

Title	新体操の前後開脚ジャンプにおける動作特性と評価
Sub Title	Motion characteristics and evaluation of split leap in rhythmic gymnastics
Author	清水, 花菜(Shimizu, Kana) 菅家, 沙由梨(Kanke, Sayuri) 佐々木, 玲子(Sasaki, Reiko)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	2024
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the Institute of Physical Education, Keio University). Vol.63, No.1 (2024.) ,p.1- 12
JaLC DOI	
Abstract	<p>The present study aimed to elucidate the characteristics of lower limb movement in the “split leap” motion technique of rhythmic gymnastics using three-dimensional motion analysis. Six rhythmic gymnasts were examined during the jump motion and in two static anteroposterior leg-opening positions, one with pelvic rotation suppression (1) and the other without (2) . The angle of the hip joint and dynamics of the swinging leg during the jump were compared based on the skill level of the subjects. Furthermore, the evaluation of the movement of the jump attempt by the international judge qualification holder was compared with the motion index obtained through measurement and analysis.</p> <p>The results showed that the angle of the hip joint with pelvic rotation was the largest among the split conditions. In terms of pelvic rotation, the rotation angle of the upper portion (anterior superior iliac spine line) was smaller than that of the greater lower portion (trochanteric line) . Advanced subjects were able to maintain a larger angle, approximately 90% of the maximum split angle, for a longer period during the jump motion. Notably, the angular velocity of the swinging leg exhibited a movement pattern that aided the maintenance of the split angle. These movement characteristics were deemed to meet some of the high evaluation criteria set by judges.</p>
Notes	研究資料
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00630001-0001

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

新体操の前後開脚ジャンプにおける動作特性と評価

清水 花菜* 菅家沙由梨** 佐々木玲子***

Motion characteristics and evaluation of split leap in rhythmic gymnastics

Kana Shimizu¹⁾, Sayuri Kanke²⁾, Reiko Sasaki³⁾

The present study aimed to elucidate the characteristics of lower limb movement in the “split leap” motion technique of rhythmic gymnastics using three-dimensional motion analysis. Six rhythmic gymnasts were examined during the jump motion and in two static anteroposterior leg-opening positions, one with pelvic rotation suppression (1) and the other without (2). The angle of the hip joint and dynamics of the swinging leg during the jump were compared based on the skill level of the subjects. Furthermore, the evaluation of the movement of the jump attempt by the international judge qualification holder was compared with the motion index obtained through measurement and analysis.

The results showed that the angle of the hip joint with pelvic rotation was the largest among the split conditions. In terms of pelvic rotation, the rotation angle of the upper portion (anterior superior iliac spine line) was smaller than that of the greater lower portion (trochanteric line). Advanced subjects were able to maintain a larger angle, approximately 90% of the maximum split angle, for a longer period during the jump motion. Notably, the angular velocity of the swinging leg exhibited a movement pattern that aided the maintenance of the split angle. These movement characteristics were deemed to meet some of the high evaluation criteria set by judges.

キーワード：新体操，前後開脚ジャンプ，柔軟性，評価，採点競技

Key words：Rhythmic gymnastics, Split leap, flexibility, evaluation, scoring competition

I. 緒 言

女子の新体操（以下、女子の新体操について述べる）は、ロープ (Rope)、フープ (Hoop)、ボール (Ball)、クラブ (Clubs)、リボン (Ribbon) の5つの手具を使用し、13m四方のフロア上で音楽に合わせて演技を行い、動きの美しさや技の高度さなどを競う採点競技である。演技の採点は、審判資格を取得した審判員が採点規則に則って評価し、得点化される。演技の構成要素には、「難度」と言われる「Difficulty Body (身体難度)」と「Difficulty Apparatus (手具難度)」が必須である。身体難度は「ジャンプ」、「バランス」、「ローテーション」と

大きく3つの要素に分けられており、演技には各要素から最低1つずつ組み込むことが必須条件とされている。それぞれの身体難度は、最低0.1～最高0.7まで得点化されており、そのことを価値点を付けると言う。価値点の高い身体難度を習得するためには、柔軟性や筋力などの身体要素を必要とし、芸術性も評価される新体操では、さらに美しく実施することが求められる。新体操において基礎能力とされる柔軟性は、パフォーマンスの重要な決定要因の1つであり (Douda at al, 2008), 柔軟性を獲得することで、スムーズな動作や美しく力強い表現を可能にし、難度の高い演技の実施が可能となる (安達, 2003)。

* 慶應義塾大学体育研究所助教

** 文化学園大学助教

*** 慶應義塾大学体育研究所教授

1) Research Associate, Institute of Physical Education, Keio University

2) Assistant Professor, Bunka Gakuen University

3) Professor, Institute of Physical Education, Keio University

身体難度の要素「ジャンプ」において、ジュニアからシニアまでどの年代においても演技構成に多用されている「前後開脚ジャンプ」がある。前後開脚ジャンプは片脚で踏切り、空中局面にて前後開脚姿勢をとる身体難度で、その価値点は0.3であるが、上体の後屈や後ろ脚の屈曲などの動作の追加によってさらに価値点を上げることができる。そのため、前後開脚ジャンプを基盤として様々なジャンプに応用できるよう、ジュニア選手が始めに習得するジャンプ要素の1つである。International Gymnastic Federation (2021)によると、ジャンプ要素の共通の基準として、「空中にて形が固定され明確であること」、「ジャンプの高さ（上がった位置）においてその形を見せること」を必要としており、前後開脚ジャンプの場合、跳躍時の高さに加え、主に股関節の開脚角度に観点が置かれている。これらの基準を評価する審判員は、DB審判 (Difficulty Body / 身体難度) とE審判 (Execution / 実施) であり。ジャンプをした時の高さが十分ではない場合（一つの形を見せるのに十分な高さが無い）や、開脚角度が180度に達していない場合は、DB審判が身体難度として認めず^{*}、価値点は与えられない。また、実施度や動きの美しさについて採点規則の基準に達していない項目があった場合、E審判が実施減点を与える。従って、審判員は採点基準を熟知して動きを正しく評価する技能が求められ、選手や指導者は採点基準を理解し、評価に繋がるように的確に表現できるような動作方法を行うことが必要である。そのために、どのような動作特性が加わると高い評価が得られるか、実際の審判員の評価を加味した上で検討することが極めて重要である。

採点基準で重視される股関節の開脚角度を増大させるためには、静的柔軟性に加え、運動中における動的な関節可動域を獲得する必要があること、下肢を開脚姿勢で保持できる筋力が必要であることが報告されている（丹羽ら、2005）。また、Berfin et al. (2020) も前後開脚の柔軟性とジャンプ中の開脚角度に有意な関係があることを報告しており、前後開脚ジャンプを行う上で、柔軟性は必要不可欠な身体要素であることがわかる。さらに、美しい開脚ジャンプは空中で大きく開脚され、上体が比較的垂直に保たれたフォームは左右の対称性（シンメトリー）が強調されることによって美観が増す（川端、

1986）とされる。従って、前後開脚ジャンプは技術に加えて動きの美しさが要求され、前後開脚姿勢においては前方に正対するフォームを形成することが美的要素の一つであると言える。新体操を始めるジュニアの年代（12歳以下）では、柔軟性を獲得するために、まず床上にて前後開脚や横開脚などの開脚柔軟を行うが、前方に伸びず脚が内旋したり、上体が正対していないと、開脚を伴う身体難度の価値点が得られる正しいフォームを身につけることができず、美しさにも欠ける。これらの背景から、新体操で開脚柔軟を行う際には、骨盤をなるべく回旋させないことが推奨されてきた（橋爪、2020）。骨盤の回旋とは、脊柱を軸にして、水平かつ左右に回旋する動きである（竹内ら、2018）。しかしながら、前後開脚ジャンプにおいて、脊柱に連動する上半身の正対を保つ上で、必ずしも骨盤がこれに連動するとは限らない可能性がある。Wilson et al. (2007) は、バレエのグラン・ロン・ドウ・ジャブ・ジュテ[†]、すなわち立位における片脚の挙上回旋動作において、挙上する脚とともに骨盤の動きによって脚の高さを得ており、動脚の可動域を広げる上では骨盤の役割が重要と述べている。この研究では主に骨盤の前傾、後傾運動に着目しているが、最低180度の開脚角度を求められる新体操の「前後開脚ジャンプ」においても、骨盤の回旋が前脚の振上げの高さや股関節の可動域の獲得に役割を果たす可能性があると考えられる。このため、静的な開脚姿勢と動きの中で行う開脚ではどのように骨盤の動きが変化するのか、3次元動作分析から骨盤回旋動作を立体的に捉える必要がある。さらに、実際に採点される評価と照らし合わせ、価値点を得られる「前後開脚ジャンプ」の動作特性について検討し、今後の競技力向上のために役立てることが重要である。

本研究では、「前後開脚ジャンプ」を対象として取り上げ、3次元動作分析で競技レベル間の比較からその特性を明らかにするとともに、審判員による評価との関連性を検討することを目的とした。

II. 研究方法

1. 対象者

大学新体操部に属する、競技レベルの異なる競技選手6名を対象とした。

* 審判用語として、難度の基準を満たし、実施した身体難度に価値点を付けることを指す

[†] 動脚を大きく振り上げながら、前から後ろ、後ろから前に回し、体の横に立体的な弧を描くような動き

2. 調査内容

1) 参加者特性に関するアンケート調査

- ①参加者の属性, 年齢, 学年, 生年月日, 新体操歴
- ②前後開脚ジャンプにおける内省調査

2) インピーダンス法 (In Body) による身体組成の測定

3) 開脚条件

前後開脚を以下の条件で行った。選手によって踏切り脚, 振上げ脚の左右性はほとんど決まっているため, 事前に確認をして, 得意な方で行った。

①静的条件1 (骨盤の回旋抑制あり)

前後開脚姿勢をとり, 骨盤の回旋をできるだけ小さくした状態で開脚を行った。上体は床に対して垂直にさせ, 3秒静止するように指示した。床上で開脚を行い, 股関節が床に着く場合は, 前脚の踵を椅子の上に置き, 180度以上の開脚ができるようにした (図1)。

②静的条件2 (骨盤の回旋抑制なし)

前後開脚姿勢をとり, 被験者が骨盤の回旋を意識せず, 最大開脚位をとり易い状態で開脚を行った。上体は床に対して垂直にさせ, 3秒静止するように指示した。全被験者が床上での開脚では股関節が床に着いたため, 2つの椅子を使い, 前脚は踵, 後ろ脚は膝を乗

せ, 自重で最大限の開脚を行った (図2)。

③動的条件 (前後開脚ジャンプ)

2回の練習後, 試技を2回行った。全被験者が左脚踏切りの跳躍を得意としており, 開脚時は右脚を前方に, 左脚を後方に上げる開脚でのジャンプ動作を行った。空中での手の位置は, 左手が上体の前, 右手が上体の横にするように指示した (図3)。

4) 測定・分析方法

画像分析のため, 身体測定部位に反射マーカを貼付した。貼付部位は, 頭頂部 (1), 顎 (2), 肩関節 (3,4), 肘関節 (5,6), 手関節 (7,8), 上前腸骨棘 (9,10), 大転子 (11,12), 膝関節外側 (13,14), 第5指中足骨 (15,16), 第1指中足骨 (17,18), 踵 (19,20) の計20箇所である (図4)。2台のビデオカメラ (Sony FDR-AX45・撮影スピード毎秒60コマ) に動作信号を用いて同期し, 2方向から各動作を同時撮影した。ビデオカメラを被写体から6m離し, 両カメラのなす角度は110度, レンズの高さは1mになるように設定した。その後, 画像分析ソフト Frame-DIAS6 を用いて, 撮影した映像から動作中における各部位の空間位置座標を取得し, 動作の3次元分析を行った。



図1. 静的条件1

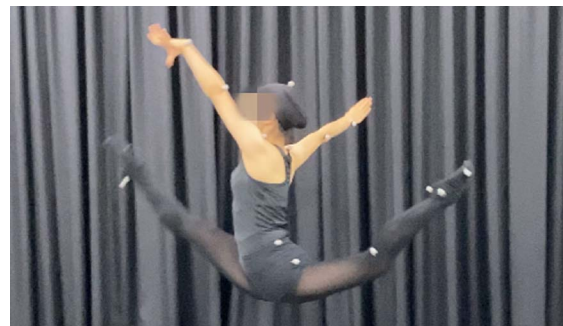


図3. 動的条件



図2. 静的条件2

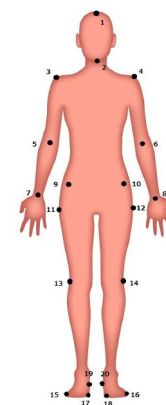


図4. 反射マーカ貼付部位

5) 動作分析

本研究における3次元座標は、前後方向をX軸、左右方向をY軸、垂直方向をZ軸と設定した。動作分析するにあたり、身体各関節角度を次のように定めた。

- ① 開脚角度：左右の大転子(11.12)と膝関節の外側(13.14)の計4点を取り、前方脚の右大腿骨(11-13)と後方脚の左大腿骨(12-14)がなす角度とした(図5)。開脚角度については、時間経過に伴う角度変化、および最大開脚角度をみた。静的条件①と②については、3秒静止中の最大開脚角度のデータを取得した。
- ② 前脚の振上げ角度：右大転子(11)と右膝関節外側(12)の2点を取り、水平面上のX軸と大腿骨のなす角度とした(図6)。前脚の振上げ角度については、時間経過に伴う角度変化、および角速度を算出した。
- ③ 骨盤の回旋角度
3-1：左右の上前腸骨棘を結んだ線が前額面となす角度とし、最大開脚時の上前腸骨棘の回旋角度をみた。(図7)

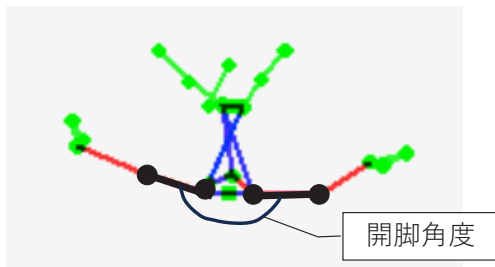


図5. 開脚角度

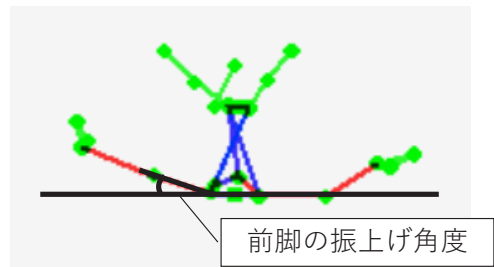


図6. 前脚の振上げ角度

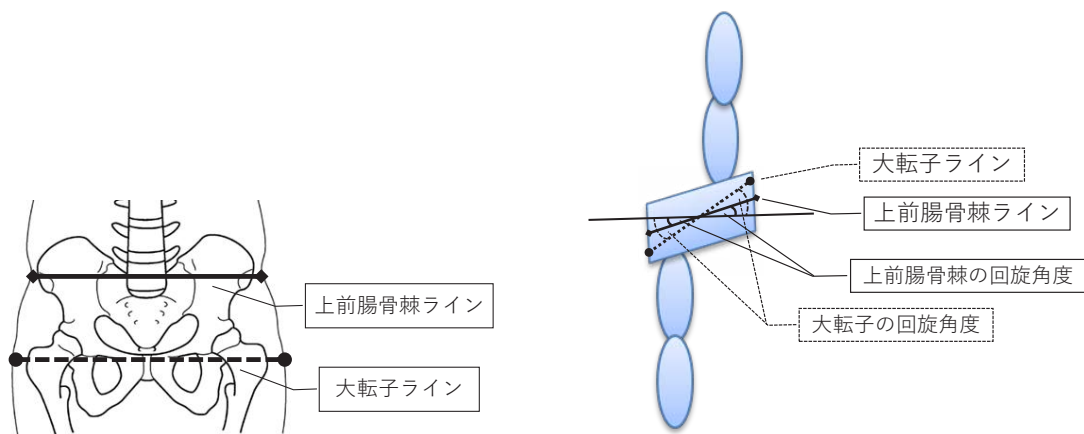


図7. 骨盤のマーカラインと回旋角度

3-2：左右の大転子を結んだ線が前額面となす角度とし、最大開脚時の大転子の回旋角度をみた。(図7)

静的条件①と②については、3秒静止中の最大回旋角度のデータを取得した。

- ④ 跳躍高：左右の大転子の中間点を腰の高さとし、最大跳躍高、および最大開脚時の跳躍高をみた。また、身長と跳躍高のデータより、身長に対する跳躍高の割合を計算した。

6) 審判による評価

動きの評価については、国際審判資格(カテゴリー4)を持つ3名が得られた動作映像を見て、実際の採点規則(International Gymnastics Federation, 2021)に則って評価した。

7) 倫理的配慮

測定に先立って研究の目的と内容について説明し、すべての被験者から参加の同意を得た。本研究は、慶應義塾研究倫理委員会・倫理審査委員会の承認を得て実施した(受理番号:22-013)。

Ⅲ. 研究結果

1. 身体的特性

被験者にアンケート調査およびIn Body測定を行い、その結果を表1に示した。競技レベルは異なるが、身体的な特性に大きな違いはみられなかった。被験者A, B, C, Dの4名は全日本選手権大会への出場経験があり、上級者とした。被験者E, Fの2名は地方大会出場経験であり、中級者とした。

2. 跳躍高

最大跳躍高と、最大開脚時の跳躍高、および身長に対する跳躍高の割合を表2に示した。

最大跳躍高を競技レベルで比較すると、上級者は1.1 m (±0.0), 中級者は1.1m (±0.1) と同じであった。

最大開脚時の跳躍高においても、上級者は1.1m (±0.0), 中級者は1.1m (±0.1) と同様の結果であった。身長に対する跳躍高の割合をみても、上級者は0.7% (±0.0), 中級者は0.7% (±0.0) と同じ値であった。最大跳躍高と最大開脚時の跳躍高を比較すると、被験者ごとにみれば若干の差はあるものの、ほとんど跳躍高は同じであった。また、被験者Aを除いた他の被験者は、最大開脚時に最大跳躍高がみられた。

3. 各身体部位における関節角度

開脚の各条件における最大開脚角度、および最大開脚時の骨盤の回旋角度を表3に示した。

3-1. 前後開脚位における最大開脚角度

表3の結果から各測定項目における最大開脚角度の平

表1. 被験者の身体的特性

被験者	年齢 (才)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪 (%)	新体操歴
A	22	154	45.6	16.1	競技歴17年・全国大会出場
B	19	158	48.8	18.8	競技歴12年・全国大会出場
C	21	157	45	18.3	競技歴17年・全国大会出場
D	19	158	48.6	20.2	競技歴13年・全国大会出場
E	22	151	42.4	11.4	競技歴16年・地方大会出場
F	21	157.8	43.1	7.7	競技歴15年・地方大会出場

表2. 跳躍高

項目	レベル	上級者						中級者			
		A	B	C	D	平均値	標準偏差	E	F	平均値	標準偏差
身長 (cm)		154.0	158.0	157.0	158.0	156.8	1.6	151.0	157.8	154.4	3.4
最大跳躍高 (m)		1.01	1.07	1.08	1.09	1.1	0.0	1.02	1.13	1.1	0.1
最大開脚時の跳躍高 (m)		1.00	1.07	1.08	1.09	1.1	0.0	1.02	1.13	1.1	0.1
身長に対する最大跳躍高の割合 (%)		0.66	0.68	0.69	0.69	0.7	0.0	0.68	0.72	0.7	0.0
移動距離 (m)		0.54	0.65	0.56	0.68	0.6	0.1	0.58	0.64	0.6	0.0

表3. 各条件での最大開脚角度および骨盤の回旋角度

項目	レベル	上級者						中級者			
		A	B	C	D	平均値	標準偏差	E	F	平均値	標準偏差
最大開脚角度	静的条件①	191.0	189.5	189.8	191.9	190.6	1.1	188.6	189.3	189.0	0.5
	静的条件②	206.8	203.4	218.5	208.2	209.2	6.5	199.0	199.1	199.1	0.1
	動的条件	204.3	203.0	216.5	198.3	205.5	7.8	177.7	183.0	180.4	3.7
上前腸骨棘の回旋角度	静的条件①	11.8	12.0	11.8	19.9	13.9	4.0	11.0	13.6	12.3	1.8
	静的条件②	27.9	28.2	27.7	27.9	27.9	0.2	25.2	22.2	23.7	2.1
	動的条件	17.1	25.7	26.5	21.0	22.6	4.4	15.9	17.2	16.5	0.9
大転子の回旋角度	静的条件①	41.6	35.3	34.8	42.4	38.5	4.0	40.0	45.7	42.9	4.0
	静的条件②	69.6	73.1	65.6	63.7	68.0	4.2	56.7	51.8	54.3	3.5
	動的条件	51.0	62.3	50.1	49.2	53.2	6.1	47.2	40.6	43.9	4.7

均値を競技レベルで見ると、上級者は、静的条件①では190.6°(±1.1)、静的条件②では209.2°(±6.5)、動的条件下では205.5°(±7.8)であった。中級者は、静的条件①では189°(±0.5)、静的条件②では199.1°(±0.1)、動的条件下では180.4°(±3.7)であった。全体としては、静的条件②の最大開脚角度が最も大きい結果となった。

最大開脚角度を競技レベルで比較すると、上級者は静的条件②>動的条件下>静的条件①であるのに対し、中級者は静的条件②>静的条件①>動的条件下という結果になった。

3-2. 骨盤の回旋角度

表3の結果から上前腸骨棘ラインおよび大転子ラインの回旋角度の平均値を競技レベルで見ると、上級者は、静的条件①では上前腸骨棘ラインが13.9°(±4.0)、大転子ラインが38.5°(±4.0)、静的条件②では上前腸骨棘ラインが27.9°(±0.2)、大転子ラインが68°(±4.2)、動的条件下では上前腸骨棘ラインが22.6°(±4.4)、大転子ラインが53.2°(±6.1)であった。中級者は、静的条件①では上前腸骨棘ラインが12.3°(±1.8)、大転子ラインが42.9°(±4.0)、静的条件②では上前腸骨棘ラインが23.7°(±2.1)、大転子ラインが54.3°(±3.5)、動的条件下では上前腸骨棘ラインが16.5°(±0.9)、大転子ラインが43.9°(±4.7)であった。

各条件下での回旋角度を比較すると、どの条件下においても静的条件②、動的条件下、静的条件①の順に回旋角度が大きい結果となった。また、上前腸骨棘ラインと大転子ラインの回旋角度を比較すると、すべての条件下において大転子ラインのほうが大きい角度であった。競技レベルによる違いはみられなかったが、全体としては、開脚角度が大きいと回旋角度も大きくなる傾向がみられた。

4. 時間経過による開脚角度変化

ジャンプ中の開脚角度変化をみるため、踏切り足が離地した時点から着地までの時間を標準化した。開脚角度については、各被験者の最大開脚角度を100%とし、その90%以上の開脚を保持している時間を開脚保持時間とした。

ジャンプ中の最大開脚角度と開脚保持時間を表4に示した。開脚保持時間に着目すると、最大開脚角度の90%以上に到達時、早い人で開始から49%時、終了時点は長く保持した人で70%時であった。1番長く開脚保持した上級者の被験者Cは、開脚保持時間の割合が跳躍全体の約21%で維持された。一方、最も開脚保持時間が短かった中級者の被験者Eは、開始54%時から69%時までの約15%で維持された結果となった。図8に開脚保持時間が最も長かった被験者C(左図)と開脚保持時間が最も短かった被験者E(右図)の事例をあげた。太い曲線で示して部分は90%以上の開脚を保持している時間

表4. ジャンプ時の最大開脚角度と保持時間

項目 \ レベル	上級者						中級者			
	A	B	C	D	平均	標準偏差	E	F	平均	標準偏差
最大開脚角度(°)	204.3	203.0	216.5	198.3	205.5	7.8	177.7	183.0	180.4	3.7
開脚保持時間(%)	18	20	21	17	19	1.8	15	15	15	0.0
開始時(%)	49	50	49	53	50	1.9	54	52	53	1.4
終了時(%)	67	70	70	70	69	1.5	69	67	68	1.4

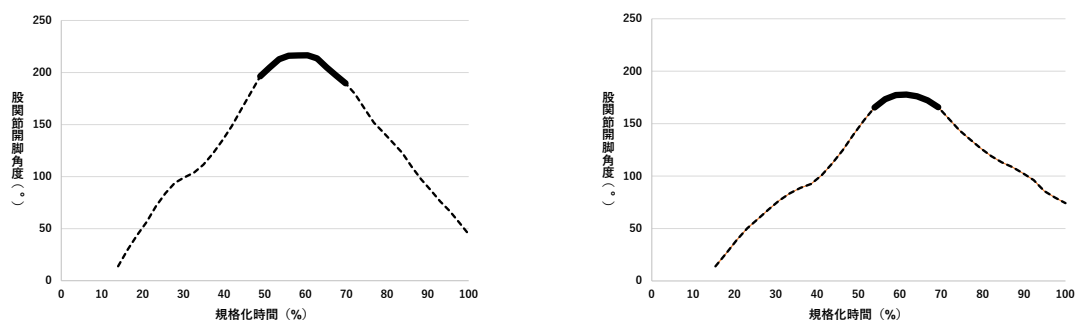


図8. 競技レベルの違いによる開脚保持時間の事例(左:被験者C, 右:被験者E)

(%)であり、被験者Cは被験者Eよりも開脚保持時間が長いことがわかる。

5. 前脚の振上げ角度変化

開脚ジャンプでは前脚を勢いよく振上げるため、前脚の振上げ角速度に着目した。表5に、時間の経過に伴った各被験者の前脚の振上げ角速度を示した。図9は、時間的変化における前脚の角速度について2つの異なる事例を示しており、左は上級者の被験者C、右は中級者の被験者Eの結果である。

表5をみると、全体としては離地後10%時点までに角速度の最大値に達し、跳躍中は減速、再び角速度の上昇がみられた後、着地に向かって角速度が減少する傾向がみられた。ただし、2回目のピーク時間による二峰性がみられた。上級者の被験者A, B, Cは、跳躍50%時点で-45.2～176.4 (degree%)²と角速度が減少し、その後60%時近辺で106.4～248.8 (degree%)²と2回目のピークがあり、その後急速に角速度が減少した。上級者の被験者Dと中級者の被験者E, Fは、跳躍40～50%時点で2回目のピークを迎え、その後緩やかに減少した。

図7をみても、右図の被験者Eは2回目のピークが早く、その後角速度が緩やかに減少するのに対し、左図の被験者Cは2回目のピークが少し遅く、着地前急速に角速度が減少しており、2つの事例を比較すると、2回目の到達ピークと着地前の減少スピードに違いがあることがわかる。

6. 審判員による評価

3名の審判による前後開脚ジャンプの評価を表6に示した。評価項目は、以下の4つである。

- ① 難度として認める[‡]
- ② 空中で形（開脚度）が固定され、明確である
- ③ 形に大きさがある
- ④ 実施減点がない（実施減点がある場合は減点内容を記載）

以上の項目①②③④について、3名の審判が全員基準に達していると判断した場合は3点、2名の場合は2点、1名のみの場合は1点とし、一番下の欄に合計得点を記載した。なお、項目④については、開脚角度の不足やジャンプの大きさが見られないなど実施減点がある

表5. ジャンプ時の前脚振上げ角速度

時間軸 被験者	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
A	711.4	213.8	288.1	-28.8	-98.2	106.4	-162	-457.3	-284.9	-65.2
B	577.4	359.9	97.3	-268.1	-45.2	208.2	51.4	-375.2	-287.2	-200
C	710.5	481.4	54	-160.9	-176.4	248.8	-20.3	-297.6	-397.9	-362.2
D	685.2	266.9	92.1	57.9	189.9	36.2	-383	-325.4	-160.2	-199.7
E	729.9	215.6	17.8	71.6	278.4	-69	-318.5	-449.1	-197.5	-17.3
F	975.4	97.5	-60.4	187.6	-94.5	-14.9	-275.3	-323.2	-276.5	68.1

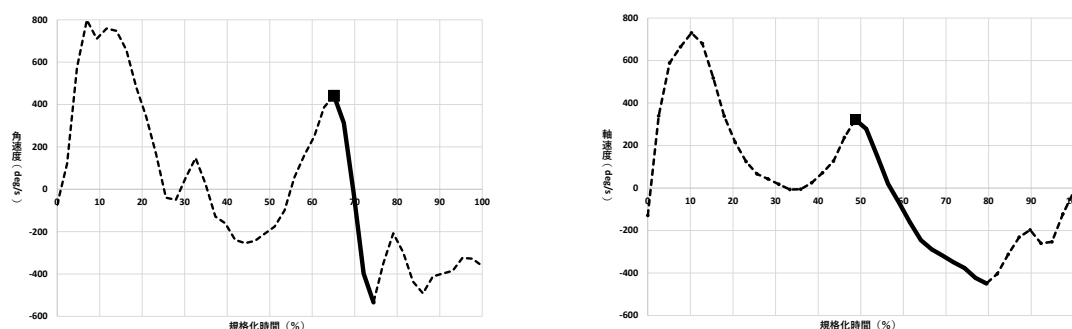


図9. 競技レベルによる前脚角度変化の事例（左：被験者C、右：被験者E）

‡ 審判用語として、難度の基準を満たし、実施した身体難度に価値点を付けることを指す。

表6. 審判員による評価

被験者. レベル 審査 (評価) 項目	上級者				中級者	
	A	B	C	D	E	F
①ジャンプ難度として認める	3点	3点	3点	3点	3点	3点
②空中で開脚度が固定され明確である	3点	3点	3点	3点	3点	3点
③形に大きさがある	2点	3点	3点	1点	0点	0点
④実施減点がない (減点内容)	2点	3点	3点	1点	1点	1点
	(大きさがない)	(減点なし)	(減点なし)	(開脚の誤差)	(開脚の誤差)	(開脚の誤差)
				(重い着地)	(重い着地)	(大きさがない)
合計点	10点	12点	12点	8点	7点	7点

場合には、定められた基準に達していない場合に採点規則に則って「技術的欠点」に当てはまる項目を選択してもらった。

表6をみると、対象としている6名は、全員が難度として認められる評価を受けた。その中でも上級者の被験者B, Cは、すべての審査項目において満点であり、実施減点もなかった。被験者Aは、合計点として10点と高得点であったが、「大きさがない」という減点項目があった。被験者D, E, Fは、「形に大きさがある」の審査項目において0～1点と低く、加えて「開脚の誤差」や「重い着地」などの減点項目があった。前後開脚ジャンプは主に空中での開脚角度に着目されているが、減点項目の「開脚の誤差」は開脚角度の不足の度合いによって生じる減点である。

IV. 考 察

新体操競技は、審判によって評価される採点競技である。決して技術の良し悪しだけではなく、美しさや表現などの芸術性を求められることが審美系競技の大きな特徴であり、採点する審判員の主観が得点に大きく影響する。河野ら(2022)は、新体操競技の採点形式について、採点基準に具体的な数量を含むことと絶対評価によって採点されることに加え、環境や道具への評価、もしくは演技全体の総合的な採点のいずれかの特徴を持つことから、「複合評価型」と分類している。本研究では、採点競技による新体操において「前後開脚ジャンプ」という一つの技(身体難度)を対象として、基準がより明確な技の動作要素に着目し、ジャンプという身体難度の技術を絶対評価するものである。

1. 跳躍高について

前後開脚ジャンプの評価基準の一つに、「ジャンプの高さ(上がった位置)においてその形を見せること」がある。ジャンプの高さに基準となる数値は定められていないが、空中にて明確なフォームを見せることが十分な高さを支持する指標となる。本研究の結果では、ほとんどの被験者が最大開脚時に最大跳躍高の出現がみられた(表2)。藤野(2004)は、ジャンプの高さにおいて審判員の高い評価を受けた者は、重心高と開脚角度の最大時が重なっていたことを報告しており、本研究の結果を支持するものである。これらのことから、最大跳躍高と最大開脚角度のタイミングが一致することで、ジャンプの高さの見えにつながることを示唆された。

審判員による評価(表6)をみると、被験者全員が身体難度として認められ、「空中で形が固定され明確である」の項目において評価を受けている。しかし、「形の大きさ」の審査項目においては評価に違いがある。表2の結果からは、この評価の差が跳躍高でないことは示唆される。また、菅家ら(2021)は、踏切り脚の垂直跳び高と前後開脚ジャンプの最大開脚角度に相関があることを報告しており、ジャンプ要素の一つとして垂直方向の跳躍力が必要であることを示唆している。高さが出ることによって、開脚を見せる時間が長くなることは考えられるが、本研究の結果から、跳躍高自体は評価と関連がなく、単に垂直跳び高のみが必要ではないことが示唆される。今回は一定レベル以上の被験者を対象としており、ある程度の評価を受けているが、大きな開脚フォームをいかに保持できるかといった「見え」の部分に評価の違いがあることが示唆された。

2. 開脚角度について

先行研究において、丹羽ら（2005）は、前後開脚ジャンプの開脚度を増大させるためには、静的柔軟性を含め、自らの力で下肢を動かす動的可動域を大きくする必要性を述べている。丹羽らの研究では、静的柔軟性の測定を仰臥位にて股関節の屈曲および伸展の計測を行っている。本研究の測定方法とは異なるが、前後開脚ジャンプの開脚角度と静的柔軟性は高い相関関係にあったことを報告しており、静的柔軟性の必要性については本研究と同様の結果である。菅家ら（2021）の研究では、本研究と同様に椅子を用いた開脚で静的柔軟性の測定を行っており、ジャンプの最大開脚角度と静的柔軟性との間に正の相関関係が認められている。本研究では、骨盤の動態を考慮することを加えたため、2つの条件を設定している。実際のジャンプ動作においては、骨盤の回旋が多くみられることから、骨盤の回旋抑制ありとなしの開脚姿勢で静的柔軟性の測定を行った。

大学新体操選手21名を対象とした研究（菅家ら，2021）では、前後開脚ジャンプの最大開脚角度は $192.0 \pm 11.54^\circ$ 、静的柔軟性（静的姿勢での最大開脚角度）は $202.6 \pm 7.98^\circ$ であった。本研究の結果と比較すると、上級者は開脚ジャンプが $205.5 \pm 7.8^\circ$ 、静的柔軟性は $209.2 \pm 6.5^\circ$ であり、本研究対象の上級者は開脚角度が大きく、高い柔軟性を持っていることがわかる。

各条件における最大開脚角度については、全被験者において最も大きい開脚角度を示したのが静的条件②（骨盤の回旋抑制なし）であった。上級者は次いで動的条件、静的条件①であったのに対し、中級者は静的条件①、動的条件の順であった。2条件の静的開脚（静的条件①と②）とジャンプ（動的条件）間の角度差を平均値で見ると（表3）、上級者は、静的条件①と動的条件間で 14.9° と動的条件の方が大きく、静的条件②と動的条件間で 3.7° と静的条件②がやや大きく、骨盤の回旋抑制なしの開脚（静的条件②）とジャンプ（動的条件）の最大開脚角度が近い数値となった。中級者は、静的条件①と動的条件間で 8.6° と静的条件①が大きく、静的条件②と動的条件間で 18.7° と静的条件②の方が大きく、骨盤の回旋抑制ありの開脚（静的条件①）とジャンプ（動的条件）の最大開脚角度が近い数値となった。つまり、上級者はジャンプ動作で静的柔軟性と同等の柔軟性を発揮している。一方、中級者も2つの静的条件において180度以上開脚できる柔軟性を持ち合わせているが、ジャンプ動作ではその柔軟性を発揮するまでには至らないこと

が示唆された。

前後開脚ジャンプは主に股関節の開脚角度に観点が置かれており、180度の開脚が必須である（International Gymnastics Federation, 2021）。また、一瞬の動きの中で審判員の目に180度の十分な開脚を印象づけるには、実際には180度以上の開脚が必要であると考えられる。上級者はジャンプ中の最大開脚角度の平均値が200度以上であり、評価の観点からも180度という基準を十分に満たしていると言える。静的柔軟性は、関節運動のスピードは考慮せず関節可動域のみと関わっているが、動的柔軟性は、静的柔軟性を含め、敏捷性、筋力など他の要素が大きく関わっている（Alter, 2010）。よって、静的柔軟性のみならず、実際の動作に生かせる動的柔軟性を養っていく必要性が示唆された。

3. 開脚保持時間について

本研究では、ジャンプ中の開脚保持時間に着目した。開脚保持時間とは、1躍跳躍中に最大開脚角度の90%以上の角度を保持した時間の割合を指標としたものである。実際の採点では、180度の開脚や空中での明確な形といった基準が設けられており、評価の観点で印象付けるものとなることが考えられる。

競技レベルで比較すると、最も開脚保持時間の割合が長い上級者では、1跳躍中の21%（約0.15秒）で維持された。一方、最も開脚保持時間の割合が短い中級者では、15%（約0.1秒）であった。柿本ら（2007）は、全国大会出場レベルの被験者を対象とした前後開脚ジャンプは、最高点（最大開脚角度）付近において、180度以上の開脚角度を維持している時間が約0.13秒であったことを報告している。本研究の結果と比較しても、上級者の開脚保持時間と近く、空中での開脚を維持する時間の長さは、パフォーマンスの評価に影響する可能性が考えられる。

開脚保持時間に伴う結果からみえたのが、前脚の振上げ角度変化（角速度）の違いであった。跳躍時の振上げ脚（前脚）の動態は、跳躍をダイナミックに印象づける一つの要素と考えられる。跳躍全体のパターンとして、離地直後に最大角速度が出現し、脚を素早く振上げていることがわかる。跳躍中に開脚を維持しながら、跳躍後期に再び速度の上昇がみられる。これは、跳躍終期に再度振上げ脚を引き下げる（股関節屈曲）動きとなり、その後着地へと移行する。このパターンに競技レベルでの違いがみられた。上級者A, B, Cは、前脚の振上げ角

速度が跳躍の60%時点で2回目のピークを迎え、その後急速に減少した。一方、他の被験者は2回目のピークが40~50%時点と早く、その後は緩やかに減少した。このことは、跳躍中（空中時間）できるだけ長く大きな開脚角度を保つ動きに通じるものと示唆された。

4. 骨盤の回旋について

指導現場では、前後開脚する際に骨盤の回旋を抑制し、上体を前方に向けるように言われている（橋爪，2020）。実際の動き「前後開脚ジャンプ」では、骨盤の回旋を完全になくすことは難しく、開脚を行うために多少回旋させているようにも見える。本研究ではもう一つの目的として、静的な開脚と実際の動きの中での開脚において、骨盤や股関節の動作様式について違いを検討した。

骨盤の回旋角度をみると（表3）、全般的に上前腸骨棘ラインよりも大転子ラインの回旋角度が大きい結果であった。両者の回旋角度において競技レベルによる違いはなかったが、進行方向にできるだけ正対するために上前腸骨棘ラインは抑えられ、開脚を大きく行うために下肢に近い大転子ラインは回旋角度が大きくなっていることが推察される。

また、各条件における骨盤の回旋角度を比較すると、骨盤の回旋抑制なしで行った開脚位（静的条件②）での回旋角度および最大開脚角度が最も大きい結果となった。この条件では、骨盤の回旋を意識せず、被験者がやり易い状態での開脚位であったため、開脚角度が最も大きくなることは予想されたが、これらの結果から、骨盤の回旋を伴うことによって開脚角度を大きくすることが確かめられた。次いで骨盤の回旋角度が大きかったのは、前後開脚ジャンプ（動的条件）である。ジャンプ動作では、様々な要因によって空中で体が自由に動きやすい。

また、振上げ脚はより前方へ振上げられることにより、特に下肢に近い大転子ラインが回旋しやすいと考えられる。本研究の結果から、骨盤の抑制を意識しているものの、実際のジャンプ動作において骨盤を回旋して開脚をしていることが明らかになった。

新体操では前後開脚位をとる際、骨盤の回旋を抑制することが推奨されてきた（橋爪，2020）。これは、開脚を伴う動作において、骨盤を回旋させて行くと体が傾いてバランスがとれないことや、怪我の要因にもつながる可能性が推察できる。ジャンプに関する被験者の内省（表7）から、ジュニア（小学生）の頃に骨盤を回旋させないように開脚するよう指導されたと回答したのは、6名全員であった。また、骨盤を回旋させないことの必要性についても、被験者全員が必要であるとの回答であった。しかし、開脚柔軟を行う際には、4名の被験者が骨盤を回旋させる柔軟方法のほうが、開脚ジャンプに生かされるとの回答であった。多少骨盤を回旋させることで、180度以上の開脚に有効に働く認識を持っていると推察される。これまで骨盤を回旋させないこと自体は推奨されてきたが、本研究の結果では全被験者において骨盤の回旋がみられ、上級者についても同様であったことから、実際の指導で用いる「骨盤を左右に並べる」という言葉と動きは合致していないことが推察された。

5. 審判による評価との関連

採点規則には、すべての身体難度におけるジャンプ要素の基準として「空中にて形が固定され明確であること」、「ジャンプの高さ（上がった位置）においてその形を見せること」が記載されている。前後開脚ジャンプの場合、審判員は主に空中での開脚角度に着目し、180度以上の開脚角度であること、およびジャンプ要素に共通

表7. ジャンプに関する内省調査（一部抜粋）

● ジュニアの頃、開脚を行う時に骨盤を左右並べるように指導されましたか？ はい…6名（100%） いいえ…0名（0%）
● 柔軟で開脚を行う時に、骨盤を左右並べる必要性はありますか？ あると思う…6名（100%） ないと思う…0名（0%）
● 2種類の静的柔軟の内、前後開脚ジャンプを行う時に生かされるのはどちらだと感じますか？ 少し骨盤を回旋させて行う開脚…4名（60%） 骨盤を左右並べる開脚…2名（40%）

*骨盤の回旋を抑制させることを「骨盤を左右に並べる」と表現している

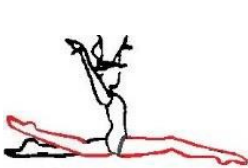

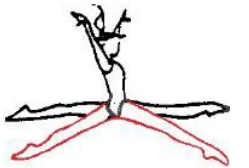
リープの価値		
DB 有効：0.30点	DB 有効：0.30点	DB 無効：0.00点
		
身体部位の小さな誤差	身体部位の中くらいの誤差	身体部位の大きな誤差
実施減点0.10点	実施減点0.30点	実施減点0.50点

図10. 前後開脚ジャンプの減点基準

した上記2点の基準を満たしていれば、演技者が実施した身体難度に価値点を付ける。そのことを「難度として認める」と言う。

動作分析の結果と審判による評価を対照すると、良いと評価される前後開脚ジャンプは、空中での開脚保持時間が長いことが上げられる。審判員の評価では、「空中で開脚度が固定され明確である」という評価項目において上級者すべてが満点であり、空中での開脚姿勢がより長く保持されていることが高い評価につながると考えられる。川端の研究(1986)でも、最大開脚角度の90%以上の開脚を保持する時間が長いほど審判員の評価点と高い相関を示しており、本研究の結果を支持するものである。視覚的に大きな開脚フォームを空中でより長く保持できていることは、重要な判断基準であると言える。

審判員の評価では、6名の被験者全員が難度として認められる結果となったが、内4名は実施減点が入った。現在の採点規則では、開脚角度が180度に少々満たない場合でも難度として認められる。しかし、開脚角度やジャンプの高さが不十分な場合には、実施減点が入る。減点項目の「開脚の誤差」は開脚角度の不足である。図10に示したように、開脚角度の誤差が小さい場合-0.1点、中くらいの場合-0.3点、大きい場合-0.5点と減点幅が分かれており、難度の価値点と同じであっても、減点が大きいと全体の得点が下がる。審判員の目に180度の開脚角度が写るようにするには、動作分析の結果からも180度以上の開脚角度や開脚を保持することが必要であると考えられる。被験者Dは、静的条件①、②の最大開脚角度は上級者の他3名と同様に180度以上の十分な柔軟性を持っているが、良いと評価された被験者B、Cと比較すると、開脚保持時間が短く、振上げ脚の角速

度のピーク2回目は跳躍の50%時点と少し早い傾向にあった。審判員の評価と照らし合わせても、被験者Dは十分な柔軟性がありながらも「開脚の誤差」という項目の実施減点を招く結果となった。これらの結果も含めて考えると、静的条件では自重を利用して開脚しているのに対し、ジャンプでは重力に反して脚を振り上げているため、柔軟性だけでは実際の動作に生かされないことがわかる。本研究において審判員の高い評価を得るには、柔軟性に加え、空中で開脚を保持できることや、開脚保持に伴う前脚の振上げスピードの大きさ等が必要であることが示唆された。

V. まとめ

本研究では、新体操の身体難度の要素である「前後開脚ジャンプ」における下肢の動作特性を明らかにすることを目的に、新体操競技選手6名を対象として3次元動作分析を行った。対象とするジャンプ動作、静的な前後開脚位2種類(骨盤の回旋抑制あり①、なし②)における股関節の開脚角度、および跳躍高、跳躍中の振上げ脚の動態について、対象者の競技レベル別に比較した。また、各ジャンプ試行について、国際審判資格保持者による動作の評価と、測定、分析で得られた動作指標とを対照した。結果は以下の通りである。

1. 跳躍高については、高さそのものには競技レベルによる違いはみられなかった。ただし、最大跳躍高は最大開脚時にみられた。
2. 開脚の各条件間における股関節角度を比較した結果、「骨盤の回旋の抑制を意識せずに行う静的開脚位(静的条件②)」において最も開脚角度が大

きい結果となった。また、上級者は「静的条件②」, 「前後開脚ジャンプ (動的条件)」, 「骨盤の回旋を抑制する静的開脚位 (静的条件①)」の順に角度が小さくなったが、中級者は「静的条件②」, 「静的条件①」, 「動的条件」の順であり、競技レベルによる違いが示唆された。

3. ジャンプ中の開脚動作パターンを競技レベルで比較すると、上級者は、各自の最大開脚角度の90%の開脚角度を保持する時間が中級者よりも長かった。また、上級者の振上げ脚にみる股関節の角速度変化からも、大きな開脚角度をより長く保持することに貢献すると考えられる動作パターンが認められた。
4. 跳躍時の骨盤の回旋については、上前腸骨棘ラインと大転子ラインの回旋角度の様相は異なり、上前腸骨棘ラインの回旋角度は大転子ラインの回旋角度より小さかった。このことは、下肢を前後に大きく開脚しながらも、上体をできるだけ前方に正対させる動きにつながるものと推察された。
5. 動作分析の結果と審判による評価を対照すると、評価の高いジャンプには、既定の開脚角度を上回る大きな開脚を長時間にわたって保持する(見せる)ことが必要であると示唆され、そこには競技レベルによる違いが認められた。

本研究では、被験者が一定の競技レベル以上に限られ、かつ人数が少ないため、今後被験者数を増やしてさらなる検討を加えていく必要がある。また、今回対象とした指標は、審判員の評価基準が説明可能なものであると示唆されたが、これ以外の要素にも着目していく必要がある。

【引用文献】

- 安達美保子 (2003) 新体操教本：財団法人日本体操協会新体操委員会，図書出版：東京，pp.10-11.
- Alter, M. J. : 山本利春監訳 (2010) 柔軟性の科学. 大修館書店：東京，pp.5-6.
- Douda, H. T., Toubekis, A. G., Avloniti, A. A. and Tokmakidis, S. P. (2008) Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 41-54.
- 橋爪みすず (2020) 競技に生きる！魅せる新体操 体づくりのポイント. 株式会社メイツユニバーサルコンテンツ：東京都，pp.13.
- 藤野朱美 (2004) 胴の後屈を伴う開脚ジャンプ (反りジャンプ) の空時特性とトレーニング課題，*コーチング学研究*, 17 (1) : 59-67.
- International Gymnastics Federation (2021) 2022-2024 Code of Points Rhythmic Gymnastics; International Gymnastics Federation: Lausanne, Switzerland.
- 柿本真弓, 田口晴康, 菅尾尚代, 堤朱里 (2007) 新体操競技の前後開脚ジャンプに関する一考察，*福岡大学スポーツ科学研究*, 38(1) : 21-33.
- 菅家沙由梨, 清水花菜, 前鼻啓史, 浅井泰詞 (2021) 新体操選手の前後開脚ジャンプと柔軟性および跳躍力との関係，*日本女子体育大学スポーツトレーニングセンター紀要*, 24 : 9-14.
- 川端昭夫 (1986) 動きの美しさに関する研究—前後開脚大ジャンプの美的基準について—, *中京大学体育学論叢*, 28(1) : 35-47.
- 河野由, 横澤俊治, 窪康之 (2022) 採点形式に基づく採点競技の類似化, *Journal of High Performance Sport*, 11(1) : 1-11.
- 丹羽涼子, 小西裕之, 清水紀人, 大島義晴, 畑山祐子 (2005) 脚開角度と柔軟性との関係について—片足踏み切り前後開脚ジャンプの場合—, *仙台大学紀*, 320(2) : 32-39.
- Örs, Berfin Serdil and Canan Turşak (2020) The Relationship between Passive Lower Limb Flexibility and Kinematic Determinants of Split Leap Performance in Rhythmic Gymnastics, *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 5(1) : 76-82.
- 竹内京子, 岡橋優子 (2018) 見るみるわかる骨盤ナビ. 有限会社ラウンドフラット：東京，pp.68.
- Wilson, M. A., Ryu, J. and Kwon, Y. (2007) Contribution of the Pelvis to Gesture Leg Range of Motion in a Complex Ballet Movement, *Journal of Dance Medicine & Science*, 11(4) : 118-123.

(受付：2024年1月26日，受理：2024年3月28日)