

ベイズ型コウホートモデルを用いた  
日本における死亡事故件数の年齢・時代・コウホート効果の評価\*  
Estimation of Age-Period-Cohort Effects on number of Fatal Accidents in Japan  
using Bayesian Cohort Model.\*

井本智之\*\*・萩原亨\*\*\*・武本東\*\*\*\*・加賀屋誠一\*\*\*\*\*

By Tomoyuki IMOTO\*\*・Toru HAGIWARA\*\*\*・Azuma TAKEMOTO\*\*\*\*・Seiichi KAGAYA\*\*\*\*\*

1. はじめに

近年日本における交通事故による死亡者数は減少し続けており、これからもこのような状況が続くことが望まれる。このような状況になった背景には様々な要因があると思われる、これらの要因を分析していくことは今後の交通事故への対策にとって非常に重要であると考えられる。

そこで本研究では交通事故データに時系列的な分析を適用しようと考えた。過去に行われた交通事故データに関するこのような分析は、事故発生年における各年齢層の特徴を分析したに過ぎず、加齢に伴う変化や時代の流れによる変化を明確に分離していない。また、萩原らの既存研究<sup>1)</sup>より世代間での交通事故に関する意識というものも著しく変化してきておりこれらも考慮しなければならない。本研究ではコウホート分析法という手法を用いて加齢や時代による変化のみならず世代(コウホート)による変化にも着目し、それらを分離することによって、それぞれがどのような影響を与えているのかを定量的に明らかにしようと考えた。またこれらの効果を分離することによって交通事故の人的要因に着目した将来の交通死亡事故者数の予測を試みる。

2. 標準コウホート表

(財)交通事故分析センターによる“死亡事故件数(1当のみ)”を分析に用いた。このデータを表-1のように年齢区分と調査時点の幅が一致(5年区切りするよう集計した、年齢×時代(15×5)の標準コウホート表を作成し分析した。

表-1に標準コウホート表を示す。

3. 分析手法

(1) 概要

コウホート分析法は継続調査から得られるデータに対し、時代の推移や年齢変化のみならずある時代流行が特定の世代の行動に与える影響の“コウホート効果”についても同時に解析しようという分析方法である。この手法を応用し中村ら<sup>2)</sup>によって提唱されている“ベイズ型コウホートモデル”を参考に本研究では分析を進めた。なお、中村らはベイズ型コウホートモデルを行動科学の分野で適用し数多くの研究を行っている。

(2) 標準コウホート表と3つの効果

一般にコウホート分析では継続調査から得られたデータを下式のように線形和としてモデル化する。

表-1 年齢×時代の標準コウホート表

死亡事故件数(1当のみ)を5年毎に集計	82-86年	87-91年	92-96年	97-01年	02-06年
20-24歳	8317	10348	10086	7250	4283
25-29歳	4882	5172	5682	5605	3887
30-34歳	4489	3550	3354	3524	3422
35-39歳	3914	3888	3002	2676	2585
40-44歳	3334	3702	3570	2518	2218
45-49歳	2858	3235	3568	3203	2197
50-54歳	2459	2793	3222	3263	2808
55-59歳	1911	2565	2858	2814	2636
60-64歳	1154	2009	2636	2296	2117
65-69歳	1046	1635	2497	2486	2298

\*キーワード：交通安全

\*\*学生員、工学、北海道大学大学院工学研究科

(北海道札幌市北区北13条西8丁目、

TEL、FAX011-706-6211)

\*\*\*正員、工博、北海道大学大学院工学研究科

\*\*\*\*正員、工修、(独)土木研究所寒地土木研究所

(札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号

TEL011-841-1738、FAX011-841-9747)

\*\*\*\*\*フェロー、学博、北海道大学大学院工学研究科

継続調査から得られたある数量的特性

=年齢効果+時代効果+コウホート効果+総平均効果

ここで各効果の説明について下記に示す。

- ・年齢効果…世代や時代に関わりなく、人間の生理的側面やライフステージと関連して変化する部分  
(ex 運転技術の向上、老化に伴う身体機能低下等)
- ・時代効果…年齢や世代を問わず、社会全体が同じ方向に変わっていく部分  
(ex 法の整備、道路整備、安全性能の向上など)
- ・コウホート効果…年齢や時代による変化以外の、生まれ育った時代環境を反映した他の世代と区別できる特徴の部分  
(ex 教育・社会的背景など)

本研究の各効果の厳密な定義としては標準コウホート表の位置関係により定義をしている。表 - 2 に各効果の位置関係の詳細について示す。

表 - 2 各効果の位置関係

死亡事故件数(1当のみ)を5年毎に集計	82-86年 87-91年 92-96年			97-01年	02-06年
	82-86年	87-91年	92-96年		
20-24歳	8317	10348	10086	7250	4283
25-29歳	4882	5172	5682	5605	3887
30-34歳	4489	3550	3354	3524	3422
35-39歳	3914	3888	3002	2676	2585
40-44歳	3334	3702	3570	2518	2218
45-49歳	2858	3235	3568	3203	2197
50-54歳	2459	2793	3222	3263	2808
55-59歳	1911	2565	2858	2814	2636
60-64歳	1154	2009	2636	2296	2117
65-69歳	1046	1635	2497	2486	2298

- ・年齢効果：4882…3887 (横長の長方形の枠内) のように全ての時代の同じ年齢層に等しくかかる効果。(枠の場合は25-29歳にかかる年齢効果を表す。)
- ・時代効果：7250…2486 (縦長の長方形の枠内) のようにある時代の全ての年齢層に等しくかかる効果。(枠の場合は97-01年にかかる時代効果を表す。)
- ・コウホート効果：1911, 2009, 2497 (連続した長方形の枠内) のように同一世代(出生をほぼ同時期にする人口集団)に等しくかかる効果。(枠の場合は1927-1931年に生まれた同一世代にかかるコウホート効果を表す。)

ここで標準コウホート表から直接分析目的である各効果を求めるには、標準コウホート表の性質上不可能である。したがって制約条件を付加する必要がある。

(3) ベイズ型コウホートモデル

中村ら<sup>2)</sup>はコウホート分析に用いる統計的モデルに、各効果の隣接する区分での差(パラメータの大きさ)の重み付き二乗和をなるべく小さくするという条件を付け加えたモデルを提案した。これは“パラメータの漸進的変化の条件”といわれる。この条件に加えて、コウホート分析の方法を定式化すれば、以下のようになる。

- ① モデルの適合性からの観点からは、実際のデータと予測値との差はなるべく小さくする。
- ② パラメータに関する条件の観点からは、各効果の隣接する区分での差の重み付き二乗和はなるべく小さくする。

の二点のバランスを考えることになる。最適なバランスをデータから得るためには、赤池のベイズ型情報量基準(ABIC)を利用し、ABICの値を最小にする効果の分離の仕方が、最適の解となる。本研究ではこの手法に従い分析を行った。

4. 分析結果・結果の検証

“死亡事故件数(1当のみ)”のデータを“免許保有者数<sup>3)</sup>”の値で除し、標準化させた“免許保有者10万人あたりの死亡事故件数(1当のみ)”(以降、死亡事故件数)を使って標準コウホート表を作成し、ベイズ型コウホートモデルを用いて分析を行った。

(1) 死亡事故件数と3つの効果(図-1)

ここで図-1の各横軸はそれぞれ年齢、時代、世代の移り変わりを示している。また縦軸は死亡事故件数を増減させる影響を示しており、値がプラスであれば死亡事故件数を増加させる効果を、値がマイナスであれば死亡事故件数を減少させる効果を表している。

a) 年齢効果

20-24歳での死亡事故を増加させる効果が非常に大きい。また高齢層についても60歳を境に減少させる効果から増加させる効果に転じていることがわか

り、65-69 歳の効果についても増加させる効果が大  
きいことがわかる。

b) 時代効果

時代が進むにつれ死亡事故を増加から減少させる  
効果の変化を見ることができる。また 1990 年からそ  
の効果の変化の傾向が強くなった。

c) コウホート効果

世代間による効果の増減の変化を見ることができ  
る。1970 年代生まれの世代の死亡事故を増加させる  
効果が他の世代に比べ突出して大きい。

また 1980 年代生まれの世代の死亡事故を増加か  
ら減少させる効果への変化が著しいことがわかる。

(2) ベイズ型コウホートモデルを用いて求めた各効果  
の妥当性の検証

求めた各効果の妥当性を確認するため、各効果か  
ら逆算した結果がどの程度交通事故件数（1 当のみ）  
を再現しているかを検証した。

死亡事故件数（1 当のみ）の実測値とモデル値の相  
関図を図 - 2 に示す。相関係数は 0.986 となっており、  
実測値とモデルの間には高い相関があった。

5. 将来の予測

現在我が国は少子高齢化により、人口構成の変化が  
著しい。よってこれらの影響を把握するため、交通事  
故に関する人的要因は現在とは変わらないという仮定  
の下、人口構成のみ推移させ近い将来の“死亡事故件  
数（1 当のみ）”についての予測を行った。

具体的な手順として、今回の分析では事故に関与し  
た人数を免許保有者数で除したのものについての各効果  
を求めたため、これらに将来の免許保有者数を掛けれ  
ば前述の仮定に準じた将来の予測ができる。

(1) 予測の手順

- ① ベイズ型コウホートモデルを用いて各効果（人的  
要因）について求める。
- ② 将来の免許保有者数について求める。免許保有者  
数については 20 歳以降の取得状況はあまり変化  
しないため現在のある年齢層の免許保有者数  
は予測時点では次の年齢層に移るものとする。但  
し 2007~2011 年の 20~24 歳については対数近似

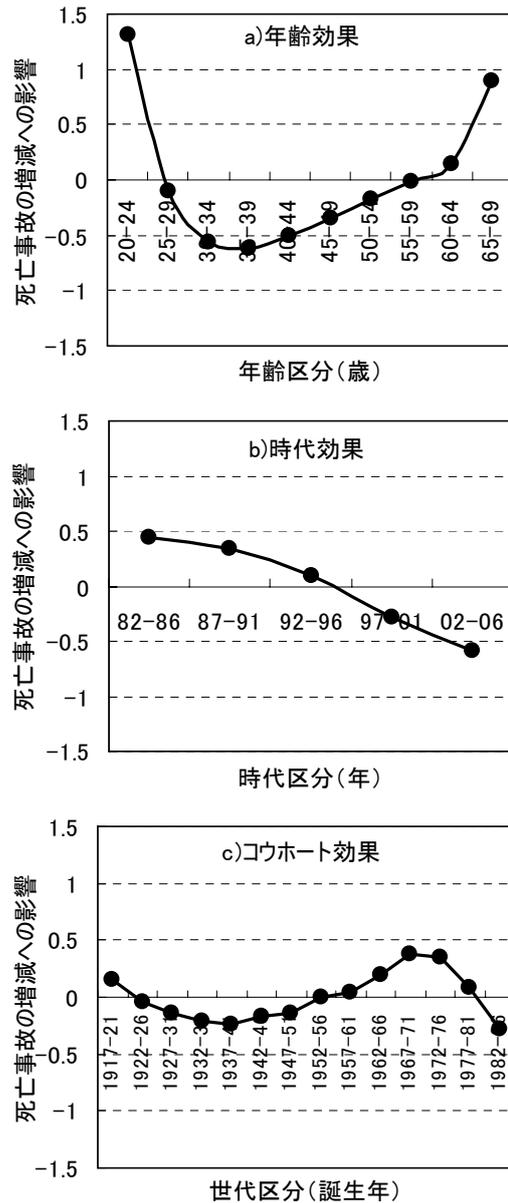


図 - 1 3つの効果の変化

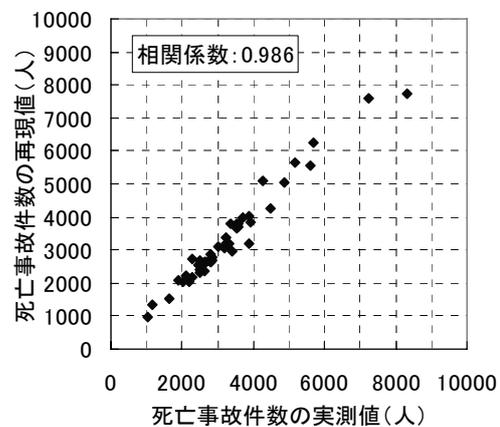


図 - 2 実測値とモデル値の相関図

により求めた。

- ③ ①の各効果と②で求めた人口構成と組み合わせることにより 2007～2011 年の予測値を求める。

(2) 予測結果

表 - 3 に免許保有者数の推移を、表 - 4 に死亡事故件数 (1 当のみ) の予測値を示す

交通事故に関する人的要因は現在とは変わらないという仮定の下では 07-11 年における死亡事故件数は増加するという結果になった。これは高齢者の免許保有者数増加の影響が強く予測値に現れたものと考えられる。

表 - 3 免許保有者数の推移

免許保有者数を五年毎に集計(07-11年に関しては予測値)						
単位:10万人						
	82-86年	87-91年	92-96年	97-01年	02-06年	07-11年
20-24歳	313.0	367.3	411.1	365.5	315.6	289.1
25-29歳	321.0	350.8	400.1	448.7	403.6	315.6
30-34歳	366.6	338.6	361.5	408.0	458.9	403.6
35-39歳	379.2	386.5	348.0	366.0	405.0	458.9
40-44歳	298.4	392.7	394.6	350.7	368.4	405.0
45-49歳	241.2	303.0	396.0	395.5	349.6	368.4
50-54歳	195.0	240.5	301.7	393.9	394.2	349.6
55-59歳	141.1	190.3	235.4	296.8	382.8	394.2
60-64歳	79.0	133.7	180.9	227.3	286.4	382.8
65-69歳	43.2	71.4	121.6	168.5	208.9	286.4

表 - 4 死亡事故件数の予測値

死亡事故件数(1当のみ・モデル値)を五年毎に集計						
	82-86年	87-91年	92-96年	97-01年	02-06年	07-11年
20-24歳	7721	9161	9860	7615	5115	4685
25-29歳	5033	5632	6263	5560	3181	2488
30-34歳	4265	3785	3792	3655	2953	2597
35-39歳	3837	4024	3102	2634	2548	2888
40-44歳	3192	3993	3710	2418	2125	2337
45-49歳	2764	3396	3804	3072	2053	2163
50-54歳	2555	2875	3203	3130	2635	2337
55-59歳	2101	2583	2669	2639	2616	2694
60-64歳	1337	2052	2344	2180	2217	2964
65-69歳	985	1518	2329	2686	2749	3767
Σ	33791	39019	41074	35590	28193	28920

6. 本研究の成果と課題

本研究では年齢・時代・コウホートの3つの効果について定量的に分離するというを目的としてきた。

ベイズ型コウホートモデルを用いて分析を行った結果、年齢・時代・コウホート効果の明らかな変化の違いを示し、3 効果を分離することができた。考察として、若年層と同程度に高年齢層の年齢効果が大きいこと、1990 年代から死亡事故の減少の効果がみられることなどがわかった。コウホート効果では団塊ジュニアにあたる世代が交通事故件数を増加させる大きな効果を示していた。世代の変化と共に交通事故要因が変化してきていることを確認できた。これらの結果は従来のように事故データを年齢・時代の2つの視点で捉えず、年齢・時代・コウホートの3つの視点で表現したため得ることができた成果といえる。

また将来予測に関しては高齢化社会の進行により、今後の死亡事故件数は増加するであろうという結果が得られた。07-11 年の5 年間の交通死亡事故件数は 02-06 年の 28193 件から 28920 件と若干の増加が見られた。

今後の課題としては各効果が一体どのような事象と対応しているのかを明らかにしていく必要がある。例えば地域別に 3 効果を分離することによって、どのような施策や交通安全対策が各効果に影響を及ぼしているのかなどがわかり、これらから具体的な事象と各効果の相関性をみることができると考えられる。

最後になるが本研究は交通工学研究会・自主研究(世代間意識分析に基づく交通事故死者数減少要因に関する研究)の中で議論した成果の一つである。ここに関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 萩原他：世代間意識と事故分析に基づく若年層の交通事故減少要因に関する研究，第 36 回土木計画学研究発表会・講演集(CD)，2007
- 2) 中村隆：ベイズ型コウホート・モデル，統計数理研究所彙報第 29 巻第 2 号，pp. 77-97, 1982
- 3) 総務省統計局：人口推計データ  
<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/2.htm>