

高齢者向けドライビングシミュレータ適応課題の検討

Study of driving simulator adaptation task for elderly people

伊藤 安海
Yasumi Ito

久保田 怜
Ryo Kubota

根本 哲也
Tetsuya Nemoto

松浦 弘幸
Hiroyuki Matsuura

国立長寿医療研究センター
National Center for Geriatrics and Gerontology

In recent years, the increase in the traffic accident by elderly drivers is a social problem. So, the safety measures in driving of the elderly drivers using a driving simulator are studied. However, even if there is kind description by experimenters, many of elderly people are difficult to be adapted for a drive simulator. So, we developed the short-time instruction tasks for elderly people to be adapted for driving of a drive simulator. Furthermore, usefulness of the instruction tasks was clarified.

1. はじめに

一般的に、ドライビングシミュレータを用いた能力測定では、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が用いられるが、そ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(以下、科警研と記述)において、中心視で1台の先行車両を追従しながら周辺視野でミラーを確認し、周囲の車両の配置を把握して危険を回避する能力(実際の運転状況に近い環境での有効視野)の測定を意図したドライビング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(有効視野)低下を検出できる可能性が示唆された[木平 08]。

そこで、我々は科警研で開発した検査用ソフトウェアを市販の液晶テレビなどを使用した簡易装置で実施可能なものに改良することによって、高齢者が日常的に使用可能な簡易ドライビングシミュレータ(以下、簡易シミュレータと記載)を開発し、非高齢者を対象とした実証実験によって危険回避成績を測定し、本格的なドライビングシミュレータで測定したデータと比較することで、その有効性(測定結果の同一性)を明らかにした[Yanai 08][伊藤 10]。さらに、シルバー人材センターに登録している高齢者(以下、シルバー人材と記述)を対象に、本格的なドライビングシミュレータと簡易シミュレータとの成績比較実験(乗り比べ実験)を実施し、同一ドライバーの運転成績(熟練するまでに要する試行回数と危険回避成績)はどちらのシミュレータでも概ね同程度(危険回避成績で10%以内の差)であり、危険回避成績で40%以上ある個人差(ドライバー間の差)に比べて非常に差が少ないことを明らかにした[木平 10]。

そこで本研究では、富士河口湖町高齢者ドライバー支援事業[渡辺 09]に対して、我々の開発した簡易シミュレータを運転能力測定および運転トレーニングの目的で提供し、研究室実験からは見えてこない課題の洗い出しを行った。その結果、富士河口湖町高齢者ドライバー支援事業に参加する高齢者ドライバーの多くが簡易シミュレータの運転自体に適応することが困難

であることが明らかとなった。さらに、高齢者のシミュレータ不適應事例を参考に、高齢者の簡易シミュレータへの適応に特化した短時間の運転練習課題(以下、適応課題と記載)を試作し、適応課題を実施した場合と実施しなかった場合における簡易シミュレータの運転成績を比較することで、その有用性を明らかにした。

2. 装置(ハードウェア)の概要

本研究では、一般家庭で日常的に使用できるように市販のノート PC, 32 型液晶テレビ, コントローラ(Logicool GT FORCE Pro)で構成した簡易装置を用いて実験を行った。ただし、高齢者を対象とした予備実験でコントローラのステアリング径が小さいことに対するクレームが多かったため、ステアリングのみ一般車両向けのもの(φ35cm 程度)に取り替える改良を行った。実際に簡易装置を用いて運転を行っている様子を図1に示す。



図1 簡易装置を用いて運転を行っている様子

3. 検査走行(ソフトウェア)の概要

本研究では、検査走行課題として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シナリオを用いた。以下にその詳細を示す。また、各段階の状況について上空から見下ろした説明図を図2に、実験参加者が見ているディスプレイの画面を図3に示す。

連絡先: 伊藤安海, 国立長寿医療研究センター長寿医療工学
研究部, 474-8522 愛知県大府市森岡町源吾 35, 電話番号:
0562-44-5651 内線 5661, Fax 番号: 0562-48-6668,
yito@ncgg.go.jp

3.1 走行の基本設定

走行するコースは片側 3 車線の高速道路とし、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 50km/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。

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(図 2 (a))。

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 2 (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、実験参加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 2 (c), (d))。ただし、回避方法として操舵と停車(急制動)を混在させると判定が困難なため、回避方法は操舵による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。

先行車両の車線変更の開始から自車両が障害物に達するまでの時間は、それまでの追従速度(50km/h)を保持して走り続けた場合で約 5.5 秒である。イベントの発生は、左右のどちらかに車両が存在する時に選択的に行き、タイミングをランダムに変化させ繰り返し実施した。

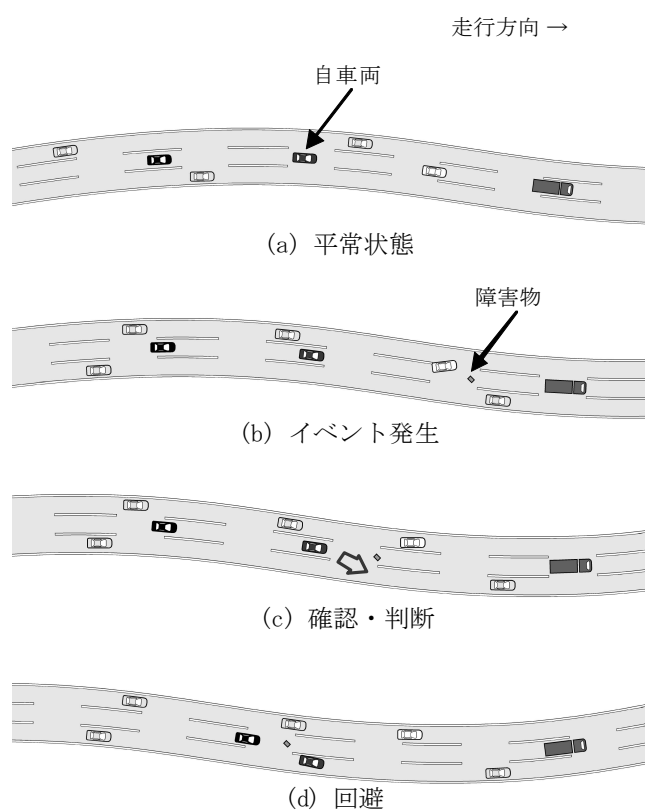


図 2 検査走行における各段階の説明



図 3 実験参加者が見ているディスプレイ画面

3.3 その他

実験参加者にはイベント内容を含む実験概要をイラスト入りの説明資料を用いて十分に説明し、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。

4. 適応課題の試作

簡易シミュレータへ適応出来ない高齢者の観察結果から、以下の①～③に示す不適応現象が頻繁に見られることが分かった。

- ① 先行車両などの他車両を自車両だと思いこみ、「動かない！」と言いながらコースアウトを繰り返す。
- ② 操舵によるレーンキープができず、蛇行運転を続けながら周囲との衝突を繰り返す。
- ③ イベント回避のための車線変更でハンドルを切りすぎてしまい、コースアウトしてしまう。

そこで、以下①～③に示すトータル 7 分間の適応課題の試作を行った。適応課題では検査走行と同じ 3 車線の道路を使用するが、自車両以外の車両は現れないこととした。課題中の画面例を図 4 に示す。

- ① 直線コースで画面の指示に対してアクセル、ブレーキ操作を行う練習を 2 分間行う。(操舵機能オフ)
- ② 緩やかにカーブするコースをコースアウトしないように 2 分間走行する。
- ③ ところどころに障害物(段ボール箱)が落ちているコースを、障害物を避けながら 3 分間走行する。(段ボールは 3 車線のうち 1 車線を封鎖)



図 4 適応課題実施中の画面 (アクセル、ブレーキ操作の練習)

5. 実験

5.1 実験参加者

本実験では、富士河口湖町高齢者ドライバー支援事業で実施している高齢者ドライバー講習会(年4回実施)に自発的に参加した高齢者ドライバーを実験参加者とした。実験参加者は運転免許を持ち日常的に自動車の運転をしている68歳から84歳の高齢者ドライバー21名(男性13名、女性8名)であり、その平均年齢は76.4歳(SD5.59)である。なお、全ての実験に参加した実験参加者(皆勤者)は68歳から84歳の8名(男性4名、女性4名)、その平均年齢は76.6歳(SD5.91)であった。

5.2 走行スケジュールおよび走行時間

実験参加者に対して、7分間の検査走行課題を約10分の休憩を挟んで2回走行してもらう実験を3ヶ月おきに3回実施した。なお、3回目の実験に関してのみ、検査走行開始約1時間前に適応課題のコースを1回走行してもらった。イベントは、発生タイミングを予測困難にするため、間隔を不規則に変化させた。イベントの回数は、この不規則性および走り方に影響されるため走行により変動するが、1走行あたり約8回である。

5.3 認知機能検査

実験参加者に対して1回目の実験開始前に認知機能検査MMSE(Mini-Mental State Examination)を実施した。その結果、実験参加者の平均点は26.7点(SD2.6)であり、認知症が疑われる21点以下が1名、軽度認知障害(MCI)が疑われる22~26点が8名存在した。

5.4 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、試行毎に算出したうえで、2試行のうち回避成績が高い方をその回の成績とした。全ての実験に参加した8名の試行回と回避成績の関係を図5に示す。1回目の回避成績の平均値は20.8%、2回目の回避成績の平均値は16.5%であり、3回目では回避成績の平均値は62.7%であった。1回目と2回目の成績には殆ど差がみられないが、事前に適応課題を実施した3回目の成績は大幅に上昇した。

参考として、2回目の実験だけ欠席した4名の試行回と回避成績の関係を図6に示す。1回目の回避成績の平均値は20.8%、3回目の回避成績の平均値は73.1%であった。

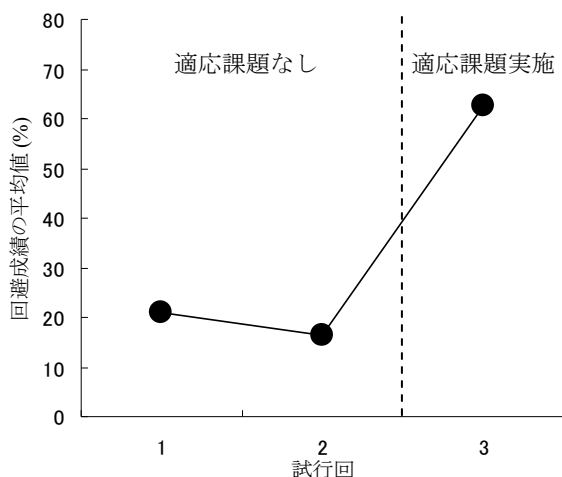


図5 回避成績の変化(3回皆勤者)

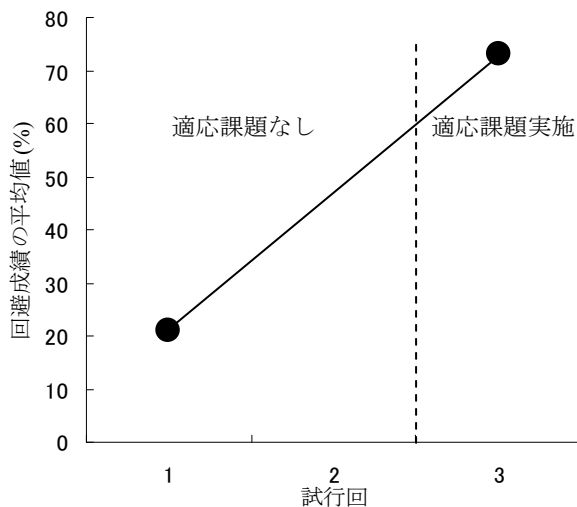


図6 回避成績の変化(2回目欠席者)

5.5 考察

検査走行を行っている実験参加者の様子を観察すると、3ヶ月のインターバルにより前回の簡易シミュレータ走行の経験は殆ど失われていると感じられた。また、1日に2試行程度の走行では、殆どの参加者が簡易シミュレータの走行に適応できなかった。しかし、今回開発したたった7分の適応課題を走行して簡易シミュレータに慣れることで、ほぼ全ての実験参加者が検査走行に適応でき、運転能力を測定することが可能であった。このことは、全ての実験に参加した8名および2回目の実験だけ欠席した4名の回避成績が、適応課題を実施した3回目だけその他の回より平均で40%以上上昇していることから明らかである。

ただし、3回の実験全てに参加した8名中1名の実験参加者が最後までシミュレータに適応出来なかったため、その要因を検討するために3回目の実験に関して回避成績と認知機能、年齢との関係を調べた。認知機能検査の結果と回避成績の関係を図7に、年齢と回避成績の関係を図8に示す。ここで、調査対象は全ての実験に参加した8名とした。図7より、最後まで適応できなかった実験参加者の認知機能検査(MMSE)の得点は24点で実験参加者中最低点であると共に軽度認知障害(MCI)が疑われるスコアであった。このことより、我々の行っているシミュレータ検査はMCIの早期発見に利用できる可能性があるといえる。また、図8より、70歳以上では年齢と回避成績の間に相関は見られず、最高齢(84歳)の実験参加者が全体の回避成績の平均値(62.7%)を上回る66.7%の回避成績を記録している。以上のことから、80歳を超える高齢者であっても事前の適応課題の実施といった工夫を施すことによって、比較的簡単な課題であればドライビングシミュレータを活用可能なことが示唆された。しかし、実験結果および実験参加者の観察結果から、認知機能が大幅に低下した高齢者をドライビングシミュレータに適応させることは非常に困難であるとの印象が残った。

また、今回の実験ではシミュレータ酔いなどによる脱落者が1名も出なかったため、高齢者にとって適切な負荷であったと思われる。

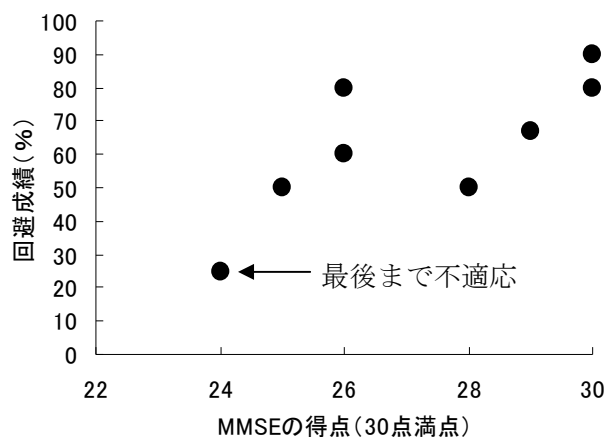


図7 回避成績と認知機能の関係

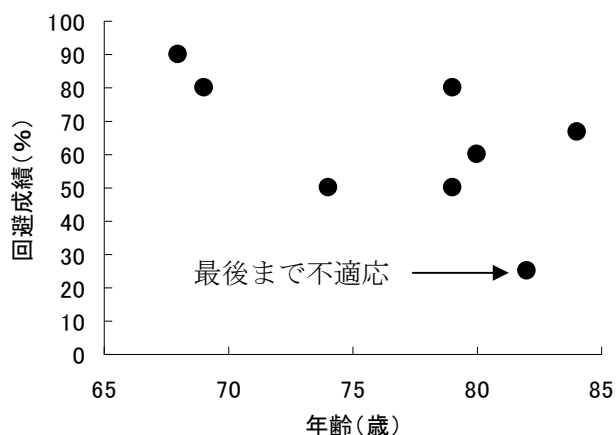


図8 回避成績と年齢の関係

6. おわりに

一般に、ドライビングシミュレータを用いた高齢ドライバーの運転能力に関する研究では、シルバー人材センターなどを通じて募集した実験参加者に対して十分な謝金を支払って実施するため、60歳代のかかなり能力の高い高齢者が必死になって実験に臨んでいるというのが現状である。しかし、今回の実験参加者は無報酬のうえ、平均年齢も76.4歳と高く、認知機能に低下のみられる者も多かったため、予想以上に簡易シミュレータに適応することが困難であった。しかし、短時間の適応課題を事前に実施するだけで、ほぼ全員が適切に簡易シミュレータの検査走行を実施することができ、後期高齢者や認知および身体機能の低下した高齢者に対して、工夫次第ではドライビングシミュレータを活用できる可能性のあることを示すことができた。

今後は、シミュレータによる検査結果と事故率との関係を調査すると共に、精密な運転能力検査の対象者を絞り込むための簡易検査、運転トレーニングなどへの活用を目指し、簡易シミュレータの改良を続ける予定である。

謝辞

ドライビングシミュレータの開発および実験プロトコルの作成に多大なご協力を賜った科学警察研究所の木平真氏、富士河口湖町での実験にご協力いただいた富士河口湖町高齢者ドライバー支援事業の関係各位に記して謝意を表す。

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金(萌芽研究)(課題番号 20650093)により支援された。

参考文献

- [Owsley 94] C. Owsley: Vision and driving in the elderly, *Optometry and Vision Science*, Vol.71, No.12, pp.727-735, 1994.
- [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.
- [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.
- [伊藤 10] 伊藤安海ほか: 有効視野低下によるハイリスク高齢ドライバー在宅検査手法の検討, *数理科学会論文集*, Vol.12, No.1, pp.27-32, 2010.
- [木平 10] 木平真, 伊藤安海: 回避行動の評価における模擬走行の装置と検査課題の設計の検討, *自動車技術会論文集*, Vol.41, No.2, pp.221-226, 2010.
- [渡辺 09] 渡辺勇人ほか: 高齢者ドライバーの安全運転を、長期間継続可能にするための支援事業, *人と車*, Vol.45, No.9, pp.10-15, 2009.