

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23531200

研究課題名(和文)非言語による説明し、伝え合う算数的活動の開発研究

研究課題名(英文)a study of mathematical activity about representation by nonverbal ways

研究代表者

黒崎 東洋郎 (KUROSAKI, TOYOO)

岡山大学・教育学研究科(研究院)・教授

研究者番号：60294394

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円、(間接経費) 540,000円

研究成果の概要(和文)：新学習指導要領では、言葉、数、式によって表現する方向性が示されている。数、計算、図などの算数の概念は抽象的であり、言葉や数、式で表現することは困難である。

そこで、本研究では、非言語により、説明し、伝え合う算数的活動を開発研究した。まず、数と計算や図形の問題を具体的な算数的活動を通して考えさせる。つぎに、数と計算や図形について見出した自分の考えを、具体物を使った算数的活動を通して、身体的レトリックによって説明させたり、ビジュアルコミュニケーションによって伝え合ったりする活動を実証的に研究した。研究成果として、非言語により算数的活動は、児童にとって有効な表現方法であることを検証できた。

研究成果の概要(英文)：In new course of study, it is a direction expression with the words, the number and formula. The mathematic concept of the number, calculation and graph is abstract, and it is difficult to express it by it. Therefore, I have developed an arithmetic study's activity that are explained and communicated with each other by a non-verbal ways. At first, I consider an issue of number and calculation or graph to make children to think through a concrete mathematic activity. Then, through this mathematic activity to make children to represent their thinking. As a result by a virtual communication we had a research about this mathematic activity communicated with each other the study of mathematical activity is an effective expression method for child, and by using this so far the mathematic thinking-power is deep, and it is able to verificate the expression connected with the language, symbol at the next step.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学、教科教育学

キーワード：非言語 説明力 算数的活動

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成26年3月31日現在

キーワード：言語活動の充実、非言語、説明力、算数的活動

1. 研究開始当初の背景

知識基盤社会化、グローバル化の進展著しい変動の社会にあつて、これに対応する力を育成するため、新学習指導要領の改訂(2008)では、言語活動の充実が叫ばれ、算数教育では、数、式、言葉による数学的思考力・表現力を重視する方向が示された。とりわけ、今回の学習指導要領算数科編では、数学的表現力を重視する方向性が示された。この方向性の示唆により、新しい算数教育では、数、式、言葉による説明力や数学的コミュニケーションが強調されるようになった。確かに、算数科の主要な指導内容である「数と計算」「図形」領域における数量や図形概念や原理は抽象的であり、数、式、言葉、記号を用いて学んだ数量や図形概念や原理を、数学的に表現することが理想的な姿である。しかしながら、それは算数教育が目指す最終的なディプロマポリシーとしての算数の学びの姿である。

子どもは数の意味や計算の意味および原理を理解する場合、Piaget のいうようにオペレーションによって頭の中で念頭操作して思考した、表現して理解する訳ではない。計算棒やブロック、色板などの具体物を実際に操作したり、情景図、線分図、関係図を見て具体的な数量関係のイメージ思い浮かべながら数学的に思考し、表現するのが子どもの算数の学びである、

算数の主要な指導内容である数量や図形概念を数、式、言葉などの抽象的な言語、記号を使って説明し、伝え合う目指すべき理想的な姿と具体物を使って思考し、説明する現実的な実態とがあまりにも乖離していると考え、このギャップを埋めるには何に取り組みなければならないかを考え本研究に取り組みことにした。

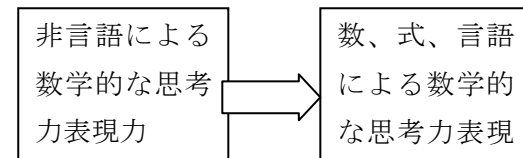
2. 研究の目的

算数教育では、知識基盤社会化、グローバル化への対応する観点から、効果的に社会参加し、クロスカリキュラムの視点にあつて言語活用能力を育成することが示された。

全ての教科教育の中で言語活動の充実を図らなければならないが、算数教育が担う役割がある。算数科は系統性が強く、既有経験や既習事項を生かして自分の考えを見出し、見出した自分の考えを根拠をもって筋道を立てて説明し、伝え合うことが、他のどの教科よりも明瞭である。この算数科ならではの特性を生かして、論理的な思考力・表現力を効果的に育成できるのである。

ところが、最終到達点である抽象的な数、式、言葉による数学的表現力に目を奪われ、そこに至るまでのカリキュラムポリシーの大切さに着眼できていない問題点がある。

そこで、本研究では、具体物を操作して、非言語に基づいて数学的に思考し、説明し、伝え合う算数的活動の在り方を実証的に研究することを目的とする。



3. 研究の方法

(1) 非言語による「説明し、伝え合う算数的活動」の開発

ポアンカレーは、「言語以上に、非言語による思考・表現が重要で、広い領域がある」と示唆している(図1)。

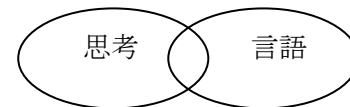


図1 思考と言語の関係

ポアンカレーは、非言語による思考・表現を道具的言語と言っている。5+3=8 になることを、ブロックを使って「5と3を合わせて8」と操作的に思考・表現することが道具的言語であると言っている。数や式、合わせてという数学言語を使わなくても、実際に「5個のブロックと3個のブロックを両手で合併する操作的活動が、数、式、言葉以上に説明し、伝え合う力があると示唆している。

計算の意味や計算の仕方、図形の意味や性質を、「どんな具体的な学習具」で、また、どのようにどのように説明し、伝え合う場を構成すればよいかを検討する。

(2) 非言語による「説明し、伝え合う算数的活動」の要素分析と指導方法の検討

非言語による説明し、伝え合う算数的活動の要素として「根拠」「論理」「可視化」であると仮説を立てて、その指導方法を検証する。

数量や図形に関する課題を解決するための根拠は、一般的には、既習の数量や図形の知識、技能、考え方等である。算数の場合、既習事項を新規に学習する数量や図形の課題が多く、こうした学習をする場合の根拠

は、具体物や情景図、線分図、関係図になると考えた。論理は、具体物を操作するプロセスが筋道だっているかである。可視化は、具体物や図そのものではなく、具体物の操作プロセス、図を構成するプロセスと考えた。

指導方法としては、ペア学習、グループ学習を考えている。ペア学習は、他者に関わりやすく抵抗がないこと、格段に自分の考えを説明し、伝え合う機会がどの子どもにも保証されることに着目し、ペア学習を推奨した。グループ学習は、ミニコミュニティーと考え、言語活動が社会に関わることを重視していることから、グループ活動を最小限必要な社会参加活動と考え、その場での説明し、伝え合う活動を重視した。

(3) 非言語による説明し、伝え合う算数的活動のモデルケースの構築

具体物を使った算数的活動は、数量や図形についての課題を思考するための方策として用いられることはあっても、説明し、伝え合う活動として位置付けられた先行研究は見当たらない。せつかく、具体物を使って見出した考えも、説明し、伝え合う活動の段階に学習過程が移行すると、具体物を使って説明することではなく、数、言葉、式で説明することが求められることが多い。このため、非言語による説明し、伝え合う授業モデルは、構築されていない。

そこで、非言語により、説明し、伝え合う算数的活動の授業モデルを構想して授業実践研究を行い、ALACT サイクルに従って省察し、改善を加えて非言語による説明し、伝え合う算数的活動のモデルケースを構築する。

4. 研究成果

(1) 研究成果

① 非言語による説明し、伝え合う算数的活動の有効性

数と計算や図形概念、原理は抽象的であり、数、式、言葉で説明し、伝え合う活動は算数科では困難である。Piget がビジュアルコミュニケーションは、数、式、言葉以上に伝える力があると言っている。そこで、仮説実験授業を通して、子どもが具体物を動かしたり、情景図や線分図を書いたり、図形を分解するなどして操作的に思考し、自分の考えを、作的活動を通して説明し、伝い合う力を育成する数学的算数的活動の効性を検証した。

例えば、第1学年の加減計算で、繰り上がりや繰り下がりのある計算をはじめて学ぶ児童は、数を念頭操作して思考・表現できるわけではない。第1段階は、児童はブロックを手で動かして、五感に訴えて、 $8+3$ や $13-9$ の等の計算の仕方を行動的に思考

し、どのように計算したかを操作的活動で表現する。その様相は、数学言語操作されることはないけれども、ちゃんと非言語によって思考・表現しているのである。児童にとってブロック操作は計算の仕方を表すシンボルであり、ブロックをどのように操作したのかを行動的に表現することで、自分の考えを他者にどのように計算したかを身体的レトリックによって説明している。

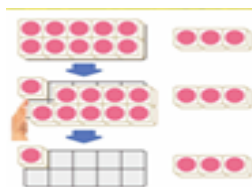


図2 非言語による $13-9$ の計算の仕方の説明

下記の表は岡山市立S小学校、第1学年の授業後の調査結果である。

N=105	
非言語による説明力の自己評価	人数
ブロックで説明することが上手にできる	82 (人) (78%)
ブロックで説明することができる	15 (14%)
ブロックで説明することがあまりできない	7 (7%)
ブロックで説明することができない	1 (1%)

子どもは非言語により、操作的に思考し、表現することを好み、算数的活動を通して非言語を用いて説明できる有能感を形成している。非言語によって説明する算数的活動は、子ども自らが、自律的に具体物を使って自己選択、自己決定して他者に関わり、楽しく自分の考えを説明し、伝え合う算数学習を創造するものになるという示唆を得た。

② 非言語による説明し、伝え合う算数活動は数、式、言葉による数学的表現の架橋となる

波多野完治(1991)は、身体的なレトリックについて、「コトバによる自分と他者との相互浸透までは、遠い道のりがある」と指摘し、非言語による表現活動と言語による表現活動の乖離し、非言語から言語による表現活動へ移行するプロセスが解明されていないと言っている。その一方、非言語による説明し、伝え合う算数活動と数、式、言葉による数学的表現への架橋に関して、注目すべき以下のことを言っている。身体的レトリックは、コトバと共存して意味をもつ。②身体的運動がいろいろな論

理のカテゴリーを生むのと並行して、身体的レトリックも論理によって代行させるようになる。③論理が無効であると分かると、子どもはいつでも身体的レトリックに逆戻りする準備ができる。

非言語により説明し、伝え合う算数的活動は、そのプロセスにおいて、逐次、言葉と結びつき、言語化、記号化されて行く。第1学年の8+3や12-9の計算の仕方を説明する授業、多角形の内角の和を説明する授業実践研究により、非言語により説明し、伝え合う算数的活動のプロセスを経て、非言語による説明し数、式、言語による数学的表現力へと発展していくことが、ALACTサイクルに基づく授業実践研究から明らかになった。よって、非言語による説明し、伝え合う算数活動は、新しい算数教育で求められている数、式、言葉による数学的表現の基盤となるという示唆を得た。

③ 非言語により説明し、伝え合う算数的活動の授業モデルの構築

非言語により説明し、伝え合う算数的活動の授業モデルの構築に取り組んだ。鳥取県大山町立M小学校、兵庫県姫路市立K小学校、加古川市立H小学校の協力を得て、非言語により、説明し、伝え合う算数的活動の事例研究を積み重ねてきた。M小学校では、操作的活動をノートに言語化していくプロセスを核にして取組み、K小学校、H小学校では、3コマで操作的思考・表現し、口頭で説明するペア学習、グループ学習を核にして取り組んだ。これらの小学校の成功事例を基にして、非言語により説明し、伝え合う算数的活動の授業モデルを構築することができた。

以上から、言葉、数、式による数学的思考力・表現力を育成するためには、その基盤となる非言語による数学的表現力・表現力の育成を重視すべきという示唆を得た。

(2) 課題

課題としては、非言語により説明し伝え合う算数的活動の内面化を図り、数、式、言語・記号による数学的思考表・表現力への移行するプロセス、数と計算の領域では乖離しやすく、多角的、分析的観点から精緻に検討する必要がある。更なる精緻な研究を行う必要があることが課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[論文] (計3件)

- ① 黒崎東洋郎、文章題についての新しい授業デザイン研究—帰納的な考えを伸ばす「植木算」、岡山大学算数・数学教育学会誌パピルス岡山大学・算数数学教育学会誌{パピルス}19号、2013、

査読有り、pp89-96(リポジトリ)

- ② 黒崎東洋郎、非言語と言語の融合を図る数学的表現力に関する研究、日本数学教育学会「数学論文発表会論文集」、査読あり、第2巻、2013、pp.808-81
- ③ 黒崎東洋郎、非言語による説明する力を育成する算数的活動、日本数学教育学会「数学論文発表会論文集」、査読有り、第2巻、2012、pp633-638
[雑誌] (計3件)
- ① 黒崎東洋郎、根拠をもって説明し、高め合う子ども、新しい算数研究、No517、2014、査読無、東洋館出版社、pp151-156
- ② 黒崎東洋郎、動的な操作を生かした構成的な図形指導新しい算数研究、No506、2013、査読無、東洋館出版社、pp131-135
- ③ 黒崎東洋郎、言語活動を生かした学び新しい算数研究、No505、査読無、2013、東洋館出版社、pp158-160
[学会発表] (計2件)
- ① 黒崎東洋郎 非言語と言語の融合を図る数学的表現力に関する研究、日本数学教育学会論文発表会、平成24年11月10日、奈良教育大学
- ② 黒崎東洋郎、非言語による説明する力を育成する算数的活動、日本数学教育学会発表会、平成23年11月12日、上越教育大学
- ③ 黒崎東洋郎、数学的思考力を促進するための図形的表現の効果に関する研究、日本教育実践学会、平成24年11月2日、岡山大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

黒崎東洋郎 (KUROSAKI TOYOO)

岡山大学・大学院教育学研究科・教授

研究者番号：60294394

(2) 協力実践研究者

・福田博雅 (FUKUDA HIROMASA)

岡山大学教育学研究科・准教授

・深井文雄 (FUKAI FUIO)

岡山市立大元小学校・校長

・鈴木隆幸 (SUZUKI TAKAYUKI)

岡山大学・附属小学校・教諭

・圓井大介 (MARUI Daisuke)

岡山市立鹿田小学校・教諭

(3) 授業実践協力校

・鳥取県大山町立M小学校

・兵庫県姫路市立K小学校

・兵庫県加古川市立H小学校