

# 小・中学校の理科学習指導における ICT の効果的な活用について

金子 健 治

(要旨) 本研究は、最近学校教育において求められている ICT の活用について、特に理科の学習指導に焦点をあて、その効果的な活用方法を実践事例から明らかにすることを目的とした。その結果、理科学習指導においては、科学的な思考を育成するためにデジタルカメラやデジタルムービーを活用して変化を見いだしたり、比較した結果を表計算ソフトでグラフ化したり、またグループウェアソフトを用いて情報を共有化したり、双方向のコミュニケーションを図ったりすることが大切であることが明らかになった。

**キーワード** : 小・中学校, 理科学習指導, ICT 活用, デジタルカメラ, グループウェア

## 1 はじめに

最近、学校教育における ICT の活用が注目されている。例えば中央教育審議会が平成25年4月25日に発表した「第2期教育振興基本計画について(答申)」<sup>1)</sup>では ICT という言葉が20回近く使われていて、確かな学力を身につける教育のために ICT を活用することが強調されている。これは、従来の知識・理解を推進するための ICT 活用だけではなく、ICT の積極的な活用により言語活動の充実や、指導方法・指導体制の工夫改善を通じた協働型・双方向型の授業革新を推進し確かな学力をより効果的に育成することを強調していて、未来を指向する学校教育の変革をも含む内容である。しかし一方で学校教育の現場では、ICT を活用する教科の学習指導に十分に組み合っていないという現状がある。

そこで、本研究では学校教育における ICT を活用した教科学習の効果的な在り方について明らかにすることを目的とした。教科は小・中学校の理科とした。なぜなら、筆者が元々中学校の理科の教員であり、ICT を活用する実践も行ってきたからである。

## 2 本論

本研究を行うにあたって、まず赤堀侃司著「教育学への招待」<sup>2)</sup>を手がかりとして、ICT を活用した教科教育の特徴と問題点について整理した。

### (1) 総合的な学習の時間と ICT 活用のためのスキルの育成

ICT を活用した授業を展開するためには、まず学習者と指導者に ICT を活用できるスキルが身につ

ていなければならない。また、ICT を活用した授業にある程度の時間は集中して取り組む態度が必要である。小さな子どもでもインターネットに接続できるパソコンを使い始めると、まずゲームをダウンロードして長時間集中して行う。無理に学習を仕向けることも無く、子どもはとても高度なスキルを身につけていたりする。それは、ゲームをして高い得点を得るという目標がはっきりしていることと、時間をかけて行って結果が明らかに見えるからである。ここでは、無理に生徒を学習に向かわせる必要がない。一般的にスキルは時間をかけて繰り返し行うことによって身につくと言われている。このことを学校教育において利用しようとする、最もふさわしい学習方法は Problem Based Learning (PBL) といえる。これは、もともと、学習者に解決すべき課題を与え、それを解決する課程でスキルを身につけることができるからである。平成20年8月に出された小学校学習指導要領解説 総合的な学習の時間<sup>3)</sup>では、探究的な学習における児童の学習の姿として、課題の設定→情報の収集→整理・分析→まとめ・表現というサイクルがスパイラル状に発展していくようにとらえられている。これらの全ての段階で ICT を取り入れることが可能である。まず、課題の設定のためには前提として知識が必要である。インターネットを検索すると様々な情報を得ることができる。情報の収集方法としては、観察・実験、インタビュー、アンケート調査等の他に、インターネットを活用することも重要な手段の1つである。整理・分析ではエクセルのような表計算ソフトやワードなどのワープロソフトの活用が考えられる。まとめ・表現ではパワーポイントのようなプレゼンテーションソフト

を活用したり、インターネットを通じて情報を発信したりしていく方法も考えられる。

このように、総合的な学習の時間で積極的にPBLを導入することにより、ICTのスキルを習得していくことが可能となってくると考えられる。

## (2) 理科学習指導におけるICT活用の可能性

### i) 理科学習指導におけるICT活用の問題点

次に理科教育においてICTを活用した学習指導が可能かどうかについて検討する。理科の学習指導においてICTを活用しようとする時4つの問題点が考えられる。第1の問題は、教科と情報教育の関わりである。教科としての情報や総合的な学習の時間ならば、情報活用の目標がある。しかし、理科には理科としての目標があるため、ICTは教科の目標を達成するための道具としては考えられるが、ICT活用自身は目標にはならない。だとすれば、なぜICT活用が必要なのか問われてくる。第2の問題は、情報環境の問題である。教科としての情報や総合的な学習の時間ならば、コンピュータ室での授業は大いにありうる。しかし、理科の学習のためにわざわざコンピュータ室に生徒を連れていくのは手間がかかる。また、コンピュータ室ではディスプレイの影に生徒が見え隠れするので、生徒全員の学習状況を把握する事が難しくなる。一方、普通教室や理科室などで生徒一人1台のコンピュータを使うことができる環境を整えるためには多額の予算が必要となってきて、現状では困難な事が多い。第3の問題は、教員の情報スキルの問題である。現在、教員のICTスキルには相当の格差がある。自分自身でプログラムを組んだり、エクセルのマクロを活用したりして授業に役立てている教員もいるが、ほとんどコンピュータに触った経験の無い教員もいる。あまりコンピュータに触った経験のない教員にとっては、生徒が勝手にコンピュータをいじって動かなくなったりしたらお手上げ状態になる。だから、情報教育や総合的な学習の時間などのコンピュータを使うことが前提の授業ではチームティーチングで行われることが多い。コンピュータを使った経験のある教員とそうでない教員を組み合わせている。しかし、全ての教科の全ての授業でチームティーチングを行うことは不可能である。生徒全員にコンピュータを使わせることはあきらめて、教室で1台のコンピュータを教師が使って、生徒はそれを見ているという方法もある。それならば、生徒が勝手に使って動かなくなることは無いが、やはり教師のICTスキルが大きく影響する授業となる。第4の問題は教師の、授業に対する考え方である。多くの理科の教師は、理科の学習は実験や観察をとって学習

するものであると考えていてバーチャルな世界での疑似体験はあまりなじまないと考えている。また、実験・観察をとって自然の法則を学ぶことは理科の教科としての目標でもある。そうすると、理科の学習でICTを活用する必然性は減少してくることになる。

これらの4つは理科学習指導においてICTを活用する上で大きな問題点となっている。

### ii) 理科学習指導におけるICT活用の長所

一方、理科学習指導においてICTを活用することは、5つの長所が考えられる。第1の長所は、生徒の調べ学習のとき、多くのリソースを活用できるようになる事である。例えば環境問題を学習する時しよう。その時に、教科書や資料集に掲載されている内容は何年か前の事であり、既に変化しているものもある。しかし、インターネットを通じて情報収集を行えば、現在起きている問題について調べる事ができる。現在おきている問題であれば、生徒の興味や関心を引くことができ、生徒は主体的に学習に取り組む事が期待できる。第2の長所は指導者にとって、多くのリソースを使うことができるようになることである。例えば、花が開花する様子や星の一日の動きなどは、「理科ネット」などのインターネット上のリソースを検索するとすぐに得ることができる。これらを授業に用いれば、直接的な体験がしにくい事でも十分にそれを補うことができる。もちろん、直接体験できる事が最善であることに変わりはないが、次善の策として活用することはできるであろう。第3の長所は、生徒の相互学習を促していくことである。生徒は、ICTを使いながらグループで課題を追究しているとき、わからないことがでてくると、隣にいる生徒同士で話し始め、解決に向かっていくことが報告されている。これは、通常の教室で行われる一方通行で行われる授業よりも、今後求められている授業の在り方といえるであろう。第4の長所は、生徒の自然に対する誤概念にたいする有効な学習ツールとなりうることである。例えば、多くの生徒は物体の運動と力の関係について、運動の方向に力がはたらいていると理解している。しかし、宇宙船を操作するシミュレーションソフトを活用することにより次第に正しい理解に変容してくることが報告されている。第5の長所は、ネットワーク上のサーバーにデータを蓄積する事により、情報の共有が簡単にできるようになることである。

これらの5つは理科学習指導においてICTを活用する事の長所である。

問題点はあるものの、理科学習指導においてICTを活用する事は多くの長所があり、今後はますます活用されていく必要があると考えられる。むしろ、理科

学習指導の目標をより効果的に達成するために積極的にICTを活用していく事が今後求められていくであろう。

### (3) 理科学習指導においてICTを活用した実践事例

理科学習指導においてICTを活用した実践を10事例紹介する。

#### i) 中学校理科においてeラーニングを取り入れた例

石川・金子・伊藤ほか<sup>4)</sup>は中学校理科においてeラーニングを取り入れた授業実践を行い評価した。以下は実践の概要である。実践は2007年2月に、U大学附属中学校3年生の生徒40人を対象に行った。実践した単元は3学年で学ぶ「地球と宇宙」の単元の中の「太陽系の惑星」の部分である。授業は10のグループを作り、それぞれのグループが惑星を1つずつ分担して調べ、発表する形式で行われた。現在は冥王星が太陽系の惑星に含まれていないが、本実践では含めて考えた。発表は、クラス全員の前で行うと同時に、宇都宮大学のeラーニングシステムを利用してクラス全員が家庭からでも発表の内容を見ることができるようにした。eラーニングシステムのコンテンツとしては生徒がクラスでの発表に用いたパワーポイントをそのまま用いた。

このような実践を行ってから、生徒に対してアンケート調査を行い、実践の評価をした。以下にアンケートに書かれた生徒の自由記述から主なものを紹介する。

- ・自分の班はうまくつくれたと思ったが、他の班のものもとても分かりやすかった。
- ・皆、色々なまとめかたをされていて参考になった。
- ・友達が作ったものなので、とても興味深くみる事ができてよかった。
- ・今はまだ慣れていないので使いこなせないけれど、使いこなせばとても便利。自分のペースで学習ができて良いと思った。
- ・これが普及すれば学習法を大きく変えることになると思う。
- ・自分たちの調べたことがみんなに見てもらえたのでうれしかった。

このように大変好評であった。また、家族でコンテンツを見て話題にしていた家庭もあったようである。

#### ii) 小学校4年の理科学習でグループウェア スタディノートを用いた例

グループウェア スタディノートとは、余田・山野井が開発したソフトである。このソフトは学校教育において生徒同士が電子メールや掲示板を使ってコミュニケーションしたり、情報を共有したりするものである。このソフトを用いて、つくば市の小学校で小学校

4年の季節と生き物の単元の授業が実践されたことを赤堀ら<sup>5)</sup>は報告している。以下にその実践の概要を述べる。

この単元では、季節ごとの植物の成長を調べ、それらの成長と季節との関わりについて考えをもつことが目標に掲げられている。通常は植物の成長を紙のカードや記録用紙に記録して、ある一定期間の観察・記録を行ってから季節と植物の成長ということでもとめるのが普通である。しかし、この方法では季節と植物の成長との関連づけが不十分であると考え、グループウェア スタディノートを活用した。この実践では、ツルレイシを5月のはじめに播種し、記録を始めた。記録は最初、紙のカードに葉の枚数、草丈、気温、気づいた事などを記録すると同時に、デジタルカメラで写真を撮影した。次にそのカードをスタディノートを使ってまとめ直し、記録を蓄積していった。草丈が30cmになる頃に学校花壇及びプランターに移植し、気温上昇とともにつるの長さが著しく変化することに注目させながら記録をしていった。観察は10月まで行った。いつでも観察できる場所にツルレイシを置いたことで、気温上昇と成長の関係を体感できたが、関連づけて考えるまでにはいたらなかった。しかし、スタディノートでまとめ直すと、なぜよく伸びる月があるのか、なぜ芽の向きが変わるのか、気温や太陽の動きなどとの関係を推測することができた。さらに、電子黒板を使って自分の考えを話したり、他者の意見を聞いたりしたことで、新たな発見や自分の考えに自信を持つことができた。実践者は、こうした交流をとおして生徒の思考力を高めることができたにとらえている。

#### iii) 理科観察記録をフォトムービーで表現した例

中川<sup>6)</sup>はY小学校で理科観察記録をフォトムービーで表現した実践例を紹介している。この実践は、小学校3年「チョウの育ち」の単元で行われた。児童はアゲハチョウの成長の継続観察を行った、観察記録はデジタルカメラで写真をとる方法で行った。児童は日々アゲハチョウの観察をし、間近に見ていたので、多くの変化に気づいていった。授業時には、アゲハチョウの成長の様子を実物投影機で拡大提示したり、デジタルカメラで撮影したりしながら、育ちの一つ一つを観察し、気づきを共有していった。一定期間の観察の後に、アゲハチョウの記録写真を時系列に並べて、その育ちの様子を整理した。科学的に大切な観察の要素である、時・大きさ・様子・動きなどを発表や話し合いで確かめながら言語化し、キーワードを用いながら、一人ひとりが説明のため文章化を行った。最後に動画編集ソフトのタイムラインに配置した写真に気づいた



ことの説明を録音してからフォトムービーにした。児童の手で時間の順番に整理することで、アゲハチョウの育ちの理解が促進されたと実践者はとらえている。

#### iv) デジタルカメラやムービーのハイスピードムービー撮影やインターバル撮影を活用した例

中川<sup>7)</sup>はデジタルカメラやムービーのハイスピードムービー撮影やインターバル撮影を活用して、早すぎて見えにくい現象をゆっくりと再生したり、遅すぎて動いていることが認識できない現象を速く再生したりして、理解を深めた実践例を紹介している。その1つは水の沸騰である。小学校4年の「水の沸騰」の単位では、沸騰の際に生じる泡が何であるかを追求する。この学習で水が沸騰している様子をデジタルムービーで撮影し、それをスロー再生すると、泡がビーカーの外から来るのではなく、水中で生まれてくることや、沸騰石がバウンドした瞬間に生まれてくることを容易に認識することができるようになった。小学校3年の「太陽と影の動き」の単位では、影の動きの観察をとおして太陽が東から西へ円弧状に動くことを理解することが目標である。しかし、太陽の動きはゆっくりであるために、その動きをはっきりと認識することは児童にとって難しいことである。そこで、太陽の影の動きをデジタルムービーで撮影し、それを高速度で再生することにより、太陽の動きの理解を容易にすることができるようになった。小学校3年の「ハウセンカの育ち」の学習では、ハウセンカが種から発芽し、子葉が出現し、さらに成長していくという一連の植物の生長を学習する。しかし、この現象はとてもゆっくりしているので、児童はなかなか実感することができない。そこで、植物の成長をインターバル撮影し、そのコンテンツを高速度で再生することにより、発芽の全貌を理解し、植物の成長の力強さを感じ取ることができた。

#### v) タブレットPC, スタディノート, 理科ねっとわーくの活用

H小学校では<sup>8)</sup>、未来へ生き抜く力の基盤となる基礎的・基本的な知識・技能を定着させるとともに、主体的・協働的・創造的に行動する態度を育成するための学び方の変革を目指して、授業改革を行い、その成果を公開研究会で発表した。小学校3年の理科では、季節の生物の単位で、タブレットPC, スタディノート, 理科ねっとわーくを活用した授業を行った。この実践では、児童は二人1組でセパレート型タブレットPCを持ちビオトープに春の生物のようすを観察に行った。そこで観察されたものをタブレットPCで撮影して記録をした。生徒は記録された結果をもちより、理科ねっとわーくで植物名を調べたりしながらスタディノートにまとめ、その成果をスタディノートのマップに反映

させ、協働でH小学校の植物図鑑を作る授業を実践した。

#### vi) タブレットPCとインタラクティブ・ホワイト・ボードを活用して、体験や取材したことを整理し振り返る例

A小学校では<sup>9)</sup>、5学年の水中の生物の単位でタブレットPCとインタラクティブ・ホワイト・ボードを活用して、体験や取材したことを整理し振り返る実践を行った。この実践では、まず顕微鏡とUSBマイクロスコープを利用して、水の中に住む生物の写真を撮影し、タブレットPCに取り込んだ。取り込んだ顕微鏡写真は、その上に実験結果や気付いたことを書き込み、インタラクティブ・ホワイト・ボードで表示して、全員で結果を共有した。顕微鏡で見たものをそのままタブレットPCに取り込んで、その上に観察記録を書けるので、結果の振り返りを一目でわかりやすく共有することができた。

#### vii) タブレットPCとインターネットを活用して体験や取材したことを整理し振り返る例

O小学校では<sup>10)</sup>、5年の天気の変化の単位でタブレットPCとインターネットを活用して体験や取材したことを整理し振り返る実践を行った。この実践では、まずインターネットで気象庁のウェブサイトを開覧し、全国の雲の動きを観察した。児童は、雲の動きの写真を貼付けたワークシートを活用して明日の天気を予想し、発表した。作成したワークシートは授業後に印刷し、ノートに貼り付けた。インターネットを使用することで、最新の気象データを授業に活用できた。雲の写真のすぐ横に書き込みができ、色を使い分けることで自分の考え方を整理し、表現することができた。

#### viii) 顕微鏡観察のデータを電子黒板を使って生徒全員が共有した例

T中学校では<sup>11)</sup>、顕微鏡観察のデータを電子黒板で生徒全員が共有する実践を行った。細胞分裂の観察や花粉管の成長観察は顕微鏡で観察することが必要な単元である。この単元は生徒一人ひとりが顕微鏡で分裂の様子や花粉管の観察をすることが重要であるが、生徒の顕微鏡の操作技術には生徒間で相当な差があり、なかなか観察できない生徒がいる。そこで、顕微鏡に顕微鏡写真装置を取り付け、それを電子黒板に接続することにより、顕微鏡で観察したものを生徒全員で確認し、共有する実践を行った。この実践の結果、一人では探せないものや気づかないものをみんなで探し、顕微鏡の観察力を高めることができた。

ix) タブレットPCとインタラクティブ・ホワイト・ボードを活用して、体験や取材したことを整理し振り返る例

J中学校では<sup>12)</sup>、3学年で学習する「力と運動」の単元で、タブレットPCとインタラクティブ・ホワイト・ボードを活用して、体験や取材したことを整理し振り返る実践を行った。生徒はタブレットPCでビー玉が斜面を転がる様子を動画で撮影し、1コマずつ画像に変換したものを見て、0.1秒ごとに何センチメートル進んだのかを調べた。次に調査結果はタブレットPC上のワークシートに書き込み、インタラクティブ・ホワイト・ボードで共有した。実験内容を動画で撮影することで、0.1秒単位の測定を正確に行うことができた。また、実験データを撮影することで、実験の様子を次の時間に確認することができた。

x) タブレットPCとファイル配布機能を活用して体験や取材したことを整理し振り返る例

T中学校では<sup>13)</sup>、2年で学習する物質と原子・分子の単元でタブレットPCとファイル配布機能を活用して体験や取材したことを整理し振り返る実践を行った。2種類の物質を化合させる実験の観察記録を、タブレットPCに配布したワークシートに記入した。ワークシートには実験結果だけでなく、タブレットPCで撮影した実験中の様子に関する写真を貼り付けた。観察記録に写真を掲載することで、実験の様子を生徒の視覚に訴えることができるため、過程や結果について他の生徒と共有することが容易になった。

#### (4) 理科学習指導における効果的なICT活用のポイント

これらの実践事例をとおして、理科学習指導における効果的なICT活用のポイントがいくつか挙げられる。

まず実践事例の中で用いられたICT機器は、コンピュータ、タブレットPC、デジタルカメラ、デジタルムービー、電子黒板、インタラクティブ・ホワイト・ボード、顕微鏡用写真撮影装置など多くの種類があった。コンピュータやタブレットPCで用いられたソフトは、ワープロソフト、表計算ソフト、ブラウザ、プレゼンテーションソフト、写真編集ソフト、動画編集ソフトの他に学校教育用グループウェアなどがあった。ICT環境としては、一人1台のコンピュータが与えられていたり、タブレットPCを使ったりすることができるようになるまで整備されてきている。これらのコンピュータやタブレットPCはインターネットに接続できる事は当然のことであり、最近は無線LANも使うことができるようになってきている。さ

らに無線LANを通して校庭でもインターネットに接続できる環境を構築しているところもあった。

これらの実践において、ICTを活用する大きな目的は科学的なものの見方や考え方を育成することであった。科学的なものの見方や考え方を育成するためには、観察や実験の前後で比較して違いや共通点を見いだす事が大切である。しかし、時間のかかる観察や変化の少ないもの、又は変化の速すぎるものはなかなか変化を見いだしにくい。そのため、デジタルカメラやデジタルムービーで撮影して、それを高速で再生したり、ゆっくり再生したり、また撮影された写真を連続的に並べたりすることにより、容易に違いを見いだすことができるようになる。さらに変化の様子をグラフ化することができれば、より一層理解が進むであろう。

次に理科で学習する天体や火山の学習内容は直接的に見る事ができない現象を取り扱う場合がある。このような内容については、コンピュータのシミュレーションソフトで自然現象を再現したり、繰り返してみたりすることにより、天体の動きや火山活動について具体的なイメージを持たせることが可能になる。

また、理科の学習で調べた内容などを整理したり発表したりするためにワープロソフトやプレゼンテーションソフトを用いることも効果的である。学習者はまとめる過程で自分の思考を整理していくことができる。プレゼンテーションソフトを用いて発表することにより、情報の共有化が図られ、意見を交換する中で科学的な思考が高まっていくと考えられる。これらの事をまとめると、今後の学校教育では、将来の日本を担っていく人材を育成するために、一方向・一斉型の授業だけではなく、ICTなども活用しつつ、個々の能力や特性に応じた学びを通じた基礎的な知識・技能の確実な修得や、子どもたち同士の学び合い、さらには身近な地域や外国に至るまで学校内外の様々な人々との協働学習や多様な体験を通じた課題探求型の学習など、学習者の生活意欲、学習意欲、知的好奇心を十分に引き出すような新たな形態の学習の推進が求められている。

今後の学校教育にICTを使うことのできる環境を整備するとともに、それぞれの授業でICTを使う実践を積み上げていく必要があると考えられる。

#### 参考文献・引用文献

- 1) 中央教育審議会、第2期教育振興基本計画について(答申)、[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_/\\_icsFiles/afieldfile/2013/04/26/1334381\\_02\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_/_icsFiles/afieldfile/2013/04/26/1334381_02_2.pdf) (2013年5月6

- 日にアクセス)
- 2) 赤堀侃司, 教育工学への招待, ジャムハウス, 東京, 2013.
  - 3) 文部科学省, 小学校学習指導要領解説 総合的な学習の時間, p.13, 東洋館出版社, 東京, 2012.
  - 4) 石川賢, 金子健治, 伊藤秀哲ほか, 情報メディアを用いた授業改善の試み(第3報), 宇都宮大学教育学部教育実践センター紀要, Vol.30, pp.17-26, 宇都宮大学, 2007.
  - 5) 赤堀侃司, 谷中修吾, つくば総合教育研究所, 21世紀のICT教育とその成功の秘訣, pp.96-97, 高陵社出版, 東京, 2011.
  - 6) 中川一史, ICT教育100の実践・事例集, pp.34-35, フォーラム・A, 大阪, 2012.
  - 7) 中川一史, 前掲書, pp.32-33
  - 8) 日野市立平山小学校, 新たな学びの創造(第1回公開研究会), <http://www.e-hirayama.hino-tky.ed.jp/hino-tky.ed.jp/modules/wordpress3/index.php?p=348> (2013年5月6日にアクセス)
  - 9) 総務省, 教育分野におけるICT利活用推進のための情報通信技術面に関するガイドライン(手引書)2013~実証事業3年間の成果をふまえて~小学校版, p.150, [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000218505.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000218505.pdf), 2013 (2013年5月6日にアクセス)
  - 10) 総務省, 前掲書, p.151
  - 11) 中川一史, 前掲書, pp.60-61
  - 12) 総務省, 教育分野におけるICT利活用推進のための情報通信技術面に関するガイドライン(手引書)2013~実証事業2年目の成果をふまえて~中学校・特別支援学校版, p.139, [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000218507.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000218507.pdf), 2013 (2013年5月6日にアクセス)
  - 13) 総務省, 前掲書, p.141.