

バイオメカニクスデータを用いた走り幅跳びの踏切動作の指導について —保健体育科教員を志望する学生を対象に—

本道 慎吾¹⁾・伊佐野 龍司²⁾・関 慶太郎²⁾・青山 清英²⁾

A study on the teaching of takeoff in long jump using biomechanics data:
For students wishing to become health and physical education teachers

Shingo Hondo¹⁾, Ryoji Isano²⁾, Keitaro Seki²⁾ and Kiyohide Aoyama

I. 緒言

走り幅跳びは、小学校（文部科学省，2017）から高等学校（文部科学省，2018）を通して取り上げられている保健体育科の陸上競技の授業における代表的な種目である。これまでに走り幅跳びの指導に関わる学校教育の現場を対象として行われた研究は数多く存在している（中川・青谷，1991；田中ら，2002；大宮ら，2009）。走り幅跳びの指導について学習指導要領では踏切局面が多く取り上げられており，そこでは「リズムカルな助走からのスピードを生かして素早く・力強く踏み切ること」が重要であるとされている。授業などの実践における踏切動作の評価に関する先行研究では，踏切技術に影響を与える動作要因として，踏切離地時の踏切脚と振上脚の股関節角度を大きくすることや振上脚の膝関節角度を小さくし，振上脚の慣性モーメントを小さくして素早く振り込むことなどが指摘されている（深代・宮下，1984）。さらに具体的な指導実践では，西村ら（2017）が小学5年生を対象とした走り幅跳びの体育授業において踏切中の振込脚および体幹の動作改善を行ったことによって，大きな鉛直速度を獲得することができ，かつ跳躍記録も向上したことを報告している。

このようなバイオメカニクスデータを指導実践

に活用した先行研究には競技スポーツとしての陸上競技を対象としたものもみられる。中田ら（2003）は，大学短距離選手を対象としてバイオメカニクスデータに基づいたトレーニング実施前後の疾走動作を比較している。この研究では宮下ら（1986）の世界一流スプリンターの疾走フォームの分析や，佐川ら（1997）のアジア・トップスプリンターの中間疾走フォーム分析の報告などを用いて疾走動作の評価を行った結果，回復期での動作改善が顕著に認められ，疾走速度の向上も確認できたことを報告している。その一方で，支持期の動作改善においては，フィードバックの際に強調しなかったこと，支持期が0.1秒程度と短いことなどから，バイオメカニクスデータは上手く機能しなかったことが報告されている。

以上のことから，教育実践や競技実践におけるバイオメカニクスデータの活用については，肯定的な評価と否定的な評価の両面があることがわかる。このような問題について青山ら（2017）は，体育授業を想定した短距離走におけるキック動作へのバイオメカニクスデータの活用可能性を検証している。この報告は，「速度データ」に着目し，バイオメカニクスデータの指導への活用を事例的に2名の学生を用いて検証したが，そのデータは「指導内容を考える際のひとつの知識」と位置付けられていたことを明らかにし，体育授業へ

1) 日本大学スポーツ科学部

2) 日本大学文理学部

1) College of Sports Sciences, Nihon University

2) College of Humanities and Sciences, Nihon University

のバイオメカニクスデータの直接的使用の困難性を言及していた。さらにこの報告は先述したように速度データに着目しているが、深代（1993）の「指導者と、選手・学習者の把握しやすいバイオメカニクスデータは異なっている」とする報告に基づき「力・加速度」データでの検討が必要であることを課題としている。

そこで本研究では、さまざまな問題を孕むバイオメカニクスデータの教育実践への利用可能性に関して、学校教育現場を想定した走り幅跳びの踏切動作の指導を念頭に、保健体育科教員を志望する様々な属性を持つ学生が、一般的にバイオメカニクスデータについてどの程度解釈が可能で、さらにその内容を指導に活かすことができるのかに着目し、調査することを目的とした。

II. 方法

1. 調査対象

調査対象者は、保健体育科教員を志望し、2022年度「スポーツ方法論（陸上競技）」を履修した学生103名を対象とした。本調査におけるデータ収集のための手続きとして以下の内容を授業内で展開した。なお、学生が専門とするスポーツ種目は表1に示した。

- ①スポーツ実践における科学的データの利用状況の説明
- ②バイオメカニクスデータの利用事例の説明
- ③発生運動量、加速力の説明
- ④調査用紙への記入
- ⑤バイオメカニクスデータの実践への適用の問題性

なお、本調査を実施する前に対象者には研究の目的と方法を十分に説明し同意を得た。

2. 解釈対象のバイオメカニクスデータ

走り幅跳びでは、先に述べたように踏切動作の技術習得が重要である。本研究ではこの踏切動作に関するバイオメカニクスデータとして青山ら（1994）のデータを用いた。この理由としては、青山ら（1994）が算出している主データである「発生運動量・加速力」は、身体各部のもつ「単

表1 対象者の専門種目

専門種目	人数
サッカー	13
バスケットボール	8
野球	7
ラグビー	7
陸上競技（未記載）	7
剣道	4
競泳	4
陸上競技（跳）	4
アメリカンフットボール	4
バレーボール	3
ハンドボール	3
陸上競技（短）	3
陸上競技（長）	3
体操	2
ボート	2
テニス	2
空手	1
チアリーディング	1
フェンシング	1
バドミントン	1
ゴルフ	1
ソフトボール	1
トライアスロン	1
陸上競技（投）	1
陸上競技（混成）	1
未記載	18

独の運動量・力」であるので、踏切動作を評価する指標として外側から確認しやすいと考えられる点にある。また深代（1993）が述べているように、学習者が把握しやすい力学的データは「力・加速度」であるという見解に基づき、本研究では発生運動量を時間で1回微分した「発生加速力」に着目してバイオメカニクスデータの解釈の調査を行うこととした。

3. 調査内容

調査は青山ら（2017）を参考に調査用紙を作成し、調査内容としては、調査1：実践において学習者に走り幅跳びの踏切動作を指導する際の留意点の把握（「あなたが学習者に走幅跳の踏切のコツを指導する際の方法を説明してください」）、調

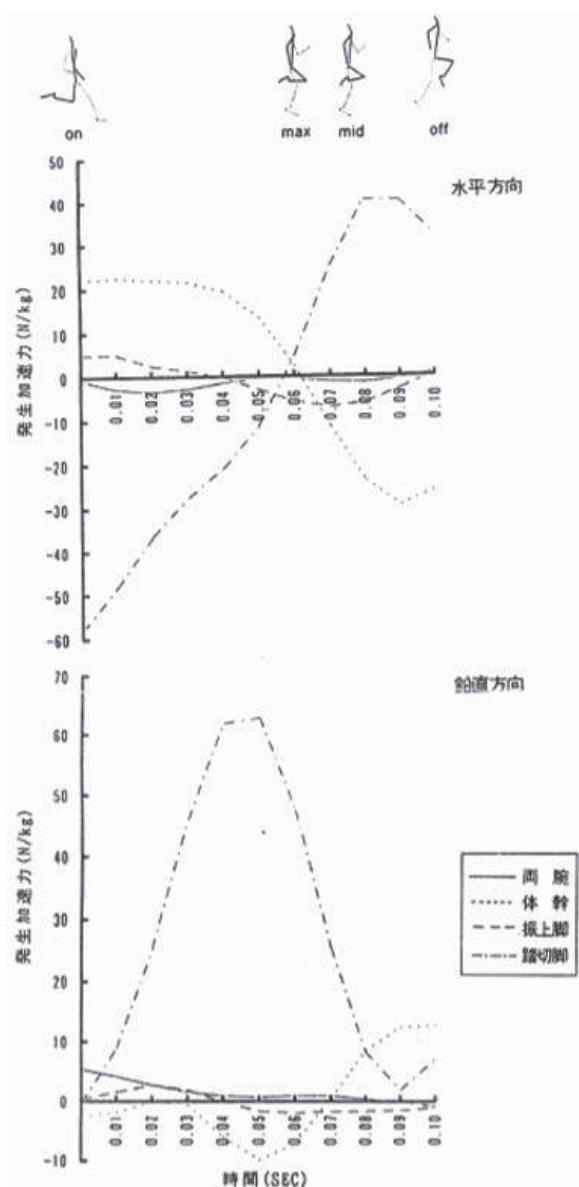


図1 バイオメカニクスデータとして提示したデータ
(青山ら (1994) より引用)

査2: バイオメカニクスデータの理解・解釈能力及びそのデータの体育授業における指導への利用方法(「あなたがもし図(図1)のデータを用いて指導を行うとしたらどのように指導しますか)の2点を調査内容とし、自由記述によって記載を求めた。

なお、調査1は記載内容について、主観的、客観的情報および指導方法(トレーニング方法)に分け、その内容をさらに詳細に分類した。なお、自由記述のため複数記載があるものについても延べ数としてカウントした。調査2についてはバイオメカニクスデータの理解度にあわせて3段階の

評価基準(1: バイオメカニクスデータを理解できていない・2: バイオメカニクスデータを一部理解できている・3: バイオメカニクスデータを理解できている)を作成し、評価を行った。指導への利用方法については上記評価基準3に該当する記載から内容を精査した。

Ⅲ. 結果と考察

1. 踏切動作の指導内容について

表2は、調査1から走り幅跳びの踏切動作を指導する際の留意点として記載されたものを整理し、示したものである。

記載内容を確認すると、本研究対象者の多くは踏切時のスピード(「踏切時にスピードを落とさないように)や、踏切動作(「踏切脚で地面を力強く蹴る」,「振り上げ脚を勢い良く上げる」),踏切時のリズム(「タ・ターンのリズムで踏切)などに留意点が集中する結果を示しているが、いずれもその内容は主観的な情報を基にしたものであり、客観的に量化された情報に基づく留意点は少なかった。また、客観的な情報に基づく留意点についても、「跳躍角度は45度」などに代表される投射運動の力学的法則に関わるようなものであった。さらに主観的事実を客観的に数量化した表現で示されたものと読み取れるなど、正確に客観的情報として理解されたうえでの留意点となることが読み取りにくい内容であった。あわせて、コツや技術上の留意点に関する具体的なトレーニング方法について提示された件数自体も少なかった。

青山ら(2017)の報告の中で、スプリントにおけるキック動作を対象として調査した指導内容は、「力」という語句についても「グッと蹴る」といったような主観的な感覚情報を基にした内容となっており、それらは量化されたバイオメカニクスデータとしての「力」を示すものではなかったことが報告されている。このことは、本研究の対象が、陸上競技を専門的に行っていない学生が多数であること、青山ら(2017)の報告から、専門としている学生であっても主観的な情報が中心であることを考えれば、本研究が示す結果として主観的情報が内容として多くなることは妥当性が

表 2 踏切動作の指導内容について

記載された情報の種類	記載数	詳細な分類	記載数	記載の典型・具体例
主観的情報	122	スピード	42	「踏切時にスピードを落とさないように」
		踏切動作	26	「踏切脚で地面を力強く蹴る」「振り上げ脚を勢い良く上げる」
		リズム	23	「踏み切る瞬間にはタ・ターンのリズム」
		踏切時の視線	16	「目線をやや上に・斜め上に」
		跳躍方向	12	「斜め上に跳び出す」「少し高めを意識して」
		タイミング	3	「踏切の時に脚と腕のスイングを合わせる」
客観的情報	14	跳躍角度	4	「跳躍角度45度をイメージ」
		接地時間	4	「踏切足の接地時間を短く」
		重心	4	「踏切一步前の重心が下がる」
		ストライド	1	「踏切1歩前のストライドが広がりすぎないように」
		接地位置	1	「踏切足の接地位置を確認する」
具体的な指導方法 (トレーニング方法)	16			「助走歩数・距離を変化させた踏切練習」 「砂場との間に障害物を置いて高く跳ぶ練習」

あると考えられ、量化された情報を提示できるか否かについては、該当種目に専門として携わっているかどうかは関係しない可能性が考えられる。現に、客観的な情報として回答している学生の専門種目に着目すると、陸上競技を専門としている学生からの回答はわずか3件であり、その他11件の報告についてはサッカーやゴルフといった種目を専門とする学生が回答していた。さらに、青山ら（2017）の報告の被験者は、バイオメカニクスの授業の受講歴があることを明記しているが結果は主観的情報が中心であった。

阿江（2006）は、バイオメカニクスデータの解釈を体育専攻学生に授業を通して伝える際の目的として力学に基づく運動の質的分析が行えるようになることの重要性を指摘している。そのためにはまず、学習者のバイオメカニクスデータの理解度について確認しておくことが必要である。次にこの点について検討したい。

2. バイオメカニクスデータの理解度について

本研究においてバイオメカニクスの理解度を確認するために示した図1は、青山ら（1994）における走り幅跳びの踏切局面における身体各部位の発生加速力を示したものである。このデータから読み取れる主な内容は、「水平方向においては、踏切前半で体幹、後半は踏切脚が貢献している」、「鉛直方向では踏切脚がそれぞれ進行方向、上方向に身体を加速させるのに貢献している」な

表 3 バイオメカニクスデータの理解度

理解度	人数
理解できていない	36
一部理解できている	62
理解できている	5

どがあげられる。

表3は、調査2からバイオメカニクスデータの理解度の評価を示したものである。この結果から本研究の対象者の多くが図1のデータについて理解できていない、もしくは一部理解できている程度にとどまることが明らかとなった。

一部理解できている学生では、「水平方向と鉛直方向それぞれの図において前後左右の方向などを理解して重要な部位がどこであるか」についての理解はできているが、「発生加速力」というパラメータへの理解が困難である例が多くを占めた。事前にそのパラメータの意味を示していたにもかかわらず、理解が及ばなかった要因としては、客観的な情報を用いた指導経験がないことや、基礎的なバイオメカニクスの知識が少ないことが考えられる。青山ら（2017）は、被験者がバイオメカニクスの授業を受講していることを確認したうえで、示したデータについて一定程度理解できていたことを報告している。本研究では先述した通り、対象者のバイオメカニクスに関する授業の履修状況などは確認できていないことから、

理解できていた学生と理解できていなかった学生の学修状況などの相違に関する調査については今後の課題となる。

3. バイオメカニクスデータの指導への利用について

先に述べたように、多くの学生は、一部のバイオメカニクスデータへの理解にとどまっており全体の1割にも満たない学生のみが理解できている状況であった。また、その学生の中でデータを基にした指導への利用に関しても「踏切脚や体幹が重要であるということを伝える」「鉛直方向と水平方向それぞれを意識した跳躍練習を行う」といった記述にとどまっている。青山ら(2017)の報告においてもバイオメカニクスデータは理解できているにもかかわらず、その理解されたデータの指導への直接的利用については困難であり、「指導内容を考える際の一つの知識」として位置づけられていることが明らかとなっている。このことから本研究における対象において、一定程度データの理解ができている状況であっても、指導内容への転移は困難であるというこれまでの報告と同様の傾向であることが明らかとなり、「一般的な保健体育科教員志望学生の傾向」と位置付けられていたものをより確実にする結果となった。本研究では発生加速力を用いて検討を進めてきたが、宮西(1999)が述べているように、スポーツ運動の実施・指導の際には身体の個々の動きを理解することが重要であり、特に動きの原因となるトルクや力のイメージアップが大きな意味をもつという指摘をふまえ、今後トルクなどの部分間で発揮される力に関する検討の必要があると考えられる。

深代(1993)は、指導者と競技者、学習者が理解しやすいバイオメカニクスデータは異なるということを述べている。また、結城(2011)は、スポーツにおけるトレーニング現場で起こっていることと、様々な知見を提示する側のスポーツ科学の研究現場において検証されていることは必ずしも一致しないと報告している。このことからバイオメカニクスに関連するどのようなデータが双方にとって理解しやすい共通項となるのかを検討することは、指導の充実やトレーニングの効率化を

図る上で非常に重要であると考えられる。さらに、阿江(2006)は、バイオメカニクスを学ぶ場合の障害になるものとして数学の基礎的知識が不十分なことがあげられると報告している。これらのことから、これからの保健体育科教員や指導者が持つべきバイオメカニクスに関する知識について、どのような内容が必要で、どの程度まで理解できると指導への利用が可能であるかなどの検証を行うことが重要であることは言うまでもない。

IV. まとめ

本研究は、バイオメカニクスデータの教育実践への利用可能性について、学校教育現場を想定した走り幅跳びの踏切動作の指導を念頭に、保健体育科教員を志望する学生が、一般的にバイオメカニクスデータについてどの程度解釈能力があり、そのデータを指導に活かすことができるのかに着目し、調査することを目的とした。

その結果、走り幅跳びの踏切動作を指導する際の留意点として記載された内容の多くは、主観的情報を基にした内容であり、客観的な情報を基にした記載は少なかった。さらにその内容についても主観的事実を客観的に数量化した表現で示されたものと読み取れる内容となっており、正確に客観的情報として理解された留意点と考えられる内容ではなかった。また、バイオメカニクスデータの理解度についてもデータについて理解できていない、もしくは一部理解できている程度にとどまることが明らかとなった。さらに理解できていると考えられる学生の指導内容については「踏切脚や体幹が重要であるということを伝える」など、非常に限定的な内容にとどまることが明らかとなった。これらのことから実際にバイオメカニクスデータを用いた指導を実践するためには、どのようなバイオメカニクスのデータを提示すべきか、また、どの程度解釈する側に知識が必要なのかを検討することが重要である。

引用・参考文献

阿江通良(2006)、「バイオメカニクスデータの解釈はいかに学生に教えるか(4): 体育スポーツ編」『バイオメカニクス学会誌』Vol 30. No 4, 238-241ページ。

- 青山清英・濱松亜紀・小木曾一之・小山裕三・関岡康雄 (1994), 「走幅跳の踏切動作における身体各部の役割」『陸上競技研究』第17巻, 2-9ページ.
- 青山清英・川口逸人・伊佐野龍司 (2017), 「バイオメカニクスデータの保健体育科教員養成教育への活用に関する実証的研究: 学校教育における短距離走のキック動作の指導の場合」『陸上競技研究』第108巻, 23-30ページ.
- 深代千之 (1993), 「コーチングにおける「形」を考える」『J.J. Sports Sci』, 第12巻5号, 298-302ページ.
- 深代千之・宮下充正 (1984), 「走幅跳における効果的動作の評価法」『第7回日本バイオメカニクス学会大会論集』66-70ページ.
- 文部科学省 (2017), 『小学校学習指導要領解説 体育編』, 東洋館出版社.
- 文部科学省 (2018), 『高等学校学習指導要領解説 保健体育編・体育編』, 東洋館出版社.
- 中川宏・青谷清 (1991), 「走り幅跳びの学習指導に関する基礎的研究—小学校児童の跳躍距離にかかわる要因の分析—」『スポーツ教育学研究』第10巻2号, 99-112ページ.
- 中田和寿・阿江通良・宮下憲 (2003), 「バイオメカニクスデータを活用した短距離疾走動作の改善」『陸上競技学会誌』第1巻, 30-38ページ.
- 西村三郎・木野村嘉則・小林育斗・松崎鈴・松下翔一・池田延行 (2017), 「小学校高学年児童を対象とした走り幅跳びの体育授業における学習成果の検討: より大きな鉛直速度を獲得できる踏切は学習可能か?」『体育学研究』62巻, 647-663ページ.
- 宮西智久 (1999), 「学部生に力学のどこまでを理解してもらおうか」『体育の科学』第49巻9号, 709-713ページ.
- 宮下憲・阿江通良・横井考志・橋原孝博・大木正一郎 (1986), 「世界一流スプリンターの疾走フォームの分析」『J.J. Sports Sci』第5巻12号, 892-898ページ.
- 大宮真一・木越清信・尾縣 貢 (2009), 「リバウンドジャンプ能力が走り幅跳び能力に及ぼす影響: 小学校6年生を対象として」『体育学研究』第54巻, 55-66ページ.
- 佐川和則・伊藤章・伊藤道郎・斉藤昌久・加藤謙一 (1997), 「アジア男子トップスプリンターの中間疾走フォーム」『佐々木秀幸・小林寛道・阿江通良監, アジア一流陸上競技者の技術』創文企画, 33-48ページ.
- 田中滋規・宮本学・佐藤尚武 (2002), 「小学校5年生の体育授業における走り幅跳びの練習効果」『バイディア, 教育実践研究指導センター紀要』第10巻, 37-45ページ.
- 結城匡啓 (2011), 「スピードスケートのアスリートおよびコーチの立場から求めるスポーツ医学」『The journal of Japanese Society of Clinical Sports Medicine』, 第19巻3号, 390ページ.