

割合の文章題に困難がある生徒への 認知カウンセリングを用いた支援

小澤 郁美*・岡 直樹・湯澤 正通
(2015年12月7日受理)

Study support by cognitive counseling for a junior-high-school student who has difficulty with solving ratio-word-problems.

Ikumi OZAWA, Naoki OKA and Masamichi YUZAWA

Abstract. This study is a case report of the cognitive counseling for a child who has difficulty with solving ratio-word-problems. The child in this study was a first-year junior-high-school female student. It was difficult for her to explain her idea in words. It seemed that the student has poor verbal working memory. To support her learning of ratio word problems, we used diagrams as an external resource for her thinking about meaning of the problems. In addition, we helped her use metacognition with cards that showed points to be paid attention to in the process of solving the problems. Our supports improved her performances of ratio word problems, and she came to draw diagrams spontaneously. In addition to that, she became able to control and monitor the process of calculation by herself.

はじめに

本稿では、A 大学に設置されている相談室で行った支援の事例について報告する。A 大学の相談室では、算数や数学に困難を抱える小中学生に対して認知カウンセリングを用いた個別支援を行っている。認知カウンセリングとは、認知的な問題を抱えているクライアント(以下、CI)に対し、個別面談によって原因を探り、解決のための支援を与えるものである(市川, 1993)。

支援の概要

CI について

本事例の CI は中学1年生の女兒 A 子であった。

支援の流れ

支援の期間は20XX年5月から20XX年7月であり、毎週火曜日の午後6時半から1時間の支援を全12回行った。その内訳は、アセスメント1回、カウンセリングを10回、事後評価を1回であった。初回のア

セスメントでは、算数・数学テスト、数学の学習における情意面に関する質問紙調査、学習の状況についての A 子・母親への面談を実施した。

アセスメントの方法と結果

A 子の学習面と学習における情意面の問題を明らかにするために、アセスメントを実施した。初めに、数学の学習における情意面についての質問紙調査を行った。次に、算数・数学テストを行った。最後に、A 子と母親に対して3者面談を行った。これらの結果を以下に示す。

質問紙調査 「数学の勉強にすぐに取り掛かる事ができる」などの数学に関する自己効力感9項目、「答えがあっているかどうかだけでなく、考えがあっていたかが大切だと思う」などの数学に関する学習観2項目、「授業中に手をあげて発表できる」などの学習態度に関するその他の項目10項目の計21項目から成る質問紙を実施した。回答は1:いつもそうである, 4:ほとんどそうでな

*広島大学大学院教育学研究科博士課程前期

い、の4段階で行うように求めた。得点は高得点なほどポジティブ、低得点なほどネガティブになるように、1を4点、4を1点とし、逆転項目は1を1点、4を4点に置き換えて算出した。

児玉・小島・岡(2014)にならい、因子ごとの平均値と標準偏差を算出した。数学に関する自己効力感因子は、平均3.11 ($SD=0.60$) であり、数学に関する学習観因子は、平均3.00 ($SD=0.00$)、学習態度に関するその他の項目は、平均2.40 ($SD=0.97$) であった。児玉他(2014)の小学校4～6年生の得点と比較してみると、A子の自己効力感因子や学習観因子の得点は小学校4～6年生よりもやや高かった。

算数・数学テスト(内容面) 算数・数学テストでは、小学校の学習内容と中学1年生の最初の単元である正負の数の単元から計35問の問題を抽出した。問題の内訳とA子の正答数、間違いの内容をTable 1に示す。

全体の正答率は86%であった。間違いの内容において2つの問題点が見られた。1点目は、割合の文章題についてである。単位量当たりの問題において、CIは正しく立式することはできたものの、カウンセラー(以下、Co)がなぜそのような式になったのかを尋ねると、考えを正しく説明することができなかつた。具体的には、「4mの重さが2.6kgのパイプの1mあたりの重さ」を求めさせる問題で、正しく2.6を4で除していたが、なぜそのような式になるかはあまり分からないと話

ていた。

2点目は、単位の変換についてである。重さ(g)の変換や、液体の質量(L)の変換に問題は見られなかったが、長さ(m)の変換に問題が見られた。具体的には、cmとmmの変換、mとcmの変換は問題なく行っていたが、8kmをmに変換する際に「8km=800m」としていた。また、Coが1kmは何mだと思いかを尋ねたところ、「100m」と答えた。また、150000cmを m^2 に変換する問題では、「1m=100cmだから150 m^2 」と解答した。

算数・数学テスト(行動面) テスト前にはテストに対する抵抗を示すといったことはなく、テスト中も集中してすらすらと解いていた。しかし、問題点としてケアレスミスが多いということが明らかになった。具体的には、計算問題において繰り上がりを足し忘れる、掛け算を間違えるなどのケアレスミスが見られた。また、文章問題においても、正しく立式できているにも関わらず計算ミスをするという場面や、答えの単位を書き間違えるといったケアレスミスが見られた。

テスト終了後、テストの感想を尋ねると、「簡単だった」と答えた。しかし、各文章題についてどのように考えたかを尋ねると、問題文を指示し、「これがこうなったからこう」と指示語で説明することが多く、自らの考えを言語化することが難しいようだった。また、考えを話している途中で何を話しているか分からなくなるという場面も見られた。

Table 1
算数・数学テスト(事前)結果

分類	問題数	正答数	間違いの内容
整数の足し算・引き算	2	2	
整数の掛け算・割り算	2	2	
分数の足し算・引き算	3	3	
分数の掛け算・割り算	2	2	
分数の四則混合計算	1	1	
小数の足し算・引き算	2	2	
小数の掛け算・割り算	2	1	繰り上がり忘れ
単位の変換	6	5	cm^2 から m^2 への変換
面積	3	3	
割合の文章題	2	1	単位書き間違い
道のり・速さ・時間	4	3	単位変換ミス(kmからmへの変換)
比例の文章題	2	1	計算ミス
正負の数の大小	4	4	

A子・母親との面談 A子の数学の学習上の困難や学習支援活動で取り組みたいことなどを探るために、A子と母親に対して3者面談を実施した。A子は算数が得意でなく、とりわけ文章題が苦手であるということや、中学校の勉強についていけるか不安であると述べた。A子の母親はA子が述べたことに加え、立体の展開図が嫌いであると述べていた。

アセスメントのまとめ アセスメントの結果より、A子の問題を次のように分析した。

まず、学習面（内容）の問題としては次の2点考えられた。1点目は、割合の文章題において、正しく立式できたものの、なぜそのような式になるかを理解していないということが挙げられた。このことから、A子は割合の理解や文章内の数量関係の理解が不十分であると考えられる。2点目は、単位の変換についてである。A子は、1mが100cmだということは知識として正しく身につけていたが、1kmが何mかについては正しい知識を身に付けていなかった。このことから、A子は単位同士の関係性の理解が不十分であると考えられた。

次に、学習面（行動）についても2点の問題点が考えられた。まず、1点目として、ケアレスミスが見られるということが挙げられた。このことから、A子は、自らの学習状態をモニタリングし、学習目標を達成するために自らの行動をコントロールするといった、自己制御学習（Zimmerman, 1989）を十分に行えていないと考えられる。

文部科学省の中学校の学習指導要領によると、教育活動の目標として、「基礎的・基本的な知識及び技能を確実に習得させ、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくむとともに、主体的に学習に取り組む態度を養い、個性を生かす教育の充実に努めなければならない。」ということが挙げられている。すなわち、現在の中学生に求められているのは、自ら学び、自ら考えるといった自己制御学習であると考えられる。よって、A子に対しても自己制御学習が行えるようにするための支援を行う必要がある。

2点目の問題としては、自分の考えを言葉で上手く整理して表現することが難しいということが挙げられた。自分の考えを記憶にとどめつつ、相手に分かりやすいように表現するという能力は

ワーキングメモリ（Working Memory, 以下、WM）に支えられている。WMとは、短期間必要な情報を保持しながら処理を行う記憶機能であり（Baddeley & Hitch, 1974）、言語的な情報の保持と処理に関しては、言語性WMと呼ばれている（Gathercole & Alloway, 2008）。A子はこの言語性WM容量が比較的小さいために、話している途中でそれ以前に話した内容を忘れてしまったり、学習の目標や問題解決の手順を途中で忘れてしまったりすると考えられる。加えて、自分の考えを説明する際に指示語を多く用いるということに関しても、A子の言語性WM容量の小ささが一因であると言えるだろう。

一方、上記だけでなく、言語性WMは文章題などの数学的問題解決にも関係する能力であることも指摘されている（例えば、Lee, Ng & Ng, 2009; Anderson, 2007）。これを踏まえると、A子が示す文章題への困難についても言語性WM容量の小ささに起因する可能性がある。すなわち、言語性WM容量が小さいために、問題解決に必要な数量を保持しながら、それらの関係性を考えて立式するといった処理を同時に行うことが難しく、結果として割合の理解や関係性の理解が不十分になっている可能性が考えられる。

情意面の問題としては、質問紙の自己効力感や学習観の得点は小学4～6年生の平均よりもやや高いが、3者面談から中学校の勉強についていけるかという不安を抱えていることが明らかになった。

支援の方針と計画

学習面（内容）と学習面（行動）、情意面について以下のように支援の方針と計画を立てた。

学習面（内容） 学習面（内容）については、算数・数学テストの結果や3者面談を踏まえ、A子が苦手意識を持っていた割合の文章題や、日常生活で使用する機会が多い単位の変換を取り上げることとした。加えて、A子や母親が中学校の勉強についていけるかを不安視していたため、中学校の内容も取り扱うこととした。

割合の文章題では、A子の言語性WMの容量に負荷をかけずに数量関係を理解し、かつ自らの考えを説明してもらう際の補助ツールとして、外的資源を用いる方略を教示することとした。外的資源とは、他者や図表といった外的に利用可能な資

源のことであり(植阪, 2009), 外的資源を用いた方略は, 算数の文章題解決の際にも有効な手段であるということが指摘されている(例えば, 坂本, 1999)。割合の文章題では, 外的資源として数直線や関係図, 4マス表などが用いられるが, 本事例では個人の問題解決能力に関わらず解きやすいとされている4マス表を使った図的表現を用いた(細川・岡・前田・中岡, 2015)。具体的な支援計画としては, まず, 学習支援の第1期で4マス表の描き方を習得させ, その後, 第2期で実際に4マス表を使って文章題を解くという活動を繰り返し行わせることとした。

単位の変換については, 初めにそれぞれの単位の関係性を教示し, その後, 何度も問題を解かせることで解法の定着を図ることとした。

中学校の内容に関しては, A子の学校の進度に合わせて, 正負の数の単元と文字と式の単元を扱った。

学習面(行動) アセスメントから, A子は自己制御学習が十分にできているとは言えないと考えられた。そこで, 自己制御学習に不可欠である, メタ認知の能力を育むことを支援の目標とした。メタ認知とは, 一般に自らの認知についての認知のことを指し, 自らの行動をモニタリングするメタ認知的モニタリングと, 適切にコントロールするメタ認知的コントロールの2側面が含まれる。そして, このメタ認知的コントロールとメタ認知的モニタリングを合わせたものをメタ認知的活動と呼ぶ(三宮, 2008)。

メタ認知を育むための具体的な支援方法として, まず, 学習支援の第1期で, 自らの学習の状態に気づくような声かけや, 目標に近づくためにどのような行動をとったら良いかに関する声かけをCoが行った。その後, 声かけをされるという体験を踏まえ, 第2期では問題を解いている最中にCoだったらどのような声かけをするかをCI自身に考えてもらい, カードに記入してもらった(天の声カード)。そして, 実際に問題を解いている最中にもCoがどのような声かけをするかを考えながら解いてもらうという活動を行った。

情意面 質問紙調査から, A子の数学に対する自己効力感の得点は小学4~6年生の平均よりもやや高いという結果が得られていた。しかし, 一般に「中一ギャップ」という言葉が知られている

ように, A子の自己効力感も今後下がっていく可能性がある。そこで, 支援を通してA子の自己効力感の低下を防ぐことを目的とした。

具体的には, A子が正答した際には大きく丸をつけ, 即時に褒めることで自己効力感の低下を防ぐこととした。また, 中学数学の最初の内容でつまずいてしまうと, その次の内容も分からなくなり, さらにその次の内容も分からなくなるといったように, 徐々に自己効力感が低下する可能性がある。そのため, A子の学校の授業内容や進度に合わせて支援を行うことで, A子のつまずきの早期発見・早期解決を目指した。

支援の経過の概要

全10回の学習支援の概要を第1期と第2期に分けて以下に記した。

第1期: 4マス表の描き方の習得と外的なメタ認知的活動の体験(第1, 2, 3, 4, 5回学習支援)

第1期では, 学習支援の初めの10分間で単位の変換の学習を行い, その後の40分で割合の文章題と正負の数の単元を取り扱った。最後の10分間は振り返りの時間とした。

割合の文章題 A子は, 算数・数学テストの割合の文章題において, 正しく立式できていたものの, なぜそのような式になるのかについては理解していなかった。そこで, 第1回学習支援では, 問題文の数量関係を整理し, 立式する方法として外的資源である4マス表(Figure 1)を用いて問題を解く方法を教示した。

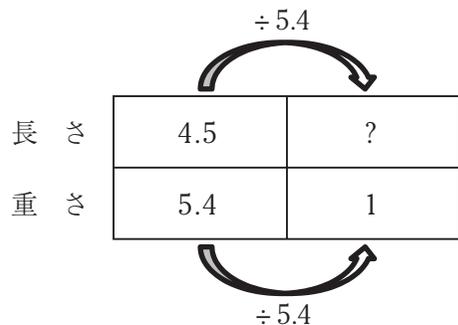


Figure 1. 割合の文章題の外的資源としての4マス

始めに, A子に4マス表を用いて解く方略の有用性を示すために, 次のような問題を出题した(Figure 2)。

みほさんは「4.5mの重さが5.4kgの鉄の棒があります」という場面から「 $4.5 \div 5.4$ 」の式になる問題を作りました。
みほさんが作った問題は、①この鉄の棒の1mの重さは何kgですか。②この鉄の棒1kgの長さは何mですか。のどちらですか。

Figure 2. 第1回学習支援で用いた割合の問題

この問題は、A子が算数・数学テストで誤答だった問題の類似問題であり、A子は①を選択した。①を選択したA子に対し、どう考えたかを尋ねると、A子は「分からない」と答えたため、①の状況を4マス表を用いて確認してみることを提案し、手順を示しながら4マス表を描いて見せた。

A子の言語性WM容量の小ささを考慮し、Coが実際にスモールステップで4マス表を描いて見せることで、4マス表を描く手順を身に付けさせるとともに、①の状況を考えさせることに集中させた。A子は、Coが描いた4マス表から立式した①の式と問題文の式を見比べ、間違いに気付いた。その後、4マス表の描き方の練習として、②の状況についてA子1人で4マス表を描くように指示すると、すらすらと4マス表を描き、立式することができた。また、「4マス表を使ってみたら解けた」と話した。しかし、その後、別の割合の文章題を4マス表を用いて解くように指示すると、上手く4マス表が描けず、混乱するという場面も見られた。

第1回学習支援では、A子に4マス表を使った方略を紹介したが、A子にとって4マス表の使い勝手が悪かったがために、他の文章題では上手くいかなかったという可能性が考えられた。そこで、第2回学習支援においては、A子にとって使いやすい外的資源を探るために、4マス表だけでなく、関係図や線分図を用いて解く方法も紹介し、どの方略が良いか選ばせた (Figure 3)。

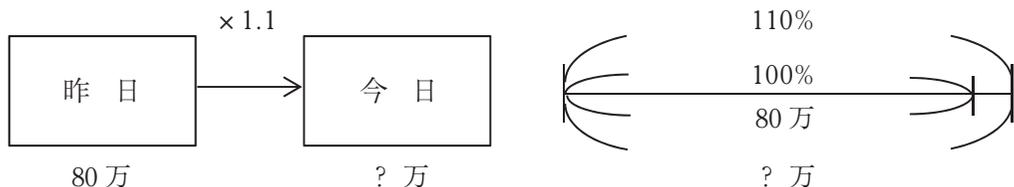


Figure 3. 関係図 (左) と線分図 (右)

その結果、A子は4マス表を用いた方略を選択し、「4マス表と「くもわ」を使えば解ける」と話した。なお、「くもわ」とは、比の用法の式を視覚的に表したもので、「く」は比べる量、「も」はもとにする量、「わ」は割合を表している (Figure 4)。

その後、別の問題を出題したところ、A子は、4マス表を描くことで、文章題のどの数比べる量、もとにする量、割合に当てはまるのかといった対応に気付き、それらを「くもわ」に当てはめることで立式していた。

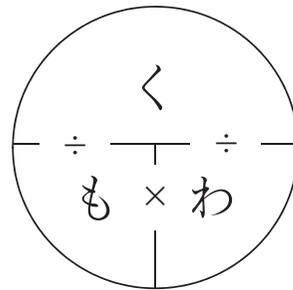


Figure 4. 「くもわ」の図

第3回学習支援と4回学習支援では、問題に対し、自発的に4マス表を用いながら解いていた。しかし、立式の際には「くもわ」も利用しており、Coのなぜその式になるのかという問いには、「「くもわ」だから」という回答をすることが多くなった。また、A子の描いた4マス表を見ると、数字は正しく記入できているが、矢印の部分が描かれていなかった。これらのことから、A子は4マス表の中に問題文の数を埋めることで、どの数がもとにする数や比べる数にあたるのかについては判別できるようになったが、矢印が引けていないがために、数同士の関係性が分からず、4マス表のみで立式することができていないと考えられた。

そこで、第5回支援では、矢印の引き方などの

4マス表の描き方について再確認したうえで、4マス表を用いれば「くもわ」を使わずに問題が解けるという4マス表の利便性を教示した。教示と描き方の練習を通して、A子は4マス表を適切に描くことができるようになった。また、問題に取り組む際には、「くもわ」を描くこともあったが、式を立てた理由を説明する際には4マス表を用いて説明してくれることが増えた。

単位の変換 第1回学習支援で出題した「 $150\text{cm} = \square\text{m}$ の□に当てはまる数を入れましょう」という問題に対して、A子は 0.15m と解答しており、 $740\text{m} = \square\text{km}$ という問題においては、 7.4km と解答していた。Coが「 1m は何 cm だっけ?」と声かけをすると「 100cm だから 1.5 だ」と間違いに気付けた。同様にCoが「 1km は何 m だっけ?」と尋ねると、A子は「 100m 」と答えた。そこで、「 k 」が 1000 を表すため、 $1\text{km} = 1000\text{m}$ だと教示した。A子は第1回学習支援の振り返りカードに「 $1\text{m} = 100\text{cm}$ 、 $1\text{km} = 1000\text{m}$ 」と記入していた。

第2, 3, 4, 5回学習支援においても□に当てはまる数を解答させる問題を出題した。A子はいずれの回においても自分1人では正答することはできなかったが、Coが「 1m は何 cm ?」、「 1km は何 m ?」といった声かけをすると間違いに気付けた。このことから、A子は長さの単位の関係性についての知識をもっているが、Coの手助けなしでは上手くその知識を使うことができないと考えられた。

正負の数 A子の学校の進捗に合わせ、第1回と第2回の学習支援では、正負の数の加法と減法を取り上げた。正負の数の加法・減法については、A子1人ですらすらと解く事ができ、振り返りでも「簡単だった」と話していた。

整数のみが含まれる加法・減法については問題なく行っていたが、小数や分数を含むような複雑な計算においては、途中式を書く途中で勝手に符号を変えするという場面が見られた。とりわけ、負の符号を勝手に正の符号に変えるという場面が多くみられたため、第3回学習支援では、A子の教科書から正負の数の減法を解く際のポイントを抜き出したワークシートを作成し、減法のルールを確認させた。具体的には、①正負の数の減法は加法に直して計算する、②正の数・負の数を引くことは、その数の符号を変えて加えることと同じである、といった2つのポイントについて説明した。

A子に符号を変えてしまう理由を尋ねたところ、「引き算は足し算に直すから」と答えていた。つまり、A子は上記のポイントのうち、①のポイントを使用する場面を十分に理解していないと考えられた。そこで、2つのポイントについて例を用いて説明した後で、実際に問題を繰り返し解かせ、ポイントの定着を図った。

第3回学習支援では、A子の学校の進捗に合わせ、新たに正負の数の乗法も取り扱った。乗法についてもA子は答えの符号で混乱することが多かったため、減法の時と同様にワークシートを作成し、それを見ながら繰り返し問題に取り組んでもらった。

第4回学習支援では、正負の数の加法・減法について「もう身についた」と話すようになった。しかし、問題に慣れてきたためか、項の数が多い問題において途中式を書かずに計算ミスをして間違えるという場面が見られた。途中式を書くように指示すると、面倒くさがる様子が見られ、途中の計算を全て書いて答えを出していた。途中式を書くということを途中の計算の全てを書くと考えているようだったため、頭の中だけで考えると混乱しそうなときや、ややこしくなりそうなときに途中式を書くように説明した。その後の問題においても途中式を書かずに計算ミスをする事があったため、その都度途中式を書くように指示した。

第5回学習支援では、新たに正負の数の除法についても取り上げた。除法については比較的すらすらと解く様子が見られた。しかし、これまでと同様に途中式を書かずに符号を間違えるという場面も見られたため、その都度途中式を書くように指示した。

なお、第4回学習支援から、正負の数の単元において学習内容が増加したため、1つ1つの内容を取り扱う時間が短くなった。そのため、支援で学んだ内容を宿題として家庭で取り組んでもらうという活動を追加し、不足した学習時間を補うとともに、解法の定着を図った。

第2期への展開 学習面(内容)の割合の文章題については、第1期で4マス表の描き方を習得することができた。第2期では、第1期で習得した4マス表を用いて実際に問題を解くという活動を繰り返し行うことで、解法の定着を図ることとした。

次に、単位の変換については、「 $1\text{m} = 100\text{cm}$ 」

「1km=1000m」といった知識を身に着ける事ができ、Coの声かけがあれば、自らの間違いにも気付くようになった。しかし、Coの支援なしでは問題に正答することができなかった。そこで、第2期ではCoの声かけなしでも自らの間違いに気づき、間違いを修正できるようになるための支援を行うこととした。また、実際の長さがイメージしやすいように、身近な長さを変換するという問題を扱った。

また、正負の数については、ワークシートを用いたり繰り返し問題を解いたりすることによって計算方法を身に着ける事ができた。しかし、途中式を書かないがためにケアレスミスをするという場面が見られた。第2期では、第1期の内容について繰り返し取り組ませることで計算方法の定着を図るとともに、A子の学校の進度に合わせ、正負の数の累乗・四則が混じった計算や、文字と式の単元についても新たに取り扱った。

最後に、学習面（行動）について、A子のメタ認知の能力を育むために、第1期ではCoが声かけをするという外的なメタ認知的活動を体験してもらった。そこで、第2期では、これまでのCoの声かけをCIに内在化させるための支援を行うこととした。具体的には、第1期の単位の変換や正負の数でCoが声かけを行っていた内容を思い出させ（例えば、「ややこしい計算では途中式を書こう」）、天の声カードに記入したうえで、カードを見ながら問題を解くという活動を行った。解答中にCoがどのように声かけをするかを意識しながら繰り返し問題を解くことで、最終的にはCI自らが自分の状態をモニタリングし、コントロールできるようになることを目指した。

第2期：4マス表の描き方の定着とメタ認知的活動の内在化（第6, 7, 8, 9, 10回学習支援）

第2期の第6, 7回学習支援においては、第1期と同様に学習支援を進めた。第8回以降の学習支援では、学習支援の初めの10分間で前回の宿題の確認と、割合の文章題の支援を行い、その後の40分で単位の変換と正負の数、文字と式の単元を取り扱った。最後の10分間は振り返りの時間とした。

なお、第8回以降の学習支援において、割合の文章題を単位の変換よりも先に行うこととしたこ

とについては、後述するようにA子が単位の変換に困難を示しだしたからである。学習支援の最初に苦手な単位の変換を取り扱うよりも、第1期で苦手意識がなくなってきたと考えられる割合の文章題を扱うことで、学習支援にスムーズに取り組めるようにした。

割合の文章題 第2期では、実生活でもなじみの深い、お金の問題を取り上げ、繰り返し問題を解くことで解法の定着を図った。割引に関する問題や、何割減・何割増といった問題を取り上げたところ、4マス表と「くもわ」を使って正答することができた。また、割合が百分率で表された問題についても問題なく正答できた。立式の理由について尋ねると、4マス表を使って説明したり、「もとにする数を求めるから割り算」などと答えたりするなど、回を重ねるごとに「くもわ」を使わずに説明できるようになった。

単位の変換 第1期までは、Coが「1mは何cm? 1kmは何m?」と声かけをすると問題に正答できていたため、第2期では、Coの声かけなしでも正答できるようになることを目指した。

第6回学習支援では、問題を解く前に「1m = 100cm, 1km = 1000m」という単位についての知識を外的資源として問題用紙の隅に書き出し、それを見ながら解くように指示した。A子は、自分が書いた外的資源を見て、kmをmに変換する際には、0が3つ増えているということに気付き、kmとmの変換については正答できるようになってきた。

問題文の隅に知識を外的資源としてメモしてから解くという方法を習得した後、学習支援以外の場面やその他の問題においても応用できるように、「問題を解く前に必要な知識や解き方を思い出してから解こう!」と書いた天の声カードを作成した。この天の声カードは、学習支援の間A子の目につくところに置いておき、家庭での宿題の際にも必ず机の上においてももらうこととした。

天の声カードや外的資源を用いることで、正しく単位を変換できるようになったと見られたが、第7回以降の学習支援では、cm・m・kmの関係性に混乱するようになり、外的資源を用いても誤答が目立つようになった。また、第9, 10回学習支援では、単位の変換を宿題としても出題したが、宿題では全問正解するものの、学習支援では正答

できないという様子も見られた。

正負の数 正負の数については、第6回学習支援では累乗を、第7回学習支援では四則が混じった計算を新たに取り上げた。計算方法については問題なく行えていた。特に、累乗については「指数の部分がかわいくて好き」と話し、楽しそうに問題に取り組んでいた。

途中式を書かずにケアレスミスをする場面が見られたことについては、第1期まではCoが声かけをしていたが、第2期からはCoはなるべく声かけをしないようにした。第7回学習支援では、「頭の中だけで計算するのが大変そうときや、ややこしくなりそうときは途中式を書こう」と書いた天の声カードをA子の目につく位置に置き、解答中にCoがどのように声をかけていたかを意識しながら取り組んでもらった。その結果、とりわけ式が複雑になる四則が混じった計算等で途中式を書くことが増え、ケアレスミスが減った。

第8, 9, 10回学習支援でも、天の声カードを提示しながら繰り返し問題を解かせることで、学習内容の定着を図るとともに、A子1人でメタ認知的活動を行えるようになることを目指した。第10回学習支援では、天の声カードをあまり見ずに自発的に途中式を書くという様子が見られた。

文字と式 A子の学校の進度に合わせて、第2期では文字と式の単元を新たに取り扱った。第6回学習支援で文字を使った式の表し方を取り上げ、文字式のルールに従って \times や \div の混じった式を書き直す問題や、文章題を文字式で表す問題を出題した。A子は、文字と数の積の式を文字式のルールに従って書き直すという問題において、文字を数字の前に書くといった間違いをすることが多かった。

そこで、第7回学習支援では、教科書から「文字と数の積では数を文字の前に書く」といった文字式のルールを確認するワークシートを作成し、

ルールを確認した。さらに、第8, 9, 10回学習支援では、ルールを踏まえて実際に問題を解かせたり、自分で問題を作って解答させたり、宿題でも出題したりすることによって、学習内容の定着を図った。その結果、回を重ねるごとに正答数が増加した。

学習支援の評価

これまでの学習支援のまとめとして、算数・数学テストと質問紙調査を行った。

算数・数学テスト(内容面) 主に、学習支援で扱った内容から問題を出題した。算数・数学テスト時の問題内容・問題数・正答数・間違いの内容をTable 2に示す。

Table 2より、全体の正答率は72.4%であった。正答率はアセスメント時の算数・数学テストのものよりも低下しているが、出題内容や出題数が事前と事後で大きく異なるため、以降では両方のテストで出題した内容について取り上げる。

まず、割合の文章題については、4問中4問正答できていた。しかし、単位の変換については、事後テストの正答数が4問中0問であったため、学習支援の成果がほぼ見られなかったと考えられる。

事後テストでのみ出題していた正負の数については、9問中8問正答できており、誤答だった1問については計算ミスであった。同様に、文字と式については、12問中9問正答できており、誤答だった3問については文字式のルールに関する問題であった。

算数・数学テスト(行動面) テスト中はすらすらと問題を解く様子が見られた。割合の文章題においては、「くもわ」を書かずに4マス表を描いて立式していた。テスト後にどのように立式したかを尋ねると、4マス表を用いて正しく説明を行うことができた。また、正負の数の計算問題では、途中式を書きながら問題に取り組む様子が見られ

Table 2
算数・数学テスト(事後)結果

分類	問題数	正答数	間違いの内容
単位の変換	4	0	cmとmの変換, mとkmの変換, cm^3 から m^3 への変換
割合の文章題	4	4	
正負の数の計算	9	8	計算ミス
文字と式	12	9	文字式のルールに関する間違い

た。さらに、全ての問題を解き終えた後には見直しも行っていった。

質問紙調査 アセスメント時に行った質問紙を再度実施し、各因子の平均値と標準偏差を算出した。その結果、算数・数学に関する自己効力感因子は、平均3.22 ($SD=0.44$)、算数・数学に関する学習観因子は、平均3.00 ($SD=0.00$)、学習態度に関するその他の項目は、平均2.90 ($SD=0.88$)であった。学習観因子の得点はアセスメント時と同様であったが、自己効力感因子の得点とその他の項目の得点はやや高くなった。

考 察

本事例では、以下の3つの視点に基づいて学習支援を行った。まず、学習面（内容）については、A子が苦手意識を持っていた割合の文章題や、単位の変換を取り上げた。また、中学校の内容として、正負の数や文字と式についてもA子の学校の進度に合わせて取り上げた。それぞれの単位についてA子が自分1人で正答できるようになることを目指した。次に、学習面（行動）については、A子が自ら考え、自ら学ぶといった自己制御学習を行えるようになるための土台として、自らの状態に気づき、自ら行動を制御するといったメタ認知の能力を育むことを目標とした。最後に、情意面については、自己効力感の低下を防ぐことを目標とした。以降からは、それぞれの視点について、支援を通しての考察を述べる。

初めに、学習面（内容）について考察する。割合の文章題については、外的資源として4マス表を用いることで、正しく立式できるようになり、立式の理由まで述べられるようになった。4マス表で数量関係を視覚的に把握させ、立式や計算にかかる処理への負担を軽減したことが、言語性WM容量の小さいA子にとって有効であったと考えられる。また、立式の理由を言語的に述べる際にも、数量関係が外的資源にあったことで、Coに自分の考えを伝えるという活動に十分な言語性WMの容量をさくことができたと考えられる。

加えて、A子は支援の第2期やポストテストにおいて自発的に4マス表を用いていた。自発的に図的表現を用いて問題解決を行うことは難しいとされていたが（植坂, 2009）、一方で、コミュニケーションの道具として図表を用いさせると自発

的な利用が促進されるという報告もある（植坂・Emmanuel, 2010）。A子が自発的に4マス表を用いるようになったのは、支援の中で自らの考えを4マス表を用いてCoに説明するという活動を繰り返し行ったためであると考えられる。

中学校の単元である、正負の数や文字式については、一度解法が身につくについてもその後の支援で何度も取り上げたり、宿題として出題したりすることを通して、解法の定着を図った。その結果、学習支援の回を重ねるごとに問題の正答率が上がった。小学校よりも学習進度が速い中学の学習では、1つ1つの内容に十分に組み込む時間が限られているため、学習支援や家庭において継続して1つの単元を取り上げるということは有効であったと考えられる。

単位の変換に関しては、事後テストの結果にも示されているように、学習支援によってA子1人の力で解けるようになるという目標を達成することはできなかった。これは、A子が学習支援の第2期後半において、長さの単位の関係性に混乱していたことにも示されている。長さの単位には、mm, cm, m, kmと様々な単位があり、それぞれを変換する際には、一様に「0を○個増やす」というわけにはいかない。cmとmならば0を2個増減させるが、mとkmでは0を3個増減させるといったように、どの単位をどの単位に変換するかによって増減させる0の数が異なるため、A子にとって混乱をきたしやすかったと考えられる。本事例では、「1m = 100cm, 1km = 1000m」と単位の関係性を2つずつ別々に提示していたが、今後は、それぞれの関係性をまとめて視覚提示することが有効かもしれない。具体的には「mmとcmの変換は0が1個、cmとmの変換は0が2個、mとkmの変換は0が3個増減する」のように視覚提示することが考えられるだろう。また、さらに多くの問題を解かせることで改善が見られる可能性も考えられる。

次に、学習面（行動）については、天の声カードを用いることで、自己制御学習の土台となるメタ認知の能力を育むことを目標とした。具体的には、学習支援の第1期でCoからの声かけといった外的なメタ認知活動を体験してもらい、第2期で第1期の声かけを思い出しながら天の声カードを書き、カードの内容を意識しながら問題を解い

てもらおうという活動を行った。その結果、第2期後半や事後テストにおいて、A子自ら途中式を書いたり、今回の学習支援ではとりたてて取り上げていなかった見直しを行っていたりした。このことから、天の声カードを用いた支援を行うことで、Coの声かけがA子に内在化され、自らモニタリング・コントロールするというメタ認知の能力が育まれたと考えられる。

今後、途中式を書いたり見直しをしたりするといった学習方略をさらに定着させるためには、学習方略の有用性を実感してもらう必要がある(市川, 1993)。具体的には、途中式や見直しなしで解いた場合の正答数と、途中式や見直しをしながら解いた場合の正答数を視覚的に比較するような支援を行うことで、自らの学習時の特徴や学習方略の有用性に気付けると考えられる。

最後に、情緒面については、学習支援後の質問紙調査から、全ての因子においてアセスメント時と得点が同様であるか、やや高くなるという結果が得られた。小学生よりも自己効力感が低下しやすいと考えられる中学生であるA子にとって、得点が下がらなかったことは一つの成果であると言えるだろう。

引用文献

Anderson, U. (2007). The contribution of working memory to children's mathematical word problem solving. *Applied Cognitive Psychology*, **21**, 1201-1216.

Baddeley, A., & Hitch, G. (1974) Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. New York : Academic Press. pp.47-89

Gathercole & Alloway : ワーキングメモリと学習指導 : 教師のための実践ガイド (湯澤正通・湯澤美紀, 訳), 京都 : 北大路書房, 2009.

(Gathercole, S. E., & Alloway, T. P. : *Working memory and learning : A practical guide for teachers*. London : Sage Publications, 2008.)

細川 真・岡 直樹・前田一誠・中岡正弘 (2015). 割合の文章題解決における図的表現に関する研究 学校教育実践学研究, **21**, 97-104.

市川伸一(1993). 認知カウンセリングとは何か 市川伸一(編) 学習を支える認知カウンセリングー心理学と教育の新たな接点ー ブレーン社

児玉真樹子・小島奈々恵・岡 直樹 (2014). にこにこルームの学習支援が小学生に及ぼす効果(7)ー平成24年度の小学生と保護者を対象とした調査ー 学校教育実践学研究, **20**, 19-25.

Lee, K., Ng, E. L., & Ng, S. F (2009). The contributions of working memory and executive functioning to problem representation and solution generation in algebraic word problems. *Journal of Educational Psychology*, **101**, 373-387.

三宮真知子 (2008). メタ認知 学習力を支える高次認知機能 北大路書房

坂本美紀 (1999). 小学生における割合文章題の問題表象ー子どもたちは問題をどのように図示するかー 愛知教育大学教育実践総合センター紀要, **2**, 47-53.

植阪友理 (2009). 認知カウンセリングによる学習スキルの支援とその展開ー図表活用方略に着目してー *Cognitive Studies*, **16** (3), 313-332.

植阪友理・Emmanuel Manalo (2010). 図表の自発的な活用を促す指導方法の開発ーコミュニケーションツールとしての利用経験の効果ー *Cognitive Studies*, **17** (1), 246-250.

Zimmerman, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, **81** (3), 329-339.