

算数・数学におけるオンラインによる教員養成・研修のあり方の一考察 —コロナ禍におけるICTを活用した取り組みに焦点をあてて—

清水 邦彦*

Exploring an online teacher training course in arithmetic and mathematics: Utilizing ICT during the COVID-19 era

Kunihiko SHIMIZU

要旨 本稿の目的は、算数・数学に焦点をあてて、オンラインによる研究会の取り組みをもとに、コロナ禍における算数・数学の教員養成・研修のあり方を考察することである。

まず、算数・数学に焦点をあてて授業の構成要素についてみた。授業は、探究の過程、教室文化等までみていく必要がある。その意味で、映像だけでなく、音声、ノートや板書、協働的な学びの様相等まで捉える必要がある。そして、オンラインによる研究会の取り組みをみた。

考察の結果、様々な取り組みがあり、各小学校では試行錯誤の途上であった。そのため、小学校が他校の取り組みを適切に取り入れていく必要がある。だから、各学校等の取り組みをその方法も含めて取り組んだ側が報告・公表していく必要がある。算数・数学の授業に焦点をあてると、探究の過程、教室文化等までみとるオンラインの方法を、今後とも試行錯誤する必要がある。Zoomを使うよさを活かしながら、Zoomと録画したビデオのオンデマンド配信を併せて活用する方向も検討すべきである。

キーワード：学習指導要領、算数・数学、教員養成、研修、教師教育、オンライン、メディア

1. はじめに

新学習指導要領が小学校で2020年度より全面実施されている。また、中学校では、2021年度より全面実施される。新学習指導要領では、例えば、算数科・数学科において、数学的活動が重視されるとともに、資質・能力ベースでの授業の構成が求められる。また、今までも大切にされてきた数学的な見方・考え方は、これまで算数科・数学科の目標概念であり、思考・判断・表現の評価の1観点であったが、新学習指導要領では「育成すべき資質・能力」の視点で、その内容の一部として、算数科・数学科の学習で大切にすべき数学的

な方法の側面として位置付けられた。その数学的な見方・考え方は、成長していくものという立場をとっている。そして、新学習指導要領では、現行学習指導要領を基本的に継承しつつ、より発展させている。とりわけ、数学的表現を活用していくことについて、新学習指導要領の思考・判断・表現や数学的な見方・考え方は、これまで通り重要な要素である。このように、教育は常に改善され、子どもたちのより良い学びのために、先生方や大学教員、研究者等の様々な取り組みにより改善・発展していることはいうまでもない。

一方で、世界は、2020年、新型コロナウイルスにより、未曾有の事態に見舞われている。各都市が都市封鎖をし、現在も感染の状況をみつ

* しみず くにひこ 文教大学教育学部発達教育課程

つ、「withコロナ」のスローガンのもと、日常を取り戻そうとしている。我が国では、緊急事態宣言が2020年4月7日に東京都など7都府県を対象に発出し、2020年4月16日には対象を全国に拡大した。全面解除は、2020年5月25日であった。これらは、我が国の教育界にも多大な影響を及ぼした。小学校・中学校・高等学校では、2020年3月2日に一斉休校が要請され、各学校は休校が開始された。小学校・中学校・高等学校では、授業の開始が遅れると共に、開始後も、プリント等の活用、テレビ放送の活用、インターネットを活用したオンラインによる学び等、様々なツールを試行錯誤しながら、子どもたちの学びが絶えないように、先生方はご尽力なされた。大学においても、春学期（前期）の授業開始が遅れ、授業開始後も、学生は登校できず、オンラインによる学びとなった。教育学部では、予定されていた教育実習も延期となった。秋学期（後期）も、「withコロナ」のもと、学生の生命を尊重しつつ、学びを止めないよう、オンラインによる学びと、できる限りの新型コロナウイルス対策を講じて対面授業を行っている。

教育学部では教員養成、各学校では教師の研修という使命のもと、オンラインを用いたより良い学び・研修として、どのような学び等が可能か検討する必要がある。

このような社会的な要請のもと、本稿の目的は、算数・数学に焦点をあてて、オンライン研究会の取り組みをもとに、コロナ禍における算数・数学の教員養成・研修（以下、教員養成等）のあり方を考察することである。なお、教員養成・研修を「教員養成等」としているのは、現職教員の研修も含め、より広義なものとして捉えていくためである。

研究の方法は、算数・数学等の授業における構成要件をもとに、授業をみる視点を踏まえ、コロナ禍における様々な取り組みをいくつかとりあげる。その上で、様々なオンラインを用いた、より良い教員養成等の様々なあり方を考察していく。

なお、コロナ禍における対応は前代未聞のことであり、先生方は大変多忙なところで一生懸命試行錯誤なされて行われている。その上で、本稿では若干批判的な内容も含まれるが、さらに、より良いオンラインでの教員養成等のあり方を模索するものであり、その点ご理解頂き、お含み頂きたい。

2. 授業における構成要件

3. 以降で、オンラインによる教員養成等のあり方を検討するにあたり、授業における構成要件を若干でもみておく必要がある。とりわけ、本研究の目的に鑑み、算数・数学に関わってみていく。

Fujii (2016) は、「Lesson Study is like air, part of everyday school life」と述べ、教授手続きとは別に、日本の授業には「空気」みたいな特徴があると述べている。すなわち、授業は、教授手続きや段取りのみでないことを示した。このように、授業をみる視点は単に授業の音声や映像に限らず、それ以外にも多様にある。よい授業をみるという意味では、岡崎他 (2015) が「数学の指導と学習という行為、とりわけ質の高い授業は、本質的には物語的」(p.50) とも述べる。中村 (1999) は、「教師や生徒が暗黙的に共有している算数・数学に関する態度や信念、価値、習慣と、かれらの中で維持されるコミュニケーションのしきたりや社会観、行動を組織する方法などが、算数・数学教室の文化の構成要素と考えられる。」(p.9) と述べる。このことに加えて、中村 (1999) は、「算数・数学教室においては、数学的知識は教師や教科書によって与えられるのではなく、議論を通して自分たち自身で想像するという生徒の数学に対する見解が生まれるであろう。したがって、数学についての新しい見解に近い算数・数学教授は、算数・数学は数学的知識を探究し想像する教科とする教室文化を生み出すと思われる。」(p.11) と述べる。

このように、授業は、探究の過程、態度や信念、価値、習慣、コミュニケーション、社会観、

教室文化等、動的な様相までみていく必要がある。その意味では、映像だけでなく、音声、子どもたちのノートや黒板の記述、協働的な学びの様相、教室文化等までみていく必要がある。

3. では、授業をみる視点を踏まえて、コロナ禍におけるオンライン研究会の取り組みをみていきたい。

3. コロナ禍におけるオンライン研究会の取り組み

本節では、コロナ禍におけるオンライン研究会の取り組みをみていく。(1)では、公立小学校における研究会をオンラインで行い、教員を志す学生も参加させて頂いた。(2)では、国立大学の附属小学校におけるオンライン研究会で、教員のみならず、教員を志す学生へ公開しており、学生も参加させて頂いた。(3)では、大規模な研究会をオンラインで行い、(1)・(2)と同様に、学生も参加させて頂いた。2.でも述べたが、いずれも、急遽、コロナ禍における、オンラインによる取り組みであった。先生方は、忙しいところ、試行錯誤しながら取り組んでおり、敬意を表しつつ、それぞれの取り組みをみていきたい。

(1) 公立小学校における取り組み

ある公立小学校では、校長先生のリーダーシップと先生方の高い向上心をもとに、オンラインによる研究会が実現した。そして、大学教員等が協力するとともに、教員を志す学生を参加させて頂いた。取り組みは、2020年7月29日に小学校4年生の算数、2020年9月2日に小学校4年の国語で行われた。この小学校でも初めての取り組みで、試行錯誤しながら進めていた。また、機材も限られるため、出来る範囲のところで、知恵を絞りながら進めていた。

配信ソフトはZoomを活用し、無料で利用しているため、40分間で接続し直す必要があった。

カメラは2台で、1台は教室後方に三脚でビデオカメラを固定して子どもの活動を配信し(図1)、もう1台は先生がiPadをもって移動しながら子どもの活動の様子を撮影し、Wifiを活かして

配信した(図2)。iPadをもっている先生は、遠隔地にいる大学教員が「こういう風にとってほしい」「ここに近づいてほしい」「この子どもを撮ってほしい」等の指示のもと、イヤホンを通して撮影した。

音声は、子どもたちがマイクを活用して音量を増幅し、それをビデオカメラの集音マイクで集音した。

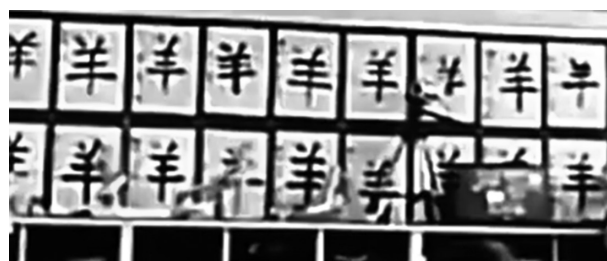


図1 教室後方に三脚でビデオカメラを固定



図2 先生がiPadをもって移動して配信

授業では、図3のように先生がiPadをもって移動し、子どもたちの手元のノートを撮影し(図4)、発表の様子を撮影した(図5)。また、先生が子どもにマイクをもって近づき、連携し、iPadで子どもの様子を撮影もした(図6)。そして、子どもは、マイクをもって説明を行い(図7)、黒板の前で分度器をもって説明を行った(図8)。



図3 iPadで子どもたちの様子を撮影



図4 iPadで子どもたちの手元・ノートを撮影



図5 iPadで子どもたちの発表・説明を撮影

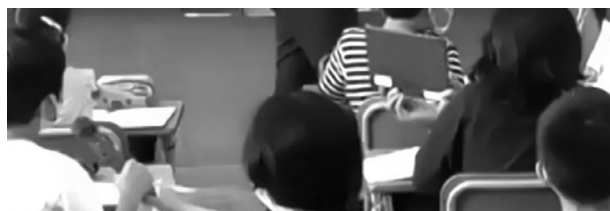


図6 先生がマイクを子どもに渡し、別の先生がiPadで子どもの様子を撮影



図7 子どもがマイクを受け取り説明



図8 黒板の前に移動して分度器を活用して説明

このようにして、授業は進められた。板書も必要に応じて、黒板に近づいて頂き、大学教員の指示のもと撮影して頂いた(図9)。

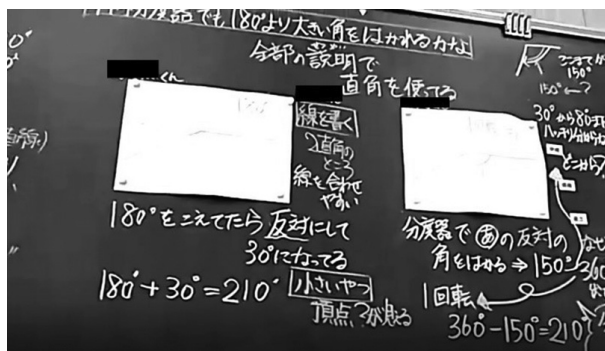


図9 黒板を必要に応じてアップにして撮影

授業後は、研究協議が学年ごとに行われ、そのあと、Zoomを活用して、学年ごとに発表をして頂いた(図10)。さらに、指導助言も行われた。

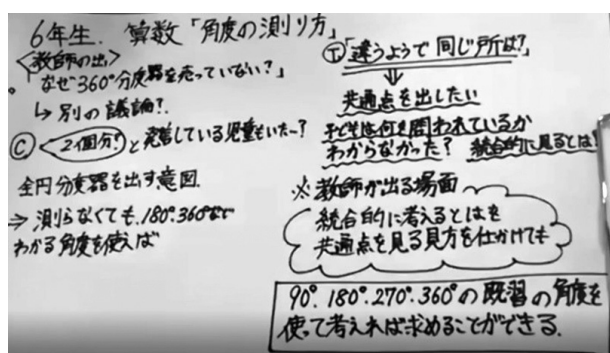


図10 各学年における研究協議の一例

ここからは、筆者が参加した記録から、その様子をみていき、分析したい。まず、先生方は一生懸命準備され、熱心に研究に勤しんでいた。このことは、すでに示した写真の様子からも窺うことができるだろう。

一方で、2. で示した授業の視点から、オンラインによる授業の良い点と改善点を述べたい。研究授業の先生方の準備は、出来る範囲でなされていた。オンライン研究会は、遠隔地からでも研究会に参加できることが良い点である。また、算数では黒板やノートに思考の表れが現れるが、教員が一部近づいて撮影してもらうことで、「部分的」には思考の流れをみとることができていた。ただし、思考の表れは、黒板やノートへの記述だけでなく、音声にも表れ、すでに2. で示したように協働的な学びの様相、コミュニケーション、教室文化等までみなければいけない。音声は聞きづらい部分があり、途中飛んでいたり、他のクラスの雑音が入ることもあった。指示する大学教員が指示をだして、マイクやiPadを移動して頂いたものの、参観者がみる視点は様々である。参観者がみる視点は様々で、現場に本人がいれないのが残念である。そのため、参観者がみたい視点でみとることができない。次に、Zoomは直感的に使える優れたソフトウェアであるが、慣れていないとスマートな対応が難しい。さらに、Zoomそのものの問題として、解像度がそれほど高くなく、解像度を高めることができたとしてもインターネット回線がデータ容量に耐えられるかという問題もあ

る。反省会や指導助言については、特に問題は感じない。このように、気軽さはあるものの、先生方の準備の過重な負担、参観者がみたいものをみることができないこと、Zoomの限界、特に音声聞きづらいことが課題としてあげられる。それは、授業の構成要素に起因する事柄である。

なお、オンライン研究会が9月2日に再度行われ、教科は算数でなく国語であったが、大幅に改善されていた。Zoomの

設定を変えることで、映像については以前よりもよりクリアになっていた。また、図11のように、前方にもビデオカメラを用意して黒板前方横のビデオカメラ、後方のビデオカメラ、先生が移動して撮影するiPadの3台体制に増強し、改善した。このことで、子どもたちの学び、とりわけ、探究の過程、コミュニケーション、協働的な学びまで、前の取り組みよりも改善してみとることができるようになった。教員も子どもたちもオンラインによる研究会に慣れてきているかと思われる。



図11 新たに設置した教室前方のビデオカメラ

しかしながら、このように改善が図られ、教科によっては画質が十分かもしれないが、算数・数学においては拡大して撮影してもらわないといけない等々、不十分である。算数・数学の板書には、子どもたちの考えが、先生が書いたとしても図的表現や言語的表現、記号的表現まで現れるからである。それぞれの表現の関連性を精緻にみる必要があるためである。また、音声については、あまり聞き取ることができないものがあつた。隣の教室の音声等をはじめ、雑音が多く入っていた。探究の過程、態度や信念、価値、習慣、コミュニケーション、社会観、教室文化等までみていくためには、黒板や子どもたちのノート、口語

表現を、時間軸に沿って連続的・包括的にみとる必要がある。

(2) 国立大学の附属小学校における取り組み①

国立大学の附属小学校は、教育実習校だけでなく、「教育研究」を実験・実証により進め、広く共有していくという使命がある。

ある国立大学の附属小学校では、ZoomとYoutube Live (Zoomの映像等を転送) を併用して、教員と教員を志す学生に向けて算数のオンライン講座(研究会)を開いている。その内容は大きく分けて2つ程度に分類できるが、それは(i)大学の先生や文部科学省・国立教育政策研究所の先生等を講師として呼び出して、パワーポイント等を用いて講演をして頂く、(ii)小学校が実際にその時期に指導することが想定される教科書教材のセミナーと授業作りの説明である。これらは、教員を志す学生にとっても非常にありがたい取り組みである。

とりわけ、後者の(ii)について説明する。特徴的な取り組みは、授業を撮影した映像を配信するのではなく、授業で子どもたちが活動をしている写真をパワーポイントに貼り付け、授業者以外の先生がその授業の様子を語る場所にある。当然、子どもたちの写真等は個人情報保護が十分になされている。議論は、参観者がチャットで提起し、主催者の方で内容をとりあげて応えて頂ける。このことに加えて、Zoom側での参観者は、チャット以外にも、実際に音声を用いて議論がなされていた。そして、(ii)では大学の先生方や文部科学省・国立教育政策研究所の先生等も参加して頂いていることも多く、有益な示唆を受けられる。

オンラインを活かして、各地から参加しており、気軽さがあるのが良い。また、時間も平日夜間にも行え、研究会への参加への敷居が低いのが特徴的である。試行錯誤してこのような形になったと考えるが、非常に良い取り組みかと考える。(1)とは大きく異なることがわかるが、さらなる発展を期待しているところである。

(3) 国立大学の附属小学校における取り組み②

(2)とは異なる国立大学の附属小学校での取り組みを紹介する。教科は、算数ではなく、総合学習・生活の合科で、参加者が300人クラスの大規模な研究会であった。例年、小学校で参観することができたが、2020年度は、コロナ禍の下、延期されていた。今回、オンラインでの研究会に長けている小学校の先生に依頼をして、ご協力して頂き、その先生の指導・指揮のもと、オンラインでの研究会を行うことができた。機材は、その先生のご好意で充実したものを用意して頂いた。

本研究会はZoomを用いてなされ、機材は教室後方と教室左前方に三脚に取り付けたビデオカメラ、家庭用よりも性能の高いハンディタイプのビデオカメラの3台によって撮影された。最後のハンディタイプのビデオカメラは、ある先生が手に持って子どもに近づいて撮影をし、音声も高性能の集音機器をビデオカメラに接続して収録されていた。

この取り組みで特徴的なことは、(1)で述べた際に「子どもの声(音)の問題」を取り上げたが、集音方法に工夫がなされていたことである。子どもたちはマイクを使って話してもいたが、何よりも、子どもたちのいくつかの机の上に、集音マイクが設置されていたことである(図12、図13、図14)。

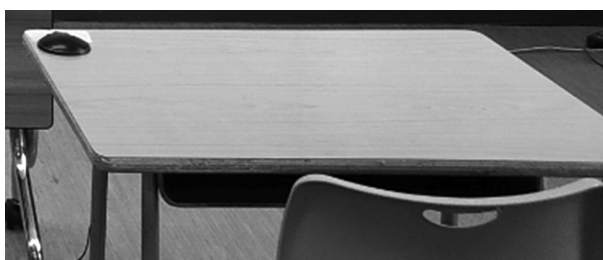


図12 机の上に設置された集音マイク1



図13 机の上に設置された集音マイク2



図15 集音マイクのケーブル



図14 机の上に設置された集音マイク3



図16 複数の集音マイクを束ねるアダプタ

この集音マイクは、教室内的子どもたちの机の6カ所程度（6つの机程度）に設置されており、それを図15のケーブルで繋ぎ、図16のアダプタで集約し、教室後方のビデオカメラへ接続している。

さらに、音の調整・調節は、図17の装置で行う。これらは、オンライン関係を統括する先生が、Zoomの操作、音の調整、映像の切り替え等すべて行っていた。



図17 音の調節等を行う装置

(1) で取り上げた音の問題はだいぶ改善されており、すばらしい取り組みであった。子どもたちの声がクリアに聞こえていた。ただ、授業には教室文化があり、子ども一人で創っているわけではない。授業をみる先生も、視点はそれぞれである。その意味では、参観者側がZoomの動画を自由に切り替えてみることはできるものの、いくつもの映像を同時にみることができず、探究の過程、態度や信念、価値、習慣、コミュニケーション、社会観、教室文化等までみていくことはさらなる改善が必要である。ただ、仮に、映像は同時に複数みることができても、それを瞬時に、かつ、連続的にみることができない。しかも、あくまでも有限個で、断片的な映像・音声である。すなわち、カメラは3台であり、その3つの映像から判断しなければいけない。個人的な見解では現在ある機器（ビデオカメラ等）やソフトウエア（Zoom等）の限界であり、空間で捉えるような映像の録画及び音声の録音の装置が、現場で使える汎用的なものとして開発されてこないと厳しいと考える。また、非常によい機器・よい準備・よい運営であったが、充実した機器を準備し、設置・接続準備、当日運営すること自体が、先生方へ過重な負担になる。

このような状況下でも、教員を志す学生、現職の教員にも研修や学びの機会を模索し、実践し、そのために試行錯誤していることに対して、敬意を表したい。

4. 考察

3. において、3つのオンライン研究会について、その取り組みとともに、授業の構成等の視点からみてきた。

ただでさえ忙しいと世間でいわれ、「働き方改革」を迫られている小学校の先生方は、このコロナ禍で急激なデジタル化・オンライン化を迫られ、時間の許す限りで試行錯誤し、その中でも工夫のある多様な取り組みがみられた。ただ、考察する中で、一貫性のあるものとしては、リアルタ

イム配信では主に「Zoom」で行われ、2つの取り組みの授業は複数台のカメラで撮影されていたことである。課題としては、そもそも授業は、個々の参観者の価値観に基づいた視点でなされるものである。その意味で、ビデオカメラによる撮影は、有限個の定点による映像・音声であり、例えば、探究の過程や教室文化等々をみとることを十分にはできないと考える。3.(2)でも参観者にパワーポイントで授業をみせて、教員が参観者に解説しており、3.(1)・(3)と同様の課題がある。このことに加えて、音声については、例えば、教室文化や探究の過程を捉えるための「重要なデータ」である。しかし、取り組みをみれば明らかのように、特定の子どもの音声しか得られないこととともに、うまくその子どもの音声を得られないという課題がある。3つの取り組みについて、音（子どもたちの発言等）と映像の問題、そして、音と映像の2つについて、参観者が授業をみる視点と捉える材料の問題があった。オンラインによる研究会は、授業の一部を切り取ったものであり、撮影者・録音者等の価値観のもとのものである。

また、算数・数学の立場からは、板書を細部までみることができないという課題がある。この点はZoomの限界から、Zoomとオンデマンド配信のハイブリッドによって進めた方がよさそうである。この点は、そのバランスを踏まえて、どのように構成していくかを検討することが課題である。例えば、それぞれのよさを活かし、授業はZoomによる配信と、Zoomによる配信に加えてZoomによる配信に遅れて十分な画質によるオンデマンド配信、議論はZoomのような手法が考えられる。オンライン研究会では、今のところ、完全なものは難しいが故に、どのようにすれば、オンライン研究会において、道具のよさを活かすことができるかが重要である。

いくつかの取り組みを調査し、その考察をしていく中で、各校の取り組みを公表している文献が少なく、個々の学校で試行錯誤しているようなと

ころが窺える。他校の取り組みを踏まえた改善を進めるとともに、取り組んだ取り組みは社会に公表していく必要がある。

しかしながら、冒頭述べたが、これらの取り組みは、コロナ禍で準備が十分にできないところでの、教師の成長のための学び、研修、教員を志す学生への営みを続けていくためであった。この努力に先生方の敬意を表しつつ、多様に多方面から協力を得ながら、子どもたちの豊かな学び等のため、さらには、教員の指導力向上のために、さらなる改善を次第にしていければよいと考える。

5. おわりに

本稿の目的は、算数・数学に焦点をあてて、オンライン研究会の取り組みをもとに、コロナ禍における教員養成・研修のあり方を考察することであった。

様々な取り組みをみてきたが、「インターネット」「オンライン」というキーワードのもと、先生方ができる範囲で試行錯誤し、教師の成長のための学び・研修・教員養成の営みが続けられるような取り組みがなされていた。

検討の結果、このような取り組みは、Zoomが多用されているものの、Zoomの活用の仕方が工夫されており、様々なものがあつた。多忙な教員にとっては、できる範囲で行えればよいと考える。一方で、取り組みが個々で検討されている様相が強い。算数・数学の授業において、その探究の過程、態度や信念、価値、習慣、コミュニケーション、社会観、教室文化等までみとれる方法を今後とも試行錯誤する必要がある。わが国の学校では、これまでも良い他校の取り組みを、学校のある地域の実情に合わせて取り入れてきた。このことから、オンラインでの取り組みを、その方法も含めて取り組んだ側が報告し、社会に公表していく必要がある。

実際の授業のオンライン配信は、Zoomでの配信が多いが、Zoom等の解像度の限界で、算数・数学ならではの細かなところまでみることは難

しい。算数・数学の授業はZoomによるリアルタイム配信だけではなく、録画形式によるオンデマンド配信もした方がよいかと考える。つまり、Zoomを使うよさもあるはずであるから、授業の配信は、Zoomと録画したビデオを、ハイブリッドの形で併せて活用する方向も検討しもよいかもしれない。議論は、Zoomで行うことでよい。授業と議論でツールの役割分担すべきである。

学校教育で、GIGAスクール構想が進み、パラダイムが起きている。コロナ禍で半ば強制的にオンラインによる授業や研修が進んだ。コロナ禍の如何によらず、教員養成・研修のあり方も変わりつつある。むしろ、社会的な要請からみれば、変わらなければならない。このような報告等は、多様になされ、今後とも共有できるようにすべきである。このことを今後の課題としたい。

謝辞

本研究は、小学校のご協力により、写真・動画の提供をして頂きました。心より感謝申し上げます。

引用・参考文献

- 一松信他 (2020). みんなとまなぶ しょうがっこう さんすう 1年, 学校図書.
- 岡崎正和・木村恵子・渡邊慶子 (2015). 算数・数学授業の質を捉える理論的視座に関する研究—物語の哲学の立場から—, 日本数学教育学会誌『数学教育学論究』, 97, pp.49-56.
- 中原忠男 (1995). 算数・数学教育における構成的アプローチの研究, 聖文社.
- 中村昌平 (1999). 算数・数学授業における教室文化に関する考察, 全国数学教育学会誌『数学教育学研究』, 5, pp.9-15.
- 藤井齊亮他 (2020). 新編 あたらしいさんすう 1上 さんすうのとびら, 東京書籍.
- Fujii,T. (2016). Designing and adapting tasks in lesson planning: A critical process of lesson study, ZDM Mathematics, 48, pp.411-423.

藤森平司 (2001). さんすうのはじまり, 学習研究社.

文部科学省 (2017). 小学校学習指導要領解説 算数編, 日本文教出版.