教職開発研究　第2号　2019　57－66

児童の概念変容を促す算数科授業の開発研究

― 認知的葛藤の生起と解消に焦点をあてて ―

村上　良太[1]

A Developmental Study on Mathematics Classes to Promote Children's Conceptual Change
—Focusing on The Evoking and Resolving Cognitive Conflict—

Ryouta MURAKAMI

Abstract: The main purpose of this study is to clarify a guiding principle for guaranteeing chances of evoking and resolving cognitive conflict on mathematics classes. The hypothesis of this study is when a chance of evoking and resolving cognitive conflict is guaranteed, children will reorganize the concept they have already had and make them change to a more objective, scientific one. This paper analyzes the effectiveness of the learning process model for guaranteeing chances of evoking and resolving cognitive conflict through experiment classes. Subjects of survey were sixth graders of an elementary school. A teaching of a unit study of 3 hours was performed. The problems chosen as learning materials for investigation were the ones of "understanding of the concept of the ratio" from the National Assessment of Academic Ability. As a result of pre-post assessment of performance and investigation problems, the effectiveness of the learning process model was significant, and it was improved by the individual analysis of subject children.

Key words: Cognitiye Conficit, Conceptual Change, Learning process model
キーワード：認知的葛藤　　概念変容　　学習過程モデル

1．問題の所在と研究の目的

新たな概念を形成することと，葛藤の場を授業につくることの関係，その意義について，玉田（1994）は，「社会的相互作用において，生徒が相互心理的葛藤や内心理的葛藤を経験したとき，それを解決する過程で数学的知識を構成することが明らかになった。」とし，社会相互作用における数学的知識を構成する際の葛藤の意義について述べている。山口（1994）も葛藤を生起させる教授法の意義について，「今日一般に受け入れられているゆさぶり発問や反例の提示による教授アプローチは，教授学的には，授業の対立・葛藤を引き起こす一方，心理学的には肯定的な意味での不整合の発生と解消を促し，その後の社会的相互作用の過程を経ながら新しい概念の形成を促進させる一つの教授アプローチとして特徴づけられる」とし，新たな概念形成との関係において考察している。

葛藤の生起と解消にかかわる教授法については，原田(1991)が，Balacheffの教授理論における「教授的場の理論」および「Piagetの均衡化理論」を手掛かりに，実証検証はないものの，学校数学における子どものmisconceptionの克服を基盤にした教授法の枠組みを示している。山口（1993，1994）は，「ある2つ以上の命題や考え，あるいは状況があって，それらの各々から論理的あるいは直接的に矛盾する結論が導かれる場合に，それらは，お互いに不整合である」として，不整合を類型化するとともに，不整合の視点を取り入れた教授過程をモデル化している。しかし，原田同様に実証検証はされていない。手島（1994）は，多角形の対角線の存在性をめぐる授業を展開し，葛藤の解消として「反例による論駁」の可能性を示唆している。岡崎（1995，1996）は，「Piagetの均衡化理論」に基づき，一般化の認知メカニズムを示した「数学的一般化の理解モデル」を提起するとともに，その規範性について包含除の一般化に焦点をあてて授業を行い，実証している。礒田（1996）は，意味と手続きのずれによる葛藤に着目し，ずれを解消する練り合いをめざした授業構想について，授業実践を通して提案し

[1] 三原市立三原小学校

ている。

一方，現場では授業に葛藤の場をつくれば，確かに話し合い活動は活発になり，学力中位以上の児童の概念変容を促すのに有効だと感じるが，課題のある児童には余計な混乱を招くだけになるのではないかという経験知的批判も聞かれる。確かに，概念変容がけして容易でないことは，例えば，ミスコンセプションに「弾性」があるという視点からも考察されている（大滝，2012)。そのため今日の算数・数学教育において，学級内の学力差を理由に正答だけが発表され，価値ある誤答（誤概念を含む）が生かされない授業や，つまずきから葛藤が生起しないように過度な支援を行う授業が見られることも多い。盛山（2015）は，「算数の授業研究の世界では，今まで『つまずき』を考える時，つまずかないための対策ばかり論じられる傾向にあった。」と指摘している。

このような授業の背景には，葛藤の生起・解消に関する指導過程や具体的な指導方法についての実践的研究が少なく，たとえ葛藤を生起させても解消までを保障する方策が現場で活用されるまでには十分に一般化されていないことが起因していると考える。

以上のことを踏まえ，筆者は児童の概念変容[1]を促す算数科授業を行うための１つのアプローチとして，以下の研究仮説に基づいた実践・検証を通して，算数科授業における認知的葛藤[2]を生起させ，解消するための指導原理を明らかにすることを最終目的とし，研究を遂行することとした。

研究仮説：「認知的葛藤の生起と解消の場を保障すれば，児童は既有の概念を再構成し，より客観的・科学的な概念へと変容させるだろう。」

本研究は，著書の所属した教職大学院２年間のアクションリサーチを取り入れたプログラムの一環であり，本稿は１年目の研究成果である。

本稿では，認知的葛藤の生起と解消の場を保障するために考案した学習過程モデルの有効性を，実験授業を通して検証することが目的である。

２．学習過程モデルの考案

本研究では，児童に認知的葛藤の生起と解消の場を保障するために，学習過程モデル（図１）を考案した。段階ごとに，そのねらい簡潔に述べる。また，参考とした先行研究や実践理論について整理する。

（1）自力解決

授業前に，個人で既有の概念をもとに問題解決を試みる。そのねらいは２点ある。

１点目は，事前に実施しておくことで，個人の実態把握を生かした指導ができるようにする。

２点目は，葛藤解消にかける時間を十分に確保できるようにする。

（2）解答分析

教師は，単元学習前に各単位時間の問題を教材分析し，「葛藤解消に必要な知識」を設定する。そして，設定した知識と自力解決における解答とを照らし合わせることで解答を分析する。分析結果は，グループ編成や授業構想・授業設計に生かしていく。

（3）グループ編成

認知的葛藤の生起と解消の場を保障するために，自力解決の実態をもとに，４～５人のグループを編成する。グループ学習に関する先行研究（出口（2001)，町，中谷（2013)）を踏まえて，認知的葛藤の生起と解消の観点から以下の項目を考慮してグループを編成する。

- 協調性，共感性
- 人間関係（友人関係，リーダーシップを含む）
- 基礎学力
- できる限り，考え（誤概念を含む）が異なる児童で１つのグループを編成する。

（4）誤答を含む選択肢の提示

児童の正答および誤答（誤概念を含む）を混ぜた解答を選択肢にして児童に提示することで，他者の考えに触れて思考がゆさぶられる。さらに，同グループ内の成員が自分とは異なる考えをしていることを知ることで，葛藤が生起されると考える。

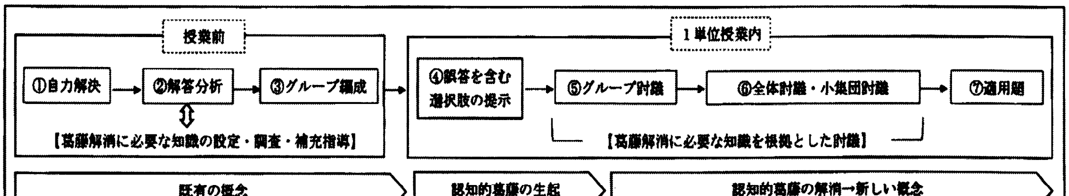


図１　認知的葛藤の生起と解消の場を保障する学習過程モデル

本研究の学習過程モデルで提案する「誤答を含む選択肢の提示」は，Berlyne, D. E.（1970）が整理した認知的な主な型のうち，「当惑」を引き起こす手法だと考える。当惑とは，「一組の相互に排他的な確信のどれに対しても被験者を傾かせる諸要因が存在しているときに生じる」認知的葛藤である。

（5）グループ討議

（3）で構成したグループにより，自他の考えの妥当性を検討したり，迷い・疑問を交流したりすることで，葛藤解消への第１ステップを図る。misconception の克服を基盤にした教授法の枠組みを提案した原田（1991）も，その枠組みの中で「コミュニケーションの場の提供」をあげ，「話し合い」や「練り上げ」を通じて，子どもが自己の misconception に気付き，それを修正する機会を与えるものとしている。また，その場は個人から徐々に集団的な場へと移行するとし，グループによるコミュニケーションの場をあげている。

数学的概念の形成過程において不整合を視点に取り入れた教授＝学習過程をモデル化した山口（1994）は，不整合が発生し，その後均衡化による不整合の解消に至る過程は，社会的相互作用によって促されるところが大きいものとしている。

一方，グループ討議だけでは，全員の葛藤解消には至りにくいと考える。例えば，Berlyne, D. E.（1970）によれば，葛藤を解消する方法として，「抑圧」があげられ，「刺激を避けるとか，葛藤をおびた主題について考えることを抑圧するとかすれば減少されうる」とある。つまり，必ずしも見方・考え方を変容する解消ばかりが起こるのではなく，葛藤を生じても何らかの理由をつけて課題解決から逃げることでも解消になりえる。具体的には，考えることをあきらめたり，他の児童が言ったことに理由なく同調したりする場合などが考えられる。

他にも，原田（1991）は児童の解法に，「子ども自身では均衡化しているが不適切な均衡化が行われる場合」があることを述べている。また，児童が「分かったつもり」になる状態も考えられる。グループ討議で他者の話を聞いて，「分かったつもり」でいるが，1人で説明を求められると困る場合がある。このように，児童だけで行うグループ討議では，一見葛藤が解消されていても，適切な葛藤解消に至っているとは限らない。そこで，次の学習過程段階が必要となる。

（6）全体討議・小集団（ペア or グループ）討議

「葛藤解消に必要な知識」を根拠とした討議になるように，教師が討議のコーディネート役を務めることで，全員の葛藤を適切に解消させ，児童のより客観的・科学的な概念の変容をめざしていく。

なお，全体討議および小集団討議の段階ですでに適切な葛藤解消がなされ，概念が変容している児童にとっては，この段階は自身の確信を確かめさせる場となる。

（7）適用題

最後に適用題を実施し，個人だけで問題解決ができ，概念変容が生じているかを確かめる。

3．授業の構想

（1）学習材の選択

実験授業で選択した学習材は，全国学力・学習状況調査で過去実施されてきた「割合の意味理解」にかかわる問題とした。授業対象児童は，H県M小学校６年生34名である。過去の調査問題から最も正答率が低い，比の第三用法に関わる問題を２問選択して，学習過程モデルを活用した授業２時間，計３時間の単元学習を計画した（表１）。

本単元における概念変容とは，「日常の事象の中に，基準量，比較量，割合を自分で見出し，図や式や言葉でそれらの関係を表現できるようになること」とした。なお，各問題については原題の趣旨をもとに改編している。

表１　単元計画

時	学習内容
1	葛藤解消に必要な知識の復習。
2	問題の数量関係を図に表すとともに，比較量と割合から基準量を求める求め方を説明する。（H24算数 A3をもとに改編）
3	示された情報から基準量を求める場面を捉え，比較量と割合から基準量を求める求め方を言葉，図，式などを関連づけて説明する。（H27算数 B2(2)をもとに割引問題に改編）

（2）葛藤解消に必要な知識の設定および調査問題

①葛藤解消に必要な知識の設定

単元学習前に，学習過程モデルの節で上述「葛藤解消に必要な知識」を設定するため，割合指導に関わる先行研究（磯部（2011），田端（2012））を調べたり，各単位時間で解決する問題を教材分析したりした結果，本単元における「葛藤解消に必要な知識」を以下のように設定した（表２）。

表２　本単元における葛藤解消に必要な知識

①乗法の意味理解（×帯小数，×純小数）
②除法の意味理解（包含除・等分除における÷帯小数，÷純小数）
③百分率の意味理解（割増，割引を含む）

④基準量，比較量，割合の関係を数直線図と関連づけて捉えられること
⑤演算決定の理由を数学的に表現できること

②調査問題

設定した知識は，単元前に調査問題（掲載略）を作成し，実態把握を行った。作成にあたっては，高淵(2011) の先行研究を参考とした。

さらに，全国学力・学習状況調査で過去実施されてきた割合の意味理解に関わる問題から，設定した知識と関連する問題を選び，実施した。

調査問題実施の結果，特に「乗法･除法の意味理解」と「基準量，比較量，割合の関係を数直線図と関連づけて捉えられること」に課題がみられた。例えば，乗法の意味の拡張に関しては，「×帯小数」では約51.5%，「×純小数」では約48.5%が意味の拡張の必要性を感じていないことがわかった。また，「基準量を求めるための除法についての理解」を調査した問題(全国学力･学習状況調査 H24年A問題３（1）(2)）では，問題文に合う図を選択する（1）の正答率は約45.5%，基準量を求める除法を適用する（2）の正答率は約42.4%と，ほぼ半数以上の児童に課題があることがわかった。

③調査問題を生かした指導

調査問題実施結果をうけて第１時では，乗法・除法の意味について数直線図を活用して復習することとした。また，事前調査問題で特に課題の見られた児童には単元学習前に個別指導を行った。さらに第２時からの２時間の指導では，学習過程モデルを活用しながら，設定した知識に立ち戻って葛藤解消へ向かう授業を実践していくこととした。

（3）学習過程モデルの有効性の検証方法

実験授業ごとに作成したパフォーマンス課題およびルーブリックにより評価する。また，本単元における葛藤解消に必要な知識（表３）の変容についても上述の調査問題によって分析・考察していく。

パフォーマンス課題，調査問題のどちらも単元学習前後に実施し，それらの変容結果をもとに学習過程モデルの有効性を検証していきたい。

４．実験授業（第３時）の授業設計

実験授業は，逆向き設計（Wiggins & McTighe, 2005)の考えに基づき，以下のような手順で設計した。本稿では，第３時の授業設計について紹介する。

（1）学習目標の設定

「望まれている結果」として，学習目標を次のように明確化した。

「割引前の洋服の値段の求め方を考える活動を通して，基準量，比較量，割合を図に見出し，基準量を求める立式とその根拠を説明することができる。」

（2）パフォーマンス課題およびルーブリックの作成

学習目標を（「望まれている結果」）を児童がどの程度達成したのかを具体的に示す「承認できる証拠」として，パフォーマンス課題及びルーブリックを次のように設定した。

①パフォーマンス課題

夏のセールで，洋服が20%引きで売られていました。

割引後の洋服の値段は，1200円です。割引前の洋服の値段は何円ですか。割引前の洋服の値段の求め方を式や言葉を使って書きましょう。また，答えも書きましょう。

②ルーブリック

表３は，パフォーマンス課題に対するルーブリックである。表中のパフォーマンス事例は，児童が実際にパフォーマンス課題に取り組んだ際のパフォーマンスを想定し，各評価規準の記述語を具体的に示すパフォーマンスを事例として添付したものである。評価基準Ⅲの段階で評価規準を達成したものと見なす。

（3）規準達成のための手立ての具体化

ここでは，評価規準達成のための主な手立てを学習過程モデル（図１）に沿って示す。手立て①は，「認知的葛藤の生起」に関する手立て，手立て②～⑤は，「認知的葛藤の解消」に関する手立てとする。

①「解答分析」をもとにした選択肢の提示

学校の朝学習の時間に自力解決させた児童の解答と，「本単元における葛藤解消に必要な知識」（表２）を照らし合わせ，誤答を以下のように分類した（表４）。

児童の解答をもとに，「1200×0.2，1200×1.2，1200÷1.2，1200÷0.8，1200÷0.2」の５つおよび，「そのほか」という選択肢を提示する。誤答類型⑤については，「そのほか」の中に含むこととする。

②グループ討議の内容と方法・手順の提示

学習過程モデル⑤の「グループ討議」では，各グループに話し合うべき内容と方法・手順を記載したワークシートを配布する。指導する視点は，「数直線図をもとに話し合うこと」，「自分たちが選択した以外の選択肢についても検討すること」，「間違いだと判断する理由についても話し合うこと」，「最終的には個人１人ずつ説明できるように練習し合うこと」とした。特に，児童の誤答の要因と考えられる「基準量の意味理解」

表3　ルーブリック

評価基準		児童生徒のパフォーマンス事例
Ⅳ	正しく式と答えが書けている。 また，0.8の意味やなぜ1200を0.8で割るかについても割合の見方をもとに数値を捉えて求め方を筋道立てて記述している。	・20％割引しているということは，割引後の割合は100－20＝80（％）。割引前の洋服のねだんを□円とすると，□×0.8＝1200で，□を求めるには1200÷0.8をします。答えは1500円です。
Ⅲ	正しく式と答えが書けている。 なぜ1200を0.8で割るかについて，割合の見方をもとに数値を捉えて記述されているが，0.8の意味を説明していないなど，求め方を筋道立てて記述していない。(基準Ⅲを評価規準とする)	・割引前の洋服のねだんを□円とすると，□×0.8＝1200で，□を求めるには1200÷0.8をします。答えは1500円です。 ・基準量（1）である割引前の洋服のねだんを求めるから，1200÷0.8をします。
Ⅱ	正しく式と答えが書けているが，説明が直観的なものになっている。 また，0.8の意味や，なぜ1200を0.8で割るかについて，割合の見方をもとに数値を捉えて記述されていない。	・1200を0.8で割ると，1500になって，1200よりも大きくなるから，1200÷0.8＝1500　答え1500円。
Ⅰ	正しい式が書けていない。	・1200÷0.2　・1200×1.2　・1200×0.2 ・1200×0.8　・1200＋20

表4　児童の誤答類型

	解答	誤答の要因なる知識	人数(人)
①	1200×1.2	・基準量の意味理解	3
②	1200×0.2	・基準量の意味理解 ・百分率の意味理解(割引)	1
③	1200÷1.2	・百分率の意味理解(割引)	1
④	1200÷0.2	・百分率の意味理解(割引)	1
⑤	1200×2 1200＋20 無答	葛藤解消に必要な知識全般に課題があると考える	5 無答(3)

と「百分率の意味理解（割引）」を促すために，数直線図に値段や割合の数値をかきこみながら話し合いをするように指導する。

③グループ討議中の教師の介入

グループ討議中の教師の過度な介入は，児童の話し合いの妨げになる場合がある。そのため，介入する教師からの問いかけは1点にしぼった。具体的には，式と数直線図を関連付けて話し合っているかを確認するため，式に対してどうしてこの数直線図になるのかを各グループに問いかけてまわることとした。

④解答を並列させた板書による比較検討

学習過程モデル⑥の「全体討議･小集団討議」では，「葛藤解消に必要な知識」を根拠にした討議になるように展開したい。そこで，まず最も解答数の多かった「1200×1.2」を，正答と並列させて板書する。さらに，グループ討議の実態に合わせて，もう1つ誤答を扱い，正答と比較検討しながら正しい理由だけでなく，間違っている理由についても話し合いたい。その際，児童の思考の根拠を問う発問をしたり，思考をゆさぶる発問をしたりする。また，表現様式間，表現様式内の変換（中原，1995）を伴う発問を行う。

⑤児童の実態把握と適切な指導・支援

学習過程モデル⑦の「適用題」では，事前の調査問題，自力解決の実態，本時のグループ討議の様子などから児童の実態把握をしておき，配慮を要する児童には，適用題の際に個別に質問して理解を確認するなど，適切な指導・支援を行う。

5．実験授業(第3時)の実際と授業評価

(1) 実験授業（第3時）の実際

ここでは，第3時の実験授業の実際を，1単位授業内で実施する学習過程モデルの段階④～⑦に沿って述べる。

①誤答を含む選択肢の提示（段階④）

授業開始後すぐに，問題の確認と学習課題を設定した。その後，立式にかかわる6つの選択肢「①1200×0.2，②1200×1.2，③1200÷1.2，④1200÷0.8，⑤1200÷0.2，⑥そのほか」を提示すると，児童からは「わかる，わかる」といった共感の反応や，「え？」「なんで？」という驚き・戸惑いの反応がみられた。

②グループ討議（段階⑤）

グループ討議開始前に，ワークシートを配布した。ワークシートには，手立て②で記述したグループ討議で話し合うべき内容と方法・手順を掲載し，児童に確認させた。グループ討議（グループは全9グループ）

は約10分間行った。

以下，葛藤の生起と解消の視点，学力に課題のある児童への着目という視点に基づき，特徴的だった２つのグループの会話記録を示し，分析する。

（S：児童，T：教師）

ア．第2グループ（S1，S2，S3，S4）

このグループは，討議当初全員が③（1200÷1.2）を自己選択したことが判明し，安心し合うところから討議が始まる。しかし，他の選択肢を吟味するなかで，1200÷1.2では問題状況と合わないことに気づき始める。

（中略）
S1：でもさ…おかしくない。1000円（1200÷1.2の答え）だったら，1200円より減るじゃん…う？いいのか？おかしくない？
S2：え？？あれ？おかしいね。20％引きしたのに，1200より少ないっておかしいね。
S3：うちらの考えがおかしいんだ。
S4：どうなるんだ？？この式なりたたなくない？

他の選択肢を吟味し，比較検討していくなかで，割引前の値段が割引後より減ってしまうのはおかしいことに気づく。そこから自分たちが間違っていることがわかり，迷いが生まれて葛藤が生起された。ただし，間違っていると判断した理由は答えの数値の大小であり，本質を理解した論理的な説明にはなっていない。さらに，ここまでの討議に時間がかかり，葛藤解消にむけた討議ができずにグループ討議を終えてしまった。

イ．第4グループ（S5，S6，S7，S8）

このグループは，学級内で学力に最も課題のあるS5がおり，その周りをS5に対して親和的に関わることができるメンバーで構成した。S5は，事前の自力解決で「1200×２」と解答していたが，授業内では②（1200×1.2）を選択した。あとの３名は正答である④（1200÷0.8）を選択していた。

S5：ぼくは②(1200×1.2)です。なぜなら，20％引きだから小数になおすと1.2で，1.2から割引前だから1200×1.2ででると思って②にしました。
S8：（答えは）何円になった？
S5：1440円
S6：じゃあ，おかしくない？だって，…ま，いいか。
S8：別に答えがみんなとちがうからおかしいとは言わないけど，S5君の場合は1200を１として，１の1.2(倍)と考えたんかね？ほうほう。
S7：じゃあ，まず②(1200×1.2)と④(1200÷0.8)をおいて，おれらが選ばなかった他の式の理由を言い合わない？

このグループでは，S8のように自分とは異なる考えに対して共感的に受け止め，大切に扱おうとする態度がみられた。そのため，すぐにS5の考えの否定から議論せず，他の選択肢の吟味を始めた。

また，このグループは誰か一人が説明し続けるということがない。S7のように一人ずつに対して発言を促しているため，グループ全員が討議に参加できている。

（中略）
S7：今，S5君は割引前のねだんが1って言ったじゃん。でもS5君の選んだの(②)は割引後のねだんが１になっているからちがうじゃん？
S5：ちがう。
S8：×1.2ってさ，1を基準にして×1.2ってことじゃん。これって120％じゃないじゃん？これってちがうよね。
S5：ちがうわ。
S8：わかった？
S5：わかった。
S8：じゃあ，S5君，④(1200÷0.8)である理由を説明してください。

S7，S8は，S5に問いかけながら，問いかけに対する答えと選択肢②との矛盾を指摘することでS5を説得している。その問いかけも，基準量や乗法の意味をもとにしたもので，「葛藤解消に必要な知識」に立ち返ったものとなっている。

さらに，S5の理解を確かめるために，S5本人に説明を促す。その後，S5は一人で説明をすることができ，時間内にグループ全員が納得して④(1200÷0.8)を選ぶことができていた。

９つのグループを概観すると，規準達成のための手立て①が有効に働き，程度の差はあるが認知的葛藤の「当惑」状態が生起されていた。また手立て②③によって，グループ討議の内容と方法・手順を提示したり，教師が一部介入したりしたことで，どのグループでも円滑に討議が進行しており，その後の全体討議・小集団討議につながる深い学び合いの様子がみられた。

しかし，想定通りグループ討議だけでは望ましい葛藤解消には至らなかった。会話録音から判断すると，９つのグループのうち，グループ討議によって構成メンバー全員が適切に葛藤解消できたと考えられるのは２つのグループにとどまった。

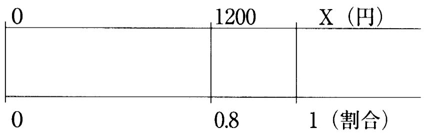
③全体討議・小集団討議（段階⑥）

グループ討議の様子を観察しながら，児童が特に迷った選択肢は②(1200×1.2)，⑤(1200÷0.2)であると判断した。これらは，基準量と「20％引き」への理解が不十分なことによる誤答だと考えた。そこで，まず②(1200×1.2)から取り上げ，その考えを読み合うことから数直線図を板書した。

②(1200×1.2)の考えを読み取り，正答である④(1200÷0.8)と比較検討するために，②の式の基準量，比較量は何なのか，どうして×1.2にしたのかについて話し合って確認したことを板書した。その際，S3のように，葛藤解消に必要な知識を生かして，乗法の意味をもとに説明する姿を引き出すことができた。

その後，正答である④(1200÷0.8)の式について②(1200×1.2)と比較しながら説明するよう促した。

S9：④（1200÷0.8）を考えた人は，基準量を「割引前の値段」と考えたんだと思います。
T：この式（1200÷0.8）から，基準量が「割引前の値段」だとどうしてわかるの？



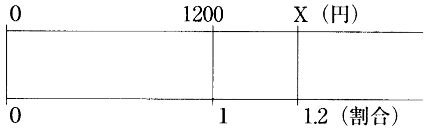
S10：基準量を求めるのはわり算なので，１あたりを求める計算はわり算だから，この式(1200÷0.8)の基準量は，Xなんだと思います。
（中略）

S11：どうして0.8になるのかというと，20％引きということは，１から0.2引くことになるので，1-0.2で0.8だと考えたんだと思います。
S12：関係図にかくとこうなりますよね。だから，X×0.8＝1200で，逆算をして1200÷0.8＝1500(円)になります。

円	X	1200
割合	1	0.8

④(1200÷0.8)の式についても，基準量，比較量の確認をした。また，÷0.8にした理由を除法の意味をもとにしたり，関係図と式を関連付けたりしながら話し合い，②(1200×1.2)の考えと並列して板書に整理することができた。さらにここから，②(1200×1.2)と④(1200÷0.8)を比較検討しながら正答か誤答かを判断し，その理由について話し合いを深めていった。

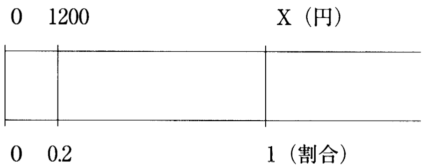
S13：②の1200×1.2は間違いだと思います。
S14：1.2という割合がちがうんだと思います。
T　：（数直線図の1.2を指して）なるほど，じゃあ，この1.2をなおしたらいいってことだね？



S15：ちがいます。それ以外にもあります。
T　：それ以外にもある？じゃあ，どうなおしたらいいのか近くの人と話してごらん。
S　：（小集団討議）
S15：そもそも基準量をなおせばいいと思います。基準量は割引後ではなく，割引前だと思います。

S14の発言を受けて，教師がゆさぶる発問をすることで，基準量の違いに着目させることができた。さらに，児童に特に迷いが見られた⑤(1200÷0.2)を取り上げ，児童の思考をゆさぶった。

T　：なるほど，②1200×1.2は基準量を割引後の1200円にしているから違うということだね。じゃあ，例えば…⑤(1200÷0.2)はどうだろう？だれか，数直線図に表してくれませんか？



T　：ほら，基準量を割引前のXにしているから，⑤(1200÷0.2)は正しいよね？？
S　：えー！いやいや基準量はあってるけど…
（中略）
T　：じゃあ，④(1200÷0.8)と比較しながら正しいか，間違いなのか説明してください。
S16：④(1200÷0.8)と数直線図は問題文と合うけど，⑤(1200÷0.2)だと問題文が「夏のセールで洋服が80％引きで売られていました。」になってしまって，割合が変わってしまうので，間違っていると思います。
S17：⑤(1200÷0.2)は，基準量はあっているんだけど，1200円のときの割合がちがって，この⑤(1200÷0.2)では割引後の割合が，80％引きされたことになって，20％，0.2になっているからちがうんだと思います。

⑤(1200÷0.2)を取り上げ，ゆさぶる発問をしながら，正答である④(1200÷0.8)と比較検討させることで，S16やS17のような「1200÷0.2では，80％引きされたことになる」という「20％引き」との矛盾を指摘する説明を引き出すことができた。これらの説明は，他の児童も納得している様子が見られ，葛藤解消に大きくつながったものと考えられる。

④適用題（段階⑦）

学び合ったことを板書に整理した後，以下のような適用題を実施した。

> 鈴木さんは，お店の月曜安売りの日に食パンを210円で買ってきました。これは，通常価格の３割引きだそうです。
> 通常価格（割引前の値段）はいくらでしょうか。

適用題は，学習したことの日常生活の活用を意識し，食パンの割引場面を扱った。事前の実態把握から配慮を要する児童には個別に質問して理解を確認するなど，机間指導を行った。一部解決に時間がかかる児童もいたが，全員が正しく解答することができた。

（5）授業評価

ここでは，学習過程モデルの有効性について，第３時のパフォーマンス課題およびルーブリックと，調査問題の結果をもとに分析・考察する。

①パフォーマンス課題・ルーブリックによる評価

実験授業後，上述したパフォーマンス課題とルーブリックによる評価を行った（ただし，１名が本時を欠席しているため評価に入れず，児童数は計33名）。その結果，基準Ⅳは26名，基準Ⅲは６名，基準Ⅱは０名，基準Ⅰは１名で，評価規準を達成した児童は計32名であった（表５）。

表５　事前事後のパフォーマンスの変容①

評価基準		事後				
		Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	計
事前	Ⅳ	10	0	0	0	10
	Ⅲ	4	1	0	0	5
	Ⅱ	5	2	0	0	7
	Ⅰ	7	3	0	0	11
	計	26	6	0	1	33

評価規準を達成しているが基準Ⅲであった児童６名は，求め方の説明の中で「0.8」の意味についての説明に不十分な点があったものの，割合の見方をもとに数値を捉えて説明することができていた。グループ討議の様子で先述した学級内で学力に最も課題のある児童S5も，事前では基準Ⅰであったが，事後では基準Ⅲを達成することができた。

基準Ⅰの１名は，事前事後ともに基準Ⅰであった。この児童は，事前では無答であったが，事後では式を1200×1.2と解答した。その説明を読むと，基準量を割引後の値段（1200円）と誤認していることがわかった。適用題の際は，正しく解答できていたが，本質的な理解はできていなかったと考えられる。

そこで，規準達成に至らなかった要因をこの児童の会話記録，調査問題結果，授業観察者からの意見をもとに考察した。結果，グループ討議や全体討議および小集団討議において，児童の発話量が少ない状況を改善できなかったこと，また考え方の比較検討をした後で，再度導き出した結論をまとめ，児童と共に確認する指導が足りなかったことが要因ではないかと考えられる。

グループ討議開始前には，「結論がでたら，一人ひとり説明し合い，聞き合うこと」を確認してはいるが，時間内に結論がでないことのほうが多く，一人ひとりの説明活動は確保しにくい。そのため，全体討議および小集団討議の中で，一人ひとりが説明し，互いに理解を確認し合う活動を教師が意図的に指示していきたい。さらに，比較検討後に学習をまとめる場を大切に扱いたい。

一方，事前の基準Ⅰ・Ⅱから事後，基準Ⅲ・Ⅳに変容した児童が17名いる（表６）。表６は，評価規準を達成しているか否かという視点からルーブリックに基づく児童のパフォーマンスの変容を示したものである。表６から事前と事後における評価規準を達成した児童の比率の差に有意差が認められた（McNemarの検定，$p<.05$）。

表６　事前事後のパフォーマンスの変容②

評価基準		事後		
		Ⅳ・Ⅲ	Ⅱ・Ⅰ	計
事前	Ⅳ・Ⅲ	15	0	15
	Ⅱ・Ⅰ	17	1	18
	計	32	1	33

②調査問題結果の変容

単元終了後，上述の調査問題を再度実施し，葛藤解消に必要な知識の定着に関する事前事後の変容を調べた結果，学習過程モデルを活用した授業が，目指す概念変容のもととなる知識の再定着にも寄与する可能性が示唆された（詳細略）。これは，学習過程モデルによって葛藤の生起と解消の場を保障することで，児童にとっては既習の学び直しを行うことにつながるからだと考えられる。

6．学習過程モデルの改善

ここでは，授業評価により明らかになった指導における課題をもとに，学習過程モデルを再考する。

実験授業では，葛藤抑圧状態が続き，適切な葛藤解消に至らず評価規準に達成しなかった児童がいた。そのため，一人ひとりが理解したことを説明し，互いに聞いて確認し合う小集団活動を教師が意図的に設定するようにしたい。また，同様に評価規準に達成しなかった児童の実態から，正答と誤答を板書で並列させ，比較検討したことで，誤答のほうに強い印象が残る可能性があることがわかった。そこで，比較検討後には本時の学びを振り返りながら，望ましい考え方について整理し，まとめる指導を行うようにしたい。

以上２点の指導は，どちらも段階⑤の「全体討議・小集団討議」で児童の考え方の比較検討をした後に行いたい。そこで，「全体討議・小集団討議」をさらに３つの段階に分け，学習過程モデルを改善したのが図２である。３つの段階は，それぞれ「相互理解」，「比較検討」，「学習まとめ」とした。

【相互理解】

「最も多かった誤答」，「グループ討議で悩みが見られた誤答」，「正答と比較したとき理解の本質にかかわる誤答」などの観点から，正答と誤答合わせて２～３つの求め方を選び，全体討議の場に取り上げる。それぞれの求め方について，「おそらく～と考えて求めたのだろう」と，他者の思考に寄り添って話し合い，理解し合う。

【比較検討】

それぞれの求め方を比較し，共通点，相違点に着目して分類整理したり，考えのよさを明らかにしたりする。互いの考えを一つにまとめることもある。そして，比較検討を通して最もよいと思う求め方を選択する。その際，正答だけでなく誤答だと判断する理由についても全体や小集団で討議できるようにすることで，全員の児童の適切な葛藤解消をめざす。

【学習まとめ】

学習過程を振り返り，一人ひとりが理解したことを説明し，互いに聞いて確認し合う小集団活動を行う。そして，学習を通して導き出した概念的知識や手続き的知識を整理し，言葉でまとめることで，児童が新たな概念を形成できるようにする。

「全体討議・小集団討議」を３つの段階に整理することで，概念変容にむけて教師が「全体討議・小集団討議」をより意図的に仕組むことができ，より効果的な指導につながると考えている。

7．成果と今後の課題

本稿では，認知的葛藤の生起と解消の場を保障するために考案した学習過程モデルの有効性を，実験授業を通して検証することが目的であった。結果として，事前と事後における評価規準を達成した児童の比率に有意差が認められたことや，調査問題の変容からも，考案した学習過程モデルの有効性が示唆された。特に，基礎学力に課題のある児童にも有効に働く可能性が示唆されたことは成果として強調したい。さらに，評価規準に達成しなかった児童の分析から学習過程モデルを改善できたことも成果としたい。

最後に，今後にむけた本研究の課題ついて述べておく。まず，今回の指導では評価規準に達しなかった児童への指導や支援が不十分であった。今後も指導と評価の観点から授業づくりに取り組む必要がある。また，学習過程モデルをもとにした実践研究を通して，モデルの改善を今後も継続していく。そして，学習過程モデルがどんな領域，単元，学習場面に活用できるのかについても教材研究を深めていきたい。

さらに，実践研究を通して認知的葛藤の解消に有効な児童のコミュニケーションについても徐々に明らかになってきた。学習過程モデルの段階ごとに目指す児童のコミュニケーションを位置づけ，その姿を引き出す指導の手立てを明確にしていくことが，本研究の最終目的である，算数科授業における認知的葛藤を生起させ，解消するための指導原理の明確化につながるものと考える。

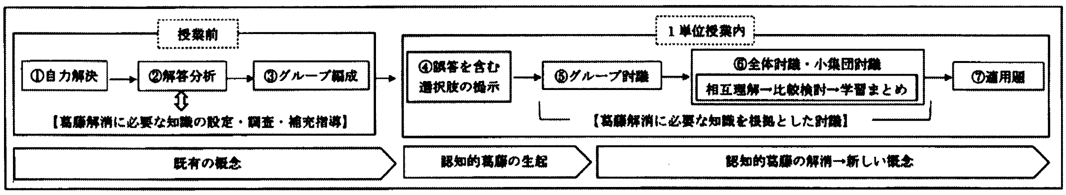


図２　認知的葛藤の生起と解消の場を保障する学習過程モデル（改善）

注

1）本稿では，概念変容という考え方を，「学習に先行する知識を重視し，新しい数学的知識は先行知識に付加されるのではなく，様々なレベルでの知識の再構成によって学習が成立することを主張するもの」（真野，2011）と捉えている。

2）本稿では，認知的葛藤を，「相対立するシンボル反応パターン間の葛藤，すなわち信念，態度，思考，観念間の葛藤のこと」（Berlyne, D. E. 1970）と捉えている。

引用および参考文献

Berlyne, D. E.（1970）『思考の構造と方向』, 明治図書 .

出口拓彦（2001）「グループ討議における相互作用とグループの構造・構成との関連—成員の対人関係に着目して—」，名古屋大学大学院教育発達科学研究紀要，第48巻，pp.17-28.

原田耕平（1991）「学校数学における子供の misconception の克服を基盤にした教授法の枠組み－ Balacheff の教授理論を手掛りとして－」日本数学教育学会誌 . 臨時増刊，第73巻，pp.3-15.

磯部年晃（2011）「全国学力・学習状況調査から明らかになった割合に関する指導の課題と展望」，日本数学教育学会誌，第93巻，第12号，pp.22-30.

礒田正美（1996）『多様な考えを生み練り合う問題解決授業』，明治図書.

町岳・中谷素之（2013）「協同学習における相互作用の規定因とその促進方略に関する研究の動向」，名古屋大学大学院教育発達科研究紀要，第60巻，pp.83-93.

真野祐輔（2011）「算数・数学学習における概念変容に関する基礎的研究—「数」領域の展開を中心に—」，日本数学教育学会誌，臨時増刊，数学教育学論究，第94巻，pp.5-14.

中原忠男（1995）『算数・数学教育における構成的アプローチの研究』，聖文新社 .

岡崎正和（1995）「均衡化理論に基づく数学的一般化における理解の成長に関する研究—数学的一般化の理解モデルの構築—」，数学教育論文発表会論文集，第28巻，pp.7-12.

岡崎正和（1996）「拡大均衡化モデルの規範性について—指導原理含意性を中心として—」，数学教育論文発表会論文集，第29巻，pp.229-234.

大滝孝治（2012）「数学的ミスコンセプションの弾性に関する一考察」，全国数学教育学会誌，第18巻，第2号，pp.115-121.

盛山隆雄（2015）『算数授業研究』，東洋館出版，第97巻，pp.2-3.

盛山隆雄（2014）『新しい算数研究』，東洋館出版，10月号，pp.8-11.

高淵千香子（2011）「分数の乗法における意味の拡張に関する実践的研究」，全国数学教育学会誌，第17巻，pp.143-157.

田端輝彦（2012）「割合のつまずきに関する一考察－全国学力・学習状況調査の結果をもとに－」，『続・新しい算数数学教育の実践をめざして：杉山茂吉先生喜寿記念論文集 / 杉山茂吉先生喜寿記念論文集』，東洋館出版社.

玉田れい子（1994）「社会的相互作用における葛藤の意義－構成主義に基づく授業の創造（Ⅲ）－」，数学教育論文発表会論文集，第27巻，pp.191-196.

手島勝朗（1994）「認知的葛藤の生成と解消－対角線の存在性をめぐって－」，数学教育論文発表会論文集，第27巻，pp.65-70.

Wiggins, G. & McTighe, J. (2005) *Understanding by Design, Association for Supervision and Curriculum Development*, pp.13-34.

山口武志（1993）「数学的概念の形成過程における不整合に関する研究—不整合の類型化とそれを視点とした概念形成過程に関する一考察—」，数学教育論文発表会論文集，第26巻，pp.199-204.

山口武志（1994）「数学的概念の形成過程における不整合に関する研究—不整合を視点に取り入れた教授＝学習過程に関する一考察—」，数学教育論文発表会論文集，第27巻，pp.287-292.