

## 高齢ドライバー対策

- 高齢者の運転能力の診断と訓練システムの検討 -

中野倫明\*

山田宗男\*\* 山本 新\*\*\*

高齢ドライバーが引き起こす交通事故および認知症の高齢者による重大な事故が増え、免許証の更新が社会的に大きな問題になっている。高齢ドライバーの事故を低減するには、中高年の早い時期から定期的に運転能力（特に視覚や注意・判断の能力）を診断して、自身の能力と運転適性を十分認識してもらい、再教育・訓練などによって運転能力を維持・向上することがきわめて重要である。本研究では、安全運転に不可欠な視覚や注意・判断機能を総合的に測定する運転機能測定シミュレータを試作開発し、そのシミュレータを用いて運転能力の訓練に関する基礎実験を行った。

### Elderly Drivers : Considering a System for Assessing Driving Ability and for Training

Tomoaki NAKANO\*

Muneo YAMADA\*\* Shin YAMAMOTO\*\*\*

With the increase in traffic accidents caused by elderly drivers, as well as serious accidents by elderly drivers with dementia, the issue of driver license renewal has become an issue of major public concern. In seeking to reduce accidents by the elderly, it is critical to perform regular assessments of driving ability (particularly vision, attentiveness and decision-making skills) from early in middle age to promote a thorough understanding of one's own ability and suitability for driving, and also to work to maintain and improve driving ability through reeducation and training. For the current research, a driving ability measurement simulator was developed to make comprehensive measurements of the vision, attentiveness and decision-making skills indispensable for safe driving, and the simulator was used to conduct basic experiments related to driving ability training.

#### 1. はじめに

わが国は世界でも類を見ないスピードで高齢化が

進んでおり、2015年には4人に1人が65歳以上の超高齢社会を迎えようとしている。それに伴って、高齢ドライバー自身が引き起こす事故が急激に増加し、ここ数年では全死者数に占める高齢者の割合は40%を超え<sup>1,2)</sup>、2008年4月の警察庁調べでは全体の約半分に迫る勢いで増えている。この交通事故死の増加率は、高齢者人口の増加だけでは説明できない数値である。

また、認知能力が低下した高齢者（特に75歳以上の後期高齢者）のなかには、認知症の疑いあるいは認知症と診断される人の割合が増え、高速道路逆走

\* 名城大学理工学部教授  
Professor, Faculty of Science and Technology,  
Meijo University

\*\* 名城大学理工学部准教授  
Associate Professor, Faculty of Science and Technology,  
Meijo University

\*\*\* 名城大学理工学部教授  
Professor, Faculty of Science and Technology,  
Meijo University  
原稿受理 2008年8月1日

などの重大な事故が多発している。このような状況に対して2007年6月の道路交通法改正では、高齢者の免許更新時(75歳以上)に認知機能を調べる簡易検査が行われることになった。しかし、50~60代の若年性の認知症患者が対象にならないこと、軽度認知症患者については医学的な診断だけでは運転の可否を判断できないにもかかわらず医師が最終的な運転免許の可否の責任を負わされること、さらに地域によっては免許取消・停止処分後の交通手段が確保できず高齢者の生活自体が困難になる場合があること、などの多くの課題が残されている<sup>3)</sup>。

このようななかで将来に向けて交通事故を低減するためには、自動車の衝突安全技術、衝突回避や予防安全などの運転支援技術、およびインフラ協調の新しい交通システム等の開発とさらなる改良に加えて、高齢者(軽度の認知症患者も含む)の運転行動や運転能力・適性を考慮した「高齢ドライバー対策」の研究開発が不可欠である。

加齢に伴って一般に認知・判断・行動に関する生理・心理の諸特性は低下するが、視覚機能を含む認知・判断能力が若い頃に比べてどの程度低下したかをきちんと理解している高齢者は少なく、その認識不足が事故の大きな原因になっている<sup>4)</sup>。高齢ドライバーの事故を低減するには、中高年の早い時期(例えば50歳代)から定期的に運転能力(特にヒューマンエラー事故の7~8割に関連すると言われる認知・判断能力)をチェックし、自身の能力と運転適性を十分認識してもらうとともに、再教育・訓練などによって運転能力の維持・向上を図る社会システムの構築が極めて重要と考えられる。

本研究の「高齢ドライバー対策」では、まず運転中のさまざまな対象の認識と安全運転に欠かせない認知・判断能力(特に視覚と注意・判断の能力)を実際の運転場面に近い状態で総合的に測定する新規の運転機能測定シミュレータを開発する。このシミュレータにより、中高年者の運転能力を診断して運転能力低下の自己理解を促すとともに、運転適性を判定して危険な運転行動を未然に防ぐことに役立つことが第一の目的である。軽度の認知症患者の場合にも、このシミュレータを用いた運転適性の判定により運転継続の可否をスクリーニングし、最終的には自動車教習所等で教習の専門家が判断することが最善策と考えられる。

第二の目的として、運転能力が低下した高齢者に対して視覚や注意・判断の能力を訓練し、能力向上

や能力維持を目指す。運転能力向上の具体的な方法とその可能性を示すことは、運転能力の診断の機会を積極的に利用するためのモチベーションになる。また、能力向上を通して自信をもって安全に長く車を運転することにより、高齢者の社会参画の意欲やQOL(Quality of Life)の向上にきわめて有効であると考えられる。

第三の目的として、このシミュレータにより高齢者の運転行動や運転パフォーマンスを測定し、認知症の初期段階(軽度の認知症など)の兆候をスクリーニングして認知症早期発見に貢献することが重要である。認知症は早期発見(発症後1~2年)できればその後の進行を遅くすることが可能であるため、認知症の前段階(軽度認知障害:MCI)や認知症の初期段階(軽度認知症)でのスクリーニングが可能になれば、早期に認知症専門医を受診し、認知症患者ならびにその家族等関係者の社会生活は改善される。

以上の目的を実現する社会システムを自動車教習所等にて実施するため、運転機能測定シミュレータを開発したので紹介する。また、そのシミュレータを用いた運転能力の訓練の基礎実験についても説明する。

## 2. 高齢ドライバー対策の基本的な考え方

高齢者の事故や違反の統計データから高齢者に多い事故パターンや事故の背後にある違反の内容を整理すると、次のようにまとめられる<sup>4,5)</sup>。

- (1) 高齢ドライバーが起こす事故の半数以上は交差点内であり、特に信号のない交差点での事故が多い
- (2) 車両相互の事故では、出会い頭衝突と右折時衝突の事故が多い
- (3) 車両単独の事故では、カーブで工作物衝突や路外逸脱を起こしやすい
- (4) 事故の法令違反別では、一時不停止、信号無視、優先通行妨害が多い

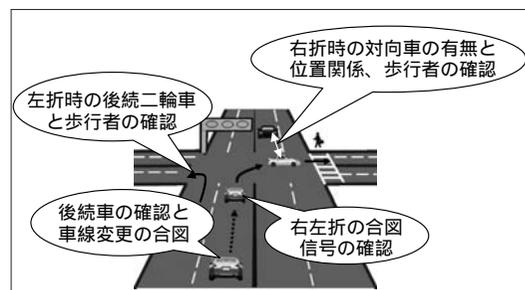


Fig. 1 交差点付近での運転行動の例

以上は年齢が高くなるに従ってその構成率が上がる事故や違反であり、高齢者の運転能力の低下、とりわけ認知ミスや判断ミスにつながる認知・判断能力の低下との関連が深い。

Fig.1は、高齢ドライバーの事故が多い交差点付近の運転行動の例を示したものである。交通量が多く複数の認識対象が存在する交差点付近では、信号、周囲の車や人などに同時に注意を払い、短時間に状況の変化を把握する認知・判断能力が必要になる。また他の車や人の存在を素早く認識し、安全な位置関係(距離や相対速度)を保ちながら運転する能力も必要である。さらに車線変更や右左折時に周囲の安全確認と合図がなされるか否かが、認知機能低下と関連するとの示唆もある。

Fig.2に高齢ドライバー対策の基本的な考え方を示す。交通事故の9割以上はヒューマンエラーが原因と言われ、その7~8割は認知ミスと判断ミスにより発生していることから、運転能力のうち視覚機能を含めた認知・判断の能力を測定・評価することで運転能力の主たる診断を行う。認知・判断の能力とは、主として視力、視野、奥行き認識などの視覚・空間的能力<sup>6)</sup>とさまざまな注意機能(集中的注意、分割的注意、持続的注意)<sup>7)</sup>、ならびに安全確認と他者への合図の遵守などである。

以上のいくつかの認知・判断能力の測定項目を総合的に測定できるシステム(以下、運転機能測定シミュレータ)を開発し、自動車教習所等に設置して定期的な運転能力の診断の機会をつくる。別途、このシミュレータやパソコン・市販ゲーム機等を利用したトレーニング方法を開発し、シミュレータによる運転能力の診断と併用して運転能力の訓練を実施する。定期的な運転能力の診断を行うことにより、運転能力の維持や向上の度合いが定量的なデータと

して把握できる。特に高齢者は同年代や他の年代の平均と比較するだけでなく、自分の運転能力の履歴(運転能力のカルテに相当)と比べて能力低下を認識することが最も有効と考えられる。さらに、このシミュレータを用いて高齢者の運転行動や運転パフォーマンスを測定し、運転適性を判定して免許証更新の判定に役立てること、認知症の初期症状をスクリーニングして認知症の早期発見(認知症専門医への受診)を促進することが、今後の社会システムとして重要である。

### 3. 運転能力の診断のための運転機能測定シミュレータの開発

高齢ドライバーの事故と運転能力の低下(特に認知・判断ミスにつながる認知・判断能力の低下)を考慮し、安全運転に欠かせない視覚機能と注意・判断機能を総合的に測定する運転機能測定シミュレータを開発した<sup>8-10)</sup>。その基本方針は次のとおりである。

(1)実際の運転場面に近い運転模擬映像を作成し、運転操作(ステアリング、アクセル、ブレーキ、方向指示の合図)により運転模擬体験が行える運転シミュレータを基本構成とする。さまざまな運転場面(市街地、高速道路、自動車教習所の教習コースなど)を自由に再現できる運転模擬映像を作成する。この映像のなかで、信号や他車両・歩行者などを任意のタイミングで制御でき、運転の難易度(ドライバーに対する運転負荷の程度)を柔軟に変更できるようにする。

(2)運転に不可欠な視覚機能として、視野(静視野および有効視野)と老人性白内障対応の静止視力の測定を行う。これらは運転時に欠かせないさまざまな視覚機能(視野、静止視力、動体視力、深視力、夜間視力、暗順応、グレア感度)<sup>4)</sup>のうち、実際に高齢者を測定して選定した機能である。特に有効視野は、若年層に比べて高齢層の低下が著しいにもかかわらず、高齢者自身の自己理解がほとんど見られない機能であり、従来研究でも事故との因果関係が強いと示唆されている。視野測定のためには、広い視野角で検査視標を表示でき、老人性白内障対応の静止視力測定では、夕方や夜間を想定した低照度とグレア環境での測定が必要である。

(3)運転中の注意・判断機能として、高齢者の事故が多い交差点付近での運転パフォーマンス(安全運転課題の達成率と達成効率)および運転行動(安全

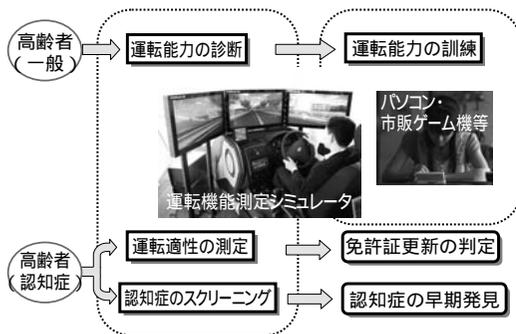


Fig. 2 高齢ドライバー対策の基本的な考え方

確認の有無と合図の遵守など)を測定する。

Fig.3は上記の基本方針に基づく運転機能測定シミュレータの構成を示したものである。このシステムは運転席(ステアリング、アクセル、ブレーキ、方向指示器、シート)、3画面の液晶モニター、グレア環境用LED照明、音声認識用マイクおよび処理装置から構成される。Fig.4に運転模擬映像の例として、市街地と自動車教習所の教習コースをそれぞれ示す。

測定項目は、2種類の視覚機能(視野、静止視力)と注意・判断機能(交差点付近での運転行動と運転パフォーマンス)である<sup>8-10)</sup>。視野機能については、静視野と有効視野の両方を測定する。静視野により緑内障等の眼の疾患がないことを確認し、有効視野で運転状態での視野機能(運転模擬映像の周囲にランダムに出現する検査視標の認識率で評価)の低下を測定する。また静止視力については、通常明るさの視力に加え、夕方の低照度環境での視力と夜間のグレア環境での視力を測定し、三つの視力値の変化から、老人性白内障の影響を大まかに推定す



Fig. 3 運転機能測定シミュレータの構成



Fig. 4 運転模擬映像の例

る。

注意・判断機能については、主として交差点付近での安全運転の達成率とその効率を運転パフォーマンスとして測定する。安全運転の達成率では、自車、他の車や人の位置情報を時系列に計測し、その相対的な位置関係から、交差点を安全に通過できた否かを計算する。その結果、安全に通過(他の車や人との距離に十分余裕がある場合)、やや不安全に通過(他の車や人との距離に余裕がない場合)、事故(他の車や人と接触した場合)に分けて評価する。達成効率では、事故以外の交差点通過に関して交差点通過時間を計測し、運転パフォーマンスに認知・判断の迅速さも加味する。

4. 運転能力の訓練に関する基礎実験

運転機能測定シミュレータを用い、運転能力向上のための訓練方法の効果を確かめる基礎実験を行った。

運転能力の訓練方法を大別すると、運転能力の診断に使用するシミュレータを利用した方法と、家庭でも手軽に使用できる市販のゲーム機(パソコンを含む)を利用した方法が考えられる。前者の方法は実際の車の運転に近いトレーニングが期待できるが、時間とコストがかかることから、毎日継続してトレーニングすることは容易でない。そこで本研究では、後者の市販ゲーム機を用いた方法を検討し、まず現在開発されている視覚機能や注意・判断機能のトレーニング方法が運転能力の訓練に対して効果があるか否かを確認する。

加齢に伴って低下する運転能力のうち、運転時の視野機能(有効視野)ならびに交差点付近での注意・判断機能が高齢ドライバーの事故例に関連する重要

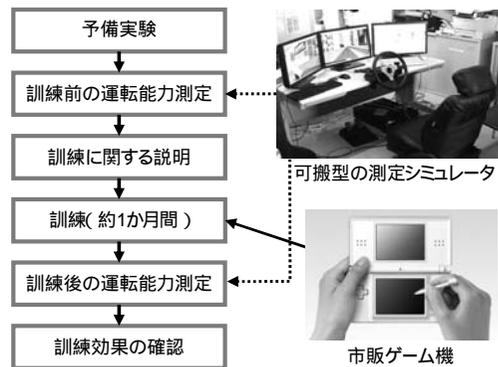


Fig. 5 運転能力の訓練に関する基礎実験の全体的な流れ

な機能である。そこで市販ゲーム機を使用し、視野機能の訓練方法として「DS眼力トレーニング(愛工大・石垣尚男教授監修)<sup>11)</sup>」、注意・判断機能の訓練方法として「脳を鍛える大人のDSトレーニング」(東北大・川島隆太教授監修)<sup>12)</sup>をそれぞれ用いた。訓練の期間や回数は、3～5回/週、約1か月のトレーニング(午前中)とした。

Fig.5に運転能力の診断と訓練を組み合わせた本実験の全体的な流れを示す。まず高齢者数名による予備実験を行い、実験全体の進め方を確認する。特に、高齢者への本実験の主旨説明と合意、市販ゲーム機と訓練方法の説明、訓練期間における対応方法などについて、高齢者の意見を集めながら、実験計画全体を見直すことがねらいである。本実験では、まず運転機能測定シミュレータを使用して訓練前の運転能力を測定し、訓練に関する説明(実験の目的、実験方法と注意、実験結果の記録方法など)の後、被験者の自宅で訓練を実施する。約1か月の訓練期間の後、再び運転能力を測定し、訓練の効果を確認する。なお、本実験は高齢者が集まる施設(シルバー人材センター等)で実施するため、前章で説明した運転機能測定シミュレータと同等の性能で可搬型の測定シミュレータを別途試作開発し使用する。

Fig.6は視野機能の訓練方法を示したものである。図左側に示すように、中央のランドルト環「C」を見ながら、その周囲に短時間表示される複数のランドルト環「C」の中から中央と同じ向きの「C」を探して答える方法、および右側のように、上下の画面に短時間ランドルト環「C」が表示され上下が同じ向きか否かを答える方法である。これらは運転時の視野機能(有効視野)に近い周辺視野を訓練するものである。

Fig.7に注意・判断機能に関連した2種類の訓練方法を示す。一つは「あか」「あお」「きいろ」「くろ」の文字が画面に表示され、“文字の読み”に惑わされずに“文字の色”を回答するストループテストで、文字に関する2種類の異なる情報の一方に注意を集中して選択的に反応するものである。もう一つの方法は、A ア B イ ...という順番でできる限り速く線を引く方法で、同時にいくつかの文字の配置に注意が払われるほど迅速に線を引くことができるというものである。

高齢者を被験者とした訓練効果の評価実験を行った。視野機能の訓練では高齢者(67～78歳)12名、注意・判断機能の訓練では高齢者(65～81歳)11名で実

施した。被験者はいずれも日常生活で週4日以上車の運転を行っている高齢者である。

評価実験の最初に静止視力と静視野の測定を行い、目の病気や特別な視覚障害がないことを確認した。また認知機能のスクリーニング検査(ファイブ・コグ検査<sup>13)</sup>)により、認知症などの問題がないことも確認した。約1か月間機器を貸し出し、自宅にてできる限り毎日決められた時間帯(午前を推奨)に実施してもらい、その結果を所定の様式で記録しても

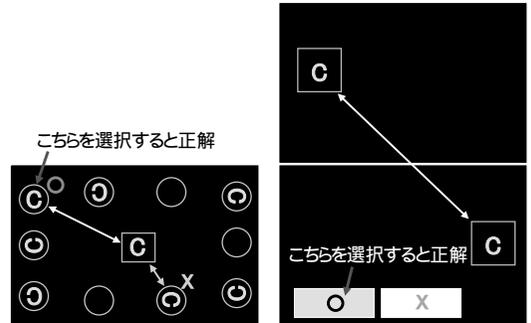


Fig. 6 視野機能の訓練方法

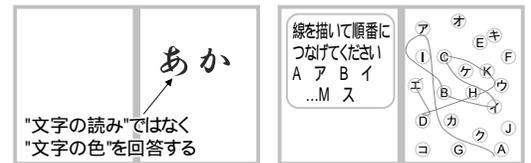


Fig. 7 注意・判断機能の訓練方法

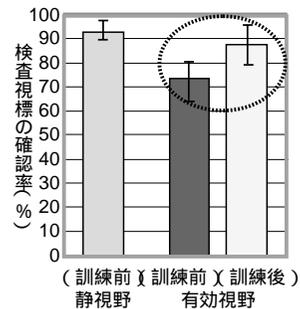


Fig. 8 視野機能の訓練効果の結果

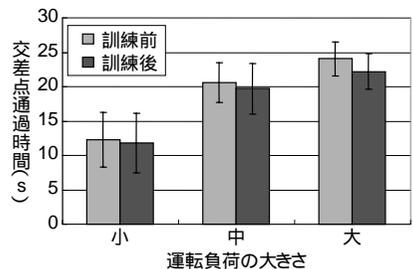


Fig. 9 注意・判断機能の訓練効果の結果

らった。

Fig.8は視野機能の訓練効果の結果をまとめたもので、運転機能測定シミュレータを利用して測定した有効視野の結果である。訓練の前後を比較すると、有効視野に関する検査視標の認識率が向上していることがわかる。検定により、有意水準5%で有意差があることが検証された。

Fig.9に注意・判断機能の訓練効果の結果を示す。安全運転の達成率に関して、安全に交差点を通過したデータについて達成効率(交差点通過時間)の訓練前後の値を比較したものである。運転負荷によらず訓練後のほうが達成効率(交差点通過時間)が向上していることがわかる。検定により、有意水準5%で有意差があることが検証された。

## 5. むすび

今後ますます増加する高齢ドライバー(認知症と診断されたドライバーを含む)対策として、まず運転中のさまざまな対象の認識と安全運転に欠かせない視覚と注意・判断の能力を実際の運転場面に近い状態で総合的に測定する新規の運転機能測定シミュレータを開発した。このシミュレータを活用した運転能力の診断、運転適性の判定、能力向上のための訓練、認知症早期スクリーニングの構想を説明し、運転能力の訓練に関する基礎実験の結果を紹介した。今後は運転能力の診断方法を改良するとともに、運転能力の向上に最も効果的な訓練方法を開発し、有効性を検証する予定である。また、認知症の疑いのある多数の高齢者の評価実験から、危険な運転の予測や認知症の早期スクリーニング方法を検討する予定である。

[謝辞]本研究の一部は文部科学省の平成19年度科学研究費補助金(基盤研究C)課題番号17500125)の支援により実施された。記して感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 『平成19年版 高齢社会白書』内閣府、2007年
- 2) 『平成19年版 警察白書』警察庁、2007年
- 3) 池田学「痴呆性高齢者の自動車運転と権利擁護に関する研究」『厚生労働省長寿科学総合研究事業、平成15~17年度総合研究報告書』2006年
- 4) (社)自動車技術会『高齢者運転適性ハンドブック』2005年
- 5) 松永勝也編著『交通事故防止の人間科学』ナカニシヤ出版、2002年
- 6) Brick Johnstone, Henry H. Stonnington / 松岡恵子、藤田久美子、藤井正子訳「高次脳機能障害のリハビリテーション」『視覚-空間的能力の機能的分類』pp.134-140、新興医学出版社
- 7) 同上書pp.34-38
- 8) 足立委昭、山本裕、山田宗男、川澄未来子、山本修身、中野倫明、山本新「高齢ドライバーの視覚機能測定と運転視力測定システム」『自動車技術会論文集』Vol.39, No.1, pp.157-162、2008年
- 9) Tomoaki NAKANO, Muneo YAMADA, Shin YAMAMOTO: A Method for Assessing The Driving Ability of The Elderly And Thoughts on Its Systematization, Proc. IATSS RESEARCH, Vol.32, No.1, 2008
- 10) 平岡雅丈、牛田将弘、春日部利明、山田宗男、松田克巳、山本修身、中野倫明、山本新「高齢者の運転能力診断のための自動車教習所向け運転能力測定シミュレータ」『第14回画像センシングシンポジウム(SSII08)予稿集 IN2インタラクティブセッション2「ITS・セキュリティへの展開」』IN2-11、2008年
- 11) ニンテンドーDS用ソフト『見る力を実践で鍛える DS眼力トレーニング』公式サイト<http://www.nintendo.co.jp/ds/ag3j/index.html>
- 12) 川島隆太監修『脳を鍛える 大人のDSトレーニング』オフィシャルサイト<http://www.nintendo.co.jp/ds/andj/index.html>
- 13) 矢富直美『認知症予防活動の効果評価と課題』老年社会科学、Vol.27, No.1, pp.74-80、2005年