

令和5年度 研究報告書

小学校算数における児童の主体的な学び を目指した一考察

～数学的モデリングにおけるアブダクションに焦点を当てて～

指導教員

吉村 昇 准教授

吉井 貴寿 准教授

令和4年度入学

熊本大学 教育学研究科 教職大学院の課程

教職実践開発専攻 教科教育実践高度化コース 数学科

222A9721 山下 玲於奈

目次

研究報告書要旨 P2～P3

はじめに P4

第一章 本研究における背景と目的 P5～P9

第一節 今後の時代の情勢について P5～P6

第二節 新学習指導要領について P7

第三節 全国学力状況調査について P8～P9

第二章 理論研究について P10～P13

第一節 数学的モデリングについて P10～P11

第二節 数学的モデリングにおけるアブダクションについて P12～P13

第三章 授業実践について P14～P33

第一節 授業実践の単位について P14～P16

第二節 事前調査と授業の導入，研究方法について P17～P25

第三節 授業における児童の分析について P26～P33

第四章 本研究のまとめと今後の課題 P34～P35

第一節 授業実践後の児童の変化について P34～P35

引用・付録等 P36～P44

・研究報告書要旨

今後の時代の情勢として、「社会の在り方が劇的に変わる「Society5.0」の時代」,「新型コロナウイルスの感染拡大などの先行き不透明な時代」が到来すると言われ、それに伴って、学校教育においては、子供たちが様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題解決に取り組む姿を育成することが重要視されている。

また、近年の小学校の算数の学習においては、算数の必要性を漠然とではあるが捉えることができていたとしても、その学習を「楽しい」、「面白い」と感じることができている児童は減少してしまっているといった傾向が見られ、主体性を育むことができるような授業構成について再度、見直しを図るべきであると言える。

そこで今回は児童の主体的な学びについて考えていく過程の中で重要視されている概念の1つである、数学的モデリングに着目した。主に、高等学校における数学の学習で参照されることも多い数学的モデリングの概念であるが、近年では小学校の算数科においてもその考え方や授業における取り入れについてなどが多くの場面で検討されている。しかし、小学校の算数において、数学的モデリングの有効性を示すものはあっても、数学的モデリングを行うための手立てについて分析されているものは決して多くはない。そこで本研究では、小学校の算数の授業において児童が数学的モデリングを円滑に行うための手立てについて分析し、効果を明らかにすることを目的とした。

第一章では本研究における背景と目的について論じている。まず、今後の時代の予測を踏まえて、どのような人材育成が重要視されているのかを明確にし、加えて現在の教育の現状と照らし合わせながら、これからの時代に求められる課題を明らかにしている。そのうえで新学習指導要領や全国学力学習状況調査を参考にし、冒頭でも少し述べた児童の学校現場における状況の変化について把握したうえで、課題の解決のために数学的モデリングの考え方を取り入れることの必要性について提案している。

第二章では本研究において参考にさせていただいた、数学的モデリングの理論研究についてと、数学的モデリングを児童に行わせるための考え方の1つであるアブダクション（推論）という概念に対する認識と効果について主張している。数学的モデリングについては、様々な研究者の主張を参照し、小学校算数科における数学的モデリングの重要性について示している。本研究では、現実世界から数学的なモデルを生成し、得られた結果をもとに新しい見方として現実の世界と結び付けることで児童が算数の必要性を実感し、主体的な学習に繋がるといったものであると捉えている。また、アブダクションについては本研究におけるアブダクションの位置付けについて示したうえで、自分の見解を踏まえつつ、数学的モデリングにおけるモデル作成の過程の中で、現実モデルの作成のためのアブダクションの概念が重要なのではないのかということについて提案している。最後に次の章における研究の評価、分析を行うための指標について記している。

第三章では研究を行うために実施した授業実践についての詳細を記している。まず、授業

実践における単元の指導目標や系統性を再確認した。そのうえで、実践協力校における児童の実態の分析や、実施した授業の導入、加えて実際の研究方法について論じている。研究方法については、今回は児童に、授業内における課題に対する予想を結論として持たせたうえで、その解決方法をあえて書かせることを軸として進めたことについて詳細に記している。それを参照にして章の最終節では、書かせた内容の分析についてと実際に作成されたモデルを比較して得られた結果について論じ、さらにその結果を詳しく示すために、児童の実際の感想をもとに、数学的モデリングにおけるアブダクションの有効性について示している。

最終章である第四章では、授業実践後の児童の変化を基にした本研究の成果についてのまとめと、明らかになった課題について論じている。結末としては、明らかになった今後の課題を検討材料としながら、これからの教員の生活において意識していきたいことを主張して本文を閉じている。

(※引用、参考にした文献や、授業の指導略案、用いたワークシートなどを付録として本文後に記載している。しかし電子アーカイブ化されたものである本論文では権利の観点からいくつか割愛している。)

本研究を進めていくうえで、実際に有益な効果が得られた内容もあれば、改善が必要な内容も明らかになった。特に、1つの指導法として効果が望めることを主張できることは、今後大きな成果になり得るものであると考えている。だが一方で、数学的モデリングの概念を取り入れた教材の作成を行っていく中で、算数に対して苦手意識を持っている児童に向けた指導法の改善について、日々検討していく必要があることの重要性も再認識することができた。これからの教員生活において、今回の研究を糧に日々の現場における学びをより良いものにしていきたいと強く思うと共に、これからの勉学にも懸命に励んでいきたいと考える。

・はじめに

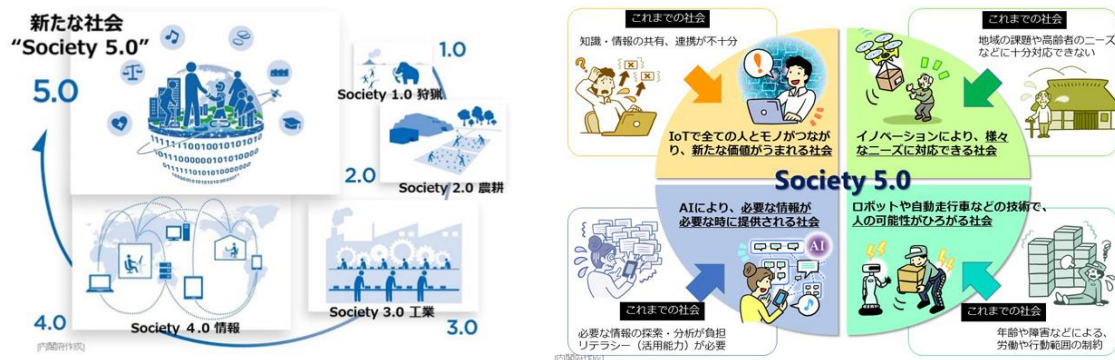
これまでの学部生活における教育実習では、様々な児童や学級との関わりを持たせていただき、実際に教育現場に出る前に体験しておくべき、貴重な経験をすることができた。その中で、特に算数の学習に焦点を当てて勉学に励んできたが、どこの学級においても算数の必要性であったり、学ぶことの面白みであったりといった、学びの意欲を掻き立てる部分を感じることができていない児童が多々見られた。また、学習塾等において課題の解決方法のみを習得してしまっているがために、学習の本質となる部分の理解を曖昧にしている児童も少なくはなかった。加えて、自分のこれまでの授業実践において、そのような状況にある子供たちに適した対応が成された授業ができていたのか振り返ってみると、ほとんどなされていなかったというのが現状としてあり、自分の中での大きな反省点の1つとして挙げられる。このような出会いや経験から、児童が算数の学習の必要性や有効性、面白みを感じることでできるような授業形成をしていきたい、児童が研鑽し合いながら学び合う場を提供していきたいと強く考え、教職大学院への進学を決めたのが本研究の始まりである。教職大学院への進学をきっかけに、算数の授業における児童の学習意欲向上に関する考え方に深く関係している概念の1つである数学的モデリングについて、改めて学習に取り組んだ。そして、数学的モデリングを児童が行うことを通して、児童の学びの意欲や姿勢が向上されるものであるということと、そのような児童の姿の育成が重要であるということをも改めて認識した。そこで本研究では小学校算数科において児童の学習意欲の向上を目的とした授業を数学的モデリングの過程の中でのアブダクション（推論）に焦点を当てて実践し、詳しく分析をすることを通して、児童が数学的モデリングを円滑に行うための効果的な学習の手立てについて効果を示すことと、それに関する活動を体験させることで算数の学びに対する意欲を向上させることを目指す。

第一章 本研究の背景と目的

本章では、本研究がどのような背景を基に行われているか、そのうえでどのようなことを目的として取り組むのかについて明らかにする。第一節では、今後の社会の変化に対してどういった人材育成が求められているのかについて論じる。第二節では、新学習指導要領において重要視されている内容について抑え、第三節で全国学力学習状況調査の結果を参考に、どのような経緯とベースとなる考え方が根底にあるのかを詳しく記す。

第一節 今後の時代の情勢について

中央教育審議会答申(2021)は、今後の時代の情勢として、「社会の在り方が劇的に変わる「Society5.0」の時代」、「新型コロナウイルスの感染拡大など先行き不透明な予測困難な時代」が到来すると主張している。「Society5.0」とは、これまでの、狩猟社会（Society1.0）、農耕社会（Society2.0）、工業社会（Society3.0）、情報社会（Society4.0）に続く我が国が目指すべき未来社会の姿として提唱されたものであり、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会であると内閣府(2016)は示している。さらに内閣府(2016)はこれまでの情報社会では知識や情報の共有が不十分であったため、分野を横断するような連携が満足になされていなかったという課題があると示しており、原因として、世の中にあふれている情報の中から、必要な情報を取捨選択して分析する作業が困難であったり、年齢や障害、少子高齢化や過疎化などの問題によって労働や調査活動に制約がかけられてしまっていたりすることが大きいと述べている。従って、「Society5.0」の時代においては、IoT（Internet of Things）で全ての人とモノが繋がりを持ち、多くの知識や情報等が共有され、それによって新しい価値が生み出されていくということや、人工知能（AI）の発達による、必要な情報が必要なときに提供されるシステムの普及、社会の革新により得られる様々なニーズへの対応、ロボットや自動走行車などの技術の進展などによって、上記で示された課題の克服が実現され、それを経て一人一人が活躍することができるような社会が実現されると主張されており、これからの目標として目指されるべきものとなっている。



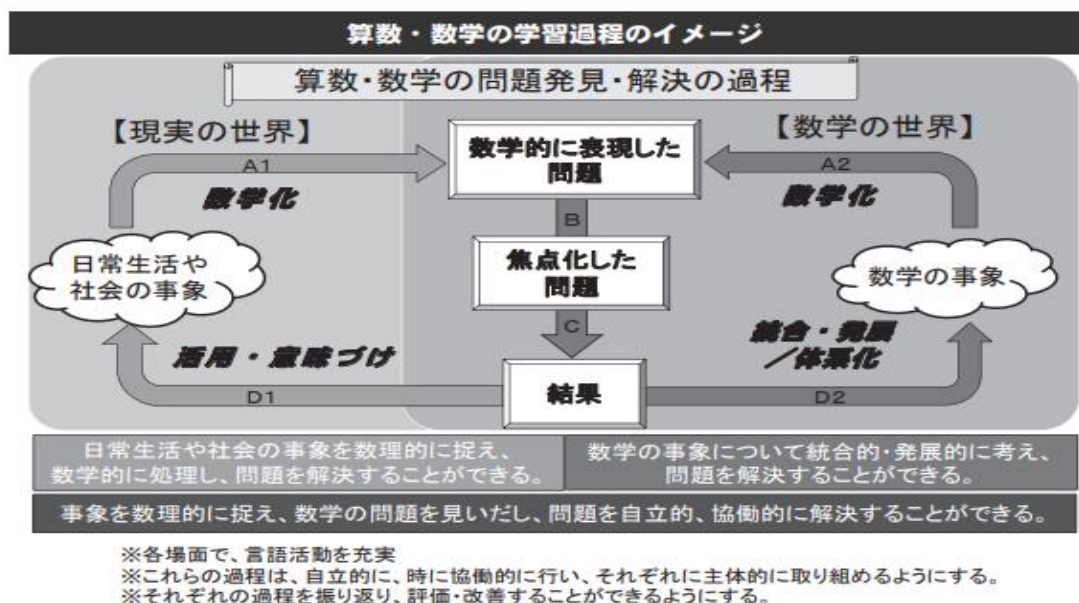
(内閣府 [Society 5.0 - 科学技術政策 - 内閣府 \(cao.go.jp\)](https://cao.go.jp) 最終確認日 2024/02/24)

それに伴って、ICT の活用と新学習指導要領の着実な実施という部分に焦点を当てて、一人一人の児童生徒が自分のよさや可能性を認識するとともに、あらゆる他者を価値のある存在として尊重し、多様な人々と協働しながら様々な社会的変化を乗り越え、豊かな人生を切り拓き、持続可能な社会の創り手となることができるように育成していくことを目的とした、「令和の日本型学校教育」の構築が重要であると主張されている。また、近年、新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止策として、全国的に臨時休業などの措置が取られたことにより、学習機会と学力の保証や、全人的な発達、成長の保証、身体的、精神的な健康の保証（安心・安全につながるができる居場所・セーフティーネット）といったものが学校の大きな役割であると再認識された。それに順次、新型コロナウイルス感染症を含む、様々な感染症の感染防止策の徹底はもちろんのこと、感染防止策と学校教育活動の両立などといった学校経営の面における対応も、見直していくべき今後の課題として挙げられている。次節では本節の内容に伴って、新学習指導要領との関連について述べる。

第二節 新学習指導要領について

新学習指導要領（2019）では人工知能（AI）がどれだけ発達し、目的に対して思考できるようになったとしても、その思考の目的を実際に与えたり、目的のよさ、正しさ、美しさを判断したりすることができるということは人間の大きな強みであると述べている。また、前述した時代の予測に伴って、総説では、「学校教育には、子供たちが様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め、知識の概念的な理解を実現し情報を再構成するなどして新たな価値に繋げていくこと、複雑な状況変化の中で目的を再構築することをできるようにすることが求められる。」と述べられている。そのうえで、教育振興基本計画（2023）では、「主体的、対話的で深い学び」の視点からの授業改善、「学習者を主体とした他者との協働的な学習や課題解決学習の取り入れ」の2つの視点からの学習過程、状況の見直しが重要であるとも示されている。

上記のような考え方から、新学習指導要領の算数科では、「算数科・数学科においては資質・能力が育成されるためには、中央教育審議会答申(2021)において示されている下の図のように、「事象を数理的に捉え、数学の問題を見出し、問題を自立的、協働的に解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする過程」といった算数・数学の問題発見・解決の過程が重要である。」と主張している。

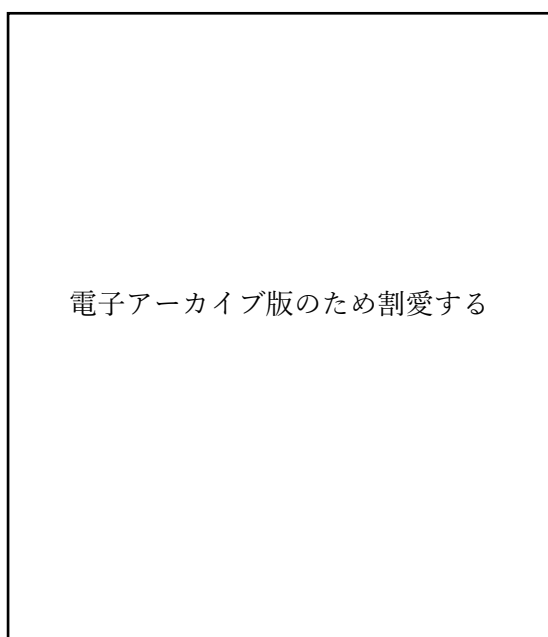


（新学習指導要領 [【算数編】小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説（mext.go.jp）](#)
最終確認日 2024/02/24）

※後にも記述するが、本研究は小学校算数科において、この算数・数学の問題発見・解決の過程の考え方と密接に関連している、数学的モデリングの視点から進めていく。実際に川上（2018）は数学的モデリング過程に関わる模式図として、上の図を参照している。

第三節 全国学力状況調査について

第2節の内容を踏まえて、本研究を進めていくために小学校の算数に関する全国的な傾向の大まかな把握を行った。参考にしたデータは、国立政策教育研究所が実施している、2022年と2023年の全国学力学習状況調査のデータである。実際に2022年度の質問内容である「算数【数学】の授業で学習したことを、普段の生活の中で活用できないか考えますか。」という質問に対して「当てはまる。」と回答している児童の数が令和2年度（平成31年度）から減少傾向にあることが下の図から読み取れる。



（2022年度 全国学力学習状況調査 [全国学力・学習状況調査：教育課程研究センター：国立教育政策研究所 National Institute for Educational Policy Research \(nier.go.jp\)](https://www.nier.go.jp/) 最終確認日 2024/02/26）

（「算数【数学】の授業で学習したことを、普段の生活の中で活用できないか考えますか。」）
全体的には約7割の児童が算数の学習に対して、普段の生活の中で活用することに関心を持っているとも読み取ることができるが、逆に関心を持つことができていない児童が少しずつ増加傾向にあることも明らかである。

また、2023年の全国学力学習状況調査の質問事項に対する児童の回答として、「算数(数学)の授業で学習したことは将来、社会に出たときに役に立つと思いますか?」という質問に対しては多くの児童(約7割)が「当てはまる」、「どちらかといえば当てはまる」と回答しているのに対して、「算数(数学)の勉強は好きですか?」という質問に関しては「当てはまる」と回答をしている児童がここ数年で減少傾向にあることが次のグラフから読み取れる。

電子アーカイブ版のため割愛する

電子アーカイブ版のため割愛する

(2023 年度 全国学力学習状況調査 [全国学力・学習状況調査：教育課程研究センター：国立教育政策研究所 National Institute for Educational Policy Research \(nier.go.jp\)](https://www.nier.go.jp/) 最終確認日 2024/02/26)

(左・・・「算数（数学）の授業で学習したことは将来，社会に出たときに役に立つと思いますか？」)

(右・・・「算数（数学）の勉強は好きですか？」)

この結果から，算数の学習の必要性を感じている児童であっても，それに対する面白さや楽しさを実感することができていないという状況にある児童が増加している傾向にあることが推測できる。

従って，第二節でも記載した，これからの児童に求められる算数の資質・能力の育成のための課題点に加えて，児童が算数の学習を楽しみ，面白いと思えるような授業構成をしていくこと，あるいはそれをきっかけとして算数の学習の必要性を深く認識することができるよう努めること等の視点からの指導法の見直しが必要なのではないかと考えた。よって，そのための指標として数学的モデリングの考え方を基に考察し，主体性を育むための手立てについて研究を進めていく。次章で本研究における数学的モデリングの認識について詳細に記す。

第二章 理論研究について

本章では、自分が参考にした数学的モデリングに関する先行研究についてと、授業実践に向けて位置付けた、仮定や考えについて示す。第一節で、数学的モデリングについての先行研究から本研究を進めるにあたって参考にさせていただいた主張について自分の見解を交えながら論じ、第二節で本研究における授業実践において重要視される、数学的モデリングを児童が行うための方法とその理由となる考えについて記す。

第一節 数学的モデリングについて

数学的モデリングとは「現実の世界における問題に対して、数学の世界へと翻訳（数学化）し、数学的なモデルを作り（モデル化）、数学的手法による解決（数学的作業）、さらに得られた結果を現実の世界の場面で解釈・検討を行う一連の活動である。」と佐伯(2018)は主張しており、Blum(2011)の提唱する、下の図のように学習活動の中で循環するものであると考えられている。

電子アーカイブ版のため割愛する

(Blum 2011)

研究者によって定義付けは若干異なる部分もあるが、現実世界から数学的なモデルを生成し、そこから導き出された結果を基に新たな見方として現実の世界と関連付けるという点に対してはどの主張においても共通している内容である。そこで、この数学的モデリングの考え方が小学校算数科での問題発見・解決の過程においてなぜ有効であるのかということについて自分の見解を踏まえて論じる。そもそも小学校において、なぜ算数を学ぶのかという必要性の部分に焦点を当てて立ち返ると、「算数の楽しさ、面白さを知る」、「学んだこと、身に付けたことを日常生活に活用する」等が重要視される。そのために数学的モデリングの考え方が有効であると言われており、理由としては、児童自身が学習を通して得た知識がどのような場面で用いることができるのかを体験的に考えることで、新しい考え方、活用法などを生み出すことに繋げることができるという点が大きいからであると考えられる。これ

は実際に現実世界においてどのような場面で算数の知識、内容が取り入れられているのかを実感しながら学ぶことで、算数に対する面白みに直に触れ、児童の主体性を深めるということにも関連している。このことに関して神谷(2013)は、「これによって現実の問題場面を数理的に捉え、自分の知識や技能を生かして解決することができる力が育まれる。」と論じており、児童の学びを深める上で重要な視点になると主張している。このことから小学校の算数の授業において、数学的モデリングの考え方を取り入れた授業構成は必要不可欠であると言える。従って、小学校算数科において、児童が数学的モデリングを円滑に行う、積極的に行うには何が有効であるのか、何が必要であるのかという部分を柱として本研究を進めることに着手した。

第二節 数学的モデリングにおけるアブダクションについて

そこで本研究では数学的モデリングの過程において重要視されている内容の1つである、アブダクション（推論）について考察し、それに着目して教材開発、授業作りを目指すことを目的とした。そのうえで、授業実践を通して、児童の算数に対する見方、認識がどのように変化したのかを分析することを目指す。まず「算数授業において「見通し、追求、比較検討」に沿う問題解決を行うことで、児童は数学的モデル化を遂行できるのではないか。」と佐々木（2017）は主張しており、児童に数学的モデリングを進行させる1つの手立てとして、現実的問題から現実的モデルを構成する過程となるものを授業において、教師が意図的に取り入れることで日常生活における活用力の向上に繋がることを提案している。ここでいう意図的に取り入れるということは、教師が課題に対する学習の手段を提案することではなく、児童が「～の考え方を使ったら解けそう。」、「～にしたら分かりそう。」などの算数の学習の中で培った知識や解法を解決の手立てとして、自ら引き出すことができるような授業を展開するために様々な工夫を凝らすことであると解釈することができる。そこでその工夫や手立てについて考える際、同じく佐々木(2017)はアブダクション（推論）と呼ばれる思想が重要な部分になると考え、実際に子供の思考過程を捉える理論的枠組みをアブダクション（Ⅰ,Ⅱ）、演繹的推論、帰納的推論を繋げて、下の図のように示している。

電子アーカイブ版のため割愛する

（佐々木 2017）

また、先ほどの主張と上の図からアブダクションⅠは現実的モデルを構成するための推論、アブダクションⅡは数学的モデルを構成するための推論であると捉えることができる。そのうえで、アブダクションⅠ、Ⅱが「見通し」、演繹的推論が「追求」、帰納的推論が「比較、検討」に該当すると考えられる。この図と数学的モデリングの関連を考えると、数学的モデリングを進行する際に児童はアブダクションⅠを経て現実問題を単純化し、アブダクションⅡを経て数学科しているということが読み取れる。実際にアブダクションというものは「新しい経験に直面した時に、それを理解することが可能な仮説を導き出す推論である。」と Kehle&Lester,Jr（2003）は定義しており、また、「驚き（により生じた概念）が、あらたな仮説をつくりだす（あるいは新たな考えを発見する）アブダクションを開始し、そのように提起された仮説が演繹、帰納といった推論を経るプロセスとなる。」と佐古（2023）は主

張している。従って、アブダクション（推論）を現実的モデル、数学的モデルと関連付けて考えることは、児童の深い学びについて考える際に有効的な視点であり、数学的モデリングを行うことに関して重要視すべき部分であると言える。以上のことを踏まえて、児童が数学的モデリングを行うための方法の1つとして、児童の思考過程の始まりであるアブダクションⅠを重要視すべきなのではないかと考えた。よって本研究では、児童がアブダクションⅠを行うことで、アブダクションⅡ、演繹的推論、帰納的推論を経て、数学的モデリングを行い、算数の学習と日常生活との関わりをより身近に捉えながら、主体的に学ぶことができるのではないかという仮説を明らかにすることに着手して進めていく。そのためにいかにして児童にアブダクションⅠをさせるか、どのような結果を得ることができればアブダクションⅠの過程を踏んでいると判断できるのか、といった部分に焦点を当てて調査し、効果を分析していくことを本研究における実践の目的とする。

第三章 授業実践について

本章では、本研究を進めるにあたって実践した授業内容について記す。第一節で行った授業実践の単元について述べ、第二節で授業内における具体的な研究、調査方法について述べる。それを踏まえたうえで、第三節ではその分析結果について記す。

第一節 授業実践の単元について

・授業実践の詳細

単元名 およその形と大きさ（啓林館）（3 時間取り扱い）

実施日 10 月 25 日（水）～10 月 27 日（金）

実施学級 実践協力校

授業者 筆者

今回、授業実践を行わせていただいた単元は、小学校第 6 学年の「およその形と大きさ」である。参考にした教科用図書は啓林館のもので、以下、本単元における指導目標である。

電子アーカイブ版のため割愛する

また、以下、内容の系統性を示している。

(電子アーカイブ版のため割愛する。)

(啓林館 [新学習指導要領系統表_算数.indd \(shinko-keirin.co.jp\)](https://shinko-keirin.co.jp)最終確認日 2024/02/24)

小学校から中学校への繋がりとしては、「拡大，縮小」，「線対称，点対称」，「概形の面積」，「円の面積」が平面図形の内容である「基本的な作図の方法とその活用」，「図形の移動とその活用（平行移動，対称移動，回転移動）」へ，「角柱・円柱の体積」が空間図形の内容である「直線や平面の位置関係」，「扇形の弧の長さとの面積，柱体や錐体及び球の表面積・体積」，「空間図形の構成と平面上の表現（見取図，展開図，投影図）」へとなっていることが示されている。

本単元の構成としては、指導目標の部分でも触れたように、身近にある図形についてその概形をとらえ、およその面積や体積を求めることができるようにすることを狙いとして考えている。実際、およその面積や体積を測定しようとする場合、基本図形である場合の方が少ないため、既習の知識である、三角形や四角形、あるいは直方体や立方体などの基本図形とみなして考えさせることが多い。その際に、形を概形としてとらえ、求めるものがおよそのもの（およその面積、およその体積）であるということを認識させることが必要不可欠な内容になってくる。

また、不定形な図形の面積の概測には単位正方形などを始めとした、基本図形を埋め尽くして数える方法も挙げられる。しかし本単元では、問題の捉え方や解決方法などが児童に応じて異なってきたというものでもあり、そこから協働的な学びに繋げていきたいという狙いもあることから、既習の内容である、面積の求積を活用できる図形に見立てて解決するという活動を数学的活動として取り扱っていく。

・本研究における単元構成について

今回は研究との関連から、児童が今まで解決したことのない課題に直面したときの解決方法の導きに焦点を当てて単元構成を考えた。以下、単元計画である。

時	目標	学習活動	評価
1	課題で取り扱うものの概形を捉えて、そのおよその面積を求めるための方法について考察し、自分なりの考え方をもち、解決に取り組むことができる。	① 問題場面から結果に対する予想を立て、自分なりの考えを持つ。 ② 自分の予想を確かめる（課題を解決する）ための解決方法を考える。 ③ 複雑な図形の求積を行うために基本図形に分け、必要な情報を求める。	(態度) およその面積の求め方に関心を持ち、主体的に解決に取り組んでいる。 (思・判・表) およその面積を求めるために、求積公式が分かる図形を用いて、概形として捉えている。

2	前時で導いた解決法を基に課題解決に取り組み、およその面積の求め方について理解することができる。	① 求める敷地のおよその面積を予想する。 ② 前時で作成した、自分のワークシートを基に、求積を行う。 ③ 縮尺について確認し、実際の大きさに単位換算行う。 ④ 予想と自分の回答を照らし合わせ、概測の特徴を認識した後、他の人の考え方に触れ、様々な視点から学び合いを行う。	(知・技) 求積公式が分かる図形を用いておよその面積を求めることができる。 (思・判・表) より正確な値に近づけようと自分の考えを洗練させようと思えることができる。 (態度) 他の人の考え方と比較して、概測の良さや特徴について改めて考えることができる。
3	およその体積の求め方を理解し、問題解決を行うことができる。	① およその面積の求め方として大きく1つの図形として考える方法について学ぶ。 ② 高さの概念を取り入れて、およその体積の求積について学ぶ。 ③ 上部と下部で長さの異なる立体の体積の求積について学ぶ。 ④ 適応問題を解く。	(思・判・表) 概形を捉えて、体積の求め方を考えることができる。 (知・技) 求積公式が分かる図形として概形を捉え、およその体積を求めることができる。

以上の指導計画に乗っ取って授業実践を行った。次節において実施学級の児童の実態についての簡単な詳細から、実践の流れ、研究方法について論じる。

第二節 事前調査と授業の導入，研究方法について

・レディネステストについて

レディネステストではこの単元を実施するにあたって必要とされる既習の知識がどれだけ身についているのかを判断するために行った。以下，実際に実施したレディネステストである。

（教科用図書 算数編（啓林館）を参考にして作成した。）

（電子アーカイブ版のため割愛する。）

（実施人数 31 人）

主に①で既習内容の面積の求積，②で体積の求積を行わせている。採点方法として，式と答えを分けて採点を行い，式が正しい場合でも答えが間違っている場合や，単位を間違っている場合は式のみを正解としている。以下，レディネステストの正答率と問題別の分析である。

①	(1)	式	約 83.9% (26/31)	答え	約 83.9% (26/31)
	(2)	式	約 87.1% (27/31)	答え	約 90.3% (28/31)
	(3)	式	約 90.3% (28/31)	答え	約 90.3% (28/31)
②	(1)	式	約 71.0% (22/31)	答え	約 48.4% (15/31)
	(2)	式	約 74.2% (23/31)	答え	約 61.3% (19/31)

① (1) 式 $4 \times 3 \div 2 = 6$ 答え 6 cm^2

不正解の児童は式，答え両方とも 5 人で，どちらかが間違っているという児童はいなかった。不正解の児童は三角形の求積における $\div 2$ を忘れている場合と高さを勘違いしている場合，その両方の場合があったため，三角形の求積の理解が不十分であると考えられる。

① (2) 式 $(3 + 7) \times 5 \div 2 = 25$ 答え 25 cm^2

不正解の児童は式 4 人，答え 3 人であった。答えの正答率の方が高いのは 1 人の児童が計算内のかっこを忘れて立式していたことが原因である。（計算方法については理解していた。単なる書き忘れであると考えられる。）不正解の児童は $\div 2$ をしていなかったり，加法と乗法の部分が逆になっていたりなどと，公式の理解が不十分であることが原因であると考えられる。

① (3) 式 $7 \times 6 = 42$ 答え 42 cm^2

不正解の児童は式、答え両方とも3人で、どちらか間違っているという児童はいなかった。不正解の児童は全員÷2をしてしまっていたため、公式の理解が不十分であったと言える。また、解決のために図を書いている児童は1人もいなかったため、たまたま正解している児童がいたことも考えられる。

② (1) 式 $4 \times 4 \times 3.14 \times 8 = 401.92$ 答え 401.92 cm^3

不正解の児童は式9人、答え16人であり、体積の求積になると正答率が大きく下がっていることが分かる。式は正解しているが答えが不正解の児童7人は、単位を cm^2 にしている場合と、計算ミス（主に計算のやり忘れ）の場合のみであったため、公式の理解は十分であると考えられる。一方で、立式からできていない児童は円の面積を直径 $\times 3.14 \div 2$ としていたり、求めた体積を÷2としていたりといったやはり公式の理解が不十分であるものばかりであった。

③ (2) 式 $5 \times 5 \times 5 = 125$ 答え 125 cm^3

不正解の児童は式8人、答え12人であり、やはり面積の求積より正答率は下がっている結果となった。式のみ正解者は計算ミスと単位ミスであったため立式はできていた。立式の段階で間違っている児童は 5×5 のみになっていたり、 5×4 としていたりなど求める立体のイメージや求める内容の理解が不十分であったことが原因であると考えられる。加えてこの問題でも、図を書いている児童は1人もいなかったのも①の(3)と同様、求積のための図を実際書いてみるという習慣が身につけていないことが分かる。

全体的な分析として、公式の理解が不十分であることによって間違っている児童が多数みられることが分かる。また今回の①の(3)と②の(2)では、どのくらいの児童が、求める図形の図がない問題に直面したときに、実際に図を書いて考えるといった思考過程について調査をしたかったのだが、結果的に1人も書いている児童がいなかったため、前述した通り、求める図形の形のイメージを持つために図を実際書いてみるという習慣がないことが観察できる。レディネステストの実施過程において図を書かせる設問を加えるべきであったかどうかについては大いに検討の余地があることはさておき、この結果から、文章や与えられた条件(状況)から求積する図形のイメージを持つということに対する理解にも焦点を当てる必要があると考える。それを踏まえて、授業実践においては求積する図形の高さや底辺については、具体的な例(本単元では三角形の求積を取り扱った。)を用いて全体での再認識を促すとともに、公式の再理解については机間指導を軸として個人個人に行うよう意識し、児童が授業内での活動で滞ることのないよう進行するよう努めた。また、加えて cm^2 と cm^3 の違いについては、求積の本質の部分に触れながら考えるよう促すことで単位についての理解を確立させるように促した。

・事前アンケートについて

続いてレディネステストと別に授業事前アンケートについて実施した。事前アンケートでは今回の授業を受ける前の段階で、児童が算数に対してどのような認識であるのか、全国状況と比較して違いがあるのかを調査するために行った。以下、実際に実施した事前アンケートであり、全国学力学習状況調査における質問事項を参考にして作成したものである。

★自分の考えに当てはまる数字に○をつけてください。

1・・・当てはまる

2・・・どちらかと言えば当てはまる

3・・・どちらかと言えば当てはまらない

4・・・当てはまらない

① 算数の勉強は好き（おもしろい）ですか？

1

2

3

4

② 算数の勉強は必要であると思いますか？

1

2

3

4

③ 算数の授業で学習したことは日常での生活に使うことができると思いますか？

1

2

3

4

④ 算数の授業で学習したことを様々な場面で使ってみたいと思いますか？

1

2

3

4

⑤ （算数の授業において）今まで解決したことのない問題に直面した時、自分の現在持っている知識で解決できないか考えますか？

1

2

3

4

⑥ ⑤のような状況になったとき、自分の現在持っている算数の知識で解決しようとすることは大切である（必要である）と思いますか？

1

2

3

4

（実施人数 33 人）

アンケート内容の①～④は先述した通り、全国学力学習状況調査を参考にして作成し、児童の算数に対する見方がどのようなものを調査することを目的とした。加えて、⑤と⑥においては児童がアブダクションに準ずるような活動をしているか、それを必要と感じているのかを大まかに把握するために記載している。授業実践後に実施する事後アンケートにおいても同様の質問を行い、授業内における児童の活動を基にして、算数に対する見方がどのように変化したのかを調査するためのおおまかな指標とする。参考までに以下、授業事前アンケートの結果である。

番号	質問①	質問②	質問③	質問④	質問⑤	質問⑥
1	2	1	1	2	3	1
2	1	1	1	1	2	2
3	2	1	1	1	2	1
4	2	2	2	3	4	2
5	3	1	1	2	1	2
6	1	1	2	3	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	4	2	1	3	3	2
9	2	2	2	2	1	1
10	1	1	2	3	2	1
11	2	2	1	2	2	3
12	1	2	1	2	1	1
13	1	1	1	1	2	1
14	3	1	1	2	2	1
15	3	1	2	2	3	1
16	3	2	2	2	3	2
17	2	1	1	1	2	2
18(欠席)						
19	1	2	2	1	1	1
20	2	2	2	3	3	2
21	3	1	2	2	2	2
22	3	2	1	2	3	2
23	2	1	3	2	2	1
24	1	1	2	2	4	2
25	4	4	4	3	2	1
26	2	1	1	1	3	2

27						
28	3	2	2	2	1	1
29	2	2	1	2	2	2
30	1	1	1	2	2	1
31	4	3	1	3	3	1
32	1	1	1	1	1	1
33	3	1	2	2	2	1
34	3	1	1	3	4	3
35	1	3	3	3	3	2

設問① 算数の勉強は好き（おもしろい）ですか？

1・・・11人（約33.3%） 2・・・10人（約30.3%）
 3・・・9人（約27.3%） 4・・・3人（約9.1%）

設問② 算数の勉強は必要であると思いますか？

1・・・19人（約57.6%） 2・・・11人（約33.3%）
 3・・・2人（約6.1%） 4・・・1人（約3.0%）

設問③ 算数の授業で学習したことは日常での生活に使うことができますか？

1・・・18人（約54.5%） 2・・・12人（約36.4%）
 3・・・2人（約6.1%） 4・・・1人（約3.0%）

設問④ 算数の授業で学習したことを様々な場面で使ってみたいと思いますか？

1・・・8人（約24.2%） 2・・・16人（約48.5%）
 3・・・9人（約27.3%） 4・・・0人（0%）

設問⑤ （算数の授業において）今まで解決したことのない問題に直面した時、自分の現在持っている知識で解決できないか考えますか？

1・・・8人（約24.2%） 2・・・13人（約39.4%）
 3・・・9人（約27.3%） 4・・・3人（約9.1%）

設問⑥ ⑤のような状況になったとき、自分の現在持っている算数の知識で解決しようとすることは大切である（必要である）と思いますか？

1・・・18人（約54.5%） 2・・・13人（約39.4%）
 3・・・2人（約6.1%） 4・・・0人（0%）

大まかな特徴としては、①～④の設問の回答結果から、算数の勉強に面白さを感じている児童は半数を若干超えているくらいであるのに対して、算数の学習、知識の必要性や日常における関連性を感じている児童の割合は高くなっていることが読み取れる。これは第一章の第三節において紹介した全国学力学習状況調査の結果と近いものになっていることが分かる。また、設問⑤、⑥の回答結果から、多くの児童がアブダクション的な考え方をすることは重要であると感じているが、実際に解決しようとする意識を持っている児童は半数くらいであることが分かる。加えて、⑤の設問に対して3（どちらかと言えば当てはまらない）、4（当てはまらない）と回答している児童に着目すると、その児童数の半数は①の設問に3、4と回答している。従って、アブダクション的な考え方を児童が持つことに対して、ただそのような意識を持っていないというだけの場合の児童もいれば、算数に対する否定的な見方が根底にあることによって課題に対する解決意欲が低下してしまっている児童もいるということが予想される。また、逆に設問①で3、4に回答している児童の半数は⑤の設問に対して1（当てはまる）、2（どちらかと言えば当てはまる）と回答しているため、算数の学習に面白さを感じることでできていない児童であっても、どうにかして解決しようとする取り組み姿勢を持つことができていない児童も見受けられることが分かる。そこで前述した通り、今回の授業実践では、実際に今までに解決したことのない問題に意図的に直面させ、自力での解決を促すことで推論の過程を踏ませることを狙う。そのうえで、児童が数学的モデリングの過程に乗っ取って活動を進めるのかについて分析するとともに、その活動を通して、児童個人の算数に対する見方がどう変化したのか、授業を終えてどう感じたのかを明らかにすることを目指す。

・授業の導入について

続いて、導入部分の大まかな流れについて論じる。第1時の流れとして、自分たちの通っている小学校の広さについて把握するために、導入で、学校周辺の地図を提示した。そこで自分たちの通っている〇〇小学校は、近くの他の小学校に比べて広いということを認識させ、「どのくらいの広さであるのか。」「どこと同じくらいの広さなのか。」という疑問を持たせた。

電子アーカイブ版のため割愛する。

(※例として授業内で用いた図の1つである、上の図を提示している。)

その過程を踏んだ後、本時の課題である、自分たちの小学校と同じくらいの広さの場所について考えさせ、児童の中で課題に対する予想(児童の考える課題に対する結論)を持たせるために、ワークシートに自由に同じくらいの広さの場所の予想を記入させた。ここでいう予想(児童の考える課題に対する結論)とは、「～と同じくらいの広さである。」といった、活動に取り組む前の、課題に対する児童の考えのものを示しており、児童にこの結論を持たせることで、授業課題における活動への目的意識の明確化を図ることができるよう促している。また、電子黒板に次ページに記載するワークシート①の実践協力校の概形図を提示し、

既習内容である図形に対する連想をしやすいように仕向けた。

以下、本実践で用いた第1時のワークシート①である。

(電子アーカイブ版のため割愛する。)

授業実践で用いたワークシートは第1時、第2時合わせて2枚であり、第1時の時点で2枚目も取り扱う流れとなっている。(2枚目も後に記載する。)

児童から得られた予想としては、自分たちの住んでいる地域の建物や公園など身近な施設が多かったが、他の有名な場所もいくつか得られた。1人の児童以外、予想に関しては自分の考えを書くことができていたため、本研究で主張している自分の結論というのは、ほとんどの児童が持つことができていたことが分かる。また、記入していなかった児童1人(出席番号21番)に関しても、だいたいの面積を数値で予想し、実際に面積を求める活動を終えていたため、「自分の通っている〇〇小学校の敷地面積は〇〇㎡くらいだと思う。」といった結論をもって活動に取り組むことができていたと捉えることができる。以下参考までに児童のワークシートの予想記入詳細である。

(電子アーカイブ版のため割愛する。)

複数名の児童に予想を発表させた後に、求積の活動に向かわせるために、算数で広さについて考える際に用いるものとして面積の概念があることを児童から引き出して抑えた後、授業を進行した。加えて、後にも論じるが、児童の中で「およその面積であれば求めることができそう。」といった認識が広まった状態にしたうえでワークシートを提示した。そこでワークシートにはふきだしの内容である、「曲がった線が多いけど・・・」といった文章を載せることで、児童がこの認識を常に意識して活動に取り組めるように促した。

・具体的な手立てと実際の状況について

先述した通り、今回は児童に予想という課題に関する自分なりの結論を持たせたうえでそれを確かめるためにはどうしたらいいのかと思考する過程を重要視した。今回の授業における現実モデルは自分たちの〇〇小学校の敷地を、「求積することのできる算数の問題」として見取った状態のことを示しており、そのための推論であるアブダクションⅠを算数の問題として見取るための思考の過程として位置付けている。そのため、「そもそもこの小学校の面積って求められる??」といった問いかけを行うことを通して、児童の中で何らかの方法で求められるのではないかという意識を持たせた。実際の児童の反応としては、「求められる!」、「いける!」、「だいたいなら!」などといった求められることに肯定的な発言がほとんどであった。そこで「じゃあ正確な値を求めることができるってことで大丈夫だね。」とあえて問いかけることで、「いや完璧には無理、、、」、「なんとなくなら、、、」、「近い面積なら、、、」といった、単元を改めて認識させるような発言を引き出した。この対話によって、現実モデルとして捉えるためのきっかけを得た児童がいることも示唆される。その中で児童にアブダクションⅠをさせることを目的として、自分たちの小学校の敷地面積を求めるための方法をあえて話し合い等を取り入れず考えさせ、それを書かせるといった時間を長めに設けた。要するに、学級の中で、「おおよその面積なら求めることができそう。」といった認識が広まっている状態で、周囲との相談をさせず、1人でワークシートに解決方法を書かせるといった活動をさせたのである。意図としては、前述した学級の状態の中で、あえて自分1人で文字や図に起こさなくてはならないという状況を作り出すことで、課題にもう一度向き合い、「どうにかして解決できないものか。」、「何らかの求める方法があるはずだ。」と思考させ、児童の推論に繋げるといったものがあつた。また、図を用いて考えを書く児童も予想されることから、ワークシートには概形図を提示し、自由に書き込んで良いことを予め伝えている。研究のため、話し合いは一切設けず、とにかく書かせるということに着手して活動をさせることで、児童にアブダクションⅠを促し、その結果、どのような数学的モデルを生成していくのかを分析することを狙いとした。一定時間経過したのちに、自分の考えを書くことができた児童と書くことができなかった児童をそれぞれ記録した。そして、どのくらいの児童がアブダクションⅠを行うことができたのか、アブダクションⅠを行うことができた児童に対してはどのような効果が得られたのかをワークシート、前述した事前調査、加えて後に実施した授業後アンケートの感想をもとに分析した。次節では実際の結果と分析について論じていく。

第三節 授業における児童の分析について

本節では前節で示した研究方法の分析結果の詳細を、実際の授業の状況を適宜参考にしていきながら論じていく。

・児童のアブダクションⅠについて（授業内のアブダクションⅠの位置付けについて）

前節で主張したように、ワークシートに書かせることとその記述内容を基にして、児童のアブダクションⅠについての評価をしていく。本授業実践におけるアブダクションⅠの位置づけとしては主張した通り、児童が「与えられた課題を算数の問題として捉える。」ということである。具体的な例として、「～の図形と見立てて、、、」や「縮小されているから、、、」, 「三角形と四角形に分けて、、、」などの記述や、数学的モデルを作成するための線が引かれている図などが観察できた場合、児童がアブダクションⅠを行ったと判断するものとする。図に書き込むことのみできている場合であっても、現実モデルとして算数の課題として捉えたうえで、数学的モデルの作成に取り組んでいると考えられるのでアブダクションⅠを行ったと言えると考えている。

以下、授業内における児童の「自分の考え」（考えた解決方法）をまとめたものであり、個人の時間のみで考え出されたものである。

番号	記述内容
1	しゅくしょうして求める。四角にできるところは、四角にしてけいさんする（外郭を直線、曲線を用いて囲んでいる。加えて一部分ではあるが、曲線を直線と見立てて、三角形や四角形とし、図形分けされている。）
2	コンパスで （全体を覆う円が書かれている。）
3	（曲線を直線と見立てて、1つの五角形となるよう外郭を作成しており、あとから引くべき部分を斜線部で表現している。）
4	縮小して求める
5	右の写真をひもでなぞってあるていどの大きさを、長方形にして面積を求める。 （図を大きな長方形として捉えて、外郭を書き込んでいる。）
6	四角形にして、四角形の面積を求めて、本来は無かったところの大まかな面積を求めて、四角形全体の面積から引く。だからがんばれば求められる。でもめんどくさいし時間がかかる。 （敷地が全て入る長方形とするように外郭を書き加えている。加えて、後から引く図形の部分を、曲線を直線と見立てて、台形、長方形として表現している。）

7	曲がった部分の長さ（ふと線）をはかって、曲がった部分＋ギザギザの部分 を足して波のところでかける。だいたいそうなる。 （曲線を直線として考えた後が書き込まれている。）
8	メジャーで計る。身長が 100 c m の子供を並べる。
9	欠席
10	なんぶんの 1 かを考えてじょうぎでもとめる。そしてそれをいろいろもとめ て面積をもとめる。 （直線で 4 つの図形に分けられている。）
11	（大きな長方形と見立てて外郭を作成しており、加えて余分な部分を求めて 引くために、曲線を直線と見立て、いくつかの三角形に分割している。）
12	欠席
13	・まげたところをのぼす・色んな形に分ける・周りを正方形で囲んで空白の 部分を求める・だいたいで台形として求める・組み合わせて求める （図形分けするための直線が書き込んであり、いくつかの図形に分けられて いる。）
14	だいたいの四角形を書いてめんせきを求め、丸みのだいたいをマイナスする。 （曲線を直線と見立てて、長方形、正方形、三角形に図形分けされている。）
15	たて×横÷2をする
16	欠席
17	・だいたいの目星をつけ、青、赤、黒それぞれを求め、縮図の割合を測る。 ・機密の資料を見て、何坪であるか調べる。 （曲線を直線と見立てて台形と長方形に図形分けされており、それぞれの面 積の部分を、色を分けて分かりやすく表現している。）
18	1/100 ほどに縮小して、それを囲むように大きい正方形をつくり、そこから ひく。 （大きな正方形として外郭を書き込んでいることに加えて、引くべき部分を 台形、扇形、三角形として表現している。）
19	しゅく小してはかる。
20	長さをはかって面積を求める （外郭を太線で囲んである。）
21	・土地をこわして四角形にする。・縮小してもとめる
22	歩はば（歩数）で測る。まず 1 歩の距離をはかって、たとえば 1 歩が 1 m だ としたら、はじからはじまで、1000 歩（ $1000 \times 1 \text{ m}$?）たてよこはかる。じ ょうぎをはじからはじまで （図形を切り離して動かしたことによっておおまかな長方形を作成してい る。）

23	線をひいて、ブロックにしてそれぞれのブロックの面積をたす (曲線を直線と見立てて外郭を作成している。加えて、直線を引いて四角形、台形に図形分けされている。)
24	縮尺 (2つのおおまかな長方形に分割されている。)
25	〇〇小にある資料をしらべて所有地がどれくらいなのかもとめる。
26	
27	
28	だいたいの面積を求める。図をいろんな形に分けて求めた面積を全部たす。 (曲線を直線と見立てて外郭を作成し、加えて三角形と長方形に図形分けされている。)
29	・縮小して求める。・分けて求める。
30	・縮図で調べる・だいたいの図形にわけて調べる・半円，三角形，長方形に分ける (一部，曲線を直線と見立て全体を三角形，五角形，楕円を半分にした形に図形分けされている。)
31	線で囲んである3つをどうにか求めてたす。 (外郭を囲んでおり，直線で長方形と他の図形に分けられている。)
32	図形の移動をし，おおまかな面積をだす。 (外郭を囲んでいる。加えて図形を切り離して移動させることで大まかな長方形を2つ作成している。)
33	
34	気合ではかってけいさんする (外郭が囲んである。)
35	・縮小する・メジャーではかる

※児童の回答をそのまま模写している。また、かつこの中の記述は、図に書き込みがあったものを簡潔に記載している。(電子アーカイブ版のため一部変更している。)

また、授業内でこれを書かせると同時に、書くことができた児童の人数と書けなかった児童の人数をそれぞれ調査した。この際、少しでも書くことができたと考えている児童26人であり、逆に全く書くことができなかったと考えていた児童は5人であった。(4人が授業を受けていなので31人が全体の人数である。) また書くことができなかったと感じている児童の中でも少し書いていたが自信がなかったと考えられる児童や、なんとなく書くことはできたと考えられる児童も観察できたので、実際に全く書くことができていなかった児童は上記の表からも読み取れる通り、2人であったことが分かる。大まかに特徴を捉えと、あえて発表させたり、話し合いを行わせずに書かせたりといった活動などに焦点を当てて

授業進行を行ったことで、課題に対する解決方法について考えることをほとんどの児童が行うことができていることが観察できた。また、外郭を囲んでいたり、図形分けをしたり、縮尺の概念を使うことを意図していたりといった算数の問題として捉えている状況が見受けられる回答が、1人（番号25番）を除いて、考えを書いている児童全員から確認できたため、アブダクションⅠを通して現実的モデルを作成することはほとんどの児童ができていたといえる。しかし一方で、縮尺についてのみ記入している児童3名は、算数の問題として捉えてはいても、具体的な解決方法のイメージは持つことができてはいなかったことが推測される。逆に、図に書き込んでいる21人の児童は現実的モデルから数学的モデルへの作成の段階に進んでいるともいえる。考えを満足に書くことができていなかった児童と、算数の問題としてとらえきれていなかった児童への対策であるが、この後に児童同士で考え方を共有する場をしっかりととり、自分の既習知識が活用できるという理解を抑えさえ、活動に取り組ませるよう促した。また、考えを発表し、全体で共有する場において、あえてその番号25番の児童を当てて、発表させることで、その方法の良さを再認識させたうえで、算数の授業における有用性について全体で考えさせ、納得へと促した。事実第2時において全ての児童（考えを書くことができなかった児童を含む。）が回答を導き出すことができていた。

・児童の数学的モデルの作成について

第 1 時の最終的な目標として、児童が数学的モデルを作成することを 1 つの指標としていた。この時の数学的モデルというのは、図形分けされたり、必要な長さや角度などといった条件を調べたりした状態のものであり、後の数学的結果を導き出す前の段階（立式して答えを出す前の段階）を考えている。全ての児童が解決のための何らかの情報を書き込むことができおり、次の授業では計算して求めるところから始められる状態であったため、数学的モデルの作成はなされていたことが分かる。特に、前述した通り、アブダクション I を通して現実的モデルへの認識が滞ることなく流れたと考えられる 21 人は、数学的モデルの作成までがスムーズであり、また目的意識を強くもって取り組むことができていたように思う。次ページ以降にて作成された数学的モデル例をいくつか記載する。

（電子アーカイブ版のため割愛する。）

以上のことからアブダクション I を児童が行うこと、児童にアブダクション I を行わせるよう促すことは、数学的モデリングにおける数学的モデルの作成に効果的であると言える。また、アブダクション I を満足に行うことができなかった児童であっても、アブダクション I を行うことができた児童との話し合いや教え合いなどの協働的な学習を取り入れることで数学的モデルを作成することに繋がることが観察できた。

・数学的結果と児童の持つ新たな課題について

第2時では、第1時において作成した数学的モデルをもとに実際に求積を行わせた。先ほども記述したが、既習図形の求積として三角形を例として全体共有を行い、高さや底辺の認識を基に公式の再理解を行った。第1時で児童の立てた予想の敷地面積を実際に調べ、「誰の予想が一番近かったかな？」という問いかけをすることで、活動意欲の向上と活動目的の再認識、学びの持続を図った。また、活動前に数値的な予想を立てさせた。加えて、今回の単元では縮尺の学習は範囲内の学習内容ではないため、要点のみを抑えて計算方法を児童と一緒に確認することで学習の停滞を抑止した。付録にて記載するが計算用ワークシートを準備し、計算の活動で児童がつまづかないように配慮を行った。机間指導に力を入れ、児童のつぶやきを聴きながら授業を進行していくことで、ほとんど全員が授業内に自分の答えを導きだすことができていたように思う。授業後半では、代表児童複数名に求めた値を発表させ、それぞれ違う値が出たことを実感させた後、単元に立ち返り、およその面積の本質的な部分を理解させた。その後に実際の小学校の敷地面積を共有し、自分たちの予想と照らし合わせる活動を行った。授業全体を通して、一度出した自分の答えを洗練させるような取り組みが多くの子から見られたため、「およその面積というものを踏まえたうえで、より正確な値に近づけるための方法を探究している姿」が得られたこととしても1つの大きな成果といえる。加えて、ワークシートに記入してもらった感想を見ても、今回学習した内容をしっかり抑えている記述の他に、精密性を求めてみたい記述であったり、方法の有用性を知ることができたことによる関心についての記述であったりといった感想が見られ、これらの様子が観察できたことから得た知識や結果について、学習した内容を自分の中に落とし込んでいる児童や活動のその先を見据えている児童が多かったことが分かる。以下、参考までに実際の児童の感想である。

(まとめからさらに児童が考えたことが分かる箇所や次の活動について意識していると読み取れる箇所は太字にしている。)(電子アーカイブ版のため一部変更している。)

番号	授業の感想
1	面積を調べてみて自分の結果とそんなにずれてはいなかったけど ジャストであててみたいと思いました。
2	みんなと答えがめっちゃちがっててびっくりしたし、答えはもっと小さくてびっくりしました。
3	複雑な形でもおおよその形をとらえ、公式を使えば求められると分かったのはよかった
4	今日は、〇〇小のおおよその面積を求めました。実さいよりは、1万㎡ぐらい離れていたけど、ふくざつな形でも、おおよその形をとらえて公式を使える図形と見たら求めることができると知ってよかったです。
5	今回は形が定まっていなくてすごいむずかしかった。 いろんな形の面積が分かったら、とても便利だと思うので明日もがんばりたいです。

6	手前はかかるけど、どんな形のものでも面積を求められることは分かった。
7	およその形を求めるためにはいろいろな形をつかってできることを学びました。またこのような求め方でどのようなおよその形も求められることもしれました。
8	今日は〇〇小学校の面積を求めました。みんな〇万か〇万の人がいっぱいいました。
9	1 時間目はいなかったけどおよその面積の求め方は分かったし、〇〇小が意外と大きくておどろきました。求めにくいときは公式をあてはめたりして求めるようにしてみようと思いました。
10	自分は今日考えたのは〇㎡だったけど〇㎡だったのですごくくやしかったです。
11	どんだけへんな形でも三角形や長方形の公式を使えばおよそなら求められると分かりました。
12	(欠席)
13	およその面積を求めるのは、とても楽しかったです。求めた面積とはちがったけど、他の所も求めてみたいと思いました。
14	ぼくは、今回の学習でいつもは、図形の面積などを調べるんですがおうようで、家などの土地の面積を調べられたのでびっくりしました。これからこの方法を使ってみたいなと思いました。
15	ぼくは全部をかけて、空白を引くという計算方法をしました。結果は、〇でした。この計算方法でよかったと思いました。
16	(欠席)
17	今日は、およその面積の求め方をやりました。あまりに難しくて結構外れました。でも〇〇小の大きさと、〇〇〇の大きさがほぼ同じだと知って、ちょっとガッカリしました。
18	算数はおもしろい。授業の課題もおもしろいと思う。円をうまく使うことで、丸みがある所もうまくつかえて便利だと思いました。
19	〇〇〇が自分の学校(〇㎡)より少し大きいくらいでビックリしました。次は東京ドームの大きさを調べたいです。
20	今日学校のおよその面積を求めました。ぼくはけっこうちかい数だと思うのでよかったです。
21	今日は、〇〇小の面積を求めました。〇〇小は意外と大きかったです。この方法を日常でも使いたいと思いました。
22	今日、およその面積を求めて、私は、円と四角形を求め、面積を求めました。一番〇〇小に近い所を発表してくださり、なんと〇〇〇が1 位だったのでびっくりしました

23	複雑な形でもおよその形をとらえ、公式を使える図形と、とらえればおよその面積を求めることができる
24	計算が多くてまだもとめられてないけど、次このようなことをするときはずぐ求められるようにがんばりたいです。
25	広さをだすのがむずかしかったけど、出せてよかった。
26	曲がっているものなどの面積を求めるときは図形の公式などを使うと曲がっている図形もおよその面積が求められるとわかりました。他のたてものの図形も公式を使えばおよその面積が求められるとわかりました。
27	
28	今日はおよその面積をもとめて自分が求めやすい形にするといいとわかりました。
29	〇〇小のおおその面積を求めてみて、前に勉強した面積の公式が縮小を使えば複雑な場所でもおよその面積が求められることが分かった。気になった場所のおよその面積も求めてみたい。
30	およその面積でも実際の面積に近づけることが分かった。半円とかでわけたら少しだけ実際の面積に近づけた。
31	いろんな図形をかいてそれを求めてひきました。 $\times 2000 \times 2000$ をしてそれから $\div 10000$ をしたら〇になって実は〇でけっこうよそうと近かったのよかったです。どんなまがったずけいでも求められることがわかりました。
32	おおよその面積を出して求めることができました。きっちりと近い値を出すには、四角形より求められる複雑な四角形の方がいいとわかりました。
33	思ったより、自分のやり方がまちがっていることに、ビックリしました。
34	(欠席)
35	今日はおおよその面積をもとめて、自分の求めたやつとちがったです。

※第 3 時の授業は教科用図書を参考にして要点をまとめながら進行した。児童につまりきがあったときは本単元の狙いに立ち返って復習するということを意識した。この論文では詳細は割愛する。

以上が、授業内における分析である。まだまだ検討すべき内容は多いが、児童にアブダクションⅠを行わせるためにあえて解決方法を書かせることは1つの方法として効果的であり、またアブダクションⅠを実施させることで数学的モデルまでの作成が滞ることなく進み、問題解決までしっかり行うことが望めるということが言える。加えて、協働的に学ぶことで全体的な理解が深まっていることから、数学的モデリングを児童が行うために、アブダクションⅠを重要視して授業の構成を考えることは、小学校算数科において有意義なものであると言える。これを踏まえて次章では、上記の感想やワークシートを参考にして個に応じた児童の変化による分析と、本研究の改善すべき部分や今後の課題について論じる。

第四章 本研究のまとめと今後の課題

最終章となる第4章では、ワークシートと授業後のアンケートの感想を参考にどのように算数に対する見方が変化したのかについての最終的な分析と、本研究を通して明確になった、今後、改善が要される課題について論じる。

第一節 授業実践後の児童の変化と今後の課題について

前章でも述べたように、今回の授業実践では、解決方法の思考からモデルの作成、そこから得られた結果と自分の立てた予想との照らし合わせの段階を踏んで活動することができていたことから、ほとんど全ての児童（途中欠席した児童を除く）が数学的モデリングの過程に乗っ取って活動を行うことができていた。また単元終了後の事後アンケートにおける児童の感想から、算数の学習におもしろさや必要性を感じるようになったことが読みとれる記述が多かったため、児童が数学的モデリングの活動を通して、前述した活動の狙いである算数の学習の楽しさ等を感じ取ることはできていたと言える。参考までに記述すると、授業後アンケートにおける算数の学習の楽しさという項目では全体として肯定的に回答している児童が増加していた。また算数の学習が好きではないと回答している児童の中で「少し楽しくなった。」、「ちよっとできるようになったのでよかった。」、「前までできなかったことができるようになった。」などの感想が多くみられたので、その点に関しても、数学的モデリングを行うことによって得られた成果の1つとして考えられる。

一方で、本研究における課題として、アブダクションⅠを児童に行わせるための手立てと、授業における内容という部分から検討し直すべき点が挙げられる。まずアブダクションⅠを児童に行わせる、意識させるという取り組みに関してだが、前述した通り今回、自分の考えを満足に書くことができなかった児童が数名見られた。結果的に推論することができていた児童が多かったものの、児童にアブダクションⅠを行わせる工夫としてはいささか不十分な部分もあったことが分かる。よって1つの方法として効果が望めるということはこの論文では提案する。また授業で取り扱う教材に関して、計算量が多くなる傾向があり、自分の回答を導き出すまで多くの時間を要するものであったということから、算数に対して苦手意識を持っている児童に対しては面白みや楽しさを活動の中で感じにくかったのではないかとこの部分が懸念点として挙げられる。実質、授業後アンケートの感想においても「大変だったけど、、、」や「間違えちゃったけど、、、」といったような少し消極的な感想も見られたのに加え、算数に対する見方に関する項目の中で向上していない項目もあった。もちろん算数の学習において根気強く答えを導き出そうとする姿勢は評価されるべきであり、育成しなくてはならない内容の1つであるとも考えられるが、「面白さ」、「楽しさ」という

部分に焦点を当てた場合、大いに改善の余地があると考えられる。もちろん、今回の授業のみのアンケートであるので確実な信憑性があるとは言い難いものであるが、課題点として捉えることで今後の授業改善に生かしていきたい。それに関連して、今回の授業実践においてはアブダクションⅠについて分析するために、周りの人との相談なしに取り組ませてしまったことから、算数に否定的な意識を向けている児童にとっては授業を楽しく受けることに対して、弊害になってしまったことが考えられる。この点についても手立てとして推敲し直していく必要があると言える。また、今回1つの単元に対しての授業実践しかしていないので、アブダクションⅠが数学的モデリングを児童が行うために有効であるという点に関して根拠が決して強いものとは言いえない。これからの教員生活において実践を重ねることで、改善すべき部分を深堀していきながらより効果を明確にしていくよう努めていくことが今後必要である。そのうえでの主張になるが、全国どこを探しても、全く同じ実態の学級などないといっても過言ではない、教育の世界における研究において、この方法がどこでも絶対的な効果をもたらすといったような一般性を示すことは非常に難しい。そのため自分の持つ学級の子供の実態を正確に把握し、授業の分析によって児童の変化を詳細に捉えることから、様々な過程を経て、その実態に応じた授業作りを目指して励んでいくということがこれからの我々に求められる、重要なことの1つであると考ええる。そのうえで、自分自身、数々の実践をこなして、その方法が実態に応じた1つの方法として、子供にとって有益な効果が望めるものであるといったことを示していくことを今後、目指していきたいと考える。

・引用・参考文献

- ・西村 圭一 (2001). 「数学的モデル化の教材開発とその授業実践に関する研究
ー高等学校数学科を中心にー」. 『日本数学教育学会誌』第 83 巻. 第 11 号. PP. 2-12.
- ・ Kehle&Lester,Jr (2003). 「A Semiotic Look at Modeling Behavior」. 『Beyond
Constructivism』. chapter5 PP. 97-125.
- ・和田 信哉 (2008). 「数学教育におけるアブダクションの基礎的研究
ー形式の観点からの検討ー」. 新潟大学教育学部数学教室. 『数学教育研究』. 第 43 巻. 第
2 号. PP. 4-10.
- ・渡邊 伸樹 (2009). 「学校数学 (算数) における意義ある数学 (算数) 的活動の実践に関
する研究」. 京都教育大学教育実践研究紀要. 第 10 号. PP. 43-52.
- ・神谷 佳和 (2013) 「活用する力を育てる算数の学習指導 ～数学的モデリングに焦点を当
てて～」. イプシロン. 2013. Vol. 55. PP. 102-107.
- ・大澤 弘典. 岩田 栄彦 (2014)
「算数科における数学的モデリングの教材開発 ー「給食問題」の授業分析を通してー」.
東北数学教育学会. 年報第 45 号. PP. 81-88.
- ・佐々木 英男 (2017) 「算数授業における子供の数学的モデルに関する研究
ー子供の思考回路に見られる推論と価値観に着目してー」. 上越数学教育研究. 第 32 号.
上越教育大学数学教室. PP. 63-73.
- ・川上 貴 (2018) 「数学的モデリング指導に向けた小学校教師の算数教科書の問題を見る
視点の形成」. 科学教育研究. Vol. 42No4. PP. 350-363.
- ・佐伯 昭彦. 川上 貴. 金児 正史 (2019)
「算数・数学教科書の応用問題を数学的モデリングの教材に替えるための枠組みに関す
るー考察」. 科学教育研究. Vol. 43No3. PP. 220-231.
- ・吉村 昇. 秋田 美代 (2019)
「数学的モデリングの教材開発の一視点
ー現実事象から現実モデルの生成過程に関する考察をもとにー」. 数学教育学会誌. Vol.
62. No1・2. PP. 49-59.
- ・川原田 康文. 松田 孝. 磯部 征尊. 上野 朝大. 大森 康正. 山崎 貞登 (2020)
「Society5.0 に必要な資質・能力を育成する小学校段階における STEAM/STREAM 教
科の教育課程の参照基準」. 上越教育大学研究紀要. 第 39 巻第 2 号. PP. 539-553.
- ・佐古 仁志 (2023) 「身体に根差した学習方法としての投射アブダクションとメタファー
について」. 『江戸川大学紀要』. 第 33 号. PP. 437-450.
- ・赤塚 邦彦 (2012) 『算数のつまずきには法則がある : クラス全員クリアできる, 驚異
のスモールステップ指導法』. 明治図書出版社.
- ・岸本 忠之 (2015) 『身近な題材で始める算数教材作り : 資料の整理と読みの力を伸ばす

授業プラン』。明治図書出版社。

- ・尾崎 正彦（2020）『WHY でわかる！HOWでできる！算数の授業Q&A』。明治図書出版社。
- ・内閣府(2016)第5期科学技術基本計画[第5期科学技術基本計画 \(cao.go.jp\)](https://www.cao.go.jp)
(最終確認日 2024/02/24)
- ・内閣府(2021)第6期科学技術・イノベーション基本計画[科学技術・イノベーション基本計画 \(cao.go.jp\)](https://www.cao.go.jp)
(最終確認日 2024/02/24)
- ・文部科学省（2019）新学習指導要領～算数編～
[【算数編】小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 \(mext.go.jp\)](https://www.mext.go.jp)
(最終確認日 2024/02/24)
- ・文部科学省（2021）中央教育審議会答申
[「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適化された学びと、協働的な学びの実現～（答申）（中教審第228号）【令和3年4月22日更新】:文部科学省 \(mext.go.jp\)](https://www.mext.go.jp)
(最終確認日 2024/02/24)
- ・文部科学省（2023）教育振興基本計画[教育振興基本計画：文部科学省 \(mext.go.jp\)](https://www.mext.go.jp)
(最終確認日 2024/02/24)
- ・国立教育政策研究所（2022）全国学力学習状況調査
[全国学力・学習状況調査：教育課程研究センター：国立教育政策研究所 National Institute for Educational Policy Research \(nier.go.jp\)](https://www.nier.go.jp)
(最終確認日 2024/2/26)
- ・国立教育政策研究所（2023）全国学力学習状況調査
[全国学力・学習状況調査：教育課程研究センター：国立教育政策研究所 National Institute for Educational Policy Research \(nier.go.jp\)](https://www.nier.go.jp)
(最終確認日 2024/2/26)

- ・付録

- ・授業略案

(電子アーカイブ版のため割愛する。)

- ・レディネステスト

(電子アーカイブ版のため割愛する。)

・授業事前アンケート

★自分の考えに当てはまる数字に○をつけてください。

1・・・当てはまる

2・・・どちらかと言えば当てはまる

3・・・どちらかと言えば当てはまらない

4・・・当てはまらない

① 算数の勉強は好き（おもしろい）ですか？

1

2

3

4

② 算数の勉強は必要であると思いますか？

1

2

3

4

③ 算数の授業で学習したことは日常での生活に使うことができますか？

1

2

3

4

④ 算数の授業で学習したことを様々な場面で使ってみたいと思いますか？

1

2

3

4

⑤ （算数の授業において）今まで解決したことのない問題に直面した時、自分の現在持っている知識で解決できないか考えますか？

1

2

3

4

⑥ ⑤のような状況になったとき、自分の現在持っている算数の知識で解決しようとすることは大切である（必要である）と思いますか？

1

2

3

4

- 授業用ワークシート①
(電子アーカイブ版のため割愛する。)
- 授業用ワークシート②
(電子アーカイブ版のため割愛する。)
- (2 h 時) 計算用ワークシート
(電子アーカイブ版のため割愛する。)

・授業事後アンケート

山下先生の授業（主に 1,2 時間目）を通して、算数に対する考え方がどう変化したのか調査します。自分の考えに当てはまる数字に○をつけてください。

1・・・当てはまる

2・・・どちらかと言えば当てはまる

3・・・どちらかと言えば当てはまらない

4・・・当てはまらない

① 算数の勉強は好き（おもしろい）ですか？（または授業における学習をおもしろいと感じましたか？）

1

2

3

4

② 算数の勉強は必要であると思いますか？

1

2

3

4

③ 算数の授業で学習したことは日常での生活に使うことができますか？

1

2

3

4

④ 算数の授業で学習したことを様々な場面で使ってみたいと思いますか？

1

2

3

4

⑤ （算数の授業において）今まで解決したことのない問題に直面した時、自分の現在持っている知識で解決できないか考えますか？

1

2

3

4

⑥ ⑤のような状況になったとき、自分の現在持っている算数の知識で解決しようとすることは大切である（必要である）と思いますか？

1

2

3

4

⑦ 授業の感想を自由に書いてください。

・授業事後アンケート（児童の感想）（電子アーカイブ版のため一部変更している。）

出席番号	感想
1	楽しかった
2	およその面積をもとめ、ためになる
3	中学校になっても山下先生の授業を受けたいと思いました。
4	自分ではあまり〇〇小の面積を求めるのは、難しかったけど友達のやり方をまねて求めることはできたので、ちょっとはできるようになれてよかったです。
5	全ぜんわかんない問題とかめんどくさくなった時もあったけど、やっていて楽しかったし、ワークシートやわかりやすい教え方だったので前できなかった問題が少しできるようになりました。
6	算数の授業により興味を持てた。
7	およその面積というのは、塾では習わない内容で楽しくできたのでよかったです。習ったことを生かしていきたいです。
8	
9	わかりやすくて面白かったのでまた受けたいと思った。
10	山下先生算数の授業ありがとうございました。
11	山下先生の授業はとても面白かったです。そして〇〇小のおよその面積を求めたときも、今までの公式を使えばおよそなら出せると分かりました。これからも使っていきたいです。ありがとうございました。
12	
13	くわしく教えてくれて、どうすればいいのかなど内容も知れました。最初は、分からないことばっかだけど、楽しく学べて、知れることができました。
14	算数の学習が少し楽しくなった。
15	普通に分かりやすかったです。学校の問題はむずかしかったけど、先生の話聞いて、なるほどと思いました。
16	山下先生の授業はわかりやすくてわからないところがあったらていねいにおしえてくれるのでうれしかったです。
17	とても具体的なのが出てきて分かりやすく、テストの時に「あ〜こうすればいいのね。」となってとても良かったです。しかし、1つ1つの意見を出すときに、できるだけたくさんの人に発表させようとしているのいいですが一度に3人あててそこからもう当てずにやるというふうにやると時間もできて先生的に楽なんじゃないかと考えました。
18	算数はおもしろい。授業の時の課題はおもしろいと思う
19	とても授業は楽しく自分もわかりやすくてためになると思います。授業をし

	てもらいありがとうございます
20	初めての山下先生の授業で、すごくおもしろくてわかりやすかったのよかった。
21	たとえがおもしろくて分かりやすくて、算数の学習が楽しかったです。
22	複雑な形を似ている形として、およその面積を求める方法をしり、とても分かりやすくてのしかったです。
23	なんとなく、ほんとうになんとか算数がいつもより楽しかったです。
24	おもしろかった。分からない所もわかるようになった。
25	〇〇小さい！
26	およその面積でどのように求めるのか分かりやすく教えてくれていたので、分かりやすかったし、どのように求めるのかも分かったので良かったです。
27	
28	分かりやすくて楽しかったです。
29	分かりやすかったし、授業はつまらないものではなかったので楽しく縮小や拡大のことを学習することができた。
30	図にちよくせつ自分の考えた図形を書いて計算がたくさんできて楽しかったです。
31	山下先生の授業は分かりやすく、おもしろくて、楽しかったです。けい算や、こたえを求める時集中してとりくむ事ができ、良かったです。
32	とても分かりやすく、「およその面積」を知れて良かったです。また、声が聞きとりやすく分かりやすかったです。
33	分かりやすく、しゃべり方なども、伝わりやすかったので、いいと思いました。
34	楽しかったです。もっとしたかったです。面白かったです。
35	分かりやすかった。(マジ)

謝辞

本研究を進めていくにあたって、適切なご指導をしてくださった

熊本大学 吉村 昇 准教授
吉井 貴寿 准教授

に深く感謝の意を表します。加えて、今回の電子アーカイブ版作成に関しまして、ご多忙の中、お力添えをいただいたこと、改めてお礼申し上げます。

また、A 小学校の子供たちと担任の先生をはじめとしまして、在職されている先生方、並びに関係者の方々には日々の授業観察や、様々な学校行事、校内行事等に参加させていただき、貴重な体験をすることができました。2 年間、私の勉強に多大なるご支援をいただいたことに心から感謝申し上げます。

最後になりましたが、熊本大学教職大学院第 6 期生の方々には日頃の学びから研究に対する研鑽まで大変お世話になりました。皆様と 2 年間、共に切磋琢磨できたことをとても誇らしく思います。深く感謝申し上げます。

令和 6 年 3 月 1 日
山下 玲於奈