

ランニング時楽曲推薦のための 楽曲への嗜好性がワークアウトの誘導に及ぼす影響の分析

井手上 翔[†] 奥 健太[†]

[†] 龍谷大学理工学研究科 〒520-2194 滋賀県大津市瀬田大江町横谷 1-5

E-mail: ^{††}t150444@mail.ryukoku.ac.jp, ^{††}okukenta@rins.ryukoku.ac.jp

あらまし 近年、健康維持や高血圧、糖尿病のような運動不足に起因する生活習慣病の予防・改善対策としてランニングを行う成人が増加している。また継続的なランニングを行うためにランニングを行っている人の7割が音楽を聴きながらランニングを行っている。このとき、無意識的に聴いている音楽のリズムにランニングのペースを合わせるという引き込み効果があることが確認されている。我々は、この引き込み効果を利用し、走者が設定したワークアウトどおりに走ることを誘導するために、適切なタイミングで適切な楽曲を再生するシステムを検討している。本研究では、これに先立ち、楽曲に対する嗜好性がワークアウトの誘導に及ぼす影響を分析する。

キーワード 楽曲推薦, スポーツ, ヘルスケア

1. はじめに

近年、健康維持や高血圧、糖尿病のような運動不足に起因する生活習慣病の予防・改善対策としてランニングを行う成人が増加している。2018年には、年1回以上のジョギング・ランニング実施率は9.3%であり、推計実施人口は964万人であった^(注1)。

ランニングによる効果を高めるためには、ランニングのペース配分等を踏まえたトレーニング（本稿ではワークアウトとよぶ）のプランを作成し、それに沿ってワークアウトを遂行することが重要である。しかしながら、ワークアウトプランを作成したものの、実際にそのプランどおりにワークアウトを遂行することは容易ではない。

そこで、本研究ではワークアウトプランの遂行を支援する要素として音楽に着目する。ランニングを行っている人の7割がランニング中に音楽を聴いている^(注2)。音楽を聴きながらランニングすることで、ランニングへのモチベーションの維持や向上につながることに加え、無意識のうちに音楽のリズムに合わせるといった効果（これを引き込み効果という[1]）が現れる。さらに、好みの音楽を聴くことで、その効果はより向上されることが期待できる。

我々はこの引き込み効果を利用したランニング時楽曲推薦システムを検討している。本システムでは、ユーザが設定したワークアウトプランどおりに走ることを誘導するために、ランニング時の適切なタイミングで適切な楽曲を再生する。ワークアウトプランは、ペース配分を記述したタイムスケジュールの形で入力される。例えば、ランニング開始後0分から5分はローペースで、5分から10分の間はハイペースで走るといった

形である。ワークアウトプランが入力されると、システムは自動的にこのプランに合った楽曲プレイリストを生成する。ユーザはこの楽曲プレイリストを聴きながらランニングを行う。

本研究では、このシステムの実現に向けた基礎実験として、まず楽曲に対する嗜好性がワークアウトの誘導に及ぼす影響を分析する。基礎実験では、ワークアウトプランに合った楽曲プレイリストとして、楽曲のテンポのみを考慮したプレイリストと、テンポに加え楽曲に対する嗜好性を考慮したプレイリストを用意する。被験者に実際にこれら二つのプレイリストを聴きながらランニングをしてもらう。その結果、それぞれの楽曲プレイリストがワークアウトプランの遂行の誘導につながったか分析する。

2. 関連研究

本章では引き込み効果に関する研究およびランニング支援システムについて述べる。

2.1 引き込み効果に関する研究

引き込み効果を用いた研究やシステムは多く存在する。大坪ら[2]は、引き込み効果を用いて自然にかつ正確に目標歩行ペースに誘導するシステムを提案している。このシステムを用いた実験では、単一の楽曲の再生速度を変化させることによって、1分間あたりの歩数を93歩-120歩（時速約3.9km-5.0km）の間で変化させることに成功している。

また長嶋ら[1]は、運動ビートが音楽ビートに同期する上で、どのように引き込み効果が利用されるかの検証を行った。この結果、運動ビートが無意識の間に音楽の表ビートや裏ビートに引き込まれて、局所的に加速することが分かった。上記のように音楽のリズムにランニングペースを合わせることは可能であると考えられる。

しかし、楽曲の再生速度を変化させることはテンポが明確である単一の楽曲ならば違和感なく聴くことができるが現実的ではない。普段から聞き慣れている楽曲の再生速度を変化させる

(注1) : <https://www.ssf.or.jp/research/sldata/tabid/381/Default.aspx> (2020年1月7日参照)

(注2) : <https://news.mynavi.jp/article/20100708-a032/> (2020年1月8日参照)

ことは違和感を感じるとともに、テンポをつかみにくくなると考える。そこで我々は楽曲の再生速度を変えることなく、普段から聴き慣れている楽曲を用いてランニングのワークアウトを遂行することのできるシステムを検討する。特に、楽曲の引き込み効果が嗜好性や認知度によって向上するのかを検証する。

2.2 ランニング支援システム

ランニング支援システムの一つとして、スマートフォンアプリケーションである RunKeeper^(注3)がある。このアプリケーションでは、楽曲ストリーミングサービスに接続することが可能であり、ランニング時に音楽を聴くことができる。その他にも、GPS を使い、走行距離やタイム、消費カロリーなどを記録してくれるランニングアプリケーションである。しかし、このシステムでは音楽を聴くことはできてもユーザが理想とするワークアウトのペースにあった楽曲を推薦することはできない。

ランニング支援システムにおいて、ランニング時の心拍数に焦点をあてたシステムの研究も多く行われている。清水ら [3] は、ランニング時に、高い精度で心拍誘導を行うため、テンポが把握しやすい楽曲を選定する機能によって、理想的な心拍数を維持するシステムを提案している。これに対して、我々は設定したワークアウトを遂行することを目的としたシステムを提案するので、心拍数の維持を考慮するとワークアウトの遂行に支障が出てくると考える。そのため本研究では心拍数は考慮しないものとする。またテンポを把握しやすい楽曲を選定する機能を扱っているが、テンポを把握しにくい楽曲を好むユーザも多くいると考えるので、本研究ではテンポにおける区別は行わない。

3. 事前調査：ランニング時のペースと楽曲のテンポの関係

ランニング時のペースに対して適切な楽曲のテンポ (BPM) を推定するために事前調査を行った。事前調査はクラウドソーシングを用いて行った。本章では、この事前調査について説明する。

3.1 調査方法

クラウドソーシングにより、ランニング時のハイペース/ローペースのときに聴きたい音楽について調査した。調査手順は下記のとおりである：

(1) ワーカーにシチュエーション：「あなたは音楽を聴きながらランニングをしています。ここで、ランニングのペースを上げたり、下げたりしたいと思います。」を提示する。

(2) ワーカーは、このシチュエーションにおいて、ペースを上げたいときに聴きたい楽曲、ペースを下げたいときに聴きたい楽曲を選択する。

(3) ワーカーは、選択した各楽曲について、それぞれ好みの程度と聴く頻度を回答する。

(2) においては、Tunebat^(注4)から楽曲を検索し、その楽曲の詳細ページの URL を貼り付けることで回答してもらった。今

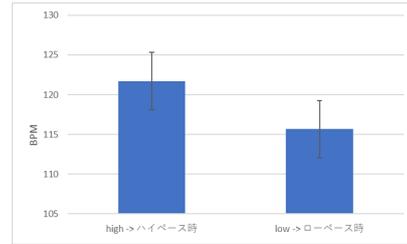


図1 ハイペース時 (high), ローペース時 (low) に選ばれた楽曲の平均 BPM と 95% 信頼区間。

回は、選択する楽曲は Tunebat に登録されている楽曲に限定した。(3) の好みの程度は、{2:非常に好き, 1:好き, 0:どちらでもない, -1:好きではない, -2:まったく好きではない} の 5 件法で回答してもらった。聴く頻度は、{5:ほぼ毎日, 4:週 2~3 回程度, 3:週 1 回程度, 2:月 2~3 回程度, 1:月 1 回程度, 0:普段はほとんど聴かない} の 6 項目から回答してもらった。

3.2 楽曲の BPM の取得

楽曲のテンポとして BPM (Beats Per Minute) (1 分間の拍数) を取得する。楽曲の BPM は、3.1 節で回答してもらった楽曲の URL を参照することで、Tunebat から取得する。

3.3 データ

3.1 節で示したクラウドソーシングにおいて、ハイペース時に聴きたい楽曲およびローペース時に聴きたい楽曲を 1 組として、のべ 200 名のワーカーに回答を依頼した。このうち有効なデータは 199 件であった。なお、1 名のワーカーが複数回答することも許容している。

3.4 結果

3.4.1 ハイ/ローペース時の楽曲の BPM の比較

図 1 に、ハイペース時およびローペース時の BPM の平均値を示す。また、図には 95% 信頼区間も示している。ハイペース時の平均 BPM は 121.70 であり、95% 信頼区間は $118.10 \leq x \leq 125.30$ であった。ローペース時の平均 BPM は 115.65 であり、95% 信頼区間は $112.02 \leq x \leq 119.28$ であった。平均値について、 t 検定を行った結果、有意水準 5% で統計的に有意な差 ($p = 0.02$) があった。またハイペース時およびローペース時の楽曲に対する好みの違いについて、 t 検定を行った結果、有意水準 5% で統計的に有意な差 ($p = 0.002$) があった。

この結果から、ローペース時に比べてハイペース時には比較的速めのテンポの楽曲が選択される傾向にあることが確認された。そして、ローペース時の楽曲と比較して、ハイペース時の楽曲が嗜好度が高いことも確認できた。

4. 評価実験

本章では、事前調査で推定した適切な楽曲のテンポ (BPM)

(注3) : <https://runkeeper.com/> (2020 年 1 月 7 日参照)

(注4) : <https://tunebat.com/>

表1 プレイリスト A の楽曲.

	アーティスト	曲名	BPM
1 曲目	Bruno Mars	Treasure	116
2 曲目	Martin Garrix	Used To Love	119

をもとに作成したプレイリストと、嗜好性を考慮したプレイリストを用いて行う基礎実験について説明する。本実験では、上記で述べた2つのプレイリストを用いて実際にランニングを行ってもらい、楽曲に対する嗜好性がワークアウトプランの遂行に影響を及ぼすかの検証を行う。

4.1 実験目的

3.章の事前調査では、楽曲のテンポがランニングのペースに影響を及ぼすことを確認した。本実験では、人の楽曲に対する嗜好性がランニング時の状態（ペース）におよぼす影響を検証する。

この検証のために、本実験では、次の2種類のプレイリストを用意する：

プレイリスト A 楽曲のテンポのみを考慮したプレイリスト。
プレイリスト B 楽曲のテンポに加え、楽曲に対する嗜好性を考慮したプレイリスト。

各プレイリストを聴きながらランニングしたとき、ランニング時の状態におよぼす影響を検証する。

4.2 事前設定

本実験では、ローペース → ハイペースというワークアウトプランを設定する。つまり、走り始めはゆっくりのペースで、その後、ペースを上げて走るというプランを想定している。

このワークアウトプランに沿って、実験者がプレイリストを事前に用意する。用意するプレイリストは、1曲目がローペース向けの楽曲、2曲目がハイペース向けの楽曲で構成されるようにする。3.章の事前調査では、図1に示したとおり、区間推定を行った結果、ペースを下げたいときにはBPM112.02-119.28の範囲の楽曲が、ペースを上げたいときにはBPM118.10-125.30の範囲の楽曲が選ばれやすい傾向にあった。したがって、プレイリスト A および B の両方において、BPM112.02-119.28の範囲の楽曲を1曲目の条件に、BPM118.10-125.30の範囲の楽曲を2曲目の条件とする。

プレイリスト A は楽曲のテンポのみを考慮した楽曲から構成される。上記の1曲目、2曲目、それぞれのBPMの条件を満たす楽曲を実験者が用意した。今回の実験では、表1に示す二つの楽曲を設定した。

一方で、プレイリスト B は被験者の楽曲に対する嗜好性も考慮した楽曲から構成される。被験者への事前アンケートにより、被験者の好みの楽曲を事前に調査しておく。上記の1曲目、2曲目、それぞれのBPMの条件を満たし、かつ被験者が好む楽曲を実験者が用意した。ただし、被験者の好みの楽曲が必ずしも上記のBPMの条件を満たさない可能性がある。その場合は、BPMよりも被験者の好みを重視して楽曲を選定する。

4.3 実験手順

本実験では、ランニング時の状態（ペース）を測定するため

にメガネ型ウェアラブル端末のJINS MEME^(注5)を被験者に着用してもらった。実験手順を以下に示す：

(1) 被験者にインストラクションを説明する。

(2) 被験者は、指定された一方のプレイリスト（A または B）をイヤフォンで聴きながらランニングする。

(3) 十分休憩をとった後、(3)と同様に、被験者はもう一方のプレイリスト（B または A）を聴きながらランニングする。

(4) 被験者は実験後アンケートに回答する。

本実験では、被験者は10名とする。ここで、実験手順(3)、(4)において、持越し効果を相殺するため、5名にはプレイリスト A → B の順に、残りの5名にはプレイリスト B → A の順で実施する。

被験者に回答してもらった実験後アンケートの内容を表2に示す。Q6は、{非常によくできた、よくできた、よくできなかった、まったくできなかった}の4件から回答してもらう。Q7-Q9は、それぞれの質問内容に合わせて5段階で評価してもらう。

4.4 実験結果

嗜好性がランニングのペースに及ぼす影響と、実験後アンケートの結果をもとに嗜好性がランニングの疲労感などに影響を与えるのかなどの結果について示す。

4.4.1 嗜好性がランニングのペースに及ぼす結果

人の楽曲に対する嗜好性がランニング時の状態（ペース）におよぼす影響についての結果を示す。JINS MEMEより測定されたデータをもとに、設定したワークアウトプラン通りにランニングを行っているか検討した。被験者ごとのプレイリスト A・BにおけるJINS MEMEの測定データより、設定したワークアウト通りにランニングが行えているか確認した。

その結果、プレイリスト A では、10回中2回がワークアウト通りに行えており、プレイリスト B では10回中7回がワークアウト通りに行えていた。この結果を踏まえて、カイニ乗検定を行い、結果として、カイニ乗分布表より有意水準5%で統計的に有意な差 ($3.841 \leq 5.050 = x^2$)があった。したがって、プレイリストに嗜好性を考慮することが、ワークアウトの遂行に寄与するということがいえる。

4.4.2 実験後アンケートにおける結果

表2の内容で行った実験後アンケートについて、集計した結果から、Q7-Q9の項目についての検討を行った。Q7-Q9は楽曲を聴きながらランニングを行ったことに対する疲労感やしんどさ・走りやすさについて評価するために尋ねた質問である。

それぞれのアンケート結果について対応のある2標本のt検定を行った。その結果、ランニング後の疲労感とランニング中のしんどさには有意水準5%で統計的に有意な差はみられなかった。一方で、ランニングを行っているときの走りやすさでは、有意水準5%で統計的に有意な差 ($2.262 \leq 5.014 = t$)がみられた。したがって、楽曲の嗜好性が、ランニング中の走りやすさにも影響するということがいえる。

以上の実験結果を踏まえて、ランニング時に嗜好性の高い楽

(注5) : <https://jins-meme.com/ja/>

表 2 実験後アンケートの内容.

	質問内容
Q1	あなたは日常的にランニングを行いますか？
Q2	ランニング時に音楽を聴きますか？
Q3	プレイリスト A/B の 1 曲目, 2 曲目, それぞれについて好き嫌いを回答してください。
Q4	プレイリスト A の楽曲について、どちらのペースに適していると感じましたか？
Q5	プレイリスト B の楽曲について、どちらのペースに適していると感じましたか？
Q6	プレイリスト A/B を聴くことでワークアウトに沿ったランニングができましたか？
Q7	プレイリスト A/B を聴きながらランニングを行った後、疲れは感じましたか？
Q8	プレイリスト A/B を聴きながらランニングを行っている間、しんどさは感じましたか？
Q9	プレイリスト A/B を聴きながらランニングを行ったときに走りやすさを感じましたか？

曲を聴くことは、ユーザが想定したワークアウトを実行する上で重要な役割を果たすと考える。そこで今後のシステムを構成する上で、楽曲の嗜好性を重視したシステムを構築していく。

5. おわりに

本研究では、ランニング時のハイペースとローペースにおける適切な楽曲のテンポ (BPM) の関係について事前調査を行った。事前調査の結果、ローペース時に比べてハイペース時には比較的速めのテンポの楽曲が選択される傾向にあることが確認された。

また、楽曲に対する嗜好性がワークアウトの誘導に及ぼす影響に関する基礎実験を行った。実験の結果、人の楽曲に対する嗜好性がランニング時の状態 (ペース) に影響を与えることが確認された。嗜好性がある楽曲のほうが、設定したワークアウトを実行できる傾向にあった。それに加えて、実験後アンケートより、嗜好性がある楽曲を聴きながらランニングを行うと走りやすいということも確認できた。以上の結果より、楽曲に対

する嗜好度がランニング時のワークアウトに影響を及ぼすと考える。

今回は、被験者による主観評価を基に分析したが、今後は、ランニング中に観測されるデータを基にした客観的な分析も行う。得られた実験結果を踏まえて、ランニング時に効果的な楽曲を自動的に再生するランニング時楽曲推薦システムの研究に取り組む。

謝 辞

本研究は JSPS 科研費 19K12567 の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

文 献

- [1] 長嶋洋一. 音楽的ビートが映像的ビートの知覚に及ぼす引き込み効果. *The Journal of the Society for Art and Science*, Vol. 3, No. 1, pp. 108–148, 2004.
- [2] 大坪敦, 諏訪博彦, 荒川豊, 安本慶一. 音楽の引き込み効果を用いた歩行ペース誘導アプリの検討. 2018 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, pp. D–08, 2018.
- [3] 清水孝俊, 米村俊一. システムの誘導特性 清水. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2016 論文集, pp. 533–540, 2016.