

音楽要素が筋力トレーニングのパフォーマンスおよびモチベーションに与える影響

田中 大翔[†] 王 元元[†]

[†] 山口大学工学部知能情報工学科 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1

E-mail: [†]{c046ffw, y.wang}@yamaguchi-u.ac.jp

あらまし 本研究は、筋力トレーニング（バービー、体幹運動）実施時における音楽要素が、運動パフォーマンスおよびモチベーションに及ぼす影響を検証する。音楽要素を「速いテンポ・明るい歌詞」「速いテンポ・暗い歌詞」「遅いテンポ・明るい歌詞」「遅いテンポ・暗い歌詞」の4条件に分類し、各条件下で被験者に同一の運動課題を課す。運動回数や持続時間といった客観的な運動成果に加え、主観的運動強度（RPE）およびモチベーション指標を測定し、条件間で比較分析を行う。これらの多面的評価を通じて、筋力トレーニングの質および継続意欲を高める最適な音楽要素の組み合わせを実証的に明らかにすることを目的とする。本論文では、音楽有無条件および音楽要素4条件を用いた評価実験の設計とプロトコルを詳細に述べるとともに、体幹トレーニングにおける限界到達時間およびバービーにおける実施回数、ならびにアンケート調査結果に基づき、音楽要素が筋力トレーニングのパフォーマンスとモチベーションに与える影響を検証する。

キーワード 音楽、感情分析、ユーザ理解、ヘルスケア、スポーツデータ

1 はじめに

近年、健康意識の高まりとともに、筋力トレーニングを含む運動習慣の重要性が広く認識されている。筋力トレーニングは、身体機能の維持・向上のみならず、生活習慣病の予防や精神的健康の増進にも寄与することが報告されている。トレーニング成果を最大化するためには、適切な運動負荷の設定に加え、運動を継続する意欲や、限界まで努力し続けるモチベーションの維持が極めて重要な要素となる。しかしながら、文部科学省の調査によれば、一年以上にわたり運動を継続している者の割合は27.3%にとどまっており、運動継続の困難さが社会的課題として指摘されている[1]。

このような背景のもと、運動継続を促進する手段の一つとして、音楽の活用が注目されている。先行研究において、運動中の音楽聴取は、運動のつらさを示す自覚的運動強度（Rating of Perceived Exertion: RPE）を低減させるとともに、覚醒度や気分を高めることで、運動パフォーマンスの向上に寄与することが報告されている。これらの知見から、音楽はトレーニング環境を心理的側面から最適化する有効な要因であると考えられる。一方で、音楽が有するどのような要素が、どのような形で運動に影響を及ぼすのかについては、十分に体系化されていないのが現状である。

本研究では、音楽の影響を定量的に評価するため、音楽要素を客観的に表現する指標として、テンポおよび歌詞の感情極性に着目する。音楽のテンポについては、Pythonの音楽解析ライブラリであるLibrosa¹を用いて楽曲全体の推定テンポ（BPM）を算出し、楽曲の時間的特性を表す特徴量として用いる。また、歌詞の印象については、自然言語処理モデル

であるBERT（Bidirectional Encoder Representations from Transformers）²を用いた感情分析を行い、歌詞内容のポジティブ・ネガティブ傾向を数値化することで、楽曲を分類する。これら2つの指標を組み合わせることで、音楽要素を4つの条件に整理する。

実験では、運動特性の異なる二種の筋力トレーニング種目を対象とする。一つは、全身を用いた高強度・動的運動であるバービーであり、もう一つは、静的な筋持久力が要求される体幹トレーニングである。各音楽条件下における客観的な運動成果として、バービーでは一定時間内の最大反復回数、体幹トレーニングでは限界到達までの保持時間を測定する。さらに、運動直後の主観的評価指標として、RPEおよび運動に対する意欲度（モチベーション）をアンケートにより取得し、条件間で比較分析を行う。これらの分析を通じて、音楽要素の組み合わせが運動パフォーマンスおよび心理的指標に与える影響を明らかにし、運動特性に応じた最適な音楽条件を特定することを目的とする。本研究は、音楽を活用した効果的なトレーニング環境構築に対する実証的知見を提供する点に学術的意義を有する。

本論文の構成は以下のとおりである。第2章では関連する先行研究を整理し、第3章では本研究における仮説および音楽特徴量の算出方法について述べる。第4章では実験方法および実験結果を示し、第5章において結果の考察を行い、結論を述べる。

2 関連研究

これまで、スポーツ心理学および運動生理学の分野において、音楽が運動時のパフォーマンスを向上させるエルゴジェニック効果（ergogenic effect）を有することが数多く報告されてきた。

¹ : <https://librosa.org/doc/latest/index.html>

² : https://huggingface.co/docs/transformers/ja/model_doc/bert

音楽の聴取は、運動中の覚醒水準や情動状態を調整し、疲労感の知覚を変化させることで、運動遂行能力に影響を及ぼすと考えられている。しかし、音楽の効果は単なる瞬間的なパフォーマンス向上にとどまらず、運動行動を長期的に維持する心理的側面にも深く関与する点が重要である。

運動継続の観点からは、運動に伴う「楽しさ」や「面白さ」といった肯定的感情の役割が指摘されている。江口ら [2] および片平と重松 [3] は、運動に対してポジティブな感情を抱くことが、運動参加頻度や継続意図に強く関連することを示しており、運動継続には心理的報酬の存在が不可欠であることを明らかにしている。これらの知見は、運動を単なる身体的負荷としてではなく、情動体験として捉える必要性を示唆している。

音楽の物理的特性に着目した研究としては、テンポの影響に関する報告が多い。阿部と新垣 [4] および柴田ら [5] は、音楽のテンポが聴取者の気分や覚醒度を高め、作業効率や課題遂行能力を向上させることを示している。運動文脈においても、テンポの速い音楽は運動リズムとの同調を促進し、結果として運動量の増加や出力向上に寄与する可能性が指摘されている。

さらに、Shaul と Karageorghis [6] は、大規模なメタ分析を通じて、音楽が運動中の情動価を向上させ、主観的運動強度（RPE）を低下させることで、身体的パフォーマンスを有意に向上させることを統計的に示した。また、Ballmann ら [7] や Patania ら [8] は、音楽の効果が有酸素運動に限定されるものではなく、筋力トレーニングにおける反復回数の増加や爆発的パワー出力の向上にも及ぶことを報告しており、レジスタンストレーニングにおける音楽活用の有効性を示している。

一方で、既存研究の多くは音楽のテンポや音量といった物理的側面に焦点を当てており、音楽を構成するもう一つの重要要素である歌詞の内容、すなわち言語的メッセージが運動時の心理・生理反応に与える影響については、十分な検討がなされていない。門間と本多 [9] は、音楽に含まれる言語情報が文章理解課題などの認知的処理に影響を及ぼすことを示しており、歌詞は脳内の情報処理資源を消費する要因となり得る。この知見を運動文脈に適用した場合、高強度な運動中において歌詞が注意資源を分散させ、パフォーマンスに負の干渉を及ぼす可能性が考えられる。

その一方で、小河と篠田 [10] は、歌詞への共感が情動的支援として機能し、心理的レジリエンスや動機付けを高める可能性を指摘している。すなわち、歌詞は単なる情報負荷要因ではなく、運動者の感情状態を調整し、困難な状況における心理的支えとして作用する可能性を有する。このように、歌詞が運動に与える影響は二面的であり、その効果は運動様式や個人の心理状態によって異なると考えられるが、これらの点については十分な実証研究が行われていない。

近年の学術的議論においては、運動中の報酬系の活性化には、音楽の構造的特性だけでなく、聴取者の主観的解釈や感情的共鳴が関与することが指摘されている。特に、テンポと歌詞の性質が一致しない場合、例えば速いテンポに暗い歌詞が付随する場合のような音楽要素間の相互作用が、運動時の心理状態やパフォーマンスにどのような影響を及ぼすかについては、依然と

して明確な結論が得られていない。

さらに、筋力トレーニングにおいては、バービーのような動的かつ高強度な全身運動と、体幹トレーニングのような静的（アイソメトリック）運動とでは、疲労の知覚や注意配分の様式が異なることが知られている。動的運動では動作リズムとの同調が重要となる一方で、静的運動では苦痛への注意をいかに分散させるかが持続時間に大きく影響すると考えられる。このため、運動特性に応じて有効となる音楽要素の組み合わせも異なる可能性が高い。

以上の先行研究を踏まえ、本研究では音楽のテンポ（速い・遅い）および歌詞の印象（明るい・暗い）の二要素を組み合わせた 4 条件を設定し、筋力トレーニング時の客観的な運動成果（反復回数および持続時間）と主観的指標（RPE およびモチベーション）に与える影響を多角的に検証する。これにより、高強度運動におけるパフォーマンスの質と運動継続意欲を同時に高めるための、音楽要素の最適な活用方法を実証的に明らかにすることを目的とする。

3 音楽と筋力トレーニングの相関

本章では、音楽を構成する主要な要素である「テンポ」および「歌詞情動価」が、筋力トレーニング（以下、筋トレ）における身体的パフォーマンスおよび心理的指標に及ぼす影響について、既存知見を踏まえながら理論的背景と作用メカニズムを整理する。特に、生理的覚醒水準の変化と感情状態の調整という 2 つの側面から、音楽要素と筋トレとの相関関係を明確化することを目的とする。

3.1 音楽テンポと筋トレの生理的相関

音楽テンポは、拍の速度を示す指標である Beats Per Minute (BPM) として定義され、聴取者の生理的覚醒度に直接的な影響を及ぼす要因である。一般に、速いテンポの音楽を聴取することで交感神経活動が促進され、心拍数や呼吸数の上昇を伴う覚醒水準の増加が生じることが報告されている。

さらに、運動動作を音楽のリズムと同調させるリズミカル・エントレインメント (rhythmic entrainment) により、動作タイミングの安定化や運動効率の向上が期待できる。この同調効果は、知覚される努力度や疲労感を低下させ、結果として運動の持続や反復回数の増加につながると考えられる。以上の生理的メカニズムに基づき、音楽テンポは主に挙上回数や限界到達時間といった筋トレにおける物理的パフォーマンス指標に強く作用する要因であると位置付けられる。

3.2 歌詞情動価と筋トレモチベーションの心理的相関

歌詞情動価とは、楽曲の歌詞が有する感情の極性、すなわちポジティブまたはネガティブな情動傾向の度合いを指す概念であり、聴取者の主観的感情状態に影響を与える重要な音楽要素である。歌詞に含まれる言語情報は、意味処理を通じて情動反応を誘発し、ポジティブな感情状態を喚起することで、「楽しい」「やりがいがある」といった内発的動機づけを強化する役割を果たす。

このような心理的変化は、トレーニングに伴う身体的苦痛や不快感を前向きに再解釈させ、運動行動を継続しようとする意欲を高める要因となる。特に、筋トレのように自己調整能力や忍耐力が要求される活動においては、外部刺激としての音楽が心理的限界の突破を支援する可能性が高い。したがって、歌詞情動価は運動の継続意図や楽しさの知覚といった心理的側面に対して、テンポとは異なる次元で影響を及ぼすと予測される。

3.3 音楽特徴量の抽出

本研究では、音楽特性を客観的に評価するため、音響情報および言語情報の両面から特徴量を抽出する。音楽テンポの算出には、Python の音声解析ライブラリである Librosa を用いる。音源データからオンセット系列を抽出し、自己相関関数に基づいて周期性を解析することで、楽曲全体における支配的な BPM を推定する。

一方、歌詞情動価の解析には、自然言語処理モデルである BERT を用いる。具体的には、日本語 SNS データを用いて事前学習されたセンチメント分析モデルを適用し、歌詞テキストからポジティブおよびネガティブのスコアを算出する。本研究では、これらのスコアを正規化し、 -1.0 から 1.0 の連続値として扱う。これら 2 つの特徴量を組み合わせることで、多様な楽曲群を実験条件に適した形で厳密に分類することが可能となる。

抽出した楽曲群におけるテンポおよび歌詞情動価の分布を図 1 に示す。

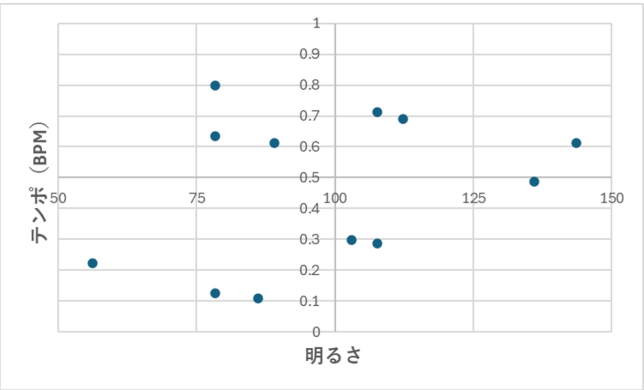


図 1 実験に用いた楽曲群におけるテンポおよび歌詞情動価の分布

3.4 筋トレ種目の特性に基づく音楽要素の対応付け

本研究では、筋トレ種目の運動特性に応じて、効果的と考えられる音楽要素を対応付ける。1 分間あたりの実施回数を評価指標とするバービーのような動的かつ瞬発的な反復運動においては、生理的覚醒を促進し、動作リズムの維持を支援する速いテンポの音楽が有効であると仮定する。

一方、限界到達までの時間を評価する体幹トレーニングのような静的かつ持続的な運動では、心理的疲労感を軽減し、動機付けを維持する要因として、ポジティブな情動価を有する歌詞の影響が大きいと考えられる。

以上の理論的背景に基づき、本研究では以下の仮説を設定

する。

- 仮説 1（歌詞情動価の主効果）：ポジティブな歌詞条件は、ネガティブな歌詞条件と比較して、運動継続意図およびモチベーション指標を有意に高める。
- 仮説 2（テンポの主効果）：速いテンポ条件は、遅いテンポ条件と比較して、筋トレにおける客観的パフォーマンスを向上させ、主観的運動強度（RPE）を低下させる。
- 仮説 3（交互作用効果）：ポジティブな歌詞かつ速いテンポの組み合わせは、他のすべての条件と比較して、最も高い運動パフォーマンスおよびモチベーションを示す。
- 仮説 4（音楽提示の効果）：ネガティブな歌詞かつ遅いテンポの条件であっても、音楽無し条件と比較して、運動パフォーマンスおよびモチベーションは高い値を示す。

4 評価実験

本章では、第 3 章で述べた音楽の特性と筋力トレーニング要素の対応付けモデル、およびそれに基づいて設定した仮説を検証することを目的とし、評価実験を実施した。本実験では、音楽のテンポおよび歌詞情動価が、異なる特性を持つ筋力トレーニング種目における身体的パフォーマンスおよび心理的指標に与える影響を定量的・定性的に分析する。

4.1 実験方法

本実験の目的は、分類された音楽条件が筋力トレーニング実施時のパフォーマンスおよびモチベーションに与える影響を定量的に評価し、提案した音楽要素対応モデルの妥当性を検証することである。以下に、被験者、使用楽曲、実験手順および評価指標について述べる。

4.1.1 被験者および実験環境

被験者は、健康な大学生 12 名（男女混合）とした。被験者はいずれも重大な運動器疾患を有しておらず、日常生活に支障なく運動が可能である者とした。実験は大学構内の教室において実施し、外部騒音や視覚的刺激が最小限となる環境を整備した。音楽の提示にはスマートフォンを用い、教室内の全被験者に十分に聴取可能な音量で再生した。これにより、トレーニング中に音楽刺激が一貫して知覚される条件を確保した。

4.1.2 使用楽曲の選定と分類

実験に使用する楽曲は、YouTube 上において再生回数 100 万回以上を記録している楽曲群から無作為に抽出した。これは、被験者が極端に未知の楽曲に戸惑う影響を避け、一般的な音楽聴取環境に近い条件を再現するためである。

抽出した楽曲に対し、Python の音声解析ライブラリ Librosa を用いてテンポ（BPM）を算出した。また、歌詞情動価の推定には、日本語 SNS データを用いて事前学習された BERT ペースのセンチメント分析モデルを適用し、歌詞テキストから情動スコア（ $-1.0 \sim 1.0$ ）を算出した。

これらの特徴量に基づき、楽曲を以下の 4 条件に分類した。

- 条件 1（ポジティブ・速い）：BPM 100 以上 150 未満、情動価 0.5 以上

- 条件 2 (ポジティブ・遅い) : BPM 50 以上 100 未満, 情動価 0.5 以上
- 条件 3 (ネガティブ・遅い) : BPM 50 以上 100 未満, 情動価 0.0 以上 0.5 未満
- 条件 4 (ネガティブ・速い) : BPM 100 以上 150 未満, 情動価 0.0 以上 0.5 未満

各条件につき 3 曲ずつ用意し, 被験者はその中から 1 曲を選択してトレーニングを実施した。主体的な選択を許容することで, 極端な嫌悪感による心理的バイアスを低減する意図がある。

4.1.3 実験手順および評価指標

計測対象とする筋力トレーニング種目は, 持続的負荷への耐性を評価する体幹トレーニング (限界までの持続時間) と, 瞬発的の反復動作を評価するバービー (1 分間の実施回数) の 2 種類とした。

実験は以下の手順で実施した。まず, 基準条件として「音楽無し」の状態では各種目を実施し, 記録を計測した。次に, 4 つの音楽条件のうち 1 条件をランダムに割り当て, 同一種目を音楽聴取下で実施した。各試行間には, 疲労の累積による影響を最小化するため, 1 時間以上の休息時間を設けた。

音楽聴取によるパフォーマンス変化を定量化する指標として, 式 (1) に示す「成長率」を定義した。

$$\text{成長率} = \frac{\text{音楽有りの記録} - \text{音楽無しの記録}}{\text{音楽無しの記録}} \times 100[\%] \quad (1)$$

この指標により, 被験者間の筋力や体力差の影響を排除し, 音楽条件による相対的な効果を比較可能とした。

また, 主観的評価として, 各試行終了後にアンケート調査を実施した。本アンケートは, Q1 を選択式, Q2~Q5 を 5 段階リッカート尺度, Q6 を自由記述形式とし, 被験者の心理的反応を多面的に把握することを目的として設計した。質問項目を以下に示す。

- Q1. 日常的な運動頻度 (週あたりの実施回数等)
- Q2. 提示された音楽は好みであったか
- Q3. 音楽を聴取することでモチベーションに変化があったか
 - Q3-1. 音楽のテンポによってモチベーションに変化があったか
 - Q3-2. 音楽の歌詞によってモチベーションに変化があったか
- Q4. 音楽によって疲労感は軽減されたか
- Q5. 音楽があることで今後も運動を継続できそうか
- Q6. 実験に対する感想および今後の改善点 (自由記述)

各設問は, 被験者の運動習慣, 提示楽曲に対する嗜好, 音楽聴取に伴うモチベーションおよび疲労感の変化, ならびに将来的な運動継続意欲といった心理的側面を包括的に把握することを目的としている。加えて, 自由記述形式の設問を設けることで, 数値化が困難な主観的経験や個別の認知的・情動的反応を補足的に収集した。

Q1 では, 週あたりの運動実施回数などの運動頻度について回答を求めた。これは, 被験者の基礎的な運動習慣の有無が, 音楽聴取時におけるパフォーマンス変化や心理的評価に影響を及ぼす可能性を考慮し, その関連性を分析するためである。

Q2 および Q3 では, 提示した楽曲に対する主観的嗜好および音楽聴取による全体的なモチベーション変化について, 5 段階リッカート尺度により評価させた。これにより, 音楽刺激が筋力トレーニング中の心理状態に及ぼす直接的な影響を把握することを目的とした。さらに, Q3-1 および Q3-2 において, モチベーション変化の要因を「テンポ」と「歌詞」に分離して評価させることで, 各音楽要素の寄与度を個別に分析可能とした。

Q4 および Q5 では, 音楽聴取による疲労感の軽減効果および今後の運動継続意欲について, 同様に 5 段階評価による回答を求めた。これらの設問は, 提案する音楽要素の対応付けモデルが, 被験者にとって自然かつ有効な運動支援手段として機能しているかを検証するために設定したものである。

最後に, Q6 として自由記述形式のコメント欄を設け, 実験全体に対する感想や改善点についての意見を収集した。これにより, 定量的指標のみでは捉えきれない心理的機序や実験プロトコル上の課題を抽出し, 今後のモデル改良および実験設計の高度化に向けた指針を得ることを目的とした。

4.2 実験結果

本節では, 12 名の被験者に対して実施した評価実験の結果を示す。各音楽条件における客観的パフォーマンス指標として成長率を算出するとともに, 主観的評価指標としてアンケート結果を集計し, 提案する音楽要素対応付けモデルの有効性を検証する。

4.2.1 バービーにおける計測結果

瞬発的かつ反復的な動作を伴うバービーにおいて, 全音楽条件の平均成長率は 11.33% であった。条件別の成長率を表 1 に示す。

歌詞情動価	表 1 バービーにおける各音楽条件の成長率	
	遅いテンポ (50-100 BPM)	速いテンポ (100-150 BPM)
ポジティブ (1.0-0.5)	16.30%	23.55%
ネガティブ (0.5-0.0)	5.50%	7.83%

表 1 より, 「ポジティブな歌詞・速いテンポ」の条件 1 が最も高い成長率を示し, 23.55% に達した。この結果は, 速いテンポが反復運動を促進するとした仮説 2 (テンポの主効果), ならびにポジティブな歌詞と速いテンポの組み合わせが最大の効果をもたらすとした仮説 3 (交互作用効果) を支持するものである。

一方, ネガティブな歌詞条件では, 速いテンポ (条件 4) で 7.83%, 遅いテンポ (条件 3) で 5.50% にとどまった。これらの結果から, バービーのような反復運動においては, 歌詞の情動価よりもテンポの影響が相対的に大きく, 特に「速いテンポ」がパフォーマンスを下支えする主要因であることが示唆される。

なお, 条件 1 における成長率 23.55% は, 無音条件で 20 回であった記録が約 25 回に増加したことに相当し, 音楽聴取による実質的な身体的支援効果が確認された。

4.2.2 体幹トレーニングにおける計測結果

次に, 持続的な筋収縮を伴う体幹トレーニングにおける結果を示す。本種目における全音楽条件の平均成長率は 27.53% で

表 2 体幹トレーニングにおける各音楽条件の成長率

歌詞情動価	遅いテンポ	速いテンポ
	(50-100 BPM)	(100-150 BPM)
ポジティブ (1.0-0.5)	59.40%	23.54%
ネガティブ (0.5-0.0)	22.63%	4.57%

あった。条件別の成長率を表 2 に示す。

表 2 に示す通り、「ポジティブな歌詞・遅いテンポ」の条件 2 において最も高い成長率が得られ、59.40%に達した。この結果は、ポジティブな歌詞が運動継続意図を高めるとした仮説 1（情動価の主効果）を強く支持するものである。成長率 59.40% は、限界保持時間が 100 秒から約 160 秒へと延長されたことを意味し、体幹トレーニングにおいて音楽の情動的側面が極めて有効に機能していることを示している。

ネガティブな歌詞条件では、遅いテンポ（条件 3）で 22.63%、速いテンポ（条件 4）で 4.57%であった。すべての音楽条件において成長率が正の値を示した点は、音楽の存在自体が無音楽条件よりも高いパフォーマンスを引き出すとした仮説 4（音楽自体の効果）を裏付ける結果である。

4.2.3 アンケート調査の結果

客観的パフォーマンス指標を補完するため、被験者の主観的心理状態に関するアンケート結果を分析した。まず、Q1 の運動頻度については、多くの回答者が定期的に運動を行っていることが確認された。最も多かった回答は「週に 2-3 回」および「週に 1 回程度」であり、それぞれ全体の約 3 割を占めていた。また、「週に 4-5 回」と回答した高頻度で運動を行う層も一定数存在していた。一方で、「全く行わない」と回答した被験者は 1 名のみであり、本実験は全体として運動習慣を有する被験者を中心に構成されていることが分かる。具体的な運動内容としては、「筋力トレーニング」や「ランニング」が主流であったが、そのほかにもテニス、サッカー、バレーボールといった球技系スポーツを行っている回答者も見られた。また、運動時に音楽を聴くかどうかについては、運動習慣のある回答者のうち約 6 割以上が「聴く」と回答しており、運動と音楽が日常的に結び付いている実態が示唆された。

次に、Q2 の本調査で使用した音楽に対する嗜好については、回答者の半数以上が「好き」と回答した。さらに、「どちらかといえば好き」を含めると、ほぼ全ての回答者が肯定的な評価を示しており、本研究で選定した楽曲は運動時の BGM として概ね受容されていると考えられる。

次に、Q3 における音楽聴取によるモチベーション変化の集計結果を図 2 に示す。

図 2 より、「明・速」および「明・遅」の条件では平均スコアが 5.0 に達し、非常に高いモチベーション向上効果が確認された。一方、「暗・遅」条件では他条件と比較して評価が低下する傾向が見られた。

次に、モチベーション向上の要因を分解するため、テンポの影響（Q3-1）および歌詞の影響（Q3-2）の結果をそれぞれ図 3、図 4 に示す。歌詞の影響については、「明・遅」条件において最も高い評価が得られ、持続的な低速運動におけるモチベ

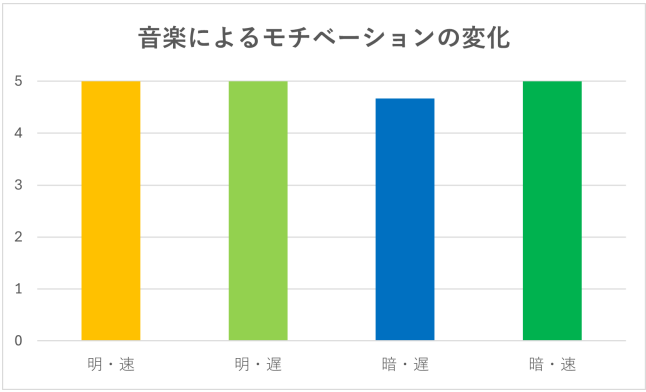


図 2 Q3. 音楽聴取がモチベーションに与える影響（5 段階評価）

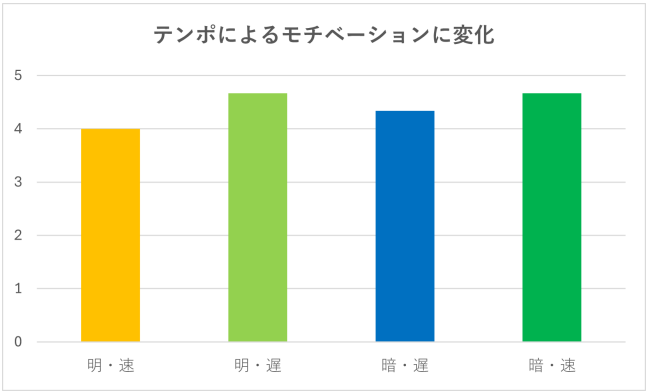


図 3 Q3-1. テンポがモチベーションに与える影響（5 段階評価）

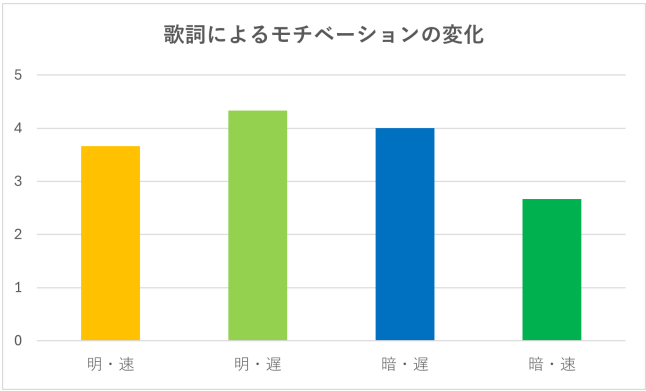


図 4 Q3-2. 歌詞がモチベーションに与える影響（5 段階評価）

ション維持に歌詞が重要な役割を果たしていることが示唆された。一方、テンポの影響については、「明・遅」および「暗・速」条件で高い評価が得られ、速いテンポが運動開始や動作維持のきっかけとして機能していることが示された。

次に、Q4 における音楽による疲労感の軽減効果を図 5 に示す。図 5 より、「明・速」および「明・遅」の条件において平均 4.5 を超える高い評価が得られた。この主観的な苦痛の緩和が、特に体幹トレーニングにおける高い成長率に寄与した心理的要因であると考えられる。

さらに、Q5 における今後の運動継続意欲の結果を図 6 に示す。「明・速」、「明・遅」、「暗・遅」の三条件で高い評価が得られた一方、「暗・速」条件では相対的に低い値を示した。この結果は、テンポと歌詞の情動価の不一致が心理的負担となり、継

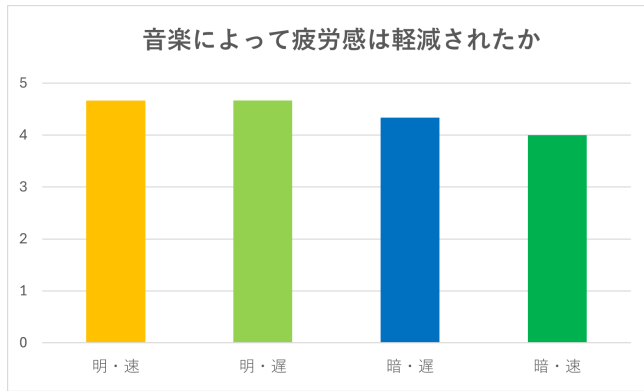


図5 Q4. 音楽聴取が疲労感の軽減に与える影響 (5段階評価)

続意欲を低下させる可能性を示唆している。

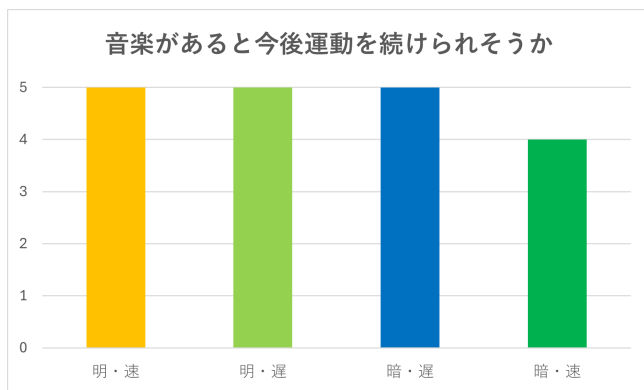


図6 Q5. 音楽聴取が今後の運動継続意欲に与える影響 (5段階評価)

図6より、「明・速」、「明・遅」、および「暗・遅」の三条件において、運動継続意欲の評価が高い値を示した。一方で、「暗・速」条件では、他の条件と比較して相対的に低い評価となった。この結果は、テンポと歌詞の情動価が一致しない場合、被験者に心理的負担を与え、運動継続意欲を低下させる可能性があることを示唆している。

さらに、自由記述式回答から得られた意見を内容に基づき以下の3点に整理した。

- **心理的忍耐力と目標設定の効果:** 体幹トレーニングにおいて、「音楽なしでは肉体的な限界を感じて終了したが、音楽があると曲の終わりという目標が設定され、記録が伸びた」、「気が紛れて時間の経過が早く感じられた」といった意見が得られた。これらの結果は、音楽が苦痛から注意を逸らすディストラクション効果として機能し、持続的運動における心理的忍耐力の向上に寄与したことを示唆している。
- **動作とリズムの親和性:** バービーなどの反復運動については、「アップテンポな楽曲を聴取すると運動量が増加するように感じた」という肯定的な意見が多く見られた一方で、「曲調が静かな場合は記録の向上につながらなかった」という指摘も得られた。これらの意見は、反復運動において音楽のテンポが身体動作のペースメーカーとして重要な役割を果たすという仮説を支持するものである。

- **実験プロトコルに関する課題:** 改善点として、「1時間の休憩時間では疲労が完全に回復しなかった」、「実験環境をより厳密に統一する必要がある」といった指摘が挙げられた。また、「楽曲を被験者自身が選択できれば、さらに高いパフォーマンスが得られた可能性がある」という主体的選択の重要性を示唆する意見も得られた。

4.3 考察

本節では、実験によって得られた客観的な成長率および主観的なアンケート結果に基づき、音楽要素が筋力トレーニングに及ぼす影響について考察する。

本実験の結果、瞬発的な反復動作を伴うバービーでは「速いテンポ」が、持続的な忍耐を要する体幹トレーニングでは「ポジティブな歌詞」が、それぞれパフォーマンス向上に大きく寄与することが明らかとなった。

バービーにおいて速いテンポ (条件1, 4) が有効であった要因として、音楽のリズムが身体運動のペースメーカーとして機能したことが考えられる。自由記述においても「速いテンポに合わせて動くことで、楽に回数を稼げた」という意見があり、音楽のリズムと身体動作が同期 (シンクロナイズ) することで、運動効率が高まったと推察される。

一方、体幹トレーニングにおいて「ポジティブな歌詞・遅いテンポ (条件2)」が59.40%という極めて高い成長率を記録した点は、本研究における最も重要な知見である。体幹トレーニングは単調な静止動作の維持を目的とするため、被験者の意識が身体的な苦痛や時間の経過に集中しやすいという特性を持つ。

ここで特筆すべきは、テンポによる体感時間の変容である。アンケートの自由記述において、条件2 (遅いテンポ) 聴取時に「気が紛れて時間が経つのが早く感じた」という意見が目立った。一般に速いテンポの楽曲は生理的覚醒を高めるが、体幹トレーニングのような静止種目においては、速いビートが時間の経過を強調してしまい、かえって「耐えている時間」を長く意識させる要因となる可能性がある。

これに対し、条件2のような「遅いテンポ」は、被験者の時間知覚を緩和させ、さらに「ポジティブな歌詞」がもたらす情動的支援が加わることで、苦痛からの回避 (ディストラクション) をより強固にしたと考えられる。つまり、身体を激しく動かさない持続系種目においては、速いテンポで鼓舞するよりも、遅いテンポと前向きな歌詞によって「時間の経過を忘れさせる」アプローチが、限界時間の延長に極めて有効であることが考えられる。

以上の考察から、「速いテンポ」が生理的側面に、「ポジティブな歌詞」が心理的側面に作用するという本研究の基本的な枠組みは、計測データと主観評価の両面から妥当性が示されたと言える。

5 おわりに

本研究では、筋力トレーニングにおける音楽要素であるテンポおよび歌詞の情動価が、身体的パフォーマンスおよび心理的

モチベーションに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。実験の結果、反復運動を主とするバービーでは「速いテンポ」が身体動作のペースメーカーとして機能し、パフォーマンス向上に寄与することが確認された。一方、静止姿勢を維持する体幹トレーニングでは、「ポジティブな歌詞」が心理的な忍耐力を支え、最大で 59.40% という顕著な成長率をもたらすことが明らかとなった。さらに、アンケート調査および自由記述の分析から、遅いテンポの楽曲が体感時間の短縮や苦痛からの注意逸脱（ディストラクション）を促し、運動継続を支援する効果を持つことが示唆された。これらの知見を踏まえ、本研究で提案した「種目の運動特性に応じて音楽要素を最適化するモデル」は、効率的なトレーニング支援および継続意欲の向上に有効であると結論付けられる。

本研究の成果を踏まえ、今後の課題として以下の 3 点をあげる。第 1 に、実験プロトコルの改善とデータ精度の向上である。被験者からは「1 時間の休息では疲労が完全に回復しなかった」との指摘があり、今後はより十分な休息期間を設けた実験設計が求められる。また、被験者数を増やして統計的信頼性を高めるとともに、心拍数や筋電位などの生理指標を併用することで、身体的・心理的变化をより多角的に分析する必要がある。第 2 に、長期間にわたるトレーニング効果の検証である。本研究では単発実験による即時的な効果を対象としたが、音楽による動機付けが数週間から数か月にわたって持続するかは未解明である。長期的な実験を通じて、音楽条件の固定による「飽き」の影響や、特定の楽曲が習慣形成に与える影響を検証することが今後の課題である。第 3 に、楽曲の嗜好性を考慮したパーソナライズの検討である。被験者から得られた「自分で楽曲を選択できれば、さらにパフォーマンスが向上した可能性がある」という意見を踏まえ、個人の音楽的嗜好と本提案モデルを融合させる必要がある。被験者が好む楽曲群の中から、テンポや情動価といった要素を基準に最適な楽曲を自動選択するアルゴリズムを構築することで、実用性の高い運動支援システムへの発展が期待される。

文 献

- [1] 文部科学省：令和 5 年度「スポーツの実施状況等に関する世論調査」の結果，https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/houdou/jsa_00167.html，（参照：2026 年 1 月 3 日）。
- [2] 江口泰正，井上彰臣，太田雅規，大和浩：運動継続者に見られる継続理由の特色—労働者における運動継続への行動変容アプローチに関する研究—，日本健康教育学会誌，Vol. 27，No. 3，pp. 256–270，2019.
- [3] 片平謙弥，重松良祐：長期運動継続者が用いている運動継続への動機づけの効果，健康支援，Vol. 22，No. 2，pp. 137–145，2020.
- [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. 27，2010.
- [5] 柴田有紀奈，高島健太郎，西本一志：多様な音環境による心理的影響と作業パフォーマンスへの影響の関連性，情報処理学会インタラクシオン，pp. 378–383，2023.
- [6] Shaul, O., and Karageorghis, C. I.: Effects of music in exercise and sport: A meta-analytic review, Psychological Bulletin, Vol. 146, No. 2, pp. 91–117, 2020.
- [7] Ballmann, C. G., McCullum, M. J., Rogers, R. R., Marshall, M. M., and Williams, T. D.: Effects of Preferred Music on Resistance Exercise Performance and Psychophysiological Responses, Journal of Strength and Conditioning Research, Vol. 35, No. 6, pp. 1511–1518, 2021.
- [8] Patania, V., Bonavolontà, V., Haidar, A., De Candia, M., Cassano, G. T., and Messina, G.: The psychophysiological effects of different tempo music on endurance versus high-intensity performances, Frontiers in Psychology, Vol. 11, Article 74, 2020.
- [9] 門間政亮，本多薫：音楽に含まれる言語情報が文章課題の遂行に及ぼす影響—日本語歌詞と韓国語歌詞による比較—，人間工学，Vol. 46，No. 5，pp. 342–345，2010.
- [10] 小河妙子，篠田佑大：音楽聴取時における歌詞の有無と共感性が感情変化に及ぼす影響，東海学院大学紀要，Vol. 10，pp. 31–38，2016.