

大学男子柔道選手におけるジャンプ能力に関する研究 —片脚4方向ジャンプとバーティカルジャンプ型に着目して—

石橋 剛士, 高橋 恭平 (熊本学園大学)
小澤 雄二 (鹿屋体育大学), 大川 康隆 (東海大学)

A study on the Jumping Ability in University Male Judo Athletes : Focusing on Single-leg Four-way Jumps and Vertical Style Jump

Goshi ISHIBASHI, Kyohei TAKAHASHI,
Yuji OZAWA, Yasutaka OHKAWA

I 緒言

柔道はコンタクトスポーツであり、対戦する相手選手の重心を崩して担ぐ、刈る、跳ねるなどにより投げる、または技を掛けられた際にバランスを保ちながら耐える動作が多く見られる。特に相手選手を崩す際には、バランスを取りながら的確に重心移動を行うことが求められる。中でも大外刈りや内股などの投げ技は、片脚支持にて両者の体重を支えなければならない。この局面において、バランスを取ることが困難であり、片脚立ち姿勢における体重支持能力やバランス能力を高めることが重要視されている⁴⁾。

この片脚立ち姿勢における体重支持能力やバランス能力を高めるため、片脚にて様々な方向にステップする際のパワーや安定性の向上に効果的とされる「片脚4方向ジャンプ」が考案された¹⁾。片脚4方向ジャンプとは、床面上に基準枠となる十字型の正方形の中を、片脚にて前後左右の各エリアへジャンプし、20秒間の反復回数を測定するものであり、2001年より(公財)全日本柔道連盟の強化選手を対象に、選手の体力強化や下肢運動能力を評価する資料として活用されている。

片脚4方向ジャンプに関するいくつかの先行研究では、全日本強化選手を対象に測定し、技のタイプ(両脚・片脚)やスクワット1RM体重比との関連を検討している^{1), 10)}。また有賀ほか^{2), 4)}は、大学男子柔道選手や大学女子柔道選手を対象に片脚4方向ジャンプを測定し、男子においては、全国大会3位以上の極めて高い競技成績を有している選手ほど測定値が大きいことを報告している。従って、競技力向上のためには、下半身全体のパワーや下肢筋力を高める必要があると考えられる。一方で、これらの先行研究における対象者は、極めて高い競技水準であるため、多くの競技者または指導者にとって目指す競技レベルとして当てはまるものではない場合もある。日本が国際競技力向上を目指す上で底上げを図ることは、

いずれの競技においても重要な課題であることから、都道府県または地区レベル相当の競技者を対象とした検証もまた求められている。

スポーツ競技者の下肢における筋力・パワー発揮能力を評価する試みは、これまで盛んに行われており、この能力は、主にジャンプ運動を用いて評価されてきた¹⁶⁾。中でもジャンプには、大きく分けて「バーティカルジャンプ型」と「リバウンドジャンプ型」の2種類が存在する¹⁴⁾。バーティカルジャンプ型のジャンプとは、垂直跳などのような下肢三関節の大きな屈曲動作から両脚で地面を強く踏み込み、伸展動作を用いて高くジャンプする動作であり、比較的長い時間内でのパワー発揮能力の運動様式である。リバウンドジャンプ型のジャンプとは、股関節と膝関節の屈曲動作をあまり用いずジャンプする動作であり、極めて短時間内に大きなパワー発揮能力が求められる運動様式である。

柔道選手のジャンプ動作を伴う先行研究において、藤田ほか⁸⁾は、全国大会3位以上の競技成績上位者は垂直跳の跳躍高が非常に優れており、柔道選手として大成するには不可欠な要素であることを指摘している。またバーティカルジャンプ型のジャンプに代表されるようなカウンタームーブメントジャンプ（以下：CMJ）について、柔道選手を対象に調査したものは海外においていくつか見られる^{6), 18), 19)}。しかし、国内において柔道選手におけるジャンプ能力が十分に検証されてきたとは言い難く、リバウンドジャンプ型の報告はわずかながら存在するが¹³⁾、バーティカルジャンプ型において、男子柔道選手を対象としたCMJやスクワットジャンプ（以下：SJ）を用いた報告は見受けられない。

以上のことから本研究では、都道府県大会や地区大会に出場経験のある大学男子柔道選手を対象に、ジャンプ能力と競技力の関係、および重量区別間におけるジャンプ能力の特性について、片脚4方向ジャンプとバーティカルジャンプ型のジャンプの両ジャンプから明らかにすることを目的とした。

II 方法

1. 実験対象者

K大学に所属している男子柔道部員28名（身長 170.5 ± 4.9 cm、体重 84.7 ± 19.2 kg、年齢 19.1 ± 0.8 歳、柔道歴 12.6 ± 3.0 年）を実験対象者とした。実験対象者の競技レベルにおいて、団体戦もしくは個人戦にて、都道府県大会3位入賞以上の実績を持つ対象者（以下：県3位群・ $n = 20$ ）と、それ以外の対象者（以下：一般群・ $n = 8$ ）に分けた。

また対象となった選手の階級区分については、三宅ほか¹⁵⁾の報告している方法に基づき、60kg・66kg・73kg級の軽量級群（12名）、81kg・90kg級の中量級群（8名）、100kg・100kg超級の重量級群（8名）に区分した（表1）。なお、本実験は、事前に柔道部監督に了承を得た後に、実験対象者に研究の目的・方法について説明をし、合意を得るとともに、熊本学園大学の「人を対象とする研究」に関する倫理審査において承認を得たうえで実験を行った。

2. 実験期日および場所

令和5年7月13日に、K大学体育館内の木質フローリング床にて、片脚4方向ジャンプ

とバーティカルジャンプ型のジャンプの測定を行った。

3. 実験方法

(1) 片脚4方向ジャンプの測定

本実験では、柔道選手に必要な片脚支持姿勢における下肢の運動能力や傷害予防能力を把握するためのテスト法として「片脚4方向ジャンプ」の回数を測定した。本テストは、有賀ほか¹⁾によって考案され、40cm四方の正方形を十字型に並べてマーキングし、片脚立ちでできるだけ素早くジャンプをしながら、①中央→②前→③中央→④右→⑤中央→⑥左→⑦中央→⑧後→⑨中央の順番で移動し続け、20秒間前後左右の各エリアへ順に片脚で着地した回数を、休憩を挟み両脚とも測定した。測定は、左右2回ずつ行い、それぞれ回数の多い方を採用した。

(2) バーティカルジャンプ型のジャンプの測定

国立スポーツ科学センターのフィットネス・チェック・マニュアルの方法に基づき¹²⁾、上肢および下肢の反動を使って跳ぶ垂直跳と手を腰に添えた状態から下肢の反動のみにて跳ぶCMJ、手を腰に添えた状態から膝の角度を90度に固定したスクワットポジションをとり、反動を使わずに跳ぶSJを2回ずつ行い、それぞれ跳躍高の高い方を採用した。すべての跳躍運動は、マットスイッチ（マルチジャンプテストⅡ、ディケイエイチ社）上にて実施し、滞空時間（以下、Air time；ta）を計測した。この測定値から跳躍高は、Asumssen and Bonde-perterson⁵⁾の方法に基づき、以下の式より算出した。

$$\text{跳躍高 (h)} = 1/8 \cdot g \cdot \text{ta}^2$$

※ g：重力加速度 (9.8m/s²)

表1 各階級の身体的特徴

	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	LBM (kg)	BMI
軽量級 (n=12)	167.9 ± 3.3	68.4 ± 4.3	14.4 ± 3.1	58.4 ± 2.6	24.3 ± 1.8
中量級 (n=8)	171.6 ± 5.3	85.8 ± 5.8	22.0 ± 3.4	66.8 ± 3.3	29.2 ± 2.8
重量級 (n=8)	173.1 ± 4.8	109.0 ± 15.7	26.0 ± 4.6	79.7 ± 6.6	36.6 ± 6.7

平均値 ± 標準偏差。実験対象者数：28名。

4. 解析方法

統計処理はIBM SPSS Statistics 25.0を用いた。各項目で得られた測定値は、平均値 ± 標準偏差で示した。県3位群と一般群における片脚4方向ジャンプとバーティカルジャンプ型のジャンプの比較には、対応のないt検定を用いた。また、重量区別（軽量級・中量級・重

量級）間での比較をするために対応のない一元配置分散分析を用いて、主効果が認められた場合には、Tukey 法を用いて多重比較を行った。なお、有意水準は5%未満とした。

Ⅲ 結果

1. 競技レベル間での片脚4方向ジャンプの回数の比較

図1は、県3位群と一般群における片脚4方向ジャンプの測定値を示している。柔道において右組みであれば左脚を軸足、右足を非軸足、左組みはその逆とし、競技力との関係と比較したところ、県3位群（軸足： 65.2 ± 7.1 回、非軸足： 62.4 ± 6.5 回）と一般群間（軸足： 65.0 ± 3.8 回、非軸足： 62.9 ± 4.6 回）に有意な差は認められなかった。

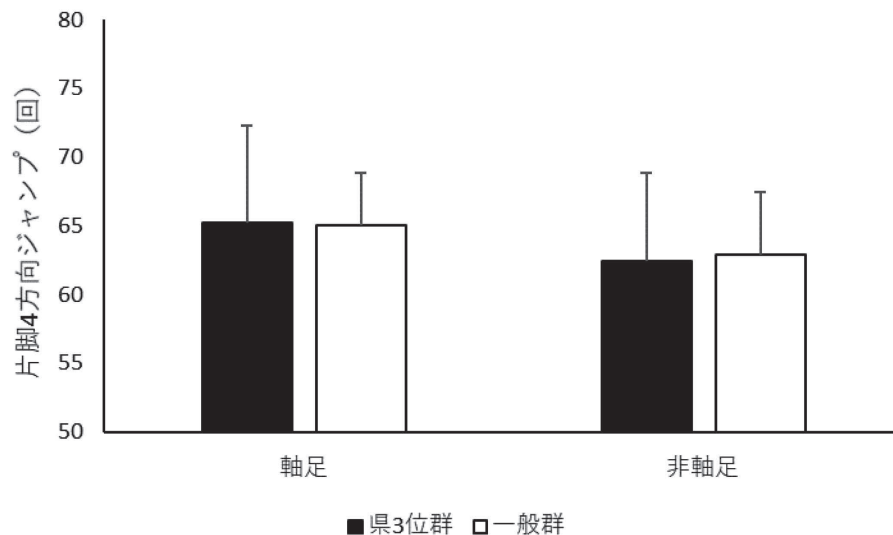


図1：競技レベル間での比較（片脚4方向ジャンプの回数）

2. 競技レベル間でのバーティカルジャンプ型のジャンプ跳躍高の比較

図2は、県3位群と一般群におけるバーティカルジャンプ型のジャンプ跳躍高を示している。垂直跳における一般群の跳躍高（ $37.8 \pm 5.8\text{cm}$ ）と比較して、県3位群（ $42.3 \pm 4.4\text{cm}$ ）が有意に高い値を示した（ $p < 0.05$ ）。

CMJにおける一般群の跳躍高（ $31.5 \pm 4.2\text{cm}$ ）と比較して、県3位群（ $35.3 \pm 3.1\text{cm}$ ）が有意に高い値を示した（ $p < 0.05$ ）。

SJにおける一般群の跳躍高（ $28.8 \pm 4.5\text{cm}$ ）と比較して、県3位群（ $32.7 \pm 3.5\text{cm}$ ）が有意に高い値を示した（ $p < 0.05$ ）。

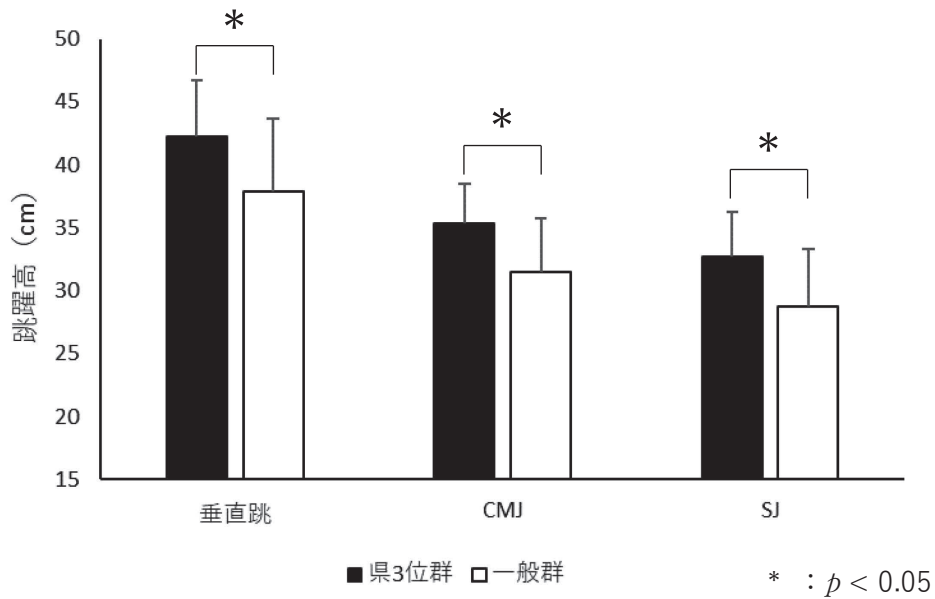


図2：競技レベル間での比較（ジャンプ跳躍高）

3. 重量区別間での片脚4方向ジャンプの回数の比較

図3は、軽量級・中量級・重量級における片脚4方向ジャンプの測定値を示している。独立変数に重量区別，従属変数に片脚4方向ジャンプの測定値（軸足・非軸足）として分散分析を行ったところ，軸足において重量区別間の有意な主効果が認められた（ $F(2,25) = 22.82, p < 0.01$ ）。そこで，Tukey法による多重比較を行った結果，重量級（ 61.8 ± 5.9 回）は，軽量級（ 69.7 ± 3.3 回）と中量級（ 65.8 ± 3.7 回）より有意に低い値を示した（ともに $p < 0.01$ ）。

また，非軸足においても重量区別間の有意な主効果が認められた（ $F(2,25) = 14.32, p < 0.01$ ）。そこで，Tukey法による多重比較を行った結果，重量級（ 59.6 ± 5.8 回）は，軽量級（ 66.5 ± 3.2 回）と中量級（ 62.9 ± 3.9 回）より有意に低い値を示した（軽量級： $p < 0.01$ ，中量級： $p < 0.05$ ）。

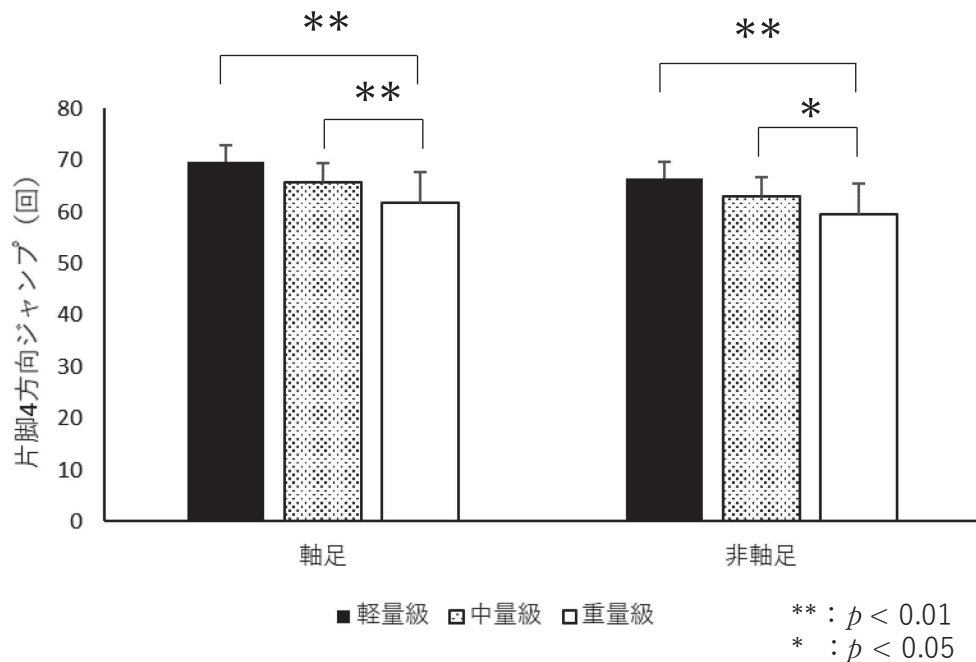


図3：重量区別間での比較（片脚4方向ジャンプの回数）

4. 重量区別間でのバーティカルジャンプ型のジャンプ跳躍高の比較

図4は、軽量級・中量級・重量級におけるバーティカルジャンプ型のジャンプ跳躍高を示している。独立変数に重量区別，従属変数にバーティカルジャンプ型のジャンプ跳躍高として分散分析を行ったところ，垂直跳において重量区別間の有意な主効果が認められた（ $F(2,25) = 4.234, p < 0.05$ ）。そこで，Tukey法による多重比較を行った結果，重量級（ $38.2 \pm 1.7\text{cm}$ ）は，軽量級（ $43.9 \pm 4.4\text{cm}$ ）より有意に低い値を示した（ $p < 0.05$ ）。

CMJにおいても重量区別間の有意な主効果が認められた（ $F(2,25) = 5.449, p < 0.05$ ）。そこで，Tukey法による多重比較を行った結果，重量級（ $32.1 \pm 2.0\text{cm}$ ）は，軽量級（ $36.6 \pm 3.4\text{cm}$ ）より有意に低い値を示し（ $p < 0.05$ ），中量級（ $32.8 \pm 4.1\text{cm}$ ）も軽量級より有意に低い値を示した（ $p < 0.05$ ）。

SJにおいても重量区別間の有意な主効果が認められた（ $F(2,25) = 7.489, p < 0.01$ ）。そこで，Tukey法による多重比較を行った結果，重量級（ $29.0 \pm 2.0\text{cm}$ ）は，軽量級（ $34.5 \pm 3.5\text{cm}$ ）より有意に低い値を示し（ $p < 0.01$ ），中量級（ $29.9 \pm 4.3\text{cm}$ ）も軽量級より有意に低い値を示した（ $p < 0.05$ ）。

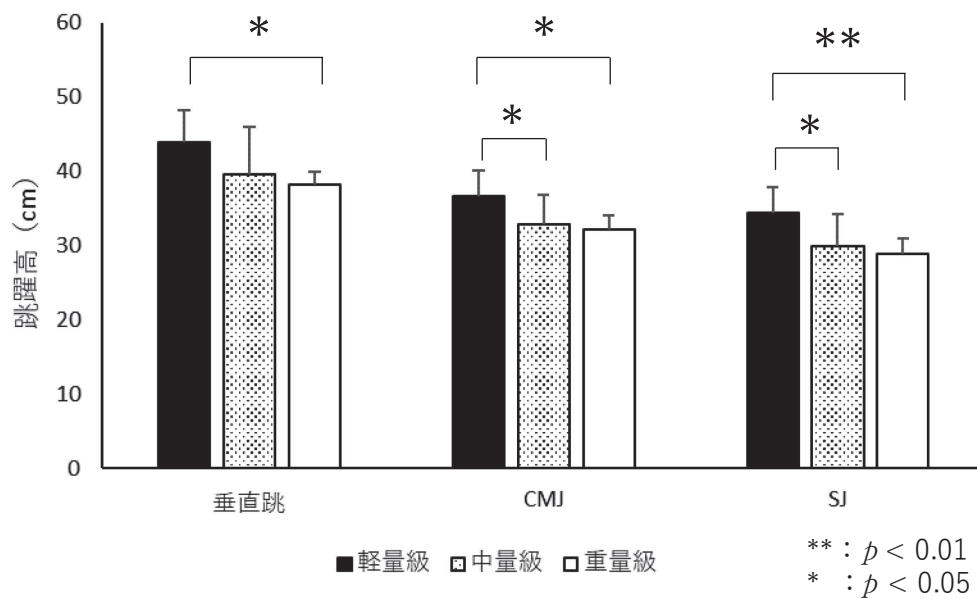


図4：重量区別間での比較（ジャンプ跳躍高）

IV 考察

1. 競技レベル

本研究では、大学男子柔道選手を対象に、競技レベル毎で比較した片脚4方向ジャンプの回数において有意な差は認められなかった（図1）。有賀ほか²⁾は、全国大会3位以上の実績を持つ競技成績が高い選手ほど片脚4方向ジャンプの測定値が大きいことを報告している。しかし、本研究ではこれに反する結果となった。藤田ほか⁹⁾によると、片脚4方向ジャンプは、下肢の運動能力や体重支持能力を評価するための目的で考案され、下肢の運動能力のうち、「バネ」と表現される要素、すなわち、バリスティックな跳躍能力を強く反映していることが報告されている。この「バネ」について佐藤²⁰⁾は、柔道におけるバネとは、主に膝関節、足関節、股関節、臀部に存在し、下肢と体幹下部を指すとしている。このことから、本研究において、県3位群と一般群の間には、軸足・非軸足に関わらずバネの要素である下肢や体幹下部が同等程度であり、本研究の対象者における競技水準では変わらないことが示唆された。そのため、競技レベルのカテゴリを佐藤ほか²¹⁾の方法に準じて工夫し、詳細に区分することができれば、先行研究と同様の傾向が認められる可能性もある。これは今後の課題としたい。

次に、本研究におけるマットスイッチを利用したバーティカルジャンプ型のジャンプ跳躍高は、すべてのジャンプ種において県3位群が有意に高い値を示した（図2）。跳躍動作は、上肢—体幹—下肢の運動を使った全身運動であり、特に下肢筋力との関係は多くの先行研究にて明らかにされている^{7), 11), 23)}。また岡野ほか¹⁷⁾のバレーボール選手を対象とした先行研究では、すべての跳躍能力において成績優秀群が高いことを報告しており、本結果においても同様の結果であった。垂直跳は、上肢・下肢反動有による制限なしのジャンプであり、CMJは、上肢の反動のみを制限した下肢反動有によるジャンプであることから、県3位群

は跳躍能力や上肢・下肢の反動動作を利用する技術が高いことが示唆された。またSJは、手を腰に添えた状態から膝の角度を90度に曲げ、静止した姿勢から跳躍するため下半身の伸張反射を用いない。そのため下肢筋力の大きさが大きく影響することからも、一般群に比べ県3位群の下肢筋力が優れており、競技力に影響を及ぼしていることが推察された。

2. 重量区別

片脚4方向ジャンプの回数を重量区別においてみたところ、軸足・非軸足ともに重量級は、軽量級・中量級より有意に低い値を示した（図3）。有賀ほか^{2), 4)}によると、片脚4方向ジャンプの測定値と体重および体脂肪率との間に負の相関関係があることを報告している。つまり本結果で見られた重量級が軽量級・中量級より回数が低い要因として、片脚支持姿勢による4方向への移動において、体重や体脂肪量が負荷として回数に影響を与えたことが示唆された。

一方、マットスイッチを利用したバーティカルジャンプ型のジャンプ跳躍高を重量区別においてみたところ、すべてのジャンプ種において軽量級・中量級より重量級が有意に低い値を示した（図4）。Zatsiorsky and Kramer²²⁾は、様々なスポーツ選手において、トレーニングによる体重の増加で、絶対的な筋力は増加するが、相対的な筋力は減少することを報告している。さらに男子柔道選手を対象に、ベンチプレスやスクワットなどの測定を行った有賀ほか³⁾の研究では、ベンチプレスやスクワットなどいずれの種目においても体重あたりの1RMは階級が重くなるにつれて低くなり、特に100kg級と100kg超級の選手において他の階級に比べ、低い値を示している。高い跳躍能力の獲得には、体重あたりの筋力が大きく関係していることから¹³⁾、今回測定したバーティカルジャンプ型のすべてのジャンプ種において、100kg級と100kg超級から構成されている重量級は、軽量級より体重あたりの下肢筋力が低いと考えられた。また、手を腰に添えた状態から下半身の伸張反射のみを用いるCMJや下半身の伸張反射を用いないSJのみに見られた軽量級と中量級間も同様に、中量級は、軽量級より相対的な筋力が低いと考えられた。このことから、体重あたりの筋力向上を目的とした定期的な下肢筋力のトレーニングを構築する必要があると考えられる。

本研究では、都道府県大会や地区大会レベルの大学男子柔道選手28名を対象としたため、今後は、対象者数を増員し、様々な競技レベルの中高生や女子選手も対象とした継続的な研究を行い、さらなるデータや知見の蓄積によって多角的に検討していくことを課題としたい。

V 結論

本研究では、都道府県大会や地区大会レベルの大学男子柔道選手を対象に、ジャンプ能力と競技力の関係、および重量区別間におけるジャンプ能力の特性について、片脚4方向ジャンプとバーティカルジャンプ型のジャンプの両ジャンプから比較検討することであった。

結果は以下のとおりである。

1. 競技レベル間において、片脚4方向ジャンプの回数に有意差は認められなかった。
2. 競技レベル間において、バーティカルジャンプ型のジャンプ（垂直跳・CMJ・SJ）の跳

躍高では、県3位群が有意に高い値を示した。

3. 重量区別間において、片脚4方向ジャンプの回数は、軸足・非軸足ともに軽量級・中量級より重量級が有意に少ない値を示した。
4. 重量区別間において、バーティカルジャンプ型のジャンプ（垂直跳・CMJ・SJ）の跳躍高では、軽量級・中量級より重量級が有意に低い値を示した。また軽量級より中量級が有意に低い値を示した。

以上のことから、柔道選手を対象とした競技レベルとの関係性を測るジャンプ測定において、一般的に行われている片脚4方向ジャンプに加えて、本研究にて実施したバーティカルジャンプ型のジャンプの測定も合わせて評価することが有効であると考ええる。

引用文献

- 1) 有賀誠司・小山勝弘・射手矢岬・中村波雄・小田千尋・田村尚之：柔道選手の体力測定法に関する研究～全日本男子強化選手に実施した新測定項目について～，柔道科学研究，7，12-23，2002.
- 2) 有賀誠司・中西英敏・山下泰裕・恩田哲也・生方謙：柔道選手の下肢運動能力改善のためのトレーニングに関する研究—片脚4方向ジャンプについて—，東海大学スポーツ医科学雑誌，17，7-15，2005.
- 3) 有賀誠司・恩田哲也・麻生敬・山下泰裕・中西英敏・白瀬英春・生方謙：大学柔道選手におけるバーベル挙上能力の測定と評価表作成の試み，東海大学スポーツ医科学雑誌，15，7-17，2003.
- 4) 有賀誠司・山田佳奈・白瀬英春・生方謙：女子柔道選手における片脚4方向ジャンプについて，東海大学スポーツ医科学雑誌，19，7-15，2007.
- 5) Asumssen, E. and Boude-Peterson, F. : Storage of elastic energy in skeletal muscle in man, Acta Physiol, Scand, 91, 385-392, 1974.
- 6) Daniele Detanico, Juliano Dal Pupo, Susane Graup and Saray Giovana dos Santos. : Vertical jump performance and isokinetic torque discriminate advanced and novice judo athletes, Kinesiology, 48 (2), 223-228, 2016.
- 7) Destaso, J., Kaminski, T.W., and Perrin, D.H. : Relationship between drop vertical jump heights and isokinetic measures utilizing the stretch-shortening cycle, Isokinetics and Exercise Science, 6 (3), 175-179, 1997.
- 8) 藤田英二・野口博之・松崎守利・小澤雄二・中村勇・小崎亮輔・志々目由理江・安河内春彦：小学5年生および6年生男女柔道選手の階級別体力測定値と追跡した競技成績，武道学研究，55 (1)，1-11，2022.
- 9) 藤田英二・小山田和行・濱田初幸：片脚4方向ジャンプテストが表す下肢の運動能力について，武道学研究，44，74，2011.

- 10) 射手矢岬・小山勝弘・村山晴夫・出口達也・岡田弘隆・南篠充寿・春日井淳夫：柔道の組み手と上・下肢の機能について，講道館柔道科学研究会紀要，第13輯，61-69，2011.
- 11) 勝田茂・高橋英幸・中林真知子・稲木光晴・福原祐三・村木征人・尾縣貢・新津守：アキレス腱の形態的特性がジャンプパフォーマンスに及ぼす影響，筑波大学体育科学系紀要，23-34，1998.
- 12) 国立スポーツ科学センター：フィットネス・チェック・マニュアル，垂直跳，CMJ（カウンタームーブメントジャンプ），SJ（スクワットジャンプ）（無酸素性パワー）. https://www.jpnsport.go.jp/hpsc/Portals/0/resources/jiss/column/fcmanual/07r_suichoku_cmj_sj.pdf（参照日 2023 年 11 月 11 日）.
- 13) 小山加楠・塚田真希・大川康隆・河内雪乃・小山孟志：大学女子柔道選手のリバウンドジャンプ能力と競技力の関係，東海大学スポーツ医科学雑誌，34，39-44，2022.
- 14) 熊野陽人・水野秀一・大沼勇人・嘉屋千紘・相馬聡：大学女子バレーボール選手におけるジャンプタイプとジャンプ高の関係，関西福祉大学研究紀要，26，35-40，2023.
- 15) 三宅恵介・佐藤武尊・横山喬之：国際柔道連盟試合審判規定の改正が競技内容に及ぼす影響：グランプリ・デュッセルドルフ 2013 と 2014 の比較，武道学研究，47，79，2014.
- 16) 中野美沙・村山凌一・木越清信：下肢の筋力・筋パワーの評価法のための接地時間および跳躍高に着目したジャンプの運動特性，筑波大学体育系紀要，43，23-29，2020.
- 17) 岡野憲一・内藤景・谷川聡：天皇杯全日本バレーボール選手権大会優勝チーム選手における形態及び跳躍能力の特徴，コーチング学研究，28（2），141-150，2015.
- 18) Rafael Lima Kons, Jonathan Ache-Dias., and Daniele Detanico.: Can physical tests predict the technical-tactical performance during official judo competitions?, Science of Martial Arts, 13, 143-151, 2017.
- 19) Rafael Lima Kons, Lucas Bet da Rosa Orssatto, Rafael Luiz Sakugawa, Jorge Nelson da Silva Junior, Fernando Diefenthaler and Daniele Detanico.: Effects of stretch-shortening cycle fatigue protocol on lower limb asymmetry and muscle soreness in judo athletes, Sports Biomechanics, 22（9），1079-1094, 2023.
- 20) 佐藤武尊：柔道選手における「バネ」に関する意識調査，皇學館大学教育学部研究報告集，7，35-44，2015.
- 21) 佐藤武尊・増地克之・金野潤・佐藤伸一郎・衛藤友親・春日井淳夫・桑森真介：学生柔道重量級選手における等速性体幹筋力と競技力の関係について，武道学研究，44（2），93-99，2011.
- 22) Zatsiorsky V.M., and Kramer, W.J.: Science and Practice of Strength Training, Human Kinetics, IL, 47-66, 2006.
- 23) 図子浩二・高松薫・古藤高良：各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性，体育学研究，38，265-278，1993.

A study on the Jumping Ability in University Male Judo Athletes : Focusing on Single-leg Four-way Jumps and Vertical Style Jump

Goshi ISHIBASHI, Kyohei TAKAHASHI,
Yuji OZAWA, Yasutaka OHKAWA

abstract

The purpose of this study was to clarify the relationship between jumping ability and performance, and characteristics of jumping ability between weight categories in university male judo athletes. Twenty-eight subjects performed three types of vertical style jumps using a mat switch twice at maximum effort. We also measured the number of single-leg four-way jumps for 20 seconds. As a result, the high-performance group had a significantly higher vertical style jump than the normal group. On the other hand, no significant difference was observed in single-leg four-way jumps between groups. Among weight categories, number of single-leg four-way jumps and three types of vertical style jumps showed significant lower values in heavy weight classes than in light and middle weight classes.

Keywords : judo, single-leg four-way jumps, vertical style jump