

## 算数文章題解法に与える文章表現の影響 I

愛知教育大学 心理学教室 多 鹿 秀 継  
渥美郡赤羽根町立高松小学校 山 本 克 仁

『…………理解しない問題に答えるということとはばからしいことである。自分の望まない目的に対して働くということはつらいことである。そのようなばからしくてつらいことが学校の内外ではよくおこる。しかし教師はそれが教室で起こらないようにつとめなければならない。……………問題はむずかし過ぎもせず、といつてやさしすぎもせず、自然で面白い、時には巧みに表現されていることが望ましい。

まず第1に問題を説明してある言葉が分かり易いものでなければならない。教師はこの点をよく確かめておく必要がある。……………』

(Polya, 1945 ; 柿内訳, 1954)

### 1. 目的

本研究の目的は、子どもの算数文章題の解法過程に与える文章表現の影響を探索的に吟味することである。

子どもの算数文章題の解法に影響を与える要因として、文章題の理解過程に影響する要因と文章題の解法に影響を与える要因とに大別することができるであろう(類似の区分は、Hinsley, Hayes, & Simon, 1977 ; 石田・多鹿, 1988 ; Mayer, 1982 ; Paige & Simon, 1966 ; 多鹿・石田, 1989)。それらの研究から、子どもの算数文章題の解法には様々な要因が複雑に関与していることが明らかにされている。本研究では、算数文章題の理解過程に視点を当て、文章題の理解に影響を与えられる文章題の文章表現による解法への影響を明らかにするものである。

さて、Hudson (1983) は、「鳥が5羽と虫が3匹います。鳥は虫よりも何羽多いですか」の問題を幼稚園児と小学校1年生に与えたところ、幼

園児で17%、1年生で64%の正解率であった。ところが、上記の問題の質問部分を「虫の捕まえない鳥は何羽いますか」という表現に変えたところ、幼稚園児で83%、1年生で100%が正解したのであった。同様に、文章題の問題構造の違いに従って文章題の難易を操作し、文章題の記憶と解法から文章理解における文章表現の影響を見た Cummins, Kintsch, Reusser, & Weimer (1988) も、抽象的で曖昧な表現で構成される文章題の解法が難解であることを明らかにした。これらの研究結果は、文章表現が文章題の理解や解法に重要な影響を与えていることを示唆するものである。

本研究では、研究に使用する文章題の構造、文章題の問題タイプ、被験児の知識水準、等を考慮せずに、与えられた文章題(教科書問題と呼ぶ)を子どもの日常経験に合致する問題表現に修正し(自作問題と呼ぶ)、教科書問題と自作問題の解答を比較した。自作問題の作成基準は、①教科書の文章題と同一の問題構造を有すること、②子どもの日常生活に結びついた内容を含むこと、および③子どもの日常から容易に類推できること、の3点であった。これらの点に留意しながら、自作問題を作成し、教科書問題と自作問題の正解の程度を探索的に求めた。

上記のように構成された各文章題を子どもに与えたとき、算数文章題の自作問題の方が教科書問題よりも高い正解率を示すことが予想される。

### 2. 方法

(1) 被験児 : 調査に参加した被験児は、渥美郡内のT小学校の1年生から6年生の児童144名であった。各学年の内訳は、1年生が24名、2年生が27名、3年生が20名、4年生が20名、5年生が30名、および6年生が23名であった。

(2) 文章材料 : 調査に使用した文章題は2つのタイプで構成された。1つは各学年の算数の教

科書に掲載されている文章題からなるものであった。それらの問題は児童にとって未習の問題であったが、まもなく学習予定の問題であった。

他は、共同研究者の一人が教科書問題と同じ問題構造を有する問題を作成した。これを自作問題と呼ぶ。自作問題の作成基準は、教科書問題と同じ問題構造を有すること、児童の日常生活に結びついた内容を含むこと、および児童の日常から容易に類推できること、であった。作成した自作問題がこれらの基準を満たしているか否かは、数人の教師と著者でチェックした。表 1-1 から表 1-6 に各学年の教科書問題を、表 2-1 から表 2-6 にそれらの問題を参考にして作成した自作問題を、1年生から6年生の順に各々示す。

各学年共に問題数は5問であり、教科書問題と自作問題は同一の問題番号に対応している。教科書問題あるいは自作問題の5つの問題はB4判の用紙に印刷された。

表 1-1 1年生の教科書問題

問題番号	問題文
1	こどもが3人います。みかんをひとりに2こずつあげます。みんなでなんこいるでしょう。
2	1ねんせいのおんなのこは、40人です。おとこのこはおんなのこより3人おおくいます。おとこのこはなん人でしょう。
3	みかんは30えんです。りんごはみかんより50えんたかいそうです。りんごはなんえんでしょう。
4	としのかずだけまめをたべます。おとうさんは37こたべます。おかあさんがたべるのは、それより4こすくないそうです。おかあさんはなんこたべるのでしょう。
5	おはじきをしました。よしこさんは19ことりました。かずこさんのとったおはじきは、よしこさんより3こすくなかったそうです。かずこさんはおはじきをな

んことったのでしょう。

表 2-1 1年生の自作問題

問題番号	問題文
1	まきちゃんとかずみちゃんとあゆみちゃんがあります。3人にガムを2まいずつあげようとおもいます。ガムはいくついるでしょう。
2	きゅうしょくをくばっています。ひでかずくんはミートボールを40こもらいました。しょうたくんはひでかずくんより3こおおくもらいました。しょうたくんのミートボールはいくつでしょう。
3	つばさくんはビックリマンチョコを30えんでかいました。かんジュースはビックリマンチョコより50えんたかいそうです。かんジュースはいくらでしょう。
4	たまいれがおわりました。あかぐみは37こはいました。しろぐみは9こすくなかったそうです。しろぐみはいくつはいったでしょう。
5	みどりちゃんは、あさがおのたねが19ことれたそうです。ちかちゃんはみどりちゃんより3こすくなかったそうです。ちかちゃんのあさがおのたねはいくつでしょう。

表 1-2 2年生の教科書問題

問題番号	問題文
1	コスモスの花がきのう14さいていました。けさは26になっています。いくつふえたのでしょう。
2	かんジュースが50本ありました。子どもかいでみんなにくばったら10本のこりました。なん本くばったのでしょう。
3	ボートが27そうつないでありました。

	4 そうかえてきました。9 そうでいきました。つないであるボートのかずはどれだけになったでしょう。
4	いろがみを9まいあげたので、のこりは15まいになりました。はじめはなんまいあったのでしょうか。
5	子どもがあつまっています。あと4人くると、36人になります。いまなん人もいるのでしょうか。

	10まい、きょう16まいつかったので、のこりは4まいになりました。色紙ははじめなんまいあったのでしょうか。
2	重さ150グラムのびんにあぶらをいれてはかたら、530グラムありました。あぶらの重さは何グラムでしょう。
3	重さ100グラムのかごに、800グラムのみかんをいれたときのぜんたいのおもさは何グラムになりますか。
4	病院でかぜぐすりを18つぶもらいました。これは2日分で、1日に3回のむのだそうです。1回に何つぶのめばいいのでしょうか。
5	びわが30こあります。これを何人かで分けたら、1人5こずつになりました。何人で分けたのでしょうか。

表2-2 2年生の自作問題

問題番号	問題文
1	としょかんの本を、2学期がはじまってから9月のおわりまでに14さつ読みました。10月のおわりには26さつになりました。10月はなんさつ読んだことになりますか。
2	くさかきが50本ありました。大そうじで、みんながくさかきをもっていきました。あとには10本のこりしました。くさかきはなん本もっていったでしょう。
3	27人教室にいます。トイレに9人いきました。しばらくして4人もどってきました。教室にはいまなん人いますか。
4	きゅうしょくとうばんが、イチゴをくばっています。9こくばったので、のこりは15こになりました。ボールのなかにイチゴはさいしょいくつはいついていたでしょう。
5	かんじのテストがありました。あと4てんとすると、まんてんの36てんになります。テストはなんてんだったでしょう。

表2-3 3年生の自作問題

問題番号	問題文
1	おやつにポテトチップスをもっていきました。いきに10まい、お屋に16まいたべました。のこりは4まいになりました。ポテトチップスは、さいしょなんまいあったのでしょうか。
2	150グラムのはこにミニトマトをいれて重さをはかるところ、530グラムありました。ミニトマトだけの重さは何グラムでしょう。
3	学校でとれたイモのうちで、一番重いイモは800グラムありました。100グラムのかごにいれると何グラムになりますか。
4	1はん3人のグループが2はんあります。給食当番がポテトフライ18こをふこうへいなく分けようと思います。1人何こずつ分けたらよいでしょう。
5	30人の子どもが社会見学にいきます。5人ずつのはんをつくろうと思います。いくつのはんができるのでしょうか。

表1-3 3年生の教科書問題

問題番号	問題文
1	色紙がなんまいかありました。きのう

表 1-4 4年生の教科書問題

問題番号	問題文
1	ボールを買いにいきました。130円のボールを買って70円残るはずでしたが、べつのボールを買ったので50円しか残りませんでした。何円のボールを買ったのでしょうか。
2	あきら君の家にくりがとどきました。5人で同じ数ずつ分けたのですが、あとでお父さんから6こもらったので、あきらくんは22こになりました。くりははじめ何こあったのでしょうか。
3	子ども会のみんなが、4つのチームにわかれてドッジボールをしました。はじめはどのチームも同じ人数でしたが、あきら君のチームは2人帰ったので9人になりました。子ども会の人数は何人でしょうか。
4	「あ」と「い」のせんから水をいれました。1分間に「あ」のせんからは9リットル、「い」のせんからは6リットルの水がでます。同時にせんを開いて75リットルはいる水そうに水をいれると、何分でいっぱいになるでしょうか。
5	色紙40枚を、兄と弟のふたりでわけます。兄の分を弟の分より12枚多くしたいと思います。どのようにわけたらよいでしょうか。

	おかしを買ったのでしょうか。
2	さつまいもを5人で分けます。同じ数ずつ分けたのですが、あとで先生がとしみつ君に6こあげました。としみつ君のさつまいもは22こになりました。5人のさつまいもをあわせると、さつまいもははじめ何こあったのでしょうか。
3	昼のほうかに、4つのチームに分かれてドッジボールをすることになりました。はじめはどのチームも同じ人数でしたがよしえさんときょう子さんがぶつかってけがをしまいました。この2人がぬけてしまって、みはるさんのチームは9人になってしまいました。はじめにドッジボールをはじめた人数は何人だったのでしょうか。
4	中庭の池の水をぬいてそうじをしました。水をいれるのに2つのホースでいれました。1つはとよがわ用水のじゃぐち、1つは5、6年生のじゃぐちからいれました。とよがわ用水のじゃぐちからは1分間に9リットル、5、6年生のじゃぐちは1分間に6リットルの水がでます。2つのじゃぐちを使って池のなかに75リットルの水をいれるのに、何分かかりますか。
5	40本のパンジーのなえを、メインかだんと学級かだんにうえることになりました。メインかだんの方が、12本多くいるそうです。学級かだんに何本、メインかだんに何本うえたらよいでしょうか。

表 2-4 4年生の自作問題

問題番号	問題文
1	たかあき君は社会見学のおかしを買いに山作にいきました。130円のチョコレートを買って70円残そうと思いましたが、おいしそうなスナックがしがあったのでそれを買いました。そのため、おつりは50円しか残りませんでした。いくら

表 1-5 5年生の教科書問題

問題番号	問題文
1	かず子さんの家から学校までは1200mあります。かず子さんは分速80mで学校から家へ、妹は分速70mで家から学校に向かって同時に出発しました。2人は何分後に出会うでしょうか。

2	たかし君の家から駅の前を歩いて学校までは1.6 kmあります。駅から学校までは家から駅までの道のりは何kmでしょう。	4	いちりん車, それぞれ1台に何㎡の土がつかれるでしょう。
3	ただし君の学校では, 運動場に大型トラック2台と小型トラック5台で27.5㎡の土をいれました。大型トラック1台には小型トラックのちょうど3台分をつんだそうです。大型トラック, 小型トラック, それぞれ1台に, 土を何㎡つんだのでしょうか。	5	おとなのバタゴルフの入場料は子どもの2倍します。お母さんと私であそぶことにしました。入場料は360円でした。入場料はお母さんがいくらで, 私はいくらでしたか。
4	ある駅までのおとなのバス代は子どもの2倍します。おとな1人と子ども1人のきっぷを買うと, 360円でした。バス代はそれぞれ何円でしょう。	5	1ふくろのなかに, さつまいもがいくつかはいついています。みやした君とくにみつ君と山内君とふくい君とこくぼ君がそれを見つけた。この5人が同じ数ずつさつまいもを分けようとしたが, 25個あまりました。そこへ, わたなべ君とこんどう君とおおぼ君がきましたので, 8人で同じ数ずつ分けましたが, 13個残りました。このふくろのなかに, さつまいもがいくつかはいついていたのでしょうか。
5	おかし1ふくろを何人かに同じ数ずつ分けます。5人に分けると25個, 8人に分けると13個残ります。1ふくろには何個のおかしが入っているのでしょうか。		

表2-5 5年生の自作問題

問題番号	問題文
1	ひろき君は部活をやり, いしきの家から学校まで行きました。家から学校までは1200mあります。同じ時間に, 妹のみゆきちゃんが学校から家に向かって帰りました。ひろき君は分速80m, 妹は70mで歩きます。2人は何分後に会おうでしょうか。
2	みえ子さんの家からお寺の前を歩いて学校までは1.6 kmあります。家からお寺までは, お寺から学校までの道のり3倍です。家からお寺までは何kmあるのでしょうか。
3	学校のメインかだんに新しい土を入れることになりました。トラック2台で運んだ後で, いちりん車5台で土を27.5㎡入れました。トラック1台には, いちりん車3台分の土が入るそうです。トラック,

表1-6 6年生の教科書問題

問題番号	問題文
1	白, 青, 赤, 黄の4種類のハンカチがあります。このハンカチのうち, 3種類を組にしてはここにいれます。ハンカチの組合せはいくとおりでしょう。
2	まさ子さんは買物に行って持っていたお金の5/8を使いました。お金は450円残りました。はじめにお金はいくら持っていたのでしょうか。
3	あきら君が家から駅まで行くのに, 歩けば60分, 自転車では15分かかります。あきら君は自転車から家を出て9分間走り, 駅までのとちゅうにあるおぼさんの家に自転車を置き, そこから歩いて駅に行きました。おぼさんの家から駅まで何分かかったでしょう。
4	ひさ子さんの町から月見がおかへ行くには, 全体の3/4は電車に乗り, その残りの2/3はバスに乗り, 後の2kmは歩きま

5	す。月見がおかまでは全体で何kmあるでしょう。
	A, B, C, Dの4人でリレーのチームを作りました。4人の走る順番の決め方は、いくとおりあるでしょう。

表2-6 6年生の自作問題

問題番号	問題文
1	一色, 西脇, 中村, 谷倉の4つの通学団のうち, 3つの通学団を組にしてあきかんひろいを行います。組合せはいくとおりできるでしょう。
2	まさたか君は買物に行って, 持っていたお金の $\frac{5}{8}$ を使い, ミニよんくを買いました。お金は450円残りました。はじめにお金はいくら持っていたのでしょうか。
3	のりあき君が家から中学校まで行くのに歩けば60分, 自転車では15分かかります。のりあき君は自転車で家を出て9分走り, 中学校までのとちゅうにある農協に自転車を置き, それから歩いて中学校に行きました。農協から中学校までは何分かかったのでしょうか。
4	バスケットボールの大会で全体の $\frac{3}{4}$ はてるあき君が得点し, その残りの $\frac{2}{3}$ はやすし君, あとの2点はたかのり君としんじ君が入れました。全部で何点入ったのでしょうか。
5	きみえ, ひさえ, ゆき, はるかのかの4人でリレーのチームを作りました。4人の走る順番の決め方はいくとおりあるでしょう。

(3) 手続 : 調査は授業時間を利用して集団で実施された。問題用紙の配布・解答順序は各学年で代えられた。即ち, 教科書問題を最初に解答した学年は3年生, 4年生, および5年生であった。一方, 自作問題を最初に解答した学年は, 1年生,

2年生, および6年生であった。後で実施する調査問題の方は, 別の授業時間に与えられた。1つの調査時間は30分であった。児童には, しっかりと問題を解くように教示した。

### 3. 結果と考察

調査結果の分析に先立ち, 調査校とは別に実施したT市内の公立小学校の児童の調査結果を分析した。その調査では, 本研究と逆の順序で予備的に10名足らずの児童のデータを収集した。結果は, 教科書問題と自作問題とのテスト順序の違いによる成績の差異は認められなかった。

表3には, 5つの問題毎に問題の解けた各学年の児童の割合(%)と人数が示されている。以下では, 最初に各学年毎に特徴的な結果を分析し, 後に全体の考察をしよう。

#### (1) 1年生の分析

第2問の自作問題において, 教科書問題よりも顕著に優れた成績を示した。この問題では, 教科書の問題が児童の身近な給食問題に変えられることにより, 成績の上昇が認められた。他方, 第1問はどちらの場合も日常において体験する問題である。そのため, 殆どの児童が正解し, 正解の程度に違いはなかったであろう。

#### (2) 2年生の分析

顕著な違いが見られたのは第5問であり, 自作問題の方が圧倒的に高い解答率を示した。この問題では, 教科書問題に正解した人数は僅かに2人であった。他方, 問題構造を変えずに児童の身近な試験問題に教科書問題の表現を変えたとき, 正解率は50%近くに上昇した。教科書問題では, 問題の意味するところのメンタルモデルを形成できなかったことを示唆するように思われる。

#### (3) 3年生の分析

第1問と第5問で, 教科書問題に対する自作問題の優位が認められた。第1問は教科書問題を食べ物の問題に変えただけで正解率の増加が見られた。では, 児童にとって身近と思われる食べ物になれば正解率が上昇するかといえば, 必ずしもそうではない。第5問では, 教科書問題が果物を扱っているにも関わらず, 社会見学を扱った自作問題よりも悪い成績であった。この場合は, 教科書

問題の文章表現が自作問題のそれと比べて明解ではないことを挙げることができる。

#### (4) 4年生の分析

全ての教科書問題と自作問題の成績に差はなかった。この結果は、一つに教科書問題も自作問題も共に児童の過去経験を基礎にした問題（第1問から第3問までの問題）と、児童の日常経験からは遊離した問題（第4問と第5問）で構成されていることによるものと推測できるであろう。

#### (5) 5年生の分析

全ての問題において、自作問題の正解率が教科書問題のそれを上回っていた。特に、第1問では、教科書問題の正解者がいないのに対して、自作問題では7名の正解者が出現した。問題文の構造は両問題で同一である。しかしながら、自作問題では「部活」という日常の場面設定を行うことにより、児童が問題場面の登場人物と同一視したものと捉えることができるであろう。この結果は、解答終了後の内省報告においても首肯されるものである。

#### (6) 6年生の分析

5年生の結果と同様に、殆どの問題において自作問題の正解率が教科書問題のそれを上回っていた（第2問のみ例外）。自作問題は、その全てが日常生活において児童が経験する場面に表現を変更して構成されたものである。第2問の自作問題の成績の悪さは、児童が初めに持っていた金額を計算するよりも、「ミニよんく」の金額を算出しようとして失敗したことによる。

#### (7) 全体の分析

上記のように各学年の解答結果を分析したところ、全体として自作問題の優位が得られたといえる。特に、低学年よりもむしろ高学年の方が自作問題に正解している割合が顕著に多いことが理解できる。5年生と6年生は殆ど全ての問題に対して教科書問題よりも自作問題の優位が示された（6年生の第2問のみが例外）。問題が複雑になれば、子どもの日常経験から類推できる文章表現に翻訳することが、文章題の解法にとって重要となろう。

それでは、教科書に記載されている算数文章題

表3 各学年における正解率と人数

%（括弧内は人数）

学年(人数)	問題タイプ	問題番号					平均
		1	2	3	4	5	
1年生 (24)	教科書問題	92 (22)	46 (11)	42 (10)	46 (11)	75 (18)	60
	自作問題	79 (19)	67 (16)	54 (13)	50 (12)	83 (20)	67
2年生 (27)	教科書問題	74 (20)	74 (20)	85 (23)	56 (15)	7 (2)	59
	自作問題	81 (22)	81 (22)	70 (19)	70 (19)	41 (11)	69
3年生 (20)	教科書問題	35 (7)	90 (18)	70 (14)	90 (18)	50 (10)	67
	自作問題	90 (18)	95 (19)	75 (15)	90 (18)	80 (16)	86
4年生 (20)	教科書問題	60 (12)	70 (14)	85 (17)	65 (13)	20 (4)	60
	自作問題	65 (13)	75 (15)	80 (16)	65 (13)	20 (4)	61
5年生 (30)	教科書問題	0 (0)	33 (10)	50 (15)	3 (1)	13 (4)	20
	自作問題	23 (7)	47 (14)	53 (16)	10 (3)	27 (8)	32
6年生 (23)	教科書問題	17 (4)	87 (20)	35 (8)	17 (4)	35 (8)	38
	自作問題	70 (16)	43 (10)	52 (12)	70 (16)	70 (16)	60

を子どもの日常経験に合致する文章表現に修正したとき、文章題解法の正解率が上昇した理由は何であろう。われわれの調査からは、その理由を必ずしも明確に特定することはできない。しかしながら、これまでの諸研究を参考にすると、正解率の上昇は、子どもが算数文章題を解くときに利用すると考えられるメンタルモデルの構成を容易にしたことによると思われる (Cummins, et al., 1988; Hudson, 1983; Polya, 1945; 多鹿・石田, 1989)。子どもの日常生活において身近な対象が取り扱われたことにより、子どもの既有的知識が活性化され、問題解決に役立つメンタルモデルを作ることが容易であったことである。ここでは詳細な吟味を行っていないが、本研究結果から、算数の成績の中位群の子どもが自作問題で正解率が上昇していることが示されている。この結果なども上記の解釈を支持するものといえるであろう。

しかしながら、今回の報告は探索的なものである。今後は、文章題解法の理論的接近を行いながら、更にきめの細かい分析を行う必要がある。

#### 4. 謝辞

本研究にご協力頂きました渥美郡赤羽根町立高松小学校河辺隆校長先生を始めとする諸先生並びに児童の皆様には厚くお礼申し上げます。

(1989年12月21日受理)

#### 5. 引用文献

- Cummins, D. D., Kintsch, W., Reusser, K., & Weimer, R. 1988 The role of understanding in solving word problems. *Cognitive psychology*, 20, 405 - 438.
- Hinsley, D. A., Hayes, J. R., & Simon, H. A. 1977 From words to equations: Meaning and representation in algebra word problems. In M. A. Just & P. A. Carpenter (Eds.), *Cognitive processes in comprehension*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hudson, T. 1983 Correspondences and numerical differences between disjoint sets. *Child Development*, 54, 84 - 90.

- 石田淳一・多鹿秀継 1988 子どもの算数文章題解法過程の認知論的分析 I 愛知教育大学教科教育センター研究報告, 12, 271 - 282.
- Mayer, R. E. 1982 Memory for algebra story problems. *Journal of Educational Psychology*, 74, 199 - 216.
- Paige, J. M., & Simon, H. A. 1966 Cognitive processes in solving algebra word problem. In B. Kleinmuntz (Ed.), *Problem solving: Research, method, and theory*. New York: John Wiley & Sons.
- Polya, G. 1945 *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press. (柿内賢信訳 1954 いかにして問題を解くか丸善)
- 多鹿秀継・石田淳一 1989 子どもにおける算数文章題の理解・記憶 教育心理学研究, 37, 126 - 134.