

地方都市銚子市における交通死亡事故に関する考察

The Study on Fatal Traffic Accidents in a Local City, Choshi, Chiba Prefecture

嶋村 宗正

Munemasa SHIMAMURA

千葉県で2番目に市制をしいた銚子市は近年人口減少が進み、2015年現在65歳以上の人口比率が33.6%と全国平均26.6%よりも高くなっている。しかし、水揚げ量日本1の漁港を持ち、生鮮食品の生産地としてそれらの荷を運ぶ物流は従来同様重要な役割を担っている。一方、物流の中心をなす自動車交通において人口1万人あたりの死者数が全国平均よりも高い値になっていることが多い。千葉県54市町村の人口構成、社会経済面、車両数などをもとに死亡事故の発生率を説明するモデルを探ったところ、銚子市における人口減少、高齢層の人口構成率の高さ、さらに人口あたりの車両数の多さなどが死亡事故率（人口1万人あたりの死亡事故件数）の高さに関係があることが確認できた。

I. 結論

銚子市は、巨大市場である東京から約100km離れているものの、東北と東京間の物資の中継地、魚介類あるいは農産物の産地として発展してきた¹⁾。特に、昭和初期までは穀物や干鰯あるいは味噌・醤油類の産地、中継地として大いに発展し、千葉県内で千葉市について2番目に市制に移行した都市であった。戦後、1963年（昭和38年）に住民基本台帳で95,000人に達した人口は高度成長期になると若者の流出を起し2016年（平成28年）には64,990人まで人口が減少した。それでも、銚子市漁港は顕在で2018年も年間水揚げ量日本一²⁾をほこり、さらにキャベツなど野菜類の出荷も堅調である。

このような都市の物流を支えるものは今も昔も輸送機械であり、江戸時代から明治時代にかけては船、明治後期から昭和30年代までは鉄道が使われ、以後現代では自動車の人や物資の移動用道具となっている。

自動車による輸送は、ドアツードアである快適性、時

間によらないという利便性、運転免許さえ取得すれば利用できるという簡便性などを備えており、他の輸送用道具に対して現在でも圧倒的なシェアをもっている。

ところで、自動車交通は負の産物として交通事故を誘発し、その被害は直接的な人身傷害や物的損害だけではなく交通渋滞など経済的な損失も伴い、一般市民の生活を脅かしている。このような交通事故の問題を踏まえて、市町村別交通事故死者数データが公表されている

³⁾。このデータによると、2015年の銚子市における人口1万人あたりの死者数は0.73人と全国平均0.30人を超えている。

千葉県全体の交通事故の問題は文献4でも指摘されているが、銚子市における人口1万人あたりの死者数が全国平均を超えるという問題について、死亡事故発生に及ぼす背景を探ることは、他の都市についても交通問題をとらえる手段ともなり、交通安全対応を図る上から重要と考えられる。そのため、銚子市および近郊の都市との比較を行い、銚子市では65歳以上（以下、高齢層という。）の人口構成率が高いこと、人口あたりの人対車両死亡事故件数が全国値の4倍ほど高いこと、車両単独死亡事故件数も全国値の約2倍高いこと等が指摘された⁵⁾。また、同時にシートベルト未着用運転者の問題⁶⁾、踏切における一時停止が守られていないなど交通マナー

連絡先：嶋村宗正 shimamura@cis.ac.jp

千葉科学大学危機管理学部航空技術危機管理学科

Department of Risk and Crisis Management for
Aviation Technology, Faculty of Risk and Crisis
Management, Chiba Institute of Science

(2020年9月30日受付, 2020年12月23日受理)

の問題も指摘された⁵⁾。このような先行研究を踏まえ、本報告書では千葉県各市町村における交通事故の発生率を人口構成、社会経済面、車両数などの観点から説明するモデルを検討し、銚子市における死亡率の高さについて考察することとした。

II. 分析方法

1. 分析内容

交通事故の発生は、人・車・交通環境の中で人間がおかす認知・判断・操作のエラーの結果ととらえる⁷⁾ことが多いが、この人間の問題については地域の文化、経済、道路交通環境などが複雑に絡み合っていると考えられる。このような観点から取り組み、産業・経済の発展により交通事故数も増加するとした報告⁸⁾があるが、近年このような観点での報告例はほとんどない。

そこで、銚子市に環境や文化が近いと考えられる千葉県の市町村の社会経済要因を考慮したリスク分析を行い、銚子市の特徴を考察する。

問題提起のきっかけは人口1万人あたりの死者数であったが、本報では交通事故リスクとして交通事故発生件数に着目して人口1万人あたりの死亡事故数（以後、死亡事故率という。）と人口千人あたりの人身事故数

（以後、人身事故率という。）を用いる。

市町村単位では交通事故の発生数、特に死亡事故件数は対象年によって大きく変動する。しかも、死亡事故件数が1桁である場合も多い。そこで、この報告書では千葉県内の市町村合併がほぼ一段落した2011年（平成23年）から2016年（平成28年）の6箇年のデータを用いて分析を行う。

この報告書で扱う主な内容は次の通りである。

1. 銚子市における交通事故発生数の推移分析
2. 近年における銚子市における死亡事故率、人身事故率の全国値との比較
3. 交通事故発生に影響のあると考えられる説明変数の抽出
4. 千葉県市町村、6箇年平均死亡事故率、平均人身事故率に関するモデル
5. 千葉県市町村、6箇年死亡事故率や人身事故率の年間増減率に関するモデル

これらの検討に用いる適合度検定、死亡事故率や人身事故率などの影響因子を探る分析、死亡事故率や人身事故率の年間増減率の分析などの手法について以下説明する。

2. 交通事故発生率の適合度検定

市町村単位の死亡事故率や人身事故率は年によって大きく変動する場合が多い。このような状態で全国値と同

じといえるかという判断について χ^2 適合度検定⁹⁾を行う。死亡事故率を例に検定方法について説明する。

まず、次のような記号で全国と銚子市の人口や交通事故データを定義する。

a_i : i 年における銚子市の死亡事故件数

b_i : i 年において銚子市の死亡事故件数が全国値に一致しているとした死亡事故件数

c_i : i 年における銚子市の人口

d_i : i 年における全国の死亡事故率

ここで、 b_i は d_i と c_i を用いて次のように表すことができる。

$$b_i = d_i \times c_i \quad (1)$$

よって、 χ^2 検定値は次のように算出される。

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(a_i - b_i)^2}{b_i} \quad (2)$$

今回はモデルに母数はないので、 χ^2 検定値における自由度（ ν ）は年の数-1である。

したがって、(2)式の値を $\chi^2_p(\nu)$ で評価し、次の不等式が成立すれば銚子市の事故発生件数は全国値と同等といえない、とする。

$$\chi^2 \geq \chi^2_p(\text{max}-1) \quad (3)$$

今回は6年分のデータであり、 p として5%で評価すれば、 $\chi^2_{0.05}(5) = 11.07$ である。

3. 加重回帰分析によるモデル

都市 i について交通事故の発生を説明できると考えられる説明変数 X_{ij} ($j=1, 2, \dots$)があり、それら説明変数と都市 i の死亡事故率が線形関係にあるとする。

すると、都市 i の事故件数 λ_i は人口 n_i を用いて次のように表される。

$$\lambda_i = \left(\beta_0 + \sum_{j=1} \beta_j X_{ij} \right) n_i \quad (4)$$

ここで、 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots$ は定数である。

都市 i の観測値である事故件数 Y_i は誤差項 u_i を含み次のようになる。

$$Y_i = \lambda_i + u_i \quad (5)$$

この値を用いると都市 i の死亡事故率 y_i は人口 n_i で除して次のように表される。

$$y_i = \left(\beta_0 + \sum_{j=1} \beta_j X_{ij} \right) + \frac{u_i}{n_i} \quad (6)$$

都市 i の死亡事故率を p_i とし、死亡事故件数がポアソン分布に従うとすれば、都市 i における事故件数 Y_i の誤差項 u_i の分散 $V(u_i)$ は、次のように考えることができる¹⁰⁾。

$$V(u_i) = n_i p_i \quad (7)$$

なお、 p_i , λ_i , n_i には次の関係がある。

$$p_i = \frac{\lambda_i}{n_i} \quad (8)$$

さて、式(6)を次のように書き直す。

$$y_i = \left(X_{i0} \beta_0 + \sum_{j=1} X_{ij} \beta_j \right) + \varepsilon_i \quad (9)$$

ここで $X_{i0} = 1$, $\varepsilon_i = \frac{u_i}{n_i}$ である。

このとき、誤差項 ε_i の分散 $V(\varepsilon_i)$ は、式(7)を考慮すると次のようになる。

$$V(\varepsilon_i) = \frac{p_i}{n_i} \quad (10)$$

この分散の標準偏差で式(9)の両辺を除すと、その誤差項の分散を1とすることになり、通常最小二乗法を適用することができる。

なお、これは次の関数における係数 β_0 , β_1 , β_2 , ... を最小二乗法によって求めることと同じになる。

$$f = \sum_i \frac{n_i}{p_i} \left(y_i - X_{i0} \beta_0 - \sum_{j=1} X_{ij} \beta_j \right)^2 \quad (11)$$

したがって、これは重みを $\frac{n_i}{p_i}$ にした加重最小二乗法による推定¹¹⁾である。

4. 死亡事故率や人身事故率の年間増減率モデル

死亡事故率や人身事故率について、6年間の平均値とともに年間増減率についても考察する。

そのため本節では、この死亡事故率について年毎の値を線形回帰する方法について説明する。

都市の r 年における人口が n_r 人で、死亡事故の発生数が x_r 件であったとする。また、 r 年における死亡事故率の平均値を ξ_r とする。したがって、この都市における r 年の平均死亡事故発生件数を x_{er} とすれば次のように表される。

$$x_{er} = \xi_r n_r \quad (12)$$

ポアソン分布に従うとした場合に r 年の確率密度 f_r は次のように表される¹⁰⁾。

$$f_r = \frac{e^{-x_{er}} x_{er}^{x_r}}{x_r!} \quad (13)$$

死亡事故率が1次関数的に変化するものとするので、 r 年の死亡事故率平均値を次のように仮定する。

$$\xi_r = a_0 + a_1 \cdot r \quad (14)$$

ここで、 a_0 と a_1 は定数である。したがって、 r 年の平均

死亡事故件数 x_{er} は、次のようになる。

$$x_{er} = (a_0 + a_1 \cdot r) n_r \quad (15)$$

交通事故データが m 年分あるとして、係数 a_0 と a_1 を

推定するが、最尤法¹²⁾により求める。

尤度関数 L は次のように表される。

$$L = \prod_{r=1}^m f_r \quad (16)$$

ここで、対数尤度 Y を考える。 L を最大にすることと Y を最大にすることは等価である。 Y は次のように表される。

$$Y = \log(L) = \sum_{r=1}^m \log(f_r) = \sum_{r=1}^m (-x_{er} + x_r \log(x_{er}) - \log(x_r!)) \quad (17)$$

式(15)を代入して、

$$Y = \sum_{r=1}^m \left(-(a_0 + a_1 \cdot r) n_r + x_r \log((a_0 + a_1 \cdot r) n_r) - \log(x_r!) \right) \quad (18)$$

ここで、 Y が最大となる条件を見つけるために、次の条件が満たされるようにする。

$$\frac{\partial Y}{\partial a_0} = \frac{\partial Y}{\partial a_1} = 0 \quad (19)$$

以下、定式化を省略するが、フィッシャー情報量¹²⁾などを利用して、統計検定量等を得る。

5. 説明変数の影響について

事故発生率 p_i を予測するモデルが式4と式8から次のように作られたとする。

$$p_i = X_{i0} \beta_0 + \sum_{j=1} X_{ij} \beta_j \quad (20)$$

このとき、事故発生率に影響が強い説明変数を探る方法が必要となる。そのため、本報では次のように考える。

説明変数 X_{ij} の平均値と標準偏差を X_{jAVE} , X_{jDEV} とする。この説明変数について都市 i の標準得点を z_{ij} とすれば、都市 i の説明変数の大きさは次のように表される。

$$X_{ij} = X_{jAVE} + z_{ij} \cdot X_{jDEV} \quad (21)$$

すると、説明変数の変化による事故発生率の変化は次のように表される。

$$dp_i = \sum_{j=1} (\beta_j \cdot X_{jDEV}) dz_{ij} \quad (22)$$

したがって、各説明変数について $\beta_j \cdot X_{jDEV} \cdot dz_{ij}$ の値を比較すれば影響程度を評価できる。

Ⅲ. 説明変数について

事故の発生に影響する説明変数を人口構成、社会経済面、車両数などから抽出する。統計書から抽出可能な項目として以下のものを選んだ。

人口の観点から年齢層別人口、就業者数、従業者数など、社会経済的観点から事業所数、市町村税総額や市町村村民税の大きさなど、車両数の観点から乗用車や軽自動車の数や比率、面積の観点から可住地面積などに着目した。

これら説明変数は市町村の人口の大小による影響を避けるため人口で除すあるいは比率化などし、2011年～2016年の平均値と年間増減率を算出する。なお、年間増減率とは2011年～2016年の各年の値を線形回帰した傾きの値である。

基本的には6年間の期間、毎年のデータが入手できるものとしたが、年齢層別データのように、限られた年のデータしか利用できないものがある。また、交通事故データ¹³⁻¹⁴⁾は12月末現在の値、人口データ¹⁵⁻¹⁷⁾は10月1日現在の値、車両数に関するデータ¹⁶⁻¹⁸⁾は3月末現在のものである。なお、車両保有台数は登録車、軽自動車の合計であり、小型特殊や原付自転車は含まない。さらに、軽自動車に軽二輪車は含まない。

今回の分析で使用する説明変数の具体的な内容を以下に示す。なお、以後の説明のために各説明変数に記号を付す。年間増減率は記号にダッシュをつけて区別する。

1) 人口年間増減率 (P0')

経年変化を調べる分析に利用する。2010年と2015年の国勢調査結果¹⁰⁾をもとに算出する。

2) 65歳以上人口比 (P1)

65歳以上人口の総人口に対する割合であり、2015年の国勢調査¹⁶⁾による。また、年間増減率P1'は国勢調査結果2010年と2015年より算出する。

3) 就業者数人口比 (P2)

人口に占める15歳以上の就業者¹⁶⁾の割合である。

2015年の国勢調査結果による。年間増減率P2'は国勢調査結果2010年、2015年をもとに算出する。

4) 従業者数人口比 (P3)

従業者数¹⁶⁾と人口¹⁶⁾について統計データがある2009年、2012年、2014年の3箇年を合計し、除した値である。年間増減率P3'はこの3箇年の比率をもとに計算する。

5) 事業所数人口比 (E1)

事業所の数¹⁶⁾と人口¹⁶⁾について2009年、2012年、2014年の3箇年を合計し、除した値である。年間増減率E1'はこの3箇年のデータをもとに計算する。

6) 税総額人口比 (E2)

市町村税総額¹⁶⁾と人口¹⁶⁾について2011年～2016年の値を合計し算出する。また、年間増減率E2'は各年の税総額人口比をもとに計算する。

7) 市町村村民税の割合 (E3)

普通税の市町村村民税¹⁶⁾が市町村税総額に占める割合であり2011年～2016年を合計して算出する。また、年間増減率E3'は各年の割合の値をもとに計算する。

8) 車両数人口比 (V1)

車両台数¹⁶⁾と人口¹⁶⁾について2011年～2016年の値を合計し算出する。なお、年間増減率V1'は単年の比率をもとに計算する。

9) 乗用車人口比 (V2)

乗用自動車台数¹⁶⁾と人口¹⁶⁾について2011年～2016年の値を合計し算出する。また、年間増減率V2'は単年の比率をもとに計算する。なお、乗用自動車にバスは含まない。

10) 軽人口比 (V3)

軽自動車台数¹⁶⁾と人口¹⁶⁾について2011年～2016年の値を合計し算出する。なお、年間増減率V3'は単年の比率をもとに計算する。

11) 乗用車比率 (V4)

乗用自動車台数¹⁶⁾と車両総台数について2011年～2016年の値を合計し除した値である。なお、年間増減率V4'は単年の比率をもとに計算する。乗用自動車にバスは含まない。

12) 軽自動車比率 (V5)

軽自動車台数¹⁶⁾と車両総台数について2011年～2016年の値を合計し除した値である。なお、年間増減率V5'は単年の比率をもとに算出する。

13) 可住地面積人口比 (A1)

可住地面積¹⁹⁾と人口¹⁶⁾はそれぞれ2011年～2016年の平均値を用いて除す。

これらの説明変数について、千葉県54市町村の数値を算出し、銚子市の位置づけを求めた。千葉県市町村の

各説明変数の平均値を50点として銚子市の値を偏差値得点で表し、6箇年の平均値については図1に、年間増減率については図2に示す。

また、説明変数間の相関係数を表1に示す。車に関する説明変数のように相関係数が0.9を超える組み合わせもあり、回帰分析は多重共線性に留意しながら行う。

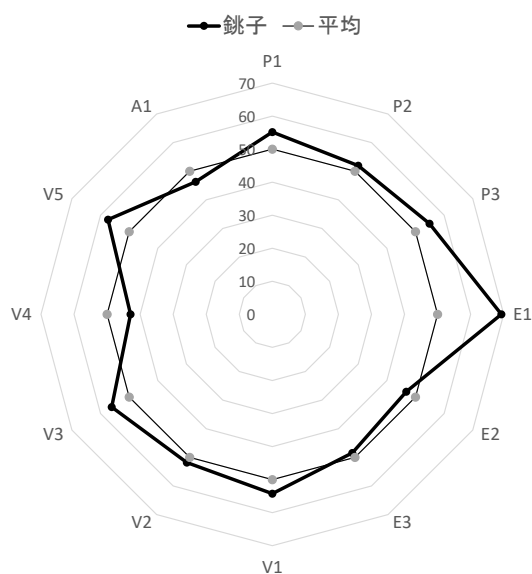


図1 説明変数（6箇年平均値）と銚子市の位置づけ

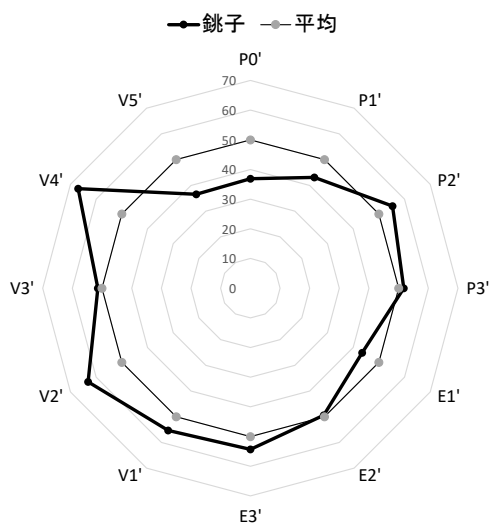


図2 説明変数（年間増減率）と銚子市の位置づけ

IV. 銚子市における人口・車両・事故の推移

交通事故の発生に人口あるいは車両数が関係する。そこで、これらについて年次推移をみた。

1. 人口・車両数の推移

まず、国勢調査結果¹⁶⁻¹⁷⁾をもとに人口推移をみると全国人口は2000年代まで増加するが、銚子市は1995年以降減少傾向に転じている。

年齢層別のデータが示されている1965年（昭和40年）以降について、銚子市と全国値と比較し図3に示す。14歳以下の人口構成率をみると1975年まで銚子市の方が全国値よりも高いが、1980年以降は全国値よりも低くなっている。一方、高齢層比率は全国値に比べて高く、かつ年とともに全国値との差が大きくなっている。若い人達が銚子市から離れ、出生数も減少し、人口減少に繋がっているといえる。

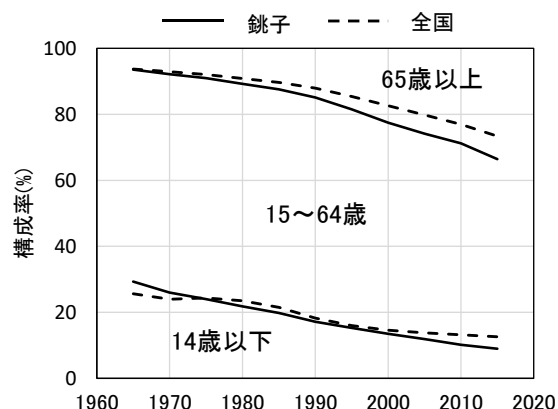


図3 年齢層別構成率積み上げ図 銚子市と全国比較

銚子市と全国の車両保有台数について調べたところ、全国値は2000年を過ぎると増加の程度が小さくなるものの2015年までほぼ増加傾向となっているが、銚子市においては2005年以降に減少傾向を示す。

国勢調査に基づく推計値^{15,17)}を用いて、人口あたりの車両台数の推移を全国値と比較し、図4に示す。銚子市においては、1965年には全国値よりも高くなっている。2016年には0.9台と全国値0.65台に比べて車両数人口比は高い。車両保有台数に占める軽自動車の構成率をみると全国値は2000年に28.2%であったが2016年に39.5%になった。一方、銚子市も同様に軽自動車の構成率は増加しており、かつ全国値に対してはほぼ3ポイント高く、2016年には車両の42.7%が軽自動車になっている。

2. 交通事故の長期推移

死亡事故件数に関する長期的データが入手できなかったため、人口1万人あたりの死者数を計算し図5に示す。2005年を除いて、1996年以降に銚子市の値は全国値より高い。

2011年～2016年の6箇年について全国値との適合性を評価した。自由度数5の5% χ^2 値は11.070であり、人口1万人あたりの死者数に関する χ^2 適合度統計値は

表1 説明変数間の相関係数

(a) P1~A1

	P1	P2	P3	E1	E2	E3	V1	V2	V3	V4	V5	A1
P1	1.000											
P2	-0.041	1.000										
P3	-0.017	0.412	1.000									
E1	0.699	0.266	0.455	1.000								
E2	-0.447	0.189	0.739	-0.102	1.000							
E3	-0.471	-0.249	-0.612	-0.603	-0.405	1.000						
V1	0.583	0.516	0.410	0.610	-0.105	-0.642	1.000					
V2	0.403	0.460	0.334	0.380	-0.101	-0.479	0.931	1.000				
V3	0.737	0.432	0.311	0.723	-0.230	-0.669	0.952	0.801	1.000			
V4	-0.713	-0.415	-0.290	-0.753	0.222	0.695	-0.895	-0.708	-0.971	1.000		
V5	0.811	0.241	0.095	0.740	-0.393	-0.602	0.760	0.564	0.909	-0.945	1.000	
A1	0.712	0.386	0.367	0.616	-0.117	-0.615	0.857	0.730	0.870	-0.783	0.698	1.000

(b) P1~A1 と P0' ~V5'

	P1	P2	P3	E1	E2	E3	V1	V2	V3	V4	V5	A1
P0'	-0.788	-0.292	-0.166	-0.666	0.328	0.443	-0.729	-0.592	-0.796	0.729	-0.713	-0.760
P1'	-0.448	-0.001	-0.160	-0.556	0.110	0.314	-0.226	-0.064	-0.328	0.323	-0.363	-0.399
P2'	0.404	0.506	0.362	0.506	0.072	-0.420	0.559	0.505	0.529	-0.486	0.420	0.567
P3'	0.227	0.375	0.497	0.215	0.322	-0.315	0.416	0.371	0.313	-0.240	0.099	0.438
E1'	0.269	0.035	0.107	-0.025	-0.012	-0.179	0.393	0.444	0.303	-0.185	0.102	0.476
E2'	-0.114	0.332	0.479	0.093	0.312	-0.135	0.249	0.251	0.138	-0.062	-0.095	0.266
E3'	-0.263	0.017	-0.022	-0.050	0.115	0.003	-0.192	-0.233	-0.204	0.120	-0.167	-0.361
V1'	0.571	0.519	0.350	0.601	-0.140	-0.524	0.876	0.817	0.826	-0.786	0.663	0.723
V2'	0.446	0.419	0.305	0.634	-0.088	-0.397	0.566	0.465	0.560	-0.589	0.498	0.438
V3'	0.636	0.427	0.197	0.514	-0.289	-0.503	0.918	0.875	0.894	-0.829	0.747	0.798
V4'	0.356	0.337	0.372	0.698	0.078	-0.497	0.384	0.139	0.483	-0.551	0.488	0.391
V5'	0.002	-0.233	-0.439	-0.424	-0.372	0.268	0.007	0.195	-0.046	0.109	-0.032	-0.023

(c) P0' ~V5'

	P0'	P1'	P2'	P3'	E1'	E2'	E3'	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'
P0'	1.000											
P1'	0.196	1.000										
P2'	-0.489	-0.400	1.000									
P3'	-0.294	-0.048	0.430	1.000								
E1'	-0.418	0.145	0.166	0.514	1.000							
E2'	-0.143	0.067	0.036	0.353	0.407	1.000						
E3'	0.302	-0.086	-0.162	-0.206	-0.436	-0.202	1.000					
V1'	-0.767	-0.196	0.619	0.422	0.410	0.223	-0.113	1.000				
V2'	-0.591	-0.204	0.535	0.277	0.123	0.116	0.115	0.829	1.000			
V3'	-0.798	-0.160	0.512	0.297	0.481	0.224	-0.273	0.912	0.584	1.000		
V4'	-0.364	-0.344	0.304	0.111	-0.211	0.150	0.171	0.342	0.597	0.208	1.000	
V5'	0.017	0.290	-0.189	-0.202	0.323	-0.032	-0.327	-0.058	-0.391	0.251	-0.681	1.000

15.974であった。従って、有意水準5%で銚子市のデータは全国値と異なっているといえる。

一方、入手できた2011年～2016年の死亡事故件数について死亡事故率を計算し全国値と比較した。基本的には人口1万人あたりの死者数と同じ傾向を示す。2011年～2016年について適合度検定を行ったところ、 χ^2 適合度統計値は10.397と有意水準5%で全国値と外れているとはいえないことがわかった。したがって、銚子市においては1件の事故で複数名死亡している場合があり、このた

め人口1万人あたりの死者数については有意水準5%で全国値と異なる結果になったといえる。

人身事故率を算出し、図6に全国値と比較した。1990年以降、銚子市においては全国値よりも低くなる傾向が見られる。2011年～2016年の人身事故率について適合度検定を行った。 χ^2 適合度統計値は126.61と銚子市における人身事故率は全国値と同等とはいえず、有意水準5%で異なる傾向を示すといってもよいことがわかった。

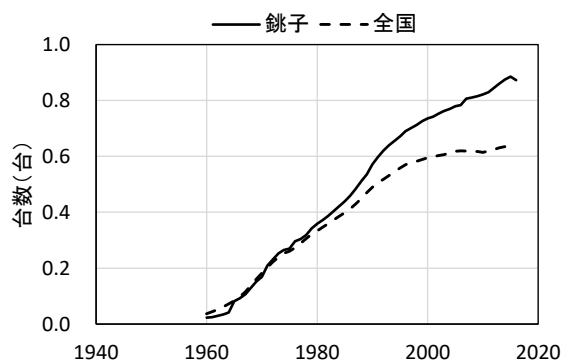


図4 人口1人あたりの車両保有台数推移

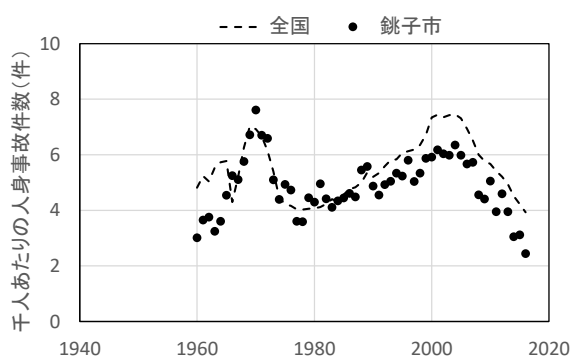


図6 人口1万人あたりの人身事故件数推移, 銚子市と全国との比較

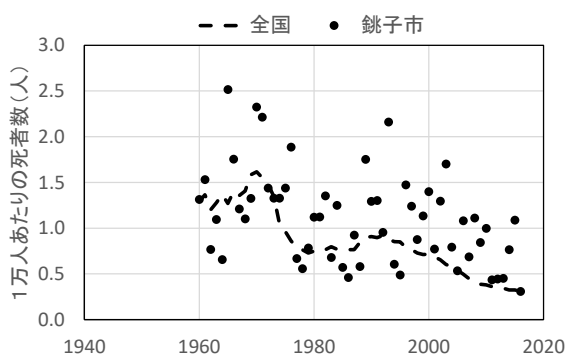


図5 人口1万人あたりの死者数推移, 銚子市と全国との比較

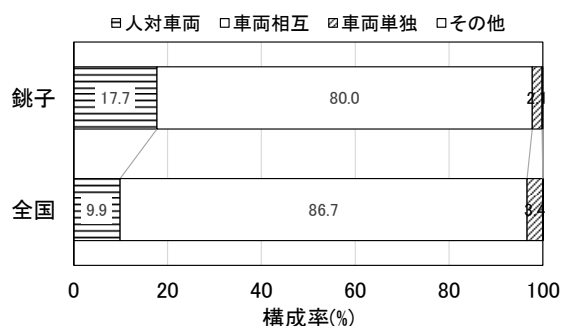


図7 事故類型別事故件数構成率

以上のように、銚子市において死亡事故率は高い傾向を示すが人身事故率は全国値よりも低いことが特徴である。

3. 銚子市における近年の交通事故発生状況

銚子市および全国の人身事故件数について、2013年（平成25年）から2015年（平成27年）3年間のデータを交通事故総合分析センターから入手⁵⁾し、銚子市の特徴が表れると考えられる事故類型別、事故発生時間帯別、通行目的別の分析結果について示す。銚子市の事故件数は665件、全国では1,739,774件であった。

(1) 事故類型別・年齢層別構成率

図7のように人身事故の事故類型別構成率を見ると、人対車両事故が17.7%と全国平均9.9%の約2倍になっている。

事故に関与した第1当事者と第2当事者について高齢層の比率を調べると、銚子市では22.0%と全国値16.5%よりも高い。

(2) 事故発生時間帯別構成率

図8のように人身事故の事故発生時間帯別構成率をみると、銚子市では10-11時あるいは14-15時の時間帯で事故発生の割合が全国値に比べて高いことが特徴である。

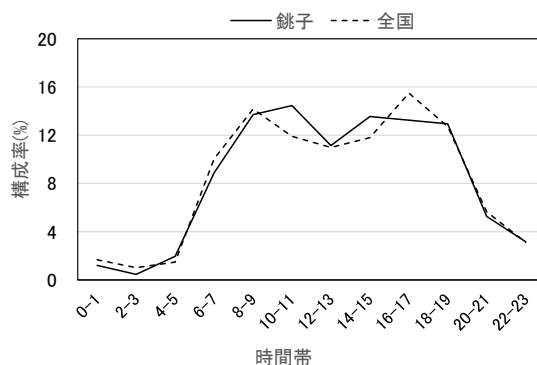


図8 時間帯別事故件数構成率

(3) 通行目的別構成率

人身事故の通行目的別構成率を図9に比較した。第1当事者と第2当事者を合計し不明を除外した。通行目的は業務、通勤・通学等、飲食・買物、訪問、送迎とし、これら以外をその他にまとめた。

全国値では、その他の区分の割合が高いが、銚子市においては、飲食・買物の構成率が35.3%と高いことが特徴である。

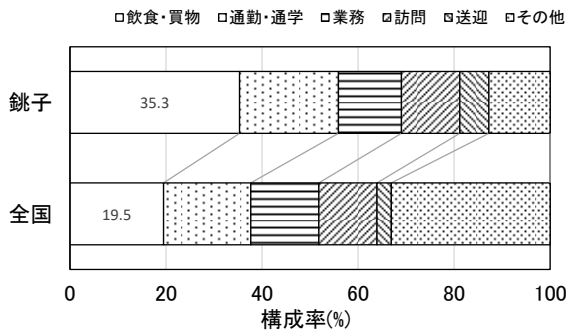


図9 通行目的別構成率 (第1当事者と第2当事者の合計)

(4) 死亡事故について

銚子市における2013年～2015年の死亡事故件数は13件であった。うち8件が人対車両事故であった。交通事故の第1当事者は自動車である場合が多い。そこで、自動車が第1当事者である事故について年齢層別に人口あたりの件数を図10に比較した。なお、銚子市の年齢層別データ¹⁷⁾は住民基本台帳によった。16-24歳の死亡事故件数は3件であるが、全国値に比べて高い。

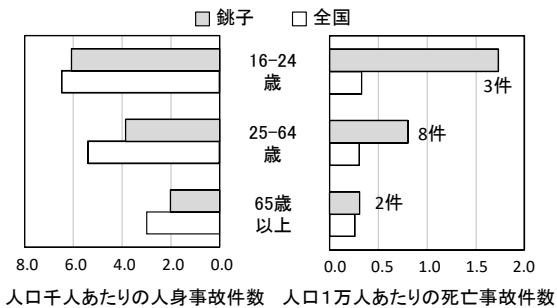


図10 年齢層別人口あたりの事故件数 (第1当事者が自動車の場合)

V. 事故発生率に及ぼす要因分析

事故発生に及ぼす人口構成、社会経済面、車両数などの影響を評価した。死亡事故件数は千葉県警察本部交通総務課より入手し、人身事故件数は千葉県統計年鑑¹⁶⁾によった。なお、死亡事故は一般道路のみである。

1. 平均死亡事故率について

分析で使う死亡事故率は、死亡事故件数と人口についてそれぞれ2011年～2016年6箇年を合計し除した値である。

都市*i*の死亡事故率 ξ_i が次のように説明変数で仮定できるとして、加重最小二乗法による回帰分析を実施した。

$$\xi_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ij} \tag{23}$$

多重共線性が疑われるため説明変数V2～V4を除き、t値が小さい説明変数を除外しながら影響の強い説明変数を抽出する縮小法で分析を行った。回帰モデルの選択方法としてF値を用い、説明変数の選択方法としては5% t値を用いた。

死亡事故率を説明できるモデルの1例は、P1, P2, V1の組み合わせである。このモデルの予測値と観測値との相関を図11に示す。死亡事故率と説明変数は全て正の関係であった。なお、正の関係とは、説明変数が大きくなると死亡事故率も大きくなる関係をいい、負の関係とは死亡事故率が小さくなる関係をいう。

加重回帰分析としてのF値は300、R²値は0.815であった。なお、F_{0.05}(3, 50)は2.790であり、有意水準5%で説明変数の組み合わせは意味があるといえる。また、各説明変数のt値も有意水準5%を満たしている。

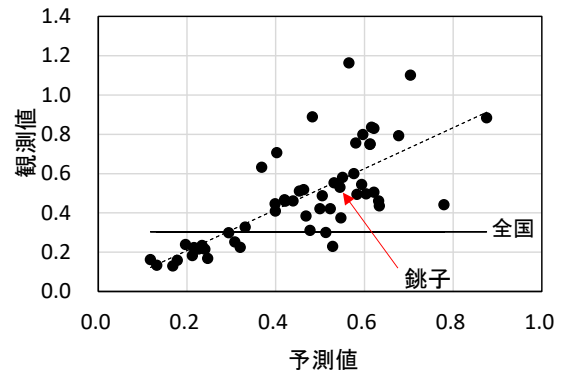


図11 死亡事故率に関する観測値と予測値との相関 (P1, P2, V1 モデル)

2. 平均人身事故率について

人身事故率に関する分析についても死亡事故率と同様人身事故件数と人口について6箇年をそれぞれ合計し除した値である。加重最小二乗法の縮小法による回帰分析を実施した。

その結果、人身事故率を説明できるモデルの1例は、P3, V1, A1の組み合わせであった。このモデルによる予測値と観測値との相関を図12に示す。説明変数のP3とV1については人身事故率に対して正の関係、A1は負の関係である。

加重処理されたモデルのF値は783.2、R²値は0.950であった。なお、F_{0.05}(3, 50)は2.790であり、有意水準5%で説明変数の組み合わせは意味があるといえる。

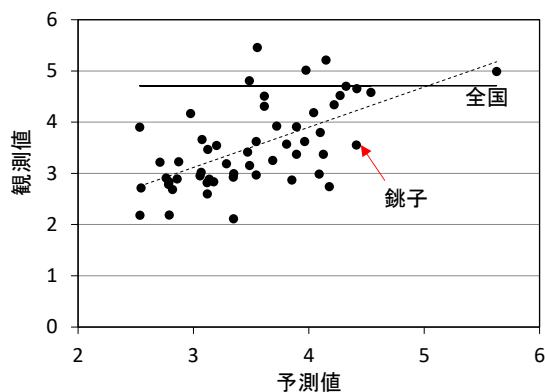


図12 人身事故率に関する観測値と予測値との相関 (P3, V1, A1モデル)

3. 死亡事故率の年間増減率について

本節では、2011年～2016年の6箇年について、死亡事故率の年間増減率と説明変数の年間増減率との関係を調べる。

全国値で見ると6箇年に死亡事故率、人身事故率とも減少している。一方、銚子市は人身事故率が減少するものの、死亡事故率は年と共に増加する傾向にあることが示された。

表2 死亡事故率と人身事故率の年間増減率

	銚子市	全国
死亡事故率	0.0261	-0.0106
人身事故率	-0.473	-0.309

なお、死亡事故率の年間増減率についてはその分布が不明であり、正規分布にしたがうと仮定して重回帰分析を行った。多重共線性の疑われるV1'～V5'の中でV1'を除外し、縮小法に基づき、説明変数を抽出した。

モデルの一つは、P0', P3', E2', E3', V2', V5'等の組み合わせであった。モデルによる予測値と観測値との相関を図13に示す。なお、死亡事故率の年間増減率に対して、全ての説明変数は負の関係であった。

F値は7.058、R²値は0.474であった。なお、F_{0.05}(6, 47)は2.299であり、有意水準5%で説明変数の組み合わせは意味があるといえる。

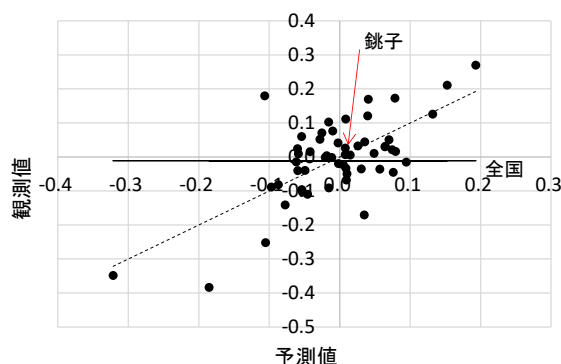


図13 死亡事故率年間増減率に関する観測値と予測値との相関 (P0', P3', E2', E3', V2', V5'の組み合わせによるモデル)

4. 人身事故率の年間増減率について

人身事故率について6箇年の年間増減率について、回帰モデルの存在を調べた。

多重共線性が懸念されるV1'～V5'の中でV1'を除外し、縮小法により説明変数の組み合わせを探したが、モデルが有意水準5%で有意となる組み合わせは見つからなかった。

VI. 考察

1. 死亡事故率に及ぼす影響

銚子市の死亡事故率は0.530と千葉県市町村平均値0.479や全国値0.311よりも高い。

6箇年平均の死亡事故率に関する千葉県市町村モデルによれば、65歳以上人口比(P1)、就業者数人口比(P2)、車両数人口比(V1)などの説明変数で構成され、これらの説明変数と死亡事故率は正の関係であった。千葉県市町村の中で銚子市のP1, P2, V1などの値は平均より高い。これらの中で、銚子市の死亡事故率を高める要因を調べたところ、車両数人口比(V1)の影響が大きく、ついで

65歳以上人口比（P1）の影響が大きいことがわかった。

また、死亡事故率の年間増減率の分析によれば、銚子市は0.0261であり、千葉縣市町村平均-0.0037、全国値-0.0106などと減少傾向であるのに対し増加傾向を示している。

死亡事故率の年間増減率に関するモデルは、人口年間増減率（P0'）、従業者数人口比（P3'）、税総額人口比（E2'）、市町村民税の割合（E3'）、乗用車人口比（V2'）、軽自動車比率（V5'）などで構成され、これらの説明変数は年間増減率に対していずれも負の関係であった。銚子市の位置づけを見ると、P0'、E2'、V5'は平均よりも低く、P3'、E3'、V2'は高くなっている。これらの中で、銚子市の年間増減率を高める要因を調べたところ、人口年間増減率（P0'）や軽自動車比率の増減率（V5'）などであった。

銚子市のような人口減少が進む地方都市においては高齢層の比率が高くなり、車両数人口比が高くなる傾向がある。したがって、死亡事故率自体が高くなる傾向になることが確認された。

2. 人身事故率に関する考察

6箇年平均人身事故率については、銚子市は3.55と千葉縣市町村平均3.52並であるが、全国値4.71よりも低い。なお、年間増減率では銚子市は-0.473と千葉縣市町村平均-0.211、全国値は-0.309に対し、減少傾向が大きい。

千葉縣市町村の人身事故率モデルは従業者数人口比（P3）、車両数人口比（V1）、可住地面積人口比（A1）の組み合わせであった。P3とV1については人身事故率に対して正の関係、A1は負の関係であった。銚子市の千葉縣市町村の位置づけをみると、P3とV1は平均よりも高く、A1は低い。したがって、人身事故率は千葉縣市町村平均よりも大きな値になってもよいが、ほぼ平均値並であった。

人身事故率に対してP3やV1が正の関係、A1が負の関係であることが理解できる。しかし、千葉県の市町村平均が全国値よりも25%も低い、この理由については今後の課題である。

3. 銚子市の人口推移と事故に関する考察

出生中位、死亡中位とした総務省の人口推定²⁰⁾をもとに1990年から2015年は現状値、2016年～2065年まで推測値とした人口構成推移を図14に示す。少子化と平均寿命の長寿化により高齢層の比

率が増加し、2060年にはほぼ飽和し40%近くになる。

この図の中に1990年から2015年の銚子市の値を重ねるが、銚子市の1990年を全国値の1998年にあわせてプロットした。銚子市の高齢層の増加は全国値に比べて進み方が早く、また高齢層の比率について銚子市は約8年、全国に先んじているととらえることができる。また、高齢層の比率でいうと、2015年の銚子市の値は33.6%であり、全国推定値の2037年の値に匹敵し、全国に22年進んだ状態であることがわかる。

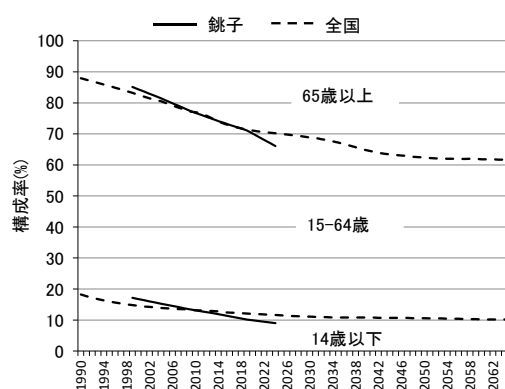


図14 人口構成率の現状及び推計

高齢者については、歩行者²¹⁾や運転者²²⁻²³⁾などの観点から死亡事故の増加が指摘されている。しかし、高齢者の比率が高い都市における人身事故率の低さにふれた報告は見あたらない。地方都市では、大型ショッピングセンターへの集約化、脆弱な公共インフラと、多くの住民が車での移動を余儀なくされているところが多い。通院が必要な高齢者にとって足の確保は特に重要である。車での移動が増えれば交通事故が増えてもおかしくない。しかし、図9から推測されるように銚子市では多くの住民は飲食・買物、訪問、送迎など目的を限定して行動をしており、トリップ数が増えていないのではないだろうか。このため図10にみられるように人口千人あたりの人身事故件数が全国値よりも低くなっていると考えられる。

高齢者の比率が高くなったときに懸念されることは歩行者死亡事故²¹⁾の増加である。4-3-4節で指摘したように銚子市においても死亡事故の約6割が歩行者事故であった。

銚子市では図4に見るよう一人に約0.9台の車が普及している。また、高齢者は軽自動車を利用することが多く²⁴⁾、高齢になったときに乗用車から軽自動車への乗り換えはあっても軽自動車を

保有し続けるであろう。一方、図2にみた乗用人口比の増減率（ $V2'$ ）は0.0027と千葉県市町村の平均値-0.0002を大きく超え、一人あたりの乗用車の数は増える状態にある。この乗用車を利用するユーザはおそらく高齢者以外であり、このユーザに24歳以下（以下、若年層という。）の住民もいるだろう。若年層については深夜・早朝の事故、車両単独事故など重大事故に関する問題²⁵⁾が指摘されている。図10にみられる若年層の死亡事故率の高さに関係しているのではないだろうか。

銚子市の高齢層比率は2015年で約34%と人口の全体の3分の1にしかすぎない。また、銚子市の死亡事故件数は少なく統計的な信頼性を欠いている。したがって、上述の解釈については今後検討が求められる。

4. 分析の課題について

銚子市内には高速道路がないことから、死亡事故については一般道路における死亡事故として分析を行った。しかし、人身事故件数には高速道路の事故が含まれており、信頼性の課題を含んでいる。

説明変数の中には、毎年のデータが入手できないものもある。これも統一的な評価がしにくくなっている理由の一つと考えられる。

交通事故を社会面からとらえる上ではトリップ数など実際の車の動きを取り入れることが求められる。現在、交通量が測定された交通センサデータ²⁶⁾を利用できるが特定の日にもちの特定の測定場所のデータであることなど、その利用方法については今後検討を要する。

経済的な説明変数がモデルに入っているが、経済的要因によりどのように交通事故の発生に関係するかについての考察はできていない。これらの説明変数のあり方については今後も議論を進める必要がある。

Ⅶ. まとめ

銚子市において人口1万人あたりの死者数をみると全国平均を超えることが多い。また、人口1万人あたりの死亡事故件数でも全国値を超えることが多い。

このような銚子市における交通事故発生率の要因を調べるため、千葉県内の54市町村の人口構成、社会経済面、自動車数、面積などを考慮しながら事故発生リスク予測モデルを導いた。

事故発生リスクとして2011年-2016年6箇年の死亡事故率（人口1万人あたりの死亡事故件数）、

人身事故率（人口千人あたりの人身事故件数）とした。

説明変数として、人口としては65歳以上の人口、就業者数、従業員数、社会経済面では事業所数、市町村税総額、市町村民税など、自動車では乗用車数、軽自動車数などに着目し、人口で除した値あるいは比率を用いた。

事故発生リスク予測モデルとして次のものが挙げられた。

死亡事故率のモデルは、65歳以上人口比（P1）、就業者数人口比（P2）、車両数人口比（V1）などで構成され、これらの説明変数の値が高いほど死亡事故率は高くなる。

人身事故率のモデルは、従業員数人口比（P3）、車両数人口比（V1）、可住地面積人口比（A1）などで構成され、P3、V1が高いほどあるいはA1が低いほど人身事故率は高くなる。

銚子市の死亡事故率は千葉県の市町村の中で平均値より高く、その要因をモデルでいえば、車両数人口比や65歳以上人口比が高いことなどの影響と考えられる。死亡事故率について年間増減率の分析を加えたところ、銚子市の人口年間増減率や軽自動車比率増減率の低さなどが年間増減率の高さに関係していることがわかった。

2015年の銚子市の人口構成は我が国の2037年付近を表しており、高齢層の比率は高いがその増加代が減少している状態である。このような状況が死亡事故率の高さに反映されているといえる。

千葉県の人身事故率は全国値よりも低い。千葉県市町村モデルの考え方が全国値に対する差異を説明できるかどうかについては、今後、考察が求められる。

地方都市においては多くの住民にとって移動手段の確保が重要である。高齢者比率の高い社会では歩行者事故の問題が指摘されるが、若年層による死亡事故も懸念される場合がある。自動車が安全に利用されるような環境整備、高齢者が安心して交通社会を過ごすことができるインフラ整備などを進める必要がある。

謝辞

交通事故データの収集にあたって、銚子市警察署交通課、千葉県警察本部交通総務課事故統計係、交通事故総合分析センターなどの協力をいただいた。銚子市のデータ収集にあたっては銚子市企画課統計係に協力いただいた。また、銚子市の交通事故データの分析は卒業研究として神田雅之君に取り組んでもらった。

データ収集、分析などにご協力をいただいた皆様方に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 銚子市史, 図書刊行会, 1956.
- 2) 水産庁, 水産物流通調査, 産地水産物流通調査, 漁港別品目別上場水揚量・卸売価格,
<http://www.market.jafic.or.jp/>
- 3) 交通事故総合分析センター, 全国市町村別交通事故死者数, Itarda Information No.113, 2015.
- 4) 中山邦文, 総合的な交通死亡事故防止対策の推進について～「交通事故死者数アンダー170」の達成に向けて, 月刊交通, pp.77-85, 8月号, 2014.
- 5) 神田雅之, 銚子市における交通事故実態の分析, 2017年度千葉科学大学卒業研究論文, 2018.
- 6) 石川知樹, 銚子市内におけるシートベルト着用と携帯電話使用有無の調査, 2008年度千葉科学大学卒業研究論文, 2009.
- 7) 松永勝也, 1.8節, 交通事故防止の人間科学, ナカニシヤ出版, 2002.
- 8) 加来照俊他, 交通事故と社会経済要因との関連に関する研究: 多変量解析による考察, 北海道大学工学部研究報告, 83, 1-13, 1977.
- 9) 廣津千尋, 「第5章 適合度検定」, 東京大学教養学部統計学教室, 基礎統計学Ⅲ 自然科学の統計学, 1991.
- 10) 松原望, 「第6章 確率分布」, 東京大学教養学部統計学教室, 基礎統計学Ⅰ 統計学入門, 1991.
- 11) 縄田和満, 4.3.3節, T S Pによる計量経済分析入門, 朝倉書店, 1997.
- 12) 廣津千尋, 「第4章 最尤法」, 東京大学教養学部統計学教室, 基礎統計学Ⅲ 自然科学の統計学, 1991.
- 13) 交通事故総合分析センター, 交通統計, 平成5年版～平成29年版.
- 14) 交通事故総合分析センター, 交通事故統計年報, 平成23年版～平成28年版.
- 15) 総務省, 統計で見る日本, 人口推計, 長期的系列データ, 年齢(各歳), 男女別人口(各年10月1日現在)-総人口, 日本人人口(平成12年～27年).
- 16) 千葉県, 千葉県統計年鑑, 平成23年～平成29年.
- 17) 銚子市, 銚子市統計書, ～平成29年度版
- 18) 国土交通省, 自動車輸送統計調査(年報), ～平成29年
- 19) 国土地理院, 全国都道府県市区町村別面積調, ～平成28年
- 20) 国立社会保障・人口問題研究所, 日本の将来推計人口(平成29年推計), 表1-1 総数, 年齢3区分(0～14歳, 15～64歳, 65歳以上)別総人口及び年齢構造係数: 出生中位(死亡中位)推計より, 2017.
- 21) 交通事故総合分析センター, 高齢歩行者の道路横断中の事故, Itarda Information No.118, 2016.
- 22) 三井達郎, 人的要因からみた長寿ドライバーの交通事故の特徴, 第12回 交通事故調査・分析研究発表会, 2009.
- 23) 西田泰, 高齢運転者による交通事故の増加要因と事故対策, 自治体法務研究, 夏, pp.6-10, 2017.
- 24) 日本自動車工業会, 軽自動車の使用実態調査報告書改訂版, 2018年7月, p105, 2018.
- 25) 交通事故総合分析センター, 若者事故, Itarda Information No.8, 1996.
- 26) 国土交通省, 平成27年度全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査集計表, <https://www.mlit.go.jp/road/census/h27/index.html>