

女子柔道における技とスピード

Technique and Speed for Women's Judo

倉賀野 哲造, 田辺 陽子

KURAGANO Tetsuzo and TANABE Yoko

Abstract

The motion of the stand technique for women was analyzed by using available video data. The purpose of this study is to examine the speed and stand technique for women's Judo.

The video data was converted into frame data called AVI by using "XMedia Recode" which is a software library that converts video data to AVI. AVI is a file format for storing audio and video information developed by Microsoft Corp.

Watching the motion pictures of Judo was not helpful in recognizing the motions in detail. However, by converting to the AVI and watching the pictures with the "frame by frame playback" technique, the every motion of Judo could be seen every twenty-fifth of a second. The motions performed by participants were gathered and analyzed using a software system implemented by us based on the "OpenCV" which is an open source library for computer vision and image processing developed by Intel Corp. The position of a part of the body was indicated manually on to the AVI picture, then, put into a computer. The compensation of pixel values to the size of the space occupied by the participants was performed by using the known length of the "tatami" in the AVI picture. By repeating these, the positions of the body were traced according to the video frame rate. The compensated positional data of the body was gathered and then disassembled into x direction-time data and y direction-time data to calculate the velocity. In this manner, the velocity of the specified body parts of the participant and thrown opponent were calculated. Then, the maximum velocities of the participant and thrown opponent were calculated. For these calculations, differentiation, least square data fitting, data smoothing, and scientific visualization of various graph drawings were performed by "Excel" a component of the "Office" software suite developed by Microsoft Corp. ,and customized by using the macro function of "Excel". Examples of these stand techniques were given as snap-shot pictures with descriptions of velocity at those moments according to the time progress. In addition to these snap-shot pictures, moving object images were given to clarify the motion of the participant and opponent. To secure these moving object images, an image processing method called a "frame subtraction method" was applied to the snap-shot pictures. And also an image processing technique "opening and closing" was applied to make a smooth contour and to eliminate small holes on the picture.

An example of a method of Judo analysis from an engineering point of view was given. This is a case study of the motion analysis of Judo using video data.

1. はじめに

柔道競技で相手をきれいに投げ「一本」を取ったときは、相手をうまく崩しながらタイミングよく技に入ったときであり、理にかなった技である。投技の「一本」の条件は、「技を掛けるか又は相手の技をはずす」「相当の勢いあるいははずみ」「だいたい仰向けに倒す」の3つの条件を満たして投げたときである¹⁾。

嘉納治五郎は、「崩し」・「つくり」・「掛け」の有機的な関係により、効果的な投げが生まれると述べている²⁾。

本稿では、女子軽量級における一本背負投（低い一本背負投：手技）で一本を取った映像を選び、「崩し」から「掛け」までの間の経過時間と相手を持ち上げる動作（「掛け」）における膝の角度と所要時間について動作解析を行った。また時間経過に伴う移動物体（柔道選手）を解析に不必要な情報を削除して詳細に把握するために動画処理をおこない一本背負投で「一本」取った際の選手の身体の動作解析を行った。

試合中に掛けられる技は、「崩し」、「つくり」、「掛け」に分類される。相手を正しい姿勢から不安定な姿勢にさせることを「崩す」という。技が掛りやすいように相手の身体を崩し、同時に自分の身体を掛けに都合よいように構えることを「つくり」といい、つくられた態勢から技を施すことを「掛け」という³⁾。柔道の投げ技は、「崩し」・「つくり」・「掛け」の一連の動作により構成されている。

2. 方法

2.1 動作解析

柔道の投技における動作解析は多く行われているが⁴⁾、実際の試合の映像を画像にし、コマ送りによる視覚的な解析および画像処理による動作解析は報告されていない。今回は実際の試合の映像を用いて解析を行った。

崩し・つくり・掛けの一連の動作をみるために、国際大会における女子軽量級の一本背負投で一本取った映像を分析した。

使用した映像は、MP4、アスペクト比 16:9、フレーム幅 640、フレーム高 360 で、フレーム率は 25 フレーム/秒である。この MP4 ファイルを”XMedia Recode”により AVI ファイルに変換する。AVI ファイルに変換した柔道データに対して”OpenCV”を基本にして開発したソフトウェアシステムを用いて動作解析をした。

3. 結果と考察

3.1 「崩し」から「掛け」までの経過時間と「掛け」における膝の角度と所要時間

白道衣の選手が青道衣の選手を「くずし」始めた状態を図1に示す。次に、白道衣の選手が「主要局面のはじまり（掛け動作のはじまり）」に入った状態を図2に示す。この間の経過時間は 0.56 秒である。白道衣の選手が「かけ」の状態に入り、青道衣の選手の体が浮くまでの時間は 0.28 秒である。「かけ」の時の選手の動きをコマ送りしながら取り込んで、図3(a), (b), (c), (d)に示す。フレーム間差分法で抽出した移動物体の変化を図3(a), (b), (c), (d)に対応させて図4(a), (b), (c), (d)に示す。図3(d)で青道衣の選手がたたみに着いてから審判が「一本」の判定をするまでの所要時間は 0.64 秒である。

62 図3(b), 図3(c), 図3(d)に、白道衣の選手の右足のすねともものなす角 θ が74度から178度ま

で 0.44 秒間で変化していることを示す。この変化を角速度に直すと 236 度/秒である。この角度 θ の変化を図 5 に示す。図 5 の第 1 フレームが図 3 (b), 図 4 (b) に相当し, 図 5 の第 9 フレームが図 3 (c), 図 4 (c) に相当し, 図 5 の第 12 フレームが図 3 (d), 図 4 (d) に相当する。



Figure 1. “kuzushi”



Figure 2. Beginning of “kake” operation

図 1 に「崩し」の時のスナップショットを示し, 図 2 に「掛け」の開始時のスナップショットを示した。

図 3 の(a) は「掛け」の準備時のスナップショットで(b)から(d)は時間経過によるももとすねの成す角度の変化を示した。

3. 2 動画像処理の方法

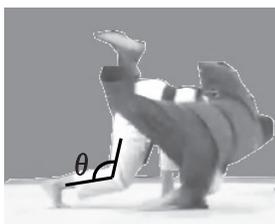
図 4(a)から(d)は, 背景を消去して移動物体(柔道選手)のみを表示した。これらは図 3 の(a)から(d)に対応している。対応させる事により時間経過に伴う移動物体の動作の把握が容易になることから, 移動物体のみの画像を作成した。動画像処理の方法としては, フレーム間差分法を用いた。移動物体(柔道選手)を撮影した異なる時間の 3 枚の画像を用いて移動物体領域を切り出す。これをフレーム間差分法⁴⁾という。この 3 枚の画像を A, B, C とする。画像 A から画像 B を引き(差分処理), 移動物体領域が 0 以外の値をもった差分画像を生成する。この差分画像の画素値に対して閾値処理を行い, 2 値画像 AB を生成する。この 2 値画像は小さな穴や連結成分を含んでいるため, クロージングおよびオープニング⁵⁾を施してこれらを取り除き, 移動物体の領域を作成する。同じ回数だけ, 膨張して, 収縮する処理をクロージングと呼び, これにより, 画像の小さな穴を除くことができる。また, 同じ回数だけ収縮したのち, 膨張する処理をオープニングと呼び, これにより画像の小さな連結成分を除くことができる。同様に, 画像 B から画像 C を引き, 移動物体の領域をもった差分画像を生成し, この差分画像の画素値に対して閾値処理を行い, 2 値画像 BC を生成する。さらにクロージングおよびオープニング処理を施す。続いて, 2 値画像 AB と 2 値画像 BC の論理積演算を行い, 2 値画像 AB と 2 値画像 BC の共通領域を取り出すことにより, 画像 B の背景を消去した移動物体の領域を生成する事ができる。これはマスク画像である。このマスク画像を用いて画像 B より移動物体を切り出す。マスク画像の白い部分(濃度が 255)には, 画像 B から画素を取ってきて, 移動物体のみの画像を作成した。



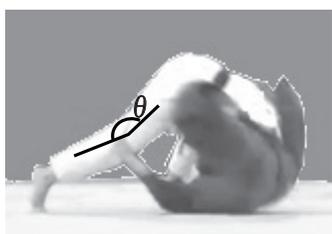
(a)



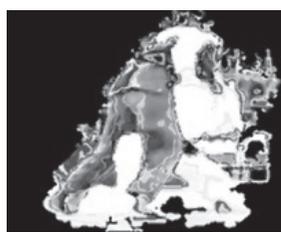
(b) 0.00 second (1st frame)



(c) 0.32 second (9th frame)



(d) 0.44 second (12th frame)



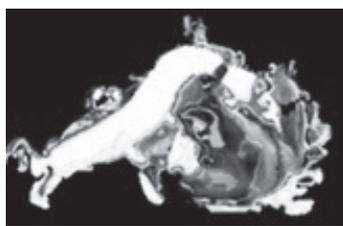
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 3. Snap-shot pictures for “kake”

Figure 4. Moving objects extracted

3.3 一本背負投の「崩し」から「掛け」における特徴的な身体の使い方

一本背負投は、瞬間的なスピードで低い姿勢から伸びあがるようにして背負うのが重要であると指摘されている。⁷⁾ さらに一本背負投げは、一気に膝を伸ばして腰を上げ上体を深く前に屈げながら相手を前方へ大きく投げ落とす技であると指摘されている。⁹⁾

一本背負投の身体の使い方の特徴的は、図1のように手を使い大きく相手を崩す動作、また図3に示しているように、掛けにおいては膝の伸展を使いながら図5で示したように短時間で膝を伸ばしている。すなわち上半身と下半身ともに大きな力とスピードが必要なのが一本背負い投げであると推察できる。図1白道衣の選手はパワーのある選手であると推察できる。

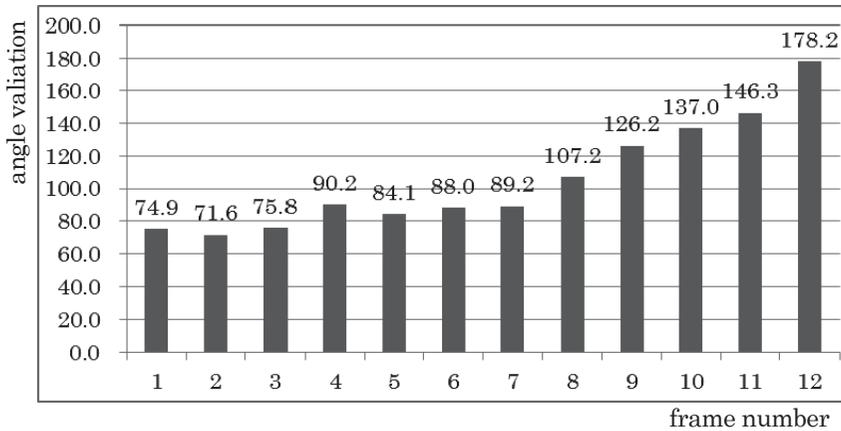


Figure 5. Angle variation between leg and thigh

3.4 一本背負い投げで投げられた選手の落下速度の変化と姿勢

白道衣が一本背負い投げを開始した時の青道衣の選手の左足首の落下速度の変化と落下時の両選手の姿勢を図6に示す。図6の棒グラフの横軸の番号と図6のスナップショット画像の番号とは対応している。最高速度は図6から理解できるように毎秒約 8.8 メートルである。このように「コマおくり」をしながら落下速度の変化そのときの姿勢を把握する事ができる。

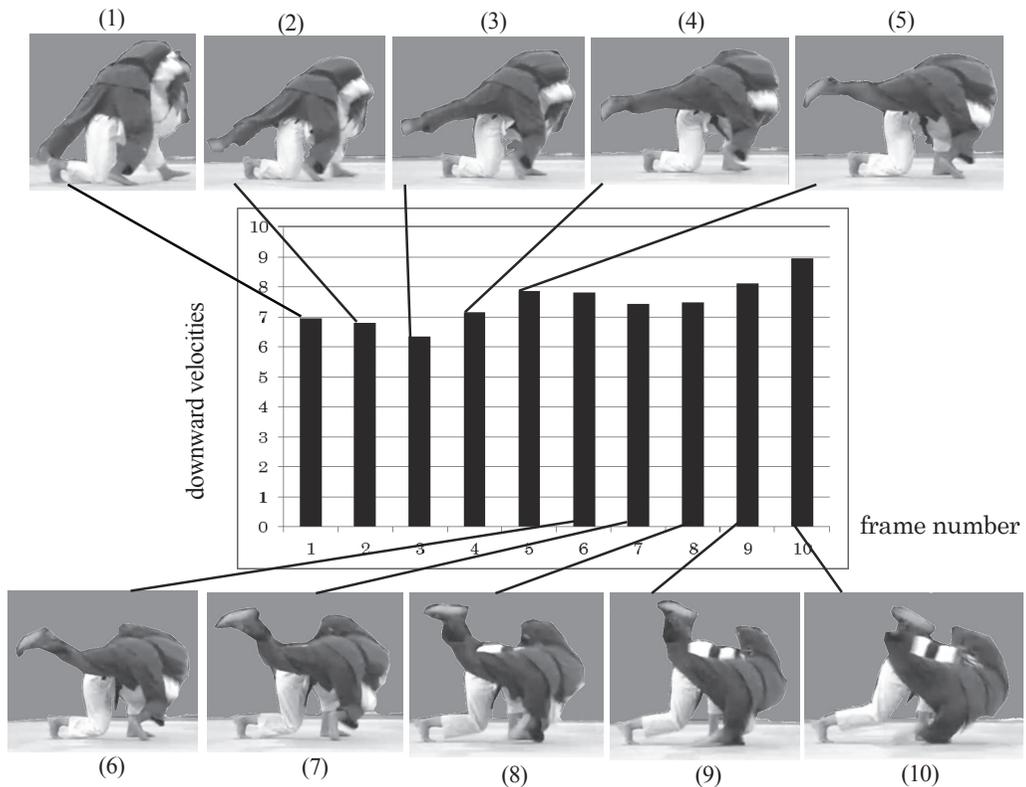


Figure 6. Downward velocities and snap-shot pictures

4. おわりに

女子軽量級の選手が一本背負投で一本を取った技の動作解析を行った。「崩し」の状態から「掛け動作のはじまり」に入るまでの所要時間が 0.56 秒、「掛けのはじまり」の状態から青道衣の選手を持ち上げるまでの所要時間が 0.28 秒、青道衣の選手が持ち上げられ、裏返しに近い状態になるまで 0.44 秒であった。この状態から審判が「一本」と判定するまでの時間が 0.64 秒であった。本稿は、被験者が一人である事例に過ぎないが、映像による動作解析により、技と身体の使い方の関係を探ることなどが可能である事を示した。

参考文献

- [1] 竹内善徳ほか：柔道のルールと審判法，大修館書店，pp.90-92. (2001)
- [2] 大滝忠夫ほか：論説柔道，不昧堂出版， pp.138-140. (1984)
- [3] 講道館：決定版講道館柔道，講談社， pp.41-58. (1995)
- [4] 「デジタル画像処理」画像情報教育振興協会， pp.239.
- [5] 「デジタル画像処理」画像情報教育振興協会， pp.180.
- [6] 中村良三ほか：女子柔道論，創文企画， pp.40-51. (2006)
- [7] 岡野功ほか：新装版バیتال柔道 投技編，日貿出版， pp.116-121. (2008)
- [8] 佐藤宣践ほか：柔道体型別 技の大百科 1.ベースボールマガジン社， pp.6-129. (1999)
- [9] 醍醐敏郎ほか：講道館柔道投技 上 手技・腰技，本の友社， pp.12-26. (1999)