

インターネット環境を利用した 都市持続性評価システムの構築と運用

坂本 大樹

1. はじめに

1-1. 研究の背景

サステナブル・ディベロップメント（持続可能性）は、1987年に「環境と開発に関する世界委員会」において初めて提唱された。その概念の担い手となる主体は、1990年代及び2000年代に亘って国際機関規模からNPO法人や個人まで幅広い発展を遂げ、都市計画・地域防災計画といった生活に直結する問題まで包括するようになった。21世紀以降の都市のあり方を考察するにおいて、サステナブル・ディベロップメントは避けて考えることが出来ないものとなっている。都市・建築の持続性を評価する概念・手法も多く存在し、近年それらの手法による評価結果はEU諸国や日本において「2050低炭素社会シナリオ」などの政策決定に寄与している。都市の持続性評価結果がこれらの政策決定行動へ首尾よく反映されるためにも、課題を局所的に捉えることが出来る評価手法が求められている。その一方、本概念が地域行政や民間団体にまで浸透したことで、公的機関に限らない情報共有の必要性が生じた。地理情報システム(GIS:Geographic Information System)はインターネット環境の普及を背景に、誰もが地理・数値情報を共有できることを実現した。以上より、行動計画へと反映しやすい都市持続性評価手法及び、あらゆる団体・個人が利用可能かつ情報の取得・把握が容易な運用システムの構築が必要である。

1-2. 既往の研究との位置づけ

都市の持続性評価手法に関する既往研究は数多く存在する。戸川らは、環境・社会・経済の観点から評価を行う、トリプル・ボトムラインの概念を組み込んだ持続性評価システム「SURQUAS (Smart Urban area Relocation model for sustainable QUALity Stocks)」を実都市に適用し、持続性評価を行っている。欧州や日本において実用化されている都市持続性評価手法については、「Urban Audit」「BREEAM」「CASBEE都市」などが存在する。「Urban Audit」「BREEAM」は独自の評価指標を用いている点で地域の独自性を加味した評価が可能であるが、評価対象の都市及びそのスケールが限られており、汎用性に欠ける点が指摘される。

「CASBEE都市」は、定量的評価によりその局所的な改善点の把握が可能であるが、評価指標の重要度が固定されているために地域の独自性を十分に考慮しているとは言い難く、使用データの一部の入手が容易ではないために評価者は限られ、その評価指標群は複雑なものになっている。また、Webと連携したGIS(以下WEB-GIS)を活用したシステムの開発に関する既往研究も存在する。地域のハザード情報をマップ上に反映させることで「防災マップ」として利用する研究や、データベースと連携し、まちづくり情報収集システムを構築している研究も存在する。WEB-GISは地図を媒体とした情報提示・共有において有用であるが、都市の持続性評価に活用している事例はみられない。

1-3. 研究の目的

既往の研究・評価手法より都市の持続性評価システムは、大きく「高い汎用性」「局所的な課題の把握が可能であること」の二点が求められる。前者は「様々な評価対象に対応可能であること」と「高いユーザビリティ」の2つの意味を包括している。ユーザビリティとは「様々な利用者」「使い勝手の良さ」を意味する。一方で「局所的な課題の把握」により「何が問題なのか」「どこが問題なのか」を明確にし、政策へと反映される事が求められる。以上より、以下の特徴を持つ都市持続性評価システムの構築を目的とする。

- I. 局所的な評価を把握できる定量的評価を行う。
- II. 様々な都市スケールを評価対象とする高い汎用性。
- III. 誰もが使い易いユーザビリティが確保されている。

2. 都市持続可能性について

2-1. 都市持続可能性に関する既往研究と定義の現状

都市の持続可能性の定義は諸説挙げられているが、諸説に共通する概念の存在が既往研究にて明らかにされている。共通する概念を以下に整理する。

- I. 環境・社会・経済(文化)の3つの視点(トリプルボトムライン)から都市の持続性は捉えられる。
- II. その概念は地方自治体や民間企業など、国家や国際機関に限らない規模での視点が必要である。
- III. 都市の持続可能性は、都市構造そのものに依存せず、住民の生活の質によっても評価される。

一義的に定義を定められない要因として、持続的という概念は理論的に体系化されておらず、環境・社会・経済といった個別の学問の発展において、それぞれの目的に応じた概念が濫用されている点が指摘されている。また、持続性は時間軸に則って考察されるべき概念であり、実現までのプロセスを内包している。そのプロセスに関し、清水はそれぞれの地方行政が「都市の『持続的な発展』」を主体的に推し進めていく重要性を説いている。都市の持続可能性とは、「最終的な目標としての都市像」ではなく「都市の持続的発展に寄与すべき政策行動に資する、実現までのプロセス」を考察する必要がある。既往研究においてもそのプロセスの中で、地方政府や地方自治体など地方行政が持続的発展の実現に向けて、目標をどのように政策決定へと具現化していくかが課題とされている。

2-2. 本研究における都市持続性について

本研究において都市の持続性をどのように捉えるかが重要となる。前節の考察から、近年盛んに議論されている都市持続性の概念を一義的に定めることは困難である。本研究は都市持続性の定義に関する考察に重きを置かず、様々に派生した定義にも柔軟に対応可能な評価を可能としたシステムの構築を目的としている。地方行政が持続的発展に向けて政策決定を行う重要性が指摘されている以上、各々地方行政によって違う持続性の捉え方を満たす評価システムが必要となる。そこで本研究では、既往研究にて明らかにされた諸説の共通概念に基づいて都市持続性を捉える。評価システム利用者（評価者）によって異なる都市持続性の定義・解釈を満たすべく、本研究で構築する評価システムはアンケートを評価者に課すことで、それぞれの定義・概念を評価結果に反映できる仕組みにした。

3. 都市持続性評価システムの概要

3-1. 都市持続性評価システムの構成

本研究において構築するシステムは、都市持続性評価手法とインターネットを利用した Web 運用システムからなる。都市持続性評価手法は都市の定量的評価を行うことで、具体的な問題点や改善点を局所的に把握することが可能である。また利用者の意思が反映される重みの設定が AHP 法により可能となり、評価対象となる都市・地域のスケールを問わずに利用できる。Web 運用システムはインターネットを利用した、上記評価手法を誰もが実際に利用可能な運用システムである。これにより、処理の高速化や利用者がウェブブラウザにて評価結果の閲覧が可能であるといった高いユーザビリティを確保することが出来る。

3-2. 都市持続性評価手法について

本手法は評価指標を用いてデータを得点化する。(図 1) 評価項目は既往ツールや既往研究、法令を参考に選定した全 27 項目からなる。(表 1) 評価使用データに基づき、1 から 5 の得点が指標それぞれに与えられる。それらの得点に各項目間の重要度(重み値)を掛け合わせ、全ての項目の得点を合算し総合評価点を得る。重み値の導出方法に AHP 法を用いることで、都市によって異なる持続性の捉え方を反映した重み値の設定が可能となり、汎用性の高い評価手法となる。

3-3. インターネットを利用した Web システム

前述した評価手法を実際運用するための Web システムについて説明する。図 2 はユーザーと管理側間における運用システムの構成図である。インターネット及びデータベース(以下 DB)の利用により、従来では時間を要するデータ処理の高速化が可能である。また、ユーザーはデータ入力から評価結果の閲覧までを Web ブラウザ上で行う為、前述した手法を利用した都市持続性評価を容易に行うことが出来る。

ユーザーは CSV データ及びシェープファイルを事前に準備していることが前提となる。CSV データには、シェープファイルの評価スケールに準じた各ポリゴン名と、全 27 評価指標のデータが含まれる。一方、シェープファイルにも各ポリゴン名を記録したテーブルが含まれていなくてはならない。次に、ログインやファイルアップロードなどをユーザーが行うウェブアプリケーション(ウェブフォームはウェブアプリケーションの一部)について説明を行う。このウェブアプリケーションは、ASP.NET 及び VB.NET によって構築されており、ウェブサーバ(IIS)によって公開されている。ASP.NET や VB.NET によって記述されたコードに則り、ユーザーの操作に応じてユーザーのウェブブラウザにエラーを返したり、管理側の DB にデータを保存させたりと様々な操作をこのウェブアプリケーションが実行させる。また、ウェブフォームから DB にデータの保存などの操作を実行させるには、ウェブアプリケー

表 1 評価指標及び項目

大項目	中項目(小項目)	評価項目(小項目)	具体的評価指標	必要なデータ
環境	都市環境	空気	大気汚染物質排出量(SO ₂ , NO _x , O ₃ , SPW)	独立行政法人国立環境研究所「環境数値データベース」
		水	水消費量	自治体及び水供給事業者組合の統計
		水質	環境省：ダイオキシン類に係る環境調査結果	
	土地	自然保護地	農林業センサス及び各自治体独自の調査	
		土壌の品質(ダイオキシン類濃度)	環境省：ダイオキシン類に係る環境調査結果	
		廃棄物の排出量	各自治体統計	
	資源	資源再利用効率	環境省廃棄物処理技術情報	
	自然環境	環境保全	自然的土地保全率	農林業センサス 地域資源の保全 知照者：国勢調査
		人口動態	人口自然増減率	厚生労働省統計情報部 人口動態調査
	社会	住環境	安全	防犯
住宅			住宅整備水準(量)	各自治体統計
OS			オープンスペース整備水準	国土交通省 都市公園整備状況
都市基礎		都市(防災)	地盤形状(地震)	地盤ハザードステーション
		都市	歩行者空間の安全性	各自治体統計
		社会基礎	障害者サービス充実度	厚生労働省「社会福祉施設等調査」
		マナー・ジェント(投票)システム	各自治体統計	
交通		公共交通利便性(利用率)	国土調査 5-4 利用交通手段	
経済		福利	権利の多様性	全国情報公開調査結果
		財政	地方自治体財政力	総務省：国勢調査市役所、区役所
	財政安定度		各自治体発表	
	産業	地産地消	各自治体発表	
		雇用率、失業率	各自治体統計	
	雇用	雇用の多様性(有効求人倍率)	各自治体統計	
	収入支出	所得	各自治体統計	
企業	企業数	統計局 事業所・企業統計調査		

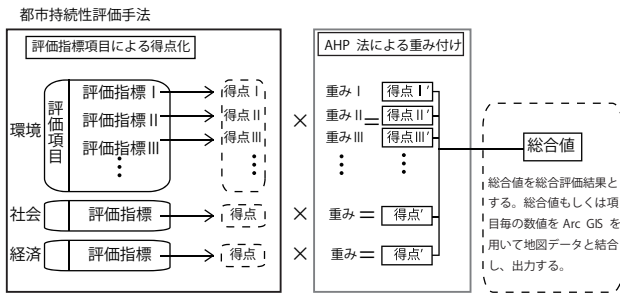


図1 評価結果導出の流れ

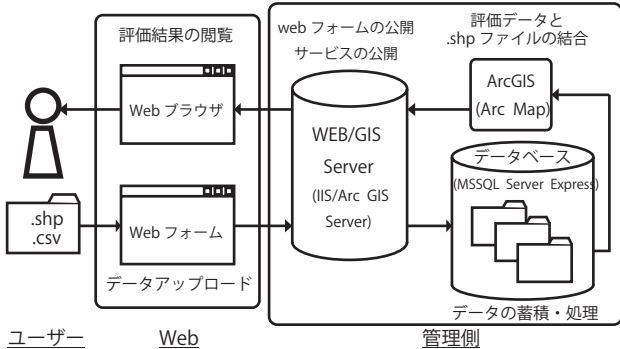


図2 Web 運用システムの構成

ションと DB サーバ (MSSQL Server Express) の二者間に接続を確立する必要がある。外部ネットワークからの接続となるために、ウェブアプリケーションに DB サーバのインスタンス接続及びデータベース接続を許可したユーザ権限を付与することで接続を確立した。これにより DB へアップロードされたデータの保存及び処理を一括で行うことが可能となった。次に、処理済みデータは ArcGIS Server へと移行され、インターネット上に公開される。公開される評価結果ページは ArcGIS Server によって公開され、ArcGIS Server から ESRI.com Map を通し、ユーザーのウェブブラウザに表示される。

4. 都市持続性評価システムの運用

4-1. 利用者について

システムの利用者（ユーザー）としては、産官学問わないすべての団体・個人を想定している。ただし、利用者の下にインターネット環境が整備されている事、希望する評価対象都市・地域のシェープデータ（地理データ）及び評価指標を満たす数値データを含む CSV データを保持している事が条件となる。（シェープファイルにもポリゴン名のテーブルが必要）また、利用はユーザーが Web サイトにアクセスし、ユーザーアカウントを作成することを絶対条件としている。

4-2. 対象都市について

評価の対象となる都市・地域については、その規模・年代といった制約は存在しない。評価は町丁目ごと、行政区ごとなどユーザーが望む形式にて可能である。これにより、都市・地域単位ではなく、具体的にどの

地区・場所が問題であるかを把握でき、希望するスケールにて評価結果の考察が可能である。

4-3. 都市持続性評価システム利用の流れ

ユーザー側の挙動について、ユーザー側利用フロー図（図3）に沿って説明を加える。ユーザーはウェブブラウザから所定のホームページにアクセスする。初めての利用の場合、ユーザー ID とパスワード、及びメールアドレスを入力しアカウント登録を行う。次回からは登録したアカウントでログインすることでシステム利用が可能となる。次のファイルアップロード画面ではユーザーが準備したシェープファイル及び CSV ファイルをウェブフォームよりアップロードする。アップロードが完了すると、AHP 法による各項目の重み値を決定するためのアンケート画面へと進む。アンケート画面では回答項目に不備がある場合、訂正箇所がユーザーに知らされ改めて回答を行う。アンケートが完了すると結果確認画面へと進み、簡易的な評価結果の閲覧と CSV ファイルによる結果のダウンロードが可能である。ユーザーの作業は以上となる。

のちに、評価結果閲覧用の URL が登録したメールアドレスに送信され、ユーザーはその URL にてアップロードした地図データと結合された評価結果を閲覧できる。（図4）この評価結果画面では、凡例の説明や、ポリゴン毎の詳細な評価の確認が可能である。

次に管理側の挙動について説明する。図5は管理側における運用フロー図である。ユーザーがホームページにアクセスした時点にて、運用が開始されるとする。ウェブページ上に評価結果が表示され CSV ファイルにてダウンロードするまでの処理はコンピュータによる自動処理であるため、説明は割愛する。ユーザーの作業が終了すると、次に ArcGIS を用いて運用

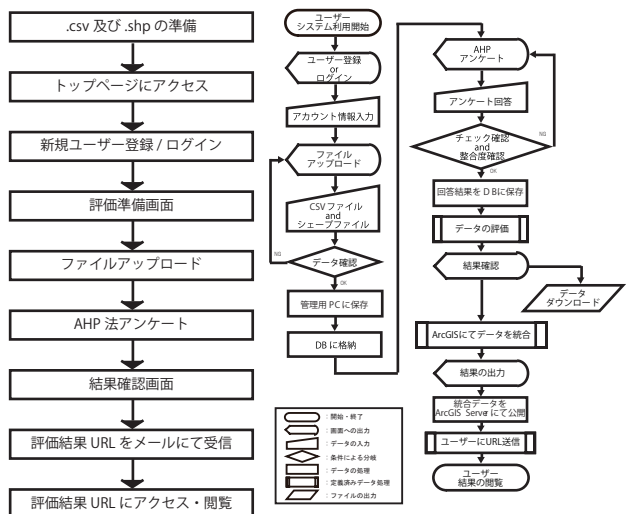


図3（左図） ユーザー側利用フロー図

図5（右図） 管理側運用フロー図

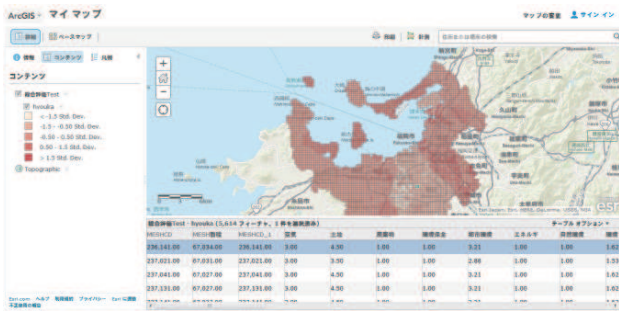


図4 最終的な評価結果確認画面

者が評価データと地図データの統合をデータの確認などを兼ねて手動で行う。運用者はDBから評価結果データをCSVファイルで出力する。そのCSVデータをArcMapにてアップロードされたシェープファイルと結合する。結合されたデータをArcGIS Serverにて公開し、自動生成されるURLをユーザーにメールにて通知する。管理側における挙動は以上で終了となる。

5. 実都市への適用と検証

5-1. 実都市を対象とした適用

福岡市(250m メッシュデータ)を対象に検証を行った。使用したデータについて、表2に示す。従来の評価手法(重み付けなし)と、本研究において構築したシステム(重み付けあり)を用いて評価を行い、その結果の比較を行うことで重み付けが評価結果にどのような影響を及ぼすかを検証する。重み付けの為のアンケートの回答は、都市環境持続性評価分析WG会議メンバーのご協力によるものである。

5-2. 適用結果とその検証

適用結果を図5に示す。上より重み付けなし、重み付けあり評価結果

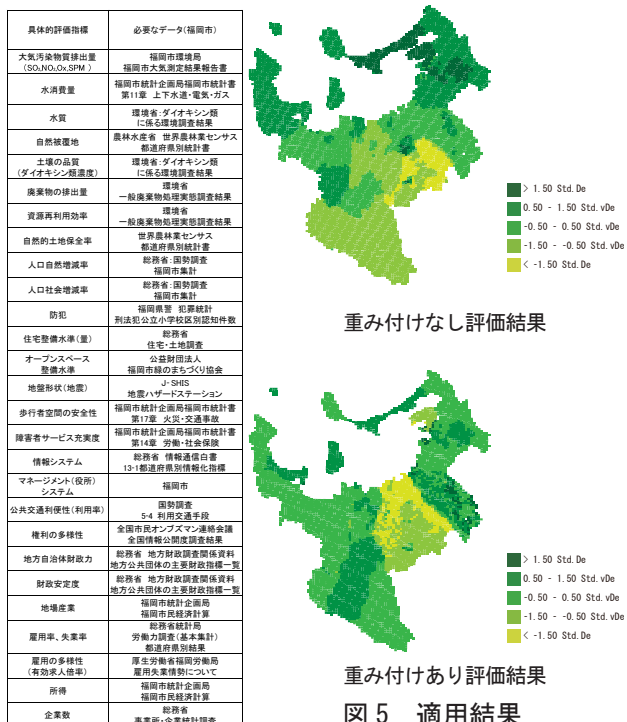


図5 適用結果

み付けありの評価結果である。アンケート回答より福岡市において、環境項目の重み値が「0.460」と社会/経済項目に比べ環境項目が重視されていることがわかった。その結果、環境評価が低い都心及び評価が高い郊外に影響を及ぼしており、福岡市における都市持続性の考え方を評価結果に反映させることが出来た。

6. 総括

本研究では、都市の持続性を評価する手段としての評価システムの構築とその運用を目的とした。特徴として、以下の4つが挙げられる。

- I. 定量的評価により局所的な問題点の把握が出来る。
- II. あらゆるユーザーが希望する評価スケールに対応できる点において汎用性が高いシステムであること。
- III. ユーザー毎に異なる、都市持続性に関する様々な解釈をアンケートによって評価に反映できること。
- IV. インターネットを利用することで、あらゆるユーザーが使用しやすい運用方法を確立したこと。

本システムを活用することで、評価対象都市内の高評価・低評価である地区を確認でき、その要因を把握出来る。複数都市の評価においては、重み値を固定することで都市間の比較が可能である。また、同都市において年代の異なるデータを用意することで、年代ごとの評価を比較することができ、政策が都市の持続性にどのような影響を与えたかの検証も可能である。同様に、データに将来予測としての目標値を設定することで、将来のシミュレートを行うことが出来る。

地方行政が持続的発展を主導していく必要性とその持続的発展を実現するためのプロセスの重要性を研究の背景にて述べた。そこで、本システムが持続的発展に実現に向けた地方行政の政策立案の支援となるような活用がなされることを期待する。

一方では課題として、データ収集がより容易であり、様々な評価スケールを考慮した指標項目を選定する必要がある。また、DB内に蓄積されるデータを使用し、リアルタイムで評価基準値が更新されるシステムの開発や、よりユーザーが使用しやすいウェブアプリケーションの開発など、さらなる発展が望まれる。

【参考文献・資料】

- (1) 高橋美保子 鶴木千里 出口敦「サステナブル・ディベロップメントの概念と都市のサステナビリティ評価手法に関する基礎研究」九州大学大学院人間環境学研究院紀要 第11号 2007年1月
- (2) 鶴木千里「都市のサステナビリティ評価指標構築の現状と課題」
- (3) 清水万由子 上田和弘「持続可能な都市論の現状と課題」環境科学会誌 19(6):595-605(2006)
- (4) 鈴木祐大 加知範康 戸川卓哉 加藤博和 林良嗣「都市域の持続可能性評価システムの開発」日本環境共生学会 2009年度学術大会発表論文集
- (5) 堀田真之介「Webサイトを利用した都市持続性評価システムの開発」九州大学平成25年度建築学研究卒業論文梗概集
- (6) 都市の環境性能評価ツール開発委員会「CASBEE 都市」