

全天球授業動画と HMD を用いた 附属中学校の VR 授業参観の効果

岡本 恭介^{1,2}, 板垣 翔大³, 古内 利明⁴, 安藤 明伸^{1,3}

¹宮城教育大学 情報活用能力育成機構, ²宮城教育大学 教科教育学域 (情報科教育)

³宮城教育大学 教科教育学域 (技術科教育), ⁴宮城教育大学附属中学校

概要：2020年度からコロナ禍によって授業参観を実施できず、その代替措置として授業の録画動画による参観が行われてきた。動画で授業参観した協力者の感想から、従来の動画による参観は視点および画角が固定で画角外を見られず、受け身な印象を与えることがうかがえた。全天球動画を HMD で視聴する VR 授業参観では、自分で視点を変えられるため、従来の授業動画とは違った効果が期待される。そこで本研究では、全天球動画を HMD で視聴する VR 授業参観を実施した。実施後の自由記述形式の授業参観で気づいたことを分析した結果、HMD によって臨場感のある視聴や全方向観察しやすい視聴により、興味関心のある授業事象を主体的に捉えられるという効果や身体的負担などの課題が示唆された。

キーワード：全天球授業動画, HMD (Head Mount Display), VR (Virtual Reality), 授業参観

1. はじめに

授業参観は現職教員の授業研究や、保護者にとっての児童生徒の状況把握等だけでなく、教員養成課程の学生にとっては、自分が児童生徒 (以下、学習者) ではない立場で実際の教育活動を知ることができる意義のある機会である。しかし、授業参観を実施するためには、参観者が遠方であっても授業が行われるときにリアルタイムにその場にいないといけないという、時間的・空間的な制約がある。この問題を解決する代替措置として授業の動画撮影や中継が行われることがある。この方法は、例えば著者らの大学では、2020年度から新型コロナウイルス感染症蔓延防止の観点から学校を訪問する授業参観を実施できない場合の措置としても、時間的・空間的な制約を超えた授業参観を可能にした。

授業を動画撮影するにはビデオカメラが用いられるが、カメラの画角に収まらない事象は撮影・中継することができない。その問題に対して、広画角の全天球動画を撮影できるカメラを用いることによって解決することができる。さらに、そうした動画を視聴する機器として、従来のコンピュータの平面ディスプレイだけでなく、Head Mount Display (以下、HMD) があ

る。HMD は視聴者の頭部に装着することで、目前に Virtual Reality (以下、VR) 空間を映し出し、没入感と臨場感のある映像体験ができる。

この広画角の全天球動画で撮影した授業動画 (以下、全天球授業動画) を用いた先行研究として、例えば小野寺 (2020) は授業分析プログラムを開発し、現職教員と学生間で授業を観察する際の注視点の違いについて報告している。また瀬戸崎ほか (2016) は、全天球授業動画を利用して協働学習を記録する授業観察システムを開発し、評価を行っている。評価の結果、非言語的な振舞いや、グループ活動における詳細を観察することが可能であり、振り返りのシステムとしての有用性が示唆された。

これらの研究では、いずれも平面ディスプレイ上で全天球授業動画が再生され、平面ディスプレイ上で再生される全天球授業動画の有用性が示された。さらに近年では、平面ディスプレイではなく HMD で VR 視聴することにより、より臨場感を高める効果を指摘する研究が行われている。

例えば、杉本ほか (2019) は、医療現場において、VR などによる臨場感のある遠隔医療や手術シミュレーション・トレーニングを進めている。また、櫻井

ほか(2018)は、テレワーク下においてもVRによって臨場感を生むことで、疎外感なく主体的に仕事を進めるような取り組みを行っている。こうした臨場感を重視した視聴体験の価値が注目されていることを受け、岡本ほか(2021)は、教員養成課程の学生の授業参観において、従来の授業動画の視聴に対して全天候授業動画をHMDで視聴する授業参観(以下、VR授業参観)を試行し、学生に対するアンケート調査の定量的な分析により、授業動画でもVR視聴することで臨場感が出る可能性を示している。しかし、具体的な授業参観の質の違いについては考察されていない。

今後、教室での直接的な授業観察・参観に加えて、感染症対策としてだけでなく、VR授業参観を多様な授業観察・参観を提供する手段の1つとして有効活用するためには、VR授業参観の効果や課題を明らかにすることが求められる。そこで本研究では、教員養成課程の学生の授業参観において、VR授業参観がどの程度臨場感をもたらすのか、またそうした授業参観の方法による効果や課題を分析することを目的とした。

なお、質についての定義が難しいが、本研究では授業動画により観察することができた「気づき」に注目した。今回は研究目的に即して、HMD動画としての気づきを対象とした。

2. 研究の方法

2.1. 全天候授業動画の撮影および視聴環境

撮影用の360度カメラはRICOH社のTHETA Z1を用い、VR視聴するためのHMDはMeta社のOculus Quest 2を使用した。

「技術科教育実践研究」における授業参観の補完として、授業動画を撮影する必要があったため、撮影対象とした授業は、中学校技術・家庭科技術分野(以下、技術科)とした。授業内容は「光と温度を適切に制御した栽培装置の設計」である。この授業の流れと内容を表1に示す。

カメラの設置位置について、板書や大型提示装置に示された内容が視認でき、教員や生徒の動きをすべて捉えやすく、かつ授業者や生徒の妨げにならない撮影位置を検討し、図1に示す教室前方の黒板と大型提示装置の位置にカメラを設置した。撮影した動画を変換用ソフトウェアにて全天候動画に変換した後、YouTubeにアップロードし、限定公開にて視聴でき

表1 授業場面と内容

場面	内容
導入	・植物工場を扱う民間企業の経営者による、世界の食料供給における植物工場の意義を説明する動画の視聴
展開	・どの地域でも環境の影響を受けずに植物を栽培するための計測・制御プログラミングについてグループで議論、まとめ ・既製品のLEDとファンを制御する栽培装置を題材にして光と温度の適切な制御について思考、プリントへのまとめ
まとめ	・植物工場における具体的なLEDの照射時間や注意点を説明している動画の続きの視聴 ・授業内容のまとめ

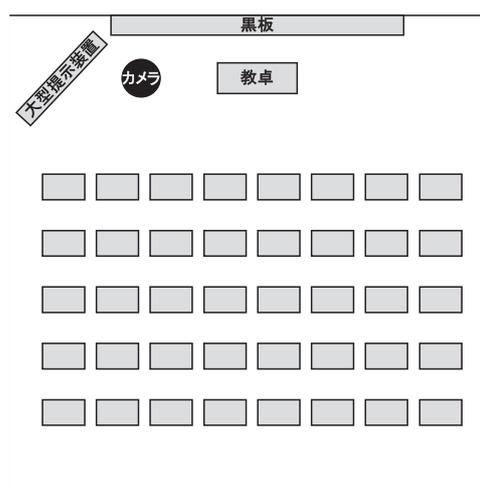


図1 撮影した教室内のカメラの位置

るようにした。

調査の協力者は、教員養成課程の1年生21名であり、調査は2021年7月に実施した。

2.2. 実施手順

あらかじめ、実施の前時及び当日の2回にわたり口頭で協力者に調査の目的や実施内容について説明をした。後述するように、PCでの視聴とHMDでの視聴の2つに協力してもらうことと、その際に強制参加ではなく、いつでも辞退でき、データは匿名で処理し、個人情報として扱わないことを説明し、協力者が納得したうえで視聴を協力してもらった。

実施手順について、まず、HMDで全地球授業動画を見せる前に、授業動画ではないサンプルの全地球動画を利用してHMDで視聴させた。これは、事前にHMDでの視聴を体験させることで、協力者にHMDの操作やVR視聴に慣れさせ、協力者の興味関心がVRやHMDに過度に向くことを軽減し、授業動画に集中させることをねらいとした。その後、平面ディスプレイにて全地球授業動画を視聴させた。その上で、これと同じ全地球授業動画をHMDでVR授業参観させ(図2)、アンケート(岡本ほか2021)に回答させた。その際、目の疲れや体調不良等を感じたら各自の判断で自由に視聴の中断や再開をして良いことを説明し、同意を得た。その後、自由記述形式でVR授業参観によって気づいたことを記述させた。

授業参観で気づいたことの記述については、テキストマイニングソフトであるKH Coder(樋口2002)を用いて集計・分析することとした。



図2 HMDによる視聴の様子

2.3. 授業参観で気づいたことの記述の分析方法

2.3.1. データの前処理

授業参観で気づいたことの記述をKH Coderで分析する際に、前処理として「今回」「思う」という用語を除外した。「今回」という用語は多数頻出しているが、分析対象として意味のないものと捉えた。さらに「思う」という用語は、全ての用語に掛かるため、分析対象から外した。

2.3.2. データの処理手順・方法

前処理と、前処理を実行した後の処理手順を表2に示す。

手順1で階層的クラスター分析(以下、クラスター分析)を実施する。クラスター分析によって、出現パターンの似通った語の組み合わせを探索し、分析結果

表2 データの処理手順

手順	内容
前処理	分析対象として意味のない用語を除外
1	データから階層的クラスター分析を実施
2	各クラスターの頻出数の平均値を算出
3	手順2の最大平均値のクラスターを特定
4	クラスターの各用語におけるコロケーション統計を実施
5	手順4で除外する規則に従った上で最もスコアが高い用語を選出
6	手順5で分析対象となった部分の一文を取り上げ、記述のコーディングとカテゴリライズ

としてデンドログラムが図示される。クラスター分析をする際に、方法・最小出現数・距離を設定することができる。この設定値について、村本ほか(2021)は、自由記述で得た回答の分析において総抽出語数が7,354語に対して、クラスター分析の設定値を「方法:Ward法, 最小出現数:10, 距離:Jaccard係数」としている。本研究における回答の総抽出語数は7,614語とほぼ同等であったため、本分析においても同様に、クラスター分析の設定値を「方法:Ward法, 最小出現数10, 距離:Jaccard係数」とすることが妥当であると判断した。

手順2では、階層的クラスター分析の結果を踏まえて、回答の中から最も特徴的なクラスターについて深く分析するために、各クラスターの利用語の頻出数を合算して、用語数で割った平均値を算出する。

手順3では、手順2で算出した最大平均値のクラスターを特定する。

手順4では、選出したクラスターの各用語にコロケーション統計を実施する。表3は、「使う」という用語を抽出した際のコロケーション統計した例になる。コロケーション統計とは、特定の用語の前後にどのような語が多く出現したかを集計したものであり、回答内で抽出語がどのように用いられていたのかという文脈を探る際に用いる(樋口2020)。表3に示してあるスコアは、ある用語を中心として1つ左(もしくは右)に位置する場合、1が加算される。2つ左(もしくは右)に位置する場合は1を2で除した数値を加算し、3つ左(もしくは右)に位置する場合は1を3で除した数値を加算していくというように、1つ隣に位置が移動するたびに、離れた数値分を除した数値を加

表3 抽出語「使う」のコロケーション統計結果例

N	抽出語	品詞	合計	左合計	右合計	左5	左4	左3	左2	左1	右1	右2	右3	右4	右5	スコア
1	VR	未知語	8	8	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	3.8
2	初めて	副詞	3	3	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2.3
3	HMD	未知語	4	3	1	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	1.6
4	授業	サ変名詞	4	0	4	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	1.5
5	機会	名詞	2	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1.2
6	機械	名詞	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1.0
7	教育	サ変名詞	2	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.7
8	いつか	副詞可能	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.5

算していく。そして、最終的に合算した数値がスコアとして表示される。

手順5では、除外する規則(表4)を定め、コロケーション統計にてスコアが最大であったものを選出する。除外する規則とは、スコアが最大だとしても、用語として分析対象には不向きなものとして決めた4つの除外規則である。1つ目は、通常行うような行為(「動画一見る」)を除外する。2つ目は、ひとつの用語(「YouTube一動画」「動画一視聴」「授業一参観」)として意味のあるものは除外する。3つ目は、否定助動詞「ない」と関係のある用語において(例えば、「感じる一ない」など)、左側に「ない」が掛かっている場合は除外する。4つ目は、用語同士が重複した場合は片方を除外する。例えば、「授業」でコロケーション統計を実施した場合、「見る」が関係する用語として抽出される。次に、「見る」でコロケーション統計を実施した場合、「授業」が関係する用語として抽出される。この場合、どちらかが中心となるだけの違いでスコアが同じとなり、一方を対象とすればいいため、片方を除外する。

手順6では、手順5で分析対象となった回答に対して、神戸ほか(2012)に倣って、コーディングとカテゴリ化を行う。コーディングは「データの切片化」と「ラベリング」の2段階からなる。データの切片化は、文章を意味の切れ目で分割する手続きである。また、ラベリングは、切片化されたデータの内容を端的に表すラベル名を付与する手続きである。具体的には、

切片化したデータに、プロパティ(特性)とディメンション(次元)をつけ、さらにプロパティとディメンションを端的に表現するラベル名を付与する。以上がコーディングである。その後、ラベル名を手掛かりに、類似したものをまとめ、カテゴリとして整理する(カテゴリ化)。

以上の手順に沿って、客観性の観点から第1著者と第2著者の2名で協議しながらデータの処理を行った。

3. 結果

授業参観で気づいたことの記述は協力者21名中19名から回答が得られ、すべてを分析対象とした。

3.1. 分析対象とするクラスターと用語の結果

データの処理手順1の結果を図3に示す。そして、データの処理手順2~3の集計結果について、表5に示す。最も平均値が高いものは、クラスター1の49.8となったため、このクラスターに含まれる用語を分析対象とした。そして、データの処理手順5において、最終的に分析対象とした用語を表6に示す。表6は分析対象とした用語を中心として、関連する用語がどこに位置するかを示している。例えば、「使う一VR」では、「使う」という用語を中心として、「VR」という用語が2つ左側に7つ、3つ左側に1つある文が検出された、ということになる。このことから、この例の場合、VRを使った上での効果について触れている文を取り上げることができる。

3.2. 授業参観で気づいたことのテキスト分析

表7は分析対象とした用語と関連する用語で取り出した文を示したものであり、該当する部分に下線を引いた。これらの文から、HMDでの視聴による効果や注意点に関連する内容を取り出すことができた。また、

表4 処理手順4の除外規則

番号	除外規則
1	通常行うような行為
2	ひとつの用語として意味のあるもの
3	否定助動詞「ない」と関係のある用語において、左側に「ない」が掛かっている場合
4	用語同士が重複した場合における片方の用語

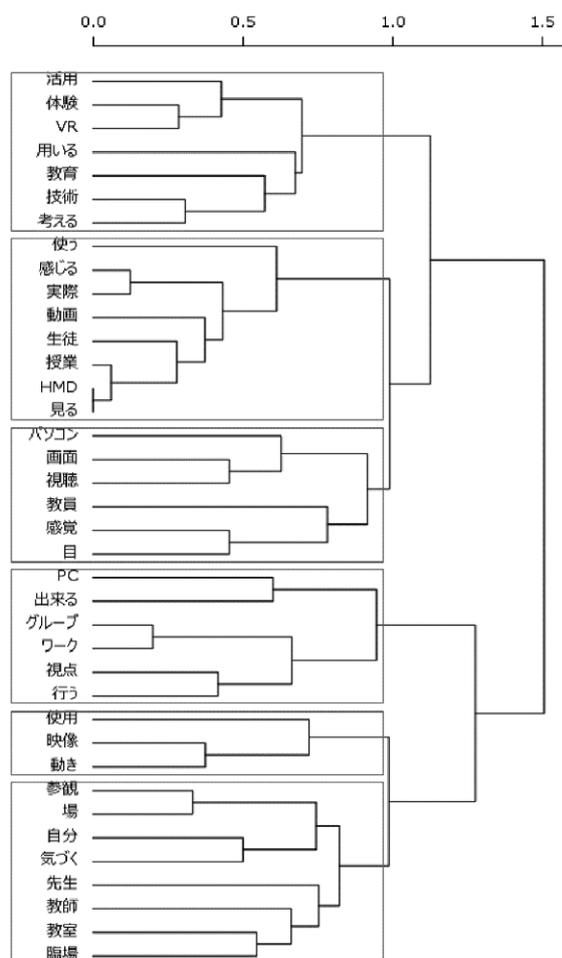


図3 階層的クラスター分析の結果

クラスター1		クラスター4	
使う	21	PC	13
感じる	38	出来る	16
実際	25	グループ	13
動画	51	ワーク	10
生徒	42	視点	26
授業	62	行う	14
HMD	67		
見る	92		
平均値	49.8	平均値	15.3
クラスター2		クラスター5	
パソコン	13	活用	16
画面	18	体験	23
視聴	26	VR	38
教員	10	用いる	19
感覚	15	教育	11
目	19	技術	15
		考える	30
平均値	16.8	平均値	21.7
クラスター3		クラスター6	
参観	27	使用	17
場	14	映像	12
自分	18	動き	10
気づく	18		
先生	17		
教師	10		
教室	13		
臨場	15		
平均値	16.5	平均値	13.0

表5 階層的クラスター分析の結果と頻出数

記述の中で平面ディスプレイでの視聴と比較して記述されている箇所をゴシック体で示した。

3.3. 授業参観で気づいたことの全体集計結果

分析対象とした語句とその関連語句が含まれる文は36文であった。36文を切片化したところ、61の記述に分割された。このうち「今回の講義では、HMDを用いてYouTube動画を見ました」や「今回の授業で

HMDを用いて授業の動画を見て、気づけたことは大きく2つある」といった、授業参観で気づいたことを表しているわけではないものを除くと、51の記述が残った。

これらにラベリングし、ラベル名を手掛かりにカテゴリライズした結果、13のカテゴリが生成された。生成されたカテゴリと、該当する記述の個数を図4に示す。

表6 分析対象の用語と関連する用語

用語	関連	合計	左5	左4	左3	左2	左1	右1	右2	右3	右4	右5	スコア
使う	VR	8	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	3.8
感じる	疲れ	6	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	2.8
実際	教室	3	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1.3
動画	HMD	8	2	3	0	1	0	0	1	0	1	0	2.4
生徒	表情	8	0	0	1	0	0	0	6	0	1	0	3.6
授業	見る	11	0	0	0	0	1	0	6	0	4	0	5.0
HMD	用いる	13	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	6.5
見る	やすい	5	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4.2

表7 HMD授業参観での気づきをテキスト分析した結果

	分析用語 (出現回数)	代表的な記述 (抜粋)
1	使う—VR (8回)	・今回初めてVRを使ってみて、その場にいるかのような臨場感にとっても感動しました。 ・先ほども述べたようにVRを使うことでその場に立っているような感覚になる。
2	感じる—疲れ (6回)	・私自身も、動画を見終えた後は目の疲れを感じた。 ・その後の後半の授業は目の疲れ以外感じませんでした。授業終わりに立ち上がると、自分が酔っていると感じました。
3	実際—教室 (2回)	・以上のようにHMDを利用した授業参観からはPCの視聴だけでは深く注目出来ていなかった点について注目することができ、また、それによって更に効果の高い授業参観を実際に教室に赴かずとも行うことができるのだと理解できた。 ・Youtube動画を見た際の気づきは生徒側にあると思いつつほとんど生徒側しか見ていなかったが、HMDを利用することによって教室内全体を実際に教室にいるように見ることができるようになった。
4	動画—HMD (8回)	・実際にその場になくても、HMDを装着して動画を見ることで、その場に行き授業を参観しているような感覚になった。 ・VRの動画とHMDがあればどこにいても、動画に入り込むことができるのではないかと思う。
5	生徒—表情 (8回)	・視点を固定して見ているときよりも生徒と先生の表情が観察できてよりその場に参加している気がした。 ・今回パソコンとVRを使つての違いとして、VRであるとリアルに生徒の表情や態度などがわかるという事である。
6	授業—見る (11回)	・また、授業参観を通して、PCで見た時よりも、HMDで見たときのほうがより授業に入り込んで見ることが出来たり、教員側の視点で生徒を見ることが出来たりと、実際に授業参観を行っている感じがした。 ・まさに本当に教室の一つの場所に立ち、授業を見ている気になれた。
7	HMD—用いる (13回)	・今回の授業ではHMDを用いて授業参観をして気づいたことは、実際に教卓の上で見渡しているような感覚で参観できることである。 ・今回の授業では、コロナ禍ということもあり実際に学校を伺い授業参観することができないという状況のなか、HMDを用いることでただ授業の動画を見るよりもリアルな体験ができた。
8	見る—やすい (5回)	・360度動画に比べて、生徒の表情が見やすくなったり、教師の動きなどもより見やすくなった。

全13のカテゴリのうち、該当する記述が最も多かったものは「臨場感」であった(13個, 25.5%)。次いで、生徒の状況把握のしやすさ(11個, 21.6%)、目の疲れ(5個, 9.8%)と続いた。その他4件以下の記述としては、HMDで視聴したことに対する長所が各協力者の言葉で記述されていた。目の疲れや酔いという課題が述べられる一方、HMDでの授業動画の内容に対するネガティブな記述は表出していなかった。

4. 考察

図4に示したカテゴライズの集計結果において、臨場感について直接触れられている記述に加えて、臨場感が間接的に影響していると考えられるのは「生徒の状況把握がしやすい」といったことや、表出数としては少数であるものの「教師の疑似体験」「授業参観の疑似体験」「教師の状況把握がしやすい」が挙げられる。

また、表7にてゴシック体で示した平面ディスプレイでの比較として書かれている文章が多いことを踏まえると、HMDでの授業動画視聴の大きな特徴として「臨場感」が挙げられると考察できる。

そして、個別の気づきとしては、「全方向観察しやすい」ことで、「生徒の状況把握がしやすい」と「教師の状況把握ができる」ことが挙げられたのではないかと考えられる。HMDを利用すると首を振るだけで視点が変わることで臨場感が生まれ、協力者にとっては撮影された授業動画を見せられているという感覚ではなく、自分で気になったり、興味関心を持ったりした授業事象を主体的に捉えようとする作用が見られたと言えよう。

「教師の疑似体験ができる」という記述については、本研究でのカメラの設置位置が教室前方の教卓横であり、視線が教師の高さと同じくらいであったため、教



図4 階層的クラスター分析の結果

師としての疑似体験になったのであろう。

その一方で、VR視聴における目の疲れは5件、酔いは4件の記述が見られたことから、休憩を適宜入れながら視聴するなどの配慮が必要である。

5. 結論と今後の課題

本研究では、中学校技術科の授業を撮影した全地球授業動画をHMDで視聴するVR授業参観を実施した。そして、先行研究での定量的な考察に加えて、本研究ではテキストマイニングを用いて「気づき」に関する自由記述を分析した。

本調査の範囲では、HMDによるVR授業参観には臨場感があり、生徒や教師の状況把握がしやすいことが示唆された。また、自分の見たい向きを観察できるため、自分の興味関心に合わせて主体的に授業を視聴していたことが示された。

今後は、コロナ禍のような教室に入れない場合の緊急代替策や、時間的・空間的な制約が無い授業参観方法という表面的な方法論だけでなく、授業動画の特性でもある繰り返し視聴できること、一時停止や早戻しして視聴できる特長を活かして授業参観の質的な価値を高める内容論の議論が求められる。そのことに加えて、VR授業参観ならではの効果として、視聴者の主体的な参観や、臨場感をもった授業参観が期待できるため、より効果的な授業参観の手法として位置づけることができる。しかし、本研究の範囲は、授業参観で気づいたことの記述だけにとどまっているため、他の評価指標や尺度について考察する必要がある。

一方VR酔いや目の疲れなど体への負担を配慮することが課題として明らかになった。今後HMDの解像

度やリフレッシュレートの向上に加え、授業動画自体の高解像度化に応じて、本研究の効果を継続的に検討していく必要がある。

付記

著者貢献について、全体の統括を岡本と安藤が、附属中学校の授業設計と実践を古内が、データの分析を岡本と板垣が行った。また、本学の利益相反マネジメント規程に照らし、これに該当する行為を行っていないことを付記する。

参考文献

- 岡本恭介・板垣翔大・安藤明伸(2021)「全地球授業動画とHMDを用いたVR授業参観の試行」『日本教育工学会研究会』pp.180-185
- 小野寺隼人(2020)「360°パノラマ型動画授業分析プログラムを用いた授業分析手法の開発－授業観察者の注視点を起点にした授業分析－」『宮城教育大学教職大学院紀要』Vol.1 pp.161-169
- 神戸雅一、堀友彦、武岡智、角谷恭一、平岡正寿(2012)「業務分析への質的研究方法適用の検討」『人工知能学会第二種研究会資料』2012 (KSN-010) , 03
- 櫻井広幸、杉本雅彦、日向野智子(2018)「超臨場感テレワークシステムにおける遠隔コミュニケーション評価」『国際ICT利用研究学会論文誌』Vol.2 (1) pp.12-23
- 柴田隆史(2019)「学校でのICT活用の現状と近視予防」『視覚の科学』Vol.40 (4) pp.79-84
- 章斯楠、小野弓絵(2020)「VR視聴時の主観的不快感に関連する生体活動の検出」『生体医工学』Vol.58

(Abstract) p.131

杉本真樹, 谷口直嗣, 新城健一 (2019) 「XR (VR・AR・MR) によるテレグジスタンス・超臨場感コミュニケーションと遠隔医療・手術シミュレーション・トレーニング」『バイオメカニズム学会誌』Vol.43 (1) pp.35-40

瀬戸崎典夫, 鶴本菜穂子, 藤井佑介 (2017) 「協働学習を記録する全地球授業観察システムの評価」『長崎

大学教育学部紀要』Vol.3 pp.191-198

樋口耕一 (2020) 「社会調査のための計量テキスト分析 (第2版)」ナカニシヤ出版

村本 名史, 高根信吾, 安田貢, 塚本博之, 瀧澤寛路, 河合学 (2021) 「バレーボールにおけるタイムアウト取得に関する指導者の意識調査」『バレーボール研究』Vol.23 (1) pp.54-59