

道路形状別にみた単路部における運転者の追従特性の 統計的モデル表現に関する研究 Statistical Model for Following Behavior based on Survey Data of Different Road Sections

山田 稔*・山形 耕一*・伊東 英則**

by Minoru YAMADA, Koichi YAMAGATA and Hidenori ITO

1. はじめに

(1) 交通流における運転者特性の影響

ますますの高齢者人口の増大が予測されているが、今後の高齢者層、すなわち現在の壮年層は現在の高齢者層と比べて免許保有や自動車を運転する者の割合が高く、そのため、今後急速に高齢運転者が増大するものと予想される¹⁾。これまでに、高齢運転者は非高齢者に比べ安全側の運転を行う傾向があるといわれているが、それが非高齢者の車と混在することで、円滑性の阻害や安全性の低下が懸念され、今後の対応が不可欠と考えられる。

道路計画においてこのような特性の異なる車両の混在を考慮するものとして、例えば、単路部の設計においては大型車混入の影響を乗用車換算係数を用いて補正する方法が通常である。しかし、換算係数は条件や推計方法によって異なる²⁾にもかかわらず、プールされたデータをそのまま用いる場合が多く、必ずしもその影響のメカニズムが理解された上で設計に取り入れられているとはいいきれない。

高齢運転者の影響を把握する場合には、観測による識別が容易ではなく、また大型車に比べて影響は小さいと考えられ、一層、メカニズムを把握した上でモデル構築、データ収集が重要であると考えられる。

(2) 単路部の交通容量への影響

単路部の交通容量は、基本的な道路の設計要素であり、それに対する運転者の特性が及ぼす影響を解明することは極めて重要である。

しかし、交差点や合流部のようなボトルネック部

に関する場合とは異なり、そこが原因で発生する飽和状態を観測することはほとんど不可能に近い。また、実用上も上下流のボトルネック部との関連や、区間内での沿道からの流入、追越しのための車線変更の発生などとの関連を考慮して検討することが重要と考えられる。従って、単路部における影響を考える場合には、単純に流れる効率が最大になる臨界状態だけを考えることはあまり有効ではなく、さまざまな速度域における追従の特性を解明することが必要であると考えられる。特に、さまざまな要因が複雑に影響しあうような状況の評価にはマイクロシミュレーションの応用が考えられるが、そこにおいても、単路部における追従の表現が不可欠である。

(3) 従来の研究

関連する研究として、運転行動に関連の深い操作等における年齢等の影響を明らかにする室内実験を行うものや、実車による被験者実験により挙動の違いを明らかにするもの³⁾⁴⁾がある。しかし、サンプル数が限定されるため、年齢や性別など既知の客観的な属性との関連分析が中心となる。

一方、路側観測によるもの⁵⁾⁶⁾では年齢を精度良く特定するのは困難であるが、多量のサンプルを分析できる。そのためデータから運転行動に影響する重要な要因を見出すことや、支配要因を取り除いた上で属性の影響を統計的に分析することが可能となる。一般的な単路部における追従挙動に関しては、路側観測によるモデル構築を行った研究はこれまでに見られない。

なお、上述の筆者らの研究では⁷⁾、単路部での追従挙動は、その上流の信号発進時の挙動の特性を保存したまま推移する現象を指摘しており、それらを関連付けて考えることが不可欠と考えられる。

キーワード：交通弱者対策、交通流、交通容量

*正会員 工博 茨城大学工学部都市システム工学科

(日立市中成沢町4-12-1, Tel. 0294-35-6101, Fax. 0294-35-8146)

**正会員 三井共同建設コンサルタント

(4) 本研究の目的

以上のような背景を踏まえ、本研究においては、単路部における高齢者等の運転者の属性が追従特性を通じて交通流の円滑性に及ぼす影響について、上流側ボトルネックである信号交差点での特性と関連付けて明らかにする。そして、実測調査データにみられる個々人の追従特性の差異を、定性的、定量的に抽出するとともに、運転者と道路の物理的環境要因の相互作用についても考慮する。

すなわち、本研究の目的は以下のとおりである。

- 1) 単路部における各車の車間距離を形成する要因として、速度、個人差、上流ボトルネック部での挙動の関係を、実測データを用いて明らかにする。
- 2) 年齢や性別といった運転者属性が、単路部や信号交差点発進時の追従特性にどのように影響しているのかを、定量的に明らかにする。
- 3) 運転者属性が追従特性におよぼす影響が、道路形状によってどのように影響されるのかを明らかにする。

2. 追従挙動のモデル表現

これまで数多くの研究で引用されてきた、Gazisら⁷⁾の一般追従方程式や、観測データより渋滞域と非渋滞域では追従特性が異なることを指摘し、異なるパラメータの使用を提案したCederら⁸⁾の研究が有名である。これらは、地点観測による車群あるいは交通流の平均的な速度密度特性と、個々の車両の追従現象とを統一的に表現できる理論であるという特徴を持っている。

これに対して筆者ら⁹⁾は、連続追従実験の結果から、ひとりの運転者の追従においても、速度車間距離のマクロ的な関係と、追従時にミクロに変動する速度と車間距離の相関とは、時間方向の影響が同じではないために単一のモデルでは表現が困難なことを明らかにした。さらに、Gazisらのモデルは、交差点発進後速度が10(m/秒)に達し、かつ、停止や前車ブレーキへの対応時などでない状態において、一人の運転者のミクロに変動する速度と車間距離の関係をパラメータの値を固定したままで良好に表現できること、さらに、そのパラメータ値は交差点発進時の状況によって影響されることを明らかにした。

これらの成果を踏まえ、本研究では、追従モデルのパラメータ値を固定したままで表現できるような安定した状態にある追従を対象とし、そういう状況にある単路部の車両と、その車両の信号交差点での発進時との両者を対応づけて路側観測を行うこととした。そして、多量のサンプルについて収集したこの2時点でのデータを用いて、次のような2種類のモデル構築を試み、それぞれの方法での、運転者特性の表現の有用性を明らかにすることとした。

- 1) 収集データを用いて、2時点間の推移を表現する複数のパラメータを各車両について求め、さらにこれに対して主成分分析を行うことで、一次元的に各車運転者の個人差を表現する変数を抽出する。さらに、この変数の値を変化させたときの追従特性の影響を考察する。
- 2) 収集データから目視で得られた運転者を年齢と性別の属性に着目し、これを説明要因として、追従特性を表現する各変数と属性の関連の有意性を分散分析、および道路形状の異なる地点別の重回帰分析を用いて明らかにする。

3. 実測調査

(1) 調査場所の設定

調査は、茨城県日立市近辺の国道6号、245号、349号における、片側1車線で、信号交差点に挟まれ、途中に交差点や分合流・路外からの流入の無い、数百mの調査区間を5箇所選定して実施した。

本研究では、前述したように追従が安定していると考えられる状況の単路部走行時を対象とするものであり、それに対する、道路条件が異なることの影響と、信号発進時の追従特性の影響を明らかにするものである。そこで、区間の起点は道路条件がほぼ同じ信号交差点とし、その後の道路状況が異なるよう選定した。また、先詰まりが無く、区間終点までで車群先頭車が概ね希望する速度に到達できているように考慮し、これら区間の起終点でビデオ撮影を実施することとした。

調査区間の道路状況は、5箇所それぞれで、以下のような異なる特徴を持っている。

地点1,2 基本的な道路形状で、車線幅員が3.5mで十分な側方余裕を有する平地部の勾配のない直線部

表-1 各地点での調査対象サンプル数と調査区間
(台), (m)

	地点1	地点2	地点3	地点4	地点5
大型自動車	21	68	59	42	64
大型直後	13	46	50	24	37
大型車以外	292	147	885	175	166
非高齢男性	200	70	587	72	101
非高齢女性	66	51	224	69	42
高齢男性	24	23	71	32	20
高齢女性	2	3	3	2	3
合計	326	261	994	241	267
調査区間長	325	280	385	565	650

地点3 縦断勾配を有する区間。信号交差点から上り勾配(約3%)が続く区間

地点4 縦断勾配を有する区間。信号交差点から上り勾配に入り、その後下って(2~3%勾配)、サグ部までの区間

地点5 区間の中ほどから上部トラス橋が始まり、上方および側方に視覚的な圧迫感を受ける区間。路側帯幅員は信号交差点から変化していない

各地点の調査区間起終点間の距離を表-1に示す。

(2) 調査および解析

調査は、晴れの日路面が乾燥し明るい状態で、ある程度交通量が多く、渋滞していない交通状況で行った。各調査区間ごとに2台のビデオカメラを使用し、調査区間起点の信号交差点では停止線での車頭時間と運転者属性を、調査区間終点では車頭時間と地点速度を観測した。また、地点1と3では信号交差点停止線と交差点下流側の断面との間(地点1では25.8m、地点3では29.5m)の所要時間から交差点発進直後の速度を計測した。

運転者属性は、訓練を行った調査員が現場において性別と次の分類で年齢を判断し、その結果をマイクを使って音声でビデオテープ上に記録した。運転者属性の年齢は、おおむね60歳を境界とした2分類で判断することとした。以下、この年齢区分に従い、非高齢・高齢と呼ぶ。

対象車両は、調査員が信号が赤の間に交差点上流側の状況を把握し、信号のために停止してその後青信号で発進する車で、かつ直進車が連続する部分を対象とした。また、各信号サイクルの先頭車を除いて追従状態の車両を対象とした。

調査対象サンプルは5地点計 2089台であり、その約1/8が大型車である。詳細を表-1に示す。

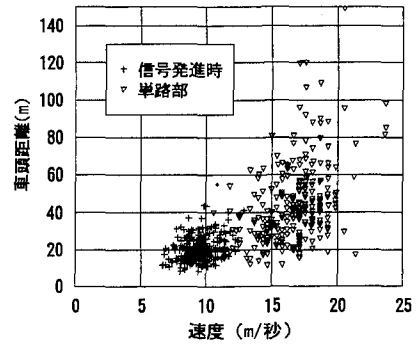


図-1 2時点の速度・車頭距離特性

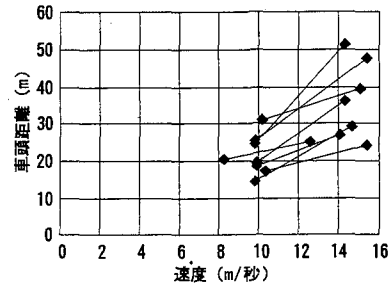


図-2 2時点の速度・車頭距離特性の対応

なお、高齢女性のデータ数が極めて少ないため、属性別の差異を分析する際にはこれが悪影響しないように分析対象から除外することとした。

4. 単路部の車頭距離形成要因の分析

(1) はじめに

この章では、各車の信号発進直後と、単路部の安定した追従との2時点に関する同一車についての対応の取れた速度・車頭距離のデータに基づき、単路部での車頭距離が、速度、個人差、そして信号発進時の追従状況によって及ぼされる影響について明らかにする。なお、紙面の制約もあり、地点1の分析結果についてのみを示す。

まず、運転者の個人差に比べ相対的に影響が大きいと思われる大型車の影響を除くため、大型車とその後続車を対象から除外した。属性別分析はしないので高齢女性サンプルも含めた。車頭距離は地点観測した速度と車頭時間の積で求めたものを用いた。

(2) 2時点での速度・車頭距離特性

すべての対象車の2時点での速度・車頭距離を示

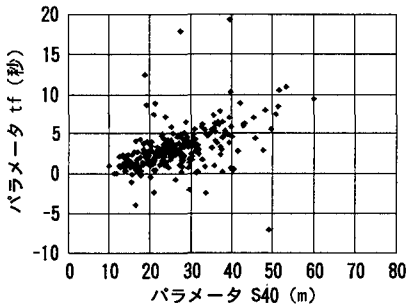


図-3 2時点間の変化を表すパラメータの分布

したものが図-1である。

信号発進直後と単路部の追従とでは速度が異なるために図上で明確に分けて見ることができるが、それぞれで異なる分布形状をしていることがわかる。信号発進直後は、比較的小さな範囲に分布しているが、安定状態の単路部では車頭距離のばらつきが大きくなることがわかる。

次に、2つの状態の間の推移を見るため、ある同じ信号サイクルで通過した9台の車群の2台目以降の各車に関する同様な図を、図-2に示す。

このデータはひとつの車群に関するものであるため、各車の速度はそれぞれの地点でほぼ似たような値を取っていることがわかる。これに対して車頭距離は個々の車両でばらついている。車頭距離のその相対的な位置は、二つの地点の間であまり違いがなく、信号交差点通過時の車頭距離が相対的に大きければ、その後の追従状態においてもやはり相対的に大きな車頭距離を取っていることがわかる。

このことから、車頭距離を決定する要因として、速度の他に、各車固有の要因が同じ程度の影響をもっていると考えることができる。しかし、追従状態でも刻々と車間距離が変化するため、これだけでは、偶然にこのような結果になった可能性も否定できない。そこで、次の節で全サンプルによる統計モデルを用いて検討する。

(3) 速度・車頭距離の線型モデル

以上の傾向を他の全サンプルについても確認するために、全サンプルの2点を結ぶ直線を求めた。図-3は、その結果の、直線の傾き t_f (秒) と、速度11.1 m/sec (40km/h)の時の直線が示す車頭距離値 S_{40} (m) をプロットしたものである。後者については、速度

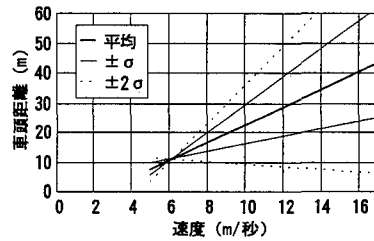


図-4 個人差の主成分変動のみの表現

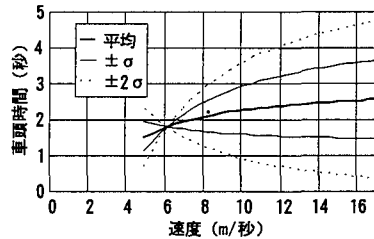


図-5 車頭時間で見た個人差の主成分変動

車頭距離平面における直線の車頭距離方向の位置を表現するためのものであり、通常のY切片でも同様の分析が行えるが、ここではほとんどの車で、2時点の速度の一方は11.1m/secより高く他方は低いことから、その間の値としてこの値を用いた。

なお、 t_f が負になる車が見られるが、信号発進直後よりも単路部での追従時の方が車頭距離が短いことを意味している。これは発進時の操作が比較的遅く、かつ追従時の車間距離が比較的小さいような走行パターンの場合に生じている。

さて、図-3の各点が、各運転者の2時点での追従特性を総合的に示すと考えることができるが、比較的密に分布している部分では明確な右上がりの傾向を読み取ることができる。そこで、 t_f が -5~12(秒)の範囲内のサンプルを対象に、 t_f と S_{40} に対して主成分分析⁹⁾を行って主軸を求めたところ、 $t_f = 0.190S_{40} - 1.950$ となった。これが追従特性の個人差を表現するために最も重要な一次元のパラメータであると考えられる。そこで、 S_{40} の平均値 26.6(m) と標準偏差 9.33(m) を用いれば、速度・車頭距離平面上においても、平均的な追従特性や $\pm 1\sigma$ に相当する追従特性を表現することができる。

速度が5~17(m/秒) (約20~60km/h)の範囲でこの結果を示したものが図-4であり、個体間の車頭距離の相対的な大小関係は、速度に影響を受けない明確なものであることがわかる。また、6(m/秒)付近を中心として、速度が上がるにつれ個体間の差異が大き

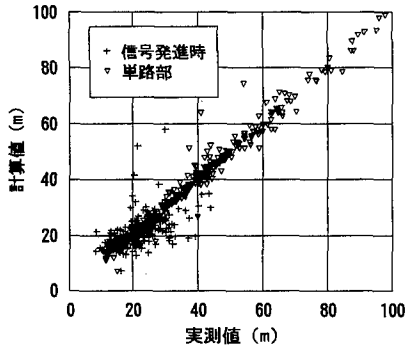


図-6 主成分モデルと観測値の車頭距離の対応

くなる傾向であることがわかる。同様にして車頭時間について示したのが図-5である。6(m/秒)付近よりも速度が高い部分では個人差のパラメータの大小は車頭時間の大小と一致すること、また、速度が上がるにつれ個体間の差異が顕著になることがわかる。

この主成分分析で得られた、個体間の差異と速度による影響を示すモデルの再現性を評価するため、次のような分析を行った。抽出された主成分についての主成分得点を、分析の際の除外したものも含めた全サンプルについて求めた。そして、そこから、 t_f と S_{40} を求め、さらに速度車頭距離平面上の直線を求めた。そして、この直線における各車の実測速度に相当する車頭距離と、実測の車頭距離との相関を調べたところ、図-6のようになり、 $R=0.925$ 、 $F=3664$ (サンプル数652)と極めて高い相関を示し、このモデルの妥当性が確認された。

5. 信号交差点飽和交通流および単路部の属性別追従特性

(1) 信号交差点での追従特性

図-7は、本研究で得られた飽和交通流中の各車種および運転者属性別の車頭時間の平均値を示したものである。

追従挙動は当該車とその先行車の影響が大きいと考え、大型車そのものと、その直後の車とを別のカテゴリーとして大型車の影響を見ることとした。それ以外の車について目視で判断した運転者属性別に示してある。2台以上前方が大型の場合の影響を指摘した研究¹⁰⁾も近年あるが、今後さらなる検討が必要と思われる、本研究では自車と直前車のみの影響を

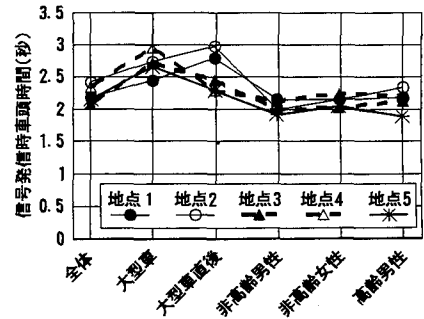


図-7 信号交差点飽和流の車頭時間の平均

表-2 信号交差点飽和流の車頭時間の分散分析

	変動	自由度	分散	分散比	有意水準(%)
地点	7.24	4	1.81	4.68	0.1
属性	2.01	2	1.00	2.59	7.5
年齢	1.63	1	1.63	4.22	4.0
性別	0.78	1	0.78	2.02	15.6
残差	616.71	1595	0.39		
合計	626.68	1601	0.39		

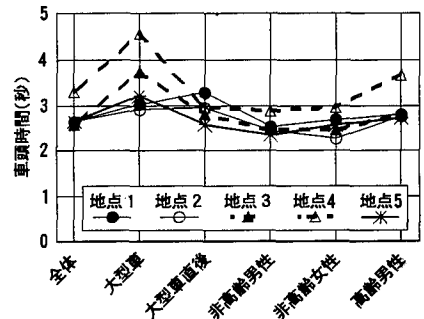


図-8 単路部での車頭時間の平均

表-3 車頭時間の分散分析

	変動	自由度	分散	分散比	有意水準(%)
地点	37.38	4	9.35	5.35	0.0
属性	22.07	2	11.03	6.31	0.2
年齢	21.86	1	21.86	12.51	0.0
性別	0.36	1	0.36	0.21	65.0
残差	2788.08	1595	1.75		
合計	2853.49	1601	1.78		

考えることとした。高齢女性のサンプルは全体平均には含めたが、属性別集計には含めていない。

これをみれば明らかのように、いずれの地点においても運転者属性間の差異は小さく、これに比べ大型車の影響が顕著であることがわかる。

大型車を除いた車種を運転者属性で分類して車頭時間を比較した場合、地点5を除き、非高齢男性に比べ、非高齢女性、高齢男性の順で高くなる傾向にある。大型車、その後続車、および高齢女性を除いたサンプルについて分散分析を行った結果、表-2のようになり、性別の影響は有意ではないものの、

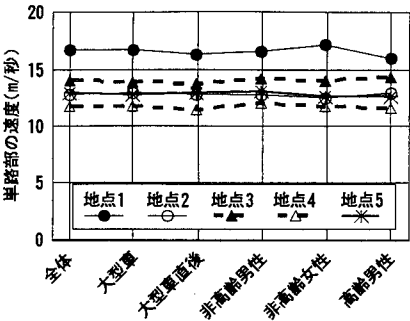


図-9 単路部での速度の平均

表-4 単路部での速度の分散分析

	変動	自由度	分散	分散比	有意水準(%)
地点	1553.24	4	388.31	235.59	0.0
属性	0.45	2	0.23	0.14	87.2
年齢	0.44	1	0.44	0.27	60.3
性別	0.01	1	0.01	0.00	95.1
残差	2628.99	1595	1.65		
合計	4222.89	1601	2.64		

年齢の差は有意であることが確認された。

(2) 単路部の車頭時間

3種類の異なる単路部における車頭時間について、先ほどと同様に、まず大型車関連を別カテゴリとし、それ以外を運転者属性別に平均を取った結果を図-8に示す。

これをみると、交差点発進時の図-7に比べ、属性間の傾向が一層明瞭になっており、特に高齢者で車頭時間が大きくなる傾向がわかる。

また、地点間では、勾配区間のサグ部である地点4で他より車頭時間が大きく、特に高齢男性が他の運転者属性よりも大きな値を示していることがわかる。また上り勾配の地点3でも大型車が他の地点より車頭時間が大きいことがわかる。

大型車関連および高齢女性を除くサンプルの分散分析の結果は表-3のとおりで、地点間の差、および年齢が有意に影響していることがわかる。

(3) 単路部での速度

先と同じ分類で、単路部地点での速度の平均を比較したのが図-9である。地点間で比較すれば、先と同様に、地点4でやや低めの速度となっている。

運転者属性間の差は、絶対的にもまた地点間の差に比べても小さく、分散分析の結果を表-4に示すが、有意な差はないと言ってよいであろう。

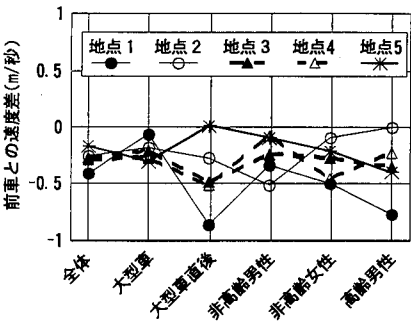


図-10 単路部での前車との速度差の平均

表-5 単路部での速度差の分散分析

	変動	自由度	分散	分散比	有意水準(%)
地点	6.47	4	1.62	1.83	12.0
属性	1.94	2	0.97	1.09	33.5
年齢	1.24	1	1.24	1.41	23.6
性別	1.12	1	1.12	1.27	26.0
残差	1410.14	1595	0.88		
合計	1418.19	1601	0.89		

(4) 速度差

単路部地点において、自車の希望速度が前車速度よりも小さければ自車は希望速度で走るため対前車速度差は負の値となる。一方、自車希望速度が前車速度より大きければ前者と同程度の速度で追従するため速度差はゼロ前後の値となる。従って、速度差の平均を取れば、希望速度が小さいために自由走行状態になっている車の存在を知ることができよう。

やはり、大型車および運転者属性の影響をわかるように分類して平均した結果が図-10である。

これを見ると、前車より後続車の速度が0~0.5(m/秒)程度、全般的に低めになっており、前車よりも低い希望速度で走行している車が存在していることが分かる。属性別に見ると、非高齢男性に比べ、非高齢女性や高齢男性は地点による差異が大きく、不安定な特性を示していると言える。

分散分析では、表-5のように、地点・属性ともに有意な結果は得られておらず、今後、一層のデータ収集と分析が望まれる。

(5) まとめ

前章より、個々の運転者の特性は車頭時間と関連が深く、さらに速度が高いほど車頭時間の個人差が大きくなる傾向が得られたが、それは、目視で判断した属性間の差異にも同様な傾向が見られることが確かめられた。このことから、この章で用いた属性

表-6 追従時車間距離モデルのパラメータ

	地点1	地点2	地点3	地点4	地点5
b0	-29.38	-12.32	-24.11	-47.13	-27.58
b1	16.35	12.17	18.02	17.63	12.06
(t値)	11.97 **	9.11 **	23.09 **	7.16 **	6.21 **
b2	4.23	3.34	4.12	6.89	4.46
(t値)	11.04 **	6.64 **	16.41 **	6.53 **	6.73 **
b3	0.75	-0.98	0.03	0.22	4.22
(t値)	0.37	-0.56	0.03	0.06	1.71 *
b4	3.36	4.81	4.09	9.97	5.28
(t値)	1.09	2.10 *	2.16 *	2.17 *	1.54 △
重相関係数	0.72	0.77	0.71	0.66	0.62
F値	76.83 **	45.70 **	217.54 **	27.77 **	22.17 **
残差自由度	285	127	874	146	144

**)1%有意

*)5%有意

△)10%有意

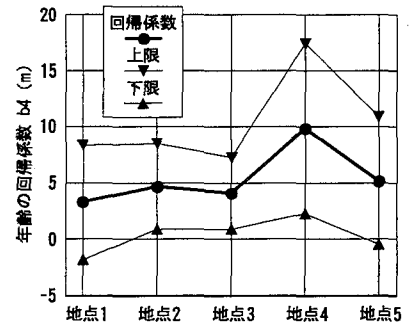


図-11 年齢の回帰係数の90%信頼区間

による分類は、運転者の個人差を良好に表現する指標として適切であると考えられる。

6. 単路部車頭距離の重回帰モデル

(1) モデル化の考え方

この章では、調査を行った5つのすべての地点に関して、単路部の車頭距離を表現する重回帰モデルを構築し、地点による影響の違いを明らかにする。

先に図-4で示したように、速度 6(m/秒)以上の領域では、車頭距離の個人差による大小の違いは概ね安定して表れると考えられる。そこで、信号発進時の飽和流における車頭時間を個々の運転者の特性値と考え、これを説明要因に加えて、属性および地点の影響を分析することとした。

前章の分散分析と同様に、大型車、その後続車、および高齢女性を除いたサンプルを分析に用いた。

(2) 重回帰分析による単路部車頭距離モデル

目的変数・説明変数のいくつかの組み合わせについて分析を行ったが、その中でもっとも有意性が高くなったものとして、次のような重回帰モデルが得られた。

$$S = b_0 + b_1 G + b_2 V_L + b_3 C_1 + b_4 C_2$$

ただし、 S : 単路部地点で観測された車頭距離(m)、 G : その運転者の信号発進時車頭時間の運転者属性性別平均値からの偏差(秒)、 V_L : 単路部地点での先行車の速度(m/秒)、 C_1 : 性別ダミー(男性=0, 女性=1)、 C_2 : 年齢ダミー(非高齢=0, 高齢=1)、 $b_0, b_1 \dots b_4$: 回帰係数

得られた重相関係数と回帰係数およびその有意性

検定の結果について表-6に示す。

表より、全体としてはきわめて有意性の高いモデルであり、また、説明変数 G および V_L が車頭距離決定に支配的であることが分かる。特に G の有意性が高く、また、どの地点でもほぼ同様の影響力を持っていることから、運転者の個人差、および、各信号発進ごとの状況が、その後の加速の際に安定した影響力を持ち続けていると考えられる。

変数 V_L は、通常速度と車頭距離の関係を説明するだけでなく、先行車速度が自車の希望速度よりも高く自由走行状態になった場合に車頭距離が大きく開くことについても表現できると考えられる。

なお、分析で G と V_L に用いた値は、15~85パーセンタイル値でみれば、 G は ± 0.6 (秒)、 V_L は12~17(m/秒)で、この範囲での本モデルの適用が考えられるが、この範囲で目的変数の推定値の90%信頼区間幅を求めたところ最悪で ± 3.66 (m)となり、実用上この範囲で適用可能性があると考えられる。

さて、年齢の影響を表す b_4 についてみると、概ね5~10%程度の水準で有意な結果が得られており、非高齢に比べて高齢者は5m前後、車頭距離が大きくなることがわかる。図-11は、各地点の b_4 の90%信頼区間であるが、信頼区間の幅は各地点で大きく、概ね類似した結果となっている。

一方、性別の影響を表す b_3 は係数、有意性ともに小さく、地点5で女性が男性よりも車頭距離を大きくであることが明らかになった以外は、統計的に有意な結果は得なかった。

地点間で比較すると、勾配区間のサグ部である地点4では、 b_2, b_4 がいずれも他の地点よりも大きな値を示している。このことから、アクセル・ブレー

キの操作が比較的大きくなる勾配区間で、これらの影響、すなわち、前車に引き離される傾向、また、年齢間の追従特性の差異がより明確に表れてくるといえる。

7. 結論

本研究では、信号交差点から発進して単路部を比較的安定に追従するまでの間について、各車の追従特性を2時点で捕らえ、それに基づいて、運転者の追従特性の属性間の差や個人差、また、5地点の道路形状による違いを分析したものである。

ここでは、単路部での車頭距離を表現するモデルとして、観測された各車の2時点での追従特性の推移に基づいたものと、属性による追従特性の違いを表現するモデルの2種類について、その有効性を明らかにした。

得られた主な成果は、次の通りである。

- 1) 2時点の速度・車頭距離の変動を表すパラメータに主成分分析を適用することで、単路部における各車の車間距離に対し、速度、個人差、上流ボトルネック部での特性が影響していること、およびその大きさを定量的に明らかにした。
- 2) 信号交差点発進時の車頭時間、および単路部の速度や車頭時間に対する、運転者の年齢層および性別の影響を定量的に明らかにした。また、これらの運転者属性の影響は統計的に有意であることが

明らかになった。

- 3) 運転者属性が追従特性におよぼす影響は、道路形状によらず概ね各地点に共通した傾向が見られたが、サグ部を含む区間については、車頭距離が他の区間より大きく、また運転者属性の影響も大きいことが明らかになった。

参考文献

- 1) 山田 稔, 金 利昭, 小林純一, 行方 寛: 高齢化等の個人属性変化が交通に及ぼす影響の分析, 土木計画学研究・講演集, No. 18(2), pp.147-150, 1995.
- 2) 岩崎征人, 高田祐: トラック類の乗用車換算係数推定方法の提案と検証, 土木学会論文集, No.464/IV-19, pp.91-99, 1993.
- 3) 山田 稔, 鈴木 徹: 街路の追従走行における速度と車間距離の変動に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.10, pp.87-94, 1992.
- 4) 木村一裕, 清水浩志郎: 高齢ドライバーの運転能力と走行環境評価に関する研究, 土木学会論文集, No.518/IV-28, pp.69-77, 1995.
- 5) 山田 稔, 本多義明: 追従特性の個人差を考慮した車線運用に関する研究, 土木計画学研究・講演集, No.13, pp.241-248, 1990.
- 6) 木村一裕, 清水浩志郎, 白旗史人, 石岡朋生: 高齢ドライバーの合流挙動に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.13, pp.907-914, 1996.
- 7) Gazis, D. C., R. Herman and R. W. Rothery: Nonlinear follow-the-leader models of traffic flow, Oper. Res., Vol.9, No.4, pp.545-567, 1961.
- 8) Ceder, A.: A deterministic traffic flow model for the two-regime approach, T.R.R., No.567, pp.16-30, 1976.
- 9) 奥野忠一 他: 多変量解析法, 日科技連
- 10) 桐谷 善文, 岩崎 征人: 待ち行列前部に存在する大型車の飽和交通流率へ及ぼす影響, 土木学会第52回年次学術講演会概要集IV, pp.234-235, 1997.

道路形状別にみた単路部における運転者の追従特性の統計的モデル表現に関する研究

山田 稔・山形 耕一・伊東 英則

高齢運転者の交通流に及ぼす特性を明らかにすることが、現在、非常に重要な課題となっている。そこで本研究では、はじめに、実測調査で得られた、同一車に対する2時点での速度・車頭距離関係に主成分分析を行い、個々の運転者が持つ特性の影響を明らかにした。

続いて、目視観測による運転者属性と追従特性との関係を分析した。その結果、運転者属性の影響は統計的に有意であることが明らかになった。さらに、5つの観測地点のそれぞれで、運転者属性を説明変数とする重回帰分析を行い、道路形状と追従特性の個人差との交互作用について、定量的に明らかにした。

Statistical Model for Following Behavior based on Survey Data of Different Road Sections by Minoru YAMADA, Koichi YAMAGATA and Hidenori ITO

The purpose of this study is to establish the evaluation model for the following behavior of different drivers and of different road sections. More than two thousand vehicles were observed in five road sections and data set of veracity and gap on the beginning of acceleration and on the stable following situation. Based on this data set, principal component analysis was performed to detect major factor of drivers' difference. Also, statistical tests were done to determine the significance of the effect of drivers' attributes..