

## 5. 一流女子柔道選手の引き手のパワー特性

東京学芸大学	射手矢	岬
電気通信大学	柳澤	久
金沢学院大学	渡辺	涼子
横浜国立大学	木村	昌彦
広島大学	出口	達也
電気通信大学	金子	克己
電気通信大学	齋藤	悟
講道館	竹内	善徳

## 5. Characteristics of Hikite Power in Elite Women Judo Players

Misaki Iteya	(Tokyo Gakugei University)
Hisashi Yanagisawa	(The University of Electro-Communications)
Ryoko Watanabe	(Kanazawa Gakuin University)
Masahiko Kimura	(Yokohama National University)
Tatsuya Deguchi	(Hiroshima University)
Kaneko Katsumi	(The University of Electro-Communications)
Satoru Saito	(The University of Electro-Communications)
Yoshinori Takeuchi	(Kodokan Judo Institute)

### Abstract

The purpose of this study to clarify the characteristics of HIKITE (pulling) power in women Judo players. Subjects were grouped elite players (8), university students (10), junior high & high school students (9). The HIKITE power was measured by using Fitrodyne and a pulley training machine at the load of 8, 16, and 24kgw, respectively.

These results were as follows:

1) The mean value of pulling force at the load of 12kgw was 27.8kgw. There was the tendency to occur the preliminary movement before starting traction. It was considered that the motion was effective to produce the stronger power.

2) The value of the HIKITE power in elite group is significant higher than the other students' group. For example, the value of power divided by weight was 3.4 watt/kg in elite group against university (2.3 watt/kg) and junior and high school group (2.3 watt/kg) at the load of 24kgw.

3) The correlation between the value of HIKITE power and body weight was higher than  $r=0.746$ , and significant ( $p<0.05$ ).

Those results suggest that elite Judo players have higher pulling power output and a closer connection with body weight & muscle strength comparison to the other students' players.

## 1. はじめに

柔道選手に必要な体力を競技形態から推定すると、1~2秒で決まる投技、30秒間の抑込技、5~6分の全力攻防の末の判定などに分類され、時間の面からみても大変複雑である。走能力に例えると10mダッシュ走のような瞬発力や無酸素パワーと1500mあるいは12分間走のような全身持久性の能力の両方が必要であると思われる。

女子柔道選手の体力については、柳澤<sup>10) 11) 13)</sup>らはフランスと日本の女子柔道選手の運動能力について比較し、瞬発力・パワーで日本選手が劣っており、日本選手の競技力向上にはパワー向上が大切であることを報告した。その後、等速性筋力測定装置や自転車エルゴメーターによる脚<sup>5) 6) 12)</sup>や腕パワーの測定が行われてきた<sup>7)</sup>。そして、柔道競技においてパワーやその間欠的な発揮が必要であることは一般的にも周知されてきた。また、これらの研究から下肢のパワーに関するトレーニング指標は比較的入手しやすい。

これまでに引き手の牽引力に関する先行研究<sup>2) 4) 8) 13)</sup>はあるが、いずれもパワーの測定は行っていない。今回、我々は上肢パワー、特に引き手のパワーに焦点を当て、トレーニング器具(チェストウエイト)を利用した引き手パワーの測定を試みた。測定においては実際の柔道の動きに近い動作で行うことが重要であると考え、若干装置を改良した。引き手のパワー、即ち相手を前または前隅に崩すためのパワーは競技においては瞬時に大きければ大きい程良いと考えられる。

そこで、本研究は一流女子柔道選手と大学生及び中高生女子柔道選手の引き手のパワーを測定し、一流選手の特性を明らかにすることを目的とした。本研究は引き手に関するトレーニングの指標を作成するのに有益な資料を提供できる。

## II. 方法

### A. 実験1

1) 対象：一流柔道選手女子8名

2) 装置：チェストウエイト器具の重りと取手との間にロードセルを介し、取手部分に柔道衣の袖部を取り付けた(図1-左)。

### B. 実験2

1) 対象：一流女子選手(A群)8名、大学女子選手(B群)10名、中学・高校女子選手(C群)9名。各群の体重の平均値、標準偏差、最小・最大値を表1に示した。

2) 装置：①改良したチェストウエイト器具(図1-右)；取手部分に柔道衣の袖部を取り付け、その高

表1 被験者の特性

Table 1. Characteristic for subjects

体重 (kg)	A群	B群	C群
平均	59.1	62.9	60.9
標準偏差	10.7	9.0	12.9
最小値	48	55	46
最大値	78	85	91

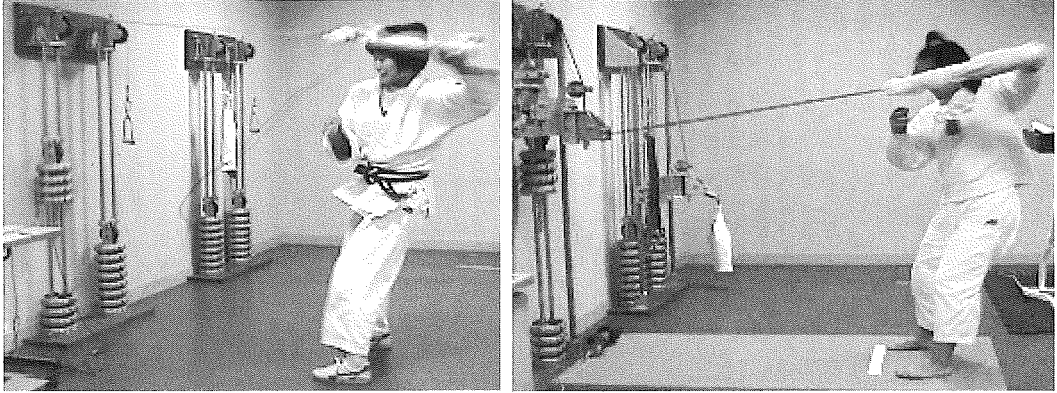


図1. 改造された引き手パワー測定装置：実験1（写真左）では取っ手に柔道衣の袖部を装着した  
実験2（写真右）ではさらに取っ手の高さを調節可能にした

Figure 1. Modified apparatus for measuring hkite power: Judo-gi was fitted on the handle in experiment 1 (left). Furthermore, the height of the handle was changeable in experiment 2 (right).

さを調節できるようにした。また、重りの部分にはフィットロダイン（S&C企画）を取り付けた。  
②パワー測定；柔道の引きの要領で自然体から全力で3回引いた時のパワーをフィットロダインを用いて測定した<sup>1) 3)</sup>。重量負荷は8、16、24kgの3種類とした。フィットロダインとは、運動の開始から終わりまでの平均速度（エンコーダによる引きしろと運動時間から算出）に重量（負荷）と重力加速度（ $9.8\text{m/sec}^2$ ）を掛けて平均パワーを算出する装置である。

### III. 結果と考察

#### 1) 引き手の牽引力とその様態

一流女子選手が重量負荷12kgでチェストウエイト器具を全力で引っ張った時の牽引力を測定したところ、牽引力のピーク値の平均は $27.8 \pm 4.47\text{kgw}$ であった（表2）。無抵抗で自然体の相手に技を打ち込んだ場合の引き手の牽引力は12~17kgwと吉鷹<sup>13)</sup>は報告しているが、今回はそれより大きな値であった。相手が無抵抗の場合、崩された後は急に抵抗が小さくなるため牽引力値はさほど大きくならないが、実際相手が防御した場合はもっと大きな牽引力が必要となるはずである。このことを考えると、さらに重い負荷でもトレーニングが必要であろう。

張力波形に関して、8名中6名において牽引の開始直前に一旦張力が減少する傾向がみられた（Type A）。残りの2名はこの様な荷重の減少は見られなかった（Type B）（図2）。Type Aの張力の減少は、牽引前の反動（準備）動作と考えられる。藪根<sup>9)</sup>は、技の打ち込みにおいて腰を曲げ、足を振り上げる反動動作は大きな力を生むのに有効な動作と考えている。この場合もわずかな膝の

表2. 負荷12kgの時の最大牽引力の平均と標準偏差

Table 2. The Mean and SD of the pulling force at a load of 12kgw

Subject	pulling force (kg)
A	24.6
B	28.3
C	29.3
D	25.4
E	27.1
F	30.1
G	36.2
H	21.1
平均	27.8
SD	4.47

屈曲という反動動作は、下半身から大きな力を生み、かつ相手に大きな衝撃力を感じさせるであろう。しかし、その反動動作が相手に察知された場合は相手は引きを予測できるだろう。以上のことから、牽引時の反動動作は大きな衝撃力を生むためには必要であるが、相手に対し引き動作の気配を消すためには不必要と考える。現時点ではトレーニング時にこのような反動動作を用いるのは良いことか悪いことかわからない。今後の課題として、実際の乱取りや試合場面で同じ様な反動動作がみられるかを検討しなければならない。

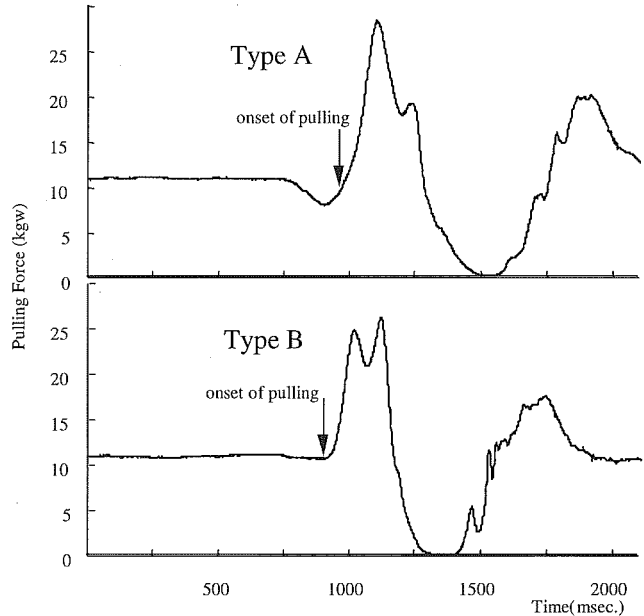


図2. 力波形の例

Figure 2. Examples of the pulling force

## 2) 引き手のパワーについて

実験1のロードセルで測定された力波形の面積は衝撃力に相当する。今回の我々の課題はいかに素早くかつ強く相手を引くかに注目していたので、実験2では牽引時の引き手パワーを測定した。

表3. 各群の牽引時の平均速度、パワー、および体重あたりのパワーの平均値と標準偏差  
Figure 3. Movement velocity, power, and the index of power divided by weight for each group.

		負荷			
		8kgw	16kgw	24kgw	
平均速度 (m/sec.)	A群	平均	122.8	104.5	83.9
		SD	(14.74)	(15.68)	(18.62)
	B群	平均	89.6	79.4	60.5
		SD	(10.45)	(13.12)	(11.12)
	C群	平均	89.2	71.4	62.7
		SD	(20.72)	(18.24)	(16.07)
平均パワー (Watt)	A群	平均	98.2	167.2	201.3
		SD	(11.79)	(25.1)	(44.69)
	B群	平均	71.7	127.0	145.2
		SD	(8.36)	(20.99)	(26.68)
	C群	平均	71.4	114.3	150.4
		SD	(16.58)	(29.19)	(38.57)
体重あたりのパワー (Watt/kg)	A群	平均	1.7	2.9	3.4
		SD	(0.2)	(0.31)	(0.4)
	B群	平均	1.2	2.0	2.3
		SD	(0.21)	(0.39)	(0.41)
	C群	平均	1.2	1.9	2.3
		SD	(0.22)	(0.35)	(0.46)

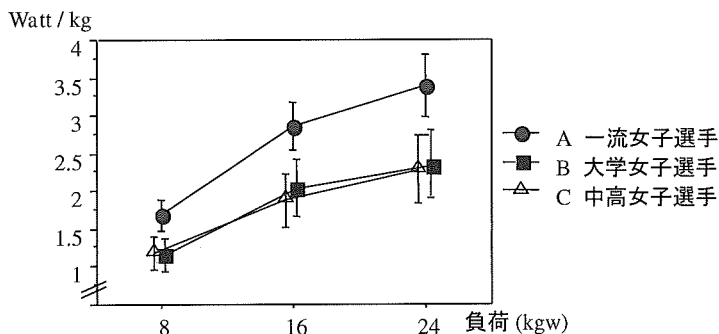


図3. 群別にみた体重あたりの引き手パワー値

Figure 3. The value of the power divided by weight for each group

表3に各群毎の平均速度、平均パワー、そして体重当たりのパワーの平均と標準偏差を示した。A群はすべての変量（平均速度、パワー、そして体重当たりのパワー）において高い値を示した。ここで、体重当たりのパワーについて3群を比較するために一元配置の分散分析が用いられた。その結果、すべての重量負荷において群間の要因が有意であった（重量

8kgwでは $F(2,24) = 16.3$ 、重量16kgwでは $F(2,24) = 18.1$ 、重量24kgwでは $F(2,21) = 17.8$ 、すべて $p < 0.05$ ）（表4）。Scheffeの多重比較では、すべての重量負荷で、A群の値がBおよびC群よりも有意に高値を示した（図3）。

このことから、A群はBC群に比べて高いパワーを備えていることが明らかになった。このパワー測定では、各重量負荷に対する引きのスピードがパワー値に直接反映することを考えると、一流選手はどの負荷においても速いスピードで瞬時に相手を崩す能力を持っているということがいえる。一流選手を目指してトレーニングする場合、その目標値は重量負荷が16～24kgwの時に体重当たりのパワーがおおよそ3.0watt/kgといえそうである。ちなみに、体重あたりの引き手のパワー値で最高値（4.0watt/kg）を示したのは世界選手権大会軽量級の代表選手であった。

### 3) 体重と平均パワーの相関について

体重と平均パワーとの関係を見るために相関係数を算出した（表5）。ちなみに、体重当たりのパワーは、すべての負荷においてA群がBC群より有意に大きく、B群とC群では有意な差がみられなかったため、BC群を一つの群にまとめた。相関係数は3つの重量負荷（8、16、24kgw）の順に、A群では0.746、0.805、0.880、BC群では0.557、0.517、0.573でA群においては負荷が重くなるに

表4. 三群間の分散分析結果

Table 4. Summary of ANOVA for three groups

Load		df	SS	MS	F	p
8kgw	Groups	2	1.483	0.741	16.339	<.0001
	Error	24	1.089	0.045		
16kgw	Groups	2	4.542	2.271	18.1	<.0001
	Error	24	3.011	0.125		
24kgw	Groups	2	6.299	3.149	17.839	<.0001
	Error	21	3.707	0.177		

表5. 各負荷における体重と平均パワーの相関  
Table 5. Correlation coefficients between hikite power and body weight

群\負荷値	8kgw	16kgw	24kgw
A群	0.746 *	0.805 *	0.880 *
BC群	0.557 *	0.517	0.573 *

Bartlettの検定 (\*:  $p < 0.05$ )

連れ、相関係数は高くなった。また、BC群の負荷16kgw以外はすべての相関係数は有意であった。図4に平均パワーと体重の関係を示した。

一般的に体重と筋力との相関は高いが、図4の傾きの違いからみて、端的にはA群とBC群では上肢のパワーが異質であるといえる。一流選手の相関係数が高いことから、一流選手はパワーと体重の関連がより強いという特性を持っていると考えられる。これは強度のトレーニングによる ceiling effect の影響もあるかも知れない。

さらに、その他の要因として引く動作の技能差もあるのではないかと推察される。効率の良い引き動作は脚力により地面を蹴り、反作用で受けた力を体幹、腕、そして手の握りの部分にまで連携して伝えているはずである。今後、牽引時の動作フォームの技能差に関しても分析が必要になるであろう。

#### 4. まとめと今後の課題

一流女子柔道選手、大学生女子柔道選手、中高生女子柔道選手の引き手のパワーを測定し、比較した。結果は以下の通りである。

- 1) 引き動作の直前に反動動作がみられた。これはより大きな力を出すための有効な動作である。牽引力のピーク値の平均は $27.8 \pm 4.47$ kgwであった。
- 2) 一流選手のパワーは中学・高校および大学生柔道選手に比べ有意に大きな値であった。一流選手の体重あたりのパワーは負荷24kgwの時に平均3.4watt/kgであった。
- 3) 平均パワーと体重との相関は一流選手が大学・中高生選手に比べ高かった。

以上のことから、一流選手は大学生、中高生選手に比べて非常に高いパワーを備えており、一流選手の場合そのパワーには筋力や体重の要因が密接に関係していることが明らかになった。

今後の課題としては、大きく以下の3点があげられる。一つ目はトレーニング形態でみられた引き動作直前の反動動作は、実際の乱取りや試合場面でもみられるか。二つ目は、今回の実験では連続した3回の引き動作でパワーを測定し、動作の所用時間は数秒であった。この動作はエネルギー供給系ではATP-CP系に依存する。今後は運動時間を延ばし、解糖系に依存するような間欠的な連続パワー発揮ではどのような特性がみられるのかを検討する。最後の課題は牽引時の経時的なパワー曲線を計測することである。これにより、発揮されたピークパワー値が同じでも力型かスピード型かを判定することができるので、より個人特性の把握に役立つデータを得ることができるものと思われる。

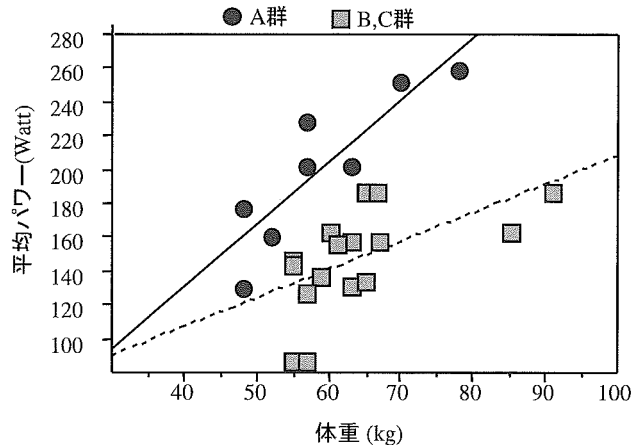


図4. 平均パワーと体重の相関図 (負荷24kgwの時)

Figure 4. The correlation between hikite power and body weight (load of 24kgw)

## 引用参考文献

- 1) Coelho, C.W., Hamar, D., and Araujo, C.G.S.: Physiological Responses Using 2 High-Speed Resistance Training Protocols, *J. of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 334-337, 2003.
- 2) 腹巻宏一, 矢野勝, 腹巻牧: 引き手のトレーニングマシーンについて, *柔道*, 31(5), 92-96, 1999.
- 3) 長谷川裕: S&Cコーチのためのプログラム・デザイン講座. *コーチングクリニック*, 8, 59-62, 2001.
- 4) 射手矢岬, 柳澤久, 木村昌彦, 出口達也, 渡辺涼子: 柔道選手の引き手パワー向上のための研究 (1) —引き手発揮力の特徴—, *日本武道学会第35回大会*, 第35巻別冊, 2002.
- 5) 春日井淳夫, 小山勝弘, 賀屋光晴, 山崎俊輔, 高橋邦郎, 手塚政孝: 柔道選手のパワー養成のためのトレーニング処方確立に関する基礎研究—等速性筋力からみた柔道選手の筋力特性について—. *講道館柔道科学研究紀要第八輯*: 71-100, 1999.
- 6) 村松成司, 服部洋兒, 村松常司, 斉藤仁, 服部祐兒, 堀安高綾: 実際の試合間隔に準じて一連の間欠的無酸素パワー運動を繰り返した場合のピークパワーの変動. *講道館柔道科学研究紀要第八輯*: 101-108, 1999.
- 7) 田中勤, 若吉浩二, 正木嘉美, 藤猪省太: 柔道選手における上肢及び下肢筋群の Critical power の決定とその妥当性. *柔道科学研究*, 8, 37-44, 2003.
- 8) 渡辺涼子, 柳澤久, 木村昌彦, 出口達也, 射手矢岬: 柔道選手の引き手パワー向上のための研究 (2) —引き手のパワー測定—, *日本武道学会第36回大会*, 第36巻別冊, 2003.
- 9) 藪根敏和, 徳田眞三, 木村昌彦, 斉藤仁: 柔道再発見, 不味堂出版, 108-119, 2004.
- 10) 柳澤久, 中村良三, 小野沢弘史, 堀安高綾, 尾形敬史: 女子柔道選手の体格と体力 (その2), *武道学研究*, 13(2), 9-10, 1981.
- 11) 柳澤久, 松下三郎, 小野沢弘史, 西林賢武: 女子柔道選手の体格と体力 (その3), *武道学研究*, 14(2), 74-75, 1982.
- 12) 柳澤久, 村松成司, 鮫島元成, 森脇保彦, 野瀬清喜, 春日俊: 女子柔道選手の最大無酸素パワーの研究. *講道館柔道科学研究会紀要第七輯*: 161-171, 1994.
- 13) 吉鷹幸春, 竹内善徳, 柘植俊一, 中村良三, 小俣幸嗣, 佐藤伸一郎, 射手矢岬, 黒田圭一, 渡辺直勇, 小澤雄二: 背負投における下肢動作が崩し・作りに及ぼす影響. *講道館柔道科学研究会紀要第七輯*: 65-72, 1994.
- 14) 全柔連強化委員会科学研究部 (柳沢久): 女子柔道強化選手の運動能力について—フランス女子強化選手との比較—, *柔道*, 52(6), 54-66, 1981.