教職開発研究　第６号　2023　39－48

創造性を培う小学校算数科の授業開発
― 直観と論理の往還を通して ―

鈴木　颯太・松浦　武人

Lesson Development in Mathematics Education Aimed at Cultivating Creativity
― Through the Interconnection between Intuition and Logic ―

Sota SUZUKI and Taketo MATUURA

Abstract: This study aims to develop an effective lesson design and teaching method to cultivate creativity in elementary mathematics education. To this end, we organized previous research, set up a lesson model based on a mathematical view and thinking, and practiced lessons with an awareness of the interconnection between intuition and logic. In doing so, creativity was considered from two perspectives, creative thinking and attitude, and the performance evaluation using a rubric and the changes in responses to a questionnaire survey were investigated before and after the class practice, respectively. As a result, the percentage of students who achieved the evaluation criteria in creative thinking increased significantly before and after the practice, suggesting the effectiveness of the designed class model. Moreover, based on the analysis of the actual students' descriptions and utterances in class, we were able to elaborate a lesson model and organize it as a lesson design and teaching method for cultivating creativity.

Key words: Creativity, Intuition, Logic, Mathematical view and thinking
キーワード：創造性，直観，論理，数学的な見方・考え方

１．問題の所在と研究の目的

1-1　筆者の指導経験や先行研究より

「習っていないからできません。」これは筆者が学生時代に学級で算数・数学を学習している場面で，そして教育実習等で算数・数学を指導している場面でも聞いたことがある言葉である。この言葉は今でも強く耳に残っている。算数科の学習については，『学習指導要領解説（平成29年告示）算数編』（文部科学省，2017）（以下，『学習指導要領解説』（文部科学省，2017）と称する）には，「算数は系統的な内容によって構成されており，児童が常に創造的かつ発展的に算数の内容に関わりをもち学び進むことが期待されている。」（p.28）との記載がある。このことから，算数科では，その教科特性上，児童が創造的に学ぶことが期待されていることがわかる。中島（2015）は創造的な学習指導について「教師が既成のものを一方的に与えるのではなく，子どもが自分で必要を感じ，自らの課題として新しいことを考え出すように（後略）」（p.70）と考えている。このように，中島は教師が一方的に与えるのではなく，子どもが自ら考え出す（創り出す）学習ことが創造的な学習であると説明している。

しかし，飯田（1990）は「学校数学の段階では算数・数学は closed なもの（略）極端な場合，暗記科目だと断定している者さえいる。」（p.151）と警鐘を鳴らしており，齋藤・秋田（2001）は，「（算数教育が）正解追求型学習を志向するあまり，拡散的に思考したり，柔軟的に思考したりする習慣を失わせている。」（p.29）と指摘している。こういった状況は20年以上経った現在でも大きくは変わっていないだろう。

先行研究で指摘されているような状況を打破し，中島がいう創造的な学習を実現するためにはどういった学習指導が必要だろうか。本研究では，この部分について考えていきたい。

1-2　本研究の目的

上記の課題意識を踏まえ，本研究の目的を「小学校算数科において創造性を高める効果的な授業を開発すること」とした。

2．研究の基本的な考え方

2-1　創造性の定義

国内の創造性研究の第一人者である恩田（2002, p.22）が「創造性」の２側面として示した「創造的能力」と「創造的人格」の中からそれぞれ「創造的思考」と「創造的態度」を取り上げている。松島（2010）は,「学級全体で創り上げられた新しく価値あるものを創造的所産とし，その創造的所産に至るまでの直観と論理による思考を創造的思考」（p.30）と位置付けている。また，岩田（1999）は，創造性を捉える枠組みを教室だけでなく個人にも設定している。本稿では，松島（2010, p.30）を踏まえて，創造的所産を「個人及び学級全体で創り上げられた新しく価値あるもの」と捉え（下線部は筆者が追加），創造的思考を「創造的所産に至るまでの直観と論理による思考」と定義する。それに伴って，創造的態度を「創造的所産に至るために,直観的思考と論理的思考を働かせようとする態度」と定義し，創造的思考を働かせるための基盤として位置づけた。

2-2　算数・数学科における直観と論理

算数・数学科における直観と論理は相反するものに捉えられがちではあるが，ポアンカレ（1977）は『科学の価値』の中で（直観と論理が）どちらも欠くべきではないことを述べた上で,論理は証明の道具であり，直観は創案の道具であるとそれぞれの役割を説明している（p.34）。また,岩崎（2007）は,直観と論理を「数学的思考に不可欠な二要素」（p.52）とした上で,「直観で見通しを立てて，論理で整理し確認する。また論理的に整えられた結果であればこそ，そこから新たな直観が生まれる。」（p.52）とも述べており，直観→論理→直観と，両者が往還しながら数学的思考が進んでいくと考えている。

ポアンカレ（1977）や岩崎（2007）が述べている「直観」と「論理」については,松浦（1997）及び中原（1995）の先行研究をもとにして,表１に示すように定義した。この両者の往還といった視点から，小学校算数科において創造性を培う授業開発について考えていく。

表１　本研究における直観と論理の定義

直観	「既有の経験や知識を基にして，学習対象となる事象の本質（数学的な価値）や構造を瞬時に把握すること，また，問題解決において方法や結果の見通しを瞬時に持つこと」 （松浦，1997，p.65）の定義を引用）
論理	考えや関係を数学的な表現様式（中原，1995）を適宜用いて整理した筋道

学習の中での直観と論理の往還を整理するために，小山（2007）の学習段階を参考にして「直観的段階」に対応する形で分析的思考･反省的思考をまとめて「論理的段階」を設定した。中央教育審議会（2016, p.19）が示した「資料４　算数・数学の学習過程のイメージ」における各過程では，直観と論理のどちらがより中心に働くのかについて算数・数学を専攻する大学院生６名と教授（主指導教員）１名で協議し，それぞれ直観的段階と論理的段階として分割した。結果を図１に示す。

2-3　数学的な見方・考え方との関連

直観と論理の往還をより詳細に捉えるために「数学的な見方・考え方」に着目した。『学習指導要領解説』（文部科学省, 2017）には「「数学的な見方･考え方」は，数学的に考える資質・能力を支え，方向付けるものであり，算数の学習が創造的に行われるために欠かせないもの」（p.28）と明記されており，創造的な学習を進める上では不可欠であることがわかる。また，算数科の目標の文頭には「数学的な見方･考え方を働かせ」とあるが，最初から数学的な見方・考え方を意識して「働かせる」ことは難しく,その多くは無意識的に「働いている」ものと考える。意識的に「働かせる」ことができるようになるには，学習過程を通して子どもが数学的な見方・考え方の存在を意識できるように指導していく必要があるだろう。直観的に働く見方・考え方を顕在化し，意識化していく上で必要なのが，考えや関係を表現様式を用いて整理・表現したりする論理的思考ではないか。論理的思考を通して数学的な見方・考え方を意識することで，それらを「働かせ」て直観的に見通したり考察したりすることができるのではないかと考える。

これらのことから，松浦（1997）が示した直観力を育成する授業モデルを参考にしながら「数学的な見方・考え方」を軸に直観と論理の往還を意識した授業モデルを以下のように設定した。

表２　数学的な見方・考え方を軸に直観と論理の往還を意識した授業モデル

各授業段階における直観と論理（左列）及び数学的な見方・考え方（右列）の位置付け		授業モデル
直観的段階	引き出す	めあて意識を持つ場 見通す場
論理的段階	広げる・深める	解決する場
	振り返る	見方・考え方を振り返る場
直観的段階	働かせる	直観的に見通す場

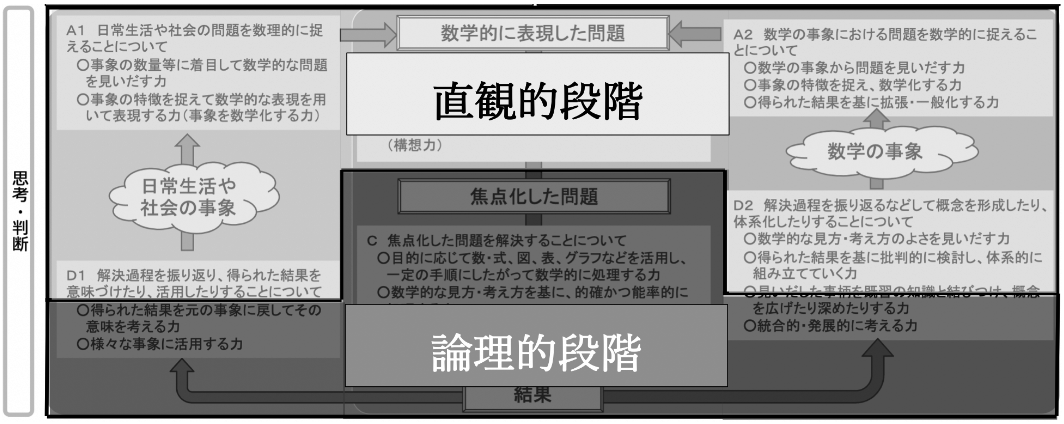


図１　「直観的段階」と「論理的段階」の分類（中央教育審議会（2016）をもとに筆者が改変）
注：Ｄ１及びＤ２は両方の段階を含むものと考えた。

この授業モデルをもとに授業実践を行い，得られた結果をもとに再度授業モデルを精緻化することを目指す。

３．研究仮説及び検証の方法

3-1　研究仮説

「小学校算数科において，直観と論理の往還を意識した授業設計及び授業実践を行えば，創造性が向上するであろう」とした。

3-2　検証方法

上述したように，創造性を創造的思考及び創造的態度に分類して捉え，それぞれ以下のように評価する。

表３　研究仮説の検証方法

対象	検証方法
創造的態度	・２因子16項目の質問紙調査（５件法）の分析
創造的思考	・作成したルーブリックに基づいて，授業実践前後での児童のパフォーマンス課題の変容をマクネマー検定によって分析 ・授業中のワークシートの記述の分析 ・発話プロトコル分析

（1）質問紙の質問項目について

長崎・滝井（2007）が算数・数学教育の目標全体にかかわる力として示した「算数・数学の力」（以下,「算数の力」と称する）を算数に焦点化し，４つの領域の下位項目から全23問の質問紙を作成した。2021年６月に広島県内公立Ａ小学校の第６学年の児童（140名）を対象に予備調査を行い，SPSS Ver.24によって，因子分析（主因子法・プロマックス回転）を行った。因子負荷量が .40以上の項目を因子構成の項目とし，複数の因子にまたがって基準を満たす項目，どちらの因子に対しても基準を満たさなかった項目を除く操作を３回繰り返した結果，基準を満たさない項目がなくなったため操作を完了した。

前述のポアンカレ（1977）や岩崎（2007）の見解を受け，直観的思考と論理的思考によって算数科の学習が進むという前提に立ち，２因子構造を想定して分析を行なった。各因子の質問項目の内容をもとに，第１因子は,「直観的に見通す段階」とした。第２因子は「論理を構築する段階」とし，算数・数学を専攻する大学院生６名と教授（主指導教員）１名で各因子の内容の妥当性について検討を行った。また，質問項目の信頼性を検討するため各因子のCronbachのα係数を算出（因子名の横に記載）したところ，各因子の内的整合性が認められたため，質的・量的に妥当性がある因子を抽出できたと考える。結果を表４に示す。

ルーブリック及びパフォーマンス課題については授業の内容と関連するため後述する。

表４　因子分析の結果

質問項目（質問文）		
第１因子　直観的に見通す段階　α＝.904	Ⅰ	Ⅱ
日常生活のものごとから式を立てたり，算数の問題を作ったりするようにしている。	**.736**	-.098
式・表・グラフ・図などから，かいた人が表現したいことや算数のきまりを見つけようとしている。	**.722**	-.063
２つ以上の考えやきまりに共通している（似ている）部分を見つけて，新しいきまりや考えを見つけるようにしている。	**.712**	-.006
表やグラフなどの変化の様子や関係から，２つの事柄の間に成り立つきまりを見つけるようにしている。	**.686**	.016
算数において，いくつかの結果をもとにきまりや公式を見つけるようにしている。	**.674**	.090
算数の問題をといた後で，その結果をもとに他の算数の問題を考えたりするようにしている。	**.657**	.129
これまでに学んだことを使って，新しい問題を考えるようにしている。	**.610**	.057
あることに成り立つきまりや公式が，似た他のことでも使えるきまりや公式ではないか考えるようにしている。	**.568**	.250
問題文や自分の考えを，式・表・グラフ・図などを用いて表現しようとしている。	**.427**	.386
第２因子　論理を構築する段階　α＝.854		
話し合いをするときは片方だけが話すのではなく，お互いの考えを聞くようにしている。	-.151	**.823**
求めたいことや表したいことに応じて，式・表・グラフ・図を使い分けるようにしている。	-.027	**.768**
話し合いをすることで，自分の考えやグループの考えをより良くするように意識している。	.000	**.723**
算数で計算をしたり，図を書いたりするときには，きまりや公式をもとに考えるようにしている。	.072	**.602**
答えを出した過程（流れ）や，答えそのものが正しいかを，答えが出た後に振り返って確かめるようにしている。	.146	**.529**
自分の考えた結果や過程（流れ）を，式や図などを用いて口頭でも伝わる説明をするようにしている。	.177	**.493**
式・表・グラフ・図などを，目的や条件に応じて変形（式を１つにまとめる・グラフのメモリを変えるなど）したりするようにしている。	.287	**.414**
因子間相関　.768		

４．授業実践

4-1　実践の概要

・期間：令和４年６月21日～７月12日
・対象：国立大学附属Ｂ小学校
　　　　第３学年（30名）
・単元：３けたの筆算のしかたを考えよう
　　　　（たし算）

また，『学習指導要領解説』（文部科学省，2017）における本単元の目標の中には次のような記載がある。

Ａ（２）ア（ア）３位数や４位数の加法及び減法の計算が，２位数などについての基本的な計算を基にしてできることを理解すること。また，それらの筆算の仕方について理解すること（p.138）。

研究主題の「創造性を培う算数科の授業開発」という視点で考えると，この部分が特に重要だと考えた。既習の２位数の筆算をもとに，３位数・４位数の計算においても「同じように」「位を揃えて」考えることで，既習を生かして問題を考えることができた，という経験を子どもに保障することが求められていると考えた。そこから，次のような授業仮説を設定した。

【授業仮説（単元レベル）】
３位数同士の加法の筆算を学習する際に，既習の２位数同士の加法の筆算をもとに方法を考え，その際に用いた数学的な見方・考え方（同じように計算する・位同士を揃えて計算する）を顕在化し，振り返り，意識させることで，未習の４位数同士の加法（の筆算）の計算方法を検討する課題においても獲得した数学的な見方・考え方を意識的に働かせて直観的に計算方法を発想し，それらを論理的に説明できるであろう。

（本稿における第３学年での実践を通して獲得を目指す創造的所産を授業仮説の後半の下線部に記載している。）

4-2　授業実践について

上述したような創造的所産を，授業モデルに示したような見方・考え方を軸にした直観と論理の往還を通して獲得できるように手立てを大きく３つ設けた。１つは上述したような授業モデルの設定である。２つ目はふきだし法を用いた思考の記述である。３つ目は発想の源を問うことである。「ふきだし法を用いた思考過程の記述」及び「発想の源を問うこと」については概要を説明し，詳細は後の授業の発話記録や実際の児童の記述とともに説明し，指導にどういう効果があったかを考察する。

（1）ふきだし法を用いた思考過程の記述

児童のメタ認知の促進のためのツールとして，亀岡（2009）が示す「ふきだし法」（p.17）を授業の中で用いた。無意識的に発想したことや働いた見方・考え方を客観的に見つめ直してふきだしに記述することでそれらが意識され，顕在化する。そうすることでメタ認知が促進されると同時に，後に自身が活用した見方・考え方を振り返り，価値づけすることができると考えて設定した。

（2）発想の源を問うこと

加固（2019）を参考に，児童の発言に対して，「どうしてそう（しようと）思ったのか」と問い返す発問を意識した。各々が直観的に見通したことを論理的に言語化することで，そこに内在していた発想の源や数学的な見方・考え方が顕在化する。本人が直観の存在や内在していた見方・考え方を意識することができるだけでなく，見方・考え方を全体に共有することができる。また，問題解決を進めたり，振り返りの際に活用したり関連づけたりすることができるように，それらを板書に残しておくことも意識した。

5．授業実践の実際

ここでは，第３時間目（令和４年６月30日実施）の授業に焦点を当てて，発話プロトコルを示すとともに，上述した手立てが，どのような効果を及ぼしたのかを述べる。

5-1　第3時間目の授業

第２時間目（令和４年６月28日実施）には，日常的な買い物の場面を提示し108＋361の計算の仕方について考えた。その中で，「１年生や２年生の時に使った丸図で説明ができそう」という気づきが児童から出てきたため，既習事項を活用して説明を考えている姿を価値づけた。振り返りには「２年生の時と同じように考えて計算したのがよかった」と記述があったため，第３時間目の冒頭で全体に共有した。そこでの発話記録を以下に示す。なお，C は児童，T は教師を示し，それぞれ分けて通し番号をつけている（同じ番号は同一の児童）。また，CC は大人数の発話や呟きを示す。

T11：この前108＋361をやったよね。これの振り返りで「同じように」考えたのがよかったです。って書いている人いたけど，その人の気持ちわかる？
C11：（呟き）あっ，わかった！
C12：位を揃えるところだと思いました。
T12：位を揃える…？どういうこと？
（児童による説明 略）
T13：なるほど。結局じゃあ，２年生にやった筆算と３年生でやった筆算って何が同じなの？
C13：位を揃えて，計算することです。
T14：確かに。（３桁＋３桁も）位を揃えてやったよね。
C11：1000のまとまりでもできそう
C14：１億の筆算もできそう！
T15：じゃあみんなこの「同じように」考えるって考え方はどんなときに使えそう？
C15：千，一万とか大きい数になったときに使えそう。
T16：千とか一万とかの大きい数（の計算）はまだ習ってないのにできそうなの？
C16：これがあればできる！

後に示すパフォーマンス課題において，４位数同士の加法の計算方法を検討する際にも「同じように」考えるという見方・考え方が活用できるように，既習の２位数同士の加法と「同じように」（３位数同士の加法を）考えたと見方・考え方を振り返っているものを全体で共有し，それを解釈する時間を設けた。「同じように」考えたことは「位を揃えて計算する」ことだと確認した後には，「1000のまとまりでもできそう」や「１億の筆算もできそう」と児童が呟いていることから，２位数同士の加法から３位数同士の加法へと拡張したことを受け，だったら４位数同士の加法，もっと位が大きな数の加法でも適用できそうだと直観的に考察していることがわかる。まさに，中島（2015）がいう「統合といった観点による発展的な考察」（p.40）が行われている場面であった。

その後に「１～６のカードを１枚ずつ使って□□□＋□□□＝777をつくろう」という課題を位置づけた。この課題を解決するためには，加数と被加数の同じ位の□に足して７になる２数のペアを入れる必要があり，「位を揃えて計算する」という見方・考え方を意識できるような仕掛けとした。

まずはふきだしを用いて解決への見通しを言語化し，後に全体で共有した。

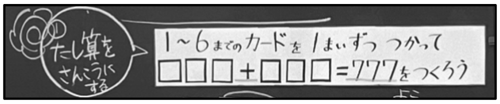


図２　課題への見通しを記入したふきだし

左上の「①足し算を参考にする」が出た意見である。この後，２数の和が７になる数字の組み合わせを見つけた児童の気づきをもとにして次のように活動を展開していった。

（数名の児童が２数の和が777になる数字の組み合わせを見つけて，前に掲示。以下はその後のやりとり）
T21：なんでみんなこんなに早く見つけられたの？
C14：僕は，123のまとまりと456のまとまりに分けて考えました。（略）４・５・６のどれか足す，１・２・３のどれかだと思いました。
T22：なるほど。１・２・３のまとまりと４・５・６のまとまりに分けたんだね。
C25：付け足しで。１年生の頃に，３＋４は７になることを習いましたね。で，作戦（（見通し）「①足し算を参考にする」※図２参照）は習ったことを使うだったので，これを使って考えました。
T23：お友達が言ってくれた作戦が使えたんだね。
（ふきだしに丸をして価値づけ）
CC：２と５も，１と６もペアだよ。
T24：ペアにしたのね。筆算を考えるときには，こうしたらいいのね（わざとペアの２数を横に並べる）。
CC：だめ！
T25：ペアを作るんじゃないの！？
C26：そういうペアじゃなくって…！
C27：先生は，横でペアを作っていますよね。これだったら，４＋６で０になって，777にならない。
T26：そもそも，みんなはどうして縦ならできると思ったの？【発想の源を問う】
（和が777になる理由を筆算の原理から確認 略）

C25は友人の作戦をもとに１年生の時の加法を基に計算する着想を得て結論を導き出したことを述べていることから，児童のふきだし（見通し）を黒板に共有することで，他の児童の直観的な発想のもとになったと考えている。また，最後に T26で「そもそも，みんなはどうして縦ならできると思ったの？」と発想の源を問い，論理的な説明を促した。その発問に対してC28は，既習の筆算の原理を基にして足して７になる２数のペアを縦に入れる（同じ位に入れる）ことで777になることを論理的に説明してみせた。しかし，C28のワークシート（図３）を見るに，最初からこういった考えを持っていたわけではなかった。C28のワークシートにおけるふきだしを用いた記述に着目して数学的な見方・考え方の獲得の過程について考察していく。

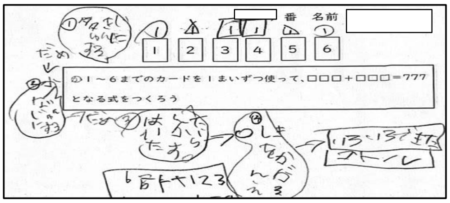


図３　C28のふきだしを用いた記述

ふきだしに番号と→をつけて思考過程がわかるように記述している。①･②のふきだしから分かるように，まずは直観的に（数字が）大きい順や小さい順に計算をしたらいいのではないかと見通し，論理的に確認していったが，目的にあった解が得られなかったため，③にある反対から足す（おそらく図３上部の１～６のカードに対応する形で記号をつけているように，足して７になる数字のペアをつくる考えだと推測する）考えを直観的に発想しそれを論理的に確認した結果，和が777になったため同様の式を複数考えていったと思われる。こういった試行錯誤の過程こそが，C28の直観と論理の往還といえるのではないだろうか。また，その過程を経て，最終的にはこの活動における創造的所産を獲得したことがわかる。後に類題にも取り組んだが，その際には最初から③に書いてあるような考えを用いて問題解決にあたっており，C28がここで獲得した見方・考え方を意図的に働かせたと考察できる。

また，授業ではこの後に「見方・考え方を振り返る場」を設け，本時は「どのように考えたのがよかったのか」を各個人で振り返る時間とした。自身が「見通す場」で記入したふきだしや板書をもとに振り返りを行い，「位を揃えて考えること」や「とりあえず試してみること」などを価値づけしていた。その後，「直観的に見通す場」を設けて「次はどういうことを考えることができそうか」を尋ねた。多くの児童は自身が振り返って価値づけした見方・考え方を（意図的に）働かせて直観的な考察を行っていた。C29の直観的な考察を例示する。

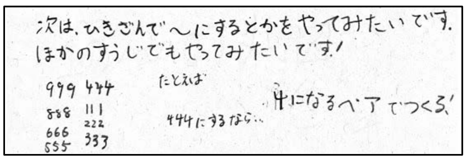


図４　C29の直観的に見通す場での考察

C29は，「例えば444にするなら４にするペアでつくる」と方法まで見通して記述していることから，授業で扱った問題に共通していた「数のペアをつくって位を揃えて足す」という見方・考え方をもとに，だったら他の数字でも同様に考えることができるだろうという，統合的・発展的な考察をしている。また，「引き算でもやってみたい」という考察は，片桐（1988）がいう「問題の場面を変えてみる」（p.161）という発展的な考え方に該当するであろう。

ここに示したような問題を創り変える姿は授業でも見られたのでその場で取り上げ，価値づけるだけでなく，実際にそういった発想をもとに問題を設定し全体で取り組んだ（図下部の□□□＋□□□＝666は児童の直観的な見通しをもとに設定した問題）。また，問題を創り変える視点を全体に共有するために，原問題から変更した（変更しようと考えた）部分がわかるように原問題に印をつけた(写真では分かりにくいため，図の該当部に筆者が黒丸を加筆した)。

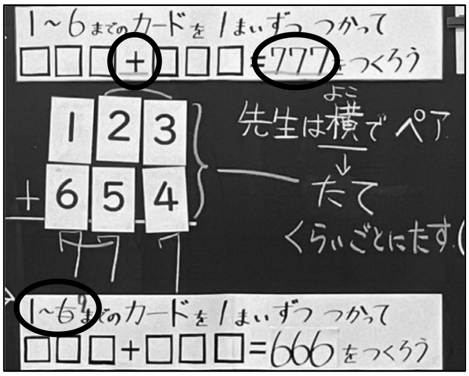


図５　問題を変更する視点を共有した板書

６．研究仮説の検証結果及び考察

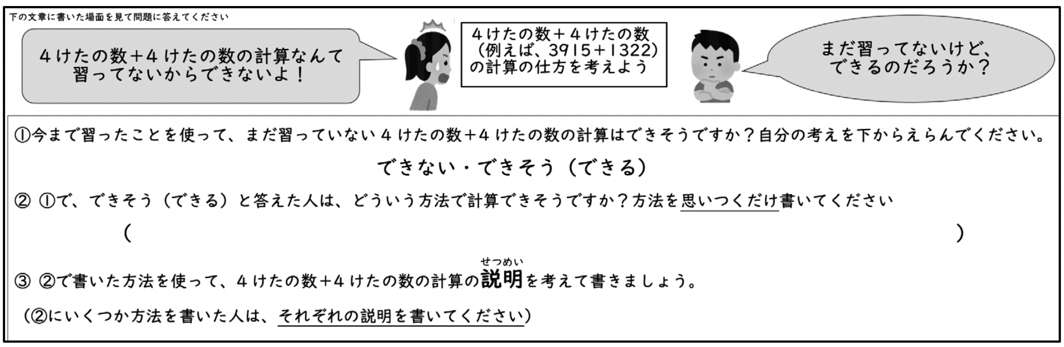
6-1　創造的態度の変容の検証及び考察

授業実践を行った附属Ｂ小学校第３学年の30名を対象にして，上述の表４に示す質問紙を用いて創造的態度を実践前後で調査した。なお，事前調査は令和４年６月24日に，事後調査は令和４年７月５日に実施した（調査の実施日は後述のパフォーマンス課題においても同様）。その変容についてSPSS Ver.24によるWilcoxonの符号付き順位検定で検証した。結果を表５に示す。

表５　創造的態度の変容（$N=30$）

因子名	時期	平均値	標準偏差	p 値
Ⅰ：直観的に見通す段階	事前	3.82	0.74	0.12
	事後	4.00	0.71	
Ⅱ：論理を構築する段階	事前	4.10	0.85	0.86
	事後	4.16	0.87	

両因子とも実践の前後で平均値の上昇は見られたが，統計的に有意な変容とは言えなかった。児童の思考をもとに日々の授業を展開していくことで，児童が自身の直観的な考えや論理的な考えが問題発見・解決に寄与したことを実感することが大切だろう。発達段階的にも思考に関わる部分は無意識のものが多いと考えられるため，思考を顕在化したり，思考を振り返ることを通して価値づけしたりすることがより一層必要だったと考える。一方で，児童が発展的に考察したことから問題を設定したことで「問題は先生から与えられたり，教科書に載っていたりするものだ」という，先行研究で指摘されている「暗記科目」としての算数や「正解追求型学習」の根底にあると考えられる固定観念を少しは崩すことができたのではないかと考えている。


下の文章に書いた場面を見て問題に答えてください

４けたの数＋４けたの数の計算なんて習ってないからできないよ！

４けたの数＋４けたの数（例えば、3915＋1322）の計算の仕方を考えよう

まだ習ってないけど、できるのだろうか？

①今まで習ったことを使って、まだ習っていない４けたの数＋４けたの数の計算はできそうですか？自分の考えを下からえらんでください。

できない・できそう（できる）

② ①で、できそう（できる）と答えた人は、どういう方法で計算できそうですか？方法を思いつくだけ書いてください

（　　　　　　　　　　　　　　　　　　）

③ ②で書いた方法を使って、４けたの数＋４けたの数の計算の**説明**（せつめい）を考えて書きましょう。

（②にいくつか方法を書いた人は、それぞれの説明を書いてください）

図６　作成したパフォーマンス課題

6-2　創造的思考力の変容の検証及び考察

(1) パフォーマンス課題

単元レベルの授業仮説をもとに，創造的思考力を評価するパフォーマンス課題として今後学習する内容（テスト実施時には未習）の「４位数同士の加法」の計算方法を検討する問題を設定した。また，問題作成に当たっては，齋藤・秋田（2000）が設定した創造性テスト問題の５条件（下記の表６に詳細を整理して示す）を参考にした。

表６　創造性テスト問題の５条件
（齋藤・秋田，2000）

項目名	詳細
①問題内容の近接性	単元の学習内容と深く結びついている問題であること
②問題内容の発展性	単元の学習内容をさらに発展した内容を含んだ問題であること
③解答の多様性	解法や解がオープン的であって，拡散的な思考を要する問題であること
④解答の評価可能性	解答や解答過程の記述から柔軟性，独創性が評価できる問題であること
⑤問題の汎用性	該当学年だけでなく，上級学年においても使用可能な問題であること

(2) ルーブリック

上述した仮説のもと，評価規準を既習の内容をもとに，見方・考え方を働かせて解法を発想し，説明することができる段階の基準Ⅳとした。全体の評価基準は表７に示すように設定した。

表７　ルーブリック評価表（筆者作成）

評価基準	
Ⅴ	（既習の学習をもとに）４位数同士の加法の計算方法を発想し，位同士を計算することなどを複数の表現（筆算・丸図など）を用いて，説明できている。
Ⅳ 評価規準	（既習の学習をもとに）４位数同士の加法の計算方法を発想し，位同士を計算することなどを説明できている。
Ⅲ	（既習の学習をもとに）４位数同士の加法の計算方法を発想し，計算を行っているが説明が不十分である。もしくは説明がない。
Ⅱ	方法の見通しは書けているが，計算をしたり説明を書いたりできていない。
Ⅰ	無回答・①の段階で「できない」と回答

授業実践を行った附属Ｂ小学校第３学年の30名に対して，図６に示すパフォーマンス課題を用いて創造的思考を実践前後で調査した。実践前後でのパフォーマンスの変容を表８に，規準達成児童数の変容を表９に示す。

表８　実践前後でのパフォーマンスの変容

		事後					
		Ⅴ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	計
事前	Ⅴ	1	1	0	0	0	2
	Ⅳ	13	4	0	0	0	17
	Ⅲ	3	1	0	0	0	4
	Ⅱ	0	0	0	0	0	0
	Ⅰ	0	3	0	0	1	4
	計	17	9	0	0	1	27

表９　実践前後での規準達成児童数の変容

		事後		
		達成	未達成	計
事前	達成	19	0	19
	未達成	7	1	8
	計	26	1	27

評価規準達成児童は，27名中[1]事前課題において19名，事後課題においては26名となった。SPSS Ver.24による McNemar 検定の結果，評価規準の達成者は有意に増加した（$p<.05$）。各々の児童の「創造的思考」の質が高まったことから，見方・考え方を軸にした直観と論理の往還を意識した授業モデルや手立ての有効性が示唆された。また，事前において２名しかいなかった評価基準Ⅴ（複数の表現を用いて，計算方法を説明できている）の児童が，事後では17名に増えたことから，１つの問題に対して多様な解法を考えることができるようになったという点でも創造性を養うことができたと考える。これは，ふきだしを用いて自由に・拡散的に考察することを認めたことや，答えが１つではないオープンな問い（例：第３時間目の問題）を設定し，粘り強く取り組む時間を設けたことによるものだと考える。一方で，事前事後ともに評価基準Ⅰの児童がいた。この児童には，既習事項をもとに未知の問題に対する解決の発想を得た児童の考えやその発想の源を解釈する場を設けることで，「自分もできそう」と自信を持たせるような指導・支援が必要であったと思われる。

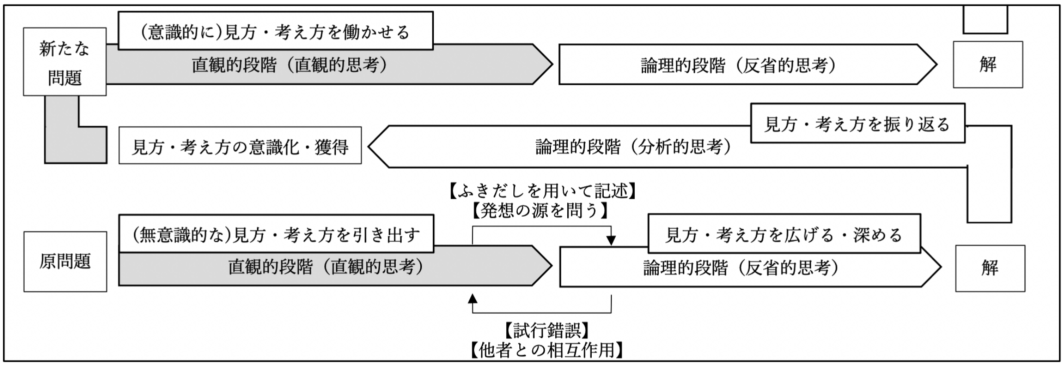


図７　見方・考え方を軸にして直観と論理の往還を意識した授業モデル

７．授業モデルの整理

本研究は，「小学校算数科において，直観と論理の往還を意識した授業設計及び授業実践を行えば，創造性が向上するであろう」という仮説のもと，授業モデルを設定してそのモデルに沿った授業実践を行った。創造的思考はパフォーマンス課題への取り組み状況から，その質が統計的に有意に変容した。授業モデル及び授業で用いた手立ての有効性が示唆されたため，これらの手立て等も含めた授業モデルを図７に示すように整理した。試行錯誤しながらも粘り強く取り組んでいる姿や，他者の考えを見たり聞いたりして相互作用的に直観的な発想を得る姿から，直観と論理の往還は個々の児童の中で局所的にも起こっていると考えた。もちろん，授業や単元のレベルでは大局的な直観と論理の往還を通して学習を進めていくことが重要であるが，個々人の局所的な直観と論理の往還にも目を向けつつ，集団の相互作用も活かしながら創造的な学習を展開していきたい。

８．成果と課題

本研究の目的は，「小学校算数科における創造性を高める効果的な授業を開発すること」であった。授業設計及び指導法に関して先行研究をもとに手立てを講じ，授業実践を通して得られた結果をもとに次の成果と課題を得た。

本研究の成果は，次の２点であると考えている。まず１点目は，実践を通して児童の創造的思考の質を有意に高めることができた点である。見方・考え方を軸に直観と論理の往還を意識した授業モデルや手立ての有効性の示唆が得られた。２点目は，先行研究をもとに設定した授業モデルを，授業実践での児童の様子やそこで得られた成果をもとにして，図７に示すようにより精緻化することができた点である。

本研究の課題は，次の２点であると考えている。まず１点目は，量的に創造的態度の有意な変容が見られなかった点である。限られた回数の授業実践ではあったが，子どもが授業の中で自分が思考したことを意識したり，価値づけたりする経験をより保障していくことが必要であったと考えている。２点目は，直観と論理の往還が教師の問いかけにより進んでいることが多かった点である。より子ども自身が必要感を感じ，自分で振り返ったり，発展的に考察したりすることができるような授業展開を考え，授業開発に向けて実践を積み重ねていきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり，ご協力いただきました小学校の先生方並びに児童の皆様に深く感謝申し上げます。

注

[1] 対象学級の児童数は30名であるが，欠席者がいたため，事前事後ともに解答を集めることができた27名のデータを用いて検証した。

引用・参考文献

飯田慎司（1990）.「シツェーションからの数学的活動における創造性の開発について」. 平林一榮先生頌寿記念出版会編，『数学教育学のパースペクティブ』（pp.151-166）. 聖文社.

岩崎秀樹（2007）.『数学教育学の成立と展望』. ミネ

ルヴァ書房.
岩田耕司（1999）.「算数・数学教育における創造性に関する研究（I）―数学的創造性の内包的規定とその教育的意義―」,『中国四国教育学会 教育学研究紀要』, Vol.45, No.2, pp.239-244.
恩田彰（2002）.「創造力とは何か」. 高橋誠編,『新編創造力辞典』(pp.16-180). 日科技連.
亀岡正睦（2009）.『算数科：言語力・表現力を育てる「ふきだし法」の実践―算数的活動と思考過程記述のアイデア』. 明治図書.
加固希支男(2019).『発想の源を問う』. 東洋館出版社.
片桐重男（1988）.『数学的な考え方の具体化』. 明治図書.
小山正孝（2007）.「算数教育における数学的理解の過程モデルの研究」. 日本数学教育学会誌.『数学教育学論究』第88巻, 第88号, pp.27-35.
齋藤昇・秋田美代（2000）.「数学における創造性テストと創造性態度との関係―小学６年生・中学２年生を対象として―」. 全国数学教育学会誌,『数学教育学研究』第６巻, pp.35-48.
齋藤昇・秋田美代（2001）.「算数教育における児童の創造性の発達に関する研究―小学３・４・５・６年生を対象として―」. 全国数学教育学会誌,『数学教育学研究』第７巻, pp.19-30.
中央教育審議会(2016).「算数･数学ワーキンググループにおける審議の取りまとめ」.
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/073/sonota/__icsFiles/afieldfile/2016/09/12/1376993.pdf（令和４年12月20日最終閲覧）.
長崎栄三・滝井章（2007）.『算数の力―数学的な考え方を乗り越えて―』. 東洋館出版社
中島健三（2015）.『復刻版 算数・数学教育と数学的な考え方』. 東洋館出版社.
中原忠男(1995).『算数･数学における構成的アプローチの研究』. 聖文新社.
松浦武人（1997）.「算数科における直観力の育成と評価に関する一考察：方法・結果を直観的に見通す場の構成を通して」.『広島大学研究紀要 / 広島大学附属東雲小学校』, 平成８年度巻, pp.63-70.
松島充（2010）.「学級全体による創造的思考の質の高まりについての研究―創造的思考過程モデルの構築―」. 全国数学教育学会誌,『数学教育学研究』第16巻, 第２号, pp.29-37.
文部科学省（2017）.『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 算数編』. 日本文教出版.
ポアンカレ（1977）. 吉田洋一（訳）.『科学の価値』. 岩波書店.