

2024年12月7日 公益社団法人日本技術士会 2024年度技術士CPD発表会

カウントデータモデルを用いた日本国 に実施している高齢運転者講習によ る効果 — 豊田市を事例として —

本研究は名古屋大学山本俊行先生との共同研究によって実施したものである。

(前職)公益財団法人豊田都市交通研究所
主席研究員 楊 甲 博士(工学)
準会員 情報工学部門

注: 報告内容の詳細は掲載論文 (<https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106015>) をご参照ください

(前職)公益財団法人 豊田都市交通研究所とは

- 都市交通の調査・研究を『実践的』に行う組織を目指し、平成3年3月に設立
- 豊田市、トヨタ自動車(株)、損保会社の出捐による公益財団(愛知県認可)
- 理事長:太田稔彦(豊田市長)、所長:原田 昇(中央大学教授・東京大学名誉教授)
常 勤:役員1名、総務系職員6名、研究員8名、研究アシスタント1名で運営

研究の前提 (考慮すべき社会的背景)

超高齢社会、人口減少社会、情報化(自動運転・DX)社会、脱炭素社会、共働・共助・共生社会、安全社会

基礎データの蓄積と活用

研究領域①<まちと暮らしを支える交通> ~すべての人々の社会活動を支えるまちと交通の実現~

方針①: 地域を支える交通の実現

方針②: つながりをもつ交通の実現

方針③: 魅力あふれる都心をつくる交通の実現

方針④: 未来に誇れる交通空間の実現

方針⑤: 活力ある地域をつくる交通の実現

方針⑨: 山村共生をつくる交通の実現

方針⑩: 住み続けられる強靱な地域をつくる交通の実現

研究領域②<交通の安全・安心> ~すべての人々の安全を支える交通の実現~

方針⑥: 誰1人亡くならない交通の実現

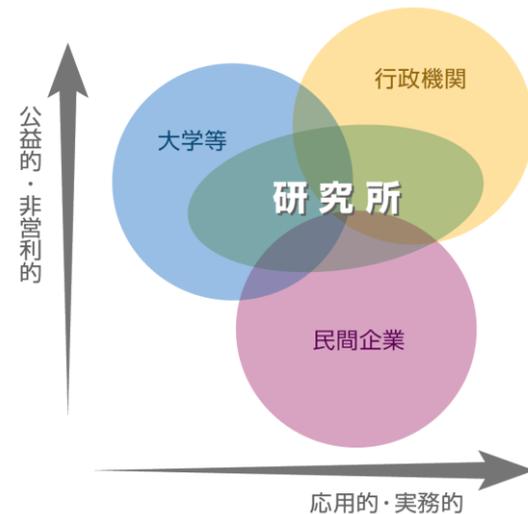
方針⑦: 人々を元気にする交通の実現

方針⑧: 誰1人取り残されない交通の実現

実践的
な研究

交通政策への反映

サステイナブルなモビリティ社会の実現



【研究所の役割】

- 広義の都市交通の研究
- 交通まちづくりの推進
- 世界への情報発信と貢献

発表者のプロフィール



楊 甲(ヤン ジャ)
工学(博士)
民間企業
データサイエンティスト

学歴

名古屋大学大学院環境学研究科
都市環境学博士後期課程修了
(計画研:森川・山本・三輪研究室)

職歴

2014年 公益財団法人豊田都市交通研究所入所
2022年 名古屋商科大学国際学部非常勤講師
2023年 民間企業入社、現在に至る

専門テーマ

- 世帯の自動車保有・利用行動に関する研究
- プローブカー情報の活用に関する研究(交通安全分野)
- 交通事故に関する研究(計量経済学や機械学習分析手法の適用方法やGISによる事故データの可視化)

主な研究実績

＜豊田都市交通研究所の自主研究＞

- 高齢運転者の法令違反特性及び防止対策に関する考察
- 豊田市の高齢運転者の事故特徴を踏まえた事故対策に関する検討
- 交通事故オープンデータの活用に向けた地理情報システムにおける可視化・解析ツールの開発
- 高齢運転者を対象としたテレマティクス自動車保険の社会受容性に関する実証的研究(公益財団法人三井住友海上福祉財団助成研究)
- 高齢運転者を対象とした経路探索アルゴリズムの開発(一般財団法人日本デジタル地図協会助成研究)

＜地方自治体、民間企業の委託研究＞

- 豊田市交通事故データ調査委託(愛知県豊田市)
- さんさんバス路線利用状況調査業務委託(愛知県みよし市)
- ゾーン30区域を中心とした安全性向上業務委託(愛知県豊田市)

受賞歴

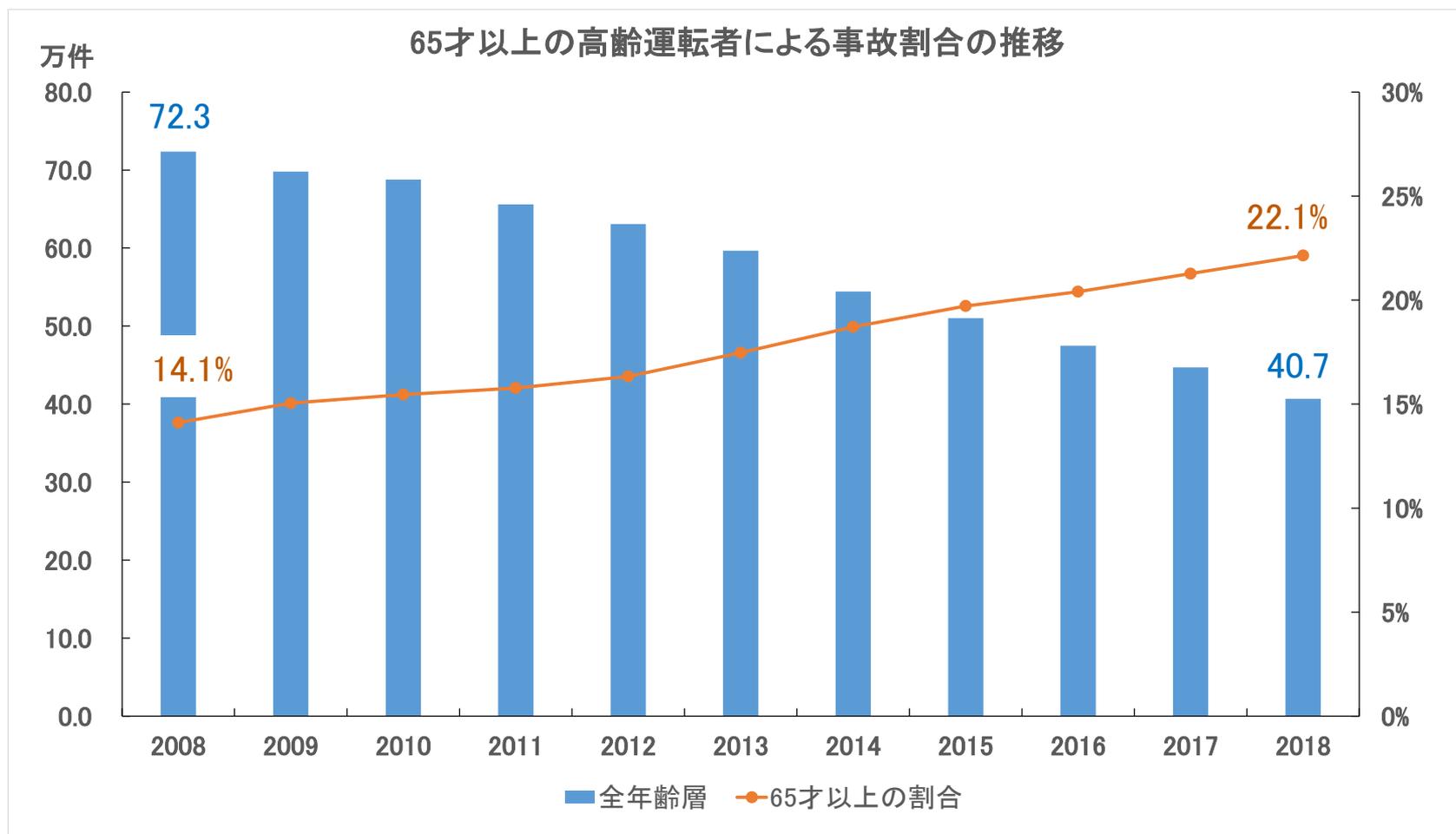
- 平成30年6月 World Transport Convention 2018 優秀論文賞
- 令和3年10月 公益財団法人三井住友海上福祉財団奨励賞(交通安全)
- 令和5年9月 第15回アジア交通学会国際会議八十島義之助賞(最高賞)

マスコミ

- 令和4年1月12日 日経新聞朝刊私見卓見「交通事故、データ活用で減らせ」
- 令和5年6月6日 日経新聞朝刊私見卓見「交通規則を周知せよ」

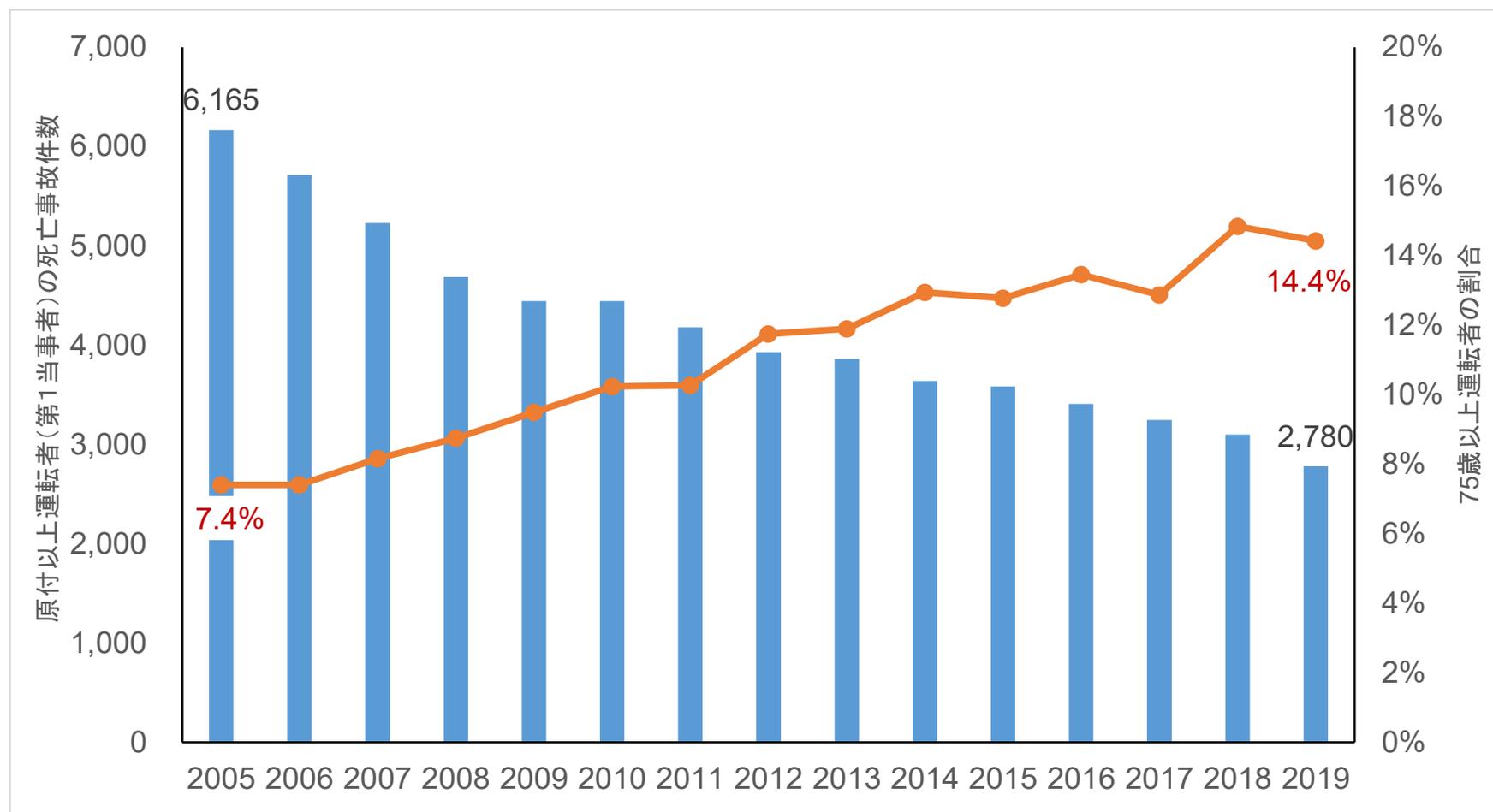
研究背景(全国高齢運転者事故の実態)

- 全年齢層の事故件数の減少に対して、65才以上の高齢運転者による事故割合が増大
- 2018年の65才以上の高齢運転者数は1863万名で、2008年の数値と比較して57.6%増大
- 先進国の米国(40.1%)と比較しても、高齢運転者数の増大傾向は顕著



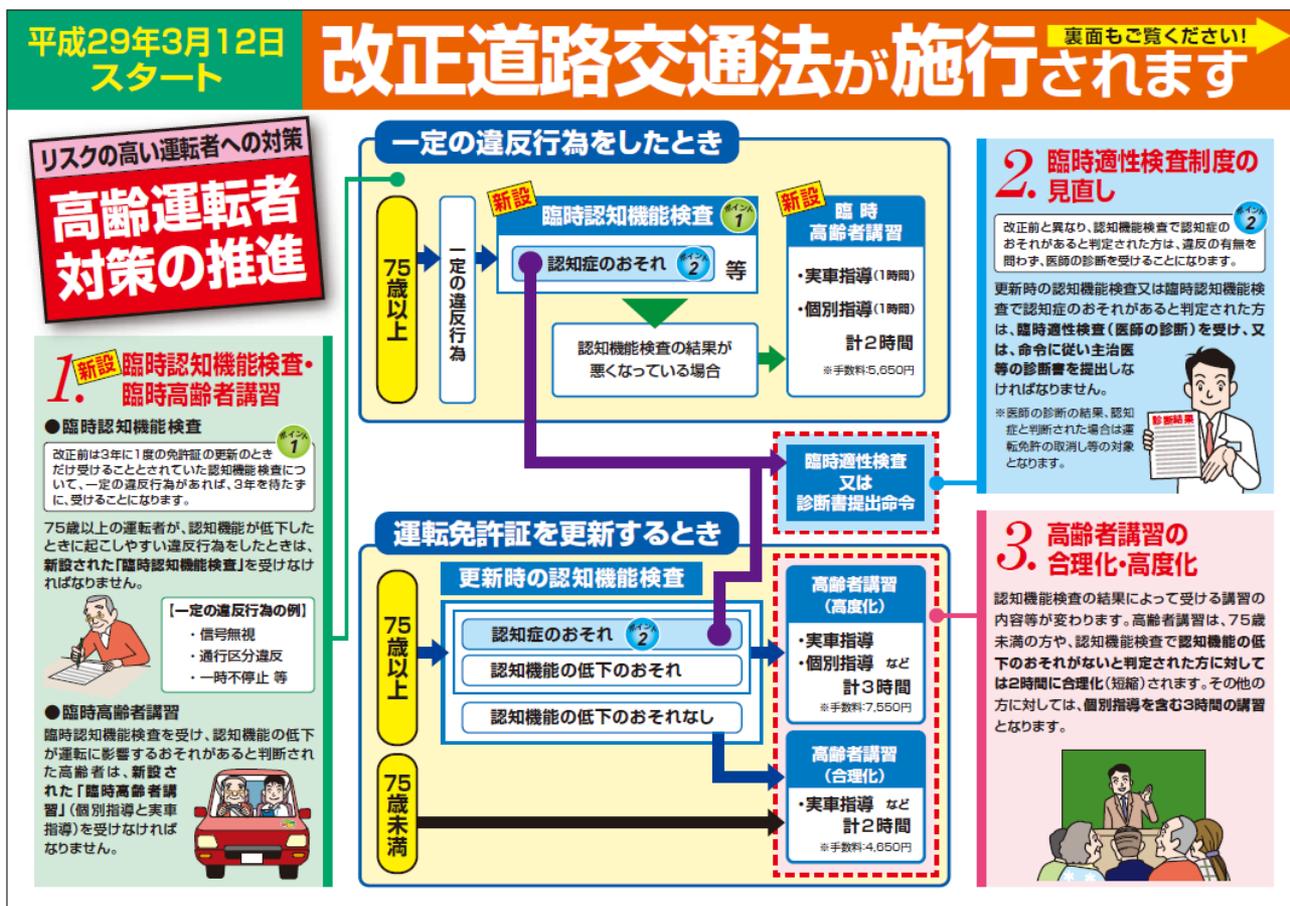
研究背景(原付以上運転者(第1当事者)の死亡事故件数の推移)

- 全年齢層による死亡事故件数の減少に対して、75才以上運転者の占める割合が増大
- 先進国の米国では、交通死亡事故に関与した70才以上の高齢運転者数の減少傾向あり
- 高齢運転者による交通事故の問題が顕著化しているなか、事故対策が求められている



研究背景(高齢者講習制度の見直し:新高齢者講習)

- 平成29年3月12日に、高齢者講習制度の見直しが行われ、臨時認知機能検査・臨時高齢者講習の新設、臨時適性検査制度の見直し、高齢者講習の合理化・高度化等が含まれる
- 臨時認知機能検査・臨時高齢者講習の新設は高齢者の加齢に伴う認知機能の低下に対して、タイムリーに医師の診断や安全運転支援(安全運転指導)を行うことを目的とする



参考：高齢者講習をめぐる道路交通法改正経緯の要点

○平成10年から施行されてきた高齢者講習は社会情勢の変化に対応するため、講習対象年齢の引き下げや実施内容の見直しが行われている



研究背景(高齢者講習等が交通事故件数に与える効果があるか)

- オーストラリア、デンマーク、カナダで実施した研究事例から、免許更新時に実施した医学的検査や運転技能試験が交通事故の削減に対する効果がないことが分かる
- 国内で実施した研究事例からも、高齢者講習等の事故削減効果がないことが示された
→75才以上の年齢階級が65-69才の年齢階級に対する事故率の比率は1.1倍以上(下図)

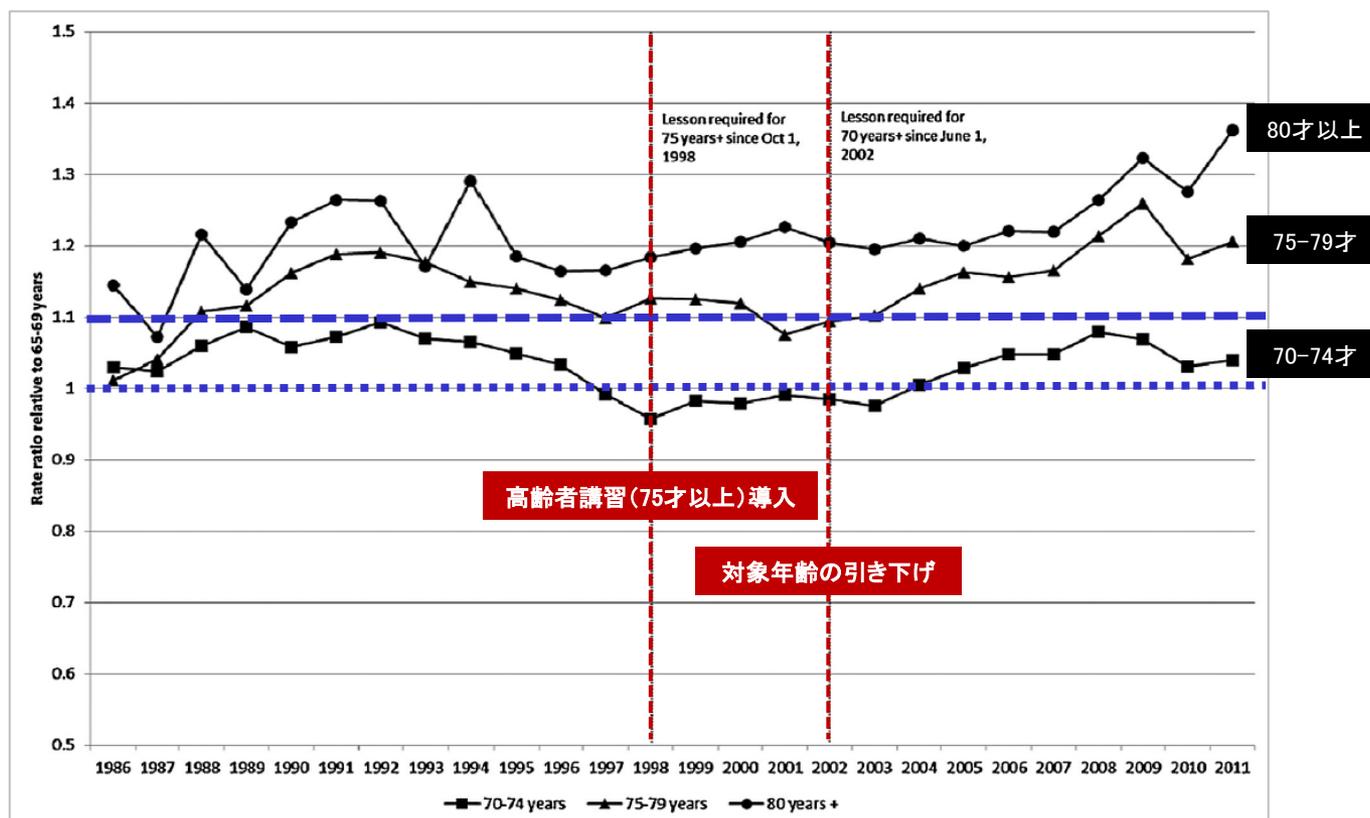


図 65-69才年齢階級に対する事故率(1万人免許保有者数あたりの件数)の比率

本研究の問題意識・目的・貢献

○愛知県豊田市を事例として、高齢運転者の事故データに適用できる高齢運転者数の増加や事故件数の月間変動を考慮したカウントデータモデルを構築することで、モデルの推定結果から、新高齢者講習制度が事故件数の削減に与える効果を把握する

問題意識

- ◇削減効果分析モデルでは、**交通事故件数を整数として取り扱う研究事例**は殆どない。
- ◇**高齢運転者の増加や交通事故件数の月間変動を考慮した**先行研究は極めて少ない。
→事故件数の削減に与える効果に対する定量的評価は重要な問題である。

本研究の貢献

- ①ポアソン回帰、負の二項回帰、整数値自己回帰ポアソン3種類のカウントデータモデルを用いた分析を実施する。特に、**高齢運転者事故件数の時系列特性があるか**を確認する。
- ②**高齢運転者数やH29年3月12日に実施した高齢者講習の見直しによる影響**に関する説明変数をカウントデータモデルに取り入れて、推定結果の有意性から、**それらの影響効果を把握する**。
- ③**高齢運転者事故件数の月間変動を考慮**するため、それらに関する説明変数もカウントデータモデルに取り入れて、推定結果の有意性から、**高齢運転者の事故件数が比較的**に多い月を把握する。分析結果は高齢運転者を対象とした安全教育に活用できる。

データの概要

○「愛知県警から受領した交通事故データ」、「豊田市の免許保有者数データ」、「豊田市の人口統計データ」を用いる

○愛知県警から受領した交通事故データ

(内容)豊田市交通安全防犯課経由で受領した2005～2019年に発生した人身事故データ

○豊田市の免許保有者数データ

(内容)愛知県警HPに掲載した2008～2019年の年齢階級別免許保有者数データ(12月末)

○豊田市の人口統計データ

(内容)豊田市総務部庶務課から受領した2005～2019年の月別年齢別の人口統計データ
→月別の高齢運転者数が入手できないため、人口統計データをもとに、該当データを作成

○交通事故データの抽出条件

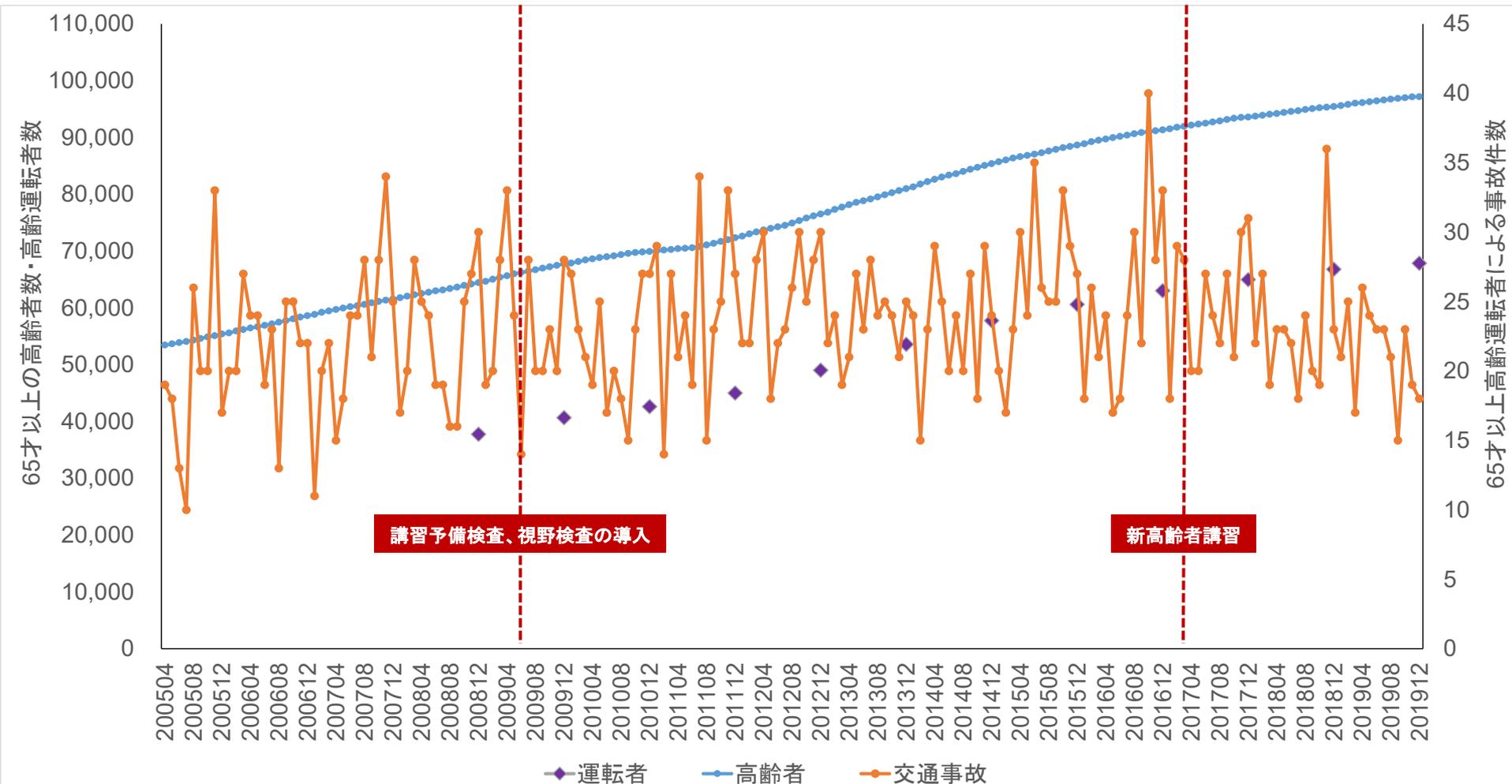
- 四輪車(軽貨物車、貨物車、軽乗用車、乗用車など)を運転している者
- 交通事故関与者のうち、第1当事者となる65才以上の者

○抽出結果(高齢運転者による事故件数)

- 2005年4月から2019年12月までに発生した4,114件事故(177か月)
- 豊田市合併前の人口統計データが入手できないため、交通事故データを対象外とする

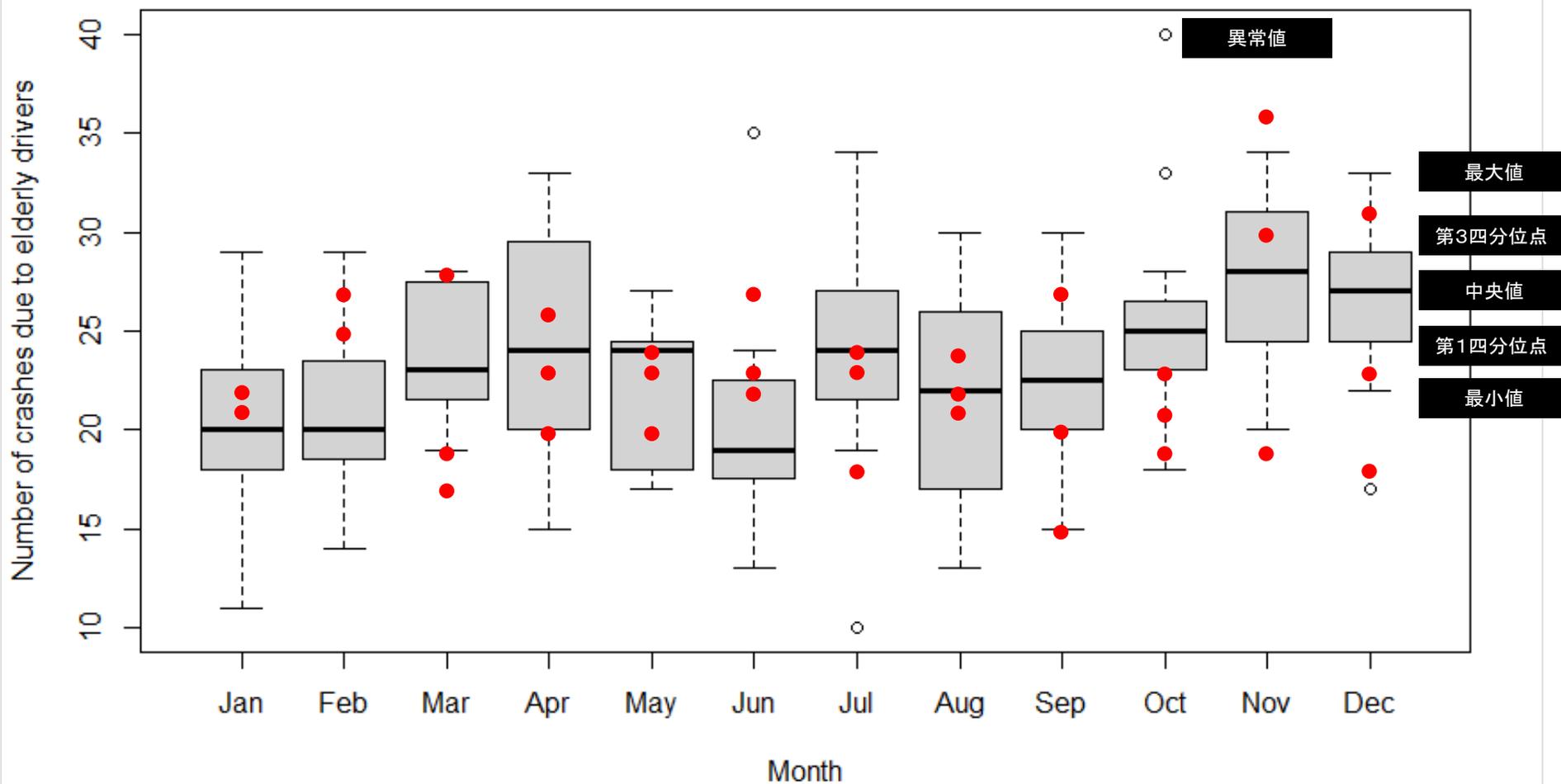
基礎集計結果(高齢者・高齢運転者・高齢運転者事故件数)

- 65才以上の**高齢者数**や**高齢運転者**が徐々に増加している傾向がみられる
- 高齢運転者による事故件数**が増加している傾向がみられず
- 期間中に実施された**高齢者講習の見直し**による**事故件数の削減効果**があるのか



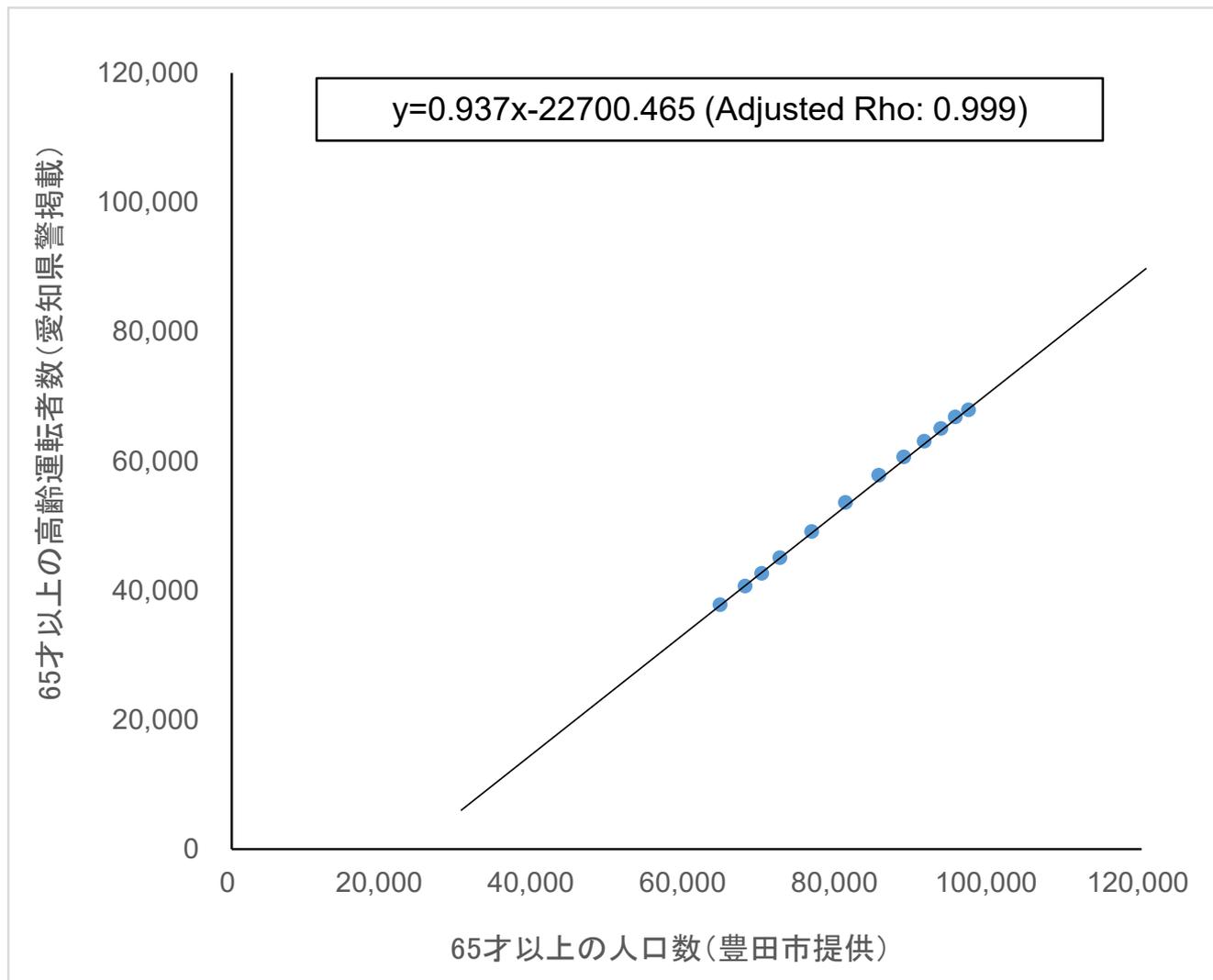
月別の事故件数(見直し前:箱ひげ図、見直し後:赤点)

- 見直し前では、1、2、6月の事故件数が少ない。4、8月の事故件数の変動は大きい
- 見直し後では、3、6、11月以外の事故件数は見直し前の最大値より少なく、さらに、多数の事故件数は第3四分位点よりも少ない



月別の高齢運転者数の作成方法

- 2008～2019年の人口統計や免許保有者数データを用いて作成した回帰モデルを示す
- 推計モデルを豊田市の人口統計データに適用し、月別の高齢運転者数を推定



分析用モデル(ポアソン回帰、負の二項回帰、整数値自己回帰ポアソン)

○ポアソン回帰や負の二項回帰モデルは統計学の基本モデルとして知られている

○本研究で用いた整数値自己回帰ポアソンモデルを以下に示す

→ α は高齢運転者による事故件数に関する月間の相関性(前月の事故件数)を表現

→ β は当月における高齢運転者による事故件数に影響を与える要因の影響を表現

→ 本研究では条件付き最尤法を用いて、未知パラメータの β 、 θ を推定

$$Y_t = \alpha \circ Y_{t-1} + e_t$$

$$\alpha \circ Y_{t-1} \equiv u_{1,t-1} + u_{2,t-1} + \dots + u_{Y_{t-1},t-1} = \sum_{i=1}^{Y_{t-1}} u_i$$

$u_i \sim \text{Bernoulli Distribution}(\alpha)$ ベルヌーイ分布

$$\alpha = \frac{\exp(\theta)}{\exp(\theta) + 1}$$

$e_t \sim \text{Poisson Distribution}(\lambda_t)$ ポアソン分布

$$\lambda_t = \exp(\beta X_t)$$

Y_t : t時点の高齢運転者による事故件数(176時点)

X_t : t時点の説明変数(高齢運転者の対数、高齢者講習実施期間のダミー変数等)

参考：事故件数の推計モデルの研究事例

○イギリスの死亡事故対策(シートベルト着用や交通安全の新規制)の効果を評価するため、Quddusは自己回帰和分移動平均(ARIMA)、負の二項回帰(NB)、時間に伴う変化を考慮した負の二項(NB with a time trend)回帰、整数値自己回帰ポアソン(INAR(1) Poisson)等のモデルを用いた分析結果を整理した上、**INAR(1) Poissonモデルの優位性を示した**

Table 1
Accident prediction models for annual road traffic fatalities in GB

Aggregate time series accident count data (yearly road fatalities in Great Britain 1950–2000)

	ARIMA (1,1,1)		NB		NB with a time trend		INAR(1) Poisson	
	Coef	t-stat	Coef	t-stat	Coef	t-stat	Coef	t-stat
Explanatory variables								
Seat-belt wearing law	-0.0449	-0.84	-0.3176	-3.94	-0.3336	-4.00	-0.3942	-3.65
New legislation on safety	0.0273	0.46	-0.3588	-4.65	-0.4186	-3.57	-0.4236	-2.95
Veh-km (billion)	0.0031	2.48	0.0007	2.12	0.0022	1.01	0.0023	1.89
Trend (linear)	-	-	-	-	-0.0107	-0.68	-	-
Constant	-	-	8.6481	131.14	8.5765	-0.68	8.5157	-1.44
Non-seasonal AR1	0.9736	14.80	-	-	-	68.97	-	-
Non-seasonal MA1	0.8251	4.97	-	-	-	-	-	-
Descriptive statistics								
Over-dispersion parameter	-	-	0.0183	5.01	0.0181	5.01	-	-
Thinning parameter	-	-	-	-	-	-	0.1250	3.02
Series of length	51		51		51		51	
Number of residuals	50		51		51		51	
Log-likelihood	76.59		-410.94		-410.71		-406.21	
Accuracy of the fitted models (within sample)								
Mean absolute % error (MAPE)	4.16		11.28		11.94		4.73	
Mean absolute deviation (MAD)	246.13		636.11		642.23		251.00	
Mean squared deviation (MSD)	95475.05		571104.90		572092.00		101231.10	
Root mean square error (RMSE)	308.99		755.71		756.37		318.16	
Relative forecast error (%) (Out of sample, 2001–2005)	2.79		23.27		23.52		5.97	

対策期間の
ダミー変数

モデル精度
の比較方法

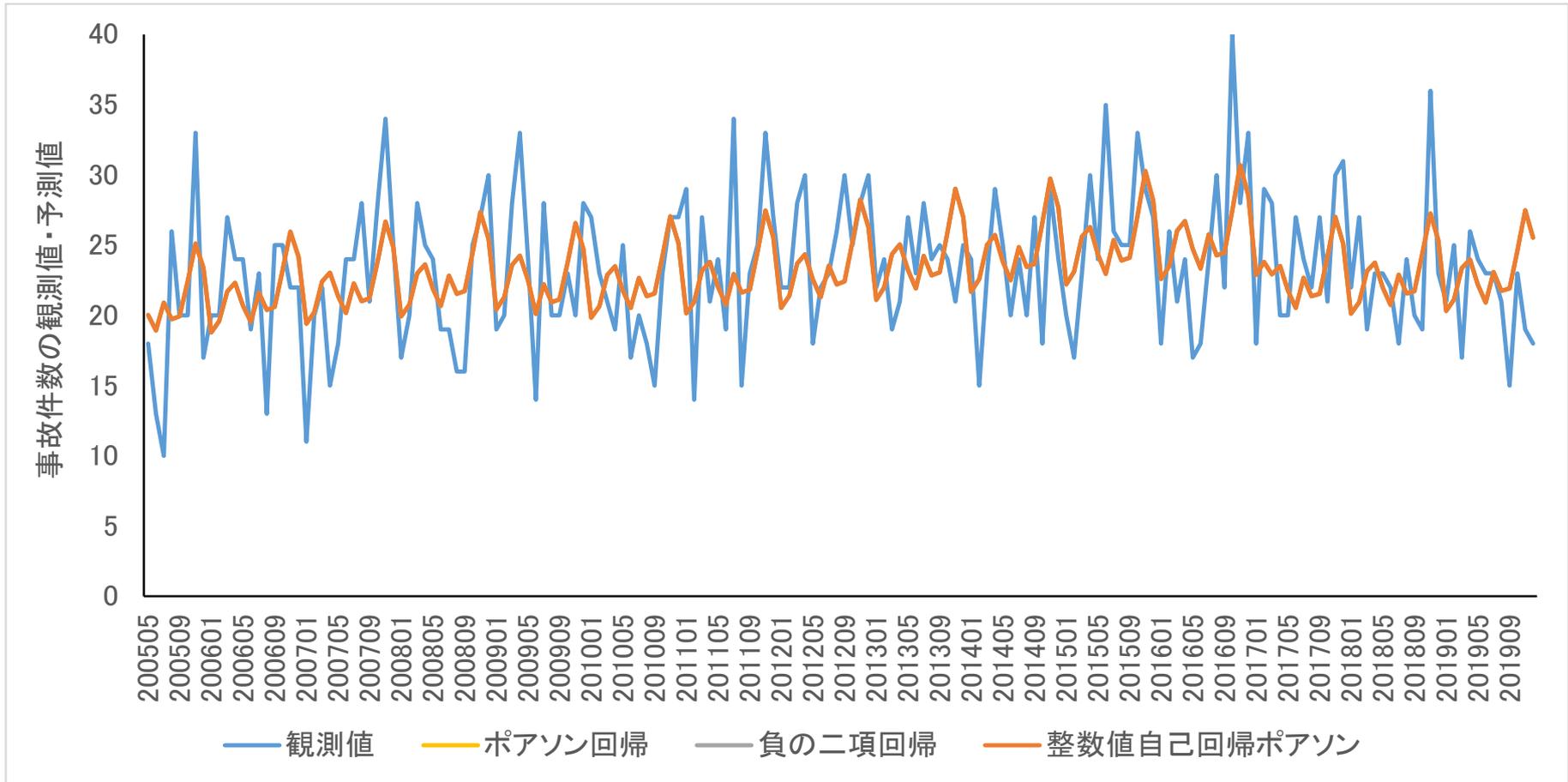
推定結果(ポアソン回帰、負の二項回帰、整数値自己回帰ポアソン)

- 事故件数に影響を与える要因は、新高齢者講習、65才以上高齢運転者数、月間変動
- ポアソン回帰結果は負の二項回帰とほぼ同様で、赤池情報基準は比較的小さい
- 整数値自己回帰ポアソンの θ 値は小さく、かつ有意できないため、時系列の特性がない

説明変数・評価指標	ポアソン回帰		負の二項回帰		整数値自己回帰ポアソン	
	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値
定数項	-0.477	-0.36	-0.477	-0.36	-0.451	-0.34
[2009.06-2017.02]期間ダミー	-0.055	-0.84	-0.055	-0.84	-0.054	-0.82
[2017.03-2019.12]期間ダミー	-0.194	-1.95	-0.194	-1.95	-0.193	-1.93
65才以上高齢運転者数の対数	0.763	2.60	0.763	2.60	0.757	2.58
2月ダミー	0.038	0.47	0.038	0.47	0.038	0.47
3月ダミー	0.138	1.72	0.138	1.72	0.138	1.72
4月ダミー	0.164	2.05	0.164	2.05	0.164	2.05
5月ダミー	0.086	1.07	0.086	1.07	0.085	1.06
6月ダミー	0.026	0.32	0.026	0.32	0.026	0.32
7月ダミー	0.124	1.56	0.124	1.56	0.124	1.56
8月ダミー	0.063	0.78	0.063	0.78	0.063	0.78
9月ダミー	0.070	0.88	0.070	0.88	0.070	0.87
10月ダミー	0.185	2.37	0.185	2.37	0.185	2.36
11月ダミー	0.296	3.86	0.296	3.86	0.296	3.86
12月ダミー	0.222	2.85	0.222	2.85	0.222	2.85
記述統計						
Dispersion parameter	-		361,017	0.08	-	
Theta to calibrate thinning parameter	-		-		-13.484	-0.03
Series of length	176		176		176	
赤池情報基準	1054.4		1056.4		1056.4	
モデル精度比較指標→【差異がない】						
Root Mean Square Error	4.581		4.581		4.581	
Mean Absolute Error	3.530		3.530		3.530	
Mean Squared Error	20.983		20.982		20.982	

推定モデルの精度比較

- 構築した3種類のカウンタデータモデルの予測値には差異がない
 - 事故件数の観測値と比較した結果から、推計モデルの精度を改善させる余地あり
- 非観測要因: 月間走行距離、運転免許返納者数、先進安全自動車の普及率 など



分析結果(事故件数の月間変動の考慮必要性)

○月ダミー変数を取り入れたモデルはそうではないものと比較して、モデルの精度は高い

説明変数・評価指標	ポアソン回帰(月ダミー変数あり)		ポアソン回帰(月ダミー変数なし)	
	推定値	t値	推定値	t値
定数項	-0.477	-0.36	-0.493	-0.37
[2009.06-2017.02]期間ダミー	-0.055	-0.84	-0.060	-0.92
[2017.03-2019.12]期間ダミー	-0.194	-1.95	-0.197	-1.99
65才以上高齢運転者数の対数	0.763	2.60	0.793	2.72
2月ダミー	0.038	0.47	-	-
3月ダミー	0.138	1.72	-	-
4月ダミー	0.164	2.05	-	-
5月ダミー	0.086	1.07	-	-
6月ダミー	0.026	0.32	-	-
7月ダミー	0.124	1.56	-	-
8月ダミー	0.063	0.78	-	-
9月ダミー	0.070	0.88	-	-
10月ダミー	0.185	2.37	-	-
11月ダミー	0.296	3.86	-	-
12月ダミー	0.222	2.85	-	-
記述統計				
Series of length	176		176	
赤池情報基準	1054.4		1062.2	
モデル精度比較指標				
Root Mean Square Error	4.581		5.028	
Mean Absolute Error	3.530		3.806	
Mean Squared Error	20.983		25.277	

とりまとめ

○本研究による知見及び本分析の限界は下記の通り整理

○本研究による知見

- 高齡運転者数は**該当年齡階級の運転者による事故件数に及ぼす影響**を明らかにした。
- 2017年3月12日に実施した高齡者講習の見直しによる**事故件数の削減効果**が確認できた。
- 事故件数の月間変動を明らかにし、**3、4、10、11、12月の事故件数が多い傾向**が示された。
- 高齡運転者による**交通事故件数の時系列特性がないこと**が示唆された。

○本分析の限界

- 高齡者講習の見直しに関するダミー変数を設定することで、**高齡運転者の事故件数に与える影響は翌月から効くことを仮定したが**、そうではない可能性がある。
- データの制約条件によって、**高齡者講習は65才以上の高齡運転者に与える影響を分析したが**、非講習対象の65～69才の高齡運転者に与える影響がない可能性がある。
- 免許更新時に実施された高齡者講習や一定の違反を起こした時に実施された臨時高齡者講習内容が異なるが、**それぞれによる影響を分けて考慮することができない**。
- 愛知県豊田市の交通事故データを用いた研究分析を実施したため、**日本全国やほかの地域に該当結論を適用できない可能性がある**。

高齢運転者による事故低減方策提案

○本研究の分析結果を踏まえた事故対策提案を下記のように整理

(1) 高齢運転者を保護する環境づくりの推進

現状：2009年から、**高齢運転者標識表示の義務化が施行中止したが**、全国・愛知県の交通安全計画では、**高齢者マークを取り付けた自動車への保護意識の向上や高齢者マークの積極的な使用の促進などの方針**を定めている。

方策：高齢運転者を対象に**高齢運転者標識表示の積極的な使用を呼びかけるとともに**、運転中に高齢者マークを取り付けた自動車に**進路変更の譲りや車間距離を広げる**ことに留意して頂く。

(2) 高齢運転者自分自身が運転能力をタイムリーに把握できる機会の増加

現状：高齢者の運転能力が低下している可能性があるが、運転能力を把握するための機会として、**免許更新時の高齢者講習や臨時高齢者講習のほかにはほとんどない**。

方策：高齢者に自動車保険ドライブレコーダー特約やテレマティクス自動車保険の利用を通じて、**保険会社から運転行動診断結果を入手できるなどを知って頂く**。また、ドライブレコーダーの運転支援アラート機能による安全運転確保やテレマティクス自動車保険の活用による保険料の削減効果などのメリットもある。