

# 研究ノート：対人技能学習のための 新たな剣道教材の開発

廣野 準一      速水 達也      加藤 彩乃      杉本 光公

キーワード：剣道 指導法 バーチャルリアリティ

## 1 はじめに

2020年は新型コロナウイルスの世界的な蔓延により、大学においても非対面式の授業形態が余儀なくされた。実際に身体を動かし、フィードバックをくり返す中で技能を習得・向上させる体育・スポーツの授業において、悩ましい事態であった。特に剣道のように個人の動きだけでなく対人技能が求められる種目では、非対面での技能習得や学習はより一層困難であった。剣道は、第1回の世界剣道選手権大会では17カ国・地域であった参加国が、2015年に開催された第16回大会では56カ国・地域まで増加し、国際普及が進んでいる（日本武道館，2015）。普及は日本からの派遣講師が、直接対面で剣道の運動技術や伝統的側面を伝達する形で行われている。多くの情報を直接体感でき、伝達の自由度が高い対面での指導法の重要性については明白である。しかしながら、著者が過去に帯同した海外での講習会には、片道4時間以上の時間をかけて通い、その機会も年に数回に限られるといった海外剣士もあり、距離や機会による制限を解決する指導法の必要性は高いと考えた。

このような学習機会の制限を解決する方法として、インターネットを活用した手段が考えられる。これまでの剣道におけるインターネットを活用した指導法は、講義や実技の練習法を録画した動画を配信する手段や、Web会議ツール等を使用して準リアルタイムで直接教示する手段が主に用いられてきた。著者もこれらの方式を用いた指導を行い、それぞれのメリットについて理解しているが、共通して実際の剣道で行われるような相手と対峙してのやり取りへの制限を感じた。

近年、スマートフォンの普及や安価なゴーグルの開発によって、バーチャルリアリティ（VR）を手軽に体験できるようになった。VRとは、「人間の能力拡張のための道具であり、現実世界の本質を時空の制約を超えて人間に伝えるもの（日本バーチャルリアリティ学会，2012）」とされている。VRの利用により、従来のインターネットを通じた剣道の指導法では難しかった、実際に向かい合った形での技術を体感することができるのではないかと考えた。すでに、野球では、VRをバッティング練習に

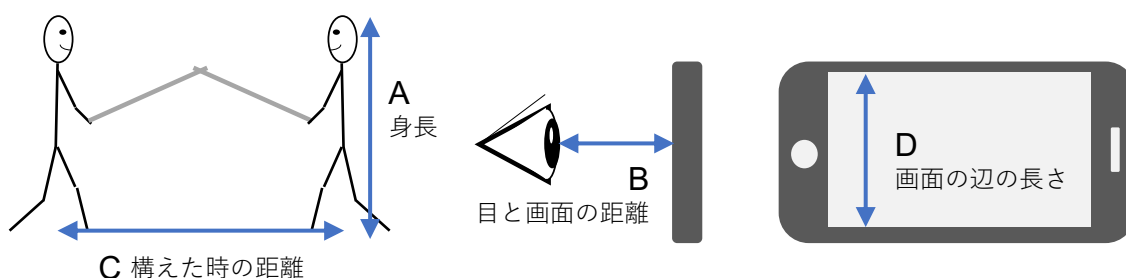
応用するシステムが開発され（三上ら，2019），現場での応用もされている（日本経済新聞，2017）。

そこで本研究では，剣道授業に VR を活用することを目指し，作成した教材がもたらす運動効果や使用感や改善すべき点について検討することとした。本研究の成果により，学習機会の制限を解決できる新たな指導法の開発につながり，剣道を始めとした体育・スポーツ分野の対人種目での指導法の発展が期待できる。

## 2 方法

### 2.1 教材の作成

教材は，将来的な現場応用を考え，なるべく簡便に作成できるよう一般的なスマートフォン（iPhone 7，Apple 社）を用いて撮影を行った。できる限り剣道で実際に相手と対峙した時と同様の大きさに画面上に相手が表示されるよう，実際に構えあった時の実施者～刺激提示者までの距離と刺激提示者の身長，ゴーグルを装着した際の実施者の目～画面までの距離から，画面に表示される刺激提示者の大きさを調整して撮影した（図 1）。



撮影する時のスマートフォン画面に対する大きさ(%)

$$= (A \text{ 身長}) \times (B \text{ 視聴時の目とスマートフォン画面の距離}) \div (C \text{ 実際に構えた時の距離}) \\ \div (D \text{ スマートフォン画面の短い辺の長さ}) \times 100$$

※単位は全て cm

図 1 撮影の設定

刺激提示者は，全国大会への出場経験があり，現在も剣道を専門的に実施している者 1 名（34 歳，男性，剣道経験年数 28 年，五段）とした。本研究の課題は，剣道の攻撃・防御の練習方法として，打ち込みと防御練習の 2 種類を選択した。打ち込みは，刺激提示者が提示した打突部位（面，小手，胴）に対して，正確かつ素早く打ち込む中で，打突の基本的な技術を体得する練習方法である。防御練習は，刺激提示者が打突する部位（面，小手，胴）に対して，正確に自身の各被打突部位を防御する練習方法である。各課題共に，実際に剣道の試合を行う場合と同様に，刺激（打突）内容の

提示順序は決められておらず（ランダム再生），相手の動きを観察しながら正確な動作を行うことが求められた。

両方の課題で，カメラをおよそ平均男性の目線の高さ程度になるように設定した。刺激提示者は剣道で相手と対峙しているような形でカメラに向かい合って立ち，刺激提示者がカメラに一定の距離を近づいたところをスタートとし，すべて一定のタイミングになるように動作を実施した。刺激提示者は，打ち込み稽古では，打突部位（面，小手，胴）をみせる動作，防御練習では，打突部位を打つ動作を実施した（図2）。

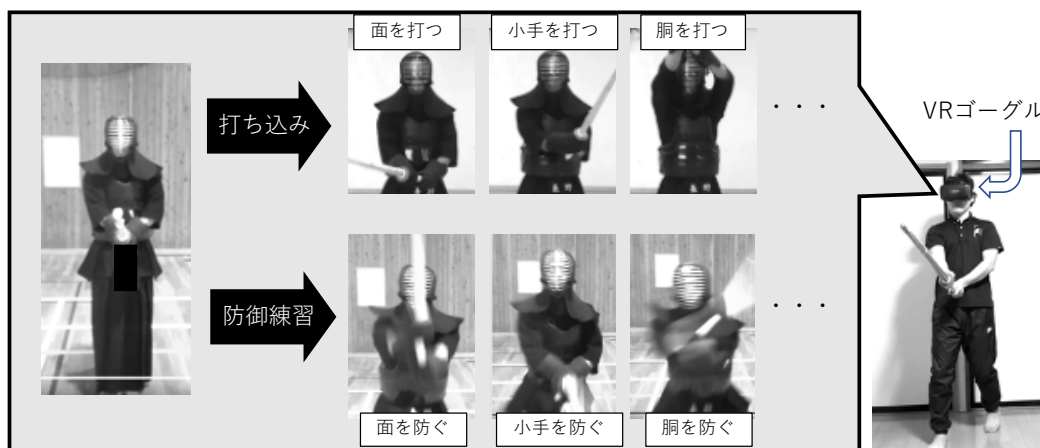


図2 教材のイメージ

刺激動作の動画はすべて同じ程度の時間（1つの動画毎で打ち込み稽古3秒，防御練習4秒）で完了するように編集し，打ち込み稽古は10試技（面4種類，小手3種類，胴3種類），防御練習は5試技（面2種類，小手2種類，胴1種類）で1セットとなるように，インターネット上の動画共有サイト（YouTube，Google LLC）で再生リストを作成した。この動画共有サイトでは，測定実施時には動画再生時にランダムでの自動再生やVRモードでの再生を選択することができ，その機能を活用した。

## 2.2 参加者

本研究の参加者は，2020年度の本学授業・キャンパススポーツ実習「剣道」の受講生13名（男子9名，女子4名）とした。事前アンケートにより調査した剣道経験は，これまでに部活動等で専門的に実施した経験のある者は5名（男子4名，女子1名），高校までの授業で経験したもの5名（男子3名，女子2名），まったく経験がないもの3名（男子2名，女子1名）であった。

## 2.3 実施方法

全15回の授業のうち，対面式の授業形態で基礎技能や本研究で行う課題を一通り学習し，第11回の授業時にスマートフォンを装着してVR体験をすることができるゴーグル（Google Cardboard I/O 2019，ican社製）と使用方法，テスト課題を記した資料を

配布し、機器の扱いに慣れるように促した。第12回の授業終了後、第13回の授業時に、作成した教材を実施した。授業全体スケジュールは、以下の通りである（表1）。

表1 授業スケジュール

| 回数   | 主な内容                   | 本研究に係る内容  |
|------|------------------------|-----------|
| 第1回  | オリエンテーション／用具の取り扱い      |           |
| 第2回  | 礼法・作法／基本動作と打突          |           |
| 第3回  | 審判法                    |           |
| 第4回  | 試合（個人戦で課題を抽出）          |           |
| 第5回  | 一本打ちの技                 |           |
| 第6回  | 防御の動作                  |           |
| 第7回  | 連続技／その他のしかけ技           |           |
| 第8回  | チーム練習①（今までの内容のふりかえり）   |           |
| 第9回  | 練習試合（個人戦で課題を抽出）        |           |
| 第10回 | 駆け引き（攻撃と防御，上下・裏表の使い分け） |           |
| 第11回 | 防御の練習と応じ技              | ゴーグル配布    |
| 第12回 | これまでの復習と打ち込み稽古         |           |
| 第13回 | 課題の実施と作戦会議             | 作成した教材の実施 |
| 第14回 | チーム練習②（大会準備）           | アンケート提出〆切 |
| 第15回 | 大会（団体戦）                |           |

課題では、十分な準備運動と基礎動作の確認を実施させ、教材の課題を一通り通常再生で確認した後に、VRゴーグルを装着し、VRモードでのランダム再生にて視聴しながら課題を実施させた。なお、実施時は周囲および自身の安全が確保できる環境で実施するように注意を促した。参加者に通知した実施方法の詳細は以下の通りである。

#### <打ち込み稽古>

打ち込み再生リストをランダム再生し、仮想打ち込みを行う。10本続けて実施したら一時停止をし、30秒の休憩を挟んで3セット以上行うこと。

- ① 開始前に心拍数（1分間の拍動数）と主観的なきつき（0：安静～10：最大）をメモする。
- ② VRゴーグルにスマホをセットし、2の打ち込み再生リスト「打ち込み10本」をランダム再生する。ランダムに提示される動作に対して、即座に技を出す。10本実施したら一時停止をして、30秒の休憩を挟んで3セット以上行う。その際、成功回数を覚えておく（提示された動きへ即座に反応し、正確な動作ができた場合を「成功」、動作完了前に動画が終了した、または誤った動作を行った場合を「失敗」とする）。
- ③ 終了直後の、心拍数（1分間の拍動数）と主観的なきつきをメモする。

#### <防御練習>

防御再生リストをランダム再生し、仮想防御練習を行う。10本続けて実施したら一時停止をして、30秒の休憩を挟んで3セット以上行うこと。

- ① 開始前に心拍数（1分間の拍動数）と主観的なきつき（0：安静～10：最大）をメモする。

- ② VR ゴーグルにスマホをセットし、2 の防御再生リスト「防御の体験」をランダム再生する。  
ランダムに提示される打突に対して、防御をする。10 本実施したら一時停止をして、30 秒の休憩を挟んで3セット以上行う。その際、成功回数を覚えておく（自分自身の主観で、防御が成功（打たれる前に正確な動作を完了）した場合を「成功」、打たれてしまった、または誤った動作を行った場合を「失敗」とする）。
- ③ 終了直後の、心拍数（1 分間の拍動数）と主観的なきつさをメモする。

## 2.4 アンケートの内容

課題の実施後に、各課題の運動効果や使用感について検討するために、以下の項目についてそれぞれの課題でアンケート入力を依頼した。調査は Google フォームを用いた Web 入力にて行った。回答については、確信が持てない場合も、可能な限り答えるように依頼し、アンケートの内容が成績評価等に影響しない旨を明記して説明した。

表 2 アンケートの内容

| No. | 項目                     | 内容  |
|-----|------------------------|---|
| 1   | 氏名                     |   |
| 2   | ゴーグル装着の有無              | 有無を選択   |
| 3   | VR ゲームの経験              | 有無を選択   |
| 4   | VR 剣道の経験               | 0, 数分・数回(1~2分), 2分以上5分未満, 5分以上10分未満, 10分以上  |
| 5   | 実施前の心拍数                | 20秒での拍動数を各自で測定し、3を乗じる。  |
| 6   | 実施前の主観的運動強度            | 主観的なきつさ (RPE ; 0 安静レベル~20 最大の 11 段階から選択)  |
| 7   | 実施回数                   | 今回の課題を実施した回数  |
| 8   | 実施後の心拍数                | 20秒での拍動数を各自で測定し、3を乗じる。  |
| 9   | 実施後の主観的運動強度            | 主観的なきつさ (RPE ; 0 安静レベル~20 最大の 11 段階から選択)  |
| 10  | 難易度                    | 5段階 (1 かんたん~5 むずかしい)  |
| 11  | 成功率                    | 10%未満~90%以上 (間を 20%刻みで 6 段階)<br><打ち込み> 成功: 即座に反応し、正確な動作ができた<br>失敗: 動作完了前に動画が終了した。誤った動作を行った。<br><防御> 成功: 防御が成功した (打たれる前に正確な動作を完了)<br>失敗: 打たれてしまった。誤った動作を行った。 |
| 12  | わかりやすさ                 | 5段階 (1 わかりにくい~5 わかりやすい)   |
| 13  | よりわかりやすさを出すために必要だと感じた点 | 自由記述  |
| 14  | 臨場感                    | 5段階 (1 低い~5 高い)   |
| 15  | より臨場感を出すために必要だと感じた点    | 自由記述  |
| 16  | 楽しさ                    | 5段階 (1 楽しくない~5 楽しい)   |
| 17  | より楽しさを出すために必要だと感じた点    | 自由記述  |
| 18  | 不快感                    | 5段階 (1 不快~5 快適)   |
| 19  | 不快感を軽減するために必要だと感じた点    | 自由記述  |
| 20  | 練習前後で変わった点             | 自由記述  |

※打ち込み課題、防御練習課題のそれぞれで回答

## 2.5 分析

実施回数と心拍数および主観的運動強度については平均±標準偏差で示した。その他の変数については記述統計にて検討し、自由記述の内容から本研究で作成した教材の改善点を整理した。

## 3 結果

### 3.1 参加者の流れと分析対象

本研究の参加者 13 名のうち、12 名がアンケートに回答した。そのうち、VR ゴーグルを装着して実施することのできた 10 名（うち 2 名は片方の課題のみで装着）の打ち込み課題 9 回答、防御練習課題 9 回答の計 18 回答を本研究の分析対象とした。

### 3.2 参加者の特徴

本研究のアンケートおよび事前アンケートで調査した分析対象者 10 名の特徴を表 3 に示した。VR 剣道の経験は、過去に著者が雑誌の記事で紹介した動画（廣野，2020）や、事前に動作確認ために課したテスト課題を指していると考えられ、その他 VR ゲームを頻繁に実施した経験のある者は含まれなかった。

表 3 分析対象者の特徴 (n=10)

| 性別   | 実際の剣道経験  | VR剣道の経験   | その他VRゲームの経験  |
|------|----------|-----------|--------------|
| 男 7  | 専門的に実施 4 | 10分以上あり 0 | 頻繁に実施し、現在も 0 |
| 女 3  | 授業で経験 3  | 5~10分あり 1 | 過去に頻繁に実施 0   |
|      | なし 3     | 2~5分あり 1  | 数回程度経験あり 3   |
|      |          | 1~2分あり 4  | 経験無し 7       |
|      | 0分(なし) 4 |           |              |
| 計 10 | 計 10     | 計 10      | 計 10         |

### 3.3 運動効果の検討

本研究の実施回数と、実施課題の運動効果として心拍数と主観的運動強度（RPE）の課題前後での変化を表 4 に示した。

表 4 実施回数と心拍数，主観的運動強度

| 課題   | 実施回数      | 心拍数         |             |             | 主観的運動強度 (RPE) |           |           |
|------|-----------|-------------|-------------|-------------|---------------|-----------|-----------|
|      |           | 実施前         | 実施後         | 前後の変化       | 実施前           | 実施後       | 前後の変化     |
| 打ち込み | 7.1 ± 8.7 | 75.0 ± 27.3 | 95.9 ± 37.3 | 20.9 ± 17.7 | 1.6 ± 1.8     | 3.3 ± 1.3 | 1.8 ± 1.4 |
| 防御練習 | 7.6 ± 8.5 | 69.9 ± 22.3 | 85.4 ± 30.0 | 15.6 ± 14.2 | 1.1 ± 1.1     | 2.4 ± 1.0 | 1.3 ± 0.9 |
| 全体   | 7.3 ± 8.4 | 72.4 ± 24.4 | 90.7 ± 33.3 | 18.2 ± 15.8 | 1.3 ± 1.5     | 2.9 ± 1.2 | 1.6 ± 1.1 |

(MEAN±SD)

### 3.4 使用感

本研究で実施した課題の使用感を，官能評価と自由記述によって調査した。官能評価の結果を図3,4に，自由記述のうち，質問に合致した回答の内容をまとめたものを表5に示した。なお，回答の内容は，意図が変わらないように簡略化して表記した。

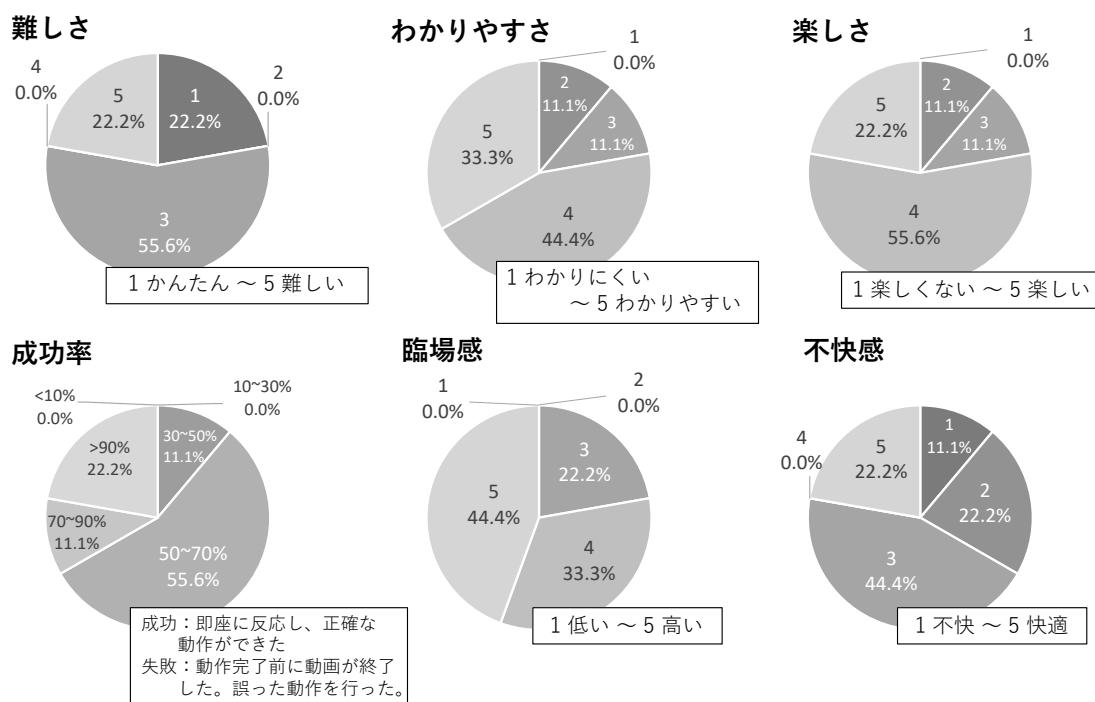


図3 打ち込み課題の使用感 (n=9)

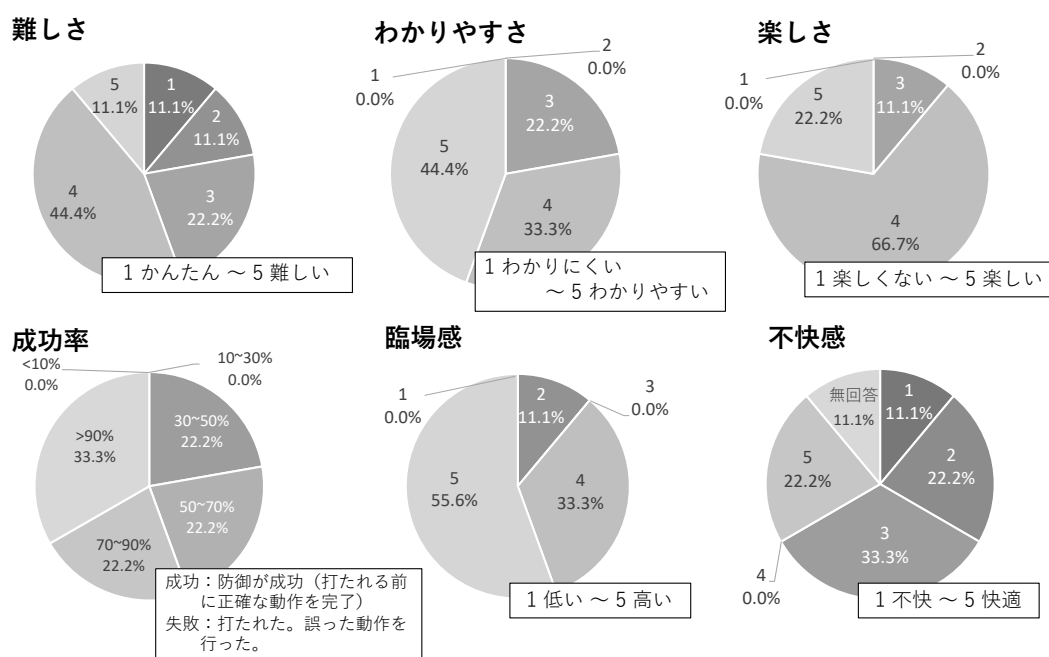


図4 防御練習課題の使用感 (n=9)

表 5 使用感改善のためと課題前後での変化に関する質問への回答

| 【打ち込み課題】   | 【防御練習課題】   |
|--|--|
| <b>よりわかりやすくするために必要だと感じた点</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 指示プリントの表示を工夫する</li> <li>・ ゴーグルの装着法を理解するまで時間がかかった</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 指示プリントの表示を工夫する</li> <li>・ 動画の本数と求められた数が異なり、手間がかかった。</li> </ul>  |
| <b>より臨場感を出すために必要だと感じた点</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発声があれば、より臨場感が出ると思った。(2件)</li> <li>・ イヤホンをつけるなど、音声の工夫をする必要がある。</li> <li>・ 動きをより激しいものにするとより臨場感がでそう。</li> <li>・ すでに臨場感が高いのでこのままで良い。(2件)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発声があれば、より臨場感が出ると思った。(2件)</li> <li>・ 勢いが増すとより臨場感がでると感じた。</li> <li>・ すでに臨場感がある。(2件)</li> </ul>  |
| <b>より楽しさを出すために必要だと感じた点</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 聴覚や触覚も一緒に体験できれば楽しくなりそうだと感じた。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 打ち込みの時と同様に、視覚以外の体験も行うことができるとより楽しさが増すと思った。</li> <li>・ 見極める際の解説などがあると楽しさや改善のための意欲が出るのではないかと。</li> </ul>   |
| <b>不快感を感じた点と改善のために必要だと感じたこと</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 軽く、つかいやすかったので快適だった。</li> <li>・ 動きの中でVRゴーグルがカバカパと動くのが気になった。またVRゴーグル自体の重さが気になった。</li> <li>・ スマートフォンの画面が視界から外れてしまうことがあったので安定して見ることが出来ればよい。</li> <li>・ 普通に動画を見るより見にくい。</li> <li>・ 鼻あてのところがムズムズした。</li> <li>・ 目が慣れずに気持ち悪かった</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 目の前が重い</li> <li>・ 顔が少し下に向けた時、ゴーグルの重みでずれてしまうことがあった。</li> <li>・ 鼻あてのほかに、ずれ落ちてくる感覚あり。</li> </ul>   |
| <b>課題前後での変化</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 繰り返し同じ動作を行うことで、体や感覚が慣れてきてよりスムーズで正確な動きができるようになった。</li> <li>・ 実施前や授業の時は、正確な打ち込みをするのに時間がかかったが、今回の課題を通して、前よりも瞬時にどこに打ち込みすべきかが判断できるようになったと感じた。</li> <li>・ ただの繰り返しと比べ、より実践的な練習をすることができ試合に向けた動きに近づけたと思う。動画をランダムに再生することで反応が速くなったと思う。</li> <li>・ スムーズにはなったかな？とは感じた。</li> <li>・ 復習として打ち込みの動きを思い出すようになり、正確な動きができるようになった気がする。</li> <li>・ 動きにキレが加わった</li> <li>・ 動画の五本目右面を打つか逆小手を狙うか最初迷ったが二セット目からあたる確率が高い右面を打つように修正することが出来てよかった。</li> <li>・ 前後で特に変化を感じなかった。(3件)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1セット目、2セット目は、面と胴の判断が難しく打たれていたがギリギリまで見るようにしたら成功率が上がったので良かった。</li> <li>・ 始めの頃は、小手の防御ができなかったが課題を行うにつれて以前よりは小手の防御がスムーズに行えるようになったと感じた。またどこを防御すべきかの判断が早く行えるようになったと感じた。</li> <li>・ 視覚的に動きに慣れることができたと感じた。試合の時はさらに勢いやスピードが出るため難しい部分も多いと思うが、正確な動きの確認を行うことができたと思う。</li> <li>・ 実施前と比べて、即座に反応し防御できるようになった。</li> <li>・ 実施前よりは正確な動きを出せるようになった気がする。</li> <li>・ 苦手だった防御が少しできるようになった。</li> <li>・ 前後で特に変化を感じなかった。(3件)</li> </ul> |

#### 4. 考察

本研究で開発した剣道教材は、実施前後で心拍数と主観的運動強度の若干の増加を示し、全体的に良好な使用感を示した。

運動効果の検討では、全体で心拍数が  $18.2 \pm 15.8$  拍/分、主観的運動強度 (RPE) が  $1.6 \pm 1.1$ 、運動前後で上昇した。健康な男子大学生を対象に自転車エルゴメーターでの



運動強度と心拍数の関係を調べた先行研究の、30%VO<sub>2max</sub>強度運動後の安静状態からの心拍数増加と同様の結果（藤井ら、1992）を示したことから、軽運動程度の運動効果が得られると考えられる。また、打ち込み課題は、防御練習課題と比較して心拍数と主観的運動強度の両方で大きな変化を示した。これは、打ち込みは防御練習よりも大きく激しい動作が求められるため、各課題で求められる動きの違いに起因する結果と考えられる。しかし、本研究では実施の最低回数を設定したのみであり、行った回数や動きの大きさについての規定、その他実施環境の統一は行っていない。今後、これらの指標を一定にした、より詳細な運動効果の検討が望まれる。

使用感については、課題の難しさは、打ち込み課題では半数以上が真ん中の3、防御練習課題では打ち込み課題よりも難しいと感じた回答が多かったものの、極端に難しいまたはかんたんと感じた回答は各1件で、難易度設定は適切であったと考える。成功率は、打ち込み課題では難しさの分布と概ね一致し、防御練習課題は難しいと感じた回答が多かった割に、成功率が高かった。この結果、それぞれの成功・失敗の条件が異なることに起因すると思われる。剣道の防御は、打ち込みのような攻撃動作と比べて成功動作のパターンが多い。そのため、主観的に難しいと感じても、成功率は高まったと推察される。今後、どのような形で失敗（または成功）となったのか、詳しく調査することで、本教材を活用した効果的な学習につなげることができると思われる。また、難しさや成功率は、実際の剣道経験と関連が考えられる。本研究では参加者数の少なさから、難しさや成功率と経験との関連性についての検討はしていないが、技術や体力の向上のためには、すでにできる課題をくり返すのではなく、やや難しいような負荷を与える必要がある。今後さらなる検討を重ね、実施者の経験や競技レベルに合った課題を選択できる教材を作成すべきである。課題のわかりやすさ、臨場感、楽しさについては、概ね好意的な回答が多かった。自由記述の回答より、機器の使用法の説明を工夫したり、音やその他の知覚を刺激する教材を作成したりすることで、それらの使用感をさらに良くできる可能性が考えられた。不快感については、普通から快適が半数以上を占めてはいるものの、不快に感じた回答も一定数あった。また、あまりに不快な場合は使用を途中でやめ、回答をしていない可能性があることから、不快感については改善が必要であると考えられる。自由記述から、使用したVRゴーグルを用いて運動を実施することへの問題を指摘する内容が多いと思われる。今後、使用する機器の検討や、課題の実施前に機器自体に慣れてもらうような工夫が必要であると考えられる。

課題の実施前後で感じた変化について、特に変化を感じなかったという回答はあったものの、漠然と動作をくり返すよりも対人を意識しやすい形で行うことで課題が明確になった回答や、実際の試合に近い、実践的な取り組みができたといったような回答から、本研究で作成した教材は一定の好ましい効果についても期待できた。今後、実際の剣道場面に及ぼす学習効果についての検討を行うことで、本教材の有用性をより高めることができると考えられる。

本研究は、対象が限定的であり、綿密に計画された調査や比較といった原著論文に値するような検討を行うことはできていない。しかしながら、従来の指導法の課題を

解決し、剣道を始めとした対人種目の指導法への新たな可能性を示しうる、価値のある研究であると考え。本研究で得られた知見から本教材を発展させ、得られる効果について科学的な検討を行うことで、体育・スポーツ分野での新たな指導法を構築することが望まれる。

## 5. まとめ

本研究では、対人種目における非対面状況での新たな指導法を構築するため、剣道を対象として作成した教材がもたらす運動効果や使用感について、実施後のアンケート調査にて検討することを目的とした。その結果、以下のことが考えられた。

- ・ 実施前後で、軽運動実施時と同程度の心拍数と主観的運動強度の上昇がみられた。
- ・ 使用感について、概ね良好であった。不快感については、主に機器の使用方法を中心に改善の余地がある。
- ・ 課題の前後で、従来の練習方法では難しかった課題についての取り組みができたという回答があり、新たに実施する価値のある指導法であると考えられた

## 6. 謝辞

本研究の一部は、令和2年度機構長裁量経費 教育・研究プロジェクト「感染症への対策を講じたスポーツ実習の実施と社会への事例発信」の助成を受けたものである。ここに謝意を記す。

## 参考文献

1. 公益財団法人 日本武道館：第16回世界剣道選手権大会. [In] 月刊「武道」武道ニュース, 2015年7月号. p. 4
2. 舘暲：バーチャルリアリティとは. 日本バーチャルリアリティ学会 Web ページ, <<https://vrsj.org/about/virtualreality/>> (閲覧日：令和3年2月25日)
3. 三上弾, 西條直樹, 高橋康輔, 五十川麻理子, 藪下浩子, 柏野牧夫, 草地良規：VR技術を活用したスポーツトレーニングの試み. 日本画像学会誌, 58(3), pp. 316-323, 2019
4. 内田泰：楽天が本格導入, プロ選手は「VR」に何を求めたか. 日本経済新聞, 2017年5月26日, 電子版 (<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO16124390Z00C17A5000000> 閲覧日：2021年2月25日)
5. 廣野準一：VR動画でひとり稽古!. 剣道日本, 2020年8月号 (No.523), pp.36-39
6. 藤井宣晴, 鍋倉賢治, 権五晟, 山崎文夫, 本間幸子, 池上晴夫：運動強度の増大に対する心拍数および血漿カテコールアミンの応答. 体力科学, 41(3), 313-321, 1992

2021年3月2日受理 2021年3月5日採録決定