

踏切板の違いが踏切動作および高さに与える影響

The effect of different in takeoff board on jumping behavior and height

体育学部体育学科

坂本 康輔

SAKAMOTO, Kousuke

Department of Physical Education

Faculty of Physical Education

体育学部体育学科

早田 剛

HAYATA, Gou

Department of Physical Education

Faculty of Physical Education

要旨：本研究では固定式とスプリング式踏切板の違いが踏切動作および高さに与える影響について調査した。その結果、1) 跳躍高では弾性による違いからスプリング式が高値を示し、高い跳躍を得られることが明らかとなった。2) 助走速度、踏込み速度、減速率は同程度であり、個人に合わせて取り組みやすい踏切板を用いることができると考えられた。3) スプリング式は身体を一本の棒のようにして踏切るなど、弾性を生かした跳躍方法を指導することが有効的であると考えられた。4) 踏切板の弾性による違いから接地時間は異なったが、ともに0.2secを下回り、踏切板を利用した跳躍はSSC能力に影響する可能性が示唆された。

キーワード：跳び箱、跳躍、踏切板

1. はじめに

器械運動とは身体の回転や倒立など、日常生活では通常行われない動きを含んだ運動を行う種目である。器械運動として教育的な目的をもって実施されるようになったのは19世紀の初めであり、時代とともに各器具について様々な運動形式が考えられてきた。そして現在では、高度な身体支配能力が要求され、さらに競技的側面を与えたとされるマット運動、鉄棒運動、跳び箱運動、平均台運動が学校教育で取り入れられている。器械運動の特性には「できた」という体験が多く存在している点において、楽しさや喜びを深く味わうことができる運動種目であり(三木, 2005)、様々な運動領域の中でも、「できる」「できない」が顕著に現れる運動であるとされている(松本ら, 2009)。その背景には、児童が日常生活の中で身体を腕で支えたりすることがほとんどないことや、腕で突き放して台を跳び越したり、腕で支えて逆立ちしたりするような非日常的な運動をほとんど経験しないためではないかと述べられている(松本ら, 2009)。

小学校および中学校、高等学校の学習指導要領には跳び箱運動が位置づけられている。跳び箱運動は長方形の木枠を積み重ね、最上部に布や革などを張った箱形の体操器具に対して、勢いをつけて跳び越える運動である。この時に踏切板を使用することが認められて

いる。踏切板は跳び箱をより跳びやすくするために用いられる用具である。

跳び箱運動の要素は、1. 助走、2. 踏込み、3. 踏切、4. 第一飛躍局面、5. 着手、6. 第2飛躍局面、7. 着地の7つの局面に分けられる(中島ら, 1979)が、踏切板はこれらのうち、助走を除くすべての局面に影響を及ぼすとされ、踏切の強さは成功試技に影響したり(花井ら, 2014)、技全体の出来栄に大きく影響したりするものと考えられる。

また跳び箱運動に用いる踏切板には、「固定式」と「スプリング式」の2種類が存在する。スプリング式踏切板(以下、スプリング式)は合板がS字状構造をしており、固定式踏切板(以下、固定式)よりも弾性のある踏切板として、容易に高い跳躍を行うことが可能である。

つまり、スプリング式のような高い弾性を持った踏切板から跳躍を行うことによって、各校種の学習指導要領に記載されている跳び箱運動の基本的な技よりも、さらに高い跳躍力が必要とされる屈身跳びや前方倒立回転跳びなどの発展技の跳躍も可能になると考えられる。しかしながら、学習指導要領における「踏切板」に関する記述は、学習評価の観点内の「マットや跳び箱、踏切板などの器械・器具の正しい使い方や試技をする前の待ち方、技を観察するときなどのきまりを守り、誰とでも仲よく励まし合うこと。」のみであ

る。その他の踏切に関する記述は各学習指導要領に複数示されているものの、技能面に関する記述は見当たらない。金子（1987）は、踏切板の最も有効な場所を踏む利点があると分かっているが、その為の学習活動はほとんどないがしろにされているのが現状であると述べており、現在までにも踏切に関して具体的な練習方法や必要に応じた踏切板の選定方法が示されていない。さらに、跳び箱の助走や着手、切り返しなどの指導方法は多くの指導書に書かれている一方、固定式とスプリング式の踏切板の弾性は明らかに違うにも関わらず、学校教育における踏切板の違いが跳び箱運動の技能や跳躍に与える影響について調査した研究報告はない。踏切板の違いによる跳躍高や跳躍動作への影響を明らかにすることは、安全かつ効率的な技能取得方法を考案することを可能にすると考えられる。

そこで、本研究は、固定式とスプリング式の踏切板が跳躍動作および跳躍高に及ぼす影響を明らかにし、跳び箱の技術指導に活かすことを目的とした。

2. 方法

2.1 対象者

本研究の対象者は健康な男子体育学科生男子13名（身長：170.2±4.71cm，体重：64.4±5.9kg）である。実験は測定項目数を考慮し、2日間に分けて実施した。また、測定前に体調確認を行い、健康に異常がないうえで実験を行った。なお、所属部活動や運動経験の有無は問題としなかった。全ての対象者に、本研究の目的と方法を説明し、同意を得て行った。

2.2 実験試技

図1に実験の見取り図を示す。

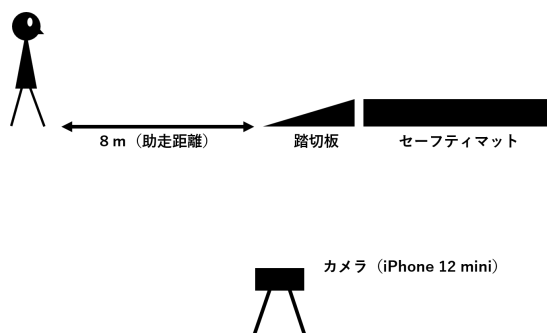


図1 実験見取り図

踏切用具から8m離れた場所から助走を行い、固定式（縦：0.1m，横：1.0m）（図2）とスプリング式（縦：0.2m，横：1.2m）（図3）を用いて跳躍を行っ

た。対象者にはできるだけ上方へ高く跳ぶように指示し、十分に準備運動や練習を行わせた上で各試技1回ずつ実施した。なお、安全の確保として跳躍用具の前方へセーフティマットを配置し、着地の際はマットの上へ着地をするように指示した。



図2 固定式踏切板

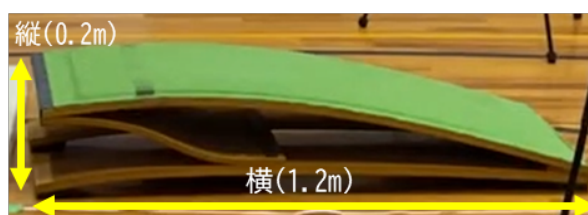


図3 スプリング式踏切板

2.3 撮影方法

助走側方に設置した三脚に固定したカメラ（iPhone12 mini，Apple Inc.）を用いて試技を撮影したその際のサンプリング速度は60fpsとした。

2.4 計測方法

本研究では各跳躍試技の局面を①助走局面（助走開始から片脚踏込み局面まで）、②踏込み局面（片脚踏込みから踏切板上の両足着地まで）、③踏切局面（踏切板上の両足接地から離地するまで）、④空中局面（踏切板の離地からマット着地まで）と定義した（図4）。対象者には大転子部に目印となるマーカーを貼付し、実験試技を行わせた。

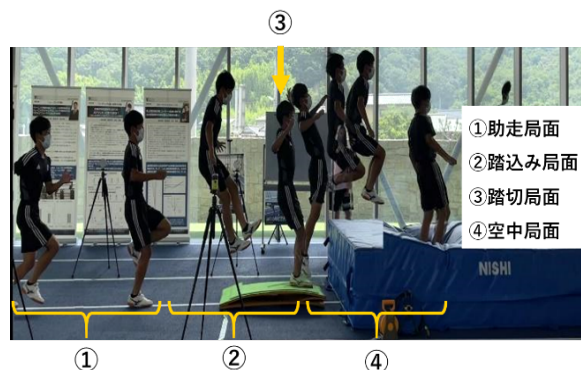


図4 実験の様子

2.5 解析項目

撮影した試技はPCに読み込み、解析用ソフトウェア(Trackerver.6.1.1)を用いて大転子を手動デジタイズした。得られた位置座標から助走速度、踏込み速度、踏込み高、跳躍高を算出した。またDartfish2022(株式会社ダートフィッシュ・ジャパン)を用いて接地時間、踏切時膝関節最大屈曲角度を算出した。以下に各変数の定義を示す。

2.5.1 助走速度

片脚踏込みを行う足部が地面に接地した瞬間の大転子水平速度を助走速度とした。

2.5.2 踏込み速度

両足が踏切板上に接地した瞬間の速度を踏込み速度とした。

2.5.3 減速率

以下の式で減速率を算出した。

$$\text{減速率} = \frac{(\text{踏込み速度} - \text{助走速度})}{\text{助走速度}} \times 100$$

2.5.4 踏込み高

踏込み局面(図4-②)における大転子の最大高を踏込み高とした。

2.5.5 接地時間

踏切板上の両足支持期の時間とした。

2.5.6 踏切板接地中の膝関節最大屈曲角度

踏切板の接地時における、両足支持期の膝関節の最大屈曲角度を計測した(図5)。



図5 踏切板接地中の膝関節最大屈曲角度

2.5.7 跳躍高

空中局面(図4-④)における大転子の最大高から踏切局面(図4-③)における踏切板離地前の大転子高を引いた値とした。

2.5.8 RJ(リバウンドジャンプ)指数

各踏切板上の両足支持期の時間を計測しリバウンドジャンプ動作における伸張-短縮サイクル運動の遂行能力(SSC運動能力)の指標として、有賀ら(2018)や関子ら(1995)の方法に基づき、次式によりRJ指数を算出した。

$$\text{RJ指数} = \frac{\text{跳躍高}}{\text{接地時間}}$$

3. 統計処理

算出した値は全て平均±標準偏差で示した。固定式とスプリング式の値の比較には、Microsoft Excelを用いて、対応のあるt検定を行った。統計処理における有意水準は5%未満とした。

4. 結果

本研究の結果、助走速度(固定式:5.35±0.8m/s, スプリング式:5.29±0.53m/s, p=.76), 踏込み速度(固定式:3.89±0.63m/s, スプリング式:3.88±0.47m/s, p=.95), 減速率(固定式:26.80±11.00%, スプリング式:26.51±8.00%, p=.93), RJ指数(固定式:5.03±1.01, スプリング式:5.04±0.80, p=.96)には有意な差は認められなかった(表1)。

また、踏込み高(固定式:0.22±0.76m, スプリング式:0.28±0.58m, p=.008), 接地時間(固定式:0.15±0.03sec, スプリング式:0.17±0.03sec, p=.001), 踏切板接地中の膝関節最大屈曲角度(固定式:132.6±4.3°, スプリング式:138.7±5.50°, p=.002), 跳躍高(固定式:0.45±0.08m, スプリング式:0.51±0.10m, p<.001)にはそれぞれ有意な差が認められた。

5. 考察

5.1 跳躍高について

スプリング式が固定式よりも6cm高値を示し、踏

表1 解析結果

		固定式	スプリング式	
助走速度	(m /s)	5.35±0.8	5.29±0.53	n.s
踏込み速度	(m /s)	3.89±0.63	3.88±0.47	n.s
減速率	(%)	26.80±11.00	26.51±8.00	n.s
踏込み高	(m)	0.22±0.76	0.28±0.58	*
接地時間	(sec)	0.15±0.03	0.17±0.03	*
踏切板接地中の 膝関節最大屈曲 角度	(°)	132.6±4.33	138.7±5.50	*
跳躍高	(m)	0.45±0.08	0.51±0.10	*
RJ指数		5.03±1.01	5.04±0.80	n.s

p<0.05*

切板の違いが高さに影響していることが明らかとなった。

一般的に水平速度が速い場合、跳躍高は高くなるとされていたが、助走局面、踏込み局面の速度はともに同程度であった。つまり、跳躍高の違いは弾性によるものであると考えられる。スティフネスの低下は跳躍高を向上させる (Aromatizes et al., 2004) とし、スプリング式のS字構造はばねのようなはたらかがあるため、固定式よりもスティフネスが低く、弾性が高いことから、跳躍高に影響を与えたと考えられる。

跳び箱は高さに応じた跳躍が求められ、開脚跳びの成功条件には、着手した時点で肩の高さに近い位置まで腰の位置が上昇していることが挙げられている (花井ら, 2014)。つまり、スプリング式の弾性は跳び箱よりも高く腰部を持ち上げるためにスプリング式の弾性は有効であり、より高い跳躍を必要とする屈身跳びや前方倒立回転跳びなどの発展技の跳躍も行いやすくなるはずである。また、踏切板の規格 (スプリング式: 縦0.2m (踏込み局面時: 0.12m), (固定式: 縦0.1m) から、スプリング式は固定式よりも更に高い位置から跳躍していることから、不足した跳躍高を解消しやすいと考える (表2)。

しかし、本研究では跳び箱を設置していない条件下の試技であった。そのため、実際に跳び箱を設置した場合、助走や踏込み動作が変化し、跳躍高に影響する可能性があることから、今後は跳び箱の影響を考慮し

た調査が必要である。

5.2 踏込み高と減速率について

踏込み高はスプリング式が高値を示し、対象者は踏切板の規格に合わせて踏込んでいることが明らかとなった。しかし、5.1で述べたように助走、踏込み局面の速度は同程度であったことから、踏込み高が与える跳躍の影響は少ないと考える。跳び箱が跳べない人の特徴に、恐怖心から直前で加速ができなくなる (板谷, 2018) 場合があり、今回の結果から踏切局面までの恐怖心を克服する練習では、個人に合わせて取り組みやすい踏切板を用いることができると考える。

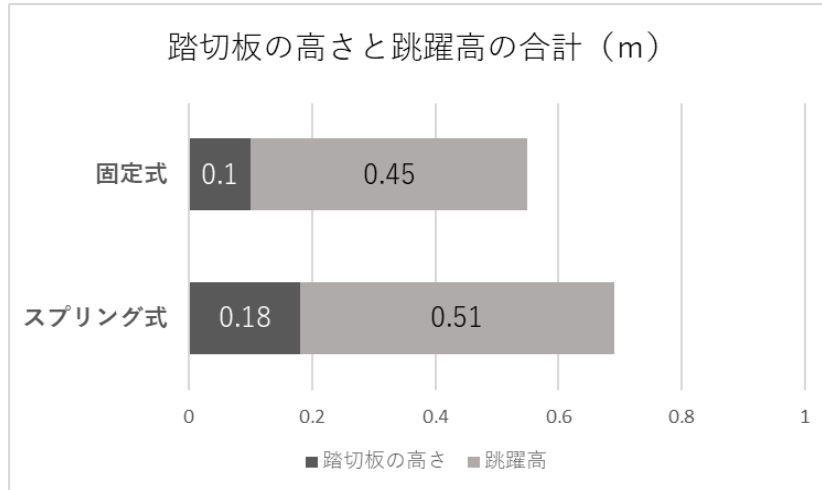
また、減速率は26%程度であった。走り幅跳びでは踏切1歩前でおおよそ6%の速度減少がある (Jarver, 1970, Popovら, 1983) とし、踏切1歩前の低い減速率は高い鉛直速度を得ることができるとされている (瀬山ら, 1997)。実験時は「できるだけ高く跳ぶように」と指示したため、水平速度を垂直方向へ切り替える動作が減速に繋がったと考えられた。

跳び箱は高さに合わせて鉛直方向の跳躍が求められ、踏込み局面の減速を抑えることはより高い跳躍力の獲得に繋がると考える。そのため、踏込み練習では踏込み時の減速を抑える指導を行う必要がある。

5.3 踏切板接地中の膝関節最大屈曲角度について

スプリング式は固定式よりも屈曲を小さくさせ、弾

表2 踏切板の高さと跳躍高の合計(m)



性を生かした跳躍を行っていることが示唆された。

ばねなどが使用されている弾性が高い面の跳躍は、ばねを効果的に利用することが跳躍高の向上に繋がります(本嶋ら, 2016), 踏切時に下肢関節の屈曲を小さくさせることが跳躍高を得るために有効であるとしている(Arampatizis et al., 2001, Ferris and Farley, 1997, 佐野, 2007)。また, 体操競技における跳馬の踏切時においても, 身体を「ばね」というよりも「棒」のように振る舞うことが, 高い跳躍に繋がるとされている(佐野ら, 2010)。そのため, 跳び箱の踏切局面においても, 水平速度から得た力を逃がさず, 踏切板の弾性を活かせるように屈伸を少なくした跳躍指導を行うことは高い跳躍に繋がると考える。

一方で固定式は, 屈伸動作を利用して跳躍を行っていることが示唆された。弾性が少ない面で行う跳躍は, 身体能力を生かした屈伸動作が跳躍高に影響する(澤村ら, 1998)。つまり, 弾性が低い固定式では身体能力を生かして跳躍したと考える。

踏切局面の動作について, 膝関節の最大屈曲角度の違いは明らかとなったが, 踏切板の違いによる踏切動作をより明確にするため, 股関節角度や足関節角度などの調査は今後の課題である。

5.4 RJ指数と接地時間について

バリスティックな伸張-短縮サイクル(Stretch Shortening Cycle; SSC)の能力指標となるRJ指数は同程度であったが, 接地時間, 跳躍高ともに有意な差がみられたことから踏切動作に違いがあると考えられた。

本嶋(2016)によると, スプリング条件における体操選手と陸上混成選手のRJ指数は同程度であったと

報告している。しかし, 跳躍高は, 陸上混成選手が有意に高い値を示し, 接地時間は体操選手が短い値であったことから, それぞれ異なった跳躍をしていたとされていることから, 本研究も類似した結果となった。

また, 固定式がスプリング式よりも短い接地時間で跳躍していることが明らかとなった。これはスプリング式の構造から, 踏切時による合板の沈み込みから跳ね返りまでの一連の動作が行われ, 弾性エネルギーを蓄えるための時間差ではないかと考える。

一方, 両踏切板で接地時間は0.2secを下回り, SSC能力が発揮されている可能性が示唆された。スポーツパフォーマンスに必要とされる筋力やパワーの多くは短時間内にいかに大きく発揮できるかであり, 0.1~0.2sec程度の接地時間はSSC能力を構成する要因であるとされている(松永ら, 2009)。跳び箱の踏切動作では, 両足踏切時にたたきつけるような踏切を行うとし(三木, 2005), エキセントリックな筋緊張に有利に働かせることができる(金子, 1987)としている。少なくとも踏切る瞬間に発揮される運動はSSC能力が働き, 跳び箱運動の踏切板使用は各運動能力の向上に繋がる可能性があると考ええる。永松ら(2009)は, 高いSSC能力は下肢関連種目の運動能力に影響を与え, 主に50m走, 1500m走, 立ち幅跳び, 反復横跳びなどの運動能力に影響を与えていると報告している。つまり, 踏切板を用いた跳躍時に発揮される力は, 児童・生徒の体力低下傾向・運動やスポーツ活動実施の二極化に対し, SSC運動を運動負荷とした機会提供に貢献できると考える。

しかし, 本研究では踏切板の違いを調査しているため, 学校教育で用いられている体力テストを実施していないことや, 垂直跳び, RJテストなどの跳躍能力

を測る項目とRJ指数の関係性については明らかにしていない。今後は踏切板を用いた跳躍と個人の跳躍能力の関係性を明らかにすることが課題である。

5.5 今後の課題と展望

本研究では跳び箱指導の安全かつ効率的な技能取得方法を考案することを目的に、踏切板の違いによる跳躍高や跳躍動作について調査した。得られた結果から目的に応じて踏切板を使い分けることは安全面や技術指導面に生かされる可能性が示唆された。

助走、踏込み局面の速度の結果から、踏切板へ踏切るまでの練習では、取り組みやすさに違いはないと考えられた。しかし、スプリング式は固定式よりも弾性が高く跳躍力を得やすいため、踏切以降の跳躍に影響を与え、高い跳躍が必要とされる発展技の取得も容易になることから、練習目的によって変更することが望ましいと考える。しかし、安全面ではスプリング式の使用は跳びすぎによる事故に繋がる可能性がある。技の見栄えを高める練習や未体験の技や高さに挑戦する際、助走を高めて踏切ると、前のめりに着地するなど大事故に繋がる（金子，1987）ことがあるため、個人の身体能力や跳び箱の高さに応じて、踏切板を変更することも必要であると考えられる。

また、スプリング式は踏切時の跳躍力を高められると同時に負担を軽減でき、膝の障害予防にも繋がるとされている（市場，2005，金子，1987）ことから、弾性が少ない固定式の使用は安全面の配慮を考える必要がある。しかし、踏切局面の衝撃について調査しておらず、必ずしも障害予防に繋がるとは断言できないため、今後調査が必要である。

跳び箱を跳ぶためには多くの指導書があるように、様々な技術が必要とされている（土屋，2021）。学習指導要領は「基本的な技の一連の動きを滑らかに安定させて跳び越すこと」とし、踏切板を上手に踏切るほか、跳び箱の高さに応じて、踏切から第一空中局面のスムーズな移行や、着手、切り返しを安定して行えるようになることが求められている。助走から着地までに様々な運動要素が混在していることは明らかであり、単に反発性が高いスプリング式を用いれば、跳び箱を跳ぶことができるとは考えにくい。今回、跳び箱を設置していない条件で調査したため、実際に跳び箱を設置した場合、今回得られた結果と異なると推察する。より具体的な安全配慮や技術指導を検討するためには、障害物を設置した条件で実施することや、個人の身体能力や跳び方などを調査することが課題であ

る。

6. 結語

健全な男子体育学科生男子13名を対象に固定式とスプリング式の踏切板を用いて、助走、踏切、跳躍における一連の動作を測定した。固定式とスプリング式の跳躍動作および高さの違いについて、下記にまとめた。

- 1) 跳躍高はスプリング式が固定式よりも有意に高値を示した。助走、踏込み速度は同程度であったため、弾性の違いによるものと考えられた。また、スプリング式は高い位置から踏切っていることから、不足した跳躍高を解消しやすくなると考えられた。
- 2) 助走速度、踏込み速度、減速率は固定式、スプリング式間で有意な差がみられなかった。そのため、個人に合わせて取り組みやすい踏切板を用いることができると考えられた。しかし、跳び箱を設置した場合、各動作や速度に影響する可能性があるため、今後は跳び箱を設置した条件下で調査を行う必要がある。
- 3) 踏切板接地中の膝関節最大屈曲角度の結果から、跳び箱の指導時にスプリング式を用いる場合、水平速度から得た力を逃がさず、踏切板の弾性を活かせるように屈伸を少なくした跳躍指導を行うことが有効的であると考えられた。
- 4) 接地時間は固定式が有意に低値を示した。これは踏切板の構造によるものと考えられた。一方で両踏切板は0.2secを下回っていたことから、踏切板を利用した跳躍はSSC能力に影響する可能性が示唆された。しかしながら、SSC能力を評価するリバウンドジャンプ指数と跳躍能力との関係性について明らかにしていないため、今後の研究課題である。

謝辞

本研究を実施するにあたり、本研究にご指導・ご鞭撻いただいた石村先生をはじめ、ご協力いただいた学生の皆様に深く感謝いたします。

7. 参考文献

- Arampatzis, A. Bruggeman, G. P., and Klapsing, G. (2001), *Leg stiffness and mechanical energetic processes during jumping on a sprung surface*. Med. Sci. Sports Exec., 923-931.
- 有賀誠司, 加藤健志, 積山和明, 藤井壮浩, 後藤太郎, 両角速, 西出仁明, 小澤翔, 生方謙 (2018) 「リバウンドジャンプ能力の競技別特性」, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 7-16.
- Bruggeman, G. P. (2004), *Interaction of the human body and surfaces of different stiffness during drop jumps*. Med. Sci. Sports Exec., 36(3): 451-459.
- Ferris, D. P. and Farley, C. T. (1997), *Interaction of lustiness and surface stiffness during human hopping*. J. App. Physiol., 82(1): 152.
- 後藤幸弘, 本多弘子, 辻延浩 (1996) 「走り高跳びの学習指導に関する基礎的研究 - 踏切板 (用具) の使用が跳躍高に及ぼす影響について - 」, 実技教育研究, 11, 61-74.
- 花井裕梨, 前野信久 (2014) 「跳び箱運動の動作分析」, 健康医療科学研究, 4, 49-58.
- 板谷厚, 小武真慧, 佐野元基, 越智友亮, 玉田昌平 (2018) 「跳び箱に恐怖心を持つ大学生における助走の練習が跳び箱の助走と跳躍に及ぼす影響」, 北海道教育大学紀要, 教育科学編, 68 (2), 603-610.
- 市場俊之 (2005) 「男子体操競技」, 114, 中央大学学術図書.
- 伊藤嶺一郎, 鈴木雄貴, 桜井伸二 (2017) 「走幅跳のボードトレーニングが踏切動作に与える即時効果」, 中京大学体育研究所紀要, Vol.31.
- Jarver, J (1970), *The Long Jump*. In *Wilt, F. and T. Eckerd's.*, International Track and Field Coaching Encyclopedia. West Nyack, NY. 166-198.
- 金子明友 (1987) 「とび箱平均台運動 教師のための器械運動指導法シリーズ」, 70-72, 大修館書店.
- 高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説 保健体育編 体育編, 64, 文部科学省.
- Lehtonen P, Komi PV. (1979), *Mechanical power and segmental contribution to force impulses in long jump takeoff* J Appl Physical Occupuy Physical 41, 267-274.
- 松本香奈, 久世均, 内藤譲, 川口順子, 上出武則 (2009) 「小学校体育・器械運動における児童の学習支援方法に関する教材開発」, 日本教育情報学会, 年会論文集, 25.
- 三木四郎 (2005) 「新しい体育授業の運動学 子どもができる喜びを味わう運動学習に向けて」, iii, 80, 明和出版.
- 本嶋良恵, 小森大輔, 北川淳一, 前田明 (2016) 「踏切面の違いが体操競技選手および陸上競技跳躍・混成選手のリバウンドドロップジャンプ遂行能力および跳躍動作に及ぼす影響」, 体育学研究, 61巻, 1号.
- 永松幸一, 武田誠司 (2009) 「SSC遂行能力と体力・運動能力評価種目の関係について」, 都城工業高等専門学校研究報告, 43巻, 1-5.
- 中島光弘, 太田昌秀, 吉田茂, 三浦忠雄 (1979) 『器械運動指導ハンドブック』, 大修館書店.
- Popov, V. B.(1983)*The long jump run-up*. Teach, 2708-2709.
- Ramey MR, Williams KR. (1985), *Ground reaction forces in the triple jump*. Int J Sport Biome, 233-239.
- 瀬山亮, 山西哲朗 (1997) 「走幅跳の助走速度に関する実験的研究」, 群馬大学教育学部紀要, 33, 139-150.
- 澤村博, 川井昂, 阿部信博, 小山裕三, 高橋正則, 青山清英, 下河内洋平, 安井年文 (1998) 「ドロップジャンプの跳躍高・踏切時間・遂行能力に影響を与える動作要因」, 陸上競技研究, 35 (4).
- 佐野真也 (2007) 「体操跳馬の踏切動作」, 体育の科学, 511-515.
- 佐野真也, 池上康男, 布目寛幸, 桜井伸二 (2011) 「跳馬における跳躍板と選手との力学的相互作用」, 岐阜市立女子短期大学研究紀要, 21-23.
- 小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 体育編, 86.
- 土屋純 (2021) 「体操競技のバイオメカニクス」, 講談社, 131-138.
- 米田継武 (1989) 「すばやい力発揮の制御」, jpn. j. sports sci. 657-662.
- 岡子浩二, 高松薫 (1995) 「リバウンドドロップジャンプにおける踏切時間を短縮する要因 - 下肢の各関節の仕事と着地に対する予測に着目して - 」, 体育学研究, 29-39.