

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—

丹羽 涼子, 小西 裕之, 清水 紀人¹⁾, 大島 義晴¹⁾, 畑山 祐子²⁾

The Relation between the Leg Split Angle and Flexibility for the Split Leap

NIWA Ryoko, KONISHI Hiroyuki, SHIMIZU Norihito, OHSHIMA Yoshiharu and HATAYAMA Yuko

The mechanical evaluation for the split leap where the gymnast takes off from one foot with one leg horizontally to the front and the other to the back in gymnastics and rhythmic gymnastics is based on the height of the jump and angles between the two legs.

In conducting this research, we have regarded the flexibility of the hip joint as strongly influencing the performance of this movement. The flexibility is classified into static and active flexibility. This study, following traditional theory, is based on the assumption that active flexibility is more strongly correlated with performance than static flexibility.

This study was conducted to find out how much the static and dynamic flexibility influence the performance of the split leap and, if the influence of the active flexibility is significant, which elements in the active flexibility are the most influential. We were able to obtain the following findings through the experiment in this study.

1. The elements that significantly influence the performance of the split leap are the static flexibility, voluntary movement range (active movement range) of the hip joint, and the ability to hold the leg at the target position.
2. The three elements, which are the maximum flexion of the hip joint, extension angle of the hip joint, and physical power of the upward leg swing and hold, significantly impact the difference in performance of the split leap.
3. The dynamic flexibility influences the leg split angle in the split leap more than the passive flexibility.
4. As there were not any correlations found in the agility, balance, and muscle power, the angle between the legs in the split leap is not influenced by these elements.
5. The difference of the leg split angle among two groups, namely experienced gymnasts and less-experienced gymnasts, is attributed to the maximum flexion of the hip joint, which is exhibited by the static flexibility, active movement range, and ability of the upward leg swing and hold.

From the results above, we conclude that the static flexibility, voluntary movement range of the hip joint, and ability holding the lower limb at the target position.

Key words: static flexibility, dynamic flexibility, lower limb upward swing and hold, ability of hold, joint movement range

I. はじめに

1. 柔軟性について

スポーツ活動を行う場面において、運動中の外傷や筋肉障害の防止、動作可動域の拡大を目的に、さまざまな種目で柔軟性の必要性が見直

されている。この柔軟性について窪田⁴⁾は、柔軟性が高いと運動中の動作に無駄な動きがなくなり、体力の温存、運動の正確性の向上、運動時に発揮される力の向上といった効果が望め、反対に柔軟性が低いと、身体を動かす範囲が狭くなり、動作が小さくなるだけでなく、運動

1) 弘前大学 2) 社会福祉法人緑風会特別擁護老人ホーム緑清園

中の外傷や肉離れといった筋肉障害をおこす可能性が高いと指摘している。

ここで柔軟性ならびに柔軟性についての定義と分類について若干述べることにする。

柔軟性に関わる身体部位は、筋、拮抗筋、腱、靭帯であり、柔軟性は、運動遂行に最適な範囲に関節を動員する能力と解されている。柔軟性を規定する因子には、解剖学的・バイオメカニク的な関節の構造特性として、関節の形状、関節の自由度、角度、てこ、摩擦等があり、筋肉・神経系の機能的条件として、筋の形状、腱、筋トーン、構造および弾性（筋緊張）、筋肉内および筋肉間調整、筋力等がある。また年齢的な発達にともなう諸変化や情緒的・情動的な状態といった心理的条件、さらには気候や気象の変化といった外的・内的環境条件とウォームアップや疲労等の運動遂行時の諸条件等が挙げられ、エネルギー系の体力と調整力の中間に位置づけられている。¹⁾

日本生理人類学会、計測研究部会⁶⁾では、柔軟性を「関節の可動域の指標である」と定義し、ある関節（関節群）の運動可動域の大きさ、つまり「関節可動域の大きさを示す言葉」としている。スポーツ科学辞典¹⁾によれば、柔軟性とは「関節がその可動範囲を動く能力」とし、柔軟性と関わりの深い言葉である柔軟度を「物理的に表される可動範囲（関節の自由度）」、柔軟運動を「関節、筋の柔軟性を高める運動」としている。

また、柔軟性を「静的柔軟性」と「動的柔軟性」の2つに大別し、それらの柔軟性は、それぞれに「能動的柔軟性」と「受動的柔軟性」に分類され、さらに「一般的柔軟性」と「特殊の柔軟性」とに細分化している。

静的柔軟性は、それぞれの関節における可動域を表し、関節を徐々に動かし限界点への到達をもって評価され、数値化して評価することが容易であるのに対し、動的柔軟性は、多関節にわたる速い動作の中で自らの力によって動かすことの出来る関節の可動域を表し、一般的に静

的柔軟性に比べ、数値化して評価することが難しいにも関わらず、その指標の最大要因は「いかに柔軟に動けることが出来るか」ということからすると、動的な運動パフォーマンスに不可欠な柔軟性として捉えることができる。また、この動的柔軟性には、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といわれ、逆に、静的柔軟性との関わりが深いと考えられる立位体前屈や伏臥上体そらしは、実際の運動能力とは相関がなく、静的柔軟性を獲得しただけでは、実際の運動パフォーマンスに活かすことができず、「動きの中での柔らかさ」には期待できないと古田²⁾は述べている。

2. 柔軟性と片足踏み切り前後開脚ジャンプとの関わり

外傷や障害予防の枠を超え、柔軟性の高さが競技に大きな影響を与えるスポーツ種目の中に体操競技や新体操がある。特に女子の競技種目に関して、柔軟性は、演技構成や実施の優劣を決定する上で大きな要因となることはいうまでもない。世界体操連盟（FIG）が作成している体操競技・新体操女子採点規則⁸⁾⁹⁾には、ジャンプの十分な高さ（上昇）があること、空中における形が明確で一定であること、形そのものに大きさがあることが示されている。そして、これらのことが不十分な場合、難度としても認められないばかりか、さらに実施減点される可能性がある。演技評価の際は、芸術性をも加味した「美しさ」の基準が用いられるのである。

金子³⁾は、「運動が、一過性の可視的現象であることからすれば、そこに何が現象したかを出るだけ正確に把握することがまず必要である……、人間が運動現象を把握する第一歩は、一瞬一瞬に生起し、また消滅する動きを連続したものとして観察し、さらには次の瞬間に何が起こるかを予測することによって、まとまった運動ゲシュタルトとして意識することが可能となる。」と述べ、また「評定スポーツにおいて、優位決定の規則を形づくっている二大要因は、

〈何〉を演じたか、〈どのように〉演じたかである……中略……その採点対象の分化による多岐性に対して、それらを適切に適用して公正な採点を保証するには、もっぱら審判員の個人的な運動感覚能力によるしかない。」と述べ、現象としての運動（動き）の難しさと重要性を指摘している。

このことは、実際の採点場面において、予め謳われている採点基準や採点指針を熟知した審判員の公正かつ客観的な採点が、その後の選手の技能向上だけでなく、監督・コーチの指導方法の改善に大きな影響を与えることから理解できる。

体操競技や新体操において、股関節の柔軟性を使って表現する運動として、「180度開脚姿勢を伴う跳躍技」があり、そのなかの代表的な技として、「片足踏み切り前後開脚ジャンプ」がある。「体操競技 女子 2001 年度版 一般減点」¹⁰⁾によると、ジャンプ時の欠如角度が0度～20度の場合0.05～0.10の減点、21度～45度で0.20の減点、45度を越えた場合は低い価値部分となるとし、「2005 FEDERATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE」¹¹⁾では、空中における形が明確で一定であることとし、不明確な場合は難度としては認められない。この技の動作パフォーマンスに対する評価は、ジャンプの高さや、ジャンプ時の股関節における脚の開角度（以後開脚度とする）等に観点を置いて行われている。その中でも、ジャンプ時、特に運動構造上の主要局面における開脚度に重点を置き、開脚度の最大角度が180度に満たない場合、もしくはフロアに対する水平面よりも脚が下がっている場合、角度の不足として技術的な減点対象となっている。

本研究は、体操競技・新体操における「片足踏み切り前後開脚ジャンプ」の開脚度の大小は、動的柔軟性が深く関与し、静的筋力以上に動的筋力が、大きく影響しているという仮説をたて、動的柔軟性に関わる如何なる要素がパフォーマンスに強い影響を与えているか、さらにその要

素は何の影響によるものなのかを解明することとした。

II. 研究方法

1. 被験者

H 大学女子学生 7 名を被験者とした。

身体特性は、年齢 19.9 ± 1.4 歳、身長 159.5 ± 5.3 cm、体重 54.8 ± 5.6 kg であった。

A グループ：体操競技、新体操経験者

股関節最大角度 160 度以上の者

B グループ：大学入学後体操競技、新体操を経験した者

股関節最大角度 160 度以下の者

2. 測定項目

運動の記録にはデジタルビデオカメラ (SONY MODEL DCR-TRV900) を使用した。撮影は、カメラを被験者の運動面に対し垂直方向に 20m 離して、レンズの高さが 1m になるように設定して行った。

1) 片足踏み切り開脚ジャンプの股関節最大角度の測定

被験者に 2 回の練習の後、本試技として 2 回片足踏み切り前後開脚ジャンプを行わせた。前後開脚ジャンプの股関節最大角度は、ジャンプの上体軸の延長線を基本軸として、それと前方下肢とのなす角度 (屈曲角度) と後方下肢とのな

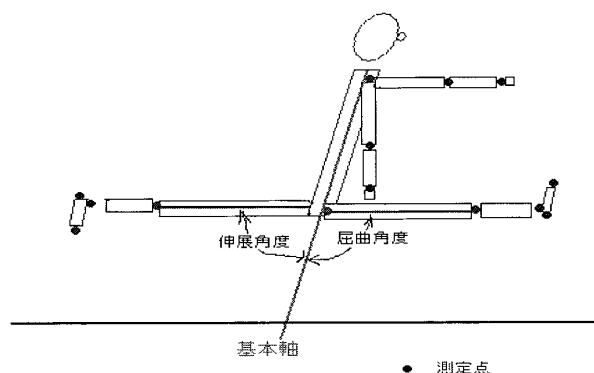


図1 片足踏み切り前後開脚ジャンプの股関節最大角度

す角度（伸展角度）を加えたものを股関節最大角度として計測した。（図1）

2) 静的柔軟性の測定

被験者の能動的な股関節屈曲角度と伸展角度及び、受動的屈曲角度と伸展角度を計測した。屈曲角度を測定する場合は仰向け姿勢に、伸展角度を測定する場合は、うつ伏せ姿勢になり、どちらも膝関節を伸展した状態で勢いをつけずに上げさせ、数秒間保持させた状態で測定した。

3) 敏捷性の測定

文部省スポーツテストに従い、ライン間の反復横跳びを行った。被験者に試技を2回行わせ、その平均値を測定値とした。

4) 平衡性の測定

静的平衡性と動的平衡性を計測した。静的平衡性は、閉眼片足立ちを用い、バランスを崩すまでの時間を計測した。動的平衡性は、平均台上に2 m間隔にラインを引き、片方のラインから後ろ向きで移動し、もう片方のラインが見えたら向きを180度方向転換し移動する。後方歩きを60秒間にどれだけ往復できるかを3回実施し、その平均値を測定値とした。

なお、被験者の運動感覚を把握するために測定した。

5) 脚筋力

直立姿勢になり、下肢を伸展させた状態で股関節をすばやく屈曲・伸展・外転させたときのそれぞれの最大筋力を測定した。本実験では、固定した力量計と被験者の足首をロープで繋ぎ、そのロープを引くことで股関節の屈曲・伸展・外転力を計測している。被験者の体幹部（腰部を含む）と支持脚を固定し、上肢は測定に影響がないように体側に沿って下垂させた。各方向を3回ずつ行い、関節トルクに換算して、その平均値をもって筋力（トルク）の評価値とした。

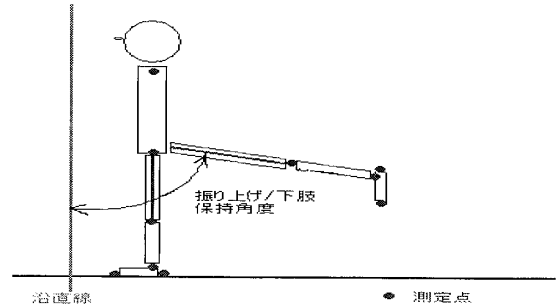


図2 下肢を振上げた時の股関節最大角度（動的可動域）

6) 下肢を振上げた時の股関節最大角度（動的可動域）の測定

立位姿勢から、片方の下肢を前方・後方・側方に可能な限り振上げさせ、その時の股関節最大角度を計測した。なお、下肢を振り上げたときにできるだけ支持脚側の膝を曲げないことを指示した。（図2）

7) 下肢を挙上が保持できる股関節最大角度の測定

前後開脚ジャンプは、空中での180度開脚姿勢が要求されるため、前後に振上げた両下肢を出来るだけ高い位置で保持する能力が必要であると思われる。そのためこの測定では、6)と同様に振上げさせ、最大2秒間出来るだけ高い位置で保持できた時の股関節最大角度を計測した。

III. 結果及び考察

1. 被験者の静的柔軟性について

本実験の被験者について、A、B両グループの静的柔軟性の値は、表1に示した。右下肢を移動軸とした場合の能動的屈曲角度は、Aグループ平均138.5度、Bグループ平均116.0度、受動的屈曲角度は、Aグループ平均180.7度、Bグループ平均147.0度であった。また、左下肢を軸とした場合の能動的伸展角度は、Aグループ平均75.5度、Bグループ平均54.6度で

あり、受動的伸展角度は、Aグループ平均110.7度、Bグループ平均87.0度であった。このように、Aグループに比べBグループの全ての平均値が低かった。よってこのことから、Aグループに比べてBグループの柔軟性が低いことがいえる。

静的柔軟性に関しては、屈曲角度・伸展角度において、能動的柔軟性と受動的柔軟性間に大きな差は見られなかった。特に屈曲角度の能動—受動間の比率は、伸展角度よりも高く、ジャンプ時の股関節最大角度(特に前方下肢)に大きく関係していたとみられる。また、屈曲角度より比率は低いが、伸展角度もジャンプ時の股関

節最大角度(後方下肢)に十分関係していたと考えられる。(表1)

2. 被験者全体の各要素間の比率について

本実験の被験者全体を通して、片足踏み切り前後開脚ジャンプの股関節最大角度と各要素との比率は表2の通りである。敏捷性 ($r=0.12$)、平衡性 (動的平衡性 $r=-0.23$ 、静的平衡性右足 $r=-0.17$ 、左足 $r=-0.03$)、筋力の右下肢屈曲 ($r=-0.51$) 左下肢伸展 ($r=-0.16$) であり、これらの要素に関して相関がみられなかった。しかし、静的柔軟性の能動的屈曲角度 ($r=0.94$ $p<0.01$)、受動的屈曲角度 ($r=0.91$ $p<0.01$)、

表1 静的柔軟性

右下肢を移動軸とした場合 Aグループ						
No.	屈曲角度			伸展角度		
	能動	受動	受-能(差)	能動	受動	受-能(差)
1	145	183	38	90	132	42
2	137	187	50	76	90	14
3	134	175	41	52	103	51
4	138	178	40	76	100	24
平均	138.5	180.8	42.3	73.5	106.3	32.8
標準偏差	4.0	4.6	4.6	13.7	15.6	14.6
Bグループ						
No.	屈曲角度			伸展角度		
	能動	受動	受-能(差)	能動	受動	受-能(差)
5	115	167	52	63	81	18
6	118	147	29	55	70	15
7	115	127	12	53	78	25
平均	116.0	147.0	31.0	57.0	76.3	19.3
標準偏差	1.4	16.3	16.4	4.3	4.6	4.2

左下肢を移動軸とした場合 Aグループ						
No.	屈曲角度			伸展角度		
	能動	受動	受-能(差)	能動	受動	受-能(差)
1	129	178	49	102	138	36
2	142	180	38	65	117	52
3	132	175	43	58	99	41
4	149	173	24	77	89	12
平均	138.0	176.5	38.5	75.5	110.8	35.3
標準偏差	8.0	2.7	9.2	16.7	18.7	14.6
Bグループ						
No.	屈曲角度			伸展角度		
	能動	受動	受-能(差)	能動	受動	受-能(差)
5	120	154	34	72	94	22
6	115	140	25	47	91	44
7	116	127	11	45	76	31
平均	170.0	140.3	23.3	54.7	87.0	32.3
標準偏差	2.2	11.0	16.4	12.3	9.9	9.0

表2 被験者全体における各項目の平均と標準偏差及びジャンプ開脚度との相関係数

	静的柔軟性				敏捷性	平衡性		筋力		振り上げ		保持		
	右下肢		左下肢			動的	右	左	右	左	右	左	右	左
	能動屈曲	受動屈曲	能動屈曲	受動屈曲			静的	静的	屈曲	伸展	前方	後方	前方	後方
平均	128.9	166.6	102	138	41.2	15.0	91.1	118.2	16.4	11.9	144.9	108.9	101.6	86.7
標準偏差	11.6	20.4	45	76	1.8	2.6	49.5	89.6	4.9	4.0	14.2	19.0	11.7	13.1
被験者全体におけるジャンプ開脚度との相関係数 (r)	0.94	0.91	0.82	0.83	0.12	-0.23	-0.17	-0.03	-0.5	-0.16	0.97	0.85	0.72	0.87

能動的伸展角度 ($r=0.82$ $p<0.05$)、受動的伸展角度 ($r=0.83$ $p<0.05$) と、下肢を振り上げた時の股関節最大角度 (右下肢屈曲 $r=0.97$ $p<0.001$ 、左下肢伸展 $r=0.85$ $p<0.02$)、下肢の挙上保持可能な股関節最大角度 (右下肢屈曲 $r=0.72$ $p<0.1$ 、左下肢伸展 $r=0.87$ $p<0.02$) に関しては、それぞれ高い相関がみられた。(表2)

3. グループごとの各項目の平均値と標準偏差及び、平均値の差の検定について

各要素の相違については、静的柔軟性 (右下肢・左下肢)、敏捷性、平衡性 (動的・静的)、下肢を振り上げた時の股関節最大角度、下肢の保持可能な股関節最大角度は、Aグループの平均値がBグループの平均値よりを上回っている。これに対し筋力は、右下肢屈曲筋力 (Aグループ平均 14.1 Bグループ平均 19.5)・左下肢伸展筋力 (Aグループ平均 11.0 Bグループ平均 13.1) とともにBグループがAグループの平均値よりも高い値を示した。筋力のみ他項目とは逆の傾向を示した。

また、屈曲角度より比率は低いが、伸展角度もジャンプ時の股関節最大角度と相関が認められた。さらに、これらの要素間相関が認められたことから、静的柔軟性の要素が大きく関係していると認められる。(表3)

4. Aグループの片足踏み切り前後開脚ジャンプについて

静的柔軟性と下肢を振り上げた時の股関節最大角度並びに、下肢の挙上保持が可能な股関節最大角度において相関が認められた。能動的柔軟性、受動的柔軟性、下肢を振り上げた時の股関節最大角度、下肢の挙上保持が可能な股関節最大角度の平均値がBグループの値よりも大きく上回っていた。よって、これらの能力が深く関与し、片足踏み切り前後開脚ジャンプの股関節最大角度に影響を与えているものと認められる。

5. Bグループの片足踏み切り前後開脚ジャンプについて

Aグループと同様に、静的柔軟性と下肢を振り上げた時の股関節最大角度、下肢の挙上保持が可能な股関節最大角度において相関が認められた。しかし、Bグループは、Aグループよりもそれらの値が低かった。よって、Bグループの片足踏み切り前後開脚ジャンプ時の股関節最大角度には、静的柔軟性と下肢を振り上げた時の股関節最大角度、下肢の挙上保持が可能な股関節最大角度の要素が大きく影響しているものと認められる。

表3 グループごとの各項目の平均と標準偏差及び、平均値の差の検定について

	静的柔軟性				敏捷性	平衡性				筋力		振り上げ		保持	
	右下肢		左下肢			動的	右	左	右	左	右	左	右	左	
	能動屈曲	受動屈曲	能動屈曲	受動屈曲			静的	静的	屈曲	伸展	前方	後方	前方	後方	
Aグループ															
平均	138.5	181.3	75.5	110.8	41.9	15.8	83.7	122.9	14.1	11.0	155.5	122	108	96	
標準偏差	4.0	4.9	16.7	18.7	0.4	2.8	53.1	87.8	3.2	3.6	8.4	14.5	11.8	9.5	
Bグループ															
平均	116	147	54.7	87	40.3	13.8	96.3	111.9	19.5	13.1	130.7	91.3	93	74.3	
標準偏差	1.4	16.3	12.3	7.9	2.4	1.7	43.7	91.6	5.1	4.0	4.9	5.0	2.2	3.8	
AグループとBグループの平均値の差の検定 (t)	7.8216 P<.005	3.3483 P<.025	1.5375 P<.25	1.7501 P<.25	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	3.8663 P<.25	2.973 P<.05	1.8424 P<.25	3.154 P<.05	

以上のことから、両グループの片足踏み切り前後開脚ジャンプの開脚度に主に影響している要素は、静的柔軟性と動的可動域、下肢の挙上保持が可能な能力と同じであった。片足踏み切り前後開脚ジャンプ時における開脚度に大きな差が見られたのは、獲得していた股関節最大屈曲角度と股関節最大伸展角度、及び下肢の挙上保持が可能な能力である股関節最大角度の差であったと考えられる。また、片足踏み切り前後開脚ジャンプの開脚度を大きくする静的柔軟性の要素としては、受動的な柔軟性以上に能動的な柔軟性が強く関与しているといえる。

IV. まとめ

体操競技・新体操における「片足踏み切り前後開脚ジャンプ」の運動パフォーマンスに対する評価は、主にジャンプの高さと股関節の開脚度によってなされる。しかし、その評価において、開脚度に重点が置かれており、このジャンプの出来栄は、柔軟性が深く関係していると考えられる。

柔軟性は、静止した状態での関節可動域の限界点を示す「静的柔軟性 (static)」と、動きの中で自らの力によって動かすことのできる可動域を示す「動的柔軟性 (dynamic)」に分けられる。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り、この動的柔軟性には、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と言われている。

本研究は、体操競技・新体操における「片足踏み切り前後開脚ジャンプ」の開脚度の大小は、実際のパフォーマンスに関わる柔軟性のうち静的柔軟性以上に動的柔軟性が深く関与し、その柔軟性を生み出すためには、静的筋力以上に動的筋力が、大きく影響しているという仮説をたて、動的柔軟性に関わる如何なる要素がパフォーマンスに強い影響を与えているか、さらにその要素は何の影響によるものなのかを解明

することとした。結果は以下の通りである。

1. 実験の測定項目とジャンプ時の股関節最大角度との相関を調べた結果、高い相関を示したのは、静的柔軟性、下肢を振り上げた時の股関節最大角度、下肢の挙上保持可能な股関節最大角度の3点であった。したがって、片足踏み切り前後開脚ジャンプの股関節最大角度の増大には、静的柔軟性、動的可動域、下肢挙上保持能力が関与しているものと考えられる。
2. 片足踏み切り前後開脚ジャンプの開脚度の大小に対して、どの要素が影響しているかを明らかにするため、ジャンプ時の股関節最大角度が、160度以上の群と以下の者の群の2群に分け、静的柔軟性、動的可動域、下肢挙上保持能力の要素について差の検定を行った。その結果、全ての項目において160度以上の群が以下の群より有意差が大きく、その影響が強いことが分かった。
3. 静的柔軟性に関しては、能動的柔軟性と受動的柔軟性の測定を行った結果、いずれも160度以上の群が優れていた。しかし、両群間の差は、受動的柔軟性の方が大きいことから、前後開脚ジャンプ時の開脚度を大きくする静的柔軟性の要素としては、能動的柔軟性よりも受動的柔軟性の方が強く関与しているものとみられる。
4. 敏捷性、平衡性、筋力に関しては、片足踏み切り前後開脚ジャンプ時の開脚度との相関関係はみられなかった。また、両群間の差もみられなかったことから、片足踏み切り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ことが分かった。
5. 前述のように、片足踏み切り前後開脚ジャンプ時の開脚度に関与している要素は、両群ともに静的柔軟性、動的可動域、下肢の挙上保持能力であった。両群間における開脚度の差は、獲得していた静的柔軟性、動的可動域、下肢の挙上保持能力である股関節最大角度の差であったと考えられる。

以上の結果から、運動の場面において静的柔軟性は、実際の運動パフォーマンスに関係しないと言われていたが、本実験の結果では、片足踏み切り前後開脚ジャンプの開脚度と、静的柔軟性は高い相関を示し、大きく関係していたといえる。したがって、片足踏み切り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ことのできる股関節可動域(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能力も必要になるといえる。また、それらの能力のひとつとして筋肉との関わりが深いことから、今後は筋電図等を指標とした筋緊張との関連性をも踏まえた方法による解明にも目を向けることとしたい。

引用参考文献

- 1) エリッヒ・バイヤー編朝岡正雄監訳, スポーツ科学辞典, 大修館, pp.242-243, 1993.
- 2) 古田由美, 動的柔軟性の必要性, 作陽短期大学研究紀要, 第8巻(1), 1975.
- 3) 金子明友, わぎの伝承, 明和出版, 2002, 評定競技の審判員, p.434, 2002.
- 4) 窪田登, スポーツストレッチング, スポーツ選手に必要な柔軟性とは, 池田書店, p.254, 1988.
- 5) クリストファー M. ノリス山本利春監訳, 柔軟性トレーニング その理論と実践, 大修館, 1999.
- 6) 日本生理人類学会測定研究部会, 人間科学計測ハンドブック, p.26, 1996.
- 7) 坂佳代子(他), 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, 第23巻(1), pp.7-16, 1993.
- 8) (財)日本体操協会, 採点規則女子2001版. 2001一般欠点と減点表, p.28, p.33, 2001.
- 9) (財)日本体操協会, 新体操女子規則2002, 技術的価値, p.18, 2002.
- 10) (財)日本体操協会, 2003国際体操連盟新体操記号, ジャンプ記号, pp.1-3, 2003.
- 11) (財)日本体操協会, 2005 FEDERATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE, pp.16-19, 2005.

(平成17年1月20日受付, 平成17年2月1日受理)