

ICT を活用した算数指導ができる教員を養成するためのカリキュラムの開発 — 附属小学校での実践事例の活用を通して —

中村好則・山崎浩二*, 山本一美・佐藤真・菊池信夫**

*岩手大学教育学部, **岩手大学教育学部附属小学校

(平成27年3月6日受理)

1. 背景と目的

電子黒板やタブレット等の ICT 機器が小学校にも整備され、それらの活用の効果が期待されている。しかし、算数指導において ICT は十分に活用されているとは言い難い状況である。その原因として教員が活用の意義や効果を理解していないことや活用の必要性を感じていないことなどが指摘されている(杉山 2012)。算数指導において ICT を効果的に活用し指導方法や学習内容を充実することは喫緊の検討課題である。

また、平成 26 年 8 月に「ICT を活用した教育の推進に関する懇談会」報告書(中間まとめ)が公表された。この報告書では「ICT を活用した教育を浸透させていくには、教員養成・採用・研修のそれぞれの段階において、ICT を活用した教育を導入していくことが重要」であることが指摘され、特に「教員養成の段階では、教科の指導法等に関する科目において ICT を活用した指導方法を習得するようにすることが望ましく、教員養成課程にかかる必要な制度の見直しの検討が求められる」と述べられている。

そこで、本プロジェクトでは、附属小学校での ICT を活用した算数指導の実践事例を活用して、ICT を活用した算数指導ができる教員を養成するためのカリキュラムを開発することを目的とする。

2. 方法

ICT を活用した算数指導ができる教員を養成するためのカリキュラムを、次の手続きで開発する。

1) 小学校教員免許を取得希望の学生に算数指導における ICT 活用に関する意識調査を行い、カリキュラム開発の方向性を検討する。

- 2) 算数指導における ICT 活用の意義を学習指導要領とその解説をもとに考察し、カリキュラムの内容に位置付ける。
- 3) 米国の ICT 活用の教材例と附属小学校での ICT を活用した算数指導の実践事例を考察し、カリキュラムの内容を検討する。
- 4) それらをもとに、ICT を活用した算数指導ができる教員を養成するためのカリキュラムを開発する。

3. 結果と考察

1) 算数指導における ICT 活用に関する学生の意識(詳細は、中村 2014a)

小学校教諭免許状を取得するために選択必修である「小学校数理」を受講する学生を対象に質問紙調査を実施し、その結果を分析した。

- ① **実施時期** : 2014 年 4 月 16 日(水) 2 校時
- ② **対象学生** : 70 名〔内訳は男 19 名(27.1%), 女 51(72.9%) 名で、学年は 3 年 63 名, 4 年 6 名, その他 1 名〕
- ③ **回答形式** : (1), (3), (5)は「1 はい, 2 どちらかと言えばはい, 3 どちらかと言えばいいえ, 4 いいえ」, (2)は「1 よくある, 2 時々ある, 3 たまにある, 4 全くない」の 4 択から選択, (4)は複数選択である。

(1) 算数に対する自信と好意

算数が「得意か(自信)」と「好きか(好意)」

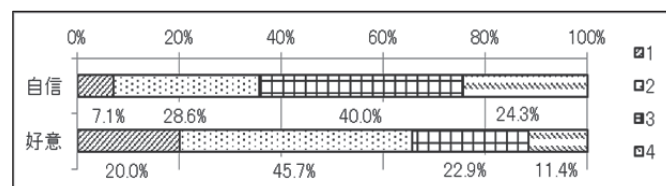


図1 算数に対する自信と好意

を質問した。その結果、学生は、算数はあまり得意ではない（64.3%）が好きである（65.7%）傾向があることが分かった（図1）。

(2) 算数・数学における ICT を活用した授業経験

小中高校の算数・数学の授業で「ICT を活用した授業経験があるか」を質問した。その結果、多くの学生は小（92.9%）中（87.1%）高（84.3%）において ICT を活用した算数・数学の授業経験は全くなかった（図2）。この結果は、中学校数学教諭免許の取得希望学生への調査結果と同様の結果であった（詳細は、中村 2013）。

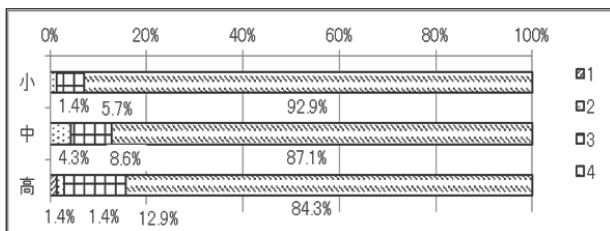


図2 算数・数学における ICT を活用した授業経験

(3) ICT の活用希望と活用自信

算数指導で将来 ICT を「活用したいか（活用希望）」と「活用できるか（活用自信）」を質問した。その結果、学生は ICT を活用したいという希望（68.6%）はあるが、活用する自信はない（62.9%）ことが分かった（図3）。

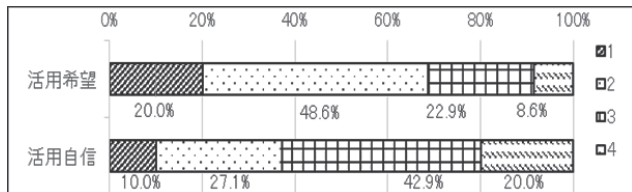


図3 ICT の活用希望と活用自信

(4) ICT 活用が有効な領域

「数と計算」「量と測定」「図形」「数量関係」から ICT 活用が有効と思う領域を複数選択した。その結果、「図形」領域（94.3%）での ICT 活用は有効と考えるが、「数と計算」領域（7.1%）ではあまり有効ではないと捉えている学生が多いことが分かった（図4）。

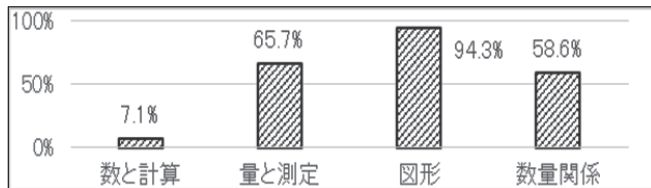


図4 ICT 活用が有効な領域

(5) ICT 活用の算数指導での有効性

以下の7項目について「ICT 活用が有効と考えるか」を質問した。その結果、どの項目も肯定的回答（1又は2と回答）が過半数を超えていた。特に興味・関心・意欲の向上（97.1%）や数学的見方・考え方の育成（82.6%）は肯定的回答が多かった。逆に数学的技能の習得（66.7%）や思考力・判断力・表現力の育成（67.2%）の肯定的回答は他に比べ少なかった（図5）。

- ① 知識・理解の習得
- ② 数学的見方・考え方の育成
- ③ 興味・関心・意欲の向上
- ④ 思考力・判断力・表現力の育成
- ⑤ 数学的な技能の習得
- ⑥ 創造性の育成
- ⑦ 活用力の育成

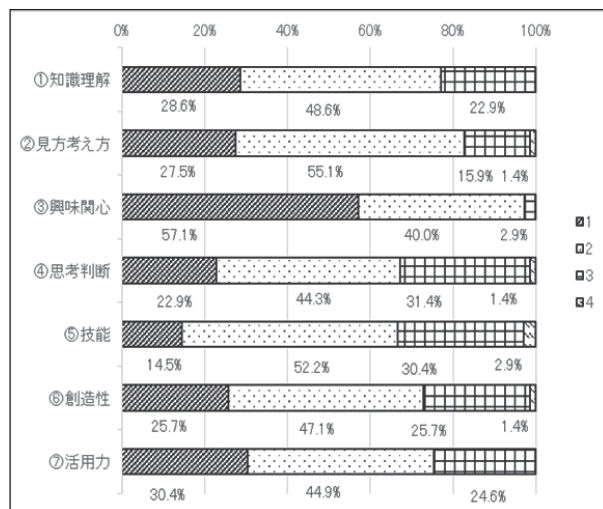


図5 ICT 活用の算数指導での有効性

調査結果からは、学生は小中高の算数数学の授業で ICT を活用した経験はほとんどないが、将来算数指導で ICT を活用したい。しかし、ICT を活用する自信はあまりないと考えていることが分かった。これらから、(a)算数指導において ICT がどのように活用されているのかを実践事例等を通して具体的に知る機会を設定すること、(b)ICT を活用する経験（体験授業や模擬授業）をさせ活用する自信を向上させることが必要と考える。また、ICT 活用が活用力（74.9%）や創造性（72.8%）の育成に関して有効であるという意識はあまり高くなく、活用力や創造性の育成での ICT 活用事例についても学ぶ機会を設定することが必要である。

2) 算数指導における ICT 活用の意義

小学校学習指導要領（2008a）の第3節算数で

は「指導計画の作成と内容の取扱い」において「数量や図形についての感覚を豊かにしたり、表やグラフを用いて表現する力を高めたりするなどのため、必要な場面においてコンピュータなどを適切に活用すること (p.60, 波線は筆者)」が述べられている。「数量や図形についての感覚」の深化や表現力の向上について示されているものの具体的な活用事例は例示されていない。また、学習指導要領解説算数編 (2008b) では「算数科の指導においては、コンピュータなどを用いて、知識・技能の活用を図ったり、児童の能力をさらに創造的に発揮させたりすることが大切であることを示している。その際、資料などの情報を分類整理したり、表やグラフを用いて表現したり、図形を動的に変化させたり、数理的な実験をしたりするなど、コンピュータのもつ機能を効果的に活用することによって、数量や図形についての感覚を豊かにしたり、表現する力を高めたりするような指導の工夫が考えられる」と述べている (p.189, 波線は筆者)。活用力や創造性の育成に ICT 機器の活用の意義があることが述べられている。しかし、活用力と創造性は、前節の学生への意識調査において、あまり高くない項目であったことに注意する必要がある。

「教育の情報化に関する手引き (文部科学省 2010)」では、「教科指導における ICT 活用とは、教科の目標を達成するために教員や児童生徒が ICT を活用することである」と述べ、(i) 学習指導の準備と評価のための教員による ICT 活用、(ii) 授業での教員による ICT 活用、(iii) 児童生徒による ICT 活用の 3 つに分けて教科指導における ICT 活用を以下のように述べている。(i) は「よりよい授業を実現するために教員が ICT を活用して授業の準備を進めたり、教員が学習評価を充実させるために ICT を活用したりすること」である。(ii) は「教員が授業のねらいを示したり、学習課題への興味・関心を高めたり、学習内容をわかりやすく説明したりするために、教員による指導方法の一つとして ICT を活用すること」である。「学習指導要領における教員による ICT 活用

の例示の多くは、映像や音声といった情報の提示である。教員が ICT を活用して情報を提示することは、教員による発問、指示や説明とも関係が深く、すべての教科指導の数多くの指導場面で実施可能であると考えられる」とある。(iii) は「教科内容のより深い理解を促すために、児童生徒が、情報を収集・選択したり、文章や図・表にまとめたり、表現したりする際に、あるいは、繰り返し学習によって知識の定着や技能の習熟を図る際に、ICT を活用すること」である。算数指導における ICT 活用は、図 6 の意義 ((a)(b)(c)(d) によって①②③④を育てる) を考えると、特に (iii) の児童による ICT 活用が必要であり重要と考える。

算数指導では、

① 数量や図形の感覚	② 表現力
③ 活用力	④ 創造性

を育てるために、

(a) 情報の分類整理	(b) 表やグラフで表現
(c) 図形を動的に変化	(d) 数理的な実験

などのコンピュータの機能を活用する。

図 6 算数指導における ICT 活用の意義

3) 米国の教材例と附属小学校での ICT 活用事例

(1) 米国の ICT 活用の教材例

Texas Instruments のホームページにある教材データベース Welcome to Math Nspired-Resource Center for Educators (<http://education.ti.com/en/timathnspired/us/home>) には小学校から高校までの多くの教材があり、ICT 活用の参考となる。例えば、小学校用としては、以下の教材例がある。図 7 の左図は平行四辺形の等積変形 (小学校第 5 学年)、右図は対角線と四角形の特徴 (小学校第 4 学年) の教材例で、教師が提示し説明することにも使えるし、児童が動かしながら視覚的に探究することも可能である。

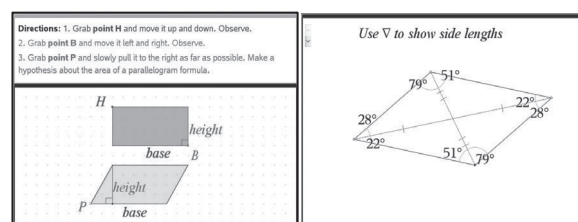


図 7 米国の ICT 活用の教材例

(2) 附属小学校での ICT 活用事例

附属小学校での ICT 活用事例を収集した (図 8~図 10)。図 11 は事例で使用した iPad アプリ (左

図) とデジタル教科書の画面例 (右図) である。

算数授業における ICT 機器活用実践例
岩手大学教育学部附属小学校 教諭 佐藤 真

- 単元名
第 1 学年 「なんじなんじはん」 (東京書籍)
- 活用した ICT 機器と意図
①活用機器: 「Feel Clock」(iPad アプリ) AppleTV 液晶 TV
②活用の意図
本単元は、時計から何時何分の時刻を読み取るようにすることをねらいとしている。教師が実際に時計を示しながら学習することが必要になる。そこで、iPad アプリ「Feel Clock」を活用し、AppleTV を経由して無線で、液晶テレビに時計を示すことで効果的な学習ができたと考えた。
「Feel Clock」は、画面上の時計の短針、長針をドラッグすることで簡単に目的とする時刻を示すことができる。また、教具としてある時計は短針と長針の運動した動きに不具合が生じたりして、調整をすることが必要となる場合があるが、「Feel Clock」は、短針と長針の運動した動きが正確で調整の手間がない。さらに、「Feel Clock」の画面を 46 インチ液晶 TV に映し出すことで児童にとって見やすく提示することができる。
「AppleTV」は、ワイヤレスで液晶 TV に iPad 上の画面を映し出すことができる。モバイル性というタブレットの利点を損なうことなく映し出すことができる。
- 実践の概要
①本時のねらい: 時計を見て、何時、何時半を読み取ることができる。
②本時の概要
・「Feel Clock」を液晶 TV に映し出し、1 日の生活と関連付けながら何時、何時半の時刻を読む。
・「Feel Clock」を使って教師が示した様々な時刻を読む。
・児童二人一台の iPad を配付し、「Feel Clock」を使用させる。教師が液晶 TV に示した時刻を「Feel Clock」を操作して表す。
・教師が口頭で示した時刻を、「Feel Clock」を操作して表す。
・「Feel Clock」の操作をもとに、短針と長針の動きの関係をとらえる。]
- 成果と課題
○「Feel Clock」を液晶 TV に大きく映し出すことで、児童が興味をもって集中して学習に取り組むことができた。
○「Feel Clock」の容易な操作性により、効率よく問題を提示したり、児童が操作することができた。それにより、学習内容の理解を深めることができた。
○「Feel Clock」を活用することでペアで問題を出し合い、学び合いを活性化させることができた。
●iPad の台数に限りがあり、二人一台の活用となった。それにより、一緒に画面を共有して考えているものの、操作できない時間が生まれた。できれば一人一台与えて操作させたかった。

図 8 「なんじなんじはん」

算数授業における ICT 機器活用実践例
岩手大学教育学部附属小学校 教諭 菊池 信夫

- 単元名
第 2 学年 「3けたの数」 (東京書籍)
- 活用した ICT 機器とその意図
①活用した ICT 機器
「デジタルデータ (PDF ファイル, JPEG ファイル)」「ノート PC」「液晶テレビ」
②活用の意図
授業の中で用いる紙板書は、算数科に限らずどの学習でも多く用いられている。学習問題を紙板書にして提示することもあれば、教科書に記載されている図や挿絵を印刷して用いることもある。それは、紙板書を用いることで、「板書する時間を省略できること」「色鮮やかな事例を提示できること」といった良さがあり、児童の興味を引きつけたり授業にメリハリをもたせたりすることができるなどのメリットがあるからである。
今回取り上げている「デジタルデータ」も、上記の紙板書の良さをもっている。さらに、紙板書にはできない提示の仕方があるという良さがあり、そこに ICT を用いる意義がある。例えば「拡大や縮小をしながら提示できること」「見たいところや増して見たいところを自由に構想し提示できること」である。本単元ではそれらの良さを生かすように考え、ICT を用いて授業を実施した。本実践では、ノート PC に保存しているデジタルデータを液晶テレビに出力して児童に提示している。
- 実践の概要
問題提示の時、液晶テレビに接続したノート PC で一部分を提示した (図 1)。そのままでは小さくて見えにくいので、「拡大表示」をした。
C: クリップは 54 こです。
T: すぐに分かったね。どうやって数えたの?
C: 10 のまとまりで数えたと数えやすいです。
C: でも、まだ見えない部分もありそう。
見えていなかった分も提示した (図 2)。
T: 見えていなかった分はこれくらいありました。
C: わあ、こんなにたくさんあるのか。
T: クリップは、全部でいくつありますか。
C: 10 のまとまりで数えられるけど・・・大変だ。
C: ...全部で 235 です!
T: 工夫すれば簡単に数えられます!
C: 工夫すれば、数えやすくなるんだね。工夫して、クリップの数を数えてみましょう。
課題 <ふうしてかぞえよう。>
- 成果と課題
○クリップの挿絵を紙板書で提示する場合、クリップは小さすぎて一つずつは数えにくい。拡大・縮小表示をして提示することが有効な単元であると感じた。
●提示するデジタルデータが複数ある場合は、授業に残っておけないものも出てきてしまう。
→紙板書とデジタルデータ併用して授業を構想することで、より効果的に授業を構想することができる。

図 9 「3けたの数」

算数授業における ICT 機器活用実践例
岩手大学教育学部附属小学校 教諭 山本 一美

- 単元名
第 3 学年 「はしたの大きさの表し方」 (小教 東京書籍)
- 活用した ICT 機器と意図
①活用機器: デジタル教科書 (動画) 60 インチ TV
②活用の意図
東京書籍では、教科書の他にデジタル教科書というものを用意している。これは、毎時間の算数的活動をより楽しく、わかりやすくすることを意図してつくられたソフトウェアである。ただ毎時間使用することは現実的ではないので、効果の期待される部分を指導者が適宜、取捨選択して使用するべきと考えている。
今回は、3 年生の小数の導入部分で動画資料を取り入れた。ポットに入った液量を 1 リットルマスに移し替えていく場面である。実物を使うと液量が正確に移し替えられなかったり、マスが全員から見えにくかったりするなど、デメリットが大きいと判断した。今回の動画資料は、ただ流すだけではなく、ポーズで停めることができたので、「このあと、どうなると思うか」と問うなど、想像力に訴えることもできた。
- 実践の概要
授業の導入場面
T: 今日は、この映像これを見てください。【デジタル教科書の動画視聴】
T: これくらい余ってしまいましたね。このあまりを算数では、「はした」と言います。
問題提示
水筒に入る水のかさを 1 L ますではかっただ、1 L とあと少しのはしがありました。
はしたは何 L といえよいでしょう。
C: 3 デシリットかな。
T: デシリットで表すとそれくらいかもね。でも、問題は何リットルと聞いているよ。
C: じゃ、0.3 リットルかな。
T: 本当に 0.3 と見えるかどうかまだ分からないね。どうすれば、はっきり言えるでしょうか。
T: はしたの大きさはどんな目盛りがあれば表すことができるでしょう。
学習課題 [1 L より少ないはしたの大きさを L で表す方法を考えよう。]
- 成果と課題
○「デジタル教科書」の動画を大きな画面で映したことで、集中してはしたに着目させることができた。
●実加には実物のもつリアリティがあるので、それも大事にしたい。ただ、簡単で分かりやすく扱いやすいデジタル教材のよさを今後も、適宜、利用していきたい。

図 10 「はしたの大きさの表し方」 (小数)



図 11 Feel Clock (左図) とデジタル教科書 (右図)

4) 算数指導における ICT 活用カリキュラム試案

前節までの考察結果をもとに、図 12 のようなカリキュラム試案を作成した。

- | | |
|------------------------|-------|
| (1) 算数指導における ICT 活用の意義 | [0.5] |
| (2) 情報の分類整理と表やグラフで表現 | [0.5] |
| (3) 図形を動的に変化 | [0.5] |
| (4) 数理的な実験 | [0.5] |
| (5) 算数指導での ICT 活用事例 | [1.0] |
- []内の数字は時間数である。

図 9 算数指導における ICT 活用カリキュラム試案

(1) 算数指導における ICT 活用の意義

3 の 2) で考察した意義について、学習指導要領とその解説をもとに解説し、具体例について議論する。

(2) 情報の分類整理と表やグラフで表現

小学校6年生の資料の考察では、資料の平均や資料の散らばりについて、統計的に考察したり表現したりする。図13は教科書(東京書籍6年下 pp.28-29)の問題である。児童が図13のデータを入力し、度数分布で表した後、階級の幅による違いを視覚的に確かめることができ、表現力の育成にも繋がる。階級の幅が5のときと9のときを図14に示す。図14は、GeoGebra5による。

1 10月10日に、重い卵がよく産まれたといえるのは、東小屋と西小屋のどちらの小屋ですか。

10月10日に東小屋のにわとりが産んだ卵の重さ(g)															
① 53	② 48	③ 58	④ 63	⑤ 65	⑥ 58	⑦ 53	⑧ 56	⑨ 58	⑩ 57	⑪ 60	⑫ 55	⑬ 67	⑭ 50	⑮ 62	⑯ 57

10月10日に西小屋のにわとりが産んだ卵の重さ(g)															
① 50	② 63	③ 54	④ 74	⑤ 63	⑥ 45	⑦ 54	⑧ 67	⑨ 60	⑩ 47	⑪ 68	⑫ 52	⑬ 57			

図13 資料の調べ方(東京書籍6年下 pp. 28-29)

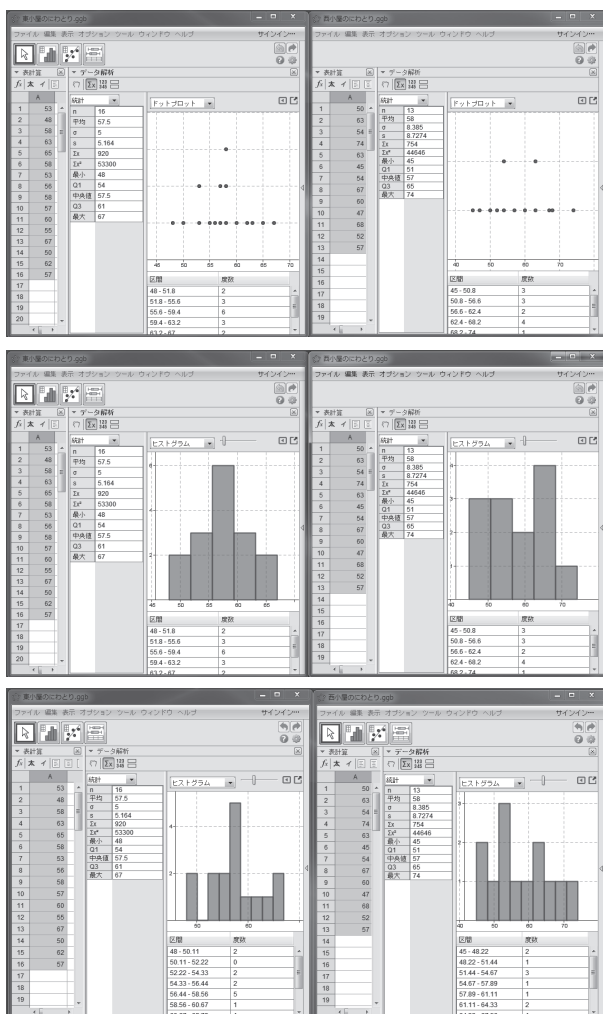


図14 度数分布とヒストグラム

(3) 図形を動的に変化

小学校5年生で、四角形の4つの角の大きさの和が 360° になることを演繹的に考え説明する活動が扱われる(図15, 東京書籍5年下 p.5)。ここでは、三角形の3つの角の大きさの和が 180° になることを基にして、四角形の4つの角の和の大きさの和が 360° にあることを考えさせる。



図15 四角形の内角の和(東京書籍5年下 p.5)

学習指導要領解説(p.159)では、対角線で2つの三角形に分ける方法(図16左上)と内部に点を取り4つの三角形に分ける方法(図16右上)の2通りが扱われる。しかし、ICTを使うことで内部の点Eを動的に動かし、点が辺上にある場合(図16左下)や点が外部にある場合(図16右下)でも演繹的に説明できることを見つめることができ、創造性の育成を促進する。図16はTI-Nspireによる。

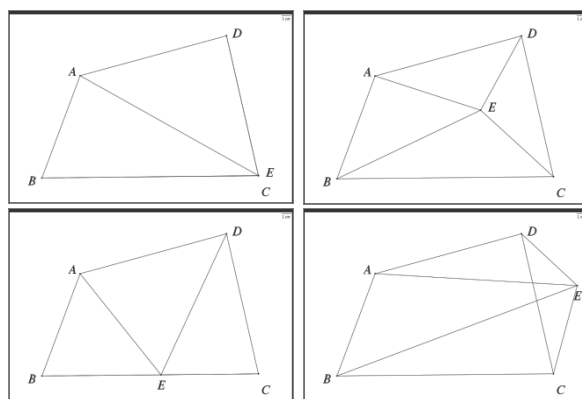


図16 四角形の4つの角の大きさの和

(4) 数理的な実験

小学校6年生の比例の学習では、水槽の水量の変化が扱われる(図17は東京書籍6年下 pp.2(平成22年検定), 図18は東京書籍6年 pp.122(平成26年検定))。しかし、実際にその場面を見せ、変化の様子を観察させることは難しい。そこで、図19のように変化の様子を視覚的に提示することが可能であり、数量の感覚の向上に繋がる。

④ 直方体の形をした水そうに水を入れるときの、水を入れる時間と水の深さ

水を入れる時間 x (分)	1	2	3	4	5	6
水の深さ y (cm)						

右のページを見て書こう。




図 17 比例(東京書籍 6 年下 pp. 2, 平成 22 年検定)

② 3Lの水が入った水そうに、後から x Lの水を入れたときの全部の水の量 y L

はじめの量 + 入れた量 = 全部の量

$$3 + x = y$$

入れた量 x (L)	1	2	3	4	5	6
全部の量 y (L)	4					

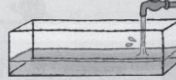


図 18 比例(東京書籍 6 年 pp. 122, 平成 26 年検定)

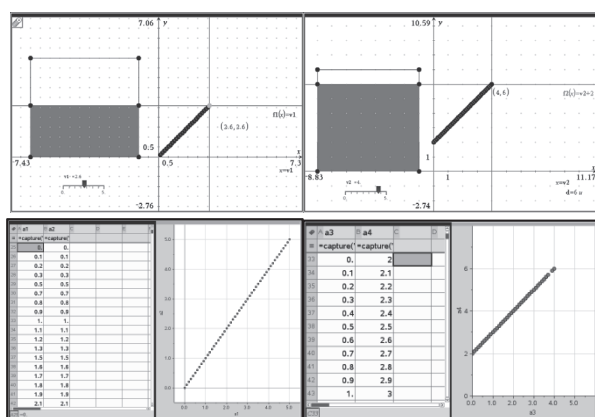


図 19 水槽の水量の変化

(5) 算数指導での ICT 活用事例

3の3)の附属小学校でのICTを活用した実践事例を用いて、算数指導におけるICT活用の具体的な指導事例を知るとともに、ICT活用の意図やその効果について議論する。また、学習指導案と授業ビデオ記録をもとに児童の学習活動を分析する。

4. まとめと課題

本研究では、まず小学校教員免許を取得希望の学生に対して、算数指導におけるICT活用に関する意識調査を行った。その結果、算数指導でICTを将来活用したいが自信はないということ、活用力や創造性の育成というICT活用に関する意識があまり高くないことなどが明らかとなった。次に、学習指導要領やその解説などにあるICT活用の意義を考察し、米国での教材例や附属小学校での活用事例を検討し、カリキュラム試案を作成した。今後はこのカリキュラム試案をもとに実践し、実際の効果を検討することが課題である。

また、今回は算数科の教育法に位置づける場合について検討したため、3時間をICT活用の授業として設定した。しかし、ICTを活用した算数指導の体験授業や模擬授業もカリキュラムに位置づけることが必要と考えるが、授業時数の関係で難しいものとする。他の科目との連携や新しい科目(算数指導におけるICT活用に関する科目)の設定などの検討が必要と考える。

参考・引用文献

- 1) ICT を活用した教育の推進に関する懇談会 (2014) 報告書(中間まとめ), http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/26/08/_icsFiles/afiedfile/2014/09/01/1351684_01_1.pdf. (2014.12.20 参照)
- 2) 文部科学省 (2008a) 小学校学習指導要領平成 20 年 3 月告示, pp.43-60.
- 3) 文部科学省 (2008b) 小学校学習指導要領解説 算数編, 東洋館出版.
- 4) 文部科学省 (2010) 教育の情報化に関する手引き, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1259413.htm. (2014.12.20 参照)
- 5) 中村好則 (2013) 数学指導における ICT 活用に関する学生の意識, 日本教育工学会第 29 回全国大会論文集, pp.349-350.
- 6) 中村好則 (2014a) 算数指導における ICT 活用に関する学生の意識, 日本科学教育学会第 38 回年会論文集, pp.415-416
- 7) 中村好則 (2014b) ICT を活用した数学指導に関する教員研修の効果, 日本教育工学会第 30 回全国大会論文集, pp. 39-40
- 8) 中村好則・山崎浩二・立花正男・井上祥史・塚野弘明・佐藤宏行・佐藤寿仁・佐々木亘 (2014) ICT が活用できる教員を養成するための数学科教育法の授業展開—数学を「見つける」「つくる」「つかう」を観点として—, 岩手大学教育学部プロジェクト推進支援事業教育実践研究論文集 第 1 巻, pp.34-39.
- 9) 杉山吉茂 (2012) 確かな算数・数学教育をもとめて, 東洋館出版社.