

平成 28 年 5 月 29 日現在

機関番号：31308

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25780384

研究課題名(和文) 具体物を用いた教授の妨害的作用とその克服に関する教育心理学的研究

研究課題名(英文) A psychological study of negative effects of instruction with concrete manipulatives: How could we avoid its interference in task performance?

研究代表者

佐藤 誠子 (SATO, Seiko)

石巻専修大学・人間学部・助教

研究者番号：20633655

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、具体物による教授がもたらす妨害的作用(課題解決における知識適用の阻害効果)とその抑制条件について、学習過程における学習者の知識形成の側面から検討した。授業過程および学習者の思考過程の分析から、妨害的作用は、学習者の理解が具体物の動作等の現象的理解にとどまる場合に生じること、また、その抑制条件として、学習者自身がそれを抽象化し具体物操作と関連づけることが重要になることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：This study investigated negative effects of concrete manipulatives on learners' task performances focusing on their knowledge construction during learning with the manipulatives. Through analyses of lessons and learners' thinking processes it is suggested that the negative effect emerges when the learners' knowledge representation is focusing on the concrete object itself and in order to avoid it, it is important to construct knowledge representation focusing on the target concept in learning and relate it to manipulation of the concrete objects.

研究分野：教育心理学

キーワード：教授学習過程 算数・数学学習 具体物モデル

1. 研究開始当初の背景

授業においては、抽象的概念を教授する際によく具体物が利用される。その主たる理論的根拠として挙げられるのは J.ピアジェの発達段階説や J.S.ブルナーの認知発達論である。それは、形式的操作期以前の段階にある学習者の思考様式を考慮して教材を選択することの必要性から、あるいは、学習者にとって操作のしやすい表象形式(動作的表象、映像的表象)となるように学習内容(教材)を加工する必要性から、学習援助において具体物を用いることが推奨されてきたのである。

ところが、近年の教育心理学的研究では、具体物による教授は学習者の直観的理解を可能にするという利点がある反面、必ずしも学習者のその後の課題解決を促すわけではなく、転移の失敗をもたらす場合があることが示されてきている(Kaminski, Sloutsky, & Heckler, 2008; 佐藤, 2008, 2011 など)。しかしながら、これらの研究では、なにゆえ、一般に学習者の理解を促進すると信じられている具体物モデルが妨害的作用をもたらしてしまうのかという点については十分な論拠を示し得ておらず、また、それを克服する学習援助の提案までには至っていない。具体物モデルは多くの授業場面で用いられている以上、それによる妨害的作用を抑制し、有効性を保証する条件について明らかにする必要がある。

上記のような背景のもと、本研究は、具体物による教授の有効性を高める教授学習条件について検討するものである。

2. 研究の目的

本研究では、具体物モデルの教授効果を左右する要因として、具体物モデルを用いた教授学習場面において学習者に形成される知識表象の様相に着目した。授業場面で具体物を使用する意図は、具体物の操作を通してそれが示す抽象的概念を理解させることにあるが、具体物の操作が具体物そのものの特性に焦点化させるようなものである場合、学習者はそれが指し示す抽象的概念を理解することが困難になる(Uttal, O' Doherty, Newland, Hand, & DeLoache, 2009)。それは、具体物はそれ自体で「物体」であると同時に、「何らかの表象」という二重表象性(DeLoache, 1987)をもつゆえである。このことから、授業において形成される学習者の知識表象の違い、すなわち、具体物を用いた学習を通して学習者がまとめあげた知識表現が、具体物の物理的・動作的特徴に焦点化したものにとどまるか、それとも抽象的概念に抽象化した形をとるかによって、後続の課題解決が左右されると考えられる。

本研究の目的は、具体物を用いた教授の効果を、教授学習場面において形成される学習者の知識との関連から検討すること、さらにそこから具体物モデルの有効性を高める学

習援助への示唆を得ることである。

3. 研究の方法

上記を検討するにあたり、算数・数学学習を対象領域として取り上げた。その理由は、算数・数学は、数量や図形等に関する原理・法則を数式や記号により表現し、それらの変形・操作を通して問題解決が行われるという点で抽象的概念を扱う領域であること、そしてその抽象的概念を学習者に理解させるためによく具体物が用いられるという特徴があることによる。

研究の方法は以下の通りである。

- (1) 国内外の先行研究のレビューをとおして、算数・数学学習での教授学習場面における具体物モデルの利用とその教授効果について概観し、課題解決に対する妨害的作用をもたらす要因に関して理論的検討をおこなう。
- (2) 小学生を対象とした実験授業により、具体物モデルを用いた学習を通して学習者が形成する知識表象の様相と事後の課題解決との関連について検討する。その際、課題の正答率等についての分析(量的分析)とともに授業過程の分析(質的分析)を行う。
- (3) 具体物モデルを用いた教授の有効性を保証する教授学習条件について、特に学習者の思考過程の観点から検討する。課題解決における思考についてメタ認知と言語化が求められることから、大学生を対象に調査を行う。

4. 研究成果

(1) 課題解決に対する妨害的作用をもたらす要因として、具体物そのものが持つ特性の問題と、具体物が示す数学的構造の学習の問題が挙げられた。

これらは Kamii, Lewis, & Kirkland(2001)の指摘する具体物を用いた数学学習のタイプ、すなわち a)具体物で学習することと b)具体物から学習することに対応すると考えられる。前者では、具体物のもつ二重表象性(DeLoache, 1987)により、学習者が具体物そのものに焦点化してしまいターゲットとなる抽象的概念を把握することに失敗した場合に妨害的作用を被る可能性が、一方、後者では、二重表象性の問題に加えて、学習者が学習のターゲットとなる構造を読み取ること失敗し学習目標とは異なる別のルールを形成させた場合に学習が阻害される可能性が示唆された。

さらに、具体物による妨害的作用を最小限にし積極的效果を最大限にするには、a)具体物で学習する場合、教師により具体物と数学的概念との意識的な対応づけが必要となること、一方、b)具体物から学習する場合、学習者が何を学習しているのかを教師が把握し、教師が意図した数学的概念とは異なるものを学習している場合にはそれを修正する

よう教授法を調整していくことが示唆された。この際、学習者が具体物から学習している内容を把握する手がかりとして、授業中あるいは授業後に学習者によりなされる「まとめ」の記述が有用となることが示された。

(2) 実際に具体物を用いた算数授業を分析し、学習過程における学習者の理解の様相と後続の課題解決との関連について検討した。具体的には、小学6年生29名を対象に実施した面積の授業を取りあげ、学習者の理解の様相の指標として授業後における学習者の「まとめ」の内容に着目した。

授業での学習課題は「平行四辺形の求積公式の操作」であり、教材として「等周長変形課題(等周長問題)」「等積変形課題」(工藤・白井, 1991)が選択された。授業では「底辺が同じとき、高さが変わると面積も変わる/高さが変化しなければ面積も変化しない」という公式の操作の理解を達成させるために、等周長変形および等積変形に伴う面積変化(不変化)をあらわす具体物モデル(佐藤, 2008, 2011)が用いられた。

授業過程および事後課題解決の分析の結果、1)教授者側が数学的概念(求積公式の操作)に焦点化したまとめを提示しても、学習者の理解は具体物の動作等の現象的理解にとどまることもあり、そのような場合、公式適用による課題解決が阻害されてしまうこと、2)後続の課題解決が促進されるのは、学習者自身が授業で扱った具体物の現象的理解を数学的概念に抽象化し、かつそれと具体物操作とを関連づけて理解できたときであったことが明らかになった。

このことから、具体物を用いた教授学習場面においては、教授者は学習者の理解を学習者の「まとめ」や発言等により把握し、それを踏まえて教授法を調整するとともに、外的な具体物の操作において、それが内的な知識表象を操作していることに学習者自身に気づかせるような学習援助が必要になることが示された。

(3) 具体物による教授の積極的効果があらわれる教授学習条件について検討するため、具体物モデルを用いた教授場面における学習者の思考過程に焦点を当てて分析を行った。

大学生4名(A,B,C,D)を対象に、学習課題として図形の相似拡大場面における面積変化をとりあげ、そこで成立するルール(図形を k 倍に相似拡大すると、その面積は k の2乗倍になる:2乗倍ルールと呼称)について、粒シールを拡大前後の図形に敷き詰めるという具体物操作(佐藤, 2010)をとおして教授した。その際、具体物操作を通して気づいたことや確認したことなどを学習者に言語報告してもらい、その理解の様相を検討した。その後、直後テストとして、図形の相似拡大・縮小場面における面積判断を求めた。

調査協力者4名のうち、学習セッション内で比例判断(誤判断)からルールによる判断に変容したAとDに着目して分析を行った。直後テストでは、Dは全課題でルール適用による解決がなされた一方、Aはほとんどの課題でルールの適用に失敗していた。両者の学習過程を分析したところ、Aの2乗倍ルール適用の根拠は「平面上の図形だから」という漠然としたものであり、具体物操作で確認していたのは面積変化のみであった。それに対して、Dはルール適用の根拠として「(拡大後はどの長さも)全部 k 倍になるのは変わらないので」と求積公式の変数の変動にも着目していた。具体物操作では、面積変化だけでなく、図形の各辺が実際に k 倍に拡大されていることも確認していた。

このことから、具体物を用いた教授の積極的効果は、単に抽象的概念の理解を容易にすることにあるというよりも、学習者自身が、具体物を手がかりにルールの適用結果の妥当性を確認するという活動の中に表れることが示唆された。

今後の課題として、授業後の「まとめ」を活用した学習者の理解度把握による教授法の調整のあり方、具体物による外的操作と知識操作との対応づけの援助のあり方をさらに検討することが挙げられる。

<引用文献>

DeLoache, J. (1987). Rapid change in the symbolic functioning of very young children. *Science*, **238**, 1556.

Kamii, C., Lewis, B., & Kirkland, L. (2001). Manipulatives: when are they useful? *Journal of mathematical behavior*, **20**, 21-31.

Kaminski, J., Sloutsky, V., & Heckler, A. (2008). The advantage of abstract examples in learning math. *Science*, **320**, 454-455.

工藤与志文・白井秀明 (1991). 小学生の面積学習に及ぼす誤ルールの影響 教育心理学研究, **39**, 21-30.

佐藤誠子 (2008). 小学生における面積大小判断の誤りとその修正 教授学習心理学研究, **4**, 29-39.

佐藤誠子 (2010). 図形の拡大場面における中学生の面積判断 面積変化を具現化する教授の効果 東北大学大学院教育学研究科研究年報, **58**, 85-103.

佐藤誠子 (2011). 外的操作活動による求積公式の理解の促進 等周長変形を用いて 教授学習心理学研究, **7**, 70-79.

Uttal, D., O'Doherty, K., Newland, R., Hand, L. L., & DeLoache, J. (2009). Dual representation and the linking of concrete and symbolic representations. *Child development perspectives*, **3**, 156-159.

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)

[雑誌論文](計3件)

佐藤誠子(2016)具体物を用いた教授学習場面における学習者の思考過程 積極的効果を保証する条件の検討 石巻専修大学研究紀要, 27, 93-100. 査読無.
http://www.senshu-u.ac.jp/library/01_ishinomaki/ilibraries/toshokan/kenkyu_kiyou/h27/13.pdf

佐藤誠子(2015)授業における学習者の「まとめ」の違いとその後の課題解決との関連 具体物を用いた算数授業の場合 教授学習心理学研究, 11, 28-39. 査読有.

佐藤誠子(2014)教授学習場面における具体物の利用とその課題 算数・数学学習に焦点をあてて 東北大学大学院教育学研究科研究年報, 62, 227-239. 査読無.
<http://www.sed.tohoku.ac.jp/library/nenp/contents/62-2/62-2-14.pdf>

[学会発表](計1件)

佐藤誠子 具体物を用いた教授場面における学習者の思考過程の検討 積極的効果をもたらす条件について 日本教育心理学会第57回総会, 2015年8月26日, 朱鷺メッセ(新潟)

6. 研究組織

(1)研究代表者

佐藤 誠子 (SATO, Seiko)
石巻専修大学・人間学部・助教
研究者番号: 20633655