

# 長距離走においてアクティブトラッカーを用いた脈拍数の モニタリングがパフォーマンスに与える影響と課題

—より安全で効果的な長距離走授業の提案—

甲谷秀之

(奈良教育大学附属中学校)

笠次良爾

(奈良教育大学 保健体育講座 (学校保健))

立正伸

(奈良教育大学 保健体育講座 (運動学))

松田孝史・有馬一彦・佐藤朗

(奈良教育大学附属中学校)

Pulse Rate Monitoring Using an Active Tracker for Long-distance Running:  
Impacts and Challenges on Performance:Proposals for Safer and More Effective Long-distance Running Lessons

Hideyuki KABUTOYA

(Junior High School attached to Nara University of Education)

Ryoji KASANAMI

(Department of Health and Sports Science Education, Nara University of Education)

Masanobu TACHI

(Department of Health and Sports Science Education , Nara University of Education)

Takashi MATSUDA, Kazuhiko ARIMA, Akira SATOU

(Junior High School attached to Nara University of Education)

要旨：本研究では、安全でより効果的な中学校の長距離走授業のカリキュラム作成に取り組むことを目的に、本校陸上競技部員3名を対象にした教材開発の予備実践を行った。内容は、生徒にアクティブトラッカー（バンド型脈拍数測定機器）を装着させ、ランニング中の脈拍の変化をリアルタイムに計測したデータをタブレット PCへ電波送信し、運動強度と脈拍数をランニング中の生徒が確認できるようにモニターに出力し可視化する。これにより生徒はランニング中の心拍数を知ることができ、より自分に合ったペースが調整できると仮定した。また走行中、主観的運動強度を5段階で指差しさせ、観察者が用紙に記録を行う。走った後に自己の心拍数データと主観的運動強度を用いて、自己の走りの振り返りをさせ、気づきをワークシートに記入をさせることを繰り返した。この記述を検証することで、本実践が生徒の記録の変化や長距離走に対する理解にどのような影響があったのかを調べ、今後の授業においてより効果的なアドバイスや教材開発を行うための資料とした。これらの成果を活かし、安全でより効果的な中学校の長距離走授業のカリキュラム作成に取り組む。

キーワード：アクティブトラッカー active tracker

主観的運動強度 RPE：rating of perceived exertion

指標 index

心拍数 heart rate

運動負荷 exercise load

運動強度 exercise intensity

長距離走 long-distance running

持久走 endurance running

## 1. はじめに

### 1. 研究の経緯

2020年東京オリンピックの開催や日本人マラソン選手の活躍など、近年ではランニング・ブームにより各地域でマラソン大会が開催され多くのランナーが長距離走を生涯スポーツとして親しんでいる。特別な運動用具なども必要のない長距離走は、子ども達にとっても身近な運動の一つであると言えるのだが、コロナウイルスでの外出自粛により、運動する環境が制限されるなど、長い距離を走る習慣や長い時間走ることに慣れていない子どもが少なくないのが現状である。

本校では例年伝統的に1・2年生の3学期に長距離走の授業が行われる。これまで長距離走の授業では、体調管理や準備運動、運動前後に心拍数を計るなど、注意深く行ってきた。しかしながら近年、全国的に運動中の死亡事故や熱中症の報告事例もあり、生徒達のランニング中の体の状態について、その場の安全管理者として知りたいと思った。またランニング中の「苦しさ」「辛さ」は肉体的なものなのか心理的なものなのかを明らかにしたいと思うようになった。

近年のICT機器の発達と普及はめざましく、本研究でも、運動中の脈拍が簡易に計測でき、リアルタイムでタブレットへ送信できる心拍数測定装置(アクティブトラッカー)を活用することとした。アクティブトラッカーを導入する以前は、脈拍は走る前後にしか測定記録できなかったがICT機器の活用により、常に把握できるためランニング途中でもアドバイスが可能となり、大きな身体的情報となった。また、モニターに反映することで走者自身も走行中の心拍数が把握できることから運動強度がどのくらいなのかをリアルタイムで確認できる。

有馬(2020)は「アクティブトラッカーを使用し、走った後で心拍数の変化を確認することで教師が生徒の運動強度の把握と各生徒に適した助言・指導が運動強度を確認しながら行えることやボルグスケールを用いて主観的運動強度を計ることにより、自己の走りを分析し次に活かそうとする生徒の姿が見られた」と述べている。

宍戸(2019)は小学生を対象に行った授業実践で、「ランニング時の脈拍数がクラス全員に表示されたために、タイムに遅い児童でも脈拍数が高く、頑張っている様子を示すことが出来た」と報告している。運動の質を可視化することで、生徒同士がお互いを認め合い、運動の行い方についての仲間の気づきや考え、取り組みの良さを認めることについてのねらいの達成に結びつく。このように、ICTを活用した授業も、これまで行われてきた運動動作の撮影にとどまらず、運動の質を示すという行い方も学習効果が期待されると宍戸は述べている。

## 2. 研究について

### 2.1. 研究のねらいについて

本研究では、アクティブトラッカーを使って実際に走っている生徒の脈拍の変化を生徒と教師が確認し、自己の心拍数データと主観的運動強度を用いて、自己の走りの振り返りをさせ、気づきをワークシートに記入をさせることを繰り返した。この記述を検証することで、本実践が生徒の記録の変化や長距離走に対する理解にどのような影響があったのかを調べ、今後の授業においてより効果的なアドバイスや教材開発を行うための資料とした。これらの成果を活かし、安全でより効果的な中学校の長距離走授業のカリキュラム作成に取り組む。

### 2.2. 授業で利用したICT機器について

授業で利用したICT機器の使用と特徴について整理する。

- ① アクティブトラッカー (POLAR VERITY SENSE)  
付属のバンドで腕に巻き電源を入れるだけで脈拍を計ることができる光学式心拍センサーである。USBで充電ができ連続約30時間使用可能、深水最大50m使用可能であり汗で汚れても水洗いが可能である。同社が配布しているPOLAR TEAMというアプリに接続が可能である。基本は屋内での使用を目的としており、Bluetooth規格でパソコンやタブレットとつながることができる。Bluetooth伝送範囲は最大150mとされている。今回は合計で3台を用意した。

- ② タブレット (ipad)  
POLAR TEAMアプリを動かすために使用した。このアプリを使うことで、複数のPOLAR VERITY SENSEを管理することが可能になり、リアルタイムに脈拍数が設定した運動強度に対する色での表示、運動時の平均心拍数と最大心拍数に対する割合、運動時最大心拍数と最大心拍数に対する割合、脈拍の変化のグラフが記録及び表示が可能となる。



図1 アプリ側画面

- ③ モニターディスプレイ  
POLAR TEAMを走者に可視化するために使用した。モニターを使用することで以前までは教員が運動強度を確認し助言・指導を行っていたが、走者がモニターを確認できることで、自身の運動強度を確認しながら走ることができる。しかし、モニターにPOLAR TEAMを反映する際にアプリ側の制限により反映できなかった。POLARCLUBという他のアプリを本来であれば使用したいのだがスタジオ・フィットネスクラブなど用に設計されたアプリの為、契約に高額がかかるため今回の研究では断念した。その

ため、POLAR TEAM をモニターに反映するために iPhone10R を使いアナログではあるがタブレットのデータをビデオ機能で投影させモニターに HDMI を使用し映すことにした。

④ ポータブルバッテリー（企業 試作品）

運動場でモニターを起動させるために使用した。1度のフル充電で12時間の連続使用可能なので研究期間は安定して使用することが出来た。

以上の主に①～④の機器を使い授業の展開を行った。

2.3. 主観的運動強度について

指標を用いて走者の身体的な負荷の重さを測るために主観的運動強度を利用した。主観的運動強度を測るために、走者が1周500mのコースを周回する度に、計測をしているペアの生徒に対し示した指の本数で示すことにした。5本の指すべてを示した場合は「感じない」、0本の場合は「非常に強い」とした。こうすることで運動強度が低い時は指を出しやすいのだが、運動強度が強くなるほど指を出しづらいためこのように設定した。

表1 主観的運動強度

○指標	
5	感じない
4	非常に弱い
3	弱い
2	強い
1	とても強い
0	非常に強い

2.4. 走る距離とコースについて

走るコースと距離については、本校の長距離走のコースでもある1周500mのコースを6周(3000m)と設定した。体力テストのように1500mでは運動強度が強くなる前にゴールしてしまうことを考え、なるべく運動強度が強いと感じることのできる距離であることと、「辛い」「しんどい」と感じる中間距離(1500m～2000m)地点での運動強度と主観的運動強度を測ることで、後半の運動強度とタイムを比較した。

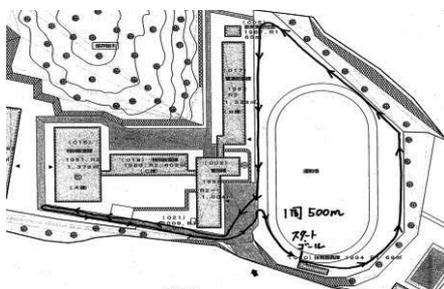


図2 長距離走コース

2.5. 研究計画について

対象は、陸上競技部員の長距離走専門の生徒3人である。本実験は本校での長距離走で例年3学期に授業で実施している。男子4km走・女子3km走のための予備実験を兼ねて実施した実施時期は2021年10月中旬である。

表2 陸上競技部 長距離走 研究計画

	学習計画	内容
1	ウォーミングアップと試しの記録測定(1km)	アクティブトラッカーの使い方、指標の行い方、記録の取り方、を学ぶ
2	3kmのペース走	アクティブトラッカーを使用せずに、自己の設定したタイムに挑戦する。
3	3kmの測定①	タイムと運動強度を意識して走る。運動強度を確認しながら走ることでレースペースに影響はあるのか。毎回の計測後にGoogleフォームで振り返りを記入する。
4	3kmの測定②	
5	3kmの測定③	
6	3kmの測定④	
7	3kmの計測⑤	

3. 研究を行って

3.1. 研究の様子

アクティブトラッカーを腕に巻きボタンを長押しして電源を入れてもらう。機器をつけるためのバンドはゴム製で大きさを調整できるようにはなっているのだが、サイズが男性フリーの1サイズしかないために男子部員は余ったゴムバンドを織り込むように上腕部に使用して走行中に外れないように使用した。女子部員はゴムバンドサイズが大きすぎて合わないことから、手首にゴムバンドを巻きその上から細いリストバンドを巻くことで走行中の外れや腕時計感覚でつけることで、腕にアクティブトラッカーがついていることが気になることを軽減することが出来た。あらかじめアクティブトラッカーに名前を登録しモニタリングしやすいようにした。これまでの陸上競技部の練習では、アクティブトラッカー POLAR H01 を使用していることもあり、心拍機器の形状や使用方法に違いがない事からスムーズに研究にとりかかることが出来た。



図3 男子バンド



図4 女子バンド

スタート後に記録者は500m毎の通過時の運動強度と主観的運動強度の記録を行い、教師が500m毎のラップタイムを計測し記録者に伝える方法を取ったことによりある程度スムーズに行えた。しかし最初の内は、記録者が通過時の運動強度の確認に気を取られてしまったり主観的運動強度を確認することを忘れていたり、走者も指標を出し忘れていたりしていましたが、記録者が通過する前に声での呼びかけをすることや走者が指標を両手・片手を見えやすくすることにより、走者・記録者共に忘れるこ



図5 指標の出し方

となく改善をすることができた。

### 3.2. タブレットを使用し脈拍を観察したことと映像でのフォームの変化

研究に加わった陸上部の生徒は、800m・1500mの中距離専門であるため3・4周目あたりからラップタイムも大きく落ちることやランニングフォームにも崩れが現れるようになってきた。3000mのランニングフォームを比較するために、ランニング開始の1周目と最後の6周目を撮影しランニング後に確認と振り返りをしてもらいフォームの変化も確認させた。生徒のランニングフォームの比較の感想からは「後半に足があまり上がってなかった。」「最初からピッチは上がっていなかったけれど後半を見てもっとピッチが落ちていた。」と振り返っていた。

今回の研究は今後の長距離走の授業でのカリキュラム作成に取る組むことから「220 - 年齢」で一律に207を設定している。本来なら、安静時心拍数などを考慮した計算方法などもあるのだが、同じ機器を複数人で使うため今回は207を全員の最大心拍数として設定している。アプリ上では、リアルタイムにアクティブトラッカーから生徒の心拍数情報がBluetoothを用いて送られてきた。生徒の脈拍数はタイル表示されるのだが、最大心拍数に対して60%以下は灰色、60-70%は水色、70-80%は緑色、80-90はオレンジ、90-100%は赤で色分けして表示されるため視覚的に即座に個々の運動負荷がわかりやすい。生徒が走り集中でき、尚且つ運動強度を可視化しペースをコントロールすることやラストスパートを生徒自身でかけることが出来るように1人ずつの計測を行った。陸上競技部の中距離専門の生徒で研究したことや日常的にアクティブトラッカーを使用していることから、スタートしてから1周目までは運動強度が60 - 70%で走行をしていることもあり、1周目の指標も「5」が多かった。今回の研究では運動強度に合わせた教師からのアドバイスをせずに周回ごとのラップタイムを伝えることにした。そのことにより生徒自身が運動強度を可視化することとラップタイムを把握することが可能になり、自主的にペースを上げようとするが、3・4周目から運動強度が90 - 100%になっていることが分かってきた。大体は3・4周目から主観的運動強度も「3」「2」になっており運動負荷を感じている。5・6周目の主観的運動強度は「0」になっていることが大半であった。

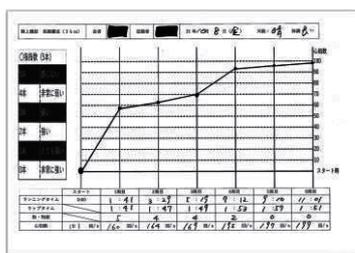


図6 男子走者の心拍数変動用紙

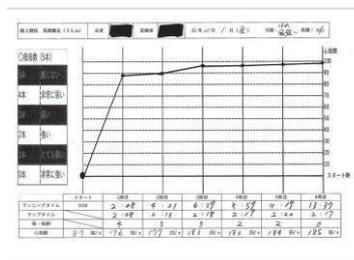


図7 女子走者の心拍数変動用紙

### 3.3. 脈拍数を可視化できたことから

昨年まではアクティブトラッカーからリアルタイムに送信される脈拍数を教員が確認し口頭で伝えながら助言することをしてたが、本研究では、モニターに映すことで、走者自身が脈拍数を確認しペースを維持することやラストスパートをかけることが出来ていたと感じる。可視化できたことでの走りによりの変化があったかを、長距離走を実施した当日中に Google フォームを使い生徒に振り返りをしてもらった。図8のグラフのように可視化できることでの回答では大半が「かなり走りやすい。」であった。可視化できることで今までは教師側の助言を頼りに生徒は走ることを行ってきたが、生徒の振り返りでは「しんどい時でも脈拍数が低かったらもう少し上げようとペース配分がしやすかった。」「自分のしんどさを脈拍数と比較することができた。」など運動強度と主体的運動強度の比較を走行中に自分で行うことが出来ていることが分かった。

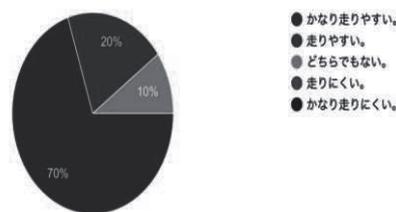


図8 可視化による走りの影響

### 3.4. 生徒の記録用紙から

記録者に走行中の脈拍数・指標・タイムを記録してもらい長距離走実施後に記録用紙を確認させた。その後 Google フォームを使いタイム・脈拍数の振り返りをさせた。折れ線グラフにすることでタイムの変動や脈拍数を確認できることで生徒自身も現状の把握をすることができ良い学習となった。また、周回を増すごとに指標は徐々に下がっていることが分かってきたのだが、指標の表す「辛さ」「しんどさ」は肉体的疲労なのか心理的疲労なのかを合わせて振り返りを行うことにした。3000mを走ることによって脈拍数が向上することで呼吸の乱れることにより走りにくいと感じているが、肉体的疲労が大半であることが分かった。

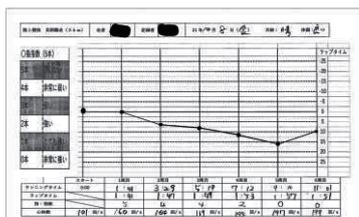


図9 男子走者のタイム記録用紙

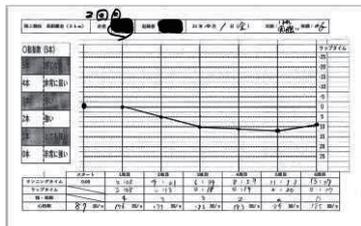


図10 女子走者のタイム記録用紙

#### 4. 今後の長距離走の授業提案

脈拍数を教師側だけではなく全員が走行中も把握できるように、アクティブトラッカーのデータをモニターに反映することで、より安全な長距離走の実施が可能になったと考える。生徒も脈拍数を確認できることにより

表3 授業計画（1時間のスケジュール）

項目	内容
0	集合・説明 本時の説明・目標について
10	準備運動 ジョグ 200m と準備運動
20	計測準備 スタート前の安静時心拍数を記録用紙に記入
30	計測開始 アクティブトラッカーを使用している生徒は運動強度を確認しながら、ペースを調整しながら走り自己の設定したタイムに挑戦する。 アクティブトラッカーを使用していない生徒は心拍数に関係なくペースが乱れないように維持しながら自己の設定したタイムに挑戦する。 ゴール直後の心拍数を計測
50	用紙まとめ・感想

表4 陸上競技 長距離走 単元計画

学習計画	内容
1 長距離走オリエンテーション	単元計画について知る 授業の目的について知る 歴史や技術について学ぶ
2 ウォーミングアップと試しの記録測定	アクティブトラッカーの使い方、記録の取り方、を学ぶ
3 男子 4km、女子 3KM タイムトライアル① ～ 10.	タイムと運動強度を意識して走る。 自分の体力にあったペースで気持ちよく走りながら、心肺機能を強化し、少しずつ記録の向上を目指す

「もっとスピードを上げれる」「まだ走行することが出来る」など前向きに長距離走に取り組むことができる。全体の脈拍数を可視化することで、効率よくベストタイムが出しやすくなることや、教師側の助言やアドバイスに加えて生徒自身が確認することで安全に行うことが以前よりも可能になった。可視化できることでタイムが遅くても脈拍数をみんなが把握することで個人差を理解させることができ、お互いを認め合うことが出来る。運動の行い方についての仲間の気づきや取り組みの良さを認めることができるのではないかと思う。長距離走の授業では、毎回振り返りを実施しているが、従来はタイムを中心に振り返りを行い次回の目標を立てることをしていたのだが、脈拍数を確認できることでタイムだけでなく、より具体的な振り返りと生徒がどこのタイミングで「辛い」「しんどい」と感じているのかを脈拍数のグラフを確認することで次回に向けての目標と改善を考えることで、長距離走の単元でも深い学びにつなげることが可能であり、それを実践できる要素があると思う。

#### 5. まとめ

主観的運動強度の具体的な疲労については分かってきた事と運動強度を可視化できることにより走者自身がペースをコントロールしベストタイムに挑戦する姿勢が見られた。本研究では教員はラップタイムを伝えることを優先に行ってきたが、運動強度を可視化できることにより個々の生徒に合った声かけやアドバイスをより明確にすることができる。今後このデータを用いて、安全でより効果的な中学校の長距離走授業のカリキュラム作成を引き続き研究を続けていく。

#### 参考文献

有馬一彦, 「長距離走授業におけるランニング中の生徒の心拍数の変化について アクティブトラッカー（運動活動量計）を用いて」(2018) 中学校教育フォーラム（平成 30 年度冬号, 通巻第 51 号）, 大日本図書, 26-27.

有馬一彦, 「長距離走授業における運動強度に対する気づきを促す試み - アクティブトラッカー（運動活動量計）を用いて - 」, (2020) 奈良教育大学次世代教員養成センター研究紀要, 6号, 211-216.

宍戸隆之, 「身体情報の可視化で持久走の授業はどう変わる?」, 体育科教育, 2021, 3, 38-48.

宍戸隆之, 「ICT を活用して運動有能感を高める実践研究 - 小学生の持久走の取り組み - 」, 人間環境学研究, 2021, 19号(1), 51-58.

