

ブロック玩具によるプロジェクションマッピング模型を用いた地域設計の検討

○松林 道雄*¹ 野口 宇宙*² 小山田圭佑*² 村山 透*²
安東 弘泰*³ 高原 勇*⁴ 大澤 義明*⁵

キーワード：プロジェクションマッピング ブロック玩具 ワークショップ 高大連携 模型の活用

1. 背景と目的

まちづくりの現場において合意形成を図るため、ワークショップの中で模型やコンピュータグラフィックス等を用いたイメージ共有がされるようになってきている。一方、これらのツールの多くは該当敷地を表現するための準備が大掛かりである。また、微小な変更を反映させ再検討するようなインタラクティブなやりとりをする試みは少ない。本研究では Winder¹⁾の取り組みを参考として、ブロック玩具とプロジェクションマッピング、センサー等を組み合わせることによって微小な変化をインタラクティブに模型へ反映させるシステムの開発を進めている。そして、これを用いることにより都市とモビリティの種々の課題について検討することを目的とする。タンジブルであること、実証実験のデータ等を交通シミュレーションに組み込むこと、また、交通流だけでなく地域の様々な情報を加味したものを流れとして表現する手法を模索している。

本稿では、ケーススタディの一つに位置づけている茨城県常総市高大連携ワークショップでの模型活用について報告する。高等学校と大学との連携による、一人一人の能力を伸ばすためのワークショップにおいて、空間イメージを共有かつ検討するためのプロジェクションマッピング模型の利用可能性について考察する。

都市計画において空間イメージ共有手法に関する研究は、多くの蓄積がなされている。その一つに景観まちづくりにおいてイメージ共有するための模型・バーチャルリアリティに関する研究²⁾が挙げられる。建築模型へのプロジェクションマッピングにおいては、外装を検討するための技術開発³⁾が見られる。ブロック玩具を用いたワークショップや教材においては、オフィス作りに関するワークショップでの活用⁴⁾、居住環境を学習するための教材開発⁵⁾が見られる。

2. システムの構築

高大連携ワークショップで使用したシステムにつき、ハードウェアとソフトウェアに分けて記載する。

ワークショップ実施校にとって身近な、首都圏中央連絡自動車道（圏央道）・常総インターチェンジ（図1に位置を表示）を含む一帯を対象地域に選定した。圏央道は2017年2月26日に茨城県区間が全線開通し、成田空港と関東各地とのアクセス性が向上した。この区間内に位置する常

総インターチェンジ周辺は現在水田が広がっているが、農業エリアと産業団地エリアに分割し産業団地を形成させる整備事業が進行している。また、この地域は西側に鬼怒川^{注1)}、東側に小貝川と2河川に挟まれている。ブロック玩具^{注2)}を用いることにより、インターチェンジ周辺の地域設計、鬼怒川・小貝川を考慮した防災など常総市が抱える種々の課題を複合的に検討できることを目指した。

2.1 ハードウェア

システムの外観は図2の通りである。このシステムは模型の作成範囲の自由度と拡張性を考慮し、900mm×900mmの亚克力板を縦横に組み合わせる仕組みとした。本ワークショップでの活用はなかったが、カメラ等を用いて下から各ブロックの配置を把握することを視野に入れて亚克力板を選定している。板を乗せる設置台はフレーム状とした。亚克力板上にラインテープを貼付し、ブロック玩具の滑り止めまた配置の明確化を図った。また、プロジェクタを上下に移動させることにより照射範囲を調整する。

亚克力板上の模型については表1の通りである。ブロック玩具の色は白のみの一色とし、広範囲な地域設計を検討することから地形のみの表現とした。対象地域内の標高差は4mと平坦であることから、プロジェクタを照射させても目立つ影は発生しなかった。

製作過程だが、最初にGISソフト^{注3)}と標高データ^{注4)}を用いて等高線を作成し、CADソフト向けのフォーマットとして取り出した。次にこのデータをCADソフト^{注5)}内に取り込み、各ブロック玩具に標高を対応させ、値を入力した。その際、ブロック玩具の中心を基準として対応する標高値を決定した。そして、亚克力板のサイズに合わせた図面として仕上げ、この図面内容に基づいてブロック玩具の組み立て・配置を進めた。

2.2 ソフトウェア

道路や建物等についてはCGデータまたは地図画像を照射することにより表現する。道路については、交通シミュレーションを視野に入れたバーチャルリアリティを作成した^{注6)}。

データ作成の内容は表2の通りである。交通流として発生させる自動車は一種類のみとした。

縮尺1/1,200であることから、対象全体を表示するためにズームアウトすると自動車は消え、道路は線のように細

く表示されてしまう。縮尺に対して原寸では表示がわかりにくいことから、これら2種についてはデフォルメさせて表現した。自動車については引いた視点でのみ拡大表示するよう調整し、道路についてはワークショップでの利用には影響がないことから、各車線につき原寸より広く幅員をとった。

映像の照射について、対象地域が平坦であることを考慮し、プロジェクター一台で真上からの照射とした。これに合わせCGデータや地図画像も真上からの視点に固定した。模型配置後にプロジェクターの位置を調整し照射位置を固定した。常総インターチェンジ周辺の敷地また交通シミュレーションを照射している様子を写真1に示す。

また、交通に関するバーチャルリアリティを補足するデータとして、該当箇所の地図・衛星写真の画像を準備した注7)。

3. 高大連携ワークショップにおける模型活用

3.1 高大連携ワークショップの進行

模型が使用された高大連携ワークショップについて、その概要を表3に示す。筑波大学社会工学域都市計測実験室の主導のもと企画・運営された。当ワークショップ以外に6月末から7月頭にかけての説明会、秋に予定される合同シンポジウムが含まれる。常総市を対象に現場視察し、グループ別のワークショップを行う。この中でRESAS(地域経済分析システム)やGISなどを活用し、都市に掛かる情報の数値化や可視化について学ぶ。高校生に対してグループワークや社会実装、主権者教育が体感できることを主旨とする。3高校が参加し、各校の学生が混ざるようグループ分けされた。そして、全9グループ中、玩具ブロックの使用がテーマに組み込まれた1グループのみ当模型を使用している。

表4にスケジュールを示す。3日間を通じて、常総市の魅力や問題を抽出し、各グループに与えられたテーマに焦点を当てて議論を展開し、解決策を提案する。1日目はKJ法を用いて、常総市の魅力や問題を整理した。2日目はKJ法作業とグループ別テーマを踏まえて作業を進め提案物を作成した。3日目は、最終発表会に備えて発表資料の作成またリハーサルを行った。最終発表会は学生や市役所職員が聴講者となり、オンスクリーンで発表した。各日程において半日は講義や演習の時間に充てられ、半日はグループ別作業に充てられた。

3.2 模型の活用場面

1日目は、グループ作業での使用はなかったが、模型製作の取り組みの紹介がされた。参加者全員に対して紹介するもので、ティーチングアシスタントによってあらかじめ準備したコンテンツを順番に操作するデモンストレーションがなされた。ワークショップの時間の一部が充てられた。紹介の様子は写真2の通りである。



図1 首都圏中央連絡自動車道・常総ICの位置



図2 システムの外観

表1 模型の仕様

項目	内容
対象	首都圏中央連絡自動車道 常総インターチェンジ周辺
位置	茨城県常総市三坂町
表現対象	地形のみ
縮尺	1/1,200
作成範囲	1,600mm×900mm
実寸スケール換算	1,920m×1,080m
標高の範囲	12m～16m
ブロック高さの段階	4段階

表2 データ作成の詳細

項目	内容
作成範囲	高速道路(首都圏中央連絡自動車道)と主要な一般道(国道294号など)。交通流に影響の少ない農道等は省略。
使用データ	Open Street Map
調整内容	①自動車, 道路幅員のサイズ変更 ②一般道と高速道路とで走行速度を区別 ③信号機の設置

2日目は、グループ別のワークショップにて使用された。作業の様子は写真3の通りである。プロジェクタから発生する光が映えにくい黄色や青色、黒色のブロックを用いて、組み立てる、置くなどを繰り返しながら議論が進められた。これら色付きのブロック玩具を用いて、ボリュームや高さが意識された提案物の組み立てがされた。しかし、模型の使用については、ハードウェアの操作のみに終始していた。

3日目は最終発表に向けて、資料作成に必要な模型写真を撮り、これらをスライドに貼付する作業がされた。最終発表では模型を設置するスペースがなく、模型写真を中心に発表する構成となった。発表準備や最終発表会の様子は写真4の通りである。平坦で田園が広がる地理的特徴が考慮され、地域のシンボルとなるようなタワー、そして児童館を中心とした地域住民向け交流施設が提案された。

1日目は筑波大学、2～3日目は常総市役所と、実施場所が移ったため、装置一式の移動を必要とした。装置は分解し、普通自動車にて搬送した。常総市役所では作業スペース上の都合より平机の上にアクリル板を設置している。

3.3 成果と課題

敷地周辺が平地であり田園が広がっていることから、高さを意識した提案がされた。立体的に形態、配置について考慮された結果と捉えられる。ブロックの色を用いて機能を区別することもされた。何より、提案物を都度作り変えながら作業が進行したことが今回の成果と言える。

課題もいくつか確認された。一つに、ハードウェアで解決できる内容のみに作業が集中し、ソフトウェアの操作にまで至らなかったことが挙げられる。ソフトウェア操作のガイダンスの準備または、高校生にとって操作しやすいインターフェースの開発が必要であろう。一つに、作業場所の整備が挙げられる。今回、他グループと同じ空間にて作業を行う進行であったため部屋を暗くすることができず、プロジェクタの映像を明確に写すことができなかつた。これにより模型に投射される交通流等の把握が困難になり作業の進行に影響した。

ワークショップでは作業時間が限られるため、ある程度、利用場面を想定し、それに必要なコンテンツやガイダンスを準備するのが良いものとする。

4. 今後の展開

当ワークショップではハードウェアの操作が中心であったが、模型を都度作り変えるようなインタラクティブな試行錯誤が可能であることが確認できた。また、空間を可視化し具体性を持つ案を検討できたことはワークショップの趣旨にも合致するものであった。今後はハードウェアだけでなくソフトウェアの面においてもインタラクティブに操作できる要素を増やしていくことが必要である。

また、本報告におけるシステムは最低限の機能しか搭載していない。プロジェクタは一台で真上から照射するに留

まり、模型の操作をソフトウェアに反映させる仕組みはない。よって、プロジェクションマッピングの高度化と、タンジブルな要素の追加が今後の目標となる。これらの実現から、以降のワークショップにおける展開を追求したい。

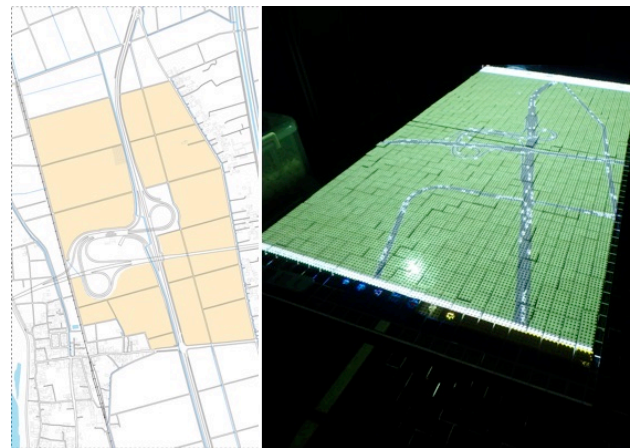


写真1 対称敷地（左）、交通流に関する映像照射（右）

表3 高大連携ワークショップの概要^{注8)}

項目	内容
名称	ワカモノ目線*ジモト目線からのまちづくり提案 -水海道一高、水海道二高、石下紫峰高 高大連携プロジェクト 2017-
日	平成29年8月1日, 8月7日, 8月8日*
場所	筑波大学第三エリア講義室, 常総市役所第三分庁舎
参加者	高校生45名(水海道一高24名, 水海道二高6名, 石下紫峰高15名), 大学生13名, 講師8名
模型使用	9グループ中の1グループ(高校生5名, TA1名)

*各校への説明会, 全体シンポジウムを除いている

表4 高大連携ワークショップのスケジュール

日	時間	内容
8/1 (火)	09:00~10:30	オリエンテーション, 講義
	10:30~14:00	ワークショップ (KJ法) *
	14:00~15:00	発表会 (KJ法作業の成果)
	15:00~17:30	常総市内見学
8/7 (月)	09:00~10:00	講義
	10:00~11:30	演習 (RESAS, 空間解析)
	11:30~16:00	ワークショップ (テーマ) *
	16:00~17:00	中間発表会
8/8 (火)	09:00~10:00	プレゼンテーション研修
	10:00~13:00	発表資料作成*
	13:00~15:00	リハーサル, 発表資料修正
	15:00~17:00	最終発表会

*昼食の1時間を含む

	模型の紹介 (30分程度)
	ワークショップにおける模型の活用

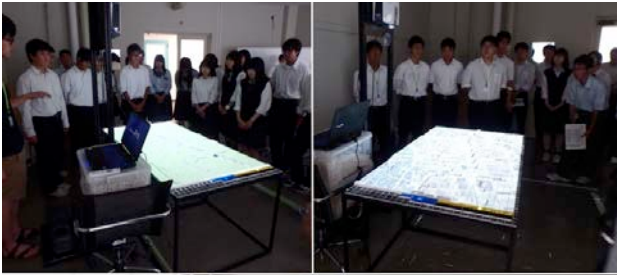


写真2 模型紹介時（1日目）の風景



写真3 ワークショップ（テーマ）時の作業風景



写真4 発表風景（上：リハーサル、下：最終発表会）

謝辞

本研究は、筑波大学とトヨタ自動車の共同研究「次世代社会システムとモビリティのあり方研究」の一部として実施されたものである。また、高大連携ワークショップのグループ別作業において、ティーチングアシスタントとして筑波大学大学院・大学院生である竹中太基氏の助力を得た。

注

注1)平成27年9月に発生した関東・東北地方への豪雨により、10日に鬼怒川の堤防が決壊した（常総市『平成27年常総市鬼怒川水害対応に関する検証報告書』より）。

注2)玩具ブロックとしてLego社のレゴブロックを用いた。

注3)GISソフトウェアはEsri社のArcGIS 10.5を用いた。

注4)国土院の基盤地図情報ダウンロードサービスから入手できる数値標高モデルを用いた。

注5)CADソフトとしてVectorworks 2014を用いた。

注6)3次元バーチャルリアリティの作成ソフトウェアとしてフォーラムエイト社のUC-win/Road Ver.12を用いた。

注7)Google Mapの地図データ・航空写真から該当箇所を切り出し利用した。

注8)水海道一高は茨城県立水海道第一高等学校の、水海道二高は茨城県立水海道第二高等学校、石下紫峰高は茨城県立石下紫峰高等学校の略称である。

【参考文献】

- 1) Winder, I. J.: System for real-time digital reconstruction and 3D projection-mapping of arbitrarily many tagged physical objects. US Provisional Patent, April 2015.
- 2) 古賀元也, 鶴心治, 多田村克己, 大貝彰, 松尾学: 景観まちづくりにおける空間イメージ共有手法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第73巻, 第633号, pp.2409-2416, 2008-11.
- 3) 青野敏紀, 中林拓馬, 平沢岳人: プロジェクションマッピングを用いた模型表現の試行, 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), 情報システム技術, pp.131-132, 2014-09.
- 4) 岡部優, 金井みどり, 松本裕司, 仲隆介: 働き方の変化に対応するユーザー参加型ファシリティマネジメントのあり方(その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), 建築計画, pp.515-516, 2014-09.
- 5) 岩下剛, 日比野貴生: パソコンで制御できる玩具ブロックを用いた居住環境学習教材の開発ーその1環境計測ー環境制御学習ー, 日本建築学会技術報告集, 第17巻, 第35号, pp.401-405, 2011-02.

- *1 釧路工業高等専門学校創造工学科・助教 博士(社会工学)
- *2 筑波大学大学院システム情報工学研究科・大学院生
- *3 筑波大学システム情報系・准教授 博士(情報理工学)
- *4 筑波大学未来社会工学開発研究センター・特命教授 博士(社会工学)
- *5 筑波大学システム情報系・教授 学術博士