

令和 2 年 6 月 11 日現在

機関番号：11501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2019

課題番号：16K12976

研究課題名(和文) 物理学的分析による剣道動作の原理解明と指導法の開発

研究課題名(英文) Elucidation of the principle of Kendo movement and development of teaching method by physical analysis

研究代表者

竹田 隆一 (TAKEDA, RYUICHI)

山形大学・地域教育文化学部・教授

研究者番号：30171656

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：平成24年度から武道が必修化され、剣道も学校教育の中で実施されることとなった。しかし、剣道の技術学習において、基本となる「面打ち運動」の技術は難しく、習得に時間がかかるため、容易に、習得可能な指導法が望まれる。そこで、「面打ち運動」に関連する物理学的法則性を検討し、棒倒し効果、エレベーター効果、作用反作用効果、ブレーキ効果、シーソー効果、支点移動効果、内旋効果の7効果を明らかにした。さらに、それを基に、ブレーキ効果とシーソー効果と内旋運動を実現する「跳ね上げ振り運動」と、棒倒し効果と作用反作用効果と支点移動効果を実現する「盆踊りの運動」が有効な指導法であることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スポーツ技術については、これまで「上手い人の運動はこのようになっている。」ということをはっきりとさせてきたが、「上手い人の運動は、何故、そのようになっているのか。」という物理学的視点からの考察はなかった。物理学的視点から運動構造を明らかにしたことは有意義なことである。また、物理学視点から明らかにしたことによって、指導する意味があきらかになり、それを基に簡単で、容易に習得できる運動指導法を考案できた。このことは、技術指導に有用で、剣道の基本的運動(「面打ち運動」)を早期に習得する指導法を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Since 2012, Budo have become compulsory, and kendo will also be implemented as part of school education. However, "Men-hitting movement", regarded as basic exercise, is a difficult technique in Kendo technique learning and takes a long time to learn. Therefore, there is a need for a teaching method that makes it easier to master the technique. Therefore, we examined the physical laws related to the acquisition of the technique of "Men hitting movement", and clarified Posture effect, Elevator effect, Action-reaction effect, Brake effect, Seesaw effect, Moving fulcrum effect, Medial rotation effect. As the results, It was clarified that a "Bounce-up" movement that realizes Break effect and Seesaw effect and Medial rotation effect and "Bon dance movement" that realizes Posture effect and Action-reaction effect and Moving fulcrum effect are a practice method that is effective for the teaching method.

研究分野：スポーツ運動学

キーワード：指導法 物理学的法則 面打ち運動 効果

1. 研究開始当初の背景

平成24年度から武道が必修化され、剣道も学校教育の中で実施されることとなった。グローバル化が進む社会だからこそ、これから世界を舞台に活躍する若い日本人が自国の文化を学習し、自国の独自性を理解することは重要なことであるといえる。また、後近代スポーツでは、これまでの「より速く、より高く、より強く」を背景にした近代合理主義のもとで洗練・発展してきたスポーツから、個々の地域・国で醸成された伝統スポーツが見直され、注視されている。具体的には、近代合理主義に由来する科学的で論理的思考とは対極にある主観的で、感覚を重視する身体観が、世相を反映して、注目されている。この2点から、武道(剣道)を学校体育において、学習することには意義があると思われる。

一般に武道といえば、柔道、剣道、弓道等があげられるが、実際に実施されているのは、柔道が多く、次いで剣道であるが、柔道に比べかなり実施校は少ない。その理由は、防具の準備に経費がかかることや防具を使用することによる臭さや不衛生さなどを学生が嫌がるのが考えられる。そのような外的要因もあるのだが、竹刀を使い、間合いをとって打ち合いをするため、その技術の難しさもある。一般的に剣道の楽しさは、攻防の面白さにあるととらえられるが、その面白さを味わう前の基本的な打撃技術の習得は難しく、剣道に与えられた平均10時間程度の授業時間では、基本的技術を習得するための十分な時間数を確保することができず、技術が十分に習熟する前に試合(対人)の段階に進み、試合は体験するだけで終了するというのが一般的と考えられる。このようなことは、学校体育に限らず、スポーツクラブや道場等一般の剣道実践においても、初心者が上達を意識でき、興味や楽しさを持続できるような指導法の構築は重要なことといえる。

剣道において学習しなければならない技術は多様である。しかし、技術の進度において、なかなか達成できないのが、上肢と下肢が融合し、ひとまとまりの運動となる踏み込み足を使った打撃運動である。この運動は剣道の基本的な運動であるとともに、独自の運動であるといえる。この基本的な運動を「面打ち運動」ととらえ、この「面打ち運動」を簡単に、早期に習得でき、また、現場において剣道経験のない教員でも指導ができる指導法の考案がのぞまれていると考える。

また、現在のスポーツ界では、「うまい人はこのようにやっている。」という運動形態の外形の数量化の研究はなされていても、「何故、うまい人はそのようになっているのか。」という運動のメカニズムは明らかにされていないのではないかと。「何故?」に焦点を当てて、そのことを明らかにすることによって、指導法は勿論であるが、それだけに限らず、学習者の意欲も高めることができるのではなかろうか。「何故?」については、これまでなされなかった物理学的な考究が解決すると考える。

以上から、とくに学校教育の武道(剣道)において、物理学的視点から運動のメカニズムを分析し、それによって、効果的な練習法を検討し、初心者でも早期に、容易に運動技術を習得できる指導法を考案することは有意義なことであると考えられる。

2. 研究の目的

学校体育における武道(剣道)の授業について、剣道は柔道と比べ、実施校が少ない。その要因の一員に、剣道は用具(竹刀)を使い、さらに、相手がいる、間合いがある。そのため、打撃する機会をいかにとらえ、いかに打つか、技術的課題がある。とくに、いかに打つか、という打撃の運動技術は初心者には容易なものではない。具体的には、相手との距離を正確につかみ、身体の下肢を移動させながら、上肢を操作しなければならない。この上肢・下肢の調和した技術の習得が容易ではない。つまり、上肢の振りの運動と下肢の踏み込み(移動)の運動とその調和の運動であり、それぞれを的確に遂行しなければならないからである。この運動は、剣道の多様な技の遂行において、基本となる運動であり、剣道独自の運動形態であり、技術学習上で、もっとも重要で、中核に位置づけられる基本的運動といえる。しかし、この基本的運動のための習得に与えられた学習時間は充分ではない。その上、剣道を経験したことのない教員が教えるには、かなりの負担になることはいうまでもないことである。

このような現状を踏まえ、そこで、剣道経験のない教員でも指導でき、学習者も早期に、容易に、面白さを感じながら学習できるための基本的運動の指導法を検討することが目的である。

スポーツの技術研究において、客観的に、精密に数量化された研究は重要である。しかし、そこには2つの問題がある。1つは、技術学習における現場では、数量化はあまり意味があるとはいえない。なぜなら、教師は、学習者の運土 y について瞬時にその徴表を見抜き、欠点を指摘し、適切な指導言語を発せなければならない。そこには、自己の運動経験と学習者との運動共感がなければならない。まさに有意義な主観といえる。2つは、数量化は、「良い打ち方」の運動形態の個々の数量化は可能である。剣道指導において、「良い打ち方」と「悪い打ち方」があり、経験的に「良い打ち方」と考えられる運動形態に近づくように指導されている。しかし、「良い打ち方」について、経験的に、または運動形態の外形を数量的に科学的には知っている。しかし、「何故、そのような打ち方がいいのか。」ということが明らかにされていないのが現状である。「何故、いいのか。」を理解することが重要であるのか。それは、学習者にとって、どこが間違っているのかが明確になることは、どのような練習をしたらいいのか、練習の方向が明らかにな

る。また、たまたま「いい打ち方」ができて、その理論が明確になることにとって、自信をもって技術追及ができるし、修正もできる。

以上から、剣道における基本的運動を「面打ち運動」ととらえ、物理学的視点から運動を分析し、「面打ち運動」のメカニズムを明確にする。そして、短時間で、容易に「面打ち運動」の技術習得ができる練習法を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

物理学的視点から、剣道の「面打ち運動」を考察する。前提となるのは、ニュートンの運動法則である。第一法則：完成の法則、第二法則：運動方程式、第三法則：作用・反作用法則である。この法則は、力学的現象の基になり、あらゆる現象はその二次的な法則といえる。それを基に、人体の運動に働く力は、内力(a.意図的な力(筋力)b.筋肉の復元力c.作用・反作用や角運動量保存法則等によって働く思いもよらない力)、外力(重力、床から働く力等)、慣性力の3つに分類された。つまり、我々が主要であると考えている意図的な筋力は、ほんの一部であり、多様な物理学的な力によって、人間の運動が遂行されているわけである。

一方、「面打ち運動」の構造は、上肢の振りの運動と、下肢の踏み込みの運動と、さらに、上肢と下肢の調和から成立している。振りの運動は、振り上げと振り下ろしから成り、下肢の運動は、踏み込み足から成立している。そして、それらが、それぞれの運動の局面がうまく調和して成立している。以上の構造分析と人間の運動に働く力を対応させ、習熟者の典型と初心者の典型の運動形態を比較することによって、その違いを分析した。その結果、人間の運動に働く力に起因し、面打ち運動の個々の運動習熟の効果的な遂行に関わる法則性を効果ととらえ、(1)棒倒し効果、(2)エレベーター効果、(3)作用反作用効果、(4)二段ブレーキ効果、(5)シーソー効果、(6)支点移動効果、(7)内旋効果、以上の7つの効果を明らかにした。

この7つの効果から、それぞれの効果を生かす練習法を考察した。対象は、山形大学基盤教育のスポーツ・セミナー「運動技術を科学する」受講者30名、山形大学学部教育の体育・スポーツ実技「剣道」受講者32名、弘前大学学部教育の集中授業「剣道」20名にさまざまな練習法を実施した。そして、それらをIpadで撮影し、他者観察による印象分析をおこなった。習熟の判断は、習熟を判断できる運動形態・経過の評価基準表を作成し、剣道経験者5~7名による主観的な評価によって、練習法の効果を検証し、適切な練習法を考察した。

指導法については、期待される効果が有効に達成できているか、指導言語が適切か、練習法の配列が適切か、学習者に興味を持たせることができるか、時間は適切か、等を考え試行錯誤した。その結果、指導法の確立には至っていないが、期待される効果が早期に、容易に、実現できる「跳ね上げ振り」と「盆踊り」の練習が有効であることが明らかになった。「跳ね上げ振り運動」は、二段ブレーキ効果とシーソー効果と内旋運動を実現するのに有効であり、「盆踊り運動」は、棒倒し効果と作用反作用効果と支点移動効果を実現するのに有効である。

今後は、二つの練習法を中心に、多様な練習法について、対象者を多く実施し、検証することによって、指導法の教本を作成することが重要であろう。

4. 研究成果

平成24年度から武道が必修化され、剣道も学校教育の中で実施されることとなった。しかし、剣道の技術学習において、基本となる「面打ち運動」の技術は難しく、習得に時間がかかる。そのため、もっと、容易で、習得可能な指導法が望まれる。そこで、「面打ち運動」の技術習得に関連する物理学的法則性を検討した。その結果、物理学的効果として、(1)棒倒し効果、(2)エレベーター効果、(3)作用反作用効果、(4)二段ブレーキ効果、(5)シーソー効果、(6)支点移動効果、(7)内旋効果の7つの効果を明らかにした。また、練習法としては、二段ブレーキ効果とシーソー効果と内旋運動を実現するのに有効である(1)「跳ね上げ振り運動」と棒倒し効果と作用反作用効果と支点移動効果を実現するのに有効である(2)「盆踊り運動」の2つの練習法を明らかにした。

この期間に実施した研究会、学会発表、論文は以下のとおりである。また、海外でのセミナーや海外指導者との研究会についても以下に示す。

【研究会】

第1回「事理一致」運動研究会 2015年6月13日~14日@流通経済大

第2回「事理一致」運動研究会 2015年9月11日@山形大

第3回「事理一致」運動研究会 2016年3月24~26日@山形大

第4回「事理一致」運動研究会 2016年7月30~31日@日本女子体育大

第5回「事理一致」運動研究会 2017年3月24日@山形大学

第6回「事理一致」運動研究会 2017年8月22日~24日@山形大学

第7回「事理一致」運動研究会 2018年6月16日~17日@株式会社トラスティ

- 第8回「事理一致」運動 研究会 2018年11月31日～12月1日@山形大学
第9回「事理一致」運動 研究会 2018年12月23日 台湾・国立体育学院(?)
第10回「事理一致」運動 研究会 2019年9月16日@山形大学
第11回「事理一致」運動 研究会 2020年1月24～25日@山形大学

【学会発表】

- 『It is necessary to practice basic(large)men-uchi to master practical(compact)men-uchi? 2017.9.6-8、第50回日本武道学会』
『科学における客観性とは?、2018.9、第51回日本武道学会』
『剣道の「面打ち」指導に関する事例的研究、2018.9、第51回日本武道学会』
『7つの基本メカニズムで高速運動のしくみを理解する ～これまでの指導法・運動理論に何が欠けていたか?～、2020.3、日本コーチング学会第31回学会大会』

【論文】

- 『武道・スポーツにおける科学的研究に対する誤解と理論研究の重要性、2015.8、武道学研究 48巻1号 pp35-41、日本武道学会』
『剣道における「面打ち」運動の力学的研究、2016.6、ゼミナール剣道 18号 pp.25-36、全国教育系剣道連盟』
『武道・スポーツの基礎となる棒の力学：特に慣性力の重要性、2016.6、武道学研究 49巻1号 pp.15-27、日本武道学会』
『剣道における「面打ち」運動の力学的研究2 - モルフォロジー的分析を通して -、2017.4.8 19号 pp.13-20、ゼミナール剣道、全国教育系剣道連盟』
『実戦的面打ちを習得するために基本打ちの習得は必要か?、2018.8、武道学研究 51巻1号 pp1-9、日本武道学会』
『武道・スポーツの基礎となる棒の力学：多段階ブレーキ効果、2018.8、武道学研究 51巻1号 pp11-20、日本武道学会』
『剣道の面打ち運動における物理学的研究 3 左足の支点移動に着目して、2019.12.24、ゼミナール剣道 21号 pp9-14、全国教育系剣道連盟』

さらに、海外において、セミナー、研究会を実施した。海外でも多くの国で剣道がおこなわれているが、現在、困った問題は、初心者への指導法である。海外の指導者は、まだ、自分自身の技術向上を追求している段階であり、指導法は、海外で日本人指導者が海外の上級者を対象とするセミナー等で実施するものをまねる場合が多い。海外において、剣道をはじめの人が増加するが、なかなか継続できない現状があり、初心者への指導が重要になっている。そこで、我々のここまでの成果を発表し、指導の一環に役立てていただきたいということと、我々の指導法理論について海外の指導者層と議論する、という2点で、海外セミナーを実施した。みんな熱心に聴講し、理論については納得しているようであった。以下に示すのが、セミナーを実施した国と地域である。

【海外セミナー・研究会】

2016. 12月23日 高雄市(台湾)
2017. 3月16日 ヘルシンキ市(フィンランド)
19日 タリン市(エストニア)
2018. 12月23日 新北市(台湾)
2019. 3月 8日 ヘルシンキ市(フィンランド)
2020. 3月 4日 ヘルシンキ市(フィンランド)
5日 ヘルシンキ市(フィンランド)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 坂井伸之・牧琢弥・竹田隆一・柴田一浩	4. 巻 51
2. 論文標題 武道・スポーツの基礎となる棒の力学II：多段階ブレーキ効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 武道学研究	6. 最初と最後の頁 10-20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 坂井伸之・竹田隆一・井上あみ・柴田一浩	4. 巻 51
2. 論文標題 実戦的面打ちを習得するために基本打ちの練習は必要か？,	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 武道学研究	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 竹田隆一	4. 巻 19
2. 論文標題 剣道における「面打ち」運動の力学的研究2 - モルフォロジー的分析を通して -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ゼミナール 剣道	6. 最初と最後の頁 pp.13-20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 坂井伸之・牧琢弥・竹田隆一	4. 巻 49
2. 論文標題 武道・スポーツの基礎となる棒の力学：特に慣性力の重要性	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 武道学研究	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 竹田隆一・坂井伸之	4. 巻 18
2. 論文標題 剣道における「面打ち」運動の力学的研究	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 剣道ゼミナール	6. 最初と最後の頁 25-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 竹田隆一・坂井伸之	4. 巻 19
2. 論文標題 剣道における「面打ち」運動の研究	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 剣道ゼミナール	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 竹田隆一、坂井伸之
2. 発表標題 剣道の「面打ち」指導に関する事例的研究
3. 学会等名 第51回日本武道学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂井伸之、竹田隆一
2. 発表標題 It is necessary to practice basic(large)men-uchi to master practical(compact)men-uchi?
3. 学会等名 第50回日本武道学会(国際セッション)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂井伸之
2. 発表標題 棒の力学に基づく「押し手引き手」「手の内」の考察
3. 学会等名 第49回日本武道学会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	坂井 伸之 (SAKAI NOBUYUKI) (00267402)	山口大学・大学院創成科学研究科 ・教授 (15501)	