

## 助走付五段跳における補助器具の利用が跳躍に及ぼす即時的影響 ー跳躍距離およびシザース動作に着目してー

小森大輔<sup>1)</sup>, 金高宏文<sup>1)</sup>, 濱中良<sup>2)</sup>, 近藤亮介<sup>1)</sup>, 瓜田吉久<sup>1)</sup>, 松村勲<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>鹿屋体育大学

<sup>2)</sup>米子工業高等専門学校

キーワード: 助走付五段跳, 補助器具, 積極的着地, 振込動作

### 【要 旨】

本研究は, 筆者が考案した補助器具を装着して助走付五段跳を実施させることによって, 助走付五段跳の跳躍距離およびシザース動作に及ぼす即時的な影響について事例的に検討した.

補助器具を装着して助走付五段跳を実施させると, 接地時間および滞空時間が長くなり, 総跳躍距離は 18.01m から 18.29m へ延伸した. その後, 補助器具を外した Post 測定では総跳躍距離が 18.74m となった. 補助器具を装着することによって, 接地時の体幹部の前傾および踏切脚の後方への流れを抑えることができたこと. また, 踏切脚の引きもどし動作と自由脚の振込動作からなるシザース動作を即時的に強調することができたことによってブレーキロスを少なくするとともに, 踏切脚への予備緊張を与えて筋力発揮能力を高め, 大きな鉛直力積 (鉛直速度) を獲得することで, 跳躍距離の延伸に影響を及ぼしたと考えられた. 考案した補助器具はシザース動作を即時的に強調させる手段の一つとなる可能性が示唆された.

スポーツパフォーマンス研究, 12, 456-470, 2020 年, 受付日: 2020 年 3 月 24 日, 受理日: 2020 年 8 月 31 日

責任著者: 小森大輔 891-2393 鹿屋市白水町 1 番地 komori@nifs-k.ac.jp

\* \* \* \* \*

## **Effects of a newly developed auxiliary equipment for the 5-step jump with approach run: jumping distance and scissor action**

Daisuke Komori<sup>1)</sup>, Hirofumi Kintaka<sup>1)</sup>, Ryo Hamanaka<sup>2)</sup>, Ryosuke Kondo<sup>1)</sup>,

Yoshihisa Urita<sup>1)</sup>, Isao Matsumura<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

<sup>2)</sup> National Institute of Technology, Yonago College

Key words: five-step jump with approach run, auxiliary equipment,  
active landing, step-in motion

**[Abstract]**

The present study examined effectiveness of auxiliary equipment that the authors developed for improving jumping distance and scissor action in the air in the five-step jump with approach run.

The participant in the study was one male university student. When wearing this auxiliary equipment, he extended his time on the ground before taking-off and in the air during jumping, and his total jumping distance improved from 18.01 m to 18.29 m. In post measurements taken when he was not wearing the auxiliary equipment, his total jumping distance further improved to 18.74 m.

Possible reasons for these changes after practice while wearing this auxiliary equipment are as follows:

- 1) The jumper could control the trunk of his body which had tended to bend forward, as well as his taking-off foot which had tended to move toward the back.
- 2) The jumper could strengthen the scissor action in the air that consisted of the returning action of the taking-off foot and the swinging action of his free foot.
- 3) The jumper could give preliminary tension to his taking-off foot, which reduced the breaking loss and increased the exertion of muscle power.
- 4) The jumper could get a higher vertical speed, which resulted in longer jumping distances.

The newly developed auxiliary equipment may be a useful tool for quickly strengthening the scissor action.

## I. 背景および目的

バネ能力を向上させる代表的なトレーニングに、筋・腱の伸張—短縮サイクルを利用したプライオメトリックトレーニング（以降、プライオメトリックスとする）がある。プライオメトリックスの中でも、水平方向の移動を伴う種目には立五段跳、助走付五段跳、バウンディング等がある。助走付五段跳とは 10m または 15m 程度の助走から左右両脚で交互に連続跳躍し、5 歩分の総跳躍距離を計測する運動（図 1）であり、スピードが無い状態から跳躍を行う立五段跳とは異なり、助走で高めたスピードを維持しながら跳躍距離を獲得することを目的とする運動である。この助走付五段跳の総跳躍距離とスプリントパフォーマンスや跳躍能力（IAAF score）との間に相関関係がある（青木ほか, 2007; 黒川・前村, 2013; 熊野, 2014）こと、走幅跳および三段跳競技者にとって助走付五段跳はトレーニングやコントロールテストとして重要である（熊野ほか, 2018）ことが報告されている。上述の通り、助走付五段跳は左右両脚で交互に連続跳躍する運動であることから、これはバウンディング動作そのものと言える。

バウンディング動作において、吉田（2011）は、接地は積極的にして、なるべく短い接地時間で行えるように、空中ではリラックスして、脚をはさみ込むイメージで着地に向かうと述べている。また、バウンディング動作は、水平方向へ跳躍する三段跳と類似している局面が多い。村木（1982）は、三段跳のステップ・ジャンプにおいて、ブレーキロスを少なくするとともに、踏切脚へ予備緊張を与えて筋力発揮能力を高める方法として、積極的着地を奨励している。積極的着地とは、踏切脚は、両腕、肩、自由脚の空中での反動動作とともに、前方へ差し出され、次いで振込動作とともに自由脚とのシザース（はさみつけ）運動によって、地面キャッチの瞬間を目がけて勢いよく引きもどされる動作である。濱中ほか（2019）は約 5 ヶ月間で積極的着地を習得し、三段跳の競技記録が向上したことを報告している。以上のことから、バウンディング動作において、前方に差し出された踏切脚が自由脚の振込動作とともに勢いよく引きもどされる動作（以降、シザース動作とする）の重要性が伺える。

筆者は跳躍種目を専門とする学生競技者を指導しており、立五段跳や助走付五段跳はコントロールテストおよびトレーニングとして取り入れている。5 年の指導経験の中で、特に三段跳を専門とする競技者の多くは、シザース動作が見受けられたが、その他の跳躍種目を専門とする競技者では必ずしもそうではなかった。シザース動作を強調させることで、総跳躍距離が延伸できればトレーニング負荷は高まり、そのようなトレーニングを継続することでスプリントパフォーマンスや跳躍能力の向上が期待できる。そこで、筆者はシザース動作を即時的に強調させる方法はないか考え、図 2 のような器具（以降、補助器具とする）を製作した。本研究の目的は、筆者が考案した補助器具を装着して助走付五段跳を実施させることによって、助走付五段跳の跳躍距離およびシザース動作に及ぼす即時的な影響について事例的に検討することであった。

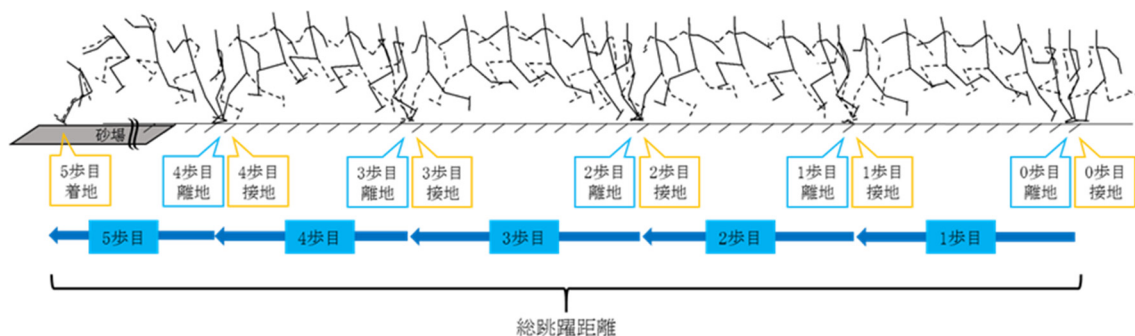


図 1. 助走付五段跳の局面定義

## II. 方法

### 1. 対象者

対象者は、K 大学陸上競技部に所属し、棒高跳（自己最高記録 5.10m, 競技歴 10 年）を専門とする男子学生 1 名とした。対象者の立五段跳および助走付五段跳の自己最高記録は 15.05m と 19.10m であった。対象者の助走付五段跳の能力は、走幅跳で 6.97m, 三段跳で 14.13m というレベルであった（熊野ほか, 2018）。対象者の身長は 1.82m, 体重は 71.5kg, 体脂肪率は 9.8% であった。なお、体重および体脂肪率は、TANITA 社製（BC-118E）を用いて測定し、体脂肪率はインピーダンス法で算出した。対象者には、実験にともなう危険性を十分に説明し、事前に実験参加に対する同意を得た。

### 2. 補助器具の構造

図 2 に補助器具の構造を示した。幅 0.025m, 長さ 0.50m に切ったアクリルファッションテープ（ハマナカ社製, H741-500）に、テープアジャスター（ニフコ社製, LL25-02）を縫い付け、輪を作った。そして、輪に D カン（ユタカメイク社製, J1-02）を通し、D カンの部分に長さ 0.50m に切ったセラバンド（D & M 社製, エクストラヘビー, TBB-4）を結んだ（もやい結び）。結んだセラバンドの結び目中心の幅が 0.25m になるように調整した。この補助器具は両脚の脛骨粗面付近に装着し、前後左右に開脚するとセラバンドの張力により、脚のシザース動作が強調される構造となっている。なお、セラバンドの種類および長さは、開脚した際に適度な張力がかかり、脚のシザース動作が促進されること、疾走動作や跳躍動作中にセラバンドの絡まりを防ぐことを考慮し、筆者（身長: 1.79m）が試作を繰り返して種類はブルー（エクストラヘビー, TBB-4）とブラック（スペシャルヘビー, TBB-5）の 2 種類を用意した。以降、ブルーのセラバンドを装着した試技を補助器具 A, ブラックのセラバンドを装着した試技を補助器具 B とし、補助器具 B の方がセラバンドを伸ばす際に大きな力を必要とした。



図 2. 補助器具の構造

### 3. 実験内容

実験は 2017 年 12 月 14 日に実施し、実験の概要を図 3 に示した。実験の手順として、十分なウォーミングアップを行わせた後、練習試技を 2 本, Pre 測定の助走付五段跳を 3 本行わせた。10 分の休憩後、補助器具 A を装着し、15m のバウンディングを 2 本行わせた。次に補助器具 A を装着したまま、助走付五段跳の練習試技を 2 本行わせ、本番跳躍を 2 本行わせた。10 分の休憩後、補助器具 B を装着し、15m のバウンディングを 2 本行わせた。次に補助器具 B を装着したまま、助走付五段跳の練

習試技を 2 本行わせ、本番跳躍を 2 本行わせた。10 分の休憩後、Post 測定の本番跳躍を 3 本行わせた。各試技の間隔は、疲労の影響を考慮するとともに、対象者の意思で試技を開始させた。また、補助器具測定の本数は疲労の影響を考慮して各 2 本とした。補助器具装着後のバウンディングおよび補助器具測定においては、補助器具装着中に脛骨粗面周辺を圧迫するため、動作終了毎に補助器具を緩めさせた。全ての本番跳躍を通して、着地まで成立しない試技は無効とし、対象者の主観で失敗試技と判断した場合も同様に無効試技とした。なお、全ての運動において対象者は跳躍用のスパイクシューズを着用した。

助走付五段跳の局面定義は図 1 の通りである。助走歩数は 5 歩とし、5 歩目の踏切足が接地している状態を 0 歩目とし、0 歩目離地から 1 歩目接地までを 1 歩目、1 歩目離地から 2 歩目接地を 2 歩目、2 歩目離地から 3 歩目接地を 3 歩目、3 歩目離地から 4 歩目接地を 4 歩目、4 歩目離地から 5 歩目接地を 5 歩目とした。なお、対象者は助走付五段跳を定期的の実施するコントロールテストや普段の練習時に何度も実践しており、助走付五段跳に慣れていた。

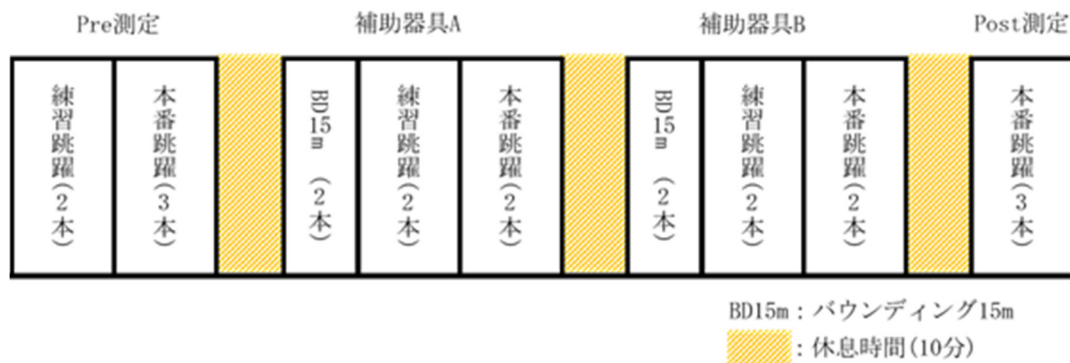


図 3. 実験の概要

#### 4. 測定・調査項目

##### (1) 総跳躍距離

総跳躍距離は、対象者が助走を開始してから 5 歩目の接地位置を目視し、その爪先(スタート地点)から、5 歩目着地点までをメジャーを用いて計測した。なお、5 歩目着地点は、砂場に残った着地跡の中でスタート地点に最も近い位置とした。

##### (2) 各跳躍歩の距離および時間

各跳躍歩の距離を算出するにあたって、Pre 測定、補助器具測定、Post 測定それぞれにおいて総跳躍距離が最大であった試技を分析した。各跳躍歩の距離を算出するために、跳躍ピットの助走路に 2m 間隔でリファレンスマーカーを設置し、デジタルビデオカメラ (HC-W870M, Panasonic 社製, 毎秒 60 フレーム, シャッタースピード: 1/500) でスタンド (助走路から横方向に 16m, 高さ 4m 地点) から固定撮影した。その後、FrameDIASIV (DKH 社製) を用いて接地期における接地足爪先の位置をデジタイズし、2 次元実長換算法により各跳躍歩の距離を求めた。なお、5 歩目の跳躍距離については、メジャーによって計測した総跳躍距離とデジタイズによって算出した 4 歩目までの跳躍距離の差より求めた。

(小森ほか, 2015) .

### (3) 対象者の主観的な運動感覚

助走付五段跳における対象者の主観的な運動感覚の変化を分析するために, 各試技終了直後にコメントを聴取した.

### (4) 連続写真

連続写真を作成するために, 助走路の側方 25m 地点からデジタルビデオカメラ (HC-VX980M, Panasonic 社製, 毎秒 60 フレーム, シャッタースピード:1/500) でパンニング撮影した (図 4). 本研究における接地期は, 接地瞬間から離地直前までとし, 離地期は離地瞬間から次の接地直前までとした. それをもとに, 0 歩目接地から 4 歩目離地までを接地期と離地期に分けてフォームを比較できるようにした. 接地期における連続写真は, 接地瞬間から 0.016sec (1 コマ) 毎に離地直前までを作成した. 離地期における連続写真は, 離地瞬間から 0.033sec (2 コマ) 毎に次の接地直前までを作成した. なお, 各図は上から順に Pre 測定, 補助器具 A, 補助器具 B, Post 測定となっている.

連続写真の線分について, 体幹部は頭頂中点と両大転子の中点を結んだ線分, 大腿部は大転子と膝関節中点を結んだ線分, 下腿部は膝関節中心と踝を結んだ線分, 足部は踵と爪先を結んだ線分とした.

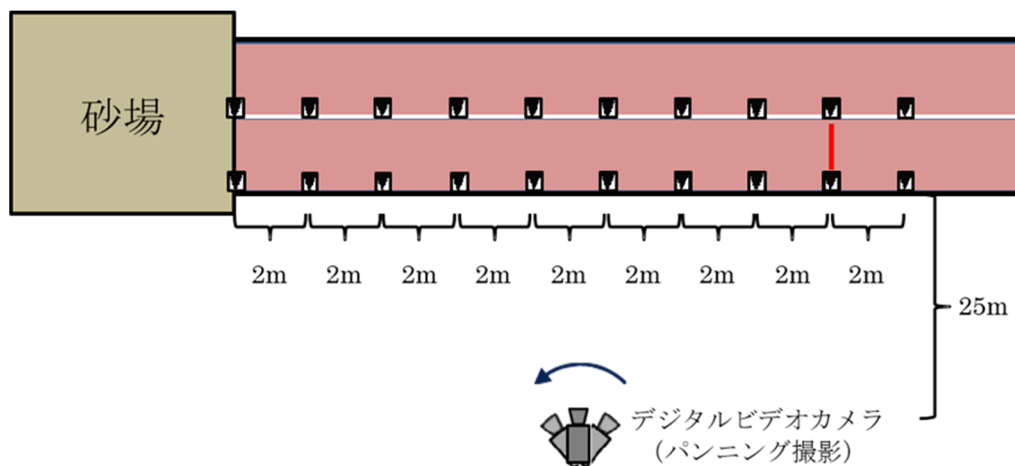


図 4. 助走付五段跳の撮影方法

## III. 結果

### 1. 分析試技および自己最高記録の総跳躍距離

表 1 に, 本研究における全ての試技および対象者の自己最高記録を示した. Pre 測定における最大値は 18.01m, 補助器具 A における最大値は 18.29m, 補助器具 B における最大値は 18.24m, Post 測定における最大値は 18.74m であった. 補助器具 A と B および Post 測定の最大値は Pre 測定よりも高い値であったが, 自己最高記録を超えるものではなかった.



表 1. 助走付五段跳の総跳躍距離

|        | Pre測定 | 補助器具A | 補助器具B | Post測定 | 自己最高記録 |
|--------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1本目(m) | 18.00 | 17.64 | 18.24 | 17.93  | 19.10  |
| 2本目(m) | 18.01 | 18.29 | 18.14 | 18.27  |        |
| 3本目(m) | 17.94 |       |       | 18.74  |        |

:分析試技

## 2. 各跳躍歩における距離および跳躍比率

分析試技の各跳躍歩の距離および跳躍比率を表 2 に示した. 各跳躍歩の距離および跳躍比率は 5 歩目が最も大きかった. 1 歩目から 4 歩目までの跳躍距離においては, 補助器具 A および B は 1 歩目が最も大きく, Pre 測定および Post 測定は 4 歩目が最も大きかった. 1 歩目から 5 歩目までの跳躍距離および跳躍比率の時系列変化をみると, 全ての分析試技で 1 歩目と比較して 2 歩目が小さくなった. 補助器具 B を除く試技において 2 歩目の跳躍距離および跳躍比率が最も小さく, 3 歩目以降は 2 歩目以上の跳躍距離および跳躍比率を獲得しながら 5 歩目で大きく増大する傾向であった. 補助器具 B では, 3 歩目の跳躍距離および跳躍比率が最も小さく, 4 歩目以降は増大した. 跳躍比率をみると, 最小値は Pre 測定 2 歩目の 17.77%であり, 補助器具 A と B および Post 測定では 18%以上を保持しながら跳躍していた.

表 2. 助走付五段跳における各跳躍歩の距離および跳躍比率

| 跳躍距離(m)        | 1歩目   | 2歩目   | 3歩目   | 4歩目   | 5歩目   |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pre測定 (18.01)  | 3.38  | 3.20  | 3.30  | 3.47  | 4.66  |
| 補助器具A(18.29)   | 3.56  | 3.33  | 3.33  | 3.35  | 4.72  |
| 補助器具B(18.24)   | 3.58  | 3.54  | 3.30  | 3.53  | 4.29  |
| Post測定 (18.74) | 3.65  | 3.47  | 3.48  | 3.70  | 4.44  |
| -----          |       |       |       |       |       |
| 跳躍比率(%)        |       |       |       |       |       |
| Pre測定 (18.01)  | 18.77 | 17.77 | 18.32 | 19.27 | 25.87 |
| 補助器具A(18.29)   | 19.46 | 18.21 | 18.21 | 18.32 | 25.81 |
| 補助器具B(18.24)   | 19.63 | 19.41 | 18.09 | 19.35 | 23.52 |
| Post測定 (18.74) | 19.48 | 18.52 | 18.57 | 19.74 | 23.69 |

総跳躍距離が延伸した試技と Pre 測定を比較すると, 5 歩目の跳躍距離は長い方から順に補助器具 A (4.72m), Pre 測定 (4.66m), 補助器具 B (4.29m), Post 測定 (4.44m) であった. 総跳躍距離が最大であった Post 測定では 5 歩目の跳躍距離が減少した. 一方, 1 歩目から 4 歩目までの跳躍距離の最大値は, Pre 測定で 3.47m, 補助器具 A で 3.56m, 補助器具 B で 3.58m, Post 測定で 3.70m

であり, Pre 測定よりも高い値であった. また, 4 歩目までの到達距離は Pre 測定で 13.35m, 補助器具 A で 13.57m, 補助器具 B で 13.95m, Post 測定で 14.30m であり, Pre 測定よりも高い値であった. 4 歩目までにおける Post 測定の跳躍距離の最小値は 3.47m であり, これは Pre 測定の跳躍距離の最大値と同じであることから, Post 測定では Pre 測定の跳躍距離の最大値以上を獲得しながら跳躍を遂行していた.

### 3. 各跳躍歩の接地時間および滞空時間

表 3 に全ての分析試技における接地時間および滞空時間を示した. 接地時間における時系列変化は一定の傾向が見られなかった. 全ての分析試技において着地動作直前である 4 歩目が最も大きい値を示し, 分析試技間の 4 歩目の差は 1 コマ分であった. また, Pre 測定および Post 測定と比較すると, 0 歩目から 2 歩目にかけて補助器具 B の接地時間が長く, 1 歩目から 3 歩目にかけて補助器具 A の接地時間が長かった.

表 3. 助走付五段跳における各跳躍歩の接地時間および滞空時間

| 接地時間(s)        | 0歩目  | 1歩目  | 2歩目  | 3歩目  | 4歩目  |
|----------------|------|------|------|------|------|
| Pre測定 (18.01)  | 0.15 | 0.13 | 0.15 | 0.15 | 0.17 |
| 補助器具A(18.29)   | 0.13 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.18 |
| 補助器具B(18.24)   | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.15 | 0.17 |
| Post測定 (18.74) | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.18 |
| 滞空時間(s)        | 1歩目  | 2歩目  | 3歩目  | 4歩目  | 5歩目  |
| Pre測定 (18.01)  | 0.32 | 0.30 | 0.33 | 0.35 | 0.60 |
| 補助器具A(18.29)   | 0.35 | 0.32 | 0.37 | 0.37 | 0.60 |
| 補助器具B(18.24)   | 0.33 | 0.35 | 0.37 | 0.42 | 0.60 |
| Post測定 (18.74) | 0.37 | 0.35 | 0.38 | 0.43 | 0.62 |

滞空時間については, 全ての分析試技において 5 歩目が最も長く, 分析試技間の 5 歩目の差は 1 コマ分であった. 滞空時間における時系列変化をみると, 補助器具 B を除く試技においては, 2 歩目が最も短く, 3 歩目以降は 2 歩目以上の滞空時間を獲得しながら 5 歩目で大きく増大する傾向であった. 補助器具 B では, 跳躍歩を重ねる毎に増大していた. 総跳躍距離が延伸した試技と Pre 測定を比較すると, 5 歩目を除く全ての跳躍歩において Pre 測定の滞空時間が最小であった. 総跳躍距離が最大であった Post 測定の滞空時間は, 全ての跳躍歩で最も大きい値を示した.



#### 4. 接地期および離地期の跳躍フォーム

[動画 1](#) に Pre 測定 (18.01m) , [動画 2](#) に補助器具 A (18.29m) , [動画 3](#) に補助器具 B (18.24m) , [動画 4](#) に Post 測定 (18.74m) の映像を示した. 筆者 1 名による印象分析 (マイネル, 1981) によって対象者の動作を評価すると, Pre 測定は各跳躍歩において前方向へ跳び出して跳躍しているように見受けられ, その際体幹部が前傾し, 踏切脚が大きく後方へ流れている印象を受ける. 一方, 補助器具測定および Post 測定は, 各跳躍歩において斜め上方向へ跳び出して跳躍しているように見受けられ, Pre 測定よりも跳躍の高さがあり, 滞空時間が長く, 踏切脚の後方への流れが小さい印象を受ける.

離地期における跳躍フォームの代表例 (2 歩目) を図 5 に示した. 補助器具測定および Post 測定においては, 図 5④に示した通り, 体幹部は地面に対して垂直に近く, 踏切脚 (左脚) の大腿は地面に対して平行に近く, 自由脚 (右脚) の大腿が後方へ流れないような姿勢 (以降, 滞空姿勢とする) の保持が Pre 測定よりも長かった. 体幹部では Pre 測定の方が前傾は大きく, 自由脚の大腿部がより後方へ流れているように見受けられる. シザース動作について, 接地に向けて踏切脚を前方へ差し出す動作は全ての試技で確認されたが踏切脚を引きもどす動作は, Pre 測定で確認されなかった (図 5⑨~⑫). 自由脚の振込動作は, 全ての試技で踏切脚の大腿部が下降し始めてから遂行されていた. しかし, 補助器具測定および Post 測定では振込動作を開始する際に, 自由脚の大腿部を一度後方へ動かすことで反動的な振込動作が遂行されていた (図 5⑦~⑨). なお, このような跳躍フォームは 1 歩目でも見受けられた ([動画 5](#)). 3 歩目離地期の跳躍フォームを図 6 に示した. 離地直後に発生する滞空姿勢の保持は, Pre 測定が最も短く, 1・2 歩目と同じ傾向であった. 1・2 歩目の Pre 測定で見られた自由脚の大腿部がより後方へ流れる動作は, 3 歩目では見られなかった. 自由脚を一度後方へ動かす反動的な振込動作および踏切脚の引きもどし動作は, 全ての試技で遂行されており, 試技間の違いは見られなかった (図 6⑧~⑫).

接地期における跳躍フォームの代表例 (1 歩目) を図 7 に示した. 図 7⑥以降, Pre 測定では踏切脚が後方へ流れ, その際に体幹部が前傾し, 前方向へ跳び出して跳躍しているように見受けられる. 一方, 補助器具測定および Post 測定は, 体幹部の前傾が抑えられ, 踏切脚の後方への流れが小さく, 斜め上方向に跳び出して跳躍しているように見受けられる. このような跳躍フォームは 2 歩目の接地期でも確認された. 0 歩目では, 体幹部や踏切脚について試技間で大きな違いは見られなかった. 3 歩目接地期の跳躍フォームを図 8 に示した. 図 8⑦~⑪において, Pre 測定および Post 測定の方が体幹部の前傾は大きかったが, 踏切脚や自由脚について試技間で大きな違いは見られなかった. このような跳躍フォームは 4 歩目の接地期でも確認された.

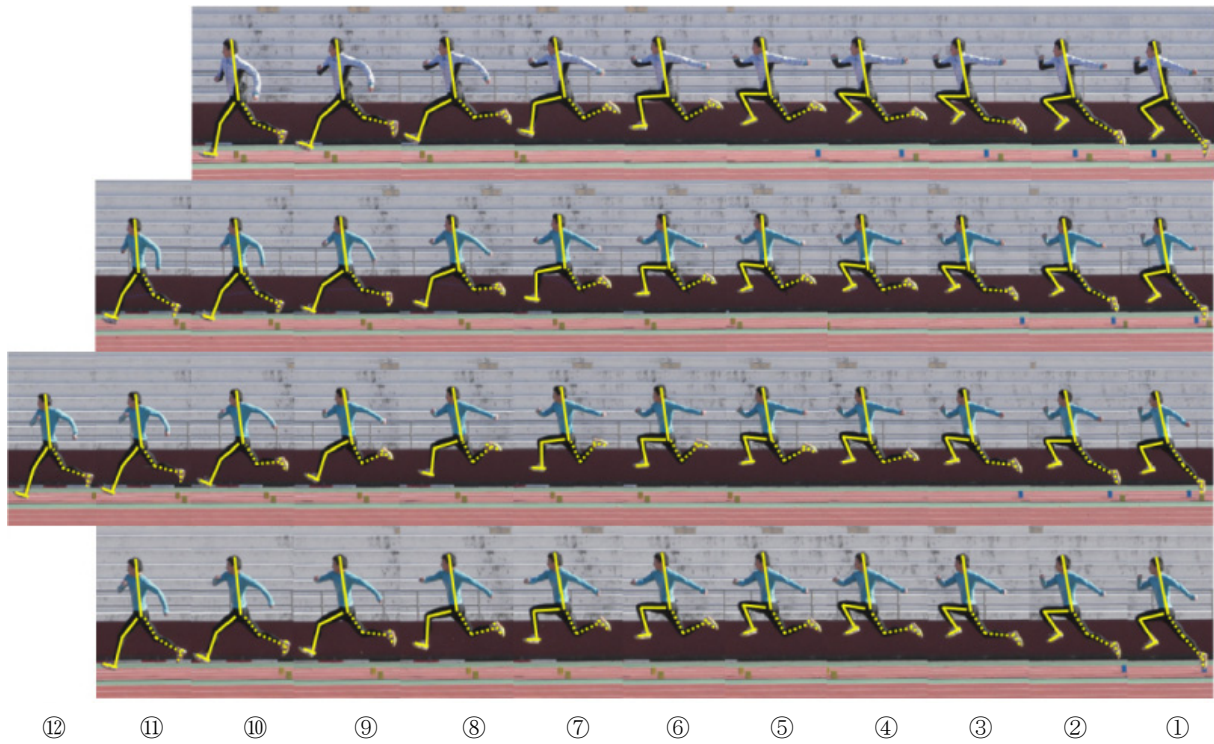


図 5. 2歩目離地期のフォーム（上から順に Pre 測定, 補助器具 A, 補助器具 B, Post 測定）

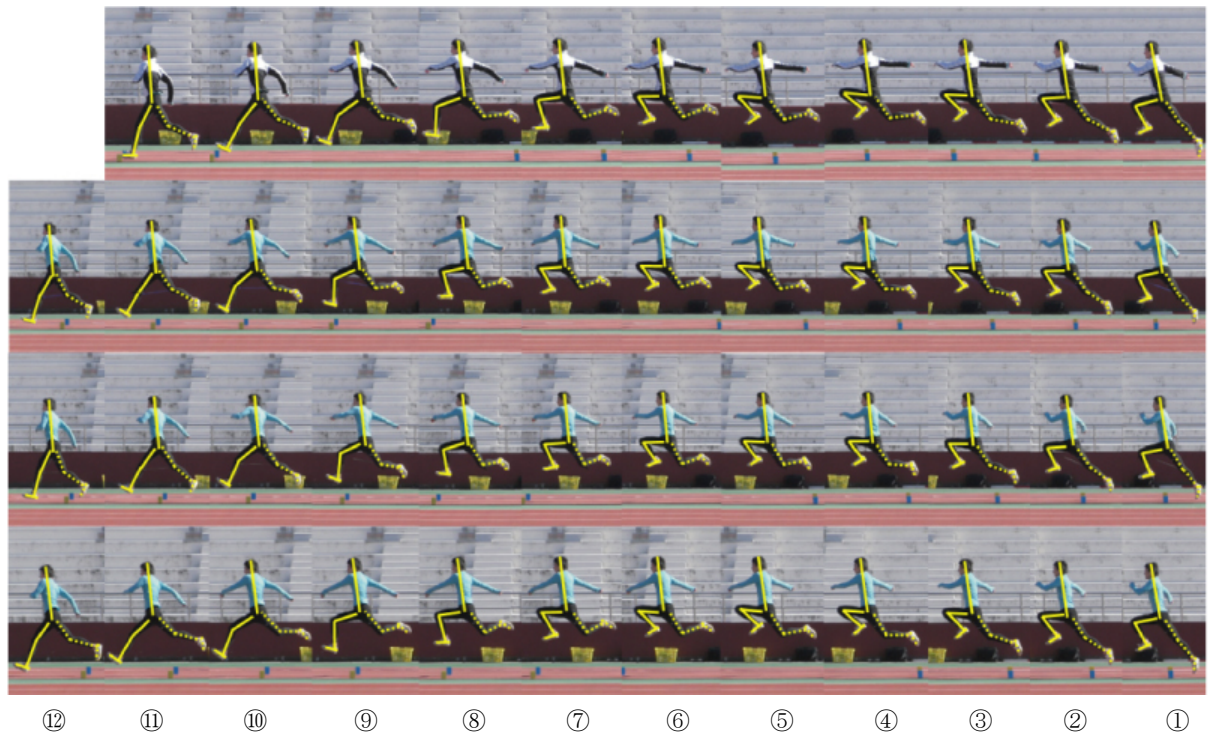


図 6. 3歩目離地期のフォーム（上から順に Pre 測定, 補助器具 A, 補助器具 B, Post 測定）



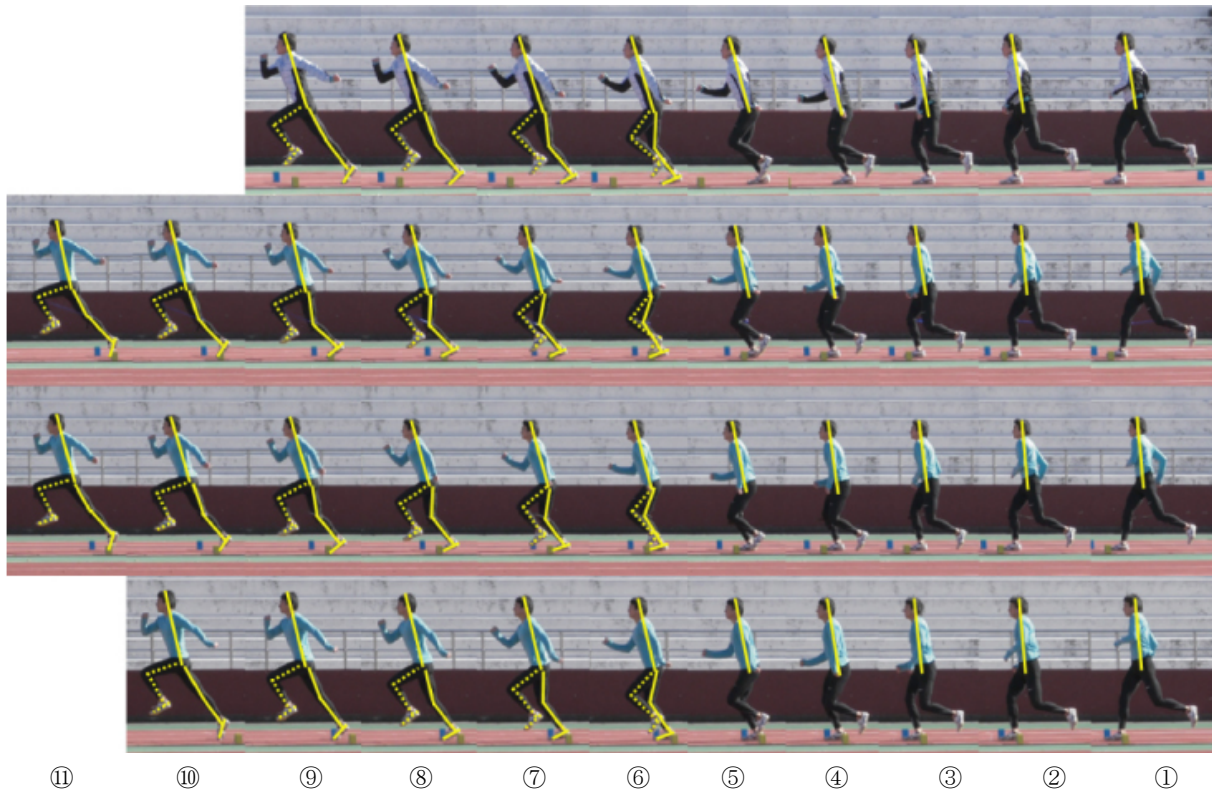


図 7. 1歩目接地期のフォーム（上から順に Pre 測定, 補助器具 A, 補助器具 B, Post 測定）

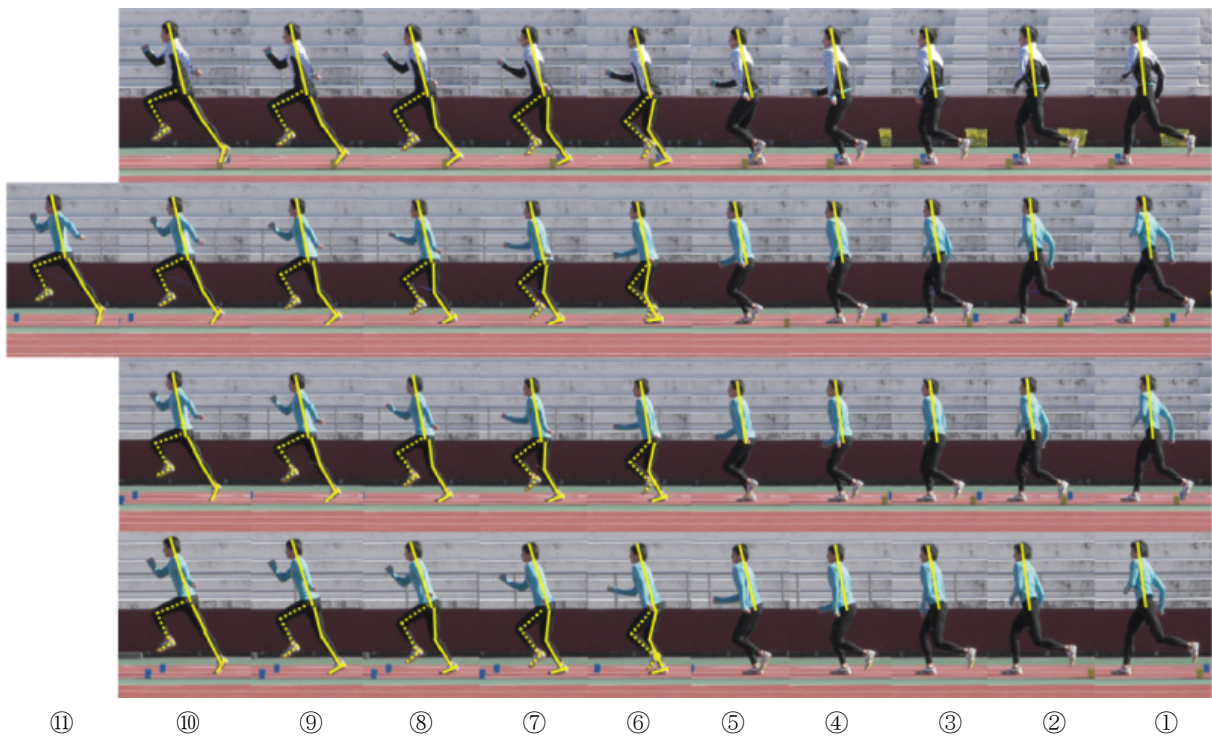


図 8. 3歩目接地期のフォーム（上から順に Pre 測定, 補助器具 A, 補助器具 B, Post 測定）

## 5. 対象者の主観的な運動感覚

助走付五段跳における対象者の主観的な運動感覚について、「Pre 測定では、接地時に地面を押そうと意識したが実際は地面を押している感覚がなく、脚が後方へ流れるような感覚があった。補助器具測定および Post 測定は、Pre 測定と同じように地面を押そうと意識した。実際は地面をしっかりと掴み、押している感覚があった。」というコメントが得られた。また、「補助器具装着時では接地中に自由脚を振り込んで、離地に向けて両脚を前後開脚し、セラバンドを伸ばすように跳ぶとフワッと浮く感じがあり、その後の滞空時間が長いように感じた。補助器具によって自由脚の振込動作が自然に発生し、振込意識を持たなくてもできた。」、「Post 測定では、補助器具の感覚が残っていた。補助器具で発生した自由脚の振込動作を再現しようと意識することで、フワッと浮く感じが出せた。」というコメントが得られた。一方、補助器具 A と B の違いについては、「補助器具 A の方は滞空時間が長く感じて、跳びやすかった。」、「補助器具 B の方は、補助器具 A に比べて張力が強く、シザーズのタイミングが早くなった感じがあり、空中で待てなかった。」というコメントが得られた。

## IV. 考察

本研究の目的は、補助器具を装着して助走付五段跳を実施させることによって、助走付五段跳の跳躍距離およびシザーズ動作に及ぼす即時的な影響について事例的に検討することであった。その結果、跳躍距離とシザーズ動作および対象者の主観的な運動感覚に即時的な影響が見られた。そこで跳躍距離の延伸について、対象者の主観的な運動感覚の変化から考察していく。

補助器具測定および Post 測定における対象者の主観的な運動感覚は「フワッと浮く感じがあり、滞空時間が長いように感じた。」、「フワッと浮く感じが出せた。」と述べており、跳躍距離が延伸した補助器具測定および Post 測定は滞空時間が長くなった（表 3）。跳躍距離は離地時の水平速度および鉛直速度によって決定される。助走付五段跳の 5 歩助走で獲得された水平速度は、全ての試技（動画 1～4）において大きな違いは見受けられないため、跳躍距離が延伸した要因は鉛直速度の増加によるものと考えられる。つまり、鉛直速度の増加によって滞空時間が長くなったと考えられる。

この鉛直速度の増加について、荏山・図子（2016）は、バウンディングにおいて Stiffness が低い者は踏切時間が長いことで大きな鉛直力積（鉛直速度）を獲得し、Stiffness が高い者と同程度の跳躍距離を獲得していることを報告している。対象者の主観的な運動感覚「地面をしっかりと掴み、押している感覚があった。」と、補助器具 A は 1 歩目から 3 歩目まで、補助器具 B は 0 歩目から 2 歩目までの接地時間が長くなったことから、補助器具を装着した試技では、地面に力を作用させる時間が長くなり鉛直速度が増加した可能性が考えられる。

一方、跳躍中の身体を身体重心と接地点を結んだ線分（荏山・図子, 2013）の挙動で考えると、接地時において身体は接地点を支点とした前方回転を生み出す、起こし回転運動である。長山・高橋（2011）は、起こし回転は後傾で接地すると跳躍の高さが増加し、鉛直に近い角度で接地するほど跳躍の高さは減少すると報告している。梶・山脇（2018）は、立五段跳の跳躍距離を伸ばすためのトレーニングを提案しており、跳躍距離が伸びた要因の 1 つとして、接地瞬間の体幹部の前傾角度が減少したことを報告している。上述の通り、1・2 歩目の Pre 測定において、体幹部が前傾し踏切脚が大きく後方へ流れ、前方向へ跳び出していく跳躍から、補助器具測定および Post 測定においては、体幹部の前

傾および踏切脚の後方への流れが抑えられ、斜め上方向へ跳び出していく跳躍になったことは、跳躍の高さが増加するような起こし回転が発生した可能性が考えられる。

次に、近藤ほか（2013）は、シザース動作について、熟練者の動作の特徴として、接地脚を前方へ差し出すと同時に自由脚を後方へ動かし、反動的にシザース動作を行っていたと報告している。1・2歩目の補助器具測定および Post 測定において、振込動作を開始する際に、自由脚の大腿部を一度後方へ動かすことで反動的な振込動作（図 5⑦～⑨）と、接地に向けて踏切脚を引きもどす動作（図 5⑨～⑫）が見受けられた。補助器具は、両脚の前後開脚が大きくなるほどセラバンドの張力が高まる構造となっている。自由脚を後方へ動かすことによってセラバンドの張力が高まった結果、シザース動作が強調されたと考えられる。また、補助器具測定および Post 測定における離地期のフォームは、自由脚の後方への流れが小さくなり、体幹部の前傾が抑えられた姿勢で接地期に移行していたため、これが接地期の体幹部の前傾を抑える要因の 1 つになったと考えられる。荻山・図子（2016）はバウンディングにおける振込脚は鉛直地面反力を大きくすることに影響していること、村木（1982）はシザース動作によって踏切脚へ予備緊張を与えて筋力発揮能力が高まることを報告している。これらのことから、シザース動作の強調が接地期の鉛直地面反力を大きくし、離地時の鉛直速度の獲得に繋がった可能性が考えられる。

シザース動作を強調させるには、自由脚の大腿部を後方へ動かす前に、大腿部の後方への流れが止まった姿勢を作る必要がある。つまり、上述の滞空姿勢の保持が重要となる。Pre 測定では自由脚の大腿部の後方への流れが止まった姿勢が作れた時には、踏切脚が下降し始めたことで、反動的にシザース動作を遂行できなかったと考えられる。補助器具は、離地直後から踏切脚の大腿が地面と水平に近づくにつれて、セラバンドの張力によって自由脚は踏切脚側に引っ張られるため、自由脚が後方へ流れにくい状況が発生したと考えられる。また、対象者の主観的な運動感覚において「補助器具 B の方は、補助器具 A に比べて張力が強く、シザースのタイミングが早くなった感じがあり、空中で待てなかった。」と述べており、対象者にとって適度な張力であった補助器具 A では、空中で待つことができたことを意味しており、滞空姿勢の保持をセラバンドの張力で把握していた可能性が考えられる。対象者の主観的な運動感覚においても「補助器具によって自由脚の振込動作が自然に発生し、振込意識を持たなくてもできた。」や「Post 測定では、補助器具の感覚が残っていた。」と述べており、Post 測定では、補助器具がなくても滞空姿勢の保持が長くなったと考えられる。近藤ほか（2013）は、空中で「間」の姿勢を作るために、ハードルを用いた補助運動や台上（10cm）から 1 歩助走三段跳を行った結果、待てる動感が得られるようになり、振込動作をより大きく、素早くすることができたと報告している。本研究において、補助器具測定および Post 測定の滞空姿勢の保持が長くなったことは、空中で「間」を作り、その後のシザース動作の強調に繋がった可能性が考えられる。

以上のことから、補助器具を装着することによって、踏切脚の引きもどし動作と自由脚の振込動作からなるシザース動作を即時的に強調することができ、ブレーキロスを少なくするとともに、踏切脚への予備緊張を与えて筋力発揮能力を高め、大きな鉛直力積（鉛直速度）を獲得することで、跳躍距離の延伸に影響を及ぼしたと考えられる。

## V. 本研究の限界

本研究では、筆者が考案した補助器具を装着して助走付五段跳を実施させることによって、助走付五段跳の跳躍距離および跳躍フォームに及ぼす即時的な影響を事例的に検討した。その結果、「間」を作り出すこと、シザース動作を即時的に強調させることで、総跳躍距離は延伸した。本研究の限界として、地面反力や動作分析による検討を行うことで、補助器具による影響を明らかにすることができるだろう。この効果が本研究の対象者以外にも適用できるか検討する必要があるだろう。次に、本研究ではセラバンドの結び目の長さを 0.25m としたが結び目の長さによる違いやセラバンドの種類による違いを検討する必要があるだろう。本研究では、試技に入る前に結び目の長さを 0.25m になるよう調整してから実施させた。しかし、着地までの間に結び目が緩み、結び目の長さ 0.25m を保持できない可能性も考えられる。このようなことから、結び目が緩まないあるいは結び目がないような工夫も必要と考えられる。2018 年度 4 月に発売されたスピードバンド（NISHI 社製、NT7427）は、ゴムチューブを利用し大腿に装着するトレーニング用具であり、脚の流れを抑え、脚の素早い切り替えし能力を身につけることを狙いとしている。本研究で使用した補助器具と同じような狙いであるため、このスピードバンドと補助器具の効果に違いがみられるか検討する必要があるだろう。

## VI. 参考文献

- ・青木和浩, 河村剛光, 越川一紀, 吉儀 宏 (2007) 大学跳躍選手におけるバウンディング能力と体力の関係およびその性差. 陸上競技研究, 71:10-15.
- ・濱中 良, 金高宏文, 東畑陽介, 藤林献明, 小森大輔 (2019) 三段跳におけるステップ踏切時の積極的着地の習得法の提案:踵痛を抱えた競技者が14.71mから15.48mに記録を向上させた事例分析より. スポーツパフォーマンス研究, 11:18-38.
- ・梶 晃太郎, 山脇恭二 (2018) 立五段跳における跳躍距離を伸ばすためのトレーニング方法の検討. 岐阜大学教育学部研究報告 (自然科学), 42:55-64.
- ・荻山 靖, 図子浩二 (2013) 陸上競技跳躍種目のパフォーマンス向上に対するバウンディングとリバウンドジャンプの用い方に関するトレーニング学的研究. トレーニング科学, 25:41-53.
- ・荻山 靖, 図子浩二 (2016) 下肢 Stiffness 特性がバウンディングの踏切動作に及ぼす影響. 体育学研究, 61:449-460.
- ・小森大輔, 近藤亮介, 本山清喬, 小森智美, 松村 勲, 瓜田吉久, 金高宏文 (2015) インラインスケートを用いた立五段跳トレーニングの即時的効果. スポーツパフォーマンス研究, 7:213-227.
- ・近藤亮介, 東畑陽介, 瓜田吉久, 松村 勲, 金高宏文 (2013) 立五段跳における跳躍距離向上を目指した練習法の提案—大学短距離競技者の1 カ月間の取り組み事例より—. スポーツパフォーマンス研究, 5:102-116.
- ・熊野陽人 (2014) 陸上競技跳躍選手における助走五段跳および立五段跳の跳躍距離と競技レベルの関係. 東京工芸大学工学部紀要, 37 (1) :36-39.
- ・熊野陽人, 大沼勇人, 相馬 聡, 松原 奨, 植田恭史 (2018) 男子学生走幅跳・三段跳競技者における助走五段跳の跳躍距離の目標値. 陸上競技研究, 115:32-36.
- ・黒川 心, 前村公彦 (2013) 短距離走者におけるバウンディングトレーニングの有効性—助走付五

段跳と立五段跳の比較一. 陸上競技研究, 94 (3) :47-54.

- ・クルト・マイネル:金子明友訳 (1981) マイネルスポーツ運動学. 大修館書店, 452-453.
- ・村木征人 (1982) 現代スポーツコーチ実践講座 2 陸上競技(フィールド). ぎょうせい, 328-378.
- ・長山真洋, 高橋隆行 (2011) 三次元動作解析を用いた疾走動作のコーチングの基礎的分析. 計測自動制御学会東北支部第 269 回研究集会, 資料番号 269-10.
- ・吉田孝久 (2011) 陸上競技入門ブック 跳躍. ベースボールマガジン社, 86-111.
- ・図子浩二, 高松 薫 (1996) ばねを高めるトレーニング理論. トレーニング科学, 8:7-16.