

6. 一流柔道選手を対象とした釣手動作の検討

甲南大学	曾我部晋哉
福島大学	佐々木武人
筑波大学	平井浩一郎
筑波大学	小俣 幸嗣
筑波大学	中村 良三
筑波大学	久保田浩史
筑波大学	廣川 充志
筑波大学	坂本 道人
甲南大学	山崎 俊輔
講道館	竹内 善徳

6. Analysis of Different *Tsurite* Movements of Elite Judo Competitors

Akitoshi Sogabe	(Konan University)
Taketo Sasaki	(Fukushima University)
Koichiro Hirai	(University of Tsukuba)
Koji Komata	(University of Tsukuba)
Ryozo Nakamura	(University of Tsukuba)
Hiroshi Kubota	(University of Tsukuba)
Mitsushi Hirokawa	(University of Tsukuba)
Michito Sakamoto	(University of Tsukuba)
Syunsuke Yamasaki	(Konan University)
Yoshinori Takeuchi	(Kodokan Judo Institute)

Abstract

The purpose of this study is examine the effective *tsurite* movement using three dimensional analysis. 【Measured】 (1)time analysis of hanging movement (2)comparison of hanging movement (3)examination of the velocity of MP joint and elbow joint 【Conclusion】 (1)In the method of maintaining the muscle contraction, the motor chain of an upper limb may not reflect rational movement. (2)In the method of relaxing the muscle instantly, judo players change over to techniques in the most efficient way after relaxing the muscle. (3)The

method of using reaction is the most efficient when judo players take advantage of reaction and use techniques. But in the match of high level it may be difficult to control the opponent to make his balance lost in this way.

Ⅰ 緒言

柔道は、崩し、作り、掛けの動作局面からなる。特に、崩しの重要性について岡田¹⁾は、回転、引手の力、下肢の足さばきにより相手の重心を前方へ移動させ、これにより相手を投げられるかどうか決定する重要な準備局面であると述べている。また松本²⁾は、崩しとは受けに対する用語で、その体勢を不安定にさせ、重心線を支持面から外に移行させ、相手を剛体の状態に近づけて、技を掛けるに都合のよい体勢に誘導すること、と述べている。つまり、柔道の崩しは、相手に外力を与えることにより、バランスを維持することが困難な状態に重心を移動させることであると言える。その方法は、相手が崩れる程の大きな外力を相手に与える方法、お互いの内力の均衡を崩す方法、相手の反作用を利用して崩す方法の3つが考えられる。まず、1つ目の大きな外力を与える方法は、特に外国人選手が日本人選手に対し最も脅威を与えているものである。柔道の試合結果を左右する要因のひとつに、体格や筋力が関連しているとの報告もあり^{3) 4) 5)}、近年ではジュニア期から積極的に筋力トレーニングを実施されている^{6) 7)}。2つ目の内力とは、相手を崩すための押しに対し、相手は押されないように同じ力で押し返すため外見上、静止した状態にみえる。その内力の均衡を崩すことで相手の重心が移動するため、崩しとしては有効であると考えられる。3つ目の相手の反作用を利用する方法は、柔能剛制の醍醐味として技の習得課程においても重要視されている。これらの方法を力の観点から考えると、1つ目の方法が力の大きさの利用、2つ目の方法は力の使い方の利用、3つ目の方法が力の方向の利用であるといえる。

そこで、本研究では上記の3つの崩しの方法に着目し、その時の釣手動作を3次元的に解析することで、運動学的に効率よい釣手動作を探ることを目的とした。

Ⅱ 方法

1. 被験者

被験者は、平成15年度強化選手である73級、81級、90級各1名ずつ、計3名を対象とした。各被験者について73級の選手をA、81級の選手をB、90級の選手をCとした。受は、講道館柔道4段を有する熟練者とした。表1に、身体特性を示す。

2. 実験試技

取の得意とする組手に合わせ、受が相四つになるように組み、取の最も得意とする技の釣手に

表1 被験者の身体特性
Table 1 Physical characteristics and judo profiles

	身長 (cm)	体重 (kg)	組手	段位	試技	選手成績
選手A	166.0	73.0	右	4	背負投	03講道館杯日本体重別選手権大会優勝
選手B	179.0	81.0	右	5	内股	02講道館杯日本体重別選手権大会第3位
選手C	183.0	90.0	左	3	大外刈	02講道館杯日本体重別選手権大会第3位
受	168.0	68.0	左	4		

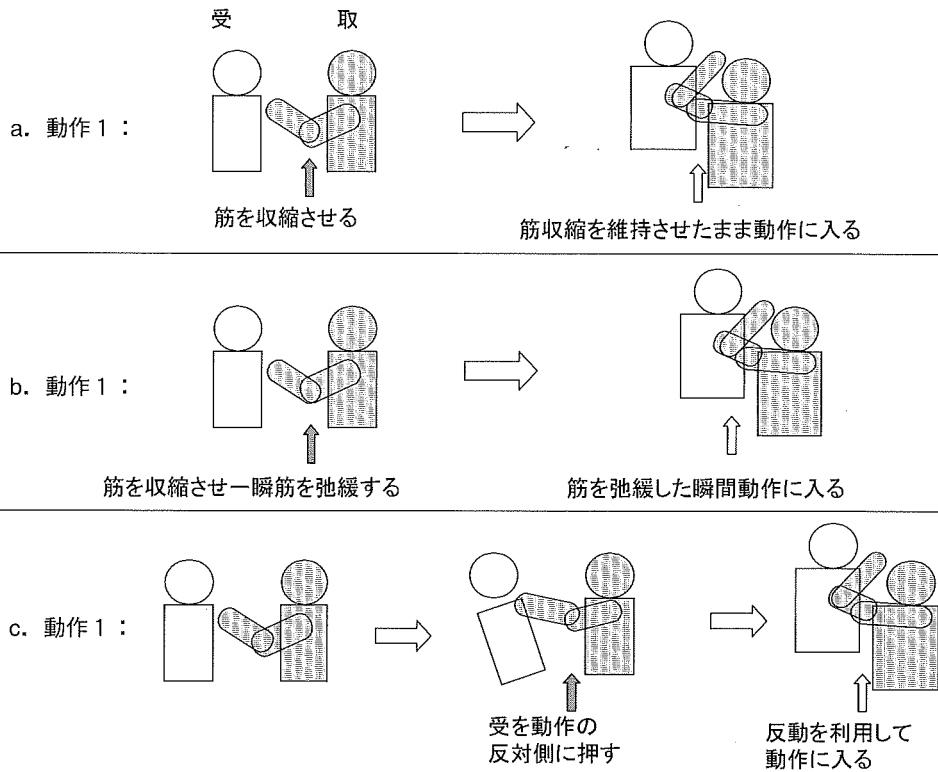


図1 実験試技

Fig.1 Experimental set up for three tsurite motions

着目し、3種類の試技を行わせた。試技の方法を以下に示す。

- ①動作1：釣手の筋を動作開始前から収縮させ、収縮させたまま釣り動作に入る（図1-a）。（→力の大きさの利用）
- ②動作2：釣手の筋を動作開始前から収縮させ、釣り動作に入る前に一瞬筋を弛緩し動作に入る（図1-b）。（→力の使い方の利用）
- ③動作3：釣手で受を動作の反対側に押し（もしくは引き）、反動を利用して釣り動作に入る（図1-c）。（→力の方向の利用）

動作1から順番に動作3での試技を、各試技間に肢位を整える時間のみを許し連続して行わせた。この連続した①～③までの試技を、休息を挟み2セット行った。1セット目を練習試技とし、2セット目を分析対象とした。

3. 撮影方法

撮影時のカメラ配置と撮影範囲を図2に示す。釣手の進行前後方向をX軸、左右方向をY軸、鉛直方向をZ軸とした。被験者A（背負投）、被験者B（内股）と被験者C（大外刈）は、受に及ぼす釣手動作の前後方向の作用が正反対となるため、被験者Cでは、受と取の立ち位置を反対にした。撮影には2台のカメラ（Panasonic DIGICAM 3CCD NV-DJ100）により撮影した（60fps）。2台のカメラの同期は、各カメラの画面内に発光ダイオード（LED）のパルスを書き込むことによ

り行った。

4. データ処理

撮影により得られた映像をもとに、解析ソフト東総システム社製Total Motion Coordinatorを用いて、各被験者の釣手を中心に身体8点(図3)の座標値を計測した。なお、身体計測点にはビニールテープによるマーカーを貼付した。得られた2方向の2次元座標値をもとにDLT法⁸⁾(Direct Linear Transformation Method)を用いて3次元座標を算出した。算出された3次元座標値と較正点の実測値における誤差の最大値は14mm、誤差の標準偏差は6mmであった。得られた3次元座標値はBryant⁹⁾のフィルターにより平滑化した。

5. 測定項目

1) 釣り動作の時間分析

すべての試技は、動作開始点から釣り動作開始点、技動作開始点、動作終了点までの経過時間を調べた。各試技において、釣手が準備動作に入る時点を動作開始点とし、実際に釣り動作が開始される時点を釣り動作開始点、釣り動作から技の釣手に移行する点を技開始点、技動作を終了する時点を動作終了点とした。また、動作全体を各局面に分け、動作開始点から釣り動作開始点までを準備動作期、釣り動作開始点から技開始点までを釣り動作期、技開始点から動作終了点までを技動作期とした(図4)。

2) 釣り動作比較

各被験者の動作局面におけるスティック・ピクチャーを作成し、中手指節間関節(MP)関節、肘関節の軌跡を3試技間で比較した。特にXZ平面上にMP関節の軌跡を投影し、各動作の動作開

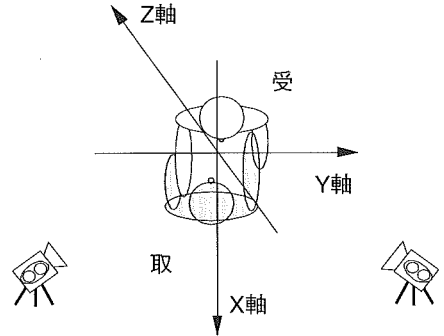
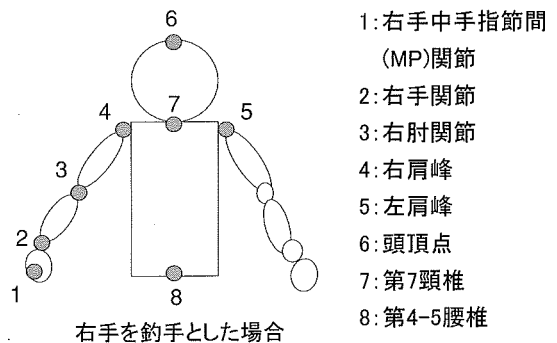


図2 カメラ配置

Fig.2 Experimental set up for the video camera



右手を釣手とした場合

- 1: 右手中手指節間(MP)関節
- 2: 右手関節
- 3: 右肘関節
- 4: 右肩峰
- 5: 左肩峰
- 6: 頭頂点
- 7: 第7頸椎
- 8: 第4-5腰椎

図3 身体の各分析点

Fig.3 Digitizing point on the body segment

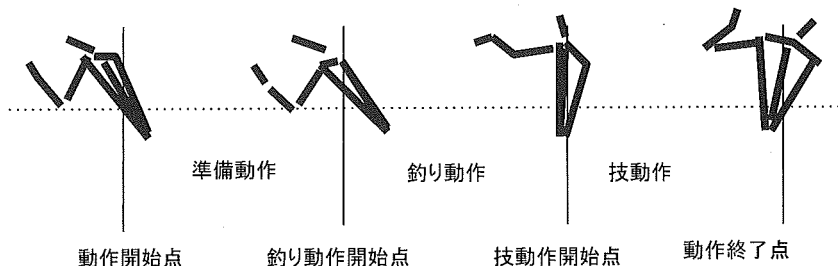


図4 動作局面

Fig.4 Classification of the tsurite motion phase

始点を一致させ、動作の変位を相対的に比較した。

3) MP関節および肘関節の移動速度の検討

各被験者における各動作の釣り動作開始点を基準とし、MP関節および肘関節の移動速度を比較した。

III 結果

1. 各動作における釣手の動き

図5に各被験者のMP関節の移動軌跡を示す。

被験者A(背負投)の動作1(図5-a)では、動作開始後釣手MP関節は、受に対し前方への移動(X方向)がみられるのに対し、動作2では動作開始直後上方へ移動(Z方向)し、その後Z方向への位置を維持しながら、X方向へ移動する傾向がみられた。動作3では、動作開始直後、受に対し後方(-X方向)に押し込み、一旦Z方向へ大きく上昇するが、その後低い位置からX方向に移動する傾向がみられた。

被験者B(内股)の動作1(図5-b)では、動作開始後直線的にZ方向に上昇するのに対し、動作2では、一旦下方(-Z方向)に下降し、その後急激にZ方向に上昇する傾向がみられた。また、動作3では、動作開始直後、-X方向へ受を押し込み、その反動を利用して釣り動作に移るため、他の2動作と比較して、Z軸、X軸の変位量が多くなっている。

被験者C(大外刈)の動作1(図5-c)では、動作直後-X方向に緩やかに移動しZ方向に移動するのに対し、動作2ではX方向に移動し-Z方向からZ方向へ急激に上昇した。また動作3では、

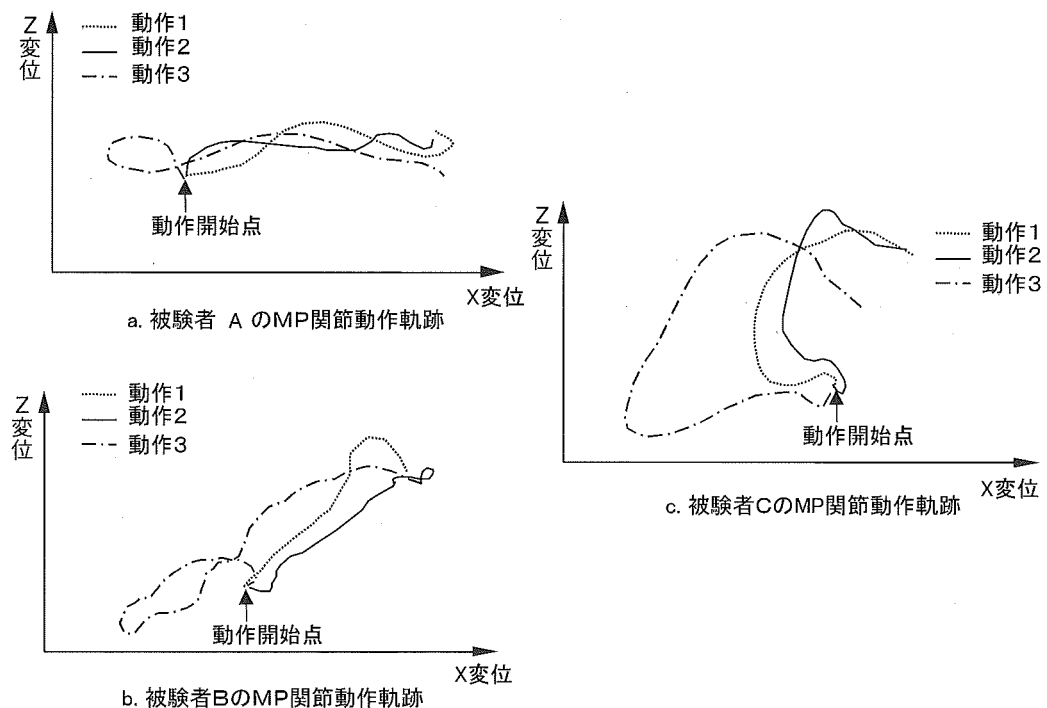


図5 各被験者のMP関節動作軌跡

The trajectory of the MP joint between each subject

大きく-X方向に移動しその後Z方向に上昇した。

2. 釣り動作の時間

図6に各被験者の釣り動作時間を示す。

被験者A (図6-a) では、動作1が0.2sec、動作2が0.32sec、動作3が0.38secであった。被験者B (図6-b) では動作1が0.25sec、動作2が0.37sec、動作3が0.33secであり、動作2の動作時間が他の動作と比べ高値を示した。被験者C (図6-c) では、動作1が0.22sec、動作2が0.22sec、動作3が0.32secであった。

すべての被験者において、準備動作段階から筋収縮を持続させる動作1の釣り動作時間が最も短く、逆に準備動作段階で反動を利用する動作3の釣り動作時間が長くなる傾向がみられた。

3. 各動作における移動速度

図7、図8、図9に各被験者のMP関節、肘関節の移動速度を示す。

被験者A (図7-a) のMP関節の移動速度について、動作1と動作2の釣り動作開始点での速度は、それぞれ0.62m/sec、0.74m/secであるが、技動作開始点では動作1が1.30m/sec、動作2が1.97m/secであった。また動作3では、準備動作の反動を利用しているため釣り動作開始点までの時間は、他の動作と比較して長いが、速度は1.21m/secと他の動作よりも高値を示し、また技動作開始点においても高値2.28m/secを示した。また、肘関節における動作1、動作2、動作3の釣り動作開始点の移動速度は、それぞれ0.88m/sec、1.02m/sec、1.09m/secであった。技動作開始点では、2.06m/sec、2.84m/sec、1.62m/secであった。

被験者B (図8-a) におけるMP関節の釣り動作開始点の動作1、2、3の移動速度は、それぞれ0.33m/sec、0.09 m/sec、0.99 m/secであり、動作3において高値を示した。技動作開始点での移動速

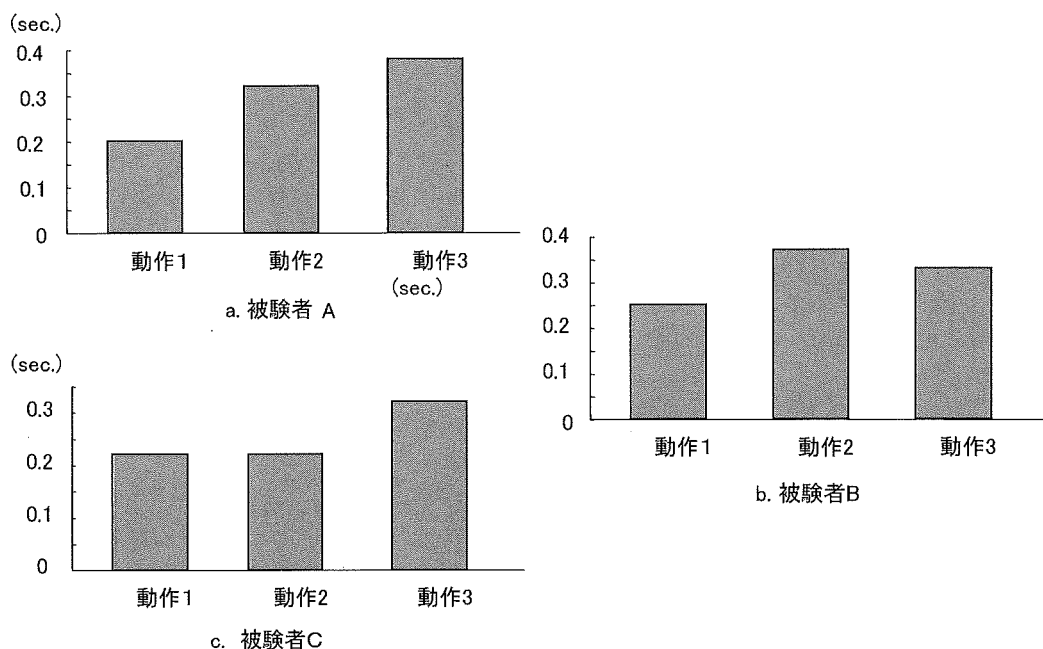


図6 各被験者の釣り動作時間
Time of hanging movement

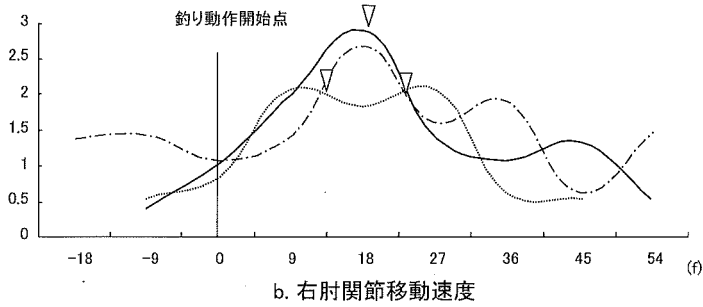
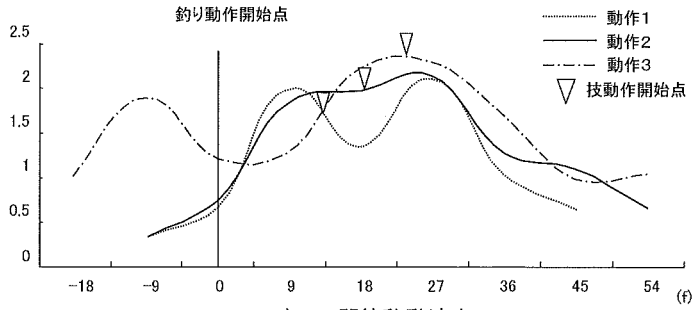


図7 被験者Aの右MP関節及び右肘関節移動速度
The velocity of MP joint and elbow joint in the subject A

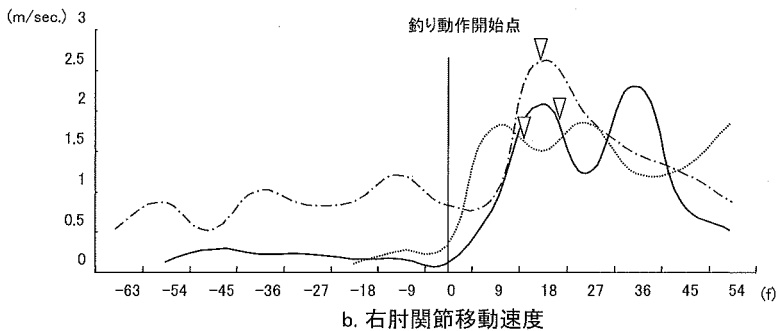
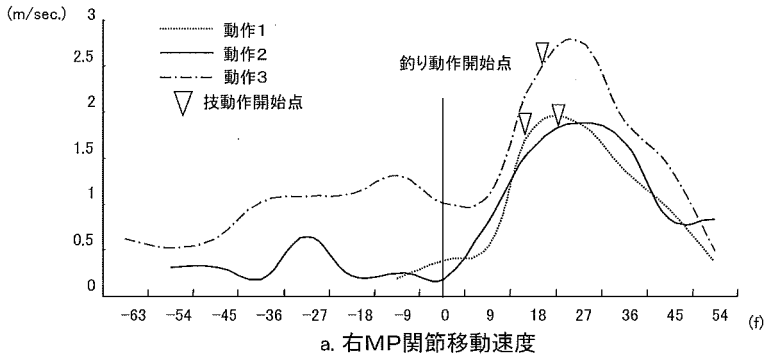


図8 被験者Bの右MP関節及び右肘関節移動速度
The velocity of MP joint and elbow joint in the subject B

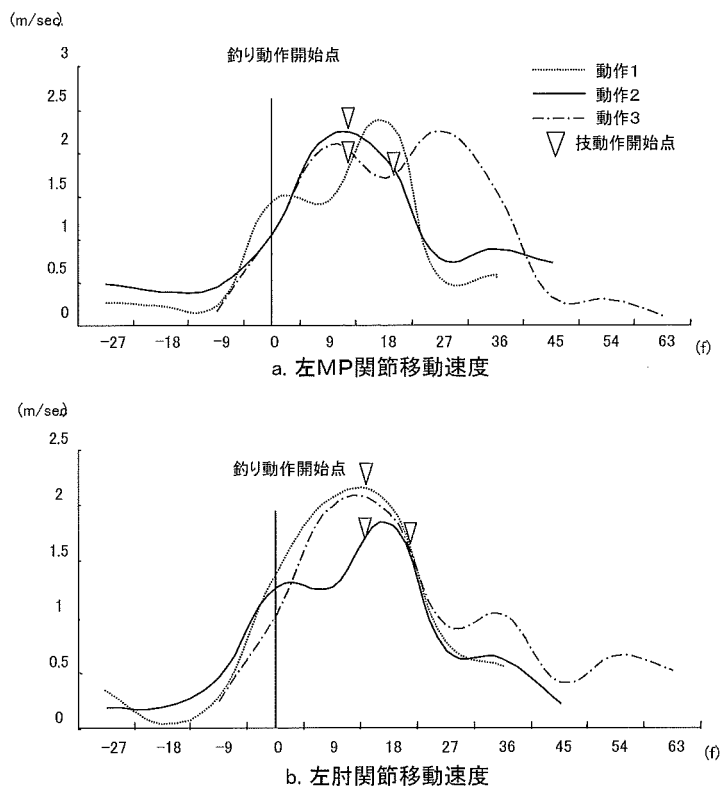


図9 被験者Cの左MP関節及び左肘関節移動速度
The velocity of MP joint and elbow joint in the subject C

度は、動作1、2、3それぞれ1.71 m/sec、2.13 m/sec、2.61 m/secであり、動作3において高値を示した。また、釣り動作開始点での動作1、2、3の肘関節移動速度はそれぞれ0.33m/sec、0.11m/sec、0.88m/secであり、動作3において最も高値を示した。技動作開始点では、1.54m/sec、1.91 m/sec、2.61m/secであった。

被験者C (図9-a) におけるMP関節の動作1、2、3の移動速度は、それぞれ1.44m/sec、1.04m/sec、1.09m/secであり、動作1が最も高値を示した。技開始動作点における動作1、2、3の移動速度は、1.45m/sec、2.18m/sec、1.72m/secであり動作2において最も高値を示した。また、釣り動作開始点での動作1、2、3の肘関節移動速度はそれぞれ1.38m/sec、1.24m/sec、0.96m/secであった。

IV 考察

1. 異なる準備動作による釣手動作の特徴

1) 釣り動作の前から筋収縮を継続する方法：動作1

外国人選手は、強い筋力で相手を崩し、そのまま技に入る選手も多い。また、初心者は技に入る際、筋収縮を継続させながら動作に入る傾向が強い。実際に、初心者と熟練者が背負投に入る際の筋電図を比較した報告¹⁰⁾においても、熟練者よりも初心者の上腕二頭筋の活動が高く、動作を通じて筋収縮を継続させている傾向がみられる。本研究では、このような動作を意識し、熟練者

に動作前に筋収縮を持続させる釣手動作を行わせた。

各被験者においてMP関節の移動軌跡は直線的に変位(図5)しており、体幹部からのあおり動作がみられず、上肢の運動連鎖が合理的ではない。また釣り動作を開始してから技動作に入るまでの時間も他の動作と比較して短く(図6)、動作速度も技動作開始点では低値を示す傾向にあり(図7、8、9)、釣り動作の前から筋収縮を持続していても合理的な動作に反映されていない可能性がある。

2) 釣り動作の前の筋収縮持続から一瞬筋を弛緩する方法：動作2

熟練者では、技をかける際、釣り動作における上腕二頭筋の筋放電が¹⁰⁾少ないと報告されている。そこで、動作2では釣り動作の前に筋収縮を持続させ、動作に入る瞬間に筋を弛緩し、内力の均衡を崩すような動作を行わせた。

釣手のMP関節は釣り動作に入る前に、動作との反対方向へのあおり動作がみられた(図5)。被験者Aの背負投では、技動作開始点で肘関節の移動速度が高値を示し(図7-b)、被験者Bの内股においてはMP関節における技動作開始点で高値を示した(図8-a)。被験者Cの大外刈の技開始点でMP関節の速度が高値を示し、それぞれの技に重要な部位の移動速度が技動作開始点で高値を示した。つまり、技動作に最も効率的に移行しているといえる。

3) 釣り動作の前に反動を利用する方法：動作3

技の崩しは「取は、受の体を後方へ押し、受が押し返す動きを巧みに前へ誘導して右前隅へ浮かし崩す。」¹¹⁾のように説明される。また、猪飼は、熟練者の崩し予備動作に、釣手、引手を伸ばしながら引くことによって起こる筋の反射的な収縮即ち「伸張反射」によって強い引き出しの崩しに繋げる自然な動作¹²⁾であると述べている。動作3では、この様な力の方向を意識し、釣り動作の前に反動を利用する方法を行わせた。

動作3では、釣手MP関節の前後(X方向)への移動が最も大きく(図5)、また被験者Aの背負投や被験者Bの内股では、MP関節の釣り動作開始点、技動作開始点で高値を示しており(図7-a,8-a)、相手の反動を利用して技に入るには最も効率的であると考えられる。しかしながら、釣り動作開始点から技動作開始までの釣り動作時間が長いため(図6)、動作が大きくなる傾向がある。そのためレベルの高い試合になると大きく相手を崩すようにコントロールすることが難しくなる可能性もある。

2. 崩しにおける釣手動作と筋力発揮

醍醐¹¹⁾¹³⁾は柔道の技の説明の中で、背負投の崩しについて「取は、受の体を後方へ押し、受が押し返す動きを巧みに前へ誘導して右前隅へ浮かし崩す。」と述べており、また大外刈についても「取は、右足、左足、ついで右足を退いて、受の体を前方へ引き崩そうとし、両手で受の上体を下方へ引きつけてとまる。」と記述し、技の方向とは反対に崩しその反動で技に入るように指導している。実際に佐々木¹⁴⁾は、熟練者は受を大きく崩し、掛けに入る有効な作りをなして施技する傾向がみられ、未熟練者は受を崩さず、十分に作らないで掛けに入る傾向がみられると報告している。本研究からも、動作3のように反動を大きく利用して技を掛ける方が、MP関節の移動距離が大きいことから、受が大きく崩れていることが分かる。しかしながら、実際の試合において、相手を大きく技と反対方向に崩し、その反動を利用して技に入ることは試合のレベルが高くなる程困難である。技の初期的な習得過程において相手の重心移動を身につけるために、相手の動作を利用し技を掛ける練習は効果的であるといえるが、熟練者においては動作2のような、筋の収縮と弛緩だけで相手を崩し、つまり力の使い方を利用した練習も重要であると考えられる。

これまで、崩しについては力の方向について述べられることが多かったが^{14) 15)} 筋の使い方についても今後は十分に考慮し、練習内容に反映させていく必要がある。

V まとめ

本研究は、力の大きさ、方向、使い方による3つの崩しの方法に着目し、その時の釣手動作を3次元的に解析することで、運動学的に効率よい釣手動作を探ることを目的とした。

- ①動作1では、各被験者においてMP関節の移動軌跡は直線的に変位しており、上肢の運動連鎖が合理的ではないといえる。また、動作速度も技動作開始点では低値を示し、釣り動作の前から筋収縮を持続していても合理的な動作に反映されていない可能性がある。
- ②動作2では、各被験者の技に重要な部位の移動速度が、技動作開始点で高値を示した。つまり、筋を弛緩した後は技動作に最も効率的に移行しているとえる。
- ③動作3では、被験者A、Bにおいて、MP関節の釣り動作開始点、技動作開始点で高値を示しており、相手の反動を利用して技に入るには最も効率的であると考えられる。しかしながら、釣り動作開始点から技動作開始までの釣り動作時間が長いこと、動作が大きくなる傾向がある。そのためレベルの高い試合になると大きく相手を崩すようにコントロールすることが難しくなる可能性もある。

以上より、技を掛ける際に筋収縮を持続していても合理的な動作に反映されにくいこと、反動を利用した技は大きな崩しを得られるが、相手を動かすのが困難であること、また、筋を瞬発的に弛緩一収縮した場合、効率良く技動作に移行できることが明らかとなった。今後、稽古の際には、筋を瞬発的に弛緩一収縮させる力の使い方にも意識して行うべきであると考えられる。

参考文献

- 1) 岡田修一, 間章, 藪根敏和, 山崎俊輔, 永木耕介, 徳田眞三, 松田基子: 柔道投技の「崩し」における頭部回転のタイミングと「引き手」力に関する基礎的研究, 講道館柔道科学研究会紀要, 第九輯, 97-108, 2002.
- 2) 松本芳三: 柔道のコーチング, 大修館書店, pp83, 1976.
- 3) 青柳領, 大藪由夫, 高橋邦郎, 藤猪省太: 一流選手の筋力に関する因子分析的研究, 武道学研究, 20-1: 62-70, 1987.
- 4) 佐藤行那, 手塚政孝, 高橋邦郎, 堀安高綾, 佐藤宣踐: 外国柔道選手の体格体力について, 武道学研究, 11-2: 24-25, 1979.
- 5) 武内政幸, 飯田穎男, 松浦義行, 西島尚彦: 大学柔道選手の基礎体力と競技成績の関連について, 武道学研究, 20-3: 13-20, 1988.
- 6) 曾我部晋哉, 田中洋平, 久保田浩史, 小俣幸嗣: 強豪高校柔道部における稽古及びトレーニングの実態報告, 柔道科学研究, 8:7-31, 2003.
- 7) 曾我部晋哉, 田中洋平, 久保田浩史, 小俣幸嗣: 強豪高校柔道部のトレーニング環境および実施内容について, 柔道科学研究, 9:3-20, 2004.
- 8) Abdel-Aziz YL and Karara HM: Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. In Proceedings of ASP UI Symposium on Close Range Photogrammetry, American Society of Photogrammetry, pp.1-19, Falls Church, VA, 1971.
- 9) Bryant, J.T., Wevers, H. & Lowe, P.J.: Method of data smoothing for instantaneous center of rotation

measurements.Med.Biol.Eng.Comput.,22:597-602,1984.

- 10) 岡田修一, 岸井守一, 猪熊真, 播本定彦, 山崎俊輔: 筋電位による柔道技術の定量的分析 (2), 武道学研究, 16-1: 113-115, 1983.
- 11) 醍醐敏郎: 講道館柔道・投技 (上巻), 本の友社, 東京, pp28, 1999.
- 12) 猪飼道夫: 身体運動の生理学, 杏林書院, pp69, 1975.
- 13) 醍醐敏郎: 講道館柔道・投技 (中巻), 本の友社, 東京, pp126, 1999.
- 14) 佐々木武人: 柔道投げ技の崩し、作りの習熟過程について, 武道学研究, 8-2: 29-30, 1975.
- 15) 藤岡正春: 柔道の投げ技に於ける (崩し) についての一考察, 武道学研究, 24-2: 183-184, 1991.