

# 伝統派空手における間合いスキルの考察

## Study on Temporal Maai Skill in Karate

西山武繁\*1      古川康一\*1      加藤貴昭\*2  
 Takeshige Nishiyama      Koichi Furukawa      Takaaki Kato

\*1 慶応義塾大学大学院政策・メディア研究科  
 Graduate School of Media and Governance, Keio University

\*2 慶応義塾大学環境情報学部  
 Faculty of Environmental Information, Keio University

In Japanese martial arts, as typified by karate, “Maai” is regarded as one of the most important concepts. This concept has two meanings: one pertains to the time taken to start a movement and the second pertains to the distance between two objects. In particular, a precise blow, corresponding to the player’s motives, is considered more essential than a powerful blow. Thus, a match of karate can specify the adjustment task of temporal and spatial distances for striking a precise blow. The purpose of this study is to extract each player’s Maai in karate match. In previous studies, spatial Maai has been chiefly extracted. In this research, a player’s posture was defined by using five planes to extract temporal Maai.

### 1. はじめに

空手をはじめとする格闘技には間合いと呼ばれる概念が存在する。間合いは、ものもとの隔たりという空間的な意味と、ものごとを開始するのに適した時期という時間的な意味を持つ。これらは空手の場合、競技者間の距離や技を仕掛けるタイミングなどを指す。組手競技において、各競技者は間合いをはかりながら技を繰り出し、また相手の技を捌く。技を仕掛けるのに適した間合いは競技者ごとに異なり、その要因として身長などの身体特性や構えや戦い方などの戦略が関係していることが競技の現場では知られている。競技者ごとに適した間合いが異なるため、ある一瞬の状況が一方の競技者のみに有利に働くという事態が生じる。競技者には、自身にとって有利な状況を作り出すために自らの間合いを把握し、相手の間合いを予測するスキルが必要となる。本研究では、このスキルを間合いスキルと定義する。この間合いスキルによって、対戦相手という制御不可能な要素を含む環境下で巧みな技を実行することが可能となる。しかし、この間合いスキルを体得するためには多くの時間と経験を必要とするのが現状である。間合いは、先にも述べたように固有性が高く、また常に変化する環境の中の一瞬の状況であるため言語化との相性が悪く、明示的に指導を行うことは困難である。

これまで、スポーツや楽器演奏などの分野で熟達者が見せる巧みな技の解明や、身体知を抽出するために様々なアプローチがとられてきた。古川ら [古川 05] は、チェロ演奏時の筋電位データを対象としたデータマイニングによって演奏スキルの抽出を行い、これらの手法が身体スキルの言語化及び創造支援に有用であることを示した。また、諏訪 [諏訪 05] はメタ認知を用いることで、言語化との相性が悪いとされている身体知を敢えて言葉することが、環境と身体との関係性を新たに知覚させ身体知の獲得を促進させることを示してきた。

これらの関連研究から、従来指導することが困難であった身体知をセンサによる運動計測とデータマイニング手法によって競技者に明示的に示すことで、競技者の学習を支援することが可能であると考えられる。そこで、本研究は空手における間合

いスキル獲得を支援するために、組手競技における各競技者の間合いを抽出することを目指した。

### 2. 時間的間合いの抽出

これまで格闘技における間合いを抽出するために、光学式モーションキャプチャシステムによるスパーリングや組手など実戦形式の試技の計測とアソシエーションルールマイニングや決定木などの手法を用いてきた。これらの研究では、モーションキャプチャシステムで計測した競技者の身体各部の位置情報に基づき競技者間の距離やそれぞれの構えを表す要素を算出し、アソシエーションルールマイニングや決定木によって技を仕掛ける際の間合いの傾向を抽出してきた [Nishiyama 07][西山 07]。属性として用いた競技者間の距離や構えは間合いの持つ空間的・時間的な意味を表すことを目的としていた。

しかし、各手法によって獲得される競技者の間合いを示すルールは、競技者間の距離によって表される空間的な意味での間合いが主となっていた。この結果から、時間的な間合いを表すために導入した構えに関する属性が、技を仕掛けるための手がかりとなる情報を表現しきれなかったことが予想された。このとき用いた構えを表すための属性は、両拳の高さや足の位置など各部位の状態をそれぞれ定義していた。この方法で全身の状態を詳細に定義するためには、記述する部位を大幅に増やさなければならない。そこで、本研究では詳細に身体の各部位の状態を記述して構えを表すのではなく、単純な全身の姿勢の定義を用いて競技者の構えの変化を記述し、時間的な間合いの抽出を目指した。

### 3. 組手の計測

間合いを抽出するために本研究では光学式モーションキャプチャシステムを用いて、空手の自由組手を計測した。空手の組手には、約束組手と自由組手の2種類が存在する。約束組手は事前に攻めたと受けての役割や使用する技が決定しているに対し、自由組手は事前の取り決めを行わない実戦形式の組手である。計測対象としては約束組手の方が計測及びデータの解釈が容易であるが、自由組手は常に変化し続ける環境で競技者が間合いの調整を行う過程を計測することが可能である。

計測には Motion Analysis 社製 MAC3Dsystem を用いた。12

連絡先: 西山武繁, 慶応義塾大学大学院政策・メディア研究科, 神奈川県藤沢市遠藤 5322, 0467-47-5000, tksg@sfc.keio.ac.jp

台のカメラを使用し、フレームレートは 240Hz に設定した。被験者は競技歴 3~5 年の空手経験者 4 名とした。試行は 4 メートル四方のコートで 30 秒間の自由組手を 1 組につき 10 試行、合計 60 試行を実施した。

#### 4. 姿勢の定義

本研究では、5 面の三角形を用いて組手競技中の競技者の姿勢を定義した。面はそれぞれ体幹、上肢、下肢を表す。体幹の面は左右の肩峰と左右の大転子の中点、上肢の面は肩峰・肘関節・手関節、下肢の面は大転子・膝関節・足関節で構成した。

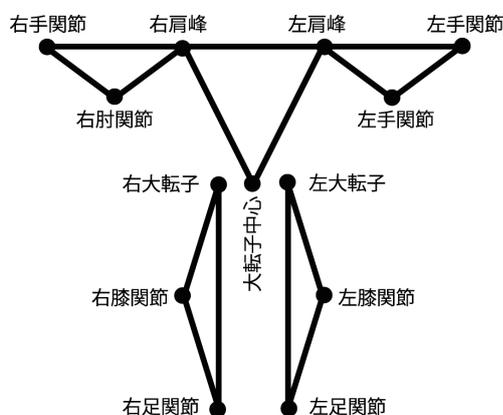


図 1: 5 面の三角形による姿勢の定義

各面の面積変化、特に四肢を表す面の面積変化は肘関節と膝関節の角度変化を表す。さらに、各面の法線と法線の内積を算出し、5 面の相対的な関係を表した。この方法を用いることで、被験者の全身の姿勢を 5 面の面積と 10 組の法線同士の内積を合わせた 15 次元のベクトルで、姿勢変化をその時系列データで表すことが可能となった。さらに、被験者 1 名あたりのマーカー数が 12 個と少ないため、計測時に被験者や機材にかかる負担を軽減することができた。

#### 5. 姿勢変化の分節化

1 試行の計測データから、姿勢を表す 15 次元のベクトルの時系列データを 2 名分獲得することができる。この姿勢変化を表す時系列データには構えやフットワークの変化、さらにどの時点でどのような技を繰り出したかという情報が含まれている。そこで、K-means 法を用いて類似する成分をもつベクトル、つまり類似する姿勢を見つけ出し再び時系列にそって配置することで、データを分節化することを試みた。その結果、競技中の特徴的なイベントごとにクラスターが変化することが分かった。図 2 にクラスター数を 10 に設定して分節化を行った事例を示す。

1. 試行開始
2. 被験者 A がステップを開始
3. 被験者 A が中段突きを打つ
4. 被験者 B がカウンターの中段突きを打つ

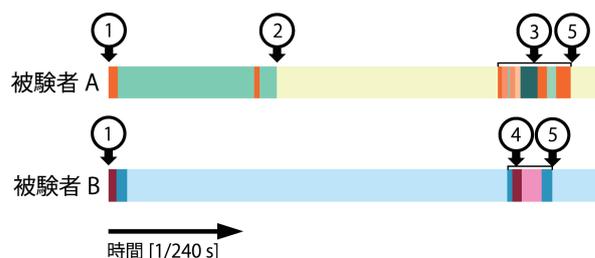


図 2: 姿勢変化の分節化の例

5. 両被験者とも突きの攻撃の後、元のステップの状態に戻る

このように、K-mean 法を用いることで各競技者の姿勢を 15 次元から 1 次元の情報に置き換え、試行中の状況の変化を表すことができた。

#### 6. 姿勢変化と間合いの関係性

分節化によって組手競技中の姿勢変化、つまり構えの変化や技を仕掛けている区間を明らかにすることができた。構えは、技を仕掛けるタイミングを決定する要素の 1 つであり、技を仕掛ける前の構えに見られる傾向を明らかにすることで、時間的間合いを抽出することが可能である。さらに、これらの情報に競技者間の距離などの区間の間合いを表す要素や審判による技の判定結果を付加し、それらの関係性を明らかにすることで間合いスキルの熟達支援に有用なパフォーマンスの知識 (Knowledge of Performance) を獲得することができると考えられる。

#### 参考文献

- [古川 05] 古川康一, 植野研: AI とスキルサイエンス, 人工知能学会誌, Vol.20, No.5, pp.510-517(2005)
- [Nishiyama 07] Takeshige Nishiyama, Takaaki Kato, Kochi Furukawa: Study on Relationship Between the Rhythmic Displacement of Head Position and Maai in Karate, Proc. of International Symposium on Skill Science(2007)
- [西山 07] 西山武繁, 加藤貴昭, 古川康一: アソシエーションルールを用いた行動特性の抽出, 第 21 回人工知能学会全国大会論文集 (2007)
- [諏訪 05] 諏訪正樹: 身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化, 人工知能学会誌, Vol.20, No.5, pp.525-532(2005)