



東京学芸大学リポジトリ

Tokyo Gakugei University Repository

高等学校数学科における「公的空間」に着目した教材開発に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 東京学芸大学数学科教育学研究室 公開日: 2024-02-08 キーワード (Ja): ETYP: 教育実践, SSUB: 数学 キーワード (En): 作成者: 上田, 凜太郎 メールアドレス: 所属: 東京都立大泉桜高等学校
URL	http://hdl.handle.net/2309/0002000211

専門学術論文要約

高等学校数学科における「公的空間」に着目した教材開発に関する研究

上田 凜太郎

要 約

本研究の目的は、高等学校数学科における「公的空間」に着目した教材枠組みを構築することである。研究の成果として、第一に、アレントの「公的空間」の文献解釈を行い、その重要概念として複数性と他者性に着目する価値を見いだした。第二に、構築した枠組みに基づき、具体的な教材の開発を行った。第三に、開発した教材に基づき授業を設計、その実践を行い、教材に関する3つの知見を見いだすことができた。

本論文の構成

序章 本研究の目的と方法

0.1 本研究の背景

0.2 本研究の目的・方法

第1章 数学教育における「公的空間」への着目の価値

1.1 数学的モデル化のパースペクティブ

1.2 Arendt の公的空間

1.3 社会一批判的モデル化を視点とした「公的空間」への着目の価値と限界

1.4 数学的実践の倫理的次元

第2章 「公的空間」に着目した教材枠組みの構築

2.1 「公的空間」を形成するための場面の条件

2.2 「公的空間」に着目したモデルの変容を捉える枠組み

第3章 構築した枠組みに基づく教材の開発

3.1 題材「ナーミの反例」

3.2 想定されるモデル

3.3 想定される解決例

3.4 構築した枠組みに基づく分析

第4章 「公的空間」に着目した教材を扱う授業

4.1 ナーミの反例を題材とする教材を扱う授業の設計

4.2 ナーミの反例を題材とする教材を扱う授業の実践

第5章 構築した教材枠組みに基づく教材の検証

5.1 開発した教材枠組みに基づく分析

5.2 授業設計への示唆

終章 本研究のまとめと今後の課題

6.1 本研究のまとめ

6.2 今後の課題

1. 本研究の目的と方法

数学教育学研究において、倫理に関連した研究が立ち興っている。数学教育と倫理に関する研究においては、数学教育の第一哲学を倫理学に求める理論研究(Ernest, 2012)や、数学的実践

に対する倫理的な責任の要求を求める言説がある。後者においては、新型コロナウイルス対策における英国政府の無意味な方程式(警戒レベル=感染拡大率+感染者数)をもとにした政策の主張を例に挙げ、数学を用いた政策・主張

を市民が批判的に検証することができていない現状を指摘している. このような公的コミュニケーションにおける数学の使用における倫理面の考慮は, 未来の社会の形成者たるすべての高校生, 特に将来的に理系人材や高等教育において数学を学習しない高校生にとって, 重要であることは議論を待たない.

このような現状に対して, 高等学校数学科における公的コミュニケーションに着目した具体的な授業実践や, 実践の基盤となる教材に関する議論は管見の限り見当たらない. 本研究の研究課題は, 高等学校数学科における公的コミュニケーションに着目した教材の探究である. 上記の研究課題に対して, 本研究では政治哲学者のハンナ・アレントによる「公的空間」に着目した. アレントは、『人間の条件』において市民が自由に議論する「公的空間」の概念を強調している. この「公的空間」に着目することで, 公的コミュニケーションにおける数学の使用を具体的に議論することを目指した. 本研究の目的は, 高等学校数学科における「公的空間」に着目した教材枠組みを構築することである.

方法は, 以下の4点を採る. 第一に, 高等学校数学科における「公的空間」に着目するにあたり, 数学と倫理に着目する意義を明らかにする. 第二に, 高等学校数学科における「公的空間」に着目する教材の条件を明らかにし, 教材枠組みを構築する. 第三に, 構築した枠組みに基づき教材を開発し, その教材にもとづく授業を設計する. 第四に, 設計した授業を実践し, その分析を通して教材及び教材枠組みの妥当性を検証する.

2. 数学教育における「公的空間」への着目の価値

(1) 数学的モデル化のパースペクティブ

数学的モデル化研究では, 数学的モデル化とその指導の様々な定義を背景に, 数学的モデル化の学習指導における価値の上昇に伴い広範なレビューが行われてきた. 直近のレビュー論文(Abassian et al, 2020)では, 数学的モデル化のパースペクティブが整理されている. ここでは, 数学的モデル化の異なる5つのパースペクティブを, (a)数学的モデル化の目標, (b)数学的モデル化の定義, (c)その数学的モデル化・サイクル, (d)モデル化タスクのデザイン, (e)主要な研究者と研究の焦点の, 5つの視点に基づき比較した.

本研究は社会一批判的モデル化に着目する. 社会一批判的モデル化は, 批判的数学教育を基盤に進展しており, 社会に関する意思決定を行い, 数学的モデル化プロセスを批判的に理解することを目標に据える.

社会一批判的モデル化のパースペクティブは, 数学が果たすことができる社会的な役割に焦点を当てる. このことは, 数学的な概念を用いて社会における意思決定を行うことを目的とした, 批評家としてのモデリングと記述されうる. このパースペクティブの目標は, 数学の内外にある. 数学の中での主な目的は, 意思決定をする際に数学の力を発揮し, それが意思決定のためにあるツールとしてどのように活用されうるかを示すことである. しかし, このパースペクティブの最終的な目標は, 社会に関する意思決定を行い, その数学的モデル化プロセスを批判的に理解することである.

(Abassian et al, 2020. p,61)

このパースペクティブでは、数学の背後にある権力に焦点をあてる。数学的モデル化は社会における意思決定に使用されるため、数学的モデルの作成と批判の両方ができるモデラーらは権力を保持する。また、このパースペクティブでは、学習者が世界の意味を理解するために数学をどのように批判的に応用できるかに焦点をあてる。

(2)アレントの「公的空間」

アレントは、「公的(Public)」という語を、次の 2 つの意味で捉える。第一は、出現の空間(space of appearance)である。人びとが言論を交わしたり、活動を行ったりする際に必ず生まれるものであるものの、潜在的に存在し、必ずしも明示的に存在しているわけではない。ここで重要なことは、出現の空間は、得てして潜在的に存在するということである。第二は、共通世界(the common world)である。共通世界としての公的空間については、共通世界の条件に着目することによって、その特徴を具体的に明らかにする。その条件は、世界に対する多様な遠近法(Perspective)が保証されることである。女史は共通世界の条件として、以下の 2 つを指摘した。

①万人に共通の集会場であること

②多元的なパースペクティブが存在すること

(3)社会－批判的モデル化を視点とした「公的空間」への着目の価値と限界

Barbosa(2006)は、生徒らが生み出す談話に着目し社会－批判的モデル化の 3 つの議論のタイプを考察することを提案した。

数学的：純粋な数学の分野に属する

アイディアを指す

技術的：数学的モデルを構築するその技術を指す

反省的：数学的モデルの性質、構築に使用される基準、そしてその結果を指す

(Barbosa, 2006, p297)

これら 3 つの議論は互いに独立して行われるのではなく、ある議論の中で提起された間に応じて別の議論への移行がなされるものの、授業者が重視するパースペクティブに依存する。このことを数学的モデル化のパースペクティブ (Abassian et al, 2020) に基づき整理する。従来の数学的モデル化研究がモデル化能力の育成やプロセスを通した数学の学習などに焦点をあててきたことに対して、社会－批判的モデル化では社会を批判的に理解するための学習者の数学の使用に焦点をあてる。即ち、モデル化能力の育成をねらいとする場合は技術的議論が重視され、プロセスを通した数学の学習をねらいとする場合は数学的議論が重視される。社会－批判的モデル化においては、これらの議論間の移行を考慮しつつも、反省的議論が重視される。なぜならば、数学的モデルの作成と批判の両方ができるモデラーが意思決定において中心的役割を担うためである。

(4)数学的実践の倫理的次元

本稿では、数学・数学教育の哲学から「公的空間」の形成を議論するために、4 次元的な数学的実践の哲学の枠組み(Ravn& Skovsmose, 2019)を参照する。歴史的に数学の哲学は、プラトン主義に代表される存在論的な次元、ウィト

ゲンシュタイン前期哲学に代表される認識論的な次元、そして、ウィトゲンシュタイン後期哲学に代表される社会的な次元に大別されている。特に3つ目については、ポール・アーネストにおける社会的構成主義の定式化が、数学の哲学のみならず数学教育の哲学においても重要な転機となった。これら3つの次元に対して、4つ目の次元として倫理的な次元に着目する。社会的な次元が、社会的世界が数学に影響を与えることに対して、倫理的な次元は、数学が社会に影響を与え、数学が社会に対して無害であるという言説に反発する。

このような倫理的な次元の具体例は、枚挙に暇がない。2008年の金融危機はその代表例である。洗練された数理モデリングは、グローバル化された社会で不動産投資に関する一つのモデルを提供し、そのモデルに基づき投資行動・消費行動がなされた。その結果、飽和に達した不動産市場は住宅価格の下落を招き、不動産投資は不良債権と化した。また、近現代の体格指数も一つの代表例である。体重と身長によって定義されたモデルは、若年層の極度な瘦身願望をもたらした。その結果、若年層は必要以上のダイエットを行い、健康被害は社会問題となっている。

このよう社会に影響を与える行為は、技術的想像力・仮説的推論・正当化・実現・責任の解消という5つの形態に整理される(Skovsmose, 2014)。

3. 「公的空間」に着目した教材枠組みの構築

本章では、「公的空間」に着目した教材枠組みの開発を行う。

- (1) 「公的空間」を形成するための場面の条件
前章で検討した「公的空間」の考察に基づき、

本節では「公的空間」を形成するための場面の条件を導出する。

アレントの指摘を、以下の2つの特徴にまとめることができた。

- ①万人に共通の集会場であること
- ②多元的なパースペクティブが存在すること

上記の特徴より、「公的空間」を形成するための場面の条件として以下の2つを導出した。

公的空間を形成するための場面の条件

- ① 作成されるモデルによって現実が構成されるか
- ② モデルの作成や検討は共通の関心事であるか

図1 公的空間を形成するための場面の条件

- (2) 「公的空間」に着目したモデルの変容を捉える枠組み

本節では、前節で検討した場面の条件を前提とした際に、学習者がどのようなモデルを作成しうるか、すなわち「公的空間」に着目したモデルの変容を捉える枠組みを構築する。

出現の空間は、人々が言論と活動の様式を持って共生しているところでは必ず発生すると女史は指摘している。これを、数学学習の営みにおいて解釈すると、学習者がモデルの是非を議論する場では必ず出現の空間は発生する。すなわち、モデルの是非を議論する場においては、それぞれのモデルが、他のモデルに決して回収されえないような、モデルの他者性が顕在化する場面が生じることになる。このことを、モデルの他者化と呼ぶことにする。

全体の議論を整理すると、当初に問題場面が提示され、モデルが存在しない状態がある

(Model ϕ). 次に, 簡単な議論から簡素なモデルが生成される(Model A). そして, Model A の問題点や不備等より, それぞれの解決者の価値観に応じて, さまざまなモデルへと複数化がなされる(Model B, Model C, Model D). ここで複数化されたモデルの是非を議論する場面によ

り, それぞれのモデルの特徴が顕在化され, 他のモデルに回収されえないものとしてそれぞれのモデル再び位置づけられる他者化がなされる(Model A, Model B, Model C, Model D). このようなモデルの変容は, 以下の図として定式化することができる.

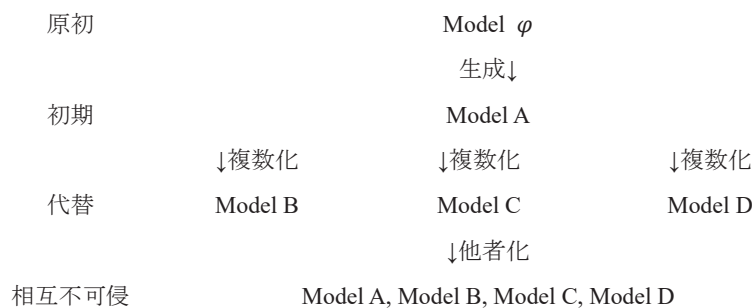


図2 「公的空間」に着目したモデルの変容を捉える枠組み

4. 構築した枠組みに基づく教材の開発

本章では, 前章で開発した枠組みに基づき教材の開発を試みる.

(1) 題材「ナーミの反例」

本稿では, 社会的選択理論における「ナーミの反例」を取り上げる. 社会的選択理論とは, 18 世紀のフランスのパリ王立科学アカデミーにおいてジャン＝シャルル・ド・ボルダが多数決という意思決定集約方法の本質的な欠陥に関する研究を行ったことに端を発する. 同時期に同じく, パリ王立科学アカデミーの代表的な研究者の M.J.A.N.コンドルセは, ボルダとは異なる方法でこの問題にアプローチした. コンドルセは, ルソーの『社会契約論』に影響を受け, 意思決定において一般意思が存在することを

仮定し, そのような一般意思を選びうる意思決定集約方法を検討した.

このように, 多数決をはじめとする意思決定集約方法は, その方法によって, 異なる帰結をもたらすことが指摘されてきた(具体的な事例はこの後に紹介する). そこで, 意思決定集約方法を, 多から一を結びつける関数に定式化し, 数学的に処理することを研究対象とする社会的選択理論が発展してきた.

ナーミの反例とは, フィンランド・トゥルク大学のハンヌ・ナーミによって考案された, 意思決定集約方法に応じて様々な異なる帰結をもたらす例である. この例では, 9 人の有権者が 5 つの選択肢の中から意思決定する場面を扱う(表 1).

表1 ナーミの反例における投票行動

順位 \ 人数	順位付け		
	4人	3人	2人
1位	A	B	C
2位	D	C	E
3位	E	D	D
4位	C	E	B
5位	B	A	A

この例について、多数決・決選付き多数決・コンドルセルール・ボルダルール・是認投票の5つの意思決定集約方法を用いて、それぞれの帰結を導く。

(2) 想定されるモデル

本節では、取りあげた題材について想定されるモデルを記述する。

① 多数決

第一に、多数決においては、Aが4人の最多得票を得るため、Aが選出される。ここで、敗れた3人と2人の投票行動に着目すると、二人が結託してB(またはC)に投票すればB(またはC)が選出される。このことを解釈すると、5人の有権者はBとCで票割れを起こしており、それゆえにAに敗北したと捉えることができる。一方で、結託して本来選ぶべきではないものを選ぶことは、適切な投票行動ではない。

② 決選付き多数決

第二に、票割れを回避する方法として、決選付き多数決を検討してみる。決選付き多数決とは、次の3段階で決定する。まず、すべての選択肢の中で、最も得票の多かった2つの選択肢を決定する。次に、他の選択肢の票をその2つの選択肢に振り分ける。そして、2つの選択の決選投票を多数決で行う。ナーミの反例に当てはめてみる。まず、すべての選択肢の中で、最も得票の多かった2つの選択肢は、A(4票)と

B(3票)である。次に、他の選択肢の票を、最も得票の多かったA,Bに振り分けると、Cを選んだ有権者は、E,D,B,Aの順位付けを行っているため、Bに振り分けることができる。そして、A,Bの決選投票を多数決で行い、A(4票)とB(5票)よりBが選出される(表2)。

表2 決選付き多数決による意思決定

選択肢	得票数	
	決選前	決選投票
A	4	→ 4
B	3	→ 5(3+2)

③ コンドルセルール

第三に、すべての選択肢を1対1の総当たりで比較し、最も選ばれている選択肢を選ぶ方法を検討する。これがコンドルセルールである。例えば、AとBの1対1の比較は、前述した決選付き多数決と同じ結果となり、Aがより多い得票となる。決選付き多数決との違いは、AとBが最も得票の多かった2つの選択肢だから2者で比較するのではなく、2者の比較をするために、他の選択肢に投票した票を、どちらかの選択肢に組み込むという発想である。同様に、BとCの1対1の比較においては、Aに投票した4人の票が反映されていない。この4人の順位付けに着目すると、Cを4位に、Bを5位に順位付けしている。よって、この4人の票をCに振り分けることで、B(3票)とC(6票)よりCがより多い得票となる(表3)。

表3 1対1の比較による意思決定の一部

選択肢	得票数	
	当初	振り分け後
B	3	→ 3
C	2	→ 6(2+4)

このような 1 対 1 の比較をすべての場合において行くと、C がすべての選択肢との 1 対 1 の比較においてより多い得票となることより、C が選出される。

④ボルダルール

次に、優先順位が 1 位の選択肢から順に、5 点、4 点、3 点、2 点、1 点と点を課し、総合得点をもとに選出する方法を検討する。これがボルダルールである。例えば、表 1 のナーミの反例において、A は 4 人にとって優先順位が 1 位であるため、 $5 \times 4 = 20$ 点をとる。同様に、3 人にとっては優先順位が 5 位であるため、 $3 \times 1 = 3$ 点を取り、残る 2 人にとっても優先順位が 5 位であるため、 $2 \times 1 = 2$ 点をとる。よって、A の総合得点は $20 + 3 + 2 = 25$ 点となる。同様に、B から E の総合得点を算出すると、D が最多得点となり、D が選出される(表 4)。

表 4 ボルダルールに基づく各選択肢の得票結果

選択肢	総合得点
A	25
B	23
C	30
D	31
E	26

⑤是認投票

ここまで、4 つの意思決定集約方法を用いると、各方法に応じて A から D のそれぞれの選択肢が選出された。最後では、逆説的に E を選択する方法を検討する。E は、1 対 1 の比較でも 2 つの選択肢にしか勝つことができず、ボルダルールの総合得点も上から 3 番目である。そこで、有権者毎に認める選択肢を任意の数選び、

その数が最も多いものを選択する方法を検討する。これを是認投票という。いま、表 1 の投票行動において、それぞれの有権者の認める選択肢を以下のように選択した場合を検討する(表 5)。

表 5 ナーミの反例における投票行動の是認投票の一例

人数 順位	順位付け		
	4 人	3 人	2 人
1 位	A○	B○	C○
2 位	D○	C○	E○
3 位	E○	D×	D×
4 位	C×	E×	B×
5 位	B×	A×	A×

この例では、4 人の有権者は A,D,E を認め、B,C を認めない。同様に、3 人の有権者と 2 人の有権者はそれぞれ B,C と C,E を認める。この場合に、各選択肢が得る票数を算出すると、E が最も多くなる(表 6)。

表 6 是認投票に基づく各選択肢の得票結果

選択肢	得票数
A	4
B	3
C	5
D	4
E	6

上述した想定されるモデルに基づく解決例に対して、構築した枠組みを視点に分析を行い(図 3)、導出した場面の条件に基づき以下の問題場面を考案した(図 4)。

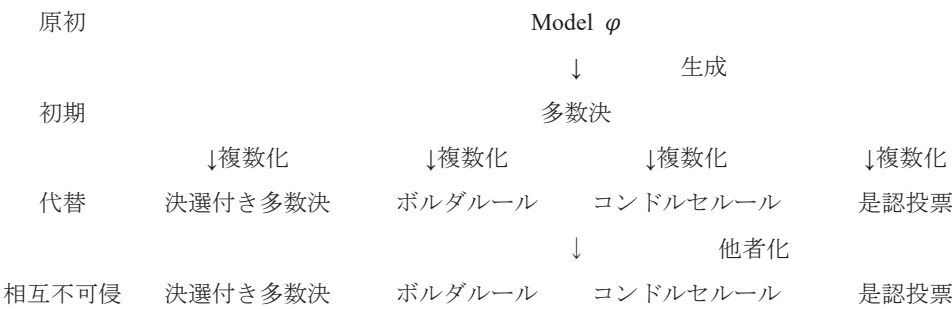


図 3 構築した枠組みを視点とした解決例の分析

校則は変更すべき？

近年、ブラック校則と揶揄される理不尽な校則に社会の注目が集まっている。ブラック校則の問題点は多々あるものの、その一つとして、校則が適用される生徒の意向が反映されていないことが指摘されている。このような問題を解決するため、校則の策定における意思集約方法を検討し、生徒総会に提案することにした。そこで、架空の選択肢と投票結果をもとにした頭髪に関する校則の改訂を例に、生徒総会に提案する意思集約方法を決定しよう。みんなの意思を反映するためには、どのような投票方法・集約方法を採用すればよいだろうか。

人数 順位	順位付け		
	グループⅠ 4 人	グループⅡ 3 人	グループⅢ 2 人
1 位	選択肢 A	選択肢 B	選択肢 C
2 位	選択肢 D	選択肢 C	選択肢 E
3 位	選択肢 E	選択肢 D	選択肢 D
4 位	選択肢 C	選択肢 E	選択肢 B
5 位	選択肢 B	選択肢 A	選択肢 A

選択肢 A：現状通り，頭髪に関して規定はない

選択肢 B：脱色による染髪を除く加工を認める

選択肢 C：脱色による染髪を除き，一定の明るさ以内の染髪を認める

選択肢 D：あらゆる頭髪の加工を認めない

選択肢 E：どのような地毛であるにせよ，黒髪でなければならない

図 4 考案した問題場面

5. 「公的空間」に着目した教材を扱う授業

本章では、前章で開発した教材を扱う授業を設計し、その実際を記述する。

(1) ナーミの反例を題材とする教材を扱う授業の設計

本授業では、多様な価値観の中から一つの方法（モデル）の選択を目指す。このような授業

では、価値観の顕在化やそれぞれの価値観が反映される内容・手法の習得も行われる。内容・手法については、社会的選択理論における多数決・決選付き多数決・コンドルセルール・ボルダルール・是認投票が想定されるものの、これらの内容・手法自体は高等学校の発達段階に固有のものではなく、小学校や中学校でも扱うこ

とが可能である。

(2) ナーミの反例を題材とする教材を扱う授業の実際

開発した教材に基づき授業を設計, その実践を行った。対象は公立高等学校定時制課程専門学科4年生8名を対象に, 2022年11月11日から3月9日まで, 1コマ45分を11時間行った。単元の冒頭では, 「みんなの意見を反映するには?」の現状把握を行い, 多数決の問題点を批判的に考察した。多数決の問題点としては, 少数派の意見が反映されていないことが全体で共有された。なお, 「票割れ」への着目はなかった。単元の中盤では, 多数決の問題点を踏まえ, 多数決の代替となるモデルの探究を行った。生徒の素朴なアイデアとして, ①多い順にいくつか残して再投票する②第1希望, 第2希望と出して, 他と納得するように話し合い③トーナメント④データ改ざんという4つが共有された。授業者より, 決選付き多数決に関する具体的な事例が提示され, 第1候補以外の投票先の優先順位も明らかにした投票行動をもとに考察することとした。生徒らはボルダルールを含む多様なスコアリングルールからなるモデルを作成し, どの方法を採用するかを合意形成を試みた。多数決の是非については, 「多数決がいい」と「多数決でいい」という2つの意見が出たため, その理由を問うた。前者は体よく少数派の意見を切り捨てることができることを理由に挙げ, 後者は集計の煩雑さを理由に挙げた。また, 別の生徒は決選付き投票の良いいという意見を出した。その理由は, 少数派の意見を反映できることを挙げた。これらの意見を総括する意見として, 「何を(価値観に)持ってくるかによって, 手法・結果が変わる」という意見が出された。単元の後半では, 小グルー

プにおける合意形成を試みた。グループは3つに分かれ, 以下の解決を行っていた。1つ目のグループは, $(100 \div \text{順位}) \times \text{人数}$ というスコアリングルールのもとで決定する方法である。2つ目のグループは, 決選付き多数決をもとに決定する方法である。3つ目のグループは, 結果としてどの方法を採用すべきかを合意形成することができなかった。これらの小グループでの議論に基づき, クラス全体での合意形成を再度試みた。議論の帰結として, ボルダルールがそれぞれの価値観を満たすことが合意され, 方法として採用された。

6. 構築した教材枠組みに基づく教材の検証

授業実践を構築した枠組みに基づき分析したところ, 以下の知見を見いだすことができた。第一に, 初期段階における原初モデルの問題発見の不十分さである。生徒らは, 初期段階において多数決というモデルを容易に生成することができた一方, その問題点として「反映されていない人数が多い」という死票にのみ着目がなされた。多数決の他の問題点が顕在化されず, 複数化の必要感の欠如へとつながった。第二に, モデルの作成(複数化)における教材レベルと授業レベルのギャップである。教材レベルにおいては, 教材開発においてコンドルセルールや是認投票などのモデルを想定したものの, 授業実践においてはボルダルールと他のスコアリングルールのみが作成された。第三に, モデルの他者化の困難さである。生徒らは, 作成(複数化)した種々のモデルの欠点をそれぞれ暗黙裡に気づいていたものの, 他者化に資する数学的理解に不足し, 検討することが困難であった。第四に, 構築した枠組みの価値づけである。本研究ではアレントの「公的空間」に着目し, 枠

組みを構築したものの、「公的空間」に着目する教育的意義の検討は十分になされていない。また、本研究が育成を目指す市民性の概念自体を検討することはできていない。

7. 本研究のまとめと今後の課題

本研究の目的は、高等学校数学科における「公的空間」に着目した教材枠組みを構築することであった。方法は、以下の4点を採用した。第一に、高等学校数学科における公的空間の形成を論ずるにあたり、数学と倫理に着目する意義を明らかにした。第二に、高等学校数学科における公的空間に着目する教材の条件を明らかにし、教材枠組みを構築した。第三に、構築した枠組みに基づき教材を開発し、その教材にもとづく授業を設計した。第四に、設計した授業を実践し、その分析を通して教材及び教材の枠組みの妥当性を検証した。

研究全体の知見として、「公的空間」に着目した教材の枠組みとして、「公的空間」を形成するための場面の条件の枠組みと「公的空間」に着目したモデルの変容を捉える枠組みを構築した。前者の枠組みは、さまざまな数学的モデルが社会の意思決定において用いられているものから、題材としてどのようなものが適切であるかを判断する基準として活用することが可能であり、教材開発の枠組みとして大きな役割を果たす。また、後者の枠組みは、着目した題材から作成した問題場面に対して、どのような解決がなされるかを想定した際、本研究の志向と整合しうるかを判断する基準として活用することが可能である。すなわち、理想的な解決過程を想定するに際し、どのように想定するかの指針として機能するものである。また、この枠組みは、実際の学習者の活動を追跡する

際にも機能しうる。学習者らが作成したモデルを分析する際、学習者らがそのモデルをどのように認識しているかを追跡するための基準として活用することが可能である。

引用・参考文献

- Abassian, A. et al (2020). Five different perspectives on mathematical modeling in mathematics education, *Investigations in Mathematics Learning*, 12(1), 53-65.
- ハンナ・アレント(1994). 人間の条件. 志水速雄 (訳). 筑摩書房.
- Barbosa, J. C. (2006). Mathematical modelling in classroom. *ZDM*, 38, 293-301.
- Ernest, P. (2012). What is our first philosophy in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 32, 3, 8-14.
- Ernest, P. (2016). Mathematics and values. In *Mathematical Cultures*, 189-241.
- Ernest, P. (2021). The ethics of mathematical practice. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 38, 1-33.
- Ravn, O., & Skovsmose, O. (2019). Connecting humans to equations: A reinterpretation of the philosophy of mathematics. Cham: Springer.
- 坂井豊貴 (2016). 決め方の経済学. ダイアモンド社.
- Skovsmose, O. (2014). *Critique as uncertainty*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Skovsmose, O. (2020). Banality of mathematical expertise. *ZDM*, 52, 1187-1197.

(う え だ り ん た ろ う)

東京都立大泉桜高等学校

〒178-0062 東京都練馬区大泉町 3-5-7)