

## 1. はじめに

交通量は、週や月等の周期的な要因と、自然現象や事故をはじめとする突発的に起こるランダムな要因により、いくつもの要因が複雑に絡み合っており、そこから要因を抽出することは容易ではない。また交通量の分布形状は、どの条件によりどう変化するかなど基本的事項が把握できていないのが現状である。

一方、道路の運用・管理といった面で交通量の変動を考慮した考え方が見直されている。交通量変動の1つとして考えられる確率的性質については、“交通量がどのような確率分布に従っているのか” というような基本的な問題を含めて、いまだ未知の部分も多いのが現状であると考えられる。

また、交通量がどのような確率分布形に従うのかを知ることができれば、交通量を確率的に取り扱えるようになり、変動を考慮した信頼性評価や道路の運用・管理・計画に役立てられよう。旅行時間の分布形状との関係性を明らかにすることにより、新たなネットワーク指標の構築に展開できるものとする。この指標の構築により道路運営を行っている事業者にとっても、運用・管理・情報提供・路線計画等あらゆる面で有用と考えられる。

本研究では、交通量の分布形状に着目し、阪神高速道路をケーススタディとして、条件の違いによってそれがどう変化するか把握を試みた。

## 2. 分析対象データ

研究に用いたデータは、阪神高速の本線およびランプ部分における交通量データ(時間交通量・日交通量)である。データの内容は、2003年3月1日から2007年5月31日(1553日間)において阪神高速全線の車両感知器において観測した時間交通量データである。

\*キーワード: 交通ネットワーク分析

\*\*学生員, 金沢大学大学院自然科学研究科

(石川県金沢市角間町, E-mail: yskysk@stu.kanazawa-u.ac.jp)

\*\*\*正会員, 博(工), 金沢大学環境デザイン学系

(TEL: 076-234-4614, E-mail: snakayama@t.kanazawa-u.ac.jp)

\*\*\*フェロー会員, 工博, 金沢大学環境デザイン学系

(TEL: 076-234-4613, E-mail: takayama@t.kanazawa-u.ac.jp)

なお、不要なデータやエラーカウントについては、以下の手順で除去した後、分析を行った。

- ① 感知器が正常に働いていない時間の交通量
- ② 感知器数が車線数を満たさない地点のデータ
- ③ Smirnov-Grabs Test による外れ値の検定

不要な観測地点を取り除いた残りの観測地点は合計867箇所である。内訳は本線上485箇所、ランプ上361箇所、料金所14箇所、パーキングエリア入口部分7箇所である。

時間交通量の不要データの削除割合(観測地点削除は含まず)は全体(867か所)で約3%である。時間交通量から日交通量のデータの作成を行うに従って、以下の条件に従った。

- ① 日交通量は、時間交通量の和である。
- ② 削除された時間交通量データが含まれる日のデータは削除対象とする。

日交通量データの削除割合を表1に示す。日交通量のデータ削除割合は、全体で12.7%であった。

表1 日交通量のデータ削除割合(曜日別)

曜日	a.観測日数	b.観測データ個数 =(a)×地点数867	c.削除個数	d.削除割合(%) =(b)/(c)
月	193	167331	16446	9.8
火	210	182070	18798	10.3
水	212	183804	17518	9.5
木	211	182937	18113	9.9
金	209	181203	20370	11.2
土	208	180128	34148	19.0
日祝	311	269637	46087	17.1
全体	1554	1347110	171480	12.7

## 3. 時間交通量に関する統計量の算出

観測地点の時間交通量を、時間帯別に、1.平日(月-金)、2.土曜、3.日曜及び祝日の3つにパターン分けし、それぞれを対象とした統計諸量(最大値、最小値、平均値、中央値、最頻値、標準偏差、変動係数、尖度、歪度)の算出を行っている。なお、最頻値の算出であるが、次章の式(1)で表わされる階段状の分布関数の傾きが最大となる区間の中央値を代用した。図3において縦軸の間隔を固定したとき、傾きが最大となるためには横軸の間隔を最小にする必要がある。今回は、昇順に並べられた*k*番目の交通量と、それより*i*番目に大きい交通量との差が最小と

なるとき、両者の中間の $(k+i)/2$  番目交通量を最頻値とした。今回、 $i$ の値には20を用いた。

尖度、歪度の補足説明をする。尖度は、確率密度関数の尖り具合、裾の重み具合を調べる統計学の指標であり、正規分布のものは0、正規分布より裾に重みが生じる分布(とがっている分布)では、尖度は0より大きな値をとる。また、歪度は、分布の非対称性を示すものである。正規分布は、左右対称となるため歪度は0の値をとる。一般に、正の歪度をもつ分布は、右に長く尾を引いた形となり、逆に、負の歪度をもつ分布は、左に長く尾を引いた分布となる。歪度が1以上の分布は、正規分布と有意な差があると判断できる。

これらについて、それぞれ時間ごとに全地点の分布を示し検証を図った。尖度は、平日・土曜・日曜祝日の違いによって、時間帯の違いによって、多少の誤差が存在するが、おおよそ図1のような形のヒストグラムが多く確認できた。図1の場合、分布の山の頂上が約0.5であり、左に偏った分布である。ここから、交通量分布が、正規分布よりも尖った分布が多く存在することが概念的にいえる。また、同地点・同時刻の交通量の分布が、日によって多少の違いが存在するが、平均値から大きく離れたものは多く存在しないといえる。

同様に、歪度の分布例を図2に示す。歪度は0.1付近で分布の山の頂上が観測され、中央からやや右よりの分布であることがわかる。多少の差は存在するが、他の時間帯での結果も、山の頂上が約0.1から0.3に収まるような傾向が見られた。ここから、平均値よりもやや左に偏り右に尾を引いた交通量の分布となる地点が多いことがいえる。

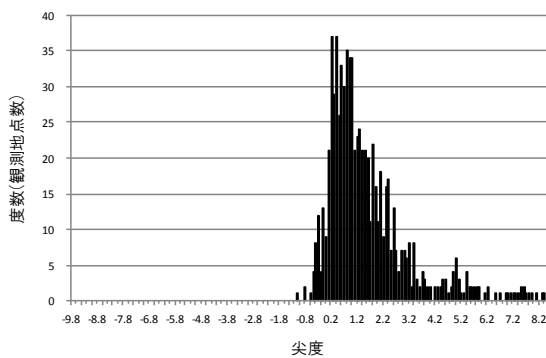


図1 尖度分布(平日9時・全地点)

$$S_n(x) = \begin{cases} 0 & (x < x_1) \\ k/n & (x_k \leq x < x_{k+1}) \\ 1 & (x \geq x_n) \end{cases} \quad (1)$$

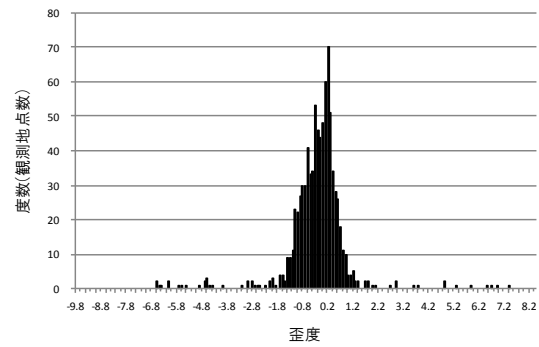


図2 歪度分布(平日6時・全地点)

6時台をはじめとする交通量の少ない深夜時間帯などでは歪度分布はばらつきが小さく尖ったものとなる傾向がみられた。一方、交通量が多くなる昼間時間帯では歪度の値が分散する傾向がみられた。つまり、昼間時間帯では、交通量の分布形の左右非対称具合が、深夜時間帯に比べ、顕著になることがいえる。

#### 4. K-S 検定を用いた理論分布への適合度検定

平日と土曜、日曜祝日を分け、各時間・各観測地点の交通量分布を示した結果、正規分布に近い形の交通量の分布が多く確認できた。一方で、図4のような分布も少ないながら観測された。本研究では、時間交通量の確率分布形が正規分布に従うのか判断するため、正規性判定の検定をK-S検定(Kolmogorov-Smirnov Test)を検定手法に用いた。このK-S検定は、実測分布(確率密度関数)が理論分布に従うかどうかを、図3のように累積確率分布として表わし、理論分布(正規分布の分布関数)との差の最大値 $D_{\max}$ と検定統計量 $D_n^\alpha$ の大小をもって判定を行う。 $D_{\max} < D_n^\alpha$ となるとき、その分布の正規性が認められる。なお、図3において階段状の分布が実測値の累積確率分布 $S_n(x)$ を表しており、次の式(1)を用いて表すことができる。

なお、式(1)において、 $x_k$ は $n$ 個の観測交通量 $x$ を昇順に並べたとき、 $k$ 番目にあたる交通量である。

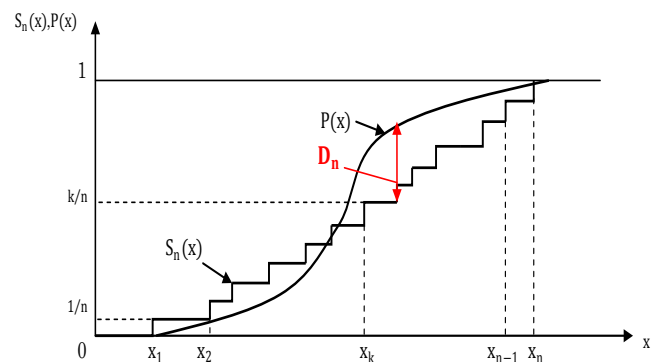


図3 累積確率分布と累積理論曲線

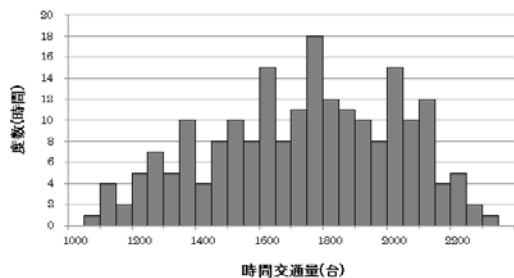


図4 土曜19時 池田線上り 8.6km

データが少なくとも順序づけ可能な場合には、 $\chi^2$ 検定よりもK-S検定の方が適合度検定に用いる方が正確であると考えられている。また、K-S検定は $\chi^2$ 検定に比べて、データを各区間に分ける必要がない、分布の裾のデータが少ない場合は影響しにくいなどの利点を持つ。

図5、図6にこの結果を示す。7つの曜日に分類し、それぞれの交通量に対し正規分布への適合度検定を行ったところ、時間交通量(有意水準5%)では、平日の各曜日が時間変化に対し同じような挙動が見られたのに対して、土曜、日曜・祝日では、それぞれの挙動は異なったものとなった。また土曜においては、ほぼ全時間にて正規分布への適合割合が8割を超え高いものとなった。日曜・祝日を見ると、他の曜日に比べ正規分布への適合割合が低い結果となった。これは、日曜と祝日の変動が異なるためと考えられる。これは、この二者を用いて検定を行ったところ有意な差が表れたことと、両者を分けて、適合度を調べたところ適合割合が向上したことから裏付けられる。

土曜の正規分布への適合割合に比べ、日曜祝日と平日の適合割合は低い結果である。以下これについて考察を行う。平日や日曜祝日の適合割合が低い原因としてデータ量の多さが影響している可能性がある。これは、4年3カ月のスパンにおける長期的な変動を考慮していないためでもある。表3は用いたデータを年ごとに分け、一元配置分散分析を用い交通量に有意な差があるか調べたものである。その結果、平日・時間交通量では約9割の地点に有意な差が確認されている。これを受けて本研究では、スパンを短くした場合の適合度検定も行った。結果は講演時に示す。

データの多さ以外、今回分析した適合割合が低くなる原因として、次のことが考えられる。まず、二つ山のヒストグラムの存在である。この分布形状は、深夜、大阪市都心やその周辺地域での本線やランプ部分で多く確認できた。今回、一般的に交通量が最も減少する午前5時でなく、午前0時を各曜日の境界にしたため、これらの地点では、例えば日曜深夜時間の交通量が平日深夜の正規性に影響しているものと考えられる。

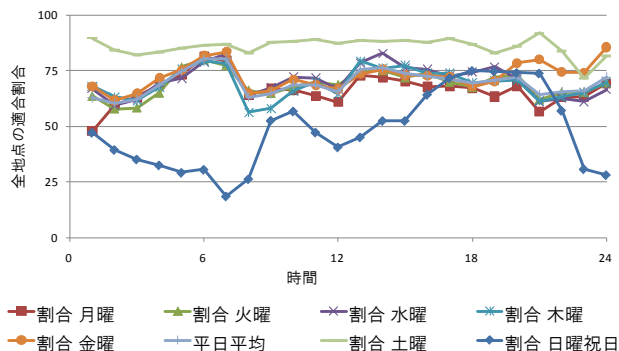


図5 適合度検定結果(時間交通量)

同時間帯、同地点周辺では二つ山にならずとも、左右に膨れたヒストグラムが確認できた。これも同じ原因が考えられ、この場合は、日曜深夜交通量と他の曜日の交通量の差異が少ないながら存在していることが考えられる。また、交通量の少ない時間帯での、利用の少ない路線(北神戸線・神戸山手線など)、特にランプ部分ではヒストグラムを描いたとき、交通量が少ないため(階級数が少ないため)正規性のない分布が多く確認された。これが少なからず影響しているものと考えられる。

次に、表2に正規性が認められた地点割合の“終日”と“昼間12時間”の平均値を示す。

環状線やそれにつながる路線では、昼間12時間平均値のほうが正規性の低下がみられた。一方、それ以外の4号湾岸線や5号湾岸線では、終日平均値と昼間12時間平均値では正規性にあまり変化が見られないか、大きくなる傾向がみられた。一概には判断できないが、大阪都心部からの放射路線では、昼間に正規分布と行った交通量分布が多く存在すると考えられる。

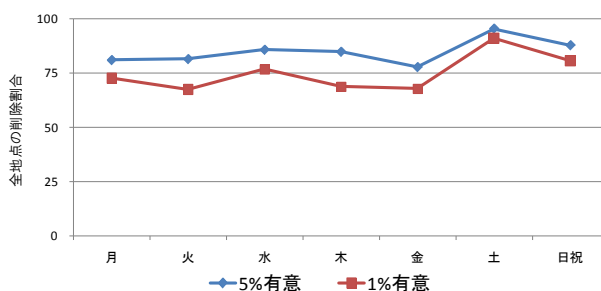


図6 適合度検定結果(日交通量)

表2 正規性のある地点割合(全感知器)

路線名	有意水準 $\alpha$			
	0.05	0.01	0.05	0.01
	全日平均値		昼間12時間平均値	
池田線	78.0	86.5	72.5	82.7
環状線	56.9	66.9	32.2	43.8
守口線	43.2	54.0	10.8	21.9
東大阪線	69.0	80.8	67.0	80.5
松原線	63.7	79.4	53.8	68.8
堺線	76.4	86.5	70.1	82.6
神戸線	75.5	86.8	68.6	84.9
4号湾岸線	86.4	93.8	90.9	97.2
5号湾岸線	80.4	88.2	90.1	94.7

表3 年による差の検定(時間交通量)

時間	差がないとされる地点数			割合(%)		
	平日	土曜	日曜祝日	平日	土曜	日曜祝日
0時	61	154	167	7.04	17.76	19.26
1時	99	162	209	11.42	18.69	24.11
2時	74	270	316	8.54	31.14	36.45
3時	53	231	354	6.11	26.64	40.83
4時	34	168	408	3.92	19.38	47.06
5時	45	191	445	5.19	22.03	51.33
6時	14	193	574	1.61	22.26	66.21
7時	18	179	576	2.08	20.65	66.44
8時	21	210	449	2.42	24.22	51.79
9時	38	192	461	4.38	22.15	53.17
10時	49	261	479	5.65	30.10	55.25
11時	40	270	497	4.61	31.14	57.32
12時	46	290	446	5.31	33.45	51.44
13時	46	224	423	5.31	25.84	48.79
14時	41	244	387	4.73	28.14	44.64
15時	43	287	362	4.96	33.10	41.75
16時	50	272	358	5.77	31.37	41.29
17時	36	235	355	4.15	27.10	40.95
18時	36	218	343	4.15	25.14	39.56
19時	38	288	336	4.38	33.22	38.75
20時	36	163	274	4.15	18.80	31.60
21時	49	116	300	5.65	13.38	34.60
22時	67	99	181	7.73	11.42	20.88
23時	52	75	182	6.00	8.65	20.99

全地点における適合割合が把握できたところで、少しマクロな見方をする。大阪周辺の主要路線を、都心部路線、都心から郊外に伸びる路線、郊外部路線の3つに分け、それぞれに関して正規分布への適合割合を確認した。なお、路線の分類、及び対象地点数は表4に示すとおりである。図7は、日交通量を曜日ごとに分けた適合割合を示しており、図10は時間交通量のそれを示している。付け加え、図10において、「平日」は5つの曜日(月から金)の似通った適合割合の時間変化を便宜上、平均化したものである。

これら図をみると、図7(日交通量)の平日では、郊外部の路線は正規分布への適合割合が90%を超える高い値を示している一方、都心部・都心部から郊外へ伸びる路線では、適合割合が低下していることが読み取れる。

図10(時間交通量)からは、まず、平日において、昼間での適合度に大きな違いが表れることが理解できる。図では、正規分布への適合割合が高い順に、郊外部路線、都心から郊外へ伸びる路線、都心部路線と並び、また郊外部路線と、都心部路線との適合割合の差は最大約55ポイントにもなる。土曜日、日曜・祝日に着目してみると、二者とも、路線分類による適合割合の時間変化挙動に違いは見られなかった。土曜に比べ、日曜・祝日の適合割合が相対的に低いのは、先述したとおり、日曜と祝日の間の交通量変動が主要因である。

表4 路線分類の内訳

路線分類	路線名	観測地点数	
		路線別	合計
都心部路線	環状線	36	59
	環状線との渡り線	23	
都心から郊外への路線	池田線	63	237
	守口線	27	
	堺線	32	
	東大阪線	47	
	松原線	68	
郊外部路線	4号湾岸線	118	231
	5号湾岸線	113	

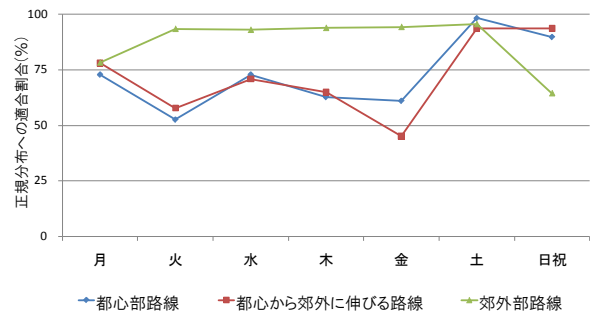


図7 路線分類による適合度の違い(日交通量)

表4にて、分類されたもののうち、平日の昼間の時間交通量適合度低下が見られた「都心から郊外へ伸びる路線」に関して、上下線の違いによって、適合度の時間変化がどの程度異なるのか分析を行った。図8の上り線(都心部:大阪市方向の路線)をみると朝と夕の通勤時間帯に合わせて適合度が低下されることが理解できる。また、ランプ部分に比べ、本線部分は、時間変化による挙動が激しい傾向が見られる。図9の下り線(郊外部方向の路線)での結果をみると、通勤時間帯以外の時間と比べると朝、夕の時間帯は若干の低下が存在し、また、時間も比較的分散されているように見受けられる。さらに、上り線と比べると、下り線の適合割合は、総じて高い傾向が見られる。図9の深夜時間帯をみると、本線の適合割合の大幅な低下が見られた。この原因については現在分析中である。

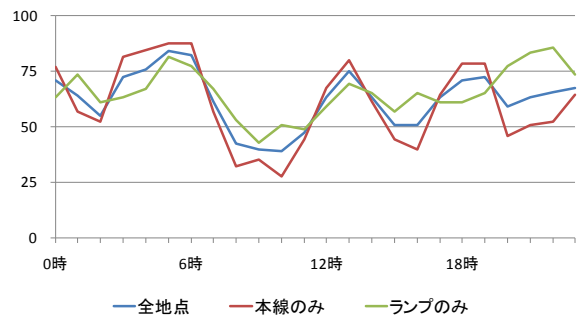


図8 適合割合の時間変化(上り線)

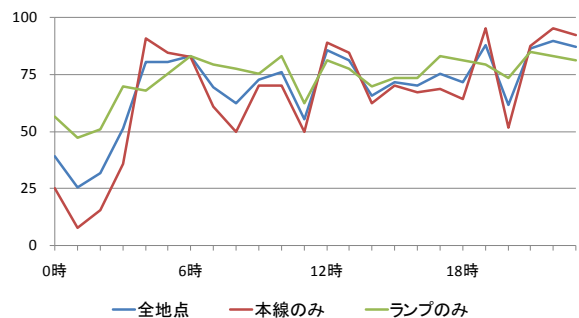


図9 適合割合の時間変化(下り線)

### 5. 平均値と分散の関係式

飯田ら<sup>2)</sup>は、日単位の観測交通量を月間、週間、曜日の周期変動を取り除いた4種類のデータに補正し、変動の周期性や相関性、確率分布形等について明らかにしている。その成果として、はっきりとした周期変動がなければ、交通量変動は正規分布に従うということや平均値と分散の関係が(2)式で示されると報告している。

$$\sigma^2 = \alpha \cdot \mu^\beta \quad (2)$$

ここで、 $\sigma^2$ は分散、 $\mu$ は平均値、 $\alpha$ および $\beta$ は係数(パラメータ)である。式(2)の係数 $\alpha$ 、 $\beta$ を回帰分析により求めておくことで、平均値を与えるだけで交通量の分散を導くことができるというものである。また、平均値と分散がわかっている場合、交通量の分布形を決定することができる。

本研究では、K-S検定において正規性が認められた観測地点と、認められなかった観測地点に分けて、それぞれ推定式(2)への適合度を決定係数 $R^2$ 値を用い、時間交通量、日交通量の平均値と分散の関係の算出結果を表5~表7に示す。時間交通量の分析では、分類された平日、土曜、日曜祝日も決定係数 $R^2$ 値が、ほとんどの時間帯で0.9を超える高い相関が得られた。正規分布に認められる地点と認められない地点を分けたところ、両者の決定係数に差はほとんど見られなかった。日交通量では、時間交通量と同様に高い分析結果が得られている。これを、正規性(正規分布に従う性質)の有無を持って決定係数の値に着目すると、全ての曜日において、正規性が認められる地点の方が、認められない地点に比べ大きな値をとっていることが分かる。

表5 平均値-分散の関係性(日交通量)

時間帯	正規性が認められた観測地点				正規性がなかった観測地点			
	地点数	$\alpha$	$\beta$	$R^2$	地点数	$\alpha$	$\beta$	$R^2$
月	704	0.385	1.510	0.885	163	0.563	1.541	0.862
火	708	0.377	1.505	0.882	159	0.901	1.501	0.849
水	745	0.427	1.496	0.890	122	0.996	1.511	0.841
木	737	0.357	1.516	0.901	130	0.719	1.546	0.821
金	676	0.361	1.505	0.887	191	1.516	1.396	0.795
土	829	0.197	1.600	0.926	38	0.080	1.845	0.880
日・祝	763	0.156	1.716	0.953	104	0.092	1.854	0.939

表6 平均値-分散の関係性(時間交通量・平日)

時間帯	平日							
	正規性が認められた観測地点				正規性がなかった観測地点			
	地点数	$\alpha$	$\beta$	$R^2$	地点数	$\alpha$	$\beta$	$R^2$
0時	167	0.309	1.526	0.964	700	0.570	1.493	0.895
1時	164	0.367	1.505	0.940	703	0.541	1.550	0.925
2時	146	0.553	1.396	0.908	721	0.589	1.525	0.940
3時	180	0.620	1.379	0.866	687	0.767	1.441	0.925
4時	320	0.369	1.446	0.901	547	0.702	1.394	0.924
5時	365	0.310	1.436	0.960	502	0.628	1.395	0.905
6時	387	0.125	1.622	0.957	480	0.632	1.408	0.929
7時	194	0.135	1.599	0.929	673	0.715	1.372	0.905
8時	249	0.112	1.632	0.927	618	0.577	1.416	0.909
9時	267	0.114	1.627	0.943	600	0.754	1.374	0.907
10時	239	0.197	1.538	0.928	628	0.698	1.386	0.896
11時	242	0.271	1.480	0.914	625	0.761	1.378	0.902
12時	289	0.282	1.470	0.935	578	0.633	1.406	0.916
13時	317	0.241	1.468	0.936	550	0.759	1.355	0.908
14時	266	0.264	1.464	0.941	601	0.772	1.354	0.907
15時	249	0.224	1.513	0.925	618	0.783	1.365	0.909
16時	264	0.291	1.494	0.906	603	0.838	1.360	0.901
17時	277	0.178	1.563	0.890	590	1.087	1.323	0.893
18時	243	0.182	1.581	0.890	624	0.671	1.416	0.919
19時	208	0.142	1.630	0.968	659	0.387	1.548	0.939
20時	87	0.195	1.555	0.944	780	0.393	1.527	0.950
21時	156	0.096	1.669	0.979	711	0.353	1.544	0.949
22時	112	0.196	1.565	0.971	755	0.345	1.565	0.950
23時	92	0.154	1.652	0.968	775	0.474	1.496	0.955

表7 平均値-分散の関係性(時間交通量・土曜)

時間帯	土曜							
	正規性が認められた観測地点				正規性がなかった観測地点			
	地点数	$\alpha$	$\beta$	$R^2$	地点数	$\alpha$	$\beta$	$R^2$
0時	778	0.336	1.443	0.968	89	0.697	1.438	0.970
1時	731	0.434	1.378	0.965	136	0.755	1.392	0.968
2時	711	0.430	1.383	0.962	156	0.712	1.401	0.976
3時	722	0.403	1.415	0.962	145	0.701	1.412	0.960
4時	739	0.349	1.466	0.950	128	0.608	1.439	0.939
5時	748	0.242	1.470	0.954	119	0.568	1.517	0.976
6時	755	0.165	1.634	0.960	112	0.561	1.554	0.981
7時	721	0.231	1.558	0.935	146	0.947	1.396	0.960
8時	760	0.218	1.559	0.918	107	1.125	1.393	0.914
9時	766	0.278	1.515	0.919	101	0.593	1.498	0.947
10時	771	0.282	1.513	0.914	96	0.845	1.427	0.946
11時	758	0.306	1.494	0.931	109	0.486	1.542	0.914
12時	767	0.329	1.462	0.940	100	0.232	1.698	0.950
13時	766	0.341	1.441	0.947	101	0.314	1.637	0.947
14時	769	0.317	1.460	0.949	98	0.365	1.600	0.945
15時	762	0.322	1.477	0.938	105	0.643	1.465	0.938
16時	776	0.388	1.455	0.926	91	0.850	1.416	0.901
17時	755	0.414	1.446	0.914	112	1.447	1.340	0.914
18時	718	0.348	1.499	0.918	149	1.414	1.353	0.926
19時	747	0.197	1.617	0.942	120	0.616	1.514	0.955
20時	797	0.159	1.643	0.964	70	0.339	1.667	0.973
21時	727	0.168	1.633	0.956	140	0.382	1.637	0.970
22時	622	0.186	1.610	0.965	245	0.391	1.649	0.962
23時	708	0.212	1.580	0.976	159	0.568	1.485	0.973

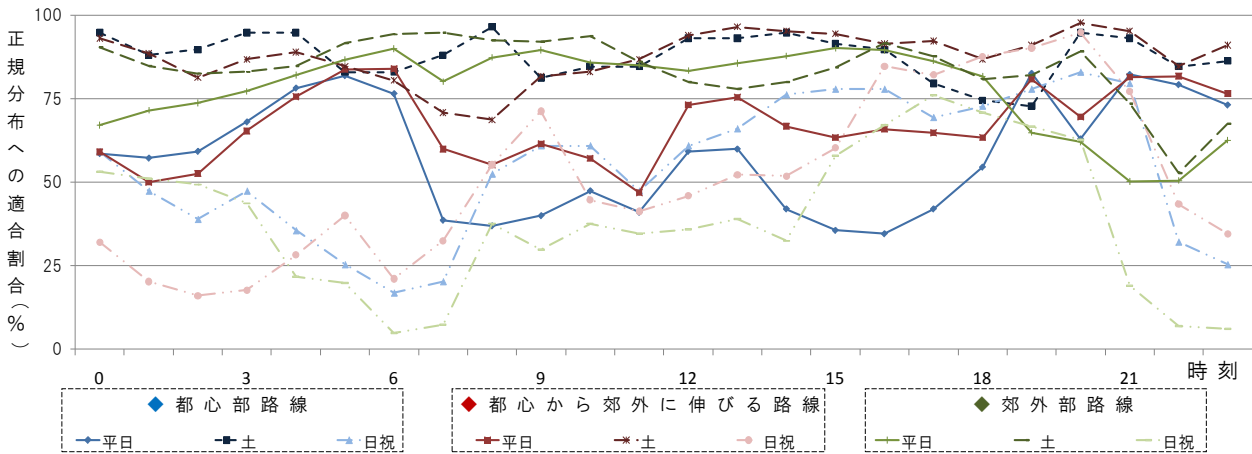


図10 路線分類による適合度の違い(時間交通量)

## 6. 統計諸量との関係性

統計諸量間、統計諸量と交通量分布形との関係性を明らかにすることで、後の維持管理に役立つ可能性がある。

ここでは、分布形がどの要因により変化しているのかを調べた結果を示す。

### 6.1 歪度と1車線交通量との関係性

分布形の歪みを示す歪度の値が、統計量や観測地の位置、道路構造などとの程度関係性が存在するのかわ、重回帰分析をはじめとした統計分析により明らかにしている。算出された基礎統計諸量が時間や地点によって、どの程度変化が生じるのかを分析している。

図11は、全地点・全時間(プロット数 267 地点×24 時間)の1レーン交通量の時間平均値(横軸)と歪度(縦軸)の分布を示したものである。これを見ると、ばらつきは大きいですが、関係性をうかがい知ることができる。

### 6.2 歪度の予測式の構築

本研究では、重回帰分析・数量化I類を用いて歪度を予測する式の構築を試みた。式(3)は、1車線交通量:  $x_1$ 、都心(大阪方面起点)からの距離:  $x_2$ 、車線数:  $x_3$  の3要因を用いた場合の歪度:  $y$  の予測式(正規化後)である。ここから、交通量が多いほど、郊外部になるほど歪度の値が小さくなる、すなわち交通量分布が全体として右に重心を持つ結果がいえる。また、この場合、3要因の中で、1車線交通量が歪度の変化に最も大きく影響していることが理解できる。

$$y = -2.3 \times 10^{-14} - 0.24x_1 - 0.08112x_2 - 0.04359x_3 \quad (3)$$

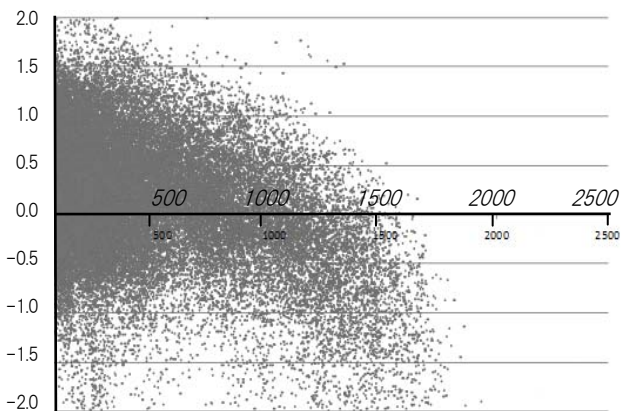


図11 レーン平均交通量(横軸)と歪度(縦軸)との関係

### 6.3 主要路線の歪度の平均値

各地点において歪度が算出されている。ここでは、主要路線の分布の概形を把握する一つの方法として、歪

度の平均を路線ごとに算出した。表8がその結果である。これをみると、堺線や5号湾岸線全体として分布形状が、左に偏りやすいことが分かる。また、守口線では逆の結果となることがうかがえた。

表8 主要路線の歪度(時間交通量)

路線名	歪度の平均値
堺線	0.65
5号湾岸線	0.55
4号湾岸線	0.33
東大阪線	0.26
神戸線	0.10
環状線	0.07
池田線	0.07
松原線	-0.06
守口線	-0.86

## 7. おわりに

本研究では交通量を確率的にとらえ、時間交通量分布ならびに日交通量分布が、全体として正規分布に比較的従いやすい結果が得られた。

また、路線ごとの適合割合を分析し、都市部では、平日昼間に正規分布への適合割合が小さくなることを把握した。今回は正規分布に関する適合度検定を主に示したが、講演時には、これ以外の分布形に対しての結果も示す予定である。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、貴重なデータを提供していただいた都市交通計画研究所の方々はこの場を借り、改めて感謝の意を示します。

## 参考文献

- 1) 河村健二, 中山晶一郎, 高山純一: 「新たな道路ネットワーク評価のための交通量変動分析」, 平成19年度土木学会中部支部研究発表会講演集 pp291-292, 2008
- 2) 飯田恭敬, 高山純一: 「交通量変動特性の統計分析」 高速道路と自動車, 第24巻第12号, 1981
- 3) 稲田裕介, 中山晶一郎, 高山純一: 「阪神高速道路の時間交通量の分布形に影響を及ぼす要因に関する分析」, 第40回土木計画学研究発表会 講演集 on CD-ROM #249, 2009
- 4) 内海泰輔, 中村英樹, 磯和賢一, 渡辺将光: 機能に対応した道路計画設計のための交通量変動特性分析, 土木計画学講演集, vol133, 2006
- 5) 曹圭錫, 谷下雅義, 鹿島茂: 東京都内幹線道路における日交通量の特性分析, 第18回交通工学研究会発表会論文報告集, pp.153~156, 1998