

事故原因に関する交通心理学的考察と追突防止システムの試作

鷺野 翔一

鳥取環境大学環境情報学部情報システム学科
689-1111 鳥取県鳥取市若葉台北一丁目 1 - 1
E-mail : washino@kankyo-u.ac.jp

あらまし 本報告では、はじめに自動変速機装着車(AT)と手動変速機装着車(MT)の事故率比較・解析してATの方がMTよりも2倍程度事故率が高い事実を示し、その事実が「注意容量の隙間モデル」で説明できることを示す。次に、隙間の大きさは取り込まれる情報によって制御可能であることを交通心理学的に明らかにする。最後に、これらの結果を踏まえて開発中の追突防止システムの試作状況について報告する。

キーワード AT と MT の事故率比較、注意容量の隙間モデル、追突防止システム、交通心理学的考察

Traffic Psychological Considerations on Causes of Traffic Accidents and a Prototype of a System to prevent from Rear-End Collisions

Shoichi Washino

Dept. of Information Systems, Faculty of Environmental and Information Studies,
Tottori University of Environmental Studies
689-1111 1-1 Wakabadai-Kita, Tottori City, Tottori Japan
E-mail : washino@kankyo-u.ac.jp

Abstract In this paper several traffic psychological considerations on causes of traffic accidents are given by comparing the rates of traffic accidents between vehicles equipped with automatic transmission (abbreviated by VAT) and those equipped with manual transmission (abbreviated by VMT). A gap model in attention capacity in brain of drivers is proposed to explain the differences of the rates of traffic accidents of VAT and VMT. At the end of the paper a prototype system to prevent from rear-end collisions as a application of this study.

Key Words Gap model in attention capacity, Comparisons of the rates of traffic accidents,

1. 緒論

1994年に第1回ITS(Intelligent Transport Systems)世界会議が開催されて以来, ITSの開発は世界的に進み,多くのシステムが実導入されてきたのは説明の必要がない.日本でも1995年にITSの九開発分野が政府によって制定されシステム開発そして実用化が積極的になされてきた.たとえば,第一開発分野の「ナビゲーションシステムの高度化」では,1996年にナビゲーションシステムを車載端末としてリアルタイムの交通情報提供サービス(VICS: Vehicle Information & Communication System,交通情報提供システム)が始まり,2003年3月現在カーナビゲーションシステムは約1150万台,VICS端末は約660万台の普及を示している.この方面では日本は常に世界を先行し,ダントツにリードしている状況である.

ETC(Electronic Toll Collection system)と呼ばれる第二開発分野の「自動料金収受システム」では,日本は出遅れたものの昨今の政府の推進施策により実用化が推進されてきている.

これに対して,交通事故低減の切札とも言うべき安全運転の支援を扱う第三開発分野では実用化は多くのシステムが提案され,一部には実用化されている部分はあるが,本格的実用化には程遠い印象がある.これは前二者に比べてシステムの事故責任の所在が厳しい足かせになっているように思える.また,これまでに提案されているシステムは制御システムがやや前面に出ており,ドライバーを人間工学的にあるいは交通心理学的に支援するシステムにはなっていないのも一因であると考えられる.

本稿では事故原因を交通心理学的に考察し,

この視点から事故を防止するシステムの姿を考えている.このため,運転が楽になるので運転に注意が集中でき交通事故を起こし難いということで市場導入された代表的存在である自動変速機装着車(以降VATと呼ぶ)と運転に集中するのが難しいといわれた手動変速機装着車(以降VMTと呼ぶ)の事故率(100台あたりの事故発生割合)を交通心理学的に解析し,事故発生原因をドライバーの視点から明らかにする.次にこの解析に基づいた事故低減システムとして追突防止システムを取り上げ試作の状況について説明する.

本稿がこの方面の研究・開発を行う方々の参考になれば幸いである.

2. AT車とMT車の事故率比較⁽¹⁾

AT車とMT車の台数を用いて事故率を次のように定義した.

$$\text{AT車の事故率} = \frac{\text{AT車の事故数}}{\text{AT車数}} \times 100 (\%)$$

$$\text{MT車の事故率} = \frac{\text{MT車の事故数}}{\text{MT車数}} \times 100 (\%)$$

なお,AT車とMT車の事故数については(財)交通事故総合分析センタからデータを入手した⁽²⁾.また,AT車とMT車の台数は,自動車販売連合会(自販連)が発行する各年のAT車販売数を積分して求めた⁽³⁾.図1に結果を示す.自販連のデータを積分しているため,昭和57年(1982年)以前に販売されたAT車の台数は無視されている.また,昭和57年以降で販売されたAT車のうち,廃棄された台数は現実に走行しているものとして扱われている.図1の破線は各年ごとのAT車販売台数のシェアを示している.実線は積分して求めたAT車の実質シェアを示している.なお,図1の車両

総数は交通事故統計に記されている乗用車数（事業用、自家用）を用いている。したがってAT車のシェアは乗用AT車のシェアを表している。

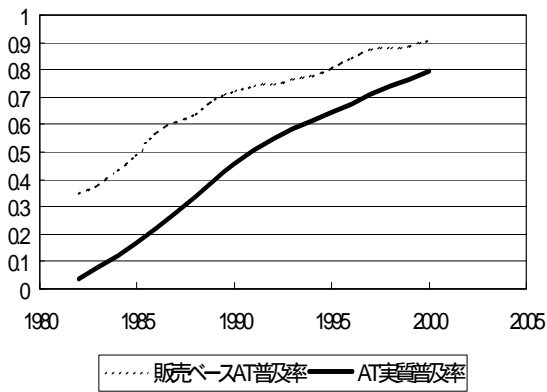


図1 AT車の普及率

Fig.1 Diffusion Rate of Vehicle with Automatic Transmission

2.1. 事故率の定義と事故率の経年変化

図2は、AT車とMT車の事故率の年代変化を全事故と死亡事故に分けて示したものである。

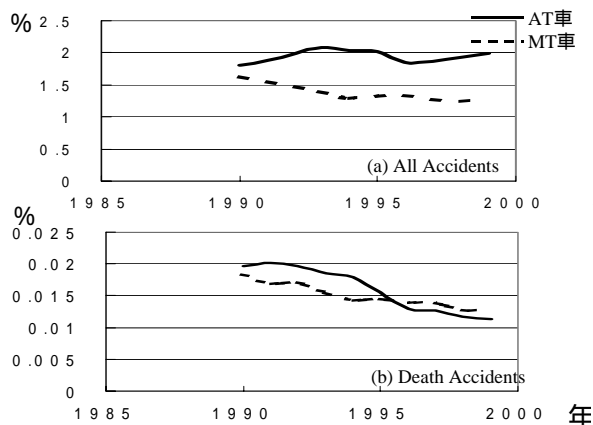


図2 AT車とMT車の事故率変化

Fig.2 Time Variation of the Accident Rates of both AT & MT Vehicles

ここで事故数の算定には、第1当事者から第3当事者までの事故を含めているが、現実には第1当事者の数が圧倒的に多いので、図2は第1当事者の事故の状況を示していると考えて良い。

図2から次のことがわかる。全事故では%オーダーで事故が起こり、しかも近年はAT車の事故率のほうがMT車のそれを上回っていることがわかる。一方、死亡事故で見ると、死亡事故は100ppmオーダーで発生し、AT車もMT車もほぼ同じ値であることがわかる。

2.2. 個別事故での比較

(1) 事故類型別比較

図3はAT車の事故率（図中VATで表示）とMT車の事故率（図中VMTで表示）を全事故と死亡事故に分けて示したものである。縦軸は上から順に右折事故、左折事故、出会い頭事故、追突事故、正面衝突という五悪の事故類型を示している。この図から正面衝突事故はAT車、MT車ともほぼ同じ事故率でその値は比較的低く、一方、他の四つの事故では、AT車はMT車に比べて約2倍高いことがわかる。つまり全事故（死亡事故+傷害事故）の観点から言えばMT車の方が安全であるといえる。一方、死亡事故におけるAT車とMT車の事故率はやはり五悪の事故タイプの事故率が高いものの、全事故に比べて追突事故の事故率の値が低く、五悪の事故類型ともAT車とMT車の事故率はほぼ同じ値を示していることがわかる。なお、図3以降で

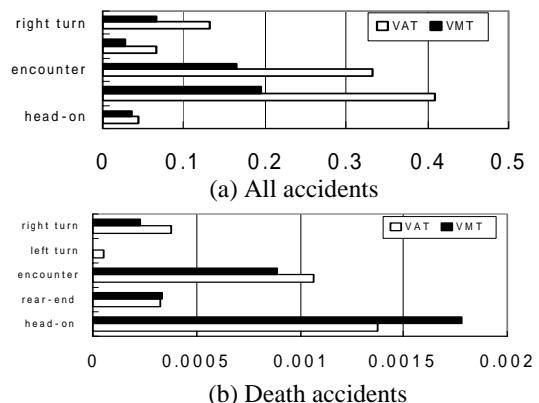


図3 事故類型別事故率比較

Fig.3 Rate of both VAT and VMT by accidental Types

の事故は、とくに断らない限り、いずれも第1当事者の事故を扱っている。データは平成11年度のデータである。なお、年度ごとの傾向はほとんど同じである。

(2) ヒューマンファクタ別比較次に、警察庁が定義したヒューマンファクタの分類に従ってヒューマンファクタ別にAT車とMT車の事故率を比較してみよう。

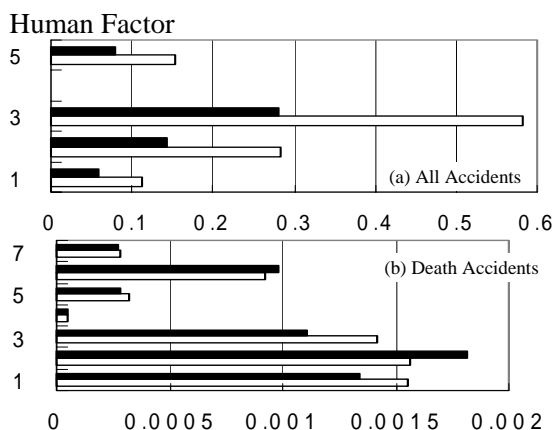


図4 ヒューマンファクタ別事故率比較

Fig.4 Rate of Accidents by Human Factors

図4から全事故の場合、圧倒的に1の漫然運転、2の脇見運転、3の安全不確認、5の動静不注視の四つの要因の事故率が高く、かつ、ATの事故率が約2倍高いことがわかる。一方、死亡事故では、今までのデータと同じようにAT車とMT車の事故率はほぼ同じであることがわかる。なお、縦軸の人的要因は次のとおりである。1.漫然運転(内在的)、2.脇見運転(外在的)、3.安全不確認、4.交通環境、5.動静不注視、6.予測不適、7.交通環境である。

次に年齢別に事故率を比較してみよう。図6はこれまでと同様に全事故と死亡事故についてAT車とMT車の事故率を比較したものである。

(3) 年齢層別比較

図5の縦軸の年齢区分は次のように分類される。1.17歳以下、2.18~19歳、3.20~24歳、4.25~29歳、5.30~39歳、6.

40~49歳、7.50~59歳、8.60~64歳、9.65~69歳、10.70~74歳、11.75~79歳、12.80歳以上である。



図5 年齢層別事故率比較

Fig.5 Rate of Accidents by driver's age

図5でもこれまでのデータと同様の傾向が見られる。すなわち、全事故においてはAT車の事故率は、すべての年齢層に渡って、MT車のその約2倍大きい。一方、死亡事故の場合はすべての年齢層に渡ってほぼ同じであることがわかる。

図3から図5では全事故と死亡事故全般に渡って事故率を見てきたが、ここでは五悪の事故類型のなかの、出会い頭事故、追突事故、正面衝突事故の三種類の事故について事故率を比較してみよう。

(4) 出会い頭事故の年齢層別比較

まず図6に出会い頭事故での結果を示す。年齢区分は図5と同じである。出会い頭事故においては、全事故でも死亡事故でも図5と同様の傾向が見られる。

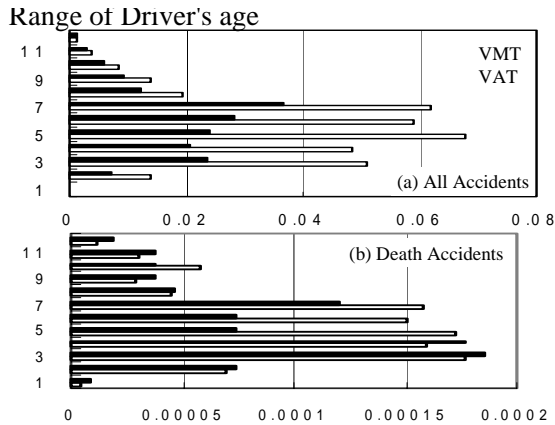


図6 出会い頭事故の年齢別事故率比較
Fig.6 Rate of Accidents by driver's age in encounter accidents

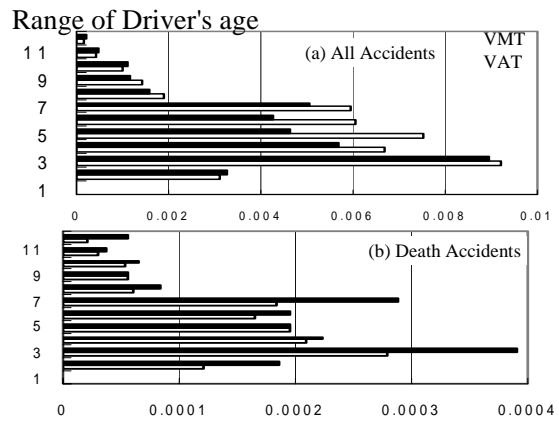


図8 正面衝突における事故率比較
Fig.8 Rate of Accidents by driver's age in Head-on accidents

(5) 追突事故の年齢層別比較

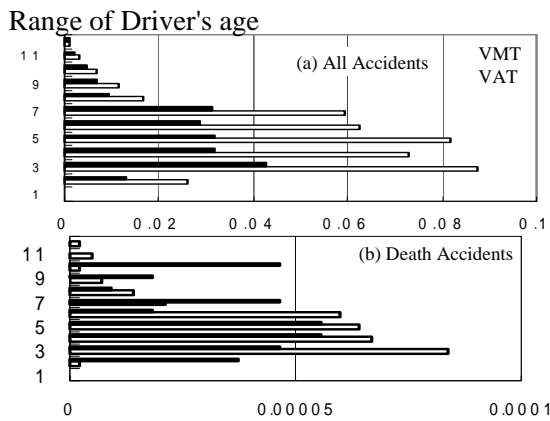


図7 追突事故における年齢別事故率比較
Fig.7 Rate of Accidents by driver's age in Rear-end accidents

追突ではすべての年齢層で、これまでのデータと同様ATの事故率がMTの事故率より約2倍高くなっている。これはATのシステムがもたらす何かの原因でAT車の追突事故がMTより多いことを暗示している。

追突で死亡にいたる事故では、若い層ではATの事故率が高く、50歳以上でMTの事故率が高くなっている。

(6) 正面衝突事故の年齢層別比較

正面衝突では、全事故においては若年層で

ATとMTはほぼ同じ事故率であり、50歳代まではATの方がやや高めである。一方、死亡事故では全事故の場合とは異なってMTの方があらゆる年齢層でATと同じかそれよりやや高い値を示しているのが特徴的である。これらの特徴は図3から図7の結果とは一線を画する違いが見て取ることができる。

多くの結果を示したのでここで結果をまとめると次のようになる。

- 1) 正面衝突を除けば、全事故においては、AT車の事故率はドライバの年齢や Human Factor に関係なく、MT車のそれの約2倍高い。
- 2) 正面衝突では全事故でも死亡事故においてもAT車の事故率はMT車の事故率とほぼ同じ値を示している。
- 3) 死亡事故においては、すべてのケースにおいてAT車の事故率とMT車のそれとは概ね同じ値である。

次節では上記の結果に対して交通心理学的あるいは認知心理学的な考察を行う。

3. 事故率の交通心理学的解析

図9は、長山が提案した交通事故に至る基本的なプロセスに⁽⁴⁾、ブラウンが提案したスペア容量モデルを加味して知覚プロセスの前段

階に注意プロセスを挿入した運転行動モデルを示している。

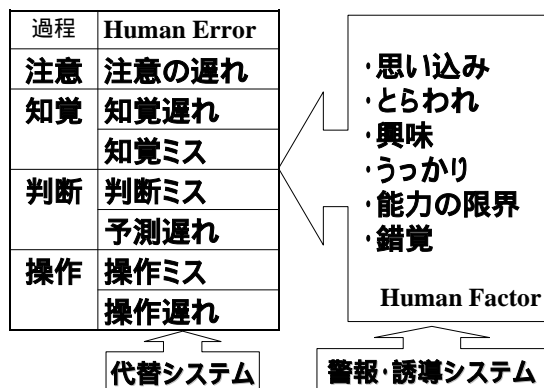


図9 運転行動に関するモデル

Fig.9 Nagayama's Model of driving action

すなわち、運転には知覚、判断、操作という各過程があり、各過程におけるヒューマンエラーとしてそれぞれの過程に遅れ、ミスがあり、これらの遅れ、ミスに影響するヒューマンファクタとして思い込み、とらわれ、興味、うっかりなどがあるというものである。

一方、ブラウンは二重作業に対する注意配分についてスペア-容量のモデルを提案した。人間が何らかの現象を知覚するためにはまず注意の過程が存在しなければならないこと、そして運転と注意という二重作業に対してブラウンのモデルを適用すると図10のようなモデルが得られる⁽⁵⁾。

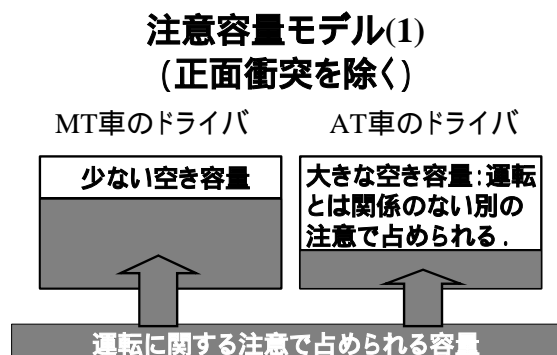


図10 注意容量モデル

Fig.10 Attention Capacity Model

図10において、AT車とMT車でドライバの注意容量は同じで等しい面積をもつ長方形で表されている。AT車のドライバはMT車のドライバに比べて運転操作が楽になる分運転に関する注意容量が減る分だけ全体の注意容量の中で運転に関する注意容量が減少し、その分注意容量の中に大きな空き容量が発生する。

AT車の場合(正面衝突を除く)、この空き容量に運転とは関係のない注意が入り込み、入り込んだ注意が今度は思い込みやとらわれなどのヒューマンファクターとなりヒューマンエラーを発生させるというモデルが考えられる。この結果AT車では運転操作が楽になったにもかかわらず、全事故での事故率がMT車よりも高くなったと考えることができる。一方、正面衝突の場合は、一般に、正面衝突は対面通行でより多く起こると考えられる。したがって、たとえば、対面通行などで、AT車であっても相手車の動きへの注意など運転に関する注意が増え、結果として注意容量の隙間はMT車のそれと余り変わらないのではないかと考えることができる。図11にこのモデルを示す。結果として、全事故であってもAT車の事故率とMT車のそれとはさほど変わらないと考えると図8の結果を説明できる。

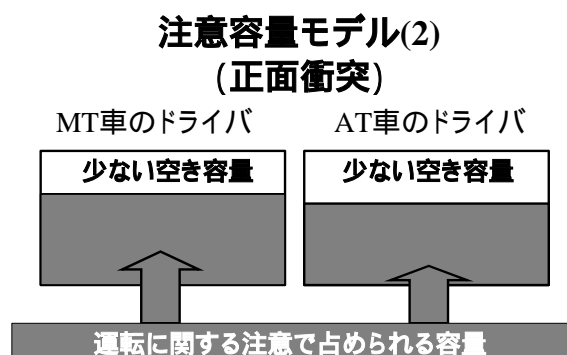


図11 正面衝突時の注意容量モデル

Fig.11 Attention Capacity Model in Head-on Collision

認知の視点で見たとき、人間の網膜には常に画像は映っているが画像を認知するためには、まずそこに注意がなければ画像情報を取り込みに行かないと考えられる。図9の注意のプロセスを知覚の前段階においたのはそれを明確に示すためである。さらに、Treatらは認知(知覚)から操作に至るミスが事故を引き起こす寄与割合のデータ⁽⁶⁾を合わせて考えると、注意は近くの前段階にあるから注意におけるミスは事故発生への寄与割合はかなり大きいものと考えられることができる。

このように注意容量モデルを考え、注意容量中の運転に関係のない隙間が運転状況に応じて変化すると考えると、AT車とMT車の事故率の相違を説明することができる。

また、運転支援のための制御システムも単に運転を楽にするだけでは却って事故を発生させる可能性を高くするという事も理解できる。

また、正面衝突の場合、AT車とMT車の事故率の差がほとんどなかったのは、対面通行という交通環境が知覚され注意容量の隙間が減少し、ヒューマンエラーが発生しにくくなり、事故率が同じになると考えられる。このことは対面通行という情報が注意容量の隙間の大きさを制御できることを暗示している。愛知県警が実施したセンターラインの除去が事故を減らしたという結果も同様の考えで説明できる。

4. 追突防止システムの提案と試作⁽⁷⁾

追突事故は全事故の約25%を占めている。さらに、その中の33%は前を見ているにもかかわらず事故を起こしているのが図12から理解できる。すなわち全事故の8%は前を見ているにもかかわらず追突していることが分る。前を見ているのだから表示が何かで注意を呼び起こさせることができればこの事故を防ぐこ

とができる。この視点に立ち追突される車(第2当事者)から注意信号を追突する車(第1当事者)に発して追突事故をなくそうというのがこの追突防止システムである。このコンセプトを図13に示す。

追突事故の分析例

・33%は前を見ていながら追突

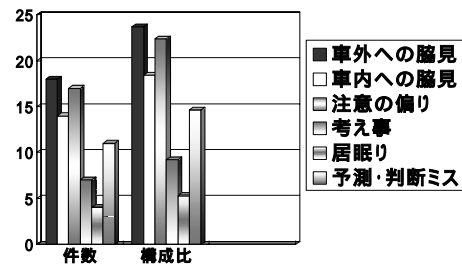


図12 追突事故の分析例

Fig.12 Human Error in rear-end collisions

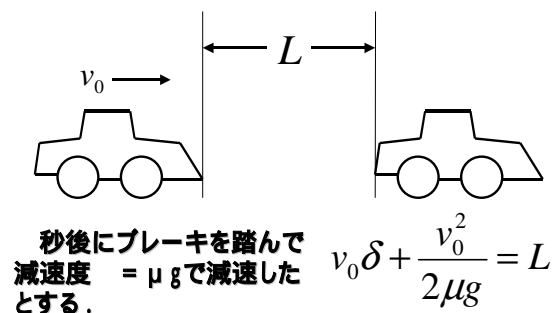


図13 追突防止システムのコンセプト

Fig.13 A System Concept to prevent rear-end collisions

予備実験によれば96のLEDドットマトリックスを用いると25mはなれた後続車から前車のLEDマトリックスを知覚できることが分ったので次のようなコンセプトの数値的確認を行った。すなわち車間距離Lを25mとして、 δ 秒後に減速度 μg でブレーキを踏んだとして δ による空走距離 $v_0 \delta$ (v_0 は進入速度(初

速度))と停止距離 $\frac{v_0^2}{2\mu g}$ との和が L になるような δ が存在すればコンセプトは成立する。種々の初速度に対する δ の計算例を図14に示す。

コンセプトの数値的確認

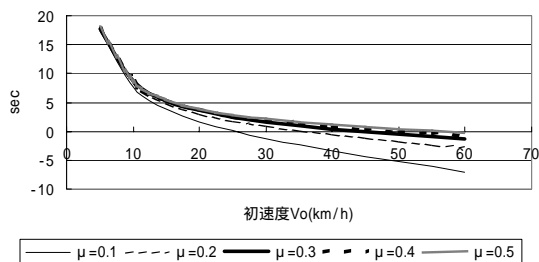


図14 δ の計算例

Fig.14 Calculation Results of δ

減速度 μ は通常は最大0.3程度と考えられるので図14によれば、初速度が40km/h程度まではコンセプトがネイ率することが分る。

図15は上記のコンセプトに基づき試作したLEDドットマトリックス表示部を示している。



図15 試作したLED表示部

Fig.15 A prototype LED display

今後表示の仕方やキャラクタを検討していく所存である。

安全運転支援システムは第1当事者が事故を起こさないようにするシステムであるが上

記のシステムは第2当事者が事故を予防するシステムといえる。この意味で安心システムと呼ぶのがふさわしいシステムといえる。

5. 結論

以上の結果や議論から次の結論が得られる。

(1) AT車とMT車の事故率はドライバの注意容量のモデルで説明することができる。

(2) 以上の結果を情報や(安全運転)制御システムと事故との関係に適用すると、要はただ単に運転が楽になることや運転と関係のない情報をドライバに提供することは、一般には、事故の増大を招く可能性が大きいことが予想される。言い換えれば、制御システムが運転支援を達成するためには、システムが運転を楽にするだけ、ドライバが運転に注意できる情報をあわせて提供しなければ、却って事故を誘発する可能性の高いことがいえる。

(3) 上記の応用としての追突防止システムのコンセプトと試作状況を示した。

参考文献

[1] 鷺野「MT車とAT車の事故率比較とドライバ心理」日本交通心理学会平成15年度春期大会予稿集, pp.49-52, July, 2003

[2] 日本自動車販売連合会新車登録台数年報

[3] 交通事故総合分析センター「交通統計(平成14年)」

[4] たとえば、交通心理学講義テキスト(平成4年)

[5] Brown I.D, "Effect of a car radio on driving in traffic", Ergonomics, 8, pp.475-479, (1965)

[6] Treat, J.R. et al. "Tri-level Study of the causes of the traffic accidents" Research Findings Vol-1, DOT HS-801334

[7] 尾崎, 白澤, 山本, 鷺野「ドライバ間通信による追突防止システム」情報処理学会, 情報システム研究会資料(2004/3)