新潟大学教育人間科学部数学教室,『数学教育研究』, 第43巻, 第1号, 61-77, 2008.

図的表現から記号的表現への変換に関する調査研究

新潟大学大学院　教育学研究科
教科教育専攻　　数学教育専修
田中　由美恵

はじめに

算数・数学教育の問題解決における図的表現の役割については，これまでにいくつか述べられている。例えば，Van Essen & Hamaker(1990)は，児童の作業記憶を軽減すること，具体的モデルをつくること，関連のある情報を簡単に探し出せるようにすること，問題の特徴をより明確にすることを示し，Diezmann & English(2001)は，問題構造を明確に表現し,正しく解くための基礎をつくること,解決者の情報知識の跡をたどることができたり，暗黙の情報がはっきりとしたりすることを示している。

そして，図的表現による効果についても多くの先行研究より明らかにされてきた(廣井,2003;布川,1993;土居下ら,1986)。一方,「図的表現をうまく活用できない」という児童の実態は，依然として変化はない。例えば，全県学力調査における課題の１つとして「問題の場面から式を考えることに課題がある」ことが指摘された。つまり，記号的表現に至るまでの過程に問題点があること，図的表現の活用に関する困難が考えられるのである。

また，算数・数学教育の表現に関わる先行研究を概観すると，多くは図的表現内に焦点を当てた研究がなされている。そして，図的表現内での児童の困難点が指摘され，それに対する指導方法が提案されている(Diezmann & English,2001；川又,2007)。

しかし，図的表現の活用に関する児童の困難点は図的表現内だけではない。中原(1995)が述べているように，図的表現は，現実的表現，操作的表現，言語的表現，記号的表現と関連づけながら使用されるのである(図１)。しかも，活用に至る授業過程で，レベルの異なる様々な表現方法が介在する。したがって，同じ表現様式内での変換に関わる困難だけではなく，異なる表現様式へ変換するときにも困難が生じると考えられる。特に，図的表現から記号的表現への変換は，児童にとって大きな困難があると予想される。なぜなら，現実的表現という具体的場面から，図的表現へ抽象化したものの，さらに，図的表現という半具体から数学的構造を読みとり，抽象化しなければならないからである。

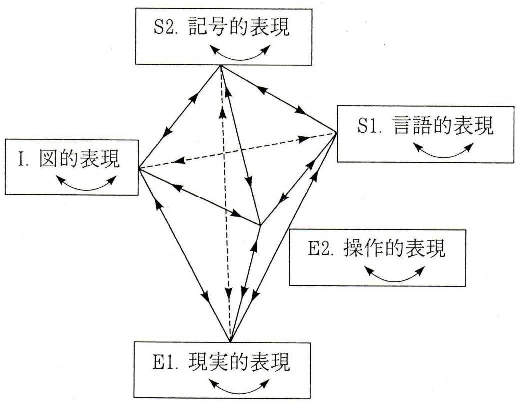


図１　数学教育における表現体系
(中原；1995,p.202)

本研究では,図的表現から記号的表現への変換における困難点を明らかにするとともに,図的表現が有効に働き，児童自らが問題解決において図的表現を活用できる授業構成の原理の構築を目的とするものである。

本稿では，まず図的表現に関するこれまでの先行研究を検討する。次に図的表現から記

号的表現への変換に焦点をあてた質問紙調査の分析・考察をしていく。そして，児童の図的表現から記号的表現変の変換に関する様相を明らかにする。

1　図的表現に関する先行研究

（1）算数教育における表現様式

算数の授業における式，図，表，グラフ，教具，実物等による表現方法は，数学的概念や原理に迫り，児童の理解を深めていくことができる。

中原(1995)は,「多種多様な表現方法が用いられ，そうした表現方法が授業の目標やその授業の成否を左右する重要な要因となっている点は，算数・数学の授業の大きな特色である」(p.193) ことを述べている。

そして，表現が学習の目標，学習の内容，学習の方法ともなり，３重の機能をも担っているため，表現方法を整理し活用する必要性が指摘されている。さらに，算数・数学教育における表現様式を現実的表現・操作的表現・図的表現・言語的表現・記号的表現と大きく５つに分類している。その中でも, 図的表現については，８つに分類し, 整理している。そして,「図的表現は，形相性，視覚性ゆえに直観性に富み，一般にわかりやすい表現ではあるけれども，なんらの準備的な指導なしにすぐにその情報が理解されるという性格のものではない」(p.428)ことを指摘している。つまり, 図的表現から情報を読みとる力の必要性を示している。

（２）図的表現の構造の変化に関する研究

児童自らが自由にかく図の場合，児童が最初にかくのは，問題の文章中でわかっていることや数値を絵や図で表すような情景的なものである。その情景的な図的表現を数学的構造が得られるものへと変化させる必要がある。つまり，児童と図的表現がかかわり合うことによって, 図的表現が変化し, それに伴って理解も変化していくと考えられる。そして, 図的表現の変化には, 問題の文章と児童がかいていく図を細かく対応させながら,「数量関係図」へと発展させること(花形，1990)，数量のもっている意味や関係，式の意味をつかむなどの観点をもって，学習を積み上げていくこと(吉川，1998)，図的表現の段階を少しずつ発展させていくこと(井上，1988)の必要性が述べられている。

また，山本(1995)，中澤(2007)の研究からは，問題解決過程における図的表現の役割は問題文中の数値を可視的に具現化し，数学的構造を捉えやすくするということが最も大きいということが示されている。布川(1993)は,「図的表現を数学的構造が得られるものへと変化させるためには，解決者による意味づけが必要である」(p.316)ことを指摘している。

（３）図的表現を使用している児童の変容に関する研究

布川(2006)は，問題解決ができた児童とできなかった児童とでは，解決過程における図との相互作用や図の変化の仕方に相違点があることを明らかにしている。例えば，解決できた児童の一人は，計算結果を図の中に当てはめたところ，不整合に気付き，図を修正したことによって，問題の構造を正しく理解し，新たな情報を得ることができた。もう一人の児童は分かっていることを順に関係付けていくことによって，図を変化させ，問題の構

造を明確にしている。つまり，問題解決ができた児童は，数値の情報をかき入れた図との相互作用により思考を進めていたため，図が問題解決にとって役に立っていたということである。一方，解決できなった児童は，一見，構造を正しく捉えたかのような図がかかれているものの，解決に図が役立ってはいなかった。その原因として，構成要素や相互作用の不十分さを指摘している。

廣井(2003)は，児童が不整合に気付くことによって図の構造が変化し，問題の構造把握が進められていたことを明らかにした。つまり，問題解決の進展を左右する図の構造の変化は，与えられた問題の条件を付け足したり，求めたことの整合性を確認しながら修正したりすることによって可能になる。また，児童による不整合への気付きが構造の変化のきっかけとなりうることを指摘している。

したがって，問題を解決するためには，解決者と図との相互作用が重要になってくる。また，与えられた条件を図の中に表したり，要素間の関係を図の中に記したりすることが必要である。そして，図の中に問題解決に必要な情報が表れ，児童がそれを見出し，読みとり，正しく推論しなければいけないのである。

（４）図的表現から記号的表現へ

これらの先行研究から，算数・数学教育における図的表現の重要性がうかがわれる。そして，意味づけや相互作用によって，図的表現は構造化され，解決者の理解が深まることが示されている。例えば，解決者が図の□の中に問題に与えられた数を書き入れてから考えたり(山本,1995)，問題の条件を１つの図にまとめたり(廣井,2003)，関係性を示す矢印をかき入れて１つにまとめたり(中澤,2007)することによって,解決者は理解を深めていくのである。

しかし，図的表現が構造化されるだけでは問題解決を図ることができない児童がいる。

例えば，布川(2006)の研究では，構造を正しく捉えたかのような図をかいた児童が，なぜ，問題を解決することができなかったのかを考えると，相互作用の不十分さもその要因の一つであろうが，児童がその図を読みとることができなかったことも要因の一つとして考えられるのではないだろうか。つまり，図はかけたけれども記号的表現への変換ができなかったと考えられる。中原(1995)が指摘しているように，図的表現からすぐにその情報を読みとることができないことと関連している。

したがって，児童が問題解決において図的表現を有効に活用するためには，まず，図的表現の構造化を進展する（させる）必要がある。そして，その図的表現を的確に読みとることによって，記号的表現への変換が可能になると考えられる。しかし，図的表現から記号的表現への変換に関する先行研究は少なく，児童の実態も明らかではない。そこで，図的表現から記号的表現への変換の様相について，調査を通して検討していくこととする。

２　調査の概要

（１）調査の目的

算数の問題解決過程における，図的表現から記号的表現への変換に関する児童の様相を捉える。具体的な検討課題を次のように設定する。

・第２学年でテープ図を活用する学習を行った１年後の３年生はどの程度テープ図から式へ変換することができるのか，どのような特徴があるのかを調べること。
・小数の乗除，分数の乗除，割合など数直線の活用に関係する学習を行ってきた６年生はどの程度数直線から式へ変換することができるのか，どのような特徴があるのかを調べること。

本研究における「テープ図/数直線から式への変換」とは，解決者が問題の場面を図的表現で表したもの，または，問題の場面を示した図的表現を，解決者が問題の数学的構造を明確にとらえるために線・矢印・点・数字などをかきしるしながら進展させた後，その図的表現をもとにして記号的表現で表し，問題解決を図ることと捉えている。図的表現から問題の構造を的確に読みとることによって，問題場面へ正しく適用することができると考えられる。

（２）調査の方法

３年生はテープ図での解決における調査を，６年生は数直線での解決における調査を行う。調査はどちらも質問紙を用いる。また，問題の構造を明確にしている図的表現を中心とした問題を提示し，質問項目を設定する。

３年生のテープ図に関する調査では，加法，減法を扱い，さらに順思考，逆思考を含んだ問題における図的表現を用いる。６年生の数直線に関する調査では，小数の乗法，小数の除法を扱い，さらに帯小数，純小数の問題における図的表現を用いる。調査は，２日間行い，１日目は，文章問題を読み，図的表現で表してから問題解決を図る問題を２問，２日目は，提示された図的表現から記号的表現への変換を図る問題を４問行う。

そして，質問紙を回収し，図的表現から記号的表現への変換に関する児童の様相，困難点を捉える。記述に特徴のある児童においては，後日インタビュー調査を実施する予定である。

（３）調査期間

調査は，平成２０年１月９日（水），１０日(木)の２日間実施した。両日共に８：１５～８：３０の１５分間である。

（４）調査対象

新潟市内の公立小学校の第３学年の２クラス(７２名)，第６学年の２クラス（６９名）を対象とした。

（５）調査の内容

調査内容と調査目的との対応は表１の通りである。また，質問用紙，質問項目は資料として添付した（解答欄などは省略）。

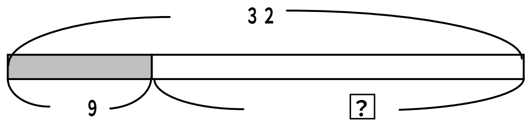
表１　調査内容と調査目的との対応

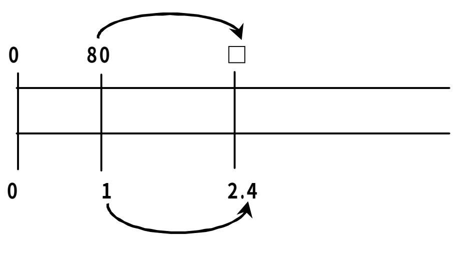
調査目的		調査内容	
		問題番号	質問番号
3年生	〔１日目〕 ・どの程度テープ図をかくことができるか	1 減法(順思考)	〔1〕 図的表現
			〔2〕)式・答え
		2 加法(逆思考)	〔1〕 図的表現
			〔2〕 式・答え
	〔２日目〕 ・どの程度テープ図から式へ変換することができるか ・テープ図から式への変換に関する特徴はあるか	1 減法(順思考)	〔1〕 式・答え
		2 加法(逆思考)	〔1〕 式・答え
		3 加法(順思考)	〔1〕 式・答え
		4 減法(逆思考)	〔1〕 式・答え
6年生	〔１日目〕 ・どの程度数直線をかくことができるか	1 小数の乗法	〔1〕 図的表現
			〔2〕 式・答え
		2 小数の除法(純小数)	〔1〕 図的表現
			〔2〕 式・答え
	〔２日目〕 ・どの程度数直線から式へ変換することができるか ・数直線から式への変換に関する特徴はあるか	1 小数の乗法	〔1〕 式・答え
		2 小数の除法(純小数)	〔1〕 式・答え
		3 小数の除法	〔1〕 式・答え
		4 小数の乗法(純小数)	〔1〕 式・答え

3　調査結果

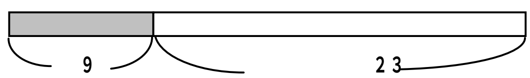
それぞれの問題に対する正答率を，表2（第3学年），表3（第6学年）に示した。尚，第1日目の調査問題では，個人がテープ図や数直線の構造化を進めていくため，個人差が生じている。そこで，児童のテープ図や数直線の正誤の判断を次のように3つに分けることにした。

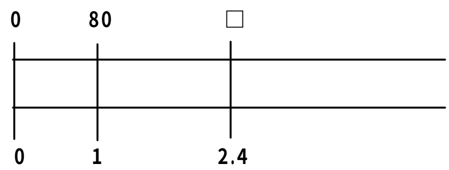
i　○：量的な部分と全体の関係が明確となり，問題の構造が明らかになっている。（構造化を進展している。）





ii　△：未知量の仮定をもとに，部分と全体のおよその関係をとらえている。





iii　×：数量関係を正しく捉えていない。未記入。

また，両日ともに式への変換に関する問題における式・答えの正誤の判断は，図的表現から記号的表現への変換に焦点をあてているため，演算決定（立式）が正しければ正答と

判断し，計算結果の正誤は問わないことにした。

（１）第３学年：テープ図に関する調査結果

表２　第３学年の正答率

〔第１日目：テープ図をかいて立式する問題〕

①減法（順思考）					②加法（逆思考）				
〔1〕テープ図			〔2〕式		テープ図			式	
○	△	×	○	×	○	△	×	○	×
60%(43)	6%(4)	35%(25)	94%(68)	6%(4)	76%(55)	8%(6)	15%(11)	90%(65)	10%(7)

〔第２日目：示されたテープ図から立式する問題〕

①減法（順思考）		②加法（逆思考）		③加法（順思考）		④減法（逆思考）	
式		式		式		式	
○	×	○	×	○	×	○	×
97%(70)	3%(2)	99%(71)	1%(1)	100%(72)	0%(0)	93%(67)	7%(5)

（２）第６学年：数直線に関する調査結果

表３　第６学年の正答率

〔第１日目：数直線をかいて立式する問題〕

①乗法（帯小数）					②除法（純小数）				
〔1〕数直線			〔2〕式		〔1〕数直線			〔2〕式	
○	△	×	○	×	○	△	×	○	×
14%(10)	52%(36)	33%(23)	83%(57)	17%(12)	1%(1)	72%(50)	26%(18)	61%(42)	39%(27)

〔第２日目：示された数直線から立式する問題〕

①乗法(帯小数)		②除法（純小数）		③除法（帯小数）		④乗法（純小数）	
式		式		式		式	
○	×	○	×	○	×	○	×
87%(60)	13%(9)	78%(54)	22%(15)	90%(62)	10%(7)	51%(35)	49%(34)

4　調査分析

（１）分析の枠組み

第1日目の調査問題〔1〕テープ図/数直線をかくことと〔2〕式を求めることに対する児童の反応を対応させる。まず，テープ図/数直線をかくことに関する学習状態は，①②〔1〕に関して「テープ図/数直線をかくことができ，その図的表現は，量的な部分と全体との関係が明確となり，問題の構造が明らかになっている(○)。」と「テープ図/数直線をかくことができ，その図的表現は，未知量の仮定をもとに，部分と全体のおよその関係を捉えている(△)。」「数量関係を正しくとらえたテープ図/数直線をかくことができない。未記入。(×)」に分けられる。さらにそれら3つの学習状態は，①②の〔2〕に関

して「立式できる」「立式できない」に分けられる。それらの状態を組み合わせると，表4のようにⅠ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ，Ⅴ，Ⅵの6つの状態ができる。

表4　テープ図/数直線をかくことに関する学習状態

		テープ図/数直線をかく		
		○	△	×
立式	できる	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
	できない	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ

・状態Ⅰ・・・児童は，量的な部分と全体との関係が明確となり，問題の構造が明らかになっているテープ図/数直線をかくことができ，かつ，正しく立式できる。
・状態Ⅱ・・・児童は，未知量の仮定をもとに，部分と全体のおよその関係を捉えているテープ図/数直線をかくことができ，かつ，正しく立式できる。
・状態Ⅲ・・・児童は，数量関係を正しくとらえたテープ図/数直線をかくことができないが，正しく立式できる。
・状態Ⅳ・・・児童は，量的な部分と全体との関係が明確となり，問題の構造が明らかになっているテープ図/数直線をかくことはできるが，正しく立式することができない。
・状態Ⅴ・・・児童は，未知量の仮定をもとに，部分と全体のおよその関係を捉えているテープ図/数直線をかくことはできるが，正しく立式することができない。
・状態Ⅵ・・・児童は，数量関係を正しくとらえたテープ図/数直線をかくことができない，かつ，正しく立式することができない。

（２）調査の分析

①第３学年：テープ図をかくことに関する調査

第１日目の調査問題における学習状態の分布を表５に示した。数値はパーセント，括弧内は人数である。

表５　テープ図をかくことに関する学習状態

①減法（順思考）の問題

		テープ図をかく		
		○	△	×
立式	できる	60%(43)	6%(4)	29%(21)
	できない	0%(0)	0%(0)	6%(4)

②加法（逆思考）の問題

		テープ図をかく		
		○	△	×
立式	できる	76%(55)	7%(5)	7%(5)
	できない	0%(0)	1%(1)	8%(6)

②第３学年：テープ図から式への変換に関する調査

第２日目の調査問題の結果は「逆思考問題」「順思考問題」で分け，上記の学習状態と合わせた分布を表６に示した。数値はパーセント，括弧内は人数である。

表６　テープ図から式への変換に関する結果

【順思考の問題】

		$\boxed{1}$減法		$\boxed{3}$加法	
		○	×	○	×
テープ図をかくことに関する学習状況	Ⅰ(43)	100%(43)	(0)	100%(43)	(0)
	Ⅱ(4)	100%(4)	(0)	100%(4)	(0)
	Ⅲ(21)	90%(19)	10%(2)	100%(21)	(0)
	Ⅳ(0)	-	-	-	-
	Ⅴ(0)	-	-	-	-
	Ⅵ(4)	100%(4)	(0)	100%(4)	(0)

【逆思考の問題】

		$\boxed{2}$加法		$\boxed{4}$減法	
		○	×	○	×
テープ図をかくことに関する学習状況	Ⅰ(55)	100%(55)	(0)	100%(55)	(0)
	Ⅱ(5)	100%(5)	(0)	100%(5)	(0)
	Ⅲ(5)	100%(5)	(0)	80%(4)	20%(1)
	Ⅳ(0)	-	-	-	-
	Ⅴ(1)	100%(1)	(0)	(0)	100%(1)
	Ⅵ(6)	83%(5)	17%(1)	50%(3)	50%(3)

③第６学年：数直線をかくことに関する調査

第１日目の調査課題における学習状態の分布を表７に示した。数値はパーセント，括弧内は人数である。

表７　数直線をかくことに関する学習状態

$\boxed{1}$乗法（帯小数）の問題

		数直線をかく		
		○	△	×
立式	できる	14%(10)	49%(34)	19%(13)
	できない	0%(0)	3%(2)	14%(10)

$\boxed{2}$除法（純小数）の問題

		数直線をかく		
		○	△	×
立式	できる	1%(1)	49%(34)	10%(7)
	できない	0%(0)	23%(16)	16%(11)

④第６学年：数直線から式への変換に関する調査

第２日目の調査課題の結果は「純小数問題」「帯小数問題」で分け，上記の学習状態と合わせた分布を表８に示した。数値はパーセント，括弧内は人数である。

表８　数直線から式への変換に関する結果

【帯小数の問題】

		$\boxed{1}$乗法		$\boxed{3}$除法	
		○	×	○	×
数直線をかくことに関する学習状況	Ⅰ(10)	100%(10)	(0)	100%(10)	(0)
	Ⅱ(34)	94%(32)	6%(2)	91%(31)	9%(3)
	Ⅲ(13)	92%(12)	8%(1)	100%(13)	(0)
	Ⅳ(0)	-	-	-	-
	Ⅴ(2)	100%(2)	(0)	100%(2)	(0)
	Ⅵ(10)	40%(4)	60%(6)	60%(6)	40%(4)

【純小数の問題】

		$\boxed{2}$除法		$\boxed{4}$乗法	
		○	×	○	×
数直線をかくことに関する学習状況	Ⅰ(1)	100%(1)	(0)	100%(1)	(0)
	Ⅱ(34)	94%(32)	6%(2)	76%(26)	24%(8)
	Ⅲ(7)	100%(7)	(0)	29%(2)	71%(5)
	Ⅳ(0)	-	-	-	-
	Ⅴ(16)	56%(9)	44%(7)	15%(4)	75%(12)
	Ⅵ(11)	45%(5)	55%(6)	36%(4)	64%(7)

５　調査結果の考察

（１）第３学年：テープ図に関する調査について

第３学年の児童は,加法,減法のどの問題においても立式の正答率が９０％以上である。加法，減法の文章題に関しては，ほぼ習熟しているといえる。

第１日目のテープ図をかくことに関する調査では，加法(逆思考)の問題においては，児童全体の８４％が問題の構造を明らかにしたり，部分と全体のおよその関係を捉えたりしながらテープ図をかくことができている。一方，減法（順思考）の問題においては，児童全体の６６％と数値は低い。児童のかいたテープ図をみてみると，文章題に示されている数値をそれぞれ部分として捉え，左から並べている様子がみられることから，テープ図をかく順番による影響があると考えられる。

学習状態で特徴的なのは，学習状態Ⅲの児童である。順思考の問題は，テープ図をかけない（かかない）けれど，立式はできる児童が２９％に対し，逆思考の問題では，７％である。しかも，逆思考問題の学習状態は，学習状態Ⅰの児童が圧倒的に多く，他の学習状態は８％以下である。つまり，逆思考問題はテープ図で問題の構造を明確に表し，読みと

ることによって，問題解決を図ることが可能になると考えられる。言い換えると，逆思考問題を解決できる児童は，問題の構造をほぼ明確に捉えているといえる。

一方，順思考の問題におけるテープ図をかけない（かかない）けれど，立式はできる児童（２９％）は，立式ができるのになぜそれをテープ図で表すことができないのかと考えることができる。テープ図以外のなんらかの方法で立式することができたのかもしれないが，図的表現から記号的表現への変換の困難性が考えられる。

さて，第２日目のテープ図から式への変換に関する調査ではどうだろうか。順思考の問題においては,ほとんどの児童がテープ図から式への変換ができていると考えられるので，ここでは，逆思考の問題における考察をしていく。学習状態Ⅵの児童は，加法の問題に対しては，テープ図から立式への変換がほぼできたものの，減法の問題に対しては，半数がテープ図から式への変換ができなった。テープ図をかく力，テープ図から式へ変換する力ともに不十分であると考えられる。このように，テープ図をかく力，テープ図から式へ変換する力ともに不十分である児童の実態が少数ではあるが，明らかとなった。しかし，全体的にはテープ図がある程度かける児童は，ほぼ正しく立式することができている。上村(1986)の研究結果から示された「テープ図（数量と言葉を記入する）がかければ立式できるといえる」という結果と合致している。したがって，テープ図に関しては，まず量的な部分と全体との関係が明確となり，問題の構造が明らかになっているテープ図をかく指導が重要になると考えられる。

（２）第６学年：数直線に関する調査について

第６学年の児童は，立式の問題において，乗数・除数が帯小数の場合は，８３％以上の正答率であるが，乗数・除数が純小数の場合は，５１％などと正答率が低い。小数の乗法，除法ともに純小数の問題における立式に困難があると考えられる。

数直線をかくことに関する調査では，乗法，除法ともに児童全体の約７０％が部分と全体のおよその関係を捉えた数直線（問題の構造を明らかにしているものも含めている）をかくことができている。特に，純小数の問題では，およその関係を捉えた数直線をかくことができている児童は５１人(７３％) いる。しかし，その５１人の児童のうち，１６人(３２％)は正しく立式できていない。したがって，純小数の問題に対する学習状態Ｖの児童の割合が高い数値になっていることが特徴的である。これらの児童は，およその関係を捉えた数直線をかくことはできるが，その数直線から式へ変換する力が不十分であると考えられる。

この学習状態Ｖの児童は，第２日目の数直線から式への変換に関する調査でも，正答率は低い。つまり，純小数の問題に対する図的表現から記号的表現への変換の困難性を示している。また，学習状態Ⅲ，Ⅵの児童の正答率からも，数直線をかく力だけではなく，数直線から式へ変換する力の不十分さがうかがえる。例えば，回収した調査用紙から次のような回答がみられた。上下とも同じ方へ向かっている矢印を２量が伴って変化すると捉えられずに，一方を「×□」，他方を「÷□」と記している。また，右向きの矢印は乗法，左向きの矢印は除法と捉えている児童もいる。これらは，比例関係を十分理解していないことや矢印の向きに左右されていることが考えられる。

したがって，問題場面から図的表現を通して，記号的表現へ変換する手続き的な指導が

必要であると考える。

まとめと今後の課題

小学校３，６年生の児童を対象とした調査より図的表現から記号的表現への変換に関して，次のような様相が明らかとなった。

・テープ図をかく力,テープ図から式へ変換する力ともに不十分である児童は少数である。
・問題の構造を明らかにしたり，部分と全体のおよその関係を捉えたりしているテープ図がかける児童は，図的表現から記号的表現への変換がほぼ可能である。
・純小数の課題に対し，およその関係をとらえた数直線をかくことはできるが，立式できない児童がいる。つまり，図的表現から記号的表現への変換に対する困難性を指摘することができる。

また，指導への示唆として次の５点を導いた。

・テープ図は，逆思考課題における問題解決に有効である。
・問題の構造が明らかになっているテープ図をかくことができれば，記号的表現への変換はほぼ可能である。
・児童のテープ図の見方や問題の意味理解を深めるには，記号的表現と図的表現の相互の変換を可能にする必要がある。
・数直線は，解決者が問題の数学的構造を明確にとらえるために線・矢印・点・数字などをかきしるしながら構造化を進展させるだけではなく，かきしるしたそれぞれの数学的な意味を捉える必要がある。
・児童が数直線を有効に活用するためには，問題場面から図的表現を通して，記号的表現へ変換する手続き的な指導を工夫する必要がある。

今後はインタビュー調査によって図的表現から記号的表現への変換に関する具体的な困難点を明らかにするとともに，枠組みを構築し，実践研究を行う。

引用・参考文献

Carmel M.Diezmann & Lyn D. English(2001).Promoting the Use of Diagrams as Tools for Thinking,*The Roles of Representation in School Mathematics (NCTM2001YEARBOOK)*, NCTM,pp.77 -89.

Van Essen,G.& Hamaker,C(1990).Using Self -Generated Drawings to Solve Arithmetic Word Problems.*The Journal of Educationai Research,* Vol.83,No.6 号,pp.301 -312.

井上理代子(1988),「かく活動を生かした２年生文章題指導の研究」,日本数学教育学会誌『算数教育』,第 70 巻,第 8 号,pp.15 -21.

上村栄子(1986),「文章題の解決過程における立式までの指導について」,日本数学教育学会誌『算数教育』,第 68 巻,第 2 号,pp.29 -33.

川又由香(2006),『図的表現を活用した算数授業に関する研究』,新潟大学修士論文（未刊行）.

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ー絵や図についての児童の実態調査と実践ー」,日本数学教育学会誌『算数教育』,第 68 巻,第 4 号,pp.18 -22.

中澤和仁(2007),「問題解決過程における算数的な表現の有効利用の一考察」,上越教育大学数学教室,『上越数学教育研究』,第 22 号,pp.55 -64.

中原忠男(1995),『算数・数学教育における構成的アプローチの研究』,聖文社.

中原忠男(1999),『構成的アプローチによる算数の新しい学習づくり』,東洋館出版社.

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成委員会(編),『数学教育学の進歩』,東洋館出版社,pp.303 -320.

布川和彦(2000),「数学的問題解決における図と情報の生成」, 上越教育大学数学教室,『上越数学教育研究』,第 15 号,pp.9 -18.

布川和彦(2006),「比例的推論の授業における小学校４年生の学習の様相」,上越教育大学数学教室,『上越数学教育研究』,第 21 号,pp.1 -12.

布川和彦(2007),「小学校３年生による比例的推論の課題の解決」,上越教育大学数学教室,『上越数学教育研究』,第 22 号,pp.1 -10.

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『算数教育』,第 72 巻,第 12 号,pp.28 -36.

廣井弘敏(2003),「小学５年生に見られる図による問題把握」,日本数学教育学会誌『算数教育』,第 85 巻,第 6 号,pp.10 -19.

山本正明(1995),「問題解決における数直線や線分図等の図の効果」,日本数学教育学会誌『算数教育』,第 77 巻,第 8 号,pp.2 -9.

吉川昭一ほか 8 名(1988),「数量関係の低学年における素地指導ー文章題を中心としてー」,日本数学教育学会誌『算数教育』,第 70 巻,第 6 号,pp.37 -43.

＜資料１＞

〔３年１日目〕

１．つぎのもんだいについて（１),（２）に答えましょう。

さとしさんは，くりひろいに行き，８３このくりをひろいました。きょう，３７このくりを食べました。のこりのくりは，何こあるでしょうか。

（１）このもんだいをテープ図でかきましょう。
（２）このもんだいの式と答えをもとめましょう。

２．つぎのもんだいについて（１),（２）に答えましょう。

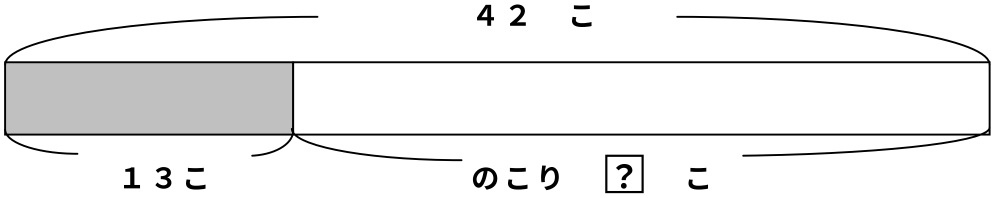
ゆきえさんは，おり紙を何まいかもっていました。今日，１８まい使ったので，のこりのおり紙は，４５まいになりました。ゆきえさんは，さいしょにおり紙を何まいもっていたのでしょうか。

（１）このもんだいをテープ図でかきましょう。
（２）このもんだいの式と答えをもとめましょう。

〔３年２日目〕

１．さち子さんは，つぎのさんすうのもんだいを読んで，下のようなテープ図をかきました。

あきらさんは，キャラメルを４２こもっていました。弟に，キャラメルを１３こあげました。キャラメルは，何このこっているでしょうか。



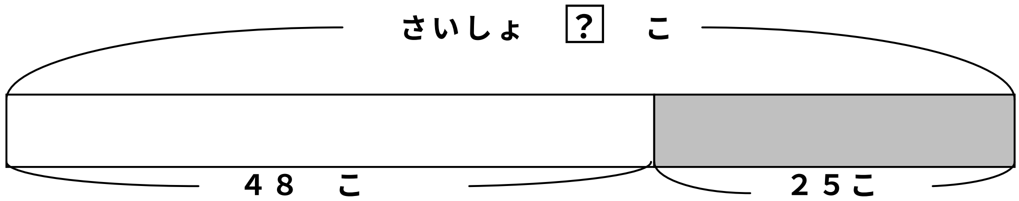
（１)テープ図をみて,のこっているキャラメルの数をもとめる式と答えをかきましょう。

新潟大学教育人間科学部数学教室，『数学教育研究』，第 43 巻，第 1 号，61-77，2008.

＜資料２＞

２．とし子さんは，つぎのさんすうのもんだいを読んで，下のようなテープ図をかきました。

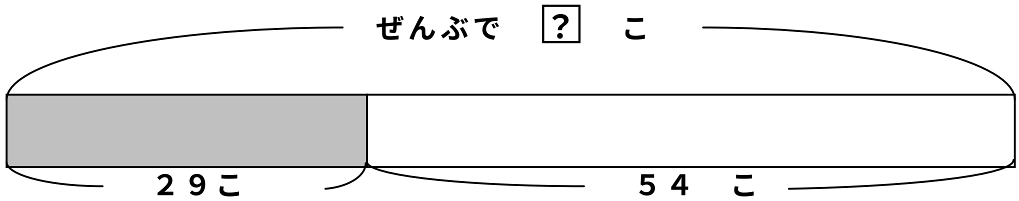
けい子さんは，ビー玉をいくつかもっていました。そのうちの２５こをいもうとにあげたので，今ビー玉を４８こもっています。けい子さんは，さいしょにビー玉を何こもっていたのでしょうか。



（１）テープ図をみて，さいしょにもっていたビー玉の数をもとめる式と答えをかきましょう。

３．まり子さんは，つぎのさんすうのもんだいを読んで，下のようなテープ図をかきました。

けんたさんは，おはじきを２９こもっていました。きのう，お兄さんからおはじきを５４こもらいました。おはじきは，ぜんぶで何こになったでしょう。

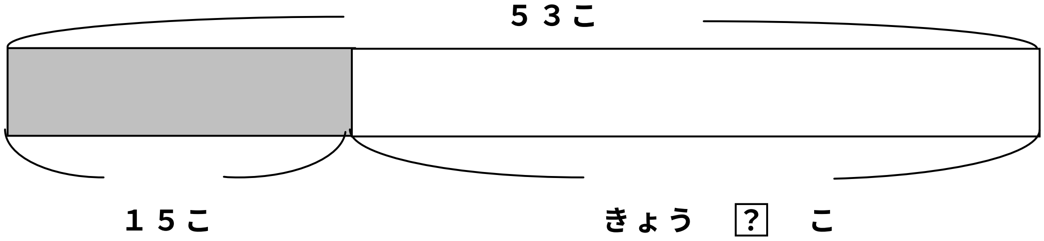


（１）テープ図をみて，おはじきぜんぶの数をもとめる式と答えをもとめましょう。

＜資料３＞

４．けんじさんは，つぎのさんすうのもんだいを読んで，下のようなテープ図をかきました。

つとむさんは，きのうかきを１５ことりました。きょうもいくつかとったので，あわせて５３こになりました。つとむさんは，きょう，かきを何ことったのでしょうか。



（１）　テープ図をみて，きょうとったかきの数をもとめる式と答えをかきましょう。

〔６年１日目〕

１．次の問題について（１），（２）に答えましょう。

１ｍの重さが７．２kgの鉄のぼうがあります。３．６ｍの重さは何kgでしょうか。

（１）この問題を数直線で表しましょう。
（２）この問題の式と答えを求めましょう。

２．次の問題について（１），（２）に答えましょう。

０．８ｍの重さが４．８kgのパイプがあります。このパイプ１ｍの重さは何kgでしょうか。

（１）この問題を数直線で表しましょう。
（２）この問題の式と答えを求めましょう。

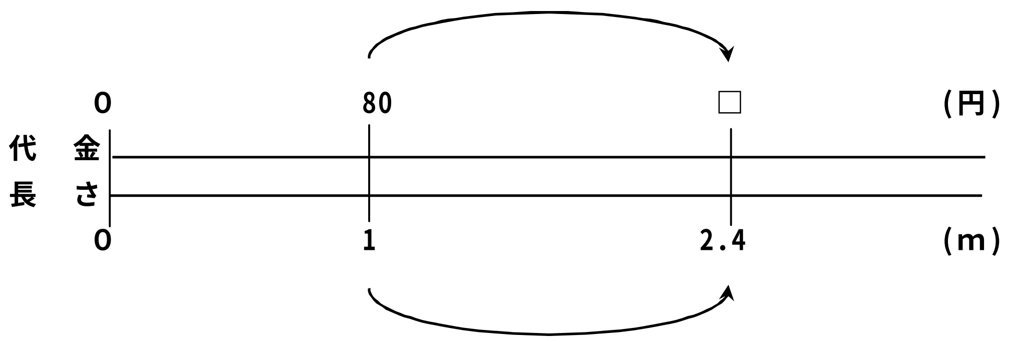
新潟大学教育人間科学部数学教室，『数学教育研究』，第 43 巻，第 1 号，61-77，2008.

＜資料４＞

〔６年２日目〕

１．ゆきえさんは，次の算数の問題を読んで，下のような数直線をかきました。

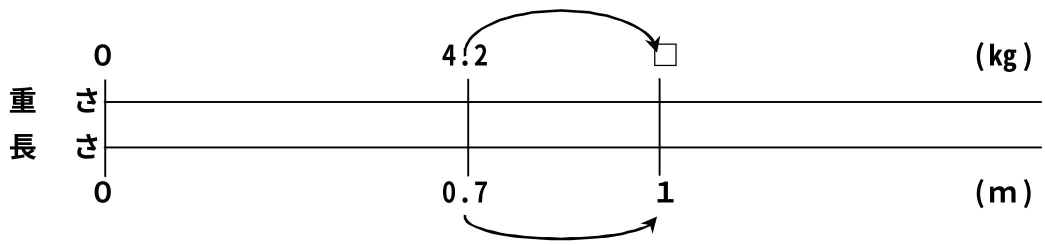
１ｍ８０円のリボンを 2.4m買いました。代金はいくらでしょうか。



（１）数直線をみて，□を求める式と答えをかきましょう。

２．りつ子さんは，次の算数の問題を読んで，下のような数直線をかきました。

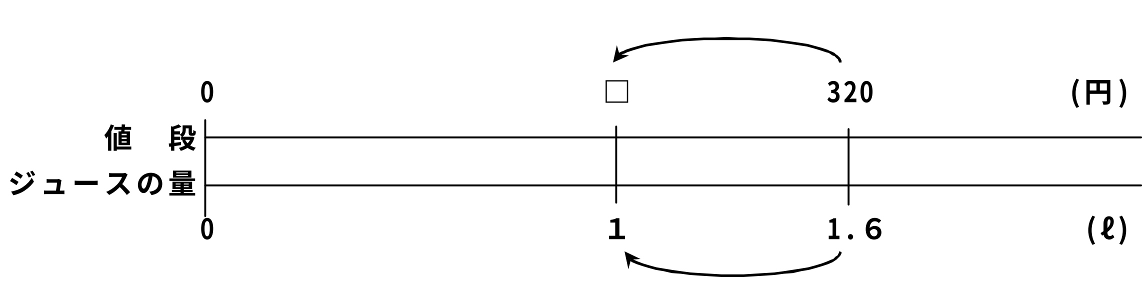
長さが 0.7mで 4.2 kgの鉄の棒があります。この鉄の棒１ｍの重さは何kgでしょか。



（１）数直線をみて，□を求める式と答えをかきましょう。

３．まことさんは，次の算数の問題を読んで，下のような数直線をかきました。

1.6ℓで３２０円のジュースがあります。このジュース１ℓの値段はいくらでしょか。

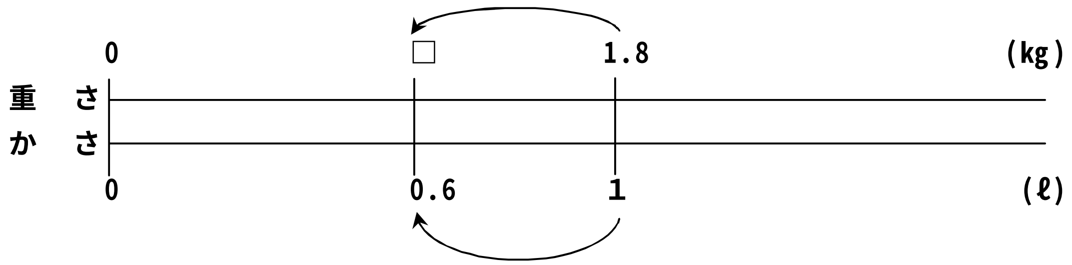


（１） 数直線をみて，□を求める式と答えをかきましょう。

＜資料５＞

４．さとしさんは，次の算数の問題を読んで，下のような数直線をかきました。

１ℓの重さが 1.8 kgのすながあります。このすな 0.6ℓの重さは何kgですか。



（１）数直線をみて，□を求める式と答えをかきましょう。