

生徒間の「創発」が促される授業に関する研究 —対話的な学びの活性化を目指して—

自然科学系サブプログラム (算数・数学)

長島 晴彦

【指導教員】 二宮 裕之 西澤 由輔 松原 和樹

【キーワード】 対話的な学び 創発 相互作用主義 数学的コミュニケーション

1. 背景と目的

学校現場での多岐にわたる数学指導の課題について、“対話的な学び”の視点からの授業実践や授業改善を通して、数学指導の在り方を明らかにする試みがなされている。本研究では、生徒の相互作用や創発が促される授業を通して、生徒が、今までなかった新しい発見につながる手立てについて考察を行う。具体的には、実際に創発を促す授業実践を行い、創発について、検討を進める。

2. 対話的な学びの規定

本章では、対話的な学びの規定を行う。文科省 (2018) は、対話的な学びを「子供同士の協同、教職員や地域の人々との対話、先哲の考え方を手がかりに考える方を手がかりに考えること等を通じて、自己の考えを広げ深めること」(p.23)と述べている。以上から文科省 (2018) が示す対話的な学びを、本稿では以下の二つの視点で捉えた。一つ目の視点は、子供同士だけではなく教職員や地域の人々、先哲など幅広い範囲で「対話」を捉えることである。二つ目は、自己の考えを他者の考えと比較したり、自分では気付かなかった気付きを得ながら、考えを広げたり深めたりできるようにすることである。

3. 対話的な学びと創発の関わり

本章では、創発の概念規定を行い、対話的な学びとの関わりについて考察を行う。Mead は、創発を新たに生じた関係から生み出したものとして、事後に解釈し直されるものであると述べている (小川, 1997)。このことから、新たな関係を生み出し、解釈の修正をすることで、創発が起こることが分かる。

江森 (2012) は、創発を「構成要素以上のものをもたらし、かつ、もとの要素に還元できないものを生み出すこと」(P.80)と定めていた。

吉迫 (2002a) は、創発について、「ネゴシエーションに参加している個々の学習者が寄与することで、特定の学習者のアイデアだけでは生じないような数学的アイデアが、ネゴシエーションの最終的な所産として生じること。」(P.31)と述べている。

畑中 (2001) は、創発について、「授業の参加者にいる個人的な活動の所産には見られないような数学的な知識、概念、説明等が、ネゴシエーションの過程の最終的な結果とし

て発現すること。」(p.109)と述べている。

このように、創発は、学習者が互いに寄与することで、新たな思考が変容することだと分かる。

ここで、数学教育研究での「創発の主体」について、吉村 (2015) は、「江森 (2010) は、『2人以上のコミュニケーション参加者』としており、吉迫 (2002a) は、『ネゴシエーションに参加している学習者』としている。また、畑中 (2001) は、『授業の参加者』」(p.49)と述べており、研究者によって創発の対象がバラバラであることが分かる。そこで、吉村 (2015) は、創発の主体を「子どもたちのみ」と「子どもたちと教師」と位置づけた。

本研究において教師は、ファシリテーターとして創発を促し、生徒を支援する立場をとることから、両方を含むこととする。

このように、子どもたちのみの創発と子どもたちと教師の創発の2つの視点で捉えることで、対話的な学びの子ども同士や教職員との幅広い関わりに関係するものだと分かる。

以上のような先行研究から本研究では、教室で創発が起きた状態について、「学習者一人だけでは生み出すことができない数学的アイデアを学習者同士で寄与し統合・再解釈することで、新しい関係性を生み出すこと。」として規定する。

このように、対話的な学びと創発は、個人では考えられなかったことが、他者の考えによって、新たな考えを生み出される箇所類似する。以上から、対話的な学びの活性化のため、創発を促される仕組みについて、授業の提案を交えながら、分析していくこととする。

4. 相互作用の構築

本節では、相互作用に基づいて、シンボリック相互作用の性質から相互作用での授業モデルと手立てについて、検討する。

(1) シンボリック相互作用論の性質

シンボリック相互作用を説明する上での前提として、ブルーマー (1969/1991) は、3つの前提を述べている。その中の1つとして、個人が、自分の出会ったものごとに対処するなかで、その個人が用いる解釈の過程によってあつかわれたり、修正されたりするということがある。(ブルーマー、1969/1991) このような指摘から、シンボリック相互作用論

は、解釈や修正を行うことで、幅広い思考を結びつけることができ、新たな考えにつながる事が分かる。また、シンボリック相互作用論には、解釈と定義を含んでおり、人間の結びつきは、解釈と定義の過程から成り立つものである。すなわち、この過程を通して、状況への参加者は、自分自身の行為をお互いの進行中の行為に適合させることで、相手を導くのである（ブルーマー、1969/1991）。このように、人間は、行為を適合させることによって、相手の考えや性質を理解していくことが分かる。

他者との関わりの必要性として、行為について、ブルーマー（1969/1991）は、人間集団や社会の中に存在するものであり、集団として行動や何らかの組織、集団のために、行為することもあると述べている。このように、行為は、他者の相互関係の中で生じ、他者との関わりの中で行われていることが分かる。

以上のことから、個人の考えだけではなく、他者の行為を解釈し、順応する必要がある。また、集団や組織の中で、対話を行う場合、他者が何を伝えたいのか、考慮しながら相互作用していくことが必要である。

（2）相互作用での授業モデル

学習の捉えとして、協働での学習について、Bauersfeld（1996）は、「学習は常に相互の学習である」（P.5）と述べている。よって、学級全体で行われる社会的相互作用は、相互の学習と捉えられる。また、植田（2006）は、相互の学習について、社会的相互作用を通して発生し、また、社会的相互作用を通して安定し、文化になっていくと捉えられる学習であると述べている。よって、現状の文化（Pre-文化）から新しい文化（文化）に創造していくためには、数学的意味の創発及び、安定の創造が必要である。

本研究では、現状での文化を「Pre-文化」とし、創発や安定を社会的相互作用によって生み出された文化を「文化」と呼ぶことにする。

植田（2006）は、相互作用主義に基づく授業モデルとして、以下の図のように示している。

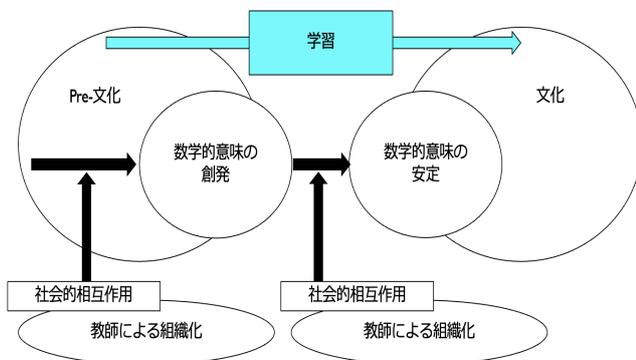


図1 相互作用に基づく授業モデル
(植田、2006、P. 46)

ここでの教師の位置づけとして、教師は、教室で共有され

る、その事物に対する社会的意味に注意を払うこと。加えて、教師は、生徒たちが文化を構成する仲介者として、授業において積極的に生徒たちの社会的相互作用を促すことである（植田、2006）。以上のことから、教師と生徒の関わりが新たな文化を創造する上で必要であることが分かる。

このような授業モデルを設計するうえの手立てとして、植田（2006）は、現状の文化と新たな文化を明確にすること、子供の創発と安定を行う場の設定、教師による組織化をする過程の準備の3点が重要であると述べている。このように、文化を明確にすることで、生徒たちがどのような数学的概念を備えているか把握でき、どのような数学的概念を獲得させたいのか考えることができる。また、創発と安定をどこで促し、どのように学習を進行していくか想定することが重要である。加えて、教師は生徒の反応を予測し、安定させるための手立てを考えておく必要がある。本授業実践では、授業モデルを設計する手立てを基に検討していく。

5. 創発

本節では、生徒の「創発」が促される数学指導を行うための教師の支援と創発される仕組みについて検討していく。

（1）創発の枠組みの構築

吉迫（2002a）は、「指示の文脈」、「記号体系」、「概念」という3つの構成要素の相互関係から認識論的三角形を用いて、記述した創発の過程を「創発のプロセス」と呼んでいる。よって、次章で創発のプロセスと授業実践を照らし合わせて、創発について考察していく。

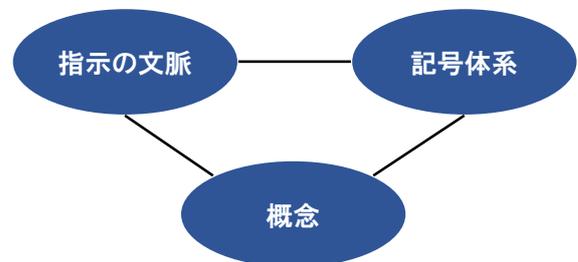


図2 認識論的三角形（吉迫、2002a、p. 31）

（2）創発のメカニズムの解明

本項では、創発プロセスの特徴を導き出し、創発のメカニズムの解明を試みる。

吉迫（2002b）によると、「創発プロセスは、新しい指示の文脈の基盤に応じて『異なる新しい指示の文脈の導入』と『古い指示の文脈の修正』という2つのタイプに類型化することができる。」（p.123）と述べている。よって、2つのタイプを考察していくとする。

① 古い指示の文脈の修正

古い指示の文脈の修正の事例として、Voige（1995）の「埋め合わせストラテジーの研究」を用いて吉迫は、説明している。

課題は、以下のように設定した。

事例1
○課題設定
「埋め合わせストラテジー」

1. 50-19=41
2. 60-9=51
3. 60-19=41
4. 41+19=60
5. 31+29=60
6. 31+19=50
7. 32+18=?

上記の事例1について、吉迫 (2002b) は、「「被加数が1増加し、加数が減少している」という見方(新しい指示の文脈)は、「被加数が1増加している」、「加数が減少している」という2つの見方(古い指示の文脈)を統合することによって生じている。」(p.125)と述べている。よって、古い指示の文脈を統合することで新しい指示の文脈が生まれることが分かる。

以上の事例から、このタイプの創発プロセスについて、吉迫 (2002b) は、以下のように述べている。

このタイプの創発プロセスでは、創発的なアイデアを生み出した個人は、他の学習者の提示した表現(記号体系)というよりむしろ、その表現(記号体系)の背景にある、それまでの学習者のアイデア(古い指示の文脈)を反省の対象にしていると言える。つまり表現(記号体系)の背景にある学習者のアイデア(古い指示の文脈)が考慮されているということである。そして、この場合、反省の対象としている。他の学習者のアイデア(古い指示の文脈)を修正したアイデア(新しい指示の文脈)を、記号体系に付与することによって、創発的なアイデアを生み出しているのである。

(吉迫、2002b、p.126)

以上の創発プロセスを図にまとめると以下のように以下のようなになる。

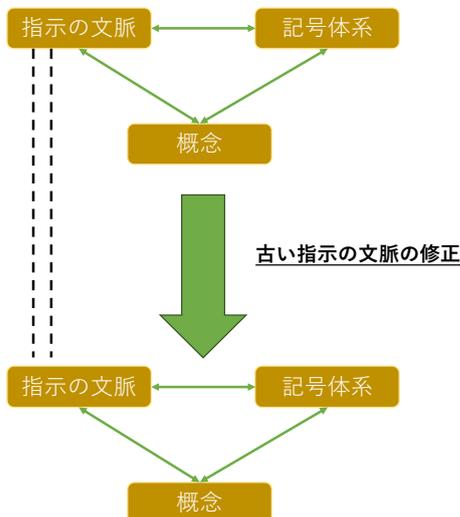


図3 古い指示の文脈の修正 (吉迫、2002b、p. 126)

したがって、古い指示の文脈の修正では、古い指示の文脈を反省の対象に取り入れ、修正することで、指示の文脈が生まれる。このとき、この指示の文脈を「新しい指示の文脈」と呼び、本研究では、創発が生まれたと考える。

このタイプの創発プロセスの特徴として、吉迫 (2002b) は、以下のように述べている。

- ① 創発的なアイデアと、それに影響を与えた基盤となるアイデアとの間につながりがある。
- ② 創発的なアイデアに対する寄与の割合に大きな差が見られず、最終的にアイデアを提示した子どもだけでなく、基盤となるアイデアを提示した子どもたちも大きな役割を果たしている。

(吉迫、2002b、p.127)

このような特徴から、基盤のアイデアと創発されるアイデアとの間に関係があることが分かる。また、基盤となるアイデアが重要視されているため、グループ全体が役割を果たすことになる。

② 異なる新しい指示の文脈の導入

異なる新しい指示の文脈の導入の事例として、広島大学付属小学校4年生で行われた、「算数の割り算の計算(2位数)÷(2位数)」を用いて吉迫氏は、説明している。

課題は、以下のように設定した。

事例2
○課題設定
「整数の割算」
84本の鉛筆を21本ずつ分けます。何人に分けられるでしょうか？

上記の事例2について、吉迫 (2002b) は、「「一の位が0ではない」という見方(古い指示の文脈)から、「10のまとまりで計算できない」という見方(新しい指示の文脈)が生じている。」(p.124)と述べている。よって、古い指示の文脈から新しい指示の文脈の過程では、解釈が行われていることが分かる。

以上の事例から、このタイプの創発プロセスについて、吉迫 (2002b) は、以下のように述べている。

このタイプの創発プロセスでは、ある記号体系に対して、古い指示の文脈が存在しているときに、同じ記号体系に対して、その古い指示の文脈とは全く異なる新しい指示の文脈が導入されていることが分かる(図4)。つまり、新しい指示の文脈が導入される際に、古い指示の文脈が、記号体系の背景に隠れてしまっているということである。

(吉迫、2002b、p.124)

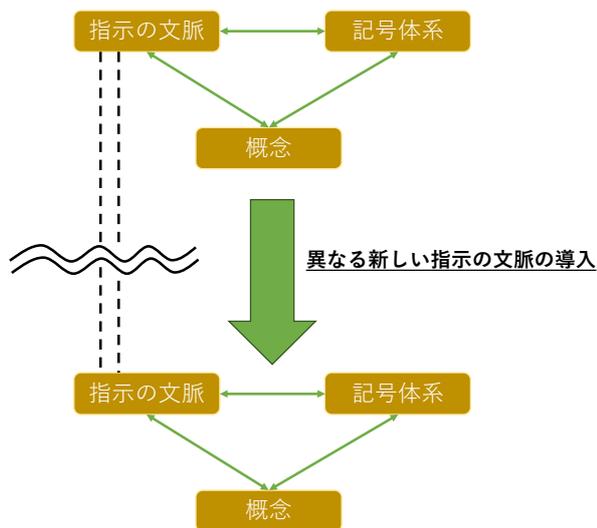


図4 異なる新しい指示の文脈の導入
(吉迫, 2002b, p. 124)

したがって、異なる新しい指示の文脈の導入では、古い指示の文脈とは全く関係のない指示の文脈が生まれたとき、これを「新しい指示の文脈」と呼び、創発が生まれたと考える。

このタイプの創発プロセスの特徴として、吉迫 (2002b) は、以下のように述べている。

- ① 創発的なアイデアと、それに影響を与えた基盤となるアイデアとの間に飛躍がある。
- ② 特に創発的なアイデアを提示する子どもの役割が重大になり、その最終的なアイデアに寄与する度合いが、他の子どもと比べて格段に高くなっている。

以上の特徴から、基盤となるアイデアが創発的なアイデアに寄与していないことが分かる。また、創発的なアイデアを提示する生徒は、かなりの数学的の力を持っている必要があり、他の生徒より、かなりの創発の力を要する。

したがって、2つの創発プロセスをまとめると以下のように示すことが出来る (図5)。

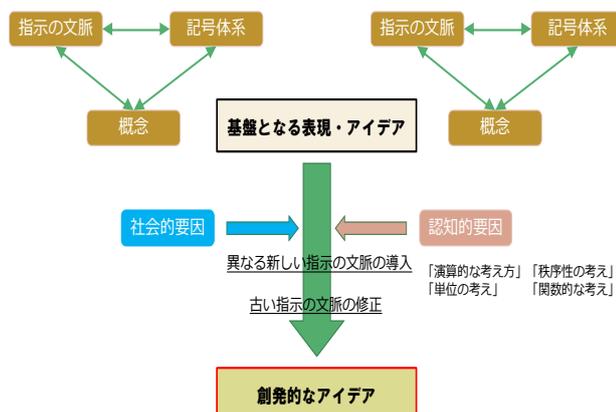


図5 創発のメカニズム (吉迫, 2002a, p. 36)

図5での創発のメカニズムの要因としては、「社会的要因」と「認知的要因」が考えられると述べている (吉迫, 2002a)。認知的要因には、「演算的な考え方」、「秩序的な考え方」、「単位の考え方」、「関数的な考え方」が挙げられている (吉迫, 2002a)。

このような要因から、「異なる新しい指示の文脈の導入」、「古い指示の文脈の修正」が生まれ、創発的なアイデアが生まれることが分かる。よって、この創発のメカニズムを基に次章で中学校数学科における創発が促される授業について授業実践と交えながら検討を行う。

(3) 創発連鎖

江森 (2012) は、創発と創発連鎖について、以下のように示している。

創発とは、構成要素以上のものをもちだし、かつ、もとの要素に還元できないものを生み出すことである。

創発連鎖とは、いずれの参加者も所有していないアイデアが創発されるコミュニケーション連鎖である。

(江森, 2012)

以上の創発連鎖をもとに三輪 (1990) の事例を考察していく (pp.86-88)。この事例は、小学5年生を対象にした、算数の授業である。

問題は、以下のように示されている (江森, 2012, p.80)。

～問題～

「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付けます。家の数が20軒のとき、電話線の本数は、みんなで何本になりますか。」

「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付けます。」の教師の問いかけに対して、生徒の会話を以下に示す (江森, 2012, p.81-p.82)。

児童A: これ、どうなるんだか、分からない。

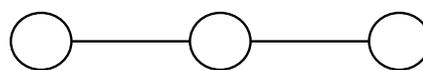


図6 児童Aの図

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んじゃない。

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。

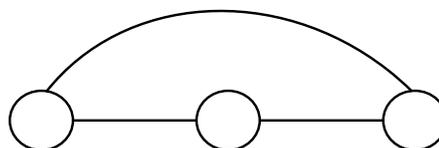


図7 児童Bの図

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。

一部で手を隠す 丸印を下に書く 2本の線を引く

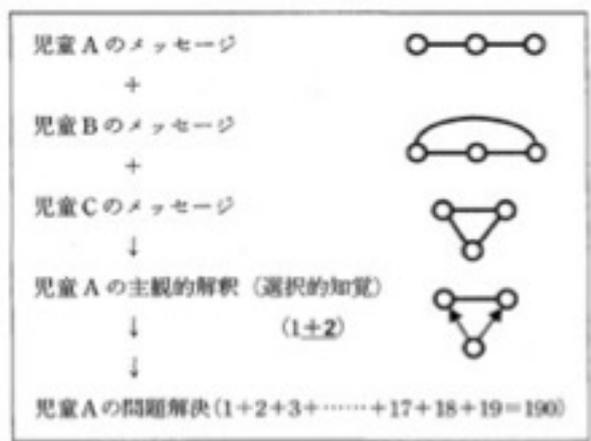
図8 児童Cが示した図とその手順

教師：いいですか。わかりましたね。家と家とを結ぶということは、こういうことですよ。

図9 教師が示した図

この会話を創発連鎖に当てはめると、以下のようになる。

表1 事例での創発連鎖 (江森、2010、p.81)



この創発連鎖について、江森 (2010) は、以下のよう述べている。

「児童A→児童B→児童C」は、創発連鎖としてその特徴を表4-2のように明記することができる。なぜならば、児童Aの図6は児童Bの図7を引き出すうえで不可欠であり、児童Bの図7は児童Cによる3軒目の家から2本の電話線が出るという操作を導くために必要なメッセージであったという相互連関を私たちはこの事例の中に指摘できるからである。ここに示したコミュニケーションの連鎖は、いずれのメッセージも欠くことのできない要素として、しかし、それぞれのメッセージは単独では児童Aのアイデアを生み出し得ないという点で、構成要素以上のものをもたらし、かつ、もとの要素に還元できないものを生み出すという創発現象になっているのである。

(江森、2010、p.81)

江森氏も述べているように、児童Aの図6の書き出しがなければ、児童Bの図7は、引き出すことはできなかったと考える。同様に、児童Bの図7の書き出しがなければ、児童Cの図8は、引き出すことはできなかった。したがって、創発が生徒同士の相互作用の中で、連鎖的に何度も引き出すことが出来る授業を作成できれば、生徒に新たなアイデアが創造されることが分かる。また、創発は、考えがつかないような突発的な意見・発言であるため、教師自身が生徒に促すことが難しいとされていたが、このような授業を創造することで、教師自身で生徒間の創発が促される数学指導を行うことが出来る。

本研究では、創発連鎖が促される仕組みについて、考察で授業提案と交えながら検討をする。

(4) 生徒の創発が促される教師の支援

古藤 (1998) は、コミュニケーション活動を行う際、教師は、子ども主体の授業を構想し、子どもにおけるコミュニケーションを成立させるよう支援すると述べている。このようにコミュニケーション活動において教師が学習者のコミュニケーションを支援する場合、その支援は、生徒に対して直接行われるものではなく、学習者どうしの交流に行われるものだと分かる。よって、教師の役割として、コミュニケーション活動を成立させるほかにも、学習者がメタ認知を意識させ、促す支援が必要であることが分かる。古藤 (1998) を図にまとめると以下の図10のようになる。

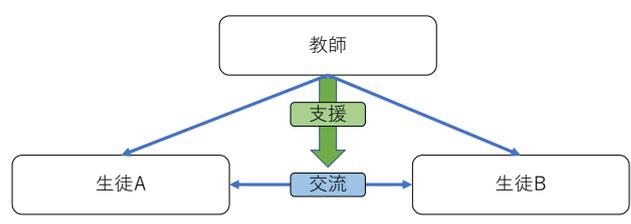


図10 コミュニケーション活動での教師の支援

6. 創発が促される授業実践

創発を促される授業実践として、中学1年生「文字と式」の関係を表す式を題材に考えていく。

(1) 創発が促す手立て

本項では、第4章で述べた、授業モデルの設計と照らし合わせながら検討をしていく。

① 現状の文化と新たな文化を明確にすること

現状の文化として、小学校第3学年「1000より大きい数を調べてみよう」の学習で、数の大小関係を不等号(>、<)で表すことについて、理解できている。第4学年までに、数の関係や法則などを数の式や言葉の式□や△などを用いた式で簡潔に表したり、式の意味を読み取ったりすることや、公式を用いることを学習している。また、第5学年では簡単な式で表されている関係についてその関係の見方や調べ方を学び、第6学年では数量を表す言葉や□、△などの代わりに、aやxなどの文字を用いて式に表したり、文字に数を当てはめて調べたりすることを学習している。(文部科

学省、2017)

以上より、小学校で学習した「文字に当てはめること」や「数の大小関係を不等号 (>, <) で表すこと」が現状の文化と捉えることができる。

したがって、認識論的三角形に照らし合わせると、新たな指示の文脈を「～より大きい、また、～と等しい」、新たな記号体系を「 \geq , \leq 」、概念を「新しい不等式の概念」とし、これら 3 つの関係をすべて満たしたものを新しい文化とする。

② 子供の創発と安定を行う場の設定

本実践研究の創発と安定を行う場について、既習の等式 (=) と不等式の意味 (>, <) から「以上」、「以下」を用いたセンテンス型の式を活用して、新たな不等式の記号体系と概念の構築を創発と安定を通して行っていく。相互作用を通して、創発の過程から不等式の記号体系と概念の再生がされた時、安定されたと考える。

③ 教師による組織化をする過程の準備

教師の位置づけとして、植田 (2006) は、「教室で共有される、その事物に対する社会的意味に注意を払うこと。加えて、教師は、生徒たちが文化を構成する仲介者として、授業において積極的に生徒たちの社会的相互作用を促すこと。」と述べている。また、社会的相互作用を組織化するにあたって、社会的相互作用について、吉迫 (2002a) は、互いに考えをつなげていこうとする「共同志向性」が一つの要因となると述べている。よって、生徒と教師が話し合いをする際は、新たにつなげていく発言を行うことが必要であることが分かる。したがって、本実践研究では、教師は、子どもたちが文化を構成する仲介する者として、式に一般性を持たせ、不等号と等号を用いた式を構成できるよう支援を行う。

(2) 創発を促す授業実践

問題は、以下のように設定した。

| | | | | |
|---|------|------|------|----|
| ○問題設定 | | | | |
| 体育祭で 1 年生は、大縄跳びを行いました。体育祭本番では、1 組・2 組は、以下の結果になりました。現在 3 組は、1 回目を飛び終わりました。なお、順位は、1 回目～3 回目の合計で競われます。 | | | | |
| | 1 回目 | 2 回目 | 3 回目 | 合計 |
| 1 組 | 8 | 9 | 5 | 22 |
| 2 組 | 10 | 15 | 13 | 38 |
| 3 組 | 6 | | | |
| 問題：3 組は、何位になれるでしょうか？ | | | | |

予想する生徒の反応として、具体的な数を代入し、2 回目、

3 回目の飛ぶ回数によって、順位が変動することに気づき、本章「文字と式」で扱った文字を用いて一般化の式を表現することが考えられる。その後、各順位の不等式を立て、どれだけ回数を跳んだ場合、不等式が成り立つか検討する。この際、同率の場合どうなるかについても検討する。

前時では、「等しい関係を表す式」について授業で行った。本時の流れは、個人で思考後、グループになり、各順位について共有し、各グループが学級全体に発表した。グループを一つ着目して、考えていく。

以下の話し合いは、埼玉県の中学校 1 年生を対象に行った、実際の授業記録である。初めに教師が出した問題に個別解決した後のグループでの話し合い活動の様子である。

生徒 A：「数を代入すれば、順位が分かるよ」
生徒 B：「数を代入したら、きりがいいよ。」
生徒 C：「まずは、一位になる回数を考えよう」
生徒 A・D：「3 組強いからまずは、1 位だよ」
生徒 A：「ということは、38 回より多く飛べればいいんだよね」

生徒 C：「絶対そうだよ」
生徒 B：「合計 40 回飛べれば一位だね」
生徒 D：「2 回目、3 回目を文字に置けばいいんじゃない。」
生徒 C：「x, y で考えてみる？」
生徒 A：「 $6+x+y>38$ って表わせるんじゃない」

このように、既存の大小関係の知識を用いて、1 位の場合について、グループ内で確認している。

生徒 C：「先生、同率の場合どうするのですか？」
教師：「同率の場合も考えて見ようか。」
生徒 B：「3 組の 3 回目までの合計が 38 回になればいいのかわ。」
生徒 D：「等号じゃない？」
生徒 A：「そうだ。 $6+x+y=38$ だ」
生徒 B：「どっちもなりたちそう」
生徒 D：「38 より大きく、38 と等しいじゃないのかわ。」
生徒 B：「2 つまとめられるんじゃない？」
生徒 A：「確かに、 $6+x+y\geq 38$ でいいんじゃない。」

以上の話し合いで、生徒 A の「ということは、38 回より多く飛べればいいんだよね」と生徒 B の「3 組の 3 回目までの合計が 38 回になればいいのかわ。」の発言から生徒 D の「38 より大きく、38 と等しい」という新しい指示の文脈が生まれた。また、生徒 A の「 $6+x+y>38$ 」、「 $6+x+y=38$ 」の 2 つの発言を統合したことで、新しい記号体系「 $6+x+y\geq 38$ 」と「～より大きく、～と等しい」とき、「 \geq 」、「 \leq 」を用いる新しい不等式の意味が生まれた。したがって、学習者同士で統合・寄与することで、新しい関係性を生み出された。よって、このグループでは、創発が促されたと考える。

(3) 創発プロセスの検討

本節では、吉迫 (2002a) の創発プロセスに基づいて、創発の促される授業かを検討する。

吉迫 (2002a) は、創発プロセスが生まれる場面として、「異なる新しい指示の文脈の導入」と「古い指示の文脈の修正」の2つのタイプに類型化することができると述べている。以上から、本実践研究では、2つの古い指示の文脈を統合、修正したことで、新しい指示の文脈へと変容した。よって、本実践研究の創発プロセスを「古い指示の文脈の統合」と解釈した。本実践研究の創発プロセスを図11に示した。

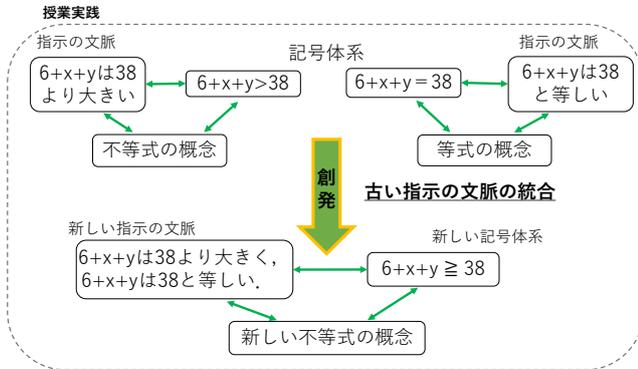


図11 実践研究における創発プロセス

「古い指示の文脈の修正」の創発プロセスでは、創発的なアイデアを生み出した個人は、その記号体系の背景にある、今までの学習者のアイデア (古い指示の文脈) を反省の対象とし、他の学習者のアイデア (古い指示の文脈) を修正したアイデア (新しい指示の文脈) を記号体系に付与することで、創発的なアイデアを生み出す (吉迫、2002a)。このように、生徒自身が他の生徒の表現を反省の対象に取り入れることで修正したアイデアができ、創発のアイデアに繋がることが分かる。本授業実践では、既習の不等式概念から等式概念を反省の対象にすることで、等式概念を用いて修正を行い、新しい不等式概念が生まれたことが分かる。

(4) 授業実践での創発のメカニズム

本実践研究では、基盤のアイデアから創発的なアイデアに変容していく過程で「古い指示の文脈の統合」が必要であることが分かった。また、このような創発的なアイデアへ変容を促す要因として、認知的要因と社会的要因がある (吉迫、2002a)。本実践研究では、2つの問題に該当する事象を統合することで、新しい創発がなされたことから、ここでは、認知的要因として、数学的思考である「統合の考え方」が挙げられる。また、本実践研究では、教師が、生徒が構成する文化の仲介する者として支援したことで、グループ活動の質が保てたことから社会的要因として、生徒たちが尊重し合える人間関係にあると分かった。以上より、認知的要因と社会的要因を教師が明確にすることで、創発を促す授業を展開できると考える。

6. 考察

(1) 授業実践を踏まえて、「創発」を促される授業の提案

吉迫 (2002a) は、創発プロセスが生まれる場面として、

「異なる新しい指示の文脈の導入」と「古い指示の文脈の修正」の2つのタイプに類型化することができると述べている。以上から、本授業実践では、2つの古い指示の文脈を統合、修正したことで、新しい指示の文脈へと変容した。しかし、今回の授業実践では、2つの式の組み合わせにすぎないことや新しい指示の文脈から古い指示の文脈へ振り返りができてしまう課題が浮上した。そこで、基盤となるアイデアが創発的なアイデアに寄与しない、「異なる新しい指示の文脈の導入」を促すことで、さらに創発が生み出されるのではないかと考えた。そこで、考えた授業提案が図12である。

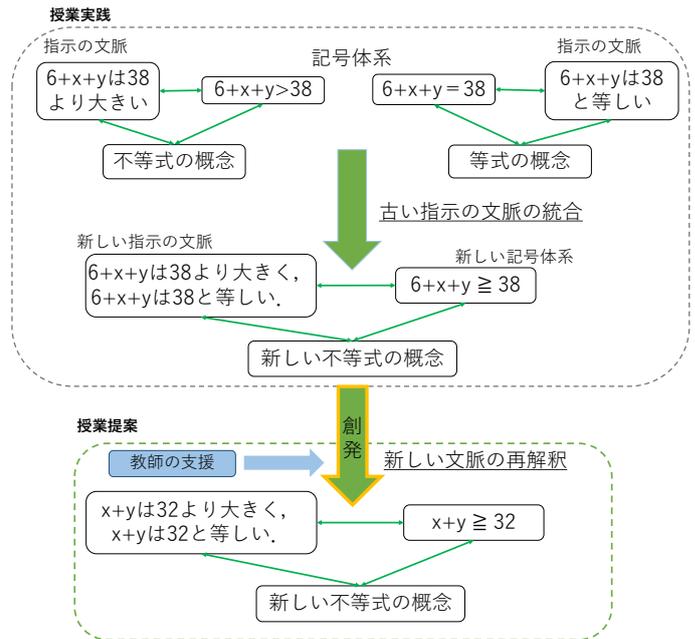


図12 授業提案における創発プロセス

図12は、本授業実践からの授業提案である。授業提案で更に「創発」した認識論的三角形について、新しい指示の文脈を「 $x+y$ は32より大きく、 $x+y$ は32と等しい」、新しい記号体系を「 $x+y \geq 32$ 」、新しい概念を「新しい不等式概念」と示した。この創発は、「 $x+y \geq 32$ 」から「 $6+x+y > 38$ 」や「 $6+x+y = 38$ 」に振り返りが不可能なことから、「創発」だと考えた。また、創発のタイプについて、「創発的なアイデア (「 $x+y \geq 32$ 」) と、それに影響を与えた基盤となるアイデア (「 $6+x+y > 38$ 」、「 $6+x+y = 38$ 」) との間に飛躍がある。」ことから、「異なる新しい指示の文脈の導入」と考えた。以上から、「 $6+x+y$ は38より大きく、 $6+x+y$ は38と等しい」をもう一度考え直すことで、新たな新しい指示の文脈に超越することから創発の過程を「新しい文脈の再解釈」として捉えた。よって、授業実践と授業提案を見て取ると一回のみの創発だけではなく、何度も繰り返し、創発促すことで「創発連鎖」が生まれたと考えられる。また、中学生の概念にはない、新たな学びの発見にもつながった。

したがって、本授業実践と授業提案を組み合わせることで、生徒間の「創発」が促される授業を展開することが出来る。

(2) 「創発」が促される授業提案を行う際の教師の支援

生徒自身では、考えられない新しい考えへと超越するには、教師の支援も必要である。授業実践では、「古い指示の文脈の統合」を行い活動が終了してしまっただけで、「古い指示の文脈の統合」でグループの活動が止まってしまった場合、コミュニケーション活動における教師の支援から、「 $x+y \geq 32$ 」が創発される発問を行う。その際、教師は、学習者同士の交流で行われる話し合いの中で、学習者がもう一度問題について振り返ることのできる支援をする必要がある。

7. 本研究の総括・今後の課題

本稿では、対話的な学びを活性化するためにあたって、創発を促される授業実践を元に、検討を行ってきた。創発を促される授業を行うためには、「古い指示の文脈の統合」「新しい文脈の再解釈」を行うことが必要であり、また創発の要因として、認知的要因（統合の考え方）と社会的要因が関わっていることが分かった。

植田（2006）は、数学的意味の創発及び、安定の創造が必要であると述べていることから創発を繰り返して引き出せる授業の提案をすることで生徒が新しい文化の定着に繋がることが分かった。吉迫（2002a）の創発プロセスをもとに問題解決を行う過程で「古い指示の文脈の統合」や「新しい文脈の再解釈」を行うことで、生徒から創発が生まれることが得られた。また、創発が促される教師の支援として、生徒との話し合いの中でメッセージを伝えることで生徒自身が問題について振り返るようになり、創発が促される授業を展開できるようになることが得られた。以上のような、生徒間の「創発」が促される授業を行うことで、対話的な学びの活性化に繋がると考える。

今後の課題は、本授業提案を基に検討していく。課題は、3点ある。

1つ目の課題として、本研究での「創発」の規定が曖昧なところである。今回は、大学院生ということもあり、授業できる場面が限られていた。よって、本研究では、先行研究から独自の「創発」の定義を行った。したがって、今後の研究では、多様な授業を行い、日頃の授業の様子から生徒のどのような発言や表現を行ったときに「創発」が生まれたのか検討をしていく必要がある。

2つ目の課題として、「創発」が対話的な学びと結びつくのかという、問題である。数学的コミュニケーションは、数学的表現を用いた生徒間の相互のやり取りである。よって、数学的コミュニケーションは、生徒間のやり取りであるため、2人から「創発」を促すことは、難しいと考える。したがって、教室全体、グループ全体で生徒たちの対話的な学びを通して「創発」が出来る授業を検討していく。

最後、3つ目の課題として、一人で新しい考えが生まれたら、それは生徒の「創発」と定義出来るかという点である。本研究では、生徒一人で生まれる「創発」は、「創

発」ではないと定義した。これは、「創発」のアイデアを出した生徒は、少なからず基盤となるアイデアを参照しながら、新たなアイデアを生み出した。よって、一人ではなく、複数の生徒の考えが何らかの形で混ざり合い、「創発」が生まれたのだと考える。したがって、「創発」は、グループにおいて成り立つものであり、一人では、成し遂げられない概念を構築しているのである。

以上の課題から対話的な学びの活性化につなげていく。

注記及び主な参考文献

- Bauersfeld, H. (1996) Social constructivism, classroom cultures, and other concepts – what can they mean for teachers? –, plenary lecture in PME-NA 18th conference.
- 江森英世 (2012). 算数・数学のための数学的コミュニケーション論序説. 明治図書.
- 畑中利文 (2001). 数学教育における他世界パラダイムに基づく授業論の理論的・実証的研究. 研究成果報告書, pp.92-116.
- H. ブルーナー (1991). 「シンボリック相互作用論パースペクティブと方法」. 勁草書房. (原著出版 1969)
- 古藤怜(1998). コミュニケーションで創る新しい算数学習. 東洋館出版.
- 文部科学省 (2018). 新しい学習指導要領の考え方—中央教育審議会における議論から改訂そして実施へ—. https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-icsFiles/afildfile/2017/09/28/1396716_1.pdf (2022. 12. 7 最終確認)
- 三輪辰郎 (1990). 数学的問題解決についての日米比較研究. 平成元年度, 筑波大学, 学内プロジェクト研究, 助成研究成果報告書.
- 小川英司 (1997). 新版 G・H ミードの社会学. いなほ書房.
- 植田幸司 (2006). 相互作用主義に基づく数学学習指導の研究. 広島大学大学院教育学研究科科学文化教育学専攻数学教育学専修修士論文.
- Voigt, J. (1995). Thematic Patterns of Interaction and Sociomathematical Norms. In Cobb, P. & Bauersfeld, H. (Eds.), The Emergence of Mathematical Meaning: Interaction in Classroom Cultures, Lawrence Erlbaum Associates, pp. 163-201.
- 吉村直道/山口武志/中原忠男/小山正孝/岡崎正和/加藤久恵/前田一誠/宮崎理恵 (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—. 日本数学教育学会誌, 38 (2), pp.47-56.
- 吉迫のぞみ (2002a). 数学教育における創発的ネゴシエーションに関する研究 (V) -創発のメカニズムについて-. 全国数学教育学会誌数学教育学研究, 8, 31-38.
- 吉迫のぞみ (2002b). 数学教育における創発的ネゴシエーションに関する研究. 教職大学院 修士論文.