

<実践研究>

知的障害児における繰り下がりのある減法の習得過程

村上 理絵*・高阪 英徳**

本研究では、知的障害児が繰り下がりのある減法を習得する過程を分析し、指導との関連を検討することを目的とした。対象は、小学校知的障害特別支援学級に在籍する6年生の女児1名。指導は、算数の時間に計7回実施した。指導では、お金の種類についての学習、1000円は100円9枚と10円10枚に両替できること、解答が誤答の場合は、なぜ間違えたのかについてその理由を児に尋ねることなどを行った。半具体物を用いて1000-（商品代）を示した後、具体物を操作しておつりを計算するよう求めた。分析は、教師が提示した問題に対する児の解答の正誤、誤答の場合は、児が誤答に至った理由を言語化した内容、解答にかかった時間をもとに行なった。その結果、1000-3位数のうち、減数の百の位および十の位が0以外で一の位が0の問題について、第5回目までは誤答が続いたが、第6回、第7回は正答となり、解答に要した時間も短くなった。半具体物を用いた式の提示、および、児が具体物の操作をして解答したことにより、10の補数概念が促進され、繰り下がりのある減法の理解につながったと考えられた。

キーワード：知的障害 繰り下がり 減法

I. 問題の所在と目的

子どもは、遊びや生活を通じて数に多く関わっている。乳幼児期には、日常経験を通して、就学後の算数学習の重要な基礎力となるインフォーマル算数を獲得する（丸山・無藤, 1997）。その後、小学校では、1年生においては1位数+1位数の20以下の加減算、3・4年生においては乗除算の筆算における加減算、5・6年生においては分数や小数の計算における加減算に取り組む機会があり、一貫して計算スキルが求められる（文部科学省, 2017）。

繰り下がりのある減法の計算過程には、主に減加法および減減法の2パターンがある。減加法では、10から減数を引き、それに被減数の一の位の数を加えて答えを得る。例えば、13-9の場合、10-9=1、1+3=4と計算する。減加法は、減算の筆算の手続きの実行の際に有用と一般的に理解されているため、指導を推奨されている（山本・安藤・熊谷, 2022）。一方で、10の補数の理解が十分でない場合は用いることが

難しいことや、加法が含まれるので、減法と混同を招くデメリットが指摘されている（川間・八木, 2003）。減減法では、減数を被減数の一の位と同じ数とそれ以外に分け、被減数からそれを引いて減数の残りの数を足して答えを得る。例えば、16-7の場合、7を6と1に分け、16-6=10、10-1=9と計算する。減減法は、手続きは減算のみで解決するという一貫性があることから、子どもにとって理解されやすい（山本ら, 2022）。一方で、繰り下がるという概念が形成されにくいことや、減数の分解の操作が入り、間違いやすいことが指摘されている（川間・八木, 2003）。河村（1995）は、減加法を使用するためには、過去の学習過程のうち1か所でも不確実な部分があると、繰り下がりのある減法につまずいてしまうと述べている。すなわち、①具体物と対応した数の理解が不十分である、②10の補数関係の理解、記数法の理解が不十分である、③計算手順が十分理解されていないことを挙げている。

知的障害児は、繰り下がりのある減法の獲得につまずくことが多い。繰り下がりがある場合、減数と被減数の同じ位で引き算をすることができず、上の位から「借りてきて」や、「もってきて」という仮定の操作が

* 広島大学人間社会科学研究所特別支援教育領域

** 広島大学附属東雲小学校

加わり、一層困難さが増大するためである（河村, 1995）。また、計算における操作過程が多い場合、各操作で導き出した数字を保持できなくなってしまうという短期記憶の問題（川間・山城・村田, 1999; Swanson & Jerman, 2006）や、操作量の多少が誤答を引き起こす要因になっていることが指摘されている（板井・大野, 1997）。さらに、計算困難のない子どもの場合、加減算の習得が相互に影響し合って進むが、計算困難のある子どもは、学習初期に学習の習得が系統的に進んでいないことや（山本ら, 2022）、健常児は、特定方略を直接指導することによって、新しい方略を獲得し、既にもっている方略と結びつけて計算するようになるが、知的障害児では、新たに獲得した方略と既にもっている方略の効率性を評価して、効率の方略を柔軟に使用することが困難であると示唆されている（梁・前川, 2006）。

繰り下がりのある減法の指導では、計算の基礎となる前述の①～③を習得させるために、ブロックやタイルを用いて子どもに具体物を操作させ、数を合成・分解する能力を向上させたり（川間・八木, 2003）、2人の子どもで交互にサイコロを振り、出た目にあといくつ足せば10になるかを考えさせ、一番早くちょうど10になった者を勝ちとして10の補数を考えさせたり、位取りを視覚的に示して上の位から1借りてきて引くこと、十の位から借りてきた1は一の位では10になることを教えたりしている（河村, 1995）。

計算ストラテジーについては、知的障害児は、加法計算では、繰り上がりのある計算になると、念頭操作で対応することができなくなり、指などで N_1 と N_2 を同時に作って計算する2和数の数え足し等を選択することが明らかになっている（板井・大野, 1997）。これは、減法においても同様に、指などで N_1 と N_2 を同時に作って、数え引く選択をする可能性が考えられる。そして、ストラテジーがこの段階に停滞していたり、引き続き念頭操作で対応したりしようとする場合には、2位数、3位数の加減法には結びついていかないことが指摘されており、これを解決する方法として、10の補数を理解する学習が推奨されている（板井・大野, 1997）。10の補数を理解することができれば、減加法に活用することができる。

本研究では、生活において買い物の機会がある児童を対象に、「1000円を持って買い物に行き、買いたい物を購入した場合、おつりはいくらになるか」をテーマとして、繰り下がりのある減法の指導に取り組んだ。児の解答および解答に至る様子を分析し、繰り下

がりのある減法を習得するまでの過程を捉え、指導との関連について検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象

対象は、小学校知的障害特別支援学級に在籍する6年生の女児1名。学習に対しては、漢字の視写など根気強く取り組むことができ、好きな動物をキャラクターと絡めて描いたり、アレンジしたりして自分にとっておもしろくなるよう想像しながら活動に取り組むことができる。他方で、式を用いた計算はできるが、生活場面においてそれを活用、応用して計算することに課題がある。食べ物に対する興味があり、調理などの活動を好むが、感染症の影響でできず、我慢をしている。運動に対して苦手意識はあるものの、ダンスのように得意なものであれば積極的に取り組み、好きな曲や動画をリクエストして踊ることができる。コミュニケーションでは、出来事の状態を言葉で説明する場合、具体的なイメージをもてず混乱することがある。意思疎通は良好で、教師や児童同士の日頃の会話においては、過去の出来事、自分の興味関心、気持ちや思いを伝えることができる。指導開始時の計算に関する様子は、生活単元学習で行った買い物を終えた場面で、おつりはいくらかと問うと「わからない」と答えた。

2. 繰り下がりのある減法を課題として設定した理由

課題内容は、生活単元学習の場面で捉えた児の様子から設定した。生活単元学習の授業において、畑の作業で使うゴム手袋を買うことを伝えて、財布に1000円を入れて店に買い物に行った。店内でゴム手袋を見つけ、レジで支払い、おつりを受け取るまでの様子はスムーズであった。次に、野菜の苗を買いにでかけた。買い物の様子は前回と同様であったが、買い物終了後、おつりはいくらかと問うと答えられなかった。児は買い物をする事自体には慣れているが、これまで、教師や保護者に1000円を持たせてもらっており、それを超える金額の買い物をした経験がなく、特に所持金で商品を購入することができるかどうかについて計算する必然性がなかった。これにより、所持金と商品代との関連、おつりもらうことの仕組みを捉えきれていないことが考えられた。家庭で買い物をする機会があり、今後の社会生活においても、買い物の計算が理解できることは生活の質の向上につながると考え、本課題を設定した。

3. 指導期間および指導内容

指導は、2022年5月から6月の間に計7回、算数の時間に実施した。

学習の展開は、Table 1の通りに実施した。指導内容は、生活単元学習で取り組んだ買い物との関連から、1000－3位数とした。兄は減数である3位数のうち、一の位と十の位が0の減法が可能であった。このため、減数は、百の位および十の位が0以外で、一の位が0の数とした（例えば130）。指導内容は、①お金の種類について学習する②黒板で半具体物を使って、所持金が1000円であることを確認する③買い物をした場合は所持金を使用するため「－（引き算）」を使用することを確認する④黒板で半具体物を使って、商品代金がX円（指導回によって金額が異なる）であることを確認する⑤（第2回以降）黒板で半具体物を使って1000円は100円9枚と10円10枚であることを確認する（第3回は誤答の際、第4回以降は解答前）⑥具体物を用いて兄に解答を求める（例えば、1000－130のおつりはいくらか）⑦半具体物を使って答え合わせをする⑧解答が誤答の場合は、なぜ間違えたのかについてその理由を兄に尋ねることとした。指導にあたっては、意

味理解が促されるよう、兄が具体物（Fig. 1）を操作する機会を、教師が半具体物（Fig. 2）を操作したり提示したりする機会を取り入れた。授業は全ての回においてビデオで記録した。

4. 倫理的配慮

本研究は、研究機関の倫理審査委員会に承認を得て実施した（承認番号 20210104）。また、対象者および保護者に対して、研究の趣旨を説明の上、同意を得て実施した。

5. 分析方法

習得過程について、問題に対する解答の正誤、および、誤答の場合、教師の「なぜ間違えたのか」との問いかけに対して兄が語った理由、解答に要した時間を分析した。なお、誤答に対する兄の語り、および、解答に要した時間は、ビデオを分析した。解答に要した時間は、兄が各回で最初に具体物を持った時点を基点とし、教師に解答を終えたことを伝える「できました」と発言するところまでの時間を計測した。

Table 1 学習の展開

学習活動	目標行動（○）および支援（・）
1 始めのあいさつをして、本日の見通しを確認する	<ul style="list-style-type: none"> ・あいさつをして、これまでの学習をふりかえる。 ・これまで買った物や硬貨や紙幣について、確認する。 ・具体的な金額を提示して、買いたい物を想起できるように問いかける。 ・写真を使って、買い物に行くイメージをもつことができるようにする。
2 おつりはいくらくイズ 1000－___円＝	<ul style="list-style-type: none"> ・各問題について、教師が黒板で半具体物を操作する。児童は実際の硬貨を操作して解答を求める。 ・教師が半具体物を操作して答えを提示する。 ○各問題について教師が黒板で反具体物を示す様子を見て、児童は具体物を操作して解答することができる。
3 学習の振り返りをして、終わりのあいさつをする	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の振り返りをするとともに、次の時間の買い物についての見通しをもつ。



Fig. 1 具体物を操作する様子



Fig. 2 黒板に提示した半具体物

Ⅲ. 結果

Table 2には、教師が提示した問題に対する解答の正誤、および、児が語った誤答に至った理由と特徴的な様子を示した。1000-400のように減数が100単位の計算は指導開始時から可能であった。しかし、減数の百の位および十の位が0以外で、一の位が0の数の問題の場合、第5回までは誤答が、第6回、第7回では正答が続いた。教師がなぜ間違えたのかについて児に問うたところ、誤答に至った理由を自身の言葉で説明することができた。第3回は「間違いました。」と答え、第4回は、答え合わせの前に自身で間違いに気がつき、

100円1枚を減じた。児はこの理由について「1000円だから。100円が9枚あって1つしかないから800円にした。」と答えた。第5回第1問(5-1)は「100円がちょっと多かった。1000円は、100円10枚と10円10枚だと勘違いしちゃった。」、第2問(5-2)は「10円間違えちゃった。」と答えた。

Fig. 3には、各回において児が具体物を用いた解答に要した時間を示した。第2回は他の回に比べて1分程度か、あるいは、それ以上速かった。第3回から第6回第1問(6-1)までは1分12秒から1分48秒の間であり、第6回第2問(6-2)から解答に要する時間が短くなった。

Table 2 問題と児の解答および誤答に至った理由と特徴的な様子

回数	問題	解答の正誤 (誤の場合は児の解答)	誤答に至った理由・特徴的な様子
1	1000-400	正	—
2	1000-130	誤 (807)	・具体物の操作において、100円8枚と1円7枚を出す。 ・右手で左の手のひらに計算式を書いて筆算をする。
3-1	1000-100	正	—
3-2	1000-170	誤 (880)	・500円1枚、100円3枚、50円1枚、10円3枚を出す。 ・右手で左の手のひらに計算式を書いて筆算をする。 ・間違いました。
4-1	1000-100	正	—
4-2	1000-130	誤 (970) → 正 ※自身で間違いに気づく	(間違えた理由は) 1000円だから。100円が9枚あって1つしかないから800円にした。
5-1	1000-440	誤 (660)	100円がちょっと多かった。1000円は、100円10枚と10円10枚だと勘違いしちゃった (黒板には100円9枚と10円10枚を提示していた)。
5-2	1000-220	誤 (770)	(答え合わせのあと、教師に70円足す20円は何円?と問われ) 90円、10円まちがえちゃった。
6-1	1000-110	正	—
6-2	1000-220	正	—
7-1	1000-440	正	—
7-2	1000-660	正	—

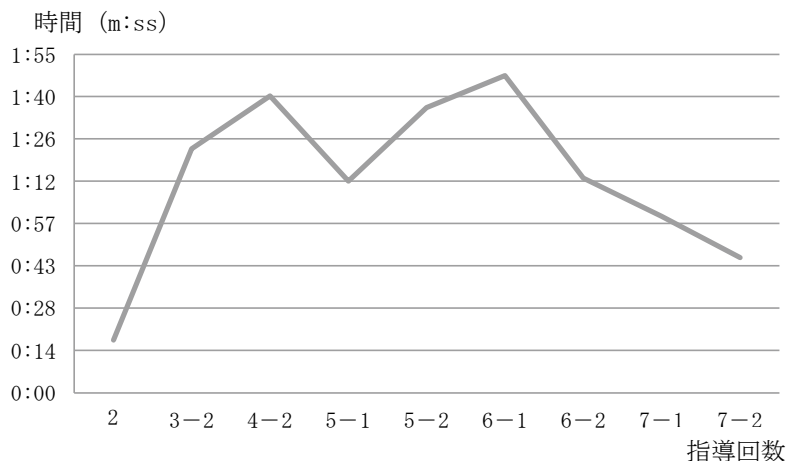


Fig. 3 具体物进行操作して解答に要した時間の変化

横軸の指導回数のうち、第2回から第6回までは誤答の場合のみ解答にかかった時間を示した。

IV. 考察

問題に対する解答の正誤、および、誤答の場合、教師の「なぜ間違えたのか」との問いかけに対して児が語った理由、解答に要した時間を分析した。その結果、減数が百の位および十の位が0以外で、一の位が0の数とした問題の場合、第2回から第5回は誤答、第6回、第7回は全て正答となった。

第2回の誤答の原因は、100円8枚と1円7枚を出していたことから、10円と1円を出し間違えたことによると考えられた。指導においては、10円と1円について、示している金額が異なること、色などの見た目の違いを学び直した結果、その後、このような間違いはなくなった。第3回の誤答は、500円1枚、100円3枚、50円1枚、10円3枚を出していたことから、50円を余計に出したためであった。なぜ間違えたのか、という教師の問いに対して「勘違いをした」と答えていることから、不注意によるミスと判断した。また、第2回、第3回第2問(3-2)では、右手で左手のひらに筆算を書いて計算する様子が見られた。筆算の計算を間違えたのか、計算はできていたが具体物の操作を間違えたのかについては区別することができなかった。

第4回の計算過程と誤答の理由として、次の二つの可能性が考えられた。一つ目は、 $1000-130$ について、まず、一の位を計算し $0-0=0$ 、次に、 $100-13$ では、一の位の3に何を足すと10になるかを考え(7)、次に、十の位の1に何を足すと10になるか(9)を考えて計算する、10の補数を活用した方法が推測された。そして、十の位を計算する際、一の位からの繰り上がりを考慮し忘れると、上記のような誤りが生じると考えられた。川間ら(1999)は、計算のストラテジーとも関連して、短期記憶に課題がある場合は、計算手順を少なくし、繰り上がったたり繰り下がったりした数を保持しなくてもよい方法をとることを提案している。指導においては、忘れないように繰り上がった数は指を立てて示しておくなど、短期記憶を補完するための手立てが必要となる。二つ目の計算過程は、 $100-13$ では、 $10-3$ が何になるかを考え(7)、次に、100の位から10借りてきているため、 $9-1=8$ とする減加法により計算したと推測された。ところが、 $9-1=8$ としなければならないところを、借りてきたことを忘れて $10-1=9$ としてしまい、誤りが生じたと考えられた。この誤答に関して、間違えた要因をこれ以上深く児に尋ねていないため、どのような計算を経て答えを

出したのかについての理解には注意を要する。しかし、児が「1000円だから、100円が9枚あって一つしかないから800円にした」と解答していることを踏まえると、「(解答が970円の場合)100円は9枚で、もう一枚足すと1000円になってしまい、10の位からの繰り上がりを考慮すると、1100円になってしまうため、900円にするために100円を一枚減らした」と解釈することができ、計算過程としては前者を採用している可能性が高いと考えられた。

誤答に至った理由について児に言語化させたことは、教師が誤答となった原因を知る手立てになるとともに、児自身に対して何を間違えたのか、どこで間違えたのかを認識させる機会となった。梁・前川(2003)は、被加数や加数の大きさを考慮し、より小さい数を指で表示し、大きい数からそれらの数を数え加えていくMin方略の直接指導と、プランニングの促進を意図した介入が、加算遂行やプランニングプロセスにおける向上に及ぼす効果を検討した。その結果、プランニングの向上を意図した介入によって、問題解決方法の自らの決定、間違いやミスの自己確認、用いた方略や答えの評価、今後の効率的問題解決方法に関する言語化により、新たに獲得した方略を以前の方略レパートリーに加えて、問題特性に合わせて柔軟に用いるという、知的障害児の効率的方略使用能力の低さに対する保証的な教育的支援の役割を果たす可能性を示した(梁・前川, 2003)。今回の指導においても、誤答に至った理由を言語化することにより、児が計算過程のどこで何を間違えたのかを自覚させ、10の補数の活用気づかせるきっかけになったと考えられた。

第5回の誤答は、児が述べた理由から、100円10枚と10円10枚だと思って計算してしまったと判断した。解答前に、1000円を1000円札1枚で示すよりも、100円9枚と10円10枚の方が計算しやすいと考え、黒板に半具体物を用いて、1000円を100円9枚と10円10枚で提示した。Fig. 2の「おさいふのお金」に示したように、100円や10円の硬貨を1枚ずつ提示するのではなく、100円9枚、10円10枚を視覚的にまとまりとして捉えられるよう提示し、さらに、枚数を数字で表記しておくことによって、間違いを防ぐことができるかもしれない。第6回の誤答は、10の位の計算を間違えていることから、 $10-2=8$ とするところを7と間違えたようだった。計算ミスについては、減加法を使用するためには、過去の学習過程のうちで1か所でも不確実な部分があると、繰り下がりのある減法につまずいてしまうことが示されており(河村, 1995)、2位数-1

位数の計算を定着させたり、解答前に声をかけて計算ミスのないように注意するよう促す指導が必要であった。

百の位および十の位が0以外で、一の位が0の数で構成された1000-3位数が、第6回および第7回において定着したこと、具体物进行操作して解答にかかった時間が第6回第2問(6-2)から減少したことを考慮すると、第2回、第3回は手のひらに書く筆算、第4回から第6回第1問(6-1)は10の補数の考え方、あるいは、念頭操作による減加法、第6回第2問(6-2)以降は、10の補数の考え方を具体物の操作に反映させるというように、計算ストラテジーが変化したことが推測された。具体的には、例えば1000-110の場合では、黒板と半具体物を使って、商品代金は100円と10円それぞれ1枚ずつであることを教師と生徒との間で確認したことを受け、100円と10円がそれぞれあと何枚あれば1000円になるかというように、10の補数を活用して具体物进行操作することに移行したと推測された。演算における10の補数概念の重要性については、これを習得しなければ、繰り下がりのある減法は困難であることや、これを習得することによって、2位数、3位数の加減法がスムーズになることが示されている(板井・大野, 1997; 川間, 2003; 川間ら, 1998)。これに加えて、黒板を使用して半具体物を用いて所持金1000円や商品代を示したり、1000円を両替すると100円9枚と10円10枚と表すことができることを示したり、児に解答させる際に具体物を用いたことによって、いくつ足せば10になるかをイメージしやすくさせたことが、10の補数の理解を促したのではないかと推察される。

また、特段支援は行わなかったものの、繰り上がりも忘れずに計算に反映させることができるようになった。知的障害や計算に困難がある場合、学習初期に加減算の習得が系統的に進んでいなかったり、学年が上がっても学習初期からのつまづきを継続していたりする可能性が指摘されている(山本ら, 2022)。系統性を踏まえ、学習が確実に定着していることを確認しながら指導していく必要がある。

第7回目の学習後、実際に1000円を持って買い物に行く場面を設定したところ、児はおつりを正しく計算

して買い物をすることができた。今後は、1000-3位数(百の位および十の位が0以外で、一の位が0の数)のみならず、様々な数字を用いて繰り下がりのある減法の学習を設定したい。

文 献

- 板井 互・大野由三(1997) 精神遅滞児における加法計算のストラテジー. 特殊教育学研究, 34(5), 45-51.
- 川間建之介(2003) 計算に困難を示す児童の指導—繰り上がりのある加法計算のストラテジーの変化—. 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, 15, 187-195.
- 川間建之介・八木美恵(2003) 計算に困難を示す児童の指導—繰り下がりのある減法計算のストラテジーの変化—. 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, 16, 111-117.
- 川間建之介・山城由香里・村田由美(1999) 発達障害児の計算の指導例—繰り上がりから繰り下がりを中心に—. 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, 10, 47-54.
- 河村 久(1995) 繰り下がりのあるひき算ができない子どもの指導. 藤原鴻一郎(編), 発達に遅れがある子どもの算数・数学 つまづき指導編. 学習研究社, 88-96.
- 丸山良平・無藤 隆(1997) 幼児のインフォーマル算数について. 発達心理学研究, 8(2), 98-110.
- 文部科学省(2017) 小学校学習指導要領.
- Swanson, H. L., & Jerman, O.(2006) Math disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Review of educational Research*, 76(2), 249-274.
- 山本ゆう・安藤瑞穂・熊谷恵子(2022) 加減算習得の学年推移と計算に困難のある子どもの特徴—制限時間下での正答率と反応時間の分析—. LD 研究, 31(2), 135-155.
- 梁ナヨン・前川久男(2006) 軽度知的障害児の計算遂行におけるプランニングプロセスに関する研究. 心身障害研究, 30, 153-163.

(2022. 12. 12受理)

Process of Acquiring Subtraction Calculation with Borrowing in Children with an Intellectual Disability

Rie MURAKAMI

Graduate School of Humanities and Social Sciences, Hiroshima University

Hidenori KOHZAKA

Hiroshima University Shinonome Elementary School

The purpose of this study was to analyze how children with an intellectual disability acquire subtraction calculation with borrowing using concrete objects. The subject was one girl in the 6th grade who is enrolled in a special needs class at an elementary school. 7 guidance sessions were given during math class. Guidance consisted of learning about types of money and how 1000 yen is made up of 9 100-yen coins and 10 10-yen coins. If a wrong answer was given, the reason for the wrong answer was inquired of the subject. Using semi-concrete objects, equations $1000 - (\text{merchandise price})$ were shown and the subject was asked to calculate the change using concrete objects. Analysis was conducted based on the right or wrong of the subject's answer to the problem given by the teacher, verbalizing the process of the subject's reaching the wrong answer, and the time it took to reach the correct answer. As a result, of the equations $1000 - a$ 3-digit number, for problems in which the subtracting number was 3 digits or 2 digits other than 0, 1 digit was 0, wrong answers were given until the 5th time. However, right answers were given for the 6th and 7th time and the time required to reach the correct answers decreased. By presenting the equation using semi-concrete objects and by the subject reaching the answer using concrete objects, the concept of tens complement was promoted, leading to the understanding of subtraction calculation with borrowing.

Keywords: intellectual disability, borrowing, subtraction