

CityGMLを用いた 都市政策支援システムの開発と活用

生富 直孝¹・米山 一幸²・有村 幹治³

¹正会員 清水建設株式会社 技術研究所 (〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17)

E-mail:ikutomi@shimz.co.jp

²正会員 清水建設株式会社 技術研究所 (〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17)

E-mail:k.yone@shimz.co.jp

³正会員 室蘭工業大学准教授 大学院工学研究科 (〒050-8585 北海道室蘭市水元町27-1)

E-mail:arimura@mmm.muroran-it.ac.jp

本研究では、自治体の政策立案・関係者間のコミュニケーション支援ツールとして普及・展開することを目的として、都市政策の計画支援ツールの開発および事例分析を行った。事例分析では、室蘭市を対象として、災害時の避難所開設順序判断のために、避難所へのアクセス距離、人口データを用いてネットワーク分析を行った。その結果、避難所の段階的開設に伴う人口カバー率の変化から、避難所から3km勢圏の人口カバー率は避難所を10箇所開設したところで98.4%となり、施設アクセス距離を評価軸とした避難所開設判断が可能であることを明らかにした。

Key Words : *Smart City, CityGML, Urban Planning, Disaster Prevention, Accessibility*

1. はじめに

国内の地方自治体では、人口減少・少子高齢化により財政状況が悪化する一方で、高度成長期に集中的に整備された公共施設・インフラが更新期を迎えており、今後、これらの施設の維持管理が、財源・人材の両面で困難になることが懸念されている。国は、2014年の都市再生特別措置法改正において立地適正化計画制度を創設し、公共施設・インフラを一定エリア内に集約化して総量を削減し、各エリアを公共交通でつなげる「コンパクト＋ネットワーク」型のまちづくりを目指す自治体を支援してきた。国交省・都市計画基本問題小委員会が2019年6月にとりまとめた「中間とりまとめ(案)～安全で豊かな暮らしを支えるコンパクトなまちづくりの更なる推進を目指して～」では、制度創設から5年間に250都市で立地適正化計画が作成・公表されていることを踏まえながら、「地方公共団体においては現在の取組に改善の余地がある事項」があるとの見解を示し、改善に向けたポイントとして「コンパクトシティの多岐にわたる意義等をわかりやすく再整理し、行政・住民等で共有」することや、「分野や市町村域を超えた連携を進め、コンパクトシティを効果的に推進」することを提言している。

また、内閣府では、都市再生の見える化情報基盤「i

都市再生」の構築を推進しており、地理空間情報に関する国際標準化団体であるOGC(Open Geospatial Consortium)による技術仕様CityGMLの積極的な活用を目指して、技術仕様案(i-UR 1.1)¹⁾を提案している。

本研究では、自治体の政策立案・関係者間のコミュニケーション支援ツールとして普及・展開することを目的として、「パブリック・アセット・シミュレーター(以下、PAS: Public Asset Simulator)」と呼ぶ都市政策の計画支援ツールの開発および事例分析を行う。さらに、PASの計算結果を、「i-都市再生」技術仕様案(i-UR 1.1)に対応したデータ形式の出力機構の構築を行う。

2. CityGML

CityGMLとは都市及び景観モデルの記述、管理、交換のためのデータ形式標準であり、欧州を中心にデファクト化が進んでいる。特徴としてモデルの詳細さの設定にLOD(Level of Detail)の考えを導入しており、地形レベル～建物内部レベルまでの5段階に分類される(表2.1)。また、ADE(Application Domain Extension)という拡張機能を利用することで、新たなイベントやオブジェクトの定義を追加することができる。日本では内閣府のi-都市

表2.1 LODのイメージ

LOD	スケール	モデル
LOD-2	世界	統計, 推計グラフ
LOD-1	国家	統計推計グラフ
LOD0	市町村	建物 (平面), 地形
LOD1	地域	建物 (cube)
LOD2	自治会	建物 (外郭)
LOD3	自治会・個人	建物 (外観)
LOD4	個人	建物 (内装)

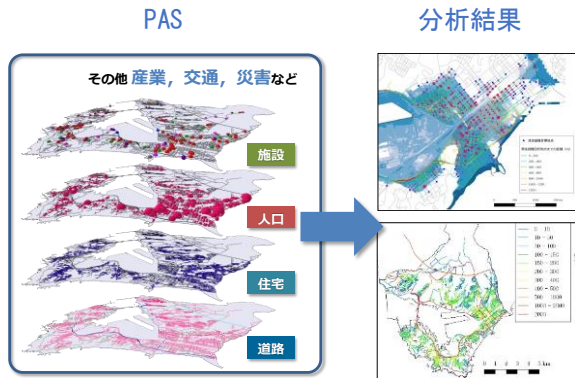


図3.1 PASのイメージ

再生事業において、従来のLOD0-LOD4に加えてLOD-1, LOD-2を定義することで統計データとの組み合わせを検討している。最近ではシンガポールの「Virtual Singapore」に採用されており、デジタルツイン構築のためのデータとして注目されている。

3. 開発システムについて

(1) システム概要

PAS では、道路ネットワークモデル上に自治体が保有する様々な行政データ（人口、住宅、交通、施設、災害など）を地理空間情報として統合したデータベースを基盤とし、国立社会保障・人口問題研究所（社人研）の推計による将来の人口動態を考慮した上で、施設・インフラの再配置や公共交通の再編などによる影響の分析や、街区単位の住民アクセス分析・交通量推計が可能となる（図3.1）。Webブラウザ上の操作によって計算やグラフ描画を行う。入力データや計算機構はサーバ側に保存されており、ユーザーがデータをアップロードすることで、プリセットされたデータ以外の使用も可能となる。

(2) 機能

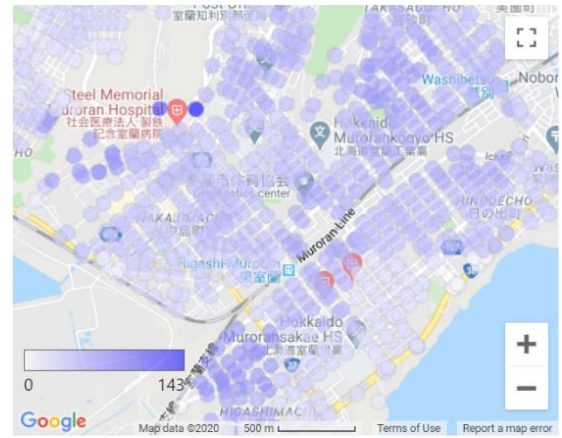


図3.2 交差点人口 (2015)

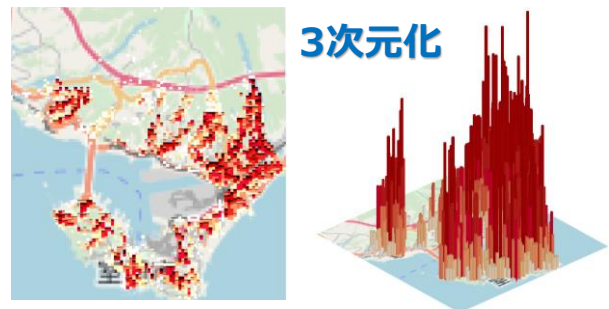


図3.3 CityGMLデータの可視化

a) 計算手法

人口に関しては、平成27年の国勢調査を元データとしており、将来人口推計はコーホート要因法²⁾を用いて試算している。データ形状は小地域、1kmメッシュ、500mメッシュ、250mメッシュ、125mメッシュ、道路、交差点の7種類あり、500mメッシュ人口のデータを元データとして、ダウンスケーリングを行っている。125mメッシュ人口は、基盤地図情報の建物データの床面積を用いて按分を行う。また、交差点人口に関しては125mメッシュ内に存在する交差点に対して等分することで算出している。小地域、1km、250mメッシュ人口は、境界内の交差点人口の総和としている。道路リンク人口 P_{road} については、対象の道路リンクの端点となる交差点人口 P_i と、各交差点に対するリンクの接続数 L_i を用いて以下のように表される。

$$P_{road} = \frac{P_i}{L_i} + \frac{P_{i+1}}{L_{i+1}} \quad (1)$$

施設アクセス距離は、全交差点から対象施設までの最短経路をダイクストラ法を用いて計算している。施設アクセス交通量については、対象施設までに通過する交差点の人口を累積することで、各道路リンクの交通量を算出する。推計交通量の計算は四段階推定法を使用している。

b) 可視化手法

人口やアクセス交通量、推計交通量の計算結果は、

表4.1 計算結果

避難所開設数	2km圏	3km圏
	人口カバー率 (%)	人口カバー率 (%)
1	28.7	41.8
2	36.6	56.2
3	43.2	65.3
4	51.2	73.8
5	59.6	81.8
6	66.0	88.5
7	71.3	93.6
8	79.5	96.8
9	84.4	97.5
10	84.4	98.4

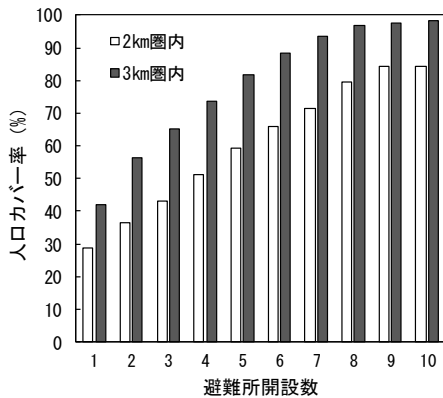


図4.1 避難所開設による人口カバー率

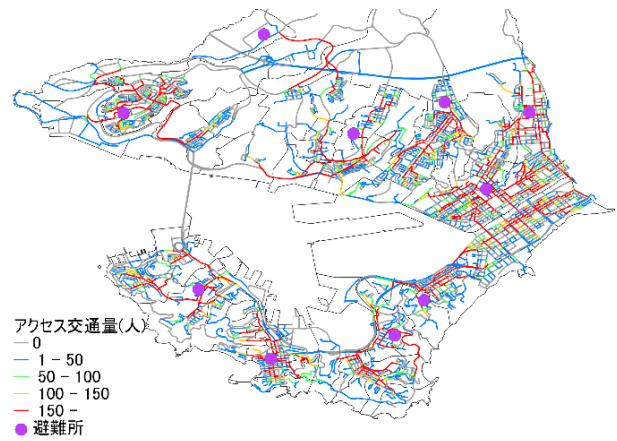


図4.2 避難所へのアクセス交通量

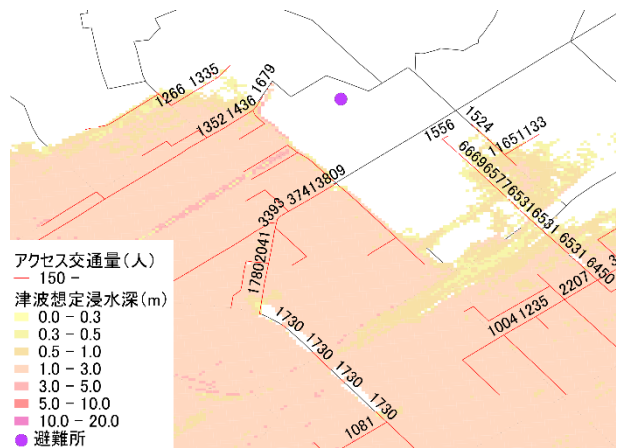


図4.3 想定津波浸水深と交通量の関係

Google map APIを使用して可視化を行う。図3.2に交差点人口の可視化例を示す。また、PAS上で描画するほかに、外部ビューアによる3次元表示が可能となる。CityGML形式またはKML形式でデータを出し、KML形式データはGoogleEarth上で、CityGML形式データはFZKViewerなどの専用ビューアを用いることで3Dモデルの描画が可能となる。図3.3にFZKViewerによる125mメッシュ人口の可視化例を示す。

4. 事例分析

(1) 概要

PASの活用について、室蘭市にヒアリングを実施した結果、避難所の配置や開設順序決定に使いたいというニーズが得られた。

そこで室蘭市を対象として、指定避難所の開設順序決定支援を行うための事例分析を実施した。

(2) シナリオ設定

室蘭市を対象に、災害時の避難所開設順序の判断を行う。一般に、防災公園等の広域避難所においては、子供

や高齢者を考慮すると避難限界距離は2km程度³⁾であるとされている。東京都⁴⁾は、避難場所の避難圏域を3km以内としている。そこで本分析では、最大10箇所まで指定避難所を開設する場合に、2km圏内および3km圏内人口が最大となる順序で開設した際のアクセス距離の変化及び避難所の人口カバー率を計算する。なお、今回の分析では避難所までのアクセス距離のみを要因とし、避難所の収容人数や災害規模、施設の耐震性等は考慮しない。

また、各避難所へのアクセス交通量を計算し、津波浸水想定域内の道路リンクの津波曝露状況を算出する。

(3) 計算結果

避難所から2km、3km圏内の人口カバー率の計算結果を表4.1および図4.1に示す。

避難所から2km圏内の人口カバー率は、避難所開設数が9箇所の時点で84.4%であり、10箇所目を開設した際も人口カバー率は増加しなかった。

避難所から3km圏内の人口カバー率は、避難所開設数が6箇所の時点で88.5%であり、2km圏内の10箇所開設時点の人口カバー率を超えた。10箇所開設した時点の人口カバー率は98.4%となった。

図4.2に10箇所の避難所へのアクセス交通量、図4.3に

津波浸水想定域内の道路のアクセス交通量を示す。なお、**図4.3**は視認性を上げるため、アクセス交通量が1000人以上のリンクのみ交通量を示す数値ラベルを付けている。避難所アクセス交通量は、避難所に近い道路ほど交通量が増加しており、避難所周辺に着目すると、津波浸水想定域内にアクセス交通量が多い道路が存在していることが明らかになった。

5. 考察

事例分析の結果より、PASによって既存の道路ネットワークが持つ避難所へのアクセス距離および避難所勢圏内の人口が計算可能であり、アクセス距離を指標とした避難所開設順序の決定が行えることが分かった。また、想定津波浸水深データと避難所アクセス交通量を重ね合わせることで、津波で浸水する恐れのある道路の交通量が計算可能なので、交通量が多く被災リスクが高い道路を把握できる。一般に交通量が多くなる道路は幹線などの主要な道路が多いが、災害時は幹線道路の他に避難所への最短距離となる生活道路が混雑するため、夜間避難に備えた街灯の増設検討などの防災インフラ整備に有効である。

しかし、実際に避難所の開設判断をする際は、各避難所の収容人数や、当日の災害規模に応じた被災エリアから優先的に避難所を開設するなどの複合的な判断が必要となる。これに関しては、避難所の収容人数データや災害別の被害想定データを使用することで検討が可能となる。

今回の事例分析では避難所を対象施設としているが、同様の手順でアクセス距離やアクセス交通量を計算することで、施設の新設や廃止、移転の検討が簡易的に行えるため、住民の利便性の変化や大規模店舗等の新設にともなう周辺道路への影響が可能である。

6. おわりに

本研究では、施設、インフラの再配置を検討する際都市政策の計画支援ツールの開発および事例分析を行った。対象施設へのアクセス距離および交通量の計算を行うことで、都市政策が住民に与える影響の評価を可能にした。

また、今回開発したシステムでは交差点人口を算出する際に、3章で説明したように125mメッシュの計算結果を等分する手法を使用しているが、今後はより詳細な交差点人口を算出するために、建物レベルに人口を按分した後に交差点単位で人口を集計する手法を採用することを検討している。さらに、インターフェースの改善、自治体のニーズに合わせた分析機能の拡充を行い、各自治体への展開を目指す。

謝辞：本研究は、内閣府i-都市再生モデル事業タイプAの開発費補助金を受けて実施したものである。関係者各位に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 内閣府：Data Encoding Specification of i-Urban Revitalization - Urban Planning ADE - , https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/toshisaisei/itoshisaisei/shiyouan1_1.pdf, 2019.
- 2) 国土交通省：平成27年国勢調査を基準とした500m及び1kmメッシュ別将来人口の試算方法について, http://mlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/mesh500_1000_h30.pdf, 2019.
- 3) 国土技術政策総合研究所: 防災公園の計画・設計・管理運営ガイドライン (改訂第2版), <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryounn/tnn0984.htm>, 2017. (最終閲覧日：2020年2月20日)
- 4) 東京都：避難所及び避難場所 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryounn/tnn0984.htm> (最終閲覧日：2020年2月20日)

(2020.3.5受付)