

柔道の「背負投」における受の異なる姿勢が取の投げ動作に及ぼす影響

出口達也¹⁾ 塩川満久²⁾ 大塚道太¹⁾ 明石啓太¹⁾ 沖原 謙¹⁾ 黒川隆志¹⁾

The influence that the posture of opponent gives to the motion of SEOINAGE in judo

Tatsuya Deguchi¹⁾, Mitsuhisa Shiokawa²⁾, Dohta Ohtsuka¹⁾, Keita Akashi¹⁾,
Ken Okihara¹⁾ and Takashi Kurokawa¹⁾

Abstract

The contents of this study examine the effects on the movement of a thrower (tori) when performing SEOINAGE. Specifically, the angle of the elbow and shoulder, the angle of the knee, and the degree to which the upper body bends forward were compared between when a thrown (uke) took a neutral posture, a defensive posture, and a forward bent posture. Movement was recorded by way of six high-speed infrared cameras, which was then analyzed through three-dimensional movement analysis software. The results indicate that when disregarding the posture of the uke, four tendencies can be observed in the movement of the joint angle from the beginning of the technique until completion. However, in regards to the posture of the uke, the largest difference which occurred was that when in a defensive position and forward bent position, in comparison with a neutral position, it was confirmed that tori sharply bends his/her elbow joint, which constricts the movement of the lifting hand, further closes the armpit, sharply bends at the knee, and overly hunches over his/her upper body.

Key words: Judo, SEOINAGE, motion analysis, uke's posture
柔道, 背負投, 動作分析, 受の姿勢

I. 緒言

柔道は1882年に嘉納治五郎によって創始された我が国固有の文化であり、近代化と国際化を成し遂げた競技スポーツでもある。また、2012年から中学校で武道が必修化され、柔道の教育的価値がこれまで以上に認められつつあるが、技術指導の安全性に留意しなければならず、その指導方法や対策が重要な課題となっている(野瀬ら, 2009; 内田, 2011)。これまでの柔道の投技に関する指導の検討や研究として、藤野(2012)はスポーツオノマトペのリズムを用いて大学生の柔道学習者が色々な投技を修得する学習システムを開発している。野瀬(2010)は、高校生の柔道未熟練者による投技の動作過程を、柔道専門家がビデオ映像で外観法による印象分析を行い、柔道未熟練者の投技の動作過程の特徴を示しており、その指導法における注意点を指摘している。森山(2011)は、中学校の体育授業

で視覚教材を用いて、投技の得意技の習得を確立する方法を報告している。野瀬(2008)は、小学生が中心となる少年柔道の指導法について文献調査を行い、少年柔道の投技を習得する際の問題点を指摘している。また、バイオメカニクス的手法を用いた解析によって技術を客観化する検討が試みられている(Tezuka et al., 1983; Harter. and Bates, 1985; Sacripanti, 1989; Minamitani et al., 1988; Pucsok et al., 2001; Imamura and Johnson, 2003; Imamura et al., 2006; Ishii et al., 2012)。このように、柔道の投技に関する研究の対象や研究方法は多岐にわたり行われている。しかしながら、柔道の指導方法に関する研究は経験的指導の比重が高く、客観的指標を取り扱った研究は十分とは言えない。

柔道は、投げ技と固め技の技術から成り立っている。投げ技においては、投げる際に主として働く部位の名称を取って、手技、足技、腰技、さらには方向に

1) 広島大学大学院教育学研究科
Hiroshima University, Graduate School of Education

2) 県立広島大学保健福祉学部
Prefectural University of Hiroshima, Faculty of Health and Welfare

よって真捨身技、横捨身技に分類される。背負投は手技に分類されるが、柔道創始者の嘉納治五郎(1931)が「尤も何れの技も、手も足も腰も使い、就中腰の働きの最も大切であるが、便宜上その働きが比較的目に立つ所から、そういう分類をしたのである」と述べているように、全身をくまなく、しかも効率的に使うことによって相手を投げる必要がある。また、背負投は基礎的な投げ技と考えられており、柔道初心者に早い段階で教えられ、多くの柔道競技者が得意な投げ技として修得している(青柳, 1988)。

投げ技は、取(技を掛ける側)が受(技を掛けられる側)の態勢を不安定にする崩しの局面、取が技を施すのに最も良い位置と姿勢をとる作りの局面、取が最後の決め手を施す掛けの局面の三つの過程から構成されている。背負投は、取が受を真前、または前隅に崩し、受の体を背後に背負い上げて、肩越しに投げる技である(醍醐, 1999)。Imamura et al. (2006)によれば、背負投は他の投げ技と比較して、取が受の態勢を崩した後に力に頼ることなく受を投げる方向に常に働きかけているため、大きな体格や力は必要なく、受を効率良く回転させて投げるための崩しの局面から投げに入る作りの局面の技術が求められる。出口ら(2003)によれば、背負投の釣手に着目したところ、受を投げる作りの局面において、熟練者は未熟練者よりも釣手の位置が高く、肩よりも高い位置で受を担いでいるため、掛けの局面において受を肩の上から振りおろす形となり、手刀を切るような鋭い動きで肘と前腕を使うことができていた。また、熟練者は未熟練者よりも作りの局面の時間が短く、速いスピードで受の体を背後に背負い上げていたことから、肩越しに投げる負担が小さいと考えられた。増地(2008)は、一流選手の背負投の共通点として、取の重心位置は全ての局面で支持足基底面より後ろ方向に外れることはなく、作りの局面において支持足基底面より前方向に外れていたが、地面に対して上半身が垂直に近い姿勢を保っていると指摘した。また、軸足膝関節角度は作りの局面で減少し、掛けの局面において大きく上昇していた。以上のことから、背負投は、崩しの局面で受の態勢を不安定にした後に、釣手を有効に使用する掛けの局面を実現するため、取が膝を屈曲しながら速いスピードで安定して受を背負うために身体をさばく作りの局面が重要になると考えられる。しかしながら、この知見が示された上記の研究は、受の姿勢がすべて静止した自然体から施技されたものである。

一般的に投げ技を試行する際には、受は余分な力を

入れずに立った自然体と呼ばれる基本姿勢をとる(文部科学省, 2013)。これは、嘉納が柔術を基に柔道を創始したときに、基本姿勢を従来の防御に適した自護体から安定して変化しやすく疲れにくい自然体に改良したことによる。しかしながら、柔道の実戦における攻防においては様々な姿勢の変化の中で投げ技が施行される。三宅ら(2011)によれば、柔道の試合における受の防御動作の実態を調査したところ、試合中には様々な受の防御動作が見られ、それに対応した取の組み方に関連があることを明らかにしている。このため、受の異なる姿勢に対応した投げ動作が生じると推測される。しかし、投げ技、特に基礎的な技と考えられる背負投において、受の異なる姿勢が取の投げ動作に及ぼす影響は明らかでない。

そこで本研究では、背負投における受の異なる姿勢が取の投げ動作に及ぼす影響を検討することを目的とした。この知見を示すことは、柔道の実戦において技の攻防を繰り返す中で効率的な技の発揮を指導するための一助になると考えられる。

II. 研究方法

1. 被験者

取を行う被験者の身体特性と競技歴を表1に示した。また、これとは別に受のみを行う者1名(柔道経験年数11年、弐段)を選出した。被験者には本研究の趣旨を十分に説明し、被験者に係る負荷や被験者に生じる不利益と倫理上の配慮、個人情報保護やデータの管理・取扱いに関する人権擁護上の配慮などについて同意を得た上で実験を行った。

2. 実験条件

本研究においては、投技の中でも基礎的技術として位置づけられおり、多くの柔道競技者が得意な投げ技

表1 被験者の身体特性と競技歴

被験者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	競技歴(年)
a	20	165.0	67.0	6
b	23	171.5	75.5	11
c	20	172.5	78.5	6
d	22	173.0	80.0	10
e	21	151.0	49.0	8
f	22	160.0	61.0	6
\bar{x}	21.3	165.5	68.5	7.8
σ	1.1	7.9	10.9	2.1

としている背負投を試技とした。受の姿勢については、自然体、自護体、前傾姿勢の3つの姿勢を取り上げた(図1)。自然体は、全身の力を抜き、両足に体重を均等にかけて自然にまっすぐ立つ姿勢とした。自護体は、自然体より足幅を広く開き、膝を深く曲げ重心が低くなるように腰を下ろした姿勢とした。前傾姿勢は、試合などの実戦の中で多く見られる両手を伸ばして上半身を前傾させた姿勢とした。このように受が上半身を前傾させると、取は技に入るスペースが狭くなり技を掛けにくくなる。なお、被験者が技を試行する際の組み手は全員が右組であった。

3. 測定方法

2台のフォースプレート的一方に取、もう一方に受が立ち、背負投の試技を自然体、自護体、前傾姿勢の順に各2回試行した。試行に際しては、取が各姿勢の試技に入る前に休憩時間と練習時間を設けることで、前試行の試技が次の試技に影響が残らないようにした。その動作を高速度赤外線カメラ(6台)がとらえた空間上のマーカーの座標を光学式三次元動作解析システム(oxford metrics社製vicon512)に同期させ動作解析を行った(図2)。また、フォースプレート(キスラー社製9281E/EA)2台を同期させ、取の動作開始

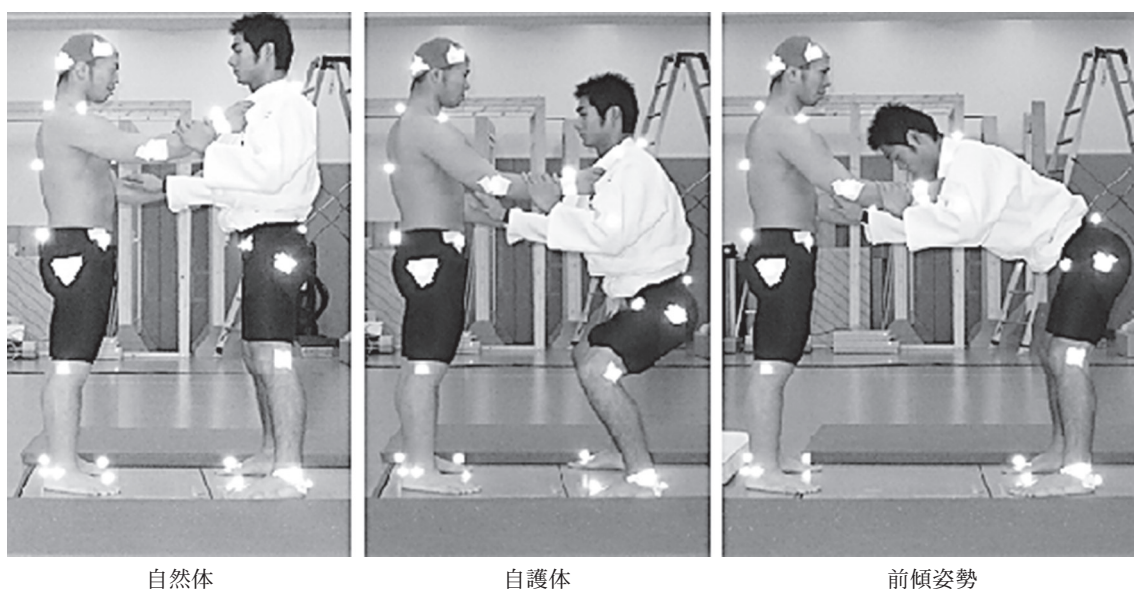


図1 受の3つの姿勢(各図において左:取, 右:受)

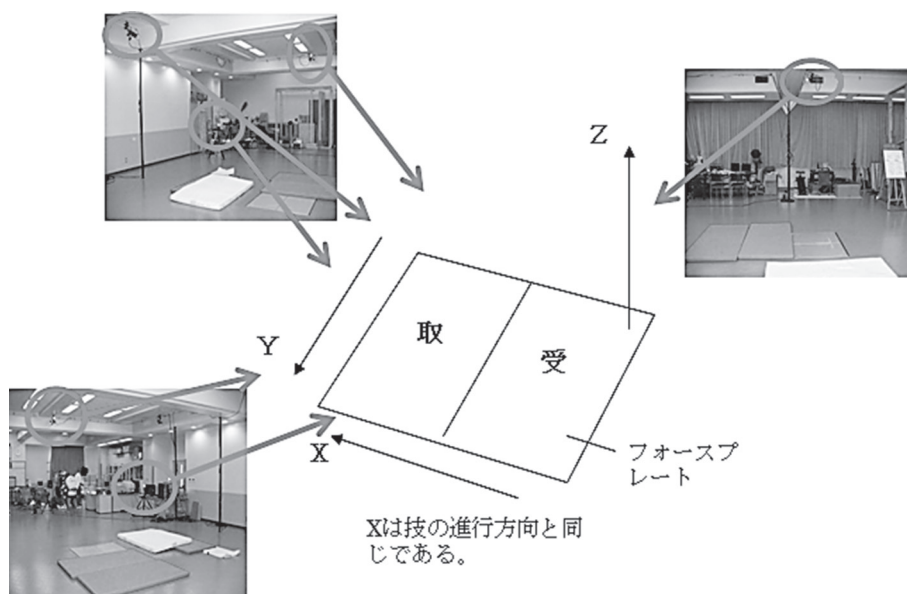


図2 撮影方法

から、受の着地までの時間を測定した。高速度赤外線カメラのサンプリングは120fpsで撮影し、フォースプレートは600HzでPCに取り込んだ。

4. 測定項目

分析対象として、柔道指導歴15年以上の評価者3名(柔道5~7段)が、取の動作の崩れが少なく、分析にふさわしいと思われる1試行を受の各姿勢から選択した。取の被験者にはあらかじめ身体28箇所(図3)に反射マーカを貼付した(図3)。測定部位として、先行研究(出口, 2003; 増地, 2008)を参照し、釣手の肘関節角度(右WRAと右WRBの midpoint と, 右ELB, 右SHOを結んでできる角の内角), 釣手の肩関節角度(右ELBと, 右SHO, 右THIを結んでできる角の内角), 膝関節角度(軸足となる一歩目の足(右足)のTHI-KNE-ANKを結んでできる角の内角), 上半身前傾角度(左右THIの midpoint とC7を結んだ直線, 及びYZ平面からなる角)を抽出した。

動作は、取と受が互いに組み合った時点を動作開始とし、取が受を投げ終わり、受の体の一部が畳に接地した時点を動作終了とした。さらに、分析に際し、技の動作局面を細かくpoint A~Cに分け、それぞれを次のように定義した。

point A: 取の一歩目の右足がフォースプレートに接

地した瞬間。

point B: 取が体を回転し、左足がフォースプレートに接地した瞬間。

point C: 受の足部支持面がフォースプレートから離れた瞬間。

5. 統計処理

時系列変量は、動作開始~point A, point A~point B, point B~point C, point C~動作終了までの4つの各局面の時間をそれぞれ100%として規格化した。なお、本研究においては、動作開始後の動作形態は被験者に委ねたので、動作開始~point Aまでの時間(自然体: 1.13 ± 0.34 秒, 自護体: 1.34 ± 0.47 秒, 前傾姿勢: 1.75 ± 0.55 秒)において大きなバラつきが認められた。そのため、動作開始~point Aまでの局面については、時系列変量をpoint A以前の100コマを分析対象とした。

算出した測定項目について、4つの各局面における受の姿勢と経過時間の影響を検討するため、受の姿勢(3; 自然体, 自護体, 前傾姿勢)ならびに4つの各局面における経過時間(11; 規格化された各局面の時間0~100%における10%間隔)とその交互作用の有意差検定には、対応のある二元配置分散分析を用いた。また、受の姿勢と経過時間のそれぞれに主効果が認め

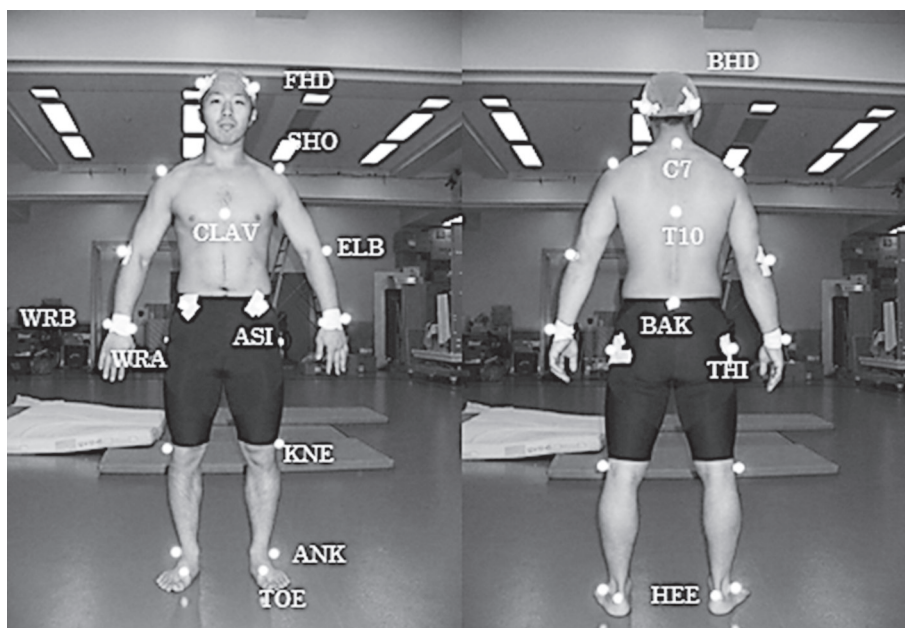


図3 被験者(取)の反射マーカ位置

<マーカ部位の名称>

FHD: こめかみ, SHO: 肩峰, CLAV: 胸骨, ELB: 肘, WRA: 橈骨手根骨(内側), WRB: 橈骨手根骨(外側), ASI: 腸骨, KNE: 膝, ANK: 外果, TOE: 爪先, BHD: 後頭骨, C7: 第7頸椎, T10: 第10胸椎, BAK: 仙骨, THI: 大転子, HEE: 踵

られた場合の多重比較にはScheffeの方法を実施した。有意水準はいずれも5%未満とした。

Ⅲ. 結果

動作開始から終了までの4つの各局面の平均時間を表2に示した。どの局面の平均時間においても、受の姿勢条件間の取の動作時間に有意な差は見られなかった。

1. 釣手の肘関節角度と肩関節角度について

釣手の肘関節角度の時間経過にともなう被験者6名の平均波形を図4に示した。分散分析の結果、受の姿勢と経過時間の交互作用は4つのどの局面においても有意でなかった。また、受の姿勢の主効果は動作開始

～pointCの3つの局面において有意であり（動作開始～point A: $F(2,149) = 28.47, p < .01$, point A～point B: $F(2,149) = 38.66, p < .01$, point B～point C: $F(2,149) = 8.51, p < .01$ ）、動作開始～point Aとpoint A～point Bの局面では自然体と自護体は前傾姿勢よりも釣手の肘関節角度の値が有意に大きく（いずれも $p < .05$ ）、point B～point Cの局面では自然体は自護体と前傾姿勢よりも釣手の肘関節角度の値が有意に大きかった（いずれも $p < .05$ ）。さらに、経過時間の主効果は4つのどの局面でも有意であった（動作開始～point A: $F(10,149) = 3.04, p < .05$, point A～point B: $F(10,149) = 42.15, p < .01$, point B～point C: $F(10,149) = 13.65, p < .01$, point C～動作終了: $F(10,149) = 31.37, p < .01$ ）。多重比較の結果、動作開始～point Aの局面において70～80%は90～100%よりも釣手の肘関節角度の値が

表2 動作開始から終了までの4つの各局面における平均時間(秒)

	動作開始～point A	point A～point B	point B～point C	point C～動作終了
自然体	1.13 ± 0.34	0.38 ± 0.08	0.30 ± 0.03	0.57 ± 0.03
自護体	1.34 ± 0.47	0.38 ± 0.08	0.35 ± 0.09	0.57 ± 0.06
前傾姿勢	1.75 ± 0.55	0.31 ± 0.09	0.36 ± 0.08	0.59 ± 0.04

数値は $\bar{x} \pm \sigma$ で示されている。

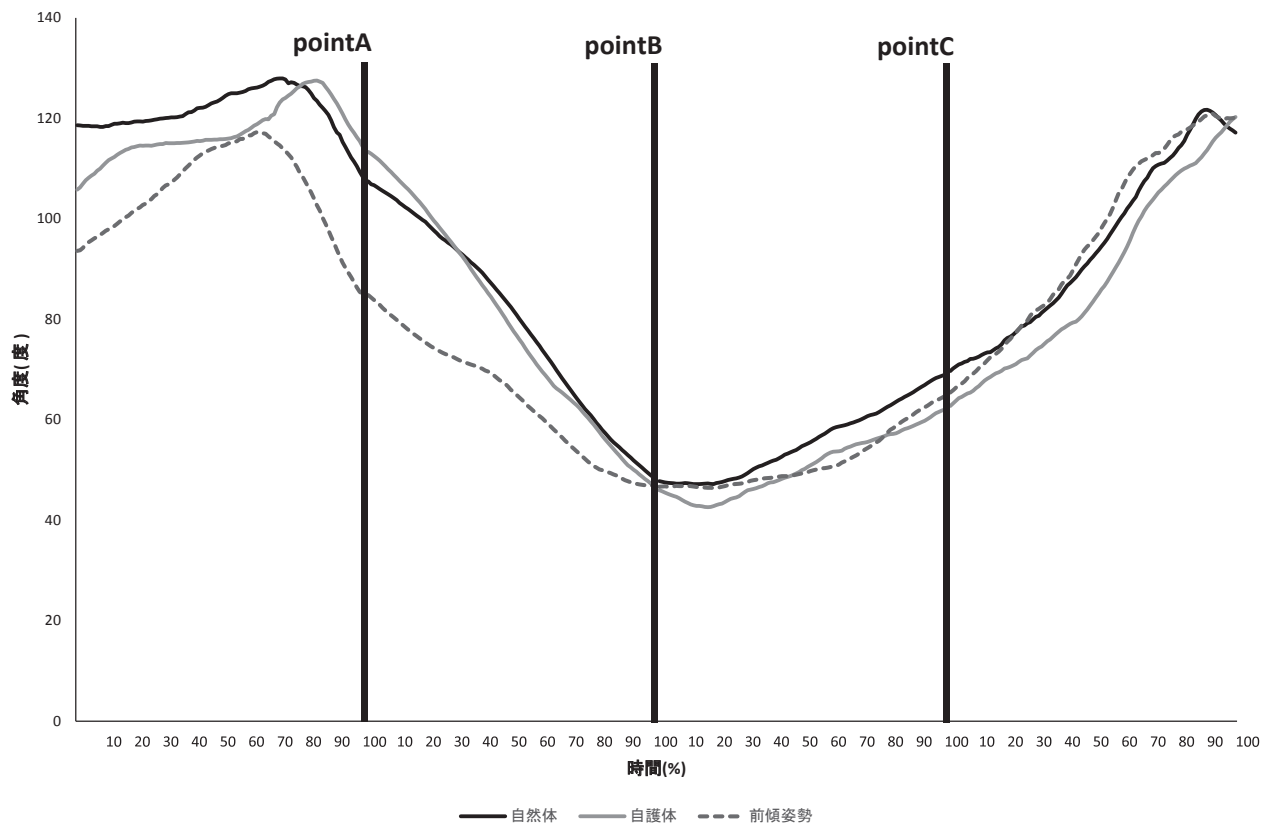


図4 釣手の肘関節角度の時間経過にともなう被験者6名の平均波形

有意に大きく (いずれも $p < .05$), point A~point Bの局面において0~30%は40~100%の多くの時間よりも釣手の肘関節角度の値が有意に大きかった (いずれも $p < .01$). 最小値を示すpoint B~point Cの局面において0~40%は80~100%の多くの時間よりも釣手の肘関節角度の値が有意に小さく (いずれも $p < .05$), point C~動作終了の局面において0~40%は50~100%の多くの時間よりも釣手の肘関節角度の値が有意に小さかった (いずれも $p < .05$).

以上のことから, 受の姿勢に関係なく, 釣手の肘関節角度は動作開始からpoint Aまでの局面において一旦増大 (伸展) するが, その後に減少 (屈曲) し, point Bの前後で最大に減少した (自然体: $47.2 \pm 9.7^\circ$, 自護体: $42.6 \pm 8.0^\circ$, 前傾姿勢: $46.4 \pm 7.2^\circ$). その過程において, 自然体と自護体は前傾姿勢よりも釣手の肘関節角度の値が有意に大きかった. その後, 肘関節角度は増加に転じ, point Cを経て動作終了まで大きく増大した. point Bからpoint Cまでの過程において, 自然体は自護体と前傾姿勢よりも釣手の肘関節角度の値が有意に大きかった.

次に, 釣手の肩関節角度の時間経過にともなう被験者6名の平均波形を図5に示した. 分散分析の結果,

受の姿勢と経過時間の交互作用は動作開始~point Aとpoint A~point Bの局面で有意であった (動作開始~point A: $F(20,149) = 2.22, p < .05$, point A~point B: $F(20,149) = 2.10, p < .05$). また, 受の姿勢の主効果は動作開始~point Cの3つの局面において有意であり (動作開始~point A: $F(2,149) = 48.65, p < .01$, point A~point B: $F(2,149) = 27.39, p < .01$, point B~point C: $F(2,149) = 28.92, p < .01$), 動作開始~point Aとpoint A~point Bの局面では自然体と自護体は前傾姿勢よりも釣手の肩肘関節角度の値が有意に大きく (いずれも $p < .05$), point B~point Cの局面では自然体は自護体と前傾姿勢よりも釣手の肩肘関節角度の値が有意に大きかった (いずれも $p < .05$). さらに, 経過時間の主効果は4つのどの局面でも有意であった (動作開始~point A: $F(10,149) = 20.89, p < .01$, point A~point B: $F(10,149) = 16.69, p < .01$, point B~point C: $F(10,149) = 58.60, p < .01$, point C~動作終了: $F(10,149) = 25.33, p < .01$). 多重比較の結果, 動作開始~point Aの局面において0~30%は40~90%の多くの時間よりも釣手の肩肘関節角度の値が有意に小さかった (いずれも $p < .05$). 最小値を示すpoint A~point Bの局面において0~20%は50~100%の多くの時間で釣手の肩肘関

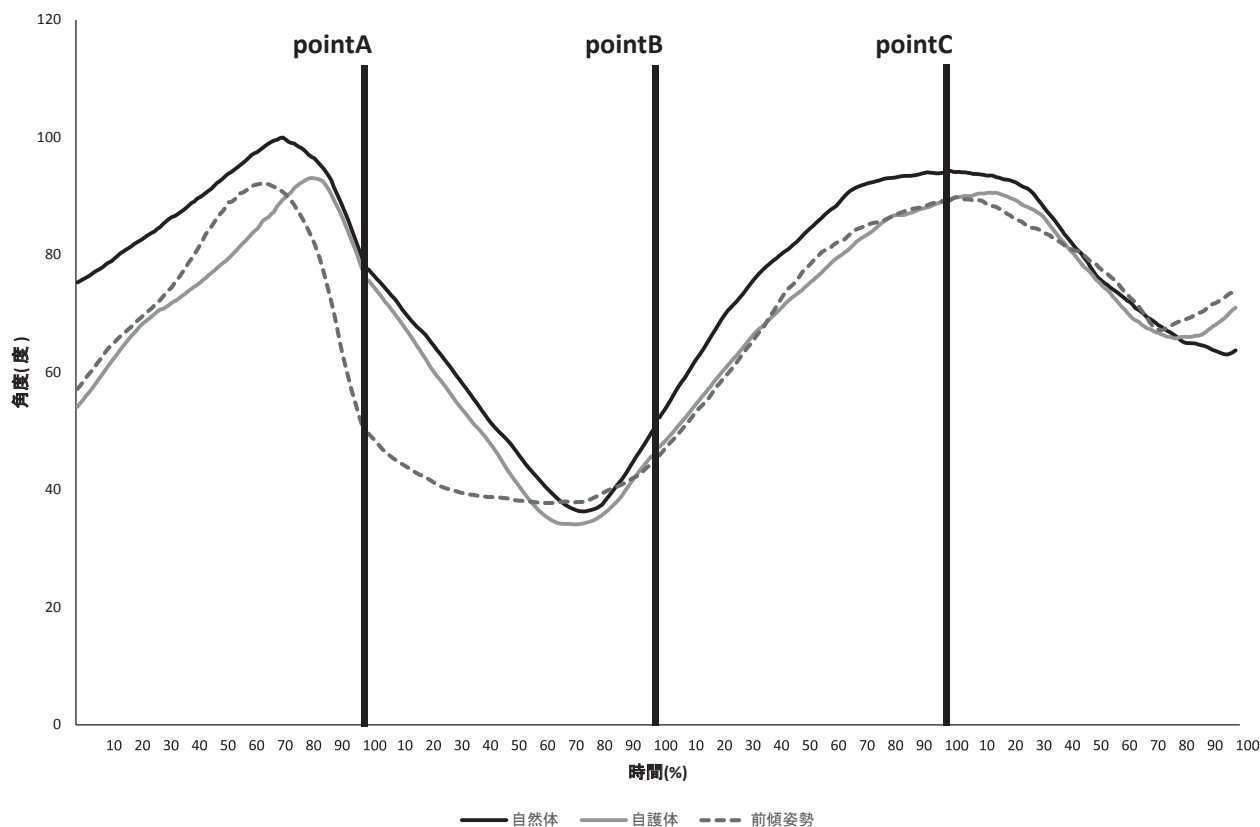


図5 釣手の肩関節角度の時間経過にともなう被験者6名の平均波形

節角度の値が有意に大きく (いずれも $p < .05$), point B ~ point C の局面において 0 ~ 40% は 50 ~ 100% の多くの時間で釣手の肩肘関節角度の値が有意に小さく (いずれも $p < .05$), point C ~ 動作終了の局面において 0 ~ 30% は 60 ~ 100% の多くの時間で釣手の肩肘関節角度の値が有意に大きかった (いずれも $p < .05$).

以上のことから, 受の姿勢に関係なく, 釣手の肩肘関節角度は動作開始から point A までの局面において一旦増大して開いた状態になるが, その後に point A と point B の間の局面の 70% 前後の時点において最大に減少し, 肘が最も閉じた状態になる (自然体: $36.3 \pm 7.6^\circ$, 自護体: $34.2 \pm 8.0^\circ$, 前傾姿勢: $37.8 \pm 3.8^\circ$). その過程において, 自然体と自護体は前傾姿勢よりも釣手の肩肘関節角度の値が有意に大きかった. その後, 肩肘関節角度は point C に向けて増加に転じて肘が開いた状態になる中, 自然体は自護体と前傾姿勢よりも釣手の肩肘関節角度の値が有意に大きかった. そして, point C から動作終了まで肩肘関節角度は減少し, 肘が閉じる状態にあった.

2. 膝関節角度について

膝関節角度の時間経過にともなう被験者 6 名の平均

波形を図 6 に示した. 分散分析の結果, 受の姿勢と経過時間の交互作用は 4 つのどの局面においても有意でなかった. また, 受の姿勢の主効果は動作開始 ~ point C の 3 つの局面において有意であり (動作開始 ~ point A: $F(2,149) = 3.82, p < .05$, point A ~ point B: $F(2,149) = 29.87, p < .01$, point B ~ point C: $F(2,149) = 3.63, p < .05$), 動作開始 ~ point A の局面においては自然体と自護体は前傾姿勢よりも膝関節角度の値が有意に大きく (いずれも $p < .05$), point A ~ point B の局面においては, 自然体は自護体と前傾姿勢よりも, 自護体は前傾姿勢よりも膝関節角度の値が有意に大きかった (いずれも $p < .05$). また, point B ~ point C の局面においては, 自然体は自護体と前傾姿勢よりも膝関節角度の値が有意に大きかった (いずれも $p < .05$). さらに, 経過時間の主効果は 4 つのどの局面においても有意であった (動作開始 ~ point A: $F(10,149) = 21.61, p < .01$, point A ~ point B: $F(10,149) = 79.98, p < .01$, point B ~ point C: $F(10,149) = 33.31, p < .01$, point C ~ 動作終了: $F(10,149) = 22.29, p < .01$). 多重比較の結果, 動作開始 ~ point A の局面において 0 ~ 60% は 70 ~ 100% の多くの時間よりも膝関節角度の値が有意に大きく (いずれも $p < .05$), point A ~ point B の局面におい

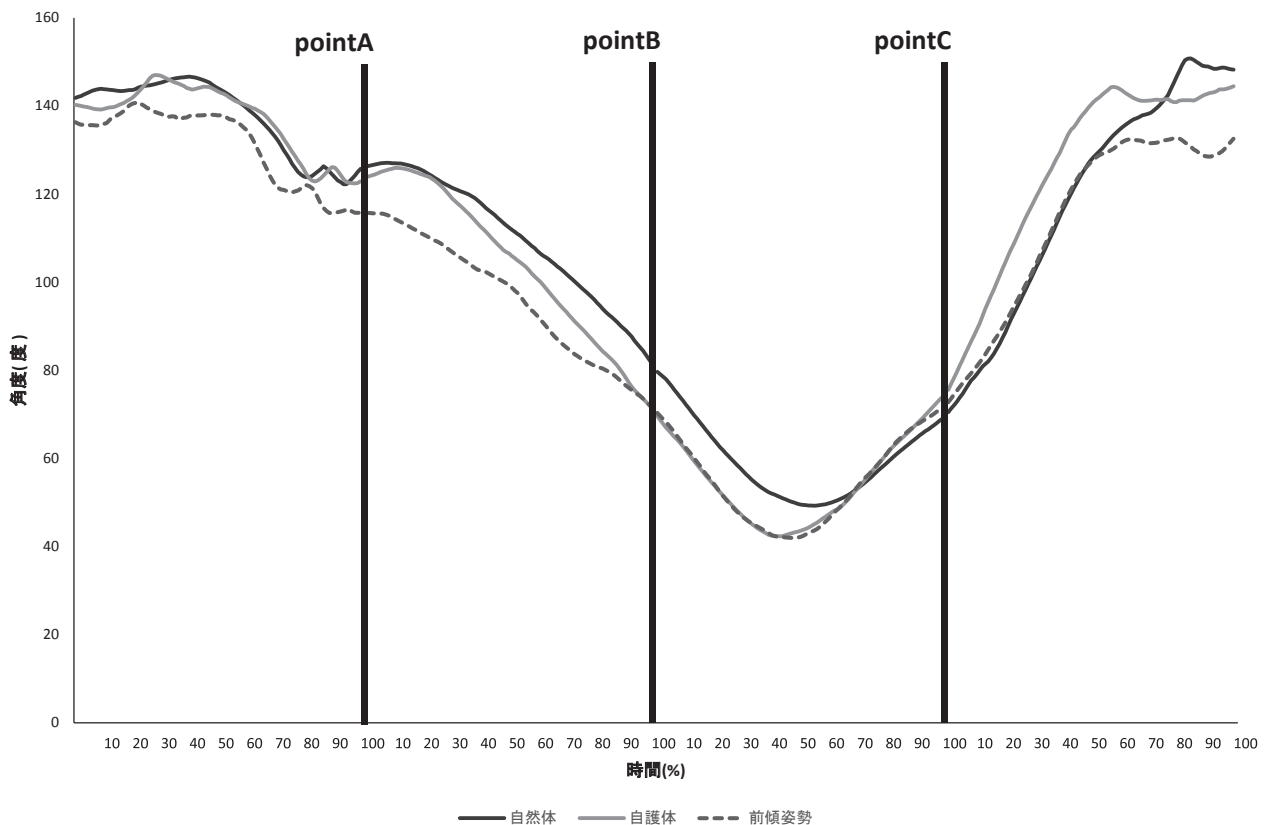


図 6 膝関節角度の時間経過にともなう被験者 6 名の平均波形

て0~40%は50~100%の多くの時間で膝関節角度の値が有意に大きかった(いずれも $p<.05$). 最小値を示すpoint B~point tCの局面において0~10%と90~100%は40~60%の多くの時間よりも膝関節角度の値が有意に大きく(いずれも $p<.05$), point C~動作終了の局面において0~30%は50~100%の多くの時間で膝関節角度の値が有意に小さかった(いずれも $p<.05$).

以上のことから, 動作開始からpoint Aとpoint Bを経て取の膝関節角度は減少(屈曲)し, point Bとpoint Cのほぼ中間時点で最大に減少した(自然体: $49.3 \pm 8.7^\circ$, 自護体: $42.3 \pm 7.8^\circ$, 前傾姿勢: $41.9 \pm 1.5^\circ$). 自然体はその過程全体において前傾姿勢よりも, point Aからpoint Cまでの過程において自護体よりも膝関節角度の値が有意に大きかった. 自護体は動作開始からpoint Bまでの過程において前傾姿勢よりも膝関節角度の値が有意に大きかった. その後, point Cから動作終了まで膝関節角度は大きく増大した.

3. 上半身前傾角度について

上半身前傾角度の時間経過にともなう被験者6名の平均波形を図7に示した. 分散分析の結果, 受の姿勢と経過時間の交互作用は4つのどの局面においても有

意でなかった. また, 受の姿勢の主効果はpoint A~point Bの局面において有意であり (point A~point B: $F(2,149) = 4.09, p<.05$), 自護体と前傾姿勢は自然体よりも上半身前傾角度の値が有意に大きかった(いずれも $p<.05$). さらに, 経過時間の主効果は4つのどの局面でも有意であった(動作開始~point A: $F(10,149) = 19.77, p<.01$, point A~point B: $F(10,149) = 16.84, p<.01$, point B~point C: $F(10,149) = 75.87, p<.01$, point C~動作終了: $F(10,149) = 27.39, p<.01$). 多重比較の結果, 動作開始~point Aの局面において0~30%は50~100%の上半身前傾角度の値が概ね有意に大きく(いずれも $p<.05$), point A~point Bの局面において0~20%と80~100%は40~70%の多くの時間より上半身前傾角度の値が有意に大きかった(いずれも $p<.05$). また, point B~point Cの局面において各時間はその後のほとんどの時間より上半身前傾角度の値が有意に小さく(いずれも $p<.05$), point C~動作終了の局面において0~20%と80~100%は20~60%の多くの時間より上半身前傾角度の値が有意に小さかった(いずれも $p<.05$).

以上ことから, 受の姿勢に関係なく, 上半身前傾角度は動作開始からpoint Aまでの局面において一旦小

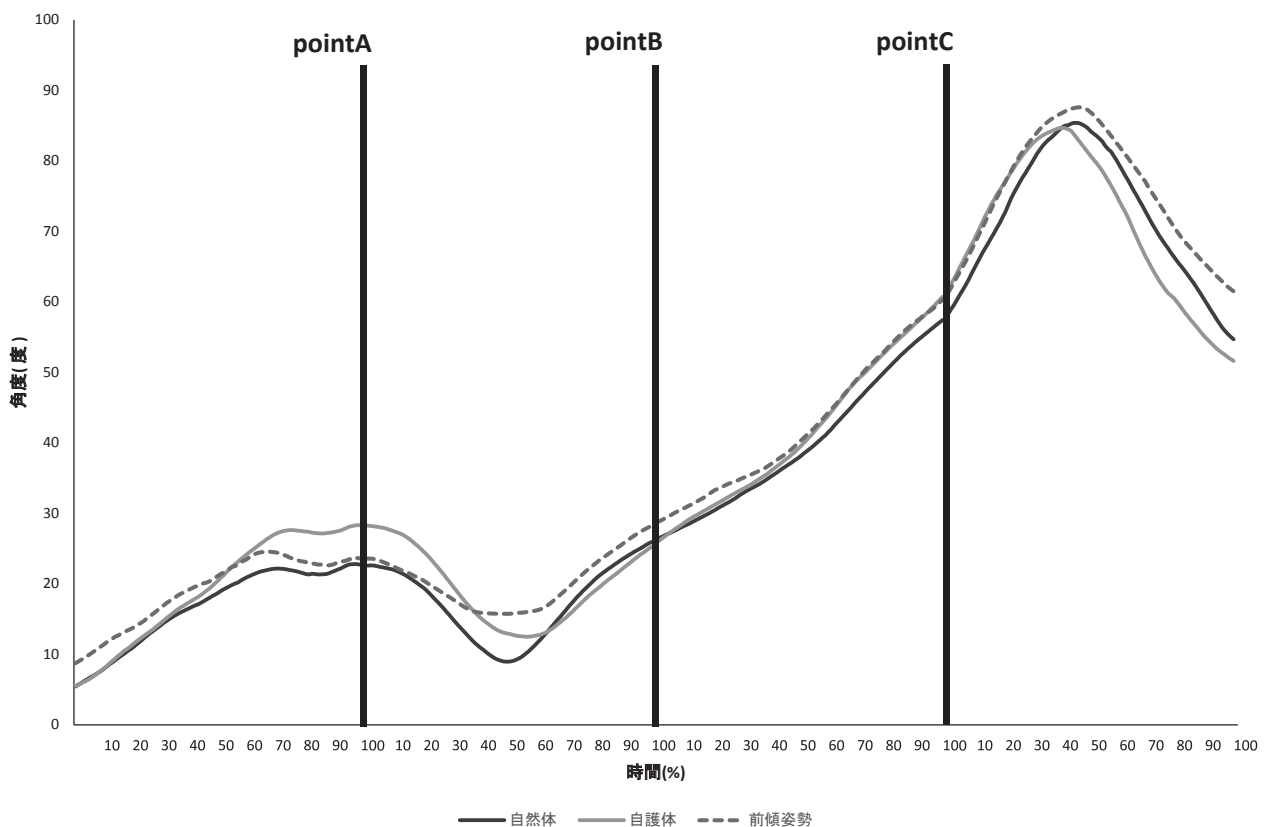


図7 上半身前傾角度の時間経過にともなう被験者6名の平均波形

さく増大（前傾）するが、その後point Aとpoint Bのほぼ中間時点まで減少した。そのpoint Aからpoint Bまでの過程において、自護体と前傾姿勢は自然体よりも上半身前傾角度の値が有意に大きかった。その後上半身前傾角度は増加に転じ、point Cと動作終了の中間時点まで大きく増大した後、最後に減少した。

IV. 考 察

釣手を有効に使うことは背負投の重要な課題である（出口ら, 2003; 増地, 2008）。本研究の結果、釣手の動作は受の姿勢に関係なく全体的に同じ傾向を示した。背負投においては、まず取は受の態勢を右前隅に崩す動作の中で、予備動作として釣手を上方にあげる必要があるため、本研究において動作開始からpoint Aまでに効果的に筋力発揮のできる肘関節角度を90度から130度の程度に保ち（東ら, 2004; Tsunoda et al., 1995; Philippou et al., 2004）やや肘関節を伸展しながら、肩関節角度が一旦増大して開いた状態になったと考えられる。この予備動作において、釣手の肘関節ではなく肩関節が大きく動くのは、胴体の引き起こし動作が腰と回転足を加速し、両腕を開き上げるための反動動作となり、単に上肢の挙上ではなく、ダイナミックな胴体操作に起因していると考えられる（藪根, 2008）。その後、増地（2008）の指摘のように、取の崩し動作により受が徐々に前方に崩されるにつれて、取は身体を回転させながらしゃがみ込み、釣手の肘を屈曲して折りたたみ、腋を閉じた、いわゆる絞めた状態で、受の腋下に入り込み肩越しに受を担ぐ状態になる。そのため、本研究の肘関節角度、肩関節角度は、point Aからpoint Bに向けて急激に減少し、point Bの前後で最小値を示し、肘と腋は最も屈曲して絞めた状態になったと考えられる。その後、取は受の重心の下に入り込み、膝を伸展ながら受を担ぎあげ、釣手を手刀で切るような動作で投げるため（出口ら, 2003）、本研究のpoint B後の肘関節角度と肩関節角度は増大し、肘は伸展し、腋は開いた状態になったと考えられる。

ただし、分散分析の結果、肩関節角度の受の姿勢と経過時間の交互作用は動作開始～point Aとpoint A～point Bの局面で有意であった。さらに肘関節角度と肩関節角度はともに受の姿勢の主効果が有意であり、動作開始からpoint Aを経てpoint Bまでに自然体と自護体は前傾姿勢よりも肘関節角度と肩関節角度は有意に大きかった。このことから、取は釣手の肘を屈曲し

て折りたたみ、腋を絞めた状態で受の腋下に入り込む。そのとき、受の姿勢が自然体や自護体よりも前傾姿勢に対しては、取は釣手をより大きく屈曲し、腋をより絞めた状態で腋下に入り込むことが必要であると伺える。また、point Bからpoint Cまでの間においては、自然体は自護体と前傾姿勢よりも肘関節角度と肩関節角度は有意に大きく、point Cから動作終了までに受の姿勢の主効果が有意でなかったことから、受を肩越しに担ぐ前半の局面において、釣手は受の姿勢の影響を受けることが考えられる。これらのことから、背負投において、受の腋下に釣手を入り込ませ、有効に活用しながら受を肩越しに担ぎ上げ投げるには、受の姿勢に対応した肘関節と肩関節の調整が重要であると考えられる。

背負投における膝関節角度は、受を担ぐ掛けの局面までに減少し、その後は増大することが知られている（青木ら, 1986）。本研究の結果、受の姿勢に関わらず、動作開始からpoint Bとpoint Cのほぼ中間時点まで減少し、最小値を示した。これは、取の崩し動作によって受の態勢が崩され前方向に倒れてくるのにあわせて、取は身体を回転しながら膝関節を屈曲させ、受の重心下に入り込んで担いでいるものと考えられる。その後、取は膝の伸展動作を用いて受を担ぎあげていたと考えられる。青木ら（1986）は、背負投における取の身体重点におけるパワー（力×速度）は、取が受を担ぐ掛けの局面は力に依存し、その後は力と速度に依存することを明らかにしている。また、加藤ら（2008）は、膝関節が屈曲するにつれて筋力が低下する傾向を明らかにしている。そのため、本研究の結果から、膝関節が最小値を示す40～50度は筋出力低下を誘発するが、取の受への崩し動作による勢い（速度）を利用して、膝の伸展動作を可能にし、投げ動作を実現していると考えられる。

ただし、分散分析の結果、受の姿勢の主効果が有意であり、自然体はpoint Aからpoint Cまでの過程において自護体よりも、動作開始からpoint Cまでの過程において前傾姿勢よりも膝関節角度の値は有意に大きかった。このことから、自然体に比べて受の懐深く入り込む必要がある自護体、前傾姿勢は、膝関節をより深く屈曲していたと考えられる。また、本研究の結果、自護体は動作開始からpoint Bまでの過程において前傾姿勢よりも膝関節角度の値は有意に大きかったことから、受の姿勢に対応して膝関節を屈曲させる必要があっても、そのタイミングは受の姿勢によって異なることが推測される。これらのことから、背負投に

おける膝の屈曲とそのタイミングは、受の姿勢によって調整されており、その後の膝の伸展動作を用いて受を担ぎあげる動作を可能にしていると考えられる。

本研究における上半身前傾角度は、動作開始から point A までの過程において一旦小さく増大（前傾）した。これは、取が一步目の足を踏み込む動作において、受を前方向に崩し、その崩れる動作に伴って、取は上半身を崩れる方向に前傾させているものと考えられる。また、本研究では point A と point B のほぼ中間時点まで上半身前傾角度は減少した。これは、増地 (2008) が背負投における作りの局面において、取の重心が支持足基底面より前方向に外れるが、上半身は地面に対して垂直に近い姿勢になっていたと指摘しているように、本研究においても、取が身体を回転させる際に、回転軸を形成するために上半身を起こした姿勢をとったためであると考えられる。この後、本研究の上半身前傾角度は大きく増大したが、これは取が受を担いで投げて回転させるために、上半身を前傾したためと推測される。また、point C と動作終了の中間時点以降に上半身前傾角度が減少したのは、受を担いで背面で回転させて接地させる過程において、釣手や引手と連動して上体を起こして、受をコントロールしたためであると考えられる。

ただし、分散分析の結果、受の姿勢の主効果が有意であり、point A から point B までの過程において自護体と前傾姿勢は自然体よりも上半身前傾角度の値は有意に大きかったことから、自然体よりも自護体や前傾姿勢において取が上半身をより大きく前傾させていたと言える。このことは、取が身体を回転させて回転軸を形成する際、受の姿勢に対応して上半身の傾斜による調整を行ったために生じたと考えられる。つまり、自然体が最も上体が起きた形で回転しているのは、自護体や前傾姿勢に比べ回転するスペースが大きく、逆に自護体や前傾姿勢では、スペースが少ない分、取の上体が若干倒れた状態（前傾）で回転していると考えられる。

本研究における4つの各関節角度の関連については、まず取が上半身を起こして回転軸を形成するために point A と point B の中間時点で上半身前傾角度が最も減少した。次に、受を担いで回転させるための支点を形成し、釣手を手刀のようにして受を投げるために、釣手を構成する肩関節角度と肘関節角度が point B の前後において最小値を示した。そして、受を担ぐために受の重心下までに入り込むために point B と point C の中間時点で膝関節角度が最小値を示した。さら

に、その4つの各関節角度の最小値は受の異なる姿勢によって有意な影響を受けた。このことから、各関節が連動して背負投の動作を実現し、また取は受の異なる姿勢に対応して、各関節角度を調整していると考えられる。

以上のことから、背負投において受の姿勢が異なる場合、取は受の姿勢に対応して各関節角度を総合的に調整しながら背負投を実現している。そして、自然体に比べて、自護体や前傾姿勢に対しては、取は釣手を構成する肘関節をより大きく屈曲させ、肩関節をさらに絞めた状態にし、膝関節をより深く屈曲し、上半身をさらに前傾させていることが明らかである。本研究の被験者は、背負投の技術をすでに身につけており、おそらく被験者は自然体の相手を受として投技動作を身につけたと考えられる。そのため、本研究の実験結果は、取は投技の基本動作を身につけることで、受の姿勢が変わってもそれに対応するような動きが可能になるということが示唆される。これらのことから、背負投の指導においては、基本動作が身につけば応用動作も可能になり、効率の良い動作という意味では自然体の相手を受として動き作りをするのが良いと考えられる。そして、柔道の実践的な応用技術をより修得させるためには、様々な条件設定に対応した背負投技術の指導が必要であることも示唆される。

V. 要約

本研究では、受に自然体、自護体、前傾姿勢の異なる姿勢を取らせ、取の背負投の動作に及ぼす影響を、釣手の肘・肩関節角度、膝関節角度、上半身前傾角度において検討した。6台の高速度赤外線カメラを用いた三次元動作解析システムにより取の動作を分析し、技の開始から終了までの間の過程を、point A（取の軸足の一步目の接地時）、point B（取の回し込み足の接地時）、point C（受の足部の離地時）に区分した。

その結果、受の姿勢に関わらない点として、

- 1) 釣手の肘関節角度は動作開始から point A までの過程において一旦増大（伸展）し、その後に減少（屈曲）して、point B の前後に最小値を示した後、動作終了まで大きく増大した。
- 2) 釣手の肩関節角度は動作開始から point A までの過程において一旦増大（開き）、その後に減少（絞まり）、point A と point B の間の過程の70%前後の時点で最小値を示した。その後、肩関節角度は増加に転じ、point C から動作終了まで減少した。

- 3) 膝関節角度は動作開始から減少(屈曲)し始め、point Bとpoint Cのほぼ中間時点で最小値を示した後、動作終了まで大きく増大(伸展)した。
- 4) 上半身前傾角度は動作開始からpoint Aまでの過程において一旦小さく増大(前傾)するが、point Aとpoint Bの中間時点まで減少し、その後point Cと動作終了の中間時点まで大きく増大した後、最後に減少した。
受けの姿勢の影響として、
- 5) 自然体に比べて、自護体や前傾姿勢に対しては、取は釣手を構成する肘関節をより大きく屈曲させ、肩関節をさらに絞めた状態にし、膝関節をより深く屈曲し、上半身をさらに前傾させていることが明らかとなった。

文 献

- 青木豊次・橋本 昇・滝沢宏人・寒河江俊光・山本洋祐 (1986) 背負投の分析. 日本体育大学紀要, 15 (2) : 39-44.
- 青柳 領・梶山彦三郎・竹内善徳・中村良三・小俣幸嗣 (1988) 柔道投技における得意技の統計学的構造. 体育学研究, 32 (4) : 241-254.
- 醍醐敏郎 (1999) 写真解説 講道館柔道投技. 講道館 : 東京, p.55.
- 出口達也・沖原 謙・塩川満久・菅 輝・瀬川 洋・高橋和文 (2003) 背負投における熟練度の比較—釣手に着目して—. スポーツ方法学研究, 16 (1) : 39-49.
- Harter, R.A. and Bates, B.T. (1985) Kinematic and temporal characteristics of selected judo hip throws. Kinematic and temporal characteristics of selected judo hip throws. In: Teraud, J. and Barham, J.N. (Eds.) Biomechanics in Sport II. Proceedings of ISBS. Del Mar Research Center for Sports: CA, pp.141-150.
- 東登志夫・鶴崎俊哉・船瀬広三・沖田 実・岩永竜一郎・野口義夫 (2004) 等尺性収縮時における肘関節角度が肘関節屈筋群の筋疲労と筋出力に及ぼす影響. 理学療法科学, 19 (2) : 121-125.
- 藤野良孝 (2012) スポーツオノマトペの運動リズムを基にした柔道学習ビデオの検討. 朝日大学情報教育研究センター情報学研究, 21 : 1-8.
- Ishii, T., Ae, M., Kobayashi, Y., and Suzuki, Y. (2012) Front-turn movement in Seoi-nage of elite judo athletes. 30th Annual Conference of Biomechanics in Sports. Melbourne 2012: 193-195.
- Imamura, R.T., Johnson, B.F. (2003) A kinematic analysis of a judo leg sweep : major outer leg reap -osoto-gari. Sports Biomechanics, 2: 191-201.
- Imamura, R.T., Hreljac, A., Escamilla, R.F., and Edwards, W.B. (2006) Three dimensional analysis of center of mass for three different judo throwing techniques. Journal of Sports Science and Medicine, 5: 122-131.
- 加藤 基・白木 仁・向井直樹・宮川俊平 (2008) 異なる関節角度における等尺性膝関節屈曲筋力. 筑波大学体育科学系紀要, 31 : 81-90.
- 嘉納治五郎 (1931) 柔道教本. 堀書店 : 東京, p.42.
- 増地克之 (2008) 一流選手の背負投における共通点. 筑波大学体育科学系紀要, 31 : 151-154.
- Minamitani, N., Fukushima, M., and Yamamoto, H. (1988) Biomechanical properties of judo throwing technique, uchimata, especially for newly developed flamingo technique. In: Kreighbaum, E. and McNeil, (Eds.) Biomechanics in Sports: A Proceedings of the Sixth International Symposium of Biomechanics in Sports. International Society of Biomechanics in Sports: Konstanz, pp.245-251.
- 三宅恵介・岡田隆弘・石川美久・村山晴夫・佐藤伸一郎・中村勇・齊藤 仁 (2011) 柔道の試合における防御動作の分析的研究, 体重無差別の試合を対象として. 柔道科学研究, 16 : 12-17.
- 森山 進 (2011) 必修教科等の研究. 保健体育的な思考力を育む保健体育 : 「生きる力」を育てる武道の授業実践. 滋賀大学教育学部附属中学校研究紀要, 53 : 95-104.
- 文部科学省 (2013) 学校体育実技資料第2集 柔道指導の手引. 文部科学省編 : 東京, p.92.
- 野瀬英豪・野瀬清喜・板垣耕太・金丸雄介 (2008) 少年柔道の指導法及び普及に関する実践的研究, 「さいたまKIDS柔道」を通して. 埼玉大学紀要, 57 (1) : 39-49.
- 野瀬清喜・田中一郎・野瀬英豪 (2009) 武道必修化に伴う柔道指導法のあり方について (第1報) : 学習指導要領改訂と保健体育編改善の趣旨や内容を中心に. 埼玉大学紀要教育学, 58 (2) : 17-34.
- 野瀬清喜・野瀬英豪・池田ひとみ・国原頼子 (2010) 講道館柔道の伝統を生かしたジュニア期の指導法. 埼玉大学紀要, 59 (1) : 41-47.
- Pucsek, J.M., Nelson, K., and Ng, E.D. (2001) A kinetic and kinematic analysis of the harai-goshi judo technique. Acta Physiologica Hungarica, 88: 271-280.
- Sacripanti, A. (1989) Biomechanical classification of judo throwing techniques. In: Tsarouches, V.L., Terauds, J., Gowitzke, B.A., Holt, E.L. (Eds.) Biomechanics in Sports: Proceedings of the Fifth International Symposium of Biomechanics in Sports, International Society of Biomechanics in Sports: Konstanz, pp.181-194.
- Tsunoda, N., O'Hagan, F., Sale, D. G., and MacDougall, J. D. (1993) Elbow flexion strength curves in untrained men and women and male bodybuilders. European journal of applied physiology and occupational physiology, 66(3), 235-239.
- Tezuka, M., Funk, S., Purcell, M., and Adrian, M. (1983) Kinetic Analysis of judo technique. In Matsui, H. Kobayashi, K. Champaign, IL (Eds.) Biomechanics, VIII-B. Human Kinetics Publishers: Champaign, pp.869-875.
- 内田 良 (2011) 柔道事故と頭部外傷—学校管理下の死亡事例110件からのフィードバック—. 愛知教育大学教育創造開発機構紀要, 1 : 95-103.
- Philippou, A., Bogdanis, G. C., Nevill, A. M., and Maridaki, M. (2004). Changes in the angle-force curve of human elbow

flexors following eccentric and isometric exercise. *European journal of applied physiology*, 93(1-2), 237-244.

藪根敏和 (2008) 背負投の胴体操作の意義に関する研究. 京都教育大学紀要, 112 : 81-97.

平成26年1月26日受付

平成26年7月2日受理