

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：33908

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K20089

研究課題名（和文）「助走を活かした踏切」を行うための最適な踏切準備動作とは

研究課題名（英文）What Is the Best Preparation for Running Jump？

研究代表者

鈴木 雄貴（Suzuki, Yuki）

中京大学・スポーツ科学部・任期制講師

研究者番号：10808976

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 900,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究では、助走を伴う跳躍運動における踏切準備動作が踏切へどのような影響を及ぼすか検証し、助走で得られた速度を効果的に鉛直速度へ変換させる「助走を活かした踏切」を達成するための踏切準備動作の技術を調査することを目的とした。その結果、身体重心パラメータについて、踏切のみならず踏切準備局面においても有意差が認められ、跳躍方向を変化させる要素として踏切準備局面に着目する必要性が示された。また、出来る限り遠くへ跳躍させる試技および出来る限り高く跳躍させる試技は、踏切1歩前において鉛直重心速度の上昇を抑え、低い重心位置で踏切へ移行することで、離地角度を大きくし易くし、高く跳躍していることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで助走を伴う跳躍運動に関する研究は、その多くが助走局面と踏切局面に分けて分析・考察されているが、本研究では助走から踏切へ移行するための踏切準備局面に着目し、助走と踏切を繋ぐ踏切準備の技術について示した。それにより、分断し解釈される傾向のあった「助走」「踏切」に関するこれまでの研究成果を繋ぐ発想が生まれ、新しいトレーニング方法を検討することが可能となった。

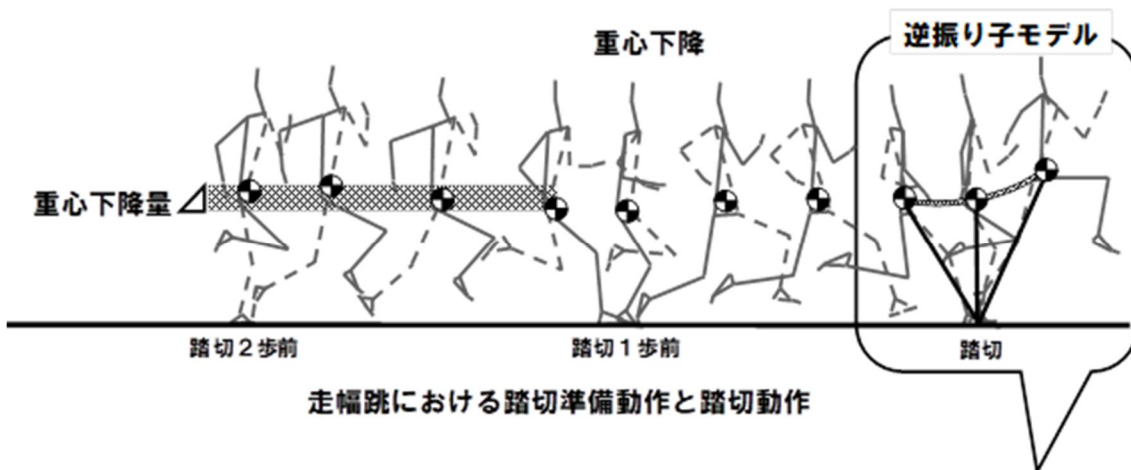
研究成果の概要（英文）：This study aimed to elucidate the difference in CG parameters from three steps, prejump to takeoff step of the jump motion (running jump), and obtain primary data on takeoff preparation action. Jumpers associated with the university track and field department were trained to perform their best at jumping as far as possible (long jump [LJ]), and jumping as high as possible (high jump [HJ]), which were recorded using a three-dimensional capture system. As a result, significant differences were observed in not only the takeoff but also the takeoff preparation phase regarding CG parameters, suggesting the need to focus on the takeoff preparation phase as a factor that determines jump direction. Moreover, HJ and LJ suppressed an increase in vertical velocity one step prior, and by takeoff at a lower CG, the athletes allowed for an easier increase in takeoff angle and jump height. Thus, adjusting vertical velocity and height one step before takeoff can influence takeoff angle.

研究分野：トレーニング科学

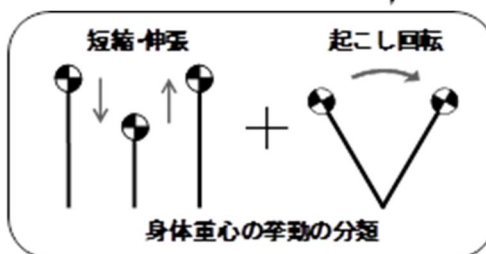
キーワード：踏切準備 助走 踏切 跳躍 体育

1．研究開始当初の背景

垂直跳のようなその場での跳躍運動では、脚の屈曲・伸展運動によって鉛直速度が獲得される。一方で走幅跳やバスケットボールのランニングシュートのような助走を伴う跳躍運動では、踏切脚の屈曲・伸展運動だけでなく、助走で得られた水平速度を利用することで鉛直速度が獲得される。



助走を伴う跳躍運動に特有な身体重心の前方への移動によって起きる速度変化を検討するために、身体重心と足部支持点を結ぶ仮定の線分が、短縮・伸張しながら、前方に回転（起こし回転）するとみなして踏切動作をモデル化する方法が用いられている（木野村ら，2012）。この逆振り子モデル（Jacob and Schenau, 1992）を用いた分析によると、助走を伴う跳躍運動において身体重心は踏切脚の足部支持点を



中心に跳躍方向へ前方回転し、身体を起こすこと（起こし回転）によって水平速度の減速を伴いながら鉛直速度が獲得されると示されている。ここでの水平速度の減速は、脚が硬いバネのようにエキセントリックに屈曲されることで弾性エネルギーの貯蔵が行われていると解釈できる。そして、踏切離地に向けての爆発的な伸張運動（伸張-短縮サイクル運動；Stretch-Shortening Cycle Movement）へと繋がり、鉛直速度が獲得されるといえる。このように逆振り子モデルで表される「起こし回転」および「短縮・伸張」を効果的に活用することで、助走で得られた水平速度の口を抑えつつも鉛直速度を獲得できる「助走を活かした踏切」が可能となる。そして、この「起こし回転」は踏切2歩前から踏切1歩前までに身体重心をスムーズに下降させる動作（重心下降距離；図参照）に大きく影響を受けるとされており、踏切準備に着目して研究することが重要であるといえる。

中学校・高等学校学習指導要領では、助走を伴う跳躍運動に代表される走幅跳や走高跳の身に付けるべき技能として「スピードに乗った助走から力強く踏み切って跳ぶこと」と記載されており、学校体育においても助走を踏切に生かすことの必要性を示している。しかしながら、助走速度が増加すればするほど、踏切時に水平速度を鉛直速度へ変換することが困難になると考えられる（鈴木ら，2016）。つまり、助走が速いほど「助走を活かした踏切」は困難となり、反対に助走を遅くすると踏切は容易になるが、より高く、より遠くへ跳ぶという本来の課題を達成できなくなるといえる。このような助走と踏切のトレードオフの関係を克服するためにも、助走と踏切をスムーズに繋ぐ踏切準備の技術に関する研究が必要であるといえる。

2．研究の目的

助走を伴う跳躍運動（ランニングジャンプ）における、助走で得られた水平速度を効果的に鉛直速度へ変換させる踏切準備の技術を調査することを目的とした。

3．研究の方法

本研究の分析対象者は、大学陸上競技部に所属する男子跳躍選手5名（身長：1.74±0.07m、体重：65.4±4.0kg）とした。実験試技として以下の3つの試技を最大努力で行わせた；踏切をせず助走のみ（走り抜け）の試技（RUN）、出来る限り遠くへ跳躍させる試技（Long Jump；LJ）、出来る限り高く跳躍させる試技（High Jump；HJ）。助走は跳躍方向に対して平行なラインを地面に引き、それに沿って行わせた。助走歩数は5歩と設定し、助走距離は分析対象者の任意の距離（7.7±0.4m）を決定させた。分析対象者には実験試技の前に、十分な準備運動を行わせ、助走距離や踏切位置の確認のために実験試技の練習を行わせた。

データ収集には、光学式三次元動作分析装置 (Vicon Motion System, 250Hz) を用いて、各試技における踏切 3 歩前から踏切までの身体各部位 (41 点) の座標データを得た。静止座標系は、進行方向を Y 軸、左右方向を X 軸、鉛直方向を Z 軸とする右手座標系と定義した。得られた座標データは、Butterworth Low-Pass Digital Filter を用いて平滑化した。また、本研究では、阿江 (1996) の方法を用いて身体重心を求めた。

算出項目は跳躍パラメータとして最長到達点および最高到達点 (離地時の身体重心速度から算出) を、身体重心パラメータとして踏切 3 歩前接地から踏切離地までの水平および鉛直重心速度、離地角度、ならびに重心高を求めた。各試技間 (RUN、LJ、HJ) の算出項目の差の検定には、1 要因分散分析 (対応あり) を用いた。F 値が有意であると認められた場合には、Bonferroni の方法を用いて多重比較を行った。有意水準は 5% 未満とした。

4. 研究成果

【結果】最長到達点について試技間に主効果が認められ、LJ が RUN および HJ より優位に大きかった。各試技における最長到達点は、RUN が $3.45 \pm 0.26\text{m}$ 、LJ が $4.45 \pm 0.26\text{m}$ 、HJ が $3.68 \pm 0.41\text{m}$ であった。最高到達点について試技間に主効果が認められ、小さい値から順に RUN、LJ、HJ であり、すべての試技間において有意差が認められた。各試技における最高到達点は、RUN が $1.05 \pm 0.09\text{m}$ 、LJ が $1.53 \pm 0.11\text{m}$ 、HJ が $1.77 \pm 0.06\text{m}$ であった。

水平重心速度は、踏切離地時において試技間に主効果が認められ、大きい値から順に RUN、LJ、HJ であった。鉛直重心速度は、踏切 2 歩前接地時、踏切 1 歩前離地時、踏切接地時、踏切離地時において、試技間に主効果が認められた。踏切 2 歩前接地時において LJ が HJ より優位に小さかった。踏切 1 歩前離地時において、大きい値から順に RUN、LJ、HJ であった。踏切接地時と踏切離地時において RUN が LJ および HJ より優位に小さかった。離地角度は、踏切 1 歩前離地時および踏切離地時において、試技間に主効果が認められた。踏切 1 歩前離地時において、大きい値から順に RUN、LJ、HJ であった。踏切離地時において RUN が LJ および HJ より有意に小さかった。身体重心高は、踏切 1 歩前離地時、踏切接地時、踏切離地時において試技間に主効果が認められた。踏切 1 歩前において、HJ が RUN および LJ より優位に小さかった。踏切接地時において、大きい値から順に RUN、LJ、HJ であった。踏切離地時において、小さい値から順に RUN、LJ、HJ であった。

【考察】最長到達点および最高到達点において、本研究で指示したように LJ が最も遠くへ跳躍しており、HJ が最も高く跳躍していた。HJ は踏切 1 歩前において鉛直重心速度の上昇を抑え、低い重心位置で踏切へ移行することで、離地角度を大きくしやすい状態を作り、高く跳躍していたといえる。LJ においても上記の HJ と同様の方法で離地角度を大きくしやすい状態を作り、遠くへ跳躍していたといえる。ただし、LJ は水平重心速度の減少を抑えつつ鉛直速度を獲得する必要があるため (Hay, 1993; 阿江ら, 1999) HJ のように鉛直重心速度や重心位置を大きく変化させ踏切準備することはせず、より RUN に近い状態で踏切準備を行っていたといえる。

< 引用文献 >

阿江通良 (1996) 日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性特性. Japanese journal of Sports Science, 15(3):155-162.

阿江通良・大村一光・金高宏文・飯干明・山田哲・伊藤信之・植田恭史 (1999) 一流走幅跳選手の踏切準備動作のバイオメカニクスの分析. 平成 10 年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集, 1: 183-186.

Hay, J. (1993) Citius, Altius, Longius (Faster, Higher, Longer): The biomechanics of jumping for distance. Journal of Biomechanics, 26:7-21.

Jacobs, R. and Schenau, G.J.I. (1992) Intermuscular coordination in a sprint push-off, Journal of Biomechanics, 25(9): 953-965.

木野村嘉則・村木征人・図子浩二 (2012) 走幅跳における助走歩数を増やして踏切るための踏切動作-短助走跳躍から長助走跳躍に至る踏切動作等の変化率に着目して-. 体育学研究, 57(1): 71-82.

鈴木雄貴・桜井伸二 (2016) 記録水準の異なる男子学生三段跳選手の跳躍動作に関するキネマティクスの特徴. 陸上競技研究/日本学生陸上競技連合[編], 2016(3): 19-27.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Suzuki, Yuki; Nakashima, Hirotaka; Kuroyanagi, Shuntaro; Ando, Yuka; Yamaguchi, Mizuki; Tsukamoto, Yuma; and Sakurai, Shinji	4. 巻 38
2. 論文標題 BIOMECHANICAL STUDY ON DIFFERENT DIRECTIONS FOR RUNNING JUMPS FOCUSED ON THE TAKEOFF PREPARATION	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 38th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports	6. 最初と最後の頁 604-607
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Yuki Suzuki, Hirotaka Nakashima, Shuntaro Kuroyanagi, Yuka Ando Mizuki Yamaguchi, Yuma Tsukamoto, and Shinji Sakurai
2. 発表標題 Biomechanical Study on Different Directions for Running Jumps
3. 学会等名 38th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports（国際学会）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------