

街路における車線利用特性について *

LANE UTILIZATION AT SIGNALIZED INTERSECTIONS

横須賀 久 訓 林

池之上 慶一郎 林

BY

Hisanori Yokosuka

Keiiti Ikenoue

In order to explain the lane discipline at signalized intersections, a series of observations of lane utilization was carried out at approach roads consisting of a shared through and left-turn lane, a through-only lane, and an added exclusive right-turn lane. The analyses were made of the division of straight-ahead traffic between the permitted lanes as affected by left-turn traffic and curb-parking. Without curb-parking, the principle of equal degree of saturation seems to be reasonable, although more precisely the degree of saturation on shared lanes is slightly greater reflecting drivers' wrong decisions in accordance with perceived delays. The curb lanes with parking are under-utilized, and the utilization is closely correlated with the parking vehicle-hours weighted by the distance from the stop-line.

1 序論

交差点の設計、その制御設計、あるいは運用改善の策定には、交通流の飽和度の推定が基本的に不可欠である。しかしながらこれらの技術において、その精度を支配する重要な要素の一つでありながら、従来からほとんど整理されていない知見は、車両の車線選択に関する現象である。従って、街路交通の複雑な諸条件に対応できる車線利用推定モデルの開発が、上記諸設計技術の向上に寄与することは明かである。

本研究はそのためのアプローチであり、右折車線を除いた片側2車線の交差点流入部において、左折

車両及び駐車車両を影響因子とする車線利用特性を明らかにすることを目的とするものである。

これについて筆者らの知るかぎりでは、C. D. GETAO, D. VAN VLIET¹⁾による研究とR. AKCELIK²⁾によるそれとがある。前者においては、直進・右左折の進行方向別の交通量に有効青時間に対する全青時間の比で重みをつけた場合に、各車線の重みつき交通量は等しいというモデル(SATURNモデル)と、方向別の車両の遅れはそれが利用する車線間では等しく、かつ利用しない車線での遅れより大きくなることはないという等遅れモデルを扱っている。また後者では、専用車線以外においては各車線の飽和度が等しいという原則と併せて、例えば縁石車線にあってはこの原則が適用されずある特定の係数を考慮すべきこと、またこの係数を扱う上で的一般的方法論は難しいこと等を述べている。

本報告では、右折車線を除いた片側2車線の信号

* キーワード 車線利用

林 学生員 日本大学大学院博士前期課程、
理工学研究科交通土木工学専攻

林 正会員工博 日本大学教授
理工学部交通土木工学科

(274) 船橋市習志野台 7-24-1

交差点流入部を対象として、左折車両及び路側駐車車両を影響因子とする車線利用特性を扱い、これらが車線の飽和度と路側駐車状況の指標とで説明されることを示すものである。

2 調査

2-1 調査場所の選定

本研究では調査対象地点の選択条件は以下の通りとした。片側2車線街路であること。第1車線は、直進車と左折の混合レーンであり、左折車を含むこと。第2車線は直進専用であること。右折専用レーンがあること。飽和流率を観測できること、また各車線飽和度が概ね50～100%の範囲に散布すること。左折による待ち行列があること。沿道に駐車車両がある条件と、これがない条件。

これによって以下の4地点を選出した。

・路側駐車のない流入部として

- ① 葛飾区蔵前通り総武陸橋下交差点下り方向
- ② 市川市国道14号線市川広小路交差点上り方向（左折率が45%前後、左折は一時停止規制）

・路側駐車のある流入部として

- ③ 墨田区蔵前通り太平1丁目交差点上り方向
- ④ 墨田区蔵前通り太平4丁目交差点下り方向

2-2 調査内容

停止線位置における車線別・方向別交通量、サイク

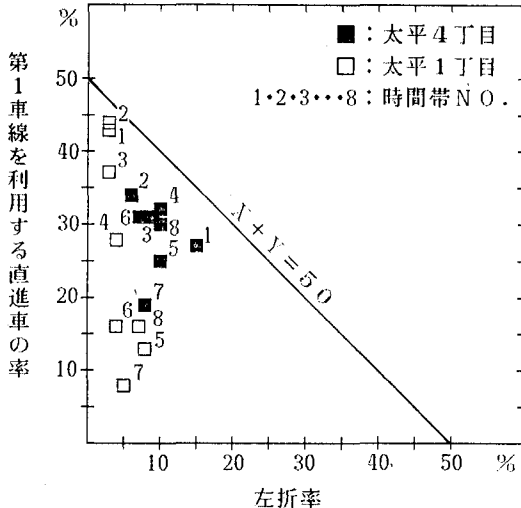


図-1 第1車線を利用する直進車の率と左折率（太平1丁目、太平4丁目）

ル毎最大行列長、車線別飽和流率、サイクル長、青時間の測定を行うと共に、太平1と太平4については路側駐車状況の調査を加えた。

路側駐車状況については、停止線の位置から上流側へ、縁石に沿って11m毎に区間を分割し、各駐車車両について、区間、駐車時間を記録した。

3 解析と考察

以下に述べる調査データの解析においては、15分間の状況を1つのデータ・ポイントとし、各調査地点についてそれぞれ8個のデータ・ポイント、つまり正味2時間を扱っている。

3-1 第1車線利用率の進行方向別の構成について

この状況を見るために、左折率と第1車線を利用する直進車の率（いずれも、右折車を除いた全交通量に対する率であり、以下特に断わらない限りこの定義による。）の関係を図示すると、図-1、図-2のようである。同図において、X軸とY軸のそれぞれ50%の点を結んだ線は、 $X+Y=50$ 、つまり第1車線の利用率が50%となる線であり、第1車線利用率の任意の値は、上記の線と平行な線で表される。

4箇所の調査現場において、太平1と太平4は路側駐車がみられるところであり、このために第1車線利用率が低くなる状態を同図のプロットに見ることができる。

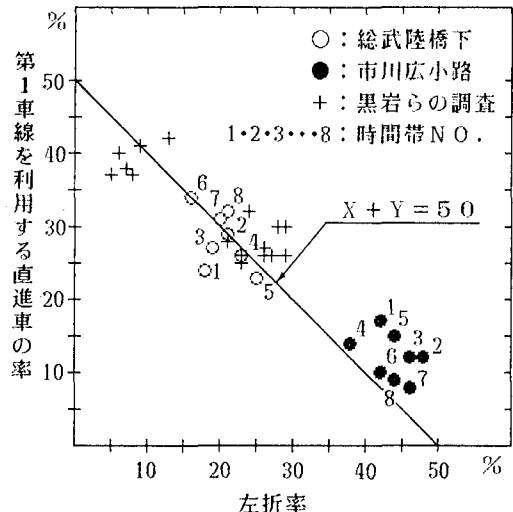


図-2 第1車線を利用する直進車の率と左折率（総武陸橋下、市川広小路）

他の2箇所、総武陸橋と市川は路側駐車のないところであり、これだけでみる限り、左折率の大きいほど第1車線利用率の大きいように見え、またこのことは黒岩らの調査³⁾(これらも路側駐車のない条件である。)でも示されている。これによると、広い範囲における左折率の様子が見られ、全体的には黒岩らの考察のように、左折率の増加にともなって第1車線利用率が増加するように見える。

しかし、更によく見ると、左折率20%~30%の領域における黒岩らのデータと、本調査における総武陸橋のデータとは明らかに異なるグループである。つまり前者の第1車線利用率は相対的に高いが、後者のそれは相対的に低いことが認められる。

そこで、本調査では各車線の飽和度を求めているので、この観点から次に検討を行うこととする。

3-2 各車線の飽和度による検討

4箇所の調査地点について第1車線と第2車線の飽和度を比べると、図-3、図-4のようである。前節で述べたように、太平1と太平4は路側駐車の影響により第1車線の利用の低い状態があり、このことが図-3にもみられる。また、このために第2車線の飽和度が1.0に近い状況が多くみられる。

さて、前節で問題となった路側駐車のない総武陸橋と市川については、図-4から、いずれも第1車線の飽和度が第2車線のそれよりも僅かながら大きいという類似の傾向を見ることができる。しかし、飽和度のベースとなる飽和流率は第1車線と第2車線とは異なるので、飽和度の高い方が車線利用率が高いとは必ずしも言えないことは無論である。

更に、左折率によって上記の特性に違いがあるか否かを見るために、各15分間における第1車線と第2車線の飽和度比(ρ = 第1車線飽和度/第2車線飽和度)と左折率との関係を見ると、図-5の通りで、両者の間に有意な関係は見られないといえる。

3-3 路側駐車のない場合の車線利用特性について

前節までの検討から、路側駐車のない交差点流入部における車線利用特性を以下のように考察するこ

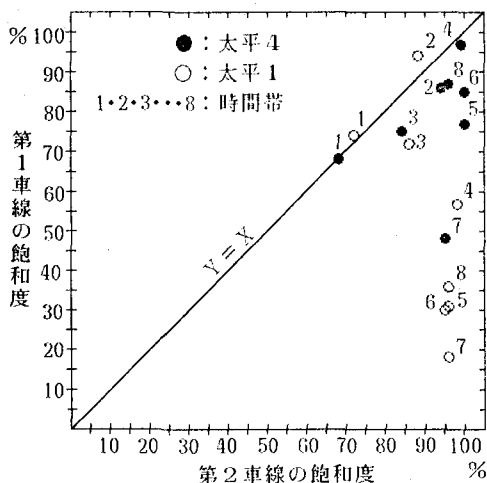


図-3 第1車線の飽和度と第2車線の飽和度
(太平1丁目、太平4丁目)

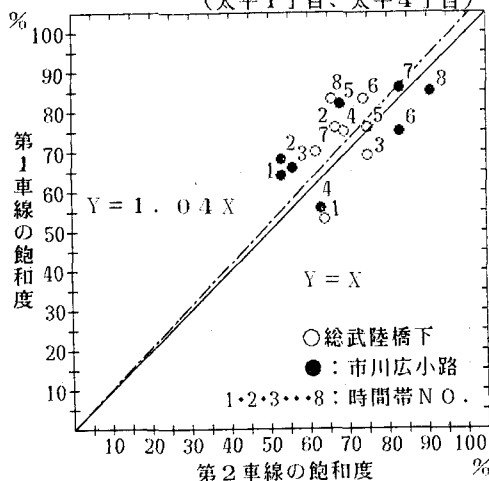


図-4 第1車線の飽和度と第2車線の飽和度

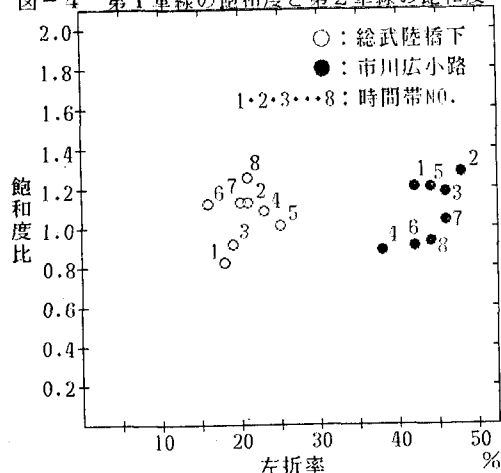


図-5 飽和度比と左折率

とができる。

黒岩らのデータ³⁾でも示されているように、ドライバーはできるだけ旅行時間が短くてすむような車線を選択しようとする傾向は自明のことといえる。これを交通現象の面からみると、結果的に各車線の飽和度が等しくなるような車線の使われ方がなされることが考えられる。

左折率が多ければ、それにともなって第1車線を利用する直進車の率が低下し、結果的に50%を中心とした第1車線利用率が実現することとなる。この場合、図-2によって直観的にみられるような、左折率の増加にともなって、第1車線利用率が増加するという解釈は、皮相的なものであることが3-2の解析によって示された。本質的には、各車線の飽和度が等しくなるような現象とみるべきであり、又この場合、左折車の混入によってドライバーの車線選択には若干の判断の誤りがあり、ともすると第1車線の飽和度が第2車線の飽和度より高くなる傾向がある。これの平均的な特性を記すために、図-4のように総武陸橋下と市川広小路との全体について、第1車線の飽和度と第2車線の飽和度との関係を、原点を通る直線に回帰すると、第1車線の飽和度は、平均的には第2車線の飽和度の1.04倍ということになる。

ちなみにこのようなドライバーの判断結果について、黒岩らのデータに次のことが示されている。すなわち、直進車が第2車線から第1車線へ移行することによる旅行時間の利得は、左折台数が少ない場合はその期待が満たされ易く、左折台数が多くなると、その期待は誤ったものとなる率が高い。

3-4 路側駐車のある場合の第1車線利用特性について

3-4-1 駐車状況指標の概念

太平1と太平4においては、第1車線に路側駐車が存在し、これに影響されて第1車線利用率、ひいては第1車線の飽和度が低下していることは、3-1及び3-2において示したとおりである。各データ・ポイントにおける駐車状況と、その影響の度合いを照合してみると、停止線から約50mまでの間に

おける駐車状況が、第1車線利用率に大きく関わっているといえる。

そこで、この両者の関係を数量的にとらえる必要があり、そのためには上記のような駐車状況を数量的に表現できる指標（これをここでは駐車状況指標と呼び、PIで表すこととする。）を、まず定めなければならない。

ある区間における一定の対象時間中の駐車量は、その総駐車台・時間、又は駐車台数を駐車時間による重みづけによって平均した値で表される。本調査のように、11mの長さで区切って、単位時間（本調査ではこれを信号サイクル長としている）毎の各区間に駐車している台数をデータとしている場合であれば、その平均駐車台数は次式で表される。

$$\text{平均駐車台数} = \frac{\sum_i \sum_j n_{ij} t_j}{T} \quad (1)$$

ここで、 i : 区間番号

t_j : 単位時間数

n_{ij} : 区間 i において、単位時間数 t_j だけ駐車した車の数

T : 対象時間長（単位時間数で表す）

しかし、直観的にも理解できるように、駐車が停止線に近い位置にあるほど、縁石車線の走行は難しくなることから考えて、縁石車線の利用への影響度を説明する駐車状況指標としては、駐車位置に関する要因が考慮されたものでなければならぬと思量される。そこで、区間 i の停止線からの遠近の度合に応じて異なる重みを、式（1）に取り込んだ次式を駐車状況指標とした。

$$\text{駐車状況指標} = \frac{\sum_i \sum_j n_{ij} t_j W_i}{T} \quad (2)$$

ここで、 W_i : 区間 i の停止線からの距離による重み

ここで問題になるのは、重み W_i の値をどのように定めるかであるが、これについては若干の試行錯誤の末、次式によることとした。

$$W = e^{-i} \quad (3)$$

ここで i は、本調査で区切った11m毎の区間について、停止線から始まる区間を0番として、以下順に、1、2、3・・・とつけた区間番号である。

式(3)によって、区間の重みは表-3のようになる。

式(3)によって算出される PI の値は、太平1、太平4、について、それぞれ表-1、表-2の

表-1 駐車状況指標(太平1丁目)

区間 番号	0	1	2	3	合 計	1サイクル 当たりの重 み(台)
0	1.00	0.37	0.14	0.05		
1				1×7	0.35	0.05
2				1×7	0.35	0.05
3		1×6 1×2		2×7 1×1	3.71	0.53
4		2×7		2×7	5.88	0.84
5	1×7	1×6	1×7	2×7	10.02	1.43
6	1×7	1×7	1×7	1×7 1×4	10.26	1.47
7	2×7	1×7 1×5	1×7	2×7	19.24	2.75
8	1×7 1×3	2×7	1×7	1×7 1×3	15.78	2.25

(注) 各欄の $a \times b$ は以下のとおりとする

a: 駐車台数 b: 駐車していたサイクル数

また、合計は重みを掛けあわせ足したものの

単位はサイクル・台

表-2 駐車状況指標(太平4丁目)

区間 番号	0	1	2	3	合 計	1サイクル 当たりの重 み(台)
0	1.00	0.37	0.14	0.05		
1		1×7		1×7	3.06	0.44
2		1×8		1×8	3.36	0.42
3		1×7		1×7	2.98	0.43
4		1×8		1×8	3.36	0.42
5		1×7	1×4 1×2	1×7	3.94	0.56
6		1×8	2×8	1×8	6.92	0.74
7		2×7 1×1	2×7	1×7 1×2	8.16	1.17
8	1×1	1×8	1×7 1×1	1×6	5.58	0.70

(注) 各欄の $a \times b$ は以下のとおりとする

a: 駐車台数 b: 駐車していたサイクル数

また、合計は重みを掛けあわせ足したものの

単位はサイクル・台

ようである。

表-3 各区間の重み

区間番号 i	0	1	2	3	4
重み W_i	1.00	0.37	0.14	0.05	0.02

3-4-2 駐車状況指標と第1車線利用率との関係

太平1、太平4について前記のとおり求めた PI の値と、実測された第1車線利用率との関係を見ると、図-6の通りとなる。これによれば、 PI が大きくなると第1車線利用率が直線的に減少する傾向が明らかであり、又太平1と太平4の両地点のデータが共に同様の特性を示している。両者の関係を回帰すれば

$$\text{第1車線利用率}(\%) = 45.24 - 12.57 \times PI$$

$$\text{相関係数: } \gamma = -0.9386$$

となる。

上式によれば、 $PI=0$ 、すなわち路側駐車が皆無の場合の第1車線利用率は45.24%となるが、この値は図-2に見られるように、路側駐車のない場所で実測された第1車線利用率のもっとも低い値45%に近いことが判る。

ちなみに、駐車位置による重みを考慮しない式(1)による値を太平1と太平4について計算し、これと第1車線利用率との関係を見ると図-7のようであり、車線利用率への影響を十分に説明し得ないことが判る。

上記のことから、式(3)によって定義される量は、第1車線利用率への影響を説明するのに適切な駐車状況の指標として提案できるものと言える。

4 結論

車線利用率の特性に関する本研究で得られた成果は、次のようにまとめることができる。

(1) 路側駐車のない場合

旅行時間をできるだけ短くしようとするためのドライバーの車線選択特性によって、路側駐車のない

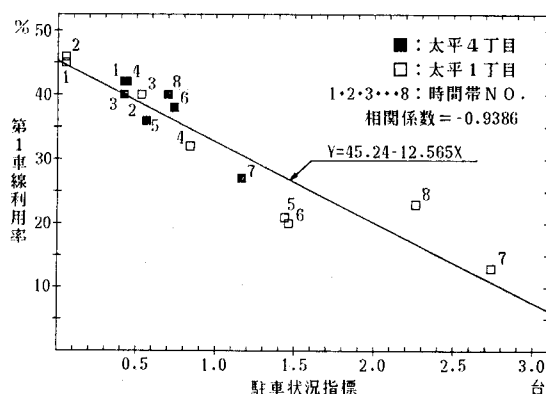


図-6 第1車線利用率と駐車状況指標（重み付き）

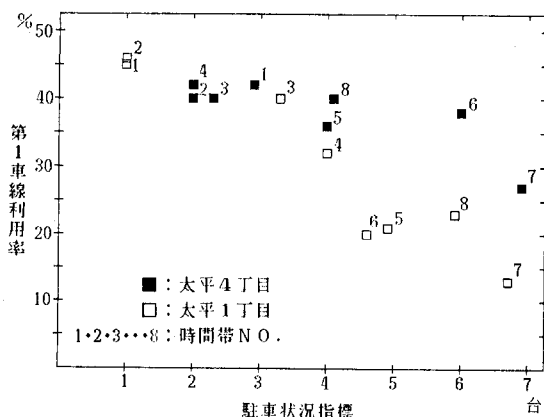


図-7 第1車線利用率と駐車状況指標（重み無し）

信号交差点流入部においては、各車線の飽和度はほぼ等しくなる。さらに厳密には、左折車の混入による判断の誤りに起因すると推量されるが、第1車線の飽和度が第2車線の飽和度より平均的には4%程度高いという事実がみられる。

（2）路側駐車のある場合

路側駐車のある流入部においては、その駐車に影響されて上記（1）の特性は成り立たなくなり、第1車線利用率は低減する。このような影響度をよく説明できる駐車状況指標として、停止線に近いほど大きな重みをつけた駐車台数の駐車時間による平均

が提案できる。この場合の重みには、停止線からの距離の負の指数関数の適用が妥当とみられる。このような指標と第1車線利用率との関係は一次式で表現され、その相関性は高い。この場合、駐車の影響のない状態での第1車線利用率は45%程度であり本調査では駐車の影響によってそれが10%までに低下する状況が扱われている。

以上のことから、信号交差点流入部における各車線交通量や飽和度の推定、あるいは路側駐車が交通容量に及ぼす影響の推定など、交通運用計画の精度を一層高める技術の向上が期待できるといえる。

（3）今後の課題

今後に残された課題として次のことが挙げられる

1. 更に調査箇所を拡張しての確認
2. 路側駐車と車線利用率との関係について、更に第1車線の幅員や、駐車車両の車種を要因とした研究の掘り下げ
3. 3車線以上の流入部についての研究の拡張
4. 2輪車の車線利用特性について

参考文献

- 1) C.D.Getao, D.Van vliet: Lane choice at signalised intersections, TRAFFIC ENGINEERING & CONTROL, pp267~269, MAY 1980
- 2) Rahmi Akcelik: Lane Utilisation And Saturation Flow, Traffic Engineering & control, pp482~484, October 1980
- 3) 黒岩章嘉、畔柳吉彦：片側2車線街路における車線利用特性の基礎的研究、日本大学理工学部卒業研究、1986
- 4) 山岸浩、横須賀久訓：街路における車線利用特性について、日本大学理工学部卒業研究、1987