

経験ベイズ法を用いた 歩車分離信号交差点における 交通事故削減効果の分析

橋本 竜真¹・松尾 幸二郎²・西堀 泰英³・杉木 直⁴

¹ 学生会員 豊橋技術科学大学大学院 建築・都市システム学専攻 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ケ丘 1-1)

E-mail:hashimoto.ryuma.ey@tut.jp

² 正会員 豊橋技術科学大学准教授 建築・都市システム学系 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ケ丘 1-1)

E-mail:k-matsuo@ace.tut.ac.jp

³ 正会員 大阪工業大学特任准教授 工学部都市デザイン工学科 (〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1)

E-mail:yasuhide.nishihori@oit.ac.jp

⁴ 正会員 豊橋技術科学大学准教授 建築・都市システム学系 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ケ丘 1-1)

E-mail:sugiki.nao.na@tut.ac.jp

近年、信号交差点において歩車分離信号制御が導入されており、警察庁によりその交通事故削減効果が示された。しかし、実際の交通事故件数の変化には、交差点間の道路構造の違いや、交通量の違い、事前事後での平均への回帰現象といった歩車分離信号制御以外の要因が考えられるが、それらを考慮した分析は十分に行われていない。そこで本研究では、2012年度から2019年度の8年間に愛知県内に設置された94箇所のスクランブル方式、歩行者専用現示方式の歩車分離信号交差点において、交通事故件数に影響を与える様々な要因を考慮した分析を行った。その際、各交差点の交通量の代理変数として自動車プローブデータを用いた。分析は、交通事故削減効果評価のために負の二項回帰モデルを通じた経験ベイズ法を用いて行った。

Key Words: 歩車分離式信号, 交通事故削減効果, 経験ベイズ法, プローブデータ

1. はじめに

我が国の交通事故発生件数は過去最高である2004年の952,720件以降減少し続けており、2021年には305,196件となった。また、交通事故における死者数は、2020年に初めて3,000人を下回り、2021年には2,636人となった。これは過去最高の1979年以降で最小の記録となる¹⁾。

しかし、2021年における道路形状別の交通事故件数の割合を見ると、交差点での事故発生数は56.6%を占めており、そのうち交差点内は42.8%、交差点付近では13.8%となっている¹⁾。

その中で、交差点における交通事故対策の1つとして歩車分離信号制御の導入が全国で進められている。警察庁では2002年に歩車分離式信号に関する指針を制定し、その整備を推進している²⁾。2021年3月

末には全国で9,847基の歩車分離信号が設置されており、これは全国の信号機整備数の約4.7%程度となる。それらによる交通事故削減効果について様々な検証が行われており、その有効性が示されている^{3,4)}。一方、それらの交通事故削減効果の検証では歩車分離式信号制御設置前後の交通事故発生件数状況のみに着目した単純な分析に留まっており、交差点間の道路構造の違いや、交通量の違い、歩車分離式信号制御導入前後の平均への回帰現象といった歩車分離信号制御以外の要因の考慮がされていない。そこで本研究では、歩車分離信号交差点において、その対策以外の要因も含めた分析を行い、交通事故削減効果の分析を行う。

2. 既存研究

鈴木ら⁵⁾は、車両挙動から車両の危険行動と安全性について、片側 2 車線以下の小規模な歩車分離式信号交差点ではドライバーに戸惑いを与え危険性の高い運転挙動になることを示した。また、鈴木ら⁶⁾は歩車分離制御導入前後の経済的な分析により、右折車・横断者の全てにおいて導入後の駆け込みが増加傾向にあることを示し、信号切り替わり時の交差可能性は歩車分離制御の方が高く、横断者対右折車の交差より対左折車の方が交差可能性が高いことを示した。また、警察庁が 2002 年 1 月からの半年間、全国の 100 箇所の交差点を抽出しモデル運用の実施を行った結果、交通人身事故の発生件数が約 4 割減少し、そのうち人対車両の事故が約 7 割減少したことを示した³⁾。

著者ら⁷⁾は、既存研究として愛知県内の歩車分離式信号交差点 51 箇所を対象に交通事故リスク評価を行った。その結果、当事者の違いによって事故リスクに影響する要因が異なること等が確認できた。しかし、対象となっている歩車分離式信号交差点はスクランブル方式、歩行者現示方式だけでなく右折・左折・右左折の分離方式の箇所も含まれている。また、歩車分離信号制御導入前後の平均への回帰現象や歩車分離信号制御以外の要因の考慮がされていない。

そこで本研究では、この問題を解決するために負の二項回帰モデルを通じた経験ベイズ法を用いて行う。分析を行うにあたって、分離方式は車両と歩行者が完全に分離されるスクランブル方式、歩行者専用現示方式の交差点を対象とした。

3. 研究手法

(1) 対象交差点

本研究では、2012 年度から 2019 年度の 8 年間において愛知県内に導入された 135 か所の歩車分離式信号交差点のうち、スクランブル方式、歩行者専用現示方式に限定した 94 箇所を対象とした。この 94 交差点のうち、スクランブル方式は 17 箇所、歩行者専用現示方式は 77 箇所である。本研究の対象交差点の位置を図-1 に示す。

(2) 使用データ

本研究では、モデル分析を行うために交差点の道路構造や、通過する自動車台数を考慮する。使用デ

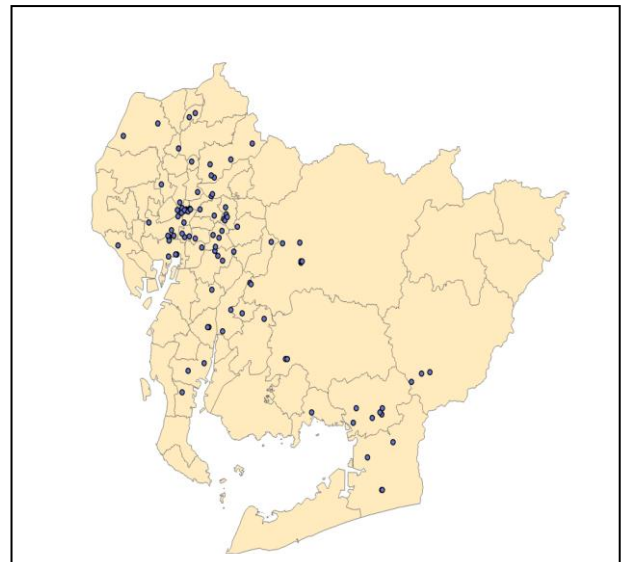


図-1 対象交差点位置

ータは以下の通りである。

a) 愛知県内事故データ

愛知県警察本部より提供を受けた交通事故データを用いる。これには 2009 年 1 月 1 日から 2020 年 12 月 31 日までに発生した愛知県内の交通事故データが記載されており、その項目は発生年月日、事故類型種別、当事者種別等になっている。これより対象としている交差点内で発生した事故を当事者別に抽出し使用する。またこの時、当事者が不明なデータに関しては分析対象外としている。

b) 交差点通過量データ

本研究では、交差点別の交通量としてパイオニア社製のカーナビより取得された自動車プローブデータを代理変数として用いる。その期間は 2013 年 1 月 1 日から 3 月 31 日と 10 月 1 日から 12 月 31 日の半年分、また、2019 年 10 月 1 日から 12 月 31 日と 2020 年 1 月 1 日から 3 月 31 日の半年分の計 1 年間分となっている。このデータは実際の交通量とは異なるため以降通過量と表現し用いる。

また、プローブデータの期間に対し、交通事故データの期間が長くなっているため、本研究ではプローブデータを補正して用いることとする。交通事故データは 2009 年から 2020 年となっているため、その間の 2016 年を基準とし、その前後の期間によって以下の補正式（期間を重みとした重み付き平均）を用いる。また、プローブデータ通過量補正の概要を図-2 に示す。

2016 年以前に歩車分離信号制御が導入された場合,

$$x_{i,before} = x_i^{2013} \quad (1)$$

$$x_{i,after} = \frac{t_{i,after}^{2013} \times x_i^{2013} + t_{i,after}^{2019} \times x_i^{2019}}{t_{i,after}^{2013} + t_{i,after}^{2019}} \quad (2)$$

2016 年以降に歩車分離信号制御が導入された場合,

$$x_{i,before} = \frac{t_{i,before}^{2013} \times x_i^{2013} + t_{i,before}^{2019} \times x_i^{2019}}{t_{i,before}^{2013} + t_{i,before}^{2019}} \quad (3)$$

$$x_{i,after} = x_i^{2019} \quad (4)$$

ここで、 x_i は交差点*i*における通過量、 $t_{i,before}$ 、 $t_{i,after}$ は歩車分離信号制御導入前もしくは後の期間となっている。

c) 交差点道路構造

交通事故に影響を及ぼすと考えられる道路構造の対象項目を表-1 に示す。道路構造の計測には GoogleMap の航空写真表示機能、計測機能、また StreetView 表示機能を用いた。車線数や停止線間距離、横断歩道距離など 1 つの交差点において複数の数値が計測されるものは規模を表現するために最大値を用いる。また、交差角度は十字交差点との乖離程度を表現するため最小値を用いており、15 度区切りで計測している。

(3) 負の二項回帰モデルによる推定

歩車分離式信号交差点の交通事故削減効果評価を行うために、目的変数に交通事故件数、説明変数に交差点道路構造、通過量を使用し負の二項回帰モデルによる分析を行った。

$$Y_i \sim NB(\mu_i, \varphi) \quad (5)$$

$$\mu_i = \exp\left(a_0 + a_1 \cdot \ln(x_i) + \sum_k a_k z_k + b \cdot \delta_i + \ln(t_i)\right) \quad (6)$$

ここで、 μ_i は交差点*i*における期待事故件数(件数/年)、 φ は分散パラメータ、 x_i は交差点*i*における通過量、 z_k は交差点*i*における道路構造、 δ_i は交差点*i*における

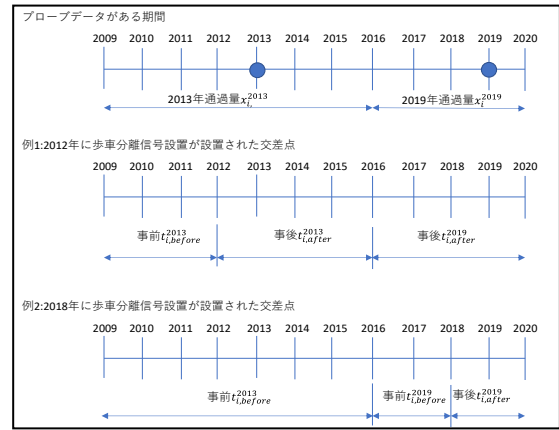


図-2 プローブデータ通過量補正の概要

表-1 対象交差点の計測項目

分類	項目
道路構造	枝数/交差角度/車線数/車道幅員/右折車線・右折青矢表示・角地利用の有無/停止線間距離/最近接交差点距離
路面標示等	右折誘導路面標示・左折誘導路面標示・右折方法表示の有無
歩行者関連	横断歩道橋・二段階横断帯の有無/横断歩道距離/横断歩道セットバック距離/ガードレールの有無
自転車関連	自転車横断帯の有無

歩車分離式信号制御導入および未導入の指標であり、 a_0, a_1, \dots, a_k 及び b は係数パラメータを表している。また、交通事故件数に影響する歩車分離式信号制御導入前後の年数を考慮するために offset 項を用いた。導入前であればその期間 t_i を、導入後であればその期間 t_i を用いた。

また、歩車分離式信号制御導入前後のパラメータ b より負の二項回帰モデルによるリスク比 θ_{NB} を算出した。

$$\theta_{NB} = \exp(b) \quad (7)$$

交通事故件数は自動車事故(自動車対自動車)と自転車事故(自転車対自動車, 自転車対自動車), また歩行者事故(人対自動車, 人対自転車)の3区分を用いた。負の二項回帰モデルに用いるデータを表-2 に示す。

(4) 経験ベイズ法による推定

負の二項回帰モデルでは、歩車分離式信号制御や、道路構造、通過量の考慮しかできておらず、その他

の要因を考慮することができない。そこで本研究ではそれら要因を考慮するために負の二項回帰モデルにより得られる各交差点の期待事故件数 μ_i および分散パラメータ φ を用いた経験ベイズ推定量 λ_i を歩車分離信号制御導入前後において算出した。経験ベイズ法では平均への回帰現象を低減できるとともに^{8,9)}、その対策効果の推定誤差を小さくできることが知られている^{8,10,11)}。

$$\lambda_i = w_i \cdot \mu_i + (1 - w_i) \cdot y_i \quad (8)$$

$$w_i = \frac{1}{1 + \frac{\mu_i}{\varphi_i}} \quad (9)$$

負の二項回帰モデルにおいて期待事故件数 μ_i はその期間が考慮されている。つまり、算出された経験ベイズ推定量 λ_i にも年数が考慮されていることになる。

また、この時 λ_i の標準誤差を算出した。

$$SE[\lambda_i] = \sqrt{(1 - w_i) \cdot \mu_i} \quad (10)$$

分析に用いるため各交差点より得られた経験ベイズ推定量 λ_i 、標準誤差 $SE[\lambda_i]$ を歩車分離信号制御導入前後で集計した。

$$\lambda_{before} = \sum_i \lambda_{i,before} \quad (11)$$

$$\lambda_{after} = \sum_i \lambda_{i,after} \quad (12)$$

$$SE[\lambda_{before}] = \sqrt{\sum_i SE[\lambda_{i,before}]^2} \quad (13)$$

$$SE[\lambda_{after}] = \sqrt{\sum_i SE[\lambda_{i,after}]^2} \quad (14)$$

さらに、歩車分離信号制御導入前後の期間における事故リスク比は(10)式、(11)式の比より算出した。

$$\theta_{EB} = \frac{\lambda_{after}}{\lambda_{before}} \quad (15)$$

表-2 負の二項回帰モデルに用いるデータの概要

分類	指標	単位	導入前	導入後
事故件数	全事故件数	件	426	149
	自動車事故	件	218	94
	自転車事故	件	121	35
	歩行者事故	件	87	20
年数	延べ年数	年	605.729	522.529
道路特性	延べ通過量	台	349,305	339,786
分類	指標	単位	値	説明
道路構造	右折青矢表示の有無	箇所	15	有の数
	右折車線の有無	箇所	49	有の数
	車道幅員	m	19.2	平均値
	停止線間距離	m	34.3	平均値
	枝数3本	箇所	12	箇所数
	枝数4本	箇所	76	箇所数
	枝数5本	箇所	6	箇所数
	交差角度15度	箇所	1	箇所数
	交差角度30度	箇所	5	箇所数
	交差角度45度	箇所	9	箇所数
	交差角度75度	箇所	23	箇所数
	交差角度90度	箇所	56	箇所数
	最近接交差点距離	m	121.8	平均値
	角地利用の有無	箇所	81	有の数
歩行者関連	横断歩道距離	m	13.5	平均値
	横断歩道セットバック距離	m	6.5	平均値
	横断歩道橋の有無	箇所	3	有の数
	二段階横断帯の有無	箇所	5	有の数
	ガードレールの有無	箇所	73	有の数
自転車関連	自転車横断帯の有無	箇所	19	有の数
路面標示等	右折誘導路面標示の有無	箇所	6	有の数
	右折方法表示の有無	箇所	40	有の数
	左折誘導路面標示の有無	箇所	3	有の数
歩車分離関連	歩車分離信号整備有無	箇所	94	有の数

θ_{EB} の標準誤差は以下の式より算出した。

$$SE[\theta_{EB}] = \theta_{EB}^2 \left(\frac{SE[\lambda_{after}]^2}{\lambda_{after}^2} + \frac{SE[\lambda_{before}]^2}{\lambda_{before}^2} \right) \quad (16)$$

これらリスク比および標準誤差を用いることで、負の二項回帰モデルによる推定と経験ベイズ法による推定の比較が可能となる。

4. 結果

(1) 負の二項回帰モデルによる事故分析

負の二項回帰モデルによる交通事故分析を行った。枝数は4本を基準に、交差角度は90度を基準にモデル分析を行っている。その結果を表-3に示す。

全事故種別で共通して歩車分離信号導入の有無が有意なため、対策による事故削減効果が確認できた。

表-3 負の二項回帰モデル推定結果

分類	変数	自動車事故			自転車事故			歩行者事故		
		回帰係数	標準誤差	p値	回帰係数	標準誤差	p値	回帰係数	標準誤差	p値
	切片	-7.006	1.298	0.000 ***	-4.039	1.331	0.002 **	-2.394	1.961	0.222
道路特性	通過量	0.540	0.138	0.000 ***	0.148	0.135	0.272	0.127	0.202	0.530
道路構造	右折青矢表示の有無	-0.236	0.298	0.428	-0.238	0.332	0.474	-0.627	0.514	0.223
	右折車線の有無	-0.360	0.222	0.105	0.070	0.233	0.763	0.279	0.364	0.443
	車道幅員	0.024	0.023	0.303	0.007	0.023	0.765	0.018	0.036	0.623
	停止線間距離	0.033	0.022	0.133	0.004	0.024	0.878	-0.004	0.036	0.919
	枝数3	-1.939	0.509	0.000 ***	-0.575	0.395	0.145	-2.266	0.824	0.006 **
	枝数5	-1.676	0.784	0.325 *	-0.016	0.675	0.981	-1.128	1.061	0.288
	交差角度15度	-0.768	1.234	0.534	1.318	0.765	0.085	0.247	1.278	0.846
	交差角度30度	0.446	0.640	0.486	0.208	0.696	0.765	1.912	0.927	0.039 *
	交差角度45度	-0.001	0.413	0.998	-0.639	0.504	0.205	1.132	0.709	0.111
	交差角度75度	-0.338	0.234	0.148	-0.146	0.270	0.590	0.093	0.374	0.803
	最近接交差点距離	0.001	0.001	0.430	-0.005	0.002	0.006 **	-0.003	0.002	0.220
角地利用の有無	0.568	0.411	0.167	-0.192	0.433	0.658	-0.536	0.600	0.371	
歩行者関連	横断歩道距離	0.005	0.027	0.857	0.058	0.028	0.039 *	0.024	0.042	0.576
	横断歩道セットバック距離	-0.048	0.033	0.140	0.002	0.037	0.948	-0.025	0.053	0.635
	横断歩道橋の有無	0.181	0.467	0.698	0.597	0.498	0.230	-1.750	1.295	0.177
	二段階横断帯の有無	-1.002	0.849	0.238	-0.772	0.862	0.370	-0.967	1.377	0.482
	ガードレールの有無	0.126	0.258	0.626	0.986	0.314	0.002 **	-0.122	0.418	0.771
自転車関連	自転車横断帯の有無	-0.714	0.294	0.015 *	0.387	0.289	0.180	-1.304	0.580	0.025 *
路面標示等	右折誘導路面標示の有無	-0.323	0.534	0.545	-0.718	0.611	0.239	-1.064	1.210	0.379
	右折方法表示の有無	0.456	0.197	0.021 *	0.346	0.220	0.117	0.425	0.322	0.187
	左折誘導路面標示の有無	0.291	0.695	0.675	0.256	0.812	0.752	-1.680	1.894	0.375
歩車分離関連	歩車分離信号整備有無	-0.696	0.170	0.000 ***	-1.207	0.213	0.000 ***	-1.554	0.311	0.000 ***

.: p < 10%, *: p < 5%, **: p < 1%, ***: p < 0.1%

表-4 経験ベイズ法推定結果

	自動車事故		自転車事故		歩行者事故	
	導入前	導入後	導入前	導入後	導入前	導入後
NB推定値	$\Sigma\mu_{i,before}$ 33.976	$\Sigma\mu_{i,after}$ 16.498	$\Sigma\mu_{i,before}$ 19.629	$\Sigma\mu_{i,after}$ 5.853	$\Sigma\mu_{i,before}$ 14.811	$\Sigma\mu_{i,after}$ 3.106
EB推定値	$\Sigma\lambda_{i,before}$ 33.749	$\Sigma\lambda_{i,after}$ 16.488	$\Sigma\lambda_{i,before}$ 19.357	$\Sigma\lambda_{i,after}$ 5.976	$\Sigma\lambda_{i,before}$ 13.971	$\Sigma\lambda_{i,after}$ 3.346
標準誤差	$SE[\Sigma\lambda_{i,before}]$ 4.244	$SE[\Sigma\lambda_{i,after}]$ 2.400	$SE[\Sigma\lambda_{i,before}]$ 2.099	$SE[\Sigma\lambda_{i,after}]$ 0.705	$SE[\Sigma\lambda_{i,before}]$ 2.697	$SE[\Sigma\lambda_{i,after}]$ 0.762
リスク比	θ_{EB} 0.489		θ_{EB} 0.309		θ_{EB} 0.240	
標準誤差	$SE[\theta_{EB}]$ 0.009		$SE[\theta_{EB}]$ 0.002		$SE[\theta_{EB}]$ 0.005	

自動車事故では通過量，枝数，自転車横断帯の有無，右折方法表示有無が有意な変数となっており，特に枝数に着目すると，3本の交差点において事故リスクが小さくなることが確認できた。これは単純な交差点構造となるため，自動車同士の交錯が減少すると考えられる。また，自転車事故では，最近接交差点距離，横断歩道距離，ガードレールの有無などの変数が有意となった。特にガードレールは正に有意な変数となっており，これはガードレールが有ることによって自転車が本来の走行箇所である車道を走行するため，自動車との衝突が増加するのではないかと考えられる。一方，歩行者事故では，自動車事故と同じく枝数の変数が有意になることが確認でき，3枝交差点の方が交錯などが起きにくく，事故件数が減少することが示唆される。また，自転車横断帯が有ることによって自転車との衝突事故も減少するのではないかと考えられる。

(2) 経験ベイズ法による事故分析

負の二項回帰モデルにより得られたデータから経験ベイズ推定を行った。その結果を表-4に示す。

歩車分離信号制御導入前後のリスク比 θ_{EB} は自動車事故では0.489，自転車事故では0.309，歩行者事故では0.240となっている。すなわち，それぞれ約50%，70%，80%の事故削減効果が確認できた。これは歩車分離信号制御が導入されたことによって歩行者と自動車の分離ができており，対策の効果が表れていると考えられる。また，負の二項回帰モデルと経験ベイズ法それぞれのリスク比 θ から各事故種別の95%信頼区間を算出した。その結果を表-5に示す。各事故種別のリスク比の平均を比較すると自転車事故・歩行者事故で負の二項回帰モデルよりも経験ベイズ法の方が大きいことが確認できる。つまり，経験ベイズ法では歩車分離式信号制御導入の効果を小さく評価していることが確認できた。また，全て

の事故種別で経験ベイズ法では下限と上限の範囲が負の二項回帰モデルによる範囲よりも狭まっていることが確認できた。つまり、経験ベイズ法では歩車分離信号制御導入前後の平均への回帰現象を考慮したうえで信頼区間を狭め、より推定精度の高い結果を得られることが示唆される。

5. おわりに

本研究では、愛知県の 94 箇所のスクランブル方式、歩行者専用現示方式の歩車分離信号交差点を対象に、その道路構造や通過量の違い、その導入前後での平均への回帰現象といった歩車分離信号制御以外の要因を含めた交通事故削減効果を評価するため、負の二項回帰モデルを通じた経験ベイズ法による分析を行った。その結果、負の二項回帰モデルにより、単純な道路構造の交差点では自動車事故、歩行者事故が比較的発生しにくいことが確認できた。一方、ガードレールがあることで自転車事故を誘発する可能性が示唆された。さらに、当事者によって有意となる変数が異なっており、交通事故に影響を及ぼす要因が異なることが確認できた。

また、経験ベイズ法を用いて負の二項回帰モデルでは考慮できない要因について考慮することで、歩車分離信号制御導入の効果をより詳細に評価した。その結果、歩車分離式信号制御導入による交通事故削減効果は負の二項回帰モデルに比べ経験ベイズ法では小さく評価されるが、より信頼度の高い結果が示された。

一方、本研究では年々の交通事故の減少傾向をモデルに考慮できておらず、その影響の把握ができていない。そこで今後の課題として、年々の交通事故の減少傾向を考慮したモデル分析を行っていく予定である。また、交差点の道路構造を最大値あるいは最小値で計測しており、これを進入方向別に計測し、モデルに取り入れることでより詳細な分析を行うことができると思われる。

謝辞

本研究で使用した交通事故データは、愛知県警察本部より貸与を受け加工したものです。ここに記し、心より謝意を申し上げます。また、本研究は JSPS 科研費 22K04364 および豊橋技術科学大学イノベーション協働研究プロジェクトの助成を受けたものです。

表-5 リスク比 θ_{NB} ・ θ_{EB}

リスク比 θ	負の二項回帰モデル				経験ベイズ法			
	下限	平均	上限	範囲	下限	平均	上限	範囲
自動車事故	0.357	0.498	0.695	0.338	0.471	0.489	0.506	0.035
自転車事故	0.197	0.299	0.455	0.258	0.304	0.309	0.314	0.010
歩行者事故	0.115	0.211	0.389	0.274	0.230	0.240	0.250	0.020

参考文献

- 1) 警察庁：令和 3 年中の交通事故発生状況,令和 4 年 5 月 24 日
- 2) 警察庁交通局交通規制課長：歩車分離信号に関する指針の制定について（通達），平成 31 年 3 月 20 日付け（初回発出，平成 14 年 9 月 12 日），警察庁丁規発第 47 号，2019 年。
- 3) 警察庁：歩車分離信号に関する Q&A.
- 4) 愛知県における持続可能な交通安全施設等の整備の在り方に関する検討会：愛知県における持続可能な交通安全施設等の整備の在り方。
- 5) 鈴木理，浜岡秀勝：車両挙動から見る歩車分離信号交差点の安全性に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.24，no.4，2007 年 9 月。
- 6) 鈴木弘司，藤田素弘，山越陽介：歩車分離制御交差点における利用者挙動の経時的解析，土木計画学研究・論文集，Vol.26，no.5，2009 年 9 月。
- 7) 西堀泰英，中島陵，橋本竜真，松尾幸二郎：交差点幾何構造に着目した歩車分離式信号交差点における交通事故リスク要因の分析，第 42 回交通工学研究発表会論文集，2022 年 5 月 6 日。
- 8) Hauer,E.,1997.Observational before/after studies in road safety: Estimating the effect of highway and traffic engineering measures on road safety.Pergamon,1997,Els evier Science Ltd.
- 9) 鹿野島秀行，中村文彦，平田恭介：Empirical Bayes Method の適用による交通安全対策の効果評価の改善，国際交通安全学会誌，Vol.25，No.1，1999 年 9 月。
- 10) 松尾幸二郎，宮崎耕輔，杉木直：経験ベイズ縮約推定による地点別事故危険性の評価～交差点における小学生事故を対象として～，第 62 回土木計画学研究発表会・講演集，2020 年。
- 11) Kojiro,M.Naoki,C.,Moazam,Irshad,C.,Nao,S.Vulnerable road user safety evaluation using probe vehicle data with collision warning information.Acid.Anal.Prev.165,106528

(?)

An analysis of Traffic Accident Reduction Using the Empirical Bayes Method at Intersections with Separated Traffic Signal Control

Ryuma HASHIMOTO, Kojiro MATSUO, Yasuhide NISHIHORI and Nao Sugiki

In recent year, the intersection with separated signal control has been introduced at signalized intersections, and the National Police Agency has demonstrated its effectiveness in reducing traffic accidents. However, factors other than traffic signal control, such as differences in road structures between intersections, differences in traffic volume and the phenomenon of regression to the mean before and after introducing the separated signal control have not been enough considered.

Therefore, in this study, we conducted an analysis of 94 intersections with separated signal control installed in Aichi Prefecture over an eight year period from 2012 to 2019, taking into account various factors that affect the number of traffic accidents. The analysis is Based on a Negative Binomial regression model and Empirical Bayes method to evaluate the effect on traffic accident reduction.