

iPadを利用した実験記録映像の活用

学校名	十文字中学高校
-----	---------

所在地	〒170-0004 東京都豊島区北大塚1-10-33
-----	-------------------------------

ホームページ アドレス	http://www.jumonji-u.ac.jp/high/
----------------	---

1. はじめに

理科の授業では、自然現象を実感するという目的や論理的に立てた仮説を検証するという目的から、生徒に実際に実験をしてもらう生徒実験授業を行う。この生徒実験授業には失敗がつきもので、理論的に予測した結果と実験結果が一致せず、生徒が論理的に立てた仮説を検証できないことがある。結果が一致しない理由の1つとして、生徒がその実験において重要な要素を見落としていたということがある。例えば、記録タイマーを用いた物理実験などでは、記録タイマーと記録テープの間の摩擦という要素を生徒が見落としてしまうことがある。生徒が自分自身の力で実験中に見落としていた要素に気づくことは、自然現象を正しく理解することの手助けになるのみでなく、ある現象において重要な要素を見分ける能力の育成につながると考えられる。そこで、本助成研究では、生徒の能動的な実験観察を促しながらこの能力を育成するため、操作や編集が容易に出来る iPad を活用し、生徒実験授業において生徒が自身の実験を iPad で撮影し、その撮影した映像を編集し作成した実験解説映像を相互に発表し合う授業を提案し、実施した。ここで、生徒が自らの実験を撮影・編集する授業形態のことを撮影実験授業と呼ぶことにする。この撮影実験授業により、実験中に見落としていた要素を実際に確認できるのみでなく、より良い映像を撮影するために実験作業を正確に行うようになり、実験で起きている小さな変化も撮影するようになることが期待できる。また、実験解説映像を作成するという手段はまさに実験における重要な要素を取捨選択する作業なので、撮影実験授業を行うことで、生徒の能動的な実験観察が促され、かつ重要な要素を見分ける能力が育成されることが想定できる。これらの期待や想定が正しいことを示すため、我々は複数回にわたって撮影実験授業と通常の生徒実験授業、そして撮影・編集以外の活用方法で iPad を利用した生徒実験授業を展開し、それらの授業で実施したアンケート結果から生徒の授業に対する反応を調べ、撮影実験授業を評価した。

本助成研究で助成を受けた期間、我々は中学3年生の物理分野と生物分野、高校1年生の物理基礎、そして高校2年生の物理Iの授業で実証授業を行った。本報告書では、興味深い結果を得ることができた高校1年生と2年生で行った実証授業について紹介し、これらの実証授業で実施したアンケートから得られた結果を報告する。

2. 実証授業の内容

撮影実験授業と通常の生徒実験授業に対する生徒の反応を比べることや、撮影実験授業を繰り返すことによる生徒の反応の変化を調べるために、発表会まで含めた撮影実験授業や、通常の生徒実験授業、そして撮影以外の活用方法で iPad を利用した授業などを組み入れながら複数回の実証授業を行った。ただし、全て

の撮影実験授業において iPad2 を利用して実証授業を行った。この iPad2 は特別なアプリを利用しなくても撮影することができるが、編集の便利のために iMovie というアプリをダウンロードし、撮影と編集、そして発表で利用した。また、実験班の人数は 4 名～6 名で、各班に 1 台の iPad を提供し撮影実験授業を行った。さらに、全ての授業において、実験結果と考察を記入する形式の実験プリントを生徒に配布し、その提出を義務とした。それぞれの学年に対して実施した実証授業は次のとおりである。

○高校 1 年生

物理基礎を学習する 7 クラスに対して実証授業を行った。ただし、授業日数の関係から全てのクラスに対して同じ条件の授業を行うことができなかつたため、比較的条件的に近いクラスから得たアンケート結果を利用して解析を行った。以下では、実験項目とアンケート結果の解析で利用したクラス数と生徒人数、そして授業内容を示す。

①斜方投射：

5 クラス合計 177 名に対して、斜方投射が等速直線運動と鉛直投げ上げ運動の組み合わせであることが分かるように撮影することと指示し、ボールを利用した斜方投射に関する撮影実験授業を行った。この授業は 1 時間で行い、iPad と iMovie の練習を兼ねた。この授業ができなかつた 2 クラスに対しては、通常の授業中に iPad の練習時間を設けた。

②弾性力

7 クラス合計 250 名に対して、実験内容が分かるような 1 分程度の解説ビデオを作成することと指示し、ばねとおもりを利用してフックの法則を示す撮影実験授業を行った。この授業は 1 時間で行い、授業の最後に発表会を行った。

③運動の法則

7 クラス合計 233 名に対して、実験内容が分かるような 2 分程度の解説ビデオを作成することと指示し、台車、おもり、記録タイマー、そしてニュートンばかりを利用して運動の法則を示す撮影実験授業を行った。ただし、7 クラスの中で 3 クラス 89 名は 1 時間の授業で撮影・編集のみを、2 クラス 80 名は合計 2 時間の授業で撮影・編集と発表会を、そして残りの 2 クラス 64 名は合計 3 時間の授業で撮影・編集と発表会を行った。

④静止摩擦力

7 クラス合計 246 名に対して、実験内容が分かるような 1 分程度の解説ビデオを作成することと指示し、木のブロックとニュートンばかりを利用して、最大摩擦係数を求める撮影実験授業を行った。この授業は 1 時間で行い、発表会は実施しなかつた。

⑤浮力

7 クラス合計 257 名に対して、メスシリンダーとおもり、そしてニュートンばかりを利用して浮力を測定する生徒実験授業を 1 時間で行った。

⑥力学的エネルギー保存則

6 クラス合計 201 名に対して、実験内容が分かるような 1 分程度の解説ビデオを作成することと指示し、振り子とビースピ（速さを測ることのできる測定器）を利用して力学的エネルギー保存則を示す撮影実験授業を行った。6 クラスの中で 4 クラス 128 名は 1 時間の授業で撮影・編集のみを、残りの 2 クラス 73 名は 2 時間の授業で撮影・編集と発表会を行った。

⑦熱量保存則

3 クラス合計 93 名に対して、熱量計と金属塊を利用して熱量保存則を利用して未知金属の比熱を求める 1 時間の生徒実験授業を行った。この授業では、授業のはじめに教員が作成した実験手順解説映像を見てから実験を行った。また、授業のはじめに見た実験手順解説映像の入った iPad を各班に 2 台ずつ配布し、実験中いつでもその映像を見られるようにした。

○高校 2 年生

以下に示す実験項目において、物理 I を学習する 1 クラスに対して実証授業を行った。ただし、高校 1 年生と同様に、iPad と iMovie に慣れるための練習を 1 回目の実証授業の直前の授業で行った。

①運動の法則

28 名に対して、実験内容が分かるような 2 分程度の解説ビデオを作成することと指示し、台車、おもり、記録タイマー、そしてニュートンばかりを利用して運動の法則を示す撮影実験授業を合計 3 時間で行った。この授業では、撮影と編集、そして発表会も行った。

②静止摩擦力

27 名に対して、実験内容が分かるような 2 分程度の解説ビデオを作成することと指示し、木のブロックとニュートンばかりを利用して、最大摩擦係数を求める撮影実験授業を 1 時間で行った。この授業では撮影と編集のみを行い、発表会は行わなかった。

③重心

27 名に対して、実験内容が分かるような 2 分程度の解説ビデオを作成することと指示し、厚紙、糸、画鋸、おもりを利用して、物体の重心を求める撮影実験授業を合計 2 時間で行った。この授業では、撮影と編集、そして発表会も行った。

④仕事・仕事率

30 名に対して、塩化ビニル棒、糸、おもり、そしてストップウォッチを利用して仕事と仕事率を求める生徒実験授業を 1 時間で行った。

⑤力学的エネルギー保存則

28 名に対して、実験内容が分かるような 1 分程度の解説ビデオを作成することと指示し、振り子とビースピを利用して力学的エネルギー保存則を示す撮影実験授業を 1 時間で行った。この授業では、撮影と編集、そして発表会も行った。

⑥熱量保存則

27 名に対して、熱量計と金属塊を利用して熱量保存則を利用して未知金属の比熱を求める生徒実験授業を合計 2 時間で行った。

⑦音の 3 要素

26 名に対して、iPad をデジタルオシロスコープとして活用し、音の 3 要素を示す生徒実験授業を 1 時間で行った。

⑧レンズ

27 名に対して、光学台、レンズ、光源を利用してレンズの公式を求める生徒実験授業を 1 時間で行った。

3. アンケートの内容

iPad のような新しい教材を授業に導入した場合、生徒は初回の授業に対して高い興味を示すが、新しい教材に慣れるに従ってその興味を失っていくことが考えられる。また、生徒が授業に対して興味を示している場合、1 回の授業に対する反応を見ただけでは、生徒が撮影実験授業に高い興味を示すのか、iPad を生徒実験授業に利用することに興味を示すのかが分からない。このため、1 回の撮影実験授業に対する生徒の反応を見るだけでなく、複数回の撮影実験授業で生徒の反応の変化を見る、撮影以外の方法で iPad を利用した生徒実験授業に対する生徒の反応と撮影実験授業に対する生徒の反応の違いを見るために、全ての生徒実験授業において同じアンケートを利用した。具体的には自由記述のアンケートと、次のような質問項目を 5 段階で評価するアンケートを実施した。

- Q1：今日の授業は楽しかったですか
- Q2：iPad を使うことが楽しかったですか
- Q3：今日の授業は興味を持って取り組みましたか
- Q4：今日の実験は楽しかったですか
- Q5：他の班の発表は参考になりましたか
- Q6：注意深く実験することができましたか

ただし、高校 1 年生に対する生徒実験授業では、前述したように授業日数の関係で同じ実験項目でもクラスによって授業内容が多少異なってしまった。この場合、異なる授業内容ごとにクラスを分類してアンケート結果を解析することも考えられるが、我々は撮影実験授業に対する生徒のたまかな反応を見たいので、多少異なる授業内容は無視して実験項目ごとに 5 段階評価の平均値を算出し、その値から撮影実験授業を評価することにした。

全授業を終えたところで撮影実験授業に対する生徒の反応を見なかったため、年度最後の生徒実験授業において、次の質問項目に対して 5 段階で評価するアンケートを実施した。

- Q1：iPad を利用した授業はそれを利用しない授業と比べて楽しい
- Q2：iPad を利用した授業はそれを利用しない授業と比べて興味を持って取り組んだ
- Q3：iPad を利用すると、利用しない時と比べて注意深く実験することができた
- Q4：また iPad を利用した授業をしたい

高校 2 年生においては、このアンケートと同時に自由記述のアンケートも実施した。

4. アンケート結果

高校 1 年生と 2 年生で実施した 5 段階評価のアンケート結果の間に類似性があったので、本報告書では特徴的な結果のみを示す。まず、質問項目 Q1 と Q3 に対する結果を示すと、次のようになった。

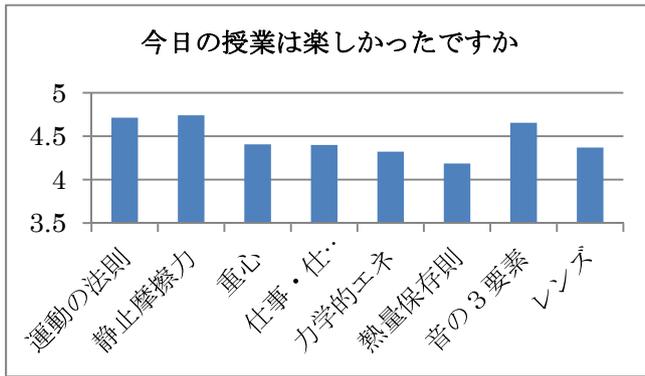


図1. 高校2年生の結果(Q1)

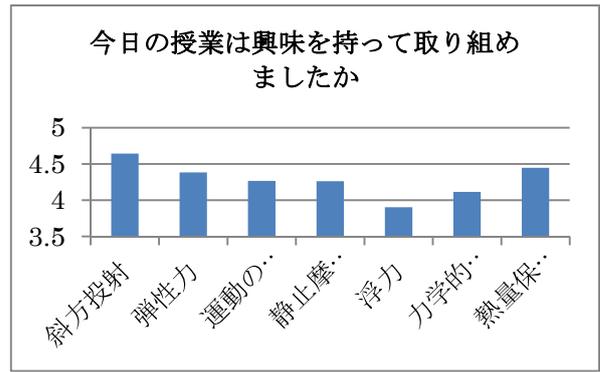


図2. 高校1年生の結果(Q3)

図1と図2は、各実験項目において得られたアンケート結果の平均値を表している。どちらの図もグラフの縦軸はアンケートの点数を、そして横軸は実験項目を示している。図1と図2から授業への楽しさや興味は、撮影実験授業の回数が増えるにつれて落ちることがわかる。しかし、図1では音の3要素の実験で授業への楽しさが再び増しており、図2では熱量保存則の実験で授業への興味が回復している。これらのことから、撮影実験授業を繰り返し行うことで生徒は授業に対する楽しさや興味を失うが、iPadの使用方法を変えることで再び授業に対して魅力を持つようになるという特長があることがわかる。本報告書では図で示さないが、Q2の質問項目に対してもこの特徴があった。また、この特徴は5段階評価アンケートと同時に実施した自由記述でも見ることができた。初回の撮影実験授業では生徒の記述に「実験を振り返ることができた」、「実験を見直すことができた」といったものが多かったが、回数を重ねるにつれてそのような記述が減った。しかし、音の3要素の生徒実験授業では「自分の声が波の振動で見ることが出来て楽しかった」といった記述が、そして熱量保存則の授業では「映像が分かりやすかった」といった記述が増え、iPadの撮影・編集以外の使い方に興味を示していたようである。

次に質問項目Q5とQ6に対する結果を示すと、次のようであった。

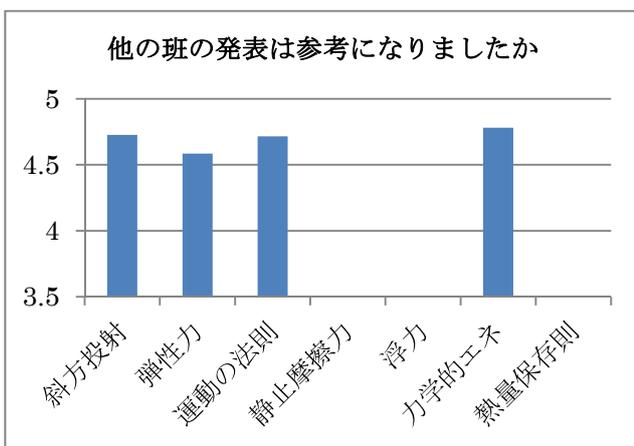


図3. 高校1年生の結果(Q5)

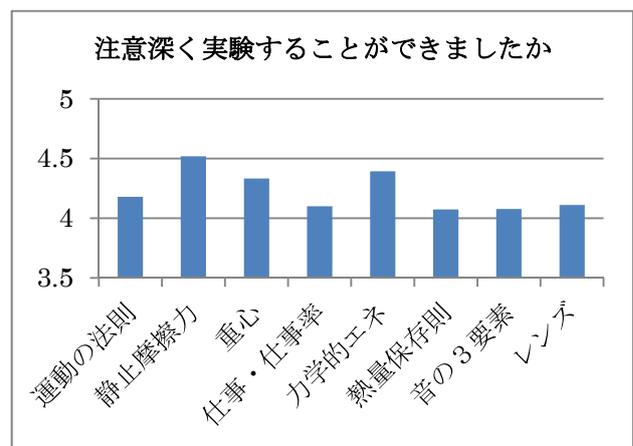


図4. 高校2年生の結果(Q6)

図3から相互評価に対する生徒の反応は、発表会の回数を重ねたとしても好印象が維持されることがわかる。ただし、この図では発表会をしなかった実験項目は棒グラフが無く、空白になっている。また、図4と図1や図2の結果を比較してみると、グラフの傾向が似ていないことから授業やiPadへの楽しさと生徒の

集中力に強く関係があるとは言えないことがわかる。そこで、図4の実験項目を注意して見てみると、実験の内容自体が集中力に関係しているように考えられる（例えば、静止摩擦力は物体が動く瞬間の力を測定するため、その瞬間に集中力が必要となる）。

また、年度最後の生徒実験授業で実施したアンケート結果についても平均値を質問項目ごとにグラフにすることで、次のような結果を得た。

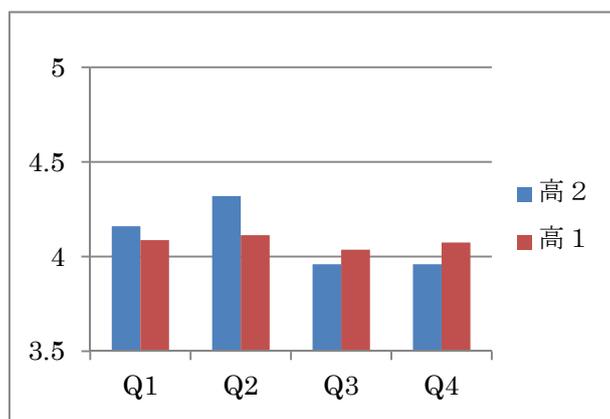


図5. 年度最後に実施したアンケート結果

図5の赤い棒グラフは高校1年生を、そして青い棒グラフは高校2年生を示している。また、横軸は前述の質問項目と対応している。図5から過半数以上の生徒はiPadを利用した授業に対して好印象のようである。また、高校2年生に対してこのアンケートと同時に実施した自由記述のアンケートでも、「撮影することで実験を振り返ることができ、実験内容を整理しながら実験を進めることができた」といったコメントを過半数以上の生徒がしており、我々が想定していたように生徒は意識的に振り返りをしながら実験していたようである。

5. まとめと展望

高校1年生の物理基礎、高校2年生の物理I、中学3年生の物理分野と生物分野において撮影実験授業を展開した。撮影実験授業は、生徒自らが実験を撮影・編集する授業で、生徒が意識的に実験内容を振り返ることを想定した授業である。本報告書では、本校で実施した撮影実験授業の中で高校1年生の物理基礎と高校2年生の物理Iの授業に対して行った授業について詳しく紹介し、それらの授業で得られたアンケート結果を示した。アンケート結果からは次のようなことがわかった。

- ・撮影実験授業に対して生徒は好印象であり、この授業によって生徒は実験を意識的に振り返ることが出来るようになったと感じている。
- ・撮影実験授業の回数を重ねるにつれて授業への興味は薄れるが、iPadを撮影以外の方法で利用すると再び授業への興味は増す。
- ・撮影実験授業と生徒の集中力との関係は分からないが、実験内容と生徒の集中力との間には関係がある。
- ・相互評価に対する生徒の反応は、発表会の回数を重ねても高い反応が持続する。

これらの結果から、撮影実験授業には、我々が想定した通りの生徒が実験を意識的に振り返るという効果があることがわかる。しかし、生徒の興味が持続しないため、それらの効果も生徒の興味が薄れると同時に失われていくことも考えられる。そこで、今後は、生徒の興味が持続させたままこの撮影実験授業を展開していく方法を見つけていきたい。アンケート結果から、相互評価に対する生徒の興味が持続することが分かったので、この相互評価を適切に利用することが必要だと考える。例えば、発表会をクラス内のみで終わらせるのではなく学年全体の会にすることや、生徒が作成した実験解説映像を次の年度の授業で必ず使用するなどとして、より多くの生徒との関係性を生み出すような使い方をしていくことが有効かもしれない。

撮影実験授業は、これまでの理科教育におけるタブレット型端末の活用方法に無い新しい試みである。インターネットを利用せず、さらに iMovie という 1 つのアプリを用いるだけで、多くの生徒実験で授業を展開することができるため、iPad という設備投資さえできれば手軽にどの学校でも展開できることが考えられる。今回は主に物理の生徒実験で撮影実験授業を行ったが、他の科目、特に今回実施することのできなかった化学や地学の分野においても今後新たな展開例を提示していきたい。さらに、今回は iPad という特別なタブレット型端末を利用したが、例えばより簡単にタブレット型端末を用意することを考えると、生徒の持つスマートフォンを利用することが考えられる。スマートフォンでも同様の活動ができるのか、今後検証していきたい。

最後になったが、本研究を行うための助成をいただいたパナソニック教育財団には大変感謝している。また、本研究について議論していただいた先生方、そして何より本助成研究に付き合ってくれた生徒たちに感謝したい。なお、本助成研究の成果は、日本理科教育学会 第 62 回全国大会と日本物理学会 第 68 回年次大会において口頭発表で公表した。