

持続可能性から見た都市の コンパクト化の評価に関する研究

金子 貴誉史¹・森本 章倫²・井上 恭介³

¹正会員 栃木県庁県土整備部鹿沼土木事務所保全部保全担当（〒322-0068 栃木県鹿沼市今宮町1664-1）

E-mail: kanekok12@pref.tochigi.lg.jp

²正会員 宇都宮大学教授 工学研究科（〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2）

E-mail: morimoto@cc.utsunomiya-u.ac.jp

³学生会員 宇都宮大学大学院 工学研究科（〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2）

E-mail: mt136424@cc.utsunomiya-u.ac.jp

地方都市を中心に、市街地の空洞化による地域経済の衰退や自動車走行に起因するCO₂排出量の増加などの問題が生じた。これら問題の解決策としてコンパクトシティが注目されている。都市の持続可能性を評価する場合、総合的な視点から評価指標を検討し、都市の分析を行うことが必要である。本研究はコンパクトシティの実現に向けた課題と今後の方向性について言及することを目的とする。本研究では、宇都宮市を対象として、持続可能性の観点から都市のコンパクト化の評価指標の選定を行い、評価した。結果、都市政策が都市のコンパクト化に与える影響を定量的に把握すると同時に、TOD政策は社会分野及び環境分野のコンパクト化の指標に影響することが分かった。

Key Words : compactification, TOD, sustainable , TBL, evaluation index

1. はじめに

我が国の都市では、高度経済成長期に、モータリゼーションの進展や都市郊外での大規模集客施設の立地が増加したことで、都市は無秩序に拡大してきた。その結果、特に地方都市を中心に、中心市街地の空洞化による地域経済の衰退や自動車走行に起因するCO₂排出量の増加、住民の生活の質の維持など経済面、環境面、社会面にわたって様々な問題が生じている。このような問題に対処するための都市形態として、コンパクトシティが注目されている。コンパクトシティの概念は、20世紀末に環境問題が深刻化してきた欧州連合（EU）を中心として、持続可能な都市モデルとして提起された。この持続可能な都市についてNewman and Kenworthy¹⁾は、環境・経済・社会の3つの構成要素（TBL: Triple Bottom Line）のバランスが重要であるとしている。また、国連持続可能な開発委員会(UNCSD: Secretariat of the United Nations Commission on Sustainable Development)²⁾が発表している持続可能性評価指標をはじめとして、持続可能性の評価に関連した多くの調査・研究がTBLに着目した整理を行

っている。よって、都市の持続可能性を評価する場合、ある評価指標単独ではなく、総合的な視点から都市を評価していく必要がある。

よって本研究では、都市のコンパクト化をTBLの観点から評価するための指標を検討し、実都市を対象に分析を行うことで、コンパクトシティの実現に向けた課題と今後の方向性について言及することを目的としている。

都市空間構造をTBLの観点から総合的に評価する際に、他都市との比較といった異なる空間で相対評価した研究と、特定の都市に着目し、時間軸でその変化を評価した研究がある。前者の研究は、金ら³⁾や高橋ら⁴⁾、日本経済新聞社・産業地域研究所⁵⁾によって行われている。しかし、都市空間構造を空間軸上で経年的に把握する場合、その都度各都市の全指標を収集する必要があるが、経年的に都市の持続性を評価する際には実用的ではない。また、都市によって評価指標の更新時期や頻度が異なり、適切な評価が行えているとは言い難い。一方で、戸川ら⁶⁾は時間軸に着目して、現在及び将来の都市空間構造を比較することで有効な都市域集約施策を検証している。しかし、社会面は複数の指標で構成された複合指標を用

いているものの、環境面及び経済面については、それぞれ1指標しか設定されておらず、総合的な評価を行うためには、より多様な指標を用いて評価する必要がある。

よって、本研究では、コンパクトシティの実現状況を経年的に評価するため、時間軸上での評価に着目する。具体的な分析手法は、都市のコンパクト化の評価指標をTBLの観点から選定し、それら指標を用いて実際の都市のコンパクト化の推進度合いを評価する。また、評価指標の選定方法は、都市の持続可能性について総合的に検討している国内外の既存文献を参考に、環境面・社会面・経済面の各面で複数指標を選定する。さらに、その中でも特に都市構造の影響を受ける指標を用いて、都市政策がコンパクト化に与える影響についても分析する。また、本研究の新規性は、自治体での活用を想定し、より実用的なコンパクト化の評価手法を検討している点にある。そのため、原則、評価指標を自治体が継続的または定期的に行っている統計調査等から選定することで、評価指標の入手性及び更新性を考慮している。

2. 都市のコンパクト化の評価指標の選定

(1) 欧州の持続可能な都市促進指標

欧州では持続可能な都市に向けた取り組みが先行しているが、市川ら⁷⁾はそうした欧州で用いられている持続可能な都市促進指標について整理している。その結果、欧州での持続可能な都市促進指標は都市環境全般を対象にしており、中でも交通関連の指標が重視されていること等を明らかにしている。

しかし、日本と欧州では文化・行政風土などが異なるため、欧州における取り組みを無条件に受け入れることは難しい。また、国内の地域によっても目指すべき都市の姿は異なり、地域の実情に即した指標を用いて都市構造を評価する必要がある。したがって、本研究では地域の実情により即した都市構造の評価指標の選定を試みる。

(2) 対象地域

本研究では宇都宮市をケーススタディとし、分析を行う。宇都宮市は、第5次総合計画（5次総）⁸⁾を平成20年3月に策定し、その中で「ネットワーク型コンパクトシティ」の形成を目指すことが示されている。また、今日では東西基幹公共交通としてLRT（Light Rail Transit）の導入も検討されている⁹⁾。そこで、これらを踏まえ、本研究では、現在の宇都宮市のコンパクト化の評価を行い、さらに都市政策がコンパクト化に与える影響を分析する。

(3) 都市のコンパクト化の評価指標の選定方法

ここでは、宇都宮市の実情に即したコンパクト化の評

価指標を選定する。そのため、先述の市川らがレビューした欧州の事例に加え、持続可能な都市の実現に向けた我が国のガイドライン⁹⁾¹⁰⁾、宇都宮市の各種計画等¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾及び既存研究³⁵⁾⁶⁾¹⁵⁾を考慮することで、持続可能性の観点から都市のコンパクト化の評価指標の選定を行う。

具体的な選定方法としては、原則参考文献間で共通性が高い指標を重要指標とみなし、重要指標の抽出・整理を行う。さらに、その中で入手性及び更新性が良く、人口減少や都市構造の変化に影響を受ける指標をコンパクト化の評価指標とする。評価指標の選定に用いた参考文献一覧を表-1に、選定した評価指標及び各定義を表-2に示す。なお、次章でコンパクト化を評価する際には、表-2の定義に従い算出した各指標値を用いる。

表-1 指標選定に用いた参考文献

分類	参考文献
宇都宮市	第5次宇都宮市総合計画 前期基本計画中間総括評価表
	H23都市計画課委託指標
	第2次宇都宮市環境基本計画
	宇都宮都市交通戦略
既存研究	全国都市のサステナブル度評価
	森本:日本都市計画学会都市計画論文集 2011
	金ら:土木計画学研究発表会講演集 2009
	戸川ら:土木計画学研究発表会講演集 2010
国	国交省「低炭素都市づくりガイドライン」
	環境省「地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン」
EU	欧州共通指標(ECI)
	オールボー・コミットメント
	欧州グリーン都市
	都市エコシステム
	都市エコシステム・ヨーロッパ

表-2 抽出したコンパクト化の評価指標一覧

分野	指標	定義・使用データ
社会	中心市街地 居住人口	『中心市街地活性化基本計画』 によって定められている区域の人口
	集約拠点居住人口	既存研究を基に算定した集約拠点の人口
	自動車保有台数	関東運輸局栃木運輸支局での算出値
	公共交通利用者数	市内各駅の乗車人員及びバス輸送人員の総人口
	公共交通不便地域 居住人口	『宇都宮都市交通戦略』に記載されている公共 交通不便地域の定義に従い算出した当該地域人口
環境	民生部門 CO2排出量	『宇都宮市地球温暖化対策地域推進計画』 で示されている数値
	交通部門 CO2排出量	『宇都宮市地球温暖化対策地域推進計画』 で示されている数値
	産業部門 CO2排出量	『宇都宮市地球温暖化対策地域推進計画』 で示されている数値
	緑地面積	市内の田、畑、山林、公園・緑地の総面積
経済	市民税	一般会計の内訳における当該税
	固定資産税	一般会計の内訳における当該税
	インフラ 維持管理費	一般会計及び公営企業会計の内訳における 道路、橋梁、上下水道の維持管理に係る総費用
	財政力指数	決算状況調の数値
	商業年間販売額	商業統計調査の数値
	中心市街地通行量	『商店街通行量・来街者実態調査』 で示される当該通行量

3. 宇都宮市のコンパクト化の評価

本研究では、指標毎のコンパクト化の進捗率を用いてコンパクト化の評価を行う。なお、コンパクト化の進捗率は基準年の指標値と評価年の指標値の変化率と定義する。コンパクト化の進捗率の算出式を式（1）に示す。

$$\text{コンパクト化の進捗率} = \frac{\text{評価年の指標値}}{\text{基準年の指標値}} - 1 \quad (1)$$

次に表-2の15指標に対してコンパクト化の進捗率を算出することで、宇都宮市のコンパクト化の評価を行う。ただし、データの制約上、基準年及び評価年は各指標値の最新2時点とする。また、具体的な評価方法は、コンパクト化の進捗率がコンパクト化に対してポジティブな変化なのかネガティブな変化なのかを評価する。コンパクト化の進捗率がコンパクト化に対してポジティブな場合「+」を、ネガティブな場合「-」を評価欄に表記している。またコンパクト化の進捗率が0～±1%は「+ -」を、±1～2%は「+」又は「-」を、±2%～は「+ +」又は「- -」を表記している。評価結果をまとめたものを表-3に示す。

その結果、中心市街地居住人口、集約拠点居住人口、緑地面積、インフラ維持管理費、商業年間販売額、中心市街地通行量の計6指標はコンパクト化に対してポジティブな変化を示している一方で、公共交通利用者数、公共交通不便地域居住人口、民生部門CO₂排出量、産業部門CO₂排出量、市民税、財政力指数の計6指標はコンパクト化に対してネガティブな変化を示している。また、自動車保有台数、交通部門CO₂排出量、固定資産税はあまり変化が見られず、現状を維持していると言える。以上のコンパクト化の評価の結果より、宇都宮市では、財政状況に留意しながら公共交通の整備や土地利用から派生するCO₂排出量削減に関する取り組みを実施していく必要があると言える。

4. 都市政策がコンパクト化に与える影響分析

都市政策は都市構造を変化させ、人々の居住地や地域内の交通にも影響を与える。そこで本研究では社会分野の「集約拠点居住人口」及び環境分野の「交通部門CO₂排出量」を評価指標とし、今後の都市政策がコンパクト化に与える影響を分析する。

（1）都市政策の設定

宇都宮市の人口は2015年にピークを迎え、その後人口減少期に入ることから、本研究では推計年次を2005年、2020年、2030年とする。また、より詳細な検討をするため、500m四方の4次メッシュ単位で分析を行う。

表-3 コンパクト化の評価結果の一覧

分野	指標	比較時点	進捗率(%)	評価
社会	中心市街地居住人口	H23→H24	1.4	+
	集約拠点居住人口	H12→H17	2.1	++
	自動車保有台数	H22→H23	-0.6	+ -
	公共交通利用者数	H21→H22	-2.5	- -
	公共交通不便地域居住人口	H17→H22	3.2	- -
環境	民生部門CO ₂ 排出量	H12→H15	1.6	-
	交通部門CO ₂ 排出量	H12→H15	-0.1	+ -
	産業部門CO ₂ 排出量	H12→H15	8.8	- -
	緑地面積	H22→H23	1.4	+
経済	市民税	H21→H22	-1.7	-
	固定資産税	H21→H22	0.0	+ -
	インフラ維持管理費	H21→H22	-2.6	++
	財政力指数	H21→H22	-5.3	- -
	商業年間販売額	H16→H19	9.4	++
	中心市街地通行量	H22→H23	14.2	++

なお、将来人口はコーホート変化率法を用いて推計を行った。

そして、本研究では趨勢型と公共交通指向型開発（TOD：Transit Oriented Development）型の2パターンの都市政策を設定する。まず、趨勢型は新たな土地利用規制と交通政策を実施せず、現在の都市形態を2030年まで維持した場合である。次にTOD型は、土地利用誘導とLRTの導入を実施する場合である。

具体的なTODの再現方法としては、立地誘導を行い、宇都宮市におけるLRTの電停の駅勢圏及び集約拠点に人口を集約させることで、TODを再現する。なお、LRTの電停の駅勢圏は電停の設置予定位置から半径500mとする。また、具体的な集約方法については、鈴木ら¹⁰⁾の既存研究を参考にした。鈴木らは富山ライトレールの事例を取り上げ、LRT導入にあたり新設された駅の駅勢圏人口がLRT導入前後で約5%増加していることを明らかにしている。そこで、本研究の2020年のTOD型では集約拠点の総人口を5%増加させ、その分の人口を農振農用地域及び緑化拠点で減少させた。また、2030年のTOD型では、当該年次にTODが完了していると仮定し、農振農用地域及び緑化拠点の全人口を集約拠点に集約させている。趨勢型及びTOD型の各拠点を図-1に示す。

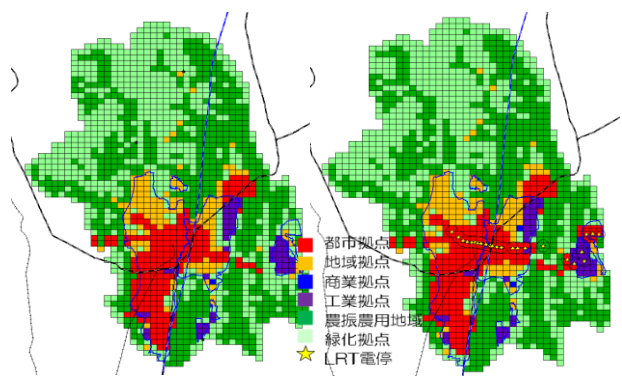


図-1 集約拠点選定結果（左図：趨勢型、右図：TOD型）

(2) 社会分野の指標に与える影響

集約拠点居住人口は、趨勢型及び TOD 型で選定した集約拠点（図-1）の人口を抽出し算出している。都市政策別に集約拠点居住人口を算出した結果を図-2に示す。まず、趨勢型では、都市郊外部での人口増加の影響を受け、集約拠点居住人口は年々減少しており、現在から 2020 年までに 1%、2030 年までに 5%減少する。また、集約拠点居住人口の構成比も減少の一途を辿る。一方、TOD 型の当該人口は、趨勢型に比べ 2020 年で 12%、2030 年で 64%多いという結果になった。また、集約拠点居住人口の構成比も年々増加する。つまり、TOD が完了した場合、集約拠点居住人口は最大 64%まで増加する可能性があると言える。

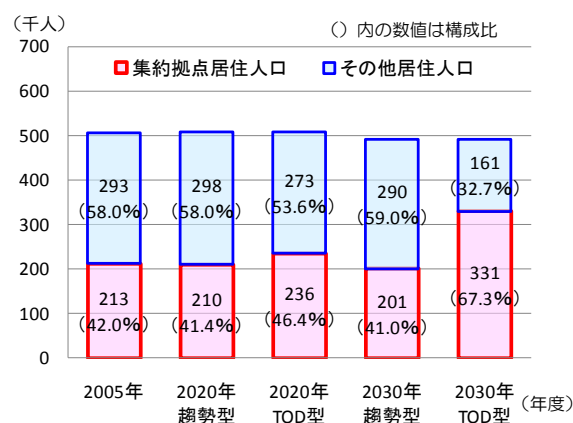


図-2 都市政策別の集約拠点居住人口の算出結果

(3) 環境分野の指標に与える影響

交通部門 CO₂ 排出量は、交通機関別に CO₂ 排出原単位を設定し、都市政策別に交通量の推計を行ない算出する。なお、交通量の推計では四段階推定法及びマクロ交通流シミュレータ TransCAD4.0 を用いる。また、分析に使用するデータは 1992 年に行なわれた第 2 回宇都宮都市圏パーソントリップ調査データであり、対象地域は計画基本ゾーンと上河内町、また、通過交通量を考慮するため、H6 道路交通センサ車種別 OD 調査をもとに都市圏外を加えた 96 ゾーンを対象とする。

表-4 にシナリオ別に推計したトリップ数とトリップ長を示し、図-3 にシナリオ別の CO₂ 排出量の推計結果を示す。この結果から趨勢型は現在より 2020 年で 3.4%、2030 年で 9.5%の CO₂ 排出量が減少する。これは現在より郊外化の進行によりトリップ長は増加するが、トリップ数の減少や技術革新の影響だと考えられる。また、TOD 型の 2030 年では趨勢型に比べ 5.8%の CO₂ 排出量が減少する。この要因としては、2030 年では TOD が完了しており、自動車から公共交通へのモーダルシフトが大きく進展したことで削減に繋がったと考えられる。一方で、TOD 型の 2020 年では趨勢型と同程度の CO₂ 排出量になった。この原因として、トリップ長の影響が考えられる。TOD 型の 2030 年では交通利便性の高い集約拠点に郊外の人口を集約させたことで、公共交通分担率が増加し、自動車交通量が減少し、CO₂ 排出量は減少した。しかし、TOD 型の 2020 年では郊外部に集約していない人口が残っているため、トリップ長が大きくなってしまい、CO₂ 排出量の削減効果が小さくなってしまったと考えられる。

表-4 シナリオ別トリップの変化（宇都宮市内）

市内	現在	2020年		2030年	
		趨勢型	TOD型	趨勢型	TOD型
トリップ数	総トリップ	999,453	1,011,795	978,244	
	徒歩・二輪	236,867	224,064	204,644	205,080
	自動車	721,056	749,529	740,677	720,837
	公共交通	41,531	38,202	32,923	52,327
トリップ長 (km/トリップ)		4.46	4.48	4.43	4.48
				4.48	3.92

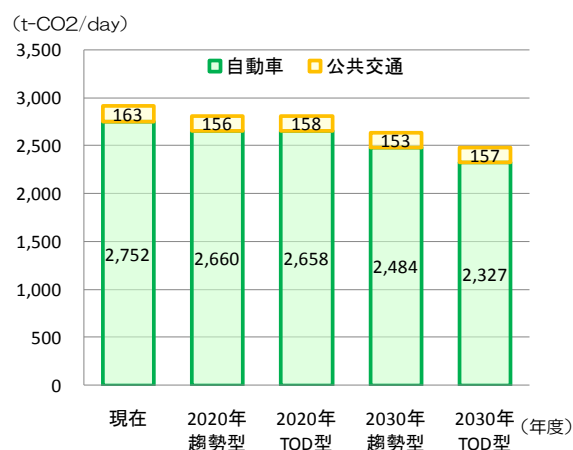


図-3 シナリオ別 CO₂ 排出量の推計結果

5. おわりに

本研究では、実用性が高い都市のコンパクト化の評価指標を TBL の観点から選定し、それら指標を用いて宇都宮市のコンパクト化の推進度合いを評価した。さらに、都市政策が都市のコンパクト化に与える影響を定量的に把握した。

その結果、宇都宮市では、財政状況に留意し、公共交通の整備や土地利用から派生する CO₂ 排出量削減に関する取り組みが必要であることがわかった。また、TOD 政策は社会分野及び環境分野のコンパクト化の評価指標に有効に働くことがわかった。

今回提案したコンパクト化の評価指標は、宇都宮市の実情をできるだけ反映した指標となっている。そのため、

他自治体で活用する際には注意が必要である。今後は他自治体でも利用可能な一般的なコンパクト化の評価指標を検討する必要がある。また今回は、選定した指標の中でも特に都市構造の影響を受ける2指標を用いて、都市政策が都市のコンパクト化に与える影響を分析した。そのため、今後都市政策を評価する際には、他の指標を用いてより総合的な評価を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) P. Newman and J. Kenworthy: Sustainability and cities : Overcoming Automobile Dependence, Island Press, p4,1999.
- 2) UNCSD : Indicators of Sustainable Development: Guidelines and methodologies,2001
- 3) 金希津, 新田保次: 「交通関連サステナビリティ評価指標を用いた都市間比較評価」, 土木計画学研究発表会・講演集, vol40, CD-ROM,2009
- 4) 高橋勝美, 福本大輔, 西野仁, 力石真, 張峻屹, 藤原章正: 「持続可能な交通に関する指標の整理と実態比較」, 土木計画学研究発表会講演集, vol43,CD-ROM, 2011
- 5) 日本経済新聞社産業地域研究所: 第3回全国都市のサステナブル度評価調査研究報告書, 2011
- 6) 戸川卓哉, 鈴木祐大, 西野慧, 加藤博和, 林良嗣, 川村幸宏, 川瀬康博: 「トリプル・ボトムラインから見た都市域集約策の評価」, 土木計画学研究発表会講演集, vol42,CD-ROM, 2010
- 7) 市川嘉一, 久保田尚: 「欧州におけるサステナブル都市促進に向けた実践的な評価指標に関する考察ー主に交通関連指標に着目して」, 土木計画学研究発表会講演集, vol44,CD-ROM, 2011
- 8) 宇都宮市第5次総合計画, 宇都宮市, 2008
- 9) 国土交通省 HP, 「低炭素都市づくりガイドライン」: http://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/teianso.html
- 10) 環境省 HP, 「地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン」: http://www.env.go.jp/earth/ondanka/suishin_g/index.html
- 11) 第5次宇都宮市総合計画前期基本計画中間総括評価, 宇都宮市, 2012
- 12) 平成23年度宇都宮市都市計画課委託業務報告書
- 13) 第2次宇都宮市環境基本計画, 宇都宮市, 2011
- 14) 宇都宮都市交通戦略, 宇都宮市, 2012
- 15) 森本章倫: 「都市のコンパクト化が財政及び環境に与える影響に関する研究」, 日本都市計画学会都市計画論文集 Vol46No.3,2011
- 16) 鈴木一将, 森本章倫, 神田昌幸: 「LRT 導入による沿線の土地利用変化に関する研究」, 土木計画学研究発表会講演集, vol45, CD-ROM, 2012