

教科書分析を通じた助詞と図的表現の関連性についての考察

— 偶数と奇数を事例として —

紙本 裕一¹, 福田 博人²

要約

本稿では、偶数と奇数の概念形成にかかわる説明的文章での助詞を抽出し、図的表現との関連について明らかにする。本稿の知見として、1つ目に、助詞の使用頻度については、学年に関係なく格助詞の使用頻度が多いことが認められた。偶数と奇数の概念形成において、格助詞を使いこなせることが正しい表現へつながっていることは学年を問わず課題になっていることを意味する。2つ目に、偶数と奇数の概念形成において、小学5年では図的表現と助詞の組み合わせが多くあることが認められ、中学2年では認められなかった。ここでの助詞は格助詞を含めた全ての助詞である。

キーワード: 助詞, 図的表現, 教科書分析, 偶数, 奇数

1. はじめに

COVID-19の影響によって、自宅で算数・数学を学ぶ児童・生徒は一定数いる。その多くは、対面授業の再現を目指したオンライン授業によるものである。このことは、教科書が持つ役割が相対的に増すことを意味しているといえる。何故ならば、対面授業で用いられる教師による板書や説明は、児童・生徒が学習で参照するツールの役割として物理的理由により下がり、児童・生徒の目の前にある教科書の役割が相対的に高まるからである。そのため、教科書を分析することは、教科書を頼りに学ぶことでの困難性や可能性を示唆するという点で意義がある。

日本では、教科書とは学習指導要領の内容の展開が具体化されたものであり、その内容は学習者の理解を仮定して叙述される。極端に考えれば、教科書の一字一句が児童・生徒に理解を求める内容に対応しているといっ (cf. 岩崎&山口, 2002; 平林, 1987/2013)。したがって、教科書に記されている言語的表現の1つである説明的文章も、理解を求める内容に対応している。説明的文章とは、「ある人Aが他の人Bに対して何らかの内容を説明するのに用いる文章」(平林, 1976, p.101)と規定する。

算数・数学において説明的文章を読むことができないことは、その数学的な内容が理解できていないことを意味する。日本の教科書において、説明的文章は原則として日本語で構成されている。説明的文章は国語、社会、

理科といったその他の教科での教科書にも同様に存在する。ところが、算数科になると教科書を読むことができないといった事例がある (cf. 熊谷&山本, 2018)。このような事例は算数障害と診断されているが、病院での診断を待たなくとも、算数科教科書を読むことができないというのは誰にでも起こりうる。このように、日本語の文法を理解していても、算数・数学科教科書になると読むことができない場合があるのはなぜであるのか、というのが本稿の問題意識である。

算数・数学科教科書を読むことができない可能性としては2つの理由が想定される。1つは、算数・数学科教科書における説明的文章が統語論的に他教科とは違う構造となっているという理由である。もう1つは算数・数学科の特性として説明的文章に加えて、「絵、図、グラフなどを用いた表現」(中原, 1995, pp.199-200)である図的表現や「数字、文字、演算記号、関係記号など数学的記号を用いた表現」(中原, 1995, pp.199-200)である記号的表現が加わっているために、単に読むという活動に加えて更なる活動が求められるというものである。それ故に、記号的表現は説明的文章ならびに図的表現と関連性がなければならない。

説明的文章について、岩崎&山口(2002)は小学5年と中学2年の教科書分析を通じて、規約文と観察文が年代を問わず、中学校数学において増加していることを指摘している¹。分析では、教科書本文を主語、述語、接続詞による分類の3つで区分している。しかし、文章は

¹ 東京未来大学/広島大学院教育学研究科博士課程後期 院生

² 岡山理科大学

主語、述語、接続詞だけで構成されている訳ではなく、助詞を加えてはじめて文章として成立する。事実、藤友(1979)では日本語の中でも助詞は、「付属語として、自立語につき、文の枠組みを作る働きをし、自立語相互の関係を決定し、その文全体の意味内容を決定する」(p.11)と説明している。したがって、助詞の観点から教科書本文を分析することはある種の必然性を担っているように思われるが、岩崎&山口(2002)を含めて、助詞を視点とした算数・数学教育に関する先行研究について、教科書分析ではこれ以外について管見の限り存在していない。また、健常児を対象とした実態調査も存在しておらず、唯一、聴覚障害児を対象とした実態調査については脇中(2000)があるだけである²。健常児であっても聴覚障害を有している³、偶数と奇数の記号的表現についての学習では、表層的・形式的な手続きの記憶に偏りやすいことがわかっている(國宗, 2017; 森本・中村・西本, 1997)。しかし、助詞がもつ深層的な代数的意味の役割については、先行研究でも明らかになっていない。

助詞について、中村(1971)は正確な表現ということをも算数・数学教育の問題として取り上げようとするときには、助詞を正しく使い分ける技法に1つの重点があると指摘する。例えば、「整数(が)2で割り切れる」という一文を例にする。助詞となるのは(が)である。これを格助詞の(と)に置き換えると、「整数(と)2で割り切れる」という一文になる。同じ格助詞でも、前者はある数が2で割り切れることだけを指しているのに対して、後者はある数が任意の整数と2の両方、すなわち任意の整数で割り切れることを意味する。このように助詞を適切に使えることは、算数や数学の説明的文章を適切に理解するために必要不可欠である。

以上より本稿では、偶数と奇数の概念形成にかかわる説明的文章での助詞を抽出し、教科書分析を通じて助詞と図表的表現の関連について明らかにすることを目的とする。

2. 助詞の役割についての分析枠組みと日本の算数・数学教育との関連

2.1 助詞の役割

助詞とは、名詞に接続して補足語や主題を作る働きをするもの、語と語、節と節を接続する働きを、等を一括したものである(益岡&田窪, 1992, p.49)。

山崎(1994)によれば、学校文法では、助詞が「格助詞」「接続助詞」「係助詞」「副助詞」「終助詞」「間投助詞」に分類される(p.8)。長年、数学教師として教鞭を執り、その後、言語学の学者に転身した三上章(1903-1971)は、終助詞と間投助詞を切助詞としてまとめるよう

に提唱している(ibid)。

益岡&田窪(1992)は、助詞は主として「格助詞」、「提題助詞」「取り立て助詞」「接続助詞」「終助詞」等に分けると説明している(ibid)⁴。

今回は2つの先行事例を挙げたが、これ以外にも助詞について様々な捉え方がある。このように、学者によって文法観が異なり、文法理論によって、助詞の扱い方も異なっているため(半藤, 2005, p.142)、助詞を捉える枠組みが一意に定まらない状態になる。

分析において、ある先行研究を引用するという事は、その文法理論も踏襲しなければならない。本稿は中立的な立場で分析を行うことを目指しており、ある特定の言語観には立たない。益岡&田窪(1992)での助詞の分類では、助詞の一覧に「等」という表記がある。「等」という含みがある場合、等に含まれる場合の判断に迷う可能性が生じるのでこれを避ける必要がある。ゆえに、分析の枠組みとして用いるためには、助詞の全体像を網羅している辞書的なものを採用する必要がある。

森田(2007)は辞典として助詞の一覧とその用法をまとめており、特定の言語観に立っていない。ゆえに本稿は森田(2007)を採用したい。森田(2007)では助詞の1つ1つについて、種類とその用法をまとめている。それらの説明を集計すると、助詞の種類は格助詞、係助詞、副助詞、準体助詞、接続助詞、並立助詞、終助詞の7種類であった。以下では、各々の助詞の意味について引用する。格助詞と接続助詞については、助詞の基本的性格についての説明がなかったので、各々の役割に共通しているものを抽出する形で述べる。

格助詞とは、動詞や形容詞を導く役割を持つものである。助詞によって導くものが異なっている。係助詞とは、述語に言い切りの形を要求し、文末の陳述にまで係っていく働きを持つものを副助詞から切り離したものである。副助詞は、「種々の語に付いて、その事物の取り立て・限定・添加ないしは程度の意識を加える働きがある」(p.160)。準体助詞とは、「『の』を加えることによって、コト性やモノ性といった、形式名詞『こと』『もの』と相通ずるものがある」(p.253)助詞である。具体例を挙げると、「色が白いのは」という「の」は「色が白いことは」と言い換えることができる。また、「ひらひらするのは」での「の」はひらひらするものと言い換えることができる。接続助詞とは、その助詞が順接・逆説といった条件表現を示し、逆に順序、同時性、前提、対比といった条件表現にならないものを示すようなものである。並列助詞とは、「AとBとCのように対等の関係に立つ種々の語に付いて、事物を比べたり、並行的に事が生じたりする様を表す助詞」(p.280)である。終助詞とは、「文末にあって、疑問や禁止、詠嘆・感動・念押し・確述などの気

持ちを添えて文をしめくくる働きの助詞の総称」(p.322)である。

助詞によって意味と用法は1つ1つ異なっているため、上記の意味は、広義での助詞の意味を指す。より詳細な分析では、ある特定の助詞のみに着目し、それを分析しなければならない。本稿で用いる各々の助詞の意味は以上で述べたものと同一のものを採用し、それを定義とする。

2.2 分析の枠組み

森田(2007)の説明を助詞の種類からまとめたものが表1である。この表は筆者が便宜的にわけたものであり、各々の助詞の用法については捨象している。

表1 日本語での助詞の種類とその語³

助詞の種類	語
格助詞	が、の、を、に、へ、まで、より、で、と
係助詞	は、も、さえ、こそ
副助詞	だに、しか、すら、こそ、など、でも、のみ、だけ、ばかり、ほど、くらい
準体助詞	の
接続助詞	て、ば、と、なり、から、ので、ながら、が、けれども、のに、ものなら、ものの、ものを、にもかかわらず、ても、たって、とて、どころか、し
並立助詞	と、に、とか、や、やら、なり、だの、たり
終助詞	か、わ、よ、ね、な、さ

表1を本稿における教科書分析での枠組みとして用いて、偶数と奇数の概念形成に関わる説明的文章では、どのような種類の助詞が用いられているのかを広義の意味で抽出することが、本稿での分析となる。

2.3 説明的文章と表現の関係

平林(1976)は国語科における説明文との違いは、立式・計算・解釈の技術が必要であるという点であると指摘する(p.100)。そして、算数・数学科教育と国語科教育におけるもっとも深い関連をもつ説明的文章として論理的構成作業を伴う説明文があると加えて指摘している(p.105)。論理的構成作業は、算数・数学科教育の固有な部分にも属するものである(p.105)。

解釈について、現在の算数・数学科教科書は式だけでなく、図や絵を挿入することで視覚的な理解を促している。例として、図1を使って説明的文章、図的表現、記号的表現の関連性と、そこでの助詞の位置づけについて例証したい。

偶数と奇数は、下のように式で表すことができます。

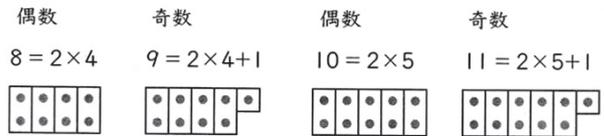


図1 G社の小学5年での「偶数と奇数、倍数と約数」での図的表現と説明的文章(p.74)

図1での説明的文章とは、「偶数と奇数は、下のように式で表すことができます」である。この文章は表1に従うと観察文となる。日本の場合であれば、この文章は日常言語である日本語を用いた表現、またはその省略的表現とも捉えることができるので中原(1999)の用語を借りれば言語的表現と同義である。「 $8=2 \times 4$ 」「 $9=2 \times 4 + 1$ 」といった式は記号的表現である。そして、ドット図は図的表現である。

日本語分解ツールで説明的文章についての品詞分解を行うと(<https://bit.ly/3eswEV5>; 2020年9月22日最終確認)、この一文で助詞になるものは下線を引いた「偶数と奇数は、下のように式で表すことができます」の7つである。つまり、「ト」「ハ」「ノ」「ヨウ」「ニ」「デ」「ガ」である。表1から、「ト」「ハ」「ノ」「ニ」「デ」「ガ」は助詞のいずれかであると判断できる。しかし、「ヨウ」については、表1に記されていないので森田(2007)で「ヨウ」についての用法を調べると、助動詞「ヨウダ」の連用形の一部であることが記されているので(p.120)、「ヨウ」は助詞ではない。よって、助詞は「ト」「ハ」「ノ」「ニ」「デ」「ガ」の6つである。このことから、助詞は説明的文章に内包される。そして、説明的文章を理解するために、図的表現や記号的表現といった別の表現が算数・数学科教科書には盛り込まれている。

2.4 日本における算数・数学教育研究としての必然性

表1は標題の通り、日本語に関わるものであり、基本的に日本に限定された枠組みである。そのため、日本の算数・数学教育研究における本稿の必然性を確認したい。

中村(1971)は「テニヲハ」は日本語の曖昧さをはっきりしたものに直す働きを持つものであると述べた上で、正確な表現を算数・数学教育の問題として取り上げようとするときには助詞を正しく使い分ける技法に一つの重点があると指摘する。したがって、助詞を扱うことの必要性を裏付ける根拠の1つとして、説明的文章での助詞の使い分けが挙げられる。

日本語同士での会話においても助詞はごく当たり前に使われるものであるが、用法を本格的に学ぶのは中学校以降になってからである。根拠は文部科学省(2008)にある。中学2年になってはじめて、助詞の一覧や単語の

活用、助詞や助動詞などの動きを理解することが学ぶ内容として明記されている。小学校国語科では低学年において、助詞の「は」「へ」「を」を学ぶことが学ぶ内容として明記されている。しかし、これ以外の助詞についてはいかなる学年でも明記されていない。表1にはこれら3つの助詞が含まれている。教科書にはこれ以外の助詞も含まれていることは十分に想定されるものであり、無意識に使えるようになることが前提に置かれているといえよう。指導内容として明記されていない助詞の存在があるかどうかを確認する意味でも、本稿は算数・数学教育を越えた教科教育研究として、重要な知見を得ると考えられる。

3. 教科書分析と結果

3.1 分析対象

分析の対象は、平成22年度検定済み教科書（小学校：6種類；中学校：7種類）のうち、偶数と奇数の概念形成に関わっている説明的文章である。学年は小学5年と中学2年である。中学1年では1社のみ取り扱っており対象の比較ができなかったため対象外とした。

3.2 分類方法

説明的文章の品詞分解については、3段階の方法を行った。最初に筆者らが各々で品詞分解を行い、表2に基づいて助詞を抽出した。抽出の結果、この段階での齟齬は確認されなかった。

次に日本語分解ツールで品詞分解を行い、助詞を抽出した (<https://bit.ly/3eswEV5> ; 2020年9月22日最終確認)。

最後に、筆者らが各々で実施した結果と、日本語分解ツールでの品詞分解の結果に齟齬がなかったかどうかを確認した。結果に齟齬が生じた場合は、両方の可能性を考慮し、両方表記することとした。しかし、今回は結果として、齟齬が確認されなかったため両方表記するものはなかった。

図1で例示したように、偶数と奇数の場面における図的表現の有無についても確認をした。

3.3 教科書の特徴

小学5年では、偶数は2で割り切れる数と定義しているのが5社であった。一方で、奇数は2で割り切れない数と定義しているものが3社、2で割ってあまりが1になる整数と定義しているものが2社であった。

中学2年では、説明的文章と記号的表現による記述が多く目立った。偶数や奇数を視覚的に理解するために図的表現が盛り込まれていたのは1社だけであった。

4. 結果

4.1 図的表現と説明的文章の集計結果

図的表現と説明的文章についての集計結果は、表2の通りである。図的表現のみで記述している場合は1、言語的表現のみで記述している場合は2、両方で説明している場合は3と表記する。教科書を取り扱っていない場合は0とし、いずれの表現もなかった場合は4と表記する。

表2 平成22年度検定教科書での取扱いについて

	小5	中2
A社	3	2
B社	0	2
C社	2	2
D社	2	3
E社	2	2
F社	3	2
G社	3	4

4.2 助詞の集計結果

表2に則って助詞の詳細をまとめたものが表3～表8である。終助詞はどの教科書のどの学年にも表れなかったため、結果の表示は省略した。

表3 格助詞の抽出結果（数字は頻度）

	小5	中2
A社	9	7
B社	0	11
C社	8	11
D社	5	12
E社	5	10
F社	10	4
G社	9	0

表4 係助詞の抽出結果（数字は頻度）

	小5	中2
A社	1	4
B社	0	2
C社	0	2
D社	0	2
E社	0	4
F社	1	6
G社	2	0

表5 副助詞の抽出結果 (数字は頻度)

	小5	中2
A社	0	0
B社	0	0
C社	0	0
D社	0	0
E社	0	0
F社	0	0
G社	1	0

表6 準体助詞の抽出結果 (数字は頻度)

	小5	中2
A社	0	0
B社	0	0
C社	0	0
D社	1	1
E社	0	4
F社	1	2
G社	1	0

表7 接続助詞の抽出結果 (数字は頻度)

	小5	中2
A社	0	1
B社	0	4
C社	1	3
D社	0	4
E社	1	4
F社	0	0
G社	0	0

表8 並立助詞の抽出結果 (数字は頻度)

	小5	中2
A社	1	0
B社	0	0
C社	0	0
D社	0	0
E社	0	0
F社	1	2
G社	1	0

4.3 助詞の頻度と図的表現の関係

図的表現と助詞の頻度の関係は表9の通りとなった。各学年の詳細は表10, 表11である。

表9 全体での助詞の頻度

	図的表現有	図的表現無
格助詞	40	61
係助詞	6	18
副助詞	1	0
準体助詞	3	7
接続助詞	4	14
並立助詞	3	2
終助詞	0	0
合計値	57	102
割合 (%)	31.67	30.91

品詞は計491個(小学5年, 184; 中学2年, 307)であった。ここでの割合とは句読点や括弧といった特殊記号, 数詞を除いた品詞の合計に対する助詞の頻度を示したものである。

表10 小学5年での集計結果

	図的表現有	図的表現無
格助詞	28	18
係助詞	4	0
副助詞	1	0
準体助詞	2	1
接続助詞	0	2
並立助詞	3	0
終助詞	0	0
合計値	38	21
割合 (%)	30.65	26.58

表11 中学2年での集計結果

	図的表現有	図的表現無
格助詞	12	43
係助詞	2	18
副助詞	0	0
準体助詞	1	6
接続助詞	4	12
並立助詞	0	2
終助詞	0	0
合計値	19	81
割合 (%)	33.93	32.27

小学校国語科学習指導要領では、第1学年及び第2学年での学習内容に、助詞の「は」、「へ」、「を」の使い方が明記されている(文部科学省, 2017, p.183)。それ以外の助詞については明記されていなかった。格助詞については既知の内容が含まれていることを理由として、表9から格助詞の有無と図的表現の有無についてのクロス集計表を作成した(表12)。

表12から表14について、片側検定でFischerの直接確率検定を行った。計算の確認は手計算とjs-STARによる統計解析の両方で確認作業を行った(<https://bit.ly/39jxuCZ>; 2020年9月22日最終確認)。

表12 助詞の種類と表現の関係

	図的表現	非図的表現	有意確率
格助詞	40	61	0.1287
非格助詞	17	41	

* $p < .05$, ** $p < .01$, 有意差は認められなかった。

表12では有意差が認められなかったため、学年毎で同様に分析した。それが表13と表14である。表13, 表14でも有意差は認められなかった。

表13 小学5年での助詞の種類と表現の関係

小学5年	図的表現	非図的表現	有意確率
格助詞	28	18	0.1553
非格助詞	10	3	

* $p < .05$, ** $p < .01$, 有意差は認められなかった。

表14 中学2年での格助詞と表現の関係

中学2年	図的表現	非図的表現	有意確率
格助詞	12	43	0.0806
非格助詞	5	6	

* $p < .05$, ** $p < .01$, 有意差は認められなかった。

次に助詞の頻度が学年や図的表現に関係するのかを調査するため、表10と表11から各種のクロス集計表を作成し(表15と表16)⁵、同様の手順にしたがって、片側検定でFischerの直接確率検定を行った。表15と表16については、いずれも有意差があると認められた。

表15 学年と格助詞の関係

	格助詞	非格助詞	有意確率
小学5年	46	13	0.0027**
中学2年	55	45	

* $p < .05$, ** $p < .01$, 有意差があると認められた。

表16 格助詞に関する学年と表現の関係

	図的表現	非図的表現	有意確率
小学5年	28	18	0.0001**
中学2年	12	43	

* $p < .05$, ** $p < .01$, 有意差があると認められた。

5. 議論

5.1 分析結果の解釈

助詞の使用頻度については、学年に関係なく格助詞の使用頻度が多いことが認められた。これは、表4と表10の結果に基づくものである。この結果は、算数・数学教育において正しい表現を考えるときには格助詞を使い分けることが必要であるという中村(1971)の指摘と整合する。

図的表現があるものには格助詞が多く、図的表現のないものには格助詞以外の助詞が多いということも言い切れなかった。この結果は、表12の結果に基づくものである。第5学年では、助詞の種類に関係なく図的表現のあるところに多く見られるとは言い切れなかった。そして、中学2年では、助詞の種類に関係なく図的表現のないところに多く見られるとは言い切れなかった。この結果は、表13, 表14の結果に基づくものである。助詞全般でみると図的表現と格助詞の関係については関係性が見られなかったが、学年と格助詞, 学年と図的表現については関連性が見られた。

格助詞に限定すると、小学5年では図的表現に対して多く見られるのに対して、中学2年では図的表現のないものに対して格助詞が多く用いられることが認められた。これは表15と表16での分析結果によるものである。

これらの分析結果を集計すると、本稿の目的に対して次の回答を与える。それは、小学5年では助詞の種類に関係なく図的表現のある場面で助詞が多用され、中学2年では助詞の種類に関係なく図的表現のない場面で助詞が多用されるということである。ただし、助詞と図的表現の間に関連性があるとはいいい切れない。この結果は、ある種の想定内のものであるが、それが分析を通じて裏付けができたことを意味している。

5.2 関連性についての考察

偶数と奇数の概念形成にかかわる説明的文章での助詞を抽出し、図的表現との関連について明らかにすることが本稿の目的であった。それに対して、分析の結果から助詞の種類に関係なく、小学5年では図的表現に対して多くみられ、中学2年では非図的表現に対して多く見られたことを結論として得た。ただし、図的表現と助詞の間には関連性があるとはいきれなかった。

なぜそのような結果になったのかについての背景について考察する。図的表現と助詞の間に関連性がなかったことについて、単純に「 $8=2\times 4$ 」「 $9=2\times 4+1$ 」といった記号的表現についての関連性を検討していなかったことが要因として考えられる。国語科とは異なり、算数・数学では立式・計算・解釈の技術が必要であり、それによって論理的構成作業を伴う。今回は図的表現と助詞の関係性だけに焦点をあてていたため、記号的表現の影響を予見していなかった。助詞と記号的表現、記号的表現と図的表現の間のいずれかにおいて関連性が見られるかもしれない可能性を想定すると、記号的表現との関連性についてもより詳細に分析する必要が出てくる。この示唆は記号的表現、言語的表現、図的表現が連関していること(図2)が数学的な表現力を高めるためには重要であることを示しているという中原(1999)の指摘と整合している。

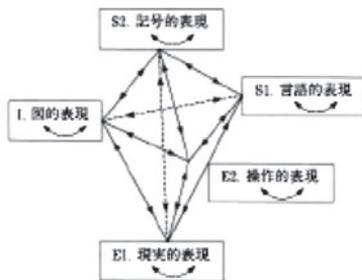


図2 数学教育の表現体系(中原, 1999, p.202)

助詞の種類に関係なく、小学5年では図的表現に対して多くみられ、中学2年では非図的表現に対して多く見られたのは算数と数学による学習形態の違いがあるのではないかと考えられる。算数科では、具体物による操作的活動を主な活動としており、立式に至るまでに図や表といった視覚的情報を積極的に多用している。自然数をクラス分けすることに重きを置いているのが算数での偶数と奇数の学習内容である。これに対して、数学での偶数と奇数についての学習内容は算数での学習内容を自然数から整数に拡張できることであり、その性質は自然数におけるものと変わらないという一般化を学ぶことである。図1のように、偶数と奇数での図的表現はある数での図

的表現を表して、どんな場合でもという任意性を担保していない。図3のように、偶数と奇数についての図的表現がどの教科書にもあれば、図的表現が算数・数学科教科書のどちらにもあったということで状況が変わっていたかもしれない。

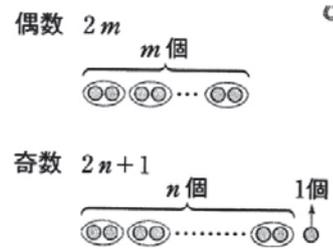


図3 D社での偶数と奇数についての図的表現

助詞の中でも格助詞が多くみられたのは、小学校国語科学習指導要領の第1学年及び第2学年での学習内容に、助詞の「は」、「へ」、「を」の使い方が明記されていることに起因するものと思われる。つまり、格助詞については既習内容として扱われるので、格助詞を積極的に用いたものと推察される。しかしながら、格助詞だけでは文章を構成することができないので、格助詞を主としながら、格助詞以外の助詞についても用いていたものと推察される。

5.3 本稿の限界点

今回は教科書を題材にした分析であるので、これ以上の断言はできない。実態調査によってさらに分析しないと困難性の同定には至らない状況である。

本稿の限界点は3つある。1つ目に、助詞の理解度と偶数や奇数の立式を同時に調査していないため、本稿での知見は仮説の域に留まっているという点である。2つ目に、偶数の概念形成に関わる場面に限定して分析を行ったため、どの単位にも適用されるという一般性までは言及できないことである。3つ目に、平成2年度検定済み教科書を使用したため、平成31年度検定済み教科書でも同様の結果になっているかどうかを確認する必要がある。

6. 今後の課題

本稿では教科書分析を通じて助詞の役割と図的表現・言語的表現の関連について明らかにした。

今回の事例では接続詞が含まれていなかったが、どのような接続詞が隠れているのかと学習者が捉えているのかを追加で調査することは、2でわり切れることと $2\times$ 整数の間にある認識と認識の結合を捉える手掛かりになるはずである。

小野(1981)は偶数 $2n$ や奇数 $2m+1$ における文字を代名詞的な側面があると指摘する。今回の分析では十分に言及ができなかったが、小学校算数科の教科書全体において、説明的文章に算数科教科書で用いられる代名詞がどの程度用いられているのかを調査することで、算数科代名詞との関係から、言語的な困難性について言及できる可能性が提示できるかもしれない。

本稿で得られた可能性について、実態調査を含めて詳細に検討を進めていきたい。

注

1. 岩崎(1981)は平面図形に限定した分析となっている。そして、岩崎&山口(2002)は教科書全体に範囲を拡大して分析している。岩崎&山口(2002)における文の定義は岩崎(1981)を基にしているの、岩崎(1981)を引用した。

岩崎&山口(2002)は小学5年と中学2年の教科書分析を通じて、規約文と観察文が年代を問わず、中学校数学において増加していることを指摘している。

分析では教科書本文を主語、述語、接続詞による分類の3つで区分し、特に述語の分析では規約文や観察文を含めて、表17のように分類の基準を示している。

ここでの平叙文とは、「疑問文・命令文を除くものごとの断定・推定を表す文」(岩崎&山口, 2002, p.411)を指す。それぞれの文の定義を岩崎(1981)は以下の通り引用している(岩崎, 1981, pp. A-10~A-11)。

- i). 「…という」に代表される述語をもつ平叙文の類。この種の文を規約文とする。(中略)
- ii). 「図は…を示したものである」「○○図では、…である」等の図と一組になった述語をもつ平叙文の類。この種の文を観察文とする。(中略)
- iii). 「…かくことができる」「…計算できる」に代表される述語をもつ平叙文の類。この種の文を操作文とする。(中略)
- iv). 述部に「集合」またはそれに代る言葉が含まれる平叙文の類。この種の文を概念形成文とする。(中略)
- v). 述部の形式的特徴はないが、次の性質を有する平叙文を演繹文とする。Modus Ponensや三段論法等の有効な推論の適用によって、数学的事実から得られた結末を表す文がこれにあたる。(中略)
- vi). 述部の形式的特徴はないが、次の性質を有する平叙文を帰納文とする。推論も含め不完全帰納の結果得られた言明がこれにあたる。(中略)
- vii). i) からvi) のいずれにも属さぬ平叙文がここに入る。具体的には既習事項の確認、規約文の単純ないいか

え、まとめといったものが、これに該当する。(中略)

表17 平叙文の分類(岩崎&山口, 2002, p.412)

	形式的区分の目安	分類の基準
規約文	「…という」	規約の結果を表す平叙文
観察文	「図は…である」	観察の結果を表す平叙文
操作文	「…できる」	操作の結果を表す平叙文
概念形成文	“集合”を述部を含む	概念形成の結果を表す平叙文
演繹文	なし(形式論理の推論規則)	演繹の結果を表す平叙文
帰納文	なし(命題の蓋然性)	不完全帰納の結果を表す平叙文
その他	なし	上記以外の平叙文

2. 脇中(2000)では文字式の意味理解について、助詞は手話で表現できない固有の言語であるため、学習が困難であると指摘している。それ故に、文字式の領域において助詞の理解は困難性となる要因の1つになっている。
3. 筆者らは元々、聴覚障害の児童・生徒に対する算数・数学の支援について研究をしたいと思い、特別支援教育的な観点から算数・数学教育研究を進めていた。その後、健常児に対象を変更して、支援についての研究を進めている。筆者は、最終的に聴覚障害の有無に関わらない両者に共通する言語認識の問題点とその解決策について示したいとする想いを抱いている。故に、同定という用語を用いたのは、聴覚障害の有無に関わらない言語の問題について研究を深めていきたいという強い想いを表明するためである。
4. 格助詞とは述語に対してどのような関係にあるかを表す助詞を指す。格助詞には「が、を、に、から、と、で、へ、まで、より」がある(益岡&田窪, 1992, p.49)。

提題助詞とは、主題を提示する働きをする助詞を指す(ibid., p.50)。提題助詞には「は、なら、って、ったら」が挙げられる(ibid.)。

取り立て助詞とは同類の他の事項を背景にして、ある事項を取り上げる働きをする助詞を指す。取り立て助詞には、「は、も、さえ、でも、すら、だって、まで、だけ、ばかり、のみ、しか、こそ、など、なんか、なんて、くらい」がある(ibid.)。

接続助詞とは語と語、節と節を接続する助詞を指す。接続助詞には「と、や、も、に、か、し、が、の、という」等が挙げられる(ibid., p.51)。

終助詞とは、文末に現れる助詞で、術後の基本形、タ形、等に接続する。終助詞とは「さ、か、かい、かな、かしら、ね、な、よ、ぞ、ぜ、なあ、わ、っけ、な、ね、よ、さ」等が挙げられる(ibid., p.53)
5. 表18から格助詞以外の助詞についても小学5年では図的

表現に対して多く見られるのに対して、中学2年では図的表現のないものに対して多く用いられることが認められる。

表18 非格助詞での助詞に関する学年と表現の関係

	図的表現	非図的表現	有意確率
小学5年	10	3	0.0001**
中学2年	7	38	

* $p < .05$, ** $p < .01$, 有意差があると認められた。

引用・参考文献

- 藤井齊亮他 (2014). 新編あたらしいさんすう5上. 東京書籍.
- 藤井齊亮他 (2012a). 新しい数学1. 東京書籍.
- 藤井齊亮他 (2012b). 新しい数学2. 東京書籍.
- 藤友雄暉 (1979). 幼児の助詞の習得に関する発達的研究, 教育心理学研究, 27 (1), 11-17.
- 橋本吉彦他 (2014). たのしいさんすう5年. 大日本図書.
- 半藤英明 (2005). 現代語助詞の分類—関係構成機能の観点から—. 熊本県立大学文学部紀要, 11 (64), 142-117.
- 平林一栄 (1976). 算数科教育よりみた説明文指導. 井上敏夫, 野地潤家 (編著). 国語科教育学研究特集2: 関連諸科学からの提言, 98-108, 明治図書出版.
- 平林一栄 (1987/2013). 数学教育の活動主義的展開. 東洋館出版社.
- 一松信他 (2014). みんなとまなぶしょうがっこうさんすう5年. 学校図書.
- 一松信他 (2012a). 中学校数学1. 学校図書.
- 一松信他 (2012b). 中学校数学2. 学校図書.
- 石田淳一&多鹿秀継 (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.
- 岩崎秀樹 (1981). 3. 算数・数学教科書分析の方法の考察とその適用: 述語による平叙文の分類を通して, 平面図形の場合. 数学教育論文発表会, 15, “A-9”-“A-12”.
- 岩崎秀樹&山口武志 (2002). 算数・数学教科書分析の方法の考察とその適用. 数学教育論文発表会論文集, 35, 409-414.
- 小谷善行 (2017). ことばの数理千一夜 (第22話) 文の意味を求める仕組み: 格助詞で意味がどう決まる. 数学セミナー, 56 (1), 2-5.
- 熊谷恵子&山本ゆう (2018). 通常学級で役立つ算数障害の理解と指導法: みんなをつまずかせない! すぐに使える! アイディア48. Gakken.
- 國宗進. (2017). 数学教育における論証の理解とその学習指導. 東洋館出版社.
- 益岡隆志&田窪行則 (1992). 基礎日本語文法. くろしお出版.
- 三輪辰郎 (1996). 文字式の指導序説. 筑波数学教育研究, 15, 1-14.
- 溝口達也 (1999). 学校数学における等号「=」の認識の変容を捉える観点の設定. 鳥取大学教育地域科学部紀要, 教育・人文科学, 1 (1), 195-203.
- 森田良行 (2007). 助詞・助動詞の辞典. 東京堂出版.
- 森本明&中村好則&西本公英 (1997). 聴覚障害生徒・学生の代数の理解に関する質問紙による調査研究. 筑波技術短期大学テクノレポート, 4, 71-78.
- 文部科学省 (2008). 中学校学習指導要領解説国語科編. 東洋館出版社.
- 文部科学省 (2017). 小学校学習指導要領解説国語科編. 東洋館出版社.
- 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.
- 中村幸四郎 (1971). 日本語の問題 (3). 新興出版啓林館 「理数中数編」, 214, 7-9.
- 岡部恒治他 (2012a). 中学校数学1. 数研出版.
- 岡部恒治他 (2012b). 中学校数学2. 数研出版.
- 岡本和夫他 (2012a). 未来へひろがる数学1. 新興出版社啓林館.
- 岡本和夫他 (2012b). 未来へひろがる数学2. 新興出版社啓林館.
- 小野勝次 (1981). 2章 数学の表現. 福原満洲雄 (編著). 数学と日本語, 39-76. 共立出版.
- 澤田利夫他 (2012a). 中学数学1. 教育出版.
- 澤田利夫他 (2012b). 中学数学2. 教育出版.
- 重松敬一他 (2012a). 中学数学1. 日本文教出版.
- 重松敬一他 (2012b). 中学数学2. 日本文教出版.
- 清水静海他 (2014). わくわくさんすう5年. 新興出版社啓林館.
- 相馬一彦他 (2012a). 数学の世界1年. 大日本図書.
- 相馬一彦他 (2012b). 数学の世界2年. 大日本図書.
- 坪田耕三他 (2014). しょうがくさんすう5年. 教育出版.
- 山口耕 (2005). 算数学習における絵図的表現の研究: 表現レベルが文章題解決に及ぼす影響について. 数学教育論文発表会論文集, 38, 151-156.
- 山崎紀美子 (1994). ミカミの日本語講座-5-格助詞ガノニヲ. 数学セミナー, 33 (8), 8-9.
- 脇中起余子 (2000). K聾学校高等部生徒は分数や文字式をどのように理解しているか—答えに対する自信度や数学に関する意識調査とあわせて—. ろう教育科学, 42 (3), 121-144.

A Study of Relationship Between Postpositional Particles of Japanese and Illustrative Representations: Focusing on Even/Odd Numbers

Yuichi KAMIMOTO¹, Hiroto FUKUDA²

1 Tokyo Future University / Graduate School of Education, Hiroshima University

2 Okayama University of Science

Abstract

In this study, we extracted particles of descriptive sentences related to the concept formation of even numbers and odd numbers and clarified their relation to illustrative representations and linguistic representations. First, it was found that the frequency of use of case particles is high, regardless of academic grade. In the formation of even-numbered and odd-numbered concepts, the fact that mastering case particles leads to correct expression means that it is an issue for all grades. Second, in the formation of even and odd concepts, it was recognized that during the fifth year of elementary school and in the second year of junior high school pupils used many combinations of illustrative representations, linguistic representations, and particles, including case particles.

Keywords: Postpositional Particles of Japanese, Illustrative Representation, Textbook Analysis,
Even/Odd Numbers