

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：33921

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11334

研究課題名 (和文) 高齢ドライバのCrash and Near-crash事例の予測モデルの構築

研究課題名 (英文) Estimation model for Crash and Near-crash events on older drivers

研究代表者

山岸 未沙子 (Yamagishi, Misako)

愛知淑徳大学・情報教育センター・助教

研究者番号：50552022

交付決定額 (研究期間全体) : (直接経費) 3,100,000 円

研究成果の概要 (和文) : 高齢ドライバの人間特性データと、ドライブレコーダ(DR)の運転データを用いて、① Crash and Near-crash event(CNC)抽出、②変数の検討、③交通環境を考慮した予測モデルの構築を行った。有効なDRデータから、総走行距離935,776km、CNC2,463件が得られ、予備的モデルを構築した(①)。複数の人間特性データを整理し、CNCの発生に関わる変数を決定した(②)。交通環境を交差点数で表し、人間特性と運転習慣、交通環境を用いた高齢ドライバのCNC発生予測モデルを試作した(③)。モデルの精査は必要だが、高齢ドライバの交通事故低減につながるDRの応用可能性が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢ドライバの交通事故低減は重要な社会的課題であり、運転免許更新の過程でも運転の観察が導入されるようになった。本研究のNaturalistic driving studyから得られた運転データは自家用車での普段の運転を記録したもので、ドライバによっては5年近い長期データである。これは認知機能等豊富な人間特性データとも紐づいており、貴重なデータベースを構成している。さらにドライバの交通環境を考慮した予測モデルはドライバ固有の安全性評価として有用である。本研究は運転免許更新手続きで得られる情報を活用しているため、実用という意味でも有意義であると考えられる。

研究成果の概要 (英文) : This study conducted 1) extracting crash and near-crash events (CNCs), 2) identifying significant indices for model, and 3) considering plausible models to estimate the possibility of occurrence of CNC, using human characteristics data from the older driver's database and driving data obtained from drive recorders (DR) installed on the private vehicles of the older drivers. Available DR data provided 2,463 CNCs within 935,776km (1). Organizing the concepts of various human characteristics data among the database, Poisson regressions were indicated that a few cognitive performances and driving habits were related to CNCs (2). The traffic environment around the driver's home area was represented by the number of intersections from geographic database and is considering the possible models with significant variables to predict the possibility of CNC occurrence (3). Although our models need to be further improved, the perspectives will help reduce crash involvement of older drivers.

研究分野：加齢心理学、加齢工学、人間工学

キーワード：高齢ドライバ Near-crash ドライブレコーダ 運転 Naturalistic driving

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近年、高齢ドライバーが関わる交通事故が社会的な問題として認識され、長年事故低減に向けた検討が続けられている。そのために、従来は交通事故統計を用いた研究が多数行われてきたが、交通事故統計は発生した事故を取り扱っており、事故には至らない事例や報告されない些細な事故は見逃される可能性があることが課題であった。そこでドライブレコーダといった運転モニタリングデバイスの発展に伴って、周辺環境や交通状況、自動車挙動などの豊富なデータを用いた Naturalistic driving study (NDS) が盛んになってきた。それによって、日常運転行動データを安全・安心なモビリティ社会実現のために応用することが期待されている。

代表的な大規模の NDS には、2000 年から始まったアメリカの The 100-car naturalistic driving study (100-car) である (Neale et al., 2005)。このプロジェクトでは、NDS による運転行動に加えて、ドライバーの認知機能や視覚機能、性格特性などの人間特性も併せてデータベースを構築した点において高く評価されている。近年では、医学的、心理学的見地から高齢ドライバーの特徴を捉え、運転指導など実践者に向けた知見を得ようとする CanDrive (Marshall et al., 2013) や LongROAD (Li et al., 2017) といった大規模かつ長期間の研究プロジェクトでも NDS が行われた。これらの NDS により、Near-crash といった危機を回避した場面もドライバーを評価する指標として利用できることが明らかにされた。しかし、NDS で得られたデータに含まれる情報は膨大で、どのデータを、どう解析して、どう社会に役立ててゆくか、は議論が続いていた。

日本でも NDS につながる実車での運転観察の重要性は認識されている。例えば、2017 年の道路交通法改正により、75 歳以上のドライバーの運転免許更新時には、60 分の実車指導が行われることとなった。さらに、2022 年の道路交通法改正では過去 3 年間に一定の違反があった場合に、実車での運転技能検査が行われることとなり、その可否が運転免許証更新に影響する仕組みとなった。しかし、これらの運転記録はその場の指導に使われるだけで、体系的なデータとしてまとめられるわけではない。

また、人間生活工学研究センターの運転行動データベース (赤松, 2003) は、2001 年に 20 歳から 71 歳のドライバー 12 名によって行われた NDS を含む NEDO プロジェクトで、日本人を対象としたデータベースと有名である。しかし、これは自動車学校内の特定コースを実験車で走行したときの観察データである。そのため、普段の生活環境での自然な運転行動と同質かどうかは検討の余地がある。

これに対して、本研究で使用する NDS データは、自家用車に取り付けられたドライブレコーダから得たため、普段の生活環境での自然な運転行動の記録といえる。これは 2013 年に国のプロジェクトとして開始した名古屋大学 COI の高齢ドライバーデータベース (DAHALLIA-DB) に含まれているデータである。名古屋大学 COI は、2014 年から研究協力者の登録と認知機能等の各種人間特性データの計測を始め、2015 年からこれらの協力者のうちの約 100 名の NDS データの取得を開始した。データの収集は COI プロジェクト終盤まで継続されており、日本の高齢ドライバーにおける本格的な NDS データであるといえよう。

2. 研究の目的

NDS データは、事故に至らない危険事象を回避した場面である Near-crash も記録されている。この Near-crash は、ISO でも定義されるなど、ドライバーの運転評価に有用な指標と考えられている。これと Crash とを合わせて、Crash and Near-crash (CNC) を指標にした研究もある。本研究でも、CNC を安全性の指標として、人間特性データや運転習慣、交通環境などのドライバー固有の要因から CNC の発生件数を予測する高齢ドライバーモデルを考案することを目的とした。

運転免許更新時には、まず認知機能検査によりドライバーを分類する。ここで認知症のおそれありと判定された場合には医師の診断が必要となる。しかし、この分類には、心身の変化の自覚に伴う補償行動によるリスク低減行動は考慮されていない。また、問診票で運転習慣は聴取されているものの、その情報は活用されないため、自主的な運転制限も加味されない。今後運転免許証を保有する高齢ドライバーの人数が増加することを考えると、免許証更新手続きに関わる従事者や医療現場の負担軽減につながる補足的な運転評価が期待されよう。

そこで本研究では、将来応用も考慮し、運転免許証更新時に得られるような認知機能や運転習慣といった情報を用いて、CNC の発生予測を試みる。これによって、CNC の発生可能性が得られれば、詳細な検査や重点的な運転観察の必要性、そのような運転観察の内容や期間の示唆など段階的な対応の可能性が提案できると考える。

また、これまでの研究では、ドライバーの交通環境はあまり考慮されていなかった。しかし、近年、ナビゲーションシステムや自動運転のために地図情報データベースがより詳細になってきた。これらのデータベースでは、一定区域内の交差点を緯度経度情報とともに一覧取得することができる。これを応用すれば、交差点や信号機の数という観点から交通環境を数値化してモデルに投入することができる。本研究では、このようなデータを用いて、各ドライバーの交通環境の数値化を試みた。

3. 研究の方法

(1) CNC の抽出と分析方法の検討

CNC はドライブレコーダのイベント記録から抽出した。イベント記録は、ドライブレコーダの仕様により、加速度変化が生じた時点の前後 10 秒間が自動的に記録されたものである。この中から、道路の凹凸に起因した事例などを除去して、データを精査し、CNC として抽出した。さらに、それらの CNC は発生場面（右左折・直進、交差点の種類等）に分類した。

CNC のような発生が稀なカウントデータは、ポアソン分布に従うと言われている。そのため、過去の研究ではポアソン分布を仮定した回帰分析が分析方法として採用された（Guo, 2019）。さらに、CNC が 0 件のドライバが多数観測されることを考慮し、本研究ではポアソン回帰分析、負の二項分布回帰分析、それらのゼロ過剰を考慮した回帰分析など最適な分析方法を検討した。

この回帰分析に投入する変数は、DAHALLIA-DB の約 100 項目の人間特性データから選抜した。そのために、まずすべての項目を整理し、それぞれの内容や項目間の関係性を整理した。次に、これらの項目を投入した回帰分析を行い、CNC の予測にとって有意な項目を検討した。

(2) 交通環境の数値化とモデルの考案

高齢ドライバは、交差点での出会い頭事故や一時停止標識のある交差点での不停止が問題視されている。そのため、交差点に着目して交通環境を数値化することは、高齢ドライバの予測モデルにとって有意義であると考えられる。そこで、まず各ドライバの主要な運転開始地点を特定した。次に、これらの地点と対応する地区コードの交差点数を、地図データベース（インクリメント P 株式会社、現ジオテクノロジーズ株式会社）から集計した。次に、(1) で検討した変数と分析方法に交通環境を加えて、再度モデルを構築した。その結果から、交通環境の指標としての有効性を検討するとともに、高齢ドライバの安全性評価につながる CNC の発生可能性予測モデルを完成させることとした。

【データ収集】

本研究では、名古屋大学 COI の DAHALIA-DB を用いた。DAHALLIA-DB に含まれるデータは、名古屋大学未来社会創造機構の倫理審査委員会の承認を得て収集された。研究に参加したドライバに対しては、参加登録時に口頭および書面で研究に関する説明をし、参加への同意を得た。運転行動データ収集の対象者には、さらに機器の設置時に、取り付けや貸し出し、機器やデータの取り扱いについての説明をし、参加への同意を得た。

NDS は、市販のドライブレコーダ（BU-DRHD431、Yupiteru 社製）を用いて行った。データは SD カードに保存され、それを定期的に郵送で交換することで継続的にデータを収集した。なお、参加中断の申し出があった場合は、ドライブレコーダを取り外し、データ収集を中断した。

4. 研究成果

(1) CNC の抽出と分析方法の検討

DAHALLIA-DB 登録者のうち、愛知県在住の 85 名を対象として NDS が行われた。得られたデータの内、2015 年 3 月から 2019 年 1 月までのデータを精査したところ、1,240,852 km から 2,625 件の CNC を得た。単位距離あたりの CNC 件数を計算するため、20 日以上記録日数が確保されている月を分析対象としたところ、1,158,830 km から 2,540 件の CNC が抽出された。さらに、結果の季節間比較の可否を確認するために、一季につき 20 日以上が 2 か月以上ある季節を対象にデータをまとめたところ、54 名について 958,907 km から 2,538 件の CNC が得られた。54 名の内、CNC が 0 件だったドライバは 1 名であり、CNC 全数を取り扱う場合には、ゼロ過剰状態を回避できることがわかった。季節間の CNC 件数の違いをフリードマン検定で比較した結果、有意差は認められなかった（ $\chi^2(3) = 6.29$, ns ）。これは、異なる季節の CNC の同質性を示唆する結果であり、季節間の比較が可能であることが示された。この結果を図 1 に示す。

図 2 は CNC 件数のヒストグラムである。この図 2 から、CNC の件数は正規分布に従わないことがわかった（正規性の検定 $W = 0.78$, ns ）。また、データを拡充したことでゼロ過剰状態を回避できたため、ポアソン回帰分析を分析方法として採用することとした。

次に、投入する人間特性データを整理（山岸ら, 2020）し、各項目を説明変数とした回帰分析を行った。その結果、MMSE や TMT Part A および B といった認知機能検査の成績、対処行動アンケートや運転スタイルチェックシート（DSQ）の結果が説明変数として有意であることが示された。表 1 に CNC 件数を目的変数、それに対応する走行距離をオフセット項、認知機能と各種アンケートを説明変数としたポアソン回帰分析の結果を示す。

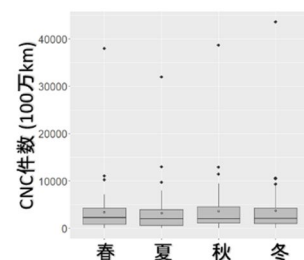


図 1 CNC 件数（100 万キロ当たり）の季節間比較

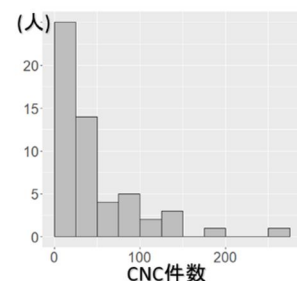


図 2 CNC 件数のヒストグラム

表1 CNC件数に関するポアソン回帰分析の結果

	偏回帰係数	標準誤差	z value	Pr(> z)	
切片	-8.342	0.748	-11.155	0.000	***
年齢	0.055	0.005	10.533	0.000	***
性別 (男性)	-0.709	0.075	-9.417	0.000	***
MMSE	-0.071	0.018	-3.946	0.000	***
TMT A	-0.037	0.005	-7.859	0.000	***
TMT B	0.005	0.001	3.676	0.000	***
二重タスクを避ける	-0.322	0.083	-3.896	0.000	***
悪条件での運転を避ける	0.069	0.084	0.817	0.414	
同乗者の存在によるディス トラクションを避ける	0.233	0.097	2.394	0.017	*
負荷の高い経路の選択を避 ける	0.312	0.094	3.298	0.001	***
道路環境からの情報獲得を しない	0.726	0.063	11.570	0.000	***
他車とのインタラクション を避ける	0.185	0.078	2.373	0.018	*
交通規則違反を避ける	0.095	0.071	1.343	0.179	
運転スキルへの自信有無	-0.168	0.058	-2.896	0.004	**
運転に対する消極性	0.075	0.057	1.326	0.185	
せっかちな運転	0.081	0.078	1.037	0.300	
几帳面な運転	0.270	0.062	4.356	0.000	***
事前準備的な運転	0.171	0.052	3.306	0.001	***
ステイタスシンボルとして の車	-0.371	0.066	-5.608	0.000	***
不安定な運転	0.282	0.066	4.282	0.000	***
心配性的傾向	-0.099	0.036	-2.781	0.005	**
対処行動採用数	-0.278	0.051	-5.471	0.000	***
月間走行距離	-0.001	0.000	-8.052	0.000	***

図3、図4に、MMSEと月間走行距離を例として、そのパラメータ変化による予測値の違いを示す。図3から、認知機能成績の低いドライバのCNC件数が多く予測される傾向が得られた。図4からは、走行距離の短いドライバが、CNC件数が多いというLow Mileage Biasを示唆する結果が得られた。

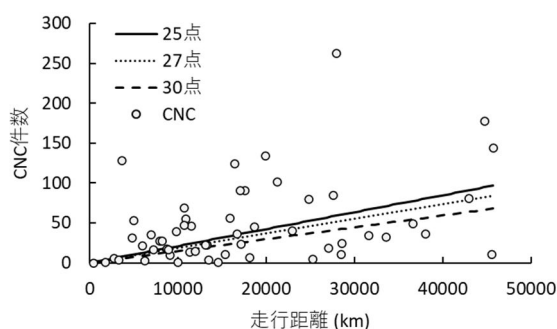


図3 MMSEの成績によるCNC件数の予測値の違い

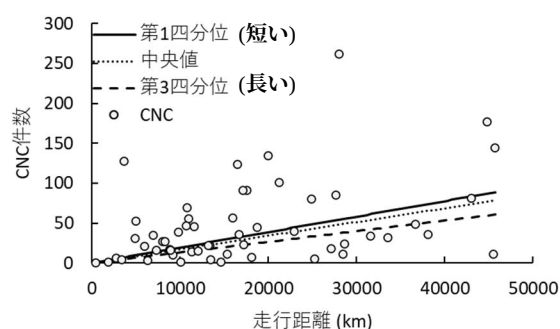


図4 月間走行距離の長さによるCNC件数の予測値の違い

(2) 交通環境の数値化とモデルの考案

ドライバごとに主要な運転開始地点を特定し、その場所と同じ地区コードの交差点数を集計することで、交通環境を数値化した。ただし、使用した地図データの交差点は名前の付いた主要交差点であった。したがって、当初予定していた交差点全数や信号機の数による検討は今後の課題となった。表2に、名古屋市を例として、主要交差点数と単位面積当たりの交差点数をまとめた。

この交差点数を、表1に挙げた変数に加えてポアソン回帰分析を行った。しかし、交差点数のWald検定の結果は有意傾向であり、目的変数に対する説明力は弱いことが示された。AICも1229.3から1227.9に変化したのみで、ほとんど回帰式の改善はみられなかった。この結果から、単位面積あたりの交差点数を変数として用いることの妥当性を再検討する必要があることがわかった。たとえば、道路長や交通量などの交通特徴量で交差点数を調整して回帰式に投入するなど、別の観点から交通環境の特徴を捉えることが今後の課題として考えられる。

本研究では、人間特性データと運転行動データを用いて、高齢ドライバーのCNCの発生可能性を予測することによって、運転の安全性を推定することを目的とした。そのために、運転行動データを精査し、長期間データの分析に十分なCNC件数を得た。次に、人間特性データから、CNC発生に関係のある変数を絞り込み、回帰式を作成した。この回帰式により、パラメータの調整によって、CNCの発生可能性の違いを予測する可能性を得ることができた。最後に、交通環境を数量化して、最終的な回帰式の構築を目指した。しかし、変数として有意な交通環境の考案は課題として残された。

これらの課題を解決し、高齢ドライバーの安全な運転の検討につながるCNC発生予測モデルを得ることができれば、運転免許証更新手続きの過程で得られる情報や、市区町村が有している交通環境情報を用いた事前運転評価や簡易運転評価が可能となるかもしれない。また、現在高齢者講習の対象は70歳以上と年齢で区切られているが、運転は年齢だけで評価されるものではなく、運転能力や運転習慣など様々な要因との関係性で評価されるべきである。したがって、本研究のような推定モデルを確立することは、運転免許更新の現場や運転可否判断に関わる医療関係者の負担軽減に寄与する可能性を含むという点で有意義であると考えられる。

【参考文献】

- Neale, V. L., Dingus, T. A., Klauer, S. G., Sudweeks, J., & Goodman, M. (2005). An overview of the 100-car naturalistic study and findings. National Highway Traffic Safety Administration, 5, 1-10.
- Marshall, S. C., Man-Son-Hing, M., Bedard, M., Charlton, J., Gagnon, S., Gelinas, I., Koppel, S., Korner-Bitensky, N., Langford, J., & Mazer, B. (2013). Protocol for Candrive II/Ozcandrive, a multicentre prospective older driver cohort study. Accident Analysis & Prevention, 61, 245-252.
- Li, G., Eby, D. W., Santos, R., Mielenz, T. J., Molnar, L. J., Strogatz, D., Betz, M. E., DiGuseppi, C., Ryan, L. H., & Jones, V. (2017). Longitudinal research on aging drivers (LongROAD): study design and methods. Injury epidemiology, 4 (1), 1-16.
- 赤松 幹之 (2003). 運転行動データベースの構築とアクティブセーフティ技術への利用. 自動車技術, 57 (12), 34-39.
- Guo, F. (2019). Statistical methods for naturalistic driving studies. Annual review of statistics and its application, 6, 309-328.
- 山岸 未沙子, 稲上 誠, 田中 貴紘, 米川 隆, 河野 直子, 佐藤 稔久, 赤松 幹之, 青木 宏文. (2020). オープンデータ 高齢ドライバーの運転評価に向けた運転特性データベース : Data Repository for Human Life-Driving Anatomy (Dahlia). 人間工学, 56 (1), 1-10.

表2 名古屋市の交差点数

地区	交差点数	面積 (km ²)	単位面積あたりの数
千種区	237	18.18	13.0
東区	207	7.71	26.8
北区	240	17.53	13.7
西区	258	17.93	14.4
中村区	265	16.30	16.3
中区	357	9.38	38.1
昭和区	157	10.94	14.4
瑞穂区	160	11.22	14.3
熱田区	164	8.20	20.0
中川区	318	32.02	9.9
港区	287	45.69	6.3
南区	225	18.46	12.2
守山区	250	34.01	7.4
緑区	262	37.91	6.9
名東区	218	19.45	11.2
天白区	197	21.58	9.1

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 山岸 未沙子	4. 巻 2020
2. 論文標題 短期間走行データを用いた高齢ドライバのリスク推定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本認知心理学会発表論文集	6. 最初と最後の頁 29～29
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14875/cogpsy.2020.0_29	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 山岸未沙子, 稲上誠, 田中貴紘, 米川隆, 河野直子, 佐藤稔久, 赤松幹之, 青木宏文	4. 巻 56
2. 論文標題 高齢ドライバの運転評価に向けた運転特性データベース: Data Repository for Human Life-Driving Anatomy (Dahlia)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 人間工学	6. 最初と最後の頁 1,10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5100/jje.56.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 山岸 未沙子	4. 巻 20
2. 論文標題 高齢者の自家用車のGPSデータによる運転目的地分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 391,396
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5057/jjske.TJSKE-D-21-00013	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山岸未沙子	
2. 発表標題 短期間走行データを用いた高齢ドライバのリスク推定	
3. 学会等名 日本認知心理学会	
4. 発表年 2021年	

1. 発表者名 山岸 未沙子
2. 発表標題 高齢ドライバのCrash and Near-crash事例における季節変動
3. 学会等名 日本認知心理学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

—

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------