

## 算数科授業のためのデジタル教科書の改善

### The improvement of the digital textbook for arithmetic classes

山田 和美\*・大関 正人\*\*・鈴木 健一郎\*\*\*

Kazumi YAMADA\*, Masato OZEKI\*\*, Kenichirou SUZUKI\*\*\*

#### 0. はじめに

学校の授業におけるICT (Information and Communication Technology) 活用の効果が多くの実践研究などで実証されてきており、文部科学省の委託調査『教育の情報化の推進に資する研究 (ICT を活用した指導の効果の調査)』(文部科学省2007) では、ICT 活用は児童の学力を向上させる上で効果があると報告された。そのようなことから、ICT をあまり得意としていない教員でも簡単にICT を活用できることを念頭に『ICT 活用指導ハンドブック』(文部科学省 2008a) 等を作成し、授業での積極的なICT 活用を呼びかけるなど、政府も教育の情報化に向けて本格的に動き出した。

また、総務省は学校現場でICT を利活用し、児童がお互いに学び合い、教え合う「協働教育」を推進するため、平成22年度より「フューチャースクール推進事業」への取り組みを始めた。

新学習指導要領では、各教科教育の中でICT を活用することが掲げられ、特に算数では、言葉や数・式・図などを使って説明するといった「算数・数学的活動」が今回初めて指導領域として分けて示された。この新学習指導要領完全移行に合わせ、教科書会社が軒並み「デジタル教科書」を本格的に販売し始めた。

しかし、デジタル教科書は児童相互のコミュニケーションの機会を奪ってしまうのではないかと、ICT が先行しているだけで本当に教育現場では必要なの

だろうか、そもそも学力向上に効果があるのか、現場の教師は使いこなせるのだろうかといった懸念もあり、デジタル教科書自体を敬遠する声があることも事実である。

デジタル教科書は、普及においてはまだ初期段階であるが大きな可能性を秘めていることは間違いない。

新学習指導要領には、「思考・判断したことをもとにコミュニケーションできる力を育てたい」という期待が込められている。そして、その願いに応えるには、これまでの授業スタイルに加え、デジタルのもつ特性を十分に活かした授業を展開していくことが不可欠であると考えられる。

そこで、本研究では、これから広がっていくであろうデジタル教科書の現段階での問題点を挙げ、さらに効果的に活用する方法を探る。そのために、デジタル教科書の内容となるデジタルコンテンツを作成し、それらを活用した授業実践を行うことで、どのような成果が表れるのかを検討していくことにする。

#### 1. デジタルコンテンツの作成

まず、現段階でのデジタル教科書が抱える問題点を挙げ、筆者の求めるデジタル教科書について述べる。そして、どんなデジタルコンテンツが必要なのか、どのように授業で活用するべきなのかを述べる。

##### (1) 現段階でのデジタル教科書

発売前における数社のデジタル教科書(サンプル版)を実際に試してみた。その結果、ほとんどのコンテンツにおいて、大きく映して見る「拡大掲示」を目的としていることが分かった。なお、目的別に分類したコンテンツの名称を表1に示す。

「拡大掲示型コンテンツ」は、児童の手元にある教科書やワークシート等、同じものを大きく拡大し

2011. 6.30 受理

\*新潟大学教育学部

\*\*新潟市立竹尾小学校

\*\*\*新潟大学大学院教育学研究科(修士)

て提示するものあり、児童の視線を集中させるとともに学習課題を的確に把握させるコンテンツである。児童の関心・意欲の向上を目的とする。

表1. デジタルコンテンツの名称と目的

コンテンツの名称	主な目的
拡大掲示型	児童の関心・意欲の向上
アニメーション型	思考の支援
コミュニケーション型	言語活動の充実と議論の活性化

次に多かったのが、「アニメーション型コンテンツ」である。これは、概念的な色合いが濃い内容をアニメーションやシミュレーション等を用いて視覚的に表すことで、思考を助けることをめざすコンテンツである。

しかしながら、言語活動の充実と議論の活性化を目的とした「コミュニケーション型コンテンツ」は、極めて少ないことが分かった。教科書会社によってはデジタル教科書を「デジタル掛図」と位置づけており、今まで紙面であったものがデジタルデータになっただけというものもある。

つまり、既存のデジタル教科書は、子どもたちに見せたり、子どもたちを納得させたりするためのコンテンツは十分に含んでいるものの、児童が主体的に活動できるためのコンテンツが乏しいという問題点が浮かび上がってくる。

## (2) 筆者の求めるデジタル教科書

筆者の求めるデジタル教科書とは JAPET のいう「現時点でのデジタル教科書」、または文部科学省のいう「指導者用デジタル教科書」に、多少児童が操作できる要素を追加したものとする。これは、「現時点でのデジタル教科書」と「将来的なデジタル教科書」の中間、または「指導者用デジタル教科書」と「学習者用デジタル教科書」の中間に位置するデジタル教科書といえるであろう。このような、デジタル教科書を求める理由としては、「将来的なデジタル教科書」または「学習者用デジタル教科書」は、児童用のタブレット端末などハード面に依存する部分が大きく、どのような情報端末を導入するか等の議論がまだ進んでいないことが挙げられる。さらに、政府の目標は2020年に設定されており、その議論等も進んでいないことから現実的でないと考えた。また、文部科学省の平成19年度『学校にお

ける教育の情報化の実態等に関する調査結果』(文部科学省 2008b) では、「児童生徒の知識を定着させるため、ICT を活用」が53.2%、「児童生徒がICT を活用してわかりやすく発表・表現できるよう指導」が51.2%といったように、ICT を活用できる教師がまだまだ少ないことが報告されている。ゆえに、教師のICT 活用指導力の現状や現段階での学校のICT 環境に合わせ、すぐに現場で実践できるような配慮が必要であると考えた。

児童が操作できる要素を加える理由としては、文部科学省の調査(2007)で「教員と児童の両方がICT を使う場合がより効果がある」と報告されていることや、教師や児童が自ら操作しながら説明することができることなどから、そこにICT 活用の大きな可能性があるのではないかと考えたからである。

### ○筆者の求めるデジタル教科書

- ・教科書に準拠しているもの
- ・教師・児童ともに使用できるもの
- ・現段階でのICT 環境で十分に利用可能であるもの
- ・誰でも簡単に利用できるもの
- ・普通授業で、無理なく活用できるもの  
(板書・ノートは従来どおり使用する)

## (3) 必要なデジタルコンテンツとは

デジタル教科書に本当に必要なデジタルコンテンツはどういったものだろうか。それは、算数的活動を促したり、具体物の操作から念頭操作への移行を補助したりするコンテンツである。これは、あえて自己完結しない内容であり、児童が自分の考えや意見をよりわかりやすく伝えたり、他人の考えや意見をより理解するという、算数的活動をさらに充実させるためのデジタルコンテンツである。

授業の中核ともいえる「練り合い」の場面において、この「コミュニケーション型コンテンツ」を活用することで、算数の活動がより豊かなものになるであろう。

## (4) 各コンテンツの作成

デジタル教科書は、先述したように、3つのコンテンツから成り立っている。以下にそれぞれのコンテンツの作成方法を示す。なお、実際に作成した各コンテンツの詳細は授業の流れとともに後述することにする。

## ① 拡大提示型コンテンツ

SMART Notebook を用いて作成した。基本的には、拡大提示する内容は教科書のページと児童に配布するワークシートである。そして、図や表の拡大ページ、他のコンテンツへのリンク機能を付けた。このソフトにあらかじめ搭載されている書き込み、マーカー、吹き出し等の機能により、注目させたい部分を強調することが可能である。また、リンク機能によりすべてのコンテンツを統括する役割を担う。

## ② アニメーション型コンテンツ

Flash を使い、概念的な部分に効果があるとされているアニメーションのコンテンツを作成した。概念的な部分を視覚的に表現することに活用する。また、アニメーションは、Flash ソフトの強みとしている部分であり、比較的簡単に作成することができた。

## ③ コミュニケーション型コンテンツ

Flash を使って作成した。電子黒板等との連携から、児童や教師が実際に操作できるコンテンツを作成した。主に、児童が表や図を使う説明場面でのツールとして活用する。教師や児童が操作することを前提としたコンテンツなので、児童や教師の操作に反応するためのプログラムが多少複雑になった。

自作デジタル教科書の各コンテンツの機能と形態を図1に示す。

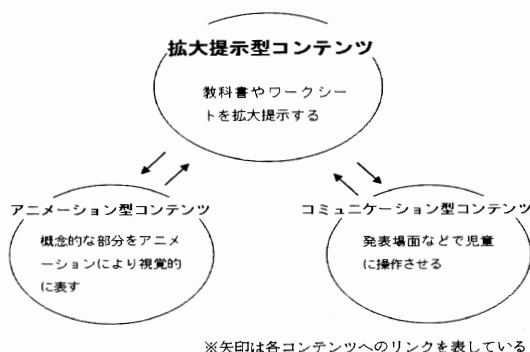


図1. デジタルコンテンツの機能と形態

## 2. 授業実践

本授業実践の目的は、自作デジタル教科書を効果的に活用する方法を探ることである。そのために、デジタル教科書を活用したクラス(以後、ICTクラス)と活用しないクラス(以後、ICTなしクラス)とで同じ単元の授業を実践し、比較することで

その効果を検証する。

授業は平成22年12月、新潟市内の公立小学校6年生(73名)を対象に行った。クラスは普段の成績が均等になるように分け、一方をICTありクラス、他方をICTなしクラスとした。

本授業実践は、授業、児童対象のアンケート調査、客観テスト、という流れで行った。アンケート調査は、児童の授業への意識を把握する目的で双方のクラスで実施した。この結果をICTありクラスとICTなしクラスとで比較し、自作デジタル教科書の効果を把握する。客観テストは、業者の単元テストを使用し、両クラスで実施した。これも、ICTありクラスとICTなしクラスとで成績を比較することで、自作デジタル教科書の学力へ効果を検証する。なお、各調査の結果については後の章で述べることとする。

## (1) 授業の概要

本実践では、自作デジタル教科書の効果を分析することを目的とすることから、授業の内容は両クラスとも共通になるように留意した。ICTなしクラスの授業者と入念に打ち合わせをした結果、以下のような授業内容となった。

## a) 単元名

「ならべ方と組み合わせ方」(全4時間)

## b) 各時の目標

〈第1時〉

並べ方が何通りあるかを調べるとき、落ちや重ならないように並べる方法を理解する。

〈第2時〉

4枚のカードの並べ方や4人の席の座り方について、書き出したり、実際に動かしたりして調べる。

〈第3時〉

5種類のものの中から2種類を選ぶ組み合わせを、順序よく考える。

〈第4時〉

6種類のものの中から2種類を選ぶ組み合わせを、順序よく考える。

## c) 指導の構想

本単元は、並べ方や組み合わせ方の場合の数について、適切な観点から分類・整理して順序よく調べることができるようにすることがねらいである。

場合の数を求める方法を指導するわけであるが、順序や組み合わせの考えの初歩を学習していくもので、決して形式的に扱ってはならない。4年生でも、図や表を用いて分類・整理する学習を経験している

が、ここではその経験を生かして、簡単な場合について起こり得る場合を、落ちや重なりのないように調べようとする態度と、図や表を適切に用いる能力を高めていくことが大切になる。さらに、並べ方の意味や組み合わせ方の意味がわかり、その違いや関係についても目が向けられるようにさせたい。

「ならべ方」では、簡単な場合について起こり得る場合を順序よく調べて、落ちや重なりのないように整理して数えることを学習する。ここでは、着目する観点をはっきりさせることが大切になる。着目したものを用いて、分類・整理していくことにより、並べ方の場合の数を、落ちや重なりなく求めることができるようにすることが大切である。そのためには、並べるものをできるだけ単純で、わかりやすい形に直すことが必要になる。その方法として、記号化や図に表すことが考えられる。ここで大事なのは、形式化されたものを児童に与えるのではなく、学習していく中で、記号や図表のよさに気づかせ、自ら使おうとする態度を育てていくことである。「組み合わせ方」では、すべての場合が落ちや重なりがなく列挙されているかを筋道立てて判断したり、説明したりするところに1つのねらいがある。補助教材に示してある筋道や方法をおしつけるのではなく、まず児童に考えさせ、工夫させ、比較させて、その中からよい考え方、よりわかりやすい考え方、より能率的な考え方で納得できるものを生み出させることが大切である。場合の数を求める問題では、問題の意味を明確に把握できないために間違える児童がいる。例えば、4枚のカードで4けたの整数を作る問題では、「カードは何回使ってもよいのか」という疑問をもつ児童が多い。経験が少ないために生じる疑問も多いので、問題場面を明らかにしていくために、話し合いを十分にさせていく。

## (2) 自作デジタル教科書の概要

ここでは、授業実践で使用したデジタル教科書の概要をデジタルコンテンツの特性とともに示す。

〈第1時〉

課題1：アンカー以外の3人の走る順番の決め方を考える。

課題2：1, 2, 3の数字を使ってできる3桁の数字が何通りか調べる。

本時では、拡大提示型コンテンツとコミュニケーション型コンテンツの2種類のコンテンツを含んで

いる。基本的には、教科書を拡大して画面に映す拡大提示型コンテンツがメインとなり、教科書の見開きのページから、各課題や図、表などを拡大したもののヘリンクできるようにした。この拡大提示型コンテンツで期待することは、児童が今やっている課題を把握しやすくなることである。このことが、児童の視線が1つに集まり、1つ1つの課題に集中させることにつながるのではないだろうか。また、ペンツールや吹き出し等の機能により、注目させたい箇所にアンダーラインを引くなどということも可能である。本時では、並べ方を表と樹形図の2種類の表と図を扱うことから、拡大提示は有効に働くと考えられる。

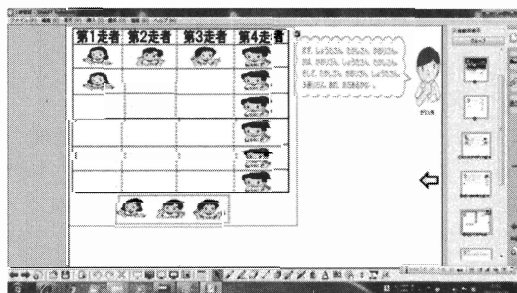


図2.1

コミュニケーション型コンテンツは、図2.1と図2.2の2種類を作成した。図2.1は、3人のキャラクターをドラッグ（実際には、電子黒板を使うので、指やペンを使う）して、走る順番を試行錯誤できるコンテンツである。キャラクターをドラッグして、任意の場所にもっていくと、簡単に吸着するようになっている。また、やり直す際には任意の場所から少しずつ戻すだけで、元の位置に瞬時に戻るようになっている。このコンテンツで期待することは、児童にとって本時が単元の最初ということもあり、いろいろと直感的に並べるといふ行為を実感させたいということと、児童の意見や考えを出し合う説明場面を多く設けて、落ちや重なりが出ないように「先頭をそろえて考えればよい」という発想につながりやすいと思われる点である。実際に児童がみんなの前で操作しながら発表できることで、クラス全員への共通理解が進むと考えられる。

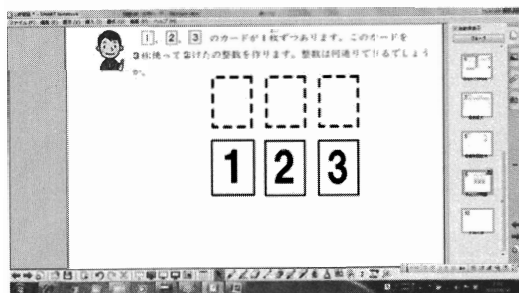


図 2. 2

図 2. 2 は、カードを並べて 3 桁の整数を作るといふ問題で、実際にカードを並べるという操作が可能になることで 2 回使ってもよいのか等なかなか留意をつかめない児童でも直感的に課題を把握できるのではないかと期待して作ったコンテンツである。

〈第 2 時〉

- 課題 1 : 1・2・3・4 の 4 枚のカードを使ってできる整数が何通りあるか考える。  
 課題 2 : 大人、子どもの条件がある 4 人の車の座席の座り方が何通りあるか調べる。

本時では、児童一人ひとりがコンピュータを使っているようにコンピュータ室で行うことを前提に作成した。コミュニケーション型コンテンツは web 上にアップして、児童はそれぞれアクセスし、コンテンツを操作できるようになっている。2 つともカードやキャラクターをドラッグして、任意の場所にもっていくと、簡単に吸着するようになっている。また、やり直す際には任意の場所から少しずらさずだけで、元の位置に瞬時に戻るようになっていて何度でもストレスなく試すことができるようになっている。

図 3. 1 は、4 枚のカードを並び替えて 4 桁の整数を作るといふものである。図や表を使って考える前時とは違い、本時では小さい順に並べるというのが教科書のねらいであった。児童にとって、いきなりノートに書き出すのはハードルが高いと考えられる。そこで、このコンテンツでは試行錯誤しながら直接動かすことで、どのカードとどのカードが入れ替わるのか等理解しやすいのではないかと期待して作成した。また、このコンテンツによって説明場面を多く取り入れることができ、児童はお互いに考え

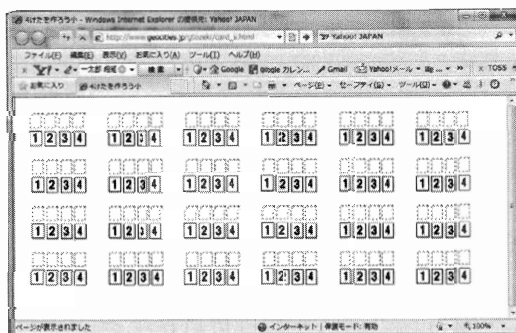


図 3. 1

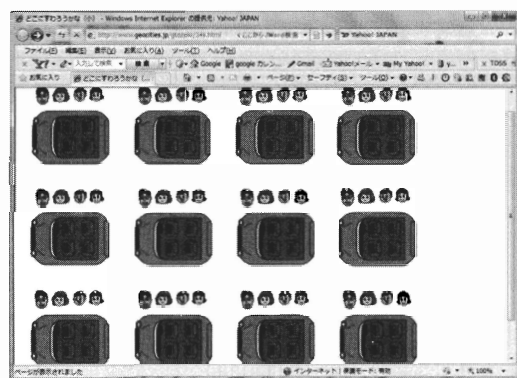


図 3. 2

の。

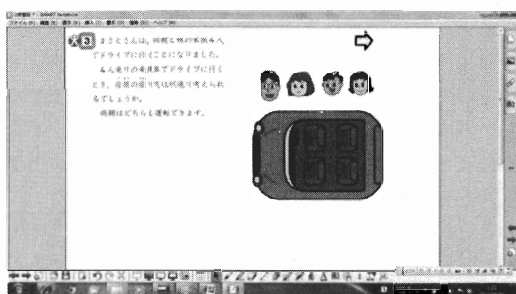


図 3. 3

や意見が出し合うのではないかと期待して作成した。

図 3. 2 は、父、母、子、子の 4 人が車の座席に座る方法は何通りあるか、という問題であり、教科書では発展的な問題という扱いであった。これまでのような横並びでなく車の座席になっている点と条件がある点（子どもは運転できない）がこれまでの並び替えとは異なる点である。教科書では、「おはじき」を使ってやるよう指示されていた。しかし、

おはじきでは1回1回の操作活動で思考の履歴を残すことが難しいため、自分の考えを発表することはできないし、他人の考えを知ることもしない。そこで、このようなコンテンツを作成した。簡単に発表できることで考えが深まると期待して作ったものである。

なお、図3. 3は課題に取り掛かる前に、課題把握を支援する目的で作成した。

〈第3時〉

課題：5種類のアイスクリームの中から、2種類を買いときの組み合わせが何通りあるか考える。

本時では、拡大提示型コンテンツ、アニメーション型コンテンツ、コミュニケーション型コンテンツの3種類のコンテンツを含んでいる。拡大提示型コンテンツはこれまで同様、教科書の拡大と図や表が拡大されたものへのリンク機能を有している。特に、本時では多くの図や表が登場する。そこで、学習の最後に登場した図や表などを1画面にまとめて表示することが、授業で学んだことを復習できたり整理できたりと有効に働くと考えられる。さらに、それぞれの表や図のよさを実感できるのではないかと考えた。また、本時では新しく「組み合わせ」という概念が登場する。そこで、2つの袋の絵をクリックすると、袋が透けストロベリーアイスとチョコレートアイス、チョコレートアイスとストロベリーアイスという順番が異なった組み合わせの絵が出てくるというアニメーションを作成した(図4. 1)。これによって、2つの袋の中身の並び方は違いますが、組み合わせは同じであるということに気づかせる。このことは、言葉ではなかなか説明するのが難しいが、アニメーションによって視覚的に表現して見せることで児童の思考を支援できると考えた。本時でのコ

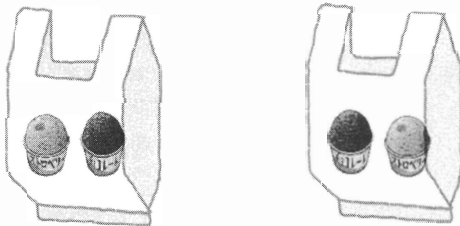


図4. 1

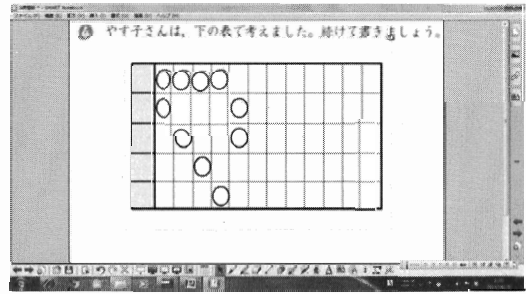


図4. 2

ミュニケーション型コンテンツは、表を使って組み合わせ方を考えるものである(図4. 2)。ここでは、表の各マスをクリックすることで簡単に丸が付いたり、消えたりする。児童が発表する際に、実際に操作しながら説明できることで、発表者は説明しやすく、聞き手はより理解しやすくなることに期待して作成した。

〈第4時〉

課題：6チームが参加してバスケットボールの大会をするとき、どのチームとも1回ずつ試合をする組み合わせが全部で何試合になるか考える。

本時でのコンテンツは拡大提示型コンテンツのみである。これも、前時までと同様に教科書を拡大し、課題や表が拡大されたものへのリンクできるようになっている。本時でも、新たに表を扱うことになるが、拡大提示によって、そのよさに気づかせたい。

### 3. 各調査の分析結果と自作デジタル教科書の評価

ここでは、各時間の授業実践後に児童対象に行ったアンケート調査の結果と授業記録(ビデオ)から、自作デジタル教科書および各コンテンツの評価を行い、効果の検証を行う。

#### (1) アンケートの分析結果およびコンテンツの評価

〈第1時〉

##### a) アンケート調査の分析結果

第1時では、全10項目からなる設問の回答を求めた。その内訳は、関心・意欲に関する意識を調査す

る目的での設問が3項目、説明場面に関する意識を調査する目的での設問が2項目、比較と検討に関する意識を調査する目的での設問が2項目、理解に関する意識を調査する目的での設問が2項目、教師の説明のわかりやすさに関する意識を調査する目的での設問が1項目である。また、ICT活用クラスにのみICT関連の設問をさらに4項目求めた。回答は4段階で、「とてもそう思う」を4点、「どちらかというそう思う」を3点、「あまりそう思わない」を2点、「まったくそう思わない」を1点として集計した。

その結果、「関心・意欲」ではICT活用クラスで平均値3.79点、ICTなしクラスで平均値3.63点であり、t検定により5%水準での有意性が認められた。「説明場面」ではICT活用クラスで平均値3.57点、ICTなしクラスで平均値3.13点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「比較・検討」ではICT活用クラスで平均値3.85点、ICTなしクラスで平均値3.41点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「教師の説明」では、ICT活用クラスで平均値3.96点、ICTなしクラスで平均値3.77点であり、t検定により5%水準での有意性が認められた。「理解」では、ICT活用クラスで平均値3.90点、ICTなしクラスで平均値3.85点という結果になった。アンケート結果を表2に示す。

表2

第1時アンケート結果の比較(平均値)		
設 問	ICT 活用	ICT なし
関心・意欲	3.79*	3.63
説 明 場 面	3.57**	3.13
比 較 ・ 検 討	3.85**	3.41
教師の説明	3.96*	3.77
理 解	3.90	3.85

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

#### b) 各コンテンツの評価

表2の「関心・意欲」の結果から、児童の関心や意欲を引き出すことができたといえる。拡大提示によって、今何をしているのか、しなければならぬのか等、教師の指示が明確に伝わり、学習課題が把握しやすくなるため、考える時間や作業する時間が増えることにもつながった。また、ICT活用クラスにのみ回答を求めたアンケート項目「教科書が大

きく映されるとわかりやすいですか」に対しても、平均値3.83という高い評価を得た。さらに、自由記述欄においても「コンピュータなどを使うとわかりやすい」「パソコンを使った授業は字が大きくなってわかりやすかった」「映像で説明していたのでわかりやすかった」「絵が動いたり縮小や拡大を使えたりしておもしろかった」「苦手な算数が楽しく感じられた」等の感想が多くあった。これらのことから、拡大提示型コンテンツは児童の関心や意欲を高めたといえる。

また、授業では児童が積極的に発表する姿が見られ、図や表が大きく拡大提示されていることや、コミュニケーション型コンテンツによって、児童が発表する際に説明しやすくなったことが、表2の「説明場面」の結果に表れたと考えられる。発表する際にも、児童は何の戸惑いもなく使いこなしていることから、コンピュータやゲームなどに日ごろから慣れ親しんでいることが伺えた。

写真1は、コミュニケーション型コンテンツ(図2.1)を使っている場面である。ここでは、落ちや重なりがないように、先頭を固定して考えればよいということ発見し、他の児童に説明している場面である。

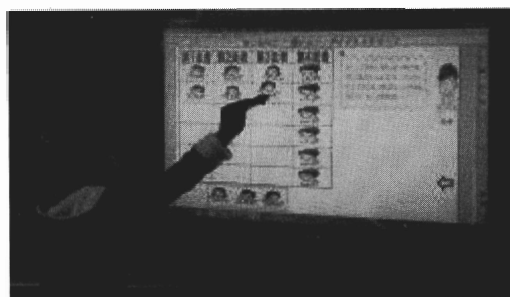


写真1



写真2

写真2は、発表者の説明を聞いている場面である。発表者が操作しながら説明することが可能なので、聞いている側も画面に入入りしっかりと説明を聞いていた。また、発表者が説明している途中で分からなくなってしまう場面もあったのだが、すぐさま別の児童が途中から説明を続けるといったこともあった。これは、しっかりと発表者の説明を理解していたからできることである。児童の説明場面を多く取り入れることができたことが、自分の考えと他者の考えとを比較しやすくなり、表2の「比較・検討」の結果に表れたといえるのではないだろうか。

よって、本時において、拡大提示型コンテンツおよびコミュニケーション型コンテンツは効果があったといえる。

#### 〈第2時〉

##### a) アンケート調査の分析結果

全10項目からなる設問の回答を求めた。その内訳は、関心・意欲に関する意識を調査する目的での設問が3項目、説明場面に関する意識を調査する目的での設問が2項目、比較と検討に関する意識を調査する目的での設問が2項目、理解に関する意識を調査する目的での設問が2項目、教師の説明のわかりやすさに関する意識を調査する目的での設問が1項目である。また、ICT活用クラスにのみICT関連の設問をさらに5項目求めた。回答は4段階で、「とてもそう思う」を4点、「どちらかというところ思う」を3点、「あまりそう思わない」を2点、「まったくそう思わない」を1点として集計した。

その結果、「関心・意欲」ではICT活用クラスで平均値3.94点、ICTなしクラスで平均値3.65点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「説明場面」ではICT活用クラスで平均値3.81点、ICTなしクラスで平均値3.30点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「比較・検討」ではICT活用クラスで平均値4.00点、ICTなしクラスで平均値3.31点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「教師の説明」では、ICT活用クラスで平均値4.00点、ICTなしクラスで平均値3.73点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「理解」では、ICT活用クラスで平均値3.93点、ICTなしクラスで平均値3.62点という結果になった。アンケート結果を表3に示す。

表3

第2時アンケート結果の比較(平均値)		
設問	ICTあり	ICTなし
関心・意欲	3.94**	3.65
説明場面	3.81**	3.30
比較・検討	4.00**	3.31
教師の説明	4.00**	3.73
理解	3.93**	3.62

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$

##### b) 各コンテンツの評価

本時はコンピュータ室で行い、児童一人ひとりがコンピュータを使って授業をした。本時で扱った課題は2つである。1つ目の課題は、「1, 2, 3, 4の4枚のカードを使って4桁の整数をつくと、何通りできるか」であり、2つ目の課題は「4人の車の座り方は何通りあるか」である。それぞれ、図3.1と図3.2で示したとおりコミュニケーション型コンテンツを使って、各自楽しそうに課題に取り掛かっていた。児童一人ひとりがコンテンツを操作して課題に取り組んだことが児童の関心・意欲を引き出した大きな要因であろう。よって、表3の「関心・意欲」の平均値は3.94と高く、第1時と比較しても本時の方が高い。

1つ目の課題では、コミュニケーション型コンテンツ(図3.1)を使いながら小さい順に4桁の整数を作っていく。前時とは違い、並べる対象が3つから4つに増えている。予想していたとおり、いきなりノートに書き出せる児童は少なかったため、このコンテンツは考える上でのツールとなり、良い支援になったと考えられる。まず、落ちや重なりがないようにするには、どんな決まりで並べればよいのかをコンテンツを使って試行錯誤する中で、先頭1つ固定ではなく2つ固定することを発見する。例えば、1, 2を固定すれば、後は3, 4になり、その後4, 3に変えればよいという具合である。その後、コツをつかんだ児童はノートにどんどん書き出していた。また、1を固定すると6通りあるから、全部で6×4だというように考えた児童も何人かいた。

なお、ICTクラスにのみ求めたアンケートでは、「カードのコンテンツはわかりやすかったですか」という設問に対し、平均値3.96でありすべての児童がこのコンテンツがわかりやすいと回答している。

2つ目の課題では、コミュニケーション型コンテンツ(図3.2)を使い、コンテンツ(図3.1)



と同様に児童一人ひとりがコンテンツを操作する。今までと違ったパターンだったこともあり、初めはでたために作っていく児童が何人かいた。しかし、すぐに無理だと気づき何か工夫がないか模索しだした。児童から出た考え方は、大きく分けて2種類である。1つは、1人を固定して考えていく方法（例えば、運転手を固定し、あとの3人のローテーションなど）、もう1つは、2人を固定して考える方法（例えば、運転手と助手席を固定し、あとの2人を入れ替えるなど）である。また、発表する際には前にあるインタラクティブホワイトボードにその児童の画面を映し出し、そこで発表させた。

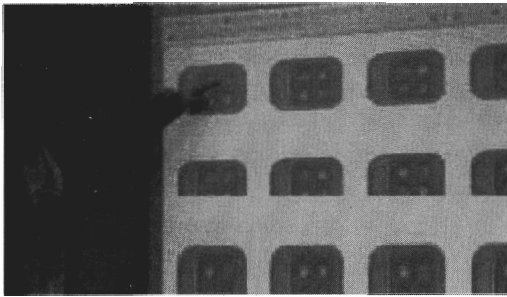


写真3

写真3はその場面の様子である。また、聞く側も大きく映し出されているので理解しやすく、自分の考えとも比較しやすい。

本時では、説明場面も多く取り入れることができ、児童は他者の考え方に多く触れることができたことから、表3の「説明場面」と「比較・検討」の平均値が高く、ICTなしクラスに比べて有意な結果が出たと考えることができる。

また、本時のアンケートの自由記述欄では、「1, 2をかえず3, 4を逆に。こんどは2, 3をかえるようにすればよい」「最初の2つは動かさないでほかの2つだけ動かすと簡単にできました」「始めの2つ変えず、あとの2つをチェンジすると、落ちや重なりがないならべ方になることに気づきました。車の座り方は、少しとまどったけど、同じ方法を使えば簡単ということに気づきました」などの記述も多く見られ、しっかりと本時の内容を理解しているといえる。このように、児童一人ひとりがコンテンツを使って課題に取り組む一方、児童の説明場面を多く取り入れ、自分の考えと他者との比較から、児童の理解が深まったことが表3の「理解」に表れたのではないだろうか。よって、本時で、コミュニケー

ション型コンテンツは効果があったといえる。

### 〈第3時〉

#### a) アンケート調査の分析結果

全10項目からなる設問の回答を求めた。その内訳は、関心・意欲に関する意識を調査する目的での設問が3項目、説明場面に関する意識を調査する目的での設問が2項目、比較と検討に関する意識を調査する目的での設問が2項目、理解に関する意識を調査する目的での設問が2項目、教師の説明のわかりやすさに関する意識を調査する目的での設問が1項目である。また、ICT活用クラスにのみICT関連の設問をさらに5項目求めた。回答は4段階で、「とてもそう思う」を4点、「どちらかというそう思う」を3点、「あまりそう思わない」を2点、「まったくそう思わない」を1点として集計した。

その結果、「関心・意欲」ではICT活用クラスで平均値3.94点、ICTなしクラスで平均値3.65点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「説明場面」ではICT活用クラスで平均値3.82点、ICTなしクラスで平均値3.36点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「比較・検討」ではICT活用クラスで平均値3.98点、ICTなしクラスで平均値3.55点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「教師の説明」では、ICT活用クラスで平均値3.96点、ICTなしクラスで平均値3.72点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「理解」では、ICT活用クラスで平均値3.96点、ICTなしクラスで平均値3.75点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。アンケート結果を表4に示す。

表4

第3時アンケート結果の比較(平均値)		
設 問	ICTあり	ICTなし
関心・意欲	3.94**	3.65
説明場面	3.82**	3.36
比較・検討	3.98**	3.55
教師の説明	3.96**	3.72
理 解	3.96**	3.75

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

#### b) 各コンテンツの評価

前時までで並び替えは終わり、本時から組み合わせを扱った。コンテンツは、拡大提示型コンテンツ、

コミュニケーション型コンテンツ、アニメーション型コンテンツである。拡大提示型コンテンツは、第1時と同様、表4の「関心・意欲」の結果から、児童の関心・意欲に効果があったといえる。特に本時では、組み合わせを考える際に、図や表が多く登場することから特に効果があったと考えられる。

また、アニメーション型コンテンツは2つの袋があり、そこを押すと中身のアイスクリームが透けて見えるようになっていくというコンテンツであった(図4.1)。これは、本時の導入場面で使った。並べ方と組み合わせの違いを言葉で児童に説明することはなかなか難しいと思われるが、アニメーションで視覚的に表したことで、「中身は一緒だ」という反応がすぐに返ってきて、児童はすぐに組み合わせという概念をクラス全体で理解したことでスムーズに次の課題に移ることができ、授業に余裕が生まれた。

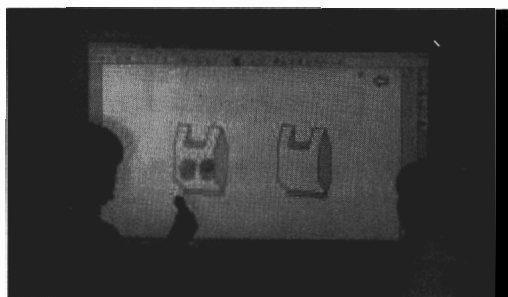


写真4

写真4は、アニメーション型コンテンツを使っている場面である。なお、ICT活用クラスのみには回答を求めた「アイスクリームのアニメーションはわかりやすかったか」という設問に対しては全員が4と回答した。このことからアニメーションは児童にとってわかりやすいものだということがわかる。よって、アニメーション型コンテンツは効果があったといえる。

本時では、組み合わせを考える際に、4つの考え方を扱った。1つ目は、それぞれの組み合わせを線で結び、その線の本数を数える方法、2つ目は、考えられる組み合わせをすべて書き出してから重複しているものを消す方法、3つ目は、表を使って組み合わせに丸をつけていく方法、4つ目は樹形図を使う方法であり、全部で4種類もの図や表が登場する。しかし、これらの図や表のそれぞれの良い部分や悪い部分などを比較しやすいように、1画面にすべて

映し出せるようにもした。表4の「比較・検討」の結果からわかるように、比較しやすくなったことで、混乱することなく、考え方を整理することができたのではないだろうか。アンケートの自由記述欄には、「いろいろなやり方があることがわかった」、「わかりやすいペンタゴン作戦がいい」「さくらんぼ作戦を使うと簡単に求められる」「文字作戦が好きです」など書かれており、児童は自分のやりやすい考え方や好きな考え方を見つけられていることがわかる。なお、「ペンタゴン作戦」「さくらんぼ作戦」「文字作戦」というのは、それぞれ、上述した1つ目、4つ目、2つ目の考え方を指しており、児童が名づけたものである。ワークシートでの練習問題を見ても、自分の好きな考え方はもちろん、他の考え方も使いこなし、それぞれの考え方の良し悪しを理解しているようだった。拡大提示型コンテンツやコミュニケーション型コンテンツにより、図や表が大きく映し出され、そこに書き込みもできることから、児童は説明等がしやすく、また聞き手側も理解しやすくなったことが、表4の「説明場面」「比較・検討」の結果に表れたといえる。

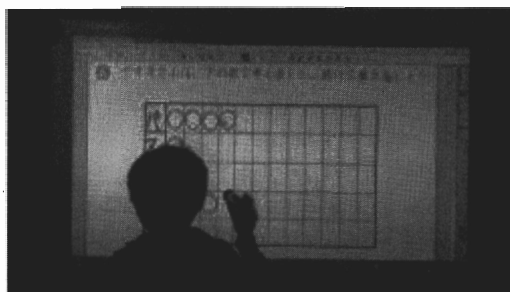


写真5

写真5は、表を使う考え方をコミュニケーション型コンテンツを使って説明している場面である。よって、本時において、拡大提示型コンテンツ及びコミュニケーション型コンテンツは、児童の説明場面やさまざまな考え方の比較において、効果があったといえる。

#### 〈第4時〉

##### a) アンケート調査の分析結果

全10項目からなる設問の回答を求めた。その内訳は、関心・意欲に関する意識を調査する目的での設問が3項目、説明場面に関する意識を調査する目的での設問が2項目、比較と検討に関する意識を調査

する目的での設問が2項目、理解に関する意識を調査する目的での設問が2項目、教師の説明のわかりやすさに関する意識を調査する目的での設問が1項目である。また、ICT活用クラスにのみICT関連の設問をさらに3項目求めた。回答は4段階で、「とてもそう思う」を4点、「どちらかというそう思う」を3点、「あまりそう思わない」を2点、「まったくそう思わない」を1点として集計した。

その結果、「関心・意欲」ではICT活用クラスで平均値3.97点、ICTなしクラスで平均値3.77点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「説明場面」ではICT活用クラスで平均値3.86点、ICTなしクラスで平均値3.39点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「比較・検討」ではICT活用クラスで平均値3.98点、ICTなしクラスで平均値3.56点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「教師の説明」では、ICT活用クラスで平均値4.00点、ICTなしクラスで平均値3.66点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。「理解」では、ICT活用クラスで平均値4.00点、ICTなしクラスで平均値3.83点であり、t検定により1%水準での有意性が認められた。アンケート結果を表5に示す。

表5

第4時アンケート結果の比較(平均値)		
設問	ICTあり	ICTなし
関心・意欲	3.97**	3.77
説明場面	3.86**	3.39
比較・検討	3.98**	3.56
教師の説明	4.00**	3.66
理解	4.00**	3.83

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

#### b) 各コンテンツの評価

本時は、拡大提示型コンテンツのみ用いた。上記のアンケート結果から拡大提示型コンテンツは前時までと同様に関心・意欲に効果があったといえる。本時では、前時までの考え方にさらに、新しく試合表が増える。これほど多くの考え方が登場し、児童は混乱しないかどうか心配なところではあったが、前時でしっかりと整理できていたことで問題なかった。また、これまでと同様に表を大きく拡大したことで、児童の説明場面も取り入れることができ、表5の「説明場面」の結果に表れたといえる。

また、試合表を使った考え方では、階段状になっていることから、計算で求められること(5+4+3+2+1)を発見し、クラス全員でそれについての共通理解ができた。

以上のことから、本時で、拡大提示型コンテンツは効果があったといえる。

#### (2) 客観テストの分析結果

客観テストでは、日本標準の単元テスト(学校図書版)を用いた。知識・理解に関する問題が12問、数学的思考に関する問題が4問であり、計16問である。なお、参加した授業時数が半分未満の児童や支援を必要とする児童等、それぞれのクラスのみが抱える特別な事情等は集計に入れないものとした。

その結果、「知識・理解」に関する問題ではICT活用クラスで平均値11.65点、ICT活用なしクラスで平均値11.50点であり、ICT活用クラスの平均値が上回る結果となった。「数学的思考」に関する問題ではICT活用クラスで平均値3.65点、ICT活用なしクラスで平均値3.21点であり、t検定により5%水準での有意性が認められた。合計では、ICT活用クラスで平均値15.30点、ICT活用なしクラスで平均値14.71点であり、ICT活用クラスの平均値が上回る結果となった。テスト結果を表6に示す。

表6

	ICTあり	ICTなし
知識・理解(12問)	11.65	11.50
数学的思考(4問)	3.65*	3.21
合計(16問)	15.30	14.71

\* :  $p < 0.05$

#### (3) 総合的評価

拡大提示型コンテンツを中心に、アニメーション型コンテンツ、コミュニケーション型コンテンツを含んだ自作デジタル教科書は、児童にとって関心・意欲、理解、言語活動の充実に効果があったといえる。また、学力に関しては「数学的思考」において、効果があったといえる。これは、教師と児童間、児童と児童間のコミュニケーションが充実したことにより、多様な考え方に触れ、理解が深まったといえる。よって、作成した自作デジタル教科書は児童の意識及び学力向上に効果があったといえる。

また、授業実践時にICT活用クラスのみ回答

を求めたアンケート「これからも授業でICTを使って欲しいと思いますか」という設問に対して、各時間の合計95の回答数で平均値3.94点という高い結果となり、すべての回答が、「これからもICTを授業で使ってほしい（とてもそう思う：回答数90、どちらかというと思う：回答数5）」と答えている結果となった。このことは、児童は授業での積極的なICT活用を求めていることになる。

さらに、アンケートの自由記述欄にも、「ICTを使った授業は、おもしろかったです」「ニガテな算数が楽しく感じられました」「とても楽しかった」等の感想も多くあり、児童にとって「算数は楽しい」と感じさせることもできた実践になったのではないだろうか。

#### 4. まとめ

本研究は、デジタル教科書を効果的に活用する方法を探るため、その内容となるデジタルコンテンツを作成し、それらを活用した授業実践を行うことで、どのような成果が表れるのかを検討していくことを目的とするものであった。以下に成果を述べる。

まず、既存のデジタル教科書に足りないものを取り上げ、求めるデジタル教科書の姿を固めた。そして、デジタル教科書に含むべきと考える3種類のデジタルコンテンツを分類した。

次に、毎時のデジタル教科書を作成したことである。小学校第6学年「ならべ方と組み合わせ方」の単元において、FlashとSMART Notebookのソフトウェアを使い、実際にデジタル教科書を授業に活用した。

最後に、デジタル教科書の効果を客観的に検証したことである。アンケート調査の分析結果と客観テストの分析結果から、改善を加えたデジタル教科書の有効性を示すことができた。アンケート調査では、「関心・意欲」「説明場面」「比較検討」「理

解」において、効果があることが明らかになった。客観テストでは、「数学的思考」の問題において、効果があることが明らかになった。

本研究の今後の課題を以下に述べる。

まず、他の単元による実践と検証の必要性である。本研究では、小学校第6学年「ならべ方と組み合わせ方」の単元においてのみの実践と検証であった。算数科における他の単元においても、有効性があるのかどうかの実践と検証が必要である。特に、本研究で分類した、「拡大提示型コンテンツ」「アニメーション型コンテンツ」「コミュニケーション型コンテンツ」の3つの各コンテンツは、他の単元でも効果があるのか、また、どのような形態になるのかを検討する必要がある。

次に、長期的な実践と検証の必要性である。本研究では、1つの単元（全4時間）の授業実践からの検証であった。今後は、学年を越えても活用できる汎用性の高いデジタルコンテンツを開発、蓄積しながら別の単元で実践したり、長期的に実践したりすることで、その効果をより具体的に検証したい。

#### 参考文献・資料

- 1) 文部科学省 (2007), 『教育の情報化の推進に資する研究 (ICTを活用した指導の効果の調査)』平成19年3月 独立行政法人メディア教育開発センター「ICTを活用した指導の効果の調査」研究会
- 2) 文部科学省 (2008a), 『ICT活用指導ハンドブック』財団法人コンピュータ教育作成センター
- 3) JAPET (2010b), 『デジタル教科書に対するJAPETの考え方』JAPET (日本教育工学振興会)
- 4) 文部科学省 (2008b), 『学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果』