

授業導入時に与える学習材の種類と学習効果の検討[†]

—等分除を用いた余りのある割り算について—

生田目秀之*・川島 芳昭**・石川 賢**

野木町立南赤塚小学校*

宇都宮大学教育学部**

学習者の知識習得の過程を考慮した学習指導において、授業の導入段階に ICT 学習材を用いて課題解決させることが有効であることが報告されている。しかし、ICT 学習材以外の学習材を用いた検証はなされていない。そこで本研究は、授業の導入段階に用いる学習材の種類による学習効果の特徴を調査することを目的に行った。方法は、小学校第 3 学年の割り算指導を前述した学習指導によって行い、その導入段階において ICT 学習材を用いた群（実験群）とプリント資料学習材を用いた群（対照群）とに分けて検証した。その結果、実験群の方が対照群よりも学習効果が向上するとともに、記憶の保持が高いことが分かった。このことから、学習者の知識習得の過程を考慮した学習指導の効果を高めるには、授業の導入段階に ICT 学習材を用いた方が有効であることを明確にすることができた。

キーワード： 算数科、割り算、等分除、視覚刺激、ICT、プリント資料、学習材

1. はじめに

小学校学習指導要領改訂の基本的な考え方では、子どもたちの「生きる力」をよりいっそう育むことが示されている¹⁾。この「生きる力」の構成要素の知的側面には「確かな学力」がある。「確かな学力」とは、「基礎的な知識・技能を習得し、それらを活用して自ら考え、判断し、表現することにより、様々な問題に積極的に対応し、解決する力」と定義されている。

一方、算数・数学のつまづきを分類した研究がある²⁾。この研究では、特に小学校算数科の割り算が計算におけるつまづきの要因であると報告されている。また別の研究では、小学校 4 年生頃から算数嫌いの児童が増加することが報告されている³⁾。小学校算数科における割り算の指導は、3 年生から行うことが学習指導要領算数編の中で示されている⁴⁾。これらのことから、4 年生頃から増加する算数嫌いに、割り算の学習が関係していることが推察できる。そのため、3 年生で習得する割り算の学習内容を確実に習得させることは、その後の算数嫌い、数

学嫌いの児童、生徒を減らす一助となることが期待できる。

割り算には、等分除と包含除の 2 つの考え方がある。等分除は一あたり量（基準量）を求める考え方であり、包含除は幾つ分になるかを求める考え方である。この 2 つの考え方をを用いて割り算の指導は行われるが、国立教育政策研究所が行った調査結果から、基準量を求める等分除の考え方からの立式が難しいことが報告されている⁵⁾。さらに、余りのある割り算は、等分除の考え方からの求解が難しいと報告した研究もある⁶⁾。一方で、割り算の考え方の根幹になるのは基準量であるとする考え方もある。これによると等分除による考え方から割り算を指導することが重要であると報告されている⁷⁾。

これらのことから、算数嫌いの児童を減らすためには、余りのある割り算を等分除の考え方で求解できる力を育成することが重要となる。そこで、余りのある割り算を等分除の考え方をを用いて指導するための学習指導を検討することとした。

学習指導に関する先行研究では、1 回の授業を学習者の知識の習得過程（知識欲求、知識獲得、知識深化）として捉え、授業の初期段階に学習者に学習内容を考えさせる活動が有効であることが報告されている⁸⁾。さらに、この研究では、学習者が考える活動を円滑に行うために、ICT 学習材を活用するこ

[†] Hideyuki NAMATAME*, Yoshiaki KAWASHIMA** and Ken ISHIKAWA**: A Study of Teaching Material Type and Learning Effects awarding Introduction Stage of Learning.

* Minamiakatsuka Elementary School of Nogi.

** Faculty of Education Utsunomiya University.

とが有効であることも報告している。しかし、この研究では、ICT 学習材を活用した学習指導と一斉学習を主体とした学習指導の比較は行っているが、ICT 学習材以外の学習材については考慮されていない。そこで、学習内容を動的に学習者に提示できる ICT 学習材と、静的に提示するプリント資料学習材を用いて、それぞれの学習効果を検討することとした。これは、学習材による学習指導の利点と欠点を明らかにすることで、適切な学習指導の構築につながると考えたためである。

以上のことから、本研究では、ICT 学習材とプリント資料学習材をそれぞれ用いた実践を行い、学習材の効果を明らかにすることを目的とする。題材は、小学校 3 年生を対象とした等分除による余りのある割り算とする。

2. 学習材の開発

学習初期段階に ICT 教材・学習材を活用することの有用性は先行研究で検証されている⁹⁾が、ICT 教材・学習材は扱う教師の技能、作成する時間の不足、適した教材を見つけ出すことの困難さなどの課題がある。このような理由から、作成が容易なプリント資料学習材の効果について調査することとした。本研究で用いた ICT 学習材とプリント資料学習材の詳細を述べる。

2.1 ICT 学習材

知識欲求段階の学習過程に使用する ICT 学習材を Flash[®]を用いて作成した。この ICT 学習材は、「割られる数」であるりんごが、「割る数」である 3 人の子どもに、同じ数ずつ分配される様子を学習者に見せることが目的である。図 1 に作成した ICT 学習材の 4 つの画面例を示す。図 1 のステップ 1 は ICT 学習材の最初の画面である。ここでは、学習課題と学習材の使い方を提示した。

図 1 のステップ 2 は、等分除の事象を提示するための初期画面である。この画面は①から③の 3 つの項目で構成した。ステップ 2 の画面例の①は、割られる数を表し、具体物としてりんごを提示した。数は 16 個である。次に、②は、割る数を表し、子どもの顔の絵を提示した。数は 3 人である。③は、等分除の事象を次に進めるためのボタンである。ステップ 2 の画面から「つぎへ」のボタンを押すと、ステップ 3 の画面に切り替わる。ステップ 3 は、りんごが同じ数ずつ子どもに分配される様子の画面例で

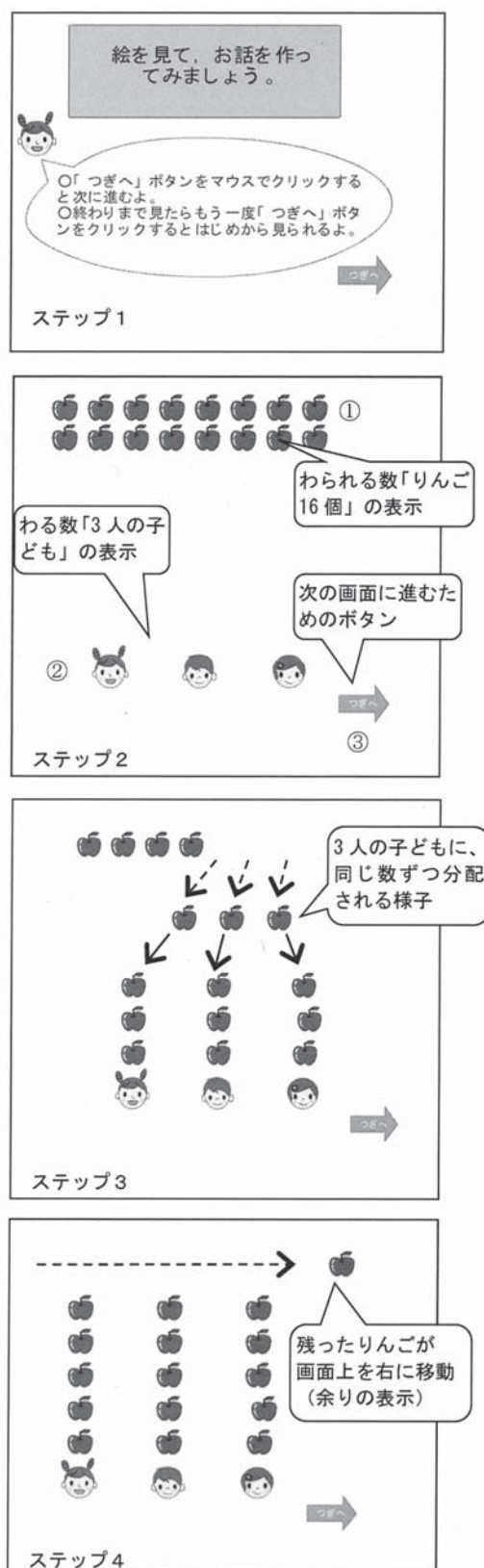


図 1 ICT 学習材の画面例

ある。この段階ではすべてのりんごが1個ずつ分配される様子を観察することができる。ステップ4は全ての事象が完了した時の画面である。全てのりんごの分配が完了すると、残ったりんごが画面の左から右に移動するようにした。これは、学習者に「余り」を意識させるためである。

以上の事象は、等分除の概念を具体物を使って示したものとなる。学習者はステップ2から4までの動きを全て見終わった後、「つぎへ」のボタンを押すことで、図2の画面を再び表示することができる。これにより、学習者は繰り返し等分除の事象を観察することができる学習材とした。

2.2 プリント資料学習材

プリント資料学習材は、学習者が個別学習において、等分除の割り算の作問を、静止した絵を見ながら考えることを目的に作成した。図2に作成したプリント資料学習材を示す。

図2に示すように、この学習材は①に、割られる数である「りんごが16個」、②に、割る数である「3人の子ども」、③に「1人に5個ずつ分けられて1個余る」という情報を学習者に与えるものである。①～③の段階は矢印によって接続することで学習者が事象の順序性を守った思考が行えるようにした。なお、提示した絵はICT学習材で用いた絵と同じものにした。これは絵の種類によって学習者の意識や取り組みへの意欲に差が出てしまうことを排除するためである。また、②の絵を入れることで、分け方を包含除（りんごを3人に5個ずつわけた）の事象と誤認識しないように配慮した。

3. 授業実践による検証

3.1 検証目的

本研究の目的は、等分除の考え方をを用いた余りのある割り算を指導するための学習指導と、学習者自身が知識欲求を満たす時に与える学習材の種類による学習効果を検討することである。

3.2 対象

対象は小学校3年生の2クラス(68人)とした。検証期間は7月8日～9月3日である。

3.3 検証授業

検証方法の流れを表1に示す。

検証授業は、先行研究でその効果が示されている学習指導によって行った⁸⁾。学習の導入段階（知識

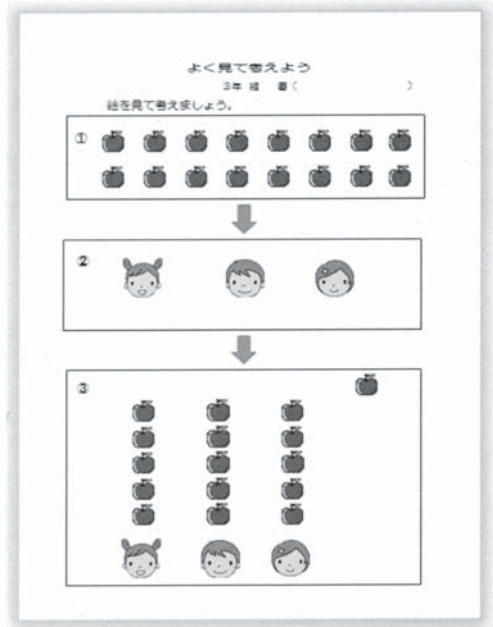


図2 プリント資料学習材

表1 検証の流れ

段階	実験群 (33 名)	対照群 (35 名)
(授業前日)	事前テスト(12 分)	
検証授業	3 分	本時の学習課題を確認する
	15 分	ICT 学習材を使って、自分の考えをまとめる
	12 分	友達の説明を聞く
	15 分	教師の説明を聞く
(授業直後)	事後テスト 1(12 分) 意識調査(10 分)	
(翌日)	事後テスト 2(12 分)	
(2 か月後)	事後テスト 3(12 分)	

欲求)において、ICT 学習材を使用した実験群(33名)と、プリント資料学習材を使用した対照群(35名)の2つの群を設定して行った。これは、与える学習材の種類と学習効果との関係を調査するためである。また、今回の実践では指導内容を小学校3年算数科の単元「余りのある割り算」（等分除の割り算）と設定した。そして、各群ともに1時間ずつの作問学習を内容とする授業を行うこととした。作問学習を取り入れたのは、問題文を作るという活動は、与えられた複数の数の関係性を理解することなど、学習者に問題解決やそのための既存知識を自覚させ、思考を促進させることが期待できるからである¹⁰⁾。

3.4 検証方法

実験群と対照群の授業は同じ日に行い、実験群(コンピュータ室)・対照群(普通教室)の順で行った。授業の前日、帰りの会の時間に両群ともに事前テストを12分で実施した。授業の当日は、両群とも本時の学習内容についての課題提示と説明を受けた後、実験群はICT学習材とワークシートを用いた個別学習を、対照群はプリント資料学習材とワークシートを用いた個別学習を行った。方法は、黒板に提示した学習課題を確認させ、各群ごとに与えた学習材を参考に、余りのある割り算の文章題をワークシートに記述させた。学習課題は次の通りである。

絵を見ながら、わり算のもんだいになる
ようなお話を考えよう。

個別学習の次に、各群ともに学習者同士の意見交換をする活動場面を設けた。その方法は、教師が任意に選んだ学習者4名の意見を、他の学習者が聞くという形式とした。これは、学習者自身が個別学習で習得した知識の確認や修正を行うためである。

最後に、学習者に等分除の考え方をを用いた、余りのある割り算の概念を理解させるために、教師が両群で同じ内容や方法を用いた一斉学習を行った。その方法は、個別学習で学習者に与えた学習材の内容を黒板上に絵カードで拡大再現し、そこでりんごを表した絵カードを教師が手で操作しながら事象の動きを説明するというものである。

これらの効果を検証するために、両群に事前・事後テスト及び、意識調査を実施した。事後テストは、学習者の知識の習得状況と時間との関係を確認するために3回行った(1回目:授業直後、2回目:翌日「余りのある割り算の答えのたしかめ」の授業後、3回目:夏休みを含めて2か月後)。なお、実施した事前テストと、事後テスト(3回)の内容は全て同じものであり、実施時間も同じである。

4. 結果と考察

実施した検証授業の結果を次の観点から分析し、学習材の種類と学習効果について検証する。

- ①事前テストの比較:両群の学習者が持つ既有知識に差がないことを確認する。
- ②事前テストと事後テスト1の比較:各群に実施した学習指導による学習効果を確認する。

算数 かくにんもんだい 月 日 ()
3年 組 ()

1 つぎのもんだいの式と答えを書きましょう。
23のおかしを3人で分けます。みんなが同じ数になるように分けるとうりですか。
(式)
(答え)

2 つぎの中でわり算のもんだいはどれですか。すべてに○をつけましょう。
() 54センチメートルのひもを9本に分けました。1本の長さは何センチメートルですか。
() おり紙を1人4まいずつ、8人に分けます。おり紙は何まいひつようですか。
() 27このあめを1人3こずつ分けます。何人に分れますか。
() 1まいの画用紙から6人分のカードが作れます。30人分のカードを作るときには画用紙は何まいひつようですか。
() 1はこ3まい入りのガムを8はこいきました。ガムは全部で何まいですか。
() 88このおかしを7人で同じ数ずつ分けます。1人分は何こになりますか。

3 つぎのこばをつかって、わり算のもんだいになるお話を書きましょう。
① 18こ みかん 6人
② 48こ キャラメル 7人

図3 事前・事後テスト(1・2・3)

- ③事後テスト1と事後テスト2の比較:習得した知識の1日後の変化を確認する。
- ④事後テスト2と事後テスト3の比較:習得した知識の約2か月後の状態を確認する。
- ⑤意識調査:授業直後の学習者の意識を確認する。

4.1 事前テストの比較

検証授業前の両群の学習者が持つ、「余りのある割り算(等分除)」に関する既有知識の状態を調べるために、事前テストを実施した。実施した事前・事後テストを図3に示す。図3に示すように、余りのある割り算の文章問題が1問、文章題の中から割り算の文章題を選ぶ問題が6問、提示した3つの単語を使い、等分除の考え方をを用いた割り算の作問をする問題が2問である。作問の問題評価は、等分除の考え方の理解について確認するため、学習者が作問した文中に「分ける」、「同じ数ずつ」、「〇個」、「一人分(一人ずつ)」、「余り」の各言葉と同意の記述が含まれているかを判定した。

この事前テストの結果を、対応のないt検定(両側)により比較した。表2にその結果を示す。この結果、両群間に有意差(5%水準)は見られなかった($t=0.75$)。

以上のことから、両群の学習者は等分除の考えに従った余りのある割り算について既有知識の少ない、等質な群であることが分かった。

4.2 事前テストと事後テスト1の比較

各群に実施した学習指導と学習材に対する学習効果を確認する目的で、両群の事前テストと事後テスト1（授業直後）の結果を、対応ありのt検定（両側）によって比較した。表3にその結果を示す。

表3に示すように、両群ともに1%水準の有意差（実験群： $t=5.66$ ，対照群： $t=3.06$ ）があることが分かった。このことから、授業直後では、使用した学習材に関わらず両群ともに学習効果が向上することが分かった。

次に作問の回答の結果について調査した。図4に、各群の事前テストと事後テスト1の作問②の結果を示す。図4に示すように、「同じ数ずつ」が実験群（図4上側）で37%，対照群（図4下側）で17%向上している。「あまり」は実験群で43%，対照群で34%向上している。このことから、余りのある割り算を等分除の考え方をを用いて作問させたとき、「同じ数ずつ」と「あまり」の2つの言葉と同意の言葉を使用する割合が両群ともに向上することが分かった。この理由として次のことが考えられる。実験群の学習者はICT学習材によって、同じ数ずつ配られる様子や余りについて動的に提示された事象を観察した。そのため、割られる数と割る数、そして商や余りの関係を視覚的に確認することができた。一方、対照群の学習者は、同じ数ずつ配られることや余りについて学習者自身で推測しながら課題を解決することになる。そのため、推測できた学習者は課題を解決することができるが、推測できない学習者は解決できなかったと考えられる。しかし、後述する意識調査の結果では、対照群の学習者の方が「絵を見て問題を考えることができた」と回答している割合が実験群よりも多い。これらのことから、プリント資料学習材のように静的な情報を与えた場合、割る数、割られる数、商、余りを一望できるため意識としては分かった気になるものの知識につながらない可能性が示唆できた。

4.3 事後テスト1と事後テスト2の比較

検証授業によって得られた知識の1日後の変化を確認するために、事後テスト1と事後テスト2の比較を行った。事後テスト1は、検証授業直後のテストであり、事後テスト2は、次の日に実施した「余りのある割り算の答えのたしかめ」の授業直後に行ったテストである。事前テスト、事後テスト1、事後テスト2の平均正答率の結果を図5に示す。

表2 事前テスト結果

	平均点	標準偏差	t 値	有意差
実験群(33 名)	62.0	18.9	0.75	なし
対照群(35 名)	58.1	22.4		

表3 事前テストと事後テスト1の比較（t 検定）

	平均正答率(%)		t 値	有意差
	事前	事後1		
実験群(33 名)	62.0	74.1	5.66	**
対照群(35 名)	58.1	67.4	3.06	**

** : $p<0.01$

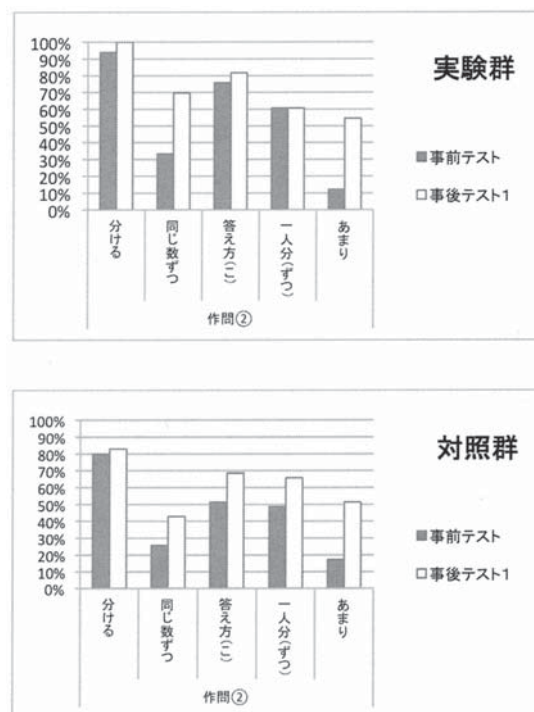


図4 事前テストと事後テスト1の比較
(実験群：上側，対照群：下側)

実験群の事後テスト1と2との間の平均正答率を比較すると、74.1%から75.6%とわずかに上がっている。一方、対照群は67.4%から66.3%とわずかに下がっている。この結果を推察すると、実験群の学習者は、検証授業で得た知識が定着し、次の授業の既有知識として活用できた学習者がいたのに対し、対照群の学習者の何人かは知識の定着が不十分であり、既有知識に至らなかったためと考えられる。この要因としては、プリント資料学習材が提示された絵と絵のつながりを学習者自身で補完しながら行う学習であったためと考えられる。これは、意識調査の中で「分からない」、「難しい」などの意識を持つ学習者がいたことから推察できる。一方、ICT

学習材では、学習者自身が補完できないながらも、動きによって示されることで予測することができたと考えられる。

4.4 事後テスト2と事後テスト3の比較

学習により習得した知識の記憶が、時間の経過でどのように変化していくかを調査する目的で、検証授業の約2か月後に事後テスト3を行った。その結果を事後テスト2と比較した。習得した知識の記憶が、学習前からどのように変化するかを、平均正答率の推移として図6に示す。図6に示すように、習得した知識は学習直後と1日後は余り変化しないが、時間がたつと実験群、対照群ともに知識は大きく低下することが分かった（実験群：75.6%→65.3%，対照群：66.3%→59.6%）。また、各群共に事後テスト3を事後テスト2と比較するために、対応のあるt検定を行った。その結果、次のように両群共に1%水準の有意差が確認できた。

実験群： $t=4.64$, $p<0.01$

対照群： $t=3.03$, $p<0.01$

これらのことから、2か月という長い期間は、学習指導や学習材に関わらず習得した知識の記憶をあいまいにし、正答率を低下させることが分かった。

4.5 意識調査

検証授業直後の学習者の意識を調査するために意識調査を実施した。調査の視点は、算数の学習や割り算の学習に対する興味・関心、学習内容や学習指導に関する項目（全7問）の質問を行った。回答方法は、「そう思う」、「少し思う」、「余り思わない」、「全然思わない」の4件法とした。ただし、学習指導に関する知識については「学習者自身に考えさせてから指導する」場合と「教師が指導してから学習者が考える」場合の2択とした。これらの結果を次に述べる。

まず、算数や割り算に対する学習者の興味・関心を調査するために、「算数の勉強が好き」、「割り算の勉強が好き」の2つの質問をした。図7、図8にその結果をそれぞれ示す。その結果、「そう思う」、「少し思う」と肯定的に回答した学習者の割合は、両群ともに2つの観点（「算数」と「割り算」）で75%以上であることが分かった。このことから、事前の意識調査を実施していないため断言はできないものの、本研究の学習指導を行った結果、算数嫌いや割り算に対する苦手意識を持つ学習者が少なくなることが分かった。

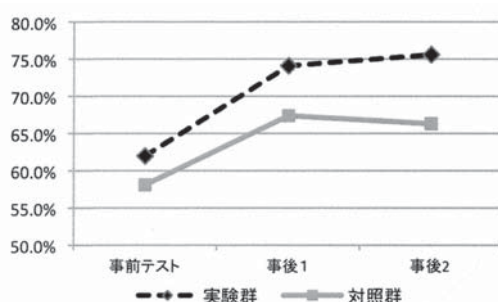


図5 テスト正答率の推移
(事前テストから事後テスト2)

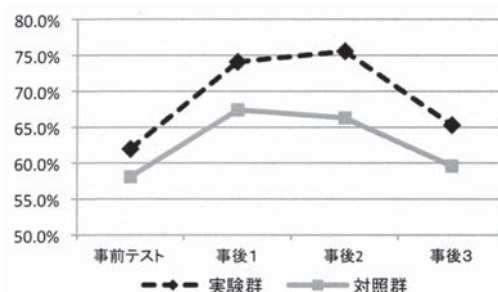


図6 各テストの平均正答率の推移
(事前テストから事後テスト3)

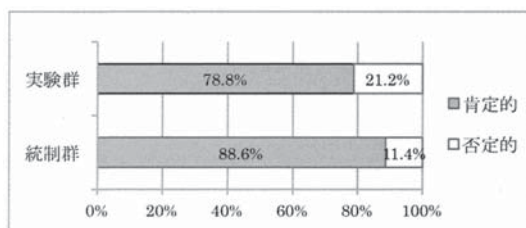


図7 質問「算数の勉強が好きですか」の意識

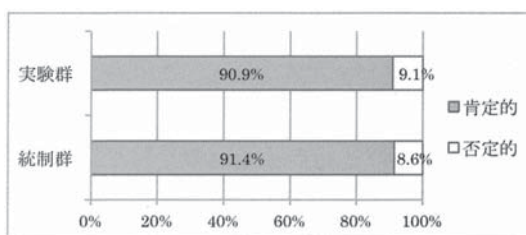


図8 質問「割り算の勉強が好きですか」の意識

次に、「絵を見て問題を考えられた」の質問を行った。この質問は授業の初期段階で行った学習材を活用した個別学習時に、学習者自身が作問することができたかを調査する項目である。この結果、両群ともに80%以上の学習者が「そう思う」、「少し思う」の肯定的な回答をしている。さらに、対照群の学習者は90%以上と高い意識を持っていることが

分かった。そこで、学習者が作問した内容を等分除の考え方を理解しているかを判定する言葉(4.1 参照)の全てが含まれている学習者の割合を調査した。この結果を表4に示す。この結果、実験群では33.3%の学習者の作問の中には含まれていたが、統制群では5.7%の学習者のみであった。このことから、ICT学習材を用いて余りのある割り算を等分除の構造から考えさせた場合、プリント資料学習材を用いた場合よりも等分除の構造をすべて考えながら作問できる児童が多いことが分かった。

最後に、本研究で行った学習指導に対する学習者の意識を調査するために「最初に自分で考える学習」と「最初に先生に教わる」学習のどちらが分かりやすいと感じているかの質問を行った。この結果を図10に示す。図10に示すように、実験群の学習者は二極化する傾向にあるが、対照群の学習者は約70%の学習者が、最初に先生から教わる方が分かりやすいと回答していることが分かった。これは、対照群が用いたプリント資料学習材では提示された絵と絵のつながりを学習者自身が補完しながら考える必要がある。しかし、全ての学習者が補完できるわけではないため、難しいという意識を持つ学習者が多くいたことが要因として考えられる。一方、実験群の学習者は、ICT学習材により動きによって事象間のつながりが補完されたと考えられる。そのため、最初に自分で考える学習形態に対し、好意的な意識を持つ学習者が対照群よりも多くなったと推測できる。

以上のことから、授業の最初に学習者自身に考えさせる学習段階を含めた学習指導では、ICT学習材によって等分除の事象を動的に見せることが有効な手法であると言える。

5. おわりに

本研究では、小学校第3学年の余りのある割り算指導において、使用する学習材の種類と学習指導からその学習効果を検討した。検証授業では、ICT学習材を用いた実験群とプリント資料学習材を使った対照群とに分けて同じ学習指導に従った授業を行い、それぞれの学習群の学習効果について検証した。

検証の結果、本研究の調査の範囲で次のようなことが分かった。

(1)学習指導の効果

等分除の考えを用いた、余りのある割り算の作問学習においては、同じ数で分配するという等分除の

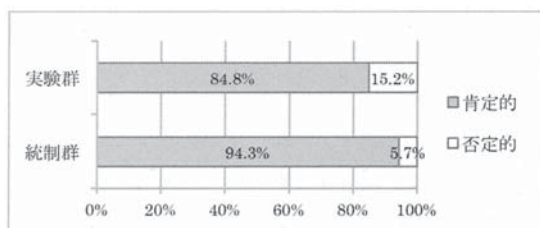


図9 質問「絵を見て問題を考えられましたか」の意識

表4 必要な言葉を全部書けた学習者数

	人数	比率(%)
実験群(33名)	11	33.3
対照群(35名)	2	5.7

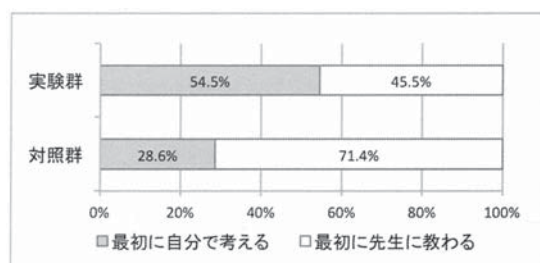


図10 授業形式に対する意識調査結果

考え方を意味する「同じ数ずつ」、余りのある割り算の「余り」の2つの言葉と同意の言葉を使って作問できるようになる割合が両群ともに向上することが分かった。このことから、等分除の考えを用いた余りのある割り算について、等分するという割り算の考え方や、割り切れない場合に余りを出すということへの理解を高めるには、学習者に自己の考えを構築させてから一斉指導を行う学習指導が効果的であった。

(2)学習材の違いによる学習効果の違い

ICT学習材では、学習者自身が補完できない部分のつながりも動きによって示されることで予測することができる。その結果、知識の定着率が向上することが分かった。

一方、プリント資料学習材では、提示された絵と絵のつながりを学習者自身で補完しながら個別学習を行うため、「分からない」、「難しい」などの意識を持つ学習者にとっては難解な学習材になる可能性があることが分かった。

(3)算数学習に対する意識

学習指導直後の段階で、算数の学習や割り算の学習に対して否定的な意識を持った学習者は少ないことが分かった。

以上のことから、学習者の知識の習得過程に従っ

た学習指導に、ICT 学習材やプリント資料学習材を用いることは、学習効果を向上させることが明らかとなった。しかし、学習材の種類によってそれぞれ特徴があることも分かった。ICT 学習材を与えた場合、学習者自身の考えを構築するのに効果が見られ、系統的な学びにもつながる可能性が示唆できた。一方、プリント資料学習材を用いた場合、学習者自身で知識構築をすることは難易度が高いが、指導者から支援的な補助指導を含めればその効果を高められる可能性があると考えられる。今後はプリント資料学習材を与えた時の補助指導の方法や学習者の意識についてさらに詳細に検討していきたい。

参考文献

- 1) 文部科学省：新学習指導要領の基本的な考え方
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/idea/
- 2) 芳沢光雄：算数・数学つまずきの分類，日本数学教育学会誌 88(3), pp.24-28, (2006)
- 3) 星憲隆：算数嫌いをなくす授業のありかた：分数の除法指導を通して，福島大学教育学部附属教育実践研究指導センター紀要，第 7 号，pp.63-72, (1985)
- 4) 文部科学省：「小学校学習指導要領解説算数編」，(2008)
- 5) 国立教育政策研究所：特定の課題に対する調査，(2005)
- 6) 内海庄三：「整数の乗除」の意味と計算指導のキーポイント，新しい算数研究，7 月号，pp.2-6, (1980)
- 7) Java で算数「先生のコーナー」(算数・数学関係)
<http://www3.plala.or.jp/yat/>
- 8) 川島芳昭，小野勝也，石川賢，菊池章：学習導入時における ICT 学習材利用能動学習の有用性，日本産業技術教育学会誌，第 55 巻，第 4 号，pp.27-36, (2013)
- 9) Adobe®Flash®Professional CS6
- 10) 平嶋宗：作問学習のモデル化，第 23 回人工知能学会全国大会発表資料，(2009)