＜実践報告＞

理科の観察，実験におけるタブレット端末による スロー再生機能の活用が児童の自然認識と授業意識に与える効果

林　康成　　長野市立南部小学校
三崎　隆　　信州大学学術研究院教育学系
坂口雅彦　　信州大学学術研究院教育学系
天谷健一　　信州大学学術研究院教育学系
井田秀行　　信州大学学術研究院教育学系
神原　浩　　信州大学学術研究院教育学系
伊藤冬樹　　信州大学学術研究院教育学系
竹下欣宏　　信州大学学術研究院教育学系

The Effect of Using Tablet Terminals in Science Experiments in Elementary Schools

HAYASHI Yasunari: Nanbu Elementary School
MISAKI Takashi: Institute of Education, Shinshu University
SAKAGUCHI Masahiko: Institute of Education, Shinshu University
TENYA Ken-ichi: Institute of Education, Shinshu University
IDA Hideyuki: Institute of Education, Shinshu University
KAMBARA Hiroshi: Institute of Education, Shinshu University
ITO Fuyuki: Institute of Education, Shinshu University
TAKESHITA Yoshihiro: Institute of Education, Shinshu University

研究の目的	タブレット端末のスロー再生の活用による効果の解明を目的とする.
キーワード	タブレット　スロー再生機能　物の燃え方　観察　実験　自然認識
実践の目的	タブレット端末を活用することによる教育効果の解明を目的とする.
実践者名	林康成
対象者	公立小学校第 6 学年児童(60 名)
実践期間	2018 年 6 月
実践研究の方法と経過	単元「物の燃え方」の実践の児童の様子から有効性を議論した.
実践から得られた知見・提言	本研究において試みた理科の観察，実験におけるタブレット端末のスロー再生機能の活用によって，教育効果をもたらしたと考えられる.

１．研究の背景

学校教育における理科の授業でICT活用が叫ばれて久しい(赤堀・山田 1998，赤堀・藤田 2002，浦野・菊池 2002)．そこでの活用が進んでいる(日本理科教育学会 2002)ことは，日本理科教育学会が理科授業におけるテクノロジーの活用として特集を組んで報告している(久保田 2012)．特に近年では，タブレット端末が学校に導入され，ポータブル性の機能によって活動の多様性と自由性を特徴とした文脈下で，様々な用途で活用されている(久保田 2012，日本理科教育学会 2014)．

筆者らは前報で，小学校の理科授業の観察，実験においてタブレット端末を活用し，その録画再生機能を利用することによって児童の自然認識及び授業に対する意識の変容に効果が現れることを明らかにした(林ら 2017)．

そこでは，比較的反応が緩やかに進むことによって観察，実験の過程を見逃すことなく行うことのできる観察，実験における反応前に録画した画像と反応後に録画した画像との比較検討による授業実践における教育効果が議論されている．

しかし，学校教育における理科の授業で取り扱う観察，実験は反応が瞬時に進み，観察の視点を有していない場合には見逃してしまいかねないものも存在する．あるいは，反応時間が短いがために，反応の過程を十分に把握できないままに観察，実験を終えてしまうことが危惧される観察，実験も存在する．変化が現れてから終わるまでが速い自然現象も存在する．たとえ，繰り返し再生できたとしても，反応の軌跡を追いかけながら事実を分析しようとする場合には，十分な議論に至らないことが危惧される．

当該観察，実験においては，録画した映像を再生するだけでなく，スロー再生することによって，観察，実験に現れる反応の過程を見逃すことなく軌跡を追跡でき，十分な時間をかけて観察，実験することが可能となる．もちろん，前報で報告したように，繰り返し再生することによって，効果を上げることも可能となる．

タブレット端末の録画再生機能のうち，スロー再生機能[注1)]を活用することによる教育効果を論じている報告はない．前報でも，その点に関しては今後の課題として残されたままとなっている．

今後，学校教育における理科授業の観察，実験において，タブレット端末のスロー再生機能を有用的に活用させることによって，理科授業の瞬時に反応が進むが為に見過ごされがちな観察，実験の過程において得られる科学的な事実の着実な把握と，録画した自分たちの観察，実験に現れる自然事象の変化の過程と最終結果のスロー再生に基づく適切な考察がより一層促進され，児童生徒の科学的な概念形成がより効率的にかつより着実に果たされる授業改善に資することが期待される．

２．研究目的

本研究では，理科授業の観察，実験においてタブレット端末の録画再生機能のうち，スロー再生機能を活用することが児童の自然認識及び授業に対する意識の形成に有効に機能することを明らかにすることを目的とする．

３．研究方法

3.1 調査方法

(1) 調査対象

公立小学校の第 6 学年 2 クラス(60 名)

(2) 調査単元，調査単位時間，授業者

調査単元：「ものの燃え方と空気」(全 10 単位時間)

特に調査対象となる単位時間の目標：

「ろうそくが燃えたり燃えなかったりする時の集気ビンの中の空気の動きについて，実験結果を使って，クラスのみんなによく分かってもらえるように分かりやすく，自分の言葉で説明することができる.」(図 1)

小学校第６学年理科『学び合い』学習指導案（略案）

授業者　私たちの『学び合い』研究室

1　単元名　「ものの燃え方」（全 10 単位時間）

2　本時の位置（第 3 時）

前時　2 つのビンに燃えているろうそくを入れ，一方にはふたをして燃え方がどのように変わるのかについて，実験結果を使って，クラスのみんなによく分かってもらえるように分かりやすく，自分の言葉で説明することができる。

次時　酸素の中でろうそくや線香などを燃やし，空気の中で燃やすときとの違いについて，実験結果を使って，クラスのみんなによく分かってもらえるように分かりやすく，自分の言葉で説明することができる。

3　本時の主眼

ろうそくが燃えたり燃えてなかったりする時の集気ビンの中の空気の動きについて，集気ビンに線香を近づけ煙の動きを観察することにより，実験結果を使って，クラスのみんなによく分かってもらえるように分かりやすく，自分の言葉で説明することができる.

4　指導上の留意点

・児童が選択した探究方法が実現できるよう支援する。

・目標，評価規準を示し，『学び合い』の考え方に基づいて児童の有能性を信じて，児童の学習状況を情報公開する。

5　本時の展開

階	学習活動	予想される児童の反応	指導援助，評価	時間	備考
導入	・本時の目標を理解する。	・「ろうそくが燃えたり燃えてなかったりする時の空気の動きはどうなっているのだろうか。」	・本時の目標と評価規準を示す。	3	・液晶ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾀ
	目標：全員が，ろうそくが燃えたり燃えてなかったりする時の集気ビンの中の空気の動きについて，実験結果を使って，クラスのみんなによく分かってもらえるように分かりやすく，自分の言葉で説明することができる。				
	・目標達成のための方法を考え，本時の手立てを理解する。	・「どのように考えたらよいのだろう。」 ・「みんなで助け合ってやろう」	・自分にとって最も良い方法で探究することを促す。 ・手立てを示す。	2	
展開	手立て：みんなで助け合いながら（みんなに自分の考えを聞いてもらったり，みんなから考えを聞かせてもらったりしながら，あるいは考えのまとまらない人は考えのまとまった人に考えをまとめるこつを教えてもらったり，考えのまとまった人は考えのまとまらない人に考えをまとめるこつを教えてあげたりしながら)，みんなが目標達成できるようにやってみよう。				
	・目標を達成するために相談しながら探究する。 ・分からない人はこつを見つけた人に聞きながら，分かった人はこつを伝えながら調べる。	・「ろうそくが燃えているときは，集気ビンの中の空気は入れ替わっている。」 ・「ろうそくが燃えてないときは，集気ビンの空気は入れ替わらない。」	・全員に情報公開した方が良い追究をしている児童，あるいは発見をした児童を可視化する。 ・他との関わりがあった場合には褒め，さらなる関わりを促す。 ・立ち歩きを促す。	35	・資料を教卓に置く。
まとめ	・目標を達成する。	・ろうそくが燃えたり燃えてなかったりする時の集気ビンの中の空気の動きについて，実験結果を使って，クラスのみんなによく分かってもらえるように分かりやすく，自分の言葉で説明する。	〈評価規準〉 ろうそくが燃えたり燃えてなかったりする時の集気ビンの中の空気の動きについて，実験結果を使って，クラスのみんなによく分かってもらえるように分かりやすく，自分の言葉で説明することができる。	10	

図１　授業計画

授業者：第一筆者と同じである．なお，理科授業の観察，実験で使用する児童用タブレット端末は，前報の林ら(2017)に準じ，調査対象校の属する自治体の教育委員会から借用した．

(3) ろうそくが燃えている時，燃えていない時の周囲の空気の動きについての観察，実験方法

本研究において実施したろうそくが燃えている時,燃えていない時の集気ビンの中の空気の動きについての観察，実験は次のように行った．2 つの集気瓶を各グループ用意し，1 つの集気瓶に燃えているろうそくを燃焼さじに立てて入れ，もう 1 つの集気瓶に燃えていないろうそくを燃焼さじに立てて入れ，それぞれに別々の児童が火のついた線香を集気瓶の入り口上部に同じように近づけた．その際，ろうそくと線香は長さの同じものを使用し，2 つの集気瓶の間は，互いの空気の動きに影響を与えない程度の距離を空けた．そして，ろうそくが燃えている時の線香の煙の動く様子，燃えていない時の線香の煙の動く様子を空気の動きとして観察させた．

(4) タブレット端末の活用に関する具体的な手続き

本研究においては，次の情報機器等を使用することとした．

・タブレット：EPSON TN10E(8 台)，iPadPro A1822,MD510J/A(各 1 台)

・大型モニター：Panasonic TH-P50 G1 EH(1 台)

上記情報機器を，次のように使用した．

児童の観察，実験グループの 1 つに 1 台のタブレット端末を用意した．それぞれのグループに対しては，当該タブレット端末を使って，自分たちの観察，実験の様子を録画させた．その上で，目標達成に向けた活動において，録画した映像を観察，実験によって得られる自然事象の変化の過程や結果の集積及び考察の場面において自由に使用させるために，前報の林ら(2017)に準じて，指示を出した．

(5) 目標達成の評価

本単元における目標達成は，次のように評価した．対象者自身が自分で目標を達成できたと自己評価できた場合に，理科室前の黒板に書かれた自分の出席番号の数字に〇印をつけることを持って目標達成として判断した．対象者自身の自己評価の判断基準は，対象集団内の任意の対象者 2 名に対して目標達成できた内容を説明し，ワークシート最下欄に設けたサインの欄にサインをもらうこととした．

(6) 対象者の授業に対する意識の調査

授業でのタブレット端末のスロー再生による対象者の授業に対する意識の自己評価の実態を調べるために，前報の林ら(2017)に準じ，授業終了後に 9 項目から成る無記名のアンケート調査を対象者全員に対して実施した．それぞれの質問項目について，5 件法にて「5 とてもそう思う」,「4 少しそう思う」,「3 どちらともいえない」,「2 あまりそう思わない」,「1 ぜんぜんそう思わない」の 5 つの選択肢を設け，最も良く当てはまる選択肢を 1 つ選んで〇印を付けさせた．さらに，アンケートの末尾には，自由記述によ

り感想を求めた．そして，全員の回答を待って用紙を回収した．なお，アンケート項目は，前報の林ら(2017)と同様である．

3.2 分析方法

(1) 目標達成の評価の分析

本研究においては，黒板に貼付された対象者全員の出席番号の数字に〇印がつけられるか否かによって対象者の目標達成を分析することとした．授業後に自由に記述させたリフレクション及びスロー再生を評価に加えて分析することとした．

(2) 対象者の授業に対する意識の調査の分析

本研究では，対象者の回答を前報の林ら(2017)と同様に処理した．そして，各質問項目について，前報に準じ，積極的回答のカテゴリーと非積極的回答のカテゴリーとの間で 1×2 のクロス表を作成し，Fisher の直接確率計算によって出現確率を求めた．また，アンケートの自由記述から対象者の意識の実態を分析した．

４．結果

4.1 目標達成の評価の分析の結果

当該単位時間の目標達成の評価の分析の結果，全員が目標達成を果たした．図 2 は，授業における任意の 2 人(対象者 A，対象者 B)のワークシートへの記述事例を示している．対象者 A は，ろうそくが燃えている時，燃えていない時の空気の入れかわりを記述している．対象者 B は，空気の動きを線香の煙として矢印をつかって記述している．

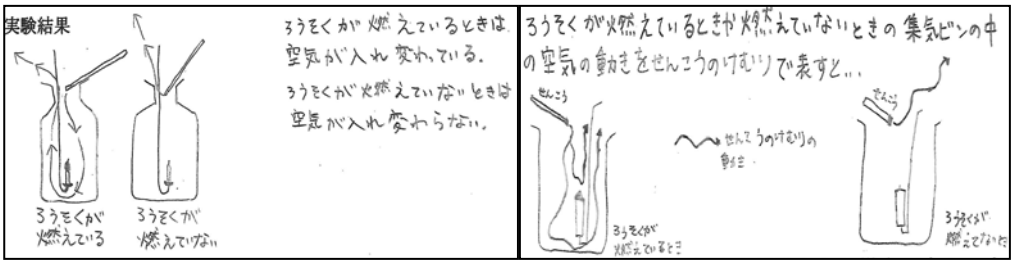

図２　任意の２人のワークシートの記入事例（左は対象者Ａ，右は対象者Ｂ）

・いつもの観察より，ゆっくり見ることができて，分かりやすかった．
・タブレットで，ビデオをスローで見ることができて，すごい早い空気の動きをゆっくり見ることができて分かりやすかったです．
・スロー再生だから，ろうそくがついているとき，線香のけむりの動きが，入れかわっていることがよく分かりやすかった．
・スローで見ることで，いつも少ししか見れないところなどをゆっくり見ることが出来たので，よかったです．
・タブレットを使わないときは，忘れちゃったり見返したいと思うことがあったけど，タブレットを使わないとできないスロー再生でゆっくり見返せてしっかり観察できた．
・タブレットで撮ると実験した後ももう一度見返すことが出来るので，より分かった．
・実験が何度も見れ，ゆっくりにすることもできて，よりよく理解ができた．

図３　一部の対象者の授業後の感想

図３は，授業終了後の一部の対象者の感想を示している(表記は児童の記述をそのままとした)．いずれも，タブレット端末のスロー再生機能を活用することによって，観察，実験の過程をゆっくりと見ることができて分かりやすかったことを指摘していることが明らかになった．なお，スロー再生に対して分かりにくいなどの否定的な感想は確認できなかった．

図４は，ある１つのグループの実時間６秒間スロー再生した時の画像である．また，図

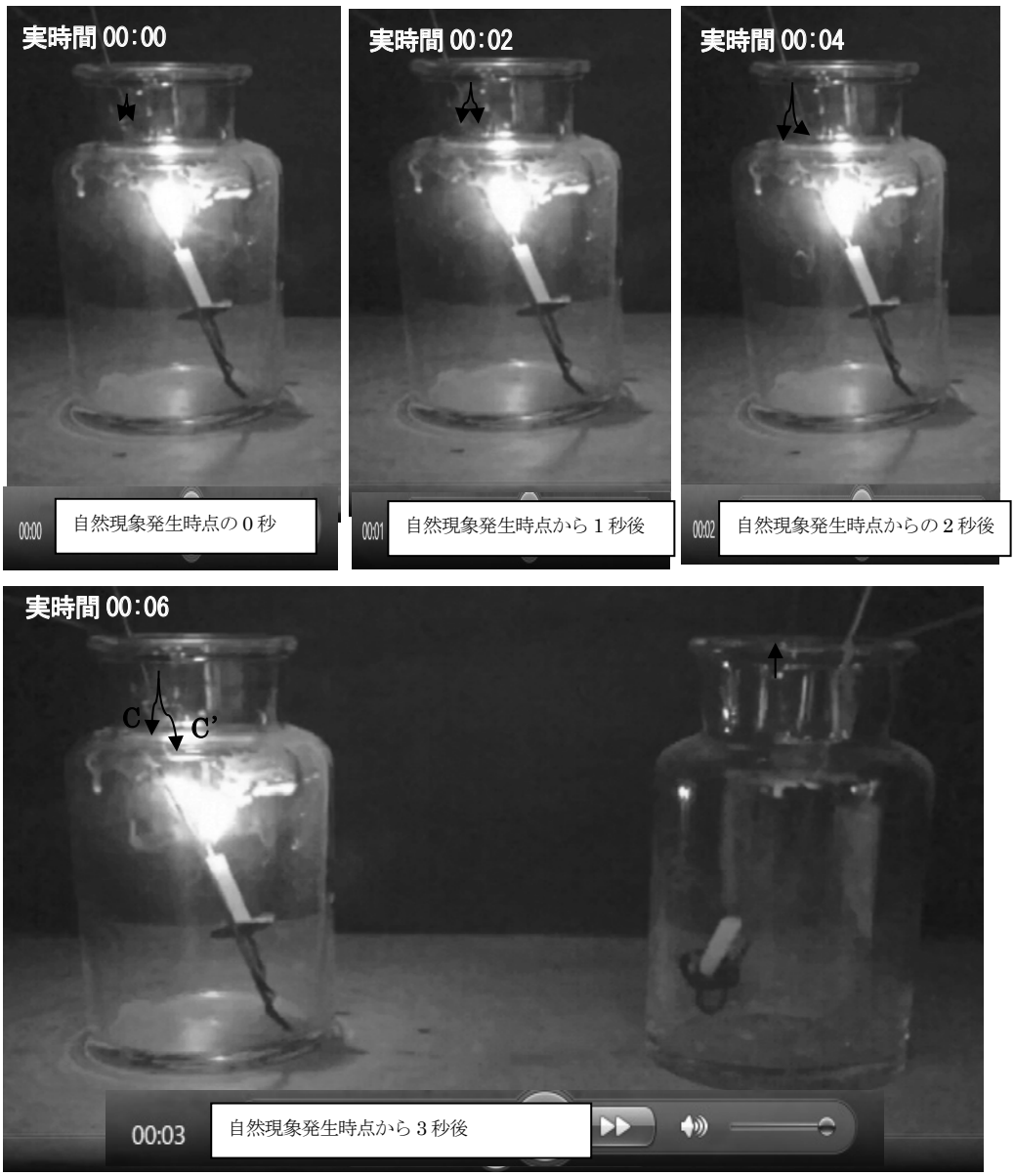

図４　実時間６秒間スロー再生したろうそくが燃えている時と燃えていない時の画像
（左上は実時間，矢印は線香の煙の動き，中央下は拡大した時間表示）

5 は，当該グループの実時間 6 秒間の通常再生した時の画像である．

図 5 における実時間 6 秒間の通常再生では，自然現象発生時点の 0 秒，自然現象発生時点から 2 秒後, 自然現象発生時点から 4 秒後, 自然現象発生時点から 6 秒後を表している．これは，6 秒間の自然現象を 6 秒間で観察していることを示している．

図 4 における 6 秒間のスロー再生では，自然現象発生時点の 0 秒，自然現象発生時点から 1 秒後，自然現象発生時点から 2 秒後，自然現象発生時点から 3 秒後を表している．これは，通常再生では 3 秒間で観察する動画内容をスロー再生で 6 秒間かけて再生している

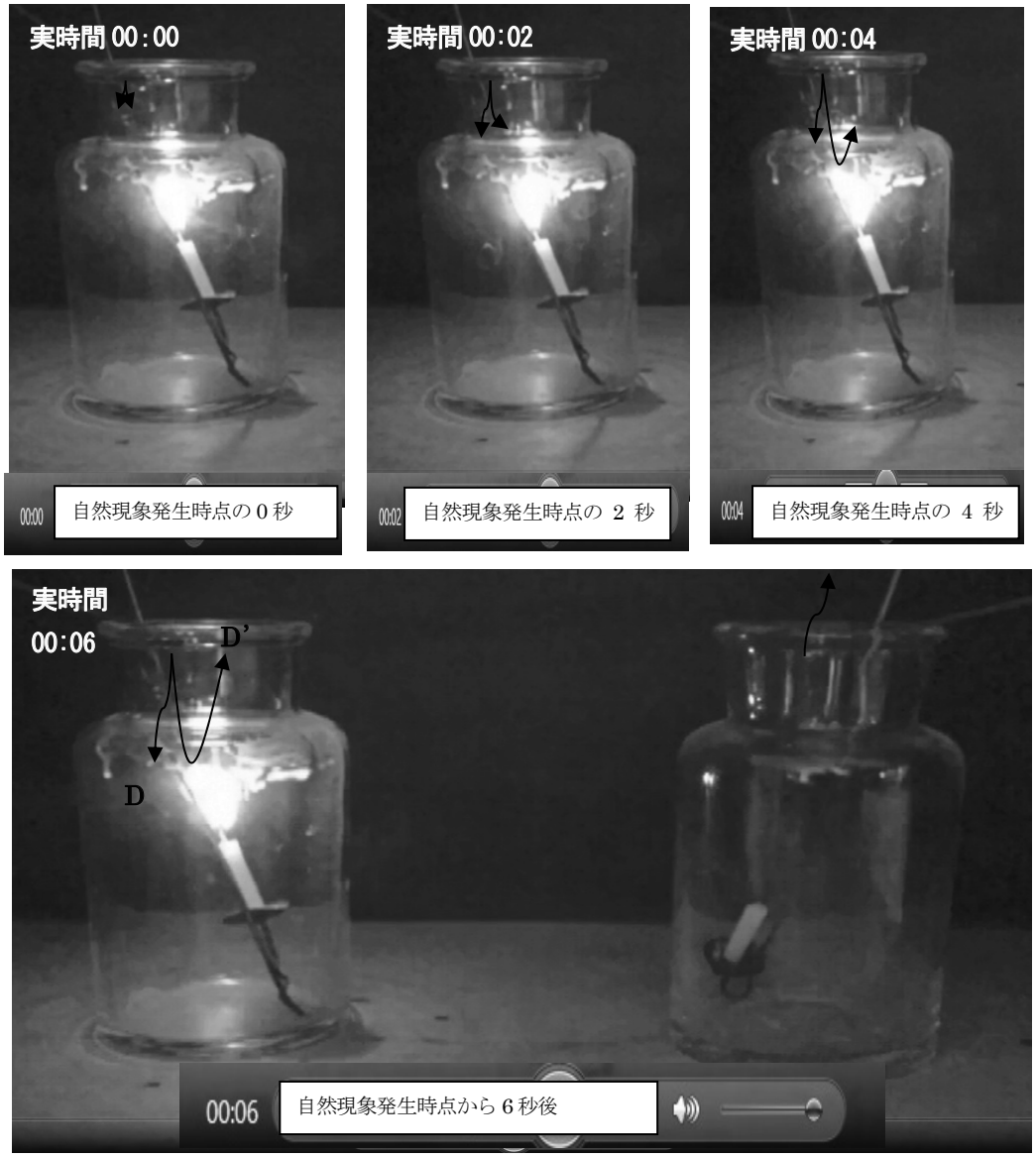

図５　実時間６秒間通常再生したろうそくが燃えている時と燃えていない時の画像
（左上は実時間，矢印は線香の煙の動き，中央下は拡大した時間表示）

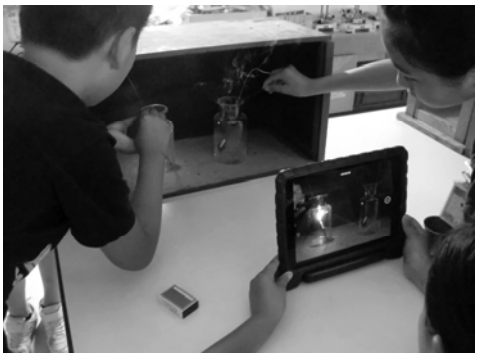

図６　録画し（左図），検証している（右図）様子

ものである．つまり，実際での３秒間の自然現象を２倍遅い速度での動画として６秒間で観察していることを示している．このことは，図５では６秒間という時間でＤとＤ’の位置まで線香の煙が動いてしまうのに対して，図４ではスロー再生しているため，同じ６秒間でもＣとＣ’の位置までしか線香の煙が動かないことからも示されることである．

図６から，対象者自身によって，スロー再生を活用しながら，大型モニターで検証したことが明らかになった．

4.2 対象者の授業に対する意識の調査の分析の結果

表１は，対象者の授業に対する意識の調査の分析の結果を示している．表中の回答欄の数値は人数を示している．Fisher の直接確率計算の結果，全ての質問項目において積極的回答と非積極的回答の間には統計的に有意差が認められた(両側検定：有意水準 $p < 0.05$).

表１　授業に対する意識調査の結果

項目	積極的回答	非積極的回答	出現確率(p)
①いつもの授業より，勉強がよく分かった.	60	0	1.7×10^{-18}
②いつもの授業より，授業の内容に興味がわいてもっと知りたくなった.	55	5	2.1×10^{-10}
③いつもの授業より，なんとかして分かるようになろうとがんばれた.	48	12	7.2×10^{-4}
④いつもの授業より，自分で考えたり判断したり表現したりすることができた.	55	5	2.1×10^{-10}
⑤いつもの授業より，クラスのみんなとコミュニケーションすることができた.	54	6	3.3×10^{-9}
⑥いつもの授業より，観察，実験のようすをじっくりみることができた.	60	0	1.7×10^{-18}
⑦いつもの授業より，観察，実験の結果を使って答えを考えることができた.	60	0	1.7×10^{-18}
⑧いつもの授業より，みんなのことを考えてチームワーク良くがんばれた.	54	6	3.3×10^{-9}
⑨いつもの授業をやるよりも，今日のような授業をもっとやりたいと思った.	54	6	3.3×10^{-9}

５．考察

5.1 目標達成の評価の分析の結果の考察

全員の目標達成，図 2 から，本研究で試みたタブレット端末のスロー再生を活用した観察，実験の取組が有効に機能したものと考えられる．特に，図 3 の対象者の感想から，本研究におけるタブレット端末のスロー再生の活用の試みが，速い煙の動きをゆっくり観察することによって分かりやすく理解させる効果をもたらしていると考えられる．その意味においても，本研究でのタブレット端末によるスロー再生機能の活用は，児童の自然認識の定着をより一層促す効果をもたらすと言える．

5.2 対象者の授業に対する意識の調査の分析の結果の考察

表 1 から，タブレット端末のスロー再生による手法が，対象クラスの構成員に対していつもの授業より，理解を促し興味を喚起させ，周囲の対象者とのコミュニケーションを図らせ，学びたいという意欲を喚起させると判断させる効果をもたらしたと考えられる．このことから，タブレット端末のスロー再生機能を活用する理科の授業の教育効果は大きいことが考えられる．

特に，「⑥いつもの授業より，観察，実験のようすをじっくりみることができた.」，「⑦いつもの授業より，観察，実験の結果を使って答えを考えることができた.」の質問項目において，有意差が認められた結果は，タブレット端末のスロー再生による観察，実験の授業実践が対象者自身に対して自然事象のより良い理解の促進を図っていることと授業に対する意識を高める効果を生み出しているものと考えられる．これによって，対象者自身でスロー再生を活用して，空気という動きの速い軌跡を追跡し，観察に現れる反応の過程を十分な時間をかけて検証できたことが明らかとなった．この結果は，自然事象を対象として問題解決を図る理科の授業において，動きの速い自然事象や微視的な変化を起こす自然事象を扱う際に，スロー再生していない観察，実験に対して有効に機能することが示唆される．

今後の学校教育における理科授業の上記観察，実験において，タブレット端末のスロー再生機能が有効に活用されることによって，児童生徒の自然認識のより良い獲得と授業に対する意識の変革を促進する授業改善に資することが大いに期待される．

注 1）タブレット端末のスロー再生機能には使用する機種の違いによって，一般的に 2 つの方式が存在する．1 つは，録画する際にスロー再生専用録画方式がとられているもの，もう 1 つは，再生する際にスロー再生と通常再生の両方の再生方式がとられているものである．本研究では，これら 2 つの方式をスロー再生機能とすることとする．

附記

本研究は，前報の林ら(2017)の続報であり，科研費 18E00186 の助成を受けて行われている．

文献

赤堀侃司，藤田雅元，2002，理科における情報教育の方法と実践，日本理科教育学会編「これからの理科授業実践への提案」，東洋館出版社，pp.140-143

赤堀侃司，山田章弘，1998，情報教育，日本理科教育学会編「これからの理科教育」，東洋館出版社，pp.14-19

林康成，三崎隆，坂口雅彦，天谷健一，井田秀行，神原浩，伊藤冬樹，竹下欣宏，2017，理科の観察，実験におけるタブレット端末による録画再生機能の活用が児童の自然認識と授業意識に与える効果，教育実践研究，16，信州大学教育学部附属次世代型学び研究開発センター紀要，pp.109-118

久保田善彦，2012，テクノロジーの活用，日本理科教育学会編「今こそ理科の学力を問う」，東洋館出版社，pp.186-191

日本理科教育学会，2002，第 8 章コンピュータを活用した教材，日本理科教育学会編「これからの理科学習を支える教材」，東洋館出版社，pp.122-131

日本理科教育学会，2014，特集 ICT 機器を用いた理科授業，東洋館出版社，pp.5-44

浦野弘，菊地一仁，2002，情報ネットを利用した理科学習支援方法，日本理科教育学会編「これからの理科授業実践への提案」，東洋館出版社，pp.144-147

（2018 年 8 月 30 日　受付）