

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—

岩田 恵実 (筑波大学大学院人間総合科学研究科)
青柳 まゆみ (愛知教育大学特別支援教育講座)

要約 本稿では、分数のわり算を盲児が学習する上での課題を分析し、その結果を基に補助教材及び指導案を作成して、その有効性を検討した。教科書分析の結果、盲児が学習する上での配慮として「1あたりの量を求める」ということを直感的に意識できるような教材や文章問題が必要であることが明らかになった。今回作成した教材及び指導案を用いて晴眼の大学生に模擬授業を実施したところ、分数のわり算に対して「1あたりの量を求める」ことを意識できていなかった12名のうち、10名はこの模擬授業を通して意識できるようになった。また、視覚障害教育の専門家に教材及び指導案の評価を求めたところ、盲児でも操作可能な教材の仕様である、教材の操作を通して1あたりの量を求めることを意識できる、比例や他の単元にも応用できる、等の意見が得られた。以上のことから、本稿で作成した教材及び指導案は、盲児が分数のわり算を理解することに有効である可能性が示唆された。

キーワード：視覚障害教育, 盲児, 分数, 算数, 指導法

I 問題と目的

1. 盲学校における算数・数学の専門性について

視覚障害児の教科指導について、特別支援学校学習指導要領(文部科学省, 2017)には「児童が聴覚、触覚及び保有する視覚などを十分に活用して、具体的な事物・事象や動作と言葉とを結び付けて、的確な概念の形成を図り」と明記され、直接体験を通して具体的なイメージを形成していく指導の大切さが述べられている。算数科教育においても、数量や図形をはじめとした数多くの概念を指導することから上記の考え方は非常に重要であるが、視覚に障害のない児童に対する一般的な指導では、視覚的情報を手がかりとして児童の理解を図っていくことが多いため、視覚障害児に対しては指導法の工夫が必要である。

高村(2007)は、視覚障害児の算数・数学の理解・考え方・ものの見方などの発達は、イメージ・言語・道具の3点を軸として段階的に進んでいくと述べている。よって視覚障害児に算数を指導する際には、学習する内容に関する適切なイメージの形成ができるような、視覚障害の特性に配慮した教具や指導法が必要であるといえる。

2. 「数と計算」領域における具体物を用いたイメージ形成について

算数はA「数と計算」、B「図形」、C「測定」(下学年)・「変化と関係」(上学年)、D「データの活用」の4領域で構成されており、このうち「数と計算」の領域で学習する概念は、整数・小数・分数などの数概念が主である。小学生がそのような数概念を学ぶ教材の一つに、算数セットがあげられる。しかし一般的に

算数セットを活用し、具体物を操作して学ぶのは小学校低学年のみである。中学年以降は、児童が具体物を操作して学ぶ機会はほとんどなく、イラスト等を見て学ぶことが中心となる。

一方、視覚活用が困難な盲児に数概念を指導する際には、中学年以降も引き続き具体物の操作を通して、視覚に頼らない方法で概念の形成を図る指導が必要となる。実際に「科学ヘジャンプ」(視覚障害児童生徒のための教育プログラム)では、数の大きさを積み木で学ぶ「敷き詰めて大きさを感じよう」というワークショップが行われている。このワークショップでは、言葉だけの理解になりがちな大きい数について、実際に積み木を敷き詰めて触ることで、その数の大きさを感覚的に学ぶことができる。

また具体物の操作は、計算の方法を学ぶ際にも有効であると考えられる。高橋(2016)は、数え棒やおはじきを用いた一次方程式の実践報告を行い、その中で、具体物を操作して学ぶメリットとして、算数的なイメージを持ち、計算を論理的に行うことができる点を述べている。加えて、生徒が自分で計算の間違いに気づくことができる点もあげている。同様に一次方程式の実践を行った清和(2013)は、生徒は一回の具体物の操作を通して他の数字についても考えを広げることができるという、具体物を用いて学ぶことの汎用性について述べている。この二つの研究は一次方程式の実践報告であるが、その中で生徒の分数のかけ算・わり算でのつまずきについても触れている。筆者は、このつまずきの原因を、分数のかけ算・わり算を小学校で学んだ際に、生徒が具体的なイメージを持つことができなかったためであると考えた。

3. 分数のわり算指導の困難性について

分数のわり算は、通常の小学校でも、計算の意味を理解させる授業を行うことが難しいと言われている。その原因の一つとして、杉山(1985)は、分数のわり算は日常生活の具体的な場面で考えにくいことを指摘している。また、小学校学習指導要領解説算数編(文部科学省, 2017)では、分数のわり算は小数のわり算の意味を基にして理解するとあるが、小数のわり算は自然数のわり算のように「配る・分ける」感覚では捉えることが難しい。すなわち、分数のわり算も「配る・分ける」というわり算の感覚で理解することは非常に困難である。

このように、分数のわり算は、晴眼の児童であっても具体的なイメージを伴って学ぶことが難しい単元である。イラストなどの視覚的情報からイメージを得ることが難しい視覚障害児はなおさらである。さらに、視覚障害児がイメージを伴って学ぶためには具体物の操作が有効であるが、分数は具体物で表しにくい。なぜなら、示したい分数を具体物で表現するには、基準となる1の大きさを明示した上で、その分割数を表す必要があるためである。分数のわり算を具体物で学ぶには、このことを解決できるような教材の工夫が必要である。

以上のことから、視覚障害児が「分数のわり算」をイメージを伴って理解するためには、①分数を具体物で表すこと、②日常の生活経験に即した文章問題を作成すること、③「配る・分ける」イメージに合った具体物の操作を提案すること、の3点が必要であると考えられる。

4. 本研究の目的

学習指導要領では、「分数のわり算」の指導目標の一つとして、計算の仕方を意味を持って理解することを挙げている。また久米(1978)は、分数のわり算を機械的な計算方法のみで学ばず、時間が経つと手順に混乱を生じやすくなると述べている。これらのことから、分数のわり算をイメージを持ちながら学ぶことは重要であり、視覚障害児にとっても同様のことが言える。しかし、盲学校小学部における分数のかけ算・わり算指導の具体的な実践報告は見当たらない。

そこで本研究では、分数のわり算を盲児に指導することを想定し、分数のわり算のイメージ形成に適した補助教材とその教材を活用した指導案を作成し、その有用性を検討するための基礎資料を得ることを目的とする。

II 教材及び指導案の作成

1. 目的

分数のわり算について「1あたりの量を求める」と

いうイメージで理解するための教材及びその教材を活用した指導案を作成する。

2. 方法

分数のわり算の指導に関連した以下の資料を視覚障害教育の視点で分析し、その結果を元に盲児のための教材及び指導案を作成した。

- ①一般の教科書：全6社(東京書籍, 大日本図書, 学校図書, 教育出版, 啓林館, 日本文教出版)
- ②点字教科書：特別支援学校小学部視覚障害児用算数6-3
※原典教科書『新版 新しい算数 6』(東京書籍)

3. 教科書の分析結果

(1) 一般の教科書の特徴と課題点

1) 文章問題の内容

一般に、児童は文章問題から場面を想像することで立式・計算の手がかりを得ることができる。特に単元の導入では、児童がその手がかりを得られるような文章問題を意図的に取り入れている。しかし、それは文章問題で想定されている内容を児童が実際に経験したことがある、もしくは図解などの視覚教材によって間接的に経験できることが前提である。

しかしいずれの教科書も、導入問題で扱われていたのは「1dLのペンキでどれだけの面積を塗ることができるか」という文章問題であった。「ペンキで物を塗る」ことは視覚的経験との関係性が大きいため、盲児が立式・計算の手掛かりにするには不向きである。また、盲児に「ペンキの量によって塗れる面積が決まる」ことを教室で体験させることも、現実的とは言えない。

加えて、「ペンキで物を塗る」という経験は既習のわり算の感覚と同じように捉えにくい点が問題である。ペンキ1dLで塗れる面積を求める計算は、「10個のあめを5皿に同じ数ずつ分けて1皿あたりの数を考える」等と同じ、1あたりの量を求めるわり算(等分除)である。しかし、「1dLのペンキでどれだけの面積を塗ることができるか」という文章問題を「分ける・配る」感覚で捉えることは難しく、特に「液体の操作」や「塗ること」が身近でない盲児にとっては、直感的な理解はさらに困難であると考えられる。

2) 指導の流れ

いずれの教科書も、導入は①文章問題を読む、②立式する、③立式した式の計算方法について考える、という3段階で展開されていた。大きな違いが見られたのは、導入問題で扱われている数字である。

6社中3社では、わる数が $\frac{1}{3}$ や $\frac{1}{4}$ など分子が1である分数(単位分数)について先に考え、その後分子が1でない分数について考える活動を行っていた。

また一部の教科書では、自然数で考えてから分数で考えるという工夫を行っていた。

盲児の場合、晴眼児のように目で見て思い出すという活動ができないため、わる数が自然数である割り算などについても、時間を多く確保して振り返りの学習を丁寧に行う必要がある。また分子が1でない分数のわり算は、わられる数にわる数の分母をかけ、わる数の分子でわるという2段階の計算が必要であり、計算過程が複雑である。分数を含む数式を点字で計算する場合にはノートを何行も使用するため、計算過程が複雑であることは初めて分数のわり算を学ぶ盲児にとっては負担が大きいと考えた。一方、単位分数であればわられる数にわる数の分母をかけることしか行わないため、計算過程が短く、計算の仕組みについて集中して考えることができる。

以上のことから、盲児が学ぶ際には①わる数が自然数の場合②わる数が単位分数の場合③わる数が単位分数でない分数の場合といったスモールステップにして学習するのがよいと考えた。

3) 計算の考え方

各社が採用している計算の考え方は、主に以下の3つである(図1)。

- ①わる数を整数にすることを目的とし、わられる数とわる数にわる数の分母をかける。
- ②わる数を1にすることを目的とし、わられる数とわる数にわる数の逆数をかける。
- ③1/3や1/4dL等で塗ることができる面積を求めて、それを3倍、4倍して1dLで塗ることができる面積を求める。

①や②はわり算の性質を用いた考え方であり、③は実際のイメージを表現したイラストを基に考える方法である。その他、学校図書では実際に色を塗って考える活動を行っていた。計算の考え方をイメージとともに学ぶためには③の考え方、もしくは学校図書のように、実際に色を塗って考える活動を行うことが有効であると思われる。しかし③の考え方は、2つの数直線や図と数直線を組み合わせたイラストで説明しており、視覚優位の教材になっているため、盲児に対してそのまま用いることは不可能である。また実際に色を塗って考える活動に関しても、盲児が学ぶ手段としては適切でないと考えた。したがって、盲児が計算のイメージを持ちながら学習するためには、③の考え方を基に、使用する教材を工夫する必要がある。

(2) 点字教科書の課題点

次に、点字教科書の課題点について検討する。

点字教科書は、点字を使用する児童・生徒のために、原典となる検定教科書を編集し、点訳したものである。原典教科書は、点訳しやすいこと、弱視児が読

$\frac{3}{4}$ dLのペンキで、板を $\frac{2}{5}$ mぬれました。このペンキ1dLでは、何mぬれますか。

<①の考え方> $\frac{2}{5} \div \frac{3}{4} = (\frac{2}{5} \times 4) \div (\frac{3}{4} \times 4) = (\frac{2}{5} \times 4) \div 3 = \frac{2 \times 4}{5} \div 3$

<②の考え方> $\frac{2}{5} \div \frac{3}{4} = (\frac{2}{5} \times \frac{4}{3}) \div (\frac{3}{4} \times \frac{4}{3}) = (\frac{2}{5} \times \frac{4}{3}) \div 1 = \frac{2}{5} \times \frac{4}{3}$

<③の考え方> $\frac{1}{4}$ dLでぬれる面積を求めて、それを4倍する。

※出典：東京書籍(2015)『新編 新しい算数 6』p.61-62 (一部改変)

図1 計算の考え方

みやすいことなどの理由から選定され、算数科では東京書籍『新編 新しい算数』が採用されている。教科書が選定された後、教科ごとに盲学校教員や有識者が組織された「点字教科書編集協力者会議」で編集が行われる。

文部科学省(2015)は、編集の基本方針として①原典の内容そのものの大幅な変更は行わないこと、②やむを得ず原典の内容を修正したり、差し替えたりする場合には、児童の特性を考慮するとともに、必要最小限にとどめること、③特に図、表、写真等の取扱いは、慎重に行い、できる限り原典に沿った点訳ができるように工夫すること、の3点を挙げている。加えて算数科では、筆算の扱いや図表における表記等について27項目の具体的方針を定め、編集を行っている。

このように、点字教科書は点字を使用する児童生徒のことを考慮して編集されている。ただし、原則として原典教科書の内容の変更を行わないため、点字を使用する児童・生徒の思考に完全に沿った内容ではない可能性がある。実際に分数のわり算の単元においても、点字を使用する児童にとって学びやすい教材とは言い難い点がいくつかある。

第一に、文章問題が変更されていない点である。前述した「ペンキでどれだけ板を塗ることができるか」というのは視覚的経験を前提とした文章問題であり、視覚障害児が学ぶ上で適切なものとはいえない。しか

し、点字教科書においてもこの文章問題が採用されていたため、検討すべきである。

第二に、2つの点図を比較するという、触図の読み取りには適さない方法で活動を行う点である。点字教科書では、計算の考え方を説明する図や数直線等が、大幅な変更なしに点図化されていた(図2)。触図の特性上、2つの点図を同時に比較することは難しく、特に触図に長けていない児童は、1つの点図を適切に理解するだけで多くの時間を費やす可能性がある。本単元の主目的は計算の仕方を考えることであり、点図の読み取りに多くの時間を費やすことは出来ないため、分数の計算の考え方をわかりやすく説明するためには、点図ではない別の教材が必要であると言える。



※出典：文部科学省(2015) 特別支援学校小学部視覚障害児用 算数6-3 p183

図2 点字教科書に掲載されている点図

4. 教材及び指導案の提案

前項の結果を基に、盲児が「分数のわり算」を1あたりの量を求めることに着目しながら学ぶための教材及び指導案を以下のように作成した。

(1) 概要

1あたりの量を求めることをイメージできるように、整数では「チョコレートを皿に配る」、分数では「米をカップで分ける」という文章問題にした。また、わる数とわられる数の違いを触って区別できるように、わる数は円、わられる数は立方体で表した。特に1あたりの量を求めることを意識するためには、わる数の数量に注目する必要があるため、わる数の1を正円、1/2を半円で表し、数量と形を対応させた。わられる数については1も1/2も同じ立方体の積み木で表すため、分数の場合には積み木の上面にタックシールで数値を書くことや、1/2であれば2個、1/3であれば3個がぴったり収まるケースに入れて提示する等の工夫を行った。

なお、すべての教材の裏面にはマグネットシートを貼り、ブラックボード(大きさ28cm×40cm)の上で作業させることで、盲児でも操作が行いやすいようにした。

(2) 教材の詳細

1) わられる数を表す積み木(図3)

一辺の長さ約2.5cm、重さ約20gの立方体の積み木。わられる数として用い、積み木1個を自然数であればチョコレート1個、分数であれば米1/2kg等とする。積み木同士を重ねたり、円の上に載せたりできるよう、上面には鉄板、裏面にはマグネットシートを貼る。

2) わる数を表す円(図4)

直径約9cm、厚さ4mm、重さ約20gの円。わる数として用い、正円を1、半円を1/2というように形と数量を対応させる。上面には鉄板、裏面にはマグネットシートを貼る。

3) 積み木ケース(図5)

縦2.7cm、厚さ2mm程度、高さ1.5cmの積み木のケース。わられる数が分数の場合、元の大きさの1を意識できるように、教材を提示する際にはこのケースに入れて渡す。裏面にはマグネットシートを貼る。積み木の出し入れがしやすく、入れた積み木を数えやすいように、ケースの枠と積み木の高さには差をつける。

4) 式を表す箱(図6)

大きさ8cm×12cm、高さ2.5cmの箱。立式の内容を確認するために用いる。二つの箱を左右に並べ、箱と箱の間に「÷」があるイメージで、左の箱はわられる数(積み木)、右の箱はわる数(円)を入れる場所とする。これを「式の箱に立式する」と呼ぶ。

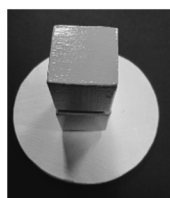


図3 積み木

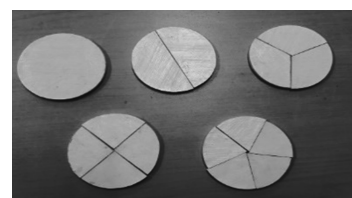


図4 円



図5 積み木ケース

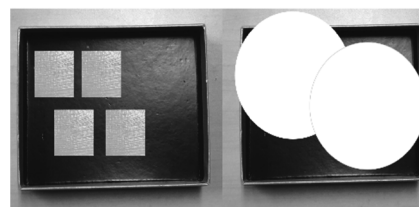


図6 式の箱

(3) 指導案

指導の流れを表1に示す。

表1 指導の流れ

テーマ	ねらい	使用する問題	学習活動
1.導入	児童の既有知識を確認する。		わり算はどんな場面で使うか、また分数はどういう数字かについて尋ねる。
2.自然数のわり算(離散量)	教材の基本的な操作に慣れる。	チョコレートが4個あります。2枚のお皿に同じ数ずつ分けると、チョコレートは1皿あたり何個になるでしょう。	教材のルールや基本操作について理解させるため、以下の手順に沿って児童と教材の操作を行う。 ①積み木1個をわられる数であるチョコレート1個、円1枚をわる数である皿1枚に見立てて考えることを説明する。 ②適切な教材を選んで式の箱に立式させる。 ③式の箱から円を取り出し、その円の上に式の箱にある積み木を同じ数ずつ置かせる。 ④1枚の円の上にある積み木の個数が答えとなることを確認する。
3.自然数のわり算(連続量)	わられる数が連続量であるわり算に慣れる。	6カップで2kgのお米があります。このお米1カップあたり何kgでしょう。	積み木1個を米1kg、円1枚を1カップに見立てて考えることを説明し、児童に教材を使って答えを求めさせる。ここで教師は1カップ分を意識させるために、「まるっと1カップ分は何キロかな。」等の言葉かけを行う。
4.単位分数同士のわり算	わられる数、わる数が分数であっても、自然数と同じ考え方で求められることを理解する。	1/2カップで1/3kgのお米があります。このお米1カップあたり何kgでしょう。	単位分数のわり算について理解させるため、以下の手順に沿って児童と活動を行う。 ①問題文を提示し、今までとの違いに気づかせる。 ②適切な教材を選んで式の箱に立式させる。 ③1/2の円の上に1/3の積み木を置かせる。 ④教師が「この積み木と1/2の円のセットを今までと同じようにまるっと1カップ分にするためにはどうすればよいかな。」と発問し、1/2カップで1/3kgのセットを2つ作れるように誘導する。 ⑤1枚分の円の上には1/3の積み木が2個あることを確認させ、答えが2/3となることを理解させる。 ⑥数字が異なる問題に取り組みながら、「わる数の分母の数だけ、わられる数・わる数を倍にする」という考え方を言語化させる。 
5.分子が1でない分数同士のわり算	わる数が単位分数でない場合には、わられる数・わる数をわる数の分子の数でわり、単位分数あたりにすることを理解する。	3/4カップで6/5kgのお米があります。このお米1カップあたり何kgでしょう。	分子が1でない分数のわり算について理解させるため、以下の手順に沿って児童と活動を行う。 ①問題文を提示し、今までとの違いに気づかせる。 ②適切な教材を選んで式の箱に立式させる。 ③3/4の円(1/4のピース3個をつなぎ合わせたもの)の上に、1/5の積み木6個を置かせる。 ④教師が「1/4のカップにお米はどれだけ入るかな。」と発問し、1/4の円の上に積み木を2つつ置くよう誘導する。 ⑤積み木が二つあった1/4の円に注目させ、教師が「積み木が二つあった1/4の円のセットを今までと同じようにまるっと1カップ分にするためにはどうすればよいかな。」と発問し、1/4カップで2/5kgのセットを4つ作れるように誘導する。 ⑥1枚分の円の上には1/5の積み木が8個あることを確認させ、答えが8/5となることを理解させる。 ⑦数字が異なる問題に取り組みながら、「わる数が単位分数でない場合には、1/○のカップに積み木が乗ったセットを作るために、わられる数・わる数をわる数の分子の数でわる。」という考え方を言語化させる。 
6.計算の公式	言語化した解き方を基に、公式(わる数の逆数をわられる数にかける)を理解する。		分数のわり算の過程を確認する。(最初にわる数に注目し、わる数が単位分数でない場合には、わる数を1/○にしてから考えられるよう、わられる数・わる数をわる数の分子の数でわる。次にわる数が1になるようにわる数の分母の数だけわられる数・わる数を倍にする。)教材で学んだ分数のわり算の計算過程と、分数のわり算の公式が同じものであることを理解させる。

Ⅲ 指導案の有効性の検討

1. 目的

Ⅱで作成した教材及び指導案を、晴眼の大学生と視覚障害教育（算数数学）の専門家に評価してもらい、有効性や課題点を明らかにする。

2. 方法

(1) 大学生に対する模擬授業

1) 対象

教育学部に在籍する晴眼の学生 12 名 (表 2)。

表 2 参加大学生の属性

	所属	学年	質問①	質問②	質問③	質問④
A	数学科	4	4	○	論	等
B	数学科	4	4	○	機	等
C	特別支援	2	3	×	機	等
D	特別支援	2	3	○	論	等
E	社会科	2	4	×	機	等
F	家庭科	2	3	×	機	等
G	数学科	1	3	○	機	等
H	数学科	1	3	×	機	等
I	特別支援	1	4	○	機	等
J	特別支援	1	3	×	機	等
K	数学科	4	4	×	論	等
L	数学科	4	4	○	論	等

質問①：算数のテストの得点 (4 いつも平均点以上, 3 平均点以上もしくは平均点, 2 平均点もしくは平均点以下, 1 平均点以下)
 質問②：算数の授業は楽しかったか (○楽しかった, ×楽しくなかった)
 質問③：立式方法 (論：論理的に, 機：機械的に)
 質問④：わり算のイメージ (等：等分除, 包：包含除)

2) 実施期間

201X 年 11 月～12 月。

3) 手続き

協力者 2 名ずつに対して、筆者がⅡで作成した教材及び指導案を用いた模擬授業を行った。協力者の同意のもと、模擬授業前には質問紙調査、模擬授業後にはインタビュー調査を実施した。模擬授業の様子はビデオで、インタビュー調査の様子はボイスレコーダーで記録し、後に分析を行った。

なお調査結果の個人別比較も分析の視点に加えるため、協力者には A から L の番号を割り当て、各協力者の模擬授業前後での変化を確認できるようにした。

4) 調査内容

<事前調査>

- ・小学生時の算数に関する経験 (選択式)
- ・わり算や分数に関する知識・イメージ (選択式)

- ・提示したわり算の式 ($\bigcirc \div \triangle$, $\bigcirc \div \triangle / \square$, $\bigcirc / \triangle \div \square$, $\bigcirc / \triangle \div \square / \star$) に即した文章問題の作成と、その文章問題を用いた具体的な指導法 (自由記述式)

<インタビュー調査>

- ・提示したわり算の式 ($4/5 \div 2/3$) に合う文章問題と、その文章問題の適切な指導法について
- ・提示した教科書 (東京書籍 p.58～p.62) と比較して、児童が学ぶ上で模擬授業の方が適している点について
- ・模擬授業の課題点について

(2) 専門家による評価

1) 対象

201X 年 12 月に筑波大学附属視覚特別支援学校で開催された第 1X 回視覚障害算数・数学教育研究会^{*1}の参加者 10 名程度

※1 平成 19 年に発足し、視覚障害教育における算数・数学指導の質の向上を目的として活動している。年 1 回程度開催される研究会は、点字教科書に関する勉強会や、盲学校等での算数・数学の指導に関する情報交換の場として機能している。科学ヘジャンプで行われたワークショップの中にも、この研究会から提案されたものが多数存在する。会員は、全国各地の盲学校教員を中心に、視覚障害教育の算数・数学の分野に興味・関心のある人たちである。

2) 手続き

Ⅱで作成した教材及び指導案をフリートーク形式で検討してもらい、そこで上がった意見を分析した。

3. 結果及び考察

(1) 大学生に対する模擬授業

1) 事前調査から見る協力者の特徴

まず、「算数の授業はいつも楽しかったか」と尋ねたところ、12 名のうち 6 名が「楽しくなかった」と回答した。また、文章問題を解く際にどのように立式していたかについて尋ねたところ、8 名が「場面を想像することなく機械的に立式した」と回答した。しかし、テストの得点について尋ねると 12 人全員が「いつも平均点以上」「平均点以上もしくは平均点」と回答した。すなわち、算数の授業を楽しんでいるか、または文章問題をどのように解くかに関わらず、協力者たちは算数のテストで平均点以上もしくは平均点の得点を取っていたことが分かった。

次に分数やわり算といった数と計算の知識・イメージに関して尋ねた。わり算について、小学校で扱う等分除^{*2}と包含除^{*3}の考え方を用いた文章問題から自分のイメージに最も近いものについて回答を求めたところ、全員が等分除の考え方を用いた文章問題を選択した。

さらに、小学生のころ分数÷分数の仕組みについて

学ぶ授業を受けた記憶があるか、また納得することができたかについて尋ねたところ、「受けた記憶があり、かつ納得できた」と回答したのは1名のみであった。その1名も後に行ったインタビュー調査においては、学校の先生に逆数をかけることしか教えてもらっていないと述べており、分数のわり算の計算の仕組みについて、機械的にしか学んでいないと考えられた。

文章問題の作成では、わる数が整数か分数かによって、作成できた協力者の人数とその内容に違いが見られた。「整数÷整数」「分数÷整数」のようにわる数が整数の場合には、ほとんどの協力者が文章問題を作成でき、その内容はすべて等分除の考え方をういたものであった。一方、「整数÷分数」「分数÷分数」のようにわる数が分数の場合、作成できたのは「整数÷分数」で5名、「分数÷整数」で2名だった。加えてその内容は「 $1/2m$ のひもを $2/5m$ ずつ切ると何本のひもができるか」といった包含除の考え方をういたものであった。このことから、協力者たちはわる数が整数であればわり算のイメージを持つことができるが、分数の場合にはわり算のイメージを持ちにくく、特に等分除の考え方ができないことがわかった。

また、作成した文章問題に対する指導法を記述する課題では、数式に分数が含まれているものといないものとで結果が異なった。数式に分数が含まれていない「整数÷整数」については、協力者12名のうち8名が児童に具体物の操作を行わせると記述した。それに対し、数式に分数が含まれている「整数÷分数」、「分数÷整数」、「分数÷分数」では、児童に具体物を操作させると回答した者はほとんどおらず、図やイラストを用いると回答した者が多くを占めた。その理由として、前述したように分数は具体物で表しにくいことが考えられる。加えて晴眼者は直接操作せずとも、見ることによって間接的に体験をすることができるため、具体物を操作して得る情報と図やイラストを見て得る情報に差がないと考えているとも推測される。

- ※2 1あたりの量を求めるわり算（例：10個のあめを5人に同じ数ずつ配ると、一人分は何個ですか。）
 ※3 いくつ分に分けられるかを求めるわり算（例：10個のあめを1人に2個ずつ渡すと、何人に配ることができますか。）

2) インタビュー調査からみる教材と指導案の評価

a. 大学生の考え方の変化

模擬授業後に改めて、提示したわり算の式($4/5 \div 2/3$)に即した文章問題を作るように求めたところ、DとKの2名以外の10名が文章問題を作成でき、その内容は等分除の考え方をういたものであった。作成できた10名のうちAとE以外は、模擬授業前には文章問題を作成することはできていなかった。しかし、模擬授業後には文章問題の作成に加え、計算の仕組みについても説明することができた。一方AとEの2名

は模擬授業前から文章問題を作成していたが、包含除の考え方をういた内容であった。

模擬授業後のインタビュー調査で文章問題を作成することができた10名から、「わかりやすかった」「先生にこのように教えてほしかった」と計算の仕組みについて納得した意を示す意見が聞かれた。したがって、少なくとも12名中10名は、模擬授業を通して、分数のわり算に対して等分除のイメージを持つことができ、計算の仕組みを学ぶことができたと考えられる。

また文章問題に対する指導法の提案を求めたところ、ほとんどの者が模擬授業で使用した教材を用いたことから、今回作成した教材は、分数のわり算を学ぶ上で違和感なく使用できることがわかった。このことに関連して、「教材を操作することが楽しかった。」や「教材を自分の手で操作した方がわかりやすい。」等の意見が聞かれたことから、具体物を用いて、それを操作しながら学習することは、晴眼者にとっても有効であったと推測される。

一方DとKの2名は、説明ができなかった、もしくは不十分であった。両者に変化が見られなかった原因として、分数のわり算に対し、独自の強いイメージを既に保有していたことが考えられる。しかし、本研究では分数のわり算について、やり直し教材ではなく、導入教材としての有効性を検討しているため、この2名に関しての詳述は避ける。

b. 教科書と比較した模擬授業の利点

協力者に対して、将来教員として算数を指導する上で、教科書に比べて模擬授業の方が児童にとって理解しやすいと思う点について尋ねた。得られた意見は主に2つある。

一つ目は、文章問題の内容についてである。協力者のうち9名が「カップでお米を測る」場面は想像しやすいと述べた。教科書の「ペンキで面積を塗る」内容では、児童に場면을説明することが難しく、指導できる自信がないという意見もあった。特に小学生は、家庭科の授業で米をカップで測ることはあるが、図工の授業でペンキで塗った場所の面積を測ることはないため、理解できないという意見も得られた。つまり文章問題は、実際に分けた経験がある内容や、経験がなくとも分けるイメージができる内容がよいといえる。

二つ目は、教材の形についてである。協力者のうち10名が、わられる数とわる数を表す教材の形が異なるところが理解しやすいと述べていた。教科書では、わられる数とわる数を縮尺の違う2つの数直線で表している。特に、わられる数とわる数を同じもので表すことや、目盛りが異なる数直線同士をイコールで結ぶことに違和感があるという意見が多かった。そのため、わる数とわられる数は異なるもので表し、かつ、

わる数については分けるイメージができる形であるものがよいということがわかった。

c. 模擬授業の課題点

大学生に対して、自身がわかりづらかったことや児童が学ぶ上での課題について尋ねたところ、主に2つの意見が得られた。

1つ目は、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である。わる数は1を正円、 $1/2$ を半円など、形で数量を表しているが、わられる数は、形と数量が対応していないため、混乱が生じるという意見が挙がった。実際に模擬授業内でも、その違和感から、手が止まってしまう協力者がいた。この点は検討すべきである。

2つ目は、現実的でない文章問題を扱うことである。特に整数の場合、2カップで4kgの米を想定する場面がある。実際に模擬授業内で「どんなに重いお米、もしくはどんなに大きいカップなんだろう。」と発言した協力者がいた。また、問題によって米の重さが変わることによって違和感があるという意見も2名からきかれた。

その他特徴的な意見として、わる数が $1/2$ や $1/3$ の場合に、円を縦に分割することに違和感がある児童がいるかもしれないこと、今回作成した教材を通常学級の児童全員に用意するのは難しいこと等があがった。

(2) 専門家からの評価

日常的に視覚障害児童生徒に算数・数学を教えている専門教員に対して、Ⅱで試作した補助教材を示しながらそれらを用いた指導案を紹介したところ、様々な視点からの評価を得ることができた。

1) 教材について

教材に関して専門家から述べられた意見は、主に以下の5点であった。

- ①操作する教材が磁石で固定できることや、作業場をはっきり示してあるところがよい。
- ②一つの積み木が表す数の大きさが問題ごとに異なるが、文字情報で示してあれば問題ない。
- ③ $6/5$ と書かれた積み木を1つ提示するのではなく、 $1/5$ の積み木6個を使った点が良い。
- ④積み木の上に文字を書くと、積み木を重ねた時に読みにくいため、側面に書いた方がよい。
- ⑤点字使用の児童でも活用することができる仕様になっている。

①は、筆者が視覚障害教育で一般的に言われている配慮事項を考慮して取り入れた内容である。専門教員からは、磁石で固定することで視覚に障害がある教員や学級の仲間が触っても動いてしまう心配がないため、触りながらの確認が行いやすいという意見がで

た。

②は筆者も懸念していた点である。しかし専門教員からは、示す数の大きさを児童が理解できればよいという意見を得た。今回の目的は、分数そのものの概念ではなく、分数のわり算を学ぶことであるため、教材の操作のしやすさを優先した方がよいことを理由として挙げた。その代わりに、児童が分数そのものに対して適切な概念をもっているかどうかをアセスメントする必要があるとも述べていた。

③では、一つの積み木を $6/5$ とするのは避けるべきという意見があがった。というのも、今回の指導案では、 $6/5$ を「 $2/53$ つ分」や「 $1/56$ つ分」として考える場面があり、 $1/5$ を意識しなければならぬためである。そのため、1つの積み木が示す数の大きさは、授業の目的に合わせて考慮する必要があることがわかった。

2) 指導案について

指導案に関して専門家から得られた意見は、主に以下の3点であった。

- ①1あたりを求めるだけでなく、比の概念につながる考え方をを用いているところがよい。
- ②わる数を1にする課程で、わられる数がどう変わっていくかにも注目した方がよい。
- ③指導案の内容はよいが、その内容を児童が教材がなくとも思い出せることが理想であるため、定着するまで繰り返し練習する時間を設けた方がよい。

①について、今回の指導案では、1あたりの量を求めることだけを目的とした。しかし、専門家からの指摘の通り、2あたりや3あたりの量等を求めることにも焦点を当てれば、比の考え方につなげることができる。このように、分数のわり算を「逆数をかける」と機械的に学ぶだけでなく、イメージを伴って理解することで、他の単元への系統的な指導にも繋がることから、改めて確認できた。

②について、分数のわり算の計算過程ではわられる数とわる数に対して同じ操作をしなければならない。したがってカップを正円にすることを目的とした活動だけではなく、カップに載せる米(積み木)の量の変化にも注目しながら考えていく活動が重要である。

③に関連して、計算のイメージを適切に形成することができれば、教材が手元にない場合だけでなく、教材では操作したことのない数字の場合であっても、児童は頭の中で考えることができるという意見が聞かれた。このことから、全ての数字のパターンを教材の操作を通して学ぶことではなく、特定の問題を教材の操作をしながら解き、その際に教師が児童と言葉のやり取りを丁寧に行いながら、児童にイメージを確実に定着させることが最も重要であると言える。

IV まとめと今後の課題

1. 試作教材及び指導案の有効性について

本研究では、立式・計算における視覚障害児のイメージに関する先行研究を基に、「分数のわり算」について、教材及び指導案を試作し、その評価を行った。まず、1あたりの量を求めるという考え方について、晴眼の大学生に行った調査では、協力者12名中10名が理解できたと答えた。なおこの10名は、算数のテストで平均点もしくはそれ以上の得点を取ることができていたにも関わらず、今回の模擬授業を受けて、1あたりの量を求めるという考え方の重要性に改めて気づいた様子であった。そのため、立式・計算の手順だけでなく、イメージを伴いながら学ぶことで、より深い理解につながると改めてわかった。

視覚障害教育（算数数学）の専門家からも立式・計算のイメージ形成に関する批判的な意見はなかった。専門家からは、考え方を児童と言葉で共有できれば、理解につながるといった意見が大半であった。したがって、1あたりの量を求めることを基に、分数のわり算を理解するという視点で考えると、本研究で試作した指導案は、おおむね有効であったと考えられる。

次に、1あたりの量を求めるというイメージ形成のために用いた教材について述べる。大学生に行った調査では、半数以上の協力者が、実際に具体物を操作することはわかりやすいと述べ、自分が児童に教える際にもこれを使いたいという意見がでた。

教材の具体的な仕様については、専門家から様々な課題が指摘された。しかし、わる数を円の形で表現することや皿やカップに見立てることはよいという意見であった。加えて、今回試作した教材は、盲児でも計算のイメージを持って操作できるという意見を得られた。そのため教材の操作という視点で考えても、本研究で作成した教材は有効であったと考えられる。

本研究を通して、立式・計算を、その手順だけではなく、イメージを伴って学ぶことの有効性が明らかになった。そのため、未だ検討されていない他の単元に関しても、同じ視点から、補助教材や指導案が検討されることが望ましいと考える。

2. 試作教材及び指導案を盲児の指導に適用する際の留意事項

今回作成した教材及び指導案に関して、盲児に適用する際の留意事項は大きく2点ある。

1点目は、授業を行う際に「この問題では積み木一つを $1/2$ とする」等のルールを事前に確認しなければならないことである。前述したように、わるれる数の1が統一されておらず、同じ大きさの積み木がその時々によって $1/2$ も $1/3$ も示すことに違和感があると

述べた学生がいた。一方専門家からは、児童が問題ごとに積み木一つを $1/2$ 等の量として見立てができるかどうかのアセスメントを行うことが大事という意見があがった。

2点目は、わるれる数の動きについて児童と確認を行う点である。これは、専門家からでた意見である。大学生に対して模擬授業を行った際には、わる数(皿)とわるれる数(積み木)の数は一定であるという比例のルールを当たり前のこととして進めていた。筆者も協力者に対し、このことに関する説明を行わなかった。しかし比例の概念について、児童が身に付けているかどうかは明らかでない。そのため児童に授業を行う際には、「お皿のピースにのる積み木の数はいつも一緒だよ。」等と声をかけて、比例の考え方を定着させることが重要である。その上で、皿(ピース)が増えた時に、「じゃあ、積み木の数はどうなる？」等と尋ねて、わる数(皿)の数の変化だけでなく、わるれる数(積み木)の数の変化にも注目させることが必要である。

3. 本研究の課題

本研究の課題として最も重要なのは、今回試作した教材及び指導案を使用して、「1あたりを求める」というイメージを盲児が形成できるかどうかを実際に調査できなかった点である。イメージ形成のプロセスについても、教材の操作性についても、今回は晴眼の大学生が調査の対象であったため、盲児の特性を考慮したより良いものにしていくためには、盲児の指導場面で改めて検討するという手続きが今後は必要である。

引用文献

- 久米成夫(1978)わり算の意味と方法についての具体的展開—小数・分数を中心として—。新しい算数研究, 86, 16-20.
- 文部科学省(2015)特別支援学校(視覚障害)小学部点字教科書編集資料.
- 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.
- 杉山吉茂(1985)分数のかけ算わり算。新しい算数研究, 171, 2-5.
- 高橋優子(2016)イメージを大切にしたい一次方程式の指導—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践, 92-105, ジアース教育新社.