

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 3 日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350757

研究課題名(和文) 高速展開スポーツにおける動作切替の特性

研究課題名(英文) The characteristics of action switching in kendo

研究代表者

奥村 基生 (Okumura, Motoki)

東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号：90400663

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、高速で展開するスポーツでの動作切替の特性や熟達過程を解明することであった。動作切替とは、打動作のように1秒以内に終了する動作の開始後に、瞬時・ダイナミックに他の動作に修正することである。実験では、剣道の攻撃と防御の切替を要求する課題を設定した。参加者は大学生の上級・中級選手であった。課題1では動作切替の正確性や速度などについて、課題2では動作切替の相手の動作の外乱への耐性などを検討した。上級者は中級者と比較して、相手の動作の外乱がある環境でも、動作の準備中に攻撃と防御の両立が可能な状態を維持して適切な動作切替が実行できることを明確にした。

研究成果の概要(英文)：The purposes of this study are to clarify the characteristics and expertise of action switching in high speed sports. The action switching is that players modify from incorrect to correct actions dynamically during rapid actions such as striking actions. In our experiments, expert and intermediate kendo players of a university team were required to switch between striking and defensive actions. We analyzed the speed and accuracy of the action switching in Task 1, and the robustness of the action switching against the interference of an opponent's actions in Task 2. We clarified that, in comparison with the intermediates, the experts maintained a proper condition to enable both striking and defensive actions during preliminary action period in the environments with the interference.

研究分野：スポーツ心理学

キーワード：熟達 注意 運動 干渉 剣道

1. 研究開始当初の背景

日常生活の事故や誤りを取り上げて、失敗やヒューマン・エラーの研究が医学・工学・心理学などの分野で進んでいる。スポーツでも失敗回避のための技能の習得が重要となるが、その研究は少ない。これは一度の失敗が重大な結果を導くスポーツにおいて、マイナス側面をゼロにする極めて重要な研究の観点といえるが、スポーツ科学で軽視されてきたことを示している。

(1) 関連研究の動向：運動学習や制御の研究では、認知・運動技能を取り上げてきた。スポーツの熟達化の研究でも、同様に熟達者のその特徴を明確にしてきた。しかし、失敗に焦点を当てた研究は少ない。医療・産業などの活動の失敗研究は参考になるが、スポーツとは環境や技能が明らかに異なる。スポーツの環境は高速でダイナミックに変動し、厳しい時間制限や、環境予測の不可能性などの課題制約の中で、認知・運動の両技能を高度に熟達したレベルで発揮する必要がある。そこにはスポーツ領域固有の失敗原因や回避法が存在すると考えられる。

(2) 研究成果：研究代表者は、剣道のように攻防が高速で展開するスポーツにおいてパフォーマンスの成功のための認知・運動技能の研究に従事し、近年では、二者間と集団間の距離や間合いの駆け引きの規則性や熟達化の研究を進めている。同時に、スポーツの失敗研究を継続してきた。具体的には失敗原因の個人・熟達差や、失敗回避法の熟達差を検討した。これらの研究において熟達者は、相手の攻撃前に防御する「予防」や、竹刀や身体部位を複合的に利用して防御する「厳重な安全対策」を多用することを示した。さらに、選手がそれらの回避法の有効性を理解し、また動作の実行能力を持ちながらも、実行できなくなる「動作停滞」が重大な失敗原因となることを示した。この動作停滞は、動作開始（反応時間）が遅れる時間の遅延と、動作の円滑さや速度（運動時間）が遅くなる動作そのものの遅滞の2点から捉えることができる。この現象はあらゆるスポーツで観察され、さらに出現頻度の熟達差が確認された。より最近では、動作停滞を回避するための認知・運動技能を検討している。たとえば、剣道の選手に「攻撃」か「防御」の2種類の刺激に対して可能な限り素早く正確な反応と動作を求めた。この課題は、攻撃・防御の認知的意味、前方・後方移動の動作様式で相反する選択肢への対応を要求するため、動作停滞を誘発すると考えられた。結果は、反応・運動時間の動作停滞の頻度が熟達化によって減少することを示した。さらに、動作開始の直前に攻撃を指示する「偽刺激」を瞬間的に提示した後に、防御を指示する刺激を呈示するように、動作の準備段階の注意配分を一時的に偏向させたうえで、相反する動作を要求する課題においても、動作停滞の頻度が熟達化によって減少することを示した。つまり、

攻防が高速・並列で展開するスポーツの動作停滞の回避には瞬時に適切な動作切替が極めて重要になることが示された。

(3) 研究成果の発展：パフォーマンスの成功のための反応・動作は熟達化によって適切かつ短時間化されることは広く知られている。本研究の独自性は、失敗原因の一つである動作停滞が発生する場面を設定して熟達化の特徴を示してきた点にある。以前の研究では、参加者の動作開始前の刺激を統制して動作停滞を誘発し、その回避法の特徴や熟達差を検討してきた。しかし、開放技能の発揮を必要とする高速展開スポーツにおいて選手は、動作開始前に常に正しい判断をするわけではない。一時的に誤った動作を開始した後も、動作遂行中に誤りを探知し、修正のために動作切替を実行する必要がある。しかしながら、熟達者がいかにしてこのような動作切替を実行しているのかは不明であり、その失敗回避法の特徴が理解されておらず、訓練法の立案が難しい。そこで、動作遂行中の動作切替の特性や熟達差、その訓練可能性を検討する。

2. 研究の目的

本研究の総合的な目的は、高速で展開するスポーツの失敗原因を明らかにし、有効な失敗回避法を検討して、その訓練法を提案することである。特に、申請課題では失敗原因の一つである動作停滞を回避するための動作切替の特性を解明する。ここで動作停滞とは、動作開始の遅延、動作自体の遅滞の2つの意味を持つ。また、動作切替とは、打動作のように始終が1秒以下の動作の開始後に、他の動作へとダイナミック・瞬時に修正することと定義する。実験では、剣道の攻撃・防御動作の切替を要求する課題を設定して、課題では動作切替の精度・タイミング・速度などについて、課題では動作切替の干渉（相手の動作の外乱）に対する耐性について特性や熟達化の過程を検討する。

3. 研究の方法

動作切替は、野球の打撃中に投球のコースや球種を判断し動作を調整・停止する技能が好例であり、その成否は動作遂行中に瞬時に成功可能性を弁別する認知技能や、動作切替の制御のための運動技能などの選手の能力に依存すると考えられる。本研究では、動作遂行中の動作切替と、その切替の干渉に対する耐性を検討する。

課題1：剣道の動作遂行中に相反する動作への切替を要求する課題を設定し、動作切替の特性や熟達差を検討する。たとえば、参加者に単純に「攻撃」、「攻撃から防御への切替」などの動作を要求する。では相手が応じ技などで反撃し、参加者が攻撃から防御へと切り替える。では相手は動作せずに参加者に単に打たせ、の対比刺激とし、実際にはの参加者の動作の特性や熟達差を検

討する。
 課題 2：動作遂行中に相反する動作への切替を要求する課題を設定し、動作に干渉を加え、動作切替とその耐性の特性と熟達差を検討する。たとえば、参加者に「安定した環境で攻撃」、「相手が動作（干渉）する可能性がある環境で攻撃」、「相手が動作（干渉）する可能性がある環境で攻撃と防御」、の動作を要求する。 の干渉の相手の動作は、参加者の攻撃するタイミングで呈示する。 の相手の干渉によって、 の動作が阻害され熟達差が顕著になる可能性がある。

4. 研究成果

(1) 平成 25 年度

本年度は実験課題 1・2 を設定するために、実験協力者が呈示する刺激の種類、呈示のタイミングなどを決定する予備実験をした。手順として協力者 A は、各試行前に予め設定した刺激呈示法と、ランダムな呈示タイミングを協力者 B の合図で確認した。その後、協力者 A が構え、続いて参加者が対峙して構えて試行を開始した。このように協力者と参加者が実際に攻撃と防御をするように、実戦と類似した形式で実験を行った。また、この手順により協力者も参加者も刺激や試行の確認や開始を適切に実施できた。

次に、課題 1 の動作切替を要求する協力者の刺激の種類とタイミングは、攻撃から防御の呈示、防御から攻撃の呈示を小さくかつ静止しない連続動作で呈示すると安定し正確な刺激が呈示できた。課題 2 において干渉を起こす協力者の刺激の種類とタイミングは、参加者の動作開始のタイミングに合わせて協力者が攻撃や防御の小さな刺激を呈示するだけで、参加者の動作に干渉を起こすことが可能であった。これらの予備実験の結果に基づき次年度からの実験を実施した。

(2) 平成 26 年度

実験には大学生の剣道選手 10 名（中級・上級者の 2 グループ）が参加した。課題において参加者は実験協力者と向かい合っ構え、準備動作として右足から左足の順序で約 50 cm 前進した。参加者は協力者が面を打つてくると防御、協力者が面を空けると攻撃、協力者が動かなければ静止する必要があった。協力者は参加者の準備動作の 右足移動時、左足着地時、左足着地後の 3 つのタイミングで刺激を呈示した。刺激呈示タイミング は参加者と協力者間の距離が短くなるため防御が難しくなる。また、参加者が攻撃する試技数を多くして、攻撃の準備をする傾向になるように設定にした。参加者には可能な限り素早く正確に攻撃と防御を実行するように教示した。

結果では、攻撃におけるグループと刺激呈示タイミングの間に差異はなく、平均（標準偏差）の運動時間と成功率は中級者が 335(51) ms で 91(5) %、上級者が 338(33) ms で 90(9) % であり素早く高い確率で攻撃でき

ていた。一方、防御における反応時間は、中級者がタイミング 115(15) ms、93(19) ms、168(56) ms、上級者が 84(20) ms、78(24) ms、72(36) ms であり、成功率は中級者が 100(0) %、95(10) %、60(34) %、上級者が 85(12) %、95(10) %、90(12) % であった。中級者は刺激呈示タイミングが遅いと防御の反応時間が遅くなり成功率が低下していたが、上級者にはそのような傾向が見られず反応時間が短かった。

つまり、上級者は準備動作中に攻撃と防御の両立が可能な状態を維持して適切な選択と反応ができる。一方、中級者はそのような準備動作ができず、防御反応の速度と正確性が低下してしまう。すなわち、剣道のような高速展開スポーツでの攻撃・防御の両方の準備・動作の遂行の重要性を示していた。

(3) 平成 27 年度

実験では大学生の剣道選手 12 名（中級・上級者の 2 グループ）が 3 つの課題に参加した。全ての課題において参加者は実験協力者と構え合い、右足から左足の順序で約 30cm 前進した。各課題において参加者は前進の直後、協力者が動かなければ静止、小手を空ければ攻撃、面を攻撃してくると防御した。課題 1 では参加者は一定の位置に空けられた協力者の小手を攻撃した（固定打撃）。この課題では相手からの干渉はなく参加者は単純に攻撃した。課題 2 では、参加者は右・中・左の位置にランダムな順序で空けられた協力者の小手を攻撃した（調整打撃）。この課題では、相手の動きの干渉があり、参加者は攻撃の動作調整が必要であった。課題 3 では、参加者は課題 1 と同じく 3 つの位置にランダムな順序で空けられた協力者の小手を攻撃するか、協力者が面を攻撃したときには防御した（切替打撃）。この課題では、相手の動き・攻撃の干渉があり、参加者は攻撃の動作調整と、攻撃と防御の動作切替が必要であった。全ての課題で協力者が小手を空けるタイミングと、面を攻撃するタイミングは、参加者の攻撃開始時で一定にした。

結果では、全課題で中級・上級者の攻撃の運動時間は 250ms 前後であり相違がなかった（図 1）。一方で、攻撃の主観的な速度・正確性の評価、竹刀の位置から測定した正確性は、両群ともに課題 3 から にかけて低下して

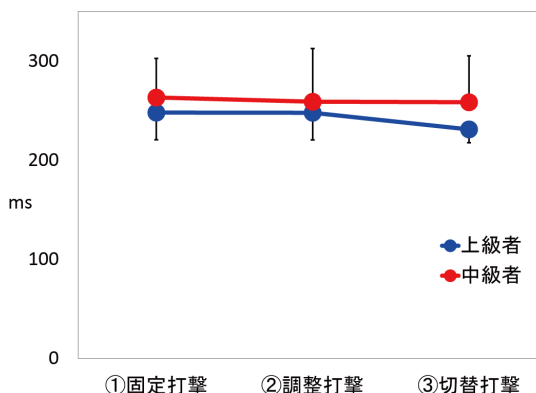


図1. 打撃速度

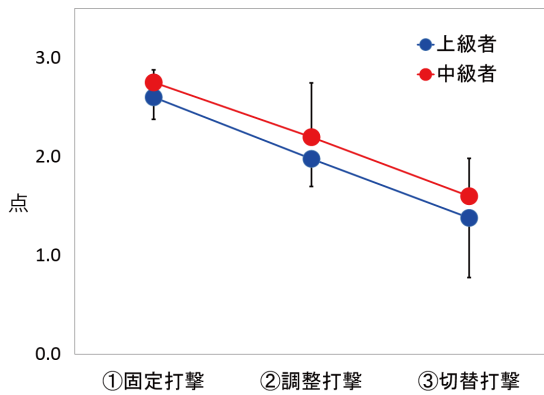


図2. 打撃得点

おり、攻撃の正確性は課題の相手が動く干渉、の相手が動く・攻撃する干渉の影響を受けることを示していた(図2)。また、課題の協力者の攻撃に対する参加者の防御では、上級者は中級者よりも成功率が高く被打撃回数が少なくなっていた(図3)。つまり、上級者と中級者には、課題の攻撃と防御の動作切替に差異があることが示された。

結論として、中級者のように基本動作や動作調整の技能を既に習得している経験者には、攻撃と防御の動作切替のように相手の干渉のある環境での複雑な技能の習得に重点をおいた練習への取り組みを推奨したい。

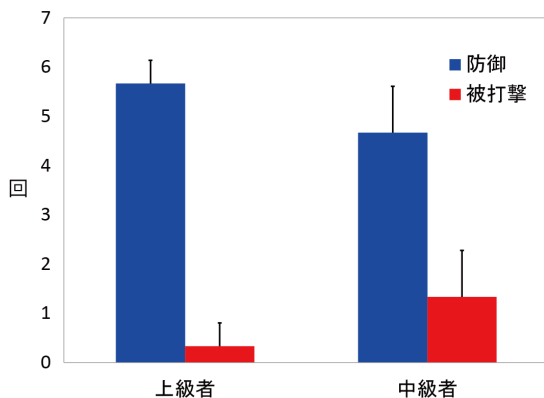


図3. 被打撃回数

<引用文献>

広田他, 心理学が描くリスクの世界, 慶応義塾大学出版会, 2006.

Schmidt, RA., & Lee, TD., Motor control and learning, Human Kinetics, 2005.

Starkes, JL., & Ericsson, KA., Expert performance in sports, Human Kinetics, 2003.

奥村・吉田, 熟練・準熟練選手における反応選択の処理効率差, 体育学研究, 2006.

奥村・吉田, 剣道競技における熟練選手の能動的反応選択と防御者の防御反応, 体育学研究, 2007.

Okumura, M., et al., A critical interpersonal distance switches between two coordination modes in kendo matches, PLoS ONE, 2012.

Yamamoto, Y., Okumura, M., et al.,

Stochastic dynamics hidden in Japanese martial arts, 34th Annual Cog Sci Conf, 2012.

Yamamoto, Y., Okumura, M., et al., Dynamics of interpersonal competition during sports, 21st Annual Int Soc of Chaos Theor in Psychol and Life Sci, 2011.

木島・奥村他, サッカーの試合における前線推移の時系列, 第26回 Nicograph 論文コンテスト, 2010.

中込・奥村他, 誤動作の修正・克服, 日本スポーツ心理学会第36回大会学会企画シンポジウム, 2009.

奥村, スポーツにおける失敗の理解とその援用, 日本武道学会東海支部会, 2009.

奥村, 高速展開スポーツにおいて有効な失敗回避法, 日本体育学会第58回大会, 2007.

奥村, 剣道競技の熟達水準による失敗回避法の相違, 日本体育学会第59回大会, 2008.

奥村, 剣道競技における失敗回避の行動と意識の熟練差, 日本スポーツ心理学会第35回大会, 2008.

奥村, 高速展開スポーツにおける動作停滞の原因, 科学研究費補助金研究実績報告書, 2010.

奥村, 剣道競技における注意配分と動作停滞の関連, 第20回運動学習研究会, 2011.

奥村他, 高速展開スポーツにおける攻防動作の切替, 日本スポーツ心理学会第39回大会, 2012.

5. 主な発表論文等

〔論文雑誌〕(計1件)

大山達彦・奥村基生, 小手打撃時の攻防精度の熟練, 日本武道学会第48回大会研究発表抄録, 査読無し, 2015, p.68.

〔学会発表〕(計1件)

大山達彦・奥村基生, 小手打撃時の攻防精度の熟練, 日本武道学会第48回大会, 2015年9月10日, 日本体育大学(東京).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

奥村 基生 (OKUMURA, Motoki)

東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号: 90400663