

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：12301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2013

課題番号：21300287

研究課題名(和文) コミュニケーションの創発過程を具現化する聴覚障害児の数学の授業のための教材開発

研究課題名(英文) Research on Development of Mathematics Teaching-Materials for the Deaf to Realize an Emergence Process of the Communication

研究代表者

江森 英世 (EMORI, Hideyo)

群馬大学・教育学部・教授

研究者番号：90267526

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,200,000円、(間接経費) 3,060,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の成果として、私たちが提案する授業は、学びを創る責任を子どもに委ねるものである。それは、子どもが対話を通して数学を再発明するという教材観を要請する。この教材観を採用することにより、新たな数学の教材開発が迫られることになった。コミュニケーションの創発過程という視点は、従来の授業過程に埋もれていた数学特有のメカニズムを掘り起こし、創発という認知過程を数学の学びの本質に迫る過程として価値づけた。コミュニケーションの創発過程を視座とすることにより、教材の新たな目標や内容、方法が顕在化され、創発という視点から教材を再構成することの必要性と重要性が聾学校や健聴学校での実証的研究により明らかにされた。

研究成果の概要(英文)：As a result of this research, the lesson which we propose leaves the responsibility for learning to children. Such a type of lesson demands a new view for teaching-materials that children re-invent mathematics through communication. The development of teaching-materials toward a new mathematics will be approached by adopting this teaching-materials view. The viewpoint of the emergence process of communication is valuable because of it reveals the mechanism peculiar to mathematics buried in the conventional lesson process, and it makes clear the essence of learning of mathematics as the cognitive process of emergence. By adopting this new viewpoint of the emergence process of communication, the new target, contents of teaching-materials, and teaching method were actualized, and the necessity and importance of reconstructing teaching materials from the viewpoint of emergence were clarified by this empirical research in hearing-impaired schools or hearing schools.

研究分野：科学教育

科研費の分科・細目：科学教育

キーワード：行為の能動性と協働性 コミュニケーションの連鎖と創発性 認知モデルと情意モデルとの統合 反照的思考 反省的思考 推論 教材開発 聴覚障害児

1. 研究開始当初の背景

聾学校における算数・数学の授業が抱えている問題の核心は、聴覚に障害のある子どもたちの学習が受動的かつ個人的な知識吸収型の学習スタイルに陥ってしまっていることにある。聴覚に障害のある子どもたちに対する数学教育も、聴覚に障害のない子どもたちへの数学教育と同様に、人間教育としての側面が重視されるならば、現在の聾学校に見られるような、受動的かつ個人的な学習が決して望ましいわけではない。私たちは、過去12年間にわたって、聾学校を含む数学教育のあり方について考察してきたが、これまでの研究で得られた教育的な示唆は、聾学校における教育活動に子どもたちの能動性と協働性を保障することが、子どもたちの学習スタイルを知識吸収型の学習から知識探究型の学習へと転換させるのに、最も有効であるということである。こうした研究成果を踏まえ、本研究では、子どもたちの行為の能動性と協働性を保障することにより、聴覚に障害のある子どもたちの学習スタイルを、受動的かつ個人的な知識吸収型の学習から能動的かつ協働的な知識探究型の学習へと転換するために、特別ニーズ学校などを含む教育現場との緊密な連携を通して、聴覚に障害のある子どもの知識探究型の学習スタイルへと転換をはかる算数・数学の授業の可能性について考察する。

平成20年3月に改訂された新学習指導要領でも強調されているように、聴覚に障害のある子どもたちにも、聴覚に障害のない子どもたちと同様に、考えるたのしさを実感させるとともに、ともに学び合う喜びと意義を感じさせていきたい。この願いを具体化するためには、聴覚に障害のある子どもたちにも、能動的に問題の解決に取り組み、力を合わせて解決するという協働的な学習を体験させていくことが重要である。能動的かつ協働的な知識探究型の学習について、私たちは、平成17年度から平成20年度の4年間に行われてきたコミュニケーションの創発性に関するメカニズムの追究において、その基礎的な研究を積み上げてきた。先にも述べた通り、本研究の意図は、コミュニケーションの創発過程を具現化する聴覚障害児の数学の授業とはどのような授業なのかを考察することである。この研究意図を5年間での研究目的として明示するために、私たちは、申請課題を「コミュニケーションの創発過程を具現化する聴覚障害児の数学の授業のための教材開発」とすることにした。ここで「教材」という用語について解説するならば、私たちが意図する教材とは、目標、内容、方法の3つの構成要素からなるものであり、教材を開発するということは、どのような目標を掲げ、その目標を達成するために最も適した指導内容を定め、その内容をいかに指導すればよいかという指導方法を考えることである。すなわち、教材開発とは、単に良質の問題を開発することではなく、授業そのものを構想するものである。

2. 研究の目的

数学学習におけるコミュニケーションは、問題解決、推論、情報伝達、ならびに、数学的知識を関連づけるという数学学習の場で展開されている諸活動を統合する活動である。コミュニケーションは、単なる情報伝達ではなく、情報伝達に付随する認知過程を考慮することにより、個々の学習者の数学学習そのものに深く関わり合うことになる。そしてまた、数学の学習場面で展開されるコミュニケーションは、一人ひとりの学習者に、達成感や充実感をもたらす情意的な過程でもある。聴覚に障害のある学習者の場合、同じ教室で学習しながらも、聴児に比べ、その障害ゆえに「ともに学ぶ喜び」を感じる事が難しくなっている。視界の世界では、ともに学ぶということ意識しながらも、思考の世界では、個別な思考が他者との結びつきを得られないまま進行している。コミュニケーションは単なる情報伝達ではないと述べたように、学習者は他者との思考の結びつきを求めている。

ともに問題を考え、力を合わせて解決するという体験は、聴児のみならず、聴覚に障害を持った学習者たちも、味わいたいと願っている。「三人寄れば文殊の知恵」というコミュニケーションの創発性については、そのメカニズムが完全に解明されるには至っていないが、聴覚に障害がある学習者による新しいアイデアの創発のメカニズムの探求は、聴児の場合のメカニズム解明にも役立つと考えている。なぜならば、音声言語による伝達の有無は、他の手段、例えば、手話や口話、あるいは筆談という方法の補完により、意思伝達の問題とはなりえないことが、これまでの研究でわかっているからである。

私たちは、コミュニケーション連鎖の創発性を解明するための基礎研究として、平成15～16年度の研究「聴覚障害児の数学学習におけるコミュニケーション連鎖の分析(基盤研究(C))」において、コミュニケーション連鎖の質的変容を「協応連鎖、共鳴連鎖、超越連鎖、創発連鎖」の4つの類型として捉えてきた。また、平成17～20年度の研究「聴覚障害児の数学学習におけるコミュニケーション連鎖の創発性とその可能性(基盤研究(B))」では、これら連鎖の質的変容を経て、複数の学習者間で行われるコミュニケーションが、そこに参画しているいずれの学習者も所持していない新しいアイデアを創発する過程を一部明らかにしてきた。

そこで本研究では、過去12年間の共同研究の継承という観点から、コミュニケーションの創発過程を具現化する聴覚障害児の数学の授業のための教材を開発することを通して、聾学校における算数・数学の授業のあり方を考察することとした。

本研究の目的は、コミュニケーションの創発過程を具現化する聴覚障害児の数学の授業のための教材を開発することである。

3. 研究の方法

行為の能動性と協働性

過去12年間の共同研究を通して、私たちは、コミュニケーションは、単なる情報の伝達ではなく、互いの思考を活性化させる意味のある連鎖として継続することが重要だと考えるようになってきた。そして、コミュニケーションの連鎖は、従来から考えられている活動の連続性という視点だけではなく、コミュニケーションに参画している学習者間の思考の連続性が重要であり、さらには、他者からの刺激を受け入れることによって変容する学習者個人の思考の連続性を維持することも重要だと考えるようになってきた。本申請課題で中心的な視点になる、算数・数学の学習過程における「行為の能動性と協働性」というキーワードは、これまでの研究成果で示されてきた活動の連続性、学習者間の思考の連続性、学習者個人の思考の連続性という「連続性」の概念より抽出されたものである。平成17年度から平成20年度の4年間にわたる「聴覚障害児の数学学習におけるコミュニケーション連鎖の創発性とその可能性（基盤研究(B)）」の研究成果として得られた、コミュニケーション研究の認知モデルと情意モデルとの統合モデルによって、私たちは、平成16年度までの8年間に構築してきた認知モデルに依存した分析から脱却して、学習者の気持ちの問題も考慮に入れながら、算数・数学の授業を認知と情意を統合した新たなコミュニケーション論の立場から分析することができるようになった。その結果、私たちは、従来の「思考の連続性」という認知に関わる視点から、活動や思考を支える情意をも考慮に入れた、「能動性」と「協働性」という視点を見いだしてきたのである。

コミュニケーションの連鎖と創発性

平成16年度までに構築してきた認知モデルでは、活動の連続性、学習者間の思考の連続性、学習者個人の思考の連続性という3つの視点を、コミュニケーション連鎖を捉えるための視点としてきた。また、この3つの視点に基づく研究の成果として、「協応連鎖」、「共鳴連鎖」、「超越連鎖」、「創発連鎖」の4つのコミュニケーション連鎖の類型が、聴覚に障害のない学習者の授業分析より同定されている（「数学学習におけるコミュニケーション連鎖の研究、江森、2006」）。平成15-16年度の研究「聴覚障害児の数学学習におけるコミュニケーション連鎖の分析（基盤研究(C)）」では、上記の類型論を理論的な分析枠組みとして事例の分析が進められ、4つの類型論が聴覚に障害のある学習者の事例分析にも有効であることが示された。しかし、平成17年から平成20年度までに行われたコミュニケーションの創発性とその可能性に関する研究では、聴覚に障害のある学習者の個人内の思考への引きこもりが、「三人寄れば文殊の知恵」という格言で説明される、コミュニケーションの創発的現象の想起に悪い影響

を与えていることがわかってきた。聴覚に障害のない学習者での事例分析をベースに理論的なモデルを構築し、その理論モデルを聴覚に障害のある学習者のコミュニケーション分析に使用するという、これまでに私たちが用いて来た研究方法論が通用しない世界があることがわかってきたのである。こうした研究方法論上の問題の解決を模索する中で、私たちが過去4年間の研究で注目してきたのが、情意の問題であった。聴覚に障害のある学習者の、障害のない学習者とは異なる気持ちの問題が、聴覚に障害のある学習者がその障害を強く意識せざるを得ない、他者とのコミュニケーションの場面で感じるということ、ある意味で自然なことであるということに、ようやく気づいてきたということができる。つまり、私たちは、算数や数学の学習場面で、聴覚に障害のある子どもたちにも、障害のない子どもたちと同じように、ともに学ぶことの意義を実感させたいと考えてきたことが、彼らに彼ら自身の障害を過度に意識させることになってしまっていたということに気づくことができたのである。過去4年間に私たちは、聴覚に障害のある子どもたちが、コミュニケーション活動を通して、自ら数学的な概念を構築し、既習事項との再構成をはかる授業のあり方を模索してきた。私たちは、コミュニケーションの創発的な現象が、聴覚に障害のある学習者間のコミュニケーションでも十分に起こりえると確信している。実際、聾学校での授業を観察分析していると、彼らが、学習途上の数学に必要な、さまざまな表現方法を互いに生み出している姿によく出会う。これまでも使ってきたであろう「しぐさ」や「表記法」に、その時々で独自の意味を付けて、コミュニケーションの効率化を図っている場面は、新たな意味の創発が起こっている場面として、私たちは、いくつかのそれを例証する事例を収集・分析することができた。新しいアイデアの創発が起こる以前の状況として、新しい意味の創発という現象がかなりの頻度で観察されるということは、私たちが平成17年度から20年度にかけて行ってきた「聴覚障害児の数学学習におけるコミュニケーション連鎖の創発性とその可能性（基盤研究(B)）」という研究課題が、肯定的に解決される見通しをもっていることを示している、と考えることができる。

情意モデル

平成16年度までの研究では、主に認知過程に焦点を当て、事例分析を行ってきた。先にも述べたように、研究の進展とともに、私たちは、これまで無視してきた学習者の感情という問題も、事例分析の中に取り入れなければならない時期に来ているという認識をもっている。こうした問題意識の下で、私たちは、数学教育の分野で情意研究の専門家として活躍しているInprasihta 博士(タイ国コンケン大学)を研究協力者として、私たちの研究への参画を要請し、平成17年度以降の研究にお

いて、認知モデルと情意モデルとの統合問題に、ともに取り組んできた。本申請課題においても、引き続き、同博士との共同研究を進めることで、より一層の統合理論の精緻化を図りたいと考えている。

4. 研究成果

本研究では、子どもたちの行為の能動性と協働性を保障することにより、聴覚に障害のある子どもたちの学習スタイルを、受動的かつ個人的な知識吸収型の学習から能動的かつ協働的な知識探究型の学習へと転換するために、聴覚に障害のある子どもの知識探究型の学習スタイルへと転換をはかる算数・数学の授業の可能性について考察してきた。

私たちが開発した教材の一つに「割合」(第6学年)がある。「割合」については、聾学校でも健聴学校でも、指導が困難とされている概念である。私たちはこうした指導が困難とされている概念に光を当てて、教材の開発を行ってきた。

量について、5年生までに子どもたちは長さ、重さなどを学習してきた。例えば、長さ・重さは、「短い 長い」「軽い 重い」という事柄を、大きさという観点からの確に捉えるための物差しとして創り出される概念である。味の「濃さ(甘さ)」も、長さ・重さと同じように、「薄い 濃い」という事柄を、大きさという観点からの確に捉えるための物差しとして創り出される概念である。しかしながら、2つの対象の長さ・重さは、それらの「差」で比べることができるが、2つの対象の「濃さ(甘さ)」は、例えばカルピスなどの原液やそれに混ぜる水という量の「差」で単純に比べることができない。原液と水(あるいは全体)という2量について、一方を単位量としてそれに当たる(対応して決まる)他方の量の大きさ、つまり「割合」で比べなければならない。

この割合について、従来の授業は受動的かつ個人的な知識吸収型の学習観に基づく教材観に支配されていた。したがって、その授業では、「教師が子どもたちに割合を説明する」「子どもたちはその説明を受けて割合の問題を解く練習を行う」行為がその多くを占めていた。その場合に、授業における子どもたちの行為は、受動的かつ個人的な知識吸収型であり、その結果、子どもたちは、実際は、例えば文章題に出てくる順に数を形式的にわり算したり、比の形に表したりしていた。割合やその表し方に自信が持てず不安な子どもたちの姿である。子どもたちは、「濃さ(甘さ)」のイメージ、つまり2量を組み合わせる「薄い 濃い」という事柄を的確に捉える物差しとして創り出される概念のイメージをもてないままなのである。

私たちは、この受動的かつ個人的な知識吸収型の学習から能動的かつ協働的な知識探究型の学習へと転換を図ることに努めた。割合の授業で言えば、子どもたちが自信をもつ

て割合やその表し方を扱えるようになるためには、子どもたちが能動的かつ協働的に探究することが必要であり、その中で2量の差では比べることができない経験や2量をいかに組み合わせれば比べることができるかを考える経験を積むという学習観への転換である。

本研究の成果として、私たちが提案する授業は、学びを創る責任を子どもに委ねるものである。それは、子どもが対話を通して数学を再発明するという教材観を要請する。この教材観を採用することにより、新たな数学の教材開発が迫られることになった。それは、開発した「割合」の授業で言えば、「2量の差では比べることができない」や「2量をいかに組み合わせれば比べることができるか」は、「教師が子どもに説明する」ではなく、これらの経験を積む責任を子どもに委ねていこうという考え方である。それは、子どもが対話を通して割合の概念を再発明するという教材観である。

私たちはこの教材観に立ってカルピスを素材とした希釈課題を開発した。もちろん、私たちが意図した教材とは、目標、内容、方法の3つの構成要素からなるものであり、教材を開発するという事は、単に良質の問題を開発することではない。希釈課題のみならず、授業そのものを構想し、割合教材についての授業そのものを構想し実践を通して検証を行い、割合指導の新たな教材を提案した。

また、コミュニケーションの創発過程という視点は、従来の授業過程に埋もれていた数学特有のメカニズムを掘り起こし、創発という認知過程を数学の学びの本質に迫る過程として価値づけた。私たちが開発した教材「割合」の授業で言えば、子どもたちが追求した問いは「何が基準量で、何が比較量か」であった。割合という形式をなぞる子どもたちの姿ではなく、割合という形式の意義やイメージを追求する、割合の学びの本質につながる子どもたちの探究の姿の一端を見いだすことができた。私たちは、教材開発を通して、授業の核心となるコミュニケーションの創発過程を視座とすることにより、教材の新たな目標や内容、方法を顕在化することができた。創発という視点から教材を再構成することの必要性和重要性が聾学校や健聴学校での実証的研究により明らかにされ、今後もまた新たな視点により発展的な研究が期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

[1]中村好則・森本明・米山文雄、聴覚障害児童生徒の数学的な見方・考え方・態度に関する調査研究、ろう教育科学学会学会誌『ろう教育科学』、54(2)、63-81、2012、査読あり。

[2]江森英世、数学的コミュニケーションの創発連鎖における反省的思考と反照的思考。

科学教育研究、34 (2)、71-85、2010、査読あり。

[3] Emori, H., Selective perception in mathematical communication, A New Dimension for Thai Mathematics Classrooms based on Japanese Innovation, 64-71, 2009, Khon Kaen University, Thailand.

〔学会発表〕(計5件)

[1] Emori, H. Two types of reflective thinking on the emergent chain of mathematical communication. Innovations and Exemplary Practices in Mathematics Education, Vol. 1, 99-123, 2013. 3. 17 - 22, 6th East Asia Regional Conference on Mathematics Education. Phuket, Thailand. 海外特別招待講演.

[2] 加藤慎一・森本明、高等学校の数学授業に数学的活動を生かすことについて考える、日本数学教育学会第46回秋期研究大会、2013. 11. 16 - 17、宇都宮大学。

[3] 加藤慎一・中村好則・森本明、聾学校高等部における数学的活動を生かした授業づくりの視点について考える、ろう教育科学会第55回大会(愛媛大会)、ろう教育科学会第55回大会(愛媛大会)資料集、3-8、2013. 8. 10 - 11、愛媛大学教育学部四号館北42教室。

[4] Igarashi, A., Ohori, S., Mottate, M., Kato, S., & Morimoto, A., ICT promotes students classroom mathematics activity: A case of function, 12th International Congress on Mathematical Education, Poster & Oral Presentation, 214, 2012. 7. 8 - 15, Seoul.

[5] Morimoto, A., On a Moving toward Views on Material Development in Teaching and Learning Mathematics in Classrooms for the Hearing Impaired, 5th-East Asia Regional Conference on Mathematics Education, Proceedings Vol.1, 79-79, 2010. 8. 18 - 22, Tokyo.

〔図書〕(計4件)

[1] 江森英世、算数・数学授業のための数学的コミュニケーション論序説、明治図書、2012. 全171頁

[2] 江森英世、発問&板書で丸わかり! 中学校新数学科授業ライブ第1学年編、明治図書、2011. 全134頁

[3] 江森英世、発問&板書で丸わかり! 中学校新数学科授業ライブ第2学年編、明治図書、2011. 全114頁

[4] 江森英世、発問&板書で丸わかり! 中学

校新数学科授業ライブ第3学年編、明治図書、2011. 全134頁

6. 研究組織

(1) 研究代表者

江森 英世 (EMORI HIDEYO)
群馬大学・教育学部・教授
研究者番号：90267526

(2) 研究分担者

森本 明 (MORIMOTO AKIRA)
福島大学・人間発達文化学類・教授
研究者番号：60289791