

九州産業大学情報科学部と 高度自動車交通システム

(ITSの九州産業大学情報科学部と称される状況の到来も夢ではない)

松永 勝也

九州産業大学 情報科学部 知能情報学科

Matsunaga Katsuya

Faculty of Information Science, Kyusyu Sangyo University
matsunaga@is.kyusan-u.ac.jp, <http://www.is.kyusan-u.ac.jp/~matsunaga/>

1. はじめに

九州に自動車産業が集積しつつある。今の自動車には、エンジン制御やブレーキ制御、ドアミラー制御等用にかんりの数のコンピュータ(組み込みコンピュータ・エンベデッドコンピュータ)が組み込まれている。このような、自動車の制御に使用される組み込みコンピュータの他に、ETCやカーナビゲーションなど運転者支援のためにも組み込みコンピュータが使用されている。自動車の組み込みコンピュータのプログラムは、現在、500万行にも及ぶという。1台の自動車に組み込まれるコンピュータの数は、今後、ますます多くなると予想されている。このようななか、組み込みコンピュータの設計・開発やプログラミングを行う人の不足が懸念されており、このための技術者の養成が強く求められている。また、自動車そのものの開発においても、企業間で競争状態にあり、この領域の人材も広く求められている。

自動車交通は、人の移動においては約67%(人キロ)、物流においては約54%(トンキロ)を担っており(平成13年度統計)、人々が生活をする上で、欠くことのできないものとなっている。また、自動車産業はそれぞれの製造国の経済を大きく支えていると同時に、外貨を効率的に得ることの出来る国の基幹産業となっている。このようなことから、自動車製造国間ではよりよい自動車の開発・製造において熾烈な競争状態にある。

現在、人々が求める自動車としては、本年に入り省燃費自動車への注目が高くなっているが、出来る限り安全な自動車の要求度が高い。自動車交通のなかで安全であるためには、まず、衝突事故の防止が必要がある。ただし、現在の自動車は人が運転するものであり、自動車運転における人の信頼性は、それほど高くはない。このようなことから、情報通信技術を使って運転者を支援することによる事故防止システムが

構想され、開発が進められている。

九州産業大学情報科学部には情報通信技術や自動車運転事故防止に関しての専門家が多く集まっており、先進自動車の開発において大いに貢献できると考えられる。また、これらの研究・教育活動を通して、先進自動車開発に必要な人材の供給においても貢献できると考えられる。

2. ITS に関する国家的開発計画⁽¹⁻²⁾

自動車運転事故防止のための運転支援システムの開発・研究が国家プロジェクトとして世界的に進められている。例えば、米国においては、2008年までに20%の致死事故減少を目標に、開発・研究が進められている。このプロジェクトにおいては、ナイトビジョンシステムや運転者の低覚醒状態検出、衝突警報システムの開発が主に計画されている⁽³⁾。AHS(Advanced cruise-assist Highway Systems, または, Automated Highway Systems)研究組合においては、車輻単独の装備で、あるいは道路上に設置した車輻センサなどの支援によって、追突事故、車線変更時事故、単独事故、交差点事故防止システムの開発が進められている。Vehicle Safety Communication Consortium では、安全運転支援のための路車間協調(道路上の設備と車輻搭載システム間の協調)とその間(路車間)の通信、車輻間(車車間)通信の研究やこれらにデジタル地図を活用するための研究が行なわれている。

ヨーロッパ連合(EU)では、2010年までに交通事故死者数を半減するという目標の下で、研究が行われている。安全運転支援としては、車輻単独、路車間協調、車車間協調システムの開発予定が示されている。現在、具体的にその内容が示されているのは、路上の停止車輻や前方障害物の情報通知システムについてである。

日本では、1994年1月に道路・交通・車輻インテリジェント化推進協議会(VERTIS: VEHICLE, ROAD AND TRAFFIC INTELLIGENCE SOCIETY ; 2001年にITS Japanと

名称変更)が発足し、ITS分野の研究開発及び実用化の推進役となっている。1996年7月に「高度道路交通システム推進に関する全体構想(ITS全体構想)」が策定され、以降、産学官の積極的な連携下の国家プロジェクトとして推進されてきている⁽¹⁾。研究・開発の第1段階で達成されたのは、ナビゲーションシステムの高度化であった。VICS(Vehicle Information and Communication Systems)は1996年にサービスを開始した。安全運転支援においては、ASV(Advanced Safety Vehicle)の研究開発がなされ、車間距離維持優先自動速度制御システム(Adaptive Cruise Control System)^(4,5)を装備した車両が2002年には17万台が出荷されている。その他、車車間の通信や道路システムと路車間の協調システム(AHS:走行支援道路システム)、安全運転支援システム(DSSS: Driving Safety Support Systems)の研究開発あるいは実証実験などが行われてきている。次の段階で期待されているのは、運転者の認知、判断、操作の支援システム、道路状況の検知と運転者への通報システム、高齢運転者のための知覚と操作支援システムの開発とされている。

3. 安全運転支援の考え方

3.1 安全運転の考え方

上記のように、コンピュータや通信機能を利用した安全運転支援システムの開発研究が進んでいる。しかし、事故の発生メカニズムの解明なしに、有効な安全運転支援システムの開発は困難といえる。ところで、自動車の安全運転とは、道路交通法を守った運転であるとか、注意した運転であるとか考える人が多い。しかし、道路交通法を守った運転が安全運転と回答する人であっても、遵守している人はごく少数である。道路交通法の遵守が困難な理由が人にはあると考えられる。また、どのような運転が注意した運転であるかは、具体的には示されていない。そこで、ここで、あらためて安全運転とはどのような運転であるかを考察する。

3.2 事故(衝突)の発生条件⁽⁶⁾

自動車運転事故のほとんどが当該自動車と他の物体(歩行者や他の自動車、道路上の構造物)との非意図的衝突、あるいは崖などからの非意図的転落によって発生しているといえる。これら衝突や転落は、“当該自動車の停止距離>当該自動車の進行方向空間距離”という関係が生じて発生する(図1)。ところで、自動車の運転事故は、個々の人にとっては、稀な現象である。したがって、この不等式は、停止距離の突発的な延長の発生か、いつもよりも短い進行方向空間距離発生時に成立しているといえる。

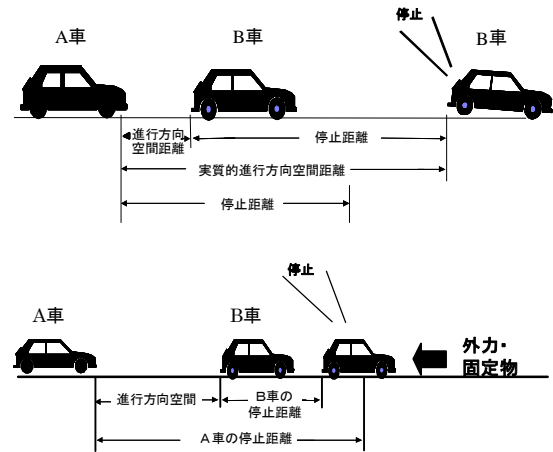


図1 語の定義と衝突条件

3.3 停止距離の突発的延長の発生要因

停止距離は制動距離と空走距離からなる。空走距離は、運転者の認知・反応時間と車速によって決まる。人の認知・反応時間は、運転者自身がいくら努力をしてみても、突発的に遅延する場合のあることが明らかになっている^(7,8)。車速も一定ではない。この認知・反応時間の突発的な延長や平素よりも高い走行速度により、空走距離が突発的に延長する場合が発生する。制動距離は車速と道路の摩擦係数、車輪の制動力により主に決定される。車速はさまざまであり、道路の摩擦係数も一定ではない。従って、停止距離も一定ではなく、運転者が予測したよりも長くなる場合も発生する。このようにして進行方向空間距離よりも、停止距離の長い場合が突発的に発生する。

3.4 安全運転とはどのような運転か^(6,7)

自動車の運転事故は、当該車両の停止距離よりも進行方向の障害物までの距離(進行方向にある最近物体が車両であれば車間距離、一般物体である場合は、進行方向空間距離と呼ぶこととする)が短い場合に発生する(図1)。従って、前車の挙動に係わらず衝突しないためには、停止距離以上の車間距離を保持して走行する必要がある。そのためには、当該運転者の通常の運転における最大停止距離以上の車間距離を保持して走行しておく必要がある。当該運転者の認知・反応時間とそのばらつき大きさは、測定可能といえる。速度情報は自動車に装備されている速度センサから得ることができる。また、局所的に変化する状況でなければ、道路の摩擦係数もある程度の範囲で知ることが可能である。これらの値を基に停止距離は推定できる。ただし、現状では、一般の運転者には自己の認知・反応時間や道路の摩擦係数は未知である。また、運転中に、停止距離を推定できる人は希であろう。安全運転を実行できるためには、停止距離を実時間で推定し、その値等を運転者に提供するシステムが必要といえ

よう。

3.5 人の距離及び時間知覚能力

停止距離が既知であれば、それ以上の進行方向空間距離を保持して走行することにより、衝突を防止できる。ただし、停止距離以上の進行方向空間距離を保持しようとしても、人の距離知覚能力はそれには十分でないことが報告されている⁽⁹⁻¹²⁾。このようなことから、必要な大きさの空間を時間で保持するような指導もなされている⁽¹³⁻¹⁷⁾。ただし、人の時間知覚もそれ程正確ではない⁽¹⁸⁻¹⁹⁾。この様なことから、事故防止のためには、停止距離の推定や停止距離以上の無障害空間の保持に関して、人を支援するシステムを開発する必要があるといえる。

4. 安全運転支援システムの問題点

4.1 車間距離維持優先自動速度制御システム (Adaptive Cruise Control System)⁽⁴⁻⁵⁾

現在、車間距離維持優先自動速度制御システム(Adaptive Cruise Control System: ACC)が開発され、既に、市販が開始されている。このようなシステムの信頼性は、理論的には、人間よりも高くできるであろうが、故障の可能性は無ではない。また、距離測定システムの測定範囲にも限界がある。このようなことから、現在は、完全自動化による事故防止システムとしてよりも、衝突時の速度を低減させるシステムとして装備されている。ところで、このようなシステムを利用して走行している際の、運転者の問題としては、どのようなものがあるであろうか。

4.2 システムの動作異常時の対処

車間距離維持優先自動速度制御(ACC)システムにおいて、停止距離以上の進行方向空間距離を保持して走行するように設定しておけば、衝突そのものも防止できよう。このためには、例えば、高速道路においては、100m以上の進行方向空間距離を保持しての走行が必要な場合もある。ただし、このように大きな距離を安定して測定できる距離計は、現在、入手困難である。また、方式によっては、近距離であっても測定の困難な物体もある。測定不能の場合や動作が異常となった場合に、運転者がシステムの異常に気づき、対処を始めるまでの時間は、例えば、完全自動運転の場合(遠隔操作による他者の運転の場合)、運転開始5分、10分後において、1.1秒、30分、60分後では、それぞれ1.2秒、1.9秒となることが報告されている⁽²⁰⁾。

ACC使用下では、運転者においては疲労の抑制が見られる。しかし、一方では脳の覚醒水準が低下しがちとなる。このような状況では警告があっても人が対応するまでには3秒程度を要するとの報告もあり⁽²¹⁾、対応

の遅れの発生する場合も考えられる⁽²²⁻²³⁾。人の時間特性を考慮すると、ACC使用下では、衝突防止のためにはかなり大きな進行方向空間距離で走行するようにシステムを設定することが必要となる。ただし、車間距離測定システムの信頼性の問題から、現在、市場に投入されているものは、かなり接近して初めて、制動が自動的になされるものである⁽⁴⁻⁵⁾。従って、現在のほとんどが、損(傷)害度低減のためのシステムと言える。また、現状では、衝突可能性のある物体や転落箇所を誤りなく検出できるシステムはないといえる。これが、衝突防止支援システム開発の大きな障害となっている。

4.3 その他の支援システムの問題点

自動運転自動車：人の誤りの出現確率は1/1000程度との推定もある⁽²⁴⁾。それに対し、現状のITSシステムにおいては、例えば、磁気タイプのレーンマーカの誤・未検出率は1/10000であり、人の10倍の信頼性を持つ⁽²⁵⁾。このようなことから、完全自動運転システムの開発も試みられた。しかし、多様な対象を人と同じように認識する情報処理システムの実現は困難であることから、現在のところ、走路を完全に制御できる場合を除き、一般の道路での使用は困難視されている。

車線維持支援システム⁽²⁶⁻²⁷⁾：曲線部では、正面衝突や単独事故がより多く発生している。その原因は、反応の遅れ、あるいは、居眠り、または、操舵限界を超えた速度での走行と分析されている。居眠りによる対向車線への逸脱防止には車線維持システムは有効であろう。このためには、特に曲線部の車線マーカが常に有効となるよう、平素、維持管理しておく必要がある。方式によっては、雨や霧などの状況では機能しないシステムもある。

交差点事故防止システム：交差点での自動車、自転車、歩行者との衝突防止のために、それらの検出やその情報の通報可能なシステムを全ての箇所に設置するのは、財源的に困難であろう。また、交差点に接近している車輛や自転車、人の移動方向を全て予測するのは困難であろう。設置箇所とそうでない箇所が混在している場合には、設置されていない箇所での事故の多発も懸念される。

4.4 安全運転支援システムの普及を困難にする要因

仮に、安全運転支援システムが開発されても、その普及には困難な問題が予想される。人には、できるだけ早く目的地に到着したいとの強い欲求(先急ぎ走行衝動)が認められる⁽⁶⁾⁽²⁸⁾。また、多くの人が速度を高めるほど、到着時間は早くなると思っている(図 2)。このためか、予定の時間よりも輸送に遅れが発生すると、その遅れを取り戻そうとして、多くの人が高い速度で、また出来るだけ止まらないで、あるいは他から割り込まれないように走行するようになる。事故を起こした人についての直前の意識や態度の調査によると、半数

が急いでいたと回答している⁽²⁹⁾。

このようなことが関係しているのであろうか、例えば、規制速度以下走行制御(ISA)機能⁽³⁰⁾付きの自動車に賛意を示した者は33%位であったという⁽³¹⁾。ただし、一時停止の標識のある交差点で一時停止して安全を確認すると回答した人でも、実行する人は少数であることから⁽³²⁾、特に先急ぎの欲求が強く働く場合には、安全運転支援機能を作動させないで自動車を運転する人が多く出現することも考えられる。他の運転支援機能についても同様の対応が予想される。

5. 運転者指導の必要性

5.1 先急ぎ運転抑制のための指導法

できるだけ速度を高めて走行(急ぎの運転を)すれば、より早く目的地に着くとの思いこみから(図 2)⁽³³⁾、あるいは、他車よりも先行しようとして、または、割り込まれないようにと走行し、多くの人が車間距離の短くなるような運転を行っている⁽⁶⁾⁽²⁸⁾。ところで、Table 1は、約1,740mile(約2,784km)の区間で安全運転を行った場合と先急ぎ運転を行った場合の得失を示したものである⁽³⁴⁾。先急ぎ運転の方が2時間48分早く目的地に到着している。しかし、1,740mileを1人

表 1 旅行速度、平均速度、追い越し数、急ブレーキ回数、燃料消費量、及び、タイヤ摩耗度⁽³⁴⁾。

	安全運転	急ぎの運転	差
走行時間	47時間53分	45時間5分	2時間48分
平均時速	36mile/h	38mile/h	2mile/h
追越車両数	534台	898台	364台
急ブレーキ回数	7回	184回	177回
燃料消費量	222.7ℓ	277.2ℓ	54.5ℓ
タイヤ摩耗度	約1mm	約2mm	約1mm

で休みなく運転することはできない。そこで、例えば、その距離の1/10を走行したとすると、到着時間差はおよそ17分となる。一方、それと引き替えに、追い越しや、急ブレーキなどで高い緊張を強いられ、早く疲労し、走行効率を低下させるようになる。また、急ブレーキは事故の一部と見ることもできる。そのほか、燃料の消費、タイヤの摩耗などで失うものも多い。あるタクシー会社で、運転者たちの反対を押し切って、一般道路では60km/hを超過させないような強い管理がタコグラフを用いてなされた。これにより事故は半減した。一方、収入は20%ほど増加したという。急ぐ運転は、得ではないといえる⁽⁶⁾。

5.2 移動効率体験用シミュレータ⁽³³⁾

これまでの研究において、先急ぎ運転は効率的でないことを体験的に理解させると、多くの人が車間距離の大きな運転を行うようになった。そこで、移動効率を体験できるシミュレータを開発し、それによる指導を試みた。シミュレータは、福岡市のある区間の道路環境を再現できるようにした(距離:7.5km)。このシミュレータで、最高速度が40km/h、50km/h、60km/h、70km/hの3条件で走行させた(実際の道路の規制速度は50km/h)。走行する前に予測所要時間、体験後に体感所要時間を回答させた。目的地までの所要時間は、最高速度が高いほど短くなると回答する者がほとんどであった。しかし、現実には、最高速度が50km/h以上では、その差はごくわずかであった。むやみに高い速度で運転しても、期待するほどに到着時間は早く

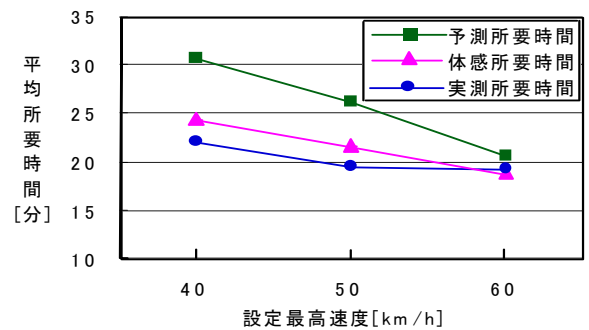


図 2 予測所要時間、体感所要時間、及び、実測所要時間⁽³³⁾。

はならないのである(図 2)。このような体験をさせ、路上で再度自動車を運転させた。体験前に比較し、体験後は、走行速度がやや低くなり、それに伴い、車間距離が有意に大きくなった(図 3)。このように、先急ぎ運転はそれほど効率的ではなく、また、強い緊張感や事故の可能性が高くなるなど、逆に失うものも多くなるということを体験し理解すると、多くが、むやみに急ぐことのない運転を積極的に行うようになる。

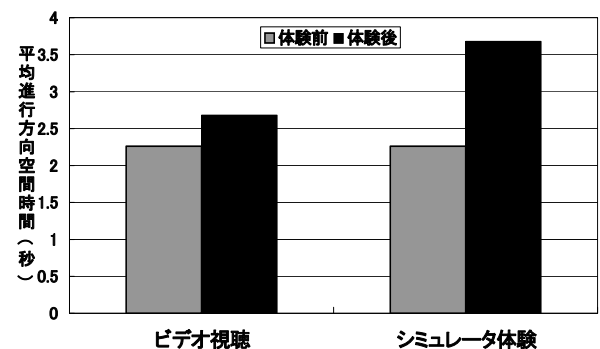


図 3 進行方向空間距離保持に関する教育効果の差⁽³³⁾

5.3 出会い頭の衝突事故の発生メカニズム⁽⁶⁾

出会い頭の衝突は、多くが信号のない交差点で発生している。ところで、福岡県内での調査によると、一時停止の規制のある交差点で、確実に停止した上で接近車輛などの確認を行っている車は約8%以下であり⁽⁶⁾、ほとんどが徐行しながらの確認であった(他県でも同様な状況であった)。ここで、安全確認時の速度を5km/h、運転者の認知・反応時間を1秒、制動時間を1秒としよう。また、交差点で他の車輛の確認を行える状況では車頭が交差道路に1mほど出ているとすると、車輛が完全に停止した時点では、車頭は3mほど道路に出ている計算となる。すなわち、接近車輛に気が付いて停止操作をしても、一車線をふさぐ状態で停止することになる。この場合、交差点から15mくらいの所を時速50kmくらいの速度で接近する車輛があると、その車両は車線をふさいでいる車輛との衝突を回避できない場合が発生する⁽³⁵⁾。

5.4 出会い頭の衝突事故の防止法⁽³⁵⁾

見通しのよくないところを安全に通過するためには、“相手車輛の停止距離<相手車の自車までの空間距離”の状態を交差点を通過する必要がある。そのためには、完全に停止した状態でその状態であるかを確認する必要がある。もし、自動車や自転車、人が間近に迫っている場合は、動かなければよいのである。

個人差や状況差はあるが、安全確認には少なくとも1秒程度以上の固視を必要とする。左右を2回以上確認すると4秒以上を要することとなる。したがって、安全であるかどうかを交差点で確認するためには4秒以上停止して、安全確認を行う必要がある。

確実に停止して安全の確認を行えるようにするには、まず、一時停止を省略しても到着時間は意味あるほどには短縮しないことを理解させるのが最も重要である。また、ほとんどの人が自分自身は一時停止しての安全確認を行っていると思っており⁽³⁶⁻³⁷⁾、意識と実際の挙動に差異のあることを認識出来るようにすることも必要である。

種々の指導を試みた結果⁽³⁶⁻³⁷⁾、次のような指導法が最も効果的であった。①まず、一時停止の標識のある交差点を複数含むコースを運転させ、その間の運転挙動をビデオ装置で録画する。②その次に、模範的な運転の仕方を示したビデオ教材⁽³⁵⁾を視聴させる。③次に、各人の運転状況を撮影したビデオを再生し、それと模範的運転との違いを確認させる(ほとんどの人が一時停止しての確認を行っていないことに気づく)。④また、人の先急ぎの衝突と交通事故や移動効率との関係について説いたビデオ作品⁽³⁸⁾も視聴させた。

このような方法によりほとんどの人が停止状態で安全確認をするようになった。しかし、単に一時停止の必要性を説いても、あるいは交差点の絵などを示し

て、どのような運転を行えばよいかを討論(危険予測訓練)させて、意識変容があっても、運転における効果的変容は多くは認められなかった⁽³⁹⁻⁴⁰⁾。

一時停止の上で安全確認を行う運転の指導・訓練用シミュレータを開発し、上記と同じように、口頭指示法、危険予測訓練法、自己挙動と模範運転との比較法について実験を行った。その結果、自己の挙動と模範的運転とを比較する方法において、同様に高い効果が得られた⁽³⁹⁻⁴⁰⁾。

6. 運転者の覚醒支援法

6.1 運転者の脳の活動水準推定・脳の活動水準低下防止システム

停止距離以上の大きさの空間を進行方向に自動的に保持するようにしておけば、衝突は発生しない。ただし、運転作業を自動化すると、運転者の脳の活動水準はそれに伴い低下しがちとなる。従って、自動化に当たっては、運転者支援における最適水準を明らかにしておく必要がある。

一方では、システムの監視を行えないほどに、或いは、適切な運転操作を行えないほどに、運転者の脳の活動水準の低下が予測される場合には、事前に、運転者の脳の活動水準を高める処置、或いは、運転制御そのものにシステムが直接関与することも必要となる。事故(衝突)防止のためには、環境変化に対応可能な、適切な脳の活動水準に運転者があるかの検出・評価法の開発が必要である。現在、この方法は、種々提案されているが、安定的に可能なものは未だ開発されていない。

6.2 運転者支援システム例⁽⁴¹⁾

図4は、出会い頭の衝突と追突防止のために開発された運転者支援システムである。本システムにおいては、車間距離、及び、道路の摩擦係数、速度、運転者の最大認知・反応時間による停止距離を測定・評価し、もし、衝突可能性があれば、運転者に警報を与えることが出来る。一時停止挙動の評価は、速度信号とGPS、デジタルマップにより行う。本システムにおいて、一時停止を行う必要のある交差点では、警報を出し、一時停止を促す。一時停止を行わない場合は、さらに警報を与える。

本システムによって、自己管理のできる人は警報によって適当な進行方向空間距離を保持して走行できるようになるであろう。また、一時停止しての安全確認も行うようになろう。しかし、自己管理のできない人も少なくはない。このような人には、他の人の支援が有効である。危険な状況では、移動(携帯電話)通信網をつかって、その状況を自動車から支援者に電送する。それをもとに、支援者は、通信網を経由して、口

頭でその状況を運転者に伝える。企業の場合は、支援者は安全運転管理者などが努めると、効果的と思われる。

本システムは、通信基盤としては既に構築済みの携帯電話網の使用が可能であり、また、単一の車両への装備でも機能する実用性の高いものである。

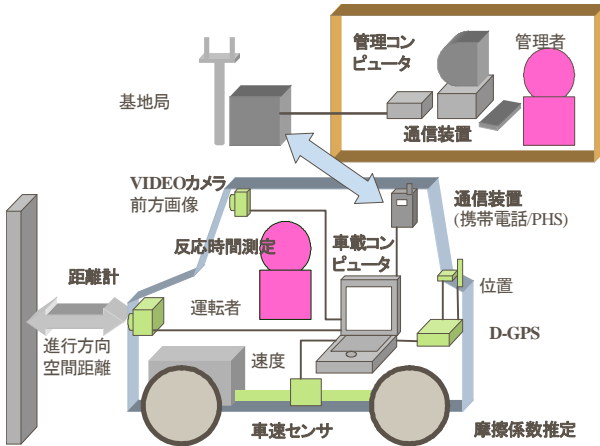


図4 安全運転支援システム(ASSIST)⁽⁴¹⁾

7. 通信機能付き携帯可能型情報システム

自動車に搭載されている情報システムが通信機能付きであれば、上記の安全運転支援と経路誘導情報、あるいは利便情報の獲得を行うことができる。たとえば、我々が自動車を運転する場合、特徴のある建物とかを目印に進路を変更する。自動車の進行度に応じて、それらの画像を通信機能により獲得し、表示できれば、より使いやすい経路誘導システムが構築されるであろう。また、走行後、システムを持ち出し、運転挙動の記録を観察することのより、運転者は走行上の問題点の認識をよりよく行えるであろう。

8. おわりに

コンピュータと各種センサ、通信システムがあれば、自動車利用時の安全管理や各種支援が可能となる。しかし、そのためには、まだ解明すべきことが多々あるといえる。安全運転支援システムに関しては、情報機器によるパタン認識能力の不十分さや機械装置の信頼性が完全ではないことから、自動車の運転操作の完全自動化は困難であるといえる。従って、現状では、部分的な運転支援システムを開発せざるを得ない。ただし、事故の発生メカニズムの解明が十分でないまま、安全運転支援システムの開発を進めても、出来上がったものの有用性は低いものになる可能性もある。

また、システムの誤動作や故障は無ではないので、人による監視が必要であるが、運転操作の自動化を進め、運転者の作業が少なくなると、運転者の脳の活動水準は低下しがちとなる。従って、運転者の脳の活動

水準が低くならない程度の作業は運転者に行わせる必要がある。あるいは、長距離運転における疲労を軽減するために運転支援を行う場合であれば、必要なときには運転者の脳の活動水準を高くできるような対処法の開発が必要といえる。

通信システムを通して、車外から運転支援を行う場合には、通信や通信内容に関しての安全性も高くする必要があり、運転者や支援者とシステムのインターフェースも問題となる。これらの領域で九州産業大学は大いに貢献できるのではないかと考えられる。自動車やITSの九州産業大学情報科学部と言われる状況の到来も夢ではないであろう。

◇ 参考文献 ◇

- [1] 日本ITS推進会議：ITS推進の指針，日本ITS推進会議（2004）。
- [2] 警察庁，通商産業省，運輸省，郵政省，建設省：高度交通システムに係わるシステムアーキテクチャ（1999）。
- [3] http://www.fhwa.dot.gov/rnt4u/init_its.htm(2004検索)。
- [4] 森田：ACCとそのセンサの今後の展開，第1回ITSシンポジウム2002，pp.125-129（2002）。
- [5] 浅沼，高橋，越智：ASV-2 安全技術（ホンダ先進安全技術の紹介），第1回ITSシンポジウム2002，pp.71-78（2002）。
- [6] 松永，志堂寺，合志，松永：交通事故防止の人間科学，ナカニシヤ出版（2002）。
- [7] 松永：KMモデルに基づく事故防止の研究，月刊自動車管理，第25巻第9号，pp.4-15（1998）。
- [8] 松永，原口，末永：自動車の運転事故者の認知応答時間の変動について，脳波と筋電図，pp.169-177（1986）。
- [9] 江上，太田，北村，長尾，安田，松永：静止した状態での対象までの距離と走行時の車間距離の評価，日本交通心理学会第50回大会発表論文集，pp.49-50（1994）。
- [10] Rockwell, T.: Skills, Judgment and Information, Acquisition in Driving, Human Factors in Highway Traffic Safety Research (T.W.Forbes ed.), John Wiley & Sons Inc., New York, pp.133-164 (1972)。
- [11] 松浦，菅原：高齢運転者の追従走行時の運転行動，科学警察研究所報告交通編，pp.23-29（1992）。
- [12] 牧下・松永：運転者の属性と車間距離の関係，IATSS review, Vol.26, No.1, pp.57-66 (2000)。
- [13] 国土交通省近畿運輸局ホームページ：セーフティ・キャンペーン，http://www.kkt.mlit.go.jp/anzen/campaign_files/3-2.html（2004年12月検索）。
- [14] 神奈川県警察ホームページ：高速道路安全運転5則，http://www.police.pref.kanagawa.jp/mes/mes_87010.htm（2004年12月検索）。
- [15] 三井住友海上系保険代理店ホームページ：安全運転のポイントNo.5，http://www.suninet.or.jp/usr/hase/public_html/jiko_03.03.htm（2004年12月検索）。
- [16] 三井住友海上系保険代理店ホームページ：8月の安全運

転のポイント, <http://www.dairitenhp.com/anzen/1408/anzen1408.htm> (2004年12月検索).

- [17] 日本自動車連盟: JAF MATE, 第36巻, 第7号, pp.22-23 (1998).
- [18] 松木, 志堂寺, 北村, 松永: 車頭空間保持特性についての研究, 九州大学大学院システム情報科学研究科報告, Vol.2, No.1, pp.71-74 (1997).
- [19] 谷田, 松永: ドライバの車間時間の知覚精度に関する研究, 交通心理学研究 (2005)(掲載予定).
- [20] 大前, 橋本, 菅本, 清水: 自動車の自動運転システム利用時における操舵制御異常に対するドライバ反応時間の評価. 自動車技術会2004年春季大会学術講演会前刷集 No.52-04, pp.11-16 (2004).
- [21] 国土交通省国土技術政策総合研究所: AHS実証実験(報告), <http://www.nilim.go.jp/hapanese/its/> (2004年12月検索).
- [22] 自動車安全運転センター: 運転を支援するシステムが運転行動に与える影響に関する調査研究, 平成14年度調査報告書 (2003).
- [23] 植田, 松永, 志堂寺, 松木: 運転支援システム使用時の認知・反応時間, 日本交通心理学会平成15年秋季(第68回)大会発表論文集, pp.59-60 (2003).
- [24] 狩野広之: 不注意とミスのはなし, 労働科学研究所, p.55 (1972).
- [25] 国土交通省国土技術政策総合研究所: 磁気マーカの検出精度, http://www.nilim.go.jp/japanese/its/fields/ahs/ahs6_3_4.htm (2004年12月検索).
- [26] 阿賀, 岡田: 事故データを元にしたVSCの有効性分析, 自動車技術, Vol.57, No.12, pp.76-80 (2003).
- [27] 増田, 見市, 磯村, 太田: レーントレースアシストによる運転負荷軽減効果の検討. 自動車技術, Vol.57, No.12, pp.91-95 (2003).
- [28] 成, 谷口, 波多野, 松島: 追従走行時のドライバの車間設定挙動, 自動車技術, Vol.57, NO.12, pp.28-33 (2003).
- [29] 丸山: ヒヤリハット体験—その原因と対策, 交通心理学会編, 安全運転の人間科学1, 事故はなぜ起こるか, 企業開発センター, p.230 (1982).
- [30] Varhelyi, A.: Dynamic speed adaptation based on information technology, Bulletin 142, University of Lund (1996).
- [31] Risser, R.: ISA-速度選択における心理学的問題の解決法, 交通心理学研究, Vol.19, NO.1, pp.30-35 (2003).
- [32] 松永, 江上, 志堂寺, 合志, 谷口: 実験等を踏まえた高齢運転者講習カリキュラム等の策定に関する調査研究, 交通安全対策振興助成研究報告書(一般研究), 佐川交通社会財団, Vol.13, pp.104-128 (1998).
- [33] 松木, 志堂寺, 松永: 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, 第3巻, 第1号, pp.49-52 (1998).
- [34] Cohen, J., & Preston, B.: Causes and Prevention of Road Accidents, London: Faber, p.65 (1968).
- [35] 松永, 江上: 安全運転の基礎科学②—交差点での運転学—(ビデオ作品), 南福岡自動車学校交通安全科学研究室 (1997).
- [36] 古賀, 江上, 松永, 志堂寺: 交差点における運転事故の発生メカニズムとその防止法に関する一考察, 日本交通心理学会第56回大会論文集 (1997).
- [37] 志堂寺, 松永, 谷口, 江上: 運転意識と一時停止状況の関係について, 日本交通心理学会第56回大会論文集 (1997).
- [38] 松永, 江上: 安全運転の基礎科学①—原始人が運転する自動車社会—(ビデオ作品), 南福岡自動車学校交通安全科学研究室 (1996).
- [39] 梅崎, 合志, 松木, 志堂寺, 松永: 交差点の運転挙動に関する自動車運転シミュレータの開発, 日本交通心理学会第57回大会論文集(1998).
- [40] 古賀, 江上, 松永, 志堂寺, 松木, 谷口: 高齢者の交通事故防止の方法について(2)—一時停止の指導法の比較—, 日本交通心理学会 第57回大会論文集 (1998).
- [41] 合志, 松永, 黒木, 志堂寺, 松木: 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—, 情報処理学会論文誌 第42巻, 第7号, pp.1754-1761(2001).

(本論文は, 自動車技術会2005年春学術大会フォーラム「ウェアラブルコンピュータ」で発表した内容に加筆したものである)