
VRを活用した学習支援は効果があるのか

—自動車整備実技学習での実験的検討—

日本大学危機管理学部 准教授 宮脇 健
日本大学危機管理学部 准教授 山下 博之
日本大学危機管理学部 教授 木村 敦

- I 研究目的
- II 研究方法
- III 学習効果の測定（筆記試験の分析）
- IV 授業評価アンケートの分析
- V 結論

I 研究目的

1 本研究の目的

本研究は自動車整備に関する対面型実習授業の一部または全てに対して、VR（Virtual Reality 仮想現実）を活用するシステムの学習効果の有効性について実証実験を行い、検証することを目的としている。また、本実証実験の検証を通してVRによる学習に関する技術の強み、弱みを明確にした上でVRによる学習効果の今後の可能性について言及する。

2 本研究の意義

(1) 教育現場におけるICT（Information and Communication Technology 情報通信技術）活用
対面型による授業については、大学などの高等教育機関に限らず、教授方法として広く認知され、実施されている。新型コロナウイルス感染症の拡大により、多くの教育機関がオンラインによる双方向の授業、動画によるオンデマンド授業、オンラインによる双方向の授業と対面での授業の両方を掛け合わせたハイブリット授業を行うなど、ICT化が急速に進んだことも事実である¹。その中で、ICTによるオンライン授業の方法やその学習効果について様々な指摘があったことも事実である。

(2) ICTを活用した教育の効果

その中でも、ICTを活用した授業の効果については、大別すると、2つに分類できる。1つはICTを用いたオンラインによる授業は従来の対面による授業よりも学生の理解度などに応じて進められる点、学生の時間などを配慮できる点において、対面による授業よりも効果があるとする指摘があげられる。もう1つは教員の教材作成の時間やコストを勘案すると教育の効果は期待できな

いとす指摘である²。ICTを用いた教育については、教員と学生側のそれぞれの立場でのメリットとデメリットがあるため、コロナ禍においてその効果に対して様々な見解があったといえる。

ただし、ICTを用いた学習効果についてはコロナ禍以前より検証については行われており、対面授業とは異なる利点が指摘されている。例えば、教材をweb上に掲載したことにより予習を行う学生が増加するケースや、プレテストなどのオンライン化が講義に関する予備知識の把握、講義の理解度把握に有効であったなどの点が挙げられる³。

このようにICTでもコロナ禍のようにオンラインで授業を行うことを想定したものもあれば、対面の授業に活用する例も多くある。特に、対面での実習授業においては、実習を指導する教員の負担するコストが大きいこと、学生が綿密な指導を受けることが出来る環境など様々な問題がある⁴。そのため、実習においてもICTを活用した教材の効果が期待される。その点において、通常の対面授業で知識を獲得するような場合にICTを用いる教育よりも、学習効果の期待が高いとされる。とりわけ、高度な専門技術を習得する際には、学生は教員が行った作業を再現することになるため、一度対面で実演された内容を見るだけではわからない、位置や距離により実習がわかりにくい、など様々な問題が生じると考えられる。そのような場合に、実際の実習を再度確認することができ、画像を拡大、また、その技術のためにどのような手順が行われたのかなどがより鮮明に確認できるVRなど、視聴覚を用いた教授法は課題を克服できる一つの方法と考えられる。

そのため、文部科学省（2021）はコロナ禍以降の教育において、AR（Augmented Reality 拡張現実）やVRを用いた学習が「これまで対面で実施されてきた実践的な職業教育と同等以上の教育的効果が高めるための質向上が課題となっている。」と指摘している⁵。つまり、実習は必要ではあるが、従来通りの対面による実習ができない場合に、代替となるような教育、そして学習機会を提供することで対面でなくてはいけない専門的な技術の習得の一部については先進的な技術を用いて、今までの専門的な職業での授業の方法を変えながら、学習の質、技術の習得を考えていることがわかる。すなわち、高度な専門的な技術を習得する実習においてもVRなどの機器を用いた学習の可能性は示唆されているのである。

(3) 本研究の位置付け

そこで、本稿では、専門技能である自動車整備の教育支援としてVRを活用した授業が対面での従来型の演習授業と比較して、学習の理解度や定着度において効果があるのかを検証することを目的とする。前述のように、技術を習得するために学生は実技を行わなければならない。ただし、教員による実技を対面で受講し、その実技を目視で学生が確認するような場合は、実技を観察する位置や環境に左右される可能性がある。むしろVRのようなICTを活用する方が従来の対面での実習授業よりも一時的であるにしろ学習効果があるかもしれない。そのため、従来型の実習授業より学習効果は期待できるのかどうかを検証することで、今後の技術習得などの高度な専門技術の習得の場面での使用方法の検討、課題を抽出することが可能となる。

本稿の先行研究にあたる、VRを活用した授業の学習効果については様々な研究がされている

が、学習効果については効果がみられる場合とそうではない場合が散見される。

資源工学の観点から伊藤ら（2020）は「理解度」、「定着度」、「学習意欲」、「VR教材の評価」について事後のアンケート調査から分析を試みている⁶。理解度はVRを装着したグループとそうではないグループとで同じ内容の動画を視聴した後に筆記試験を行った結果、統計的な有意な差がなかったことが明らかになっている。つまり、VRに関しては通常の動画と同等レベルの効果であると結論付けている。

救命救急士の実習に関する筆記試験を行い、VRを使用した遠隔での学習と対面での学習を実施したグループによる比較をした原田ら（2022）の結果によると、筆記試験での知識に関する有意差は見られなかったと結論が出ている⁷。ただし、救命救急の状況を理解するような設問の場合はVRを使用したグループの方がVRなしの実習のグループより有意に高い結果がみられている。つまり、救命救急の一連の動き、そしてその動きを視覚的に見ることによるイメージしやすさが、設問の理解を促進したと考えられている。

以上のように知識の比較に関する定量的な分析結果でも効果がある場合とない場合があり、有効性については議論が分かれている。

また、主観評価を用いたアンケートなどの結果からVRの効果について測定した研究を確認すると、その学習に関する有用性については様々な指摘がされている。

例えば、平和教育のためにVR環境を用いて実験を行った研究では、主体的な学びの向上や没入感が高くなるなどの利点が調査結果から指摘されている⁸。また、臨場感という観点で教育効果を測定した研究でも、VRを用いた教育の臨場感により、学習の理解が深まると指摘がされている⁹。つまり、主体性や意欲、そして没入感といった点で、従来の学習よりも効果が期待できるとされる。

ただし、VRを用いた学習効果については小規模のサンプル数での検証が多く、主観評価によるアンケート回答を実施した研究が散見される。学習した結果としての理解度を定量的に測定することや対面による授業などとの比較実験に基づき分析をした先行研究などは限られている。つまり、VRの学習効果に関する研究の多くはサンプル数が一桁である点、そしてVRに限らず、学習効果に関わる研究はその効果を測定するためのサンプルサイズの適切な設計を明示していない研究が多いことも指摘できる¹⁰。

そこで、本研究では、自動車整備における授業のサイズに合わせた、適切なサンプル数を可能な限り確保し、VRを用いた学習支援は効果があるのか、他の授業形態との比較から分析を行う。

II 研究方法

1 概要

VRを用いた学習が従来の対面型の教授方法より効果があるのか、その効果を測定するために愛媛日産自動車株式会社に隣接する日産愛媛自動車大学校において図表1の行程で実証実験を2022

年11月12日に行った。実験協力者として日産愛媛自動車大学の1年生の学生67名を選定し、実査に協力をしてもらった。実験協力者である学生には愛媛日産自動車株式会社より事前に学習に関する内容を伝えないこととし、実験に際して他のグループがどのような実技をしているのかわからないような教室配置と導線を考えてもらった¹¹。また、異なるグループ同士の学生が休憩中にも会うことがないような教室と休憩場所の配置になっている。

自動車整備に関する授業の学習効果を測定するために、通常の実習のクラスサイズに近い20名程度を想定し、実際の演習に近い人数を集めて実験を行った。

サンプル数の多さについては、単純に多ければよいというものではなく、適正なサンプルサイズが求められている(村井・橋本 2018)¹²。そのため、今回の自動車大学の自動車整備の授業の設計の中で学習効果を確認する上で妥当なサンプル数といえる。

図表1 実証実験の予定表¹³

実習検証タイムスケジュール 9:00集合、9:30スタート、15:30終了

	9:30	9:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30		
Aグループ 体験型	教→リ	リ→学	テスト	休憩		O	リ→学	テスト	昼食				R	教→学	テスト	休憩	K	教→学	1グループ	教→学	2グループ	テスト		O	体験	視聴	第1実習場
Bグループ VR		D	体験	休憩		O	体験	VR	昼食				R	体験	VR	休憩	K	体験	VR		試験			O	体験	視聴	第2実習場
Cグループ タブレット		D	体験	休憩		O	体験	VR	昼食				R	体験	VR	休憩	K	体験	VR		試験		O	体験	視聴	第11教室	
		タブレット	タブレット			タブレット							タブレット					タブレット					VR				

教→リ (教師がリーダーへ教える)
 リ→学 (リーダーが他の学生へ教える)
 実践 (全学生が実践)

2 実験協力者のグループ編成

VRを用いた学習効果を測定するために、伊藤ら(2020)の先行研究に依拠し、授業終了後にそれぞれのグループで同じ内容の筆記試験を実施した。つまり、学習した内容を理解しているかを問う問題になる。筆記試験の設問は、自動車整備の実技の習得のために必要な知識を問う問題になっている¹⁴。正解がない問題ではなく、実技に必要な問題を聞くことで定量的な測定が可能になると考える。また、協力者である学生らは実験前には学習していない範囲の内容であるため、グループ間で事前知識に差異はないと考えられる。この筆記試験の得点をグループ間で比較することで、学習効果の有効性が明らかになる。

そのため、グループは以下のように、従来型の対面での実習により技術を習得するAグループ(以下、体験グループ)、VRを用いた教授方法により実習を疑似体験するBグループ(以下VRグループ)、そしてVRと同じ動画をタブレットで視聴して、授業を受講するCグループ(以下タブレットグループ)の3つのグループを設定した¹⁵。タブレットに関してはVR動画と同じ内容が映

し出されるようになっている。また画面も学生が自身で拡大できるようになっている。そのため、VRに限りなく近い動画といえる。

3 授業内容と各グループの授業実施方法

図表1のように、各グループの学生はタイムスケジュールに則り、授業を受講し、筆記試験を受験した。そして、どのグループの教授法がより有効であるのかを4つの授業の試験の正答数を比較することで検証した。

4つの授業内容は「ドア・フィニッシャ脱着」、「オーディオユニット脱着」、「整備結果説明ロールプレイ」、「検査ライン説明」であった。授業の選定としては、実験協力者である自動車大学の1年生がまだ実際に授業で教わったことがない内容であり、かつ、実技や実習の要素があることが挙げられる。後述するように、特に、これらの対面での実習は写真のように自動車の中に学生も入りながら、実演する教員の手元を見ながら、その内容を覚えて、実際に実技を行う。そのため、位置によっては手元が見えづらいことも十分に考えられる実習である。ゆえに、VRのような画像を確認できるような機器の特徴が活かされる授業とも考えられる。そのため、この4つの授業を選定し、VRの学習効果を測定することにした。

(1) VRグループの授業実施方法

この授業のうち、VRの特徴であると考えられる、「ドア・フィニッシャの脱着」、「オーディオの脱着」などはVR動画を拡大して確認できる点、視点切り替えにより他のアングルから見られる点、VRの中でポインターを用いて教員がマイクから学生に説明できる点、ドアの裏面や内部など、従来は見られない部分をVRにより確認できる点があるため、VRを用いた授業による学習効果が期待できると考えられる（図表2—3を参照のこと）¹⁶。

図表2 ドア・フィニッシャのVR画像



図表3 ドア・フィニッシャVR拡大画像



図表4 VRグループの実験の様子



(2) 対面授業形式の授業実施方法

他方で、「ドア・フィニッシャの脱着」、「オーディオの脱着」に関しては、対面授業形式での従来の実習では、図表5—6の通り、教員がリーダー役の学生に実技を見せた後で、リーダーがグループの残りのメンバー4名に説明し、実技を実施する方法になっている。5名のリーダーが、それぞれのグループのメンバーに説明をする2段階の流れにより演習が行われている。この点から、リーダー役の学生の理解度や説明が他の学生の授業の理解度と実技に影響を及ぼしやすいものと考えられる。また、図表5—6のように学生が教員の実技を見学する際に、場所によっては教員の手元や部品、配線の位置などが見えにくいことがえられる。

図表5 オーディオ脱着の実技



図表6 オーディオ脱着の実技



(3) タブレットグループの授業実施方法

タブレットグループについては従来の実技体験はしないものの、Google クロームブックを用いてVRゴーグルを用いずにVR動画を視聴することが出来るため、教員の講義形式での授業の説明を受けながら、VR画像の拡大や静止をした実技の確認を出来る。そのためVRグループに近い利点があるといえる（図表7）。また、教員もその画面を止めたり、拡大したりもできるため講義と

いっても授業の工夫が可能な点も通常の講義とは異なる点である。

図表7 タブレットグループのドア・フィニッシャの実技動画の授業風景



(4) 各授業実施方法のデメリット

一方で、それぞれの教授方法のデメリットとして、以下の点があげられる。

VRグループはVRゴーグルをしているため、他のグループと異なり、学習した内容のメモを取ることが難しい点があげられる。また、様々な研究でも明らかなように、長時間VRをつけることが困難であるため、実験が長ければ、集中力が落ちたりすることもデメリットとして挙げられる。体験グループについては、前述したように、視覚的に見えない部分が生じる点があげられる。また、グループのリーダーが説明している際には、彼らは待っている時間もあるため、その待機時間もデメリットとなる。ただし、今回の実験ではそれぞれの学習方法のメリットやデメリット等は制約しないで実施を行った。つまり、授業内容に関しては各グループに授業を教授する自動車大学の3名の教員に通常行っている授業内容と教授法のメリットを損ねることがないように実施してもらった。VR、タブレット、実習ともにそれぞれの教授方法にはメリットがある。ただし、授業の目的や器具の取り付け作業や部品の説明など共通する部分については、どの授業でも同じ説明をするように事前に教授内容の確認をしてもらった。そのうえで、対面による実習よりもVRによる学習の効果があるのかを測定する。演習や座学の本来の教育効果の相殺を防ぐため、3つの授業の考えられるメリットとデメリットを残したうえで比較をすることにした。

Ⅲ 学習効果の測定（筆記試験の分析）

では、4つの授業を受講した後に実施した筆記テストの結果に各グループで違いがあったかを検証した結果をみていくことにする。

1 学習効果の検証方法

本稿では、4つの授業の筆記テストの正解数に差があるかどうかを明らかにすることで、自動車整備の授業においてVRを用いた学習支援が対面での従来の教授方法よりも学習効果があるのかを検証することを目的としている。

そのため、従来の実習による学習、VRによる学習、タブレットによる学習の3つのグループで行った4つの授業に関する筆記試験の結果に差があるかを明らかにする統計分析を行った¹⁷。記述統計結果を図表8に示す。また、検定結果が、図表9—10、図表11—12、図表13—14、図表15—16になる。テストの結果については、それぞれのグループで独立しているデータになるため、対応しない¹⁸。したがって、独立した対応のないデータである。また、3つのグループの回答数については正規分布ではない。この3グループの比較については明らかにするために、本稿では、独立した対応のないサンプルによる検定（ノンパラメトリック）、Kruskal-Wallis test（クラスカル・ウォリス検定）を行った。

図表8 各条件における4つの授業試験の正解数についての記述統計量

		記述統計					
		母数	平均値	標準偏差	標準誤差	最小値	最大値
ドア	体験	16	8.75	1.238	0.310	6	10
	VR	17	9.35	0.862	0.209	8	10
	タブレット	16	9.50	0.730	0.183	8	10
	合計	49	9.20	1.000	0.143	6	10
オーディオ	体験	16	13.19	1.047	0.262	12	15
	VR	17	13.94	0.827	0.201	12	15
	タブレット	16	14.25	1.528	0.382	9	15
	合計	49	13.80	1.224	0.175	9	15
整備	体験	16	12.00	1.155	0.289	10	13
	VR	17	12.18	0.809	0.196	11	13
	タブレット	16	12.38	0.719	0.180	11	13
	合計	49	12.18	0.905	0.129	10	13
検査レーン	体験	16	8.56	1.548	0.387	5	10
	VR	17	8.06	1.713	0.415	5	10
	タブレット	16	8.19	1.759	0.440	4	10
	合計	49	8.27	1.655	0.236	4	10

記述統計の正解数を確認すると、どのグループもそれほど差がないと考えられる。ただし、回答の正解数の平均値ではどの項目でもタブレットがもっとも成績はよいと言える。次いで、VRの平均値が高く、体験型が平均値のみの数字では一番低い値となっている。

では、実際にこの3つのグループに差があるのかを図表9以降の結果から確認をしていくことにする。

2 学習効果の検証

(1) ドア・フィニッシュ脱着に関する学習効果

まず、「ドア・フィニッシュ脱着」の結果を示したのが図表9、図表10である。この図表9、10からわかることは体験グループが低い値を示しているものの、VRグループ、タブレットグループの3つのグループ間には差がないということである（有意確率が0.104）。

つまり、VRを用いた学習支援が従来の対面型の体験実習よりも効果があるとは言えないことが明らかになった。ただし、従来型と同等の学習結果が得られる可能性があると考えられる。

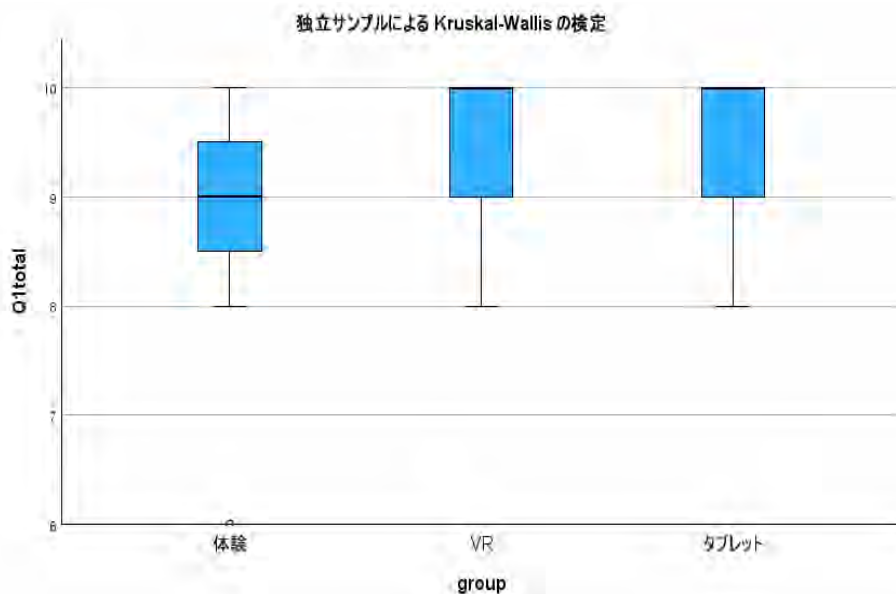
図表9 ドア・フィニッシュ脱着の3グループの検定の結果

**独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の
要約**

合計数	49
検定統計量	4.520 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.104

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表10 検定結果の箱ひげ図



(2) オーディオ脱着に関する学習効果

次に、「オーディオ脱着」の結果を示したのが図表11、図表12である。この図表11、12からわかることは、体験グループが相対的に低い値を示しており、3つのグループの間には統計的に有意な差があるという結果である（有意確率0.003）。どのグループ間に差があるのかをさらに分析をしたところ（図表13を参照のこと）、タブレットグループが体験型の学習よりも有意な差があることが了解できる。

VRを用いた学習支援が従来の対面型の体験実習よりも効果があるとは言えない。しかしながら、VR動画を用いたタブレットが本実験では従来型の体験実習授業よりも学習効果があることが示された（調整済みの有意確率：0.002）。また、VRも従来型と同等の学習の効果が得られる可能性があると考えられる。

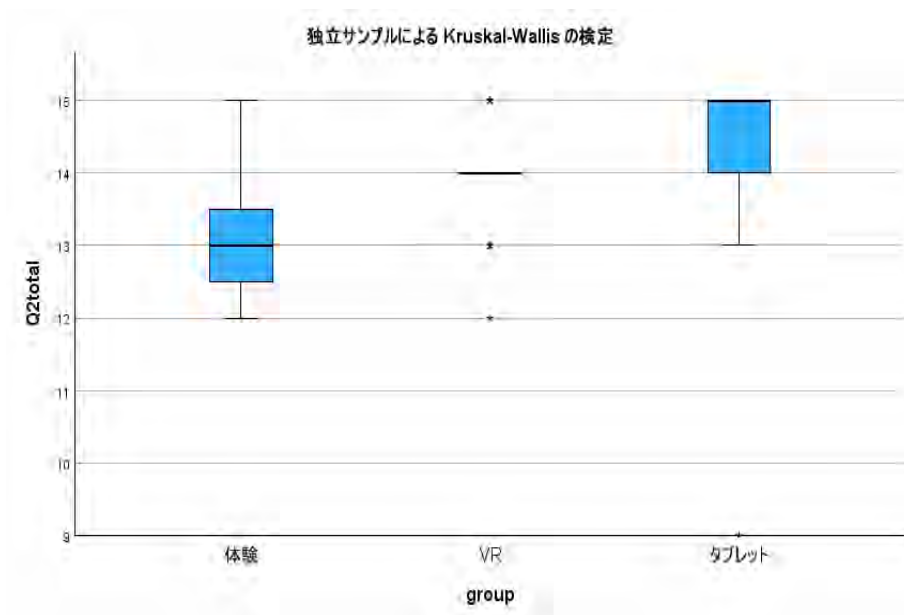
図表11 オーディオ脱着の3グループの検定の結果

**独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の
要約**

合計数	49
検定統計量	11.387 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.003

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表12 検定結果の箱ひげ図



図表 13 group のペアごとの比較

Sample 1-Sample 2	検定統計量	標準誤差	標準化検定統計量	有意確率	調整済み有意確率 ^a
体験-VR	-9.057	4.773	-1.898	0.058	0.173
体験-タブレット	-16.313	4.844	-3.367	0.001	0.002
VR-タブレット	-7.256	4.773	-1.520	0.128	0.385

(3) 整備結果説明ロールプレイに関する学習効果

3つめの授業である「整備結果説明ロールプレイ」の筆記試験の結果を示したのが図表 14、図表 15である。この図表 14、図表 15からわかることは体験グループの正解の平均値が少し低い値を示しているものの、VRグループ、タブレットグループの3つのグループ間には差がないということである（有意確率：0.705）。

つまり、VRを用いた学習支援が従来の対面型の体験実習よりも効果があるとは言えないことが明らかになった。これは言い換えるとVRを用いた学習も従来型と同等の学習の効果が得られる可能性があると考えられる。

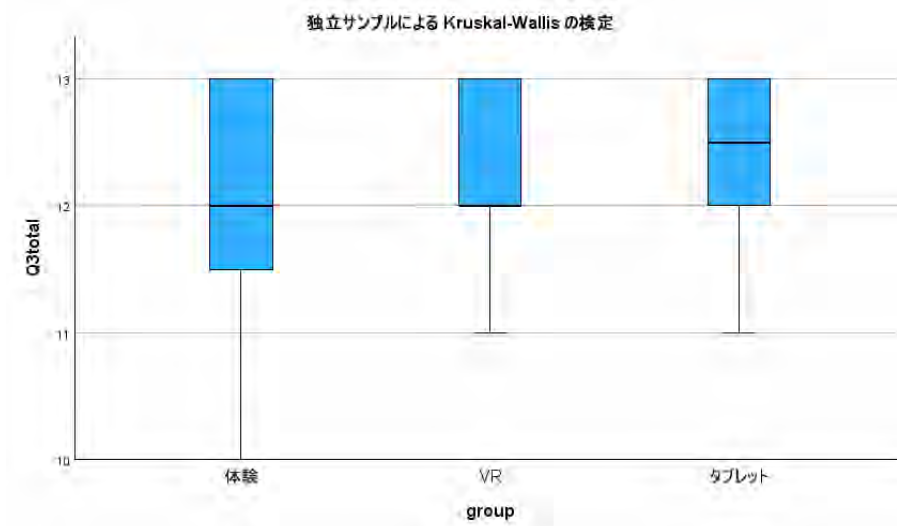
図表 14 整備結果説明ロールプレイの3グループの検定の結果

独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の要約

合計数	49
検定統計量	.699 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.705

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表 15 検定結果の箱ひげ図



(4) 検査ラインに関する学習効果

最後に4つめの授業である「検査ライン」の筆記試験の結果を示したのが図表16、図表17である。この図表16、図表17からわかることはVRグループの正解の平均値が少し低い値を示しているものの、体験グループ、タブレットグループの3つのグループ間には差がないということである（有意確率：0.670）。

つまり、VRを用いた学習支援が従来の対面型の体験実習よりも効果があるとは言えないことが明らかになった。整備結果説明ロールプレイと同様に、VRを用いた学習支援が従来型と同等の学習効果が得られる可能性があると考えられる。

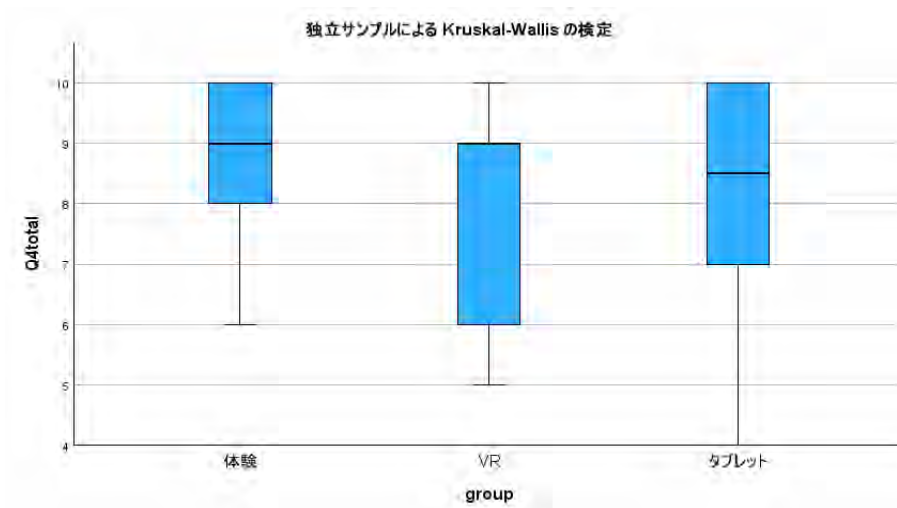
図表16 検査ラインの3グループの検定の結果

独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の要約

合計数	49
検定統計量	.800 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.670

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表17 検定結果の箱ひげ図



IV 授業評価アンケートの分析

1 学習効果の検証方法

授業についての主観評価も学習にとって重要な要素になる。そのため、実験実施日に体験した学習についての満足度などに関するアンケート調査に回答してもらった（図表 19を参照のこと）。アンケート調査の内容についてはVRの先行研究¹⁹と学習効果の測定に関する中野（2008）の先行研究をもとにした²⁰。主観評価の場合、学習満足度や学習意欲は学生の主体性を促す意味で重要な指標になる。そのため、本実験でもVRがどのような効果をもたらすのかを理解度だけではなく、多面的な指標から確認していく。そして、学習に関する意識が3つのグループに違いがみられるのかを以下では見ていく。

図表 18 アンケート調査の記述統計

		記述統計					
		度数	平均値	標準偏差	標準誤差	最小値	最大値
満足度	体験	16	4.31	.602	.151	3	5
	VR	16	3.94	1.237	.309	1	5
	タブレット	16	4.13	.806	.202	3	5
	合計	48	4.13	.914	.132	1	5
理解度	体験	16	4.31	.479	.120	4	5
	VR	16	4.19	.544	.136	3	5
	タブレット	16	4.19	.981	.245	2	5
	合計	48	4.23	.692	.100	2	5
没入感	体験	16	4.38	.619	.155	3	5
	VR	16	3.75	1.000	.250	1	5
	タブレット	16	4.00	1.265	.316	2	5
	合計	48	4.04	1.010	.146	1	5
没入感2	体験	16	4.38	.500	.125	4	5
	VR	16	4.38	.719	.180	3	5
	タブレット	16	4.25	.775	.194	3	5
	合計	48	4.33	.663	.096	3	5
意欲	体験	16	4.19	.544	.136	3	5
	VR	16	3.81	.911	.228	2	5
	タブレット	16	4.00	1.095	.274	2	5
	合計	48	4.00	.875	.126	2	5
わかりやすさ	体験	16	4.50	.516	.129	4	5
	VR	16	4.06	.998	.249	2	5
	タブレット	16	4.13	.806	.202	2	5
	合計	48	4.23	.805	.116	2	5
学習意欲	体験	16	4.13	1.088	.272	1	5
	VR	16	3.63	1.088	.272	1	5
	タブレット	16	3.56	1.153	.288	2	5
	合計	48	3.77	1.115	.161	1	5
学習時間	体験	16	1.13	.500	.125	1	3
	VR	16	1.19	.403	.101	1	2
	タブレット	16	1.13	.342	.085	1	2
	合計	48	1.15	.412	.059	1	3
メモ	体験	16	1.63	.500	.125	1	2
	VR	16	1.13	.342	.085	1	2
	タブレット	16	1.88	.719	.180	1	3
	合計	48	1.54	.617	.089	1	3

図表 19 授業に関するアンケート内容

質問	質問項目等
・授業満足度	授業に満足しましたか?あてはまるもの一つに○をつけてください。 1. とてもそう思う 2. ややそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思わない 5. まったくそう思わない
・授業理解度	授業について理解できましたか?あてはまるもの一つに○をつけてください。 1. とてもそう思う 2. ややそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思わない 5. まったくそう思わない
・没入感	授業に集中して取り組みましたか?あてはまるもの一つに○をつけてください。 1. とてもそう思う 2. ややそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思わない 5. まったくそう思わない
・没入感	現場で行う作業の内容や手順についてイメージすることができましたか?あてはまるもの一つに○をつけてください。 1. とてもそう思う 2. ややそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思わない 5. まったくそう思わない
・授業中の意欲	授業に意欲的に取り組みことが出来ましたか?あてはまるもの一つに○をつけてください。 1. とてもそう思う 2. ややそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思わない 5. まったくそう思わない
・授業のわかりやすさ (内容)	授業内容はわかりやすかったですか?あてはまるもの一つに○をつけてください。 1. とてもそう思う 2. ややそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思わない 5. まったくそう思わない
・学習意欲	VRを用いた学習により学習意欲が高まると思いますか。あてはまるもの一つに○をつけてください。 1. とてもそう思う 2. ややそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思わない 5. まったくそう思わない
学習時間	・授業時以外に1日どの程度学習をしていますか。あてはまるもの一つに○をつけてください。 1. 1時間以内 2. 2時間以内 3. 3時間以内 4. 3時間以上
自由記述	「VRを導入した授業」について、感想やご意見があれば自由記入してください。
講義・タブレット・VR	本日授業中にメモをしましたか。あてはまるものに○をつけてください (※VR条件の学生もこの質問を行う) 1. まったくしなかった 2. 少しはした 3. たくさんした

(1) 満足度に関するアンケート

各グループで教授された授業の満足度について図表19のように「とてもそう思う」から「まったくそう思わない」の5段階の尺度を用いて尋ねた回答に検定を行った結果が図表20、図表21になる²¹。3つのグループの学生の授業の満足度には差がなく、どの授業にも満足度は高いことがわかる (有意確率: 0.856)。VRを用いた授業は学生にとって初めての体験になったことを考えると従来の演習と同等の満足度であることは今後の授業内容の洗練や学生の慣れなどにより、さらに満足度が高まる可能性も考えられる。

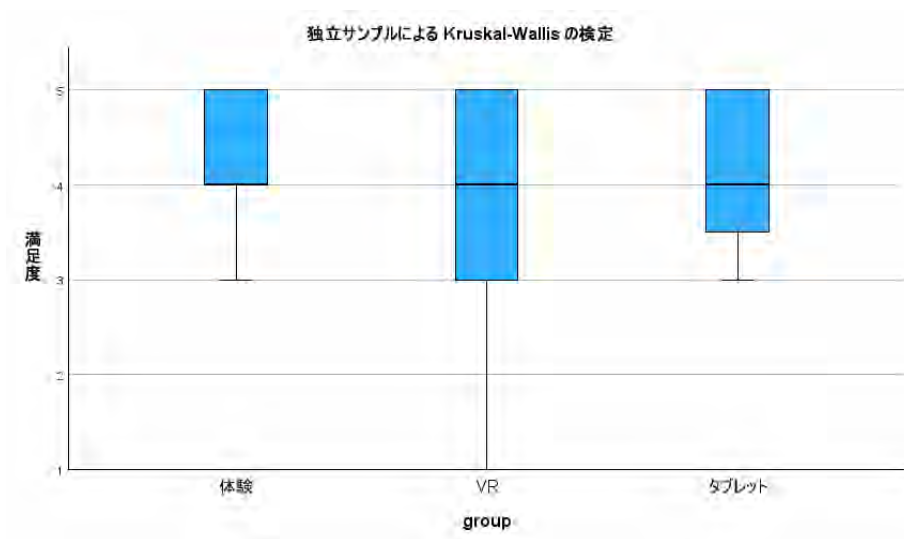
図表20 満足度に関する3グループの検定の結果

**独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の
要約**

合計数	49
検定統計量	.310 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.856

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表21 箱ひげ図



(2) 理解度に関する結果

各グループで教授された授業の理解度について図表19のように5段階の尺度を用いて尋ねた回答に検定を行った結果が図表22、図表23になる。3つのグループの学生の授業の理解度には差がなく、どの授業においても理解度は高いことがわかる (有意確率: 0.884)。VRでの授業は学生にとって初めての体験になったことを考えると、従来の実習と同等の理解度を得られたことは今後可能性があると見える。

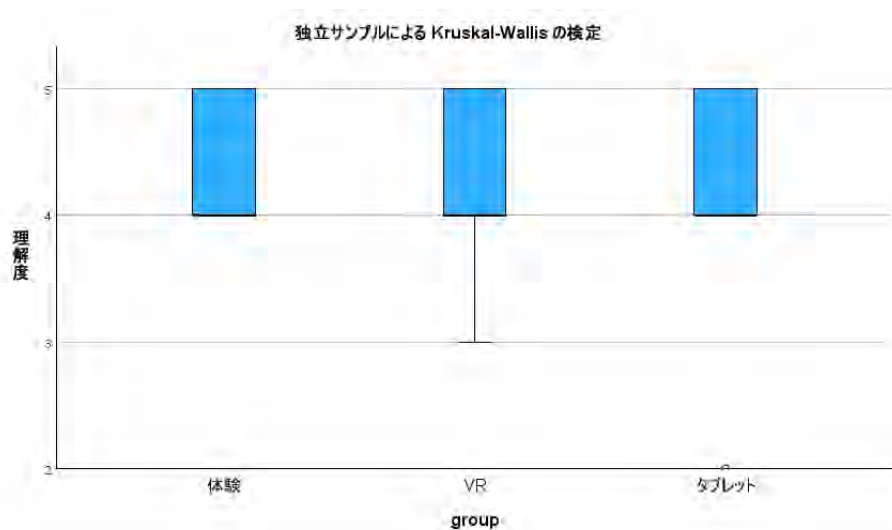
図表 22 理解度に関する3グループの検定の結果

**独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の
要約**

合計数	49
検定統計量	.246 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.884

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表 23 箱ひげ図



(3) 没入感に関する結果

各グループで教授された授業の没入感について図表 19 のように尺度を用いて尋ねた回答に検定を行った結果が図表 24、図表 25 になる。3つのグループの学生の授業の没入感には差がなく、どの授業にも没入の度合いが高いことがわかる (有意確率 : 0.197)。ただし、VRでの授業が平均値は低い。先行研究のようにほかの授業より、VRを用いた授業が没入感が高くなると想定したが、「頭がいたかった」、「長時間で重い」などの自由記述もあったことから、VRゴーグルの快適な着脱方法、視聴時間の改善などの検討が必要かもしれない。

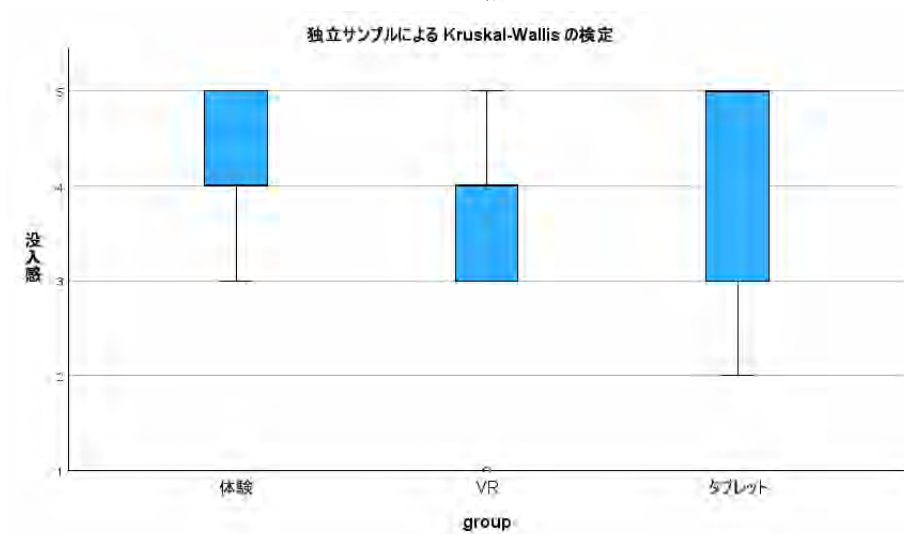
図表24 没入感に関する3グループの検定の結果

**独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の
要約**

合計数	49
検定統計量	3.249 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.197

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表25 箱ひげ図



さらに、授業の没入感について図表19のように尺度を用いて尋ねた回答に検定を行った結果が図表26、図表27になる。3つのグループの学生の授業の没入感には差がなく、どの授業にも没入の度合いが高いことがわかる（有意確率：0.801）。VRでの授業についてはほかの授業より高くなると想定したが、前述の通り、一部の参加者にはVRの視聴と着脱などの問題があるため、その点を改善することでVRを用いたよりよい授業につながると考えられる。

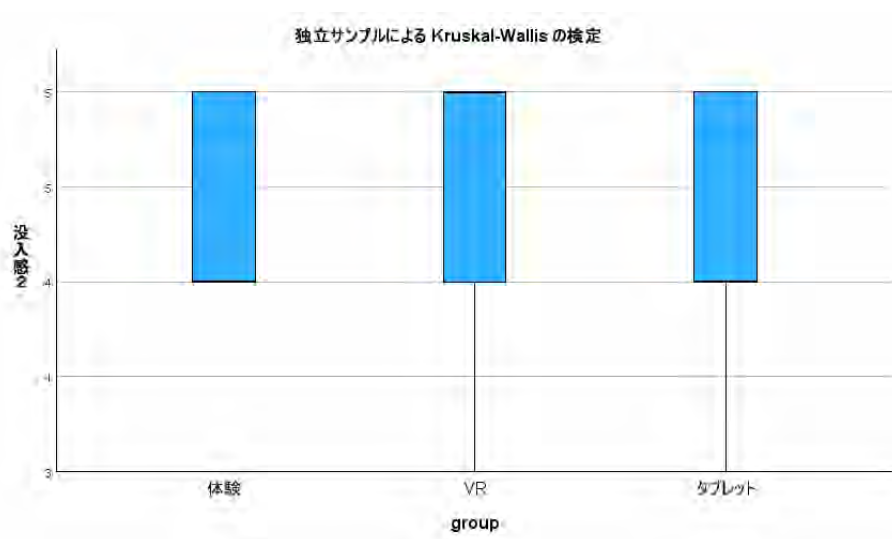
図表26 没入感に関する3グループの検定の結果

**独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の
要約**

合計数	49
検定統計量	.443 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.801

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表27 箱ひげ図



(4) 授業中の意欲に関する結果

各グループで教授された授業の意欲について図表19のように尺度を用いて尋ねた回答に検定を行った結果が図表28、図表29になる。3つのグループの学生の授業の意欲には差がなく、どの授業にも学習に際する意欲は高まったことがわかる (有意確率: 0.726)。

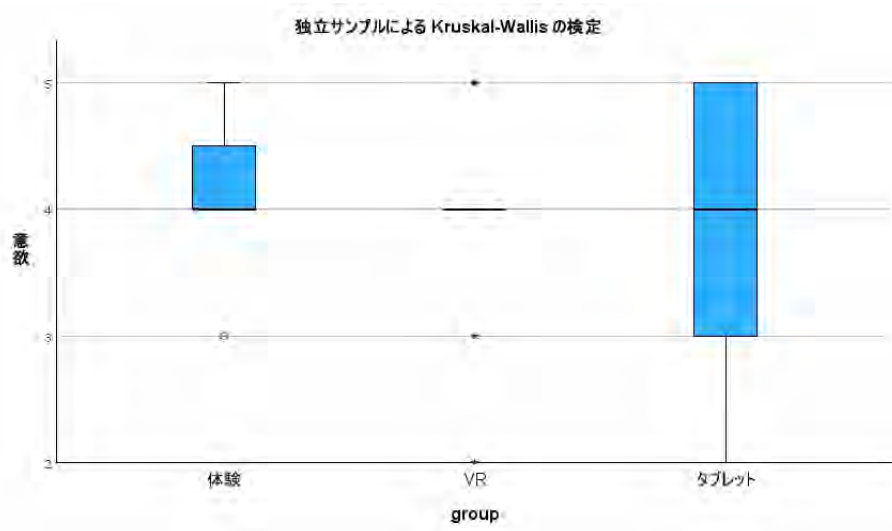
図表28 意欲に関する3グループの検定の結果

**独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の
要約**

合計数	49
検定統計量	.640 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.726

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表29 箱ひげ図



(5) 授業内容のわかりやすさの結果

各グループで教授された授業内容のわかりやすさについて図表19のように尺度を用いて尋ねた回答に検定を行った結果が図表30、図表31になる。3つのグループの学生の授業のわかりやすさには差がなく、どの授業内容もわかりやすいと考えていることがわかる (有意確率: 0.330)。初めてVRを用いた授業を学生が体験したことを考えると、今後、授業内容を洗練させることでより効果的な学習につながる可能性がある。

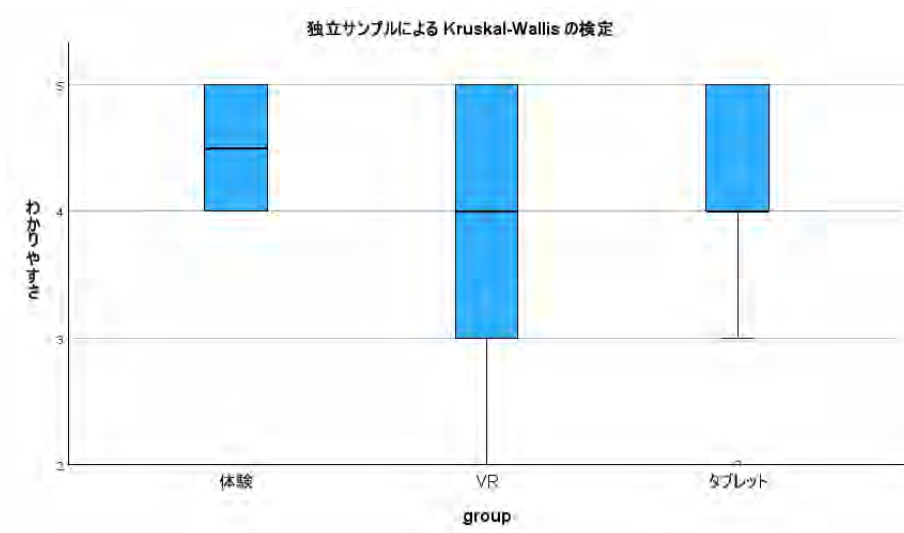
図表 30 わかりやすさに関する3グループの検定の結果

**独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の
要約**

合計数	49
検定統計量	2.216 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.330

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表 31 箱ひげ図



(6) 学習意欲の結果

各グループの参加者にVRを用いた学習は意欲を高めるのかを尋ねた（図表 19を参照）回答に検定を行った結果が図表 32、図表 33になる²²。3つのグループの学生の授業の回答には差がなく、どのグループの学生も意欲を高めると考えていることがわかる（有意確率：0.209）。前述したように、どのような授業で学習意欲を高めるのかは今後の課題ではあるものの、前向きな評価であると考えられる。

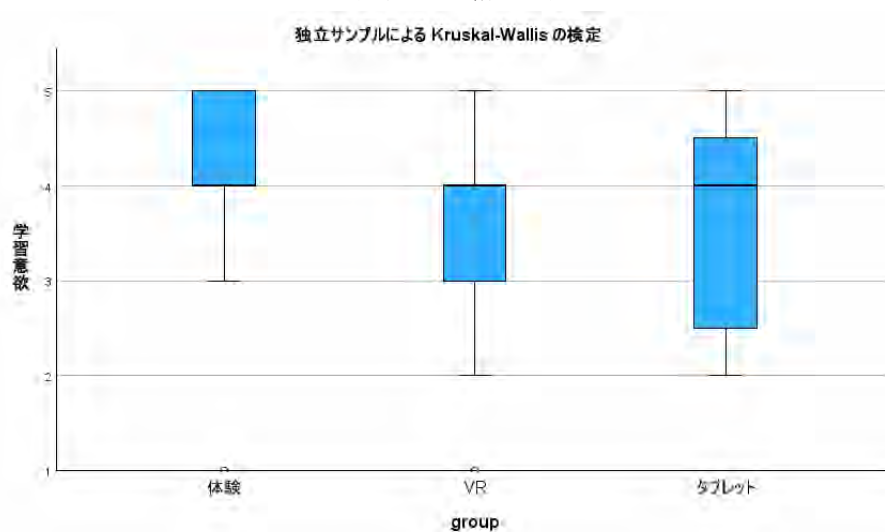
図表32 VRを用いた授業の学習意欲に関する3グループの検定の結果

**独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の
要約**

合計数	49
検定統計量	3.134 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.209

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表33 箱ひげ図



(7) 学習時間

各グループの学生に授業以外に1日でどのぐらい学習するのかを尺度を用いて尋ねた回答に検定を行った結果が図表34、図表35になる。3つのグループの学生の授業以外の学習時間には差がない(有意確率: 0.667)。差がないということは今回の授業において、学外での学習時間が学習の結果に影響を及ぼしていないと考えられる。グループ間の差もないため、条件としては均質なグループでの実験が実施できたと考えられる。

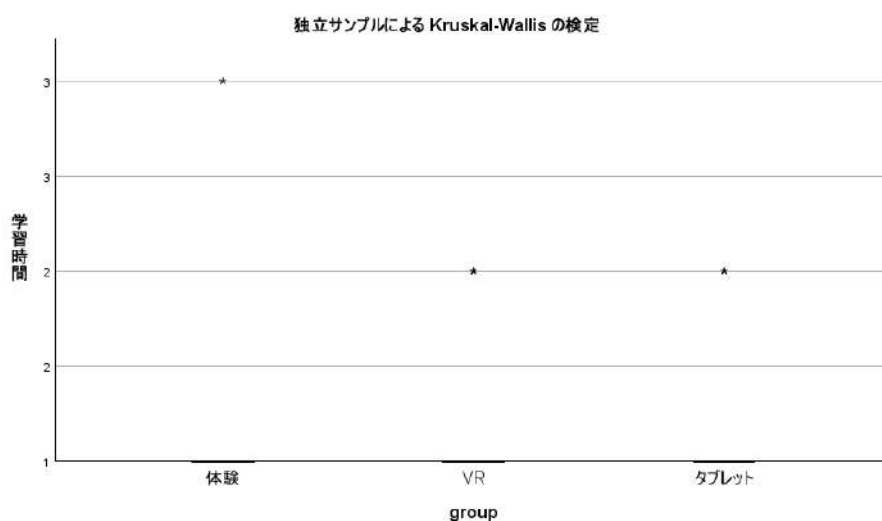
図表 34 学習時間に関する3グループの検定の結果

**独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の
要約**

合計数	49
検定統計量	.811 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.667

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表 35 箱ひげ図



(8) メモの利用に関する結果

最後に、各グループの学生に授業時にメモを取ったのかどうかを図表 19 のように尋ねた回答に検定を行った結果が図表 36、図表 37 になる。3つのグループの学生のメモをとったかどうかには差があることがわかる (有意確率 : 0.04)。

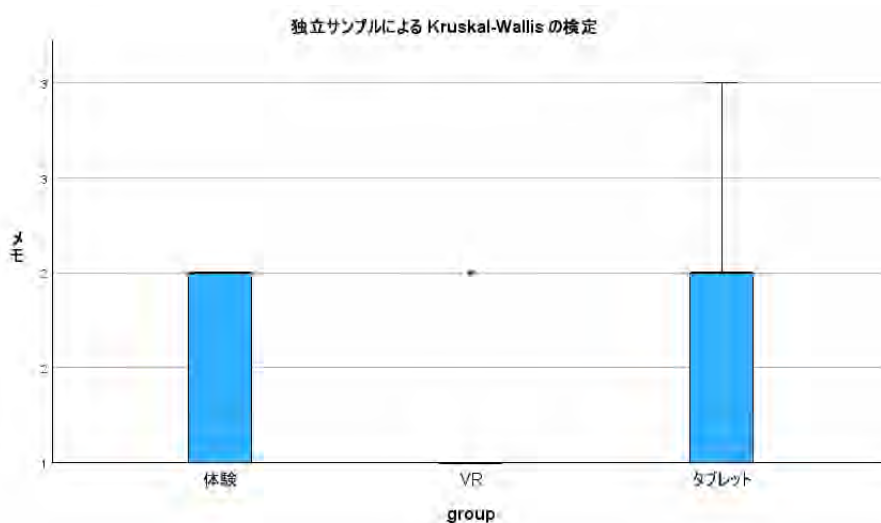
図表 36 授業時のメモに関する3グループの検定の結果

**独立サンプルによる Kruskal-Wallis の検定の
要約**

合計数	49
検定統計量	10.872 ^a
自由度	2
漸近有意確率 (両側検定)	.004

a. 検定統計量は同順位の調整が行われています。

図表 37 授業時のメモに関する3グループの検定の結果



さらに、どのグループ間に差があるのかを確認していくと、図表 38 の通り、VR とタブレットのグループ間で差があることがわかる (調整済みの有意確率: 0.005)。つまり、授業中のメモを取る行為はそれぞれの授業の特性によるものだと考えられる。体験型グループではメモを取ることは可能ではあるが、多くの時間を実際に実技に費やす。また、VR の場合はゴーグルをしながら授業を受けることになるため、メモを取ることは難しい。タブレット用いた授業は講義に近く、かつ動画を自分で VR のように止めたり、画像を拡大したりすることができる。そのため、メモを取る行為に差が出たと考えられる。このようにメモを取る行為のよるグループによる差は3つの授業の特性を表していると考えられるため、それぞれの特性に合わせた授業と学習を提供するためのヒントになる²³。

図表 38 授業時のメモに関するグループ間の検定の結果

Sample 1-Sample 2	group のペアごとの比較				
	検定統計量	標準誤差	標準化検定統計量	有意確率	調整済み有意確率 ^a
VR-体験	10.316	4.420	2.334	.020	.059
VR-タブレット	-14.004	4.420	-3.169	.002	.005
体験-タブレット	-3.688	4.486	-.822	.411	1.000

各行は、サンプル 1 とサンプル 2 の分布が同じであるという帰無仮説を検定します。漸近有意確率 (両側検定) が表示されます。有意水準は .050 です。

a. Bonferroni 訂正により、複数のテストに対して、有意確率の値が調整されました。

V 結論

本稿では、VRを活用した自動車整備の新たな教育・研修支援システムの効果を検証するために、日産愛媛自動車大学校での実証実験を行った。その結果、VRを用いた教育支援システムは従来の対面での実習と比較して学習効果に差があるとは言えないことが明らかになった。VRを用いた学習が他条件よりも優れているとはいえないものの、初めてVRを学習支援として活用しながら授業を実施したと考えると、従来と同等レベルの学習効果がみられたことは意義があると考えられる。また、VRの動画を使用しているタブレットグループが、視覚的に見にくいであろう対面での実習と実技の授業よりも筆記試験の結果ではあるが、よい成績であることは、今後、VRを用いた学習の活用には可能性がある結果であったと言える。VRのような新しい技術も授業の特性などに応じて効果的に使用することにより、自動車整備の学習支援に活用できる可能性があることを本研究結果は示唆するものだと考えられる。再テストでは学習効果は3つのグループに差がないことを考えると、1週間ではあるが時間がたってもVRを用いた学習には従来の対面での実習と実技の授業と同等の学習効果が期待できることを示唆しているといえる。

また、先行研究でも指摘したように、サンプル数が多いとは言えないが自動車整備の授業のクラスサイズに近い協力者を可能な限り集め、適正なサンプル数に近づけて3グループでの比較をして学習効果を測定できたことも意義があるといえる。

ただし、VRを用いた学習にはデメリットもあった。VRに関しては、最後の授業の検査ラインが30分以上の動画であったため、受講生のアンケートでは「頭が痛い」などの指摘が寄せられていた。このことから、長時間の使用についてはまだ難しい点があげられる。技術により改善されるかもしれないが、特性に応じた使用方法も検討する必要があるといえる。また、VRの場合はゴーグルをしながら授業を受けることになるため、メモを取ることは難しいという点も挙げられる。

ただし、アンケートによる主観評価ではVRに対する学習意欲なども含めておおむね評価は高く、そうした点も含めて、VRを用いた授業の学習効果の可能性をどのように活用するのかは、そ

の技術のメリットとデメリットをよく勘案したうえで授業設計を行う必要があるといえる。

現時点で自動車整備の従来対面型の演習については、5名一組で行い、その1名が教員から聞いていた内容を伝達して、他の学生が演習をしていた授業などもあったことを考えると、その代替になりうる可能性があることは意義があったといえる。ただし、本実験は1回の効果検証にとどまるため、再度効果の検証を行い同等の学習効果があるのかを継続的に確認ができることも必要となる。また、VRの使用に関するメリット、デメリット、ほかの教授方法のメリット、デメリットなども勘案したうえで実験の設計を考えて実施する必要がある。教員のVR教材に対する習熟による、学習効果の変化の可能性も考えられる。対面での実習、タブレットを用いた教授方法との違いを埋めるために特性は活かしつつ、教授内容に差がないように検討したうえで実施したが、教員・学生ともにVRを用いた授業ははじめてであったことの影響は排除できない。今後の教授方法の習熟度も含めて検討することでより正確に学習効果を測定することも課題であるといえる。

測定方法に関しては、本実験では、筆記試験による知識の定着に関する学習効果を測定したが、自動車整備士としての能力が備わったのかという最終目標を考えると、測定指標として座学以外にも実技試験も行う必要がある点も今後の課題であることは記しておく。

追記

本研究は愛媛日産自動車株式会社との受託研究の成果である。

また、本論の結果の一部を2023年日本教育工学会の研究大会で報告をした。その際に際多くの示唆あるコメントをいただいた会員にはお礼申し上げます。

¹ 「新型コロナウイルス感染症の状況を踏まえた大学等の授業の実施状況」文部科学省（2020）。この調査結果によると、令和2年7月段階では大学等の高等教育機関のすべてで対面及び遠隔授業を実施していた。

URL https://www.mext.go.jp/content/20200717-mxt_kouhou01-000004520_2.pdf（最終閲覧日：2022年12月12日）

² 辻靖彦・高比良美詠子・稲葉利江子・田口真奈（2022）「コロナ禍におけるオンライン授業のICT利用に基づく類型と学生の受講態度との関連」『日本教育工学会論文誌』J-STAGE Advance published DATE : 31 October, 2022 DOI : 10.15077/jjet.46032

³ 山田 剛史（2020）「教員から見たオンライン授業—京都大学での教員調査から—」

URL https://www.nii.ac.jp/event/upload/20200925-08_Yamada.pdf（最終閲覧日2022年12月14日）

³ 高崎光浩（2008）「対面式講義における効率化と質向上を目的としたICT活用」『大学教育年報』第4号，pp.11-26.

⁴ 小清水貴子・大石智里・藤木卓・寺嶋浩介・室田真男（2012）「教員養成課程におけるICT機器を活用した模擬授業の実践と学生の意識の変容」『日本教育工学会論文誌』36，pp.69-72.

⁵ 「令和3年度「専修学校における先端技術利活用実証研究」〈事業概要〉」文部科学省（2021）

URL https://www.mext.go.jp/content/20210518-mxt_syogai01-000015063_1.pdf（最終閲覧日2023年9月25日）

⁶ 伊藤豊・竹内誠人・見上柊人・川村洋平（2020）「資源開発教育用VR教材の開発およびVR教材を利

- 用した授業の定量評価」*Journal of MMIJ*, Vol.136, No.5, pp.33-39.
- ⁷ 原田諭・須賀川涼太郎・鈴木健介・北野信之介・坂田健吾・藤本賢司・中澤真弓・小川理郎・横田裕行 (2022)「Virtual Realityを活用した遠隔シミュレーション実習の教育効果—知識の評価に関する検討—」『日本臨床救急医学会雑誌』25巻5号, pp.797-805.
- ⁸ 瀬戸崎典夫・池見菜穂・北村史 (2021)「模型配置と連動した没入型タンジブル平和学習用 VR 教材の開発」『日本教育工学会論文誌』45, pp.49-52.
- ⁹ 鈴木貴大・鈴木崇弘・千葉紗由李・松永信介・稲葉竹俊「異なる簡易VR学習環境下での学習効果の差異に関する研究」『第73回全国大会講演論文集』pp.455-456.
- ¹⁰ 山内香奈 (2021)「『教育心理学研究』における統計改革の現状—サンプルサイズ設計を中心に—」『教育心理学年報』60巻, pp.122-136.
- ¹¹ 実験当日にVRグループに関しては長時間のVRゴーグルの使用に関しては酔いなどの可能性があることを伝えた上で実施している。また、他のグループについてはVRによる体験をできないことがないように、図表1のように実験終了後に体験をしてもらうことで学修の機会と公平性を担保している。
- ¹² 村井潤一郎・橋本貴充 (2018)「統計的仮説検定を用いる心理学研究におけるサンプルサイズ設計」『心理学評論』61巻, 1号, pp.116-136.
- ¹³ 愛媛日産自動車株式会社より提供された資料を掲載。
- ¹⁴ 日産愛媛自動車大学の教員がそれぞれの授業に基づき作成した筆記試験を回答してもらっている。自動車の整備に関する問題のため、筆記の内容は機器を着脱する順番や使用する用具はどれかなど、整備実技を行うための一連の流れになっている。単純に正解数の数をそれぞれの筆記試験では考慮をして分析をした。
- ¹⁵ グループの選定においては、日産愛媛自動車大学の教員にお願いをした。現在から今までの成績を勘案して3つのグループのメンバーが均質になるように配慮をしている。グループについては、体験が22名(1名欠席)、VRが23名、タブレットが22名(1名欠席)となっている。
- ¹⁶ 本実証実験で用いるVR動画はすべて株式会社アルファコードが作成したものを使用している。VR画像は株式会社アルファコードのプリンキーの動画から使用している。VRについては多く的人数で同時に実施することが困難であったが、近年はデータサイズが大きい場合でも作動するだけの技術が可能になってきている。今回の実験でも映像が止まることはほとんどなかった。
- ¹⁷ 分析に際し、留学生については日本語の専門用語について一部わからない学生もいたため、本分析では分析対象として含めないことにした。そのため、体験グループは16名、VRグループは17名、タブレットグループは16名での分析となる。
- ¹⁸ 例えば、1回目、2回目とテストを同一の集団が受けた場合の1回目と2回目のテストの結果を比較する際には、同じ集団の中での比較であるため、対応したデータとなる。今回のデータは同一のグループのテストの比較データではないため、対応しないデータとなる。
- ¹⁹ 伊藤 (2020) の調査項目である、「学習意欲」、「学習教材への評価」を参考にした。
- ²⁰ 中野良哉 (2008)「学生の授業評価に基づく授業改善の試み—講義型受動的学習型から能動的学習型への展開」『高知リハビリテーション学院紀要』9巻, pp.9-16.
この研究は、VRを用いた学習効果ではないが、授業の改善に向けた、学習意欲、満足度、授業内容の分かりやすさなどの項目も尋ねている。本稿でも授業内容の分かりやすさ、学習内容の理解などもVRを用いた授業は他の授業形態に比べて差があるのかを探索的に検証するために事後のアンケート調査項目に加えた。
- ²¹ 統計分析のため5段階の尺度である、「とてもそう思う」を5、「全くそう思わない」を1と数字はアンケート調査と反転させている。
- ²² VR以外のグループの学生は授業終了後にVRの授業体験を行っている。そのため、体験後にアンケートを行い、VRを用いた授業が学習意欲を高めるのか尋ねている。
- ²³ VRでも学生により着脱をしてメモをしている場合もあったが、ほとんどの学生は装着しており、視聴による疑似体験などメリットもあるが、現時点でのデメリットと考えられる。