

人間生活工学

Journal of Human Life Engineering

■[発行] (社)人間生活工学研究センター

●特集

車社会の交通安全と人間生活工学

●投稿論文

複写機における音声ガイダンスの最適レベル

Number

2

Vol.8

通巻第28号

Apr./2007.4



特集	特集にあたって	1
	大阪工業大学 工学部生体医工学科 教授 大須賀 美恵子	
	人と車の交通安全	2
	香川大学 工学部 教授 土居 俊一	
	乗用車における安全運転支援システム	6
	(株) 本田技術研究所 四輪開発センター 主任研究員 浅沼 信吉	
	路車協調システムによる運転支援	10
	技術研究組合 走行支援道路システム開発機構 実用化推進部 担当部長 小谷野 正博	
	技術研究組合 走行支援道路システム開発機構 実用化推進部 部長 水谷 博之	
	ドライバー運転行動の把握に基づく運転支援	14
	(独) 産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門長 赤松 幹之	
	シニアドライバーの運転特性と安全教育	20
	東北工業大学 工学部 教授 太田 博雄	
	アルコールが車の運転に及ぼす影響	24
	警察庁 科学警察研究所 捜査支援研究室長 藤田 悟郎	
	ドライブレコーダの開発コンセプトと運用例	28
	(株) ホリバアイテック 開発部 部長 石倉 理有	
投稿論文	複写機における音声ガイダンスの最適レベル	32
	キヤノン(株) 品質技術開発センター 杉窪 利浩／園田 昭仁	
訪問	交通安全環境研究所	39
談話室	地域産業と人間生活工学(6)	42
	床座用・作業用座具の開発	
	徳島県立工業技術センター 生活科学課 専門研究員 中瀬 博幸	
	Information	44

特集にあたって

大須賀 美恵子 (おおすが みえこ)
大阪工業大学 工学部生体医工学科 教授
「人間生活工学」編集委員

通勤や買い物、趣味やレジャーなど、車が人間の生活に欠かせないものになって久しい。特に、小さい子どもがいる家庭や、足腰が弱ったお年寄りにとっては、車による移動手段の確保は、生活圏の拡大につながる。しかし、一方では、車に関連した痛ましい事故のニュースを見たり聞いたりしない日はほとんどない。明日は我が身、交通事故の加害者、被害者にならないとも限らず、交通安全は、身近で切実な課題である。この特集では、車（乗用車）とそれを運転する人（ドライバー）に焦点を当てて、交通安全をめざす取り組みを紹介する。道路交通システムについては、車の情報システムとのかかわりにおいて取り上げるが、道路形状や照明、信号・交通標識、歩行者の側の問題など、交通安全にかかわる広い分野を網羅することはできない。別の機会に改めて特集が組まれることが期待される。

はじめに、土居氏に総論として、人と車の交通安全の考え方と研究開発のテーマをまとめていただいた。この分野の流れをとらえ、未来を予測するのに役立つ濃い内容になっている。少々難解な用語に戸惑われるかもしれないが、ぜひがんばってお読みいただきたい。ドライバー、あるいはドライバーと車のかかわりに関する研究がいかに重要でクローズアップされてきているかがわかるだろう。

浅沼氏には、安全のために乗用車に装備される運転支援システムについて紹介いただいた。国土交通省の先進安全研究車（ASV : Advanced Safety Vehicle）のプロジェクトの成果で市販車に搭載された機能の例が示されている。運転支援情報の考え方をまちがうと、ドライバーが気をとられてかえって危険が生じることも考えられる。そうならないような人と車のインターフェースの考え方と具体案も示さ

れている。

次は、小谷野氏・水谷氏が、車だけではわからない情報を道路交通システムから得て、ドライバーに伝える「路車協調」について書いてくださった。国土交通省のAHS(Advanced cruise-assist Highway system) プロジェクトの一環として行われた首都高速での社会実験の結果がまとめられており、社会実験とはこのように行うのだということがよくわかる。

続けて、赤松氏が、ドライバ支援にはドライバーの運転行動の把握が必要だということを熱く語っている。さらに、ドライバーの運転行動が普段と違うときにだけ警報を出すシステムの試みが紹介されている。そういう警報なら（うるさくなく役に立ちそうで）ぜひほしいと思われるだろう。

次の2つは、ドライバ側の要因として、加齢とアルコール摂取を取り上げている。太田氏は、シニアドライバーに特徴的な問題をとりあげ、効果的な安全教育の方法について論じている。シニア世代には身につまされる話である。藤田氏は、少量でもアルコールの影響があり、酒に強くても関係がないことを力説している。飲酒運転は絶対にしないと改めて肝に銘じさせる内容である。

最後は、石倉氏によるドライブレコーダと運用例の紹介である。ドライブレコーダは、事故やヒヤリ・ハットのデータを収集して解析し対策を検討するために役立てる装置で、業務車両だけでなく、すべての車への搭載が義務付けられる日も遠くないかもしれない。

この特集のテーマにちなみ、「訪問」では、交通安全環境研究所を取り上げ、最先端のドライビングシミュレータや研究概要を紹介している。あわせてお読みいただきたい。

人と車の交通安全

土居 俊一 (どい しゅんいち)

香川大学 工学部 教授

1972年名古屋工業大学大学院修士課程修了。（株）豊田中央研究所へ入社、感性・人間行動部などを経て、2004年より現職。研究分野は機械振動・運動力学および人間機械系設計を中心に、予防安全・快適システムの研究など。日本機械学会、計測自動制御学会、自動車技術会などに所属。また現在、産官学連携「交通予防安全コンソーシアム」代表を務める。博士（工学）。

1.はじめに

人と車の交通安全には、走行する道路環境とハンドルを握って運転する人とその自動車の走る・曲がる・止まるといった運動性能とが相互に関連し、交通の3要素と呼ばれている。交通事故は何らかの理由でこれらの調和が不適当となった場合に発生する。

ここで、車両の安全は、図1に示すように事故発生後の事態に備え、事故による被害を最小限に抑える衝突安全（パッシブセイフティ）と事故の発生を未然に防ぐためのアクティブセイフティ（予防安全）とに分けられる。そして予防安全には、衝突寸前に事故回避する技術や運転者に警告を与えた注意を導く事故予防技術と呼ばれるものもある。これらの運転や走行支援技術の構築には、運転時の認知・判断・操作に関連する人間特性の理解が不可欠となっている。また、ITS（高度道路交通システム）開発を背景に、図2に示すように事故予防技術（プリクラッシュセイフティ）と新たな車載情報システムの導入とともに走行支援（インフォーマティブセイフティ）がインターフェイス設計に欠くべからざるものとなっている。

ここでは、これまでの技術の進歩を述べるとともに、課題を抽出し将来の技術開発に向けての研究テーマの提案を行う。

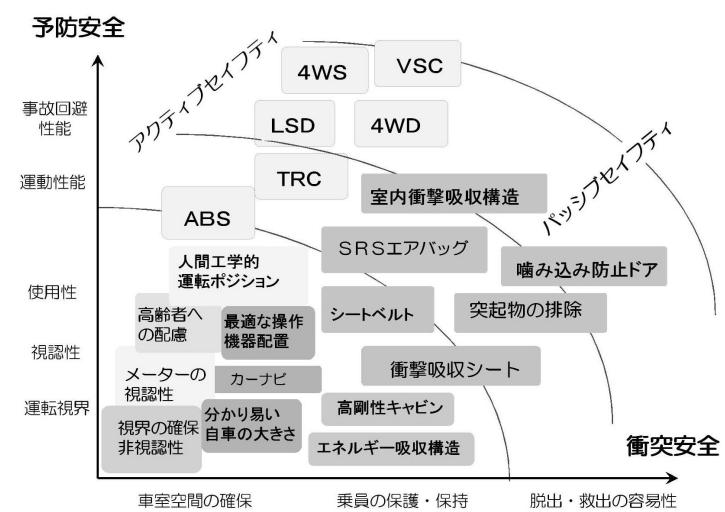


図1 パッシブセイフティとアクティブセイフティ

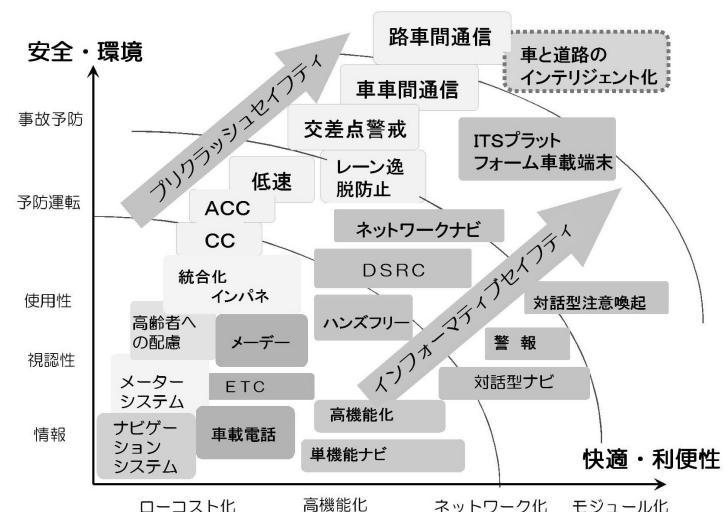


図2 事故予防と走行支援システムの技術動向

2. 運転支援システムと人間特性研究

ドライバの運転行動は、天候や車の混み具合などの環境や交通状況を踏まえて、まず前方の安全確認から始まり、次いで加速や操舵あるいは減速のような行動選択がなされ、時々刻々変化する外界と車両の変化をもとに操作が実行される。したがって、運転支援のためのドライバ特性の検討領域は非常に広く、認知・判断・操作の運転行動プロセスに応じた多面的な技術開発が進められている。そして、その展開にあってはまず現象を計測し解析し理解を深め、さらに予防安全技術に適用されなくてはならない。

ドライバの認知・知覚プロセスでの行動分析は、事故予防のための視覚認知支援に関連して、道路環境の情報や先行車両の位置や速度などの情報支援および車載情報提示装置等を目標とするものである。次に、意思決定や反応選択を含む判断プロセスの特性は、ドライバの心理的な負担や注意の散逸（ディストラクション）や意識低下などの運転パフォーマンスとの関連が重要となり、状況判断（シチュエーションアウェアネス）や危険度判断支援のためのドライバへの注意喚起や警報によるサポートシステムの設計が目標となる。ここでは、ユーザの個性化、多様化に備え、いわゆるヒューマンエラーを防止し、車両の情報化に伴う情報処理負荷のリスクマネジメントや安全走行のための運転教育のあり方までターゲットにする必要がある。

さらに、運転行動特性として最も直接的な運転操作・実行プロセスの特性分析の結果は操作行動データベースとして整備され、例えば特定の装置の操作性を計測・解析しそれをもとに新型システムへの展開を行う様に活用される例も多い。これらは、運転操作機器や運転支援装置が代表的である。一方、これらの特性分析の共通課題としては、まず計測についてはリアルタイム性や負担の少ない非侵襲な計測であること、また解析法については行動の文脈を理解し構造化して一般化するモデルの構築法、さらにはシステムへの適用にあってはシステムへの過信や過信による注意散漫などへの対処法などが挙げられる。

発展途上の技術開発動向を基に、近未来における技術課題と先端の研究動向を調べると、まずITSの本格化とともに更なる社会の情報化が進展し、何時でも何処でも情報が入手できるという社会にあってより安全で利便な運転環境が必要とされてくる。そ

して、これらの要請に適合した自動車がますます必要となってくる。

ここで、人間・自動車・環境の三つの視点から観た運転支援システム構築の課題としては、図3に示すように（1）ドライバの認知や判断の特性把握、（2）交通環境と運転心理の関連性やリスクマネジメント、（3）運転行動と支援システムのインターフェイスの在り方、および（4）情報処理工学を含む”ヒューマンエラー防止”からの解決策などが挙げられる^{1)～4)}。

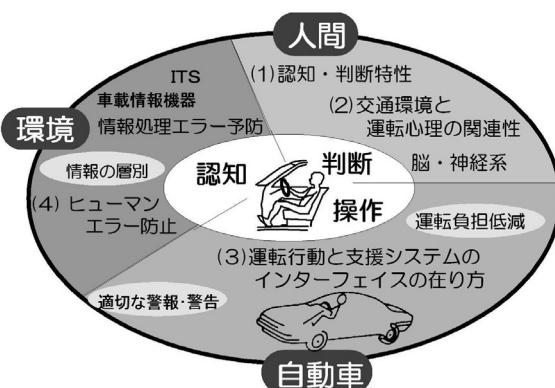


図3 運転支援システムの技術課題

3. 具体的な取り組み例から観た現状技術

1) 操作行動特性を用いた車両運動制御

車両の予防安全装置の開発においては、ドライバの操作行動パターンをはじめ緊急時の回避操作行動や若年から高齢者あるいは小柄な人から体格の大きい人までの個人差を含めた広範囲の運転特性が評価される。そして、その膨大な行動特性のデータを基に、例えば運動制御のパラメータや閾値などが設定されている。すなわち、一般から緊急時の運転操作、例えば制動動作や操舵操作のいわゆる行動モデルを構築しドライバと車両運動を人間・自動車系システムと見做し制御系の設計を行う。ここでは、入力として走行を想定する道路形状や想定するドライバの属性を考え、ドライバの操作特性と車両運動を一体化したモデルを解き、操舵系に能動的な付加入力を与える場合の運動安定化制御などを設計した例などがある。

2) 認知・知覚特性による運転支援

図4に、産官学連携「交通予防安全コンソーシアム」での事例として、認知・知覚特性を考慮した運転支援の基礎技術構築に関するテーママップを示す⁵⁾。ここでは、人間の認知や知覚のメカニズムの理解が対象となり、認知・知覚機構解明型アプローチに加え、特性記述によるモデルベースドなアプローチが必要となる。この例として、人間の振動知覚機構を基にした車両運動の快適性評価やシステム設計がある。これには、振動に対する感受性を調べ、複合振動の大きさのみならず位相差によっても体感が異なることを見出し、これを基に車両の前後輪懸架系の特性設定が容易となった事例などが挙げられる⁶⁾。

3) 意思/反応選択などの判断特性からの展開

このプロセスにおける心理的な評価は最も難解でかつ計測法が複雑である。すなわち、判断支援という立場からドライバへのサポートをどうすべきか、またドライバの判断を促す時期やタイミングあるいは余裕時間などに関連するので、その個人差はどう対処するかが課題である。さらに、ドライバへの情報に対する安全性評価や運転支援の主運転行動に及ぼす影響評価、インフラ構築においても重要な評価

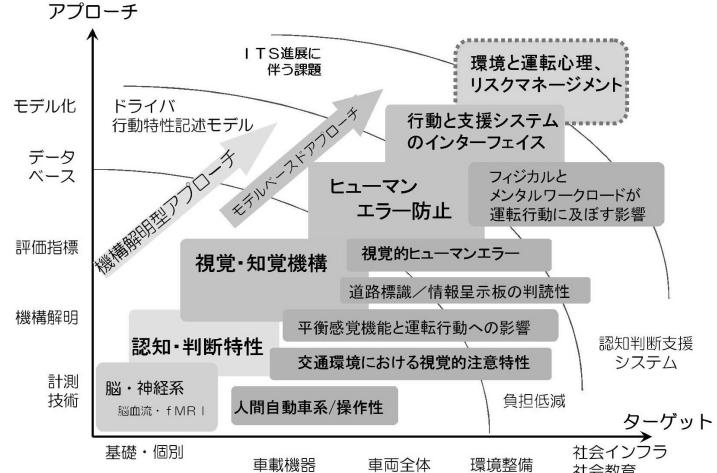


図4 認知・知覚特性からの運転支援システム技術

基準を求められる評価である。

4. 運転支援システムと人間特性研究テーマ

以上述べたように、ドライバの運転行動特性の検討領域は非常に広い。ここでは、現状技術の状況を踏まえて、図5に示すように将来の予防安全技術開発に向けての研究テーママップを提案する。すなわち、運転支援システムの開発から観た人間特性に関する研究課題を整理すると、安全・利便・情報の関わりをもとにした多くの人間状態解析が必要となる。

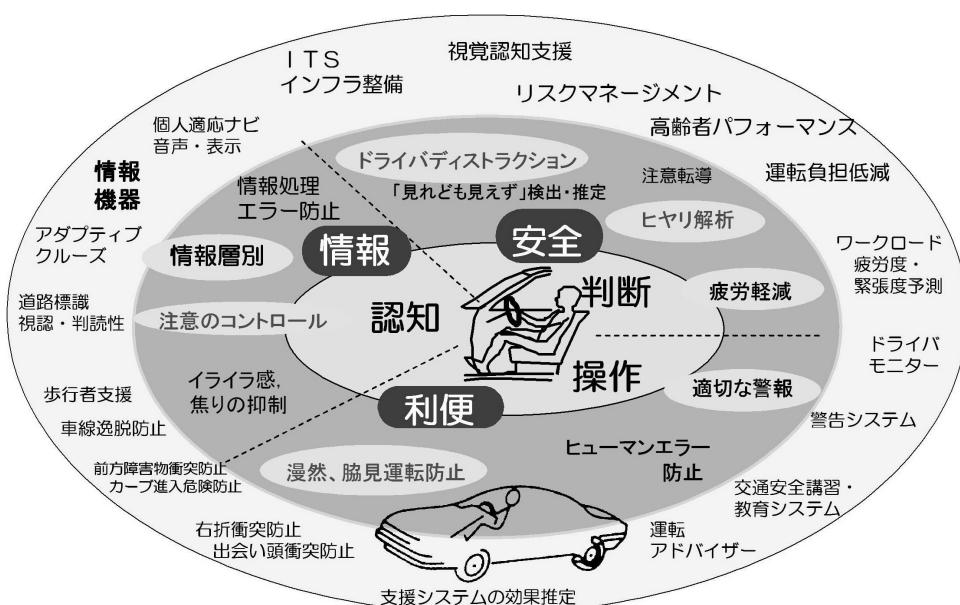


図5 運転支援システムと人間特性研究テーマ

5. 人と車の役割分担と支援システム設計

つぎに、ドライバ特性を踏まえた支援システムの設計の将来像について考える。すなわち、図6に示すように、横軸左から(A) ドライバ支援、エラー防止、自律型支援、個人適合、そしてシステム介入支援、インフラ協調を経て、究極の(B) 走行支援システムにいたる開発の流れと、縦軸にシステムづくりの視点を(a) システム化・自動化、(b) 人間にプライオリティ付与、に分類すると、A,B,aおよびbでマトリックス化した領域での課題が見えてくる。

ここで、(A-a) 領域では、ドライバと支援装置の接点において問題となるヒトの受容性（システムへの信頼感や注意散漫度合い）を、また(B-a) 領域では、システムの市場（社会）への受容性を高めるための課題が明確となる。さらに、これらは(A-b) 領域でのパッシブな設計からのアプローチに加えてドライバ特性を踏まえたアクティブ設計が必要となることを示している。すなわち、ドライバ特性解析にもとづくABS(Anti-lock Brake System)やBA(Brake Assist)やDYC(横滑り防止制御: Direct Yaw-moment Control)などはいわば技術の積み重ねから実現されたのに対し、人間特性をアクティブに活用した製品はまだ少ない。そして、これらの課題を克服するためには、人間の認知や知覚の機構をはじめ運転心理からのアプローチが依然として重要であり、さらに行動の原点である脳・神経系のメカニズムにも目を向けることが望まれる。

一方、ITSの本格化とともに高度な情報化が進展し、何時でも何処でも情報が入手できるユビキタス社会を迎えつつあり、今後とも(B-b) 領域での情報の質・量およびその処理能力が調和を維持するインターフェイスや運転環境が必要となる。すなわち、ドライバへの走行支援が本来の注意機能を保ち常に安全を維持するとともに、システムの快適性・利便性を追求することが重要となる。

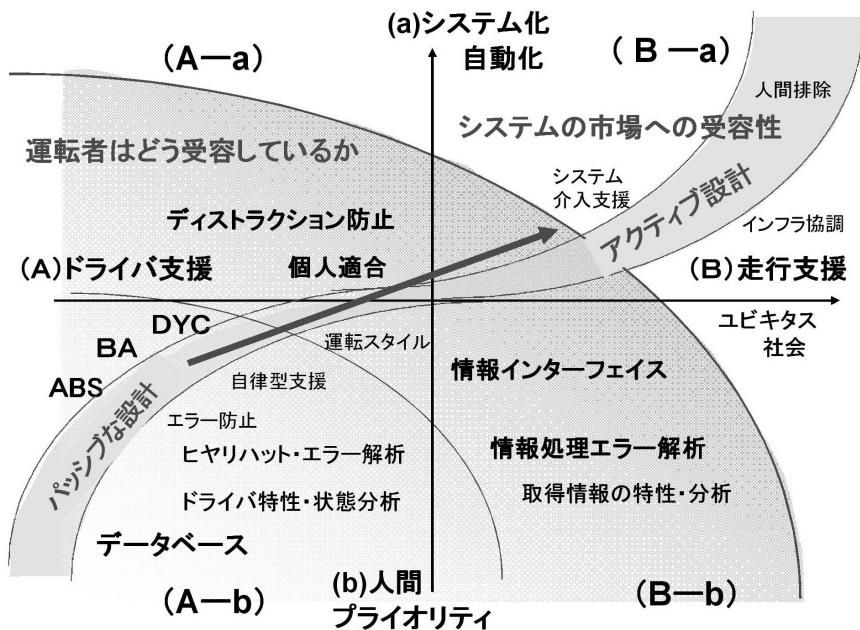


図6 ドライバ特性を踏まえた支援システム設計

これらの課題に対応するには、前述のように、1)複合的因子が絡まる複雑な特性の成り立ちや機構を解明して、そのメカニズムから多面的な行動分析を行うこと、さらに、2) 同時発生的な行動要素の解析力を高め、重畳する効果を分析する手法を開発する必要がある。これらを念頭においた広い視野にたった研究の更なる進展に期待したい。

●参考文献

- 1) S.Do: "Advanced Driving Behavioral Analysis and Application for Future Active Safety", Review of Automotive Engineering, Vol.28, No.1, 3-9, 2007
- 2) 天野也寸志ほか: 運転行動予測による運転支援システムの構築、日本機械学会論文集(C編), Vol.70, No.698, 2932-2939, 2004
- 3) 自動車技術会 先進運転支援システム効果予測技術検討委員会: 効果予測評価体系の開発フォーラム「モデルベースの評価法」、2005年春季大会、2005
- 4) 大桑政幸ほか: ドライバの視聴覚認知に伴う負担度評価、計測自動制御学会論文集, Vol.36, No.12, 1079-1085, 2000
- 5) 和田隆広ほか: 予防安全のためのヒューマンファクター解析、計測と制御, Vol.45, No.8, 667-734, 2006
- 6) K.Kushiro, E.Yasuda, S.Do: "An Analysis of Pitch and Bounce Motion Requiring High Performance of Ride Comfort", Proc. of The 18th IAVSD Symposium, 2003

乗用車における安全運転支援システム

浅沼 信吉 (あさぬま のぶよし)

(株) 本田技術研究所 四輪開発センター 主任研究員

おもに、車両予知・予防安全技術の開発全般に従事する。

1. はじめに：市販されたシステム例の紹介

近年、ITS（高度道路交通システム）に関する研究が盛んにおこなわれるようになった。その中でもクルマに関する技術は注目されており、とりわけ安全性に対する要望、関心がますます高まってきた。つまり、クルマに乗っている人、他の車両の乗員および歩行者を含めたすべての人の安全を追及すべく、事故の未然防止や衝突被害を軽減するための「知能化技術」が求められている。これらの成果は運転支援システムとして市販車の一部に適用されてきた。**図1**に先進安全研究車 (Honda ASV-3)¹⁾ の運転支援システムの配置例を示す。

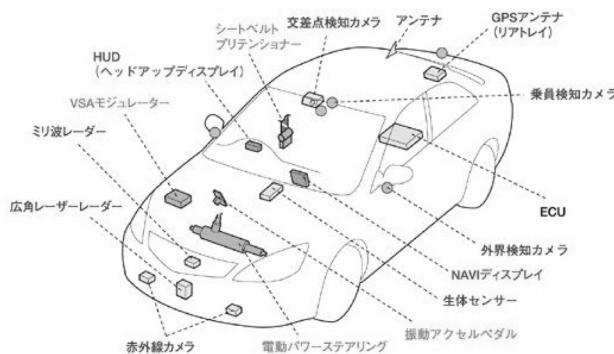


図1 Honda ASV-3の運転支援システムの配置例¹⁾

次節では、上記運転支援システムの代表例について紹介をおこなう。

1.1 車線維持支援システム (LKAS)²⁾

LKASとは、高速道路走行時における車線維持のためのステアリング操作を支援することをねらいとするシステムである。

フロントウインドウ上部の室内側に設置されたCMOSカメラがとらえたレーンマーカーの画像から車線を認識し、その車線内での走行を維持するよう電動パワーステアリング (EPS) に必要なトルクを発生させドライバーの運転操作を支援する。

また、車線から逸脱する可能性がある場合、音声と表示によりドライバーに注意をうながす。

車線変更時には、ドライバーのワインカー操作によりアシストを中止し、車線変更を終えた時点でアシストを再開する。さらに、手放し運転と判断した場合、警報を発し、アシストを中止する等の対応がなされている。図2にシステムの動作イメージを示す。

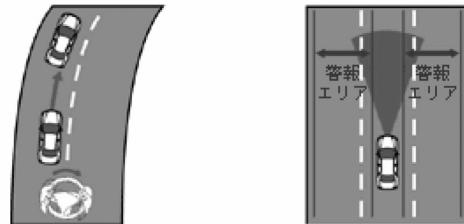


図2 LKASの動作イメージ²⁾

1.2 ナイトビジョン (NVS)³⁾

NVSとは、夜間走行時に視認しづらい前方歩行者や横断してくる歩行者を検出し、音声と表示でドライバーに注意喚起をうながすことをねらいとするシステムである。

図1で示したフロントバンパ一部に搭載した遠赤外線カメラにて検知対象（前方歩行者）をステレオ視し（図3、①）、左右のカメラでとらえた対象の視差から対象までの距離を算出する（同、②）。この算出結果より検知対象の相対的な位置や動きを判断し、形状判定と統合して歩行者であることを特定、注意喚起の対象として抽出する。

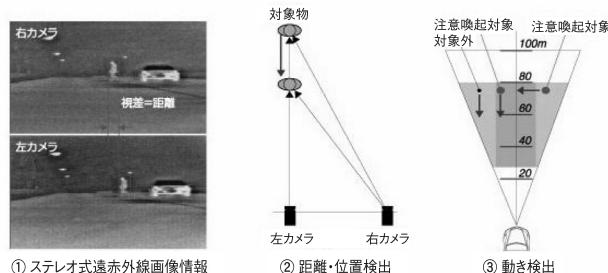


図3 ナイトビジョンの動作原理³⁾

赤外線カメラによる映像は、熱源対象物を白いシルエットとして映し出し、上記の抽出結果より歩行者として特定し、なつかつ自車の進路上に存在もしくは進路には入ろうとしている対象（同、③）を車載表示装置上にて橙色枠の強調表示をおこない（図4）、同時に警報音を発してドライバーの注意を喚起する。



図4 車載表示装置での表示例³⁾

1.3 追突被害軽減ブレーキシステム (CMBS)⁴⁾

CMBSとは、追突の危険性をドライバーに気づかせ、衝突被害を軽減することをねらいとするシステムである。

まず、走行中にミリ波レーダーにより前走車を検知、前走車へ接近し追突のおそれがあるとシステムが判断した場合、音声と表示で警報を発する（図5、①）。

次に、さらに接近した場合、システムで軽いブレーキをかけ、運転席シートベルトの弱い引き込みをおこなうことで体感警報を与える（同、②）。

最後に、追突の回避が困難と判断した場合、システムで強いブレーキをかけ、運転席および助手席シートベルトの強い引き込みをおこなうことで衝突による衝撃・被害を軽減する（同、③）。

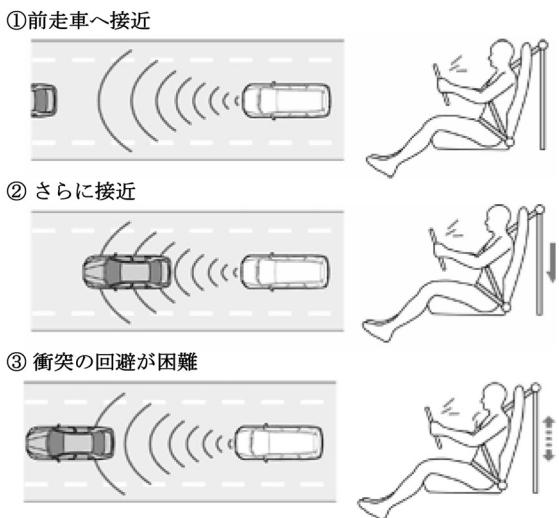


図5 CMBSの動作イメージ⁴⁾

2. 運転支援システムの考え方

運転支援システムの代表的な考え方として、運転の負荷軽減、運転時の安心感の向上および万一の事故時における衝突被害の軽減をねらいとしている。

これらのねらいからもたらされるドライバーへの具体的なメリットとしては、以下の3点があげられる。

① 運転の負荷軽減

運転操作の一部をシステムが支援することでドライバーの運転負荷が軽減される（フィジカルおよびメンタル面双方の負荷軽減）。

- ・例：LKASでの車線維持の運転操作

② 運転時の安心感の向上

ドライバーの知覚では認知が難しい事象を正確に捕捉し、警報を発することで運転時の安心感が向上する（視認しづらい事象の早期発見）。

- ・例：NVSでの夜間時の前方歩行者認識

③ 衝突被害軽減

前走車への衝突が不可避の場合、システムが介入して制動力を発生させ、衝突速度を低くすることで衝撃エネルギーを小さくする（衝突時における被害軽減）。

- ・例：CMBSでの自動ブレーキ

3. ヒューマンマシンインターフェースの考え方

ヒューマンマシンインターフェース (HMI) とは、ドライバーが各車載システムの発するさまざまな情報や警報を受取ったり、反対にドライバーがシステム側に自らの意思を伝えたりする際に、その媒体となる機能もしくは装置を指す。身近な例として、速度計やカーナビゲーションの画面・操作パネルがあげられる。

運転支援システムにおけるHMI技術に求められる機能要件として、とりわけ2章で述べた運転の負荷軽減および運転時の安心感の向上に寄与することが不可欠である。具体的には、以下の3点があげられる。

① ドライバーに誤解なく情報が伝わること

明らかにそれとわかる一意的な警報メッセージ等がドライバーに伝達されなければならない。

② ドライバーに情報が素早く伝わること

警報メッセージ等がリアルタイムにドライバーに伝達されるように工夫されていなければならない。

③ドライバーの感覚と違和感がないこと

警報メッセージ等に対応した運転操作（例えば、ブレーキ操作による衝突回避等）に素早く移行できるように工夫されていなければならない。

以上の要件から、音声や表示による従来型のHMI技術をさらに改良、進化させることだけでなく、触覚に訴える新たなHMI技術の研究、開発もおこなってきた。

以下に、1章で紹介した運転支援システムに搭載された各HMI技術のねらいについて述べる。

3.1 トルク反力ステアリング

LKASにおける車線維持支援をおこなう場合において、従来型の表示装置、すなわち音声や表示を用いたHMI技術（以下「従来型のHMI技術」という）で対応させたのでは、例えば「右にすこしハンドルをきってください」「次は左方向です」などという内容的にタイミング的にも違和感のかたまりのような情報となり、ドライバーを正しく所期の運転操作に誘導することが困難であるばかりか、かえってドライバーを困惑させることも懸念される。

そこで、車両制御技術を用いてEPSに誘導させたい方向に力を発生（以下「トルク反力」という）させることにより、ドライバーの手のひらをダイレクトに刺激し、そのメッセージ性とリアルタイム性を高めることができた。図6に動作イメージを示す。

最近の研究では、「車車間通信」⁵⁾を用いた運転支援システムにも適用例がみられる。それによれば、車車間通信で相互の車両位置がわかることから、追い越し時の正面衝突事故防止するためのHMI技術としてトルク反力ステアリングを応用したことが報告されている⁶⁾。

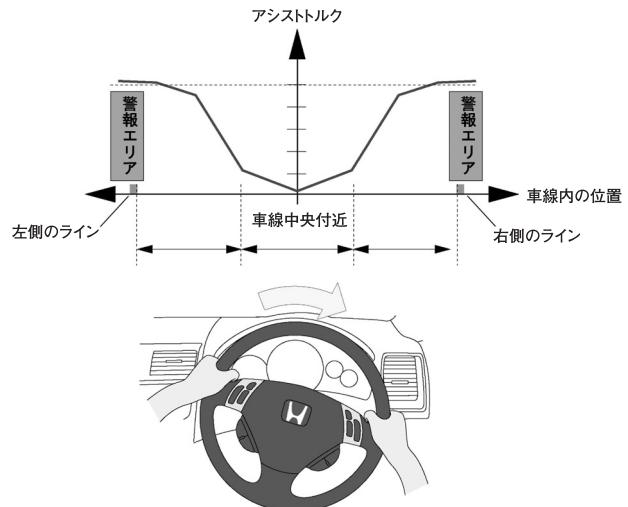


図6 トルク反力ステアリングの動作イメージ

3.2 ヘッドアップ式表示装置 (HUD)

メーターパネルやセンターコンソール等に設置された従来型の表示装置とは異なり、図7に示すようにNVSで採用したHUDは、メーターバイザー上に配置できることが特長のひとつとなっている。これにより、視線の移動量をドライバーは最小限に抑えることができるため、目視による前方視界とHUDの映像の関係をリンクさせやすくなり、前方歩行者の早期発見に役立つ。



図7 HUDの配置と表示イメージ³⁾

3.3 体感ブレーキ警報

追突事故の主要因として、ドライバーの「うっかり」「ぼんやり」等の認知や判断のミスが発端となることが知られている⁷⁾。これらのヒューマンエラーを従来型のHMI技術だけでカバーするには、警報メッセージの発信からドライバーのブレーキ操作にいたるまでの反応時間(空走距離)が問題となる⁸⁾。

そこで、車両制御技術を用いてシステム側で体感ブレーキ警報をおこなうことにより、車体の挙動変化をドライバーに体感させて追突の危険性を素早く伝えることが可能となった。図8に動作イメージを示す。

最近の研究では、近年の外界センシング技術の進化にともない、広角レーダーと組み合せることにより十字路や側道などから飛び出してくる車両との出会い頭事故に対応させる運転支援システムにおいて、体感ブレーキ警報をHMI技術として応用したことが報告されている⁹⁾。



図8 体感ブレーキ警報の動作イメージ⁴⁾

4. おわりに：普及に対する取組み

本稿で述べた運転支援システムは、例えば、運転の負荷軽減というねらいのひとつを取ってみても、ドライバーが感じるメリットや利便性は小さいものとはいえない。よって、これらのシステムの普及のためには、車両へのさらなる搭載性の向上をはかり、かつ受け入れやすい価格という面でのコスト努力が必要と考える。

●参考文献

- 1) 本田技研工業ホームページ、先進安全研究車「Honda ASV-3」を完成
<http://www.honda.co.jp/news/2005/4050902.html>
- 2) 本田技研工業ホームページ、車線維持支援機能（LKAS）
<http://www.honda.co.jp/tech/auto/Information/hids/index.html>
- 3) 本田技研工業ホームページ、ナイトビジョン
<http://www.honda.co.jp/tech/auto/safety/nightvision/index.html>
- 4) 本田技研工業ホームページ、
追突被害軽減ブレーキ（CMBS）
<http://www.honda.co.jp/tech/auto/cmbs/index.html>
<http://www.honda.co.jp/ODYSSEY/safety/index.html>
- 5) 国土交通省先進安全自動車（ASV）推進検討会
パンフレット「先進安全自動車（ASV）情報交換型運転支援システム」、2005
- 6) Kaseyama H., et al., : Experimental evaluation of the human machine interface for collision avoidance support system in Honda Advanced Safety Vehicle-3 (ASV-3), The 13th ITS World Congress, London, U.K., Oct. 2006
- 7) 国土交通省ASV推進検討会パンフレット「先進安全自動車第3期（平成13年度～17年度）」、2002
- 8) 間下、古川ほか：体感ブレーキ警報による停止操作支援システムの実験評価、自動車技術会論文集、Vol.33、No. 3、p.139-144、2002
- 9) 加世山、浅沼ほか：Honda ASV-3の紹介（乗用車）、Honda R&D Technical Review Vol.18, No. 2, 2006

路車協調システムによる運転支援

小谷野 正博 (こやの まさひろ)

技術研究組合 走行支援道路システム開発機構 実用化推進部 担当部長

1973年 富士通株式会社入社 2005年6月 現職

水谷 博之 (みずたに ひろゆき)

技術研究組合 走行支援道路システム開発機構 実用化推進部 部長

1973年 株式会社東芝入社 1998年7月 現職

1. はじめに

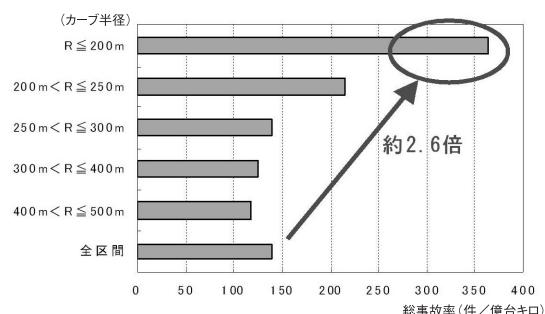
次世代道路サービス提供を目指すスマートウェイ技術を活かした AHS (Advanced cruise-assist Highway Systems) は、地域、箇所の特性に応じて道路と車が連携し（路車協調）、センサーヤや路車間通信などのIT技術を用いて、安全運転支援情報を車載器からドライバーに提供・注意喚起することで、交通事故や渋滞の削減を目指している。

AHSに関する研究は、国土交通省 国土技術政策総合研究所の委託で技術研究組合 走行支援道路システム開発機構が行っている。その代表的なサービスとして、カーブなどの見通しの悪い箇所で車からは検出困難な停止車両などを検出し、衝突事故を防止する「前方障害物情報提供サービス」がある。既に首都高速4号新宿線の参宮橋付近で2005年3月から長期間の社会実験が実施され、このサービスの有効性が確認されている。

以下、このサービスを紹介することで、「路車協調とAHS」の理解に役立ててもらうこととする。

2. 路車協調システムの必要性

日本の都市高速道路では、半径200m以下のカーブの事故率は平均の2.6倍となっている（図1）。そのような箇所は全国で470箇所あり、事故による損失額は年間100億円と推計されている。特に首都高速道路では、事故多発カーブ（全延長の6%）に事故の21%が集中しており、事故削減対策が求められている。



出典：首都高速、阪神高速、名古屋高速、福岡北九州高速における交通事故データ、道路線形データより国土交通省国土技術政策総合研究所で算定
(交通事故データは首都高速のみ99~01年度、他の3高速は00~02年度)

図1 都市高速道路における曲線半径別の事故率

このことは、既存対策に加え、発見の遅れや判断の誤りといったヒューマンエラー（図2）に着目し、事前に道路の状況をドライバーに提供するといった対策を講じていくことが有効であるといえる。

一方、自動車メーカーはこれまで、車自身の安全技術を強化するASV (Advanced Safety vehicle : 先進安全自動車) の開発と、その技術の応用に取り組んできた。その結果、車の単独事故などの低減では一定の効果が得られた。

しかし、自動車メーカーが開発に力を注いでいる車間感知レーダも急カーブ区間 ($R \leq 250\text{m}$) では車両単独での前方の道路の状況の検知は困難である（図3）。そこで道路側からの支援、いわゆる「路車協調システム」が不可欠となっている。

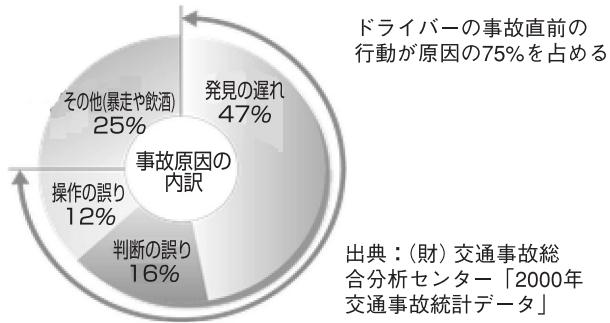


図2 死亡事故原因の多くはドライバーの事故直前の行動に起因



図5 社会実験での提供サービス概要

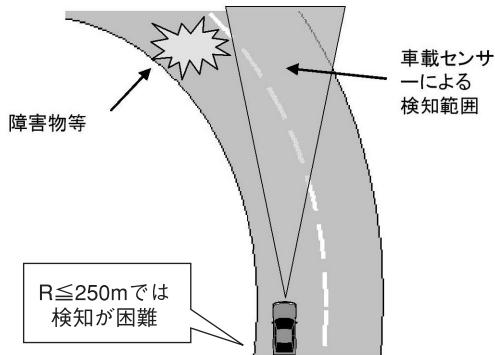


図3 急カーブ区間における車両単独での前方障害物の発見の困難さ

3. 一般車両を対象とした社会実験の概要

2005年3月1日から、現在普及している3メディアVICS対応カーナビ^(注1)を活用して安全走行支援情報を一般車両に提供する「前方障害物情報提供サービス」の社会実験を実施している。社会実験実施箇所及び提供サービスの概要を図4、5に示す。



図4 社会実験実施箇所

(注1) 3メディアVICS対応カーナビとは、VICS情報の伝達方式である、電波ビーコン、光ビーコン、FM多重放送のいずれの情報も受信出来るカーナビを言う。

4. ドライビングシミュレータによる事前検証

今回のサービスでは、AHS画像処理センサーが検知した前方の停止車、低速車、渋滞のすべての事象について、「この先渋滞、注意」の文言を含む渋滞末尾をイメージした簡易図形と喚起音でカーナビに情報提供する方法を提案した。これは、カーナビによる情報提供の方が、表示板による情報提供に比べて、反応するドライバーが多い（カーナビに反応するドライバー9割に対して、表示板に反応するドライバーは5割）ことによるものだ。（国土技術政策総合研究所提供資料から）。そこで情報提供の有効性・受容性・安全性の確認をドライビングシミュレータ（図6）により行った。



図6 ドライビングシミュレーターによる事前検証の様子（慶應大学川嶋研究所）

これらにより、VICS対応カーナビを用いた簡易図形と喚起音による情報提供は、ドライバーが気づきやすく、また、視認行動やドライバーの理解、情

報確認後の行動内容・走行挙動の面でドライバーに与える悪影響は見られないことが分かった。

図7に、実際のカーナビへの情報提供の様子を示す。



図7 3メディアVICS対応カーナビに表示される安全走行支援情報

5. 社会実験によるサービス有効性の確認

サービスの有効性を計測するためには、導入前後の事故発生件数を比較するマクロ的な分析がある。そのためには長期間の事故データの蓄積が必要となる。これに対し、AHS画像処理センサーがとらえた車両1台1台の挙動を分析（図8）することで効果を短期間で評価するミクロ的な分析がある。



図8 AHS画像処理センサーの処理画面（赤外画像処理センサーの例）

5.1 分析結果

過去4年間の年度単位の事故発生状況推移（図9）を見てみると、サービス対象事故（追突事故+前方障害起因の二次事故^(注2)含む）が、H17年度の1年間では7件と大幅に減少している。まさに、この「前方障害物情報提供サービス」が事故削減を狙うところの事故種別である。

(注2)当該区間内で、最初に発生した事故(一次事故)から60分以内(首都高の事故処理平均時間)に発生した事故を二次事故という

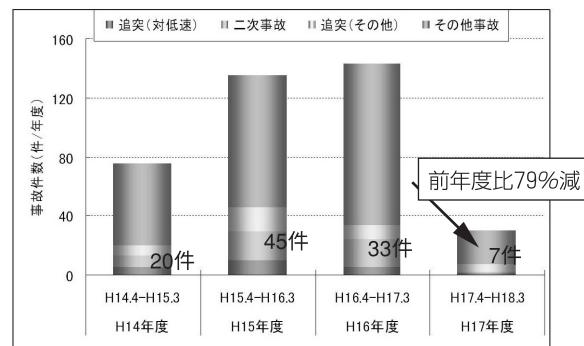
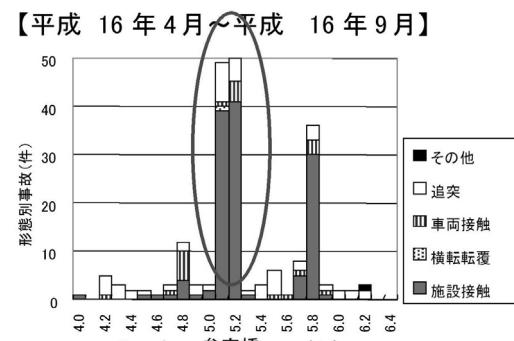


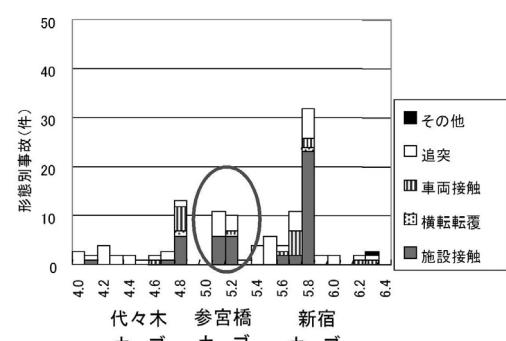
図9 過去4年間の年度単位の事故発生状況推移

4号線類似カーブの事故発生状況（事故種別別）

（図10）を見てみると、4号上り類似急カーブ（代々木、新宿）に比べ、参宮橋カーブはH17年に際だつて減少しており、交通安全対策の効果が現れていると考えられる。



【平成16年4月～平成16年9月】



【平成17年4月～平成17年9月】

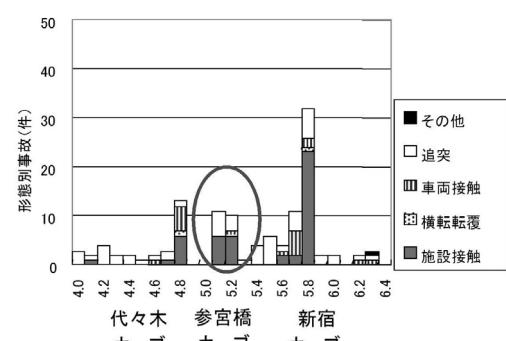


図10 4号線類似カーブの事故発生状況（事故種別別）

但し、この区間において道路管理者は業務として、以下の様な各種交通安全対策を実施しており、その効果も相乗していると考えられる。

- ① 大型図形注意喚起板レイアウト変更
- ② 高輝度レーンマーク

- ③自発光型注意喚起板
- ④高機能舗装（表層）打ち替え
- ⑤薄層舗装（赤帯線）をカラー舗装（全面カラー）
- ⑥鋼製ジョイントに滑り止め加工を実施

5.2 交通流の観測の結果

AHS画像処理センサーの検出データを活用して、前方に障害物があるときの車両のカーブ区間での急減速発生頻度、および、カーブ進入速度を測定した（図11）

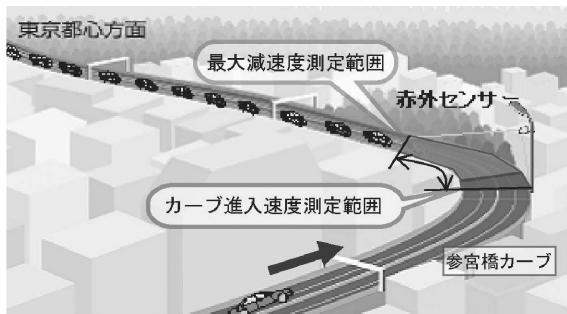


図11 最大減速度及びカーブ進入速度の測定位置

分析結果では、前方の障害物の情報を直前で提供するサービスにより、カーブ区間での急減速や高速でのカーブ進入速度等のヒヤリ・ハットと考えられる挙動がVICSサービス時で9%～14%減少することが分かった。3メディアVICS対応カーナビ搭載車両の混入率が10%での効果であり、後続車両への良い影響が含まれていると考えられ、今後、一層のカーナビの普及で、更に効果が向上すると考えられる。

5.3 ドライバーからの意見収集による満足度評価

一般的のドライバーから事前に実験モニターを募集し、このカーブ区間を走行した時の意見をアンケートにより収集し満足度を評価した。

意見収集の結果、ドライバーは、情報を受けた際には注意やゆるく減速するなど期待通りの行動をとっており、情報に驚いて急操作を行うなどの危険な行動は発生していないことから、ドライバーに概ね受け入れられるサービスであるといえる。

一方、体験時に情報提供が役立たなかつたとの意見も有った。その理由を分析すると、カーブの上流（カーブの手前100mから300mの直線部）まで既に混雑状態で情報が必要なかつたのが原因であった。

ドライバーに安全情報提供の効果を持続させるためには、「必要なときに必要な情報を提供する」ことが重要である。この結果を受け、路上にあるトラフィックカウンタで混雑状態であることを検知し、情報提供を抑制する方式に、改良を行っている。

また、実験モニターから社会実験期間を通してサービスを体験した総合評価をアンケートで収集した。その結果を見ると、実験モニターの85%がサービスを有効と評価しており、この参宮橋カーブでのサービス継続を90%が望んでいるという高い評価となっている。

6.まとめ

3メディアVICSカーナビを通じた「前方障害物情報提供サービス」の社会実験を紹介した。対応カーナビ搭載車混入率10%という状況であっても、情報提供により車両の挙動を安全側に変化させること、一般ドライバーにも受け入れられるサービスであることを確認し、新しい交通安全対策としての可能性を明らかにすることが出来た。一方、サービスの効果を持続させるためには、必要なときに必要な情報を提供する必要があり、その改善を行った。

加えて、交通安全対策の効果を評価する手法として、AHS画像処理センサーによる、ヒヤリ・ハットと考えられる車両挙動の分析が有効であることを示すとともに、ITSは交通安全対策の分析や評価の面でも有効な手段となることを明らかにした。

今後に向けた課題として、ドライバーの声を反映したサービスの改善や、継続的な評価により長期間に渡る効果の持続性の把握に取り組む予定である。

7.最後に

さて2007年10月にはITS世界会議が北京にて開催される。それを睨み関係者・参加者に日本にも訪問して戴き、スマートウエイ2007の路車協調システムを初め、さまざまなITSサービスを体験していただくために、官民一体となった活動をしている。

●参考文献

Yamada Harutoshi, et al. : A Proving Test of the Advanced Cruise-Assist Highway System on a Highway curve section, 11th World Congress on ITS

ドライバー運転行動の把握に基づく運転支援

赤松 幹之 (あかまつ もとゆき)

(独)産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門長

1984年 慶應義塾大学大学院工学研究科修了、1986年通商産業省工業技術院製品科学研究所入所。その後、生命工学工業技術研究所神経情報研究室室長、フランスCNRS認知神経科学研究所訪問研究員などを経て現在に至る。研究分野は、人間工学一般、生体計測、ヒューマンインターフェース、行動計測など。(社)自動車技術会ドライバ評価手法検討部門委員会委員、日本人間工学会認定人間工学専門家。

1. 交通安全のための技術と対策

交通事故を低減するための研究開発の話をしていると、しばしば「でも、そのような方法では、こういったタイプの原因の事故は防げないでしょう」といった意見をいただく。それはもちろん正しいものであり、言い換えればある特定のキーテクノロジーによって交通安全を実現することを期待してはいけない。交通事故に限らず出来事というものは様々な要因が絡み合って発生し、その結果がさまざまに展開していくものである。したがって、その衝突に至るまでの連鎖や衝突後の展開というプロセスにおける様々な段階で、対策を行っていくかなければならぬ。

自動車事故の場合、衝突という出来事に対して、衝突がおきてからの問題の対策を時間的におってみていくと、衝撃吸収ボディ、エアバッグ、シートベルトなどの衝突安全技術、そして、事故後の負傷者に対する救急体制、そして医療現場における救急医療がある。一方、衝突が起きる以前に時間的にさかのぼると、事故がさけられない場合に強制的にブレーキをかけるプリクラッシュと呼ばれる衝突軽減技術、衝突可能性の高い障害物を検知する衝突警報システムがある。一方、昔から行われている事故低減の対策は、安全運転教育である。これは事故等に関する知識を与えることで、全般的な運転の仕方を変えて安全を保とうというものであるが、衝突という事象からみると最も時間的にさかのぼった対策である。一方、最近ではヒヤリハットと呼ばれる事故には至らなかったが危険を感じた所にも関心が集まり、地域でヒヤリハット地図を作る活動も行われている。また事故多発地点の分析も行われているが、これらは事故が起きやすい。すなわち危険が多く含まれて

いる道路交通環境を特定することで、その場を運転する際には、注意して運転してもらうことで、危険な状態にいたる可能性を低減しようというものであり、ある特定の場所の衝突に対する対策である(図1)。

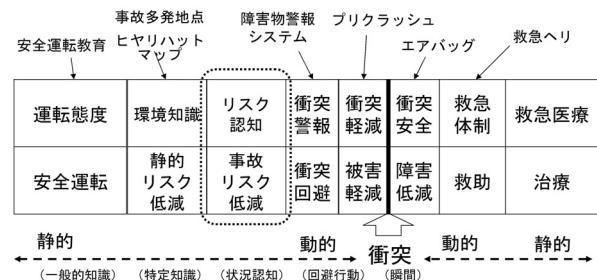


図1 衝突からみた種々のステージにおける安全対策

2. リスクの発見による運転支援

衝突の直前に機能する衝突軽減装置や衝突警報システムは、走行中のある状況下で発生した具体的な危険な対象(ハザード)を検知しようという技術である。これに対して、いわゆる安全運転教育は運転中に気をつけるべき一般的な知識を提供するのであり、特定の状況下を対象としたものではない。このように、これまでのアプローチは、安全に関する一般的知識の提供を行うものか、顕在化したハザードを検知するものに分けられる。しかし、実際の運転場面においては、何も危険なことが起きそうもない状態から、潜在的な危険すなわちリスクが高まっている状態、そしてハザードが顕在化した状態まであると考えられる。そのように考えると、これまでハザードに関する技術開発は行われてきたが、そ

の手前のリスクを検知する技術は構築されていない。ある状況下におけるリスクを早い段階で検知することができれば、ハザードが顕在化する可能性の低減につながり、事故を未然に防ぐことに大きく寄与できると考えられる。これを実現するためには、運転中のリスクの高まりを検知する技術が必要となる。運転中のリスクは、原則的には、道路交通環境と運転行動の関係で決まると考えられることから、以下では運転行動とは何かについて述べる。

3. 自動車運転は状況依存型の行動

実際の道路上での運転行動は、まわりの車両等の状態や道路の状態、また自分自身の状態、また運転目的など様々な要因によって変化するものである。しかし、これらの要因が全ていつも同じように運転行動に影響を与えていたりではない。車線幅が広ければ車線内の車両の位置はあまり気にしないが、狭いと注意しなければならない。また、同じような位置関係に他の車両があっても、それがトラックなのかタクシーなのかによって注意の仕方が変わってくる。また、状況が複雑であれば、集中して注意深く丁寧に運転するのに対し、広く見通しが良い道路で交通量もない時にはリラックスして運転している。このように、ドライバーはその場の状況に応じた行動を行っているといえる。これは言い換えれば、その時の状況から行うべきタスク（タスクディマンド）に応じて、どういった運転を行うかを決めている（運転パフォーマンス）といえる¹⁾。タスクディマンドは、その時の他の交通参加者の挙動や道路構造や天候によって変化するが、それだけでなく、自分自身の運転の仕方によってもタスクディマンドは変化する。例えば、同じ道路であっても、速度が遅ければディマンドは低いが、速度が速まればディマンドは高くなる。車間距離の取り方によっても同様にディマンドを変えられる。

一方、タスクディマンドに応じた運転パフォーマンスは、具体的にはハンドルやペダルの操作の仕方や、どれだけ運転に集中するのか、注意をどのように配分するのか、といったことである。これらの運転パフォーマンスは、運転技量や運転スタイルまた疲労や緊張度などのドライバー状態に影響を受けると考えられる（図2）。同じような状況であっても、初心者にとっては一所懸命運転しなければならない

が、ベテランドライバーにとっては楽に運転することができる。

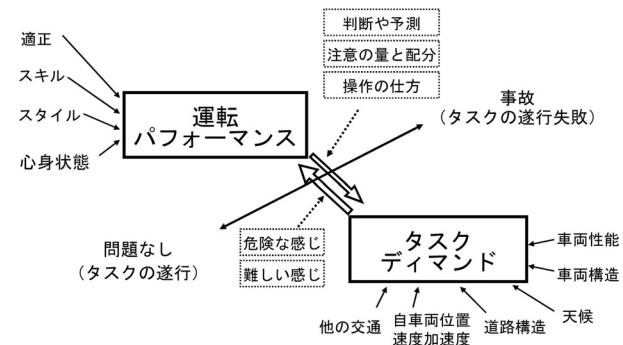


図2 運転行動はその状況下のタスクディマンドに対応したパフォーマンスを発揮

4. 通常の運転ではリスクが低くなるように行動している

タスクディマンドに応じた運転パフォーマンスはドライバーによって異なるものであるが、運転パフォーマンスがタスクディマンドに見合ったものになっていない場合には、タスクを遂行できないことになり、その結果として事故にいたるリスクが高まる事になる。人はだれも事故に遭いたくないので、通常の運転においては本人として安全が保てる状態になるように行動しているはずである。安全を保つような状態とは、何かあった時に対処できる状態であり、それが、タスクディマンドに見合った運転パフォーマンスの発揮である。例えば、町中でタクシーの後ろについて走っている時には、急に止まるかもしれないと思って、車間距離を長めにしたり、いつでもブレーキが踏めるように心の準備をしており、実際に急にタクシーが左によっても、追突することなく避けることができる。それが我々の通常の運転行動である。したがって、各人が通常の運転行動を行っていれば、事故に至る危険性は低いレベルに保たれているといえる。しかしながら、人間の行動には必ずバラツキがあることから、何らかの理由でリスクが高くなることがある。例えばたまたまボンヤリしていたり、何かに気を取られたためにハンドル操作が遅れるなど、通常から逸脱した行動を行った場合には事故に至るリスクが高くなる（図3）。したがって、それを検知することができれば、運転中のリスクを低減させることができると考えられる。

このような考えに基づくと、運転行動を常時計測して車載システムに蓄積することで規範となる通常の運転行動を把握することができれば、リアルタイムでその時点の行動と規範となる通常行動とを常に比較し、その行動がいつもの状況下でのいつもの行動から逸脱している場合に注意喚起や警報等でドライバーに知らせるシステムとして実現できると考えられる²⁾。

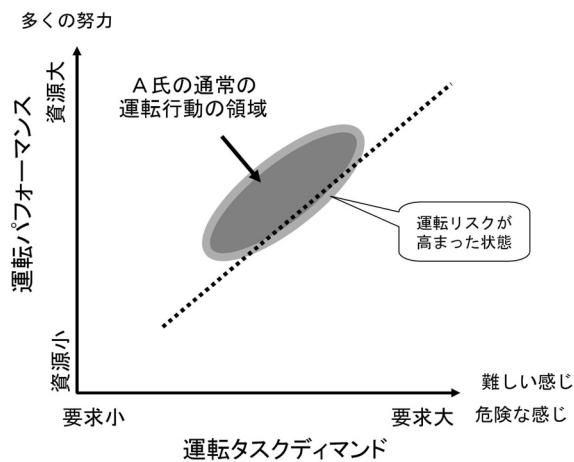


図3 通常からの逸脱はリスクを高める

5. 通常の運転を把握するために

このような通常からの逸脱検知を実現するためには、規範となる通常の運転行動を知る必要がある。そのためには、普通のドライバーが普段どのような運転行動を行っているかを知らなければならない。そこで、(社)人間生活工学研究センター(以下HQLと略す)では産業基盤技術開発プロジェクト(NEDOプロジェクト)である「人間行動適合型生活環境創出システム技術」(平成11年から15年)の中で、運転行動を計測するための車両を開発し、実路での運転行動データを収集し、データベースの構築を行った。ここでは計測用の車両を開発して、あらかじめ設定した経路をこの車両で繰り返して走行した時の運転行動データを収集した(図4)。計測用車両では、ハンドル・ペダル・レバー類から運転操作状態を、加速度計とジャイロセンサで車両状態を検知するとともに、車速パルスから速度を求め、車両位置はGPSセンサから求めた。また、車両の前後にレーダーを取り付けて、先行車と後続車との距離や

相対速度等を計測した。その他、カメラ類によって車両の前後の風景とドライバーの顔と上半身、そしてドライバーの顔が向いている方向の風景を記録した。センサデータはノートパソコンのハードディスクに30Hzで記録され、画像データは4台のPCカード型ハードディスクに8Hzで記録された。このような計測実験によって、複数のドライバーが同一の経路を走行した時のデータが得られ、運転行動特性の個人差や個人内のばらつきなども明らかにできる。運転行動データベースに蓄積されている運転行動データは、男性は21歳から71歳の61名、女性は20歳から66歳の36名のドライバーの運転行動データであり、一般道路約1,978トリップ、総走行距離では約3万1千km分におよんでいる。運転行動以外にも、HQLで開発したドライバーの属性を評価する「運転スタイルチェックシート」など幾つかの質問紙を計測実験後に実施して、ドライバー属性の指標化も同時に行つた³⁾。

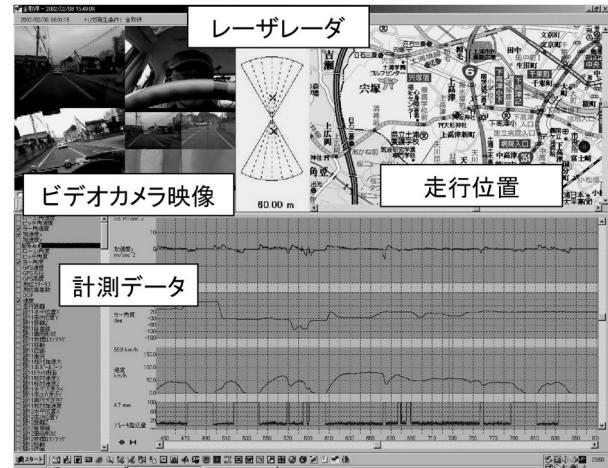


図4 計測用車両で記録された運転行動データ

6. 運転行動データに基づく運転行動モデル

この運転行動データベースはHQLから有償で公開されているが、公開されている運転行動データとしては世界最大のものであり、実際の道路におけるドライバー行動を定量的に知るために極めて有益である。しかしながら、単なる行動データの蓄積だけでは行動の逸脱判定に用いることは難しい。例えば、交差点での減速停止行動を取り上げてみると、その

行動は交差点の道路構造によっても、人によっても異なってくると考えられる。運転行動データベースからは設定した経路にある交差点での行動データは得られるが、それだけでは、任意の交差点での通常の運転行動を知ることはできない。一方、運転行動データベースには、幾つかの交差点での異なるドライバーの行動データであれば相当数のデータは蓄積されている。そこで、運転行動データベースのこの行動データを用いて、交差点構造の影響や個人差の影響を明らかにして、その因果関係が記述できれば、すなわち運転行動のモデルが構築できれば、あるドライバーの任意の交差点での通常の行動を推定することができる。

運転行動のモデル化のためには、多くの行動形成要因を含めることができるモデル化技術が必要であり、さらに通常からの逸脱度を定量化できる必要がある。このような運転行動のモデル化手法として、ここではベイジアンネットワークモデルを用いた。ベイジアンネットワークは確率的知識（具体的には

条件付き確率）を表現したグラフィカルモデルであり、ノードと呼ばれる変数の間に因果関係的な相関がデータから認められた場合に、その変数間に有向リンクを張るモデルである⁴⁾。

運転行動データベースを用いて、11箇所の一時停止交差点を走行した12名のドライバーの全229走行データから、2,496回の一時停止交差点通過時データを抽出した。そして、操作イベント（アクセルを離す、アクセルからブレーキ上に足を移動、ブレーキを踏み始める、など）のタイミング（速度とTTC（交差点までの残り時間：交差点までの残り距離を速度で除したもの））と先行車または通過車両との関係そして交差点構造などの行動形成要因がどのように関係しているかをベイジアンネットワークを用いてモデル化した結果が図5である。この図から、例えば、アクセルオフのタイミングは交差点の見通しが悪いと早まる、停止位置は、交差点の見通しや通過車両の有無そして個人の属性などによって決まる事などが分かる。

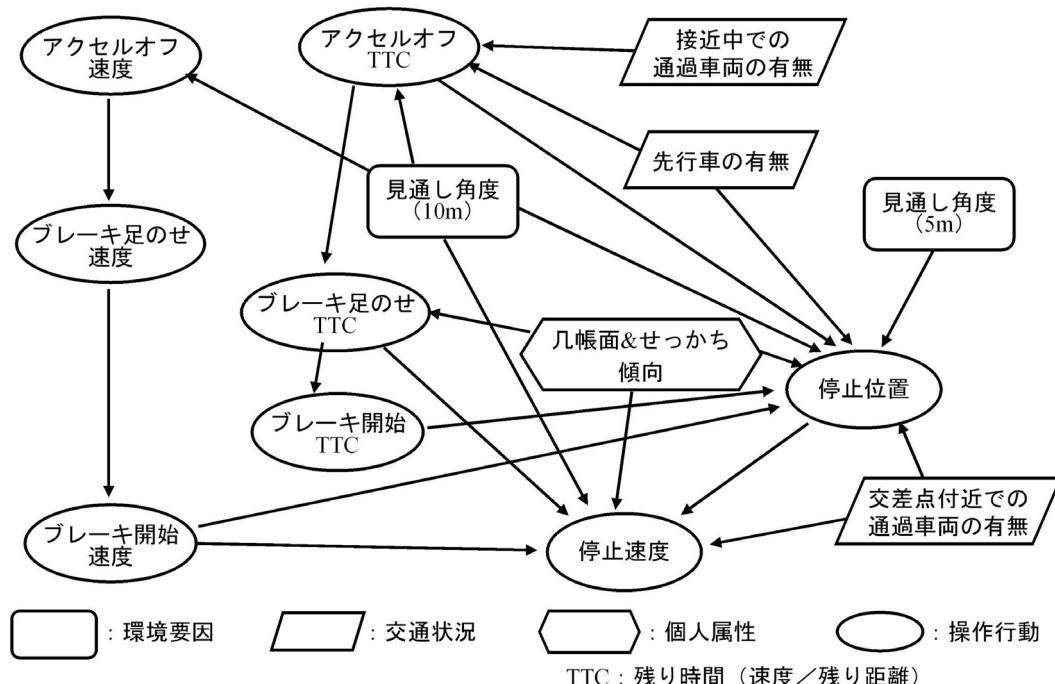


図5 一時停止交差点への減速・停止行動のベイジアンネットワークモデル

7. 運転行動データを用いた通常からの逸脱検知

このモデルを用いることで、例えばブレーキ開始タイミングを確率的に予測することができる。ある交差点における見通しが既知であれば、モデルのノードにその見通し角度の数値が入り、ドライバーの属性値も同様にノードに値を入れることができる。そして、車両の速度を検知して、その値を入れるなどして、ブレーキ開始タイミングに関与する要因の値が定まれば、ブレーキ開始タイミングの確率分布を推定することができる。これが、その状況下での通常の運転行動の範囲となる。この確率分布を用いて、実際に実行されたブレーキのタイミングとの比較をすることで、実行された行動が通常の行動の範囲のどこにあるかが分かる。通常行動が確率分布で表現されていることから、統計的検定の考え方を導入すれば、例えば、5%の確率でしか発生しないような遅いタイミングですらブレーキを開始していかなかったならば、それは通常から逸脱した行動であると判定することができる。

このような考え方で、通常からの逸脱のレベルを判定して、それをドライバーに呈示する車載運転支援システムを開発した（図6）。このシステムは、一時停止交差点への減速・停止におけるブレーキ踏込み量についてのベイジアンネットワークモデルを車載コンピュータにインストールしたもので、ブレーキ操作が通常と比べて不十分であるかを検知することができる。この車載システムでは、逸脱のレベルをドライバーに呈示するが、この時にドライバーが前方の道路を見ながら情報が得られるように、ドライバーの周辺視野でも視認が可能な視覚刺激パターンをヘッドアップディスプレイに呈示する。これによって、接近中の交差点を見ながらでも、ブレーキが踏込み足りない状態になっているかを知ることができる。こういった情報をドライバーに伝えることで、自分の普段の運転の状態と異なる状態に置かれていることをドライバーが知ることができ、例えば、ブレーキを踏み増すことで通常の運転の状態の範囲内に戻すことができる。これによって、何かあっても対処できる状態に自分を置くことができ、結果として運転のリスクを下げるなどを支援できる。

このような支援システムを実際に搭載してみると、システムによって検知される通常の運転行動からの逸脱した状態というのは、本人にとって普段は遭遇

しない状態であるために本人も危険と感じる状態すなわちリスク感を感じる状態であり、警報としての違和感がないものであった。



図6 一旦停止交差点への通常の減速行動からの逸脱検知システム

8. 今後の展開

通常の運転はリスクのあるレベル以下に抑えた行動であることから、通常からの逸脱は運転リスクが高まった状態である、という考えに基づいた通常からの逸脱を検知する方法について紹介した。しかし、実際の自動車に搭載するためには未だ多くの解決すべき課題がある。その最も大きな問題の一つは、道路構造の定量化である。自動車は道路上を走行するものであるから、道路の構造の影響は大きい。しかしながら、一般道に関しては、道路構造の定量な指標化は容易ではない。例えば、道路幅をとっても現在の道路データベースでは、所によって道路幅が狭くなった部分など細かくは把握できない。また道路の勾配も局所的に変化しているなど定量化には困難がつきまとう。これら道路構造の定量的な指標化ができていないと、走行している道路の条件が定まらず、構築したモデルが適用できるか分からなくなる。

こういった問題に対して、高速道路はある規格に基づいて作られており、道路構造が定量的に把握することのできる道路であることから、東名名神高速道路における大型トラックの運転行動データの蓄積を行っている。これは、平成16年度からの3年間の科学振興調整費重要課題解決型プロジェクト「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」（プロジェ

クトリーダ：筑波大学稻垣敏之教授）において実施しているもので、東名名神高速道路を利用している運送会社のトラックに運転行動計測装置を搭載して、高速道路上での長距離運転の運転行動データを計測・蓄積している。高速道路の道路構造は、車線数、勾配、曲率などで決まるが、道路図面などをもとに定量的に指標化できる。これにより、道路構造による運転行動の影響などを把握することが可能であり、例えば、下り坂において追越しの頻度が増大することなどが分かってきている。この他、追越しのための車線変更の開始時点における、先行車との車間距離と速度差との間には強い相関があることが明らかになった。これによって、通常から逸脱したような、先行車への異常接近を検知することができる事が分かってきている（図7）⁵⁾。

コンピュータのパワーの増大やセンシング技術の発展、また地図データベースの充実によって、実際の道路上での運転行動の定量的な把握が可能になっており、これに基づいた事故低減のための技術の実現性が高まってきている。抽象論ではなく、現実のデータに基づいた運転支援システムを実現することが、事故の低減に有効に働くものと考えている。

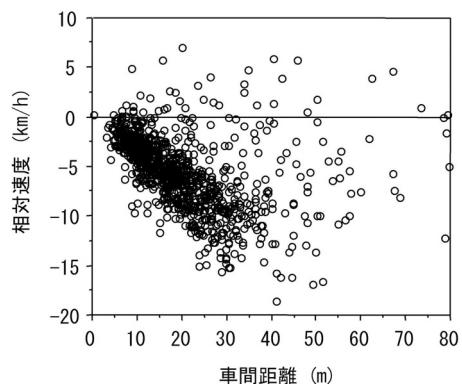


図7 大型トラックの追越し開始時の先行車との相対速度と車間距離の関係

●参考文献・サイト

- 1) R. Fuller & J. Santos. Psychology and the highway engineer, In Human Factors for Highway Engineers (eds) Fuller & Santos, pp 1-10, Pergamon (2002)
- 2) 赤松：運転行動データベースの構築とアクティブセーフティ技術への利用、自動車技術, Vol. 57, No. 12, p. 34-39 (2003)
- 3) 石橋：運転スタイル・運転負担感受性の個人特性指標と運転行動、自動車技術, Vol.58, No.12, 34-39 (2004)
- 4) ラッセル、ノーヴィク（古川訳）：エージェントアプローチ人工知能、439-473（確率的推論システム）、共立出版(1997)
- 5) 赤松：高速道路におけるトラック運転行動 データに基づいた運転リスク低減技術、自動車技術, Vo 1.60, No.12, 89-95 (2006)

シニアドライバーの運転特性と安全教育

太田 博雄 (おおた ひろお)

東北工業大学 工学部 教授

1970年 東北大学文学部卒業、1974年東北大学文学研究科修士課程修了、1995年博士号（大阪大学）

1994年より現職。研究分野は交通心理学。日本交通心理学会、日本心理学会などに所属。

2005年より国際交通安全学会褒賞委員長

1. オプティミズム・バイアス

誤った自己評価、特に過剰な自信は危険行動をもたらす。しかし、正しく自己理解を行うことはそう簡単ではない。

国際交通安全学会では、2000年から2003年の3カ年にわたり、高齢ドライバーの運転特性の理解を行った上で安全教育プログラムの開発を行った（蓮花他 2002）。プロジェクト研究に協力参加していただいた高齢ドライバーの方々に、自分の運転能力をどう評価しているかについて、運転行動評価表を用いて4段階評価で記入をお願いした。そして、実際に教習所で運転して頂き、同じ評価表により指導員に評価をお願いした。年代別に検討したところ、高齢になるに従って自己評価平均値は急激に高くなつた（図1）。60歳過ぎの参加者にあっては最高評価4点の天井効果と思われる様子も認められた。加齢に伴う自己評価上昇の理由はいくつか考えられる。長年の運転によって経験を積んできたという自負もある。無事故を続けてきた運転者にあっては特に自信も高いと思われる。一方、指導員による行動評価を見ると、加齢に伴い評価平均値が下がっている

（図2）。運転技能のみならず、確認の仕方や合図の出し方など、安全運転にとって大切な行動の低下がとくに目立ってくる。ドライバー自身の評価と指導員評価の差をとってグラフ化してみると、自己評価と指導員評価のずれは加齢と共に急激に増大していることがわかった。高齢者にあっては、過大な自己評価傾向を持っている。長い間、運転生活が継続できたという事実は、次第に低下する心身の機能低下の気づきを上回り、過剰なる自信へつながっているものと思われる。

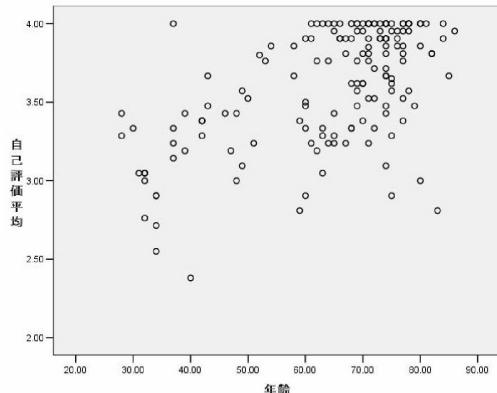


図1 運転ぶりの自己評価（年代比較）

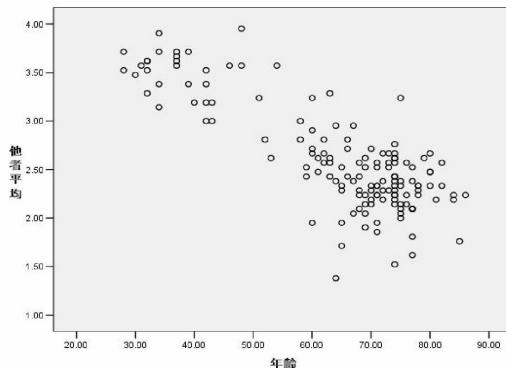


図2 運転ぶりの指導員評価（年代比較）

そもそもドライバーは全般に自分の技能を高く評価する傾向がある。たとえば、5段階で自分の運転ぶりを評価させると、ほぼ全員が3点以上、つまり普通以上の評価をつける。このような自信過剰の傾向をオプティミズム・バイアス（楽観的傾向）と呼んでいる。人の行動が主観的世界に従って行われることを考えると、自分の能力を実際以上に評価することは、危険行動につながりかねない。何とかしなければならない。1980年代にスカンジナビア諸国では若者の事故が増大したが、なかでも冬の凍結道路でのスリップ事故がめだっていた。そこで、若いドライバーを対象にスキッドトレーニングが試みられ

た。デンマークを皮切りに、ノルウェー、スエーデン、フィンランドとつぎつぎに実施され、その効果が期待された。ところが、意外なことに若者のスリップ事故がかえって増加したのであった。原因を分析したところ、トレーニングを受けた若者において、スリップ事故防止についての過剰な自信が植え付けられたことにあることがわかった。これ以来、技能教育に加えて、自分の運転能力についての正しい評価能力を高めていくことの大切さが理解されるようになったのである。

多くの研究者が指摘しているように、一般にドライバーは実際よりも自分の技能を高く評価する傾向にある。そして事故可能性については低く評価する。技能についての自己評価の誤り、とりわけ初心者の段階を少し超えて運転に慣れ始めた若年運転者や長年の経験を持つ高齢運転者の過信傾向は高く、事故原因の一つと考えられている。このようなオプティミズムバイアス（楽観主義的歪み）を是正し、正しい自己評価のもとに安全運転を実現するためにどのような教育をしたらよいだろう？

2. ミラーリング法

自信過剰に陥ったフィンランドの若者たちに対しては、どのような安全対策がなされたであろうか。若者の事故が多い。しかし、安全キャンペーンにはのせにくい世代もある。若い男性はとくに運転には自信を持っている。人の言うことは聞かないことが多い。「こうしなさい」というと、しようとしない世代もある。それは、社会の価値観を再吟味し、みずからの自立という発達課題を持つ若者にとって重要な意味もある。このような教育の難しい若者への安全教育の方法を探索しているとき、筆者はフィンランドで若者に対する興味深い方法に出会うことになった。「ミラーリング法」という教育である（Koivisto,I & Mikkonen,V 1997、太田 1999）。ネーミングにも惹かれて、くわしく調べてみるとなかなか良さそうな方法である。「ミラーリング法」は教えようとする姿勢を徹底的になくそうとした点にその特徴がある。「ミラーリング法」の基本的考え方は、日本で言う「ひとの振り見て、わが振り直せ」の考え方である。他人の行動を見せて、自分の姿を考えてもらうというやり方である。この方法だと、従来の安全教育に見られるような、上からの押しつ

けや、説得に対する反感を減らすことができるし、自らの気づきによる自己変化を可能にすることが期待できる。

筆者は、1999年7月、1年間のフィンランド留学から帰国した後、早速、この手法を試すチャンスが得られた。1998年以来5年間にわたり、日本交通心理学会が青森市との共同で行った一時停止確認キャンペーンプロジェクトが進められていたのである（太田、長塚2004）。一時停止をして、きちんと確認しているドライバーはどのくらいいるだろうか。住宅街から幹線道路に抜けるT字路交差点に立って数十台の運転ぶりを眺めてみた。両側に建物が建っていて、見通しが悪いにもかかわらず、9割方は止まらない。この実態をビデオに撮って見せるはどうだろうか？ フィンランドで行われた「ミラーリング法」でのテーマは、シートベルト着用とスピードオーバーであったが、一時停止と確認行動にテーマを変えて、小集団教育プログラムの作成を試みた。参加者には他のドライバーが交差点でどのような行動をとっているかをビデオで見てもらい、その実態についてディスカッションするというものが、そのプロセスで「ひとの振り見て、わが振り直す」心の働きが入ってくることを期待した。

キャンペーン対象は青森市の水道部職員であった。1回の教育で、20名程度の職員が集まった。はじめに、信号機のない交差点での一時停止や確認を、日頃どの程度きちんとしているかについて、参加者自身に100点満点で何点ぐらいかを評価してもらった。その後で、水道部の近くにある交差点であらかじめ撮影したビデオをみていただいた。ビデオには一般車両の他に水道部の車両も映っている。特に悪い例を示したわけではなく、撮影した一部の映像を見せたのだが、そこにはさまざまのドライバーの運転行動が映し出されていた。多くは、見通しが悪いにもかかわらず一時停止をせずに通過していた。その映像を見せると、参加者の様子は一変した。「あれは誰の車だろう？」などとドライバーを特定しようとする様子も見られた。教材は自分に関わりがあるものであるほど興味がわく。そして、なぜこんな危険な行動をするのだろうかとの疑問が自らわいてくる。一時不停止の理由やその危険性についてディスカッションしていただいた後に、もう一度、最初に行った自己評価をしてもらった。結果は図3の通りである。

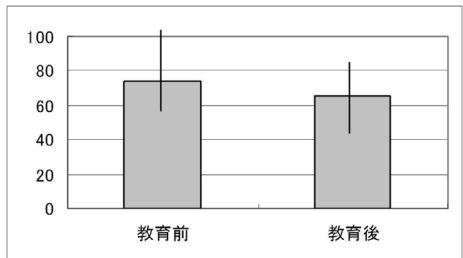


図3 教育前後の自己評価平均値
(棒グラフ中の縦線は標準偏差)

教育前の自己評価では100点満点で74点であったのが、教育後は65点まで低下した。これは自己評価の甘さの反省であり、自分の本当の姿に気づいた結果とも言えるだろう。その後、再び交差点でビデオ撮りしてその通過時間を測定したところ、キャンペーン対象になった水道部職員の乗った車両は明らかに安全の方向に変化した。比較するために、水道部にやってきた一般車両をコントロール群と見なして通過速度を測ったところ、明らかな違いが認められた。

教育においては、一時停止をしなさいとか、確認をきちんとしようといった呼びかけは一切しないようにした。「見通しの悪い、こんな危険な交差点で、こんな危険な運転をしているのですね」。参加者は一様にその実態に驚いていた。そして、自分の運転をもう一度振り返ってみたのである。「自らの気づき」を促すことが、教育の原点である。教育は、与えることではなく、すでに持っている答えに気づいてもらうよう援助することである。

表1 教育前後での一時停止地点通過時間

教育前	観察対象台数	一時停止交差点平均通過時間(秒)	標準偏差
実験群(教育前の水道部車両)	57	.45	.17
コントロール群(水道部での教育前同一点での一般車両)	86	.38	.14
教育後	観察対象台数	一時停止交差点平均通過時間(秒)	標準偏差
実験群(教育後の水道部車両)	26	.62	.52
コントロール群(水道部での教育後同一点での一般車両)	51	.40	.13

3. 「我が身振り見て我が振り直す」法

つぎに交通安全教育の二つめの事例をお話します。筆者も参加した国際交通安全学会で進められたプロジェクト研究である。プロジェクトは高齢ドライバーの安全教育をテーマにして、2000年から3年間にわたり行われた(蓮花他 2003)。はじめの2年間で高齢ドライバーの運転行動や危険予測能力の特性を検討した。その結果、高齢ドライバーの危険予測面の問題としてとくに潜在的危険予測能力の低いことがわかった。潜在的危険とは駐車車両の陰や交差点での左右からの飛び出しについての予測能力のことである。この危険予測の問題は運転行動にも表れている。高齢ドライバーはとくに交差点での一時停止が不十分であり、また交差点右左折時の確認が不十分であった。もう一つの重要な問題は、自分の運転能力についての過剰な自信であった。

さて、プロジェクト研究では、以上の高齢ドライバーの問題点を踏まえて具体的な教育方法の開発を試みた。以下にその内容を紹介する。

安全教育マニュアルは、教習所指導員が運転診断を行い、「個人対応参加型教育」を提供することを目指して作成された。その内容は、「自ら気づく」「気づかせる」手法をテーマに工夫された。具体的には、所内を運転してもらい、その間に録画された運転ぶりをビデオで見せて、自らの課題を気づいてもらおうとするものである。前述したフィンランドで開発された教育方法は他のドライバーの運転ぶりや意見を知ることで自分の運転の安全性について参考することをねらった方法である。いわば、他人を自らの姿を映し出す鏡にたとえての自己理解法である。「ひとの振り見て、我が振り直せ」という古からの教えにならったものである。国際交通安全学会のプロジェクト研究では教育への参加者が運転中に撮影された自身のビデオを見て、「我が身振り見て、我が振り直せ」をねらったのであった。ここでは、とりわけ高齢者が苦手とする「一時停止」「左右確認」行動を教育課題とした。

実験教育は青森、名古屋、京都、熊本の自動車教習所の協力の下に行われた。以下に、教育とその効果測定の流れを示す。

第1日目

- ① 運転行動の諸側面について自己評価(5段階評定)を行う。

- ② 教習所コースをテスト走行し、指導員が運転評価を行う。同時に、ビデオ録画する。
 - ③ ビデオによる自分の運転振りの観察とディスカッションを行う。
 - ④ ①で用いた評価表により、再度、運転行動の諸側面について自己評価（5段階評定）を行う。
 - ⑤ 教習所コースをテスト走行する。
- 第2日目（3週間後）
- ① 運転行動の諸側面について自己評価（5段階評定）
 - ② 教習所コースをテスト走行。指導員による運転評価。

教育結果は図4、5に示すとおりである。教育実施群と教育を行わなかったコントロール群を比較すると、教育実施群について、指導員による運転評価は有意に向上了した。しかし、逆に自己評価は訓練前に比べて教育実施群で有意に低下した。自身の運転ぶりを見ることによって過剰な自己評価が修正されたのである。そして、その自分の問題点の理解が安全運転の向上につながったと言える。

ドライバーの多くは自分の運転を人並み以上だと思っている。また、安全性についても過剰に評価する傾向にある。自分の思っている自分を吟味して、本当に安全かどうかを吟味することは、知らないうちに起こしている危険行動を抑制する上で大事なことである。自己理解というと、そんなに難しいことでは無いように思える。自分のことは自分が一番よく知っていると思うのが私たちの常だからである。しかし、どうもそうではないようだ。精神分析学のフロイトは潜在意識の世界を発見した。ひとは都合の悪いことはなるべく意識しなくてもすむように、潜在意識の中にしまい込んでしまう。自分の欠点などはなるべく考えないようにして生きる方がストレスを感じないですからである。

たしかに、人生においては、劣等感に悩まされて生きるよりも、多少自信過剰気味のほうが楽しい人生を送れそうだ。しかし、安全については、自信過剰は危険である。自分の安全性を多少少なめに評価することが、事故防止の秘訣かも知れない。以前、無事故無違反を30年以上も続けている5人のトラックドライバーにインタビューする機会があった。「30年も無事故無違反を続けておられるくらいですから、さぞ運転には自信がおありでしょうね。」というわ

たしの問いかけに対して、意外な言葉が返ってきた。「いいえ、わたしの運転は下手です。あまり運転に自信はありません」。それを聞いて、なるほどと思った。「これが安全運転の秘訣かもしれない」

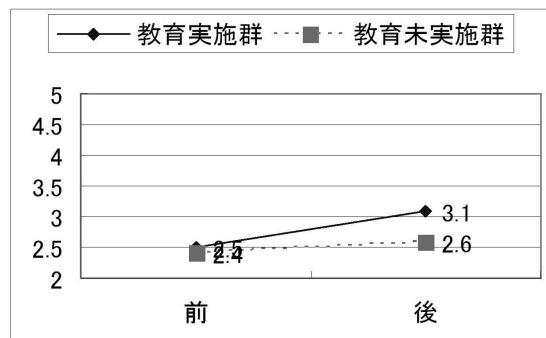


図4 運転行動の指導員評価についての教育効果

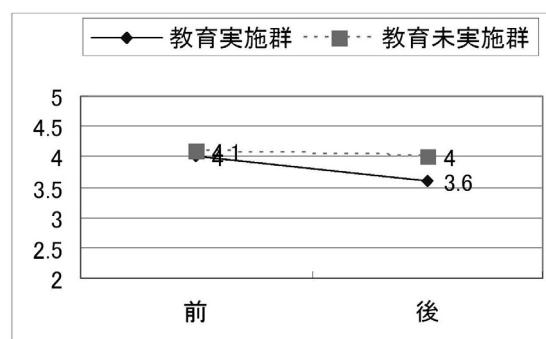


図5 運転行動についての自己評価についての教育効果

●参考文献

- 1) 蓮花一己他：高齢ドライバーのリスクテイキング行動の研究（11）、国際交通安全学会 平成13年度研究調査報告書、2001
- 2) Koivisto,I & Mikkonen,V 1997 Mirroring Method. Report from Liikenneturva
- 3) 太田博雄：フィンランド交通安全教育の動向—自己評価能力訓練の方法と可能性—、交通心理学研究 Vol.15, No. 1, 23-27, 1999
- 4) 太田博雄、長塚康弘：「一時停止・確認行動」をテーマとした教育プログラム開発 その理論的背景と教育効果測定、交通心理学研究, Vol.20, No. 1, 1-14, 2004
- 5) 蓮花一己他：高齢ドライバーへの教育プログラムと支援システムの開発、国際交通安全学会、平成15年度研究調査報告書、2003

アルコールが車の運転に及ぼす影響

藤田 悟郎 (ふじた ごろう)
警察庁 科学警察研究所 捜査支援研究室長

1990年横浜国立大学教育学研究科修士課程修了、2000年上智大学文学研究科博士課程満期退学
1990年警察庁入庁科学警察研究所交通安全研究室研究員、2003年より現職、専攻は心理学

1. はじめに

アルコールには、脳の働きを麻痺させる作用があり、アルコールの影響下での車の運転は危険であることから、各国で飲酒運転は規制の対象となっている。我が国の場合、道路交通法で飲酒運転が禁止されており、呼気中アルコール濃度 0.15mg/l (呼気 1リットルあたり 0.15mg のアルコール濃度)、または、血中アルコール濃度 0.30mg/ml (血液 1ml あたり 0.30mg のアルコール濃度) 以上のアルコール量は、罰則の対象となっている。飲酒運転が原因による重大事故も、たびたび発生しており、社会的な関心を集めているところである。

多量に飲酒した上の運転が危険であることに異議を唱える人はいないであろうが、少量の飲酒をした場合については、危険性を認識していない人もいるようである。あるいは、酒の強い人では、飲酒の影響は小さいのではないか、などの声を耳にすることもある。

本稿では、アルコールの影響に関する最近の研究の知見を引用しながら、少量の飲酒が車の運転に及ぼす影響について解説する。

2. 飲酒量と体内のアルコール濃度

体内に入ったアルコールは、呼気等で微量が排出されるほかは、そのほとんどが分解されるまで体内にとどまる。したがって、体内に入ったアルコールの量を、体内の水分量で割れば、大まかなアルコール濃度が計算できる。表1に、米国のNHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) による式¹⁾によって推計したアルコール濃度を示す。

表1 呼気中アルコール濃度が0.15mg/lに達する飲酒量

飲物	アルコール濃度	飲酒量
ビール	5%	約350cc
ワイン	11%	約150cc
日本酒	14%	約120cc

注) 体重60kgの人の場合の米国のNHTSAによる計算式を用いた計算値

飲酒運転で検挙された人の中には、飲んだ酒の量を過少に申告する人もいるが、摂取したアルコール量以上に、体内のアルコール濃度が高くなることはあり得ない。1~2本の栄養ドリンクを飲んだだけで、罰則の対象となるアルコール濃度に達することや、前日の夕食時に、ビール1缶を飲んだだけで、翌日に、アルコールが残ることは、あり得ない話である。

また、念を押しておきたいのだが、後で述べるように、0.15mg/l未満であっても、運転に影響するという研究結果はいくつも発表されているし、0.15mg/l未満であっても道路交通法違反である。ここで述べたのはあくまでも、罰則の対象となる濃度に達するまでのアルコール量ということであり、このアルコール量以下であれば、運転しても問題はないということではない。

3. アルコールの薬理作用

図1に、体内におけるアルコールの分解過程を示す。アルコール（エタノール、エチルアルコール）は、体内で、酵素の働きにより酸化され、最後には、二酸化炭素と水に分解され、対外に排出される。分解の途中で、アセトアルデヒドという物質ができる。

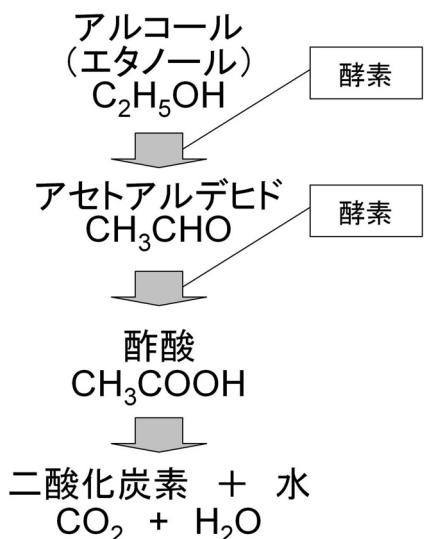


図1 体内におけるアルコールの分解過程

アルコールの薬理作用のうち、車の運転に關係があるのは、中枢神経を麻痺させる作用である。体内的アルコール濃度が比較的低い場合は、アルコールは大脳皮質の働きを麻痺させる。このとき、見たものや、聞いたものに対する反応が遅れるなどの症状がみられる。アルコールは、感情や興奮を抑制する神経の働きを麻痺させるため、酒を飲むと感情的になる、興奮しやすくなる、などの症状も現れる。酒を飲むと、気分がよくなり、リラックスできるのも、理性を抑制する神経の働きが鈍るからである。

体内のアルコール濃度が高くなると、脳の外側にある大脳皮質だけでなく、アルコールは脳の中心部にも影響する。呼吸や循環器を司る脳幹部の働きまでも麻痺させる結果、酒を大量に飲むと、昏睡状態になり、最終的には死に至る。

一方、体内でアルコールが分解されてできるアセトアルデヒドは、頭痛や、吐き気などの不快な症状を生じさせる。酒を飲むと顔が赤くなるのもアセトアルデヒドによる症状である。

このように、一般的に、酒を飲んだときの影響として理解されているものは、アルコールの薬理作用とアセトアルデヒドの薬理作用の両方である。

4. アルコール代謝の個人差

酒をたくさん飲める人がいる一方で、少しだけしか飲めない人や、全く飲めない人がいるように、酒の強さに個人差があることは、よく知られている。

確かに、酒に強い体質と、弱い体質というものがいるが、その原因は様々である。体が大きいと酒に酔いにくい、アルコールに対する耐性があって酒を飲んでも酔いにくい、アルコールの分解速度が速いため酒を飲んでも酔いにくい、などの原因もあるが、最近の研究によると、酒の強さに個人差がある理由は、主としてアセトアルデヒドの分解速度の個人差である、とされている。

アセトアルデヒドを分解する酵素のうち、ALDH2と呼ばれる酵素の生成能力には個人差がある。この酵素を作る能力は、遺伝的に決まっており、アセトアルデヒドの分解速度を決定する遺伝子も発見されている²⁾。

日本人では、この酵素を作る遺伝子を2つ持っている人（酒に強い人）が約半分、1つ持っている人（酒に弱い人）が約4割、遺伝子を全く持っていない人（酒をほとんど飲めない人）が約5%である、という³⁾。

酵素を作る遺伝子を2つ持っている人は、アセトアルデヒドを分解する酵素がよく働くため、酒をたくさん飲んでも気分が悪くならない。1つだけの場合はアセトアルデヒドを分解する酵素が十分に生成されないため、少量の飲酒ならば問題ないが、飲酒量が多くなると、アセトアルデヒドが体内に溜ってくる。遺伝子を全く持っていない人は、アセトアルデヒドの分解が非常に遅いので、酒を飲んで、体内でアルコールの分解が始まると、体内のアセトアルデヒド濃度が急に上がる。そのため、すぐに気分が悪くなり、少量の酒しか飲むことができない。

同じ量のアルコールを飲んだ後に、遺伝子の別に体内のアセトアルデヒド濃度を調べた実験⁴⁾によると、遺伝子を1つだけ持っている人は、2つ持っている人の約6倍、全く持っていない人は、2つ持っている人の約20倍の濃度であったという。体内のアセトアルデヒドの濃度が20倍も高ければ、頭痛や吐き気がひどく、酒が飲めない、というわけである。

アセトアルデヒドを分解する酵素を作る能力に遺伝的な差が見られるのは、東アジア系の人種だけであり、ヨーロッパ系の人種やアフリカ系の人種では、全ての人が酵素を作る遺伝子を2つ持っている⁵⁾。日本人は外国人に比べると酒が弱いと言われるが、より正確に言うと、日本人の中には、ヨーロッパ系やアフリカ系の人と同じくらい酒に強い人もいるが、

酒に弱い人も多くいるということになる。

このように、アルコール代謝の能力の違いは、遺伝的に生まれつき決まっていることで、酒に弱い体质の人がどんなに努力しても、酒に強くなることはできないのである。

ここで、注意すべきことは、酒の強さの違いは、アセトアルデヒドの分解速度の違いであり、アルコールの分解速度の違いではない、という点である。酒に強い人は、アセトアルデヒドをすばやく分解できるため、頭痛や吐き気などの症状を体験せずにすむが、アルコールによる中枢神経の麻痺は、酒に弱い人と、同様に生じるということである。

5. 車の運転への影響

酒に強い人と、弱い人では、飲酒運転をした場合の危険性に差はあるのだろうか。これまで解説したことを整理すると次のようになる。

- ・ アルコールは、思考や感覚を麻痺させ、感情を高揚させる、一方、アセトアルデヒドは、頭痛や吐き気などの不快な症状を生じさせる。
- ・ 酒の強さに個人差がある主な理由は、アセトアルデヒドの分解速度の差である。アセトアルデヒドによる不快な症状のため、体质的に酒に弱い人は酒をたくさん飲めない。
- ・ 酒に強い人は、アセトアルデヒドによる不快な症状を経験することは少ないが、アルコールによる脳の麻痺は生じている。

これらのことから考えると、酒に強い人は、頭痛や吐き気、あるいは顔が赤くなるなどの症状がないため、酔いの自覚の程度は、より小さいかもしれないが、脳に対するアルコールの薬理作用による影響は、酒に弱いと同じ程度生じるだろう、ということになる。

この仮説を検証するために、著者が行った実験⁶⁾では、体质的に酒に強い人（28人）と、弱い人（15人）を被験者にして、それぞれが、同じアルコール濃度になるように飲酒した。その後、酔いの程度に関する自己評価を行うとともに、ドライビング・シミュレータを運転して、反応時間の計測を行った。

酔いの自覚の程度を自己評価してもらったところ、仮説どおり、酒に強い被験者は、弱い被験者に比べ

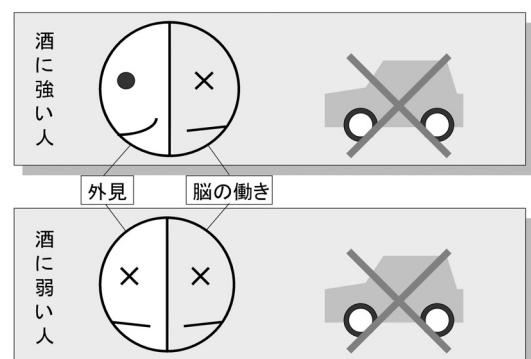
て、酔いの程度を低く評価していた。

一方、視覚刺激（歩行者の飛出し）を画面に呈示したときに、運転者がブレーキペダルを踏むまでの時間を測定したところ、酒に弱い群では、飲酒なしの反応時間が0.66秒であるのに対し、低濃度（呼気中アルコール濃度が0.12mg/l程度）では、0.71秒、中濃度（同、0.21mg/l程度）では0.73秒、高濃度（同、0.30mg/l程度）では0.76秒であり、呼気中アルコール濃度が高い条件ほど、反応時間が長くかかった。

一方、酒に強い群では、飲酒なしの反応時間が0.60秒であるのに対し、低濃度では、0.71秒、中濃度では0.75秒、高濃度では、0.78秒であった。酒に弱い群と同じように、呼気中アルコール濃度が高い条件ほど、反応時間が長く、酒に強い人と酒に弱い人の反応時間の差を、統計的検定により調べたところ、意味のある差はなかった。

結果は、仮説どおりであって、確かに、酒に強い人は、弱い人よりも酔いの自覚の程度は低いけれども、アルコールが反応時間に及ぼす影響という点においては、両者に差は見られない、という結果であった。酒を飲んだときの酒に強い人と弱い人の様子について図2に示す。

アルコールが運転に及ぼす影響を調べた実験は、欧米でも多く行われている。Moskowitz et al.⁷⁾は、飲酒運転の影響に関する112の研究論文を調べたが、0.15mg/lでは、アルコールの影響を認めた研究が、アルコールの影響を認めない例を上回っていたと報告している。



酒に強い人は、酔っていることが外見からわかりにくいが、アルコールの分解速度は弱い人とさほど変わらず、脳の働きは麻痺している。車の運転は危険。

図2 アルコールを飲んだときの酒に強い人と弱い人の脳の働き

ここで、注意すべきことは、欧米の研究では、ヨーロッパ系やアフリカ系、すなわち体质的に酒に強い人を被験者にした実験であるという点である。酒に強い人であっても、少量の飲酒が車の運転に影響する、ということは、欧米の多くの研究データが示している。

6. その他の影響

前節では、視覚的な刺激に対する反応時間を調べた結果について述べたが、アルコールが車の運転に及ぼす影響は、反応時間の問題だけではない。

冒頭で述べたように、アルコールは、理性を麻痺させ、冷静な判断を損なわせる働きもある。見たものに対する判断や反応が遅れていることに加えて、感情をコントロールできなければ、より危険性は増すと言える。

また、アルコールの薬理作用のひとつである依存性の問題も重要である。アルコールの摂取が習慣化すると、より多くのアルコールでないと満足ができない、自分の意思ではアルコールを断つことが難しいなどの症状が生じる。アルコールの依存性は、麻薬や覚醒剤のそれと基本的には同一である。

アルコールを飲むことが習慣化した後では、アルコールがないと不安になる、社会的な制裁、例えば飲酒運転により厳しい罰則を受けると頭では理解していても飲酒運転を止められない、などの症状が生じる。飲酒運転による事故件数が、なかなか減らないのも、飲酒運転が習慣化し、その繰り返しから抜け出せない人がいるからだと、考えられる。

飲酒運転の防止は、より低濃度のアルコールを規制するとか、罰則をより厳しくするなどの方法によるだけではなく、アルコールが人間や社会に及ぼす様々な現象を踏まえた上で、多面的な対策により行われる必要があると考えられる。

7. おわりに

本稿では、アルコールの薬理作用とアルコール代謝の個人差について解説した上で、少量の飲酒が車の運転に及ぼす影響について解説した。

アルコール濃度が高い場合と、低い場合とで比較すると、濃度が低い場合には、確かにアルコールの影響はより小さいが、低い濃度のアルコールであっても、運転に関する能力に悪い影響を及ぼすこと

は、多くの研究により示されている。

また、酒の強さに個人差があるのは確かだが、この個人差は、主としてアセトアルデヒドを分解する速度の個人差であり、アルコールによって脳の働きが麻痺する結果、運転に関する能力に悪い影響を及ぼすという点では、酒に強い人と弱い人の間で、さほど差がないというのも、最近の研究で、わかつてきのことである。

我が国においては、長年の努力により、交通事故による死者数を、かなり低減させることができた。これは、相当な努力と費用が投入された結果、達成されたものである。現在も、数千人の規模で交通事故による死者が発生しており、今後も、交通事故防止のために、多くの費用と努力を必要としている。

飲酒運転は、このような取組みの効果を、簡単に打ち消してしまう点が最も問題である。様々な分野で行われている事故防止と被害軽減対策の効果を最大限に得るためにも、車社会から飲酒運転を根絶する努力が必要である。

●参考文献

- 1) NHTSA : Driving under the influence. A report to congress on alcohol limits. NHTSA, Washington, D. C., DOT HS 807 879, (1992)
- 2) 上野易弘：飲酒に影響を与える遺伝子、遺伝、Vol. 53, No. 10, p. 51-56 (1999)
- 3) 原田勝二：飲酒の遺伝生物学、遺伝、Vol. 53, No. 10, p. 57-61 (1999)
- 4) Yamamoto, K. et al: Genetic polymorphism of alcohol and aldehyde dehydrogenase and the effect on alcohol metabolism. Japanese Journal of Alcohol & Drug Dependence, Vol. 28, No. 1, p. 13-25 (1993)
- 5) 原田勝二：エタノールおよびアルデヒド代謝の人種的遺伝的要因. 医学のあゆみ、Vol. 154, No. 13, p. 817-822 (1990)
- 6) 藤田悟郎：アルコール代謝の個人差と低濃度アルコールが運転に及ぼす影響. 自動車技術、Vol. 35, No. 4, p. 215-220 (2004)
- 7) Moskowitz, H. et al. : A review of the literature on the effects of low doses of alcohol on driving-related skills. NHTSA, Washington, D. C., NHTSA technical report, DOT HS 809 028, (2000)

ドライブレコーダの開発コンセプトと運用例

石倉 理有 (いしくら まさとも)

(株) ホリバアイテック 開発部部長

1983年同志社大学工学部機械工学科卒業、(株)堀場製作所入社 環境、安全面に貢献する車載装置の企画／開発業務に従事。2005年より現職 大阪産業大学経営・流通学研究科非常勤講師

1. はじめに

我が国の交通事故による死者数は1991年以降減少傾向であるが、交通事故件数は近年も増加し続け、年間の人身事故件数は100万件に迫っている(図1)。このような状況の下で、平成18年度から第8次交通安全基本計画が作成されている。

そこで安全運転の確保の対策として映像記録型ドライブレコーダの普及という施策が打ち出されている。

そこで、事故・ヒヤリハット解析に効果を有する、映像記録型ドライブレコーダ装置(以下、ドライブレコーダという。)が、最近色々なメーカーで開発され、商用車を中心に事故の低減に効果を發揮するようになってきた。本稿では、ホリバアイテックが開発したドライブレコーダ「どら猫」のハードウェアと、それを利用した主にタクシー事業者向けの総合的な安全運行システムの構築について紹介する。

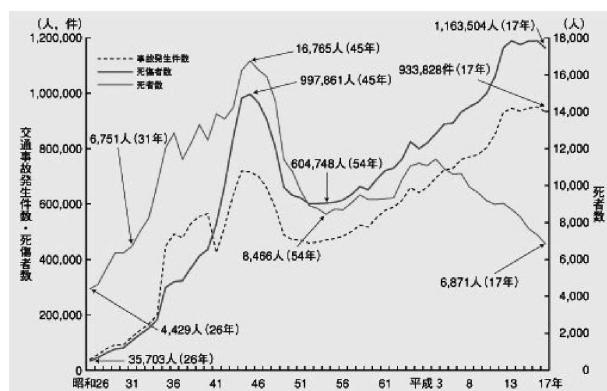


図1 交通事故による交通事故発生件数

死傷者数及び死者数の推移
(内閣府: 平成18年度版交通安全白書¹⁾)

2. ドライブレコーダシステム

2.1 ドライブレコーダとは

現在、一般的なドライブレコーダは、運行状況映

像と、時刻、位置、速度、加速度や各種操作(ワインカ、ブレーキなど)の運行情報を記録するものである。ドライブレコーダ装置自体はカメラ及びセンサ、記録部、GPSから構成される。搭載車両に急減速や衝突などが生じると、車速変化や衝撃を加速度センサが検知し、これを記録トリガとして、トリガ前後の映像と運行情報及び位置情報を15~30秒間にわたって記録する。記録された情報は、本体に挿入されたコンパクトフラッシュカード(以下、CFという。)に保存される(図2)。



図2 ドライブレコーダ「どら猫」(取り付け状態)



図3 ドライブレコーダ「どら猫」(背面)

2.2 一般的なドライブレコーダ

現在では、様々なドライブレコーダが販売されているが、衝撃を感じて前後の映像を記録し、装置を取り外してデータを回収する簡易な装置から各種操作（ワインカ、ブレーキなど）の運行情報や位置情報など付帯情報を同時に採取し、事故の未然防止に役立てようとする装置まで様々である。

しかし、簡易的な装置では、事故が起こった後の事故処理程度しか利用できない。したがって、後者のような様々な情報を採取するタイプの装置が望まれているのであるが、この場合、装置自体が大きく、複数の部品で構成され、限られたスペースの車内に設置するのが困難である。

また、タクシー事業者のような業務車両の場合、車両数が多く、手動でのデータ回収に非常に手間がかかる。同時に回収したデータの確認にも多くの労力を必要とする。

2.3 ホリバアイテックのドライブレコーダ

「どら猫」とその利点

本稿で紹介するホリバアイテックのドライブレコーダ「どら猫」は、上記のような問題点を解決し、確実な運用と体系的な収集データ活用を目指すものである。「どら猫」では、本体にカメラ、加速度センサ、CF（記録媒体）、GPS受信機を内蔵し、一体型とし、フロントガラスに貼り付け、配線するだけの構成となっている。万が一の事故に備えて、筐体はマグネシウム合金を採用し、軽量でありながら必要十分な強度及び放熱性を確保し、電源断に備えてスーパーキャパシタを内蔵するなど他社にはない装備となっている。

また、ドライブレコーダ車載機に無線LAN機能を付加し、タクシー営業所などの基地局に設置したサーバPCに自動的に記録データを転送する。このため、現状のシステムでは1営業所（＝1基地局）200台程度までなら、データ回収の手間を省き、CFの誤挿入・紛失などの管理面の問題も解決できる。

また、回収したデータは営業所において不要データの自動選別や運行状況の分析を行い、その結果を教育が必要なドライバだけにフィードバックすることによって、安全運行教育を効果的に行うことができる。

3. ドライブレコーダシステムの構成

3.1 ドライブレコーダ車載機

本システムのドライブレコーダ車載機は、映像記録時間がトリガ前後30秒（可変）である。また、一般的なドライブレコーダの機能に加えて、トリガ発生時にGPS信号を受信し、事象発生地点も記録する。記録されたデータは、無線LANで営業所サーバPCに転送される。

1日分のデータ転送時間は、1台当たり数分間である（100MB程度の場合）。図4に本システムのドライブレコーダの基本構成を示す。

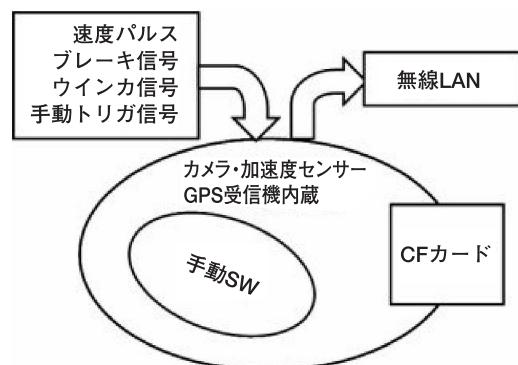


図4 ドライブレコーダ車載機の構成

3.2 データ回収システム

3.2.1 車両から営業所へ（無線LAN）

ドライブレコーダ車載機の無線LANクライアント（子機）に対して、営業所には基地局として同じ規格の無線LANアクセスポイント（親機）とアンテナ、データサーバPCが設置されている（図5）。車両が営業所に帰庫すると、自動的に出庫から帰庫までのデータがFTPを用いてサーバPCに転送される。

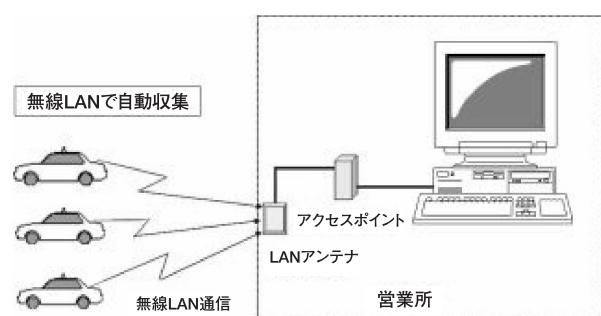


図5 無線LAN自動収集システム

3.3 データ解析システム

3.3.1 データ分類

営業所に転送されたドライブレコーダのデータは、専用ソフトウェア（図6）で衝撃の度合いをもとに危険度のランク別に分類される。また映像とともに、位置、速度、加速度情報なども同時に分類される。

これらのデータを分類すると「ヒヤリハット」、「急ブレーキ」、「ゴミ」の3種類に分けることができる。開発当初のデータでは、図7のような割合であるがゴミデータに関しては、加速度センサの感度調節によってかなりの減少が期待できる。

このヒヤリハットデータを抽出して、発生した加速度と継続時間などから危険度を求め、危険度の高いドライバから順に安全運行教育を行うことにより事故の削減を行う。



図6 専用ソフトウェア（危険度順に分類する）

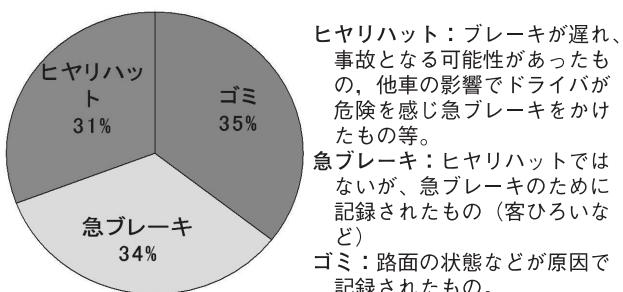


図7 データ分類

3.3.2 データ表示

上記のようにして分類されたデータは、危険度に応じてその時点の映像を見てドライバに適切な指導を行うことになる。（図8）



図8 データ表示システム

また、GPSの位置情報からヒヤリハットの集中する地点などを地図上に表示することによって、危険地帯のデータベース構築などが可能となり。事故の未然防止に役立てることができる。（図9）



図9 地図位置表示システム

応用例として、顧客の乗降時に手動で記録を行い、それをデータベース化することにより、営業情報として活用することも有効であると考えられる。

4. ドライブレコーダシステムの運用例

営業所などの運行管理の現場では、すべての映像データを確認することは不可能であり、上述したようにシステム側である程度の選別を行い、事故の未然予防に役立つ情報のみを入手するシステムが必要となる。図10では、個人、営業所別にヒヤリハットや危険度などの傾向を確認できる資料を用意している。

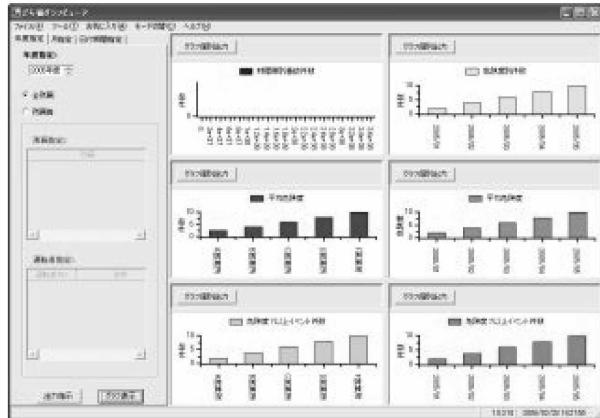


図10 タクシー会社で運用する資料の例

●参考文献

- 内閣府、平成18年版交通安全白書

また、これまでドライブレコーダを取り付けたタクシー事業者では、装着後には事故件数が相当数（数%～数十%）減少していると報告されている。

5. おわりに

本稿では、ドライブレコーダのデータを効率的に回収・分析し、安全運行管理データとして提供できる業務車両事業者向けドライブレコーダシステムについて紹介した。しかしながら、人間の運転行動の善し悪しを車両の挙動ですべて判断することは、かなり乱暴なことである。ここで利用される方々にお願いしたいのが、取れた画像をドライバの皆さんで見ていただき、運転に対する問題の有無や原因などを議論し、どうすれば本当に安全な運転が行えるかということを当事者で考えて実行していただくことである。

だれかになにかを言われて実行するより、自ら安全運転の重要性を認識して、実行することのほうが事故ゼロの実現の近道かと考えている。

また、ホリバアイテックでは、個人向けのドライブレコーダとして「どら猫2」も大手カー用品店にて発売中である。

複写機における音声ガイダンスの最適レベル

Optimum sound level of auditory guidance for copier machines

杉窪 利浩^{*1}、園田 昭仁^{*1}

Toshihiro SUGIKUBO, Akihito SONODA

主に視覚障害者配慮の観点により開発される、音声ガイダンス機能を搭載した複写機においては、動作音が聞こえる中でも聞き取り可能で、かつ、うるさすぎない最適な音量で音声ガイダンスを出力することが求められる。また、視覚障害者は、健常者とは異なる聴覚特性を有している可能性もある。本研究では、このような観点に基づき、視覚障害者及び健常者に対し、複写機動作中に提示する音声ガイダンスの最適聴取レベルを調整させる実験を実施した。その結果、聴取者は、アイドルモードでは、複写機動作音の等価騒音レベル44dBに対し48~59dBに、作動モードにおいては、複写機動作音66dBに対し61~68dBに調整した。また、アイドルモードでは、視覚障害者の調整した平均値は健常者の平均値よりも4 dB高かったが、両群間に統計的有意差は認められなかった。これらの結果から、複写機における音声ガイダンスの最適レベルの設定値を提案した。

The sound level of the auditory guidance for operating a copier machine must be carefully determined so that it will be intelligible above the sound of the copier itself. In this study, a psychoacoustic experiment was conducted to determine a suitable sound level, using persons of normal healthy and visually disabled persons as listeners. Measurements showed that when the equivalent continuous A-weighted sound pressure level of the copier machine in idle mode was 44 dB, the auditory guidance level adjusted by listeners ranged from 48 to 59 dB. When the level of copier machine sound in operating mode was 66 dB, the auditory guidance level adjusted by listeners ranged from 61 to 68 dB. The average of visually disabled persons was 4 dB higher than the average for normal healthy persons in idle mode. However we did not find any statistical significance between them. Optimum sound levels of the auditory guidance for operating copier machines were thus derived.

1. はじめに

近年、視覚障害者配慮等の観点より、音声ガイダンス機能を搭載した複写機が開発されている。また、音声ガイダンスは健常者に対しても操作性を向上させる有効な手段の一つである。しかしながら、複写機の動作音は、OA機器の中では比較的大きく、音声ガイダンスに対して妨害音となることが懸念される。そのため、動作音が聞こえる中で、使用者が聞き取り可能で、かつ、うるさすぎない最適な音量で音声ガイダンスを出力することが求められる。妨害音を考慮した報知音の音圧レベルに関しては、既に、「JIS S 0014:2003 高齢者・障害者配慮設計指針 -消費生活製品の報知音- 妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した音圧レベル」¹⁾において規定されているが、これは、主に、周波数が一定の報知音、いわゆるビープ音を対象としたものであり、音声ガイダ

ンスに関しては規定されていない。この実情を踏まえ、水浪らは、言語音に対しても同様に妨害音中における最適な音量を求めた²⁾。聴覚研究においては、言語音固有の特性として、日常的に聞きなれた言葉と聞きなれない言葉とでは聞き取りやすさに差があることが知られており、評価用に選択された単語が、単語親密度という尺度により7段階（7：親密度が高い）に分類されている³⁾。水浪らが刺激とした呈示音声は、「ウワバリ、エスプリ、ミズヒキ」³⁾のような、“なじみがある”、“なじみがない”の中間にあたる単語親密度4.0-5.5の4モーラの単語²⁾であるが、複写機の音声ガイダンスで使用される単語は、「拡大、縮小、両面」などであり、複写機の使用経験があり、かつ、複写機を使用しているという文脈下における操作者にとって、単語親密度6.0-7.0程度の“なじみがある”とみなしてもよい単語で

*1 キヤノン株式会社 品質技術開発センター

ある。単語親密度の違いによる妨害音中での音声の聞き取りやすさを求めた加藤らの実験⁴⁾によれば、聴取者が80%程度の了解度を得るには、単語親密度6.0-7.0の単語に対し、単語親密度4.5-5.0の単語は、S/N比で7.5 [dB]程度の改善が必要であることが示唆されている。また、水浪らの実験²⁾では、妨害音を店舗、事務所等で発生する騒音の長時間平均スペクトルを近似した定常雑音であるHothノイズ⁵⁾としたが、複写機動作音の周波数特性とは必ずしも一致しない。さらに、水浪らは、妨害音と音声を同じ方向から提示したが、複写機の場合、動作音は複写機本体から、音声ガイダンスはスピーカからと、それぞれ別の方向から発せられる。

以上の点に鑑み、本研究では、視覚障害者と健常者を対象とし、複写機における音声ガイダンスの最小可聴レベル、最適聴取レベル、最大許容レベルの調整実験を実施した。なお、本文では、最小可聴レベルを『当該レベルよりも小さくすると、音声ガイダンスの内容を聞き取れない状態に、聴取者自身が調整するレベル』、最適聴取レベルを『音声ガイダンスの内容を聞き取るにあたり、最適な状態になるよう、聴取者自身が調整するレベル』、最大許容レベルを『当該レベルよりも大きくすると、音声ガイダンスがうるさく感じるようになるよう、聴取者自身が調整するレベル』と定義する。なお、音声刺激には、弊社製音声合成エンジンにより生成した女性音声による、複写機操作の実際に即した音声ガイダンスを用いた。また、妨害音は、毎分65枚のコピー動作を行う弊社製オフィス用複写機を実際に動作させて、聴取者に聞かせた。実験により得られた、最小可聴レベル、最適聴取レベル、最大許容レベルから、複写機動作音を考慮した、視覚障害者及び健常者に対する最適な音声ガイダンスの呈示レベルを提案する。

2. 方法

2.1 音圧レベルの測定方法

2.1.1 基本的な考え方

全ての測定を「JIS S 0014:2003 高齢者・障害者配慮設計指針-消費生活製品の報知音-妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した音圧レベル」¹⁾及び「JIS X 7779:2001 音響-情報技術装置から放射される空気伝搬騒音の測定」⁶⁾に準拠して行った（よって、

本文において両規格に従った部分には引用記号を付与する）。JIS S 0014に関しては、主にビープ音に関する推奨事項を規定した規格であり、音声ガイダンスは適用範囲外であることが謳われているが、妨害音である複写機動作音並びに広範囲の概念としての報知音の測定方法として適用可能と思われる部分を選択し、測定を行った。両規格に明記されていない音声ガイダンスの大きさの指標に関しては、一般的に用いられている等価騒音レベルを測定した²⁾。

2.1.2 音圧レベル

騒音計の周波数重み付け特性をA特性、時間重み付け特性をF特性^{1) 6)}とし、等価騒音レベル²⁾を測定した。

2.1.3 測定点の位置

全ての刺激の測定点について図1に示す。騒音計の位置は、操作者が操作パネルに手を伸ばし、キー入力操作を行いながら音声ガイダンスを聴取するときの頭部中心に相当する位置¹⁾として、JIS X7779に規定のオペレータ位置を適用し、複写機前面より25±3 cm手前、床上高さは150±3 cm⁶⁾とした。操作者側面方向の位置は、実験者による検討の結果、本実験用に設置したスピーカの音響中心より左に45 cmとした。なお、測定点は、スピーカの音響中心より40 cm手前、53 cm上方でもあり、直線距離は83 cm、聴取者が操作位置に立ってボリュームつまりを右手で操作できる位置でもある。騒音計は複写機正面に向け、傾きは水平より30°下方⁶⁾とした。

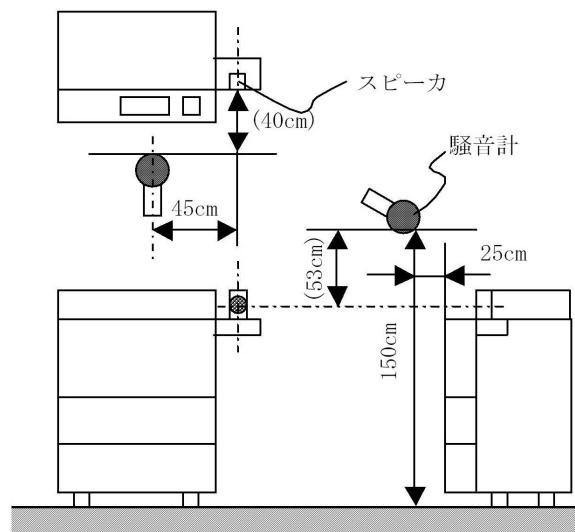


図1 複写機と測定点の関係

また、聴取者の立ち位置は、聴取者ごとにばらついたが、キーおよびボリュームつまみの操作可能な範囲であり、極端に外れることは無かった。そのため、垂直方向のばらつきである身長差や、個人の聴覚差と同様に、聴取者固有の個体差として扱った。

音声ガイダンス測定時の騒音計の向き及び傾きに関しては、上記JIS X7779のオペレータ位置、すなわち、(1)「複写機正面で水平より30°下方に向ける」方法以外に、(2)「スピーカの音響中心に向ける」方法も考えられるため、以下のような比較検討を行った。

JIS X7779のオペレータ位置では、騒音計の向きを操作者の頭の向きと一致させているが、今回の実験においても、全聴取者は正面を向いたまま音声ガイダンスを聴取した。よって、この観点からは、(2)よりも(1)に妥当性がある。また、騒音計は無指向性であり、かつ、指向性が音圧レベルに影響するのは、数kHzを超える帯域であるため、音声の場合、騒音計の向きは大きな問題とならないことも予想できる。これを確認するため、2つの値に設定した音圧レベルに対し、(1)の方法と(2)の方法で測定し、以下の結果を得た。

(1)で4回測定した平均値65.0[dB]、標準偏差0.1に対し、(2)で4回測定した平均値は65.6[dB]、標準偏差は0.3。また、(1)で4回測定した平均値69.5[dB]、標準偏差0.1に対し、(2)で4回測定した平均値は69.9[dB]、標準偏差は0.1。このように、両音圧レベルとも、(1)と(2)の差は、0.4～0.6[dB]と僅少であった。また、今回は、騒音計の傾きを水平から30°下方としたが、JIS X7779にあるように適宜の角度を設定して、音声ガイダンスと複写機動作音を統一した角度で測定しても、同様の結果が得られることが推測できる。

以上により、騒音計の向きを操作者の頭の向きと一致させるという思想に基づき、かつ測定を簡便にする目的で、動作音も音声ガイダンスも、(1)、すなわち、JIS X7779のオペレータ位置で統一して測定しても実用上問題ないと判断した。

2.1.4 記号

- a) $L_{S,Aeq}$ ：音声ガイダンスの等価騒音レベル[dB]
- b) $L_{N,Aeq}$ ：妨害音の等価騒音レベル[dB]

2.2 装置

2.2.1 測定場所

JIS S 0014に記載の「製品を設置する面以外の反射ができるだけ少ない室内」¹⁾に従い、オフィスを模倣した防音仕様の部屋で測定した。また、同所の暗騒音は34[dB]であった。

2.2.2 複写機

毎分65枚のコピー動作を行い、原稿載置面に自動原稿送り装置 (auto document feeder: 以下ADF) を備えるオフィス用複写機を使用した。

2.2.3 スピーカ

本実験のため複写機右側部に設置した、ボリュームつまみを備えたCAMBRIDGE SOUNDWORKS社製CREATIVE MODEL SBS50を使用した。

2.2.4 騒音計

JIS C 1501に規定する精密騒音計¹⁾及びJIS Z 8731に規定する積分平均型騒音計¹⁾として、小野測器製LA-5110を用いた。

2.3 刺激

2.3.1 音声ガイダンス

任意の文字を入力すると、適宜、音声ファイルを生成する弊社製音声合成エンジンを用いて、サンプリング周波数22.05kHz、量子化ビット数16ビットの女性音声を生成した。音声ガイダンスの内容は、視覚障害者の複写機の操作をガイドするための内容とし、安易に理解できる文としたため、聞き取りやすさは、単語親密度6.0-7.0に相当するとみなす。なお、音声ガイダンスの具体的文言は以下のとおりで、無音となる句点、読点、促音を含む発話時間は49秒である。

「テンキー1、既に設定済みの、機能を保ったまま、基本画面に戻ります。テンキー2、表示中の画面の内容を、全て読み上げます。テンキー3、読み上げ中の音声を、中断します。テンキー4、読み上げた項目を左へ移動します。テンキー5、読み上げた項目を決定します。テンキー6、読み上げた項目を右へ移動します。テンキー7、設定されている機能を、全て読み上げます。テンキー8、直前に読み上げた内容を、もう一度読み上げます。テンキー9、現在の画面と項目を、読み上げます。テンキー0、表示中の、画面の設定を取り消し、基本画面に、戻ります。」

また、発話内容の無音部分、すなわち、句点、読点、促音の無音部を完全除去した音声ファイルを波形編集ソフトで作成したところ、発話長は40秒となった。音声ガイダンスの等価騒音レベルが45～75[dB]の種々の音圧レベルになるようにボリュームつまみを適宜調整し、無音部を削除していない音声ガイダンスと、削除した音声ガイダンスを出力し、それぞれに対し等価騒音レベルを測定して両者の差を算出したところ、平均値は0.9[dB]、標準偏差は0.1と安定していた。なお、音声ガイダンスの測定開始ポイントは、全ての試験において、「テンキー2・・・」の冒頭とし、測定時間長を20秒とした。

また、文言の違いによる音声ガイダンスのレベルの恣意性を確認するために、音声ガイダンスの測定開始部を上記のように「テンキー2・・・」とする場合と「テンキー6・・・」とする場合について、スピーカのボリュームつまみを同じ値に固定し、等価騒音レベルをそれぞれ4回ずつ測定したところ、「テンキー2・・・」は、平均値69.5[dB]、標準偏差0.1、「テンキー6・・・」は、平均値69.8[dB]、標準偏差0.1と、僅差であった。

2.3.2 妨害音

妨害音には、複写機のアイドルモード⁶⁾での動作音と、作動モード⁶⁾での動作音を用いた。アイドルモードとは、複写機に通電してはいるが、コピー動作を行っていない状態であり、動作音は、機器内冷却用のファン等が動作しているのみの定常音である。アイドルモードでの動作音 $L_{N,Aeq}$ を20秒間測定したところ、44[dB]であった。作動モードとは、複写機がコピー動作を行っている状態である。本実験においては、ADFに原稿を30枚程度載置し、ADFが原稿を読み込み、複写機本体もコピー動作を行い、かつ排紙動作も行っているときの動作音を作動モードでの動作音とした。音声ガイダンスも含めた音声刺激の時間系列を図2に示す。

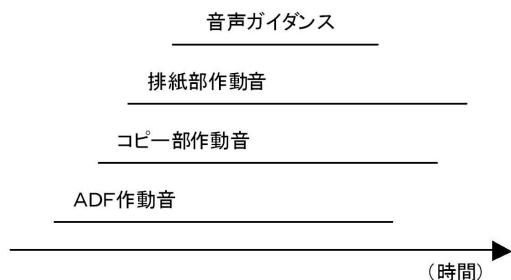


図2 作動モードでの刺激の構成

作動モードでの動作音 $L_{N,Aeq}$ を20秒間測定¹⁾したところ、66[dB]であった。図3に当該複写機のコピー動作20枚分の所要時間である18.5秒間加算平均したときの周波数特性を示す。これによると、作動モードでの妨害音は、250kHz-10kHzにおいて、約-6dB/octのパワースペクトルを示す広帯域ノイズであり、約-6dB/octのパワースペクトルを示すHothノイズ⁵⁾よりも、急峻に高域が減衰していることがわかる。

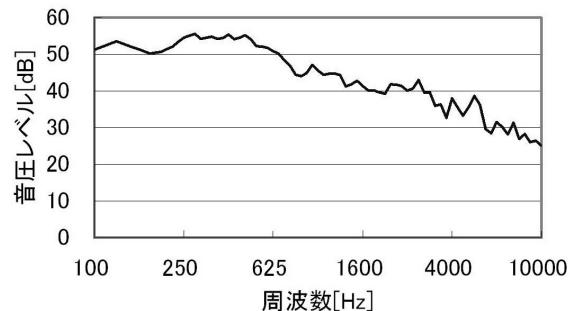


図3 作動モードでの妨害音の周波数特性

2.4 手続き

2.4.1 全試験共通の手続き

聴取者各自に、複写機の操作パネルに手を伸ばし、キー入力操作を行える位置に立ちながら音声ガイダンスを聞くように教示した。また、視覚障害者には、試験の前に、スピーカーの位置とボリュームつまみの位置を認識させた。聴取者に、音声ガイダンスと妨害音を呈示し、聴取者が教示に従い音量を設定した後、複写機を停止し、無音部分を除去した音声ファイルを再生して、2.3.1に記載の音声ガイダンスの文言における「テンキー2・・・」の冒頭から20秒間等価騒音レベル $L_{S,Aeq}$ を測定した。

2.4.2 最小可聴レベル調整時の聴取者への教示

「これ以上小さくすると、発話内容が聞き取れない音量に設定」するよう教示した。

2.4.3 最適聴取レベル調整時の聴取者への教示

「発話内容が聞き取れ、うるさくもなく聞こえにくくもなく、ちょうどいい音量に設定」するよう教示した。

2.4.4 最大許容レベル調整時の聴取者への教示

「これ以上大きくすると、うるさく感じる音量に設定」するよう教示した。

2.5 聴取者

聴覚に異常のない20代から50代までの健常者7名と、聴覚に取り立てて異常のない40代の視覚障害者5名の2群を設定した。また、両群とも、日常的に複写機を使用するなど、複写機の操作経験がある。

3. 結果

3.1 アイドルモードでの最適聴取レベル

健常者7名の平均値は51[dB]、標準偏差は2.8、視覚障害者4名の平均値は55[dB]、標準偏差は4.4、全聴取者における最大値は59[dB]、最小値は48[dB]であった。

健常者と視覚障害者の母分散の同質性の検定(Leveneの検定)を行った結果、統計的有意差は認められなかった($p=0.280$)。また、両聴取者群間でt検定を行った結果、有意差は認められなかった($p=0.192$)。今回の実験では、上記のとおり、視覚障害者の分散が大きいが、健常者との間に統計的有意差は認められなかった。また、全聴取者の平均値53[dB]に対する、健常者の平均値及び視覚障害者の平均値とのレベル差は、それぞれ2[dB]であり、聴感上認識困難な程の僅差である。よって、ユニバーサルデザインの観点より、全聴取者の平均値53[dB]を基準にすると、2.3.2に記載のとおり、 $L_{N,Aeq}$ が44[dB]であるため、アイドルモードでの最適聴取レベルに関して以下の式が成り立つ。

$$L_{S,Aeq} = L_{N,Aeq} + 9 \text{ [dB]}$$

3.2 アイドルモードでの最大許容レベル

健常者7名の平均値は62[dB]、標準偏差は4.7、視覚障害者5名の平均値は69[dB]、標準偏差は4.2、全聴取者における最大値は75[dB]、最小値は54[dB]であった。

健常者と視覚障害者の母分散の同質性の検定(Leveneの検定)を行った結果、統計的有意差は認められなかった($p=0.687$)。また、両聴取者群間でt検定を行った結果、両聴取者群間の平均値に統計的有意差が認められた($p<0.05$)。

健常者の平均値が視覚障害者の平均値よりも低いため、安全のため、健常者群中での最小値54[dB]を基準にすると、2.3.2に記載のとおり、 $L_{N,Aeq}$ が44[dB]であるため、アイドルモードでの最大許容レベルに関して以下の式が成り立つ。

$$L_{S,Aeq} = L_{N,Aeq} + 10 \text{ [dB]}$$

3.3 作動モードでの最小可聴レベル

健常者7名の平均値は59[dB]、標準偏差は1.8、視覚障害者5名の平均値は59[dB]、標準偏差は5.2、全聴取者における最大値は64[dB]、最小値は54[dB]であった。健常者と視覚障害者の母分散の同質性の検定(Leveneの検定)を行った結果、両聴取者群の分散に統計的有意差が認められた($p<0.05$)。

視覚障害者の分散が大きいため、安全のため、視覚障害者群中の最大値64[dB]を基準にすると、2.3.2に記載のとおり、 $L_{N,Aeq}$ が66[dB]であるため、作動モードでの最小可聴レベルに関して以下の式が成り立つ。

$$L_{S,Aeq} = L_{N,Aeq} - 2 \text{ [dB]}$$

3.4 作動モードでの最適聴取レベル

健常者7名の平均値は65[dB]、標準偏差は2.0、視覚障害者5名の平均値は64[dB]、標準偏差は2.5、全聴取者における最大値は68[dB]、最小値は61[dB]であった。

健常者と視覚障害者の母分散の同質性の検定(Leveneの検定)を行った結果、統計的有意差は認められず($p=0.734$)、また、両聴取者群間でt検定を行った結果、有意差は認められなかった($p=0.454$)。

全聴取者の平均値64[dB]を基準にすると、2.3.2に記載のとおり、 $L_{N,Aeq}$ が66[dB]であるため、作動モードでの最適聴取レベルに関して以下の式が成り立つ。

$$L_{S,Aeq} = L_{N,Aeq} - 2 \text{ [dB]}$$

3.5 作動モードでの最大許容レベル

健常者7名の平均値は71[dB]、標準偏差は2.5、視覚障害者4名の平均値は72[dB]、標準偏差は2.5、全聴取者における最大値は75[dB]、最小値は69[dB]であった。

健常者と視覚障害者の母分散の同質性の検定(Leveneの検定)を行った結果、統計的有意差は認められなかった($p=0.663$)。また、両聴取者群間でt検定を行った結果、有意差は認められなかった($p=0.506$)。

全聴取者の平均値72[dB]を基準にすると、2.3.2に記載のとおり、 $L_{N,Aeq}$ が66[dB]であるため、作動モードでの最大許容レベルに関して以下の式が成

り立つ。

$$L_{S,Aeq} = L_{N,Aeq} + 6 \text{ [dB]}$$

4. 考察

4.1 アイドルモードでの最適レベル

アイドルモードにおける最適レベルについて考察する。結果で述べたように、アイドルモードにおいて、
最適聴取レベル \geq 最大許容レベル
であるため、健常者、視覚障害者に関わらず、以下の式が成り立つ。

$$L_{S,Aeq} = L_{N,Aeq} + 9 \text{ [dB]}$$

また、健常者7名及び視覚障害者4名の全聴取者の最適音圧レベルに対し、平均値の信頼性区間(95%)を求めたところ、 $\pm 1.3 \text{ [dB]}$ と聴感上認識困難な程僅少な幅であった。水浪らの実験²⁾によれば、妨害音をHothノイズとしたときの若年者及び高齢者の最適聴取レベルの平均値は、妨害音が40[dB]のときに58[dB]、妨害音が50[dB]のときに61[dB]であり、この区間において、妨害音が10[dB]増加すると最適聴取レベルは3[dB]増加するという関係がある。これを1次式で近似すると、傾きは0.3であり、この傾きを複写機のアイドルモードにも適用すると、以下の近似式を得る。

$$L_{S,Aeq} = 0.3L_{N,Aeq} + 39.8 \text{ [dB]}$$

4.2 作動モードでの最適レベル

作動モードにおける最適レベルについて考察する。結果で述べたように、作動モードにおいて、
最適聴取レベル \geq 最小可聴レベル
最適聴取レベル \leq 最大許容レベル
であるため、健常者、視覚障害者に関わらず、以下の式が成り立つ。

$$L_{S,Aeq} = L_{N,Aeq} - 2 \text{ [dB]}$$

また、健常者7名及び視覚障害者5名の全聴取者の最適音圧レベルに対し、平均値の信頼性区間(95%)を求めたところ、 $\pm 0.7 \text{ [dB]}$ と、聴感上認識困難な程僅少な幅であった。水浪らの実験²⁾によれば、妨害音をHothノイズとしたときの若年者及び高齢者の最適聴取レベルの平均値は、妨害音が60[dB]のときに64[dB]、妨害音が70[dB]のときに71[dB]であり、この区間において妨害音が10[dB]増加すると最適聴取レベルは7[dB]増加するという関係がある。これを1次式で近似すると、傾きは0.7であり、この

傾きを複写機の作動モードにも適用すると、以下の近似式を得る。

$$L_{S,Aeq} = 0.7L_{N,Aeq} + 17.8 \text{ [dB]}$$

4.3 最大レベル

複写機の音声ガイダンスを設計するにおいて必要なレベルは、デフォルト値となる最適レベルと、種々のばらつきを吸収するための最大レベルである。結果で述べた、作動モードでの最適聴取レベルと最大許容レベルの値に基づけば、最大許容レベルは、最適聴取レベルに対し8[dB]大きな値となっている。また、この程度の幅があれば、聴取者の聴力、電気回路、スピーカ等の個体差等によるばらつきを充分吸収可能と考える。よって、最大レベルの目安を作動モードの最適レベルに対し+8[dB]と設定する。

4.4 先行実験との比較

水浪らの実験によれば、アイドルモードでの複写機動作音のレベルに相当するHothノイズのレベル44[dB]での音声の最適聴取レベルは59[dB]²⁾であり、複写機における音声ガイダンスの最適聴取レベルの平均値53[dB]よりも6[dB]大きい。同様に、作動モードでの複写機動作音のレベルに相当するHothノイズのレベル66[dB]での音声の最適聴取レベルは68[dB]²⁾であり、複写機における音声ガイダンスの最適聴取レベルの平均値64[dB]よりも4[dB]大きい。総じて複写機の場合、先行実験に対し、音声ガイダンスの最適レベルを5[dB]程度低く設定できる。その理由としては、はじめに詳説したように、単語親密度の違い、妨害音の周波数特性の違い等が考えられる。

5. まとめ

本報告では、健常者及び視覚障害者を対象に複写機における音声ガイダンスの最小可聴レベル、最適聴取レベル、最大許容レベルを測定するなど、種々の検討を行った。その結果、以下のことが提案できる。

- ・複写機においては、妨害音をHothノイズとした先行実験に対し、音声ガイダンスの最適レベルを5[dB]程度低く設定できる。
- ・複写機における音声ガイダンス及び動作音の測定は、測定指標を等価騒音レベルとし、

「JIS S 0014:2003 高齢者・障害者配慮設計指針-消費生活製品の報知音-妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した音圧レベル」¹⁾ 及び「JIS X7779:2001 音響_情報技術装置から放射される空気伝搬騒音の測定」⁶⁾に準拠して行うことができる。測定点の位置に関しては、動作音も音声ガイダンスも、JIS X7779記載のオペレータ位置で同様に測定してもよい。また、操作者側面方向の位置は、聴取者が操作部を操作可能な位置とし、機種ごとに設定すべきである。

- ・複写機のアイドルモードにおける音声ガイダンスの最適レベルを以下の式で求める。
 $L_{S,Aeq} = 0.3L_{N,Aeq} + 39.8[\text{dB}]$
- ・複写機の作動モードにおける音声ガイダンスの最適レベルを以下の式で求める。
 $L_{S,Aeq} = 0.7L_{N,Aeq} + 17.8[\text{dB}]$
- ・複写機における音声ガイダンスの最大レベルを作動モードにおける最適レベルに対し+8[dB]とする。
- ・複写機のアイドルモードにおける音声ガイダンスの最大許容レベルにおいて、健常者と視覚障害者のそれぞれの平均値62[dB]と69[dB]に統計的有意差が認められた。また、このときの妨害音は44[dB]であった。
- ・複写機の作動モードにおける音声ガイダンスの最小可聴レベルにおいて、健常者と視覚障害者の分散に統計的有意差が認められた。なお、このときの平均値は、両群とも59[dB]、妨害音は66[dB]であった。

6. 補足

視覚障害者5名に対し、測定後にインタビューを行ったところ、3人目の聴取者Cから、周囲の人間への配慮のために、音声ガイダンス使用時にはヘッドフォンも使用したいとの回答を得た。聴取者Cは、オフィスでのPC操作時に、周囲の同僚への配慮のため、ヘッドフォンにより音声ガイダンスを聴取しているとのことであった。その後の聴取者2名に対し、ヘッドフォンの使用に関するインタビューを行ったところ、2名とも使用できたほうがよいと回答した。また、視覚障害者を対象としてアンケートを実施した船場らの報告によれば、音による案内全般に

対し、健常者への配慮も重視すべきとの回答者が多いことが報告されている。一方、街を歩くときには、周りの音が聞こえにくくなる等の理由で、イヤホンをつけたくない回答した視覚障害者も半数近くいる⁷⁾。スピーカとヘッドフォンにはそれぞれに一長一短あることは、オーディオ機器の例からも自明であるが、音声ガイダンスを発する機器においては、最適レベルで提示する、ヘッドフォンも使用可能にする等、一層の視覚障害者配慮設計が望まれる。

●参考文献

- 1) JIS S0014:2003 高齢者・障害者配慮設計指針-消費生活製品の報知音-妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した音圧レベル、日本規格協会、2003
- 2) 水浪田鶴、倉片憲治、佐藤洋、松下一馬、 “妨害音中における音声の最適聴取レベル-高齢者と若齢者の比較-” 日本音響学会聴覚研究会資料、Vol.35, No.10, no.H-2005-105, pp617-622, 日本音響学会、November, 2005
- 3) 天野成昭、近藤公久、坂本修一、鈴木陽一、親密度別単語了解度試験音表(FW03)、日本電信電話株式会社、東北大学電気通信研究所
- 4) 加藤和美、天野成昭、近藤公久、 “雑音を付加した音声の単語了解度における親密度の影響”、日本音響学会聴覚研究会資料、no.H-99-8、日本音響学会、1999
- 5) D. F. Hoth, "Room noise spectra at subscribers' telephone locations," J. Acoust. Soc. Am., vol.12, pp.499-504, 1941
- 6) JIS X 7779:2001 音響-情報技術装置から放射される空気伝搬騒音の測定、日本規格協会、2001.
- 7) 船場ひさお、上田麻理、岩宮眞一郎、 “視覚障害者のための音による移動支援に関するアンケート調査”、日本音響学会誌、62巻、12号、pp839-847、日本音響学会、2006

連絡先

キヤノン株式会社 品質技術開発センター
杉窪 利浩
sugikubo.toshihiro@canon.co.jp

交通安全環境研究所

東京都調布市深大寺に独立行政法人交通安全環境研究所をお訪ねしました。約6千坪の広大な敷地にたくさんの実験棟が立ち並んでいます。今田企画室長に事業概要についてお話しをおきました。また、2006年に導入されたドライビングシミュレータもご紹介いただきました。

【センター】まず、交通安全環境研究所の沿革と事業概要についてご紹介いただけますか。

【交通安全環境研究所】当研究所は、昭和25年に船舶、鉄道、自動車を対象とする運輸省の総合技術研究所として設立されました。その後、改組再編成により、船舶技術研究所となりましたが、昭和45年に分離し、交通安全公害研究所となりました。

平成13年4月には、それまでの交通安全公害研究所の業務を全て引き継いだ形で、新たな独立行政法人として、交通安全環境研究所が生まれました。交通安全公害研究所ができた昭和45年当時は、公害が大きな社会問題だったわけですが、時代の流れの中で取り組むべき課題も変化し、組織名称も交通安全環境研究所になりました。

交通安全と言うと、自動車や歩行者の安全だけのように思われるかも知れませんが、当研究所では、自動車はもちろん、鉄道、航空、新交通システムも対象としています。そして、これらに対する国の安全・環境施策を実現するために必要な研究活動を行っています。したがって、国から委託された業務が大半を占めますが、企業など民間からの委託によって実施する業務もあります。

当研究所の業務は大きく、研究業務、自動車審査業務、リコール技術検証業務の3つに分けられます。職員数は、ここ調布と埼玉県熊谷市にある自動車試

験場を合わせて99名(2006年4月1日現在)です。

【センター】貴研究所の3つの業務の内容について、少し詳しくご説明ください。

【交通安全環境研究所】研究業務から順にご紹介しましょう。研究業務は、環境研究領域、自動車安全研究領域、交通システム研究領域の3つに分けられます。各研究領域の主な研究ミッションは次のとおりです。

[環境研究領域]

自動車の低公害化・低環境負荷化の研究、エネルギー資源の節約、ジメチルエーテル・バイオマスなど新燃料自動車の導入に関する研究、騒音防止技術に関する研究など

[自動車安全研究領域]

衝突被害軽減に関する研究、事故の発生を未然に防ぐ予防安全に関する研究、自動車交通における総合的な安全解析（シミュレーション評価）など

[交通システム研究領域]

利便性の高い新交通システムの安全性を中心とする技術評価、新交通システムの導入効果を評価するためのCO₂排出予測シミュレータの開発など

各研究領域では、こうしたミッションのもとで、具体的なテーマを立てて研究を行っています。実際の研究実施にあたっては、研究内容に応じて領域の枠を超えたフレキシブルな体制で研究を進めることも多くなっています。例えば、国からの委託を受けた「次世代低公害車開発・実用化促進プロジェクト」や、「燃料電池自動車実用化促進プロジェクト」などは、このような横断的な体制で実施しています。独立行政法人化以降、職員数が少なくなる中、より効率的に研究活動を行うためには、こうした大部屋方式の体制が重要になってきています。

次に自動車審査業務です。新型の自動車や装置は、安全確保や環境保全のため、販売される前に、国が定めた基準に適合しているかどうか審査を受けなけ

交通安全環境研究所 組織構成

Organization of National Traffic Safety and Environment Laboratory (NTSEL)

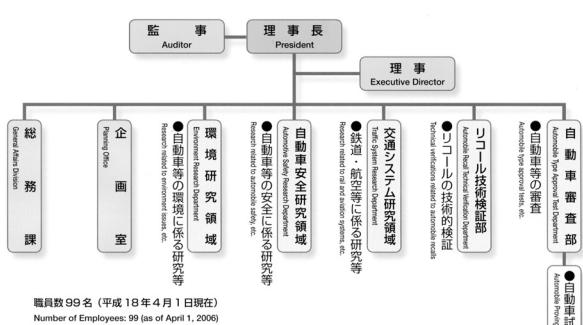


図1 交通安全環境研究所の組織構成

職員数 99名 (平成 18年 4月 1日現在)

Number of Employees: 99 (as of April 1, 2006)

ればなりません。当研究所は、型式ごとに、この審査を行う我が国唯一の機関です。自動車メーカーや装置（チャイルドシート、ヘッドライトなど）メーカーは、自動車審査部に、新型の自動車や装置の型式申請・審査依頼を行います。自動車審査部では、安全・環境基準への適合性について、書面審査と車両・装置試験を行います。これに合格したものは型式が指定され、一台ごとに運輸支局に提示されることなく、メーカーからユーザーの手にわたります。

平成17年度の審査件数は、自動車5,173型式、装置574型式でした。確実で効率的な審査のためには、排ガスや騒音などの基準の改正に伴う試験設備の改修、職員の審査能力向上のための研修なども欠かせません。特に、先進技術への対応が必要となる燃料電池自動車や先進安全自動車（ASV）の審査については、研究領域と連携を図って行っています。

最後にリコール技術検証業務です。リコール技術検証業務は、国土交通省の委託により、2006年5月から始めました。近年、リコール届出件数が増加傾向にあること、また一部の自動車メーカーによるリコールに関わる不正行為があったことから、国土交通省では、2004年6月に「リコールに係る不正行為に対する国土交通省の再発防止対策」を策定し、情報収集、監査体制、技術的検証に取り組むこととしました。当研究所では、このうち「技術的検証」を実施しています。具体的には、国土交通省からの不具合情報やメーカーの検討結果を分析し、必要に応じて事故車両の検分や実車による実験を行い、不具合の原因とその改善措置が適切かどうかの検証を行います。技術的検証の結果は、随時、国土交通省に通知します。平成17年度のリコール届出件数は総計309件で対象台数は5,663台でした。

【センター】人間生活工学との関わりでは、特に自動車安全研究領域のご研究に興味があります。

【交通安全環境研究所】自動車の安全の研究は、大きく2つの概念で考えられています。一つは、事故の被害を最小限にとどめようとする「パッシブセーフティ」、もう一つは、事故の発生を未然に防ぐ「アクティブセーフティ」です。

当研究所では、パッシブセーフティでは、衝突時の乗員や歩行者保護のための試験法の確立・基準化の研究を行っています。図2は一般乗用車の側面に

車高の高いSUV（スポーツユーティリティビークル）が衝突した場合を想定した実験です。将来、より効果的な側面衝突試験法の導入を目指しています。図3は歩行者保護のための頭部インパクタを用いた衝突試験です。頭部インパクタは、歩行者の頭部のダミーで、このようにボンネットに衝突させて、傷害の程度を加速度から計測します。



図2 一般乗用車に対するSUVの側面衝突実験



図3 頭部インパクタ衝突実験

アクティブセーフティとしては、ドライバの運転操作の解析、視聴覚情報処理特性の解析、認知支援システムの評価などを行っています。図4は、さまざまな運転支援システムに対して、ドライバがどのような運転操作を行うかを見る実験を行っているところです。図5はブレーキアシストの基準を作成するために行った急制動実験の様子です。



図4 運転操作特性の計測実験



図5 急制動の実験

自動車交通の安全対策は、国においても検討されています。昨年まとめられた交通政策審議会自動車交通部会によると、車両技術に関する対策では、これまで効果をあげてきたパッシブセーフティの対策に加えて、今後はアクティブセーフティの対策に重点を置いて取り組むこととされています。今後は当研究所でも、アクティブセーフティ技術の評価に關

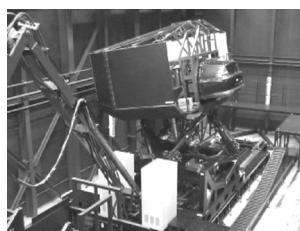


図6 並進機構付き先進型
ドライビングシミュレータ

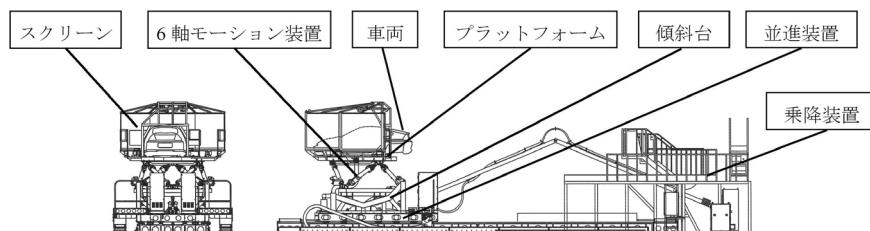


図7 ドライビングシミュレータの構造

する研究に重点を置くことになります。アクティブセーフティ技術の研究のためには、後ほどご紹介するドライビングシミュレータが大いに役立ちます。

また、車両、ドライバー、道路等をモデル化し、シミュレーションを行う総合的な安全解析も検討しています。これは、さまざまな自動車の安全性向上策を総合的に評価しようとするものです。自動車の安全は、車両、ドライバー、道路等を一体として評価しないと、現実場面に即した評価になりません。シミュレーションにより、安全対策の効果を定量的に予測できればと思います。

【センター】それではドライビングシミュレータについてご紹介ください。

【交通安全環境研究所】ドライバの運転を支援するシステムが車両に導入されるようになり、ドライバの運転負担の軽減や安全性の向上に役立っています。しかし、こうしたシステムは、ドライバとのインターフェースが適切でないと十分な効果を発揮できません。そこで、ドライビングシミュレータを用いた運転支援システムの評価が行われてきました。ドライビングシミュレータの利点として、運転者の安全性が確保できること、同一条件で実験を再現できること、各種の運転支援システムをコンピュータ上に容易に構築できること、などがあります。特にアクティブセーフティにおいては、衝突前の回避を検証する必要があり、事故を起こしてみなければなりませんので、ドライビングシミュレータでの評価が欠かせません。

当研究所で今年度、開発・導入したドライビングシミュレータについてご紹介しましょう。当研究所のドライビングシミュレータは並進機構付の先進型となっています(図6,7)。運転席には実際の車両(小型乗用車)を搭載し、車両のゆれや加速度などを再現するため、車体部分を傾斜させる6軸モーシ

ョン装置と傾斜台があり、これを水平方向に移動できる並進装置がついています。運転者の模擬視界はマルチスクリーンを使用しています。これらによって、一般道、高速道のあらゆる交通環境が再現でき、通常時だけでなく緊急時の運転感覚も模擬することができます。また車両の特性もパラメータの変更で自由に設定することができます。

ドライビングシミュレータを用いた研究事例は、これまでにもいろいろなところで報告されています。しかし、ドライビングシミュレータの構造や機能は多様で、その性能についての評価法は確立していません。当研究所のドライビングシミュレータは、総合的な機能を備えていますので、今後、ドライビングシミュレータそのものの性能評価法の策定も可能ではないかと思います。

【センター】ドライビングシミュレータを見学させていただき、その規模の大きさと迫力に圧倒されました。

自動車や鉄道の安全は、私たちの日々の生活に直結することですので、人間生活工学の立場からも、データ提供などで協力させていただければと思います。今日は本当に有難うございました。

連絡先

独立行政法人交通安全環境研究所 企画室
〒182-0012 東京都調布市深大寺東町7-42-27
TEL: 0422-41-3207
FAX: 0422-41-3233
ホームページ: <http://www.ntsel.go.jp/>

床座用・作業用座具の開発

中瀬 博幸（なかせ ひろゆき）
徳島県立工業技術センター 生活科学課 専門研究員

はじめに

徳島県立工業技術センター・デザイン研究室では、20年以上前から人間工学を追究し、日本の住空間にあう座具の研究を続け、これまでに何種類もの座具を開発しています。ここで「新しい床座生活のための座具」開発の背景や過程を紹介します。

楽座椅子の開発

私達日本人の生活の中にも椅子とテーブルの生活がすっかり定着してきましたが、一方で和室付きのマンションや冬場のこたつ生活など、床座は日本ではまだ深く根付いています。以前はそんな床座生活に「座椅子」が使われ、一時期の一般家庭の座椅子保有率は約70%という高さで、購入理由の80%が「こたつを利用する時便利だから」と回答されました。また「座椅子」の座り方では、男性は胡座（あぐら）が半数近くを占めていました。

あぐら姿勢は身体に悪いといわれます。これは、本来S字型だった背骨がC字型に丸くなるために、腰にかかる負担がかなり大きく、内蔵も圧迫されてしまうのです。ある研究データでは、あぐら姿勢の背骨の椎間板にかかる圧力は寝ている時の約3倍、椅子座や正座の時の約2.5倍にもなるという結果が出していました。ちょうどその頃、北欧家具見本市でバランスチェアが発表されたのを見て、日本人なら日本の住空間と生活様式に合い、体に負担をかけない座具が必要と考えて開発に取り組んだのです。

それまでの「座椅子」は座面も背もたれも平面かお尻が落ち込む凹面で、長時間座っていると背中が曲がり、腰やお尻が疲れて痛くなり、次第に体が前ずれする状態でした。従来の「座椅子」は単に洋式椅子の脚を切っただけのもので、本来の椅子の目的や日本人の生活様式を追求したものではなかったのです。そこで足腰やお尻・背中にかかる負担をでき

るだけ少なくするための条件を、筋活動や血流測定、座面圧測定などの実験結果を参考にしながら試作を繰り返しました。その1つを県内企業が1984年に製品化したものが現在ある楽座椅子の原形なのです。

これは、背骨が自然なS字型に近い状態を保つために座面を床から10cm程度高くし、脚の膝下を座面から下へおろすことによってあぐら姿勢の太腿部が上がるのを防ぎました。次に背の曲面をへその裏側で背骨を支えられるようにしています。この結果、上体と脚との角度を椅子座と同じように開くことができるため、背骨をS字に保つことができるのです。



写真1 楽座椅子の最新型

正座用・作業用への展開

楽座椅子は最初はなかなか評価されにくかったのですが、製品化されて10年目にNHKや暮らしの手帖・通販カタログなどで相次いで紹介され、商品として全国的に販売されるようになりました。その後全国の使用者738人を対象にアンケート形式で使用実態を調査し、有効回答315人のうち40歳以上の293人を対象に分析した結果、加齢とともに座り心地や機能性の要求が多くなり、特にそれは高齢者と女性に顕著でした。これは加齢とともに体力に衰えが出る反面、時間にゆとりができるため、長時間座っても疲れにくいものが求められることもありますが、

これまで女性にとって使いやすい座具はほとんど無かったのではないかでしょうか。この楽椅子は腰への負担軽減だけでなく、腰痛の予防や対応策としても有効と考えていますが、あくまでも男性のあぐら姿勢が前提でしたので、女性にも使える座具の研究が次の正座用椅子の開発につながったのです。

あぐら姿勢では腰椎にかかる負担が問題になるのに対し、正座姿勢では足や脚のしびれです。これは太ももやふくらはぎなどが圧迫され、血流が妨げられるために起こります。実際に長時間の正座で足がしびれ、立てなくなった経験のある方は多いのではないでしょうか。そこで考えたのが座面の下に足を入れて背筋を伸ばす構造で、結果、座面がかかとを圧迫することなく、脚・足にかかる圧力は軽減され、腰によい姿勢を保てるのです。

この開発に向けて1996年に行った基礎実験は最適な座面前縁高さと傾斜角度を調べるもので、高さを10・11・12cmの3種類、前傾角度が0・2・4・6度に調整できるモデルを使用し、女性15人、男性19人の被験者が最も座りやすいと感じる組み合わせを選びました。その結果、女性は座面高10～11cmの得点が高く、男性は11～12cmでした。前傾角度は男女共に4～6度でした。

次に大軒直立筋・腹直筋・大腿直筋の筋活動量とふくらはぎ・足親指の血流量を測定し、体への負担の大きさを調べました。その結果、筋活動量は男女ともに座具を用いることで明らかに減少し、体への負担が軽減されていることがわかりました。血流量も女性はふくらはぎに圧倒的な差が見られ、男性は親指・ふくらはぎに明らかな差が認められました。

上記のような調査や実験を繰り返した結果、製品化した正座椅子は基本前傾角を4～5度に設定し、さまざまな体格の人が利用できるよう高さ調節機能を設け、座面前縁の高さを9.5・11.0・12.5cmの3段階に調整できるようになっています。また座り心地を考えてクッションもつけました。実際座った時からふくらはぎや足が楽、長時間座ると足腰への負担も小さいことがわかります。座面が前傾しているので背骨をS字に保ちやすく、血流を妨げることもないで、長時間利用しても疲れにくい座具といえます。もちろん正座だけでなく、あぐらもかけるし投げ脚姿勢も可能です。

この座具は、その数年後実施した農作業用座具の調査研究で実作業用椅子として試用し、作業用机と合わせて試用者側からも好評でした。これらの座具は、座面の材料構成による体圧測定実験も平行して行いました。

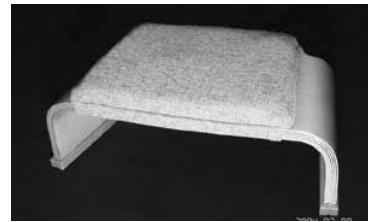


写真2 胡座正座両用座具

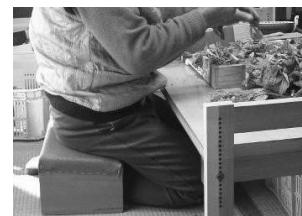


写真3 農作業試用状況



写真4 座具の体圧測定実験

表1 年代別・性別体格に合う椅子座と机の高さ

(mm)	身長	体重	座面の高さ	机の高さ
70代女性	1456.8	50.1	338.8	554.9
30代男性	1702.7	66.2	398.1	668.8

おわりに

農作業用座具の研究開発を進めると、作業内容や環境に合わせた椅子・机の調整は確かに必要ですが、それ以前に年齢・性別による体格差のデータを把握しておく必要があることがわかりました。そこで、人間生活工学研究センターから椅子・机関連の人体データ入手し、それぞれの体格に合うと思われる椅子座面や机の高さを出したものが表1です。これを見ると従来の家具類は20代・30代男性を基準に作られていて、高齢者や女性の体格に合わせたものはほとんどないと言えるでしょう。これから高齢社会を考えても、年代・性別による体格差にかかわらず、様々な人に優しく使いやすい家具インテリア製品の開発が必要です。今後もその開発に積極的に協力していくつもりです。

■事務所を移転しました

人間生活工学研究センターは事務所を移転しました。4月1日より組織体制も一部変わりました。

今後ともどうかよろしくお願い致します。

新住所：

〒550-0012大阪市西区立売堀1丁目4番12号

(おおさかしにしくいたちぼり)

住友生命立売堀ビル2階

新電話番号：

(代表) 06-6539-2331

(経営管理部) 06-6539-2347

(研究開発部) 06-6539-2348

(企画部) 06-6539-2353

(FAX) 06-6539-2150

移転先の案内図はホームページをご覧下さい。

<http://www.hql.jp/howhql/map.html>

■第3回石油プラント保守・点検作業支援システムの開発シンポジウムを開催しました

去る2007年3月8日(木)、東洋エンジニアリング(株)と人間生活工学研究センターは、日本科学未来館7階みらいCANホール(東京江東区)にて、第3回石油プラント保守・点検作業支援システムの開発シンポジウムを開催しました。当日は、3年間の開発成果の発表とパネル展示を行いました。展示コーナーでは、ウェアラブルデバイスを用いた作業内容計測システムのデモンストレーションが行われました。また、特別講演として、大野晋教授(千葉科学大学)、山根一眞氏(ノンフィクション作家)をお招きし、ご講演いただきました。石油精製、プラント、電力を始めとする産業界から約240名の参加があり、本プロジェクト成果の活用へ関心が寄せられました。



展示コーナーの風景



パネルの前で解析について説明を聞く参加者

■第1回イブニングセミナーを開催しました

人間生活工学研究センターでは、このたび新たに

イブニングセミナーを開講することとなり、第1回が去る2007年3月19日(月)18:00より開催されました。テーマは「経験価値創造による"もの"と"こと"作り」で、早稲田大学戦略デザイン研究所の長沢伸也教授にご講演いただきました。

このセミナーは、人にやさしいものづくりに新たな視点やアプローチをお求めの方、あるいは、講座「人間生活工学」にご参加いただいた方の次へのキャリアアップのためのセミナーとして、今後も継続して開催する予定です。

今後の開催計画は、順次ホームページに掲載致します。お問い合わせは、企画部人材育成担当へどうぞ。(TEL: 03-5510-7442 kouza@hql.jp)

■人にやさしいものづくりをお手伝いします

ユニバーサルデザインや製品安全など、人にやさしいものづくりの重要性はますます高まってきています。人間生活工学研究センターでは、人間特性データ(寸法、身体機能、生活行動等)に基づくものづくりをサポートしています。研究開発部へご相談ください。

(TEL: 06-6539-2348 E-mail: support@hql.jp)

■予 告

次号の「人間生活工学」第8巻 第3号 通巻29号の特集は「商業施設のデザイン(仮題)」です。

今回、シリーズ講座「人間の心理特性の観点からデザインを考える」は、都合によりお休みしました。次号から再開します。ご期待下さい。

■募 集

本誌では、皆様からの投稿(論文、ラピッドコミュニケーション、談話室)を広く募集しております。投稿、掲載とともに無料です。投稿規定など詳しくは、ホームページをご覧ください。<http://www.hql.jp>

人間生活工学 第8巻 第2号 通巻28号

2007年4月15日発行

発行所: 社団法人 人間生活工学研究センター

発行人: 石川 明彦

〒550-0012 大阪市西区立売堀一丁目4番12号

住友生命立売堀ビル2階

電話 06-6539-2331 FAX 06-6539-2150

定価1,500円(税込)

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

運転行動データベース

社団法人人間生活工学研究センター（HQL）では、平成11年度から15年度にかけて（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの委託を受けて、「人間行動適合型生活環境創出システム技術」プロジェクトを実施しました。本プロジェクトの一環として運転行動データを収集し、運転行動データベースとして整備しました。

運転行動データベースは、自然な状態での運転行動を計測するために開発した実験車両を用いて、一般運転者の方々に一般公道を実際に運転していただき収集したデータから構成され、総走行距離は約3.1万km、1,978トリップ（1トリップ＝コース1周、走行時間約30分間）に及びます。

あらかじめ設定した9つの走行ルート（茨城県つくば市、土浦市）で、合計97人（20～71歳）の運転者が、各人が同じルートを5～40トリップ繰り返し走行し、その間の運転者の操作行動、自車両状況、交通環境、走行位置、速度、加速度、ハンドル操舵角、ウィンカー操作、ワイパー操作、シフト操作、ブレーキペダル、アクセルペダルの踏み込み量、GPSによるマクロ的な自車両走行位置、広角CCDカメラによる前方映像など、全体で約400項目のデータを収集し、データベースを構築しました。

運転行動データベース 提供内容（一例）

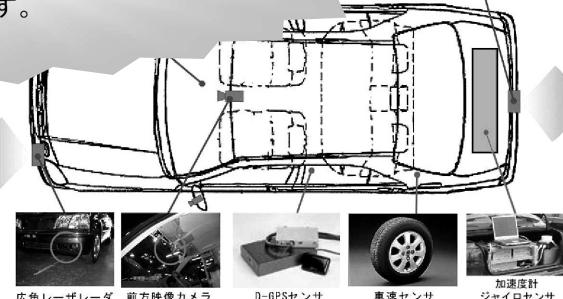
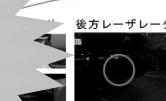


これだけの量の実路運転行動データが収録されたデータベースは世界的にも例がありません。また、同一経路を複数の運転者が繰り返して運転した行動データが蓄積されていることから、個人差および個人内の行動変動が解析できる世界で唯一のデータベースです。



測定番号	フレーム	フレーム(画像抽出対応)	ロール角速度	ピッチ角速度	ヨー角速度	加速度X	加速度Y	加速度Z
test_id	Frame No.	Frame No. Image	Roll Angular Speed	Pitch Angular Speed	Yo Angular Speed	Acceleration X	Acceleration Y	Acceleration Z
000512893Q	0	0	0.046	0.031	0.005	-0.1018	-0.1224	-0.022
000512893Q	1	1	0.008	0.036	0.013	-0.011	-0.1226	-0.021
000512893Q	2	1	0.024	-0.013	-0.013	-0.011	-0.1126	-0.021
000512893Q	3	1	0.019	-0.013	-0.027	-0.016	-0.1253	-0.021
000512893Q	4	1	0.058	0.031	-0.024	0.016	-0.1126	-0.016
000512893Q	5	1	0.002	-0.024	0.009	0	-0.1126	-0.016
000512893Q	6	2	0.002	-0.024	0.009	0	-0.1126	-0.016
000512893Q	7	2	0.011	0.009	0	-0.014	-0.1126	-0.016
000512893Q	8	2	-0.014	0.009	0	-0.1214	-0.1126	-0.021
000512893Q	9	2	0.002	0.025	0.011	-0.1067	-0.1067	-0.021
000512893Q	10	3	0.002	0.025	0.011	-0.1057	-0.1057	-0.021
000512893Q	11	3	0.04	-0.007	-0.016	-0.1253	-0.1253	-0.022
000512893Q	12	3	0.004	-0.007	-0.016	-0.1253	-0.1253	-0.022
000512893Q	13	3	0.029	0.064	0.022	-0.1194	-0.1194	-0.022
000512893Q	14	4	0.008	-0.018	0.005	-0.1126	-0.1126	-0.021
000512893Q	15	4	0.035	0.02	0	-0.1292	-0.1292	-0.022
000512893Q	16	4	0.008	-0.029	0.022	-0.1116	-0.1116	-0.021
			0.008	-0.029	0.022	-0.1116	-0.1116	-0.021
			0.009	0.009	0	-0.1253	-0.1253	-0.021
			0.031	0.005	-0.005	-0.1126	-0.1126	-0.021

データ



ご希望に応じて運転者の年齢・性別などの属性別や、ルート別などで、データの抽出を行います。

提供価格は1データ（=1トリップ）あたり10,500円（税込）です。

お見積もり・お問合せなど 詳しくは・・・

社団法人 人間生活工学研究センター 研究開発部

〒550-0012 大阪市西区立売堀1-4-12 住友生命立売堀ビル2階

TEL: 06-6539-2348 FAX: 06-6539-2150

E-mail : support@hql.jp HP : <http://www.hql.jp>



Journal of Human Life Engineering