

[算数・数学]

小学校算数科における構造的・体系的思考及びそれに関する態度の育成に関する事例的研究

－「コンセプトマップ」の作成と振り返りに着目して－

清水 賢志*

1 問題の所在

文部科学省(2018)は、「児童が各教科等の特質に応じた見方・考え方を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう過程を重視した学習の充実を図ること」を求めている¹⁾。これは、知識の獲得が最終的な目的ではなく、知識を体系的に理解し、それらを活用し、新たな考えを創造することの重要性を示唆している。

算数・数学科においては、創造性に関する先行研究は多く行われている。齋藤(1998)は、創造性を育成する上で重要な3点について示している²⁾。「①収集した知識や情報を構造的に組織化させること」、「②課題を発見させること」、「③既存の知識を分断し、それを組み合わせて体系化させること」であるとしている。しかし、算数科において学習内容が構造的・体系的であるとされているが、授業において、児童に既習の学習内容について確認すると、授業毎の学習内容に対する反応は多く見られるが、学習内容の単元全体との関連や単元内の位置づけについての理解や活用が、乏しいことが多く見られる。齋藤(1999)は、単元全体の構造的関連を把握・思考させることをねらいとして、「コンセプトマップ」の作成を小学5、6年生に実施した³⁾。その結果、「コンセプトマップ」に記入された内容から、児童は学習項目を構造的に思考し、体系的に把握・理解している様子が十分に感じられたと報告している。しかし、「コンセプトマップ」を活用し、児童が構造的・体系的思考を働かせている児童の姿については十分に検証されていない。

また、文部科学省(2018)は、算数科において「数学的活動の楽しさや数学のよさに気付き、学習を振り返ってよりよく問題解決しようとする態度、算数で学んだことを生活や学習に活用しようとする態度を養う」ことを目標の一つに挙げている⁴⁾。このように、知識の獲得、活用、思考するだけでなく、児童が自己の学習を振り返ること、児童が学習したことを活用しようとする態度の育成も重要視されている。

実践において、児童の思考を促す手立ては数多く考案されているものの、それが児童の学習に対する態度にどのような効果があるかを検証している事例は少なく、今後重要になってくると考えられる。そこで、本研究では児童の構造的・体系的思考及びそれに関する態度に着目し、研究を行うこととする。

2 研究の目的

本研究では、単元を通して「コンセプトマップ」の作成と振り返りを実施することが、児童の構造的・体系的思考及びそれに関する態度に与える効果について検証することを目的とする。

3 研究の方法と内容

(1) 研究の方法

① 振り返り

振り返りを授業の終わり5分間に毎時間実施した。児童は、調査以前から振り返りをノートに記述していた。本研究において、教師は児童の振り返りの記述内容について評価すること、思考を促すような特別な教示をすることは原則行わないことにした。

表1 調査前に共有した振り返りの視点

既習の内容	・本時の学習内容との相違	
本時(学習直後)の内容	・勉強したこと ・できなかったこと ・既習内容との相違 ・興味をもったこと ・友達の考え	・できるようになったこと ・疑問に思ったこと ・授業のまとめ ・難しかったこと ・初めて知ったこと
未習の内容	・次の授業で扱おうと予想する内容	

*長岡市立前川小学校

(4) 分析の方法

本研究は、以下の3点により「コンセプトマップ」の作成と振り返りを実施することが、児童の構造的・体系的思考及びそれに関する態度に与える効果を検証することにした。

1点目は、「小数のかけ算」と「小数のわり算」で実施した振り返りの記述内容を「既習の内容」、「本時(学習直後)の内容」、「未習の内容」の3つに分類し、単元間での記述内容の変化を量的に分析する。

2点目は、抽出児の授業での振り返りの記述内容を「コンセプトマップ」の記入とともに質的に分析する。

3点目は、対象児全員に対して、「小数のかけ算」実施後と「小数のわり算」実施後に質問紙調査を実施し、構造的・体系的思考に関する態度の変化を量的に分析する。

本研究では、児童の構造的・体系的思考に関する態度を測定するために、齋藤(1999)が開発した「数学学習における創造性に関する態度尺度CAS-1」を使用した⁵⁾。この尺度は、数学学習において児童生徒が創造性を発揮するには、どのような因子が重要であるかを検討し、7因子(表3)が挙げられている。質問紙は、全27項目(表4)から構成されている。児童の反応形式は、「4:あてはまる」から「1:あてはまらない」

の4件法とし、項目1~5は、拡散性に関する項目、項目6~10は、論理性に関する項目、項目11~14は、積極性に関する項目、項目15~19は、独自性に関する項目、項目20~23は、集中性・持続性に関する項目、項目24~25は、収束性に関する項目、項目26~27は、精密性に関する項目である。この尺度を使用した理由は、本研究で対象としている構造的・体系的思考に関する態度を検証できるためである。この質問紙調査は、

「小数のかけ算」実施前と「小数のわり算」実施後に実施した。

4 結果と考察

(1) 振り返りの記述内容の量的分析

まず、学級全体の振り返りの記述内容を構造的・体系的思考の観点から「本時(学習直後)の内容」、「既習の内容」、「未習の内容」に分類し、量的に分析し、「コンセプトマップ」の作成が児童の振り返りに与える効果について検証した。調査対象学級は、4月から算数の授業において振り返りを実施してきた。振り返りには慣れているため、調査期間

表3 齋藤(1999)における創造性に関する態度7因子

因子	説明
拡散性	・可能性のあるあらゆる方法を考えたり、 <u>一見関係なさそうな中から関係を見つけたり</u> 、 <u>他の物事と比べて考えたりする態度</u> ・多くの経験や体験を試みる態度
論理性	・創造した内容については、 <u>内容全体のつながりを考えたり</u> 、 <u>筋道を立てて説明したり</u> 、 <u>その理由や思考過程を論理的に説明する態度</u>
積極性	・解決に至るまで何度も考えたり、疑問や好奇心を抱いたり、それを追求したり、 <u>学習したことを他の場面に適用したりする態度</u>
独自性	・新しいアイデアを生み出すために、既存の方法に反論したり、新しい方法を工夫したり、ひらめきを大切に する態度 ・自ら考えた内容に対して自信をもつことや発見に対して感動する態度
集中性 持続性	・疑問や課題について、時間を忘れて考えたり、熱中したり、それらを持続して考えたりする態度
収束性	・拡散的に思考した後、 <u>他の方法との共通性や違いを考え</u> 、どの方法が最も適しているかを考える態度
精密性	・正確さ、注意深さ、細かい観察力に関する態度

※下線部は、構造的・体系的思考に関わる部分

表4 「数学学習における創造性に関する態度尺度CAS-1」の質問項目

質問項目			
Q1	可能性のあるあらゆる方法を考える。	Q15	決まった方法に反論する。
Q2	一見関係なさそうな中から関係を見つかる。	Q16	新しい方法を考える。
Q3	もしそうでなかったら、どうなるだろうと考える。	Q17	ひらめきを大切に する。
Q4	多くの経験や体験を試みる。	Q18	考えたことに自信を持つ。
Q5	他の物事とくらべて考える。	Q19	発見に感動する。
Q6	全体のつながりを考える。	Q20	時間を忘れて考える。
Q7	結果にいたるか ていを考える。	Q21	他のことに気をうば われない。
Q8	どうしてそうなるか という理由を考える。	Q22	失敗してもあきらめ ない。
Q9	結果や筋道を考える。	Q23	疑問や課題を持ち 続ける。
Q10	物事を関連づけて 考える。	Q24	どの方法が最も適 しているかを考える。
Q11	解決するまで何 度も考える。	Q25	共通性やちがいを 考える。
Q12	学習したことを 他の場面に適用する。	Q26	細かく観察する。
Q13	いろいろなこと に疑問や好奇心をも つ。	Q27	正確さをたしか める。
Q14	疑問や課題を 追求する。		

中の振り返りの記述内容の変化は、振り返りによる影響は少ないと考えられる。そこで今回は、「コンセプトマップ」の作成を実施しなかった「小数のかけ算」と「コンセプトマップ」の作成を実施した「小数のわり算」の振り返りの記述を分析の対象とした。また、2つの単元の振り返りの回数を揃えるために、1～7時間目の振り返り各7回を対象とした。まず、振り返りの記述を内容ごとの命題に区切った。この命題の定義を内容ごとの区切れとした。一文内でも、内容の区切りで一命題一単位に分割し、カウントした(例：①今日は、小数のわり算の筆算をするために、②前に勉強した小数のわり算の計算のやり方を思い出した。2命題とカウント)。

振り返りにおける命題数の総数の増減は、振り返りの記述量の分析と言えるが、構造的・体系的思考が働いたかどうかの分析とは言いがたいと考えた。そこで、さらに各命題を「本時(学習直後)の内容」、「既習の内容」、「未習の内容」に分類した。記述内容を分類の視点としているため、「今日の授業は面白かった。」「今日は、分からないところがあった。」「次は頑張りたい。」といった、学習内容が記述されていない記述は対象外とした。

振り返りの記述内容の変化を一要因参加者内の分散分析を行った結果、「本時(学習直後)の内容」、「既習の内容」の命題数が有意に増加し、「未習の内容」は、有意な差はなかったが減少した(表5)。この結果から、児童は「コンセプトマップ」の作成を通して、「本時(学習直後)の内容」については、より多くの内容を把握、理解することができ、振り返りでも記述できるようになったと言える。「既習の内容」については、「コンセプトマップ」の作成を実施しなかった「小数のかけ算」の振り返りでは記述がほとんどなかった。しかし、「コンセプトマップ」を作成した「小数のわり算」の振り返りでは、「既習の内容」についても記述するようになり、「本時(学習直後)の内容」と合わせて思考するようになったと考えられる。

以上のことから、「コンセプトマップ」を作成することで、「本時(学習直後)の内容」と「既習の内容」の命題数が増加し、児童の振り返りにおける視点が広がることが明らかになった。これは、児童が振り返りにおいて、学習内容に対して構造的・体系的思考を働かせていると言える。

(2) 振り返りの記述内容の質的分析

次に、「コンセプトマップ」の作成が、振り返りにどのような効果を与えるか、記述内容の変化をもとに質的に分析する。同一児童の「小数のかけ算」時の振り返り記述と「小数のわり算」時の振り返り記述を抽出し、比較分析を行う。まず、児童Aの「小数のかけ算」4時間目と「小数のわり算」6時間目の振り返り記述を示す(表6)。

表6 児童Aの振り返り記述

「小数のかけ算」 4時間目の振り返り	今日は、小数第二位の数×小数第一位の数の筆算を勉強しました。最後に3問とききました。①と中、分からなくなって最後まで終わらせませんでした。くやしかったです。②練習をしてもっとはやく問題とけるようになりたいです。
「小数のわり算」 6時間目の振り返り	今日は、小数第二位÷小数第二位の筆算をしました。どっちも(わられる数、わる数)100倍して小数点を動かすことが分かりました。最後に3問筆算をしました。2問目はとくことができうれしかったです。(あと1問とけなかったのは、)③4年生のわり算の筆算が苦手なので練習したいと思います。

児童Aは、「小数のかけ算」の4時間目において、筆算の解き方については、授業中に理解できている姿を確認できていた。しかし、下線部①では、本時の学習内容である筆算のやり方が途中で分からなくなってしまったと記述し、自身の課題としている。児童Aの問題解決の過程を見ると、3桁×2桁のかけ算の筆算を苦手としている様子が見られた。つまり、児童Aの課題は、本時の学習内容である小数のかけ算の筆算の仕方ではなく、既習の学習内容にあると考えられる。ところが、児童Aは、その課題の解決方法として、下線部②では「練習をして」とい

表5 振り返り記述内容の命題数の変化(N=35)

	本時 (学習直後)	既習	未習
小数の かけ算	7.71 (3.08)	0.37 (0.75)	1.22 (1.24)
小数の わり算	9.20 (3.01)	1.82 (1.96)	0.91 (1.27)
F	8.62**	18.22**	1.28ns

()は標準偏差, +p<.10 *p<.05 **p<.01

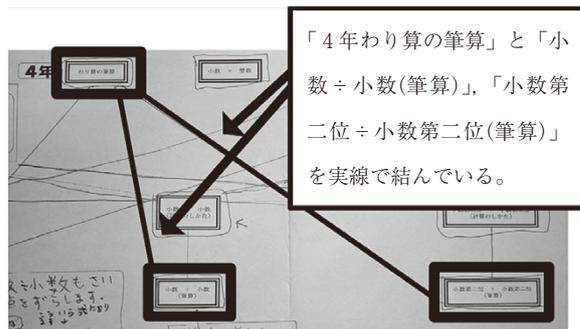


図2 児童Aが作成したコンセプトマップ

う記述をし、具体的な解決の見通しを立てるまでには至っていない。本時の学習内容を構造的に捉える視点が備われば、自身の課題がより具体的になると考えられる。その後、児童Aは、「小数のわり算」6時間目の筆算の学習において、下線部③では「4年生のわり算の筆算が苦手」ということを自身の課題として捉えている。児童Aは「コンセプトマップ」においても、「4年わり算の筆算」と「小数第二位÷小数第二位」を実線で結んでいる(図2)。以上のことから、児童Aは「コンセプトマップ」の作成を通して、小数のわり算の筆算を、単元内だけでなく、既習内容と関連させて、構造的また体系的に思考し、解決方法の見通しをもつことができたと考えられる。

次に、児童Bの「小数のかけ算」4時間目と「小数のわり算」5時間目の振り返り記述を示す(表8)。

表8 児童Bの振り返り記述

「小数のかけ算」 4時間目の振り返り	今日は、位が小数第二位の小数と小数第一位の小数をかける筆算ができるようになってよかったです。④次は、面積の公式を使った筆算ができそうです。図を使ったりして考えたいです。
「小数のわり算」 6時間目の振り返り	今日は、わり進める筆算の勉強をしました。できるようになりました。⑤今日はわり切れる問題だったけど、次はわり切れない問題が出てくると思う。⑥そんな時は、あまりを出したり、四捨五入をしていくと思う。覚えておきたい。

児童Bは、「小数のかけ算」では次の学習内容を教科書を見て確認し、振り返りの最後に記入する傾向があった。

「小数のかけ算」4時間目でもその傾向が見られ、下線部④では、面積の求積を次の授業で扱う学習内容に挙げていた。しかし、本時の学習内容「(小数第二位の小数)×(小数第一位の小数)の筆算」と次時の学習内容「小数を扱った面積の求積」の関連について体系的に思考するまでには至っていない。学習内容と学習内容の関連を体系的に思考する力が十分に育っていないと言える。ところが、「小数のわり算」5時間目では、下線部⑤で本時の学習内容のわり切れる問題から、次はわり切れない問題を扱うだろうと予想している。教科書の指導計画では、6時間目は(小数第二位の小数)÷(小数第二位の小数)の筆算を扱う。児童Bは、教科書を確認せずに、本時の学習内容から次時の学習内容を体系的に思考し予想したと言える。さらに、下線部⑥では、わり切れない問題に対する解決方法として、既習の内容から「あまりを求めること」、「四捨五入をして概数を求めること」を記述していた。児童Bは「コンセプトマップ」においても、「わり進めるわり算」を起点として、「商の四捨五入、がい数」と「あまりのあるわり算」を実線と矢印で結んでいる(図3)。これらを記述できたのは、児童Bが「四捨五入」や「あまり」の性質を理解しており、それらをわり切れない問題に適用する体系的思考を働かせ、見通しをもつことができたためだと考えられる。

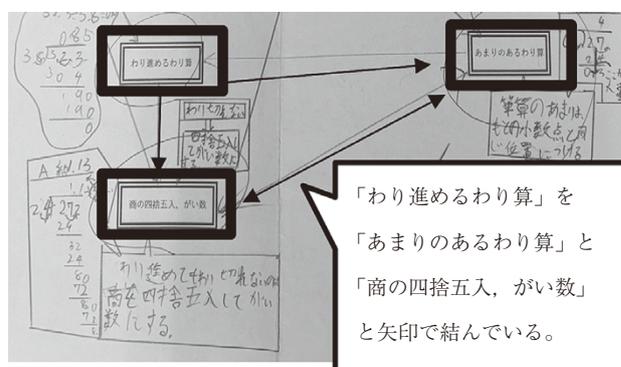


図3 児童Bが作成したコンセプトマップ

児童A、児童Bの振り返り記述内容の変化から、「コンセプトマップ」の作成をもとに学習を振り返ることは、児童の学習内容に対して構造的・体系的に思考を働かせ、自身の課題を捉え、その解決方法について具体的に見通しをもつようになる効果が明らかになった。

児童A、児童Bの振り返り記述内容の変化から、「コンセプトマップ」の作成をもとに学習を振り返ることは、児童の学習内容に対して構造的・体系的に思考を働かせ、自身の課題を捉え、その解決方法について具体的に見通しをもつようになる効果が明らかになった。

(3) 質問紙調査による構造的・体系的思考に関する態度の分析

最後に、対象とした児童全員の構造的・体系的思考に関する態度がどのように変化したかを検証する。このために、児童に対して、「小数のかけ算」実施前(事前)と「小数のわり算」実施後(事後)に「数学学習における創造性に関する態度尺度CAS-1」を実施した。表4の質問項目をもとに、事前と事後の回答の平均点を「創造性に関する態度尺度の7因子」ごとに集計し、一要因参加者内の分散分析を行った(表9)。

今回は、構造的・体系的思考に関わる5因子(拡散性、論理性、積極性、収束性、精密性)についての分析結果を示す。結果として、「拡散性」「論理性」「積極性」の3つの因子は、5%水準で有意に向上した。「収束性」「精密性」の2つの因子については、平均点は向上したものの、有意な差は見られなかった。

まず、「拡散性」「論理性」「積極性」については、表4の質問項目のQ2, 5, 6, 7, 9, 10, 12が、本研究の取り組みである「コンセプトマップ」の作成と強く関連している。児童の振り返りにおける記述内容の分類にもあったよ

うに、「コンセプトマップ」を活用していく中で、本時の内容だけに着目するだけでなく、既習の内容や未習の内容との関連を思考するようになった変化が、3つの因子の平均得点の向上にもつながったと考えられる。一方、「収束性」「精密性」については、標準偏差の値が有意に向上した3因子と比較すると、0.16～

0.22ポイントの差があり児童一人一人によって得点にばらつきがある。特に、項目24「どの方法が最も適しているかを考える」、項目27「正確さをたしかめる。」にばらつきがあった。これらの態度は、問題解決過程に関連が強いと考えられる。今後、継続的に取り組んでいくことで、「収束性」「精密性」についても集団全体の態度が更に向上し、定着も図られていくと考えられる。

これらの結果から、「コンセプトマップ」の作成と振り返りを行った本実践は、児童の構造的・体系的思考に関する態度の育成についても効果があることが明らかになった。しかし、定着には継続的な取り組みが必要である。

5 研究の成果と課題

(1) 研究の成果

単元を通して、「コンセプトマップ」の作成と振り返りを実施することが、児童の構造的・体系的思考及びそれに関する態度に与える効果については以下の3点である。

1点目は、児童は「コンセプトマップ」の作成と振り返りを実施することで、振り返りの記述内容の視点が広がった。特に「本時(学習直後)の学習内容」と「既習の内容」に児童は着目して、学習を振り返るようになった。

2点目は、児童は「コンセプトマップ」の記入をもとに学習を振り返ることで、学習内容を構造的・体系的に思考するようになり、自身の課題を把握し、その解決方法についての見通しを立てることができるようになった。

3点目は、質問紙調査の結果分析で、児童の構造的・体系的思考に関する態度の育成に効果があることが明らかになった。

以上のことから、本研究の単元を通しての「コンセプトマップ」の作成と振り返りを実施することは、児童の構造的・体系的思考及びそれに関する態度の育成に効果があることが明らかになった。

(2) 今後の課題

本研究で実施した「コンセプトマップ」の作成と振り返りによって育成された構造的・体系的思考及びそれに関する態度が、問題解決過程において児童にどのような効果があるのかについては検証できていない。また、構造的・体系的思考及びそれに関する態度の向上が、どのように児童に定着していくかの検証については、今後の研究の課題である。これらを明らかにしていくためには、児童の問題解決過程に着目していくことや、一単元だけではなく継続的な取り組みや検証が必要だと考える。

引用・参考文献

- 1) 文部科学省『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 総則編』東洋館出版社, 2018, p.76.
- 2) 齋藤昇「創造性創出過程のモデルの構築とその実践」『日本教科教育学会誌』No.21 Vol.2, 1998, pp.19-27.
- 3) 齋藤昇「創造性の基礎を培うための課題探求型山登り式学習法の開発とその効果」『日本数学教育学会誌』No.8 Vol.12, 1999, pp.2-12.
- 4) 文部科学省『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, 2018, p.22.
- 5) 齋藤昇「数学教育における創造性に関する態度尺度の開発－小学6年生・中学1・2・3年生を対象として－」『全国数学教育学会誌』No.5, 1999, pp.35-46.

表9 構造的・体系的思考に関する態度の平均得点(N=35)

因子	拡散性	論理性	積極性	独自性	集中性 持続性	収束性	精密性
事前	3.09 (0.50)	3.24 (0.54)	3.35 (0.46)	3.20 (0.45)	3.10 (0.61)	3.12 (0.72)	3.25 (0.61)
事後	3.31 (0.45)	3.44 (0.49)	3.46 (0.43)	3.35 (0.47)	3.28 (0.53)	3.32 (0.65)	3.41 (0.63)
F	18.72**	14.16**	4.51*	11.62**	5.72*	2.95 ⁺	2.82ns

※下線部は、構造的・体系的思考に関わる因子 ()は標準偏差, +p<.10 *p<.05 **p<.01