

ICT を活用したゴルフ授業の現状と課題 2 - VR モデルを用いた運動観察について -

Current Status and Issues of ICT Utilization in Golf Schools - Observation of motion using VR models

内野秀哲¹

Hidetaka UCHINO

This study examined the results of using ICT to support the PDCA of students in a golf class. In this golf class, live-action videos were anonymized with VR technology for exercise observation and task analysis. The impact of switching between live-action videos and VR models was then monitored numerically. Comparing The evaluation of the live-action videos and VR models, there were no statistical differences, thus the concerns about using VR models as teaching materials are eliminating. Based on these results, we would like to work on the use of VR and metaverse in the future.

キーワード : 教育の情報化, ICT 活用, LMS, VR モデル, 授業実践

1. はじめに

著者は2023年、本稿の前報となる「ICTを活用したゴルフ授業の現状と課題」について『メディア情報科学研究』第1巻・第2号（以下、前報とする）にて報告した。この報告では、大学のゴルフ授業においてICT（情報通信技術）を活用した学習支援に焦点を当てている。具体的には、iPadやデジタル映像を用いた自己評価と他者評価の比較を通じて、学生の運動観察力や課題分析能力の効果的な状況把握を試みた。さらにプレチェックとポストチェックの結果を分析し、ICT活用による学習支援の効果や、自己評価と他者評価の関係について検討した。その結果、ICTの活用によって両者の評価の差が徐々に縮小していく傾向を確認し、一方で学生の自己評価が他者評価よりも低くなる傾向も確認した。これらの結果から、運動課題における運動観察力の状況把握の場面でのICT活用は有効であり、この場面においてのVRやメタバースなどのデジタルデータの活用検討を進める必要があると結論付けた。

当該のゴルフ授業では、この体育・スポーツ分野でのVR・メタバース活用への取り組みの一つのステップとして、まず運動観察で用いている実写の動画教材をVRモデル化した動画教材に置き換えることから考えた。こうした試行を授業の場

で支障なく実践的に検討するにあたっては、まずは導入を検討するVRモデルの動画教材の可用性を先決的に検討する必要がある。そこで本稿では、実写の動画教材とVRモデルの動画教材の双方の運用結果を比較検討することにより、実写の動画教材をVRモデルの教材に代えて運用することの可用性について検討することとした。

運動映像をVRモデル化するICT活用については一般化されていると言っても過言ではなく、2022年11月に公開されたソニー製のモーショントラッキング用の製品（モバイルモーションキャプチャー mocopi）では、小型のドングル6個をスマホで制御するといった軽微な構成での機能を実現している。個人の趣味の範囲のエンターテインメントの分野で活用が意図されており、モーションキャプチャーの装置類が一般向けに普及し得る可能性があることを象徴している。またこうした製品開発とは別に、PCとWebカメラ（またはノートPC）でVRモデルを運用することも既に可能な状況にあり、動作要件に合えばノートPCとフリーソフト等での「運動映像のVRモデル化」も可能である。特に学生との間で教材を運用するとなれば、こうした軽微な動作環境下での運用が可能である利点は大きい。

動作分析では、実際の動きの検出ポイント（マーク）は多いほど、より詳細な動作の把握が可能

1 仙台大学体育学部スポーツ情報マスメディア学科 准教授

となる。普及化している装置類の検出ポイントは、前述の mocopi で 6 点、後述の PC と Web カメラを用いた軽微なシステムで 24 点である。実用上で少ない検出ポイントは AI が補完するが、実際には動作の再現ができない部分も包含される可能性がある。その仕様上の問題として、この AI 処理による再現性では、機械学習の対象データの量や質によって精度が変わってしまうことにある。AI の活用を計画するにあたっては、こうした事態を前提に置き、どの程度の費用対効果で臨むかなどを含めた検討が必要になる。

この点で、授業やサークル活動などで AI 活用を検討するのであれば、一般化された軽微な構成の範囲で試行検討を行うことが実用であると考えられるが、その半面として再現性や精度等の質的な問題で、効果や影響などを、有意的に把握することは難しい。そこで積極的な AI 活用を考えるには、現実的に採用し得るシステムの範囲で、その可用性の検討を実践的な試行錯誤で（場当り的にも言えなくはないが）ステップワイズに進めることが必要と考えた。

スポーツ・健康運動場面での VR モデルの運用は、まず「運動観察力」と「運動観察力の状況把握」への効果を考えて取り組んでいる。またこの取り組みで蓄積したデータなどを AI の機械学習の対象とするなどについても検討中である。これらの取り組みは、様々な人の様々なスポーツの動作データを蓄積の対象としていくことで、今後さらなるスポーツ・健康運動場面での生成系 AI やメタバースの活用に応じ得る可能性も高いと考える。

2.研究方法

運動観察の対象とする画像データは、S 大学のゴルフ授業で実施した 15 回の授業のうち、6 回目の授業開始時に記録した画像をプレチェック用、15 回目の授業終了時に撮影した画像をポストチェック用に設定した。また、このポストチェック用の画像データを変換元として、VR モデルの動画データを準備した。この 15 回の授業については表 1 に示した。

撮影した画像データは、グリップの静止画 1 種とポスチャー（アドレス）の体正面及び飛球線後方の静止画の 2 種、ビジネスゾーン（ハーフスイング）動作の体正面と飛球線後方の 2 種の動画で、計 5 種とした。

これらの画像データで行う評価の項目は、グリ

ップ 3 項目、ポスチャー 7 項目、ビジネスゾーン（リストが左右の腰位置までのハーフスイング）6 項目の計 16 項目を設定した。

なお実写のスイング動画から VR モデルのスイング動画に変換する処理では可用性に配慮し、体幹と四肢をワイヤーフレーム化する手法を中心に、軽微な動作環境で実現し得る範囲とした。この仕様によって評価元の画像データを 5 種から動画のみの 2 種とし、評価項目も 16 項目のうちグリップ 3 項目とビジネスゾーン 4 項目が観察範囲外となるので、VR モデルで行う評価項目は 9 項目とした。また VR モデルと実写の比較検討では実写もこの 9 項目のみを対象とした。これらの評価に用いた 16 項目と、VR モデルでの 9 項目（強調ゴシック、下線付き）を表 2 に示した。

表 1 授業スケジュール

第 1 回	オリエンテーション
第 2 回	ゴルフの基礎知識/グループ編成
第 3 回	ゴルフ競技・コースの解説
第 4 回	ルールと用具の解説
第 5 回	基本動作/自己・相互評価について
第 6 回	ショートアイアン 1
第 7 回	ショートアイアン 2
第 8 回	ミドルアイアン 1
第 9 回	ミドルアイアン 2
第 10 回	ロングアイアン 1
第 11 回	ロングアイアン 2
第 12 回	ウッド 1
第 13 回	ウッド 2
第 14 回	ショートゲーム 1
第 15 回	ショートゲーム 2（まとめ）

各項目の評価は項目ごとに目標達成の可否を問うものであり、単純な○と×の二値データとした。授業では尺度の構成としてグリップ 3 項目の合計、ポスチャー 7 項目の合計、ビジネスゾーン 6 項目の合計を各カテゴリーの到達の度合いとし、さらに全 16 項目の合計を到達の度合いとした。またその平均値を総合的な目標到達の状況と見立てることとした。なお、VR モデルの検討では 9 項目の合計のみを総合的な目標到達の状況に見立てている。項目の各尺度は、塗師斌（1989）の報告を参考に次元性を踏まえた観点から、これら 16 項目は第 2 回～第 5 回の授業で相応に解説し、さらに評価シート上に要点を付記することで配慮した。

授業や評価データなどの教材運用は Google Workspace サービスを Learning Management System（以下、LMS とする）の基本構成として活用した。評価シートは Google Sheets（以下、GSS とする）で作成し、Google Classroom（以下、GCR とする）で運用した。各々の自己・相互評価は各々

のペースで授業外に行うこととして、結果は GCR 上で共有した評価シートに記載させた。この評価シートで運用する対象は、プレチェックとポストチェックの自己評価と他者の評価、及び VR モデルへの評価の3種として設定した。

表2 自己・相互評価のチェックポイント

グリップ	
向き	グリップマーク、フェースの向きを基準に
親指位置	左右の親指の位置を確認
支持位置	小指の付け根から人差し指の第二関節にかけて握る
ポストチャー	
頭、首	上体の仮想軸に沿うように
肩	目標線を歪めない
背筋、骨盤	股関節から背筋を伸ばして前にかがむ
膝、膝下	膝下は地面に垂直に
腕、手	腕は地面に垂直に
足幅	肩幅以下を意識する
打点、重心位置	スタンス中央～目標寄り
ビジネスゾーン	
前傾角度の維持	膝、腰、首の角度
三角形の維持	両肘と手首の三角を崩さない
顔の向き	ボールから視線を外さない
フェースの向き	12時の向き
シャフトの向き	目標線と平行
シャフトの位置	つま先の真上

実写データから VR モデルへの変換は「TDPT-Three D Pose Tracker- Version 0.5 (デジタルスタンダード社)」(以下、TDPT とする)を用いた。この TDPT は、カメラからの入力映像や動画の映像を、AI を介した 24 の検出ポイントで 3D の座標に計量するものとしており、その検出ポイントは、1.右の耳、2.左の耳、3.右の目、4.左の目、5.鼻、6.右の肩、7.左の肩、8.右の肘、9.左の肘、10.右の手首、11.左の手首、12.右の親指の付け根、13.左の親指の付け根、14.右の中指の付け根、15.左の中指の付け根、16.お腹、17.右の股関節、18.左の股関節、19.右の膝、20.左の膝、21.右の足首、22.左の足首、23.右のつま先、24.左のつま先、計 24 点としている。

3.分析方法

各項目への回答はノンパラメトリックの二値データあるので、分析を行うにはある程度の対象数が必要になるが、いずれの項目への回答も N 数が 6 である。従って各カテゴリーでの平均値の N 数も 6 であることから、分析などの処理結果は過大に解釈することなく、相応に把握した。

実写と VR モデルの評価を検討するにあたり、まずは前報に倣って実写によるプレチェックとポストチェックの評価の平均値の推移を確認した。グリップ、ポストチャー、ビジネスゾーン、総合評価の各カテゴリーの評価結果は、達成してい

る項目を 1、未達成を 0 として平均値を算出した。従って、全ての項目で達成した場合は、そのカテゴリーの平均値は 1.00 となる。この平均値の差の検討には対応のある二群間の T 検定を用いた。これは、主な検討の元となるポストチェックの評価で、これまでと同様の傾向が見られるかなどの前提的な傾向を確認する目的で実施した。また、VR モデルと実写の比較を行う際の検討材料とするだけではなく、実践的研究として授業の実施状況を把握する意図もある。

実写と VR モデルについても同様に評価した数(評価得点)の平均値について差を検討した。実写と VR モデルの比較では、設定した 9 項目の平均による総合評価のみとした。こちらも対応のある二群間の T 検定を用いた。さらに参考として、各自の実写と VR モデルでの評価を集計表で対応させ、実写と VR モデルの評価が一致する数について、9 項目の平均による総合評価を平均として算出した。この算出では評価が一致する項目を 1、不一致を 0 とした。

評価結果の予想と結果に対する対応としては、プレチェックとポストチェックの二群の比較では平均値は後の方が有意に高く、データの分散は後の方が小さくなることを予想した。これは一般的な予想ではあるが、そうでなければ動画教材での可用性が成立しているとは言い難く、何らかの影響があったことを考える必要がある。この場合は前報の結果とあわせて先に原因の追及を検討する。

VR モデルと実写による二群のポストチェックの評価の比較では、運動観察の対象となる動画データが同一人物であることから、それぞれの推移の傾向も同様に類似して推移することが考えられる。まずは VR チェックによる評価の傾向から、VR モデルの可用性を確認する。VR モデルと実写の評価平均値の差についても、有意とならない可能性もある。この場合には本来は、各項目間の差について Wilcoxon の符号順位検定等で追跡すべきであるが、N 数の不足から今回は断念した。なお、プレチェックとポストチェックの実写による 16 項目による評価の推移を表 3 に、プレチェックと VR によるポストチェックの 9 項目による評価の推移を表 4 に、同様にプレチェックとポストチェックの実写の 9 項目の推移を表 5 に示した。

表3 ポストチェック(実写), プレチェック(実写)の推移データ

	プレチェック(実写)		ポストチェック(実写)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
グリップ(3)	0.95	0.21	0.99	0.10
ポスター(7)	0.79	0.41	0.85	0.35
ビジネスゾーン(6)	0.67	0.47	0.87	0.34
総合評価(16)	0.78	0.42	0.89	0.32

(N=6)

表4 ポストチェック, プレチェック(VR)の推移データ

	プレチェック(実写)		ポストチェック(VR)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
総合評価(9)	0.78	0.42	0.82	0.32

(N=6)

表5 ポストチェック(実写), プレチェック(実写)の推移データ

	プレチェック(実写)		ポストチェック(実写)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
総合評価(9)	0.78	0.42	0.83	0.38

(N=6)

5.結果

実写によるプレチェックとポストチェックの16項目の評価について、グリップ、ポスター、ビジネスゾーン、総合評価の各項目をそれぞれの評価数の平均値で示すこととする。VRモデルの評価は9項目による総合評価の平均値とし、VRモデルと実写の比較では、実写も9項目を総合評価として平均を算出した。

プレチェックとポストチェックの評価について、プレチェックではグリップの評価が0.95ポイントで標準偏差が0.21、ポスターの評価が0.79ポイントで標準偏差が0.41、ビジネスゾーンの評価が0.67ポイントで標準偏差が0.47、総合評価は0.78ポイントで標準偏差が0.42であった。

ポストチェックではグリップの評価が0.99ポイントで標準偏差が0.10、ポスターの評価が0.85ポイントで標準偏差が0.35、ビジネスゾーンの評価が0.87ポイントで標準偏差が0.34、総合評価は0.89ポイントで標準偏差が0.32であった。

プレチェックとポストチェックの評価の推移について、グリップの評価の差は0.04ポイント、ポスターの評価の差が0.06ポイント、ビジネスゾーンの評価の差が0.20ポイント、総合評価の差は0.11ポイントであった。これらの平均値はいずれもポストチェック時が高値であり、標準偏差はいずれも低値であった。この二群間の平均の差をT検定にて確認し、 $N=16$, $t=4.148$, $p<0.01$ で有意な差があることが認められた。これらの平均値の推移を図1-図4に示す。

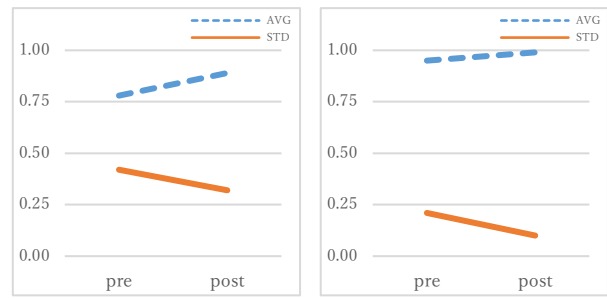


図1 総合評価の推移

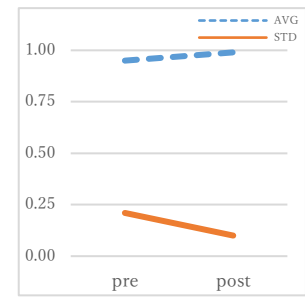


図2 グリップ評価の推移

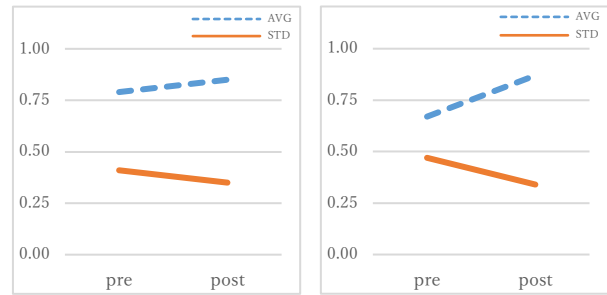


図3 ポスター評価の推移

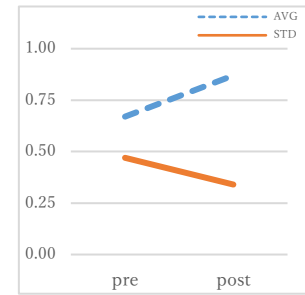


図4 Bゾーン評価の推移

VRモデルと実写の評価の比較では、実写の総合評価もVRモデルの9項目に合わせて設定した。VRモデルによる評価は0.82ポイントで標準偏差が0.39、実写による評価は0.83ポイントで標準偏差が0.38、総合得点の差は-0.01ポイントであった。この二群間の平均の差もT検定にて確認したが、 $N=9$, $t=0.213$ において、 $P<0.05$ にはならず($P=0.418$)、有意な差は認められなかった。

次に、プレチェックの総合評価もVRモデルの9項目に合わせて共通化を図り、プレチェックとVRモデルのポストチェック、プレチェックと実写のポストチェックの推移を比較した。プレチェックとVRモデルによるポストチェックでの推移は0.07ポイント、プレチェックと実写での推移は0.08ポイントであった。どちらも同様に総合評価で上昇傾向がみられ、標準偏差では減少傾向がみられた。それぞれの推移を図5、図6に示す。

VRモデルと実写の評価が一致しているかの参考データは集計表で評価対象者の該当を確認し、実写のAとVRモデルのAといったように、6人の評価を対象として確認した。評価内容が一致している項目では1、一致していない場合には0とした。すべてが一致した場合の値は1.00となる。このデータではAへの評価が0.87ポイントで標準偏差が0.34、Bへの評価が0.67ポイントで標準偏差が0.48、Cへの評価が0.69ポイントで標準偏差が0.47、Dへの評価が0.80ポイントで標準偏差が0.41、Eへの評価が0.96ポイントで標準偏差が

0.19, F への評価が0.70ポイントで標準偏差が0.46であった。概ね7割以上はVRモデルと実写の評価が一致したことになる。もちろん、全体的に高得点化している中では様々な要素で効果働くことになるので一概には言えないので、この結果は今後の検討の参考とした。

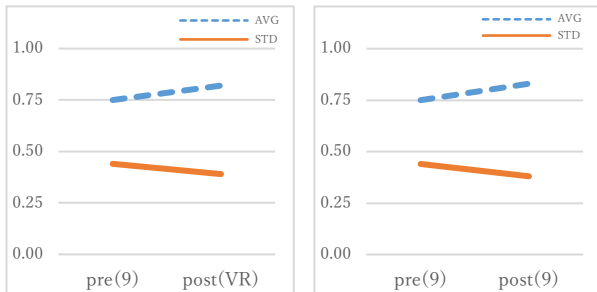


図5 総合評価の推移 (VR)

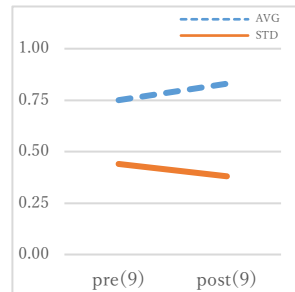


図6 総合評価の推移 (実写)

6.考察・まとめ

「運動課題へのPDCA」に向けた支援として、ホームワーク的に映像データやLMSを活用した結果では、これまでの通り、概ね評価の平均値の上昇と分散の減少の傾向にあり、ほぼ前報の内容を追補する状況にあった。また、前号の報告で自己評価が他者評価を下回る傾向等がみられたことに端を発し、本研究では運動観察における客観性の確保を意図したVRモデルの活用を試みた。比較的軽微な環境でVR化を試行しているにもかかわらず、VRモデル化の精度や適性の問題などによる可用性の破綻や特異的な状況は見られず、概ね実写による動画教材と同様の可用性を得られるものと考えた。この事によって、今後はプレチェックとポストチェックの双方をVRモデル化した教材で評価を行うことと、VRモデルで評価を行うことについてのアンケートを実施するなど、活用効果の測定に取り組むことを考えている。

AIの活用では、機械学習の対象などを含め、そのプロセスがブラックボックス化されていることが多く、その運用効果を学術的に検討するには様々な解決しなければならない点があると考えている。そうした意味では今回のような可用性の検討は、授業運営の確立と実践研究を両立させるには必要な手続きであろうと考える。

運動観察の場面も、自己の客観評価が難しいという点はいまでもなく、こうした傾向に向けて、運動観察に動画を活用する場面で、全面的に動画をモーションデータを用いたVRモデルに置き換

えるなどの手段も有効になると考えられる。またこうした方向づけは、スポーツ分野のより効果的なメタバース活用にもつながるであろうと考える。

比較的容易に実現可能となったVRモデルの運用は、同時に運動解析向けのAIの学習対象や、スポーツ活動や健康運動でのメタバース活用にも有効な機械学習の対象になると考えられる。今後のICT活用では、こうしたAI活用への転換を意図した取り組みに備えて行く必要があると考える。

参考文献

- 内野秀哲(2023)ICTを活用したゴルフ授業の現状と課題. メディア情報科学研究, 1(2):9-13.
- 塗師斌(1989)二値データに基づく尺度の次元性の評価の方法. 横浜国立大学教育紀要, 29:137-148.
- (株)ソニーマーケティング「モバイルモーションキャプチャーmocopi」
<https://www.sony.jp/mocopi/>(2024年2月1日参照)
- (株)デジタルスタンダード「ThreeDPoseTracker」
<https://digital-standard.com/tdpt/>(2024年2月1日参照)