

## 都市間交通利便性の経年変化が地域や国土構造に及ぼす影響に関する研究

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○菊池 隆史  
 京都大学大学院工学研究科 正会員 中川 大  
 京都大学大学院工学研究科 正会員 大庭 哲治  
 東海旅客鉄道株式会社 非会員 木田 好彦

## 1. はじめに

近年、多極分散型の国土開発が目指され、交通機関には地域の発展を支える役割が期待されている。こうしたことから、地域と交通との関係を正確に把握することの重要性は増していると考えられる。しかし、従来の既往研究の多くは、これらの関係を定量的には把握していない。また交通の状況を示す交通利便性指標についても、都市間交通の特徴であるフリークエンシーの差が評価できない指標が用いられてきたため、都市間交通と地域・都市との関係を正確に把握できているとは言いがたい。

そこで本研究は、都市間交通の特徴を表現した交通利便性評価指標を提案し、その指標を用いて都市間交通利便性と都市人口との関係を定量的に把握する。さらに、その関係を経年的に測定することで、交通が都市に与える影響、ならびに、わが国の交通整備が国土構造に与える影響について明らかにすることを目的とする。

## 2. EVGC の定義

従来の公共交通利便性評価指標とは異なり、本研究は、下式で表される EVGC (Expected Value of Generalized Costs) を取り上げる。

$$EVGC_{i,j} = \int_0^T \min_{m \in \{1,2\}} (GC_{i,j,m}(t)) f_{i,j}(t) dt$$

$$GC_{i,j,m}(t) = \omega T_{i,j,m}(t) + C_{i,j,m}(t) \quad (1)$$

$$s.t. \int_0^T f_{i,j}(t) dt = 1$$

ただし、 $EVGC_{i,j}$  :  $ij$  間の EVGC,  $i$  : 出発地,  $\omega$  : 時間価値,  $j$  : 到着地,  $m$  : 交通手段,  $GC(t)$  : 出発時刻が  $t$  のときの最小一般化費用,  $C_{i,j}(t)$  : 出発時刻が  $t$  のときの運賃,  $f_{i,j}(t)$  : 出発分布  $T_{i,j}(t)$  : 所要時間

EVGC は「出発時刻ごとの一般化費用をその時刻に出発する確率を考慮して加重平均したもの」と定義できる。本研究は、出発分布は出発時間に関わらず一定とした場合の EVGC を EXGC(Extended EVGC), 出発分布が最も利便性の高い便の出発時刻に集中するとした場合の

EVGC を MINGC (Minimum EVGC) として新たに提案する。MINGC は従来の利便性評価指標と同様のものである。一方、EXGC は運行している便全てを評価した指標であり、運行頻度を評価できる点において MINGC よりも都市間交通利便性の評価に適している。本研究は、都市間交通に用いられる可能性のある全ての移動手段を網羅するため、詳細な交通ネットワークを構築した。具体的には、約 200 ノード・15,000 便の公共交通と約 5,000 ノード・100,000 リンクの自動車交通のデータを整備し、経年的な変化を分析するため、1975 年、1985 年、1995 年、2005 年の 4 年次を対象とした。なお、EXGC を用いて都道府県間の旅客者数を重力モデルで推計したところ、調整済み決定係数は 0.74 から 0.79 と良好な数値を示したため、従来用いられてきた MINGC よりも高い整合性を持つことを確認した。

## 3. 都市間交通利便性と都市人口との関係の分析

4 年次の都市間交通利便性と都市人口との関係を分析した結果、1975 年から 1985 年にかけての交通利便性の変化と、その後の都市人口の増減が最も強い相関を示した。そこで、1975 年から 1985 年にかけての交通利便性の変化と 1985 年から 1995 年にかけての人口の変化との関係を分析した。対象とする 75 都市を都道府県庁所在都市とそれ以外に分け、さらに自動車交通と公共交通それぞれの利便性の変化と都市人口との間の関係について分析した。ここで、各都市の交通利便性評価指標として、下式の基準化アクセシビリティ (ACC) を定義した。

$$ACC_{i,m} = \frac{\sum_j POP_j EXP(\lambda EXGC_{i,j,m})}{\sum_j POP_j EXP(\lambda EXGC_{東京,j,m})} \quad (2)$$

ただし、 $ACC_{i,m}$  : 交通機関  $m$  を利用したときの都市の交通利便性,  $EXGC_{i,j,m}$  :  $i, j$  間の交通手段  $m$  を考慮した EXGC,  $EXGC_{東京,j,m}$  : 交通手段  $m$  を利用したときの東京、都市  $j$  間の EXGC,  $m$  : 使用する交通手段 (1 :

キーワード 都市間交通利便性、フリークエンシー、EVGC、都市人口、アクセシビリティ、国土構造

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻 Tel 075-383-3227

自動車 2: 公共交通),  $i$ : 出発都市,  $j$ : 都道府県庁所在都市,  $POP_j$ : 目的地  $j$  の人口,  $\lambda$ : パラメータ

その結果, 都道府県庁所在都市以外として, 富士, 小山, 亀山など公共交通利便性が相対的に向上した都市は, 人口が増加し, 逆に, 宇和島, 横手, 八代など利便性が相対的に低下した都市の多くは人口が減少するなど, 公共交通利便性の変化と都市人口の変化との間に大きな相関が見られた. また, 自動車交通の利便性変化に関しては, 利便性向上の大きい都市でも人口が減少している都市は多く, 交通利便性変化と都市人口の変化との相関は見られなかった. 一方, 都道府県庁所在都市については, 全国へ向けた交通利便性と都市人口との間の相関は明らかではなく, 東京や大阪などの大都市, 地方中枢都市から 100 分圏内に位置する横浜, 神戸などの都市で人口が増加し, それよりも若干離れた位置に存在する長崎, 和歌山などの都市からこれら大都市圏へ人口が流出している. また逆にそれら大都市圏からほぼ隔離されているといえる鳥取, 松江などの都市は, 地域内での優位性を保てるために人口を増加させているなど, 大都市との位置関係が大きく影響している可能性があることが分かった.

#### 4. 地域間の結びつきの変遷について

続いて, 都道府県庁所在都市間の位置関係と, それによる国土構造の変化について考察するにあたり, 年次間で比較するため, ACC シェア値 (AS) を定義する.

$$AS_i = \frac{ACC_i}{\sum_i ACC_i} = \frac{\sum_j POP_j \cdot \exp(\lambda \cdot EXGC_{i \rightarrow j})}{\sum_i \sum_j POP_j \cdot \exp(\lambda \cdot EXGC_{i \rightarrow j})} \quad (3)$$

ただし,  $AS_i$ : 都道府県  $i$  の ACC シェア値,  $ACC_i$ : 都道府県庁所在都市  $i$  のアクセシビリティ値,  $POP_j$ :  $j$  県の人口,  $i, j$ : 都道府県

表 2 に示すように, 首都圏の都県が上位を占め, 宮崎, 鹿児島などが最下位付近にあるため, この指標は妥当であると考えられる. また, AS の値を経年的に比較した結果, 0.01 を下回る値を示す県は 1975 年には 7 県であったものが 1995 年には 12 県に増加し, AS 値の変化率も首都圏を中心に高い値を示したため, 交通利便性の地域格差は拡大しているものと考えられる.

次に, AS 値の成分のうち, 最も大きな割合を示す都市を最も結びつきが強い都市として, 地域間の結びつき, 国土構造を分析したところ, 東京, 大阪, 福岡, 愛知, 宮城の 5 県を中心とした階層構造になっていることが明らかになった.

表 1 公共交通利便性変化と人口変化表(1975 年)

都市	ACC 順位	ACC 変化率	人口変化 (人)	都市	ACC 順位	ACC 変化率	人口変化 (人)	都市	ACC 順位	ACC 変化率	人口変化 (人)
富士	1	0.865	16,811	郡山	11	0.439	27,084	三沢	21	0.287	1,604
小山	2	0.791	14,848	村上	12	0.431	-1,578	池田町	22	0.257	-2,416
亀山	3	0.551	3,553	福知山	13	0.420	2,103	米子	23	0.240	3,910
姫路	4	0.547	16,153	大曲	14	0.372	-1,804	新庄	24	0.235	-6,73
上越	5	0.479	2,889	米沢	15	0.352	1,133	横手	25	0.234	-2,561
敦賀	6	0.473	3,263	下関	16	0.336	-7,128	酒田	26	0.196	-729
新津	7	0.469	2,517	高山	17	0.330	1,220	出雲	27	0.177	4,609
塩尻	8	0.453	4,932	豊岡	18	0.305	-1,004	益田	28	0.167	-1,308
鳥栖	9	0.449	1,242	丸亀	19	0.296	4,909	宇和島	29	0.147	-5,951
久留米	10	0.439	11,271	八代	20	0.293	-1,725				

表 2 1975 年 AS 順位

AS 順位	1975 県	1975 AS	AS 順位	1975 県	1975 AS	AS 順位	1975 県	1975 AS
1	東京	0.04279	17	山梨	0.027197	33	徳島	0.013514
2	埼玉	0.039839	18	和歌山	0.025403	34	佐賀	0.013018
3	神奈川	0.0398	19	岡山	0.024848	35	鳥根	0.012592
4	千葉	0.03673	20	長野	0.023086	36	熊本	0.011929
5	大阪	0.03569	21	福井	0.023076	37	愛媛	0.010519
6	愛知	0.035593	22	福島	0.021456	38	大分	0.010456
7	京都	0.03499	23	石川	0.019547	39	岩手	0.010362
8	滋賀	0.033645	24	広島	0.019349	40	秋田	0.009438
9	静岡	0.033128	25	富山	0.018864	41	高知	0.008866
10	兵庫	0.033037	26	新潟	0.018066	42	長崎	0.008595
11	岐阜	0.031803	27	宮城	0.017687	43	青森	0.00697
12	奈良	0.031566	28	香川	0.016943	44	宮崎	0.006903
13	栃木	0.030858	29	鳥取	0.016403	45	北海道	0.006765
14	三重	0.029801	30	山形	0.015675	46	鹿児島	0.006573
15	群馬	0.028701	31	福岡	0.015604			
16	茨城	0.028438	32	山口	0.013888			

また, 石川, 富山, 福井は東海北陸道自動車道整備後の 2005 年にはその結びつき先を大阪から愛知に変えており, 交通機関の整備が国土構造を変化させていることが明らかになった.

#### 5. おわりに

都市間交通利便性評価指標として, EXGC を提案し, 既存の指標と比較することで, 都市間交通を評価する際に, フリークエンシーの考慮が重要であることを明らかにした. また, 経年的に交通利便性の変化と都市人口の変化を分析することで, 公共交通利便性が都道府県庁所在都市以外については人口の増減に影響を与えている可能性を示し, また自動車交通の利便性の変化は都市人口に与える影響が小さい可能性が高いことを示した. また, 交通機関の整備により, わが国においては 1975 年以降, 交通利便性の地域格差が広がり, また都市同士の結びつきの階層構造に変化が生じていることを明らかにした.

#### 参考文献

- 1) 財団法人運輸政策研究機構: 貨物・旅客地域流動調査(1975,1985,1995,2005).
- 2) 朝日新聞社編: 民力(1976,1986,1996,2006).
- 3) 波床正敏: 都市間交通における所要時間指標の人口移動分析への適用可能性に関する研究, 土木計画学研究講演集 21, pp.157-180, 1998.