

創発連鎖が生まれる算数授業を目指した方法論に関する研究

—創発連鎖のモデルに着目して—

高口 章子¹⁾

要 旨

本研究の目的は、創発連鎖が生まれる算数授業を目指すためのアプローチや指導法といった方法論の構築である。その目的を達成するために、江森英世の創発連鎖の先行研究の事例に基づき創発連鎖が生まれる授業を明らかにし、本研究の創発連鎖のモデルを設定した(江森, 2012)。創発連鎖が生まれることをねらって行った授業実践における発話記録を分析の対象として、3名の児童のコミュニケーションについて検証を行った。その結果、当該授業では創発連鎖が生まれたことから、授業における創発連鎖のモデルを設定することができた。この授業において、別の創発連鎖を生み出すことを目指して創発連鎖の理想的なモデルを設定し、指導法の提示を行うことができた。

本研究における授業過程については、中原忠男らの社会的相互作用の規範的モデルの先行研究を基盤とする(中原他, 2014)。

1. 本研究の目的

算数・数学教育において、構成主義に立つ授業の研究には、中原(1995)の構成主義的アプローチがある。構成主義的アプローチについて中原(1995)は、「授業においては認識主体の認知構造に即して、問題状況的な課題場面を用意し、その解決を通して、知識を自ら構成できるように、授業過程を設定する。その際、社会的相互作用によって共有的な知識が構成できるような場を設けるけれども、結論はオープンであることを認める。」(p. 7)と述べている。中原(1995)は、児童の主体的学習を意図して小集団活動を位置づけ、コミュニケーションを通して、授業の結論は児童の実態を重視し多様でありオープンであるとしている(p. 6)。中原他(2014)は、授業における話し合い活動を社会的相互作用とよぶこととしている(p. 94)。

本研究は、算数授業におけるコミュニケーションの理解を深めるために、創発連鎖が生まれる算数授業を目指した方法論の構築を目的とする。まず、江森(2012)の創発連鎖の先行研究から創発連鎖が生まれる算数授業とはどのような授業であるか明確化し、本研究の創発連鎖のモデルを設定する。そして、第6学年「表を使って考えよう(2)」第1時の授業実践における発話記録を分析し創発連鎖のモデルを改訂版として提示する。さらに、実践した授業において別の創発連鎖を生み出すことを目指し創発連鎖の理想的なモデルを示す。最後に、創発連鎖の理想的なモデルを実現するための指導法や効果的なICT活用の方法について提示する。

創発連鎖が生まれる算数授業を理想としているが、実際にはどの教室でも創発連鎖が起きる可能性は稀であると考えられる。コミュニケーションの活性化を目指した授業づくりを行い実践することによって創発連鎖を生み出すことができると考える。

¹⁾宮崎大学大学院教育学研究科院生

2. 創発連鎖に関する先行研究

江森(2012)は、「コミュニケーションとは、意思の伝達を目的に意図的に外化されたメッセージが存在する情報伝達過程である」(p. 23)と定義している。

江森(2012)の数学教育学におけるコミュニケーション研究の意義は、2点示されている(p. 11)。江森が主張する第1の意義は、数学教育学におけるコミュニケーションのモデルを示すことであり算数教育におけるコミュニケーションの研究の重要性を提唱している。第2の意義は、思考力・判断力・表現力等の育成と数学的コミュニケーションの育成とは同義の課題であると捉えることで、算数科や数学科教育の思考力・判断力・表現力等の育成のための方法論の構築である。

江森(2012)の先行研究における小学校5年生を対象にした事例は、「家と家の間を直接電話線で結ぶことにします。今、どの家とどの家の間にも、ちょうど1本ずつ電話線を取りつけます。」という問題に対して、児童Aから電話線の結び方がわからないという質問が出され、教師が児童Aに3軒の場合について黒板に図を書いて考えるように指示する所から始められる(p. 80)。

江森(2012)の創発連鎖の事例は図1の通りである。具体的には、児童Aは、問題に対し3軒の家と家の間を1本の線で結ぶが、「わからない」と発言し、次に児童Bは、児童Aの図に1本の線を書き加え、家と家を1本ずつ結ぶことの意味を表現する。児童Cは、児童Bの説明の後、3軒の家の位置を変えて三角形の図に表している。

この事例について江森(2012)は、「児童Aの解釈が出現するためには、児童Bの図を変形して児童Cの図が示されるという操作が必要不可欠であった」(p. 85)と述べている。


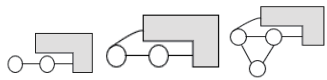
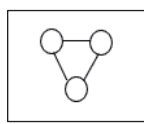
<p>児童A：これ、どうなるんだか、わからない。</p> <p style="text-align: center;">○—○—○</p> <p>教師：誰かどうですか。3軒の家と家の間、これでちゃんと結ばれているじゃない。</p> <p>児童B：家と家の間を1本ずつ結ばなくちゃいけないんだから、ここも結ばなくちゃいけない。</p> <p style="text-align: center;">  </p> <p>児童C：これじゃ、なんだか変に見えるから、これを動かしてこうすればいい。</p> <p style="text-align: center;">  </p> <p>教師：いいですか、わかりましたね。 家と家を結ぶということは、こういうことですよ。</p> <p style="text-align: right;">  </p>

図1 創発連鎖が起きている事例の発話記録
(江森, 2012, pp. 81-82)

アを創発できると考えられる。3名による問題解決は、いずれのメッセージも欠くことのできない要素として存在していると考えられ、それぞれが単独ではアイデアを生み出すことはできなかったのではないかと捉え、コミュニケーション連鎖には関連性があると考えられる。

筆者は児童Aがこれまで所有していなかったアイデアを児童Bと児童Cの発言を受け、主観的な解釈が組み合わされることによって創発されたものだと捉えている。児童Aと児童Bそして児童Cと続くコミュニケーション連鎖すなわち創発連鎖の特徴をこの事例から読み取ることができ、児童Aの図は児童Bの図を引き出すうえで不可欠であり、児童Bの図は児童Cによるアイデアを導くために必要なメッセージであったと考える。それぞれの児童は単独で発言していると捉えるのではなく、相互関連があるからこそ新しいアイデア

一連のコミュニケーション連鎖の中で、児童Aは主観的解釈をすることにより今まで所有していなかった新しいアイデアを創発させ、問題解決ができるようになるということである。

3. 創発連鎖が生まれる要件

江森(2012)は、「反照的思考とは、それまでの試行錯誤によって精緻化されてきた表現を観照することにより、例示された表現に新たな解釈としての選択的知覚を与える思考のこと」(p. 146)と述べている。一方、反省的思考は、表現活動に対する思考であり、この思考の結果として、前表現活動の一部に何らかの改良が施される。他者とのコミュニケーションは、「他者の表現→反照的思考→構造の発見」という思考の省力化を達成させ、思考の省力化が次なる思考への新しいアイデアの想起をもたらすとされている。江森(2012)は、思考の省力化だけではなく、あるアイデアが眼前に現れた時の「驚き」の程度に差があるということが思考の差異を生じさせることになると述べている(p. 149)。この「驚き」を解決するような仮説の形成を試みるのが、新しい発見をもたらす原動力になると考えられる。2章における江森(2012)の創発連鎖の事例に関しては、児童B→児童Cと続くコミュニケーションの過程で児童Aの意識を児童Cの図の解釈に集中的に注ぐことを促した「驚き」という情動的経験が、創発連鎖をもたらす要因になったと考えることができる(p. 150)。

つまり、江森(2012)によれば、「児童Bと児童Cという2人の送り手から提示された2つのメッセージを同時に受け入れることで、ある種の認知的不協和状態に陥った」(p. 150)と考えられる。創発連鎖が生まれるためには、児童の「なぜ」という疑問から驚きが発生し、その驚きを解消させるために思考を促すということが重要になる。児童Bと児童Cの違うアイデアによって、「なぜ」違う表現が出るのかということへの驚きを児童Aにもたらしたと考える。創発連鎖は、児童にとってこれまでの知識では考えつかない表現に対する「驚き」という要因が必要不可欠である。他者のアイデアが受け手に反照的思考をもたらすためにも、「驚き」という情動的要因が働く必要がある。

江森(2012)は、教師の問題提示後、児童Aがコミュニケーションを始めるきっかけとして、個人思考における初源的な問題理解を表現することに対する迷いが生じていることを述べている(p. 151)。まず、児童Aがこの迷いをもつことにより、他者の考えに対する認知的不協和をもたらし、「驚き」を伴う経験へとつなげることが必要であると考えられる。よって、児童にとって算数の問題との出会いは重要であり、その後のコミュニケーションに影響をもたらすと考える。

4. 本研究における創発連鎖のモデル

江森(2012)の創発連鎖の事例に基づき、本研究における創発連鎖のモデルを図2のように示す。授業では、班のコミュニケーションの場を意図的に計画し、班の中の特定の児童3名を対象にして創発連鎖が起きているかどうかの判断基準にする。モデル図は、コミュニケーションの最初の送り手を児童Aとして、児童Bから児童Cへとコミュニケーション

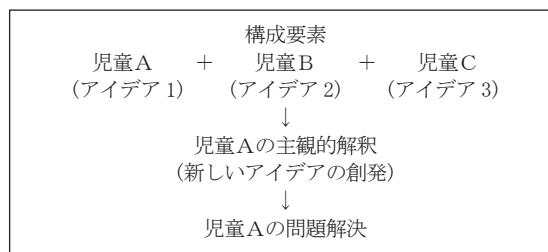


図2 創発連鎖(本研究のモデル)

ンが連鎖していくことを想定し、児童Aの主観的解釈によって新しいアイデアの創発が生まれ

ることを示している。児童Aは新しいアイデアの創発をきっかけにして問題解決を行うことができる。

5. 社会的相互作用の規範的モデルに関する先行研究

中原(1995)の構成的アプローチの授業過程「意識化→操作化→(媒介化)→反省化→協定化」を軸に検討し、それを少し修正して小集団活動を位置づけ、基本的な授業過程を図3のように示している。創発連鎖が生まれることを目的にして行った授業を対象にして、図3の授業過程に基づき期待する児童の姿を確認するための評価の観点を表1のように整理する。

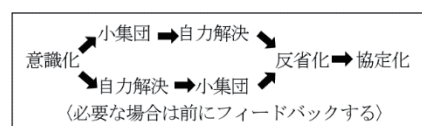


図3 基本的な授業過程
(中原他, 2014, p. 94)

表1 期待する児童の姿に関する評価の観点

意識化	新しい問題, 未知の問題に出会うことで課題意識をもつことはできたか
自力解決	児童は個で解決をし, 個で解く難しさや迷いを感じているか
小集団	子どもと子ども・子どもと教師のコミュニケーションを取ることで, 児童は今までもっていなかった新しいアイデアに対する驚きを生じさせているか
反省化	小集団の中で解決できなかった問題について, クラス全体のコミュニケーションによって, よりよい解決方法を見いだすことができているか
協定化	よりよい問題解決の方法について, クラス全体のコミュニケーションによって合意を得てまとめることができたか

以上のように、表1については創発連鎖が生まれる算数授業において期待する児童の姿と捉えることができる。創発連鎖の理想的なモデルと授業過程との関連については、9章の図5に示すこととする。

6. 分析の方法

分析方法としては、発話記録を基に創発連鎖が生まれていることを確認することが目的であるため、次のような手法を選択した。

まず、データの収集方法は、固定ビデオカメラ1台、ハンディカメラ1台の計2台を使用した。固定ビデオカメラは、教室後方に置き、班の対話を撮影する際はハンディカメラに切り替えて使用した。ハンディカメラ1台は、班の対話を撮影することを目的に使用した。ボイスレコーダー6台は、児童が座席を移動し班をつくったとき、班のおおよそ中央にあたる位置に置いた。

収集データの分析方法は、固定ビデオカメラの教師と児童の発話の文字起こしを行い、聴き取りが難しい部分については、ボイスレコーダーの記録と合わせて文字起こしを行った。ハンディカメラの記録は、映像と発話が鮮明に録画されていなかったため分析には使わなかった。ボイスレコーダーについては、全く記録が取れていないものが1台あった。ボイスレコーダー6台中、1台の記録を基に5班の児童の発話の文字起こしを行い、コミュニケーションの実態を分析した。

また、授業後に、児童の学習用ノート全員分のコピーを取ったものと5班の児童のノートの写真、全員分のワークシートを回収した。児童の学習用ノートについては、導入段階における自力解決時の記録と終末段階におけるまとめの文を分析の対象として使用した。ワークシートは、展開段階において表をかく活動で使用したもので、全体の児童や5班の特定の児童に焦点を当て、児童が書き直しのために消す前の記録や明確に残っている記録を分析に使用した。

7. 第6学年「表を使って考えよう(2)」第1時の授業の概要

本実践は、公立小学校第6学年の児童30名を対象に行った。教科書の問題は1冊120円のノートと1冊100円のノートが提示され、あわせて50冊の売上高は5300円だった。それぞれのノートは何冊売れたかを解決するという問題であった。本時の目標は、表にかいて2つの数量の和を調べ、変わり方の規則性をみつけて問題を解くことができることである。

(1) 意識化の段階

意識化の段階では、児童の日常生活でノートを購入する場面を想起させ、100円を2冊または100円1冊と120円1冊の合計2冊を購入する2つのパターンの問題を提示したことで、同じ2冊でも買い方が異なることや一方のノートを全く買わないという選択肢があることに気付かせ、教科書の問題を解く際のヒントになるような手立てを取った。

その後、教科書の問題提示をすると、児童たちは、一旦難しいという反応をみせたが、教師の「やめとく？どうする？」に対して、すぐに気持ちを切り替えて「やる」という発言があり、その児童の発言を活かして「チャレンジ問題をがんばろう」というめあて設定を行った。意識化の段階において、児童は、問題を解決しようとする意欲をもつことができたと考える。

(2) 自力解決・小集団の段階

自力解決の段階では、いきなり個人で問題を解く時間を設定した。児童は、解決の仕方が分からず戸惑う姿がみられた。自力解決の段階において答えを出すことができた児童は2名だけであった。自力解決の後、班の中で出された意見は以下の表2の通りである。

表2 各班における考え方

1班	① 120円40冊, 100円5冊 ② 全部100円のノートにして考えたかどうか
2班	表をかく → でも表のかき方がわからない
3班	① 120円40冊, 100円5冊 ② 120円25冊, 100円25冊
4班	$50 \div 2 \rightarrow 120 \div 25 \rightarrow 5300 \div 120$
5班	とりあえず組み合わせて計算する → 表にかいた方がよさそう
6班	$6000 - 5300 = 700$ $700 \div 20 = 35$

1班は、答えまでは出せなかったが、ノートの冊数の見通しをもって計算し、表のかき方につながるような50冊全部100円が売れた場合の意見がみられた。

2班は、計算の仕方は分からないが、表を使ったらどうかという発言をした児童がみられた。班で表のかき方について議論しているが、表にかく項目が分からず表を作成することができなかった。教師は、班のコミュニケーションの後に行った全体共有の場面において、この2班の表にかくという気付きを全体に広げることで、表を思いつかなかった児童にも表をつくらせる

手立てを取った。

3班は、いろいろな冊数で組み合わせを考え計算することができた。しかし、班の取り組みの中で答えを出すことはできなかった。

4班は、計算で解決する方法で取り組み、「50を2でわって25になって」「それをわってどうするの?」「 $120 \div 25$ できなくない?」(中略)「だめじゃない。」「ひいたら?」というようにコミュニケーションが続いており、最後には $5300 \div 120$ をするが、わり切れないことに気付いて「くやしい」と発言した児童がみられたところで時間となっている。

5班は、見通しをもって組み合わせをいろいろに考えて計算した結果、答えを出した児童はいたが、同じ班の他の児童は、そのやり方を理解することはできなかった。また5班では、計算ではなく表にかいたらどうかという発言をした児童がみられたが、この班の児童は問題解決の途中で全体の話し合いに移っている。

6班は、つるかめ算に基づき答えを出した児童がみられた。つるかめ算とは、2つ以上の異なるものが存在していて、その合計数だけが分かっている時にそれぞれがいくつか考える問題である。児童は、全部120円のノートが売れた場合を考え100円のノートの冊数を求める式を導くことができた。その際、120円のノート1冊を100円のノート1冊に置き換えるごとにノートの合計金額が20円ずつ減っていくことを利用して求めたと考えられる。このことから、この児童は、つるかめ算を用いて問題解決を行ったといえる。

(3) 反省化の段階

反省化の段階では、2班の表にかくというアイデアを全体共有し、各班で表を表す活動を設定した。表の枠のみを記述したワークシートを提示し、児童には最初から表を考えさせるようにした。表のかき方についてコミュニケーションを取り、多様な考えを導くことができた。具体的にはクラス全体における意見共有では、120円のノートは10冊、100円のノートは40冊からかき始めた児童と、120円のノートは1冊、100円のノートは49冊からかき始めた児童の意見を取り上げ、教師は児童の考えた表をエクセルで作成し、大型モニターに映して他者の表を確認させるようにした。一部の児童から「0っているの?」という疑問が出されたことで、120円のノートを0冊からかき始めるという表を共有することができた。

全体で表を確認した後、売上高が20円ずつ増えていくという規則性については、児童に気付かせることはできたが、計算の仕方については教師主導の面がみられた。

(4) 協定化の段階

協定化の段階では、表を使って考えることの便利さに気付かせるようなコミュニケーションを取らせたいと考え、まとめの文を一部空白にして、「表を使って考えると」の続きを考えさせた。しかし、時間不足で児童たちのコミュニケーションを通して、協定することはできなかった。児童個々の学習ノートの記録によると、表を使って考えると変わり方のきまりが分かりやすいこと、表を使うと簡単に問題が解けること、難しい問題でも分かりやすく考えることができるという内容がみられた。

8. 「創発連鎖」に着目した授業の分析

第7章における第6学年「表を使って考えよう(2)」の第1時の授業実践について、発話記録の分析を行う。分析の対象は、①5班の発話記録、②5班における特定の児童Aのワークシートの記録の変容、③5班の児童A、児童B、児童Cの学習ノートの記録の3つを分析の対象

とする。5班の発話記録は、表3に示す通りである。

まず、自力解決の段階において、児童Aは、思いつくままにノートに書いたり消したりして組み合わせを考えていた。ノートの記述によると、100円のノート45冊、120円のノート5冊という記述が残っている。その後の班での話し合いでは、児童Aは120円のノート5冊、10冊、15冊と変えて300円になるようにすればいいことに気付き、100円のノートは35冊、120円のノートは15冊という問題解決を行った。この間、同じ5班の他の児童は答えを出せず、児童Aの説明を聞いても理解できていない状況である。

班での話し合いの後、クラス全体で意見共有する段階において、児童Aは教師の意図的指名を受け発表するが、周りの児童の理解が追いつかなかった。そこで、教師は、児童Aの説明は他の児童には難しいと判断し、2班を意図的指名して表で考えていることを発表させ、他の児童と表にかく方法を共有した。教師は、表の枠が書いてあるワークシートを配付し、それを使って各班で最初から表を考えさせる手立てを取った。

5班の児童Aは最初、120円のノートと100円のノートの金額を表に整理した。机間指導をしていた教師は、児童Aの表に対して、値段ではなく冊数に注目させる発言を行った。しかし、児童Aは、教師の言う冊数を表にかくことには、すぐに納得せず、繰り返し「値段かと思った。」と発言していることから、自分の考えに修正をかけるまでに迷いがあつたと捉えることができる。

その後、児童Aは表には冊数をかくことが必要であると気付くが120円のノートも100円のノートも同じ冊数からかき始め、合計にも冊数を記述して分からなくなる。児童Aの表を見た児童Bは、「ここが値段？」と児童Aに対して確認しコミュニケーションを取ったことで、児童Aは冊数だけではなく表には値段をかく必要があることに気付くことができた。児童Bが120円のノートと100円のノートの値段を表のどこにかけばよいのか質問したことで、児童Aに考えるきっかけを与え、児童Aは、表には売上高をかくという新しいアイデアを創発させることができたと考える。

児童Aは、売上高を表の一番下にかくのかどうかを班の児童に尋ね、児童Cから「一番下じゃない？」というアイデアを受け取り、児童Aは表の下に売上高をかくことに気付くことができた。児童Aは自分の中で修正をかけ、120円のノートは10冊、100円のノートは40冊から表を記述し答えを導くことができ、「ひらめいた、いま。やっとわかった。」と発言している。

学習ノートの記録では、児童Bの最初の記録は消えているが、足し算をしている記録の跡は残っていることから全く解き方が分からない状態だったことが考えられる。児童Cの学習ノートの記録では、「 $2300 \div 120$ 」を計算している記録が残っている。児童Cも全く解き方の見通しをもつことができず、分からない状態だった。このことから児童Bと児童Cは、児童Aに自分の考えを伝え、コミュニケーションを取ったことで、はじめはもっていなかったアイデアを生み出すことができたと考えられる。3名の児童によるコミュニケーションは、「児童A→児童B→児童C」と連鎖し、児童Aの送信した表を児童Bと児童Cが受け取り思考を刺激して、それぞれが所有している知識と結びつくことによ

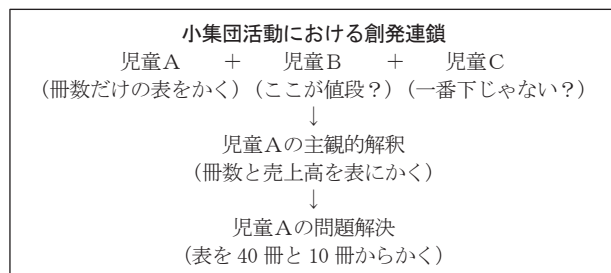


図4 創発連鎖(改訂版)

り、児童Aは問題解決が可能となるような表の新しいアイデアを生み出したのではないかと考えられ創発連鎖が起きたといえる。

授業にみられた創発連鎖を図4に改訂版として示すこととする。

本実践は、教師の冊数に注目させるコミュニケーションがあったことも創発連鎖が生まれるためには必要だったと考える。児童Aは教師の冊数という考えは想定しておらず、「なぜ」という驚きを伴っていると考えられ、すぐには納得していない。この児童Aの驚きは、3名の児童のコミュニケーションを起こさせるきっかけになっていることから、教師は適切な役割をしていると考える。

表3 5班の発話記録

A1: 値段って?あ, ということ。	A9: 値段かと思った。
E2: これなんてかいてある?	B10: ここが値段?
A3: 値段, 最後に値段がかいた方がいいかなって 思って。もともと表でやれば簡単だったな。	A11: 合計ノートが下じゃないの?
D4: 確かに。そしたら, 説明する時間も省けた。	C12: 一番下じゃない?
A5: 慣れているからね。これが最終的に 5300 に なるのは確かだから。	A13: とりあえず, 合計の同じ数ずつ。いや, これ でも, いける?いけるのかな?これ。
B6: 合計のノートってどういうこと?	E14: うわ, ぜんぜんわからん。変な表かいたら。
T7: 表をかくときは値段じゃなくて冊数。1冊, 0冊 とか。	A15: これで50冊までやっていくってこと? わけわからん。適当にかいたら。
A8: あっそうなんだ。値段かと思った。	C16: あっ, ということ?
	A17: ひらめいた, いま。やっとわかった。

9. 創発連鎖の理想的なモデル

第6学年「表を使って考えよう(2)」第1時における創発連鎖の理想的なモデルを図5のように示す。具体的には、自力解決の段階において、児童Aが表から読み取れる規則性に気付くことから始められるコミュニケーションを想定している。児童Aの考えを受けて小集団活動の中で児童Bと児童Cがアイデアを出し3名の児童のコミュニケーションの過程を経て、児童Aは問題解決ができるという理想のモデルである。また、創発連鎖のパターンを前述と逆の児童Cから始まるコミュニケーションを想定し、小集団活動の中で児童Cそして児童Bとアイデアが出され、最後には児童Aは問題解決ができるという理想のモデルである。創発連鎖は、授業過程のどの段階で児童のどのようなアイデアが創発されるか予想することは難しく、他にも数種類のパターンが起こることが考えられる。

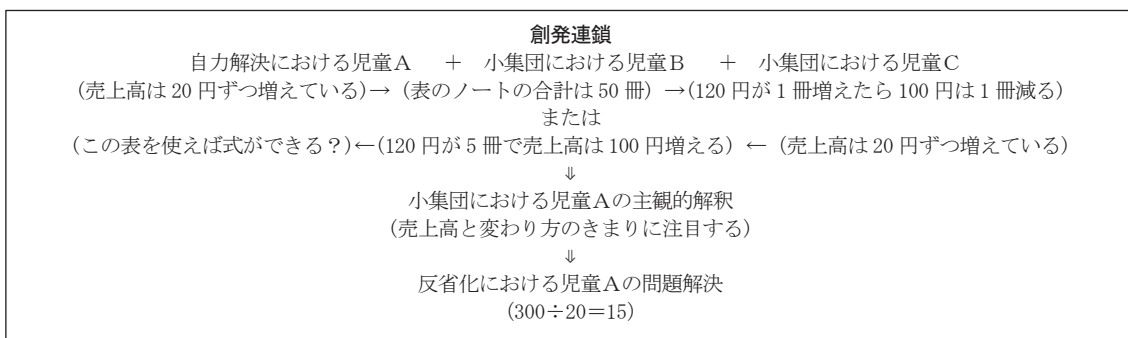


図5 創発連鎖の理想的なモデル

10. 創発連鎖を生み出す算数授業の指導法

本章では、第6学年「表を使って考えよう（2）」第1時の授業の指導法について考える。

第8章における発話記録の分析を通して創発連鎖のモデルを示すことはできたが、さらに別の創発連鎖を生み出すための指導法や効果的なICT活用の方法を提示する。

(1) 意識化の段階

本実践の意識化の段階では、問題場面の把握をさせるために、120円のノートと100円のノートが合計2冊売れた時の話題を行ったが、その問題の2冊の数に影響され、表をつくる段階において、売れたノートは全部で50冊であることを表に表せない児童の実態が多くみられた。そこで授業改善として、特に場面提示を行わず教科書の問題を示し児童に問題の難しさを感じさせたところで、めあて「チャレンジ問題がんばろう」を設定することにしたい。そのような方法を取るにより新しい問題の解き方に課題意識をもたせることができると考える。

(2) 自力解決の段階

本実践の自力解決の段階では、児童個々で学習ノートに取り組みせる方法を採用した。しかし、自力解決におけるクラス全体の児童の考えを伝え合う場面が十分につくれなかったことが課題としてみられた。そこで自力解決での自分の考えはICTを活用した自由記述が可能なシートに記入させる方法を取りたい。クラス全体のシートを画面共有することで他者の考えを知ることができる。例えば、9章の図5の創発連鎖のモデルにあるような児童Aから発生した表の特徴がICTのシートに記述されることを期待している。そのような個々の考えをクラス全体で共有することでコミュニケーションの活性化を図ることができると考える。

(3) 小集団の段階

本実践では、表の枠だけ記述したワークシートを配付し最初から表をつくらせる手立てを取った。この方法を採用することで班の中の創発連鎖を生み出すことはできたが、別の創発連鎖を生み出すために指導法の改善を行う。

まず表の中に120円のノートと100円のノートの冊数と売上高の3つの項目を事前に記入したICTのシートを配付する。個人で表の中に当てはまる数を書かせて問題解決に取り組みさせる。全体で意図的指名を行うが、教師が期待する120円のノートを0冊、100円のノートを50冊からはじめる表ではない児童のICTの画面を大型モニターに映すようにする。例えば、120円のノートを25冊、100円のノートを25冊という意見と、120円のノート1冊、100円のノート49冊という表のパターンが出された場合は、ICTの画面比較機能を使い、2つの表を並べて大型モニターに映し、「これらの表の違いはなんだろう」と発問し、比較検討させる場面を設定したいと考える。いろいろな表を比較検討させることで、表の軌道修正を図り、教師が期待する表を引き出すようにする。児童は、他者のいろいろな表を比較検討したことを基に、9章の図5の創発連鎖のモデルにあるような表の規則性や表から読み取れることのアイディアを創発することを想定している。児童Aは、児童Bと児童Cのアイディアを受け取り、表を使って計算で問題解決できるという新しいアイディアを創発できると考える。

(4) 反省化の段階

反省化の段階では、表を使ってどのような計算ができるかということを経験間のコミュニケーションによって引き出すことが目的である。児童は、座席を離れて2、3名で構成された小集団のコミュニケーションを行える環境の中で、9章の図5の創発連鎖のモデルの児童Aの発言にあるような $300 \div 20$ の式による問題解決ができることを想定している。小集団の中で解決

できなかったことは、クラス全体におけるコミュニケーションによって問題解決させるようにする。その際、発言する児童のICTの画面を見せながらコミュニケーションを取らせることで、児童Aは他者の考えを視覚的に捉えることができ、計算の仕方のアイデアを創発しやすくなると考える。

(5) 協定化の段階

本実践における児童の中には、最初、計算することに意識が向く傾向があり、表にかいて問題解決するやり方に気付かない実態がみられた。そこで、教師は児童の表や式を比較させ、コミュニケーションを取らせながら表のよさを問うことで、よりよい問題解決の方法について話し合わせ、個々の児童の多様な考えを認めることを重視する。具体的には、教科書の問題に取り組みさせた後、他者の表のよさの説明を聞いて、自分の判断でやりたい問題解決の方法を見つけ出すことができるようにしたいと考える。次の時間においては、自分のやり方で自らの力で表をつくっていくことができるようになることを期待している。

11. まとめと今後の課題

本研究の目的は、創発連鎖が生まれる算数授業を明らかにし、創発連鎖を起こす授業の方法論の構築が目的であった。授業における発話記録を分析した結果、創発連鎖が生まれるためには、①児童が解決したくなる問題との出会いがあること、②児童が問題の難しさや迷いを感じ他者とのコミュニケーションの必要感があること、③小集団活動において他者のアイデアに対し驚きを伴うこと、④クラス全体におけるコミュニケーションによって問題解決に向かう場があること、⑤よりよい問題解決の方法について多様な考えを出し合えることの5つが条件であるといえる。

以上の5つのことを踏まえ、創発連鎖が生まれる算数授業にするために、新しい問題に取り組みさせる指導法やICTを活用した方法を提示することができた。創発連鎖の理想的なモデルにみられる児童のアイデアをどのような方法で引き出すかという視点で授業づくりを行い、事例として位置づけることができた。

今後は、本研究において開発した算数授業の指導法を実践していくことが課題である。また、創発連鎖は必ず起きるとは限らないという難しさも有するので、発話記録の分析を継続し創発連鎖が生まれた根拠を示すことが求められる。このような研究を経ることにより、創発連鎖が生まれる算数授業の高度な指導技術を獲得していきたい。

引用・参考文献

- 江森英世(2012)『数学的コミュニケーション論序説』明治図書。
- 中原忠男(1995)「数学教育における構成主義的授業論の研究(Ⅰ)-構成主義的アプローチと発見学習について-」全国数学教育学会誌『数学教育学研究』第1号, pp. 1-8.
- 日本数学教育学会編(2010)『数学教育学研究ハンドブック』東洋館出版社。
- 中原忠男他(2014)『多世界パラダイムに基づく算数授業における社会的相互作用の規範的モデルの開発研究(Ⅲ)-第4学年「分数」の授業による検証-』全国数学教育学会誌『数学教育学研究』第20巻, 第2号, pp. 93-112.
- 吉村直道他(2015)「算数・数学教育における創発の捉え方に関する解釈的研究-創発を生み出す授業の活性化を目指して-」『日本教科教育学会誌』第38巻, 第2号, pp. 47-56.