

タブレット端末を活用した中学校理科における 生徒の科学的な根拠をもとに表現する力を育む授業実践

Practice of class utilizing Tablet Devices on the science classes of Junior High School:
Nurturing the Evidence-based Expression

北濱 康裕*・中川 一史**
放送大学大学院*・放送大学**

本研究では、理科実験の様子についてタブレット端末を用いて記録し、次時の考察の際に繰り返し見返すことで、実験の様子を想起することができ、生徒の科学的な根拠をもとに表現する力が高まることを明らかにすることを目的として授業実践を行なった。その結果、単元により、タブレット端末で記録した写真や動画の台車の間隔や動きの変化に着目して考察を行い、根拠を含めて記述できる生徒はタブレット端末を使用したクラスの方が多く、科学的な根拠をもとに表現する力を高める点において一定の効果があることが明らかとなった。

キーワード：中学校理科、思考力・判断力・表現力、科学的な根拠、タブレット端末

1. はじめに

平成28年12月21日、中央教育審議会から出された答申では、中学校理科において育成を目指す資質・能力のうち、思考力・判断力・表現力として「得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探求する力と科学的な根拠を基に表現する力」と示されている。

一方、答申の中では、判断の根拠や理由を明確に示しながら自分の考えを述べたり、実験結果を分析して解釈・考察し説明したりすることについて課題があると述べられている。また、全国学力・学習状況調査の結果では、国語科や数学科において判断の根拠や理由を示しながら自分の考えを述べることについて課題があると指摘されており、理科やその他の教科で判断の根拠や理由を示しながら自分の考えを述べるという思考力・判断力・表現力の育成が課題であるとされている。

判断の根拠や理由を示しながら自分の考えを述べるという思考力・判断力・表現力の育成に向けて、これまでさまざまな研究がされてきた。

松原（1997）は実験レポートの「結果」と「考察」について、書き方（定型文）を与えて記述させる指導法を試みている。「結果」の定型文は「a（実験操作）をしたら、b（観察した結果・事実）になった。」であり、「考察」の定型文は「c（結果）から、d（結論）と考えた。その理由はe（根拠）だからである。」とした。実験の結果、定型文を示すことで単語での回答

はなくなり文章として書けるようになったと報告している。

平賀（2004）はレポートに書かれる5つの項目（目的、実験計画、実験方法、結果、考察）について、松原が開発した定型文を用いてレポート作成の指導を実施した。その結果、理由を明らかにして考えを記述できることについては、説明だけでは達成できない生徒が多く、松原（1997）の定型文を示すことで達成率が向上したと述べている。

鮫島・清水（2015）は、考察文を書く際に必要な要素を「結果」、「結論」、「根拠」、「課題」の4つとして、中学生を対象に考察文に必要な要素を生徒自身の記述にあるかサインペンなどを使い確認し理解させていく指導を試みている。その結果、定型文を用いての指導に比べ、記述の仕方を理解させる指導法が有効であるとしている。

しかし、文部科学省の答申や全国学力・学習状況調査の結果を踏まえると、これらの研究からは、記述の仕方を定式化する定型文を用いての記述の仕方の指導は、記述量や文章構成についての向上が見られるが、科学的な根拠をもとに考察を記述することについては依然として課題があると考える。その要因として、中学校理科の実験を伴う授業では、実験と考察が別の時間に行われることが多く、実験の実施から考察を書くまでに時間が空いてしまうと、実験レポートなどに実験結果を記録しておいても、実験の様

子を想起して書くことへの困難さがあるのではないかと考える。定型文のみを提示した平賀の研究では、実験と考察が別の時間に行われていると考えられ、考察に必要な要素を考えさせた鮫島・清水の実践では、実験と考察の記述を同時間に行なっており、定型文を示すより効果があるとしている。

そこで、実験と考察が別時間に行う展開であっても、実験の様子についてタブレット端末を用いて記録し、次時の考察の際に繰り返し見返すことで、実験の様子を想起することができ、生徒の科学的な根拠をもとに表現する力の育成につながるのではないかと考えた。

森山ら（2016）は実験・観察場面におけるタブレット端末のカメラ機能による学習効果の実践的検討を行い、実験結果をまとめることで、実験の結果や知識理解の定着に一定の効果のあることを明らかにしている。山本ら（2018）、江草ら（2014）は、撮影した記録やデジタル教材を繰り返し見ることの効果について研究している。タブレット端末で撮影した映像を繰り返し視聴して振り返ることが、子どもにも改善点などの気づきを与えると述べている。

以上より、本研究でもタブレット端末を繰り返し視聴する環境を設定することとした。

2. 研究の目的と方法

2.1. 研究の目的

実験結果をタブレット端末で撮影し、その記録した写真や動画を見ることで科学的な根拠をもとに表現する力が高まることを明らかにする。

2.2. 研究の方法

2.1.1. 対象

本研究では、石川県の公立中学校3年生2クラス（62人）を対象とする。対象の2クラスをタブレット端末使用群と非使用群にわけ、単元ごとに使用群と非使用群を入れ替えて実践を行った。実験結果の記録には、タブレット端末に標準でインストールされているカメラアプリとストロボ撮影ができるSonyのモーションショットを用いた。図1は、生徒がタブレット端末で撮影する様子と生徒が撮影したモーションショットの写真である。

また、本研究でも松原が開発した定型文を提示した。定型文は「〈結果〉から〈結論〉と考えた（ことが分かった）。その理由は〈根拠〉だからである。」で



図1 生徒がタブレット端末を用いて記録する様子と記録した写真

ある。

実践する単元として、第1単元は「力がはたらかない物体の運動」で、第2単元は「運動の向きに力がはたらく物体の運動」を設定した。

2.1.2. 方法

科学的な根拠をもとに表現できたかを、記述した考察文の内容を設定した評価基準をもとに分析する。評価基準は、先行研究で述べた鮫島・清水（2015）が開発したものをもとに、学習指導要領を参照して作成する。作成した評価基準を表1に示す。A基準は、「結果」「結論」「根拠」がある記述であり、B基準は一部が不十分な記述、C基準は誤った記述である。

また、タブレット端末が記述にどう寄与したかを調べるために、吉崎・渡辺（1991）が開発した再生刺激法を用いる。再生刺激法は、授業の様子をビデオに録画し、授業終了後、録画された授業を子どもに視聴させながら、授業中に考えていたことや感じたことを自己報告させる方法である。本実践では、タブレット端末を見ながら考察した場面及びタブレット端末で撮影した記録を再生視聴させ、授業中にその場面で考えていたことや思っていたこと（あるいは、感じていたこと）を、質問紙形式で子どもに自己報告させ、その結果を分析する。質問紙は吉崎・渡辺（1991）が用いたものを参考に作成した。

表1 考察の記述内容の評価基準

A基準	(結果) 記録テープの長さがほとんど同じだから、(結論) 物体の速さは一定で変わらないと考えた。その理由は(根拠) 速さは一定時間の移動距離だから(0.1秒間に進む距離が同じだから)である。 (結果) 時間と移動距離のグラフだから、(結論) 物体の速さは一定で変わらないと考えた。その理由は(根拠) グラフが原点を通る直線のグラフだからである。 といった記述。
B基準	(結果) 記録テープの長さがほとんど同じなので、(結論) 物体の速さは一定で変わらないと考えた。 といった一部が不十分な記述。
C基準	あるいは誤った記述や記述がされていないもの。
A基準	(結果) 記録テープの長さが一定の割合で長くなっているから、(結論) 物体の速さはだんだん速くなると考えた。その理由は(根拠) 速さは一定時間の移動距離だから(0.1秒間に進む距離が長くなっているから)である。 (結果) 時間と移動距離のグラフから、(結論) 物体の速さはだんだん速くなると考えた。その理由は(根拠) 速さが一定であればグラフが原点を通る直線のグラフであるから。 といった記述。
B基準	(結果) 記録テープの長さが一定の割合で長くなっているから、(結論) 物体の速さは一定の割合で速くなると考えた。 また、物体に加わる力が大きくなると物体の速さの変化は大きくなる。 といった一部が不十分な記述。
C基準	観察・実験の事実のみが書かれた記述や判読不能の記述。 あるいは誤った記述や記述がされていないもの。

3. 結果

3.1. 第1単元の記述内容の結果

記述内容の結果を表2に示す。第1単元では、タブレット端末使用群の方がA基準の生徒の数は多くなった。考察の記述がA基準に達している生徒の比率に差があるかを検討するために、A基準の生徒とそれ以外という2つの区分に整理し、この 2×2 のクロス集計について、フィッシャーの直接確率計算を用いて検定したところ、有意な差が見られた（両側検定： $p=0.049$, $p<.05$ ）。

3.2. 第1単元と第2単元の記述内容の比較

表2より、第1単元と第2単元のAクラス同士で比較すると、タブレット端末を使用しなかった後半の第2単元の方が多いという結果であった。

一方、第1単元と第2単元のAクラス同士で比較すると、タブレット端末を使用したときの方がA基準の生徒は多くなり、優位な差が見られた（両側検定： $p=0.0125$, $p<.05$ ）。

4. 考察

4.1. 第1単元でタブレット端末を使用した生徒

生徒の記述内容とタブレット端末の効果をアンケートをもとに調べた。表3は、第1単元でタブレット端末を使用したクラスのA基準となった生徒の記述内容、考察時に考えていたこと、タブレット端末で見ていたものをまとめたものである。この生徒が考察のとき考えていたことは、「ずっと同じ速さだしストロボも変わらないように見えるから、速さは変わらないことにしよう」であり、タブレット端末で見ていたものはストロボ写真の台車の間隔とアンケートで答えている。撮影した写真の台車の間隔に注目した

表2 記述内容の分析結果

第1単元	タブレット	A基準	B基準	C基準
Aクラス (N=29)	あり	6 (20.7)	9 (31.0)	14 (48.3)
Bクラス (N=31)	なし	1 (3.2)	8 (25.8)	22 (71.0)
第2単元	タブレット	A基準	B基準	C基準
Aクラス (N=31)	なし	8 (25.8)	15 (48.4)	8 (25.8)
Bクラス (N=30)	あり	8 (26.7)	16 (53.3)	6 (20.0)

単位は人数。（ ）内の数字は%

表3 第1単元でタブレット端末を使用したクラスのA基準の生徒の記述とアンケートの回答

考察の記述内容	
0.1秒間に移動した距離が0.1秒から4cmずつ進んでいるので、速さも向きも変化しないと考えた。その理由は、0.1秒間に移動した距離が変化していないからである。	
考えていたこと	タブレット端末で見ていたもの
ずっと同じ速さだしストロボも変わらないように見えるから、速さは変わらないことにしよう。	ストロボ写真の台車の間隔。

表4 第1単元でタブレット端末を使用したクラスのC基準の生徒の記述とアンケートの回答

考察の記述内容	
初めの方に移動した距離が増え、その後はあまり変わらなかつたとこから、最初は速く少しづつ遅くなっていくと思った。（根拠なし）	
考えていたこと	タブレット端末で見ていたもの
台車の移動距離について考えていた。また、ストロボ写真をもとに速さの変化について考えた。	ストロボ写真の台車どうしの距離間、台車を押した動画の進む速さの変化。

ことで、0.1秒間に移動した距離が変化していないという根拠をもとに記述することができたと考えられる。また、A基準の生徒の記録した写真や動画の再生回数の平均は3回であり、繰り返し視聴していた。

一方、C基準となった生徒の記述内容やアンケート結果を表4に示す。この生徒は、考察で速さについて考えることはわかつており、タブレット端末で撮影した写真や動画に注目している。しかし、結論は、最初は速く少しづつ遅くなっていくという誤った記述であり、根拠も書かれていなかった。C基準の生徒の中には、わずかな記録テープのグラフの変化を誤差と捉えずに、速さが変化したと考える生徒もいた。再生回数の平均は3.9回と多いが、C基準となったのは、ストロボ写真の間隔が同じであることや台車の動きを言葉として表現できなかった、記録テープの結果とタブレット端末で撮影した記録を結びつけることができなかつた、書くべき結論を誤ってしまったことが原因であると推測される。

4.2. 第2単元でタブレット端末を使用した生徒

A基準となった生徒の記述内容やアンケート結果を表5に示す。A基準の生徒は、考察で速さの変化や科学的根拠にあたる0.1秒間の動きについて考えようとしており、タブレット端末でもストロボ写真の間隔や動画の台車の速さに注目して見ていたとアンケートで答えていた。その結果、0.1秒間に移動した距離が変化していないという根拠をもとに記述するこ

表5 第2単元でタブレット端末を使用したクラスのA基準の生徒の記述とアンケートの回答

考察の記述内容	
台車の0.1秒間に移動した距離が変化していることから、速さだけが変わる運動をしていると考えた。その理由は、台車が0.1秒間に移動した距離が大きくなり速くなったから。	
考えていたこと	タブレット端末で見ていたもの
考察の力の関係は何か。0.1秒の間にどんな変化があったのか。	写真のモーションショットや動画での速さや動き。傾きが緩やかな写真と急なもの。

表6 第2単元でタブレット端末を使用したクラスのC基準の生徒の記述とアンケートの回答

考察の記述内容	
速さは2乗に比例していると考えた。その理由は速さが一定に大きくなっているから。	
考えていたこと	タブレット端末で見ていたもの
どこから車が早くなるか。その速さにどんな関係があるか。	ストロボ写真での台車が動いた距離。

とができていた。また、A基準の生徒の記録した写真や動画の再生回数の平均は3.4回と繰り返し視聴していた。

一方、C基準となった生徒の記述内容やアンケート結果を表6に示す。C基準の生徒には、考察で速さについて考えており、タブレット端末で記録したストロボ写真で台車が動いた距離に注目していたが、考察の記述は、速さは2乗に比例すると誤った記述であった生徒、タブレット端末ではなく、記録テープのグラフに注目した結果、どう考察を書いてよいかわからず無回答であった生徒がいた。再生回数の平均は1.8回とA基準の生徒よりも少ない回数であった。

5. 成果と課題

本研究では、実験結果をタブレット端末で撮影し、その記録した写真や動画を見ることで科学的な根拠をもとに表現する力が高まることを明らかにすることを目的として実践を行った。その結果、タブレット端末で実験結果を記録し、考察時に繰り返し視聴し、記録した写真や動画の台車の間隔や動きの変化に着目して考察することで科学的な根拠を含めて記述できる生徒が増加した。

一方、課題は次の2点ある。1つ目は、第1単元では記録テープのわずかな長さの変化から台車の速さが変化したと読み取って考察している生徒があり、生徒の実験データから作成したグラフの読み取り方、テープのわずかな変化を誤差として捉えるかどうかの認識に左右される内容であることから、異なる単

元での検証も必要である。2つ目は、2回目の実践となる第2単元の結果が良くなつたことである。これは連続する内容で同様の実験を行うものであったため、授業の順番による効果として、2回目の実践となる第2単元の結果が良くなつたと推測されるため、別の単元を設定し検証することが必要である。

参考文献

- 文部科学省：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）別添資料、2016, p. 33.
- 文部科学省：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申），2016, p. 6.
- 文部科学省：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）補足資料、2016, p. 35-37.
- 松原 静郎：中等化学教育における個人実験を通して科学的表現力育成に関する調査研究、科研費（基盤研究B）研究成果報告書、1997, p. 2 - 14.
- 平賀 伸夫：科学的表現力の育成をねらいとした実験レポート作成に関する指導、愛知教育大学研究報告53（教育科学編）、2004, p. 115 - 122.
- 鮫島 弘樹、清水 誠：考察の記述の仕方を理解させる指導方法の研究 -力と圧力の学習を事例として-, 埼玉大学紀要 教育学部、第64巻、2015, p. 93 - 102.
- 森山 潤、他：観察・実験場面におけるタブレット端末のカメラ機能活用による学習効果の実践的検討、兵庫教育大学学校教育学研究、第29巻、2016, p. 1 - 8.
- 森山 潤、他：観察・実験場面におけるカメラ機能活用時の撮影デバイスの違いによる有効性の検討 -タブレット端末とデジタルカメラの比較-, 兵庫教育大学 研究紀要、第49巻、2016, p. 59 - 67.
- 山本朋弘、坂本博紀：小学校体育学習でのタブレット端末持ち帰りによる映像視聴の効果、日本教育工学会論文誌、Vol. 42, 2018, p. 49 - 52.
- 江草達平、他：反転授業による理科の授業改善：PACA国際学校を事例として、日本科学教育学会研究会研究報告、Vol. 29, 2014, p. 83 - 86.
- モーションショット（sony）、<http://x-application.sony.net/motionshot/ja/index.html> (2020.9.5)
- 文部科学省：中学校学習指導要領（平成29年告示）、p.83
- 文部科学省：中学校学習指導要領解説理科編、（平成29年告示）、p.55
- 吉崎静夫、渡辺和志：授業における教師の子ども理解を支援する再生刺激法の開発、日本科学教育学会、第15年回、1991, p. 425 - 428
- 渡辺和志、吉崎静夫：授業における児童の認知・情意過程の自己報告に関する研究、日本教育工学雑誌、Vol. 15, No. 2, 1991, p. 73 - 83.