

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月11日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20500747

研究課題名（和文）就学前の幼児と小学校低学年の児童を対象とした連携図形教育プログラムの開発

研究課題名（英文）DEVELOPMENT OF COOPERATIVE GEOMETRICAL EDUCATIONAL PROGRAM FOR THE PRESCHOOL CHILD AND THE EARLY GRADER IN ELEMENTARY SCHOOL

研究代表者

松尾 七重（MATSUO NANAE）

千葉大学・教育学部・教授

研究者番号：70292654

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は我が国における就学前教育と小学校低学年教育の接続を考慮した幼児・児童のための連携図形教育プログラムを確立することである。そのために、図形教育に関する問題点を解明するための調査を実施し、その結果及びアメリカ合衆国の就学前教育の研究プロジェクトの成果を踏まえ、就学前の幼児及び小学校低学年の児童を対象とした図形に関する指導の内容、配列及び方法を構想した。また、その指導の一部を実施し、その前後で質問紙調査等を行い、その効果を検証し、その結果を基に、幼児と児童を対象とした連携図形教育プログラムを提案した。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is to establish the cooperative geometrical educational program for the preschool child and the early grader in elementary school in consideration of connection between the preschool and elementary school lower grade education. In order to achieve the purpose, we conducted the survey for solving the problem about geometrical education, and formulated the plan concerning the contents, the arrangement, and the method of instruction about the geometrical figure for the small child before entering school, and the child of lower grade in elementary school based on the result of our survey and the results of the research project of preschool education in U.S. We carried out a part of the instruction, conducted questionnaire etc. before and behind that, verified the effect of the instruction, and consequently proposed the cooperative geometrical educational program for the preschool child and the early grader in elementary school.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：数学教育，図形教育，幼児教育，図形認知の発達，図形指導プログラム

1. 研究開始当初の背景

国内外における図形教育に関する研究は数や計算などの内容に関する研究に比べて遅れている。特に、幼少時における図形認知や図形理解に関する研究については、心理学の分野では一定の成果が示されているものの、数学教育の分野では必ずしも十分な成果が示されているわけではない。その一方で、小学校低学年での図形教育においては、多くの疑問をもち、手探り状態で学習指導を行っている教員が数多くいることはこれまでの聞き取り調査等から明らかになっている。

諸外国における研究の一つとして、近年、ニューヨーク州立大学バッファロー校のクレメンツ教授を中心とした研究チームが実施した就学前教育に関する大規模な研究がある。本研究はその中の図形に焦点化して、このプログラムの内容を参考にし、研究を進めていくことにしている。

これまでに、小学校低学年から中学校までの図形の概念形成に関する研究を行い、図形に関する学習指導プログラムを開発してきた。この研究を通して明らかになったことは中学校での図形学習には小学校における学習経験が強く影響しており、それを考慮した学習指導が重要であることである。そのため、小学校での学習にも就学前の経験が強く影響することが予想される。また、小学校低学年を担当した教師の多くから、低学年での図形教育の目的や内容が曖昧で実際にはどのように指導したらよいか分からないという意見が出されている。さらに、10年ほど前の過去の教育経験と比べると、現代の子どもたちの図形に関する幼児期の体験が減少してきており、それに対応しながら低学年の図形教育を行うためにはこれまでの指導方法だけでは困難であるという意見も出されてい

る。したがって、義務教育修了までの一貫した図形教育プログラムを開発するためには、就学前の幼児期における図形教育を視野に入れた長期的なプログラムを考案することが必要であることが分かる。本研究では、これまでの小学校から中学校までを視野に入れた学習指導方法に関する研究について、就学前の幼児期へと低年齢段階へ範囲を広げて実施し、将来的には就学前の幼児期から義務教育修了時の中学校段階までの長期的な図形教育カリキュラムを確立することを目指している。

2. 研究の目的

本研究は就学前の幼児教育と小学校低学年教育の接続を考慮した連携図形教育プログラムを開発することを目指している。これまでに、図形に関する諸概念の関係についての理解の状態を捉える枠組みを設定し、これに基づいて、理解の状態間の移行を促す要因を理論的に抽出した。この結果を踏まえ、アメリカ合衆国で開発された就学前教育プログラムを参考にし、我が国における就学前教育と小学校低学年教育の接続を考慮した幼児・児童のための連携図形教育プログラムを開発することである。この目的を達成するために、次の課題を設定した。

課題1：図形に関する幼児・児童の実態及び小学校低学年に関する図形教育の問題点について調査を行う。

課題2：幼児・児童の実態を踏まえ、理論的に抽出されている要因を生かした指導及び授業を構想する。

課題3：構想した指導及び授業を実施する。

課題4：就学前の幼児及び小学校低学年の児童に対する図形指導の効果を検証する。

課題5：就学前教育と小学校低学年教育の接続を考慮した幼児・児童のための連携図形教育プログラムを提案する。

3. 研究の方法

2. 研究の目的で述べた5つの課題を解決するために、次の10項目を実施する。

- ①図形に関する幼児・児童の実態調査を実施し、その結果を分析する。
- ②小学校教師を対象として、小学校低学年における図形指導の問題点に関する調査を実施し、その結果を分析する。
- ③調査結果及び指導要因を生かした指導及び授業を構想する。
- ④構想を基に、幼稚園及び小学校で予備指導及び授業を実施する。
- ⑤予備指導・授業の効果検証のための調査を実施し、その結果を分析する。
- ⑥予備指導及び授業を改善し、その結果を踏まえて本指導及び授業を実施する。
- ⑦本指導及び授業の効果検証のための調査を実施し、その結果を分析する。
- ⑧本研究について国際的視野からの助言を受ける。
- ⑨我が国における就学前教育と小学校低学年教育の接続を考慮した幼児・児童のための連携図形教育プログラムを提案する。
- ⑩研究成果を発表する。

4. 研究成果

(1) 図形指導プログラムを構築するために、その内容選択の基準を明らかにした。そのために、まず、思考の発達及び幾何学的思考の側面から図形指導プログラムの対象範囲を明らかにした。次に、幾何学における図形の捉え方を基に図形指導の内容を特定した。続いて、幼少期の子どもを対象としたプログラムとして、アガム・プログラム、年少の子ども向けスタンダード、ビルディング・ブロッ

クス・プロジェクト及びNCTMスタンダードを概観し、図形指導の内容について比較した。以上の結果を踏まえ、プログラム構築のための内容選択の基準を抽出した。その結果、就学前及び小学校低学年の子どものための図形指導プログラムの内容選択の基準として、空間、図形、位置、大きさ、運動、構成要素及び構成要素の配置を提示した。

(2) アガム・プログラムにおける実態調査の問題を参考にして、四角形や円の認識、図形の再生、記憶・再生、図形の構成要素の認識、色板並べ、図形の合同・相似の認識を含む問題を用いて、小学校第1学年の2校5学級の児童を対象に実態調査を行った。主な結果は次の3点である。①曲線図形と直線図形の識別、多角形の識別及び再生を適切に行えること、②複雑な図形の中に単純な図形を見つける発達度が多様であること、③同じ図形という認識が多様であること。

(3) 千葉県内の小学校教師に対して、小学校第1学年から第3学年までの図形の内容、その取り扱い等に関する質問紙調査を実施し、その結果を考察することにより、小学校低学年の図形指導に関する問題点を明らかにした。結果として、小学校教師が考えている問題点は作図等の道具を使った作業に関する子どもの困難性や図形についての見た目による子どもの判断であり、図形の分類や図形さがし等の学習内容については問題点を見出していないことが分かった。一方で、小学校入学前の子どもたちの経験に関して理解している教師は少なく、就学前教育と小学校教育との連携の必要性が強く示唆される。

(4) 就学前から小学校低学年の子どもを対象とした図形指導プログラムに含める必要のある平面図形に関する活動を提案した。まず3～7歳の視覚的認知の開発のためのアガ

ム・プログラムにおける調査内容を踏まえ、調査問題を作成し、それを用いて、幼稚園年長児と小学校第1学年児童に平面図形の認知に関する実態調査を実施した。次に、その結果を比較分析することを通じて、幼稚園年長児から小学校第1学年児童の図形認知の発達を明らかにし、発達が十分でない内容を特定し、その向上を目指した活動を提案した。その結果、図形指導プログラムの活動内容として、以下の3点を含める必要があることが分かった。移動可能な操作具を用いて、ものの形や図形を構成・分解する活動、図形を大まかに、また、細部まで瞬時に捉える活動及び図形のはめ込み・取り外しの活動である。

(5) 小学校第1学年における色板による形構成・形置き換えの活動が図形の disembedding の改善に有効であることを示した。そのために、まず図形の disembedding に関する先行研究を整理し、次に我が国における図形の disembedding に関する幼稚園児及び小学校1年生の実態を解明した。その結果を踏まえ、小学校第1学年における色板による構成の授業を構想し、実施した。特に、形構成、形置き換えの活動の効果を明らかにするために、形構成を取り入れた授業と形構成・形置き換えを取り入れた授業を実施し、両授業クラスの児童に対して、図形の disembedding に関する事前事後調査を行い、その結果を比較し、分析した。その結果、1つのピースから成る三角だけを選んだ児童の人数が減少し、色板による形構成・形置き換えの活動が図形の disembedding の改善に有効であることが分かった。

(6) 幼稚園年長児に対して行われた図形指導、すなわち、形構成、形置き換えの活動の効果を明らかにした。そのために、我が国における図形の disembedding に関する幼稚園年長児及び小学校1年生の実態を踏まえ、幼稚園

年長児における色板による形構成及び形置き換えの活動を取り入れた指導を実施した。また、この指導を受けた年長児に対して、図形の disembedding に関する事前事後調査を行い、その結果を比較し、分析した。結果として、1つのピースから成る三角だけを選んだ年長児の人数が減少し、色板による形構成・形置き換えの活動が図形の disembedding の改善に有効であることが分かった。特に、幼児期において、disembedding が成功するための以下5点を明らかにした。第一に、形構成・形置き換えの活動において、与えられた図形に対して、正しくはめ込むことができることである。第二に、形構成で作られる形の個数が多いことである。第三に、複数回にわたって、同じ構成を行わないようにすることである。第四に、部分に着目すると同様に、全体像が的確に捉えられていることである。第五に、構成活動の流れを見るとき、どこがどのように変化しているのかがはっきり分かるように構成できていることである。

(7) アメリカ合衆国で実践され、報告されている early math のプログラム及びこれまでの研究結果を基に、図形指導プログラムの構築のための枠組みを提案した。具体的には、就学前の幼児から小学校1年生の児童を対象とした図形指導プログラム構築のための枠組みとして、年齢段階と、内容項目の2次元を示し、年齢としては、4～7歳児の段階で、また、内容としては、図形、運動及び構成要素に関する活動内容を組み込むことにした。具体的には、以下の6つの活動を提案した。

① 図形間の類似点及び相違点を捉えること
4～5歳児では、色板や積み木を見て、同じか違うかを判断する。色や大きさが違うものを含めて、それらを見捨てて形だけに着目して判断できることを目指す。また、

紙にかかれた図形を対象とすることで、念頭操作を促すようにする。さらに、6～7歳児では、4～5歳児の活動と同様のものを扱うが、図形の種類を増やし、紙に描かれた図形（平面図形及び立体図形）についても扱うようにする。

②図形を分類して仲間作りをすること

4～5歳児では、色板や積み木を見て、仲間作りをする。どんな仲間か、名前をつけさせることで、その集合の特徴に着目できるようにする。また、6～7歳児では、仲間作りの対象となる色板や積み木の種類を増やして活動させる。

③図形の構成及び分解をすること

4～5歳児では、色板や積み木を使って、指定された図形を作成したり、また、示された図形について、様々なより小さな簡単な図形に分けたりする。また、6～7歳児では、対象となる図形を複雑にしたり、色板や積み木を限定したりして条件付加して、その範囲内で、図形を構成させたり、分解させたりする。

④図形の embedding, disembedding

4～5歳児では、簡単な図形枠の中へ、色板や積み木をはめ込んだり、与えられた図形を、別の色板や積み木で作って変身させたりする。また、6～7歳児では、枠の図形を複雑にしたり、変身する過程に制限をつけたりして条件付加する中で、問題を解決させる。

⑤移動（変換）、すなわち、平行移動、回転移動及び対称移動を行うこと

4～5歳児では、特定の色板や積み木を、平面上で移動する活動（平行移動、回転移動）や、平面から離して移動する活動（対称移動）をさせる。運動についてはその過程を見るのが難しいこともあるので、テクノロジーを利用し、ビデオカメラで撮影し

た映像を見せて、振り返って考える場面を設定する。また、6～7歳児では、移動後を示すことなく、特定の色板や積み木を、平面上で移動する活動（平行移動、回転移動）や、平面から離して移動する活動（対称移動）をさせる。さらに、③で作成した図形について、その作成過程をビデオカメラで撮影し、それを逆に戻して見るなど分析的に見ていくことで、そこで行われている移動について考えられるようにする。

⑥辺の長さや角の大きさについて、同じかどうか判断を求めることを目指した活動を位置づけること

4～5歳児では、①の活動と関連づけて、図形間の相違点を明らかにする際に、辺の長さなどに注目させる。重ねてみたり、見目で判断したりして、違いを考えられるようにする。また、6～7歳児では、①の活動に関連づけて、辺の長さに加えて、かどの開き具合（角の大きさ）についても、媒介物を利用するなどして、重ね合わせるなどの活動をさせ、それを通して、辺の長さや角の大きさの違いを明らかにして、構成要素について考えられるようにする。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計8件）

①松尾七重, 幼稚園年長児に対する形構成・形置き換え活動の効果：図形のdisembeddingの改善のために, 千葉大学教育学部研究紀要, 第60巻, 287-294, 2012, 査読無

②松尾七重, 就学前から小学校低学年の子どもの図形指導プログラム構築のための枠組み, 千葉大学教育学部研究紀要, 第59巻, 175-181, 2011, 査読無

③松尾七重, 小学校第1学年における形構成・形置き換えの活動の効果—図形のdisembeddingに視点をあてて—, 第43回数

学教育論文発表会論文集, 591-596, 2010, 査読有

④ Nanae Matsuo, Geometrical education for preschool children and early graders in primary school : Focus on disembedding of shapes, Proceedings of the 5th East Asia Regional Conference on Mathematics Education, 615-621, 2010, 査読有

⑤ 松尾七重, 就学前から小学校低学年の子どもの図形指導プログラムにおける活動の提案—実態調査の結果の考察を踏まえて—, 第42回数学教育論文発表会論文集, 319-324, 2009, 査読有

⑥ 松尾七重, 小学校第1～3学年の図形指導に関する問題点—教師対象の質問紙調査の結果から—, 千葉大学教育学部研究紀要, 第58巻, 225-231, 2009, 査読無

⑦ 松尾七重, 就学前及び小学校低学年の子どもの図形指導プログラムに関する考察—プログラム構築のための内容選択の基準—, 第41回数学教育論文発表会論文集, 393-398, 2009, 査読有

⑧ Harry Silfverberg & Nanae Matsuo, Comparing Japanese and Finnish 6th and 8th graders' ways to apply and construct definitions, Proceedings of the 32nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 4, 257-264, 2008, 査読有

[学会発表] (計6件)

① 松尾七重, 小学校第1学年における形構成・形置き換えの活動の効果—図形の disembeddingに視点をあてて—, 第43回数学教育論文発表会, 2010.11.13, 宮崎市

② Nanae Matsuo, Geometrical education for preschool children and early graders in primary school : Focus on disembedding of shapes, 5th East Asia Regional Conference on Mathematics

Education, August 21st, 2010, Tokyo

③ 松尾七重, 就学前から小学校低学年の子どもの図形指導プログラムにおける活動の提案—実態調査の結果の考察を踏まえて—, 第42回数学教育論文発表会, 2009.11.7, 静岡市

④ 松尾七重, 就学前及び小学校低学年の子どもの図形指導プログラムに関する考察—プログラム構築のための内容選択の基準—, 第41回数学教育論文発表会, 2008.11.1, つくば市

⑤ Harry Silfverberg & Nanae Matsuo, Comparing Japanese and Finnish 6th and 8th graders' ways to apply and construct definitions, The 32nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, July 18th, 2008, Morelia, Mexico

⑥ Nanae Matsuo & Harry Silfverberg, Similarities and differences between Japanese and Finnish 6th and 8th graders' ways to interpret and apply the definitions of geometric concepts, 11th International Congress on Mathematical Education, TSG26 presentation, July 9th, 2008, Monterey, Mexico

[その他]

ホームページ: <http://www.e.chiba-u.jp/~matsuo/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松尾 七重 (MATSUO NANAE)

千葉大学・教育学部・教授

研究者番号: 70292654