

## 地域別の将来交通量推計手法の課題に対する検討

### 1. 地域別の将来交通量推計手法の課題に関する検討

- 1 - 1 課題整理
- 1 - 2 発生集中交通量推計モデルにおける地域別の違い
- 1 - 3 将来OD表推計の改善に関する検討
- 1 - 4 モデルを採用する判断基準

平成 15 年 9 月 30 日 (火)

## 1 . 地域別の将来交通量推計手法の課題に関する検討

### 1 - 1 課題整理

地域別の将来発生集中交通量・OD交通量推計手法及び配分交通量の推計手法の課題については、第3回委員会で示した以下の項目がある。

#### 1 ) 発生集中交通量推計モデルの地域別の違い

生成交通量（総発生量）を最終的にBゾーンの発生集中量までブレークダウンする方法が地域別に異なっており、統一的手法となっていない。

#### 2 ) 分布交通量推計モデルにおける時系列モデルの適用可能性

需要の減少に対応した予測モデル

これまで右肩上りだった交通量が2020年をピークに減少すると想定されており、これまでの増加傾向を背景にしたモデルを見直す必要があると考えられる。

グラビティモデルの改善の方向性

グラビティモデルの現況再現性に係る相関係数が低い。また、モデルのパラメータ推定もこれまでのクロスセクションではなく、時系列を考慮したモデルの適用可能性を検討する必要がある。

#### 3 ) モデルを採用する基準の考え方

モデルの採択については、再現性を重視することとなるが、その判断基準について検討する必要がある。

#### 4 ) その他

乗用車トリップの目的別推計

現況交通の再現性や将来の交通行動のメカニズムを明らかにするため、乗用車トリップを「私用」「業務」程度の目的区分でOD表を推計することが望ましいと考えられる。

他の交通機関との分担を考慮した推計

全国のマクロな推計では考慮されているが、地域別OD表推計においては自動車ODをベースに行っており、交通機関分担は考慮されていない。従って今後は新規空港、鉄道新線などの供用に伴い影響を受ける交通量の取扱いについては、他の交通機関との分担関係を考慮した推計が必要になると考えられる。

### 1 - 2 発生集中交通量推計モデルにおける地域別の違い

モデルの説明しやすさの観点からは、発生集中交通量の推計は原則的に各地域とも統一的な方法で行うことが望ましい。しかし、実際には各地域の特性が異なることや、地域ブロックの規模、就業形態、道路網など交通機関の疎密などの問題があり、その結果、地域別の工夫が推計手順や手法の差として表れている。確かに関東、近畿と沖縄、北海道を同一のモデルで推計することは困難であると考えられるが、推計の第一段階で都道府県単位にそろえるなど、統一的な手順を示すことにより、従来以上に手法についての説明が明確になると考えられる。

(1) 現況のブレークダウンの方法

現況のブレークダウンの方法は、図1-1に示すように地域ブロックにより差が生じている。

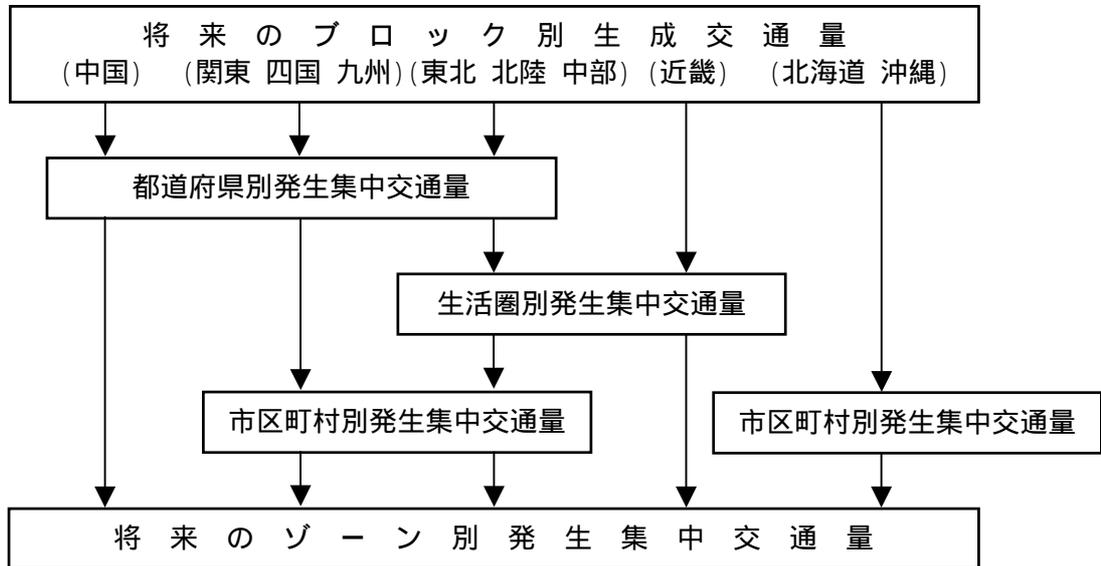


図1-1 ゾーン別発生集中交通量の推計手順

1) 都道府県及び生活圏別発生集中モデル

都道府県別の発生集中交通量を推計している地方整備局は次のいずれかの方法を用いて推計している。

- a. ブロック内の県別発生集中交通量推計モデル(回帰モデル)を推計し、発生集中交通量をブレークダウン。
- b. 現況の県別発生集中交通量等のシェアによりブロック別発生集中交通量をブレークダウン。

また、生活圏別の発生集中交通量を推計している地方整備局では、生活圏別の発生集中交通量の推計は、主に夜間人口を用いて線形回帰モデルにより推計を行っている。

各地域別の推計方法の概要を以下に示す。

東北地域

夜間人口を説明変数として都道府県別発生集中交通量推計モデルを構築し、さらにこれを生活圏別推計モデル(説明変数は夜間人口)を用いてブレークダウンしている。

関東地域

保有台数を説明変数とした都道府県別発生集中交通量推計モデルを構築して推計している。

北陸地域

夜間人口を説明変数として都道府県別発生集中交通量推計モデルを構築し、さらにこれを生活圏別推計モデル(説明変数は夜間人口)を用いてブレークダウンして

いる。

中部地域

都道府県別の将来発生集中交通量は将来のブロック総生成交通量を H11 年の現況OD表の県別シェアでブレークダウンし、さらにこれを夜間人口を説明変数とする生活圏別推計モデルを用いてブレークダウンしている。

近畿地域

夜間人口及び従業人口を用いた生活圏別発生集中交通量推計モデルを用いて、直接生活圏単位にブレークダウンしている。

中国地域

ブロック総生成交通量を H11 年の現況OD表の県別シェアを人口の伸び率（乗用車と小型貨物車）または GRP の伸び率（普通貨物車）で補正をして県別にブレークダウンしている。

四国地域

ブロック総生成交通量を前回推計（H6 ベース）の将来（2020 年）の県別シェアを用いて県別にブレークダウンしている。

九州地域

夜間人口を説明変数とした都道府県別発生集中交通量推計モデルを構築してブレークダウンしている。

2) 市区町村またはBゾーン単位の発生集中交通量の推計モデル

モデルで使用する説明変数によってはBゾーン単位でのデータの収集が困難なものがあるため、多くの地方整備局では市区町村単位に推計モデルを作成し、これにより推計した発生集中交通量を現況のBゾーン発生集中交通量の比率でブレークダウンしている。

市区町村またはBゾーン別発生集中交通量モデルの説明変数の一覧を表1-1に示す。

表1-1 市区町村またはゾーン別発生集中交通量推計モデル

地方整備局	説明変数					推計ゾーン単位	備考
	夜間人口	保有台数	従業人口	二次従業人口	三次従業人口		
北海道	札幌市					市区町村	
	その他						
東北						市区町村	
関東	特別区					市区町村	
	横浜市・川崎市 その他						
北陸中部						市区町村	
	名古屋市 その他						
近畿						ゾーン	
中国						ゾーン	乗用車：小型貨物：夜間人口と(二次+三次) 普通貨物：二次と三次従業者
四国						市区町村	乗用車：3次従業者 貨物車：従業者数
九州						市区町村	乗用車：長崎県、大分県は夜間人口 その他県は夜間人口と(二次+三次) 小型貨物：政令市は夜間人口と(二次+三次) 県は夜間人口 普通貨物：佐賀、長崎、大分、鹿児島は夜間人口 その他県は夜間人口と(二次+三次)
沖縄						市区町村	乗用車：夜間人口<都市部> 保有台数<その他町村> 小型貨物：保有台数と(二次+三次)<都市部> 保有台数と三次<その他町村> 普通貨物：保有台数と従業者計<全域>

## (2) 新たなブレークダウンの統一的手順

各地域で行っているブレークダウンの統一的手順については次のような基本的考え方をもとに検討を行う。

### 1) ブレークダウンの段階

各地域における手順は極力統一することが望ましいこと、全国マクロの推計方法とブレークダウンの方法の整合を図ることが必要であることから、従来の手順を見直すことが望ましい。

地域における平均トリップ長にそれほど大きな差がないことから、対象とするブロック(ゾーン)の空間的広がりをほぼ同一にすることが望ましいと考えられるため都道府県が一つの単位として考えられる。

データの入手、地域差等を考慮しても都道府県単位が一つのゾーンとなる。

このため、従来はブロック別に与えていた全国フレーム値を都道府県単位の発生集中交通量で与えることを検討する必要がある。

また、最終的にはBゾーンの発生集中量にブレークダウンすることとなるが、社会経済指標が、Bゾーン単位では収集困難である。このため、市町村単位の社会経済指標を用いて市町村単位の発生集中量を推計することとし、これを現況のBゾーンの発生集中交通量のシェアを用いてBゾーンにブレークダウンすることとなる。

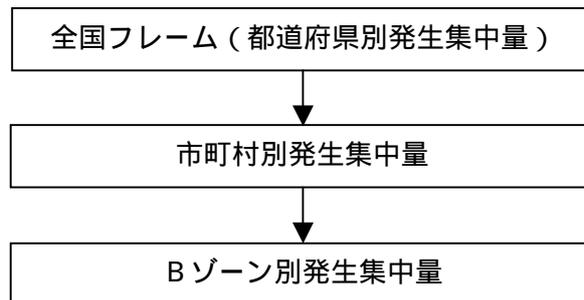


図1 - 2 新たなブレークダウンの流れ

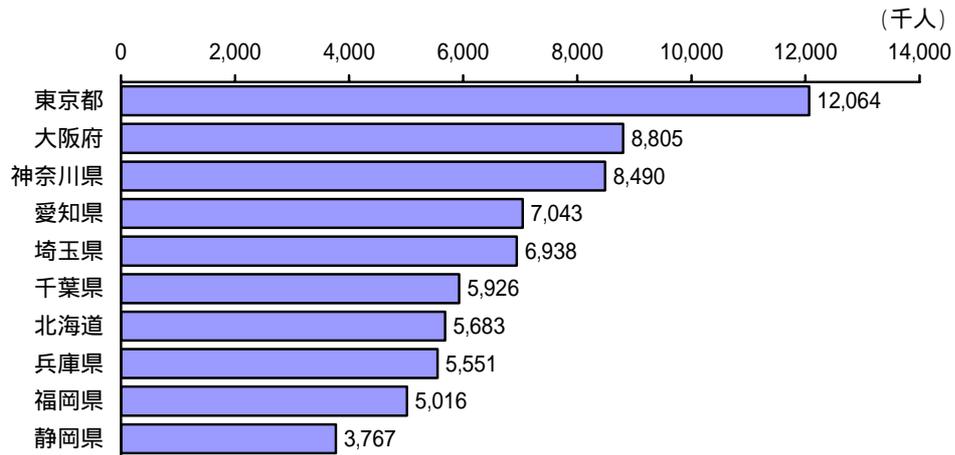
### 2) ブレークダウンにあたっての説明変数

市町村単位の発生集中モデルの説明変数としては、これまでの実績を踏まえ、夜間人口、自動車保有台数、従業人口を基本として現況再現性などモデルの有意性を十分検証しつつ、モデルの作成を検討することが望ましい。また、これ以外の変数を用いてモデルを検討した場合には、その根拠や結果について明らかにしておく必要がある。

表 1 - 2 都道府県別の経済指標

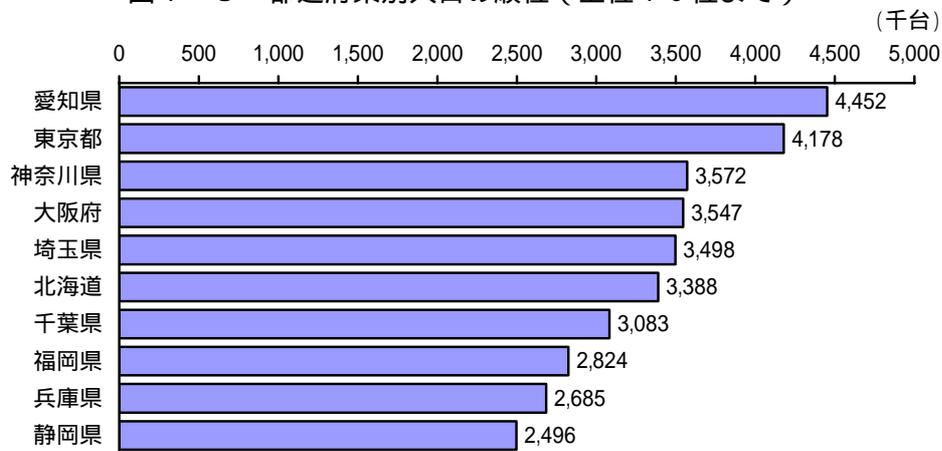
	Bゾーン数 (ゾーン)	トリップエンド数 (T・E/日)	うち内々トリップ エンド(T・E/日)	内々トリップ率 (%)	平均トリップ長 (km)	面積 (km <sup>2</sup> )	人口 (人)	保有台数 (台)	走行台キロ (台/日)
北海道	457	14,728,532	14,723,594	100.0	14.36	83,453	5,683,062	3,388,170	82,251
青森県	122	3,813,553	3,767,424	98.8	12.71	9,606	1,475,728	923,973	18,968
岩手県	131	3,737,594	3,651,894	97.7	13.48	15,278	1,416,180	904,950	25,909
宮城県	148	6,370,614	6,244,922	98.0	13.41	7,285	2,365,320	1,422,119	31,414
秋田県	126	3,415,546	3,375,860	98.8	12.33	11,612	1,189,279	777,847	18,911
山形県	93	4,046,620	3,988,812	98.6	11.65	9,323	1,244,147	857,396	21,133
福島県	177	6,015,747	5,888,844	97.9	12.77	13,782	2,126,935	1,428,502	34,882
茨城県	138	8,154,655	7,622,822	93.5	13.66	6,096	2,985,676	2,148,762	47,895
栃木県	112	6,118,510	5,762,328	94.2	13.01	6,408	2,004,817	1,438,591	33,809
群馬県	116	6,664,865	6,292,786	94.4	11.66	6,363	2,024,852	1,565,538	30,865
埼玉県	144	12,797,567	11,562,488	90.3	11.69	3,797	6,938,006	3,497,548	60,898
千葉県	148	11,474,969	10,691,836	93.2	13.74	5,156	5,926,285	3,083,327	53,793
東京都	146	16,811,519	14,869,298	88.4	11.72	2,187	12,064,101	4,178,063	72,536
神奈川県	155	13,608,196	12,702,174	93.3	11.57	2,415	8,489,974	3,571,833	53,872
新潟県	195	7,817,641	7,752,558	99.2	11.76	12,582	2,475,733	1,642,291	42,151
富山県	87	3,835,189	3,762,212	98.1	11.09	4,247	1,120,851	809,862	18,488
石川県	85	3,984,796	3,905,310	98.0	10.69	4,185	1,180,977	793,226	18,125
福井県	67	3,096,050	3,034,984	98.0	11.11	4,189	828,944	594,400	15,383
山梨県	72	2,568,821	2,477,120	96.4	12.09	4,465	888,172	657,592	15,859
長野県	161	7,108,681	6,996,102	98.4	12.02	13,585	2,215,168	1,699,084	37,299
岐阜県	148	6,087,541	5,669,310	93.1	11.92	10,598	2,107,700	1,499,559	35,691
静岡県	193	11,317,314	11,103,586	98.1	10.98	7,779	3,767,393	2,496,491	53,379
愛知県	330	18,912,561	18,288,346	96.7	11.11	5,156	7,043,300	4,451,633	80,639
三重県	123	5,039,584	4,807,802	95.4	12.81	5,776	1,857,339	1,298,967	31,719
滋賀県	68	3,629,440	3,420,952	94.3	12.55	4,017	1,342,832	843,124	24,664
京都府	103	5,443,898	5,036,730	92.5	11.31	4,613	2,644,391	1,257,452	24,189
大阪府	181	12,890,770	11,903,002	92.3	12.45	1,893	8,805,081	3,546,745	68,110
兵庫県	214	10,815,130	10,215,814	94.5	13.07	8,392	5,550,574	2,684,908	60,636
奈良県	65	2,570,828	2,280,144	88.7	11.91	3,691	1,442,795	755,791	14,417
和歌山県	64	2,699,553	2,577,580	95.5	11.12	4,726	1,069,912	688,057	14,064
鳥取県	69	1,961,185	1,900,198	96.9	11.45	3,507	613,289	419,388	11,044
島根県	93	2,285,756	2,215,446	96.9	12.41	6,707	761,503	501,399	13,477
岡山県	172	4,959,207	4,827,802	97.4	12.87	7,112	1,950,828	1,339,407	31,509
広島県	171	6,623,869	6,471,582	97.7	11.93	8,477	2,878,915	1,659,079	37,083
山口県	114	4,416,358	4,308,442	97.6	13.13	6,110	1,527,964	977,091	26,447
徳島県	81	2,324,287	2,279,222	98.1	11.43	4,145	824,108	568,568	13,026
香川県	76	3,206,383	3,135,114	97.8	10.52	1,876	1,022,890	686,085	14,836
愛媛県	133	3,807,324	3,749,262	98.5	10.74	5,676	1,493,092	913,971	19,949
高知県	84	2,168,940	2,141,850	98.8	11.50	7,105	813,949	525,595	12,378
福岡県	189	13,002,078	12,595,136	96.9	11.54	4,971	5,015,699	2,824,353	54,168
佐賀県	95	2,848,197	2,628,914	92.3	11.45	2,439	876,654	578,187	16,146
長崎県	128	3,873,330	3,811,068	98.4	10.88	4,092	1,516,523	825,235	17,016
熊本県	131	5,123,385	4,990,010	97.4	12.07	7,404	1,859,344	1,166,561	26,534
大分県	106	3,330,551	3,237,796	97.2	11.84	6,338	1,221,140	790,777	20,008
宮崎県	73	3,736,854	3,667,232	98.1	11.18	7,734	1,170,007	818,602	17,309
鹿児島県	150	4,767,461	4,695,500	98.5	11.50	9,187	1,786,194	1,169,602	23,335
沖縄県	102	4,150,349	4,150,298	100.0	8.33	2,271	1,318,220	788,744	15,592
全国	6,336	298,161,798	298,161,798	100.0	12.06	377,873	126,925,843	71,458,445	1,511,810

<資料> Bゾーン数,トリップ数,平均トリップ長,走行台キロは国土交通省「平成11年度道路交通センサス」  
面積,人口は総務省「平成12年国勢調査」  
保有台数は日本自動車工業会「自動車統計月報2000-6」  
注)1.トリップエンド数と平均トリップ長は全車を対象  
2.保有台数は被けん引車を除く(三輪以上の自動車)で平成11年度末値  
3.走行台キロは全車で,都道府県道以上の道路が対象



<資料> 総務省「平成12年国勢調査」

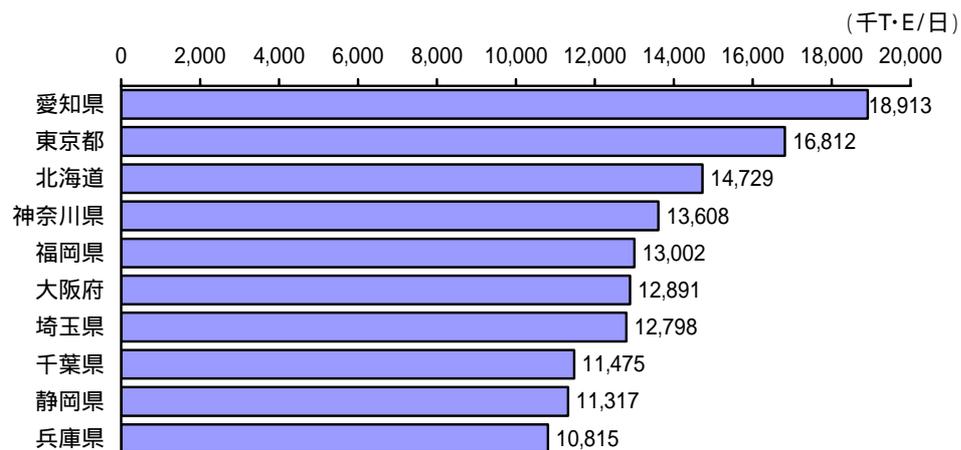
図1 - 3 都道府県別人口の順位(上位10位まで)



<資料> 日本自動車工業会「自動車統計月報2000-6」

注) 被けん引車を除く三輪以上自動車を対象

図1 - 4 都道府県別自動車保有台数の順位(上位10位まで)



<資料> 国土交通省「平成11年度道路交通センサス」

注) 全車が対象

図1 - 5 都道府県別トリップエンド数の順位(上位10位まで)

## 1 - 3 将来OD表推計の改善に関する検討

### (1) 分布交通量推計における課題

これまでの分布交通量推計手法に関連した課題として、以下のものが指摘されている。

#### 1) 需要の減少に対応した予測モデル

これまで、人口も保有台数も右肩上りの中で需要推計を行ってきた。しかし、人口は2006年をピークに減少し、交通量も2020年を境に減少に転ずると想定されている。このため、今回推計においては増加傾向にある市区町村と減少傾向にある市区町村が混在しており、これまで行ってきたコントロールトータルによる補正方法も見直す必要があると考えられる。

#### 2) クロスセクションによるパラメータ推定

モデルのパラメータ推定では、クロスセクションのデータを用いて推計している。このため、対象サンプル内にゾーン規模の差が大きい場合、見かけ上の相関係数が高いモデル式を採用するおそれがあり、十分な検討が必要と考えられる。

また、ODデータは過去の膨大なデータが蓄積されており、これらのデータの有効利用の立場から、プーリングデータとしての活用や時系列を考慮した利用方法を検討する必要があると考えられる。

#### 3) グラビティモデルの現況再現性

分布交通量を推計するモデルの現況再現性については、モデル式の相関係数が低いなどの問題がある(表1-3参照)。

分布モデルは、H2年以前は多くの地域でプレゼントパターンを用いて推計していたが、それ以降は道路整備に伴う時間短縮効果を分布交通量推計に反映させるため、グラビティモデル(BPR型)が用いられている。

#### BPR型グラビティモデル

$$X_{ij} = G_i \frac{A_j \cdot t_{ij}^{\alpha} \cdot K_{ij}}{A_k \cdot t_{ik}^{\alpha} \cdot K_{ik}}$$

グラビティモデルについての問題点としては以下の点があげられる。

トリップは目的地とのつながりで発生するもので、時間距離短縮以外の要因が考慮されていない。

分布交通特性は、その時代のライフスタイルや価値観などでも変化すると思われ、ゾーン間の時間距離が同じでも、時系列的には交通量に変化が見られる。

このようなことから、時系列データを考慮した分布モデルによるOD交通量の推計について検討する必要がある。

表 1 - 3 グラビティモデルパラメータ推定時の統計数値 (H11 センサス)

地域	車種	パラメータ ( )	標準偏差	t値	相関係数	回帰式の 標準偏差	サンプル数
北海道	乗用車	1.752	0.01489	117.66	0.56230	0.74987	10,782
	小型貨物車	1.447	0.01971	73.41	0.51974	0.72093	4,978
	普通貨物車	1.066	0.01421	75.02	0.45199	0.67230	6,824
本州・四国・九州	乗用車	2.113	0.00293	721.16	0.67510	0.82164	249,903
	小型貨物車	1.772	0.00360	492.22	0.65464	0.80910	128,120
	普通貨物車	1.240	0.00222	558.56	0.60095	0.77521	206,496
沖縄	乗用車	1.104	0.03078	35.87	0.52942	0.72761	1,146
	小型貨物車	0.852	0.03506	24.30	0.40000	0.63246	888
	普通貨物車	0.593	0.03699	16.03	0.25317	0.50316	760

注)  $X_{ij} = k\sqrt{G_i \cdot A_j / d_{ij}}$

$X_{ij}$  : ゾーンペアijの分布交通量

$G_i$  : ゾーン i の発生交通量

$A_j$  : ゾーン j の集中交通量

$d_{ij}$  : ゾーンペアijの距離

## (2) 時系列分布交通量モデルの検討

### 1) 基本式

分布交通量の変化を時系列的に捉えるという意味で、t 年度の分布交通量を表すグラビティモデルは 式のように書くことができる。

$${}^tX_{ij} = {}^tk \frac{({}^tG_i \cdot {}^tA_j)}{{}^td_{ij}} \dots\dots\dots$$

${}^tX_{ij}$  : ゾーンペアijの分布交通量

${}^tG_i$  : ゾーンiの発生交通量

${}^tA_j$  : ゾーンjの集中交通量

${}^td_{ij}$  : ゾーンペアijの距離

$k, \dots$  はパラメータ

$t$  : OD表の年度を表す添字

### 2) 時系列モデル式

式で(t-n)年次とt年次の2年次間の比率をとると 式のようになる。この式型は、分布交通量の増減倍率を、年次(t-n)~tの定数(一定倍率)発生集中交通量および経済距離の増減倍率により説明しようとするものである。以下では、この 式を基本型としてパラメータを推定し、モデルの精度を検証する。

なお、式に示すパラメータCは、発生・集中量の増加及び距離短縮のみでは説明できない要因でここでは、その要因が時系列的に累乗するものと考えた。

$$\frac{{}^tX_{ij}}{{}^{t-n}X_{ij}} = C^{t-(t-n)} \left( \frac{{}^tG_i}{{}^{t-n}G_i} \cdot \frac{{}^tA_j}{{}^{t-n}A_j} \right) \left( \frac{{}^td_{ij}}{{}^{t-n}d_{ij}} \right) \dots\dots\dots$$

3) パラメータ推定データの対象年

パラメータの推定対象年は S60、H2、H6、H11 の4年度とした。

4) パラメータ推定結果

分布交通量モデルのパラメータの推定状況は表1-4に示すように内外モデル(全国)は、小型貨物車は10%有意とやや劣っているものの、乗用車、普通貨物車は5%有意であり、全体としては良好な結果が得られた。また、パラメータ推定データの期間の相違によって、パラメータ、が大きく変動することはなく安定した変化をしており、今後、データ期間をこのような形で、入れ替えていくことに対しても大きな問題はないものと考えられる。

表1-4 時系列分布交通量モデルパラメータ推定結果(S60~H11)

車種	乗用車				小型貨物車				普通貨物車			
	C			R	C			R	C			R
パラメータ	1.043	0.385	0.601	0.991	1.007	0.362	0.080	0.992	1.030	0.307	0.354	0.981
標準偏差		0.0361	0.1059			0.0100	0.0600			0.0208	0.1707	
t値	(15.1)	(10.7)	(5.7)		(9.8)	(36.1)	(1.3)		(13.5)	(14.8)	(2.1)	

注1) 相関係数は、集約ゾーンOD表のトリップ数で算定したもの。

注2) 関数型は以下のとおりである。

注3) 上段:パラメータ、中段:パラメータの標準偏差、下段:t値

注4) パラメータのt検定( :5%有意、 :10%有意)

注5) R:相関係数

注6) 推定に用いたデータは、S60、H2、H6、H11のデータである。

(3) 時系列分布モデルと単年度モデルの比較

時系列分布モデルを用いて将来OD表(2030年)を推計し、従来モデルの単年度のOD表で推計したグラビティモデルによる将来OD表(2030年)と比較を行った。

比較は、OD表に、ゾーンペア間の走行距離を乗じた走行台キロをブロック別に算定し、この伸率(2030年/1999年)で比較した。

表1-5をみると時系列分布モデルと単年度モデルの2030年の全車走行台キロの伸び率は1.22と1.21と差はないが、ブロックで見ると時系列分布モデルの全車走行台キロが単年度モデルのそれを上まわっているブロックが11ブロックあり、概ね時系列分布モデルの走行台キロは大きくなる傾向がある。

時系列分布モデルで用いたパラメータCは昭和60年度から平成11年度までの14年間のデータで算出したものであり、また長期になるとCは年次間のべき乗で大きな値となるため時系列モデルで走行台キロを推計する場合は注意を要する。

表 1 - 5 ブロック別モデル別将来走行台キロ(2030年)

ブロック	乗用車				小型貨物車					
	1999年	時系列分布モデルによるOD表		単年度モデルによるOD表		1999年	時系列分布モデルによるOD表		単年度モデルによるOD表	
		伸率	伸率	伸率	伸率		伸率	伸率		
北海道	56,660	90,026	1,5889	73,971	1,3055	11,947	9,648	0,8075	7,941	0,6647
北東北	33,596	42,592	1,2678	39,296	1,1697	11,089	8,307	0,7491	7,673	0,6919
南東北	53,029	72,246	1,3624	68,331	1,2885	15,905	12,934	0,8132	11,964	0,7522
関東内陸	101,862	131,596	1,2919	133,930	1,3148	28,428	21,150	0,7440	16,842	0,5924
関東臨海	163,642	212,540	1,2988	224,704	1,3731	42,685	29,607	0,6936	26,380	0,6180
東海	118,262	159,163	1,3458	161,128	1,3625	34,513	27,134	0,7862	27,003	0,7824
北陸	46,993	59,871	1,2740	55,652	1,1843	14,019	10,591	0,7555	9,936	0,7088
近畿内陸	44,749	62,497	1,3966	60,793	1,3585	13,733	11,379	0,8286	12,178	0,8868
近畿臨海	82,032	108,341	1,3207	104,647	1,2757	25,572	19,558	0,7648	20,716	0,8101
山陰	12,160	16,231	1,3348	16,653	1,3695	4,338	3,750	0,8643	4,170	0,9612
山陽	51,174	66,610	1,3016	62,820	1,2276	16,246	13,421	0,8261	14,184	0,8731
四国	29,718	39,124	1,3165	37,579	1,2645	11,433	9,270	0,8108	9,629	0,8422
北九州	62,115	85,560	1,3774	83,494	1,3442	19,702	16,547	0,8399	15,925	0,8083
南九州	34,690	48,049	1,3851	46,225	1,3325	12,641	10,880	0,8607	10,177	0,8051
沖縄	10,088	15,487	1,5351	15,055	1,4923	2,805	2,728	0,9723	2,704	0,9638
合計	900,771	1,209,932	1,3432	1,184,279	1,3147	265,056	206,903	0,7806	197,423	0,7448

ブロック	普通貨物車				全車					
	1999年	時系列分布モデルによるOD表		単年度モデルによるOD表		1999年	時系列分布モデルによるOD表		単年度モデルによるOD表	
		伸率	伸率	伸率	伸率		伸率	伸率		
北海道	15,383	21,582	1,4030	18,087	1,1758	83,989	121,256	1,4437	100,000	1,1906
北東北	9,700	11,485	1,1841	11,654	1,2015	54,385	62,384	1,1471	58,623	1,0779
南東北	15,248	19,310	1,2664	19,442	1,2750	84,182	104,490	1,2412	99,737	1,1848
関東内陸	28,356	33,812	1,1924	38,101	1,3437	158,646	186,558	1,1759	188,873	1,1905
関東臨海	49,591	56,491	1,1391	72,090	1,4537	255,919	298,638	1,1669	323,174	1,2628
東海	37,520	51,810	1,3808	54,490	1,4523	190,296	238,106	1,2512	242,621	1,2750
北陸	12,467	15,245	1,2229	15,408	1,2359	73,478	85,707	1,1664	80,996	1,1023
近畿内陸	11,793	16,037	1,3599	16,106	1,3657	70,275	89,913	1,2794	89,077	1,2676
近畿臨海	26,890	34,577	1,2859	35,990	1,3384	134,493	162,476	1,2081	161,353	1,1997
山陰	2,569	3,226	1,2558	3,148	1,2254	19,067	23,206	1,2171	23,971	1,2572
山陽	14,959	18,361	1,2275	17,950	1,2000	82,379	98,392	1,1944	94,954	1,1527
四国	7,098	9,333	1,3150	8,916	1,2562	48,249	57,727	1,1964	56,123	1,1632
北九州	15,462	20,599	1,3322	21,267	1,3754	97,279	122,707	1,2614	120,686	1,2406
南九州	8,867	12,113	1,3662	11,936	1,3461	56,197	71,043	1,2642	68,338	1,2160
沖縄	985	1,610	1,6344	1,556	1,5796	13,879	19,825	1,4284	19,315	1,3917
合計	256,887	325,592	1,2675	346,139	1,3474	1,422,714	1,742,427	1,2247	1,727,841	1,2145

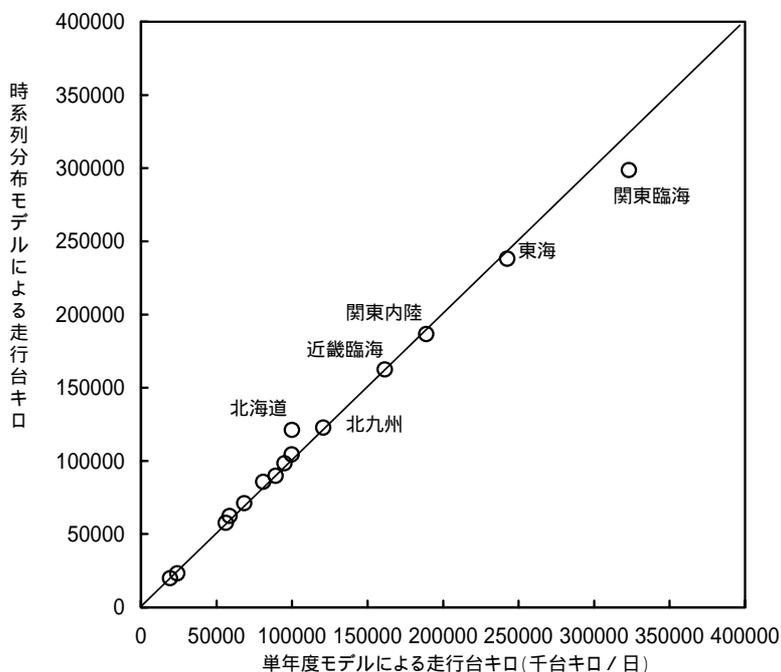


図 1 - 6 ブロック別モデル別散布図(2030年 全車)

## 1 - 4 モデルを採用する判断基準

### (1) モデルの作成と精度

予測・推計のためのモデル作成においては、データ解析から得られる情報をもとに要因間の関連を関数関係をもって表わすこととなる。この際には複数のモデルについて比較・検討がなされ、最適なものを選択するのが一般的である。それらモデルの優劣の比較はその精度や適合性によって判断されるが、これらを評価あるいは表現するための判断基準については一般的なものはない。

比較的長期の交通需要を推計する場合には、長期的に安定した説明変数が得られることも重要である。また、モデルの採択については、再現性を重視することとなる。このため、実務的には決定係数が最大となるものを選んでいいるが、モデルが十分な説明力を持たない場合は、セグメンテーションや説明変数の追加により高い相関係数が得られるような対応をしている。複数の説明変数を用いる場合は、多重共線性に注意し、パラメータの検定(t検定)をすることとしているが、各地方整備局によって、その判断基準に差が見られることから、統一的な指針が望ましいと考えられる。

なお、モデルのパラメータ推計に際して検討した変量やパラメータ推定時の検定結果などモデルの精度を表す指標などについても明らかにしておく必要がある。また、モデルを実際に予測に用いる場合に補正係数やコントロールトータルなどモデルの算定結果とは異なる処理が行われることがある。そのような際には最終的に精度がどのように保たれているかについても推定しておく必要があると考えられる。

### (2) モデルのパラメータの有意性の検定

一般にモデル式は $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_kX_k$ の形の回帰モデルを使用することが多い。このとき、パラメータ $a_i$ について検定を行い、各パラメータが有効であることを確認しなければならない。

回帰平面 $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_kX_k$ においてパラメータ $a_i$  ( $i = 0, 1, 2, \dots, k$ ) について、 $H_0 : a_i = 0$ ,  $H_1 : a_i \neq 0$  の仮説に対し t 検定を行う。パラメータ $a_i$ の標準誤差を $SE(a_i)$  とすると

$$t_0 = \frac{|a_i|}{SE(a_i)}$$

で定義される $t_0$ は自由度 $n - k - 1$ のt分布に従う。

そこで、t分布より自由度 $n - k - 1$ のt を求め、

$|t_0| > t$  ならばパラメータ $a_i$ は0である。

$|t_0| < t$  ならばパラメータ $a_i$ は0でない。

即ち、常に $|t_0| < t$  となっていることを確認する必要がある。

### (3) 時系列モデルにおける残差の系列相関とその検定

一般に変数Yの第i番目の観察値 $Y_i$ の理論値(モデルによる推計値) $\hat{Y}_i$ を求めたとき、こ

の値と $Y_i$ との差（残差）を $u_i$ とする。

$$u_i = Y_i - \bar{Y}$$

変数 $Y$ が時系列に得られたデータの場合、第 $i$ 番目と第 $i - 1$ 番目の残差に相関がみられることがある。この $u_i$ と $u_{i-1}$ との間の相関関係は系列相関あるいは自己相関と呼ばれ、系列相関のある場合には回帰方程式のパラメータの検定が不可能となる。このため、ダービン・ワトソンの $d$ 統計量を用いて検定を行う。

$$u_t = Y_t - \bar{Y}_t \quad (t \text{は時刻または期間})$$

$$d = \frac{\sum_{t=2}^T (u_t - u_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T u_t^2}$$

但し、 $T$ は $u_t$ の総個数

$T$ の大きさと有意水準 によってきまる $d$ の上限 $d_U$ と下限 $d_L$ を数表より見出して、以下の検定を行う。

範囲	判定
$d < d_L$	正の系列相関であると判定
$d_U < d < 4 - d_U$	系列相関が無いと判定
$d > 4 - d_L$	負の系列相関があると判定
$d_L < d < d_U$	判定を下さない。
$4 - d_U < d < 4 - d_L$	判定を下さない。

#### (4) 多重共線性に関する検討

重回帰により多変量を用いたモデルのパラメータの推計において、説明変数間に強い相関関係が存在すると、パラメータが求まらなかったり、パラメータが求まっても想定される負号条件と異なるなど、信頼性の低い結果となる。このため、説明変数間の相関係数やパラメータの負号条件等に十分注意し、多重共線性がモデル内に存在しないようにすることが必要である。

<参考>

$$Y = a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + C$$

(米の消費量)    (成人男性人口)    (成人女性人口)    (子供の数)

などの回帰モデルを作成すると、各説明変数は、米の消費量と高い相関があるが、説明変数間にもっと高い相関がみられることになり、例えば、 $a_2$ のパラメータがマイナスになるなどの結果が想定される。そうすると、女性が増えれば、米の消費量が減るといふおかしいモデルになってしまう。

#### (5) モデルの再現性に関する検討

予測推計のためのモデル作成においては、複数のモデルについて比較検討がなされ最適

なものを選択するのが一般的である。

予測モデルとして一般に用いられる回帰モデルの場合には、モデルそのものの精度としては重相関係数で判断し、パラメータの安定性はt検定によって評価できるが、このような統計的検定のみではモデルの適合性を評価するには不十分である。そこで、モデルの精度を表わす指標として以下に示す指標の中から、目的にあったものをいくつか選定し、モデルの評価に用いることが望ましい。なお、ここで、 $A_i, \bar{A}$  : 実績値とその平均、 $P_i, \bar{P}$  : 推計値とその平均、 $n$  : サンプル数である。

### 1) 平均絶対推計誤差

$$e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |P_i - A_i|$$

- ・推計誤差の絶対値の平均を表わす。
- ・データ値の大小に関係なく実績との平均的なずれを評価する場合に用いる。

### 2) RMS 誤差

$$\text{Abs. RMS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - A_i)^2}{n}}$$

$$\% \text{. RMS}_I = \text{Abs. RMS} / \bar{A}_I$$

$$\text{WGT. RMS} = \sum_I (\% \text{. RMS}_I) \cdot T_I$$

$I$  : ランクを表わす添字

$T_I$  : 全体のデータ個数に対するランク  $I$  のデータ個数の割合

- ・データの分布状況を評価に取り入れることが可能で、データをいくつかのランクに分類して用いる。
- ・Abs. RMS は推計誤差を絶対量で表示したもので、平均絶対推計誤差と同様の特徴を有する。
- ・% . RMS は推計誤差を比率で表わしたものである。
- ・WGT. RMS はデータランクごとの% . RMS をそのランクの全体に占める割合で重み付けすることによりデータの分布状況を評価に取り入れる。

### 3) 平均誤差率

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_i \left| \frac{P_i - A_i}{A_i} \right| \times 100$$

- ・推計誤差を比率（百分率）で評価するものである。
- ・データ値が広範囲に分布する場合、分布全体にわたって評価するときに用いる。

- ・相関係数に比して、データ値の小さな部分での適合度が悪いとき、指標値は大きくなる。

#### 4) 相関係数

$$r = \frac{\sum_i (A_i - \bar{A})(P_i - \bar{P})}{\sqrt{\sum_i (A_i - \bar{A})^2 \sum_i (P_i - \bar{P})^2}}$$

( -1 r 1 )

- ・実績値と推計値の間の直線関係の度合いを表わす。
- ・データ値が広範囲に分布するときは、値の大きな部分の影響が大きく現れる。
- ・逆にデータ値の分布が狭い場合は、他の指標に比して評価が低く出る傾向にある。
- ・重回帰モデルが変数変換(例えば対数変換)によっている場合、重相関係数に対し、実数値相互の適合度を示す。