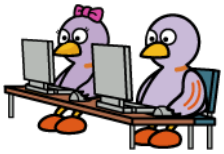
彩の国
埼玉県



県立総合教育センター　平成２０年度　調査研究報告書　第３２５号

デジタル教材活用に関する研究

～理科授業における実験･観察融合型デジタル教材活用のあり方～

埼玉県立総合教育センター

「デジタル教材活用に関する研究」
－理科授業における実験・観察融合型デジタル教材活用のあり方－

目　　次

１　目的と方法
(1)　問題の所在
(2)　研究の目的
(3)　研究の方法

２　教員のICT活用の実状
(1)　教員のICT活用レベル別、年代別にみたICT活用の実状
(2)　授業におけるデジタル教材活用の実状と実験・観察の状況

３　ICT活用のための体系的、系統的な教員研修モデルの構築
(1)　ステップアップ１に向けた研修モデル
(2)　ステップアップ２に向けた研修モデル
(3)　ステップアップ３に向けた研修モデル

４　実験・観察型ICT活用の基準（意図）に基づく授業モデルの構築と評価
(1)　小学校
(2)　中学校
(3)　高等学校
(4)　特別支援学校
(5)　実験・観察融合型ICT活用授業モデルの構築
(6)　実験・観察融合型ICT活用授業モデルの評価と課題

５　今後の課題

研究協力委員一覧

謝辞

「デジタル教材活用に関する研究」
－理科授業における実験・観察融合型デジタル教材活用のあり方－

１　目的と方法

(1)　問題の所在

「知識基盤社会」の時代であるといわれる21世紀は、新しい知識・情報・技術が、政治・経済・文化をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として、重要性を増していく。したがって、子どもたちが21世紀を生き抜いていく上で、子ども達に、情報活用の実践力、情報の科学的な理解、情報社会に参画する態度といった情報活用能力を身につけさせることがより一層必要になることはいうまでもない。そのためには、何よりも教育の実践者である教員はICTを活用した指導力を高めなければならない。しかし、教員のICT活用指導力の現状を見ると、その課題が浮き彫りになる。平成20年3月に行われた文部科学省の学校における教育の情報化の実態等に関する調査によると、教員のICT活用指導力に関して、授業中にICTを活用して指導する能力は埼玉県平均(全校種)では57.2%と全国平均（55.2%）は上回っているものの、その数値は決して高いものではない。

一方、理科教育に目を向けると、実験・観察とデジタル教材を融合した授業の有効性がいわれている。しかし、教員のICT活用指導力の現状から、このような授業が十分に行われていないことがわかる。教員のICT活用指導力を高め、授業改善を図り、実験・観察と融合した効果的な理科授業を展開できるようにしなければならない。そこで、本研究では、実験・観察融合型デジタル教材活用のあり方を探るとともに、教員研修の方法について検討していく。特に理科授業におけるICT活用に着目し、以下の目的と方法で研究を進める。

(2)　研究の目的

授業におけるICT活用について、「１．知らない教員には知ってもらう」「２．使えない教員には使ってもらう」「３．できる教員にはより効果的な活用をしてもらう」の3ステップの発達段階を意識した体系的、系統的な教員研修モデルの開発と実践を目的とする。

(3)　研究の方法

授業におけるICT活用をより効果的に促進するために、教員のICT活用力に関する段階をレベル０～３までの４段階とし、次の図１のようにステップアップを捉える。

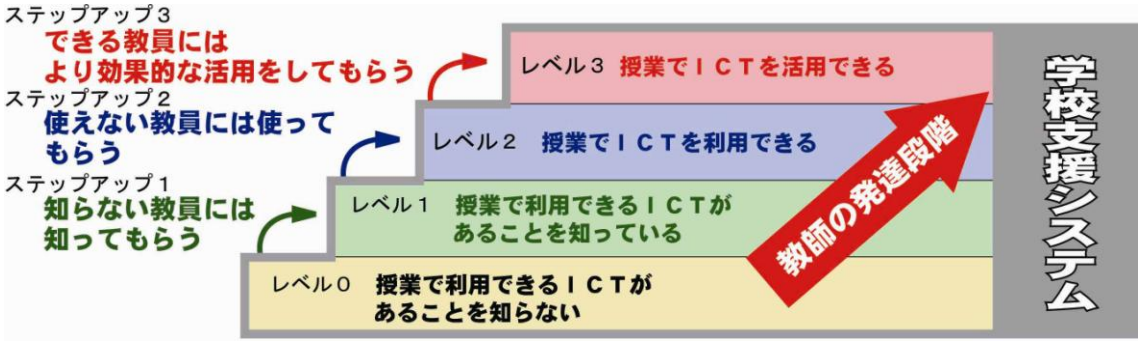


図　１　教員のICT活用ステップアップモデル

特に、レベル２の「授業でICTを利用できる」とレベル３「授業でICTを活用できる」において、「利用」と「活用」について次の表1のように捉えた。「利用」は「単に使うこと」、「活用」は「目的や条件に応じて適切に手段を選択すること」とした。

表 1　レベル2とレベル3の違い

図の記述	具体的な意味
レベル２「授業でICTを利用できる」	ICTを使った授業を展開できる
レベル３「授業でICTを活用できる」	授業の目標達成に向けて、ICTを含めた複数の働きかけ方の中から自分が妥当だと思う方法について根拠をあげて選択できる。

以上を踏まえて、実験・観察と融合したICTの「活用」により、理科授業の改善を目指す。

各レベルの教員に対して、次に示す①～④を実施し、最終的には、現場の教員が抱える課題を取り除き、１～３のステップアップを促進する体系的、系統的な教員研修のあり方について明らかにしていく。その際、ステップアップを図る上で必要となる、実験・観察と融合させて、効果的にICTを活用した授業のモデルを提供することも視野に入れる。研究組織の構成メンバーには､各校種にわたって県内全域から研究協力委員を選定し､今後、各地域、各研究部会等で、これらの研究協力委員が理科ねっとわーく活用推進のコアとなる人材となることも目指した。

①　ステップアップ１に向けて

理科関係の研修会において、ステップアップ１「知らない教員には知ってもらう」ために､(独）科学技術振興機構が運営している、理科に関する代表的なインターネット上のデジタル教材である「理科ねっとわーく」の紹介を行うなど、現時点で考えられる実践を行う。また、教員アンケートによりその効果を調査し、ステップアップ２、３につながる、より効果的なステップアップ１の方策について検討する。さらに、授業で活用可能なICTを知らない教員について年代別の特性があるかを明らかにし、ステップアップを図ることのできる年次研修のあり方について検討する。

②　ステップアップ２に向けて

教員へのアンケートやインタビュー等でICTを使えない、あるいは使わない理由を調査し､「使えない教員には使ってもらう」（ステップアップ２）上での課題を明らかにする。そのうえで、まず、従来の授業中の様々な場面において、ICTを利用した場合、どのような授業展開が可能かを考える。さらにこのことを通して「とりあえず使ってみる」場面を探して実践できるようになるための、個人の技能向上や知識を深める各種講習等の研修モデルを検討する。さらに、最終的にステップアップ３で適切に実験・観察とICT活用を融合した授業の実践ができることを目指し､レベル０､１の教員にステップアップ２を図る。

また、①と同様に、ICTを授業で使えない教員について年代別な特性があるか、アンケート調査によって明らかにし､ステップアップを図る年次研修のあり方について検討する。

③　ステップアップ３に向けて

アンケートにより授業におけるICT活用の実態を調査し、ステップアップ３「より効果的な活用をしてもらう」上での課題について明らかにした上で、実験・観察とともにICT活用を推進するにはどのような方法があるかを考え、実践するといったステップアップのための研修を検討する。

ICTと実験・観察等の実習が融合した効果的な授業の実践が可能となるためには、効果的、効率的にICT活用ができる場面を整理した授業モデルを提示することが有効であると考えられる。そこで、研究協力委員による実証・公開授業を行い、その成果を元に「ICTと観察実験実習が融合した授業モデル」を構築する。合わせて「教員のICT活用指導力の基準（文科省）」を参考にして、授業モデルを裏付ける「実験・観察と融合した効果的なICT活用の規準」をつくり、教員がICTと観察実験等実習が融合した効果的な授業設計をできる支援体制を構築する。さらに、実験観察と融合した効果的なICT活用授業のモデルや実践事例を蓄積し、レベル２の教員が、より積極的にそれらを活用することで、授業改善を図り、ICTをより効果的、効率的に活用した授業を実践できる力量を持つことができるようになることを目指す。

④　ICTを活用した授業の効果の検証

ICTを活用することの効果について、ICTを活用しない授業を受けた生徒（統制群）と活用した授業受けた生徒（実験群）を比較し、ICTを活用することの効果を検証する。他に、２集団にICTを活用した授業を行い、両方の集団に同様の効果が出るかでその効果を探る。生徒への効果はプレ・ポストテストや生徒へのインタビュー、アンケート等により検討する。その際、教育の機会均等を遵守できるよう、統制群の生徒への学習の保証を確実に行う。また、ICTを効果的に活用できない教員について年代別な特性があるか、アンケート調査によって明らかにし、ステップアップを図る年次研修のあり方について検討する。

２　教員のICT活用の実状

埼玉県内の小学校、中学校、高等学校、特別支援学校の教員計７６６人にアンケート調査を実施し、回答内容に矛盾のないものを整理、分析し、教員のICT活用レベルの実状を明らかにした。

(1) 教員のICT活用レベル別、年代別にみたICT活用の実状

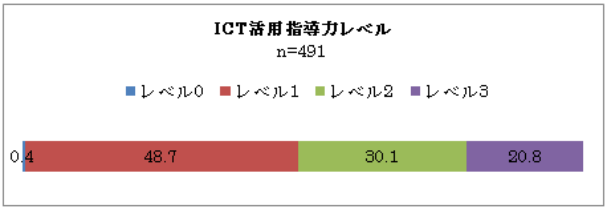


図 2

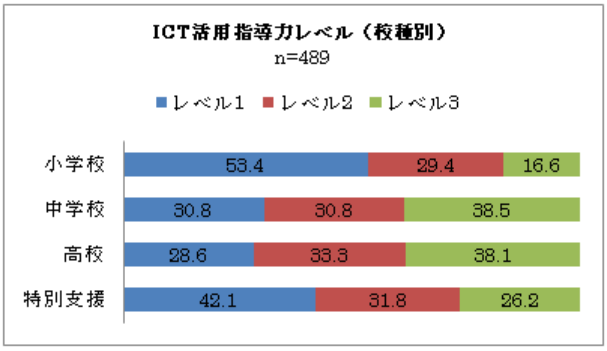


図 3

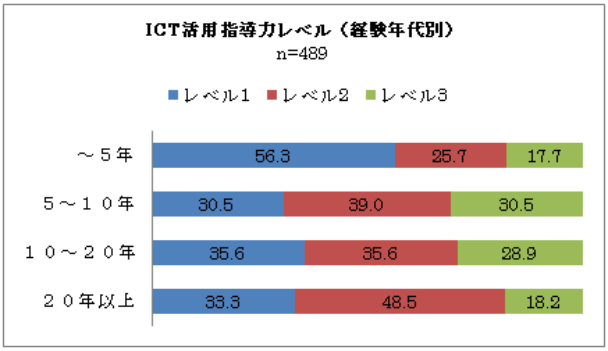


図 4

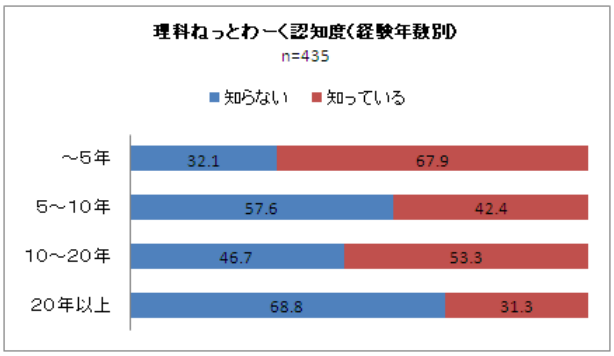


図 5

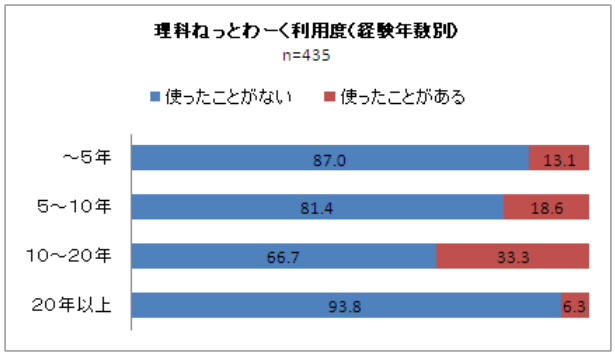


図 6

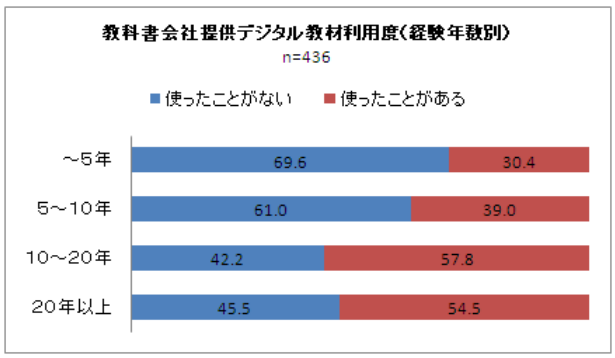


図 7

図２のように、インターネット上のデジタル教材の存在を知らない「レベル０」に属する教員はきわめて少ない。そこで、ICT活用に関する教員のレベルを４段階でなく、レベル１～３の３段階で検討することとした。

デジタル教材の利用をすることのできない「レベル１」に属する教員が約半数であり、「利用」している教員（レベル２）及び「活用」している教員が合わせて約半数を占める。

図３のようにICT活用指導力レベルを校種別に集計すると、レベル２の割合は校種ごとの差は少ないが、レベル１の占める割合が小学校と特別支援学校で高く、レベル３が低い傾向にある。

図４のように経験年数別ICT活用指導力レベルは、教員経験年数５～２０年では差が小さく、レベル１～３がほぼ均等に分布しているが、経験年数５年未満の教員に、レベル１の割合が多くなっている。一方で、図５に示した「理科ねっとわーく」などのインターネット上のデジタル教材の認知度は５年未満の教員に比べ５～１０年、２０年以上の教員で低くなっている。また、図６、７のようにデジタル教材の利用では、逆に教員経験年数が２０年未満の教員について、経験年数が長いほど「使ったことがある」割合が大きくなっている。これらのことから、教員経験年数が２０年未満の場合に、経験年数が長くなるほどICTを活用した授業の経験が多くなっていることがうかがえる。つまり、経験年数が短い教員は、デジタル教材の存在は知っていながら、実際にICTを活用した授業の経験が少ないといえる。

このことは、教員経験が短い教員、特に経験年数５年未満の教員は、授業そのものに対する経験が少なく、授業設計段階において、従来型の授業展開や、基本的な教材研究に追われ、デジタル教材の存在は認知しているが、ICTを活用する授業展開などには手が回らないことを示していると考えられる。このことは、図８のデジタル教材の活用に関して、

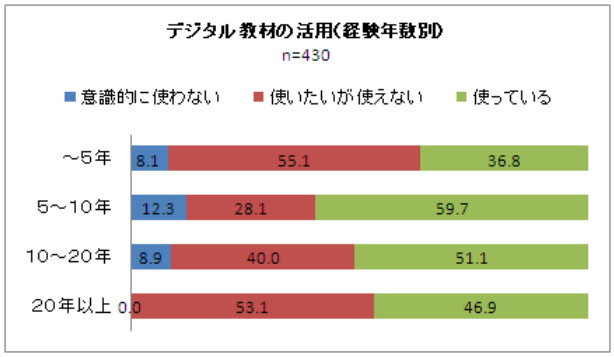


図 8

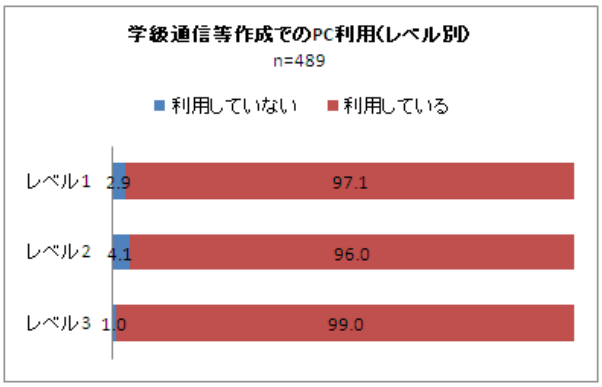


図 9

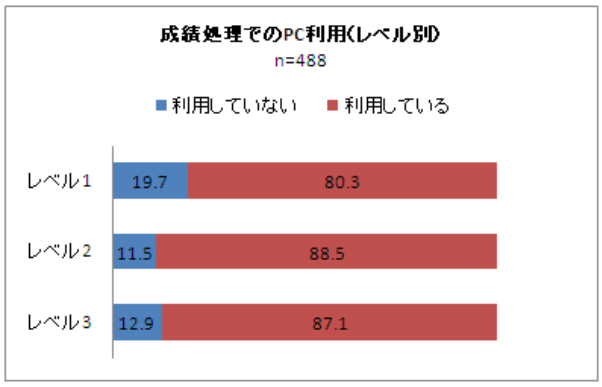


図 10

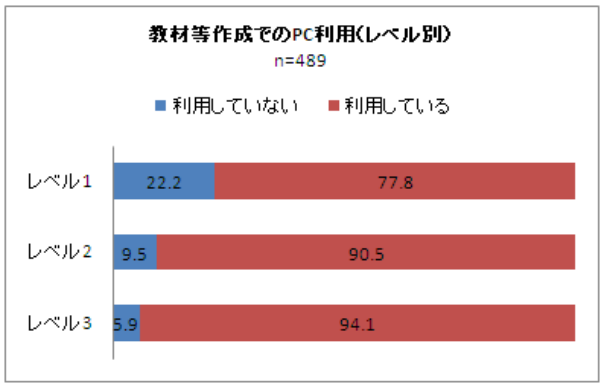


図 11

「使いたいが使えない」と答えた割合が経験年数５年未満で５０％を超えることからも裏付けられる。

以上のことからも、経験年数５年未満の教員には、ステップアップ２の研修が必要であることがわかる。

図９～11に示した教員のコンピュータ利用の現状をみると、レベル１でやや利用状況が劣るものグラフに示したとおり、レベルに関係なく、高い割合でコンピュータを利用していることが分かる。特に学級通信や学級内の掲示物などを作成する際にコンピュータを利用している教員の割合はかなり高くなっていることから、全くコンピュータを使えないという教員の割合はかなり低いことがわかる。

(2)　授業におけるデジタル教材活用の実状と実験・観察の状況

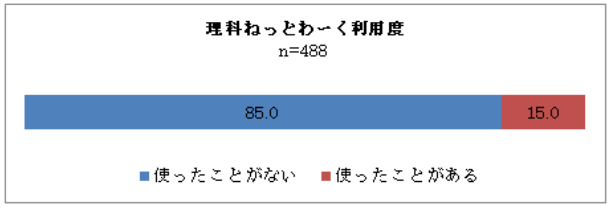


図 12

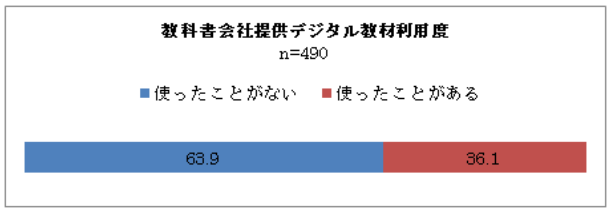


図 13

図12に示したように「理科ねっとわーく」の利用は１５％にとどまり、図13のように教科書会社がＣＤやＤＶＤを媒体として提供しているデジタル教材の利用についても４割弱の教員が利用しているにすぎない。

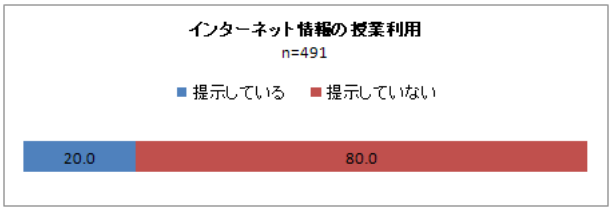


図 14

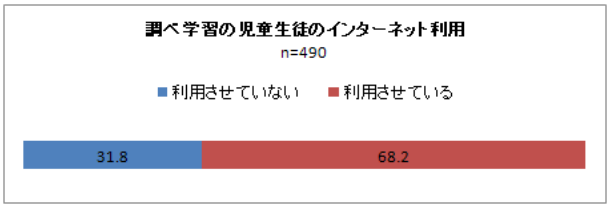


図 15

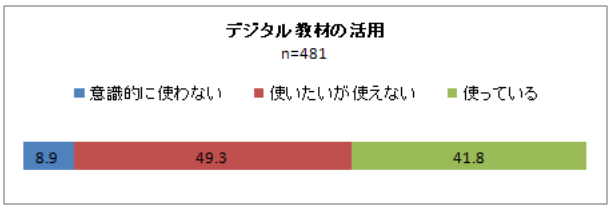


図 16

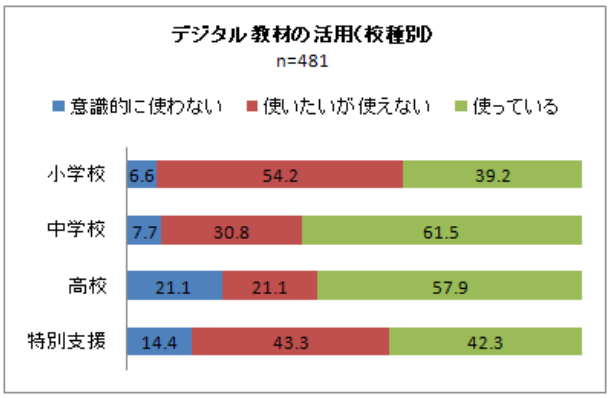


図 17

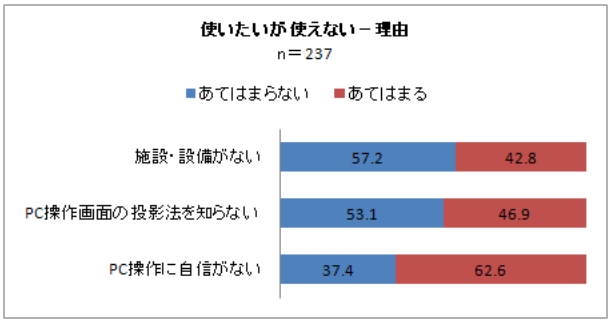


図 18

図14のようにインターネット上の情報を授業で利用している教員は８０％に上っており、インターネットが教材作成、教材研究に欠かせないものとなっていることがうかがえる。

このことは、調べ学習において児童生徒にインターネットを利用させている教員の割合が約７０％近くを占めることからも裏付けられる。(図15)

一方で、図16、17のようにデジタル教材について「使いたいが使えない」と答えている割合が約５０％を占めている。使いたいが使えない割合は、多い順から小学校、特別支援学校、中学校の順になっており、小学校では半数を超える。また高校では「意識的に使わない」教員が２割を超えている。

図18のように「使いたいが使えない」理由は、施設設備に起因する理由より、むしろＰＣ操作や接続方法などの「スキル」に起因する理由の方が多くなっている。

また、図19のように「意図的に使わない」と答えた教員のうち、その理由を「実験・観察の実施だけで十分である」と答えた割合を校種別でみると、中学校、高等学校で非常に高く、理科教員としての専門性が高いほど、デジタル教材を意図的に使わず、実験・観察を重視する傾向にある。実験・観察を重視することは、理科教育において必要不可欠な授業観であるが、ICTを活用した、「実験・観察融合型デジタル教材の活用」推進の視点からみると、むしろ「デジタル教材の効果的な活用」の阻害因子となっている可能性がある。

図20に示したように、実験・観察指導が得意であるかをICT活用指導力レベル別にみると、レベルが高いほど実験・観察指導が得意であると答えた割合が高い。統計分析ソフトウェアで検定したところ、レベルに対する実験・観察得意度には有意な差が認められた。また、レベルと実験・観察得意度の相関係数（Cramer）は0.2308となり、非常に弱いながらも相関関係が認められた。教科書実験を全て行っているかをICT活用指導力レベル別にみると、グラフ上から前述の実験・

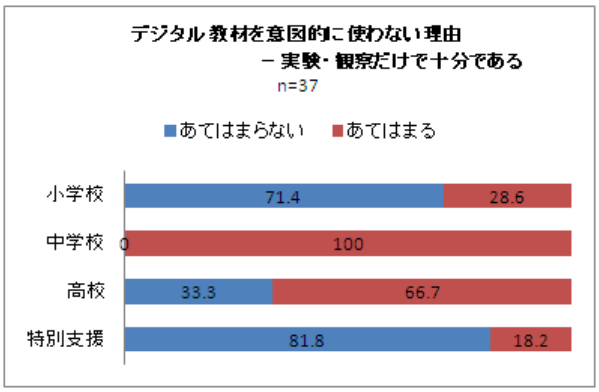


図 19

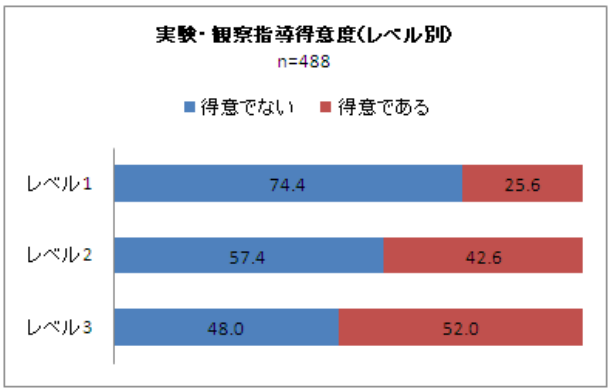


図 20

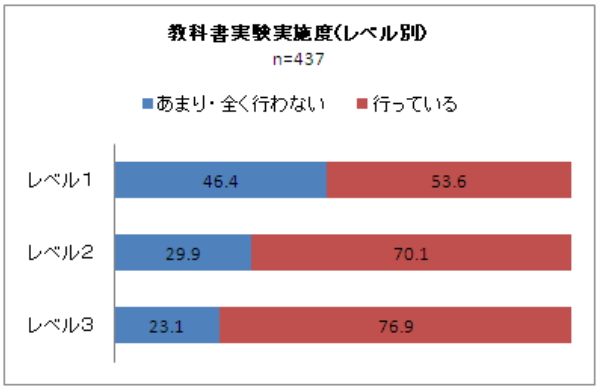


図 21

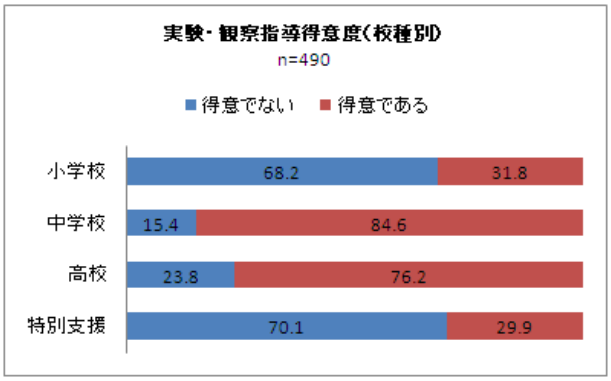


図 22

観察得意度と同様にレベルが高いほど、教科書実験を全て行っている割合が高い傾向が見られた。(図21)

また、図22のように、実験・観察指導の得意度を校種別にみると、「得意である」と回答した割合が小学校及び特別支援学校で低く、専門性の高いと考えられる中学校、高等学校では高くなっている。

３　ICT活用のための体系的、系統的な教員研修モデルの構築

(1)　ステップアップ１に向けた研修モデル

２(1) に示したように、インターネット上のデジタル教材の存在を知らない「レベル０」に属する教員はきわめて少ない。これは、従来から行っているインターネット上のデジタル教材を紹介するステップアップ１の研修の効果によるものと考える。

一方、２(1)に示したように、「理科ねっとわーく」の認知度を見ると、経験年数２０年以上の教員では約７割が、また、平均では約４割が「知らない」と答えている。すなわち、インターネット上のデジタル教材の存在は知っているが、「理科ねっとわーく」の存在を知らない教員が多く存在している。よって、特に「理科ねっとわーく」の紹介等、継続して行っていくことは今後とも必要であることがわかる。

(2)　ステップアップ２に向けた研修モデル

アンケート調査からレベル１の教員像について検討した。２(1)に示したように、実験・観察指導が得意であるかをICT活用指導力レベル別にみると、レベルが高いほど実

験・観察指導が得意であると答えた割合が高い。また、同様にレベルが高いほど、教科書実験を全て行っている割合が高い傾向が見られた。一方、ＰＣの利用状況を見ると、レベルに関係なく、高い割合でPCを利用していることが分かる。そこから、全体として捉えたレベル1の教員像は次の通りである。

レベル1の教員像

○実験観察が得意でない教員の割合が高い。
○約半数の教員が教科書実験を全て行っていない。
○ほとんどの教員はＰＣを使うことができる。

授業で使えるデジタル教材があることは知っているが使ったことのないレベル1の教員の中には、デジタル教材を使えない教員とデジタル教材をあえて使わない教員がいる。デジタル教材をあえて使わない教員では、デジタル教材を使えない教員と比べ、実験観察を得意とする教員が多い。また、デジタル教材をあえて使わない理由として、実験・観察の実施だけで十分と考えている。

教員のICT活用の段階を考えると、ステップアップ３において実験・観察と融合したデジタル教材活用を目指すのであるから、ステップアップ２では、ICTを利用することのみに特化した研修モデルを構築することが有効と考えられる。
そこで、上述したレベル1の教員像を踏まえた上で、ステップアップ２の研修モデルとして、次のようなICT利用形態を考えた。

ステップアップ２におけるICT利用形態

○ 実験・観察のスキル不足への ICT による代替
○ 実施困難な実験・観察への ICT による代替
○ 時間の合理的活用への ICT による代替

「実験・観察のスキル不足へのICTによる代替」では、レベル１の教員の実験・観察スキルの低い部分をICTで補う。これにより、少なくとも実験・観察をしないよりは効果的な授業展開が可能になると考える。しかし、実験・観察をもとに科学概念の構築を目指す理科教育では、実験・観察のスキルアップをおろそかにすることはできない。ICT活用レベルと実験・観察の得意度との相関は非常に弱く、実験・観察をICTで代替するのみであれば、教員の実験・観察のスキルアップはもとより、ステップアップ３を経たレベル３の教員への変容は期待できない。そこで、「理科ねっとわーく」等のデジタル教材を、実験・観察のスキルアップのための自主研修教材として活用する方法などが考えられる。

「実施困難な実験・観察へのICTによる代替」では実験・観察だけで十分だと考えている「あえてICTを使わない教員」に対して、理科室で実施困難な実験・観察を代替する手段としてICT活用を促す。例えば、受精の学習をするとき、教科書や資料集の図を

用いた説明だけでなく、加えてその瞬間の映像を見せる方が効果的であることはいうまでもない。ICTを用いれば、それを生徒に簡単に提示できる。

「時間の合理的活用へのICTによる代替」では、限られた時間の中で行う授業をより合理的に行うICTの利用を促す。例えば、前時に行った実験を想起させるとき、実際に実験を繰り返すのでは時間を浪費する。ICTを活用して映像等で実験の様子を提示する方が効率的に時間を利用でき、効果的である。このように時間的効率をを補うICTの利用を促していく。

以上のような代替によるICTの利用形態をステップアップ２で研修することで、ICTを利用できるレベル２の教員を育成する。

２(1) で述べたように経験年数5年未満の教員に他で見られない以下の特徴がある。

経験年数５年未満の教員像

○レベル１の教員が約５割を超え、高い。
○「理科ねっとわーく」などのインターネット上のデジタル教材の認知度は高い。
○約半数がデジタル教材を使いたいが使えないと考えている。

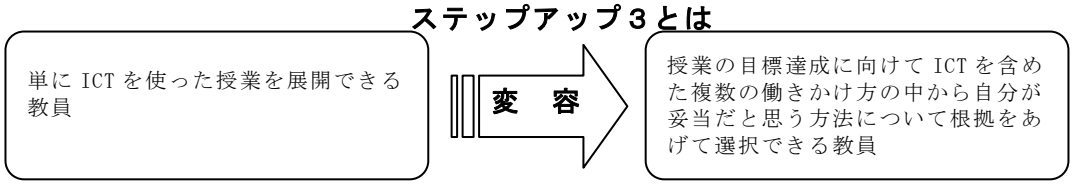
以上のことから、初任者研修等、経験年数５年未満の教員を対象とした年次研修でステップアップ２の研修モデルを取り入れることが有効と考える。

本研究ではステップアップ２について研修モデルの構築には至っていないが、アンケート調査を元に、以上のことが明らかになった。ICTによる代替を授業に取り入れたICTの利用モデルを基本に、ICTを使わない理由を考え、それを解決するための研修モデルの構築が必要である。

(3)　ステップアップ３に向けた研修モデル

レベル２（授業でICTを利用できる）からレベル３（授業でICT活用できる）へとステップアップを図ることは、単にICTを使った授業を展開できる教員が、授業の目標達成に向けてICTを含めた複数の働きかけ方の中から自分が妥当だと思う方法について根拠をあげて選択できる教員へと変容することに他ならない。

ステップアップ３とは



レベル３「授業でICTを活用できる」教員とは、言い換えれば、授業の目標を達成する方法の一つとしてICTが利用できるだけなく、数多くの方法の中から最も妥当と思われる方法を、根拠を上げて選択できる教員である。したがって、ICTを活用することが

授業の目標を達成する上で妥当でないと判断したときには、ICTを選択しなくても「ICTを活用できる」ことになる。このような視点に立ち、ステップアップ３に向けた研修モデルを構築し、その効果について検討した。加えて、実験・観察と融合した効果的なICT活用の規準を整理した。

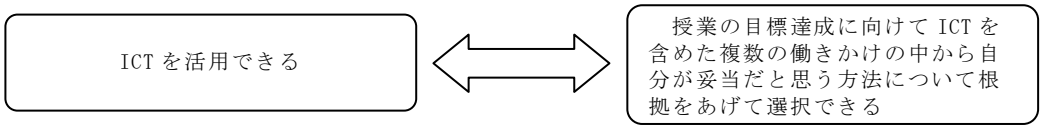
① 実験・観察融合型ICT活用の規準(意図)

そもそも授業設計とは、一種の問題解決活動である。授業の目標や教員の意図をいかに達成するかについて、方法を適切に選択し指導内容の系列を生成する行為は、まさに目的に応じて適切な手段を選択する問題解決活動である。授業設計という問題解決活動では、授業の目標の達成に向け、教員が意図をもって、方法を選択する。「ICTを活用する」といった視点に立つと、教員が授業の目標に向かって方法を選択するときの「意図」がICT活用の規準となる。そこで、研究協力委員会の中で検討し、実験・観察とともにICT活用ことにより、より効果が期待できる「実験・観察融合型ICT活用の規準(意図)」として整理した。

表2　実験・観察融合型ICT活用の規準（意図）

（１）実施が困難な実験を児童生徒に体験させる
　１－１　実験が苦手な先生にとって難しい実験、一般的に失敗しやすい実験
　１－２　危険な実験（金属ナトリウムの酸化など）
　１－３　実験器具や薬品などの入手が困難（走査型電子顕微鏡の使用、セシウムの使用など）
（２）実施が困難な観察を児童生徒に体験させる
　２－１　季節や天候の影響を受ける観察（春の七草と秋の七草を比較して観察したいなど）
　２－２　地理的条件の影響を受ける観察（山間部の学校での海洋生物の観察など）
（３）時間を効果的に使用する
　３－１　配布資料（ワークシート、テストなど）を効率よく／ 効果的に作成する
　３－２　提示資料（PPT、掲示・貼り紙、紙芝居、カードなど）を効率よく／効果的に作成する
　３－３　授業展開の工夫
　３－３－１　実験・観察等実習活動の事前指導／事後復習を効率よく／効果的に行う（事前／事後の説明での演示実験を代替する、パラメータを変えた実験実施を代替するなど）
　３－３－２　前の時間の授業内容の復習を効率よく／効果的に行う
　３－３－３　発展的な内容について効率よく／効果的に扱う
（４）情報内容・提示方法の工夫
　４－１　関連性を持たせる
　４－２　プロセスを明確にする
　４－３　簡潔にする
　４－４　強調する
　４－５　リアリティを高める
　４－６　対比しやすくする
　４－７　身近に感じさせる
　４－８　異なる視点から考えさせる
　４－９　印象に残りやすくする
（５）その他

②　ステップアップ3に向けた研修モデルの構築



レベル２の教員はすでにICTを利用できるので、ステップアップ３では、上に示した「ICTを活用できる」ことの意味を理解した上で授業設計することが重要となる。

これにより、自ずからステップアップが可能となる。「ICTを活用できる」ことの真の意味を理解するには、次の視点に立つことが重要である。

授業の目標を達成するために
①ICT 活用等、複数の方法と複数の伝達メディアを挙げられる。
②自分の選択した方法と伝達メディアについてその妥当性を高められる。

すなわち、研修の中で、ICTを授業設計の選択肢の一つとして含んでいる中から、より妥当性の高い、目標に応じた方法や伝達メディアが選択できるようにならなければならない。

そこで、つぎのような研修モデルを構築した。

授業のＶＴＲと下に示したような分析用ワークシート(以下　指導案)を用意する。４、５人程度の少人数のグループで行う。

表 3

ステップアップ３研修プログラム　分析ワークシート

指導案（部分）　単元：小学校　理科　　対象：５年生　　準備：グループ毎に実験できるように実験器具一式を用意
演示用にマッチ棒とマッチ箱の模型を用意
提示用にスクリーンとプロジェクタ，PC を用意
自習用にノートパソコンを数題用意

分節	状況	教授意図	伝達方法	伝達内容	伝達メディア	結果の予測	妥当性の検討
導入	理科実験室 児童は先生の話に耳を傾けている	本時の目標を確認する	口頭で説明する	まずマッチの使い方について説明します。全員にやってもらいますからね。 今日の問題です。		児童は先生の話に耳を傾けている	
	児童は黒板に注目している	本時の目標を確認する 問題を共有する	板書する 指示する（一斉に読ませる）	「水を熱すると水のようすはどのようにかわっていくのか？」	短冊（紙）を黒板に貼る	児童は黒板に注目している	
展開１	児童は先生の話に耳を傾けている	実験観察を導入する リアリティを高める	口頭で説明する 提示する 発問する	マッチの使い方について，見てみましょう。 これがマッチですね。 「使ったことあるひと？」	実物を示す	児童は先生の演示に注目している	
	児童はスクリーンに注目している	実験観察を導入する 大きく見やすくする	口頭で説明する	マッチの付け方です。今のは，手前から向こう側に向かってマッチをつけるやり方ですね。	デジタルコンテンツをプロジェクタで提示	児童はスクリーンに注目している	
	児童は先生の演示に注目している	実験観察を導入する 位置関係を明確にする	演示で説明する	先生もマッチの代わりに大きな模型で説明しますね。一つ目は，手前から向こうにこうしますね。これの方がいいですね。	模型を示す	児童は先生の演示に注目している	
	児童はスクリーンに注目している	実験観察を導入する 大きく見やすくする	口頭で説明する	今度は反対に向こうから手前に向かってマッチをつけるやり方ですね。	デジタルコンテンツをプロジェクタで提示	児童はスクリーンに注目している	
	児童は先生の演示に注目している	実験観察を導入する 位置関係を明確にする	演示で説明する	二つ目は，向こうから手前にします。こっちは，火がつくと自分の方に火が来て危ないのでできればやめましょう。	模型を示す	児童は先生の演示に注目している	

ア　指導案と照らし合わせながら、ＶＴＲを視聴する。

イ　個人での分析用の指導案を次の2つの観点から検討する。

・授業を正当化する立場で、方法と伝達メディアの組み合わせの妥当性を主張する時の理由づけを検討する

・自分が授業設計をする立場であればどうするか。（妥当でない場合の代案を示す。）

ウ　グループで検討する。

・他者の考えを知る。

・自分の代案について、妥当性の範囲（下の図）を広げられるか。

エ　効果的なICT活用の規準（①参照）、および妥当性の評価（下の図）の説明を受ける。

オ　個人で再検討する。

カ　イの検討内容とオの再検討内容を比較した自己評価を行う。

カ及びエにより、ICTの活用場面のイメージをより広げて柔軟に持つことができ、真の意味でのICT活用について理解できる。

妥当性の基準

目的・状況が明確になっているか。

教授方法や伝達メディアが複数挙げられているか。

目的・状況と方法を組み合わせて、比較検討しているか。

妥当性の範囲

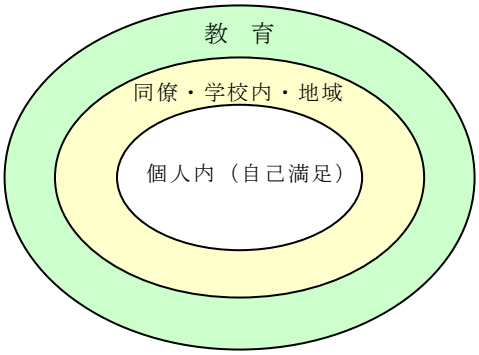


図 23

③ ステップアップ3に向けた研修モデルの評価と課題

②の研修モデルを研究協力委員に行い、アンケートによりその評価を行った。

ICTを活用することの意味について理解したかどうかを見るために、「あなたは「ICTを活用できる教員」について、同僚や後輩（新任）の教員に説明する時に、どのように説明しますか？」という問いに対し、自由記述させた。以下に、回答の内容を示す。

※「ICTを活用することの意味について理解している回答は「◎」、理解していない回答は「●」で示した。

●教員の理想像というか目標であり、自分のおかれている状況(生徒・学校・予算)の中で、学習内容を身につけさせる最善の方法を、これまでの研究や研修で発表されている効果などを踏まえて選択できる教員で、いつも最善の指導を目指して勉強している人のこと(中学校教諭)

◎ICT を選択肢の一つとして、たくさんの方法の中から最善と思えるものを根拠のある理由で選べる教員。万が一、ICT を利用しない選択でも OK（中学校教諭）

◎様々な授業方法の中から、目的や状況に応じて ICT を含めて、選択できる教員である。教員の ICT 活用能力がないと、妥当な選択ができなくなる可能性がある。（高等学校教諭）

◎「なぜ、ここで ICT を使う必要があるのか、使うことによってどのようなメリットがあるのかを説明できる教員」を ICT を活用できる教員と説明します。(特別支援学校教諭)

◎「ICT を活用できる」とは、ICT を含む複数の代替案から主体的に選択し、活用できるということである。自分たちの使用する伝達メディアの妥当性を考えられる教員等(特別支援学校教諭)

●授業における説明の補助や時間短縮、繰り返し提示等で ICT を活用することができる教員。また、ICT については、その状況に応じたコンテンツを複数提示できる教員。（高等学校教諭）

◎ICT の良さを知った上で、適切な指導を行う上で、最もよいと思える教材を用意できる教員で、様々な方向から、自らの授業案を評価改善していこうとする意欲のある教員(特別支援学校教諭)

◎複数ある手段から、主体的に妥当に選択できる教員のこと、妥当性を考えて ICT を使う(使わなくとも良い)教員であること。(小学校教諭)

◎授業を進める上で、様々な手段がある。その授業の目的や授業の実態などに応じて、よりよい手段を選べばよいのだが、その手段の中に ICT を利用することが入っていて、使うことが苦手でない教員。さらに ICT を効果的に授業に用いることができ、ICT 活用の良さを説明できる教員。(小学校教諭)

アンケートの検証から研修モデルでは、ICTを活用することについて、78%の教員が理解したことがわかった。

また、「この研修モデルはわかりやすかったですか。」という問いに対しては、６７％がわかりやすいと回答している。３３％は「ややわかりにくい」と回答しており、そ

の理由は以下のようであった。

・このような研修はあまり経験がなく、どのような観点で話を進めてよいかわからなかった。内容的には普段から考えていることを理論的に説明していただきよくわかった。（特別支援学校教諭）
・具体的な例が少ない点がわかりにくいところでした。ただ、ようやく ICT の考え方がわかってきたので、今後よいものにしたいと思います。（高等学校教諭）

具体例や話し合いの観点を提示することなど、より一層わかりやすくすることが課題としてあげられる。

研修モデルについての意見、感想を求めたところ、以下のような回答が得られた。全体として否定的な意見、感想は見られなかった。

・学校、校種によって ICT 活用にいろいろと違いがあることが分かり、私自身にとって良い機会となりました。（高等学校教諭）
・この評価のあり方については ICT 利用に限らず大切な視点だと思いました。（特別支援学校教諭）
・難しく頭を使う研修だった。でも、事例を元に考えたり、自分の指導案にフィードバックしたりと具体的な活動があったので大変勉強になった。（小学校教諭）
・分析ワークシートの授業映像から、その授業手段をなぜ選んだのか（妥当性）を考えるのが大変でしたが、話し合う中で様々な視点が見えてきたのがよかった。（小学校教諭）

意見・感想から、この研修モデルは概ね妥当であるといえよう。

４　実験・観察型ICT活用の基準（意図）に基づく授業モデルの構築と評価

本研究では、研究協力委員による実証授業を９回、公開授業を８回行い、公開授業にあっては授業後に授業者、参観者による検討会を行った。実証授業、公開授業の実施にあたっては、授業設計時にその授業の学習目標、及びその目標を達成するための実験・観察融合型ICT活用の基準（意図）により、さまざまな「教授方法」の検討を行って、最も妥当と考えられる方法を選択して学習指導案を作成し、実施した。実施の後に「授業後の教員側から見た『方法』の妥当性」、「生徒への効果」の２つの観点から評価を行った。ここでいう「方法」とは、必ずしも「ICTを用いる方法」ではなく、授業の目標を達成するために妥当と考えられる方法を指す。ここでは、「ICTを活用できる」とは、「授業の目標達成に向けてICTを含めた複数の働きかけ方の中から自分が妥当だと思う方法について根拠をあげて選択できる」ことである。従って、はじめに「ICTの使用ありき」ではなく、さまざまな方法の中から単元や児童生徒の特性に応じた、最も適切と考えられる方法を選択して実施するということである。

実証および公開授業は、表３に示す校種、および単元で実施した。

表3　実証・公開授業　一覧

小学校	６年　「水よう液の性質」　鉄がとけた塩酸から取り出したものともとの鉄の性質を調べよう
	５年　「もののとけ方」　さとうのとけるようす
	４年　「空気と水の不思議」　筒の中の空気がおし縮められるようすを考える
	６年　「大地のつくりと変化」　広がり方や重なり方はどうなっているのだろうか
中学校	３年　「地球と宇宙」Ａ　四季の星座はなぜ移り変わるか
	３年　「地球と宇宙」Ｂ　天体は一年のうちにどのように動くか
	３年　「地球と宇宙」Ｃ　季節が起こる理由について昼の長さの違いに着目して考察する
	３年　「地球と宇宙」Ｄ　星や太陽は一年でどのように動くか
	２年　技術・家庭科　「エネルギー変換」エネルギー変換について学び、製作の目的を知る
高等学校	物理Ｉ　「波動」Ａ　光の三原色
	物理Ｉ　「波動」Ｂ　音の伝わり方
	物理Ｉ　「波動」Ｃ　地震波と音波
	理科基礎　「現代の科学とこれからの人間生活」　楽曲の音
	理科総合Ａ　「物質の変化・酸化還元」　電池
特別支援学校	小学部５年　「てこのしくみとはたらき」　てんびんで重さをはかろう
	高等部　理科総合Ａ　「大地の変動と地球の変動」　地球や火星を構成する物質の共通性
	高等部　課題別学習　「地球温暖化を阻止せよ」　地球の現状

上記の実証授業、公開授業において、結果的に「ICTを活用する場面」として検討されたICT活用の意図をまとめると、次の表４のようになる。

表 4　実証授業・公開授業におけるICT活用の規準（意図）

活用の意図			小学校	中学校	高等学校	特別支援学校
（1）実施が困難な実験を児童生徒に体験させる		１－１　実験が苦手な先生にとって難しい実験，一般的に失敗しやすい実験				
		１－２　危険な実験（金属ナトリウムの酸化など）	５年・ものの溶け方	２年技術家庭・エネルギー変換		
		１－３　実験器具や薬品などの入手が困難（走査顕微鏡の使用，セシウムの使用など）			物理Ⅰ・波動Ａ 物理Ⅰ・波動Ｂ 理科基礎・現代のくらしからの人間生活	
（2）実施が困難な観察を児童生徒に体験させる		２－１　季節や天候の影響を受ける観察（春の七草と秋の七草を比較観察したいなど）		３年・地球と宇宙Ａ ３年・地球と宇宙Ｂ ３年・地球と宇宙Ｃ		高等部課題別学習 温暖化を阻止せよ
		２－２　地理的条件の影響を受ける観察（山間部の学校での海洋生物の観察など）	６年・大地のつくりと変化	３年・地球と宇宙Ｂ		
（3）時間を効果的に使用する	３－３　授業展開の工夫	３－１　配布資料（ワークシート・テストなど）を効率よく／効果的に作成する	５年・ものの溶け方			高等部理科総合Ｂ 変動と地球の変動
		３－２　提示資料（PPT，掲示・貼り紙，カードなど）を効率よく／効果的に作成する	５年・ものの溶け方 ４年・空気と水の		物理Ⅰ・波動Ｂ 理科総合Ａ・酸化	小学部５年・てこはたらき 高等部理科総合Ｂ 変動と地球の変動
		３－３－１　実験観察等実習活動の事前指導／事後復習を効率よく／効果的に行う	５年・ものの溶け方	３年・地球と宇宙Ａ ３年・地球と宇宙Ｂ ３年地球と宇宙Ｄ	理科基礎・現代のくらしからの人間生活 理科総合Ａ・酸化	高等部理科総合Ｂ 変動と地球の変動
		３－３－２　前の時間の授業内容の復習を効率よく／効果的に行う	５年・ものの溶け方	３年・地球と宇宙Ｃ	理科総合Ａ・酸化	高等部理科総合Ｂ 変動と地球の変動
		３－３－３　発展的な内容について効率よく／効果的に扱う	６年・水よう液の性質		物理Ⅰ・波動Ａ 物理Ⅰ・波動Ｂ	
（4）情報内容・提示方法の工夫		４－１　関連性を持たせる	６年・水よう液の性質		物理Ⅰ・波動Ｃ	
		４－２　プロセスを明確にする				
		４－３　簡潔にする			理科基礎・現代のくらしからの人間生活	
		４－４　強調する	５年・ものの溶け方 ４年・空気と水の	３年・地球と宇宙Ａ		
		４－５　リアリティを高める		３年・地球と宇宙Ａ	物理Ⅰ・波動Ｂ	
		４－６　対比しやすくする	５年・ものの溶け方 ６年・大地のつくり		物理Ⅰ・波動Ａ 物理Ⅰ・波動Ｃ	高等部理科総合Ｂ 変動と地球の変動
		４－７　身近に感じさせる		２年技術家庭・エネルギー変換	物理Ⅰ・波動Ｃ	
		４－８　異なる視点から考えさせる		３年・地球と宇宙Ａ ３年・地球と宇宙Ｂ ３年・地球と宇宙Ｃ		
		４－９　印象に残りやすくする	６年・水よう液の性質	３年・地球と宇宙Ａ	物理Ⅰ・波動Ｂ 物理Ⅰ・波動Ｃ 理科総合Ａ・酸化	高等部理科総合Ｂ 変動と地球の変動
（5）その他						小学部５年・てこはたらき

これらの規準のうち、３－３－１「実験・観察等実習活動の事前指導／事後復習を効率よく／効果的に行う」及び、３－３－２「前の時間の授業内容の復習を効率よく／効果的に行う」、４－９「印象に残りやすくする」については、すべての校種において検討され、ICTを活用する方法が選択されている。このことは、全ての校種にわたってICTの活用が効果的であることを示しており、ICTを活用する視点として重要であることを示している。

以下に、各校種ごとの実証・公開授業についてその概要を述べる。

(1)　小学校

小学校における実証・公開授業は、４年「空気と水の不思議」、５年「もののとけ方」、６年「水溶液の性質」、６年「大地のつくりと変化」の４件が実施された。これらの４件の授業において、「ICT活用の規準」は、１１項目に分散しており、これらの単元の授業では、授業者の授業設計により、さまざまな意図においてICTが用いられることがわかる。

例えば、小学校５年「もののとけ方」の授業では、砂糖の溶ける様子を実際の実験で行い、次いでデジタル教材を用いて硫酸銅、二クロム酸カリウム、ミョウバンの溶解の様子を提示して、砂糖の溶解との共通点に気付かせるという実践が行われた。ICT活用の場面の意図は、「砂糖の実験を試薬を変えて行うとどうなるか」という、３－３－１「実験・観察等実習活動の事前指導／事後復習を効率よく／効果的に行う（パラメータを変えた実験実施を代替する）」であり、同時に、１－２「危険な実験」である、実施困難な硫酸銅などの有色物質を取り扱う実験の代替として実施された。

(2)　中学校

中学校における実証・公開授業は、「地球と宇宙」分野での実施が４件、技術・家庭科「エネルギー変換」が１件である。分野が集中した「地球と宇宙」では、ICT活用の意図が、２－１「季節や天候の影響を受ける観察」、３－３－１「実験・観察等実習活動の事前指導／事後復習を効率よく／効果的に行う」、４－８「異なる視点から考えさせる」に集中している。これは、単元の特性によるものであり、太陽や月、惑星、恒星などの運行を取り扱う場合に、ICTの活用が非常に優れた方法であることがわかる。

(3)　高等学校

高等学校では、物理Ⅰ３件、理科基礎１件、理科総合Ａ１件の実証・公開授業が行われた。このうち物理Ⅰでは、いずれも「波動」分野の授業が行われ、「ICT活用の意図」が１－３「実験器具や薬品などの入手が困難」、３－３－３「発展的な内容について効率よく／効果的に扱う」、４－６「対比しやすくする」、４－９「印象に残りやすくする」に集中した。実物の代替としてオシロスコープソフトウェアの利用やシンセサイザーソフトウェア（ファンクションジェネレータ、任意波形発生）などの利用が行われた。また、理科総合Ⅰ「電池」では、電極で起こる化学反応を再現するシミュレーションが用いられた。

(4)　特別支援学校

小学部５年「てこの仕組みとはたらき」、高等部理科総合Ａ「大地の変動と地球の変動」、高等部課題別学習「地球温暖化を阻止せよ」の計３件が実施された。

小学部５年の「てこの仕組みとはたらき」では、教員が病院の病室に出向いて授業を行う「訪問教育（ベッドサイド学習）」の形態であるため、病室という極めて限られた空間での授業となる。従って、黒板がない、火を用いる実験が行えない、生き物や植物が持ち込めないなど、授業実施上のさまざまな制約がある。これらの制約を解消するツールとしてICTが活用された。

(5)　実験・観察融合型ICT活用授業モデルの構築

上記の実証・公開授業で得られた成果、検討会での検討結果をもとに、実験・観察融合型ICT活用授業モデルの構築を行った。これらのモデルは、実証・公開授業において、さまざまな教授方法の中から、結果的にICTを活用することを選択した実践事例に基づいて構築したものである。

Ａ　ICT活用＝実験再現型モデル（実験を振り返る場面でのICT活用）

○生徒実験の結果や考察まとめる際や、前時など以前実施した実験を振り返る際に、ICTを用いて実験を再現する。

生徒実験の結果や考察まとめる際や、前時など以前実施した実験を振り返る際に、ICTを用いて実験を再現することにより、あいまいな記憶や実験結果について正確に振り返ることができる。このモデルの実施により、一度実施した実験は、再び実施して見せる必要はなくなると同時に、時間的にも効率よく授業を展開することができる。また理想的には、実験当日欠席した児童生徒や、実験に失敗した実験班に対しては、放課後などの時間を利用した再実験の指導が求められるが、さまざまな制約からその指導が難しい場合に、その代替としても効果的である。

Ｂ　ICT活用＝実験補完・予告型モデル（ICTを活用する場面とあえて活用しない場面との組み合わせによる授業展開）

○施設や設備などの制約により実施困難な実験をデジタル教材で提示する一方で、関連する実施可能な実験の実施を組み合わせる。

授業の中で、施設や設備などの制約により実施困難な実験をデジタル教材で提示する一方で、関連する実施可能な実験の実施を組み合わせることにより、児童生徒の興味関心を高める。

例１　小学校５年「もののとけ方」

砂糖の水への溶解について児童に実験させた後、小学校では使用の難しい硫酸銅や二クロム酸カリウムなどの溶解をICTを用いてデジタル教材を提示する。その後、デジタル教材中のコーヒーやココアなどの実験可能な物質については、あえて提示せず、次回の実験で児童が持ち寄って実験を行うように予告する。

例２　高等学校化学Ｉ「アルカリ金属」

アルカリ金属と水との反応の共通性を確認する場合、カリウム、ルビジウム、セシウムと水の反応についてはICTを用いてデジタル教材を提示し、比較的扱いやすいリチウムや金属ナトリウムについては生徒実験を行う。

Ｃ　ICT機器＝実験機器型モデル（実験器具の代替としてのICT活用）

○入手や取扱の難しい機器を使用する実験に際して、機器の代替としてICTを活用する。

オシロスコープ、シンセサイザー、顕微鏡など、購入や使用の難しい機器を利用しなければならない実験の場合、ソフトウェアを用いて、コンピュータをそれらの機器の代替として利用する。

例　高等学校　物理Ｉ「波動」

音の高低と波長の関係を調べる際、通常はオシロスコープを用いるが、オ

シロスコープソフトウェアを用いて、マイクで取り込んだ音をコンピュータのディスプレーに表示し、振動数を求める。また、シンセサイザーソフトウェア（ファンクションジェネレータ、任意波形発生ソフトウェア）を利用して、特定の振動数の音をコンピュータで発生させ、音の高低を確認するなどの活動を行う。

※　オシロスコープソフトウェアやシンセサイザーソフトウェア（ファンクションジェネレータ、任意波形発生ソフトウェア）は、（独）科学技術振興機構の運営する「理科ねっとわーく」上で、無料で公開されている。ただし、「理科ねっとわーく」の利用者登録が必要（無料）。

（http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0260b/contents/04oto.html）

また、コンピュータにUSB接続してディスプレー上に映像を表示できる顕微鏡、マイクロスコープなどが市販されている。

Ｄ　ICT活用＝可視化型・シュミレータ型モデル（可視化ツール・シミュレータツールとしてのICT活用）

○人体の構造、原子や分子、電界や磁界など、実際の観察が困難であるものを可視化するツールとしてICTを活用する。

デジタルコンテンツにおける主な可視化の種類には、可視化の対象や可視化の方法によって次のように分類できる[1]。以下に引用する。

○タイプ１　実験装置や模型の３Ｄコンピュータグラフィック化

実際に学習者が用いる実験装置や生き物の姿形を、３Ｄコンピュータグラフィックで表現し、コンピュータ上で操作可能にする

○タイプ２　実在する対象のデフォルメ

非常に微小／巨大な対象や、非常に高速／低速に変化する対象を可視化する

○タイプ３　抽象概念の可視化

電流や電界／磁界のような、抽象概念を可視化する

これらの可視化ツールとしての活用は、ICT活用が威力を発揮する場面として従来から提唱されてきたものであるが、改めて可視化ツールとしての活用のタイプを意識することにより、教授意図に応じたより適切な方法の選択が可能になると考えられる。

[1] 野村泰朗(2008)：授業改善の手段としてのICTの活用における教員の情報活用能力の必要性，JST理数大好きシンポジウムin Saitama 資料

Ｅ　ICT活用＝記録映像提示型モデル（記録映像を提示する機器としてのICT活用）

○地震や火山噴火など、普段観察することのできない映像を提示する機器としてICTを活用する。

大規模地震や火山噴火、地殻変動、その他大規模災害など、普段、観察することのできない実際の記録映像を提示するためにICTを活用する。

Ｆ　ICT機器＝教室・実験室型モデル（授業を行う場所を教室や実験室そのものの代替としてICTを活用する）

○特別な授業環境で授業を実施しなければならないとき、ICTを黒板などの教室環境や実験室環境として活用する。

特別支援学校などの訪問教育（ベッドサイド学習）や、さまざまな制約から教室や実験室が使えないなどの際、ICTを教室・実験室環境を再現するツールとして、黒板、掲示板、観察標本などの代替として用いる。

これらの授業モデルは、単元の特性や教員の授業設計などに応じて、一コマの授業の中で単独で用いる場合と、複数を組み合わせて用いる場合などが考えられる。いずれにしても教授意図に応じて、妥当な方法が選択され、最も適切なモデルを採用することが必要である。

（６）実験・観察融合型ICT活用授業モデルの評価と課題

①　教師側の視点からの評価

Ａ　ICT活用＝実験再現型モデル（実験を振り返る場面でのICT活用）

前述の実証・公開授業の高等学校理科総合Ａ「電池」の授業で、ICT活用＝実験再現型モデルが用いられた。公開授業の前時に行われた生徒実験「銅の酸化と還元」の振り返りとしてICTが活用されたが、この部分について、３－３－１「実験・観察等実習活動の事前指導／事後復習を効率よく／効果的に行う」、３－３－２「前の時間の授業内容の復習を効率よく／効果的に行う」点において、他の方法では得られない、時間的効率の点で極めて有効な方法であることが示された。他の実証・公開授業においてもこのモデルが実施され、同様の効果が確認された。

Ｂ　ICT活用＝実験補完・予告型モデル

小学校５年「もののとけ方」の授業で実施された。実際に実験を行う場合と比較して、危険な物質を取り扱わなくてよいこと、実際に演示実験を行うよりも時間的効率を上げることができること、実際に演示実験を行うより児童にとって見やすいこと、演示実験の準備の手間を省くことができること､の４点において有効性が認められた。また、提示したデジタル教材には、コーヒー、ココアなどの身近な物質が溶解する様子のコンテンツも存在したが、これらは実際に実験可能であることから、あえて提示せず、次回の実験で確認するという授業展開を行った。この授業展開により、従来に

比べて児童の次回の実験への興味関心・意欲が高まり、自ら進んで家庭から持ち寄るなどの効果が見られた。「ICTをあえて使用しない」場面を組み合わせることによる有効性が確認された。

C　ICT機器＝実験機器型モデル（実験器具の代替としてのICT活用）

高等学校物理Ｉでの実証・公開授業で、１－３「実験器具や薬品などの入手が困難」な実験の実施という意図によって実施された。オシロスコープの代替としてコンピュータを用いたが、実際のオシロスコープに比べて操作が単純であり、操作の説明を短時間で終え、測定の時間を十分に確保できる点において、有効性が認められた。短時間で展開可能であるため、実際にオシロスコープを用いる実験の導入実験としての実施することも可能であろうことが示唆された。（３－３－１「実験観察等実習活動の事前指導／事後復習を効率よく／効果的に行う」）

D　ICT活用＝可視化型・シミュレータ型モデル（可視化ツール・シミュレータツールとしてのICT活用）

中学校「地球と宇宙」、理科総合Ａ「電池」、高等学校物理Ｉ「波動」などで実施された。中学校では、夜間のみ観察可能な天体の観察を代替するだけでなく、４－８「異なる視点から考えさせる」意図から、惑星や四季における星座の移り変わりにおいて、太陽系外からの視点でのシミュレーションが用いられた。この単元では、視点を太陽系外に移して観察することが重要であり、いずれの授業でもその有効性が指摘された。

また、高等学校理科総合Ａ「電池」では、電池の電極で起こる化学反応について、原子レベルでのシミュレーションが用いられた。従来の模型や黒板に図示する方法に比べて、４－８「異なる視点から考えさせる」意図において、有効性が高いことが改めて確認された。

これらは、上記タイプ２に属するモデルである。他の方法に比べて、動的に提示できる点でも、他の方法に比べて極めて有効な手段であると判断された。

E　ICT活用＝記録映像提示型モデル（記録映像を提示する機器としてのICT活用）

高等学校物理Ｉ「波動」において、地震という自然現象も波の伝搬であることをとらえさせる目的で、大規模地震の映像が用いられた。この部分は、波動の授業に関する派生的な内容として実施された部分であったが、ICTの活用により、４－５「リアリティを高める」観点からも有効であった。

F　ICT機器＝教室・実験室モデル（授業を行う場所を教室や実験室そのものの代替としてICTを活用する）

特別支援学校の訪問教育（ベッドサイド学習）という極めて特別なケースで実施された。前述のように、病室という極めて限られた環境での授業となる。従って、黒板もなく、火を用いる実験が行えない、生き物や植物が持ち込めないなど、授業実施上のさまざまな制約を解消するツールとしてICTが活用された。制約を効果的に解消するツールとしては、今のところICT活用しか考えられないことから、その妥当性が認識された。

②　児童生徒への効果の視点からの評価

ICTを活用した場面や上記モデルについて児童生徒への効果を、児童生徒の様子、アンケート、ノートやワークシートのポートフォリオ的分析、小テスト実施等の方法によ

り検討した。なお、これらの評価方法は、実施された実証・公開授業で、授業者の選択により異なっており、統一した方法は用いなかった。

各モデルについて、いずれも効果が認められた。例えば、小テストを用いた例では、授業後一ヶ月を経過した時点での正答率が授業直後の結果と大差がないことから、長期記憶について、効果が認められた。

また、授業計画の各段階で行った小テストの結果によると、児童生徒は学習前に日常体験やメディアからの情報をもとに、未熟な概念を保持しており、図示などの掲示物を見ながら説明を聞いただけでは未熟な概念が変容しづらく、モデルを使った授業によって試行錯誤的に科学的な概念を形成していくことが明らかになった。このことから、ICTの活用と実験・観察融合型の授業が有効であることが示唆された。

③　課題

各モデルについて検討するといずれもその有効性が認められる。一方で、次のような課題が明らかとなった。

（ａ）　教師側の視点からの課題（検討会等から）

- 同じような映像を繰り返し提示すると、興味が損なわれることがある
- ICTを活用する場面ばかりに時間を割くと、児童生徒の発言、意見交換の時間的ゆとりがなくなるケースがある
- ICTの操作に慣れていないと、手間取る場合がある
- デジタル教材ごとに操作性が異なり、操作に慣れる必要がある
- インターネット上の膨大なデジタル教材の中から、場面にあった適切な教材を探し出すのに時間を要する
- 一つのデジタル教材では内容的に不足する場合があり、複数のデジタル教材を組み合わせる必要がある
- ICT使用の目的や教授意図をはっきりさせないと、何が身についたのか生徒が実感できない場合がある
- インターネット上のデジタル教材の中には、学校のコンピュータ環境では動作しないものがある
- 小テストを実施して理解度を測定したが、効果が実感できないケースがあった。効果を上げるには、ICTただ用いるだけでなく、授業の設計を検討する必要がある
- 機器に不具合が生じる場合がある
- ICTをどのように活用するにしても、定着のためには手作業が必要である
- デジタル教材は、一般に校種ごとに教材が分類されているが、特別支援学校においては、生徒の特性に応じて教材を利用するので、校種ごとの分類では使用しづらい

（ｂ）　児童生徒側の視点からの課題（アンケートから）

- パソコンでの説明は良かったが、自分でも実験をしてみたい
- わざわざコンピュータを使う必要はない
- もう少し説明がほしかった

これらの課題は、その解決策として、①教師のICT活用のスキルアップ、②ICT活用の規準(意図)の明確化、③教師のICT及びデジタル教材の活用に関する情報交換、④手作業とICT活用の融合、⑤デジタル教材のあり方、⑥各学校でのICT環境の整備などが考えられる。

このうち、①、②はまさにこの研究で取り組んでいるステップアップのあり方、ICT活用の規準(意図)の明確化による授業方法の選択と、実験・観察融合型ICT活用授業モデルの構築により、解決の参考になると思われる。しかしながら、調査研究協力委員の実証・公開授業で、このような課題が明確となったことは、ICT活用のステップアップ、ICT活用を選択する際のICT活用の規準(意図)の検討と、授業展開を設計する上で、課題が未だ存在することを示唆している。

また、③については、インターネット上でのコミュニティサイトの構築と利用の普及により、情報交換の場を提供することで解決できると考えられる。また、④については、実験・観察に加えて、手作業による定着の視点を加えた融合型授業のあり方として今後の研究課題となる。さらに⑤、⑥については、研究成果をもとにした提言により、解決の糸口としたい。

５今後の課題

アンケートの結果等から本県における教員のICT活用指導力レベルは、レベル０が極めて少なく、約半数が「レベル１」に属している。したがって本県におけるICT活用指導力向上のためには、「ステップアップ２」が重要であることがわかる。「レベル１」に属する教員がICTを使わない（意識的に使わない）理由として、上述のように、施設設備に起因する理由より、むしろＰＣ操作や接続方法などの「スキル」に起因する理由の方が優越している。さらに、小学校では理科の指導が得意でない教員が理科を担当する場合に、教材研究や授業づくりに追われ、ICTを活用する視点からの授業改善まで検討する余裕のない教員も少なくないものと思われる。また、中学校や高等学校では、「意識的に使わない」理由として「実験・観察だけで十分である」が大半を占めることから、「デジタル教材を実験・観察と効果的に組み合わせて、わかりやすい授業を展開する」という授業改善の視点が不足していることが明らかである。

これらのことから「ステップアップ２」は、一元的な内容では効果を上げることはできず、「デジタル教材を使えない（意図的に使わない)」理由ごとにコースを設け、その内容を検討することが重要であると考えられる。具体的には、①理科の指導が得意ではない場合に対するコース、②ICTの操作・使用が苦手な場合に対するコース、③ICTの利用を授業改善の視点とするコース、などが考えられる。これらのコースについて効果的な研修のあり方を検討し、効果的なステップアップの方策を探ることが今後の課題である。

また、特別支援学校においては、児童生徒の障害の種類や程度に応じた、多種多様な授業展開が求められており、さまざまな教授方法、授業展開の中から、生徒の特性に応じた最善の方法を選択した実践が行われている。特別支援学校の個々の教員が、これらの教授方法、授業展開の選択肢の中に、「ICTの活用」という視点を増やすことにより、より生徒の特性に応じた授業展開が期待できる。前述のアンケート結果において、特別支援学校でICTを「使いたいが使えない」と答えた割合が、小学校に次いで多いことからも、特別支

援学校においてさまざまな授業展開の必要性が存在することが裏付けられる。そこで、特別支援学校におけるICT活用のあり方、デジタル教材のあり方を検討することにより、特別支援学校でのニーズに応える必要がある。

さらに、実験・観察とICTを効果的に組み合わせた授業モデルを蓄積し、各教員の授業改善に資することも、また大きな課題である。

研究協力委員一覧

鴻巣市立赤見台第二小学校	教諭	関　根　　努
所沢市立若松小学校	教諭	千　葉　恵利菜
寄居町立寄居小学校	教諭	塩　川　和　之
加須市立加須南小学校	教諭	二階堂　朝　光
川口市立神根中学校	教諭	五月女　保　幸
入間市立上藤沢中学校	教諭	仲　田　和　広
熊谷市立荒川中学校	教諭	吉　田　順　一
春日部市立葛飾中学校	教諭	舘　野　俊　之
さいたま市立大谷場中学校	教諭	宮　内　　智
県立栗橋高等学校	教諭	蛭　間　　督
県立大宮高等学校	教諭	湯　口　秀　敏
県立北本高等学校	教諭	石　井　登志夫
県立春日部東高等学校	教諭	茂　串　佳　男
県立岩槻養護学校	教諭	釜　田　隆　男
県立所沢養護学校	教諭	佐　藤　幸　博
県立川島ひばりヶ丘養護学校	教諭	市　川　　貢

謝辞

本研究は、（独）科学技術振興機構(以下、JST)の行う「平成20年度実験・観察融合型デジタル活用共同研究」としてJSTより支援を受けた。実証、公開授業にご協力いただいた研究協力校の校長先生、研究力委員の先生方、JST、研究連携先である埼玉大学教育学部野村准教授をはじめとする関係各位に深く感謝する。