

# 疾走能力の低い中学年児童を対象とした短距離走指導による ピッチとストライドの変化

Changes in Step Frequency and Step Length through Sprint Training in  
Middle-Grade Elementary School Students with Low Sprinting Ability

鈴木 康介 (日本体育大学)

林 陵平 (岐阜大学)

小椋 優作 (中部学院大学短期大学部)

## 抄録

本研究では、疾走能力の低い中学年児童を対象とした短距離走指導によるピッチやストライドの変化を明らかにすることを目的とし、20名(分析対象児12名)の児童を対象に、素早いピッチでのびやかに走ることをねらいとした指導を行った。指導は事前・事後測定を含め全7回、1回あたり約1時間(6回目のみ35分間)で行った。

分析の結果、児童全体および女子児童では、ピッチが有意に向上し、疾走能力も有意に向上した一方で、ストライドは有意に低下した。また、男子児童においては、ピッチは向上したが、疾走能力の有意な変化は認められなかった。これらの結果から、本来ストライドの低下を抑えてピッチの向上をはかることが重要であるものの、ピッチが平均よりも大幅に低かった本研究の対象児童のような学習者に対しては、ピッチの向上を優先することも指導方略の一つとして有効である可能性が示唆された。ただし、疾走能力の向上が見られなかった男子児童が3名いたことから、指導内容については児童個々の至適なピッチとストライドを踏まえてより精緻に検討しなければならないと考えられた。

## I 緒言

短距離走において、疾走速度はピッチとストライドの2つの要因の積によって決定されるため、一方の要因の向上はもう一方の要因が変わらないか大幅に減少しない限り、疾走速度の向上へと帰結する(Hunter et al., 2004)。また、最大速度を得るための至適なピッチとストライドの組み合わせは個人によって異なるため(Kunz and

Kaufmann, 1981)、疾走速度を高めようとする場合には、ストライドを維持してピッチを向上させるか、ピッチを維持してストライドを向上させるか、あるいはどちらも向上させることを検討しなければならない(Hunter et al., 2004; 小林, 2016)。例えば、桐生祥秀選手が2017年に日本人選手で初めて100mを9秒台で走った際には、トレーニングによって高いピッチを維持しながらストライドを向上させたことによって9秒台に到達する疾走速度を獲得したことが報告されている(小林ほか, 2017)。

一方、疾走速度は特別なトレーニングを必要とせずとも、高校生ごろまで経年的に向上することは既に多くの研究によって明らかにされており、そうした疾走速度の向上はストライドの経年的な向上による影響が大きく、ピッチは経年的に大幅に変わることはないとされる(宮丸, 2002; 宮丸・加藤, 1990; 宮丸ほか, 1991; 斉藤・伊藤, 1995)。しかし、これはあくまでも一般的な傾向であり、児童期における疾走能力には顕著な個人差があるとされる。例えば、有川ほか(2009)や宮丸(2002)では、小学1年時に相対的に疾走能力が高い児童はその後年齢があがっても相対的に疾走能力が高く、反対に小学1年時に疾走能力が低い児童はその後年齢があがっても相対的に疾走能力が低い傾向にあることが示されている。また同様に、個人に着目した場合には高いピッチは高い疾走速度の獲得に寄与することも示唆されている(有川ほか, 2009; 宮丸ほか, 1991, 1992; 斉藤・伊藤, 1995)。さらに、信岡ほか(2015)は、経年的には変化しない接地時間やピッチはトレーニングによって改善すべき項目であるとの見解を示している。これらの先行研究からは、一般的にストライドは発育発達に伴う変化が起こりやすく、反対にピッチは指導やトレーニングなどが無い限りは変化が起こりにくいと考えられる。

しかし、一般の児童や生徒を対象にした短距離走指導の効果については指導内容によってピッチとストライドのいずれも変化する可能性が窺える。例えば加藤ほか(2000)は、小学6年生児童に対するスタートから加速局面の練習と腕振りを中心とした全力疾走の練習によって、男子の10-20m, 30-40m, 40-50m区間でストライドが増加し、女子では0-10m, 10-20m, 30-40m区間のストライド、および30-40m, 40-50m区間のピッチが増加したことを報告している。また、鈴木ほか(2019)は、疾走能力の低い高学年児童を対象とし、中間疾走の下肢動作の改善を中心とした合理的な疾走動作の習得に重点を置いた指導を行った結果、0-10m区間のストライドが増加し、10-20m, 40-50m区間でピッチが増加したことを報告している。こうした、一部の疾走区間のピッチやストライドが向上した例が見られる一方で、長野ほか(2011)は、小学2年生児童を実験群と統制群に分け、実験群の児童に対して腕振りやもも上げ、全力疾走などを含む運動遊びを行ったところ、実験群の児童でストライドの増加が大きく、ピッチは変化しなかったことが示されている。また、木越ほか(2012)は、小学6年生児童に対して遊脚膝関節をしっかりと屈曲させて振り出す動作の習得のための補助具を用いた指導を行った結果、ピッチとストライドの双方が増加したことを報告している。これらのことから、特別な指導やトレーニングを受けていない一般の児童生徒に関しては、指導内容によってピッチ、ストライドのいずれも変化する可能性があることが示唆される。また、先に挙げた鈴木ほか(2019)は、疾走能力の低い児童への指導において、ピッチの向上が大きかった児童ほどタイムの向上が大きかったことを報告し、疾走能力の低い児童の場合には短距離走の指導によってピッチが向上して50m走タイムが向上する可能性があるとして述べている。これらのことから、一般の児童生徒においては、指導内容によってピッチ・ストライドの両要因とも変化させられる可能性があり、特に疾走能力の低い児童生徒ではピッチの向上が疾走能力の向上に対して有効な指導になる可能性が考えられる。この可能性は、特別なトレーニングを必要とせずとも経年的に疾走速度は向上するものの、集団内における相対的な差の変化が生じにくい疾走能力の指導を考える上では十分に検討に値すると言える。

なお、2018年に改訂された学習指導要領(文部科学省, 2018a, 2018b)における短距離走の領域は、小学校低学年の「走の運動遊び」から始まり、中学年の「かけっこ・リレー」を経て、高学年以降は高校3年生まで「短距離走・リレー」となる。また、技能の内容として、中学年では色々な走り出しの姿勢から素早く走り始めることや大きな前後の腕振りなどによって調子よく走るこ

とが示されており、高学年ではスタンディングスタートからの素早い走り出しや体の前傾、中学1・2年生ではクラウチングスタートから徐々に上体を起こしていく加速や、自己にあったピッチやストライドで速く走ることが示されている。このことから、小学生については特にピッチやストライドについての指導を受けていない可能性が高く、指導によってそれらがどのように変化するのか検討する余地が大きいと言える。

また、藤巻(1993)によると、運動不振児(運動が苦手な児童)の50m走タイムが小学3, 4年生の間で大きく低下することが報告されている。このことから、中学年児童のうち、特に疾走能力が低い児童の疾走能力を向上、あるいは低下させないための指導法をピッチやストライドといった要因から検討することの意義は大きいだろう。

以上のことから本研究では、疾走能力の低い一般の中学年児童に対して疾走能力向上をはかる指導を行った際に、ピッチやストライドがどのように変化するのかを明らかにすることを目的とした。

## II 方法

### 1. 対象

上述の通り、本研究における指導の対象者は、一般の小学校中学年児童のうち、疾走能力の低い児童とした。そこで岐阜県内の公立A小学校において、中学年児童に対して学校長および研究実施者の連名によって、同校で短距離走の指導を行うことについての案内文を配布し、参加者を募った。募集に際しての参加条件は、走ることが苦手もしくは嫌いな児童であることとし、新体力テストの50m走タイムがA小学校の学年平均よりも低いことを、苦手さの目安として提示した。その結果、参加を申し出た児童は20名(3年生男子5名、女子6名; 4年生男子4名、女子5名)であった。これらの児童について、本研究を実施した2019年度当初の体力テストの50m走の記録を確認したところ、3年生男子が $12.22 \pm 0.75$  s、女子が $12.08 \pm 0.69$  s、4年生男子が $10.55 \pm 0.27$  s、女子が $10.76 \pm 0.34$  sであった。研究実施時点で参照可能であった2017年度の全国体力・運動能力調査結果(スポーツ庁, 2018)における50m走の全国平均では、3年生男子が $10.02 \pm 0.79$  s、女子が $10.35 \pm 0.78$  s、4年生男子が $9.55 \pm 0.75$  s、女子が $9.88 \pm 0.74$  sであり、参加を申し出た児童は全員がこの値を下回っていた。そこで、これらの児童を対象に、2019(令和元)年8月22日から9月12日にかけて、事前・事後測定を含む計7回、1回あたり約1時間(6回目のみ35分間)の短距離走指導を行った。また、指導は子どもを含む陸上競技の指導歴

が10年以上ある大学教員が1人で行った。

研究の実施にあたっては、学校長、および保護者に口頭または文書による十分な説明を行った上で同意を得たほか、中部学院大学・中部学院大学短期大学部人を対象とする研究倫理審査部会の承認を受けた（審査番号D18-0002）。

## 2. 指導内容

疾走能力の低い児童への指導について、鈴木ほか(2019)は、ピッチの向上が大きかった児童ほどタイムの向上が大きかったことを報告し、疾走能力の低い児童の場合には短距離走の指導によってピッチが向上して50m走タイムが向上する可能性があること、そしてピッチはストライドに比べて短期間で改善の余地があると考えられることを述べている。また上述の通り、本研究の対象者は疾走能力が低いことが確認された。このことから本研究では、児童が短距離走の合理的な技術の基礎を身につけながら、主にピッチを高めることで疾走能力を向上させることを指導のねらいとした。ただし、先に挙げた通り、疾走速度がピッチとストライドの積によって決定されるものであるため、ピッチの向上をはかりながらもストライドが大きく減少することが無いように、「素早いピッチでのびやかに走ること」をねらいとしな

がら指導内容を構成することとした。こうしたねらいのもとで行った指導内容を表1に示した。

上記のねらいを踏まえ、まず事前測定を除いて毎回、音楽に合わせた約2分間の「リズム体操」を指導の冒頭で行った(表2)。この体操は、走る際のピッチの向上に関わる感覚運動として、素早く動きを切り返したり、ステップを踏んだりすることができるようにすることを意図して行った。一方で、そのように素早い動きをしながらも、動き自体が小さなものになってしまうと走る際のストライドの低下につながってしまうことが考えられたため、速いリズムの中でもなるべく大きく脚や体を使うような動きを取り入れ、かつ児童にもそのような意識を持ちながら動くように指示した。また、この体操においては後述する素早いリズムでのマーク走への接続を見据え、125BPMにリミックスした楽曲のリズムに合わせて行うようにした。

指導の2回目および3回目ではリズム体操を覚えるための指導を行ったため、指導に要した時間は約15分程度であったが、4回目以降は簡単にポイントを確認した上で約2分間の体操を行ったため、指導の所要時間は5分程度であった。

次に、「3・3・7ドリル」(表3)はリズムに合わせて動くことを重視しながら、かつ「リズム体操」で行った

表1 本研究における短距離走指導の内容および構成

回数	1 (事前測定)	2	3	4	5	6	7 (事後測定)
日付	8月22日	8月23日	8月26日	8月28日	9月9日	9月10日	9月12日
時間	1時間	1時間	1時間	1時間	1時間	35分間	1時間
場所	校庭	体育館	校庭	体育館	校庭	体育館	校庭
内容	概要説明	ウォーミングアップ ・リズム体操					
	事前測定 ・50m走×1本	3・3・7ドリル(鈴あり)					
		<ul style="list-style-type: none"> <li>脚の入れ替え</li> <li>スティックダッシュ</li> <li>倒れて戻る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>脚の入れ替え</li> <li>スティックダッシュ</li> <li>倒れて戻る</li> <li>音合わせ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>脚の入れ替え</li> <li>スティックダッシュ</li> <li>倒れて戻る</li> <li>音合わせ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>脚の入れ替え</li> <li>倒れて戻る</li> </ul>		
	「ねことねずみ」	マーク走(125BPM) ・踏まない×2本 ・踏む×2本	マーク走(125BPM) ・踏む×3本	マーク走(125BPM) ・踏まない×3本 ・踏む×2本	スタート練習	事後測定 ・50m走×1本	

表2 「リズム体操」の内容、目的、および行い方

リズム体操：125BPMの軽快な音楽に合わせて行う				
内容	目的	行い方	カウント	回数
ランジ	股関節の可動域を広げる	・体操棒を頭上を持った状態で大きく前に踏み出す(踏み出した脚の膝が直角になる程度)	32カウント	16回
前横膝上げ	股関節の可動域を広げる	・2拍子のリズムではずみながら膝を矢状面上でまっすぐ上げて降ろし、次の2拍子で股関節を外旋させながら前額面上で膝をまっすぐ上げて降ろす ・膝は膝が地面と平行になる程度まで高く上げ、右足の次に左脚で矢状面→前額面と続けて行う	16カウント	4回
連続ジャンプ	短い接地時間ではずみ感覚習得	・リズムに合わせてその場で連続してはずむ ・母指球で地面を捉えながら、縄跳びの1回跳びのように短い接地時間ではずむように行う	16カウント	16回
ケンケン	片足で身体を支えてはずむ感覚習得	・リズムに合わせて2回ずつケンケンをしながら左右脚を入れ替える	16カウント	8回
足踏み	素早く脚を入れ替える感覚習得	・「トントントントン」のリズムに合わせて特に「トントン」で素早く左右の脚を入れ替えるように意識する ・脚は小刻みではなくなるべく膝を高く(腿が地面と平行になる程度まで)あげるようにする	32カウント	8回
ランニングマン	身体の真下近くに向けて積極的に脚を振り戻す感覚習得	・腿が地面と平行になるように上げた膝をまっすぐ降ろし、足が接地したら身体の真下方向に引き戻しながら、反対の脚と入れ替える	16カウント	16回

表3 「3・3・7ドリル」の内容、目的、および行い方

3・3・7ドリル：足に鈴を付けた状態で、3・3・7拍子のリズムに合わせて各ドリル運動を行う				
内容	目的	行い方	距離	回数
脚の入れ替え	前傾しながら前へ進む感覚を習得すると同時にリズムに合わせて積極的に脚を振りだしたり入れ替えたりすることができるようにする	・その場で3・3・7拍子のリズムに合わせて脚の入れ替えをする ・なるべく膝を高く（腿が地面と平行になる程度まで）あげるようにするが、脚を上げることよりもリズムに遅れないように素早く左右の脚を入れ替えることを意識する	その場	2~4回
スティックダッシュ		・体操棒を頭上に持った状態で行う ・3・3・7拍子の3・3の部分ではその場で「脚の入れ替え」と同じ動作を行う ・7の部分で頭上の体操棒を前へ傾け、脚を入れ替えながら前方へ走る	5~10m	4~6回
倒れて戻る		・「スティックダッシュ」で行った動作を体操棒を持たずに行う ・「1 2 3, 1 2 3, 転びそうだけど転ばない」と口伴奏をしながら、身体を前傾させて前へ走り、「…転ばない」の部分で前傾を元に戻す。続けて同じ動作を複数回連続して繰り返す	5~10m	4~6回
音合わせ		・膝の前にカラーボードを持ち、鈴の音と膝がカラーボードに当たる音を一致させるように素早く脚を入れ替える ・上記の動作を、「スティックダッシュ」と同様に、3・3の部分ではその場でを行い、7の部分で前へ走る ・慣れてきたら3・3・7拍子の7の部分で1.4拍子に伸ばし、スピードを上げながら走るようにする	10~20m	4~6回

その場での動きの感覚を前へ走る感覚へと移行させることをねらいとした。その際、小学生児童に対して疾走能力向上の成果があったことが報告されている鈴木ほか(2016, 2019)を参考に、児童の足に鈴を取り付けたほか、体操棒を使った「スティックダッシュ」(鈴木ほか, 2016)や鈴とカラーボードを組み合わせた「音合わせ」(鈴木ほか, 2019)をドリルの内容として取り入れた。

3・3・7ドリルでは、一つ一つの動きの意図や行い方を確認しながら指導を行ったため、指導に要した時間は毎回20分程度であった。

上記に加え、指導の3, 4, 5回目の後半ではマーク走を行った。この際、児童が自分の身長などに応じて自身で好きなインターバル（マーカー間の距離）を選択できるように、指導の場（校庭または体育館）に100cmから150cmまで10cmずつインターバルを変えたコースを設定した。なお、スタートラインから1本目のマーカーまでは10m、スタートラインからゴールラインまでは30mとし、マーカーは各コースに8本設置した。また、鈴木ほか(2019)はマーク走の実施にあたり、フラットなマーカーを踏むように行うマーク走によって児童の積極的な接地が誘発される可能性を示しているため、本研究においても通常よく行われる「踏まないマーク走」に加えて、「踏むマーク走」も行うこととした。さらに、4, 5回目のマーク走は、「リズム体操」で用いたものと同じ125BPMにリミックスした楽曲のリズムに合わせて行った。マーク走においてピッチはリズム、ストライドはインターバルによってコントロールすることができる。疾走速度はピッチとストライドの積で決定されるものであるため、マーク走においてはどちらかの要因を固定すれば疾走速度の向上が見込まれる。しかし、インターバルを固定してリズムを変化させる方法では、児童個々の身長等の差に応じた練習にはならないため、本研究ではリズムを固定し、インターバルを自由に選べるようにすることで、児童個々の身長等にあわせて疾走速度の向上をはかることができるようにした。疾走時のピッチについては、宮丸・加藤(1990)が成人に達した時

に自分の身長とほぼ同じ歩幅で1秒間に4歩のピッチで疾走できることが疾走能力の成熟の目安であることを示している。また、児童期のピッチについて宮丸ほか(1991)は男子で4.1~4.4step/sの間で減少傾向、女子では3.8~4.1step/sの間で大きな変化は見られないことを示している。このことから、本研究での疾走時のピッチの目安は4.0step/s程度とした。使用した楽曲のリズムである125BPMは、1拍で2ステップを踏むとすると1分間で250ステップとなるため、1秒あたり4.17 step/sのピッチと同程度のリズムであり、4.00 step/sのピッチよりもやや速いリズムとなることから、マーク走においてはこの125BPMにリミックスした楽曲をかけながら、なるべくそのリズムに合わせることを大切にさせた。コースは児童自身が最もリズムに合わせて走りやすいと感じるコースと、少し頑張ればリズムに合わせて走ることができそうなインターバルのコースを選ばせた。その上で、基本的には最も走りやすいと感じるコースでの練習をさせながら、「素早いピッチでのびやかに走る」という本研究のねらいに即して、様子を見てできそうならば少し長いマーク走にも挑戦してみるように促した。マーク走は休憩を挟みながら毎回3~5本程度行い、指導の所要時間は20分程度であった。

これらの指導のほか、指導の2時間目では児童が走ることを楽しめるようにする動機づけとして「ねことねずみ」(日本スポーツ協会, 2020)を行い、指導の6時間目では運動会に向けたスタート練習を行った。

### 3. 測定項目および分析方法

以上に示した短距離走指導の練習効果を検証するため、本研究では児童の50m走タイム、平均疾走速度、最大疾走速度、区間疾走速度、ピッチ、ストライド、接地時間、滞空時間、接地滞空時間比の分析を行った。

50m走の測定は、指導の1回目と7回目に学校の校庭に作成した走路にて実施した。測定にあたり、走路脇に10mごとに無線式光電管(NISHI社製:NT7728A, B)を設置し、スタートから50mのフィニッシュラインま

での総タイム、および10m区間ごとの通過タイムを記録した。児童には、スタンディングスタートでスタートすること、および「位置について、よい、バン(号砲)」の合図でスタートすること、そしてゴールの先まで駆け抜けることを指示した。スタートの号砲に使用したピストルは光電管に有線接続し、児童には音によってスタートの合図を与えると同時に、光電管には信号が入力されて計測が始まるようにした(図1)。こうして得られた10mごとのタイムデータから、50m走タイム、区間疾走速度、平均疾走速度(全区間疾走速度の平均値)、最大疾走速度(区間ごとの疾走速度の最大値)を算出した。

また、ピッチ、ストライド、接地時間、滞空時間、接地滞空時間比の算出にあたっては、速度維持区間にあたる25m地点から前後2.5m(計5.0m)の範囲において、フレームレートを480fpsに設定したハイスピードカメラ(SONY社製:FDR-AX700)で撮影した4ステップ分の映像を用いた。ハイスピードカメラは25m地点から側方に40m離れた地点に設置し、上記の範囲が収まるように画角を調整した。なお、小学生の疾走速度に関する先行研究(伊藤ほか, 2012; 篠原・前田, 2016)において、中学年の児童では20mから25m付近で最大疾走速度に到達することが報告されていることから、本研究では上記の通り25m地点から前後2.5mの区間が速度維持区間に含まれると判断した。

ピッチは各ステップの接地から次の接地までに要した時間の逆数の平均値、接地時間は各ステップの接地から離地までに要した時間の平均値、滞空時間は各ステップの離地から次のステップの接地までに要した時間の平均値とし、接地滞空時間比は滞空時間を接地時間で除した値とした。ストライドについては、動作解析ソフトの

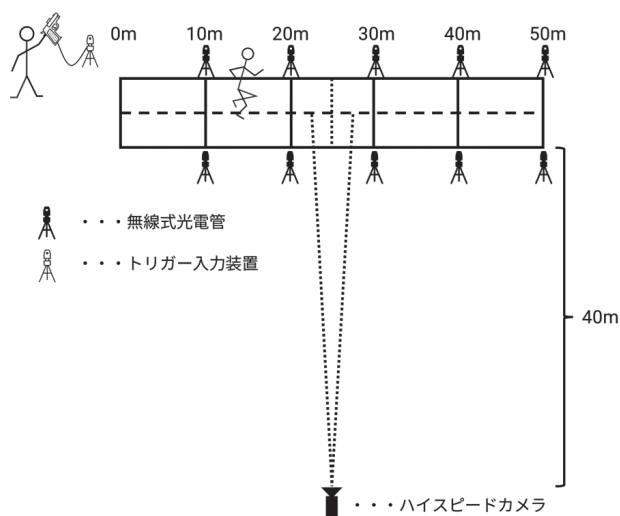


図1 測定構成図

Mediablend (DKH (現Q's fix) 社製) を使用して、離地時のつま先から次のステップで最初に接地した足部までの距離を測定して平均値を算出した。算出にあたっては、測定時に25m地点の走路中央で0.5m間隔で反射マーカを4つ付けた2.5mのキャリブレーションポールを水平に保持した映像をハイスピードカメラで撮影し、カメラの較正を行った。

#### 4. 統計処理

上記の分析項目について指導前後での比較を行った。参加児童20名のうち、事前測定を欠席した児童が7名、事後測定を欠席した児童が1名いたため、分析対象児童は12名(3年生男子2名、女子3名; 4年生男子3名、女子4名)となった。対象児童が比較的少人数であるため、分析にあたっては12名全体の結果、男女別の結果に加え、児童個々のデータに着目することとした。なお男女別に結果を分析することについては、信岡ほか(2015)において同学年でも疾走能力およびピッチやストライドに男女差があることが報告されているためである。

各分析項目について1サンプルによるKolmogorov-Smirnov検定を行ったところ、正規性が認められない項目が含まれたため、以降の分析はすべてノンパラメトリック検定であるWilcoxonの符号付順位検定によって行った。統計処理にはSPSS Ver. 27 (IBM社製) を使用し、有意水準は5%に設定した。

### III 結果

表4は各分析項目の指導前後での比較結果である。児童全体(n=12)において、50m走タイムは $11.37 \pm 0.80$  sから $11.07 \pm 0.80$  sと有意な向上が認められた( $p < 0.05$ )。また、平均疾走速度は $4.53 \pm 0.33$  m/sから $4.66 \pm 0.34$  m/s ( $p < 0.05$ )、最大疾走速度は $5.00 \pm 0.34$  m/sから $5.17 \pm 0.36$  m/sと有意に向上した( $p < 0.01$ )。ピッチは $3.61 \pm 0.21$  step/sから $3.92 \pm 0.21$  step/sと有意に向上した( $p < 0.01$ )。一方、ストライドは $1.37 \pm 0.09$  mから $1.30 \pm 0.10$  mと有意に減少した( $p < 0.01$ )。また、接地時間は $0.162 \pm 0.01$  sから $0.153 \pm 0.02$  sと有意に短縮した( $p < 0.01$ )。一方、滞空時間も $0.116 \pm 0.01$  sから $0.103 \pm 0.02$  sと有意に短縮した( $p < 0.01$ )。接地滞空時間比については有意な変化は認められなかった。

男子(n=5)では、ピッチが $3.73 \pm 0.22$  step/sから $4.00 \pm 0.18$  step/sと有意に向上した( $p < 0.05$ )。一方、ストライドに有意な変化は認められなかった。また、滞空時間が $0.111 \pm 0.01$  sから $0.096 \pm 0.02$  sと有意に短縮した( $p < 0.05$ )。そのほか、50m走タイム、平均疾走速

度、最大疾走速度、接地時間、接地滞空時間比については有意な変化は認められなかった。

女子 (n=7) では、50m走タイムは11.49±0.50 sから11.03±0.67 sと有意な向上が認められた (p<0.05)。また、平均疾走速度は4.47±0.20 m/sから4.65±0.27 m/sと有意に向上し (p<0.05)、最大疾走速度は4.92±0.21 m/sから5.14±0.32 m/sと有意に向上した (p<0.05)。ピッチは3.52±0.15 step/sから3.85±0.23 step/sと有意に向上した (p<0.05)。一方、ストライドは1.38±0.09 mから1.31±0.11 mと有意に減少した (p<0.05)。また、接地時間は0.165±0.01 sから0.153±0.02 sと有意に短縮した (p<0.05)。一方、滞空時間も0.120±0.01 sから0.108±0.02 sと有意に短縮した (p<0.05)。接地滞空時間比については有意な変化は認められなかった。

次に、表5には事前・事後測定における個人ごとの

表4 各分析項目の指導前後での比較結果

		PRE	POST	Z 値
50m走タイム (s)	全体 (n=12)	11.37 ± 0.80	11.07 ± 0.80	2.36 *
	男子 (n=5)	11.20 ± 1.16	11.13 ± 1.03	0.41 n.s.
	女子 (n=7)	11.49 ± 0.50	11.03 ± 0.67	2.37 *
平均疾走速度 (m/s)	全体 (n=12)	4.53 ± 0.33	4.66 ± 0.34	2.50 *
	男子 (n=5)	4.62 ± 0.47	4.66 ± 0.45	0.74 n.s.
	女子 (n=7)	4.47 ± 0.20	4.65 ± 0.27	2.20 *
最大疾走速度 (m/s)	全体 (n=12)	5.00 ± 0.34	5.17 ± 0.36	2.58 **
	男子 (n=5)	5.11 ± 0.48	5.20 ± 0.44	1.46 n.s.
	女子 (n=7)	4.92 ± 0.21	5.14 ± 0.32	2.20 *
ピッチ (step/s)	全体 (n=12)	3.61 ± 0.21	3.92 ± 0.21	3.06 **
	男子 (n=5)	3.73 ± 0.22	4.00 ± 0.18	2.02 *
	女子 (n=7)	3.52 ± 0.15	3.85 ± 0.23	2.37 *
ストライド (m/step)	全体 (n=12)	1.37 ± 0.09	1.30 ± 0.10	2.85 **
	男子 (n=5)	1.36 ± 0.10	1.28 ± 0.11	1.83 n.s.
	女子 (n=7)	1.38 ± 0.09	1.31 ± 0.11	2.21 *
接地時間 (s)	全体 (n=12)	0.162 ± 0.01	0.153 ± 0.02	2.58 **
	男子 (n=5)	0.158 ± 0.01	0.154 ± 0.02	1.21 n.s.
	女子 (n=7)	0.165 ± 0.01	0.153 ± 0.02	2.20 *
滞空時間 (s)	全体 (n=12)	0.116 ± 0.01	0.103 ± 0.02	2.86 **
	男子 (n=5)	0.111 ± 0.01	0.096 ± 0.02	2.02 *
	女子 (n=7)	0.120 ± 0.01	0.108 ± 0.02	2.12 *
接地滞空時間比	全体 (n=12)	0.72 ± 0.11	0.68 ± 0.16	1.30 n.s.
	男子 (n=5)	0.70 ± 0.09	0.64 ± 0.16	1.36 n.s.
	女子 (n=7)	0.73 ± 0.12	0.72 ± 0.16	0.63 n.s.

\*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01

表5 対象児童個々の測定結果

	学年	性別	50m走タイム (s)		平均疾走速度 (m/s)		最大疾走速度 (m/s)		ピッチ (step/s)		ストライド (m/step)		接地時間 (s)		滞空時間 (s)		接地滞空時間比	
			PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
A	3	m	12.87	12.43	3.95	4.10	4.35	4.62	3.35	3.74	1.27	1.21	0.178	0.171	0.122	0.096	0.69	0.56
B	3	m	11.77	11.83	4.37	4.35	4.92	4.92	3.90	4.21	1.25	1.17	0.162	0.167	0.095	0.072	0.58	0.43
C	3	f	11.00	10.23	4.67	4.98	5.17	5.56	3.62	4.29	1.39	1.22	0.153	0.133	0.125	0.101	0.82	0.76
D	3	f	12.00	11.97	4.26	4.26	4.76	4.62	3.40	3.82	1.35	1.18	0.175	0.175	0.120	0.088	0.69	0.50
E	3	f	12.03	11.80	4.25	4.36	4.62	4.84	3.61	3.79	1.27	1.23	0.176	0.174	0.100	0.089	0.57	0.51
F	4	m	10.03	9.93	5.09	5.18	5.45	5.66	3.84	3.97	1.44	1.44	0.143	0.144	0.118	0.109	0.82	0.76
G	4	m	11.07	11.13	4.68	4.66	5.36	5.26	3.73	3.97	1.41	1.24	0.161	0.155	0.106	0.094	0.65	0.61
H	4	m	10.27	10.33	5.02	5.02	5.45	5.56	3.84	4.13	1.45	1.32	0.147	0.133	0.113	0.109	0.76	0.82
I	4	f	10.87	10.27	4.67	4.94	5.00	5.36	3.73	3.93	1.35	1.36	0.157	0.149	0.112	0.106	0.71	0.71
J	4	f	11.97	11.07	4.26	4.60	4.76	5.08	3.55	3.87	1.32	1.29	0.170	0.140	0.114	0.120	0.67	0.86
K	4	f	11.30	10.90	4.59	4.74	5.08	5.26	3.36	3.55	1.52	1.45	0.154	0.145	0.147	0.137	0.95	0.94
L	4	f	11.27	10.97	4.56	4.70	5.08	5.26	3.36	3.73	1.47	1.44	0.173	0.155	0.123	0.116	0.71	0.75

50m走タイム、平均疾走速度、最大疾走速度、ピッチ、ストライド、接地時間、滞空時間、接地滞空時間比を示した。また、図2には個人ごとのピッチ・ストライドグラフを示した。ピッチ・ストライドグラフでは、横軸をピッチ、縦軸をストライドとし、また、ピッチとストライドの積 (交点) が疾走速度となるため、4.00 m/sから6.50 m/sまで0.50 m/sごとの速度近似曲線 (グラフ中の点線) を示した。加えて、表6には、対象児童の事前・事後測定における各区間の疾走速度を示した。

#### IV 考察

本研究の目的は、一般の中学年児童で、かつ疾走能力の低い児童に対して素早いピッチでのびやかに走ることをねらいとし、疾走能力向上をはかる指導を行った際に、ピッチやストライドがどのように変化するかを明らかにすることであった。

まず、50m走タイムについては全体、および女子において有意な向上が認められた (p<0.05)。また、平均疾走速度は全体および女子において有意に向上し (いずれも p<0.05)、最大疾走速度についても同様に、全体

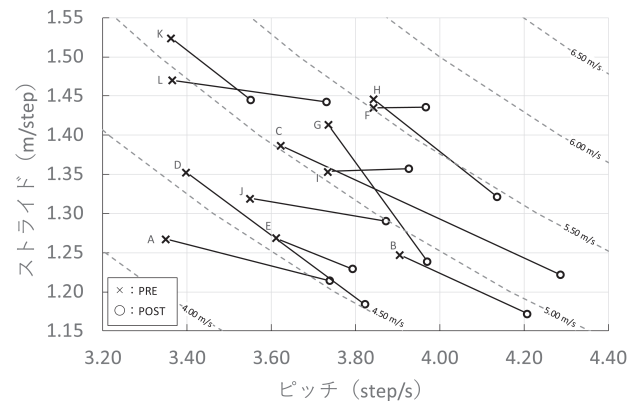


図2 対象児童のピッチ・ストライドグラフ (図中のアルファベットは表5に対応)

表6 対象児童の指導前後の各区間疾走速度

	学年	性別	区間疾走速度 (m / s)					
			区間	0-10m	10-20m	20-30m	30-40m	40-50m
A	3	m	PRE	3.06	4.35	4.23	4.11	4.00
			POST	3.13	4.62	4.48	4.29	4.00
B	3	m	PRE	3.09	4.92	4.76	4.62	4.48
			POST	3.09	4.92	4.76	4.62	4.35
C	3	f	PRE	3.33	5.17	4.92	4.84	5.08
			POST	3.75	5.56	5.17	5.26	5.17
D	3	f	PRE	3.13	4.76	4.55	4.48	4.41
			POST	3.19	4.62	4.55	4.62	4.35
E	3	f	PRE	3.13	4.62	4.62	4.55	4.35
			POST	3.09	4.84	4.62	4.69	4.55
F	4	m	PRE	3.75	5.45	5.45	5.45	5.36
			POST	3.66	5.56	5.66	5.66	5.36
G	4	m	PRE	3.19	5.08	5.36	5.00	4.76
			POST	3.13	5.26	5.08	5.08	4.76
H	4	m	PRE	3.49	5.36	5.45	5.36	5.45
			POST	3.37	5.45	5.56	5.45	5.26
I	4	f	PRE	3.61	4.92	4.92	5.00	4.92
			POST	3.85	5.26	5.08	5.36	5.17
J	4	f	PRE	3.26	4.76	4.62	4.48	4.17
			POST	3.53	5.08	4.92	4.92	4.54
K	4	f	PRE	3.09	5.00	5.08	4.84	4.92
			POST	3.26	5.08	5.00	5.26	5.08
L	4	f	PRE	3.26	5.00	5.08	4.76	4.69
			POST	3.30	5.17	5.26	5.00	4.76

( $p < 0.01$ ) および女子 ( $p < 0.05$ ) において有意に向上した。一方、男子については上記のいずれも有意な変化は認められなかった。表5の個人ごとの結果を見ると、男子児童5名 (A, B, F, G, H) のうち、A, Fについては50m走タイムが向上しているものの、B, G, Hはいずれも50m走タイムがわずかに低下していることがわかる。そのために男子5名の平均としては疾走能力の有意な向上が認められなかったと言えるが、全体で12名の対象児童のうち9名については50m走タイムを向上させていることから、本研究の指導は対象児童の疾走能力向上について、一定の有効性を示したと考えられる。以下ではこの結果に関わり、ピッチとストライドの変化について述べる。

表4に示した通り、ピッチは全体 ( $p < 0.01$ )、男子 ( $p < 0.05$ )、女子 ( $p < 0.05$ ) のいずれにおいても指導後に有意な向上が認められたことから、本研究で行った素早いピッチでのびやかに走ることをねらいとする短距離走の指導は、特にピッチの向上に寄与するものであったと考えられる。ピッチはトレーニングによって大幅に高めることは難しいとされ (宮丸ほか, 1992; 信岡ほか, 2015)、平均的には子どもであっても成人と同程度の4.00 step/sで疾走すると報告されている (宮丸・加藤, 1990)。しかし、本研究の対象児童の指導前のピッチは

全体の平均で $3.61 \pm 0.21$  step/sであり、宮丸ほか (1991) や信岡ほか (2015) が報告している3, 4年生 (9, 10歳) のピッチの平均値 (約4.09 step/s) を大きく下回っていた。このことは、母数の大きな集団で見た場合には子どもから大人までピッチは大きく変わらないとされるものの、子どもも個々に着目した場合にはピッチについても大きな個人差が存在することを示していると言えよう。しかし本研究の指導後には、全体で $3.92 \pm 0.21$  step/sまでピッチが向上したことから、本研究の対象児童のように元々ピッチが極めて低い場合には、意図的な練習や指導によって平均的な水準である4.00 step/s程度までピッチを向上させることが可能であることが示唆される。

また、Korchemy (1994) は、アスリートにおいて、ピッチを向上させる目的でマーク走などを行う際には、目標とするピッチより5%ほど高いピッチで練習を行うことを提示している。本研究において、リズム体操やマーク走に取り組む際には、素早いリズムでの動作を行う目安として125BPMにリミックスした楽曲をかけながら行った。先述の通り、125BPMのリズムは、1拍で2ステップを踏むとすると1分間で250ステップとなるため、1秒あたり4.17 step/sのピッチと同程度のリズムであり、4.00 step/sのピッチよりもやや速いリズムとなる。このことに鑑みると、本研究の児童のピッチが一般的な平均の4.00step/sに近づいた要因として、125BPMの素早いリズムに合わせて動きの感覚を養っていったことが考えられる。

一方、ストライドについては本研究の指導後に平均でおおよそ7cm減少し、全体 ( $p < 0.01$ ) および女子 ( $p < 0.05$ ) において有意差が認められた。疾走速度はピッチとストライドの積によって決定されるため、ピッチとストライドの決定要因には負の相互作用があり、アスリートがトレーニングでピッチやストライドの向上を図る際には、もう一方が打ち消されないように注意する必要があるとされている (Hunter et al., 2004)。本研究の対象児童については、図2で個人ごとのピッチ・ストライドが概ね右下がりに推移していることから、ほぼすべての児童において、ピッチの向上に伴ってストライドが低下したことがわかる。しかし、対象児童らの元々のストライドは $1.37 \pm 0.09$  mであり、宮丸ほか (1991) や信岡ほか (2015) が報告している3, 4年生 (9, 10歳) のストライドの平均値 (約1.36 m) とほぼ同程度であったことから、対象児童らは元々極端にピッチのみが低かったことが窺える。もちろん、ストライドが低下しないようにピッチの向上をはかることが可能であれば最も疾走能力の向上が見込めることは言うまでもない。しかし、本研究の対象児童においては、多少ストライドを打ち消すような作用が働いたとしても、それ以上にピッチが平均

値程度まで向上したことが結果的に疾走能力向上に対して有効であったと言える(図2)。

また、本研究では指導後に全体 ( $p < 0.01$ ) および女子 ( $p < 0.05$ ) の接地時間が有意に短縮した。疾走速度と接地時間や滞空時間の関係については、疾走速度の高いものほど接地時間が短く滞空時間が長いことが報告されている(Weyand et al., 2000)。しかし、本研究の結果では全体 ( $p < 0.01$ )、女子 ( $p < 0.05$ )、男子 ( $p < 0.05$ ) とも滞空時間も有意に短縮しており、接地滞空時間比に有意な変化は認められなかった。このことから、本研究での指導のねらいとした素早いピッチでのびやかに走ることに、素早いピッチでの疾走はできるようになったものの、のびやかに走ることを、すなわちストライドを減少させずに走ることに十分には達成されなかったと言える。

続いて、本研究において疾走能力の向上が見られなかった男子児童3名(B, G, H)について検討したい。まず疾走能力が向上しなかった要因として考え得ることは、過剰なピッチの向上や極端なストライドの低下である。しかしながら、この3名のピッチは指導前後で0.24~0.31 step/sの上がり幅であり、ほかの児童と比べても過剰に向上しているとは言えないだろう。また、指導後のピッチの値についても、確かに児童Bや児童Hは4.00 step/sを越えているものの、例えば女子児童Cは極めて高いピッチを示しているながら50m走タイムを大きく向上させていることなど、3名の男子児童のピッチが過剰に高くなりすぎたとは考えにくい。また、ストライドに関しては、児童G, Hでそれぞれ-17cm, -13cmと大きな低下が確認できるものの、同程度のストライドの低下は児童C(-17cm)、児童D(-17cm)にも起こっており、これらの児童については50m走タイムや疾走速度が向上している(表5, 図2)。このことから、Kunz and Kaufmann(1981)が指摘する通り、同年代であってもそれぞれの児童で至適なピッチやストライドが異なること。また、疾走能力に対してピッチとストライドのどちらの変化がどの程度影響するののかは一意に定まるものではないことが示唆される。

ここで、表5および表6に示したピッチやストライド以外の疾走能力の指標に着目すると、まず児童Bは最大疾走速度は変わらず、また区間疾走速度も30-40m区間まではすべて変化がない。しかし、40-50m区間の速度のみ事後で低下していることがわかる。このことから、児童Bについてはゴールまでの速度維持ができなくなり、50m走タイムが低下したと言える。次に児童Gは、最大疾走速度が低下したほか、最大疾走速度の到達距離は20-30mから10-20m区間が変わっており、加えて0-10m, 20-30m区間の疾走速度も低下している。

このことから、児童Gはスタート時から十分に加速ができず、速度曲線のピークが低くなったことで50m走タイムが低下したと考えられる。そして児童Hは最大疾走速度は向上しているものの、0-10m, 40-50m区間の疾走速度が低下している。なお、児童Hは事前測定時に、20-30m区間と40-50m区間で最大疾走速度に到達している。このことから、事前測定では加速後にゴールまで速度が維持されていたものが、事後測定では20-30m区間で最大疾走速度に到達した後に大きく減速するという速度のパターンに変化したために50m走タイムが低下したと考えられる。一方、ほかの児童の例を挙げると、児童Gのほかに児童Dの最大疾走速度が低下しており、また児童Dは40-50mの区間疾走速度も低下している。それにも関わらず、児童Dの50m走タイムが低下していないのは、10-20m区間の後に30-40m区間でも最大疾走速度に到達しており、事前測定に比べ事後測定で疾走速度の維持区間が長くなったためであると考えられる。こうした最大疾走速度や区間疾走速度の変化より、指導によってピッチやストライドが変化すると疾走速度のパターンや速度維持にも影響を及ぼすことが示唆された。

なお、本研究では、個々の児童に対して、身長や体重、下肢長、指導前のピッチやストライド、接地時間や滞空時間、疾走動作といった指標を算出した上で個別の練習内容の提示を行ったものではない。しかし、疾走能力の低い児童とは言え、これらの指標は個々に異なるものであることから、より効果的な指導内容を検討する上では、児童個々の疾走の特徴、例えば指導前のピッチやストライドにあわせた指導のオプションを用意し、そうした指導内容を踏まえた効果検証が必要であると言える。この点は、基本的に一斉指導を行った本研究における限界である。

以上に示したように、本研究では一般の中学年児童で、かつ疾走能力の低い児童に対して、素早いピッチでのびやかに走ることをねらいとした指導を行った結果、平均よりも低いピッチが平均程度まで向上し、疾走能力も向上した。もちろん、ストライドや滞空時間の減少も同時に起こっていることは無視できない影響ではあるものの、疾走能力の低い学習者に対する指導の優先度を検討する上で本研究の結果はひとつの方向性を示すことになるだろう。ただし、男子児童B, G, Hのように、指導内容が個々の児童の至適ピッチやストライドにそぐわない場合があることも確認されたため、こうした児童についてはマーク走のリズムを落としてよりのびやかに走ることを指導するなど、異なるアプローチを検討する必要があると考えられた。また本研究では25m地点のピッチとストライドのみを分析対象としたが、区間ごとの

ピッチやストライドの変化と疾走速度との関係を分析し、至適ピッチとストライドについてより具体的に検証することも重要であると考えられた。

## V 結論

本研究は、疾走能力の低い小学校中学年児童を対象にストライドの低下をなるべく抑えながら主にピッチを高めることをねらいとした指導を行い、ピッチやストライドの変化を明らかにすることが目的であった。分析対象者は12名であり、50m走タイム、平均疾走速度、最大疾走速度、ピッチ、ストライド、接地時間、滞空時間、接地滞空時間比を指導前後で比較した。分析の結果、本研究において行った、「素早いピッチでのびやかに走ること」をねらいとした指導は、ピッチの向上に寄与したと考えられるものの、のびやかに走るといふねらいについては達成されなかったと言える。また、本来であれば疾走能力向上にあたり、ストライドの低下を抑えてピッチの向上をはかることが重要であるものの、ピッチが平均よりも大幅に低かった本研究の対象児童のような学習者に対しては、ピッチの向上を優先することも指導方略の一つとして有効である可能性が示唆される。一方、至適なピッチとストライドが個々によって異なるという先行研究の指摘を踏まえると、疾走能力の向上が見られなかった男子児童3名については、ピッチを高めることよりも有効な指導方法があった可能性が窺える。

## 付記

本研究はJSPS科研費JP18K17904の助成を受けたものである。

## 文献

有川秀之・太田涼・駒崎弘匡・上園竜之介・河野裕一 (2009) 小学1年時と6年時における疾走能力の縦断的比較. 埼玉大学紀要 教育学部, 58 (1) : 81-89.

藤巻公裕 (1993) 運動不振児の運動発達過程2. 埼玉大学紀要 教育学部 (教育科学I), 42 (1) : 47-52.

Hunter, J.P., Marshall, R.N.and McNair, P.J.(2004) Interaction of step length and step rate during sprint running. *Med Sci Sports Exerc*, 36 (2) : 261-271.

伊藤知之・金子憲一・袴田智子・柏木悠・船渡和男 (2012) レーザー速度測定器を用いた小学生男子児童の50m疾走能力の評価. 日本体育大学紀要, 41 (2) : 161-170.

加藤健一・関戸康雄・岡崎秀充 (2000) 小学6年生の体育授業における疾走能力の練習効果. 体育学研究, 45 (4) : 530-542.

木越清信・加藤彰浩・筒井清次郎 (2012) 小学生における合理的な疾走動作習得のための補助具の開発. 体育学研究, 57 (1) : 215-224.

小林海 (2016) 短距離走の加速局面における走速度の決定因子に関する研究. 陸上競技研究, 2016 (2) : 2-12.

小林海・大沼勇人・高橋恭平・松林武生・広川龍太郎・松尾彰文・杉田正明・土江寛裕 (2017) 桐生祥秀選手が10秒の壁を突破するまでの100mレースパターンの変遷. 陸上競技研究紀要, 13 : 109-114.

Korchemy, R. (1994) Speed development training menu. *Track Technique*, 129 : 4105-4110.

Kunz, H.and Kaufmann, D.A. (1981) Biomechanical analysis of sprinting : decathletes versus champions. *Br J Sports Med*, 15 (3) : 177-181.

宮丸凱史 (2002) 疾走能力の発達：走り始めから成人まで. 体育学研究, 47 (6) : 607-614.

宮丸凱史・加藤謙一 (1990) 成長にともなう疾走能力の発達. 体育の科学, 40 (10) : 775-780.

宮丸凱史・加藤謙一・久野譜也・芦沢玖美 (1991) 発育期の子どもの疾走能力の発達に関する研究 (1) : 児童の疾走能力の縦断的発達. 平成2年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 第2報 : 128-137.

宮丸凱史・加藤謙一・久野譜也・高井省三・秋間広 (1992) 発達期の子どもの疾走能力の発達に関する研究 (2) : 疾走能力の優れた児童の特徴. 平成3年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 第3報 : 137-145.

文部科学省 (2018a) 中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 保健体育編. 東山書房.

文部科学省 (2018b) 小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 体育編. 東洋館出版社.

長野敏晴・小磯透・鈴木和弘 (2011) 走運動の基本的動作習得を目指した体育授業：低学年児童を対象とした授業実践を通して. 発育発達研究, 53 : 1-11.

日本スポーツ協会 (2020) ねことねずみ, アクティブ・チャイルド・プログラム (JSPO-ACP) ガイドブック. 公益財団法人日本スポーツ協会, p. 84.

信岡沙希重・樋口貴俊・中田大貴・小川哲也・加藤孝基・中川剣人・土江寛裕・磯繁雄・彼末一之 (2015) 児童の疾走速度とピッチ・ストライド・接地時間・滞空時間の関係. 体育学研究, 60 (2) : 497-510.

- 斉藤昌久・伊藤章（1995）2歳児から世界一流短距離走選手までの疾走能力の変化. 体育学研究, 40（2）：104-111.
- 篠原康男・前田正登（2016）疾走速度変化からみた小学生の50 m 走における局面構成. 体育学研究, 61（2）：797-813.
- スポーツ庁（2018）平成29年度体力・運動能力調査報告書. [https://www.mext.go.jp/sports/b\\_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k\\_detail/1409822.htm](https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1409822.htm), (2025年11月3日参照).
- 鈴木康介・後藤悠太・欠畑岳・彼末一之（2019）小学5・6年生における走ることが苦手な児童に対する短距離走の指導効果の検討. 体育学研究, 64（1）：265-284.
- 鈴木康介・友添秀則・吉永武史・梶将徳（2016）小学校高学年の体育授業における短距離走の学習指導プログラムの効果. スポーツ教育学研究, 36（1）：1-16.
- Weyand, P.G., Sternlight, D.B., Bellizzi, M.J. and Wright, S. (2000) Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *J Appl Physiol*, 89（5）：1991-1999.

---

連絡責任者

住所：〒158-8508 東京都世田谷区深沢7-1-1

氏名：鈴木 康介

電話番号：03-5706-0960

E-mail：suzuki-kosuke@nittai.ac.jp