

# 簡易ドライブシミュレータを用いた高齢・認知症ドライバー支援 Study of dangerous advanced age driver early detection approach

伊藤 安海  
Yasumi Ito

根本 哲也  
Tetsuya Nemoto

山中 真  
Makoto Yamanaka

高橋 良枝  
Yoshie Takahashi

松浦 弘幸  
Hiroyuki Matsuura

国立長寿医療センター研究所  
National Institute for Longevity Sciences

In recent years, the increase in the traffic accident by advanced age and dementia drivers is a social problem, and relevant ministries and agencies just set about the cure. On the other hand, elderly people with a high dependence to a private car are increasing in number by the decrease of the public traffic by local decrease in population. So, it is the object of this research to develop the approach of carrying out early detection of the high advanced age driver of possibility of causing a traffic accident, by the test which uses a driving simulator. As a result, a part of elderly people's driving performance was able to be measured by abbreviated equipment like a video game. Furthermore, we also considered the usefulness of driving training by the driving simulator.

## 1. はじめに

わが国では 2006 年に全人口に占める 65 歳以上の高齢者の割合が 20.0%となり、世界一の高齢化社会となっている。それに伴い、高速道路の逆走といった高齢ドライバーによる事故が増加し、社会問題となっている。一方、公共交通機関が不十分な山間部などでは、自動車は高齢者の自立した生活に欠かせない手段であり、池田らが 65 歳以上の地域高齢者を対象に行った調査[池田 05]によると、「自動車の運転ができなくなったら日常生活上非常に困る」と考えている者は、大都市で 42%なのに対し、地方都市や山間部では 80%以上を占めていた。

そのため、高齢ドライバーの安全運転を長期間継続可能にする対策が求められており、松浦らは安全運転ワークブックを用いた高齢ドライバーの補償運転促進を提案している[松浦 08]。しかし、認知・判断・操作といった運転の基本能力が大幅に低下した場合、どれだけ補償運転を心掛けていても咄嗟の危険回避は不可能である。そこで、複雑な認知処理に関連する運転能力をドライブシミュレータにより動的に評価することにより、危険な高齢ドライバーを早期に発見し、運転中止を促すことが検討されているが[伊藤 08]、既存のシステムでは本来法律で運転が禁止されている軽度認知症ドライバーの運転能力低下も検出できないといった問題がある[渡辺 06]。

一般的に、ドライブシミュレータを用いた能力測定で行われる反応時間の計測では、イベントとして歩行者の飛び出しや前方車両の急ブレーキ(ブレーキランプの点灯)が用いられるが、これらの注意対象は概ね前方や斜め前方に配置される。一方、Owsley は、高齢者の事故と有効視野の広さの関係を報告しており[Owsley 94]、前方だけでなく周囲で起こる出来事に対する対処能力による評価が重要であると考えられる。

そこで、科学警察研究所において、ミラーを確認して周囲の車両の配置を把握する能力の測定を意図したドライブシミュレータを開発し、高齢者と非高齢者の走行実験を実施したところ、年齢層別の平均値で加齢に従って成績が著しく低下し、高齢運転者の能力低下を検出できる可能性が示唆された[木平 08]。しかしながら、実際に検査が必要な高齢ドライバーを全て、大型

ドライブシミュレータを保有する施設で検査することは不可能である。そのため、我々はこれまでに高齢者が家庭や病院で日常的に運転能力の測定および運転トレーニングが可能なドライブシミュレータを開発する目的で、科学警察研究所で開発した検査用ソフトウェアをワークステーション、テレビ、ゲーム用コントローラ(ハンドル、ブレーキ、アクセル)で構成される簡易型シミュレータで実験できるように改良を行い、非高齢者による性能評価実験により、その有用性を明らかにした[Yanai 08, 木平 08-2]。

本研究では、同一の高齢者を実験参加者とした大型ドライブシミュレータと簡易型シミュレータの成績比較実験(乗り比べ実験)を行い、高齢ドライバーの運転能力測定および運転トレーニングツールとしての簡易型シミュレータの有用性を検討した。

## 2. ドライブシミュレータ装置の概要

科学警察研究所で開発されたソフトウェアは、図 1 に示すカヤバ工業株式会社製ドライブシミュレータでの動作を想定している。この本格的な走行装置(フルスケールの装置であるので、以下、FS 装置という)は、運転台とスクリーンが一体となって動くようになっており、これを 6 軸の油圧シリンダーによる動揺装置で支持して運転者に加減速度や遠心力を体感させる機構を持つ。映像は前方のメインスクリーンの画角 60°(運転席の正面に対して右側 25°、左側 35°)の前方風景、メインスクリーンにはめ込み表示のルームミラー、メインスクリーンとは独立して、運転席の両脇斜め前方(右側は運転席正面からの角度 35°、左側は同 55°)の位置に設置した 8.4 インチ小型液晶ディスプレイを用いた左右ドアミラーの、計 4 方向を表示する。

本研究では、一般家庭で日常的に走行実験を行えるように図 2 示すワークステーション(Asterism 2CPU/4GB Memory System)、37 型液晶テレビ(AQUOS LC-37GS20)、ゲーム用コントローラ(Logicool GT FORCE Pro)で構成される簡易な走行装置(以下、簡易装置という)を用いて実験が行えるようにソフトウェアの改良を行った[Yanai 08]。

走行コースは、運転中の精神的・身体的負荷の状態を現実に近づける目的で、常磐自動車道の三郷 I.C.から谷和原 I.C.にかけての実際の道路線形に従い、構造物や風景も模した約 20km の区間の道路モデルデータを使用した。当該道路は、中央分離帯で上下線が分離された片側 3 車線の区間である。



図1 大型ドライブシミュレータ(FS装置)



図2 簡易走行装置(簡易装置)

### 3. ソフトウェアおよび検査の概要

本研究では、ミラー確認により周囲の車両の配置を瞬時に把握し、運転方策を判断して対処操作を行わせる実験シナリオ(ソフトウェア)を用いた。以下にその詳細を示す。また、実験参加者が見ているディスプレイの画面を図3に、各段階の状況について上空から見下ろした説明図を図4に示す。

#### 3.1 走行の基本設定

実験参加者に運転させる車の前方に、2台の先行車両を配置した。この先行車両は共に中央の車線を90km/hで直進し、実験参加者には2台目の先行車両に追従して走行させることと

した。また、後方にも1台、自車両に追従して走行する車両を配置した。

なお、本ソフトウェアの走行設定は、一定速度の先行車両に追従するだけであり、イベントを回避するために、極度に意識が両脇の車線に向かいやすくなると予想される。そこで、前方への注意を維持させる目的で、後述の数字の読み上げ課題を運転と平行して実施することとした。

#### 3.2 イベント

実験中は、左右の車線に出現した車群が、自車両よりもやや高い速度で、順々と自車両を追い抜いてゆく状態が継続する。

しばらくすると、1台目と2台目の先行車両の間に突然障害物が出現し、2台目の先行車両が車線変更すると、その陰から障害物が自車両の前に現れる状況とした(図4(b))。

続いて、自車両も障害物に接近して回避行動が必要な状況となり、被験者には周囲の車両の配置に応じて、最も安全な方法で回避することを課題とした(図4(c), (d))。ただし、回避方法として操舵と制動を混在させると解析が困難なため、回避方法は操舵に限定し、左右どちらかへの車線変更の2択とし、近くに後続車両の存在しない車線に出て障害物を回り込む回避を正解とした。ここで、障害物の手前で急ブレーキをかけて止まる回避方法が不正解であることを状況で体現するために、その場合には後続の車両に追突されるようにした。

なお、イベントの発生タイミングはランダムで予測困難なものとした。

#### 3.3 数字読み上げタスク

図5に示すように、先行車両の後端部に'1'から'7'の中からランダムに2種類の数字を選択し、一方を3つ、他方を1つとした4つの数字について、それらの位置についてもランダムに変化させて表示し、1つだけ異なる数字を見つけ出して読上げる課題を用いた。数字は3秒間隔で更新し、その都度読上げさせた。

また、この数字の読み上げよりも運転を優先させ、ミラー確認など、運転に必要な脇見により数字が読み上げられなかった場合には、読み飛ばしてもよいこととした。なお、数字の表示位置は先行車両の車線変更には連動させず、中央車線の中央に留め置いた。

#### 3.4 その他

実験参加者には、上記実験概要を十分に説明し、続いて実際に走行のデモンストレーションを見せた後、走行実験を実施した。



図3 実験参加者が見ているディスプレイ画面

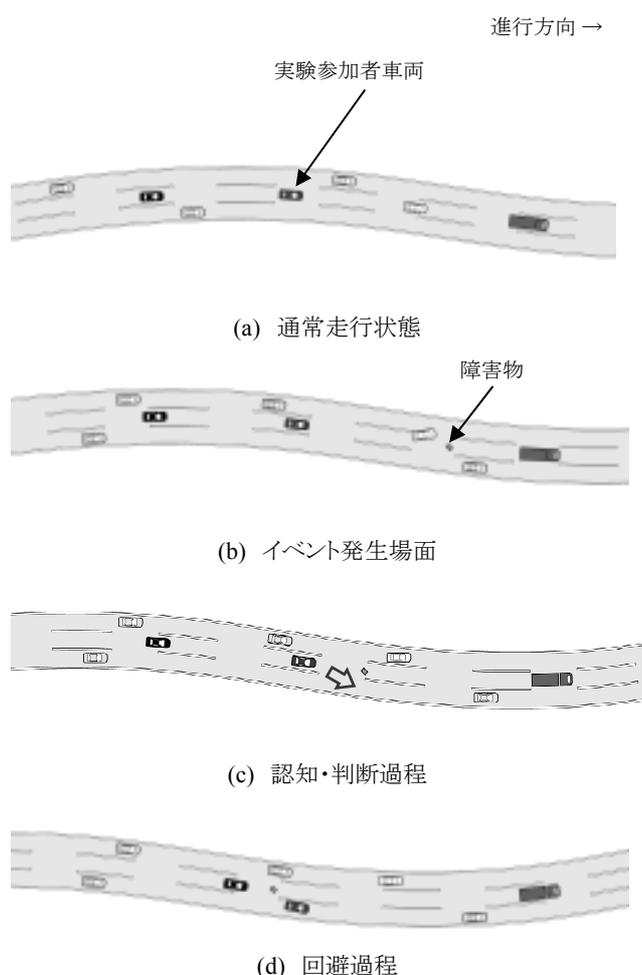


図4 検査における各段階の状況



図5 実験参加者が見ているディスプレイ画面(拡大)

## 4. 実験

簡易装置開発後、高齢者および非高齢者を実験参加者とし、FS装置および簡易装置で9回の走行を行う実験を行った。その結果、少ない走行回数では簡易装置での回避成績が低い傾向が見られるものの、5回目以降の走行ではFS装置での回避

成績と簡易装置での回避成績が非常に良く一致した[木平 08-2]。しかし、この実験では各実験参加者はFS装置もしくは簡易装置のどちらか一方しか運転していないため、同一のドライバーの能力を両方の装置で同じように測定できるかは不明である。そこで、各実験参加者が両方の走行装置で運転を行う実験を実施した。

### 4.1 実験参加者

本実験では、運転免許を持ち日常的に自動車の運転をしている65歳から71歳の高齢者11名(全て女性)を実験参加者とし、実験の参加に対して謝礼を支払った。ただし、シミュレータ酔いなどで実験を大幅に中断した4名は分析対象から除外した。

分析対象の被験者の平均年齢は、66.75歳(SD1.98)である。

### 4.2 走行スケジュールおよび走行時間

実験参加者は連続した2日間(半日×2)で、簡易装置とFS装置を1日ずつ運転することとした。すなわち、1日目に簡易装置を運転するグループは2日目にFS装置を運転し、1日目にFS装置を運転するグループは2日目に簡易装置を運転した。運転スケジュールは1日目、2日目共に以下に示すとおりである。

#### 【一日の運転スケジュール】

レーンチェンジ×2回

練習コース+障害物回避コース×1回

障害物回避コース3回

ここで、“レーンチェンジ”は運転に慣れるための練習が目的であり、広大な駐車場のような広場で、2列に並んだコーンの間を車線変更しながら通り抜ける走行を約5分間行う。“練習コース”は高速道路の最初の一部分(約5分)を他車両の干渉を受けずに運転できる区間として練習用に割り当て、この走行中に運転感覚を確認する区間とした。“障害物回避コース”は練習区間以降のコース部分で、周囲に多数の車両が走行する中、障害物を回避しながら走行を約10分間行う。イベントの回数は1走行あたり約10回である。実験は2人一組とし、1人が実験中にもう1人が休憩を取ることとした。

### 4.3 質問紙検査

実験参加者に対して事前に、運転頻度などを尋ねる質問紙検査を実施した。また、実験参加者が認知症に罹患しているかを判断するために、認知機能検査 MMSE (Mini-Mental State Examination) を実験終了後に実施したが、今回の実験参加者からは、認知症の疑いを示す結果は認められなかった。

### 4.4 実験結果

回避成績を(正しい方向に回避した回数)÷(イベントの発生回数)と定義し、試行毎に算出した。1日目に簡易装置を運転したグループの試行回と回避成績の関係を図6に、1日目にFS装置を運転したグループの試行回と回避成績の関係を図7に示す。どちらのグループも1日目は試行回数と共に回避成績が上昇し、2日目は回避成績が高い状況で試行回数による変化が少なかった。

第4試行における回避成績は1日目に簡易装置を運転したグループで68.1%、1日目にFS装置を運転したグループで78.6%であり、第8試行における回避成績は1日目に簡易装置を運転したグループで67.2%、1日目にFS装置を運転したグループで78.9%であった。8走行中7走行で1日目にFS装置を運転したグループの回避成績が高い結果となった。

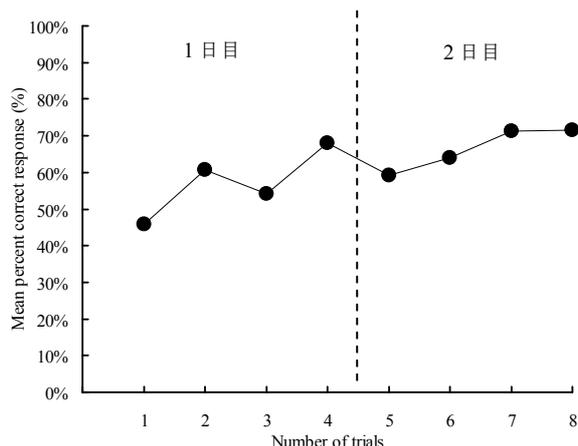


図6 回避成績の変化(簡易装置→FS装置)

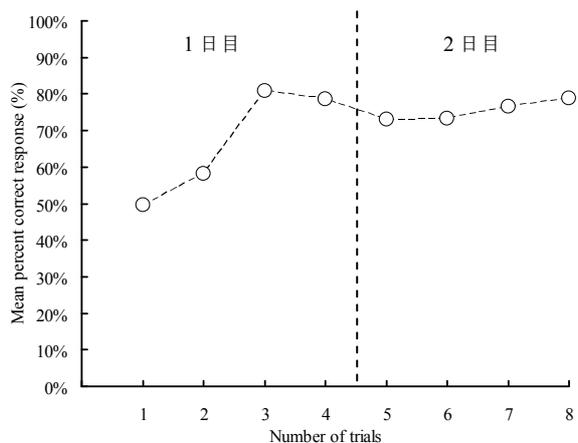


図7 回避成績の変化(FS装置→簡易装置)

#### 4.5 考察

図6, 7の実験結果より, 1日目の4試行で回避成績が上昇し, 2日目に別の装置を用いた実験では1試行目から高い回避成績を示すことにより, 双方の装置間でトレーニング効果が引き継がれていることが明らかになった. このことから, 双方の装置で測定している能力は, ほぼ同一のものであると予想される. さらに, 操作系(ハンドル, アクセル, ブレーキ)の性能・形状が実車とは大幅に異なる簡易装置によるトレーニング効果が, 操作系が実車同様であるFS装置に引き継がれていることより, 非常に簡易な装置を使った運転トレーニングであっても, 向上した能力の一部は実車運転の際に効果を示す可能性があることを示唆している.

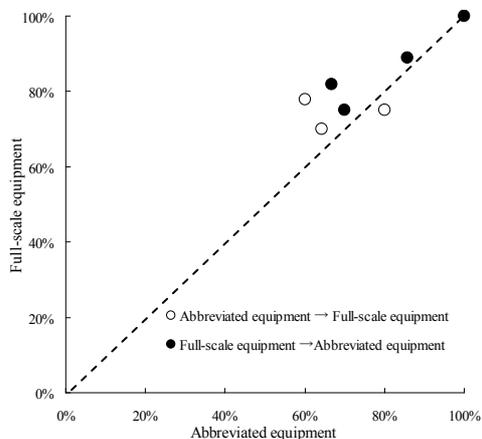


図8 同一運転者による簡易装置とFS装置の成績比較

さらに, 同一の実験参加者の回避成績と装置の関係調べると図10に示す結果となった. ここで, 回避成績としては3試行目と4試行目の成績が良い方, 7試行目と8試行目で成績が良い方を使用した. 図10を見ると, 同一の実験参加者の回避成績は, 簡易装置およびFS装置のどちらで実験しても近い値を取ることが分かる. このことから, 可搬型の簡易装置であっても, 大型のFS装置の代わりに危険な高齢ドライバーを発見するための一つのツールとして使用可能なことが明らかとなった.

#### 5. まとめ

本研究では, 高齢者が家庭や病院で日常的に運転能力の測定を行う目的で開発した簡易型シミュレータと大型装置との成績比較実験(乗り比べ実験)を行い, 以下の知見が得られた.

- 操作系の性能・形状が実車とは大幅に異なる簡易装置によるトレーニング効果が, 操作系が実車同様であるFS装置に引き継がれていることより, 簡易装置を使った運転トレーニングが実車運転の際に効果を示す可能性があることを明らかにした.
- 同一の実験参加者の回避成績は, 簡易装置およびFS装置のどちらで実験しても近い値を取り, 我々が開発した簡易装置が高齢ドライバーを発見するためのツールとして使用可能なことが明らかとなった.

#### 謝辞

簡易型ドライブシミュレータの開発および高齢ドライバー実験に多大なるご協力を賜った科学警察研究所の木平真氏に厚く御礼申し上げます.

本研究の一部は財団法人日産科学振興財団(第33回認知科学研究助成), 文部科学省科学研究費補助金(萌芽研究)(課題番号 20650093), 厚生労働省老人保健事業推進費等補助金により支援された.

#### 参考文献

- [池田 05] 池田学ほか: 痴呆症患者の自動車運転中止に関するコンセンサスと医師の役割について, 精神神経学雑誌, Vol.107, No.12, pp.1348-1352, 2005.
- [伊藤 08] 伊藤安海: ドライビング・シミュレータを用いた高齢ドライバー対策の現状, 設計工学, Vol.43, No.6, pp.307-314, 2008.
- [木平 08] 木平真: 周囲の車両配置に対する判断能力を計測するドライビングシミュレータの開発, 自動車技術会論文集, Vol.39, No.4, pp.171-176, 2008.
- [木平 08-2] 木平真, 伊藤安海: ミラー確認能力の測定検査とトレーニングに関する一考察, 第7回ITSシンポジウム2008 Peer-Review Proceedings, pp.97-102, 2008.
- [松浦 08] 松浦常夫ほか: 高齢ドライバーのための安全運転ワークブック, 企業開発センター交通問題研究室, 2008.
- [Owsley 94] C. Owsley: Vision and driving in the elderly, Optometry and Vision Science, Vol.71, No.12, pp.727-735, 1994.
- [渡辺 06] 渡辺智之ほか: 高齢者の運転状況と認知症ドライバーに関する研究, 日本医事新報, No.4295, pp.81-84, 2006.
- [Yanai 08] S. Yanai, Y. Ito et al.: Development of Portable Driving Simulator System, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, vol.29, issue2, pp.207-210, 2008.