

プロジェクタマッピング模型システムの観光・教育分野での活用に向けた実践研究
～大学の演習教育と日本遺産センター展示コンテンツ制作を事例として～

準会員 ○中本 夏生* 正会員 川原 晋**
 準会員 内矢 智貴* 準会員 小川 史弥*
 準会員 大谷明日香* 非会員 菅原まどか*

展示コンテンツ 博物館 地形模型
 協議ツール 日本遺産 ジオパーク

1. 研究背景と目的

博物館や郷土資料館、国立公園や世界遺産のビジターセンターなどにおける展示施設において、地図や地形模型を用いた解説展示は一般的である。加えて、無地の地形模型にプロジェクタで多様な地図情報や画像、動画を投影するプロジェクタ・マッピング模型システム（以下、P+MMシステムと表記）を利用した展示も増えている。そのなかでも、近年、各地で整備されているジオパークの拠点施設や防災関連の展示施設で導入されているP+MMシステムは、模型の微地形の凹凸に合わせ投影画像を0.5pixel単位で合わせる事が可能なマッピング機能を有しているものが多い。この高精度型P+MMシステムは空間演出としての展示の段階から、学術成果の説明に有用なツールとなっており¹⁾、今後もこうした展示手法の増加が予想される。

これまでのP+MMシステムを利用した展示や研究、および教育現場での活用では、地形、地質、植生、都市的土地利用、それらの変遷、地域の施設やエリア、ルート表示、地形高低差の検討が必要な災害被害シミュレーションの表示などに利用されてきた²⁾。しかし、その大部分は、地域情報や学術成果の解説としての表現の域を出ていない。そこで、筆者らは、P+MMシステムの活用方法として、教育現場での協議ツールとしての活用や、観光対象や観光情報発信の拠点となりうる施設での観光行動や消費行動の誘発など、観光的視点での多様な活用方法を試行的に開発し、P+MMシステムの利用可能性を広げることを目指してきた。本稿は、その開発の考え方、コンテンツ制作やシステム改良の内容を報告し、今後の活用展望、可能性などを考察する。

2. 研究方法

高精度型P+MMシステムの開発・製造元である株式会社ウェザーコック（以下W社）と東京都立大学観光科学科（代表；川原）、および東京都八王子市の日本遺産推進部署との共同研究の体制をとり、主に観光・教育分野での活用を想定した、従来の方法とは異なる運用方法の提案やコンテンツの制作、そのニーズに対応するシステム

の改良を進めることとした。W社が開発したスーツケースで持ち運べるポータブルなP+MMシステムを、大学、八王子市の桑都日本遺産センター³⁾八王子博物館（以下「はちはく」と表記）に同じ仕様で導入し、研究を進めた。「はちはく」は、2020年に文化庁から認定された八王子市の日本遺産のストーリー「霊気満山高尾山～人々の祈りが紡ぐ桑都物語～」のガイダンス施設として2021年11月に開館しており、その展示ツールとしてP+MMシステムを複数台導入している。

システム構成は、P+MMシステムの基本である地形模型投影に加えて、投影画像を切り替えるタッチパネル、展示施設で併用されることの多い、模型背面に設置されるディスプレイとした。これらは汎用のPCに組み込まれたプログラムで表示を制御する（図1）。

2020年度からの2つの試行の場を設けた。ひとつめは、【A】大学演習授業での活用実験である（2020年度～2022年度）。ふたつめは【B】日本遺産センター「はちはく」に設置するP+MMシステムで表示することを想定した観光振興視点のコンテンツ制作の実験である（2021年度～2022年度）。利用時の目標、制作過程での試行錯誤を授業記録や成果物、協議議事録や制作過程の議事録や制作物を振り返りながら、開発意図や工夫、課題や可能性を整理した。



図1 使用した高精度ポータブル型P+MMシステムの構成

3. 大学演習授業での活用実験での開発の内容、経緯

3-1. 開発意図と利用イメージ

本学観光科学科の学部2年生向け演習授業の中で、キャンパスのある南大沢地区の環境特性や価値を表現するデジタル主題図を作成し、地形模型に投影して議論をする演習を、P+MM システムを用いて3カ年行ってきた。図2のように学生が、地形、川、緑等の自然情報レイヤー、街路、建物などの都市空間情報レイヤー、人の活動を示すアクティビティレイヤー、およびこの3レイヤーの重ね合わせで可視化される地域の特徴をテキストや図表で表示する解説レイヤー意識して作成する演習である。アクティビティレイヤーは教員側で、遺跡分布や小学校の校歌やマンション広告で用いられた地域資源などの方向性を示し、学生が調査しデータ化する。多くの人が表示コンテンツを作成し持ち込み投影することや、パワーポイントなど汎用ソフトで投影画像を作る利用方法を、学生課題として試行した形である。

3-2. 制作プロセス

地形模型作成の元データが共通の、国土地理院が公開している電子国土webから、投影範囲を切り出すプログラムをW社に制作・提供してもらい、学生に配布した。学生はこれを用いて、電子国土webで必要な情報を選択してベース地図を得る。学生が汎用アプリで制作した図版は、適切な画像サイズで書き出す指示する。P+MM システムにはiPodを接続し、Apple社のMacOSやiOSが標準搭載しているAirDrop機能で容易に画像転送ができるようにし、タッチパネルに学生の制作した図版がサムネイル表示される仕様を共同開発した。この画像投影はタッチパネルにも表示され、その場でペンで描画し、模型に投影できる。この仕組みは、民間ガイド等が画像を持ち込み、描画しながら解説する等の運用を想定したものである。

3-3. 表示箇所別のコンテンツの内容、システム改良

その結果、グラフや図表、アイコン等を加えたより多彩な主題図の表現やニーズの収集できた。タッチパネルに表示できるサムネイル画像数の制約や、年度ごとの学生制作データを階層化できないこと等を改良した。

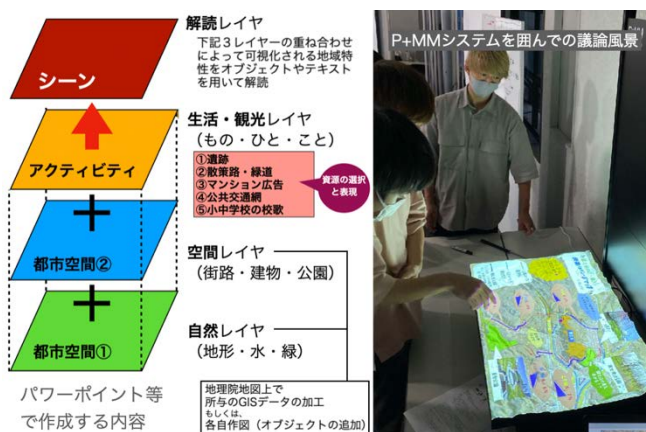


図2:P+MM を用いた主題図作成課題の内容と議論

(左図 岡村祐氏作成)

4. 「はちはく」における観光振興視点のコンテンツ制作

4-1. 開発意図と利用イメージ

次に、八王子市の日本遺産センター「はちはく」のP+MM システムで表示することを想定した観光新興の視点での展示コンテンツを、筆者ら学生有志で制作した。これは、観光ガイドや店舗経営者など、観光に関わる多様な人が、この P+MM システムを活用できること、そのためにメーカーでないユーザー自らがコンテンツ制作し、システムに組み込み表示できることを目指すためである。(本稿執筆時点で初の試みである。)

また、文化庁が認定する「日本遺産」施策は、東京オリンピック・パラリンピックを契機として、国内外に有形無形の文化財の価値をストーリーを持って発信し、観光による地域活性化を図るものである。そこで、観光コンテンツ造成の基本要素である食に関わる資源や体験から八王子の日本遺産につなげるアプローチを取った。「八王子産食材でつくるお酒とおつまみ」というタイトルで、八王子で生産・製造されている食材・食品の紹介を核として、生産者や地域を紹介するコンテンツを目指した。

さらに、現地に訪問、再訪したくなる観光行動や、特産品の消費行動を促すような、旅中と旅前後の関係をつなぐ展示コンテンツを目指した。

4-2. 制作プロセス

制作プロセスは、表示プログラムの様々な制約があるため、4-1 のテーマと利用イメージを決めた後、P+MM システムの3つの表示箇所を用いる画像の内容や閲覧動線を構想し、さらに特産物の実演販売や料理の試食等のイベントでの本システムの利用を構想し、それらが可能な表示プログラムの改良をメーカーに要望しながら制作した。次に、上記をはちはくの学芸委員や八王子市役所日本遺産関係の職員約20名にプレゼンテーションを行い、改良につなげた。

なお、画像として表示する食材や生産者情報は、web等で公開されている情報を活用し、コンテンツの表示方式が固まった後、生産者等へのインタビューを行い、記事をアップデートした。これは、インタラクティブな利用を想定した P+MM システムの改良と合わせて展示コンテンツの新たなあり方を検討することを優先させたからである。

4-3. 表示箇所別のコンテンツの内容、システム改良

試行錯誤の結果として図3のように、P+MM システムの模型背面ディスプレイ、地形模型投影、タッチパネルという3つの表示箇所を活用した展示とした。特に、タッチパネルの表現を、従来展示のような単なる投影画像の切り替えボタンを配置する役割だけでなく、食を核とした展示というテーマ性を表現するために、お酒とおつまみレシピと産地を表記するデザインを加え、階層的スライド構成のナビゲーションともなるデザインとした。ただし、システムのボタン機能の配置制約が、デザインを制限することもわかり、メーカーに改良を要望した。



図3: はちはく「八王子産食材で作るお酒とおつまみ」展示における P+MM システムの表示箇所別の表示内容

模型背面ディスプレイには、「知る、味わう、学ぶ」の3スライドを表示する構成とした。「知る」では、食材や生産者の情報、「味わう」では料理写真とレシピ、「学ぶ」では、食材と地域の歴史、地形、文化資源との関係を解説している。観光行動、購買行動を促す工夫として、生産者の写真や動画ともに、生産者の語りを載せたり、写真やレシピを掲載した。また、地形模型への投影画像は、基本表示として衛星写真+主要道路・鉄道、店舗や生産地などの位置情報、および高尾山のシンボル動物であるムササビが「はちはく」から関連場所へ飛行するアニメーションをつけた。アニメーションは子ども等の関心を喚起する工夫でもある。また、背面ディスプレイの解説に合わせて、地下水脈図などの追加主題図が表示される。

行政関係者へのプレゼンテーションでは、実際に特産物の実演販売と料理の試食を行い、多様なユーザーが P+MM システムの展示を活用する方法の可能性を探った。

4-4. 生産者等へのインタビューからの気づき

食材の生産者や販売者への半構造化インタビューを2023年4月1日時点で4事業者に行った。主たる質問項目は、①食材・食品の生産のきっかけ、②食材・食品の自慢点、③生産過程や経営の苦労話、④今後の目標、⑤食材・食品の食べ方・レシピについて、の5つである。生産者だからこそ知り得る思いや情報を収集し、記事をアップデートすることを意図した。

その結果、得られた気づきは、インターネットからの情報では得られない生産者の想いや八王子への貢献意識

である。また、市内で生産を始めた理由を聞くことで、市の地理的な特徴と食材・食品の生産との関係がわかり、地形模型表現に反映できるエピソードが得られた。

5. 従来の P+MM 活用例と本稿報告との比較

ここでは、従来の P+MM システム自体やその展示方法と、今回、筆者らが実験的に開発した2つの展示・活用方法、すなわち、大学の演習授業での活用実験【A】と、「はちはく」コンテンツ制作実験【B】を比較しつつ、新規性や課題等を整理する(表1)。

開発にあたり重視した利用イメージと機能について、従来のような P+MM 製造者のみでなく、一定の様式のもと、表中の利用者の想定で示したような多様なユーザーが表示画像・動画を更新ができる仕組みを目指して、ハード面の強化やシステム改善、転送方法も含めて議論を行って改良を重ねた結果、これを始めて実装し、今までとは全く違った利用が可能な新規性のあるシステムとなった。従来は一方性の説明ツールであったのに対し、【A】では、ユーザーが任意に画像を表示し、タッチパネルで描画できる地形模型状のホワイトボード機能を有したこととなり、双方向性のある協議ツールとなっている。【B】では、ユーザーによる情報制作や観光・地域情報の発信を目指すことで、情報量が多く追加される利用となったことから、豊富な情報を一貫性やテーマ性を示して俯瞰する機能と、階層化する一方で、好きな順番、好きなタイミングで閲覧できる機能を、タッチパネルに実装

表 1 P+MM システムの従来の展示施設での利用方法と、本研究で開発した利用方法およびシステム改良の比較

		従来の展示施設における P+MM システムの活用	【A】 大学演習授業での活用実験	【B】 日本遺産センターにおける 観光振興視点のコンテンツ制作実験
展示の目的		地域情報や学術成果の解説目的	左記に加え、多様な人による自由な提案の表現媒体としての目的	左記に加え、観光・消費行動の誘発目的 現地訪問につなげる旅前後コンテンツという視点
開発にあたり重視した利用イメージと機能		P+MM メーカーによるコンテンツの制作、システムへの組み込み、一度作成したら頻繁には情報が更新されない。来館者への一方的情報発信	誰でも表示・描画できる地形模型状のスクリーン機能 ・一定の様式に従い汎用アプリで表示画像が作成可能 ・システムに簡易にデータを移行し表示できる ・ユーザーが制作者にもなり、協議ツールとなる	観光情報発信のための Web の表現と運用が可能な機能 ・テーマ性をもたせた情報の俯瞰表示。追加更新。 ・豊富な情報を階層化する一方で、好きな順番、好きなタイミングで閲覧できること。
設置されている場所（想定も含む）		博物館、美術館 ジオパーク拠点など	左記に加えメーカー開発のポータブルな P+MM システム 活かして、教育現場やイベント現場での展示も想定	
利用者の想定		説明者としての展示施設職員（ガイドなど）、閲覧者としての施設来訪者	展示施設外の人の表示コンテンツの持ち込みと利用を想定。→ 学生課題として試行	展示施設外の人の表示コンテンツの持ち込みと利用を想定 → 地域の事業者、外部ガイドなどを想定して作成
コンテンツ制作者（情報発信者）（コンテンツ＝文章、写真、映像、図）		研究者、学芸員などの専門家	上記のような利用者が制作者でもある	上記のような利用者が制作者でもある
表示箇所別のコンテンツ内容	地形模型投影	・地形、地質など主題図（動画）が主。 ・平滑な投影場所設定（場所変更不可）	グラフや図表、アイコン等の多彩な主題図の表現、ニーズの発見。→ 多様な表現を想定して、平滑な投影場所を自由に設定できるオプション部材を導入	観光に必要な、交通アクセスや距離感の視覚的表現。地形模型を活かした画像、動画制作は専門性が必要。生産者からは地理情報に紐づく情報獲得の有用性。
	模型背面ディスプレイ	地図表現以外の解説文、図、動画	未使用	左記に加え、観光行動・消費行動の誘発を意図した表現の工夫を設定。表示する内容の整理、QRコード表示による店舗等 web サイトへの動線の考え方
	タッチパネル	模型や背面モニタに表示する主題図や動画の切り替えボタンの表示のみ。一面図9箇所のみ。（3階層のみ。）	・サムネール機能の充実 ・模型投影中の画像への描画機能＝模型投影画像と同じ画像をタッチパネルにも表示し描画	タッチパネルにもコンセプトを表現するデザイン表現を導入。（模型投影画像とは違う内容を表示）

た観光情報発信のためのホームページの表現と運用が可能機能を追加したと言える。

次に P+MM の 3 つの表示箇所（地形模型、模型背面ディスプレイ、タッチパネル）別のコンテンツ内容について検証した。3、4 章で示した特徴以外では、地形模型投影において、外部から持ち込まれる多様な表現を想定して、凡例や動画を投影する平滑な場所を地形模型上に自由に設定できるニーズが生まれることがわかり、オプションパーツを模型に載せることで実装している。

6. 今後の課題と展望

本稿では、高精度でポータブルな P+MM システムを観光振興や教育分野でより積極的に活用することを目指してコンテンツ制作とシステム改良をしてきたが、それは学生やガイド、生産者など多様な人がコンテンツ制作を含めて容易に利用することができることを志向してきたと言える。また、P+MM の新しい活用を多くの人が試せるプラットフォームとなるシステムの改良に向かったと言える。そのなかでニーズはあるが未開発なことは、利用者の思いを伝えることのできる動画データの容易な活用である。現在は、画像を 0.1 秒ごとに表示を切り替えると行った疑似的動画として、システムに組み込む状況であるためである。

また、地形模型を活かした観光や教育に資する表現方法は、従来の表現から大きく進展するものになっていないと研究チームでは自己評価をしている。自由なテーマに合わせて地形模型に投影する画像や動画を制作するには、地理学や地域に詳しい郷土史専門家などが有する専門性が必要であり、一般ユーザーが制作するには表現方法の例示の蓄積が必要と感じた。

なお、生産者インタビューからは地域の地理的条件のなかで食材などを生産してきたことなど地理情報に紐づくヒントが得られることを確認しており、こうした調査方法の蓄積も引き続き進めたい。

※本研究は連名者以外に、(株) ウェザーコック 阪本知典氏、岸本英一氏、八王子市役所日本遺産担当者、本学観光科学科演習授業担当教員の岡村祐准教授、野田満助教（当時）、はちくコンテンツ制作の有志学生 小嶋海輝、谷口晃晴、鶴岡杏海の協力で進めた。また、東京都立大学傾斜的研究費（社会連携活動支援）の助成を受けた。記して謝意を表する。

【注釈】

- 1) 模型微地形に投影画像を正確に合わせるために、国土地理院のメッシュデータの位置や高さ情報を元に立体模型を作成すると共に、そのデータを用いた画像補正プログラムを搭載している。本稿執筆時点で、この特徴を持つのは共同研究者である株式会社ウェザーコックの製品に限られる。
- 2) 芝原らなど、地形模型を対象としたプロジェクション・マッピングによる地形・地質情報の可視化方法を報告したものがある（文献 1～2）。その他、防災教育分野（文献 3）の試みがある。
- 3) 今日の八王子を形作る有形無形の文化財、北条氏照が築いた城下町を礎に甲州道最大の宿場町となり、江戸時代に花開いた養蚕や織物が盛んな桑都として発展した歴史の蓄積、それらに深く結びつく霊山・高尾山の信仰とのつながりが解説されている。

【参考文献】

1. 芝原暁彦ほか「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), 47-56, 2015-03
2. 江川香ほか「赤色立体模型を用いた富士山プロジェクションマッピング」, 日本火山学会講演予稿集 2020 (0), 80-80,
3. 小倉拓郎ほか「大型地形模型を用いた 3D マッピング防災教育の実践」, 日本地理学会発表要旨集 2021s (0), 166-, 2021

* 東京都立大学 観光科学科

** 東京都立大学 観光科学科 教授

* Bachelor's programs, Dept of Tourism Science, Tokyo Metropolitan University

**Prof., Dept of Tourism Science, Tokyo Metropolitan University