

都市のコンパクト化の指標とその影響・要因

政策研究大学院大学 教授 沓澤 隆司
くつざわ りゅうじ

1. はじめに

今後の急激な人口減少が予想される中、生活の質を低下させずに、都市機能を維持・更新していくためのコストを低下させる方法として、人口や都市の機能を中心部に集約化させる都市のコンパクト化が重要とされている。平成26年7月に国土交通省において取りまとめられた「国土のグランドデザイン2050～対流型国土の形成～」においては、「地域構造を「コンパクト」+「ネットワーク」という考え方でつくり上げ、国全体の「生産性」を高めていく」と記述され、また、経済財政諮問会議が本年6月に取りまとめた「経済財政運営と改革の基本方針2017」の中でも「都市の活力を高め、にぎわいを創出するため、コンパクト・プラス・ネットワークの形成や未利用資産の有効活用を進める。」とされている。こうした政策を推進するために、平成26年に都市再生特別措置法が改正され、行政と住民や民間事業者が一体となったコンパクトなまちづくりを促進するための立地適正化計画制度を発足させており、これまで112の自治体が計画を策定している（平成29年7月31日現在）。

「都市のコンパクト化」とはどういう状況を目指すかという議論に関しては、OECD(2013)による“Compact Cities Policies: A Comparative Assessment”において、コンパクトシティを「人口密度が高く(dense)、近接性が高く(proximate)、容易に職場や地域の公共サービスに移動できる地

方の都市開発の形態」と位置付けている。このように人口が都市の中心部に集中化していく状態を本稿では「都市のコンパクト化」と呼ぶこととする。

ただし、都市のコンパクト化の効果や要因を検証するためには、そもそも都市のコンパクト化とはどのような基準で判断するかの指標を確立する必要がある。それによって、都市のコンパクト化が財政支出、環境負荷、経済活性化にもたらす影響やどのような条件・施策がコンパクト化に影響するかの要因分析を行うことが可能となる。

そこで、本稿では都市のコンパクト化の指標としての「標準距離」を提示し、その手法による指標の効果と要因を示し、その意義と課題を分析することとする。

2. 都市のコンパクト化の指標に関するこれまでの経緯と課題

都市のコンパクト化については、これまでいくつかの指標が提示されてきている。特に、都市のコンパクト化が財政支出の抑制や温室効果ガスの排出抑制に与える影響に関する実証分析が多く行われ、その際に、都市のコンパクト化を示す説明変数としての指標が必要となった。

過去の研究例では、中井(1988)、吉村(1999)などのように、1人当たりの財政規模に与える要因について、都市の人口や都市面積を説明変数に使用して検証しているものもあるが、都市全域の人

口集中の状況しか分からず、コンパクト化の本来の趣旨である都市中心部への人口集中の状況を正確に反映した分析にはならない。海外の研究では、Carruthers and Ulfarson (2008) が米国農務省によって都市地域 (urbanized land area) として位置づけられた地域の人口密度を1人当たり説明変数とするなど比較的都市的な土地利用が明確な地域の人口密度を元に分析する事例が見られる。しかし、日本の場合は例えば市街化区域内でも農地がかなりの広さで残留し、一方で市街化調整区域にも多くの集落が存在し、さらには市街化区域・市街化調整区域の線引きが行われない地域も存在し、都市的な土地利用と農地・森林との明確な区分けが存在していないことから、海外で行われるような方法は採用しがたい。

この点、林(2002)による DID の面積が都市全体に占める面積比率を測る方法のように、DID の面積や人口に着目した指標がある。しかし、DID は都市全域が DID に指定された都市や反対に全く指定されていない都市がある上に、広範な面積の DID の中の人口の集中状況が分からないため指標としては不十分である。

一方で、Nakamura and Tahira (2008) のように町丁目単位の人口密度を元にローレンツ曲線を用いて、その集中の偏りを算出した分析や川崎(2008) のように DID 人口の町丁目シェアの二乗値の和で計算されるハーフィンダール・ハーシュマン指標 (HFI: Herfindahl-Hirschman Index) を用いた分析がある。これらの指標には、町丁目という小地域の単位で人口の偏りを捉えることが可能という利点がある。一方で、それぞれの町丁目の面積の差が大きいため、町丁目を使うことは精密な分析には適さないという問題点がある。さらに、この手法を用いた場合、都市の人口分布の違いは認識できるものの、都市の中心部にどの程度人口が集中しているかを正確に捉えることはできない。

都市のコンパクト化の本来の趣旨から見れば、都市の中の人口が如何に互いに近接して存在しているかを元に指標化を行うべきである。すなわち、都市のコンパクト化の定義に即して考えれば、人

口の集中度合いが高い都市の中心部から人口が分布する場所までの距離を測定して、その乖離の度合いを見て指標を作成することが適切である。

3. 都市のコンパクト化の指標づくり—標準距離の計測—

これまでに述べた指標の長短を踏まえ、また都市のコンパクト化の趣旨を踏まえた指標とするためには、都市の中心部からの空間的な人口の分散状況を以下の計算方法で算出する「標準距離 (Standard Distance)」を指標として分析することが妥当である。

まず、都市の地域全体に縦軸に経線、横軸に緯線からなるメッシュを被せてそれぞれのメッシュ内の人口数を特定し、それぞれのメッシュが存在する緯度経度の座標の数値を人口数で加重平均することで、都市の人口の重心を特定する。次に、式(1)のとおり都市の中心点からそれぞれのメッシュの中心点までの距離の2乗値をメッシュ内の人口数で加重した数値を人口総数で除して平方根を算出した数値を「標準距離」として指標とする。計算の基礎となるメッシュと重心との関係は図1のとおりであり、このメッシュは昭和48年7月12日行政管理庁告示第143号による「標準地域メッシュ」を元にした緯度30秒、経度45秒からなる基準地域メッシュである。

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n h_i r_i^2}{\sum_{i=1}^n h_i}} \quad \dots (1)$$

ただし、 SD は標準距離、 r_i は都市の中心点からメッシュ i の中心点までの地表面距離¹、 h_i はメッシュ i における人口数である。この点に関して、財政支出に対する影響を分析する事例ではないが、Terzi and Kaya (2008) においては、都市の中心部からの距離の標準距離を算出し、それぞれの地域の中心部からの距離が標準距離に占める割合を元にその地域がスプロールの状況にあるかどうかの

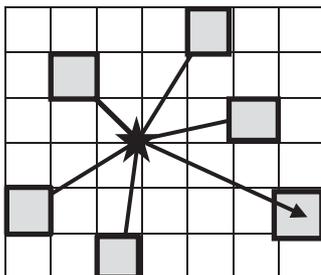
¹ 地表面距離の計測は、国土地理院の下記サイトによる。
<http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/b12stf.html>

表 1 全国及び各地方の標準距離

	都市数	平均	最小	都市名(最小)	最大	都市名(最大)
全体	782	4.372	0.974	東京都狛江市	18.411	長崎県対馬市
北海道	23	3.021	2.074	北海道恵庭市	9.868	北海道石狩市
東北地方	72	5.553	1.605	宮城県塩竈市	11.948	岩手県一関市
関東地方	201	3.538	0.975	東京都狛江市	10.049	栃木県日光市
首都圏	136	3.029	0.975	東京都狛江市	10.049	神奈川県横浜市
中部地方	173	4.263	1.146	愛知県岩倉市	12.289	新潟県村上市
名古屋圏	46	3.481	1.146	愛知県岩倉市	8.110	愛知県田原市
近畿地方	116	3.586	0.995	兵庫県播磨町	9.519	兵庫県神戸市
阪神圏	81	3.476	0.995	兵庫県播磨町	9.519	兵庫県神戸市
中国地方	50	6.651	0.994	広島県府中町	12.690	山口県萩市
四国地方	32	4.797	1.469	徳島県藍住町	10.694	愛媛県西予市
九州地方・沖縄県	115	4.762	1.243	福岡県篠栗町	18.4112	長崎県対馬市

注：首都圏：東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県。名古屋圏：愛知県、三重県。阪神圏：大阪府、京都府、兵庫県

図 1 標準距離算出のイメージ



注：格子は緯度経度で仕切られた地域メッシュ、星印は地域メッシュごとの座標を人口で加重平均した重心。図中の重心と地域メッシュ間の距離(矢印部分)を元に標準距離を算出。

評価を行っており、標準距離をコンパクト化あるいはスプロール化を示す指標として使用する事例は存在する。

標準距離は、地域メッシュの座標を人口数で加重平均して求めた座標の平均値からの各メッシュまでの距離の偏差を各メッシュの人口数で加重して算出した標準偏差であり、この指標の数値が小さいほどその中の人口数は集中していることになり、数値が大きい場合には分散の度合いが大きくなる。従って、例えば、一人当たり歳出額と標準距離との回帰分析を行って、標準距離が正の係数を示せば、標準距離が小さく、市街地が都市の中心部に集中しているほど、地方自治体の1人当た

りの歳出額は小さくなることになる²。表1は、このような方法で算出された全国及び各地方の標準距離の範囲の状況を示したものである。

全国の標準距離の平均は、4.372の数値を示しているが、最大(18.411)から最小(0.974)まで広範囲にわたっている。各地域ブロックのそれぞれの平均値をみると、地方圏の都市の方が平均は高くなっており、郊外部への市街地の拡散傾向が認められている。

4. 標準距離の大きさが与える影響

標準距離が、都市のコンパクト化を表しているとすれば、その増加は市街地の郊外への外延化をもたらす、その数値が減少すれば、市街地が都市の中心部へ近接していることになる。そして後者の場合、都市がコンパクト化していることになるが、この場合、都市のコンパクト化が当初意図した公共施設の適切な配置による都市の財政負担を軽減する効果や温室効果ガスの削減、経済活動の活性化が実現できるかどうかが課題となる。

この財政抑制効果、温室効果ガスの低減効果、それぞれの都市の経済活動の活性化の効果を見るために、パネルデータ分析、あるいはクロスセク

² 標準距離の算定はArcGISを使用した。

表2 それぞれの都市における1人当たり財政支出額、CO₂推定排出量、課税対象所得の数値
(2010年の数値)

	平均	標準偏差	最小値	最大値
財政支出額(千円/人)	348.559	87.115	205.879	749.152
CO ₂ 推定排出量(t/人)	10.023	14.768	2.476	223.215
課税対象所得(千円/)	1224.029	256.062	610.295	2635.738

表3 標準距離の1人当たり財政支出抑制効果、CO₂の推定排出量、課税対象所得への影響の推計結果

	標準距離(対数値)	標準距離を10%短縮した場合の効果
財政支出額への影響	0.041*** (0.016)	財政支出額を4.04%減少
CO ₂ 推定排出量への影響	0.203*** (0.030)	CO ₂ 推定排出量を1.71%減少
課税対象所得への影響	-0.085*** (0.010)	課税対象所得を0.73%増加

注1: ***は1%有意を示す。

注2: 上記の推計は、それぞれ人口規模、年齢別・産業別人口等の数値も説明変数としているが、標準距離の推計結果のみを示している。

ションデータによる回帰分析を試みた。

財政負担に関しては、総務省が毎年度公表している「市町村別財政状況調べ」から得られるそれぞれの財政支出額から公債費を除いた人口当たりの財政支出額を被説明変数とした。その上で、それぞれの市町村の人口規模、産業別・年齢別人口割合、昼夜間人口とともに標準距離を説明変数として、林が提示した行政支出の費用関数の考え方に準拠した下記の式を元にパネルデータの固定効果分析を行った。

$$\ln c_{it} = A_0 + \beta_w \ln w_{it} + \beta_g \left[\ln z_{it} + (\lambda_0 + \lambda_n \ln n_{it} + \lambda_{SD} SD_{it} + \sum_j \lambda_j a_{jit}) \ln n_{it} \right] + u_{it} \quad \dots (2)$$

ただし、 c_{it} は*i*自治体の歳出額、 w_{it} は職員1人当たり賃金、 z_{it} は公共サービス水準、 n_{it} は*i*自治体の人口、 SD_{it} は*i*自治体の標準距離、 a_{jit} は*i*自治体の標準距離以外の属性、 A_0 は定数項、 β_w 、 β_g 、 λ_0 、 λ_n 、 λ_{SD} 、 λ_j はそれぞれの説明変数のパラメータである。

温室効果ガスの排出量に関しては、埼玉大学外岡豊教授や国立環境研究所の協力を得て、環境自治体会議環境政策研究所が推計を行って取りまとめたCO₂の推定排出量を被説明変数として分析を

行った。ここでも、産業別・年齢別人口割合や昼夜間人口とともに標準距離を説明変数として回帰分析を行っている。

都市における経済活動の活性化に関しては、それぞれの都市の住民の1人当たり課税対象所得を被説明変数とし、人口数(対数値)、産業別・年齢別人口割合や昼夜間人口を説明変数として回帰分析を行っている。

以上の回帰分析の結果は、表3のとおりであり、説明変数である標準距離は、財政支出額とCO₂の推定排出量に関しては正の係数、1人当たり課税対象所得に関して負の係数で有意となっている。このことは都市のコンパクト化が進行すれば、1人当たりの財政支出額やCO₂の推定排出量が抑制され、課税対象所得は増え、経済活動が活性化することを意味する。

5. 標準距離の要因

都市のコンパクト化を示す標準距離はどのような要素が影響しているか。このことは、今後都市のコンパクト化を推進していく政策の手法を考えていく上で参考になるものと考えられる。標準距離を決める要素としては、それぞれの都市の地形等も影響を与えているが、時系列を通じて影響を

図2 市街化可能面積の算出方法

○市街化区域が設定されている場合：(都市計画区域面積) - (市街化調整区域面積)
○市街化区域が設定されていない場合：(可住地面積) - (農用地区域面積)

表4 それぞれの都市における1人当たり市街化可能面積、自家用車利用率の数値(2010)

	平均	標準偏差	最小値	最大値
市街化可能面積 (ha/人)	0.0618	0.0687	0.0021	0.6153
自家用車利用率	0.6112	0.2005	0.0487	0.8540

与えるものとしては、都市計画法上の市街化区域、市街化調整区域等の政策区域の変化や都市の中の交通手段の推移が考えられる。

まず、政策区域に関しては、政策区域の設定の結果、都市の中で居住を前提とした開発行為と建築がどの程度の範囲でできるかという点が問題となる。市街化区域と市街化調整区域との線引きが行われている地域では、都市計画区域から市街化調整区域を除いた区域が市街化可能な地域ということになる。反面、線引きが行われていない地域では、基本的に市街化は可能である。ただし、都市の中には山林や湖沼などのほか、農業振興地域の整備に関する法律による農用地区域のように農業以外の用途を禁止している地域もある。そこで線引きが行われていない地域では可住地面積から農用地区域の面積を除いた地域を市街地可能な面積である。以上のことから、図2に示す算出方法に従って、市街化が可能な面積、すなわち「市街化可能面積」とし、その都市の住民1人当たりの市街化可能面積が標準距離にどのような影響を及ぼしているかを計測することとする。仮にこの面積が都市計画法等により厳格に狭く設定されていれば、郊外での市街化が厳しく規制され、都市のコンパクト化が進展している可能性がある。

もう一つの指標である都市内の交通手段に関しては、自動車交通かそれ以外で大きな差異が生ずることが想定される。もし、その都市の中で鉄道やバスなどの公共交通ではなく、自家用車を使った通勤が行われているとすれば、その利便性から都市中心部から遠く離れた地域も市街化される可

能性が高い。そこで全通勤者に占める自家用車の割合を小さく抑制すれば、都市のコンパクト化が進展する可能性がある。

以上の仮説に沿って、表4に示される1人当たり市街化可能地域と自家用車利用者の割合を、産業別・年齢別人口割合とともに説明変数として、標準距離を被説明変数とする回帰分析を行った。

この場合、標準距離が長いことが却って自家用車の利用を促す同時性の問題が生じることに対応して、DID 地域の商業地の旅行速度を操作変数とするIV分析を行っている。

結果としては表5のとおりであり、1人当たり市街化可能面積も、自家用車利用者割合も正の係数で有意な結果を示しており、これらの数値を抑制すれば、標準距離を縮小させ、都市のコンパクト化が進行することを示している。下記の推計結果によれば1人当たり市街化可能面積が10%減少した場合には標準距離が0.45%縮小し、自家用車利用率が10%減少した場合には4.81%減少すると推計される。

6. 終わりに—残された課題—

以上のとおり、本稿では都市のコンパクト化の議論の前提となる指標として標準距離の指標を提示し、それをを用いた場合に推定できる都市のコンパクト化の効果とその要因を検討した。この結果、標準距離が都市の市街化の外延化と集約化の現象とその効果・要因を説明できることがわかった。ただし、この標準距離の指標については、さらに議論すべき点がある。

表5 1人当たり市街地可能面積、自家用車利用率等が標準距離に与える影響の推計結果

	係数	標準誤差
1人当たり市街地可能面積	0.7660***	(0.2748)
自家用車利用割合	1.2736***	(0.2123)
65歳以上の割合	1.6731***	(0.3262)
第2次産業就業者割合	-0.1358	(0.2897)
第3次産業就業者割合	1.5054***	(0.4120)
過去5年以内に合併	0.2104***	(0.03165)
過去5-10年以内に合併	0.3217***	(0.0287)
定数	-0.7527*	(0.3373)

注1：***は1%有意、*は10%有意を示す。

第1に、この指標は、都市の中に1か所の中心地があることを前提として、そこからの距離がどれだけ隔たっているかをそれぞれの地域メッシュの人口数を加重して算出するものである。しかし、現実の都市は、1点に行政機能や業務機能が集中し、その周りに居住機能があるという風な立地になっているとは限らない。特に、過去に市町村合併を経験した都市の場合、都市の中にいくつもの市街地の拠点があることが通常である。その場合、1つの中心地からの距離を前提とする標準距離の方法では、市街地が外延化しているように過剰に評価されてしまう可能性がある。そのため複数の拠点を前提とする計測方法も検討することが考えられるがその際には何をもって市街地の「拠点」と判定するかなどの課題を解決していく必要がある。

第2に、都市の中で住民が居住する際には、その住宅の敷地、道路などの公共施設、住民にとっての就労などの場である業務施設の面積が生ずることになり、これは人口の大きな都市ほどその面積は広汎にならざるを得ない。この結果、住民が居住し、活動する範囲が広い大都市ほど標準距離が長くなるという結果をもたらす可能性が高い。大都市と中小都市との間で標準距離を比較する場合にはこうした要因を考慮する必要がある。

しかしながら、この新しい指標を使えば、これまでと全く1,2の事例分析に偏りがちであった都

市のコンパクト化の議論について、全国の3万人以上の都市をカバーして実証的な解明を行っていくことが可能であり。その意義は重要であると考えられる。今後もこの指標をさらに深化させることで分析を進めて行きたい。

参考文献

- 川崎一泰(2009)「コンパクト・シティの効率性」『財政研究』第5巻、p236-253
- 香澤隆司(2016)「コンパクトシティが都市財政に与える影響—標準距離による検証」『都市住学』95号、pp.142-150
- 香澤隆司(2017)『コンパクトシティと都市居住の経済分析』日本評論社
- 総務省(2001, 2006, 2011)『平成12年度市町村別決算状況調べ』『平成17年度決算状況調べ』『平成22年度市町村別決算状況調べ』
- 中井英雄(1988)『現代財政負担の数量分析』有斐閣
- 日本経済新聞社産業地域研究所(2008)「全国市区の行政比較調査データ集(行政各新度・行政サービス度)」
- 林正義(2002)『地方自治体の最小効率規模：地方公共サービスの供給における規模の経済と混雑関数』ファイナンシャル・レビュー
- 吉村弘(1999)「最適都市規模と市町村合併」東洋経済新報社
- Carruthers J. I. and Ulfarsson G. F. (2008) "Does "Smart Growth" Matter to Public Finance", *Urban Studies* 45, 1791-1823
- Ida, T. and Ono, H. (2015) "Urban sprawl and local public service costs in Japan" Paper presented at the Annual Congress of the International Institute

of Public Finance

Nakayama, K. and Tahira, M. (2008) "Distribution of population density and the cost of local public services." Working Paper No.231 Faculty of Economics, University of Toyama

OECD (2013) "Compact Cities Policies: A Comparative Assessment"

Terzi, F. and Kaya, H. S (2008) "Analyzing urban sprawl patterns through fractal geometry: the case of Istanbul metropolitan area" UCL Working Papers
144