

中高生を対象とした バーチャルリアリティ授業視聴実験

長宗 輝樹¹ 笹倉 万里子¹ 橋倉 彰宏² 西 和彦³

概要: 本研究では、学習をサポートする方法として VR で授業視聴をすることが有効かどうかについて、技術的な側面と生徒の心理的側面から検討する。実際の中高生に授業を撮影し作成した VR 授業動画を視聴してもらいアンケートとヒアリングを行う。学習をサポートするには多くの問題を解決しなければならないことが明らかになった。しかし、それらの問題を解決せずとも、コンピュータを用いる 2D 映像での授業視聴の代替手段になるという結果が得られた。また、問題を解決することにより、実際の授業の代替手段にもなりうると考えられる。

キーワード: バーチャルリアリティ, 遠隔授業, 中学生, 高校生

An experiment of viewing virtual reality lesson for junior high and high school students

TERUKI NAGAMUNE¹ MARIKO SASAKURA¹ AKIHIRO HASHIKURA² KAZUHIKO NISHI³

Abstract:

In this research, we investigate the technical and psychological aspect as to whether VR lessons support school learning. Junior High School and High School students watched VR videos, completed questionnaires, and participated in post-lesson discussions. In order to support learning, it is necessary to solve many problems, such as improving the image quality and taking notes. If these problems are solved, VR lessons will be viable alternatives for students who can not attend school directly.

Keywords: Virtual Reality, Remote class, Junior high school students, High school students

1. 序論

現在、中学校・高校には様々な問題で登校できず授業に出られない生徒がいる。怪我や病気で登校できない生徒もいれば不登校の生徒もいる。不登校の生徒は現在の教育現場では無視できない数に達している [8][9]。登校できない生徒は、授業に出席できないため、学習をどのようにサポートするかが問題となっている。サポートの方法として、授

業とは別に個別指導を行う方法がある。しかし、個別指導では他の生徒が発言した意見などを聞くことができない。別の方法として、撮影した映像を用いてパーソナルコンピュータを使い映像授業をうける通信制高校の仕組みが注目されている [5]。しかし、この方法では授業映像を見ずに再生しているだけの生徒がおり、学習効果が上がらないのではないかと、教育現場では言われている。

バーチャルリアリティ（以下、VR とする）を用いてこれらの問題を解決することを試みる。授業を受けられない生徒が実際の授業を撮影した映像を VR で視聴することで、実際の教室内で授業を受けている他の生徒と同じ体験ができるようになるのではないかと考える。ヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD とする）を装着して視聴す

¹ 岡山大学大学院自然科学研究科
Graduate School of Natural Science and Technology,
Okayama University

² 学校法人須磨学園
Suma Gakuen

³ 東京大学工学系研究科機械工学専攻 IoT メディアラボラトリー
School of Engineering, The University of Tokyo

るため高い没入感が得られ、映像を再生するだけの生徒を減らすことができるのではないかと考える。

本研究では、学習をサポートする方法として VR で授業視聴をすることが有効かどうかについて、技術的な側面と生徒の心理的側面から検討する。VR を用いリアルタイムで授業映像を配信することにより、教室以外の場所でも、教室で授業を受けられるように感じられることが理想であると考えられる。しかし、本研究では、通信速度の問題からリアルタイムの映像ではなくあらかじめ撮影した映像を用いて実験を行う。実際の中学校・高校の授業を撮影し、その撮影動画を実際の生徒に視聴してもらいアンケートを取る。その結果、現在の VR 技術を用いた VR 授業視聴が生徒に受け入れられるかどうか、受け入れられる場合は実際の授業と比較しどうなのか、その利点・欠点を明らかにする。

2. 関連研究

教育分野での VR を用いた研究は、2 種類ある。1 つ目は、授業内のコンテンツとして VR を用いるものである。2 つ目は、VR を用いて授業を視聴するものである。本研究は後者に当たる。

VR を教育分野に導入することに関して、松原は VR 技術の基本的な考え方、構成要件を整理し、教育システムとの関係について考察し、新しいメディア技術として期待が高いが、システムの実現レベルによっては高価格になり導入が困難であると述べている [7]。今もその状況は本質的には変わっていない。ただ、VR 機器に関しては、現在ではコンピュータやスマートフォンが普及していることから、システムを導入するのが比較的簡単になっている。また、上松は先進国ではすでに始まっている VR などの最新のテクノロジーを用いた教育を日本においても早急に検討することが求められていると述べている [1]。

2.1 授業内で VR を用いる研究

授業内で VR を用いる研究として、松原らは VR 技術を用いて相対速度・衝突運動・運動量保存則や慣性の法則の学習を実際に体験させ、体験を伴った発見的学習の支援ができ、理解度に応じて適切な学習支援ができると述べている [6]。瀬戸崎らは VR 技術を用いて天文分野を例とした VR 映像で実際に体験する VR 教材を開発し、実際の授業で使用し、VR を活用した授業が理科などの空間的な理解を深める上で有用であり、今後教育現場で VR 教材が使用されていく可能性が高まることを予想している [4]。シンガポールでは、実際に授業内で VR を用いているところもある [10]。

これらの研究や事例は授業内で VR 機器を用いてより理解を深めようとするものである。それに対し、本研究では授業の中で VR を利用するのではなく、授業の代替手段として VR を利用することを考える。

2.2 VR を用いて授業を視聴する研究

授業の代替手段として VR 技術を導入する研究として白戸らは VR 技術を用いてバーチャルスクール（仮想教室）を開発し、VR による遠隔教育の可能性について考察している [2]。白戸らの研究では、コンピュータ内に 3 次元空間を作成しそのなかに自分自身であるアバタを用意し、生徒はそのアバタを操作し、授業を受ける。また、相互のやり取りにはチャット操作を用いる。この研究では HMD ではなく、パソコンの画面を操作するものになっている。その結果、アバタ操作とチャット操作を同時に行わなければならない、学習者がアバタ操作に集中してしまいチャットでの会話が断続的になってしまう問題点や、ウィンドウの提示や操作に関する問題が明らかになった。一方で、学習者のチャットによる私語の抑制が困難であるという現実に近い問題点があったことで、現実に近い学校の実現がある程度達成できていると述べている。

白戸らの研究では、HMD を使用していなかったが、本研究ではスクリーンを用いた視聴実験ではなく、HMD を用いた実験を行う。鈴木らはスクリーンを用いるよりも HMD を用いた方がより高い没入感と学習効果が得られる可能性が示唆されたと述べている [3]。

3. 目的

本研究では、実際の中学校・高校の授業を撮影し、その撮影動画を実際の生徒に視聴してもらい実験を行う。実験実施後にアンケートとヒアリングを行い、生徒が VR 授業に対してどのように考えているかを調べる。

生徒の属性により VR に対する感じ方が異なるのではないかと考え、アンケートを作成した。アンケートとヒアリングの結果により、以下の仮説を検証する。

- (a) 学年による違い：低学年のうちは友達とのつながりを意識し実際に学校に来て実際の授業を受けることを好み、高学年になるにつれて通学時間をかけずに授業を受けることのできる VR 授業を好む。
- (b) VR の使用の有無による違い：VR を使ったことがない人は VR を使ったことがある人に比べ、機器の重さや自分の手などが映らない違和感を感じやすい。
- (c) 通学時間による違い：通学時間が長いほど、通学時間のかからない VR 授業を好む。

その結果から、現在の VR 技術を用いた VR 授業視聴の有効性を検討する。

4. VR 授業視聴実験

本実験では、実際の授業を撮影し、その動画を VR で視聴してどのように感じたのか、また今後どのような点を改善すれば使いたいと感じるのかについてアンケートを取り考察する。

4.1 実験を行う上での問題点とその解決

本実験の撮影には Humaneyes 社の Vuze VR camera を用いる。Vuze VR camera は 360 度 3D の動画を撮影することができるカメラである。

予備実験として簡単な撮影を行った。その結果、本実験を行う上で技術的な問題として画質の問題があることがわかった。

風景などの映像を見る用途などでは多少文字が読みづらくなっても問題にはならないが、授業を受けうる上で黒板などの文字が読みづらくなることは非常に大きな問題である。文字が読めないことによる問題として以下の 2 つの問題が挙げられる。

- 黒板の文字が読みづらいこと
- 教科書の文字が読めないこと

上記の問題点に対しては、実際の黒板や教科書を画像化し、動画内に合成することにより、読みにくい文字を読むようにする。

4.2 実験設計

本実験は以下の手順で行う。

- (1) 授業動画を VR 撮影可能なカメラで撮影
- (2) 画質が原因となる文字が読みにくくなるという問題を解決するための編集
- (3) VR 授業動画の視聴およびアンケート・ヒアリング調査

実際の中学校・高校の授業は 45 分もしくは 50 分であるが、VR 授業動画の視聴時間を 20 分程度とする。20 分とする理由については、沢山の生徒に視聴してもらうことで多くの意見を得るためと、VR 初心者が体調不調になることを防ぐためである。また、短すぎても授業として成り立たなくなってしまうため 20 分とする。

なお、本実験を行う上での撮影や視聴については学校法人須磨学園（以下、須磨学園とする。）協力の下、中学 2 年生から高校 1 年生の 3 学年で本実験を行う。3 学年で本実験を実施する理由は、学年によって VR 授業視聴についての感じ方の違いを調べるためである。

4.2.1 撮影

実際の教室に在るように感じさせるために、Vuze VR camera を図 1 のように教室の中央に設置し、授業を撮影する。撮影にあたり、三脚を用い生徒が椅子に座った時の視線に合うように設置する。その際に、前の生徒で黒板が見えない問題が起こらないように、カメラのすぐ前に生徒がいない状態で撮影を行う。撮影風景を図 2 に示す。図 2 の画面左側中央付近にあるのが本実験で用いるカメラである。撮影時間に関しては、1 コマの授業時間を撮影する。

撮影する授業は、生徒同士が交流して学ぶアクティブラーニングではなく、教員が講義を行う形式の授業を撮影する。また、学年と教科については、中学 2 年生の国語の授業、中学 3 年生の数学・物理の授業、高校 1 年生の数学

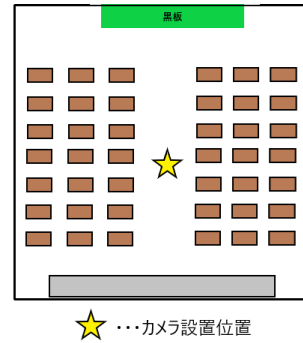


図 1 カメラ設置位置
Fig. 1 Camera position



図 2 撮影風景
Fig. 2 Shooting scenery

を撮影する。

4.2.2 編集

黒板や教科書の文字が読みづらい問題を解決するために、撮影した動画にテキストエディタを用いて作成した黒板と教科書の画像（以下それぞれを、合成黒板・合成教科書とする）を合成する。実際の黒板と合成黒板の違いを図 3 に示す。実際の黒板は色のコントラストと画質の問題で、文字が読みづらくなっている。合成黒板の場合、黒板と文字の部分の境目がはっきりとしていることから文字が見やすくなっている。

編集する動画は 3D 映像となっているため、動画データとしてはトップボトム方式で左目右目の動画が上下に分かれている。その上下共に、合成黒板・合成教科書を貼り付ける。なお、高校 1 年生の数学以外は、教科書を使用しない授業であるため教科書については高校 1 年生の動画にし合成していない。実際の黒板の左右に合成黒板・合成教科書を貼り付けた動画の画像を図 4 に示す。実際の黒板の右側にある緑の長方形の部分が合成黒板。実際の黒板の左側にある白の長方形の部分が合成教科書である。

4.2.3 視聴・アンケート

動画視聴については、Samsung 社のスマートフォンである Galaxy S8 と Gear VR を用いた。本実験でスマート

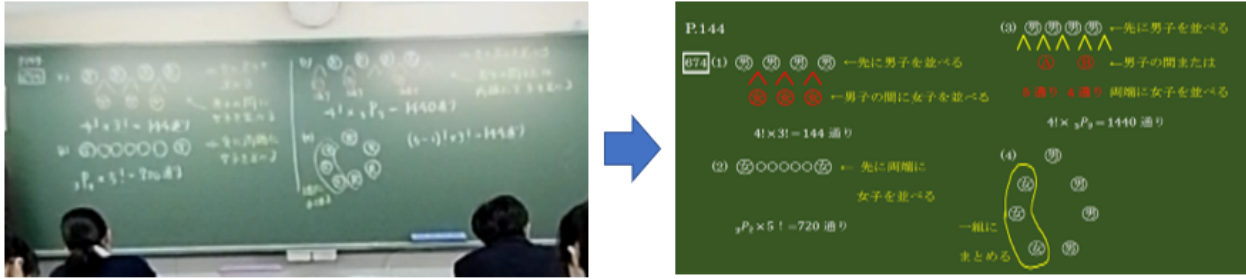


図 3 実際の黒板（左）と合成黒板（右）
Fig. 3 Left: Actual blackboard, Right: Fair copied blackboard

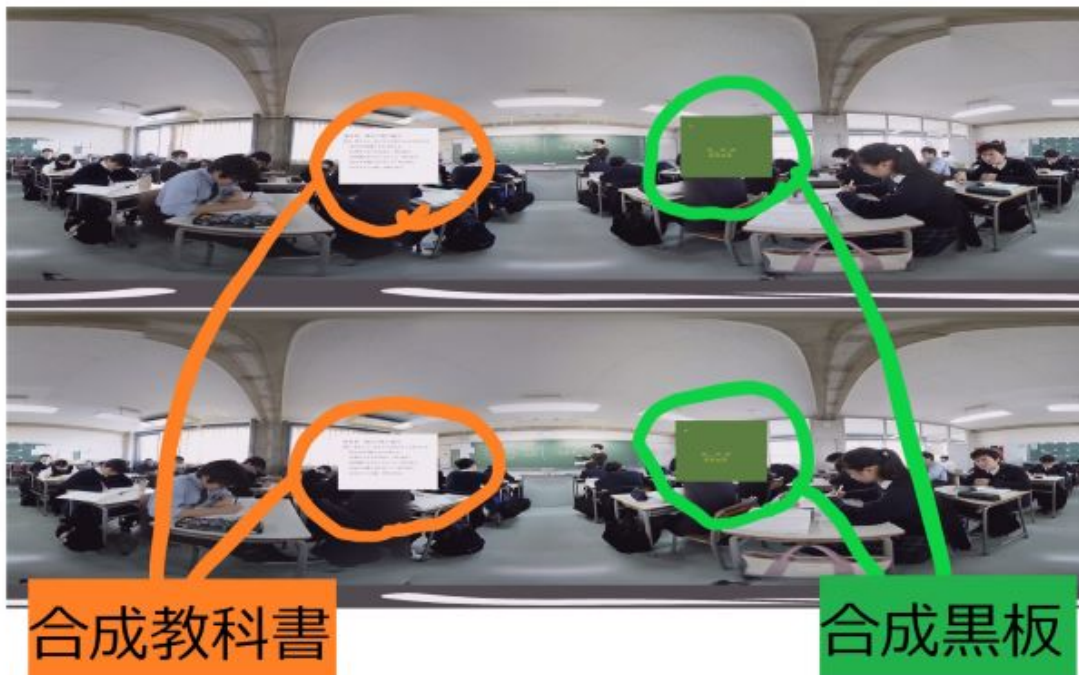


図 4 完成動画のスクリーンショット
Fig. 4 Screenshot of completed video

フォンを用いた理由は、近年中高生はスマートフォンを持っている割合が増えているため、実際の学校教育に導入しやすいと考えたからである。

本実験の VR 動画の視聴後に用いたアンケートの設問は全 22 問で、そのうち本論文では以下の設問について記す。

- Q2 今までに VR 機器を使ったことがあるか？
- Q4 映像の動きは滑らかであったか？
- Q5 黒板の文字は読めたか
- Q10 自分の手などが映らないことへの違和感があったか？
- Q11 機器の重さは気になったか？
- Q12 VR 映像視聴中に、気分が悪くなったりしたか？
- Q14 実際に教室で授業を受けているように感じたか？
- Q16 VR 授業と実際の授業であったらどちらで授業

を受けたいか？

Q17 Q16 で回答した答えを選んだ理由はなにか？
(自由記述)

Q18 家から学校までの通学時間は何分程度か？

Q19 学校以外の場所でリアルタイムに VR 授業を受けたいか？

Q21 学校以外の場所で授業時間外に VR 授業を受けたいか？

4.3 実験結果

須磨学園の中学 2 年生 28 人、中学 3 年生 27 人、高校 1 年生 7 人の合計 62 人を被験者とし本実験を行った。中学 2 年生には国語の授業を、中学 3 年生には数学または物理の授業を、高校 1 年生には数学の授業を視聴してもらった。撮影時期は、それぞれ 2017 年 12 月初旬である。視聴

Q2 今までにVRを使ったことがあるか

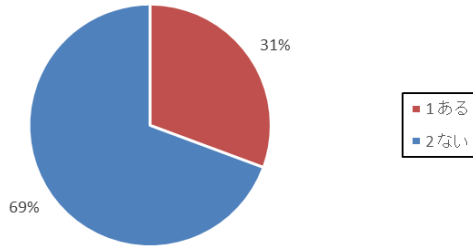


図 5 Q2 の結果

Fig. 5 Result of Q2

Q5 実際の黒板の文字は読めたか

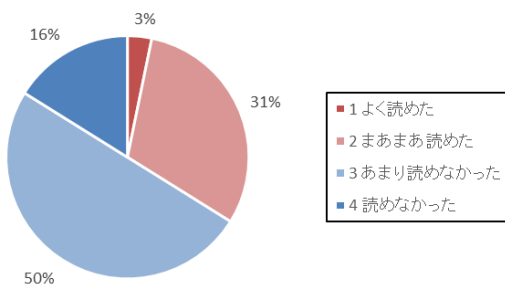


図 6 Q5 の結果

Fig. 6 Result of Q5

は、2017年12月中旬から2018年1月中旬にかけて行った。詳細は表1に示す。

Q2では実験協力者の約70%がVR機器を使用したことがないということがわかった(図5)。VRを使用したことがある生徒は主にアミューズメント施設や職業体験の場で体験していた。また、Q4の回答で95%の生徒が映像の滑らかさには問題がないと回答した。解像度の問題についてはQ5に示すように、半数以上の生徒が実際の黒板の文字が読めないと回答をした(図6)。

実際の授業と違いVRを使用することで考えられる映像を視聴している事に関するアンケートについては、Q10の回答により、約半数の生徒が手などが映らないことへの違和感を感じていると答えている。また、Q11の回答により、約半数の生徒が機器の重さが気になると感じているという結果が得られた。

VR授業と実際の授業の比較については、Q14の回答により、約87%の生徒がVR映像でも実際に授業を受けているような印象を受けると答えている。しかし、本実験のVR授業と実際の授業については、Q16で半数以上の人が実際の授業を受けたいと回答した。VR授業よりも実際の授業を受けたい理由として、Q17で実際の授業の方では「質問ができる」「ノートが書ける」という回答が得られた。

Q16 VR授業と実際の授業のどちらを受けたいか

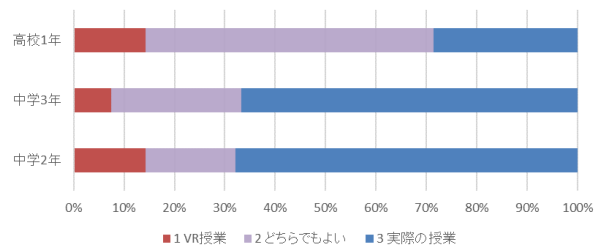


図 7 学年による Q16 の結果

Fig. 7 Results of Q16 due to grade differences

そのため、授業動画を視聴中に質問ができる環境を整えることや、ノートやメモを取れるように改善することが必要と考える。

Q19でリアルタイムでVR授業を受けたいと肯定的な回答が約89%、Q21で授業時間外にVR授業を受けたいという肯定的な回答が約92%という結果が得られた。これらより、現時点での映像の解像度の問題点などを解決することで、今後使用してみたいと考える生徒が約90%程度いることがわかる。また、Q17で現時点での画質や重さの問題があったとしても、復習などで使用するなら問題ないという意見があった。よって、VR授業を実際の授業の代替物と考えるのではなく、補助道具として使用する方法についても今後検討するべきであると考えられる。

5. 考察

アンケートおよびヒアリングの結果をもとに学年による違いやVR使用の有無による違い、通学時間による違いの仮説について検証する。また、実験結果より得られた問題点である、画質、質問対応、およびノート機能に関する今後の課題について考察する。

5.1 仮説の検証

5.1.1 学年による違い

今回の実験では中学2年、中学3年、高校1年と3学年で実験を行った。図7に示すように、学年によってVRを利用したいかどうかに違いが出た。

ヒアリングの結果、VR授業に対する考え方も違っていった。中学2年生、中学3年生にとってVR授業では友達と会えない等の理由から実際の授業を好むことがわかった。また、高校1年生は実際の授業で身につく能力はVR授業でも十分身につく通学時間等も授業に当てることができることから、VR授業の方が良いやどちらでも良いという回答が得られた。この結果より、中学生は学校に授業だけではなく友達とのつながりを求めることがわかり、高校生は授業を重視していることがわかった。

5.1.2 VRの使用の有無による違い

今までにVRを使ったことがある人とない人により違い

表 1 実験詳細

Table 1 Experiment details

学年	中学 2 年	中学 3 年		高校 1 年
教科	国語（現代文）	数学	理科（物理）	数学
撮影日	2017 年 12 月	2017 年 12 月	2017 年 12 月	2017 年 12 月
参加人数	28 人	14 人	13 人	7 人
視聴期間	2017 年 12 月 18 日 2017 年 12 月 21 日 2018 年 1 月 9 日～ 1 月 19 日	2017 年 12 月 13 日 2017 年 12 月 24 日	2017 年 12 月 19 日 2017 年 12 月 20 日	2017 年 12 月 14 日 2017 年 12 月 15 日 2018 年 1 月 18 日

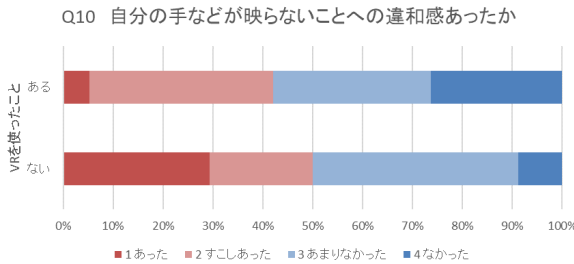


図 8 VR を使ったことがあるかの違いによる Q16 の結果
Fig. 8 Results of Q16 that depends on experience using VR

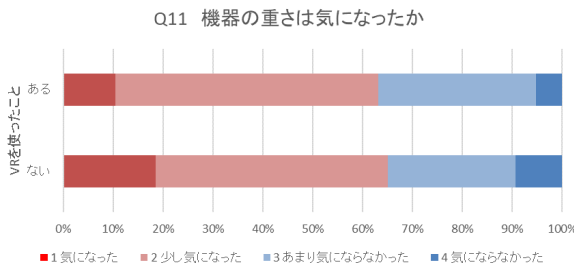


図 9 VR を使ったことがあるかの違いによる Q11 の結果
Fig. 9 Results of Q11 that depends on experience using VR

が出たのが、Q10の自分の手などが映らないことへの違和感があったかという問いである。図8に示すように、今までにVRを使ったことがないと答えたいうちの約半分が違和感があると答えたが、VRを使ったことがある人は半分以上が気にならなかったと答えている。これにより、VRを装着した際の違和感については、使用を重ねるに連れ違和感がなくなるのではないかと考えられる。

図9に示すQ11の機器の重さは気になったかという問いについては、今までにVRを使ったことがある人とない人に大きな差は出てこなかった。これについては、VRを使ったことがある人が本実験にて使用した機器と同様の機器を今までに使ったことがあるのではなく、より頭に固定しやすい機器等を使用していたことも影響しているのではないかと考える。本実験で用いたGear VRは、マジックテープで長さを調整できるゴムベルトを用いてHMDを固定するが、ベルトの締め具合が少しゆるい場合には、首を動かしたときに密着していない分HMDがずれる上に、動くたびにHMDの重みを感じる。そのため、今までに使ったこ

とがあるかないかによる機器への重さの違いは出なかったのではないかと考える。

これらのことから、VRに馴染みがないことへの違和感や機器の重みなどの問題を解決しなければならないことが分かった。違和感の問題についてはVRに慣れることで解決できるのではないかと考える。しかし、図5に示すように、本実験に参加した62人だけでも約30%しかVRを利用したことがないため、普及させていくには非常に時間がかかるのではないかと考える。また、重みの問題については、HMD自体を軽くするか、スマートフォンを軽くしていくしかないのではないかと考える。

Q12のVR授業動画視聴中に、気分が悪くなったかについてだが、VRを今までに使用したことの有無、学年による違いは見られなかった。ほとんどの生徒が、気分が悪くならなかったと答える一方、少し気分が悪くなったと答えた生徒に話を聞くと、「日頃から映像を見ることがあまりなかったため、少し気分が悪くなった」「HMDを装着しながら映像を見ることで違和感を感じながら映像を見るので、少し気分が悪くなった」という回答を得ることができた。この問題については、今までに使用したかや学年による違いではなく、個人の体質の問題が影響しているのではないかと考える。

5.1.3 通学時間による違い

通学時間の違いについては、図10に示すように、通学時間が1時間から1時間半を除くデータからは、通学時間が短い生徒ほど実際の授業を好む傾向が得られた。一方、通学時間に1時間から1時間半かかる生徒についてはこの傾向が当てはまらなかった。ヒアリングの結果で得られた情報では、「通学時間を使って他のことができるから」などと通学時間を自由に利用できるという意見から、このような結果が出たのではないかと考える。須磨学園は最寄り駅から教室まで徒歩約20分であることを考慮すると、30分から1時間では少々自由な時間が物足りなく、1時間半以上になると長く感じてしまうのかもしれない。

Q19のリアルタイムでVR授業を受けたいかという質問に対して得られた結果は、通学時間が短いほど「あまり受けたくない」という意見を得ることができた。ヒアリングの結果より、「リアルタイムで受けるなら学校に来たほうが良いから」という意見を考慮すると、通学時間が短いほ

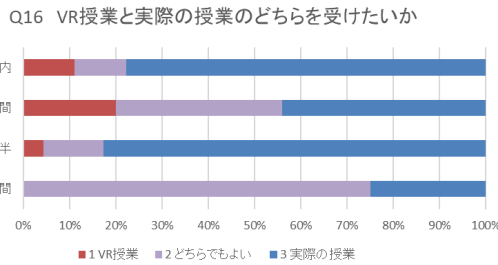


図 10 通学時間の違いによる Q16 の結果

Fig. 10 Results of Q16 due to difference in commuting time

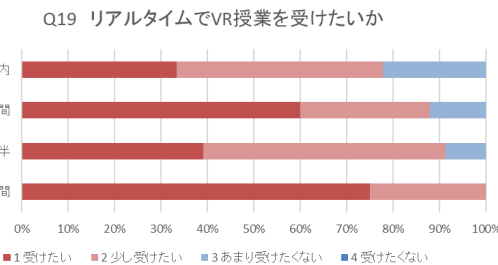


図 11 通学時間の違いによる Q19 の結果

Fig. 11 Results of Q19 due to difference in commuting time

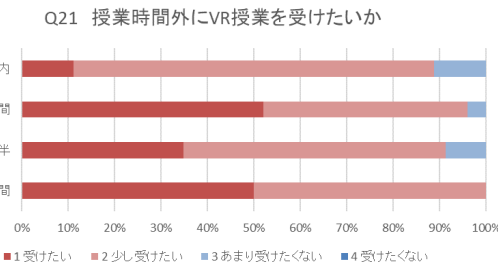


図 12 通学時間の違いによる Q21 の結果

Fig. 12 Results of Q21 due to difference in commuting time

ど、VR 授業動画によって得られる恩恵が低いことからこのような結果が得られたのではないかと考える。

5.2 今後の課題

5.2.1 画質の問題

黒板などの文字が読みづらい問題については、合成黒板を導入することで改善できるのではないかと考える。図 13 の通り、今回の実験でも合成黒板によって改善できている。しかし、この解決策の場合では撮影後に合成黒板を作成し、編集作業を行った後に視聴できるようになるため、今後行おうと考えているリアルタイム通信での VR 視聴を行うことができない。編集作業の時間を短縮させるために、電子黒板を用いる解決方法もある。電子黒板を用いることにより、黒板に書いた文字を即時にデータとして読み取れる。そのデータを用いて合成黒板を作成する方法で編集時間の問題を解決できるのではないかと考える。

また、今回の実験で用いたカメラで撮影した映像の画質

合成黒板と実際の黒板の違い

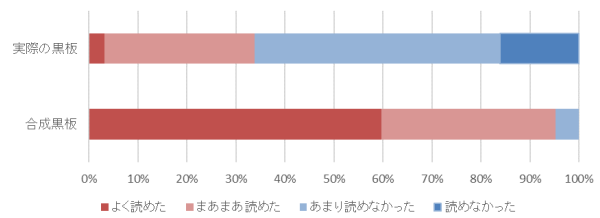


図 13 実際の黒板と合成黒板の違い

Fig. 13 Difference of actual blackboard and fair copied blackboard

が問題であるため、違うカメラを用いることで解決できる可能性もある。より性能の良いカメラを用いれば画質の問題は解決できるかもしれないが、そのようなカメラは一般的に高価である。今後普及させていくことを考えると高価なカメラを用いること以外の方法も考えなければならない。そこで、一般的なカメラを用いる解決策を考える。VR 用カメラではなく一般的なカメラであれば文字を読むことが可能な映像を撮影することができる。そのため、本実験で撮影したカメラとは別に黒板のみを撮影するカメラを用意して、編集時に、合成するといった方法で解決できるのではないかと考える。この方法であれば、合成黒板を作成する時間は考慮せずに済む。

5.2.2 質問ができない問題

質問ができない問題に関しては、映像視聴中に通話機能などを用い、質問することを可能にするといった方法があげられる。しかし、質問が視聴中の映像に反映しない問題が起り、違和感が出てくるといった問題点が新たに出ることも予想される。また、質問した際に映像を止めなければ、質問内容が実際の授業とずれてしまうことも考えられる。

アンケートの記述欄で、その場で質問できなくても、授業視聴後に質問できれば問題ないという回答もあったため、現時点では、授業視聴後に質問ができる環境を整えればよいのではないかと考える。しかし、その場合に映像のどの部分で質問があったのかわかるような機能が必要であると考える。

5.2.3 ノートが書けない問題

ノートが書けない問題に関しては、VR 映像中にメモが取れるシステムを導入することにより解決できるのではないかと考える。その方法として、手元だけをスマートフォンの映像になるように改善する方法や、タブレットと電子ペンを用いてタブレット上に記入した文字が映像上で反映されるようにする方法、新たな機器を使用することで映像内に 3D でメモを取る機能を導入することにより解決する方法などが挙げられる。

手元だけをスマートフォンの映像になるように改善する方法については、手元だけ教室ではない映像が流れること

から映像に入り込みにくい問題点が新たに出ることも予想される。タブレットと電子ペンを用いてタブレット上に記入した文字が映像上で反映されるようにする方法については、手元が見えない中で、タブレット上に文字を書かなくてはならないため、少し書きづらいと感じてしまうのではないかと考える。映像内に3Dでメモを取る機能を導入することにより解決する方法については、現時点でVR空間内にペンを使って3Dイラストを描ける技術が既にあるため、実現可能であると考えられる。しかし、3Dでメモを取るにより、紙などの2Dにする際にどのように出力するかが問題になると考える。

6. 結論

本研究では、実際の授業をVRカメラで撮影し、実際の生徒に視聴してもらう実験を行った。その結果、画質、質問対応、およびノート機能についての問題が明らかになった。しかし、コンピュータで2D映像の授業視聴よりも、VRで3D映像の授業視聴のほうが良いという結果が得られていることから、本実験での手法は、コンピュータを用いた映像授業の代替手段にはなると考える。また、約半数の生徒が技術的問題を解決することにより、VRを用いた授業視聴でも良いと回答していることから、実際の授業の代替手段にはなりうると考えられる。

今後、不登校などの理由で登校できない生徒が実際の授業同様にVR授業を視聴するためには、技術的な面以外にも様々な問題がある。しかし、技術的な面から見れば、VR映像を用いた授業視聴は可能であり、問題点を改善していくことにより、実際の生徒にもより受け入れられていくと考えられる。

謝辞 この研究を論文として発表することができたのは、須磨学園の先生方、生徒たちが貴重な時間を割いて実験に協力していただいたおかげです。感謝の気持ちと御礼を申し上げます。謝辞にかえさせていただきます。

参考文献

- [1] 上松恵理子「最新のテクノロジーを活用した教育方法の現状」サービス学会サービソロジー, Vol. 4, No. 2, pp. 6-9, 2017.
- [2] 白戸仁博「バーチャルリアリティ技術を用いた遠隔教育システムの開発と適用」電子情報通信学会論文誌, D-I, Vol. J83-D-I, No. 6, pp. 619-626, 2000.
- [3] 鈴木貴大「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」情報処理学会第73回全国大会講演論文集, Vol. 1, pp. 455-456, 2011.
- [4] 瀬戸崎典夫「ニーズ調査に基づいた多視点型VR教材の開発と授業実践」日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 11, No. 4, pp. 537-544, 2006.
- [5] 長谷川誠「高校不登校生徒の自立支援に関する試論」教育学部学会紀要, 15号, pp. 139-151, 2016.
- [6] 松原行宏「バーチャルリアリティ環境下での教科教育を

- 考慮した発見的学習支援機構」電子情報通信学会論文誌, D-I, Vol. J83-D-I, No. 10, pp. 1109-1119, 2000.
- [7] 松原行宏「VR技術と教育システム」教育システム情報学会誌, Vol. 17, No. 1 (春号), pp. 56-63, 2000.
 - [8] 文部科学省「学校基本調査」平成29年度調査, 2017年12月22日発行.
 - [9] 文部科学省「児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸課題に関する調査」平成28年度調査, 2017年10月26日発行.
 - [10] daisuke「VRを教育に取り入れるシンガポールの取り組み」VRInside, 2017年5月26日更新 (最終閲覧日: 2018年9月27日).
<https://vrinside.jp/news/vr-education-singapore/>