

信号現示変わり目における車両の挙動特性

Driver Behavior During Signal Change Intervals

大蔵 泉*, 長谷川 秀**, 依田 育也***

By Izumi OKURA, Masaru HASEGAWA and Ikuya YODA

Driver characteristics associated with traffic signal change intervals were studied at eleven intersections in Tokyo metropolitan and Yokohama area. Video-tape recorders were used to record driver and traffic characteristics at signalized intersections. Using driver behavior data, stopping probability was examined as a function of the surrounding conditions of intersections. These conditions include roadway features, driver response characteristics and traffic conditions. Logistic model was used to explain the probability of stopping as a function of distance from the stop-line. And multi-regression was used to obtain the model estimating the two parameters of the logistic curve. This model can also be used to evaluate the signal-control conditions at the intersection.

1. はじめに

1.1 背景

交差点流入部において信号が青から黄表示に変わったとき、運転者は停止か通過かの判断を行って行動に移る。この信号現示切り換え時において、運転者の判断にバラツキが大きいほど追突の発生の危険度が高まる。現示切り換え時の車両の挙動を直接的に制御する変量は黄・全赤時間であるが、長すぎると黄現示を無視する傾向が強くなる一方で、短すぎても安全上の問題が起こることになる。遵守程度が相対的に高く、安全上も問題が少ないという意味での適切な黄・全赤時間があるはずで、従来から黄・全赤時間の設定方法について幾多の提案がなされて

きた。提案された設定式は、適用上の操作性を考えると、ある程度以上の再現精度が確保されることを前提として、できるだけ少ない変数で単純な構造であることが望ましいが、実際には幾多の変数が複合的に影響し、現象は複雑であるため、充分説得的な定式化がなされていることは言い難い状況にある。

1.2 目的及び分析の流れ

上述の背景を踏まえ、本研究では、交通信号制御高度化の一環として、信号現示切り換え時の交通現象を解析し、制御計画・システム運用時の基礎的情報を整理することを目的として研究を実施した。

本研究の流れは、従来の研究のレビュー、信号制御計画時の基礎情報の分析・整理、停止確率推定モデルの定式化の3つに大きく分けられる。まず、最初の段階では、在来の研究を多角的な視点から概観し、整理を行った。次いで、現示切り換え時の主たる評価状態量である車両の通過速度および停止確率をとりあげ、できるだけ単純な指標を用いた場合の

* 正会員 工博 横浜国立大学教授 工学部建設学科
(〒240 横浜市保土ヶ谷区常盤台156)
** 工修 横浜市下水道局
*** 学生会員 横浜国立大学大学院 博士課程前期

評価特性に関する考察を行った。

さらに、停止線からの距離に対する黄現示開始時の停止確率の分布を、当該交差点の道路・交通・交通制御等の条件に基づいた推定モデルの開発を試みた。モデルの関数形はロジスティック曲線を適用し、モデルのパラメータを当該交差点関連条件に基づいて設定するという構造をもつものである。

2. 従来の研究と本研究の位置付け

信号変わり目の黄時間・赤時間の設定の問題に関しては、従来から多くの調査・研究がなされてきたが、現在なお依然として活発に議論されている課題である。これまでのところ黄時間の設定方法について少しずつ構造の異なる提案が続く状況にあり、必ずしも合意は得られていない。また黄時間に続く赤時間の位置づけについても、運転者が赤時間において実態的に黄時間の延長のような挙動を示すこともあることから、現象論的に統一的な結論は得られていない。現示変わり目の時間設定式については、Gazis によって示された次式¹⁾が議論の出発点となることが多い。

$$T = t + V / (2a) + (W + L) / V$$

ここに T : クリアランス時間、 t : 反応時間

V : 接近速度、 a : 減速度、 W : 交差点の停止間距離、 L : 車長

通常は前2項が黄時間、第3項が赤時間に対応するものと解釈されている。その後、この式については黄時間設定の基本構造を受け継ぎながら、交差交通流の最大加速度を考慮したり²⁾、勾配の影響をとり込んだり³⁾しての実現象に即した改良等が試みられている。一方では、黄時間が接近速度の線形式であるという構造に疑問も出され⁴⁾、それを実証的に示した研究⁵⁾も知られる。このような背景から、黄・赤時間設定式を統一的に求めるためには、今後とも継続的に研究を進める必要がありそうである。

これらの議論を進める上で黄信号表示時の車両の停止確率が重要な状態量であり、議論の基礎となっている。各種要因との関係のもとに停止確率曲線は異なる様相を呈する。典型的な要因としては、停止線までの距離、停止線までの所要時間があるが、これらの要因と停止確率との関係は成長曲線のような形となる。これらの関数関係についての研究例は文

献²⁾においても知られるが、その構造式は単純であり、必ずしも現実の道路・交通条件に対応し得る構造とはなっていない。停止確率の分布構造を適切に表現することにより、上述の現示変わり目における黄・赤時間の設定の基礎となる停止確率85もしくは90、95パーセンタイル値とあわせて、停止挙動のパラッキの程度も、道路・交通条件および信号制御条件等との関連のもとに推定できることになる。従って本研究は、主として現示変わり目の黄・赤時間設計および制御状況評価の基礎的な判断材料となる停止確率の適確な構造を、実現象の分析を通じて明らかにしようとするものである。

3. 分析データ

3.1 交通流の観測

道路・交通条件に関して色々な組合せを考慮して東京都内・横浜市内の11交差点で交通流観測を行った。交差点の選定に当り、次の条件に留意した。

- ①対象交差点流出部に先詰まりがないこと。
- ②交通状態に幅のある状況が実現すること。

1)交通現象観測：複数のビデオレコーダを用い、流入部上流側150m程度から交差点中央に至る区間の交通流の状況を記録した。観測値に信頼性をもたすため、各交差点とも少なくとも100サンプルのデータを収集することに努め、短くとも4時間程度の観測を実施した。

2)実走行調査：対象交差点を含む道路区間を交通の流れにのって走行し、その状況をデータ化した。

3.2 データ処理

ビデオ撮影記録から、各サイクル毎に対象流入部における黄現示・全赤現示時の車両の挙動を読みとった。データ化した事項は次のようになる。

- ① 停止する車群の先頭車の車種。
- ② 黄・全赤現示において停止線を越えて通過していく車両の車種。
- ③ ①、②の車両の黄現示開始時における停止線からの距離。
- ④ 通過車の車頭が停止線を通過した時刻（停止車については停止した時刻）
- ⑤ 停止線上流側約120mの地点における接近速度。
- ⑥ 通過車の交差点内速度

なお、データ処理過程においては、明らかに平均

的な状況とは異なるサイクルのデータは削除した。

観測交差点の概要を示すと表-1のようになる。

4. 停止確率による交通流特性

4.1 停止確率の分布

交差点流入部において、対面する信号が緑から黄表示に変わった場合、運転車は自転車から停止線までの位置関係によって通過または停止の挙動を選択する。この挙動の主判断要因として、次の3つがあげられよう。

- ①停止線までの距離
- ②停止線までの走行所要時間
- ③停止する場合の必要減速度

①の状態量が最も直接的な指標といえようが、当該車両の速度によってもこの距離が変化すると推測される。②の表し方として、黄現示開始時点での当該車両の接近速度で停止線までの距離を除した状態量とする方法がある。文献2)ではこれをポテンシャルタイムと称している。

これらの要因と停止確率との関連性を検討することによって当該交差点における運転者の挙動を評価できる。上述3種の要因に対する停止確率を2車線流入部からなる標準的4枝交差点Dについて例示してみると、図-1のようになる。ここで停止確率

は、ある距離範囲(小区間、10mとした)毎に黄現示開始時において存在した車両数と、そのうち停止先頭車となって停止した車両数の比として求めた。

4.2 影響要因

停止確率の分布は当該交差点の構造・交通運用条件によって異なる。考えられる影響要因をあげてみると次のようになる。

- ①道路条件：停止線間距離、交差道路との幅員比
- ②交通条件：接近速度、黄・赤時通過車の交差点内速度、各速度の標準偏差、交通量
- ③交通制御条件：黄+全赤時間(クリアランス時間)、サイクル長及びスプリット

4.3 分布形の特性値

停止確率の分布の様子を表す特性値として、停止確率85%に対応する状態量の値(停止確率85%値と略称する)と分布域値を考えた(図-2)。

停止確率85%値は、特異データの影響をとり込まない範囲で、通常の運転者がとるであろう停止判断の代表値の一つと考えることができるものである。

また分布域値とは、停止確率85%及び15%値に対応する状態量の幅であり、運転者の判断のバラツキの度合を表す状態量である。

4.4 停止確率85%値に関する分析

既述した3種の要因即ち停止線までの距離・走行



図-1 標準的な4枝交差点における3種の要因各々に対する停止確率の分布(交差点Dの例)

表-1 観測交差点の概要

交差点	交通量(台/時/車線)		停止線部 車線数	交差点 脚数	停止線 間距離 (m)	右折 車線	信号運用状況					5.での 適用177%数
	第1車線	第2車線					サイクル長 (S)	スプリット (%)	黄時間 (S)	全赤 (S)	右折現示	
A	168	919	3	3	2.4	有	14.0	7.1	3	2	有	141
B	622	600	2	6	5.9	有	12.0	4.3	4	3	有	371
C	551	702	3	4	2.5	有	13.0	3.7	2.6	3.4	有	883
D	312	521	2	4	5.0	有	14.0	5.4	3	1	有	417
E	603	740	3	5	5.0	有	18.0	6.7	3	3	有	240
F	484	-	1	3	2.9	有	11.2	6.1	4	3	有	136
G	206	467	3	4	4.9	有	12.0	4.5	3	0	有	181
H	363	707	3	5	5.0	有	12.0	5.0	4	0	有	226
I	463	630	3	4	6.0	有	11.0	5.0	4	0	有	144
J	634	-	1	3	3.6	有	13.0	6.6	4	2	有	65
K	675	-	2	4	7.5	有	13.0	4.8	5	4	有	126

所要時間・必要減速度についての停止確率85%値の現象構造を明確にするために、重回帰分析を適用した。説明変数は、4.2に述べた要因の中からとり上げた。分析に適用できるサンプル数つまり交差点数は11であり、限定されたサンプルであることから、分析に取り込める変数の数も2程度が限度であろうと判断した。3種の停止確率85%値に関する分析結果をまとめて示すと表-2のようになる。表には、あわせて分析を行った重回帰モデルの結果の一部も示しておいた。分析を通して次のようなことがいえる。

- ① 3種の85%値に共通する影響因子として、接近速度をあげることができる。
- ② 距離の停止確率に対するもう一つの説明変数として、停止線間距離をあげることができる。
- ③ 表-2で掲げた距離の停止確率に対する重回帰分析の残差は、引続き行った分析の結果、交差し合う道路幅員の比との関連が強いことが知られた。
- ④ 黄+全赤時間については、相関係数(γ)でみた限りでは、停止確率85%値に強い影響を与える要因とはなっていないと推測される。

4.5 停止確率分布域値

これは停止確率のバラツキの度合を表す指標であり、説明要因としては、運転者の判断の違いを生じさせるような変数、例えば交差点内速度の標準偏差が考えられる。

これらの変数をもとに回帰分析を行った結果、3種の被説明変数のうち、距離の停止確率分布域値(DIS-s、単位m)については統計的に有意な(1%水準)次のような構造式が得られた。

$DIS-s=29.5-0.34W+3.39SD(Vc), (\gamma^2=0.78)$
ここに、SD(Vc)： 交差点内速度の標準偏差 (Km/h)
W： 停止線間距離 (m)

この分析でも、黄+全赤時間は分布域値にはほと

んど影響を与えていないことが分かった。すでに取り込み済みの交差点の大きさを表す停止線間距離に付加して、これが独自の説明要因となるほどの寄与度がないことがその理由になっていると推定される。

5. 停止確率推定モデルの開発

停止確率の表現については、前述のように3種のつまり距離・時間・減速度による関数表現が考えられるが、4章での分析を通して知られた説明構造に対する説得性と、当該指標による現象表現に対する直接的理解の容易性の2つの理由から、本章では距離の停止確率を対象に分析を行うことにする。

5.1 モデル関数形の選択

距離の停止確率の特徴は、上・下限値をもち、停止線からの距離(x)の増加に伴って停止確率がS字形に増加することにある。この関係を表す曲線形の例としてロジスティック曲線をあげることができる。この曲線の関数形は次式によって表され、パラメータ推定のための回帰演算も比較的容易である。またパラメータの組合せによって曲線の形状を実用上十分な範囲で変化させ得る。これらの理由から本研究ではこの曲線形を適用することにした。

$y=K/(1+EXP(\phi(x)))$
ここに $\phi(x)=-B(x-A)$ (xの一次式にて表現)
y： 停止確率(%)
K： 上限値(この場合は100)

2つのパラメータの推定が必要であり、パラメータ(A, B)の変化による曲線形の動きを例示してみると、図-3のようになる。パラメータAの増加に伴って、曲線全体が水平方向にシフトする。このことから、このAが大きい交差点ほど停止しにくい交差点であるといえよう。またパラメータBは曲線形

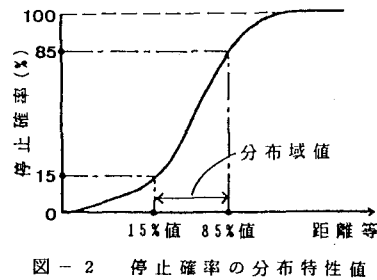


表-2 停止確率85%値に関する相関分析

	単相関分析結果		重回帰分析結果
	説明変数	(γ)	
距離の停止確率85%値 (DIS85)	交差点内速度(Vc)	0.68	DIS85=17.64-0.64W+1.64Vc γ ² =0.813 (1%で有意) (決定係数)
	停止線間距離(W)	-0.66	
	接近速度 (Va)	0.62	
ポテンシャルタイムの停止確率85%値	停止線間距離(W)	-0.48	—
	接近速度 (Va)	-0.32	
減速度の停止確率85%値	接近速度	0.63	—
	黄+全赤時間	-0.40	

の傾きを支配しており、その値が大きくなるほど停止確率のパラッキ度合が大きくなる、つまり運転者の判断がばらつく交差点といえよう。

5.2 推定モデルの構築

各交差点における停止確率曲線は、それぞれの道路・交通条件によって異なる。各種交差点について分析上有意であると考えられるパラメータ推定値が得られる場合には、これらのパラメータと道路・交通条件との関連を一般化することによって、停止確率構造を明確にすることができる。モデルパラメータの法則性を明らかにするために、図-4に示す分析手順を踏んだ。

5.3 各交差点におけるパラメータの推定

各交差点の停止確率の分布に回帰分析を適用し、パラメータA、Bを推定した。この際につぎのことに留意した。

a) 停止確率0%と100%を除くデータを適用した。

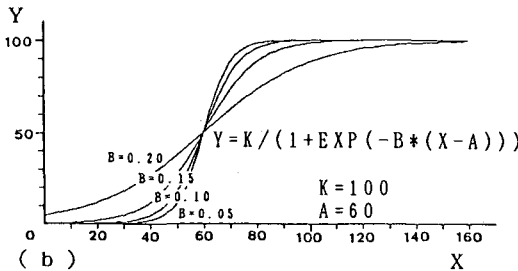
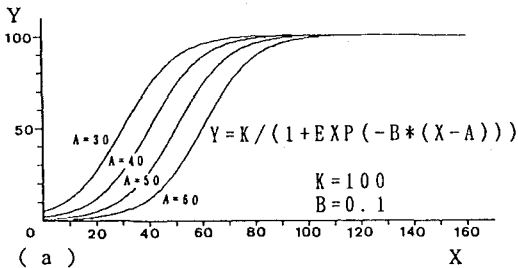


図-3 ロジスティック曲線・パラメータの差異による分布形の変化

b) 各距離クラスの停止確率はそれぞれ異なるサンプル数に基づいて設定されており、その信頼性が異なる。これを考慮して、停止確率算定時のサンプル数を重みとした重み付け回帰手法を適用した。

図-5は、各パラメータ推定値に基づいて設定した曲線と観測値との関係を例示したものである。図中各プロット点に対応する数字は、当該停止確率の算定に用いたサンプル数を示す。

なお2つのパラメータの関係を調べたところ両者には有意な相関性があることは言い難いことから、それぞれ独立にとらえることにする。

5.4 各種影響要因

停止挙動への影響要因を、道路、信号制御および交通関連の3種に大別し、想定される個別・具体的要因を列挙してみると表-3のようになる。

- ① 交差点の大きさ：停止線間距離で代表させた。
- ② 交差点形状：単純に脚数で分類することも難しい。分析を通じて幾つかに分類する。
- ③ 交差点の見通し：見通し距離が直接的な状態量であるが、計測が容易でない。勾配・曲線半径等が代替変数となり得る。
- ④ 流入道路の線形：道路幅員、車線数、勾配等が考えられる。③の要因との関連に留意が必要である。
- ⑤ リンク長：隣接交差点との距離が大きくなるに伴い車群の拡散がすすむ。

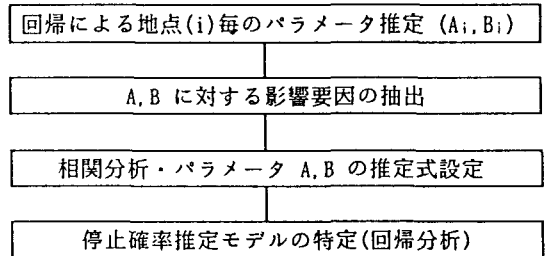


図-4 推定モデル構築への手順

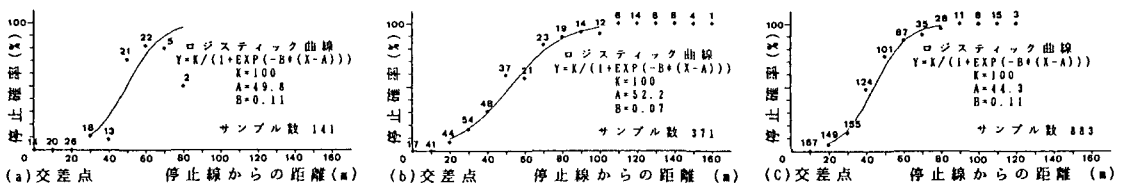


図-5 回帰結果の例

⑥クリアランス時間：黄と全赤時間の和として表現されるが、分析を通じてこの直接的表現が必ずしも有効な変数とはならないことが知られた。本研究では、交差点の大きさを接近速度で除して基準クリアランス時間を設定し、それと実クリアランス時間の比（相対クリアランス時間）を分析に用いた。

⑦現示方式：右折青矢の現示方式には、右折青矢に先立つ黄現示の後に全赤現示を入れる場合と入れない場合の2つがある。この方式の違いによる車両の停止挙動に対する影響は、検討の余地がある。

⑧～⑩は、交通条件の影響を考慮するための代表的な要因と言ってよいであろう。

5.5 モデルパラメータの推定

2つのモデルパラメータA、Bそれぞれの法則性を見出すために、各交差点を独立サンプルとし、5.4に例示した影響要因を説明変数とし、A、Bを被説明変数とした回帰分析を行った。

1) パラメータAの推定式

パラメータAは、停止確率50%のときの停止線からの距離を表す。この値が大きいほど止まりにくい交差点であるといえよう。代表的な説明変数は交差点速度であり、この変数を主説明変数として残差を求め、他の説明変数との関連を検討した結果、次に示す推定式が得られた。

$$A = -39 + 1.4V_c + 23.3RCT \quad (\gamma = 0.94)$$

ここに V_c : 交差点内速度 (Km/h)

RCT : 相対クリアランス時間

この推定式の重相関係数は0.94であり、サンプル数（交差点数：11）を考慮した検定の結果においても信頼性のあることが知られた。推定式に取り込んだ2つの変数もそれぞれ独立に被説明変数Aに対して独自の説明力のあることが分かった。パラメータAの直接推定値(5.3)と本節回帰推定値(5.5)との関係を示すと図-6のようになる。

2) パラメータBの推定式

先に述べたように、パラメータBは停止挙動・判断のバラツキの大きさを表す状態量として位置付けられる。この値が大きいほどバラツキの程度が小さくなることから、Bの値を大きくするような信号制御方法が望ましいといえよう。この状態量の要因構造を考えるに当たっては、まず、運転者の属性によって次の2つ(a、b)の考え方ができる。

a) 運転者が当該交差点を日常的に通行している場合

この場合運転者は当該交差点の道路条件・制御条件については十分承知していることから、これらの要因で判断がされることは少ないであろうから交通条件の影響を中心に考察することになる。

b) 運転者が当該交差点を通行する機会が少ない場合

この場合運転者は当該交差点の道路及び制御条件の十分な知識がないことから、その都度各要因に対する対応・判断を迫られる。つまり影響要因として、道路・交通・制御の各条件を考える必要がある。

本研究では、観測交差点が都市内街路に位置しており、観測交通流も平日の日常的通勤・業務を主体とすることから、上述2者のうちa)に近い交通流が実現していると判断される。このような判断から、交通条件を中心に影響要因を抽出することにした。

分析手法としては、数量化I類を適用した。その理由は、状態量の大きさによって停止確率への寄与

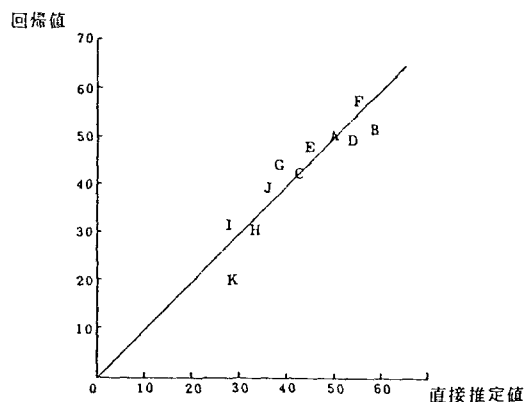


図-6 パラメータAの直接推定値と回帰推定値

表-3 停止挙動に対する各種影響要因

a) 交差点及び付近の道路の構造によるもの	①交差点の大きさ ②交差点の形状 ③交差点の見通し ④流入道路の線形 ⑤流入道路のリンク長
b) 信号制御によるもの	⑥クリアランス時間 ⑦現示方式
c) 交通状況によるもの	⑧車両速度 ⑨交通量 ⑩駐停車の影響

が異なる要因があり、これを分析に取り込むことにある。尚重回帰分析も同時に試みているが、前記モデルの説明力の方が高いことからここでは前記モデルのみについて示すことにする。

検討に通じて交通量及びリンク長の2つの変数が有力な変数として抽出された。これら2変数による分析結果は表-4のようになる。また、この分析構造の意味は図-7のようにまとめられよう。

6. 考察と結論

前章に示したパラメータ推定式に当該交差点の条件を代入してパラメータA, Bを求め、それによって各交差点における距離の停止確率を推定して、実現象に対する再現性を検討した。

1) 本停止確率推定モデルの実現値に対する適合性

上述手続きによって推定した距離の停止確率の再現性に関する検討結果は表-5のようになり、総じてその再現性は良好であるといえよう。図-8には、

推定値と直接回帰結果(5.3)との対応が相対的に劣る交差点の例を、モデルの推定値が直接回帰結果より小さい場合(B, K交差点)と大きな場合(G, I交差点)について示したものである。これら交差点の条件に共通する特性として、停止線間距離に違いがあり、前者(各々59, 75m)は後者(各々49, 36m)に比較して相対的に長いことがあげられる。停止線間距離によって破線で示す推定値を左右にシフトさせれば、回帰値への適合性はさらに高まることが期待できる。分析的にはパラメータAの推定式に停止線間距離を追加導入することを意味する。今回分析に適用できるサンプル数(交差点数)は限られており、説明変数を追加しての分析に耐え得る状況にないため、その確認については今後の検討課題とする。

2) 他の既存データに基づく研究

文献6)において走行実験による距離の停止確率の

表-4 パラメータBについての数量化I類分析結果

		To = 0.093		R = 0.85	
	カテゴリー	カテゴリースコア	サンプル数	スコア図	偏相関係数
交通量 (台/時)	0~499	-0.026	3		0.82
	500~	-0.006	5		
	650~	0.015	3		
リンク長 (m)	0~499	0.022	2		0.76
	500~	0.003	5		
	700~	-0.014	4		

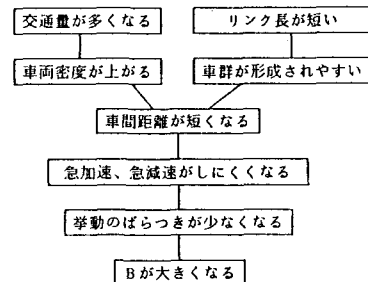


図-7 Bに関する推定要因構造

表-5 距離の停止確率の分布に対する再現性検定

交差点	推定パラメータ		χ^2 値	自由度	有意水準 α
	A	B			
A	49.2	0.103	0.54	6	0.99
B	56.8	0.077	14.79	7	0.10
C	43.0	0.109	1.35	6	0.95
D	52.8	0.094	2.56	6	0.75
E	44.6	0.126	3.20	6	0.75
F	54.5	0.059	2.49	6	0.75
G	38.9	0.077	4.61	8	0.50
H	33.0	0.083	1.69	6	0.90
I	28.4	0.109	2.96	6	0.75
J	36.9	0.083	2.07	6	0.90
K	28.0	0.107	32.85	6	< 0.01

(注) 10m刻みの度数分布として整理し、検定を行った。

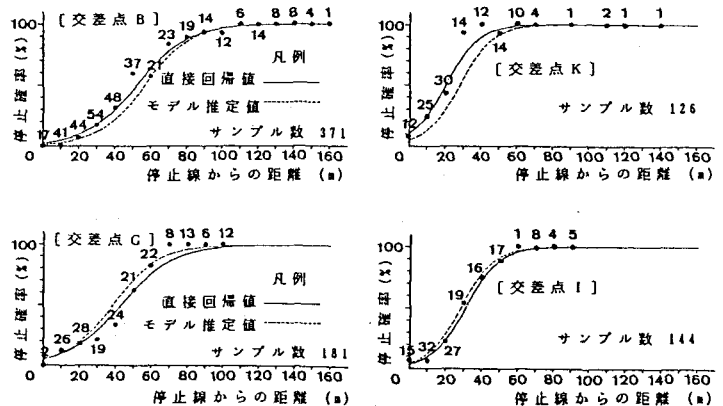


図-8 モデルによる推定結果と実測値との対比例

分布を知ることができる。これはテストコースで停止線間距離が40mの交差点を熟練運転者が指定速度で走行するという条件で実験されたもので、その結果を示すと図-9のようになる。図では、ロジスティック曲線による回帰結果も実線として示した。

この結果をみると、先に記した11交差点についての結果と次の点でかなり異なる。まず、バラツキが少なく、Bの値は0.2で、通常の2倍程度の値を示すこと、さらにAの値も小さく、実際の交差点よりよく停止していることが知られる。この主な理由としては、同一の人物が同一場所を指定速度で走行するという実験条件のためにバラツキが少ないこと、停止を常に意識しているため無理な挙動をとらないことがあげられる。これらのことは本研究で設定した2つのパラメータつまり停止し易さを示すパラメータAと挙動のバラツキを示すパラメータBの意味の妥当性に対する一つの裏付けとなろう。

以上から本研究で検討した停止確率推定モデルは実現象に対する再現性も良好であり、また道路・交通及び信号制御条件の各要因を内包することから、各要因の寄与を評価するためにも適用できる。

これらより、本研究をまとめると次のようになる。

本研究では黄・赤時間における停止確率に対する影響要因の影響を探るとともに停止確率の分布についてのモデルの提案を行い、現象再現性の検討を通じてモデル構造の有意性を確認した。停止線からの距離と停止確率の関係は停止し易さを表すパラメータと判断のばらつきを表すパラメータによって表現できることが知られた。前者のパラメータを支配する代表的な要因は走行速度、相対クリアランス時間及び交差点の大きさであり、また後者のパラメータに対する要因としては交通量及びリンク長（系統）がとりあげられた。これらの要因の停止確率への寄

与の仕方がモデルに明示的に取込まれていることから、このモデル構造を介して検討対象交差点での停止挙動の評価を行うこともできよう。

本分析に適用した交差点数は11であり、交差点を取りまく条件の組合せが適切のように配慮したものの、絶対数は必ずしも十分とはいえない状況にあった。サンプル数を増やしての分析構造有効性の再確認については、今後の課題としたい。また、信号変わり目における安全性評価は、停止確率の構造把握と密接な関係にあり、今後の展開が必要な重要な課題でもあるが、本論では直接的には検討を行っていない。これも今後の課題としたい。

[参考文献]

- 1) D. Gazis, R. Herman and A. Maradudin : The problem of the amber signal in traffic flow, Traffic Eng., July 1960, pp.19-26.
- 2) W.L. Williams : Driver behavior during the yellow interval, Transp'n Res. Rec., 644, pp.75-78, 1977.
- 3) Technical Committee 4A-16 Report : Determining vehicle change intervals, ITE Journal, May 1984, pp.61-64.
- 4) R.H. Wortman, T.C. Fox : A reassessment of the traffic signal change interval, Transp'n Res. Rec. 1069, pp.62-68, 1986.
- 5) F.B. Lin and S. Vijaykumar : Timing design of signal change interval, Traffic Eng. & Control, Oct. 1988, pp.531-536.
- 6) 小林実, 上領貞子, 有蘭卓 : 黄現示の解釈に関する実験的研究, 科学警察研究所報告交通編, Vol10, No.1, pp.9-19, 1969.

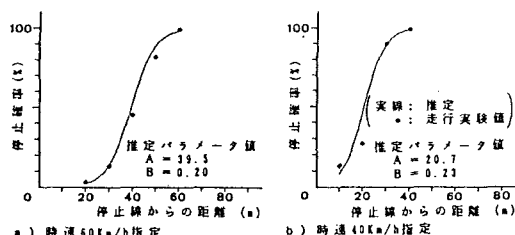


図-9 走行実験による距離と停止確率の関係へのモデルの適用例