

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 28 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H03056

研究課題名(和文)言語活動とICT環境の充実による関数の創発的モデル化カリキュラムの開発と評価

研究課題名(英文) Developing and assessing a curriculum on function fnction with special attention to language and ICT environments

研究代表者

大谷 実(Otani, Minoru)

金沢大学・学校教育系・教授

研究者番号：50241758

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、中・高の数学科の学習指導で大きな困難を伴う関数領域カリキュラムを創発的モデル化の視点から再編成した改善案を提案するために、研究者と中・高の熟練教師がチームを編成し、中学3年と高校2年でデザイン研究を実施した。第一に、創発的モデル化に基づき真実味のある課題を探究することにより、複数の数学的内容を総合的に探究する学習を提言できた。第二に、ICTを活用することにより、変数としての関数を一般的に語る事が可能になることが示唆された。かくして、創発的モデル化とICT活用により、真実味のある現象を動的環境で探究することで、変数としての関数の語りを生徒が自然行うことになるという知見が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中・高の数学科の学習指導で大きな困難を伴う関数領域カリキュラムに対して創発的モデル化とICT環境の視点から、新しいカリキュラム構成原理に基づく具体的な内容を提案し、教授実験を通してその有効性を示すことができた。本研究によるカリキュラムは、特定の関数の習得を目指す従来の在り方に対して、真実味のある現象を動的環境で探究することを通して、身の回りの事象を考察する過程で関数を活用する資質・能力を育成するための代案を提案するものである。また、本研究の成果を高等学校教授資料として出版し、全国の学校に配布することを通して、新しい関数カリキュラムを広げることができた。

研究成果の概要(英文)：In this study, a team of researchers and middle and high school teachers were formed and conducted a design Research in the third year of junior high school and the second year of high school in order to propose an improvement plan for reorganizing the functional domain curriculum from the viewpoint of emergent modeling, which is a major difficulty in the instruction of mathematics studies in junior high and high school. First, we proposed desirable curriculum that comprehensively explores multiple mathematical contents by exploring truthful issues based on emergent modeling. Secondly, it is suggested that the use of ICT makes it possible to talk about functions as variables in general. Thus, through emergent modeling and the use of ICT, we have found that students naturally perform function narration as a variable by exploring truthful phenomena in a dynamic environment.

研究分野：数学教育

キーワード：関数 カリキュラム開発 創発的モデル化 言語活動 ICT環境

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) わが国の中等教育段階の数学科カリキュラムで、抜本的な改善が必要とされる内容領域は「関数」である。その理由として、生徒の関数の学習状況の低さが挙げられる。

(2) 生徒が関数に困難を覚える主な要因として、関数領域のカリキュラムが、関数を抽象的・一般的・形式的対象として早急に提示し、関数を語る授業の談話も抽象的であるために、生徒が関数を意味ある仕方でも構成する過程を保障していないこと点にあると考える。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、中・高の数学科の学習指導で大きな困難を伴う関数領域カリキュラムを、イメージできる状況で語りながら次第に静的な対象を漸次的に構成する「創発的モデル化」(emergent modelling) の視点から再編成した改善案を提案することである。

### 3. 研究の方法

(1) 研究者と中・高の熟練教師がチームを編成し、言語活動とICT環境を加味した創発的モデル論を再構築するとともに、デザイン研究を実施する。本研究は、次の3つの課題解決を行った：①言語活動の新しい知見とICT環境を加味し、創発的モデル化論を改良した関数カリキュラムの構成原理を構築すること；②中学3年から高校2年までの関数領域の単元をデザインし、教授実験を実施すること；③教授実験の質的分析に基づき、改良された創発的モデル化によるカリキュラムを評価し、改善案を提案すること。

(2) 4年間の研究期間を考慮し、1年次と2年次は①の関数領域のカリキュラム開発を行った。具体的には、1年次は2次の多項式関数として、中学校3年の関数 $y=ax^2$ と高校1年の2次関数について、中高の接続性を意識しつつ、談話とICT環境の充実により、数学的对象の構成を支援するカリキュラム開発と授業デザインを行った。2年次は、初等関数に対象を広げ、高校で扱う主要な関数のカリキュラム開発と授業デザインを行った。3年次は②の教授実験を実施する。教授実験は、金沢市近郊の公立中学校と金沢大学附属高等学校で実施した。4年次は③のカリキュラムの評価に重点を置いて、創発的モデル化を基盤とした中高の関数領域のカリキュラム開発の総括を行うとともに、得られたデータの質的分析を基に、開発したカリキュラムの評価を行い、もって関数カリキュラムの改善案を提示した。

### 4. 研究成果

(1) 生徒が関数を意味ある対象として構成するようカリキュラムを改善する際に、「創発的モデル化」論に依拠した。創発的モデル化は「概念的モデル化」とも呼ばれ、形式的な数学的知識の段階的習得を目指す。これは、4つの(状況的、参照的、一般的、形式的)水準を設け、生徒に真実味のある状況から出発し、状況を参照するモデルを作り、それを次第に洗練し、モデル自体を考察対象とし、最終的に形式的な数学的推論に用いることを目指す(図1)。

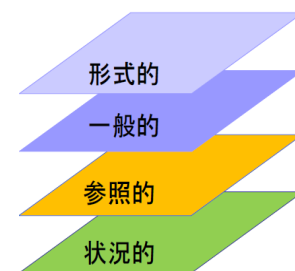


図1

他方で、創発的モデル化の課題は、参照的水準から一般的水準への移行の難しさである。実際、教授実験でも参照的水準に留まっていることが確認された。移行問題を進展させる理論として、2つの視点を取り入れた、一つは「コモグニション論」で、もう一つはICT環境である。「コモグニション論」は、数学的对象の構成を、談話(ディスコース)を手立てとして推進する可能性を、また、ICT環境を関数の動的側面を奨励しそのことが談話と輻輳することを意図した。特に創発的モデル化の参照レベルから一般レベルへの移行のために、関数の談話として「別の量に依存しているある量」を強調し、それをICT環境がアフォードすることとした。ICT環境として、本

研究では、変化する量を強調するために、動的数学ソフトウェアである「GeoGebra」アプレットを作成し、タブレットパソコンで変化に触れる環境を提供し、生徒が関数について語ることを奨励した。さらに、改良した創発的モデル化論の具体化のために、本研究では「オランダ教育測定研究所」(Cito)やEUの数理教育プロジェクトであるMascil (Mathematics and Science for Life)の教材を蒐集し教授単元の素材とした。

(2) 改良した創発的モデル化論と教授単元に基づき、本研究では、生徒が関数を数学的对象として考え・語ることを奨励するような談話とICT環境をデザインし、中学校3年と高等学校2年において教授実験を行った。この教授実験では、ICT環境での関数の談話を首尾一貫させることにより、変量が変化する現象に働きかける機会が生まれ、変化のペースに着目し、真実味をもって関数を捉え、語ろうとする様子が見られた。

### ①関数 $y=ax^2$ の教授実験

中学校3年における教授実験で得られた鍵となる視点が以下の3点である。

第一に、関数の語り方とし、「 $y$ は $x$ に伴って規則的に変わる数量なので $y$ は $x$ の関数である。関数 $y$ は、 $y=ax^2$ という式で表される。」と説明し、単元全体を通して「関数 $y$ 」という言い方をし、それによって関数では変量 $y$ のペースに着目することを強調した。また、本研究では、他の変量に依存する変量を関数と捉えその変化の特徴に目を向け、関数の式・表・グラフを関数自体と区別することとした。式・表・グラフは、関数の異種の痕跡、比喩的にいえば「影」であると語った。さらに、変量の関係に関して単に変量の取る値を求める手続きを語るのではなく、式・表・グラフそれぞれの影の一部分から変量のペース自体を語ることを重視した。

第二に、「GeoGebra」のアプレットを作成し、生徒がその動作を観察し、変量の変化ペースに着目しやすくし、また語りやすくなることを期待した。アプレットとしては、例えば、関数 $y=ax^2$ の導入において、四角いケーキを縦・横等分に切り目を入れて分割したときのピースを表示するものを作成した。ここでは、ピースをクリームがついた面の数を視点として分類し、3面(比例)、2面(一次関数)との対比で、1面(2乗を含む新しい関数)のピースに着目し、その増え方のペースに注意を向けた(図2)。本研究では、創発的モデル化に基づき、具体的状況、参照モデル、推論のためのモデルを経て、形式的知識に至る機会を設定した。また、数量の変化のペースを既習の関数のそれと比較することを通して、2乗に比例する関数 $y$ の変化のペースを視覚的に捉える機会を設けた(図3)。さらに、さらに、「関数 $y$ 」として変量を強調し、数表・式・グラフと区別をするために、例えば、「効率のよいバトンパス」では、グラフの $y$ 軸上を二人の走者を表す点が移動するとき、連動してグラフが表示され、バトンパスをする走者のペースとグラフの関係を考察した(図4)。

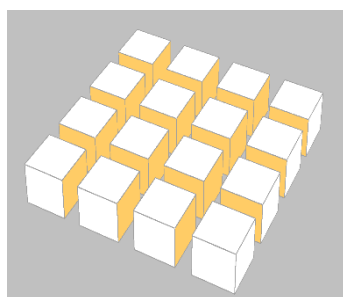


図2

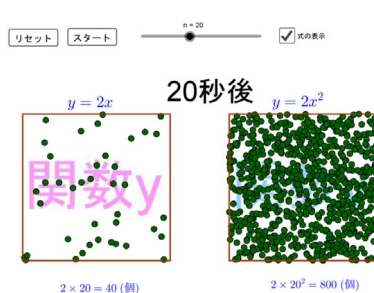


図3

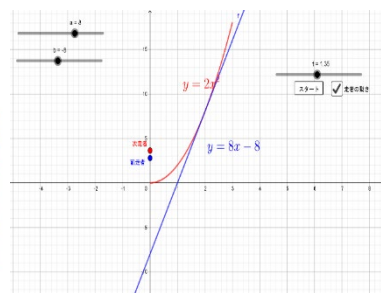


図4

第三に、本デザイン研究では、関数 $y=ax^2$ の特徴を相互に関連づけることを重視した。その際、関係として、次の3点を重視した。①既習の比例や一次関数で見出した特徴と対比しながら関数

$y=ax^2$ の性質間の関係を考察すること。ケーキの分割，円周と面積がその例である。②関数が式で定義されることに鑑みて，関数の特徴を式と関連付け，局所的演繹の一端を意識する。例えば，放物線が  $y$  軸に関して線対称であることは，式  $y=ax^2$  で容易に確認できる。③変量としての関数を重視するため，変量の変化のペース，すなわち変化の割合を一貫して考察の対象とすること。特に，関数の利用においては，しばしば代数的処理やグラフの読みによる求答で終わる傾向があるため，既習の変化の割合を活用する機会を充実し，生きて働く知識・技能となるように配慮する。例えば，振り子の場面で，紐の長さや周期の長さ求めるだけでなく，いろいろな紐の長さの場合で同じ長さを伸ばすときの，周期の変化を考察した。

### ②指数・対数関数の教授実験

本教授実験では，Mascil の「薬の血中濃度」(Drug Concentration)を取り上げた(図5)。Mascil のモジュールが差分方程式の導入として位置付けられているのに対して，本授業では第2学年の数学Bの数列とも関連付けながら，数学IIの指数・対数関数の利用において，保健体育科教員と教材研究を行い，授業を行った。その際，服用量を変えた場合の濃度の変化を調べる活動では，生徒にタブレットでGeoGebraアプレットを操作する環境を提供し，シミュレーションを行う機会を設定した(図6)。最終課題として，患者向けの服用上の注意書きを作成し，クラスの生徒に対して発表を行う場を設けた。授業では，具体的な薬の服用後の血中濃度を表す指数関数のモデルを扱い，別種の薬において，適切な効果が得られる血中濃度の最小値と，副作用を起こさない血中濃度の最大値に留意しながら，さまざまな薬の服用の仕方における血中濃度の変化を考察した。シミュレーションの後に，各服用案に基づく血中濃度のグラフの概形を教室全体で比較・検討を行い，血中濃度の変化を定性的に考察した(図7)。

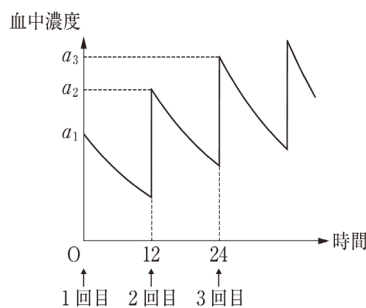


図5

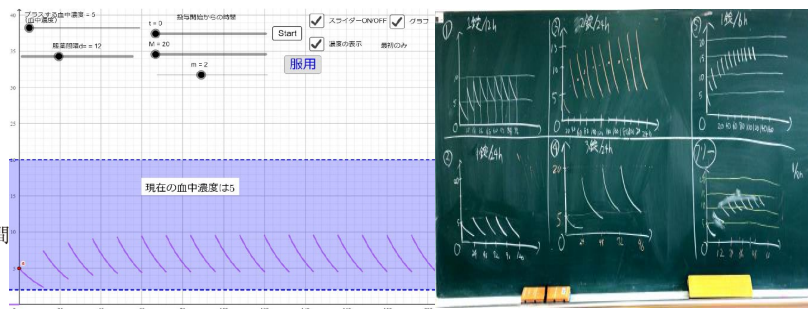


図6

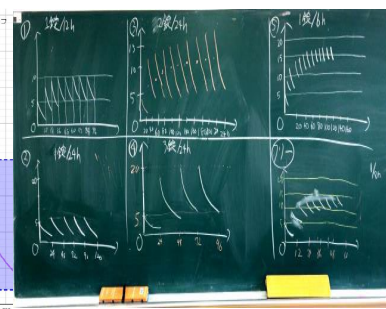


図7

### (3) 関数カリキュラムの構成原理

本研究を通して，関数領域のカリキュラム構成について，以下の3つの原理を提案した。

#### ①関数の語り方

関数に関する談話を首尾一貫することが重要である。関数に関する談話として，一意対応としての側面と，伴って変わる変量としての側面がある。ここで，関数を，いわゆる決まれば決まる「こと」という抽象的なとらえ方ではなく，具体的な変量として，「別の量に依存しているある量，つまり，他の量が変わるときに変化を受ける量」を組織化原理とする。また，関数という対象とその式・表・グラフの表現を区別し，式・表・グラフから個別の関数(量  $x$  に依存しているある量  $y$ ) の性質の現れ方(変化と対応の特徴)を考える。

#### ②動的環境で変量を観察し，語る

他の量が変わるときに変化を受ける量を強調する上で，動的数学ソフトウェアを積極的に活用する。GeoGebraのアプレットを作成し，タブレットパソコンを使用して生徒に触れさせる



ことは有望な在り方である。動的環境により、例えば、一次関数と反比例の変化の割合を比較する際に、反比例では原点の近くで変化の割合が激しく変動し、原点から離れると緩慢になることを実感することが可能となり、単に「変化の割合は一定でない」という以上の理解を得ることができる。さらに、動的環境でタブレットが組み込まれたタブレットを生徒が使用することで、変量の動き方についての予想を述べたり、動いた影の特徴を語ったりする機会が増えることが可能となる。

### ③数学的性質や処理の漸次的形式化

従来の関数カリキュラムでは、関数を式として静的対象として扱い、それを方程式の解法を用いて代数的に決定する。また、グラフを、直線の平行性や放物線の対称性など図形の性質としてとらえる。このような静的見方を早期に主導的な談話を優勢にする、他の量が変化するときに変化を受ける量の特徴として見出してきた性質を参照しつつ、関数について語る機会が少なくなる。現行の教科書でも関数は基本的に静的なディスコースが早めに主導的なものとなることが、生徒の側で関数という対象をイメージしにくくしている一因である。関数カリキュラムを構成する際には、変量の動的側面から静的側面へのディスコースが変化するように編成することが重要である。

### (4) 中等学校における数学カリキュラムの構成原理に向けて

本研究を通して、関数領域を超えて、中等学校における数学カリキュラムの構成原理が示唆される。これは、創発的モデル化論を構築したオランダ・ユトレヒト大学・フロイデンタール研究所のRME (Realistic Mathematics Education) のアプローチから示唆される。

①RME アプローチとは、6つの教授原理(「活動の原理」、「現実感の原理」、「水準の原理」、「関連付けの原理」、「相互作用の原理」、「導きの原理」)に基づく数学教育である。「活動の原理」では、数学は人の活動と考え、専門的職業人や研究者等が数学を活用する本質をふまえて生徒が取り組む数学的活動を構想する。「現実感の原理」では、生徒が取り組む問題は実生活に密接に関係し、しかも現代社会の喫緊の課題に関するものであることを重視する。「水準の原理」では、生徒が問題の解決に向けて素朴なモデルから議論を通じてモデルを洗練することができるよう留意する。「関連付けの原理」では、数学科の科目や内容を意図的に越えて関連付けたり、他教科や自然科学、社会科学の諸分野とも関連付けたりすることである。「相互作用の原理」では、個人での活動に留まらず、チームやグループで協働し問題に取り組み、議論し、結果をまとめ、発表する機会を設けるなど、生徒同士の相互作用を生む機会を意図的に設定するものである。「導きの原理」では、具体的な成果物をデザインしたり、ICT機器を活用したりしながら、生徒の活動を促したり支援したりする手立てを意図的に講ずることである。

②RMEアプローチの原理は、中等学校における数学教育において探究活動を通じた数学的資質・能力の育成を検討する有望な原理となりうる。RMEアプローチの原理は、生徒が取り組む探究活動において、様々な分野における専門的職業人の実践において生きて働く知識や技能、実生活や現代社会の喫緊の課題に対して数学を活用して解決策を提案する力、数学の様々な内容や他分野の内容を関連付けながら課題を多面的・多角的に考察する力、他者と協働したり分業をしたりして知恵を出し合いながら課題解決に取り組む力、成果物の作成を通じて、デザインに配慮しつつ自分達の考えを数学的な表現を用いて簡潔・明瞭・的確に表現する力などを育成する機会を提供する。

③RMEアプローチの原理は、新学習指導要領の基盤をなしており、総合的な探究の時間での教科横断的モジュール、既設教科の指導内容と授業の改善、課外での自主的な探究活動の実施など、幅広く展開することが見込まれる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 大谷実	4. 巻 6
2. 論文標題 数学的对象論の实践的意義を考える：多角的視野から数学授業改善の視点を探る	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本数学教育学会第6回春期研究大会論文集	6. 最初と最後の頁 95～96
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 日野圭子	4. 巻 5
2. 論文標題 比例・反比例の授業における数学的談話の構成：学習軌道からみた授業中の発話の考察（2）	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 宇都宮大学教育学部教育実践紀要	6. 最初と最後の頁 247～254
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 日野圭子	4. 巻 6
2. 論文標題 数学的談話の進展におけるメタルールの役割：中学2年生のグループ活動のコモグニションからの考察	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本数学教育学会第6回春期研究大会論文集	6. 最初と最後の頁 97～104
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 Hino Keiko, Kato Hisae	4. 巻 51
2. 論文標題 Teaching whole-number multiplication to promote children's proportional reasoning: a practice-based perspective from Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ZDM	6. 最初と最後の頁 125～137
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） <a href="https://doi.org/10.1007/s11858-018-0993-6">https://doi.org/10.1007/s11858-018-0993-6</a>	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 布川和彦, 青柳潤	4. 巻 34
2. 論文標題 数学=パターンの科学の考えに基づく授業デザイン：中学校1年「比例と反比例」の場合	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 上越数学教育研究	6. 最初と最後の頁 1-12
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 布川和彦	4. 巻 38(2)
2. 論文標題 メタレベルと対象レベルの観点から見た学校数学における文字の利用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 上越教育大学研究紀要	6. 最初と最後の頁 309-320
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 Gravemeijer Koeno, Stephan Michelle, Julie Cyril, Lin Fou-Lai, Ohtani Minoru	4. 巻 15
2. 論文標題 What Mathematics Education May Prepare Students for the Society of the Future?	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Science and Mathematics Education	6. 最初と最後の頁 105 ~ 123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10763-017-9814-6	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 該当する

1. 著者名 大谷 実	4. 巻 10
2. 論文標題 関数領域における「教授・学習軌道」の一考察	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 金沢大学人間社会研究域学校教育系紀要	6. 最初と最後の頁 23 ~ 30
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 布川和彦, 磯野正人	4. 巻 99
2. 論文標題 単位置当たりの大きさの量的側面に関わる学習活動	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 数学教育学論究	6. 最初と最後の頁 23 ~ 32
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 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 布川和彦, 青柳潤	4. 巻 33
2. 論文標題 1次方程式の学習に見られる変数的な扱い	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 上越数学教育研究	6. 最初と最後の頁 1 ~ 10
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 日野圭子	4. 巻 4
2. 論文標題 比例・反比例の授業における数学的談話の構成：学習軌道からみた授業中の発話の考察 (1)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 宇都宮大学教育学部教育実践紀要	6. 最初と最後の頁 129 ~ 136
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 日野圭子	4. 巻 41
2. 論文標題 関数的思考の進展を促す談話の構成についての一考察：学習軌道の設定と生徒の観察	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本科学教育学会年会論文集	6. 最初と最後の頁 381 ~ 382
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 渡會兼也, 大島崇, 伊藤伸也, 大谷実	4. 巻 69
2. 論文標題 オランダの理数教育と高大連携について	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 高校教育研究	6. 最初と最後の頁 49~57
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 オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 布川和彦	4. 巻 32
2. 論文標題 昭和40年代の中学校教科書に見られる方程式と関数とを関連づける記述について	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 上越数学教育研究	6. 最初と最後の頁 1-10
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 オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 日野圭子	4. 巻 2
2. 論文標題 比例の授業における数学的談話の構成: GeoGebraを通して教師が語ったこと	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 宇都宮大学教育学部教育実践紀要	6. 最初と最後の頁 145-154
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 日野圭子	4. 巻 67(1)
2. 論文標題 比例・反比例の授業における数学的談話の構成: 関数の学習軌道からの授業場面の考察	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 宇都宮大学教育学部研究紀要	6. 最初と最後の頁 189-202
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14件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Ohtani, M.
2. 発表標題 Designing discourse with ICT environment that affects reification of function
3. 学会等名 The 6th International Realistic Mathematics Education Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大谷実
2. 発表標題 数学的活動を通じた主体的・対話的で深い学びの実現
3. 学会等名 第100回 全国算数・数学教育研究（東京）大会，中学校部会講演（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大谷実
2. 発表標題 中学校数学科における関数授業のデザイン：談話とICT環境を視点として
3. 学会等名 日本数学教育学会第51回秋期研究大会研究集録
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Itoh
2. 発表標題 Collaborative design of realistic mathematics lessons for lower secondary school students in Japan
3. 学会等名 The 6th International Realistic Mathematics Education Conference
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 日野圭子
2. 発表標題 経験豊富な教師による算数科授業での相互作用：ナラティブの構成の過程から得られる示唆
3. 学会等名 日本数学教育学会第51回秋期研究大会発表集録
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 日野圭子
2. 発表標題 学習軌道からみた関数の授業での談話の特徴
3. 学会等名 日本科学教育学会年会論文集（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 布川和彦
2. 発表標題 中学校の授業における変数に関わる経験
3. 学会等名 日本数学教育学会第51回秋期研究大会研究集録
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Minoru Ohtani他8名
2. 発表標題 Curriculum Communication
3. 学会等名 International Society of Design and Development in Education（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Minoru Ohtani
2. 発表標題 ITC based Discourse that affects Reification of a Mathematical Object: The Case of Function
3. 学会等名 13th International Congress of Mathematics Education (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大谷 実
2. 発表標題 数学的对象論の实践的意義を考える 理論的背景と算数・数学科授業改善の視点－
3. 学会等名 日本数学教育学会第4回春季大会論文集
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 日野圭子
2. 発表標題 関数の授業における数学的对象の構成－Sfardの談話論からの考察－
3. 学会等名 日本数学教育学会第4回春季大会論文集
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 布川和彦
2. 発表標題 対象把握のためのディスコースと学習のパラドックス
3. 学会等名 日本数学教育学会第4回春季大会論文集
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 伊藤伸也
2. 発表標題 H. フロイデンタルの教授学的現象学と"Realistic Mathematics Education"における数学的対象とその実践的意義
3. 学会等名 日本数学教育学会第4回春季大会論文集
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大谷 実
2. 発表標題 算数的活動・数学的活動を一層充実させた授業の在り方
3. 学会等名 第98回全国算数・数学教育研究(岐阜)大会(招待講演)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 伊藤伸也	4. 発行年 2017年
2. 出版社 協同出版	5. 総ページ数 367
3. 書名 理科教育基礎論研究	

〔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
研究分担者	伊藤 伸也  (Itoh Shinya)  (10570434)	金沢大学・学校教育系・准教授   (13301)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	布川 和彦  (Nunokawa Kazuhiko)  (60242468)	上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授    (13103)	
研究 分 担 者	日野 圭子  (Hino Keiko)  (70272143)	宇都宮大学・教育学部・教授    (12201)	