

スポーツの競争場面において運動テンポの変化動作を 楽曲リズムで支援するシステム

足立幸祐[†] 仲谷善雄[‡]

System that Supports Change of Exercise Tempo in Sports by the Music Rhythm

Kosuke Adachi[†], Yoshio Nakatani[‡]

Abstract – It came to be able to carry favorite music at any time by the spread of the portable music player. Music is used to tune not only the amusement but also the condition of work and the operation of daily life. Recently the number of those who do sports according to the rhythm of music has increased. Support that kept user's rhythm constant was most in a current research of the action support of man by the music rhythm. But it is not few to grip an important key by which change of pace divides victory or defeat in sports. So especially, it is difficult to acquire the method of the change in the athlete with a shallow experience. The research that supports the study of the change in the rhythm is hardly seen. In this study, measure user's ventricular rate and running pace when running, and suggest the system that support change smoothly into the tempo which the user hopes, and study repeatedly.

Keywords: change of pace, recommend system, ventricular rate, running pace, change smoothly into the tempo

1. はじめに

私たちの生活の中には様々な音楽が溢れている。私たちはその音楽の中から、好みのリズムを持つ音楽を選び、それに合わせて行動することで心地よさを得ることが増えてきた。その例として、多くの人がジョギング中に音楽を聴いている。楽曲リズムを利用して走行テンポの調整を支援する研究は、今まで様々な視点から多様な研究がなされてきた。しかし、競争という視点からみると、**change of pace** は重要な点であり、「テンポとテンポの変化ポイントの調整」という視点でのニーズが確かにある。しかしそのような研究はほとんど行われていない。

本研究では、競争場面においてのテンポの変化動作を支援する研究の先駆けとして、ユーザのテンポ・心身状況を計測・把握し、ユーザが順次望むテンポへの移行を可能とする楽曲プレイリストを推薦するシステムを提案する。

2. 関連動向

現在は携帯電話やインターネットの普及により、昔に比べ容易にかつ大量の楽曲データを取得できるようになった。それに伴い、多くの楽曲を持つユーザに対し、ユーザの状況を的確に計測したり、求めている楽曲を瞬時に提供する推薦システムのニーズが高まってきている。ジョギング中やウォーキング中の走行テンポを抽出し楽

曲のビートの部分とマッチングさせることで楽曲推薦するシステム [1] (図 1) や、加速度センサや RFID、光センサなどを用いてユーザのコンテキストを最大限に考慮して選曲する音楽プレーヤ [2] などが提案されている。また、心拍数を基にした運動強度の変化を楽曲により操作することにより、音楽聴取による走行運動強度の制御の有用性を検証した、という報告もある [3]。

しかし、これまでの研究では「行動中のテンポを整える」点に着目された例がほとんどであり「テンポを変化させるための支援」という観点からの例は、管見の範囲では存在しない。

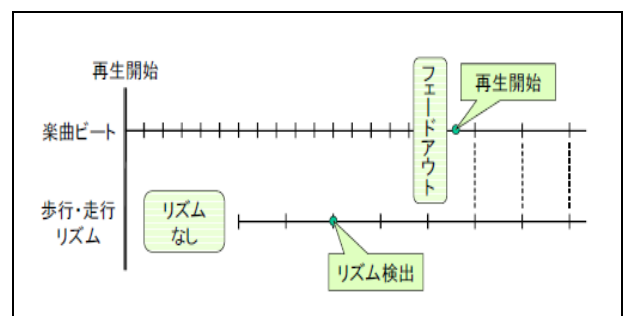


図 1 楽曲ビートと歩行・走行リズムの同期

3. テンポを変化させる重要性

人間は不規則な動作をしながら生きている。一定の動作を継続すると、自ら変化を作り出そうとさえする。だがそれとは逆に規則的な動作に安心感を覚える。規模にもよるが、「変化」というものの自体に嫌悪を感じる人もいる。安定した機械的なテンポを持つ動作だと、体がそのテンポを覚え深く考えずとも動作に移れるようになるか

[†]: 立命館大学大学院 理工学研究科

[‡]: 立命館大学 情報理工学部

[†]: Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

[‡]: College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

らである。

元来、人間の体には、特定の状態を保とうとするホメオスタシスと呼ばれる機構が働いている。しかし、変化のない一定の動作だけの生活などありえない。外界の変化に対して、自分のリズムを変えなければならないこともある。特に他者との競争を伴う場面においては、テンポの変化が決定的に重要となることがある。それは「抑揚」や「緩急」などと言われることが多い。それらは特にスポーツにおいて、勝敗を分ける重要な要素となる。サッカーのドリブルでディフェンスを抜くとき、マラソンで並走する選手を抜き去るときなど、自分のリズムを変えることが有効な戦法となる。

プロアスリートのレベルになると、自分のリズムの緩急を、経験則に基づいてある程度調整ができる。特にマラソン競技においては「ビルドアップトレーニング Build-Up Training」という、ペース変化に重点を置いた練習法などがあり、これらの練習法を反復することによって自身のペースの変化具合の加減をつかむことができる。しかし経験の浅いアスリートでは自身のペース変化の加減がつかめず、またそれをつかむまでの時間も多く費やす。多くの人は反復練習を幾度となくすることで経験値を積み、自身のテンポ変化具合をつかむことができるが、現状ではそれを支援するシステムはほとんどなく、練習効率が悪い。

競争において「テンポの変化」とは、相手を凌ぐ上で大変重要な要素であり、変化する際の人間の心理状況を把握することは非常に有益である。例えば、ランニングにおいて、リズムを変化させる際の心的状況、身体的状況、内在リズムなどをシステムによって計測し、外部からユーザに楽曲によるテンポ情報を与えることで、テンポの変化をスムーズにすることが期待できる。また、ランニングにおいて緩急をつけるスキルを身につけるためには経験を積むことが大事であるが、本システムを繰り返し使用することでそのようなスキルを習得しやすくなると期待できる。

4. システム概要

1.1 本研究でのアプローチ

今回はリズム感を持つ運動として代表的な「長距離ランニング」に着目する。

ランニング中のテンポ変化の目安となる指標に、ユーザの「心拍数」や「ピッチ」が挙げられる。心拍数は、ユーザの運動強度のタイムリーな変化にほぼ比例して変化する。本研究では Polar 社が設定したスポーツゾーン（表 1）の段階別に、ユーザの運動強度の変化を計測する。ユーザの最大心拍数は一般的に

$$\text{最大心拍数} = 220 - \text{年齢}$$

である。またピッチは、内在リズムを表す指標として頻繁に研究に利用されている。ピッチとは言い換えればラ

ンニングペースと言える。本研究では、今回使用する計測器具の仕様上、5 秒ごとのランニングペースを計測しそれをピッチとする。

表 1 スポーツゾーン

名称	強度
MAX	最大心拍数の 90～100%
HARD	最大心拍数の 80～90%
MODERATE	最大心拍数の 70～80%
LIGHT	最大心拍数の 60～70%
VERY LIGHT	最大心拍数の 50～60%

具体的な支援方法は、まずユーザに実際に走ってもらい、どこでどのようにペースを変化させるのかという実例を計測する。これをランニングサンプルと呼ぶ。それをシステムに登録する。その際、指標となる要素に「心拍数」と「ピッチ」を使う。

またこれとは別に、ユーザに音楽を聞いてそのリズムに合わせて走行運動を行ってもらう。そのときの「心拍数」と「ピッチ」を計測することで、楽曲ごとにユーザが持つリズムを数値化したデータベースを作成する。

実際にプレイリストをシステムが推薦する際は、ユーザの望むランニングサンプルとデータベースの楽曲を比較する。これにより、変化する度に最も適した楽曲が推薦される。

提案手法のイメージを図 2 に示す。

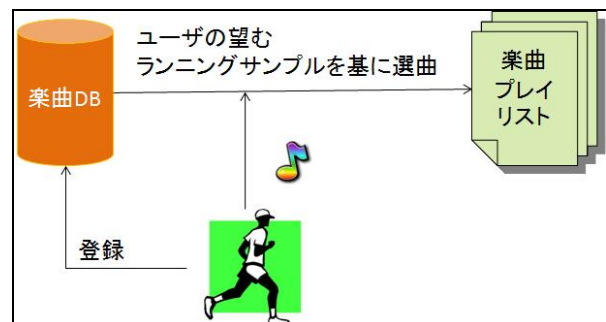


図 2 提案手法のイメージ

1.2 試作システム

本システムでは、以下のステップで支援を行う。

- ① あらかじめユーザは音楽を聞いてそのリズムに合わせて走行運動を行い、走行中の心身状況を計測することで、楽曲ごとにユーザが持つリズムを数値化したデータベースを作成する。
- ② ユーザの望むランニングスタイルをシステムに登録する。これは練習において、どこでどのようなテンポに変えるかを指定した走行計画のことである。
- ③ 本システムを用いたランニング練習では、ランニングスタイルで指定されたテンポに合せた楽曲が自動推薦され、流される。このとき、指定され

た各テンポに相当する「心拍数」と「ピッチ」がデータベースから検索され、その「心拍数」と「ピッチ」にもっともマッチする楽曲が選ばれる。このとき、本システムではユーザの嗜好は考慮せず、あくまでランダムに推薦する。

- ④ 走行後に、楽曲の評価をユーザが行う。これにより、もっとも最適な楽曲データベースを作成する。

システム画面としては、ユーザが自身のランニングサンプルを確認しやすいようにグラフ表示にする(図3)。

プレイリストを作成する際は Cycle of 5th が無償で提供しているフリーソフト SoundEngine を利用する [4]。図4に SoundEngine の画面例を示す。



図3 システム画面のイメージ

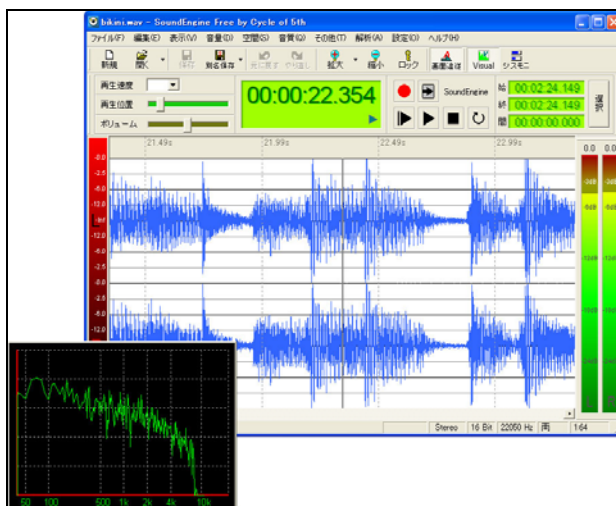


図4 SoundEngine の画面例

1.3 実験方法

評価対象者としてある程度経験が備わっている大・高生ランニング経験者数名を被験者とする。まず楽曲を聴きながらランニングを行い、それぞれにユーザが持つ心拍数・ピッチを楽曲ごとに登録する。次にユーザが再現したい望みのペース(今回の実験では約15~20分間のランニング)を計測し、その心拍数の変化・ピッチの変化

をシステムに登録する。約15分間にした理由は、距離としては約5kmを走れる時間であり、これは今回対象とする大・高生の長距離走の大会にも使用される距離であるからである。また、長時間の走行は疲労の蓄積が多く、今回は疲労という要素は想定していないので、15分程が適度な時間だと考えたからである。

そしてシステムを使用することでプレイリストを作成し、そのプレイリストを聴いた状態と聴かない状態とで、ユーザの望むランニングサンプルに近付くように2度ランニングを行ってもらい、その2つのペースグラフを比較する。

また実験後、ペースを変化する際に有用であったかを選択式・記述式のアンケートにて評価する。

5. 実験結果

1.4 グラフで見る結果

グラフ結果の一例を図5、図6に示す。それぞれ赤線はユーザが望むランニングサンプルであり、図5の青線は楽曲を聴きながらランニングしたサンプル、図6の青線は楽曲を聴かなかった時のサンプルである。

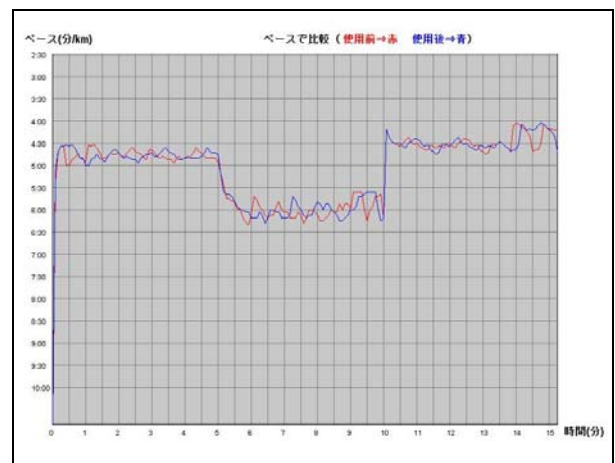


図5 プレイリストを聴いた状態の一例

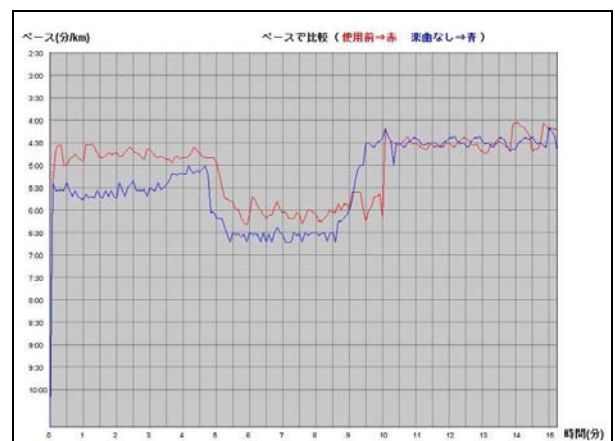


図6 プレイリストを聴かない状態一例

図 5 と図 6 のグラフを比較した結果、個人に差はあるものの被験者全員が、プレイリストを聴いた場合のランニングの方が聞かなかった場合のランニングより望みのランニングスタイルに近づいていることがわかった。

またアンケートの結果は表 2 のようになった。

表 2 アンケートの結果

(1) スムーズにペース変化できたか	76%
(2) 変化するまでのペースは 整えやすかったか	82%
(3) 楽曲の有無で違いを感じたか	100%
(4) システム自体は使いやすいか	56%
(5) 長期的に見て有益だと思うか	64%

1.5 考察

グラフの結果やアンケートの設問 (1) ~ (3) からわかるように、ほぼ全員がシステムによる影響を受けていることが確認できた。また、ユーザによっては、平均ペースに 10 秒以上もの差異が発生している者もいたが、これは登録した楽曲データベースが簡易なもので、信頼性に多少欠けているためだと思われる。この問題においてはデータベースの充実によって改善できる。

しかし、もう一つの目的であった「繰り返し使用することによるスキルアップ支援」に関しては、本実験では時間的に検証するまでには至っておらず、アンケート調査による主観的な結果のみに終わっており、アンケートの (4) ~ (5) の項目も他に比べて若干スコアが低い。この目的を検証するためには更に時間をかけて実験をする必要がある。

また、自由記述式のアンケートで挙げた「楽曲を登録する作業に時間がかかる」という指摘が最大の難点だと思われる。データベースの信頼性を確保するためにも、最低限の時間は必要であるが、利便性の向上を考慮する必要もあるため、今後の見直しが必要である。

6. あとがき

本研究では、ユーザの走行運動中に楽曲リズムによるテンポ調整を支援するシステムには、ペースを変化させる際の支援を考慮していないという問題点、またペース変化する走行運動のスキルアップ支援の研究事例が少ない、という 2 つ問題に対し、ユーザの心拍数やペースを基にした楽曲の中から、ユーザが望むランニングスタイルに合わせて選曲するシステムを実現した。

そして本システムの有効性を確認するために、ユーザが望むペース変化を考慮した楽曲プレイリストの提示による検証実験を行った。この実験により「ペース変化における楽曲支援」の有効性が得られた。しかし、ペー

ス変化におけるスキルアップ支援に関しては、検証に不十分さが残っている。またアンケート結果だけでも課題が多く挙がり、使いやすさの点で改良の余地が十分にることが判明した。

本システムでの最大の課題として、楽曲データを取る際の労力が挙げられる。データベースの信頼性を上げるには、多くの時間と労力が必要となる。この問題点を解決する方法は今後の検討課題としたい。

今後の展望としては、本研究から得られた知見に基づき、更に複雑な動きが必要とされる別種目の運動に関するテンポ支援の提案へと発展させていきたい。今回はリズム感を持つ代表的な運動として「長距離ランニング」を選択したが、他競技の際は「どの動きがそのスポーツでの“テンポ”にあたるのか」をよく見極める必要がある。また「疲労感」という要素も考慮する必要もある。今後の研究ではそのような新たな視点から、change of pace の支援につなげていきたい。

参考文献

- [1] 大平茂輝、長尾確、“身体リズムに適応したウォーキング/ジョギング中の音楽再生支援システム”、第 21 回人工知能学会全国大会論文集、2007
- [2] 阪口豊、赤池英夫、角田博保、“ユーザのコンテキストに合わせて選曲する音楽プレーヤ”、情報処理学会第 68 回全国大会講演論文集、pp.4-89、2006
- [3] 全秀和、“音楽聴取による走行運動強度の制御”、2009
- [4] Cycle of 5th : “SoundEngine”、
<http://www.cycleof5th.com/> (2009 年 11 月 14 日参照)。