

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：14601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2013～2014

課題番号：25885014

研究課題名(和文) 算数・数学の教授学習過程に関する比較文化的研究 日独両国の比較を中心に

研究課題名(英文) A Cross-Cultural Study of learning and teaching process in mathematics classroom in Germany and Japan

研究代表者

舟橋 友香 (Funahashi, Yuka)

奈良教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：30707469

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)：本研究の目的は、日独両国の熟練教師による算数・数学科授業にみる相互作用の形成過程の特徴を比較し、日本の授業の文化的特質に関する新たな知見を提供することである。その結果、日本の授業では、多様な表現の一体化した理解を形成すること、及び新たな概念の導入に関わる一体化した文脈を創出することが目指され、これらに関わる営みが「仕組まれた問題解決」の主軸を成していることが明らかになった。その際、教師が矢印表記や手差しによって丁寧に「注目された焦点」を示し定義へとつないでいることや、発話だけでなく様々な表現の仕方を介して、子どもの視点を制御していることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：This study aims to present new insight regarding Japanese cultural characteristic about mathematics lesson, based on the similarities and differences in the process of interactions embedded in mathematics classroom taught by experienced teachers in Germany and Japan. The results revealed that the Japanese teacher aimed to create relational understanding about multiple expressions, especially in the phase of introducing new mathematical ideas. In those phases, it was made clear that the teacher's actions with regard to the attended focus, such as presenting the attending procedure or controlling the children's attention, were crucial.

研究分野：数学教育学

キーワード：算数・数学 教授学習過程 比較文化的研究 日独

1. 研究開始当初の背景

近年の数学教育研究では、社会や文化に深く根ざす授業という営みを研究するために、ビデオを用いたデータの収録・分析を中心とする国際比較研究が大規模に展開されている。そのような一連の国際比較研究の進展を支えているのは、「授業は文化的活動(Cultural Activity)である」という認識である(Stigler & Hiebert, 1999)。数学科授業に関する国際比較研究の中で、研究史上最も体系的かつ大規模に行われたのは、第3回国際数学・理科教育調査の付帯調査として実施された「TIMSS ビデオ研究」(Stigler, et al., 1999; Hiebert, et al. 2003)である。TIMSS 1995 ビデオ研究および同研究を拡大し実施されたTIMSS 1999 ビデオ研究では、それぞれ日独米3カ国231件、日本を含む世界7カ国から638件の第8学年(中学校2年生)数学科授業が収録され、テクノロジーを駆使した画期的な分析方法によって、各国に根ざした独自の授業実践の存在が明らかになった。

さらに、一連のTIMSS ビデオ研究の成果の補完を意図し、「学習者の観点からみた授業研究(The Learner's Perspective Study: 略称LPS)」が設計され、現在世界16カ国の参加のもと進められている(Clarke, Keitel & Shimizu, 2006)。LPSで収集されたデータの特徴は、各国で選ばれた指導経験豊富な教師3名の授業を10単位時間以上連続で、しかも授業者・学習者の行動双方を同時に視野に入れて収録している点、授業後に収録した授業のビデオ映像を用いた再生刺激法によるインタビューを、授業者および学習者を対象に行っている点である。これにより、系列のなかに位置づく授業の構造や、教授行動のみならず学習者の観点からみた授業の様相及び教授行動と学習行動の連関の解明、そして教室における相互作用が形成される状況や文脈、授業者と学習者の「見方」や「考え方」、価値の置き方などの質的な分析が可能になった。

本研究では、日本の算数・数学教育における教授法に関して影響を受けたドイツを比較対象国として定め、現在最も大規模に数学科授業に関する国際比較研究を展開しているLPSの豊かな研究基盤をもとに、他国に先駆けて小学校算数科および中学校数学科を対象を拡張して授業の国際比較研究を行う点に特徴がある。そして、日本の数学教育研究が、教育現場における授業研究の伝統と密接に結びついて発展させてきた「発問」という概念に着目し、一連の発問-応答過程における授業者、学習者双方にみる相互作用の分析を試みた研究であることに独創性があると考え、研究を開始した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、日独両国という異なる文

化的・社会的背景の下で行われる熟練教師による算数・数学科授業にみる相互作用の形成過程の特徴について、一連の発問-応答過程の構造および授業事象に対する授業者と学習者の意味構成を視点とした比較文化的研究を展開することによって、授業という複雑な事象を成立させうる日本の授業の文化的特質に関する新たな知見を提供することである。

3. 研究の方法

上述の目的のために、次の3つの研究項目に取り組んだ。

- (1) 小学校児童を対象としたデータ収録方法を理論的・実証的に検討する。
- (2) 日独両国の数学科授業に関する比較文化的考察から顕在化する日本の算数・数学科授業の特質を探求する。

本研究は、先行するプロジェクト(The Learner's Perspective Study)でこれまでに開発されてきた研究方法論を基盤として、研究対象とされてきた中学校数学科から、新たに小学校算数科へと対象の拡張を試みる。日独両国における既存の研究ネットワークを活用し、授業の分析を行う。そして、日独両国の算数科授業にみる相互作用の形成過程の特徴について、観察される一連の発問-応答過程の構造および授業者と学習者の授業事象に対する意味構成と認識の差異を視点に実証的に探求する。

4. 研究成果

- (1) 小学校児童を対象としたデータ収録方法の理論的・実証的検討

LPSでは、系列のなかに位置づく授業の構造について授業者と学習者双方の観点を取り入れた質的な分析により解明することが目指された。しかしながら、授業事象に直接的に関わるコメントが不十分であったことや、固定した位置からのビデオ収録であったことにより教授・学習行動を捉えることに限界があったこと、加えて研究対象を小学校児童にすることを考慮し、データ収録の方法を再考することが必要であった。

上述の課題に対して、ビデオ映像の収録方法、及びインタビュー方法についての検討を行った。その結果、日本の算数・数学科授業に特有な「自力解決」における教授行動も捉えるために、カメラの位置を固定せずに教師を追跡し、個別の児童への発話内容や身体的動作を捉えることの必要性、及び2名の抽出児童のうち主として記録の中心となる1名に焦点化して収録する方向性が確認された。インタビュー方法については、映像に加えて、板書の記録も利用することの有効性が確認された。

(2) 比較文化的考察から顕在化する日本の算数・数学科授業の特質の探求

LPS で収集された授業データのうち、本研究では中学校数学科の授業として、扱われる教材による指導法の差異を最小限に留めること、及び各国に共通して「代数」は第8学年の重要な学習内容とされていることから、ドイツの教師による分数式の授業(以下、サイトG)、及び日本の教師による連立方程式の授業(以下、サイトJ)を分析の対象とした。サイトGは、乗法と除法を含む分数式の計算、及び文字を含む分数式の加法と減法に関する授業である。サイトJは、係数が一致する連立方程式、及び係数が異なる連立方程式に対する加減法の適応を意図された授業である。

一連の授業系列にみる相互行為の構成に関する比較考察

サイトGにおける相互行為の構成では、冒頭で考察対象とする事柄についての目標の明示が行われていた。そして、アプローチの仕方の決定、及びその後の手続きの各段階は、教師によって焦点化されていた。さらに、生徒の提案が教師の想定するものと合致するか否かに関する判断も伝えられていた。このような相互行為の様相から、教師による発話内容の統制に、次の2つの特徴が指摘できる。第1に、教師の発問が小さな段階に分解してなされているために、議論の対象となっている事柄が明確である点である。第2に、冒頭に学習内容の目的がされることにより、生徒は課題に取り組むことで達成される事柄を意識できる点である。これにより、生徒の提案する考えは、そこに含まれる数学的内容と目標との関係で、教師や他の生徒によって適正が判断されていた。

これに対し、サイトJにおける一連の授業では、冒頭に生徒の探究活動が位置づけられていた。その後、生徒の着想を教室全体で共有する際に、学習する数学的内容が表出する構造となっていることが分かる。一授業内における生徒の着想に言及されることもあれば、数時間離れた授業での生徒の着想に言及することもあった。しかしながら、教師が生徒の着想を授業展開に組み込むことは、経験豊富な教師であっても容易ではない。実際、第3時において、2つの異なる検算の方法の比較検討から教師は一方の誤りに気づくことを期待したが、生徒に期待した反応はみられなかった。それは、教師が問題としている事柄が、生徒にとって問題であると認識されていなかったことが要因と考えられる。

上述の2つのサイトを比較すると、一連の数学科授業では、教師が相互行為に関わる対象の焦点化を行っている点に類似点を指摘できる。新たな学習内容に関わる相互行為は、主として教師による新たな焦点の提示を契機としていた。

生徒の提示した考えに対する教師による意図的な選択とこれによる焦点の形成は、ネガティブなものと捉えられてしまうかもしれない。例えば、Wood (1998)は、教師によって受け入れられた限定的な考えの追求は、教師の頭の中にある事前に決まっていた答えを見つけることに生徒を向かわせてしまう恐れがあると批判している。しかし、本研究でみた教師の意図的な選択は、必ずしも学習を狭めるものではなかった。実際、日本の数学科授業では、新たな学習内容の定式化に向け、思考の広がりや深まりを生むことを可能にする重要な働きを担っていた。また、ドイツの数学科授業では、相互行為によって達成すべき目的が共有されているゆえに、そのもとで教師の選択を生徒は解釈することが可能であった。

他方で、考察対象となる数学的内容に向け、教師がいかに関与する行為における考察の焦点を構成するかに関して、相違点を指摘できる。サイトGでは、まず、取り組む数学的内容についての目的が共有され、そのもとでアプローチの仕方、及び手続きの各段階へと考察の焦点が構成されていた。つまり、本時で新しく学習する内容に関する大局的な視点からの把握が第1の段階にあり、次に、提示された問題に対していかに関与するかに関する統一した方針が形成される。その上で、手続きの詳細へと、段階を経て細分化されていく構成になっていた。

上述のサイトGの相互行為の構成と、サイトJにみる相互行為の構成は極めて異なる。サイトJでは、数学科授業では、生徒の探究の結果として数学的内容が導出されるように構成されていた。つまり、本時のねらいに迫る学習内容は、生徒の取り組みの中から表出するよう、教師によって設計されていたのである。

日本の数学科授業の固有性に関する考察

日独両国の経験豊富な教師による一連の数学科授業を比較した結果、生徒の探求の結果として数学的内容が導出するよう授業が構成されている点に、日本の数学科授業の特徴が見いだされた。それでは、そのような授業の構成が可能となることに、どのような事柄が関わっているのか。この問いに関して、次の2つが考えられる。

第1に、新たな数学的内容の導出に関わる生徒の活動を可能にする問題の設定がなされることである。本時のねらいに迫る生徒の探求活動を得るためには、問題に用いられる数値やその構造が決定的であるといえる。

第2に、このような相互行為の根底には、自分自身で見いだすことに価値をおくこと、及び取り組みの結果を反省することで学びが生まれるといった暗黙の前提があるのではないかと考えられる。

しかし、教師は先の学習内容を知っているために取り組むことの価値を把握している

が、生徒は先が見えないために混乱したり、教師の期待する応答がなかったりする。そのような危険性もはらみながらも、学習者自身が学びの契機を生み、意味を構成する過程を大事にしようとする点に、日本の数学科授業の固有性が見いだせる。

次に、上述のような、中学校数学授業の分析から顕在化した日本の授業の固有性を踏まえ、小学校算数授業の分析を行い、その特徴について考察した。具体的には、日本の算数科授業において、教師は授業のねらいの一方で、いかに児童の考えを取り入れながら相互行為を構成しているかについてその様相を分析した。

その結果、教師が矢印表記や手差しによって丁寧に「注目された焦点」を示し定義へとつないでいること、及び発話だけでなくさまざまな表現の仕方を介して、子どもの視点を制御していることが明らかになった。授業の展開では、「児童の着想への注目」という局面(以下、局面 B)で引き出された児童の豊かな反応が、新たな学習内容の導入に向けた一連の活動の基盤となっていた。この局面 B を軸とした各局面の構成から、教師の手立てが浮かび上がる。すなわち、「課題の提示・視点の共有」という局面にみる、児童の豊かな反応を引き出すことを可能とする課題の設定とその共有化、「考察する対象の焦点化」という局面にみる、定式化に向けて要となる児童の着想への焦点化という特徴が、局面 B との関連から顕在化するのである。

一連の局面の移行は、教師による新たな焦点の提示を契機としていた。特に、局面 B で引き出された児童の反応は、次の局面で教師によって選択的に焦点化された。これら「焦点」の構築による教師の導きは、中学校数学授業と同様に、新たな学習内容の定式化に向け、思考の広がりや深まりを生むことを可能にする重要な働きを担っていた。

以上の分析から、日本の授業では、多様な表現の一体化した理解を形成すること、及び新たな概念の導入に関わる一体化した文脈を創出することが目指され、これらに関わる営みが「仕組まれた問題解決」(Stigler & Hiebert, 1999)の主軸を成していることが明らかになった。我が国では、授業研究において「目的・目標の設定」が第1の段階として重要な要素として認識されていることにもみるように(e.g. 藤井, 2013) 教師の意図を踏まえて授業を議論することの重要性は広く認識されているだろう。一方で、その意図に照らして教室の現象を記述していくこと、特に単発ではなく一連の授業系列に基づき実証的に解明する研究の蓄積は、未だ十分ではない。本研究の成果は、連続した視点から授業を分析することで教授行為を決定づ

ける教師の意図の重要性が浮き彫りとなった点である。今後は、「一次関数」という単元に焦点化したことに起因する成果と限界について、他の単元における授業の分析と突き合わせて精緻化していくことが課題である。

[引用文献]

- Clarke, D., Keitel, C., & Shimizu, Y. (eds.), (2006). *Mathematics Classrooms in Twelve Countries: The Insider's Perspective*. Rotterdam: Sense Publishers.
- 藤井齊亮 (2013). 「日本の経験豊富な小学校教師による分数表記の創出」, 日本科学教育学会第37回年会発表.
- Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Givvin, K. B., Hollingsworth, H., Jacobs, J., Chiu, A. M. Y., Wearnedsmith, M., Kersting, N., Manaster, A., Tseng, E., Etterbeek, W., Manaster, C., Gonzales, P., & Stigler, J. (2003) *Teaching Mathematics in Seven Countries: Results From the TIMSS 1999 Video Study*. U. S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Stigler, J. W. & Hiebert J. (1999). *The Teaching Gap*. New York: NY, Free Press. (ステイグラー, J. W. & ヒーバート, J 著, 湊三郎訳 (2002) 『日本の算数・数学教育に学べ 米国が注目する jyugyou kenkyuu』, 教育出版.)
- Stigler, J. W., Gonzales, P., Kawanaka, T., Knoll, S. & Serrano, A. (1999). *The TIMSS Videotape Classroom Study: Methods and Findings from an Exploratory Research Project on Eighth-Grade Mathematics Instruction in Germany, Japan, and the United States*. Washington, DC: U. S. , Government Printing Office.
- Wood, T. (1998). *Alternative patterns of communication in mathematics classes: Funneling or focusing?* In H. Steinbring, M. G. Bartolini Bussi, & A. Sierpinska (Eds.), *Language and Communication in the Mathematics Classroom* (pp. 167-178). Reston, VA: NCTM.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 3件)

- Funahashi, Y. & Hino, K. (2014). *The teacher's role in guiding children's mathematical ideas toward meeting lesson objectives*, ZDM - The International Journal on Mathematics Education, 46(3), pp.423-436. 査読あり, 10.1007/s11858-014-0592-0

小泉友香 (2013). 「数学科授業における相互行為の構成に関する一考察 日独両国の比較を通して」, 『日本数学教育学会誌 数学教育学論究 臨時増刊』, 第 95 巻, pp.137-144. 査読あり

Koizumi, Y. (2013). Similarities and differences in teachers' questioning in German and Japanese mathematics classrooms. ZDM - The International Journal on Mathematics Education, 45(1), 47-59. 査読あり, 10.1007/s11858-012-0482-2

[学会発表](計 6 件)

舟橋友香 「一連の数学科授業にみる「仕組みられた問題解決」の様相」, 日本数学教育学会第 47 回秋期研究大会, 2014 年 11 月 9 日, 熊本大学.

Funahashi, Y. & Hino, K. Interactive construction of attention paths toward new mathematical content: Analysis of a primary mathematics lesson, The 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME38), July 16, 2014. Vancouver, Canada.

舟橋友香 「算数科授業における相互行為の構成にみる教師の役割: 比例の導入場面に焦点をあてて」, 日本数学教育心理研究学会平成 26 年度春期研究集会, 2014 年 6 月 28 日, 筑波大学.

舟橋友香 「日本の経験豊富な教師による算数科授業における相互作用の構成」, 科学教育学会第 36 回年会, 2013 年 9 月 8 日. 三重大学.

Funahashi, Y. Characterizing Experienced Teachers' Questioning in Mathematics Classrooms: Questioning as a Window for Examining Teachers' Competence. 15th Biennial EARLI Conference for Research on Learning and Instruction, August 31, 2013. Munich, Germany.

Koizumi, Y. & Shimizu, Y. Identifying multiple functions of teachers' questioning in German and Japanese mathematics classrooms, The 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME37), July 30, 2013. Keil, Germany.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

舟橋 友香 (Funahashi, Yuka)

奈良教育大学・教育学部・准教授

研究者番号: 30707469