

令和 3 年 6 月 6 日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17K04751

研究課題名（和文）スパイラルによる小中高連携の代数カリキュラムの開発と知識の成長過程の解明

研究課題名（英文）Development of Algebraic Curriculum that emphasizes Spiral Mathematical Activities cooperated with Elementary, Middle and High school and Elucidation of Knowledge Growth Process

研究代表者

両角 達男（Morozumi, Tatsuo）

横浜国立大学・教育学部・教授

研究者番号：50324322

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、スパイラルを重視した数学的活動による小中高連携の代数カリキュラムを開発すると共に、そのカリキュラムでの学習効果、学校代数に関わる児童・生徒の知識の成長を質的に考察した。開発した代数カリキュラムや単元として、乗法九九とその拡張の系列、乗法の解釈を深める単元とその系列、比例、式と曲線、整数の性質などがある。教授実験における児童・生徒の学習過程の質的分析を通して、学校代数に関わる知識の成長を見いだすことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スパイラルを重視した数学的活動による小中高連携の代数カリキュラムを開発することによって、「深い学び」を志向した学校代数の学習について具体的に提案することができる。開発した単元に関わる授業実践、授業における児童・生徒の学習過程の分析を通して、学校代数に関わる児童・生徒の理解の様相や知識の成長過程について、具体的に提案することができる。このことにより、理論と実践との往還を意図した小中高連携の代数カリキュラム等の研究をさらに進めることが期待できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we have developed an algebraic curriculum for elementary, junior high and high school cooperation through mathematical activities that emphasize spirals. We also considered the learning effect of the curriculum and the growth of knowledge of children and students related to school algebra by qualitative research methods. The developed algebraic curriculum and units include multiplication tables and their extended series, units to deepen understanding of multiplication, proportions, equations and curves, and the properties of integers. Through qualitative analysis of the learning process of children and students in the teaching experiment, we were able to find the growth of knowledge related to school algebra.

研究分野：数学教育学

キーワード：小中高連携 スパイラル 代数カリキュラム 知識の成長過程 例で考える 数学的探究 数学的活動
質的研究

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

生徒が今までに学んできた事柄について新たな意味形成をしたり、これからの学びに向けた数学的な洞察を繰り返したりすることを通して、数学学習は深化する。「新たな意味形成と数学的な洞察の循環」を促す数学的活動(スパイラルを重視した数学的活動)により、生徒自ら数学を創り出したり、学んだ数学を活かして事象を探究したりする活動を高めることが期待できる。また、生徒が「新たな意味形成と数学的な洞察の循環」を行う中で、自ら「問い」をもち、その「問い」を基点とした数学学習を進めることができる。さらに、生徒が自らの学習過程を振り返り、俯瞰することを通して、さらなる数学的な思考を促すことができる。その結果として、生徒に「知識の成長」を促すことが期待できる。

そこで、「新たな意味形成と数学的な洞察の循環」を促す数学的活動によって、小中高連携の代数カリキュラムの開発を行いたいと考えた。また、開発した代数カリキュラムに基づく授業実践、授業における児童・生徒の学習過程の質的分析等を通して、児童・生徒の学校代数に関わる知識の成長過程が解明できないだろうかと考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「新たな意味形成と数学的な循環」を促す、スパイラルを重視した数学的活動による小中高連携の代数カリキュラムを開発し、そのカリキュラムでの学習効果と、学校代数に関わる児童・生徒の知識の成長について考察することである。

3. 研究の方法

研究の目的に向けて、次の3つの方法により考察を進める。

(1) 小学校中学年・高学年、中学校、高等学校の代数領域でのスパイラルを重視した数学的活動に基づく単元を開発する。さらに、単元どうしのつながりに着目して小中高連携の代数カリキュラムを開発する。

(2) (1)で開発した単元について、研究協力者や研究協力校との協働により、小学校、中学校、高等学校での授業実践を行い、授業における様々なデータを収集する。実践された授業に関するデータについて、主に質的研究法を用いて、児童・生徒の学習過程や相互行為を分析する。その分析を通して、学習効果や学校代数に関わる児童・生徒の知識の成長について考察を行う。

(3) 学校代数や数学的活動、知識の成長過程に関する先行研究をもとに、小中高連携の代数カリキュラムと学校代数に関する知識の成長過程の理論的な考察を進める。また、小中高連携の代数カリキュラムの改善を図りながら、理論と実践との往還を進める。

4. 研究成果

(1) スパイラルによる小中連携を重視した「乗法九九とその拡張」の代数カリキュラムの開発および児童・生徒の学習過程の質的分析による、学習効果および知識の成長の考察

算数・数学の授業では、数学的活動を通して、子供自らがもつ数学に関する知識を再構成することができる。算数・数学の授業を通して、子供が概念変容や思考様式の変換を図ったり、脱皮を繰り返しながらの成長を漸次的に行ったりするためには、今までに学んできた事柄や学習経験を振り返り、その数学的な意味や価値を解釈し、新たな意味を形成したり、さらなる数学的な洞察を図ることが必要である。そこで、学んだ事柄に関する新たな意味形成とこれからの学びに向けての数学的な洞察とを繰り返して促す数学的活動を「スパイラルを重視した数学的活動」ととらえた。また、「スパイラルを重視した数学的活動」を行う上で、「例で考える」ことが重要である。そこで、「例について考える、例を通して考える、例を越えて考える」の3つの段階から形成される学習を「例で考える」ととらえた。

算数・数学の学習内容や数学的な見方・考え方で共通点や類似点の多い、つながりのある単元で、あえて「同じ例」を扱うことにより、例で考える活動が促され、既に学んだ事柄に対する新たな意味形成が生じたり、これから学ぼうとする事柄への洞察が生じたりする。そこで、「乗法九九とその拡張」に焦点をあてた小中高連携の代数カリキュラムを次のように設計した。

〔「乗法九九とその拡張」に焦点をあてた代数カリキュラム〕

小学1年：乗法の素地形成としての、まとまりを意識した数の捉えとその表現。数感覚を育む体験活動とその言語表現。

小学2年：身体表現や図的表現を活かした乗法九九表の構成。九九表の構成の過程で見いだした規則性を適用したり、表現したりすること。計算の対象として乗法九九の活用。

小学3年：乗法九九表の拡張。整数の性質を発見する対象として乗法九九表を見直すこと。見いだした整数の性質をことばで表現すること。拡張された乗法九九表を基にして、九の段までの乗法九九表を見直すこと。

小学4年：乗法九九表にみられる整数の性質を数学的に表現すること。整数の性質そのものへの関心の高まり、および拡張された乗法九九表へ整数の性質を適用すること。

小学5年：乗法九九表にみられる数の配列から比例や一次関数の関係を導出すること。見だし

た事柄のことばによる表現およびその記述を洗練すること。

小学6年：倍数や比例を意識して、乗法九九表に潜む数学的な性質を発見し、数学的に表現をすること。見いだした事柄について文章で説明をすること。

中学1年：乗法九九表にみられる整数の性質について事柄の説明をすること。見いだした事柄の一般性について、典型例や擬変数を意識した理由の説明を試みる。乗法九九表を負の整数を含めた範囲に拡張して類比的推論を働かせること。

中学2年：乗法九九表にみられる整数の性質について、文字式を用いた説明や、比例や一次関数の式などを用いた数学的な解釈や説明を行うこと。

中学3年：乗法九九表にみられる整数の性質について、命題を意識して表現したり、文字式を用いた証明をしたりすること。乗法九九表の対角線などにみられる2次の世界の関係を見だし、関数 $y = ax^2$ の学習と関連付けること。乗法九九表に潜む数学的な性質をさらに見だし、その一般性を説明・証明すること。

「乗法九九とその拡張」に焦点をあてた小中連携の学校代数カリキュラムについて、小学1年、小学3年、小学5年、中学1年、中学2年で授業実践を行い、児童・生徒の学習過程を質的に分析し、学習効果や知識の成長過程について考察をした。例えば、小学3年の単元「かけ算九九をみなおそう」の授業（8時間展開）では、乗法九九の計算結果を円周上10等分した点に対応づけて視覚的に表現し、「規則性」を複数の数学的表現で解釈することが営まれた。また、代数的な性質（再帰性、循環、基準となる数をもとにした合同）を発見し、代数的推論を進めることも行われた。この授業を通して、「円周上の図形として乗法九九の一の位を表現することが、乗法九九表の性質や規則性を見いだす探究を促すこと」や「2つの段どうしの関係を適用しようとする類比的推論が、乗法九九を拡張して捉えようとするにつながること」等が見いだされている。

また、小学5年の単元「（乗法九九表の中の数を）4つ囲んでみえるきまり」、中学1年および2年での「乗法九九表にある規則性や性質を見だし、見つけた事柄の説明をする」授業では、児童・生徒の学習活動において顕著な違いがみられている。小学5年や中学1年では対象に潜む数理を発見するために、子供たちは電卓を使用していた。一方、中学2年では、見いだした性質や命題の一般性を検証したり、文字式による説明の妥当性を得たりするために、代数的思考を進める道具として電卓を使用していた。電卓の使用に関する顕著な違いが、生徒が数学的な探究を進める対象や内容の違いを生んでいた。

(2) スパイラルを重視した数学的活動による「式と曲線」に関する単元開発と、生徒の学習過程の質的分析による、学習効果および知識の成長の考察

中学1年の平面図形の学習において「円の接線は接点を通る半径に垂直である」の性質を、中学3年の円に関する学習において「円外の1点から、その円にひいた2つの接線の長さは等しい」の性質を学んでいる。円の接線に関する、この2つの性質を極と極線に着目して見直すと、統合的にみることが可能になる。「極と極線」に着目して、高校生が中学校で学んできた図形の性質を見直し、発展的・統合的に捉えることは、生徒が学んだ事柄に関する新たな意味形成と、数学的洞察を繰り返し促す、スパイラルを重視した数学的活動につながっていく。そこで、スパイラルを重視した数学的活動による、高校3年の単元「式と曲線」を開発すると共に、生徒が楕円や円の極線の方程式を導き、極線の方程式を導く方法を解釈していく数学的探究とその様相の考察を行った。単元「式と曲線」のうち、楕円の極線の方程式に関わる授業（4時間展開）は、次の4つの学習活動により形成されている。

活動1 円のもつ性質、定理、公式を振り返る。

活動2 活動1を踏まえ、楕円のもつ性質や定理、公式を予想し、その妥当性を考察する。

活動3 楕円の接線の方程式を様々な方法で導き、その方法について議論と思考を深める。

活動4 楕円の極線の方程式を様々な方法で導き、その方法について議論と思考を深める。

これら4つの学習活動による、楕円の極線の方程式に関わる授業実践および授業分析を通して、次のことが明らかになっている。

- ・楕円の極線の方程式について、極に着目して読むこと、楕円の接点に着目して読むこと、極線上の点に着目して式を読むことは、生徒にとって容易なことではない。
- ・「方程式にある文字を複眼的に捉えること」と「視点変換を繰り返して図を読むこと」との関連がみえることにより、式の形に着目して「楕円の極線の方程式」を導く方法を洞察することができるようになる。ここで、「視点変換を繰り返して図を読むこと」と「方程式にある文字を複眼的に捉えること」を一体的に促すために、動的幾何ソフト（GeoGebra）を用いた操作の観察、生徒が自分でかいた図を用いた操作活動、その様子を他者と議論したりジェスチャーで表現したりすることが役立っていた。
- ・生徒にとって既に学んだ「円の極線の方程式」に関連づけて、「楕円の極線の方程式」を導き出そうとする生徒の中には変換の考えがみられる。変換の考えで「楕円の極線の方程式」を導き、解釈する生徒の中には、式変形により変換がうまく行われると考える者と、すべての点が同じように変換されるのかについて「問い」をもつ者との双方がいる。
- ・「楕円の極線の方程式」に関わる探究の中で、他者との議論を通して、方程式について考えてきた行為を振り返り、方程式（文字式）の意味をさらに深く考えることが促される。その際、生徒が自らの行為を内省する記述活動が有効に働く。

(3) スパイラルを重視した数学的活動による「比例」に関する単元開発と、生徒の学習過程の質的分析による、学習効果および知識の成長の考察

整数の乗法の学習では、視覚的な図や数直線などを効果的に用いて、同数累加からの意味の拡張が行われている。また、小学校高学年の「小数をかける」や「分数をかける」ことの学習では比例の関係が埋め込まれた2本の数直線(二重数直線)を利用して、乗法の意味の解釈が行われている。被乗数を1とみたり、同じ数量どうしの関係(内比の関係)に着目したりしながら2本の数直線を用いて小数や分数をかけることの意味について考える。子供たちは、2本の数直線を用いて考えた行為を振り返り、「かけられる数を1とみて、かける数にあたる大きさ」としての乗法の意味を生成することになる。

そこで、中学1年の単元「比例」において、関数の見方や考え方をを用いて、整数の乗法の意味を解釈する数学的活動の開発を行うと共に、生徒の学習過程の質的分析による、学習効果および知識の成長の考察を行った。その数学的活動とは、2つの整数の乗法について写像の合成を数学的背景にもつ操作活動で考え、その行為を言葉で表現して対象化することから、正負の数の乗法の意味を解釈する活動である。

2つの数の乗法を写像の合成として捉える見方とは、例えば、整数どうしの乗法 2×3 を $f_2(x) = x + x$ 、 $f_3(x) = x + x + x$ と定義したときに、 $f_3(f_2(x))$ とみる見方である。

この見方は、整数から有理数、実数、複素数と、数を拡張していった場合にも同じように解釈できる。例えば、 2×3 の積の意味を、次の手順1～手順3までの操作を通して解釈することができる。この操作により、生徒がそれまでに学んできた $(-2) \times (-3) = +6$ などの解釈を改めて行うことができる。

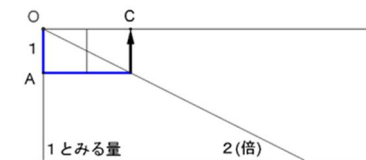


図1(手順1)

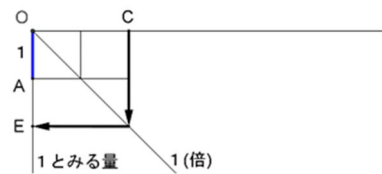


図2(手順2)

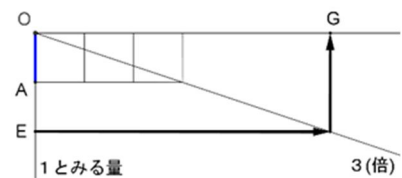


図3(手順3)

[2×3 の積を得るための操作]

手順1 半直線OA上で、1とみる量OAを決めると、関数「2(倍)」を表す直線を用いることによって、C(2)が決まる。

手順2 関数「1(倍)」を用いて、2を1とみる量の軸(半直線OA)に移すと点E(2)を得る。

手順3 関数「3(倍)」を表す直線を用いることにより、OEを1としたときの3にあたる量、すなわち、 2×3 の積を表す点G(6)が得られる。

関数の見方や考え方をを用いて、整数の乗法の意味を解釈する数学的探究(4時間展開)とその様相の分析を通して、次のことが明らかになっている。

- ・関数の見方や考え方をを用いた操作活動とその行為の対象化が、正負の数の乗法の意味解釈を深めることにつながっている。 2×3 の積を得る操作では、基準量1をもとに2が得られ、それを改めて1とみなすことで、みなした大きさの3(倍)にあたる6を得る活動が行われている。
- ・関数の見方や考え方をを用いた表現で倍の意味を解釈する活動は、変化の割合や複素数の素地指導につながる。生徒は、共変関係が図に現れる拡大・縮小関係にある様々な直角三角形に着目し、縦と横の比が一定であることを根拠に説明していた。2つの拡大・縮小の関係にある直角三角形の縦と横の長さを、文字を用いて表し、その差から比を求めて常に縦と横の比が一定であることを説明する生徒等がみられた。
- ・関数の見方や考え方をを用いた操作で、2つの整数の乗法の意味を解釈する活動により、数の拡張を実感する可能性が高まる。負の数を含む2つの整数の乗法の意味を解釈する過程では、縦と横の軸を左右上下に延びる数直線と見直す必要があった。当初、この気づきが生じにくい状況であった。関連する課題の解決を通して、数の拡張を意識することになった。また、様々な操作とその表現を振り返り、表現を比較する活動を通して、乗数および被乗数が正か負かで、表現を分類する記述が生じた。このことは、探究活動を通して生徒自ら座標平面を拡張して考える可能性があることを示している。

(4) スパイラルを重視した数学的活動による「整数の性質」に関する単元開発と、生徒の学習過程の質的分析による、学習効果および知識の成長の考察

小学5年の算数学習で、倍数と約数について学んでいる。2数の倍数や約数をそれぞれ書き並べ、視覚的な工夫を取り入れながら、公倍数や公約数、および「2数の公約数は最大公約数の約数になっていること」を帰納的に学んでいる。また、中学3年の単元「平方根」の学習では、自然数の素因数分解を学び、平方根を用いた数の表現や計算の工夫に活かしている。自然数の素因数分解を通して、小学5年で学んだ2数の最小公倍数や最大公約数の求め方の改善を行うことも可能になる。ただし、2数それぞれを素因数の積に表して比較する方法である。2数を直接演算の対象として、その最大公約数や公約数を導く方法は、高等学校の数学Aの「整数の性質」における学習となっている。そこで、スパイラルを重視した数学的活動による「整数の性質」に関

する単元開発を行い、生徒がユークリッドの互除法のアルゴリズムをいかに解釈し、活用していくかについて、生徒の学習過程の質的分析から考察を行った。

そのために、小学校算数の公約数や最大公約数の学習で学んだ事柄を振り返った後、ユークリッドの互除法と出会い、互除法のアルゴリズムを解釈する。さらにその活動を不定方程式の学習等へ活用していくという単元を開発した。一連の授業実践の中で、生徒たちはユークリッドの互除法のアルゴリズムをどのように解釈するか、多様な解釈を比較することで生徒の間にどのような理解の深まりが生まれるか、さらなる数学的な洞察がいかに発生するかについて分析した。

その結果、次の3点が明らかになった。

- ・小学校算数教科書の記述を用いて、生徒が2数の最大公約数を導く方法とその意味を振り返ることを通して、2数の最大公約数をユークリッドの互除法を用いて導く着想を得たり、多様な方法で解釈しようとする姿勢を高めたりすることができる。また、算数教科書の記述の行間を読むことを通して、2数の最大公約数を導く方法に潜む数学的な見方や考えを顕在化させ、既に学んだ事柄に新たな意味や価値を見いだすことができる。
- ・ユークリッドの互除法のもつアルゴリズムを解釈するために、2数の最大公約数を互除法で導く方法を数式や図など多様な表現様式で表すとともに、多様な表現間の相互関係を考え、その意味を他者と説明し合う活動が有効に機能する。授業の中では、ユークリッドの互除法のアルゴリズムについて、つながりのある複数の数式で表現したり、図での解釈を進める上で、縦と横との関係が変わることについて、両手を用いたジェスチャーで示したり、分数の分子と分母の役割交換で示したりするといった説明が行われた。これらの活動を通して、ユークリッドの互除法のアルゴリズムに関わる多様な表現や表現間の相互関係に対する議論が深まり、互除法に対する理解につながっていた。
- ・ユークリッドの互除法とそのアルゴリズムを解釈する活動では、生徒が「式に表す、式を変形する、式を読む」という活動が豊かに営まれていた。特に、ユークリッドの互除法のアルゴリズムを解釈する上で、試行錯誤しながら式を変形し、その式の意味を図などで考えることが行われていた。この学習経験が、ユークリッドの互除法を活かして不定方程式について探究するすことにつながっていた。生徒がユークリッドの互除法に関する学習過程を振り返り、その過程で生まれた数学的な考えを新たな問題解決に活かそうとする姿勢が育まれていた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 両角達男, 川上諭, 田野澤千尋, 平田智也, 山田敏英, 若月拓也, 北井友理	4. 巻 38
2. 論文標題 「深い学び」を促す小中連携の算数・数学カリキュラムの開発と効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本教育大学協会研究年報	6. 最初と最後の頁 211-222
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 両角達男, 荻原文弘	4. 巻 52
2. 論文標題 2の累乗根に関する概念の素地形成をする学習過程	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本数学教育学会 秋期研究大会発表集録	6. 最初と最後の頁 289-292
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 荻原文弘, 両角達男	4. 巻 52
2. 論文標題 振り返りながら放物線の接線の作図法を発見する学習過程	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本数学教育学会 秋期研究大会発表集録	6. 最初と最後の頁 317-320
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 安藤秀朗, 両角達男	4. 巻 3
2. 論文標題 中学校数学科の授業における数学的活動とアクティブ・ラーニング	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 横浜国立大学教育学部紀要I 教育科学	6. 最初と最後の頁 220-232
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 両角達男, 荻原文弘	4. 巻 51
2. 論文標題 斜錐体の体積と $y = x^2$ のグラフに囲まれた領域の面積を関連づける数学的探	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本数学教育学会 第51回秋期研究大会発表収録 (論文発表の部)	6. 最初と最後の頁 41-48
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 荻原文弘, 両角達男	4. 巻 51
2. 論文標題 平方根 5の意味理解を促す数学的活動とその様相 - 写像の合成として操作を対象化する活動に着目して -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本数学教育学会 第51回秋期研究大会発表収録 (論文発表の部)	6. 最初と最後の頁 57-64
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 Masakazu Okazaki, Koji Okamoto and Tatsuo Morozumi	4. 巻 12
2. 論文標題 Characterizing the quality of mathematics lessons in Japan from narrative structure of the classroom: Mathematics lessons incorporating students' 'questions' as a main axis" as a leading case	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Hiroshima Journal of Mathematics Education, Japan Academic Society of Mathematics Education	6. 最初と最後の頁 49-70
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 両角達男, 荻原文弘	4. 巻 第23巻第1号
2. 論文標題 楕円の極線の方程式に関する数学的探究とその様相	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 全国数学教育学会誌 数学教育学研究	6. 最初と最後の頁 63-73
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 両角達男	4. 巻 5
2. 論文標題 子どもの「問い」を軸とした算数・数学学習研究の概要とその可能性	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本数学教育学会 第5回春期研究大会論文集	6. 最初と最後の頁 165-172
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 荻原文弘, 両角達男	4. 巻 第23巻第2号
2. 論文標題 ユークリッドの互除法を解釈し活用する学習過程とその特性に関する研究 - スパイラルを重視した数学的活動を基に -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 全国数学教育学会誌 数学教育学研究	6. 最初と最後の頁 31-45
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 荻原文弘, 両角達男	4. 巻 50
2. 論文標題 乗法を解釈する活動と変化の割合に関する捉えの様相 - 単元「比例」で被乗数を1とみる解釈を通して -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本数学教育学会 第50回秋期研究大会発表収録	6. 最初と最後の頁 179-182
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 荻原文弘, 両角達男	4. 巻 第100号第1巻
2. 論文標題 乗法を解釈する活動と変化の割合に関する捉えの様相 - 単元「比例」で被乗数を1とみる解釈を通して -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本数学教育学会誌	6. 最初と最後の頁 2-9
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 荻原文弘, 両角達男	4. 巻 第26巻第2号
2. 論文標題 図形の連続的变化に関連づけて式を読む探究活動の開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 全国数学教育学会誌 数学教育学研究	6. 最初と最後の頁 59-72
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22件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 両角達男, 荻原文弘
2. 発表標題 2の累乗根に関する概念の素地形成をする学習過程
3. 学会等名 日本数学教育学会 第52回秋期研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荻原文弘, 両角達男
2. 発表標題 振り返りながら放物線の接線の作図法を発見する学習過程
3. 学会等名 日本数学教育学会 第52回秋期研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 両角達男, 荻原文弘
2. 発表標題 2の累乗根の概念形成を促す数学的探究 - 電卓を用いた操作, 表現, 解釈を通して -
3. 学会等名 全国数学教育学会 第51回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荻原文弘, 両角達男
2. 発表標題 接線を作図する方法の対象化による放物線と接線との関係の数学的探究
3. 学会等名 全国数学教育学会 第51回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 両角達男, 荻原文弘
2. 発表標題 数学的探究における活動の対象化と表現との関わり - 代数に関する高校生の探究活動に着目して -
3. 学会等名 全国数学教育学会 第48回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荻原文弘, 両角達男
2. 発表標題 図形の連続的变化に関連づけて式を読む探究活動とその様相
3. 学会等名 全国数学教育学会 第48回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 両角達男, 荻原文弘
2. 発表標題 斜錐体の体積と $y = x^2$ のグラフに囲まれた領域の面積を関連づける数学的探究
3. 学会等名 日本数学教育学会 第51回秋期研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 萩原文弘, 両角達男
2. 発表標題 平方根 5の意味理解を促す数学的活動とその様相 - 写像の合成として操作を対象化する活動に着目して -
3. 学会等名 日本数学教育学会 第51回秋期研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 両角達男, 田野澤千鶴, 川上諭, 平田智也
2. 発表標題 小中連携を重視した乗法九九の拡張に関する探究とその様相
3. 学会等名 全国数学教育学会 第49回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 両角達男
2. 発表標題 子どもの「問い」を軸とした算数・数学学習研究の概要とその可能性
3. 学会等名 日本数学教育学会 第5回春期研究大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 両角達男, 萩原文弘
2. 発表標題 スパイラルを重視した代数の単元での数学的探究とその特徴
3. 学会等名 全国数学教育学会 第46回研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 荻原文弘, 両角達男
2. 発表標題 単元「平方根」における数学的活動の特性に関する研究
3. 学会等名 全国数学教育学会 第46回研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 荻原文弘, 両角達男
2. 発表標題 乗法を解釈する活動と変化の割合に関する捉えの様相 - 単元「比例」で被乗数を1とみる解釈を通して -
3. 学会等名 日本数学教育学会 第50回秋期研究大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 両角達男, 荻原文弘
2. 発表標題 学校代数における数学的探究に関する研究 - 「平方数の和」の積に関する探究に着目して -
3. 学会等名 全国数学教育学会 第47回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荻原文弘, 両角達男
2. 発表標題 図形の連続的な変化に関連づけて式を読む探究活動とその特徴
3. 学会等名 全国数学教育学会 第47回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 落合有紗, 岡本光司
2. 発表標題 「私の授業観」を活用した算数授業 - 授業改善と教師力向上を目指して -
3. 学会等名 全国数学教育学会 第47回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 両角達男, 宮佐千尋, 川上諭, 平田智也
2. 発表標題 乗法九九をふりかえり拡張する探究活動とその様相
3. 学会等名 全国数学教育学会 第52回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荻原文弘, 両角達男
2. 発表標題 写像を合成する操作の対象化により平方根の理解を促す数学的活動
3. 学会等名 全国数学教育学会 第52回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 両角達男, 荻原文弘
2. 発表標題 式と証明の学習における「例で考えること」による数学的探究
3. 学会等名 日本数学教育学会 第53回秋期研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荻原文弘, 両角達男
2. 発表標題 学校代数におけるリターンマップを活用する学習の効果に関する研究
3. 学会等名 日本数学教育学会 第53回秋期研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 両角達男, 荻原文弘
2. 発表標題 斜錐体の体積と2次関数のグラフを関連づけて解釈する数学的探究
3. 学会等名 全国数学教育学会 第53回研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荻原文弘, 両角達男
2. 発表標題 教育学部数学科学生の極限概念に関する理解の様相
3. 学会等名 全国数学教育学会 第53回研究大会
4. 発表年 2020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
研究協力者	荻原 文弘 (Ogihara Fumihito) (30846390)	茨城大学・教育学部・助教 (12101)	

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
---------	---------