

理科教材史を踏まえた 小学校理科における実験・観察の気づきを深める ICT 活用

興治文子*1・中山大地*2・小林昭三*1・神村圭佑*3

Email: okiharu@niigata-u.ac.jp

*1: 新潟大学教育学部

*2: 佐渡市立相川小学校

*3: 新潟大学大学院教育学研究科

◎Key Words 小学校理科, タブレット, 気づき

1. はじめに

理科教育の在り方を考えるとき、今日の理科教育に至った歴史的背景を検証し、現在の私たちを取り巻く環境や社会的要請を踏まえることが、今後の展望を切り開いていくだろう。

理科教育の目標を、科学の方法の習得と自然科学の基本的概念の理解を基にした科学的自然観の確立^①とすると、実験・観察は理科学習において中核をなすものである。小学校において理科に相当する教科は公教育が始まった1872(明治5)年から存在しており、窮理学や化学の教授法には「兼ねて器械を用いてその説を實にす」と実験を通して学ぶことの重要性が示されている^②。実際、1880年頃には理化学実験書が多数出版され、小学校においても実験がなされていたという証拠も見つかっている^③。

実験・観察では、自然の事物・現象に含まれる科学概念や法則性を、教育的意図の下に、指導に適するように教材化する必要がある。教材研究は、より分かりやすくなるように工夫がなされたり、手軽に実験ができるように安価で身近な材料のものに改良されたりする。1980年代には、パーソナルコンピュータの普及により、画像や音声、映像などを取り入れたマルチメディア教材が開発され^④、実際に現地に行くことが困難な地層や川の観察、地震や天体などのシミュレーション教材などの提示が可能となった。実際に観察がしづらい単元、小さすぎたり大きすぎて肉眼では観察がしづらい単元、時間的に瞬間的だったり長期間にわたったりして観察がしづらい単元などにおいて、これらのIT機器の進歩により学習者の理解を深めることができるようになった(図1)。また、ITセンサー等の開発により、物体の運動の測定とグラフ化など多様な表現方法を用いて学習者の理解を促進することも可能となった^{⑤⑥}。

さらに近年では、他者との協働を重視した能動的な学習に注目が集まっている。これは、1990年以降に社会的構成主義の考え方が広まり、学習が個人的な営みから社会的な営みへと捉えなおされたためであり、協働学習を促す1つの方法として、ICTを利用して学習者の学びを支援するCSCL(Computer Supported Collaborative Learning, CSCL)の研究も勧められつつある。理科学習においては、予想する場面や考察する場面における協働学習にICTを活用することで学びが深まると考えられる。たとえば、水が蒸発する現象など目に見えない抽象的な

概念を扱う際にはモデルを導入して科学概念を養う方法が考えられるが、どのようなモデルを描くか、つまりどのように現象を捉えているかは児童によって多様であり、容易に視覚的に全体で共有できることは他者の考えを理解し、自己の考えとの相違を把握する上で重要である。また、考察の場面においては、観察・実験結果からどのように論理的に結論付けられたのかを結果を見せながら根拠を持って議論することができるだろう。



図1 理科学習とICT活用

2. 小学校理科におけるICT活用研究の背景

このように、理科の各単元の特性を把握したICT活用をすることで、より学習者主体のアクティブ・ラーニングが実現するものと考えられる。一方で、小学校における理科学習における効果的なICT活用に関する研究は、ICT環境が充実した研究実践校であることが多い^{⑦⑧}。また、実証結果についても、テスト結果から「ICT活用により学力が向上した」と結論付けているが、具体的に教科の特性を踏まえてどのようにICTを活用し、それがどのように学力向上に結び付いたのか具体的なことについては述べられていないことも多い。

現在、文部科学省が進めている教育の情報化がなかなか進まない理由として、設備が不十分である(生徒1人1台のタブレット)、機器の起動等に時間がかかる、教員がコンピュータに対して苦手意識がある、セキュリティ管理、ICT支援員やチームティーチング担当教員などの人的支援の不足が考えられる。設備の問題もあるが、それ以上に教員のコンピュータに対する苦手意識や手間がかかるといった意識の問題も、ICT活用が進まない大きな一因であると考えられる。

3. 研究目的

本研究では新潟県内の一般的な小学校を対象として、理科の実験・観察の振り返りを班で行うときに、タブレット端末で撮影した画像や映像などを用い、児童が獲得した科学概念を画像に書き込みをするなど表現方法を多様にするこゝで、学びの深化に対する有効性を検証することを目的とする。実践は、第5学年「魚のたんじょう」および「流れる水のはたらき」の単元で行うこととした。「魚のたんじょう」では、メダカの卵の画像や映像をタブレット上に用意し、班ごとに閲覧し書きこむ活動を通して表現力及び科学概念の理解を深めることを目的とする。「流れる水のはたらき」では、実験の様子を撮影し、写真を見て、書き込むことで思考力、判断力、表現力および概念の理解の深めることを目的とする。また、実験時に個々で書いたワークシート（以下、WS）の内容がタブレット端末を用いた協働学習を行った際にどの位変化するかを検証する。

さらに、実践は教員志望の大学生が行い、小学校で時間をかけずに教室内のタブレット端末共有環境を構築することを試みる。このことにより、コンピュータに苦手意識を持つ教師でも手軽に理科授業でICTを活用できる可能性についても検証する。

4. 研究方法

4.1 調査対象

調査対象は新潟県内の一般的な小学校第5学年2学級計44名である。調査時期は2015(平成27)年7月から12月にわたり、授業実践は著者の一人である中山(当時大学生)が行った。

4.2 実践校のICT環境と児童の実態

実践校では、職員室およびコンピュータ室にはインターネットに接続できるパソコンがあるが、普通教室にはない。また、タブレット端末は導入されておらず、児童はタブレット端末を活用した授業は受けたことがない。

日常生活における対象児童とICT機器のかかわりについては、平成27年度全国学力・学習状況調査を参考にアンケート項目を作成し、平成27年7月および12月に調査を行った⁹⁾。児童の回答数は43名であった。

図2は、児童が日常で用いると考えられる7つの機器(パソコン、携帯電話、スマートフォン、家庭で利用するタブレット端末、塾で使用するタブレット端末、インターネットにつながるゲーム機、インターネットにつながる音楽プレーヤー)について、自分のものを利用している、家族のものを利用している、利用していない、持っていないの4択の選択式で回答した結果である。

各機器について、自分のものもしくは家族のものを利用している児童の割合は、パソコン62%、携帯電話72%、スマートフォン72%、タブレット端末(家庭)37%、タブレット端末(塾)14%、ゲーム機86%、音楽プレーヤー42%であった。このように、学校で利用してなくても、児童にとってICT機器は身近な存在であり、日常的に触れ合う機会も多いことがわかる。

さらに、児童が家庭においてICT機器をどのような使用目的でどのくらいの頻度で使用しているかについて調査結果をまとめたものが図3である。

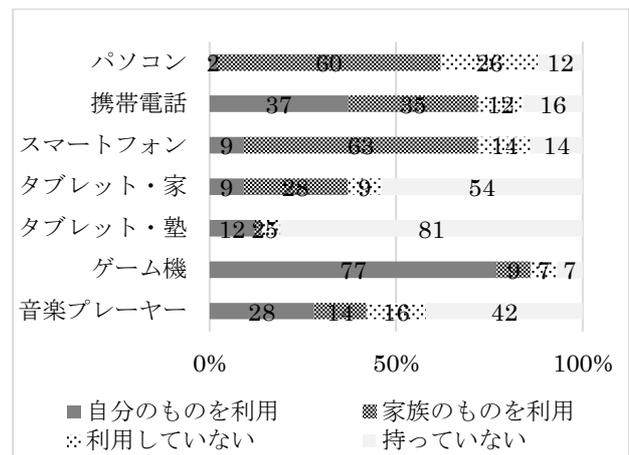


図2 児童が使用しているICT機器

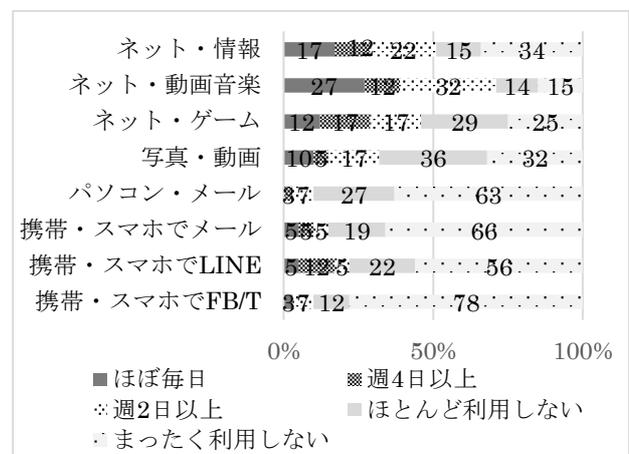


図3 児童のICT機器の利用目的と頻度

使用目的の項目は、インターネットで必要な情報を調べる、インターネットで動画や音楽を見たり聴いたりする、インターネットでゲームをする、携帯電話やスマートフォンなどで写真や動画を取る、パソコンでメールをする、携帯電話やスマートフォンでメールをする、携帯電話やスマートフォンでLINEをする、携帯電話やスマートフォンでFacebookやTwitterなどをやるの8つとした。使用頻度は、ほぼ毎日利用、1週間に4日以上利用、1週間に2日以上利用、ほとんど利用しない、まったく利用しないの5段階にわけた。図2から、約半数もしくは半数以上の児童が1週間に2日以上はインターネットを活用し、動画や音楽を楽しんだり、情報収集に用いていることがわかる。また22パーセントが週に2日以上、携帯電話やスマートフォンでLINEをしていることもわかる。

このように、児童を取り巻く環境には多種のICT機器が存在し、多様な活用を日常的に行っており、学校教育の中で用いていなくても既に慣れ親しんだものになりつつあることがわかる。

4.3 教室内タブレット端末共有環境の構築

授業実践では、タブレット端末としてiPad Air2 (Wifiモデル 16GB、以下iPadと表記)を6台用意し、教師用1台、児童用5台として用いた。また、クラス全体でiPad上の画面を共有するためにAppleTVを用いた。

iPad6 台および AppleTV, Wi-fi ルーターは大学から持ち込んだ。教室内にインターネットを行える整備はないため外部とはつながらず、教室内に持ち込んだ iPad および AppleTV のみが Wi-fi ルーターを用いて無線 LAN で接続できる状態である。AppleTV を HDMI ケーブルを用いて TV と接続することで、iPad の画面を普通教室にあるテレビに映し出すことができる。

今回の実践でタブレット端末共有環境のために用いた機器は、Wi-fi ルーター、AppleTV のみである。これを、HDMI ケーブルおよび LAN ケーブルを用いて接続するだけである。今回の方法なら外部とつながらず接続も単純で簡単のため、苦手意識を持つ教師でも 1 人でタブレット端末共有環境づくりができると考えられる⁽¹⁰⁾。

4.4 授業の概要と評価

「魚のたんじょう」

本実践では、単元終了時のまとめ活動の際にタブレット端末を 5 班(各班 3~4 名)に 1 台ずつ用意し、協働学習をすることによって、児童の単元に関する興味・関心、表現力、科学的概念の定着が、タブレット端末を用いていない時に比べてどのように変化するかを検証する。

興味・関心に関しては授業直後のアンケート、表現力に関しては児童のタブレット端末における書き込みおよび授業直後のアンケート、科学的概念の定着に関しては全国学力・学習状況調査で出題された問題を一部改変して著者が作成した事後アンケートを授業実践の 5 か月後に行い、評価することとした。事後アンケートの内容及び結果については後述する。

本単元は、平成 27 年度全国学力・学習状況調査においてメダカの雌雄判別問題が出題されており⁽¹¹⁾、実践校での正答率は 61.5%と全国平均に比べ 16.5 ポイント低かった単元である。実践した 2 学級は担任によって学習を一通り終えている状態である。その後のまとめ活動において、画像を比較したり、映像によって時系列を確認したりすることができるという ICT の特性を活かした活動を取り入れた。

授業では、班に 1 台ずつ iPad を配布し、iPad には事前にメダカの卵の画像、発生過程の映像、成長したメダカの雌雄の画像を用意しておいた。まず、児童は 5 枚のメダカの卵の画像を発生過程順に線をつなぐ活動(図 4)、1 枚ずつ画像に特徴を書き込む活動を行った。

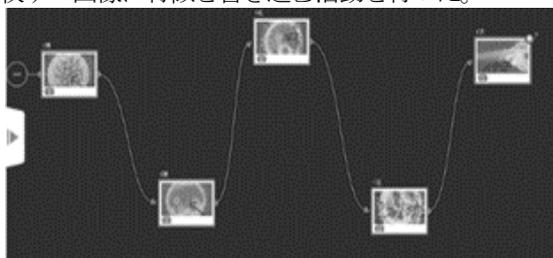


図 4 メダカの卵の発生過程を線をつなぐ活動

ここでは、目や体ができていく過程や血管に血液が流れている様子などの細部における気づきが新たに生じた。また、比較することで油滴の量の変化に着目することで「この粒にはどんな役割があるのだろう」と新たな子どもの学びへとつながった。そして、書き込んだ画像を

AppleTV を用いてテレビに映しながら発表することによってクラスで共有した。

次に、iPad 上で卵の発生の過程を動画で確認し、最後に、成長したメダカの雌雄の写真を基に比較しながらそれぞれの特徴の書き込み(図 5)、雌雄判別を行った。

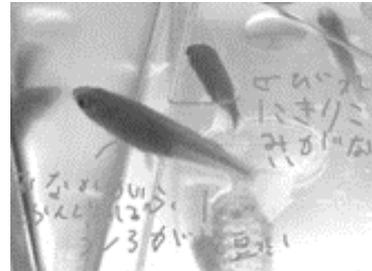


図 5 児童が書き込んだメダカの雌の画像

授業の 5 か月後に行った事後調査は、メダカの雌雄判別時に注目する器官を 4 択で解答させた全国学力調査とは異なり、メダカの写真に特徴 2 か所を丸を付けて答えさせる問題で科学概念の定着と理解度を測定した。難易度が上がっているにもかかわらず、約 70%の正答率であった。これは、実践校の 1 つ上の学年の結果と比較して、タブレット端末活用が科学概念の定着に効果的であることを示唆している。

また、iPad を授業に用いたときの興味・関心、理解のしやすさ、表現のしやすさのすべての項目において児童全体の 90%以上が iPad を導入した授業に関して肯定的かつ効果的であると考えていることがアンケート調査から明らかになった。iPad を班で活用することで、他の人の気付きや考えを自分と比較をしながら理解しようとする姿も見られた。

「流れる水のはたらき」

本単元の観察・実験では、侵食・運搬・堆積によって川の様子が変化することを観察することが重要である。そこで、生徒実験のときに iPad のビデオ機能およびカメラ機能を用いて撮影し、振り返りの時間にそれらの写真を用いながらまとめ活動を行う。本実践では、流れる水のはたらきにおいて抑えるべきとされる侵食・運搬・堆積の概念に関して、実験時の個人による WS の記述内容が、振り返り時に iPad を用いて協働学習を行うことによってどのように気付きが深まりや科学概念の獲得を検証する。また、テスト形式の事後調査を行うことで概念の定着に関しても図るものとする。

実践は、単元の導入部分の「地面を流れる水のはたらき」2 時間分で、1 時間目に校庭の傾斜のある部分に川を作り、流れる水のはたらきを調べる実験をし、2 時間目に振り返りとまとめを行った。実験時には児童 1 人 1 人が観察結果を WS に記入し、振り返りでは、教師が iPad 上に用意した実験の画像を基に班で話し合いながら書き込み(図 6)をし、まとめを行った。

授業中には、教師の指示なしでも iPad 上の画像に子どもたちが自発的に矢印や吹き出しを使うなどし、気付いたことを図と文章を関連付けながら書き込んでいた。書き込む活動の際にも画像の中の変化があった場所、はたらきが観察された部分を指さしながら、はたらきについ

て発表するなどし、画像と文章を関連付けながら進めていく姿が5班中4班で観察された。また、AppleTVを用いてクラス全体で共有する際も書き込んだ根拠を基に流れる水のはたらきについて説明していた。

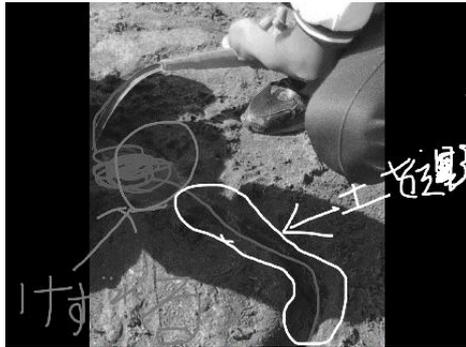


図6 iPad上の児童の書き込み

評価は、児童1人1人のWSと班ごとのiPadの記述を比較し、科学的概念の獲得および表現力にどのように影響したかを検証した。比較する項目は、WS(①)、iPadのそれぞれの記述における侵食、運搬、堆積、3つのはたらきが全て書けたか(②③④)、水量や流れの速さが変化したときの流れる水のはたらきの強さの変化に関する記述の有無⑤とした。評価時には、1人1人のWSでは記述がなかった項目が、iPadの写真を用いた協働学習時に表出した部分に注目した。このような傾向が5項目×5班分の25項目の中で8項目見られた。更に、はたらきが3つとも全て書けていたのは個々のWSでは全体の2%しかいなかったが、班のiPad上では60%に上がっていた。このことからiPadを使った活動の中で1人の気づきが班内で共有されていることがわかる。また、班内で誰もWSに記述がない項目であったにも関わらず、iPadには記述が表れた部分もあった。これは、iPadを用いた協働学習をする中で、児童自らで新たに気付くことができたと考えられる。

事後調査は、流れる水のはたらきの名称とどんなはたらきかを自由記述式で行ったが、侵食に関しては100%、運搬は95%、堆積は90%と、いずれも90%以上の児童が流れる水の3つのはたらきを記述することができた。実施は単元終了から2週間後であったためまだ定着とは言い切れないが、非常に高い正解率であった。一方で、流れる水のはたらきを自由記述形式で答える項目で、図を用いて説明していた児童は、全体の20%程度しかいなかった。授業では、iPad上に示した実験の写真に、観察で見られた結果に印をつけて説明を書き込むように指示していたが、そのような図を描いた児童の数は想定よりも少なかった。これは、小学校では、普段から文章で考えを説明するように指導していることや、図やグラフを用いて説明することが少ないことに影響しているのではないかと考えられる。

5. まとめと今後の展望

普段の授業でICT機器を活用していない学校においても、2つの単元における実験・観察時および振り返り時にタブレット端末を用いた実践を通して、事後調査の結果や授業中に用いたiPad上の画像への児童の記述から、科学概念の獲得および表現力の向上が示唆された。現時点

では、iPadを用いた理科学習への児童の興味・関心が高かったというアンケート結果も考慮すべきではあるが、普段の観察や実験時よりも画像や映像を通して、対象物や現象を注意深く見ようとしたからではないかと考えられる。

次期学習指導要領では、アクティブ・ラーニングやICT機器のさらなる活用が求められており、今後ますますタブレット端末を利用した協働学習の重要性に注目が集まるであろう。本研究で得られた結果は、実験・観察におけるタブレット端末の活用により、協働学習が効果的に行われる可能性について示唆するだけでなく、能動的な学習へつながる可能性についても示唆している。

また、多忙で担任が全教科教える小学校において、時間をかけず教員志望の学生が簡単にタブレット端末共有環境の構築し、授業実践を行えたことは、先駆的かつ今後のICT活用の推進につながるのではないかと考えられる。

一方で、本実践は単元の中の一部かつ短期間なものであった。今後は、タブレット端末を単元全体や長期的な期間で活用したときの効果の検証が必要である。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 H15H02912, 15K12373 によるものである。また、実践を行わせていただいた小学校関係者の皆様に深く感謝いたします。

参考文献および注

- (1) 井出耕太郎：『理科教材・教具の理論と実際』、東洋館出版社(1988)。
- (2) 永田英治：『日本理科教材史』、p.25、東京法令(1994)。
- (3) 興治文子、小林昭三、畠山森魚：「明治中期の授業筆記から分析する簡易物理実験教育」、日本物理学会2013年秋季大会、徳島大学、平成25年9月25～28日。
- (4) 山内祐平：『デジタル教材の教育学』、東京大学出版会、(2010)。
- (5) たとえば、小林昭三、興治文子：「IT-based 科学教育の推進とICT活用教育の新展開」、2008PCカンファレンス論文集、pp.64-67、(2008)。
- (6) 平山大輔、森川英美、後藤太一郎：「光合成の授業におけるICTの活用とその有効性」、理科教育学研究、54、pp.419-426(2014)。
- (7) 文部科学省「学びのイノベーション事業実証研究報告書」、(2014)、http://jouchouka.mext.go.jp/school/pdf/manabi_no_innovation_report.pdf (2016.6.14アクセス)。
- (8) NTTラーニングシステムズ、「ICTを活用した教育の推進に資する実証事業報告書」(2015)、http://jouchouka.mext.go.jp/school/ict_substantiation/pdf/wg1houkouku.pdf (2016.6.14アクセス)。
- (9) 児童が使用しているICT機器のタブレット端末について、塾でも利用している可能性があることから、この質問項目だけ12月に再実施した。
- (10) 佐藤亮一、矢嶋俊樹、下保敏和、岸本功、興治文子、鈴木賢治：「ICT活用教育普及のための簡単タブレット利用環境の提案」、新潟大学教育学部研究紀要自然科学編、第7巻2号、pp.81-85(2015)。
- (11) 文部科学省・国立教育政策研究所、「平成27年度全国学力・学習状況調査報告書」、(2015)。