

時間帯を考慮したタクシーの客待ち街路周回交通量の推定 Estimation of Cruising Taxi Traffic According to Time of Day

堂柿栄輔*

柳沢吉保**

DOGAKI, EISUKE *

YANAGISAWA, YOSIYASU **

1. 研究の目的と内容

本研究は、タクシーの乗降施設であるタクシーベイ（以下ベイ）について、ベイでの実態調査に基づくタクシーの客待ち行動の分析から、客待ちのための街路周回交通量の推定を行った。その目的は、タクシーの客待ち街路周回交通が、都心の交通管理上、対策の要する問題であることを示すとともに、都心部でのより積極的なタクシー交通管理の一策として、何らかの客観的なベイの設置基準の検討にある。

図-1に研究の内容を示す。図中(イ)の部分は、昨年度のこの学会で発表¹⁾している。ここでは(ロ)について、ベイ駐車台数の時刻変動特性を、終日の観測調査から把握した。従来から、都心部でのタクシーの客待ち街路周回交通量の推定²⁾は行ってきたが、客の到着密度の違いを考慮した時間帯毎の推定を行ったことが、本研究の特徴である。この調査は、札幌駅前のA大型百貨店に近接するベイで行った。

ここで対象とするタクシーの客待ち行動は、客側には待ち行列のできない状態である。一般に地方都市では、鉄道駅等に設置された少数のベイの限定された時間帯を除き、客側に待ち行列ができることは希である。従って、地方都市都心部での一般的なベイの客待ち現象を本研究の対象とした。

2. 時刻変化を考慮した街路周回交通量の推定

(1) 街路周回交通量の推定の手順

本研究では、街路周回交通量の推定に待ち行列モデルを用いる。ここで、時刻変化による客の到着密度を考慮したこの推定手順を、入力データと出力値の関係で図-2に示す。"入力データ"は調査から観測された到着率 λ (台/分)、サービス率 μ (台/分)及び窓口

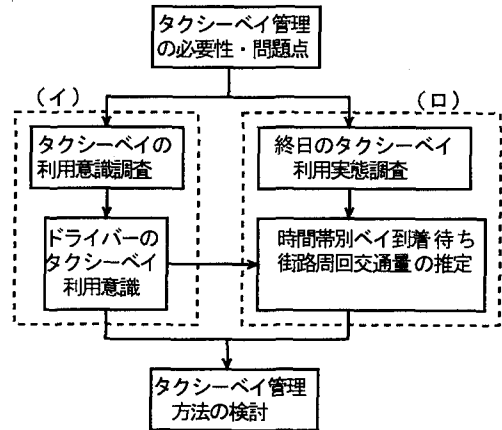


図-1 研究の内容

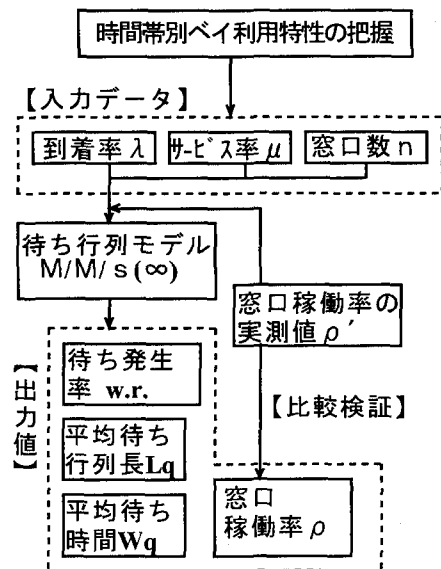


図-2 街路周回交通量の推定手順

キーワード：タクシーベイ、ターミナル計画、地区交通計画

*正員、博士(工学)、北海学園大学工学部土木工学科

〒064札幌市中央区南26条西11丁目、Tel011-841-1161、

Fax011-551-2951

**正員、工修、(株)開発工営社、〒060札幌市中央区北4

条西5丁目〒065-4561、Tel011-207-3666、Fax011-281-5777

数 n であり、各々各時間帯で異なる値をもつ。ここでサービス率は、駐車時間長の逆数である。また街路周回交通量の推定値である"出力値"は、待ちの発生率

(w.r.), 平均待ち行列長 L_q (台), 平均待ち時間 W_q (分) 及び窓口稼働率 ρ である。明確な待合所を有しないベイ駐車待ち行動では, 窓口稼働率以外の指標を観測により得ることができない。従って推定値と観測値の検証は, 各々の窓口稼働率の比較で行う。

(2) 入力データの設定

a) 到着率とサービス率について

表-1に時間帯別駐車時間の統計値を示す。時間区分は60分とした。"m.s.t."は平均駐車時間(分)であり, SDはその標準偏差である。平均駐車時間は, タクシーがベイの最後尾で駐車を開始してから, 客を乗せてベイを出発するまでの時間である。終日の平均駐車時間は12.7(分/台), その逆数であるサービス率(mean service rate)は0.0787(台/分)である。各時間帯の平均駐車時間は, 10～20分の間であり, 意識調査による流しでの客の到着率とほぼ一致している。

b) 窓口数について

表-2に時間帯別の駐車台数の統計値を示す。統計値の算出は, 各時間帯での1分毎の瞬間駐車台数に基づく。"a.v."は平均値(台), "SD"はその標準偏差, "c.o.v."は変動係数, "mode"は最頻値, "max/min"は最大値及び最小値であり, "max₉₅/min₉₀"は駐車台数

の95及び90パーセンタイル値である。窓口数はベイでの駐車可能台数であり, 合法的には当該ベイ延長2.4m内で駐車可能な台数となるが, 実際のタクシーの客待ち駐車には適用できない。従って, 窓口数は駐車台数の最大値と考えるのが一般的であるが, この値の設定にはmax₉₅及びmax₉₀との比較¹⁵⁾を考慮した。ここでmax₉₅は, 行列の長さがある値以上となる時間長が, 60分の5%即ち3分間の時の行列長であり, max₉₀は同じく10%, 6分間の時の値である。例えば, 10:30～では両者の値は7台であるが, この時間帯では行列長が7台以上の状態が6(60分×0.9)分以上続いたことを意味する。各時間帯の最大値とmax₉₅, max₉₀の比較により, 最大値の継続時間の極く短い時間帯では, それは非常識的な待ち行動と考え, 95ないし90パーセンタイル値を窓口数とする。

c) 到着率とサービス時間長の分布型

一般の路側駐停車行動では, 到着率及びサービス時間長は各々ポアソン分布, 指数分布であることは確かめられている³⁾が, ベイでの駐車行動について, 到着率のポアソン分布への適合及びサービス時間長の指数分布への適合は, 各々有意水準5%及び10%で有意であることが確かめられた。従って適用する待ち行列モ

表 -1 時間帯別駐車時間の統計値

Time	service time			mean service rate
	m.s.t.	SD	c.o.v.	
10:30～	11.4	8.0	0.702	0.0877
11:30～	13.7	12.2	0.891	0.0730
12:30～	10.0	5.8	0.580	0.1000
13:30～	15.7	5.8	0.369	0.0637
14:30～	12.7	9.1	0.717	0.0787
15:30～	15.7	7.4	0.471	0.0637
16:30～	9.7	5.6	0.577	0.1031
all day	12.7	8.1	0.638	0.0787

表 -3 待ち行列モデルの入力条件

Time	m.a.r. (v/min)	m.s.t. (min/v)	m.s.r. (v/min)	n.o.s.
10:30～	0.550	11.4	0.0877	8
11:30～	0.450	13.7	0.0730	10
12:30～	0.617	10.0	0.1000	10
13:30～	0.567	15.7	0.0637	12
14:30～	0.733	12.7	0.0787	13
15:30～	0.583	15.7	0.0637	12
16:30～	0.683	9.7	0.1031	12
all day	0.584	12.7	0.0787	13

表 -2 時刻別駐車台数の統計値

No	Time	a.v.	SD	c.o.v.	mode	max/ /min	max ₉₅ /max ₉₀
1	10:30～	5.0	1.61	0.322	5	8/1	7/7
2	11:30～	6.6	1.62	0.245	5	10/4	10/10
3	12:30～	6.5	1.72	0.265	6	10/2	9/9
4	13:30～	8.7	1.30	0.149	8	12/6	11/11
5	14:30～	8.4	2.62	0.312	10	13/3	13/12
6	15:30～	9.0	1.59	0.177	8	12/5	11/11
7	16:30～	8.1	1.88	0.232	8	12/4	11/10
sum	all day	7.3	2.31	0.316	8	13/1	11/10

表-4 ベイ駐車待ち交通の推定結果

Time	w.r.	L _q	W _q	ρ
10:30 ~	0.42	1.53	2.79	0.784
11:30 ~	0.12	0.19	0.42	0.617
12:30 ~	0.12	0.19	0.31	0.617
13:30 ~	0.25	0.72	1.27	0.742
14:30 ~	0.19	0.48	0.66	0.716
15:30 ~	0.29	0.93	1.60	0.763
16:30 ~	0.04	0.05	0.08	0.552
average	0.20	0.58	1.02	0.684
all day	0.05	0.06	0.10	0.570

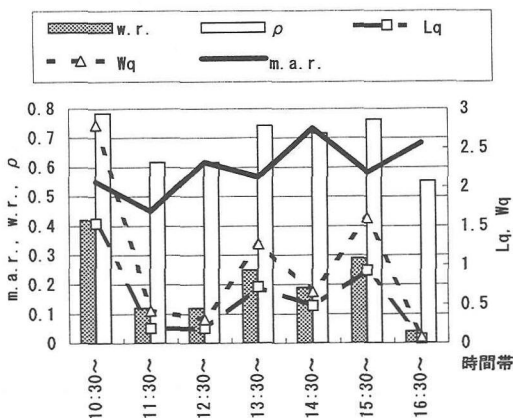


図-3 時間帯別ベイ駐車待ち交通の推定結果

デルは、Kendall 記号⁴⁾により、M/M/s(∞)とする。

(3)時間帯別街路周回交通量の推定

a)街路周回交通量の推定結果

表-3に各時間帯の入力データの値を、表-4及び図-3に時間帯別の街路周回交通量の推定結果を示す。図には入力データである到着率(m.a.r.)の値も示した。表中、"w.r."は待ちの発生率、"L_q"は平均待ち行列長(台)、"W_q"は平均待ち時間(分)、"ρ"は窓口稼働率である。ここでL_qは、ある瞬間に街路周回行動をとっているタクシー台数である。"average"は7つの時間帯の指標の単純平均であり、"all time"は時間帯を区切らない終日の平均到着率(0.58台/分)、サービス率(1/12.7分)及び窓口数(13)により推定された値である。これより、

①w.r.の平均値は0.2、W_qのそれは1.02(分/台)である。これは、ほぼ5台に1台がベイに駐車できず、平均で約1分間、ベイ駐車のために街路周回行動をとったことを意味する。従って4台が待ち時間0で駐車した時、待ち行動をとった次の1台は5分間の街路周回行動をとったことになる。またL_qの平均値は0.58

表-5 窓口稼働率ρの比較

Time	ρ	ρ'	ρ / ρ'
10:30 ~	0.784	0.536	1.46
11:30 ~	0.617	0.660	0.93
12:30 ~	0.617	0.650	0.95
13:30 ~	0.742	0.728	1.02
14:30 ~	0.716	0.644	1.11
15:30 ~	0.763	0.747	1.02
16:30 ~	0.552	0.678	0.81
average	-	-	1.04

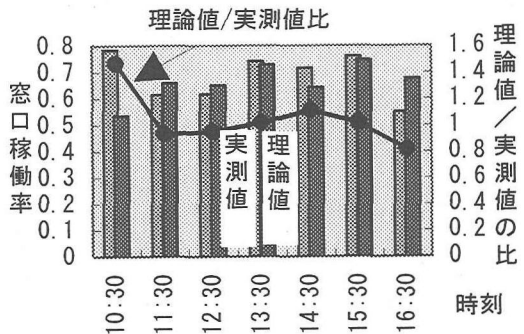


図-4 窓口稼働率の理論値と実際の地の比較

(台/分)であるが、これはベイの駐車待ちのため、常時0.58台のタクシーが街路を周回をしていることを意味する。

②窓口数を13とした終日のw.r.、W_q及びL_qの推定値は0.05～0.1でありその値は小さい。これを時間帯毎の推定値の平均と比較したとき、w.r.は約1/4、W_q及びL_qは約1/10である。即ち時間帯を考慮した推定では、これらの指標が4～10倍の値となりことがわかった。従って、都心交通対策の一つとして、タクシーの街路周回交通の削減を考えると、終日の結果では過小な値となる。その理由は、終日の算出結果が最も大きな窓口数を用いていることによる。

b)推定結果の検証

表-5に窓口稼働率¹⁾の推定値ρと実測値ρ'の比較を示す。また図-4にこれを図示し、ρとρ'の比を折れ線で示した。ここで、各時間帯の窓口稼働率の実測値ρ_{s'}は式(1)より求めた。

$$\rho_{s'} = \frac{\sum_{i=1}^T t_i}{(T \cdot s)} \quad \text{式(1)}$$

ここで T : 時間長 (=60分)
i : 時刻 (1分単位)
t_i : 時刻iでの駐車台数 (台)
s : s時間帯での駐車可能台数 (台)

表-6 ベイ駐車待ち交通の推定結果

output	case1	case2	case2/ case1
	m.a.r.=0.583 m.s.t.=15.7 n.o.s.=12	m.a.r.=1.166 m.s.t.=15.7 n.o.s.=24	
w.r.	0.29	0.15	0.52
L _a	0.93	0.47	0.51
W _a	1.60	0.41	0.26
ρ	0.763	0.763	1.00

推定値と実測値の比 ρ / ρ' の最小値は 0.81, 最大値は 1.46 であるが, 単純平均は 1.04 であり, 両者はほぼ一致している. また 10:30 ~ と 16:30 ~ の時間帯を除いたこの値は, 0.93 ~ 1.11 であり, 推定値の値はほぼ妥当と考える.

3. タクシーベイ管理施策の検討

(1) 時間帯による可変長ベイの設定

時間帯を限ったベイの運用は現在でも行われているが, 客の利用密度を考慮した可変長ベイの設定は一般的ではない. この実施は法的には, 補助標識の設置により可能であるが, 管理の困難さが問題となる. 従ってこれらの実施には, 装置による機械的な駐車管理の方法が望ましい. 既に高速道路では非接触での料金徴収システムが実用化されようとしているが, 路側駐車管理を目的とした ITS の応用は検討に値する. またこの方策は, 時刻に応じた荷捌きとタクシーの共存が適すると思われるが, 実施にあたっては, 地区での荷捌きの実態や, タクシー利用客の時間帯での利用密度等を調べる必要がある.

(2) ベイの統合化

流しでの街路周回交通量削減の方策として, ベイの統合化を想定した. ベイの統合化の意味を, 待ち行列モデルを用い, 街路周回交通量削減効果として表-6に示す. これは, 2つのベイを2倍の容量をもつ1つのベイに統合した場合である. ここで case1 は表-4 の 15:30 ~ の時間帯の値である. case2 は当時間帯の到着率と窓口数を2倍とした場合であり, サービス率は変わらない. この結果, 到着率 (w.r.), 平均待ち行列長 (L_a) は, 統合化によりその値が約 1/2 となること, 平均待ち時間 (W_a) は約 1/4 となることが示される. このベイの統合化は, 路側に相当のスペースを要すること, ベイ数の削減による利用者の不便さ及び管理の方法等課題は多いが, 対策の一つの考え方である.

4. 結論と課題

本稿の研究成果と, 今後のタクシー交通管理の課題を以下に示す. ベイでの客待ち駐車の実況分析では,

①各時間帯で行列台数の最大値に違いはあるが, 客待ち駐車時間は他の統計値と相関がなく, 10 ~ 15 分の範囲である. 従って各時間帯の駐車台数は, 客の到着密度により決められ, ドライバーは, 時間帯による客の到着密度とベイでの待ち時間を経験的に予測し, ベイでの客待ち駐車を行うか否かの判断をしている.

②終日単位の推定結果では, 街路周回交通は僅かであるが, 時間帯別の推定結果では, その 4 ~ 10 倍の値が推定された. 従って客の利用密度を考慮したベイの管理運用は検討に値する.

③窓口稼働率の実測値と推定値の比較では, 平均で 5 % 程度の誤差であり, ほぼ妥当な結果であった.

都市内でのタクシーサービスをベイ中心に行うか, 流しを主とするかは, 基本的にはドライバーの判断である. しかし, 混雑対策や環境問題を考えたとき, 公的な立場での誘導も必要となろう. 欧米ではむしろベイでのサービスやリムジン・ハイヤーが一般的である. 従って, 荷捌き交通に対する施策と同様に, タクシー交通に対しても, 例えば地区を限定したロードプライシングの適用や, 時間帯による流入規制も検討に値する. この時, 個々のドライバーの主な営業地域として, 都心部と郊外部の選択に関する行動特性や, 地区及び路線の選択特性についての分析, さらに ITS 等の応用による施設整備の方法等については今後の課題とする.

参考文献

- 1) 堂柿栄輔・柳沢吉保: 都心部のタクシーベイ利用の現状とドライバーの評価, 土木計画学研究・講演集 20 (1), pp.207 ~ pp.210, 1997.11
- 2) 堂柿栄輔・柳沢吉保: 都心部でのタクシーの路上駐停車の現状と街路周回交通量の推定, 土木計画学研究・論文集 No13, pp.869 ~ pp.876, 1996.8
- 3) 堂柿栄輔, 佐藤馨一, 五十嵐日出夫: 都心部街路における駐停車待ち交通の特性とその対応策に関する研究, 土木学会論文集 No.458/IV -18, pp56-63, 1993.1
- 4) O R 辞典編集委員会: O R 辞典, pp.238, 日科技連出版社, 1975.8