

< 研究論文 (査読あり) >

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

Relationship between split leap of rhythmic gymnasts and flexibility
and jumping power

菅家 沙由梨¹⁾ 清水 花菜²⁾ 前鼻 啓史³⁾ 浅井 泰詞⁴⁾
Sayuri KANKE, Kana SHIMIZU, Hirofumi MAEHANA, Taishi ASAI

Abstract

There are various types of jumps among the factors used to evaluate physical techniques in rhythmic gymnastics. For any type of jump, sufficient height and clear form are required in the air. Especially in evaluation of a split leap, the perspective is placed on the angle of the open legs at the hip joint during the jump. Thus, this study aimed to clarify the relationship between the split leap and the flexibility/vertical jump height.

The subjects were 21 female collegiate rhythmic gymnastics athletes. We measured their flexibility, vertical jump height, and the maximum angle of the open legs at the hip joint during a split leap. Regarding flexibility, we measured the maximum angle of the hip joint when the subjects completed anteroposterior opening of the legs, swinging of a leg, and maintained a raised leg. The vertical jump height was measured when they jumped using both legs and one leg (right and left) to compare the relationship with the maximum angle of the hip joint upon a split leap. As a result, a positive correlation was confirmed between the split leap and anteroposterior open legs/swing of a leg/maintaining of a raised leg. A positive correlation was also confirmed between the split leap and the vertical jump height made using one foot for takeoff. Based on these findings, it was suggested that not only flexibility but also the vertical jump height made using one foot for takeoff would be necessary to increase the angle of the opening of the legs in the split leap.

Keywords: rhythmic gymnastics, flexibility, hip joint, vertical jump height

I. 緒言

女子新体操はドイツの「芸術体操」から始まったものであり¹⁾、「ロープ」、「フープ」、「ボール」、「クラブ」、「リボン」と呼ばれる手具を使用し、体のさまざまな部分を使って美の表現や優美さを追求する採点競技の1つである。村田⁵⁾の報告によると、新体操は動きの可能性を追求し、動きの奥深さ、体、手具、音楽との一体感、技の高度さが織りなす美的表現を運動特性とするスポーツとして認識されてきたことを明らかにしている。また、新体操の採点規則はオリンピックごとに改正が繰り返され変遷されてきたが、「体操の合理性」、「動きのリズム性」、「体操と手具の一体性」、「体操の芸術性」、「体操要素及び手具操作の難度性」に関

する項目は常に採点規則の中に位置づけられており、これらが新体操の競技性を示す点である⁵⁾。このように新体操にはいくつかの評価項目があり、高評価を得るためには様々な能力が求められてくる。その中でも新体操の特徴として、体操要素の難度においては、高い価値点を持つ難度になるにつれて柔軟性が求められており、より高度なパフォーマンスを実施するための体力（本研究における「体力」とは身体的要素の中の行動体力と定義した⁷⁾）の1つとして「柔軟性」が必要とされている。

柔軟性とは、体育学、スポーツ医学、健康科学において「関節や関節集合体の有効に動く可動域 (ROM: range of motion)」と定義されており³⁾、特定の関節において適切な可動範囲で運動を遂行できる能力のことをいう¹⁴⁾。つまり、「柔軟性」として捉えられている多くは「関節可動域」を意味しており、柔軟性を測定する上では、関節可動域を指標としている^{3) 15)}。柔軟性には「静的柔軟性」と「動的柔軟性」の2つに分けられており、それらの柔軟性は「受動的

¹⁾ 目白大学短期大学部 (助手)

²⁾ 日本女子体育大学 (助手)

³⁾ 目白大学人間学部 (専任講師)

⁴⁾ 高千穂大学人間科学部 (助教)

柔軟性（外力の作用による）」と「能動的柔軟性（自分で行う）」に分類されている³⁾。新体操で実施される動きには、静的柔軟性および動的柔軟性のどちらも必要不可欠とされており^{10) 15)}、それらの柔軟性を高めるために、トレーニング時においては受動的柔軟性および能動的柔軟性のどちらも強化する必要がある。

新体操では個々の演技要素のことを「難度」と呼んでおり¹⁸⁾、「身体の難度（以下、身体難度）」および「手具操作の難度」がある。実際の採点現場ではそれらの難度に与えられた価値基準に沿って採点することとなっており、新体操の演技構成は「難度」が繋がっており、1つの作品がつくりあげられる¹⁸⁾。そのため、難度は採点要素として欠かせないものであり、それぞれの難度の基準値をクリアするために、身体難度の卓越性が求められる。身体難度を評価する要素には、「ジャンプ」、「バランス」、「ローテーション」の3つがあり、それぞれ様々な種類の難度がある。その中の「ジャンプ」において2017年採点規則¹⁶⁾では、どのジャンプにおいても十分な高さで空中での形が明確でなければならないという基礎的特徴が記述されており、それらのことが不十分の場合、実施得点から減点されるばかりでなく、難度として評価されない場合もある。ただ単に幅跳びや高跳びのように距離や高さがあれば良いのではなく、空中での形が明確でなければならないため、開脚を伴うジャンプにおいては、ジャンプ時の股関節における脚の開角度（以下、開脚度）や上体の柔軟性を見せなければならない⁶⁾。その中で「前後開脚ジャンプ」は、開脚を伴うジャンプ難度の中では最も基礎的な難度として捉えられており、高い価値点のジャンプを実施するためには、この基礎姿勢でのジャンプ修得が重要となってくる。その前後開脚ジャンプは、跳躍時の高さや股関節開脚度に観点が置かれており、開脚度が180度に満たない場合、角度の不足として減点対象となってしまう。また、不足した角度の程度によって減点される点数も変わってくる（図1）。よって、この基準値を超えるためにどのようなジャンプ難度の卓越性が求められるのかを明確にする必要性がある。先述した柔軟性の内容を踏まえると、前後開脚ジャンプにおいては、股関節の開脚度、つまりその人の持つ最大の股関節可動域である静的柔軟性を強化することに加え、運動中の関節可動域である動的柔軟性⁹⁾、さらに運動を実施するための筋力も必要とされると考えられる。

表1 被験者の身体的特性

	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)	Body mass index (kg・m ⁻²)
平均値	160.0	52.3	22.9	20.5
標準偏差	4.5	5.3	4.2	1.7
最小値	152.0	41.7	13.3	17.5
最大値	169.0	63.0	34.6	25.2

これまでの前後開脚ジャンプについての先行研究においては、体操競技やダンスなどの競技別による前後開脚ジャンプの特徴の違いや¹³⁾、手具の使用の有無による前後開脚ジャンプの違いについて²⁾報告されている。また、丹羽ほか¹⁰⁾は、前後開脚ジャンプの開脚度を増大するためには、静的柔軟性を含め、自らの力で下肢を動かすことのできる動的可動域を大きくする必要があり、その可動域において下肢を目的位置で保持できる筋力も必要であることが言及されているが、より多角的な評価により知見の精査が求められる。さらに、開脚度を高めるためにはその他の筋力も踏まえた検討が必要であることが示唆されている。ジャンプには柔軟性を伴う身体姿勢とともに高く跳ぶための跳躍力が重要視されていることが考えられる。しかしながら柔軟性の評価とともに跳躍力を踏まえた検討はされていない。一過性の動作を抽出して能力別に評価する方法もあるが、より指導現場への波及性を鑑み、一連の動作の中で包括した評価による検討を推し進めることも重要である。よって、前後開脚ジャンプの開脚度と跳躍力の関係性を明らかにすることで、前後開脚ジャンプの質の向上を目指したトレーニング内容の確立の一助となる可能性が考えられる。

そこで本研究は、前後開脚ジャンプに有効な体力トレーニング内容を検討するための一資料を新体操の指導現場へ還元すべく、前後開脚ジャンプの開脚度と柔軟性および垂直跳び高との関係性を明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

1. 対象者

大学女子新体操部に所属する選手で、研究の同意が得られた21名を対象として測定を行った。対象者の年齢は19.2 ± 1.0歳であり、新体操歴は13.2 ± 2.7年であった。また、全ての被験者において前後開脚ジャンプの踏切脚は左脚であり、前方に振り上げる脚は右脚であった。なお、身体的特性については表1に示した。

2. 測定項目

(1) 前後開脚ジャンプ

2回の練習後、本試技として右脚が前の前後開脚ジャンプを2回実施させ、前後開脚ジャンプの股関節最大開脚度を測定した（図2）。なお、跳躍時は助走ありとし、跳躍中の腕の位置については、右腕は横、左腕は前方で肩の高さにするように指示した。

(2) 柔軟性

①前後開脚

右脚が前の前後開脚の状態で両脚（前脚は足首、後脚は膝）を椅子に寄せ、自己の体重で負荷をかけ、3秒静止してもらい股関節最大開脚度の測定をした（図3）。なお、上体は床と垂直にさせるように指示した。この測定は静的柔軟性を評価する目的で行った。

②下肢の前方振り上げ運動

立ち位置を指定し、立位姿勢から右下肢を前方に可能な限り振り上げさせ、その時の股関節最大開脚度を測定した(図4)。振り上げ運動は連続3回実施した。なお、下肢を振り上げる際に上体を倒さないこと、支持脚側の膝を曲げないことを指示した。この測定は動的柔軟性を評価する目的で行った。

③下肢の後方振り上げ運動

立ち位置を指定し、立位姿勢から左下肢を後方に可能な限り振り上げさせ、その時の股関節最大開脚度を測定した(図5)。振り上げ運動は連続3回実施した。なお、下肢を振り上げる際に上体を倒さないこと、支持脚側の膝を曲げないことを指示した。この測定は動的柔軟性を評価する目的で行った。

④下肢の拳上保持運動

台上に立って平行棒に掴まり、空中で右脚を前に左脚を後ろに同時に開かせた(図6)。自らの筋力を使い最大まで開いたのち、どちらかの脚の力が大きいと揺らぐ可能性があるため2秒静止してもらい股関節最大開脚度の測定を2回行った。この評価方法はロシアが

柔軟性テストで実施しているものを参考とし、先行研究の内容に沿って実施した^{10) 15)}。また、この測定は動的柔軟性を評価するとともに、前後開脚ジャンプは空中での180度開脚姿勢が求められており、両下肢をできるだけ高い位置で保持する筋力が必要であると考えられているため¹⁰⁾、それらを評価する目的で行った。

(3) 垂直跳び高

両脚、踏切脚(左脚)および非踏切脚(右脚)における垂直跳びを、それぞれ1回練習後、3回連続で測定マットの上で実施した。なお、手の位置は腰に置くよう指示した。この測定は跳躍力を評価する目的で行った。

3. 測定方法

前後開脚ジャンプおよび柔軟性(前後開脚、下肢の前方振り上げ運動、下肢の後方振り上げ運動、下肢の拳上保持運動)の測定にはハイスピードカメラ(SONY社製DSC-RX100M4)を使用し撮影した。垂直跳び高は、跳躍計測ソフトウェア(フォーアシスト社製垂直


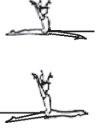
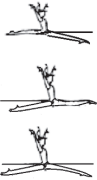
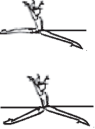
身体難度 有効 実施得点からの減点なし	身体難度 有効 実施得点から0.1点減点	身体難度 有効 実施得点から0.3点減点	身体難度 無効 実施得点から0.5点減点
前後開脚ジャンプ (180度必須)	許容を伴う不正確な形 (-10度まで)	許容を伴う不正確な形 (-20度まで)	許容外の不正確な形 (-20度を超える)
			

図1 前後開脚ジャンプの減点基準



図2 前後開脚ジャンプ



図3 前後開脚



図4 下肢の前方振り上げ運動



図5 下肢の後方振り上げ運動



図6 下肢の拳上保持運動

ジャンプソフトウェア)および跳躍計測マット(フォーアシスト社製マルチタイム計測システム大型マットスイッチ)を用いて測定した。なお、測定は2019年度の試合準備期に実施した。

4. 分析方法

各測定項目の測定回数のうち、最高値を測定値とした。前後開脚ジャンプおよび柔軟性の各測定項目における股関節最大開脚度の分析には、マーカース骨格検出ソフトウェア(フォーアシスト社製Pose-Cap)を用いて分析した。なお、被験者の左右膝-股関節の三点デジタイズはVision Poseプログラムの自動検出に依拠した。測定項目間における結果の関連性の分析にはPearsonの積率相関係数を用いた。なお、統計学的有意水準は5%未満とした。

5. 倫理的配慮

研究対象者に対し、測定実施前に研究目的、利用方法、測定は強制ではないことを口頭にて説明し、参加・不参加は自由であることや、測定を断っても一切の不利益にならないことを説明した。また、取得したデータや個人情報、研究目的以外には使用せず、データには番号付けを行うとともに匿名化するため、研究発表する際も個人情報は守秘されることも併せて説明し、研究へ参加する同意を書面により得た。なお、本研究は目白大学「人及び動物を対象とする研究に係る倫理審査委員会」の承認(承認番号:19-035)を得て実施した。

Ⅲ. 結果

1. 前後開脚ジャンプと柔軟性の関係

前後開脚ジャンプおよび各柔軟性の測定項目における股関節最大開脚度の平均値は、前後開脚ジャンプ

192.0 ± 11.54度、前後開脚202.6 ± 7.98度、下肢の前方振り上げ運動187.3 ± 9.82度、下肢の後方振り上げ運動124.9 ± 18.76度、下肢の拳上保持運動151.9 ± 14.58度であり、前後開脚ジャンプの股関節最大開脚度と全ての柔軟性の測定項目との間に正の相関関係が認められた(図7)。

2. 前後開脚ジャンプと垂直跳び高の関係

両脚、踏切脚および非踏切脚の垂直跳び高の平均値は、両脚22.1 ± 3.15cm、踏切脚10.4 ± 2.11cm、非踏切脚10.5 ± 1.81cmであり、前後開脚ジャンプの股関節最大開脚度と踏切脚の垂直跳び高との間には正の相関関係が認められた。しかし、前後開脚ジャンプの股関節最大開脚度と両脚および非踏切脚の垂直跳び高との間には相関関係が認められなかった(図8)。

Ⅳ. 考察

1. 前後開脚ジャンプと柔軟性の関係

前後開脚ジャンプと柔軟性の各測定項目との関係を分析した結果、前後開脚ジャンプの股関節最大開脚度と前後開脚、下肢の前方振り上げ運動、下肢の後方振り上げ運動、下肢の拳上保持運動の股関節最大開脚度との間において正の相関関係が認められた。これらの結果から、前後開脚ジャンプの開脚度をあげるためには、静的柔軟性に加え、動的柔軟性および下肢を目的位置で保持できる筋力(下肢の拳上保持運動)も関係することが明らかとなり、丹羽ほか¹⁰⁾の報告を支持する結果となった。

実際にスポーツを行う場面において必要とされる柔軟性は動的柔軟性であると言われており¹⁰⁾、前後開脚ジャンプにおいても同様のことが言える。しかし、本研究結果から、静的柔軟性を評価する目的で測定した前後開脚も前後開脚ジャンプの股関節最大開脚度との

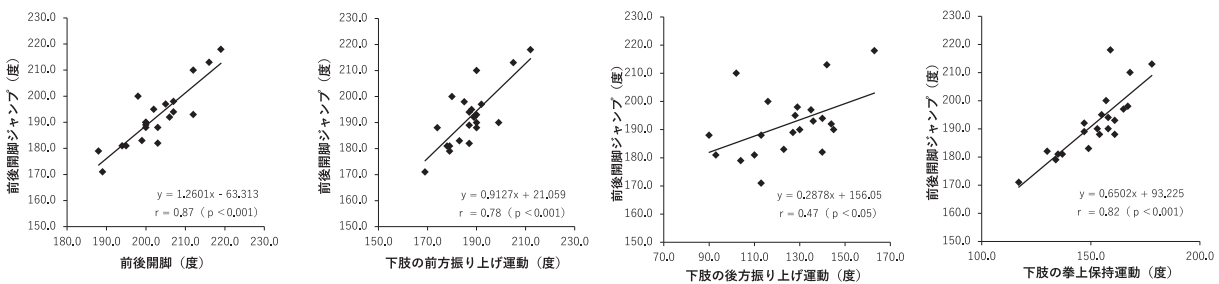


図7 前後開脚ジャンプと柔軟性との関係

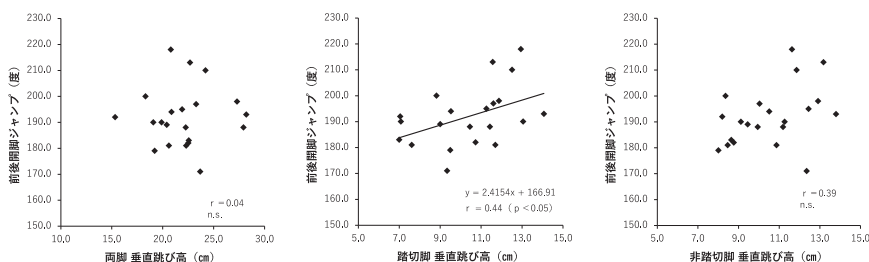


図8 前後開脚ジャンプと各垂直飛び高との関係

間に相関関係が認められていることから、前後開脚ジャンプの開脚度を高めるためには静的柔軟性も重要な要素であることが示唆される。静的柔軟性は関節運動のスピードは考慮せず、それぞれの関節における可動域を表しており³⁾、関節をゆっくり動かしたあとに最大可動域の範囲で評価されている⁹⁾。また、静的ストレッチングは科学的根拠に基づくもので、可動域を高めるために効果的であり³⁾、柔軟運動は続けて行うことにより静的柔軟性を高めることができる¹²⁾とされている。一方、動的柔軟性には、静的柔軟性を含め、敏捷性、平衡性、筋力等の要素が大きく関与している⁸⁾とされているが、丹羽ほか¹⁰⁾によると、前後開脚ジャンプの開脚度にこれらの要素が関与しているとは言いがたいと報告されている。しかしながら、前後開脚ジャンプの開脚度には静的柔軟性との関係性が認められたことから、静的柔軟性により関節可動域が広がることで、動的柔軟性の有効動域が高まることが推察される。なお動的柔軟性の有効動域における動員機序については本研究では捕捉することができなかったものの、今後の研究により上述のメカニズムについて定量的な評価をすることが出来れば、前後開脚ジャンプの向上に係るより詳細な知見を提示することができると考えられる。

2. 前後開脚ジャンプと垂直跳び高の関係

前後開脚ジャンプと垂直跳び高との関係を分析した結果、前後開脚ジャンプの股関節最大開脚度と踏切脚の垂直跳び高との間に正の相関関係が認められた。このことから、前後開脚ジャンプの開脚度をあげるためには、柔軟性だけではなく、跳躍力の強化が関係してくると言える。先行研究において、柿本ほか²⁾は、前後開脚ジャンプが優れている選手はただ単に開脚度があるだけではなく、その体勢を維持している時間が長いことを特徴としてあげている。また、坂ほか¹³⁾の報告によると、空中にいる時間を長くすればするほど、その間の身体演技を多様に変えられることで様々な難度の姿勢を実施することができるため、滞空時間を長くするために脚力の強化は不可欠であると述べられている。これらのことから、前後開脚ジャンプの質的向上を目指すためには、跳躍力の強化も重要視すべき点であると言える。

しかし、本研究では踏切脚の垂直跳び高のみ前後開脚ジャンプとの相関が認められた。その要因として、跳躍力の筋力および柔軟性に左右差があることも可能性として考えられる。新体操の練習内容において、開脚を伴う基礎的なジャンプ練習を行う際は左右どちらも実施するが、演技の作品練習になると自身が得意とする踏切脚でのジャンプ難度を実施するため、1日の練習の中でも左右それぞれジャンプを実施する回数も違う。よって、筋力および柔軟性に左右差があることが考えられ、それが踏切脚の垂直跳び高のみが前後開脚ジャンプの開脚度との間に相関が認められた要因である可能性がある。小野田・泉¹¹⁾によると、下肢柔軟性テストを実施した中の7割が左右差を持っている

と報告されており、また、バレエと新体操を比較すると新体操選手は左右差が大きいことが報告されている⁴⁾。さらに、障害の発生についての研究においても、新体操選手は両脚を均等に使用する選手は少なく、片脚に負担が偏っていることが明らかにされている⁶⁾。これらのことから、踏切脚の跳躍力に関しても左右差があることを考慮し、左右の筋力差や柔軟性および前後開脚ジャンプの開脚度の左右差からも検討する必要がある。

V. まとめ

本研究は、大学女子新体操選手を対象に前後開脚ジャンプおよび柔軟性の股関節最大開脚度と垂直跳び高を測定し、前後開脚ジャンプの開脚度と柔軟性および垂直跳び高との関係を検討した。その結果、前後開脚ジャンプと前後開脚、下肢の前方振り上げ運動、下肢の後方振り上げ運動、下肢の拳上保持運動との間に正の相関関係が認められた。また、前後開脚ジャンプと踏切脚垂直跳び高との間にも正の相関関係が認められた。これらのことから、前後開脚ジャンプの開脚度を上げるためには、柔軟性だけでなく踏切脚垂直跳び高の強化が関係してくる可能性が示唆された。

VI. 今後の課題

本研究は前後開脚ジャンプと柔軟性および跳躍力の相関関係についてのみ分析しており、それらの要因になぜ相関関係があるのかについては言及されていない。また、本研究の前後開脚ジャンプおよび柔軟性の測定においては、選手自身が得意とする踏切脚を考慮した測定および分析であったため、左右差を踏まえた検討は行っていない。今後はそれらを踏まえた更なる検討が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 姫野美鈴,古後晴基(2016)女子ジュニア新体操選手における関節弛緩性と筋柔軟性の関連性および外傷への影響について.理学療法さが,2(1):45-49.
- 2) 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.
- 3) マイケルJ.オルター(2010)柔軟性の科学.p.3,5,241,大修館書店,東京.
- 4) 美馬美千代(1997)新体操選手のバランスフォームについて-基礎的トレーニングの視点から-.上智大学体育,31:1-13.
- 5) 村田由香里(2011)新体操の採点規則に関する哲学的研究-運動特性および競技性と採点規則との適合性を中心に-.日本体育大学紀要,41(1):13-24.
- 6) 村田由香里(2017)新体操における障害の発生と競技ルールとの関連.日本体育大学紀要,46

- (2) :151-157.
- 7) 日本コーチング学会 (2017) コーチング学への招待 .p.150, 大修館書店, 東京.
 - 8) 日本生理人類学会測定研究部会 (1996) 人間科学計測ハンドブック .p.26, 技報堂出版, 東京.
 - 9) 日本体育学会 (2006) 最新スポーツ科学辞典 .p.635, 平凡社, 東京.
 - 10) 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 -. 仙台大学紀要, 36 (2) :32-39.
 - 11) 小野田桂子, 泉重樹 (2018) 新体操競技選手の柔軟性調査. 東京女子体育大学・東京女子体育短期大学紀要, 53:131-134.
 - 12) 大山良徳 (1967) 体操訓練の柔軟性に及ぼす実験的研究 その8. 体力科学, 16 (3) :57-68.
 - 13) 坂佳代子, 三宅香, 内田 博子 (1993) 前後開脚ジャンプの運動学的分析 - 体操競技・ダンスの運動を中心に -. 日本体育大学紀要, 23 (1) :7-15.
 - 14) 佐藤たけ (1969) 新体操 (女子団体体操競技) I.H. に関する一考察. 東京女子体育大学紀要, 4:89-96.
 - 15) 清水花菜 (2016) 力学的振動が柔軟性に与える効果 - 新体操選手を対象として -. 日本女子体育大学大学院修士論文.
 - 16) 新体操委員会 (2017) 2017年採点規則 新体操女子. (財) 日本体操協会, 東京.
 - 17) 鈴木荘夫 (1993) 日独英仏対照スポーツ科学辞典 .p.135, 大修館書店, 東京.
 - 18) 浦谷郁子 (2012) 新体操の採点規則批判 - 柔軟性に関する内容を中心に -. 日本体育大学紀要, 41 (2) :117-123.