

平成 30 年 6 月 28 日現在

機関番号：32652

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K13240

研究課題名(和文)中学生の数学に対する苦手意識を克服するためのアクションリサーチ

研究課題名(英文)Action research to overcome mathematics awareness that 'I'm not good at mathematics' among junior high school students

研究代表者

大家 まゆみ(Mayumi, Oie)

東京女子大学・現代教養学部・教授

研究者番号：00385379

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、小中接続期の算数・数学で学ぶ「場合の数」を取り上げ、並べ方や組み合わせ方に対する児童生徒の誤概念や素朴概念が数学的概念へと変容する過程で、図表を活用する方略をどのように獲得し、用いるのかを明らかにすることを目的とする。小学6年生71名と中学2年生88名を対象に質問紙調査を実施し、1)図表の活用に対する動機づけと苦手意識尺度を開発し、2)図表の活用に対する動機づけと苦手意識および事前事後テスト得点と実際に用いた方略の関係を検討した。その結果、学校教育では図表を用いて解くよう指導されるが、書き出しや乗除法を用いた者の方が、図表を用いた者よりも図表に対する苦手意識とテスト得点が高かった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to clarify how learners acquire strategies to utilize tables and figures when they solve 'case of numbers' tasks, in the process in which learners' misconceptions and naive concepts in permutation and combination change to mathematical concepts. Subjects were 6th graders (n=71) and 8th graders (n=88). Questionnaires were conducted to 1) develop 'motivation and awareness that "I'm not good at mathematics" scale', and to 2) explore the relationship among 'motivation and awareness that "I'm not good at mathematics" scale', pre - post test scores, and strategies when learners used to solve tasks. As a result, in spite that teachers taught learners to use tables and figures in mathematics classes, students who described all cases and/or multiplication methods indicated higher scores in awareness that 'I'm not good at mathematics' and tests than ones who utilized tables and figures.

研究分野：教育心理学

キーワード：数学に対する苦手意識 知能観 動機づけ 中学生 場合の数

1. 研究開始当初の背景

小学校から中学校への移行期は子どもが精神的、身体的に大きな発達の変化を迎える時期であり、最近では中1ギャップを解消するため、小中連携を推進する教育政策が本格化している。中1ギャップの原因の1つに学業不振が挙げられるが、小学校から中学校になり、算数から数学になると学習意欲を失う子どもが多い。国際数学・理科教育動向調査の2011年調査(TIMSS2011)では、算数・数学学習に対する意識や行動に関して、日本の小中学生の学力水準は国際的にトップクラスでありながら、算数・数学の「楽しさ」や「積極性」、「自信」、「将来における有用性」は国際的に最も低い水準にあり、中2の方が小4よりも、算数・数学科の学習に対する苦手意識が強かった。

この理由を探るため、大家(2008)や大家・藤江(2007a,b)は小学校から中学校への移行期の算数・数学の動機づけの変化を質問紙調査により検討し、小学校から中学校への移行期に、算数・数学の動機づけが低下すること、特に中2で急速に低下することを明らかにした。2008年改訂の学習指導要領以降、「数学的活動の楽しさ」は強調されてきたが、「算数・数学を楽しむ」ことは今までの算数・数学教育で求められながらも、実際にはなかなか達成しづらい課題であるとされてきた。

子どもが自らの経験をもとに獲得した知識は誤概念(Gilbert, 1983; 進藤・麻柄, 2006)や素朴概念(Hatano & Inagaki, 1994; 稲垣, 1996)と呼ばれ、子どもが持っている概念を科学的概念に変化させることは容易ではない(Vosniadou, 2007)。特に数学的概念を獲得するための方略の変化に関する研究は、1980年代以降、認知発達や教科教育の分野において、数の加減法、位数や等式などの問題解決方略の変化の過程に関して明らかにされてきた(例えばSiegler, 2003)。なお、ここでは方略をSiegler & Jenkins (1989)に倣い、算数の問題解決場面で用いる解き方と位置づける。Sieglerらは問題解決の際に子どもが行き詰まるか誤答になる場合でも、既存のあまり有用ではない方略を使い続けるとしている。

実際には、学校教育の授業では、算数の教科書には既有知識で解ける問題と新しく学ぶ知識を用いなければ解けない問題が混在している(菊池・筒井, 2007)。Clark and Lovric (2009)は、数学的思考と数学を応用することが日常生活を統合していくプロセスであり、それまで子どもが抱いていた素朴概念をくつがえすような教材に出会うと、子どもは自分の信念と科学的事実を混ぜこぜにして誤信念を抱くようになるとした。このように、学習者が数学的概念を獲得するための条件や獲得を促す教授法に関する実証的研究が積み重ねられてきた(坂本, 1993; 藤村・太田, 2002)。

2. 研究の目的

本研究の目的は、小中学校の円滑な接続が強く要請される風潮の中で、小学校で学んだ算数の内容を中学生が振り返り、新たな視点から再構成するための数学指導の在り方を包括的にモデル化することであった。算数・数学は系統性が強い教科である。中学生の数学に対する苦手意識がなぜ、いつ頃生まれるのかを特定することによって、苦手意識を克服するための数学指導のポイントを明らかにできるだろう。本研究の意義は、教育心理学の立場から、小学校算数と中学数学の単元や指導内容のつながりを意識した数学教育における小中接続の在り方を問い直し、望ましい算数・数学の小中接続型教育モデルを提唱することであった。

具体的には、まず算数・数学教育における小中連携を図るために、算数・数学科の学習指導要領で重視されている「学習意欲を高める」視점에注目した。中学2年で数学への動機づけが低下する点を踏まえ、算数・数学科の教科としての系統性、連続性を踏まえた新しい指導法を探究するために、中学校の数学教師に直接、インタビュー調査を実施し、1) これまでほとんど扱われてこなかった算数・数学の苦手意識尺度を開発すること、2) 算数・数学を楽しく学ぶための教授方法について包括的にモデル化することを第一の目的とした。

次に、小中接続期の6年生と中学2年生で学ぶ「場合の数」を取り上げ、並べ方や組み合わせ方に対する児童生徒の誤概念や素朴概念が数学的概念へと変容する過程で、図表を活用する方略をどのように獲得し、用いるのかを明らかにすることを第二の目的とした。

「場合の数」を取り上げるのは、子どもの日常と深く結びついた学習材について、樹形図や表などの方略を用いて計算するため、子どもが持つ誤概念や素朴概念が数学的概念に変化する様相をより明らかにしやすいためである。また、単純な計算問題と異なり、同単元では児童は文章題を理解した上で、図表を使って書き表す方略を用いて解くことになる。

単元「場合の数」では図表を理解し、活用できる力すなわち問題解決方略を育成することが指導目標の1つである。そして樹形図や表を用いる方略は「場合の数」に特有の方略である(Pokay & Blumenfeld, 1990)。この方略は自分の知識や認知活動を対象化し、操作しやすい記号に変換することによって、シンボルや図を用いて表現し、思考を外化する活動である(三宅・波多野, 1991)。

ここでは、小中接続期に単元「場合の数」を学習した後の6年生と中学校で同単元を学習する前の中学2年生の問題解決方略に、図表の活用に対する動機づけがどのように影響するかを検討した。新しい科学的概念に出

会ったときに既有知識と関連づけて解く必要があるが (Vosniadou, 2007) 実際にはうまくいかないときにはそれまで持っていた素朴概念や誤概念を何度も方略として用いて、同じ解き方を繰り返すことが分かっている (Siegler & Jenkins, 1989) 図表に対する動機づけが高く、図表の使用に関する苦手意識が低い学習者は、実際に図表を活用して問題解決を行うと予測されるが (仮説 1) 図表に対する動機づけが低く、苦手意識が高い学習者は、それまで持っていた既有知識にもとづいて学習前と同じ方略を用いると予測される (仮説 2)

3. 研究の方法

(1) 対象者 首都圏の公立小学校 6 年生 71 名 (男子 43 名、女子 28 名) および公立中学校 2 年生 88 名 (男子 44 名、女子 44 名)。

(2) 調査概要 6 年生は単元「場合の数」(6 時間) の学習後に担任教師が事後テストを実施、中学 2 年生は単元「場合の数」の学習前に事前テストを実施した。

Table1 事前事後テスト課題 (3 問)

Table1 「場合の数」に関する事前事後テスト課題 (小中共通)

問題 黄、赤、緑、青、黒の折り紙が 1 枚ずつあります。
 (1) 3 人に折り紙を 1 枚ずつわたすとき、色の選び方は何通りですか。
 (2) 1 人に折り紙を 2 枚わたすとき、折り紙の色の選び方は何通りですか。
 (3) 折り紙を 4 枚選んで 1 人にわたすとき、色の選び方は何通りですか。

(3) 図表の活用に関する動機づけと苦手意識 項目作成の手続き

図表の活用に関する動機づけと苦手意識を測定するための尺度を構成する前に、児童の図表に関する不安や苦手意識について、研究に参加している 6 年生の学級担任の小学校教師 1 名に (教師歴 12 年、女性) にインタビュー調査を行った。インタビューでは「児童が『場合の数』を学習するときに、図表をどのように用いていますか。図表を使うのが苦手な児童の特徴は何ですか」と質問し、教師の考えを自由に述べてもらった。所要時間は 50 分、インタビュー実施時期は単元の授業が始まる前の 2015 年 8 月下旬であった。

インタビュー結果から明らかになった指導のポイントとなる 2 点、すなわち「並べ方と組み合わせ方を区別できない児童がいる」「図表が苦手な児童がいる」という 2 つの観点を取り入れ、藤井 (1994) および Hopko (2003) の数学不安尺度 (Mathematics Anxiety Rating Scale: MARS) を参考に、図表の活用に関する動機づけ尺度 (8 項目) を作成した (項目は Table 2 を参照: 4 件法)。

Table2 図表の活用に対する動機づけ尺度 (N=154)

項目	因子 1	因子 2	Means	SD
第 1 因子: 内発的動機づけ				
ならべ方と組み合わせ方の授業を楽しく受けた。	0.86	0.01	2.57	0.89
答えを出すのに色々な解き方があるので、おもしろい。	0.69	0.06	3.07	0.87
ならべ方の問題が組み合わせ方の問題か、区別がつくようになった。	0.69	-0.05	2.95	0.81
問題を解く時は、表よりも樹形図を使うと分かりやすいからよく使った。	0.43	0.12	2.88	0.87
第 2 因子: 図表に対する苦手意識				
頂点どうしを結ぶ図は、樹形図や表よりも分かりにくいから苦手だ。	0.08	0.77	2.38	0.95
問題をどのように解いたのかを、樹形図を使って説明するのは苦手だ。	-0.03	0.63	2.59	0.93
図や表を使うのが苦手だから、答えを全部書き出して説明する。	0.17	0.58	2.05	0.88
図や表を使った計算のきまりをおぼえるのが苦手だ。	-0.25	0.54	2.36	0.96
因子間相関				
因子 1	1.00	-0.53		
因子 2		1.00		

4. 研究成果

(1) 図表の活用に対する動機づけと苦手意識尺度

「図表の活用に対する動機づけと苦手意識尺度」(8 項目) に対し、因子分析 (一般化された最小二乗法、プロマックス回転) を行った。固有値の推移と解釈可能性から、2 因子解が妥当と判断した。2 因子による累積説明率は 56.79% であった。各因子を第 1 因子「内発的動機づけ」(4 項目: α 係数=.73)、第 2 因子「図表に対する苦手意識」(4 項目: α 係数=.72) と命名した (Table 2)。

(2) 図表の活用に対する動機づけと苦手意識および事前事後テスト得点と実際に用いた方略の関係

実際に児童生徒が用いた方略の 4 群を独立変数、図表の使用に対する動機づけおよび事前事後テスト得点を従属変数とした 1 要因分散分析を行った。その結果、6 年生では Table1 (1) 順列で内発的動機づけ、Table1 (2) と (3) 組み合わせでは図表に対する苦手意識に有意差が見られた。多重比較 (Bonferroni 法) により平均差を検討したところ、順列では「書き出す等」の授業で学習する前の既有知識を用いた方略を使用した児童が、樹形図を用いた児童よりも内発的動機づけが低かった。組み合わせでは「書き出す等」の方略を使用した児童が、表を用いた児童よりも図表に対する苦手意識が高かった。また Table1 (2) では乗除法を用いた児童は表を用いた児童よりも図表に対する苦手意識が高かった。一方、中学 2 年生は使用方略によって図表の活動に対する動機づけに違いは見られなかった。

事前事後テスト得点については、(1) 順列では中学 2 年生で有意差が見られ、「書き出す等」の方略を使用した生徒よりも、樹形図や乗除法を用いた生徒の方が事前テストの得点が高かった。Table1 (2) 組み合わせはいずれの学年でも有意差は見られず、Table1 (3) 組み合わせでは小中学生ともに乗除法を用いた者が樹形図を用いた者よりも得点が有意に高かった。また、中学 2 年生では「書き出す等」の方略を使用した生徒の方が、樹形図を使用した生徒よりも得点が高

かった。

特に組み合わせの問題では、中学2年生では6年生で学んだ表を用いた者がおらず、逆に「書き出す等」の授業で学ぶ前の既有知識を用いた素朴な方略を使用する者が高い割合を占めていた。この結果は先行研究を裏付けるものであった。以上から、仮説1はTable1(1)順列の問題では6年生に関しては支持されたが、組み合わせの問題および中学2年生では支持されなかった。仮説2はTable1(2)(3)組み合わせの問題で6年生に関して支持されたが、順列と中学生では支持されなかった。中学2年生は動機づけではなく、用いる問題解決方略が事前テスト得点の有意差を生み出していた。

小中接続期において、小中学生の図表に対する苦手意識をどのように克服していけばよいのか、より詳細に検討することが今後の課題である。

〔引用文献〕

大家まゆみ 算数・数学大好きの子どもの学習意識と行動の発達 無藤隆(編)理科大好きの子どもを育てる, 北大路書房, 2008, 81-89.

大家まゆみ・藤江康彦 小学校から中学校への移行期における理数科の動機づけ - 算数・数学の動機づけ尺度の作成 - お茶の水女子大学子ども発達研究センター紀要, 第4号, 2007a, 75-81.

大家まゆみ・藤江康彦 小学校から中学校への移行期における理数科の動機づけの変化 - 算数・数学の動機づけ尺度の作成, ソーシャルモチベーション研究, 第4巻, 2007b, 29-36.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計6件)

下島裕美・大家まゆみ 情緒固定学級(自閉症・情緒障害)の発達障害児の教育的支援—具体物を用いてくり上げりのあるたしざんを指導する— 杏林教職課程年報, 3, 2017, 65-74. 査読有

Gajda, A. & Oie, M. Between individualism and collectivism: perception and profiles of creativity in Poland and Japan *Creativity: Theories - Research - Applications*, 4, 2017, 198-217 査読有

Oie, M., & Fujii, T. Development of children's self-esteem at the elementary school and school adjustment. *Hitotsubashi review of arts and sciences*, 11, 2017, 20-36. 査読無

Oie, M., & Fujii, T. Development of mathematics motivation across the transition from elementary to junior high school in Japan. *Psychology*, 8, *Special Issue* 68 - *Developmental Psychology*, 2017, 287-301. 査読有

Oie, M. Educational instruction in a mathematics class for elementary school children with autism and emotional disorders: The method of instruction for multiplication with calculation writing computation on paper. *International Journal of Education and Research*, 4, 2016, 331-340. 査読有

大家まゆみ 小学校算数「場合の数」に関する児童のインフォーマルな知識と解法: 誤りやすさを回避するために 東北大学大学院教育学研究科研究年報, 第64巻第1号, 東北大学大学院教育学研究科, 2015, 35-44. 査読無

〔学会発表〕(計6件)

大家まゆみ 中学生の知能観が確率学習における内発的動機づけと達成目標に及ぼす影響 日本教育心理学会, 第60回総会, 2018, 慶應義塾大学.

大家まゆみ 中学生の知能観が達成目標と確率学習のパフォーマンスに及ぼす影響 日本心理学会第82回大会, 2018, 東北大学.

Oie, M. What makes collegial reflection creative? A longitudinal case study on Wiki in Physics in higher education. *Didactique des activités créatrices et techniques*, Haute école pédagogique Vaud, Lausanne, Switzerland, 2017, May. [招待講演]

大家まゆみ 小中接続期の算数・数学の図表の活用に対する動機づけと問題解決方略の関係. 日本教授学習心理学会 12 回年会, 2016, 山梨大学.

Oie, M. Students' cooperative learning and creative solutions on permutation and combination in elementary school mathematics classrooms. Paper presented at the 31th *International Congress of Psychology*, Yokohama, Japan, 2016, July. 査読有

大家まゆみ 小中接続期における算数・数学の動機づけと学習方略の関係. 日本教育心理学会総会発表論文集, 57, 276, 2015, 日本教育心理学会.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

大家 まゆみ (Mayumi Oie)
東京女子大学・現代教養学部・教授
研究者番号：00385379

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者

稲垣(藤井) 勉 (Tsutomu Inagaki-Fujii)
鹿児島大学・教育学部・講師
研究者番号：30584586