

道路ネットワークデータを用いた公的施設の可視化デザイン

Visualization design of public facilities using road network data

○張 付新 (文教大学) *1 川合 康央 (文教大学) *2

*1 Zhang Fuxin, Bunkyo University, 1100 Namegaya, Chigasaki City, Kanagawa Prefecture, c2g51501@bunkyo.ac.jp

*2 Kawai Yasuo, Bunkyo University, 1100 Namegaya, Chigasaki City, Kanagawa Prefecture, kawai@bunkyo.ac.jp

キーワード: 情報可視化, WebGIS, WebGL

1. 緒言

都市計画では、公的施設等における公共交通機関からの到達可能性を分析するなどのタスクを処理する必要がある。都市の戦略的な施設計画に際しては、これらの施設を最適な場所に配置しなければならない。施設にどれだけの範囲内の住民が使用できるのか、設置した際に近隣の駅の使用頻度はどうなるのかなどといった問題は、道路と駅の位置関係が重要な指標となる。

たとえば、地下鉄の駅や学校を建設した際、多くの人が快適な時間でその場所に到達できるように最適な位置はどこかを検討する必要がある⁽¹⁾。特に日本の都市部では、商業施設は駅から近い場所に集積しているという特徴がある。そのため、このような情報に基づいて、新しい駅を建設する前に、その有効範囲を分析するのは重要なことであると考えられる。

また、日本の国土は約70%が山地や丘陵地帯で構成されている。その上、近年では気象変動が激しいものとなり、豪雨の増加傾向が明らかになっている。これに伴う土砂災害による損失も高くなり、さらに、毎年死者・行方不明者が発生し、住民の生活に対する新たな脅威となっている。防災対策としては、事前に避難場所を提示するとともに、避難情報をリアルタイムで提供する必要がある。避難情報としては、避難所の位置などの情報が重要である。

図1を見ると、近年、土砂災害の発生件数は増加傾向であり、住民の人的被害を減らすため、正確な位置で避難所を指定することは、極めて重要なことである。また、避難所の有効範囲の測定も必要である。

そこで、道路ネットワークデータに基づき、等時線という手法で、駅や避難所のような公的施設のカバー範囲を計算し、可視化することによって、都市計画に対して参考となるデータが得られると考えた。この等時線は、空間ネットワークデータベースの新しいクエリタイプであり、到達可能性分析を実行するための便利な手段である⁽³⁾。

このような情報の分析には、各種の制限があるため、多くの人が使いやすい、オープン化された可視化分析ツールが必要とされていると考えられる。例えば、地理や交通ルートのようなデータの分析を行う際、研究者や専門家らは、主として QGIS などのような地理情報システムの専門的なソフトウェアを利用することが多い。しかし、専門的な知識を持っていない場合、ソフトウェアを学習する時間が必要な上、複雑な操作によって、思うような結果が得られないことが多い。また、地理的なデータ、分析に使用するソフトウェアやデータは、関連組織や行政からのライセンスが必要なこともある。

また、これまでに多く見られてきた円形のカバー半径を利用して、公的施設周辺のカバー範囲を表すのではなく、本研究では GPS 点で道路と連結して、公用施設周辺の道路ネットワークを全て線状につなげて表すこととした。また、施設からの距離は、対応する色彩を付けて表示する。さらに、上述した可視化ツールを利用する際の利便性や、ライセンスの課題解決も目的とする。分析したデータを表現するため、まず一つのデータをレンダリングするエンジンを設計し、構築することとした。

2. 研究方法

本研究では、利便性を考慮して Web 関連技術を採用した。また、システムを構築するため、オープンソース技術も活用する。必要な性能を考え、主に WebGL⁽⁴⁾ (Web Graphics Library) に関する技術を選択した。また、ブラウザ上で百万レベルのデータをレンダリングするためには、GPU を使

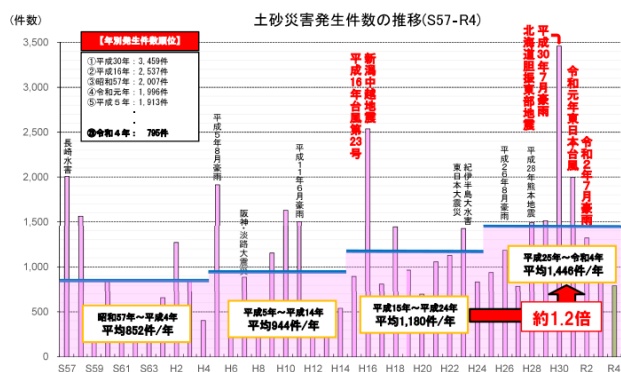


図.1 Trends in Landslide Disaster Incidents (S57—R4) ⁽²⁾

う必要があると考えた。背景用マップを表すため、ここでは、mapbox という技術を選択した。

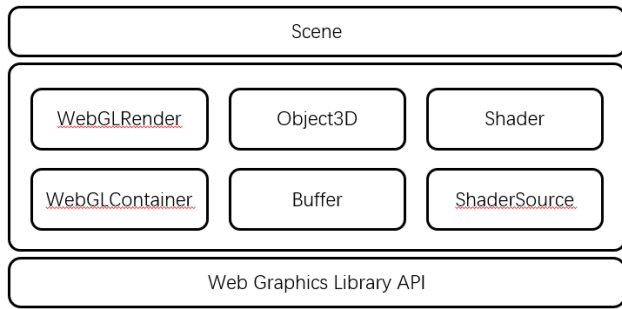


図2 Developed based on WebGL technology Rendering engine configuration blueprint

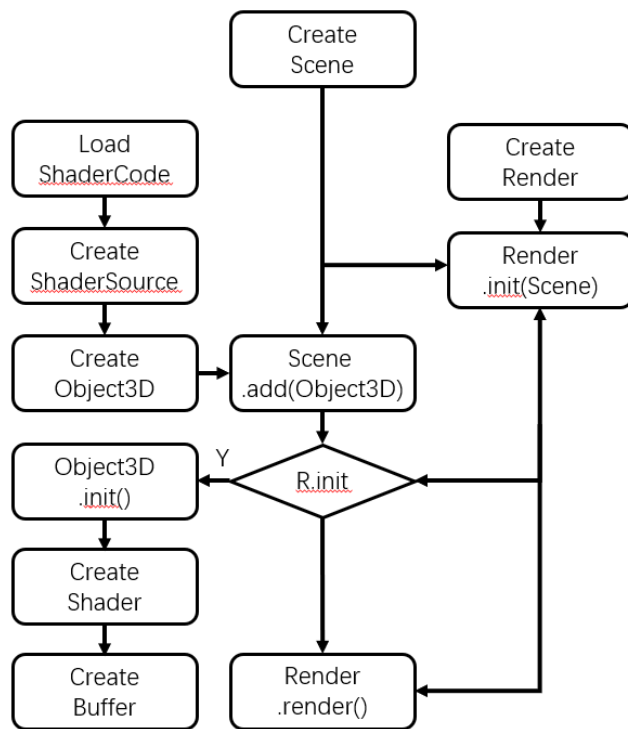


図3 Developed based on WebGL technology Rendering engine flowchart

2.1 可視化エンジン

今回開発したレンダリングエンジンは、図2で示すように、主として七つの部分で構成されている。コアとして、中央の六つのクラスは、すべて WebGL(Web Graphics Library)API に基づいて開発した。また、システムの流れを図3で示す。Scene は List のような存在であり、すべての Object3D を Scene に入れる。Shader は、glsl コードを処理するためのクラスである。WebGL は、OpenGL ES 2.0 から派生した API であり、OpenGL ES Shading Language (GLSL ES) 即ち glsl コードの記述が必要である。ここでは、図形色、光効果、陰影などの効果は、全て glsl コードによって実装した。Object3D を処理した後、WebGLRender を作り、初期化する。この初期化を行う際、Object3D の初期化も同時に処理を行う。さらに、Shader 以外に初期化段階で処理するもう一つの部分は Buffer である。Buffer は、GPU にデータ

を転送する機能である。初期化完了後、render 関数を実行し、オブジェクトをレンダリングする。

2.2 カバー範囲の計算

カバー範囲を分析するための道路ネットワークデータは、オープンストリートマップ (OpenStreetMap) ⁽⁵⁾ を利用した。オープンストリートマップはオープンデータベースライセンス (ODbL 1.0) であり、利用において制約されることもない。さらに、マップデータを更新する場合でも、即座に対応できる。計算したデータの例は以下のように示す。

```
{
  "description": ["longitude", "latitude", "time", "distance"],
  "items": [
    [lng, lat, time, distance],
    [...]
  ]
}
```

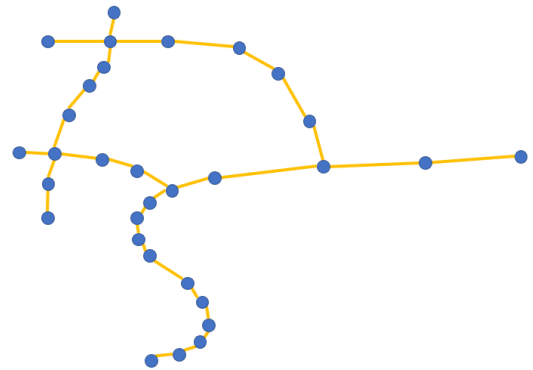


図4 Road network latitude and longitude point data coordinate assembly example

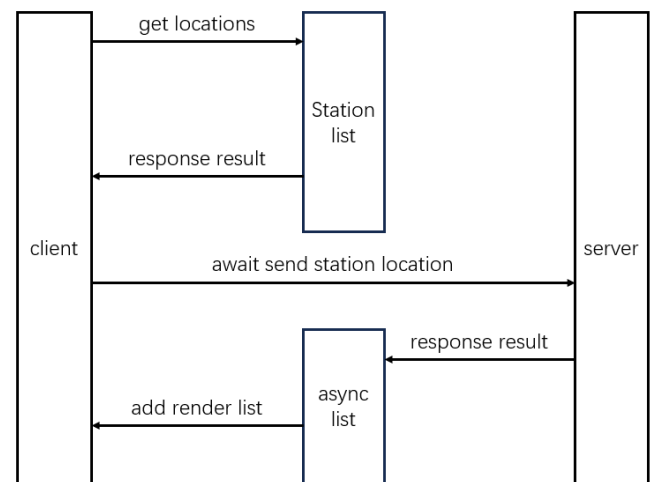


図5 Asynchronous processing steps

2.3 非同期処理の応用

道路データの計算量は非常に多く、例として駅の有効範囲を計算する場合、関東地方全エリアの計算結果は約千万以上となる。個人ノートパソコンの場合、その計算時間は約4分間かかる。したがって、一部分を計算したデータを即時にブラウザに送信し、段階的にレンダリングする。手

順を図5に示す。

2.4 色の選択方法

情報可視化の構成として、様々な形状と色彩について考慮する必要がある。形状や色彩は、外的環境を理解する上で重要な視覚的特徴であり、私たちは物体の形と色を知覚し、それらの特徴によって、物体が何であるか、どのような状態かという情報を得ている⁽⁶⁾。このため、本研究における道路ネットワークに対して、適切な色彩の選択とそのバランスをデザインすることは一つの課題である。道路の可視化効果について、等時線という手法を選択する。等時線とは、一般的に地図の地形表現方法のひとつである山や谷などの地形の起伏を示すための等高線のような表示手法である。今回の研究では、個人別の歩行速度などの不確定要素を排除し、距離を条件として可視化することとした。また、距離を示す色については、色相環を参考にして、隣接している黄色～赤色から選択する。色のデータはブラウザ上で表示するため、RGB値で利用している。また、WebGL技術を導入するため、RGBデータを0から1の形で変換する必要があった。駅の有効範囲を例として、詳細の仕様を、表1に示す。また、マップの主要なエレメントの色設定を表2で示す。

表1 Road distance and corresponding color reference table









色	RGB	転換後数値	対応距離
	#FFFF00	1, 1, 0	0—500M
	#FFBF00	1, 0.7490, 0	500—1000M
	#FF8000	1, 0.5019, 0	1000—1500M
	#FF4000	1, 0.2509, 0	1500—2000M
	#FF0000	1, 0, 0	2000M以上

表2 Corresponding color reference table for essential elements

色	RGB	対応エレメント
	#454545	道路
	#343332	陸地
	#191A1A	湖、海

3. 実装結果

開発したエンジンを使い、神奈川県内すべての道路データを取得した。開発したエンジンを利用し、図6で示すように、実験を通して300万のデータをレンダリングできるということを実証した。実験指数を表3のように示す。

表3 Experimental index

名称	指数
頂点数	311835 個
経緯度データの長さ	6077832
索引データの長さ	3428218
フロントエンド側処理時間	約 42ms

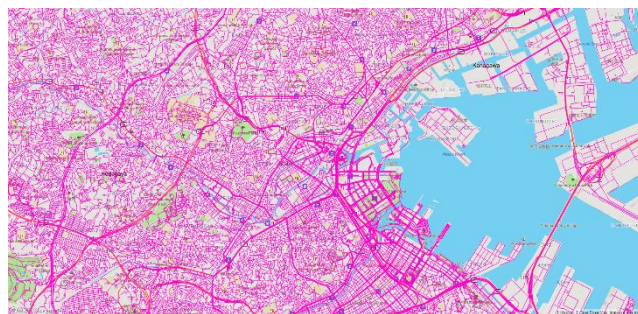


図6 Experimental Road Network Rendering Effect

3.1 駅による範囲2km可視化効果

図7を見ると、関東地方の駅は特に東京都周辺に集中している。また、千葉県の駅では東京都近郊、千葉市以外の箇所では、地理的な要因によって、主に海岸線や利根川に基づいて建設され、内陸では小湊鉄道線や外房線などで東京湾側と九十九里浜側を繋げているという特徴がある。また、群馬県、栃木県、茨城県は、横向きの両毛線と水戸線によって繋がれており、その上で東京から地方までの鉄道路線で構成されている。神奈川県では、川崎、横浜などの東京湾側と相模湾側で線路が集中しており、丹沢山東南側の小田急線、相模線、小田急江ノ島線は、神奈川県中部での線路ネットワークを構成している。

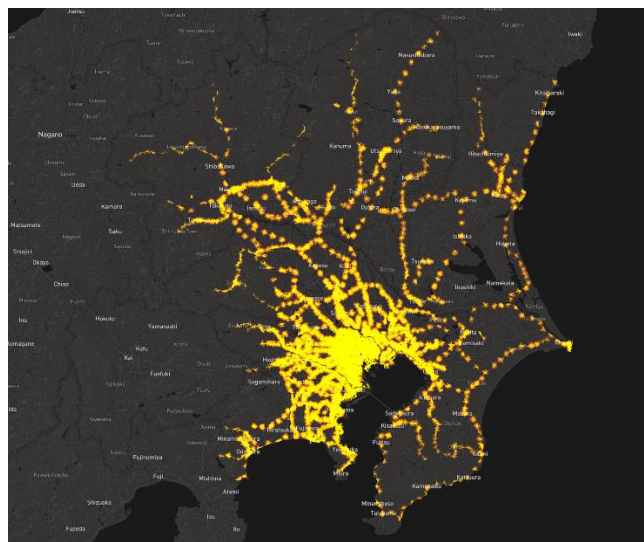


図7 2km effect map of station range throughout the Kanto region

また、図8を見ると、東京23区では、ほぼ全域で駅が2km以内に設置されていることが分かり、その利便性が明らかになった。東京都を中心として、鉄道路線は放射状になっている。

さらに、実装結果から見ると、駅の有効範囲だけでなく、駅周辺都市化の程度も分かれている。例えば、図9の青色の二箇所の駅（藤野駅、相模湖駅と平塚駅、茅ヶ崎駅）を見ると、カバー範囲の大きさは全く違うものとなっている。また、赤色の中心部にある東戸塚駅では、カバー範囲が孤島のような形状となり、周辺駅との間の距離が離れていることが分かる。

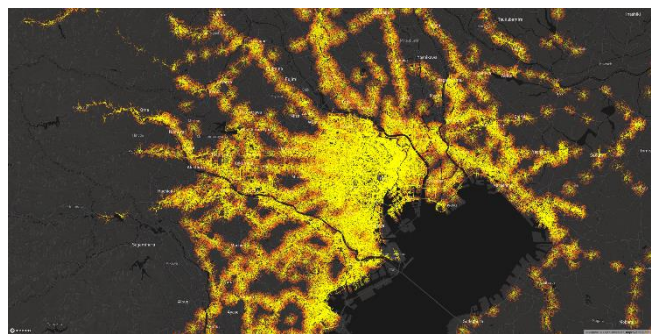


図 8 2km effect map of station range in some areas around central Tokyo

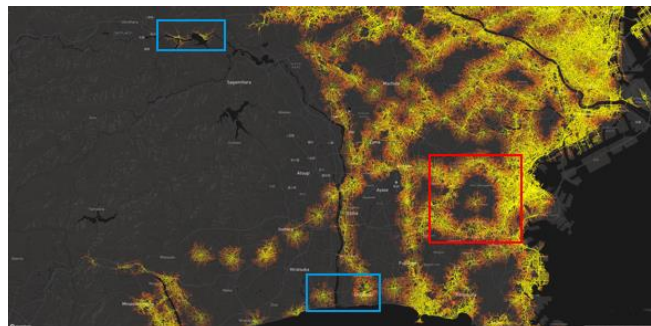


図 9 Effect map of 2km station range in some areas of Kanagawa Prefecture

3.2 神奈川県全域避難所による範囲 1km 可視化効果

図 10 は、国土数値情報ダウンロードサイトから、避難所位置データを利用して、1km カバー範囲の計算結果を示したものである。この図から、避難所のカバー範囲状況を把握することが可能である。このような情報があれば、一般住民たちに伝える際、文字情報より分かりやすいものとなり、可視化によって、位置情報も明確になる。また、避難所の建設や指定を行う時、事前にシミュレーションして、避難所はどれ程の住宅区をカバーできるかについても把握できる。

また、図の赤いポイントは駅の位置である。この二つのデータを重ねた結果から、駅と避難所の両者の位置の対応関係が分かる。例えば、大きい地震や他の自然災害に遭遇した際、現在いる駅周辺に避難所があるかどうかを把握可能である。鉄道路線に問題がない際は、いくつかの避難所間での、人員や物資の運送に対しても情報を提供できる。

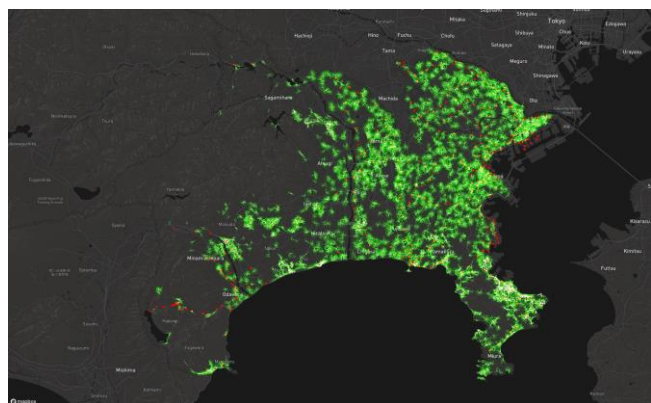


図 10 Effect map of 1km evacuation center area throughout Kanagawa Prefecture

4. 結 言

本研究は、緯度の点座標データで道路を連結し、公的施設周辺の道路ネットワークを線状に表すことで、施設周辺のカバー範囲を可視化するものである。今回のシステムでは、道路ネットワークの計算は OpenStreetMap のデータを利用し、GraphHopper に基づいてサーバーを設置し、カバー範囲を計算した。Dijkstra 法を利用したことによって、リアルタイム計算でも、処理速度は確保できるものとなった。さらに、新しい公的施設を設置して、その施設のカバー範囲を計算するような模擬実験も、より簡易に実施できると考えられる。また、ブラウザによる技術で開発されたシステムによって、研究者以外の人でもより簡単に利用できるものとなった。今後、ユーザビリティを考え、より実用的な機能を追加することとする。さらに、システムは、WebGL によるデータ可視化であり、情報可視化という手法によって、都市における人々のためのデータを分析した結果を、より分かりやすく伝えることを目指したものである。技術面では、WebGL に基づいてデータ可視化専用のエンジンを開発し、より多くの技術者に提供したいと考えている。

謝 辞

本研究は JSPS 科研費 JP23K11728 及び文教大学大学院共同研究費の助成を受けたものです。

文 献

- (1) S. Marciuska, J. Gamper: Determining Objects within Isochrones in Spatial Network Databases, East European Conference on Advances in Databases and Information Systems. Springer, Berlin, Heidelberg. pp.1-14, 2010.
- (2) 国土交通省ホームページ：
<https://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/r4dosha/r4doshasaigai.pdf>
- (3) M. Innerebner: Isochrones in Multimodal Spatial Networks, Ph.D. Thesis in Computer Science, 2013.
- (4) WebGL API docs.
https://developer.mozilla.org/zhCN/docs/Web/API/WebGL_API, (参照 2022-12-19).
- (5) OpenStreetMap.
<https://www.openstreetmap.org>, (参照 2022-12-19).
- (6) 木村敦, 和田有史, 野口薫: 感情効果の類似が形と色の調和的關係に及ぼす影響, デザイン学研究, vol.52, no.6, pp1-8, 2006.