

高齢ドライバーに対する安全への取り組み

上地幸一* 高橋信彦*

近年、日本における交通事故死者はさまざまな安全対策により、順調な減少傾向を示している。政府は今後十年間でさらに半減させる目標を検討している。しかし一方で高齢者人口割合が急速に増加することにより、交通環境がこれまでとは異なる課題が生じる可能性がある。これらの変化に対応した安全な交通社会の実現に向けた(社)日本自動車工業会の取り組みについて紹介する。

Achievement and Effort of Safety Traffic Society for Elderly Drivers by JAMA

Koichi KAMIJI* Nobuhiko TAKAHASHI*

The recent trend of traffic accident death in Japan is decreasing as expected. Japanese government has a plan to establish new target to reduce by half from 2008 within next decade. However as the population of elderly drivers will increase rapidly, there are some possibilities to cause any different type of concerns from the current traffic condition. This paper introduces some effort of Japan Automobile Manufacturers Association to achieve safer traffic society against circumstance changes.

はじめに

日本の交通事故死者数は、平成に入り年々減少傾向が続き、平成20年には5,155人となり、政府の第8次交通安全基本計画において、平成22年の目標であった5,500人を2年前倒しで達成し、さらに平成21年には4,914人とピークであった昭和45年の16,765人の29%まで減少してきている(Fig.1)¹⁾。

この要因は、自動車の安全性の向上やシートベルト着用率の向上、さらには道路環境整備などがあげられる。また、交通事故の発生件数や負傷者数も、車両登録台数の増加に伴い、増加の一途であったが、ここ数年で減少傾向となった。政府は「平成30年を目処に、交通事故死者数を半減させ、これを2,500人

以下とし、世界一安全な道路交通の実現を目指す」という交通安全対策の目標に向け、高齢者、歩行者等の安全確保をはじめとするさまざまな対策の充実・強化するとしている。日本自動車工業会においても、安全・環境への取り組みである「豊かなクルマ社会の実現に向けて」の中の重点課題として、高齢者対策を検討している。

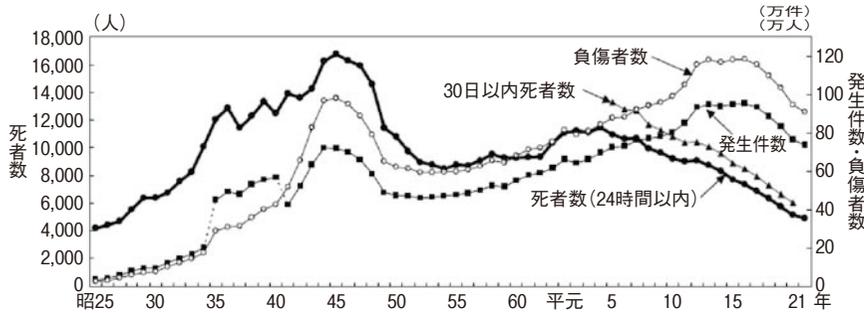
1. 高齢者の事故実態

平成21年度の交通事故死者は平成11年に比較すると約45%減少しているのに対し、65歳以上の高齢者では22%の減少にとどまっている。また、死者数全体に占める高齢者の構成率も49.9%と年々高まっている。人口10万人当たりの死者数で比較すると全年齢平均では、3.85人であるのに対し、65歳以上では8.69人、75歳以上では11.63人と、高齢になるほど死亡率が高くなっている。また一度事故に遭遇した場合に、死亡に至る可能性の指標として致死率(致死率=死者数÷死傷者数×100)を比較すると、全年齢

* 一般社団法人日本自動車工業会安全環境技術委員会安全部会

Safety Subcommittee Safety & Environmental Technology Committee Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.

原稿受理 2010年9月28日



注1) 昭和34年までは、軽微な被害事故(8日未満の負傷、2万円以下の物的損害)は含まない。
 2) 昭和40年までの件数は、物損事故を含む。
 3) 昭和46年までは、沖縄県を含まない。

Fig. 1 交通事故発生件数・死者数・負傷者数の推移(昭和25年～平成21年)¹⁾

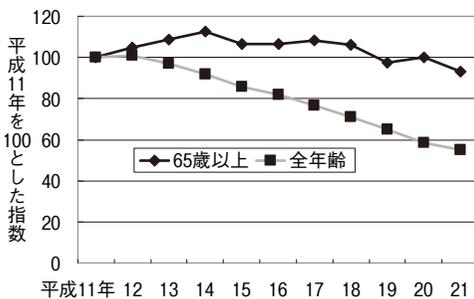


Fig. 2 高齢ドライバー死亡事故推移¹⁾

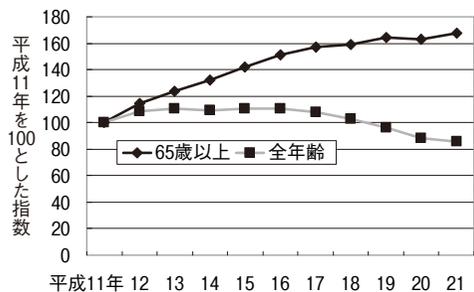


Fig. 3 高齢ドライバー事故件数推移²⁾

の0.54に対し、65歳以上の高齢者は1.94と、高齢者の事故時の衝撃耐性が低いことも課題と考えられる。今後の高齢者人口推移が、平成32年には3,590万人となると推定されており³⁾、平成21年比で約23%増加すると考えられることから、今後の交通事故死者数の増加要因となる可能性が高い。

一方、状態別死者数の割合においては、全年齢では自動車乗車中、自転車を含む二輪車乗車中、歩行中がそれぞれ1/3ずつの割合であるのに対し、65歳以上の高齢者では、歩行中の割合が49%と非常に高く、自動車乗車中が24.1%となっている。Fig.2に高齢者ドライバーの死亡事故推移を示す。平成21年の高齢

ドライバーの死亡者数は、平成11年対比では7%の減少でしかなく、これは全年齢では45%減少していることを考慮すると、非常に特異な事象となっている。また、高齢者が第1当事者となった平成21年の事故件数は、平成11年と比較して67%増加している。全年齢において15%減少していることに対し、顕著な差異である(Fig.3)。この大きな要因として、運転免許保有人口が、平成11年対比で、全人口では10%の増加であるのに対し、65歳以上の高齢者では84%と大幅な増加になっていることと考えられる。

このように高齢者の交通事故は相対的に発生頻度が高く、そして事故が起きてしまうと、重度の傷害が発生しやすいのが特徴である。その発生要因についても高齢者の特徴があると考えられる。Fig.4に年齢ごとの対四輪車の死亡事故における事故類型を示す。65歳以上の高齢者での特徴は出会い頭事故の構成率が高い。その出会い頭衝突において、信号無視や指定場所一時不停止などの法令違反が多く、標識などの道路の情報を見落として、事故に至るケースが多いと考えられる。一方、車両単独事故においては、全体の65歳以上の高齢ドライバーが占める割合は約25%であるのに対し、そのうち、路外逸脱では約46%を占める。この要因としては、ハンドルやブレーキ操作の不適や漫然運転などの前方不注意などが上げられる⁴⁾高齢者ドライバーの事故全般に見られる認知・判断・動作の一連の運転行動の鈍化や正確さの低下および、運転に必要な複数の作業を同時に行う際に必要な注意の配分や集中力の低下が影響しているものと考えられる⁵⁾。

2. 高齢者事故対策

社会における交通事故低減対策は、人(ドライバ

一も含めた交通への関与者)、クルマ、環境(道路環境などのインフラ)の三つ要素について、それぞれの立場からの対策が必要である。特に高齢者の事故対策は、本格的な少子高齢化社会の到来に向け、日本自動車工業会として重点課題の一つとして取り組んでいる。高齢者事故において、顕著となる運転時の認知・判断・操作のミス、予防安全技術などによるクルマのハードの対策と、ドライバーに対する適切な安全教育などのソフト対応の両面で進めている(Fig.5)。

3-1 出会い頭事故での特徴

高齢者の事故で構成率の高い出会い頭事故において、その要因を検証するために、ドライビングシミュレータを用いた、交差点における運転者の緊急回避特性の検証が行われている⁷⁾。その主な特徴は、出会い頭衝突のシーンにおいて、高齢者では他の年齢層と比較して、衝突回避の確率が低く、またブレーキをかけられないケースも多く存在した。

その要因は、交差点において前方に飛び出した車両の発見が遅れる傾向がある。特に飛び出し車両方向を注視していない状態で、TTC(Time to Collision)が長い場合、飛び出し車両がまだ遠方に存在するため、対象の判別が十分にできないことにより、視線移動が遅れるものと考えられている。また、飛び出し車両を認知した後のブレーキ操作にも、高齢者ドライバーにおいてはブレーキが十分に踏めない状況が発生している。非高齢者の大半は30daN以上の踏力が確保できているが、高齢者では半数が20daN以下の踏力でしかブレーキを踏めていないことがわかった(Fig.6)。このように高齢者の事故の要因として、自車両周囲の危険認知の遅れとともに、認知したあとの回避操作能力の衰えも課題と考えられる。

3-2 夜間の視認性

高齢者に実施した夜間運転時の不自由についてのアンケート結果によれば、対向車が眩しいことや近くが眩しくて遠くが見えない不満が上がっている。これは加齢に伴って、夜間の視力低下やグレアの増大、さらにはグレアからの回復時間が長くなるためといわれている。

夜間の対向車とのすれ違いなどのシーンにおいて、横断中の

歩行者が対向車前照灯のグレア光幕に覆われ、歩行者が視認できなくなる歩行者の蒸発現象が知られているが、高齢者においては、グレア感度の変化により、識別能力が低下し、歩行者事故のリスクが増大する可能性が高くなる⁸⁾。

4. 予防安全技術による対応

4-1 ASVプロジェクト

1991年から国土交通省によって推進されているASV(先進安全自動車)プロジェクトにおいて、さまざまな先進予防安全技術が研究されている。日本自動車工業会会員各社はそのプロジェクトに参画し、多くの先進安全技術の提案と、その効果検証を行ってきた。それらは、車両自身のセンサーによって周囲の状況認識をして、ドライバーへの情報提供やブレーキなどを自動的に制御する自立型システムや、車両同士の通信による情報のやり取りによって、認知補助を行う協調型システムが提案されている。ま

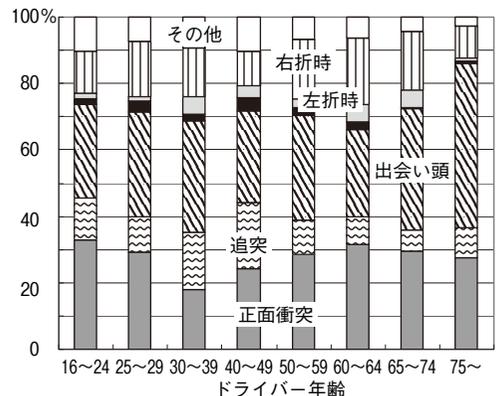
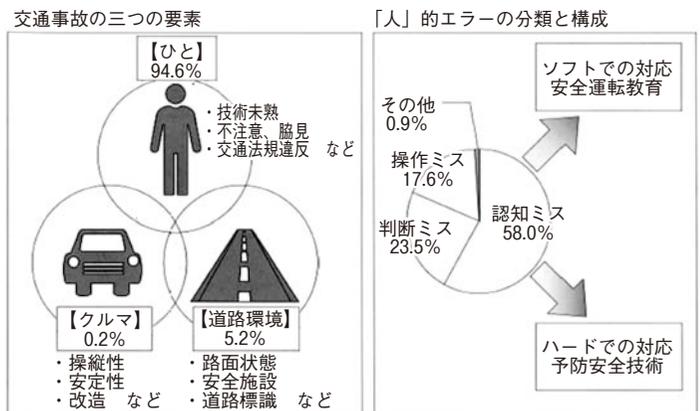


Fig. 4 年齢ごとの対四輪車事故類型(死亡事故)¹⁾



資料) ITARDA (交通事故総合分析センター)の資料より作成。

Fig. 5 交通事故低減に向けた考え方と対応方向性¹⁾

た、ITS(高度道路交通システム)では道路などのインフラと車両の情報通信によって認知支援を行うインフラ協調型が検討されている。

現在、すでにそれらの研究から実用化されたシステムもあり、今後の普及により、ドライバーに対する認知、判断、操作支援によって、交通事故低減への期待が高まっている。特に、高齢ドライバーの認知、判断、操作それぞれの対応能力の低下に対して、このような運転支援システムの効果は高いと考えられる。

4-2 被害軽減ブレーキ

被害軽減ブレーキは、車両に装着されたレーダーやカメラなどによって前走者や車両前方の障害物を認識し、衝突の可能性がある場合に、ドライバーに警報し、衝突が避けられない場合には、自動的にブレーキを作動し衝突時の速度を低減し、被害を軽減するシステムである。最近では低速に限っては衝突を回避するシステムも開発されている。

市場の事故実態においても、追突事故は死傷事故の約32%を占めており、その原因においても、その大半が前方不注視であることから、被害軽減ブレーキシステムの警報機能や自動ブレーキが高い事故低減効果を果たすと考えられる。特に、高齢者の事故においても、低下した認知、判断、操作能力を支援することが期待される。また近年では、自車の前方道路上の歩行者を認識して、ブレーキを作動させるシステムも開発されており、歩行者事故の低減も期待される。

4-3 車線維持支援システム

車線維持支援システムは、ステアリング操作に対し、ドライバーの操作を前提とした上で、運転負荷の低減とその結果として運転に余裕を与える支援シ

ステムである。白線などの道路上のレーンマークをカメラなどで判断し、自車の走行車線を認識し、認識された車線中央を目標経路として、道路と自車位置との関係から車線の維持を支援する最適なステアリングトルクを算出する。その算出されたトルク値とドライバーの操舵トルクの差分を必要な支援トルクとして電動パワーステアリングを制御することで、車線維持の支援を行う。

しかし、操作の全てをシステム側が制御するとドライバーの運転意欲の低下を招くため、基本的な制御の考え方として、ドライバーが運転操作を行うことを基本として、その上でシステムが支援している。

また車線維持支援機能とともに、車線逸脱警報機能も備えており、高齢者に多い路外逸脱事故の低減にも寄与するものと考えられる。車線維持支援システムの運転負荷軽減効果については、ステアリング操作に対しての腕筋肉の負担量の減少による肉体的運転負荷の軽減や、運転中のドライバーの運転視野が拡大し、運転の余裕度の増加が実験結果により確認されている⁹⁾。車線維持支援システムによってもたらされた運転動作の余裕がドライバーの視線移動範囲を広げ、より広範囲の周囲への注意が払われている。

これらの効果は、一般ドライバーへの運転負荷軽減効果とともに、高齢ドライバーの認知・判断・操作能力の低下に対する支援の提供とマルチタスク環境での運転負荷低減により、より事故の未然防止効果が期待される。しかしながら、現在実用化されているシステムは、主に高速道路での支援機能とされており、今後の更なる技術進化によって一般道で活用可能なシステムの開発が望まれる。

4-4 歩行者認識ナイトビジョン

日本の死亡事故の1/3を占める歩行者事故はその約70%が夜間に発生している。夜間走行時には、照明の当たらない場所の歩行者はドライバーに視認されにくいことはいうまでもなく、対向車のグレアによっても認知が困難な場合がある。特に、夜間視力の低下した高齢者ドライバーにとって、歩行者の認知遅れによる事故のリスクが高まると考えられる。

このような夜間の歩行者事故を防止するため、夜間走行中のドライバーに、自分の進路上近傍の歩行者の存在を知らせて警告するのが、歩行者認識ナイトビジョンである。

システムは赤外線カメラによって、夜間の歩行者

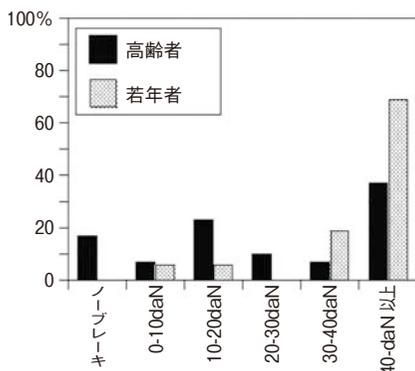


Fig. 6 高齢者のペダル踏力比較⁷⁾

を画像として表示するとともに、自転車と歩行者の距離も認識した上で、走行進路上で衝突する可能性のある歩行者が存在する場合には、警告するシステムである。その警告により、早期にドライバーが歩行者の存在を確認することで、歩行者事故の可能性を低減できると考えられる。

4-5 車車間/路車間通信による安全運転支援および情報提供 (ASV/ITS)

ASV第3期(2001~2005年)から本格的に研究されている通信システムを用いた運転支援や情報提供については、車両に搭載されたセンサーによって、周囲の状況を認識する自立検知型のシステムでは対応できない事象に対し、有効であると考えられている。2009年にはITS推進協議会が主体となったITS-Safety2010ではそれまでに全国9地域での実証実験(Fig.7)をベースに、合同実証実験¹⁰⁾が開催され、日本自動車工業会会員各社も参画し、研究開発中のシステムの効果検証を行った。

道路インフラを用いた路車間通信システムでは、ドライバーが直接視認困難な位置にある車両や歩行者などを各種感知器が検出し、その情報を交差点などに設置された光ビーコンやDSRC(専用狭域通信: Dedicated Short Range Communication)によって車両に伝え、ドライバーに注意を促す。主な機能としては、右左折時の衝突防止支援、歩行者横断見落とし防止、信号、一時停止規制見落とし防止、出会い頭衝突や追突防止支援システムなどが検証された。車車間通信システムでは光ビーコンからの情報で自転車や他車の詳細位置特定に活用し、追突防止、出会い頭衝突防止、右左折衝突防止システムや緊急車両情報提供システムの検証を行った。その中で、通信による安全運転支援システムの効果が明確になると

ともに、課題についても明確になりつつある。道路状況の情報支援だけでなく、直接的な事故防止支援においては、その情報をどのように的確にドライバーに伝えるかにより、その効果度合いに影響が出る。さらに、高齢ドライバーに対しては、一般ドライバーに比べ、情報処理能力の低下も伴うため、情報提供手法や提供タイミングなどの最適なHMI(Human Machine Interface)の研究開発が必要と考えられる。

5. 高齢者の衝突時の保護

5-1 衝突時の人体傷害評価の現状

現在、法規やNCAP(New Car Assessment Program:新車安全性能評価)で一般的に行われている衝突テストにおいては成人の人体を模した衝突ダミーが用いられている。それらのダミーは、さまざまな人体特性データに基づいて、衝突時の人体の運動学的な再現を行うとともに、頭部や胸部などの人体の主要部位の傷害をダミーに取り付けられた加速度計などの計測器によって、衝突時に発生する人体傷害の評価を行っている。しかしながら、高齢者特有の加齢による骨格形状の変化や骨などの耐性の変化については、成人をモデルとしているダミーでは十分な評価が困難であると考えられる。

5-2 人体FEモデルの開発

このような背景から、日本自動車工業会では高齢者の衝突時の傷害評価が可能な人体モデル(FE: Finite Element [Method]:有限要素[法])の開発に着手している。そのアプローチはまずさまざまな人体の形状データから、成人の骨格を含めた形状モデルを作成し、これまでの多くの知見や、海外の研究機関で新たに取得された骨などの主要人体部位の機械的特性を、FEモデルに反映する。具体的には、

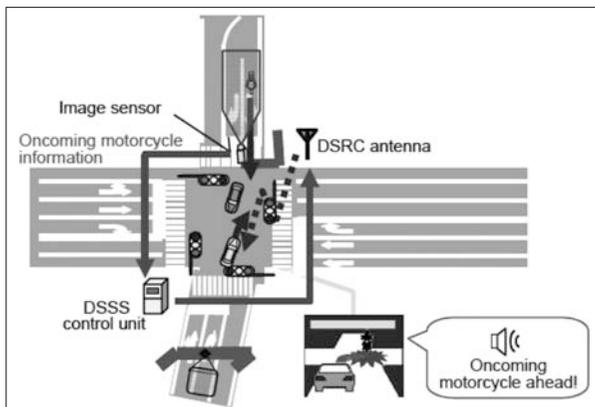


Fig. 7 地域実証実験(栃木)¹¹⁾: 右直事故防止情報提供システム

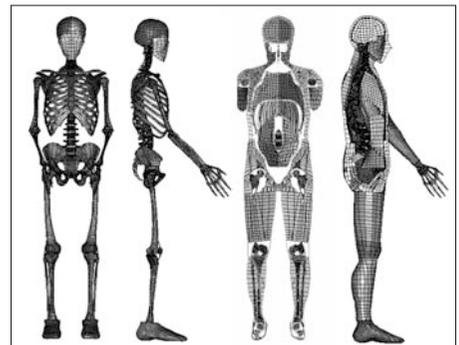


Fig. 8 JAMA人体FEモデル

現状、前面衝突・側面衝突・後面衝突・歩行者の衝突モードごとに、FEモデルによるコンピュータシミュレーションと多数の実際の衝突テストデータや部位ごとの単体特性テストとの比較を行い、FEモデルの改良を行った(Fig.8)。また標準体型のFEモデルに対し、実際の人間の個体差や姿勢の変化をスケーリングするためのツールも開発している。

今後さらなる向上が求められる車両の衝突安全対策に対し、現状のダミーによる傷害評価手法においては、市場で発生している多様な事故形態でのさまざまな傷害を評価することが困難なケースがあると考えられる。これらのFEモデルによって、現状のダミーにおける課題である実際の人体との構造差や限定された傷害計測部位、多様な人体の体型や姿勢などの評価が可能となる。

5-3 高齢者衝突事故の特徴

衝突事故発生時において、高齢者の死亡も含めて受傷確率が高くなっており、その受傷部位にも顕著な特徴がある。Fig.9は運転者乗員の年齢ごとの傷害部位構成割合を示す。死亡者・重傷者ともに65歳以上の高齢者において胸部の受傷頻度が高くなっている。

5-4 高齢者の胸部傷害のメカニズム

高齢者FEモデルの開発においては、高齢者特有の高い受傷頻度部位である胸部の特徴に注目した。

加齢による影響として、骨粗しょう症に代表される骨密度の低下である。骨密度は直接骨の強度に影響し、低密度になるにつれて骨折が生じやすくなることは一般的に知られている。また、胸部骨格の代表部位である肋骨の強度低下だけでなく、胸部前面

で肋骨を結合している肋軟骨も加齢とともに石灰化が進むことで柔軟性が損なわれ、骨折しやすくなることが知られている。

さらに骨の耐性だけでなく、加齢によって、胸部の形状自体の形状変化も伴うことが多い(Fig.10)。一般成人では胸部の垂直からの角度が相対的に小さいが、高齢者では角度が大きくなり、その結果として、水平方向からの圧縮に対しての柔軟性を欠くことになる。前面衝突事故においては、乗員の胸部はシートベルトやエアバッグから水平方向の荷重を受けるため、柔軟性を失うと肋骨へのひずみが多くなり、加齢による肋骨の強度低下とあいまって骨折の可能性が増加すると考えられる。

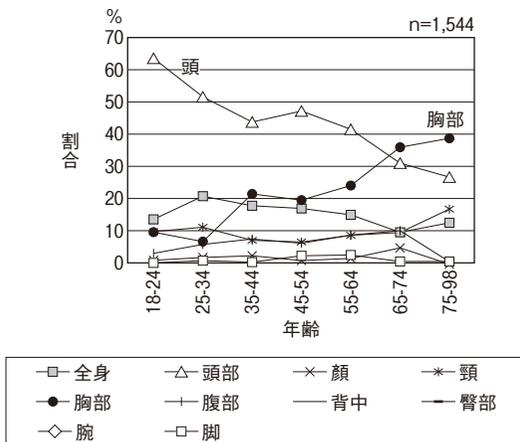
衝突時の肋骨の骨折は、骨折した骨の先端が内臓器を損傷させる場合や、また胸部の骨折の結果、胸部の圧縮量や圧縮速度の増加により、胸部内の内臓器への物理的な負荷の増大で損傷するものと考えられる。

5-5 高齢者人体FEモデルの開発

現在、このような高齢者の特徴を、成人をモデルにした人体FEモデルに反映を進めている。

まず高齢者胸部の骨格の形状をモデルに反映した上で、肋骨や肋軟骨の機械的特性データの取得、FEモデルへの適用を行う。さらには骨の損傷後の内臓器における傷害発生の再現が必要であり、そのため内臓器の機械的特性や衝撃耐性などのデータ取得が必要となっている。また、胸部以外の部位についても骨格への骨密度低下による骨の強度特性や靭帯などの軟組織の石灰化特性などの反映も必要となる。

このような高齢者人体FEモデルによって、衝突事故における高齢者の傷害を低減するための、車体構造やシートベルトやエアバッグなどの乗員保護シ



注) 75歳以上はn=50。

Fig. 9 運転者乗員の年齢ごとの死亡受傷部位構成割合^{1,2)}

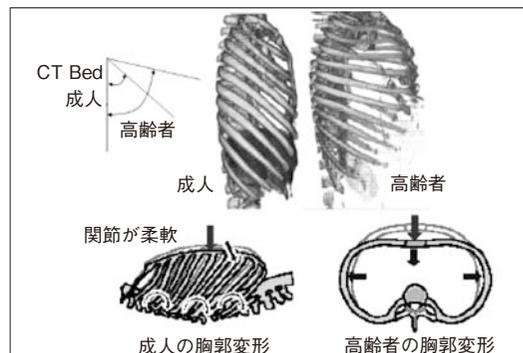


Fig. 10 胸部骨格形状の加齢による変化^{1,3)}

テムの研究に活用して行く。

6. 交通安全トレーニング

高齢者の運転特性の研究や、安全性向上のための自動車のさまざまな対応技術の開発とともに、日本自動車工業会では、高齢ドライバーが安全に運転する能力を維持するための取り組みも行っている。交通安全トレーニングと交通脳トレを組み合わせた新しい手法での「いきいき運転講座」である。

交通安全トレーニングは、集団で行う特色の異なる四つの科目で構成されている。高齢ドライバーは運転行動、安全意识、生活活性度(いきいき度)を高めることが重要なため、まず、いきいき運転といきいき生活をテーマに話し合うことで、安全行動と安全意识を向上させる。さらに、危険予知トレーニングでは、運転席からとらえた交通場面からどこに危険が潜んでいるか話し合い、運転に大切な危険予知力を高める。そして、参加者の身近な地域の地図に、ひやりとした交通体験を書き込み、それを題材に原因や対応を話し合うことで、地域の危険箇所やヒヤリを防ぐ方法を考える。最後にビデオで撮影した他のドライバーの運転行動を観察しながら、問題点を話し合うことを通して、自分の運転を客観的に評価し、安全運転力の向上をはかる。それらの集団トレーニングと平行して、簡単な計算、音読、文字ひろい、間違い探しを実施することで、基本的な脳機能と交通の危険を察知するために使う脳の働きを高める。

これらのトレーニング手法は、交通安全学、心理学、社会学や脳科学の専門家が2004年から高齢者交通安全教育推進委員会において4年計画でプログラム作成に参加し、またプログラムの効果も、高齢ドライバー約180人の協力を得て、その科学的な検証も行われた。

7. おわりに

過去に類を見ない急速な高齢化社会の進展に直面する日本において、交通弱者となりうる高齢者の安全性確保は非常に重要な課題である。公共交通機関

が十分でない地域では、高齢者が日常の生活を維持するにあたっては、自動車の活用が避けられない。

ハードとしての自動車の安全性の向上はもとより、安全教育や道路などのインフラ整備など、多方面からの総合的なアプローチが必要と考えられる。

参考文献

- 1) 警察庁「平成21年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取り締まり状況について」
- 2) 警察庁『平成21年中の交通事故の発生状況』
- 3) 国立社会保障・人口問題研究所『人口統計資料集2010年版』2010年
- 4) 武本東他「工作物衝突事故の発生原因と対策に関する検討」第53回(平成21年度)北海道開発技術研究発表会
- 5) 鈴木春男「高齢ドライバー事故の実態と対策」『予防時報』228号、(社)日本損害保険協会、2007年
- 6) 高橋信彦「高齢者の安全への取り組み」第9回自動車安全シンポジウム・高齢社会への対応
- 7) 細川崇他「高齢者の運転特性抽出のための分類に関する研究」自動車技術会秋季大会2008年
- 8) 青木義郎他「高齢運転者の知覚特性の劣化とその対策について」『交通安全環境研究所研究発表会講演概要』pp.81-86、2007年
- 9) 石田真之助「インテリジェントドライバサポートシステムの開発」『自動車技術』Vol.60、2006年
- 10) 鈴木延昌「先進安全自動車(ASV)推進計画について」『自動車技術』Vol.64、2010年
- 11) 猪野百合子他「Honda 運転支援システムの紹介」『Honda R&D Technical Review』Vol.20、No.2、2008年
- 12) 竹内啓他「正面衝突事故における高齢者乗員の乗車位置別の傷害部位」『自動車研究』第27巻第1号、(財)日本自動車研究所
- 13) Kent et al. : Structural and Material Change in the Aging Thorax and Their Role in Crash Protection for Older Occupants, Stapp Car Crash Journal, Vol. 49, 2005