

幼稚園児における逆思考の文章題の理解度

On the Understanding of Preschoolers about Word Problems

長谷川 武 博

HASEGAWA Takehiro

Uemura (Uemura) introduced the following two word problems. (1) You have five apples, and you have two more apples than Betty. How many apples does Betty have? (2) Ann has five apples, and she has two more apples than Betty. How many apples does Betty have? He verified that although most preschoolers could solve problem (1), almost none of them could solve problem (2), and he obtained a result that for most preschoolers, problem (1) is much easier to solve than problem (2). In his experiment, as Ann and Betty, he set two persons with whom the preschoolers were not acquainted, respectively. In this paper, however, we obtain a result that if as Ann and Betty, we set their teachers with whom they are acquainted, then the accuracy rates of both problems (1) and (2) are equal.

1. 目的

2011年度よりスタートした新学習指導要領では、前学習指導要領、いわゆるゆとり教育で大幅に削減された内容がいくらか回復した。これからは、決まった時間内により多くの内容を学習させなければならないため、教師による良い指導とともに、良い教材が必要になる。算数・数学教育に関する論文は、指導法などの教師教育を目的としたものと、教科書などの教材開発を目的としたものとの二つに分かれる。この論文は後者にあたる。

(1) 文章題

この節では、文章題の構造および文章題の解決過程を紹介する。また、文章題の解けない子ども、一般に文章題の解けない人は、なぜ文章題が解けないのかを考える。ここで「**文章題**」とは、文章で記述された算数・数学の問題をいう。子どもに文章題を解かせる目的は、筋道を立てて考える能力を育てることにある。文章題の苦手な小学生はおよそ三割もいる(吉田)。文章題という用語は1950年代ごろから使われ始めたようである(銀林)。

小学校低学年の文章題は三つの文、割当文・関係文・質問文から構成される。解法に無関係な文は、子どもを混乱させるので一般には含ませない。ここで「**割当文**」とは、一つの要素に一つの数値をわりあてた文章である。「**関係文**」とは、要素どうしの数値関係を表した文章である。「**質問文**」とは、質問の書かれた文章である。たとえば「1くみは34

人です。1くみは2くみより3人少ないそうです。2くみはなん人ですか？」という文章題では、はじめの文章「1くみは34人です」が割当文にあたる。「1くみは2くみより3人少ないそうです」が関係文で、最後の文章「2くみはなん人ですか」が質問文である。

文章題の構造

用語	定義	例
割当文	一つの要素に一つの数値をわりあてた文章	1くみは34人です
関係文	要素どうしの数値関係を表した文章	1くみは2くみより3人少ないそうです
質問文	質問の書かれた文章	2くみはなん人ですか

文章題の解決過程は二つの過程、文章題を読んで理解する過程（理解過程）と、この理解をもとに立式し、計算する過程（解く過程）からなる。さらに、理解過程の下位には、変換過程と統合過程とよばれる二つの過程がある。前者は、文章を一文毎に読んで内容を理解する過程である。ここでは言語知識が必要とされる。後者は、変換過程において理解した内容をもとに文章題を全体的に把握する過程である。ここでは算数・数学に関する知識が必要とされる。

文章題の解決過程

理解過程	文章題を読んで理解する過程
解く過程	理解過程での理解をもとに立式し、計算する過程

理解過程の下位過程

変換過程	文章を一文毎に読んで内容を理解する過程
統合過程	変換過程において理解した内容をもとに文章題を全体的に把握する過程

文章題が解けない子どもの多くは、理解過程の下位過程の一つ、統合過程においてトラブルを起こす。つまり、文章題の一文毎の内容は理解しているが、それらを全体的に把握することが苦手な場合が多い（多鹿）。また、文章題が解けない子どもの多くは、勝手に理解過程において関係文を割当文に変えてしまったり、関係文を自分にとって都合のよい関係文に変えてしまったりする。すなわち転化エラー・置換エラーとよばれるエラーを起こす（多鹿）。文章題が解けるかどうかは、統合過程においてメンタルモデルが構成できるかどうか依存する。ここで「メンタルモデル」とは、人それぞれが作り出すイメージをいう。メンタルモデルはその人が生きている環境や文化によって異なる。大人であっても学校教育のない国の人々は、ツルとカメの総匹数および足の総本数がわかるのに、それぞれの匹数がわからない状況が理解できないため、ツルカメ算が解けない。さらに、西洋人実験者とクペル人長老との次のようなやり取りも知られている（有元）。

実験者：蜘蛛と黒鹿はいつもいっしょに食事をします。今、蜘蛛が食事をしています。では、黒鹿は食事をしていますか。
 長老：二匹は森にいたのか。
 実験者：そうです。
 長老：二匹はいっしょに食事をしていたのか。

実験者：（質問をくり返す）

長老：しかし、わしはそこにいなかったのだから、そんな問題にどう答えられるというのかね。

実験者：答えられませんか。もし、あなたがそこにいなかったとしても答えられるのではないですか。（質問をくり返す）

長老：ああ、そうじゃ。黒鹿は食事をしておる。

実験者：黒鹿が食事をしているという理由はなんですか。

長老：理由は、黒鹿はいつもそこいらを一日中歩き回っては繁みの葉を食べているからだ。それから黒鹿は少し休んでから、立ち上がりまた食べ始めるのじゃ。

このように大人であっても文章題に慣れていない人は、文章の内容がその文章題においてのみ通用するものとは考えず、日常における出来事の一つとして理解する。よって、文章内容が必ずしもその人にとって必然性のあるものとは限らない。ところが、文章題に慣れていない人でも、日常に近い文章題では高い正解率を示すことが知られている（植村）。

文章題は、文書表現が異なれば正解率も変わる。たとえば「あめ玉が何個かあります。3個もらったので7個になりました。はじめに何個ありましたか」という文章表現よりも「あめ玉が7個あります。3個あげると何個残りますか」という文章表現の方が易しい。小学校一年生では、前半の文章題の正解率は約3割であったのに対し、後半はほぼすべての者が正解した（Riley）。 $a + b = c$ という式に対し a を初期量、 b を変化量、 c を結果量という。結果量 c が未知数の場合は簡単だが、初期量 a が未知数の場合は難しい。前半の文章題は初期量が未知数であるのに対し、後半の文章題は結果量が未知数である。他にも前半の文章題が複雑な理由はある。「何個か」という言い回しは日常では「正確な値を知る必要のない数」として解釈されることが多い。そのため、文章題に慣れていない人、とくに幼稚園児にとっては、文章のはじめにあるこの言い回し「何個か」を軽視するので、文章の最後で「はじめに何個ありましたか」と質問されても、これを文章題としては受け取れない。また、前半の文章題に正解するには、なにが部分で、なにが全体であるかを把握する必要もある。この場合は、もらったあめ3個が部分で、合計のあめ7個が全体である。

$a + b = c$	前半の文章題	後半の文章題
a 初期量	$a = x$	$a = 7$
b 変化量	$b = 3$	$b = -3$
c 結果量	$c = 7$	$c = x$

(2) 先行結果

子どもの学習には、能力よりもすこし高めの経験をさせることが必要である。幼稚園児のためのよい教材を求め、植村憲治（植村）は、小学校二年生以降に学習させる逆思考の文章題を素材に、文章表現をどのように変えれば幼稚園児にも適切な文章題になるかを検討した。ここで「逆思考の文章題」とは、文章表現は減法（または、加法）なのに、計算には加法（または、減法）が用いられる文章題をいう（黒崎）。たとえば「1くみは34人です。1くみは2くみより3人少ないそうです。2くみはなん人ですか？」などがそれに

あたる。この文章題の正解率は、小学校1年生では約1割である (Riley et al., 1988)。この文章題は「少ない」という言葉に引きずられ「ひき算」をしてしまうと正解できない。実際にそのような子どもは多い。逆思考の文章題を解くことによって加減法の理解が深まるので、幼稚園児にも適切な逆思考の文章題の開発はとても意味がある。植村は、就学直前の幼稚園児に「自己」と「他者」が登場する逆思考の文章題と、「他者」のみが登場する逆思考の文章題を出題し、それらの正解率を比較した。植村は「他者」として被験者にとって初対面の大学生をあてた。その結果、「自己」と「他者」との文章題は、「他者」のみの文章題より正解率が高いことを明らかにし、逆思考の文章題は、「自己」を登場させることによって幼稚園児にも適切な文章題になることを報告した。この結果は、幼児の自己中心性に関係していると思われる (内田)。ここで「自己中心性」とは、ものごとの一面だけに注意が集中し、同時に他の面に注意を向けることが困難なことをいう。幼児は、ものごとを自分の視点や経験を中心に捉えるので、他人の視点に立つことが難しい。幼児の自己中心性といえば、一般に、自己の立場や視点にとらわれ、そこを離れてものを考えることができないというネガティブなものごとに対し用いられることが多いが、植村のこの実験では、そのような幼児の特質を逆手にとり、この特質がポジティブに作用している。

(3) 目的

この論文の目的は(2)で紹介した植村の実験を追試すること、つまり、多くの幼稚園児にとってメンタルモデルが構成しやすい算数の文章題を提出することである。先行研究との相違点は、植村の実験ではそれほど気にされなかった「他者」にも焦点を当てたところである。すなわち、文章表現の工夫以外に「他者」としてはどのような人物が適切であるかを同時に検討する。この論文の結果は、幼稚園児の教材は「自己」と適切な「他者」とを登場させることによって、多くの数概念を理解させることができることを示している。また、理解に時間のかかる小学生に対する教材としても有効である。さらに、子どもにとって理解しやすい文章題を理論的に解釈し、それをもとにした系統的な教材開発にもつながることが期待できる。この実験に用いられる文章題はストーリーをもつので、理解過程の下位過程の一つ、統合過程においてトラブルを起こしにくいものである。

2. 方法

(1) 実施場所

実施場所：都留市内の公立保育所

実施日：平成23年2月23日（予備実験）、3月4日（本実験）

被験児：年中年長18名（年中：男4名、女5名／年長：男4名、女5名）

(2) 実験に用いられた主な文章題

実験群と対照群との相違点は「自己」が登場するかである。他の文章表現は同じである。

(実験群) ○○ちゃん(被験児名)もB先生もあめ玉をもっています。○○ちゃんはあめ玉を5コもっています。○○ちゃんはB先生より、あめ玉を2コ多くもっています。B先生はあめ玉を何コもっていますか。

(対照群) A先生もB先生もあめ玉をもっています。A先生はあめ玉を5コもっています。A先生はB先生より、あめ玉を2コ多くもっています。B先生はあめ玉を何コもっていますか。

(3) 2月23日(予備実験)

実験方法: 18名全員に四種類の数唱をさせた。年中組・年長組を一つの大教室に待機させ、それぞれのクラスの担任が園児を一人ずつ実験室に呼んできて数唱させた。実験が終了した園児は、もとの待機室には戻らせずに別室に移動させたので、未被験児との接触は一切ない。長机を一つ用意し、片側に質問者である担任が、その対面に被験児が座った。

質問内容

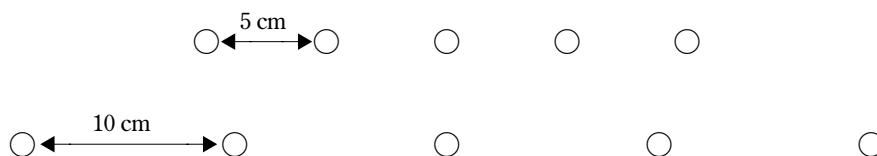
第一問: 1から20まで数えてください

第二問: 4から13まで数えてください

第三問: 20から1まで数えてください

第四問: 17から8まで数えてください

設問の意図: ピアジェは、保存の概念を中心に幼児の数概念を研究した。ここで「保存の概念」とは、見かけが変化しても本質は変わらないという概念をいう。たとえば、10個のおはじきを5個ずつ、一方は2cm間隔に、他方は1cm間隔に並べる。どちらの列のおはじきも同数であるが、保存の概念を獲得していない幼児にとっては、2cm間隔の列のおはじきの方が多く感じるようである。つまり、幼児はおはじきの多少を密度によって判断する。



ピアジェは、幼児は保存の概念をもたないので、数の理解は不可能であると考えたが、現在では保存の概念をもたなくても数概念をもつと考えられている。ピアジェは、幼児の数唱は機械的なもので、それ自体に意味はないと考えていた。そのため、数えることを教える教育、いわゆる数え主義教育は批判されてきた。ところが、現在では数唱には子どもの数についてのさまざまな知識が反映すると考えられている。数唱の発達には五つの段階がある。第一段階は、数詞を機械的に記憶しているだけの段階で、第二段階は、1からある数までの上昇数唱が可能になる段階である。第三段階は、下降数唱が可能になり、ある数aからある数bまでの上昇部分数唱および下降部分数唱も可能になる段階である。ここでは第四、五段階は紹介しない。一般に、3歳ごろには1から20ぐらいまでの上昇数唱が

可能になる。数唱の発達は加減法の基礎になっている。とくに、第三段階のある数 a からある数 b までの上昇部分数唱は、たし算の基礎になり、ある数 a からある数 b までの下降部分数唱は、ひき算の基礎になる（吉田）（栗山）。この論文では、数唱に関する予備実験の結果と、数概念に関する本実験の結果とを比較し、ピアジェの数概念の研究と、最近の数概念の研究とを比較する。また、予備実験の結果は本実験のグループ分けに用いた。

数唱の発達段階

第一段階	数詞を機械的に記憶しているだけの段階
第二段階	1 からある数までの上昇数唱が可能になる段階
第三段階	下降数唱が可能になり、ある数 a からある数 b までの上昇部分数唱および下降部分数唱も可能になる段階

第一問：この設問は 1 から 20 までの上昇数唱である。これは数唱の発達の第二段階をクリアしているかどうかを調べるためのものである。一般に、1 から 20 までの上昇数唱は 3 歳ごろまでには可能になるので、この設問は実際には緊張を和らげるためのものである。

第二、三、四問：第二問は 4 から 13 までの上昇部分数唱で、第三問は 20 から 1 までの下降数唱で、第四問は 17 から 8 までの下降部分数唱である。これらはいずれも数唱の発達の第三段階で獲得される能力である。第二、四問は、始数と終数が指定されているので、園児は数えながら同時に終える数を頭の中に記憶しておかなければならないので、二次元的思考が必要とされる。ここで「始数」とは数唱の始めの数、「終数」とは終わりの数をいう。

(4) 3月4日（本実験）

実験方法：予備実験の結果を考慮しクラスの担任と相談して、園児の能力が均等になるように、実験群 9 名と対照群 9 名の二グループに分け、四つの設問を出した。はじめの二題はどちらのグループにも共通で、残りの二題はグループ毎に異なる。年中組・年長組を一つの大教室に待機させ、それぞれのクラスの担任が園児を一人ずつ実験室に呼んできて設問に答えさせた。A 先生には幼児のよく知っている先生を、B 先生には質問者である担任本人をあてた。実験が終了した園児は、もとの待機室には戻らず別室に移動させたので、未被験児との接触は一切ない。長机を一つ用意し、片側に質問者である B 先生が、その対面には被験児と A 先生が座った。なお、実験群にも A 先生は同席するが、その役割はない。

質問内容

第一問（両群共通） あめ玉が 6 コあります。何コかあげたので、2 コのこりました。何コあげたでしょう。

第二問（両群共通） あめ玉が 3 コあります。ガムもあります。あわせて 5 コあります。ガムは何コあるでしょう。

第三問

（実験群） ○○ちゃん（被験児）も B 先生もあめ玉をもっています。○○ちゃんはあめ玉を 5 コもっています。○○ちゃんは B 先生よりあめ玉を 2 コ多くもっています。B 先生はあめ玉を何コもっているでしょう。

(対照群) A先生もB先生もあめ玉をもっています。A先生はあめ玉を5コもっています。A先生はB先生よりあめ玉を2コ多くもっています。B先生はあめ玉を何コもっているでしょう。

第四問

(実験群) ○○ちゃん(被験児)もB先生もあめ玉をもっています。○○ちゃんはあめ玉を4コもっています。○○ちゃんはB先生よりあめ玉を1コ多くもっています。B先生はあめ玉を何コもっているでしょう。

(対照群) A先生もB先生もあめ玉をもっています。A先生はあめ玉を4コもっています。A先生はB先生よりあめ玉を1コ多くもっています。B先生はあめ玉を何コもっているでしょう。

設問の意図：解決するのにたし算、またはひき算を一回だけ用いる文章題の難易度は、二つの要因、未知数の位置と文章のタイプによって決まる。未知数の位置は三つに分類される。 $a + b = c$ という式に対し、一般に未知数の位置がc、b、aの順に難しくなる。文章のタイプも三つに分類される(Riley et al., 1983)。一つめは、数の増減を表し「変化」とよばれ、二つめは、二つの数の関係を表し「合併」とよばれる。最後は、二つの数の多少を表し「比較」とよばれる。一般に「変化」「合併」よりも「比較」がもっとも難しいとされる。その理由は「比較」の文章題は、部分と全体との関係を把握しただけでは解けない上に、子どもにとっては「比較」の文章表現そのものが難しいようである(Cummins, 1991)。

解決するのにたし算、またはひき算を一回用いる文章題の分類 (Riley et al., 1983)

変化	
1	りんごが6こあります。2こもらいました。りんごはいま何こあるでしょう。
2	りんごが6こあります。2こあげました。りんごはいま何こあるでしょう。
3	りんごが6こあります。何かもらったので、いま8こあるそうです。何かもらったでしょう。
4	りんごが6こあります。何かあげたので、いま2こあるそうです。何かあげたでしょう。
5	りんごが何こあります。2こもらったので、いま8こあるそうです。はじめに何こあったでしょう。
6	りんごが何こあります。2こあげたので、いま6こあるそうです。はじめに何こあったでしょう。

合併	
1	りんごが6こあります。みかんは2こあります。あわせて何こあるでしょう。
2	りんごが6こあります。みかんもあります。あわせて8こあります。みかんは何こあるでしょう。

比較	
1	りんごが6こあります。みかんは2こあります。りんごのほうがみかんより何こ多いでしょう。

2	りんごが6こあります。みかんが2こあります。みかんのほうがりんごより何こ少ないでしょう。
3	りんごが6こあります。みかんもあります。みかんはりんごより2こ多くあるそうです。みかんは何こあるでしょう。
4	りんごが6こあります。みかんもあります。みかんはりんごより2こ少ないそうです。みかんは何こあるでしょう。
5	りんごが6こあります。みかんもあります。りんごはみかんより2こ多くあるそうです。みかんは何こあるでしょう。
6	りんごが6こあります。みかんもあります。りんごはみかんより2こ少ないそうです。みかんは何こあるでしょう。

Riley と Greeno (1988) は、情報処理心理学にもとづいて幼児の発達段階を三つに分けた。ここで「情報処理心理学」とは、人間を情報処理システムとみなし、人間の心を解釈しようとする立場をいう。Riley と Greeno は、第一段階では、上に紹介した分類の「変化1、2」「合併1」「比較1、2」が解決できるとし、第二段階では「変化3、4」「合併2」「比較3、4」が解決できるとした。最後の段階では「変化5、6」「比較5、6」が解決できるとした。この結果を受けて岡本ゆかりは、情報処理心理学にさらに認知発達心理学をくわえ、幼児の発達段階を三つに分けた。ここで「認知発達心理学」とは、認知心理学と発達心理学をあわせた心理学をいう。岡本氏は、第一段階では「変化1、2」「合併1」が解決できるとした。第二段階では「変化3、4、5、6」「合併2」「比較1、2、3、4」が解決できるとし、最後の段階では「比較5、6」が解決できるとした。Riley と Greeno と、岡本氏との相違点は、Riley と Greeno は、第一段階においてすでに「比較」が解決できるとしているのに対し、岡本氏は、第一段階では「比較」は解決できないとしているところである。類似点は、第一段階においては、結果量 c が未知数の場合だけ解決できるとし、第二、三段階では、初期量 a または変化量 b が未知数の場合でも解決できるとしているところである。この二つの結果の各段階において共通している文章のタイプは、第一段階では「変化1、2」「合併1」、第二段階では「変化3、4」「合併2」「比較3、4」、最後の段階では「比較5、6」である。この論文では、この共通部分にある文章題をもとに被験児の発達段階を決定する。したがって、どちらの研究結果からも脱線はしていない。

幼児の発達段階

	Riley, Greeno	岡本	共通
第一段階	変化1、2 合併1 比較1、2	変化1、2 合併1	変化1、2 合併1
第二段階	変化3、4 合併2 比較3、4	変化3、4、5、6 合併2 比較1、2、3、4	変化3、4 合併2 比較3、4
第三段階	変化5、6 比較5、6	比較5、6	比較5、6

第一、二問：第一問の文章のタイプは「変化4」で、未知数は変化量である。第二問は「合併2」で、未知数は変化量である。したがって、これらの設問に正解した園児の発達段階

は、第二段階以上となる。第一問の構造は次の通りである。「あめ玉が3コあります」が割当文、「何コかあげたので2コのこりました」が関係文、「何コあげましたか」が質問文となる。第二問の構造は次の通りである。「あめ玉6コあります」が割当文、「あめ玉とガムあわせて5コあります」が関係文、「ガムは何コありますか」が質問文となる。よって、どちらも典型的な小学校低学年の文章題である。ところが、これらの文章題には、どちらも主語にあたるものがしっかりと明記されていないので、後半の第三、四問に比べ、状況がイメージしにくい。つまり、メンタルモデルが構成しにくいように作られている。

第三、四問：この設問の文章のタイプは「比較5」で、未知数は結果量である。したがって、この設問に正解した園児の発達段階は、第三段階以上である。この設問の構造は以下の通りである。「〇〇ちゃんはあめ玉を5コもっています」が割当文、「〇〇ちゃんはB先生より、あめ玉を2コ多くもっています」が関係文、「B先生はあめ玉を何コもっていますか」が質問文である。ただし「〇〇ちゃんもB先生もあめ玉もっています」は解法には無関係であるが、はじめにこのように表現されることで、状況がイメージしやすい。また、この文章題はメンタルモデルが構成しやすいように、主語が明確にされている。第三問に正解した園児は第四問に進ませ、不正解した園児には、実物のあめ玉5個を、実験群では園児の前に、対照群ではA先生の前に並べ、第三問を再質問した。その解答を考慮し、第四問に正解する見込みの低い園児はその場で終了させた。第四問も同じ手順で進めた。

文章のタイプと未知数の位置

	文章のタイプ	未知数の位置	発達段階
第一問	変化4	変化量 b	二以上
第二問	合併2	変化量 b	二以上
第三、四問	比較5	結果量 c	三以上

3. 結果

(予備実験結果)

実験群	第一問	第二問	第三問	第四問	発達段階
年中男1	○	△	○	△	三
年中男2	○	×	×	×	二
年中女1	○	△	○	△	三
年中女2	○	○	○	○	三以上
年中女3	○	×	△	△	二
年長男1	○	○	○	○	三以上
年長男2	○	○	○	○	三以上
年長女1	○	○	△	△	三
年長女2	○	○	○	○	三以上
対照群	第一問	第二問	第三問	第四問	発達段階
年中男3	○	○	○	○	三以上

年中男4	○	×	×	△	二
年中女4	○	○	×	△	三
年中女5	○	△	○	△	三
年長男3	○	○	○	○	三以上
年長男4	△	△	△	×	一
年長女3	○	○	○	○	三以上
年長女4	○	○	○	○	三以上
年長女5	○	△	×	×	二

記号の意味：○は正しく数唱できた。第一、三問の△は、ほぼ数唱できた。第二、四問の△は、始数または終数のどちらか一方だけは指示通りの数唱ができた。×はぜんぜん数唱できなかった。

(本実験結果)

実験群	第一問	第二問	第三問		第四問	
年中男1	×3	×3	×5	○	×5	○
年中男2	×2	×5	×2	×2	強制終了	
年中女1	×1	×8	×1	×2	強制終了	
年中女2	○	×5	○		○	
年中女3	×5	○	×2	○	○	
年長男1	○	○	×2	×2	×4	×1
年長男2	○	○	無言	○	○	
年長女1	×5	×3	×2	×1	○	
年長女2	○	○	○		○	

対照群	第一問	第二問	第三問		第四問	
年中男3	×1	×4	○		×4	○
年中男4	×3	×4	×1	×2	強制終了	
年中女4	○	○	×5	○	○	
年中女5	×5	×6	○		○	
年長男3	○	○	×5	○	×4	○
年長男4	×5	○	×2	無言	×6	強制終了
年長女3	×3	×5	○		○	
年長女4	○	×3	○		○	
年長女5	○	○	○		無言	×5

記号の意味：○は正解。×は不正解、その右側にある数字はそのときの解答。「無言」は沈黙などによるタイムオーバー。「強制終了」は実施しなかった。

三種類のうちでもっとも困難とされる「比較」の文章題、すなわち第三、四問には正解したが、それよりも簡単とされる「変化」「合併」の文章題、すなわち第一、二問には正解しなかった園児がいくらかいる。その理由として考えられるのは、第三、四問の文章表現の明確さである。つまり、第一、二問の文章よりも第三、四問の文章はストーリー性が高いので、子どもにとってはメンタルモデルが構成しやすい。文章題に慣れていない子ども、とくに園児は、文章表現があいまいな文章題には自分の知識が上手に適應できない。

たとえば、Hudson (1983) の実験によれば「とりが8羽います。むしが5匹います。とりはむしよりもなん羽多いですか」という文章題には三割弱の子どもしか正解しなかったが、「とりが8羽います。むしが5匹います。とりがむしを1匹ずつ食べるとしたら、なん羽のとりがむしをつかまえることができますか」という文章題には、ほぼ全員が正解したという。この例も、前半の文章題よりも後半の文章題の方が、その文章表現は非常に明確である。

植村と比べ、今回は、両群の正解率にそれほどはっきりとした差がみられない。その理由として考えられるのは、植村はA B先生として園児がその日はじめて出会った大学生をあてたが、今回はA B先生として園児に以前から馴染みのある幼稚園の先生をあてたことである。植村のようにA B先生が見ず知らずの他人だと、思考中にA先生がどの人でB先生がどの人であるかを確認する作業が何回も必要になるので、園児の集中力が落ちるのかもしれない。ところが、自己そのものでなくても、A B先生が自分のよく知っている人、たとえば家族などであれば、その作業回数が減るので、集中力が持続できるのかもしれない。

園児の数唱の発達、すなわち数唱能力を調べた予備実験と、数概念を調べた本実験にはそれほどはっきりとした関係はみられなかったが、予備実験の結果がよい園児、つまり数唱の発達が第三段階以上の園児の多くは、本実験の第三、四問の正解率もよい。逆に、予備実験の結果のよくない園児、つまり数唱の発達が第二段階以下の園児の多くは、本実験の第三問の結果を考慮し、第四問には進ませず強制終了せざるを得ない場合が多かった。

今回の実験は、文字を読む能力が未熟な幼稚園児を対象としたため、文章を聞かせる方法をとった。また、メンタルモデルを構成しやすいように、実際にA B先生を同席させた。これらの事実が文章題を解かせる通常の実験よりも正解率を高めているかもしれない。

4. 結論

逆思考の文章題の導入は教科書によって異なる。低学年の子どもにとっては、ひき算よりもたし算の方がなじみがあるという理由で「少ない」という文章表現から始まる教科書があるが、子どもは「少ない」という文章表現よりも「多い」という文章表現を好むようである。したがって、計算は減法になるが「多い」という文章表現から始めるのがよいと思われる。さらに、植村の実験では「自己」と「他者」を登場させる文章題は「他者」のみを登場させるものよりも正解率が良いので「自己」と「他者」を登場させる文章題から始めるのがよいと思われる。しかしこれだけではいつも同じような文章題になってしまう恐れがある。今回の本実験の第三、四問では、実験群と対照群との正解率にはそれほど差がない。これは、植村のように「自己」そのものでなくても「自己」の代わりに、子どもがイメージしやすい、たとえば、家族や友達などを登場させても正解率がかわらないことを示している。文章題に慣れていない子どもに適切な文章題とは、子どもがメンタルモデルを構成しやすい上に、統合過程に困難がないものであるが、それは子どもにとって身近な人を登場させることによって実現することができ、それなりに問題数も確保できる。

参考文献

- 有元典文「状況的認知における授業構成」『認知心理学からみた数の理解』（吉田甫・多鹿秀継（編）），北大路書房，1995，181-199.
- 銀林浩「文章題・応用問題は何をねらうか」『力をつける文章題の指導（小学5年）』（岡田進・野沢茂（編）），明治図書，1982，9-19.
- 栗山和広「数概念」『認知心理学からみた数の理解』（吉田甫・多鹿秀継（編）），北大路書房，1995，11-32.
- 黒崎東洋郎「数と計算の指導」『小学校算数教科の指導』（志水廣（編）），建帛社，2009，49-104.
- 岡本ゆかり「低学年の文章題」『認知心理学からみた数の理解』（吉田甫・多鹿秀継（編）），北大路書房，1995，83-101.
- 多鹿秀継「高学年の文章題」『認知心理学からみた数の理解』（吉田甫・多鹿秀継（編）），北大路書房，1995，103-119.
- 内田伸子「認知発達の過程」『教室でどう教えるかどう学ぶか』（吉田甫・栗山和広（編）），北大路書房，1992，2-26.
- 植村憲治「年長園児における加法逆減法問題の理解度：自己を含む場合と他者のみの場合の比較」『日本数学教育学会誌』92(8)，2010，13-18.
- 吉田甫『子どもは数をどのように理解しているのか』，新曜社，1991.
- D. D. Cummins 「Children's interpretations of arithmetic word problems」『Cognition and Instruction』8, 1991, 261-289.
- T. Hudson 「Correspondences and numerical differences between disjoint sets」『Child Development』54, 1983, 84-90.
- M. S. Riley, J. G. Greeno and J. I. Heller 「Development of children's problem-solving ability in arithmetic」『The development of mathematical thinking』，New York: Academic Press, 1983, 153-196.
- M. S. Riley and J. G. Greeno 「Developmental analysis of understanding language about quantities and of solving problems」『Cognition and Instruction』5, 1988, 49-101.