

<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 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

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, Nagano City
 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	タブレット端末を活用することによる効果の解明を目的とする。
キーワード	タブレット 録画再生機能 金属の膨張 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・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
対象者	公立小学校第4学年児童（29名）
実践期間	2017年7月
実践研究の方法と経過	単元「金属の体積と温度」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録画再生機能の活用によって，全員の目標達成が果たせたと同時に，授業に対して好意的な意識を生み出すことをもたらしたと考えられる。

1. 研究の背景

理科教育における ICT の活用は様々な場面で行われている (久保田 2012) . 先行研究によると, 観察の支援 (たとえば, 三崎 1996) , 測定の支援 (たとえば, 高垣ら 2005) , 思考の外化・共有の支援 (たとえば, 和田ら 2008) , コミュニケーションの支援 (たとえば, 福本 2005) , 内省の支援 (たとえば, 山本 2006) の 6 つが挙げられている.

本研究では, これらの中から, 観察, 実験に対する支援に焦点を絞って論ずることとする.

理科は自然事象を対象として問題解決を図る教科であり (村山 2005) , その過程での観察, 実験は, 理科の授業において重要かつ欠かさざる活動として位置付いており (村山 2013) , そこから得られる事実を集積した上で目標達成に果たすべき考察を行うことが理科教育における重要な意義を持つ (矢野 2007) ことに依る. 特に, ICT の活用に依ってしか可能にできない観察に対する支援は重要である.

観察の支援としての ICT の活用について, 三崎 (1996) は中学校第 2 学年においてインターネットを活用したひまわりの雲画像の観察を実天観測とともにを行っている. 八嶋 (2007) は天文シミュレーションソフトを活用して児童の観測結果と実際の星の動きをつなげられるよう観察を支援している. 松本ら (2007, 2009) や福田 (2007) はインターネット天文台を活用して観察を促している. 斎藤 (2010) は地域の地層の写真とともに JST の理科ねっとわーくを閲覧させて観察を支援している. 平澤ら (2008) はグーグルアースの 3D 表示を利用して身近な川の流れる水による地形の変化の観察を促している. 高島 (2007) はライブカメラの映像等を提供している民間気象情報サイトの活用を観察に取り入れている. 観察の支援に関しては, インターネットを活用した実践が多く報告されている.

ところで近年, 学校教育においてタブレット端末の導入が進んでいる (久保田 2012) . 理科教育におけるタブレット端末の活用は観察の支援だけでなく, 測定の支援や思考の外化・共有あるいはコミュニケーションの支援でも活用可能であるが, ここでは前述の理由により, 観察の支援に焦点を絞って議論することとする.

理科の観察, 実験におけるタブレット端末使用のメリットの一つは, 自分たちの観察, 実験の録画によって自らの観察, 実験の様子を同じ視点からその場で即時的に繰り返し再生して再度観察し直すことによって観察, 実験から得られる事実を追認知できたり, 異なる視点から改めて観察し直すことによって録画する際に行った観察, 実験のときには認知できなかった事実を新たな視点から新たに認知できたりする点, 録画映像をその場で即時的に早送り再生することや拡大して再生することによって観察, 実験の時系列の変化を瞬時に視覚的に分かりやすく認知することができる点である.

タブレット端末の録画再生機能を活用して自ら行った観察, 実験の過程と結果を同じ視点からでも異なる視点からでも自由に再度振り返って観察することのできる活動が保証されることは, 観察の理論負荷性の観点から鑑みて意義深いことである.

また、いずれの場合も、デジタル・カメラや携帯端末等の小さい画面での視聴よりも大きな画面での視聴を可能にしているだけに、より一層視覚的な明瞭性を持って認知を促すことができる点においてタブレット端末の録画再生機能を活用した活動は優位性を有していると言える。これらの点から、タブレット端末の録画再生機能を活用した観察、実験に対する支援が授業実践において有効に機能することが示唆される。

学校教育における理科の授業でのタブレット端末の活用について、これまでいくつか実践事例が報告されている。

廣上（2014）は、タブレット端末を思考の外化・共有の支援、つまり情報の共有化のツールとして中学校第1学年の身の回りの物質の単元で活用している。篠宮（2014）は、中学校第1学年植物の単元で思考の外化・共有としての発表ツールとして、第2学年電流及び第3学年運動において実験測定の実験支援として活用している。岡田・新江（2014）は小学校第4学年金属、水、空気と温度においてコミュニケーションの支援としてタブレット端末を使用している。大島（2014）は高校課題研究の野鳥の生態調査の単元において知識校正型ジグソー法の手段としてタブレット端末を電子資料の検索の場面で活用している。村津ら（2014）は観察の支援とは言え、植物観察の図鑑としてのタブレット端末を使って検索機能を活用した事例である。

しかしいずれも、タブレット端末の持つ録画再生機能を活用して観察、実験の支援を行っているものではない。岡田・新江（2014）が小学校第5学年のふりこの単元でのタブレット端末の録画再生機能の活用事例をわずか一部で紹介しているが、他のグループの実験の動画との比較としての活用であり、時系列にリフレクションしながら活用しているものではない。加えて、実践事例の紹介にとどまっており、その教育効果を論じているものではない。

外山ら（2015）がタブレットの持つ優位性を活用した興味深い実践事例を報告しているが、理科における実践事例ではない。

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を活用した児童生徒自らによる観察、実験の過程と結果の録画再生が自然事象の変化の過程を時系列的に追いながら考察する場面において有効に活用されることによって、理科授業の観察、実験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効率的にかつ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4学年1クラス（29名）

(2) 調査単元，調査単位時間，授業者

調査単元：「金属の体積と温度」（全3単位時間）

特に調査対象となる単位時間の目標：

「アルミニウムがあたためられたり冷やされたりすると体積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。」（図1）

授業者：筆者らの一人が授業実践を行った。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，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) アルミニウムを活用した金属の加熱，冷却の観察，実験方法

本研究において採用した2本の棒状のアルミニウムを活用した金属の加熱，冷却の観察，実験は次のように行った。直径数mmの棒状のアルミニウムを2本用意し，それぞれを別々のスタンドに水平方向に固定する。そして，両者の端を数mmの間隔（厚紙1～2枚程度が入る間隔）を空けて近づけて，それぞれのスタンドと棒状のアルミニウムが動かないように設置する。その状況下で，それぞれの棒状のアルミニウムのもう一方の端（数mmの間隔を空けて近づけた端ではない方の端）に近い部分をアルコールランプ等でそれぞれ別々に同時に加熱する。それぞれの棒状のアルミニウムを同時間ずつ十分に加熱したあとに，同時に加熱を止めてそれぞれ自然冷却する。対象者には，加熱時の2本の棒状のアルミニウムの変化の様子及び自然冷却時の変化の様子を観察させる。

(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：NEC VK80AS-K（2台），iPadPro MH1G2J/A,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2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た。全員の目標達成のために，録画した映像は何度でも繰り返して再生してもかまわな

1	単元名 「金属の体積と温度」 (全3 単位時間)				
2	本時の位置 (第1時)				
前時	水があたためられたり冷やされたりすると体積がどのように変わるのかについて、実験結果を使って、クラスの人々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	金属があたためられたり冷やされたりすると体積がどのように変わるのかについて、実験結果を使って、クラスの人々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 アルミニウムがあたためられたり冷やされたりすると体積がどのように変わるのかについて、実験結果を使って、クラスの人々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可能性を信じて、児童の学習状況を情報公開する。				
5	本時の展開				
導入	学習活動 ・本時の目標を理解する。	予想される児童の反応 ・「アルミニウムをあたためたり冷やしたりするとどうなるのだろうか。」	指導援助、評価 ・本時の目標と評価規準を示す。	時 3	備考 ・液晶プロジェクタ
	目標：全員が、アルミニウムがあたためられたり冷やされたりすると体積がどのように変わるのかについて、実験結果を使って、クラスの人々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か。」 ・「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。	・「アルミニウムは熱せられると、体積が大きくなる。金属は冷やされると、体積が小さくなる。」 ・「アルミニウムの温度による体積の変わり方は、空気や水よりも、ずっと小さい。」	・全員に情報公開した方がよい追求をしている児童、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。	・アルミニウムがあたためられたり冷やされたりすると体積がどのように変わるのかについて、実験結果を使って、クラスの人々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> アルミニウムがあたためられたり冷やされたりすると体積がどのように変わるのかについて、実験結果を使って、クラスの人々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 タブレット端末活用の授業の企画

い点、どのグループの録画映像を再生して視聴してもかまわない点について周知した。必要に応じて、大型モニターへの投影を可能とした。

(5) 目標達成の評価

本單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きと自己評価できた場合に、理科室前の黒板に貼付された自分の名前を書かれたネームプレートを裏返す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録画再生機能活用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、本研究においては、授業終了後に次の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○印を付けさせた。全員の回答を待って用紙を回収した。無記名にて実施することによって、対象者自身の蓋然性の高い自己評価の実態を把握することを意図したことによる。

質問項目は、「今日のタブレットを使った学習について、番号に○をつけましょう。①いつもの授業より、勉強がよく分かった。②いつもの授業より、授業の内容に興味をわいてもっと知りたくなった。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。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。⑤いつもの授業より、クラスのみなどとコミュニケーションすることができた。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。⑧いつもの授業より、クラスのことを考えてチームワーク良くがんばれた。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。」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名前の書かれたネーム・プレートが裏返される事実が認められるか否かによって対象者の目標達成を分析した。授業後に自由に記述させたリフレクション及び録画映像を評価に加えて分析した。

(2) 対象者の授業に対する意識の調査の分析

対象者の回答のうち、「5とてもそう思う」、「4少しそう思う」の選択肢を選択した回答を積極的回答のカテゴリーに、「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」の選択肢を選択した回答を非積極的回答のカテゴリーに分類した。そして、各質問項目について、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。

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、授業における一部の対象者のワークシートへの記述内容を示している。いずれも加熱したときと冷却したときの変化の様子をまとめていることが認められた。



図2 一部の対象者のワークシートの記入事例

- ・タブレットで写真(ビデオ)を使って、変化がある実験がやりやすくなって、もう一度やりたいです。
- ・いつもよりかんさつをじっくり見ることができたのでよかったです。
- ・タブレットをつかった学習がタブレットでかわるようすをよくしらべられるのでよかったです。
- ・金属があたためると少しだけ大きくなり、ひやすと少しだけ小さくなることがタブレットでみると分かりやすかった。
- ・タブレットを使うと何回もじっけんが見れてよかった。小さな金ぞくの変化がわかりやすかった。
- ・タブレットを使うと、何回も見ることができし、こまかいところまでしっかりとうつっていてわかりやすかった。

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表している)。いずれも、タブレット端末を使用することによって、観察、実験の過程を繰り返し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。図4は、ある1つのグループの録画映像の加熱前と加熱後の画像である。図5は実際に録画している様子とそれを大型モニターで再生して検証している様子を示している。対象者自身で再生して検証できる録画が行われたことが明らかとなった。

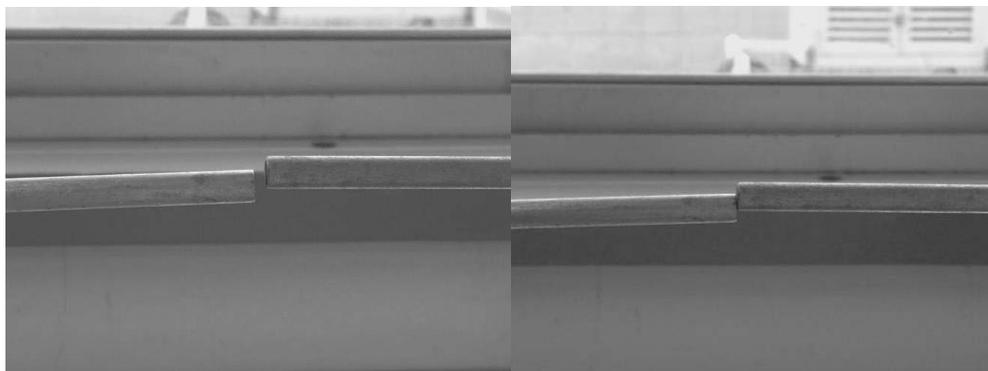


図4 対象者の録画した映像からの画面(左は加熱前、右は加熱後)



図5 録画し(左図), 検証している(右図)様子

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 授業に対する意識調査の結果

項目	積極的的回答	非積極的的回答	出現確率(p)
①いつもの授業より, 勉強がよく分かった.	29	0	0.000
②いつもの授業より, 授業の内容に興味をわいてもっと知りたくなった.	29	0	0.000
③いつもの授業より, なんとかして分かるようになるうとがんばれた.	28	1	0.000
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.	29	0	0.000
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.	27	2	0.000
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.	29	0	0.000
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.	27	2	0.000
⑧いつもの授業より, クラスのことを考えてチームワーク良くなれた.	27	2	0.000
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.	25	3	0.000

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. ⑨について未記入が1枚存在した. Fisherの直接確率計算の結果, いずれもの質問項目とも5%の有意水準で統計的に有意差が認められた(両側検定).

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1, 図2から, 本研究で試みたタブレット端末の録画再生機能を活用した観察, 実験の取組が有効に機能したものと考えられる. 特に, 対象者の感想から判断すると, タブレット端末の録画再生機能を活用することによって, 自分たちの観察, 実験を何度も繰り返して見ることができた点が彼らの観察, 実験を通した目標達成を十分に促進させたことが解釈できる. その意味において, 本研究でのタブレット端末による録画再生機能の活用は, 児童の自然認識の適切な定着に効果をもたらすと言える.

また, 全員が目標を達成している点及び対象者の感想にタブレット端末の活用が理解を促すことを指摘している点から鑑み, 本研究におけるタブレット端末の録画再生機能の活用の試みが, 一見分かりづらい金属の膨張現象を拡大したり時間を短縮して変化させたり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録画再生機能の活用は, 児童の自然認識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、タブレット端末の録画再生機能の活用による手法が、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、考えさせ他とコミュニケーションを図らせ、もっと受け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。その意味において、タブレット端末の録画再生機能を活用する理科の授業の教育効果は大きいと言える。

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、タブレット端末の録画再生機能による観察、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、時間的にゆっくり変化する自然事象や微視的な変化を起こす自然事象を扱う際に、ともすると1回の観察、実験では対象者にとって分かりづらくなる観察、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、タブレット端末の録画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。

謝辞

本研究の調査におけるタブレット端末の使用に関して長野市教育委員会様到大変お世話になりました。ここに厚く御礼申し上げます。

文献

平澤林太郎, 久保田善彦, 2008, グーグルアースを使った地域学習教材の開発と評価, 理科の教育, 674, 東洋館出版社, pp.645-648

廣上倫介, 2014, 情報の共有化を促すICTの利活用, 理科の教育, 744, 東洋館出版社, pp.21-24

福田章人, 2007, 理科室で行うICTを活用した授業例, 理科の教育, 665, 東洋館出版社, pp.24-26

福本雅司, 2005, Knowledge Forum を利用した協調学習, 理科の教育, 639, 東洋館出版社, pp.27-29

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」所収, 東洋館出版社, pp.186-191

松本榮次, 松本伸示, 2007, 外国の天文台を活用した天文を題材とする総合的な学習の研究, 理科教育学研究, 48(2), pp.159-167

松本榮次, 松本伸示, 2009, カラーカメラを用いた天体観察学習の研究, 理科教育学研究,

- 50(2), pp.149-158
- 三崎隆, 1996, インターネットから検索できるひまわり雲画像の観察に関する基礎的研究, 地学教育, 49(4), pp.123-130
- 村津啓太, 舟生日出男, 楠房子, 武田義明, 井上晴香, 山口悦司, 稲垣成哲, 杉本雅則, 溝口博, 2014, モバイル端末を用いた植物観察支援システム「ポケット植物図鑑」の開発と評価, 科学教育研究, 38(4), pp.228-237
- 村山哲哉, 2005, 理科の授業論—理科の授業改善を目指して—, 理科の教育, 54(8), 東洋館出版社, pp.58-61
- 村山哲哉, 2013, 問題解決 8 つのステップ—これからの理科教育と実践—, 東洋館出版社, pp.8-28
- 岡田喜博, 新江達矢, 2014, 授業はタブレット PC 導入でどう変わるのか, 理科の教育, 744, 東洋館出版社, pp.33-36
- 大島 純, 2014, モバイルテクノロジーを導入した協調学習がもたらす新しい理科授業, 理科の教育, 744, 東洋館出版社, pp.5-8
- 斎藤浩正, 2010, 理科学習における学びを深める ICT 活用, 理科の教育, 699, 東洋館出版社, pp.13-15
- 篠宮 健, 2014, 表現の補助ツールとしての電子黒板とタブレット PC, 理科の教育, 744, 東洋館出版社, pp.25-28
- 高島勇二, 2007, 理科における ICT を活用した学習の試行, 理科の教育, 665, 東洋館出版社, pp.30-32
- 高垣マユミ, 田原裕登志, 2005, 振り子の概念形成を促す学習者主体の思考実験シミュレータの開発, 理科教育学研究, 45(3), pp.79-86
- 外山良史, 水落芳明, 中野博幸, 2015, 小学校体育科における学習者によるタブレット型端末の機能の選択活用に関する事例的研究—マット運動における動画の撮影・視聴の機能について—, 科学教育研究, 39(3), pp.233-242
- 和田一郎, 森本信也, 2008, 電子黒板の特性を利用した理科学習の内化と外化に関する研究, 理科教育学研究, 48(3), pp.85-96
- 山本智一, 2006, 生命の多様性と共通性を理解する単元の開発, 理科の教育, 646, 東洋館出版社, pp.14-17
- 矢野英明, 2007, なぜ問題解決が必要なのか, 日置光久・矢野秀明編著「理科でどんな「力」が育つか」, 東洋館出版社, pp.12-19
- 八嶋真理子, 2007, 理科では ICT をどのように活用するのか, 理科の教育, 665, 東洋館出版社, pp.12-14

(2017年7月31日 受付)