

空手のカウンター状況における 予測動作の熟練差の検討

竹澤勇祐¹⁾・筒井清次郎²⁾

Differences in Prediction Movement in Counter Situations between Skilled and Less-Skilled Karate-Kumite Players

Yusuke Takezawa¹ and Seijiro Tsutsui²

Abstract

This study examined differences in the times required by skilled and less-skilled karate-kumite players to perform prediction movement in competition. We focused on the rapid selection and execution of reactive movements that served as counter movements. The participants were divided into skilled and less-skilled groups by two judges for the purposes of organizing the matches. Attack players and counter players were designated before each match began. The experimenter required the attack players to initiate attacks and the counter players to respond to these attacks, and they fought in each group respectively. For each pair, 16 successful and 16 unsuccessful counter movements were video-recorded, yielding a total of 64 images. The counter-movement initiation, counter-movement, and attack-movement times were determined from the videos. Comparisons between the skilled and less-skilled groups in terms of these variables produced the following results: skilled players initiated counter movements significantly more rapidly in successful than in unsuccessful situations, and less-skilled players executed attack movements significantly more slowly in successful than in unsuccessful situations. Therefore, the skilled and less-skilled groups differed with respect to key features of counter-movement skills.

Key words: counter-movement initiation time, counter-movement time, attack-movement time, counter skill

1) 岐阜市立精華中学校
〒501-0112 岐阜市鏡島精華1-11-27
2) 愛知教育大学教育学部
〒448-8542 愛知県刈谷市井ヶ谷町広沢1
連絡先：筒井清次郎
E-mail: stsutsui@aeu.ac.jp

1 Seika Junior High School
1-11-27, Kagashimaseika, Gifu, Gifu, 501-0112
2 Aichi University of Education, Faculty of Education
1, Igaya, Hirosawa, Kariya, Aichi, 448-8542
Corresponding author: Seijiro Tsutsui

1. はじめに

剣道や空手といった一瞬の攻防で勝敗が決する競技の選手は、相手選手の動作を予測して、動作を素早く選択し開始する能力が非常に重要である。相手の攻撃に対して、防御をするのか、それともカウンター攻撃を仕掛けるのか、多様な選択肢の中から最適なものを瞬時に選択し遂行しなければならず、試合で勝利するためには、これらの能力の向上が必要となる。

熟練者は自身の経験や知識を基に、相手の動作や環境から次に起こりうる展開の予測を早い段階で正確に行えるため、より早く反応選択を開始できる。熟練者の予測と反応時間についての研究は、様々なスポーツを対象に調べられている。

例えば、Savelsbergh et al. (2002) は、サッカーのペナルティキックにおけるゴールキーパーの予測の熟練差を検討している。フィルムで提示されたペナルティキックに反応して、ジョイスティックを動かす課題において、熟練者は、より正確に予測し、反応開始が遅く、修正が少なかった。その後、Savelsbergh et al. (2005) は、熟練者と準熟練者を対象に追試を行い、熟練者は、準熟練者に比べて、キックの高さと方向をより正確に予測し、反応開始が遅かったことを報告している。

また、Cañal-Bruland et al. (2010) は、ホッケーゴールキーパーにカメラ視点が動く刺激を提示し、多くの先行研究が用いてきた静的カメラ視点と比較して、熟練者の予測正確性が低下したことを報告している。

空手を対象とした研究として、Mori et al. (2002) は、パーソナルコンピューターのディスプレイ上に提示された刺激に対する反応時間課題を用いて予測の熟練差を検討している。実験1では、相手の攻撃動作映像とドット提示に対する選択反応時間と単純反応時間が検討された。選択反応課題においては、攻撃動作目標が上段と中段のどちらか、また、ドット提示が上部と下部のどちらかを判断し、左右の手のどちらかのキーを押すことが要求された。次に、単

純反応課題においては、攻撃動作の開始とドットの提示に反応することが要求された。結果として、どちらの選択反応時間においても、熟練者は初心者よりも早く、その違いは、ドット刺激よりも映像刺激において顕著であった。単純反応時間においては、どちらの刺激でも、群間差はみられなかった。実験2では、攻撃動作開始から231msで遮蔽された映像による攻撃目標予測の正答率が測定され、熟練者は初心者よりも高い正答率を示した。2つの実験から、熟練者が初心者より相手の攻撃目標に関する予測技能において優れていることが示された。

また、実際の空手動作を用いた研究として、Williams & Elliott (1999) は、熟練者と初心者を対象にし、空手選手の攻撃映像を用いて、攻撃が開始されたと感じたら、すばやく反応動作（防御、バックステップ）を行うことを求めた。その結果、熟練者は初心者よりも反応時間が早かった。

さらに、Rosalie & Müller (2013) は、空手の熟練者、準熟練者、初心者の防御能力を比較するために、時間遮蔽パラダイムを用いて、予測のための情報収集のタイミングを比較している。相手の動作開始前を除いていずれの遮蔽条件においても、熟練者の予測は、準熟練者と初心者よりも優れていた。さらに、熟練者の予測は、攻撃動作前の頭部の予備的運動時点での遮蔽条件において、準熟練者よりも正確に弁別することができ、25%のチャンスレベル以上の確率で攻撃を予測した。

しかし、これらの研究は、刺激として映像課題を用いたものであり、実際の競技場面を対象とした研究は少ない。カメラによる映像からでは、相手が迫ってくる速度や、距離など、実際に競技を行っている際に空手選手が感じる相対的な環境情報を得ることが難しい。したがって空手選手の動作の予測、反応選択、及び、遂行についてより正確に理解するためには、実際の競技場面のように、実動作が刺激となる課題を対象にすることが必要であると考えられる。さらに、動作遂行の正否には、反応時間だけでなく、実際の動作遂行に要する運動時間も重要で

ある。たとえ素早く動作が開始されたとしても、動作遂行に時間を要すれば動作が失敗に終わる場面も多くみられる。それに対して、たとえ動作開始が遅れても、動作遂行に要する時間を短くすることによって動作が成功することもある。しかし、いずれの研究においても、この運動時間は測定されていない。

試合での動作開始時間と動作遂行時間を分析した研究として、Uzu et al. (2009) は、テニスのサービスレシーブにおけるスプリットステップが次の一步に及ぼす影響を検討し、スプリットステップによって速く打球位置に達することができることと、接地タイミングによるその効果の違いを明らかにしている。また、Williams & Walmsley (2000) は、フェンシング選手の熟練者と初心者を対象に、突き動作の反応時間、運動時間、合計応答時間と、動作の正確性に及ぼす影響を検討している。熟練者は初心者よりも、反応時間と合計応答時間がより速く、高いレベルの正確性を示した。さらに、Gutierrez-Davila et al. (2013a) は、フェンシング選手の突き動作遂行中に目標の変更が及ぼす反応時間への影響を検討している。変更の選択肢が増加すると反応時間が増加したが、運動時間、動作の正確性に差は見られなかった。同様の手続きで、Gutierrez-Davila et al. (2013b) は、目標の変更が始まると、反応時間、運動時間、重心の加速局面時間が増加したことを明らかにしている。

空手やフェンシングは、ネットゲームのようにボールなどの保有が選手の攻撃（能動）と防御（受動）の状態を分離するのではなく、攻防が一体で選手の攻撃と防御の状態が同時に存在しうる。しかし、反応時間と運動時間を分析した先行研究においては、刺激に対して受動的に反応する課題のみが検討され、攻防一体型競技の課題の特性が考慮されていない。

攻防が一体で選手の攻撃と防御の状態が同時に存在しうるカウンター技には、相手の攻撃をさばきながら自身の攻撃を当てるものや、相手の攻撃をよけきってからその終わり際に自身の攻撃を当てるもの、そして、相手の攻撃動作開

始よりも先に攻撃を繰り出し相手の攻撃よりも先に当てるものがあり、刻々と変化する場面にあった技を選択しなければならない。本研究では、この中から、相手の攻撃をさばきながら自身の攻撃を当てる技を実験課題とした。また、相手の攻撃をさばきながら自身の攻撃を繰り出すため、動作遂行に時間がかかると、相手にカウンターを防ぐ猶予を与えてしまうことになり、カウンターを成功させることが難しくなることなどから、刺激に対する動作開始時間（先行研究での反応時間）と動作遂行時間（運動時間）を測定することが適切であると考えられる。

なお、熟練者が多用するフェイント動作に対して、未熟練者是对応できず、カウンター動作遂行が困難であり、それとは逆に未熟練者が攻撃を仕掛けても、熟練者は容易にカウンター動作を遂行できる。そこで、熟練度によるカウンター動作の相違を検討するために、参加者を熟練者と未熟練者に分け、熟練者同士と未熟練者同士の対戦課題について検討することとする。

そこで、本研究では空手の組手競技場面における、相手の攻撃動作開始に素早く反応し攻撃を避けながら自身の攻撃を行うカウンター動作を対象とし、動作開始時間、動作遂行時間及び相手選手の攻撃動作遂行時間を測定し、それらがカウンター動作の成功と失敗にどのような影響を及ぼすのかについて熟練差を比較することを目的とする。

2. 方法

2-1. 参加者

A大学空手部に所属する男子部員17名に実験内容を説明し参加の承諾を得た。各参加者の空手の熟練差を確認するために、判定者2名（有段者、黒帯、競技経験年数10年以上）が、実験前に行った練習試行における参加者のパフォーマンスを表1に示した基準により評価した。練習試行は各参加者の熟練差を明確にするため、競技レベルに関係なく対戦相手が組まれ、片方の選手が攻撃を仕掛け、他方の選手がカウンターを行うという課題をそれぞれの組み合わせ

で交互に行わせた。未熟練者には、練習試行において熟練者との対戦ではカウンターが失敗するが、未熟練者同士の対戦では成功させることができた未熟練者が選出された。熟練者には熟練者と未熟練者、両方との練習試行においてカウンターを成功させることができた熟練者が選出された。参加者は3点以下を未熟練者同士で対戦する群（以下、未熟練者（8名：平均得点2.0点、平均年齢19.8歳、平均経験年数2.5年））、4点以上を熟練者同士で対戦する群（以下、熟練者（5名：平均得点4.3点、平均年齢21.6歳、平均経験年数9.5年））として分けられた。パフォーマンス評価に関する判定者間の一致率は88%であったが、判定者2名の得点に差が生じた場合は、合議により一致させた。

2-2. 実験課題

1) 実験条件

参加者は同レベルの技能群の参加者と実際の競技場面に近い条件での対戦課題を行った。条件として、まず事前に対戦する2名の参加者を攻撃を仕掛ける攻撃選手と、その攻撃にカウンターを合わせるカウンター選手に分けた。空手には、上段（顔面）と中段（腹部）への突き技、蹴り技があるが、蹴り技に対する有効なカウンターは難しく未熟練者が遂行できないこと、また種類も少ないことから、攻撃選手には蹴り技を禁止し、カウンター選手の上段もしくは中段への突き技を正確にきめることを求めた。またカウンター選手には攻撃選手の攻撃に対して、それをさばきながら自身の攻撃を当て

るカウンターをすることのみを指示し、両選手の技の方向（上段か中段）や突き拳の左右、フェイントは自由とした。

2) 実験手順

対戦課題は実験者の合図で開始され、熟練差を評価した判定者2名が審判として参加者の攻撃とカウンターの成功を判断した。2名の審判が同時に、いずれかの参加者の技がきまったと判定し、旗を揚げた時点で対戦課題を終了とした。対戦課題において、カウンター選手がカウンターを当てることができた場面をカウンター成功場面、攻撃選手が攻撃を当てることができた場面は、カウンター失敗場面とした。実験では、カウンター成功場面、失敗場面それぞれのなかで、同一の攻撃選手とカウンター選手の組み合わせが複数回含まれないようにした。また、本実験では相手の攻撃をさばきながら自身の攻撃を当てるカウンター技を実験課題とするために、相手の攻撃をよけきってからその終わり際に自身の攻撃を当てるカウンター技や、相手の攻撃動作開始よりも先に攻撃を繰り出し相手の攻撃よりも先に当てるカウンター技が出現した場合、判定者2名がそれを判断し、その課題を除外し再度対戦を行わせた。

3) 測定項目

カウンターの成功に関与していると思われる、(1) カウンター動作開始時間 (Counter-Movement Initiation Time)、(2) カウンター動作遂行時間 (Counter-Movement Time)、(3) 攻撃動作遂行時間 (Attack-Movement Time) を測定する (図1参照) ために、対戦課題を60Hz

表1 参加者のパフォーマンスの評価基準

1点	攻撃に反応ができない
2点	攻撃に反応するがカウンターが出せない
3点	カウンターを出す相打ち、あるいは相手の攻撃が決まる
4点	カウンターが成功するが、相手の攻撃開始を待っている
5点	相手の攻撃開始を待たず、駆け引きをしながら、カウンターを成功させることができる

のビデオカメラで撮影した。ビデオカメラは対戦課題開始時に、参加者が相対する地点から5 mに設置し、側面からの撮影を行った。

映像は両群の成功・失敗場面がそれぞれ16場面ずつになるまで撮影を行った（群2×場面2×16=計64場面）。1人あたりのデータ件数の平均は、未熟練者の成功場面・失敗場面ともに2.0場面（成功場面：SD=0.632，失敗場面：SD=0.632），熟練者の成功場面・失敗場面ともに3.2場面（成功場面：SD=0.748，失敗場面：SD=1.960）であった。また、全参加者の成功・失敗場面が最低でも1つは含まれている。

撮影した映像を基に、判定者2名が分析を行った。攻撃動作とカウンター動作の開始は、フェイントなどを含まない最終的な身体の移動開始時点（前足の離地やこぶしの動きなど）、攻撃動作とカウンター動作の終了は、それぞれの技が相手選手に到達した時点を基準にして測定を行った。動作の開始と終了時点に関する判定者間の一致率は82%であったが、判定者2名の意見に相違が出た場合は、合議により一致させた。各参加者の動作が不明瞭で、判断ができない対戦課題は除外した。

2-3. 統計

群および場面における各測定時間の分散の等質性の検定は、Bartlett法を用いた。等分散性が確認された場合、2群（熟練・未熟練）×2場面（成功・失敗）のうち最後の要因が繰り返しとなる2要因分散分析を行い、下位検定にはTurkey-Kramer法を用いた。またすべての検定で有意水準は5%とした。さらに効果量を検定するために η^2 を算出した（水本・竹内，2008参照）。

3. 結果

3-1. カウンター動作開始時間

図2に、群別と場面別にみた、カウンター動作開始時間の平均値と標準偏差を示した。等分散性が確認されたため（ $\chi^2=2.654, p>.05$ ），分散分析を行った。その結果、群の主効果（ $F(1, 30)=13.034, p<.01, \eta^2=0.218$ ），場面の主効果（ $F(1, 30)=24.836, p<.01, \eta^2=0.166$ ），群と場面の交互作用が有意であった（ $F(1, 30)=18.779, p<.01, \eta^2=0.148$ ）。結果の信頼性を確認するために効果量の検定として η^2 値を算出した結果、すべての η^2 値が0.14を超えており効果量が大きかった。有意な交互作用について、単純主効果

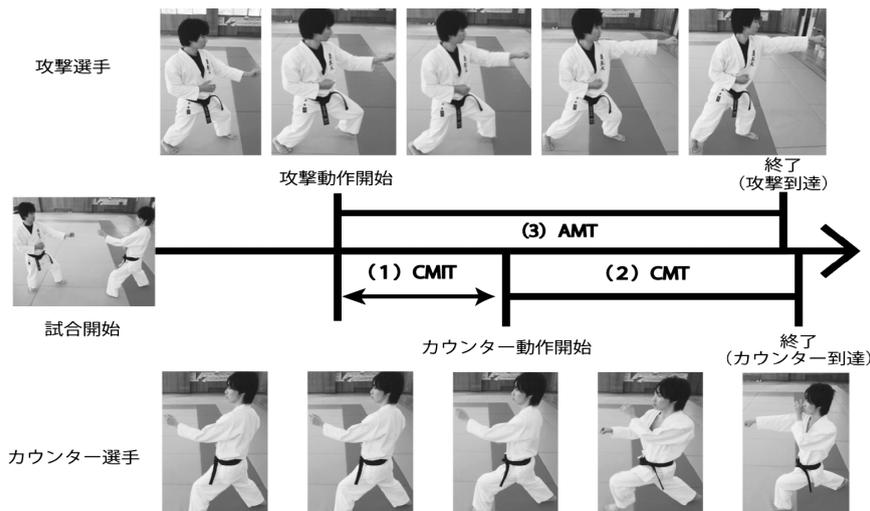


図1 (1) カウンター動作開始時間 (Counter-Movement Initiation time: CMIT) と (2) カウンター動作遂行時間 (Counter-Movement Time: CMT), (3) 攻撃動作遂行時間 (Attack-Movement Time: AMT) の関係

検定を行った結果、成功場面において熟練者が未熟練者よりも有意に短かったが、失敗場面において群間に差は認められなかった。また、熟練者において成功場面は失敗場面よりも有意に短かったが、未熟練者には場面間に差は認められなかった。

3-2. カウンター動作遂行時間

図3に、群別と場面別にみた、カウンター動作遂行時間の平均値と標準偏差を示した。等分散性が確認されたため ($\chi^2=6.821, p>.05$)、分散分析を行った。その結果、群と場面の交互作用 ($F(1, 30)=0.560, p>.05$)、群の主効果 ($F(1, 30)=0.950, p>.05$) と場面の主効果 ($F(1, 30)=0.481, p>.05$) のいずれも有意でなかった。このことから、カウンター動作遂行時

間に熟練差が無いこと、またカウンターの成功、失敗という場面差がないことが明らかになった。

3-3. 攻撃動作遂行時間

図4に、群別と場面別にみた、攻撃動作遂行時間の平均値と標準偏差を示した。等分散性が確認されたため ($\chi^2=2.839, p>.05$)、分散分析を行った。分散分析の結果、群の主効果 ($F(1, 30)=8.374, p<.01, \eta^2=0.218$)、場面の主効果 ($F(1, 30)=5.968, p<.01, \eta^2=0.166$)、群と場面の交互作用が有意であった ($F(1, 30)=5.199, p<.05, \eta^2=0.148$)。結果の信頼性を確認するために効果量の検定として η^2 値を算出した結果、すべての η^2 値が0.06を超えており効果量が中または大であった。有意な交互作用について、単純主効果検定を行った結果、カウンター成功場面において未熟練者は熟練者よりも有意に長かったが、失敗場面における群間には差がみられなかった。また未熟練者において成功場面は失敗場面よりも有意に長かったが、熟練者における場面間には差がみられなかった。

4. 考 察

カウンター動作開始時間をみると、熟練者、未熟練者に関わらず、また、成功場面、失敗場面に関わらず、0.12秒以内でカウンター動作が開始されている。この時間は人間の反応時間

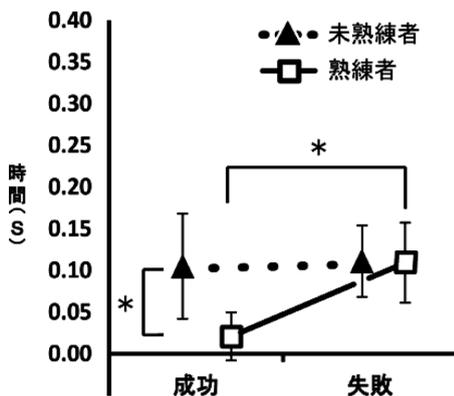


図2 カウンター動作開始時間の比較 (* : $p<.05$).

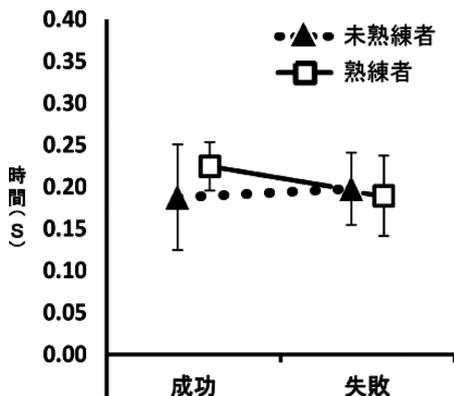


図3 カウンター動作遂行時間の比較

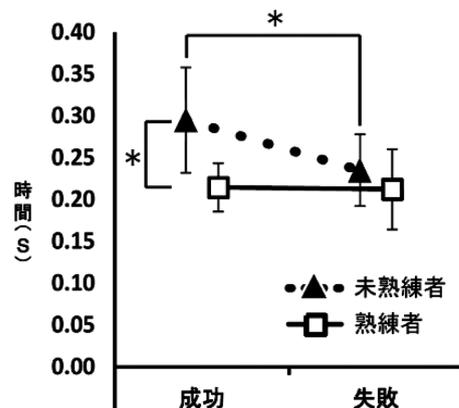


図4 攻撃動作遂行時間の比較 (* : $p<.05$).

(0.20秒前後)を超えており、攻撃動作の開始を見て反応したのではなく、それ以前の攻撃者の動きから、攻撃動作の開始を予測してカウンター動作を開始していると考えられる。本研究の動作開始時間は、Mori et al. (2002) や、Williams and Elliott (1999) の反応時間よりも明らかに早い。このことは、これらの先行研究は反応課題であったが、本研究は予測動作課題であったことを示している。

未熟練者においては成功場面と失敗場面で差がみられず、攻撃開始の予測によって成功失敗が決まっているのではないことが示された。これに対し熟練者においては、失敗場面では0.10秒前後要しているが、成功場面では攻撃者の動作開始とほぼ同時(0.02秒前後)にカウンター動作が開始されており、攻撃者の動作開始を十分予測し、それに同期させてカウンター動作を開始できるかどうかが成功の決め手となっている。これは、空手の熟練者は、攻撃動作前の頭部の予備的運動時点での遮蔽条件において、準熟練者よりも相手の攻撃を弁別することができ、チャンスレベル以上に攻撃を予測できたことを報告しているRosalie & Müller (2013) と

一致する。

カウンター動作遂行時間について、熟練差、及び、場面差がみられなかったことから、カウンター遂行時間は習熟レベルによって変化せず、また、成功・失敗にも影響がないことが明らかになった。動作遂行時間が運動の成功・失敗に関係する可能性も考えられたが、本研究においてその差はみられなかった。これは、経験を積んだ大学空手部員がカウンターを合わせることをのみを指示されているためと考えられる。そのために、動作開始の遅れを、動作遂行時間を短縮することで補うことはできなかった。

攻撃動作遂行時間について、未熟練者の成功場面は0.30秒前後と、未熟練者の失敗場面や熟練者の両場面の0.25秒以内に比べ長かった。これは、攻撃がカウンター選手に到達するまでの時間が長いということである。未熟練者は熟練者に比べ、予測に基づいてカウンター開始を早くすることができないため、攻撃側が遂行に時間を要した時にのみカウンターを成功することができたと考えられる。これに対して、熟練者においては、成功、失敗場面間で攻撃選手の動作遂行時間に差がみられないことから、カウ

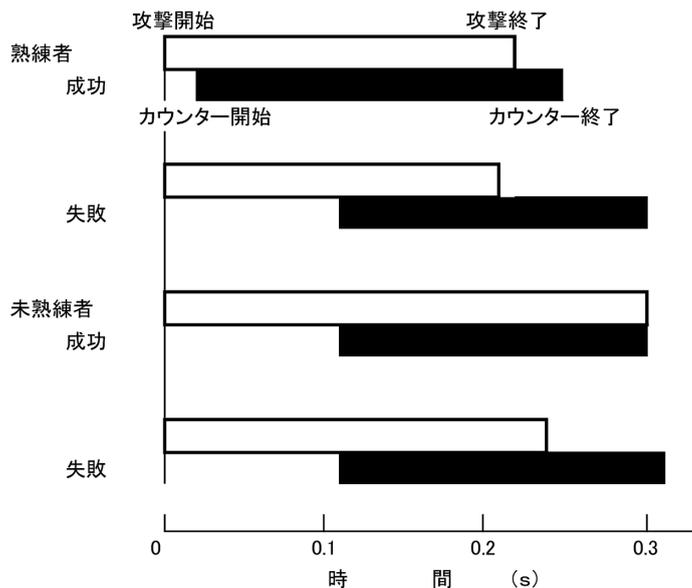


図5 熟練者と未熟練者のカウンター成功・失敗場面における攻撃開始時間、攻撃終了時間、カウンター開始時間、及び、カウンター終了時間(単位は秒(s))

ター動作の成否に攻撃選手の動作の影響はほとんどみられない。一方で、カウンター選手が攻撃者の動作開始を十分予測し、それに同期させてカウンター動作を開始できるかどうか成功の決め手となっている。また、未熟練者の動作遂行時間の長さにはばらつきがあるのは、熟練者に比べて対戦相手の競技スタイルの影響を受けやすいこと、注意集中レベルが不安定であること、相手動作に関する判断が不確実であることなどによると考えられる。

図5は、熟練者と未熟練者の成功と失敗場面におけるカウンター動作開始時間、カウンター動作遂行時間、攻撃動作遂行時間の関係をまとめたものである。熟練者はカウンターの成功場面におけるカウンター動作開始時間が失敗場面において有意に短いこと、未熟練者はカウンターの成功場面における攻撃動作時間が有意に長いことが示された。このことから、カウンター技成功の重要な要因が、熟練者と未熟練者の間で異なっていることが明らかになった。

5. まとめ

本研究は、空手の組手競技の選手を対象に、カウンター技の予測動作における熟練差について検討した。参加者は、熟練者と未熟練者に分けられ、それぞれの群内で試合条件に近い対戦課題を行った。対戦前に、参加者は攻撃選手とカウンター選手とに分けられた。それぞれの群においてカウンター動作が成功した16場面と失敗した16場面の対戦課題をビデオカメラで撮影し、計64個の映像を得た。その映像から、カウンター動作開始時間、カウンター動作遂行時間、攻撃動作遂行時間の3つを測定し、成功・失敗の両場面におけるこれらの時間について、熟練者と未熟練者の間で比較を行った。その結果、熟練者はカウンターの成功場面におけるカウンター動作開始時間が失敗場面に比べて有意に短いこと、未熟練者はカウンターの成功場面における攻撃動作時間が有意に長いことが示された。

文 献

- Cañal-Bruland, R. C., Kamp, J. V. D., Arkesteijn, M., Janssen, R. G., Kesteren, J. V., and Savelsbergh, G. J. P. (2010) Visual search behavior in skilled field-hockey goalkeepers. *International Journal of Sport Psychology*, 41: 327-339.
- Gutierrez-Davila, M., Rojas, F. J., Antonio, R., and Navarro, E. (2013a) Effect of uncertainty on the reaction response in fencing. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 84 (1) : 16-23.
- Gutierrez-Davila, M., Rojas, F. J., Caletti, M., Antonio, R., and Navarro, E. (2013b) Effect of target change during the simple attack in fencing. *Journal of Sport Science*, 31 (10) : 1100-1107.
- 海野 孝・杉原 隆 (1989) テニスのネットプレーにおける予測に関するパターン認知の学習効果—反応の早さと正確さの向上について. *体育学研究*, 34 (2) : 117-132.
- 水本 篤, 竹内 理 (2008) 研究論文における効果量の報告のために—基礎的概念と注意点—. *英語教育研究*, 31 : 57-66.
- Mori, S., Ohtani, Y., and Imanaka, K. (2002) Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. *Human Movement Science*, 21: 213-230.
- Rosalie, S. M., and Müller, S. (2013) Timing of in situ visual information pick-up that differentiates expert and near-expert anticipation in a complex motor skill. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66 (10) : 1951-1962.
- Savelsbergh, G. J. P., Williams, A. M., Kamp, J. V. D., and Ward, P. (2002) Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Science*, 20: 279-287.
- Savelsbergh, G. J. P., Williams, A. M., Kamp, J. V. D., and Ward, P. (2005) Anticipation and visual search behavior in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48: 1686-1697.
- Uzu, R., Shinya, M., and Oda, S. (2009) A split-step shortens the time to perform a choice reaction step-reach movement in a simulated tennis task. *Journal of Sports Science*, 27 (12) : 1233-1240.
- Williams, A. M. and Elliott, D. (1999) Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 21: 362-375.
- Williams, L. R. T. and Walmsley, A. (2000) Response timing and muscular coordination in fencing: A comparison of elite and novice fencers. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 3 (4) : 460-475.

(2013.7.2 受稿, 2015.2.1 受理)