

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 1 日現在

機関番号：37109

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26870780

研究課題名(和文) 携帯情報端末の加速度センサを活用した小学校体育のICT授業カリキュラムの開発

研究課題名(英文) Development of ICT Curriculum of the Primary School Physical Education by Accelerating Sensor of the Portable Information Terminal

研究代表者

田村 孝洋 (TAMURA, TAKAHIRO)

中村学園大学・教育学部・助教

研究者番号：00441725

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、携帯情報端末の3軸加速度センサを活用して走動作を科学的に測定するICTシステムを開発すること、それを体育授業で導入して学習前後の50m走タイムの変化を比較検証することであった。について走運動の接地動作を検出してタイム、ピッチ、ストライド、スピード、総ステップの測定システムを開発した。について98名の対象者のタイムを比較した結果、ICTを導入した実験群は 9.22 ± 0.58 秒 8.99 ± 0.57 秒 [-0.23秒]であり、統制群の 9.09 ± 0.50 秒 8.94 ± 0.48 秒 [-0.15秒] に対して相対的にタイムを短縮し、ICT活用の有効性を示唆する結果であった。

研究成果の概要(英文)：The objectives of this research were that stage1 was the development ICT system of measuring running by 3-axial accelerating sensor installed on smart device, stage2 was comparison of using-ICT group with non-ICT group for performance of 50m run in physical education. As for stage1, measuring equipment was developed and could be represented measurement of time, pitch, stride, speed, total steps by contact in running. As for stage2, the research participants were 98 females of university student. An experimental result in running 50m, using-ICT group was improvement 9.22 ± 0.58 sec 8.99 ± 0.57 sec [-0.23 sec], and non-ICT group was improvement 9.09 ± 0.50 sec 8.94 ± 0.48 sec [-0.15 sec]. Therefore, Using-ICT group was a significant improvement over the Non-ICT group, the result suggested that using-ICT was helpful for the performance of 50m run in physical education.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：ICT 走動作 体育授業

1. 研究開始当初の背景

今日、教育現場における ICT 活用は急激な発展や高速化された情報社会において重要な改革のひとつに位置付けられている。政府は 2019 年度までに全児童生徒に情報端末を配備する計画を打ち出しており、体育においても ICT 活用や指導方法の研究の必要性に迫られている。文部科学省が平成 23 年 3 月に発表した「学校及び社会教育施設における情報通信機器・視聴覚教育設備等の状況調査報告書」によると小学校～高等学校でデジタル教材充実の希望率は 93.56%、デジタル教材共有化の希望率は 86.60%と、学習効果への高い期待が伺える。また、文部科学省は平成 17 年 12 月「教育の情報化の推進のためのアクションプラン」を策定し、総務省等関係各省とも連携して取組みを「加速化」としたが、策定から年月が経過して体育における ICT 活用は進んでいるか疑問がある。

従来、ランニングのパフォーマンスを測定するための機器は数十万円から数百万円もする高価なものであり一般的に利用することが困難であった。また、分析を進めるにも時間が必要で、実際の授業では測定と指導を教師が並行して行い、さらに測定後はデータの取込みなどに時間を要するなど実用面で課題があった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ICT 化を進める体育授業において走運動を測定して数値化を図ることが有効なフィードバックの手段として運動学習を高めることにつながるか、その効果を検証することであった。そのためには走運動の測定・分析の簡易化を行う測定システムの開発が必要であり、その後の体育授業での実用化に向けて以下の 3 点を具体的な課題とした。

(1) 課題 1

携帯情報端末に搭載された 3 軸加速度センサと無線通信機能を利用してランニングを数値化できる測定システムを開発する。

(2) 課題 2

開発した測定システムを大学生対象の体育授業[陸上運動]に導入し、学習前後のタイムについて比較検証を行う。

(3) 課題 3

課題 2 の大学生対象の体育授業をもとに小学生を対象とした体育授業[陸上運動]に導入して実証実験を行う。

この 3 つの課題のうち(3)小学生を対象とした体育授業での実証実験については、次の 2 点を理由に遂行することができなかった。理由①ランニング測定システムの試作品を開発

したが測定精度に課題があり改善のための時間が必要で全体的に計画遂行が遅延した。理由②試作品を用いて大学生の体育授業にて実証実験を試みたが、その際にもシステムの構成に課題が見つかり予定していたような使用が適わなかった。そのため大学生での実証実験を再設定して小学生への実証実験の遂行を断念した。研究方法以下は(1)(2)について報告する。

3. 研究の方法

(1) 課題 1

走運動の数値化について、従来は映像分析を基に進められており測定精度も高い。そこで、この映像分析のランニングデータを基準として開発した測定システムによるランニングデータを比較して測定精度の有効性を検証することとした。対象者は大学陸上競技部に所属する学生 7 名として 50m 走を実施した。実験は 50m 走の走動作をドローン 1 機に搭載されたデジタルカメラ [120fps、1280×720p、DJI 社製 Mavic Pro] を用いて空撮した。撮影映像はドローン本体内の microSD に MOV 形式にて保存し PC による映像分析に利用した。また、走者の身体前腰部にはウエストバッグに入れた携帯情報端末 1 台 [XperiaZ5 Compact、SOMC 社製、138g] を身体に密着するようベルトにて装着し、搭載された 3 軸加速度センサを利用して疾走中における身体重心位置の 3 軸加速度データを測定した。実験条件として対象者の疾走速度は走者の主観的努力度に基づいて中強度 [70-80%] でコントロールするよう指示した。

測定システムは無線通信機能を利用して携帯情報端末 2 台を接続して遠隔コントロールを可能とした仕組みを構築した。疾走中における身体重心位置の 3 軸加速度データは、走者の腰部前方に固定した携帯情報端末の 3 軸加速度センサにて測定し、サンプリング周波数は 125Hz とした。また、ランニング時のステップ検出は携帯情報端末に搭載された 3 軸加速度センサを用いて 3 軸加速度合成ベクトルの絶対値(以下:3 軸合成値、式 1)を算出し、これを基準に判定するようアルゴリズムを設定した。

[式 1] 3 軸合成値 $a = \sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2}$
 疾走時における分析区間はスタートピストルの閃光から走者がゴールするまでの 50m とし、空撮した疾走動作の映像にランニングタイマーを合成して 1/100 秒単位でタイムを測定した後、測定システム[携帯情報端末]の 3 軸加速度センサから取得した 3 軸合成値の時系列データと同期した。そして、映像分析よりステップ毎に接地動作のタイミングを特定し、3 軸合成値の波形変化によるステップカウントと比較することで測定システムのステップ検出機能についての整合性を検証した。また、疾走時のタイム、スピード、ピッチ、ストライ

ドといったランニングデータについて、映像分析では 50m 区間内で足が接地した回数をステップとしてカウントし、タイムと距離の関係より算出した。

(2)課題 2

開発した測定システムを体育授業に導入して、学習前後の 50m 走タイムを比較し、学習過程への ICT 導入が学習成果の違いに効果があるかを検証した。対象者は大学に在籍し、体育授業[陸上運動]の受講者 129 名の内、男子学生 31 名を除いた女子学生 98 名であり、ICT を用いない統制群 43 名 [Non-ICT]と ICT を用いる実験群 55 名 [ICT]を設定した。

実験は授業展開の中で実施し、第 1 回、第 4 回には 50m 走測定を行い、第 1 回、第 4 回の測定においてそれぞれの最も良いタイムを学習前の Pre 値、学習後の Post 値として採用し学習前と学習後を比較した。第 2 回、第 3 回の授業は主に疾走フォーム習得の学習時間であり、この時に ICT 使用の有無による統制群と実験群の異なる 2 条件を設定した。

実験条件として、統制群はミニハードル以外の用具を使用せず対象者同士の観察のもとに学習を進め、実験群は測定システムによるピッチ、ストライド、スピード、タイムを指標に学習を進めてフォームの習得を目指した。ただし、学習の理解や習熟度が群ごとに逸れてしまわないように、対象者全員に対して走動作の習得ポイントを脚動作に合わせたコンパクトな腕動作、水平近くまで上がる膝の高さ、膝を折り畳むための踵の引き付け、接地時のブレーキを最小限に抑える爪先から接地の 4 つの動作に絞った上で、その内容をプリントにて配布し一定水準の理解を促した。

本研究では、実験群 [ICT 群] に対して走動作の運動データを可視化するために独自に測定システムを合計 24 台準備した。測定機器の使用方法については、携帯情報端末の無線通信機能により 2 台 1 組を連携させ、1 台は走者 1 名の腰部にベルトで装着した上で搭載されている加速度センサによって走運動の 3 軸加速度データ [x、y、z 軸] を収集できるようにした。もう 1 台は測定者 1 名が手に保持して、完全同期させた走者側携帯情報端末の測定開始と終了のリモートコントロールを使用した。走者側で得た 3 軸加速度データは独自のアルゴリズムで処理して、走運動に関わるピッチ、ストライド、スピード、タイムを算出し、測定終了と同時に走者が即時フィードバックできるよう測定結果を測定者側の携帯情報端末画面に表示させた。

各群の運動有能感の下位尺度、及び、50m 走タイムの Pre 値に関しては t 検定を用いて群間比較を行い、各群のタイム変化に関しては時間 [Pre 値、Post 値] と群 [統制群、実験群] を要因とする二元配置分散分析を用いて有意差検定を行った。この際、交互作用に有意な差が認められた場合には単純主効果の検定を行った。

また、統制群、実験群において Pre 値に対する Post 値のタイム変化に応じて、短縮した【向上型】、変わらなかった【維持型】、延長した【低下型】に分類して、両群の同等性についてカイ二乗検定を行った。

4. 研究成果

(1)課題 1

50m 走の映像と測定システムの時系列データのうち対象者 A について 1 本分を抽出して結果、総ステップは 25steps であった。図 1 は測定システムの 3 軸合成ベクトルの絶対値:パワー検出に関する時系列データと映像のスタート [0 ステップ]、1 ステップ目 [0.28s]、5 ステップ目 [1.43s]、9 ステップ目

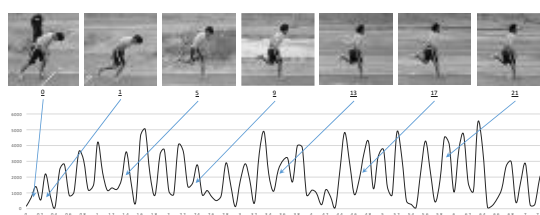


図 1 対象者 A 50m 走の静止画キャプチャと時系列データ

[2.58s]、13 ステップ目 [3.69s]、17 ステップ目 [4.80s]、21 ステップ目 [5.93s] の静止画キャプチャを重ねたものである。

測定システムの時系列データについてステップ検出を示す波形のピーク出現は 25 箇所であった。この内、スタート直後 0.13s で現れたパワー検出について、映像との重ね合わせによりスタート姿勢から地面を押したことによるステップを伴わない最初の重心移動を捉えたものであることを確認でき、測定システムの構成においてもステップとして検出しない仕様になっていることからステップ検出のピーク出現は合計 24 箇所であった。したがって、映像のステップ判別 25steps と測定システムのステップ検出 24steps には 1 ステップの測定誤差が存在した。これに関して疾走動作の映像を 1 ステップ毎に確認して 3 軸合成値との整合性を比較した結果、15 ステップ目 [4.24s] に該当する 4.0~4.4s 間において 3 軸合成値が他部位のピーク値よりも明らかに低く、ステップとしてカウントされていない可能性が非常に高いことが判明した。

また、映像分析では、タイム $8.32 \pm 0.86s$ 、ピッチ $3.24 \pm 0.19steps/s$ 、ストライド $1.87 \pm 0.14m/step$ 、スピード $6.06 \pm 0.56m/s$ 、総ステップ $26.9 \pm 2.1steps$ であった。測定システムでは、タイム $7.79 \pm 0.89s$ 、ピッチ $3.30 \pm 0.16steps/s$ 、ストライド $1.97 \pm 0.23m/step$ 、スピード $6.48 \pm 0.66m/s$ 、総ステップ $25.4 \pm 2.7steps$ であった。ランニングデータの要となるタイムの差は映像分析による正確なタイム測定と手動操作による測定システムのリモートコントロールでのタイム測定には差があり、最小値 0.38s、最大値 0.86s、平均値 0.53

±0.16sであった。総ステップの差について最小値 0steps、最大値 3steps、平均値 1.1±1.1stepであった。これらの映像と測定システムから得たランニングデータの比較について、タイム、スピード、総ステップには有意差があり [p<0.05]、ピッチ、ストライドに有意差はなかった (表 1)。

表 1 50m 走のランニングデータ比較

		映像分析 n=7	測定システム n=7	有意差
タイム	[s]	8.32±0.86	7.79±0.89	**
ピッチ	[step/s]	3.21±0.19	3.30±0.16	
ストライド	[m/step]	1.89±0.14	1.97±0.23	
スピード	[m/s]	6.06±0.56	6.48±0.66	**
総ステップ	[steps]	26.6±2.1	25.4±2.7	*

** p<0.01, * p<0.05

(2) 課題 2

図 3 は各群の 50m 走タイムの散布図である。各群の学習前の疾走能力となる 50m 走の Pre 値について、統制群は 9.09±0.50 秒、実験群 9.22±0.58 秒であり、統計上の有意差はなかった。疾走フォーム学習後の 50m 走の Post 値では統制群 8.94±0.48 秒、実験群 8.99±0.57 秒であり、いずれの群も学習前と比較してタイムを短縮していた。

また、これら時間と群の二要因には交互作用は認められず、統制群と実験群の変化パターンは同様であった (表 2)。また、タイムが上がった向上型、変わらなかった維持型、下がった低下型の構成に着目すると統制群の各比率は、向上型 69.7% [30 名]、維持型 23.3% [10 名]、低下型 7.0% [3 名] と多くの対象者のタイムは向上もしくは維持しており、低下していたのはわずか 3 名であった。

一方、実験群の各比率は向上型 72.7% [40 名]、維持型 10.9% [6 名]、低下型 16.4% [9 名] であり、統制群と同様に多くの対象者のタイムは向上しており、向上型の比率は統制群より 3.0% 高かった。しかし、低下型の比率に着目すると統制群 7.0% に対して実験群は 16.4% と高かった。ただし、統制群と実験群の向上型、

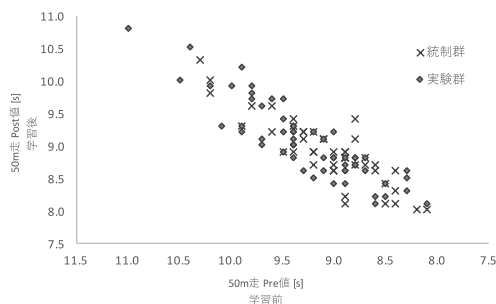


図 3 各群の 50m 走タイム散布図 [学習前 | 学習後]

表 2 学習前後における各群の 50m 走タイム [二元配置分散分析]

	統制群 (n=43)		実験群 (n=55)		分散分析		
	学習前 Pre値	学習後 Post値	学習前 Pre値	学習後 Post値	時間	群	交互作用
測定値 (s)	9.09±0.50	8.94±0.48	9.22±0.58	8.99±0.57	n.s	n.s	2.587

Mann-Whitney U

n.s=no significant

維持型、低下型の構成比についてカイ二乗検定での有意差はなかった。

図 4 にはタイム変化型別の Pre 値、Post 値の平均値とその変化率を示しており、統制群の向上型は 9.10±0.52 秒 → 8.86±0.48 秒、維持型は 9.18±0.50 秒 → 9.18±0.50 秒、低下型は 8.70±0.10 秒 → 8.87±0.21 秒であった。また、実験群の向上型は 9.30±0.56 秒 → 8.94±0.55 秒、維持型は 8.97±0.56 秒 → 8.97±0.56 秒、低下型は 9.04±0.67 秒 → 9.21±0.69 秒であった。統制群と実験群の変化率を比較すると、向上型において、統制群 2.60±1.61%、実験群は 3.77±2.28% と向上型の変化率の方が高かった。その一方で低下型では、統制群 -1.90±1.30% と実験群 -1.84±1.13% の変化率は同程度であった。

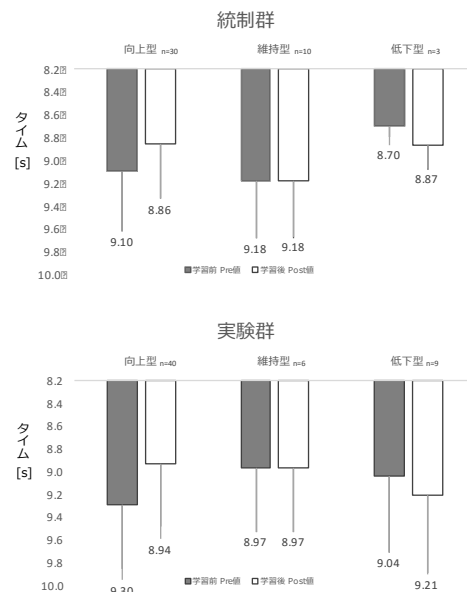


図 4 統制群・実験群のタイプ別平均値 [学習前 | 学習後]

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (なし)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田村 孝洋 (TAMURA Takahiro)
中村学園大学 | 教育学部 | 助教
研究者番号: 00441725

(2) 連携研究者

松田 亮 (MASTUDA Ryo)
広島経済大学 | 経済学部 | 助教
研究者番号: 10734147

(3) 研究協力者

出納 正樹 (SUIDO Masaki)
株式会社はなと屋 | 代表取締役社長