

授業における多様な考え方の比較検討方法の違いが児童の課題解決に及ぼす影響

教育内容開発コース 鈴木 豪

Comparing Multiple Ideas in Pupils' Problem Solving

Go SUZUKI

This study compared the effects of using two methods for comparing ideas in pupils' problem solving during a mathematics class. Thirty-five fifth graders were assigned one of the two groups involving different methods. The pupils in Method 1 group first found similarities between four ideas individually and then discussed similarities and differences between those ideas. The pupils in Method 2 group first ranked the four ideas individually and then discussed which idea is the best. After the class, all the pupils individually solved two problems that required them to select the most appropriate idea and to explain their reasons behind that selection. The result showed that more pupils in Method 1 group referred to other ideas in the explanation of why they selected a particular idea.

目 次

- | | |
|----------------------|---|
| 1 問題と目的 | 2 事後課題B |
| A 解法の比較検討とその後の課題解決 | 3 事後課題C |
| B 教室場面における討論 | 4 考察 |
| C 倍と差による大きさの表現 | A 仮説の検討 |
| D 本研究で実施する授業および課題の概要 | B 共通点・相違点と順序づけを考えることの影響 |
| 1 授業中課題 | C 教育実践への示唆 |
| 2 事後課題A | D 本研究の限界と今後の課題 |
| 3 事後課題B | 5 文献 |
| 4 事後課題C | 付記 |
| E 本研究の仮説 | 1 問題と目的 |
| 2 方法 | |
| A 研究参加者 | 生徒が多様な解法を発表、検討し、教師がそれをよりよいものにしていく授業形態は、国際比較から日本の算数・数学授業の特色と見なされてきた (e.g., Stigler, & Hiebert, 1999)。一方で、日本の授業における特徴の一つとして、授業の「まとめ」の存在も指摘されている。「まとめ」の機能の一つとして、「授業内容についての重要な点を要約・強調すること」があるとされる (清水, 2010)。 |
| B 授業の流れ | 教師によって最も良いとされる解答や解法への収束が行われることで、子ども自身が知識を関連づける機会が十分に確保されないのではないかとすることも懸念される (藤村, 2012; 小田切, 2012)。 |
| 1 全体的な概要 | |
| 2 個別解決 | |
| 3 全体討論 | |
| 4 事後課題 | |
| 3 結果 | |
| A 授業の様子 | |
| 1 共通相違群 | |
| 2 順序づけ群 | |
| B 事後課題 | |
| 1 事後課題A | |

教師が明示的に最も良い解答や解法への収束を行わなくとも、「どの解法が一番良いと思うか？」等の問いかけは、比較検討を方向づけることになると考えられる。教師の発問により、明確な指示がなくとも、藤村 (2012) や小田切 (2012) が指摘したような懸念は発生し得ると考えられる。本研究では、授業における多様な考え方の比較検討方法の違いが、児童の課題解決に及ぼす影響を検討する。

A 解法の比較検討とその後の課題解決

多様な解法を比較することで、学習が促進されるかが検討されてきている。例えば、Rittle-Johnson & Star (2007) は、7年生を対象とし、2種類の一次方程式の解法（すべて展開してから計算する解法、展開をせずにまとめて計算してから展開を行う解法）について、比較しながら学習する場合と、一つずつ順番に省察しながら学習する場合の学習効果の比較を行った。その結果、解法を比較しながら学習する方が、一つの方程式についての多様な解法があること、早く簡単に計算できる解法がどのようなものであるかを解答できるようになった。

Rittle-Johnson & Star (2007) が検討したのは、一次方程式の解を求める計算順序という、解法は複数あるが、解は同一になるものであった。Star & Rittle-Johnson (2009) は、Rittle-Johnson & Star (2007) の研究を拡張し、5, 6年生を対象として、1～3桁の整数同士の積を概算する方法について、複数解法の比較することの効果を検証した。2種類の方法（例えば、1の位を切り捨てて積を求める方法と1の位で四捨五入してから積を求める方法）をワークシート上で比較しながら学習する群と、順番に学ぶ群が設定され、その後の課題成績が比較された。その結果、事後テストと保持テストにおいて、比較を行った群の方が、より柔軟な課題解決ができていた。

以上のように、複数の解法を扱い比較を行うことによって、柔軟な方略選択ができるようになる事が、先行研究により示されてきた。Rittle-Johnson & Star (2007) や Star & Rittle-Johnson (2009) の研究は、計算の手順や概算方法という、課題解決をするための手続きのスキルに関する研究であったと解釈できる。

一方で、鈴木 (2014, 2015) は、データを見て判断し、その理由を解答させるという、手続きのスキルの当てはめだけでは解決できない課題による検討を行った。また、鈴木 (2014, 2015) では、同じ情報に対しての比較検討方法の違いを検討した。具体的には、「最

も良い考え方を選ぶ」という比較検討方法と、「共通点・相違点を考える」という比較検討方法による検討が行われた。

鈴木 (2014) は、小学生5年生を対象として個別面接調査を行い、「多様な考え方（代表値）の比較検討方法の違いが課題解決に及ぼす影響を検討した。平均などの4種類の代表値を用いた考え方が介入課題において示され、児童が (i) 代表値間の共通点や相違点を検討する、(ii) 最も適切な代表値を選び、その理由を考える、の2種類の検討方法のいずれを経験したかの違いによって、事後課題解決に差異がみられるかを検討した。

鈴木 (2014) では、(a) 外れ値があるときに次の値を予想する課題、(b) 2種類のデータについて大小を比較する課題、の事後課題が用いられた。結果として、(a) の課題で外れ値を含んだ平均を用いなかった児童について、(b) の課題で、データを比べる際に、複数の比較方法を自発的に用いることができた児童が、共通点・相違点を考える検討方法を経験した児童で多かった。共通点・相違点を考える検討方法を行った場合のほうがより柔軟に多様な観点から課題を解決できることが示された。一方でその効果は、事後課題 (a) で平均という既習内容以外の方法を使おうとした児童に限られた。

鈴木 (2015) は、鈴木 (2014) で差異が見られたのが、一部の児童を分析対象にした場合に限られた要因として、比較的短時間での個別介入において、児童が比較検討対象を十分に理解できなかった可能性を指摘した。そこで、鈴木 (2015) は、介入課題において、代表値と対応するグラフを示すこと、共通点を探してから相違点を探すという順番に固定する、という手続きの改善を行った。その結果、鈴木 (2014) と同様の2課題それぞれについて、全児童を分析対象にした場合でも、共通点・相違点を探す介入を行う群の方が、より成績が良くなることが示された。

複数の考え方を比較検討する際に、共通点や相違点を考えるという検討方法を行う方が、最も良い考え方を選ぶ方法よりも、多様な方法・視点からの課題解決を促進することが示された。鈴木 (2014, 2015) では、調査対象となった児童は、平均を既習であったため、最も良い考え方を選ぶ検討方法を行った児童は、平均のみを用いやすかったと推察される。特に一部の解法が既習である場合に、藤村 (2012) や小田切 (2012) の指摘した懸念が実際に起こりうるものであることが示されたと考えられる。

B 教室場面における討論

鈴木 (2014, 2015) の研究は、個別面接形式で研究を行うことにより、より統制された状況で児童の課題解決を検討した点で意義があると考えられる。しかし、例えば、教師から発問が行われる、他者の意見を聞く機会がある等、より実際の授業場面に近い状況での検討は行われていない。そこで、本研究では、2種類の多様な考え方の比較検討方法を用いた授業を実施することで、比較方法の違いによる影響が授業場面でも見られるかを検討する。

授業において、多様な考えを比較検討する場面を設定すると、ペアや小グループによる討論や説明活動や教室全体での検討という形式が考えられる。

河崎・白水 (2011) は、算数の混み具合の比較の授業において、単位あたり量を用いて混み具合を比較する規範解法のみが提示する条件と、引き算を用いて混み具合を比較する非規範的な解法も提示される条件の比較を行った。その結果、ペアでの解法説明活動を行うことで、規範解法・非規範解法の両者を提示する条件においてより促進効果が見られたことから、他者への説明を行うことの効果が示唆された。また、橘・藤村 (2010) は、高校生を対象として、図形の分割を行う方略の変化を検討した。その結果、ペアで解決する方が、単独で解決を行うよりも複数の知識を関連づけて包括的に説明する方略への質的変化が生じやすいことが示された。

河崎・白水 (2011) や橘・藤村 (2010) の研究はペアでの協同過程を検討したものであった。他者への説明活動による促進効果を考慮すると、すべての参加者に同程度の発言機会を確保しやすいペアでの協同活動には利点があると考えられる。また、研究として分析を行うことを前提とした場合には、個別の解決プロセスを検討しやすいという利点もある。しかし、ペアごとに既有知識などが不均一である可能性を考えると、すべての子どもに同等の学習機会を確保するという観点からは、ペアでの協同のみを用いた教授方法には弱点もあると考えられる。

例えば、藤村・太田 (2002) は、単位量あたりの大きさ単元の導入授業において、従来の教授方略と、倍数関係に依拠した教授方略との比較を行った。その中で、倍数関係に依拠した教授方略がとられた授業において、教室全体での検討場面における非発言者と発言者の方略変容を検討した結果、非発言者であっても発言者と同様に方略の変化が見られることが示された。

また、小田切 (2012) は、高校生の指数関数の授業

において、全体討論という形での協同過程を通じた生徒の理解のプロセスを分析した。その結果、教師から精緻な説明がなされ、全体討論の行われない統制群よりも、全体で討論を行い、生徒の考え方間の関連づけが行われる実験群の方が、課題においてより正確な記述ができ、知識の再構造化が促されることが示された (小田切, 2012)。

以上を参考とし、本研究では、個別にワークシート上で比較検討を行った後に参加児童全体で討論を行う形での授業実践を行い、その影響を検討することとした。

C 倍と差による大きさの表現

本研究における授業では、ある物体の大きさを表す差異の「倍」と「差」を用いた表現をテーマとした。日常的に、「AはBのX倍もの大きさがあります」や「AはBをXも上回っています」といったAの大きさを表すためにBという比較対象との差異を使った表現は、多くの人が見聞きする経験があると思われる。また、そのような表現は、グラフなどの図を伴うことも多いと推察される。

グラフなどの図は、空間的な配置に意味を含めることができることから、文章で同じ情報を表すよりも認知的負荷が少ないとされ (Larkin & Simon, 1987)、文章理解を助ける効果 (e.g., 岩槻, 2006) 等が示されている。その他にも、グラフの読解について、多くの研究がなされてきた (レビューとして、Shah & Hoeffner, 2002など)。

グラフは視覚的に情報を表すことができる点で、理解を助けることがある。一方で、グラフは意図的に数値の見え方を操作することも可能である。例えば、グラフが表す差異の部分を拡大し、他の部分を縮小したり削除したりすることで、差異が与える印象を過大に表すことができると考えられる。

実際にそのようなグラフが用いられた課題として、PISA (OECD生徒の学習到達度調査) の2000年、2003年の調査における数学的リテラシー公開課題がある。この課題は、「盗難事件」課題と呼ばれる棒グラフとその解釈に関する課題であった (国立教育政策研究所, 2001, 2004)。ある2カ年の盗難事件の件数が、棒グラフで示され、これを見たレポーターの説明として「盗難事件が激増しています」というコメント文が付加された。回答者は、そのコメントの適切性の判断および判断の理由を回答するものであった。一見して、棒グラフには大きな差異があるように見えるが、

途中が省略されているため、実際の差異は、省略されたグラフを含めた全体と比べると小さい。正答の一例は、「棒グラフが省略されているので、グラフの差（増加量）が大きく見えていることを説明する」や「具体的な増加量が、全体量と比べると大きくない」ことを説明すること¹⁾であった。

この課題に正答するためには、(1)2本の棒グラフで示される数値から、グラフの見た目でない具体的な差異を読み取る、(2)その差異を全体量と比較し、差異が大きくない（省略されているので大きく見える）ことを説明する、という2段階のプロセスが存在すると考えられる。この課題について適切に回答できるようになるために、グラフ間の差異を「差」（一方はもう一方よりどれだけ大きい）と「割合」（一方はもう一方の何倍か）の両方から評価することが有効なのではないかと考えられる。

倍数表現と差を用いた表現の違いを検討することは、基準量と全体量の関係の理解を深めることにも繋がると考えられる。例えば、「X倍」という表現についてXの数値が大きくても、実際の差異は小さい可能性も考えられる。全体量と基準量を意識させる取り組みは、低学年から必要であるという指摘もあり（加固、2015）、「倍」と「差」に着目し関連づけを行う授業の意義は小さくないと考えられる。

D 本研究で実施する授業および課題の概要

本研究では、ある高さについて「AはBのX倍の高さがある」という表現方法と、「AはBよりY m高い」という表現方法について、共通点を中心に整理する授業を受ける群（共通相違群）と、「どの表現方法がよいか」という順序づけを行う授業を受ける群（順序づけ群）の比較を行う。授業は、個別解決（共通点の探索や順序づけ）をした後に全体での討論を行う。個別解決を先に行うことで、すべての参加児童が、自ら比較を行う機会を確保する。なお、共通相違群においては、個別解決の時点では共通点のみを検討する。個別解決時点で、相違点を考えるように指示を出すことで、児童が他の解法より優れている点や劣っている点を探し、順序づけを行う場合と処理の差異が少なくなる可能性を考慮したためである。共通相違群の全体での討論では、共通点および相違点から考え方を整理することとした。

本研究で実施する授業中とその後に実施した課題の概要は以下の通りである。

1 授業中課題

授業中に児童が取り組んだ課題の題材は、両群とも共通であった。課題はA3サイズの課題提示用紙に印刷された。課題提示用紙の左側半分には、「世界遺産にも登録された富士山の高さは3776mあります。たかしさんたちは、富士山の高さを全国の人にわかりやすく伝えるためのポスターを作っています。たかしさんたちは、3776mという高さは、すぐにはどのくらいかわかりにくいので、ほかのものと比べて表すことにしました。下のようなポスターです。フキダシの中に男の子が富士山の高さを説明する言葉を書く予定です。どのような言葉がよいか、班の4人に意見を聞きました。」という文章、およびフキダシのついた子どものイラストが印刷されていた。

課題提示用紙の右側半分には、4人の意見として、以下のようなセリフを書いたら良いのではないかと、という内容が印刷された。(1)「富士山は、校庭の木より約3771m高いです。」(2)「富士山は、東京スカイツリーの約6倍の高さがあります。」(3)「富士山は、校庭の木の約755倍の高さがあります。」(4)「富士山は、東京スカイツリーより約3100m高いです。」これらの4種類の意見について、参加児童が共通点や順位を記述するため、A4サイズのワークシートが用意された。

共通相違群では、児童は、4つの意見の共通点を記述し、順序づけ群では、最も良いと思う意見および2番目に良いと思う意見を選択し、その理由を記述した。

2 事後課題A

事後課題Aは授業直後に実施された。事後課題Aは、鈴木（2015）で使用された、省略された棒グラフとそれに対するレポーターの説明に対する適切・不適切の理由を説明する課題であった。

3 事後課題B

「X倍」という表現が必ずしも大きな差を表さないことを説明できるかを問う課題であった。事後課題Aとは異なり、グラフはなく、文章のみを読み、回答する課題であった。

4 事後課題C

授業中で扱う課題と類似の課題であった。ある高さについて「AはBのX倍の高さがある」という表現方法と、「AはBよりYメートル高い」という表現方法について、児童が良いと思うものを選択し理由を回答するものである。課題は2題で実施された。

E 本研究の仮説

共通相違群の方が順序づけ群より、「倍」「差」の関

連づけを行いやすいため、事後課題Aにおいて、差異が省略により強調されている棒グラフにおいて、具体的な数値に言及して説明する割合が高くなるだろう(仮説A)。

事後課題Bにおいて、共通相違群の方が、「倍」が必ずしも大きな差異を表すとは限らないことを説明できる割合が高いと推察される(仮説B)。

加えて、共通相違群の方が、授業において、「倍」と「差」を用いた表現について並列に考えるため、事後課題Cにおいて「倍」や「差」を用いた表現方法について、どれがよいか柔軟に選択する確率が高まると予想される。一方で、順序づけ群では、特定の方法が一貫して用いられる傾向が強くなると推察される(仮説C1)。また、共通相違群では、自らが選ばなかった選択肢についてもより多く関連を吟味するため、選択理由において、他の選択肢にも言及した説明が多くなると推察される。一方で、順序づけ群は、選択した表現方法の良さのみに言及した回答が多くなると推察される(仮説C2)。

2 方法

A 研究参加者

静岡県内の公立小学校5年生の1学級を対象とした。学校長および、学級担任から許可を得た上で実施した。実施時期は2014年12月であった。学級担任は、教師経験が約10年程度であった。授業実施日以前に学級担任に依頼し、普段の学習態度、学習成績、直前に実施された市の学力調査結果、人間関係等を勘案した上で可能な限り等質となるように児童を2グループに分けてもらった。一方を、順序づけ群(N=18)、もう一方を共通相違群(N=17)として設定した。

B 授業の流れ

1 全体的な概要

授業は、1時間内に、2群を入れ替える形で同一の教室、教師によって実施された。それぞれの群において、個別解決およそ7分間、全体討論およそ13分間の計20分間で授業が実施された。ただし、共通相違群の事後課題Aは、別教室で実施された。大まかな流れをTable 1に示した。授業直後に事後課題A、翌日の算数授業の時間に事後課題B、Cが実施された。

筆者は、「学校の授業について勉強をしている」として授業開始前に学級担任から紹介され、授業中は主に教室後方に位置し、フィールドノーツおよびICレコーダーによる記録を行った。

2 個別解決

授業開始時の手続きは、両群とも共通であった。教師が黒板にワークシートの課題部分を拡大印刷した紙を張り出し、問題を読み上げた。次に、ワークシートを配布し、7分間で自分の考えを記入するように求めた。個別解決中は、他の児童と相談せず、自分の考えたことを書くように求めた。

- (a) 共通相違群：共通相違群では、ワークシートには、「4人の意見で似ている組み合わせはありますか?」という問いと「誰と誰が似ているか」「どんなところが似ているか」を記入するための枠が2つ設けられた。時間の制約から枠は2つとしたが、他にも書きたいという場合は、裏面や枠外に書くことを教師が許可した。
- (b) 順序づけ群：順序づけ群では、ワークシートには、「4人の意見の中で、よい意見はどれでしょうか? 1番目によい意見と、2番目によい意見がどれか考えてみましょう。」という問いと「誰の意見が1(2)番目に良いか」「どうして、そう思ったか」を記入するための枠が設けられた。

3 全体討論

個別解決時間の終了後、教師が合図をし、全体での

Table 1 授業の流れ

日付	共通相違群	順位づけ群
当日	個別解決 全体討論	(空き教室で自習)
	(入れ替え)	
	事後課題A (空き教室で自習)	個別解決 全体討論 事後課題A
翌日	事後課題B, C	事後課題B, C

注) 共通相違群の事後課題Aおよび、両群の自習は、その時間の担当授業のない教師に監督を依頼した。

討論に移った。両群とも、教師が挙手によって意見を求め、それを板書しつつ他の児童の意見を聞きつつ検討を行った。教師の発問や討論の流れは、群ごとに以下のようなものであった。

- (a) 共通相違群：児童がワークシートに記述した共通点を挙げさせ整理を行った。共通点に関する意見が出なくなった段階で、相違点の検討を行った。
- (b) 順序づけ群：児童が1番目、2番目に良いとしたものについて討論を行った。複数の児童の意見を聞きつつ、教師はどの意見が良いといえるのか、児童の発表した根拠を整理した。

4 事後課題

- (a) 事後課題A：授業終了直後に実施された。事前課題と同型の課題を用いた。省略された棒グラフによって、浜松市と宇都宮市の餃子消費量（総務省統計局, 2014）が示された。そのグラフに対して「2014年の餃子消費量は、宇都宮市の方がものすごく多かった」という説明に対する、適切性の判断と理由が問われる課題であった。
- (b) 事後課題B：授業の翌日の算数授業時間中に実施された。「A交差点では、一昨年に比べて去年の交通事故件数が2倍になったそうです。それを聞いて、たかしくんは、『A交差点はとても危険になったんだね。』と言いました。A交差点は危険になったのでしょうか？」という問いに対し、(a) 危険になった、(b) 変わらない、(c) 安全になった、(d) これだけではわからない、の選択肢から一つを選び、理由を回答するものであった。変化前の数が不明であるため、「2倍」が必ずしも大きな増加を表すとは限らない。「(d) これだけではわからない」を正答として設定した。
- (c) 事後課題C：授業の翌日の算数授業時間中に実施された。「次のものの高さをわかりやすく他の人に伝えたいとき、『どんなものと』『どのように』比べたらわかりやすいでしょうか？よいと思う番号に○をつけて、どうしてそれが良いと思ったか理由を書きましょう。」という教示が印刷されていた。

事後課題C1は、「東京スカイツリーの高さを、フランス人に伝えるとき…」に対し、「1. エッフェル塔の約2倍の高さです」「2. エッ

フェル塔よりも約330m高いです」「3. 奈良の大仏の約42倍の高さです。」「4. 奈良の大仏よりも約619m高いです。」から回答の一つを選び、選んだ理由を記述するものであった。

授業中の検討から、フランス人がイメージしやすく、計算も容易である1が選択されることが期待された。

事後課題C2は、「横浜ランドマークタワーの高さを浜松の人に伝えるとき…」に対し、「1. 浜松アクトタワーの約1.4倍の高さです。」「2. 浜松アクトタワーよりも約100m高いです。」「3. 札幌時計台の約15倍の高さです。」「4. 札幌時計台よりも約276m高いです。」から回答の一つを選び、選んだ理由を記述するものであった。

浜松の人にとって、札幌時計台はイメージしにくいと考えられるため、選択肢1または2が選ばれる可能性が高いと予想された。選択肢1の「1.4倍」は小数の計算が必要であることから、わかりやすさの点から考えると、事後課題C1の選択肢1と比べると、倍で表す有効性が低いと考えられる。柔軟に表現方法を選択するという点に関して、この事後課題C2において、選択に差異が見られるのではないかと予想し、課題を設定した。

3 結果

A 授業の様子

1 共通相違群

まず、児童が挙げた共通点は、「○○m高い（足し算・引き算を使っている）」「倍の高さ（何倍で表している）」という「差」「倍」の表現に着目した共通点、「東京スカイツリーをもとにする量にしている」「校庭の樹をもとにする量にしている」という4種類であった。教師は、共通点を板書し、すべての参加児童が確認できるようにした。

上記の共通点について意見が出揃った段階で、教師は、「倍という言葉で表しているけど、数字は違うね」と相違点について発言した。その後、児童から「もとにする量が違う。校庭の木は低くて、スカイツリーは高いから、数字が違う」という発言が見られた。また、「スカイツリーは、6倍で比べるのにちょうどいい」という数値としてのわかりやすさに着目した発言も見られた。

2 順序づけ群

まず、児童が「1番目に良い」として挙げたのは、「富士山は、東京スカイツリーの約6倍の高さがあります」であった。その理由として、「校庭の木は、この小学校の人しか知らない。3100m高い、より6倍のほうがわかりやすいから」という内容が発言された。その後、「掛け算を習っていない小さな子どもには、3100mという表現の方がわかりやすい」という意見も別の児童から出された。

その後、さらに別の児童から「スカイツリーを6個つなげればいいので6倍の方がイメージしやすい」「3100という数字も大きいから、6倍の方が簡単だ」という反論がなされ、規定の時間になったため議論は打ち切られた。

B 事後課題

1 事後課題A

事後課題Aについて、グラフが表す具体的な数値について言及したか否かで集計を行った (Table 2)。Fisherの正確確率検定 (両側検定) の結果、群間の差は見られなかった ($p=1.00$, $\phi=.023$)

Table 2 事後課題Aにおいてグラフの具体的な数値に言及したか否かの集計

群	言及あり	言及なし	計
共通相違群	10	11	21
順序づけ群	7	7	14
計	17	18	35

2 事後課題B

事後課題Bにおいて、回答別に集計を行ったのが、Table 3である。「交差点が以前より安全になった」と判断した児童はいなかったため、残りの回答について、群と回答の関連について、Fisherの正確確率検定 (両側検定) により検討したところ、群間の回答の偏りは有意でなかった ($p=.611$, $V=.042$)。

Table 3 事後課題Bの群別の回答集計

群	危険 ^a	不変 ^b	安全 ^c	不明 ^d	計
共通相違群	9	0	0	8	17
順序づけ群	11	1	0	6	18
計	20	1	0	14	35

- a) 「危険になった」という回答。
- b) 「かわらない」という回答。
- c) 「安全になった」という回答。
- d) 「これだけでは分からない」という回答。

3 事後課題C

事後課題Cについて、まず、「倍」と「差」どちらを選択したかに着目し、集計を行った (Table 4)。Fisherの正確確率検定 (両側検定) により検討したところ、それぞれの課題について、群間の偏りは有意でなかった (事後課題C1: $p=.486$, $\phi=.176$; 事後課題C2: $p=.505$, $\phi=.042$)。

次に、事後課題C1およびC2で選択された表現が、「倍」「差」で一貫していたかどうかの集計を行った (Table 5)。Fisherの正確確率検定 (両側検定) により検討したところ、群間の偏りは有意でなかった ($p=.500$, $\phi=.149$)。

Table 5 事後課題C1およびC2で選択した表現が一貫したか否かの集計

群	一貫	非一貫	計
共通相違群	11	6	17
順序づけ群	9	9	18
計	20	15	35

さらに、選択理由について、他の選択肢への言及を行っているか否かを集計した (Table 6)。その結果、事後課題C1、C2のいずれにおいても、共通相違群の方が、理由を述べる際に他の選択肢への言及を行う割合が大きかった (事後課題C1: $p=.019$, $\phi=.420$; 事後課題C2: $p=.012$, $\phi=.450$)。

Table 4 事後課題Cで倍と差のいずれの表現が選択されたかの集計

群	事後課題C1		事後課題C2	
	倍を利用	差を利用	倍を利用	差を利用
共通相違群	16	1	8	9
順序づけ群	18	0	11	7
計	34	1	19	16

Table 6 事後課題Cにおける選択理由内の他の選択肢への言及の有無の集計

群	事後課題C1			事後課題C2		
	言及あり	言及なし	計	言及あり	言及なし	計
共通相違群	5	12	17	9	8	17
順序づけ群	0	18	18	2	16	18
計	5	30	35	11	24	35

4 考察

A 仮説の検討

事後課題Aの解答において、グラフが表す具体的な数値に言及して説明する割合は群間で差異が見られず、仮説Aは支持されなかった。

事後課題Bにおいて、解答の分布に群間で差異は見られず、仮説Bは支持されなかった。

事後課題Cにおいて、「倍」「差」のいずれかを一貫して選択する児童の割合に群間で差異は見られず、仮説C1は支持されなかった。一方で、事後課題C1, C2のいずれにおいても共通相違群の方が、児童が選択した選択肢以外にも触れながら理由を説明する割合が高く、仮説C2は支持された。

B 共通点・相違点と順序づけを考えることの影響

本研究では、授業中で扱われた課題に近い、事後課題Cにおいて、他の選択肢にも触れながら説明を行うことについて、群間の差異が見られた。共通相違群では、授業中に共通点・相違点を中心に検討を行うことにより、他の選択肢との関連づけを考えて説明する必要性が認識されやすくなった可能性がある。一方で、順序づけ群では、順位をつけるという作業を行ったため、自ら選んだ選択肢の良さのみを説明するにとどまる児童が多かったと推察される。共通点・相違点の検討により、他の選択肢との関連を含めて、自らの選択理由を述べる事が促進される可能性が示唆された。

一方、仮説A, Bは支持されなかったように、両群の差異は一部に見られるに留まった。その要因として、事後課題AやBは、本研究で実施した授業内容とは直接的な類似性はなく、比較的遠い転移を求める課題であった。そのため、20分間では、実施時間が充分でなかった可能性が考えられる。また、本研究では、順序づけ群において教師から順位を確定させることはせず、また、どれが最も良いかという結論が出る前に制限時間となってしまった。そのため、順序づけという比較検討方法の影響が現れにくかった可能性も考

えられる。

C 教育実践への示唆

本研究では、少なくとも他の選択肢を考慮しつつ説明を行うという点について、両群に差が見られた。多様な考え方を関連づけ、理解を深めるためには、より多様な考え方について、吟味する必要がある。そのような志向性の一端が、他の選択肢と関連づけながら説明をするという点に現れていると仮定すると、鈴木(2014, 2015)で見られた、共通点・相違点から多様な考え方を整理することの有効性が、授業場面においても示唆されたと考えられる。

一方で、教師や学級での討論を通じて、順位づけが行われれば、より上位の考え方に権威付けが発生し、児童が他の考え方に着目しにくくなる可能性が考えられる。本研究では、差異は一部に留まったが、順位づけのような比較検討法を繰り返し経験することで、一見して有効でない選択肢についての吟味が不十分になる可能性も考えられる。

D 本研究の限界と今後の課題

本研究で見られた群間差は、分析対象を限定した場合に限られた。その原因として、主に以下の二つが考えられる。第一に、先にも述べたが、介入時間が個別解決時間を含めても20分間程度と、比較的短時間に制限されていたことである。本研究では、一つの学級を二分し、同一の教師による実践を試みたことで、群間の等質性は高まったと考えられるが、空き教室の確保等により介入時間が制限された。今後、より多くの時間を用いて検討する必要があるだろう。

第二に、事後課題AやBが、授業内で扱われた内容から比較的遠い転移を求められる課題であったため、授業における影響が直ちに現れにくかった可能性がある。授業内の文脈により近い課題を増やすことで、より効果を明確に捉えることができる可能性がある。

5 文献

- 藤村宣之 (2012). 数学的・科学的リテラシーの心理学 ——子どもの学力はどう高まるか—— 有斐閣
- 藤村宣之・太田慶司 (2002). 算数授業は児童の方略をどのように変化させるか——数学的概念に関する方略変化のプロセス—— 教育心理学研究, 50, 33-42.
- 岩槻恵子 (2006). 説明文理解時の状況モデル構築におけるグラフの役割——なぜ図は理解を促進するのか—— 心理学研究, 77, 342-350.

- 加固希支男 (2015). 基準量を意識させる第一学年「大きさ比べ」の指導——「割合的な見方」を養うことを目指して—— 日本数学教育学会誌, 97(2), 2-10.
- 河崎美保・白水 始 (2011). 算数文章題の解法学習に対する複数解法説明活動の効果——混み具合比較課題を用いて—— 教育心理学研究, 59, 13-26.
- 国立教育政策研究所 (2001). 生きるための知識と技能 OECD生徒の学習到達度調査 (PISA) 2000年調査国際結果報告書 ぎょうせい
- 国立教育政策研究所 (2004). 生きるための知識と技能 2 OECD生徒の学習到達度調査 (PISA) 2003年調査国際結果報告書 ぎょうせい
- Larkin, J. H., & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11, 65-99.
- 小田切 歩 (2012). 数学授業における協同過程が高校生の指数関数的変化についての理解に及ぼす効果とそのプロセス 教育心理学研究, 60, 416-429.
- Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. *Journal of Educational Psychology*, 99, 561-574.
- Shah, P., & Hoeffner, J. (2002). Review of graph comprehension research: Implications for instruction. *Educational Psychology Review*, 14, 47-69.
- 清水美憲 (2010). 優れた授業の特徴を探る——「まとめ」の形態と機能の国際比較—— 清水美憲 (編著) 授業を科学する——数学の授業への新しいアプローチ—— 学文社 pp. 182-201.
- 総務省統計局 (2014). 家計調査年報1家計収支編平成25年版 日本統計協会
- Star, J. R., & Rittle-Johnson, B. (2009). It pays to compare: An experimental study on computational estimation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102, 408-426.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: Free Press.
- 鈴木 豪 (2014). 多様な考え方の検討方法の違いが小学生の数学的問題解決に及ぼす影響——共通点・相違点を考える場合と最も良い考え方を選ぶ場合の比較—— 発達心理学研究, 25, 268-278.
- 鈴木 豪 (2015). 児童による多様な考え方の比較検討方法の違いが課題解決に及ぼす影響——代表値を用いた判断課題を題材として—— 教育心理学研究, 63, 138-150.

注

- 1) 他にもPISAの基準では、「2カ年の間の増加量だけでなく、他の年との増加量と比較しないと“激増”とは判断できない」という他の年のデータに着目した説明でも正答となる。

(指導教員 藤村宣之教授)

付記

本研究にご協力いただきました児童、先生の皆さまに心より御礼申し上げます。また、執筆にあたりご指導いただきました、藤村宣之教授に感謝申し上げます。なお、本研究の一部は、日本教育心理学会第58回総会にて発表されました。