

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 29 日現在

機関番号：14503

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24531129

研究課題名(和文) 算数学習での数直線の使用における肯定的なメタ認知の育成を目指す指導ユニットの開発

研究課題名(英文) Research on the development of the teaching unit aiming at the positive metacognition in the use of the number line on the arithmetic learning

研究代表者

加藤 久恵 (KATO, Hisae)

兵庫教育大学・学校教育研究科(研究院)・准教授

研究者番号：00314518

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、数学的表現力の育成において、数学的表現をいつどのように使うのかというメタ認知を踏まえた学習指導の開発を目指した。

小学校算数科における数直線の学習指導に関する先行研究を概観し、数直線の学習指導の概要、数直線の理解を促す枠組みを検討した。それを踏まえ、数直線の学習指導の流れを捉え、それぞれの段階における操作的・記号的表現を位置付けた。さらに、それらの変換を行う際にみられるメタ認知とその具体例を同定した。その一部について授業観察を行い、これらの妥当性を検討した。以上の成果をもとに、小学校5年生における小数の乗除法の単元において、数直線の学習指導のあり方を具体的に検討した。

研究成果の概要(英文)：In this study, I aimed at the development of the teaching and learning from the point of the metacognition how used the mathematical expression on the purpose of the mathematical power of expression.

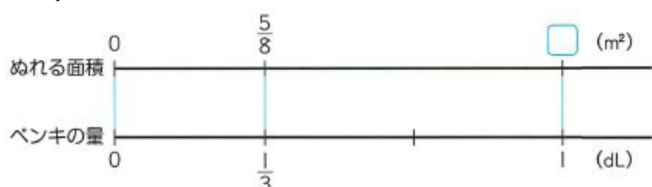
I surveyed a precedent study about the teaching and learning of the number line in the elementary school arithmetic. On the basis of it, I described the learning guidance of the number line and placed operational expression and symbolic expression in each stage. Furthermore, I identified the specific example with those metacognition. Based on the above-mentioned result, I examined an ideal method of the learning guidance of the number line in a unit of the multiplication and division of the decimal in the fifth grader concretely.

研究分野：数学教育学

キーワード：算数学習 メタ認知 数直線

1. 研究開始当初の背景

算数学習においては、言語力の育成の観点からも、数学的表現を用いて考える力の育成が強調されている。特に算数学習における問題解決の際には、数直線などの数学的表現を適切に用いることができるようになることは重要であり、それらの数学的表現が子どもの「思考の道具」として自由かつ効果的に使えるようになっていくことを目指した学習指導が研究されている。これらの数学的表現の中でも数直線は、小学校算数科で学習する自然数、小数、分数の概念と四則演算の意味理解に重要な役割を果たしている。たとえば分数÷分数の文章題（あるペンキ $1/3$ dL を使って机の上をぬると、 $5/8$ 平方メートルぬれました。このペンキ 1dL では、机の上を何平方メートルぬることができますか。解答例 $5/8 \div 1/3 = 15/8$ ）の立式では、下図のような数直線が有効である（日本文教出版、小学算数 6 年下、51 頁）。それにもかかわらず数直線は、かき方に一定の規約を有する数学的表現であるため、自然に子ども自身が創り出し、かけるようになるものではない。したがって、子どもによる意味理解を伴いながら段階的に数直線を指導する実践的研究やカリキュラム研究がおこなわれている（川又、2008 など）。



しかし先行研究の結果を概観しても、自力解決の場面で子どもたちが主体的に数直線を用いることの困難性が指摘されており、筆者自身も子どもがなかなか数直線をかきたがらない学習場面を観察することが多い。この指導と実態との乖離には、子どもたちが数直線をいつどのように使用すればよいのかわからなかったり、そもそも数直線の有用性を十分に理解できていなかったりするのではないかと考えられる。つまり、数直線の使用におけるメタ認知という観点から考察することが必要であるといえる。

2. 研究の目的

算数学習においては、知識だけではなくその知識をいつどのように使うのかというメタ認知の重要性が指摘され、メタ認知の

育成を伴った数学的知識の指導が重要である。一方で、現行学習指導要領で注目されている言語力の育成の観点から、数学的表現力の育成が注目されているが、その実践的研究はまだ十分な成果をあげているとは言えない。そこで本研究では、数学的表現力の育成においては、数学的表現をいつどのように使うのかというメタ認知を踏まえた指導ユニット（特定の学習内容における学習指導の流れを体系化した単元構成を指す）の開発を目指す。具体的には、数学的表現の中でも、小学校算数科で学習する数概念の構成に大きく寄与する数直線に着目し、数直線の使用について子どもたちが有するメタ認知の実態を踏まえた指導ユニットの考察を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

（1）数直線の学習指導に関する理論的研究

小学校算数科における数直線の学習指導に関して、先行研究を概観し、数直線の学習指導の特徴や困難性、数直線の理解を促す枠組みを検討することとした。

（2）数直線の使用におけるメタ認知の研究

上記の成果をもとに、数直線の理解においてメタ認知がどのような働きをするのかを検討する。さらに、児童に調査等を行うことで、数直線の理解とメタ認知の働きを実践的に検討する。

（3）数直線の学習指導ユニットの検討

以上の成果をもとに、小学校算数科における数直線の学習指導のあり方を具体的に検討する。

4. 研究成果

（1）数直線の学習指導に関する理論的研究

小学校算数科における数直線の学習指導に関して、先行研究を概観した。

まず、数学的表現の学習指導の困難性について、先行研究をもとに整理した。その結果、図的表現の役割や効果、図的表現を活用できない児童の実態、その困難性を整理した（Diezman & English, 2001；川又、2006 など）。

そこで問題になることとして、問題解決における図的表現の活用には、図的表現か

ら情報を読み取ったり，図的表現と相互作用しあったりしながら，図的表現を活用する力が必要になることに着目した。そこで，図的表現と対照的な働きを有する操作的表現や記号的表現を有効に活用することも重要性が指摘されていること（中原，1995，pp.222-223）に着目し，数学的表現を関連づけること（ここでは，これを表現の「変換」とよぶ）と，それを促すメタ認知を育成することによって，数直線の理解を促すことの有効性を指摘した。以上のことから，数直線の学習指導の概要，数直線の理解を促す枠組みを検討した。

（２）数直線の使用におけるメタ認知の研究

上記の成果として，岩澤・日野（2011）などをもとに数直線の学習指導の流れを捉え，それぞれの段階における操作的表現・記号的表現を位置付けた。さらに，それらの変換を行う際にみられるメタ認知を仮定し，具体例等を同定した。そして，その一部分について，授業観察を行い，これらの妥当性を検討した。

（３）数直線の学習指導ユニットの検討

以上の成果をもとに，小学校５年生における小数の乗法除法の単元において，数直線の学習指導のあり方を具体的に検討した。

引用文献

岩澤亜弥・日野圭子（2011），算数科における素地的な学習活動についての研究，宇都宮大学教育学部 教育実践総合センター 紀要第 34 号，1-8。

岩合一男，石田忠男他（1990），『数学教育におけるメタ認知にかかわる認識過程の総合的研究』，平成元年度科学研究費補助金（一般研究 C，課題番号 63580233）研究成果報告書。

岡本真彦（2001），メタ認知 - 思考を制御・修正する心の動き。森敏昭 編，おもしろ思考のラボラトリー，139-160，北大路書房。

加藤久恵（1999），『数学的問題解決におけるメタ認知の機能とその育成に関する研究』，広島大学学位論文。

加藤久恵（2009），数学学習における数直線の利用とメタ認知，日本数学教育学会，第 42 回数学教育論文発表会論文集，235-239。

加藤久恵・植田悦司（2012），社会的相互作用をとりいれた算数授業における数学的表現力の育成，日本教科教育学会，第 38 回研究発表会。

川又由香（2006），数直線を用いた児童の学習活動の関する研究 - 小学校 5 年生小数の「乗法」を事例として - ，日本数学教育学会，第 39 回数学教育論文発表会論文集，pp.253-258。

重松敬一（1994），児童・生徒の数学的問題解決に影響する「メタ認知」を測定するアンケートの開発研究，平成 4,5 年度科学研究費補助金（一般研究(C)，課題番号 04680311）研究成果報告書。

坪田耕三・高橋昭彦・柳瀬泰（1999），パターンブロックで創る楽しい算数授業パート 2，東洋館。

中原忠男（1995），算数・数学教育における構成的アプローチの研究，聖文社。

中原忠男ら（2012），多世界パラダイムに基づく算数授業における社会的相互作用の規範的モデルの研究（ ） - 規範的モデルの第 1 次案 - ，日本数学教育学会，第 45 回数学教育論文発表会論文集，pp.779-784。

山口武志（1990），算数・数学教育におけるメタ認知に関する基礎的研究，広島大学大学院教育学研究科修士論文。

和田信哉（2009），表現からみた数学的活動，日本数学教育学会誌 第 91 巻 第 9 号，15-20。

Davidson, J. E. & Sternberg, R. J.(1998), Smart Problem Solving : How Metacognition Helps, Hacker,D.J., Dunlosky,J. & Graesser,A.C., Metacognition in Educational Theory and Practice, pp.47-68, Lawrence Erlbaum.

Diezman, C. M. & English, L. D. (2001),
Promoting the Use of Diagrams as Tools for
Thinking, The Roles Representation in
School Mathematics, pp.77-89 .

Lester, F. K., Garofalo, J. & Kroll, D. L.
(1989), The Role of Metacognition in
Mathematical Problem Solving: A Study of
Two Grade Seven Classes. Final Report to
the National Science Foundation of NFS
Project MDR85-50346.

Schoenfeld, A.H. (1987), What's All the Fuss
about Metacognition? In Schoenfeld, A. H.
(Ed.), Cognitive Science and Mathematics
Education, pp.189-215, Hillsdale, NJ :
Lawrence Erlbaum.

5 . 主な発表論文等

[学会発表](計4件)

加藤久恵(2013.06.22-23), 算数授業におけ
る数学的表現とメタ認知に関する一考察,
全国数学教育学会 第38回研究発表会
(香川大学).

加藤久恵(2014.06.29).「教科書で教える」
ことをめざす教材研究による教師の職能
成長, 日本数学教育学会, 第2回春期大
会論文集, pp.153-156 .

加藤久恵(2014). 算数授業における数学的
表現とメタ認知に関する研究: 認知とメ
タ認知の枠組みをとおして, 日本数学教
育学会, 第47回秋期大会 .

加藤久恵・中原忠男・小山正孝他(2014).
多世界パラダイムに基づく算数科授業に
おける社会的相互作用の規範的モデルの
開発研究(IV): 第5学年「単位量あたり
の大きさ」の授業による検証, 全国数学
教育学会 第41回研究発表会(広島大
学).

[その他](計1件)

加藤久恵(2013.09.01), 日米の教材研究の
違いから見える日本の教科書の特徴と弱
点, 新しい算数研究9月号(通巻524号),
32-33, 東洋館 .

(1) 研究代表者

加藤 久恵 (KATO, Hisae)

兵庫教育大学・学校教育研究科・准教授

研究者番号: 00314518

6 . 研究組織