

中等教育 研究紀要 第66巻

第2部 教科研究

1. 自分で地図を作成し、分析・考察して、地域の課題の解決策を提案する授業
—高等学校地理歴史科地理総合の授業単元「地理情報システム(GIS)の活用」—
..... 見島 泰司 1
2. 静動リフレーミング—多様な数学的活動にまたがる潜在的な能力—..... 上ヶ谷 友佑 7
3. 曲面の展開図がかかるための必要十分条件を考察する授業実践—定義活動の視点から—
..... 近藤 裕司 14
4. 高校数学における異端な数についての教材研究—複素数でない二元数をめぐって—
..... 迫田 彩 20
5. 試行をともなった連続型確率変数の例を用いて確率密度関数について納得する授業実践
..... 藤井 一郎 27
6. 当事者意識の涵養を通してエージェンシーを育む授業
—生態系管理課題「シカ被害」を背景とした教材「オオカミの導入」—
..... 田中 伸也・藤浪 圭悟 34
7. 「ミックススイム」を取り入れた水泳授業の有用性に関する探索的研究
—高等学校における技能高群の生徒を対象として—..... 福田 健太郎・信原 智之 45
8. 高校体育における戦術的な思考を深めるベースボール型授業の実践報告
—「ベースボール5」および「ベースボール4」の教材化を通じた探索的実証調査—
..... 福田 健太郎・合田 大輔・高田 光代・信原 智之
..... 藤村 繰美・堀家 弥姫・池田 健人・佐藤 聡一郎 52
9. 体育授業の男女共習化が生徒の学びに及ぼす影響についての考察
—運動種目別の比較を手掛かりとして—
..... 福田 健太郎・高田 光代・信原 智之・藤村 繰美・合田 大輔・堀家 弥姫 66
10. 男女共習による体育授業において学習者が感じる困難の構造
—スポーツ・インテグリティを脅かす要因に基づく分析—
..... 藤村 繰美・福田 健太郎・阿部 直紀 75
11. 心理的安全性を重視した創作ダンスが中学生のWell-beingに及ぼす影響
..... 堀家 弥姫・高田 光代・合田 大輔・信原 智之・福田 健太郎・藤村 繰美 84
12. エッシャーの錯視表現から学ぶ空間認知と造形表現
—エッシャー作品にだまされる経験を創作へつなぐ—..... 牧原 竜浩 96
13. 総合的な探究の時間「創造I」における音楽科の継続的授業実践
—「音とは何か」という問いを起点とした知識欲求の喚起—..... 藤井 恵子 102
14. リテリング活動の概念整理と意義の再考
—読みを深め「自分のことば」で再話するための活動設計への示唆— .. 二川 敬伍 111
15. シンボル能力の育成を目指した英語授業—定義の通時的検討と実践の提案—
..... 守田 智裕・眞子 和也 117
16. 環境に関する幼児期・小学校低学年時の学習経験と中学校段階における学習意識との関連
..... 藤浪 圭悟・藤村 繰美 126
- 既刊目次一覧 132

2026年

広島大学附属福山中・高等学校

自分で地図を作成し、分析・考察して、地域の課題の解決策を提案する授業 —高等学校地理歴史科地理総合の授業単元「地理情報システム（GIS）の活用」—

見島 泰司

本稿は、高等学校必修科目「地理総合」の単元「GISの活用」において、生徒が自ら統計地図を作成し分析・考察して地域課題の解決策を提案する授業を開発・実践した報告である。既存の統計地図の分析授業では、作成過程が見えず読図に時間を要し、課題点となった。そこでGoogleスプレッドシートで主要都市の人口を入力しマップチャートで可視化、各国の都市システムを比較して形成要因を仮説化し、AIの提示するキーワードを手がかりに文献・公的資料で検証、発表を通して一般化した。学習は日本の一極集中問題へ接続し、首都機能分散等の提案へ展開した。成果として主体性とデータリテラシーの向上が見られた一方、個別支援や科学的知識補足の基準整備が課題として残った。

1. はじめに

2022年度より必修科目となった高等学校「地理総合」が始まり3年余りが経過した。「地理総合」は大きく「GIS」・「国際理解と国際協力」・「持続可能な地域づくり」の3つの柱で構成され、なかでも「GIS」は最初に学ぶ内容となっている。これは、「GIS」の内容で習得した地理的知識や技能を、その後の地理学習に活かすという意味合いが含まれていると推察する。そこで「地理総合」が始まる前の2021年に、「深い学びを実現し、グローバルコンピテンシーの育成を図る授業開発」というテーマのもと、既存の統計地図（『World Mapper』に掲載されているカルトグラム）を分析・考察する授業を実践し、その報告をおこなった。詳細は本校の『中等教育研究紀要 第62巻』にまとめている。この授業実践において

は、統計地図（カルトグラム）を分析・考察することで、グローバルな問題の発見ができたり、その問題の解決策を導き出すデータを習得したりするなどの成果があった一方、あらかじめ作成された地図に生徒が馴染めず、主体的に分析・考察することが難しい場面が見られるなどの課題が見つかった。その理由として、既存の統計地図は、どういう過程でその地図が作られたのかが省略されており、生徒自身が地図を読み取るのにかなりの時間を要したことなどが、生徒の振り返りで読み取れた。新しい指導要領が求めている「主体的・対話的で深い学び」の実現のためには、統計地図を生徒が意欲的に読み取ろうとする態度を育成することが必要であると認識した。

そこで、本研究では、生徒がGISをより活用できるよう、生徒自らが地図を構築して、その分析・考察を生か

高等学校地理歴史科 地理総合 学習指導案

1. 単元 GISの活用～自分で地図を作成し、分析・考察して、地域の課題の解決策を提案する～

2. 単元のねらい

本単元を開発した理由は、従来のGISの授業が既存の地図を読み取って課題を分析する受け身の学習に偏り、探究の核となる「地図がいかにつくられるか」という視点が十分に扱われてこなかったからと考えた。そこで、生徒が自らスプレッドシートで地図を構築してからGISとして活用する流れを採用した。地図を「与えられた資料」から「自分で設計したモデル」へと転換することで、対象地域への関心が高まり、形成過程で働く地形・交通・歴史・制度などの要因を主体的に検証する姿勢が育つ。さらに、可視化の選択や尺度の設定、指標の重み付けといった判断を繰り返す中で、データリテラシーと批判的思考が同時に鍛えられる。実際の授業でも、生徒は仮説を立て、検証を重ねながら議論を深め、教科書通りの手順に頼らない独自の結論に到達しようとしている。加えて、地理的事象を社会の制度設計や地域の意思決定と結び付けて捉える力を鍛えることで、「社会的な見方・考え方を働かせ、新たな時代に必要な資質・能力を育成する」ことが達成できる。生徒自作の地図を起点に「なぜそう見えるのか」「社会にどう生かすか」を追究させることこそ、地理の本質的学びと次代の市民性を同時に育む最良の道であると考えた。

3. 単元計画 (全3時)

時数	主題・キーワード	目標 (ねらい)
第1時	日本の一極集中の現状と課題	日本の都市システムの集中傾向と地方創生の必要性を理解する。
第2時 (本時)	世界の都市システム比較 (GIS作成・仮説検証)	事例国の都市システムをGISで可視化し、形成要因について仮説・検証・考察する。
第3時	日本への提案 (首都機能移転・分散 プラン発表)	事例に学び、日本の一極集中是正に向けた地理的提案について、根拠を示して表現する。

4. 単元の評価規準

ア：知識・技能

- ①世界の都市システムの特徴と日本の一極集中の要因を理解している。
- ②GISやスプレッドシートを用いてデータを可視化し、分布の特徴を明確に地図にできる。

イ：思考・判断・表現

- ①GISで得たデータを根拠にして、日本の地方創生に向けた提案をおこなっている。

ウ：主体的に学習に取り組む態度

- ①地理的課題に主体的に取り組む、世界と日本を比較して課題解決を試みている。

5. 本時の主題

世界の都市システムについて、生徒の作成した地図をGISとして活用し、多極分散型・二極分化型・首都が人口第1位でないなどの国家の特徴を理解し、その形成要因を考察する。

6. 本時の目標と獲得させたい知識

(1) 目標

- ・GISを用いて世界各国(カナダ、ブラジル、ドイツ、南アフリカ、スペイン、イタリア、ナイジェリア、パキスタン)の都市システムを地図化する。
- ・国ごとの都市システムの形成要因(地形、歴史、交通、政治など)について仮説を立て、比較検証する。
- ・日本の都市構造との違いを明確にし、地方創生に向けた視点を獲得する。

(2) 獲得させたい知識

- ・多極分散型国家の具体例(カナダ、ブラジル、ドイツ、南アフリカ)では、歴史的経緯や地形的条件、広大な国土による分散的都市発展(連邦制国家・首都機能分散)が見られること。
- ・二極型国家(スペイン、イタリア)では、地域的な文化・経済の違いが都市間競争を生み、二極構造(政治と経済それぞれの中心)が形成されていること。
- ・首都が人口1位でない国家(ナイジェリア、パキスタン)では、政治的・歴史的要因(内戦・紛争の影響)により首都が分離されていること。
- ・GISによる地図化を通して、都市分布の特徴を地理的に説明できるようになること。

7. 授業展開過程

時間(分)	学習活動	指導上の留意点	評価の実際
導入 5分	前時の日本の一極集中の内容をふり返し、「他国ではどのような都市構造があるのか?」という課題を提示。	課題を共有し、探究の方向性を明確にする。	ア-① ウ-①

展開Ⅰ 10分	Google スプレッドシートを使い、各国の主要都市とその人口を入力して GIS 地図を作成。	データ入力と地図化の操作支援を行い、都市の位置関係に着目させる。	アー① アー②
展開Ⅱ 15分	作成した地図をもとに、国ごとの都市構造を分析し、仮説を立てる（例：連邦制・地形・経済要因など）。	比較の視点（政治制度・歴史的背景・地形など）を整理し、思考を支援する。	アー① イー①
展開Ⅲ 15分	グループごとに考察をまとめ、国ごとの特徴を発表し合う。	発表内容に対して、「なぜそのような都市構造になったのか」を問い返し、考察を深める。	アー① イー①
終結 5分	多極分散型・二極型・首都が人口1位でない型の違いを整理し、次時の日本への応用に導く。	次時の課題「日本の首都機能移転・分散プランを提案しよう」を提示する。	アー① イー① ウー①

し、地域の課題の解決策を提案する授業の構想をおこなった。実践した授業について具体的に示し、この授業実践での成果と課題を明らかにしていきたい。

2. 授業単元「地理情報システム（GIS）の活用」の構成と実践について

本章では、地理総合の授業として開発した単元「地理情報システム（GIS）の活用」のうち、第2時限目にあたる「世界の都市システム比較（GIS作成・仮説検証）」を主題とした授業について、解説する。

導入では、前時におこなった「日本の一極集中問題」を振り返り、「他国ではどのような都市構造があるのか？」という課題を提示した。展開Ⅰでは、Google スプレッドシートを使って、各国の主要都市名と人口数を入力し、統計地図の作成に取り組んだ。展開Ⅱでは、生徒が作成した地図をもとに、国ごとの都市構造を分析し、そうした構造になっている要因について仮説を立てた。展開Ⅲでは、立てた仮説を検証し、グループごとに考察をまとめ、国ごとの特徴を発表した。終結では、多極分散型・二極型・首都が人口1位ではない型の違いを整理し、次時の「日本の首都機能移転・分散プランを提案しよう」という課題を考えていくことへ導いた。開発した単元はこのような授業構成となっている。以下、授業展開の場面ごとに、解説をしていきたい。

（1）導入：課題を共有し、探究の方向性を明確にする

導入では、前時の授業内容を踏まえ、日本が抱える一極集中の問題、それに伴う地方衰退の問題に触れた。資料1は、前時の授業で学習した内容をまとめたスライド

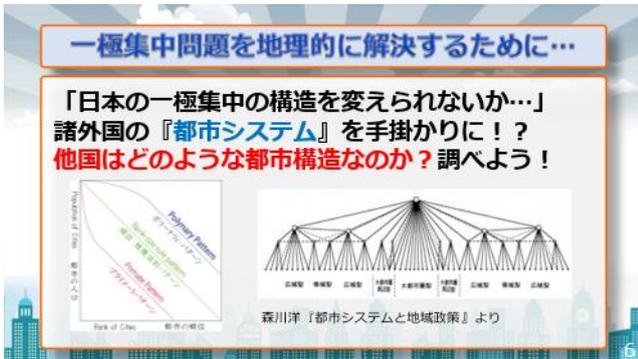
であり、日本経済新聞の一極集中問題を伝える記事を引用した。このまま東京への一極集中が進むと、地方はますます衰退し地方創生は叶わないのでは、という問題提起をおこない、単元を通した主題である「一極集中問題を“地理的”に解決を図る」ことを意欲的に思考するようにさせた。



資料1 日本の一極集中問題（授業者作成）

この課題解決の手がかりとして「都市システム」の概念を、生徒に習得させるよう授業に取り入れた。森川(1998)は、「都市システムの整備は地域政策にとって重要なものとなる。東京一極集中を是正して国土の均衡ある発展を図るためには、多極分散型国土の発展が必要である。（資料2）」としている。世界の多くの国々は、政治的・経済的・歴史的要因から、一極集中型の都市システムを示している。しかし、世界の国の中には、大都市が国内の広い範囲に分散していたり、首都のみに人口が集中していなかったり、様々な都市システムのパターンを示している。こうした国々の都市システムの要因を追究することで、日本の一極集中の是正の手がかりになると考

えた。また、生徒の持っている「首都＝その国の人口最大都市」という常識を覆すこともねらいとしている。



資料2 都市システム概念図(森川(1998)より作成)
(2)展開Ⅰ: Google スプレッドシートを使い、世界各国の統計地図を作成する

この授業実践の一番のポイントとして、「自分の統計地図を作成する」ことがある。ただ、白地図に手書きで作成するといった時間のかかる作業や、地図作成のためのソフトウェアを購入するといった費用のかかる方法は、簡便さに欠け避けたいと考えた。そこで使用したのが「Google スプレッドシート」である。以下、世界各国の都市システムに関する統計地図作成の手順を示す。

① シートに統計数値を入力する

Google スプレッドシートを開いたら、以下の図のように、人口上位都市の都市名と人口数を入力する。

人口上位都市	都市名	人口(万人)
1位	ヨハネスバーグ	494.9
2位	ケープタウン	400.5
3位	ダーバン	370.2
4位	ジャーミストン	337.9
5位	プレトリア	327.5
6位	ネルスプロイト	175.4
7位	ラステンバーグ	165.7
8位	ウムタタ	145.7
9位	ミツデルバーグ	144.5
10位	ソホヤンドゥ	139.3

図1 スプレッドシートで統計地図を作る その1

② 統計をグラフへと変換する

次に、入力したセルをドラッグして「挿入」タブより、グラフを作成する。すると、棒グラフや円グラフなどの様々な種類のグラフを選ぶことができる。「グラフの種類」のリストを開くと、下の方に「地図」の項目が出てくるので、2つのうち「マーカー付きマップチャート」を選択すれば、統計数値が地図上に円グラフで示される。



図2 スプレッドシートで統計地図を作る その2

③ 適切な範囲設定に変更する

あとは、範囲が世界全体だとグラフが見えづらいので、「カスタマイズ」から「マップチャート」を選択し、地域を「世界」から「アフリカ」に変更すれば、アフリカ州のスケールでの地図にすることができる。

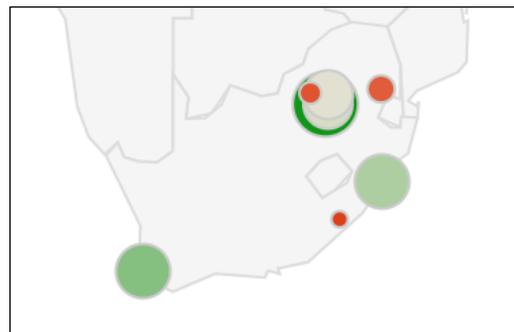


図3 スプレッドシートで統計地図を作る その3

このような手順で、誰もが簡単に統計地図を作成することができる。また、自らが数値を入力して作成しているので、完成した地図が、どのような意図で作られたのか、や、何を視覚的に表しているのか、を適切に理解したうえで、次の分析や考察に移ることができる。

授業では、8つのグループに分け、その各グループがそれぞれ8か国の統計データを用いて、地図を作成した。次ページに世界全図で示した。

(3)展開Ⅱ: 作成した地図をもとに、国ごとの都市構造を分析し、仮説を立てる

完成した統計地図をもとに分析をおこない、「なぜ、そうした分布になっているのか」について仮説を立てさせた。地図作成に選んだ国は、いずれも日本のような「一極集中型」の都市構造ではなく、「多極分散型」(国内に複数の大都市が散在、突出した大都市が2つ存在、首都が人口1位ではない、等)となっている。このような分布になっている要因を、これまで生徒が学んできた既習の知識を用いながら、グループの生徒で意見を交流し、仮説

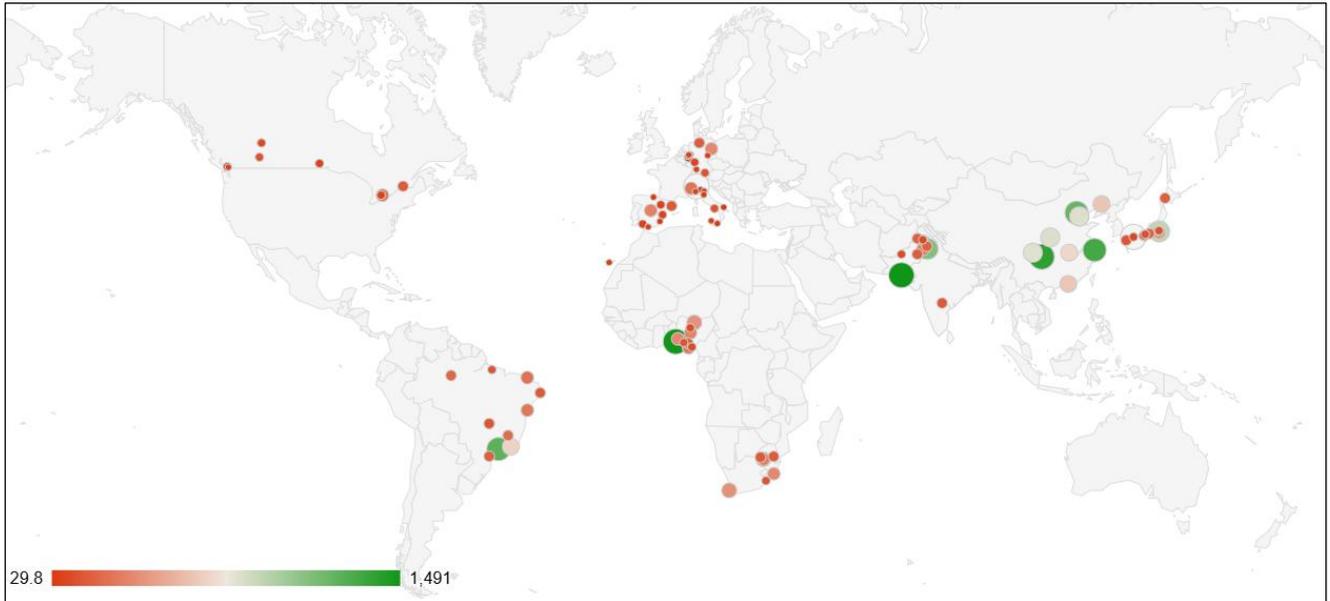


図4 世界各国の都市システムを示した統計地図（生徒作成）

を導いた。それぞれのグループが立てた仮説の一例を以下に示す。

カナダ…地図帳の国別統計を見ると、カナダの主な輸出品目より、原油・自動車・機械系が多く輸出されていることがわかる。原油はロッキー山脈付近で採れ、機械系はアメリカ同様五大湖周辺で発達したと考えられる。このため、西部・東部にうまくバラけたと考えられる。

南アフリカ…ドラケンスバーグ山脈を避けて右側と左側に都市がある。3つの大きな都市に分かれている。
 スペイン…スペインには日本の北海道と沖縄で生じるような気温の差が生まれにくくどこに住んだとしても、過ごしやすさはあまり変わらないから。
 イタリア…国土を縦断する山脈のせいで分断されていて、それにより、古代に有力な都市が複数誕生し、当時の関係が現在まで残っているから。

立てた仮説が「本当にそうなっているのか」と思考するために、本授業ではAIを用いた。本校ではみんなの「スクールAI」を使用しており、教師がAIの返答をカスタマイズすることができる機能がある。今回は、生徒の質問に対し、ヒントとなるキーワードを中心に答えるように設定した。AIが導いた回答は必ずしも正しいとは限らないので、キーワードをもとにして検索をかけ、論文や文献、公官庁・研究機関などのWebページ等から、根拠のある資料を用いることを生徒へ指示した。以下、スクールAIが回答したキーワードを示す。

ブラジル…植民地時代に地域を分割していたため、その頃の拠点が複数存在している。

ドイツ…歴史的に多くの領邦国家が並立し、それぞれが中心都市として発展している。
 ナイジェリア…一度首都が移転した。

(4) 展開Ⅲ：グループごとに考察をまとめ、各国の都市システムの特徴を発表する

展開ⅡでA Iより導き出したキーワードをもとにし、検索をかけて得られた資料を読み解き、それぞれの国が「多極分散型」の都市システムを示す理由について、各グループが調査し、スライドにまとめ、発表をおこなった。以下、いくつかのグループのスライドを示す。

イタリア（スライド2枚目は、そのような構造になる理由を入力⇒図・文章）

理由

- 統一が遅く、それ以前の有力都市が現在も強い力を持っているから。
 (大陸を縦断するアペニン山脈の影響)
- ローマは歴史的象徴として首都にされたが、経済・工業・金融の中心はすでにミラノ・トリノ・ジェノヴァに形成されていたから、日本の東京のように政治も経済も文化も東京という構造がイタリアでは成立しなかった。
- イタリア半島は縦にアペニン山脈が走り、平野が分断されている。北イタリア(ポーチーノ)と中部イタリア、南イタリアは自然環境が大きく異なる。交通障壁が多い。そのため「首都に集まるより、各地域で独自に発展する」という形になった。

『第33回世界史講義のまとめ②(イタリアの統一)：山武の世界史』より
<https://notepad.com/share/E3T89w9t-8mk4@11-8f5c89e21c52>

ナイジェリア（スライド2枚目は、そのような構造になる理由を入力⇒図・文章）

理由

- 1991年に首都がラゴスからアブジャに移転しているため。
- 民族が250以上存在している。→集中すると対立が起こる
- 北部中心にイスラム教、南部中心にキリスト教が信仰されており、宗教関連の施設が分散している。
- 産業が分散していて、一か所に依存していない
- 政治、経済、文化が分散
- 交通インフラが整備されていない場所が多い

出典：
 ナイジェリアの都市アブジャ 日本外交協会 [uri:https://www.spjd.or.jp/?page_id=4571](https://www.spjd.or.jp/?page_id=4571)
 ナイジェリア連邦共和国 基礎データ 外務省 [uri:https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/nigeria/data.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/nigeria/data.html)

図5 都市システムの考察スライド（生徒作成）

生徒が作成したスライドに示したように、根拠のある資料からの確な理由・背景を考察していることが窺える。自作の統計地図を作成したことで、意欲的に分析や考察に取り組む態度へとつなげることができた。

(5) 終結：都市システムのタイプを整理し、次時の日本への応用へ導く

生徒の考察をもとに、多極分散型の構造になっている国々をカテゴライズした。多極分散型国家の具体例（カナダ、ブラジル、ドイツ、南アフリカ）では、歴史的経緯や地形的条件、広大な国土による分散的都市発展（連邦制国家・首都機能分散）が見られた。二極型国家（スペイン、イタリア）では、地域的な文化・経済の違いが都市間競争を生み、二極構造（政治と経済それぞれの中心）が形成されていた。首都が人口1位ではない国家（ナイジェリア、パキスタン）では、政治的・歴史的要因（内戦・紛争の影響）により首都が遷都されていた。

各国は、なぜ一極集中にならないのか？

- ・カナダ、ブラジル、ドイツ、南アフリカは、連邦制や首都機能分散をおこなった。
- ・スペイン、イタリアは、政治と経済の二極構造が形成された。
- ・ナイジェリア、パキスタンは、内戦や紛争の解決を図るため首都が分離された。

図6 多極分散型国家の要因の一般化（授業者作成）

授業の最後に、総括したことを踏まえ、次時への課題「日本の首都機能移転・首都機能分散プランを提案しよう」を提示した。参考に、次の授業で生徒が作成したプランを右段に示した。都市システムの理論を踏まえ、「東京から首都を移転するとしたら」または「東京の機能を分散させるとしたら」との主題に対し、この授業で示した各国の都市システムを応用しつつ、それぞれのグループが説得力あるプランの提案をおこなうことができた。

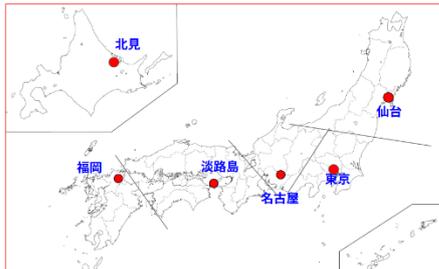
分析・考察・提案に至る中で、生徒たちは終始、主体的に学び考えようとする姿勢が随所に見られた。生徒自身がGISを活用できた成果であると考えている。

3. おわりに

本授業は、令和7年度の本校教育研究会の公開授業で実践をおこなった。当日は、広島大学大学院人間社会科学部准教授の金鍾成先生にお越しいただき、ご講評をいただいた。金先生からは「場所にかかわる視点（共通

性・多様性）、空間的相互作用のそれぞれを働かせ、見方・考え方を身につけさせるプロジェクト構成型の授業になっていた」と評価していただいた。一方で、生徒個々への支援であったり、考察による科学的な知識に対して補足をおこなう基準が明確でなかったり、この授業における課題もご指摘いただいた。今回作成した授業実践を見直し、生徒がさらに主体的・対話的に学び合うことで、深い学びが実現できる授業へと昇華させていきたい。

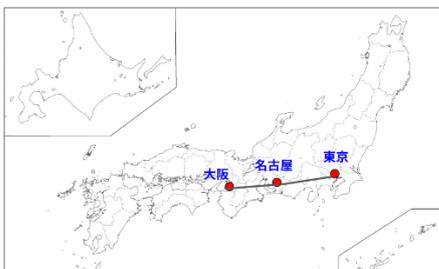
連邦制（各州に州都）のドイツを参考



プランの概要説明

- ・均等に州を配置
- ・有力な都市を起点に、6州に分割して発展・差別化をはかる

首都遷都のオーストラリアを参考に



プランの概要説明

- ・主な都市である東京と大阪の真ん中くらいに位置する名古屋に首都を置く。
- ・オーストラリアは二大都市であるメルボルンとシドニーのどちらかを首都にするかの争いが収まらず、妥協案として中間地点のキャンベラを首都にしたらしい。

図7 日本の一極集中是正プランのスライド（説明・例）

参考文献

<ホームページ>

- ・日本経済新聞社電子版 <https://www.nikkei.com/>
- ・みんなく スクールA I <https://school-ai-app.mingaku.net/>

<書籍>

- ・確井照子編『「地理総合」ではじまる地理教育 持続可能な社会づくりをめざして』古今書院、2018年
- ・社会認識教育学会編『新社会科教育学ハンドブック』明治図書、2012年
- ・地理教育システムアプローチ研究会編『システム思考で地理を学ぶ』古今書院、2021年
- ・地理情報システム学会教育委員会編『授業のためのGIS教材』古今書院、2021年
- ・森川洋著『人口減少時代の都市システムと地域政策』大明堂、1990年

静動リフレーミング —多様な数学的活動にまたがる潜在的な能力—

上ヶ谷 友佑, 近藤 裕司, 豊福 共輝

本稿の目的は、基礎的な学習から発展的な数学的問題解決まで多様な数学的活動において潜在的に必要なとされる能力として、動的な見方と静的な見方の柔軟な行き来する能力があることを提起することであり、本稿では、この行き来を静動リフレーミングと呼ぶことを提唱する。先行研究においては、物語を語るかのように数学の対象を捉えることの重要性が指摘されており、本稿はそれと軌を一にする取り組みである。本稿は、中学校・高等学校における数学の基礎的学習場面での静動リフレーミングの具体例を挙げるとともに、大学入試問題レベルの高度な数学的問題解決活動においても静動リフレーミングが必要となる場面を具体的に提起した。今後の課題は、静動リフレーミングの質の高さを考える理論的枠組の検討と、生徒達の実際の静動リフレーミングの様子調査である。

A Static-Dynamic Reframing: A Hidden Competence across Diverse Mathematical Activities

Yusuke Uegatani, Yuji Kondo, Tomoki Toyofuku

The purpose of this paper is to propose that the ability to flexibly shift between dynamic and static perspectives is a hidden competence across a wide range of mathematical activities, from foundational learning to advanced mathematical problem-solving. In this paper, we refer to this flexible perspective shift as static-dynamic reframing. Prior research has highlighted the importance of apprehending mathematical objects in a narrative-like manner, and the present study is aligned with this line of work. This paper presents concrete examples of static-dynamic reframing in foundational mathematics learning contexts at the middle and high school levels, and further identifies specific situations in advanced mathematical problem-solving activities at the level of university entrance examinations in which static-dynamic reframing is also required. Future research will focus on developing a theoretical framework to examine the quality of static-dynamic reframing and on investigating how students engage in it in practice.

1. 序論

数学におけるイメージの活用は、そのイメージを「絵」(picture) として見るのではなく、「図」(diagram) として見ることにある。図が非絵的 (non-pictorial) であることについて、de Freitas (2012) は、図が「厳密に表象的でなく、かつ、しばしばいくらかの現実性や理想性の決定を支持することに失敗する」(p. 28) と表現する。例えば、図 1 において、点 M は正確に線分 BC の中点に描かれているわけではないけれど、記号「||」によって、我々は点 M が線分 BC の中点であると見る。また、点 M を表している「・」は、実際には面積を有する小さな円であるけれ

ど、我々はこれを点であると見る。他にも、この図 1 を

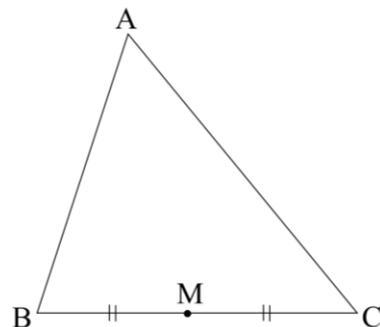


図 1: $\triangle ABC$ の「図」

用いて三角形一般に成り立つ事柄を証明するとなったら、図1の△ABCは、実際には特定の辺の長さ・特定の角の大ききで描かれた三角形であるけれど、これを一般の三角形を代表したものとして見るのである。

このように、数学における「図」は、真実や理想をできるだけ写し取ることを意図して描かれた「絵」とは、その役割が根本的に異なる。美しい風景の写真であれば、単に視覚刺激を受けるだけで美しいと感じることもあり得るかもしれないが、これに対して図は、単なる視覚刺激のみでは、原理的に、その図の意味を認識することができない。このことは、図との「関わり方」に習熟するためには、後天的な学習が必要不可欠であることを意味する。

これまで数学教育研究においては、こうした図との「関わり方」について、「動的な見方」という観点から研究がなされてきた(例えば、岡崎 et al., 2010; 豊福 & 上ヶ谷, 2024)。例えば、図2に描かれている「直線」は、いずれも有限の長さで描かれており、実体としては「線分」である。このとき、このことは、直線 $y = \frac{1}{2}x + 3$ と x 軸に交点が存在しないことを意味しているわけではない。我々は必要に応じて、頭の中で動的に直線 $y = \frac{1}{2}x + 3$ と x 軸を延長して、それらの交点を考えるのである。しかしながら、これらの先行研究において議論されている動的な見方は、図形や関数といった数学的対象の認識を深めるための動的な見方が中心である。

数少ない例外として、de Freitas (2013) は、de Freitas (2012) の考察をさらに押し広げ、代数的な問題解決活動においても数学的問題との動的な関わりが見られる点を考察している。また、de Freitas (2016) は、特定の視点から図を観察することを要求しないため、他のイメージ以上に、能動的で実質的な関与を求められることを明確に論じている。しかし、de Freitas (2013, 2016) の議論は哲学的な考察に留まっており、中学生・高校生の具体的な姿としては議論されていない。そこで、中学校・高等学校における具体的な数学教育を考えていくにあたっては、数学的対象の認識のみならず、多様な数学的活動において図との能動的関与が重要なのだという視点から、中学生・高校生の数学的活動を想定した教材開発が必要である。

本稿の目的は、中学校・高等学校における多様な数学的活動において、図や式への能動的関与の一形態として動的な見方と静的な見方の柔軟な転換(静動リフレーミング)が鍵要素になる点を、具体的な教材を通じて論証することである。特に本稿では、多様な数学的活動が射程に入ることを示すため、基礎的な学習段階における数

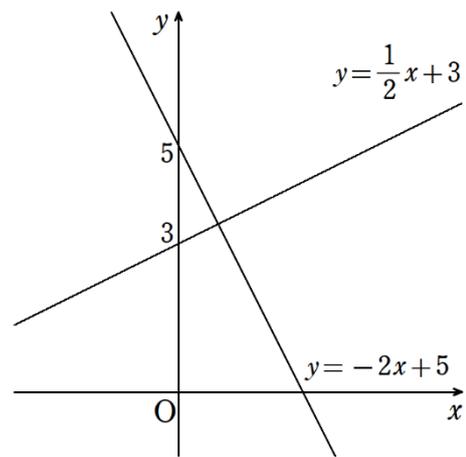


図2: 「線分」として描かれている直線

表1: 動的な見方と静的な見方の規定

用語	規定
動的な見方	「私」や「あなた」を図や式の構成要素と見なしたり、図や式の構成要素を擬人化して捉えたりして、図や式の構成要素が主たる登場人物である物語を紡ぐこと。
静的な見方	ある動的な見方において主たる登場人物とされた図や式の構成要素についての物語を止めること。

学的活動においても、大学入試問題レベルでの数学的問題解決活動においても、この静動リフレーミングが重要であることを論じる。大学入試は、長らく数学教育研究において卑近な研究対象として忌避されてきた感もあり、その存在を肯定的に数学教育に活用しようとする研究は少なかったが(数少ない例としては、石井 et al., 1978; 菅野 et al., 2007 など)、その社会学的意義は再検討されるべきである(上ヶ谷, 2020, 2021, 2022, 2023, 2025)。本稿は、この観点から、基礎的学習から大学入試レベルにおける数学的問題解決までを幅広く取り扱う。

本稿の構成は以下の通りである。まず、動的な見方と静的な見方の概念規定を行うとともに、本稿が提唱する静動リフレーミングのアイデアを述べる(第2節)。次に、中学校・高等学校における基礎的学習で見られる静動リフレーミングの具体例を挙げる(第3節)。そして、大学入試問題レベルの問題解決においても静動リフレーミングが重要になる点を、具体例を用いながら論じ(第4節)、それらの例を踏まえた総合的な考察を述べる(第5節)。最後に結論と今後の課題を述べる(第6節)。

2. 動的な見方と静的な見方の概念規定と 静動リフレーミング

本稿では、動的な見方と静的な見方を、de Freitas の諸論に基づいて、それぞれ表 1 のように規定したい。まず、de Freitas (2012) は、数学者が図について語る様子の分析を通じて、「物語としての図」という考え方を提起する。De Freitas (2012) が分析した数学者は、三平方の定理の証明の図を説明するにあたって、次のような調子で、「私」や不特定の「あなた」¹⁾があたかも図の説明に必要な図の構成要素であるかのように話した。

私は次のように言うでしょう。あなたは、1つの三角形から始めて、あなたがやるであろうことは、各辺の上のできる正方形を見ることと、それらの正方形の面積を見ることです。そして、この正方形の面積とこの正方形を足すと、この面積になるように、私はどうにかそれを分割したいのです。(p. 31)

加えて de Freitas (2012) は、数学者ではない別の人物の分析では、その人物が、図形の移動によってできる交点群を“these guys” (こいつら) と擬人化して説明する様子も捉えている。

これらの振る舞いは、学校数学の文脈でも馴染みがある。例えば、先に取り上げた図 1 において、もし教師が生徒に、「直線 $y = \frac{1}{2}x + 3$ と x 軸はどこで交わるのかな？」と発問したならば、その教師はその生徒に、図 3 を用いて「この子達 (直線 $y = \frac{1}{2}x + 3$ と x 軸) を (あなたが) 伸ばしてやれば、交点 (×) が見つかります」²⁾ とか、「これ (直線 $y = \frac{1}{2}x + 3$) とこれ (x 軸) は、本当はもっと伸びていてここ (×) で交わります」といった風に、de Freitas (2012) で報告されているような、動的な見方を伴う説明を期待するであろう。

また、de Freitas (2013) が示唆するように、こうした動的な見方は、図に限らず、式への能動的関与としても重要である。例えば、関数 $y = ax$ (ただし、 a は定数) のグラフを考える場合においては、図形的に傾きがいろいろな直線を考えることも重要であるが、式において a の値を多様に変化させて考えることもまた重要である。

一方、重要なことは動的な見方ばかりではない。静的な見方もまた重要である。関数 $y = ax$ (ただし、 a は定数) の場合、実際には a の値は未知定数であり固定されている。 a を動的に捉えるということは、関数族へと考察の対象をスライドさせていることを意味しているが、

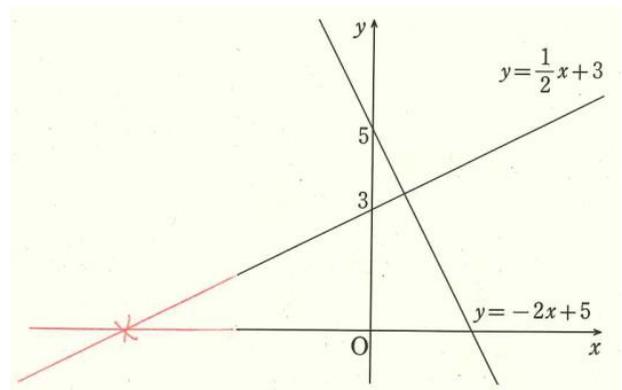


図 3: 動的な見方による直線の延長

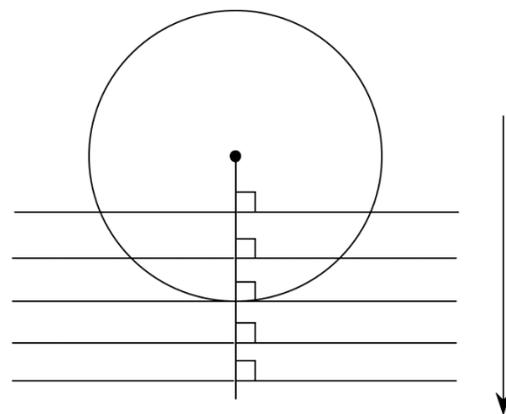


図 4: 静動リフレーミングによる円の接線の理解

問題を解く際やグラフを図示する際には、しばしばスライドさせたままというわけにはいかず、再び固定する必要がある。これは、動的な見方に対して、静的な見方と呼んでよいであろう (図 1)。数学的对象それ自体を擬人化したり、私やあなたといった登場人物を導入したりして動き出した物語を、あたかも初めから動いていなかったのように、止める必要があるのである。

あるいは、そもそも、例えば、 x と y の対応関係として関数を理解することそれ自体が、静動リフレーミングの産物である。特定の x から対応する y を考えるという操作を繰り返し動的に行う過程を、全てやりきって、やりきった全体を静的な見方で固定されたものとして捉え直すことによって、関数がモノであるかのように扱われるようになる。

こうした動的な見方と静的な見方の柔軟な変換は、関数の場合でいえば、これまで数学教育研究で動的な過程 (プロセス) と静的な概念 (コンセプト) の柔軟な切り替えという意味で、「プロセプト」 (Gray & Tall, 1994) という造語と呼ばれてきた考え方と同じである。しかし、本稿では、こうした柔軟な切り替えが、数学的对象の概念的理解の例に限らず、さらに広範な数学的活動の場面で

生じ得ることを、de Freitas (2012) の物語化の視点を踏まえながら提起したい。

そしてこの点を踏まえ、特に本稿では、この動的な見方と静的な見方の柔軟な切り替えを、「静動リフレーミング」と呼ぶことにしたい。普通、数学の問題を解く際や数学のテキストを読む際、静的な見方や動的な見方をしなさいという指示は書かれていない。問題解決者やテキストの読者が、自立的にその場に応じて問題やテキストを静的な見方や動的な見方で再枠付（リフレーミング）している。以下では、この、明示的に要求されないにもかかわらず、この静動リフレーミングが多様な数学的活動において重要になることを具体例に基づいて論じていくことにしよう。

3. 中学校・高等学校における基礎的内容に見られる静動リフレーミング

中学・高等学校段階における基礎的内容の学習において、静動リフレーミングは重要である。このことは、内容を理解する上でも重要であるし、問題解決をする上でも重要である。

まず前節で述べたように、関数の係数が定数の場合に、静動リフレーミングが重要である点を述べた。中高一貫して、関数領域の学習においては静動リフレーミングが頻繁に関わってくる。

次に、中学校の図形領域でもいくらか例を挙げよう。例えば、中学校において円の接線は、図 4 のように、動的な見方を通じて円と 2 点で交わる直線を半径に垂直な方向に動かしていき、共有点が 2 点である状況と 0 点である状況の境目に、ちょうど共有点が 1 点だけとなる状況が存在することを認識し、今度は、静的な見方に切り替えて、その瞬間で直線を固定して認識し直すことになる。そうすることで、接線を考える度にいちいち動的な見方を起動させて直線を動かさなくても、接線という考察対象を認識することができるようになる。

相異なる 2 点を通る直線がただ 1 つに定まるということも、この静動リフレーミングによって理解が深まる。単に、与えられた 2 点を通る直線が 1 つ引けただけでは、その一意性の認識とはならない。例えば、動的な見方を通じて、与えられた平面上の 1 点を通る直線をすべて考えて、そこにもう 1 つの与えられた点を導入することで直線が 1 つだけ選び出されるという思考過程が関与することで、一意性の認識が強固になると期待される。

円周角の定理の理解においても、静動リフレーミングは重要である。図 5 のような状況で $\angle APB = \frac{1}{2} \angle AOB$ で

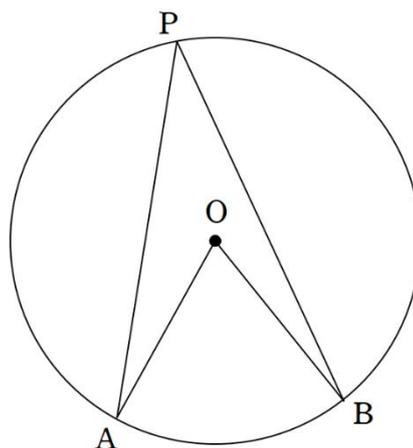


図 5: 静動リフレーミングによる円周角の定理の理解

あることについて、この円周角の定理を証明する際、図の上では、点 P はどこか固定された 1 点であるとして静的な見方で捉えられる必要があるけれど、証明の結論部においては、弦 AB に対して点 O と同じ側にさえあれば、点 P は円周上のどこにいてもよいということを、動的な見方でリフレーミングする必要がある。また、そのリフレーミングのあと、2 点 A, B についても、 $\angle AOB$ が平角にならない限りは円周上の好きな場所にいてよいがあるということ、動的な見方でさらにリフレーミングすることで一般性を高めることができる。

高校生段階においても、静動リフレーミングは様々な場面で顔を出す。関数の係数に定数が含まれる場合は、先程までと同様に静動リフレーミングが必要となるが、高等学校では、中学校よりもさらに複雑なリフレーミングが要求される。例えば、 a を定数として関数 $f(x) = x^2 - 2ax - 2a + 1$ ($0 \leq x \leq 2$) の最小値の最大値を考える場合、 a を止めた状態で $f(x)$ の最小値 m を求めてから、今度は a を動かして、 m を a の関数と見て、 m の最大値を求めることになる。物語化の観点からは、1 つの問題の中で、主人公が x から a にバトンタッチされるような、複雑な静動リフレーミングが必要である。

媒介変数や束縛変数が登場する場面でも、静動リフレーミングが重要である。例えば、 Σ 記号の用法を学習する場面では、

$$1 + 3 + 5 + \dots + (2n - 1) = \sum_{k=1}^n (2k - 1)$$

という表現の意味を理解するのに、 k を固定して各項がどのようなパターンの数列となっているかを押さえた上で、 k を動かしてそれらを 1 つずつ足していくということを考え、最後にもう一度全体を固定して「 Σ 記号全体が表していることはその足し終えた結果としての 1 つの

値なのである」という認識を持たなければならない。 k が動いて項が生成されたり、和をなすために生成された各項が集まってきたりと、焦点の当たるキャラクターがコロコロと変化するという意味で、 Σ 記号の用法の理解には複雑な静動リフレーミングが求められる。

束縛変数の登場という意味では極限操作も同様であるが、極限ならではの静動リフレーミングの難しさがある。

例えば、 $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h)-f(x)}{h}$ は、 $\frac{f(x+h)-f(x)}{h}$ の値を、 h を 0 に

限りなく近づけていく動的な見方を伴いながら繰り返し計算し、その値がどのように振る舞うかを考えなければならない一方、最終的には、その振る舞いの行き着く先の値が何であるかを静的な見方に切り替えて把握する必要がある。そして、このときの静動リフレーミングにおいて特殊な点は、それが 1 回では済まない点である。極限の定義においては、 h を 0 に限りなく近づけていくその近づけ方それ自体に自由度があるため、ある近づけ方で動かして止めても、別の近づけ方で動かして止めても、どんな動かし方であったとしても（極限值が存在するならば）同じ極限值に至るという理解が必要である。これは、さながら変数 h の冒険譚を、1 度の物語では飽き足らず幾度もルートを変更しながら繰り返す（が、必ず同じ結末を迎える）かのような物語化である。

極限值に関する静動リフレーミングが特殊であるのは、先に挙げた円周角の定理の証明の場合と比較するとより際立って見えるであろう。円周角の定理の証明の場合は、点 P がどこにいても同じ証明になると直観しやすいため、同じ物語を何度も繰り返し編み直す必要はない。それに対して極限值は、近づけ方に依存せずに同じ極限值が得られるかどうか、 f や x に依存するため、 f や x が変わるとにリフレーミングする必要がある。

このように、静動リフレーミングは、数学の基礎的な内容を学ぶ上で至るところで要求される。次節では、この静動リフレーミングが大学入試問題レベルの高度な問題解決においても必要である点を論じていこう。

4. 大学入試問題にも見られる静動リフレーミング

本稿で取り上げる大学入試問題は図 6 の問題 A および B の 2 つである。これらの問題を解くには、複雑な静動リフレーミングが必要である。

問題 A は、4 定点が与えられた場合の最大値を求める問題である。定点で与えられているせいで、静的な見方から問題文はスタートする。しかし、この問題が考察対象として興味深いのは、最大値を求めるために、自分で

問題 A
平面上の 4 点 O, A, B, C が $OA = 4, OB = 3, OC = 2, \overrightarrow{OB} \cdot \overrightarrow{OC} = 3$ を満たすとき、 $\triangle ABC$ の面積の最大値を求めよ。 （一橋大 2013 年）
問題 B
座標平面上の点 (x, y) が次の方程式を満たす。 $2x^2 + 4xy + 3y^2 + 4x + 5y - 4 = 0$ このとき、 x のとりうる最大の値を求めよ。 （東京大 2012 年文系）

図 6: 静動リフレーミングの使用が鍵となる大学入試問題の例

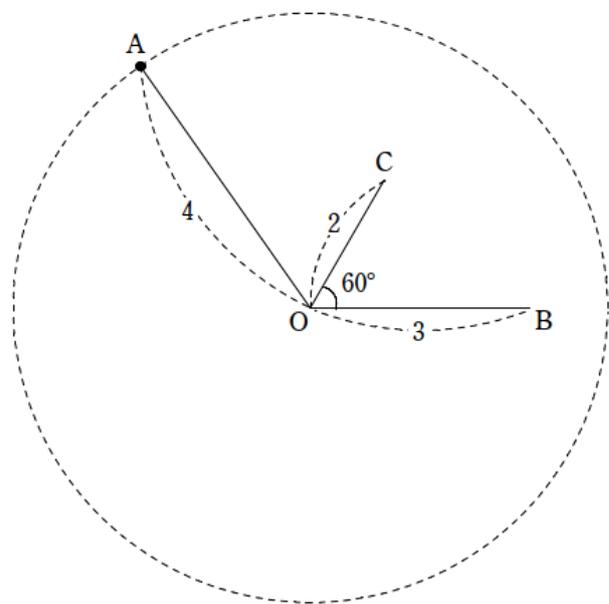


図 7: 問題 A で必要な静動リフレーミング

動的な見方を導入して状況を関数的に捉え直す必要があることである。特に数式上で動的な見方を発揮するというよりは、図形的に動的な見方を発揮することができる点が興味深い。

具体的には、次のような静動リフレーミングが必要である。まず題意より $\angle BOC = 60^\circ$ なので、 $\triangle OBC$ は形が固定されており動かしようがない。一方、点 A については $OA = 4$ という制約条件しかないで、図 7 が得られる。点 A は、定点として与えられているが、図 7 のように点 O を中心とした半径 4 の円周上を自由に動き回れる存在であると考えればよい。そうすると、 $\triangle ABC$ の面積の最大値は、点 A が辺 BC から最も離れるときだということになる。

一方、問題 B は、より複雑な静動リフレーミングが必要である。知識があれば楕円の方程式が与えられている

ことがすぐにわかるかもしれないが、2次曲線や複素数平面（ないしは、行列）を学んでいるとは限らない高校生も受験する試験で、この問題が出題されている。そのような高校生が知っている2次式の知識でこの問題を解くためには、座標平面上で走査線を走らせるようなイメージで問題を解くことになる。図8は、与えられた方程式を満たす点 (x, y) によって作られる図形 F をぼんやりと点線で示したものである。どんな図形が描かれるかわからない中でこの問題を解き始めなければならず、閉じた図形が描かれるかどうかさえ自信が持てない高校生も少なくないであろう。そのような状況下に、直線 $x = t$ を1本引く。そして、この直線 $x = t$ を走査線として、図形 F を調べていく。

このとき、静動リフレーミングで t を定数として固定すれば、 y についての2次方程式

$$2t^2 + 4ty + 3y^2 + 4t + 5y - 4 = 0$$

が異なる実数解を何個持つかによって、この走査線と図形 F との共有点の個数がわかる。また、さらなる静動リフレーミングで、 t を少し動かしては止める、ということ繰り返す。そうすれば、様々な t の値に対して、走査線と図形 F が共有点を持つのかどうかを判定していくことができる。走査線は、 t の値がある値を超えると、図形 F と共有点を持たなくなるので、求める x の最大値は、その t の値と等しい。静動リフレーミングを何度も繰り返すということが、この問題の状況把握にとって重要となる。

5. 総合的考察

このように静動リフレーミングを視点として数学の学習の様相を分析していくと、数学的概念の深い理解や高度な数学的問題解決は、静動リフレーミングに多かれ少なかれ依存しているということが見て取れる。加えて、教科書に載っている数学的概念を学んでいる間は、教師の支援の下で静動リフレーミングを発動すれば、生徒達は適切な数学的理解を得られるかもしれないが、発展的な数学的な問題解決においては、自律的に静動リフレーミングを発動しなければならない点は特筆に値する。静動リフレーミングが、教師の支援なしでも発動できるようにならないと数学的な能力の一種であるということは、通常の数学の授業を通じてでは生徒達には必ずしも伝わらないであろう。つまり、教師がいくら数学的対象を擬人化した説明を積極的に活用して、授業中に生徒達の静動リフレーミングを皆がしていたとしても、それだけでは、生徒達が自分で数学的問題に挑む際に自分の言葉で数学的対象を擬人化した考察を展開する

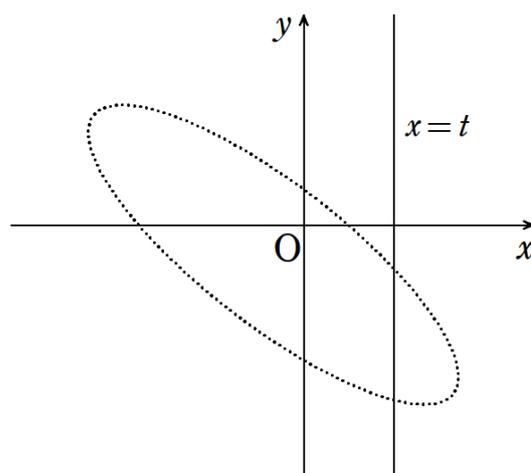


図8: 問題Bに必要な静動リフレーミング

とは限らない。静動リフレーミングが真に重要な能力であるならば、その育成にあたっては生徒達に静動リフレーミングを意識的に発動させることを経験させるような意図的な教育が必要である。

しかしながら、本稿で示した静動リフレーミングの具体例は、静動リフレーミングが数学的考察を豊かにする可能性を示唆してはいるものの、どんな静動リフレーミングが質の高い静動リフレーミングであるのかについてはまだ明確になっていない。なぜなら、闇雲に擬人化して登場人物を増やしても、説明が比喩的で曖昧になる一方で、数学の正確な理解に資する静動リフレーミングにならないかもしれないからである。静動リフレーミングの意図的な指導を考えるためには、この点を掘り下げて継続して研究する必要があるであろう。

6. 結論

本稿では、中学校・高等学校における多様な数学的活動において、図や式への能動的関与の一形態として静動リフレーミングが重要であることを論証するという研究目的の下、具体的な教材例に基づく考察を展開してきた。結果、本稿では、中学・高等学校における基礎的な数学の学習場面から、発展的な数学的問題解決の場面に至るまで、至るところで静動リフレーミングが必要であるということと、発展的な数学的問題解決の場面では、教師の支援なしに生徒達が意識的に静動リフレーミングを発動できなければならないことを示唆した。この意味で、静動リフレーミングは、多様な数学的活動にまたがって潜在的に必要とされる数学的能力の一種である可能性がある。

今後の課題としては、静動リフレーミングの意図的な教育を考えるために、静動リフレーミングの質の高さをど

のように考えるかを検討していく必要がある。また、実際に静動リフレーミングを発動している生徒達の活動の様子から、本稿のような理論的な検討のみからでは引き出せないような知見の導出もまた重要な研究課題となるであろう。

付記

本稿は、JSPS 科研費（課題番号：JP24K00422）の助成を受けて実施された研究成果の一部である。

参考文献

- de Freitas, E. (2012). The diagram as story: Unfolding the event-structure of the mathematical diagram. *For the Learning of Mathematics*, 32(2), 27–33.
- de Freitas, E. (2013). The Mathematical Event: Mapping the Axiomatic and the Problematic in School Mathematics. *Studies in Philosophy and Education*, 32(6), 581–599. <https://doi.org/10.1007/s11217-012-9340-5>
- de Freitas, E. (2016). Material encounters and media events: What kind of mathematics can a body do? *Educational Studies in Mathematics*, 91(2), 185–202. <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9657-4>
- Gray, E. M., & Tall, D. O. (1994). Duality, Ambiguity, and Flexibility: A “Proceptual” View of Simple Arithmetic. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(2), 116–140. <https://doi.org/10.2307/749505>
- 石井浩・磯野宏美・内田寛・織田和正・小高茂夫・田上正・諸橋孝明 (1978). 「授業の幅を広げる工夫：入試問題の利用」. 日本数学教育学会誌『数学教育』, 60(11), 248–251.
- 岡崎正和・影山和也・岩崎秀樹・和田信哉 (2010). 「図形学習における動的な見方の具体化：イメージ図式の視点をもとにして」. 全国数学教育学会誌『数学教育学研究』, 16(2), 1–10. https://doi.org/10.24529/jasme.16.2_1
- 菅野栄光・下村哲・今岡光範 (2007). 「高等学校における発展的な問題作りの授業：大学入試問題を活用した取り組み」. 日本数学教育学会誌『数学教育』, 89(7), 2–9.
- 豊福共輝・上ヶ谷友佑 (2024). 「動的な見方の基礎を培うトポロジー教材の可能性」. 日本数学教育学会『第 57 回秋期研究大会発表集録』, 704.
- 上ヶ谷友佑 (2020). 「数学の生涯学習において多様な数学観を考察するための理論的視座」. 日本数学教育学会『第 8 回春期研究大会論文集』, 63–70.
- 上ヶ谷友佑 (2021). 「数学的に考える資質・能力を育むための大学入試問題の活用：本当に大学入試は高等学校教育の授業改善の足枷になっているのか？」. 広島大学附属福山中・高等学校『中等教育研究紀要』, 61, 160–165. <https://doi.org/10.15027/50877>
- 上ヶ谷友佑 (2022). 「数学の大学入試問題と構成主義における概念的学習」. 日本科学教育学会誌『科学教育研究』, 46(3), 271–274. <https://doi.org/10.14935/jssej.46.271>
- 上ヶ谷友佑 (2023). 「数学の受験テクニック再考：構成主義者 M. Simon のアプローチを応用した入試問題分析」. 広島大学附属福山中・高等学校『中等教育研究紀要』, 63, 25–32.
- 上ヶ谷友佑 (2025). 「高校数学「仮説検定の考え方」のためのフィッシャーの反証主義：条件付き確率の考え方との対比」. 広島大学附属福山中・高等学校『中等教育研究紀要』, 65, 55–68.

曲面の展開図がかけるための必要十分条件を考察する授業実践 —定義活動の視点から—

近藤 裕司

小学校第4学年の算数において、空間図形を理解する手段の1つとして、立方体と直方体の展開図を学習する。これらは、「辺に沿って切り開き、平面の上に広げた図」として定義されている。そしてその後、角柱・円柱、さらに中学校第1学年で円錐の展開図を学ぶ。ここで1つ問題が浮かび上がる。それは、辺をもたない空間図形に対して展開図はどのように定義されるのかということである。中学校以降の数学も含め、円柱と円錐の展開図が明確に定義されることはないが、それぞれの側面の展開図が長方形あるいはおうぎ形としてかけられるということは直感的に認められている。本稿では、図形領域における定義活動の1つとして行った、曲面の展開図がかけるための必要十分条件を考察させる授業実践について述べる。

1. はじめに

中学校学習指導要領解説数学編(2018)において、図形指導の意義として「論理的に考察し表現できるようにすることが中学校数学科における指導の大切なねらいの一つである。」(p.45)と書かれている。その中では、

- ・図形を直感的に捉える
- ・数学的な推論に基づき考察し表現する

という2つの資質および能力の育成を目指していくとされている。本研究ではこれらの点に注目し、曲面の展開図を題材として取り上げた。

まず、曲面の展開図に関連してよく扱われる次の問を紹介する。

(問) 円錐の底面の円周上の1点から、側面を一周して元の点に戻るようにひもをかける。ひもの長さが最短になるときのひもの長さを求めよ。

この問の解法は、側面の展開図であるおうぎ形をかき、三平方の定理や余弦定理を使い長さを求めるというものである。側面上の長さを展開図に置き換えて考えるという直感的な考え方が重要な問だと言える。また当たり前ではあるがこの解法は、円錐は展開図をかくことができるということが前提となっている。

円錐の展開図に関連した先行研究として、次のような授業実践(原田・愛木:2011)がある。図1のように底面の円の直径の両端に2点A, Bをとり、頂点Oと点Aを結ぶ母線の中点をCとする。このとき側面上で2点A, Cを結ぶ最短の線を考える。この線は、点Aから点Cに向けて上がり続けたり、点Cよりも上に上がった後に点Cに下りてきたりといろいろな様子があるが、それは側面の展開図をかいたときの中心角の大きさによって変わる。

きまりを発見し数学の楽しさを実感させるという目的で、側面上の線の様子とおうぎ形の中心角の関連を考えさせる教材が開発されている。しかしもちろん、この先行研究においても、円錐は展開図をかくことができるということが認められている。

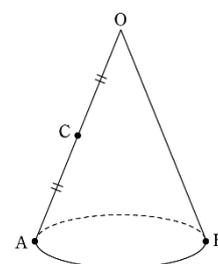


図1 円錐の見取り図

空間図形の展開図は、小学校第4学年において直方体と立方体に対して初めて定義が与えられる。そこでは、「辺に沿って切り開き、平面の上に広げた図」として定義されている。しかしその後、他の空間図形に対して展開図が定義されることはない。特に円柱や円錐のように辺をもたない空間図形に対しては、上記のように定義することはできない。

ここまでで述べたように、曲面の展開図を考える場面はすでにあるが、明確な定義は与えられていない。そのため、学習指導要領で書かれているような、数学的推論に基づいた考察や表現をするためには困難さがあると考えられる。よって本研究では、図形領域において直感的に考えてきた対象の定義を考えさせる教材開発を目的とし、曲面の展開図を授業実践の題材として取り上げた。

本稿は以下のように構成される。まず第2章で、本研究のキーワードの1つである定義活動について、先行研究を挙げながら関連する問題点を述べる。続いて第3章では、本稿で述べる授業実践の中で扱った、曲面の展開図がかけるための必要十分条件について、数学の世界においてはどのように定式化されているのかを述べる。そ

して第4章で授業実践の様子を述べ、最後に第5章で考察と今後の課題をまとめる。

2. 定義活動について

ここでは、定義活動の先行研究および、学校数学での定義に関する問題点について述べる。

村田(2020)において定義活動は、「ある目的を達成するために、他者と相互作用しながら、対象の例や性質を検討し、その対象の定義を、数学的定義の要件に基づいて、構成、改訂していく活動」として規定されている。ここで、数学的定義とは、考察する対象を識別したり、議論の基盤を確立させたりするためのものである(Borasi: 1992, 村田: 2020)。

定義という用語は、中学校第2学年において、図形の性質を証明する中で初めて出てくる。例えば、二等辺三角形の形をした紙を頂角の二等分線を軸として半分に折ると、2つの底角が重なることから、二等辺三角形の2つの底角は等しいという性質を見出すことができる。しかし、紙を折っただけでは、あくまでその特定の形の場合に確かめたというだけに過ぎない。どのような二等辺三角形でもその性質が成り立つということを示すには、特殊性を排除して一般性を失うことなく議論する必要がある。定義とは上述の通り、考察する対象を決めるものであり、一般性を失うことなく定義することで、概念の理解や推論などで決定的な役割を果たすことができる。

しかし、現状の学校数学における定義の扱いには、いくつか問題点がある。例えば、

- ①定義が必要な理由や有用性を生徒が理解していない
- ②定義の妥当性について吟味する機会が少ない

などの指摘がされている(清水: 2000, 中西・国宗他: 1983)。①については、上で述べたように図形の性質を証明する際に、紙などの具体物を用いた操作による確認では不十分であり、一般性を失うことなく議論するために定義が必要であると言える。各出版社の教科書を見ると、上記の二等辺三角形の底角の性質について、

- ・分度器で角度を測る
- ・紙を折って重なることを確かめる

といった方法では、すべての二等辺三角形について考えることはできないという記述がある。そして、どのような二等辺三角形に対しても成り立つということを証明する方法を考える中で、定義が導入されていく。しかし、定義が必要な理由や、定義に基づいていけばなぜよいのかなどについて、明記されている教科書はないように思われる。もちろん、授業者がそれらの点について生徒に考えさせれば、理解を深めさせることができるかもしれない

いが、扱いは授業者に大きく依存してしまう。②については、例えば素数を考えてみる。現行の学習指導要領では、素数は中学校第1学年で初めて扱うことになっている。そこでは、1とその数自身の他には約数をもたない1以外の自然数として素数を定義している。ここで、素数には1を含めないということについて考えてみる。素数に1を含めないことの理由の1つは、素因数分解の一意性を保証するためだと考えられる。したがって、1を素数に含めないことについて合理的な理由があるのだが、このことについて生徒たちが吟味をし、素数の定義を納得するような場面は、通常ないと思われる。

これらの他にも、生徒たちによる定義の捉え方に関する問題点が指摘されている。定義とは本来、文脈や目的などに応じて定められる相対的なものである。しかし、教科書内で絶対的であるかのように定められたり、教師から天下り的に提示されたりすることにより、定義を絶対的・固定的なものであると誤解しているケースが報告されている(清水: 2012, 村田: 2020)。

このことに関して、例えば自然数について考えてみる。中学校第1学年において自然数という用語が登場するが、そこでは正の整数のことを自然数と呼んでいる。すなわち、自然数には0は含まないという立場である。その後高等学校での数学に至るまで、この定義が変わることはない。したがって生徒たちは、0を自然数に含めないことは当たり前で絶対的なものであると認識していると思われる。だが、ペアノの公理により自然数を構成する際には、0を自然数に含めて考えることが一般的である。自然数というよく知られた概念でさえも、定義はただ1通りではない。

もう1つの例として、単項式と多項式を挙げる。これらの用語は中学校第2学年で登場する。そこでは、
・単項式…数や文字についての乗法だけでできている式
・多項式…2つ以上の単項式の和の形で表される式
と定義されている。すなわち、中学校では多項式には単項式を含めないという立場である。実際に教科書の中では、挙げられた文字式に対して、単項式であるか多項式であるかを答えさせる問題が掲載されている。これは、多項式の中には単項式を含めないという立場でないという意味をなさない問題である。一方で、高等学校の数学Iでは、単項式も項が1つの多項式と考えるという立場に変更される。このように定義が異なっている理由の1つは、中学生の発達段階に配慮したものであると考えられる。しかしどちらの定義で考えても、数学をする上では大きな問題はないであろう。このように、学校数学においても定義が絶対的ではないものが存在する。ただおそらく、生徒たちはこれらのことについて意識はしていないので

はないかと思われる。

清水 (2000) では、上記のような定義に関する学習上の困難点の要因として、「生徒自身が定義を構成して問題を解決したり、暫定的に構成した定義を吟味・修正して確定するような活動の経験が乏しい」ということが挙げられている。この点を踏まえ、本研究では曲面の展開図の定義を考えさせる活動を入れた。

3. 展開図と可展面

本稿で述べる教材では、円柱・円錐と球面との比較を通して、なぜ前者は展開図をかくことができるのかを生徒に考察させ、その中で曲面の展開図の定義を考えさせていった。すでに述べたように、曲面に対して展開図は定義されていない。しかし、与えられた曲面が展開できるかどうかについては、ガウス曲率と呼ばれるものを用いて定式化することができる。これは、曲面の局所的な曲がり方を測るものである (梅原・山田：2018, 小林：2021)。これを用いると、与えられた曲面に対して、それが展開できるための必要十分条件は、その曲面上の任意の点でガウス曲率が 0 であることとして述べることができる。これは、曲面が平面と局所等長である、すなわち局所的には平面と同一視できるということを意味する。このような性質をもつ曲面は可展面と呼ばれている。

円柱および円錐は可展面であることが知られているが、曲面の中には可展面ではないものも存在する。そのような曲面の中には一葉双曲面や双曲放物面といったものがあるが、最もよく知られた例は球面であろう。生徒たちは、小学校の社会科あるいは中学校の社会科地理的分野において世界地図に触れている。世界地図には様々な図法があるが、どの図法においても、距離・角度・面積など何かしらの情報が不正確であることはよく知られている。これは球面が可展面ではないからであり、平面の完全な世界地図を作ることは不可能なのである。

今回の授業実践では、世界地図を導入とし、ガウス曲率によって特徴づけられる可展面を、中学校までの学習内容で言い換えて表現してみることを試みた。そしてその中で改めて、展開図とは何なのかという、これまでに直感的に捉えてきたことを考えさせることを狙った。

4. 授業実践の様子

ここで、筆者が行った授業実践について述べていく。

4.1. 授業の概要

本稿で述べる授業は、筆者が国立大学附属中学校の第 3 学年を対象に行ったものである。三部構成で以下のよ

うな流れで行った。

- ・第一時：曲面の展開図の定義を考える。
- ・第二時：曲面の展開図がかけるための十分条件を考える。
- ・第三時：曲面の展開図がかけるための必要条件を考える。

この教材では、曲面の展開図がかけるための必要十分条件を考察させることを行った。前節で書いた通り、この必要十分条件は通常、ガウス曲率を用いて表される。これを中学生の既習事項を用いて表現していこうとする中で、そもそも曲面の展開図とは何なのかという疑問が生じることを狙い、曲面の展開図の定義を考えさせることを行った。

4.2. 授業の実際

まず第一時では、舟型多円錐図法とダイマクション地図と呼ばれる 2 種類の世界地図を見せ、それらを組み立てた模型を提示した。その上で、組み立てる前の地図は地球の表面の展開図と言えるかどうかを考えさせた。どちらの場合も、組み立てた立体には角ばった部分があり、球面にはなっていないことから、もとの地図は地球の表面の展開図にはなっていないことを確認した。そこで、球面を展開するにはどうすればよいかということを考えさせた。以下は生徒たちが考えたアイデアである。

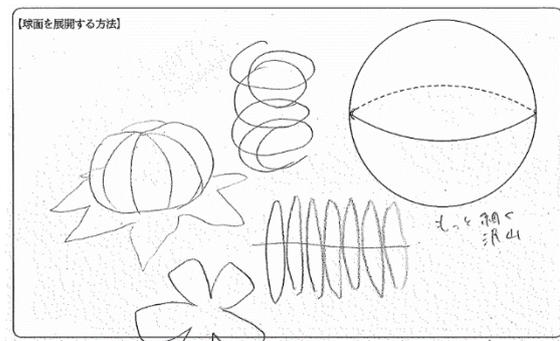


図 2 球面を展開する方法案 1

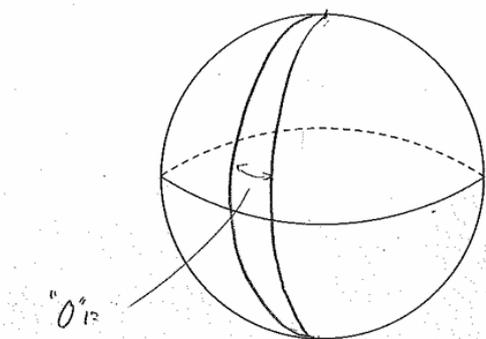


図 3 球面を展開する方法案 2

いろいろな案が出たが、大まかには上記のいずれかにまとめられた。図2の案は、なるべく細くしてみかんやりんごの皮をむくようにして球面を開いていくという方法である。図3の案は、舟型多円錐図法の各パーツを限りなく細くして開くという方法である。やり方は異なるがどの案も「細かくして切り開く」という考え方が共通していた。そこで、導入で見せた地図では展開図になっていなかったことをふまえ、「どれくらい細かくすればよいのか?」ということをおうたところ、

- ・十分細かく
- ・限りなく細く

など、あいまいさの残る回答であった。また、算数において直方体と立方体の展開図が「辺に沿って切り開き、平面上に広げた図」として定義されていることをふまえ、球面の展開図を考える上で困ることはないかを考えさせた。すると、球面のように辺をもたない曲面の場合には、展開図を同じように定義することができないということに気づいた。そこで授業者から、「切り開く」という言葉を使わずに曲面の展開図を定義することはできないかと問い考えさせた。円柱・円錐の模型を各班に配り観察させたり、ごみ取りローラーを見せたりするなどして考えさせることで、生徒たちは曲面を転がせば展開図がかけるというアイデアに達した。そこで第一時では、曲面の展開図を「平面上で滑らずに転がして写しとった平面図形」として定義した。ただしこの定義は、第三時において修正をした。

第二時では、前時での曲面の展開図の定義を踏まえ、曲面の展開図がかけるための十分条件を考察させた。第一時で決めた曲面の展開図の定義をもとに、曲面がどのような性質をもっていれば展開図がかけるのかということをおった。これまでの算数・数学の学習から生徒たちは、円柱と円錐は展開図がかけることを知っている。そのことを利用して、これら2つの図形はなぜ展開図がかけるのかを考えさせた。球面と比較をする中で、多くの生徒が、円柱と円錐には母線があることに気づいた。そして母線があるから展開図がかけるという考えに至ったのだが、実際は母線が存在するというだけでは展開図がかけるとは言えない。例えば一葉双曲面は母線をもつが、展開図がかけないことが知られている。そこで、一葉双曲面の具体物の例として、神戸ポートタワーの写真を見せた。このタワーは写真を見るとわかるように、真つすぐな骨組みがあり、母線が存在していることがわかる。ポートタワーの形と円柱・円錐を見比べさせ、母線について円柱と円錐がもつさらなる特徴を探させた。そして生徒たちは、前時での曲面の展開図の定義を踏まえ模型を転がすことで、円柱と円錐を平面上で転がすと母線が

常に平面に接し続けるという性質を見出した。このことから、曲面の展開図がかけるための十分条件として、「曲面が常に平面と直線的にくっつくことができる」とまとめた。

最後の第三時では、前時の逆である、曲面の展開図がかけるための必要条件を考えさせた。第二時での生徒の感想では、「球面は平面と直線的ではなく点でくっつくから、展開図はかけない」という意見が多く見られた。そこで、初回に定めた曲面の展開図の定義にしたがって、球面を平面上で転がしたときに写しとられる図形はどのような図形になるのかを考えさせ、線ができるということを確認した。そして授業者から「では、球面の展開図は線になるということではないの?」と尋ねた。すると生徒たちは、展開図が線になるということには違和感があると答えたため、その違和感を言語化させた。生徒たちが感じた違和感は以下のようなものであった:

- ・線を組み立てて球面になるのか?
- ・線には太さ、面積がない。
- ・展開図の面積がなくなる。

いずれも、展開図には面積があるはずだという考えからくるものであった。そこで、曲面の展開図の定義を修正するということをお考えさせ、曲面の展開図を「平面上で滑らずに転がして写しとった平面図形であって、面積があるもの」と再定義した。この新たな定義のもとで、曲面の展開図がかけるための必要条件をお考えさせた。曲面と平面との接し方で場合分けをして考えることで、曲面の展開図がかけるための必要条件として、「曲面が常に平面と直線的にくっつくことができる」とまとめた。そして第二時の結果と合わせて、必要十分条件とした。

5. 考察と今後の課題

授業を行っての考察と今後の課題を述べる。

5.1. 考察

そもそもこの授業実践は、与えられた曲面が可展面になるための必要十分条件を、中学生の既習事項を用いて表現していくものである。そしてその中で、そもそも曲面の展開図とは何なのかという疑問を感じさせ、定義をお考えさせるということを行なった。この視点から、授業後に生徒たちが書いた感想をいくつか挙げる。

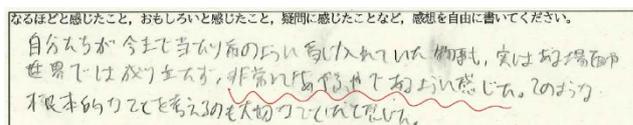


図4 生徒の感想1

展開図の面積はほんとにこの長いのか...
→逆に他の定義に面積を変えると結論変わるのか?

図5 生徒の感想2

なるほどと感じたこと、おもしろいと感じたこと、疑問を感じたことなど、感想を自由に書いてください。
数字の定義や定理はかなり不完全なもので、難しいと思ったりある面とけつなから、深いと思ったり

図6 生徒の感想3

今回の授業の中で狙ったことの一つは、これまでは当たり前のように直感的に考えてきたことを改めて考え直すということである。その一つとして曲面の展開図を題材に選んだ。図4の感想にあるように、今回の実践を通して、当たり前前に感じていたことにもあやふやなことがあるということを感じさせることができた。そしてその上で、根本を改めて考え直してみるというきっかけを与える教材になったのではと考える。図5にある感想は、今回考えた曲面の展開図の定義に関するものである。定義を考えるということをこの授業の中で行ったが、この生徒の感想はその定義そのものを疑ってみるということをしている。中学校と高等学校で学ぶ数学において、定義が何通りも存在するような概念はあまりないと思われる。しかしこれまでに述べた通り、数学における定義とは、自由に決めてよいものであり、絶対的に唯一のものが存在するというわけではない。その概念が当然満たすべき性質の十分性や必要性などが考慮されていればよい。それゆえに定義を与えるという行為は難しいものである。筆者自身も今回の定義が妥当かどうか悩んだが、生徒の中にも同様の考えが現れたということは、評価できると考えてよいと思われる。さらに今回の定義活動を踏まえて、図6にあるようなさらなる疑問を抱く感想も見受けられた。

この実践を通して、生徒たちがこれまで当たり前前に感じていたことに疑問を感じさせ、改めて考える態度を養うきっかけを与えることができたと考えられる。また、定義活動を通して、通常の授業では身につけにくいような批判的な考え方を得られる可能性も見えた。

5.2. 今後の課題

筆者は本研究を、2025年12月に行われた第63回全国数学教育学会研究発表会にて発表した。その際に、いくつかの質問や意見をいただいた。そのうちの1つは、曲面の展開図の定義に関するものである。授業の中では「平面上で滑らずに転がして写しとった平面図形であっ

て、面積があるもの」として定義したが、これは well-defined ではないのではないかという意見が出た。例えば、「転がして写しとる」という表現には非常にあいまいさがある。転がすという操作を途中で止める、あるいは、2回転した場合は展開図とみなすのかといった問題がある。この点は筆者も同様に感じており、少なくとも今回の授業での定義は不十分であると考えている。したがって、曲面の展開図の定義を検討するということは、当然すべき課題であると考えられる。

さらに、授業の構成についての意見もいただいた。それが、「切り開くという言葉を使わずに定義を考えるというのは、どのような流れで進めたのか」というものである。授業の中では、なるべく生徒の中に自然と疑問が発生し、それをきっかけとして進めていくということを意識したが、授業者が少し強引に進めてしまった部分があったように思う。その一つが、切り開くという言葉を使わずに曲面の展開図を考えさせようとした場面である。授業の中では球の模型として、プラスチック製のボールを配り観察をさせていった。しかし授業時間の都合上、そのボールを切ってみるということを行わなかった。生徒たちはこれまでの算数・数学の学習の中で、展開図とは切り開いて得られるものであるという認識をもっている。そのため、実際にボールを切ってみることでより一層「切り開く」という方法ではうまくいかないという実感が得られたのではないかと思う。その体験をさせることで、切り開くという言葉を用いない定義を考える動機づけがより強くでき、さらに充実した定義活動ができたのではと考える。

本稿で述べた授業実践を通して、これまでは疑問に感じなかった根本的なところに疑問を抱き、考えさせていくというきっかけを与えることができた。その一方で、数学的に正当な定義を考えるという行為の難しさも感じられた。この授業内で与えた曲面の展開図の定義に対して、疑念を抱いた生徒は一部分であった。その疑念をクラス全体に共有させることで、吟味・修正する活動をより深く行うことができたのではないかと感じる。納得できる定義を構成するにはどのような過程を踏むべきなのか、展開するとはそもそもどういった性質を満たす操作であるのか、今後の考察すべき課題が見えてきたと思う。これからの研究に活かしていこうと考える。

参考文献

- 1) R. Borasi : *Learning mathematics through inquiry*, Portsmouth, NH:Heinemann, 1992.

- 2) 原田和樹, 愛木豊彦: 円錐上の最短経路を題材にした教材の開発と実践, 岐阜数学教育研究, 2011, Vol. 10, 19-28.
- 3) 小林昭七: 曲線と曲面の微分幾何 (改訂版), 裳華房, 2021.
- 4) 文部科学省: 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説数学編, 2018.
- 5) 村田翔吾: 数学的探究における定義活動の方法に関する研究-規範的側面に焦点を当てて-, 日本数学教育学会誌数学教育学論究, 2020, 114, 19-38.
- 6) 中西知真紀, 国宗進, 家田晴行, 榎戸章仁, 春日龍郎, 金児正史, 小関熙純, 東風谷幸広, 山下国広: 図形における論証指導について (第 6 次報告), 日本数学教育学会誌数学教育, 1983, 65(3), 13-24.
- 7) 清水美憲: 数学的定義の構成活動による定義の役割の理解に関する研究-教授実験を通して-, 日本数学教育学会誌数学教育学論究, 2000, 73・74, 3-26.
- 8) 清水美憲: 学校数学における数学的定義の構成活動の意義, 続・新しい算数数学教育の実践をめざして, 東洋館出版社, 2012, 219-230.
- 9) 梅原雅頭, 山田光太郎: 曲線と曲面-微分幾何的アプローチ- (改訂版), 裳華房, 2018.

高校数学における異端な数についての教材研究

—複素数でない二元数をめぐって—

迫田 彩

本稿は、異端な数学的対象に着目した教材研究として、中等数学教育における数概念学習を再検討するものである。自然数から実数、複素数へと至る現行カリキュラムの構造を概観し、負の数や虚数が数学史においていかに異端視され、受容されてきたかを整理した。その上で、二乗して0となる新たな数を実数に添加して構成される「二重数」教材を提案し、数が定義によって創造されうることを学習者が体験的に理解する可能性を論じた。異端な数の探究は、本質を問い直し、既存の枠組みを越えて未来を想像する契機となる。

1. はじめに

2023年7月のある日、5年E組で数列の授業をしていた最中に、エアコンが止まった。それは4時間目の半ばを過ぎたころだった。はじめのうちには、落ち着いて問題を解いていた生徒たちだったが、5分、10分と時間が経つにつれ、あまりの暑さに、授業者を含め計算する意欲を失ったのを猛烈に覚えている。暑さの前で、数学は無力であることを思い知らされるとともに、これほどまでに、教室の外は変わってしまったのに、数学の学習内容は変わらないことに気づく契機となった。このまま、空調の整ったところでしか考えられないことばかり提供していて、果たして「生きる力」は身につくのだろうか。ギガスクール構想、1人1台タブレット時代となり、教室の中の景色は変わってしまったけれど、それ以上に教室の外は変動している。気候変動、生態系の崩壊、新型コロナウイルスの流行、画面に映る人物が人かAIか見分けがつかない現代では、常識に縋るのではなく、常識を問い直していかなければならない。このことは、数学教育・実践も例外ではない。

現代的な諸課題に照らして、現行の学校数学カリキュラムや学校制度を超えた思考を促す研究が国際的に盛んであり、西洋数学中心の学校数学への問題視や、現行カリキュラムの内容が固定化されている現状への問題視（例えば Bradley, 2025 ; Coles, 2025 ; Rubel et al., 2025）など様々である。結局のところ、数学教育は、学習者コミュニティに自らの可能性や異なる未来を想像させる可能性を含め、自らを異なる視点で捉え直す機会をもたらすことができているのである（Coles, 2025）。さらに言えば、数学教師でさえ、そのような経験が不足しているのではないだろうか。

本稿は、上記のような問題意識から、異なる未来を想像するために行った教材研究の報告である。現行のカリキュラムに沿って、教科書に記載されている事項を活発

に議論することを目指すオーソドックスな教材研究は、もちろん必要である。しかしながら、異なる未来を想像すること、すなわち、その枠組みの外側を想像し、現行カリキュラムに対して異端（ヘテロドックス）な数学的対象について教材研究することも同様に必要であると考えられる。デジタル大辞泉を開くと、異端の意味は、以下のように記載されている。

正統から外れていること。また、その時代に多数から正統と認められているものに対して、例外的に少数に信じられている宗教・学説など。

正統から外れ、その時代、多数に認められなかった数学的対象は、数学史において多く見ることができる。代表的なものは、非ユークリッド幾何学や、「万物は数」が教義であったピタゴラス学派における無理数（ハヴィル, 2021）であるだろう。他にも、数0（サイフェ, 2009）、負の数（カジョリ, 1997）、ベイズ統計（マグレイン, 2018）が挙げられる。数学は、「全人類共通で普遍的な学問」や「宇宙の真理」という言説に見られるような固定的なものではなく、文化的所産（伊達, 2007）なのである。

本稿では、異端な数学的対象についての教材研究の先駆けとして、数概念の学習に注目する。はじめに、中等数学教育における従来の数の学習を概観する。その中で、数学史において異端とされてきた数の概要と、数学の学習者による受容の様子を、文献をもとに整理することで、現行カリキュラムに潜む異端の種を同定する。続いて、複素数に向かう現行カリキュラムに対して異端となる、数の学習教材を提案する。

2. オーソドックスな数概念の学習

小学校での数の指導は、自然数にはじまり、0を加えて整数という形で指導され、続いて、小数、分数が導入され

る。0 および正の整数の範囲での四則計算は、第4学年までに学習し、0 および正の小数や分数の範囲での四則計算についても第6学年までに学習する。第5学年、第6学年では、交換法則、結合法則、分配法則が成り立つことを学習する。このように、小学校の数の指導においては0 および正の有理数について、基本的な概念が学習されている。

中学校では、第1学年において、負の数を導入する。負の数を導入する必要性の観点として2点挙げられる。1点目は、これまでの経験や日常生活において正の数と負の数が使われている具体的な場面があることから、正の数と負の数をを用いることによって表現の幅が広がる点である。2点目は、数の集合における四則計算の可能性に関して、減法がいつでも可能になるという点である。加法と減法を統一的にみることや、正の数と負の数を具体的な場面で活用することを含めて、習熟をはかる。また、整数に拡張されたのち、法則が成り立つことを確認する。

中学校第3学年においては、平方根という無理数の概念が登場する。平方根の導入の観点としては、1辺の長さが1mである正方形の対角線の長さのように、これまでの有理数では表すことができない量が存在していることに気づき、新たな数を必要とするのである。新たな数を表す記号 $\sqrt{\quad}$ についても、簡潔・明瞭に表現できるというよさを学習している。正の数の平方根は、同じく第3学年で扱う2次方程式や三平方の定理でも必要となる。新しい数として平方根を導入することで、学習者は、これまで扱うことが出来なかった量を考察の対象とすることができるという経験をする。

中学校での内容を受けて、高等学校では、数学Iで実数についての内容を学習する。ここで、数が整数、有理数から、無理数を含めて実数へ拡張されることや、実数直線上の点と1対1に対応していることを学習する。また、実数に拡張されたのち、法則が成り立つことを確認する。あわせて、実数の範囲で2次方程式の解の公式なども学習する。続いて数学IIでは、数の範囲を実数から複素数へと拡張する。2次方程式が常に解をもつことや、二次関数と2次方程式の解との関係を考察する。導入においては、中学校以来一貫して行われてきた「方程式の解法の完成のための必要性」が強調されている。また、実数との比較において、実数上で成り立った性質の内、どのようなものが保存され、どのようなものが成り立たなくなるかということについても学習する。また、複素数は、数学Cにおいても扱う。数学IIでは、複素数の代数的側面を、数学Cでは複素数の幾何的側面を扱っており、高等学校学習指導要領解説において、「複素数の図形的な意味を理解し、複素数も実数と同様、仮想の数でないことを理解

できるようにすることが大切(文部科学省, 2018, p.123)」とされている。

2節では、オーソドックスな数概念の学習を、扱う内容と必要性を軸として整理した。小学校から、四則計算の学習にあたっては、交換法則、結合法則、分配法則が成り立つかどうか考える習慣形成が行われている。また、方程式の解との関係が、平方根の学習後、数の拡張の動機となっていること、数の代数的側面だけでなく、幾何的側面も重視されていることが特徴として挙げられる。

3. 異端の種；負の数，虚数

(1) 負の数の受容

数学史において、負の数が受容されるに至るまでを整理する。紀元前1, 2世紀の古代中国の数学書『九章算術』では、すでに正の数・負の数が扱われていたが、世界中のどの数学においても同様だった訳ではない。以下、その歴史を、カジョリ(1997)より参照する。例えば、12世紀インドの数学者バースカラは、2次方程式 $x^2 - 45x = 250$ の解を $x = 50, -5$ としているものの、「-5は、世の人が是認しないため不適當である」と、方程式の解として採用していない。また、ヨーロッパにおいては、17世紀のはじめごろまで、数学者はもっぱら正の量のみ論じてきたという。当時は、負の数を「無いものより小なる数」や「0以上の真実な数が0から引かれるときに起こる不条理な数」として扱われていた。そして、そのような説明は、デカルト時代に負の数の視覚的または幾何学的表示が発明されるまでの300年の間続いたという。

現代では、負の数を、正統から外れている数学的対象だと言う者はいないだろう。しかし、それは、幾何学における負の量の意味が説明されており、視覚的に捉えることができるからである。負の数をめぐる数学史は、ある時代において、不条理で、仮想的だとされている異端な数が、正統的な数学的対象として受容されていく過程を示している。カジョリ(1997)は、数学史を踏まえ、学校数学への示唆を以下のようにまとめている。

歴史によると、代数教授にあっては負数の幾何学的表示がどんなに重要であるかが痛感されるのである。もしも直線により、あるいは寒暖計(温度計)によつての説明を省略したとすれば、現代の学生にとっても初期の代数学者のように、負数はおかしなものとなるであろう。

(p.194)

学校数学において、負の数が導入されるのは中学1年生である。その導入のストーリーは、前節で触れた通り

であるが、導入前の減法の扱いを見てみよう。減法を学習するのは小学1年生からである。学習指導要領解説算数編において、以下のように述べられている。

減法は加法の逆演算であり、求残と求差の場面などを取り扱う。このとき、求差の問題を解決するための「1対1に対応させ、対応がつかなかったものの数を数える操作」と「大きい方の数から小さい方の数を取り去ったときの残りの数を求める操作」とを対応付け、同じ結果が得られることを理解できるようにする。

(文部科学省, 2017, p.45)

上記のように決められている減法においては、「小さい方の数から大きい方の数を取り去る」ような操作は、正統的ではない。いつだって、大きい方の数から小さい方の数をひくことは可能であるが、小さい方の数から大きい方の数をひくことは不合理で、仮想的である。そのような世界で6年間算数をしてきたにも関わらず、中学校に入学してすぐに、その世界の禁忌を犯すことを求められる。それは、まだ知り合って1か月も経たない数学教師の「0より小さい数を学びましょう」という不合理な発言を号令として、あるいは、「小さい方の数から大きい方の数をひいてみよう」という誘いにより、まだ関係性も築けていないクラスメイトと共に、である。現行カリキュラムにも、負の数のような異端の種は存在している。

(2) 複素数の受容

数学史において、複素数もまた異端な数であった。16世紀中頃、方程式を解く過程で出現した虚数が、数学者集団に数として認められるまで、200年以上ほどの期間がある。以下、その歴史を参照する。

佐々(2000)は歴史において見られる異なった複素数の扱われ方を、以下のように3つに大別している(p.197)。

- | |
|--|
| 第1期 実数概念において複素数を捉えている段階
(16世紀中頃～17世紀) |
| 第2期 形式的に複素数を用いる段階
(17世紀終わり～18世紀) |
| 第3期 複素数概念の精緻化と数体系の見直しの段階
(18世紀終わり～19世紀) |

16世紀中頃、虚数は、方程式の解法の過程で出現したが、当初は実数解を得るための補助手段として用いられるにすぎず、独立した数としては十分に対象化されていなかった。この背景には、当時の数概念が「量を表すもの」という実体論的理解に基づいていたことがある(足立, 2011)。数と量をと切り離しては考えられないという認識のもとでは、負数や虚数のように明確な量的対応を

もたない対象は、存在しない虚構と見なされていた。

18世紀に入ると、数を量の比として捉える見方が広まり(足立, 2011)、数概念は次第に抽象化されていく。オイラーも数を量の比として位置づけ、あらゆる量が数によって表現されることを論じた。しかし、カジョリ(1997)が指摘するように、虚数は図示的・幾何学的に把握できるようになるまで理論的展開が制限されており、まだ仮想的な存在として扱われていたのである。

19世紀になると、虚数は決定的な転機を迎える。ガウスらによる幾何学的表示の完成や、ハミルトン、コーシーらによる代数的定式化の発明は、数を先験的実在とみなす立場を揺さぶり、数は定義によって新たに構成される対象であるという認識を促した(足立, 2011; 斎藤・宮川, 2025)。

このように、17世紀には「数は量を表すもの」、18世紀には「数は量の比をも表すもの」、そして19世紀には「数は定義によって創造されるもの」へと、数概念は歴史的に変容してきた。その転換の過程において、かつて異端とされた虚数は、関係論的枠組みのもとで再定式化され、数体系の中で正統的地位を獲得するに至ったのである。

学校数学において複素数が導入されるのは、高等学校数学IIである。その導入のストーリーは、前節で触れた通りであるが、複素数が、数として受容された契機として幾何学表示と代数的定義があることを鑑みると、現行カリキュラムには複数の問題点があるようである。

(3) 複素数学習の課題

佐々(1998)は、学校数学における数概念の導入のあり方に問題意識を向けている。小学校以来、有理数や実数の導入場面では、常に現実世界を向き合っており、現実世界にある量的なものの表現手段という認識が形成されていると述べる。その延長上で複素数が導入されると、それはあらかじめ存在する数として提示され、2次方程式を解くために必要であるという物語のもとで扱われる。導入後も、相等や演算の定義が順に与えられ、計算練習へと進む構成が中心であり、生徒が数を構成していくという感覚をもちにくい構造になっていると指摘する。

こうした状況に対し、構成主義的立場から再編する可能性を示唆する。その一案として、次の段階的構成を提案している。

- 段階1 実数という集合を、演算を含めた代数的構造として位置付ける段階
- 段階2 実数ではない数、 i を導入する段階
- 段階3 実数の集合の要素と虚数単位 i を用いて、実数上の演算で数を構成する段階

段階4 $a + bi$ という形の数で構成される数の集合として、複素数を定義する段階

段階5 複素数上における方程式の解について再考する段階

この方法は、複素数を既成の対象として受け入れるのではなく、数体系を拡張する営みそのものを学習の主題とする点に特徴がある。

また、斎藤・宮川 (2025) は、数に対する実体論的認識と関係論的認識の関連から、学校数学での扱いを分析している。負の数や無理数の学習は、「数は量の抽象である」という実体論的枠組みに支えられているが、虚数は、その枠組みの延長上では十分に説明できず、実体論から関係論への認識論的断絶を伴う対象だと位置づける。しかしながら、教科書の構成は従来の数の基本モデルを問い直す形にはなっておらず、学習者がその転換を自覚する機会は乏しいことを指摘する。したがって、虚数学習においては単に幾何的表示を与えるのではなく、数の枠組みそのものを問い直すような設計が求められる。虚数を、平面上の変換や実数の順序対、あるいは実数に虚数単位を添加した代数構造として定式化する過程を通して、関係論的視点への移行を意図的に組み込むことが重要であると論じている。

以上では、異端の種として「負の数」と「虚数」を取り上げ、数学史において市民権を得ようになった経緯と、学校数学における扱いを述べた。どちらも方程式の解法において出現するものの、視覚的に認識する方法がないうちは、異端な数として扱われていた。長い年月をかけ、幾何的表示方法が見出されたり、代数的定義が与えられたりすることで数として受容されている。そこには、「数は量を表すもの」という捉えから始まり、「数は定義によって新しく作り出すことができる」という現代的な捉えへの移行が見られた。

佐々 (1998) で述べられているように、学校数学において、数の扱いは様々である。現実世界の量的なものとは対応しない「負の数」や「複素数」の学習においては、正統的な計算方法からの逸脱や、現実世界の表現方法として扱うという習慣からの逸脱が起こっている。また、斎藤・宮川 (2025) で述べられているように、高等学校の数概念の指導にあたっては、実体論的な認識論や、「数は量の抽象」という基本モデルから、関係論的な認識論への移行を意図的に仕組む必要がある。数についての関係論的な認識論、すなわち、二次元平面における変換や、実数に新しい元を添加したものといった代数構造としても扱う必要がある。以上の知見を踏まえ、「二重数」という学校数学の数概念に対して異端な、しかし、異なる未来への想像を掻き立てる数の学習を提案する。

4. 異端な数「二重数」の学習

(1) 二重数の定義および性質

次のような数を考える。

二乗して-1になる数

この数は実数ではない。すべての実数の二乗は0以上となるため、二乗して負になる実数は存在しない。この、実数でない数を、 i として、実数 a, b と $i^2 = 0$ を満たす実数でない i を用いて、 $a + bi$ と表すことのできる数を複素数というのであった。なお、複素数全体は、実数全体に $i^2 = 0$ を満たす新しい元 i を添加して得られる。

続いて、次のような数を考える。

二乗して0になる、0でない数

この数は実数でも複素数でもない。2次方程式 $x^2 = 0$ の解は、 $x = 0$ のみである。では、先ほどの時と同様に、実数 a, b と $\varepsilon^2 = 0$ を満たす実数でない ε を用いて、 $a + b\varepsilon$ と表すことのできる数を考えるとする。これが「二重数」(あるいは「双対数」と呼ばれる数である。二重数の相等は、次のように定義する。

a, b, c, d を実数とするとき、

$$a + b\varepsilon = c + d\varepsilon \Leftrightarrow a = c, b = d$$

$$\text{とくに、} \quad a + b\varepsilon = 0 \Leftrightarrow a = 0, b = 0$$

二重数の四則計算は、複素数と同様に定義されており、実数 a, b, c, d について、二重数 $a + b\varepsilon$ と $c + d\varepsilon$ の四則計算は次の通りである。

$$\text{和}(a + b\varepsilon) + (c + d\varepsilon) = (a + c) + (b + d)\varepsilon$$

$$\text{差}(a + b\varepsilon) - (c + d\varepsilon) = (a - c) + (b - d)\varepsilon$$

$$\begin{aligned} \text{積}(a + b\varepsilon)(c + d\varepsilon) &= (ac + bd\varepsilon^2) + (ad + bc)\varepsilon \\ &= ac + (ad + bc)\varepsilon \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{商} \frac{a + b\varepsilon}{c + d\varepsilon} &= \frac{(a + b\varepsilon)(c - d\varepsilon)}{(c + d\varepsilon)(c - d\varepsilon)} \\ &= \frac{ac + (bc - ad)\varepsilon}{c^2} = \frac{a}{c} + \frac{bc - ad}{c^2}\varepsilon \end{aligned}$$

除法の結果から分かる通り、二重数は、 $c=0$ のとき逆元を持たない。また、複素数が、実数の大小関係が保存されるように、複素数における大小関係を拡張できないのと同様に、二重数もその意味で大小関係を定めることはできない。さらに、二重数はその定義が示す通り、0以外の数とかけて、0になるような積が少なくとも一つ存在している。 $\varepsilon \neq 0$ であるが、 ε と ε の積は0である。このような数を、零因子という。二重数は実数や複素数とは異なり、零因子をもつ。

複素数は、平面上の点として捉えた際、加法・減法は平行移動として、乗法・除法は回転移動および拡大縮小の観点から捉えることができる。二重数も、複素数平面を考えるとときと同様に、二重数平面を考える場合、加法・減

法は平行移動となるが、乗法・除法は、ずれを表す「せん断」変形となる。また、二重数の1つの応用として、自動微分が知られている。大まかな説明であるが、「自動微分」とは、関数 $f(x)$ の定義域を実数から二重数へ拡張することを考え、 $f(a + b\varepsilon)$ を計算することによって、導関数 $f'(x)$ が ε の係数として現れるという性質である。

(2) 二重数の構成の方法

現行の複素数学習における実数に虚数単位 i を添加して、構成する定義であることを鑑みて、二重数の定義を、実数に「二乗して0になる0でない数 ε 」を添加して構成する定義としている。歴史的に複素数の定式化に関して、幾何学的定式化や代数的定式化がなされていたように、複素数の構成の仕方は様々である。 $\sqrt{-1}$ を平面における90度の回転とする方法、実数の順序対を考える方法、多項式の剰余環を考える方法以外にも、次のように、行列を用いる方法もある。

次の行列全体の集合を C とする。

$$\begin{pmatrix} a & -b \\ b & a \end{pmatrix} = aE + bJ \quad (a, b \text{ は実数})$$

ただし $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, $J = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$, $J^2 = -E$ である。

このとき、 E を 1 、 J を i と書き、行列 $aE + bJ$ を、複素数 $a + bi$ と呼ぶことにすれば、集合 C は複素数の持つべきすべての性質を備えた体系となる(神保, 2024)。同様に、行列を用いて二重数を構成する場合には、先ほどの $J = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ の代わりに、 X^2 が零行列となり、 X 自身が零行列でないもの考えると良いので、

$K = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ とすると、行列 $aE + bK$ を二重数 $a + b\varepsilon$ と呼ぶことにすれば、この行列全体の集合は、二重数をもつべきすべての性質を備えた体系となる。

(3) 二重数の学習

①教材化の視点

佐々(1997)の指摘を踏まえ、次の5つの段階で二重数を導入する。

i. 複素数という集合を、演算を含めた代数的構造として位置付ける段階

複素数が、現時点でもっとも広い数の範囲であることを確認するとともに、2次方程式をはじめとし、複素数によって方程式の解が保証されていることを確認する。また、実数の意味での大小関係を定めることができないことも確認する。

ii. 実数ではない数、 ε を導入する段階

複素数が、現時点でもっとも広い数の範囲であることを確認したうえで、その集合には含まれない ε を導入する。虚数単位の際とは異なり、その動機付けは難しいため、「もし、考えたとするとどうなるか?」という実験的態度として探究する。

iii. 実数の集合の要素と ε を用いて、実数上の演算で数を構成する段階

実数という集合のすべての要素と、 ε を用いて新しい数を構成する。虚数単位 i を文字式として扱ったように、 ε も文字式としてとらえ、相等と四則計算を行うよう取り決める。なお、乗法と除法を取り決める際、自然と $\varepsilon^2 = 0$ であることが意識される。

iv. $a + b\varepsilon$ という形の数で構成される数の集合として、二重数を定義する段階

実数の要素と ε から構成される数はすべて $a + b\varepsilon$ という形に表現できることを確認し、そのような新しい数全体から作られる集合として二重数を定義する。この集合は、複素数とは異なり、いつでも除法ができるとは限らないため、実数や複素数との代数的構造の差を意識させる。

v. 二重数上における方程式の解について再考する段階

複素数と似ている点もあれば、異なる点もあることを確認した上で、二重数という数において方程式の解がどのようなものか考察する。複素数上で、異なる2つの実数解をもつ2次方程式、重解をもつ2次方程式、異なる2つの虚数解をもつ2次方程式の3つに対して、二重数上での解を検討する。零因子の存在により、複素数上で、異なる2つの実数解をもつ2次方程式、重解をもつ2次方程式の二重数解が無数に存在することを確認する。

vi. 数の構成を振り返る段階

「二乗して0になる、0でない数」を出発点として考察してきたが、異なる出発点や、構成の途中過程での疑問点を表出させるため、「次は何を考えるか?」と問いかける。

②二重数を考える際のリスク管理

零因子をもつということは、二重数の大きな特徴であり、現行カリキュラムでは他に類を見ない性質である。そのため、二重数上で方程式を解く際には、因数分解による解法や解の公式の適用は、可能かどうか立ち止まって考える必要がある。新たな数を考えるときのリスク管理として、どの段階まで戻って考えなければならないか

という視点が必要となるだろう。

また、教材としての二重数は、複素数とともに扱うことによって、19世紀以降の数の捉え、すなわち、「数は先験的な存在ではなく、定義によって新しく作り出すことができる」を生徒に体験させる機会となるだろう。二重数の学習を通して、「次は何を考えるか？」と問うことで、「二乗して1になる、1でない数」を出発点としたらどうなるか？という問いや、 i だけの添加、 ε だけの添加ではなく両方とも添加した「 $a + bi + c\varepsilon$ 」ではどうなるか？という問いが発生することが期待できる。

5. おわりに

本稿では、異端な数学的対象についての教材研究の先駆けとして、数概念の学習に注目した。中等数学教育における数の拡張の道筋が、自然数から実数、そして複素数へと向かう「完成」の物語として構成されていることを概観し、その歴史的過程において、かつて異端とされた負の数や虚数がいかにして市民権を獲得してきたのかを整理した。そこには、「数は量を表すもの」という実体論的理解から、「数は関係の中で定式化されるもの」「数は定義によって創造されるもの」という関係論的理解への転換が見られた。

しかし、学校数学においては、その認識論的転換が必ずしも自覚的に扱われているとは言い難い。複素数は、方程式に関わる必要性の物語のもとで導入されるが、それがいかにして「数」となったのかという葛藤は、学習の主題とはなりにくい。その結果、数の拡張は既定路線として提示され、数を構成するという創造的発想は見えにくくなっている。

そこで本稿では、現行カリキュラムにおいて正統とはみなされていない「二重数」を取り上げ、実数に新たな元を添加するという構成的立場から数を捉え直す教材案を提示した。二重数は零因子をもち、除法が常に可能とは限らないなど、実数や複素数とは異なる代数的構造をもつ。この差異は、数の体系が唯一の必然的帰結ではなく、定義や取り決めによって依存して構成されるものであることを可視化する装置となる。

二重数の学習は、「どのような数を考えることができるのか」、「考えたうえで何を気にしないといけないのか」、「次は何を考え得るのか」という問いに続くだろう。異端な数を教材化することは、既存の体系の外側を想像する営みであり、数学が固定的な体系ではなく、人間が歴史的・文化的に構成してきた知の営みであることを経験的に理解する契機となるだろう。教室の外側が大きく変動している現代において、数学教育もまた、正統

をなぞるだけではなく、その枠組みを問い直す力を育む必要がある。異端な数の探究は、その一つの試みである。本稿で提案した二重数の教材研究が、数概念の学習を再構成する議論の端緒となり、学習者と教師が「異なる未来を想像する数学」に踏み出す契機となることを期待したい。

付記

本稿は、本研究は JSPS 科研費 25H00108 の助成を受けて実施された研究成果の一部である。

引用・参考文献

- Alf Coles(2025).Aims for a Socio-ecological Task Design: Steps to a Transformative Learning of Mathematics?. In Le Roux, K., Coles, A., Solares-Rojas, A., Bose, A., Vistro-Yu, C. et al. (Eds.). (2025).*Proceedings of the 27th ICMI Study Conference (Mathematics Education and the Socio-Ecological)*.MATHTED and ICMI. (pp. 68-83).
- Jay Bradley(2025).The (Future) Co-evolution of Schooling and Mathematics Education. In Le Roux, K., Coles, A., Solares-Rojas, A., Bose, A., Vistro-Yu, C. et al. (Eds.). (2025).*Proceedings of the 27th ICMI Study Conference (Mathematics Education and the Socio-Ecological)*.MATHTED and ICMI. (pp. 53-60).
- Laurie Rubel, Nadav Ehrenfeld , Gil Schwarts, in collaboration with Tommy Dreyfus, Anna Sfard(2025).Socio-ecological Complexities in Israel? Stories and Silences in Israel National Mathematics Tests. In Le Roux, K., Coles, A., Solares-Rojas, A., Bose, A., Vistro-Yu, C. et al. (Eds.). (2025).*Proceedings of the 27th ICMI Study Conference (Mathematics Education and the Socio-Ecological)*.MATHTED and ICMI. (pp. 124-131)
- 足立恒雄(2011). 数とは何か そしてまた何であったか. 共立出版.
- カジョリ,F.(1997). 小倉金之助補訳復刻版 カジョリ初等数学史. 共立出版.
- 齋藤 雄・宮川 健(2025).虚数の歴史的発展過程における認識論的断絶に関する考察—実体論と関係論の視点から—. 全国数学教育学会第 62 回研究発表会発表資料.
- 佐々祐之.(1998). 学校数学における数体系の研究 (I): 高等学校における複素数の導入について. *数学教育学研究: 全国数学教育学会誌*, 4, 237-244.
- 佐々祐之(2000). 学校数学における数体系の研究(II)—複素数の導入と概念の再構成について—. 全国数学教育

学会誌数学教育学研究, 6, pp.191-201.
シャロン・バーチュ・マグレイン(2018).異端の統計学ベ
イズ.(訳) 富永星. 草思社
伊達文治(2013).日本の数学教育の形成. 溪水社.
ジュリアン・ハヴィル(2012). 無理数の話: $\sqrt{2}$ の発見か
ら超越数の謎まで.(訳)松浦俊輔.青土社.
神保道夫(2024). 複素関数入門.岩波書店.
チャールズ・サイフェ(2003). 異端の数ゼロ: 数学・物
理学が恐れる最も危険な概念.(訳)林大.早川書房.

"い-たん【異端】", デジタル大辞泉, JapanKnowledge,
<https://japanknowledge.com/lib/display/?lid=200100093700>
0.(2026年2月10日参照)
文部科学省 (2018).【理数編】高等学校学習指導要領
(平成30年告示) 解説.
文部科学省 (2017).【算数編】小学校学習指導要領 (平
成29年告示) 解説.

試行をともなった連続型確率変数の例を用いて 確率密度関数について納得する授業実践

藤井 一朗

確率密度関数で確率分布が表され得ること、確率密度関数で確率分布が表される確率変数のとり得る1つの値をとる確率が0であることは、初めて確率密度関数を学習する生徒にとっては納得し難いだろう。納得するための2つの方策を立て、授業を行った。ある程度の効果があったが、難しい点もあった。生徒の反応や授業者の気づきを記録した。

1. 確率密度関数について納得し難い点

(1) 確率密度関数で確率分布が表され得ること

確率変数 X について、 $P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x)dx$ であるとき、関数 $f(x)$ を X の確率密度関数という。高等学校数学Bの多くの教科書(例えば[1])では確率密度関数を次のように導入している。

ある集団に属する人の身長の相対度数の分布表をもとに、各階級の相対度数を各長方形の面積とするヒストグラムを作る。測定する人数を増やし、身長の階級の幅も細かくしていくとき、このヒストグラムの形がある曲線に近づいていく。この曲線をグラフとする関数が、この集団から選んだ1人の身長 X の確率密度関数である。

この説明では、 $P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x)dx$ であるという感覚はつかめるが、極限操作を含んでいるので、そもそもそんな曲線はあるのか、あったとして $P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x)dx$ は成り立つのか、集団に含まれる人数は有限なのに曲線に近づくのかなど、納得し難い生徒も多いと思われる。

確率変数 X の確率分布が確率密度関数 $f(x)$ で表されていることを納得するには、 $P(a \leq X \leq b)$ の値を、 X の値を決める試行をもとに求め、 $\int_a^b f(x)dx$ の値と一致することを生徒が確認することが必要と考える。

確率密度関数で確率分布が表される例としてどの教科書(例えば[1])でも必ず正規分布が書かれる。この例では、確率密度関数 $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$ については、 $\int_a^b f(x)dx$ の値を高校までの学習内容では求められな

い。

$\int_a^b f(x)dx$ の計算が可能な確率密度関数の例を挙げている教科書(例えば[1])がある。

確率変数 X のとり得る値の範囲が $0 \leq X \leq 1$ で、確率密度関数が $f(x) = 2x$ ($0 \leq X \leq 1$) のとき、

$$P(0 \leq X \leq 0.5) = \int_0^{0.5} 2x dx = [x^2]_0^{0.5} = 0.25$$

この例では、 $\int_a^b f(x)dx$ の値を生徒は計算できるが、 X の値を決める試行が与えられていない。確率密度関数を学習する以前は、教科書に書かれている確率変数はすべて、とり得る値が有限個で、先に試行が与えられ、その結果決まる値として定義され、確率密度関数に相当する確率分布表は生徒が求める対象であった。試行が与えられていないと、そのような確率密度関数を持つ確率分布が存在するのか、存在するとしても、とり得る値が無限個の確率変数 X の値をどのように決めるのか分からず、生徒は実感が持てないと考ええる。

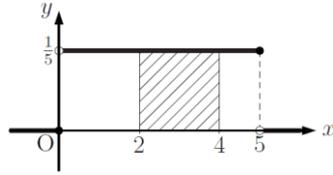
$P(a \leq X \leq b)$ の値を X の値を決める試行をもとに求められ、 $\int_a^b f(x)dx$ の値も計算できる例を挙げている教科書([2])がある。

数直線上に点 $O(0), A(5), B(2), C(4)$ がある。線分 OA 上に点 R をとるとき、 R が線分 BC 上にある確率は、 R が線分 OA 上のどの点にくることも同様に確からしいと考えられるから、その長さの割合 $\frac{BC}{OA}$ に等しいと考えられ、 $\frac{2}{5}$ である。点 R の座標を表す確率変数 X の確率密度関数のグラフは次のようになる。たとえば、

$P(2 \leq X \leq 4)$ は、

x 軸および3 直線 $y = \frac{1}{5}$,

$x = 2$, $x = 4$ で囲まれた
長方形の面積に等しい。



この例では、 $P(a \leq X \leq b)$ の値を、 X の値を決める試行をもとに $\frac{BC}{OA}$ を用いて求め、 $\int_a^b f(x)dx$ の値と一致することを生徒が確認でき、確率密度関数は確率変数の確率分布を表し得ていると実感が持てるだろう。

しかし、この例はどの値をとることも同様に確からしい一様分布の例である。値によって確からしさが異なる、試行をともなった連続型確率変数の例が教科書には見当たらない。

(2) 確率密度関数で確率分布が表される確率変数の1つの値をとる確率が0であること

確率密度関数で確率分布が表される確率変数 X と実数定数 a について、次の性質が成り立つ。

(X の値は a となり得るかもしれないが、)
 X の値が a となる確率 $P(X = a)$ は0である……①

これはとり得る値が有限個の確率変数のみを扱っていた生徒から見ると大変不思議な性質である。生徒にとってこの性質が必要なのは、確率密度関数で確率分布が表される確率変数の1つである標準正規分布 $N(0,1)$ に従う確率変数 Z について、正規分布表に載っている $P(0 \leq Z \leq 1)$ の値を使って、 $P(Z \geq 1)$ の値を得るときである。 $P(Z \geq 1) = P(Z \geq 0) - P(0 \leq Z < 1) = P(Z \geq 0) - P(0 \leq Z \leq 1) = 0.5 - 0.3413 = 0.1587$ と計算する。ここで $P(Z = 1) = 0$ を使っている。教科書([1])のこの説明のページには次の注意が書かれている。「正規分布のような連続型の分布では、 $P(Z = u)$ は0であるから、 $P(Z > u) = P(Z \geq u)$ である。」

生徒は確率密度関数の定義から、

$$P(Z = a) = P(a \leq Z \leq a) = \int_a^a \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0$$

を得ることはできる。しかし、試行をともなわずに天下りに与えられた確率密度関数で定義された標準正規分布を確率変数の確率分布であると実感するのは難しく、積分の値が0であっても①を納得し難いと考える。

2. 納得するための方策

(1) ルーレットを回す試行

1. (2) で、確率密度関数で確率分布が表される確率変数の1つの値をとる確率が0であることを納得し難いと指摘した。これを納得するための方策として、試行をともなった確率変数の例で、確率密度関数を用いずに、①を確認する授業を計画した。確率を求めることが難しい標準正規分布ではなく、一様分布に従う、試行をともなった確率変数 X について、①を確認することにした。次の問を用意した。

ルーレット(100円ショップの粘土切りの円形の歯に針の絵をかいて背景に360度の分度器を掲げたもの)の針を勢いよく回し、止まった針が表す角度を

$X^\circ (0 < X \leq 360)$ とする。針はどの位置に止まることも同様に確からしいとする。

- (1) $P(X = 360)$ の値を答えよ。
- (2) (1) の理由を説明せよ。

ルーレットにしたのは、サイコロのような具体物があった方が、試行をよりイメージしやすいからである。ルーレットの例は旧課程の教科書(例えば[3], [4])に載っている。

(2) ルーレットで出た値を面積とする正方形の1辺の長さを得る試行

1. (1) で、確率変数 X の確率分布が確率密度関数 $f(x)$ で表されていることを納得するには、 $P(a \leq X \leq b)$ の値を、 X の値を決める試行をもとに求め、 $\int_a^b f(x)dx$ の値と一致することを生徒が確認することが必要と指摘した。これを可能にする方策として、試行をともなった確率変数の例で、確率密度関数 $f(x)$ について、 $\int_a^b f(x)dx$ の値を計算できるものを用いて、試行から $f(x)$ を求めさせる授業を計画した。次の問を用意した。

- (1) の確率変数 X について、確率変数 $S = \frac{X}{360}$ のとり得る値の範囲は $0 < S \leq 1$ である。ルーレットを回したとき、面積が S である正方形の1辺の長さを T とする。
- (2) 確率変数 T の累積分布関数 $H(x)$ を求め、 $H(x)$ のグラフをかけ。
- (6) $0 \leq a \leq b \leq 1$ について、 $P(a < T \leq b)$ が $y = f(x) (0 \leq x \leq 1)$ のグラフと x 軸と直線 $x = a$

と直線 $x = b$ で囲まれた部分の面積になるような $f(x)$ を求めよ.

確率変数 T の確率密度関数 $f(x)$ については、 $P(a < T \leq b)$ の値を、 T の値を決める試行をもとに求め、 $\int_a^b f(x)dx$ の値と一致することを生徒が確認することができるので、確率変数 T の確率分布が確率密度関数 $f(x)$ で表されていることを納得できると考える.

3. 実際の授業の展開

2026 年 1 月に 5 年のあるクラス(約 40 名)で 3 時間、ワークシート連続型確率変数(1)~(4)にそって授業を行った. 前時までにとり得る値が有限個の確率変数の確率分布までの内容は学習済みであった.

2. で計画した方策に関する展開を以下に記す.

(1) ルーレットを回す試行

ワークシート 2. (1) $P(X = 360)$ の値を答えよ. 生徒の解答を分類すると、

$\frac{1}{360}$: 21 名

$\frac{1}{3600}$: 1 名

限りなく 0 に近い 0 ではない数: 10 名

0:1 名

無回答:4 名

$\frac{1}{360}$ と答えた生徒は、分度器の目盛りが 1 度刻みなので、針が指す数は針が一番近い目盛りの数と考えて、起こりうる場合の数が 360 通りだから、 $\frac{1}{360}$ と答えた生徒

は、理科の授業で、目盛りの刻み幅の $\frac{1}{10}$ まで読み取るように教わったので、起こりうる場合の数が 3600 通りだからと理由を答えた.

X の正確な値が分かり、小数第何位までも読み取れることにしたら $P(X = 360)$ はいくつかと再度尋ねた. 生徒の解答を分類すると、

$\frac{1}{360 \times 10^n}$: 14 名

限りなく 0 に近い 0 ではない数: 12 名

0:8 名

無回答:3 名

$\frac{1}{360 \times 10^n}$ と答えた生徒は、小数第 n 位まで読み取った場

合、起こりうる場合の数が 360×10^n 通りだからと理由を答えた.

小数第何位までも読み取れるので、どんな自然数 n のときの $\frac{1}{360 \times 10^n}$ の値よりも小さい値のはずだと授業者が説明した後、「限りなく 0 に近い 0 ではない数」か「0」のどちらかと思うかと聞くと、「限りなく 0 に近い 0 ではない数」と答える生徒が多かった.

0.01, 0.001, ..., 0.1ⁿ, ... のどれよりも小さい正の数は存在するかと聞くと、ほぼ全員が存在しないと答える. その理由を尋ねると、どんな正の数 a についても、 a より小さい 0.1ⁿ がありそうだからと答える.

n がどんな数だと 0.1ⁿ < a となるかと聞くと、別の生徒が、 a が小数第 m 位で初めて 0 でない数が現れるとき、 $n = m + 1$ とすると 0.1ⁿ < a となると答える.

どんな正の数 a も、0.01, 0.001, ..., 0.1ⁿ, ... のどれよりも小さいという条件を満たさないから、この条件を満たす正の数は存在しないと授業者が説明すると、全員が存在しないことに同意した.

$\frac{1}{360}, \frac{1}{3600}, \frac{1}{36000}, \dots, \frac{1}{360 \times 10^n}, \dots$ のどれよりも小さい正の数は存在するかと尋ねると、ほぼ全員が存在しないに挙手した. 授業者が、 $\frac{1}{360}$ より小さいということは 0.01

より小さい、 $\frac{1}{3600}$ より小さいということは 0.001 より小さい、... と考えると、この条件を満たす数は「0.01, 0.001, ..., 0.1ⁿ, ... のどれよりも小さい」を満たすはずだが、これを満たす正の数は存在しないから存在しないと説明した.

$P(X = 360)$ の値は $\frac{1}{360}, \frac{1}{3600}, \frac{1}{36000}, \dots, \frac{1}{360 \times 10^n}, \dots$ のどれよりも小さい数だから正の数ではない. だから 0 以外考えられないと授業者が説明. そこで再度「0」か「限りなく 0 に近い 0 ではない数」のどちらかと思うかと聞いた.

限りなく 0 に近い 0 ではない数: 7 名

0: 30 名

0 でないと答える生徒の中には、0 より大きく 360 以下のすべての実数について、 X がその値をとる確率を足し合わせると全事象の確率 1 になるはずだが、 X が各値をとる確率が 0 だと和は 1 になり得ないから各値をとる確率は 0 でないはずだと鋭い指摘をする生徒がいた.

ワークシート 4. (1) 確率変数で、ある値になる確率が 0 なのに、その値になり得ることがあるものが存在することについて、

1. とても納得した 1 名
2. ある程度納得した 16 名
3. どちらとも言えない 10 名
4. あまり納得していない 6 名
5. まったく納得していない 2 名

(2) ルーレットで出た値を面積とする正方形の 1 辺の長さを得る試行

ワークシート 3. (2) で、確率変数 T の累積分布関数を確認して、ワークシート 3. (5) で T はどの辺りの値をとる確率が大きいかを知るために、各階級の値をとる確率を各長方形の面積とするヒストグラムをかいた。

ワークシート 3. (6) では、多くの生徒が x^2 のグラフのような曲線を考えていた。比例のグラフをかいている生徒も数名いたが、 $2x$ をかけていたの 1 名のみだった。

ワークシート 4. (2) 確率変数 T についての事象の確率は確率密度関数 $f(x) = 2x$ などによって囲まれた部分の面積で表されることについて、

1. とても納得した 10 名
2. ある程度納得した 13 名
3. どちらとも言えない 5 名
4. あまり納得していない 6 名
5. まったく納得していない 1 名

4. 考察

(1) 確率密度関数で確率分布が表され得ること

ワークシート 3. (6) で $f(x) = 2x$ と導いた生徒は 1 名のみだったが、ワークシート 4. (2) で、納得したと肯定的に回答した生徒が 35 名中 23 名いたことから、確率変数 T の例は、確率変数の確率分布が確率密度関数で表されることを納得できる例であると考えられる。階級の幅を $1/8$ にした場合のヒストグラムもかかせるとさらに多くの者が $f(x) = 2x$ を導いたと考える。今回の授業は、積分を学習する前に行っているが、積分を学習した後であれば、累積分布関数の導関数が確率密度関数になることを説明することでさらに、 $f(x)$ を導ける者が増え、ワークシート 4. (2) で、納得したと肯定的に回答する割合が高くなると考える。

(2) 確率密度関数で確率分布が表される確率変数の 1 つの値をとる確率が 0 であること

$P(X = 360) = 0$ だと回答する生徒の数が 1 名から 8 名を経て 30 名まで増加したことから、ルーレットを回す試行を用いた今回の授業で、1 つの値をとる確率が 0 であることを納得した生徒が多かったと考える。

自作のルーレットを見せることには、連続型確率変数を生み出す試行を実感させる効果があったと考える。

X の値を小数第 n 位まで読んだ値とするときに $P(X = 360) = \frac{1}{360 \times 10^n}$ であることを通して、 X が $0 < X \leq 360$

のすべての値をとり得る場合に $P(X = 360) = 0$ であることを導くことが今回の授業では自然な流れだった。その際、すべての正の数値を小数表示されたものとして考え、 $0.01, 0.001, \dots, 0.1^n, \dots$ のどれよりも小さい正の数値が存在しないことをもとに説明すると納得しやすいようだった。一方で、 $P(X = 360) = 0$ であるという結論から、 X はぴったり 360 となることはないと考え出す生徒もいた。ルーレットを回せば必ず X の値としてある値が決まる。 X がその値となることと 360 となることは同様に確からしいので、 X はぴったり 360 となり得ると別の生徒から説明があったものの、その後には回答したワークシート 4. (1) で、納得したと肯定的に回答した生徒が 35 名中 17 名にとどまった。「ある値になる確率が 0 なのに、その値になり得ることがある」ことは生徒にとってはとても受け入れ難いようである。

①を理解することは、正規分布での確率計算で重要だけでなく、離散型確率変数において用いた分布表では連続型確率変数の分布は表現できないことを知り、確率密度関数や累積分布関数の必要性を理解することにつながる点でも重要であると考えられる。

5. 補足

確率密度関数はすべての確率変数に対して存在するわけではない。確率変数 X の確率分布が確率密度関数 $f(x)$ で表せるとき、 X が 1 つの値をとる確率は 0 である。実際、実数定数 a について、

$$P(X = a) = P(a \leq X \leq a) = \int_a^a f(x) dx = 0$$

ワークシート 3. (6) では、ヒストグラムの流れから、

$$P(a < X \leq b) = \int_a^b f(x) dx$$

$$P(X = a) \leq P\left(a - \frac{1}{n} < X \leq a\right) = \int_{a-\frac{1}{n}}^a f(x) dx$$

であることと、Lebesgue の優収束定理より

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_{a-\frac{1}{n}}^a f(x) dx = \int_a^a f(x) dx = 0$$

であることから示せる。したがって、ワークシート 6. の確率変数 Y の確率密度関数は存在しない。

これは離散型確率変数の例であるが、連続型確率変数でも確率密度関数が存在しない例がある。硬貨を 1 枚投げて表が出たら $X = 360$ 、裏が出たらルーレットを回して、針が表す角度を X とする。これは区間 $(0, 360]$

のすべての実数値をとりうる。連続的な値をとるので、教科書(例えば[1])の定義に従えば、 X は連続型確率変数である。一方で、 $P(X = 360) = \frac{1}{2} > 0$ なので確率密度関数は存在しない。

1つの値をとる確率が0であるが、確率密度関数が存在しない例もある。Cantor 関数を累積分布関数とする Cantor 分布(例えば[5])がその1つである。

一般に次の Lebesgue の分解定理(例えば[5])が成り立つ。

実数とその Borel 集合族の上で定義された確率測度 Φ は $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3$ と一意に分解できる。ここ

で、 Φ_1 は実数とその Borel 集合族上の Lebesgue 測度 μ に関して絶対連続な測度。このとき、ある関数 $f(x)$ が存在して、任意の Borel 集合 E について、 $\Phi_1(E) = \int_E f(x)d\mu(x)$ を満たす。 Φ_2 は連続(1点からなる集合 E について必ず $\Phi_2(E) = 0$) で、 μ に関して特異

($\mu(E) = 0$ で $\Phi_2(\bar{E}) = 0$ である Borel 集合 E が存在すること) な測度。 Φ_3 は純粹不連続 ($\Phi_3(\bar{E}) = 0$ である高々可算無限の集合 E が存在すること) な測度である。

実数値確率変数の確率測度はこの3種類の測度の和に分解できる。

参考文献

- [1] 藤原耕二他, 数学B, 啓林館 (2022年1月28日検定済)
- [2] 藤原彰夫他, 深進数学B, 啓林館 (2022年1月28日検定済)
- [3] 宇喜多義昌他, 新版確率・統計, 教育出版 (1985年3月31日検定済)
- [4] 赤攝也他, 確率・統計, 学習研究社 (1989年3月31日検定済)
- [5] 伊藤清三, ルベーグ積分入門, 裳華房(1963)

連続型確率変数 (1)

5年 組 番 氏名

次の確率変数の確率分布を求めよ。

(1) 2枚の硬貨を同時に投げるとき、表の出る枚数 Y

Y	0	1	2	計
確率	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{1}{4}$	1

(2) 1枚の硬貨を、表が出るまで繰り返し投げ、表が出たら投げ止めるのをやめるとき、投げた回数 Z

Z	1	2	3	...	n	...	計
確率	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$...	$\frac{1}{2^n}$...	1

[別解] $P(Z = n) = (\frac{1}{2})^n$

ルーレットの針を回したとき、止まった針が表す角度を $X^\circ (0^\circ < X^\circ \leq 360^\circ)$ とする。ただし、針はどの位置に止まることも同様に確からしいとする。

(1) $P(X = 360)$ の値を答えよ。

(2) (1) の理由を説明せよ。

[授業者が用意した解答 1]

針はどの位置に止まることも同様に確からしいので、

$$P(X = 360 \times \frac{1}{n}) = P(X = 360 \times \frac{2}{n}) = \dots = P(X = 360 \times \frac{n-1}{n}) = P(X = 360).$$

この n 個の事象は排反なので

$$P(X = 360 \times \frac{1}{n}) + P(X = 360 \times \frac{2}{n}) + \dots + P(X = 360 \times \frac{n-1}{n}) + P(X = 360) = 360$$

$$= P(X = 360 \times \frac{1}{n}, 360 \times \frac{2}{n}, \dots, 360 \times \frac{n-1}{n}, 360) \leq 1 \text{ より } nP(X = 360) \leq 1.$$

$$P(X = 360) \leq \frac{1}{n}. \text{ どんな大きな自然数 } n \text{ に対してもこれは成り立つので, } P(X = 360) = 0$$

[授業者が用意した解答 2]

針はどの位置に止まることも同様に確からしいので、確率はその事象の針先が描く弧長に比例する。

$$P(360 \times (1 - \frac{1}{n}) < X \leq 360, 0 < X \leq 360 \times (0 + \frac{1}{2n})) = P(360 \times (\frac{1}{n} - \frac{1}{2n}) < X \leq 360 \times (\frac{1}{n} + \frac{1}{2n})) = \dots = P(360 \times (\frac{n-1}{n} - \frac{1}{2n}) < X \leq 360 \times (\frac{n-1}{n} + \frac{1}{2n})).$$

$$\text{この } n \text{ 個の事象は排反なので } P(360 \times (1 - \frac{1}{2n}) < X \leq 360, 0 < X \leq 360 \times (0 + \frac{1}{2n})) + P(360 \times (\frac{1}{n} - \frac{1}{2n}) < X \leq 360 \times (\frac{1}{n} + \frac{1}{2n})) + \dots + P(360 \times (\frac{n-1}{n} - \frac{1}{2n}) < X \leq 360 \times (\frac{n-1}{n} + \frac{1}{2n})) = P(0 < X \leq 360) = 1.$$

$$nP(360 \times (1 - \frac{1}{2n}) < X \leq 360, 0 < X \leq 360 \times (0 + \frac{1}{2n})) = 1. \text{ よって, } P(X = 360) \leq P(360 \times (1 - \frac{1}{2n}) < X \leq 360, 0 < X \leq 360 \times (0 + \frac{1}{2n})) = \frac{1}{2n}. \text{ どんな大きな自然数 } n \text{ に対してもこれは成り立つので, } P(X = 360) = 0$$

(3) 確率が $\frac{0}{1}$ や $\frac{1}{1}$ でない確率変数 X についての事象の例を挙げ、その確率を答えよ。

この確率変数 X は 0 より大きく 360 以下のどの値もとりに得るが、各値をとる確率は $\frac{0}{1}$ 。各値をとる確率を確率分布表に書いても、そこからいろいろな事象の確率は求められない。

(4) この確率変数 X のいろいろな事象の確率を表現したい。どのように表せばよいか。

$$0 \leq a \leq b \leq 360 \text{ のとき } P(a < X \leq b) = \frac{b-a}{360}$$

連続型確率変数 (2)

5年 組 番 氏名

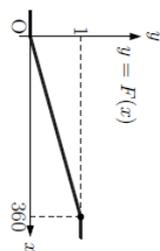
$0 \leq x \leq 360$ のとき $P(X \leq x) = \frac{x}{360}$ 。

$F(x) = P(X \leq x)$ を確率変数 X の累積分布関数と呼ぶ。

(5) $P(a < X \leq b)$ を $F(x)$ を用いて表せ。

$$P(a < X \leq b) = P(X \leq b) - P(X \leq a) = F(b) - F(a)$$

$$\text{特に } 0 \leq a \leq b \leq 360 \text{ のとき } F(b) - F(a) = \frac{b-a}{360}$$



3.2 の確率変数 X について、確率変数 $S = \frac{X}{360}$ のとり得る値の範囲は $0 < S \leq 1$ である。

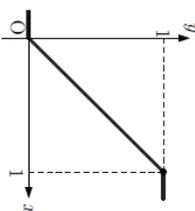
ルーレットを回したとき、面積が S である正方形の1辺の長さを T とする。 T のとり得る値の範囲は $0 < T \leq 1$ である。

(1) 確率変数 S の累積分布関数 $G(x)$ を求め、 $G(x)$ のグラフをかけ。

$$0 \leq x \leq 1 \text{ のとき}$$

$$G(x) = P(S \leq x) = P(\frac{X}{360} \leq x) = P(X \leq 360x)$$

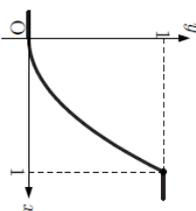
$$= F(360x) = \frac{360x}{360} = x$$



(2) 確率変数 T の累積分布関数 $H(x)$ を求め、 $H(x)$ のグラフをかけ。

$$0 \leq x \leq 1 \text{ のとき}$$

$$H(x) = P(T \leq x) = P(\sqrt{S} \leq x) = P(S \leq x^2) = G(x^2) = x^2$$

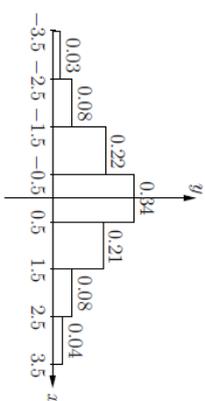


(3) T はどの辺りの値をとる確率が大きいか。

長さ 30mm のくぎを大量につくった。

長さの誤差 $U(\text{mm})$ について、相対度数の分布表をヒストグラムで表した。

誤差 $U(\text{mm})$	相対度数
-3.5 より大きく ~ -2.5 以下	0.03
-2.5	~ -1.5 0.08
-1.5	~ -0.5 0.22
-0.5	~ 0.5 0.34
0.5	~ 1.5 0.21
1.5	~ 2.5 0.08
2.5	~ 3.5 0.04



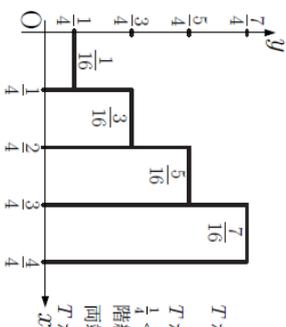
$-0.5 < U \leq 0.5$ の範囲の値をとることが多いと分かる。

(4) T が各階級の値をとる確率を書き、分布表をつくれ。

T	確率
0 より大きく $\sim \frac{1}{4}$ 以下	$(\frac{1}{4})^2 - 0^2 = \frac{1}{16}$
$\frac{1}{4}$	$(\frac{2}{4})^2 - (\frac{1}{4})^2 = \frac{3}{16}$
$\frac{2}{4}$	$(\frac{3}{4})^2 - (\frac{2}{4})^2 = \frac{5}{16}$
$\frac{3}{4}$	$(\frac{4}{4})^2 - (\frac{3}{4})^2 = \frac{7}{16}$
$\frac{3}{4} < T \leq 1$ の範囲の値をとる確率が大きいと分かる。	

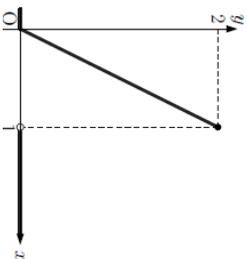
U が $-1.5 < U \leq 1.5$ の範囲にある相対度数は 0.77 。
 この値は、くぎを 1 本選ぶとき、その誤差が $-1.5 < U \leq 1.5$ となる確率とみなせる。
 この値は、 $-1.5 < U \leq 1.5$ の範囲内の階級の長方形の面積の和になっている。

(5) T についての分布表から、 T が各階級の値をとる確率を各長方形の面積とするヒストグラムを作れ。



T が $\frac{1}{4} < T \leq \frac{3}{4}$ の範囲にある確率は $\frac{8}{16}$ 。
 T が $\frac{1}{4} < T \leq \frac{3}{4}$ の範囲にある確率は $\frac{8}{16}$ 。
 $\frac{1}{4} < T \leq \frac{3}{4}$ の範囲内の階級の長方形の面積の和になる。
 階級の幅をより小さくしてヒストグラムをつくらせると、
 両端が $\frac{1}{4}$ の整数倍でない区間についても T がその範囲にある確率を面積で表すことができる。

(6) $0 \leq a \leq b \leq 1$ について、 $P(a < T \leq b) = f(x)$ ($0 \leq x \leq 1$) のグラフと x 軸と直線 $x = a$ と直線 $x = b$ で囲まれた部分の面積になるような $f(x)$ を求めよ。



$H(x) = P(T \leq x) = x^2 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot 2x$
 $f(x) = 2x$
 このような関数 $f(x)$ を T の **確率密度関数** と呼び、
 $y = f(x)$ のグラフを T の **分布曲線** と呼ぶ。
 このグラフから T は $\frac{1}{4}$ に近い値をとる確率が大きいと分かる。

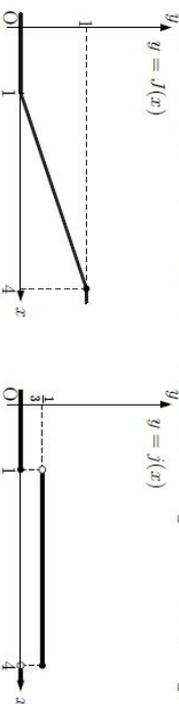
4. 次の 5 つの選択肢の中で最も当てはまる番号に ○ をかいてください。

- (1) 確率変数で、ある値になる確率が 0 なのに、その値になり得ることがあるものが存在することについて、
 1. とても納得した 2. ある程度納得した 3. どちらとも言えない 4. あまり納得していない
 5. まったく納得していない
- (2) 確率変数 T についての事象の確率は確率密度関数 $f(x) = 2x$ などによって囲まれた部分の面積で表されることについて、
 1. とても納得した 2. ある程度納得した 3. どちらとも言えない 4. あまり納得していない
 5. まったく納得していない

5. 3. の確率変数 S について、確率変数 $V = 1 + 3S$ のとり得る値の範囲は $1 < V \leq 4$ である。
 ルーレットを回したとき、面積が V である正方形の 1 辺の長さを W とする。
 W のとり得る値の範囲は $1 < W \leq 2$ である。

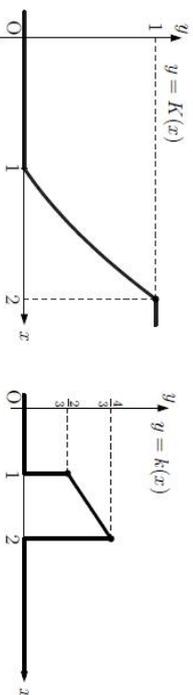
(1) 確率変数 V の累積分布関数 $J(x)$ と確率密度関数 $j(x)$ を求め、それぞれのグラフをかき。

$$J(x) = P(V \leq x) = P(1 + 3S \leq x) = P(S \leq \frac{x-1}{3}) = \frac{x-1}{3} \quad j(x) = \frac{1}{3}$$

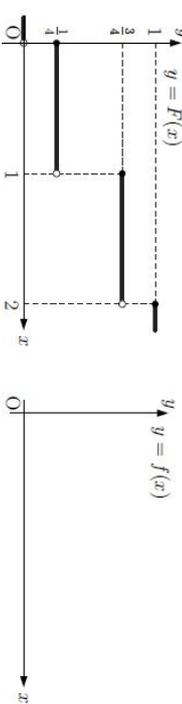


(2) 確率変数 W の累積分布関数 $K(x)$ と確率密度関数 $k(x)$ を求め、それぞれのグラフをかき。

$$K(x) = P(W \leq x) = P(\sqrt{V} \leq x) = P(V \leq x^2) = \frac{x^2 - 1}{3} = \frac{x+1}{3}(x-1) = \frac{1}{3}(\frac{2}{3}x + \frac{2}{3})(x-1) \quad k(x) = \frac{2}{3}x$$



6. 1. の確率変数 Y の累積分布関数 $F(x)$ と確率密度関数 $f(x)$ のグラフをかき。



当事者意識の涵養を通してエージェンシーを育む授業 —生態系管理課題「シカ食害」を背景とした教材「オオカミの導入」—

田中 伸也・藤浪 圭悟

現代社会では、不確実性の高い状況下で判断し、振り返りを通して修正しながら責任をもって行動する力が求められる。本研究は、シカ食害を現代的な社会課題として位置づけ、「オオカミの導入」を題材に、当事者意識の涵養を通じてエージェンシー（OECD, 2019）の生起を促す教材を設計・開発した。設計の検討枠組みとして5つの設計理念（①不確実性、②最善解探索、③探究、④簡便性、⑤位置づけ）を定め、ロールプレイ型シミュレーションを核に小・中・高の指導案を整備した。授業実践での観察所見および表計算ソフトによる反復シミュレーションに基づく検討の結果、生態系の相互作用を動態として理解させ、条件付き判断を促す点で有用である一方、社会的論点への橋渡し、モデル限界の提示、評価枠組みの簡素化、時間配分の工夫が課題として明らかになった。

1. はじめに

現代社会は、VUCA（Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity）時代と呼ばれ、未来予測が困難な状況に直面している。AIなどの技術が急速に進化し、絶え間ない技術革新が進展している。このような時代を生き抜くために、限られた情報や時間的制約の中で判断し、必要に応じてその判断を修正していく力が要請されている。

こうした背景において、学校教育では学習者の「エージェンシー（student agency：以下、エージェンシー）」を育成することが重視されている。OECD Learning Compass 2030では、student agencyを“defined as the capacity to set a goal, reflect and act responsibly to effect change”と定義している（OECD, 2019）。これは、「変化をもたらすために、自ら目標を設定し、振り返りながら、責任を持って行動する能力」を意味する。未来の予測が困難なVUCA時代において、状況に応じて目標を設定し、振り返りを通じて判断を修正しつつ、責任をもって行動していくことの重要性が指摘されている（OECD, 2019）。

しかし、こうした能力は、知識を一方向的に獲得する学習だけでは育成が難しい。学習者自身が判断と選択を繰り返し、制約条件での最善解や次善解を探索する経験を通して形成されやすい。したがって学校教育では、目標設定・振り返り・責任ある行為が学習過程の中で生起するような学習経験を設計することが課題となる。なお、本稿では、小学校から高等学校までを視野に入れ、児童・生徒を総称して「学習者」と表記する。

では、OECD Learning Compass 2030で定義する「エージェンシー」を学習者に育むには、どのような学習方策があるのだろうか。本稿では、エージェンシーをOECD（2019）の定義（目標設定・振り返り・責任ある行為）に従って用いる。そのうえで、当事者意識の涵養を主要な検討対象として位置づける。なぜなら、当事者意識は

事象を自分事として捉えさせ、関心を足場に判断と選択を能動的に行う契機となり得るためである。加えて、当事者意識の涵養は、学習者が問いを立て、情報を収集・分析し、解決策を構想して実行し、結果を振り返って改善するという一連の学習サイクルと整合的である。こうした一連の学習サイクルを特徴とする探究・プロジェクト型の学習では、学習者が活動の方向性や進め方について一定の裁量をもち、その結果に責任を引き受けながら取り組むことが求められる（Thomas, 2000）。また、自身の問いを起点にした情報探索と意味づけの過程は、見通しの形成や遂行への自信を強め（Kuhlthau, 2004）、困難な課題にも自発的に向き合う態度を支える。これらの特徴は、当事者意識を涵養する学習環境が、最終的に学習者のエージェンシーの育成につながると解釈できる。

それでは、当事者意識を涵養し、エージェンシーを育成するにはどのような学習教材が設計されるべきだろうか。学校教育には時間的制約があるため、教員には効率的かつ効果的な教材が求められる。具体的には、準備に多くの時間を費やさず、多忙な教育現場でも容易に活用しやすいものである必要がある。さらに、既存の教科学習に取り入れられること、ならびに系統学習の観点から体系的な学習に組み込まれることが望ましい。系統学習に組み込むことで、第一に、体系的な知識の蓄積と関連性のある知識の統合が可能となる。第二に、進度が明確になることで、習熟度に応じた学習が実現しやすくなる。第三に、統一的な学びの継続性が確保されやすい。

以上を踏まえると、本研究で開発する教材は、第一に予測困難なVUCA時代にOECDが示すエージェンシーの構成（目標設定・振り返り・責任ある行為）を学習過程の中で生起させること（OECD, 2019）、第二に、学習者の自分事として自ら問いを立てる態度・責任を伴う活動を成立させ、当事者意識を喚起し得る学習条件を備え

ること、の双方を満たす必要がある。さらに、学校教育の現場では時間的制約や準備負担が大きいと、実装可能性（簡便性・汎用性）と教育課程上の位置づけの明確さも重要な要素となる。これらの要請を統合し、教材設計における評価軸として整理するため、本研究では次の5つの設計理念を設定する。

- ①予測が困難な課題状況を扱う教材であること：情報の不完全さや条件変化を含む「制御された不確実性」（一定のルールや枠組みのもとで、結果が一意に定まらない状態）を備え、学習者が未知の状況に直面し、複数の柔軟な思考や創造性を発揮できるようにする。
- ②最適解ではなく、状況に応じた最善解・次善解を導き出す教材であること：複数の解決策を探るプロセスを通じて、意思決定能力を育む。
- ③当事者意識を涵養し、エージェンシーを育成する探究型学習などの要素を内包すること：学習者が自分事として自ら問いを設定し、行動に責任を持ちながら学びに取り組む態度を促す。
- ④簡便で汎用性に富む教材であること：教育現場での実用性を重視し、準備・運用の負担が小さく、継続的に活用できる設計とする。
- ⑤学習の位置づけが明確であること：教材が教育課程全体の中で果たす役割を明示し、単元の学習目標との整合性を保つ。

これらの5つの設計理念に適合した学習教材を開発することで、教育現場で実装可能であり、学習者のエージェンシーの育成に寄与する教材の開発を目指す。

2. 本研究における教材の設計

2.1 題材（シカ食害）と教材化の位置づけ

本節では、設計理念①～⑤に基づき、本研究で扱う題材である「シカ食害」と、その抑制策の一つとして議論される「オオカミの導入」を教材化する意義を示す。シカ食害の課題特性を整理した上で、オオカミの導入が議論される構造と不確実性を明確化し、設計理念との対応を述べる。

シカ食害は現代的かつ複雑な課題である。シカの採食圧は、森林植生の更新阻害や生物多様性の低下、農林業被害、生活圏における事故リスクなど、多面的な問題を伴う。捕獲強化が継続的に進められているにもかかわらず、推定個体数（中央値）は2011年の約234万頭から2022年には約246万頭へと高い水準を維持している（環境省, 2024）。こうした状況から、生態系管理における意思決定は、影響要因の複雑性や情報の不完全さを含む「制御された不確実性」を伴うものとなる。

また、シカの市街地出没による人身・交通事故（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所, 2021）、年間100億円以上の農林業被害（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所, 2022）、全国の森林の約2割で確認される被害（林野庁, 2018）など、生活や社会との接点も大きい。これらは、学習者が当事者意識を持ちうる教材としての有効性を示す。

シカ増加の背景には、かつての天敵であるニホンオオカミの絶滅が一因とされ、捕獲・防除・生息環境管理などの対策に加え、オオカミの導入が抑制策の一つとして議論されてきた（環境省, 2021）。しかし、オオカミ導入は生態系に及ぼす影響の評価、安全性への懸念、社会的受容の確保など、複数の論点が絡み合う。これらは条件設定によって結果が大きく異なり、影響の予測や最適解の特定が困難である。このような特性は、設計理念①「予測が困難な課題状況」および②「最善解・次善解を導き出す教材」としての条件を満たしている。

生活圏に関わるデータや被害の実態を提示することで、学習者は課題との関わりを実感しやすくなる。また、オオカミ導入の是非を単純な二者択一で問うのではなく、安全対策、住民合意などの条件を検討させることで、学習者は自ら問いを立て、情報を収集・比較し、判断根拠を形成する探究過程に入ることができる。これは設計理念③の求めるエージェンシー育成に寄与する。

さらに、設計理念④（簡便性）に対応すべく、教材は紙と筆記用具および教室空間があれば実施できるロールプレイ型シミュレーションとして設計した。また、設計理念⑤に対応すべく、理科領域「生態系」に位置づけ、小学校における「食う食われる関係」から、中学校の「自然界のつり合い」、高等学校における「生態系の構造と保全」へと理解が連続するよう設計した（表1）。

表1 教育段階別にみた本教材の位置づけと関連単元

教育段階	教科	単元	学習内容
小学校	理科	生物と環境	生物の間には、食う食われるという関係があることを理解する（文部科学省, 2017a）
中学校	理科	生物と環境	植物、動物及び微生物を栄養の面から相互に関連付けて理解し、自然界のつり合いを学ぶ（文部科学省, 2017b）
高等学校	生物基礎	生態系とその保全	生物の種多様性と生物間の関係性を理解する（文部科学省, 2018a）
高等学校	生物	生態系	生態系における物質生産及びエネルギーの移動と物質循環を関連付けて理解する（文部科学省, 2018b）

注：本教材の位置づけを示すため、各教育段階の該当単元と学習内容を整理した。

以上のように、「オオカミの導入」は予測困難性、最善解の探索、当事者意識の涵養など、設計理念①～③を満たす題材であると同時に、簡便性と教育課程上の明確な位置づけ（理念④⑤）を備える教材として適切である。

2.2 「オオカミの導入」に関する前提知識の整理

本節で整理する周辺情報は、オオカミの導入の是非を一義的に結論づけるためのものではない。学習者が課題に取り組むためには、導入の前提となる生態学的・社会的情報を正確に理解することが不可欠である。たとえば、シカの増加に対してオオカミの導入が抑制に寄与し得るかを考察するには、オオカミの食性や導入に伴うリスク、ならびに既存の導入事例に関する知識が求められる。

絶滅したニホンオオカミの食性については、他のオオカミ亜種の知見を参照すると、大型有蹄類（シカなど）を主食とし、小型哺乳類、魚、鳥、昆虫、果実なども捕食・摂食対象となり得ることが指摘されている。また、近年のシカ増加の背景としては、気候要因や捕食圧の変化など複数の要因が指摘されており、捕食者の存在がシカの増加抑制に関与し得る可能性が論点となる。

一方で、オオカミ導入には、少なくとも次のような課題が想定される。

- (1) 家畜への被害：オオカミは夜行性であるため、家畜の夜間管理等の対策が必要になる。
- (2) ヒトへの危険性：ヒト慣れしていないオオカミは通常ヒトを襲いにくいとされる一方で、社会的な不安や受容の問題が残る。
- (3) 予測困難な影響：日本ではオオカミの導入例がないため、どのような影響が生じるか十分に見積もることが難しい。

上記のうち、「予測困難な影響」を考える上では、アメリカの導入事例が参考となる。なお、絶滅後に行われる場合は「再導入」と呼ばれるが、本稿では便宜上「導入」と記す。絶滅したオオカミの導入が行われたイエローストーン国立公園では、オオカミの主要な被食者であるシカ（エルク）が減少に転じたことが報告されている（Smith & Peterson, 2021）。ただし、オオカミの導入による影響は、単にシカの個体数が減少したという直接的効果にとどまらない。オオカミに襲われるリスクの高い場所をシカが避けるようになったため、シカの食害が軽減され、植生の回復が進んだ可能性が示唆されている（Ripple & Beschta, 2003）。特に、見通しの良い川辺での樹木の成長が早いことが報告されている（Ripple & Beschta, 2012）。

さらに、植生変化に伴ってビーバーの営巣・生息が促され、湿地や池の形成を通じて、河川地形が複雑化したこと、その結果として、水生昆虫や鳥類の増加が確認されたことが示されている。また、河川周辺のヤナギなどの植生が増加することにより、他の草食動物も増加することが示されている（Ripple & Beschta, 2012; Law et al., 2017）。このように、少数のオオカミの存在が、食物網を介して生態系全体に影響を及ぼし得ることから、オオカミが「キーストーン種」のような機能を果たしたと解釈できる。

オオカミの導入効果を単純な因果で断定するものではないが、1995年に実施されたオオカミの導入後の個体数は2000年から2020年の間に100～200個体程度で推移し、シカの個体数は1980年から1990年にかけて10,000～20,000個体程度、2000年から2010年の間に5,000～15,000個体程度、2010年から2020年の間に5,000～8,000個体程度で推移しており、オオカミの導入がシカを含むさまざまな生態系全体に影響を及ぼしたことがうかがえる（Smith & Peterson, 2021）。

ただし、日本とアメリカでは、自然環境や社会状況、文化的背景が異なるため、これらの事例をそのまま適用することはできず、慎重な検討が求められる。

また、オオカミ導入に関する議論には、(i) 生態学的メカニズムに関する誤解、(ii) 社会的受容・リスクに関する誤解、(iii) 導入対象（種・亜種）に関する誤解がみられる。学習者が正確な情報に基づいて議論できるよう、代表的な誤解を以下に整理する。

- (i) 生態学的メカニズムに関する誤解
 - a) クマはシカを捕食するのではないか：クマによる捕食は状況により得られるが、シカ個体群の抑制を一義的に担うものとして捉えるのは適切ではない。
 - b) シカは生態系を維持する：シカは生態系の構成要素である一方、過剰増加が生態系の攪乱要因となり得る。
 - c) オオカミはシカを食べ尽くす：被食者が減少すれば捕食者も減少し得るため、単純に「食べ尽くす」とは言い切れない。
 - d) オオカミとシカは単純な捕食関係：オオカミはシカ以外の動物も捕食し得るため、食物網全体の中で捉える必要がある。
- (ii) 社会的受容・リスクに関する誤解
 - a) ヒトへの危険性は常に高い：実際のリスク評価と、社会的な不安・受容は区別して検討する必要がある。
- (iii) 導入対象（種・亜種）に関する誤解
 - a) 導入可能なオオカミが外来種として問題：絶滅したニホンオオカミは他のオオカミと亜種関係にあることが示されており（Segawa et al., 2022）在来のものに近い

ものを導入できる。

以上のような周辺情報の整理を通じて、学習者が必要に応じて前提条件を踏まえた条件付き判断を行い、根拠に基づいて議論できる基盤を形成することを目指すことができる。

2.3 探究導入としての教材構成と指導案

本節では、探究の導入段階として位置づけられる、発達段階別の教材の指導案とともに、ロールプレイ型シミュレーションの手順と解釈を中心に扱う。

身近な生態系の観察や実験は、季節変動や天候等の制約により、フィールド活動の実施が困難な場合が多い。そこで本研究では、授業計画の変更を最小限に抑えることをねらいとして、室内で「植物」「シカ」「オオカミ」の関係性をシミュレーションし、生態系の変化を考察する教材を設計した。その際、Project WILDの「オー・ディア」を参考にした（一般財団法人公園財団, 2015）。

具体的には、学習者を「シカ」「植物」のいずれかに配役し、生育環境の違いが個体数の変動に及ぼす影響を、役割演技を用いた簡易シミュレーション（ロールプレイ型シミュレーション）として実施する。この活動を通じて、捕食者であるオオカミが生態系に与える影響について考察し、当事者意識を涵養するとともに、オオカミが存在する生態系に対する理解を深めることを目指した。なお、本教材は45～50分の1時限で実施可能な構成とし、推奨人数は20～40人程度とする（20人未満では結果のばらつきや「絶滅」が生じやすい）。必要物品は紙・筆記用具と教室空間のみである。

以下に、各学校での学習者を対象とした具体的な指導案を示す。

学習活動（小学校）

導入（5分）

ニホンオオカミは100年以上前に山で見られたのを最後に、絶滅したと考えられている。オオカミがいたら、山はどのようなのか？

オオカミがいたときのことをまねして、どうなるか予想する

展開（35分）

オオカミが食べるのは何か？→シカ
シカが食べるのは何か？→植物
オオカミがいたらシカの数が増えるか減るか？（挙手）
オオカミがいたら植物の量（または数）が増えるか減るか？（挙手）
これらの関係をまねることを理解する

- ① 「シカ」、「植物」の2エリアに学習者は分かれる
- ② 「植物」の3つのサインを決める
- ③ 合図で学習者はランダムにサインを出し合う
- ④ 「シカ」は自分のサインと一致した「植物」を捕まえ、「シカ」エリアに連れ戻す。「植物」を捕まえることができなかった「シカ」は「植物」エリアに行く

- ⑤ 「オオカミ」を導入し、合図に合わせて学習者と同時に「オオカミ」もサインを出す。「オオカミ」と同じサインを出した「シカ」は「植物」エリアにいき、「植物」エリアに留まる（④では動かない）

- ⑥ ③と④を約10回繰り返して「シカ」の数を記録する
- ⑦ ⑤と④を約10回繰り返して「シカ」の数を記録する

記録をもとに「オオカミ」が「なし/あり」で結果が変わる理由を考える（話し合い）→オオカミありでは「シカ」が減り、「植物」が増える

終結（5分）

オオカミやシカのように、生物が他の生物を食べたり食べられたりするのを「食う食われる関係」という。オオカミが山にいたら、どのような良いところ、悪いところがあるか、を考える。

学習活動（中学校）

導入（5分）

ニホンオオカミは明治時代に絶滅したと考えられている。オオカミがいたら、生態系はどのようなのか？

生態系の食う食われる関係をシミュレーションする

展開（40分）

オオカミが食べるのは何か？→シカ
シカが食べるのは何か？→植物
オオカミがいたらシカの数が増えるか減るか？（挙手）
オオカミがいたら植物の量（または数）が増えるか減るか？（挙手）
食う食われる関係をシミュレートするには？

- ① 「シカ」、「植物」の2エリアに学習者は分かれる
- ② 「植物」の3つのサインを決める
- ③ 合図で学習者はランダムにサインを出し合う
- ④ 「シカ」は自分のサインと一致した「植物」を捕まえ、「シカ」エリアに連れ戻す。「植物」を捕まえることができなかった「シカ」は「植物」エリアに行く
- ⑤ 「オオカミ」を導入し、合図に合わせて学習者と同時に「オオカミ」もサインを出す。「オオカミ」と同じサインを出した「シカ」は「植物」エリアにいき、「植物」エリアに留まる（④では動かない）
- ⑥ ③と④を約10回繰り返して「シカ」の数を記録する
- ⑦ ⑤と④を約10回繰り返して「シカ」の数を記録する

記録をもとに折れ線グラフを作成する。

「オオカミ」が「なし/あり」で結果が変わる理由を考察する（話し合い）→オオカミありでは「シカ」が減り、「植物」が増える

終結（5分）

オオカミがいても、生物どうしのつり合いは保たれる。オオカミを日本に導入することに、どのようなメリット、デメリットがあるか、を考える。

学習活動（高等学校）

導入（5分）

ニホンオオカミは明治時代に絶滅したと考えられている。オオカミがいたら、生態系はどのようなのか？

生態系の捕食—被食関係をシミュレーションする

展開（40分）

オオカミが捕食するのは何か？→シカ
シカが食べるのは何か？→植物
オオカミがいたらシカの数が増えるか減るか？（挙手）
オオカミがいたら植物の量（または数）が増えるか減るか？（挙手）
捕食—被食関係（食う食われる関係）をシミュレートす

るには？

- ① 「シカ」, 「植物」の2エリアに学習者は分かれる
- ② 「植物」の3つのサインを決める
- ③ 合図で学習者はランダムにサインを出し合う
- ④ 「シカ」は自分のサインと一致した「植物」を捕まえ、「シカ」エリアに連れ戻す。「植物」を捕まえることができなかった「シカ」は「植物」エリアに行く
- ⑤ 「オオカミ」を導入し、合図に合わせて学習者と同時に「オオカミ」もサインを出す。「オオカミ」と同じサインを出した「シカ」は「植物」エリアにいき、「植物」エリアに留まる(④では動かない)
- ⑥ ③と④を約10回繰り返して「シカ」の数を記録する
- ⑦ ⑤と④を約10回繰り返して「シカ」の数を記録する

記録をもとに折れ線グラフを作成する。

「オオカミ」が「なし/あり」で結果が変わる理由を考察する(話し合い)→オオカミありでは「シカ」が減り、「植物」が増える

終結(5分)

オオカミのように、少数で他の生物に大きな影響を与える生物種をキーストーン種という。オオカミを日本に導入することに、どのようなメリット、デメリットがあるか、を考える。

補足: 各指導案における3つのサインは、山辺の植物、谷部の植物、川辺の植物と指定し、それぞれ「頭の上に両手で屋根をつくる」「腕組みをする」「両手を体の前へまっすぐ伸ばす」とする。これは、「シカ」が山辺など、どの場所に食料を見出すか、また「植物」がどのような場所に存在するかを示すシミュレーションであることを説明する。さらに、「シカ」は自分のサインと一致した「植物」を捕まえることができた場合、「シカ」が子孫を残して増えることを意味すること、また「植物」を捕まえることができなかった「シカ」は「植物」エリアに移動することが、「シカ」が死んで土に還ることを意味することを明示する。シミュレーションを単純化するために、「オオカミ」は教員が1個体として設定し、「オオカミ」は「シカ」のいる環境で「シカ」を捕食して土に還すが、「オオカミ」自体は増減しないことを示す。また、⑥、⑦のように繰り返した回数は、時間の流れを意味することを説明する。

以上の指導案におけるロールプレイ型シミュレーションでは、学習者は移動を伴いながら生態系の変動を体験する。まず、学習者は室内の両端にある「シカ」エリアと「植物」エリアに分かれ、互いに対峙する形で配置される。

「オオカミなし」の条件では、学習者は「シカ」と「植物」の役割演技を通して、教員の合図に合わせて、ランダムに3種類のサイン(山辺の植物、谷部の植物、川辺の植物)をジェスチャーで示す。その後、「シカ」役は、自分と同じサインを出した「植物」役とペアを形成できた場合、採食に成功したのものとして次の回でも「シカ」役を維持する。一方、ペアを形成できなかった「シカ」役は、死亡したものとして「植物」エリアへ移動する。また、「植物」役は、ペアを形成された場合は食べられたものとして「シカ」エリアへ移動し、ペアを形成されなかった場合は「植物」役を維持する。ここまでの過程を経た後、数に変動した状態のまま、再び両者が対峙し、同様の手順(教員の合図に合わせて、ランダムに3種類のサインをジェスチャーで示す…)を繰り返す。このプロセスを10回程度繰り返す、「シカ」と「植物」の個体

数の変遷を観察する。

「オオカミあり」の条件では、「オオカミ」役として教員1人(1個体)を加え、全員が前述のサインをランダムに示す。ただし、この条件下においては「オオカミ」と「シカ」が同じサインを示した場合、その「シカ」は「植物」となる。このルールを適用した後、残存する「シカ」と「植物」が再度ペアを形成し、ペアが成立した者は「シカ」、成立しなかった者は「植物」として、エリアを移動する。このプロセスも10回程度繰り返す、「オオカミ」の影響が「シカ」および「植物」の個体数の変動に及ぼす影響を検証する。

ロールプレイ型シミュレーションにおいて、「山辺の植物」「谷部の植物」「川辺の植物」のポーズは、生態系内におけるシカの採食環境の多様性を表象している。シカが異なる環境を移動しながら、食料資源を獲得して生存と繁殖を果たす個体と、食料を得られず死亡する個体とが選別される過程をモデル化している。さらに、オオカミがその環境に存在した場合、捕食によってシカが死亡することを示唆しており、生態系における捕食者・被食者関係の影響を再現している。

さらに、3つの指導案の違いについて論じる。小学校段階の「食う食われる関係」を起点に、段階的に複雑な理解へと進むように系統立てて学習するシークエンスを考慮している。

小学校では、食う食われる関係がオオカミなし/ありに関係なく成立すること、実際の山ではオオカミがいた場合、怖がる人がいる、人慣れしない限り多くのオオカミは人を襲うことがないなど、オオカミに対する正しい知識を得ることが重要である。

中学校では、生態系の数量的関係に着目し、生物個体数が増えること、変動が周期的に元の状態に戻ることを学ぶとともに、オオカミなし/ありで生態系のつり合いが変化するため、シカや植物だけでなく他の生物にも影響があるため、オオカミの導入については慎重に考える必要があることを学ぶことが重要である。

高等学校では、捕食-被食の関係におけるキーストーン種概念を習得するとともに、イエローストーン国立公園でのオオカミの導入がシカ個体数を抑制する効果と、植物の増加、ビーバーの増加とそれに伴う地形変化により生態系の多様性が増したことを理解させたい。同時に生態系は複雑であり、日本でオオカミを導入した場合には予測困難な部分があることや、オオカミを怖いと考える社会的背景についても考察させたい。

2.4 表計算ソフトを用いたシミュレーション

本節では、ロールプレイ型シミュレーションを表計算

ソフト (Excel) 上で再現し、試行回数を増やした場合に生じる結果のばらつきと、授業設計上の留意点を整理する。なお、本節のシミュレーションはロールプレイ型活動の結果解釈を補助するためのものであり、授業実施における必須条件ではない。

オオカミなし/あり条件がシカ個体数に与える影響を図1 (A~D) に示す。初期人数 (シカ+植物の合計人数) は 10, 16, 20, 40 の 4 条件とした。初期シカ個体数はそれぞれ 5, 8, 10, 20 とし、植物も同数に設定した。本研究では、シミュレーション上の「個体数」を授業内の「人数」に対応させて扱う。また、Excel 上の状態遷移も授業内の「移動」に対応させて「移動」と表記する。

「オオカミなし」の条件では、「シカ」と「植物」が

それぞれランダムに 3 つのサインを選択し、同じサイン同士でペアが成立した場合は「シカ」、成立しなかった場合は「植物」として扱う。この移動 (状態遷移) を 11 回繰り返した結果を 1 回の試行とし、試行を 10 回実施した。反復回数 11 回は、授業内で実施可能な範囲で変動傾向が観察できる回数として設定した。なお、移動回数 0 は初期状態を表し、図 1 では 0~11 の 12 時点を示す。

「オオカミあり」の条件では、上記に加えて「オオカミ」1 個体を設定し、「オオカミ」と同じサインを出した「シカ」は捕食されたものとして「植物」に移動する。その後、残った「シカ」と「植物」で同様にペア形成を行い、移動を 11 回繰り返した結果を 1 回の試行とし、試行を 10 回実施した。

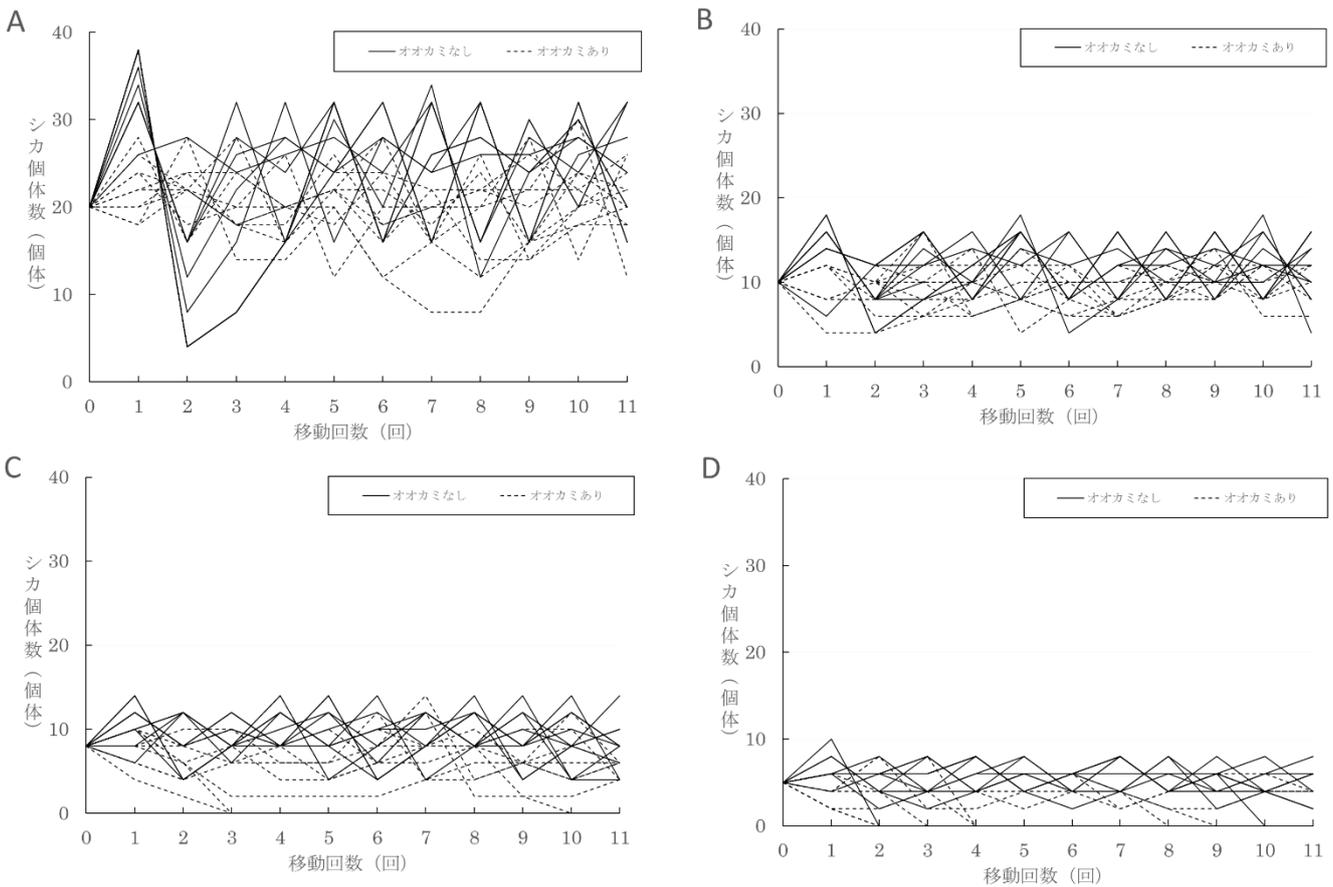


図1 シカ個体数の推移 (オオカミ条件別, 初期人数条件別)

注: A=初期人数 40 (シカ 20・植物 20), B=20 (10・10), C=16 (8・8), D=10 (5・5)。横軸は移動回数 (0~11, 0は初期状態), 縦軸はシカ個体数 (授業内では人数に対応)。実線=オオカミなし, 破線=オオカミあり。各条件 10 試行の結果を重ね描きした。

表2 シカ個体数の記述統計（オオカミ条件別，初期人数条件別，試行別）

	オオカミ条件	移動回数1～11の平均個体数（試行別）										10試行の集計			
		試行1	試行2	試行3	試行4	試行5	試行6	試行7	試行8	試行9	試行10	平均値	標準偏差	絶滅回数(回)	
初期人数 (40人)	なし	平均値	26.00	25.45	25.27	24.73	24.00	24.00	22.36	22.18	21.45	21.27	23.67	1.74	0
		標準偏差	4.90	5.37	5.39	6.71	7.95	8.05	11.06	11.19	10.92	11.04			
初期シカ個体数 (20個体)	あり	平均値	21.64	21.27	20.73	20.73	20.36	20.36	20.00	20.00	19.09	17.45	20.16	1.19	0
		標準偏差	3.20	3.72	3.72	4.31	3.88	5.12	4.00	2.37	5.89	5.80			
初期人数 (20人)	なし	平均値	12.55	12.55	12.36	12.18	12.18	12.18	11.82	11.64	11.27	10.73	11.95	0.59	0
		標準偏差	3.80	3.80	3.88	3.28	3.63	3.63	3.84	3.88	4.22	4.84			
初期シカ個体数 (10個体)	あり	平均値	10.73	10.36	10.00	9.64	9.45	9.45	9.27	8.91	8.73	8.73	9.53	0.68	0
		標準偏差	2.87	2.16	2.68	1.96	2.38	2.21	3.38	2.43	2.24	1.62			
初期人数 (16人)	なし	平均値	9.82	9.64	9.45	9.45	9.45	9.27	9.09	9.09	8.73	7.82	9.18	0.57	0
		標準偏差	3.03	1.96	3.59	2.70	2.70	2.41	2.74	3.27	3.38	3.74			
初期シカ個体数 (8個体)	あり	平均値	8.55	7.27	6.91	6.55	6.18	6.18	5.82	5.27	1.45	0.55	5.47	2.53	3
		標準偏差	1.81	2.87	2.88	2.84	1.40	4.42	2.27	3.38	3.36	1.29			
初期人数 (10人)	なし	平均値	5.82	5.64	5.45	5.45	5.45	5.27	5.27	5.27	4.73	0.91	4.93	1.44	2
		標準偏差	1.40	1.50	2.02	2.02	2.02	2.05	1.62	1.62	2.87	3.02			
初期シカ個体数 (5個体)	あり	平均値	4.73	3.64	3.64	3.64	2.91	1.64	1.45	0.73	0.18	0.18	2.27	1.64	7
		標準偏差	1.35	2.80	1.50	1.75	2.43	0.00	2.70	1.62	0.60	0.60			

注：各条件（初期人数 40/20/16/10）について，移動回数 1～11（初期状態 0 を除く）におけるシカ個体数を用い，試行ごとに平均個体数（表中「平均値（個体数）」の試行 1～10）および標準偏差（表中「標準偏差」の試行 1～10）を算出した。右端の「平均値（個体数）」および「標準偏差」は，10 試行の平均個体数（試行 1～10）を集計した値（平均，および試行間標準偏差）である。絶滅回数は，10 試行のうち途中でシカ個体数が 0 となった試行数（モデル上の絶滅）である。平均値および標準偏差の単位は個体（授業内では人数に対応）である。

授業時間内のロールプレイ型活動では試行回数が限られるため，絶滅の有無を含めた議論を安定して成立させることは容易ではない。特に 1 回の試行で考察する場合，偶然性の影響が大きくなり，学習の焦点（オオカミなし／ありによる個体数変動の比較）から逸脱しやすい。以上を踏まえると，50 分の授業で 1 回の試行を行い，「オオカミなし／あり条件によるシカ個体数の変化」や「植物への採食圧の変化」といった基本的特徴を観察するためには，初期人数 20 人以上とするのが一つの目安として提案できる。

また，ロールプレイ型シミュレーションが予期しない結果（例：小規模条件での早期絶滅）を示した場合には，図 1 のような複数試行の結果を補助資料として提示し，自分たちの試行結果が全体の分布のどこに位置するかを理解させることができる。

表 2 は，各条件について移動回数 1～11 におけるシカ個体数をもとに，試行ごとの平均値・標準偏差をそれぞれ（試行 1～10）を算出し，さらに 10 試行を集計した平均値と試行間標準偏差（右端）を示したものである。あ

わせて，途中でシカ個体数が 0 となった試行数（絶滅回数）を示した。初期人数 40 人の条件では，「オオカミなし」の平均値が「オオカミあり」より高い傾向が見られ，平均値が同等または逆転するケースは限定的であることがわかる（表 2）。初期人数 20 人の条件でも同様の傾向が認められた。初期人数 16 人以下の条件では，絶滅が生じることが分かる。これも生態系の特徴であるが，指導案（授業計画）上の時間配分をあらかじめ考慮する必要が生じ，本教材の設計理念④に反することになる。

2.5 設計理念に照らした設計の検討

本節では，本教材を設計理念①～⑤に照らし，学習内容の理解を支える妥当性，偶然性を含む結果を学習対象化できる教育的有用性の検討，および実装可能性（簡便性・汎用性）の観点から設計上の検討を行う。設計理念と，本教材における設計デザインならびに学習活動への反映の対応関係を表 3 に示す。

表3 設計理念と教材設計の対応表

設計理念	理念の要点	設計デザイン	学習活動への反映
① 予測が困難な課題状況を扱う教材であること	未知の状況に直面し、複数の可能性を想定	生物間の相互作用を単純化したシミュレーションであり、結果が一意に定まらない(ただし明確なルールに基づく)設定	結果のばらつきや想定外の変化を踏まえた解釈、および前提条件の妥当性に関する考察・議論
② 最適解ではなく最善解・次善解を導く教材であること	複数の解決策を探る過程を通じた意思決定	前提条件(価値・社会的受容等)の整理と比較を通して、導入条件の提案など条件付き判断を形成させる課題設定	メリット・デメリット等の複数視点に基づく比較検討、および合意形成を意識づけした活動
③ 当事者意識・エンジェンシーを育成する探究型学習要素を含むこと	自分事として自ら問いを設定し、行動に責任を持ちながら学びに取り組む	シカ問題を背景に、生活圏と結びつけた課題文脈を付与。コンピュータを用いた条件設定や追加検証は任意の拡張として位置づけ	問いの設定、見直し、記録に基づく結果解釈と振り返りを学習者が担う探究的活動の成立。発展として条件の追加・変更による再検討・追加考察
④ 簡便で汎用性に富む教材であること	準備・運用の負担が小さく、継続的に活用が可能	紙と筆記用具、教室空間で実施可能なロールプレイ型シミュレーション	学年・人数・授業時数・ICT活用状況に応じた柔軟な実施
⑤ 学習の位置づけが明確であること	教育課程内での役割を明示可能	小学校～高等学校の「生物と環境」「生態系」単元と系統的に対応	発達段階に応じた理解の深化と学習内容の接続

注：設計理念とその要点、本教材における具体的対応と学習活動への反映を示した。なお、表計算ソフト(Excel)等を用いた条件変更や追加検証は任意であり、教材の成立条件ではない。

本教材を用いることで、「オオカミ」の「なし/あり」という条件下で、シカ個体数の変動をシミュレートすることが可能である。実際の生態系を完全に再現することはできないものの、「オオカミ」の存在が「シカ」の個体数を抑制し得ること、それに伴い「植物(山辺の植物群など)」への採食圧が変化し得ることを理解する手がかりとなり得る。

また、ロールプレイ型シミュレーションの結果は、ルールに基づきつつも偶然性を含む。しかし試行を繰り返すことで、結果のばらつきの中に蓋然的な傾向が可視化され、個々の出来事が偶然であっても集団レベルでは確率的傾向として理解できることを学習者に体感させる。したがって、本教材は生態系の動態を「偶然」と「規則性(傾向)」の両面から捉えさせる点で設計理念①に関連して、教育的有用性が示唆される。

さらに、本教材は学習者の発達段階や関心に応じて、任意の発展として探究的に拡張できる。たとえば、3つのサイン(山辺の植物、谷部の植物、川辺の植物)に新たなサイン(岩場の植物など)を追加する変数の拡張、試行回数の増加、あるいはロトカ=ヴォルテラ(Lotka-Volterra)の方程式等の数理モデルを紹介することで、

モデル化の意義と限界を段階的に扱うことが可能である。ただし、これらの拡張は教材の成立条件ではなく、授業条件に応じて選択可能な発展として位置づける。また、基本は紙と筆記用具および教室空間で実施可能であり、学年・人数・授業時数・ICT環境に応じて柔軟に実施できる点で、実装可能性(簡便性・汎用性)を有する。

以上の検討を踏まえ、次章では本教材の特質および限界を整理し、改善の方向を示す。

3. 本教材の特質・限界と改善の方向性

3.1 本教材の特質

本節では、「オオカミの導入」を題材とした本教材の特質を、3つの観点から整理する。なお、(i)は学習内容の理解を支える妥当性、(ii)は意思決定を学習対象化する教育的有用性、(iii)は実装可能性(簡便性・汎用性)に対応する観点から整理する。

(i)生物間の関係性を「動態」として扱うことの可能性

生態系は、多様な生物同士のつながりによって構成されている。高等学校の学習指導要領では、「生物の絶滅にも触れること。『生物間の関係性』については、捕食と被食を扱うこと。その際、それに起因する間接的な影響にも触れること」「観察、実験などを通して探究し、生態系における生物の多様性及び生物と環境との関係性を見いだして表現すること」とされている(文部科学省, 2018a)。すなわち、高等学校段階では、生物の種多様性や生物間の関係性、環境とを関連付けて理解させる学習が重視される。

しかし、これまでの生態系に関する観察や実験は、「生物間の関係性」そのものに注目させる学習として十分に焦点化しにくい場合がある。たとえば、中学校理科教科書(東京書籍, 2021)や高等学校生物基礎教科書(実教出版, 2022)では、いずれも土壌生物の観察実験が扱われているが、これらは主に観察を中心に構成されている。観察対象の土壌生物は、多種多様な生物を観察できるため、生物の種多様性の理解及び、生物が息づく土壌環境との関連性の理解を支える教材となり得る。一方、土壌生物の観察実験では、捕食-被食や間接効果といった生物間の関係性の動態を体験的に扱うには限界がある。

これに対し、「オオカミの導入」をテーマにした本教材は、オオカミ、シカ、植物といった複数の生物を設定し、それらの相互作用を通して「生物間の関係性」を捉えさせることが期待できる。ロールプレイ型シミュレーションを通じて、捕食-被食関係に加え、捕食者の存在が被食者の個体数変動を介して植物群へ波及し得るとい

う間接効果を、動態として体験的に理解させることへ接続し得る。したがって、本教材は、生態系を構成する「生物間の関係性」に着目した学習を推進する点で教育的意義が示唆される。

(ii) 現代的課題を用いて、条件付き判断と当事者意識を促し得る点

本教材は、シカ食害という現代的な課題を背景に「オオカミの導入」を題材とし、唯一の正解が存在しにくい状況での意思決定を学習対象とし得る。学習者は「導入に賛成／反対」といった単純な結論提示にとどまらず、生態系・人間生活・社会的受容等の複数条件を比較検討しながら、「どの条件のもとで導入を支持／留保／反対するか」「導入するならば何を前提条件とするか」といった形で条件付き判断を形成する学習を促し得る。このことにより、生態系管理や人間の関与を自分事として捉える態度の育成を図り、当事者意識の涵養およびエージェンシーの育成に資する可能性が示唆される。

(iii) 実装可能性と系統性

本教材は、紙と筆記用具および教室空間で実施可能なロールプレイ型シミュレーションを基本としており、特別な機器を必須としない点で実装可能性を有する。また、小学校段階の「食う食われる関係」を起点に、中学校での数量的変動の理解、高等学校での生態系の複雑性（間接効果を含む相互作用）へと、発達段階に応じて理解を深化させる形で位置づけられ得る。これらは、多様な学習段階・学習環境に応じて本教材を活用できるという実装上の利点にもつながる。

3.2 本教材の限界と改善の方向

本節では、「オオカミの導入」を題材とした本教材の限界と改善の方向性を4項目に分けて述べる。

(i) 政策意思決定・合意形成プロセスの追体験の限界

現代社会においては、限られた時間と情報の中で意思決定し、状況に応じて判断を修正する力が要請されている。しかし、本教材では、政策意思決定に伴う準備・合意形成・利害調整のプロセスを十分に追体験させることは容易ではない。実際のイエローストーン国立公園におけるオオカミの導入では、科学的・法的・社会的な準備や、多様なステークホルダーの意見調整が長期間にわたり行われた。たとえば、オオカミの導入の前に実施されたドラフト環境影響評価では、16万件を超えるパブリックコメントが寄せられ（U.S. Fish and Wildlife Service, 1994）、その収集・分類・分析・対応を経て、最終的な環境影響評価書の作成に至るまでに長期間を要してい

る。このような意思決定過程については、本教材単独での扱いには限界があるため、補足資料の提示や授業後の振り返り活動（論点整理・ステークホルダー分析等）を通じて補完する必要がある。

(ii) シミュレーションモデルの単純化と一般化のリスク

本教材のシミュレーションは現実の生態系を単純化したモデルであり、実際の生態系を完全に再現するものではない。そのため、結果を過度に一般化したり、現実へ直接適用したりするのではなく、結果を「議論の出発点」として批判的かつ建設的に検討する態度の育成に活用されたい。これを促進するためには、シミュレーションの前提（省略した要因・固定した条件）と限界を明示し、現実の生態系との差異（不確実性・外乱・複数要因の相互作用）や、異なる前提を置いた場合の結果が変化する場合について議論する時間を意図的に設定することが望ましい。

(iii) 当事者意識・エージェンシーの評価の困難性

本教材は当事者意識の涵養やエージェンシーの育成を目的としているが、これらの成果を適切に評価することは困難が伴う。生態系問題に対する主体的な関与や意思決定の質は多面的であるため、自己評価、教師による観察、ポートフォリオ、ルーブリック評価、ピア評価など、複数の評価手法を組み合わせることが考えられる。

しかし、これらの評価方法をすべて実施することは、時間的・人的コストの面で負担となり得る。したがって、学習者の実態に応じた評価の枠組みを簡素化する工夫の必要性が示唆される。たとえば、「学習プロセスの記録（予想・根拠・振り返り）」を基にした簡便なルーブリック評価等により、負担を抑えつつ当事者意識やエージェンシーの表れを把握する方法が現実的な選択肢となり得る。

(iv) 時間制約による探究段階の不足

本教材は初等・中等教育段階において1時限（45～50分）の授業時間内で完結することを想定している。しかし、オオカミ導入に関連する議論を十分に深める時間を確保するには制約がある。厳密には、本教材は探究型学習の導入（足場がけ）に位置づき、探究の中核である自律的な情報収集・検証・再検討の段階を単独で担保しにくい。したがって、「クマはシカを捕食するのではないか」「オオカミはシカを食べ尽くすのではないか」といった学習者の疑問を起点に探究を継続させるためには、事前学習・事後学習の設定、複数時間への拡張、または関連単元（食物網・動物の食性等）での意図的な伏線配置と回収など、授業構成上の工夫と時間数の確保の必要

性が示唆される。これらにより、疑問を持ち寄りながら議論を深める時間を確保し、一貫した探究的学習経験を形成し得る。

(i)～(iv)の限界は、設計理念①～③(不確実性を含む解釈、条件付き判断、探究的活動)を教室内で成立させる際の運用上の課題として位置づけられ、④(実装可能性)および⑤(教育課程上の位置づけ)との調整を要する。以上より、本教材は探究導入として有効性が示唆される一方、意思決定過程の可視化、モデル限界の明示、評価の簡素化、複数時限化によって探究の中核へ接続する改善の必要性が示唆される。

4. 総合考察と今後の課題

本研究の目的は、生態系管理に関わる現代的課題としてのシカ食害を背景に、その抑制策の一つとして議論される「オオカミの導入」を題材とした教材を用いて、当事者意識の涵養を通して学習者のエージェンシー(目標設定・振り返り・責任ある行為)を促す授業教材を設計・開発し、設計理念①～⑤に照らしてその特徴と課題を検討することであった。本章では、授業実践で得られた観察所見も踏まえて、本教材の教育的意義を総合的に考察し、今後の課題を示す。

第一に、本教材は、捕食―被食および間接効果を「動態」として扱わせることにより、生態系の相互作用を静的知識にとどめず、変動として理解させる手がかりを提供する。ロールプレイ型シミュレーションは、単純なルールに基づきつつも結果が一意に定まらず、偶然性と傾向(規則性)が併存することを学習対象化できる点で教育的有用性が示唆される(設計理念①)。授業実践で得られた観察所見として、「オオカミあり条件ではシカが減る」という直接効果は把握されやすい一方で、植物群への波及といった間接効果は初見では言語化されにくい場合がみられた。しかし、議論や振り返りを通じて「植物が増える可能性」への言及が生じる場面もあり、間接効果の理解へ接続し得ることがわかる。

第二に、シカ食害対策の文脈で「オオカミの導入」を題材とすることで、導入が是か非かという単純な二者択一に回収されにくい条件付き判断を促し、複数観点(生態系・人間生活・社会的受容等)に基づく比較検討、および合意形成などを介した意思決定を学習対象とし得る(設計理念②・③)。答えが一つに定まらない状況において、根拠と制約を吟味しながら判断を形成し、必要に応じて修正する経験は、当事者意識の涵養を通じたエージェンシーの発揮を支える。他方で、授業実践で得られた観察所見として、学習者は教材内の理科的考察(生態系の変動や因果の検討)には取り組める一方、利害調整、

制度、リスク受容、合意形成など社会的論点へ議論を拡張することは容易ではない場合がみられた。したがって、本教材の機能を高めるには、科学的知見に基づきつつ社会的条件(利害調整、制度、リスク受容、合意形成等)を踏まえて意思決定する学習へ接続できるよう、教員による論点提示や問いの設計、ステークホルダー視点の導入など、理科的考察から社会的考察へ橋渡しする足場がけの重要性が示唆される。

第三に、本教材は、紙と筆記用具および教室空間で実施可能なロールプレイ型活動を基本とし、学年・人数・授業時数・ICT環境に応じて柔軟に実施できる点で実装可能性(簡便性・汎用性)を備える(設計理念④)。また、小学校段階の「食う食われる関係」を起点に、中学校での数量的変動の理解、高等学校での生態系の複雑性(間接効果を含む相互作用)へと、発達段階に応じて理解を深化させる形で位置づけられる(設計理念⑤)。一方で、授業条件によって結果のばらつきや想定外の展開が生じ得るため、必要に応じて複数試行の結果(図1・表2等)を補助資料として用い、個々の結果を分布の中で位置づけて解釈させる活用法がある。

以上より、本教材は、生態系の複雑性を扱いながら、現代的課題に対する当事者意識の涵養とエージェンシーの発揮を促す教材として位置づけることができる。他方で、教材の成立を維持しつつ学習の質を高めるためには、次の課題が残る。

今後の課題の第一は、当事者意識・エージェンシーの評価枠組みの具体化である。予想(見通し)・根拠・判断の修正・振り返りが学習過程でどの程度生じたかを知るために、学習プロセスの記録を基盤とした簡便なルーブリック等を整備し、学年段階に応じて指標を段階化することが要請される。第二は、政策意思決定・合意形成の要素を補完する学習設計である。本教材単独では社会的論点への飛躍が生じにくいいため、準備物は増えるが、ステークホルダー分析や論点整理を短時間で行う補助教材(カード、資料、振り返りシート等)を付加し、理科的考察から社会的考察へ接続する橋渡しを強化することが望ましい。第三は、時間制約への対応として、1時限版(導入)と複数時限版(探究の中核へ接続)を併存させる設計である。疑問を起点に情報収集・検証・再検討へ進む学習サイクルを成立させるため、事前・事後学習や関連単元での伏線配置と回収を含む単元設計として再整理することが求められる。

これらを通じて、本教材を「探究の導入」にとどめず、学習者が根拠と制約に基づいて判断を形成し、責任ある行為へ接続する経験を体系化する教材へと発展させることが今後の展望である。

参考文献

- 一般財団法人公園財団. (2015). プロジェクト・ワイルド 2004 年版 [本編].
- 実教出版. (2022). 生物基礎 (令和4 年度改訂, 生基703). 実教出版.
- 環境省. (2021). いま, 獲らなければならない理由 (わけ) —共に生きるために— (令和3 年) [PDF]. Retrieved February 7, 2026, from https://www.env.go.jp/nature/choju/docs/docs5/imatora_fin.pdf
- 環境省. (2024). 全国ニホンジカおよびイノシシの個体数推定等の結果について. Retrieved February 7, 2026, from https://www.env.go.jp/press/press_03122.html
- 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所. (2022). シカを捕獲した地域では確かに林業被害が減少する. Retrieved February 7, 2026, from <https://www.ffpri.affrc.go.jp/press/2022/20220906/index.html>
- 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 北海道支所. (2021). 都市近郊林におけるニホンジカ出没防止マニュアル. Retrieved February 7, 2026, from <https://www.ffpri.affrc.go.jp/research/2forest/10wildlife/documents/sikamanual.pdf>
- Kuhlthau, C. C. (2004). *Seeking meaning: A process approach to library and information services* (2nd ed.). Libraries Unlimited.
- Law, A., Gaywood, M. J., Jones, K. C., Ramsay, P., & Willby, N. J. (2017). Using ecosystem engineers as tools in habitat restoration and rewilding: Beaver and wetlands. *Science of the Total Environment*, 605–606, 1021–1030.
- 文部科学省. (2017a). 小学校学習指導要領 (平成29 年告示) 解説 理科編.
- 文部科学省. (2017b). 中学校学習指導要領 (平成29 年告示) 解説 理科編.
- 文部科学省. (2018a). 高等学校学習指導要領 (平成30 年告示) 生物基礎.
- 文部科学省. (2018b). 高等学校学習指導要領 (平成30 年告示) 生物.
- OECD. (2019). *OECD Learning Compass 2030*. OECD Publishing. Retrieved February 7, 2026, from https://issuu.com/oecd.publishing/docs/e2030-learning_compass_2030-concept_notes
- 林野庁. (2018). 資料7 森林における鳥獣被害の現状と対策[PDF]. Retrieved February 7, 2026, from <https://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/yaseidobutu/pdf/shiryo2401-7.pdf>
- Ripple, W. J., & Beschta, R. L. (2003). Wolf reintroduction, predation risk, and cottonwood recovery in Yellowstone National Park. *Forest Ecology and Management*, 184(1–3), 299–313.
- Ripple, W. J., & Beschta, R. L. (2012). Trophic cascades in Yellowstone: The first 15 years after wolf reintroduction. *Biological Conservation*, 145(1), 205–213.
- Segawa, T., Yonezawa, T., Mori, H., Kohno, A., Kudo, Y., Akiyoshi, A., Wu, J., Tokanai, F., Sakamoto, M., Kohno, N., & Nishihara, H. (2022). Paleogenomics reveals independent and hybrid origins of two morphologically distinct wolf lineages endemic to Japan. *Current Biology*, 32(11), 2494–2504.
- Smith, D. W., & Peterson, R. O. (2021). Intended and unintended consequences of wolf restoration to Yellowstone and Isle Royale National Parks. *Conservation Science and Practice*, 3(4), e413.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation.
- 東京書籍. (2021). *新しい科学 3 (令和3 年度)*. 東京書籍.
- U.S. Fish and Wildlife Service. (1994). *Final environmental impact statement for the reintroduction of gray wolves to Yellowstone National Park and Central Idaho*. U. S. Department of the Interior.

「ミックススイム」を取り入れた水泳授業の有用性に関する探索的研究 —高等学校における技能高群の生徒を対象として—

福田 健太郎・信原 智之

本稿の目的は、高等学校における技能高群を対象に、「ミックススイム」を取り入れた水泳授業の有用性を探索的に検討することであった。高等学校の1年生201名のうち、水泳授業においてC（発展）コースを選択した技能高群を対象に、運動有能感および授業を通して得た学びに関する自由記述から「ミックススイム」の効果を分析した。その結果、①技能高群の生徒は、単元前から比較的高い運動有能感を有しており、短期間の授業実践では有意な向上は見込めない可能性があること、②「ミックススイム」の新奇性や難易度が、生徒に自己の泳法を再評価させる契機となること、③「ミックススイム」の普段とは異なる感覚の楽しさや探究的な学びが既存泳法の洗練に波及し得ることが明らかとなった。

1. はじめに

現行の学習指導要領解説では、保健体育科の教科目標として「生涯にわたって運動に親しむ資質や能力の育成」が掲げられており、心と体を一体として捉え、健康の保持増進と豊かなスポーツライフの実現が強調されている（文部科学省，2018，2019）。特に、水泳は、全身の主要な筋群をバランスよく用いる運動であり、心肺機能の向上、体力・持久力の増進に寄与すると同時に、関節や骨への負担が比較的小さいという特性をもつ。そのため、水泳は老若男女を問わず取り組みやすく、乳児から高齢者までが行うことができる生涯スポーツである（西田・篠原，2018）。また、体育授業においては、クロール、平泳ぎ、背泳ぎ、バタフライのいわゆる4泳法の習得が目標とされている（文部科学省，2018，2019）。加えて、水泳は安全教育的な側面を併せ持ち、泳力の獲得は単なる運動能力の向上にとどまらず、水辺での自己保全や自己防止を含む水中安全能力を育むことも求められている（福田ほか，2025a；van Duijn et al.，2022）。こうした特性から、水泳は生涯スポーツとして高い有効性を持ち、学校教育においても早期から段階的に学習を積み重ねる意義が大きいとされている。特に高等学校段階においては、より発展的で生徒の意欲を高める学習課題の設定が重要であると考えられる。しかしながら、学校現場の実態として、すでに4泳法を習得している技能の高い生徒（以下、「技能高群」と略記）にとっては、単に既存の泳法を繰り返すだけでは、学習課題が不足し、意欲や達成感の低下につながる可能性がある。そのため、技能の高い生徒に対しては、水泳技能をさらに発展的に学習できるような内容を提供する必要がある、その工夫が授業設計上の課題であると推察できる。

本研究では、上記の課題解決に向けた手立ての1つとして、「ミックススイム」（加藤，2012）に着目する。「ミ

ックススイム」とは、上半身と下半身、もしくは右半身と左半身で異なる泳法を組み合わせる泳ぎ方をさし、4泳法の技能を応用的に活用する実践的手法である（例えば、ドル平泳法）。ドル平泳法は、「息つぎと浮くことを重視した、だれでも泳ぐことができる泳法」（佐々木，2021，p.18）である。小田ほか（2014）によると、ドル平泳法は、浮く能力だけでなく、泳力の向上にも効果的であるとされている。また、布施ほか（1971）は、ドル平泳法について、平泳ぎの呼吸や腕の動き、リズムを習得するうえで効果的であると指摘している。つまり、既存の泳法を「ミックス」することは、各泳法の技能向上に有用であると換言でき得る。さらに、既存の泳法の再構成を通じて身体操作に対する新たな理解を促すとともに、技能高群の生徒に対して挑戦的で創造性を伴う学習機会を提供できると考えられる。一方、「ミックススイム」を活用した水泳授業の実践報告は、管見の限り見当たらない。

そこで本研究では、高等学校における技能高群を対象に、「ミックススイム」を取り入れた水泳授業の有用性を探索的に検討することを目的とする。そのうえで、より発展的な水泳授業の実現に向けた一資料となることをめざす。

2. 研究の方法

2.1. 調査期日および調査対象者

調査期日は、2025年6月から9月であった。また、調査対象者は、広島大学附属福山高等学校の1年生5クラス201名（男子：112名，女子：89名）であった。本研究では、習熟度別による水泳授業の有用性について言及された先行研究に則り（例えば、花井ほか，2016；安田ほか，2024），A（基礎）コース，B（充実）コース，C（発展）コースに分かれて授業が実施された。授業参加者である生徒の意思を尊重し、生徒自身に受講するコースを

選択させた。3コースのうち、技能高群に焦点を当てる本研究の目的を踏まえ、Cコースを選択した生徒47名（男子：36名、女子：11名）を調査対象者として選定した。なお、水泳授業は、男女共習で実施された。また、合計5クラスのうち、3クラスと2クラスに分かれて合同で授業が実施された。3クラス合同のCコースでは、2名の保健体育科教師が担当した。一方、2クラス合同のCコースでは、1名の保健体育科教師が担当した。

2.2. Cコースにおける授業実践の流れ

本研究における水泳授業は、合計9時間で実施された。1時間あたりの単位時間は、50分であった¹⁾。具体的なCコースの活動内容を表1に示した。授業では、基礎泳法の反復練習に加え、「ミックススイム」を段階的に導入し、効率的な身体操作と多様な泳法感覚の習得をねらいとした。

1時間目では、まず、クロール、平泳ぎ、背泳ぎのウォーミングアップを行った。その後、フィンスイム（クロール、背泳ぎ）を導入した。フィンスイムは、競泳では体験することができないスピードで泳げる魅力がある（谷川ほか、2014）。そこで、フィンスイムによる速いスピードでの動きの向上を図った。次に、パドルスイム（クロール、平泳ぎ、背泳ぎ）を実施した。パドル着用時は、水を

かく面積が大きくなるため、腕や肩にかかる負荷が増える。そして、腕や肩に部分的な負荷をかけることで、特定の泳ぎの癖を矯正したり、ストロークを改善したりすることができる（SWIMSTATION, 2024）。このことにより、キャッチ感覚の向上を企図した。

2から4時間目では、引き続きフィンスイムおよびパドルスイムを行い、授業後半には平泳ぎによる5分間の長距離泳を取り入れた。ここでは、「ゆっくり、楽に、長く泳ぎ続ける」ことを課題とした。

5時間目では、着衣泳を実施した²⁾。ここでは、着衣のまま水中で歩く、クロールや平泳ぎで顔を上げた状態で泳ぐ、浮いて待つといった活動を通じて、水着との違いを体験させた。また、体力消耗を抑えて長時間浮くための背浮きや、ペットボトル等の身近な物品を活用した簡易救助法を体験させ、水中安全に関する理解を深めた。

6から8時間目では、「ミックススイム」（図1）を導入した。具体的には、①平泳ぎのかきとバタ足、②平泳ぎのかきとドルフィンキック、③背泳ぎのかきとドルフィンキックといった複合的な泳法を実施し、泳ぎの多様な泳ぎ方への理解を深め、身体感覚の練磨を促した。また、上半身と下半身の組み合わせに加え、左右での組み合わせも取り入れた（例えば、右半身クロールのかき、左半身平泳ぎのかきなど）。さらに、バディで連結して「ミック

表1 Cコースの活動内容

目 標	1	2	3	4	5	6	7	8	9
①効率的な体の動かし方について試行錯誤し、より速く、より楽に泳ぐことができるようになる。									
②水中での多様な移動の仕方について試行錯誤し、自分たちの移動の仕方を考えることができる。									
	○集合・出欠確認	○集合・出欠確認			○集合・出欠確認	○集合・出欠確認			○集合・出欠確認
	○オリエンテーション ・単元目標確認 ・安全面での諸注意	○w-up ・準備運動 ・クロール ・平泳ぎ ・背泳ぎ			◎着衣泳 ○w-up ・水中ウォーク ・25m クロール ・25m 平泳ぎ	○w-up ・準備運動 ・クロール ・平泳ぎ ・背泳ぎ			○w-up ・準備運動 ・クロール ・平泳ぎ ・背泳ぎ
学 習	○w-up ・準備運動 ・クロール ・平泳ぎ ・背泳ぎ	○フィンスイム ・クロール ・平泳ぎ			○背浮き ・バディで支え合いながら背浮き ・1人で背浮き ・ペットボトルを用いた背浮き	○ミックススイム ・平泳ぎのかき＋バタ足 ・平泳ぎのかき＋ドルフィンキック ・背泳ぎのかき＋ドルフィンキック ・連結スイム			○技能テスト ・25m 背泳ぎ ・25m ドル平 ・25m クロ平
内 容	○フィンスイム ・クロール ・背泳ぎ	○パドルスイム ・クロール ・平泳ぎ ・背泳ぎ			○ペットボトル投げ				
	○パドルスイム ・クロール ・平泳ぎ ・背泳ぎ	○長距離泳 ・5分間平泳ぎ ※楽にゆったり泳ぐ			○脱衣泳 ・25m クロール ・25m 平泳ぎ	○長距離泳 ・5分間平泳ぎ ※楽にゆったり泳ぐ			○単元のまとめ ※単元終了後、事後アンケートに回答
	○まとめ	○まとめ			○まとめ	○まとめ			

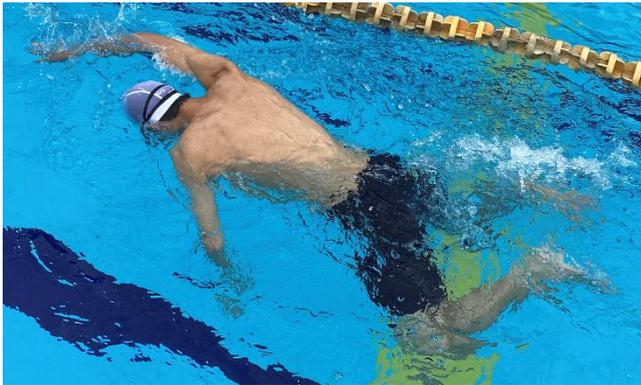


図1 「クロ平」の様子

ススイム」を行う「連結スイム」を導入した。なお、実施にあたっては安全面への配慮として、事前に連結方法や合図の出し方を指導するとともに、体力や泳力に大きな差が生じないようバディを編成した。また、活動中は無理に連結を維持しないこと、異変を感じた場合には直ちに連結を解くことを徹底させ、教員が常時全体を観察しながら指導を行った。

9 時間目では、技能テストを行った。技能テストとして、ABC コース共通の技能到達目標である背泳ぎのタイム測定を実施した。加えて、C コース特有の技能テストとして、ドル平泳法と「クロ平」³⁾を取り扱った。

2.3. 調査方法および調査内容

調査方法として、選択式によるアンケート調査を用いた。また、調査内容として、岡澤ほか(1996)の運動有能感尺度を援用し、表2のように設定した。この尺度は、「身体的有能さの認知」(質問項目1, 2, 8, 10)、「統

表2 アンケート調査の内容

質問項目	
1	運動能力が優れていると思います。
2	たいいてい運動は上手にできます。
3	練習をすれば、必ず技術や記録は伸びると思います。
4	努力さえすれば、たいいてい運動は上手にできると思います。
5	運動をしている時、先生が励ましたり、応援してくれます。
6	運動をしている時、友達が励ましたり、応援してくれます。
7	一緒に運動をしようと誘ってくれる友達がいます。
8	運動の上手な見本として、よく選ばれます。
9	一緒に運動する友達がいます。
10	運動について自信を持っているほうです。
11	少し難しい運動でも、努力すればできると思います。
12	できない運動でも、諦めないで練習すればできるようになると 思います。

制感」(質問項目3, 4, 11, 12)、「受容感」(質問項目5, 6, 7, 9)の3つの因子から構成されている。岡澤ほか(1996)によれば、「身体的有能さの認知」は、「自己の運動能力、運動技能に対する肯定的認知に関する項目」(p.147)、「統制感」は、「自己の努力や練習によって運動をどの程度コントロールできると認知しているかを示す」(pp.147-148)項目、「受容感」は、「運動場面で教師や仲間から受け入れられているという認知に関する項目」(p.148)から成る。これらの3因子は、各々4項目から構成されており、それぞれの質問項目について、「まったくあてはまらない」(1点)から「よくあてはまる」(5点)の5件法で回答を求めた。西田(1989)によれば、運動有能感は、小学校・中学校・高等学校と学年が上がるにつれて低下すると報告されている。そのため、高等学校における体育授業の学びを検討する手段として、運動有能感は妥当であると判断した。加えて、体育授業の成果を検証するには、生徒の感想を見取ることが重要であるとの指摘を踏まえ(高田ほか, 2003)、「ミックススイム」を実施したことの学びについて、自由記述で回答させた。なお、回答の収集については、Google Formsを用いて実施した。

2.4. 分析方法

調査対象者のうち、不備なくアンケートに回答した技能高群40名(男子31名、女子9名)を分析の対象とした(有効回答率85%)。まず、運動有能感尺度の3因子と、それらを包括する合計得点ごとに平均値および標準偏差を算出した。その後、単元前後の差を検討するため、対応のあるt検定を実施した。さらに、効果量(d)を算出した。t検定(d)は、Cohen(1988)の基準に倣い、 $d < 0.2$: 「些少」、 $0.2 \leq d < 0.5$: 「小さい」、 $0.5 \leq d < 0.8$: 「中程度」、 $0.8 \leq d$: 「大きい」と解釈した。統計解析には、体育科教育学の研究分野において使用され(例えば、福田ほか, 2025b; 富岡ほか, 2025)、結果の信憑性が確保されているJASP 0.17.2.1(清水・山本, 2022)を援用した。なお、有意水準は5%未満とした。

自由記述で得られたデータについて、質的内容分析(Mayring, 2000)を行った。質的内容分析は、大量テキストを分析の手続きに基づいて類型化することで、教育実践のデータを体系的に扱うことができるという特徴を有している(Mayring, 2000)。そのため、膨大な記述量から「ミックススイム」を取り入れた水泳授業の効果を検討する本研究の目的を達成するうえで、質的内容分析は適していると判断した。質的内容分析の具体的な手順として、筆頭著者が単独で次のように分析した。まず、自由記述の内容をコーディングしてコードとして位置づけ

た。次に、分析の一貫性及び信頼性を確保するため、再テスト法（土屋，2016）を用いて1ヶ月後に再コーディングを実施した。そして、各コードの類似性に着目し、複数のコードを包括するサブカテゴリーを生成した。同様の手順で、複数のサブカテゴリーの上位にカテゴリーを生成した。その後、筆頭著者が共著者に分析結果を提示し、仲間同士での検証（メリアム，2004）を通して、内容的妥当性を担保できるよう努めた。分析者間で意見が一致しなかった箇所については、協議を行い、全員が納得のいくまで精査・修正を行った。

2.5. 倫理的配慮

本研究を実施するにあたり、授業の冒頭で研究の趣旨や目的、意義について口頭で説明し、生徒からの理解を得た。また、本研究への参加の有無は、生徒の成績に影響を及ぼさないことを伝えた。なお、プライバシーや個人情報保護のため、容易に個人が特定されることのないように、氏名等の情報を削除する等の匿名化処理を行ったうえでデータ分析を実施した。

3. 結果

3.1. 運動有能感の変容

単元前後において、運動有能感尺度の3因子と、それらを包括する合計得点ごとに平均値および標準偏差を算出した。その後、単元前後の差を検討するため、対応のある t 検定を実施した（表3）。

単元前における「身体有能さの認知」の平均値および標準偏差は、 12.30 ± 3.98 であった。「統制感」の平均値および標準偏差は、 15.95 ± 3.00 であった。「受容感」の平均値および標準偏差は、 16.40 ± 3.19 であった。運動有能感合計の平均値および標準偏差は、 44.65 ± 8.85 であった。一方、単元後半における「身体有能さの認知」の平均値および標準偏差は、 12.45 ± 3.87 であった。「統制感」の平均値および標準偏差は、 16.38 ± 2.95 であった。「受容感」の平均値および標準偏差は、 15.53 であった。運動有能感合計の平均値および標準偏差は、 44.35 ± 8.47 であった。

対応のある t 検定の結果、「身体有能さの認知」($t=0.61$,

$p=0.55$, $d=0.10$)、「統制感」($t=1.09$, $p=0.28$, $d=1.72$)、「受容感」($t=1.97$, $p=0.06$, $d=0.31$)、運動有能感合計($t=0.39$, $p=0.70$, $d=0.06$) いずれも有意差はみられなかった。

3.2. 「ミックススイム」の学びに関する記述

「ミックススイム」を実施したことで得られた学びに関する自由記述について質的内容分析を行った結果、67のコードが生成された。それらのコードは、7のサブカテゴリー、3のカテゴリーに分類された（表4）。以下では、生成されたコードを〈 〉、サブカテゴリーを《 》、カテゴリーを【 】で表記した。

4. 考察

本研究では、「ミックススイム」を活用した水泳授業が高校生の学びに及ぼす効果を検証するため、運動有能感尺度を用いて単元前後の変化を比較した。その結果、「身体有能さの認知」、「統制感」、「受容感」、および運動有能感合計のいずれにおいても有意な向上はみられなかった。特に、「身体有能さの認知」および「統制感」は平均値としてわずかな上昇を示したが、統計的な有意差には至らず、効果量も小さい値であった。一方で、「受容感」については単元前後で平均値が低下する傾向がみられ、 p 値が 0.06 と有意傾向を示した点は注目に値する。この結果を解釈するうえで重要なのは、本研究の対象が「技能高群」であったという点である。すなわち、彼らは単元開始前から既に比較的高い運動有能感を有していた可能性が高く、そのため短期間の授業実践を通じて顕著な得点上昇が生じにくかった可能性がある。運動有能感が天井効果を伴い得る測定概念であることを踏まえると（井上ほか，2008）、本研究の結果は「効果がなかった」というよりも、「既に高水準であったため変化が検出されにくかった」と解釈することもできよう。他方、「受容感」の低下傾向は、技能高群の生徒が新奇性の高い「ミックススイム」に取り組む中で、自己の能力を相対的に再評価する契機となった可能性を示唆している。すなわち、慣れ親しんだ既存泳法に比べ、「ミックススイム」の複雑

表3 t 検定の分析結果

	単元前 (n=40)	単元後 (n=40)	t 値	p 値	効果量 (d)
身体有能さの認知	12.30 ± 3.98	12.45 ± 3.87	0.61	0.55	0.10
統制感	15.95 ± 3.00	16.38 ± 2.95	1.09	0.28	0.17
受容感	16.40 ± 3.19	15.53 ± 3.45	1.97	0.06	0.31
運動有能感合計	44.65 ± 8.85	44.35 ± 8.47	0.39	0.70	0.06

表4 質的内容分析の結果（個数）

【カテゴリー】	《サブカテゴリー》	〈コード〉	具体的な記述例
知識理解の 深化 (38)	泳法理解の深化 (20)	基礎的な動きの再確認 (10)	基礎的な動きを改めて意識した。
		既存泳法の合理性に関する理解深化 (8)	普段泳いでいる泳法が合理的な泳ぎ方なのだと理解した。
		各泳法における推進力の理解 (2)	4泳法の泳ぎ方が1番進むと分かった。
	身体操作に関する 気づき (18)	上半身と下半身を組み合わせることの 困難性 (15)	上半身と下半身の動きを合わせるのが難しかった。
		左右を組み合わせることの困難性 (3)	左右で別の動きをするのはかなり難しく感じた。
		普段とは異なる感覚の楽しさ (5)	いつもの感覚と違って楽しかった。
思考力・情意面 (16)	ミックススイムの 楽しさ (9)	速く泳げる方法を模索することの 楽しさ (3)	どうしたら速く泳げるかを考えるのが楽しかった。
		楽に泳げる方法を模索することの 楽しさ (1)	楽に泳げる方法を探すのが楽しかった。
	ミックススイムでの 予期せぬ気づき (6)	ミックススイムの意外性 (5)	組み合わせによっては進みやすいものがあるのが意外だった。
		ミックススイムへの驚き (1)	案外泳ぐことができて驚いた。
	思考力の向上 (1)	思考力の向上 (1)	考える力が身についた。
技能の向上 (13)	既存泳法の 技能向上 (7)	既存泳法の技能向上 (7)	4泳法につながる練習になったと感じた。
	身体操作技術と リズム感の習得 (6)	個々に合ったリズムの習得 (2)	自分に合ったリズムを身につけることができた。
		コンビネーションのリズム習得 (2)	上半身と下半身のリズムを習得できるようになった。
		上半身と下半身の動きの技能向上 (1)	上半身と下半身の動きが洗練された。
		身体のコントロールの意識 (1)	身体のコントロールを意識できた。

な動作統合は「思うようにできない」経験をもたらし、それが一時的に「受容感」を揺さぶる契機となったと考えられる。この感覚を抱いたことが、「受容感」の低下傾向につながったと推察される。以上を踏まえると、「ミックススイム」を活用した水泳授業は、短期的に運動有能感を高める効果は明確でなかったものの、技能高群の生徒に新たな挑戦の機会を提供し、長期的には自己の能力を多面的に捉える素地を育成する教育的意義を有しているといえる。

次に、「ミックススイム」を活用した水泳授業における高校生の学びについて、生徒の自由記述をもとに質的内容分析を行った。その結果、学びの内容は【知識理解の深化】、【思考力・情意面】、【技能の向上】という3つのカテゴリーに整理された。まず、【知識理解の深化】に関する記述が最も多く、特に〈基礎的な動きの再確認〉や〈既存泳法の合理性に関する理解深化〉に効果的であったとする回答が散見された。これは、「ミックススイム」という新奇的な運動を経験することで、従来の泳法の特徴を相対的に捉え直す機会が生じたことを示している。すなわち、新たな泳法に挑戦することが、既存の技能や知識の再評価を促し、水泳に関する理解をより深める効

果を持つと考えられる。また、《身体操作に関する気づき》では、〈上半身と下半身を組み合わせることの困難性〉や、〈左右を組み合わせることの困難性〉が挙げられた。これらは、「ミックススイム」が従来の泳法よりも高度な協調性やリズム感を要求する運動課題であることを示しており、生徒にとって自己の身体操作を客観的に見直す契機になったといえる。さらに、【思考力・情意面】に関しては、〈普段とは異なる感覚の楽しさ〉や、速く・楽に泳ぐ方法を模索する探究的な学びが含まれた。加えて、「ミックススイム」の意外性や驚きといった《ミックススイムでの予期せぬ気づき》に関する記述も確認された。これらは、運動の新奇性が生徒の学習意欲を高め、主体的に課題解決を図ろうとする態度の育成につながる可能性を示唆している。最後に、【技能の向上】に関する記述では、《既存泳法の技能向上》や《身体操作技術とリズム感の習得》が挙げられ、「ミックススイム」の学習経験が既存の水泳技能の洗練に波及効果を及ぼすことが明らかとなった。これは、単に新奇的な動作を経験するだけでなく、その経験を既存技能に接続させる学習効果が存在することを示している。以上の結果から、「ミックススイム」を取り入れた水泳授業は、既存泳法の理解深化、身

体操作に関する自己認識の促進、主体的な思考力や探究心の育成、既存技能の向上という多面的な学習効果を生徒にもたらすことが明らかとなった。特に技能高群の生徒にとっては、既存の能力を相対化し、再構築する機会となった点に教育的意義があるといえよう。

5. 総括

本研究の目的は、高等学校における技能高群を対象に、「ミックススイム」を取り入れた水泳授業の有用性を探索的に検討することであった。分析の結果、大きく以下の3点が明らかとなった。

- 1) 技能高群の生徒は、単元前から比較的高い運動有能感を有しており、短期間の授業実践では有意な向上は見込めない可能性があること。
- 2) 「ミックススイム」の新奇性や難易度が、生徒に自己の泳法を再評価させる契機となること。
- 3) 「ミックススイム」の普段とは異なる感覚の楽しさや探究的な学びが既存泳法の洗練に波及し得ること。

本研究では、以上の知見を得られた一方で、いくつかの課題も示された。1点目は、技能高群に分析の視点を絞ったことである。本研究では、「ミックススイム」という発展的な泳法を取り扱うため、水泳に関する技能がある程度習熟している技能高群を調査対象者に選定した。水泳は、技能差が顕著にみられる単元でもあることから、技能高群以外では異なる結果が得られる可能性がある。今後は、技能中群および技能低群や、技能混合群での調査も望まれるだろう。2点目は、男女差について検討できてない点である。本研究では、女子のサンプル数が少なく、調査対象者に男女差があったため、男女比較を実施しなかった。一方、福田ほか(2024)の指摘によれば、運動有能感には男女差が見受けられる。したがって、より詳細な学びを分析するには、男女差に着目することも有効であろう。以上は今後の課題とする。

注

- 1) 基本的な授業時間は50分であったが、短縮授業により40分で実施された期日もあった。
- 2) 着衣泳については、5クラス中4クラスを教育実習生が担当したため、授業内容に多少の誤差が生じた。
- 3) 「クロ平」とは、クロールのかきと平泳ぎのキックを組み合わせた泳法のことである。

引用文献

- 1) Cohen J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge: USA.
- 2) 福田健太郎・合田大輔・富岡宏健・刀根隆広・阿部直紀・松本佑介・黒坂志穂・齊藤一彦 (2025a) 高校生の水中安全能力の育成を企図した水泳授業に関する実践研究. 学部・附属学校共同研究紀要, (52) : 98-107.
- 3) 福田健太郎・橋本真・柴山慧 (2024) 高専生が保持する運動有能感に関する事例研究：学年差及び性差に着目して. 日本高専学会誌, 29 (3) : 17-22.
- 4) 福田健太郎・松本佑介・齊藤一彦 (2025b) 体育授業における映像教材が中学生の知識及び技能にもたらす効果の検証：ハードル走を事例とした授業実践から. 運動とスポーツの科学, 30 (2) : 153-161.
- 5) 布施茂治・荒木豊・岡田和雄 (1971) ドル平泳法を基礎泳法とした近代泳法への体系化. 体育学研究, 15 (5) : 225.
- 6) 花井篤子・小林猛夫・中村恵・高屋敷享子 (2016) 北翔大学水泳授業におけるスポーツ専攻学生の水泳能力と指導法. 北翔大学生涯スポーツ学部研究紀要, (7) : 73-78.
- 7) 井上寛崇・岡澤祥訓・元塚敏彦 (2008) 体育授業における運動有能感を高める工夫が運動意欲および楽しさに及ぼす影響に関する研究：運動有能感の高い児童生徒の視点から. 教育実践総合センター研究紀要, 17 : 103-111.
- 8) 加藤健志 (2012) DVD 上達レッスン水泳. 成美堂出版：東京.
- 9) Mayring, P. (2000). *Qualitative Content Analysis. Forum: Qualitative Social Research*, 1(2), 1-8.
- 10) メリアム・堀薫夫・久保真人・成島美弥訳 (2004) 質的調査法入門：教育における調査法とケース・スタディ. ミネルヴァ書房：京都.
- 11) 文部科学省 (2018) 中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説保健体育編. 東山書房：京都.
- 12) 文部科学省 (2019) 高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説保健体育編. 東山書房：京都.
- 13) 西田理絵・篠原秀典 (2018) アクティブラーニングを導入した水泳実技授業の課題. 宮城学院女子大学発達科学研究, 18 : 1-12.

- 14) 西田保 (1989) 体育における学習意欲検査 (AMPET) の標準化に関する研究：達成動機づけ論的アプローチ. 体育学研究, 34 (1) : 45-62.
- 15) 小田啓史・福田忠且・梅野栄治・埜本美紀・東川安雄・岩田昌太郎 (2014) 小・中学校の学びがつながる体育授業のあり方：水泳領域のカリキュラム設計と指導の工夫を通して. 学部・附属学校共同研究紀要, (42) : 97-104.
- 16) 岡澤祥訓・北真佐美・諏訪祐一郎 (1996) 運動有能感の構造とその発達及び性差に関する研究. スポーツ教育学研究, 16 (2) : 145-155.
- 17) 佐々木盛文 (2021) なぜ学校教育に水泳は必要なのか：水辺文化の発展と継承の立場から. 体育科教育, 69 (6) : 16-18.
- 18) 清水優菜・山本光 (2022) JASP で今すぐはじめる統計解析入門：心理・教育・看護・社会系のために. 講談社：東京.
- 19) SWIMSTATION (2024) 水泳・競泳選手用おすすめスイムパドル7選.
<https://swimstation.jp/swimmingpaddle/2021/12/02/>,
(参照日：2025年9月12日).
- 20) 高田俊也・岡澤祥訓・高橋健夫 (2003) 体育授業を診断的・総括的に評価する. 高橋健夫編著, 体育授業を観察評価する：授業改善のためのオーセンティック・アセスメント. 大修館書店：東京.
- 21) 谷川哲朗・川西英里香・来田宣幸・野村照夫 (2014) 高校女子水泳選手を対象としたフィンスイミング授業の指導実践：モノフィン泳未経験者を対象として. スポーツパフォーマンス研究, 6 : 113-133.
- 22) 富岡宏健・木原成一郎・齊藤一彦 (2025) 中学校1年生対象のディスク型ボールを用いたサッカー授業の効果検証：戦術的知識の獲得と状況判断, 運動技能に着目して. 体育学研究, 70 : 483-500.
- 23) 土屋雅子 (2016) テーマティック・アナリシス法：インタビューデータ分析のためのコーディングの基礎. ナカニシヤ出版：京都.
- 24) van Duijn, T., Cocker, K., Seifert, L. & Button, C. (2022). Assessment of water safety competencies: Benefits and caveats of testing in open water. *Frontiers in Psychology*, 13, 1-15.
- 25) 安田純輝・吉永武史・金沢翔一・深見英一郎 (2024) 小学校体育科の水泳運動における第3学年児童を対象としたけ伸び習熟のための等質ペア学習を適用した学習指導法略の実践. 体育学研究, 69 : 369-387.

高校体育における戦術的な思考を深めるベースボール型授業の実践報告 —「ベースボール5」および「ベースボール4」の教材化を通じた探索的実証調査—

福田 健太郎・合田 大輔・高田 光代・信原 智之
藤村 繰美・堀家 弥姫・池田 健人・佐藤 聡一朗

本稿では、高校生を対象にベースボール5を実施し、その効果を検討することを目的とした。また、予備調査の実践を受けて、ベースボール4の効果についても検証した。予備調査は、X高校1年生80名、本調査は40名を対象とした。予備調査では、計9時間によるベースボール5の授業実践を行った。また、本調査では、予備調査の課題を踏まえて、計10時間で単元を構成した。授業実践の効果を検討するため、戦術的知識テスト、打率、アンケート調査を用いて生徒の学習成果を多面的に分析した。その結果、ベースボール5およびベースボール4のいずれにおいても、戦術的理解の促進に一定の効果を有していることが示された。また、ベースボール4では、戦術的知識および打率の両面において性別による差が抑制されており、男女間の学習機会を均質化する教材である可能性が示唆された。さらに、ベースボール4を導入的・基礎的教材として位置づけ、その後ベースボール5へと発展させる段階的な教材配列が、生徒の認知・技能・態度を統合的に育成するうえで有効である可能性が窺えた。

1. はじめに

保健体育科における球技は、ゴール型、ネット型およびベースボール型の3つで構成されている(文部科学省, 2018, 2019)。それぞれの型で扱う運動種目として、ゴール型ではバスケットボールやハンドボール、サッカー、高等学校では、それらに加えてラグビー、ネット型ではバレーボールや卓球、テニス、バドミントンが学習指導要領に示されている。一方で、ベースボール型ではソフトボールしか挙げられていない。このように、ベースボール型は、他の型よりも扱う運動種目が少なく、使用できる道具やスペース等に制限がある場合にも選択肢が限られると指摘されている(大田ほか, 2022)。また、大室ほか(2021)は、ベースボール型について、経験者と未経験者で技術の差が大きく、体育授業で行うことが困難であると述べている。さらに、大津(2024)によれば、ベースボール型は、学習指導要領上の位置づけが緩やかに規定されていたこともあり、他の型と比べて実践研究の蓄積が遅れていたと報告されている。以上を整理すると、生徒にとってより効果的なベースボール型の授業実施に向けた研究の蓄積が必要であると考えられる。

以上のような背景から、ベースボール型の授業改善や効果的な教材づくりに関する知見が蓄積されてきた。永井ほか(2021)は、小学生を対象に、ボールを避けながら離れた2つの円を往復する伝承遊びである「ろくむし」とベースボール型を組み合わせた体育授業の効果を検証した。その結果、伝承遊びを導入したベースボール型の体育授業は、児童の打動作の改善に効果的である可能性が示唆された。また、清田ほか(2019)は、中学生を対象

に、打撃技能および守備の役割行動に焦点を当てた指導プログラムの学習効果を検討した。その結果、ドリルゲームにおいて行ったゴム付きトスバッティングは、生徒の打撃技能向上に有用であることが明らかとなった。さらに、小学生を対象とした投能力向上プログラムがベースボール型の学習に与える効果を検証した山田・辻(2019)の報告では、当プログラムの実施によって児童のベースボール型に対する愛好度が向上すると示された。

一方で、以下の2点において課題が見受けられる。1点目は、使用する道具やスペースに関する課題である。小学校の体育授業におけるベースボール型の実施状況とその課題について調査した大田ほか(2022)によると、ベースボール型の体育授業を実施する際に、約半数の教師が「道具が揃っていない」ことや「実施するスペースがない」ことを課題だと感じていたことが明らかとなった。同様に、中学校および高等学校の体育教師を対象にベースボール型の授業実践に伴う困難性を調査した林(2023)の報告では、「道具が揃っていない」、「実施するスペースがない」と回答した体育教師が一定数存在したと指摘されている。今後、少ない道具と狭いスペースでも実施可能なベースボール型教材を検討することが必要であろう(大田ほか, 2022)。2点目は、生徒の運動量が少ないことである。土田・笛木(2007)は、ベースボール型の体育授業の課題として、生徒の運動量が少ないことを言及している。また、滝澤・岩田(2004)も、ベースボール型の課題として、運動量の少なさを挙げている。さらに、岩田(2016)も、運動量に関する同様の課題を指摘してい

る。このことは、生徒の運動量を確保し、体力向上をめざす体育授業の目的を達成するうえで課題である（松下，2000）。

上記の課題を解決し得る一つの方策として、「ベースボール5」の教材化が挙げられる。ベースボール5は、2016年に考案され、世界大会も存在する正式な競技である（小溝，2024）。この競技は、ソフトボールと比較して、バットやグローブを使わず、外野手も存在しないことから、少ない道具かつ狭いスペースでも行うことができると思われる。また、ゲーム展開が早く、ソフトボールに比べ運動量の増加が期待できる競技である（尾崎・石塚，2021）。これらの特性をベースボール型の体育授業に活かすことで、先述した課題の解決が見込めるといえる。実際に、ベースボール5を学校現場に導入した事例として、尾崎・石塚（2021）および猪俣（2025）の実践が挙げられる。尾崎・石塚（2021）は、中学生を対象に、ベースボール型教材としてのベースボール5の有効性を検討した。その結果、単元を通して生徒が満足した状態で授業を受けることができ、運動有能感の高まりも観察された。同様に、猪俣（2025）も、中学生を対象としたベースボール5の授業実践を行った。その結果、ベースボール5は、技能を向上させたことの喜びに加えて、考えて取り組むことの楽しさやコミュニケーションを図りながら仲間と協力することの楽しさを生徒が味わうことのできる教材であることが示唆された。しかしながら、高校生を対象とした研究報告は昔見の限り見当たらない。運動有能感は年齢を重ねるにつれて低下することが指摘されている（當山ほか，2022）。また、高等学校のベースボール型授業に関する研究の蓄積が望まれている（林，2023）。さらに、ベースボール型の授業実践に関する先行研究は、高等学校段階において非常に少ない（Fukuda，2026）。加えて、今回授業を実践した高校1年生201名を対象に実施した事前アンケートの結果によると、ベースボール型の体育授業が難しい、苦手だと感じている生徒が約6~8割

を占めているという現状も示された（図1，図2）。

以上のことから、高校生を対象に、ベースボール5を実践し、その効果を検証することは意義深いと考えられる。また、従来のベースボール型の授業では、投・打・走・守といった技術の習得に多くの時間を要し、戦術的な学びに十分な時間を充てることが難しいという現状がある。特に高校生においては、技術的な差が顕著であり、意欲や関心の格差にもつながりやすい。ベースボール5は、手打ちによるシンプルな打撃方法や、用具の簡素化、少人数での実施が可能であるといった特徴を有するため、技術面の負担を軽減しながら、ゲームの展開や戦術に集中する環境を提供することができると考えられる。このことから、ベースボール型の実践研究を実施することの有用性については多言を要しない。

そこで本研究では、高校生を対象にベースボール5を実施し、その効果を検討することを目的とした。なお、本研究では、2つのクラスを対象とし、1クラスを予備調査として位置付ける。そして、予備調査での課題を踏まえて精査した授業案を本調査として実施することとした。

2. 研究の方法

2.1. 調査方法および調査内容

調査方法として、戦術的知識テスト、技能テストおよびアンケート調査を用いた。それぞれの内容を以下に示した。

(1) 戦術的知識テスト

ベースボール型は、戦術に重きが置かれた運動領域である（文部科学省，2019）。そして、ベースボール型において、学習者の戦術的知識の変容を調査することの重要性が指摘されている（山本，2019）。したがって、本研究における授業実践の効果を検討するため、単元前後で戦術的知識テストを実施した。テストの作成に当たっては、授業で指導した内容に対応させた作問が求められる（秋山・岡出，2020）。そこで、本研究における戦術的知

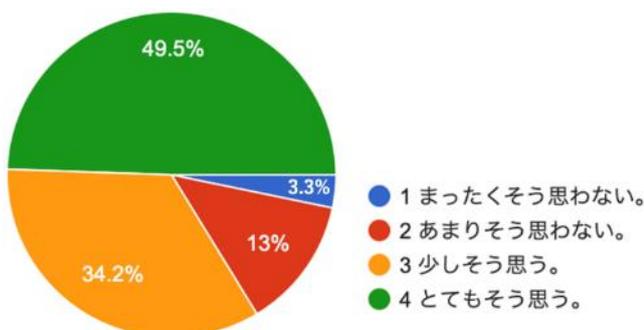


図1 ベースボール型授業が難しいと感じる生徒の割合

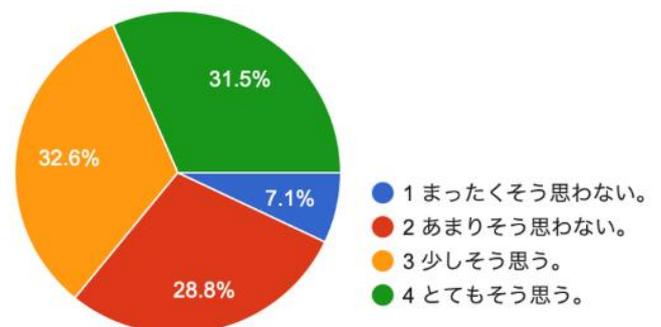


図2 ベースボール型授業が苦手だと感じる生徒の割合

識テストは、野口 (2022), 灘本ほか (2017), 中垣ほか (2025) を参考にしつつ、ベースボール 5 の戦術に沿った内容を選定した。戦術的知識テストは、守備 (送球) に関する内容 3 点、守備 (移動) に関する内容 6 点、走塁に関する内容 3 点、打撃に関する内容 6 点の 18 点満点で構成された。

(2) 打率

生徒の技能を評価するための指標として、本研究では打率を用いた。打率とは、ベースボール型において打者がどれだけの確率で安打を打てるかを示す指標である。具体的には、打席数から犠打、犠飛、四死球を除いた打数のうち、安打の割合を表す数値である。計算式は、安打数 ÷ 打数である。例えば、3 打数 1 安打の場合は打率 0.333 となる。この打率は、打撃における技能を表す指標の 1 つである (Brown, 2008; 筒井ほか, 2011)。さらに、教育的・評価的観点から、打率は技能を直接測る単純な指標であり、学習評価の例示としても活用可能であるとされている (Romagnoli, 2024)。以上を踏まえて、本研究では、生徒の技能を測定する際の手掛かりとして打率を採用し、単元前後における打率の変容を検討した。

(3) アンケート調査

授業実践の効果をより詳細に検討するため、アンケート調査を採用した。アンケート調査の内容は、表 1 のように設定した。アンケートを収集する際、質問項目の内容に限定されない多様な意見や考えを引き出すため、回答は自由記述とした (松河ほか, 2017)。

2.2. 分析の手続き

戦術的知識テストの得点および打率について、平均値および標準偏差を算出した。次に、性別 (男子, 女子) と単元前後 (1 時間目²⁾, 9 時間目) を要因とした二元配置分散分析を行った。また、効果量について、 η^2 を算出した。二元配置分散分析 (η^2) は、水本・竹内 (2008) の基準に則り、 $\eta^2 < 0.01$: 「些少」、 $0.01 \leq \eta^2 < 0.06$: 「小さい」、 $0.06 \leq \eta^2 < 0.14$: 「中程度」、 $0.14 \leq \eta^2$: 「大きい」と解釈した。統計解析には、結果の信憑性が確保されている JASP 0.17.2.1 を援用した (清水・山本, 2022)。有意水準は、5%未満とした。

アンケート調査で得られた自由記述について、KH Coder

3.Beta.03i (樋口, 2020) を援用しテキストマイニングを行った。自由記述によって得られたテキストデータは、表現の統一性が低く、漢字やひらがな、カタカナ等の混在や誤字脱字により、質の高い分析が難しい (野守ほか, 2010)。そのため、テキストマイニングを行う前に、文意を変えないように留意し、正しい日本語になるよう修正した。テキストマイニングを実施する際、抽出品詞については、体育授業の分析にテキストマイニングを援用した森田ほか (2024) に則り、「名詞」、「サ変名詞」、「タグ」、「動詞」、「動詞 B」、「形容詞」、「形容詞 B」、「副詞」とした。また、より関連性の強いクラスタに焦点化するため、語句の最小出現数は 3 回に設定した。次に、jaccard 係数を強い共起があったとみなせる 0.2 以上のもの (樋口ほか, 2022) にし、重要とみられる線だけを表示するため (末吉, 2021)、「最小スパニング・ツリーだけを描写」に設定したうえで共起ネットワークを出力した。さらに、研究者の個性から生じるデータの歪みを避けるため、複数の調査者を分析に参加させる「調査者のトライアングレーション」(フリック, 2002, p.282)を行った。具体的には、筆頭著者に加え、保健体育科教師 2 名の共同で分析を実施した。以上の手続きにより、分析の内容的妥当性を担保できるように努めた。

2.3. 倫理的配慮

本研究の実施にあたっては、研究対象者の人権およびプライバシーの保護に十分に配慮した。具体的には、アンケート調査の実施に先立ち、本調査への回答は授業成績や評価には一切影響しないことを生徒に説明した。また、調査への参加は任意であり、回答しないことによる不利益が生じないことについても伝えた。収集したデータについては、分析段階で個人が特定されないよう匿名化を行い、個人情報と回答内容が結びつくことのないよう配慮した。さらに、分析結果の公表に際しても、特定の個人や集団が識別されることのない形で提示した。加えて、本研究で得られたデータは、本研究の目的以外には使用せず、適切な方法により厳重に管理することとした。なお、本研究は、広島大学大学院人間社会科学研究所における研究倫理審査委員会の承認を得て実施された (承認番号: HR-ES-003642)。

3. 予備調査

3.1. 「ベースボール 5」の概要

ベースボール 5 (Baseball5) は、世界野球ソフトボール連盟 (WBSC) が考案した、野球およびソフトボールを基盤とした新しいスポーツである (WBSC, online)。2017

表 1 アンケート調査の内容³⁾

1	ベースボール 5 の授業を通して、特に学んだことを 1 つ教えてください。
2	ベースボール 5 の授業を通して、自分自身の課題だと感じたことを 1 つ教えてください。

年に正式発表され、以後、世界中の教育機関やスポーツ団体で普及が進められている。本競技は、伝統的な野球やソフトボールと異なり、バットやグローブなどの道具を使用せず、素手と1個の専用ボールのみでプレーが行われる。また、試合は5イニング制で、1チーム5人編成の少人数で行われる点も特徴である(WBSC, 2024)。ルールは野球を簡略化したものであり(表2)、打者はトスしたボールを手で打つ。ベースボール5の大きな利点は、道具や広いスペースを必要とせず、アスファルトや体育館など様々な場所で手軽に実施できる点にある。そのため、都市部や学校教育など、様々な場面での導入が期待される。また、性別や年齢を問わず、インクルーシブなスポーツとしての側面も持ち合わせている(若松, 2024)。教育的観点からは、協調性や判断力、俊敏性などを育成できる活動として、体育授業への導入が進められている。

3.2. 調査期日および調査対象者

調査期日は、2025年10月から11月であった。また、調査対象者は、広島大学附属福山高等学校の1年生2クラス80名(男子44名、女子36名)であった。

3.3. 授業の実際

予備調査の授業実践は、9時間で単元を構成した(表3)。単元の目標は、文部科学省(2019)を参考に、①-ア)ベースボール型における基本的なルールや用語を理解している、①-イ)攻撃・守備における基本的な動きや技術(打撃、走塁、守備動作)を身につけ、ゲームの中で適切に活用できる、②-ア)ゲームの状況を的確に捉え、空いているスペースや相手の動きに応じた戦術的な判断を行っている、②-イ)チームの一員として、仲間と連携しながらポジショニングや戦術を工夫し、役割を理解したうえでプレーしている、③-ア)ベースボール型の活動に主

体的に参加し、仲間と協力しながら意欲的に学ぼうとしている、③-イ)単元を通して自身の課題を意識し、改善に向けて取り組もうとしている、の6つを設定した。

1時間目では、pre調査として、生徒の戦術的知識を把握することを目的に戦術的知識テストを実施した。これにより、生徒のベースボール型に関する基礎的理解や戦術的思考の水準を確認した。その後、オリエンテーションでは、単元の目標を全体で共有したうえで、安全面に関する諸注意を行った。具体的には、ウォーミングアップの徹底、打球時における周囲の確認、守備者と走者との接触防止に関する注意点について説明した。次に、ベースボール5の概要について説明を行った。ここでは、ベースボール5の特徴や基本的なルールを示したうえで、実際の試合映像を観戦し、ゲームの流れを理解させた(Baseball5 JAPAN, 2019; Lietuvos beisbolo asociacija, 2022)。また、今後の授業で活用するゲーム記録の方法についても確認を行い、生徒が試合観察や振り返りに主体的に取り組めるよう準備を整えた。

2時間目では、準備運動やキャッチボールを行ったあと、試しのゲームを実施した。ここでは、実際にゲームを行うことで、生徒がベースボール5の基本構造を体験的に理解できることを重視した。試しのゲーム後には、チームごとにプレーの振り返りを行わせ、初回のゲームで生じた課題を共有させた。なお、攻撃の時間が長くなることによるゲーム進行の滞りを防ぐため、本授業内のゲームでは、3アウトもしくは打者一巡での攻守交代とした(藤林ほか, 2025)。

3時間目では、「ゴロ捕り」、「下投げ」、「どすこいバウンド投げ」、「カニ走り投げ」、「クイック投げ」の5種類のキャッチボールを取り入れた。ゴロの打球が多

表2 ベースボール5のルール概要(若松, 2024)

◇基本ルール
・5人制「男子3人、女子2人」もしくは「男子2人、女子3人」
・ピッチャー、キャッチャーは存在しない
・5イニング(3アウト)、2セット先取制
◇ディフェンス(守備)
・グローブは使用せず、素手でキャッチする
・ポジションは、一塁手、二塁手、三塁手、遊撃手、ミッドフィルダー(図3)
◇オフェンス(攻撃)
・バットは使用せず、手のひらまたは拳でボールを打つ
・ノーヒットゾーンへの打撃やフェンス直撃、フェンスオーバー(野球でいうホームラン)はアウト
・ランナーを一塁→二塁→三塁と進め、ホームに返せば1点獲得

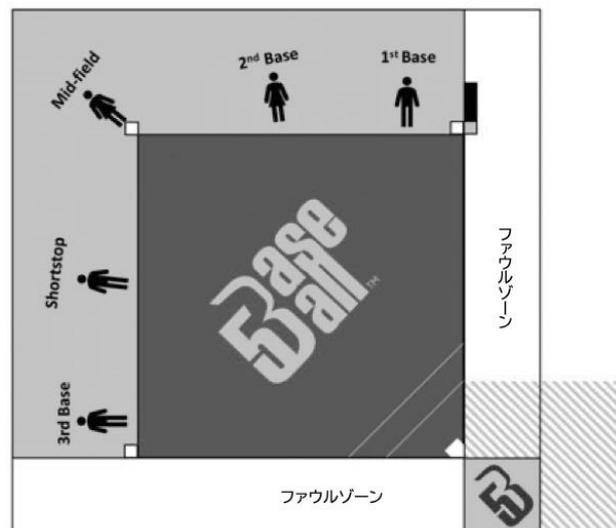


図3 ベースボール5のポジション(WBSC, 2024)

く、送球距離が近い際に有効である下投げを習得させるために、「ゴロ捕り」と「下投げ」を取り扱った。また、下方向に思い切り投げることで、全身を使って投球している感覚を得ることをねらいとして「どすこいバウンド投げ」、下肢と上肢の動きを円滑にすることをねらいとして「カニ走り投げ」を実施した(尾縣ほか, 2001)。さらに、フィールドが狭く、素早い送球動作が求められるベースボール5の競技特性を踏まえ、「クイック投げ」を行った。次に、守備練習としてノックを行い、捕球と送球の基本技能の定着を図った。その後、戦術的課題練習として「ノーアウトランナー1塁から打つ」場面を設定し、状況に応じた打撃やランナーの動きを学ばせた。

4時間目では、前時と同様にキャッチボールおよびノックを行った後、戦術的課題練習として「ノーアウトランナー1・3塁から打つ」状況を設定した。複数の走者がいる場面での打撃や守備隊形、得点の取り方を理解させることをねらいとし、状況判断の複雑性に応じた対応力の向上を図った。

5から7時間目では、ゲームを中心とした活動を展開した。ゲーム前には、改めて基本的なルール確認を行い、とりわけ5時間目ではタッチプレーとフォースプレーの違いについて説明した。これは、前時までで生徒から誤解が多くみられた点であった。その後、ゲームを行い、途中に戦術確認タイムを設けてチーム内で攻守の方針を共有させた。授業の最後には、チーム単位でゲームの成果と課題を振り返らせた。

8時間目では、灘本ほか(2017)を参考に、「打つ」、「投げる」、「捕る」技能テストを実施した。技能テスト

終了後、ゲームを行った。

9時間目では、post調査として戦術的知識テストおよびアンケート調査を実施した。戦術的知識テストはpre調査と同一の形式とし、単元を通じた戦術理解の変容を見取った。最後にチーム単位で振り返りを行い、学習成果をまとめて単元を終えた。

3.4. 結果および考察

(1) 戦術的知識テスト

1時間目における戦術的知識テストの平均値および標準偏差は、男子:9.34±3.27, 女子:7.13±3.10であった。また、9時間目における戦術的知識テストの平均値および標準偏差は、男子:12.92±3.08, 女子:12.00±2.17であった。二元配置分散分析の結果、性別($F(1, 136) = 9.79, p=0.002, \eta^2=0.05$), 単元前後($F(1, 136) = 71.02, p<0.001, \eta^2=0.33$)において有意差がみられた。一方、性別と単元前後の交互作用はみられなかった。

以上の結果から、本授業実践が生徒の戦術的理解を高めるうえで一定の教育的効果を有していたと考えられる。特に、ベースボール5は運動量が確保されながらも試行回数が多く、実際のゲーム状況を通して意思決定を行う機会が豊富に得られるため、学習者が戦術的知識を具体的に理解しやすい教材特性を備えているといえる。これらの点が、戦術的知識の向上に寄与した可能性が高いだろう。また、性別による主効果がみられ、男子が女子よりも高い得点を示した。これは、単元前の段階ですでに男子が比較的高い戦術的知識を有していたことが反映されていると捉えられる。ベースボール型競技に対する

表3 予備調査の単元計画

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	◎オリエンテーション	◎w-up	◎w-up	◎w-up	◎w-up			◎w-up	
	○pre 調査	○準備運動	○準備運動	○準備運動	○準備運動			○準備運動	
	・戦術的知識テスト	○キャッチボール	○キャッチボール	○キャッチボール	○キャッチボール				
	・アンケート								
学	○チーム決め	◎試しのゲーム	◎守備練習	◎ゲーム	◎ゲーム			◎技能テスト(第8時)	
	・役割決め	○ルールの理解	○ノック	○ルールの確認	○ルールの準備			○「打つ」、「投げる」、	
習		○ゲームの準備						「捕る」テスト	
内	○ベースボール5の概	○ゲーム	◎戦術的課題練習	○ゲーム	○ゲーム			○post 調査(第9時)	
容	要	・2インニング	○ノーアウト1塁から	・2インニング	・2インニング			・戦術的知識テスト	
	・YouTube 視聴	・戦術確認タイム	打つ(第3時)	・戦術確認タイム	・3インニング			・アンケート	
	・試合を観戦	・3インニング	○ノーアウト1・3塁	・3インニング					
	※試合を観戦しながら、		から打つ(第4時)					◎ゲーム	
	スコア(記録)の								
	付け方を練習								
	◎振り返り	◎振り返り	◎振り返り	◎振り返り	◎振り返り			◎振り返り	
		・チームごとに成果と			・チームごとに成果と			・チームごとに成果と	
		課題を振り返る			課題を振り返る			課題を振り返る	

経験や馴染みの程度は男女で異なる場合が多く、日常的なスポーツ経験の差異が、初期値の違いとして得点に表れた可能性がある。しかし、単元前後との交互作用がみられなかったことから、授業を通した戦術的知識の伸びは男女で同程度であったといえる。すなわち、本授業は男女を問わず戦術的知識の向上に有効であったと推察される。特に、単元前では男子と女子の得点差が大きかったものの、単元後にはその差が縮小しており、女子の戦術的知識が特に大きく向上した点は注目に値する。この結果は、ベースボール 5 の特徴である簡易的なルール、全員に参画機会があるゲーム設計、技能差の影響を受けにくい構造等が、女子生徒にとっても学習しやすい教材であったことを示している。従来、ベースボール型競技における技能差や経験差は男女差を生じさせやすいと指摘されてきた(大室ほか, 2021)。しかしながら、本研究の結果は、ベースボール 5 がこうした課題の緩和に一定程度寄与し得ることが示唆された。

(2) 打率

2 時間目における打率の平均値および標準偏差は、男子： 0.632 ± 0.414 、女子： 0.635 ± 0.414 であった。また、9 時間目における打率の平均値および標準偏差は、男子： 0.730 ± 0.287 、女子： 0.642 ± 0.328 であった。二元配置分散分析の結果、性別、単元前後いずれも有意差はみられなかった。同様に、性別と単元前後の交互作用もみられなかった。

上記の結果から、戦術的知識の向上には寄与していた一方で、打撃に関わる技能向上には至らなかった可能性がある。福田ほか(2025)によると、体育授業における生徒の技能は、知識以上に向上させることが困難であると述べられている。本研究においても同様の知見が得られ、生徒の技能が打率として直接的には向上しなかった。他方、打率は、打撃技術そのものに加え、投球スピードや守備配置、ゲーム展開など、学習者自身がコントロールしにくい複数の要因の影響を受ける指標である。特にベースボール 5 は試行回数が多い反面、攻守の入れ替わりが速く、状況の変動が大きいため、単元前後で安定した技能の伸びとして数値が反映されにくい可能性がある。また、授業の時間的制約から、戦術面での解説に割く時間が多かった一方、打撃フォームや動作の改善に十分な個別指導を行うことが難しかったこと。このことも、打率向上に結びつかなかった要因として考えられる。しかしながら、単元前後を通して男子と女子の打率がほぼ同程度で推移していた点は注目に値する。前述したように、ベースボール型競技は男女差が生じやすい領域とされるが、本研究では技能差が大きく拡大することはなく、むしろ男女とも安定したパフォーマンスを維持していた。

これは、ベースボール 5 が従来の野球・ソフトボールに比べて技能要求水準が低く、身体差による影響を受けにくい競技特性をもつことが一因と推察される。さらに、本研究の結果は、単に技能向上をめざすだけでなく、「学習者が成功体験を得られるゲームデザイン」が重要であることを示唆している。打率に有意な向上がみられなかったことから、ゲーム中に生徒が打撃成功を十分に経験できなかった可能性がある。ゲーム中の成功体験が生徒の達成感や喜びの表出に寄与することから(Mo et al., 2024)、守備者を減らすなど、成功体験を意図的に設計する手立てが必要であると思われる。こうした工夫を行うことで、生徒が「打てた」、「出塁できた」、「得点できた」という成功経験を積み重ね、ベースボール型に対する興味・意欲の向上に貢献することが期待される。

(3) アンケート調査

アンケート調査で得られた自由記述についてテキストマニングを行い、共起ネットワークを出力した結果を図 4 に示した。この結果から、生徒はベースボール 5 の授業を通して多様な学びを獲得していたことが明らかとなった。まず、「仲間」、「協力」、「チーム」といった語が頻出していた点は、生徒が本授業において協働的に学んでいたことを示している。ベースボール 5 は、全員が守備と攻撃の双方で頻繁にプレーへ参加する機会を持つため、従来のベースボール型競技と比べて生徒相互の関わりが自然に生じやすい。したがって、生徒はプレー過程における役割分担や声かけなど、協働的なコミュニケーションの重要性を認識し、チームとしての連携を学習内容として位置付けていたと解釈できる。次に、「状況」、「動く」、「戦術」、「考える」といった語が強く共起していたことから、本授業では技能の反復にとどまらず、状況判断や戦術的思考を伴う学習が成立していたことが示唆された。ベースボール 5 は守備人数が少なく、攻防の選択肢が明確に表れるという特性を有するため、生徒にとって戦術的理解が可視化されやすい教材であると考えられる。本研究の結果は、生徒が状況に応じて有効なプレーを選択する過程を通して、戦術的知識を獲得していた可能性がある。さらに、「楽しい」、「難しい」、「良い」といった情意的側面に関する語も一定程度出現しており、生徒は適度な困難さを伴いながらも学習活動に楽しさを見出していたことがわかる。このことは、達成可能な課題設定がなされていたこと、および生徒が課題解決に向けて主体的に取り組んでいたことを反映した結果であるといえる。以上の結果を総合すると、ベースボール 5 の授業は、生徒に対して協働的な学習、状況判断を伴う戦術的理解、そして適度な難度と楽しさを備えた情意的学習を同時に促す学習環境となっていたと思われる。

調査対象者は、広島大学附属福山高等学校の1年生1クラス41名（男子24名、女子17名）であった。

4.3. 授業の実際

本調査の授業実践は、10時間で単元を構成した。予備調査の授業内容に加え、6時間目以降はベースボール4でゲームを行った。予備調査と同様に、3アウトもしくは打者一巡での攻守交代とした。守備者は4人であるが、5人全員打って打者一巡とした。また、守備者の4名は、交代制とした。具体的に、1イニング目では、打順1番以外の4名で守備についた。2イニング目では、打順2番以外の4名で守備についた。この手立てにより、生徒間で運動量の差がでないように努めた。そして、10時間目では、ベースボール5によるゲームを実施し、2時間目のゲームとの比較を行ったうえで単元を終えた。

4.4. 結果および考察

(1) 戦術的知識テスト

予備調査および本調査における戦術的知識テストの結果を表4に示した。1時間目における戦術的知識テストの平均値および標準偏差は、男子：8.45±2.04、女子：7.58±2.78であった。また、9時間目における戦術的知識テストの平均値および標準偏差は、男子：11.75±1.86、女子：10.33±2.87であった。二元配置分散分析の結果、単元前後において有意差がみられた ($F(1, 60) = 25.71, p < 0.001, \eta^2 = 0.28$)。一方、性別と単元前後の交互作用はみられなかった。

以上の結果から、単元前後で戦術的知識テストの得点

は有意に向上しており、ある程度の学習効果は確認された。しかしながら、ベースボール5の実践と比較すると、相違点がみられる。ベースボール5では性別の主効果が認められたのに対し、ベースボール4では性別の主効果はみられなかった。このことは、ベースボール4において、男女間の戦術的知識の差が相対的に縮小している可能性を示唆している。ミッドフィルダーを減らしたことで、ゲーム状況が単純化され、守備配置や攻撃判断の理解が容易になり、特に戦術的知識の獲得に困難を抱えやすい生徒にとって学習機会が均質化された可能性がある。人数を減らすと、出塁が容易でアウトになりづらくなり、戦術的思考の高まりが阻害され得る(高橋, 2025)。一方、ベースボール4は、戦術的知識を段階的に形成する「導入的・基礎的教材」として有効であり、特に性別による理解度の差を抑えながら学習を進める点に強みをもつ可能性が示された。

(2) 打率

予備調査および本調査における打率の結果を表5に示した。2時間目における打率の平均値および標準偏差は、男子：0.611±0.439、女子：0.357±0.413であった。また、9時間目における打率の平均値および標準偏差は、男子：0.815±0.228、女子：0.810±0.276であった。二元配置分散分析の結果、単元前後において有意差がみられた ($F(1, 60) = 13.80, p < 0.001, \eta^2 = 0.18$)。一方、性別と単元前後の交互作用はみられなかった。

ベースボール5の実践では、単元前後で打率の平均値は男女ともに上昇傾向を示したものの、統計的には性別、単元前後いずれにおいても有意差は認められなかった。

表4 予備調査および本調査における戦術的知識テストの結果

		1時間目 (M±SD)	9時間目 (M±SD)	主効果		交互作用
				性別	単元前後	
予備調査	男子 (n=38)	9.34±3.27	12.92±3.08	9.79**	71.02***	n.s.
	女子 (n=32)	7.13±3.10	12.00±2.17			
本調査	男子 (n=20)	8.45±2.04	11.75±1.86	3.66	25.71***	n.s.
	女子 (n=12)	7.58±2.78	10.33±2.87			

*** : $p < 0.001$, ** : $0.001 \leq p < 0.01$

表5 予備調査および本調査における打率の結果

		2時間目 (M±SD)	9時間目 (M±SD)	主効果		交互作用
				性別	単元前後	
予備調査	男子 (n=34)	0.632±0.414	0.730±0.287	0.41	0.62	n.s.
	女子 (n=26)	0.635±0.414	0.642±0.328			
本調査	男子 (n=18)	0.611±0.439	0.815±0.228	2.16	13.80***	n.s.
	女子 (n=14)	0.357±0.413	0.810±0.276			

*** : $p < 0.001$

また、性別と単元前後の交互作用もみられなかった。これに対して、ベースボール 4 では、単元前後において打率の有意な向上が認められた。このことから、ミッドフィルダーを減らしたベースボール 4 は、守備の空いたスペースが広がり、生徒の打率の向上に効果的であったことが明らかとなった。特に注目すべき点は、単元初期において男女間にみられた打率の差が、単元後にはほぼ解消されている点である。2 時間目では女子の打率が男子を大きく下回っていたのに対し、9 時間目では男女ともに 0.8 前後まで向上しており、結果として性別の主効果や交互作用は認められなかった。したがって、ベースボール 4 は、技能の性差が顕在化しやすいベースボール型において、技能発揮の機会を均等化し、特に女子生徒や打撃に苦手意識をもつ生徒の成功体験を促進した可能性がある。

(3) アンケート調査

図 6 は、授業の成果に関する自由記述について、共起ネットワークを出力した結果を示している。出力の結果、合計 5 つのサブグラフが生成された。つながりがみられたクラスタは、「ボール-自分-考える-戦術-打つ」、「取る-動き-学ぶ」、「チーム-状況-判断」、「ベースボール型-面白い」、「守備-送球」であった。

図 7 は、授業の課題に関する自由記述について、共起ネットワークを出力した結果を示している。出力の結果、合計 4 つのサブグラフが生成された。つながりがみられたクラスタは、「自分-難しい-取る-判断」、「送球-守備-判断」、「強い-打つ-考える」、「投げる-ボール-捕る」であった。

まず、「ボール-自分-考える-戦術-打つ」というクラスタが形成されたことから、生徒は打撃を単なる動作として捉えるのではなく、自分とボールとの関係性を踏まえ、

戦術的に考えながら打つ行為として認識していたことが窺える。この結果は、ベースボール 4 において戦術的知識テストが単元前後で有意に向上していた量的結果と整合しており、ゲーム構造の簡略化によって、生徒が状況と自己の行為を結びつけて思考する学習が成立していたことを示唆している。

次に、「取る-動き-学ぶ」および「守備-送球」といったクラスタの生成は、守備局面における捕球や送球といった基本技能が、生徒にとって明確な学習対象として意識されていたことを示している。ミッドフィルダーを減らしたベースボール 4 では、一人ひとりが関与する守備機会が増加するため、技能を受動的に経験するのではなく、身体の動きを意識的に学ぶ過程が促進された可能性がある。この点は、打率が単元前後で有意に向上した結果とも関連しており、攻守の往還経験の増加が技能発揮の安定化につながったと考えられる。さらに、「チーム-状況-判断」というクラスタからは、個人技能にとどまらず、チームとして状況を捉え、判断する学習が成立していたことが読み取れる。守備人数が少ないゲーム構成では、味方の位置や打球方向を踏まえた判断が求められるため、生徒全員が状況判断に関与しやすくなる。このことは、性別と単元前後の交互作用がみられなかった量的結果とも対応しており、ベースボール 4 が、特定の生徒に判断を委ねるのではなく、全員に意思決定への参加を促す教材構造を有していたことを示唆している。加えて、「ベースボール型-面白い」というクラスタが確認されたことは、本授業が生徒に肯定的に受け止められていたことを示している。打率の向上に伴う成功体験や、ボール操作・判断への主体的な関与が、学習の有意味感や楽しさとして認識されていた可能性が高い。体育授業における「面白さ」は、学習への継続的参加や次の課題への意欲

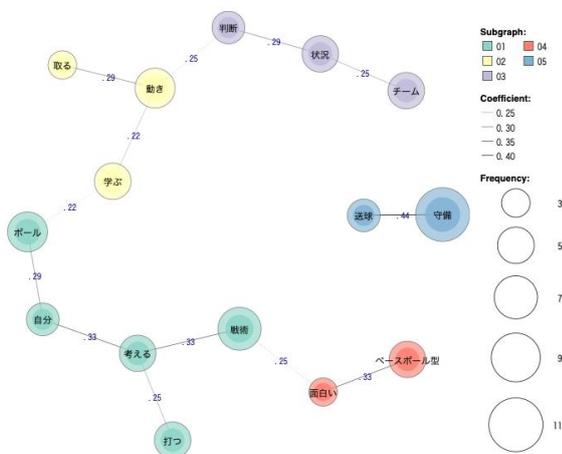


図 6 「成果」に関する共起ネットワーク

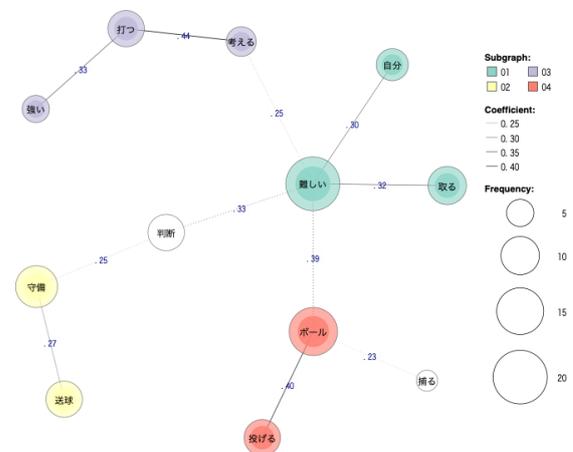


図 7 「課題」に関する共起ネットワーク

を支える重要な要素であり、ベースボール 4 がその基盤を形成していた点は重要な成果といえる。

一方で、授業の課題に関する自由記述を対象とした共起ネットワーク分析の結果からは、ベースボール 4 に内在する学習上の困難さも明らかとなった。まず、「自分-難しい-取る-判断」および「送球-守備-判断」というクラスターの形成から、守備局面において、捕球や送球そのものに加え、状況に応じた判断を行うことに難しさを感じていた生徒が多かったと捉えられる。ミッドフィールダーを減らしたベースボール 4 では、一人ひとりに求められる守備範囲や役割が拡大するため、ボール処理と同時に、どこへ送球すべきかといった判断の負荷が高まる。この構造は、守備への主体的関与を促す一方で、技能や経験の十分でない生徒にとっては、学習の難易度を上昇させる要因となっていた可能性がある。また、「強い-打つ-考える」というクラスターは、打率が有意に向上した一方で、強い打球を打つことと戦術的に考えることの両立に課題が残っていたことを示唆している。すなわち、ベースボール 4 では、守備人数の減少によって成功体験が得やすくなった反面、打撃の結果に意識が向きやすく、打球方向や状況に応じた打撃選択といった、より高度な戦術的思考までには十分に到達していなかった可能性が考えられる。この点は、戦術的知識テストにおける効果量がベースボール 5 と比較してやや小さかった結果とも対応している。さらに、「投げる-ボール-捕る」というクラスターの存在は、投球や捕球といった基礎的スキルそのものに困難を抱える生徒が一定数存在していたことを示している。ベースボール 4 では、ゲームへの関与機会が増加することで技能習得の機会が保障され得るが、基礎技能が未習熟な生徒にとっては、失敗経験が連続しやすい状況も生じる可能性がある。このことは、技能差が大きい集団において、ルール工夫や教師による支援の在り方が重要であることを示唆している。

5. 研究のまとめと今後の課題

本研究は、高校生を対象にベースボール 5 を実施し、その効果を検討することを目的とした。さらに、予備調査での実践を受けて、ベースボール 4 の効果も検討した。その結果、大きく分けて以下の 6 点が明らかとなった。

1) ベースボール 5 およびベースボール 4 はいずれも、生徒の戦術的知識の向上に寄与しており、ベースボール型教材として一定の教育的効果を有していたこと。

- 2) ベースボール 5 は、実際のゲーム状況に即した意思決定の機会が多く、生徒の戦術的思考や協働的な学習を深化させる教材として機能していたこと。
- 3) ベースボール 4 は、戦術的知識および打率の両面において性別による差が抑制されており、男女間の学習機会を均質化する教材である可能性が示唆されたこと。
- 4) 技能面について、ベースボール 5 では打率の有意な向上はみられなかった一方、ベースボール 4 では打率が有意に向上しており、成功体験を促進する教材特性があること。
- 5) 共起ネットワークを出力した結果、両教材において、生徒は戦術的思考、状況判断、チームでの協働、および守備・送球を含む技能を学習内容として認識していたこと。
- 6) ベースボール 4 を導入的・基礎的教材として位置づけ、その後ベースボール 5 へと発展させる段階的な教材配列が、生徒の認知・技能・態度を統合的に育成するうえで有効である可能性が示唆されたこと。

本研究では、上記の知見が得られた一方で、いくつかの課題も残された。1 点目は、授業者の選定である。ベースボール型における戦術を指導するには、授業を担当する教師の戦術に関する理解が重要である（中垣ほか、2025）。この点を踏まえ、野球競技歴 12 年、野球部指導歴 2 年の保健体育科教師が授業を担当した。しかしながら、実際の学校現場には、ベースボール型を専門競技としない教師も数多く存在する。そのため、野球競技歴および野球部指導歴がない教師が担当しても同様の効果を得られるのか検討する必要がある。2 点目は、分析方法についてである。本研究では、戦術的知識テスト、打率、アンケート調査の 3 観点を中心に授業実践の効果を検討した。一方、ベースボール型の技能は、投げる、守る、走るなど多岐にわたる（文部科学省、2019）。本研究において技能の量的指標として用いた打率は、攻撃局面における成果を端的に示す指標ではあるものの、守備技能や走塁技能、さらには状況に応じたプレー選択といった側面を十分に捉えるものではない。したがって、生徒の技能を「打率」のみによって評価することには限界がある。今後は、プレー観察に基づくパフォーマンス評価や、複数の技能指標を組み合わせた多面的な分析方法を検討する必要がある。3 点目は、サンプル数の少なさである。本研究は、特定の学校・学年を対象とした授業実践に基づくものであり、得られた知見の一般化には慎重な議論が求められる。今後は、異なる学校や学年、学習集団において同様の実践を蓄積し、ベースボール 5 およびベースボール 4 を取り入れた体育授業の効果について、より普遍性

の高い知見を導くことが望まれよう。以上は今後の課題とする。

注

- 1) 岡出 (1994) によれば、戦術に関する知識と状況を判断する能力は密接に関係しているという。また、富岡ほか (2025) は、戦術に関する知識の獲得と、それらを活用するための状況判断との関連が重視されると述べている。以上を整理し、本研究では、戦術的知識を「ゲーム中の特定の戦術的課題において、適切な判断を選択するために必要な知識」と定義した。
- 2) 打率の場合は、初回のゲームが2時間目であったため、単元前後の比較を2時間目と9時間目で実施した。
- 3) 本調査におけるアンケート調査では、上記の質問項目に加え、ベースボール4の成果および課題に関する回答を求めた。なお、本調査での分析は、ベースボール4に関する記述に基づいて行った。

引用文献

- 1) 秋山和輝・岡出美則 (2020) 中学校2年生男子のハンドボール授業における戦術的知識の学習可能性の検討. *スポーツ教育学研究*, 41 (2) : 61-75.
- 2) Baseball5 JAPAN (2019) はじめての Baseball5. <https://youtu.be/5iTuTB1zWHU>, (参照日: 2025年10月7日) .
- 3) Brown, L.D. (2008). In-season prediction of batting averages: A field test of empirical Bayes and Bayes methodologies. *The Annals of Applied Statistics*, 2(1), 113-152.
- 4) フリック: 小田博志・山本則子・春日常・宮地尚子 訳 (2002) 質的研究入門: 〈人間の科学〉のための方法論. 春秋社: 東京.
- 5) 藤林稜・小林一輝・佐藤友架・渡邊将司 (2025) 小学校体育におけるベースボール型スポーツ「ベースボール5」の試み. 茨城大学教育学部紀要 (教育学), (74) : 139-164.
- 6) 福田健太郎・松本佑介・齊藤一彦 (2025) 体育授業における映像教材が中学生の知識及び技能にもたらす効果の検証: ハードル走を事例とした授業実践から. *運動とスポーツの科学*, 30 (2) : 153-161.
- 7) Fukuda, K. (2026). A fundamental research on issues of baseball-type physical education classes in Japan: Through a review of practice-based research. *Sustainability and Sports Science Journal*, 4(1), 14-24.
- 8) 林健斗 (2023) ベースボール型球技の指導における困難性に関する体育教員の意識調査. 令和4年度広島大学教育学部卒業論文.
- 9) 樋口耕一 (2020) 社会調査のための計量テキスト分析 [第2版]: 内容分析の継承と発展を目指して. ナカニシヤ出版: 京都.
- 10) 樋口耕一・中村康則・周景龍 (2022) 動かして学ぶ! はじめてのテキストマイニング: フリーソフトウェアを用いた自由記述の計量テキスト分析. ナカニシヤ出版: 京都.
- 11) 猪俣真理子 (2025) 喜びや楽しさを味わうことのできる体育科の授業デザイン. *教育実践報告書*, 7: 1-20.
- 12) 岩田靖 (2016) ボール運動の教材を創る: ゲームの魅力をクリックアップする授業づくりの探求. 大修館書店: 東京.
- 13) 清田綾子・柴山暁人・須甲理生 (2019) 中学校女子生徒のベースボール型授業におけるゲームパフォーマンスの向上を意図した指導プログラムの開発及び学習成果の検討: 打撃技能と守備の役割行動に着目して. *日本女子体育大学紀要*, 49: 27-38.
- 14) 小溝拓 (2024) 動画でわかる! 運動嫌いがゼロになる! 子どもが考えて楽しむ体育ゲーム. 学陽書房: 東京.
- 15) Lietuvos beisbolo asociacija (2022). Baseball5 2022 World Cup highlight Lithuania vs Cuba. <https://youtu.be/0YOg9rq2Yco>, (参照日: 2025年10月7日) .
- 16) 松河秀哉・大山牧子・根岸千悠・新居佳子・岩崎千晶・堀田博史 (2017) トピックモデルを用いた授業評価アンケートの自由記述の分析. *日本教育工学会論文誌*, 41 (3) : 233-244.
- 17) 松下健二 (2000) 体育授業における運動強度と脳賦活水準との関係. *日本教科教育学会誌*, 23 (1) : 77-84.
- 18) 水本篤・竹内理 (2008) 研究論文における効果量の報告のために: 基礎的概念と注意点. *関西英語教育学会紀要『英語教育研究』*, 31 : 57-66.
- 19) Mo, W., Saibon, J.B., Li, Y., Li, J. & He, Y. (2024). Effects of game-based physical education program on enjoyment in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 24, 1-20.
- 20) 文部科学省 (2018) 中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説保健体育編. 東山書房: 京都.

- 21) 文部科学省 (2019) 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説保健体育編体育編. 東山書房: 京都.
- 22) 森田哲史・竹内孝文・伊藤雅広・戸部秀之・近藤智靖 (2024) 運動領域と保健領域の関連を図る指導による小学校第 6 学年児童の「運動と健康に関する知識」の変容: テキストマイニングを用いた自由記述の計量テキスト分析. スポーツ教育学研究, 44 (2) : 17-31.
- 23) 灘本雅一・山下将貴・日高正博・後藤幸弘 (2017) 戦術の系統に基づいて考案されたベースボール型課題ゲーム教材の積み上げ単元学習の有効性. 日本教科教育学会誌, 39 (4) : 71-82.
- 24) 永井諒汰・湯瀬英寿・檜村妙子・渡邊将司 (2021) 伝承遊びとベースボール型ゲームを組み合わせた体育授業が投・捕・打能力に及ぼす効果: 小学 4 年生を対象として. 茨城大学教育学部紀要 (教育科学), (70) : 111-119.
- 25) 中垣貴裕・奥村拓朗・秋山和輝・岡出美則 (2025) 高等学校入学年次のベースボール型授業における戦術の学習可能性. 体育学研究, 70 : 313-327.
- 26) 野口寿浩 (2022) セオリーから応用まで: 野球配球 IQ ドリル: 状況分析と判断力を鍛える. メイツ出版: 東京.
- 27) 野守耕爾・北村光司・本村陽一・西田佳史・山中龍宏・小松原明哲 (2010) 大規模傷害テキストデータに基づいた製品に対する行動と事故の関係モデルの構築—エビデンスベースド・リスクアセスメントの実現に向けて—. 人工知能学会論文誌, 25 (5) : 602-612.
- 28) 尾縣貢・高橋健夫・高本恵美・細越淳二・関岡康雄 (2001) オーバーハンドスロー能力改善のための学習プログラムの作成: 小学校 2・3 年生を対象として. 体育学研究, 46 : 281-294.
- 29) 岡出美則 (1994) 体育科教育からみたスポーツの戦術: 教科内容としての戦術とその指導方法. 体育の科学, 44 (7) : 507-510.
- 30) 大室康平・樋口貴俊・彼末一之 (2021) ベースボール型球技未経験者のバットスイングの再現性: 素振りとティーバッティングの比較. スポーツ科学研究, 18 : 85-96.
- 31) 大田穂・小出真奈美・岩間圭祐・鈴木由香・木塚朝博 (2022) 小学校体育におけるベースボール型授業の実施状況とその課題. 体育科教育学研究, 38 (2) : 13-25.
- 32) 大津展子 (2024) 中学校体育授業におけるベースボール型の実践研究. 茨城大学教育学部紀要 (教育科学), (73) : 151-169.
- 33) 尾崎純平・石塚諭 (2021) 中学校ベースボール型教材としての「ベースボール 5」の有効性の検討. 宇都宮大学共同教育学部研究紀要, (71) : 405-418.
- 34) Romagnoli, A. (2024). Hitting for average: Educational assessment, unidimensionality, and the connection to baseball hitting statistics. *Educational Considerations*, 49(3), 1-15.
- 35) 清水優菜・山本光 (2022) JASP で今すぐはじめる統計解析入門: 心理・教育・看護・社会系のために. 講談社: 東京.
- 36) 末吉美喜 (2021) テキストマイニング入門: Excel と KH Coder でわかるデータ分析. オーム社: 東京.
- 37) 高橋明日美 (2025) 走者を活かすベースボール型ゲームにおける打撃時の戦術的思考の実態と課題: 小学校中学年を対象にして. 千葉体育学研究, 45 : 14-15.
- 38) 滝澤崇・岩田靖 (2004) 体育におけるベースボール型ゲームの教材づくりの傾向と課題: 「戦術中心のアプローチ」の視点からの分析. 信州大学教育学部附属教育実践総合センター紀要『教育実践研究』, 5 : 101-110.
- 39) 富岡宏健・木原成一郎・齊藤一彦 (2025) 中学校 1 年生対象のディスク型ボールを用いたサッカー授業の効果検証: 戦術的知識の獲得と状況判断, 運動技能に着目して, 体育学研究, 70 : 483-500.
- 40) 當山貴弘・中須賀巧・杉山佳生 (2022) 体育授業における運動有能感と回避的態度との因果関係の推定. 体育学研究, 67 : 897-914.
- 41) 土田了輔・笛木寛 (2007) 小学校の休憩時間における児童のハンドベースボールに関する基礎的研究. 上越教育大学研究紀要, 26 : 171-181.
- 42) 筒井大助・船渡和男・高橋流星 (2011) 野球競技におけるバッティング内容の比較とそれへの体格の影響: 一流アマチュア野球選手 (647 名) および日米プロ野球一軍選手 (598 名) を対象として. トレーニング科学, 23 (1) : 45-54.
- 43) 若松健太 (2024) 性別を問わないアーバンスポーツ「ベースボール 5」の提案. 体育科教育, 72 (9) : 40-43.
- 44) WBSC (2024) 公式 WBSC BASEBALL5 ルールブック 2024.

<https://www.baseball5.jp/doc/rulebook2024.pdf>, (参照日: 2025年5月7日).

- 45) WBS (online). History of Baseball5.
<https://www.wbsc.org/ja/disciplines/organisation/baseball5/history>, (参照日: 2025年5月7日).
 46) 山田淳子・辻延浩 (2019) 学校体育科における中学年の投の運動と高学年のベースボール型ゲームの

接続の効果に関する研究. 日本教科教育学会誌, 42 (3) : 25-39.

- 47) 山本健二 (2019) プレイの選択・判断場面からゲーム理解を深める指導の工夫: 守備局面に重点をおいたベースボール型ゲームの授業実践. 教育実践研究, 29 : 133-138.

《巻末資料》

ベースボール5 戦術的知識テスト

※ (英): 守備者, --->: 打球, 人: ランナー

問1 解答番号 **1**

状況: 0アウト ランナーなし
 ①への打球(ゴロ)

問: あなたが①の位置を守っていたとしたら, どこに送球しますか?

① 1塁 ② 2塁 ③ 3塁
 ④ 本塁 ⑤ わからない

問2 解答番号 **2**

状況: 0アウト ランナー1塁
 ①への打球(ゴロ)

問: あなたが①の位置を守っていたとしたら, どこに送球しますか?

① 1塁 ② 2塁 ③ 3塁
 ④ 本塁 ⑤ わからない

問3 解答番号 **3**

状況: 0アウト ランナー1・2・3塁
 ②への打球(ゴロ)
 ③は本塁のベースカバーへ向かっている。

問: あなたが②の位置を守っていたとしたら, どこに送球しますか?

① 1塁 ② 2塁 ③ 3塁
 ④ 本塁 ⑤ わからない

問4 解答番号 **4**

状況: 0アウト ランナー1塁
 ②への打球(ゴロ)

問: あなたは1塁のランナーです。この場合, どうしますか?

① ずっと1塁にいる
 ② すぐに2塁に進む
 ③ ②が捕れなかったら2塁に進む。あるいは②が捕っても, いけそうなら2塁に進む。
 ④ わからない

問5 解答番号 **5**

状況: 0アウト ランナー1塁
 ①を超えるかもしれない打球(フライ)

問: あなたは1塁のランナーです。この場合, どうしますか?

① ずっと1塁にいる
 ② すぐに2塁に進む
 ③ ①が捕れなかったら2塁に進む。あるいは①が捕っても, いけそうなら2塁に進む。
 ④ わからない

問6 解答番号 **6**

状況: 2アウト ランナー1塁
 ②への打球(フライ)

問: あなたは1塁のランナーです。この場合, どうしますか?

① ずっと1塁にいる
 ② すぐに2塁に進む
 ③ ②が捕れなかったら2塁に進む。あるいは②が捕っても, いけそうなら2塁に進む。
 ④ わからない

問7

状況: 0アウト ランナー1塁
Cへの打球(ゴロ)

問: あなたがBの位置を守っていたとしたら、どこに動きますか? 解答用紙にBから→で記入してください。また、理由も答えられる人は記入してください。

問8

状況: 1アウト ランナー1・3塁
Aへの前方の打球(ゴロ)

問: Aが前方のボールを捕りに行った場合、BとCはどこに動きますか? 解答用紙にBとCから→でそれぞれ記入してください。また、理由も答えられる人は記入してください。

問9

状況: 0アウト ランナーなし

問: 守備者が左図のように守っている場合、あなたが打者ならどこに打ちますか? 解答用紙に本塁から→で記入してください。また、理由も答えられる人は記入してください。

問10

状況: 0アウト ランナー2塁

問: 守備者が左図のように守っており、2塁のランナーを3塁へ進めたい場合、あなたが打者ならどこに打ちますか? 解答用紙に本塁から→で記入してください。また、理由も答えられる人は記入してください。

問11

状況: 1アウト ランナー3塁

問: 守備者が左図のように守っている場合、あなたが打者ならどこに打ちますか? 解答用紙に本塁から→で記入してください。また、理由も答えられる人は記入してください。

体育授業の男女共習化が生徒の学びに及ぼす影響についての一考察 —運動種目別の比較を手掛かりとして—

福田 健太郎・高田 光代・信原 智之
藤村 繰美・合田 大輔・堀家 弥姫

本稿の目的は、ハードル走、砲丸投げ、マット運動、水泳の4つの運動種目別比較という観点から、体育授業の男女共習化が生徒に及ぼす影響を明らかにすることであった。2025年度に男女共習体育授業を実施した高校1年生を対象に、運動有能感および自由記述を基軸として分析を行った。その結果、大きく以下の5点が明らかとなった。①運動種目の差異による運動有能感への影響は極めて小さいこと、②体育授業の男女共習化における肯定的側面として、種目特性に応じた協働的な学びが促進されること、③身体的・技能的差異に起因する負担感や不公平感が課題として存在すること、④心理的抵抗感や人間関係に関する課題が特定の運動種目で顕在化すること、⑤授業設計や運営上の工夫によって、生徒の困難を軽減できる可能性があること。以上の結果から、学習者一人ひとりの多様性を踏まえた柔軟な授業設計と、長期的視点に立った学習成果の検証を通して、すべての学習者が相互に学び合うインクルーシブな体育授業の在り方を模索していくことの必要性が示された。

1. はじめに

近年、学校教育におけるジェンダー平等が強く求められる中で、体育授業における男女共習¹⁾の在り方が模索されている。従来、体育の授業では、体力や身体的特性の違いを考慮して男女別々に指導が行われる場面が多くみられた(宮本, 2020)。しかし、学習指導要領の改訂や学校現場における実践的な取り組みにより、男女共習の実施が広まりつつある。文部科学省(2018, 2019)は、教育活動全体を通じてジェンダーに基づく固定的な役割分担意識や偏見の是正をめざす共生の視点を重視しており、その一環として体育授業における男女共習の導入を促している。土井池(1984)は、男女共習で体育授業を行うことについて、授業が明るく、和やかに展開され、学習意欲や運動能力が低い生徒でも自然と学習意欲が向上し、運動能力も高まると指摘している。また、日野(2002)は、生涯スポーツに向けた重要な学習経験として、男女共習での体育授業が効果的であると述べている。このように、男女共習体育授業は、一定の教育的意義があると考えられる。

しかしながら、男女共習の移行には、様々な課題も指摘されており、男女共習による体育授業が実施できない現状も見受けられる(石塚ほか, 2020)。また、国立教育政策研究所(2015)が行った全国調査によると、体育授業を男女共習で実施していると回答した教師の割合は36.3%であったと報告されている。さらに、山西(2010)は、男女共習体育授業の課題として、体力・能力における男女差の問題を挙げている。以上を整理すると、体育授業における男女共習化の進展には教育的利点がある一方

で、身体能力の差異に起因する課題も存在するといえる。体育授業は、身体を直接的に動かす活動が中心であり、個々の運動能力や性差が顕著に表れやすい。そのため、男女が同じ条件で活動することに対する受容度や満足感、学習成果の達成感には差が生じる可能性がある。こうした課題を踏まえたうえで、効果的な男女共習の在り方を検討することが、教育実践において重要な課題であると推察できる。

上記のような背景から、体育授業における男女共習化の成果に関する先行研究が蓄積されてきた。例えば、石塚ほか(2020)は、男女別習から男女共習に移行した体育授業を対象に、学習者の授業に対する学びの変化や影響を検討した。その結果、運動種目によっては、男女差が顕著に現れることが明らかとなった。また、福田ほか(2024b)は、男女共習体育授業が学習者の技能に及ぼす影響を調査した。その結果、男女共習体育授業は、学習者の技能向上に効果的である一方、実施する運動種目の選択が重要であると示唆された。加えて、男女共習体育授業の研究成果をレビューし、統合した山西(2010)によれば、男女共習で体育授業を行う際には、保健体育科教師が実施する運動種目を吟味することが肝要であると主張されている。

これらの指摘を踏まえると、男女共習体育授業を実施するうえで、運動種目による影響は明確であると考えられる。一方、石塚ほか(2020)の実践ではマット運動とソフトボール、福田ほか(2024b)の実践ではバドミントンに運動種目が限られており、他の運動種目との比較が課題として残されている(石塚ほか, 2020)。中でも、陸上

競技は、多岐にわたる種目それぞれに特性があり、専門的な技術・指導が求められるため、取り扱いが難しい運動種目の一つである(佐々木, 2020)。同時に、体育授業における実施率が高い運動種目としても挙げられる(及川・長谷川, 2017)。とりわけ、ハードル走は、教育現場でよく取り上げられる種目であり(村山, 2022)、技能の向上に多くの時間を要する運動種目である(福田ほか, 2025b)。また、砲丸投げは、高等学校から学習指導要領上の取り扱いが始まることもあり、実践研究の蓄積が比較的少ない運動種目である(福田ほか, 2025a)。他方、マット運動は、男女共習で体育授業を行う際に、学習者からの人気が低い運動種目である(北田, 2006)。さらに、水泳は、男女共習による体育授業が推進されてもなお、未だに男女別習で実施されている傾向の強い運動種目である(加藤, 2024)。したがって、ハードル走、砲丸投げ、マット運動、水泳に着目して、男女共習体育授業の効果を検討することは有意義であると思われる。

そこで本研究では、体育授業の男女共習化が生徒に及ぼす影響を、上述した4つの運動種目別の比較という観点から明らかにすることを目的とする。これにより、体育授業における男女共習の有効性と課題、そして指導法の改善に向けた具体的な示唆を得ることをめざす。

2. 研究の方法

2.1. 調査期日および調査対象者

調査期日は、2025年5月から10月であった。また、調査対象者は、広島大学附属福山高等学校の1年生5クラス201名(男子:112名, 女子:89名)であった。高校1年生は、男女共習で体育授業が実施された²⁾。合計4名の保健体育科教師が、それぞれのクラスの体育授業を担当した。なお、体育授業を実施する場所の制限から、4つの運動種目の実施種目順については、クラス差が生じた(表1)。1種目は5月7日から5月27日、2種目は6月9日から6月24日、3種目は7月7日から9月18日、4種目は9月22日から10月6日であった。また、1, 2, 4種目は7時間、3種目は9時間で構成された。

表1 各運動種目の実施時期

クラス	実施種目順			
	1種目目	2種目目	3種目目	4種目目
A	マット運動	ハードル走	水泳	砲丸投げ
B	砲丸投げ	マット運動	水泳	ハードル走
C	ハードル走	砲丸投げ	水泳	マット運動
D	ハードル走	砲丸投げ	水泳	マット運動
E	砲丸投げ	マット運動	水泳	ハードル走

2.2. 調査方法および調査内容

調査方法として、選択式によるアンケート調査を用いた。なお、本研究では、年間を通して単元後に同様のアンケート調査を行い、生徒が抱える運動種目別の成果および課題を検討できるように努めた。また、調査内容として、体育授業の男女共習化が生徒の学びに及ぼす影響について調査した石塚ほか(2020)に則り、岡澤ほか(1996)の運動有能感尺度を援用し、表2のように設定した。この尺度は、「身体的有能さの認知」(質問項目1, 2, 8, 10), 「統制感」(質問項目3, 4, 11, 12), 「受容感」(質問項目5, 6, 7, 9)の3つの因子から構成されている。岡澤ほか(1996)によれば、「身体的有能さの認知」は、「自己の運動能力、運動技能に対する肯定的認知に関する項目」(p.147), 「統制感」は、「自己の努力や練習によって運動をどの程度コントロールできると認知しているかを示す」(pp.147-148)項目, 「受容感」は、「運動場面で教師や仲間から受け入れられているという認知に関する項目」(p.148)から成る。これらの3因子は、各々4項目から構成されており、それぞれの質問項目について、「まったくあてはまらない」(1点)から「よくあてはまる」(5点)の5件法で回答を求めた。西田(1989)によれば、運動有能感は、小学校・中学校・高等学校と学年が上がるにつれて低下すると報告されている。この傾向を踏まえると、高等学校の体育授業においては、学習者が運動に対して抱く自己評価や参加意欲が低下しやすい状況にあると考えられる。そのため、体育授業の学びを検討するにあたり、学習者自身の運動への捉え方や学習経験の質を反映する指標として、運動有能感に着目することは重要であり、本研究における分析の視座として

表2 アンケート調査の内容

質問項目	
1	運動能力が優れていると思います。
2	たいていの運動は上手にできます。
3	練習をすれば、必ず技術や記録は伸びると思います。
4	努力さえすれば、たいていの運動は上手にできると思います。
5	運動をしている時、先生が励ましたり、応援してくれます。
6	運動をしている時、友達が励ましたり、応援してくれます。
7	一緒に運動をしようと誘ってくれる友達がいます。
8	運動の上手な見本として、よく選ばれます。
9	一緒に運動する友達がいます。
10	運動について自信を持っているほうです。
11	少し難しい運動でも、努力すればできると思います。
12	できない運動でも、諦めないで練習すればできるようになると 思います。

妥当であると判断した。加えて、運動種目ごとに、男女共習体育授業の良かった点と困った点について、自由記述で回答させた。なお、回答の収集については、Google Formsを用いて実施した。

2.3. 分析方法

調査対象者のうち、不備なくアンケートに回答した127名（男子63名、女子64名）を分析の対象とした。まず、運動有能感尺度の3因子と、それらを包括する合計得点ごとに平均値及び標準偏差を算出した。次に、運動種目を固定要因とした一元配置分散分析を実施した。その後、有意差がみられた場合には、Tukey法による多重比較を行った。さらに、効果量(η^2)を算出した。一元配置分散分析(η^2)は、水本・竹内(2008)の基準に倣い、 $\eta^2 < 0.01$ ：「些少」、 $0.01 \leq \eta^2 < 0.06$ ：「小さい」、 $0.06 \leq \eta^2 < 0.14$ ：「中程度」、 $0.14 \leq \eta^2$ ：「大きい」と解釈した。統計解析には、結果の信憑性が確保されているJASP 0.17.2.1(清水・山本, 2022)を援用した。なお、有意水準は5%未満とした。

自由記述で得られたデータについて、KH Coder 3.Beta.03i(樋口, 2020)を援用しテキストマイニングを行った。自由記述によって得られたテキストデータは、表現の統一性が低く、漢字やひらがな、カタカナ等の混在や誤字脱字により、質の高い分析が難しい(野守ほか, 2010)。そのため、テキストマイニングを行う前に、文意を変えないように留意し、正しい日本語になるよう修正した。テキストマイニングを実施する際、抽出品詞については、体育授業の分析にテキストマイニングを援用した森田ほか(2024)に則り、「名詞」、「サ変名詞」、「タグ」、「動詞」、「動詞B」、「形容詞」、「形容詞B」、「副詞」とした。また、より関連性の強いクラスタに焦点化するため、語句の最小出現数は5回に設定した。次に、jaccard係数を強い共起があったとみなせる0.2以上のもの(樋口ほか, 2022)にし、重要とみられる線だけを表示するため(末吉, 2021)、「最小スパニング・ツリー」だけを描画に設定したうえで共起ネットワークを出力した。分析の手続きについては、内容的妥当性並びに客観性を高めるために、筆頭著者の他に、保健体育科教師3名によって、複数の調査者で分析を行う「仲間同士での検証」(メリア

ム, 2004)を実施した。分析者間で意見が一致しなかった箇所については、精査及び修正を行った。

2.4. 倫理的配慮

本研究を実施するにあたり、授業の冒頭で研究の趣旨や目的、意義について口頭で説明し、生徒からの理解を得た。また、本研究への参加の有無は、生徒の成績に影響を及ぼさないことを伝えた。なお、プライバシーや個人情報情報を保護するため、容易に個人が特定されることのないように、氏名等の情報を削除する等の匿名化処理を行ったうえでデータ分析を実施した。

3. 結果

3.1. 運動有能感の運動種目差

運動種目を固定要因、運動有能感の各因子および合計得点を従属変数として一元配置分散分析を実施した結果を表3に示した。「身体的有能さの認知」に関する得点の平均値および標準偏差は、ハードル走：9.39±3.73、砲丸投げ：9.65±4.04、マット運動：9.68±3.89、水泳：9.84±3.89であった。「統制感」に関する得点の平均値および標準偏差は、ハードル走：14.50±3.60、砲丸投げ：14.75±3.65、マット運動：14.84±3.61、水泳：14.70±3.45であった。「受容感」に関する得点の平均値および標準偏差は、ハードル走：16.07±3.21、砲丸投げ：16.03±3.18、マット運動：16.25±3.16、水泳：15.51±3.33であった。運動有能感合計に関する平均値および標準偏差は、ハードル走：39.96±8.22、砲丸投げ：40.43±8.75、マット運動：40.76±8.71、水泳：40.06±8.61であった。一元配置分散分析の結果、「身体有能さの認知」、「統制感」、「受容感」、運動有能感合計いずれも運動種目間で有意差はみられなかった。

3.2. 男女共習の「良かった点」に関する自由記述

男女共習体育授業の良かった点に関する自由記述について、運動種目ごとにテキストマイニングを実施した。図1は、ハードル走における自由記述について、共起ネットワークを出力した結果を示している。出力の結果、合計8つのサブグラフが生成された。つながりがみられ

表3 一元配置分散分析の結果

	①ハードル走	②砲丸投げ	③マット運動	④水泳	F 値	効果量 (η^2)
身体的有能さの認知	9.39±3.73	9.65±4.04	9.68±3.89	9.84±3.89	0.30	0.002
統制感	14.50±3.60	14.75±3.65	14.84±3.61	14.70±3.45	0.19	0.001
受容感	16.07±3.21	16.03±3.18	16.25±3.16	15.51±3.33	1.24	0.007
運動有能感合計	39.96±8.22	40.43±8.75	40.76±8.71	40.06±8.61	0.23	0.001

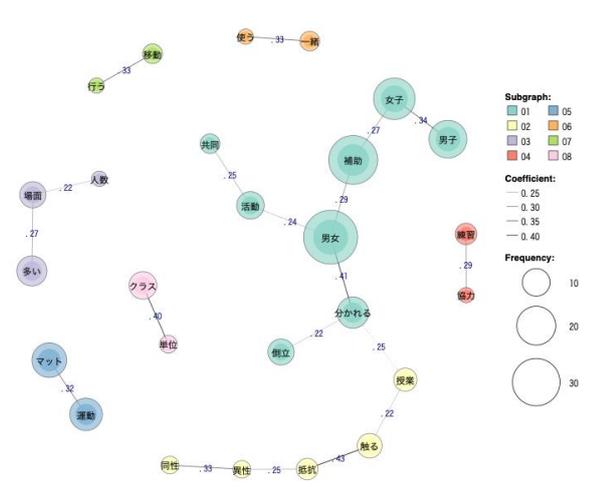


図7 マット運動の困った点に関する共起ネットワーク

たクラスは、「交流-機会-増える」、「成功-コツ」、「教える-合う」、「単位-聞く」、「男子-女子」、「マット-運動」であった。

図4は、水泳における自由記述について、共起ネットワークを出力した結果を示している。出力の結果、合計8つのサブグラフが生成された。つながりがみられたクラスは、「練習-コース-自分-レベル-泳ぐ-合う-授業-受ける-指導」、「意識-少し-改善-取り組む-課題-良い-タイム」、「平泳ぎ-クロール-背泳ぎ-基礎」、「泳ぎ方-最初-学ぶ-水泳-多い」、「アドバイス-先生-教える-コツ」、「発展-見つける-挑戦」、「一緒-成長」、「実力-集まる」であった。

3.3. 男女共習の「困った点」に関する自由記述

男女共習体育授業の困った点に関する自由記述について、運動種目ごとにテキストマイニングを実施した。図5は、ハードル走における自由記述について、共起ネットワークを出力した結果を示している。出力の結果、合計7つのサブグラフが生成された。つながりがみられたクラスは、「違う-男女-分かれる-レーン-コース-行く-インターバル-長い」、「授業-体育-身体-能力-運動-ペア」、「男子-女子-高い-低い-ハードル」、「多い-人数-少ない」、「歩幅-合わせる-シンクロ-難しい」、「クラス-交流」、「回転-悪い」であった。

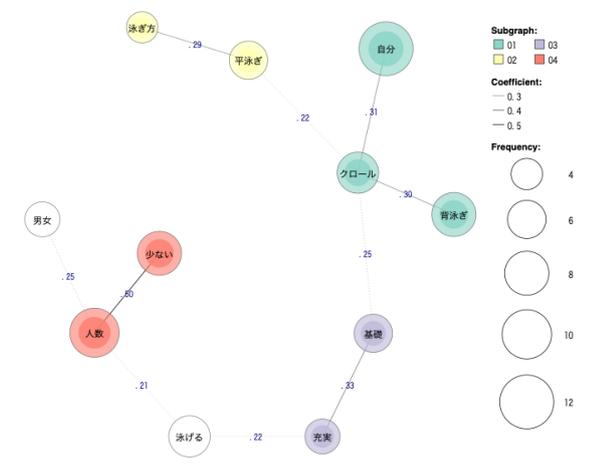


図8 水泳の困った点に関する共起ネットワーク

図6は、砲丸投げにおける自由記述について、共起ネットワークを出力した結果を示している。出力の結果、合計9つのサブグラフが生成された。つながりがみられたクラスは、「違う-距離-飛ぶ-大きい-能力-身体」、「多い-人数-授業-準備-重い」、「負担-砲丸投げ-難しい-野球-単元-変える」、「分かる-コツ-競技-持つ-クラス」、「行う-意見-活動-言う」、「女子-男子-伸びる-少し」、「チーム-アドバイス」、「男女-グループ」、「足りる-取る」であった。

たクラスは、「男子-女子-早い-タイミング-合わせる-飛べる-一緒」、「コミュニケーション-取る-お互い-行う」、「クラス-単位-少ない-レーン」、「理解-ポイント-陸上-合える-改善」、「インターバル-増える」、「男女-関係」、「準備-片付け」、「授業-受ける」であった。

図2は、砲丸投げにおける自由記述について、共起ネットワークを出力した結果を示している。出力の結果、合計11つのサブグラフが生成された。つながりがみられたクラスは、「メンバー-全員-分担-役割-単元」、「準備-協力-行う-活動-グループ」、「単位-クラス-授業-受ける」、「記録-伸びる-計測-理解」、「飛ぶ-考える」、「練習-学ぶ」、「男子-女子-伸ばす」、「お互い-高める」、「男女-関係」、「意見-出る」、「砲丸-重い」であった。

図3は、マット運動における自由記述について、共起ネットワークを出力した結果を示している。出力の結果、合計6つのサブグラフが生成された。つながりがみられ

図7は、マット運動における自由記述について、共起ネットワークを出力した結果を示している。出力の結果、合計8つのサブグラフが生成された。つながりがみられたクラスは、「男子-女子-補助-男女-分かれる-倒立-活動-共同」、「同性-異性-抵抗-触る-授業」、「多い-場面-人数」、「練習-協力」、「マット-運動」、「一緒-使う」、「移動-行う」、「クラス-単位」であった。

図8は、水泳における自由記述について、共起ネットワークを出力した結果を示している。出力の結果、合計4つのサブグラフが生成された。つながりがみられたクラスは、「自分-クロール-背泳ぎ」、「平泳ぎ-泳ぎ方」、「基礎-充実-泳げる」、「少ない-人数-男女-泳げる」であった。

4. 考察

本研究では、体育授業の男女共習化が生徒の学びに及ぼす影響について検討するうえで、運動有能感に着目した。特に、運動種目間での差異を軸に、一元配置分散分析を行った。その結果、「身体的有能さの認知」、「統制感」「受容感」および運動有能感合計のいずれにおいても、有意差は認められなかった。また、効果量 (η^2) はすべて 0.01 未満 (些少) であり、運動種目による影響は極めて小さいことが示された。これらの結果から、男女共習化された体育授業においては、運動種目の違いによって生徒の運動有能感が大きく左右されることはないといえる。すなわち、ハードル走、砲丸投げ、マット運動および水泳といった運動種目の特性の違いは、生徒が自らの運動能力をどのように認知し、統制感や受容感を抱くかに顕著な差をもたらしていない。これは、男女共習化の過程で、教師が個々の生徒に応じたフィードバックや支援を行っていた可能性を示唆している。宮本 (2020) は、男女共習で体育授業を実施する際、教師の働きかけが重要であると指摘している。この論を援用すれば、各教師の努力により、生徒に効果的な男女共習体育授業を実施できた可能性がある。一方で、有意差がみられなかったことは、運動有能感の形成が短期間の授業経験だけでは大きく変化しにくいこと、あるいは運動有能感の基盤には、これまでの運動経験や自己概念などの個人的要因が強く影響していることを示唆するものでもある。したがって、今後の研究では、授業の期間や学年、また男女比の異なる集団を対象に、長期的な変容を追跡することが求められる。加えて、運動有能感には男女差があるとの報告も見受けられることから (福田ほか, 2024a)、今後は男女比較を実施することも肝要であろう。

他方、男女共習体育授業における「良かった点」について、運動種目ごとにテキストマイニングを用いて分析した。ハードル走においては、「一緒」、「合わせる」、「タイミング」などの語が特徴的に出現していた。これらは、ハードル走という種目の特性上、走る順番やレーン間の間隔を意識しながら、お互いの動きに配慮して活動する必要があることに関連していると考えられる。また、隣のレーン同士で歩幅やインターバルを揃えて走る「シンクロハードル」を実施したことで、「タイミング」、「合わせる」という語が共起していたと思われる。さらに、「コミュニケーション」、「お互い」、「取る」といった語の共起からは、性別という垣根を越え、お互いに交流し合い、よりよい走り方を模索する過程が存在していたことが窺える。こうした学び合いの経験は、運動技能の向上のみならず、協働的な学びにも寄与した可能性がある

る。一方、砲丸投げでは、「役割」、「分担」、「協力」、「グループ」、「全員」といった語が多く抽出された。これらの語は、器具準備や記録、計測など多様な作業を分担しながら進める場面が多い砲丸投げの特性を反映していると考えられる。それぞれの得意分野を活かしながら役割を担うことで、互いの存在を尊重し合う関係が形成されたことが示唆される。また、「お互い」、「高める」といった語の共起からは、単なる作業の分担にとどまらず、グループ内での主体的な活動が行われていたことも推察される。さらに、「男子」、「女子」、「伸ばす」という共起もみられた。男子の迫力ある動作に、女子は影響を受けるとされている (Matsumoto et al., 2025)。このことから、女子は男子の動作をみて、自らの技能を伸ばしていた可能性がある。マット運動では、「交流」、「教える」、「コツ」、「成功」などの語がみられ、ペアやグループでの相互教授的な学びが展開されていたことが明らかとなった。特に、「教える」、「合う」といった語の出現は、生徒同士が助言し合い、成功体験を共有することで、学びの質が高まっていたことを示唆する。また、「交流」、「機会」、「増える」という語が共起していたことから、ICT 機器を用いてお互いの技を撮影し合うことや、補助等の活動を通じて、生徒同士の交流が促進されたと考えられる。水泳では、「アドバイス」、「挑戦」、「改善」、「成長」、「教える」、「学ぶ」といった語が頻出していた。これらの語からは、生徒が互いの泳法や記録に関して積極的に助言し合い、自己改善を意識した学習が促進されていたことが窺える。さらに、「自分」、「コース」、「レベル」などの語の共起から、個々の実力に応じて協働的に練習に取り組む姿勢が形成されていたと推察できる。以上の結果を総合すると、男女共習体育授業の肯定的効果は、運動種目の特性に応じて異なる形で表出していた。これらは、体育授業の男女共習化が単に共同で活動する場にとどまらず、相互理解や相互尊重を育む学びの環境として機能していた結果だといえるだろう。

次に、男女共習体育授業における「困った点」について、運動種目ごとにテキストマイニングを用いて分析した。ハードル走では、「男女」、「能力」、「身体」、「違う」、「レーン」、「インターバル」、「歩幅」、「高い」、「難しい」といった語が多く抽出された。これらの語の共起関係から、男女の身体的差異や運動能力の違いが、授業内での課題として意識されていたことが明らかとなった。特に、「男女」、「インターバル」、「違う」といった語が共起している点から、ハードル間隔の違いによって、男女が同一条件で活動することの難しさが認識されていたと考えられる。加えて、「ハードル」、「高い」、

「女子」などの語が共起していることから、運動技能の性差が、学習の停滞や不満につながるリスクがあると示された。砲丸投げに関する自由記述分析では、「男女」、「能力」、「身体」、「重い」、「難しい」、「負担」といった語が多く出現した。中でも、「準備」、「重い」、「多い」といった語の共起は、砲丸という用具の重さや場を設定するうえでの準備物の多さが生徒に負担感として認識されていた可能性を示す。また、「意見」、「言う」、「活動」等の語が共起していた。このことから、男女の身体差や技能差からなる協働の難しさが表出していたと考えられる。他方、マット運動では、「補助」、「触る」、「抵抗」、「異性」、「同性」、「分かれる」、などの語が特徴的に出現した。これらの語の共起は、身体接触を伴う補助動作やペア練習において、異性間での心理的抵抗感が生じていたことを示しているといえる。男女共習の中で協働的学習が促進される一方で、このような心理的抵抗感は、安全確保や信頼関係の構築を妨げる要因となる可能性がある。そのため、補助や練習を同性間で行う時間を設ける、あるいは代替的な補助方法を導入するなど、授業設計上の配慮が求められると推察される。最後に、水泳については、「泳げる」、「人数」、「少ない」という語が共起していた。水泳は、基礎・充実・発展の3コースに分かれて授業を展開したが、基礎・充実コースの人数が比較的多く、発展コースは少数であった。発展コースは、泳ぐことを得意とする生徒で構成されていたため、全体として泳げる人数が少ないと認識されていた可能性がある。なお、意外にも、水泳については「特に困った点はない」との回答が多かった。小橋川ほか(1993)によれば、体育授業における運動領域の中でも、水泳については、生徒が男女共習での授業を敬遠する現状があるという。しかしながら、本研究では異なる知見が得られ、比較的生徒の困り感は観測されなかった。これは、準備運動を体育館で実施することによる身体接触の防止や、習熟度別によるコース分け、入水するコースを指定しなかったこと等の指導上の工夫が功を成す要因となったと思われる。

5. 総括

本研究の目的は、体育授業の男女共習化が生徒に及ぼす影響を、4つの運動種目別の比較という観点から明らかにすることであった。分析の結果、大きく分けて以下の5点が明らかとなった。

- 1) 運動種目の差異による運動有能感への影響は極めて小さいこと。

- 2) 体育授業の男女共習化における肯定的側面として、種目特性に応じた協働的な学びが促進されること。
- 3) 身体的・技能的差異に起因する負担感や不公平感が課題として存在すること。
- 4) 心理的抵抗感や人間関係に関する課題が特定の運動種目で顕在化すること。
- 5) 授業設計や運営上の工夫によって、生徒の困難を軽減できる可能性があること。

本研究では、以上の知見が得られた一方で、いくつかの課題も残された。1点目は、長期的な調査の実施である。本研究は、2025年5月から10月という短期間で実施された。そのため、運動有能感等の心理的変容を長期的に捉えるには限界がある。運動有能感は年齢を重ねるにつれて低下すると指摘されているため(當山ほか, 2022)、今後は、縦断的な調査も求められるだろう。2点目は、男女比の偏りの検討である。本研究では、男女混合クラスを対象としたが、男女比の偏りや学年差によって男女共習の効果が異なる可能性がある。より多様な集団を対象に比較検討することで、汎用性の高い知見が得られるだろう。3点目は、教師の指導方略や授業設計に関する検討である。対象校において男女共習は今年度から導入された取り組みであるが、その実施にあたっては、保健体育科教師間で授業の在り方について継続的に協議を行い、試行錯誤を重ねながら授業が展開された。また、その基盤には、これまで長年にわたって蓄積されてきた体育授業の実践知が存在する。今後は、こうした従来の授業実践を踏まえつつ、男女共習という新たな授業形態の中で有効に機能する指導上の工夫や配慮を整理・検討することを通して、多様な学習者に配慮した教材や学習支援の在り方を模索していくことが求められるだろう。4点目は、運動種目ごとの学びについて、さらなる考察を実施することである。本研究は、男女共習導入初年度にあたる実践を対象とし、各運動種目における成果と課題を網羅的に把握することを目的としていた。そのため、分析は全体的傾向の把握を重視したものとなった。一方で、一括りに男女共習といっても、運動種目によって授業の実施方法や学習形態には一定の違いがみられ、こうした差異を十分に考慮しないまま運動種目間を比較することには研究上の限界がある。今後は、各運動種目の特性や授業構成に着目した詳細な分析を行うことにより、男女共習体育授業における学びの在り方をより立体的に検討していく必要がある。以上については本研究の課題とし、今後の研究に向けた一資料とする。

注

- 1) 男女共習とは、男女が同じ学習の内容を同じ学習の場で、相互のコミュニケーションを通して学習する方法のことである（八代，2000）。一方、男女が同じ場におりつつも、活動は男女別で行う男女共習中の男女別習の状態も存在する（佐野，2003）。本研究では、この状態を「男女共修」と表記し、男女共習と区別することとした。
- 2) ハードル走については、男女共習による一斉指導を行いつつ、ハードルのインターバルについて複数の選択肢を設定した。これにより、性別にかかわらず、各生徒が自身の走力や技能に応じたインターバルを選択して取り組めるようにした。砲丸投げについては、男女共習による授業を実施したが、使用する砲丸の重量については性別による一律の区分を設けず、複数の重量から生徒が自身に適したものを選択できるようにした。これにより、性別に限らず、個々の体力や技能水準に応じた学習が可能となるよう配慮した。マット運動については、男女混合の小グループを編成し、男女共習による学習活動を基本とした。一方で、技の補助や身体接触を伴う場面においては、生徒の安心感や安全面に配慮し、必要に応じて男女別で補助を行うことができる環境を整えた。水泳については、クラス単位での男女共習ではなく、2クラスもしくは3クラスを水泳における技能の習熟度別に分けたうえで、男女共習による授業を実施した。

引用文献

- 1) 土井池晃（1984）中学校で男女合同の体育授業を実践してみた。体育の科学，34（6）：458-464.
- 2) 福田健太郎・合田大輔・高田光代・信原智之・藤村繰美・堀家弥姫（2025a）中高一貫教育における保健体育科の授業実践に関する研究レビュー：『中等教育研究紀要／広島大学附属福山中・高等学校』から導出する基礎的示唆。中等教育研究紀要／広島大学附属福山中・高等学校，65：95-107.
- 3) 福田健太郎・橋本真・柴山慧（2024a）高専生が保持する運動有能感に関する事例研究：学年差及び性差に着目して。日本高専学会誌，29（3）：17-22.
- 4) 福田健太郎・松本あゆみ・橋本真（2024b）高専における男女共習体育授業が学生の技能習得に及ぼす影響：パドミントンを事例として。広島商船高等専門学校紀要，（46）：57-65.
- 5) 福田健太郎・松本佑介・齊藤一彦（2025b）体育授業における映像教材が中学生の知識及び技能にもたらす効果の検証：ハードル走を事例とした授業実践から。運動とスポーツの科学，30（2）：153-161.
- 6) 樋口耕一（2020）社会調査のための計量テキスト分析 [第2版]：内容分析の継承と発展を目指して。ナカニシヤ出版：京都.
- 7) 樋口耕一・中村康則・周景龍（2022）動かして学ぶ！はじめてのテキストマイニング：フリーソフトウェアを用いた自由記述の計量テキスト分析。ナカニシヤ出版：京都.
- 8) 日野克博（2002）選択制授業・男女共習授業の進め方：体育教育学入門。大修館書店：東京.
- 9) 石塚諭・小松理那・鈴木剛（2020）保健体育授業における男女共習化が生徒の学びに及ぼす影響。宇都宮大学教育学部研究紀要，70：277-288.
- 10) 加藤凌（2024）男女共習の視点からみた中学校保健体育科の各領域における授業の実施形態に関する現状分析。福祉社会学部論集，43（1）：1-14.
- 11) 北田豊治（2006）体育科教育における男女共習型授業に関する研究。愛知学院大学教養部紀要，53（1）：41-48.
- 12) 小橋川久光・玉城昭子・上原廣子（1993）選択制，男女共習，たて割り学習に対する中学生の意識に関する研究。琉球大学教育学部教育実践研究指導センター紀要，（1）：83-90.
- 13) 国立教育政策研究所（2015）平成27年度学習指導要領実施状況調査：教科・科目等別分析及改善点（高等学校保健体育科体育）。
https://www.nier.go.jp/kaihatsu/shido_h27/h27/15h27bunseki，（参照日：2025年5月24日）。
- 14) Matsumoto, Y., Yamahira, Y., Ebina, W., Yamazaki, T., Nagano, S. & Saito, K. (2025). A case study of university students' perceptions of coeducational physical education classes at the high school stage. *Journal of Sport and Development*, 4, 13-20.
- 15) メリアム・堀薫夫・久保真人・成島美弥訳（2004）質的調査法入門：教育における調査法とケース・スタディ。ミネルヴァ書房：京都.
- 16) 宮本乙女（2020）体育の男女共習・別習を考える。体育科教育学研究，36（2）：27-32.

- 17) 水本篤・竹内理 (2008) 研究論文における効果量の報告のために：基礎的概念と注意点. 関西英語教育学会紀要『英語教育研究』, 31 : 57-66.
- 18) 文部科学省 (2018) 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説保健体育編. 東山書房：京都.
- 19) 文部科学省 (2019) 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説保健体育編. 東山書房：京都.
- 20) 森田哲史・竹内孝文・伊藤雅広・戸部秀之・近藤智靖 (2024) 運動領域と保健領域の関連を図る指導による小学校第 6 学年児童の「運動と健康に関する知識」の変容：テキストマイニングを用いた自由記述の計量テキスト分析. スポーツ教育学研究, 44 (2) : 17-31.
- 21) 村山凌一 (2022) 体育科教員養成課程の男子大学生におけるハードル走の特徴と課題. 太成学院大学紀要, 24 : 35-42.
- 22) 西田保 (1989) 体育における学習意欲検査 (AMPET) の標準化に関する研究：達成動機づけ論的アプローチ. 体育学研究, 34 (1) : 45-62.
- 23) 野守耕爾・北村光司・本村陽一・西田佳史・山中龍宏・小松原明哲 (2010) 大規模傷害テキストデータに基づいた製品に対する行動と事故の関係モデルの構築—エビデンスベースド・リスクアセスメントの実現に向けて—. 人工知能学会論文誌, 25 (5) : 602-612.
- 24) 及川佑介・長谷川千里 (2017) 高等学校における体育実技授業の実態調査：体育女子大学生と一般女子大学生の比較. 東京女子体育大学女子体育研究所所報. (11) : 41-43.
- 25) 岡澤祥訓・北真佐美・諏訪祐一郎 (1996) 運動有能感の構造とその発達及び性差に関する研究. スポーツ教育学研究, 16 (2) : 145-155.
- 26) 佐野信子 (2003) 体育の男女共習に関する中学生の意識. 弘前大学教育学部紀要, (89) : 131-139.
- 27) 佐々木大志 (2020) 高等学校における陸上競技授業の実態調査. 東京女子体育大学・東京女子体育短期大学紀要, (57) : 91-97.
- 28) 清水優菜・山本光 (2022) JASP で今すぐはじめる統計解析入門：心理・教育・看護・社会系のために. 講談社：東京.
- 29) 末吉美喜 (2021) テキストマイニング入門：Excel と KH Coder でわかるデータ分析. オーム社：東京.
- 30) 當山貴弘・中須賀巧・杉山佳生 (2022) 体育授業における運動有能感と回避的態度との因果関係の推定. 体育学研究, 67 : 897-914.
- 31) 山西哲也 (2010) 男女共習体育授業の実現の可能性と問題. 教育学研究ジャーナル, 6 : 61-68.
- 32) 八代勉 (2000) 【新訂】体育科教育法講義：選択制と男女共習 (修) の根拠. 大修館書店：東京.

男女共習による体育授業において学習者が感じる困難の構造 —スポーツ・インテグリティを脅かす要因に基づく分析—

藤村 繰美¹・福田 健太郎¹・阿部 直紀²

本研究は、男女共習による体育授業において学習者が感じる困難を、「スポーツ・インテグリティを脅かす要因」枠組みを用いて分析し、学校体育において学習者が感じる困難の構造を明らかにすることが目的であった。その結果、学習者の困難は枠組みに該当する【ガバナンス・コンプライアンスの欠如】、【自治・自立に対する外部からの圧力】や【人種差別】と関連していることが明らかとなった。加えて、既存の枠組みに該当しない【学習環境における心理的安全性】、【生徒の尊厳の保護と心理的安全性の確保】、【身体特性に応じた安全な指導方法の検討】、【身体能力差を踏まえた学習の公平性の確保】等のカテゴリーが新たに生成された。これらの結果から、男女共習による体育授業において、スポーツ・インテグリティを確保するには、公平性や尊厳といった理念に留まらず、学習者が安心して挑戦し協働できる心理的安全性を支える授業環境の整備や能力差を個人差として扱う捉え方を共有し、異性との協働を支える学習活動が求められることが示唆された。

1. はじめに

2019年に示された高等学校学習指導要領解説保健体育編において、体力や技能の程度、年齢や性別及び障害の有無等にかかわらず、運動やスポーツを楽しむことができるよう男女共習による授業展開が求められている（文部科学省、2019）。このことから、学校体育は従来の性別に応じた指導の枠組みを超え、多様な学習者が共に学び合う環境の構築をめざしているといえる。しかしながら、その理念が示されている一方で、学校現場において授業実践の課題も少なくない。

男女共習での体育授業の困難については、これまで多くの研究で指摘されてきた。日野（2002）は、男女が同一の時間に、同一の場所で、同一の種目を実施すれば、男女別習授業以上に体力・能力差が拡大し、指導の困難度が増すことを指摘している。また、山西（2010）は、男女共習の課題として、体力・能力差の問題や教師が授業で実施する運動種目を選択することの必要性、安全性の問題等を挙げている。さらに、井谷ら（2022）は、高等学校において選択制の授業が導入されているにもかかわらず、実際には依然として性別に応じたカリキュラムが運用されている事例が存在することを指摘している。このような状況について、宮本（2020）は、長い年月、武道とダンス以外でもすべての種目で当たり前のように別習で取り組んでいた体育授業では、そう簡単に共習に移行できないと述べている。加えて、小林（2025）は、男女共習における体育授業の阻害要因として、教師が「体力的抵抗感」や「心理的抵抗感」を抱いていることを挙げている。これらのことから、男女共習における体育授業では、身体的特性の違いや安全性の問題、学習者同

士のかかわり方などが学習活動に影響を及ぼす可能性がある」と推察される。

また近年、スポーツ界において、ドーピングや不正行為、暴力・ハラスメント、差別的言動など、様々な倫理的問題が顕在化している。こうした状況を背景に、スポーツやクリーンなアスリートを守るという理念を表す概念として、インテグリティ（integrity）という語が用いられるようになった。インテグリティとは、高潔さ・品位・完全性を意味する概念であり、スポーツ・インテグリティとは「スポーツが様々な脅威により欠けることなく、価値ある高潔な状態」（日本スポーツ振興センター、2015）と定義されている。そして、日本スポーツ振興センター（2015）は、スポーツ・インテグリティを脅かす要因として、ドーピング、八百長、違法賭博、差別、さらにはスポーツ団体のガバナンス欠如等を挙げている。そして、スポーツ庁（2022）は第3期スポーツ基本計画の「今後5年間に総合的かつ計画的に取り組む施策」において、「我が国のスポーツ・インテグリティを高め、クリーンでフェアなスポーツの推進に一体的に取り組むことで、国民・社会がスポーツの価値を十分に享受できるような取組を進める」ことが施策目標として掲げられた。具体的な取組として、「教育研修や研究活動等を通じてドーピング防止活動の展開」（スポーツ庁、2022）等が行われている。これらのことから、競技者のみならず、スポーツにかかわる全ての人々がスポーツ・インテグリティの理念を理解し、それに基づいた行動をとることの重要性が高まっているといえる。

しかしながら、安永ら（2021）は、スポーツ・インテグリティ教育やその問題群の教育での教材開発、授業実践・評価を行った研究は少ないと報告している。また、

¹広島大学附属福山中・高等学校 ²福山平成大学

東川 (2023) は、スポーツ・インテグリティに関する研究の対象は、トップアスリートや指導者、競技団体に係るものに留まっている現状であると指摘し、今後はトップアスリートやその関係者に留まらず、ジュニア層やその指導者、さらには学校体育における体育授業等でスポーツ・インテグリティ教育に取り組むことの重要性についても言及している。これらのことから、中学生や高校生を対象としたスポーツ・インテグリティ教育の実践及びその効果に関する検討は十分に進んでいないことが推察される。つまり、スポーツ・インテグリティ教育は競技スポーツの領域に留まらず、学校体育において中学生や高校生を対象としてその射程を広げる必要があると考えられる。

体育授業におけるスポーツ・インテグリティ教育の実践研究として、上野ら (2024) は、中学2年生を対象とした球技領域 (ボールゲーム) において、実技と体育理論領域の学習を関連させた授業実践及びその効果の検証を行った。その際、生徒の実態と学習目標及び内容に沿ってインテグリティの要素を「受け入れる」「健全さ」「公正・公平」の3つに設定し、教材化の工夫により学習者にインテグリティを育むことに繋がったと報告している。また、藤村ら (2025) は、スポーツ・インテグリティ教育の推進に向け、高校1年生を対象に体育理論領域において授業モデルの開発及び実践を行っている。この研究では、学習者がスポーツに対する価値観やかかわり方を再考し、現代のスポーツが抱える課題について多面的に思考する姿が見られたこと、さらにスポーツ・インテグリティを継続的に学習していくことが、生涯にわたって豊かなスポーツライフを営む主体の育成につながる可能性が示唆された。これらの研究からも、中学生・高校生を対象にスポーツ・インテグリティ教育を実践していくことは、保健体育科の目標である生涯にわたって豊かなスポーツライフを継続するための資質・能力の育成 (文部科学省, 2018, 2019) に寄与するものであると考えられる。

上述してきたことから、互いを尊重し、公平性・公正性を重視した学習環境を構築する視点として、スポーツ・インテグリティの概念は重要な意味をもつと考えられる。しかし、山西 (2010) は、男女共習による体育授業において、男子の技能向上の問題や女子の学習意欲の低下、さらには安全性の問題といった課題を指摘している。こうした課題は、学習者の尊厳や学習環境の公平性を損なう可能性も含んでおり、男女共習授業の実践は、スポーツ・インテグリティが重視する公正・公平、尊重、健全さ等といった価値にかかわるものだと思われる。そのため、男女共習による体育授業を実施する上では、学習者が感じる困難や授業内で生じ得る課題を、スポーツ・

インテグリティを脅かす要因という視点から捉え直し、よりよい学習環境の構築に向けた検討を進めることが求められる。

よって、本研究では、男女共習の体育授業について、スポーツ・インテグリティを脅かし得る要因から検討することとする。

2. 研究の目的

本研究の目的は、男女共習の体育授業において学習者が感じる困難を、スポーツ・インテグリティを脅かす要因 (日本スポーツ振興センター, 2015) の枠組みから分析し、男女共習の体育授業における困難を明らかにすることとする。

3. 研究の方法

3. 1. 調査期間及び調査対象者

本研究の調査は、2025年5月に実施し、対象者は広島大学附属福山高等学校1年生男女201名 (男子112名、女子89名) とした。合計4名の保健体育科教師で、陸上競技 (ハードル走、砲丸投げ)、器械運動 (マット運動) の単元をクラスごとに担当し、各単元の授業を計7時間で行った。なお、それぞれの授業において、担当教師が男女混合になるようグループを構成し、授業での活動において可能な範囲で男女比が均等になるようにした。

3. 2. 調査方法及び調査内容

調査方法として、各単元終了後に自由記述の振り返りを用い、男女共習授業に対する学習者の認識を把握した。なお、振り返りはGoogle Formsを用いて実施した。また、設問は、「クラス単位の授業で困ったことはありましたか」とした。

3. 3. 分析の枠組み及び分析手順

本研究における分析の枠組みとして、スポーツ・インテグリティを脅かす要因 (日本スポーツ振興センター, 2015) を援用した。具体的には、「ドーピング」、「八百長・不正操作」、「チート行為」、「ハラスメント」、「人種差別」、「贈収賄」、「自治に対する外部からの圧力」、「ガバナンスの欠如」といった8つの要因が示されている (図1)。

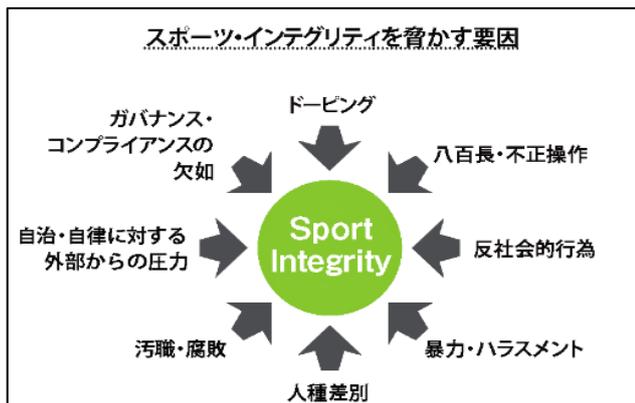


図1 スポーツ・インテグリティを脅かす要因
(日本スポーツ振興センター, 2015)

また、日本スポーツ振興センター（2023）は、動画配信サービスにて「スポーツ・インテグリティってなんだろう？」を公開し、スポーツ・インテグリティの概念や脅かす事象を示している。特に、スポーツ・インテグリティを脅かす事象については、「人」、「スポーツの環境」、「組織」の3つの観点から整理がなされており、スポーツをする人の安全や安心を確保されていること、安全で公平・公正なスポーツ環境の整備が行われていること、スポーツ団体の公平・公正な組織運営がされていることがスポーツ・インテグリティを確保し、向上させていく上で重要であるとされている。

以上のスポーツ・インテグリティに関する論考に基づいて、スポーツ・インテグリティを脅かす8つの要因を分析の枠組みとして採用した。

また、本研究では、分析の方法として、対象者201名から得られた自由記述のうち、スポーツ・インテグリティを脅かす要因との関連性が考えられる記述のみを抽出し、分析の対象とした。得られた記述について、テーマティック・アナリシス法におけるハイブリッドアプローチ（土屋，2016）を用いて分析を実施した。具体的な分析の手続きについては、以下の通りである。まず、筆頭著者が自由記述の内容をコーディングしてコードとして位置づけた。次に分析の一貫性及び信頼性を確保するため、再テスト（土屋，2016）を用いて一か月後に再コーディングを実施した。そして、各コードの類似性に着目し、複数のコードを包括するサブカテゴリーを生成した。その後、上述の分析の枠組みに則り、8つのカテゴリーへ演繹的に分類した。また、分析の枠組みに該当しなかったサブカテゴリーについて、複数のサブカテゴリーを包括するカテゴリーを生成し、帰納的に分類した。分析完了後、筆頭著者が体育科教育学を専門とする大学教師1名と現職の高校保健体育科教諭1名に分析結果を提示し、「仲間同士での検証」（メリアム，2004）を通して、

内容的妥当性を担保できるよう努めた。3名の分析者間で意見が一致しなかった箇所については、協議を行い、全員が納得のいくまで精査・修正を行った。

4. 結果

学習者の振り返りで得られた記述についてテーマティック・アナリシス法による分析を行った結果、7つのカテゴリー、19のサブカテゴリーが生成された。なお、結果以降の記載について、生成されたカテゴリーを【 】, サブカテゴリーを《 》で表記した。

1つ目の【ガバナンス・コンプライアンスの欠如】については、《異性を意識した心理的躊躇》、《学習集団への機会保障の課題》、《学習の個性の希薄化》のサブカテゴリーで構成された。ここでは、学習者が感じた「困難」や「違和感」といった内容が示された記述を分類した。

2つ目の【自治・自立に対する外部からの圧力】については、《クラス間交流の喪失》、《異性を意識した心理的躊躇》、《性別による集団分離》、《性別による能力差の認識》のサブカテゴリーで構成された。ここでは、学習者が本来もつ「挑戦したい」、「他者と学び合いたい」といった主体的な学習行動が授業内の雰囲気や構造によって制限されている点が見えた。

3つ目の【人種差別】については、《異性を意識した心理的躊躇》、《性別による能力差の認識》、《男女共習に内在する困難》のサブカテゴリーで構成された。ここでの【人種差別】は、人種や肌の色、民族等を理由とした不平等な扱いや排除、制限をするといった意味ではなく、属性に基づく排除や不平等という広義の意味で記述を捉え分析した。そのため、本研究では性別という属性が、学習機会や協働場面において異性を意識することで生じる心理的な躊躇を内容として分類した。

4つ目の【学習環境における心理的安全性】については、《異性を意識した心理的躊躇》や《男女差を意識しない姿勢》で構成された。このカテゴリーは、学習者の対人関係上の安心感や協働のしやすさに関する環境的な困難を踏まえて分類した。

5つ目の【生徒の尊厳の保護と心理的安全性の確保】については、《能力差に対する不安》や《能力差の可視化に対する不安》、《異性を意識した心理的躊躇》のサブカテゴリーで構成された。このカテゴリーは、男女共習における体育授業において、学習者が技能の習得以前に「他者からどのように見られるか」という不安を抱えやすいこと、そしてそのことが学習機会や主体的に活動へ参加することを制限し得ることが見えた。

6つ目の【身体特性に応じた安全な指導方法の検討】については、《能力差に対する不安》や《性別による集

団分離》で構成された。このカテゴリーは、身体的接触や技能差に伴う活動における安全な指導方法の検討が求められていることが表出した。

7つ目の【身体能力差を踏まえた学習の公平性の確保】については、《性別による能力差の認識》で構成された。このカテゴリーは、学習機会の公平性をどのように担保

するかという課題が、学習者の困難として顕在化しているかについて分類を行った。

それぞれのサブカテゴリーにおける代表的なコードは、表1に示す通りである。

表1 「学習者の振り返りにおけるカテゴリー、サブカテゴリー、代表的コード」の分析結果

カテゴリー	サブカテゴリー	代表的コード
ガバナンス・コンプライアンスの欠如	異性を意識した心理的躊躇	・異性が占めるレーンに対する心理的な気後れ ・挑戦したいインターバルを選択しづらい状況 ・性別によるレーン分離が及ぼす挑戦機会の減少
	学習集団への機会保障の課題	・活動量の不足 ・男女間の障壁による挑戦機会の減少
	学習の個別性の希薄化	・身体能力差の広がりによる指導の希薄化
自治・自立に対する外部からの圧力	クラス間交流の喪失	・他クラスとの交流不足 ・多様な人とかかわる機会の損失
	異性を意識した心理的躊躇	・性別構成による気後れや遠慮 ・実質的な男女分裂による挑戦機会の偏り
	性別による集団分離	・実質的な男女分離
	性別による能力差の認識	・性別によって記録や成果の伸びに差があるという認識
人種差別	異性を意識した心理的躊躇	・異性がいることによる潜在的な活動のやりづらさの認識 ・異性が混在するグループでの補助を伴う活動の難しさの認識
	性別による能力差の認識	・異性の身体能力の認識
	男女共習に内在する困難	・男女共習に対する抵抗感
学習環境における心理的安全性	異性を意識した心理的躊躇	・活動時における連携の難しさ ・教え合いの偏り ・過去の学習経験による影響
	男女差を意識しない姿勢	・男女間の壁の無さ
生徒の尊厳の保護と心理的安全性の確保	能力差に対する不安	・他者からの評価を意識した能力不安による自己抑制 ・自己の能力が集団活動に影響しているという負担感 ・同性集団による心理的安全性の認識
	能力差の可視化に対する不安	・他者からの評価を意識した能力不安による自己抑制
	異性を意識した心理的躊躇	・異性に見られる恥ずかしさ
身体特性に応じた安全な指導方法の検討	能力差に対する不安	・他者からの評価を意識した能力不安による自己抑制 ・自己の能力が集団活動に影響しているという負担感
	性別による集団分離	・実質的な男女分裂 ・補助時の協力場面におけるやりにくさ
身体能力差を踏まえた学習の公平性の確保	性別による能力差の認識	・男女による体力差

5. 考察

5. 1. スポーツ・インテグリティの枠組みとの共通点

本研究では、男女共習による体育授業において学習者が感じた困難を、「スポーツ・インテグリティを脅かす要因」（日本スポーツ振興センター，2015）という枠組みを用いてテーマティック・アナリシス法による分析を行った。その結果、枠組みに該当するカテゴリーに加え、学習環境や指導方法、生徒の尊厳や公平性にかかわる新たなカテゴリーが生成された。以下では、枠組みに該当した【ガバナンス・コンプライアンスの欠如】，【自治・自立に対する外部からの圧力】，【人種差別】の特徴として表出された内容について考察する。

3つのカテゴリーに共通して見られた特徴は、男女共習による体育授業が形式的には同じ空間での学習を実現している一方で、学習者の心理や授業構造の中では、性別を基盤とした自然的な分離や学習機会の不均等が生じている点である。

特に、学習者の記述では、《異性を意識した心理的躊躇》に関する内容が繰り返し現れており、「異性のいるレーンに入りづらい」、「男女で空気感が違って、少し活動がしづかった」、「補助の時に気をつかった」等といった表現が見られた。つまり、異性の存在により自由な活動が抑制されることや協働的な活動を抑制する要因となっていることが示唆された。特に、ハードル走とマット運動の単元において、異性を意識した心理的躊躇に関連した記述が多くみられた。例えば、ハードル走では同性がいないレーンに挑戦をすることに対して気後れすることや、自然と性別によって使用するレーンが決められており、自身が挑戦したいレーンへ移動がしづらいという状況が示された。また、マット運動では補助活動に関する記述が多く見られた。事前に補助をする際には、同性の学習者同士で行えるよう、教師は他グループの同性の学習者とともにいってもよいと伝えていたものの、欠席者や見学者等がいた場合、男女でペア組まざるを得ない場面があったことが推察される。倒立など補助を伴う身体的接触は不可避であるが、男女共習の授業では異性を意識することで、補助活動そのものが緊張や遠慮を伴うものとなり、学習活動が円滑に進みにくくなることが考えられた。そのため、学習者が安心して補助し合えるような授業における決まりごとや、心理的安全性を支える授業環境の構築が求められる。これらのことから、性別によって実質的に男女で分離される構造が生じていたことが窺え、男女共習という場において異性の視線や雰囲気によって学習者の主体性や他者との協働は、制度上では保障されていても、実際には心理的安全性が十分に確保されていないことで制限され得る可能性を示している。

また、《性別による能力差の認識》も表出されていた。性別による差異そのものは発育発達上当然であるが、異性を意識することによって「異性がいるレーンへ入りづらい」、「見られたくない」といった意識が生じると、学習者は自らの意思で挑戦することが難しくなる。これは、授業空間に形成された暗黙の集団規範や外部的圧力として作用していると捉えられる。また、学習者は体力や筋力、動作の違いを性別と結び付けて捉える傾向を示しており、能力差が個人差としてではなく、「男子はできる、女子には難しい」といった性別に基づく固定的な認識があったことが推察される。こうした認識が高まると、学習者の挑戦意欲や自己評価の低下につながる可能性があると考えられる。その結果、学習における公平性が確保できず、生徒の尊厳を損なう危険性が懸念される。宮本（2020）は、男女共習体育授業を行う上で、体格・体力差、技能差、経験差等を男女2分割で捉えるのではなく、一人一人の個性として捉えることが重要であると指摘している。そのため、授業改善の視点として、能力差を性別差ではなく、個人差として扱い、多様な課題設定や補助方法を検討することが重要だと考えられる。さらに、誰もが挑戦できる雰囲気や教師が意図的に構築する必要がある。

さらに、男女の身体的差異を前提とした用具設定や活動構造が、学習機会の不均等と関連していた点も特徴的である。男女の身体的差異を前提とした安全配慮は必要不可欠だが、かえって挑戦できる幅を狭め、指導の個別性を希薄化させていたことは、男女共習授業におけるガバナンス上の課題として捉えることができる。これは、男女共習授業において身体能力の個人差が大きくなることで、教師が男女全体に共通する助言を中心とした指導を行わざるを得ず、その結果、指導内容が広範かつ表層的になっていることが考えられた。このことから、学習者は男女共習授業において、身体能力差の拡大に伴い、教師による指導の個別性が十分に担保されていなくなっていることが推察される。また、男女別習授業のハードル走の場合、同じインターバルで複数の高さのレーンを設置できる一方、男女共習授業の場合では身体能力差に対応するため幅広いインターバルのレーンを設置していたが、同じインターバルでも高さが異なるレーンを設置することが難しかった。その結果、学習者自身が挑戦したいインターバルかつ高さのレーンが少なく、活動機会の不均等が生じていた。このことから体育授業では、安全かつ公平な学習環境を整えることが求められるが、男女の身体的差異を前提とした用具設定が、かえって活動量や学習機会の不均等を生じさせていると考えられた。この点は、教師の授業管理体制や生徒への配慮を工夫することが求められると思われる。

以上の考察から、男女共習による体育授業における困難は、単に学習者の心理的問題を内包しているだけでなく、授業構造に内在する構造としても理解する必要があることが明らかとなった。特に、性別による身体的差異を前提とした活動編成や補助場面は、実質的な集団分離や学習機会の不均等を生みやすいと考えられ、スポーツ・インテグリティの観点からみると、これらの困難は学習者の尊厳や公平性を損なうリスクを含んでいると捉えることができる。したがって、「誰もが安心して挑戦できる学習環境」を担保することが体育授業のガバナンス課題であると考えられる。そのため、今後はグループ編成や補助方法の工夫、能力差を個人差として扱う捉え方を共有し、異性との協働を支える学習活動の形成などを通して、スポーツ・インテグリティを基盤とした授業改善が求められると考えられる。

5. 2. スポーツ・インテグリティの枠組みとの相違点

次に、枠組みに該当せず本研究において新たに生成された【学習環境における心理的安全性】、【生徒の尊厳の保護と心理的安全性の確保】、【身体特性に応じた安全な指導方法の検討】、【身体能力差を踏まえた学習の公平性の確保】において見られた特徴から考察する。

まず、顕著であったのは、《能力差に対する不安》及び《能力差の可視化に対する不安》が繰り返し表出していた点である。学習者の記述には、「運動が苦手であり見られたくないと思ってしまい、全力で楽しんだり、練習したりできなかった」や「人の目が気になった」、「マット運動だったからまだよかったが、他の種目だと能力差が見えそうで不安」といった内容が示された。これらは、男女共習による体育授業が学習者にとって、学びの場であると同時に、他者との比較対象の場としても認識されていることが推察される。また、異性からの評価を意識することで、技能差や体力差がより強く認識され、活動をためらう要因となる可能性が示唆された。さらに、自己の能力が集団に悪影響を及ぼしているのではないかという負担感も示された。こうした状況は、スポーツ・インテグリティが重視する公正性や尊厳と深く関わる問題であり、男女共習授業においては能力差が単なる個人差ではなく性別差として認識されやすく、その結果、挑戦よりも回避を選択する傾向が強まり、自己の可能性を十分に認識できない状況に陥る可能性がある。そのため、学習者が安心して取り組めるよう段階的な課題設定や多様な成功経験を保障する指導が求められる。例えば、赤羽（2024）は、学習者が異性の前で試技することへの抵抗感を減らすため、単元の初めから男女で協働的な学習に取り組ませるよりも、単元の中盤から後半にかけて男女間での共同的な学びを位置づける方が積極的

な交流が図れることを提言している。

次に、《異性を意識した心理的躊躇》では、異性との活動時に気まずさを感じたことや、意見交換や協力がしにくかった状況が示された。また、過去の学習経験から、男女共習授業に慣れていないという記述もみられた。これらは、学習内容というよりも、学習環境が心理的な障壁となっていることを示しており、他者の視線を意識することで活動への積極的な参加が困難となっている状況が窺える。実際の体育授業において、学習者は運動技能の習熟という目標ではなく、勝敗や記録の優劣を重視することが多い（松田ら、2006）。しかし、長見（2010）は、生涯にわたって運動に継続的にかかわっていくため、運動の持つ面白さ・楽しさ（＝機能的特性）を中核にして捉えることの重要性を述べている。つまり、体育授業は本来、技能の優劣を競う場ではなく、運動の持つ面白さや楽しさを体感しながら、個々の課題に応じて練習を重ねていく学習の場である。それにもかかわらず、男女共習授業では学習者ができない自分を他者に見られることを恐れ、挑戦することを回避してしまう傾向が強まる可能性がある。こうした状況は学習者の尊厳が十分に保障されていない状況とも捉えられ、心理的安全性を確保する必要があると考えられる。一方で、《男女差を意識しない姿勢》では、「あまり男女の壁があると思っていない」との記述が見られたことから、すべての学習者が異性の存在を心理的負担として捉えているわけではなく、受け止め方には個人差があることも明らかとなった。そのため、男女共習授業における課題は一様ではなく、学習者の多様な認識を踏まえた柔軟な授業設計が求められるといえる。

さらに、《性別による集団分離》も特徴的な点である。例えば、「結局、男女に分かれて行う場面が多々見られた」や「男女で使用するレーンが分かれており、あまり共に行う意味が感じにくかった」といった記述がみられた。これらは、授業運営上では男女共習であっても、実際には自然発生的に性別による集団分離が生じていることを示している。特に、ハードル走の使用するレーンやマット運動における補助活動などでは、身体能力差や身体的接触への配慮から、学習者が無意識に同性同士でまとまりやすいため、教師が身体特性に応じた合理的配慮を行いつつ、協働的学習が成立する構造を意図的に設計する必要があると考えられる。

以上のことから、本研究で新たに生成されたカテゴリーは、スポーツ・インテグリティの既存の枠組みには直接的には位置づけられていない側面を含むものであった。すなわち、ルール遵守やガバナンスの欠如等といった制度的・行為規範的な問題に焦点をあてた従来の枠組みでは十分に捉えきれなかった学習者の内面に起因する

心理的安全性や尊厳、能力差の認識構造が明らかになったと考えられる。これらは、明確な違反行為や不正が存在しなくても、学習環境の構造や他者との関係性の中で起因する困難であり、十分な授業運営がなされている中でも、学習者は挑戦の回避や自己抑制といった行動が表出する可能性がある。そのため、本研究で示された構造は、スポーツ・インテグリティの視点に加えて、学習者が安心して参加し、尊厳を保持しながら成長できる環境をいかに構築するかという視点へ拡張する必要性を示唆している。今後は、これらの要素を基に、具体的な課題設計、グループ編成、評価方法、協働の仕方等といった授業設計との関連を検討していくことが求められる。

5. 3. 男女共習による体育授業の困難感

19のサブカテゴリーにおいて、《異性を意識した心理的躊躇》が多く抽出されたことは、男女共習による体育授業の困難感が多層的に生じていることが想起される。したがって、それらが体育授業の学習に大きな影響を及ぼしている点について考察していきたい。学習者から得られた記述からは、心理的躊躇が特に「技能向上における場面」、「授業運営上の協働場面」、「学び合いの対話場面」といった複数の場面で顕在化していることが明らかとなった。

まず、「技能向上における場面」においては、自己の課題へ挑戦する場面において、異性の存在が挑戦の抑制に関連している状況が示された。例えば、「男子が多くいるレーンに移動しづらい」、「女子の友達が他のインターバルで練習したいが男子ばかりで行きにくい」という記述が見られた。これらは、学習者が本来であれば技能向上のために選択できるはずの課題に対して、性別による自然分離が心理的な障壁となり、挑戦機会が抑制されていることを示唆している。また、異性集団への移動のしづらさや異性からの視線に対する不安等により、技能伸長の機会が性別による集団化によって阻害される可能性があることも推察される。

次に、授業の準備・片付け、補助活動といった「授業運営上の協働場面」においても心理的躊躇が抽出された。例えば、「準備や片付けなどの連携がとりにくい」や「グループに女子が2人しかいなくて補助するときに困った」といった記述がみられた。

最後に、意見交換やコミュニケーションが必要となる「学び合いの対話場面」においても、心理的躊躇が顕著に抽出された。例えば、「同性同士の方が意見の交換や協力がしやすい」や「男子相手や話したことがない人だと緊張してしまう」といった記述が見られた。これらは、男女共習によって学習者間のコミュニケーションが必ずしも活性化するわけではなく、むしろ性別による心理的

な意識の差異が学び合いを抑制している可能性が窺える。小林ら(2025)は、男女共習体育授業の課題の1つとして、男女相互に存在する心理的抵抗感の軽減を挙げている。このような心理的抵抗感は、体育授業において重視される協働的学習の成立過程にも影響を及ぼす可能性があり、同性同士で閉じた学びが生じやすくなることが推察される。

以上のことから、《異性を意識した心理的躊躇》は、挑戦の機会や協働の成立、対話的学習といった学習過程に影響を及ぼしていることが明らかとなった。そのため、男女共習授業における困難感を顕現するためには、公平性や公正性、尊厳といったスポーツ・インテグリティの枠組みだけでなく、それらを支える心理的安全性の確保が必要だと考えられる。

しかし、これらの心理的安全性の確保は、男女共習における体育授業だけに求められるものではなく、学校教育の中で学習者によって無意識のうちに内面化されたジェンダー規範が、体育授業の場面で顕在化したものとして捉えることができるのではないだろうか。

奥野(2016)は、教科書に明示された知識内容や学習指導要領に基づく教科内容を「顕在化したカリキュラム」とする一方で、教科書や授業内容として教えられている内容と異なり、暗黙のうちに伝達される価値観や規範を「隠れたカリキュラム」として区別している。このことから、学校教育で明示的に教えられる内容とは別に、日常的な実践や慣行を通して特定の価値観が無自覚に再生産されている可能性がある。また、松田(2020)は、「隠れたカリキュラム」の具体例として、教室環境(掲示物の男女別掲示)、学級生活(係の性別役割分業)、学校施設・慣行(靴箱の男女別配置、入学式等の男女別整列)、教師と子どもの関係(教師が授業で子どもにかかわる男女別時間の違い)等を挙げている。さらに、子ども同士の関係、教師間関係、保護者や地域との関係についても取り上げている。これらのことを踏まえると、学校教育では、「共生」や「平等」を掲げながらも、「隠れたカリキュラム」を通して特定のジェンダー規範が再生産され、その結果として実質的な「公平」が損なわれている可能性があるのではないだろうか。

また、高校生の青年期という発達段階において、金本ら(1999)は「公的自己意識」という他者にどう見られ、どう思われているかを強く意識する段階であると示唆している。さらに、この時期は第二次性徴として身体的・精神的な変化も顕著に現れ、性差が可視化されやすい。そして、荻野(2012)は、青年期以降、自尊感情に性差がみられ、女子の方が低い傾向にあることを指摘している。その背景には、青年期に性別期待を認識することがあり、女子においては、関係性を重視するという性別期

待が他者との良好な関係形成に寄与する一方で、他者の反応や評価を過度に意識させ、自尊環境に負の影響を与える可能性を示している。このような発達の特性のもとで、学校教育に埋め込まれた「隠れたカリキュラム」によるジェンダー規範が作用することで、異性の前での発言や身体活動に対する心理的躊躇が生じることは十分に考えられる。特に体育授業は、身体能力や身体特性が可視化されやすい学習環境であるため、「隠れたカリキュラム」によって形成されたジェンダー規範が顕在化しやすい教科であるといえる。そのため、学習者は行動選択や協働の在り方に対し、無意識なジェンダー規範が作用し、異性を意識した心理的躊躇へと繋がっている可能性がある。これらのことから、男女共習による体育授業は、単に同じ空間で学ぶという平等を実現する場に留まるのではなく、学校文化の中に埋め込まれたジェンダー規範を問い直し、教育的な意義をもってジェンダー文化に挑む場として再構築される必要があると考えられる。

5. まとめ及び今後の課題

本研究は、男女共習による体育授業において学習者が感じる困難を、スポーツ・インテグリティを脅かす要因（日本スポーツ振興センター、2015）の枠組みを用い分析を行った。その結果、学習者の困難は枠組みに該当する【ガバナンス・コンプライアンスの欠如】、【自治・自立に対する外部からの圧力】や【人種差別】と関連しており、《学習集団への機会保障の課題》や《学習の個別性の希薄化》、《性別による能力差の認識》等といった授業構造上の課題として表出していることが明らかとなった。

また、既存の枠組みに該当しなかった要素として、【学習環境における心理的安全性】、【生徒の尊厳の保護と心理的安全性の確保】、【身体特性に応じた安全な指導方法の検討】、【身体能力差を踏まえた学習の公平性の確保】といった4つのカテゴリーが新たに生成された。これらの困難には、《能力差に対する不安》や《能力差の可視化に対する不安》等といった課題が表出していることが明らかとなった。加えて、《異性を意識した心理的躊躇》が多層的に抽出されたことから、男女共習による体育授業の困難は、挑戦機会の抑制や協働的学習の成立、対話的な学びといった学習過程に影響を及ぼしていることが示唆された。

以上のことから、男女共習による体育授業の困難感を軽減する、公平性や尊厳といった理念に留まらず、学習者が安心して挑戦し協働できる心理的安全性を支える授業環境が求められる。また、こうした困難は学校教育に内在されるジェンダー規範や「隠れたカリキュラム」とも関連する可能性があり、体育授業においてジェンダー文化に向き合う実践として再構築される必要があると

考えられる。

本研究の結果を踏まえ、今後の課題として、以下の点が挙げられる。第一に、運動種目には固有の技術やルール、構造的・機能的・効果的特性があり、身体の動かし方や技術向上の過程、運動種目の楽しさ等が異なる。そのため、運動種目ごとでスポーツ・インテグリティが脅かされ得る場面を整理し、種目特性に応じた検討が必要だと考えられる。第二に、男女共習による体育授業において学習者が感じる困難を長期的に捉えることである。本研究では、調査期間が断片的であったため、学習者の困難感の変化について十分に見取ることができなかった。そのため、学習者の困難感が時間の経過とともにどのように変遷するのかを継続的に把握することが重要だと思われる。第三に、教師が男女共習による体育授業の授業改善を図ることである。学習者が生涯にわたって豊かなスポーツライフを継続する主体者となるよう、体育授業においてスポーツ・インテグリティが脅かされ得る場面を再度整理し、学習環境や指導方法等を工夫した授業展開が求められる。また、実技領域だけでなく、体育理論領域において、スポーツへの多様なかかわり方を学習する機会を充実させ、理論と実践の往還を図る必要がある。

以上が、本研究により明らかとなった本研究の課題である。今後、男女共習による体育授業を通じて、運動やスポーツを媒介に多様な他者とかかわり、社会の中で共生していく力を育成していきたい。そのためにも、本研究で示された課題を克服する手立てを検討し、授業改善や実証的研究をさらに進めていきたい。

<引用・参考文献>

- 1) 文部科学省(2019) 高等学校学習指導要(平成30年告示) 領解説保健体育編・体育編. 東山書房.
- 2) 日野克博(2002) 選択制授業・男女共習授業の進め方ー体育教育学入門ー. 大修館書店:東京, pp.146-158.
- 3) 山西哲也(2010) 男女共習体育授業の実現の可能性と問題. 中国四国教育学会教育学研究ジャーナル, 6:61-68.
- 4) 井谷恵子・三上純・関めぐみ・井谷聡子(2022) カリキュラムの多様性からみた体育嫌いのジェンダー・ポリティクス, 「スポーツとジェンダー研究」20, pp.6-19.
- 5) 宮本乙女(2020) 体育の男女共習・別習を考える. 「体育科教育学研究」36(2), pp.27-32.
- 6) 小林寿・長谷川悦示・齋藤拓真・小泉岳央・中村賢・近藤智晴(2025) 高等学校保健体育教師の男女共習体育授業に関する調査研究ー授業実施を阻害する

- 要因についての検討－. 日本体育大学大学院教育学研究科紀要. 第8巻, pp. 2001-2015.
- 7) 日本スポーツ振興センター (2015) 独立行政法人日本スポーツ振興センターパンフレット 2015.
 - 8) スポーツ庁 (2022) 第3期スポーツ基本計画.
 - 9) 安永太地・塩田真吾 (2021) スポーツ・インテグリティ教育に関する国内研究動向の調査－スポーツ・インテグリティとその問題群の教育に着目して－. 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター.
 - 10) 東川安雄・新迫志希 (2024) 大学生に対するスポーツ・インテグリティ教育の実践とその成果. 広島文化学園大学人間健康学研究. 第6巻, pp. 17-21.
 - 11) 上野秀人・對馬慎太郎 (2024) インテグリティを育む G ボールゲームの学習指導. 弘前大学教育学部研究紀要クロスロード, 第28号.
 - 12) 藤村繰美・合田大輔・福田健太郎・阿部直紀 (2025) スポーツ・インテグリティ教育の促進に向けた授業モデルの開発と検証－高等学校「体育理論」領域における「スポーツの文化的特性や現代のスポーツの発展」単元に着目して－. 中等教育研究紀要, 広島大学附属福山中・高等学校, 第65巻, pp. 116 - 130.
 - 13) 文部科学省 (2018) 中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 保健体育編. 東山書房.
 - 14) 日本スポーツ振興センター (2023) スポーツ・インテグリティってなんだろう?
<https://www.youtube.com/watch?v=cucANo0F6DI>
(2026年1月24日アクセス)
 - 15) 大谷尚 (2019) 質的研究の考え方: 研究方法論からSCATによる分析まで. 名古屋大学出版会.
 - 16) 土屋雅子 (2016) テーマティック・アナリシス法－インタビューデータ分析のためのコーディングの基礎－. ナカニシヤ出版: 京都.
 - 17) メリアム:堀 薫夫・久保真人・成島美弥訳 (2004) 質的調査法入門: 教育における調査法とケース・スタディ. ミネルヴァ書房: 京都.
 - 18) 赤羽淳 (2024) 器械運動での男女共習の課題と授業づくりの視点. 体育科教育9月号, pp. 32-35
 - 19) 松田泰定・木原成一郎・島本靖 (2006) 小学校体育授業における運動技能の習熟と競争の結果の認知に関する事例的研究－授業風土と目標志向性の認知を視点として－. スポーツ教育学研究. 第26巻, pp. 25-40.
 - 20) 長見真 (2010) 「楽しさ」と「技能」の関係をどう理解すれば?. 体育科教育, 第8号, pp. 18-19.
 - 21) 小林寿・長谷川悦示・齋藤拓真・小泉岳央・中村賢・近藤智靖 (2025) 高等学校保健体育教師の男女共習体育授業に関する調査研究: 授業の実施を阻害する要因についての検討. 日本体育大学大学院教育学研究科紀要, 8: 2001-2015.
 - 22) 奥野佐矢子 (2016) ジェンダーに配慮したカリキュラムの動向について－教育現場における展開－. 女性学評論. 第30号, pp. 91-104.
 - 23) 松田智子 (2020) ジェンダーを巡る隠れたカリキュラム. 奈良学園大学人間教育学部. 巻3号, pp. 61-66.
 - 24) 金本めぐみ, 横沢民男, 金本益男 (1999) 青年期における身体と自己の相互認知に関する研究. 上智大学体育. 第33号, pp. 35 - 42.
 - 25) 荻野佳代子 (2012) 小・中・高校生における自己概念の発達Ⅱ－自尊感情育成における他者との関係に焦点をあてて－. 神奈川大学心理・教育研究論集. 第32号, pp. 37 - 42.

心理的安全性を重視した創作ダンスが中学生の Well-being に及ぼす影響

堀家 弥姫・高田 光代・合田 大輔
信原 智之・福田 健太郎・藤村 繰美

本研究は、中学3年生女子生徒62名を対象に創作ダンスの授業実践を通して、生徒の Well-being の変容を明らかにすることを目的とした。本単元では、少人数での発表、肯定的な声かけ、即興的な活動、ICT を用いた振り返りなどを取り入れ、生徒が安心して自己表現できる環境づくりを重視した。事前調査では創作ダンスに否定的な生徒が半数を占め、「恥ずかしい」「難しい」といった心理的障壁が確認された。単元後、Well-being 合計得点は有意に向上し、とくに「達成」と「没頭」で大きな効果量が示された。また、創作ダンスを苦手としていた生徒においても Well-being の向上が認められた。一方、心理的安全性の得点は有意な変化を示さなかったが、Well-being との関連が示唆された。自由記述では「楽しい」など肯定的感情が増加し、恥の軽減には仲間との信頼関係の再構築が寄与していた。以上より、創作ダンスは Well-being を育む教育活動として有効であることが示された。

1. はじめに

文部科学省が2023年に策定した「第4期教育振興基本計画」では、将来の予測が困難な VUCA 時代の到来や、少子高齢化・人口減少に伴う社会構造の変化、地球規模の諸課題を背景に、「持続可能な社会の創り手の育成」と並び、「日本社会に根差した Well-being の向上」が基本コンセプトとして掲げられた。また、経済協力開発機構 (OECD) による「ラーニング・コンパス 2030」においても、個人と社会の Well-being は「私たちの望む未来」に向けた共通の目的地として定義されている。このように、現代教育において Well-being を育むことは国際的にも極めて重要な位置づけにあるが、日本の学校教育、とりわけ保健体育科における Well-being の向上を企図した具体的な授業実践は、未だ限定的な状況にある。

Well-being の構成要素について、前野 (2013) はポジティブ心理学の知見に基づき、幸せを支える「4つの因子」を提唱している。その一つである「ありのままに」因子は、他者の目を気にせず自分らしく振る舞う力であり、自己理解や自己表現の基盤となるものである。この因子は、身体を通じた非言語的な自己表現活動である「創作ダンス」と極めて強い親和性を持つ。創作ダンスは、既成のステップを模倣するのではなく、内面から湧き出る感情やイメージを身体の動きに変換する過程を通じて、深い自己理解や情緒的な解放を促す特性がある。さらに、仲間との対話や協働的な創作プロセスは、多様な価値観を互いに受容し合う経験を提供するため、個人および集団双方の Well-being を育む教育活動として非常に有効であると考えられる。

しかしながら、現在の学校現場の実態を鑑みると、創作ダンスの実施には課題が多い。薄井ら (2017) が指摘す

るように、近年の学校現場ではリズムに乗って踊る「現代的なリズムのダンス」が選好される傾向が強くなり、若井ら (2021) も創作ダンスよりも現代的なリズムのダンスに重点を置く教員が多い現状を報告している。その背景として、中村・浦井 (2005) の調査では、保健体育科教諭が「生徒の興味・関心の低さ」を創作ダンス指導における大きな障壁として捉えていることが示唆されている。また、酒向ら (2017) の中学生を対象とした調査においても、生徒自身がダンスに対して強い抵抗感や苦手意識を抱いている実態が明らかとなっており、表現することへの心理的障壁が根強いことが推察される。

以上のことから、現在の学校教育においては、Well-being の向上に資する高いポテンシャルを持つ創作ダンスの価値が十分に活用されていないのではないかと考えられる。そして、創作ダンスは VUCA 時代に求められる「変化への柔軟な対応力」や「自己理解を深める力」の育成に資する教材であると考えられる。そこで本研究では、生徒が心理的安全性を確保しながら安心して自己を表現できる学習環境を整えたとともに、生徒の Well-being 向上に寄与する実証的なアプローチを試み、創作ダンスの特性を再評価することを目的とする。

2. 方法

2.1 対象者

広島大学附属福山中学校 第3学年の女子生徒62名を対象とした。

2.2 調査内容

2.2.1 事前事後調査

事前調査では以下のアンケート調査を実施した。

- (1) あなたが思うダンスの種類はどのようなものですか（創作ダンス、現代的なリズムのダンス、フォークダンス、その他から選択）。
- (2) あなたは創作ダンスが好きですか（5件法）。
- (3) 創作ダンスに対するイメージを教えてください（自由記述）。
- (4) 創作ダンスに対するあなたの感情を教えてください（自由記述）。

事後調査では、事前調査における(2)～(4)に追加して以下の質問調査を実施した。

- (5) 創作ダンスの授業を通して、恥ずかしさが軽減した理由を教えてください（自由記述）。

2.2.2 Well-being 測定尺度

高橋ら(2024)が作成した Well-being 測定尺度を参考にし、ダンスの授業における学習活動の特性を踏まえて、一部の項目表現を変更して使用した。本尺度は計 28 項目から構成されており、「Positive Emotion, ポジティブ感情」, 「Engagement, 没頭・物事への積極的な関わり」, 「Relationship, 関係性」, 「Meaning, 意味・意義」, 「Achievement, 達成」の 5 つの下位尺度を含んでいる。回答は、5 件法（当てはまらない 1, とても当てはまる 5）であった。なお、詳細は付録（資料 1）に記載した。

2.2.3 心理的安全性尺度

亀山ら(2023)が作成した心理的安全性尺度を参考にし、ダンスの授業における学習活動の特性を踏まえて、一部の項目を変更して使用した。本尺度は計 4 項目から構成されている。回答は、5 件法（そう思わない 1, とてもそう思う 5）であった。質問内容は以下に示した。

- (1) 私のクラスでは私の意見や考えが尊重され、それが生かされていると感じる。
- (2) 私のクラスの人たちは、もし私が失敗しても責めることはしない。
- (3) 私がクラスの人たちと違う意見を言った時でも、クラスの人たちは受け入れてくれる。
- (4) 授業で分からないことがあれば、同じクラスの人に安心して相談できる。

2.3 調査時期・手続き

調査は 2025 年 10 月～12 月にかけて実施した。アンケート調査は、筆頭著者が受け持つ授業中及び授業終了後の時間を利用した。上記 4 種類のアンケート調査は Google form を用いて実施した。

2.4 授業の実際

本研究における授業実践は、12 時間で単元を構成した。単元計画は以下に示す（表 1）。また、本単元では生徒の Well-being を育むことを目的に、毎授業、以下の 5 点を意識して授業実践を行った。

- (1) 心理的安全性を高めるために少人数で発表や意見交換を行うこと。
- (2) 心理的安全性及び自己肯定感を高めるためにどのような表現も認め合う雰囲気作りを大事にすること（ポジティブな声かけ）。
- (3) 恥ずかしいや難しいと思う時間を与えないため、徐々に自由度を高めていったり、とにかく動き続けることや即興で動けるような時間配分を設定したりすること。
- (4) 前半学習では、他者からの視点でポジティブなアドバイスを受けて表現を分析するため、動きの分析を他者に言語化する過程で成果と課題を明確にする授業展開を実施する。
- (5) 後半学習では、iPad での動画撮影を用いて自分たちの動きを客観的に見て分析し、成果や課題を言語化する機会を増やす。それにともなって、他者から認められる場面を増やし、自己肯定感を育むことができるようにし、Well-being を育む。

2.5 統計分析

本研究では、単元前後における創作ダンス愛好度、Well-being および心理的安全性の変化を検討するため、対応のある t 検定を行った。また、各変数間の関連性を把握するために、ピアソンの積率相関係数を算出した。なお、Well-being 尺度を構成する 5 つの下位尺度はそれぞれ項目数が異なるため（5～7 項目）、単純な合計点では尺度間の直接比較が困難である。そのため、本研究では各下位尺度の合計点をそれぞれの項目数で除した「平均評点（1～5 点）」を算出し、分析に用いた。有意水準は 5% 未満 ($p < .05$) とし、効果量の判定には Cohen's d を用いた。すべての統計処理は IBM SPSS Statistics 23 (IBM 社製) を使用した。

アンケート調査で得られた自由記述については、KH Coder Ver.3.0 (樋口, 2020) を援用してテキストマイニングを行った。形態素解析を経て抽出された高頻度語を対象に、Jaccard 係数を用いた共起ネットワーク分析を行った。抽出品詞については、森田ら(2024)に則り、「名詞」、「サ変名詞」、「タグ」、「動詞」、「動詞 B」、「形容詞」、「形容詞 B」、「副詞」とした。

2.6 倫理的配慮

本研究の実施にあたり、調査対象者に対して研究の目的および方法を説明し、研究への参加は自由意思によるものであり、同意後であっても不利益を被ることなく撤

回できることを伝えた。また、収集したデータは研究目的以外には使用せず、個人が特定されないよう匿名性の確保に十分配慮した上で実施した。

表 1. 単元計画

時 間	項 目	ねらい	学習概要
1	オリエンテーション	創作ダンスの良さを知り、自己理解・他者理解を通して、ありのままの自分について考える	単元全体の学習内容と進め方を理解し、創作ダンスが言葉を用いずに感情や思いを共有できる表現活動であることを知る。自分自身の内面（性格）について知る。
2		身体を極限まで伸ばす	ペアで「ひつつきゲーム」を「頭・肩・肘・おしり」とペアでひつつく部位を限定し、ひつついた部分以外の身体の一部を極限まで伸ばすことをペアで創作し、自由度を抑えつつ創作活動を行う。
3		空間や時間を意識した動きを表現する	前時と同様のひつつきゲームの中で、高低差などの空間的工夫やスローモーションといった時間的工夫を取り入れる。自由度を高めた設定の中で、グループでの発表や見合い活動を通して、表現の多様性に気づかせる。
4	心理的安全性を育むからだ対話 感情を身体で表現 日常動作からダンス	日常動作やジェスチャーからダンスへの変化	「はあつていうゲーム」を用い、表情や声のみで感情を表現する活動から感情を顔や身体を使い方によって誇張し、動きとして表現できるようにする。
5		動きに工夫を加える (身体・空間・力・時間)	これまでの学習を踏まえ、「はあつていうゲーム」を用いて即興的に動きを創作する。発表は円形隊形を用い、発表者と鑑賞者が一体となる場を設定し、大人数での発表に備える。
6		群—構成（集まる・離れる・見る）	「集まる・離れる・見る」といった運動課題を用いて、群で表現する良さを味わい、群の構成を考えて表現できるようになる。
7	前半学習の振り返り	これまでの学習を整理し、今後の学習の見通しを立てる	これまでの授業を振り返り、ダンスに必要な要素を整理する。過去の動画を視聴し、改善点を考えた後、後半の作品づくりに向けたグループ編成とテーマ決定を行う。
8～10	作品創作	前半の学習を踏まえた創作活動	グループで創作活動を行い、ビデオ撮影、作品改善を繰り返し、客観的に分析を行っていく。また、他グループと見せ合い、お互いにアドバイスし合って仲間と協力して創作活動を実施する。
11	作品発表と鑑賞	グループでの作品発表及び鑑賞	今までの授業の成果を発表し、他者の良さや自分の成果を見つけ互いに伝え合ったり、認めあったりする。
1 2	まとめ	創作ダンスのまとめ	創作ダンスの授業を振り返り、自己の成果や他者の良さを言語化しWell-beingを高められたか認識する。

3. 結果

3.1 事前調査

単元前に対象者に事前調査を行った。

第一に、生徒が思い浮かべるダンスの種類についての質問を行ったところ、現代的なリズムのダンス 47 名 (75.80%) と最も多く、フォークダンス 6 名 (9.68%)、創作ダンス 5 名 (8.06%) であった (表 2)。

第二に、創作ダンスに対する愛好度について質問を行ったところ、創作ダンスに対して好意的に捉えている (「とても好き」または「好き」と回答した生徒は 12 名 (19.35%)、「どちらでもない」と回答した生徒は 19 名 (30.65%)、創作ダンスに対して否定的に捉えている (「苦手」または「とても苦手」と回答した生徒は 31 名 (50%) であった (表 3)。

表 2. ダンスの種類について

項目	人数 (名)	割合 (%)
現代的なリズムのダンス	47	75.80
フォークダンス	6	9.68
創作ダンス	5	8.06
その他	4	6.45

第三に、創作ダンスに対するイメージを自由記述で回答してもらい、共起ネットワークを出力した結果を以下に示した (図 1)。「ダンス」17 回、「考える」13 回、「踊る」12 回といった語が頻出していた。また、「考えるー自分」、「小学校ー運動会」の結びつきが強く結びついていた (Jaccard 係数 0.60)。

最後に、創作ダンスにおける生徒の感情を自由記述で回答してもらい、共起ネットワークを出力した結果を以下に示した (図 2)。「楽しい」17 回、「難しい」15 回、「恥ずかしい」12 回といった語が頻出していた。また、「考えるー振り付け」(0.33) という活動手順への意識が独立して抽出され、感情面では「楽しいー恥ずかしい」(0.20) の結びつきが確認された。そして、「楽しい」の前後文には「恥ずかしい」や「難しい」といった単語も含まれていた (表 4)。

表 3. 創作ダンスに対する愛好度について (単元前)

項目	人数 (名)	割合 (%)	
好意的	とても好き	2	3.23
	好き	10	16.13
	どちらでもない	19	30.65
否定的	苦手	18	29.03
	とても苦手	13	20.97

表 4. 「楽しい」が含まれた文 一部抜粋

考えるのは楽しい、踊るのは恥ずかしい。 / 少し楽しそうだけど恥ずかしい。 / 少し楽しそうだけど、恥ずかしい。 / みんなでやると楽しそうだけど、みんなの前でやるのは恥ずかしい。 / 楽しそう。 / 少し楽しそうだけど、恥ずかしい。 / 楽しい。 / 踊るのは楽しそうだけど、考えるのが難しそう。

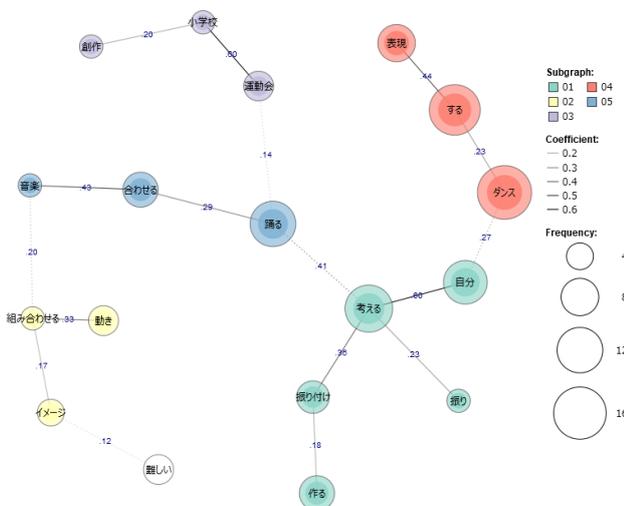


図 1. 創作ダンスに対するイメージ共起ネットワーク (単元前)

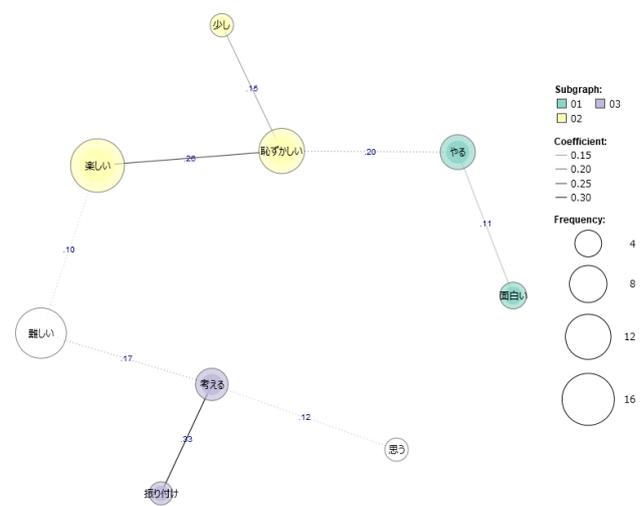


図 2. 創作ダンスに対する感情共起ネットワーク (単元前)

3.2 Well-being

生徒の Well-being の変化を単元前後で比較し、対応のある t 検定を行った (表 5)。結果は、単元前 ($M=92.73$, $SD=20.04$) よりも単元後 ($M=110.16$, $SD=19.14$) の方が有意に得点が高かった ($t(61)=-6.39$, $p<.001$, $d=0.84$)。

また、単元前における生徒の Well-being が創作ダンス愛好度に与える影響を把握するためピアソンの相関係数を算出した (表 6, 図 3)。分析の結果、両変数の間には有意な正の相関が認められた ($r=.35$, $p=.006$)。

単元前の創作ダンスに対する愛好度が、最終的な Well-being にどのような影響を及ぼしたかを検討するため、単元前の愛好度を説明変数、単元後の Well-being 合計得点を目的変数とした散布図を作成した (図 4)。散布図を確認したところ、単元前に「とても苦手 (1)」あるいは「苦手 (2)」と回答していた創作ダンスにおける否定的生徒群 (計 31 名) においても単元後の Well-being 得点は 80 点から 140 点の範囲に広く分布しており、多くの生徒が 100 点を超える高い水準に達していることが示された。

Well-being の各下位尺度について、各下位尺度の平均

表 5. Well-being 単元前後の比較

	平均値	SD	t 値	自由度	p 値	Cohen's d
単元前	92.73	20.04	-6.39	61	<.001***	0.81
単元後	110.16	19.14				

Note. *** $p<.001$

表 6. Well-being とダンス愛好度 相関 (単元前)

	1	2
1. Well-being合計得点 (単元前)	-	
2. 創作ダンス愛好度 (単元前)	.348**	-

Note. ** $p<.01$

評点の変化を検討するため、対応のある t 検定を行った (図 5)。その結果、全ての尺度において単元後の方が有意に高かった。変化を単元前後で比較した結果、「達成」において、単元前 ($M=3.20$, $SD=0.80$) から単元後 ($M=4.12$, $SD=0.74$) へと有意に向上した ($t(61)=-8.34$, $p<.001$, $d=1.06$)。「没頭」において、単元前 ($M=3.32$, $SD=0.84$) から単元後 ($M=4.08$, $SD=0.70$) へと有意に向上した ($t(61)=-6.94$, $p<.001$, $d=0.88$)。「意味」において、単元前 ($M=3.48$, $SD=0.81$) から単元後 ($M=4.07$, $SD=0.81$) へと有意に向上した ($t(61)=-5.26$, $p<.001$, $d=0.67$)。「ポジティブ感情」において、単元前 ($M=3.48$, $SD=0.87$) から単元後 ($M=4.01$, $SD=0.72$) へと有意に向上した ($t(61)=-4.72$, $p<.001$, $d=0.60$)。「関係性」において、単元前 ($M=3.75$, $SD=0.73$) から単元後 ($M=4.21$, $SD=0.72$) へと有意に向上した ($t(61)=-4.01$, $p<.001$, $d=0.51$)。上記の通り、全ての尺度において $p<.001$ の水準で有意差が認められ、特に「達成」と「没頭」において大きな効果量 ($d>0.8$) が示された。

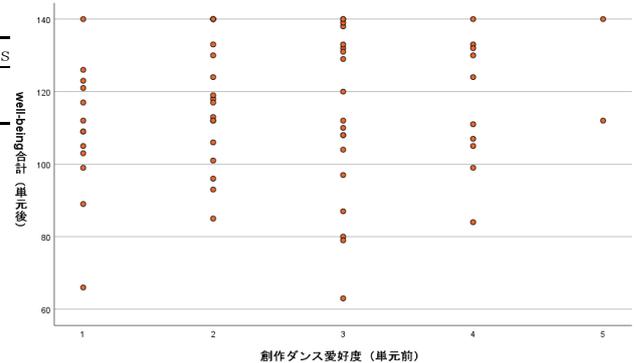


図 3. Well-being と創作ダンス愛好度の関連 (単元前)

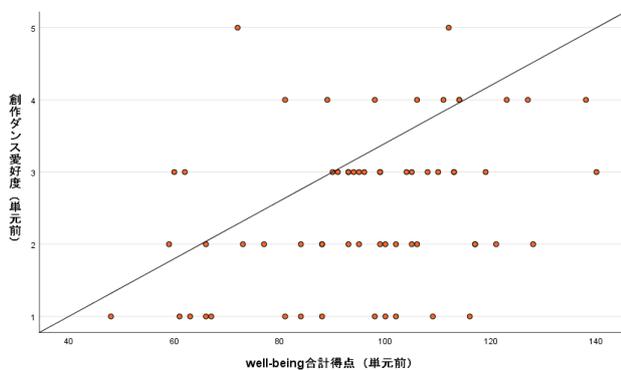


図 4. 単元後の Well-being と単元前の創作ダンスの関連

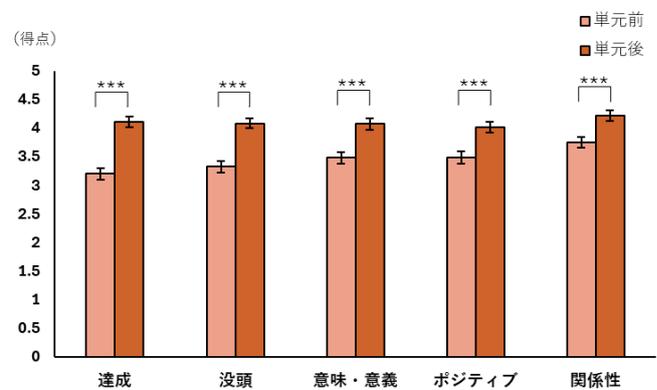


図 5. Well-being 下位尺度単元前後比較

3.3 心理的安全性

生徒の心理的安全性について単元前後で比較し、対応のある t 検定を行った (表 7)。結果は、単元前 ($M=16.71$, $SD=2.78$) よりも単元後 ($M=17.48$, $SD=2.72$) の方が数値は上昇していたものの、有意な差は認められなかった ($t(61)=-1.77$, $p=.082$, $d=0.23$)。また、単元前後での生徒の心理的安全性の関連を検討するため、ピアソンの相関係数を算出した (表 8, 図 6)。単元前後における、統計的に有意な相関は認められなかった ($r=.22$, $p=.091$)。

3.4 事後調査

事前調査と同様に、創作ダンスに対する愛好度について質問を行ったところ、創作ダンスに対して好意的に捉えている (「とても好き」または「好き」と回答した生徒は 39 名 (62.90%)、 「どちらでもない」と回答した生徒は 13 名 (20.97%)、創作ダンスに対して否定的に捉えている (「苦手」または「とても苦手」と回答した生徒は 10 名 (16.13%) であった (表 9)。創作ダンスの愛好度について単元前後で対応のある t 検定を行った (表 10)。結果は、単元前 ($M=2.52$, $SD=1.10$) よりも単元後 ($M=3.56$, $SD=1.08$) の方が有意に得点が高かった ($t(61)=-6.62$, $p<.001$, $d=0.84$)。

創作ダンスに対するイメージを自由記述で回答してもらい、共起ネットワークを出力した結果、大きく 4 つのサブグラフが確認された (図 7, 表 11)。最も中心的な構成要素は、「楽しい」、「恥ずかしい」といった直接的な感情表現を含むグループ (サブグラフ 02) であった。特に「楽しい」は出現回数が 41 回と最も多く (Frequency

40 付近)、本対象における主要な感情であることが示唆された。また、「ストレス発散」という強い結びつき (1.0) を持つグループ (サブグラフ 04) が見られ、創作ダンスが心理的な解放感をもたらす側面が確認された。一方で、「思いつくー踊る」 (サブグラフ 03) や、「するー考えるーやる」 (サブグラフ 01) といった、創作プロセスや行動に関する記述も抽出された。

また、事前調査で回であった「恥ずかしい」は 10 回であり、事前調査における「楽しいー恥ずかしい」の回における比率として「恥ずかしい」は減少していた。この恥に関連して、事後調査に追加した「創作ダンスの授業を通して、恥ずかしさが軽減した理由を教えてください」という質問に対し、多くの生徒が「信頼関係が再構築された」と回答していた (表 12)。

そして、本研究の主要変数である Well-being、心理的安全性および創作ダンスへの愛好度の関連を検討するため、ピアソンの積率相関係数を算出した (表 13)。

分析の結果、Well-being 合計得点 (単元前) と創作ダンスの愛好度 (単元前) との間には、有意な正の相関が認められた ($r=.35$, $p=.006$)。また、Well-being 合計得点 (単元前) は単元後の創作ダンス愛好度とも有意な正の相関を示した ($r=.37$, $p=.004$)。

心理的安全性に着目すると、単元後の心理的安全性は単元前の Well-being と有意な正の相関を示したが ($r=.34$, $p=.007$)、単元前後の心理的安全性との間には、有意な相関は認められなかった ($r=.22$, $p=.091$)。

ダンスの愛好度に着目すると、単元前後で有意な正の相関が認められた ($r=.35$, $p=.006$)。

表 7. 心理的安全性 単元前後の比較

	平均値	SD	t 値	自由度	p 値	Cohen's d
単元前	16.71	2.78	-1.77	61	0.082 (n. s.)	0.23
単元後	17.48	2.72				

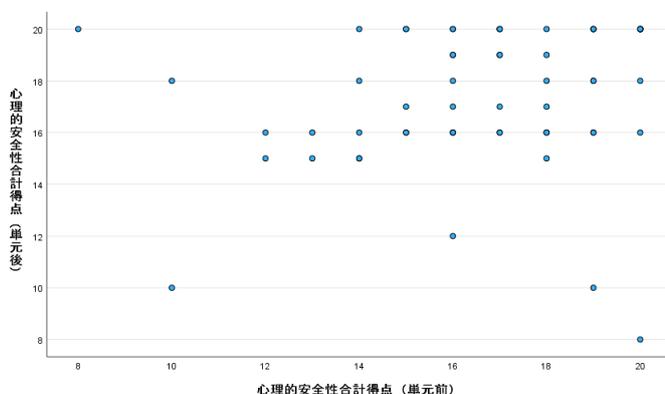


図 6. 単元前後における心理的安全性の関連

表 8. 心理的安全性 相関分析

	1	2
1. 単元前	-	
2. 単元後	.216	-

表 9. 創作ダンスに対する愛好度について (単元後)

	項目	人数 (名)	割合 (%)
好意的	とても好き	10	16.13
	好き	29	46.77
	どちらでもない	13	20.97
否定的	苦手	6	9.68
	とても苦手	4	6.45

表 10. 創作ダンスの愛好度における単元前後の比較

	平均値	SD	t 値	自由度	p 値	Cohen' sd
単元前	2.52	1.10	-6.62	61	<.001***	0.84
単元後	3.56	1.08				

Note. ***p<.001

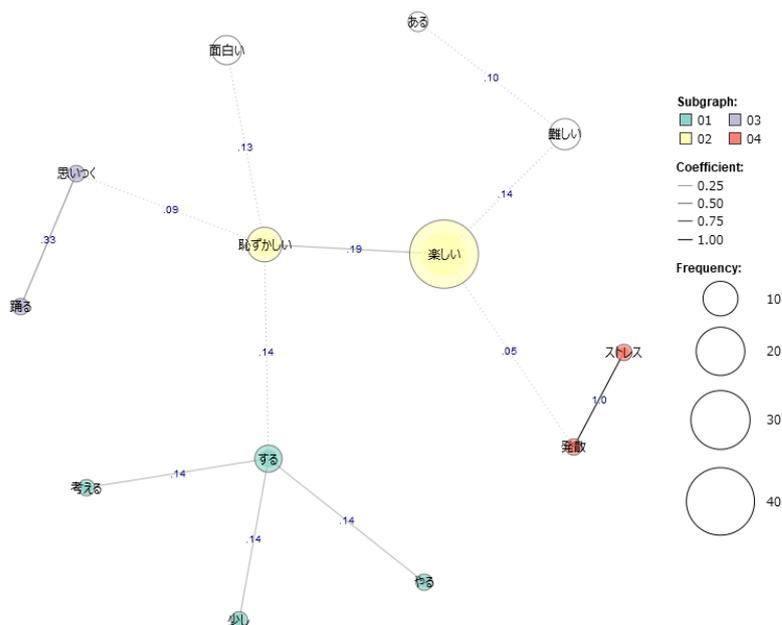


図 7. 創作ダンスに対する感情共起ネットワーク（単元後）

表 11. 単元後における創作ダンスに対する感情 一部抜粋

やる前は恥ずかしいという気持ちもあってあまりやりたいとも思わなかったけど、最終的にはとても楽しく取り組めた。/ 最初はちょっと恥ずかしかったけど、みんなとやっていくうちにどんどん楽しくなった。/ 恥ずかしいけど楽しい。/ 楽しい 少し照れくさい スッキリする 達成感。

表 12. 単元後における恥の軽減 一部抜粋

創作ダンスを通してみんなとの仲が深まったから。/ みんなと踊っているうちに自然と恥ずかしさがなくなった気がする。/ たぶんみんな恥ずかしがらずに全力でやっているからどれだけはっちゃけても変に目立ったりはしなくて安心したからだと思う。/ 仲間と話し合ううちに、緊張がとけていって何しても大丈夫だとリラックスしてできるようになったから。/ やっていくうえでもう全てをさらけ出したので、もう失うものはないと吹っ切れました。あとみんなが面白すぎました。

表 13. 主要変数における相関関係

	1	2	3	4	5	6
1. Well-being合計得点 (単元前)	-					
2. Well-being合計得点 (単元後)	.404**	-				
3. 心理的安全性合計得点 (単元前)	.169	.045	-			
4. 心理的安全性合計得点 (単元後)	.341**	-.011	.216	-		
5. 創作ダンス愛好度 (単元前)	.348**	.115	.152	.146	-	
6. 創作ダンス愛好度 (単元後)	.365**	.099**	.224	.146	.345**	-
平均値	99.11	-	94.21	94.61	2.52	3.56
標準偏差	17.91	-	5.45	6.45	1.10	1.08

Note. ** $p < .01$

4. 考察

4.1 創作ダンスに対する心理的障壁

事前調査の結果、対象生徒の半数が創作ダンスに対して否定的に捉えていた。また、生徒全体において、創作ダンスに対して「運動会での再現的なダンス」のイメージを強く保持しており、自ら構成を考えるプロセスに対しては「難しい」、「恥ずかしい」といった強い心理的障壁を抱いている実態が明らかとなった(図1, 2)。特に「自分一考える」の強い共起関係(0.60)は、創作を自己の課題として切実に捉える一方で、それが否定的な感情に直結していることを示唆している。ここで特筆すべきは、生徒が創作ダンスを「ゼロからの創作(小学校一運動会:0.60)」ではなく、小学校までの経験に基づく「型通りの動きの再現」という枠組みで捉えている可能性である。生徒にとってのダンスが、与えられた振付けを正確に再現することであるならば、正解のない創作ダンスという活動は、既存の枠組みとの大きなギャップを生じさせる。この認識の乖離が、心理的な「難しさ」をより一層助長していると考えられる。そこで本研究では、「難しい」、「恥ずかしい」といった強い心理的障壁を取り除けるように心理的安全性の確保・促進を意図して授業を構成した。具体的には、少人数で発表や意見交換を行い、徐々に人数を増やしていくことを心がけた。また、恥ずかしいや難しいと思う時間を与えないため、前半学習ではとにかく動き続けることや即興で動けるような時間配分を設定すること、自由度を徐々に上げていくことを毎授業意識して実践した。

4.2 Well-beingの向上について

本研究において、創作ダンス単元後に Well-being 合計得点が有意に向上し($d=0.84$)、特に「達成($d=1.06$)」および「没頭($d=0.88$)」において大きな効果量が示された点は、重要な知見である。これは、創作ダンスが単

なる運動技能の獲得ではなく、心理的・情動的側面に働きかける学習活動であることを示唆している。

前野(2013)は、Well-beingを構成する要素として、「ありのままに」因子(独立と自分らしさの因子)、「やってみよう」因子(自己実現と成長の因子)、「ありがとう」因子(つながりと感謝の因子)、「なんとかなる」因子(前向きと楽観の因子)の4因子を挙げている。そのなかでも、本研究では「ありのまま」と「やってみよう」を重視した。本研究の授業実践では、前半学習において即興的に動き続ける活動を多く取り入れ、「うまく踊ること」よりも「とにかく動くこと」を価値づけた。また、「恥ずかしい」といった強い心理的障壁を抱いている生徒の心理的安全性を担保するため、意図的にiPadでの動画撮影等を行わなかった。このことが、評価への不安や羞恥心を抱くことを軽減し、身体動作に集中する状態、すなわち「没頭」を促進したと考えられる。

また、後半学習におけるiPadでの動画撮影において生徒同士で「この身体を使った表現の仕方が分かりやすくて良い」などと声かけをし合う姿が見られた。これは、抽象的であった表現が具体的な成果として認識され、表現を客観的に捉え直す契機を生徒に提供し、「達成」感の向上につながったと考えられる。本研究において、自身の動きを言語化したり客観的に分析をしたしたりする際に、他者から承認される経験が「できた」、「伝わった」という達成感につながったのではないかと推察される。

特に注目すべきは、単元前に創作ダンスを「苦手」としていた生徒群(31名)においても、単元後の Well-being 得点が80点から140点の範囲に広く分布し、多くの生徒が100点を超える高水準に達していた点である(図3)。これは、創作ダンスにおける Well-being の向上が、単元前の愛好度や技能水準に必ずしも依存しないことを示しており、他者との協働や自己表現のプロセス自体が、多様な生徒の Well-being を育む有効な教育活動になり得る

ことを示唆している。

4.3 心理的安全性の役割と対人関係の再構築

心理的安全性に着目すると、単元後の生徒の心理的安全性は単元前の Well-being 合計得点と有意な正の相関を示した ($r = .34, p = .007$)。このことは、生徒の Well-being 水準が、授業内での他者との関わりにおける安心感の捉え方と関連している可能性を示唆している。

一方で、心理的安全性の単元前後比較では、平均値は上昇したものの統計的に有意な差には至らなかった ($p = .082, d = 0.23$)。したがって、本単元が心理的安全性を高めることを意図して設計されたとしても、少なくとも本研究で用いた 4 項目尺度の得点上は、学級全体の心理的安全性が明確に向上したとまでは結論づけにくい。背景として、中学 3 年生という学級集団の関係性が一定程度固定化している時期であること、12 時間という単元期間では尺度得点として捉えられる変化が小さかった可能性、あるいは心理的安全性が「授業場面に限定された安心感」として生起していた場合に、尺度がその微細な変化を十分に反映できなかった可能性が考えられる。

しかし、この点を踏まえても、「信頼関係が再構築された」といった質的データ (表 12) は授業場面における安心感の形成を示す補助的根拠となり得る。事後調査の「恥ずかしさが軽減した理由」を問う自由記述では、「みんなと踊っているうちに自然と恥ずかしさがなくなった」「仲間と話し合ううちに緊張がとけて、何しても大丈夫だとリラックスしてできるようになった」などの記述がみられ、少人数での発表、肯定的な声かけ、対話を含む協働的創作といった単元内の活動設計が、少なくとも授業場面における安心感を育むことや羞恥心の軽減に寄与した可能性がうかがえる。ここで、羞恥心の軽減は、他者から否定されないという見通しが高まり「対人リスクが下がる」とこと結びつきやすいことから、生徒の自由記述 (表 12) は授業場面における心理的安全性の形成過程と整合的に解釈し得る。以上より、心理的安全性は尺度上の有意な向上としては確認されなかったものの、授業内で安心して自己表現に取り組むための条件として機能していた可能性があり、今後は授業場面に特化した測定や変化量の検討を通して、Well-being との関係性をより厳密に検証する必要がある。なお、単元前後の心理的安全性得点間に統計的に有意な相関が認められなかったという結果 ($r = .22, p = .091$) は、単元前後の心理的安全性の相関結果 (表 8, 図 6) と整合しており、単元前の高低が単元後にそのまま保持される形で安定的に連動して変化したとは言い切れないことを示している。

4.4 愛好度の変容と情動の変化

事後調査では、創作ダンスを好意的に捉える生徒が 19.35% (12 名) から 62.90% (39 名) へと大幅に増加し、愛好度の平均点も有意に向上した ($d = 0.84$)。単元後における感情変化の共起ネットワーク (図 7) を見ると、「楽しい」が 41 回となり、そこから「面白い」や「ストレス発散 (1.0)」といったポジティブな語が結びついている。事前調査で「恥ずかしい」と結びついていた「楽しい」という感情が、実践を経て、より純粋な肯定的情動へと変化したことが単元後における生徒の創作ダンスに対する感情についての回答よりうかがえた。生徒の質的データ (表 11) より、「やる前は恥ずかしいという気持ちもあってあまりやりたいとも思わなかったけど、最終的にはとても楽しく取り組めた。」や「最初はちょっと恥ずかしかったけど、みんなとやっていくうちにどんどん楽しくなった。」といった肯定的情動に変化したことが分かる回答が見られた。これは、単元前における心理的障壁の軽減を意図した授業構成を採用し、どのような表現も認めるという価値づけと、他者からのポジティブなフィードバックが、生徒の情動経験の再構成に寄与した可能性がある。また、身体表現を通じて自己を解放し、それを仲間から認められる経験が、自己・他社理解や感情表出を促すという創作ダンスの特性を裏付けるものである。

このことは、創作ダンスが単なる好き嫌いの問題ではなく、学習環境の設計によって情動的意味づけが変化する活動であることを示している。すなわち、「嫌いだったからできない」のではなく、「できる経験を積みなかったから嫌いだった」という視点の重要性が示唆される。

4.5 創作ダンスを通じた Well-being 教育の意義

以上の結果より、創作ダンスは、生徒の Well-being を多面的に育む教育活動となり得る可能性を有していると考えられる。特に、自己表現に対する心理的障壁を抱えやすい思春期段階において、身体を媒介とした表現活動は、言語的コミュニケーションとは異なる形で自己理解や他者理解を促進する点に特徴がある。創作ダンスは、言葉による説明や評価に依存せず、身体感覚を通して自己を表現し、他者と関わる経験を提供することから、多様な生徒が参加しやすい学習活動であるといえるだろう。

また、教育振興基本計画 (第 4 期) では、日本社会に根差した Well-being の構成要素として、「幸福感」、「学校や地域でのつながり」、「協働性」、「利他性」、「多様性への理解」、「サポートを受けられる環境」、「社会貢献意識」、「自己肯定感」、「自己実現」、「心身の健康」、「安全・安心な環境」などが挙げられており、これらを、教育活動を通じて育成していく重要性が示さ

れている。本研究の授業実践は、協働的な創作活動を通して、他者と関わりながら表現を創り上げる経験を重視しており、個人の達成感と集団における関係性の形成を同時に促す点に特徴がある。このことから、本実践は、教育振興基本計画（第4期）における日本社会に根差した Well-being の要素を包含した学習活動であったと捉えることができる。

今後は、男女共習クラスや他学年を対象とした実践を通して、本研究で得られた知見の汎用性を検討する必要がある。また、創作ダンスを単発的な授業実践として位置づけるのではなく、どのように配置することが Well-being の育成に効果的であるのか、授業実施時期などを検討することも重要な課題である。これらの検討を通して、創作ダンスが学校教育全体における Well-being 教育の一要素として、より体系的に位置づけられていくことが期待される。

5. まとめ及び今後の課題

5.1 本研究のまとめ

本研究では、中学校第3学年女子生徒を対象とした創作ダンスの授業実践を通して、生徒の Well-being および心理的安全性、創作ダンスへの愛好度の変容について検討した。その結果、以下の4点が明らかとなった。

(1) 単元前において、多くの生徒が創作ダンスに対して「恥ずかしい」「難しい」といった否定的な感情を抱いており、創作ダンスを小学校での運動会における再現的な活動として捉えている傾向が示された。このことから、中学生における創作ダンスへの抵抗感は、技能不足よりも、自己を表現することへの心理的障壁に起因している可能性が示唆された。

(2) 創作ダンス単元を通して、生徒の Well-being 合計得点が有意に向上した。特に、「達成」および「没頭」の下位尺度において大きな効果量が確認され、創作ダンスが生徒の情動的充実感や自己効力感を高める教育活動であることが実証的に示された。また、単元前に創作ダンスを苦手としていた生徒においても、単元後には高い Well-being 水準に達していた点は、創作ダンスが特定の技能層に限定されない包摂的な学習活動であることを示している。

(3) 心理的安全性については、単元前後で平均値は上昇したものの有意な向上は認められなかった。一方で、単元後の心理的安全性は Well-being と正の関連を示し、また自由記述では安心感や信頼関係の形成に関する言及がみられた。これらより、心理的安全性は尺度得点として明確に変化したとは言い切れないが、授業場面における自己表現を支える条件として機能していた可能性が示

唆された。

(4) 創作ダンスへの愛好度は単元後に大きく向上し、否定的に捉えていた生徒が大幅に減少した。自由記述の分析からは、「楽しい」「面白い」「発散」といった肯定的な情動語が中心となり、創作ダンスに対する感情的意味づけが再構成されたことが明らかとなった。これは、創作ダンスに対する好嫌が固定的なものではなく、学習環境や授業構成によって変容し得ることを示している。

以上の結果から、創作ダンスは、身体表現を通じて自己理解を深め、他者との関係性を再構築しながら Well-being を育む教育活動として、大きな教育的意義を有しているといえる。

5.2 創作ダンスにおける教育的示唆

本研究の成果は、保健体育科におけるダンス領域の授業改善に対して、いくつかの示唆を与える。

第一に、創作ダンスの指導においては、「上手に踊ること」や「完成度の高い作品をつくること」を目標とするのではなく、「動き続けること」や「試行錯誤する過程そのもの」を価値づけることの重要性が示された。特に、酒井ら（2024）によると、ダンスにおける抵抗感として他者に評価的に見られることに対する抵抗感が挙げられていた。思春期の生徒にとっては、評価されることへの不安が表現活動の大きな阻害要因となるため、恥ずかしさを感じる余白をできる限り小さくする授業設計が求められる。

第二に、後半学習における iPad での動画撮影後の振り返りや言語化の活動は、創作ダンスにおける「達成感」を可視化する上で有効であることが示唆された。身体表現は主観的・感覚的な学習になりやすいが、自身の動きを客観的に捉え、仲間と共有することで、学びの意味づけが深まり、Well-being の向上につながると考えられる。

第三に、創作ダンスは、技能差や愛好度に関わらず、全ての生徒が参加可能な学習活動であり、Well-being を育むことができる点に大きな特徴がある。事前調査で半数の生徒が創作ダンスに対して否定的な印象であったが、本研究の結果は、適切な環境設定と指導の工夫によって、Well-being を育む有効な教育資源となり得ることを示している。

5.3 本研究の限界と今後の課題

一方で、本研究にはいくつかの限界が存在する。

第一に、本研究の対象は単一校の女子生徒に限定されており、結果の一般化には慎重な検討が必要である。今後は、男女共習クラスや他学年を対象とした実践を通して、創作ダンスが Well-being に与える影響の普遍性を検証することが求められる。

第二に、心理的安全性については有意な向上が確認されなかった点から、測定尺度の妥当性や、変化を捉えるための期間設定について再検討の余地がある。特に、心理的安全性は短期間で変化しにくい概念である可能性があり、長期的な縦断研究や質的データを併用した分析が今後の課題として挙げられる。

第三に、本研究では Well-being の向上が確認されたものの、その効果が単元終了後にどの程度持続するのかについては検討できていない。創作ダンスによって育まれた自己肯定感や達成感が、日常生活や他教科の学習にどのように波及するのかを追跡することも、今後の重要な研究課題である。

第四に、本研究では中学校 3 年生の特定の時期に創作ダンス単元を実施したが、創作ダンスを位置づける学年や実施時期の妥当性については、十分に検討できていない。Erikson, E. H., & Erikson, J. M. (2013) が提唱したエリクソンの心理社会的発達理論によると、中学 3 年生は、自己意識や他者評価への感受性が高まる時期であり、創作ダンスに対する心理的抵抗感が顕在化しやすい一方で、自己理解や意味づけを深める学習が Well-being の向上につながりやすい発達段階であるとも考えられる。しかしながら、この時期に創作ダンスを導入することが、すべての生徒にとって最適であるかについては、慎重な検討が必要である。

また、学習指導要領において表現運動・ダンスは、小学校から中学校・高等学校にかけて系統的に扱われる領域であるが、実際の学校現場では、学年間の接続や学習内容の連続性が十分に意識されていない場合も少なくない。本研究の結果からは、中学校段階において創作ダンスが Well-being の向上に寄与する可能性が示唆されたが、その効果は、小学校段階での表現運動の経験や、中学校入学後の学習の積み重ねによっても左右されると考えられる。

したがって今後は、創作ダンスを単発の単元として捉えるのではなく、カリキュラム全体の中で、どの学年・どの時期に、どのようなねらいで位置づけることが望ましいのかを検討する必要がある。特に、創作ダンスを早期に経験させることで、自己表現への抵抗感を軽減し、後の学年における Well-being の育成につなげる可能性や、学年進行に伴って表現の質や意味づけを深化させていく段階的な指導の在り方について、縦断的な研究を通して明らかにしていくことが求められる。

以上の課題を踏まえ、今後は創作ダンスを「一単元の実践」として捉えるのではなく、学校教育全体における Well-being 育成の一要素として位置づけ、継続的・体系的に検討していく必要がある。

引用・参考文献

- 1) 文部科学省：教育振興基本計画（第 4 期）。
https://www.mext.go.jp/content/20230615-mxt_soseisk02-100000597_01.pdf（2025 年 11 月 13 日参照）
- 2) OECD ラーニング・コンパス 2030 コンセプトノート。
<http://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/all-concept-notes/>（2025 年 11 月 13 日参照）
- 3) 前野隆司：幸せのメカニズム—実践・幸福学入門。講談社現代新書，2013。
- 4) 薄井洋子，任曉晨，柳田恵梨奈，佐藤克美，渡部信一：保健体育科教員のダンス教育に対する意識調査。教育情報学研究，16，69-75，2017。
- 5) 若井由梨，山崎史恵，吉田重和：教育現場における「表現運動・ダンス」指導時の困難について—新潟市内小・中学校現職教員への実態調査をもとに—。新潟医療福祉学会誌，21(2)，67-77，2021。
- 6) 高橋雅子，沖林洋平，石田千陽，白地めぐみ，藤原由佳，原田美穂：音楽科における「深い学び」と Well-being に関する研究 2—小中学生の尺度モデル構成・調査結果の分析を通して—。山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要，58，57-65，2024。
- 7) 亀山晃和，原田勇希，齋藤恵介：観察・実験場面の「対話的な学び」への参加行動と心理的安全性との関係—潜在クラスモデルを用いた行動傾向の類型化に基づいた分析—。理科教育学研究，63(3)，537-550，2023。
- 8) 樋口耕一：社会調査のための計量テキスト 分析 [第 2 版]—内容分析の継承と発展を目指して—。ナカニシヤ出版，京都，2020。
- 9) 森田哲史，竹内孝文，伊藤雅広，戸部秀之，近藤智靖：運動領域と保健領域の関連を図る指導による小学校第 6 学年児童の「運動と健康に関する知識」の変容—テキストマイニングを用いた自由記述の計量テキストの分析—。スポーツ教育学研究，44(2)，17-31，2024。
- 10) 酒井美鳥，清河幸子，溝川藍：ダンスに対する抵抗感—恥ずかしさと苦手意識の生起理由—。比較舞踊研究，30，2024。
- 11) Erikson, E. H., & Erikson, J. M. : ライフサイクル、その完結＜増補版＞。（村瀬孝雄，近藤邦夫訳），東京，みすず書房，2013。

資料 1

		当てはまらない	やや当てはまらない	どちらでもない	やや当てはまる	とても当てはまる
1	ダンスの授業において、むずかしいことでも頑張れば解決することができる	1	2	3	4	5
2	ダンスの授業をとおして、だんだん授業が楽しくなった	1	2	3	4	5
3	仲間と協力してダンスをすることは、喜びだ	1	2	3	4	5
4	ダンスの授業をとおして、自分の思いや意図を表現することができた	1	2	3	4	5
5	ダンスの授業に自ら進んで取り組むことができた	1	2	3	4	5
6	ダンスの世界は、価値あるものだ	1	2	3	4	5
7	ダンスの授業では、なにごとにも良いほうに考える	1	2	3	4	5
8	ダンスをしていると、ダンスと自分の感情が一体になったように感じる時がある	1	2	3	4	5
9	仲間に受け入れられている	1	2	3	4	5
10	自分の感情をダンスに表すことができた	1	2	3	4	5
11	生活の中にある動作やダンスは大切だ	1	2	3	4	5
12	ダンスの授業において、自分の取り組みに満足している	1	2	3	4	5
13	ダンス集中すると我を忘れ、あるいは意識全体が鮮やかに変化したように感じる時がある（没頭することができた）	1	2	3	4	5
14	グループ活動で自分のことを心から気にかけてくれる人がいる	1	2	3	4	5
15	授業をとおして、ダンスのことをますます知りたくなった	1	2	3	4	5
16	ダンスに取り組むことは、幸せだ	1	2	3	4	5
17	人々が心動かされるダンスについて語るとき、それが何を意味しているか理解できる	1	2	3	4	5
18	ダンスをすることで、他の人々とより繋がることできる	1	2	3	4	5
19	ダンスの授業で自分のやっていることは、有益で価値のあることだ	1	2	3	4	5
20	ダンスの活動では、時間を短く感じる	1	2	3	4	5
21	ダンスをすることは、気持ちが良いことだ	1	2	3	4	5
22	ダンスの創作活動経験によって達成感を得た	1	2	3	4	5
23	ダンスには他の活動では得られない価値がある	1	2	3	4	5
24	少し落ち込んだときでも、ダンスの活動によって気持ちが前向きになる	1	2	3	4	5
25	ダンスの創作活動がうまくいくためには、仲間との心のつながりが大事だ	1	2	3	4	5
26	ダンスの創作活動にふさわしい表現を工夫できた	1	2	3	4	5
27	ダンスの授業を通して自分には価値があると感じた	1	2	3	4	5
28	ダンスの授業を通して新しいことを学ぶことが大好きだ	1	2	3	4	5