

## ICT を利活用した算数授業に関する研究 —1人1台の情報端末の環境における実践から—

新潟大学大学院 教育学研究科  
教科教育専攻 数学教育専修  
大関 正人

### はじめに

近年における情報通信技術 (Information and Communication Technology: 以下 ICT) の進展は目覚ましく, スマートフォンなどの情報端末が日常生活の中に広がりを見せている。

教育界においても大きな動きがある。総務省と文部科学省は 2011 年 11 月に, 「ICT を活用した先導的な教育の実証研究に関する協議会」を開催し, 教育の情報化について両省がそれぞれ推進する事業を連携・調整していくことを確認した。具体的には, 総務省の「フューチャースクール推進事業」と文部科学省の「学びのイノベーション事業」を指す。それぞれの事業は, 教育分野での ICT 活用を促進し, 児童・生徒が互いに教え合い, 学び合っていくのを支援する目的をもつ。

総務省が 2011 年 4 月に発行した「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)」では, 「ICT を活用した授業は, 活用しない授業と比較して学力が向上することが実証的に示されている」ものの, 「教育分野において ICT の利活用が十分に進んでいない」ことを問題点に挙げている。

これまで, 学校現場で感じてきたことは, 各自治体によって ICT 環境の整備状況に偏りが大きいということである。それは, ハード面・ソフト面ともにいえることであり, 例えば, 前任校で ICT を利活用して実践した授業が, 次の学校では機器やソフトが充実していないために実践不可能になったというケースが多々ある。ICT 環境は, 予算面などから, 行政に大きく左右される。そのため, 与えられた環境の中で, どう授業を構築していくか考えなければならないという ICT 利活用のマイナス面を感じながら日々の授業を実践してきた。また, 教員の研修では, 希望して受講するものが多い。そのため, 積極的に ICT を利活用する教員とそうでない教員の差が大きいことも事実である。

しかし, 世の中が ICT 化していくなかで, 教育の ICT 化を置き去りにしておくわけにはいかない。子どもたちにとって有効にはたらく ICT 教育, また, 時代に沿った格差のない ICT 教育が必要である。そのなかで, 誰のためにどんな目的で教育の ICT 化を進め, 何をゴールにするのか, しっかりとした理念が求められている。

### 1 本研究の目的および方法

「新たな情報通信技術戦略」では, 重点施策として, 「情報通信技術を活用して, 子ども同士が教え合い学び合うなど, 双方向でわかりやすい授業の実現できるよう, 21 世紀にふさわしい学校教育を実現できる環境を整える」こととされている。これまでの考え方と

大きく違うのは、教師中心の ICT 活用から、児童中心の ICT 活用へとシフトしていることである。

そこで、算数科の授業における ICT の利活用に焦点を当て、現状を把握した上で問題点を整理し直し、より有効な ICT を利活用した授業のあり方について考えていく必要があると考えた。近未来に実現するであろう「1 人 1 台の情報端末の環境における算数授業のあり方」を検討することが本研究の目的である。

まず、ICT 教育の進んでいる海外や国内の現状をレビューし、その効果や課題について明らかにする。そして、現在の算数の授業における ICT 利活用の現状や課題について明らかにし、ICT 利活用のあり方を探る。それらをふまえた上で、改善の手立てを講じた授業実践を行い、ICT を利活用した算数科の授業について成果と課題をまとめる。

## 2 海外の教育と ICT

### (1) イギリス

イギリスでは世界における競争には ICT リテラシーが必要との考えのもと、政府主導で ICT 化が進められた。

まず、各学校に電子黒板を 1 台ずつ配置、また校長など管理職に対して情報端末配布・研修などを行った。これにより管理職が ICT の重要性を認め予算を割くようになり、教育現場の ICT 化が進んだ。

政府は特に公立学校の子どもや保護者などの学力・生活の底上げが重要と考え、子どものやる気と自立心を高めるとともに保護者を含めた家族全体を成長させる狙いのもと、全子どもに自宅からインターネットアクセス環境下の教育機会を提供する事にした。

### (2) ポルトガル

ポルトガルでは教育の向上が最優先課題となっており、海外の ICT 企業と協力し教育現場への「マゼランパソコン」\*1 (写真 2-1) の導入を進めている。最初の年となる 2008 年、政府助成金を投入することで家庭の所得に応じ家庭負担額を抑える形で、50 万台を各家庭へ届けた。

このプロジェクトでは、情報端末だけでなく 50 以上の教育コンテンツ・ソフト・トレーニング・各種サービスやサポートも提供しており、6-11 歳の子どものコンピュータ教育向上に役立つ事が期待されている。翌 2009 年には、約 100 万人の小中学生にも広げられた(小学校：90%，中学校：40%，高等学校：50%)。



写真 2-1 マゼランパソコン

---

\*1マゼランパソコン

小中学生（特に、6～11歳の児童）のために特別に設計された低価格のノート型パソコン。インテル社のクラスメイト (Classmate) PC がベースになっている。

### (3) シンガポール

シンガポールでは資源にとらわれない国家戦略を重要とし、1990年代に情報教育のための基盤整備を開始しており、教育現場へのICT導入が進んでいる国の一つである。

2002年までに小中学生の2人に1台の割合で情報端末を配置、学校カリキュラムの30%をICTに関わる内容にすることが目標とされ、2006年に全小中学校の普通教室に情報端末やプロジェクターが常設された。2012年に全小中学生にデジタル教科書環境が配布される計画である。

### (4) 韓国

韓国では全ての子どもに等しく教育の機会を与えるため政府が教育の情報化とデジタル教科書をおし進めており、最も義務教育現場のICTが進んでいる国の一つである。

1990年代に既に教員のICT研修を義務化、2000年代中盤に小中学校の普通教室に情報端末やプロジェクターが常設され、教員がデジタル教材をインターネットから無料でダウンロードできるサービスがあった。

その後、2007年から一部の小学校・教科でデジタル教科書の実証実験を開始、徐々にその規模を拡大させており、全小中学生にタブレット端末を配布、デジタル教科書商用化を目指してきた。

韓国国家情報化戦略委員会と教育科学技術部（韓国の文部省）は2014年から小中学校、2015年からは高校でデジタル教科書を導入し、教室と家庭のインターネット環境もADSLより100倍速い4Gネットワークにするといった「スマート教育推進戦略」を発表した。

教育科学技術部は、「2009年度OECD学習到達度調査(Programme for International Student Assessment: 以下PISA)によると、デジタル読解力では韓国が1位。すでにデジタル社会に慣れている学生の未来のために、教育のパラダイムシフトが必要である」として、デジタル教科書の必要性を強調した。

スマート教育のためのデジタル教科書は教科内容、学習参考書、学習辞典、問題集、ノート、マルチメディア資料などのコンテンツが盛り込まれる。モバイルクラウドコンピューティングをベースに、インターネットさえつながれば、パソコン、スマートフォン、タブレットPC、スマートTVなど、どんなデバイスからも自分の教科書を使えるようにする。

スマート教育のために学習評価方式もインターネットベースに変える。学生の成績管理や先生の校務はすでにすべてクラウド化されているが、評価そのものも紙のテストではなくインターネット経由で行うという。韓国では毎年全国の学校で基礎学力評価テストを行っている。テストは匿名で行われ、地域別平均点を出したり、基礎学力の足りない子どもの多い学校にはそれに合った指導を要求したりするのが目的。このテストも紙ベースではなく2015年までに段階的にIBT(Internet Based Testing)に変わる。また、学校の授業もオンライン化して、学校を欠席してもオンライン授業を受講すればその日の授業を履修したことにする方針である。

政府はスマート教育のために多大な予算を使う。デジタル教科書、モバイルクラウドコンピューティング、オンライン授業などを導入することで、教育分野での国の競争力を2015年までに世界10位以内、2025年までには世界3位以内にすることを目標としている。

このように、日本は韓国、シンガポールやヨーロッパ諸国の ICT 教育先進国から遅れをとっているのが実情である。これらの国々では、早期の取り組み開始に加え、国家プロジェクトとして教育の ICT 化に大きな予算が設けられている。

次項では、国内における ICT 教育についての動向などをふまえ、その後、その効果や問題点について述べていくことにする。

### 3 国内の ICT 教育の動向

#### (1) 実証研究の拡大

##### ・フューチャースクール推進事業

総務省では、ICT を利活用した協働教育等を推進するために、2010 年度より、教育の ICT 化の実証研究「フューチャースクール推進事業」に取り組んでいる。

全国を東日本・西日本に分け、それぞれ 5 校の公立小学校を実証校として選定。各校の児童 1 人に 1 台のタブレットパソコン、教室に 1 台のインタラクティブ・ホワイトボード（電子黒板）、校内の無線 LAN 環境等を構築（図 3-1）し、これらを活用した授業を行うことにより、技術面を中心とした教育の ICT 化に関する課題を抽出・分析している。

この成果はガイドライン（手引書）として取りまとめられ、それをもとに ICT 環境の全国への普及展開が図られる。また平成 23 年度は、文部科学省の「学びのイノベーション事業」と連携し、現行の小学校 10 校に加え、中学校 8 校，特別支援学校 2 校が新たに追加され、事業が継続されている。

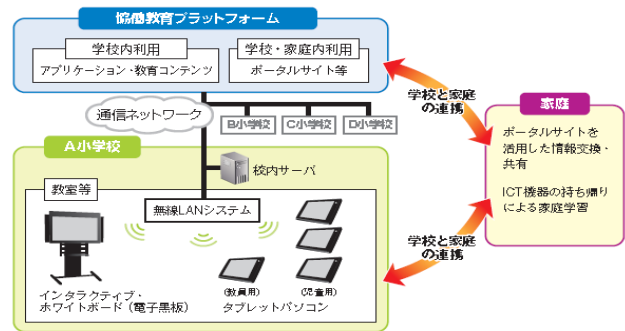


図 3-1 実証校の ICT 環境の構成

##### ・教育スクウェア×（バイ）ICT

NTT グループは、全国 5 自治体公立小中学校 10 校の協力を得て、家庭と学校をつないだ ICT 利活用のためのフィールドトライアル「教育スクウェア×（バイ）ICT」を 2011 年度第 1 四半期から開始した。対象となる学年と教科としては、小学 5 年生の算数・理科・社会，中学校 2 年生の英語である。

教育クラウドを利用し、デジタル教材の配信や学校ポータルへの開設、指導用アプリケーションの提供などのサービスを展開する。各児童・生徒に配布されるタブレット端末は、保護者との連絡や自学自習にも活用されるため、家庭の ICT 環境の構築とサポートもトライアルに含まれる。

教師と対象学年の全児童・生徒に配布されるタブレット端末には、「GALAXY Tab（ギャラクシータブ）」のほか、NEC 製，東芝製のタブレット端末が採用され、いずれも Android（アンドロイド）ベースとなる。今回のトライアルに参加している NTT コミュニケーションズは、前述した「フューチャースクール推進事業」にも参加しているが、フューチャースクールでは Windows 端末を採用している。現在続々と市場投入されている Android 端末

が学校や子どもたちにどう受け入れられていくかを実証することも、今回のテーマの1つと考えられる。Windows のソフトウェア資産を生かせない制約はあるが、Android 端末の起動の速さやバッテリー寿命の長さ、重量の軽さといった利点を生かすねらいがある。

端末は家庭に持ち帰ることを想定しており、学校からのお知らせや、持ち物リストといった保護者との連絡帳としての機能も持たせる。また、授業で使った教材を確認したり、算数のドリルや英語などの宿題に使えるようにしたりするなど、プリント配布ではできなかった ICT ならではの活用がいろいろと検討されている。

### ・ DiTT による実証研究

デジタル教科書教材協議会 (DiTT) は 2011 年 11 月 11 日、全国の小・中学校などにおいて会員企業および学校関係者との協働による実証研究を行うと発表した。

同協議会では、文部科学省および総務省の政策である「学校教育の情報化」に賛同し「全ての小中学校生がデジタル教科書・教材を持つ環境を整える」目標を推進すべく、13 の異なるテーマを設定、全国 13 の小学校・中学校等で会員企業および学校関係者との協働による実証研究を行う。

実証テーマは、デジタルコンテンツ・ソフトの開発、タブレットパソコンの利用や、問題解決能力を養う授業あるいは個性に応じた適切な学び方 (アクセシビリティ) の検討など、「DiTT 第一次提言書」(2011 年 4 月公表) に基づいたものとなっている。

## (2) 教科書のデジタル化

教科書会社のデジタル教科書づくりはすでに 2005 年頃から始まった。2011 年度から実施された小学校の新学習指導要領に対応して、各教科書会社が一齐に「指導者用デジタル教科書」を販売している。

原口元総務大臣が公表した「ICT 維新ビジョン」の中では、2015 年までにデジタル教科書を小中学校の全生徒に配備することが謳われており、教科書のデジタル化は次第に加速しつつある。

現在、教科書は 4 年ごとに改定され、指導要領の見直しに伴う大幅改定は、10 年ごとに行われる。しかし、4 年間に世の中の状況が変わることもあり、記載されている内容が陳腐化することは少なくない。教科書がデジタル化されれば、ある一定期間で、新しい事象などの情報を、一部ダウンロードして書き換えることが可能となり、絶えず、最新の情報を教科書に盛り込むことが可能となる。また、将来的には、指導要領の改訂にともなう教科書の書き換えなどが、紙の教科書から比べれば少ない負担で行えるようになるので、指導要領の改善をもっと短い期間で実施できる可能性も高くなる。

こうしたことは、教育制度と連動しなければ意味のないことであるが、長い目で見れば、より柔軟な教育環境が構築される可能性が高まるといえる。

## (3) 教育用デジタルコンテンツの充実

インターネットの急速な普及や校内 LAN の整備により、Web 上のデジタルコンテンツを教室で扱うことが容易になった。また、教員に対する教育用コンピュータの配備が進み、教育用のデジタルコンテンツを製作・共有・加工できる環境が整った。

教育用のデジタルコンテンツは、「指導者用デジタル教科書」に含まれるもの、インターネット上のホームページで公開されているもの、CD-ROMに収録されているアプリケーションや素材など、その形態は様々であり、活用のされ方も幅が広い。その利用形態を分類すると、授業提示型、個別学習型、データベース型に大別することができる。

授業提示型のデジタルコンテンツは、一斉授業で使われることが多い。この場合、デジタルコンテンツは教師の道具として使用されることとなる。個別学習型では、児童が自分のペースで学習を進めることができる。データベース型は事典的な使い方がされることが多い。

学習者の道具としてのデジタルコンテンツには、興味関心を高める（学習意欲）、内容がよく分かる（学習効果）、学習時間の節約（学習効率）などの効果があり、教師の道具としてのデジタルコンテンツとしては、説明をしやすい（授業効果）、学習者との相互作用を増やす（授業効果）、時間の短縮（授業効率）などの授業中に得られる効果が考えられる。

また、教師がデジタルコンテンツを開発する意義としては、コンテンツの開発を通して、授業の設計を考えられることと、授業に直結したデジタルコンテンツの作成が可能となることである。

以上のことから、デジタルコンテンツが教育に果たす役割は大きくなり、その数や種類も膨大になった。

次項では算数の授業に焦点をあてた ICT 利活用の現状や課題を取り上げ、その後、算数の授業における ICT 利活用のあり方について述べていく。

## 4 算数科における ICT 利活用の現状と課題

### (1) ICT 環境

#### ・情報端末

前述したように、普通教室では、電子黒板に加え、児童 1 人ひとりが自分の情報端末を扱うことのできる環境での実証研究が進んでいる。

「フューチャースクール推進事業」では、Windows を OS とするタブレット PC が使われている（写真 4-1）。電磁誘導式対応用ペンがマウスの代わりになり、キーボードが付いている。

また、「教育スクウェア×（バイ）ICT」では、実証校によって若干異なるが、Android を OS とするタブレット端末が使われている（写真 4-2）。指によるタッチ操作が主となり、キーボードは基本的には付いていない。

これらの情報端末の環境をもつ実証校を視察し、実際に算数の学習の様子を参観した。特に疑問に感じたことは、算数の授業では、タブレットパソコン上で行う疑似的な体験が果たして有効であるのだろうかということである。もち

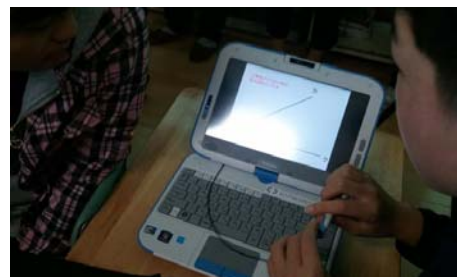


写真 4-1



写真 4-2

ろん、授業の効率化という面では有効である。しかし、実際に線を引く、円を描くといった活動、また、ブロックやおはじきなどの具体物に直接肌で触れるといった活動は実体験が必要であり、それらの機会を奪ってしまうのは大きなリスクをとまなう。大切なのは、「ICTを使った授業だから先進的でよい」ということではなく、学力の定着・応用力等などのように結び付くかの道筋が見えなければいけないということである。

### ・共有システム

実証研究では、いずれの場合も各教室にネットワークが整備され、「みんなで学び合う」といった、双方向で分かりやすい授業が展開できる環境になっている。具体的には、以下のようなことが可能である。

- ・ペーパーレスで課題を児童に配布する
- ・お互いの解答やノート（画面）を共有することで、様々な考え方を学ぶ
- ・教員機で児童機の学習の様子を把握する
- ・教材を回収し、保存する

これまで、コンピュータ室のような限られた場所でしかできなかったことが、無線 LAN やタブレットパソコンのメリットを生かし、よりスマートな活用ができるようになった。

しかし、それらを管理するためには、ソフトウェアやシステムが必要であり、登録された情報端末かつ同じネットワーク内でしか機能しないことが多い。したがって、それ以上の広がりを求めることは難しい。授業を行う者としては、インフラの状況や ICT 機器、そして操作方法に振り回されるといった課題も残る。例えば、ノートやワークシートの考え方を共有するだけならば、実物投影機と大型テレビがあればそれでよい。必要なものを最小限に留めて活用する方法も大切である。

## （２）デジタルコンテンツ

- ・新学習指導要領の観点から

大関(2011)は、算数のデジタルコンテンツを活用例ごとに 5 つのタイプに分けた（表 4-1）。

そこでは、交流型デジタルコンテンツとは、「課題を解決するために 1 人でじっくりと思考する助けとなるもの」、「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しやすくするもの」であり、算数的活動を充実させるために最も必要で効果的なものとしている。

表 4-1 デジタルコンテンツの活用例ごとの 5 つのタイプ

	タイプ	活用例	メリット
①	掲示型	<ul style="list-style-type: none"> <li>教科書やノートを拡大掲示する</li> <li>作図のしかたなど段階ごとにアニメを見せる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○指示が通りやすい</li> <li>○子どもを見ながらの指導が可</li> </ul>
②	フラッシュカード型	<ul style="list-style-type: none"> <li>プレゼンソフトなどで予め作っておいた式や図形をテンポよくみせ、瞬時に答えさせる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○まとめや復習の時間に最適</li> <li>○集中力が高まる</li> </ul>
③	思考支援型	<ul style="list-style-type: none"> <li>アニメーションで等積変形などの様子を見せる</li> <li>問題文のアニメーションを見せる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○より深い理解への助けになる</li> <li>○題意がつかみやすくなる</li> </ul>
④	習熟型	<ul style="list-style-type: none"> <li>子どもがコンピュータを使って学習ソフトやネット上のコンテンツで問題を解く</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○子どもが自分のペースで楽しくすすめることができる</li> </ul>
⑤	交流型	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンテンツを自ら動かしながら考えを深める</li> <li>他によりわかりやすく説明したり、他の意見をより理解したりできる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○関わり合いながら考える「練り合い」の場面に効果的</li> </ul>

また、國香(2006)は、算数科のデジタルコンテンツ分類表を作成した。それによると、授業の中核である展開の場面において、デジタルコンテンツに期待する役割は以下の5つである。

- ア 計算の仕方，求積方法，図形のかき方，数量関係等を理解させる。
- イ 原理（きまり），用語，仕組み・構成・意味等を導き出し，理解させる。
- ウ 課題解決のための思考のプロセスを示す。
- エ 課題解決に向けて自由に思考させる。
- オ 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。

インターネット上と指導者用デジタル教科書のデジタルコンテンツを対象に分類した結果，ア・イの「学習内容の理解」を目的として作成されたものが多く，オの「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」ものは極めて少ないことが報告された。つまり，知識・理解に重点を置いて作成されている③の思考支援型デジタルコンテンツがこれまでは多く活用されてきたことが分かる。

新学習指導要領では，算数では，言葉や数・式・図などを使って説明するといった「算数的活動」が今回初めて指導領域として分けて示された。ここには，「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」という期待がある。つまり，協働・協調の場面が増えていかななくてはならない。そのためには⑤の交流型デジタルコンテンツがこれからの算数の授業には効果的となる。

しかしながら，現状ではそれに見合うデジタルコンテンツが充実しているとは決して言えない。プラットフォーム上の教育コンテンツは，実証研究を経て徐々に改善されるであ



ろうが、企業に開発や製作を委託しているので、教育現場からの声が反映され、形となって活用されるまでの時間がかかる。デジタルコンテンツの特性である「データ即時性」や「即加工性」などのメリットが損なわれてしまうことになる。したがって、教える側が必要感をもって自作したデジタルコンテンツを活用するスタイルは今後も欠かせない。

#### ・習熟型デジタルコンテンツの偏りとリスク

ゲーム性が高く、自習向けの教材として活用される習熟型デジタルコンテンツは、子どもたちが自分のペースで楽しく学習を進めることができる。

しかし、計算の答えを求めるコンテンツにはマイナス面も潜んでいる。例えば、筆算における子どものつまずきの多くは、「桁を揃えて書かない（雑に書く）」、「繰り上がりを忘れる」ことにあるのにも関わらず、CAI形式の筆算ドリルでは、あらかじめ入力の手組みが決まっているため、「桁を揃えないで書くためのつまずき」が取り除かれてしまっている。デジタルコンテンツでは正しく計算できるのに、ノートやテストになると間違える子どもが続出することが懸念される。

今現在、実証研究のプラットフォームに用意されるアプリケーションが、計算力・パターン認識力などに偏っており、21世紀に必要な学力に結びつく道筋が見えていないことも課題と言えるだろう。

このように、習熟型デジタルコンテンツは、授業の中心になる教材として効果はあまり期待はできない。今後は、実際の授業の教師と児童のコミュニケーションの中に、デジタルコンテンツをいかに上手く盛り込めるかが重要になってくる。

#### ・課題を克服する要素

これまでに述べた課題を克服し、有効にICTを利活用するためには、どのようにすればよいのだろうか。子どもたちが1人1台の情報端末をもち、普通教室で算数の授業を行う場面を想定した場合、以下の要素が必要と考える。

- ・タブレットPC、タブレット端末の双方で扱えること
- ・学習者が自分の考え方を表現するツールとして活用できること
- ・様々な場面で活用できる汎用性の高さ
- ・教師も児童も簡単な操作で扱えること
- ・授業の中心部分で活用できること

次項では、これらの要素を取り入れた算数の授業の構想について述べる。

## 5 算数の授業改善のためのICT利活用の構想と実践

### (1) デジタルコンテンツの開発と授業実践

#### ・テープ図・線分図のデジタルコンテンツの開発

算数の授業において、問題を把握し、式化するプロセスで演算を決定する活動は非常に多い。児童が演算を決定するには、「具体的な操作活動をする」、「キーワードを探す」、

「とばの式や公式を使う」，「簡単な整数に置き換える」，「テープ図や線分図をもとにすることをもとにする。このうち，テープ図や線分図などの図的表現は，教科書にも多く掲げられている。

しかし，演算決定に苦手意識を持っており，これらの図的表現を有効に活用できていない児童は意外に多い。この理由を，教科書に出ている図的表現は完成された静止画であからだと考える。図的表現を完成されたものとして見せるのではなく，学習者自らが数間の関係を構築していく過程を経験することで，数量関係のイメージ化を行い，演算決の道具として効果的に活用できるのではないかと考え，テープ図のデジタルコンテンツ開発した。

なお，デジタルコンテンツの開発には，インタラクティブなコンテンツの作成に定評ある Adobe 社の Flash CS4 を採用した。その理由としては，作成されたファイルは swf 式で保存され，Web ブラウザ内で動作するので，ポータルサイト上で情報機器を選ばずに扱うことができること，また，PowerPoint や電子黒板付属のソフトウェアとも相性がいいことなどが挙げられる。

### ・機能の概要

作成したコンテンツ(図 5-1)には次のような機能(表 5-1)を備えた。クリック(タップ)することで，それぞれのツールを使うことができる。

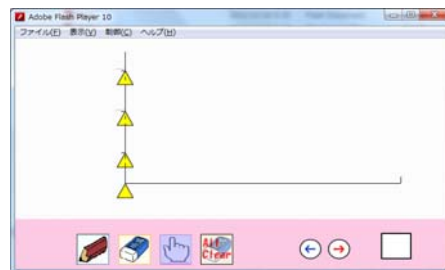


図 5-1 初期画面






	<p><b>&lt;指ツール&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・△を左右にドラッグし，テープの長さを調整する。(3本まで可能)</li> <li>・任意の場所に□をドラッグする。(求めたい数値の場所など)</li> <li>・数直線上の△をドラッグし，縦の点線をスライドさせる。</li> </ul>
	<p><b>&lt;鉛筆ツール&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・画面の中に自由に線をかく。(黒・赤・青の3色)</li> </ul>
	<p><b>&lt;消しゴムツール&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・かいた線を部分的に消す。</li> </ul>
	<p><b>&lt;全消しゴムツール&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・かいた線を全て消す。</li> </ul>
	<p><b>&lt;目盛りツール&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・目盛りの数を変更する。</li> <li>(→を押すたびに，2，3，4，5，6，7，8，9，10，20，30，100目盛りになる)</li> </ul>

表 5-1 作成したコンテンツのツール

また、テープ図だけでなく、トップページから線分図もリンクさせ、課題や場面に応じて必要なコンテンツを選べるリンク機能も追加した（図 5-2）。

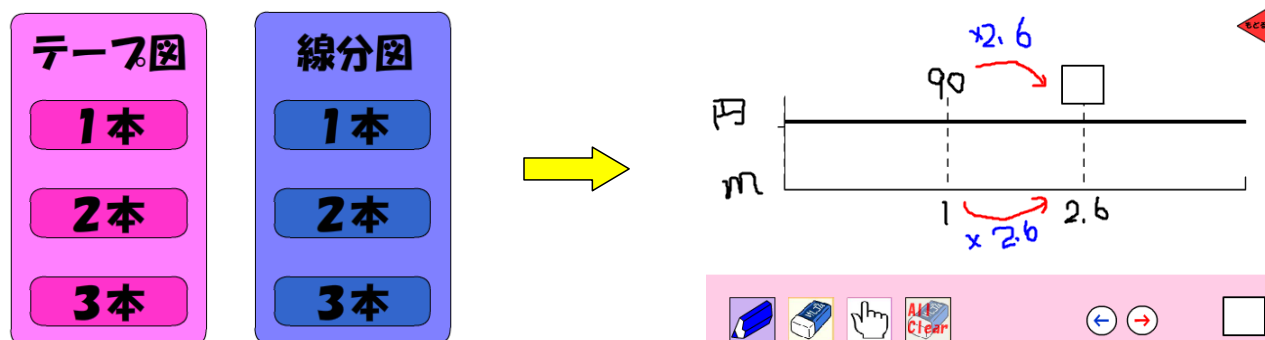


図 5-2 リンク機能

### ・授業実践によるデジタルコンテンツの検証

#### ① 調査対象

関川村立関川小学校 5 年生 1 クラス 24 名  
新潟市立竹尾小学校 5 年生 1 クラス 22 名

#### ② 調査時期

2012 年 1 月 13 日～1 月 18 日

#### ③ 授業の概要

実施対象となる 5 年生 2 クラスの児童に対して、各学級 1 時間の授業を行った。

関川小学校では、タブレット端末に無線 LAN 経由で自作したテープ図のデジタルコンテンツを表示させ、普通教室で 1 人が 1 台の端末を操作できる環境で授業をすすめた。竹尾小学校では、有線 LAN 経由でデスクトップ PC に同じデジタルコンテンツを表示させ、コンピュータ室で 1 人が 1 台のコンピュータを操作できる環境で授業をすすめた。

考え方を共有する場面では、関川小学校では実物投影機を用い、タブレット端末の画面を黒板の脇にある大型テレビに映した。発表者は前に出て説明し、聞き手は自分の席でコンテンツを操作し、確認しながら聞くことができる。一方、竹尾小学校では SkyMenu<sup>\*2</sup>を使い、デスクトップ PC の画面をコンピュータ室前方に設置した電子黒板にプロジェクターで映した。部屋の空間が広く、コンピュータが固定されているため、説明する場面では、児童はいったん電子黒板の近くに集まらなければならない。したがって、席に戻ってから共有した考えを自分なりに整理しなければならない。

以上の学習環境や条件の違いの中、授業の進め方自体は同じ流れになるように設定した。そして授業終了後にアンケート調査用紙を配布し、回答を求めた。

\*2 SkyMenu

主に教育機関などで利用される、クライアント監視・操作ツール。教育支援系ソフトでは最大のシェアを誇り、多くの教育機関に導入されている。教育機関専用として販売されている。

#### ④授業の実際

課題把握の場面では、予想通りすぐに式や考え方を導き出した児童がほとんどいなかったため、電子黒板上で自作したテープ図のデジタルコンテンツを実際に動かしながら、数量関係のイメージ化を図った（写真5-1）。

これは、後に個々で操作するデジタルコンテンツと同じものである。関川小学校の児童も、竹尾小学校の児童もこのデジタルコンテンツを扱うことが本時で初めての経験であったが、この様子を見ることで、操作の仕方についても理解することができた。

問題文の中には、「CはBの0.5倍」という表現がでてくる。デジタルコンテンツの操作を通して、結局0.5倍とは半分の意味であることを板書（写真5-2）でおさえた。



写真5-1 課題把握の場面

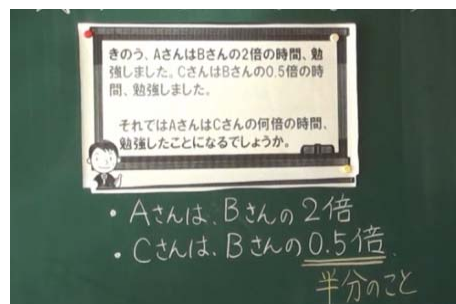


写真5-2 板書



写真5-3 自己解決の場面



写真5-4 考えを共有する場面

ワークシートを配布し、自己解決の場面（写真5-3）になった。すぐに考え方をワークシートにかきはじめる子どもではなく、一斉にデジタルコンテンツを動かしてはじめた。ペア学習やグループ学習の時間は特に設けなかったが、デジタルコンテンツの扱い方に戸惑う子どもは見受けられず、個人で真剣に考える時間が流れていった。

自己解決の時間が終盤になると、それぞれがデジタルコンテンツ上で表現した考え方をもとに、ワークシートに図や言葉をかきはじめた。ここでは、デジタルコンテンツの画面をそのまま説明に用いる児童や解釈したことを言葉で書き直す児童など、様々であった。

考えを共有する場面では、各自が考えに使ったデジタルコンテンツの画面を大型テレビに投影しながら、説明した（写真5-4）。

結局、基準になる数値を仮に設定して計算で4倍を求める方法と、テープ図からCの目盛りの4つ分がAの長さだから4倍であると導く方法（写真5-5）の2つの考え方におさまったが、説明を聞きながら、自分の情報端末を操作しながら納得している姿も見受けられた。

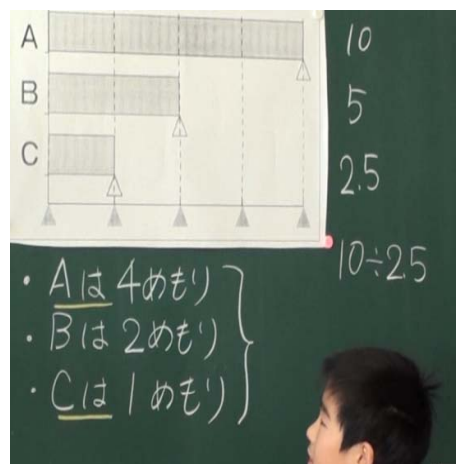


写真5-5 目盛りに注目している児童

⑤考察

本時で扱った題材は、平成 23 年度全国学力・学習状況調査の B 問題「主として活用に関する問題」をアレンジしたものである。

実際に出題された問題では、音符の長さの関係が既に図で示されている状態で、2 分音符は 8 分音符の何倍であるかを求める。実際に 6 年生の全国正答率は 56.8%であった。

本時のワークシートから、4 倍であると答えた児童の割合を以下に示す（表 5-2）。

	クラスの数	正解者	正答率
関川小学校	24人	21人	87.5%
竹尾小学校	22人	22人	100%
全 体	46人	43人	93.5%

表 5-2 本時の課題の正答率

また、授業の最後の場面では、適用問題として、B 問題をそのまま引用した。実際に 6 年生の全国正答率は 12.5%であった。

一方、本実践での児童の正答の類型ならびに正答率を以下の通りとなった（表 5-3）。

	クラスの数	類型 1 の正答	類型 2 の正答	類型 3 の正答	正答率
関川小学校	24人	3人	2人	3人	33.3%
竹尾小学校	22人	3人	5人	1人	40.9%
全 体	46人	6人	7人	4人	37.0%

表 5-3 適用問題の正答率

このように、いずれも全国の正答率を大きく上回る結果となった。

本時の課題においては、説明が不十分でも 4 倍という数値がでていれば正答としたことや、課題の把握を全体の中で扱ったことが正答率を高めた要因と考えられる。また、学力調査として与えられた課題とは、状況が大きく異なることから、デジタルコンテンツが有効であったかどうかの判断は難しい。

しかし、個々のワークシートが示すように、動的なテープ図を主体的に操作したことで、少なくとも数量関係のイメージが湧き、デジタルコンテンツが演算決定のツールとなったことは確かである。

また、適用問題では、学力調査と同様に、デジタルコンテンツは操作せず、紙の上だけ

で思考させた。学力調査と同じ状況で上記の正答率が表れた理由に、本時の課題を通して、もとにする量と比べられる量の関係をイメージした倍概念の考え方が、ある程度定着したからということが挙げられる。わずか1時間の実践ではあったが、デジタルコンテンツを思考のツールとして活用したことは、一定の効果をあげたといえる。

また、アンケート調査の結果を以下（表5-4）に示す。

**表 5-4 アンケート調査①～④の平均値**

設問	関川小学校	竹尾小学校
①興味・関心	3.63	3.64
②授業への積極性	3.46	3.59
③課題への取り組み方	3.38	3.77*
④将来性	3.63	3.68

\* :  $p < 0.05$

平均値はどの項目もわずかながら、竹尾小学校が上回る結果となった。5%水準での有意性が認められたのは、③「課題への取り組み方」の項目であったが、日常的にタブレット端末を使うことの出来る関川小学校の児童と、そうでない竹尾小学校の児童の意識の差が表れたといえる。

反対に、①②④の項目で大きな有意性が認められなかった。関川小学校の児童はこれまでタブレット端末を活用してきた経験が多くても、興味や関心が薄れることなく、1人が1台の端末に向かって考える授業をこれからも求めているからだと考えてもよいのではないだろうか。「自分でタブレットを操作しながら考えた方が分かりやすい。」という設問には、全員が○をつけていた。

## （2）LMSを利用した模擬授業

### ・LMSの利用目的

教育業界において、対面授業の補完として、科目別に授業内容のディスカッションや教材・テストの配信・管理が行える授業支援システム（Learning Management System：以下LMS）というものがある。これにより、教師は保存・蓄積しているデジタルコンテンツを学習者へ適切に配信することができる。今回利用したLMSは、web上で動作するため、情報端末やOSを選ばずに利用できるのが最大の特長といえる。

つまり、「デジタルコンテンツとしての汎用性」ではなく、「使い方としての汎用性」が高い。したがって、実証実験がすすんだ後、どんなICT環境になっても対応できる強みをもっている。

1人1台の情報端末を持つネットワーク環境において、LMSを利用することが、「みんな学び合う」学習スタイルを効果的に構築できると考えた。模擬授業を通し

て、その効果を確認することが LMS を利用する目的である。

## ・ LMS の概要

算数の授業中に使うことを意識して LMS を利用する。

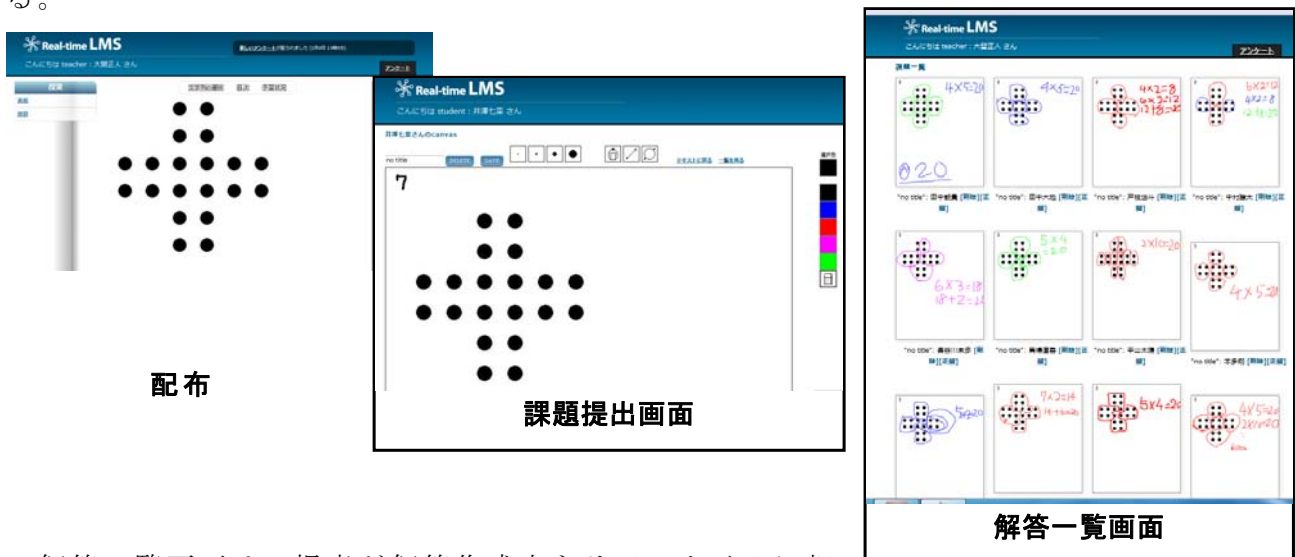
具体的には、デジタルコンテンツ（課題）を LMS に読み込み、web アプリケーションとして利用する。そこには、リアルタイム web の技術が組み込まれており、授業中でのコミュニケーションがより活発に行われるような仕組みになっている。

以下に取り上げる特徴的な機能を利活用し、模擬授業を行った。

### ① 課題提出機能

テレビのクイズ番組でよく見る、解答者の答えを全員分表示するシステムは、日頃から親しみがあるユーザーインターフェースである。

以下のように、教師が課題として出したい文章や問題を選び、それを児童全員に配布する。



配布

課題提出画面

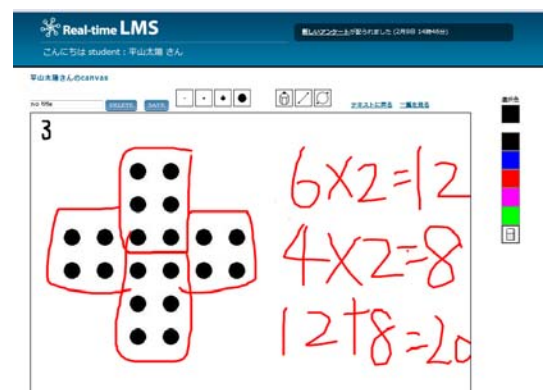
解答一覧画面

解答一覧画面は、児童が解答作成中もリアルタイムに把握でき、児童全員の途中経過も見るができる。

また、児童の解答の閲覧のみでなく、アクセス権限をもった人（教師）ならばその解答に追記できる。このことにより、添削や丸つけなど、従来の紙のワークシートと違い、教師にリアルタイムに評価してもらえるメリットがある。

### ② 手書きノート機能

どのような授業スタイルでも汎用的に使えるように、キーボードによる文字入力ではなく、手書きスタイルでのノート機能が実装されている。



Real-time LMS

手書きノート機能

$6 \times 2 = 12$   
 $4 \times 2 = 8$   
 $12 + 8 = 20$

## ・模擬授業

### ①実施時期

2011年8月21日

### ②授業の概要

「みんなのデジタル教科書教育研究会」（以下：デジ教研）という学校の先生を中心としたコミュニティでの定例ミーティングの中のイベントとして LMS を使った算数の模擬授業を行った。

会場となった「ときめいと」には、全国よりデジ教研の会員が訪れた。今回利用する LMS は「未踏 IT 人材発掘・育成事業<sup>\*3</sup>」の「デジタル教科書用後付 LMS」として開発中であったため、参加者を児童役と見立てた模擬授業になった。児童役はノート PC, iPad などの情報端末を使い、課題を解決する。

参加者には、小学校 4 年生までの既習事項を伝え、5 年生になったつもりで授業に参加してもらった。

### ③授業の実際

本時の導入場面（写真 5-7）では、花火が外側に広がって開いていくアニメーションを見せ、まん中の 1 つの丸を基準に考えられるように意識付けをした。

児童役は、それぞれの情報端末上に配信された課題に手書き機能で考え方を表現する（写真 5-8）。あとで説明することを考えて、分かりやすいように色を変えながら画面上に表現していた。

何通りも考えが思いつく児童は、保存ボタンを押し、新しいシートを呼び出す。紙のワークシートでのやりとりでは、新しい紙を取りに来たり、できた紙を提出しにきたりしなければならないが、その必要がないため、無駄な時間が省かれ、自分のペースでじっくりと考えることができた。

教師側は、その様子を一覧表示されている画面で把握し、なかなか考えが思いつかない児童のところへ行き、個別支援を行った。

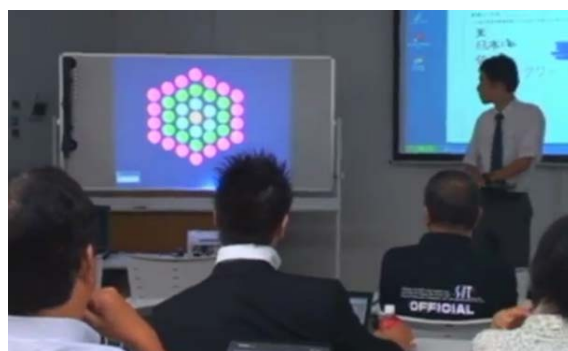


写真 5-7 導入の場面



写真 5-8 考えを表現する

\*3 未踏 IT 人材発掘・育成事業

ソフトウェア関連分野においてイノベーションを創出することのできる、独創的なアイデア、技術を有するとともに、これらを活用していく能力を有する優れた個人（スーパークリエイター）を優れた能力と実績を持つプロジェクトマネージャーのもとに発掘育成する事業。



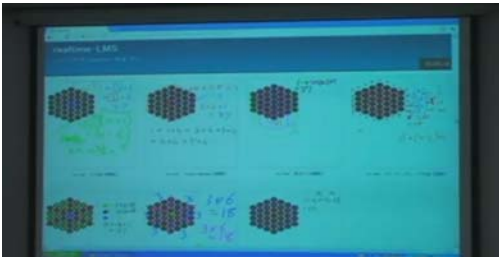


写真 5-9 ノート展覧会

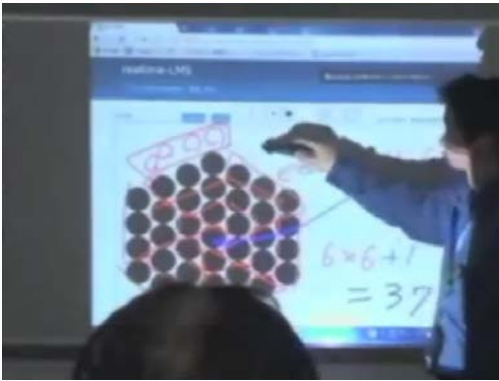


写真 5-10 考え方を説明する

一覧の画面をそのまま投影し、ノート展覧会をした（写真 5-9）。児童役からは、「その考え方があったか。」などと、多様な考え方に視覚的にふれることで新たな発見をしていた。

それをもとにそれぞれの考え方を説明した（写真 5-10）。電子黒板を併用することで、新たな書き込みができるので、大型スクリーンに映した自分の考え方をさらに分かりやすいように説明する姿が見られた。

参加者の中には実際に小学生もいたが、機器の操作に戸惑うことなく、ノートや黒板にかく自然な感覚で学習活動に取り組むことができた。

#### ④ 考察

模擬授業を受けた児童役からの感想の一部を以下に取り上げる。

- ・他の生徒の発想を、簡単に共有できるのが素晴らしい。
- ・先生からのハナマルが、自分のノートにも飛ぶ（反映される）のがうれしかった。
- ・解説のために黒板に元の文を書く必要がなく、効率化できた。
- ・他の児童に読まれるので、丁寧な解答をするようになった。
- ・授業に集中していない児童を見つけやすくなった。
- ・PC 教室で画面共有は出来るが機会に限られる。しかし、これはどこでも簡単にできるので常に使える。学び方が変わりそう。

全体的に学習の効率化の観点で評価している感想が目立った。

多様な考えや解決方法のある問題を学習課題として設定した授業は、考えを話し合う段階で時間を要し、まとめの段階まで辿り着かなかったり、定着が浅い状態でまとめの段階に入ってしまう経験が何度もあり、授業を展開する難しさを感じていた。模擬授業では、個々でじっくり考える時間や児童同士が関わり合う時間が増加したことで、内容の濃い授業が展開できた。

また、今回利用した LMS は、Web ブラウザ上で動作するため、仮に欠席した児童がいた場合、家庭で自分の情報端末がインターネットに繋がってさえいれば、ID とパスワードを入力するだけで同じ課題に取り組むことができる。そのような可能性も大きく感じることができた。

## 6 本研究の成果と課題

### (1) 本研究の成果

本研究の目的は、1人1台の情報端末の環境における算数授業のあり方を検討することであった。そのために、今後、普通教室で算数の授業を行う場面でのICT利活用に必要な要素を求めた。

授業実践では、「ICTの何をを使うか」と「ICTをどう使うか」の観点から、汎用性のあるデジタルコンテンツの活用とLMSの利用に焦点を当て、検証した。

デジタルコンテンツの活用では、数量の関係をイメージ化するための道具として、図的表現であるテープ図を採用し、テープ図のデジタルコンテンツ化を行った。機能として、対応関係を意識させる仕組み、双方向性、画面への描画などを盛り込んだ。授業では、児童がそれぞれの情報端末上でデジタルコンテンツを操作する中で、数値の対応関係をつかむことができた。題材名に演算名の出ていない課題であったので、児童にとっても演算決定のツールとして、動的なテープ図の有用性に気がつくことができた。客観テストとアンケート調査の分析結果からも、開発したデジタルコンテンツの有効性を示すことができたといえる。

LMSの利用では、Web上で児童の画面を共有することを中心に模擬授業を行った。多様な考えを出し合う場面において、その効果を教師側も児童側も実感することができた。

新学習指導要領が改訂され、算数的活動や言語活動の充実が掲げられている中、ICTの環境も大きく変わりはじめている。これまでの算数の授業におけるICT活用は、教師を助ける補助的なものが多く、児童にとっても納得させられるといった受け身のツールとしての役割がほとんどであった。

しかし、本研究で示したインタラクティブなコンテンツと利用法は算数の授業を豊かにする可能性を十分に秘めている。ICTを使うのが目的ではなく、「考えさせる」ことを前面に押し出し、その思考を妨げずに考えをどんどん展開・発展させて行けるように、上手くICTを利活用していくことが何より大切であると考えられる。

### (2) 今後の課題

本研究での実践は、いずれもトピック的な題材を扱ったため、分析結果が断片的になっている。したがって、今後は、単元全体を通して継続的に活用し、有効性があるかどうかの検証が必要になる。特に、本研究で開発したテープ図のデジタルコンテンツは、汎用性をも求めたことから、学年をこえての系統的な活用のあり方を考察する必要性を感じている。さらに、テープ図のデジタルコンテンツは主に乗除法が対象になるが、児童が問題解決にもっと自由に使用することのできるツールの開発も検討中である。

今後は、実際に現場で運用し、デジタルコンテンツを校内で流通させることで得られる成果を検証していきたい。

算数の授業において、身につけさせたい学力と児童の姿をみすえ、いつどのようにICTを利活用するのか、その場面と方法を明確にした授業構成を指導計画の中に位置づけることも求められる。

## 主な引用・参考文献

- ・平山誠(2002)『テクノロジーを使った算数教材の開発に関する研究～複式教育改善のためのネットワークの活用について～』  
新潟大学大学院 平成14年度修士論文
- ・渡邊光浩ら(2009)  
『算数科の一斉授業におけるICT活用による指導の効率化』  
日本教育工学会論文誌 33(Suppl.), 149-152
- ・鈴木健一郎(2010)『算数科におけるICT活用の研究—自作デジタル教科書の開発と実践から—』  
新潟大学大学院 平成22年度修士論文
- ・益子典文(2002)『デジタルコンテンツを活用した【わかる授業】【考える授業】の設計』  
<http://www.higi.ed.jp/ws/e-class/sekkei.htm>
- ・國香真紀子(2006)『小学校算数科でのインターネット活用—デジタルコンテンツ活用の実践と留意点—』  
<http://www.gakujoken.jp/gakujiyousi/gakujiyousi189/photo060304.pdf>
- ・大関正人(2011)『算数的活動を活性化するデジタルコンテンツの開発—「ならべ方と組み合わせ方」の実践を通して—』  
日本数学教育学会誌第93号
- ・総務省(2011)『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)2011』
- ・高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部(2010)『新たな情報通信技術戦略』
- ・「“教育スクウェア×(バイ)ICT”フィールドトライアル」ホームページ  
<http://www.ngs-forum.jp/nttedu/index.html>
- ・「デジタル教科書教材協議会(DiTT)」ホームページ  
<http://ditt.jp/>
- ・文部科学省『小学校学習指導要領解説 算数編』
- ・学校図書『みんなと学ぶ 小学校算数』
- ・刑部裕介(2009)「多様な考え方を引き出す算数科授業の開発」  
授業実践リーダーコース実践研究報告書
- ・国立教育政策研究所教育課程研究センター(平成23年9月)  
『平成23年度 全国学力・学習状況調査解説資料 小学校 算数』
- ・「Real-time LMS の紹介 - Real-time LMS」ホームページ  
<https://sites.google.com/site/realtimelms/home>
- ・「みんなのデジタル教科書教育研究会」ホームページ  
<http://musication.net/eTextBook/>
- ・文部科学省(2008)『ICT活用指導ハンドブック』  
財団法人コンピュータ教育開発センター
- ・文部科学省(2008)『学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果』  
平成19年度 文部科学省

- ・文部科学省（2008）『教員の ICT 活用指導力のチェックリスト』
- ・文部科学省（2010）『教育の情報化の手引き』  
平成 22 年度 文部科学省
- ・文部科学省（2010）『教育の情報化ビジョン（骨子）～21 世紀にふさわしい学びと学校の 創造を目指して～』  
平成 22 年度 文部科学省
- ・総務省（2009）『原ロビジョン』  
平成 21 年 12 月 総務省