

芦屋大学論叢 第81号
(令和6年3月25日)抜刷

《研究ノート》

中学校理科において 360 度教材を利用した観察・実験が
学習者に与える影響

米 澤 頭 人
野 口 聡
田 中 雄 也

《研究ノート》

中学校理科において 360 度教材を利用した観察・実験が 学習者に与える影響

米澤 颯人 (1)

野口 聡 (2)

田中 雄也 (3)

(1) 芦屋大学大学院技術教育学科

(2) 芦屋大学経営教育学部

(3) 寝屋川市立第七中学校

1. はじめに

中学校理科の観察・実験は、実際に身の回りで見られる現象や事象の科学的な分析や解釈を行ううえで必要な学習活動である。中学校理科の学習指導要領(2018)では、「実施時期を考慮したり、継続的に野外観察をしたり、十分な結果が得られなかった観察、実験をやり直したりすることも大切である」と明記された。また観察・実験の実施は、現象や事象の科学的な分析や解釈をするための学習活動の役割だけではなく、学習者の意欲にも影響を与える。松本(2012)によると、事象や現象の観察を行うことによって学習者の学習意欲が高まるという。また、ベネッセ教育総合研究所(2002)の調査によれば、理科の授業において実験・観察を実施する回数が増えるほど、学習者は理科が好きになる傾向があるという。しかし授業者にとって観察・実験の学習活動を行うには、観察物や化学薬品の準備、また理科室を利用する時の事故の予防、観察時期の調節があるため負担が大きい。このような理由から、観察・実験が必要な学習活動であるにも関わらず、十分な時間数をかけられなくなっている。

ところで、文部科学省が2022年10月に公表した「令和3年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果(概要)」によれば、全国の公立中学校における教育用コンピュータの所持数は0.8人/台となっている。また普通教室の無線LAN設備率は、98.1%になっている。それにあわせて、学校現場で利用できるICT教材も増えた。その中の1つに360度教材がある。360度教材とは、カメラを中心に全ての方向を写真や動画で撮影した教材である。

360度教材の写真や動画による観察・実験では、生徒が所持しているタブレット端末で、視聴する方向を自由に操作することができる。それによって、観察・実験をその場で見ているような没入感を体験することができる。(瀬戸崎2016)。たとえば360度教材として用いた学習活動として、瀬戸崎ら(2015)や今井(2020)が実施した体験型学習がある。これは、学習者が360度教材を利用することによって没入感を得ることで、実際にその場にいるような疑似体験ができる。しかし、実験・観察で360度教材を用いて疑似体験させ影響を十分に証明したものはない。そこで本研究では、学習者が360度教材を利用した観察・実験をどのように感じるのかに着目した。

1.2 本研究の目的

本研究では、中学校理科において360度教材を利用した観察・実験が学習者に与える影響を明らかにする。具体的には、観察・実験において、調査1) 生徒が利用したいと考える教材の意識、調査2) 観察・実験において生徒が利用しやすい教材、調査3) 生徒が利用した際の情報共有の人数が与える影響を明らかにする。これらをもとに本研究の目的である360度教材を利用した学習者への影響を示す。

2. 生徒が利用したいと考える教材の意識（調査1）

2.1 調査目的

調査1では、学習者が360度教材を観察・実験に利用する際に感じる意識を明らかにする。そのために360度教材による学習の意見を素直に出してもらった。そこで360度教材を十分に利用したことない生徒を対象にした。そこから、360度教材による観察・実験を利用する際の利点および欠点を示す。

2.2 研究方法

調査1は、中学校理科の生物分野「いろいろな生物とその共通点」の単元において実施する。この単元では、被子植物の種類である単子葉類と双子葉類を区別するために、観察・実験を行う。そうした観察・実験をとおして、単子葉類と双子葉類の共通点と相違点を理解する。そのなかで360度教材を利用した場面は、被子植物の種類を観察である。生徒1人1人が学習用端末を利用して、自由に360度教材の視聴による観察を行えるように設定する。なお360度教材の視聴による観察の時間は、10分ほど行う。

授業後、生徒に対して自由記述によるアンケートを行い、「写真と360度教材を比較した考え」と「360度教材を利用した感想」を書かせる。また、自由記述の回答において1文内で複数の意味を持つ文章の場合は、意味のあるものでそれぞれ分ける。自由記述のカテゴリー分けは、川喜田（1967）のKJ法を参考に、教材に対する利点および欠点に着目して行う。

2.3 結果と考察

本研究では、360度教材を利用した授業に参加した116名の自由記述を分析対象とした。自由記述の一文には、複数の意味合いが混ざっているため、意味のある文節ごとに区切った。具体的には、「ゆっくり観察できるし、授業外でも見直せる」という記述は、「ゆっくり観察できる」と「授業外で見直せる」という2つの意味が入っている。そのため意味のある文節ごとに区切った結果、220件になった。ただし、「たのしかった」、「面白かった」等の具体的な根拠が判断できないものは、解釈できないため分析対象から除外した。その件数は、67件である。

本調査では、表1のようにKJ法を参考に整理し、【360度映像の機能に

表1 KJ法によるカテゴリーの生成

カテゴリー	分類した文節例
360度映像の機能による利点	写真より実際に見ている感がある
	細かいところまで見れる
	操作が簡単
観察実験の簡略化	遠慮せず見ることができた
360度教材利用の工夫	立体として見る需要があまりない
	拡大に限界があり、少し見にくい
	少し酔った
観察物の必要性	実物の方が見やすいと思った
	触ったりできる（方がいい）
立体的に見なくていい	立体として見る需要あまりない

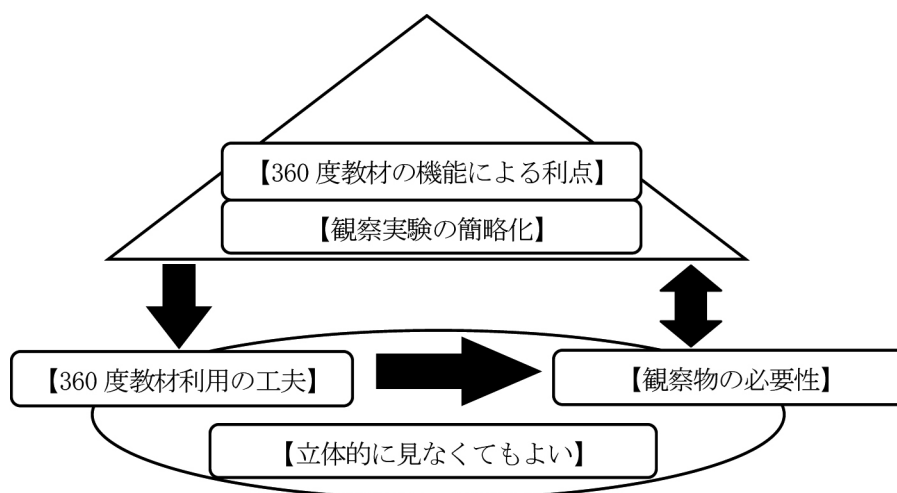


図2 KJ法によるカテゴリーの分類

よる利点】、【観察実験の簡略化】、【360度教材利用の工夫】、【実物の必要性】、【立体的に見なくていい】の5つのカテゴリーを生成した。また、カテゴリーの内容によって、利点と欠点を分け図にした(図2)。三角形に含まれているカテゴリーが360度教材の利点である。また円形に含まれているカテゴリーは360度教材の欠点である。以下で、各カテゴリーについて内容と考察を述べる。

【360度映像の機能による利点】は、360度映像を利用することによる機能的利点を分類したものである。たとえば、「拡大縮小で細かく観察できた」や「写真だったら葉の形などをしたから見れない」など104件である。これらは生徒が、360度教材を用いた観察をタブレット端末で容易に行うことができることから生成されたカテゴリーだと考えられる。そのため、このカテゴリーに分類された自由記述をもとに、360度教材を利用して観察を行うことに向いている観察物や、単元を選定することができる。また、多くの件数がこのカテゴリーに含まれる理由として、生徒自身で操作をしたことで、印象に残っていたからだと考えられる。

【観察実験の簡略化】は、360度教材を利用した観察・実験における生徒の利点を分類したものである。たとえば、「写真だと何枚も配布しなければならない」や「遠慮せず見ることができた」など10件である。これらは、観察・実験を行う際、各生徒のタブレット端末に資料を配布しているため配布時間の短縮や、1つの観察物を複数人で見ないため、遠慮なく観察することができたことを表す。これらのことから1人あたりの観察時間は従来の観察学習よりも長くなり、なおかつ授業時間外でも自身の好きなタイミングで、タブレット端末を用いて観察学習を行うことができる。一方で、観察物を複数人で見ることによって生徒個人が見落としている観察物の特徴を他の生徒とコミュニケーションを取ることによって知ることができ、それによって学習意欲が高まる可能性もある。そのため、必ずしも1人での観察学習が適切とはいえない。

【360度教材利用の工夫】では、本調査の観察・実験の課題を分類したものである。たとえば「操作が難しかった」や「根の部分がみえづらかった」、など37件である。生徒の記述によると、事前に観察すべき部分を事前に提示することや、大きく拡大することによって画質が悪くなることの解決策として重要部位に関しては拡大した写真を黒板等に提示をする工夫が必要である。また、教員が想定していない観察物の部位に対して、生徒が興味を持った際に、実物を1つか2つ準備していることよいと考える。

【観察物の必要性】では、360度では感じる手がかりについての記述を分類したものである。たとえば、「触り心地は実物の方が良い」や「実物があるなら見てみたい」などの11件ある。360度教材は、

立体的に観察することは可能だが、観察物の質感や匂いのような実物でしか体感することができない情報を代替とすることはできない。そのため、実物を1つか2つ用意しておき、360度教材での観察時に、興味を持った生徒が自由に触ったりすることができるようにする工夫が必要であると考えた。しかし、実物が必要であるという記述は、360度教材での観察において、観察物をもっと知りたい、体感してみたいという興味・関心が高まったためと考える。そのため、360度教材を今後うまく活用することが出来れば生徒の興味・関心が高められる。また授業者にとっては、生徒が十分に観察を行う時間が確保できると考える。

【立体的にみる必要がない】では、写真教材のみで十分だという記述を分類したものである。具体的には、「立体として見る需要があまりない」の1件である。【360度映像の機能による利点】と重なる点もあるが、本事例が360度教材の利点を生かせる学習内容ではなかったことにある。そのため、360度教材の利点を活かせる観察物の選択や撮影においても、360度教材が活かせる撮影の仕方や見せ方の工夫が必要である。また、単元と360度教材との相性も関係することから、次の調査では、中学校理科の学習範囲で360度教材の特徴を活かせる観察物や単元を模索していく。

【360度教材の機能による利点】と【観察実験の簡略化】は、【360度教材の機能による利点】が影響を与えている。その理由は、360度教材の機能を使うことで、観察・実験のための準備や実践の簡略ができるからである。実際に、それを写真教材で実現するには、いくつかの角度から撮影された写真を配布する必要があるため、生徒が気になる部分が十分に見せられなくなってしまう。

【360度映像の機能による利点】と【360度教材利用の工夫】は、【360度教材の機能による利点】が影響を与えている。なぜなら、生徒が主体的に操作する360度教材の観察・実験では、教師の意図が十分に伝わらないからである。その工夫として、たとえば注目させたい部分を拡大して提示することが考えられる。このような工夫がなされているほど、360度教材の機能を活かすことができると考える。

「360度教材の利点」と【観察物の必要性】は、相互関係があると考えられる。なぜなら、360度教材の機能による利点は、観察物の全体を俯瞰して見たり、特定の部分を拡大して見たりすることができるからである。一方で、【観察物の必要性】は、実物の匂いや手触りが分からないなどの360度教材の欠点がまとめられている。このような理由で、相互関係にあると考える。

【360度教材利用の工夫】と【観察物の必要性】では、【360度教材利用の工夫】が影響を与えていると考える。理由として、本調査1では、360度教材を利用した際の課題が明確になっておらず、工夫がなされていないからである。そのため、教材利用の工夫がしっかりなされているほど、実物の必要性の件数は少なくなっていくと考える。

調査1では、観察・実験において学習者が利用する教材に感じる意識を明らかにするために、360度教材と写真教材を比較した。その結果、実際に実物を見たいという記述も見られた。これは、生徒の観察物に対する興味・関心が高まったからだと考えられる。しかし、360度教材の利点によって生徒の興味・関心が高まったのではなく、学習教材の新規性による影響も考えられる。そのため生徒が360度教材に慣れたのちに、既存のICT教材である写真教材や動画教材との比較をすることで、観察実験における望ましい教材を明らかにすると考える。そこで調査2では、既存ICT教材と360度教材の比較をする。

3. 観察・実験において生徒が利用しやすい教材（調査 2）

3.1 調査目的

調査 2 では、生徒に 360 度教材に慣れさせたのち、既存の ICT 教材の写真、動画、360 度映像を利用して、学習において好ましい教材を明らかにする。調査 1 では、360 度教材が新しいものであったため興味・関心を引いた可能性がある。そこで調査 2 では、同じ調査協力者に対して、360 度教材を利用したあとで、教材の好ましさを比較することにした。

3.2 研究方法

調査 2 は、中学校 2 年生 110 名を対象とした「地球を取り巻く大気のように」の分野で実施した。この分野では、雲量や風速・風向の記号、雲の出来る仕組みを理解させる。

ICT 教材の好ましさを調査する際に、選択した教材の順序が影響しないよう 2 つの実験群を設定する。1 群では、1 回目の授業で写真教材を利用した観察を行い、2 回目に同様の授業内容で 360 度教材を利用して観察を行う（以下、写真先行群）。2 群では、1 回目の授業で 360 度教材を利用した観察実験を行い、2 回目に同様の授業内容で写真教材を利用して観察実験を行う（以下、360 度先行群）。また、すべての授業は、1 名の授業者が担当したため、教材の利用順に差があるが学習事項の差が無いよう配慮する。

各時間終了後に、アンケート調査を行った。内容としては、5 件法による教材選択アンケート（表 2）と教材評価アンケート（表 3）を同時に回答させる。教材選択アンケートの内容として、学習するのに好ましい教材として 360 度教材、動画教材、写真教材の中から選択をさせ、その理由を書かせる。なお、本調査では動画教材を利用しないが、選択肢の 1 つとして普段の授業で利用している動画教材を入れた。

3.3 結果と考察

調査 2 では、すべての調査データに欠損値を含まず回答した 94 名を分析対象とした。両群において、観察学習を行うのに利用したい教材を選択した数をカイニ乗検定を用いて比較した（表 2）。結果として、両群ともに全ての設問において、360 度教材を選択する生徒が多かった。また自由記述には、「自分で動かせて分かりやすい」ことが挙げられており、360 度教材が選ばれる要因の 1 つとして、自由に自身の意思で自由に画面を操作できるためであると考えられる。

さらに教材の使用感に関するアンケートをそれぞれ 1 から 5 点で得点化し、両群を比較した（表 3）。その結果、「1. 観察物を適切に見られた」では、写真先行群（ $M=3.50$ 、 $SD=0.61$ ）よりも 360 度先行群（ $M=3.83$ 、 $SD=.48$ ）の方が有意に高かった（ $t(93)=2.90$ 、 $p<.01$ 、 $d=.60$ ）。また、効果量も中程度のため、生徒は 360 度映像教材の方が写真よりも観察物を観察した実感があったことが示唆される。理由として、表 1 の結果でも述べたように観察するときに生徒が見たい部分を自身で操作することで自由に見られるからだと考えられる。これは、360 度映像の特性である。一方で、「2. 分かりやすかったか」では、写真先行群（ $M=3.61$ 、 $SD=.57$ ）と 360 度先行群（ $M=3.66$ 、 $SD=.72$ ）に有意な差はなかった（ $t(92)=.31$ ）。同様に、「今回の授業は分かりやすかった」にも有意な差はなかった。その理由として、観察物が 360 度の範囲で見なくとも状態を理解することが可能であるからと考える。さらに「4. 映像に酔った」の設問は、写真群（ $M=2.10$ 、 $SD=1.45$ ）と 360 度映像群（ $M=2.61$ 、 $SD=1.50$ ）で有意な差はなかった（ $t(93)=1.68$ ）。ただし、360 度教材を選択しなかった生徒のなかには、「写真では酔うことがないから」や「360 度では酔ってしまうから」というように、酔ってしまうことを理由として挙げており、少数ではあるが、360

度教材の画面で酔ってしまう生徒がいることが示唆される。

本調査では、生徒が既存の ICT 教材と 360 度教材のどちらを好んで選択するのか、さらにその理由を分析した。その結果、360 度教材は、生徒が興味を持ちやすく、やる気のでる教材であることが分かった。しかし本調査では、写真教材と 360 度教材で生徒が理解しやすいかどうかには差はなかった。一方で、調査 1 と調査 2 の両方の調査において、360 度教材を利用した観察学習は 1 人で行っており、生徒間での情報共有がなされていなかった。中学校理科において、観察・実験を行うときは、グループで実施する機会が多い。そのため調査 3 では、360 度教材を利用した観察・実験における適切な人数を明らかにする。

表 2 教材選択アンケート

設問	A.写真先行群			B.360度先行群			分析結果
	360度教材	動画	写真	360度教材	動画	写真	
1. 観察実験では、どの教材がいいですか	34	7	6	27	14	6	A : 360 度映像 > 動画 B : 360 度映像 > 写真
2. 一番、興味を持てる教材は何ですか	35	7	5	28	15	4	A : 360 度映像 > 動画 360 度教材 > 写真 B : 360 度映像 > 写真
3. 一番、学習できる教材は何ですか	22	18	7	30	13	4	A : 360 度映像 > 動画 B : 360 度映像 > 動画 360 度映像 > 写真
4. 一番、やる気のでる教材は何ですか	34	8	5	26	16	5	A : 360 度映像 > 動画 360 度教材 > 写真 B : 360 度映像 > 写真

表 3 教材評価アンケート

設問	写真先行群		360度先行群		<i>t</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
1. あなたは、教材で観察実験をしたときに、観察物を適切に見られた	3.50	.61	3.83	.48	2.97**
2. 教材を利用した天気の説明は、分かりやすかった	3.61	.57	3.66	.72	.37
3. 教材を利用していない天気の授業より、今回の授業は分かりやすかった	3.90	.54	3.85	.61	.03
4. 写真の利用をすることで、映像に酔った	2.10	1.44	2.61	1.50	1.73 [†]

** : 1%水準、* : 5%水準、[†] : 10%水準 : n.s

4. 生徒が 360 度教材を利用した際の情報共有の人数が与える影響（調査 3）

4.1 調査目的

中学校理科の観察・実験は、複数人で行うことがほとんどである。理由として、他者とのコミュニケーションによって、自身が気づけなかったことや見落としを学習者間で教え合うことにより観察物に興味や関心を持ちやすくなり、学習意欲が高められるからである。ところが、調査 1、調査 2 では、個人の観察・実験を行っている。そこで調査 3 では、中学校理科の観察実験において、360 度教材を利用する際の適切な人数を明らかにする。

4.2 研究方法

調査 3 は、360 度教材を利用する際、個人、ペア、3 人以上の班の 3 つの群を設定する。360 度教材の利用用途として、中学校の理科室を初めて使用する前に、部屋の使い方や危険な箇所を把握させるために 10 分程度使用させる。また、授業終了時に 19 問ある興味意欲、知識に関するアンケート（表 4）を 4 件法で回答させ、1～4 点の得点とする。

4.3 結果と考察

調査 3 では、全ての調査データの欠損値を含まずに回答した 101 名を分析対象とした。理科の観察は、資料の分析や解釈に関する発見や気づきであり、その質は学力に影響があると考えた。そこで定期テストの点数をもとに、平均の±15 点で上位、中位、下位を設定した。この設定をもとに個人、ペア、3 人以上の班の上位と下位の生徒を比較した。また、各群における上位、下位の人数は同数になるよう配慮した。分析方法として *t* 検定を行った。

個人群は、「理科室で授業をしてみたくなった」において下位の方が高く、効果量も大程度であった ($t(24) = 1.25, p < .01, d = 1.09$)。個人群は、自分で見たい部分を自由に視聴できるので、授業を受けたいという意欲が高くなったと考えられる。

ペア群は、「積極的に学習できた」 ($t(23) = 2.03, p < .05, d = .87$) と「自分で実験してみたくなった」 ($t(23) = 2.55, p < .05, d = .87$) において、上位の方が有意に高く、効果量も中程度であった。ペア群は、一人では発見できない部分を教えたり、相手に教えるために積極的に観察したりするためだと考える。

表 4 興味意欲、知識アンケート

群	設問	成績上位		成績下位		<i>t</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
個人	1. 理科室で授業をしてみたくなった	2.62	1.32	3.15	.8	1.25**
ペア	2. 積極的に学習できた	3.46	.66	2.75	1.05	2.03*
ペア	3. 自分で実験してみたくなった	3.62	.65	2.67	1.15	2.55*
3人以上	4. 理科室の雰囲気がわかった	3.72	.46	3.38	.74	1.16*

** : 1%水準、* : 5%水準、† : 10%水準 : n.s

表5 興味・意欲・知識アンケート		
群	成績上位	成績下位
設問：理科室の使い方が分かった		
個人	3.38	3.38
ペア	3.23	3.33
3人以上	3.23	3.38
設問：理科室の危険箇所を見つけることが出来た		
個人	3.23	3.38
ペア	3.31	3.50
3人以上	3.31	3.50

3人以上の班群は、「理科室の雰囲気がわかった」において、上位の方が有意に高く、効果量も中程度であった ($t(24) = 1.46, p < .05, d = .56$)。一人では発見できない部分を教えてもらうという点はペアと共通しているが、一人あたりの説明する時間が減るので、詳細な部分まで伝えられなかったと考える。

一方で、本授業のねらいである「理科室の危険箇所を見つけることができた」や「理科室の使い方がわかった」において有意な差が見られなかった。理由として、全ての群において、上位と下位ともに高い数値で同じ値であった(表5)。このことから、どの群においても本授業のねらいを達成できたと考える。

5. 中学校理科における360度教材が学習意欲に与える影響

5.1 総合考察

本研究では、理科の観察実験に対し360度教材を活用した際の学習意欲を、異なる3つの側面で調査した。結果として、調査1の自由記述において、360度教材での観察学習は、学習者や授業者の手間や時間をかけずに生徒の興味・関心を高める教材だとわかった。実際、生徒に対して学習意欲を高められる教材だったとしても教育現場への導入が難しければ利用することが出来ない。しかし、360度教材の場合、撮影時に見せたい部分を強調する等の工夫を行うことで、撮影した写真や動画に対して凝った編集をせずに利用することができる。また、調査2において、生徒の興味や関心といった学習意欲に対しては、学校現場で利用されている主なICT教材である動画教材や写真教材よりも360度教材が優れているとわかった。このような理由により、初期費用が必要という欠点はあるが、インターネット環境が整っている現在の学校現場において、360度教材を授業の教材として導入する利点は十分にあると考える。

調査1で行った自由記述では、写真教材よりも、360度教材が優れていると記述されていた。記述された理由として、植物の観察では、写真教材よりも360度教材の方が教材の長所を生かしていた可能性があった。しかし調査2で行った天気学習では、教材選択アンケート(表2)において、360度教材が写真教材よりも選択されているため、教材自体に魅力が必要であると考え。しかし、調査2での行った天気の授業では、快晴、晴れ、曇りの3種類を雲量で識別するため、拡大縮小といった操作や、視点移動を必要としなかった。そのため、生徒自ら操作することで学習の実感を持たせられると考える。実際に調査1での【360度映像の機能による利点】は、件数の多数を占めている。また調査2の教材評価アンケート(表3)の設問1「あなたは、教材で観察実験をしたときに、観察物を適切に見られた」では、写真先行群よりも360度先行群の方が、1%水準で有意差があった。このような理由から、360度教材は、新規性による一過

性の興味を引く教材ではなく、他の写真教材や動画教材よりも生徒が好む教材だと考えられる。

調査 3 では、360 度教材を観察・実験時に活用する際の情報を共有する人数が学習意欲に影響することが示唆された。この調査では、群内の成績上位と下位で比較した結果、個人での観察実験を行った後に、ペアでの共同観察を行うことにより、学習意欲が高まると分かった。調査 1 において、360 度教材を利用した 1 人での観察学習を利点として扱っていた。しかし、既存の実物での観察学習の利点である複数人での観察を行うことで観察物の特徴や法則性を共有することができる利点を取り入れることによって、50 分という短い授業時間の中で、多くの観察時間の確保と学習意欲の向上が期待できる。

ところで、360 度教材にも短所がある。360 度教材は没入感があるが、実際に実物を触ることや、匂いを感じることができない。実際に調査 1 では、【実物の必要性】の категорияが生成されている。しかし自由記述において実物の必要性を記入しているということは、観察物に対し興味や関心を持ったと考えられる。そのため、最初に 360 度教材での学習を行ったのちに、実物での観察や自身で実験を行うことによって、既存の観察・実験より興味・関心が高い状態で学習が行えると考えられる。

5.2 まとめ

本研究では、中学校理科の観察・実験を行う際に 360 度教材を利用した場合の学習意欲に与える影響を分析した。その結果、360 度教材は、観察・実験を行う手間や時間を短縮し、容易に学習意欲を向上させる教材であることがわかった。また観察物に対して興味を持たせ、実際に実物での観察を行いたい気持ちにさせる教材であるとわかった。さらに、360 度教材を用いた観察時のグループ人数においても学習意欲が変化し、適当な人数が個人での観察を行った後にペアでの観察を行うことだとわかった。しかし本調査では、グループ人数と学習意欲の調査を 1 度しか行っていない。そのため今回の調査の結果である観察時の人数を個人からペアにすることによって成績に関わらず、観察時の意欲が高まるというものが、他単元に有効かどうかは明らかになっていないため、今後の課題となる。

付記

本研究は、日本教育工学会 2022 年秋大会、日本教育工学会 2023 年夏大会、日本理科教育学会全国大会において発表した論文を加筆修正したものである。また本研究は、科学研究費助成事業 (23 H 05153) によるものである。

参考文献

- ベネッセ教育総合研究所（2002）【特集】進む「理科離れ」と理科教育の展望、VIEW 21（10月号）。
https://berd.benesse.jp/berd/center/open/kou/view 21/2002/html 10/toku 10_01.html
- 今井弘二（2020）疑似体験学習としての360度映像の実用性について日本科学教育学会年会論文集44（0）：565-566、2020。
- 松本隆（2012）学ぶ意欲を高める理科の授業、日本科学教育学会研究会研究報告、27（1）、23-26、2012 一般社団法人 本科学教育学会。
- 文部科学省（2018）中学校学習指導要領理科編、学校図書。
- 文部科学省（2022）令和3年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果（概要）。
https://www.mext.go.jp/content/20221027-mxt_jogai 02-000025395_100.pdf
- 瀬戸崎典夫（2015）全天球パノラマVRコンテンツを有する平和教育教材の開発、日本教育工学会論文誌、39（Suppl）：85-88、2016。
- 瀬戸崎典夫（2016）ユーザインタフェース評価による 全天球パノラマ VR 教材の改善と平和教育の実践、長崎大学教育学部紀要、2：pp.89-96; 2016。
- 川喜田二郎（1967）発想法:想像性開発のために中央公論新社、東京。