやトレッド・ミルによる外的テンポそのものが歩行速度や気分及ぼす影響を検討しているが、本研究では、外的テンポと内的テンポの一致・不一致の効果を調べることを目的としている。その際、外的テンポと内的テンポのズレの程度をどの程度に設定するかが問題となる。折原（1995）によると、10秒間の歩行テンポは、できるだけ速く歩行を行った最速歩行の場合に21.0歩、最適な速さで歩行を行った快適歩行の場合に18.7歩、できるだけ遅く歩行を行った最遅歩行の場合に16.9歩であった。BPMに変換すると、それぞれ126、114、102程度である。阿部・新垣（2010）の研究において、“BPM140は合わせて歩くことが可能な速さ”であり、“BPM180は合わせて足を動かすような速さではない”という内省報告が得られている。内的テンポである最適歩行とのズレの程度として、合わせようとしたら合わせられるBPM140条件と、合わせようとしても合

わせられない BPM180 条件を設定して、外的テンポの影響を観察するのが適切であると考えられる。大島・成瀬 (2006) では、普段の歩行速度より速い場合と遅い場合で気分の変化の仕方が異なっていたことから、最適歩行のテンポよりも遅い BPM 条件も設定する必要がある。本研究では、BPM114 を中心としてほぼ対称となる BPM50 条件と BPM90 条件を設定した。なお、大島・成瀬 (2006) が用いた MCL-S.1 は、不安感を測定する項目数が少なく、信頼性も低いため、橋本・村上 (2011) は、MCL-S.1 の改良版である Mood Check List- Short Form.2 (以下、MCL-S.2) を作成した。MCL-S.2 は“快感情”“リラックス感”“不安感”の 3 因子 12 項目からなる尺度で、十分な信頼性と妥当性が確認されている (橋本・村上, 2011)。したがって本研究では、MCL-S.2 を用いて、歩行中の感情状態を測定する。

本研究では、メトロノーム音を 4 種類の異なるテンポで呈示し、実験参加者の快感情、リラックス感、不安感、および歩行に及ぼす影響を調べる。その際、メトロノーム音の呈示タイミングとして、参加者の歩行が安定した後に呈示を始める途中呈示条件と、歩行開始前に呈示を始める事前呈示条件を設定した。途中呈示条件ではすでに安定した歩行テンポが形成されているため、外的テンポと内的テンポが一致しない状況が生じると考えた。また、事前呈示条件は歩行を開始する前にそのテンポを調整可能であるため、“合わせようとしたら合わせられる” BPM90 と BPM140 条件では、外的テンポと内的テンポが一致した状況が生じると考えられる。他者の歩行の影響や、呈示したメトロノーム音以外の要因の影響を排除するために、実験室内でトレッド・ミルを用いた歩行の測定を実施する。仮説は以下の通りである。外的テンポと内的テンポが一致した条件では、不一致な条件に比べて快感情とリラックス感が高いこと、および不安感は不一致条件の方が高いことが予想される。また、阿部・新垣 (2010) の研究では無音条件より BPM180 が呈示されたときに歩行速度が有意に速くなっており、本研究でも、メトロノーム音のテンポが速くなるにつれて歩行テンポも上がることが予想される。

## 方 法

**実験参加者** 大学生 20 名が実験に参加した。参加者は男性 6 名、女性 14 名であり、年齢は 18—23 歳、平均年齢は 21.0 歳、標準偏差は 1.3 歳であった。

**独立変数** 外的テンポと内的テンポの不一致の影響を調べるための独立変数として、音の呈示タイミングを操作した。参加者がトレッド・ミルの速度を決定した後にメトロノーム音を呈示する途中呈示条件と、歩行を開始する前からメトロノーム音を呈示する事前呈示条件、何も音を呈示しない無音条件の 3 水準を設定した。途中呈示条件はテンポが不一致な状況、事前呈示条件はテンポが一致した状況に対応する。

呈示するメトロノーム音の BPM を 4 種類 (BPM50, BPM90, BPM140, BPM180) 設定した。しかし、実験参加者一人あたりの実験時間が制限されていたため、各参加者は 4 つの BPM 条件のうち 2 つにしか参加しなかった。したがって、BPM は、独立変数としては扱わず、BPM 条件別に、音の呈示タイミングの効果を調べた。

**刺激と装置** メトロノーム音は BOSS Dr.Beat DB-33 を用いて作成した。メトロノームの拍子は

四分音符に設定し、クリック音だけが鳴るようにした。テンポを調整し、BPM50, BPM90, BPM140, BPM180 の 4 種類のメトロノーム音の刺激を作成した。メトロノーム音はパソコンで再生し、呈示した。

実験では、トレッド・ミル、ストップウォッチ、MCL-S.2 を記したスケッチブック、記録用紙、ビデオカメラ、三脚、パソコンを使用した。トレッド・ミルは傾斜が 0 度の状態で測定を行った。スタートボタンを押すとアラーム音とともにベルトが動き出し、時速 3 km まで徐々に速度が上がった。速度は 0.1 km ずつ増減した。トレッド・ミルで設定できる最低速度は 1.0 km であった。

歩行中の感情状態の測定には、MCL-S.2 を使用した。MCL-S.2 は快感とリラックス感、不安感の 3 つの下位尺度で構成されており、それぞれ 4 項目、計 12 項目で構成されていた。回答は、“まったくそうである”から“まったくそうでない”の 7 段階で行い、中間は“かなり”“やや”“どちらともいえない”と表現されていた。

MCL-S.2 をスケッチブックに記し、歩行中に口頭で回答ができるようにトレッド・ミルのモニターに設置した。また、このスケッチブックはトレッド・ミルに装着されたモニターに表示される速度や走行距離を参加者に見えないようにする目的も持っていた。記録用紙には、参加者が設定したトレッド・ミルの走行速度と MCL-S.2 に対する参加者の回答を記録した。ビデオカメラは SONY の HDR-CX560V を使用した。ビデオカメラは三脚に装着し、トレッド・ミル全体と参加者の胸から足が映るように設置した。

**手続き** 実験では、外的テンポとしてメトロノーム音を呈示することによるキャリー・オーバー効果を避けるために、最初に音刺激を呈示しない無音条件を 2 試行実施した。次に、BPM の異なる 4 種類のメトロノーム音のうち 1 つを用いて途中呈示条件を 2 試行実施し、続いて同じ刺激を用いて事前呈示条件を 2 試行実施した。その後 10 分間の休憩をはさみ、初めに使用したのものとは BPM が異なる刺激を用いて、途中呈示条件と事前呈示条件をこの順序で実施した。所要時間は 80 分程度であった。

参加者にトレッド・ミル上を歩行することと、歩行の様子を記録するために胸から下を撮影することを説明し、同意書に記入を求めた。まずトレッド・ミルの操作方法を説明し、トレッド・ミルの操作とトレッド・ミル上での歩行に参加者が慣れたところで、教示を行った。歩行を開始したら、最も快適に歩行ができるように速度を調整すること、速度の調整が完了した後は速度を変更できないことを伝えた。速度調整完了後 2 分経過したところで、歩行中の感情状態に関する質問 (MCL-S.2) を行った。回答はスケッチブック上に記された 7 段階の中から最も当てはまるものを口頭で答えるように指示した。歩行は速度調整完了後 3 分間継続し、実験者は 3 分経過するとトレッド・ミルのモニターに表示された速度を記録し、参加者にはトレッド・ミルを止めて歩行をやめるように教示した。試行が終了するたびに内省報告を求めた。

途中呈示条件では、メトロノーム音を呈示する際、音をよく聴いて歩行を続けるよう教示し、1 試行目の測定が完了すると音を止めた。2 試行目もメトロノーム音のない状態から始め、トレッド・ミルの速度を調整させた後にメトロノーム音を呈示した。

事前呈示条件は、途中呈示条件の後に実施した。参加者は椅子に着席し、2 分間メトロノーム音を

聴取した。2分間の聴取が終了すると、最も快適に歩行が出来るようにトレッド・ミルの速度を調整させ、歩行の測定を開始した。1試行目の測定が完了すると、そのままメトロノーム音を流しつづけ、2試行目の測定を開始した。メトロノーム音は2試行目が終了するまで表示し続けた。

分析対象としたデータは、MCL-S.2の回答と、参加者の調整したトレッド・ミルの速度と、歩行テンポであった。MCL-S.2の各回答は、“まったくそうでない”を1点、“まったくそうである”を7点として得点化した。歩行テンポは測定を行った3分間を10秒ごとに区切った時の歩数とした。最初の10秒間と最後の10秒間のデータは、分析から除いた。途中表示条件では、メトロノーム音の表示を経験していない1試行目と、経験した後の2試行目で外的テンポの影響が異なる可能性があること、および大島・成瀬(2006)では歩行終了後も気分の変化の持続が観察されたことから、全ての音呈示タイミング条件において、1試行と2試行目のデータは別々に分析した。

## 結 果

まず、MCL-S.2に関して橋本・村上(2011)の因子構造と同様の因子が本研究でも抽出されるかを確認するために、1試行目と2試行目を別々に、主因子法による因子分析を行った。固有値1.0以上の基準で因子の抽出を試みたところ、両試行とも3因子が抽出された。これらに対してバリマックス回転を施した結果、回転後の3因子で、全分散の65.1%(1試行目)または72.5%(2試行目)を説明した(Table 1)。

Table 1  
MCL-S.2の因子分析の結果：回転後因子負荷量

| 因子             | 項目        | 1 試行目 |       |       |     | 2 試行目 |       |       |     |
|----------------|-----------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|
|                |           | F1    | F2    | F3    | 共通性 | F1    | F2    | F3    | 共通性 |
| 快感<br>(F1)     | はつらつしている  | .87   |       |       | .64 | .72   |       |       | .81 |
|                | 爽快な気分である  | .85   |       |       | .62 | .71   |       |       | .85 |
|                | すっきりしている  | .83   |       |       | .70 | .68   |       |       | .74 |
|                | 生き生きしている  | .78   |       |       | .78 | .68   |       |       | .79 |
| リラックス感<br>(F2) | 落ち着いている   |       | .82   |       | .53 |       | .69   |       | .66 |
|                | 穏やかな気分である |       | .81   |       | .67 |       | .66   |       | .66 |
|                | ゆったりしている  |       | .76   |       | .80 |       | .62   |       | .69 |
|                | リラックスしている |       | .72   |       | .68 |       | .59   |       | .66 |
| 不安感<br>(F3)    | 不安である     |       |       | .81   | .44 |       |       | .62   | .83 |
|                | 思いわずらっている |       |       | .77   | .72 |       |       | .54   | .68 |
|                | 心配である     |       |       | .74   | .68 |       |       | .53   | .77 |
|                | くよくよしている  |       |       | .64   | .56 |       |       | .49   | .57 |
|                | 因子寄与      | 2.94  | 2.51  | 2.37  |     | 3.16  | 2.86  | 2.68  |     |
|                | 累積寄与率     | 24.47 | 45.51 | 65.12 |     | 26.34 | 50.18 | 72.49 |     |

第1因子は橋本・村上(2011)の“快感”因子と同様の項目で、第2因子は“リラックス感”因子と同様の項目で、第3因子は“不安感”因子と同様の項目で構成されていた。MCL-S.2の各因子の内的整合性を検討するためにCronbachの $\alpha$ 係数を算出した。その結果、1試行目では快感因子で $\alpha=.911$ 、リラックス感因子で $\alpha=.854$ 、不安感因子で $\alpha=.840$ 、2試行目でも快感 $\alpha=.936$ 、リ

ラックス感  $\alpha=.883$ , 不安感  $\alpha=.899$  と高い値が得られた。感情状態のデータについて、1 試行目と 2 試行目で別々に因子分析を行った結果、両方とも同じ因子構造が得られ、橋本・村上 (2011) の結果と一致した。そこで、以降の分析では、それぞれの因子を構成する 4 項目の平均値を、快感情得点、リラクセス感得点、不安感得点とした。

次に、4 つの BPM 条件によって参加者の感情や歩行が影響を受けたかどうかを調べた。各感情得点、10 秒間の歩数、参加者の調整したトレッド・ミルの速度の平均値と標準偏差を Table 2 に示す。

Table 2  
4 つの BPM 条件における感情得点と歩数と歩行速度

| 条件   | 快感情    |      | リラクセス感 |      | 不安感  |      | 歩数   |       | 速度   |      |      |
|------|--------|------|--------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
|      | 平均     | 標準偏差 | 平均     | 標準偏差 | 平均   | 標準偏差 | 平均   | 標準偏差  | 平均   | 標準偏差 |      |
| 全体   | 無音     | 4.38 | 0.94   | 5.36 | 0.55 | 1.79 | 0.64 | 16.27 | 1.68 | 2.98 | 0.30 |
|      | BPM50  | 3.68 | 0.93   | 5.31 | 0.96 | 1.95 | 0.95 | 15.13 | 1.72 | 2.95 | 0.42 |
|      | BPM90  | 4.45 | 1.10   | 4.88 | 0.98 | 1.93 | 0.80 | 16.30 | 1.53 | 3.18 | 0.41 |
|      | BPM140 | 4.14 | 1.39   | 4.80 | 0.83 | 1.84 | 0.70 | 16.22 | 2.08 | 3.18 | 0.55 |
|      | BPM180 | 3.83 | 0.89   | 4.37 | 0.88 | 1.89 | 1.09 | 15.98 | 1.70 | 3.20 | 0.37 |
| 途中呈示 | BPM50  | 3.40 | 0.89   | 5.21 | 1.06 | 1.93 | 0.84 | 15.20 | 1.27 | 3.02 | 0.28 |
|      | BPM90  | 4.15 | 1.17   | 4.38 | 1.04 | 2.09 | 0.78 | 16.35 | 1.66 | 3.15 | 0.46 |
|      | BPM140 | 3.83 | 1.37   | 4.71 | 1.08 | 1.99 | 0.74 | 16.06 | 1.91 | 3.11 | 0.47 |
|      | BPM180 | 3.85 | 0.81   | 4.14 | 1.00 | 1.79 | 0.91 | 15.84 | 1.87 | 3.16 | 0.40 |
| 事前呈示 | BPM50  | 3.95 | 0.92   | 5.40 | 0.90 | 1.98 | 1.10 | 15.05 | 2.15 | 3.02 | 0.33 |
|      | BPM90  | 4.75 | 0.98   | 5.38 | 0.62 | 1.78 | 0.83 | 16.24 | 1.49 | 3.08 | 0.59 |
|      | BPM140 | 4.46 | 1.40   | 4.89 | 0.52 | 1.70 | 0.66 | 16.38 | 2.33 | 3.24 | 0.58 |
|      | BPM180 | 3.80 | 1.01   | 4.60 | 0.72 | 2.00 | 1.30 | 16.12 | 1.61 | 3.26 | 0.39 |
| 1試行目 | BPM50  | 3.71 | 0.96   | 5.20 | 0.89 | 2.03 | 1.09 | 15.08 | 1.53 | 2.98 | 0.26 |
|      | BPM90  | 4.43 | 0.96   | 4.66 | 0.99 | 1.93 | 0.79 | 16.34 | 1.74 | 3.15 | 0.52 |
|      | BPM140 | 4.05 | 0.96   | 4.66 | 0.88 | 1.98 | 0.79 | 16.26 | 2.06 | 3.18 | 0.51 |
|      | BPM180 | 3.71 | 0.96   | 4.04 | 1.04 | 1.94 | 1.06 | 16.27 | 2.25 | 3.22 | 0.42 |
| 2試行目 | BPM50  | 3.64 | 0.96   | 5.41 | 1.13 | 1.88 | 0.89 | 15.18 | 1.98 | 3.07 | 0.34 |
|      | BPM90  | 4.48 | 0.96   | 5.09 | 1.10 | 1.94 | 0.84 | 16.26 | 1.41 | 3.08 | 0.53 |
|      | BPM140 | 4.24 | 0.96   | 4.94 | 0.94 | 1.71 | 0.73 | 16.18 | 2.13 | 3.17 | 0.55 |
|      | BPM180 | 3.94 | 0.96   | 4.70 | 0.91 | 1.85 | 1.14 | 15.69 | 1.82 | 3.20 | 0.37 |

Table 2 を見ると、どの感情得点も、10 秒間の歩数も、トレッド・ミルの調整速度も、音の呈示テンポの系統的な影響をほとんど受けなかったことが分かる。そこで本研究では、BPM 条件はこみにして、音の呈示タイミングと試行の効果を調べた結果を報告する。3 (音の呈示タイミング)  $\times$  2 (試行) の 2 要因反復測定分散分析を実施し、交互作用の分析には水準別誤差項を用いた。多重比較は、有意水準を 5% とし、ボンフェローニの方法で行った。

快感情得点の条件別平均値と標準偏差を Figure 1 に示す。快感情得点は、無音条件では 1 試行目よりも 2 試行目で高かった。また、途中呈示条件よりも無音条件や事前呈示条件で高かった。分散分析の結果、音の呈示タイミングの主効果 ( $F(2, 78) = 7.25, p < .01$ )、試行の主効果 ( $F(1, 78) = 9.65, p < .01$ )、および交互作用 ( $F(2, 78) = 7.36, p < .01$ ) が有意であった。音の呈示タイミング条件別に試行の単純主効果を調べたところ、無音条件 ( $F(1, 39) = 18.95, p < .01$ ) では、快感情得点は 2 試行目で有意に高いことが示された。また、試行別に音の呈示タイミングの単純主効果を

調べたところ、1 試行目、2 試行目ともに呈示タイミングの効果が有意であり、多重比較の結果、1 試行目では無音条件の方が途中呈示条件よりも快感情得点が高かった ( $F(2, 78) = 3.23, p < .05$ )。2 試行目では、快感情得点は途中呈示条件よりも無音条件と事前呈示条件で高かった ( $F(2, 78) = 10.28, p < .01$ )。

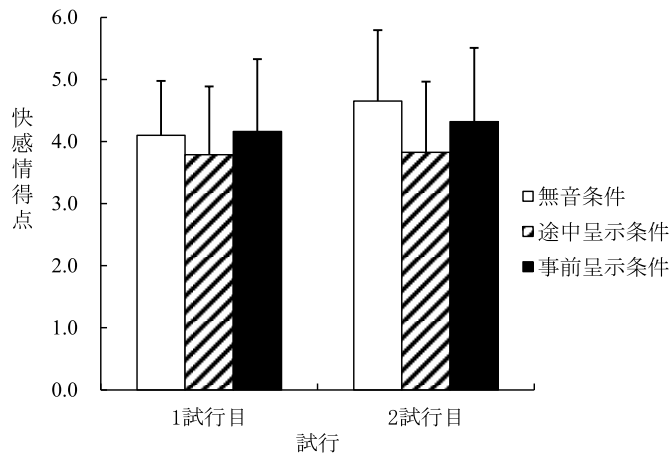


Figure 1. 音の呈示タイミング条件と試行別の快感情得点  
(誤差線は標準偏差を表す)

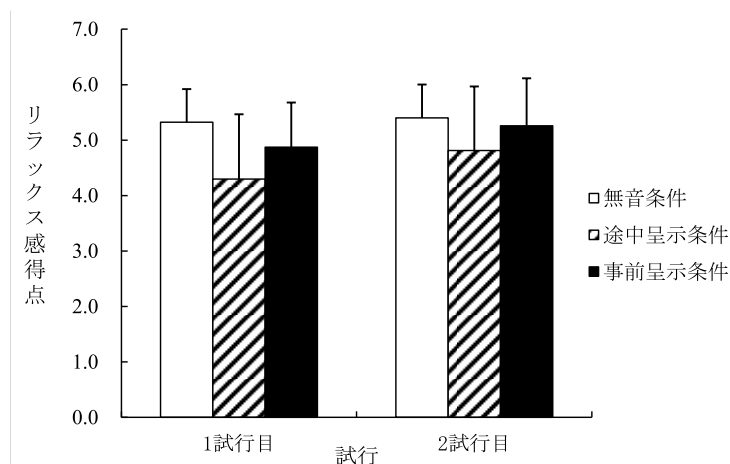


Figure 2. 音の呈示タイミング条件と試行別のリラックス感得点  
(誤差線は標準偏差を表す)

リラックス感得点の平均値と標準偏差を Figure 2 に示す。途中呈示条件と事前呈示条件では、1 試行目よりも 2 試行目でリラックス感得点が高かった。また、リラックス感得点は、途中呈示条件よりも無音条件と事前呈示条件で高かった。分散分析の結果、音の呈示タイミングの主効果 ( $F(2, 78) = 13.77, p < .01$ ) と試行の主効果 ( $F(1, 78) = 14.24, p < .01$ )、および交互作用 ( $F(2, 78) = 3.52,$

$p<.05$ ) が有意であった。音の呈示タイミング条件別に試行の単純主効果を調べた結果、途中呈示条件 ( $F(1, 39) = 9.29, p < .01$ )、事前呈示条件 ( $F(1, 39) = 12.09, p < .01$ ) では、リラックス感得点は 2 試行目において有意に高いと評価された。また、試行別に音の呈示タイミングの単純主効果を調べたところ、1 試行目 ( $F(2, 78) = 15.80, p < .01$ )、2 試行目 ( $F(2, 78) = 7.79, p < .01$ ) とともに呈示タイミングの効果が有意であり、多重比較の結果、1 試行目においては無音条件、事前呈示条件、途中呈示条件の順にリラックス感得点が低下した。2 試行目では、リラックス感得点は途中呈示条件よりも無音条件と事前呈示条件で高かった。

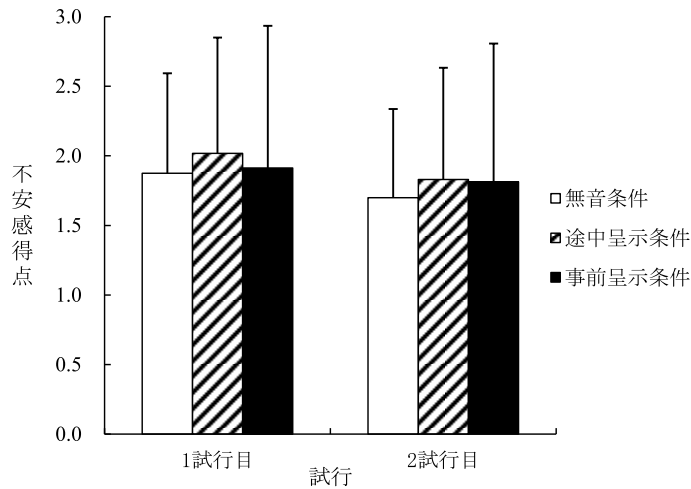


Figure 3. 音の呈示タイミング条件と試行別の不安感得点  
(誤差線は標準偏差を表す)

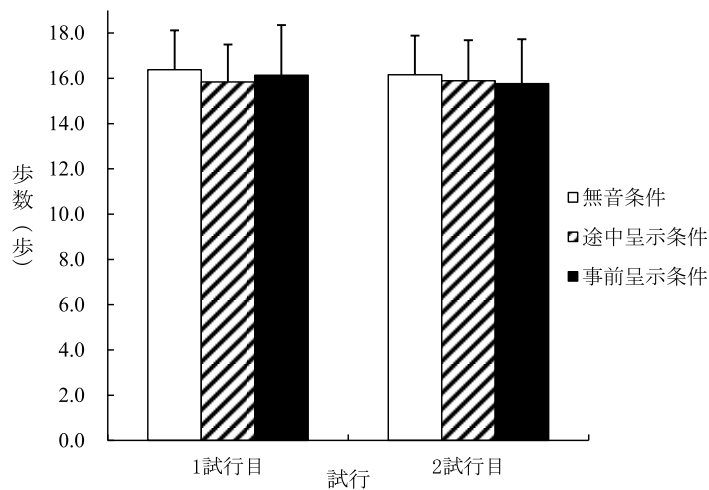


Figure 4. 音の呈示タイミング条件と試行別の 10 秒あたり歩数  
(誤差線は標準偏差を表す)



不安感得点の平均値と標準偏差を Figure 3 に示した。1 試行目よりも 2 試行目で、不安感得点がやや低くなっていた。音の呈示タイミング条件の間に大きな違いは見られなかった。分散分析の結果、試行の主効果 ( $F(1, 78) = 10.66, p < .01$ ) が有意であった。多重比較の結果、不安感得点は 2 試行目の方が有意に低かった。

10 秒間の歩数を Figure 4 に、トレッド・ミルの調整速度を Figure 5 に示す。10 秒あたり歩数については、条件間に大きな違いは見られず、分散分析の結果、有意な主効果、交互作用はなかった。Figure 5 を見ると、無音条件では、途中呈示条件や事前呈示条件に比べ、トレッド・ミルの速度が遅い。分散分析の結果、音の呈示タイミングの主効果 ( $F(2, 78) = 9.00, p < .01$ ) が有意であった。多重比較の結果、無音条件では、途中呈示条件や事前呈示条件よりも有意に歩行速度が遅かった。

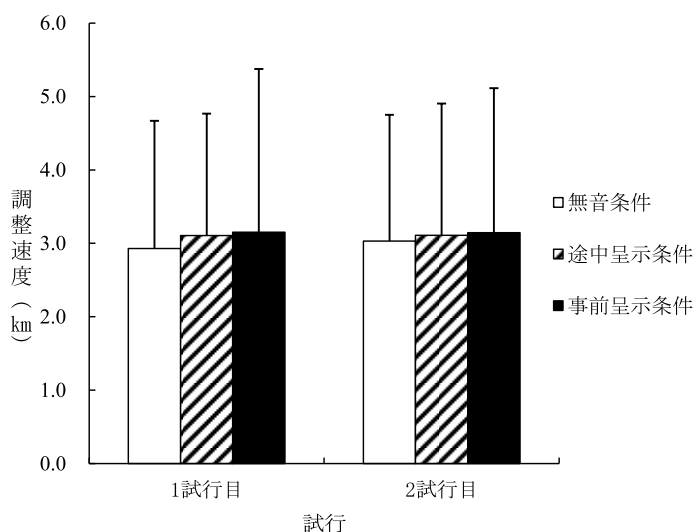


Figure 5. 音の呈示タイミング条件と試行別のトレッド・ミル調整速度  
(誤差線は標準偏差を表す)

### 考 察

本研究の目的は、精神テンポと高い相関をもち、内的テンポである歩行のテンポと、外的テンポであるメトロノーム音のテンポが一致する時と不一致の時に、どのような感情がどの程度生じているのかを明らかにすることであった。また、メトロノーム音という外的テンポの呈示によって、内的テンポである歩行のテンポがどのように影響を受けるのかも調べた。本研究では、途中呈示条件において歩行テンポと外的テンポが不一致な状況が作られ、事前呈示条件の BPM90 と BPM140 条件は、それらが一致した状態であると仮定した。途中呈示条件よりも事前呈示条件の方が快感性とリラックス感が高く、不安感も途中呈示条件の方が高いと予想した。MCL-S.2 の分析結果 (Table 1) が橋本・村上 (2011) と一致していたことから、本研究において、歩行中の感情は適切に測定できていたと考えられる。

快感情とリラックス感に関しては、概ね予想と一致する結果が得られた。これらのポジティブな感情は、途中呈示条件に比べて、無音条件や事前呈示条件において強く感じられていた。事前呈示条件と無音条件の間に有意な違いはなかったことから、内的テンポと外的テンポの一致が快感情やリラックス感を高めたのではなく、両者の不一致が、これらの感情を弱める効果があったと考えられる。快感情得点は、無音条件において1試行目よりも2試行目の方が高く、リラックス感得点も、途中呈示条件と事前呈示条件において1試行目よりも2試行目の方が高かった。これらの結果は、快感情は歩行中から歩行終了後にかけて増加し、リラックス感も歩行後半で増加したという大島・成瀬（2006）の報告と一致する。ただし、本研究では、試行に伴う感情の変化（増強）が出現した音の呈示タイミング条件が快感情とリラックス感で異なっており、それらが内的テンポと外的テンポの一致・不一致の効果なのか、歩行そのものの効果なのかについては推論できない。

不安感について、本研究では音の呈示タイミングの効果は得られなかった。1試行目よりも2試行目で不安感得点が有意に低くなっていたことは、大島・成瀬（2006）の不安感が歩行中に減少したという結果と一致する。Figure 3を見ると、不安感得点の平均は、すべての条件で2.0以下であり、“どちらともいえない”の4.0を大きく下回っている。本研究の参加者においては全体的に不安感が低く、床効果により外的テンポと内的テンポの一致・不一致の効果は出現しにくかったのかもしれない。

歩行テンポ（10秒間の歩数）については、音の呈示タイミングの効果も、試行の効果も得られなかった。以下で考察するように、外的テンポと内的テンポの不一致が歩行テンポに及ぼす影響については、本研究で設定したのとは異なる条件でさらに検討する必要がある。また、歩行テンポとは常に一定のものではなく、速くなったり遅くなったりするものである。さらに、異なる速度で歩行を行うと、再現性のある歩行要因であっても変動をきたす（安藤・丸山・小坂、1995）。したがって、本研究では10秒間の歩数を測定したが、歩数のみで歩行テンポを適切に評価できたとはいえず、歩行テンポの指標についても工夫する必要がある。

本研究では、最適歩行速度で表される内的テンポと不一致な外的テンポとして、BPM50、BPM90、BPM140、BPM180の4種類のメトロノーム音を準備した。そのうち、BPM90とBPM140の2条件は、歩行を“合わせようとすれば合わせられる”（阿部・新垣、2010）速さであり、事前呈示条件においては外的テンポと内的テンポが一致した状態が生じると考えた。しかし、Table 2に示すように、音の呈示テンポは、快感情、リラックス感、不安感、歩行テンポ、歩行速度（トレッド・ミル調整速度）のいずれにも系統的な影響を及ぼさなかった。快感情得点はBPM50とBPM180条件で他のBPM条件に比べてやや低く、リラックス感も呈示テンポが遅くなるほど高くなり、歩行速度は呈示テンポの速いほど上昇しており、予想や先行研究（阿部・新垣、2010）と合致する傾向はあるが、4種類のBPMが、実験前に意図した条件設定とはなっていない可能性がある。

村田・忽那・北山（2004）によると、最適歩行速度は男性で時速4.92 km、女性で4.83 kmであり、人が快適だと感じる歩行速度は3.5 kmから5.0 kmの範囲にある。Table 2を見ると、本研究の参加者の平均歩行速度は、外的テンポの影響のない無音条件で2.98 kmとなっており、村田他（2004）が示す快適歩行速度の範囲に入っていない。また、歩数に着目すると、無音条件において10秒間で

おおよそ 16 歩のテンポで歩行が行われていた。この歩数を 6 倍して BPM に換算すると、BPM90 から BPM100 の間に位置する値になる。本研究の BPM 条件は、無音条件での歩行が BPM114 程度のテンポで行われると仮定して設定したものである。ところが、実際の無音条件における歩行は BPM98 程度のテンポで行われていた。さらに、BPM50 や BPM180 条件では、1 拍を 2 拍に分割したり、2 拍を 1 拍にまとめたりして参加者がテンポを調整する可能性もある。したがって、本研究における BPM 条件が適切であったかどうかは再検討する必要がある。事前に参加者の歩行テンポを測定し、その結果に基づいて参加者ごとに異なる呈示テンポを設定するなどの方法が考えられる。

本研究の参加者が、無音条件において先行研究よりも遅い速度で歩行した理由は不明である。おそらくトレッド・ミル自体の特性や傾斜などの設定条件、設置された実験室環境などが影響したものと思われる。Figure 5 を見ると、途中呈示条件や事前呈示条件では無音条件に比べて歩行速度が速くなっていたが、本研究では、メトロノーム音呈示のキャリー・オーバー効果を避けるために無音条件を必ず最初に実施しており、無音条件と他の音呈示タイミング条件の歩行速度の違いが外的呈示音の効果によるものか、単に試行を繰り返すことによる歩行速度の変化なのかは評価できない。外的テンポの存在しない状況での参加者の歩行の特性を把握するために適切な歩行時間や試行数について再検討する必要がある。

#### 引用文献

- 阿部麻美・新垣紀子 (2010). BGM のテンポの違いが作業効率に与える影響 日本認知科学会第 27 回大会発表論文集, **27**, 3-47.
- 安藤正志・丸山仁司・小坂健二 (1995). 異なる歩行速度が快適歩行に及ぼす影響 理学療法学, **22**, 10-13.
- 橋本公雄・村上雅彦 (2011). 運動に伴う改訂版ポジティブ感情尺度 (MCL-S.2) の信頼性と妥当性 健康科学, **33**, 21-26.
- 橋本公雄・徳永幹雄 (1996). 運動中の感情状態を測定する尺度 (短縮版) 作成の試み—MCL-S.1 尺度の信頼性と妥当性— 健康科学, **18**, 109-114.
- 三島二郎 (1989). 精神テンポに関する基礎的研究 XXVI—行動形態論の展開— 早稲田大学大学院文学研究科紀要哲学・史学編, **34**, 1-16.
- 村田 伸・忽那龍雄・北山智香子 (2004). 最適歩行と最速歩行の相違—GAITRite による解析— 理学療法科学, **19**, 127-222.
- 大島幸子・成瀬久美 (2006). 歩行速度の違いが反応時間と気分に及ぼす影響 平成 16 年度-平成 17 年度 科学研究費補助金 (基盤研究 (C)) 研究成果報告書 身体的コミュニケーションとしての動作速度調整に関する生理心理的検討, pp. 25-34. <<http://hdl.handle.net/10935/556>> (2015 年 2 月 22 日)
- 折原茂樹 (1995). 時間評価と歩行テンポについて 国士舘大学文学部人文学会紀要, **28**, 1-10.