

ハードル走におけるスピード低下の要因分析

—— 踏切動作に焦点を当てて ——

中 雄 勇 人¹⁾・岩 木 佑 太²⁾・清 水 堯 之³⁾
狩 野 温 子⁴⁾・田 中 慎 吾⁵⁾・三 澤 秀 匡⁶⁾
池 田 あ ゆ⁷⁾

- 1) 群馬大学教育学部保健体育
- 2) 群馬大学大学院教育学研究科
- 3) 高崎市立城南小学校
- 4) 群馬大学教育学部附属小学校
- 5) 長野原町役場
- 6) 群馬県立ふれあいスポーツプラザ
- 7) 特定非営利活動法人プロサポート
(2011年9月28日受理)

The primary factor of velocity lowering in hurdle race

—— Focus on takeoff motion ——

Hayato NAKAO¹⁾, Yuta IWAKI²⁾, Takayuki SHIMIZU³⁾
Atsuko KANOU⁴⁾, Shingo TANAKA⁵⁾, Hidetada MISAWA⁶⁾
and Ayu IKEDA⁷⁾

- 1) Department of Health and Physical Education, Faculty of Education, Gunma University
- 2) Graduate school of Education, Gunma University
- 3) Johnan primary school
- 4) Primary school Affiliated with Gunma University School of Education
- 5) Naganohara town office
- 6) Fureai sports plaza
- 7) Prosupport specified nonprofit corporation
(Accepted on September 28th, 2011)

I. 緒 言

陸上競技は、走・跳・投を競い合う様々な種目より構成されている。この陸上競技の種目の中で、教育現場においてもよく取り上げられる種目の1つとしてハードル走があげられる。ハードル走はその特性として、ただ走るだけではなく決められた距離の

中で一定間隔に置かれた障害を越えなければならない。よって、ハードル走を授業において取り入れることでスピード・パワー・調整力・筋力・柔軟性等の基礎行動体力が高まるといわれており¹⁾、教育現場における教材としても適していると考えられることから、小学校から高等学校まで広く教材として取り入れられており指導の機会も多い。

ハードル走を大きな局面に分けるとスタートから1台目までの「スタート・ダッシュ」、ハードル間の走りである「インターバル走」、障害を乗り越える「ハードリング」、最終ハードルからゴールまでの「フィニッシュ」の4つの局面に分けることができる。そしてハードル走の記録はそれぞれの局面の走スピードの合計としてとらえることが可能である²⁾。その中でも記録に最も影響を与える要因となるのはハードリング局面であり、これは障害を越える際に走動作と異なった動きとなるため、減速がおこりやすいと報告されている³⁾。ハードルを越える技術はかつては「跳び越える」「またぎ越える」という表現がされてきたが、現代のハードリングはスプリント走を誇張した「走り越える」技術が必要であると言われている⁴⁾。ハードル走については数多くの研究^{5,6)}がなされているが、それは競技としてハードル走を専門としている競技者向けのもので、ハードル走を専門としない者を対象として研究したものはほとんど認められない。しかしながら、教育現場においてハードル走を行う際には、ハードル走を専門としない未習熟者にたいして、ハードル走をいかに指導していくかが重要となってくる。

小学校学習指導要領の内容には「ハードル走では、ハードルをリズムカルに走り越えること」と記載されており⁷⁾、ハードリングよりもリズムカルにインターバルを走ることが求められている。そのため、学校体育におけるハードル走対象とした研究ではインターバルを3歩で走ることを前提として、学年段階に応じた適切なインターバルの距離やハードルの高さを検討したものが多^{8,9)}。これはハードル走を3歩でリズムよく走ることに焦点が置かれているためだと考えられるが、ハードル走においてタイムに影響を与えるものとしてハードリングがあげられることから、ハードルの未習熟者においてもハードリング動作を動作学的に検討する必要があると考えられる。よってハードル走におけるハードリング動作がパフォーマンスに与える影響を検討し、ハードル走における減速のメカニズムを明らかにすることは今後の指導に役立つものと考えられる。

そこで本研究では大学生を対象に、ハードル未習

熟者のハードル走における疾走速度の変化とハードリング動作との関係を検討し、ハードルがない場合の疾走能力と比較することで、ハードルにおける疾走速度ならびに減速が起こるメカニズムを明確にし、今後の指導の知見を得ることを目的とした。

II. 方法

対象

対象はハードル走の経験が学校体育の授業程度しなく、体育を専門としない男子大学生11名とした。実験を行った対象者の主な身体的特徴は、年齢 21.1 ± 2.0 歳、身長 $169.8 \pm \text{cm}$ 、体重 $62.0 \pm 7.0 \text{kg}$ であった。

測定項目

身長・体重および50m走、50mハードル走（以下50mHとする）の記録の測定を行った。50m走、50mHの記録の測定は、本学陸上競技場の直線走路を用いて計測を行った。その際、被験者には十分なウォーミングアップを行わせた後、50mHを実施した。50mHのコース設定条件は、ハードル高76cm、スタートラインからハードル1台目まで12m、ハードル間8m、5台目からゴールラインまで6mとし、スタート方法は、スタンディングスタートをおこない、最大努力で1回の試技を行わせた。50mH終了後、十分な休憩を取り50m走のタイム計測を行った。その際、50m走および、50mHの走動作を撮影し、ハードリング動作、走速度の変化などの解析を行った。また、質問紙を使い身体的特徴、過去、現在の運動習慣を調査した。

50m走、50mHの撮影および分析

50m走および50mHのハードリング動作、疾走速度等の解析を行うために、被験者には阿江らのアスリート身体モデルに基づき、全身20点に反射板を装着し撮影を行った。撮影は、ビデオカメラ(CANON社製、ivis20、60fps)をもちいてスタート地点より12m先のハードル1台目および28m先のハードル3台目の右側方13m地点より撮影を行い、動作解析

システム Frame-DIAS IV (DKH 社製) を用い、ハードリング開始時から終了時にかけての動作をコンピュータに取り込み、2次元4点実長換算法によって解析を行った。また、スタートからゴールまでの全体を記録できる位置にもカメラを設置し、被験者のスピードの変化を記録した。

統計処理は、本研究においては対象が少数であったことから Mann-Whitney の U 検定を用いて比較を行った。また、各測定項目間の関連については、ピアソンの相関係数を用いて検討した。なお、すべての解析において、有意水準は 5%未満を有意とした。

III. 結果および考察

表 1 に被験者の 50m 走および 50mH のタイム並びに身体特性を示した。これらの被験者のうち、I、J、K はインターバル間を 5 歩で走っていたことが認められた。この場合、踏切位置を調節するためにハードルのインターバル間を短いピッチで刻まねばならないことから、ハードル通過時の水平速度がインターバル 3 歩で走った場合と比べて大きく減少する可能性があり、同様の基準で比較するのは難しいと考えられる。よって、インターバル間を 3 歩または 4 歩で走った A~H を今後の分析対象として選出した。なお、被験者の身体特性とハードル走記録には有意な相関が認められなかった。

50m 走と 50mH の最高速度を比較した結果、50m

走では 9.47 ± 0.73 秒、50mH では 7.90 ± 1.93 秒と有意差が認められた。50m においては、最高速度がスタートより 30m 付近で出現しているのに対し、50mH においては、フィニッシュ時に現れていることが認められ、フィニッシュをのぞく最高速度についてはハードル 1 台目である 12m 地点において現れており、50m 走の 12m 地点の走速度の 72%であった。これは、50mH においてはただ加速するだけでなくハードルを越えるための準備動作が必要であり、スタートから 8 歩ないしは 9 歩で到達する第一ハードルに備える必要があるからではないかと考えられる。そのためにはストライドを調節して加速していかなければならず、50m 走と同様の加速をしていたのでは踏切位置を調節できず、ハードリングにおいて大きく減速してしまう可能性がある。よって踏み切っても体のバランスが保てるような加速が必要だと考えられる。被験者の中には 1 台目の踏切脚が調節しきれずに踏切手前で歩数を増やしている者も認められた。踏み切り直前で歩数を増やす動作は、大きな減速の要因となることが考えられる。これらのことから、1 台目までの加速局面では踏切位置に足を合わせることができ、また、踏切後にバランスを崩さず着地できるような適当な速度での加速が必要であると考えられる。

ここで、ハードルにおける速度変化の特性を探るために、50mH の 1~5 台目までのハードリング時とインターバル間のそれぞれの平均速度の変化を検

表 1 対象の身体特性および 50m 走、50mH の記録

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	50m 走 (秒)	50mH (秒)
A	22	164	56	7.04	8.96
B	18	171	65	7.45	9.54
C	22	176	61	7.30	10.00
D	22	170	65	7.96	10.14
E	23	170	50	8.30	11.08
F	22	169	58	6.93	9.03
G	22	181	78	7.69	9.71
H	18	171	60	6.98	9.71
I	23	171	65	7.32	10.62
J	18	156	61	7.71	11.65
K	22	169	63	7.62	10.26
Mean \pm SD	21.1 \pm 2.0	169.8 \pm 6.3	62 \pm 7.0	7.45 \pm 0.5	9.86 \pm 0.7

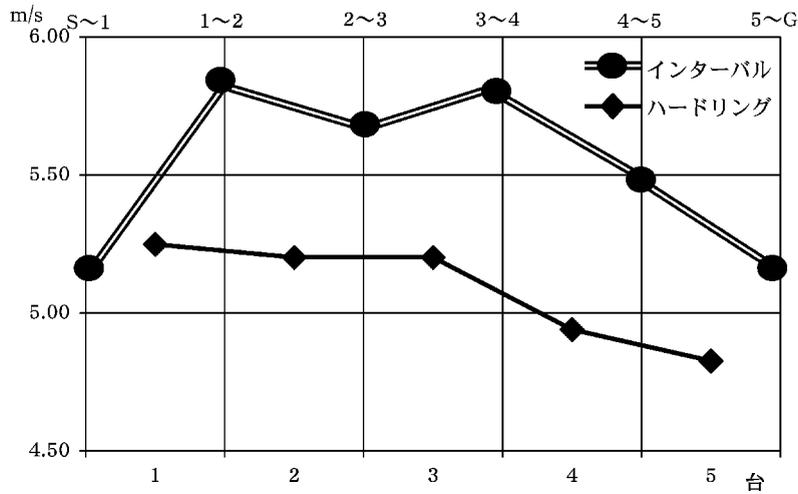


図1 50mHにおける各ハードルインターバル間およびハードリング時の速度変化

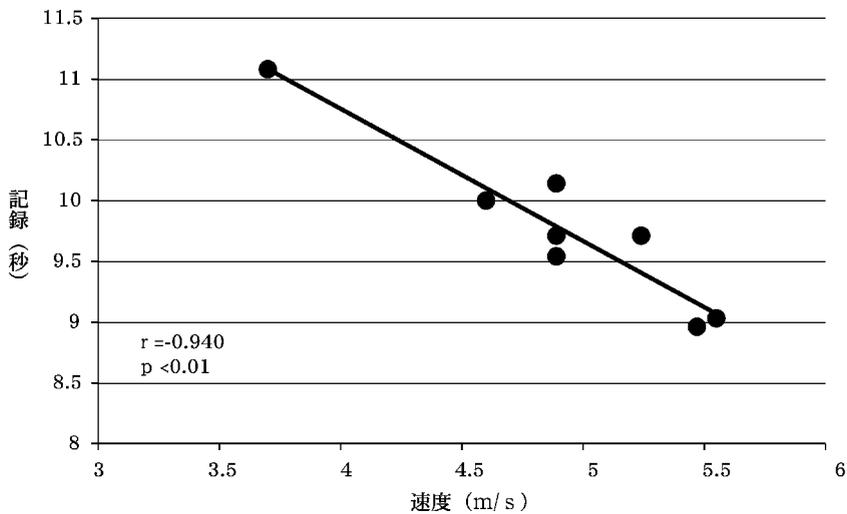


図2 50mHのタイムと3台目ハードリング時の走速度との関係

討した(図1)。結果、ハードリングにおいては、3台目のハードル以降、大きな速度変化が見受けられる。また、インターバルの走速度においてもハードル4~5台目のインターバルにおいて走速度の低下傾向が認められた。この速度低下の要因として、前半のハードルである1~3台目のハードリング時および、インターバルにおいて、水平速度が十分に維持できない状況になり、ハードリング時の速度低下を招き、それが連鎖するようにインターバル速度の低下につながったものと考えられる。また、ハードリ

ング時の速度と50mHのタイムとの関係を見ると、3台目のハードリング時の平均速度と50mHのタイムとの間に負の相関関係が認められ、ハードリング時の速度が速いものほど50mHのタイムがよいことが認められた(図2)。ハードリング時の速度は、3台目から4台目にかけて低下傾向を示すことから、3台目のハードリング時には3~4歩でインターバルを走ることが困難となりつつあるのではないかと考えられる。また、3台目地点で水平速度を維持して走ることが記録に多大な影響を与えることが

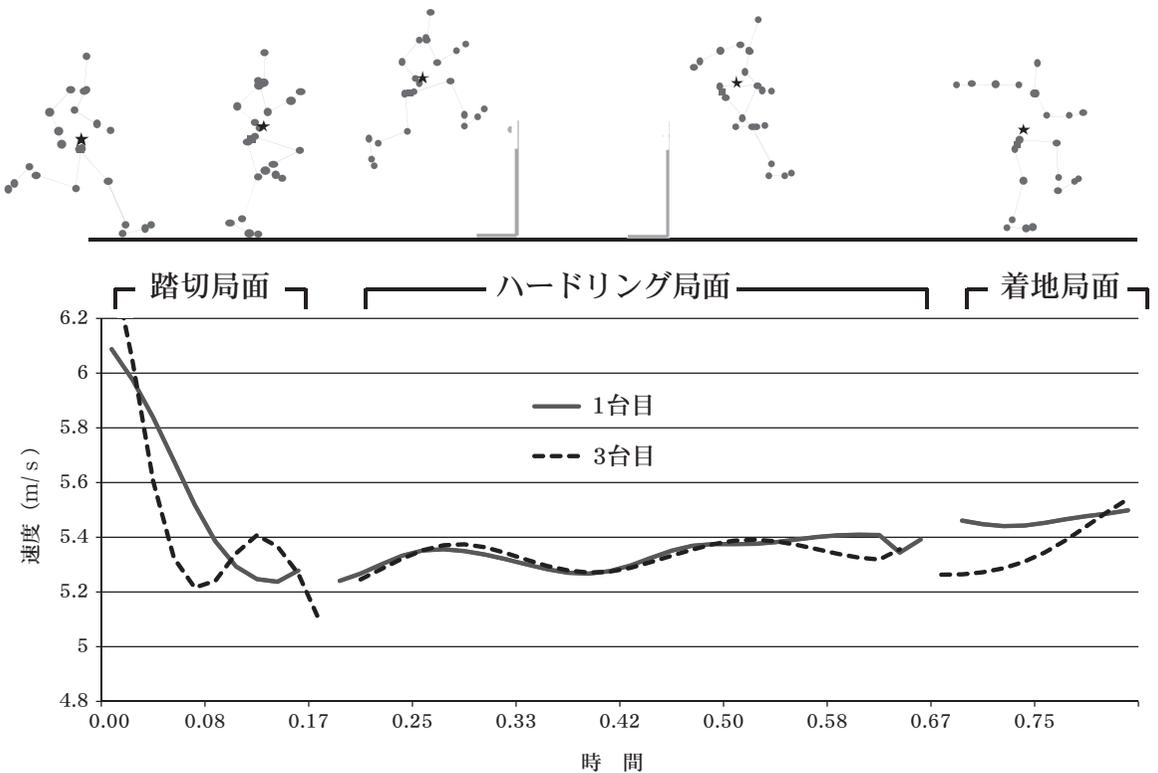


図3 踏切・ハードリング着地の各局面における速度変化

明らかとなった。このことからハードリングが安定してきた局面において速い水平速度をいかに保つかが重要であるといえる。被験者のハードリングおよびインターバル間の走動作を検討すると、2台目から3台目にかけて減速している被験者はインターバルの2歩目のステップが他のステップに比べて伸びていた。一方、2台目から3台目にかけて加速している被験者はインターバル走のリズムが一定で、1台目から2台目よりも速いリズムで走っていた。ステップのリズムに差が生じるということはインターバル間を3～4歩で走ることが困難になってきている、すなわち次のハードルに届かないという状況が起こっている可能性が考えられた。よってハードリングにおける速度低下の要因の1つとしてインターバル間を一定のリズムで走ることが重要であることが考えられる。さらに、インターバルのリズム変化は水平速度の低下が原因と考えられることから、水平速度の低下の要因をさらに詳しく検討する必要がある

認められた。

そこで、ハードル走における最も特徴的な部分である、ハードリング動作について「踏切」「空中」「着地」の3局面に分けて、さらに詳しく検討を行った(図3)。結果、踏切局面において速度の減衰傾向が認められた。踏切局面における速度の減衰の原因として考えられることは、ハードルを越えるために必要以上に高く情報に跳んでしまい、垂直速度が増加する反面、水平速度の減少したことが考えられる。そこで、1台目および3台目の踏切におけるハードリングの跳び出し角度を見るため、踏切角度を算出した。踏切角度は踏切脚離地時の踏切脚爪先から胸骨上縁を結んだ直線とX成分の直線とが織りなす角度とした。その結果、1台目における踏切角度は 77.21 ± 3.76 度、3台目においては 73.77 ± 4.09 度であった。踏切角度に着目すると踏切角度が低い被験者は踏切脚爪先から胸骨上縁までの直線上に腰部が乗っているのに対し、踏切角度が高い被験者は直線

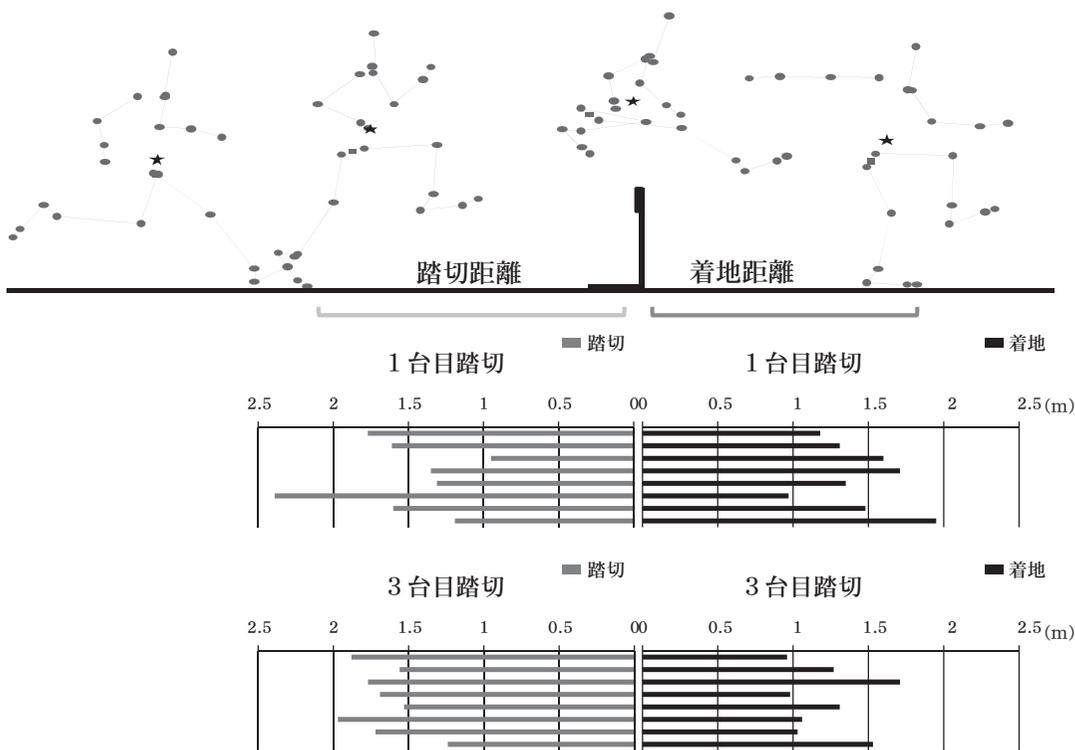


図4 ハードル走における踏切距離と着地距離との関係

状に腰部が乗っておらず、いわゆる腰の抜けた踏み切りになっていることが認められた。腰の抜けた踏切になると踏切時の力を腰の部分で吸収してしまい、前方に跳び出すことができないことから、水平方向の速度が減速すると考えられる。また、踏切位置がハードルに対して接近しすぎた場合、前方に踏み切るとハードルに当たってしまうことから上方に高く踏み切ってしまう、水平速度の低下および踏切角の拡大が起こってしまう可能性が考えられる。

また、ハードル走においては、ハードルは遠くより踏み切って近くに着地することが良いハードリングであるといわれている。そこで、ハードリングにおける1、3台目それぞれの踏切位置、着地位置を算出した(図4)。踏切位置について着地距離に対する踏切距離を算出した結果、1台目の平均は118%、3台目は143%であった。学校体育の指導現場では着地距離に対する踏切距離の割合が150%であるのが

適当だと言われている。このことから1台目における踏切位置が近いことが認められた。1台目のハードルは加速局面からの最初のハードルである。スタートより疾走速度を高めつつ踏切位置に歩幅を合わせるということ、高度な技術が要求される。さらには、2台目以降のハードル間のインターバルは3~4歩で走ることに對し、スタートから1台目のハードルまでの区間においては8~9歩と多くのステップを刻むことに加え、加速の局面でありスピードも安定しないことから1台目のハードルの踏切位置の調整が困難となり、予想以上の近い位置での踏みきりとなったのではないかと考えられる。また、1台目のハードルにおいては、踏切位置の距離とハードリング時の水平速度との間に正の相関関係が認められ、ハードルから遠い位置で踏み切るほど、水平速度が速いことが認められた(図5)。このことから、ハードルの未習熟者においては、1台目のハードルの踏

切位置が近くなりすぎること、踏切時の角度が大きくなり、上方へ跳ぶことで水平速度の低下が起りやすいことが示唆された。その際に、ハードルを倒した際の恐怖心などから、踏切時に前傾姿勢（ディップ姿勢）をとることができず、腰が抜けた踏切となってしまう水平速度の低下につながる可能性が考えられた。このことから未習熟者がハードル走において良い記録を出すためには、スタートにおいては、50m走と比較して踏み切り位置を調整するためにスピードを加減し、1台目の踏切を遠い位置で行うことが速度低下を防ぎ記録向上につながるものと考えられる。

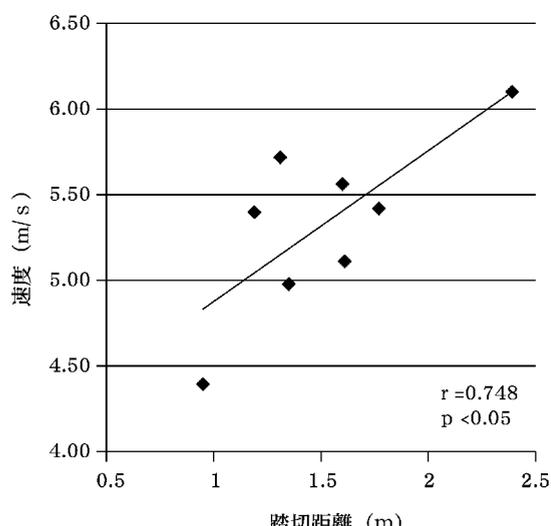


図5 ハードル走における1台目のハードル踏切距離とハードリング時の水平速度との関係

IV. まとめ

本研究では未習熟者に焦点を当て、ハードル走における減速点から見た改善策を検討することで今後の体育授業や部活動の指導に生かすことを目的とした。その結果、以下のことが明らかになった。

- ① 50mHにおいては、1台目ハードル地点で最高速度に達し、その後徐々に速度が減少していくことが明らかになった。50m走においては30m地点付近で最高速度が発現していた。50mHに

おいて最高速度が発現している12m地点の速度と50m走12m地点の速度を比較すると50mHは50m走の72%であった。

- ② 50mHにおいては3台目以降にハードリング時およびインターバルの走速度が低下していることが認められた。

- ③ ハードリングの中でも踏切局面において減速が生じていた。また、踏切距離が近いものほど水平速度が低下していることが認められた。

これらのことから、指導現場ではまず減速の少ないハードリングを獲得するために適切な踏切位置で踏み切れるよう指導することが重要であると考えられる。未習熟者では多くの場合踏切地が近くなるので、より遠い位置から踏み切るよう指導することが減速の少ないハードリングを獲得することにつながると思われる。

参考文献

- 1) 春日忠博・鈴木 廣・広橋義敬 (2006) 合理的な体育生活のできる能力・態度・習慣づくりに関する研究—陸上競技ハードル走の指導を通して—: 千葉敬愛短期大学紀要 28, pp.109-118.
- 2) 樋口憲生・浅川正一・湯浅影元・斉藤昌久・平岡寿弘 (1982) ハードリングの力学的分析: 中京体育学研究 23 (1), pp.44-51.
- 3) 刈部俊二・平井敏幸・渡部近志 (2002) スプリントハードル走における競技者の主観的評価についての調査: 法政大学体育研究センター紀要 20, pp.39-50.
- 4) 伊藤 章・富樫 勝 (1997) ハードル走のバイオメカニクスの研究: スプリントとの比較: 体育学研究 42, pp.246-260.
- 5) 山田憲政・宮下 憲 (1990) ハードル走における踏切時間を短縮する要因: 体育学研究 35, pp.53-61.
- 6) 串間敦郎・小木曾一之 (1995) ハードル走の踏切動作における速度減の要因: 都城工業高等専門学校研究報告 29, pp.1-6.
- 7) 小学校学習指導要領 (平成 20 年 3 月告示) p.98.
- 8) 三條俊彦・小口正行 (1982) 小学校高学年のハードル走指導に関する考察—短距離疾走時の速度、ストライドから考察されるインターバル設定条件について—: 信州大学教育学部紀要 47, pp.29-41.
- 9) 新川美水・藤田定彦・後藤幸弘・辻野 昭 (1987) 中学

校障害走教材におけるハードルの高さとインターバルの設定に関する基礎的研究—走タイム、3歩維持率、体格、体力、

運動能力の関係から—。スポーツ教育学研究 7(1), pp.55-78.