

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：14601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2021

課題番号：15K17398

研究課題名（和文）算数・数学科授業にみる相互行為の構造に関する研究：発問-応答過程を視点に

研究課題名（英文）A Study of the Structure of Interaction in Arithmetic and Mathematics Classrooms: Focusing on the Question-Response Process

研究代表者

舟橋 友香 (FUNAHASHI, Yuka)

奈良教育大学・数学教育講座・准教授

研究者番号：30707469

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、日本の経験豊富な教師による算数・数学科授業における相互行為のパターンを発問-応答過程を視点として特定し、その展開にみる教授行為・学習行為の特質を明らかにすることである。
本研究を通して、児童・生徒の発言と授業目標の双方を見据えた経験豊富な教師による授業の構造化の特徴、授業者と学習者の知覚のずれが生じる要因、数学の授業における言語的側面の重要性、学習者同士の相互行為にみる互恵的関係を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、我が国の算数・数学科授業の改善の指針を得ることに資するものである。例えば、考察の対象の設定の必要性や考察の観点の意義が感得できない場合に問題は生徒の問題にならないこと、言葉がものや性質を認識する焦点をいかに置くかを決定するという立場から数学には自然言語との共通点を見出すことができ、それゆえ授業において数学的概念を明瞭に言語化することの意義を指摘した。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to identify patterns of interaction in math and mathematics classes by experienced teachers in Japan from the perspective of the question-response process, and to clarify the characteristics of learning and teaching in the development of these patterns.

Through this study, the characteristics of the structuring of lessons by experienced teachers with a focus on both students' statements and lesson objectives, the factors that cause the gap between the perceptions of the teacher and learners, the importance of the linguistic aspect in mathematics classrooms, and the reciprocal relationship among learners in their interactions were clarified.

研究分野：数学教育学

キーワード：数学科授業 算数科授業 相互行為 教授行為 学習者 熟練教師

1. 研究開始当初の背景

1990年代から、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。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一連の「TIMSS ビデオ研究」(Stigler, et al., 1999; Hiebert, et al. 2003)である。これにより、日本の数学科授業は他国と極めて異なる構造をもつことが浮き彫りとなった。例えば、一問あたりに費やす時間は突出しており(図1)、一つの解法だけでなく生徒による別解の提示がとりわけ顕著であった(図2)。また、一授業のうち新しい数学的概念の導入に多くの時間を費やし、その過程では教師が一方的に情報を与えるのではなく、教師と生徒のやりとりに基づき新たな概念が導入されていった(図3)。

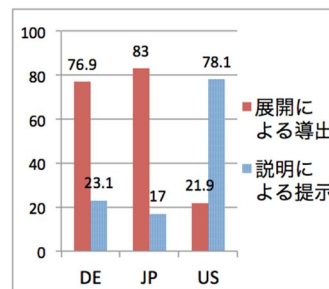
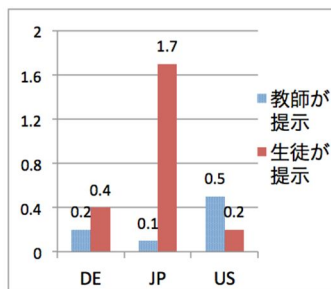
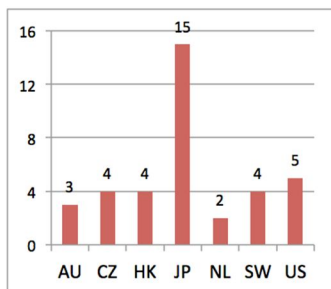


図1 一問あたりに費やす時間 図2 一授業内で提示される別解の個数 図3 新しい数学的概念の導入方法
(AU:オーストラリア、CZ:チェコ、HK:香港、JP:日本、NL:オランダ、SW:スイス、US:アメリカ、DE:ドイツ)

こうしたTIMSSビデオ研究の成果の補完を意図し設計された「学習者の観点からみた授業研究(The Learner's Perspective Study: 略称LPS)」(Clarke et al., 2006)が2000年頃より展開されている。これは、TIMSSビデオ研究がランダムに抽出された1授業時間内にみる特徴であったのに対して、選出された熟練教師による授業を単一授業内のみならず10単位時間以上連続した授業にわたって質的に分析することを意図した研究である。さらに、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、授業後に授業者と学習者双方に行っている点に特徴がある。

研究代表者はLPSの日本側研究チームに所属し、研究開始当初までに次の点について研究を展開してきた。

- ・ 新しい数学的概念の導入場面における相互行為の様相に関して類似性が見られたドイツを比較対象国とし、LPSで収集された中学校第2学年の授業データを用いて、一連の発問-応答過程の構造を分析してきた
- ・ LPSの研究基盤をもとに、他国に先駆けて小学校算数科への分析対象の拡張を試みた。試験的に小学校第6学年の「比例」の授業を対象にデータ収集を行い、相互行為のパターンを捉える枠組みの検討を行ってきた

これまで研究代表者が質的な分析を行った結果、研究成果のさらなる精緻化のためには、以下の2点について追究する必要があることが明らかになった。

(1) 指導内容の系統性を加味した実態の解明

TIMSSビデオ研究とLPSでは、TIMSS本調査と対象を揃え、中学校第2学年を対象としている。しかし、小学校から中学校の間で学年進行に従い、系統付けて内容を学習する教育課程が編成されていることを鑑みると、中学校での学習内容の素地となる数学的内容が小学校でいかにして学ばれているのか、より系統性を加味した実態の解明が不可欠である。これまで、「関数」領域については、小学校算数科でも試験的にデータを収集し、分析を行ってきた。しかし、数学的内容の系統性を踏まえ、さらに対象領域を拡張する必要がある。

(2) 日本の算数・数学科授業にみる相互行為パターンの類似点・相違点の解明

研究代表者はこれまで、中学校数学科授業にみる発問-応答過程の構造について日独両国の比較、及び小学校算数科授業にみる相互行為のパターンを捉える枠組みをそれぞれ検討してきた。今後、それらの知見を総合し、日本の小学校と中学校という学校種を横断して顕在化する相互行為パターンの類似点及び相違点について解明していく必要がある。特に、教師の発問を契機とした発話から特定される相互行為の構造に加えて、授業中の発話には必ずしも表出しない当事者の知覚について、授業後インタビューのデータを手がかりに補充していく必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、日本の経験豊富な教師による算数・数学科授業における相互行為のパターンを発問-応答過程を視点として特定し、その展開にみる教授行為・学習行為の特質を明らかにすることである。近年の国際比較研究により、数学科授業で扱われる課題及び課題を軸とする授業構造そのものに関して、日本は他国とは異なった様相を示すことが明らかになってきた。そこで本研究では、文化的営みとしての日本の算数・数学科授業の本性を、経験豊富な教師による授業にみる相互行為のパターンから探り、算数・数学科授業の改善のための指針を得ることを目指す。

3. 研究の方法

上述の目的のために、本研究では日本国内および海外共同研究者との緊密な協力・連携による既存の研究ネットワークを活用し、次の3つの項目に計画的かつ組織的に取り組むこととする。

- (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
- (2) 日本の熟練教師による小学校および中学校における新規授業データの収録
- (3) 算数・数学科授業における相互行為パターンにみる特質の探求

本研究は、先行するプロジェクト(LPS)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。そのため、新たな授業データの収集に向けたデータ収集方法の再考のもとに、新規授業データの収集を行う。そして、小学校から中学校まで横断した算数・数学科授業にみる相互行為パターンの特質について、一連の発問-応答過程を視点に実証的に探究する。

4. 研究成果

(1) 日本の中学校の熟練教師による数学科授業の構造化

「仕組まれた問題解決」の様相の解明

LPSで収集された「連立方程式」についての一連の数学科授業データを用いて、「仕組まれた問題解決」の様相を解明することに取り組んだ。特に、一連の授業で扱われる連立方程式の構成、及び考察の観点が設定される契機に着目し、学習者の観点を加味した分析を行うことで特徴の顕在化を図った。

その結果、同一の連立方程式を複数の授業で扱い、それぞれ異なる考察の観点を教師は設定していること、その考察の観点が設定される契機には、「数学を創る視点を生徒の発言から共有すること」及び「異なる解法の比較から判断を要求すること」の2つのタイプがあることが明らかになった。

授業者と学習者の知覚のずれ

LPSで収集された「連立方程式」についての一連の数学科授業データを用いて、授業者と学習者の知覚の相違に焦点を当て、数学科授業にみる相互行為の構成の分析を行った。

対象とした数学科授業では、それぞれの場面で対象を設定していたのは教師であった。その際、新たな考察の観点が必要となる対象を設定したり、方法の多様性を把握した場合に方法自体を次なる対象に設定して序列化を促したりしていた。一方で、学習者にとっては、考察の対象に据える必要性が認識できなかった場合、新たな対象を設定すること、及びその対象を考察するための観点を設定することが困難であり、教師との認識のずれが生じていることを指摘した。

問題が子どもの問題になるには、「なぜ考えなければならないか」、「何を考えたらよいか」、そして「どのような方法で解くことができそうであるか」という三つの条件が必要であると先行研究では指摘されているが、これら三つの条件は必ずしもこの順で進展するわけではない。「何を」すなわち対象が明確になる中で、あるいは「どのように」すなわち観点が顕在化することで、「なぜ」が浮かび上がってくることもある。しかし、いずれの場合にしても「なぜ」という対象の設定の必要性や、考察の観点の意義が感得できない場合に、問題は生徒の問題にならないといえる。

熟練教師が数学の授業において言葉にこだわることの意味

新たに中学校で収集したデータを用いて、数学の授業において、特に数学用語が明確になる場面に着目し、教師の行動の意味を考察した。これまでの数学科授業にみる発話の構成に関する先行研究において、教師による決まった答えの追求は好ましくないものとして捉えられてきたことに対し、特に既習の数学用語を明確にする場面に焦点化し、熟練教師があえてそのような行為の型で言葉にこだわることの意味を検討した。

その結果、教師が意図している数学用語を生徒に答えさせていくという一つの行為が、多様な次元において意味をもつことを明らかにした。具体的には、行為の対象として、ある特定の生徒との相互行為でありながら、他方で学級全体、学年全体への影響を意図したものであったこと、並びに行為の意味する内容として、利用する乗法公式の識別という局所的な数学的内容に関わ

るものでありながら、他方で数学への対峙の仕方を学ぶというより大局的な視点をも含むことを示した。特に、言葉にこだわり数学へ対峙することに価値をおくことの意味について、言葉がものや性質を認識する焦点をいかに置くかを決定するという数学の言語性の観点から指摘した。

(2) 日本の小学校の熟練教師による算数科授業の構造化

小学校算数科の授業ビデオデータを用いて、教師が児童との相互作用の中で、教師が念頭に置く授業目標に生徒の焦点を合わせるために、どのような意思決定を行っているかについて分析を行った。特に、数学教師の知識が、教師の気づきのスキルや相互作用にどのように結びつくかを考察した。5年生を対象とした連続9回の授業において、まず、生徒が分数の比較について説明する際に、手続き的な側面から量的な側面へと焦点を移すために行っていた教師の焦点の構成を明らかにした。次に、2つの授業に焦点をあて、教師が児童の反応をどのように解釈し、相互作用の行動を決定したかをインタビューデータを用いて分析した。その結果、児童の考えを繰り返し引き出し、検討対象として焦点を当てることで、授業全体を構成している様相が浮かび上がった。また、3つの事例を詳細に分析し、教師が児童の思考に注目し解釈する際に、常に授業目標を参照していること、一方で児童の反応に応じて、最初に決めたことを調整しようと努める姿も確認された。このような児童の数学的思考に気づくプロセスは、教師の豊富な内容知識と教育的知識によって可能となったと言える。特に、図形表現に関する知識は、教師の意思決定に大きな影響を与えたと考えられる。

(3) 学習者同士の相互行為の様相

授業における数学的知識の定着を意図した場面で、一人では解決に至らない学習者が、他の学習者の支援を求めて生じた相互行為に焦点を当て、二者間に成立している関係及びその関係に付随する要点を明らかにすることに取り組んだ。そのために、中学校第2学年の数学科授業で観察された2名の生徒による8分6秒にわたる相互行為の過程を分割し、焦点化されていた数学的対象を特定した上で、移行の契機や具体的な文脈における当事者の知覚の解釈を行った。

分析の結果、数学的対象を提示した数やそれらの移行の契機から、支援される側の学習者にも相互行為の対象を定める裁量を与えられていることがわかった。二者間には、支援する者から支援される者への一方向的な関係ではなく、相互に情報を拾い合い、影響を与え合う関係が成立していること、そのような関係において支援される者に与えられた自由度が重要であったこと、そして相互行為の結果双方にとって互恵的な営みが生成されていることを指摘した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Hino, K. & Funahashi, Y.	4. 巻 54
2. 論文標題 Teachers' guidance of students' focus toward lesson objectives: how does a competent teacher make decisions in the key interactions?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ZDM - Mathematics Education	6. 最初と最後の頁 343-357
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11858-022-01345-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 舟橋友香	4. 巻 43
2. 論文標題 数学科授業における数学用語の明確化にみる教授行為の意味	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 科学教育研究	6. 最初と最後の頁 345-352
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jssej.43.345	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 舟橋 友香	4. 巻 33(3)
2. 論文標題 数学の言語性に基づく数学授業の構築：熟練教師の実践を手がかりに	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 219-222
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14935/jsser.33.3_219	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 舟橋友香	4. 巻 -
2. 論文標題 「一次関数」の授業にみる課題の構成に関する一考察	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 日本教材学会第27回研究発表大会研究発表論文集	6. 最初と最後の頁 50-51
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 舟橋友香	4. 巻 -
2. 論文標題 数学科授業にみる相互行為の構成に関する一考察：授業者と学習者の知覚の相違に焦点を当てて	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 日本数学教育学会第48回秋期研究大会発表集録	6. 最初と最後の頁 91-94
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 舟橋友香
2. 発表標題 数学的対象を媒介した学習者間の相互行為に関する一考察：支援する者 / される者の非対称性に焦点を当てて
3. 学会等名 令和3年度日本科学教育学会第2回研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 数学的協働的な学びにみる構成原理に関する一考察：支援する者と支援される者の非対称性に焦点を当てて
2. 発表標題 舟橋友香
3. 学会等名 日本数学教育学会秋期研究大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 舟橋友香
2. 発表標題 選択体系機能言語学理論の数学教育への応用に関する一考察
3. 学会等名 日本数学教育学会春期研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 舟橋友香
2. 発表標題 数学科授業において学習者が多様な考えに触れることの意義：独立的な多様性に焦点をあてて
3. 学会等名 日本数学教育学会秋期研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 舟橋 友香
2. 発表標題 熟練教師の数学科授業にみる教科書の記述を補う教授行為に関する一考察 - 「因数分解」の指導を事例に -
3. 学会等名 日本教材学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 舟橋 友香
2. 発表標題 数学科授業において数学用語にこだわることの意味
3. 学会等名 日本数学教育学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 舟橋友香
2. 発表標題 算数・数学科における問題解決型授業にみる型の再考
3. 学会等名 近畿数学教育学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 舟橋友香
2. 発表標題 熟練教師による「連立方程式」の授業にみる「仕組まれた 問題解決」の様相
3. 学会等名 日本数学教育学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 舟橋友香
2. 発表標題 数学科授業にみる相互行為の分析枠組みに関する一考察
3. 学会等名 第58回近畿数学教育学会例会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Yuka Funahashi
2. 発表標題 A STUDY OF MATHEMATICAL TASKS IN THE SEQUENCE OF LESSONS FROM GERMAN AND JAPANESE CLASSROOMS
3. 学会等名 13th International Congress on Mathematical Education (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------