

都市のサステナビリティ及びレジリエンス分析のためのインタフェースの開発

山本 孝生[†] 石川 佳治^{††} 杉浦 健人^{††} 朴 秀日^{†††} 加藤 博和^{†††}[†] 名古屋大学工学部電気電子・情報工学科 ^{††} 名古屋大学大学院情報学研究科^{†††} 名古屋大学大学院環境学研究科

1 はじめに

1.1 研究の背景

日本では中山間地域を中心に人口減少及び少子高齢化が見られる。また、人口増加やモータリゼーションによって拡散した市街地は供給過剰となっており、今後居住者がランダムに抜けて低密度化する恐れがある。このような人口構成の変化に伴い、生活サービス機能の維持が困難となり、住民の生活の質 (Quality of Life: QOL) の低下が懸念されている。低 QOL 地域からの人口流出、高コスト地域での行政サービスの供給困難、及び環境維持がなされなかった場合の生態系及び人間社会への脅威を考慮すると、持続可能な都市の構築には社会・経済・環境の「Triple Bottom Line」(TBL) の維持が必要であるといえる。そのため、社会・経済・環境の定量指標として、QOL、市街地維持費用、及び CO₂ 排出量を推計することで、都市の持続可能性 (サステナビリティ) を評価する研究 [3] が行われている。

一方、大規模災害を想定した減災・防災計画には、地域のレジリエンス性 (抵抗力、回復力) に関する情報整備が重要である。そのため、災害時の被災者の QOL の変化や被害に対して、質調整生存年 (Quality Adjusted Life Year: QALY) や障害調整生存率 (Disability Adjusted Life Year: DALY) といった指標を用いることで地域のレジリエンス性を評価する研究 [6] も行われている。

以上の 2 つの要素、すなわち TBL の各側面を統合した長期的持続可能性 (Sustainability) と、自然災害へのレジリエンス (Resilience) の統合評価システムを、「再生可能都市」を目標として活用する研究 [4] が行われており、その際に集まったデータの分析手段が求められている。

1.2 研究の目的

サステナビリティやレジリエンスに関する研究と調査を通して、各都市の QOL や CO₂ 排出量といったデータが数多く集まっている一方、それらを可視化及び分析できるシステムはなかった。そこで本研究は、これらのデータの可視化を可能とし、対話的分析機能を提供するインタフェースの開発を目的とする。GIS (地理情報システム) [5] 技術を用いてデータベ

ス上のデータを地図上に表示することで地域毎の差を視覚的に捉え、集計・比較機能と組み合わせた分析への活用を目指す。

以下、本稿ではシステムの概要と実装、利用法について述べ、最後に今後の課題についてまとめる。

2 システムの概要

2.1 システムの機能

本システムでは地域と表示するデータの種類 (DALY など) を指定することで、対象データを地図上に可視化できる。データは経度・緯度に基づいて地域を網目状に分割する地域メッシュを用いて地域分けされており、分割の細かさは 500m 四方または 250m 四方である。これは 9 桁ないし 10 桁のメッシュコードとして表せる。データベースにはこのメッシュコード毎にデータを格納するため、データベース上の演算 (選択, 射影, 結合など) で適切な形に加工したものを取得し、値の大小で色分けして表示する。

2.2 使用するデータ

本システムで扱うデータは 3 種類に大別される。

1. QOL: QOL 値は、社会資本や公共・民間施設へのアクセス性を表す交通利便性 (Accessibility: AC), 居住性や景観の良好度を表す居住快適性 (Amenity: AM), および災害や事故・犯罪に対する安全度を表す安心安全性 (Safety & Security: SS) の 3 分類からなる物理量と、住民の価値観を表す重みとの積和で定量的に評価されるものである。QOL そのものだけでなく、算出に用いられる 3 つの要素、AC, AM, SS に関しても別途表示できる。
2. CO₂ 排出量: 2015 年時のデータと 2050 年次の予測データを表示できる。
3. QALY/DALY: 災害発生からの 60 日間の変化を経過日数毎に表示できる。QALY は、死亡している状態を 0, 全く健康な状態を 1 で表し、その他の健康状態を 0-1 としたときに、その状態が続く年数を掛け合わせて算出される QOL の時間積分である。平常時の QALY 値から災害発生時の QALY 値を差し引くことで、災害による損失余命 (Loss of Life Expectancy: LLE) を算出することができる。これに対して DALY は、健康な状態を 0, 死亡している状態を 1 としたもので、年齢や障害によって重みづけをし、健康状態を死亡損失及び障害損失としてとらえる指標である。

なお、都道府県、市区町村のコード及び位置参照については各種シェープファイル、csv ファイルを読み込みテーブルに加

Visualization Interface for Urban Environment Analysis

Takao Yamamoto[†], Yoshiharu Ishikawa^{††}, Kento Sugiura^{††}, Suil Park^{†††}, and Hirokazu Kato^{†††}[†]Department of Information Engineering, School of Engineering, Nagoya University^{††}Graduate School of Informatics, Nagoya University^{†††}Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

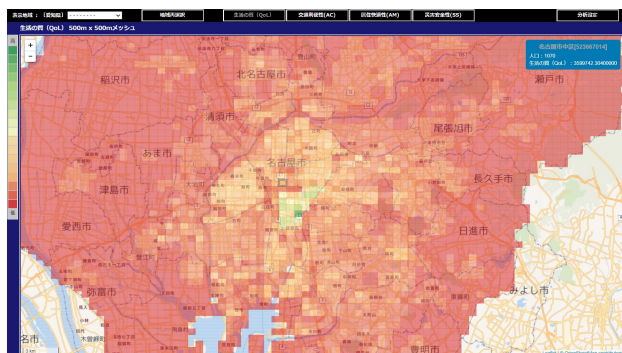


図1 愛知県のQOL表示

えている。

3 実装について

本システムはPythonのフレームワークであるDjango [1] を利用して実装したWebアプリケーションである。RDBMSとしてはPostgreSQL [2] を使用し、その拡張モジュールであるPostGISによってGISの機能を実現している。Django独自のマイグレーション機能によって、モデルに定義した内容をデータベースに反映してテーブルやビューの作成を行っている。

4 利用例

図1に、地域選択にて愛知県を指定しQOLの表示を行ったものを示す。ただし、現状全ての市町村のデータは用意されていないため、図中ではデータの存在している名古屋市周辺のQOLを拡大表示している。地図上で区切られた500m四方の各メッシュについて、そのメッシュにおけるQOL値が高いほど緑に、低いほど赤く色づけられて表示される。このように色分けして可視化することでデータの直感的な理解が期待できる。例えば、図1では名古屋市周辺に比べ周囲の市町村はQOLが低い傾向があり、背景で説明したとおり地域間の差が見て取れる。

5 まとめと今後の課題

本稿では、システムの概要と実装、利用方法について述べた。都市のサステナビリティとレジリエンスに関する各種指標についての可視化は実現している。一方、システム上で何らかの分析を行う機能についてはまだ実装に至っていないため、今後は分析機能の実装を目指す。考えうる分析機能として、メッシュ単位のデータを指定地域ごとに集計することでよりマクロな視点での比較を可能とする機能、災害からの経過日数ごとに表示するのみであるQALY, DALYの時間変化を分析する機能などが挙げられる。本システムのユースケースとして、市町村が都市計画に役立てるといったことも想定できるため、その際にどのような分析機能が求められるかを考慮する必要がある。また、可視化及び分析とは別に、システム自体のユーザビリティにも不十分な点がある。画面遷移や別地域指定の簡略化など、システム全体においてユーザの操作量を減らす工夫も必要である。

謝辞

本研究はJSPS 科研費（16H01722, 19K21530, 20K19804）の助成、及び文部科学省地球環境情報プラットフォーム構築推進プログラムから得られた結果による。

参考文献

- [1] Django The web framework for perfectionists with deadlines. <https://www.djangoproject.com>.
- [2] PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. <https://www.postgresql.org>.
- [3] 戸川卓哉, 加藤博和, 林良嗣. トリプルボトムライン指標に基づく小学校単位の地域持続性評価. 土木研究会論文集 D3, 68(5):383-396, 2012.
- [4] 朴秀日, 加藤博和, 大野悠貴, 石川佳治, 北詰恵一, 井ノ口弘昭, 秋山祐樹. 気候変動に対応した地域のサステナビリティとレジリエンスの評価手法と実都市適用への試み. 第61回土木計画学研究発表会・春大会, 2020.
- [5] 橋本雄一. QGISの基本と防災活用. 古今書院, 2015.
- [6] 猪原暁, 渡邊啓太, 杉本賢二, 加藤博和, 林良嗣. 巨大自然災害発生後の生存・生活環境変化に基づく地域のレジリエンス性評価. 土木研究会論文集 D3, 72(5):283-291, 2016.