

地形×創作：創作活動を通じた地形表現体験プログラムの開発と効果検証

—アナログ・デジタルの往還による地形図読解力向上への挑戦—

Development and verification of the teaching program for topographic model expression through creative activities

—The challenge to improve reading topographic map skills—

小倉拓郎・中村洋介・山内啓之・井上晃汰・早川裕弐・田村裕彦・Vincent Tong・濱野 清・佐藤凌太・
古家美和・大西美佐歩・桑名航平・小林勇介・笈田太郎

OGURA Takuro, NAKAMURA Yosuke, YAMAUCHI Hiroyuki, INOUE Kota, HAYAKAWA Yuichi S, TAMURA Yasuhiko,
TONG Vincent CH, HAMANO Kiyoshi, SATO Ryota, FURUIE Miwa, ONISHI Misaho, KUWANA Kohei, KOBAYASHI
Yusuke, OIDA Taro

(要旨)

本研究は、学習のモチベーションが低い単元である地形図読解の授業の導入を改善すべく、紙粘土や3Dプリントを用いた創作活動を通じた地形表現体験プログラムの開発を実施した。その上で、従来のアナログ・デジタル教材を併用・往還するプログラムも構築し、創作活動によって苦手意識を克服できる地形学習の開発と効果検証を実施した。

キーワード：地形学習，地形図読図，創作活動，STEAM教育，3Dプリンタ

Key words : geomorphology education, topographic map reading, creative activities, STEAM Education, 3D printing

1. はじめに

地理教育の分野では、地形を理解する手法として、地図の読解技能の評価に関する研究が進められてきた（例えば由良，1968；小谷，2012）。しかし、地形図や地図の読解力には個人差があり、苦手であると感じる児童生徒が多い現状がある（卜部，2010）。地形図学習は学習のモチベーションが低い単元の一つであると指摘されていることから、地図学習の前段階として児童生徒のモチベーションを創発させることが必要である。地形図学習のモチベーションが低い問題には、地図読解が2次元-3次元の空間認知能力の個人差に依存することが挙げられている（鈴木 2000）。これらの問題を解決すべく、地形を分かりやすく理解してもらうための教師の適切な提示方法について、簡易実験（森，2004；池田，2011）、ブロックダイヤグラム（古岡，2003）、鳥瞰図（勝部ほか，2011）、地理情報システム（GIS）を用いた3次元表示（Longley et al. 2001；山内ほか，2020）、3Dプリンタを用いた地形模型の作成（山内ほか，2019）といった手法が検討されてきた。しかし、これらの手法は教員が教材を自ら作成・開発することが難しく、より簡便な手法が求められる。

近年、科学(Science)、技術(Technology)、工学(Engineering)、芸術(Arts and Humanities)、数学(Mathematics)の5つの分野を統合的に学ぶSTEAM教育の概念が注目されている。従来の科学的知識・技能を習得するために、技術を援用した理解促進の取り組みが行われている（例えば森山・永田，2025）。その中でも、収束思考型アプローチから合理的な考え方を見出すSTEM教育に芸術（Arts and Humanities）の概念を取り入れることで、拡散思考的アプローチから学習成果を生み出し、これらを組み合わせることで新たなイノベーションを起こすことができる（辻合・長谷川，2020）。この概念は、学習科学におけるデザイン思考（例えばCross，1997；田浦・永井，2010）の考え方にもうまく適合できる（大谷，2022）。先述した地形図学習においても、これらの概念を導入することで、2次元-3次元の空間認知能力の個人差を克服することができるのではないかと考えた。

そこで本研究では、地形図学習における創作活動を通じた地形表現体験プログラムを開発することを目的とする。また、地形表現体験プログラムと従来のアナログ・デジタル教材を併用・往還した地形学習の効果検証を行い、地形学習の当たり前を見直す展開を試行する。本報告書では、本研究助成で実践した8つの研究事例を紹介し、その上で総括を行う。なお、本研究は、効果検証の内容を学術論文や兵庫教育大学学校教育学叢書として公表することを計画しているため、著作権の観点から、本報告書では教育実践の内容に焦点化して報告する。

2. 事例①：大学生を対象とした 3D プリントを用いた登山道地形理解のための授業実践

本事例では、北海道にある大雪山国立公園北海平（標高 2050 m）の登山道を対象に、3D プリンタを用いて侵食状況や保全工の効果を直感的に可視化する高精細地形模型を作成し、維持管理・環境教育ツールとしての有用性を検討した。本事例では、2023 年と 2024 年にロングポートフォトグラメトリ手法を用いて計 623 枚の斜め写真を撮影し、SfM-MVS（Structure from Motion-Multi view Stereo）ソフトウェアである Agisoft Metashape Professional で点群およびメッシュを生成後、3D モデルのファイル形式である STL 形式で出力した 3D モデルを作成した（図 1）。その後、3D モデルの編集ソフトウェアである Autodesk Meshmixer で底面を平滑化し、熱溶解積層式 3D プリンタ（AnkerMake M5）で 1:200 縮尺の地形模型（約 20 cm × 10 cm × 5 cm）を出力した。造形時間は 8-10 時間、フィラメント消費量は 125-148 g であった。また、登山道荒廃の要因の一つである表流水の流れを理解することを目的とすべく、模型上部に着色水 3.5 cc を 10 秒かけて注水し、床留工（ヤシ繊維土嚢）の越流箇所と滞水域を再現した（図 2）。

作成した地形模型を用いて、大学の授業「人文地理学概説」にて、大学生 23 名を対象に講義を行った（図 3）。受講生は登山経験がほとんどないことから、登山道の荒廃や維持管理に関する背景の説明を行った。また、配布資料や教室ディスプレイに対象登山道の全景写真を示した。さらに、事前に収録した表流水の再現動画をディスプレイ上で再生した。これらの説明後、20 分ほど地形模型に自由に触れる時間を設けた。展示した登山道地形模型は、2023 年が 3 個（グレー 2 個・白色 1 個）、2024 年が 3 個（グレー 2 個・白色 1 個）である。

模型を提示して自由操作させたところ、学生から「保全効果や問題を把握できた」（11 件）、「起伏・高低差を容易に読めた」（各 6 件）とのコメントを得た。地形模型の改良要望として「模型サイズ拡大・起伏強調」（12 件）と「部分的な着色」（5 件）が挙げられ、グレー成形の方が白色より判読性が高いという意見が多数であった。

以上より、3D プリンタを用いた地形模型は、写真では伝わりにくい微地形や保全工配置を触覚的・立体的に共有でき、ボランティアや利害関係者との合意形成、登山者教育、行動変容（迂回歩行の抑制）に寄与することができた。また、時系列模型を並置すれば整備効果のフィードバックが容易となる。床留工の比高低下による越流リスクが可視化されたことは、今後の登山道のメンテナンスに関する教育的知見をもたらすことができる。

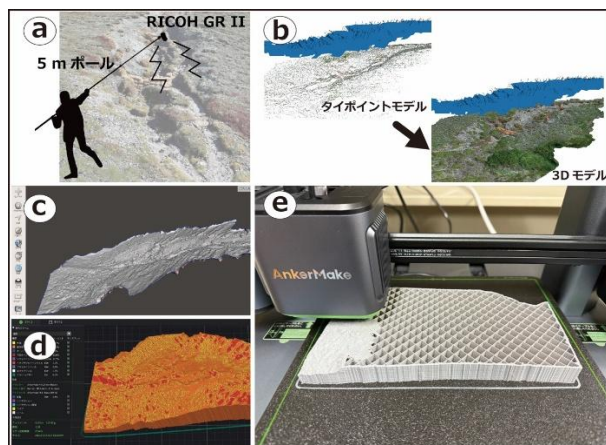


図 1. 地形模型作成のワークフロー：(a) ロングポールによる登山道の撮影、(b) 3D モデルの作成、(c) 3D モデルの編集、(d) 3D プリントのデータの作成とエクスポート、(e) 3D プリントの様子。

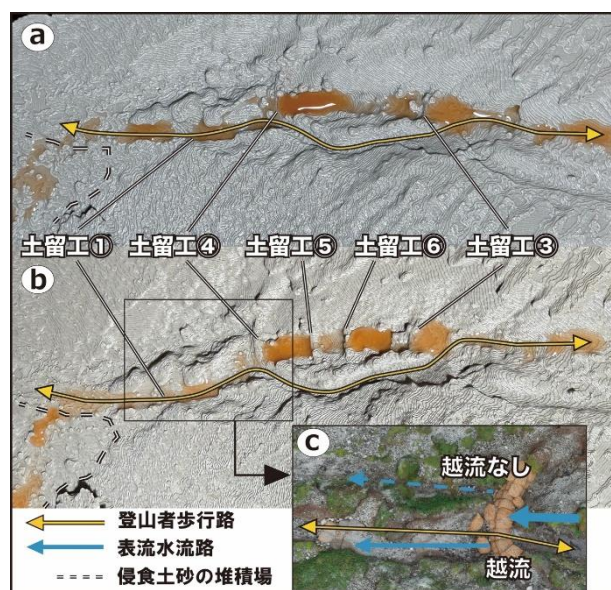


図 2. 表層流の再現。(a) 2023 年 (b) 2024 年



図 3. 授業実践の様子

3. 事例②：小学校教員を対象とした3Dプリントを用いた海岸隆起地形理解のための授業実践

本事例では、2024年能登半島地震後の海岸隆起地形を題材に、ドローンを用いた写真測量およびレーザ測量で取得した3Dデータから防災教育に用いることを想定した教材を作成し、その活用の方法や効果を、被災地に勤務している輪島市の小学校における教員研修で検証した(図4)。はじめに、ドローンで取得した3Dデータを、写真のRGBデータが附属されるOBJ形式に変換し、3D地形モデルの基データを作成した(図5)。モデルは、グレーおよびカラーの2種類作成した。グレーのモデルは、熱溶解積層式3DプリンタであるAnkerMake M5を用い、レイヤーピッチ0.4mmの設定で印刷した。例えば、4m程度隆起した輪島市門前町黒島漁港のモデル(150×111×21mm)であれば、3時間13分で出力できた。また、RGBデータを基に着色されたフルカラーモデルは、DMM.makeが運用している3Dプリントサービスを利用した。

作成した地形モデルおよびデジタル教材(ブラウザ上で閲覧できるデジタル3Dモデル¹⁾、ドローンを用いた360°パノラマ画像²⁾)を用いて、2024年11月20日に、石川県輪島市の河井小学校で教員研修を実施した(図6)。研修には市内6校から集まった小学校教員45名が出席した。はじめに、地震の発生メカニズムと被害概要、防災教育の基本的な考え方についての講義を行った。次に、黒島漁港を事例として、教員らに地形モデルを手にしてもらいながら隆起した海岸地形や段丘面に触れてもらった。さらに、デジタル3Dモデルおよび360°パノラマ画像も援用し、上空視点と地上視点を往復して地形を多角的に観察してもらった。最後にグループワークを経てGoogle Formsによるアンケートを実施した。その結果、モデルについては「触って確認できる」「地図では分かりにくい全体像を把握できる」といった肯定的な回答が多数寄せられ、デジタル3Dモデルやパノラマ画像についても「現実感が高い」「角度を自由に変えられる」といった評価が得られた。一方で、理科・社会科で扱える地形プロセスの可視化や震災の前後比較の模型作成を求める要望、災害の被害を受けた児童のトラウマに配慮した指導案の必要性などの課題についても指摘を受けた。

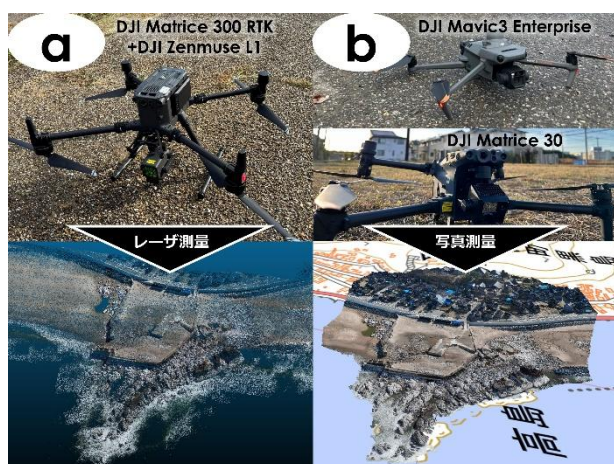


図4. 本事例で使用したドローンと取得データ：

a) レーザ測量, b) 写真測量
(背景地図に地理院タイルを利用)

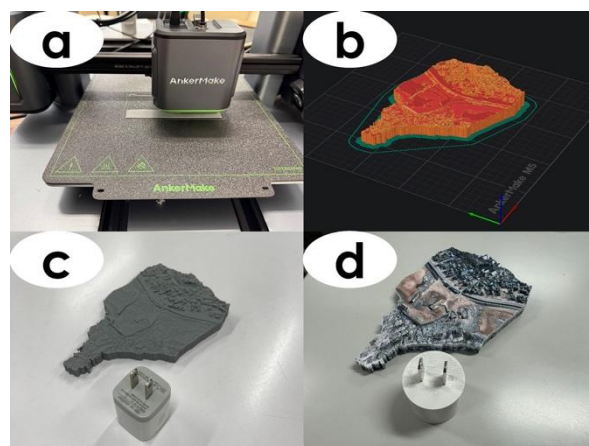


図5. 3Dプリンタを用いた地形モデルの製作工程：

a) 3Dプリンタ(AnkerMake M5), b) 黒島漁港の3Dデータ, c) 黒島漁港のグレー地形モデル, d) 黒島漁港のカラー地形モデル



図6. 授業実践の様子

4. 事例③：大学生を対象とした紙粘土を用いた地形表現体験授業の実践

本事例では、地形図読図のモチベーションを喚起させるために、富士山の地形図読図を事例とした紙粘土を用いた地形表現の創作活動を導入した授業を行った。また、地形図読図の基本である尾根や谷、等高線読図の技能についての理解度についても検証した。授業は大学の授業「自然地理学概説」で実施した。学部2年生20名が参加した（図7）。参加者は、地図や写真を見ずに富士山の地形を紙粘土で表現した後、各自が有するタブレット端末で地理院地図を閲覧して現実の富士山の地形と比較することで、個人が作成した富士山の紙粘土地形模型を修正する作業を行った（図8）。その結果、20名中15名が富士山麓の勾配に着目し、13名が山麓のガリーや宝永火口丘などの微地形に注目して模型を修正した。以上の作業を踏まえて、地形図で流域分水界、尾根、谷を読み取る課題を実施すると、20名中15名が正しく読み取れた。学生に対して本授業のモチベーション（楽しさ）と技能（理解度）に関する質問を5段階評価で実施すると、90%が授業を「とても楽しかった」と評価し、67%が「地形をとて理解しやすかった」、33%が「まあまあ理解しやすかった」と回答した（図9）。大部分の学生は創作活動による楽しさから学習のモチベーションを高めつつ、紙粘土地形模型に対して、さまざまな角度からの閲覧や切断面の確認といった視点を切り替えた自由な閲覧を行うことで、3次元から2次元を理解する工夫を凝らしていた。これは、田村ほか（2020）で指摘されていた実践の内容と一致していた。また、デザイン思考を想定した Imaginary な3次元創作表現と2次元の地図を比較することで、学生たちは勾配や微地形、等高線など、注目するスケールを変化させ、スケールの小さな地形表現に着目する傾向があった。これが、尾根や谷などの微地形に関する理解度の醸成につながったと考えられる。さらに、直感的操作によって、3次元→2次元の処理が容易に行えた。これは、鈴木ほか（1990）で指摘されている直感的2-3次元図形処理能力に通ずる。

本授業の授業改善案として、2次元の地図である地理院地図を閲覧した後、3次元の地形模型を比較することで、3次元→2次元→3次元の次元の往還を想定している。これにより、デザイン思考の拡散思考的アプローチからSTEM教育の収束思考的アプローチへ進み、さらに3次元形状に対する理解が深まると考えられる。



図7. 授業実践の様子



図8. 本授業実践の構成

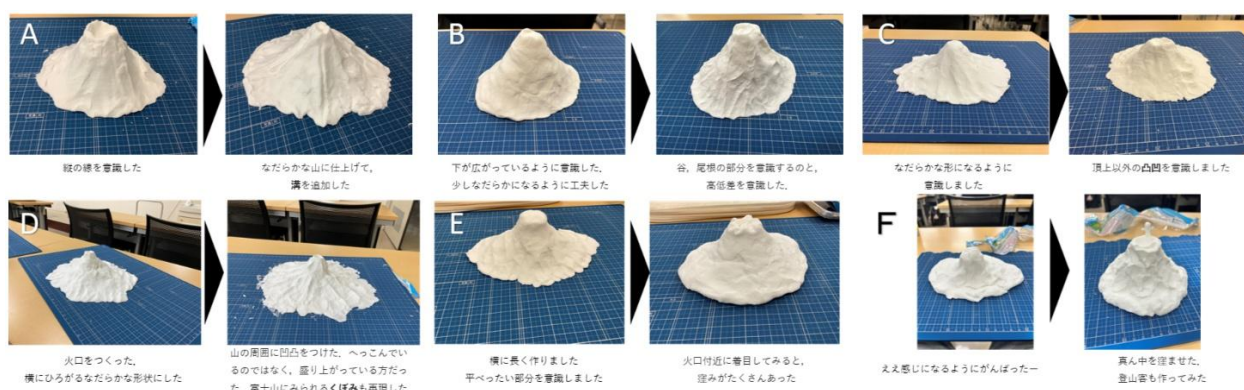


図9. 学生の制作物（左が操作①終了後、右が操作②終了後に撮影した写真）

5. 事例④：小学校中学年を対象とした紙粘土と 3D プリントを用いた土地の高低差を理解させる授業実践¹⁾

本事例では、山に囲まれた谷地形に着目し、ダム建設の理由を理解させることを目的に、小学校 3 年社会科「市の移り変わり」の単元で粘土を用いた地形創作活動を導入した授業を実施した（図 10）。授業は兵庫教育大学附属小学校第 3 学年の児童 28 名を対象とした。はじめに、前時までの学習を想起させるために、1947 年まで兵庫県に存在した旧土井村（現・加東市）と現在の鴨川ダムを対比した写真資料を提示し、「なぜ土井村はダム建設地に選ばれたのか」という課題を共有した（図 11）。続いて鴨川ダム周辺の標高図や 3D プリンタで作成した地形模型を示しながら、児童が個々に粘土で鴨川ダム周辺の地形を立体化した後、ロイロノートを用いて作品を共有し、山並みと谷の形状、川の流れの向きを互いに確認、修正した。児童らは、谷が狭く水をせき止めやすい点に注目し、周囲を囲む山の高さなど地形の立体的関係に気付いて模型を観察した（図 12）。また、高い場所にあると自然に水が流れやすいこと、湖の中心部が深いことを挙げた。また、ダムや村や水田、川との関係について考察した。次に、同じ地形条件である兵庫県三木市にある呑吐ダムの 3D 地図を提示し、鴨川ダムの共通点を比較させた。その結果、山に囲まれた谷地形がダム立地に適しているという条件を抽出させた。さらに、児童らに任意で他のダムの場所を地理院地図で観察させたところ、大部分の児童が同様の谷地形を見つけることができた。授業終了後、実際に模型に水を流してダムの保水機能を確認める児童もいた（図 13）。

以上の事例より、粘土の地形模型作成が模倣の範疇で終わってしまう児童も多かったことから、単なる活動ではなく本時の地理的技能や発展的な思考にどう繋げるかを意識させる内容に昇華することが重要であると考えられる。また、この作業をベースとした他の単元（例：水資源、農業）への応用の可能性も考えられる。



図 10. 授業実践の様子



図 11. 児童が紙粘土で作成した地形模型



図 12. 土地の高低差について指摘する児童の様子



図 13. 地形模型に水を流してダムの機能を確認める児童の様子

6. 事例⑤：小学校高学年を対象とした地形模型を利用した茶畑の立地要因の検討に関する授業実践²⁾

本事例では、播磨やしろ茶の主産地・鹿野茶園を題材に、「鹿野茶園は本当にお茶の栽培に適した場所なのか」を多面的に検証し、茶畑の存続に向けた解決策を構想することを目的として、小学校6年 STEAM 単元（総合的な学習の時間）「地形×創作」において模型・統計資料・現地試料を活用した探究的授業を実施した（図 14）。授業は兵庫教育大学附属小学校第6学年の児童を対象とし、前時に色付けした鹿野茶園周辺の地形模型を提示して「地域の景観を守りたい」という生産者の思いを想起させた後、「標高約 120 m の集落奥の高台にあり日当たりが良い」という地域住民の証言を導入し、学習課題を共有した。次に、児童は農林水産省「作物統計」に示された全国の茶の主産地分布を手掛かりに、気温・降水量などの気候条件を推測し、提示された「茶栽培のポイント」の基準値と鹿野茶園の気象データを照合した（図 15）。さらに、教師が地域住民に行ったインタビュー（夏季の高温による日焼け被害や冬季の霜害への懸念）を紹介し、児童はリスク要因と対策の視点を得た。グループ活動では、①気温・降水量の年平均値、②模型上の傾斜と排水方向、③実際の土壌（弱酸性かつ有機物を含む砕土）の観察結果をカードに整理し、ロイロノートで発表しながら他班の視点を取り入れて考察を深めた。児童からは、南北方向の緩傾斜が肥料流出を招く可能性について指摘があった（図 16）。

本授業では、3D プリンタで出力した茶畑と周辺地形の模型を、児童が着色、観察する際に用いた。第一に、模型は急斜面や段状茶畑の細部を立体的に可視化し、地形の高低差や傾斜の度合いを直観的に理解させる効果があった。児童からも「斜面のきつさがよく分かった」「想像以上に高低差があり、肥料の流出理由が理解できた」等の振り返りが多数寄せられた。第二に、着色作業を春夏秋冬など自由に設定させたことで、地形と景観を自分事として捉える主体的で協働的な学習態度が促進された。第三に、生産者を模したフィギュアを置く活動を介して「生産者の視点」や景観保全への共感が喚起され、地域課題を多面的に考える契機となった。さらに、模型が実地見学への動機づけとなり、児童の約3分の1が「現地に行って確かめたい」と記述するなど、フィールドワークへの意欲を高める副次的効果も確認された。一方で、まず縮尺と実寸の対応が明示されていないため、地形の大きさが実景とがどの程度乖離しているかを児童が把握しにくかった。加えて、方位表示が模型上に示されておらず、南北判別が難しいとの指摘があった。これは日射条件や風向など環境要因を考察する際の障壁となる。模型の空間範囲も限定的であり、地域スケールでの水源分布や灌漑経路を理解するには不十分であることが議論された。また、風・気温・水量といった動的要素は模型では再現しにくく、現地観測との組み合わせに繋げる展開が必要であった。



図 14. 授業実践の様子

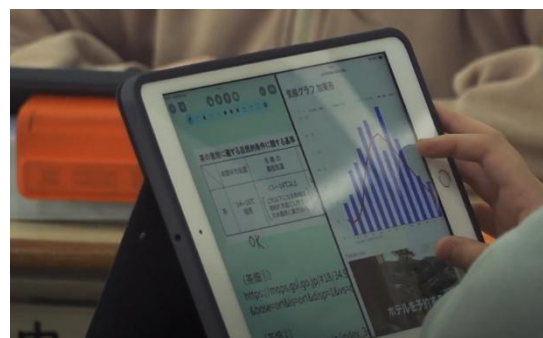


図 15. 気象データを観察する児童の様子



図 16. 作成した地形模型を用いて地形の傾きを観察する児童の様子。

7. 事例⑥：中学校社会科歴史的分野における古戦場の地形観察に関する授業実践³⁾

本事例では、中学校1年社会科の単元「鎌倉時代の学習×デザイン思考の学び」(全13時間)の第3次(6時間目)を公開授業として位置付け、「承久の乱の前後で武士はどのように変化したのか—御恩と奉公をとらえる—」という学習課題に取り組んだ(図14)。はじめに、前時に撮影、~~有~~有した「宇治川合戦跡をめぐるフィールド動画」の感想フォームを振り返り、附属小学校教員が抱える「鎌倉時代の地形を児童に実感させにくい」「模型づくりのイメージが湧かない」といった困りごとを再確認した。これにより生徒は、自らが開発する教材の利用者像を明確化し、学習課題を「小学生にも分かりやすい鎌倉時代の地形模型を提案せよ」と再定義した。各班は屋島、壇ノ浦、一ノ谷、鎌倉周辺の4地点から1つを選択し、地理院地図3Dで作成した地形データを反転編集した3Dデータを、3Dプリンタで出力した地形模型を受け取った。生徒は紙粘土を地形模型に当てて地形図と年代別史料を付き合わせて合戦当時の地形条件を推測し、小学生の視点で「斜面の急峻さ」「入江の広がり」「鎌倉の天然要害」などを強調する着色や切り通し加工を検討し、紙粘土の地形模型を協働で制作した(図15)。制作途中には「どの方向から見れば地形が読み取りやすいか」「凡例をどう配置すべきか」といった問いに対して班内ピアレビューを実施し、模型の改良案を即時に取り入れた。完成した模型は撮影後にロイロノートで共有し、他の班からのコメントを受けて改善点を整理した(図16)。最後に各自が「困り事アンケート」に回答し、①模型が歴史的事象の理解にどの程度役立ちそうか、②今後加えるべき工夫は何か、について検討した。

本授業では、地形模型を用いて歴史的事象と地形条件を直観的に結び付けることで、生徒の空間的理解を促進する効果があった。地形模型の立体的な凹凸表現により「鎌倉がなぜ防御に適した地形なのか」といった問いを具体的に検証し、知識の定着と単元全体の総括を行うことができた。一方で、海岸線や細部の再現には想定以上の時間を要し、粘土の乾燥に伴う模型の損傷トラブルも生じるなど、授業時間内で模型の完成度を確保することは難しかった。また、等高線学習を行う前の1年生には地形図読解が難しく、航空写真に頼る場面が散見されたことから、模型づくりと並行した地図リテラシー指導の系統化が課題として挙げられた。



図14. 授業実践の様子



図15. 地形模型に粘土を当てて地形模型を作る生徒の様子



図16. 模型の改良を施す生徒の様子。

8. 事例⑦：中学校社会科地理的分野における東北地方の地形に関する授業実践⁴⁾

本事例では、中学校2年社会科単元「東北地方」（全7時間）の第2次「発想し創る学び」（5・6時間目）を公開授業として位置付け、「特色ある東北地方の自然環境と人々の暮らしをどのように可視化できるかー地形を“魅せる”ジオラマを提案せよー」という学習課題に取り組んだ（図 17）。はじめに、前時までにまとめた産業・伝統文化・生活様式の調査結果を共有し、本時の学習目標「地形図と地理院地図 3D データを読み解き、紙粘土で東北地方の立体地形を再現する」を確認した。各班は①下北半島、②三陸海岸、③男鹿半島、④松島、⑤鳥海山と庄内平野、⑥磐梯山と会津盆地のいずれかを選択し、配付された等高線入り地形図と 3D プリンタで出力した簡易地形模型を手がかりに、紙粘土で特徴的な地形を造形した（図 18）。造形過程では「等高線の間隔から急峻さを読み取る」「谷筋を深掘りして漁港や集落の立地を示す」といった視点で地形の凹凸を強調した後、班員がタブレットで四方向から模型を撮影し、Google Classroom に投稿してピアレビューを実施した。続いて地理院地図 3D の陰影起伏図を参照しながら山麓の傾斜修正や海岸線の湾曲を再調整した（図 18）。授業の終わりにはポートフォリオとして制作の工夫点と等高線読図で新たに気付いたことを記入し、次時（7 時間目）の「キャプションを作ろう！」に向けて各地域のストーリーを文章化した。

地形図を読むことに自信のない生徒でも、等高線を粘土や 3D プリントに「落とし込む」過程を通じて、高低差や谷・尾根の位置と形状を実感的に把握できた。湖面や急斜面など、紙上では見落としがちな標高差を模型上で確認することで、「ここは思ったより高い」「川が削った谷だから低い」といった気付きが生じ、地形と産業、暮らしを結び付けて考える視点が広がった。また、紙粘土モデルや画面上の地理院地図 3D 表示を組み合わせることで、地形の形状に着目することを促した。こうした立体的理解は、断面図作成や火山活動やプレートテクトニクスについての学習などの発展的内容にもつながる可能性がある。

一方で、下北半島のようにスケールが大きく複雑な地形は、等高線から土地の起伏を想像する段階で難易度が高く、模型化しても凹凸が把握しにくいという声があった。山肌のザラザラ感など細部表現も技術的に難しく、尾根や谷を正確に区別できない生徒もいた。また、模型を触って確認する行動が少なく、視覚情報に依存し過ぎる傾向も明らかとなった。



図 17. 授業実践の様子



図 18. 地形図の上に地形模型を造形する生徒の様子



図 19. 3D プリンタで作成した地形模型と比較して模型を修正する生徒の様子

9. 事例⑧：高等学校地理歴史科地理総合における地形および日本の自然環境と防災に関する授業実践⁵⁾

本事例では、高等学校1年「地理総合」単元「地形と生活文化＋日本の自然環境と防災」(全5時間)の第1次(1時間目)「河川に沿った各地形の成因とそこに潜む自然災害リスクを説明せよ」という学習課題に取り組んだ(図20)。はじめに、教師はグランドキャニオンやフィヨルドなどインパクトのある地形写真を提示し、生徒の関心を喚起した上で本時の学習テーマを明確化した。各班に配付した教科書の抜粋プリントを唯一の情報源としつつ、生徒各自に粘土で指定地形を造形させた。班ごとの担当は①V字谷、②扇状地、③氾濫原(後背湿地・自然堤防・三日月湖)、④三角州の四類型である。造形後、生徒はiPadで作品を撮影し、ロイロノート提出箱に共有した。次に、4つの地形が一つずつ揃うように新たに4人組となるグループを再編成し、V字谷から三角州へ接続する「理想的な流域モデル」を協働で構築した(図21)。グループはモデル上に豪雨発生から洪水・土石流・がけ崩れへ至る災害シナリオを創作し、台紙上に配置した作品写真とともにワークシートに記述した。次に、モデルとシナリオを3分で相互発表し、地形特性と災害発生過程の因果関係を検証し合った。さらに、教師から典型事例の写真を用いて4地形の成因(侵食・運搬・堆積)と代表的な災害の解説を受け、生徒はワークシートを完成させた(図22)。

本授業では、山地から海に至る流域を、粘土で作成した模型で段階的に連結させることで、生徒が地形の連続性と勾配変化を立体的に捉えることができた。扇状地、自然堤防、氾濫原、三角州といった用語は、従来の平面図よりも具体的に認識され、例えば自然堤防上に家を置く、橋を架けるなどの作業を行う過程で、地形と人間活動の関係を考えるきっかけを創発できた。さらに、編成されたグループごとに分業したパーツをつなぎ合わせる際には、扇状地と氾濫原の位置を互いに指摘し合うなど、グループワークによる誤概念の修正が自然発生した。加えて、模型を撮影してタブレットに保存し、次時の振り返り資料に活用する計画は、物理的に保管が難しい模型をデジタルアーカイブ化して継続使用する利点もあった。モデルを起点とした教師の問いかけ(「洪水時に橋はどうなるか」など)は、社会問題へと議論を発展させる足掛かりとなり、地理学習を実生活と繋げる展開を創出できた。

一方で、スケール感の齟齬が頻発した。班ごとに作業した模型が異なる縮尺で接続され、河道幅や堤防の高さが非現実的に誇張される例、三角州を過度に隆起させる例などが見られた。また、デジタルアーカイブ化はしつつも、模型自体は回収せざるを得ず、立体物を使った継続的な学習が難しいという課題も挙がった。

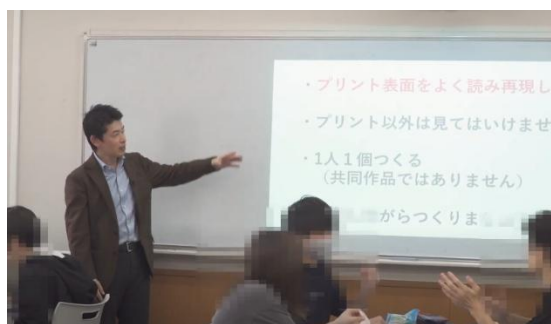


図20. 授業実践の様子



図21. 個別に作成した地形模型を連結させる生徒の様子



図22. ワークシートを作成する生徒の様子

10. 総括：おわりに

本研究では、地形図や地形を学習することのモチベーションを喚起する手法として、創作活動の効果を検証した。対象となる学校種や学年（発達段階）の別を問わず、模型に触れる、着色するといった作業的で体験的な学習が、好奇心と自己効力感を高めた。このうち大学生への授業に関するアンケートでは、90%が「とても楽しかった」と回答しており、学習意欲の向上効果があった。また、地形図の活用や地形理解などの地理的技能の習得についても効果があった。3次元の立体物と2次元の地形図を往還させる学習形態により、等高線の読解や尾根・谷の判読といった地理的技能の習得を促進した。いわば、地形模型という表現媒体が、2次元-3次元の変換に際して空間認知能力の個人差を緩和し、デザイン思考（拡散的創作）とSTEM的収束思考（合理的検証）を往復させる学習過程を支えたと言える。

本研究で使用した教材は、汎用性および普及可能性も高い。低価格な紙粘土や3Dプリンタおよび無料で公開されている地形データを用いることで、学校現場ですぐに導入可能な教材となり得る。また、本研究では地理に限らず、歴史さらには総合的な学習の時間など複数の教科等で応用された。これは、STEAM教育が有する教科横断的な学習の特性を表したものと考えられる。さらに、複数の教材を組み合わせることによって、児童生徒の発達段階にあった空間認知能力のギャップを埋めることができる可能性がある。今後は、教材の比較や地形模型の形成プロセスを詳細に分析し、個々の空間認知能力や学習のモチベーションの検証を行うことが求められる。

注

以下のURLより、授業実践および整理会の動画を視聴することができる。

- 1) 授業実践：<https://youtu.be/vbZGhNhAidg?si=2ceiIsEedrcJWsf5>
整理会：<https://youtu.be/jHyGMn7eU4g?si=60SHdPhyyqPqrH6U>
- 2) 授業実践：<https://youtu.be/Idwx4gvSaaM?si=lgj2LSmMZxgoECKg>
整理会：<https://youtu.be/eMxuXaXlct4?si=T8sATVMUBERJ05qk>
- 3) 授業実践：<https://youtu.be/S-kp-tBJ7To?si=-8eXzQkX3vs7VHqO>
整理会：https://youtu.be/ISOSxR2_vMQ?si=7sEQrg3xqhc60oLR
- 4) 授業実践：<https://youtu.be/QsmR-CwYpSk?si=CLvXJ-rVvF2sLGrM>
整理会：<https://youtu.be/0gwELlyShTU?si=4Nz-WAvTqwEfayKe>
- 5) 授業実践：https://youtu.be/LLRuo6IgU8A?si=h1_YyxVc9UaaDfc1
整理会：<https://youtu.be/bkuohBI5D1E?si=9sMaj2m7s9HP831f>

引用文献

- 由良价孝（1968）中学校における読図指導について。地図，6（1），15-19。
- 小谷恵津子（2012）地図を通した学習における地域認識形成の論理：中学校社会科地理的分野「近畿地方」の授業開発において。社会系教科教育学研究，24，31-40。
- ト部勝彦（2010）地理教育における地形図読図をめぐる諸課題。地図，48（2），35-42。
- 鈴木晃志郎（2000）地図化能力の発達に関する一考察。人文地理，52（4），385-399。
- 森 眞一郎（2004）簡易な実験と写真教材を活用した地形の学習。新地理，52（1），25-35。
- 池田 宏（2011）地形を見る目を小型実験で磨こう。第四紀研究，50（5），209-219。
- 古岡俊之（2003）小学校中学年社会科副読本の改善への提言 兵庫県における小学校社会科副読本の活用場面分析を通して。新地理，51（3），28-38。
- 勝部圭一・目代邦康・石川 剛（2011）ジオパークにおける地形の鳥瞰図表現。地図，49（3），38-45。
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D., J. & Rhind, D. W. (2001). Geographic information systems and science. New York: John Wiley & Sons.
- 山内啓之・小口 高・小倉拓郎（2020）GISを用いた地形教育のためのオープン教材の試作と評価。地形，41（4），363-375。飯田ほか，2023
- 山内啓之・小口 高・早川裕式・小倉拓郎・浅野悟史（2019）3Dプリントによる地形模型の教育的活用，日本地理学会発表要旨集，73。
- 森山 潤・永田智子 編集，（2025）日本型STEAM教育の理論と実践：デザイン思考で未来を創造する学び。金風舎。

辻合華子・長谷川春生 (2020) STEAM 教育における“A”の概念について, 科学教育研究, 44(2), 93-103.

Cross, N. (1997) Descriptive models of creative design: application to an example. Design Studies, 18(4), 427-440.

田浦俊春・永井由佳里(2010)デザインの創造性と概念生成. 認知科学, 17(1), 66-82.

大谷 忠 (2022). STEAM 教育における創造（デザイン思考）プロセスの意義と役割. 日本科学教育学会第 47 回 年会論文集. 203-204.

田村裕彦・早川裕弐・守田正志・小口千明・緒方啓介・小倉拓郎 (2020) 総合的な学習の時間を活用した地理・地形教育の実践—地域文化資源を用いた小規模公立小学校への地域学習から. 地形, 41(4), 343-361.

鈴木賢次・脇田早紀子・永野三郎 (1990) 図学教育による直感的 2-3 次元図形処理能力の育成効果. 図学研究, 24(1), 21-28.