

## 第13回IATSSセミナー (2007年9月21日、東京・経団連会館)

加藤 晋氏 (独立行政法人産業技術総合研究所主任研究員)

篠原一光氏 (大阪大学大学院人間科学研究科准教授)

吉田 傑氏 (株式会社本田技術研究所四輪開発センター主任研究員)

エスコ・ケスキネン氏 (フィンランド、トゥルク大学教授)

シンポジウム企画委員会では2006年度の新会員を講師とするIATSSセミナーを2回にわたり開催しました。2回目となる今回は新会員3名ならびに海外特別顧問1名にご登壇いただき、専門分野についての話題提供をお願いしました。

加藤 晋

### ITSに関する研究 産総研における 運転支援と自動運転に関する研究



#### ITSへの取り組み、現在は第二段階

産業技術総合研究所の加藤と申します。IATSSという非常に見識が高い学会の新会員にさせていただきまして非常に光栄に存じます。

今日はITSに関する研究ということでご報告させていただきます。

私は本年度、産業技術総合研究所の企画本部に席を置いておりますが、経済産業省の産業機械課というところに出向しています。製造産業局の中には自動車課というのがありますが、そこではなくて、製造業全般を所管している産業機械課にあります。研究とは少し離れていて、今現在は行政に関する仕事に携わっています。今回の発表はITSに関する研究ということで、歴史も振り返りながら、これまで私が、そして研究所が携わってきた研究のご紹介をさせていただきますしたいと思います。まずITSについてざっと振り返ったあと、産業技術総合研究所におけるITSの研究ということで、目的、歴史、研究の成果の紹介を進めていきたいと思っております。

皆さんご存じのとおり、交通問題は非常にたくさんあります。その解決を、インテリジェント化、それからネットワーク化などITを使った技術によって

図ってこういうことがITSなのです

が、具体的な目的としては安全性・効率性・快適性の向上、環境負荷の改善、省エネルギー化などが挙げられると思います。

ITSという言葉が先行して、ITSに対する期待が一時期非常に大きくなりましたが、ITS自体はシステムのシステム、社会システムという位置づけだと思います。ITSとITプラス、トランスポーターション・システム(TS)だとか、IT自体にも、今コミュニケーションが入ってICTになるなど、技術的な広がりがありますが、ITS自体の対象とするものの広がりも大きくなってきていると思います。単純に道路交通の難題解決だけではなくて、交通システム、社会システム全般におけるいろいろな問題解決まで図ってこういう動きがあります。

ITS自体の由来は、ITSという言葉ができたことから察すると、1994年にさかのぼることができますが、研究自体はそのもっと前からということになります。日本のITSの取り組みですけれども、1996年に旧5省庁がITSの推進に関する全体構想をまとめました(Fig.1)。現在はセカンドステージに来ていて、ITSの社会実現ということで、本格的に実証研究が進んで

きています。

さて、私の所属する産業技術総合研究所におけるITSの研究を紹介いたします。産業技術総合研究所というのは、機械技術研究所などの旧工業技術院の研究所があわさった研究所で、15の国研が組織変更されて、独法化によって一つになっています。現在3,000名近い研究職員がおりまして、国内最大の研究機関と言われていています。研究は多岐にわたっていて、ライフサイエンスとか、情報通信とかナノとかエネルギーも行っていますし、地震などの地質分野なども行っています。この中で情報通信・エレクトロニクス分野と、人間工学を扱うライフサイエンス分野でITSに関連した研究を行っています。

### ITS研究の歴史を振り返る

私がお話できる内容は、情報通信分野に位置づけられている知能システム研究部門での研究です。

今までのITSの研究について少し振り返ってみたいと思います。研究の目的は、安全性、快適性、それから効率はもちろんのこと、今現在、社会的な問題となっている高齢化問題や環境の保全といったところにまで視点を向けていこうとしています。それから、経済産業省所管の研究所ですので、標準化とか

1996年、「高度道路交通システム(ITS)に関する全体構想」旧5省庁(現4省庁:警察庁、経済産業省、総務省、国土交通省)  
九つの開発分野と21の利用者サービス(当初20)の定義(具体的内容を含む)  
・56の個別利用者サービス、172のサブサービス  
システムアーキテクチャも策定  
・大規模なシステムの開発を効率的に進めるために要素の機能やその間の情報の流れを示したもの  
現在、セカンドステージと言われている  
「安全・安心」「豊かさ・環境」「快適・利便性」のサービスシーン  
2007年の本格的なITS社会の実現へ

Fig.1 日本のITSの取り組み

評価の基準なども研究の目的に入っています。ITS研究に関しては長い歴史を持っており、産業界への影響も大きいと我々は自負しています。そのいくつかの研究例をご紹介しますと思います。

1960年代からITSに関連する研究が行われていて(Fig.2)誘導ケーブルやマシンビジョンなどを用いた自動運転を研究していました。それから単体の自動運転ばかりではなくて、複数の車両を制御していたほうが効率的になるだろうということで、「通信」をキーワードにして、複数の車両の協調走行を行いました。また、自動運転はすぐに訪れるものではないだろう、社会に普及するものではないだろうとい



Fig.2 旧通産省工業技術院機械技術研究所と産業技術総合研究所におけるITS研究の歴史

う位置づけで、運転支援のシステムに必要な技術に対しては、ドライバー・アダプティブと我々は呼んでいますけれども、運転者に適応するような技術の研究も行っています。

ちょうど私が生まれた1967年に、時速100キロで自動運転をした映像が残っています。これは道路の下に誘導ケーブルを埋めて、その磁界を車がピックアップすることによって進路を決めて自動操舵をするという研究でした。この技術自体はかなり古いのですが、今現在も工場内の無人搬送システム等で利用されています。それからCACsと呼ばれる自動車の総合管制システムの研究が行われています。この研究自体は、路車間通信というものを使って動的に経路を誘導していこう研究だったのですが、最終的に、いわば鶏と卵の問題で実現しませんでした。現在は同じ目的のVICsというシステムが世の中に出てきていますので、鶏と卵の問題は解決されているということになります。つまり、GPSという衛星を利用したカーナビのシステムができましたが、カーナビのシステムのコンテンツの一つとしてVICsのシステムがあるということで、こういったシステムの土台とコンテンツの重要さが、鶏と卵の問題を解決することに対しては非常に重要だと痛感しております。

先の誘導ケーブルがどこにあるかという情報を読みとって車両をコントロールする方法だと非常に不安定でした。そこで、自動車よりも先、車両よりも先の情報を見るためにテレビカメラ、マシンビジョンを使って車両の前の情報を取り込んで、それによって運転するという研究へと展開しています。1970年代にマシンビジョンのみで世界で初めて障害物の検出と回避を自動運転で行いました。上下方向にカメラが2台ついたステレオビジョンという形になっ

ていて、障害物をビジョンシステムで検出して、それをよけて運転することができました。

さらに、マシンビジョンを使っているいろいろな研究をしていました。現在、マシンビジョンでレーンキープのシステムが市販されていますが、その基になるようなものを1990年代には研究しています。この辺から私が研究所で携わってきた研究になります。コンピュータのシステムの性能も上がってきたので、こういったことが簡単にできるようになってきました。さらに、先ほども少し触れましたが、1台の車両の自動運転では効率性が上がらないだろうということで、安全と効率の両立ということを考えました。それが複数の車両の協調走行、情報を共有して安全かつ円滑に動けるようなシステムづくりの研究です。ここでは車車間通信、つまり車同士が通信をし合って情報を共有するということが重要になります。我々が使用した通信の装置は5.8ギガヘルツのDSRC、今のETCのシステムと同じ周波数で通信方式を変えて使用しています。これも2000年11月に、世界で初めて5台の自動運転車両を使って実験を行っています。

いろいろな通信がありますが、車車間通信というのは、道路交通における安全と効率に対して非常に効果をもたらすだろうということで、現在注目されているものの一つだと思います。例えば5台の車両に通信装置と、デファレンシャルGPSという高精度な位置の検出装置をつけて、相互に位置情報、運転の情報、それから障害物の情報をやりとりして、自動で回避します。さらに回避してきた車両がどう動くのかという情報をやりとりして、安全かつ円滑に動かすという実験をしています。

それからこういった通信のシステムをうまく使っ

て、交差点などで協調した運転ができないかということも行っています。Fig.3をごらんください。これは、例えば高齢者が特に右折するシーンで前が見にくい場合に、前の車両との通信を使って対話的にどういう状況かを説明して支援してあげようというシステムです。これも、実際に実験していますが、右折したがって高齢ドライバーが接近してきたら、その情報通

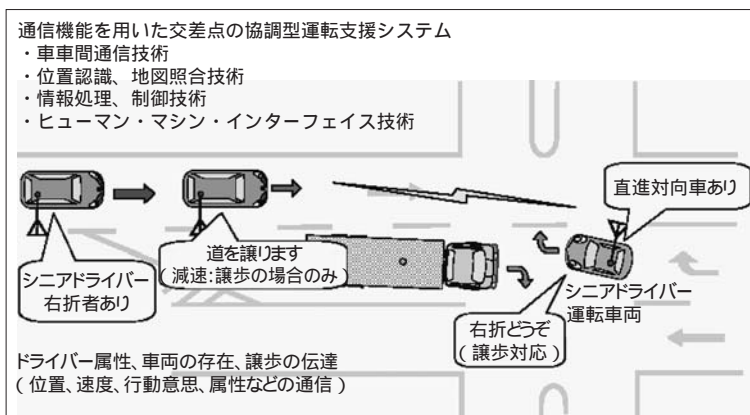


Fig.3 協調型運転支援システム

信を受けた車両のほうが譲ってあげるという約束にしておいて、双方にインフォメーションとして音声で流すということも行っています。こういったシステムについて高齢者にアンケートしますと、非常に好評だったので、このようなものも今後システム開発が進むのではないかと考えています。ただし、通信を使ったシステムは実は問題があります。通信機が百パーセント普及することは考えにくいですし、普及したとしても故障している可能性もあります。ですから、普及過程を考慮した通信のサービス、先ほど言いましたけれども、もの自体とコンテンツがどうしても重要になってきます。そういった支援のコンテンツをいかに、うまく導入過程を考えてつくり出すかということで、いろいろな研究をしています。普及率が低いところでもちゃんとケアできるように見ていこうというのが研究の主題になっています。

#### 今後は環境や高齢者問題も考慮した開発が必要に

重要なのは送信側の確保であり、また利点の体感とか事故の低減であり、安全のイメージが社会的に受け入れられるような土台づくりではないかと考えています。

送信側の確保としては、緊急車両とか公共の車両、それから運送会社の大型トラックでの事故が多いので、そういったところには義務づける措置も必要ではないかと考えています。例えば、緊急車両に対し

ては公共性のため送信側の確保が可能ですから、接近の情報を提供させる。そういった情報が必要な人たちは受信機を買っていきましょう。このコンテンツだけでは買っていき人は少ないかもしれませんが、例えばカーブのときに渋滞末尾の接近情報を得られるような、いろいろなコンテンツを受けられるサービスがあれば受信機もどんどん増えていくのではないかと考えられます。送信側の場合は渋滞の情報を出さなければいけなくなりますけれども、送信機側は大型トラックとか運送の事業者に持っていただくことで確保ができるのではないかと考えています。

これは高齢ドライバーだけではありませんが、いろいろアンケートしますと、こういったものの必要性、特に安全に関するものの必要性に対して非常に関心が高いという結果を我々も得ています(Fig.4)。さらに情報を受けることに関しては、ドライバーにいろいろな情報を提供して、それを判断してもらう必要がありますので、提供の仕方をうまく考えなければいけません。そこで受容性の高い運転支援のシステムをつくらうということで、ドライバー・アダプティブな運転支援を考えております。これも、いろいろなやり方があると思いますが、我々はドライバーの状態を直接的もしくは間接的に見るのが重要だと考えています。一つの例ですけれども、ドライバーの操作に応じて警告の度合

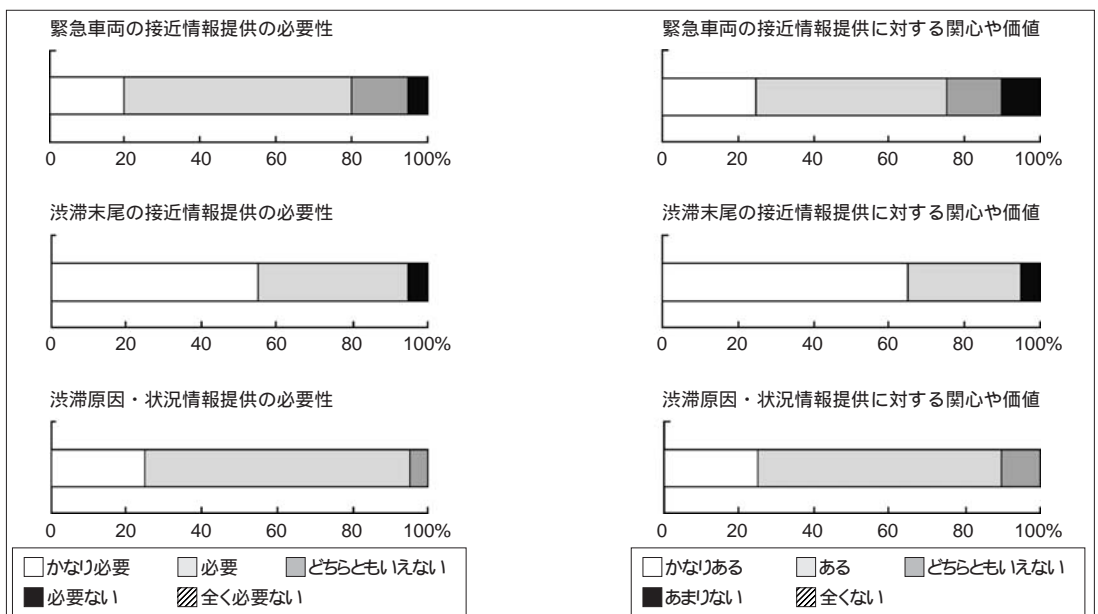


Fig.4 高齢ドライバーの評価結果：特に安全に対する有用性の高いものへの必要性や関心は高い



Fig.5 車両指向を基礎とする研究開発

いを変え実験をしております。通常運転をしていればあまり警告情報は出ないけれど、急激なブレーキを掛けるような、ちょっとよそ見をしていたという場合にはブレーキの警告を強めるとか、緊急ブレーキまで支援できるようなシステムを考えております。また、停止線に対してドライバーがどういう反応をしているかという情報によって、ドライバーに対する支援を変えていくということも実験しています。

このドライバー・アダプティブ支援は、高齢ドライバーだけではなく、ユニバーサルなデザインになるだろうと思います。さらに、この支援自体は、操作のばらつきを抑制して一定のレベルに保つという効果がありますので、操作の遅れや確認の遅れを指摘することができ、安心、安全につながっていきます。それから高齢者とか、非常に疲れたドライバーに関しては、ドライバーに対して自分の運転がどうなっているかを自覚させるという効果もあります。操作のばらつきがなければ交通流が一定になってきますので、ドライバーにもアダプティブですけれども、交通流や環境にもアダプティブという効果が得られるのではないかと考えております。

産総研ではいろいろ研究をしてきましたけれども、車両指向を基礎とする研究開発をしてみました (Fig.5)。いろいろなセンシングや通信の技術、それ

から人間工学的な技術、制御の技術などをコアとして、最終的に出てくるシステムというのは、自動運転のシステムもあれば運転支援のシステムもありますが、最終的には交通流を非常に円滑に保っていくようなシステムを実現したいと考えています。

今後は、先ほど述べたように、位置をいかに高精度にとれるか、それから通信の技術、さらに基盤整備というものも重要になってきます。高齢者への対応も重要になってきますので、その辺の研究はどんどん進めなければいけないだろうと思っています。それからエネルギーとか環境に焦点を当てることも重要です。経済産業省でのITS系の予算を見ますと、今年は省エネルギーということ 키워ドにした概算要求がされている状況です。単純にITSというのではなく、省エネルギーというキーワードを持った研究開発も必要だろうと考えています。

さらには、当然のことですけれども、ヒューマン・マシン・インターフェースの研究なども重要です。今私は行政側のほうにいますけれども、普及・発展のシナリオ等の話、それから制度整備など政策的な話もやはり重要であって、その辺も整備していないと進まないだろうと考えております。

以上雑駁ですけれども、紹介をさせていただきました。どうありがとうございました。

篠原一光

# ドライバーの注意に関する 認知心理学的研究



## 焦点的注意と分割的注意

ただいまご紹介いただきました篠原です。私は学生のころに長山教授の指導を受けておりまして、そのころからIATSSのいろいろなプロジェクトの話などを聞いて勉強してまいりましたので、その場にこのように参加させていただけるというのは大変光栄です。

私の今日のタイトルは「ドライバーの注意に関する認知心理学的研究」です。ドライバーの認知過程、特に注意の問題を心理学的な観点から研究する場合に、どのような概念の枠組みを使って、どのような方法を使って研究をしているかといったこととお話しさせていただきます。

運転にとって注意は大変に重要なものであることは言うまでもないことです。さまざまな事故の原因を考えてみても、注意が正しく使われなかった、あるいは不注意だったということが事故の原因となっているのが現状かと思えます。したがって、ドライバーがどのように注意を使うのか、ドライバーの注意がどのような特徴を持っているのかを研究するのは非常に重要なこととなります。

そうすると、「注意とは何なのか」というのが次の疑問になってきます。「注意とは何々である」と簡単に定義することは難しく、心理学の研究の中でも注意ははっきりとは定義されていません。そのかわり、注意に関するさまざまな現象、特性が紹介されています。Johnson and Proctorという人が2004年に出した"Attention"という本は大学生から大学院生向けのテキストですが、その章タイトルだけを書き出して見ても、注意というだけでこれだけさまざまなテーマがあります（Fig.1）これに基づいて私は授業をしますが、半年授業をして3分の1も進まないという具合で、非常にたくさん内容があるわけです。

いっぱいありますねと言って終わってしまうと話が進みませんので、少しずつまとめていきたいと思えます。

これもまた別の教科書に出ているもの

ですが、注意を機能・特徴によっていくつかに分類しています（Fig.2）。これは非常にシンプルでわかりやすい分類で、注意には焦点的注意と分割的注意という二つの見方があるととしています。

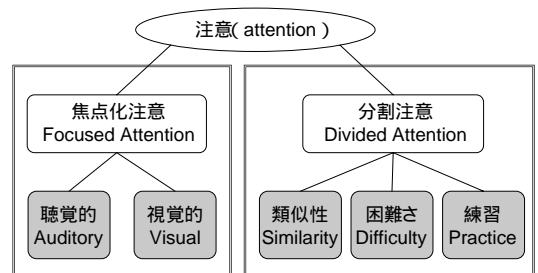
焦点的注意（Focused Attention）では、例えばある場所を見るときに、その見ているところのどのくらいの範囲に対して注意が向けられるかということが問題になります。例えば、私の立っているこちらの演台と向こう側の演台の両方に目を向けることができますが、目を向けると同時に我々は注意力を動かしているわけです。そのときに動かす注意というのは焦点的注意と考えます。

もう一つは分割的注意（Divided Attention）です。人

1. 注意研究の歴史
2. 情報処理と注意研究
3. 選択的視覚的注意
4. 聴覚的・クロスモーダル注意
5. 注意と抑制
6. 多重課題パフォーマンス
7. 記憶と注意
8. 注意とディスプレイ
9. メンタルワークロードと状況認識
10. 注意の個人差
11. 注意の認知神経科学
12. 注意の障害

出典）Johnson and Proctor 2004 "Attention" SAGE Publication.

Fig.1 認知心理学での注意研究



出典）Eysenck and Keane, 2005.

Fig.2 注意の種類

間はいくつかのことを同時にすることができます。例えば、今皆さんは私の話を聞いて同時にメモを取っておられますが、これは「メモを取る」「話を聞く」という二つの課題を同時にしているわけです。そのときに使う注意がこの分割的注意です。話を聞くことと書くことに注意を分割します。

### 運転時の二つのディストラクション

日常生活のいろいろな場面で、この二つのタイプの注意が使われますが、車の運転をする場合も同じであると考えます。そこで、運転をするときに焦点的注意がどのように働くか、分割的注意がどのように働くかという観点で研究をしたらいいのではないかということになるわけです。

さて、運転の場合にはディストラクションというのが問題になります。ディストラクションとは、平たくいえば「注意がそれる」ということです。注意がそれて事故に遭ったりするわけですが、そのディストラクションに、先ほどの分類に関連づけて考えると、二つのタイプのディストラクションがあるのではないかと考えられるわけです。一つは注意の「向き」に関するディストラクション、もう一つは注意の「配分」に関するディストラクションです。前者が焦点的注意に関するディストラクションで、後者が分割的注意に関するディストラクションということになります。

向きに関するものというのは、例えば運転をしているときは前方を見ているが、仮に運転をしながら携帯を手を持ってダイヤルするとします。全く携帯を見ないでダイヤルするのはちょっと難しいので、視点を手元に落としたりします。これは向きの問題といえるかと思います。もう一つは配分ですが、例えば運転をしながら携帯で会話をするとします。このときは運転をしながら話をしていますが、この場合は話と運転に対して同時に注意を配分するという問題になるかと思います。それぞれについて調べていったらいいのではないかというわけです。

### 注意の向き - 「見る」ことと「注意して見る」こと

では、まず注意の向きに関する問題をご紹介しますと思います。

車外と車内とを同時に注意することは通常できません。車内に対して注意する場合と車外に対して注意する場合、この二つの間の切りかえが瞬時にできるのかというのを検討しました。視線は瞬時に切り

替えられますが、注意を伴って見ないとものは見えません。ですから、目を動かすことと、それに合わせて注意を動かすことが一致しているかどうかの問題になります。カーナビを使いながら運転をしている場合であれば、カーナビを見る場合と前方の車を見る場合があります。この場合には当然視線の移動を伴うわけですが、その視線の移動と注意の移動は一致しているかというのを調べるわけです。

まず1998年に行った実験をご紹介します。スライドで、運転席から撮った前方の風景を見ます。数秒たってからカーナビの画面を見ます。見終わったら、また視線を前に戻します。時々、前方の風景では、前方にいる車がブレーキを踏んでいたり、車間距離がつかまっていたりします。その場合はブレーキを踏まなければなりません。こういう非常に単純な実験を行いました。そうすると、前方に視線が戻ってから2秒たってから後の反応時間は、ずっと前を見続けていた場合に比べて、より長いという結果になりました。これは、視線が戻ってから2秒たってからも反応が遅れるというのが重要なポイントです。つまり瞬時に注意は移動していない、視線は、もちろん完全に前に戻っていますが、注意は戻っていないということがわかります。

もう少し同じようなデータを積み重ねてみようということで、このあとにもいろいろな研究を行いました。先ほどは単純に先行車がブレーキを掛けたか、あるいは先行車との車間距離が短くなるとか、あるいは先行車のかわりに対向車があって、その対向車がセンターラインをはみ出してきたら反応するとか、そういった非常に単純な危険場面を刺激に使いました。でもそれだけでは面白くありませんので、2006年度に自動車技術会で発表した研究では、危険予知訓練などのテストで使われているような場面をCGでつくって、同じような実験を行いました。まず何も危なくない、ハザードのない場面があります。その後前車のドアが開くとか、向こうから歩行者が出てくるとかということが起こります。この途中で、前方から手前にある小さなモニターに視線を移してもらいます。この時、記憶を使う課題をしてもらいました。ここでは、カーナビの画面を見て、画面の中に表示されているアイコンを覚えて、進行方向の指示を記憶するという課題を用いました。Fig.3は実験の配置です。実験は室内で行っています。交通場面としては前方スクリーンを見て、カーナビのモニターとして左前方のモニターを見てナビゲーシ

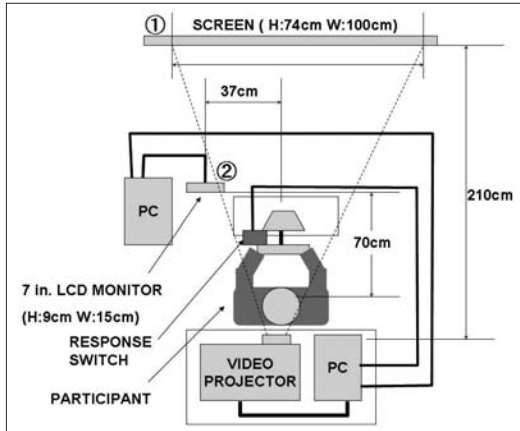


Fig.3 実験装置

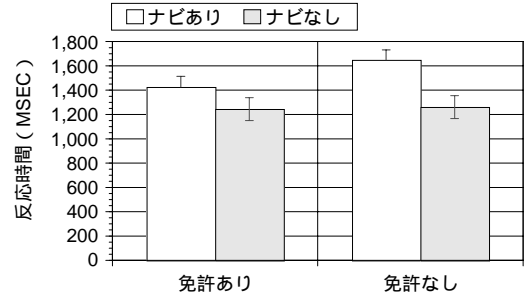
ョンの画面を記憶するというを行います。その結果、先行研究と同じような結果が出ました (Fig.4)。「ナビあり」というのは、前方から視線を外してカーナビの表示を見て内容を覚えるという条件で、「ナビなし」は、カーナビを見ないという条件です。これを見ると、ナビを見ると反応時間は明らかに長くなっています。この実験では免許を持っている人と持っていない人という2群を使いましたが、どちらも同じように差が出るという結果でした。このことから、これを説明するモデルのようなものをつくりました (Fig.5)。

今二つ研究をご紹介しましたが、運転をしていて、前方を見て、次にカーナビの画面を見て、再度前方を見ます。このときに、それぞれの部分に対して注意がどのように向けられるかを考えてみました。まず運転をしているときは当然運転をしている場面に対して注意が向きます。カーナビの表示が出るとそちらのほうに注意が移動します。そして前方に視線が戻るのですが、注意はすぐには戻らず、じわっと次第に戻っていくということであると考えました。こうすると、今ご紹介した結果はうまく説明することができます。カーナビを見ている間は脇見運転になります。それからカーナビを注視した後に視点が前方に戻ってからも前方の事象に対する反応が遅れ続けるというのも、これもまた一つのタイプのディストラクションになるかと思われます。

#### 注意の配分 - 言語による記憶課題を加えると...

さて、今度は後半の配分に関する検討です。

先ほど申しましたが、二つのことを同時にする場合に、それぞれの課題に対して注意を分けるのが



LCDモニターから情報を取得すると、反応時間が有意に増大する ( $p < .001$ )

Fig.4 変化検出反応時間

#### 運転への注意配分

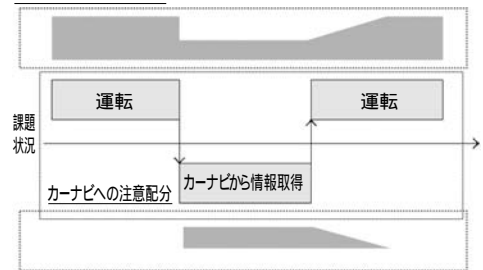
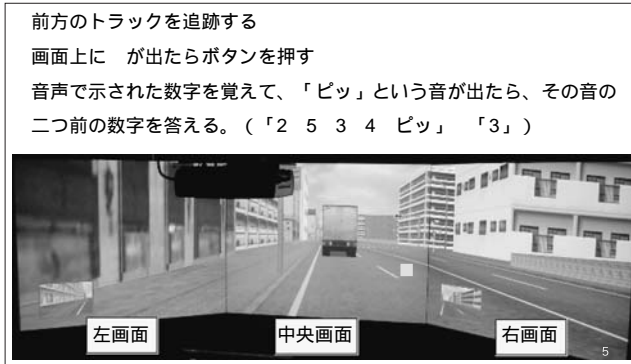


Fig.5 運転時の注意転導のタイプ

配分の問題になります。特に運転をしながら会話をするというのがここでの具体的な問題になります。現在でも、携帯電話をかけながら運転するのは道路交通法で禁止になっていますが、ハンズフリーキットを使って運転することはよしとされています。しかし、注意の配分という問題から考えますと、ハンズフリーキットを使っているからといって安全であると断言することはできないと考えられるわけです。実際に、この問題は日本国内でも、世界各地でも問題とされて、いろいろな研究が行われています。

具体的な実験をいくつかご紹介しましょう。一つは、海外で行われているものです。抽象的なレベルの研究としては、Strayerという人の研究があります。トラッキング課題といって、パソコンのディスプレイ上にターゲットが出て、それを追従するという課題をします。ジョイスティックを使って、動いていく刺激を追跡するという課題です。その追跡の難度が2水準あって、簡単なものと困難なものがあり、それと同時に言語的な課題をするという実験が行われています。トラッキング課題というのは、目標に対してどの程度自分の操作がずれるかが指標になり、ズレが大きくなるということは、課題の成績低下を





注) 木村、篠原、駒田、三浦の実験から(2006)。

Fig.6 会話による妨害

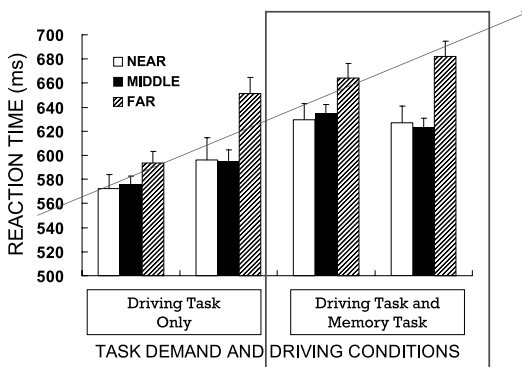


Fig.7 実験結果

意味します。その結果を見てみると、簡単な条件ではトラッキングのみをやっている場合に比べて、言語的な課題をやっている場合は若干悪化します。難しい条件では、さらにその差が大きくなって、言語的な課題をすることによって視覚的なトラッキングがより悪化するという結果が出ています。

今度は、より具体的な状況を使った実験をご紹介します。私も行った研究の一つです。ドライビングシミュレーターを使って、前方のトラックを追従走行するという課題を行いました。Fig.6をごらんください。画面上にはこのような四角形が時々出てきます。これが出てきたら、なるべく早くボタンを押すということを行います。さらに、運転をしながら記憶課題を行います。この記憶課題というのはどういうものかということ、音声で数字が聞こえてきます。例えば「2、5、3、4、ピッ」と聞こえます。ピッという音が鳴ったら、二つ前に出てきた数字を思い出して答えるということを行います。

記憶課題をする場合としない場合で、この四角形に対する反応時間がどのように変わるかを検討する

わけです。結果をFig.7に示します。左側の二つは運転のみ、右側の二つは運転と記憶課題のセットです。細かい条件はいろいろありますが、ここで見ていただきたいのは、右側二つで明らかに反応時間が全部上がっている点です。記憶課題を行うことによって四角いターゲットの検出は遅れたという結果が、ここでわかります。

### 認知プロセスで妨害がどのように発生するか

運転しながら電話をかける、会話をする、あるいは音に関する記憶を使った課題を行うということをする、とすると、運転に対して妨害が生じることが私たちの研究の結果でも出ていますし、世界各地で行われているさまざまな先行研究でも出ています。どのようなディストラクションの結果が出るかは多様ですが、とにかく何らかの妨害が起こるというのが全体的な結論です。

こういった妨害が起こるといふのをどのように説明するかですけれども、認知心理学をやっている者としては、注意を処理資源という概念で説明します。これは車を走らせるときにガソリンを使うのと同じことです。車のエンジンが人間のいろいろな認知プロセスで、エンジンに対して供給しないといけないガソリンが注意資源です。そのようなエネルギーのメタファーで注意を説明します。運転と会話のそれぞれが注意資源である注意を要求します。つまりエンジンが二つあるようなもので、二つあるエンジンに対して一つのタンクからエネルギーを供給しているような場面を考えていただければいいかと思えます。ただし、使える注意量には限界があって、注意要求が大きくなりすぎるとパフォーマンスが低下するということが起こります。

この注意資源の理論も、実にいろいろなものがあります。普通、運転をしながら話をして、あるいは音楽を聞いてもそんなに邪魔になることはないというのが普通の感覚だと思えます。それは確かにそのとおりでして、それに対応する理論というのもあって、それが多重資源理論です。これは行う課題によって使う注意資源のタイプが違うという考え方で、例えば視覚と聴覚では別の資源を使うとか、心の中に入った情報が空間的に表現されるか、言語的に表現されるかということでも違うというように課題の

質によって使われる注意のタイプが違うという考え方で、それを使うとそういった現象もうまく説明されます。この多重資源理論を使うと運転と会話の間で資源の競合が起こるといのはモデル的に説明が可能です。運転は視覚的な課題、会話は聴覚的な課題で、さまざまな面で違うタイプの注意を使いますが、やはり情報ですから、それが一旦人間の認知プロセスの中に入って、中で処理されるというところは、どういう形で入力されようと同じであるわけです。心の中では情報として表現されて、その二つの処理が競合を起こすので、相互に妨害的な影響を起こすことはあるというふうに考えられます。

非常に一般的な話をしましたが、これだけではあまり面白くありませんので、この妨害効果をさらに細かく分けて、人間の認知プロセスのどの部分に特に妨害が生じるかを検討するというのを現在行っております。これはヒューマンインターフェースシンポジウムで発表した内容です。具体的にどのようなことをしたかと申しますと、視覚探索課題と聴覚的な課題を組み合わせて行います。視覚探索課題はシンプルな課題で、視力検査でよく使われるようなランドルト環に似た刺激を複数提示し、その中から円周の切れ目がないものを探してくださいというものです(Fig.8)。こういう課題になると、人は刺激を一つひとつ調べていくということを行います。その証拠として、反応の早さを測定すると、この刺激の数に比例して反応時間が長くなるという結果が出てくるのでそのように考えられるわけです。これと同時に、カーナビの使い方を口頭で説明してもらいました。他にもラジオのニュースを聞いて覚えてください、聞いたニュースを口頭で説明してくださいという課題を同時に行いました。

そうすると、結果はFig.9のようになります。横軸が探す刺激の数、縦軸が反応時間です。どのような条件でも探す刺激の数が多くなると反応時間は一直線に長くなります。ところが上の二つと下の二つの間に差があります。この差はどういう差かといいますと、この上の二つは、カーナビの使い方を説明しながら視覚課題を行うというものと、聞いて記憶したラジオニュースの内容を説明してくださいというものです。下の二つはラジオニュースを聞いて記憶しながら視覚課題を行うものと、視覚課題だけを行うというものです。そうすると、このようにはっきりとした違いが出てきて、口頭で何かを説明するというものを行うと、大きな妨害効果が生じるのがわ

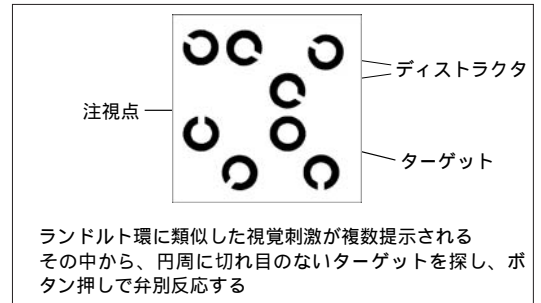


Fig.8 視覚探索課題

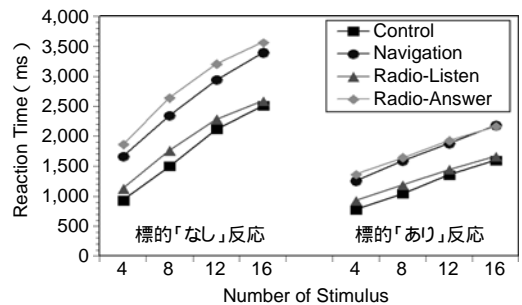


Fig.9 実験結果

かります。この反応時間のグラフの形から、視覚探索課題の中で行われているどの部分に対して、特に会話することがインパクトが大きいかを分析できるわけです。反応時間の傾きとか切片とかを分析することによって、何か発話することで妨害されるのはどこかということ、刺激を一つひとつ調べるプロセスではなさそうだという結論が得られます。つまり一つひとつの刺激を調べるスピードにはあまり影響がないけれども、探すこと以外の部分に影響が出るといことです。探すという部分には影響がなく、それ以外の、例えば反応を実際に実行するか、刺激の位置、配置を認識する段階に特に言語的な課題の影響が出ると考えるわけです。

私は認知心理学を専門にしておりますので、このように注意の心理学のさまざまな概念、あるいは方法を使ってドライバーの認知プロセス、特にさまざまな課題をするときの妨害の影響の特性を分析するのを仕事としております。私のこういった認知心理学の知識や技能を生かして、ぜひ交通安全あるいは交通社会の発展に寄与したいと思っております。

吉田 傑

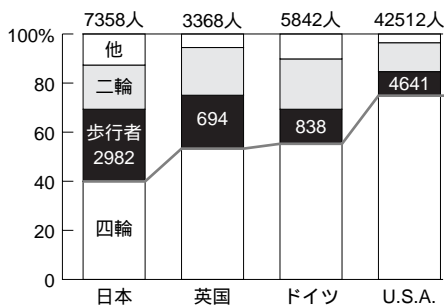
# 歩行者保護技術の開発



## まず事故統計を分析する

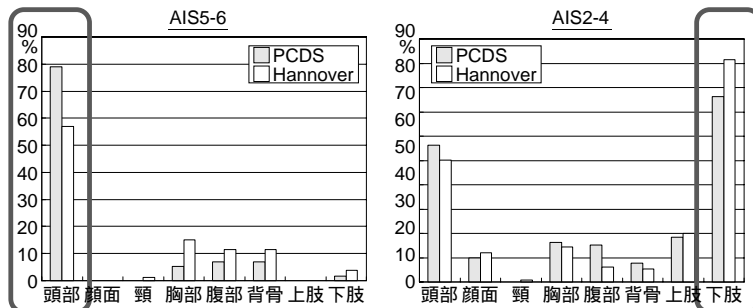
ただ今、紹介にあずかりました吉田でございます。ふだんは研究所で開発をやっておりまして、さまざまな分野の方を前にしゃべるとい機会がないものですから、今日は非常に光栄に思っております。よろしくお願いたします。

それでは、歩行者保護の技術ということでお話を申し上げます。歩行者保護に関しては、大体10年少し前ぐらいからホンダとして取り組んでおりまして、私もその当初から参加していましたので、その辺のことについてお話をさせていただきたいと思っております。



出典) 2004 Traffic Statistics.

Fig.1 事故統計：国別死亡事故の割合



資料) PCDS Database, 1994-1998, U.S.A. Hannover Medical School database, 1985-1998.

Fig.2 事故統計：歩行者事故の損傷部位

事故分析から始めて、評価手法の開発、

我々が開発してきた歩行者ダミーの内容を説明させていただきます。それから、実際の車にどういった構造を盛り込んでいったのかといったところを説明して、最後に最近グローバルテクニカルレギュレーションという歩行者保護の世界基準が採択されつつありますが、それについて、若干触れたいと思います。

まず事故統計ですが、Fig.1が各国の事故の死者の分布です。ざらんになってわかるように、各国とも四輪乗車中というのがやはり何といても多いです。特にアメリカはその比率が高いです。日本を見ますと、その次に歩行者が多い。四輪とそれほど遜色のない人数が歩行者事故で亡くなっているということです。このことから、日本では特に歩行者事故は重要な課題で、真正面から取り組むべきだと判断しました。そこで、歩行者事故の実態をもう少し調べてみますと、歩行者事故の8割ぐらいは、相手が四輪であるということがわかります。ということで、まず歩行者と四輪の事故を解明していくところから始まっています。

Fig.2は、歩行者事故の損傷主部位というデータです。AIS5-6というのは、重傷から死亡に至る事故です。

そのときの損傷主部位は、やはり頭に致命傷を負っているケースが多い。AIS2-4は、軽傷から重傷と呼ばれるところも含まれます。ここを見ると、足、脚部に損傷を負っているというケースが多い。歩行者が四輪にはねられるときは、多くは道路を横断中に横から四輪に衝突されます。最初に足が四輪のバンパーに接触し、その後、車体に頭が当たっ

て、それが大きな損傷になるといったことが、これらの事故データからわかってきました。

### 実験には精巧なダミー人形が必要

次にその評価手法をまず開発しようということで、どういうメカニズムで歩行者事故が起きているかの解明に取り組んできました。その中身ですが、最初に動的挙動といって、キネマティクス再現に、その次に傷害評価に取り組みました。

まずキネマティクスについてお話しします。通常衝突実験を行うときには、衝突させる車の中に乗員ダミーというダミー人形を乗せて、それによって傷害を測定して、衝突したときの車の中にいる人の傷害を測定します。当初我々はその乗員ダミーを改造して立たせて、車を衝突させるという実験をやりました。ところが、これをPMHSテスト (Post Mortem Human Subject) という、いわゆる死体実験のデータと比べると乗員を立たせたダミーのデータには食い違いがあります。どうしても乗員ダミーのほうが手前に落ちてしまいます。そこで、乗員ダミーでは人体の動的挙動を再現できないというところからスタートしました。

それを解決するために、まずシミュレーションでPMHSテストと特性を同定させようといったところを行いました。Fig.3のこの楕円体と、それをつなぐジョイントで構成されたFEMという有限要素法のモデルをつかって、ジョイントの特性、あるいは楕円体の特性といったものを同定させました。そして、PMHSの実験による各部のコリドーと呼ぶ軌跡の範囲と、それからFEMの人体モデルの軌跡というものを合わせるところまで持っていきました。こういった特性を入れればこういった同定ができるかということ、もともとやっていた乗員のダミーを使ったジョイント特性と、シミュレーションで死体実験との合わせ込みをやったときの乗員のジョイント部分の特性というものを比べてみると、かなりフレキシブルでやわらかい特性が要求されてくるということがわかってきました。

このシミュレーション実験をやった結果を用いて、今度は実際の実験をやる歩行者のダミー

人形というものを開発してきたわけですが。シミュレーションで得られたジョイントとか、その周辺の楕円体の特性を使って、ダミー人形の実際の構造の中にその特性を取り込んでいって、実際のものをつくっていくというプロセスをとりました。そういうことで、キネマティクス、動的挙動をあわせたダミー人形を開発してきました。Fig.4がそのダミーを使った実験の写真です。いくつか試作を繰り返した結果、実際の死体実験と挙動が一致するダミー人形をつくるのができたということです。これを使って車のどの辺に、例えば頭とか、腰とかが当たってくるかなどを、いろいろな実験で特定することができる、これが我々の第一歩でした。

次に、傷害評価ということに取り組みました。先ほど歩行者の傷害ということで、頭と、それから足が重要であるということを示しました。頭の部分については、長年衝突実験にかかわってきて、乗員の頭部傷害に使われているHead Injury Criteriaというものが歩行者にも適用できるということがわかりました。そこで歩行者については、主に足の傷

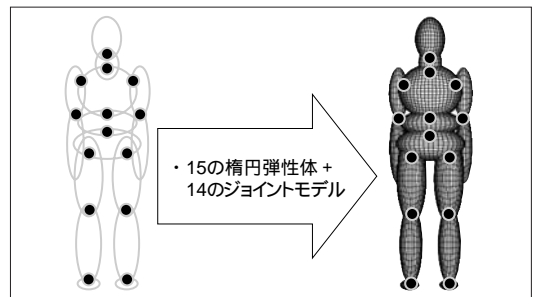


Fig.3 歩行者事故の動的メカニズム解明(1): FEM解析のためのダミーモデルの開発

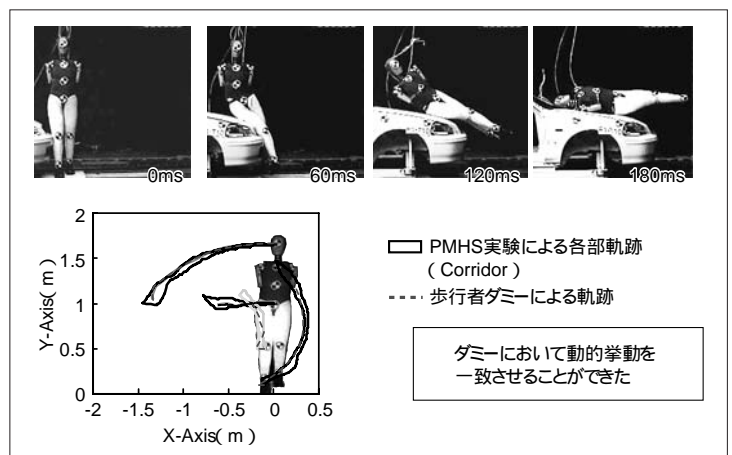
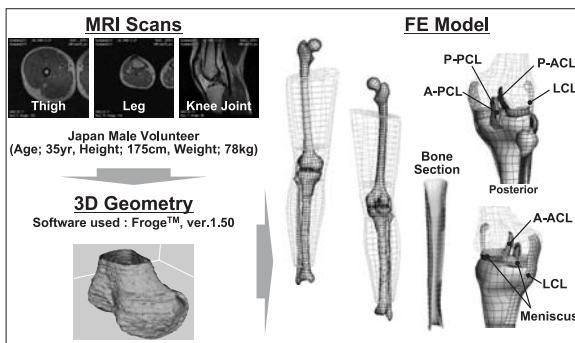


Fig.4 歩行者事故の動的メカニズム解明(2)

害に注力して取り組んできました。

やり方として、まず人間の足を再現していこうということで、MRIのスキャンを撮って、そこから三次元のジオメトリをコンピュータの中で再現します。Fig.5はひざの骨のジョイントの部分ですが、こういう三次元データをつくって、骨とその周りの軟組織、半月板といったものを実際の形状を再現して、それをFEMの有限要素法のモデルにつくり込んでいくという作業を行いました。まず、形状データをつくり、次に形状だけではなくて、実際に物性というものをに入れていくという作業に移りました。実際に骨のついた人体を引っ張る試験をやって、そしてその物性というものを人体ごとにデータをとっていく。そういう研究は各方面やられていますので、その知見を集めて、物性をこのシミュレーションモデルの中に入れていきます。最終的にそれがどのくらい信頼性があるかということを確認するために、海外の研究機関と共同で膝関節を取り出し、治具をこしらえて4点曲げ試験というものを行いました。それによって、ほぼ人体の特性を代表するシミュレーションモデルというものをづくりあげました。このようなモデルを使うことで、車の前の部分のバンパーの強さとか、硬さとか、あるいはどのくらいのストロークを持たせたらいいか、といったことを検証し、実際の車に反映していくプロセスをとっております。

次のステップは、こういう傷害評価もダミー人形の中でできるようにするという事です。人体の特性や、膝関節の特性というものをワイヤーとか、半月板にあたるゴムの材料であるとかといったものを組み込んで、新しいダミーの膝をつくっていきました。



出典) Y., Takahashi, et al., Stapp, 2000/ESV, 2003.

Fig.5 下肢の解析モデル

新しいダミーは、ほかにもいろいろな改良を加えています。例えば、最初につくったダミーは肩のところが実際の人間よりは少し硬めにできていましたので、そういったところは可動範囲を拡大し、また腰椎とか胸椎のところのジョイント部分についても若干修正を加えています。最終的に完成したダミーでは、従来のダミーでは有線式で一旦外に電線を引っ張って測定していたのを、内蔵式のデータ処理装置を入れて測定できるように改良されています。それによってよりきめ細かい傷害値が測れるようになりました。

このように初期のころに比べると、現在はかなりフレキシブルに人間の特性を再現できるダミーができていて、これを使って、実際の車を開発したときにその車のどこに人体の各部位が衝突するかといったところがわかるようになってきています。

#### 事故のときにも歩行者を保護する車体の開発

続いて、歩行者保護の車体構造といて、実際に今発売されている車にどのような構造が盛り込まれているかをご紹介します。

頭の部分が当たるところは大体車体の前のほうになるわけですが、その中でも硬い構造というのがいくつかあります。例えばワイパーですが、ワイパーの取り付け部分のピボットと呼んでいるところは今の構造ではこの取り付け部分に切り欠き構造というものが反映されていて、これが頭に当たったとき、衝撃で変形したり、折損したりしてエネルギー吸収をするという構造になっています。それによって従来よりも頭部傷害値を大幅に下げることができるようになりました。

また、フードヒンジは、従来は変形しない構造でしたが、これにある程度の高さを持たせて屈曲部を設け、これに頭が当たると、変形しやすい構造を持たせています。それから、タイヤの横側にあるフロントフェンダーという部分ですが、これを取りつけるところも従来は硬い構造になっていましたが、これもある程度高さを持たせたブラケットというものを配置して、頭部が当たったときにこれがストロークしてくれるという構造をとっております。

Fig.6は車体前方に適用された歩行者保護構造をホンダのアコードで示したものです。我々は大体10年ぐらい前に初めてこういった構造を車に取り入れましたが、今は他社もこ

のような構造を取り入れていて、現在発売されている車のほとんどが歩行者保護のエネルギー吸収構造というものを反映しているという状況です。

もう一つ、そういった車体構造とは別に、持ち上がりフードというデバイスについてご紹介します。

一般的には先ほどのボディ構造を採用しますが、空気力学から影響を受けるスタイリングの要求によっては歩行者のエネルギーを吸収するストロークがとれないといったときに、Fig.7

のようにフード側を持ち上げて、歩行者が倒れ込んできたときのエネルギーを吸収するストロークをここで確保してやろうという技術です。

衝突の際にバンパーの一番先端にぶつかった歩行者を検知して、実際に頭が車に当たって来るまでの時間、これは歩行者の身長によりますが、小さい子どもで大体数十mmsec、大きな大人で大体百数十mmsecの時間があります。その間に衝突を検知して、システムを作動させて、それによって歩行者を受けとめてやるというデバイスです。システムの構成としては、歩行者が衝突したということを検知するセンサーと、それからそれを判断するECUといわれる部品、それからアクチュエーターによって構成されていて、このアクチュエーターによってフードを持ち上げます。

**国際基準を設けて歩行者保護を徹底させる**

最後に、歩行者保護のGTR ( Global Technical Regulation ) 基準化活動についてPRさせていただきます。これはホンダの活動というよりは日本の自動車工業会や国土交通省が共同して世界基準というものに対して行ってきた活動です。

まず、Global Technical Regulationというのとは何かということですが、車というのはかなりグローバルなものですので、法規についても世界規模で基準調和させようという今の世界的な流れです。歩行者保護に関しては、歩行者保護に関する法規というものを基準調和のアイテムとして載せようということを

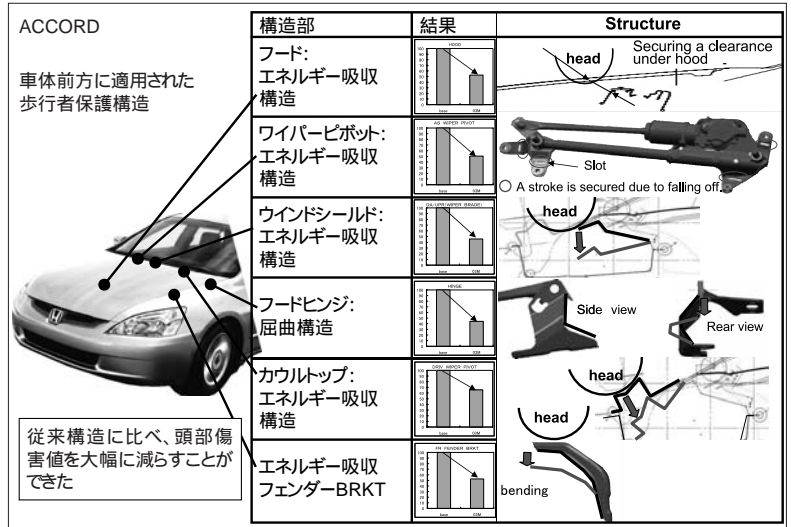


Fig.6 歩行者保護車体構造

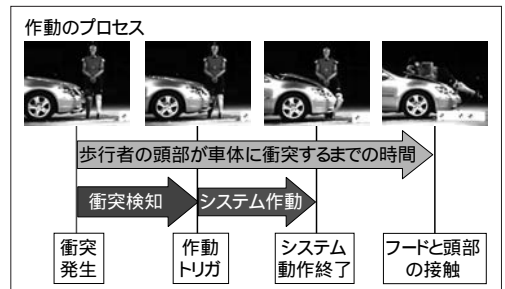


Fig.7 作動原理

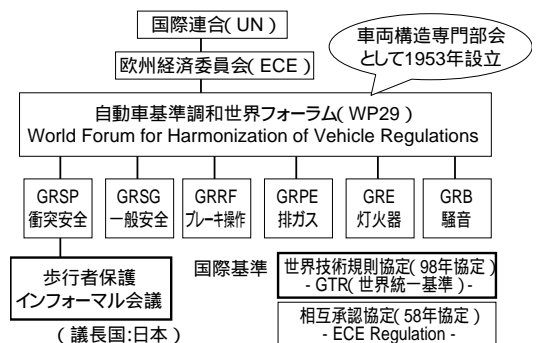


Fig.8 自動車技術基準の国際調和活動

2002年に決めました。これについては、日本が中心となって審議をしてきたという経緯があります。2007年6月に国連のWP29というところに上程されて、今ほぼ本決まりという状況になっております。日本が主導してやってきたアイテムとしては初めてです。

この国際調和活動についてもう少し説明いたします ( Fig.8 )。一番上に国連がありまして、その下にもともと1953年に車両構造専門部会として発足した

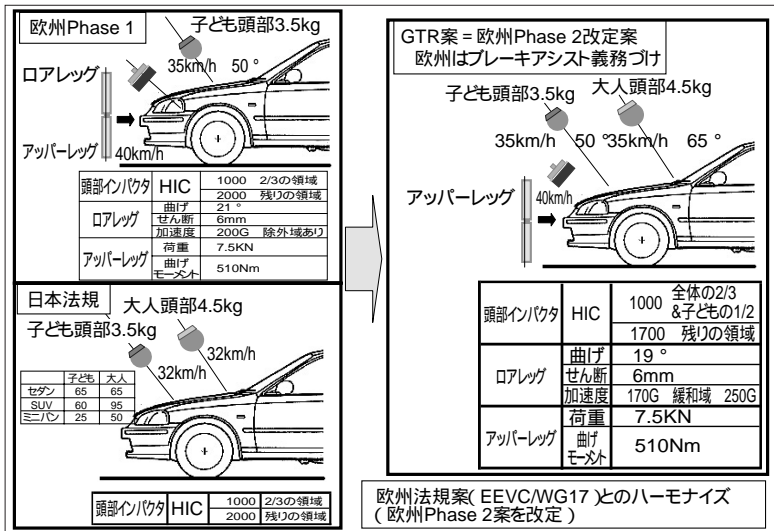


Fig.9 歩行者保護法案とGTR

Phase2をGTRにしたいというのがヨーロッパの意見でした。ところが、いろいろな研究の結果、どうもそれは現実的ではないということが明らかになってきました。そこで、何とかヨーロッパがやろうとしている法規案をあきらめてもらって、代わりに新しいGTRの基準を納得してもらおうと一生懸命に日本を中心に努力してきたわけです。ハーモナイズ活動とっていましたが、そういった活動をやってきました。

その最終的な結果がFig.

ものが、今名前を変えて自動車基準調和世界フォーラム(WP29)と呼ばれる会議体としてあります。その下に六つ分科会があって、これが自動車についての法規を扱っているところです。我々が特に関連するのが衝突安全を扱うGRSPという分科会です。この下に歩行者保護のインフォーマル会議というものをつくりましょうと2002年に決まり、その議長国に日本が選ばれました。ここで世界基準であるGlobal Technical Regulationというものを審議しようということが進んできました。

歩行者保護のインフォーマル会議には、各国の政府、産業界、研究所、部品メーカーなどが一堂に会します。そして、そこで審議して決まった概要をGRSPに上げていくといった仕組みになっていますが、審議をする前にいろいろネゴシエーションをやる会議があります。産業界ですと、世界工業会、日本の自動車工業会やヨーロッパ、アメリカ、韓国なども一緒になってインフォーマル会議にどういった話を持っていこうかというのを話し合います。そういった国際会議を繰り返して意見整合を行っていくということをここ5年間やってきたわけです。

ところで、歩行者保護の保護基準をつくっていく過程での意見整合が一番大変だったのは何だったと思われませんか。ヨーロッパは、参加をしている28か国の中で半分ぐらいの議決権を持っています。そのヨーロッパが、早々に自分のところはこんな基準でやるぞという法規案を決めてしまっていました。その法規案にはPhase1、Phase2というステップがあり、

9です。欧州の法規案と日本の法規案を比べてあります。歩行者の法規案というのは、こういったインパクトをあちこちにぶつけて、そのぶつけたときの角度や速度、そのときのエリア、傷害基準値といったものを法律として決めていくわけです。ヨーロッパと日本では多勢に無勢です。そのときに何といってもものを言ったのは、日本がヨーロッパに対して、データでものを言うということを地道に行ったところが一番大きいのではないかと考えています。それなりにお金もかかっていますし、それに対する研究論文等も発表してきています。そういったデータをもとに各国を説得してGTRとのハーモナイズを達成できました。6月に上程されまして、11月に採択という、今まさに佳境なときにありまして、もうひと波乱あるかもしれないという不安もありますが、このような段階までこぎつけることができたということです。

簡単ではございますが、これで私の一連の歩行者の保護に関する話を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

エスコ・ケスキネン

## 欧州における運転者教育の最近の傾向 理論から実践へ



### 若年層の交通事故死は減っていない？

ご紹介ありがとうございます。このような場でお話できますことを大変光栄に思います。

今日は、運転の階層モデル(hierarchy model)と、それがEUにおいて運転者訓練や運転者教育の開発にどのように用いられているのかについてお話しします。

先進国における交通事故死者数は減少してはいますが、若い運転者の死者数は減少率が低いという現状があります。

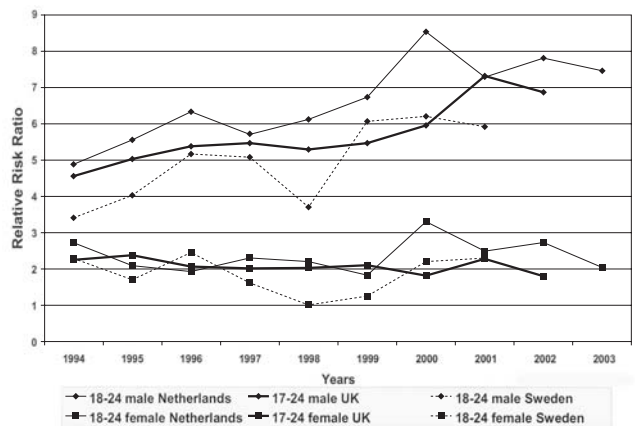
日本を見てみると、1961年から2002年にかけて人口10万人あたりの死者数は大きく減りました。しかし経験を積んだ中年の運転者と若年運転者とは大きな差があり、若年運転者の事故が、中年の運転者に比べて2.5倍から3.3倍になっています。人口全体でみると、交通安全が高いレベルに達している国で特に、中年運転者と若年運転者との差が大きいという特徴が見られます。

Fig.1はオランダ、イギリス、スウェーデンにおける若者の事故を若者以外の運転者と比較したものです。若い女性の運転者が死亡事故に巻き込まれるリスクは中年の運転者と同じレベルですが、若い男性運転者のリスクはずっと高いことがわかります。

Fig.2は18歳から24歳の年齢集団における100万人あたりの運転者死者数と、経験豊富な35歳から59歳の年齢集団における死者数を表しています。OECD加盟国における若者の死者数の平均が81人であるのに対して、中年では33人です。日本(J)は左下にあります。日本は若者の死者故も、若者以外の死者数も少ない。ところが、ドイツ(GER)を見ると若者の死

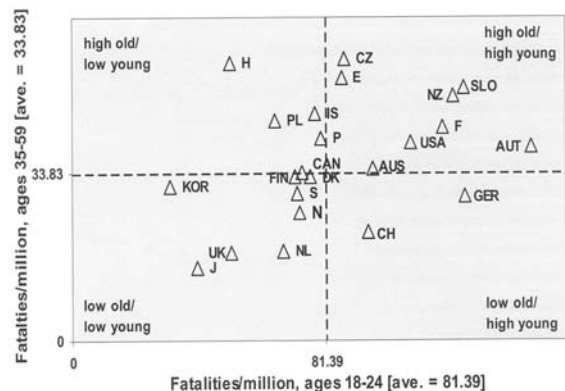
者数は非常に多いですが、若者以外は

それほどではありません。フィンランド(FIN)は両方もほぼ中間です。日本においても差はあります。2006年ですが、20~24歳の年齢集団が交通事故で死亡するリスクは30~44歳の2倍です。交通事故で死亡した



The Netherlands, Sweden and UK, 1994-2003, OECD, 2006 and Lynam et al. 2005

Fig.1 Relative risk of involvement (per km) in fatal crashes for young male and female drivers



OECD, 2006 IRTAD 2003

Fig.2 Relative risk : driver fatalities per million population for the 18-24 and 35-59 age groups



運転者のうち、5.5%は運転を始めて1年以内です。

**運転そのものと無関係のリスクがほとんど**

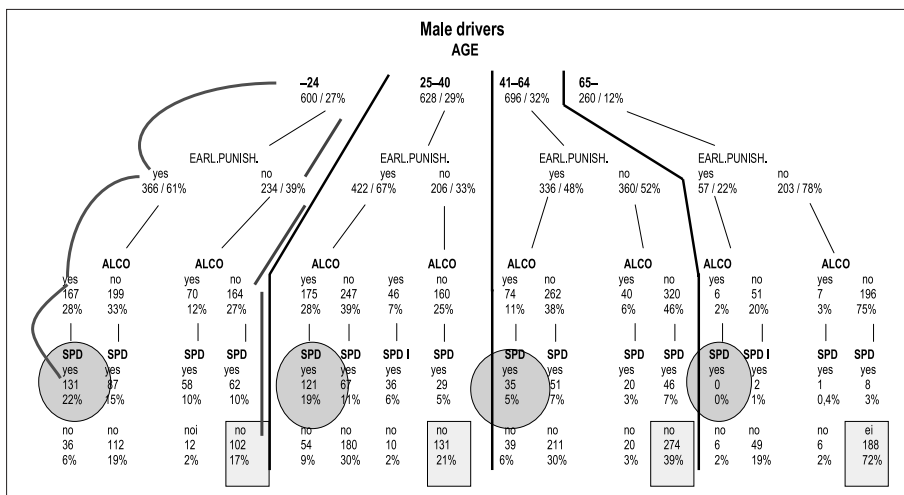
さて、今までは問題を量的にみてきましたが、これからは少し質的な観点から捉えたいと思います。

若者の事故の特徴は何でしょうか。もし我々が運転行動や運転者教育のためのモデルをつくるとしたら、どのようにして若者の事故が起きるのかを知る必要があります。Twisk(1995)は、若者の死亡事故の特徴として、週末や夜間、週末の夜間に発生、速度超過、単独の事故などを挙げています。その他にも、経験が浅い、事故が重大である、同乗者が存在する、カーブ地点で発生、運転者は男性、遊びの時間中、車が古い、などが挙げられています。

私は事故調査チームで事故を分析してきました。そこで集めたデータの結果の一つがFig.3です。交通事故で死亡した2,184人の男性運転者の運転の特徴を分析しました。まず運転者を年齢で分けました。24歳以下が27%で、彼らが過去3年間に交通違反で処罰されたことがあるかを調べたところ、61%がすでに処罰を受けていました( Fig.3左端 )。また、彼らが死亡した事故で、飲酒や速度超過があったかを調査したところ、24歳以下の若者では、以前に処罰を受けたことがあり、かつ飲酒と速度違反の両方が重なって死亡した者の割合が22%にもなりました。他の年齢集団をみると、処罰経験、飲酒、速度が重なる割合は、25～40歳で19%、41～64歳で5%、65歳以上では皆無でした。どうも年齢によって異なったメカニ

ズムが働くようです。24歳以下では3年間処罰経験がなく、飲酒、速度も関係しない人はわずか17%であるのに対して、65歳以上では72%になります。これは高齢運転者の場合は飲酒や速度ではなく、他の問題で事故を起こしていることを意味しています。次に女性を見てみましょう。男性の2,184名に対し、女性のデータは460名しかありません。女性では、処罰経験、飲酒、速度の組み合わせがあるのは、若い方の集団からそれぞれ4%、2%、0%、0%となります。反対にこの組み合わせのいずれの項目にも無関係の人が各集団でそれぞれ63%、56%、65%、88%です。

若者がなぜ事故を起こすかについてOECDの報告があります。若者のリスクの背景として、運転そのものとは関係のない生物学的要素、個性、行動様式などが、また、正常な運転を著しく妨げるものとして、飲酒、麻薬、疲労、注意散漫、感情が挙げられています。前者は運転者に付随する特徴であり、後者は運転を乱す要因です。それから運転スキルの問題があります。運転訓練システム( driver training systems )の開発にあたっては、どのような種類のスキルが必要なのかを広く考察することが求められます。学習中の心的負荷( mental workload ) 視覚的探索 ( visual search ) スキルの学習、ハザード知覚 ( 危険予測: hazard perception ) スキルの学習などが重要です。そしてもちろん、「安全運転をする」または「リスクを取る」「自己のスキルを過大評価する」など、運転者自身のモチベーションがあります。そし



1% of age according all drivers and other% inside age groups (n=2,184)  
Salo and Keskinen, 2003

Fig.3 Car drivers in fatal accidents, their age, earlier punishments (3 years), being drunken and speeding in the accident situation

て、リスクを増大させる運転環境 (driving environment) があります。それは、どのような車を選択するか、どのような運転状況や道路を選択するか、競争しようとするのか、などです。つまり我々は多くのリスクを自分で選択していることとなります。

### 行動の階層モデルに基づく"運転"の分析

さて、我々はスキル、モチベーション、リスク増大要因 (risk-increasing factors)、環境要因など多くの要素を持っていることがわかりました。つまり我々は社会要因を持っているのです。問題はいかにしてこれらの要素を合わせて運転者訓練システムを開発するかということです。

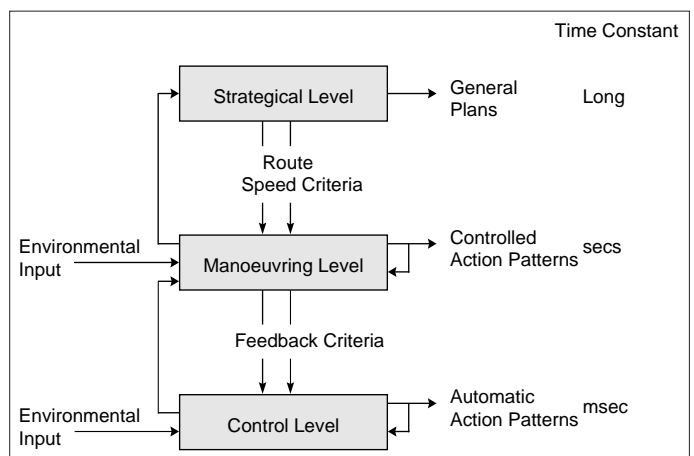
自動車で道路に合わせて走るというタスク (motor tracking task) は運転の一部であって、全部ではありません。運転は人々の生活の一部であるといっても、それですべてを表しているとはいえません。運転とは何か、運転をどう定義するかについて、我々はすでに長い間考えてきましたが、その結果は、運転は第一にマルチタスク、マルチレベルのプロセスであるといえます。自動車で走るというタスクの他に、例えば今日は横浜へ行くという意味決定があります。学習は必要なスキルを獲得する上で重要な役割を果たします。また、スキルは動機を満足するための道具に過ぎません。運転者とまわりの状況との相互作用もあります。正常な運転と事故に至る基準を逸脱した運転とは何かを記述することも必要です。

行動の階層モデルは一つの可能性を提供します。心理学では1960年に出版された *Plans and the structure of behaviour* (Miller, Galanter and Pribram) が大変優れています。この本では、家を建てることと釘を打つことがどのように結びついているかが説明されています。もしあなたが、家を建てることは釘を打つことだと考えるなら、それは問題です。たぶんあなたの妻は完成した家を見て、あまり見栄えがよくないと不満に思うでしょう。家を建てる場合、家全体のプランがまずあって、それをもっと小さい仕事に分割し、それをさらに分割していく、それが家を建てるということであって、フィンランドでは普通のことです。要するに、上位レベルが下

位レベルのタスクをコントロールしているということです。

運転の階層モデルには機能モデルや分類モデルなどいくつかあります。ここでお話するのは機能モデルのほうで、まず Michon からです。Rasmussen と Reason も有名ですが、彼らは少し異なった観点を持っています。Michon は運転を戦略的 (strategical)、戦術的 (tactical)、操作的 (operational) という三つのレベルに分けました。この三つのレベルを眺めるときはその中身をチェックしてください。というのは同じ名前がついていても内容が違っているかもしれないからです。戦略的レベルは、旅行の計画段階のことで、どこに行くか、どのルートをとるか、電車がバスか自家用車か、どのくらい費用がかかるかなどが含まれます。戦術的レベルは交通状況に適合した機動性のことで、最も下位が操作レベルです。学習は下位レベルから始まって上位へ移行しますから、最初我々はこの操作レベルのことを学ぶわけです。戦略的レベルは自動的かもしれませんが、いつも自家用車を使うことが当たり前で、他の方法など考えたこともないのであればそういうことがいえます。

Fig.4は戦略的レベル、戦術的レベル、操作的レベルを示しています。右端の時定数を見ると、戦略的レベルでは「長い」、戦術レベルでは「秒」、操作レベルでは「ミリ秒」となっています。もし事故を防ぎたいのなら、時定数が「長い」所がもっとも安全を確保しやすいのではないかと思います。操作レベルを選んでも「ミリ秒」しかないので安全の確保は難しい。上位のレ



Michon 1985, after Janssen, 1979

Fig.4 The hierarchical structure of the road user task. Performance is structured at three levels that are comparatively loosely coupled. Internal and external outputs are indicated

ベルのほうが時間に余裕があって可能性も拡大します。

我々の階層モデルは1980年に現れた理論を1994年に新しくしたものです。

どのような運転であれ我々はまず「運転挙動」(vehicle maneuvering)から始めます(Fig.5)。車の速度や方向や位置をコントロールしますが、それだけでは不十分です。車を思いどおりに操るためにはそれなりのスキルがなければなりません。

次は「交通状況の支配」レベルです。運転中は交差点もありますし、他の車や歩行者もいますから交通状況への適応が必要です。このレベルではすでに多くの意思決定が行われています。例えば私の場合、左側通行の日本で運転するときは、フィンランドで運転する場合と違って、絶え間なく意思決定をしなければなりません。車の操作自体は変わりませんが、例えばバックミラーの見方一つとっても違ってきます。

通常、人々がいろいろな交通状況に遭遇しているのは、ある場所からある場所へ移動するからであって、単に動き回っているわけではありません。我々はなぜ運転しているのか、どのような運転環境を選択しているのか、社会的文脈は何か、等が重要になってきます。これが「運転の目的と文脈」レベルです。ここではどういう状況を選択するかのコントロールが行われ、速度を上げるか下げるか、安全な運転をするかなど、我々がどのように車を使うかに影響します。

「人生の目標と生活のスキル」レベルには、個人の成長のための車と運転、および自己制御スキルの二つがあって、これによって交通におけるリスクが上がったり下がったりします。若者であれば、自分の

運転の腕前を自慢したくて、自慢できるようなルート、時間、車を選ぶかもしれませんが。運転の目的によって直面する状況も違ってくるし、車の制御も異なります。どのようなタスクを選ぶかによって変るのです。若い男性と、子どもを幼稚園に送り迎えする32歳の主婦とを比べたら、運転のタスクも状況もかなり違うでしょう。

フィンランドで運転者が車をコントロールできなくなって起こした事故、すなわち制御不能による事故を分析すると、若い男性と若い女性がほぼ同数であることがわかります。しかし、事故の原因と結果は全く違います。若い男性では問題が自己抑制のレベルにあるのに対して、若い女性の場合は問題がもっとも低いレベル「運転操作」にあるのです。若い男性が制御不能による事故を起こすときは、スピードや飲酒が関係していますが、道路はたいい乾いた状態です。つまり安全運転をしようという意識があったらきっとできたのです。それに対して若い女性の場合は、速度や飲酒は無関係ですが凍結や雪で道路が滑りやすかったのです。事故の結果も違います。若い男性は道路から飛び出してしまうのに対して、若い女性是对向車と衝突しています。若い女性の場合、対向車と衝突するということは、安全な運転を心がけてはいたが、スキルが不十分だったとも言えます。若い男性の場合は、運転スキルは高いが無茶な速度や飲酒によって、彼らのスキルを超えた状況に陥ったと言えるでしょう。私は時々F1レースを見ますが、レース中に雨が降ってきたときなど思わず微笑んでしまうことがあります。雨が降ってくるとレースのエキスパートたちといえども運転ができなくなるからです。セーフティーカーが出てきて、皆その後をついていきます。

さて、これら四つのレベルの上にもう一つ、個人を超えたレベルを加えることができます。それはその人が育ってきた環境、その人の価値観を生んだ環境全体です。

外国へ行くと、いかにその国の交通が自分の国の交通と違うかを目の当たりにします。違うのは個々の運転者だけではなく、全体的にどのように運転が機能しているかも違います。ある文化が基本的に他人に親切な文化であれば、交通においても丁寧な運転がしやすくなりますが、個人主義的文化であったり、男っぼさの文化であったりすると、交通もそれに似たものになります。交通安全に関する



Keskinen, 1996

Fig.5 Hierarchical levels of driving behaviour

アイデアを外国に持ち込むのが難しいのはそのせいもあります。

### 上位の階層に行かせるための教育プログラム

この四つのレベルの階層モデルで我々は運転初心者が運転者教育を受けた後、何ができるようになり、何が理解できるようになるかを説明したかったので、運転者教育の内容の分け方にはいろいろありますが、我々は「知識とスキル」「リスク増大要因」「自己評価スキル」に分けました。これらと四つの階層とを組み合わせるとFig.6のようになります。「知識とスキル」の内容は各階層で少しずつ異なっていますし、「リスク増大要因」も同じことが言えます。最後に「自己評価スキル」がありますが、これはあらゆる種類の専門スキルの中でも重要なスキルです。

もう少し詳しく見てみましょう。「知識とスキル」では自動車学校で学ぶスキルがあります。例えば、交通規則、観察、道、コミュニケーション、車の操作です。欧州の多くの自動車学校では交通手段や運転時間帯や移動目的などの選択、また社会的圧力などについては従来あまり強調されることはありませんでした。これらは安全運転を志向する若者にとっては重要であっても、それ以外の若者には無意味だったのです。次に「リスク増大要因」を見てみます。各階層に異なったリスクが挙げられています。「リスク増大要因」は「知識とスキル」と密接な関係がありますが、特にリスクを上げたり下げたりする要因と関係する知識とスキルを強調します。そして次に「自己評価」です。ご存じのように、我々が専門的行動とか専門的スキルという高いレベルのことをいう場合、自己評価スキルは必ずそのようなスキルの一部になっています。自己評価スキルによってあなたは自分の限界と状況が求める要求を知り、状況に見合ったタスクを選択することができます。自己評価によって我々はいつも自身の行動を評価しながら学ぼうとしているわけです。自己評価は運転者訓練のツールとしてだけでなく、訓練の後も運転スキルを向上させるツールになります。

フィンランドとスウェーデンでは、若者は運転免

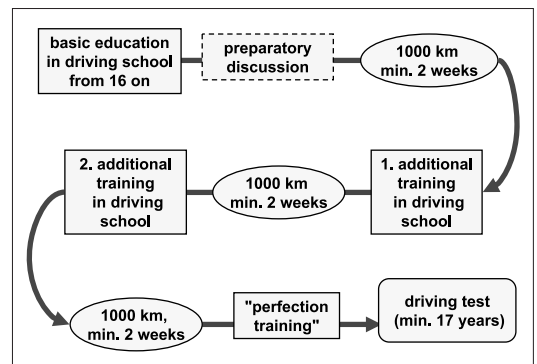
	Knowledge and skills	Risk-increasing factors	Selfevaluation
Goals for life, skills for living (general)	Lifestyle, age, group norms, motives, self-control, personal values	Sensation seeking Group norms Complying to social pressure Use of alcohol	Risky tendencies Personal skills for impulse control Safety negative motives
Goals and context of driving (trip related)	Modal choice Choice of time Trip goals Social pressure	Alcohol, fatigue Purpose of driving Rush hours Extra motives: competing	Planning skills Typical goals Typical risky motives
Mastery of traffic situations	Traffic rules Observation Driving path Communication	Disobeying rules Information overload Unsuitable speed.	Awareness of personal strengths and weaknesses
Vehicle manoeuvring	Control of direction, position Tyre grip Physical laws	Unsuitable speed Insufficient automatism Difficult conditions	Strong and weak points of basic manoeuvring

Hatakka, Keskinen, Glad, Gregersen, Hernetkoski, 2002

Fig.6 GDE-model

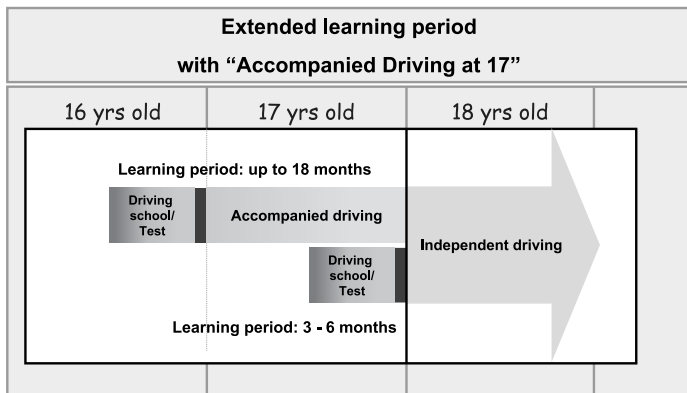
許の技能試験を受ける前に、自分のよいと思うスキルとあまりよくないと思うスキルについて自己評価をします。試験の後、試験官の採点と自己評価を比べてその差について話し合います。試験官は若者が自己評価したスキルについて、現実的な評価を述べるわけです。GDEモデル (Goals and Contents for Driver Education) をベースにして運転者教育と運転者テストに関する多くの研究と開発プロジェクトが実行され、運転に関する有用な考え方が提供されてきました。自動車学校の正式なカリキュラムのベースとして採用した国もあります。

運転者教育に目を向けると、OECD報告の見解は、専門家による自動車学校での正式な教育と、専門家ではない両親などによる略式の運転教育を組み合わせるべきだというものです。つまり専門家から基礎を学んだ後、運転について、そして自分自身についてもっと学ぶというわけです。特に第三と第四の階



Winkelbauer 2006/KfV

Fig.7 Austrian L17 driver education program



Biedinger 2006/TUV Nord

Fig.8 New "Accompanied driving at 17" model in Germany

層にどうやって到達するかに関心が集まっています。それは、従来のように運転スキルを単に状況に対する操作と考えるのではなくもっと広い視野で捉えようというものです。欧州では上位の階層に到達するための方法にはいくつか種類がありますが、多段階の運転者訓練システムはその一つで、専門家による訓練と同乗者による訓練を組み合わせたものです。自分自身の経験を学習材料に使おうというものです。自ら体験した危険な状況の分析、自己評価スキル、危険予測力の向上、危険な運転とモチベーションとの関わりの認識、指導者中心ではなく学習者中心の、ツールとしてのコーチングなどが含まれます。しかし、このような目的と手段は自動車学校の指導員には過酷です。

Fig.7はオーストリアのL17運転者教育システムです。自動車学校での教育が終わると、実際の運転に

先立って事前検討会が持たれます。その後1,000km、最低2週間の運転をしてから自動車学校に戻ります。戻ると検討会が持たれ、その後2週間の運転を行い、また学校に戻ってくるというものです。このオーストリアのやり方は、運転者に経験を積んでもらって、その経験を運転に反映させようとするものです。

運転初心者が経験者を伴って運転するやり方にも種類があります。同乗者を乗せた運転に備えるための専門家による短期間の訓練もありますし、いきなり同乗者を乗せた運転から始めることもあります。また、研

究で有効だと判断されたものに、初心者のデメリットポイントシステムというのがあります。これは初心者が交通違反をすると熟練運転者よりも厳しい罰則を科せられるというものです。

運転試験においては、第三と第四の階層の見極めは大変難しいという問題があります。Fig.8はドイツの例です。16歳半で自動車学校へ行き、17歳になったら運転試験を受け、18歳になるまで同乗者同伴で運転し、そして免許を取得します。すでにドイツでは実施されています。このように初心者の安全を向上させる取り組みは多々ありますが、その多くは自己評価スキルとより多くの運転経験を重視していません。

ご清聴ありがとうございました。