



## 生徒の数学的モデリングを活性化させる学習課題の提示について

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2024-12-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 菊地, 康太郎, 石井, 洋 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.32150/0002000368">https://doi.org/10.32150/0002000368</a>

## 生徒の数学的モデリングを活性化させる学習課題の提示について

菊地康太郎・石井 洋\*

北海道教育大学大学院教育学研究科高度教職実践専攻

\*北海道教育大学函館校地域教育専攻

## A Presentation of Learning Tasks to Activate Students' Mathematical Modeling

KIKUCHI Kotaro and ISHII Hiroshi\*

Advanced Teacher Professional Development, Graduate School of Education, Hokkaido University of Education

\*Hakodate Campus, Hokkaido University of Education

### 概 要

本稿では、数学的モデリングを活性化させる学習課題を提示することで生徒の数学に対する有用感の獲得や現代の数学教育の抱える改善点の一つの解決策の提案を行うことを目的とした。数学的モデリングを活性化させる学習課題として、身の回りにある一次関数と捉えることができる事象・現象について考えることで生徒の「原場面」を想起させ、数学的活動を通して自ら作問し、その回答から問題が適切であるかどうかを考えさせる課題を提示した。この実践を通して、生徒が日常生活に数学を活用していこうとする態度、すなわち数学に対する有用感の獲得に繋がったと言える。しかし、個々の「原場面」に焦点を当てた学習課題では、個々の既習内容への習熟度が大きく影響し、習熟度の低い生徒にとってはさらなる苦手意識の増加につながるということがわかった。

### 1. はじめに

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説数学編（以下学習指導要領数学編）では、「日常生活や社会の事象に関わる過程と、数学の事象に関わる過程の二つの問題発見・解決の過程を重視した」と述べられ、問題発見・解決の過程が示されている（図1）。

数学的活動において、「日常生活」や「社会の事象」つまりは、生徒が身近なものと感じる事象

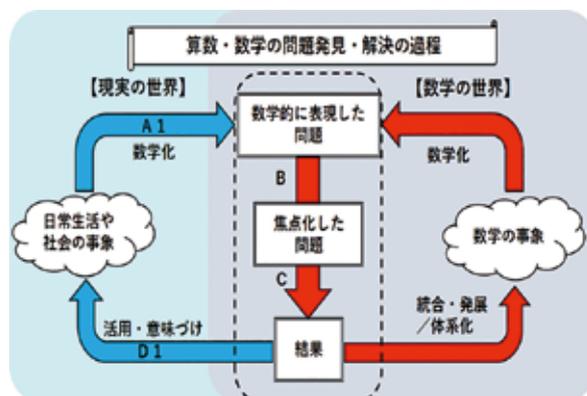


図1 数学的活動の学習過程（学習指導要領数学編）

や現象などと「数学の事象」とを往還する学習の充実が求められている。しかし、国立教育政策研究所（2023）「令和5年度 全国学力・学習状況調査 調査結果資料〈全国版／中学校〉」によると質問紙調査の結果において、「数学の勉強は大切だと思いますか」という質問に『当てはまる』と回答した生徒の割合が50.1%なのに対して、「数学の勉強は好きですか」、「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『当てはまる』と回答した生徒の割合が29.3%、38.9%とどちらも半数を下回る結果となっている。これらのことから、数学の勉強は大切であると感じてはいるが、「日常生活」や「社会の事象」において、数学が用いられているという実感を得られていないため、数学に対する有用感という観点において否定的な意見が多い結果となったと考えられる。

そこで本研究では、「日常生活」や「社会の事象」を数学化する数学的モデリングの過程を重視し、それを活性化させるような学習課題を意図的に提示し、課題設定や発問の工夫を行うことで、生徒の数学に対する有用感がどのように変化していくのかを調査・分析する。数学への興味・関心の向上に結びつけ、数学が嫌いな生徒への一つの解決策の提案を行う。

## 2. 数学的モデリング

松寄（2018）は、解決者が自身の経験にもとづき想起する「原場面」に着目し、数学的モデリングの各過程は図2のようなプロセスを辿るとしている。「原場面」とは、問題から様々な想起される現実世界における場面「現実場面」を指す。

これらを高谷ら（2019）は数学的活動における「現実世界」の学習過程（図1）と数学的モデリングの過程（図2）を対比させ表1のようにまとめている。

この表1から、数学的活動と数学的モデリングは相互に関わり合っており、数学的モデリングのプロセスを辿るということは、学習指導要領数学

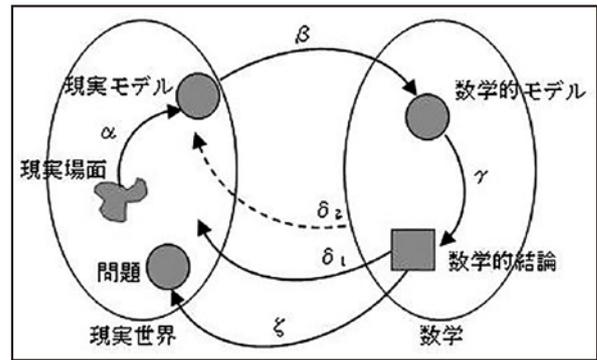


図2 原場面に着目した数学的モデリングの過程  
(松寄、2018)

表1 数学的活動と数学的モデリング

数学的活動	数学的モデリング
日常生活・社会の事象	現実場面 ↓ α: モデル化 現実モデル
A 1: 数学化	β: 数学化
数学的に表現した問題 ↓ B 焦点化した問題	数学的モデル
C	γ: 数学的作業
結果	数学的結論
D 1: 活用・意味づけ	δ・ζ: 解釈・応用

(高谷ら、2019)

編における数学的活動の「現実の世界」と「数学の世界」とを往還するようなプロセスであり、必然的に実生活における事象と関連づけながら数学の学習を行うこととなる。

また、これらの数学的モデリングのプロセスは繰り返し行われるものであるため、日常生活とからめた指導の充実にもつながる。数学的モデリングのプロセスを辿るには、現実場面からモデル化（現実の問題場面(現実事象)を数理的に分析し、作用している条件、要因は何かなどの条件整理)を行い、現実モデルを作成しなければならない。

しかし、数学的モデリングのプロセスを辿ることが実生活に数学を活用し解決していこうとする能力を養うことや、数学に対する有用感の獲得につながるとは言い切ることができない。

そこで、本研究では生徒を対象に、数学的モデ

リングを活性化させる学習課題を提示し、その実践前後でのアンケート調査や生徒の振り返り等をもとに、数学を「日常生活」や「社会の事象」に活用し解決していこうとする能力を養うことや、数学に対する有用感の獲得に繋げることが可能なのかについて、分析・考察していく。

### 3. 調査の概要

本研究では、予備調査と、その分析・考察をもとに本調査として授業実践の調査を2回行った。

#### 3.1. 予備調査の概要

予備調査は、函館市内A中学校・3年生1クラス(31名)を対象に行った。単元は東京書籍『新編新しい数学3』第5章「相似な図形」である。数学的モデリングを活性化させる学習課題として、相似な関係にあるカップラーメンの実物を用意し、大小の実物を比較しながら小さいサイズのカップラーメンに利益をつけて販売する値段をグループごとに考え、適切な値段かどうかを吟味させた。授業後に授業に関するアンケートを実施し、図3はその結果である。

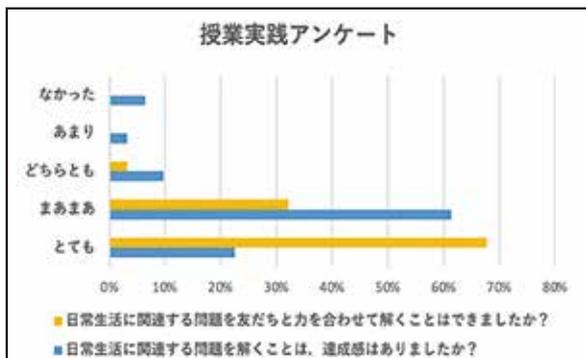


図3 予備調査の授業実践に関するアンケートの結果

「日常生活に関連する問題を友達と力を合わせて解くことはできましたか?」や、「日常生活に関連する問題を解くことは、達成感がありましたか?」の項目において肯定的な意見を得られたことから、数学的モデリングの活性化において協働で学習することは生徒の問題に対する達成感につ

ながることがわかる。しかし、「達成感」が「なかった」とする回答する生徒が一定数いることがわかった。この結果について分析を行ったところ、グループごとの解法記述において、個人の考えに対するプロセスの表現方法や、「利益を出す」という数学的結論から解釈・応用していく過程が十分ではなかった。これらのことから、授業実践では個の原場面に着目した数学的モデリングを活性化させる学習課題を提示し、「思考・判断・表現」を發揮させる展開にすることで、生徒の数学に対する有用感にどのように影響していくかを分析・考察しなければならないと考えられる。

#### 3.2. 本調査の概要

本調査は予備調査の考察を踏まえ、函館市内B中学校・2年生(132名)を対象に行った。実践単元は東京書籍『新編新しい数学2』第3章「一次関数」である。図4は使用したプリントの1枚目である。

問いとして、一次関数の変化の割合・傾き・切片のそれぞれの意味やグラフ上での表し方について知識・技能の復習を行い、数学的モデリングを活性化させる学習課題へのスムーズな移行ができることを狙いとした。また、身の回りにある一次関数すなわち生徒の「原場面」について、容易に一次関数と結び付けられる生徒、一次関数と結びつけるのが困難な生徒がいることが予想されたため、教科書やインターネットから探し出すことも可能とした。図5は使用したプリントの2枚目である。

数学的モデリングを活性化させる学習課題として、身のまわりにある一次関数を探し、見つけた一次関数について生徒自身に文章題を作問させ、作問した問題を自ら解く活動を行う。つまりは、現実場面から現実モデルを作成し現実モデルをもとに作問し、現実モデルから数学モデルに数理化する過程を自らの計算(数学的作業)を通して行い、問題が適切かどうか数学的作業を経て、得られた解答から解釈・応用させる活動である。また、実践の前後に数学の学習に関するアンケート調査

章4節 1次関数の利用④

**目標**  
身のまわりで、1次関数とみなして考えられる事象をさがして、問題文を作成することができる。

一次関数  $y = ax + b$  についてグラフから特徴を探すと  
\_\_\_\_\_が  $a$  で \_\_\_\_\_が  $b$  の \_\_\_\_\_である！

つまり・・・  
\_\_\_\_\_からはじまって（もともとの値があつて）、  
変化の割合が \_\_\_\_\_のものである。

**Q1**  
みなさんの身のまわりに隠れている1次関数とみなすことができる事象をさがしてみましょう！

レベル1：教科書などを参考に数値を変えながら考える  
レベル2：自分の力のみで考える

私の見つけた一次関数は  
\_\_\_\_\_

**Q2**  
1次関数かどうか確かめてみましょう！

身のまわりの一次関数チェック項目

- ・もともとの値は何になりますか？  
\_\_\_\_\_
- ・変化の割合が一定のものは何になりますか？  
\_\_\_\_\_
- ・何と何の間に一次関数の関係があるとみなして考えることができますか？  
(何が増加すると、何が増加・減少しますか?)  
\_\_\_\_\_と \_\_\_\_\_の間

図4 授業実践プリント①

**Q3**  
身のまわりに隠れている1次関数について問題文を考えてみましょう。問題文に図やイラストなどを活用しても大丈夫です。

計算スペース

問題の答え

友達の問題の答え（ \_\_\_\_\_さんの問題）

**振り返り**  
身のまわりの事象について問題文を作成してみたことについての感想を教えてください！

図5 授業実践プリント②

を行い、数学的モデリングを活性化させる学習課題を提示した前後で、生徒の数学に対する捉え方の変容について分析・考察を行う。表2は授業実践における評価項目である。

表2 授業実践評価項目

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に取り組む態度
A 一次関数について変化の割合、グラフの傾き・切片の意味を理解し、適切に表現したり処理したりすることができる。	身のまわりの事象や現象を一次関数として捉え、考察し適切に作問することができる。	一次関数について作問する過程を振り返り、評価・改善しようとしている。
B 一次関数について変化の割合、グラフの傾き・切片の意味や表現したり処理することに一部誤りが見られる。	身のまわりの事象や現象を一次関数として捉えることができる。一部誤りが見られる。	一次関数について作問する過程を振り返っている。
C 意味ある情報が見られない(空白)。	意味ある情報が見られない(空白)。	空白。

#### 4. 授業実践の結果

本調査における授業実践の結果について、生徒が授業において作成した作問のスライドをもとに述べる。図6はA評価の生徒の作問である。

Aさんは、学校から家に帰ってスマホをさわっていました。そこで30分スマホを使ったときの残りの充電の量について調べてみることにしました。100%の充電が一分で0.2%ずつ減っていくとき次の問に答えなさい。

(1) スマホを使った時間をx、残りの充電の量をyとし、xとyの関係を式に表しましょう。

(2) Aさんが30分間スマホを使ったとき、残りの充電の量を求めましょう。

図6 評価Aの生徒の作問

図6のスライドでは生徒の作問例として、「スマートフォンを使用した時の残りのバッテリー

量」について作問した生徒について取り上げた。これらの他にも、「欲しいものを購入するため目標貯金額を設定し達成するために必要な日数」について作問する生徒、「使用している消しゴムの長さ」について作問する生徒などと、個々の「原場面」から想起された「日常生活」や「社会の事象」について数学化し、数学的モデル（一次関数）として捉えること、即ち多種・多様な思考・判断・表現の育成につながったと考えられる。また、生徒のプリントから「問題の答え」として自ら作成した問題に対する解答を書いていることから、数学的作業をした後、数学的結論を算出し、それが適切な解答であるかを解釈していることがわかる。これらのことからA評価の生徒は、数学的モデリングのプロセスを適切に辿ることができていたとわかる。

一方、図7はB評価の生徒の作問である。

問題

家族と夏に線香花火をしようとしています。線香花火の長さは、20cmです。Kさんは線香花火に火をつけて4.5cmなくなりました。

図7 評価Bの生徒の作問

B評価の生徒は、「日常生活」や「社会の事象」を一次関数として捉えること、つまりは現実場面をモデル化し現実モデルを作成する過程はできている。しかし、一次関数の変化の割合や、変数に対応する事象・現象の設定、つまりは現実モデルを数学化する過程につまずいてしまい、途中で作問が終わってしまっている生徒が多く見受けられた。そのため、B評価の生徒は計算過程や問題の答えが何になるかまで辿り着けず数学的モデリングの途中の過程で終わってしまっていることがわかる。

#### 5. 調査結果の分析

次に、生徒の振り返りを集計しテキストマイニングを行ったところ図8、9のような結果が浮か

び上がった。テキストマイニングによるデータ分析では、まず、ワードクラウドを用いて頻出語を特定した。単語の色は品詞の種類で異なっており、青色が名詞、赤色が動詞、緑色が形容詞・形容動詞を表している。

そして、共起キーワードを用いて、文章中出现する単語の出現パターンを特定した。共起キーワードとは、文章中で出現パターンが類似する単語同士を線で結んだ図であり、単語のセットが同時に出現する頻度を可視化したものである。

図8のワードクラウド中央にくる「一次関数」は共起キーワードとして「身」、「まわり」が出現したことや、共起キーワードとして「身近」、「多い」、「驚く」で繋がっていることから、生徒に作問させる数学的モデリングのプロセスは、自身の原場面から想起された身のまわりの事象や現象と一次関数を関連付け捉えることにつながったことがわかる。また、「日常生活」、「使う」、「いく」、

「生活」でつながっていることから学習したことを日常生活に活かしていこうとする生徒の主体性を養うことができたと考えられる。しかし、ワードクラウド中央に「難しい」が表出していること、共起キーワードとして「難しい」「問題」「作る」で繋がっていることから、多くの生徒にとって「日常生活」や「社会の事象」を一次関数として捉え

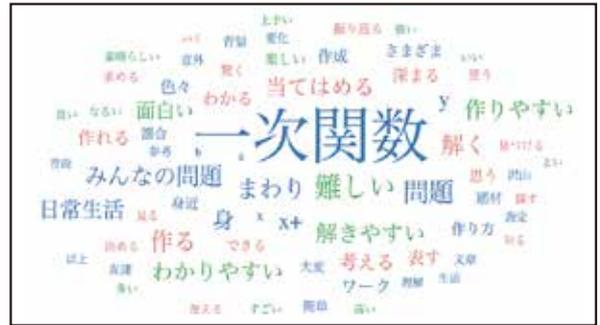


図8 生徒の振り返り（ワードクラウド）

※ユーザーローカルAIテキストマイニングによる分析 (<https://textmining.userlocal.jp/>)

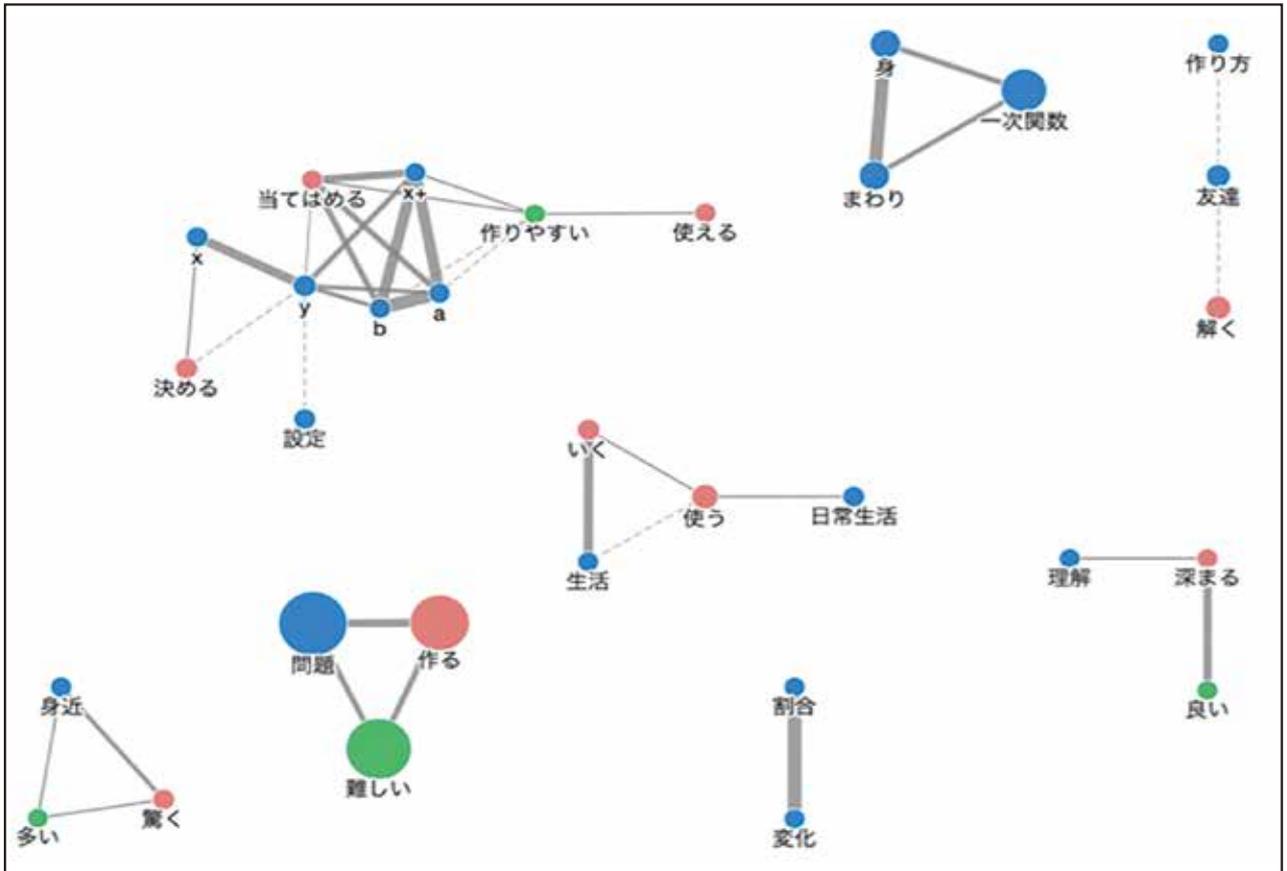


図9 生徒の振り返り（共起キーワード）

※ユーザーローカルAIテキストマイニングによる分析 (<https://textmining.userlocal.jp/>)

ること、すなわち現実場面からモデル化された現実モデルを数学化する過程は困難であったということがわかる。

次に、数学の学習に関する実践前後のアンケート結果について分析する。図10・11から、「数学の勉強は面白いと思いますか」や「数学を勉強すると日常生活に役立つと思いますか」の項目において実践前よりも実践後に肯定的な意見を多く得られていることがわかる。

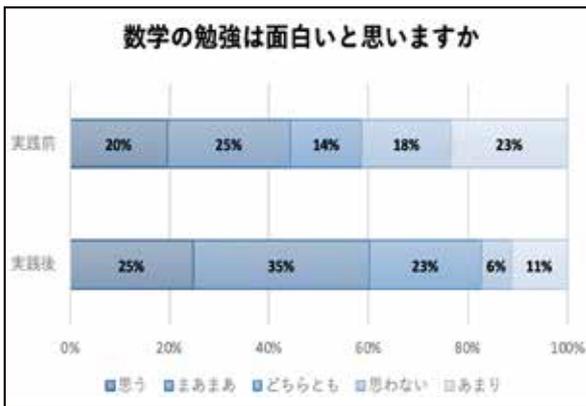


図10 数学の勉強は面白いと思うかに関する比較

これらのことから、生徒に作問させるという数学的モデリングのプロセスを経て、生徒が数学を日常生活に活用していこうとする態度、すなわち数学に対する有用感の獲得に繋がったということがわかる。

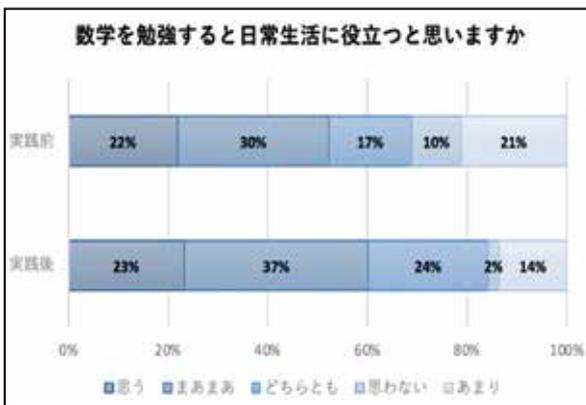


図11 日常生活に役立つと思うかに関する比較

また、図12・13から「数学の文章題（応用問題）を、立式するのは得意ですか」では実践前後で肯

定的な意見に大きな差は見られないが、「文章題の問題で、身近な出来事や話題が使われていると立式（計算式に直すこと）は、容易になると思いますか」では、実践前よりも実践後で肯定的な意見を多く得られていることから、「日常生活」や「社会の事象」に即した文章題を数学的事象に数学化する知識・技能の習得に繋がったと考えられる。

しかし、それと同時に「あまり」という否定的な意見も増加していることがわかる。

これらのことから、生徒に作問させる数学的モデリングのプロセスは、一部生徒にとって「日常生活」や「社会の事象」に即した文章題を容易に解決する知識・技能の習得につながったが、一部生徒にとっては文章題に対する苦手意識をさらに増加させてしまう結果となったことがわかる。

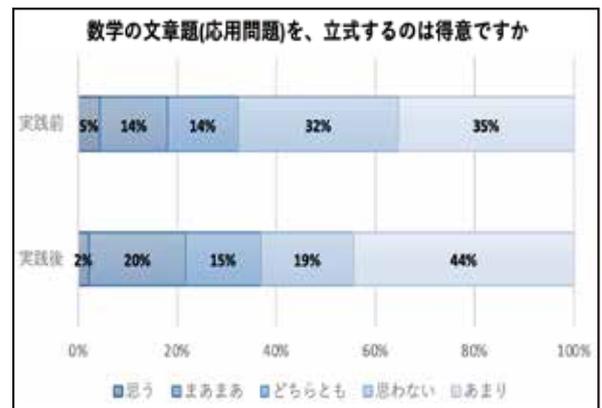


図12 文章題を立式することが得意かに関する比較



図13 身近な話題を用いた文章題を立式することが得意かに関する比較

## 6. 考 察

本研究では、数学的モデリングを活性化させる学習課題を提示することで生徒の数学に対する有用感の獲得や現代の数学教育の抱える改善点の一つの解決策の提案を行うことを目的とした。

まず、数学的モデリングを活性化させる学習課題として、予備調査では実物を用いてそれに触れながら生徒の「原場面」を想起させ、数学的活動を通して「利益をつけて販売する値段」をグループごとに考えさせる学習課題、本調査では身の回りにある一次関数と捉えることができる事象・現象について考えることで生徒の「原場面」を想起させ、数学的活動を通して自ら作問し、その回答から問題が適切であるかどうかを考えさせる学習課題を提示した。これらの数学的モデリングを活性化させる学習課題のどちらとも、生徒が日常生活に数学を活用していこうとする態度、すなわち数学に対する有用感の獲得に繋がったと言える。

しかし、個々の「原場面」に焦点を当てた数学的モデリングを活性化させる学習課題では、個々の既習内容への習熟度が大きく影響し、習熟度の低い生徒にとってはさらなる苦手意識の増加につながるということがわかった。つまり、数学的モデリングを活性化させる学習課題は、意図的・計画的に「日常生活」や「社会の事象」を数学化することで現代の数学教育の抱える一つの解決策となり、生徒の数学に対する有用感の獲得につながるが、それは既習内容の理解度が大きな鍵となる。

## 7. おわりに

今後の取り組みとして次の2点を行う。①数学的モデリングを活性化させる学習課題を段階的に行うこと、②数学的モデリングを活性化させる学習課題を提示する単元・年間指導計画の充実。

①では、数学的モデリングを活性化させる学習課題を段階的、すなわち、はじめは空欄の箇所を少なくし、教師がファシリテーターとして学習課題の解決の過程に寄り添い既習内容の復習を行う

など、生徒がつまづく過程を徐々に取り除いていくことで、習熟度の低い生徒へのアプローチを行なっていく。

②では、数学的モデリングを活性化させる学習課題は応用問題として、単元末に本研究では行なってきたが、生徒の実態や授業前後のつながりを考え単元の途中に組み込むなどの指導計画の工夫を行う。

## 引用・参考文献

- 国立教育政策研究所. 2022. 「令和4年度 全国学力・学習状況調査 調査結果資料【全国版/中学校】」(2023.12/30閲覧)  
<https://www.nier.go.jp/22chousakekkahoukoku/factsheet/middle.html>
- 国立教育政策研究所. 2023. 「令和5年度 全国学力・学習状況調査 報告書」(2023.12/30閲覧)  
[https://www.nier.go.jp/23chousakekkahoukoku/report/middle\\_math.html](https://www.nier.go.jp/23chousakekkahoukoku/report/middle_math.html)
- 国立教育政策研究所. 2023. 「令和5年度 全国学力・学習状況調査 調査結果資料【全国版/中学校】」(2023.12/30閲覧)  
<https://www.nier.go.jp/23chousakekkahoukoku/factsheet/middle.html>
- 佐伯昭彦・川上貴・金児正史. 2017. 「数学的モデリングの指導に関わる教師教育のための教材開発—数学的モデリング指導の初心者を対象に一：日本科学教育学会年会論文集41巻(2017)」. 日本科学教育学会
- 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教材に作り替えるための枠組みに関する研究：科学教育研究43巻3号」. 日本科学教育学会
- 高谷智史・橋本忠和・小田将之. 2019 「小学校『数学的活動』の始点となる『日常生活や社会の事象』の数学化による問題づくりについての一考察—数学的モデリング過程を活用して—：北海道教育大学紀要 教育科学編第70巻第2号」. 北海道教育大学
- 松崎昭雄. 2018. 『原場面に着目した数学的モデリング能力に関する研究—フッソール現象学の方法と応用反応分析マップを援用して』. 共立出版
- 松本佳代. 2007. 『パフォーマンス評価—子どもの思考と表現を評価する—』. 日本標準
- 文部科学省. 2018. 『中学校学習指導要領(平成29年告示) 解説数学編』. 東洋館出版社
- 中央教育審議会. 2021. 「『令和の日本型学校教育』の構築を目指して(答申)」. 文部科学省<https://www.mext.>

[go.jp/content/20210329-mxt\\_syoto02-000012321\\_1.pdf](https://www.nier.go.jp/content/20210329-mxt_syoto02-000012321_1.pdf)

文部科学省・国立教育政策研究所. 2023. 「OECD生徒の学習到達度調査 PISA2022のポイント」(2024.1/8閲覧)  
[https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2022/01\\_point\\_2.pdf](https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2022/01_point_2.pdf)

柳本哲. 2008. 「数学的モデリングと数学的活動—社会を切り拓く人間教育に向かって—数学教育学会誌2008/Vol.49/No. 3・4」. 数学教育学会誌

柳本哲. 2011. 『数学モデリング—本当に役立つ数学の力—』. 明治図書出版

(菊地康太郎 函館校大学院生)

(石井 洋 函館校准教授)

