

意味が「わかる」ことを追究した算数科の授業

—ランパート実践を参考にした授業開発—

教職実践応用領域 授業づくり履修モデル
松島 直希

I 主題設定の理由

1 社会の動向から

情報通信技術が進展し、Society5.0が実現されることで、様々な可能性が広がっている。IoT、AI等を活用する基盤整備が整い、今後も更に進展を続けることが期待される。そのため、AIに代替えされない人間的な付加価値を見付け、その力を身に付けた子どもの育成が求められる。

新井(2018)は、今、求められているAIに代替えされない能力について、大学生による読解力調査の結果より「意味を理解する能力である」と提言している。主に読解力を問う問題の正答率が低く、言葉の意味を理解せず、機械的に処理するAIに人間が近付きつつあることを危惧している。

2 国内外の学力及び学習状況等の調査から

TIMSS(国際数学・理科教育動向調査)より、数学的リテラシーが国際的に見ても上位に位置した一方で、今井(2019)は、「算数が好きな程度・数学への自信の程度の尺度への回答は、『算数がとても好き』『算数にとっても自信がある』『数学に強く価値を置く』と回答した割合が低く、算数・数学に関する非認知的要因は、いずれも望ましい結果とはいえない」としている。

さらに、国内の全国学力・学習状況調査においては、知識と活用を一体的に問う調査問題に変わり、日常生活に関わらせた事象の問題も多く出題されている。全体の正答率が66.7%なのに対し、特に、小数の除法の意味についての理解を問う問題の正答率は47.1%で、数の概念的理解や演算の意味についての理解が弱いことが明らかになった。また、計算の性質を見出し、考察して記述する問題では、正答率が31.3%と低かった。このことから、演算の意味や性質を理解して活用することに課題が見られた。

3 新学習指導要領から

学習指導要領解説算数編には、改善のポイントとして「数学的な見方・考え方」「知識・技能」「思考力・判断力・表現力」「人間との関わり」がキーワードとして挙げられており、目標には、「数学的な見方・考え方」を働かせながら、知識及び技能を習得したり、習得した知識及び技能を活用して課題を探究したりすることにより、生きて働く知識の習得が図られ、技能の習熟にもつながると示されている。知識及び技能、思考力・判断力・表現力、学びに向かう人間性の三つが強調さ

れながらも「数学的な見方・考え方」の重要性が感じられる。このことから、身に付けさせたい資質・能力を明確にするとともに、授業の中で、どのように「数学的な見方・考え方」を働かせるかが大切であることが伺える。

4 現任校の実態から

本校の実態を図るために、全職員によるアンケートを実施し、SWOT分析を行った。表1は、その一部である。

【表1 全職員によるSWOT分析の一部】

	子どもの実態
強み	学習に前向きに向かう態度 ・素直で真面目、落ち着いた雰囲気・学習に積極的で諦めない 基礎基本、学び合い ・技能の定着 ・話し合いや説明活動に意欲的
弱み	学習に対して受け身 ・思い込みからくる諦める心 ・教師の発問に後ろ向き ・話し合い活動に取り組めない 概念的理解が弱い ・知識、技能の定着が不十分 ・概念的理解が弱い ・応用問題、文章問題の理解が弱い ・考える力、発想する力がない 精神的未熟さ ・反骨精神がない ・個性がない

「学習に対する態度」について項目が、強みと弱みの両方に現れていることから、学びに向かう意欲に差が生じていることが分かった。弱みには、「概念的理解が」の項目が見られ、それに伴い、考える力、説明する力が不十分で、話し合いにも影響しているという。特に、低学年では、指を使って繰り上がり・繰り下がり計算をしている児童が多く、中学年では、わり算の筆算が定着していないため、誤答が多い。概念的理解が不十分で、知識の定着が図れないことから、能力差が大きく広がり、「学びたい」という意欲にも温度差があることが分かった。そこで、算数科の授業において、概念的理解を促す授業を行うことで、知識の定着だけでなく、学びに向かう態度も改善されると考える。

5 本実践研究の主題について

このような算数科の課題より、本研究では、数や演算の意味を理解する過程を明らかにし、学習内容と生活経験をつなぐことに重点を置いた授業を追究することで、今求められる意味を理解して物事の本質を捉える能力を育成できると考える。そこで、後述する先行研究のランパート実践を参考にして「意味が「わかる」ことを追究した算数科の授業—ランパート実践を参考にした授業開発—」と設定した。

II 先行研究

1 数学の理解

ゲシュタルト心理学者ウェルトハイマー(1945)は、「ああ、そうか」という突然の解明の例として、少年ガウスの発見の過程を挙げ、理解する過程を神秘的過程であると述べている。また、数学者アダマールは、ポアンカレがフレックス関数を発見した心理を問題にして、3つの相(段階)があると分析している。数学の理解は、明文化されない段階や無意識の働き掛けの段階があることを強調している。

2 算数教育の理解

小学校における算数学習のつまづき調査から、銀林(1975)は、理解していることを前提とする数学教師にとっては、まだ理解していない子どもを理解することは極めて困難であると述べている。さらに、数学における理解を探るには、まず教えるという立場を離れて、純粋の心理観察者となって素材を探し、その習得プロセスの分析を試みなくてはならないと強調している。

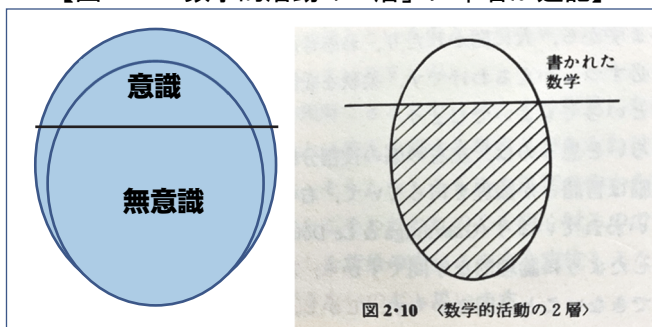
3 大人・子どもの理解

「わからないのにできる」場合について、イギリスの心理学者スケンプ(1971)は、一筆書きを例に挙げ、意味内容を理解していないでただやり方だけを身に付けている場合には、条件が少し変わるとできなくなることを提示している。このことから、わかり方には「手続きの習得(できる)」と「意味・内容の理解(わかる)」があり、必ずしも一致しないと言える。また、この二つの手続きと意味ともに分かっているなければ真の理解とは言えないと強調している。

4 意識と理解

佐伯(2007)は、明文化された数学の背後には、明文化しがたい広大な精神的活動(無意識)があるとしている(図1)。

【図1 「数学的活動の2層」に筆者が追記】

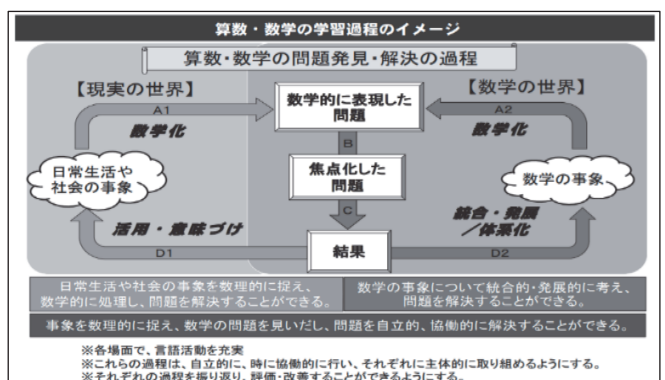


現在の数学教育では、主としてこの表面に現れた書かれた数学にばかりに注目され、教科書やテストにおいても、数学的形式だけを問題にしている。そのため、精神的活動(無意識)を重視する必要がある。さらに計算のような形式的な「手続き」と精神的活動を重視した「意味」とをつなぐ実践を行うことで、知識の世界も広がっていくと強調している。

5 小学校学習指導要領解説算数編

小学校学習指導要領解説算数編には、「算数・数学の問題発見・解決の過程」(図2)に「現実の世界」と「数学の世界」の二つの世界があることが示されている。日常生活や社会の事象を扱う左側のサイクルは、これまで述べた「手続き」と「意味」とをつなぐ実践であると言える。

【図2 算数・数学の学習過程のイメージ】



6 ランパート実践

4年生のわり算の筆算の単元を通して行われた、手続きと意味をつなぐ実践である。全体は三つの課題状況で構成され、課題内では、教師の働き掛けによって多様化、変形、発展が試みられる。

一つ目の課題は「六種類の硬貨のうち、二種類の硬貨を19枚用いて、ちょうど1ドルにせよ」である。ランパートは、ある数を積和の形に分解して考えることや系統的探索の中で、一つの数値の構成要素を多用に見立てる活動が活性化していくことをねらっていた。

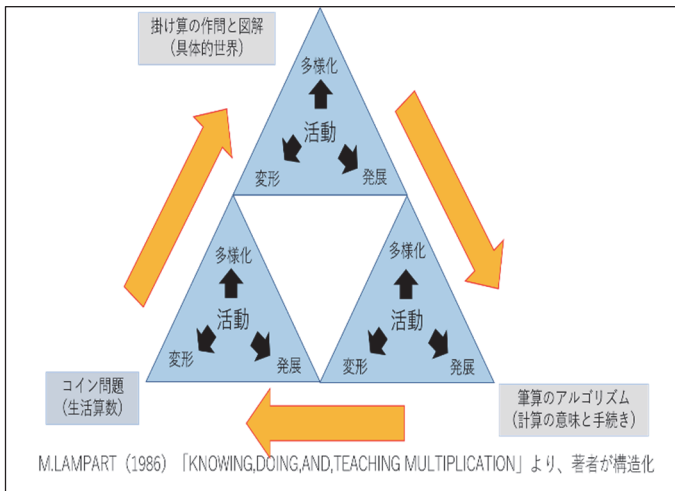
二つ目の課題は、「 4×12 という計算で答えを出すような問題を文章でつくり、それを図解せよ。」という掛け算の問題作りと図解である。つまり、ランパートは、一つ目の課題で無意識を活性化させておき、今度はそれを意識化させ、習得されたことをさらに無意識化させることをねらっていた。

三つ目の課題は、筆算のメカニズムを今までの課題における数の分解と合成だと理解させた後に、筆算の手続きを知らせる。ランパートは、単に手続きを教示するのではなく、これまでの二つの課題で十分に活性化しているはずの、数の分解と統合を意識化していくことをねらっていた。これらの課題は児童の日常生活でのコイン使用における「具体的世界」を生かし、また、自然に「アルゴリズム的世界」を活性化させ、それぞれを拡大・強化させていると言える。(図3)

さらに、このランパート実践は、実験的に小学校4年生の掛け算において挑戦したものであるが、他の筆算の学習や他学年の学習においても、同様にしてこれらの手立てが重要だと考える。また、考察の中でも、厳密な実験と違って理論の「検証」という形にはなっていないと述べられている。

そこで、これらの部分を先行研究の残余部分と捉え、ランパート実践を構造化していく。そして、他学年の単元で授業実践を行い、その有用性を明らかにしていきたいと考えた。

【図3 ランパート実践の構造図】



Ⅲ 本実践研究について

1 研究の目標

意味が「わかる」こと(手続きと意味のどちらか一方の知識の獲得ではなく、これらがつながることで知識を広げていくこと)を重視し、物事の本質を捉えようとする子どもの育成を目指す。

2 研究仮説

ランパート実践を基にした、手続きと意味をつなぐ算数科の授業実践と実証を行うことで研究目標を達成することができる。

3 検証方法

小学校第3学年の算数「たし算とひき算の筆算」「桁をかけるかけ算の筆算」の単元を通して、授業記録から手立ての有効性を検証する。また、ワークシートの記述から「手続きの意味を捉えようとする姿」のルーブリックを作成し、量的調査を行う。そして、実践前後に意識調査を行う。

4 手立て

3年生の筆算を学習する単元を三つの課題によって構造化し、さらに教師の働き掛けによって変形・多様化・発展する手立てを考えた。

手続きと意味の相互の結びつきを高める工夫

〔具体的な手立て〕

- ① コインの問題(生活体験活動)
- ② 具体的なモノ世界(問題設定・作図)
- ③ 焦点化された問題(統合・発展)

(1) コインの問題(☆)

初めに生活体験学習として、コインの問題を取り上げ、生活体験でごく自然に行われている合成問題に取り組みさせる。ここで重要なことは、合成の際に「10円が10枚で、100円になる」という合成の素地を体験させることである。合成の素地が養われると共に、積和計算を繰り返し行うことで、ランパートが提唱する生活体験における無意識が活性化することと合致していると考えられる。

(2) 問題設定と図解(□)

生活体験学習の後、具体的なモノの世界を取り入れるために問題設定を教師が行う。本来なら児童に問題を作成させることが望ましいが、授業時数の観点から教師が問題設定を行うこととした。

また、問題解決にあたり、児童に作図させることを重視する。作図する過程で、練り上がりや空位の意味を体感させることが重要であり、先に習得されたことを無意識化させるというランパート実践全体で用いられている教授方略を常に意識していく。

(3) 焦点化された問題(◁)

意味と筆算の手続きをつなぐ活動を行う。先に、筆算の手続きを教授し、その後、筆算の練り上がりや練り下がりの意味について、図や言葉で説明させる。手続きが示されても、「図で言うとどこのことですか」のような図を重視する教師の働き掛けを行うことで、意味と手続きをつなぐようにする。

また、単元の終末には、誤答を示し、間違いの根拠を図から探るような、学習を振り返る活動を行うことで、さらに意識化させることができると考える。

5 授業実践1

(1) 調査対象：本校の第3学年24名

(2) 調査時期：2020年7月

(3) 単元名 たし算とひき算の筆算

(4) 指導計画

表中の☆□◁は、それぞれの手立てを表す。

時	学習活動
1 2	数を硬貨の図に表し、条件を絞った表し方や複数の硬貨を使った表し方について考えて図に表す。(☆)
3 4	足し算の式を硬貨の図に表して練り上がりを硬貨で確認し、その仕組みを説明する。(□)
5 6	引き算の式を硬貨の図に表して練り下がり硬貨で確認し、その仕組みを説明する。(□)
7	足し算の筆算の仕方を知り、その仕組みを図に表したり、練り上がりの仕組みについて考えたりする。(◁)
8 9	引き算の筆算の仕方を知り、その仕組みを図に表したり、練り下がり硬貨の仕組みについて考えたりする。(◁)
10	習熟を図る練習問題に取り組む。

11	4位数の足し算と引き算の筆算の仕方を知り、仕組みを図に表したり、繰り上がりや繰り下がりの仕組みについて考えたりする。(4)
12	定着を図る練習問題に取り組む。
13	習熟や定着を図る練習問題に取り組む。

(5)実践の内容

<第1時> 4- (1) コインの問題

10円硬貨や5円硬貨を使って表現し、図に表現した。また、「100円硬貨を10円硬貨10枚にくずすこと」について話し合い、繰り下がりの素地になる言葉を引き出した。

<第2時> 4- (1) コインの問題

第1時で意識させた「100円硬貨を10円硬貨10枚で表すこと」を基に、その反対の意味である「10円硬貨10枚を100円硬貨1枚で表すこと」について話し合った。10円硬貨が100円硬貨に戻ることから「戻す」という言葉を全体で確認した。

<第3時> 4- (2) 具体的なモノの世界と図解

これまでの活動を振り返り、「くずす」「戻す」ことについて確認した。その後、「複数の硬貨で表現するよりも、硬貨の枚数を減らして表した方が分かりやすい」と考えを高めていった。その後、図を用いて1円が10枚以上ある場合は10円に戻して考えるとよいことを全体で確認した。また、硬貨の枚数を減らして考える「戻す」方法は、他の硬貨でも活用できることを確認した。

<第4時> 4- (2) 具体的なモノの世界と図解

前時の活動により、児童は硬貨の枚数をより少なく表そうと考えるようになった。また、百円硬貨に戻すことにも違和感なく、多くの児童が問題を解決することができた。

<第5時> 4- (2) 具体的なモノの世界と図解

児童はこれまでの活動に慣れ、繰り下がりの場合は「くずす」方法を使えばよいことにいち早く気付くことができた。

<第6時> 4- (2) 具体的なモノの世界と図解

空位の場合はどのように図解するか戸惑う児童がいた。しかし、「500-48」の場合は2度硬貨を崩すことになることを全体で話し合うと、多くの児童が納得した表情で問題に取り組むことができた。

<第7時> 4- (3) 焦点化された問題

「繰り上がったはずの10が1になるとはどういうことか詳しく説明できるかな」と問うと、10のまとまりで困った図を描き、説明することができた。繰り上がりの場合は、10のまとまりに「戻す」考え方を使っていることを全体で確認した。

<第8時> 4- (3) 焦点化された問題

「繰り下がりが2回ある筆算の意味は同じだろうか」と問い掛け、違いに着目させた。百の位から繰り

下がることは、100円を10円10枚に「くずす」こと、また、十の位から繰り下がることは10円を1円10枚に「くずす」ことであることを全体で確認し、それぞれ違いが分かるように説明することができた。

<第9時> 4- (3) 焦点化された問題

十の位が空位の場合、繰り下がる意味を捉えることが難しかった。図を活用すると、100円を10円10枚に崩すと計算できるようになることに気付き、順序よく説明することができた。

<第11時> 4- (3) 焦点化された問題

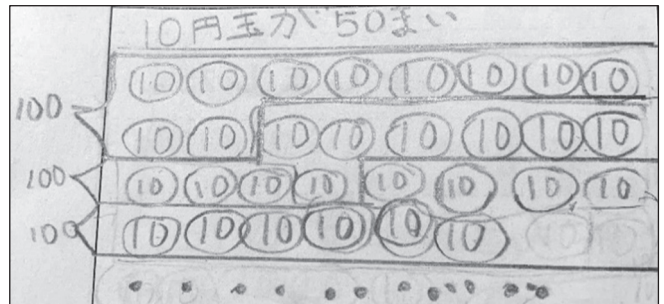
問題提示後、「千の位でも説明できる」と積極的な児童が多かった。数が大きくなってもくずして考えればよいことに気付き、多くの練習問題にも取り組むことができた。終末では、「もっと大きい位でもやってみたい」と発展的に考える児童も多かった。

(6)手立ての有効性

A コイン問題

資料1は、第1時のC20の記述である。硬貨の使用条件を絞って考えさせた場面で、「10円を10枚まとめて100円になる」という意味を図で示すことができたことが分かる。しかし、まとまりが見やすいように先頭を揃える等の工夫がされていないことから、活性化が十分でないことが分かる。

【資料1 コイン問題に取り組む児童がかいた図】



資料2は、全体で発表した時の様子である。図を用いて発表させ、他児童にも発言を促すことで、学級全体で活性化することをねらった。

【資料2 学級全体に広げる発問】

- T : 10円を使うとどうなるのかな。
 C1 : 10円を10枚はって、ここで100だから。
 T : 続きを説明できますか。
 C2 : 10が10枚で100だから、あと10が40あればできます。(黒板に掲示用10円硬貨をはる)10のまとまりが全部で5つになるから、500円になります。

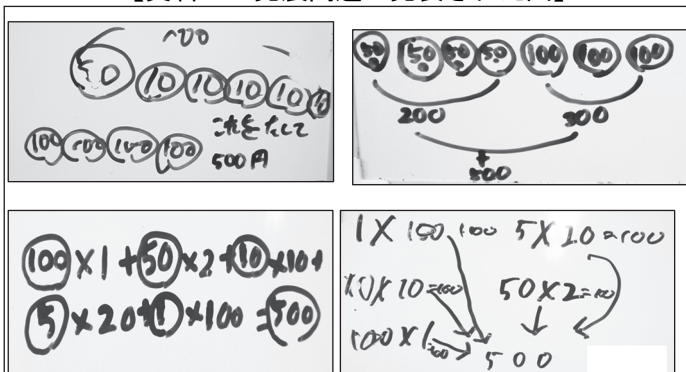
資料3は、児童から生活場面に関わる言葉を引き出した話し合いである。C4の発言からも、生活体験で無意識にあったものが活性化され、自然と言葉があふれてくる様子が分かる。話し合いの最後には「両替」という言葉を引き出すことができ、生活場面に戻って考えることができた。

【資料3 生活体験を引き出した話し合い】

T : このとき、500 円が 100 円に変わったんだね。
 C3 : 分解されたんだ。～略～
 T : 「くずす」という言葉は知っていますか？
 C : あ～っ！（多くの子どもが納得した表情）
 C4 : 確か、ゲームセンターで 500 円入れると 10 枚出てくるのがあったと思う。～略～
 C5 : 両替機かな。～略～

資料4は、硬貨の種類を増やして考える発展問題における児童の記述である。まとめて囲んだ括弧や計算の順序を示した矢印が示されていたことから、意味を理解することができたことが分かる。また、活性化するだけでなく、自然と意味と式をつないで考えて、式で表そうとする児童も多かった。しかし、硬貨で表すことを重視したため、式で表した考え方を深めることはしなかった。

【資料4 発展問題で発表された図】



イ 具体的なモノの世界と図解

資料5は、第3時の問題を提示した後に行われた話し合いの一部である。児童の言葉の曖昧さを全体で考えて価値付けていく。

【資料5 曖昧な言葉の意味を確認する話し合い】

C6 : シンプルに考えると、100 円が 2 個…(略)
 T : シンプルとはどういう意味ですか。
 C7 : 簡単にできること。
 T : 難しいのはどんな方法ですか？～(略)～
 C8 : 数が多くて、難しくなること。
 T : 数が多いとはどういうことですか。
 C9 : お金の枚数が多くなるということ。
 T : シンプルは、お金の枚数を減らすことだね。

C6 の「シンプル」という考え方は、硬貨の枚数を減らした方が効率的で便利であるという児童の経験から引き出されたものである。児童は、「簡単に」「早く」などの似た言葉と同様に捉えていたが、話し合いにより「シンプルに考えると、硬貨の枚数を減らして考えるということ」とであると結論付けた。このように、児童から引き出した言葉の意味を学級全体で共有しながら、授業を進めていく教授法は、ランパートの実践

全体に見られた教授法である。資料6の話し合いでは、教師が下線部のように「何だったかな？」と繰り返し問い返すことで、さらに「シンプル」を意識化することをねらった。

【資料6 無意識を意識化させる話し合い】

C10 : 1 円を 10 枚まとめて 10 円。その十円を十の位に入れます。十の位は 6 と 1 で 7。一の位は残りの 2 になります。(10 円にまとめて線で囲み、十の位へ矢印を示す)
 T : 1 円が少なくなったね。この考え方を何というんだっただかな？
 C : シンプルに考える！（多くの児童が答えた）

資料7は、硬貨を 10 枚まとめる以外にも、他硬貨に「戻す」ことができる気付きを取り上げることで、さらに「戻す」ことの意味を意識化することをねらった。

【資料7 発展的な考え方を引き出した話し合い】

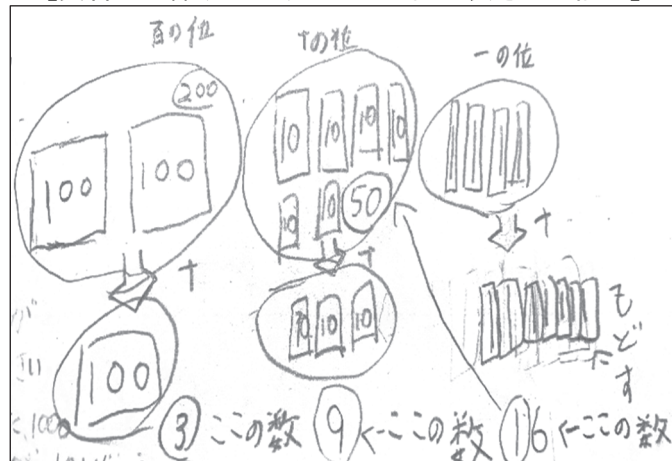
T : まとまるときってどんなとき？
 C11 : 10 個集まるとき。
 C12 : もどすとき。
 C13 : あれ？ 5 円が 2 枚でも戻すことができる！
 C14 : 5 円じゃなくてもできる。
 C15 : 50 円でも 2 枚で 100 円になるね。
 C : 2 枚なら 500 円でも 1000 円になるし、5000 円でも 10000 円にできる！（ロク々にアイデアを言い出す。）

下線部のように、多くの児童が他硬貨で表す方法を考え、発表することができた。C10 の発言により、他硬貨でも「戻す」ことができると、学級全体で発展的に考えることにつながった。

ウ 焦点化された問題

資料8は、第7時の問題提示後に繰り上がりの1について考えさせた児童の記述である。丸で囲んでまとめたり矢印で数と意味を結び付けたりすることができ、図からは繰り上がりの意味を理解していることが分かる。

【資料8 繰り上がりについて図で表された記述】



資料9は、全体で繰り上がりの1について話し合い、手続きの意味について全体で考えた。

【資料9 手続きの意味を考える話し合い】

T : 繰り上がりの1とは何のことだろう？
 C16 : 一の位が10になったら、十の位に移動すること。
 T : 10とは書かないのですか？
 C : 書かないよ。(多くの児童が反応)
 C17 : 十の位に置くから1と書く。～(略)～
 C18 : 分かった！筆算で言うと、十の位は3や5だけど、本当は一の位にゼロが隠れているから、30や50のことを表している。
 T : 一の位にゼロが隠れているので、本当は30や50のことなんだね。～(略)～

下線部のように、意味の理解を促すために揺さぶりの発問を行った。すると、「一の位にゼロが隠れている」という言葉を引き出した後、「1と表現されているが、10の意味である」と結論付け、繰り上がりの手続きと意味をつなぐことができた。

(7) 結果と考察

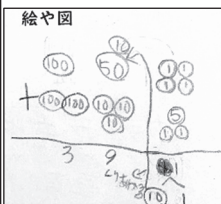
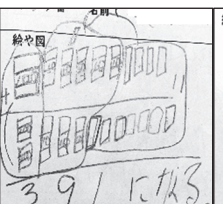

第1時、第3時、第7時の問題解決の場面で児童が表現した図や話し合いの様子から、表2のような評価基準で量的調査を行った。

【表2 量的調査の評価基準】

【意味を捉えようとする姿】			
手続きの意味を表すことができる。			
S (4点)	A (3点)	B (2点)	C (1点)
手続きの意味を図や言葉に表して、問題解決することができる。	手続きの意味を図に表すことが不十分であるが、説明することができる。	手続きの意味を図に表すことはできないが、説明することができる。	手続きの意味を図や言葉で表すことができない。

図10に、第7時の記述における評価例を示す。

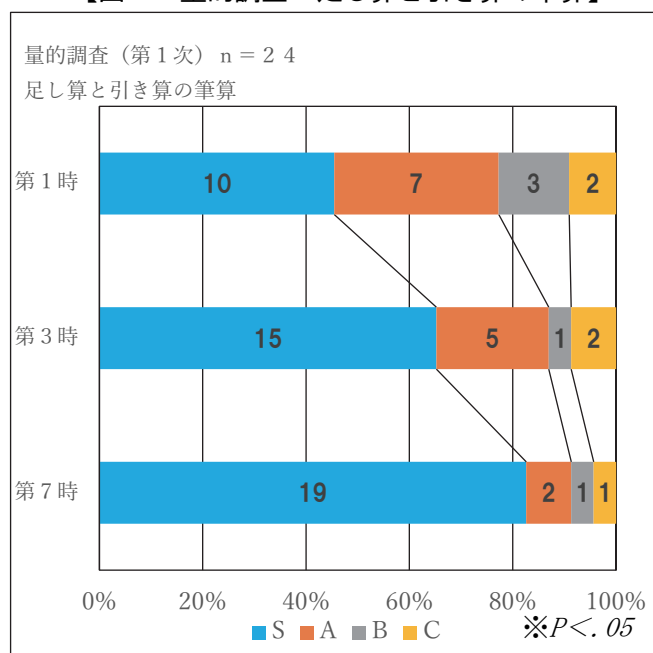
【資料10 第7時における評価例】

C19の記述(S)	C20の記述(A)	C21の記述(B)
		

C19は、一の位の和11を10と1に分けて、繰り上がりの1を十の位へと矢印を引っ張っていることが分かる。C20は、一の位の和である11が矢印で引っ張られているため、図が不十分であった。授業後に尋ねると、繰り上がりの意味を説明することができたため、A評価とした。また、C21は、図に繰り上がりの意味が示されていない。授業後に尋ねると、説明することができたため、B評価とした。

図4は、この量的調査を基に、「意味を捉えようとする姿の変化」を調べたものである。結果から徐々に手続きの意味について図や言葉で表すことができるようになってきたことが分かる。

【図4 量的調査 足し算と引き算の筆算】

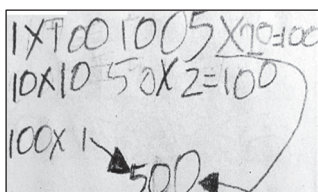


実践前後を比較すると、上位層(S)の人数が10人から19人へ大きく増加し、下位層(C)の人数が減少している。中でも、第1時と第8時の「意味を捉えようとする姿の変化」は、t検の結果、有意差が認められた(P<.05)。

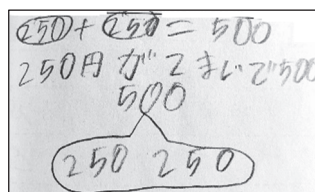
(8) 第2実践に向けた修正点

資料11、12は、第1時において式で表して考えた記述である。C22は、硬貨の図で表すことはできなかったが、式に表して考えようと試行錯誤したことが分かる。また、C23は、硬貨ではなく、数のまとまりがいくつかで捉えたものである。

【資料11 C22の記述】



【資料12 C23の記述】



生活体験を重視してしまったことを理由に、C22やC23のように式で表した児童の考えを取り上げずに授業を進めてしまった。そのため、単元後半に至っても、硬貨の図で表すことにこだわり、簡潔に式で表現する児童は少なかった。ランパートの提唱するコイン問題やその後の課題においても、自然と掛け算を式で捉えて繰り返し演算を行っている。本来ならランパートのように子どもの考えを許容して、さらに考えを深めていくべきだった。そこで、第2実践では、数をまとまりで捉えて式に表す活動を繰り返し行うことで、積和計算をより柔軟に捉えることができるようにする。

6 授業実践 2

(1) 調査対象：本校の第3学年 24名

(2) 調査時期：2020年10月11日

(3) 単元名 1桁をかけるかけ算の筆算

(4) 指導計画

表中の☆□△は、それぞれの手立てを表す。また、下線部は第1次実践の修正点を表す。

時	学習活動
1 2	数を硬貨で表し、条件を絞った表し方や複数の硬貨を使った表し方について考えて表や式に表す。(☆)
3 4 5	1桁を掛ける掛け算の式を図に表して作問し、その仕組みを説明する。(□)
6 7	(2位数)×(1位数)の筆算の仕方を、数の分解や合成と同じことだとして演算し、手続きの意味について考える。(△)
8	習熟を図るための練習問題に取り組む。
9 10	(3位数)×(1位数)の筆算の仕方を、数の分解や合成と同じことだとして演算し、手続きの意味について考える。(△)
11	習熟を図るための練習問題に取り組む。
12	簡単な(2位数)×(1位数)の暗算(△)
13	定着を図る練習問題に取り組む。
14	習熟や定着を図るための練習問題に取り組む。

(5) 実践の内容

<第1時> 4- (1) コインの問題

10円と5円の2種類の硬貨を使って、何百円を表す方法を考える活動を行った。合計金額が100円になる組み合わせを試行錯誤し、使った硬貨の枚数を表に書き出した。合計金額を立式して求めながら、100円にならない場合は×印を付けさせた。その後、1種類の硬貨の枚数を順に増やして考えることで重複なく考えられることや全体の100円から一方を引いて考えることにも考えが及んだ。

<第2時> 4- (1) コインの問題

500円と100円と50円の3種類の硬貨を使って、何百円を表す方法を考える活動を行った。第1時と同様にして、合計金額を立式して求めながら、900円にならない場合は×印を付けさせた。立式した後、3種類の硬貨を使った場合は、3つの項で構成されることを確認した。

<第3時> 4- (2) 具体的なモノの世界と図解

(2位数)×(1位数)の掛け算の式を図解する活動を行った。いろいろな方法で掛けられる数を分解し、それが何個分になるかを図で表した。その後、第1時から続けてきた積和計算と同じであることに気づき、図から式を導き出した。

<第4時> 4- (2) 具体的なモノの世界と図解

(2位数)×(1位数)の掛け算で、答えが繰り上がり

のある式を図解する活動を行った。最後の足し算の際に、位が上がることを図と式の両方で捉えることができるよう働き掛けた。

<第5時> 4- (2) 具体的なモノの世界と図解

(3位数)×(1位数)の掛け算の式を図解する活動を行った。これまでと同様にして図解し、積和計算になることを確認した。その後、足し算の結果、千の位まで繰り上がることを図と式の両方で捉えさせた。

<第6時> 4- (3) 焦点化された問題

(2位数)×(1位数)の筆算を書き下ろして計算し、分解や合成と同じことだとして演算した。その後、式と図と照らして、手続きの意味について考える活動を行った。その後、十の位の計算結果を十の位に書き、一の位に0を書くことの意味について考えた。

<第7時> 4- (3) 焦点化された問題

(2位数)×(1位数)で繰り上がりのある筆算を書き下ろして計算し、分解や合成と同じことだとして演算した。その後、式と図と照らして、手続きの意味について考える活動を行った。一を繰り上げることや一の位に0を書く手続きの意味を確認した。

<第9時> 4- (3) 焦点化された問題

(3位数)×(1位数)で繰り上がりのある筆算を書き下ろして計算し、分解や合成と同じことだとして演算した。その後、式と図と照らして、手続きの意味について考える活動を行った。何百に掛ける計算では、第1時に行ったお金の計算を思い出す場面も見られ、位をずらして書く手続きの意味を捉えた。

<第10時> 4- (3) 焦点化された問題

(3位数)×(1位数)で空位のある筆算の仕方を、数の分解や合成と同じことだとして演算し、手続きの意味について考える活動を行った。空位の意味を図で確認し、理解することができた。その後、練習問題に取り組んだ。

<第12時> 4- (3) 焦点化された問題

簡単な(2位数)×(1位数)の暗算の仕方を、数の分解や合成と同じことだとして演算して確かめ、手続きの意味について考える活動を行った。ここでも意味を図で捉えさせ、位ごとに計算して後で足す積和計算の意味と同じであることを確認した。

(6) 手だての有効性

ア コイン問題

資料13は、第2時の表に書き出す場面で、誤答を示し規則性に気付かせる話し合いである。

【資料13 規則性に気付かせる話し合い】

T	: 次は5円を使う場合を考えます。1枚…
C1	: あー。
T	: どうして、できないと分かりますか？
C1	: 5円玉が1枚だと…略…。例えば10円が9枚だとしたら、90円。5円が2枚ないと、残りの10円にならないからできない。5×1+10×9=95で、できません。

C1の発言により、表から規則性を見付ける際に、自然と立式することができた。

硬貨の枚数と式を資料14の表に書き表し、規則性を見出していった。また、資料15は、その際に行われた話し合いの様子である。

【資料14 積和計算を書き出すワークシート】

めあて 900円を表そう!				ルール①消しゴムをつかわない。 ルール②合わなければ×。	
500	100	50	合計	式	×
1	4	0	900	$500 \times 1 + 100 \times 4 + 50 \times 0$	
1	3	2	900	$500 \times 1 + 100 \times 3 + 50 \times 2$	
1	2	4	900	$500 \times 1 + 100 \times 2 + 50 \times 4$	
1	1	6	900	$500 \times 1 + 100 \times 1 + 50 \times 6$	
1	0	8	900	$500 \times 1 + 100 \times 0 + 50 \times 8$	
0	9	0	900	100×9	
0	8	2	900	$100 \times 8 + 50 \times 2$	
0	7	4	900	$100 \times 7 + 50 \times 4$	
0	6	6	900	$100 \times 6 + 50 \times 6$	
0	5	8	900	$100 \times 5 + 50 \times 8$	
0	4	10	900	$100 \times 4 + 50 \times 10$	
0	3	12	900	$100 \times 3 + 50 \times 12$	
0	2	14	900	$100 \times 2 + 50 \times 14$	
0	1	16	900	$100 \times 1 + 50 \times 16$	
0	0	18	900	50×18	

【資料15 見出した規則性を活用する場面】

- C2 : 2、4、6、8、10、12、14、16
 T : 何のことですか。
 C3 : 50円の枚数が2ずつ変わっていく。
 T : なるほど…略…
 C4 : あーなるほど。50円の枚数が2ずつ増えているから、次は18枚だね。
 T : 式であらわすと、どうなるかな。
 C5 : $500 \times 0 + 100 \times 0 + 50 \times 18 = 900$ 。

C3の発言からも、50円をまとめて100円に戻すことが活性化されていることが分かる。このように、使う硬貨が3枚になり、問題が変形されても、立式して繰り返し積和計算を行うことができた。

イ 具体的なモノの世界と図解

資料16は、教師が図解の方法を例示した際に、児童から「分解」という言葉を引き出した話し合いである。これは、これまでに行ったコイン課題で意識化された「くずす」という考え方の基となる言葉である。

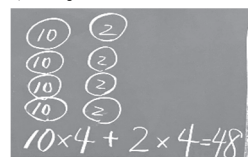
【資料16 無意識化された考えが表出した場面】

- (教師が 12×4 の図を 6×8 の図に変えた)
 T : このように変えると、式はどうなりますか、
 C6 : 6×8 。～略～
 T : 12のまとまりだと計算できなかったけれど、6のまとまりだと計算できますね。
 C7 : そうやってやるのか。分解するんだね。
 T : いい言葉が出てきたね。似た意味の言葉をこれまでの学習で聞いたことはあるかな。
 C8 : あっ。お金の時の「くずす」と同じだ!

このように、無意識を活性化させる働き掛けを行うことで、C8のような発言を全体で確認することができた。また、資料17の話し合いでは、第1・2時の立式する過程とつなぐ発言が聞かれた。

【資料17 意識化を図る話し合いと板書】

- T : C9はどのように分解して考えましたか。
 C9 : 10円が4個分あって、1円2個が4個分にしました。
 T : 12を10と2に分けたのですね。
 (10と2に分けた図を提示)
 T : 式はどうなりますか。
 C10 : $10 \times 4 + 2 \times 4 = 48$
 C11 : あっ前のに似てる!
 C12 : 本当だ。表に表した式と同じだね。



教師からの働き掛けがない場面でも、児童から自然と意識化された発言が聞かれた。C11・C12の発言から、前時でコイン問題に取り組んで意識化されたことが、今単元でも形を変えて意識化されていることが分かる。佐伯氏が言う広大な精神的世界がと知識の世界がつながり、知識全体が強化され広がりを見せた状態とも捉えることができる。

ウ 焦点化された問題

資料18は、第7時のC13のワークシートの記述である。筆算の手続きを書き下ろしの方法で書かせ、計算の順に式を書かせた。すると、多くの児童が十の位の計算結果を「12」と書き、一の位を空欄にしていた。そこで、一の位を空欄にする意味を問うことで、手続きの意味について考えさせた。資料19は、手続きの意味を考えさせた話し合いである。

【資料18 第7時の記述】

(1) 32×4		① 一の位から	③ 図でたしかめ
$\begin{array}{r} 32 \\ \times 4 \\ \hline 128 \end{array}$	式	図	
	$4 \times 2 = 8$ $4 \times 30 = 120$		

【資料19 手続きと意味をつなぐ話し合い】

- T : 下に計算していくと、十の位の計算は?
 C13 : $4 \times 3 = 12$
 (「12」を十の位と一の位に誤答して板書する)
 C14 : 違う!
 C15 : 「かくれ0 (ゼロ)」があるよ。
 T : かくれゼロとは何のことかな。
 C16 : 式で言うと「 $4 \times 30 = 120$ の0のこと」。
 T : 「 $4 \times 3 = 12$ 」の意味は、「 $4 \times 30 = 120$ 」のことだったのですね。

児童からは、「かくれゼロ」という言葉が聞かれた。これは、前時で学習した「ゼロを隠して表現する」考え方のことである。このように、揺さぶりや問い返しの発問を行うことで、前時までの学習を振り返り、手続きと意味をつないで考えることができた。

その後、書き下ろしの方法で練習問題に取り組ませると、先行学習により手続きを習得した児童が、戸惑いを見せ、誤答することが多かった。そのため、その都度、十の位に掛ける計算の意味を問い掛け、繰り返し図で確認させた。

(7) 結果と考察

第1時、第3時、第9時の問題解決の場面で児童が表現した図や話し合いの様子から、表3のような評価基準で量的調査を行った。

【表3 質的な量的調査の評価基準】

【意味を捉えようとする姿】 手続きの意味を表すことができる。			
S (4点)	A (3点)	B (2点)	C (1点)
手続きの意味を図や言葉に表して、問題解決することができる。	手続きの意味を図に表すことが不十分であるが、説明することができる。	手続きの意味を図に表すことはできないが、説明することができる。	手続きの意味を図や言葉で表すことができない。

資料20に、第9時の記述における評価例を示す。

【資料20 第9時における評価例】

C17の記述 (S)

4 0 6 × 7	式	図
4 2 0 0 2 8 0 0 2 8 4 2	$42 \leq 6 \times 7$ $00 \leq 7 \times 0$ $800 \leq 7 \times 400$	

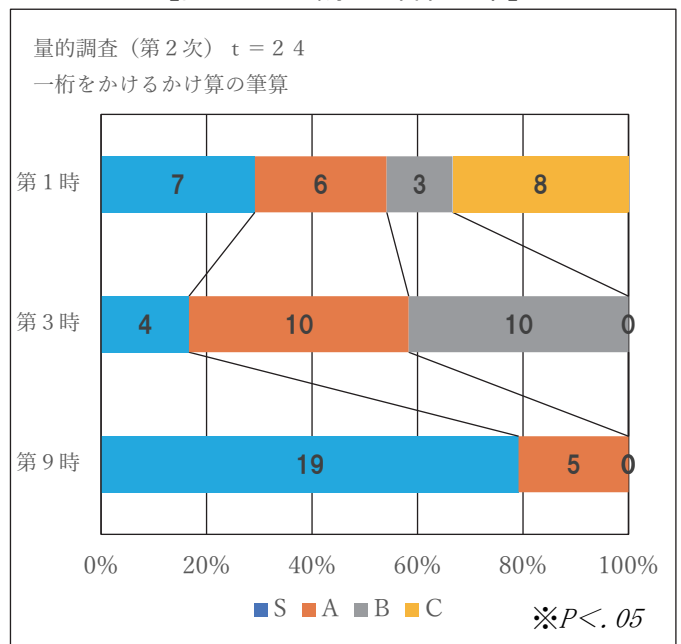
C18の記述 (A)

4 0 6 × 7	式	図
42 00 2 8 0 0 2 8 4 2	7×6 7×0 7×400	

C17は、十の位が空位であることを図に表し、手続きと意味をつなげて考えることができたことが分かる。しかし、C18は、空位の表現が不十分であった。授業後に「百の位は400が三分、十の位は40が三分の意味かな」と問うと、すぐに間違いに気付き、説明することができたため、A評価とした。

図5は、この量的調査を基に、「意味を捉えようとする姿の変化」を調べたものである。

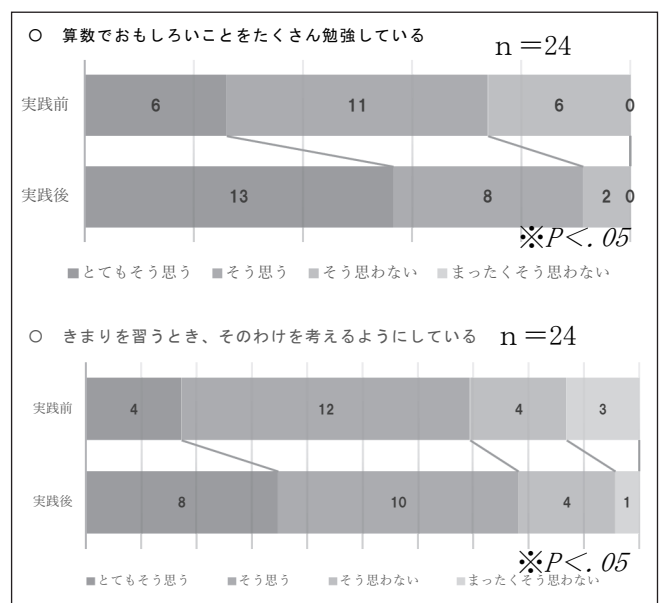
【図5 量的調査の評価基準】

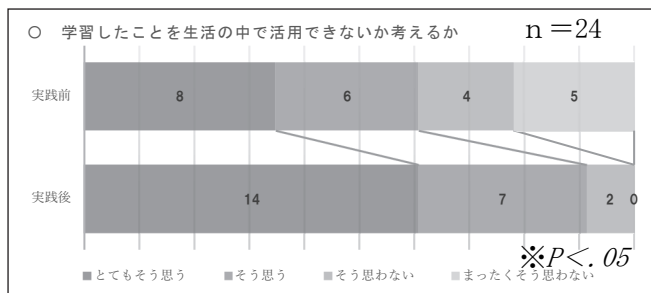


第1時実践と第3時実践を比較すると、下位層(C)の人数が8人から0人へ減少している。これは、コイン問題で活性化された数概念が、具体的なモノの世界で「そういうことだったのか」と意識化することができたと捉えている。また、第1時実践と第8時実践の「意味を捉えようとする姿の変化」は、t検の結果、有意差が認められた(P < .05)。第9時では、上位層(S)の人数が7人から19人へ大きく増加した。児童は、焦点化された問題に出会っても、数を位で分解して図式化することで、手続きと意味の両方を自然と考えるようになったと捉えている。

また、図6に示した実践前後の意識調査からも、算数科学習における意識の向上が見られた。

【図6 実践前後の意識調査】



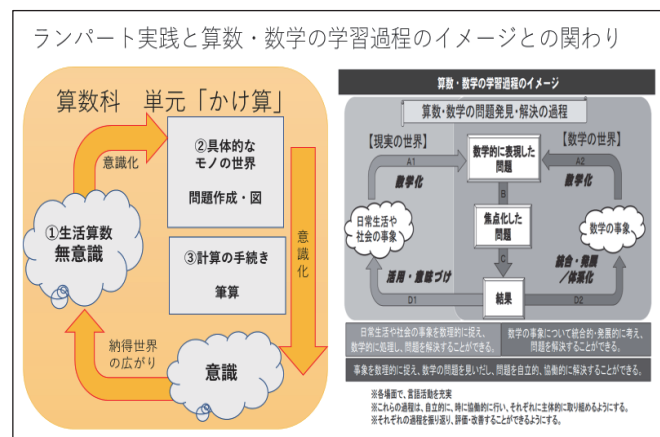


「算数でおもしろいことをたくさん勉強している」という項目では、 t 検定の結果、有意差が認められた ($P<.05$)。「とてもそう思う」「そう思う」と解答する児童が全体の85%を占め、算数に対する関心の高まりが見られた。手続き重視から生まれる算数嫌いを払拭するためには、意味を重視する算数指導が必要であったと捉えている。

また、「決まりを習う時は、そのわけを考えるようにしている」の項目では、 t 検定の結果、有意差が認められた ($P<.05$)。「とてもそう思う」「そう思う」と解答する児童が全体の75%を占め、特に「とてもそう思う」と解答する児童が2倍に増えている。このことから、多くの児童が手続きだけでなく意味を重視するようになってきたことが分かる。これは、ランパートの三つの手立てを順に行うことで、真の理解に迫ろうとする児童を育成できたと捉えている。

そして、「学習したことを生活の中で活用できないか考えますか」という項目では t 検定の結果、有意差が認められた ($P<.05$)。「とてもそう思う」「そう思う」と解答する児童が87%を占め、学んだことを生活経験に生かそうとする意識の高まりが見られた。コイン課題により、手続きがより身近に感じられるようになっただけでなく、一連の手立て（活性化と意識化）を繰り返したことで、その効果が大きくなったと言える。また、この結果は、資料21のように、手続きと意味をつなぐランパート実践を、学習過程の左側のサイクルとして明確に位置付ける単元構成となっている。そのため、学習指導要領における「算数・数学の学習過程のイメージ」の「日常生活や社会の事象」に関わるサイクルの成果とも捉えている。

【資料21 学習過程のイメージとの関わり】



IV 実践研究を終えて

本実践は、先行研究の課題を受け、前項で記述したように授業記録と量的検証の結果から、ランパート実践を基にした手続きと意味をつなぐ授業実践を行ったことにより、物事の本質を捉えようとする児童の姿に近付くことができた。さらに、教師の主観も含まれるが、「分からないことをそのままにしない」という学級全体の意識が芽生え、互いに教え合ったり授業後に教師に聞きに来たりする児童が見られるようになった。

しかし、ランパート実践を行う難しさもあった。それは、手続き重視の根深さである。先行学習の進んでいる児童は、考え方が偏り、枠にはめられた考え方から抜け出せないことが多かった。また、生活経験が浅い児童は、理解することを放棄し、手続きのみを覚えればよいと考えることがある。田中(2019)は、「計算の仕方(意味)について考えること」と「計算の技能」の定着を連続して行う指導計画は、手続きが最後が一番価値の高いものだと感じさせてしまうような展開であると問題視している。意味を考える豊かな授業も、筆算の形式を学ぶ場面への出合わせ次第で途端に色あせてしまうという。そのため、意味と手続きをつなぐことに重点をおいて実践を行ってきたものの、単元の終末に手続きを学習する構成は教科書と変わらず、その効果を十分に得られなかったのではないかと課題もある。

これからの AI 社会で、目まぐるしく教育の在り方が変化する中で、小学校時期の児童に、手続きと意味をつないでいくランパートの意図は欠かせない。今後も、物事の本質を捉えようとする子どもの育成にさらに取り組んでいく。

主な引用・参考文献

- ・新井紀子(2018)『A I VS 教科書が読めない子どもたち』東洋経済新報社
- ・国立教育政策研究所(2015)「国際数学・理科教育国立調査(TIMSS2015)のポイント」
- ・国立教育政策研究所(2018~2019)「全国学力・学習状況調査結果資料」
- ・今井敏博「国際調査における日本の児童たちの算数・数学に関する結果とその考察」(同志社女子大学研究紀要『同志社女子大学現代社会学会現代社会フォーラム』第15号、pp.1-13)
- ・文部科学省(2017)『小学校学習指導要領解説算数編』東洋館出版
- ・佐伯胖(1985)『理解とは何か』東京大学出版会
- ・吉田甫(1995)『認知心理学からみた数の理解』(多鹿秀継 編著)北大路書房
- ・吉田甫(2006)『児童は数をどのように理解しているのか』新曜社
- ・佐伯胖(1989)『すぐれた授業とはなにかー授業の認知科学ー』佐伯胖、大村彰道、藤岡信勝、汐見稔幸 東京大学出版会
- ・佐伯胖(1995)『「わかる」ということの意味』
- ・M. Lampart(1986) Knowing, Doing, and, Teaching Multiplication, *COGNITION AND INSTRUCTION*, 3(4), 305-342
- ・田中博史(2019)『田中博史算数授業づくり概論』東洋館出版