

〈研究ノート〉

GISを活用した地形模型の製作とプロジェクションマッピングの実践

太 田 慧

Creation of Terrain Model and Practice Projection Mapping using Geographic Information Systems

OTA Kei

要 旨

2022年からの高等学校における「地理総合」の必修化をうけ、地図やGISに対する興味や関心を高めるためのさまざまな授業や教材、地図表現の工夫が求められている。こうした状況をふまえ、本稿はGISを活用した地形模型の製作過程を示すとともに、プロジェクションマッピングを実践してその評価と課題を示したものである。地形模型を利用したプロジェクションマッピングは、DEMやフリーのGISソフトウェアを利用しながら「低予算」、「複数人で鑑賞可能なサイズ」、「さまざまな条件下で設置可能」という3つの条件で作成した。以上の条件で作成したプロジェクションマッピングをオープンキャンパスで展示し、プロジェクションマッピングの可能性を検討した。

Abstract

As part of the new educational guidelines commencing in 2022, Chiri-sogo (Geography) has been made compulsory in Japan's high schools. Therefore, teachers need to devise lessons, teaching materials, and map expressions to increase students' awareness of maps and Geographic Information Systems (GIS). This paper shows the process of creating terrain model and practice of projection mapping, along with its evaluation and challenges. The projection mapping was created using Digital Elevation Model (DEM) and free GIS software, and was created to meet the following three criteria: low budget, and creating a terrain model of a size that is viewable by multiple individuals and installable under a variety of conditions. The terrain model and projection mapping created under these conditions was exhibited during the open day at Takasaki City University of Economics for high school students. A survey was conducted for visitors at the open day. The responses suggested that terrain model projection mapping

increases interest in maps, GIS, and the region.

I はじめに

2018年告示の学習指導要領により、2022年から高等学校における「地理総合」が必修化された。1970年告示の学習指導要領以降（1973年から実施）、高等学校において選択科目とされていた「地理A」、「地理B」が新たに「地理総合」、「地理探究」に再編され、このうち「地理総合」は「歴史総合」とともに必修化された。さらに、「地理総合」ではGIS（地理情報システム）の単元が設定され、測位の仕組みなどの技術的な解説とともに政策立案や防災などでのGISの活用方法が解説されている。しかし、三橋（2019）は2022年からの「地理総合」の必修化の課題として、これまで地理を教えたことがない地理歴史科の教師が「地理総合」を教えるケースが増えることを予想しており、このような教育現場において学習指導要領が求める「主体的・対話的で深い学び」を実現させるためにも生徒の地理への興味や関心を高める授業や教材、地図表現の工夫が求められる。

こうした地理教育における地図やGISへのニーズが高まるなかで、近年地図の表現手法として地形模型にさまざまな地図を投影するプロジェクションマッピングが行われている。博物館におけるプロジェクションマッピングの例としては、2020年に開館した埼玉県所沢市の角川武蔵野ミュージアムにおける大型の地形模型を用いたプロジェクションマッピングがある。このプロジェクションマッピングは、来場者が会場に設置されたタブレット端末を操作することで地形模型に投影するコンテンツを選択することが可能となっており、縄文時代から現在までの海岸線の変化や標高などの武蔵野の自然環境の地図を地形模型に投影することができる。さらに、ARによって「ダイダラボッチ¹⁾」を見学者のスマートフォンに表示することも可能である。地形模型に地質図や標高データを投影する試みは地学教育分野でも行われており、芝原ほか（2015）はテレビの科学番組向けに3m四方の精密な地形模型を製作し、東京の地形の特徴を過去の地図と重ね合わせながら紹介するプロジェクションマッピングを行った。さらに、芝原ほか（2015）は科学館でのワークショップイベントにおいて参加者一人一人に小型の地形模型を製作してもらい、そこに地質図をプロジェクションマッピングするイベントを行った。このワークショップの結果、参加者の「地図・地質図の立体化」に対する興味や関心が向上したことが示唆された。地理教育の分野においても博物館の企画展における小規模な地形模型を対象としたプロジェクションマッピングを手作りする試みがあり、八木ほか（2016）は国土地理院の10mDEMを利用して製作した富士山とその周辺の地形模型に火山の生い立ちを示す地質図を投影し、プロジェクションマッピングの可能性と課題を示した。こうした教育分野に先行して、エンターテインメントの分野において建物などの立体物にさまざまな画像や映像を投影するプロジェクションマッピングが行われており、2012年に東京駅丸の内駅舎の復元工事完成を記念した「TOKYO STATION

VISION」は想定を上回る来場者数によってイベントが一時中断されるほど大きな話題を呼んだ。このプロジェクションマッピングはテレビ番組でも頻繁に特集されたこともあり、このイベントが開催された2012年から日本におけるプロジェクションマッピングの一般化が始まったとされている（田中,2017）。

以上のように、プロジェクションマッピングは地理教育、地学教育、エンターテイメントなどのさまざまな分野で活用されている。地形模型を用いたプロジェクションマッピングは地理学習者の地図やGISに関する興味や関心を向上させるとともに、地域への理解や関心を高めるものと期待できる。また、GISを利用して地形模型に投影する地図を作成すれば、プロジェクションマッピングの作成過程そのものがGIS教育にもなりえる。そこで本稿は、筆者が2021年度と2022年度の高崎経済大学地域政策学部の演習I履修者（以下ゼミ生）とともにGISを用いて製作した群馬県高崎市周辺の地形模型とプロジェクションマッピングの作成過程を示すとともに、プロジェクションマッピングをオープンキャンパス来場者の高校生・保護者に評価してもらうことでその可能性と課題を検討することを目的とする。さらに、将来的に高等学校などでの地理教育分野での活用を想定して、GISを活用しながら低予算での地形模型の製作およびプロジェクションマッピング実践の可能性を検討することも本稿のねらいである。本稿でとりあげた群馬県高崎市周辺は、高崎駅を中心とした従来の市域に加え、平成時代に複数回実施された市町村合併によって市内に平地と山地が併存している。このため、市内の最低標高は新町地区の59.5mに対して、最高標高は旧倉渕村の鼻曲山の1,655mと市内に大きな標高差がある。こうした市内で異なる自然環境を有する高崎市において、さまざまな主題図を地形模型に投影することは自然環境と社会環境の違いを可視化し、地域課題について考えるきっかけになると考えられる。

II 地形模型の製作と投影用レイヤーの作成

1. 地形模型の製作

地形模型を製作するにあたって、イベントにおいて展示可能かつ高等学校での製作も想定して以下のような3つの条件を設定した。第1の条件は、「低予算」、第2の条件は「複数人で鑑賞可能なサイズ」、第3の条件は「さまざまな条件下で設置可能」である。本稿が目指すのは博物館のように常設展示するプロジェクションマッピングではなく、授業の教材やオープンキャンパスや学園祭といった学内のイベント、あるいは地域のイベントでの一時的な展示を想定している。このため、なるべく特殊な機材を準備することなく展示可能なプロジェクションマッピングを目指した。

まず、第1の条件について検討する。近年の精密な地形模型の製作では、3Dプリンターを利用して地形模型を出力する方法やプロッターを利用して地形模型を造形する方法も用いられている。現在、国土地理院のWebサイトでは3Dプリンター用のデータファイルが配布されているが、

広く市販されている3Dプリンターでは小さなサイズの地形模型を出力することは可能なものの、複数人で鑑賞することを想定したある程度のサイズの地形模型の製作には不向きである。このため、低予算かつある程度のサイズの地形模型を製作するために、本稿ではGISを用いて作成した地形図をスチレンボードに張り付け、等高線に沿ってデザインナイフとヒートカッターで切り分け、それらを組立てることで地形模型を製作する方法を採用した。こうした作業には地形図の判読が必要となるため、地形模型の製作を通して地形図の読み方に慣れるという効果も期待できる。スチレンボードに張り付ける地形図の作成には国土地理院の数値標高モデルDEM（10mメッシュ）を利用し、DEMをフリーソフトウェアのQGIS²⁾で利用しやすいように株式会社エコリスの「基盤地図情報 標高DEMデータ変換ツール」を用いてGeoTIFF形式のラスターデータに変換³⁾した。次に、変換したラスターデータをQGISに取り込み、50mごとの等高線を抽出し、等高線を2本おきに3色に塗り分けて地形図を作成した。さらに、地形図にはあらかじめ格子状の5次メッシュを印刷しておき、この5次メッシュを地形模型に地図を投影する際にズレを調整する位置決め基準とした。こうして作成した地形図は同一のものを3枚用意しておき、A3用紙に印刷して厚さ3mmのスチレンボードに貼り付けた。次に、地形図を貼りつけた3枚のスチレンボードをそれぞれの等高線の色ごとにデザインナイフとヒートカッターを用いて切り分け、標高の低いものから順番に重ねることで地形模型を組立てた(写真1)。国土地理院のDEMは2次メッシュ単位で提供されているため、2次メッシュ単位を1つの地形模型として製作し、現在の高崎市の大部分をカバーする地形模型を8つのパーツに分割して製作した(写真2)。これにより、一つの地形模型のサイズはA3サイズよりも小さくなるが、8つの地形模型を組み合わせると縦76.5cm、横93cmの「複数人で鑑賞可能なサイズ」となる地形模型ができあがった。地形模型の左上は榛名山一帯、右上は赤城山の裾野、右下は平野となっており、実際の地形と同様に地形模型の上(北)と左(西)が凸な地形模型となっている。

なお、地形模型のような立体物に画像を投影する場合、地形模型の凸な部分はプロジェクターのレンズとの距離が短くなるため相対的に凹んだ箇所よりも画像が縮小されて投影される。こう



写真1 地形模型製作中の様子(2021年度および2022年度演習I履修生)

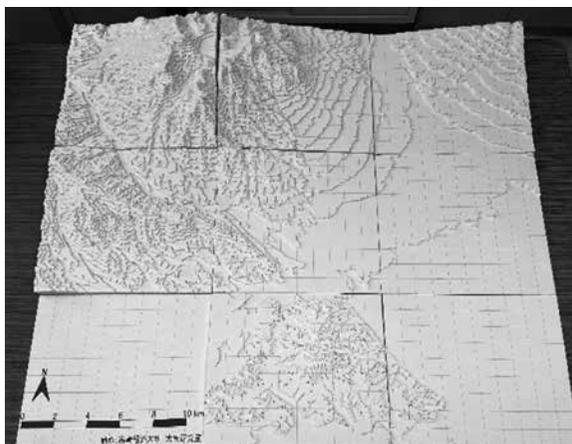


写真2 8つの地形模型を組合わせた地形模型
8つの地形模型の左下にはスケールバーと方位を配置（2022年筆者撮影）

した像の歪みは立体物の凹凸の大きさに応じて大きくなるが、精密にこれを補正するためには投影する画像を立体物の凹凸に合わせて歪ませる必要がある。今回のように手作業で製作した地形模型は製作段階でもわずかに誤差があるため像の歪みについては許容することにしたが、特に洪水ハザードマップや活断層といった災害に関連するような地図を投影する場合にはこうした技術的な課題について地形模型製作者と共有し、誤差についてあらかじめ議論しておく必要がある。

2. 投影用レイヤーの作成

表1に示したように、QGISを用いて地形模型に投影する地形や地質といった自然環境のレイヤーと、人口や鉄道路線図、学校の分布などの社会環境のレイヤーを作成した。作成したレイヤーはゼミ生が地形模型に投影してみたいレイヤーのアイデアを持ち寄り、KJ法を用いて整理したものである。レイヤーは主に国土数値情報のShape形式のファイルを加工して作成し、深谷断層を示すレイヤーは国土地理院技術資料掲載の地図を重ねてQGISのジオリファレンス機能を利用して作成した。さらに、映画・ドラマの撮影地や高崎だるまの工房といった高崎市特有のデータについては高崎市のオープンデータや住所情報をもとに一つずつレイヤーを作成した。

Ⅲ プロジェクションマッピングの実践

今回作成したプロジェクションマッピングは、2022年7月17日に実施された高崎経済大学のオープンキャンパスにおけるゼミの活動内容を紹介する展示コーナーにおいて実践した。ゼミ展示には主に高校生とその保護者が来場し、ゼミ生によるプロジェクションマッピングの解説、PCを使ったGISのレイヤーの操作体験、地形模型の製作過程をまとめたポスター展示を自由に見

表1 地形模型に投影したレイヤー

	レイヤー名	データ出典
自然環境	電子国土基本図 オルソ画像	国土地理院
	等高線	国土地理院 基盤地図情報 数値標高モデル
	標高(メッシュ)	国土数値情報 標高傾斜度4次メッシュ
	河川	国土数値情報 河川データ
	深谷断層	熊原康博(2013):25,000都市圏活断層図関東平野北西縁断層帯とその周辺「高崎」解説書, 国土地理院技術資料 D1-No. 6441
	土砂災害警戒区域	国土数値情報 土砂災害警戒区域
	洪水浸水想定区域	国土数値情報 洪水浸水想定区域
	土壌分類	国土調査 20万分の1土地分類基本調査
	地形区分	国土調査 20万分の1土地分類基本調査
	表層地質	国土調査 20万分の1土地分類基本調査
社会環境	高崎市域の変遷	国土数値情報 行政区域
	人口分布	国勢調査
	土地利用	国土数値情報 土地利用細分メッシュ
	鉄道路線と駅	国土数値情報 鉄道
	バス路線図	国土数値情報 バスルート
	主要な観光スポット	国土数値情報 観光資源
	高校・大学の位置	国土数値情報 学校
	映画・ドラマ撮影地	群馬県オープンデータ 映画等撮影地
	高崎だるま	群馬県達磨製造協同組合Webサイト https://takasaki.daruma.net/
	絶飯リスト掲載店	ガンマー開拓記 絶メシマップ https://gunmer.info/zetsu_map/
	投票所	高崎市Webサイト 投票所一覧 https://www.city.takasaki.gunma.jp/docs/2011010701459/
	避難所	国土数値情報 避難施設
農産物直売所	国土数値情報 地場産業関連施設	
温泉施設	立ち寄り湯の街角MAP(群馬県) https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?ie=UTF8&hl=ja&msa=0&ll=36.5228810000000152C139.21325700000003&ps=2.705844%2C4.63623&z=8&mid=1191jauV7XW7D177vcbenfJalpkk	

学できるようにした。

1. 地形模型の設置方法と投影

地形模型の設置方法については、以下のような課題を想定した。地形模型は地表の一部を縮小して再現したものであるため、上から見下ろして鑑賞できるように床に水平に設置することが望ましい。例えば、埼玉県所沢市の角川武蔵野ミュージアムのプロジェクションマッピングや、芝原(2015)がテレビ番組でおこなった地形模型へのプロジェクションマッピング⁴⁾も床に水平に設置されている。しかし、床に水平に設置した地形模型に画像を投影するためにはプロジェクターを真下に向けて設置しなければならず、天井からプロジェクターを吊り下げるか、プロジェクターを吊り下げて固定するための構造物を新たに設置する必要がある。また、プロジェクターを吊り下げた場合はプロジェクターと地形模型との位置調整が難しくなり、このような設置方法は前述の「さまざまな条件下で設置可能」という条件に合致しない。以上の点を考慮し、今回の展示では地形模型の裏面にマグネットを取り付け、スチール製のホワイトボードに張り付けて床に対して垂直に設置する方法を採用した(写真3-左)。プロジェクターと地形模型の位置合わせには、あらかじめ地形模型に印刷しておいた5次メッシュを基準として正確に重なるように調



写真3 垂直に設置した地形模型と高校生にGISの操作を説明するゼミ生
(2022年7月 筆者撮影)

整した。プロジェクターは広く市販されているEPSON製プロジェクター EB-W05 (3,300 lm、スクリーン解像度WXGA) をテーブル上に水平に設置した。投影する画像はQGISの画面をノートPCに接続したプロジェクターから出力したものであり、QGISの操作が直接反映されるようになっている。これにより、ホワイトボード、一般的なプロジェクター、ノートPCがあれば地形模型を用いたプロジェクションマッピングが可能となった。こうした機材のほとんどは大学や高校などの教育機関はもちろん、公民館といった地域の公共施設にも準備されているものであり、さまざまな場面で展示可能であることが示された。

2. シナリオにもとづいたプロジェクションマッピングの解説とGISによるレイヤーの操作体験

オープンキャンパスの展示では、あらかじめ準備しておいたプロジェクションマッピングの解説用のシナリオにもとづいてゼミ生がレイヤーを操作しながら投影した地図の特徴を参加者に解説した。作成した解説用のシナリオの概要は以下のとおりである。まず、国土地理院の電子国土基本図(オルソ画像)に群馬県高崎市の範囲を示したレイヤーを重ね、地形模型の範囲の概要を説明した。高崎市は2006年1月23日に倉渕村、箕郷町、群馬町、新町と合併したため、旧倉渕村と新町が大きな飛び地となった。その後、2006年10月1日に高崎市と榛名町が合併したため、旧倉渕村の飛び地状態は解消され、榛名富士をはじめとする榛名山一帯は高崎市の市域となった。こうした市域の変遷を説明しながら、年代ごとに色分けした市域のレイヤーを時系列に沿って次々に切り替え、合併によって高崎市の市域が拡大していく様子を表現した(写真4-a)。続いて、標高メッシュや山頂を示したレイヤーを表示し、それぞれの位置関係や山頂名を解説した(写真4-b)。さらに、地形区分、表層地質図、土壌分類のレイヤーを切り替え、火山である榛名山と高崎市街地のある平地の自然環境の違いを示した。次に、河川の分布と浸水想定区域、土砂災害警戒区域、高崎市を東西に走る深谷断層を示し、想定される自然災害を可視化した(写真4-c)。その後は土地利用、人口のメッシュを表示し、その上に鉄道路線のレイヤーを重ねながら高崎市

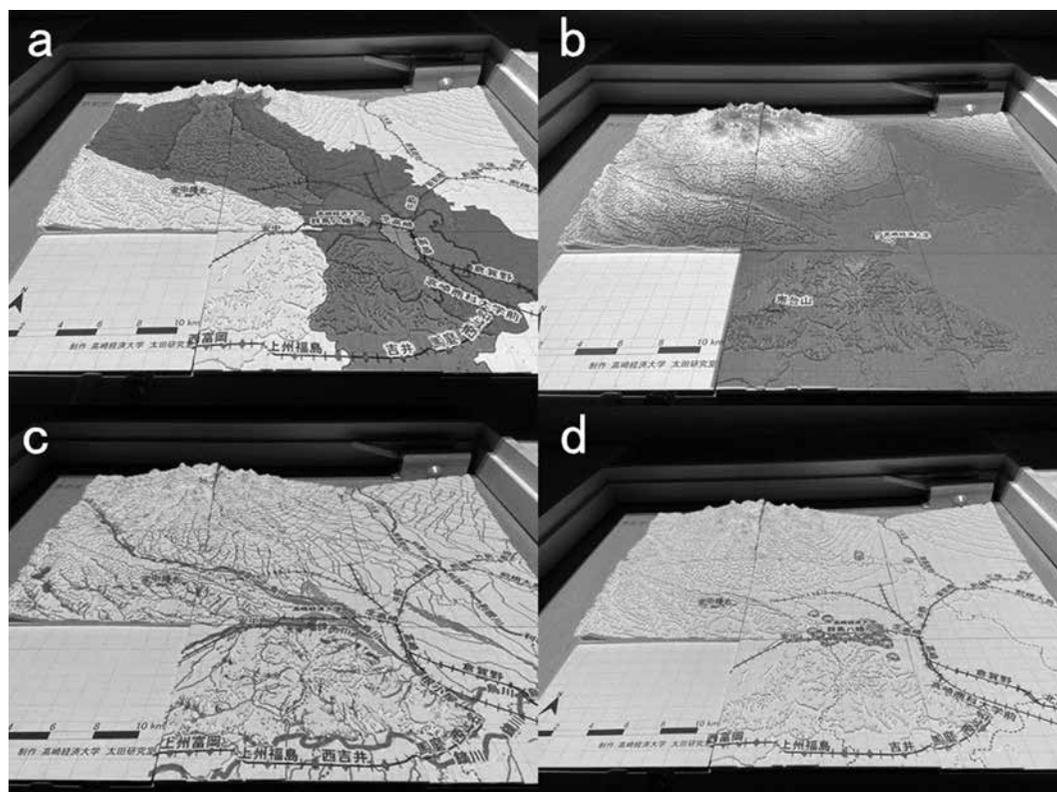


写真4 地形模型に投影したレイヤーの例

a：高崎市域の変遷（合併年ごとに色分けして段階的に表示することで、時系列で市域の拡大を表現）、b：標高メッシュ、c：河川+土砂災害+浸水想定区域+路線図、d：だるま工房の分布図+路線図
(2022年 研究室におけるテストで撮影)

の社会環境の特徴を説明した。最後に高崎市の特産品である「だるま工房」の分布や高崎市での映画やドラマのロケ地などの分布を説明した（写真4-d）。

さらに、参加者自身がGISを操作しながら地形模型に投影するレイヤーを切り替える体験も行った。この操作体験では、表1に示したようなシナリオにもとづいたプロジェクションマッピングの解説では投影しなかったレイヤーもGISにセットしておき、学生スタッフがGISでのレイヤーの表示・非表示の操作を説明することで、GISに触れたことがない高校生もGISやプロジェクションマッピングの操作を体験することができた（写真3-右）。

Ⅳ プロジェクションマッピングの評価

実践したプロジェクションマッピングの評価を検討するために、2022年7月17日に実施された高崎経済大学のオープンキャンパスに来場した受験生とその保護者を対象にプロジェクションマッピングに関するアンケート調査を実施した。その結果、45人から回答を得られ、その内訳

は高校3年生24人(53.3%)、高校2年生12人(26.7%)、高校1年生1人(2.2%)、既卒生3人(6.7%)、保護者5人(11.1%)であった。来場者の居住地は群馬県23人、埼玉県5人、栃木県4人、茨城県4人と80.0%が北関東3県および埼玉県であったが、東京、北海道、東北、北陸などの北関東以外の都道府県からも来場者もみられた。なお、大学所在地である高崎市からの来場者は7人であった。

高等学校での地理および地学の履修状況については、保護者を除いた高校生および既卒生の回答者40人に履修経験のある科目を回答(複数選択可)してもらった。その結果、「地理A」の履修者が最も多く7人(17.5%)、「地理B」5人(12.5%)、「理科の地学系科目」5人(12.5%)、2022年からはじまった「地理総合」は4人(10.0%)、「地理探究」は1人(2.5%)であった。2022年から「地理総合」が必修化したものの、高等学校では回答者の半数である20人が地理および地学を履修していなかった。なお、高等学校の地理歴史科の履修状況を都道府県別に推計した三橋(2019)の研究結果によれば、群馬県や栃木県の地理の履修率はおおよそ50%台であり、今回の調査結果と同程度の履修率であった。また、高校生および既卒生40人の自身の文系・理系の認知については、「文系」または「やや文系」が29人(72.5%)であり、「理系」または「やや理系」の9人(22.5%)より多かった。これは、高崎経済大学の学部構成や入試科目を考慮するとともにであるが、このような文系・理系の状況は地理の履修率に影響を及ぼしている可能性がある。GISの認知については、保護者を含めた全回答者の45人のうち「これまで知らなかった」を選択した回答者は32人(71.1%)であった。これに対して、これまでGISを知っていた回答者は「中学校の地理」、「地理A」、「地理B」、「地理総合」の授業でGISを知ったと回答しており、テレビ番組⁵⁾で知ったという回答もみられた。こうしたGISへの認知に対して、「今回のプロジェクションマッピングを見て、あなたもGISを使ってみたいと思いませんか?」という質問に対しては、回答者45人のうち「思った」と「ある程度思った」がそれぞれ24人、14人であり、80%を超えていた。このうち、「あまり思わなかった」と「思わなかった」を選択した回答はみられず、今回のような展示はGISへの関心のある程度高める効果があることが示唆された。また、「今回の展示を見て、あなたも地形模型やプロジェクションマッピングをつくってみたいと思いませんか?」という質問に対して、回答者45人のうち「思った」と「ある程度思った」がそれぞれ20人、17人と80%を超えており、こちらも高い関心がみられた。さらに、「今回のプロジェクションマッピングによって、地域(高崎市)への関心はどの程度高まりましたか?」という質問に対しても、回答者45人のうち「思った」と「ある程度思った」がそれぞれ23人、19人と90%を超えており、地形模型を用いたプロジェクションマッピングが地域への関心を高める可能性があることも示唆された。なお、展示の評価については今回のオープンキャンパスにおける調査に限定されたものであり、定量的な評価の検証は今後の研究課題である。

続いて、地形模型に投影したレイヤーのうち、特に興味をもったレイヤーについて質問した。図1に示したように、自然環境のレイヤーでは「標高(メッシュ)」のレイヤーが最も関心が高く、

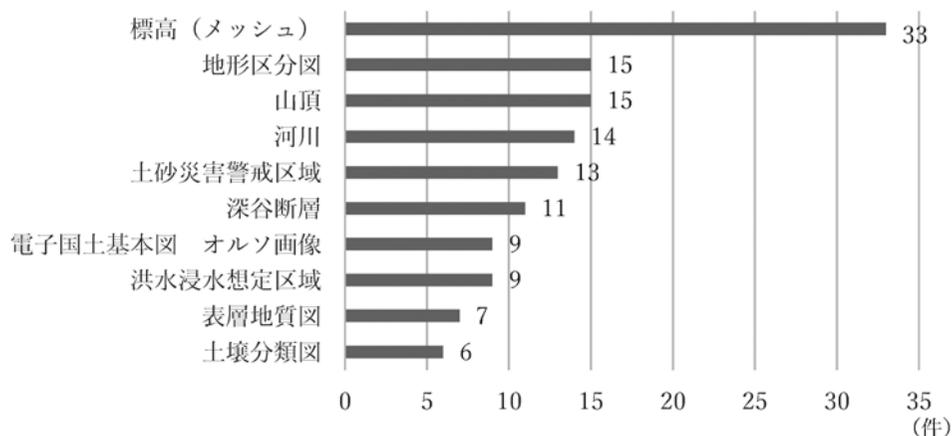


図1 特に興味をもった自然環境のレイヤー (複数回答可 N=45)

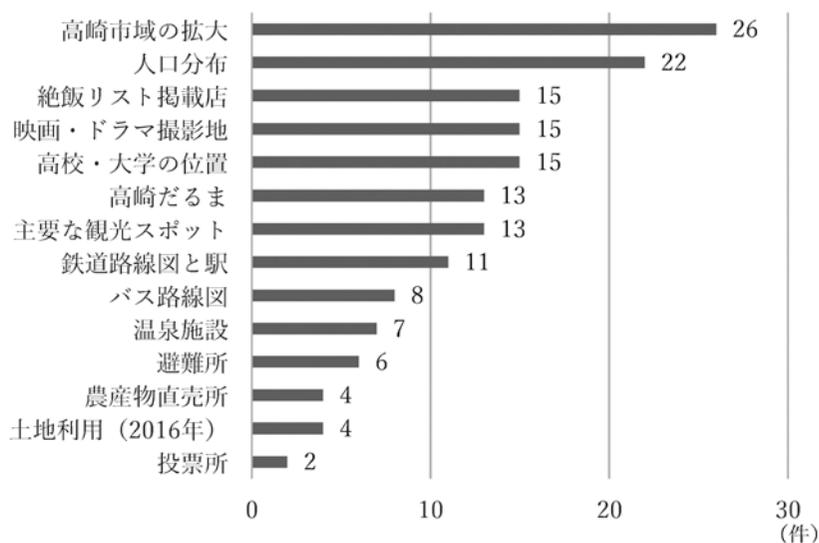


図2 特に興味を持った社会環境のレイヤー (複数回答可 N=45)

「土壌分類図」や「表層地質図」といった専門的な内容のレイヤーはあまり興味をもたれなかった。特に興味をもった社会環境のレイヤーについては、高崎市域の拡大を示したレイヤーが最も関心が高かった(図2)。この高崎市域の拡大を示したレイヤーはゼミ生によるプロジェクションマッピングの解説で紹介されたほか、市制施行時から現在までの市域の拡大が時系列に沿ってビジュアルに表現されたことが関心の高さに影響したと考えられる。さらに、アンケートの自由記述では、GISを操作してさまざまなレイヤーを重ねることで、通常の地形区分図では描かれない路線図と地形区分図の組み合わせを表示して読み取ることができたという意見もあった。こうしたGIS

でレイヤーを操作することで生じる「地図の意外な組み合わせ」が地域への理解を深める可能性も示唆された。

V おわりに

今回の地形模型を用いたプロジェクションマッピングは、一般的なノートPCとフリーソフトウェアであるQGIS、プロジェクター、地形模型の材料であるスチレンボード、ヒートカッターといった安価な機材や材料があれば実践可能である。今回は高崎市周辺という市域単位の地形模型とGISデータを作成したが、国土地理院のDEMを利用すれば高校地理の教育現場でも学校の周辺や、地形的に特徴のある山や谷などを教員や生徒が自由に選定することも可能である。「地理総合」の教科書におけるGISの単元では、地図が印刷された半透明のシートを物理的に重ねてGISのレイヤーを疑似的に体験させる方法が一部の教科書で採られている。このような方法はPCが利用できない教室環境下でGISを疑似的に体験させる工夫と考えられるが、コンピューターを操作する実際のGIS体験とは大きな乖離があるため学習者の地図やGISに関する興味や関心をどの程度喚起できるかは今後の評価が待たれる。今後、「地理総合」の必修化でこれまで地理にあまり関心がなかった生徒の地理履修率の上昇が見込まれるため、こうした生徒の興味や関心を高める授業や教材、地図表現をどのように工夫するかは重要な検討課題である。本稿で示したような地形模型を用いたプロジェクションマッピングによって、地図やGIS、地域への関心がある程度高まることが示唆されており、実際に生徒が作成すればその過程を楽しみながらGISへの理解を深めるとともに地域の社会・自然環境を考えることも期待できる。また、地形模型やプロジェクションマッピングを高等学校の地理歴史系や理科系の部活動などの課外活動で作成すれば、その成果を授業の教材として活用することも考えられる。ただし、手作業で製作した地形模型は精度の点で課題があり、特に災害に関連する地図を投影する際には地図の性質を精査することも重要である。本稿によって地形模型を用いたプロジェクションマッピングが安価に実践可能であることが示されたものの、実際の高校教育の現場で作成および実践が可能かどうかについては今後の検討課題であり、GIS教育を行っている大学と周辺の高校との高大連携によって技術面でサポートする仕組みも検討していく必要がある。

(おおた けい・高崎経済大学地域政策学部准教授)

付記

拙稿を定年により本年度でご退職を迎えられる西野寿章先生に献呈させていただきます。西野先生からのこれまでのご厚情に心より感謝申し上げますとともに、益々のご活躍を祈念申し上げます。

注

- 1) 武蔵野台地をはじめ日本全国で伝承される巨人。
- 2) 本稿で用いたQGISのバージョンは3.4.15である。
- 3) 座標系は平面直角座標系とした。
- 4) このテレビ番組で作成されたプロジェクションマッピングは、2022年3月15日～5月29日まで東京都北区の荒川知水資料館 amoaの企画展において「特別企画展 荒川下流域の地形 特大プロジェクションマッピングで見る荒川下流域の地形と災害リスク」として展示された。なお、この企画展における展示ではテレビ番組とは異なり地形模型は床に対して垂直に設置された。
- 5) NHK総合テレビで放送されている「プラタモリ」である。

参考文献

- 芝原暁彦・今尾恵介・大道寺覚・柚口三奈子・酒井 克・小林弘幸（2015）：精密立体地質模型と各種メディアとの連動による地形・地質情報の可視化と情報発信,地図,53-1,pp.47-56.
- 田中健司（2017）：プロジェクションマッピングの教科書,C&R研究所.
- 三橋浩志（2019）：高等学校地理歴史科の科目選択に関する地理学的研究,地域政策研究,21（4）pp.117-125.
- 八木令子・小田島高之・高橋直樹・吉村光敏・芝原暁彦（2016）：アナログ地形模型を対象としたプロジェクション・マッピング技術の開発と博物館展示への導入,日本地理学会発表要旨集,2016年度日本地理学会秋季学術大会.