

広島大学学術情報リポジトリ

Hiroshima University Institutional Repository

Title	集団授業における相互説明法を用いた算数科学習指導の実践
Author(s)	住田, 裕子
Citation	学習開発学研究 , 14 : 161 - 170
Issue Date	2022-03-30
DOI	
Self DOI	10.15027/52293
URL	https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00052293
Right	Copyright (c) 2022 広島大学大学院人間社会科学研究科学習開発学領域
Relation	



【報告】

集団授業における相互説明法を用いた算数科学習指導の実践

住田 裕子¹

(2022年1月10日受理)

Practice of math learning guidance using mutual explanation method in group lessons

Hiroko SUMIDA

問題と目的

本研究は少人数個別学習指導の実践で効果が示されている相互説明の指導枠組みを、小学6年生の学級集団を対象として算数科学習指導に適用した実践研究である。集団授業における相互説明が、少人数を対象とする相互説明と同様の学習効果をもたらすかを、長期的実践によって検討する。

従来、日本の多くの小学校では、教師が提示した課題に最初は児童が個別に取り組み(自力解決)、その後各自の考えをクラス全体に発表し解法を検討する形式の問題解決型と呼ばれる算数科授業が実践されてきた(Stigler & Hiebert, 1999)。藤村(2012)は、この問題解決型授業が社会的相互作用を通じた知識構成の可能性を有しているとして評価する一方、自力解決の段階で多くの児童にとって正答に至ることが難しい場合、解法の検討が一部の児童と授業者の間でのみ行われてしまうことや、協同場面での解決が個人の理解の深化に結び付きにくいことなどを、問題解決型授業の問題点として指摘している。また、菊池(2006)は、正しい解法を安定して使える段階にない児童にとって、多様な解法を聴くことがさらなる混乱につながると懸念する。すなわち、学級全体での解法の検討は、一部の児童にとっては学習効果が認められるが、個人によっては学習効果の薄い学習活動である可能性もあると言えよう。しかも、この学級全体での解法検討に1時間授業の半分近くの時間を割くのである。一方で、算数授業において複数解法提示の学習促進効果を検討した河崎・白水(2011)は、規範解法のみを提示する条件下では複数解法提示の条件下より解法の意味理解が浅いことを示した。そして複数解法提示条件下では、各自が内的に説明を考える活動と考えた結果を外化してペアで話し合う活動の二要素を伴うときに最も学習促進効果があったことを明らかにしている。これらの知見を総合してみると、従来の学級全体で解法を検討する問題解決型授業では、多様な解法を聴いても学習促進効果につながりにくい児童もいるが、様々な解法をペアごとに検討したり吟味したりする説明活動を保障する授業を行えば、一部の児童だけではなく授業に参加する多くの児童にとって各々の理解深化に結びつく算数科の学習指導となるのではないかと予想できる。しかし、長期にわたりペアによる解法の説明活動を取り入れた授業の有効性は検証されておらず、本研究において検討する意義は大きいと言える。

一般的な問題解決同様、算数問題を解く過程は、①変換(問題文の意味理解過程)、②統合(全体的な理解過程)③計画(解法の決定過程)④実行の4段階からなり(岡本, 2008)、児童が算数問題を解く時に問題が解けないのは児童が文章内容を理解して構成した知識表現を児童のもつ論理数学的な知識に統合する過程に難しさがあるからだと考えられている(多鹿, 2015)。よって、児童が算数問題を適切に解決できるようになるためには、論理数学的な知識を十分に活性化させ、意味理解した内容と論理数学的な知識とを適切に統合する必要がある。ここでは、解決に必要な情報のモニタリング、求めるものは何か、解けそうかどうかの予想などのメタ認知が機能すると考えられている。メタ認知が算数問題解決能力と関連し、メ

¹ 広島県江田島市立大古小学校

タ認知的な知識や活動が算数・数学的問題解決を促進することは複数の研究から示されており（多鹿・中津・野崎・池上・竹内・石田, 2004; Desoete, Roeyers, and De Clercq, 2003）, 知識統合のための取組として、例えば、自己説明を小学生の算数問題解決に適用した多鹿ら（Tajika, Nakatsu, Nozaki, Neumann, & Maruno, 2007）は、自己説明が児童のもつ算数・数学のスキーマに学習内容で表現される概念を取り込み新しい知識を構成する知識統合の道具となると述べる。自己説明の発動は知識の構成的な活動であり、理解の不十分な学習材料を自己説明する時、自らが積極的に学習材料の意味理解にかかわることが求められ、そして自己説明することによって推論等が導き出され、不十分な理解でしかなかった学習材料を、自らが納得のいく理解に改訂することとなると、自己説明を位置づける（多賀・中津, 2016）。そして、知識を統合するためには、「どこがわかり」「どこがわからないか」をメタ認知的な言語活動によって明確に意識化することが必要であるとしている。ただし、自己説明のトレーニングの後、メタ認知スキルの高い児童はメタ認知方略として自己説明を使用する一方で、スキルの低い児童は文章内容の理解が不十分なままであったことが分かっており、自己説明が不十分な場合には適切なフィードバックを得ることが重要である。ただし、集団授業で自己説明を位置付けた場合には在籍の児童数が多いため、どの児童も自己説明についての適切なフィードバックを得られるようにする工夫が必要である。

自己説明についてのフィードバックを得るという点に注目すれば、自己説明が学習者自身の理解を自分に対して行う外化の学習活動である一方で、学習者が相互に説明を行い、それに関するフィードバックを得る「相互説明」と呼ばれる学習活動がある。相互説明は、学習者が他者と協同で問題解決を行う場面における外化の学習活動である。この学習活動では、課題そのものを引き受ける「課題遂行者」と「モニター役」に作業を分ける。課題遂行者の説明に対してモニター役が質問し、課題遂行者がそれに答えるというやりとりを通して、互いがより深い理解へと到達することが示されている（Miyake, 1986）。清河・犬塚（2003）は、読解活動の指導にこの知見を生かし、課題遂行役とモニター役の間でやりとりがなされることによって読解のパフォーマンスが向上したことを示した。この研究では学習者と指導者が2人1組となり、与えられた文章の内容を伝達したり説明したりする「課題遂行役」と、その説明の不明瞭な部分があれば必要に応じて質問をする「モニター役」に役割を分けた。課題遂行役はモニター役の質問にさらに答え、やりとりを続けた。このように役割を分けることで、個人の内的な処理であるはずの対象レベルとメタレベルの2つの処理が分業され切り分けられる。つまり学習者にとっては、メタ認知という内的な活動が外化されることとなる。さらに、この研究では2者のやりとりを客観的に評価し、フィードバックする「評価役」を置いた。この指導枠組みは、相互に説明を行いそれに関するフィードバックを得るという活動が成り立っているため、「相互説明」と名付けられている。

この相互説明の指導枠組みは読解活動に限らず、多様な領域の学習指導へ適用可能性がある。例えば、犬塚（2003）は、中学生を対象とした数学の指導において、相互説明の枠組みを定着させることで、生徒同士で学習を進めていくことができるようになった事例を報告しており、相互説明活動の指導枠組みは小学生の算数科の指導においても有効に働くことが期待される。ただし、上記の研究はどちらも学習者が1, 2名の場合の少数人数個別学習指導の実践によって得られた事例であり、学級集団を対象とする授業で学習指導に適用するには何らかの工夫が必要であろう。高等学校の数学授業において学級集団を対象に相互説明活動の導入を試みた成瀬（2013）は、指導者が各グループの説明活動を把握できない問題を解消する目的でワークシートを活用したが、評価者がリアルタイムでやりとりについてのフィードバックを行えず、学習者が問題点を自覚しどのように行動するかを考えるレベルまでの達成には至らなかったことを報告している。このことから、評価者である教師がリアルタイムで相互説明活動に対するフィードバックを行うことが肝要であり、学級集団を対象とした学習指導においてこのことを実現することが重要かつ大きな課題である。

そこで、本研究では、自学スタイルの学習環境デザイン下において、児童の算数問題解決能力の向上を目的とする相互説明活動を小学6年生の算数の集団授業へ導入する。自学スタイルとは、予め計画された学習内容を児童が個別に自由進度で行う、個別最適な学びの実現に向けて試みられている学習環境デザインである（住田, 2021）。個別最適な学びは、子供一人一人の特性や学習進度、学習到達度等に応じ、指導方法・教材や学習時間等の柔軟な提供・設定を行う「指導の個別化」と、教師が子供一人一人に応じた学習活動や学習課題に取り組む機会を提供することにより、子供自身が学習が最適となるよう調整する「学習の個性化」をまとめたものである（文部科学省, 2021）。個別最適な学びの根底にあるのは、学習者ごとに異なる特性や学習到達度を持ち、それに応じて学習活動を構成すべきという学習者中心の学習観である。よって自学では、学習進度が個人によって異なるのが通常であり、自学スタイルであれば、児童が説明活動を行う時間帯にずれが生じ、

相互説明法を用いた集団授業が可能であると考えた。

また、認知発達の知見では、中学年から高学年にかけて具体的操作期から形式的操作期に入るとされるが、その発達には個人差が大きい。通常、学級集団に属する児童の算数・数学のスキーマ、論理数学的な知識の活性化の程度などは、個人によって異なる。特に算数が苦手だという児童にとっては、本来一人で行う対象レベルとメタレベルの役割を他者と分業することが大きな負荷の軽減になるであろう。さらに、メタ認知という内的な活動が、算数が得意だという児童によって外化されれば、それはメタレベルの活動を苦手とする児童の手本となる。対話場面では話し手が交替するのが通例であり、本研究における相互説明活動においても課題遂行役とモニター役は複雑に絡み合い入れ替わると考えられるが、本研究では役割を厳密に固定しない相互説明を検討することとする。このことは、いずれ2つの役割を統合し内的な活動としていく児童にとって有効な素地となると考える。

以上より、本研究は、自学スタイル下での相互説明法を実施し、集団授業で相互説明活動が少人数を対象とする場合と同様に機能するかという点について、児童の自己評価や発話記録から分析を行うとともに、算数問題解決のパフォーマンス向上の学習効果が得られるかを検討する。

方 法

対象学級および期間

公立の小学6年生1クラスの児童(22名)を対象とした。自学スタイルおよび相互説明活動を導入した学習指導は令和3年4月から開始し、6ヶ月経過した令和3年9月から10月に行った算数科授業の「対称な図形」「円の面積」の2単元を授業分析の対象とした。

自学スタイルの学習指導の概要

相互説明法を実践するにあたり、学年始から算数科の授業を自学スタイルに変更した。ただし、自学スタイルにおいては、学習者自身が学習活動の舵取りをすることになるので、学習者の自己調整が要求される。学習者の自己調整の中でも、特に学習行動を起こすための情動のコントロールが重要である。本研究で対象とする児童の実態として、自己調整がうまく働かない場合も想定されたが、こういった場面では学習行動の開始を促す声かけなどの支援を行うにとどめ、基本のスタンスとして見守りを重視した。単元の導入時に1時間ごとの学習のめあてと学習内容が記された単元計画表を児童に配布し、児童は単元計画表に基づき、その時間に進めるべき個別の学習課題および説明課題を自分の速度で進めた。児童は1時間分の課題が終われば、次時の課題に進むこともできた。学習の進め方については実践開始と同時に指導し、説明課題とその相互説明については実践的な場面で指導を行った。

(1) 単元計画表

単元導入時に単元計画表を作成し配布し、児童が学習ノートに添付した。児童はこの計画表を見て各時間の学習課題を把握し、学習活動の見通しをもつことができた。自由進度のため、各々の進度は異なることもあった。

(2) 1時間の展開

本実践の1時間の学習活動は、大きく3つに分けられる。まず教師がその時間の学習内容について簡単な導入説明を行う。その後、個別に学習を進める。次に、「説明課題」に到達した者同士で相互説明を行う。そして相互説明を終えた後、再度個別の学習に戻るという流れをスタンダードとした。

(3) 説明課題

「説明課題」は、「説明をするべき課題」の略称であり、児童と指導者との間で用いる造語である。説明課題の内容は、教材研究を行った上で、指導者が教科書の記述等から適切な課題を選び作成した。例えば、「(教科書に記載された)AとBの解法のうち、どちらがよい解法であると思うか、判断の理由をつけて説明しよう。」や「この(教科書記載の)計算式の意味を説明しよう。」などである。教材には算数科の教科書(「みんなと学ぶ小学校算数6年」学校図書)を用いた。算数の授業は課業日のほぼ毎日実施された。説明課題数は単元によって異なるが、分析に用いた2単元においては1単元につき4問ずつ設けてあった(表1)。

表 1 各単元の説明課題の概要

単元	番号	課題内容
対称な図形	1	線対称な図形の性質を使って図形を描き、描き方を説明する。
	2	点対称な図形の性質を調べ、説明する。
	3	点対称や図形の性質を使って図形を描き、描き方を説明する。
	4	正多角形や円の対称性を調べ、特徴を説明する。
円の面積	5	方眼を使って円の面積を求め、計算方法を説明する。
	6	三角形に切り分けて円の面積を求め、円の面積を求める公式を作る。
	7	組み合わせた図形の面積の求め方を説明する。
	8	おうぎ形の中心角を使って面積を求める計算方法を説明する。

相互説明活動の方法

相互説明は2名のペア、もしくは3～4名のグループで行うよう指示した。相互説明のグループ構成について、グループメンバーは学力が同じ程度の者同士にするなど様々な構成が考えられるが、指導者は積極的に介入をしなかった。他者と協同して学習活動を行う場合、その学習効果を安定させる要因は様々な研究されているが、その一つとして共同注意行動の質が挙げられる(住田, 2021)。児童同士の関係性によって他者への共同注意行動の質は異なり、例えば対等な立場でやりとりができる関係や、相手と情報共有を望み期待し合う関係にあるグループは共同注意行動の質を高めることが示されている。学級に属する他者との関係の程度を最も知るのは児童自身だと考えたため、グループのメンバー構成は児童に一任した。さらに、清河・犬塚(2003)では、学習者と指導者がペアとなり、指導者が意図的に「不十分な説明」を行うことで学習者のモニタリングを促進している。しかし、本研究では学習者同士のペアとなることで、意図しなくとも自然に不十分な説明となり、それに対するモニタリングが生じることが期待された。ただし、本実践では相互説明活動が教室のそこそこで起こり、十分な説明がされているか、モニタリング機能が働いているかといったことを指導者が把握できない可能性があった。そこで本研究では、児童相互の説明活動の後に、指導者のところで再度説明活動を行うことを必須の活動とし、指導者が評価役となってやりとりの適切さや説明の不十分さについてアドバイスや指摘を行い、モニター役の活動が不十分な場合の介入と内容理解の促進を行うこととした。

相互説明活動の仕方について、児童にはペアで行う例を挙げ、「はじめにAさんが説明課題について説明をするのをBさんが聞き役になって聞いてください。説明を聞き、わからないことやあいまいなことは質問したり意見したりしてください。説明がよくわからないのに、いいよと言っはけません。また、後で先生にこんなことを突っ込まれそうだとこのことを予想して、BさんはAさんの説明に突っ込んでください。大丈夫と思ったら入れ替わって、今度はBさんが説明役に、Aさんが聞き役になりましょう。二人共が理解十分の状態になったら、先生の所に来て説明してください。」と、それぞれの役割や活動中に意識すべき事柄を明示的に指導した。この指導は、相互説明活動が定着するまで繰り返し行った。

時間の経過に沿って相互説明活動の概要を説明すると以下のようである。まず、個別の学習によって相互説明の準備ができた児童から、相互説明活動をしたい相手とペア、もしくはグループを作る。グループ内の児童が交互に入れ替わりながら課題遂行役とモニター役とを務め説明活動を行う。説明課題についての理解を互いに確認した後、指導者のもて再度説明活動を行う。この時の課題遂行役の児童は指導者の指名もしくは児童の間での調整によって選抜される。課題遂行役以外の児童はモニター役であるが、途中、課題遂行役の児童がうまく課題を遂行していないとモニタリングすると交代して課題遂行を引き継ぐこともある。指導者は、課題遂行役の児童の説明を聞き、時にモニター役の児童に質問をふる。仮に通常の集団授業で指導者が評価役をするとなれば、1時間の授業実践中に多数のグループのやりとりを同時に見なければならなくなり、物理的に無理が生じる。しかし、上述のように、集団授業であっても、本実践で進める自学ではそれぞれのグループ

の説明が始まるタイミングは異なるので、一人の指導者でも数グループの評価役を担うことが可能であると考えられた。指導者は、課題遂行役の児童の説明についてのフィードバックを行い、十分でないと判断すれば指摘し、再度、グループ内でやりとりし合うよう指示する。十分な理解が認められれば、次の課題に進むよう指示した。また、学級全体で共有すべき事柄が説明に含まれている場合は、グループ外の児童にも聞こえるように大きめの声でアナウンスしたり、授業のまとめにおいて全体に向けて報告させたりし、その価値をフィードバックする。全グループの説明課題が1時間内に終了しない場合は、次時に見送るなどした。

データの収集

相互説明活動が実際にどれぐらいの割合で行われたかについては、児童の自己評価シートから分析を行った。本実践では、児童に毎時間の授業後に学習活動を振り返らせ、タブレット端末を用いて自己評価活動を行わせた。自己評価活動は、説明課題を設けない時間にも同様に行った。自己評価は、該当の授業時間に行った学習活動を9項目から選択し自己申告させるもので、複数回答可とした。項目は、1学期中に撮影した授業ビデオに記録された児童の学習活動をもとに著者が作成し、「①自分でじっくり考えた」「②先生にわからないことを質問した」「③友達にわからないことを相談し、教えてもらって解決した」「④友達にわからないことを相談し、協力して解決した」「⑤友達に自分の考えを説明した」「⑥友達の考えを聞いて意見を言った」「⑦先生に自分の考えを説明した」「⑧落ち着ける場所へ行って学習した」「⑨ぼうっとしたり、別のことに気を取られたりすることがあった」の9項目を挙げた。9項目のうち、相互説明活動に関わるものは、対児童説明活動である「⑤友達に自分の考えを説明した」、モニタリング活動である「⑥友達の考えを聞いて意見を言った」、対教師説明活動である「⑦先生に自分の考えを説明した」の3項目である。

また、相互説明活動の詳細を知る目的で、活動中の児童の発話をICレコーダーおよびビデオカメラで記録し、文字化した上で発話のラベリングを行った。ラベリングのカテゴリーは大塚(2010)の相互説明におけるモニタリングカテゴリーを参考にした。カテゴリーは、自分の理解状況を表す発話を取り上げ、不明点を明確には把握できていない「説明者の混乱」、不明な部分を示す「不明点の明示」、重要な点を明確化するように求める「要点提示の要求」、相手の説明から自分の理解した内容を確認する「説明の要約」、および自分の理解状況をモニタリングできない「不能」の5つである。

算数問題解決パフォーマンスの測定は、学習単元終了毎に実施する単元テストの到達度を代用した。単元テストは総括的評価を目的とした標準テストであり、主に知識・技能、思考・判断・表現力等を測定し、平均到達度が80点前後になるように調整されている。また、単元テストは対象学級の児童が5年生時（この年度には対象学級で相互説明活動は実施していない）にも実施しており、本実践実施前後の比較が可能であると考えた。

結果と考察

相互説明活動を行った児童の割合

表2は、各説明課題を設けた授業時間における9項目の学習活動について、「行った」と答えた児童の割合および、各項目の平均値と標準偏差を示したものである。「①自分でじっくり考えた」は平均して9割の児童が選択しており、内的に考える時間を確保するという点において個別の学びが保証されていることを示唆していると言えるだろう。「①自分でじっくり考えた」に続いて平均値が高いのは、「④友達にわからないことを相談し、協力して解決した」であった。これは、説明課題の相互説明に入る前の自力解決部分に当たる学習活動場面での行為だと考えられる。約7割の児童が自力で解決することができない問題に対し、協働して問題解決に当たったことが分かる。さらに、相互説明活動に関わる3項目（対児童説明活動である「⑤友達に自分の考えを説明した」、モニタリング活動である「⑥友達の考えを聞いて意見を言った」、対教師説明活動である「⑦先生に自分の考えを説明した」）のうち、対児童説明活動とモニタリング活動は平均して6割以上の児童が行ったと回答していることから、「解法の検討が一部の児童と授業者の間のみで行われてしまう」という問題については、従来の問題解決型の授業と比較して緩和されたと言える。一方で、対教師説明活動は実行したとする児童の割合が対児童説明活動やモニタリング活動に比べてやや低い。これは、説明課題をグループ内で遂行したとしても対教師への説明活動は行っていないと自己評価した児童がいることを示している。説明課題を設けた授業は対教師への説明活動を必修活動としたため、実際に対教師説明活動を行わなかったとは考えにくい。授業記録を分析しても自己評価から算出したものより多くの割合の児童が

対教師に説明を行っていた。しかし、説明が不備である旨の指摘を受けて説明活動をやり直すよう言われ、対教師説明が終えられなかったと判断し、自己評価では「行った」と回答しなかったと考えられる。

次に、相互説明活動に関わる3項目について、8時間分（n=8）の個人データをサンプルとして個人内相関係数を児童ごとに算出し、22名のデータの平均値を求めた。なお、児童の評定値の分散が0であった場合は、その児童を当該の分析対象から除外した。そのため、分析ごとに有効になった児童の数が若干異なっている。表3は以上のようにして算出した相関係数をまとめたものである。⑤対児童説明活動と⑥モニター活動の平均値は0.74、標準偏差が0.22であり、最大値、最小値が1、0.45であった。⑥モニター活動と⑦対教師説明活動との平均値は0.26、標準偏差は0.48、最大値、最小値は1、-0.45であった。⑤対児童説明活動と⑦対教師説明活動との平均値は0.32、標準偏差は0.50、最大値、最小値は1、0.65であった。このことから、授業における相互説明活動は、おおよそ対児童説明活動とモニター活動とがセットに行われていたと推測できる。説明課題を遂行する際には、グループ内の他者へ説明活動を行い、それに対する質問を受け、それに答えてやりとりが進むという狙い通りの学習活動が展開されたと考える。

以上のことから、従来の問題解決型の授業と比較してより多くの児童が外化の学習活動を行い、また教師によってフィードバックを得るといった活動が成立していることから、集団授業への適用可能性は高いと言えるだろう。

表2 項目別の学習活動を行ったと回答した児童の割合

単元	説明課題	自己評価項目								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
対称な図形	1	0.91	0.09	0.5	0.73	0.68	0.64	0.18	0	0
	2	0.91	0.23	0.41	0.55	0.59	0.45	0.59	0	0.05
	3	0.91	0.18	0.59	0.64	0.64	0.64	0.5	0	0.05
	4	0.82	0.14	0.55	0.77	0.68	0.59	0.64	0	0.09
円の面積	5	0.91	0.23	0.82	0.68	0.64	0.59	0.68	0	0.05
	6	0.91	0.18	0.59	0.68	0.68	0.68	0.32	0	0
	7	0.96	0.27	0.64	0.73	0.59	0.59	0.45	0	0
	8	0.86	0.23	0.64	0.59	0.64	0.68	0.68	0.05	0
Mean		0.90	0.19	0.59	0.67	0.64	0.61	0.51	0.01	0.03
SD		0.04	0.05	0.11	0.07	0.03	0.07	0.17	0.02	0.03

表3 説明課題における各活動の相関係数 (n=8)

	対児童説明活動	モニター活動	対教師説明活動
対児童説明活動	1		
モニター活動	0.74	1	
対教師説明活動	0.32	0.26	1

算数問題解決のパフォーマンスの変容

図1は、学習単元毎に行う単元テストの学級平均到達度の変遷を表したものである。5年生後期4単元の平均値は73.5、6年生前期8単元の平均値は88.9であり、2つを比較すると6年生前期の方が高かった。2つの平均値についてt検定を行ったところ、平均値が有意に向上していることが示された($t(10)=3.46, p<.01$)。なお、授業分析の対象とした「対称な図形」単元の評価テストは単元テスト7、「円の面積」単元は単元テスト8に該当する。

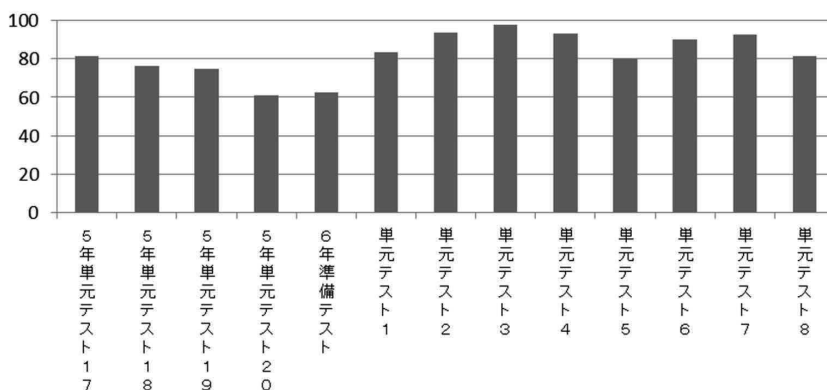


図1 単元テストの学級平均到達度の変遷 (5年生後期～6年生前期)

成績群別の相互説明活動の比較

算数を苦手とする児童にとっての本実践の効果を調べる目的で、昨年度の算数科の標準学力調査の結果から児童を成績高群 (12名) と低群 (10名) の2群に分け、相互説明活動の実行回数および単元テストの得点を単元別に分析した。

まず、「対称な図形」単元と「円の面積」単元における説明課題時間 (各4回) の対児童説明活動、モニタリング活動、対教師説明活動の実行回数を算出し、成績群別と単元別に差があるかを検討するため、成績群 (高群, 低群) を被験者間要因, 単元の種類 (対称な図形, 円の面積) を被験者内要因とする2要因混合計画の分散分析を行った。その結果, 対児童説明活動については, 成績群別の主効果は有意ではなく ($F(1,20)=1.98, ns$), 単元の種類の主効果 ($F(1,20)=0.10, ns$) も有意ではなかった。対児童説明活動は, 児童の学力や単元の種類に関わらず行われたと言える。一方, モニタリング活動については, 成績群別の主効果が有意傾向であり ($F(1,20)=3.10, p<.10$), 単元の種類の主効果 ($F(1,20)=0.05, ns$) は有意ではなかった。交互作用が有意であったので下位検定として単純主効果の検定を行った。その結果, 成績低群における単元の種類の効果 ($F(1,40)=6.53, p<.05$), 成績高群における単元の種類の効果 ($F(1,40)=4.61, p<.05$) がともに有意であった。成績低群の児童は「対称な図形」単元でのモニタリング活動が多く, 成績高群の児童は「円の面積」単元でのモニタリング活動が有意に多かった (図2)。対教師説明活動については, 成績群別の主効果は有意ではなく ($F(1,20)=0.42, ns$), 単元の種類の主効果 ($F(1,20)=0.48, ns$) も有意ではなかった。

次に, 単元終了後に行った単元テストの得点に, 成績群と単元の種類に差があるかを検討するため, 成績群 (高群, 低群) を被験者間要因, 単元の種類 (対称な図形, 円の面積) を被験者内要因とする2要因混合計画の分散分析を行った。その結果, 成績群別の主効果は有意であり ($F(1,20)=17.88, p<.001$), 単元の種類の主効果 ($F(1,20)=10.67, p<.005$) も有意であった。交互作用が有意であったので下位検定として単純主効果の検定を行った。その結果, 成績低群における単元の種類の効果が有意であった ($F(1,20)=22.20, p<.0001$)。つまり, 成績低群の児童は, 「対称な図形」単元テストに比べ「円の面積」単元テストの得点が有意に低い (図3)。「円の面積」単元テストと説明課題の関連を確認したところ, 説明課題番号6と同

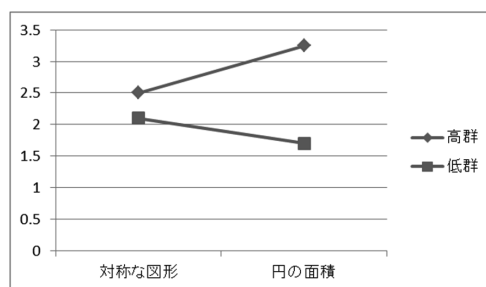


図2 単元別のモニタリング活動の平均回数 (成績群別)

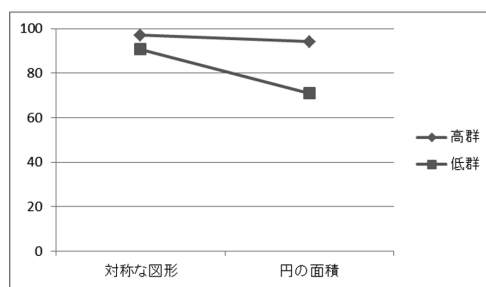


図3 単元テストの得点 (成績群別)

様に円の求積公式を導く過程を数式で記述する出題があり、成績低群の児童はその正答率が極めて低かった。

相互説明活動におけるモニタリング活動の実際

成績低群児童が、「円の面積」単元においてモニタリング活動が少なく、単元テスト得点も低いという結果の要因として、「円の面積」単元は「対称な図形」単元と比較して、下学年での既習事項を用いて新規事項を理解していく内容である点が挙げられる。成績低群児童は既習事項の習得が不十分であることが成績不振の要因の一つであり、新しい学習内容理解の妨げになったと推測された。そこで、「円の面積」の単元における説明課題番号6「円を長方形に変形し円の求積公式を導いたゆいさんの考えを説明しよう」を課した授業における相互説明活動場面の一部を記述した表4をもとに、成績低群に属するA児のモニタリング活動を分析する。相互説明活動をともに行うB児は成績高群に属し、C児は成績低群に属している。

まず、発話番号1ではB児が課題遂行役となり、円を長方形に変形させた場合の面積の求め方について、式の意味を説明している。長方形の求積公式「縦の長さ×横の長さ」を「半径×円周÷2」と置き換え、次に円周部分を直径×3.14と入れ替えて「半径×直径×3.14÷2」とし、さらに「半径×直径÷2×3.14」と順序を変えた上で、「半径×半径×3.14」に帰結することが示された教科書の記述を見て、「直径×3.14」が「円周の求め方」であると説明した。ここで、A児は、「円周の求め方ってのは？」と相手の説明から自分の理解できない点を示す「不明点の明示」を行っている。円周の用語の意味およびその長さの求め方は前学年の既習事項であるが、例えば、A児とは別の低群児童が、「円周はどこか。」と尋ねられ直径の線を指さしてなぞる姿がビデオに記録されていたように、「円周とは何を表すか」という基本的な事項が児童には十分理解されていない可能性がある。この時点でA児が「円周」についてどの程度理解しているかは不明であるが、後に練習問題に取り組む学習場面で「円周の長さ」と「円の面積」とを混同する姿が数回観察されていることから、「円周」が図形のどこを指すのか、また「円周を求める」とはどういうことかを咄嗟に理解したとは考えにくい。

A児は発話番号4で3つの式全体を指して「これも円周の求め方なんでしょ？」と発言し、B児は式の「直径×3.14」の

表4 相互説明活動例

番号	発話者	発話（カッコ内は観察された児童の様子）	カテゴリー
1	B児	これ一緒。円周の求め方。（イコールでつながれた3つの式を指しながら）	
2	A児	円周の求め方っていつのは？	不明点の明示
3	B児	円周の求め方。（円周をなぞりながら）	
4	A児	じゃけん、これも円周の求め方なんでしょ？（3つの式を指して）	不明点の明示
5	B児	ここと、ここが円周の求め方。（直径×3.14を指して）直径×3.14・・・	
6	A児	÷2は？	不明点の明示
7	B児	÷2は、この÷2（円周÷2を指して）	
8	B児・C児	（A児を見る）	
9	A児	じゃけん、・・・円周は、求め方が、これなんでしょ？	不明点の明示
10	B児	うん。	
11	A児	で、円周の求め方が、直径と3.14で、この÷2はこの÷2？持ってきたってこと？	説明者の混乱 不明点の明示
12	C児	じゃけん、これを、	
13	B児	この円があって（円の図を指しながら）、そのまま求めたらさ、これの長さがわかるんよ。（円の円周をなぞりながら）	
14	C児	直径×3.14	
15	B児	だけけん、私たちが今求めたいのは、ここだけの長さ。	
16	B児	わかる？	
17	B児	この青の、こっち側の、円の半分の円周の長さ・・・が求めたい。でも、直径×3.14だったら、ここまでの全部の長さ（図の円周を指しながら）、全部の円周がわかる。そうになったら、この三角が、こう来てずらっと並んだような長さになってしまうよ。	
18	A児	（黙ったまま）	不能
19	B児	そしたら長方形じゃなくなるじゃん？	
20	A児	うーん・・・（うなずかないし、分かったとも言わない）	不能

部分を丸で囲みながら「円周の求め方」と発言していることから、両者が注意を向けている部分は異なっていたと思われる。すなわち、A 児は式全体を、B 児は式の一部を指して、それぞれ「円周の求め方」と呼んでいる。これに違和感をもち、B 児は図の円周部分を赤鉛筆でなぞり色を付けたり指さしたりして、式の一部が円周の求め方であること、円を長方形に変形した時の横の長さにあたる部分がもとの円周の下半分であったことへの共同注意を促す。ビデオを確認したところ、表4の発話記録に至る以前にこのグループは具体物を用いて円から長方形への変形を操作活動しており、B 児にはA 児に変形操作を思い起こさせる意図があったと推測できる。A 児も繰り返し不明点を明示しB 児の注意を追跡している。円周部分が移動し変形後の長方形の辺となっていることについては納得し、円周は直径×3.14で求められることを承知した発話番号9のあたりまではA 児のモニタリングは機能していたと思われる。しかし、発話番号11で「÷2」の出どころと移動の意図が不明であることを表明した後は、発話番号12以下20までB、C 児の説明が連続する。この間A 児は発話しておらず混乱していたと推察された。それでも課題遂行役のB 児がA 児とのやりとりを継続しようとしているのは、A 児が不明点を明示することができないにしても納得はしておらず、「黙り込む」という形でそれを表明していることを見取ったからであろう。その後、時間をかけてA 児はB 児らの誘導のもとに自らの説明活動を行って課題を終えたが、A 児はこの時間の自己評価で、説明活動やモニタリング活動を「行った」とは回答していない。

以上の分析から、成績低群のモニタリング活動の平均回数が「円の面積」単元において有意に少なかったのは、A 児のように他者の説明が理解できないためにモニタリングが停滞したためと考えられる。他者の説明が理解できないのは、既習事項の習得が不十分である（長方形の求積公式および円周の意味理解や円周の長さの求め方を引き出すことに負荷がかかる）ことに加え、円の求積公式の意味理解に内在する困難度の高さ、すなわち等積変形前後の辺の対応関係を捉えることや、変形された長方形の辺の長さを数式で表すこと、直径の長さを2で割ると半径の長さになるという知識の活用、さらには÷2を式の中で移動可能にする計算のきまりの知識など、多種多様な事項を組み合わせる必要があることが、理解の妨げになったと考察される。本実践の授業展開としては自力解決の後に相互説明活動を行うのがスタンダードであるが、自力解決時に協働して問題解決を行う児童も多く、自力解決から相互説明活動へと連続した自然な流れとなることもままある。表4に挙げた事例は、B 児にとっては相互説明活動の課題遂行にあたるが、A 児にとっては問題解決途中の段階にあり理解が浅く十分モニター役が果たせない状況であったと考えられた。

まとめと今後の課題

本研究は少人数個別学習指導の実践で効果が示されている相互説明の指導枠組みを、小学6年生の学級集団を対象として算数科学習指導に適用し、集団授業における相互説明が、少人数を対象とする相互説明と同様の学習効果をもたらすかを、長期的実践によって検討することを目的とした。

自学スタイル下での相互説明法を6ヶ月間実施し単元テストの平均到達度を対象児童の前年度後半の単元テストの平均到達度と比較したところ、平均値が有意に向上していることが示された。また、説明課題を設けた時間における相互説明活動は平均して6割以上の児童が行っており、従来の問題解決型の授業と比較してより多くの児童が外化の学習活動を行っていることも明らかとなった。このことから、自学スタイル下であれば、相互説明法を集団授業へ適用することは可能であり、一定の学習促進効果をもたらすと考えられる。ただし、もともと算数・数学のスキーマが乏しい成績低群の児童は単元によってはモニタリング活動が振るわず、モニタリング活動が停滞した単元では、テストの到達度も低かった。説明が不十分な場合にグループメンバーから適切なフィードバックを受ける目的でモニター役をおき、そのやりとりの中で理解の促進を意図したが、今回の実践では成績低群の児童がモニター役として十分機能していないことが明らかになった。成績低群の児童がモニター役として機能するには、説明役の児童の説明が理解できるように支援する必要がある。課題遂行役の児童の粘り強い働きを期待するだけでなく、例えば変形と辺の対応をアニメーションで確認できる教材を準備するなど、学習環境を充実させることによって児童の自学を支え、集団授業における相互説明法の学習効果をより高めていくことが今後の課題である。

引用文献

- Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2003). Can offline metacognition enhance mathematical problem solving? *Journal of Educational Psychology*, 95, 188-200.
- 藤村直之 (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
- 学校図書 (2019) 『みんなと学ぶ小学校算数6年 (令和2年度)』
- 犬塚美輪 (2003) 学習者の自立を目指す認知カウンセリング—数学の証明問題がわからない生徒に対する学習指導—, 月間
学校教育相談 2003年1月増刊号, 142-149
- 犬塚美輪 (2010) 相互説明を用いた学術論文読解の指導 読書科学, 53, 3, 83-94
- 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
- 菊池乙夫 (2006) 算数科「問題解決学習」に対する批判と提言: 科学的数学教育の視点からその非教育性を告発する 明治
図書
- 清河 幸子, ・犬塚 美輪 (2003) 相互説明による読解の個別学習指導—対象レベル—メタレベルの分業による協同の指導場
面への適用— 教育心理学研究, 51, 2, 218-229
- Miyake, N. (1986). Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science* 10,151-177
- 文部科学省 (2021) 学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料
- 成瀬政光 (2013) 高等学校数学の授業における相互説明法の導入 早稲田教育評論 第 28 巻第 1 号, 263-273
- 岡本真彦 (2008) 数学的問題解決におけるメタ認知 三宮真知子 (編著) メタ認知—学習力を支える高次認知機能 111
-129 北大路書房
- Stigler, J.W., & Hiebert, J. (1999). The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the
classroom. New York: The Free Press.
- 住田裕子 (2020) 協同学習における学習者間の共同注意に関する実践的研究—追跡的共同注意行動と調節的発話の生起に着
目して— 広島大学大学院人間社会科学教育科紀要教育学研究, 1, 324-332
- 住田裕子 (2021) 児童に自己調整を促す学習デザインの実践的研究 広島大学大学院教育学研究科学習開発学研究, 13,
125-134
- 多鹿秀継・中津 男・野崎浩成・池上知子・竹内謙彰・石田靖彦 (2004) 算数問題解決におけるメタ認知方略の分析 愛知
教育大学教育実践総合センター紀要, 7, 19-26
- Tajika H., Nakatsu, N., Nozaki, H., Neumann, E., & Maruno, S. (2007) Effects of self-explanation as a metacognitive
strategy for solving mathematical word problems. *Japanese Psychological Research*, 49, 222-233
- 多鹿秀継 (2015) 小学生の算数文章題の解決過程 心理学ワールド (70), 13-16, 2015-07. 日本心理学会.
- 多賀秀継・中津樽男 (2016) 児童の算数問題解決におけるメタ認知方略の活性化 神戸親和女子大学大学院研究紀要, 12,
1-10