

群 教 ゼ	G03 - 02
	平 15.216 集

算数科における文章題の解決を支援する

CAI 教材の作成と活用

習熟度に対応した教材の工夫

特別研修員 武居 良行（高崎市立八幡小学校）

《研究の概要》

本研究は、小学校第5学年算数科「小数のかけ算とわり算」の文章題の習熟をする段階において、児童の自力解決を支援することを目指して教材を作成した。本教材は、題意を的確に読み取り、問題解決の方法を身に付けるために、問題文の情報部分と問題部分の提示、画像や図、数直線など段階的なヒントを設定し児童の思考を支援することと、習熟度にあわせて導入問題と適用問題を選択して学習することができるようにしたものである。

【キーワード：算数 小数のかけ算わり算 文章題 習熟度別】

主題設定の理由

本校では、基礎学力の向上を目指して一昨年からマス計算を取り入れ、今年度は朝学習の時間を当てて実施している。そのため、児童の計算力が高まり、算数を得意とする児童も増えてきた。しかし、意識調査や学力検査で文章問題が苦手であるという傾向が明らかになった。そのため、校内研修において算数科におけるきめ細かな指導について取り組み、全職員共通理解の下、算数的活動（作業的・体験的な外的活動や思考活動などの内的活動）を授業の中に積極的に取り入れ、児童の数学的思考が高められることを目指して実践を行っている。

具体的には、児童の実態から、下位群の児童は提示された問題に対して適切な判断をしたり、能率的な処理の仕方を考え出したりする自力解決方法に課題が残ると考えた。そこで、児童の興味・関心、疑問や問題意識、日常生活における体験などに関連させるような問題を提示するようにした。さらに、問題文を情報部分と問題部分に分けて線を引かせたり、数詞の部分を抜き出したりするなど児童に問題の内容を理解させるための手立てを行ってきた。また、上位群の児童に対しては、さらに発展的な問題を用意し、個人の進度にあわせて選択し、解決、習熟できる場の設定を行ってきた。

しかし、文章題のねらいでもある、題意を的確に読み取り、推理する力や問題解決の方法を身に付けるということから考えると、下位群の児童は、日常生活の中の経験と結びつけた問題以外において、なかなか問題内容が想像できず、多様な問題に対して解決のための有効な手立てにならないことが多かった。また、上位群の児童は、意識調査から授業に対して満足はしているが、効果的ではないという結果が出た。これは、さらに発展的な問題へ挑戦したいという意欲が満たされていないと分析できる。以上のように、一斉指導で文章題の学習を行うには上位群と下位群の差が大きく、積極的な習熟を行う場面で課題を感じている。

これらの課題を解決するために、コンピュータの活用を考えた。コンピュータは児童の進度に合わせて個別的な対応を提供することができる。5学年算数科の指導計画の中で、題意を的確に読み取り、推理する力や問題解決の方略を身に付けることをねらいとした文章題が最も多く扱われている単元は「小数のかけ算とわり算」である。この単元における文章題には、「数と計算」「量と測定」「数量関係」の領域を横断的に扱うことができ、日常生活でのさまざまな場

面において必要になるものが多い。「小数のかけ算とわり算」の文章題解決の習熟をする段階において、CAI教材があれば児童の理解度に応じた学習ができ、日常生活の場面や算数の学習を進める場面においても意欲が高まり知識技能も身につく。また、コンピュータを使用することによって、画像や図、数直線などで児童の思考を支援できる。さらに、類似問題を解決する際も、過去に解決した問題へのフィードバックが容易にでき、文章題解決に効果的であると考えられる。そして、数詞部分に乱数を使用すれば式や答えが異なり繰り返し学習する際にも意欲が低下することが少ない。そのためにも習熟度に応じたレベルの問題が選択できるようにする。特に、下位群の児童に対しては、導入問題を中心にねらいとする考え方を丁寧に繰り返して確実に理解させるように、また、上位群の児童に対しては、適用問題を中心にねらいとする考え方で解決することはもちろんそれ以外の方法を考えさせることによって、考え方が広がっていきけるような効果的な教材にしたい。

コンピュータを利用して児童の進度に合わせて個別的な対応ができる場を提供し、文章題の習熟を図るために、様々なパターンの問題を解くことができる CAI 教材を作成し活用すれば、習熟度に応じた学習ができるようになり、文章題を解決する力が高まると考え、本主題を設定した。

研究のねらい

算数科における文章題解決の習熟をする段階において、個人の習熟度に応じた導入問題や適用問題に対して、自力解決を支援する CAI 教材を作成し、その有効性を明らかにする。

研究の見通し

導入問題や適用問題を、個人の習熟度に応じて選択し解決していくことのできる CAI 教材を作成し活用すれば、文章題を解決する力が高まるであろう。

研究の内容

1 教材の概要

(1) 基本的な考え方

算数の文章問題については、これまで長い間「難しい、苦手、嫌い」という児童の声が絶えず、実際に文章問題解決能力も十分育っていない実態を感じている。本校の学力検査等の結果でも、マス計算の実施により計算の力は確実に伸びてきているが、問題をよく読まないと解けない問題については、正答率が低くなっている。例えば、文章題の中に「何倍」というキーワードが入っていると、単純に「かけ算」と答えてしまう傾向がある。つまり、よく読んで理解していないために、「逆思考」が苦手なことがうかがえる。それは、文章をよく読まずに解答してしまったり、読むことを面倒だと感じてしまっている児童が少なからずいるということである。また、児童の語彙が豊富でないため、算数科に限らず言語事項に関する問題の解答に間違いが多い。国語のように長い文章となると、読まずに勘で答えたり、読んでも解らないためあきらめたりしてしまう。特に、下位群の児童に関しては、提示された課題に対して、適切な判断をしたり、能率的な処理の仕方を考え出したりする自力解決方法に不安があるのではないかと考えられる。そのために、文章の中で、分かっていることは何なのか、尋ねられていることはどういうことなのかを、しっかりと理解できるようにすることが必要である。上位群の児童に関しては、導入問題については解決することができる児童が多い。しかし、適用問題など、

文章が少し複雑になっている問題などは苦手意識を持っている。そこで、多くの適用問題に取り組むことによって、その単元で学習したことを、再度ふり返りながら確認することができる。また、確実に自分の力で解けたという自信をもたせることもできる。本教材は児童の興味・関心、疑問や問題意識、日常生活における体験などに関連させるようにして、学習したことが活用できるように配慮し、単元の評価テストを実施する前時に、文章題解決を習熟する場面での学習において使用することを目的として作成した。

本教材をサーバの中に保存しておき、起動したコンピュータから立ち上げるとトップページが表示され、児童が自分で判断した「小数のかけ算とわり算」における理解度に応じ、コースを選択すると各コースの問題に進み、各自が表示された問題をノート上で解決していく方法にした。コースについては、本校の算数科における習熟度学習のグループに対応させ、「じっくり」と「ぐんぐん」の言葉を使用し各2つのコースの、4つのコースに分けた。「じっくりコース」「ぐんぐんコース」では3段階のヒントが表示されるので、必要なヒントを参考にしながら問題を解決する。「じっくりコース2」「ぐんぐんコース2」ではヒントは表示されないが、フィードバックして類似問題のヒントを参照することができるようにした。その間、教師は机間指導を行い、問題解決が困難な児童に対して個別に支援をするようにすれば習熟度に応じた学習ができるようになり、文章題を解決する力が高まると考えた。各問題が解決したら、解答ページで答え合わせを行い確認する。

(2) 教材の構成

本教材の構成については、「じっくりコース」では導入問題を中心に各問題の文章をできる限り児童が日常生活で経験していて、場面が想像しやすいものにし、さらに、イラストや画像、数直線や図などを用いた段階的なヒントが見られるようにリンクを設定した。「じっくりコース2」では、「じっくりコース」の問題をそのまま使用し、数詞部分だけを乱数によって変えるように設定をした。そのことによって、フィードバックして、復習・確認ができるようにした。「ぐんぐんコース」「ぐんぐんコース2」も同様であるが、適用問題を中心に問題を作成した。

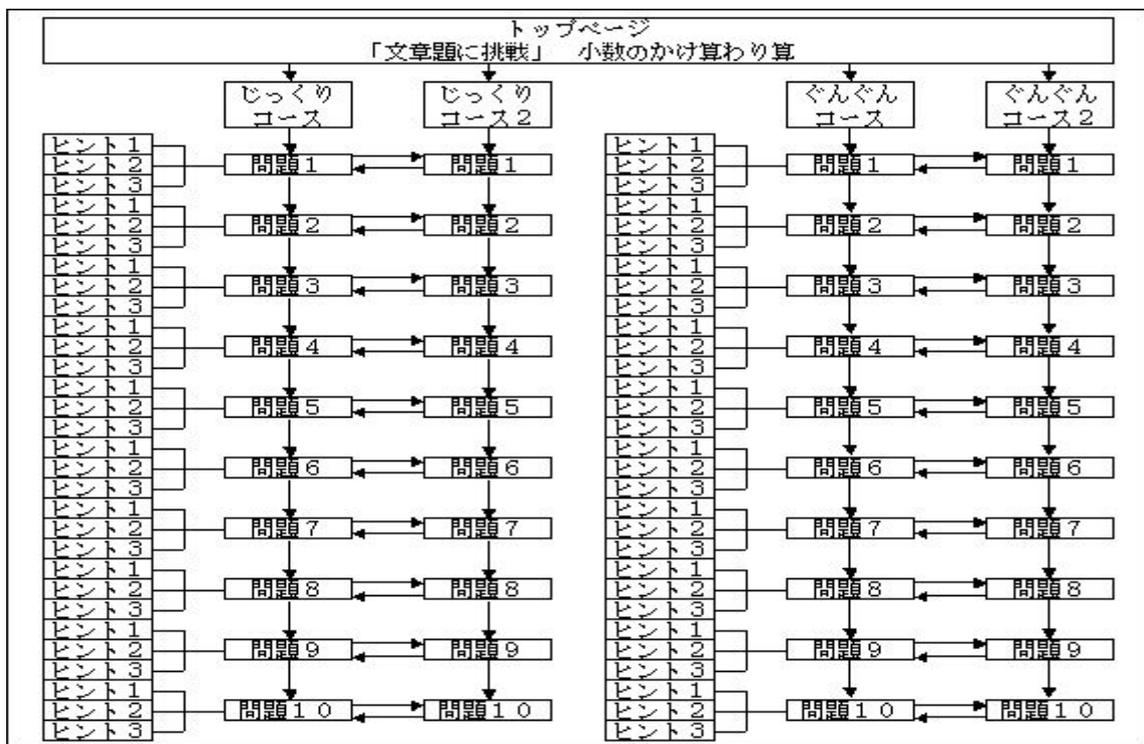


図1 「文章題に挑戦」小数のかけ算わり算の構成

2 教材の内容

本教材はコンピュータを使って文章問題を解決していくことになるが、立式、計算、解答はノートを使用し、キーボードでの解答はしない。画面上に提示される問題をノート上で解決していく活動になる。ノートに立式・計算・解答することは、書く活動が自分の思考を残すために重要であることと、机間指導をする際に児童がどの問題をどのように解いているかを教師が把握し、個別に支援することができるためである。

図2・3は、「じっくりコース」と「ぐんぐんコース」の画面である。「じっくりコース」では導入問題を中心に演算が1種類になるようにし、「ぐんぐんコース」では演算が2種類になるもの、小数倍など適用問題を中心に作成した。解決方法がわからない場合にはヒント1から順にクリックして、提示されるヒントを参考にして解いていく。

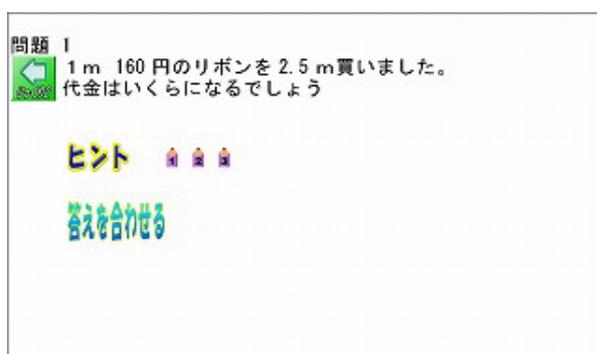


図2 問題画面1 じっくりコース

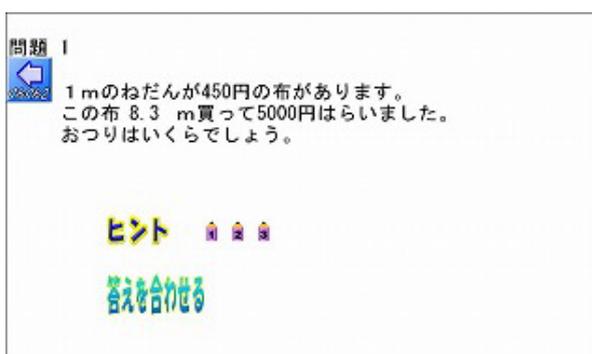


図3 問題画面1 ぐんぐんコース

ヒント1については、文章の中で、分かっていることは何なのか、たずねられていることはどういうことなのかを、しっかりと理解できるように、わかっていること、考えるヒントになること、たずねられていることなどの部分の色を変えたり、下線を引いたりした(図4・5)。

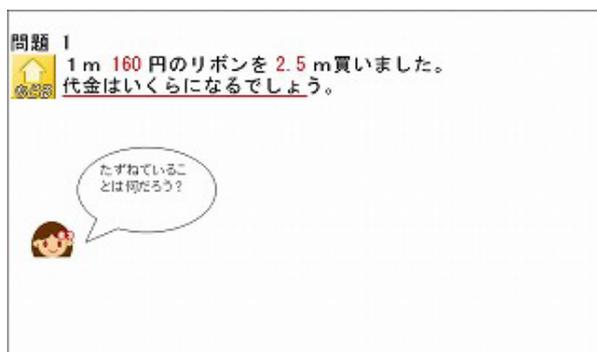


図4 ヒント画面1 じっくりコース

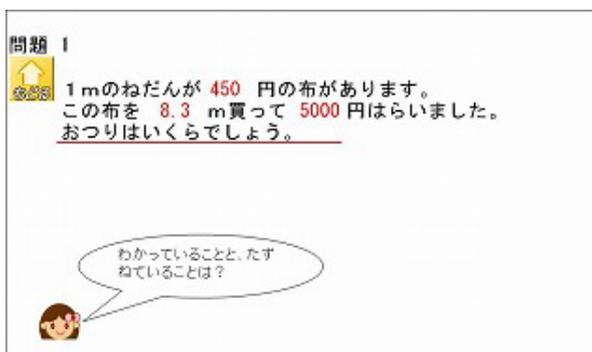


図5 ヒント画面1 ぐんぐんコース

ヒント2については、児童が問題場面の具体的なイメージを持てるように、イラストや写真を使った。図7の問題では布を買うという行為が扱われている。このような問題は、教科書や問題集でもよく目にするが、実際に店で布を買ったことのある児童は少なく、この問題の場面が想像しにくい。そこで、布が店先で売っている状態の画像を提示することで、布を測って買うというイメージを持たせる。したがってここでは、問題文から場面を想像し、事柄を頭の中で整理して、問題解決に必要・不必要な情報を判断し、式を書くことができるようなヒントを提示するようにした(図6・7)。

問題 1
 1 m 160 円のリボンを 2.5 m 買いました。
 代金はいくらになるでしょう。

1mが160円だから...

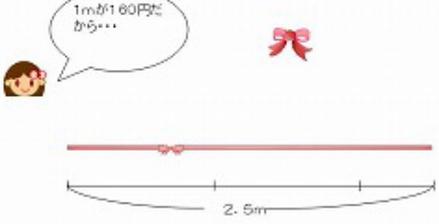


図6 ヒント画面2 じっくりコース

問題 1
 1 m のねだんが 450 円の布があります。
 この布を 8.3 m 買って 5000 円はらいました。
 おつりはいくらでしょう。

1mで450円だから8.3mでは？



図7 ヒント画面2 ぐんぐんコース

ヒント3については、数直線を使い計算の意味や計算の仕方を考えさせるようにした(図8・9)。図8の数直線に関しては、問題の背景にある比例関係を表している。すなわち、「リボンの長さが、2.5mと2.5倍になったので、値段も2.5倍になる」ということを表している。このことは、数式による表現では 160×2.5 となる。この式は、決して「値段に長さをかけている」ことを表しているのではない。数直線による表現は、問題の背景にある比例関係を表すことができると同時に、問題文に現れていない数値を意識させることができる。それは、数量が比例関係にあるので、どの長さにも値段が対応するからである。このように、計算の仕方を数直線から考えることによって、文章題の解決方法がより一層明らかになる。

問題 1
 1 m 160 円のリボンを 2.5 m 買いました。
 代金はいくらになるでしょう。

1mが160円だから...

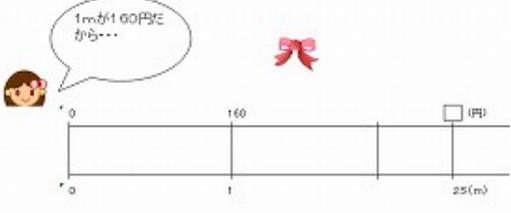
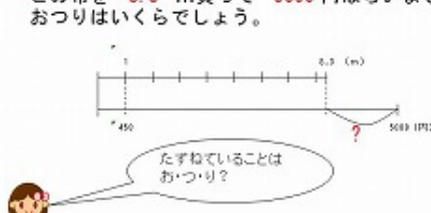


図8 ヒント画面3 じっくりコース

問題 1
 1 m のねだんが 450 円の布があります。
 この布を 8.3 m 買って 5000 円はらいました。
 おつりはいくらでしょう。



たずねていることはおつり？

図9 ヒント画面3 ぐんぐんコース

解答画面に関しては、式・答えを提示し、各自で答え合わせができ、さらに次の問題に取り組めるようにリンクを設定した(図10・11)。両コースともに10題の解答が終わると「じっくりコース」から「じっくりコース2」へ、「ぐんぐんコース」から「ぐんぐんコース2」へ進む。

問題 1
 1 m 160 円のリボンを 2.5 m 買いました。
 代金はいくらになるでしょう

$160 \times 2.5 = 400$
 答え 400円

できましたか、さあ次の問題です。



図10 解答画面 じっくりコース

問題 1
 1 m のねだんが 450 円の布があります。
 この布を 8.3 m 買って 5000 円はらいました。
 おつりはいくらでしょう。

$5000 - (450 \times 8.3) = 1265$
 または・・・
 $450 \times 8.3 = 3735$
 $5000 - 3735 = 1265$

答え 1265 円

できましたか、さあ次の問題です。



図11 解答画面 ぐんぐんコース

「じっくりコース2」と「ぐんぐんコース2」の問題はそれぞれ数詞の部分が乱数によって変わり、文意や解答の仕方は変わらないが、異なった問題を出題することができる。そのため、近くのコンピュータで同じ問題を解いていても数詞が違うので個別の対応ができる。また、繰り返し取り組む際にも答えが異なるので、意欲が低下しないと考えた。さらに、解答の仕方がわからなかった場合には、前のコースの同じ問題にフィードバックしてヒントを参考にしながら考えることのできるように相互リンクを設定した。

3 実践の結果と考察

(1) 実践の結果

ア 調査の目的

コンピュータを使って画像や図、数直線などによって児童の思考を支援する CAI 教材を使用して学習することが、児童の文章題解決に効果的であるかどうかを明らかにする。

イ 調査の方法

調査対象は、本校小学5年生40名を各20名の任意の2グループに分けた(A・Bグループ)。さらに、各グループに習熟度別学習形態の「じっくりコース」と「ぐんぐんコース」の児童が同じ人数(各10人)になるようにした。その後、以下の日程で調査、実践授業を行った。

2003年 10/16: プレテスト1「小数のかけ算」(A・Bグループ)

11/05: プレテスト2「小数のわり算」(A・Bグループ)

11/12: 実践授業(Aグループ)

11/19: ポストテスト(A・Bグループ)

11/26: 実践授業(Bグループ)

教材を使用したことによる有効性を明らかにするためにAグループのみに実践を行い、クラス全員にポストテストを実施し、結果の差を検証した。その後、クラス全員に同じ実践ができるように、Bグループに対しても同じ実践を行った。また、プレテストとポストテストは同じ問題を使用し、出題の順序を変えて出題した。プレテストを2回に分けた理由は単元の評価テストを兼ねて実施したためである。なお、プレ・ポストテストで出題した問題は以下のとおりである(図12)。問題は10問であるが、立式と解答を個別に採点し20問として検証した。

- ① 1mのねだんが70円のリボンを、2.9m買いました。代金は何円ですか。
- ② 1mの重さが4.6kgの材木があります。この材木0.8mの重さは何kgですか。
- ③ たてが3.5m、横が6.4mの長方形をした花だんの面積は何㎡ですか。
- ④ 下の図1のような形をした花だんの面積は何㎡ですか。
- ⑤ 1mのねだんが270円の赤いリボンと230円の青いリボンがあります。赤も青も1.6mずつ買って1000円出しました。おつりはいくらですか。
- ⑥ 3.8mの重さが36.1gのはり金があります。このはり金1mの重さは何gですか。
- ⑦ 2.9ℓのお茶を0.6ℓずつ水とうに入れると、0.6ℓ入りの水とうは何こできて、何ℓあまりますか。
- ⑧ 下の図2で、学校から図書館までの道のりは、学校から公園までの道のりの何倍にあたりますか。
- ⑨ ある数を4.5倍するところを、まちがえて4.5でわったので、答えが2.8になりました。正しい答えはいくつですか。
- ⑩ 絵筆と絵の具を1つずつ買ったら、あわせて910円でした。絵の具のねだんは、絵筆の5.5倍だそうです。絵の具のねだんは何円ですか。

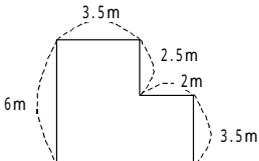


図1

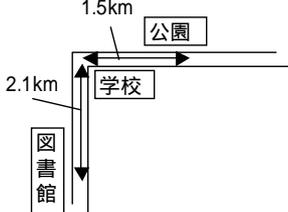


図2

図12 プレ・ポストテスト問題

ウ 実践授業

パソコン室で、任意に分けた20名(Aグループ)に対して、コンピュータを使って画像や図、数直線などによって児童の思考を支援するCAI教材を使用した実践授業を行った。ノートに解答すること、コースの選び方、ヒントの出し方、答え合わせの仕方、フィードバックやリンクの使い方など教材の使い方について説明した後、個々にコースを選択させて取り組ませた。その間、机間指導をしながら、つまづいている児童やコンピュータ操作に迷っている児童に対して支援を行った。ほとんどの児童がスムーズに問題を解決し、全員が1つのコースは最後まで解答することができた。

エ ポストテスト

表1に示すのがプレテスト・ポストテスト正誤の推移の結果である。表中の「

じっくり」はプレテストで正解し、ポストテストでも正解した問題の数を、「×」はプレテストで誤答し、ポストテストで正解した問題の数をあらわしている。

表2のプレテスト・ポストテストの正答者ではA・Bグループ別、ぐんぐん・じっくりコース別に各問題の式・答えの正答者数をプレテストとポストテストの結果から比較したものである。「Aプレ」はAグループのプレテストの結果、「Aポスト」はAグループのポストテストの結果を表している。

表1 プレテスト・ポストテスト正誤の推移 (問)

正誤の推移			×	×	×	×
じっくり	A	59	55	13	73	
	B	67	15	37	81	
ぐんぐん	A	133	33	7	25	
	B	135	14	36	15	

表2 プレテスト・ポストテスト正答者(人)

正答者(人)		じっくりコース				ぐんぐんコース			
A・B共に10人中		Aプレ	Aポスト	Bプレ	Bポスト	Aプレ	Aポスト	Bプレ	Bポスト
問題1	式	8	10	9	8	10	10	10	10
	答え	5	10	8	8	10	9	9	8
問題2	式	6	6	10	5	10	7	10	3
	答え	4	5	10	2	9	8	9	3
問題3	式	10	9	10	6	10	10	10	10
	答え	6	7	9	0	10	10	8	9
問題4	式	0	4	3	4	5	8	8	6
	答え	0	2	2	0	3	8	7	3
問題5	式	1	5	1	3	7	10	7	8
	答え	1	6	1	3	7	10	7	8
問題6	式	5	7	8	5	9	8	10	10
	答え	5	8	6	3	9	8	9	9
問題7	式	7	10	8	9	10	10	10	10
	答え	2	4	3	5	7	8	9	10
問題8	式	6	9	8	7	10	10	10	10
	答え	5	9	8	5	10	10	10	9
問題9	式	0	1	0	1	2	5	7	6
	答え	0	0	0	0	2	5	7	7
問題10	式	1	1	0	0	1	6	4	5
	答え	0	1	0	0	1	6	4	5

表3のプレ・ポストテストの有効度指数は、A・Bグループの条件統制が完全でなく、必ずしも等質集団ではないことから、一群法により各設問ごとの有効度指数を求めて比較したものである。有効度指数は実践の効果を数量的に測ることができ、プレ・ポストテストの結果から「のび」の割合を数値で表したものである。

(2) 考察

プレ・ポストテストの結果から、コンピュータを使って画像や図、数直線などにより児童の思考を支援するCAI教材を使用して学習した結果、各問題に対してプレテストでは誤答であったがポストテストでは正答することができた問題(表1の「×」)が、じっくりコースではAグループが55ポイント、Bグループが15ポイント、ぐんぐんコースではAグループが33ポイント、Bグループが14ポイントと、本教材を使用して授業を行ったAグループの方がポイントが高かった。また、じっくりコースでは特に問題4・問題5に関して「×」が多かったことからかけ算の適用問題に有効であったことがいえる。ぐんぐんコースでは特に問題9・10に関して「×」が多かったことからわり算の適用問題に有効であったことがいえる。また、プレ・ポストテストの各問題における有効度指数も、BグループよりAグループの方が「のび」の割合が高い数値が多く、立式・解答を別に考えると17箇所(表3ゴシック体)も上回っており、指数75以上が5箇所(表3太字斜体)あることから実践の効果があったと判定することができる。さらに、Bグループの結果から、-の数値が出てしまったことについては、単元終了直後に行ったプレテストに対して、ポストテストは時間的に日数が経ってしまったことと、問題の順序を変えて出題したために演算決定が困難になってしまったことが考えられる。

以上の結果がすべて本教材によるものであるとはいえないが、少なくとも実践授業後は、Aグループの児童には文章題に対しての苦手意識が薄れ、友達どうして問題を出し合ったり、家庭学習でも文章題を作って解いたりなど、意欲的な面もみられるようになったことは事実である。なお、調査結果のデータの信頼性を期すためにポストテストが終了するまで、プレテストは児童に返却せずに保管しておいた。

これらのことからコンピュータを使って問題文の情報部分と問題部分を提示すること、画像や図、数直線などにより児童の思考を支援するCAI教材を使用して学習することが、文章題解決に効果的であったものとして評価することができると思う。

研究のまとめと今後の課題

本研究では、小学校第5学年算数科「小数のかけ算とわり算」の文章題の習熟をする段階に

表3 プレ・ポストテストの有効度指数

		A	B			A	B
問題1	式	100	-100	問題6	式	17	-150
	答え	80	-33		答え	33	-60
問題2	式	-75		問題7	式	100	50
	答え	0	-1400		答え	27	38
問題3	式			問題8	式	75	-50
	答え	25	-267		答え	80	-200
問題4	式	47	-11	問題9	式	22	0
	答え	41	-55		答え	17	0
問題5	式	58	25	問題10	式	28	6
	答え	67	25		答え	32	6

注：表中の有効度指数の算出に用いた式は以下のとおりである。

$$\text{有効度指数} = \frac{(\text{ポストテストの正答者数}) - (\text{プレテストの正答者数})}{(\text{両テストともに受験した人数}) - (\text{プレテストの正答者数})} \times 100$$

において、個人の習熟度に応じた導入問題や適用問題に対して、自力解決を支援する CAI 教材を作成し、その有効性を明らかにする実践を行った。教材に関しては、文章題のねらいでもある、題意を的確に読み取り、推理する力や問題解決の方略を身に付けるために、段階的なヒントを作成した。まず、事実を認識するために、わかっていること、たずねていることを明確にする。次に、問題の場面をイメージするために画像などの視覚資料を提示する。最後に、数量関係を確かめるために数直線であらわす。以上 3 段階のヒントを各問題に設定して、解答させるようにした。その結果、実践授業においても問題選択、ヒントの使い方に差ができ、習熟度に応じた支援が可能になった。授業後の調査結果（ポストテストにおける正答者数の増加）からも確かめられた。

算数科における文章題解決において、コンピュータを使用し習熟を図る場面は、他の単元や他の学年でも活用できると考えられるので、問題の精選、段階的ヒントの作成などの研究を行い、本教材に関しても使いやすさを追求し、今後も改良を加えていきたい。

< 参考・引用文献 >

- ・ 小学校学習指導要領解説算数編
- ・ 根本 博 著 『数学的活動と反省的経験』 東洋館出版（1999）
- ・ 中村 亨史 著 『「書く活動」を通して数学的な考え方を育てる算数授業』 東洋館出版（2002）
- ・ 池野 正晴 著 『自ら考えみんなで創り上げる算数学習』 東洋館出版（2000）
- ・ 福島県教育センター 『教師のための統計入門 電卓の使い方から検定まで』 （1980）