

# 大都市圏における駅勢圏の空間的構造

—グラビティモデルおよびランク・サイズモデルの応用—

竹内啓仁 (愛知大学)<sup>1</sup>

神頭広好 (愛知大学)<sup>2</sup>

## 1. はじめに

ここでは、大都市圏においては、駅を中心に「まち」が発展してきたことから、駅を中心とした「まち」を一つの都市圏として捉え、都市の規模を駅の乗降者数で測り、駅を中心とした都市の範囲を駅勢圏<sup>3</sup>とすることで、都心部に立地するターミナル駅（以下「ターミナル駅」という。）から郊外に向けて鉄道沿線上に立地する駅の乗降者数の関係から、一連の駅勢圏が都市圏を形成しているものとして、自治体よりもきめ細やかな駅勢圏の空間的様相を明らかにしようとするものである。

ところで、都市圏の設定に関する研究は、経済地理学および都市経済学の分野で比較的多くなされており、計量地理学の分野では、都市間の人口移動や商圈においてグラビティモデル<sup>4</sup>が用いられている。ここでは、グラビティモデルおよびランク・サイズモデルを応用することによって駅勢圏の分析を行う。大都市圏の都心部をみると都心に最も近い駅の規模が小さく、同一路線上でターミナル駅に次いで乗降者数の多いランク 2 駅が離れて立地している場合と、ターミナル駅に近い駅の乗降者数が多いランク 2 駅が立地し、都心から徐々に乗降者数が少なくなる 2 つのケースに分けられる。この違いが何によって起こるのか大都市の空間的システムを明らかにすることができれば、都心部の駅周辺開発に示唆を与えることができると考える。本論では、都市圏の定義というよりは都市人口規模と比例的ではある駅に照準をあて、都心部に立地するターミナル駅から鉄道沿線に連なる駅勢圏を対象として、ターミナル駅とそれと最も近い駅の駅勢圏の空間的相互作用<sup>5</sup>（以下、「相互作用」という。）について分析するため、大都市圏における各駅における駅勢圏を円形と仮定し、駅勢圏に関するランク・サイズモデルをグラビティモデルに応用することによって、上記の各ケースにおける相互作用について、ターミナル駅の規模、沿線の駅数、沿線の駅規模格差および交通条件との関係をシミュレーション分析し、さらに関東大都市圏の鉄道路線について応用し、適合度の証明を試みる。

## 2. 大都市圏における駅の空間構造モデル

モデルの構築に当たり、次の諸仮定を設定する。

- (1) 都市の人口規模、都市面積および駅の乗降者数はそれぞれ比例的である。また、都市の中心部に唯一の駅が存在する。
- (2) 大都市圏の中心部には、最大の乗降者数を有するランク 1 駅としてのターミナル駅が存在し、それを含め、そのターミナル駅から発する鉄道の駅勢圏は円形である。また、ここでの駅勢圏については、ランク・

<sup>1</sup> 問合せ先。愛知大学大学院博士後期課程。E-mail:11dm1403@moon.aichi-u.ac.jp。

<sup>2</sup> 問合せ先。〒453-8777 名古屋市中村区平池町 4-60-6 愛知大学教授 神頭広好。

<sup>3</sup> 奥平(1982,pp.85-86)では、「駅勢圏とは駅の勢力圏のことであり、ある駅の勢力圏は、その駅を日常の通勤・通学その他の目的で使用する人が含まれる範囲」と定義されている。また、三古(2011,p114)では、「ある駅を発駅または着駅とする利用者の分布する地域を何らかの基準で決めたもの」と定義されている。ここでは、この定義に加え駅勢圏の空間的構造を明らかにするため、2. 1で乗降者数と人口規模、面積は比例し、円形と仮定した。

<sup>4</sup> この基本的モデルについては、Isard (1956) を参照せよ。

<sup>5</sup> 空間的相互作用 (spatial interaction) は、物資の移動、人の移動、あるいは情報の流れ、財の流れ全体を表す。

サイズの法則が成立している。

上記の仮定に基づいて、2のケースの相互作用を考える。ただし、ここでは駅を都市の相似形と考え、各駅の駅勢圏の限界地間距離をゼロとして、駅勢圏が接続している図1および図2が描かれている。

**ケース1：ターミナル駅（ランク1）とランクnの駅が最も近い場合の鉄道路線の駅規模と順位（ランク）**

（注） 図中、太線の2つの円は、本論の対象となる円形都市である。（図2同様）

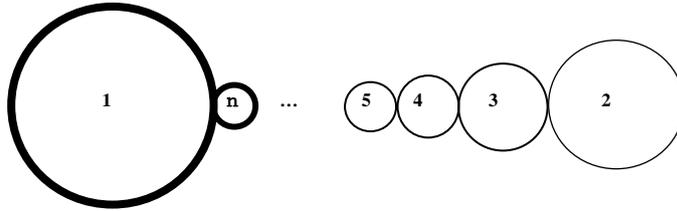


図1 ランク2駅が最も離れているケース

**ケース2：ターミナル駅（ランク1）とランク2の駅が最も近い場合の鉄道路線の駅規模と順位（ランク）**

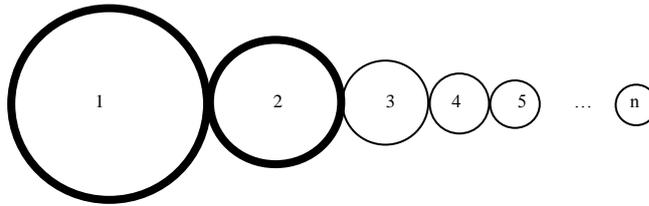


図2 ランク2駅が最も近いケース

なお、副都心は都心との空間的關係は明らかではないが<sup>6</sup>、ケース1は副都心に立地しているランク2駅がターミナル駅から最も離れているケース、ケース2はランク2駅がターミナル駅に最も近いケースと考えられる。ここでは上記の2つのケースについて、ケース1のターミナル駅とランクn駅の引力としての相互作用（以下、「ケース1の相互作用」という。）、ケース2のターミナル駅とランク2駅の引力としての相互作用（以下、「ケース2の相互作用」という。）の各々は、

$$I_{1n} = \frac{P_1 P_n}{D_{1n}^\alpha} = \frac{(r_1^2 \pi)(r_n^2 \pi)}{(r_1 + r_n)^\alpha} = \frac{\frac{r_1^4 \pi^2}{n^\beta}}{r_1^\alpha \left(1 + \frac{1}{n^{0.5\beta}}\right)^\alpha} = \frac{\frac{r_1^{4-\alpha} \pi^2}{n^\beta}}{\left(1 + \frac{1}{n^{0.5\beta}}\right)^\alpha} \quad (1)$$

および

$$I_{12} = \frac{P_1 P_2}{D_{12}^\alpha} = \frac{(r_1^2 \pi)(r_2^2 \pi)}{(r_1 + r_2)^\alpha} = \frac{\frac{r_1^4 \pi^2}{2^\beta}}{r_1^\alpha \left(1 + \frac{1}{2^{0.5\beta}}\right)^\alpha} = \frac{\frac{r_1^{4-\alpha} \pi^2}{2^\beta}}{\left(1 + \frac{1}{2^{0.5\beta}}\right)^\alpha} \quad (2)$$

で表される。ただし、上記の仮定(2)から駅勢圏は円形でランク・サイズの法則が適用され、 $P_1$ はターミナル

<sup>6</sup> これについては、副都心の定義にもよるが、東京大都市圏においては千代田区、中央区および港区を合わせて都心と呼ばれており、副都心は新宿区、渋谷区などである。最近では、さいたま市や横浜市なども副都心もしくは新副都心とも呼ばれている。このことから、隣接している副都心もあれば離れた副都心もある。

駅の乗降者数、 $P_2$  はランク 2 駅の乗降者数、 $P_n$  はランク  $n$  駅の乗降者数、 $D_{1n}$  はターミナル駅とランク  $n$  駅間の距離、 $D_{12}$  はターミナル駅とランク 2 駅間の距離、 $\alpha$  は距離の抵抗係数（交通条件）、 $I_{1n}$  はターミナル駅とランク  $n$  駅の引力、 $I_{12}$  はターミナル駅とランク 2 駅の引力、 $r_1$  はターミナル駅の駅勢圏の半径、 $r_n$  はランク  $n$  駅の駅勢圏の半径、 $r_2$  はランク 2 駅の駅勢圏の半径、 $\beta$  は乗降者数のランク弾力性を意味する格差係数<sup>7</sup>をそれぞれ示す。

まず (1) 式を (2) 式で除することによって  $I_{1n}$  と  $I_{12}$  の相対的大きさは、

$$\frac{I_{1n}}{I_{12}} = \frac{\frac{r_1^{4-\alpha} \pi^2}{n^\beta} \left(1 + \frac{1}{n^{0.5\beta}}\right)^\alpha}{\frac{r_1^{4-\alpha} \pi^2}{2^\beta} \left(1 + \frac{1}{n^{0.5\beta}}\right)^\alpha} = \left(\frac{2}{n}\right)^\beta \left(\frac{1 + \frac{1}{2^{0.5\beta}}}{1 + \frac{1}{n^{0.5\beta}}}\right)^\alpha \quad (3)$$

で表される。また、ランク  $n$  駅と最も近いターミナル駅の駅勢圏の半径を  $R_1$ （以下、「 $R_1$ 」という。）として、ランク 2 駅と最も近いターミナル駅の駅勢圏の半径を  $r_1$ （以下、「 $r_1$ 」という。）として、(3) 式を整理すると、

$$L = \left(\frac{R_1}{r_1}\right)^{4-\alpha} \left(\frac{2}{n}\right)^\beta \left(\frac{1 + \frac{1}{2^{0.5\beta}}}{1 + \frac{1}{n^{0.5\beta}}}\right)^\alpha = M^{4-\alpha} \left(\frac{2}{n}\right)^\beta \left(\frac{1 + \frac{1}{2^{0.5\beta}}}{1 + \frac{1}{n^{0.5\beta}}}\right)^\alpha \quad (4)$$

で表される。ただし、 $L = \frac{I_{1n}}{I_{12}}$ 、 $M = \frac{R_1}{r_1}$  である。

つぎに (4) 式の  $L$ （「ケース 1 の相互作用」対「ケース 2 の相互作用」（以下、「相対的相互作用」という。））と鉄道沿線駅の乗降者数のランク  $n$  または（鉄道沿線の駅数としての  $n$ ）についてシミュレーション分析を試みる。

### 3. シミュレーション分析

(a) 相対的相互作用と鉄道沿線の駅数との関係については、図 3 から  $R_1$  が、 $r_1$  よりも大きいほど（すなわち、相対的開発レベル  $M$  が高いほど）、駅のランクが大きい ( $n$  が小さい) か、大都市圏における駅の数が少ないほど相対的相互作用（ケース 1 の相互作用/ケース 2 の相互作用）は大きく、その相対的相互作用の大きさは駅の数が增多につれて小さくなる。ちなみに、各ケースの相互作用が等しい  $L = 1$  の場合は、 $M$  が大きいほど大都市圏における駅の数が多くなること分か

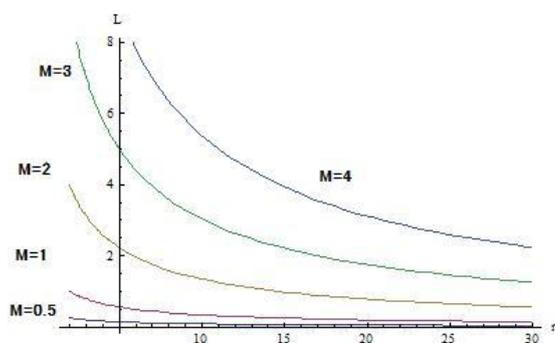


図 3 相対的相互作用と駅数

<sup>7</sup> これは、 $\beta$  が大きいほど駅の規模（乗降者数）または駅勢圏の面積に格差があることを意味する。

る。図3は $M = 4$ 、 $M = 3$ 、 $M = 2$ 、 $M = 1$ 、 $M = 0.5$ 、 $\alpha = 2$ 、 $2 \leq n \leq 30$ 、 $\beta = 1$ で描かれている。

(b) 相対的相互作用と駅勢圏の規模格差との関係については、図4から $R_1$ が、 $r_1$ よりも大きいほど（すなわち、相対的開発レベル $M$ が高いほど）、駅の規模格差が小さいほど（ $\beta$ がゼロに近いほど）相対的相互作用は大きくなる。ちなみに、各ケースの相互作用が等しい $L = 1$ の場合は、 $M$ が大きいほど大都市圏における駅の規模格差が高いことが分かる。図4は $M = 3$ 、 $M = 2$ 、 $M = 1$ 、 $M = 0.5$ 、 $\alpha = 2$ 、 $n = 30$ 、 $0.8 \leq \beta \leq 1.5$ で描かれている。

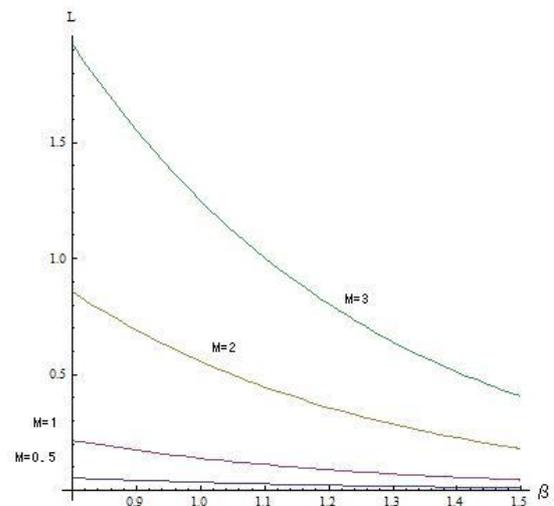


図4 相対的相互作用と駅規模格差

(c) 相対的相互作用と交通条件との関係については、図5から $\alpha = 4$ までは $R_1$ が、 $r_1$ よりも大きいほど、相対的相互作用が大きい。ただし、 $R_1$ が、 $r_1$ の2倍の場合は、交通条件が良いほど相対的相互作用は大きくなり、これが等しい場合や小さい場合は、交通条件が良いほど相対的相互作用が小さくなる。さらに、 $\alpha = 4$ を超えると、 $R_1$ が、 $r_1$ よりも小さいほど、相対的相互作用が大きくなる。これについては、大都市圏において極端に交通条件が悪いケースであり、これまでの実証研究において例外的な範囲であると考えられる。図5は $M = 3$ 、 $M = 2$ 、 $M = 1$ 、 $M = 0.5$ 、 $n = 30$ 、 $0.5 \leq \alpha \leq 7$ 、 $\beta = 1$ で描かれている。

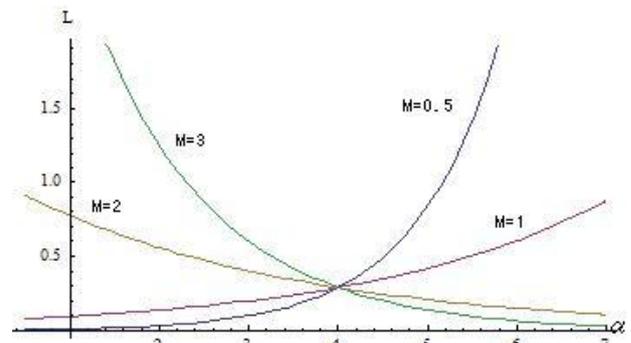


図5 相対的相互作用と交通条件

上記を整理すると、あくまでも相対的ではあり、交通条件の $\alpha = 2$ の場合であるが、大都市圏において駅の数が少ないほど、さらに駅の規模に格差がないほど、ターミナル駅の規模が大きいほど、ケース1の相互作用は、ケース2の相互作用よりも大きい。

#### 4. 関東大都市圏への応用

ここでは、関東大都市圏の鉄道路線各駅の様相について、上記のモデルを応用する。図6および図7は、新宿駅を都心ターミナル駅として郊外駅に向かう鉄道路線について乗降者数対数を縦軸に、駅数対数を横軸にして3次曲線を描いたものである。いずれも駅乗降者数第2位の駅から都心ターミナル駅(第1位・左側)に向かって徐々に乗降者数対数が減少し、第2位駅から郊外(右側)に向かって徐々に乗降者数対数が減少していることが分かる。他の都心から郊外に向かう鉄道路線についても同様の傾向がある。そこで、表1では、関東大都市圏の都心部にある乗降者数が多い順位5位までの各駅を都心ターミナル駅として抽出し、郊外に伸びる鉄道路線の様相を一覧表にした。まず、前述のケース1(図1)の場合として、従属変数は駅乗降者対数とし、第2順位駅から都心ターミナルに向けて駅順を対数として回帰直線の相関係数、係数およびt値を示した。次に、ケース2(前述の図2)の場合として、第2順位駅から郊外に向かう駅順を独立変数として回帰分析を実施した。

ケース1、ケース2の各事例とも相関係数はまずまずの値を示しており、t値もほとんどの事例で2以上となっている。ただし、東横線、井の頭線および埼京線のように短い路線(他の路線では第2順位駅相当の距離までとなっている路線)はケース1のみとし、京葉線、東海道線およびつくばエクスプレスのように第2順位駅の特定が不明瞭で、全線としてケース2の適合度の方が高い場合は、ケース2のみとした。全体を通じて、駅規模の大きい都心ターミナル駅からはケース1のランク2駅が離れている都市圏の存在が認められ、ランク2駅から郊外に向けてケース2の都市圏の存在が確認される。次に、駅数および駅規模格差については、この表から証明することはできないが、ケース1の駅数と比べてケース2では適合度の高い鉄道路線で駅数が多くなっている傾向が認められる。また、駅の規模格差を表わしている係数についても、同様にケース2の適合度の高い路線では係数の絶対値が高い値を示している傾向がある。

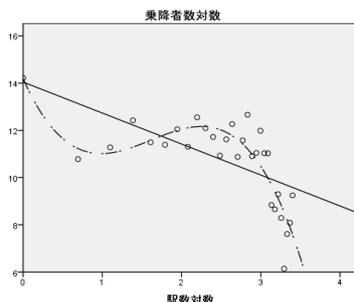


図6 JR中央線 新宿—大月間

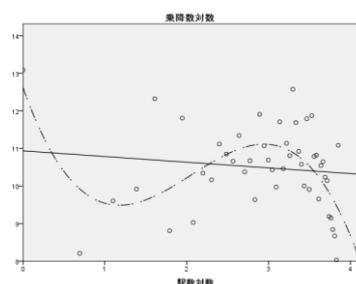


図7 小田急 小田原線 新宿—小田原間

表 1 関東大都市圏のターミナル駅からの鉄道路線一覧表

ターミナル駅	路線	駅間	駅数	ケース1			ケース2				
				駅間	駅数	相関係数	係数 (t 値)	駅間	駅数	相関係数	係数 (t 値)
新宿	JR 中央線	新宿—大月	30	新宿—立川	17	.587	-.623 (-2.807)	立川—大月	14	.820	-1.963 (-4.969)
	小田急 小田原線	新宿—小田原	47	新宿—町田	27	.568	-.763 (-3.449)	町田—小田原	21	.700	-.989 (-4.267)
	京王 京王線	新宿—京王八王子	34	新宿—調布	18	.468	-.555 (-2.116)	調布—京王八王子	17	.279	-.340 (-1.126)
	西武 新宿線	高田馬場—本川越	28	高田馬場—所沢	21	.844	-.743 (-6.855)	所沢—本川越	8	.584	-.510 (-1.761)
渋谷	東急 東横線	渋谷—横浜	21	渋谷—横浜	21	.236	-.301 (-1.059)	—			
	東急 田園都市線	渋谷—中央林間	27	渋谷—溝の口	10	.528	-.710 (-1.756)	溝の口—中央林間	18	.433	-.489 (-1.923)
	京王 井の頭線	渋谷—吉祥寺	17	渋谷—吉祥寺	17	.471	-.650 (-2.067)	—			
池袋	東武 東上線	池袋—寄居	38	池袋—川越	21	.557	-.611 (-2.925)	川越—寄居	18	.799	-1.518 (-5.309)
	西武 池袋線	池袋—吾野	31	池袋—所沢	17	.808	-.846 (-5.311)	所沢—吾野	15	.765	-1.619 (-4.279)
	JR 埼京線	池袋—大宮	15	池袋—大宮	15	.495	-.734 (-2.053)	—			
東京	JR 京葉線	東京—蘇我	17	—			東京—蘇我	17	.349	-.502 (-1.445)	
	JR 東海道線	東京—熱海	20	—			東京—熱海	20	.840	-1.716 (-6.564)	
	JR 総武線	東京—銚子	38	東京—船橋	13	.754	-.827 (-3.805)	船橋—銚子	26	.802	-1.569 (-6.570)
北千住	JR 常磐線	北千住—土浦	21	北千住—柏	11	.655	-.685 (-2.599)	柏—土浦	11	.809	-.899 (-4.131)
	つくばエクスプレス	北千住—つくば	16	—			北千住—つくば	16	.439	-.558 (-1.826)	
	東武 伊勢崎線	北千住—伊勢崎	47	北千住—新越谷	12	.669	-.951 (-2.848)	新越谷—伊勢崎	36	.775	-1.434 (-7.143)

参考資料 『全国主要都市駅別乗降者数総覧‘12』株式会社エンタテインメントビジネス総合研究所、2012年12月

## 5. おわりに

本稿では、大都市圏において通勤および地価の観点から鉄道利用者が多く、空間的により大きな都市は広域的に交通整備がなされており、その結果広域的な駅勢圏を有していること、一方空間的により小さな都市は駅に比較的近いところに消費者が立地していることにより狭小的な駅勢圏を有していることなどが考えられる。これらのことに鑑み、モデルを単純化するために都市を円形の駅勢圏とみなし、駅のランク・サイズモデルおよびグラビティモデルを応用することによって、ターミナル駅（大都市圏の中心地）と最も近い駅との関係から、大都市圏における鉄道の駅の規模格差および交通条件の良し悪しの程度が、相対的相互作用の効果（「ケース1の相互作用」対「ケース2の相互作用」）にどのように影響するかについてシミュレーション分析を試みた。その結果、相対的相互作用の効果は、通常交通条件においては、駅の数が少ないほど、駅規模の格差が小さいほど、副都心に立地するランク2駅が最も離れて立地する大都市圏の方が大きくなることが分かった。また、関東大都市圏の鉄道路線についてここで構築されたモデルを応用し、その存在を確認した。

駅勢圏の大きさについては、駅が立地する都市の人口規模、都市の面積および都市開発のレベルが比例的であるという仮定のうえではあるが、都心部のターミナル駅が大きいほど、隣り合う駅間の相互作用も大きく、遠方に2番目の駅（または副都心）を創出するくらいの勢いを有していることを示している。また、ターミナル駅の隣の駅勢圏は比較的小さいが魅力がないわけではなく、ターミナル駅との相互作用が大きいことを経験的にも実感できる。本モデルに対して駅周辺の企業、小売・サービス業や住宅等の立地状況を加味していけば、従来の自治体単位の統計よりきめ細やかな視点から駅を中心とした「まち」の比較検討をすることが可能となり、鉄道路線の一連の駅勢圏の空間的構造の特徴を捉えた都市圏の姿が明らかとなる。こうしたことが鉄道会社や周辺自治体等による駅周辺開発に示唆を与えるものと考えられる。なお、都市圏および副都心の定義を明確にする必要はあり、今後は、ここで構築されたモデルをさらに実証可能性のあるものに発展させていくことが課題として残る。

## 参考文献

- Beckmann, M. J. (1959) City hierarchies and the distributions of city size, *Economic Development and Cultural Change*, 6, 1959, pp. 243-248.
- Isard, W. (1956) *Location and Space-Economy*, The M.I.T. Press (木内信蔵監訳『立地と空間経済』朝倉書店、1964年)
- Niedercom, J.H. and Bechdorf Jr., B.V., An economic derivation of the 'Gravity Law' of spatial interaction, *Journal of Regional Science*, 9, 1967, pp. 273-282.
- O'Sullivan, A. (2009) *Urban Economics*, 7ed., McGraw-Hill
- Willson, A.G. (1967) A statistical theory of spatial distribution models, *Transportation Research*, 1, pp. 253-269.
- 石川義孝『空間的相互作用モデル—その系譜と体系—』地人書房、1988年
- 奥平耕三『都市・地域解析の方法』東京大学出版会、1982年
- 神頭広好「行動仮説に基づく重力タイプの地域効用モデル」『愛知経営論集』愛知大学法経学会、第122号、1990年、pp. 17-32.
- 神頭広好『駅の空間経済分析—3 大都市圏の主要鉄道を対象にして—』古今書院、2000年
- 神頭広好『都市の空間経済立地論—立地モデルの理論と応用—』古今書院、2009年
- 三古展弘「駅勢圏の大きさと周辺の駅までの距離の関係—奥平（1967）の再分析—」『国民経済雑誌』、第204巻、第2号、2011年、pp. 111-121
- 下総 薫(監訳)『都市解析論文選集』古今書院、1987年
- 竹内啓仁「わが国の都心—空港間の駅勢圏の研究」『経営総合科学』愛知大学経営総合科学研究所、第94号、2010年、pp. 47-67
- 竹内啓仁・神頭広好「大都市圏における都市開発の空間的法則性」『愛知経営論集』愛知大学経営学会、第166号、2012年、pp. 1-15.