

〔研究ノート〕

小学生の走・跳・投・打における関節運動について

齋藤 健治¹, 沖村 多賀典¹
佐藤 菜穂子², 酒井 淳一¹

要 旨

小学生の走・跳・投・打運動について、先行研究のレビューと採取したデータの観察分析から関節運動の観点で考察を行った。走・跳では、通常、肩関節、股関節、膝関節の屈曲・伸展運動が主たる分析対象となるが、とくに未熟な小学生の走については、股関節長軸まわりの内旋・外旋運動も重要な分析対象になると思われた。投は、走・跳以上に複雑な運動であるため、関節運動がより重視されるが、中でも肩関節、股関節の内外転・内外旋運動、肘関節の伸展運動、体幹の回旋軸に関する運動により動作を大きくすることが重要である。打動作についても、同様に動作の大きさと回転軸の安定がヘッドスピードの増大につながるといえるが、動作の大きさは肩関節、股関節の関節運動であり、回転軸の安定とは体幹の姿勢と腰部の回転の良さといえる。

キーワード：肩関節，肘関節，股関節，膝関節，関節運動

1. はじめに

走・跳・投運動は、陸上で行われる日常運動、スポーツ運動の中の基本的運動要素といえる。文科省の体力テストが毎年実施されていることや、幼児・児童を対象にした発達に関する金・松浦 [9]、高本他 [17] 等その他多くの研究が実施されていることなどから、体力・運動能力の現状を明らかにして体育・スポーツ活動の指導に生かす基礎資料としてや、行政上必要とな

る統計資料としての価値だけでなく、運動分析の観点からも興味深い対象であるといえる。走・跳運動については、例えば根本 [13]、伊藤他 [6]、加藤他 [8]、宮丸 [12]、比留間・植屋 [3]、陳 [1]、吉本他 [18]、比留間 [5]、走・跳・投運動については例えば、金・松浦 [9]、高本他 [17]、投運動については、例えば小林他 [10] などの研究報告がある。一方、打運動も投運動と同列で研究対象となることもあり [11]、走・跳・投・打を基本運動ととらえ、運動能力その

1 名古屋学院大学スポーツ健康学部

2 名古屋学院大学リハビリテーション学部

Correspondence to: Kenji Saitou

E-mail: saiken@ngu.ac.jp

Received 10 January, 2023

Accepted 15 January, 2023

ものや、それらの発育過程を追跡することにも意味があるといえる。ここでは、先行研究と採取したデータの一部を参考に、走・跳・投・打を関節運動の観点で検討した。

2. 走・跳・投・打動作時の関節運動

1) 走

走動作は側方から見た二次元平面（矢状面）内で分析されることが多く、したがって、矢状面内での関節運動は、股関節、膝関節、肩関節および肘関節の屈曲伸展となる。腕の振りについて、比留間 [5] によると、疾走能力が高い

小学校高学年男子は、腕を前後に大きく、後方に速く振っているが、女子については必ずしもそうではない。また、男女とも、肘の屈曲を保つことが、疾走能力の高さの条件ではないようである。このように、肩関節と肘関節の屈曲伸展の大きさや速さで疾走能力との関係が分析されている。また、比留間・荊山 [4] は、小・中・高および大学生以上の457名のスプリント動作をゴール方向から正面撮影し、腕振りの横降り成分について分析している。その結果、男子では年齢とともに、横振りから縦振りの割合が増えるのに対し、女子では年齢にかかわらず横振りが多かったとしている。これらの結果か

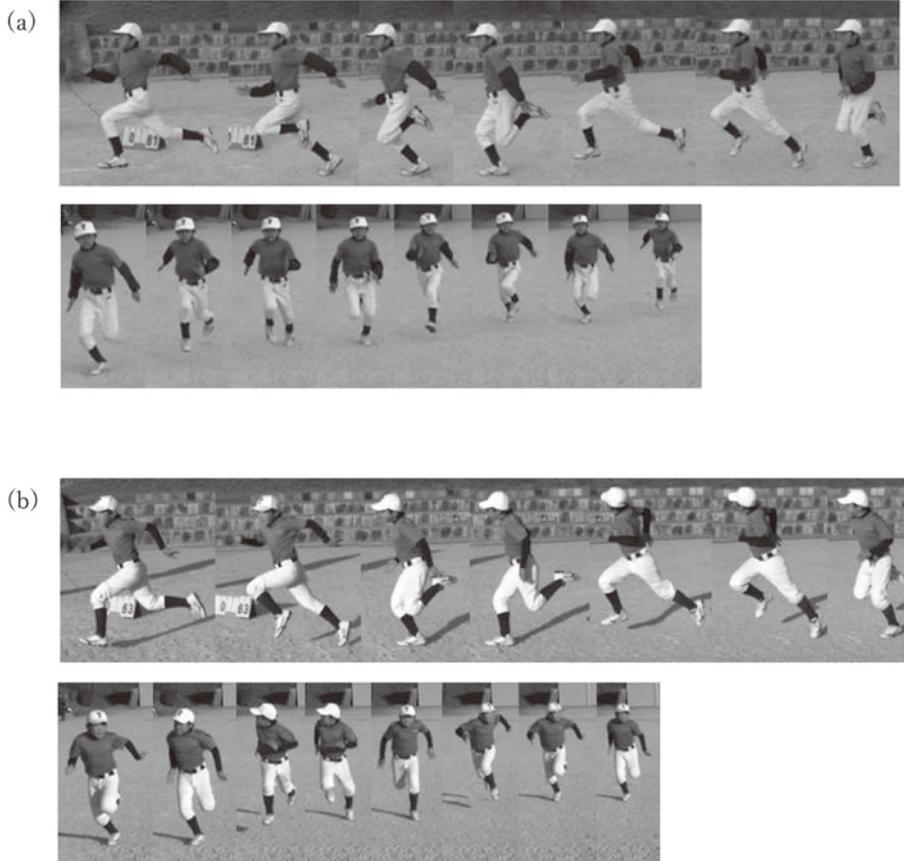


図1 小学五年生の30mスプリント動作。タイムは (a) 5.42s, (b) 6.17s。側方と正面からの連続写真は同期していない。

ら、腕振り方向とパフォーマンスとの間には、とくに女子においては、従来いわれているほどの関係はなさそうではあるが、その真偽は今後の課題であるとしている。この研究は、腕振りを肩関節の内転外転の動きと、肘関節の屈曲伸展に着目したものととなる。加藤他 [8] は、矢状面内での脚の動きについて、優れた小学生スプリンター群と一般児童群を比較している。優れたスプリンター群では、スイング脚の踵の引きつけ（膝関節を小さくする動き）が強く、腿が上がっており、膝引きつけ最大角速度、腿上げ最大角速度、振り戻し最大角速度も有意に大きかったと報告している。

図1は、体格がほぼ同じ小学校5年生2名の、30m疾走フォームの連続写真である（タイムは5.42sと6.17s）。側方からの写真から、タイムが速い児童は、矢状面内での腕振り（肩の屈曲伸展運動）が大きく、スイング脚が後ろに流れず引きつけ角が小さい（膝関節屈曲運動が大きい）、体幹の前傾角が小さいなど、疾走速度が大きいスプリンターの特徴を備えていることが見て取れる。一方で、正面から撮影した連続写真では、側方からでは確認しにくい運動を観察することができる。例えば、体幹のねじれ具合、股関節の内外旋運動、それに付随すると思われる股関節の内外転運動（脚のスイング運動の左右方向成分）、キック足の回内外運動などである。図1の例では、頭と体幹の強い回旋運動やねじれ、支持側股関節の外旋（したがって俗にいう膝の割れ）、キック・スイング運動時の股関節の内外転、内外旋などが観察でき、それらの運動が力の伝達効率に影響し、そしてタイム差に影響しているように思われる。とくに、未熟な走運動ではこのような運動が出現しやすいといえ、欠かせない観察・分析視点ではないだろうか。

2) 跳

跳動作においても、走動作と同様に側方から見た二次元平面（矢状面）内で分析されることが多い。陳 [1] は、小学校1年から6年までの児童を対象に、立ち幅跳びを側方から動画撮影して矢状面での二次元動作分析を行った。その結果、跳躍距離の増大のためには上肢の動作の変容が最も重要であるとしており、とくに沈み込み時と踏切時の上肢動作範囲、上肢の腕振り角速度が跳躍距離と関係があり、学年にともない増加したと報告している。比留間・植屋 [3] は、小学1年～6年生の立ち幅跳びの二次元動作解析を行っている。その結果、踏切初速度（とくに水平速度）に跳躍距離との関係があることを示し、加えて跳躍角が小さいほど跳躍距離が大きくなることを示している。一方、動作では、最大バックスイング時の肩関節角度、最大膝関節屈曲角度が大きいほど跳躍距離が大きく、腕の振り上げ、振り込みなどの腕の動作が大きいことも特徴であると指摘している。吉本他 [18] は、小学校1～6年生、中学校1～3年生の男子を対象に筋量、膝関節伸展トルク、足関節底屈トルク、およびスクワットジャンプ高、垂直跳び高、トレッドミル上での走速度を測定し、関節トルクと走・跳能力の関係を調べている。その結果、小学生では、体重当たりの筋量および関節トルクが走速度に影響していたのに対し、中学生では除脂肪体重、関節トルクの絶対値が影響していた。跳躍高についても同様に、小学生では体重当たりの関節トルク、中学生では関節トルクの絶対値が影響していたと報告している。このように、下肢関節の伸展トルクの大小に加え、腕振り、膝関節の使い方、跳躍方向が立ち幅跳びという跳躍運動に欠かせないことが明らかにされている。加えて、比留間・植屋 [3] は、脚筋力を中心とした全身の筋パ

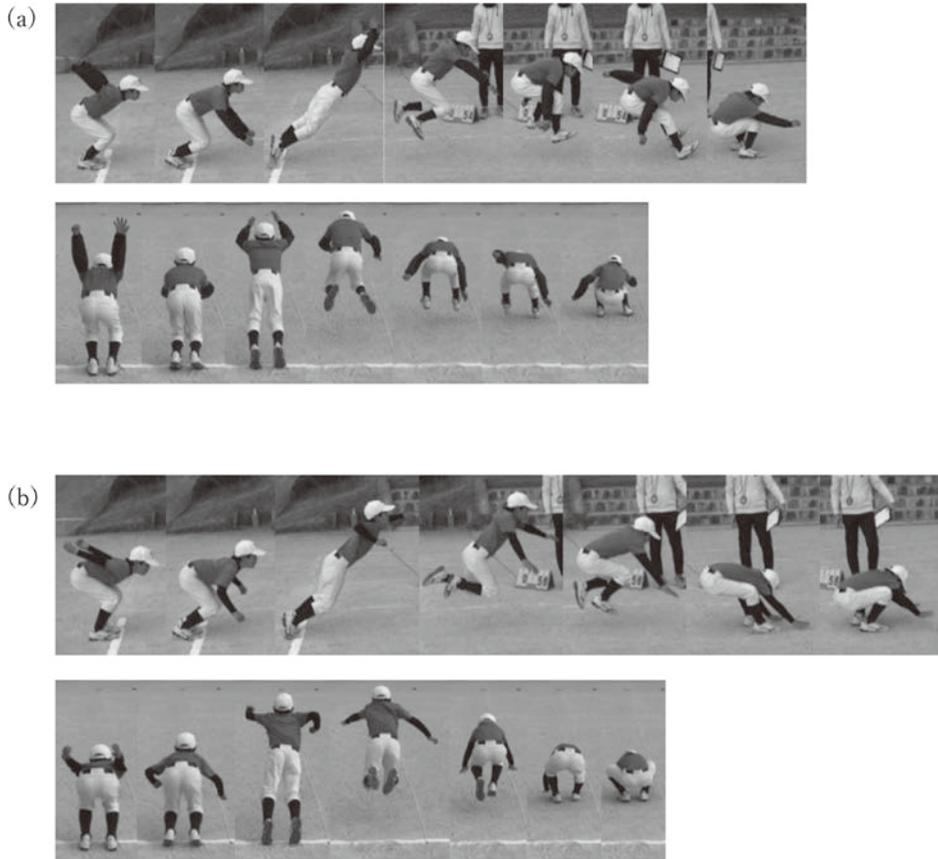


図2 小学五年生の立ち幅跳び動作。跳躍距離は (a) 1.97m, (b) 1.5m。側方と正面からの連続写真は同期していない。

ワーだけでなく、平衡性、柔軟性や協応性も見る必要があることを指摘している。図2の例では最大バックスイング時の肩関節の伸展角、踏切時の肩関節屈曲や肘関節伸展などの腕振りの大きさ、最大沈み込み時の膝関節と股関節の屈曲の違いも跳躍距離に影響していることが分かる（跳躍距離は1.97 mと1.5 m）。後方（側方から90度の位置という意味で正面と同じとする）からの連続写真では、走動作ほどの情報は見て取れないが、左右の腕振りの違いなど、比留間・植屋 [3] が指摘するような平衡性、柔軟性、協応性をうかがい知ることはできる。

3) 投

小林他 [10] は、小学校2, 4, 6年の男女を対象に、ソフトボール遠投時の三次元動作解析を行っている。4, 6年生の上位者は、踏み出し時の軸脚（後ろ脚）膝関節屈曲、接地後のステップ脚（前脚）股関節の伸展が大きく、6年生では、体幹の回旋・前後傾、およびリリース直前の肘関節の伸展が大きいと報告している。そしてこれらの結果を基に、概ね、動作を大きくする（股関節の内外転や膝関節の屈曲伸展、肩関節の内外転などの運動を大きくする）ことによって、肩関節の水平内外転・内外旋、肘関節の屈曲伸展が引き出され、投距離が伸びることになると

述べている。小学校1年～6年の児童を対象に、走・跳・投に関する成績と動作を調査した高本他 [17] も、小林他 [10] と同様に動作の影響を指摘している。図3の例においても、投球スピードに動作が影響していることが確認できる(投球スピードは75 km/hと61 km/h)。30m走と立ち幅跳びの成績から、(a)の方が(b)より体力的に優れていることが想像されるが、それだけではなく、ステップ幅(股関節外転)の大きさ、上半身動作の大きさ(肩関節の外転、胸の張り)に関係する肩関節の水平外転)と回転軸の位置(図3破線)の違いによるボールまでの回転半

径の大小が見て取れ、高本 [17], 小林他 [10], 齋藤 [14,16] の指摘同様、動作の投球パフォーマンスへの影響が確認できる。

4) 打

蔭山他 [7] は、9歳から20歳までの野球選手677名を対象に、トス打撃時のスイング速度を計測している。それによると、スイング速度は小学生から高校生まで年齢が上がるにつれて増加し、大学生で一定であると報告している。そして、スイング速度の増加には体重の、すなわち筋量の増加の影響があるとしている。また、

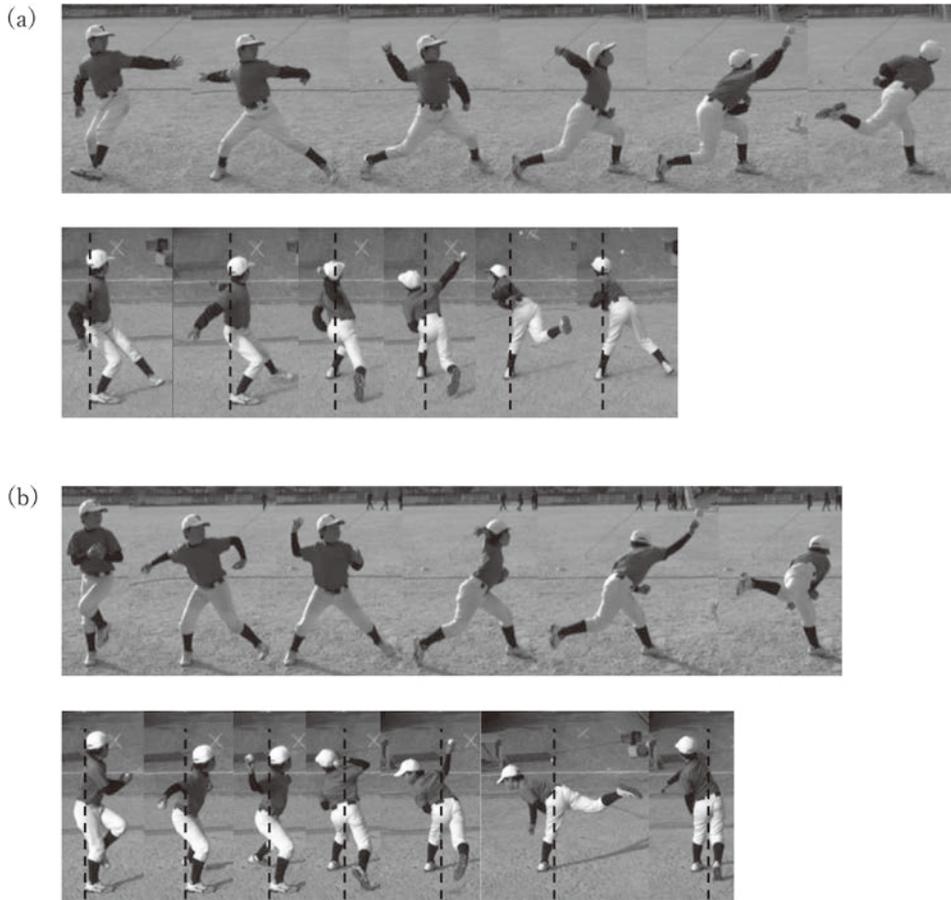


図3 小学五年生のネット投球動作。投球スピードは (a) 75 km/h, (b) 61 km/h。側方と正面からの連続写真は同期していない。

宮口 [11] は、小学校1年から6年までの少年野球選手77名を対象に、体格や種々運動能力を調べており、その中で、スイング速度は握力との間に相関があると報告している。これらは、いずれも体格・体力要素とスイングスピードとの関係を示しており、動作の観点ではない。図4の例では、投動作と同様に、動作の大きさがスイングスピードに影響していると考えられる(104.5 km/hと84.9 km/h)。動作の大きさを生み出しているのが、ステップの大きさ(股関節外転)やグリップの後方への引き、あるいは残し(肩関節水平内転、肘関節の伸展、体幹回旋

など)であり [15, 16], それらはすべて(a)の方が(b)より大きい。また、後方からの写真で分かるように、(a)の方が下半身で生み出される回転運動がそのまま、体幹に伝わりやすい姿勢でスイングしているのに対し、(b)は「くの字」姿勢でスイングしており、下半身の運動を利用しにくくなっていることも影響しているといえる。

3. 走・跳・投・打の関連性

走・跳の関係については、根本 [13] が、小学3,

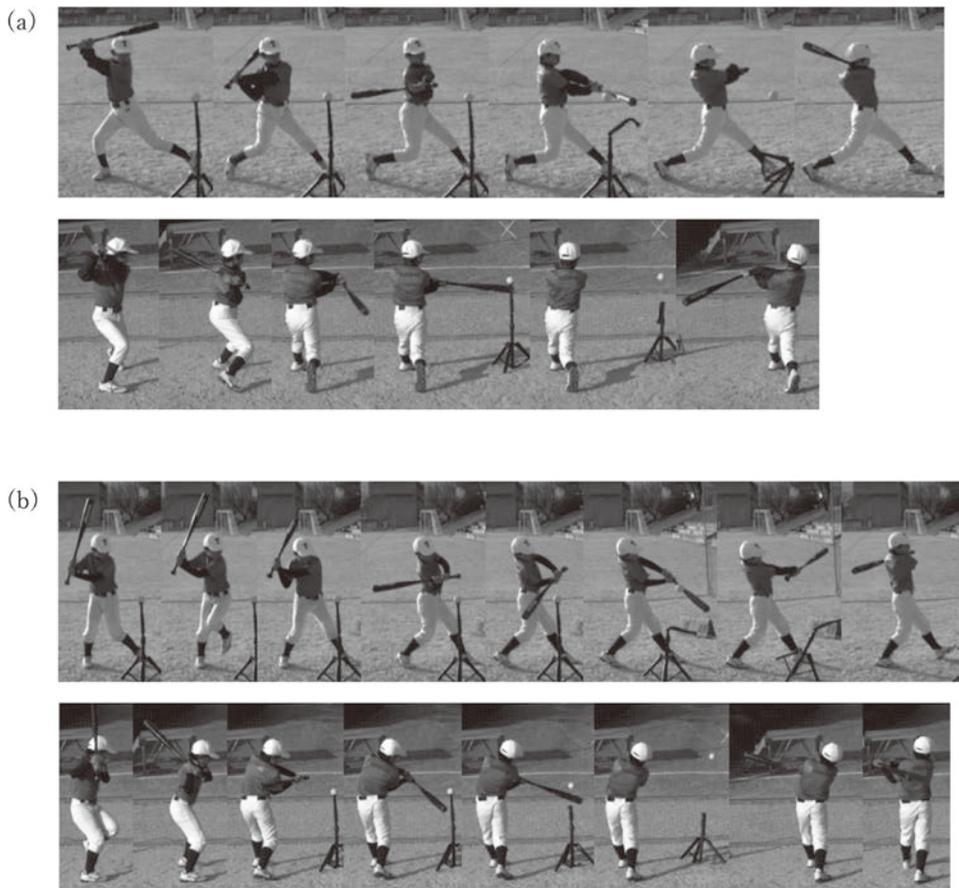


図4 小学五年生のティー打撃動作。スイングスピードは (a) 104.5km/h, (b) 84.9km/h。側方と正面からの連続写真は同期していない。

4年生の50m走と跳躍力との間に相関があることを報告しているが、垂直跳び、立ち幅跳び、立ち五段跳びとなるにつれて50m走との相関が弱くなると報告している。垂直跳びより立ち幅跳び、立ち幅跳びより立ち五段跳びにおいて、走運動以上に股関節、膝関節のStretch-shortening cycleの中での伸展パワーが必要となること、そして、むしろ立ち五段跳びの動作の不慣れ、あるいは難しさが両者間の相関に影響したと考えられる。

走・跳・投は動作パターンの発達が量的変化に影響を及ぼしているという金・松浦 [9] や高本他 [17] の報告は、走・跳・投とも概ね、低学年段階では動作の影響が大きく、高学年に至ると体力の影響が大きくなると理解することができる。しかしながら、投動作については、走・跳に比べそのスキルが発達していなければ、体力があってもパフォーマンスは上がらない [2] という指摘もあるように、複雑な運動であるほど、動作、したがって関節運動が重要であり、体力の伸びがなくなるより高い年齢になれば、動作の影響がより顕著になる可能性がある。

投・打の関係、それらと走・跳との関係について、宮口 [11] は、小学校1年から6年までの少年野球選手77名を対象に、体格、投球速度、スイング速度、10mダッシュ、立ち幅跳び、反復横跳び、メディシンボール投げ(2kg前投げ)、握力、背筋力等を計測した。その結果、体格とスイング速度との間には有意な関係が認められたが、投球速度との間には認められなかった。投球速度は、立ち幅跳び、反復横跳び、メディシンボール投げ、背筋力と相関があったが、スイング速度と相関があったのは握力だけであった。一方、重回帰分析の結果、投球速度を高めるには、反復横跳び、メディシンボール投げが有効で、速度を高めるためには、10mダッシュ

とメディシンボール投げが有効であると述べている。これらの結果は、概ね、パワー発揮の身体能力が投・打のパフォーマンスに影響することを示しているが、動作については言及していない。上述のように、走・跳運動は左右対称で、肩・股・膝関節の屈曲伸展運動が主となり、それに対して、投・打はより多くの関節運動を必要とする、より複雑な運動である。下半身と上半身をつなぐ固有背筋を中心とした体幹の伸展パワー発揮能力あるいはエネルギー伝達能力が走・跳・投・打のパフォーマンスのために必要という点では概ね了解できるが、関節運動の点において、とくに走・跳運動と投・打運動の関係性については未だ明確ではない。例えば本研究において、その是非は別として、走運動での股関節の内外旋運動について指摘したが、投・ダウンドにおける股関節の内外旋運動にどの程度かわるのか、今後の継続研究が必要と思われる。

謝辞

本研究は、2019年度～2021年度の名古屋学院大学研究助成を受けて実施できた研究の一部である。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 陳 周業 (2008) 児童における基本的動作発達に関する運動学的研究—立ち幅跳びに着目して—, 広島大学大学院教育学研究科紀要, 57, 309-315.
- [2] 出村慎一 (1993) 幼児期におけるボール遠投に対する体力及び投動作の貢献度とその性差, 体育学研究, 37(4), 339-350.
- [3] 比留間浩介・植屋清見 (2007) 発達バイオメカニクスからみた児童の立ち幅跳びの動作特

- 性, 山梨大学教育人間科学部紀要, 9, 55-62.
- [4] 比留間浩介・苅山 靖 (2019) 短距離走における腕振りの方向に関する横断的研究, 体育学研究, 64(2), 719-729.
- [5] 比留間浩介 (2022) 小学校高学年児童における疾走中の腕振り動作の特徴: 性差と能力差に着目して, 体育学研究, 67(1), 79-90.
- [6] 伊藤 章, 市川博啓, 齊藤昌久, 佐川和則, 伊藤道郎, 小林寛道 (1998) 100m中間疾走局面における疾走動作と速度との関係, 体育学研究, 43(5-6), 260-273.
- [7] 蔭山雅洋・中島 一・中本浩揮・藤井雅文・前田 明 (2020) 野球選手におけるバットスイング速度の変化に関する横断的研究, トレーニング科学, 32(3), 83-96.
- [8] 加藤謙一・宮丸凱史・松本 剛 (2001) 優れた小学生スプリンターにおける疾走動作の特徴, 体育学研究, 46(2), 179-194.
- [9] 金 善應・松浦義行 (1988) 幼児及び児童における基礎運動技能の量的変化と質的变化に関する研究—走, 跳, 投運動を中心に—, 体育学研究, 33(1), 27-38.
- [10] 小林育斗・阿江通良・宮崎明世・藤井範久 (2012) 優れた投能力をもつ小学生の投動作の特徴とその標準動作, 体育学研究, 57(2), 613-629.
- [11] 宮口和義・津田龍佑・村上祐介 (2020) 少年野球選手の投球速度およびバットスイング速度に関わる体力要因, 石川県立大学紀要, 3, 81-88.
- [12] 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.
- [13] 根本昌樹 (1996) 疾走能力と跳躍力の関係について, 福島工業高等専門学校研究紀要, 32, 90-95.
- [14] 齋藤健治・沖村多賀典 (2017) 小中学生の投球時に見られる動作パターン, 名古屋学院大学研究年報, 30, 53-65.
- [15] 齋藤健治・沖村多賀典・酒井淳一 (2020) 小中学生の打撃・バットスイング時にみられる動作パターン, 名古屋学院大学論集 医学・健康科学・スポーツ科学篇, 8(2), 33-46.
- [16] 齋藤健治・沖村多賀典・佐藤菜穂子・酒井淳一 (2021) 小中学校野球選手の走・跳・投・打に関する運動能力と動作, 名古屋学院大学研究年報, 34, 1-17.
- [17] 高本恵美・出井雄二・尾縣 貢 (2003) 小学校児童における走, 跳および投動作の発達: 全学年を対象として, スポーツ教育学研究, 23(1), 1-15.
- [18] 吉本隆哉・高井洋平・藤田英二・福永裕子・金高宏文・西菌秀嗣・金久博昭・山本正嘉 (2012) 小・中学生男子の下肢筋群の筋量および関節トルクが走・跳躍能力に与える影響, 体力科学, 61(1), 79-88.