

長寿医療研究開発費 2020年度 総括研究報告（総合報告）

高齢ドライバーにおける運転寿命延伸プログラムの事故予防効果の検証（30-7）

主任研究者 島田 裕之 国立長寿医療研究センター
老年学・社会科学研究センター（センター長）

研究要旨

本研究は、高齢ドライバーを対象とした運転技能の向上を図る事故抑制プログラムを開発し、効果検証を実施することを目的とした。初年度においては、運転技能の向上を目的とした事故抑制プログラムの開発のために、事故の前兆事象であるヒヤリハットと認知機能との関連について高齢者を対象に検討した。過去1年間のヒヤリハット経験と認知機能との間には独立した関連があることが明らかとなった。これらの結果から、運転技能の再学習を目的とした包括的なアプローチを行う事故抑制プログラムを開発し、その効果について検証した。運転技能得点、安全不確認の個数、危険行為の個数のいずれの項目においても介入効果を認め、開発したプログラムが有意な改善効果を有することが示された。さらに、年齢層（前期および後期高齢者）、性別で層化した解析を実施したところ、年齢層、性別問わず運転技能得点の改善効果が示された。さらに、1年後に追跡調査を実施してプログラムの長期効果を検証したところ、改善効果が保持されることが示唆された。また、自動車学校の教官による運転技能の評価に加えてAI型自動車運転評価システムによる客観的な評価を行い、詳細な効果検証を行った結果、運転技能の合計得点やシステム独自の評価指標において、有意な介入効果が認められた。

主任研究者

島田 裕之 国立長寿医療研究センター 老年学・社会科学研究センター
（センター長）

分担研究者

李 相侖 国立長寿医療研究センター 予防老年学研究部 長寿コホート研究室
（室長）

土井 剛彦 国立長寿医療研究センター 予防老年学研究部 健康増進研究室
（室長）

研究期間 2018年4月1日～2021年3月31日

A. 研究目的

高齢期における視覚、運動、認知機能の低下は運転技能の低下を招き事故の危険性が上昇するため、75歳以上では運転免許証更新時に高齢者講習に加え、認知機能検査が義務付けられ、事故防止の対策が構築されてきている。一方で、高齢者にとって自動車の運転ができなくなることは、生活範囲の狭小化と直結し、それが活動量を減少させ心身の機能を低下させる可能性がある。3,556名の高齢者を対象とした我々の調査では、運転を中止した高齢者は、運転を継続した高齢者と比較して要介護状態になる危険性が7.8倍に上昇することが明らかとなった (Shimada H, et al., *Gerontology*. 2016)。そのため、適切に運転の中止を行い代替手段の拡充を図ることにあわせて、運転を中止する必要のない高齢者に対しては、高齢者の日常生活を保障するために運転の継続は重要な役割を担っていると考えられ、安全運転を継続するためのシステムを構築する必要があると考えられる。

そこで本研究では、事故の前兆現象であるヒヤリハットと高齢期の認知機能との関連について検討を行い、それらに基づいた高齢ドライバーを対象とした運転技能の向上を目的とした事故抑制プログラムを開発・効果検証することを目的とした。また、効果検証の指標の1つである運転技能検査は、自動車学校の教官による採点が一般的であるが、客観的に評価可能な機器で採点することで、プログラムの効果を詳細に検証することが可能である。そのため、昨年度の分担研究で検証したAI型自動車運転評価システムも用いて、プログラムの効果を検証した。

B. 研究方法

コホート研究である National Center for Geriatric and Gerontology-Study of Geriatric Syndromes (NCGG-SGS) のデータベースより、60歳以上の対象者 20,393名のうち、有効な普通自動車免許を保有しており、認知症を有さず、認知機能が保たれており (Mini-Mental State Examination 21点以上)、日常的に運転を実施している高齢ドライバーかつヒヤリハットの項目に欠損値のない 14,281名 (平均 72.1 ± 5.6歳、男性 57.1%) を対象とした。運転状況については、普段の生活状況における運転の実施状況、および日常の運転環境で遭遇しやすいと思われる12の状況での過去1年間における運転中のヒヤリハット経験の有無を質問紙にて聴取した。認知機能については、National Center for Geriatrics and Gerontology-Functional Assessment Tool (NCGG-FAT) により測定した。NCGG-FATより、タブレット版 Trail Making Test -part A (TMT-A) を注意機能として、タブレット版 Trail Making Test -part B (TMT-B) を遂行機能として、タブレット版 Symbol Digit Substitution Test (SDST) を情報処理能力として、記憶の検査としては単語の記憶を各々測定した (Makizako H, et al., *Geriatr Gerontol Int*).

2013)。認知機能の結果にもとづいた群間比較は分散分析または χ^2 検定により行った。

上記の解析結果をもとに、自動車学校をはじめとする有識者とプログラムに関して検討を行い、開発した運転技能の向上を目的とした事故抑制プログラムの効果検証を行った。対象者は、研究参加時点で有効な免許を有している 65 歳以上の高齢者とし、75 歳以上のドライバーが免許更新時に行う認知機能検査において第 1 分類（認知機能低下）に該当した者は除外した。高齢者講習時および広報により周知を行い、口頭および書面による説明のうえ同意を取得した。701 名より同意を取得し、認知機能検査（第 2 分類、第 3 分類）によって層化した置換ブロック法にて割付を行い、介入群（ $n = 352$ ）、対照群（ $n = 349$ ）に群分けを行った。

介入期間の前後の評価は、自動車学校の指導教官によって実施され、評価内容は自動車学校内の運転技能検査（一定のコースを走行する路上検査）とした（図 2）。運転技能検査は、自動車学校で実施されている、運転免許技能試験の採点基準に準ずるものであり、走行コースは自動車学校内とした。自動車学校の教官が助手席に同席し、検査実施中のさまざまな運転場面（交差点や右左折時、車線変更や一時停止時など）について教官が評価した。0 点を基準とした減点法により技能を得点化し（危険行為は 1 個あたり-100 点と採点）、安全不確認および危険行為についてはその個数も評価した。客観的な評価は、GPS や加速度などのセンサーを用いたドライブレコーダーシステム的一种で、さらに人工知能や機械学習等を活用した客観的な評価を行える AI 型自動車運転評価システムを使用した。評価するにあたり、事前に自動車に位置情報（Global Positioning System（GPS）コンパス）や各種センサー（加速度、ジャイロ等）などの機器を設置し、自動車学校の指導教官が運転免許技能試験のコースを走行し、模範走行データを作成した。対象者は模範走行データを作成したコースと同様のコースを運転した。運転技能の評価は、運転免許技能試験の採点基準に準じて行い、AI 型自動車運転評価システムで評価可能な項目は AI 型自動車運転評価システムの採点を使用し、それ以外の項目は自動車学校の指導教官による採点を使用した。また、AI 型自動車運転評価システム独自の評価である模範走行データと対象者の走行データとのズレを示す、走行軌跡のズレについて採点した（ズレの大きさにより小・中・大の 3 段階で評価）。採点は 0 点を基準とした減点法で行い、合計点数を算出した（危険行為と走行軌跡のズレを含む）。また、AI 型自動車運転評価システムで採点可能な一時不停止と踏切不停止は個数、走行軌跡のズレは各ズレの個数と合計点数も評価した。走行軌跡のズレに関連すると考えられる右左折時の状況を示す「右左折方法違反」および「交差点変更」の合計個数（交差点の合計個数）、カーブの状況を示す「ふらつき大」および「ふらつき小」の合計個数（ふらつきの合計個数）を自動車学校の指導教官の採点をもとに算出した。また、介入前にアンケート調査を行い、基本属性として、年齢、性などの一般情報に加え、内服薬数、疾患（脳疾患、心疾患、眼疾患）の現病・既往歴を聴取した。また、運転状況として、普段の生活状況における運転の実施状況（頻度、運転時間、運転距離）や、過去 2 年間の交通事故経験および過去 1 年間の交通違反経験

の有無を聴取した。

介入群では、計 4 回の実車教習トレーニング（合計 200 分）を行った。高齢者が起こしやすい自動車事故原因に基づいた安全運転実車教習を自動車学校内・外で実施した。また、実車教習では、運転技能そのものを教習するのではなく安全運転のための交通法規の再確認、危険の察知や予測力の向上に焦点を当てた。基本的な法規運転の再学習に加えて、運転技能をより向上させるために、通常の運転よりも認知的要求度の高い課題としてコースを事前に覚えてきてもらうことや指示の方法を工夫した内容とした。対照群では、介入期間中に 1 回の講座を実施した。講座内容は、自動車事故の現状や高齢期特有の自動車事故原因、あるいは運転と大きく関わる視覚機能（視野や奥行きなど）に関する講習とした。

（倫理面への配慮）

本研究は、国立長寿医療研究センター倫理・利益相反委員会の承認を得て実施した。

C. 研究結果

解析対象者 14,281 名のうち、7,868 名（55.1%）が、過去 1 年間で運転中にヒヤリハット経験を有していた。12 項目のヒヤリハット経験について、従属変数に個別に各項目を、独立変数に各認知機能を同様に個別に投入したロジスティック回帰分析の結果、多くの認知機能評価において、結果が不良であることと関連していたヒヤリハットとしては、対向車線にはみ出した際の正面衝突（3 領域；TMT-A、TMT-B、SDST）、右折時の対向車との衝突（3 領域；TMT-A、TMT-B、SDST）、右折時、歩行者または自転車との衝突（3 領域；TMT-A、TMT-B、SDST）、坂道発進時の衝突（2 領域；単語の記憶、SDST）、一時停止時の出会い頭の衝突（2 領域；TMT-A、SDST）、アクセルとブレーキの踏み間違え（2 領域；単語の記憶、SDST）、追い越し時またはすれ違い際の接触（1 領域；単語の記憶）であった。反対に、認知機能領域別にみると、情報処理能力（SDST）が 6 項目、注意機能（TMT-A）が 5 項目、記憶（単語の記憶）・遂行機能（TMT-B）が 3 項目のヒヤリハットと独立して関連していた。

開発したプログラムの効果検証において、割り付けた 701 名のうち、事後検査まで完遂した者は介入群が 283 名、対照群が 291 名であった。基本属性のすべての変数において有意な群間差はみとめなかった。また、介入群は、事後検査においてすべての運転技能の項目で有意な改善をみとめた（すべて $p < 0.001$ ）。一方、対照群においては運転技能得点、危険行為では有意な改善がみられたが（すべて $p < 0.001$ ）、安全不確認の個数については有意な改善はみられなかった（ $p = 0.168$ ）。さらに、二元配置分散分析の結果、いずれの項目においても時間×群の有意な交互作用を認めた。また、年齢層（前期高齢者、後期高齢者）と性別（女性、男性）で層別化した二元配置分散分析の結果、対象者全体と同

様に、すべてにおいて改善効果をもとめた（すべて $p < 0.05$ ）。

また、事後検査まで完遂した 574 名のうち、371 名が追跡検査として運転技能検査を実施した。追跡検査の運転技能得点は対照群よりも介入群の方が高値を示し（ $p < 0.001$ ）、運転技能得点に対する二元配置分散分析の結果、時間×群の有意な交互作用を認めた（ $p < 0.001$ ）。また、介入群において、事後検査よりも有意に低値を示したが、事前検査よりは有意に高値を示した（事後検査と追跡検査： $p = 0.005$ 、事前検査と追跡検査： $p < 0.001$ ）。

AI 型自動車運転評価システムを使用した検討において、S.D.A.P.のデータ測定を行えた介入群 260 名と対照群 272 名を解析対象とした。基本属性、運転技能の合計点数、一時不停止および踏切不停止の個数、走行軌跡のズレの合計点数および走行軌跡のズレのうち 1m 以上～1.5m 未満および 2m 以上の個数、交差点およびふらつきの合計個数において有意な群間差を認めなかった。事前検査と事後検査の比較において、対応のある t 検定を実施した結果、介入群は走行軌跡の小さいズレの個数以外で有意な改善が認められた（ $p < 0.001$ ）。対照群においても同様に、走行軌跡のズレの 1m 以上～1.5m 未満および 1.5m 以上～2m 未満、ふらつきの合計個数以外で有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）。事前検査と事後検査の変化量において、運転技能の合計点数、踏切不停止、走行軌跡のズレの 2m 以上、走行軌跡の合計点、交差点およびふらつきの合計個数で介入群は対照群より有意な改善を認めた（ $p < 0.05$ ）。しかし、一時不停止、走行軌跡のズレの 1m 以上～1.5m 未満と 1.5m 以上～2m 未満では群間に有意な差は認められなかった。さらに、二元配置分散分析の結果、合計点数、踏切不停止、走行軌跡のズレの合計点数、大きなズレの個数、交差点およびふらつきの合計個数において、有意な交互作用が認められた（すべて $p < 0.05$ ）。

D. 考察と結論

本研究において、高齢ドライバーを対象とした運転技能の向上を目的に開発したプログラムの有効性が示唆された。先行研究において検証したプログラムは（Shimada H, et al., Gerontology. 2019）、実車教習トレーニング、視機能トレーニングやドライブシミュレーターを含み、トレーニング回数が合計 20 回と多く、社会実装の実現化においてはプログラム内容の精査とトレーニング回数の減少が課題の一つとして挙げられていたため、本研究は回数の減少による効果を明らかにすることを目的とした。本研究のこれまでの成果より、ヒヤリハットと認知機能が関連することが明らかになったため、認知的要求度の高い課題としてコースを事前に覚えてきてもらうという課題をプログラムに取り入れた。さらに、ヒヤリハットに関連する要因として、認知機能以外にも影響することも明らかとなったため、運転技術に特化した内容を指導するだけでなく、加齢に伴う運転に関する機能、視力・視野、高齢運転者の心理が運転に影響を及ぼすことについても指導に含めたプログラムとした。これらの改良によって、回数を減らしても同様に改善効果が得られたため、

社会実装実現に向けて有用な知見が得られたと考えられる。また、追跡検査の結果から、介入効果は1年後まで保持することが示唆された。計20回のプログラムによって実施した先行研究（Ishii H, et al., J Am Geriatr Soc, 2011）と同様の結果が得られており、本研究において回数を減らしたプログラムでも長期的な改善効果が得られたため、社会実装実現に向けてより有用な知見が得られたと考えられる。また、これまでの高齢ドライバーに対する介入研究は介入前後の比較であり、1年間の長期効果に関して前述の先行研究のみであったため、本研究は長期効果に関するエビデンス構築に繋がったと考えられる。

運転技能得点において、年齢（前期高齢者、後期高齢者）と性別で層化してプログラムの有効性を検討したところ、年齢層や男女問わずに改善が認められた。本研究のプログラムは、運転技能に対する指導だけでなく、安全運転のための交通法規の再確認、危険の察知や予測力の向上によって安全不確認や前方不注意の減少を目指し、加齢に伴う運転機能、視力・視野、高齢運転者の心理について理解することで判断の誤りを防ぐ内容であるため、年齢層や性別に問わず改善が得られたと考えられる。

また、本研究は、運転技能の向上を目的とした事故抑制プログラムの効果検証を詳細に行うために、AI型自動車運転評価システムを使用して検討した。AI型自動車運転評価システムの点数を含めた合計点数の変化量は、対照群に比べ、介入群において約2.5倍の変化が認められ、有意な介入効果が認められた。つまり、本プログラムは客観的な評価において運転技能の改善が認められたと考えられる。AI型自動車運転評価システムは、走行軌跡のズレを評価可能であることから、高齢ドライバーの死亡事故の原因として多いハンドル操作を詳細に評価可能であると考えられる。本研究の結果より、走行軌跡の大きなズレの個数と走行軌跡の合計点で介入効果が認められた。この変化は、プログラムによりハンドル操作を改善できたと考えられ、この改善にはカーブや右左折時のハンドル操作改善が影響していると考えられる。実際、カーブや右左折時のハンドル操作の状況を示すふらつきや交差点の合計個数において、介入効果が認められた。また、AI型自動車運転評価システムは、踏切不停止や一時不停止も評価可能である。踏切不停止や一時不停止は、「運転免許技能試験に係る採点基準の運用標準」によると危険行為に該当し、仮免許試験時に1つでもみられた場合、その場で試験不合格となる行為である。本研究の結果より、踏切不停止は、有意な介入効果が認められた。一時不停止は交互作用が認められていないが、介入群の事前及び事後検査の比較において有意差が認められている。つまり、本プログラムは、ハンドル操作や危険行為とみなされる行為を客観的に評価した場合においても有効性が示されたと考えられる。

以上より、高齢者全体、および年齢層、性別ごとに検証することで、開発したプログラムの運転技能の改善に対する有効性が明らかとなり、その介入効果は1年後まで保持されることが明らかとなった。また、客観的な評価指標であるAI型自動車運転評価システムによっても、開発したプログラムが運転技能の改善に有効であることが示された。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

2018年度

- 1) **Shimada H**, Makizako H, **Lee S**, **Doi T**, Lee S. Lifestyle activities and the risk of dementia in older Japanese adults. *Geriatr Gerontol Int*, 18(10): 1491-1496, 2018.
- 2) Makizako H, **Shimada H**, Hotta R, **Doi T**, Tsutsumimoto K, Nakakubo S, Makino K. Associations of near-miss traffic incidents with attention and executive function among older Japanese drivers. *Gerontology*, 64(5): 495-502, 2018.
- 3) Hotta R, Makizako H, **Doi T**, Tsutsumimoto K, Nakakubo S, Makino K, **Shimada H**. Cognitive function and unsafe driving acts during an on-road test among community-dwelling older adults with cognitive impairments. *Geriatr Gerontol Int*, 18(6): 847-852, 2018.

2019年度

- 1) **Shimada H**, **Doi T**, **Lee S**, Makizako H. Reversible predictors of reversion from mild cognitive impairment to normal cognition: a 4-year longitudinal study. *Alzheimers Res Ther*, 11(1):24, 2019.
- 2) **Shimada H**, **Lee S**, **Doi T**, Bae S, Tsutsumimoto K, Arai H. Prevalence of Psychological Frailty in Japan: NCGG-SGS as a Japanese National Cohort Study. *J Clin Med*, 8(10):1554, 2019.

2020年度

- 1) Ishii H, **Doi T**, Tsutsumimoto K, Nakakubo S, Kurita S, **Shimada H**. Long-Term Effects of Driving Skill Training on Safe Driving in Older Adults with Mild Cognitive Impairment. *J Am Geriatr Soc*, 69(2): 506-511, 2021.
- 2) **Doi T**, Ishii H, Tsutsumimoto K, Nakakubo S, Kurita S, **Shimada H**. Car Accidents Associated with Physical Frailty and Cognitive Impairment. *Gerontology*, 66(6): 624-630, 2020.

2. 学会発表

2018年度

- 1) Makizako H, Kubozono T, Kiyama R, Tabira T, **Shimada H**, **Doi T**, Ohishi M. Associations of current driving status with social frailty and functional capacity among community-dwelling elderly. The Asian Confederation for Physical Therapy Congress 2018, Cebu, Philippines, November 25, 2018. Poster presentation.
- 2) **島田裕之**. ディベート「高齢者の運転継続の適格性と延伸のための方法」. 第 60 回日本老年医学会学術集会, 京都市, 2018 年 6 月 15 日. 座長.
- 3) **土井剛彦**. ディベート「高齢者の運転継続の適格性と延伸のための方法」運転寿命延伸プログラムの効果検証. 第 60 回日本老年医学会学術集会, 京都市, 2018 年 6 月 15 日.

2019年度

- 1) **島田裕之**, **土井剛彦**, **李相倫**, 牧迫飛雄馬. MCI から正常の認知機能への回復に対する予測因子の検討. 第 61 回日本老年医学会学術集会, 仙台市, 2019 年 6 月 6 日. 口述発表.
- 2) **島田裕之**. シンポジウム B 社会と繋がる人の移動に貢献するモビリティ 高齢者に対する運転能力向上プログラムの効果～ランダム化比較試験～. 第 28 回日本交通医学工学研究会学術総会, 名古屋市, 2019 年 7 月 15 日.
- 3) 牧迫飛雄馬, 中井雄貴, 富岡一俊, 谷口善昭, 木山良二, 佐藤菜々, 和田あゆみ, **土井剛彦**, **島田裕之**, 窪園琢郎, 竹中俊宏, 大石充. 高齢者の自動車運転と社会活動ー独居高齢者における社会参加の制約要因ー. 第 5 回日本予防理学療法学会サテライト集会, 東京, 2019 年 8 月 18 日. ポスター発表.
- 4) 石井秀明, **土井剛彦**, 堤本広大, 中窪翔, 金珉智, 栗田智史, **島田裕之**. 高齢ドライバーにおける自動車事故経験に関連する因子の検討. 第 9 回日本認知症予防学会学術集会, 名古屋市, 2019 年 10 月 19 日. 口述発表.
- 5) **Doi T**, Ishii H, Tsutsumimoto K, Nakakubo S, Kurita S, **Shimada H**. Frailty associated with car accidents in Japanese older adults. International Conference on Frailty and Sarcopenia Research (ICFSR 2020), Toulouse, France, March 12, 2020.

2020年度

- 1) **島田裕之**. シンポジウム 16 「認知症と自動車運転」 高齢者の運転能力向上の可能性. 第 39 回日本認知症学会学術集会, ハイブリッド開催, 2020 年 12 月 7 日～12 月 21 日.
- 2) **土井剛彦**, 堤本広大, 石井秀明, 中窪翔, 栗田智史, **島田裕之**. サルコペニアと運転中止の関連性: 15 カ月の前向き調査. 第 7 回日本予防理学療法学会学術大会, Web 開催, 2020 年 9 月 27 日. 口述発表.
- 3) **土井剛彦**, 石井秀明, 堤本広大, 中窪翔, 栗田智史, **島田裕之**. フレイルと運転状況は要介護発生と関連するのか?. 第 62 回日本老年医学会学術集会, Web 開催, 2020

年 8 月 4 日～6 日. 誌上発表.

- 4) 石井秀明, 土井剛彦, 堤本広大, 中窪翔, 栗田智史, 島田裕之. 運転の中止とフレイルへの移行は関連するのか?—4 年間の縦断研究—. 第 62 回日本老年医学会学術集会, Web 開催, 2020 年 8 月 4 日～6 日. 誌上発表.

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし