

要 旨

本研究は、自分の考えに根拠を示して話すことができる生徒を育成するために、タブレット端末の録画再生機能を活用した学習指導の在り方を探ったものである。問題解決型の授業展開の中で、撮影の視点をもたせて、生徒の実験の動画を撮影の視点に沿って撮影させることで、生徒は実験の目的を意識しながら実験を進めることができるようになってきた。そして、結果の考察を行う際に、記録した動画を見返しながら自分の考えを整理することで、論理的に根拠を示し自分の考えを説明できるようになってきた。

〈キーワード〉 ①タブレット端末 ②撮影の視点 ③動画を用いた考察

1 研究の目標

科学的な根拠を基に説明ができる生徒を育成するために、中学校理科の考察の段階において、ICTを活用した指導方法を探る。

2 目標設定の趣旨

中学校学習指導要領解説理科編では、改訂の要点に、「目的意識をもって観察、実験などを行うことについては従前のものを継承し、その上で、観察、実験の結果を分析して解釈する能力や、導き出した自らの考えを表現する能力の育成に重点を置く」¹⁾と示されている。このことに関連して、猿田は、「TIMSS及びPIISAの調査データの分析から、我が国の児童・生徒の科学的表現に関して、推論したり説明したりする能力が不十分であることが明らかであり、観察・実験の結果やデータを読み取ることはできるが、観察・実験の方法を立案し、考察・結論まで至るプロセス全体としては課題がある」²⁾とし、実験の方法や考察について、自分の言葉で説明を行う活動の必要性を述べている。

平成25年度佐賀県学習状況調査の報告を見ると、実験結果から得られた値を基に考えることに課題が見られた。中学2年生では、「蒸散量を調べた実験結果を基に、植物全体の蒸散量を求める」問題において、「おおむね達成」の期待正答率45.0%に対して、正答率が14.8%であり、中学3年生では、「表やグラフを基に、未反応の銅の質量を求める」問題において、「おおむね達成」の期待正答率40.0%に対して、正答率が6.9%であった。私のこれまでの実践からも、実験の結果を分析・解釈したり、結論を導き出したりする考察の段階での指導が不十分であったことが振り返られた。これらのことより、考察段階での説明活動を取り入れ、思考力を高めるための効果的な実践を図りたいと考えた。

また、文部科学省から発表された『教育の情報化ビジョン』（平成23年）では、一斉学習に加え、個別学習や協働学習でICTを活用した学習形態を推進することが求められている。これは、学びの場において、情報活用能力の育成及び、学習への関心や理解を深めること、さらに生徒の思考力・判断力・表現力を育成する補助として、ICTの利活用が求められているためと解釈した。

そこで、本研究では、研究テーマ、研究課題を受け、ICTの即時性・携行性・保存性を生かし、観察・実験の結果から分析・解釈したことを、動画や画像を見せながら説明する活動を行うことで、科学的な思考力・表現力を高めることにつながり、自分の考えを科学的な根拠を基に、説明できる生徒を育成することができるであろうと考え、本目標を設定した。

3 研究の仮説

I C T機器を活用して、実験の様子や結果を生徒自身が撮影の視点をもって撮影することにより、目的意識をもった実験ができ、さらに、考察の段階において撮影した動画を用いることにより、根拠を基にした論理的な説明ができるようになるであろう。

4 研究方法

- (1) 科学的な思考力・表現力を高める言語活動の指導法及びタブレット端末の活用方法の理論研究
- (2) 理科学習やI C T活用効果についての意識調査及びワークシート記述等による生徒の変容分析
- (3) I C T機器を活用した学習指導の検証授業を通じた、手立ての有効性の考察と仮説の検証

5 研究内容

- (1) 文献や先行研究を基にした科学的な思考力・表現力を高めるための言語活動の指導法及びタブレット端末の活用法の研究を行い、実験結果の考察に有効な手立てを明らかにする。
- (2) 理科学習やI C Tの効果についての意識調査、ワークシートの記述を基にした生徒の科学的な思考力・表現力の向上を調査し、手立ての有効性を分析する。
- (3) 所属校2年生における単元「電流と回路」(3時間)と「大気中の水蒸気の変化」(3時間)による検証授業を行い、仮説における手立ての有効性を検証する。

6 研究の実際

- (1) 文献等による理論研究

ア 科学的思考力について

文部科学省の中学校理科指導資料によると、科学的な思考とは、自然の事物・現象から問題を把握し、その事象の生じる原因や仕組みを調べる観察・実験を計画・実施し、観察・実験の結果などを分析的・総合的に考察し、その中から規則性を見だし、普遍的・一般的な科学概念を形成することや、既知の事柄や原理・法則などを基に、新たに直面した事象を論理的に説明しようとするとしている。また、文部科学省言語力育成協力者会議においては「論理的に書く」ということを「比較・対照」、「判断と根拠」、「結果と原因」、「事実と意見の区別」という観点を基にして、自分の考えを筋道立てて整理し、記述していくことであるとしている。本研究においては、論理的に説明したり、書いたりするときの補助ツールとしてI C T機器を活用していくこととした。

イ I C T機器の活用について

中学校学習指導要領解説理科編では、I C T機器は観察・実験の代替としてではなく、観察・実験の結果を分析し、考察を深めるための支援をする道具として扱うことが求められている。本研究では、I C T機器の中でタブレット端末を中心とし、タッチパネルでデータや表、図形などを拡大したり、動画や音声データなどを再生したりするなど、幅広い思考を引き出すことに活用することを考えた。

- (2) 検証授業を行う学級の実態把握

理科の授業に対する意識調査を9月に行った。その結果では、観察・実験を協力して行うことが好きだと答えた生徒が78.6%(22名)、考えを話したり聞いたりする活動が好きだと答えた生徒が70.3%(19名)いた。ところが、他の人に説明したり発表したりすることが難しいと答えていた生徒が60.7%(17名)であり、さらに、観察・実験の結果を基に考察が書けていると答えた生徒が39.2%(11名)であった。そして、説明する場合に映像などを使った方が、考えを伝えやすいと考えた生徒が72.0%(18名)いることが分かった。

そこで、結露に関するレディネステスト(1月実施)を行い、「コップに冷たい水を入れたときに、コップの外側の表面に水滴がつく」という現象について説明を書かせたところ、無記入の生徒が52.2%(12名)いた(表1)。無記入の生徒に聞き取り調査を行ったところ、温度に関係があることは分かっていたものの、具体的に何の温度が、どのように変化するかということを押さえていなかったことが分かった。これらのことから、理科の授業の中で、自分の考えに根拠を示した説明をさせるために、タブレット端末の活用を考えた。

表1 レディネステストの記述分析

根拠がある	根拠がない	誤答	無記入
(例) 空気の温度が冷やされたから	(例) 温度に差があるから	(例) 暖かいから	
2名	5名	4名	12名

(3) 研究の全体構想

ア 研究の構想図

科学的な思考力を育成するために、言語活動を問題解決活動の中で行い、「自分の考えや判断」と「根拠」を関連付けること、さらに、「仮説や考察」と「既存の知識や経験、観察・実験の結果や事実」を関連付けることが重要だと考えた。また、この関連付ける操作に思考の補助としてタブレット端末を活用することが有効ではないかと考えた(図1)。

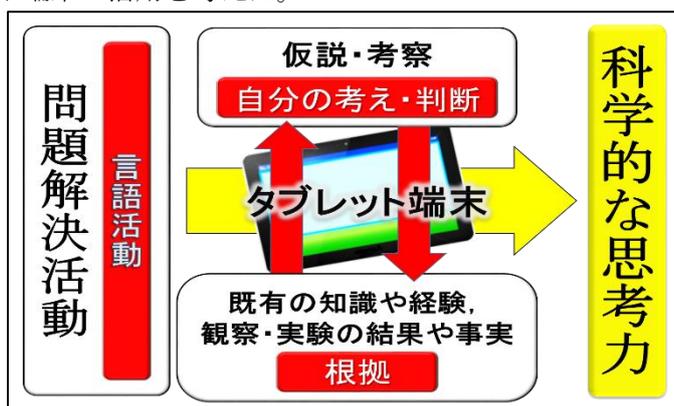


図1 研究の構想図

イ 授業の構想

本研究では、佐賀県教育センター理科力向上サポートで提案されている問題解決型学習の流れを参考にして授業を組み立てた。学習過程の

「見通す」段階に「撮影の視点の明確化」の場を設定した。生徒がタブレット端末で、実験の動画撮影を行う際、撮影の視点を明確にもたせることで、実験の結果に対する見通しをもたせることができると考える。「調べる」段階で、生徒自身が実験の動画撮影を行い、学習過程の「考える」段階で、「動画を用いた交流活動」の場を設定する。撮影した動画を用いて、結果についての考察をしたり、発表をしたりすることで、自分の考えに根拠を示した説明ができる生徒の育成ができると考えた(図2)。

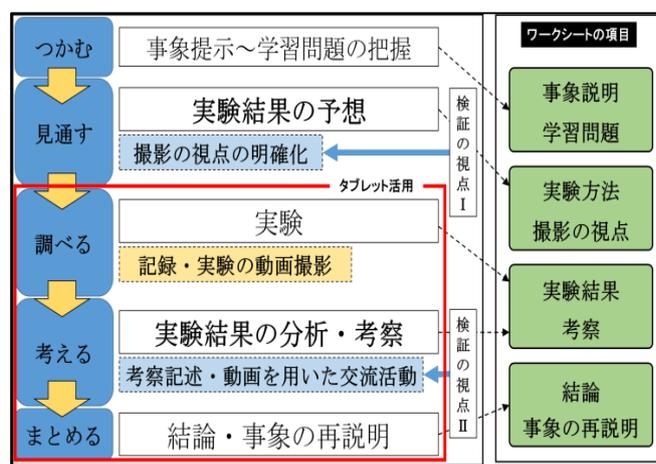


図2 学習過程とタブレット端末活用の位置づけ

ウ 検証の視点と具体的な手立て

(ア) 【検証の視点I】学習過程の「見通す」段階で、実験を撮影する視点をもたせることは、実験の結果に対する見通しをもたせるのに有効であったか

生徒全員に撮影の視点をもたせるため、ワークシート(次頁図3)を使用した。このワークシートは、検証授業「気象のしくみと天気の変化」(平成27年2月)で使用したもので、実験において、加える操作と、変化した結果を意識させ、考察をする際の根拠となる部分を焦点化した撮影ができることをねらったものである。ワークシートには、撮影の視点を明確に捉えることができるよ

うに、撮影対象の「撮影するもの(変化させるもの・変化するもの)」と撮影場面「どうなるところ」として記入させるようにした(図3 囲み上)。

また、実験方法から撮影の視点、実験結果と縦につながって配置することで、見通しをもたせるとともに、思考の流れがスムーズにいくようにした。

(イ) 【検証の視点Ⅱ】学習過程の「考える」段階で、撮影した動画を用いることは、根拠を基にした論理的な説明をする上で有効であったか

「考える」段階で、生徒がタブレット端末で、動画を見ることで、加えた操作と変化した結果を意識して確認することができると考えた。その加えた操作と実験の結果が事実として、自分の考えの根拠となるように、「結果」の理由を「〇〇が〇〇したから」、その「〇〇が〇〇した」理由を「△△が△△したから」となるように、順序立ててワークシートの考察の欄に記入させた(図3 囲み下)。順を追って書いていることが根拠となり、論理的な説明ができるように工夫した。また、教師が提示したキーワードを意識して使わせることで、科学的な用語の定着を図った。検証として、結論に根拠を基にした説明ができているかを、このワークシートの記述により見ることにした。

1. 事象説明 水を少し入れた。ペットボトルの中に、空気をつめ込んで、急にぬいたら、
④
③ が、状態変化して ② になったので、① 。

2. 学習問題
フラスコの中の① は、どのようにして② になるのか？

3. 実験方法 次のようにして、注射器のピストンをすばやく引いたとき、また、注射器のピストンをすばやく戻した(押した)ときのフラスコの中の様子を観察する。

	1. 温度計とゴム風船を入れたフラスコ デジタル温度計 ゴム風船 注射器 ピストン ゴム栓 すばやく引く	2. 水滴と線香の煙を少し入れたフラスコ 注射器 ピストン ゴム栓 すばやく引く		
4. 撮影の視点	撮影するもの ② 変化させるもの ③ 変化されるもの 「？」 どうなるところ ④ も、 「どう変化させた」 とき、 ⑤ か、 「どう変化する」 (予想)とところ	② ピストン ピストンを 引いたとき	② ピストン ピストンを 引いたとき	
5. 結果	ピストンを 引いたとき	風船 膨らむ	温度計 上昇する	水滴と線香を入れたフラスコの中

2. 結果

ピストンの動き	フラスコの中の風船の中の空気の変化	フラスコの中の気圧の変化	フラスコの中の空気の温度の変化	水滴と線香を入れたフラスコの中の様子
引いたとき				
戻したとき(押したとき)				

3. 考察 「実験操作」をすると、「結果」となる理由を、「〇〇が〇〇した」からとなるように書けるだけ書いてみよう。

実験操作② 結果の理由を考えよう 結果

ピストンを引いた ← ⑤ … ② ①

※ ①の理由が②、②の理由が③となるように順序も考えよう！

① () が () から、
② () が () から、
③ () が () から、
④ () が () から、
⑤ () が () から、

4. 総括語 「露点」と「気圧」という言葉を使って、まとめてみよう！

5. 事象の再説明 水を少し入れた。ペットボトルの中に、空気をつめ込んで、急にぬいたら、ペットボトルの中が白くもった。
この現象は、

図3 ワークシート

(4) 検証授業の実際

ア 仮説の検証について

第2学年の単元「気象のしくみと天気の変化」(平成27年2月)を検証授業として行った。表2は学習内容を示したものである。

この単元では、天気の変化が主として大気中の水の状態変化と大気の動きによって引き起こされていることを理解させるとともに、日本の天気の特徴について捉えさせることが主なねらいである。

表2 「気象のしくみと天気の変化」の学習内容

次	学習内容	時配	検証授業
1	露点・飽和水蒸気量	1	1 / 3
2	気温と飽和水蒸気量との関係・湿度	2	
3	高度による気圧の変化	1	
4	雲や霧のでき方①・②	2	2 / 3, 3 / 3
5	雨のでき方・水の循環	1	

検証授業では、露点の測定実験や減圧することで水蒸気を水滴に変化させる生徒実験をタブレット端末で撮影した。変化の様子を繰り返し再生して、変化に露点に関わっていることに気付かせ、水蒸気の凝結現象について考えがもてるようにした。

イ 単元「気象のしくみと天気の変化」(2/3, 3/3)の授業の実際

2/3の授業では、雲のでき方について、気圧と温度の変化を関連付けて推論し、フラスコ内で雲ができる様子を観察して捉えさせることを目指し、授業を組み立てた。

「つかむ」段階の導入場面では、ペットボトルの炭酸が抜けにくくなる器具を使って、中を水で濡らした1.5Lのペットボトルに空気を詰め込み、空気を抜いた瞬間に白いくもりができる事象を提示し、生



図4 事象提示

徒に観察させた(図4)。はじめに、白いくもりが細かい水滴であること、この水滴の材料になる物質はペットボトル内の水蒸気であることを既習事項から想起させた。次に、ペットボトルの中の空気を抜いた瞬間に何が起こったのかを考えさせ、「フラスコの中の水蒸気は、どのようにして白いくもりになるのか」という学習問題へと導いた。実験器具は、温度計とゴム風船を入れた丸底フラスコと、水滴と線香の煙を入れた丸底フラスコの2種類を準備した。

	風船と温度計を入れたフラスコ	水滴と線香の煙を入れたフラスコ
撮影するもの ①変化させるもの ②変化されるもの 「？」	① ピストン ② 温度計と風船	① ピストン ② フラスコ
撮影の視点 ①を、「どう変化させた」とき ②が、「どう変化される(予想)」とき	ピストンを引いたとき ② 温度が変わったとき。 風船がふくらんだり しぼんだりしたとき	ピストンを引いたとき ② フラスコの中がくもるとき

図5 撮影の視点

「見通す」段階では、実験器具と操作の説明を実物と電子黒板で説明した。撮影の視点である「撮影するもの」と「どうなるところ」を各自で考えさせ、ワークシートに記入させた(図5)。



図6 実験器具と撮影の様子

「調べる」段階では、学級を2つに分けて2種類の実験を班毎に行わせ、各自タブレット端末で撮影させた(図6)。その後、それぞれの実験の結果を記入させた(図7)。

	風船	温度計	水滴と線香を入れたフラスコの中
引いたとき	ふくらむ	下がる	フラスコの中がくもる
戻したとき (押したとき)	もとにもどる	上がる	もとにもどる

図7 実験の結果の記録

3/3の授業では、雲のでき方について、気圧と温度の変化を関連付けて推論し、ピストンを引いたときのフラスコ内での雲のでき方について根拠を明らかにして説明することができることを目指した。タブレット端末で撮影した動画により、実験操作と実験結果を確認させ、前時の結果を更に詳しく考えさせてワークシートに記入させた。



図8 班での交流の場面



図9 学級での発表の場面

「考える」段階では、実験結果から分かることを、ワークシートの記入欄に沿って記入した後、動画を再生しながら各自の考察を班で交流させ、班の結論としてまとめさせた(図8)。それを、班の代表者に動画を電子黒板で映しながら発表させた(図9)。

最後に、事象提示で見せたペットボトルが白くもる事象を再度説明させた。

(5) 検証結果と考察

ア 抽出生徒について

前期の学習評定と事前に行ったレディネステストにより、上位からX, Y, Zと3つの群に分け、それぞれの群から、抽出した生徒のワークシートの記述や意識調査の結果を基に分析する。表3に抽出生徒のプロフィールを記す。

表3 抽出生徒のプロフィール

	生徒X(上位群)	生徒Y(中位群)	生徒Z(下位群)
抽出生徒 プロフィール	理解力があり、班での実験も協力的に取り組むことが出来る。自分の考えを述べることはあまり見られない。	学習への意欲が高く、実験など、積極的にできるが、自分だけでやってしまうところがある。積極的な発言ができるが、理科に苦手意識をもっている。	観察・実験は進んでできる。生物分野に関心が高い。自分で考えたり、説明をしたりすることを苦手とし、実験の結果や考察などの記述に苦手意識をもっている。

まず、生徒Xについて、生徒Xが撮影した実験動画を見てみると、実験操作と実験結果を意識した記録ができていた。結論の記述では、「気圧が下がり、温度が下がり、フラスコ中の水蒸気が露点に達して、フラスコ中の水蒸気が雲(水滴)になった」と露点という根拠を示した論理的な記述ができていた。意識調査では、9月は「自分の考えで考察ができていない」と答えていたが、検証授業後の2月では、「自分の考えで考察ができた」と意識の変化が見られた(図10)。

生徒Xの記述		
<p>気圧が下がり、温度が下がり、フラスコの中の水蒸気が露点に達してフラスコの中の水蒸気が雲(水滴)になった。</p>		
生徒Xの意識調査	9月	2月
実験・観察の結果を基に、自分の考えをもつて考察をしている。	△ どちらかと言えば 当てはまらない	○ どちらかと言えば 当てはまる

図10 生徒Xの考察の記述と意識調査の変容

次に、生徒Yが撮影した実験動画では、実験操作と実験結果を意識した記録ができていた。結論の記述では、「ピストンを引いたことで、フラスコの中の気圧が下がって、フラスコの中の気温が下がったので、フラスコの中の水蒸気が凝結して、線香のけむりにくっついたので雲ができた」と根拠を示した論理的な記述ができていた。意識調査では、9月は「自分の考えで考察ができていない」と答えていたが、検証授業後の2月には、「自分の考えで考察ができた」と意識の変化が見られた(図11)。

生徒Yの記述		
<p>ピストンを引いたことで、フラスコの中の気圧が下がり、フラスコの中の気温が下がったので、フラスコの中の水蒸気が凝結して、線香のけむりにくっついたので雲ができた。</p>		
生徒Yの意識調査	9月	2月
実験・観察の結果を基に、自分の考えをもつて考察をしている。	△ どちらかと言えば 当てはまらない	◎ 当てはまる

図11 生徒Yの考察の記述と意識調査の変容

生徒Zが撮影した実験動画では、実験の結果が分かる動画ではなかった。結論では、「ピストンを引くと、

生徒Zの記述		
<p>ピストンを引くと、気圧が下がり、温度が下がったので、水蒸気が凝結して、水滴になった。</p>		
生徒Zの意識調査	9月	2月
実験・観察の結果を基に、自分の考えをもつて考察をしている。	△ どちらかと言えば 当てはまらない	○ どちらかと言えば 当てはまる

図12 生徒Zの考察の記述と意識調査の変容

気圧が下がって、温度が下がったので、水蒸気が凝結して水滴になった」と根拠を示した記述ができていた。しかし、意識調査では、9月は「自分の考えで考察ができていない」と答えていたが、2月は「自分の考えで考察ができた」と意識の変容が見られた(前頁図12)。

生徒Zは考察において、結論の記述はできるようになった。しかし、抽出生徒X、Yの、「空気の温度が下がった」という記述に対し、生徒Zは、「空気」という言葉が使われておらず、「水蒸気の温度が下がった」と考えているのか「空気の温度が下がった」と考えているのかが分からない記述となっていた。

これは、生徒Zが考察を書いた際に何度も見直した動画で、結果が確認できないものであったことが関係するのではないかと考えられる。抽出生徒の撮影動画と撮影の視点の記述(図13)から比較・分析してみることにした。

撮影の視点については、生徒Zは記述がなく、生徒XとYについては「どうなるところ」まで書くことができていた。

生徒Xの撮影動画は、「風船・温度計・フラスコの中」が、ピストンを引いたとき「どうなるところ」の変化が分かるような撮影がされていた。次に生徒Yの撮影動画は、動画の数や撮影の仕方が生徒Xとは異なるものの、撮影対象や撮影場面が見て分かるような動画で、変化の様子も確認できた。

この動画の撮影場面での視点「どうなるところ」が分かるかどうかの差が、考察の記述に「空気」が入っているかどうかの差となったと考えられる。

イ 学級全体についての考察

検証授業を行った学級の生徒28名の考察の記述では、26名が考察や結論の欄に記入できるようになっていた。そのうち23名が結論の欄に根拠を示した記述ができていた(図14)。本学級で、根拠を基にした自分の考えを記述できるようになった生徒が増加したことは、生徒自身が明確な撮影の視点を持ち、根拠となる実験操作や実験結果を撮影した動画を用いて考察ができたためと考えられる。

理科での考察に関する意識調査(図15)では、9月と2月を比べると2月の方が「自分の考えをもって考察している」と答えた生徒の割合が増えている結果となった。

生徒	撮影の視点	撮影するもの ①変化しているもの ②変化しないもの「？」	どうなるところ ①変化しているもの ②変化しないもの「？」(予想)ところ
生徒X	4.撮影の視点	①ピストン ②温度計 風船	①ピストンを引いたとき ②風船がふくらんだり、ゆがんだりする?
		①ピストン ②フラスコの中の様子	ピストンを引いたとき ②白くなる!?
生徒Y	4.撮影の視点	①ピストン ②温度計 ③風船	①ピストンを引いたとき ②風船が下がる時 ③風船がふくらぶとき
		①ピストン ②フラスコの中	①ピストンを引いたとき ②白いけかりがでくるとき
生徒Z	4.撮影の視点	①ピストン	ピストンを引いたとき
		①ピストン	ピストンを引いたとき

図13 抽出生徒のワークシートの視点記述

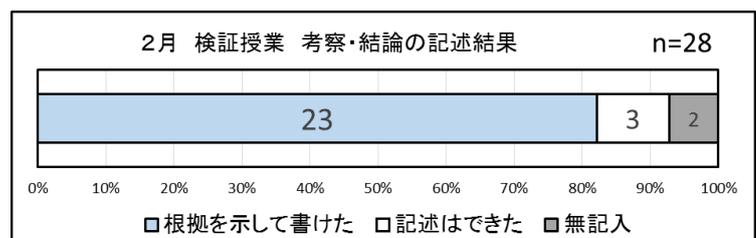


図14 結論の記述結果

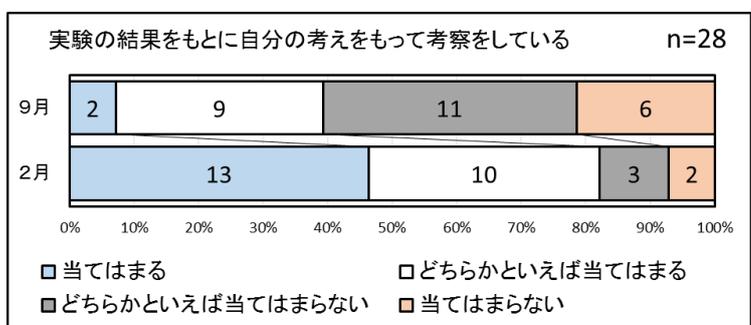


図15 考察に関する意識調査

これらの結果は、撮影の視点をもって実験に臨むことで、目的意識が高まったこと、実験操作と実験結果を繰り返し確認できるタブレット端末によるものと考えられる。

以上のことから、明確な撮影の視点をもたせることで、生徒は実験操作と実験結果を視点に沿って撮影できるようになり、その撮影した動画を用いて考察させたことは、生徒が根拠を示して論理的な説明をする上で有効であったと考えた。

7 研究のまとめと今後の課題

(1) 研究のまとめ

今回の研究を通して、次のような成果を得ることができた。

- ・ 実験操作と実験結果を意識させるために、タブレット端末の撮影機能を活用し、学習過程の「見通す」段階において、「撮影の視点の明確化」の場を設定し、実験を撮影する視点をもたせたことは、有効であった。
- ・ 根拠を基にした論理的な説明をさせるために、タブレット端末で録画した生徒の実験動画を活用し、学習過程の「考える」段階において、変化の要因を考えさせ、「動画を用いた考察」の場を設定し、変化の瞬間や実験結果を事実として確認させたことは、有効であった。
- ・ タブレット端末を授業で活用することは、学習に対する意欲を向上させる上で有効であった。

(2) 今後の課題

- ・ タブレット端末での撮影方法及び、撮影した観察・実験の動画を活用する単元の開発
- ・ タブレット端末で撮影した画像の保存や管理及び、評価や体系化の活用方法の研究

《引用文献》

- 1) 文部科学省 『中学校学習指導要領解説 理科編』 平成20年9月 大日本図書 p. 7
- 2) 猿田 祐嗣 『論理的思考に基づいた科学的表現力に関する研究』
2012年2月2日 明昌堂 p. 178

《参考文献》

- ・ 文部科学省 『教育の情報化ビジョン～21世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指して～』
(平成23年4月28日)
- ・ 文部科学省 言語力育成協力者会議(第8回) 平成19年8月
- ・ 猿田 祐嗣・中山 迅編著 『思考と表現を一体化させる理科授業』 2011年 東洋館出版社
- ・ 角屋 重樹 『なぜ、理科を教えるのか』 2013年6月 教育出版

《参考URL》

- ・ 佐賀県教育センター 『平成25年度佐賀県小・中学校学習状況調査及び全国学力・学習状況調査を活用した調査 Web 報告書』
http://www.saga-ed.jp/kenkyu/scholastic_attainments_analysis/H25_webreport_center/index.html
(2013年10月)
- ・ 『平成22・23年度佐賀県教育センタープロジェクト研究』
http://www.saga-ed.jp/kenkyu/kenkyu_chousa/index.htm#H23
(平成23年3月)