

資料

盲児に対する分数のわり算の指導法に関する研究 — 触覚的イメージに依拠した文章題と操作可能な教具の有用性の検討 —

岩田 恵実*・青柳 まゆみ**・佐島 毅***

本研究は、一般的に理解が難しいとされている分数のわり算について、視覚を活用した学習が困難な盲児の理解を促すための触覚的イメージに依拠した文章題（以下、触覚的文章題）と操作可能な教具を作成し、それらの有用性を検討することを目的とした。特別支援学校（視覚障害）中学部に在籍する盲生徒8名を対象とし、触覚的文章題の有用性を検討するために、視覚的イメージに依拠した文章題との比較に関する調査を行った。また操作可能な教具の有用性を検討するために、点図と操作可能な教具をそれぞれ用いた介入指導をクロスオーバー法で実施した。その結果、触覚的文章題の有用性について、比較課題からは明らかにならなかったものの、内省では支持する回答が多数認められた。操作可能な教具の有用性については、立式の際にわられる数とわる数を適切に認識する上で効果的であることが示唆され、内省からも支持する回答が多数認められた。

キー・ワード：視覚障害教育 盲児 分数のわり算 算数

I. 問題と目的

「分数のわり算」は、算数において理解が難しいといわれる単元の1つである。その原因として具体的な場面に即して考えるにくいこと（杉山, 1985）や、分数でわることの意味と計算手続きを関連させて考えることが難しいこと（Peck & Jencks, 1981）などがあげられる。

一般に分数のわり算の指導は、立式に関する指導と計算の仕方に関する指導の2つから構成される。立式に関する指導では「小数のわり算（第5学年）」で学習した内容を基に、わり算を割合を求めるものや基準にする大きさを求めるものとして捉えさせる必要があり、計算の仕方に関する指導では除法に関して成り立つ性質を

基に考えさせる必要がある（文部科学省, 2017）。しかし、どちらも抽象度が高く、児童にとってわかりやすいものとは言い難い。計算の仕方については、大半の児童生徒が「ひっくり返してかける」ことを意味のないアルゴリズムの適用とみなしており、なぜ答えが求められるのかという原理・原則について説明することができないという実態も明らかになっている（清水, 1992）。また、「ひっくり返してかける」という手続きを覚えるだけでは、計算手続きを優先させ具体的場面での分数や演算の意味を無視したり、文章題の場面の意味を適切に解釈できなくなったりする可能性があることが指摘されている（清水, 1994）。

そのため各教科書では、児童が少しでも理解を深められるように様々な工夫がなされている。具体的には、「ペンキ 1dL で塗れる板の面積を求める」という身近な場面を基にした文章題を扱い、文章題理解の過程¹⁾の第一段階であ

* 東京都立久我山青光学園

** 愛知教育大学特別支援教育講座

*** 筑波大学人間系

る「変換過程」の遂行を容易にしている。また計算の仕方の理解を促すために、わられる数とわる数を2本の数直線や面積図(数直線とグラフを組み合わせたもの)で表し、それらに線を引いたり色を塗ったりする活動や、式の変形について矢印や吹き出しで解説し、それらに適切な数字を書き込む活動といった、試行錯誤しながら主体的に考える課題を取り入れている。

盲児が使用する点字教科書においても、これらの内容が同様に記載されているが、晴眼の児童と同様に盲児の理解を促進できるものとはいえない可能性がある。その理由として、第一に、「ペンキ1dLで塗れる板の面積を求める」という文章題は、盲児が具体的な場面をイメージすることが難しい、視覚的イメージに依拠した文章題であり(以下、視覚的文章題)、文章題理解の「変換過程」の遂行に影響を及ぼす可能性がある。第二に、点字を使用する盲児にとって、数直線や面積図、図解されている式などを用いて、試行錯誤しながら主体的に考えることは難しい。墨字の図は印をつける、補助線を入れるなどのように自由に加筆したり、それらを修正したりなど、試行錯誤による主体的な学習の手段となる一方、点図は容易に加筆・修正することができず、試行錯誤による主体的な学習の手段にはなりにくい。また、触覚は身体表面が対象に接している部分の情報しか入手できず、継続的な認知といわれており(金子, 2003)、全体像を捉えたり、複数の構成要素を同時に比較・参照したりするのに時間を要する。

前者について、特殊教育諸学校学習指導要領解説(盲学校編)(文部省, 1992)では、航空写真、木とその影の比例関係など、盲児が直接経験できないものについては、教材の意図するところを十分考えて、適切な指導を工夫することが大切であると述べられている。また後者について、高村(2007)は視覚障害児童生徒への算数・数学の指導にあたっては、たし算でいえば離れているもの集めることや、ひき算でいえばひとまとまりになっているものからいくつか取り去るといったイメージが重要であると述べて

いる。また、佐藤・田中(2021)は、空間把握能力を獲得した上で、盲児の算数・数学の能力をさらに伸ばさせていくためには、触覚的経験を言葉にする行為が重要であると述べている。これらを踏まえて、視覚障害教育の算数・数学指導では、試行錯誤しながら主体的に考えることができ、かつ算数・数学のイメージを形成できる教具を用いた指導の実践が多く報告されている(清和, 2013; 高橋, 2016)。

以上のことを踏まえて、岩田・青柳(2020)は分数のわり算における盲児のための文章題と教具を開発した。具体的には、盲児が直接経験することができ文章題理解の「変換過程」に影響を及ぼさないと考えられる「1カップで測れる米の重さを求める」という触覚的イメージに依拠した文章題(以下、触覚的文章題)を用いることを提案した。また、盲児が分数のわり算の計算のイメージを形成でき、かつわる数とわられる数を同時に比較・参照しながら操作できる教具(以下、操作可能な教具)を開発した。岩田・青柳はこれらの有用性について、晴眼の大学生および盲児の算数・数学指導に携わっている専門家を対象に調査を行った。この調査では、作成した触覚的文章題と操作可能な教具は分数のわり算に関する盲児の理解を促進させる上で有用となる可能性を示唆した。

そこで本研究では、岩田・青柳(2020)が開発した触覚的文章題と操作可能な教具を改変し、それらについて点字教科書で用いられている内容との比較に関する調査を盲児を対象に行い、触覚的文章題と操作可能な教具の有用性を検討することを目的とした。

II. 方法

1. 協力者

特別支援学校(視覚障害)(以下、盲学校)の中学部に在籍する先天性の盲生徒8名を協力者とした。協力者の学年と視力(両眼)をTable 1に示す。協力者には事前に分数の計算問題(わり算を除く)に取り組んでもらい、分数の計算が正しくできることを確認した。また、協力者

Table 1 協力者の学年と視力（両眼）（名）

	中1	中2	合計
全盲	0	4	4
光覚弁	0	1	1
手動弁	2	0	2
30cm指数～0.01	0	1	1
合計	2	6	8

Table 2 数学への態度に関する評価項目

評価内容
数学の勉強は好きだ
数学の勉強は大切だ
数学の授業の内容はよく分かる
数学で学習したことは、将来、社会に出た時に役に立つ
数学の授業で学習したことを、普段の生活の中で活用できないか考える
数学の問題の解き方がわからないときは、諦めずに色々な方法を考える
数学の授業で公式やきまりを習うとき、そのわけを理解するようにしている
数学の授業で問題の解き方や考え方が分かるようにノートに書いている

の普段の数学への態度を評価するために、全国学力・学習状況調査の中学校第3学年生徒質問紙（国立教育政策研究所，2019a）の数学に関する質問全5項目から普段の数学の態度に関わらない項目を除いた4項目および、全国学力・学習状況調査の小学校第6学年児童質問紙（国立教育政策研究所，2019b）の算数に関する質問全11項目から中学校第3学年生徒質問紙と重複する項目や文章題の立式および公式の原理・原則に関わらない項目を除いた4項目の計8項目を実施した（Table 2）。その結果、6項目に対し全員が「当てはまる」または「やや当てはまる」を選択したことから、協力者全員が数学の学習に対し意欲的で、数学の授業への取り組みも積極的であることが示唆された。

2. 本研究の構成

本研究は、触覚的文章題の有用性を検討するための「視覚的文章題と触覚的文章題の比較に関する調査」と、操作可能な教具の有用性を検討するための「点図と操作可能な教具の比較に関する調査」の二つから構成した。

3. 視覚的文章題と触覚的文章題の比較に関する調査

(1) 調査内容：本調査では、視覚的文章題を「ペンキ1dLで塗れる板の面積を求める」という内容の文章題、触覚的文章題を「1カップで測れる米の重さを求める」という内容の文章題と定義した。調査内容は、各文章題の変換過程の遂行に関する課題、各文章題のわり算としての認識に関する課題、協力者の内省の3つで構成した。変換過程の遂行に関する課題では、多鹿・石田（1993）を参考に、各文章題で扱われている場面に即したものをオリジナルで1題ずつ作成した（以下、視覚的文章題の変換過程の遂行に関する課題を視覚的文章題変換課題、触覚的文章題の変換過程の遂行に関する課題を触覚的文章題変換課題とする）。わり算としての認識に関する課題では、各文章題で扱われている場面をわり算としてイメージできるかどうか検討するために、自然数を用いた課題を1題ずつ作成した（以下、自然数を用いた視覚的文章題の課題を視覚的自然数文章題課題、自然数を用いた触覚的文章題の課題を触覚的自然数文章題

Table 3 変換過程の遂行に関する課題

課題名	提示文章	選択肢
視覚的文章題 変換課題	2 dlで4 m ² の板を塗れるペンキを使って、10 m ² の板を塗ります。	①10 m ² の板を塗るのに必要なペンキの量=2 dl
		②4 m ² を塗れるペンキの量+10 m ² の板を塗るのに必要なペンキの量=2 dl
		③4 m ² を塗れるペンキの量=2 dl
		④4 m ² を塗れるペンキの量=10 m ² の板を塗るのに必要なペンキの量
触覚的文章題 変換課題	2カップで4 kgの米を測れるカップをいくつか使って10 kgの米を測ります。	①4 kgの米を測れるカップの数+10 kgの米を測るのに必要なカップの数=2カップ
		②4 kgの米を測れるカップの数=2カップ
		③4 kgの米を測れるカップの数=10 kgの米を測るのに必要なカップの数
		④10 kgの米を測るのに必要なカップの数=2カップ

Table 4 わり算としての認識に関する課題

課題名	課題内容
視覚的自然数 文章題課題	3 dlで6 m ² の板を塗れるペンキがあります。このペンキ1 dlでは、何m ² の板が塗れますか。
触覚的自然数 文章題課題	5カップで10 kgの米を測れるカップがあります。このカップ1カップでは、何kg測れますか。

課題とする)。実施した課題を Table 3、Table 4 に示す。また、協力者の内省として、視覚的文章題と触覚的文章題のどちらをわかりやすいと感じたか尋ねた。

(2) 手続き：協力者には課題内容が書かれた紙を渡し、口頭で回答を求めた。各課題の中止条件は、協力者がわからないと述べた場合とした。全ての課題を終えた後、内省の聞き取りを行った。回答および内省は記録用紙に記録するとともに、ビデオカメラ (Panasonic デジタルハイビジョンカメラ HC-W580M) により録画した。

4. 点図と操作可能な教具の比較に関する調査

(1) 調査内容：点図と操作可能な教具について、立式を理解する上での有用性と、計算の仕組みの原理・原則を理解する上での有用性の二つの観点から調査を行った。調査内容は分数のわり算の立式に関する課題 (以下、立式課題)、分数のわり算の計算の仕方の原理・原則に関す

る課題 (以下、原理原則課題)、協力者の内省の3つで構成した。立式課題は、触覚的文章題の内容を用いて「1/2カップで1/3 kgの米を測れるカップがあります。このカップ1カップでは、何kg測れますか。」とした。原理原則課題は、小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説算数編および検定教科書「たのしい算数6年 (大日本図書, 2020)」を参考に、分数のわり算の計算の仕方の原理・原則の理解段階を三段階に分け、各段階に即した課題をオリジナルで作成した (Table 5)。なお原理原則課題では、同じ構成、同程度の難易度で数値を変えたものを三種類作成し、毎回異なる課題を実施した。また、協力者の内省として、点図と操作可能な教具のどちらをわかりやすいと感じたか尋ねた。

(2) 手続き：本調査では、点図を用いた介入指導 (以下、点図介入指導) と操作可能な教具を用いた介入指導 (以下、教具介入指導) の二種類の介入指導をクロスオーバー法で実施し

Table 5 原理原則課題の内容 (一部)

課題名	「分数のわり算」の計算の仕組みの原理・原則の理解段階	課題内容
原理原則課題 1	分数同士の四則計算ができる	① $1/5+1/5$ ② $3/2+2/7$ ③ $3/11-1/11$ ④ $3/4-2/3$ ⑤ $1/4\times 1/4$ ⑥ $3/5\times 10/9$
原理原則課題 2	分数でわった時の答えの予測ができる	$11/12\div 1/5$ の答えは、 $11/12$ より大きいですか、小さいですか。その理由も教えてください。
原理原則課題 3	分数のわり算の計算の答えを、比例を用いて求めたい1あたりの量を求めることができる	$1/4\div 1/5$ の求め方について教えてください。 ※ひっくり返してかける方法を答えた場合には、それ以外の方法もしくは、どうしてひっくり返してかけると答えが求められるか尋ねる。

た。それに伴い、協力者8名を無作為に点図介入指導先行群(点図介入指導を先に実施する群)4名と、教具介入指導先行群(教具介入指導を先に実施する群)4名に分けた。点図介入指導に用いた点図は「特別支援学校小学部視覚障害者用算数6—5(2020年発行)」を参考に作成した(Fig. 1)。また、教具介入指導に用いた操作可能な教具は岩田・青柳(2020)を参考に作成した(Table 6)。以下、協力者が最初に受けた介入指導を先行介入指導、二つ目に受けた介入指導を後行介入指導とする。

立式課題と原理原則課題は、介入指導前、先行介入指導後、後行介入指導後の計3回実施し、協力者の内省は調査の最後に聞き取りを行った(Fig. 2)。各介入指導および各課題の中止条件は、協力者がわからないと述べた場合とした。回答および内省は記録用紙に記録するとともに、ビデオカメラ(前調査と同様のもの)により録画した。

5. 倫理的配慮

本研究は第一著者の所属機関における研究倫理委員会の審査・承認を得て実施した。倫理的配慮について、協力者の保護者に対しては文書で、協力者本人に対しては口頭で説明を行い、同意を得た後に調査を実施した。

Ⅲ. 結果と考察

1. 視覚的文章題と触覚的文章題の比較

文章題の変換過程の遂行に関する課題では、視覚的文章題変換課題について、協力者全員が達成した。一方、触覚的文章題変換課題については、6名が達成、2名が未達成であった。文章題のわり算としての認識に関する課題では、視覚的自然数文章題課題および触覚的自然数文章題課題ともに全員が達成した(Table 7)。

触覚的文章題変換課題が未達成だった2名は、いずれも「③ 4kgの米を測れるカップの数=10kgの米を測るのに必要なカップの数」とい

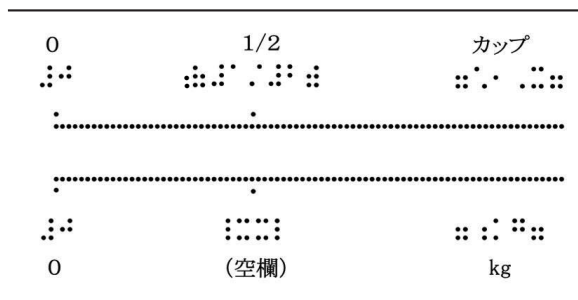


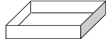


Fig. 1 点図介入指導に用いた点図

Table 6 操作可能な教具の概要

	積み木	円模型	式の箱
			
大きさ	縦3cm×横3cm×高さ3cm	直径9cm、厚さ5mm	縦10.5cm×横14.5cm×高さ1.5cm
重さ	40g	140g (正円模型)	100g
その他	<ul style="list-style-type: none"> 全ての面がスチール板や他の積み木と引き合うよう各面の中心に直径8mm、深さ6mmの穴をあけ、直径5.5mmのネオジム磁石を入れる。その上から厚さ0.5mmの木製シートを貼る。 分数として使用する場合は上面に「1/2」のように数字を書いたシールを貼る。 	<ul style="list-style-type: none"> 上のにせた積み木が固定されるよう上面にスチール板を貼る。 裏面に磁石を貼る。 正円模型の他に「1/2」を表す半円模型、「1/3」を表す1/3円模型、「1/4」を表す1/4円模型を用意する。 	<ul style="list-style-type: none"> 裏面に磁石を貼る。

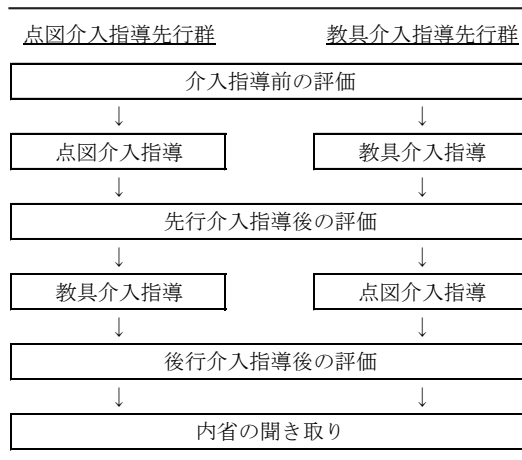


Fig. 2 点図と操作可能な教具の比較に関する調査の流れ

う選択肢を選んだ。その選択理由について1名は、「2カップを使って4kgを測るから。10kgでも同じカップを使わないといけない」と述べた。他の1名は、選択理由を述べている際に、自身の回答に対し、違和感を抱いた様子を見せたものの、正しい回答には至らなかった。これは、触覚的文章題変換課題に使用した文章表現が、適切に理解されなかったためと考えられる。なお、この2名は内省の聞き取りにおいて、視

覚的文章題よりも触覚的文章題の方がわかりやすいと述べており、触覚的文章題への否定的な回答はみられなかった。

内省の聞き取りでは、協力者8名のうち6名から触覚的文章題の方がわかりやすいという回答が得られた。また、他の2名からは「どちらもわかりやすい」等、触覚的文章題に用いられている内容がわかりにくいという回答はなかった。

以上の結果を踏まえて、以下2点について考

Table 7 変換過程の遂行に関する課題およびわり算としての認識に関する課題の結果

カテゴリ	課題内容	達成者数
変換過程の遂行に関する課題	視覚的文章題変換課題	8名/8名
	触覚的文章題変換課題	6名/8名
わり算としての認識に関する課題	視覚的自然数文章題課題	8名/8名
	触覚的自然数文章題課題	8名/8名

察する。

(1) **触覚的文章題の意義**：視覚的文章題と触覚的文章題の比較課題において、触覚的文章題の方が有用であることを示唆する結果を得ることはできなかった。一方、協力者の内省では、触覚的文章題を支持する回答が多数みられた。「米をカップで測るという体験は日常的である」や、「米をカップで測るという体験はイメージしやすい」という回答も得ることができ、触覚的文章題が盲児にとって身近な経験に基づいた内容であることが認められた。そのため、触覚的文章題は特殊教育諸学校学習指導要領解説（盲学校編）（文部省，1992）で述べられている内容に基づいた変更であったと考える。

また、視覚的文章題に対し、「見えない自分にとって広さはイメージしにくい」や「(点字を使用しているが)自分は少し見えているから、ペンキを見たことがあり、少しはわかる。でも、全く見えない人にはわかりづらいと思う」という回答があげられた。協力者全員が視覚的文章題に関する課題を達成しているが、このような回答を得られたことは、少なからず視覚的文章題が変換過程の遂行に影響を及ぼす可能性があることが伺える。

(2) **視覚的文章題を用いた学習の可能性**：「ペンキを使って板を塗る」という場面を見たり経験したりすることができない先天盲の協力者であったにも関わらず、全員が視覚的文章題に関する課題を達成した。その理由として、第一に、協力者が数学の学習に対し意欲的で、数学の授業への取り組みも積極的な集団であったためと

考える。加えて、事前に行った分数の計算に関する評価においても、協力者全員が正答しており、基本的な計算の知識を身につけていた集団であったことも影響したと考える。第二に、協力者の集団が中学1年生から中学2年生（12歳から14歳）という、Piagetの発達段階論の形式的操作期（与えられた諸前提を承認するにせよしないにせよ、とりあえずそれを仮説として受け入れ、必然的帰結をそこから引き出すことができる段階（中垣，2011））が形成され始める年齢（11～12歳）から、その均衡形態に達する年齢（14～15歳）であったためと考えられる。先天盲児であっても、上記のような条件を満たしていれば視覚的文章題が使用できることが今回の調査で明らかになった。

2. 点図と操作可能な教具の比較

本研究では、操作可能な教具の有用性について、立式を理解する上での有用性と、計算の仕組みの原理・原則を理解する上での有用性の二つの観点から調査を行った。

立式については、Table 8で示したように、協力者2名が教具介入指導によって正しい回答を述べることができた。この2名は、介入指導前にわられる数とわる数を誤って逆に認識していた。しかし、2名とも教具介入指導中に、誤りに気付いた発言をし、その後、課題を達成した。このことから、操作可能な教具はわられる数とわる数を適切に理解する上で、効果があったと考える。なお、二つの介入指導後も未達成であった協力者1名は、「 $1/3 \times 2$ 」とかけ算の回答を述べていた。

Table 8 立式課題の達成状況

協力者	介入指導前	先行介入指導後	後行介入指導後
点図介入指導 先行群	b	○	○
	c	○	○
	d	○	○
	a	×	×
教具介入指導 先行群	e	○	○
	g	○	○
	h	×	○
	f	×	×

○…達成、×…未達成

Table 9 原理原則課題2の達成状況

協力者	介入指導前	先行介入指導後	後行介入指導後
点図介入指導 先行群	b	×	○
	d	×	○
	a	×	×
	c	×	×
教具介入指導 先行群	e	×	○
	h	×	○
	f	×	×
	g	×	×

○…達成、×…未達成

Table 10 原理原則課題3の達成状況

協力者	介入指導前	先行介入指導後	後行介入指導後
点図介入指導 先行群	b	×	○
	d	×	×
	a	×	×
	c	×	×
教具介入指導 先行群	e	×	○
	f	×	×
	g	×	×
	h	×	×

○…達成、×…未達成

計算の仕組みの原理・原則については、その理解を三つの段階に分け、各段階に対して課題を設定した。原理原則課題1は、先行介入指導前の時点で協力者全員が達成していたため、先行介入指導後および後行介入指導後には実施しなかった。原理原則課題2はTable 9で示したように、先行の点図介入指導によって達成した協力者が2名、先行の教具介入指導によって達成した協力者が2名であり、各介入指導による

達成者の数に違いはみられなかった。

また、原理原則課題3についてもTable 10で示したように、先行の点図介入指導によって達成した協力者が1名、先行の教具介入指導によって達成した協力者が1名、後行の教具介入指導によって達成した協力者が1名であり、各介入指導による達成者の数にほとんど違いはみられなかった。

なお、内省の聞き取りでは、5名が点図より

も操作可能な教具の方がわかりやすいと回答した。以上の結果を踏まえて、以下3点について考察する。

(1) **操作可能な教具の意義**：調査の結果から、操作可能な教具は、立式の際にわられる数とわる数を適切に認識する上で効果的であることが示唆された。内省の聞き取りにおいても、操作可能な教具を支持する回答が多数みられた。それらの中には、「立体的に操作できるのが、イメージに繋がる」や「わる数が円の形になっており、正円にすれば数が求められるという仕組みがわかりやすい。」といった操作可能な教具がイメージ形成の一助となった旨を示す回答もみられた。

これらのことから、操作可能な教具は、高村(2007)が述べる視覚障害児童生徒への算数・数学の指導の配慮に基づいたものであることや、佐藤・田中(2021)が指摘する算数・数学の学習で重要な触覚的経験を言葉にする行為の一助となることが示唆されたと考える。

また、頭で想像したことを手で触って確認することができるという協力者の内省から、操作可能な教具が試行錯誤による主体的な学習の手段になりうる可能性も示唆された。

(2) **操作可能な教具の問題点**：今回の調査では、岩田・青柳(2020)の調査であげられた「同じ大きさの積み木がその時々によって $1/2$ や $1/3$ といった異なる数量を表すことに違和感を覚える」という回答はみられなかった。その一方で、計算の仕組みの原理・原則を理解できた協力者1名から、「初めて学習する際には、操作可能な教具の方がわかりやすいが、操作可能な教具は手順が複雑であり、今の自分にとってわかりにくい」という回答があげられた。既に、適切なイメージを形成している者にとって、操作可能な教具での学習は意味のないものであったり、返って理解を阻害したりする可能性もある。また、最終的には操作可能な教具を用いずとも、理解できることが目標であることから、操作可能な教具を学習に取り入れる時期や程度について、十分に留意する必要がある。

(3) **点図での学習の可能性**：今回実施した調査では、点図介入指導によって、計算の仕組みの原理・原則を理解できた協力者が8名中1名いた。また、内省の聞き取りにおいて、操作可能な教具での学習後であれば、点図でも理解できるという回答が得られた。このことから、本研究の協力者のような数学の学習に対し意欲的であり、基本的な計算の知識を身につけている者や、分数のわり算についてある程度理解している者であれば、点図も十分に学習手段になると考える。

IV. 今後の課題

本研究では、分数のわり算の単元における盲児のための触覚的文章題と操作可能な教具を開発し、先天の盲生徒8名を対象に、その有用性についての検討を行った。

今後の課題として、第一に、触覚的文章題の有用性の再検討があげられる。今回、触覚的文章題変換課題に使用した文章表現が理解しにくいものであり、触覚的文章題の変換過程の遂行について、適切に評価することができなかった。そのため、評価の仕方を改善し、本研究で用いた触覚的文章題が、盲児における変換過程の遂行をどの程度容易にしているか、改めて調査する必要がある。

第二に、操作可能な教具の操作手順の検討・改善である。協力者から操作可能な教具は手順が複雑でわかりにくいという指摘があった。そのため、操作可能な教具での学習がよりわかりやすいものとなるよう、操作手順について再検討が必要である。また、学習の初期から、学習内容を理解するまでの過程において、どのような頻度で操作可能な教具を取り入れるか、縦断的な検討も必要である。

第三に、対象者の拡大が必要である。本研究の協力者は、数学の学習に対し意欲的であり、基本的な計算の知識を身につけている中学生と、限定的であった。したがって、分数のわり算の学習学年である小学校6年生を対象とした検討が不可欠である。また、数学の学習に対し

意欲的でない者や分数の計算に関する知識が曖昧な者を対象とした検討が必要である。

最後に、触覚的文章題と操作可能な教具の有用性について、複数課題での検討が求められる。本研究では時間の制約上、 $1/2$ や $1/3$ といった簡単な分数を用いた課題しか扱わなかった。触覚的文章題と操作可能な教具の有用性や課題をより明確にするためにも、今後は $3/2$ や $5/4$ といった複雑な分数を用いた課題での検討を行なっていきたい。

謝辞

本研究を行うにあたり、ご協力をいただきました協力者の皆様、操作可能な教具の作成についてご教示いただきました筑波大学附属視覚特別支援学校 山田毅教諭に、心よりお礼申し上げます。

註

- 1) 一般に児童の文章題理解の過程は、①変換過程（各文に表現されている内容について、言語的知識や事実に基づき理解する）、②統合過程（変換過程を受け、各文同士がどのような関係性であるか、何を求めるべきかを理解する）、③プラン化過程（統合過程を受け、答えを得るための数式を作る）、④実行過程（プラン化過程で作られた数式を計算する）の4つの過程に分けられる（Mayer, 1985; 1987; 多鹿・石田, 1989; 1993）。

文献

大日本図書 (2020) たのしい算数6年. 大日本図書.
 岩田恵実・青柳まゆみ (2020) 盲児に対する「分数のわり算」の指導に関する基礎的研究—1あたりの量を求めるわり算のイメージに着目して—. 障害者教育・福祉学研究, 16, 29-37.
 金子健 (2003) 触覚の特性と触図の認知について. 平成14年度視覚障害教育研究部一般研究報告書, 国立特殊教育総合研究所視覚障害教育研究部, 2-5.
 国立教育政策研究所 (2019a) 中学校第3学年生徒質問紙. 国立教育政策研究所, 2019年4月18日, https://www.nier.go.jp/19chousa/pdf/19shitumonshi_

[chuu_seito.pdf](#) (2021年8月10日閲覧).
 国立教育政策研究所 (2019b) 小学校第6学年児童質問紙. 国立教育政策研究所, 2019年4月18日, https://www.nier.go.jp/19chousa/pdf/19shitumonshi_shou_jidou.pdf (2021年8月10日閲覧).
 Mayer, R. E. (1985) Mathematical ability. In R. J. Sternberg (Ed.), *Human abilities: An information processing approach*. Freeman, New York, 127-150.
 Mayer, R. E. (1987) *Educational psychology: A cognitive approach*. Little, Brown, Boston.
 文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説—算数編—. 日本文教出版.
 文部省 (1992) 特殊教育諸学校学習指導要領解説 (盲学校編). 海文堂出版.
 中垣啓 (2011) ピアジェ発達理論段階の意義と射程. 発達心理学研究, 22 (4), 369-380.
 Peck, D. M. & Jencks, S. M. (1981) Conceptual Issues in the Teaching and Learning of Fractions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 12 (5), 339-348.
 佐藤将朗・田中仁 (2021) 全盲の数学者事例から考える触覚的スキルと特別支援教育. 上越教育大学特別支援教育実践研究センター紀要, 27, 1-6.
 清和嘉子 (2013) 操作とイメージ—1次方程式における等式の変形において—. 視覚障害教育ブックレット, 23, 68-72.
 清水美憲 (1992) 分数の除法に関する児童・生徒の認識について. 数学教育論文発表会論文集, 25, 43-48.
 清水美憲 (1994) 児童における分数の意味理解と計算手続きの実行について. 日本科学教育学会年會論文集, 18, 251-252.
 杉山吉茂 (1985) 分数のかけ算わり算. 新しい算数研究, 171, 2-5.
 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.
 多鹿秀継・石田淳一 (1993) 算数文章題解決における下位過程の分析. 科学教育研究, 17 (1), 18-25.
 高橋優子 (2016) イメージを大切にしたい1次方程式の指導—計算が機械的処理になりがちな生徒に向けて—. 視覚障害教育ブックレット, 32, 30-35.
 高村明良 (2007) 「イメージ・言語・道具」に着目した算数・数学の指導. 鳥山由子 (編著), 視覚障害教育の理論と実際, 92-105, ジアース教育新社.
 — 2021.8.23 受稿, 2021.12.18 受理 —

Study on the Teaching Method of Dividing Fractions for Students with Visual Impairment: Examination of the Usefulness of Tactile Image-Based Word Problem and Manipulable Teaching Tools

Emi IWATA^{*}, Mayumi AOYAGI^{} and Tsuyoshi SASHIMA^{***}**

The purpose of this study was to develop “tactile image-based word problem” and “manipulable teaching tools” to promote understanding of dividing fractions, which is generally considered difficult to understand, for students with visual impairment who have difficulty in learning using their vision, and to examine their usefulness. Eight students with visual impairment enrolled in the lower secondary departments of special needs education school for the visually impaired participated in the study, which investigated the usefulness of tactile image-based word problems compared with visual image-based word problems. To examine the usefulness of manipulable teaching tools, instructions using dotted diagrams or manipulable teaching tools were provided following the cross-over method. The comparison task did not demonstrate the usefulness of the tactile image-based word problems, but there were many positive reactions based on the participants’ reflection. The manipulable teaching tools were more effective for appropriately recognizing the dividend and the divisor in formulating equations, and there were many positive reactions for the tools by the participants.

Key words: Education for Students with Visual Impairment Students with Visual Impairment
Dividing Fractions Mathematics

^{*} Tokyo Metropolitan Kugayama Seiko Gakuen

^{**} Faculty of Special Needs Education, Aichi University of Education

^{***} Faculty of Human Sciences, University of Tsukuba