

自動車運転事故防止のための ITS ——安全運転管理教育システム ASSIST

合 志 和 晃[†] 松 永 勝 也[†] 黒 木 大 一 朗^{††}
志 堂 寺 和 則[†] 松 木 裕 二[†]

自動車の運転事故による交通事故死者の数は、世界で年間 50 万人以上といわれている。これらによる損失は非常に深刻な問題となっている。そのため、近年、ITS（高度道路交通システム）をはじめとする自動車運転事故防止のための技術開発、研究が進められている。我々は、新しい交通事故防止の理論に基づく自動車運転事故防止のための ITS として安全運転管理教育システム（ASSIST）を設計し開発を行っている。事故類型別の交通事故件数では、追突と交差点での出合頭の衝突の事故が多い。追突事故防止には、進行方向空間距離（当該車両からその進行方向にある最も近い障害物までの距離）を停止距離よりも大きくとることが必要である。また交差点での運転挙動の改善は、本人の運転挙動の問題点を客観的に分らせることが効果的であった。ところが、これまで、自動車は、閉じられた空間であり、運転者の運転挙動を知るには同乗するほかに方法がなかった。しかし、近年の情報通信技術の発達にともない自動車に搭載した装置によって運転者の運転挙動を取得し通信で外部に知らせることが可能になってきた。運転者の運転挙動を把握し、危険な運転をした場合に、その場で随時教育すれば教育効果も高いため、交通事故を大幅に減少できると予測できる。そこで、交差点での一時停止に関する管理・教育の実験によって ASSIST の有用性を確認した。

ITS for Safe Driving—Assistant System for Safe Driving by Informative Supervision and Training

KAZUAKI GOSHI,[†] KATSUYA MATSUNAGA,[†] DAIICHIRO KUROKI,^{††}
KAZUNORI SHIDOJI[†] and YUJI MATSUKI[†]

It is reported that more than half a million souls are lost per year by traffic accidents in the world. These losses are a very serious topic today. Our research team is therefore developing and designing an Assistant System for Safe driving by Informative Supervision and Training (ASSIST), a system created to prevent accidents based on our safe driving theory. One important element for safe driving is that drivers should leave more headway distance than stopping distance. The results of our research revealed that understanding the efficiency of adequate speed and recognizing their own driving behavior are very effective for drivers to create sufficient headway distance. Until now, with a driver in a closed space inside the car, no one could understand and supervise his driving behavior unless a supervisor is with him in the same car. However, recent computer and communication technologies have made it possible to obtain the driving behavior and send it to the supervisor outside of the car. It is believed to be efficient to teach safe driving whenever a driver has driven dangerously. We therefore conducted experiments regarding temporary stops at intersections as well as understanding driving behavior through communication, and then confirmed the effectiveness of ASSIST.

1. はじめに

自動車の運転事故による交通事故死者の数は、世界で年間 50 万人以上といわれている。これらによる損

失は非常に深刻な問題となっている。そのため、近年、ITS（高度道路交通システム）¹⁾をはじめとする自動車運転事故防止のための技術開発、研究が進められている。ITS における安全運転支援を行う技術としては、ASV や AHS による危険警告や自動走行が考えられている。しかしながら、これらのシステムを活用するには多くの基盤整備が必要であるため、自動車専用道路のような外乱が生じにくい場所でのみ用いることができない。また、人が自分で運転する局面がある以上

[†] 九州大学大学院システム情報科学研究院
Graduate School of Information Science and Electrical
Engineering, Kyushu University

^{††} 九州大学工学部
Faculty of Engineering, Kyushu University

は、いくら自動車や周辺の環境が進歩しても人が安全運転について理解していなければ自動車運転事故は防ぐことはできない。すなわち、安全運転に関して運転者の管理と教育が必要である。運転者が安全運転について理解することによって ITS による危険警告や自動走行を効果的に安全運転に役立てることが可能となる。我々は、交通事故防止の教育の観点から ITS について研究を行っている。

過去に大きな問題であった工場での事故は、管理と教育によって大幅に減少できた。トラックやバスやタクシーといった商用車の事故も、同様に管理と教育によって減少させることができるはずである。ところが、工場では従業員の行動を直接観察することができるのに比べて、自動車では同乗しない限り運転者の運転挙動を把握することは困難である。したがって、営業の効率を上げるための運行管理は行われているものの安全管理を行うことはできなかったといえる。すなわち、これまでは、事故が起こって初めて問題の存在が分かる状態であった。

しかしながら、近年の情報通信技術の発達にともない自動車に搭載した装置によって運転者の運転挙動を取得し通信で外部に知らせることが可能になってきた。危険な運転をした場合に、その場で随時教育した方が教育効果も高いと考えられるので、運転者の運転挙動を把握し助言することにより、交通事故を大幅に減少できると予測される。そこで、我々の研究室では、人の認知特性の研究に基づいた自動車運転事故防止法の研究を行い、安全運転管理教育システム (Assistant System for Safe driving by Informative Supervision and Training: ASSIST) の開発を行っている。

2. 自動車運転事故防止法

2.1 自動車の運転事故 (衝突) の発生要因

自動車の運転事故 (衝突) は停止距離が進行方向空間距離 (当該車両からその進行方向にある最も近い障害物までの距離) よりも大きい場合、すなわち次の不等式が成立した場合に発生する^{2),3)}。

$$\text{停止距離} > \text{進行方向空間距離} \quad (1)$$

式 (1) の左辺である停止距離は空走距離と制動距離の和からなる。空走距離とは、当該自動車にとって停止すべき事象が発生し、運転者がそれを認知してブレーキを踏み、ブレーキが利き始めるまでに走行する距離のことである。また、制動距離とは、ブレーキが利き始めてから当該自動車が停止するまでに走行する距離のことである。この空走距離は、運転者の認知・反応時間と自動車の速度によって決まる。この認知・

反応時間は 3 つの要因 (生理的な要因、環境的な要因、心理的な要因) によって突発的に遅れる場合のあることが分かっており、この標準偏差 (ばらつき) が大きいほど事故を起こす傾向が強いということが報告されている⁴⁾。空走距離は、運転者の認知・反応時間の突発的延長により突発的に延長することがある。また、制動距離に関しても路面の状況、車速、車重、制動トルクの変化によって突発的に延長することがある。それゆえに、それらの和である停止距離も突発的に延長することが生じる。一方、式 (1) の右辺である進行方向空間距離は所要時間短縮のための急ぎや衝動的急ぎなどの先急ぎと呼ばれるヒトの持つ生得的ともいえる衝動によって短くなる傾向にある。そのため、進行方向空間距離は可能な限り短くなっている。この結果、突発的な停止距離の延長が起こったときに、それに見合うだけの距離が保持されていないために衝突事故が発生していると考えられる。

2.2 先急ぎ

所要時間短縮のための先急ぎにより進行方向空間距離の短縮を生じる運転 (以後、先急ぎ運転と呼ぶ) が事故の原因の 1 つとなっている。しかし、先急ぎの運転をしても実際には運転者が期待するほど所要時間は短縮されないこと、また、それにより緊張が強くなることが分かっている⁵⁾。たとえば、図 1 は、実際の道路の信号機の数、位置、周期、オフセットをシミュレートしたドライブシミュレータによって、約 7.5 km を最高速度 40 km/h、50 km/h、60 km/h の速度で走行する際の、走行前の予測所要時間、走行後の体感所要時間、実測所要時間に関して 5 人の被験者の平均を示している。ここで、予測所要時間は、走行前に走行区間 (距離) から被験者が予測した所要時間を、体感所要時間は、シミュレータ走行後に被験者が運転して感じた所要時間を、実測所要時間は、シミュレータ走行時に実際に測定した所要時間を意味する。予測所要時間と体感所要時間では、速度の違いによる差が大きい、実測所要時間は速度の違いによる差がそれほど

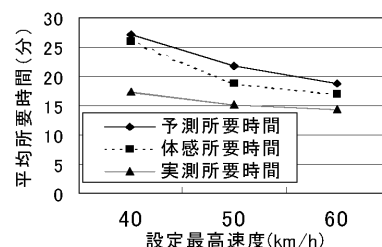


図 1 移動効率

Fig. 1 Time efficiency of driving.

ない。したがって、実際には、速度を上げてもそれほど所要時間が短縮しないにもかかわらず、被験者は、速度を上げれば大幅に短縮すると誤解しているのが分かる。

いくら速く走っても一般道では信号があるので、よりゆっくりと走る車に対して信号待ちでの停止時間は長くなり効率は良くない。また、信号のない高速道路であっても速く走れば緊張による疲労も増え休憩時間が長くなりがちとなり、やはり効率は良くない。休憩をとらないならば効率は良いと主張する人もいるかもしれないが、実際には疲労が蓄積されると効率は低下する。また、事故が発生すると一挙に効率を下げることとなる。

しかし、多くの一般の人はこの事実を理解していない。そこで、我々の研究室においてドライブシミュレータや実車を用いて移動効率、すなわち、いくつかの最高速度で一定区間を運転させ先急ぎ運転をしても所要時間がそれほど短縮できないことを体験的に理解させる実験を行った。その結果、移動効率を体験的に理解した人は、先急ぎ運転を抑制できることが分かった⁶⁾。したがって、普段の運転でも移動効率について運転挙動を分析し運転者に助言や警告が与えられれば、先急ぎ運転を抑制できることが予測できる。

2.3 進行方向空間距離

自動車運転事故を防ぐには、進行方向空間距離を停止距離以上に保つことが重要である。停止距離は、空走距離と制動距離の和である。制動距離 $bd(m)$ は以下の式 (2) によって求まる (文献 7) 式 (13.7.5) より)。ここで、 $\nu(km/h)$ は制動初速度 (ブレーキが利き始めたときの速度) を、 μ は動摩擦係数を表す。

$$bd = \nu^2 / (254 \times \mu) \quad (2)$$

また、空走距離 $td(m)$ は以下の式 (3) によって求まる。ここで、 $\nu(km/h)$ は速度、 $rt(s)$ は認知反応時間を表す。

$$td = rt \times \nu \times 1000 / 3600 \quad (3)$$

一般的な値として動摩擦係数を 0.65 とし、認知反応時間を 1.5 秒とすると、停止距離 $sd(m)$ は、速度 $\nu(km/h)$ による近似式 (4) によって求めることができる。

$$sd = 1.5 \times \nu \times 1000 / 3600 + \nu^2 / (254 \times 0.65) \quad (4)$$

また、進行方向空間距離は、レーザーレーダ距離計によって計測可能である。したがって両者を比較することによって運転挙動を判断することが可能である。比較の指標として、式 (5) の衝突可能性指数 cpi を導入した。

$$cpi = sd / hd \quad (5)$$

停止距離を求める近似式は、種類の違いや天候による道路の摩擦係数の変化は考慮していない。ITS 道路の整備や車両へのセンサの搭載によって摩擦係数を測定し制動距離 bd を式 (2) により求めればさらに正確に判断することも可能となろう。

2.4 交差点での一時停止

交差点およびその付近において発生する事故の割合は 58.6% で、さらにその 39.4% が出合頭の衝突によって発生している⁸⁾。見通しが悪く信号のない交差点では一時停止したうえで左右の安全確認が、事故防止のためには不可欠である⁹⁾。

望ましい一時停止のモデルとは、まず一時停止線の位置で停止を行い、安全確認を行う。これは、歩道や道路側方から歩行者や自転車が飛び出してこないかどうかを確認するためである。続いて、徐行しながら交差点内がよく見える位置までゆるやかに進み、もう一度停止して左右の道路から車がきていないかどうかを確認する。それぞれの停止時には、まず右を見て、次に左、最後にもう一度右を見るという安全確認が必要である。人間が物体を認識するには約 1 秒かかるので、少なくとも約 2~3 秒以上の停止状態での安全確認が必要となる。

一方、質問紙による調査では、ほとんどの人が一時停止を行っているとは回答したにもかかわらず、現実に完全に停止して安全確認を行う人は 8% 以下であることが報告されている¹⁰⁾。これは、事故が稀現象であるので停止のつもりで徐行していても事故はめったに起こらないため、それで安全と運転者が錯覚しているのにも原因があろう。しかし、徐行では車や歩行者などが近づいているのに気がついて、完全に停止するまで数メートル進行するので交差道路にかなり出た状態で停止することになる。交差道路においてかなり近くを走行している車両があると、その車両の停止距離より進行方向空間距離が短い状態となり衝突が発生することとなる。したがって、一時停止の際には、2 段階以上の停止と速度が 0 km の状態で 2~3 秒以上の安全確認が必要である。

以上のことから、完全に停止して安全確認を行わせるためには、意識と行動の間にずれがあることを運転者に認識させる必要がある。我々の研究室では、ドライブシミュレータを用いて映像の再生やグラフによって運転挙動を見せ、停止していないことや停止したとしても停止時間が十分でないことを運転者に客観的に分からせることによって、実車運転時にも確実に一時停止させることができることを明らかにした¹¹⁾。した

がって、普段の運転でも交差点での運転挙動を分析し運転者に助言や警告を与えることができれば、出合頭の事故を減少できることが予測できる。

2.5 管理・教育

車載システムにより運転挙動を記録し、危険な運転の際は、システムが管理者に運転挙動の情報を通報することによって管理者は実時間で運転者の運転挙動を把握することができる。したがって、管理者はその情報をもとに運転者への指示や警告がリアルタイムに可能となる。また、管理者は、安全運転講習などの際に、車載システムによって運転時に記録した情報によって個人の走行に応じた詳細な管理・教育も可能となる。このようなシステムを使うと、トラックやバスやタクシーといった商用車では、管理者による安全管理・教育が可能となり、事故による損失をおさえることが可能となる。

自家用車であっても、商用車と同様の管理を、外部の管理会社などによって行うことも可能であろう。たとえば、保険会社と連携することによって安全運転を行っていれば保険料を安くするといった運転者と保険会社両方にとって利益になるビジネスモデルも可能と考えられる。こういった方法で ASSIST の利用の促進も可能であろう。

また、管理者をおかない場合でも、コンピュータの判断による安全運転のための助言や警告を示せば安全運転に貢献するものと期待できる。また、運転終了時や次回の運転開始時に、これまでの運転に基づく評価や助言を示すのも自分の運転を客観的に把握するうえで役に立つものと予想できる。

3. 安全運転管理教育システム ASSIST のハードウェア

ASSIST は車載システムと管理システムの 2 つに分けられる。車載システムは、自動車に設置しコンピュータと運転挙動測定装置と通信装置からなる。一方、管理システムは、管理者のところに置かれたコンピュータと通信装置からなる(図 2)。今回の実装では、管理者 1 人が運転者 1 人を管理するものとし運転挙動のデータはつねに管理者に送るものとした。実用時には、車載システムで危険かどうかをある程度判断して管理者に通報する形態とし複数の運転者の管理を行う。

3.1 運転挙動測定装置

運転挙動測定装置では、自動車(図 3)に設置したレーザーレーダ距離計、D-GPS、車速センサ、CCD カメラを用いて進行方向空間距離、位置、速度、画像を測定する。

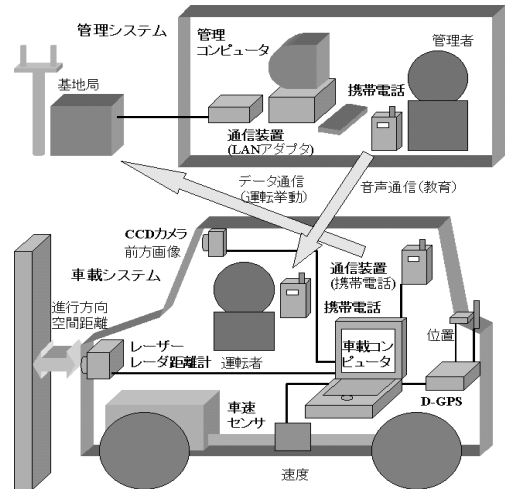


図 2 ASSIST のハードウェアの構成
Fig. 2 The hardware of ASSIST.



図 3 実験車両
Fig. 3 The experimental car.

3.1.1 進行方向空間距離の測定

自動車の前方のフロントグリルに取り付けたレーザーレーダ距離計(日産ディーゼル社製トラフィックアイ)によって進行方向空間距離を測定する。測定したデータは RS232C によりコンピュータに送られる。

3.1.2 位置、速度の測定

現在のシステムでは、D-GPS(パイオニアナビコム社製 GPS-707N)により位置を取得しドライブシャフトに取り付けた車速センサ(日産ディーゼル社製)によって速度を取り込んでいる。それぞれ RS232C によってコンピュータにデータを取り込む。

3.1.3 画像の記録

バックミラーの裏側に取り付けた USB 接続の CCD カメラ(IO-DATA 社製 USB-CCD)によって前方の画像をコンピュータに取り込む。画像は、動画ファイルとして保存すると同時に管理システム側に送信するために最新の画像を静止画としても一時的に保存する。

3.2 車載コンピュータ

車載コンピュータ(Panasonic 社製 Let's note CF-

B5)は、運転挙動測定装置から取得した運転挙動データをハードディスクに記録する。運転後の管理・教育を行う場合は、記録したデータによって安全運転かどうかの検討を行う。実時間での管理・教育を行う場合は、通信装置を用いて管理者に連絡を行う。

3.3 通信装置

安全管理のために車載コンピュータと管理コンピュータを携帯電話によって結ぶ。今回は、データ用に携帯電話(松下通信工業社製 NTT DoCoMo DoPa MAX 2881P)を用いて DoPa 方式で通信を行った。管理者から運転者への助言や警告は別の携帯電話で音声によって行った。この際、ビジョンフリー装置を用いて音声をスピーカから出力して携帯電話の操作が運転の妨害とならないようにした。

3.4 管理コンピュータ

管理コンピュータ(TOSHIBA 社製 Dynabook-3380 SS)は、車載コンピュータからのデータを受信し管理者に視覚的に表示する。そのデータによって管理者は運転者に指示を与えるべきかどうかを判断し、必要な場合は、運転者に安全運転に関して指示を与える。

4. 安全運転管理教育システム ASSIST のソフトウェア

車載コンピュータおよび管理コンピュータのソフトウェアは、運転挙動測定記録部、運転挙動判断部、道路情報データベース部、情報通信部、運転挙動管理部からなる(図4)。現在の実装では、ポーランド社の Delphi 5.0 を使用して行っている。

4.1 運転挙動測定記録部

運転挙動測定記録部は、車載システムの運転挙動測定装置から得た運転挙動データを保存するとともに運転挙動判断部にそのデータを渡す。

4.2 運転挙動判断部

運転挙動判断機能は、車載システムにあり、移動効率、進行方向空間距離、交差点についての助言や警告が必要かどうか判断を行う。判断結果に基づいて、管理システムへの通信のために情報通信部を呼び出す。自己管理用とする場合は、運転挙動管理部を呼び出す。

4.2.1 移動効率

移動効率について、むやみに急いでも所要時間を意味あるほどには短縮できないことを教えるために、現在の走行速度が妥当かどうか判断を行う。速度情報や過去の測定データを利用し、同じ区間の過去の記録、最高速度と平均速度の差を利用して判断する。

4.2.2 進行方向空間距離

進行方向空間距離を、停止距離より大きくとること

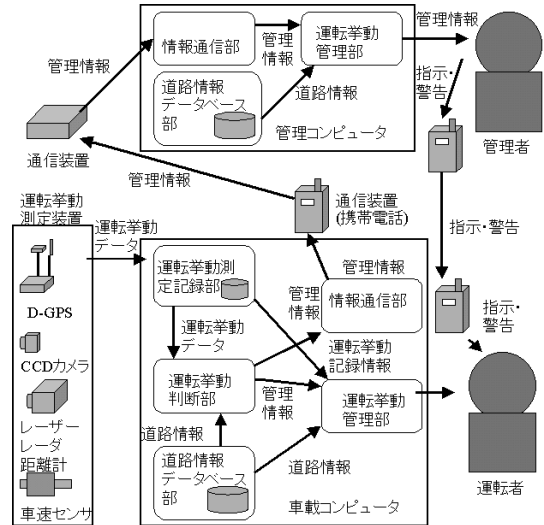


図4 ASSISTのソフトウェアの構成

Fig.4 The software of ASSIST.

を教えるために、レーザーレーダ距離計による進行方向空間距離と速度から式(5)の衝突可能性指数により安全運転を行っているかを判断する。

4.2.3 交差点での一時停止

交差点で確実に一時停止を行わせるために、一時停止が行われたかどうかを判断する。これは、位置、速度、交差点情報を利用して判断する。

4.3 道路情報データベース部

道路情報データベース部は、地図と交差点情報からなる。どちらも現在は車載システムと管理システムの両方に搭載している。今後は、車載システムが画像認識で直接近辺の情報を取得したり¹²⁾、通信帯域によっては管理システムから車載システムにデータを送ったり、システム外のITSの情報網から最新の情報を取得したりといろいろな実現形態が可能であろう。

4.3.1 地図

地図は、電子地図(アルプス社製プロアトラス2001全国DVD)を車載システムと管理システムで利用している。車載システムでは、停止時の現在位置確認と運転後の管理・教育に使用し、管理システムでは、車載システムが通報してきた対象車両の現在位置を知るために用いる。

4.3.2 交差点情報

現在は、実験用の車載システムに実験走行経路の情報を簡単なデータベースとして持たせている。運転範囲がある程度決まっている宅配のトラックなどは、一度経路を走りながら一時停止の必要な交差点の位置をGPSを利用して記録することによってデータベース



図5 管理システムの画面の例

Fig. 5 The Supervision system.

の作成も容易であろう。将来的に ITS の基盤整備が進み全国の交差点の情報が取得できるようになれば、走行車両の近辺の交差点の情報をどこでも利用することが可能となろう。

4.4 情報通信部

情報通信部は、車載システムと管理システムの双方に存在しデータ通信を行う。車載システム側の情報通信部は、システムが管理者に通知が必要な運転と判断したときに運転挙動判断部から呼び出され、位置、速度、進行方向空間距離、静止画および判断した理由をデータ通信によって管理システムに転送する。そのデータに基づき管理者が必要と判断した場合は、運転者に警告や助言を行う。実験システムでは通信プロトコルとしては、UDP を用いた。

4.5 運転挙動管理部

管理システムの運転挙動管理部では、情報通信部により送られてきたデータを管理者に提示する。実験システムでは、速度、進行方向空間距離、衝突可能性指数、位置、画像を表示した(図5)。画像は管理者が状況を把握するうえでメリットが大きい。たとえば、他車が急に目の前に割り込んできた場合のように、運転者の問題ではない場合は、数値的なデータのみでは的確な判断ができない場合がある。コンピュータによる画像認識技術が発展すればコンピュータによる判断の比重を大きくすることも可能であろう。しかし、現在は、管理者により最終判断を行わせるほうが現実的である。また、コンピュータによる判断の比重が大きくなって最終的に人が管理する形態のほうが運転者の管理・教育のうえで効果があると予想できる。

車載システムの運転挙動管理部は、運転後の管理・教育や自己管理を行う場合に用いる。これまでの運転についての記録データの表示や、記録データを判断基準に基づいた検索に使用する。将来的には、運転後や運

転前に過去のデータをもとにコンピュータによる助言や警告を表示するのが望ましい。この際にコンピュータでどこまで的確に判断できるかが重要である。このためには、管理者による管理の際の判断条件と判断結果を蓄積していくことでコンピュータでの判断基準や方法を明らかにすることができるのではないかと考える。指示や警告のタイミングや頻度を決定するのも同様に重要である。これは、ITS の情報提供レベルの走行支援システム(AHS-i)として定義される内容でも同様に必要な研究課題である。

5. 実験

5.1 目的

ASSIST の管理・教育内容のうち、交差点での一時停止について実験を行った。ASSIST を用いて運転後の管理・教育によって運転者の交差点での挙動の意識と行動のずれを認識させ、さらに運転中に実時間で管理・教育することによって一時停止挙動を改善させる教育効果を検証した。

5.2 方法

被験者は、21 歳から 23 歳までの普通免許所有者 14 人であった。測定項目は一時停止した位置と停止時間とし、九州大学構内および近辺で一時停止の必要な交差点が 11 箇所あるコースを選定した。

5.3 手順

被験者 14 名を、管理・教育ありのグループと管理・教育なしのグループにわけた。管理・教育ありのグループの実験手続きは、以下のとおりであった。

(1) 1 回目走行

交通法規に従って安全運転で走行と指示しコースを走行させた。この際 ASSIST を用いて運転挙動を測定・記録した。

(2) 運転後の管理・教育

次に一時停止教育として、1 回目の走行時に ASSIST で記録した交差点付近での挙動の記録を被験者に見せ、一時停止挙動に関する意識と実際の行動との間のずれを理解させたうえで、望ましい一時停止のモデルを持たせる教育を行った。まず、望ましい一時停止のモデルについて、2 段階以上の停止の必要性、速度を 0 km に落とす必要性、2~3 秒以上の安全確認について説明した。次に ASSIST を用いて 1 回目の走行時に記録した運転挙動データを利用し一時停止が必要である任意の交差点の地点を選択し、交差点付近で測定した前方映像の動画を見せた。ここで、一時停止する必要がある場所であることと速度を落としていることを示した。次に速度のグラフ(図6)を見せ、減速している

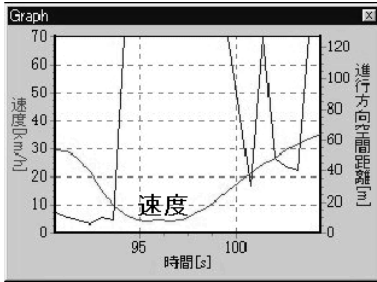


図6 交差点での徐行による通過
Fig. 6 Unsafe behavior in a crossing.

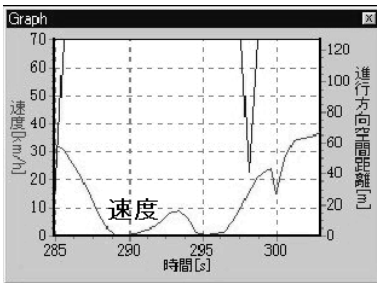


図7 交差点での2段階の一時停止
Fig. 7 Ideal behavior in a crossing.

もの実際には 0 km にはなっていないことを示した。ここで、完全に停止せずに徐行で安全確認を行うと、人は危険を見落としがちであり、もし人や車に気がついたとして止まるまで車は進行するので事故が避けられない場合が多いことを説明した。次にあらかじめ記録した望ましい一時停止を行った際の運転挙動データを用いて同じように前方映像の動画とグラフ(図7)により速度が 0 km になっていること、停止線の位置で歩行者や自転車を避けるために一度停止し、交差道路が見渡せる位置で車との衝突を避けるためにさらにもう一度停止していること、確認には 2~3 秒以上の時間が必要であることを見せて運転者に自分の運転との違いを理解させた。

(3) 2 回目走行: 実時間での管理・教育

同じコースを走行させ、管理者が ASSIST によって実時間で運転挙動を把握し、運転者に管理・教育を行った。管理者は速度が 0 km まで落ちているか 2 段階停止を行っているか、一時停止時間は十分かを監視し、守られていない場合はその都度、指示した。また点滅信号や私道から一般道への進入といった一時停止を忘れがちな箇所については状況に応じた説明をした。

(4) 3 回目走行

同じコースを管理・教育は行わずに ASSIST で運転挙動のデータを記録しながら運転させた。

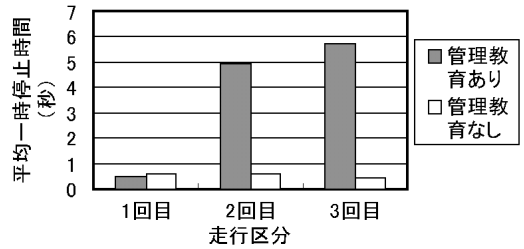


図8 教育効果(教育あり・なしの比較)
Fig. 8 Effect of education.

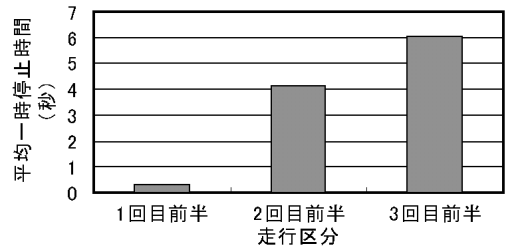


図9 教育効果(実時間での教育の効果)
Fig. 9 Effect of real-time education.

管理・教育なしのグループには、交通法規に従って安全運転で走行と指示し、同じコースを 3 回走行させた。

5.4 結果と考察

交差点における平均一時停止時間を図 8 に示す。管理・教育の有無において有意な差があった ($F(1,12)=53.919, p < .001$)。また、単純主効果の検定の結果、2 回目走行と 3 回目の走行において管理・教育ありの方がなしの場合に比較し有意に一時停止時間の延長が認められた (2 回目 $F(1,36)=26.336, p < .001$, 3 回目 $F(1,36)=32.153, p < .001$)。したがって、ASSIST による管理・教育は、交差点における一時停止の挙動を改善するうえで有効といえる。

さらに 1, 2, 3 回目の走行のそれぞれの前半について一時停止時間を計算した(図 9)。2 回目の走行の前半は、運転後の管理・教育の効果が、3 回目の走行の前半は、運転後と実時間の両方の管理・教育の効果が現れていると考えられる。この 3 つの走行区分の平均一時停止時間について分散分析をしたところ有意な差があった ($F(2,12)=37.967, p < .001$)。さらに多重比較したところ 3 者間にそれぞれ有意な差があった。したがって、運転後の管理・教育は、運転挙動の改善に効果があり、さらに、運転後の管理・教育に加えて実時間での管理・教育を行うことによってより効果の高い教育を行うことが可能といえる。

6. おわりに

我々は、新しい交通事故防止の理論に基づく自動車運転事故防止のための ITS として安全運転管理教育システム (ASSIST) を設計し開発を行った。ASSIST は既存の技術でも実現可能であり、ITS の基盤整備が進めばさらに効果的に安全運転の管理や教育に利用できる。また、交差点での一時停止に関する教育の実験の結果は ASSIST の有用性を示唆している。今後は、ASSIST での移動効率や進行方向空間距離についての管理・教育に関する実験や複数の車両を 1 人の管理者で管理・教育する実用形態での実験を行い、システムの有用性を確かめる予定である。

参 考 文 献

- 1) 重野 寛ほか：ITS—Intelligent Transport Systems, 情報処理学会誌, Vol.40, No.10, pp.959–992 (1999).
- 2) 松永勝也：自動車の運転事故の発生要因についての一考察, 交通科学研究資料, Vol.38, pp.99–102 (1997).
- 3) 松永勝也：KM モデルに基づく事故防止の研究, 月刊自動車管理, Vol.25, No.9, pp.4–15 (1998).
- 4) 松永勝也, 原口雅浩, 末永一男：自動車の運転事故車の脳波と認知・反応時間の変動について, 脳波と筋電図, Vol.13, No.2, pp.169–177 (1985).
- 5) 松永勝也：交通事故防止への新たな試み—「急ぐところ」を抑えよう, 人と車, Vol.35, No.3, pp.4–11 (1999).
- 6) 松木裕二, 志堂寺和則, 松永勝也：移動効率体験用ドライブシミュレータの開発, 九州大学大学院システム情報科学研究科報告, Vol.3, No.1, pp.49–52 (1998).
- 7) 交通工学研究会：交通工学ハンドブック, 技報堂 (1984).
- 8) 警察庁交通局：交通統計平成 10 年版, 警察庁交通局 (1999).
- 9) 松永勝也：検証！ 出合頭の衝突事故, 交通安全キャンペーン誌シグナル, Vol.289, pp.4–6 (1997).
- 10) 松永勝也：運転事故防止と人間の行動特性, 安全衛生のひろば, Vol.40, No.1, pp.8–17 (1999).
- 11) 梅崎康二：自動車運転事故防止のための一時停止挙動改善に関する研究, 平成 11 年度九州大学大学院知能システム学専攻修士論文 (2000).
- 12) 内村圭一, 木村英雄, 脇山慎也：道路情景カラー画像における円形道路標識の抽出及び認識, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J81-A, No.4, pp.546–553 (1998).

(平成 12 年 12 月 18 日受付)

(平成 13 年 5 月 10 日採録)



合志 和晃 (正会員)

昭和 45 年生。平成 9 年九州大学大学院博士課程修了。同年より九州大学助手。知的教育システム, 人工現実感, 交通科学に関する研究に従事。博士 (情報科学)。日本バーチャルリアリティ学会, 日本交通心理学会各会員。



松永 勝也 (正会員)

昭和 16 年生。昭和 47 年九州大学大学院文学研究科博士課程中退。同年九州大学助手。昭和 49 年熊本大学講師。昭和 53 年九州大学助教授。平成 3 年九州大学教授。平成 8 年九州大学大学院システム情報科学研究院教授。人工現実感環境生成法, Telerobotics, 自動車運転事故防止法, 人の情報処理特性に関する研究に従事。文学博士 (九州大学)。IEEE-CS, 国際応用心理学会, 電子情報通信学会, 日本バーチャルリアリティ学会, 自動車技術会, 日本交通心理学会各会員。



黒木 大 一 朗

昭和 53 年生。平成 9 年九州大学工学部入学, 現在在学中。安全運転管理教育の観点から高度道路交通システムに関する研究に従事。



志堂寺和則 (正会員)

昭和 37 年生。平成 4 年九州大学大学院博士課程修了。同年より九州大学助手。平成 6 年から長崎大学講師。平成 8 年から九州大学大学院助教授。人工現実感の構築, および人工現実感を利用した人間の認知特性の研究, 交通科学の研究に従事。博士 (文学)。American Psychological Association, 日本バーチャルリアリティ学会, 電子情報通信学会, 日本認知科学学会各会員。



松木 裕二 (正会員)

昭和 48 年生。平成 10 年九州大学大学院修士課程修了。平成 11 年同博士課程中退。同年より九州大学助手。交通科学の研究に従事。日本交通心理学会, 自動車技術会各会員。