

# 児童の問題解決過程における図の役割に関する研究

## - 小学校3年生に対する授業分析を通して -

松田 由香里

指導教官：溝口達也，矢部敏昭

### 1. 研究の目的と方法

問題解決活動において，図をかくことが有用であることはPolya(1957)をはじめとする多くの研究者によりいわれてきた。そして，図をかくという活動は，効果的な問題解決戦略として教授において取り入れられてきた。

しかし，実際に児童はこの図をかくという活動を有用であると感じているのだろうか，児童は図に対してどのような役割を見い出しているのだろうか，という疑問が生じた。

また，先行研究においては，児童によってかかれた図から何がいえるのか(布川,1993)，児童がかいた図の変化から何がいえるのか(花形,1990；廣井,2001)，児童に図をかかせることによって問題解決がどうなったのか(Moses,1982；Lepoz-Real & Veloo,1993)といったように児童が何らかの図がかけるといことが暗黙の前提とされているのである。

しかしながら，実際の状況において，すべての児童が問題解決の過程において図をかくことができるのだろうか。また，ある問題に対しては図をかくことができたとしても，直面する全ての問題において，いつでも図をかくことができるのだろうか。決してそうではないだろう。我々が目を向けなければならないのは，図を全くかくことができない，そして，それによって問題解決が進まない児童なのではないだろうか。

このような児童に焦点を当て，その児童に対しての指導の手立てを考えることにより，問題解決過程において問題を解決することができない児童を解決へと導くことができるのではないだろうか。しかし，図がかけない児童に焦点を当てた研究は少ないようである。

本研究では，児童は実際に問題解決の過程において，どのような図の役割を見い出しているのかを特定するとともに，図がかけない児童には，どのような特徴が見られるかを明らかにし，

これをもとに望ましい指導の手立てを開発することを目的とする。これらの目的を解決していくために，次のような研究課題が設定される。

まず研究を進めるにあたって，そもそも図にはどのような有用性や役割があるのかを先行研究をもとに明らかにする必要がある。このことから，

研究課題1：図の有用性と役割とは何かが設定される。

次に，図をかくことは効果的な戦略として教師によって教授に取り入れられているが，実際に児童が図の有用性及び役割を見い出しているのかという疑問点を明らかにするため，児童の実態を観察することによって，そこからどのような図の役割を見い出しているのかを特定する必要がある。よって，

研究課題2：児童の問題解決過程においてどのような図の役割が見い出されるのかが設定される。

そして，我々が目を向けるべき，問題に手が付かない，図がかけない児童に対して，その原因を探り，指導の手立てを開発するために，

研究課題3：図がかけない児童について，なぜ図がかけないのか，その原因は何か

研究課題4：図がかけない児童には，どのような指導の手立てが考えられるかが設定される。

これらの研究課題を解決することによって，算数教育における問題解決学習に有効な示唆を得ることが考えられ，ここに本研究の意義があるといえる。

そして，設定された研究課題を解決するために次のような方法で研究を進めていくことにする。

まず，研究課題1において，図の有用性と役割とは何かについて先行研究の議論を整理する。またここで，本研究で特に焦点をあてるべき図がかけない児童とはどのような児童なのかとい

うことについても詳しく述べる。次に、児童の問題解決過程でどのような図の役割が見い出されるのかを解決するため、実際に小学校第3学年の1学級にて長期にわたる参与観察を行い、質的に分析する。そのために、本研究で採る質的研究法とはどのような研究法であるのかを明らかにした上で、データの性格と収集法について詳しく述べる。

そして、実際の参与観察から得られたデータをもとに、児童が見出した図の役割を具体的な事例をもとに考察していく。さらに、研究課題3, 4を解決するために、図をかかなければ問題解決が困難な場面を授業場面で設定する。そこにおいて、図がかけない児童の問題解決過程を詳しく分析し考察していくことで、図がかけない原因は何か、どのような指導の手立てが考えられるかを明らかにしていく。

## 論文の構成

1. 研究の目的と方法
  - 1.1. 研究の動機
  - 1.2. 研究の目的
  - 1.3. 研究の方法
2. 問題解決における図の役割と児童の実態
  - 2.1. 図の有用性と役割
  - 2.2. 図がかけない児童
  - 2.3. 本章のまとめ
3. 質的研究法
  - 3.1. 質的研究法とは
  - 3.2. データの性格と収集の方法
    - 3.2.1. データの性格
    - 3.2.2. データの収集の手続き
    - 3.2.3. データ化の方法
  - 3.3. 本章のまとめ
4. 児童が見い出しうる図の役割
  - 4.1. 「問題把握の役割」
    - 4.1.1. 事例1 問題把握図1
    - 4.1.2. 事例2 問題把握図2, 3, 4
  - 4.2. 「説明の役割」
    - 4.2.1. 事例1 説明図1
    - 4.2.2. 事例2 説明図2, 3, 4
    - 4.2.3. 事例3 説明図5
  - 4.3. 「確かめの役割」
    - 4.3.1. 事例1 確かめ図1
    - 4.3.2. 事例2 確かめ図2
  - 4.4. 「立式の役割」
    - 4.4.1. 事例1 立式図1, 2
    - 4.4.2. 事例2 立式図3, 4, 5
  - 4.5. 「問題解決の役割」

- 4.6. 本章のまとめ
5. 「はしごの問題」の授業
  - 5.1. 「はしごの問題」について
    - 5.1.1. 「はしごの問題」とは
    - 5.1.2. 「はしごの問題」を取り上げた理由
  - 5.2. 授業の展開について
  - 5.3. 児童M, 児童Fの自力解決
    - 5.3.1. 児童M, 児童Fについて
    - 5.3.2. 児童Mの自力解決の場面の分析
    - 5.3.3. 児童Mの自力解決の場面の考察
    - 5.3.4. 児童Fの自力解決の場面の分析
    - 5.3.5. 児童Fの自力解決の場面の考察
  - 5.4. 集団討議における児童M, 児童F
    - 5.4.1. 児童M, 児童Fが選んだ図
    - 5.4.2. 集団討議の場面の考察
  - 5.5. 授業全体を通しての考察
  - 5.6. 本章のまとめ
6. 研究の結論
  - 6.1. 研究から得られた結論
  - 6.2. 教授学的示唆
  - 6.3. 今後の課題

## 引用・参考文献

### その他の参考資料

### 資料

- 資料1 ワークシート
- 資料2 ヒントシート
- 資料3 感想用紙
- 資料4 集団討議で取り上げられた図
- 資料5 「はしごの問題」の授業記録

### 謝辞

(1ページ35字×30行, 90ページ)

## 研究の概要

まず、図の有用性と役割とは何かについて先行研究の議論を整理し、研究課題1: 図の有用性と役割とは何かに対して答えるとともに、本研究で特に焦点をあてるべき図がかけない児童とはどのような児童なのかということについても詳しく述べる。

研究課題1に対して、次のような点が明らかになった。図をかくことによって、問題の構造や状況を把握したり、新たな情報を得たり、総合したり、再編成したりすることができる。問題の細部を同時に見ることができ、情報をひとまとめにできるので、問題解決に必要とされる要素の検索や、作業記憶を容易にできる。

また、図がかけない児童とは、問題を解決する方法の1つとして図をかく方法があるということが思い付かないだけでなく、何から始め

ればよいのかさえ分からない児童である。また、解決する過程において、図をかけばよいのではないかと考え、図をかこうとはするのだが、いったいどんな図をかけばよいのか分からず手が止まっている児童も図がかけない児童である。

(以上、第2章)

次に、本研究で採る質的研究法とはどのような研究法であるのかを明らかにした上で、データの性格と収集法について詳しく述べる。

質的研究法とは、数字できれいに表現されるものではなく、「なぜ」あるいは「どのようにして」という「質」に関わる問いを重視し、量的研究がとらえるには無理があった「質」の部分に焦点を当てた研究方法である。

また、研究の対象は、鳥取県内にある小学校の第3学年の1学級であり、児童数は38人（男子19人、女子19人）であり、2002年4月25日～2002年10月30日にかけて算数の授業の観察を行った。データの収集は主に

- (1) 毎日の算数の授業の観察とVTR、メモによる記録
  - (2) 児童のノートやプリント類の収集
- によって行われた。また、「はしごの問題」の授業は、2002年9月12日に行われたものである。データの収集は
- (1) 授業全体及び授業中の抽出児童の行動のVTR、メモによる記録
  - (2) 授業で使った児童のプリント及びヒントシートの収集
  - (3) 授業直後に児童が書いた感想用紙の収集
- によって行われた。

(以上、第3章)

そして、実際に小学校第3学年の1学級にて長期にわたる参与観察を行い、得られたデータから、児童が見出した図の役割を具体的事例をもとに考察し、研究課題2：児童の問題解決過程においてどのような図の役割が見い出されるのかに答えることを試みた。その結果、次のような5つの図の役割が特定された。

1つ目は、図をどのような問題場面であるのかを把握するために使う場面である。このことから、児童は問題を把握するために図を使うことができると考えられる。本研究ではこの図の役割を「問題把握の役割」とし、

「問題把握の役割」：図をどのような問題場面であるのかを把握するために使う役割とする。

児童が図を「問題把握の役割」として使っている具体的事例の一例は以下のものである。

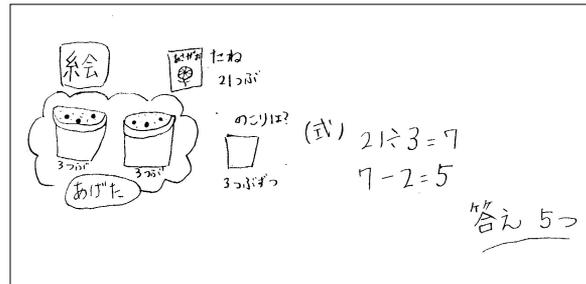
次の問題場面において児童Gは次のような図をかいている。

(問題)

あさがおのたねを21つぶを、1はちに3つぶずつまきました。

そのうち2はちをとなりへあげました。

はちは、いくつのこっているのでしょうか。



問題把握図

この問題において、この図は問題文中の要素をもとに、その問題場面を具体的に表しているといえる。あさがおの種を1はちに3つぶずつまき、そのうち2はちをとなりへあげた様子を示している。この図は直接立式につながるような作業を加えられているのではなく、問題場面の様子がよく分かるようかかっているのである。

よってこの図は「問題把握の役割」として、どのような問題場面であるのかを把握するために使われたと考えることができる。

2つ目は、図をどのように問題解決を行ったのかを説明するために使う場面である。このことから、児童はどのように問題解決を行ったのかを相手に分かりやすく説明するために図を使うことができると考えられる。本研究では、この図の役割を「説明の役割」とし、

「説明の役割」：図をどのように問題解決を行ったのかを説明するために使う役割とする。

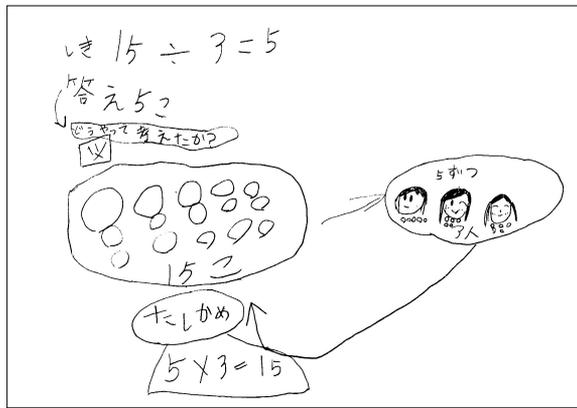
児童が図を「説明の役割」として使っている具体的事例の一例は以下のものである。

次の問題場面において児童Yは次のような図をかいている。

(問題)

15このクッキーを、3人に同じ数ずつ分けます。

1人分は何こになるのでしょうか。



説明図

この図は、問題をどうやって解いたのかを振り返るよう教師が指示したのを受け、立式し、答えを求めた後、どのように考えたのかが分かるようにかかれた図である。15このクッキーを、3人に同じ数ずつ分ける操作を具体的に示し、考え方を説明しているといえる。

よってこの図は「説明の役割」として、どのように問題解決を行ったのかが分かるように説明するために使われたと考えることができる。

3つ目は、図を導き出された解答が正しいのかどうか確かめるために使う場面である。このことから児童は、確かめをする手段として図を使うことができると考えられる。本研究では、この図の役割を「確かめの役割」とし、

「確かめの役割」：図を導き出された解答が正しいのかどうか確かめるために使う役割

とする。

児童が図を「確かめの役割」として使っている具体的事例の一例は以下のようなものである。

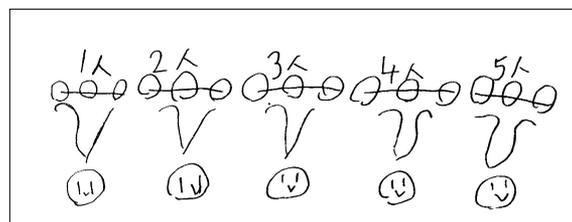
次の問題場面において児童Dは次のような図をかいている。

(問題)

15のクッキーを、1人に3こずつ分けると、何人に分けられるでしょう。

ア わり算の式にかきましょう。

イ  $3 \times$ 人数が15と考えて、 $3 \times$  = 15のにあてはまる数を見つけて、答えをもとめましょう。



確かめ図

児童は、アの問題の答えを  $15 \div 3 = 5$  とし、その確かめを言葉と式でかこうとしているが、上手く表すことができなかった。そこで他の方法で確かめをしようとし、この図をかいている。15個のクッキーを実際に3個ずつ、5人に分けてみることにより、求めた答えが正しいのかどうか確かめているといえる。

よってこの図は「確かめの役割」として、導かれた式と答えが正しいかどうか確かめるために使われたと考えることができる。

4つ目は、図を立式する際の手助けとして使う場面である。このことから、児童は、どのような式がよいのか考えたり、判断したり、立式する際の手助けとして図を使うことができると考えられる。本研究では、この図の役割を「立式の役割」とし、

「立式の役割」：図を立式するための手助けとして使う役割

とする。

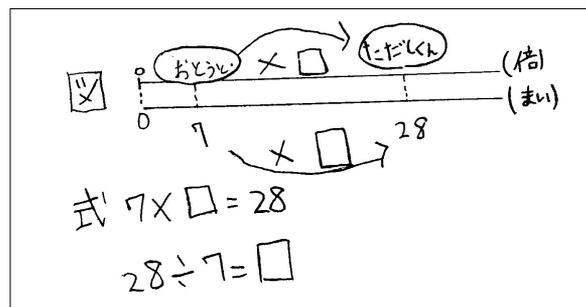
児童が図を「立式の役割」として使っている具体的事例の一例は以下のようなものである。

次の問題場面において児童Gは次のような図をかいている。

(問題)

シールを、ただしさんは28まい、おとうとは7まいもっています。

ただしさんは、おとうとの何倍もっているのでしょうか。



立式図

児童は、ただしさんと弟のシールの枚数の関係を数直線に表すことにより、弟のシールの枚数の倍がただしさんのシールの枚数となるという関係を見つけ、 $7 \times$  = 28 と立式し、そこから  $28 \div 7 =$  と立式している。この数直線をかくことにより、 $28 \div 7 =$  という式を導いている。ここで数直線は、立式する手助けとして使われているといえる。

よってこの図は「立式の役割」として、どのような式がよいのか考えたり、判断したりする

ために使われたと考えることができる。

5つ目は、児童が見出すことが可能な役割として、問題場面を図に示すことによって、その図にかかれた要素を数えることで答えを求めることができるような役割があると考えられる。すなわち、問題を解決するためには図をかくことが必要となり、図をかくことそのものが問題解決となる役割である。このような図の役割を「問題解決の役割」とし、

「問題解決の役割」：図をかくことそのものが問題解決となる役割

とする。

しかし、「問題把握の役割」、「説明の役割」、「確かめの役割」、「立式の役割」は観察から具体的事例として見出すことができたのに対し、「問題解決の役割」は、児童が見出すことが可能であるにも関わらず、問題を解決するためには図をかくことが必要となり、かかれた図そのものが解答となるような場面での図の使用はほとんど見られなかった。

なぜなら、第3学年の児童にとって、教科書や問題集で与えられる問題の多くは、問題解決をする際に特に図を用いなくとも立式をすることができたり、解答を導いたりすることができるものが多いからである。

そこで、図をかかなければ問題解決が困難な場面を授業場面で設定することによって、そのような場面を経験していない児童がどのような反応を示すのか質的に分析し、考察することにした。児童は図に「問題解決の役割」を見出すことができるのだろうか。そして、問題を解決するためにはどうしても必要となってくる図をかくことができず、解決が止まっている児童に対し、図がかけない児童について、なぜ図がかけないのか、その原因は何か、また、図がかけない児童には、どのような指導の手立てが考えられるかに答えるために、特に図がかけない児童に焦点を当てて、詳しく考察を加えていくことにする。

(以上、第4章)

そして、図をかかなければ問題解決が困難な場面を授業場面（「はしごの問題」の授業）で設定し、図がかけない児童（児童M、児童F）の問題解決過程を詳しく分析し考察していくことで、研究課題3：図がかけない児童について、なぜ図がかけないのか、その原因は何か、研究課題4：図がかけない児童には、どのような指導の

手立てが考えられるかに答えることを試みた。

### 「はしごの問題」について

授業実験で取り上げる問題は、先行研究において、Moses(1982)が小学校第5学年の児童を対象に行った調査問題の中から引用したものである。この問題を小学校3年生の実態に合わせて、以下に示すよう表現を易しく変えた。

消防士さんは、はしごのちょうどまん中のだんに立ってもえているたてものに水をかけていました。けむりが少なくなったので、消防士さんは3だんのぼって仕事をつづけました。火事はひどくなったので、消防士さんは5だん下りて仕事をしなければなりません。火が消えたので、消防士さんははしごを6だんのぼると、1番上のだんにいました。はしごのだん数は全部で何だんでしょう？

なぜ「はしごの問題」を取り上げたのかというと、この問題が児童にとって、およそ図をかかなければ問題解決が困難であると考えられるからである。「はしごの問題」は、まず、基準となる消防士のスタート地点が0ではなく、はしごの真ん中であるという所に困難さがある。真ん中であるということは、真ん中よりも上と真ん中よりも下に同じ段数があり、はしごの段数は全部で奇数段なければならない。問題を解決するには、この点に気付くことが重要となってくるが、第3学年の児童にとって図をかかずにこの点に気付くことは難しいと考えられる。

### 「はしごの問題」の授業展開

授業は、問題提示 自力解決 集団討議という順で展開された。そして、担任には筆者の作成した指導案をもとに進めていってもらうようにあらかじめ打ち合わせした。

問題提示の場面では、黒板に「はしごの問題」が書かれた模造紙を貼り、児童は教師の後に続いて1文ずつ問題文を読み、その後児童に「はしごの問題」が印刷されたワークシートを配布する。

自力解決の場面では、児童には自由に解決させた。この際、児童がどのように考えていったのかワークシートに残るように消しゴムは使わないように指示した。問題解決が進まない児童に対しては必要に応じて3種類のヒントシートが配布した。（ヒントシート1は問題の状況を示した図である。ヒントシート2は真ん中の段の

みがかかれたはしごの図である。ヒントシート3は真ん中の段 + 真ん中より上の3段の計4段の段がかかれたはしごの図である。)

集団討議の場面では、9名の児童の自力解決の過程でかいた図を取り上げた。各々の図について、どのような手順で図をかいていったのがよく分かるように説明するように指示した。(9名の児童には、あらかじめワークスペースで模造紙に自力解決で用いた図をそのままかいてもらった。)9名に一通り説明してもらい、その後討議に入った。そして、授業の最後には感想用紙を配布し児童に記入してもらった。

### 児童M, 児童Fについて

児童M, 児童Fは自力解決の場面で問題に手が付かず、ワークシートが白紙のまま止まっていた児童である。「はしごの問題」の授業において、児童Mと児童Fは図がかけない児童として抽出され、分析の対象とされた。

児童Mと児童Fは自力解決の場面において座席が隣同士であったが、教師から、他の児童とは相談せず1人で解くように指示されたため、互いに相談して問題解決をすることはなかった。

### 児童Mの自力解決過程の場面の考察

児童Mの自力解決の過程は以下のようなものである。

T: (ワークシートが配られる。)

-5分後-

T: どんな様子かわかる?

M: (うなずく。)

T: 絵でいうとこんな様子になるね。(ヒントシート1を渡す。)

M: (ヒントシート1をもらい、考え方をかこうとする手が止まっている。)

- ヒントシート1を受け取ってから4分後 -

T: Mさん、これから何が浮かびそうですか?

M: うーん、意味は分かったけど...

T: 浮かびそうかな?

M: うーん...

T: じゃあね、考えたことを(ヒントシート2を渡す)、お話の順番をもう1度よく見て、この紙にかいてみて。

M: (ヒントシート2にはしごの段数をかき込もうとする。真ん中より上に3段かき込む。そして、3段の棒を黒くぬりつぶす。そして、下に5段かき込み数を数える。)

M: (段をかき込んだはしごの図を使って、消防士さんが移動した段数を数えている。)

M: (真ん中より上に1段かき込み、4段にしている。)

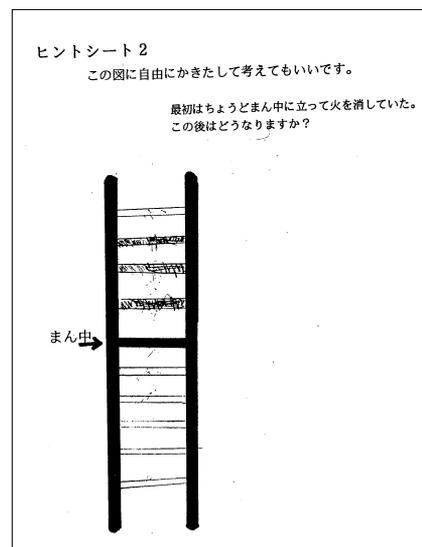
- ヒントシート2を受け取ってから4分後 -

M: (ヒントシート2を机の右端に置き、ワークシートに言葉で説明をかこうとする。)

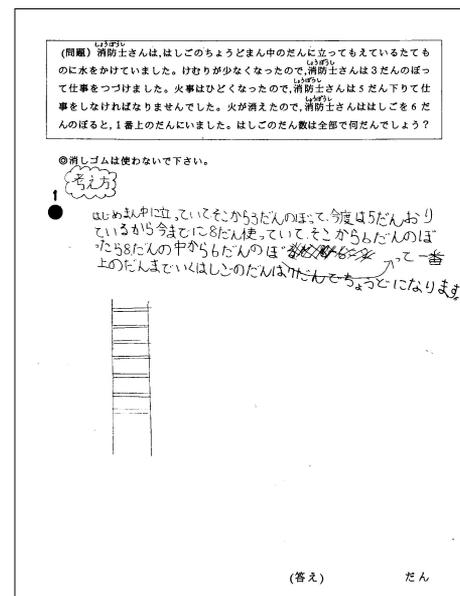
M: (ワークシートに「はじめまん中に立っていて、そこから3だんのぼって、今度は5だんおりにいるから今までに8だん使っていて、そこから6だんのぼったら8だんの中から6だんのぼる」と考え方をかいている。)

M: (8-6=2という式を続きにかくが消して、「6だんのぼって一番上のだんまでいくはしごのだんは7だんでちょうどになります」とかき直して続きをかいている。)

M: (考えた結果、自力解決終了間際に7段という答えを導きだし、ワークシートに7段のはしごをかき込む。)



児童Mのヒントシート2



児童Mのワークシート

自力解決の場面においては、児童Mはヒントシート2を与えられたことにより、それがきっかけとなり問題解決が進んだといえる。始めはヒントシートに段数をかき込むが、ワークシ

トに考え方をかくときにヒントシート2は使おうとしなかった。そして立式をしたが、誤りであることに気付いた。そこで再び、ヒントシート2の図を使うことによって消防士の移動した段数に注目することができたといえる。児童Mは9段という正答を導くことはできなかったが、ヒントシート2をもとに、消防士の移動した段数にそって図をかくことにより、正答へと至るような図をかくことができたといえる。

ヒントシートの効果は児童Mだけではなく、配布した多くの児童においても見られた。ヒントシートを渡した11名の児童の内、5名(児童Mを含む)の図が問題解決に至るような(実際には正答に至らなかったが)図へと変容していった。このことから、図をかこうとはするが問題解決に至るような図<sup>1)</sup>をかくことができず、止まっている児童にもヒントシートは有効に働くということがいえる。また、5名の児童がヒントシートを使うことにより解決に至っている。これらの児童は、およそ問題解決に至るような図をかいていたが、9段という正答を導くことができず、上手くいかないと感じ、試行錯誤していた児童である。ここでも、ヒントシートは図をかけずに手が止まっている児童だけでなく、図をかいているが途中で手が止まっている児童の問題解決にも有効に働いたといえる。

### 児童Fの自力解決の場面の考察

児童Fの自力解決の過程は以下のようである。

T: (ワークシートが配られる。)

- 3分後 -

F: (ワークシートを受け取り、問題に取り組もうとするが進まない。)

T: (ヒントシート1を渡して)この中から、(ワークシートを指しながら)ここにかいてみたらどうかな?

F: (ヒントシート1を見る。)

F: (ヒントシート1を見ているが問題解決は進まず、ヒントシート1を見たり、ワークシートを見たりしている。)

F: (定規を取り出し、ワークシートのはしごの段と段の間の幅を測っている。)

- ヒントシート1を受け取ってから5分後 -

T: Fさん、次からかけたかな? かけない?

F: (うなずく。)

T: じゃあ、とりあえずこっちを使って(ヒントシート2を渡す)。はしごを使って考えてみたらどうかな? これにかきたしたりして考えてごらん。

F: はい。

F: (ヒントシート2のはしごの縦の棒に定規を当て長さを測り、真ん中から等間隔に点を打っていく。定規は5mm四方の方眼があらかじめ印刷されていて、その方眼の目盛りの何個分あるかで長さを測っている。)

- ヒントシート2を受け取ってから4分後 -

F: (ヒントシート1にかかれたはしごの図に定規を当て、段と段との間隔を測り、その幅と等間隔に点を取っていくが消してしまう。定規の方眼マスを使い、点を打つという同じ作業を繰り返す。今度はまたヒントシート2を出し、はしごの縦の棒の長さが方眼マスのいくつ分かを定規を当て長さを測る。)

- ヒントシート2を受け取ってから9分後 -

F: (ヒントシート1を取り、定規を再び当て、はしごの段と段の間の幅を測る。)

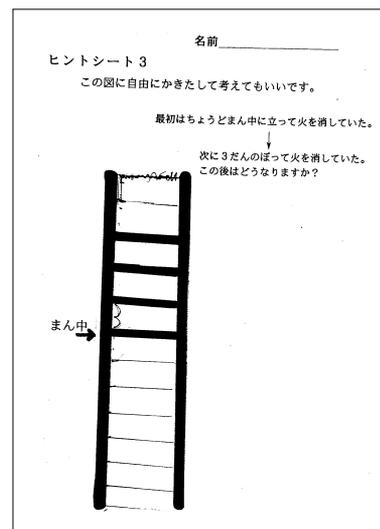
F: (ヒントシート2のはしごの縦の棒の長さをもとに、ヒントシート1の消防士の立っている位置を真ん中とし、同じ長さを測ろうとしている。)

F: (その後、手が止まってしまう。)

- ヒントシート2を配ってから14分後 -

T: これを見て考えてみよう。

F: (ヒントシート3を受け取り、ヒントシート3にかかれた文字を読む。ここでも同じく、定規を使い段と段の間の幅を測り、真ん中より下に等間隔に点を打っていく。上方にも同じように点を打つ。そして、ヒントシート3にあらかじめめかかっている3段より上に2段、下に7段、はしごの段をかく。)



児童Fのヒントシート3

自力解決の場面において、児童Fはヒントシート1を与えられたことにより、全く手が付かなかった状態から何らかの操作活動をしようとするきっかけを生み出した。しかしそれは、ヒントシート1にあらかじめめかかっている図のはし

<sup>1)</sup> 本研究で、問題解決に至るような図とは、実際には正答に至っていないくとも、問題文中の消防士の移動の様子をかき込んで解決しようとした図のことである。

この段と段の幅にのみとられてしまい、自力解決の時間中、その幅を定規で測定し、ヒントシート2, 3のはしごの図を使い、その図に測定した長さと同じ間隔で点を取るといった作業を繰り返す結果となってしまった。

結局、児童Fはヒントシート3をもとに図(児童Fのヒントシート3)のように段数をかき入れるが、それは消防士の移動の軌跡にそって段数をかき入れることとは無関係な作業であった。

もし、ヒントシート1にかかれていたはしごの段と段の幅がもっと大きかったとすれば、図(児童Fのヒントシート3)のように真ん中より上にさらに2段、真ん中より下に7段の段をかき込むことはできなかつたろう。児童Fはヒントシート1の幅をもとに同じ幅をヒントシート3の図にとれるだけとり、段をかいているのである。その結果、児童Fにとって、ヒントシートが消防士の移動に合わせてはしごの段数をかき入れていくことに目を向けさせるのではなく、段と段の幅に目を向けさせてしまい、返って問題解決の妨げになってしまったと考えられる。

児童Fは授業後にかいた感想用紙に「ヒントシートを3まいもらったのに分かりませんでした。」と書いている。

#### 集団討議における児童M, 児童F

(児童M, 児童Fが選んだ図)

児童M, 児童Fは集団討議の間、積極的に発言をすることはなく、説明及び意見を聞いているだけであった。集団討議では、9名の児童の自力解決過程でかいた図を取り上げたが、その中で児童M, 児童Fは次に示す児童Aの問題解決の方法が一番よいとしている。

児童Aは図について次のように説明している。

A: 僕はまず、真ん中からかいて(図の真ん中の段を指しながら)、まず3段のぼってここで(実際に3段のぼっている様子を図を指しながら示す)、5段下りてここで(5段下りている様子を図を指しながら示す)、6段のぼって(1番上の段を指しながら)、だからこうかきました。

T: どこからかき始めたの?

A: ここから(真ん中の段を指して)。ここで、まず上の4段を見て(真ん中より上の4段を指しながら)、真ん中なんだから2倍して、 $4 \times 2 = 8$ 。始めはこれでいいと思ったんだけど、真ん中があるということは奇数だから、真ん中をたすのを忘れていたから、 $8 + 1 = 9$ 。

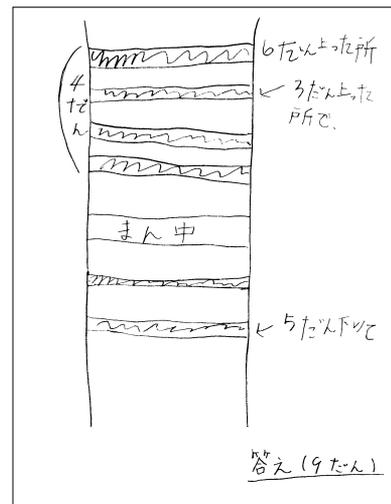
T:  $8 + 1 = 9$ 。

A: 4が2個で8。

T: (横造紙に $4 \times 2 = 8$ と式をかき込む)

A: まずここでみて(真ん中より上の4段を指しながら)、真ん中がはずれているから、真ん中の1。

T: (横造紙に $8 + 1 = 9$ と式をかき込む。)



児童Aの図

児童Aは、まず真ん中の段からかき始め、問題の「3段のぼって」、「5段下りて」、「6段のぼると」という消防士の移動に合わせて段をかきだしていったようである。その結果、真ん中より上に4段あるということに気付き、真ん中ということは上にも下にも同じ段あるはずだということに気付いた。そして、4段と4段を合わせて8段としていたが、真ん中があるということは、はしごは全部で奇数段あるということに気付き、たすのを忘れていた真ん中の1段を合わせて9段としている。

この図(児童Aの図)は、真ん中がどこなのかがはっきりとかかかれている。次に消防士が3段のぼるとどこの位置にいて、5段下りるとどこの位置にいて、6段のぼるとどこの位置にいるのかということがはっきりと記されている。そして、問題を解決するポイントとなる、真ん中より上にはしごの段数が4段あるということがわかりやすく示されているといえる。児童Mにとって、真ん中の位置の明示、移動後の位置の明示、真ん中より上の段数の明示が図に示されていることがわかりやすいと思った理由ではないだろうかと考えられる。

#### 集団討議の場面の考察

集団討議の場面においては、児童M, 児童Fは、児童Aのかいた図が特によいと感じていた。この図をよいとした児童は、児童M, 児童Fを含む15名であった。このことから、児童が分かりやすいとしている図の条件として、真ん中

の位置の明示，移動の後位置の明示，真ん中より上の段数の明示があげられる。

しかし，同じ条件を満たしている図にも関わらず，答えが8段となっている図は1名もよい図として選ばなかった。これは児童がよいとする図の暗黙の前提として，正答に至っているということが考えられる。ここで，正答に至っていないからといって，有効な図ではないとするのではなく，その図のよい部分を取り上げて，正答に至るにはどのような点を改善すればよいのかを議論する必要があるといえる。

そして，集団討議を経て児童Mは図をかくことは問題を解くときにとても役に立つと感じている。このことは，始めは図を問題解決過程で上手く使うことができなかった児童が，集団討議で他の児童の説明を聞くことによって，図をかいていくことで問題が解決できることが分かり，図の有用性を感じたといえるのではないだろうか。図がかけない児童にとって，図が問題解決に役に立つという経験をすることは，今後の問題解決過程における図の使用の仕方により影響を与えることが予想できるのではないだろうか。

一方，児童Fは集団討議の場面で，他の児童の説明を聞き，「はしごの問題」はどのように解決していくとよいのかということは分かったとしているが，図をかくことが問題解決に役立つとはあまり感じていない。児童Mと児童Fは同じ図をよいとし，集団討議を経て問題の解決の仕方がよく分かったとしているが，児童Mは図の有用性を感じているのに対し，児童Fはあまり感じていない。このことから，児童が図の有用性を感じるためには，自力解決の際に，図をかくことが問題解決となるのではないかということを経験することも重要であるということが考えられる。

#### 授業全体を通しての考察

「はしごの問題」の授業場面における児童の問題解決の分析の結果，以下のことが明らかになった。

問題解決過程において問題に手が付かない，図をかくことができない児童にどのような指導をすればよいのかという点について(研究課題4)，ヒントシートのような児童に図をかこうとするきっかけを与えるものを必要に応じて提供していくことが有効であるということが分かった。またヒントシートは図がかけない児童だけではなく，図はかいているが問題解決に行詰まっ

ている児童に対しても有効に働くということが明らかになった。しかし，どのようなヒントを与えるとよいのかということを十分に吟味し支援していかないと，児童にとってはそのヒントが返って障害になり，問題解決の妨げになってしまう可能性がある。

また，児童がどのような図を分かりやすいと感じるのかという点について，考えた過程がはっきりと記されている図がよいということが分かった。しかし，児童がよいと感じる図の前提として正答を導いていなければならないという条件があるということが考えられる。この点に関して，答えが間違っている図は有効な図ではないと考えるのではなく，もっと図をかく過程に注目してよい部分は取り上げるようにすべきである。

そして，児童が図がかけない原因として(研究課題3)，図が問題解決をする上で役に立つということを見い出していない，経験していないということが考えられる。よって，児童が問題解決過程で図を積極的に使おうとするようになるには，図の有用性を経験によって感じるということが重要であるといえる。図を使って問題を解決することができたという経験をすることによって，問題解決が困難な場面に遭遇した時に，図を考えてみたら問題解決へとつながるのではないだろうかというアイデアが生まれてくるようになるといえる。児童の図の役割や有用性に対する認識が問題を解決していく上で重要になってくるのである。

(以上，第5章)

#### **研究の結果**

本研究の目的は，児童は問題解決過程において，どのような図の役割を見い出しているのかを特定し，また，図がかけない児童には，どのような特徴が見られるかを明らかにし，これをもとに望ましい指導の手立てを開発することである。そのために研究課題が設定され，それに答えることを試みた。

研究課題1に対して，先行研究の議論をもとに次のことが明らかにされた。問題の構造や状況を把握したり，新たな情報を得たり，総合したり，再編成したりすることができる。問題の細部を同時に見ることができ，情報をひとまとめにできるので，問題解決に必要なとされる要素の検索や，作業記憶を容易にできる。

研究課題2に対して，小学校第3学年において長期にわたる参与観察を行い，そこから得ら

れたデータをもとに児童が見出しうる5つの図の役割が明らかになった。

- ・「問題把握の役割」：図をどのような問題場面であるのかを把握するために使う役割
- ・「説明の役割」：図をどのように問題解決を行ったかを説明するために使う役割
- ・「確かめの役割」：図を導き出された解答が正しいのかどうかを確かめるために使う役割
- ・「立式の役割」：図を立式をするための手助けとして使う役割
- ・「問題解決の役割」：図をかくことそのものが問題解決となる役割

しかし、これらの役割のうち、「問題解決の役割」が実際の児童から見い出されていないということが明らかになった。そこで児童に図をかかなければ問題解決が困難な場面を授業場面で設定することにより、児童がどのような反応を示すのかを分析した。その結果、多くの児童が以前に「問題解決の役割」を見い出していなかったにも関わらず、図を用いて問題を解決しようとし、図の有用性を感じていた。そして、その場面において、図がかけない児童M、児童Fに焦点を当て分析したところ、研究課題3、4対して次のことが明らかになった。

まず、研究課題3に対して、児童が図がかけない原因として、図が問題解決をする上で役に立つということを見い出していない、経験していないということが考えられる。よって、児童が問題解決過程で図を積極的に使おうとするようになるには、図の有用性を経験によって感じることが重要であるといえる。

また、研究課題4に対して、問題解決の進度に応じて、ヒントシートのような図をかくきっかけを与えることが有効であるということが明らかになった。ヒントシートは図がかけない児童だけではなく、図はかいているが問題解決に行詰まっている児童に対しても有効に働くということが明らかになった。しかし、どのようなヒントを与えるとよいのかということ十分に吟味し支援していかないと、児童にとってはそのヒントが返って障害になり、問題解決の妨げとなってしまう可能性があるのである。

### 教授学的示唆

本研究により、以下の教授学的示唆を得た。

- ・問題解決過程において、図をかくことができない児童にヒントシートのような児童に図をかこうとするきっかけを与えるものを必要に応じて提供していくことが有効である。

- ・ヒントシートは図はかいているが問題解決に行詰まっている児童に対しても有効に働く。
- ・どのようなヒントを与えるか十分に吟味する必要がある。
- ・児童が問題解決過程において図を積極的に使おうとするようになるには図の有用性を経験によって感じる事が重要である。

### 今後の課題

今後の課題は以下の通りである。

- ・「はしごの問題」の授業において図がかけない児童M、児童Fにのみ焦点を当てて分析したため、その他の児童については分析の対象とされていない。
- ・ヒントシートが有効であることはいえたが、それらが必要とされる場面及び児童に対して、どのような特徴を有するべきかについては議論されていない。

### 主要引用・参考文献

- ・Larkin, J. & Simon, H. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, vol.11, pp.65-99.
- ・Lopez-Real, F. & Veloo, P. K. (1993). Children's use of diagrams as a problem-solving strategy. *Proceedings of the 17th International Conference for the Psychology of Mathematics Education* vol.2, pp.169-176.
- ・Moses, B. (1982). Visualization: A different approach to problem solving. *School Science and Mathematics*, 82, pp.141-147.
- ・伊藤(日野)圭子. (1995). 数学教育における質的研究について：その前提と方法. *日本数学教育学会誌*, 77(9), pp.142-152.
- ・土居下晃宏, 志水廣, 植岡利之, 一崎満夫. (1986). 問題解決における方略の指導 - 絵や図についての児童の実態調査と実践 - . *日本数学教育学会誌*, 68(4), pp.18-22.
- ・布川和彦. (1993). 数学的問題解決における図の役割と解決者による意味づけ. *美輪辰郎先生退官記念論文集編集委員会 (編), 数学教育学の進歩*, pp.303-320. 東洋館.
- ・花形恵美子. (1990). 文章題の解決過程における絵の役割. *日本数学教育学会誌*, 72(12), pp.28-36.
- ・廣井弘敏. (2001). 算数の問題解決における図による問題把握子どもが図をかく過程への着目. *上越教育研究*, 16, pp.167-176.
- ・ポリア, G. (1954). *いかにして問題をとくか* (柿内賢信訳). 丸善.
- ・松田由香里. (2002). 児童の問題解決課程における図の役割に関する研究 - 小学校3年生の授業分析を通して - . *第35回数学教育論文発表会論文集*, pp.151-156.