

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K04736

研究課題名（和文）自転車事故頻度予測モデルに基づく自転車事故リスク要因に関する統合的分析と評価

研究課題名（英文）Comprehensive Analysis of Bicycle Accident Risk Factors Constructing Accident Frequency Prediction Models

研究代表者

姜 美蘭 (jiang, meilan)

名古屋大学・未来社会創造機構・特任講師

研究者番号：40377990

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：自転車乗車中の事故は、若者の事故件数が一番に目立ち、高齢者の事故件数が年々増える傾向を示す。本研究は、年齢階層別の事故発生リスク要因を解明し、適した事故削減策を考案することを目的とする。本研究では、多様な影響要因を同時に考慮できるように、オープンデータソースの活用とウェブ調査・現地調査等を行い、分析用データベースを構築した。さらに、精度の高い多変量事故頻度モデルによる事故発生予測モデルを開発し、ゾーンレベルのマクロ的視点からの事故頻度予測と、交差点レベルでのミクロ的事故頻度予測を行い、地域特徴、交差点構造、交通環境などが事故発生に及ぼす影響を定量的に測った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

年齢階層構造が大きく変わる超高齢社会に向けて、年齢階層別の事故発生リスク要因を解明し、適した安全支援を考案することが求められている。そこで本研究は、各年齢層別・当事者種別毎の事故リスク要因を全般的に把握し、その影響を定量的に分析する事故頻度予測モデルを開発することで、自転車事故削減に最も有効な対策の提案を図る。数多い事故リスク要因に関する変数の効果を最も有効に推定できるモデルの構造を構築することが本研究の独創的なところである。またこのようなモデルによる分析結果は学術的意義が高く、提案する自転車事故削減策は重要な社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：Among the bicycle users, the number of accidents by young generation is the most popular one, and the number of accidents involving elderly people increases every year. This study aims to investigate bicycle accident risk factors for each age group. We utilized open data sources, web-based surveys, and field surveys to construct a database for the analysis. Furthermore, we developed a multivariate count model to increase the prediction accuracy of the bicycle crash occurrence. Two kinds of approach have been conducted in this analysis. One is the macroscopic analysis at the traffic analysis zone level and the other one is a microscopic analysis at the intersection level. The influence of sociodemographic properties, intersection geometric features, and traffic environment on the occurrence of bicycle crashes are examined.

研究分野：土木計画学および交通工学関連

キーワード：交通事故 多変量事故頻度モデル 自転車事故 交差点幾何構造

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

乗用車乗車中の事故死者数は先進国の中で、日本は最も低いレベルであるが、自転車乗車中の事故死者数は先進国の中で最も高い水準になっている。自転車事故を削減することは喫緊の課題である。自転車乗車中の事故は、若者の事故件数が一番に目立ち、高齢者の事故件数が年々増える傾向を見せている。年齢階層構造が大きく変わる超高齢社会に向けて、年齢階層別の事故発生リスク要因を解明し、適した安全支援を考案することが求められている。そこで本研究は、各年齢層別の事故リスク要因を全般的に把握し、その影響を定量的に分析する事故頻度予測モデルを開発することで、自転車事故削減に最も有効な対策の提案を図る。

### 2. 研究の目的

事故リスク要因の定量的な分析は必要だと考えられているにもかかわらず、データの不備とモデリングの困難により、事故リスク要因を統合的に定量的に分析した事例は稀である。本研究では、オープンデータソースの活用とウェブ調査・現地調査等を行い、分析用データベースを構築する。さらに、多様な影響要因を同時に考慮でき、かつ、精度の高い、多変量事故頻度モデルによる事故発生予測モデルの開発を目指す。事故頻度モデルとしてよく用いられているポアソン回帰モデル、負の二項分布モデルとオーダードレスポンスモデルはそれぞれメリットとデメリットを持っている。上記で整備されたデータベースを元に、数多い変数の効果を最も有効に推定できるモデルの構造を構築しリスク要因を推定することで、事故削減の対策を検討する。

### 3. 研究の方法

本研究では、既往研究をレビューに基づいて、以下のように研究を進めた。

#### 1) データベースの構築

地域の社会経済特性、自転車走行空間、自転車利用状況、交差点道路構造等のデータから、事故に影響がある要因を幅広く調査し、分析用データベースを構築した。地域の社会経済属性データは、国勢調査データベースから収集した。自転車通行空間データとしては、名古屋市自転車走行環境整備データをGIS地図データとマッチし、自転車専用道・専用レーン・歩道内走行空間などの種類別に整備した。自転車利用状況としては、パーソントリップ調査データから集計した。交差点構造データは、事故多発エリアを中心に、調査員を雇用し、Google Earthの航空写真と現地調査を併用して収集した。

#### 2) ゾーンレベルのマクロ的事故頻度予測モデル分析

本研究では、まず、名古屋市全域をPTゾーン単位で分けて、各ゾーンの地理情報、社会経済特性、自転車通行空間整備状況、自転車利用率などを説明変数とする事故頻度モデルを構築し、事故リスク要因を特定した。ゾーンレベルのマクロ的分析により、優先的に対策すべきゾーンの特定と、それぞれのゾーンの特徴に合う方策を考案できる。本研究では、更に、年齢層間の事故件数の相関を考慮した多変量頻度モデルを構築し、各年齢層における事故リスク要因を明確にした。

#### 3) 交差点レベルのミクロ的事故頻度予測モデル分析

自転車交通事故のうち、交差点内での事故が約8割を占める。本研究では、上記の分析結果を踏まえ、事故多発エリアをターゲットに、交差点幾何構造と自転車走行空間の整備状況など

を考慮した事故頻度予測モデルを構築し、交差点内の交通事故に関する詳細な事故リスク要因の分析を行った。

#### 4. 研究成果

##### 1) ゾーンレベルのマクロ的・事故頻度予測モデル分析

年齢層ごとの自転車事故リスク要因を把握するため、本研究では、事故当事者を以下の4つの年齢層に分けて分析した。14歳以下の子供、15歳から24歳までの若者、25歳から64歳までは一般、65歳以上の高齢者となる。右図に年齢層ごとの人口分布と自転車事故分布の割合を示す。これより若者の自転車事故の割合が人口割合より高いことが分かる。

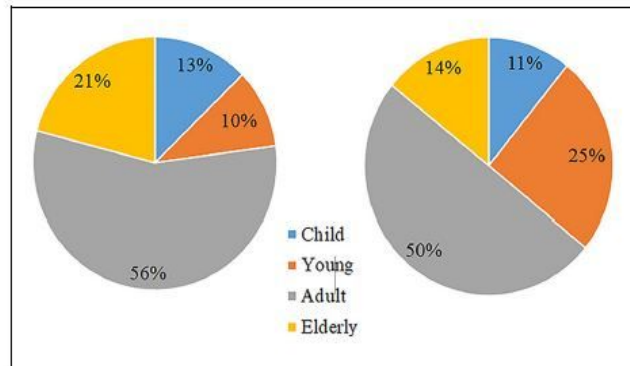


図1(a)年齢層毎の人口割合 (b) 年齢層毎の自転車事故割合

本研究では、これらの年齢層に対して、マクロ的モデルを活用し、それぞれの事故発生リスク要因を分析した。以下の図に、PTゾーンごとの子供の事故分布と高齢者の事故分布を示した。図に示した通り、子供の事故多発ゾーンと高齢者の事故多発ゾーンが異なることが分かる。

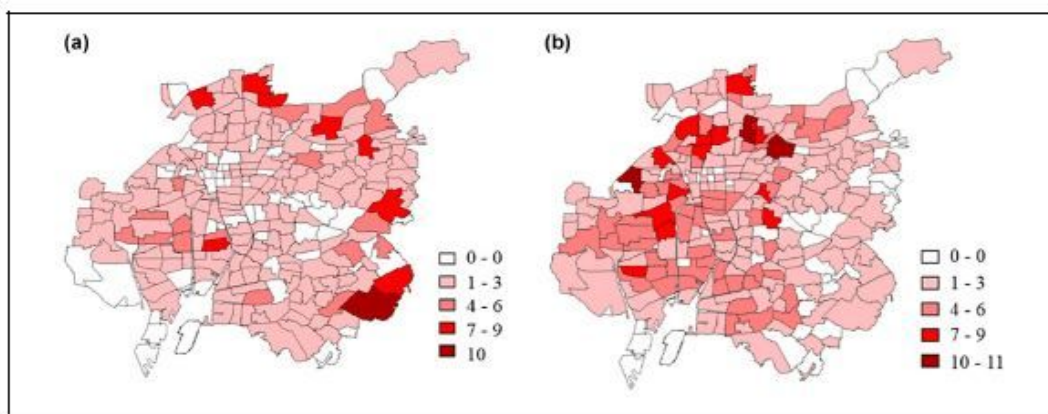


図2(a)子供の事故分布 (b)高齢者の事故分布

本研究では、年齢層ごとの事故発生件数の相関と異質性を考慮するため、従来のポイソンモデルと負の二項分布モデルを拡張した多変量ポイソンガンマ頻度モデルを構築し、事故データ分析を行った。分析結果により、以下のようなことが分かった。子供の事故においては、居住人口に比例して事故件数が増加する傾向があり、子供の事故は居住エリアで多く発生することが分かった。また、学校が設置されているゾーンで子供の事故が多発する。その他の年齢層においては、居住エリアよりは自転車による活動エリアで多く発生する傾向が見られた。例えば、若者と一般の方においては、オフィスが多いゾーンで事故が多発し、これらのゾーンでの高齢者の事故は少ない。高齢者の事故は商業施設が多い商店街などで多発する傾向を示した。自転車トリップ数による影響を分析したところ、対象ゾーンの自転車トリップのみならず、隣接ゾーンの自転車トリップ数もすべての年齢層の事故発生に影響することが分かった。本研究で構築したモデルにより、各年齢層の事故発生件数に対して高い精度の予測結果が得られている。自転車事故発生に関する分析において年齢層ごとの相違を考慮することで、各年齢層に相応しい事故削減策を考案できる。特に自転車事故では若者事故が多く、若者事故が多発するゾーン特性を把握するこ

とが重要である。

## 2) 交差点レベルのミクロ的事故頻度予測モデル分析

上記のようなマクロ的分析を通して、右図に示した通り最も事故多発する中心業務地区(CBD)に注目して交差点レベルでのミクロ的分析を実施した。対象エリア内の交差点に対して、それぞれの幾何構造と自転車レーンの整備状況、交通信号及びレーン情報などを収集し、自転車事故発生件数に対する影響を分析した。



図3 分析対象エリア

分析結果、交差点構造においては、歩行者信号がすべての方向に整備されることが事故削減に有効であることが分かった。歩行者信号が一部の方向のみ整備されている場合、別方向にストップサインを設置するなどで事故削減につながる。自転車専用レーンの整備により、整備対象交差点においては事故件数の減少が見られたが、隣接交差点では事故件数の増加も見られ、自転車専用レーンの整備による波及効果が存在することが分かった。そのため、自転車レーンの整備においては、対象交差点のみではなく、隣接交差点を含むエリア全体を考慮した整備計画が必要であると考えられる。一方、大きい交差点ほど事故が多発しており、主なる原因として交通量が多いことが考えられる。交通量が事故発生頻度へもたらす影響を定量的に測るため、対象交差点における交通量データを整備したうえ、事故発生要因分析を実施した。その結果、単位交通量当たりに対する事故発生頻度の予測が可能となったうえ、交通量と関係なく事故発生に影響する交差点幾何構造の影響度も定量的に測ることができた。

## 3) 今後の展望

コロナ発生初期の2020年は2019年に比べ、全国で交通事故件数が19%ほど減り、交通事故死亡者数も12%ほど減少した。また、2021年と2022年はそれぞれ前年度とほぼ同程度の事故件数であった。2020年から事故件数が減少した主な理由としてコロナ対策による交通量の減少が考えられるが、交通量の変化が走行速度に及ぼす影響、および、交通量と走行速度がそれぞれ事故発生にどの程度の影響を及ぼしたかは不明であり、コロナ収束後の事故多発が懸念される。そのため、コロナ禍での交通量の変動と走行速度、事故発生件数の関係性を定量的に把握し、交通量の影響とそれ以外の影響要因を区別することが必要である。

従来は、時々刻々の交通量データ収集が困難であったが、近年モバイル統計データやJARTIC渋滞情報データなど交通量データの収集が可能である。また、2019年から交通事故統計情報がオープンデータ化され、コロナ禍での事故データの分析が可能である。今後は、事故発生頻度について、交通量および走行速度の変動、当事者種別、当事者年齢など様々な影響要因を統合的に考慮したモデル分析により、事故件数削減においてどのような対策が一番効果的であるか、どのような対策を優先的に考えるべきかを検討することが考えられる。

一方、本研究では事故発生件数について主に分析したが、人身事故における損傷を軽減するためには、人身損傷程度への影響要因に関する分析が必要である。今後は、人身損傷程度予測モデルを構築し、死亡事故や重傷事故など人身損傷へ重大な影響を与える要因を把握することで、人身損傷程度の軽減について有効な対策を検討することが考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Jiang Meilan, Sato Hitomi, Diao Xiaoshu, Mothafer Ghasak I.M.A., Yamamoto Toshiyuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Bicycle Accident Risk Factors for Different Age Groups in Nagoya, Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/03611981221143378	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	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 Mengqing Nie
2. 発表標題 Risk Factor Analysis of Bicycle Accidents at Intersections
3. 学会等名 第67回土木計画学研究発表会・春大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Juliette Tempia, Meilan Jiang, Hitomi Sato, Ghasak Mothafer, Toshiyuki Yamamoto
2. 発表標題 Risk Factor Analysis of Bicycle Accidents Considering Geometric Features and Bicycle Road at Intersections
3. 学会等名 日本都市計画学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2020年～2021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
研究分担者	佐藤 仁美  (Sato Hitomi)  (00509193)	名古屋大学・未来社会創造機構・特任准教授    (13901)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究 分 担 者	山本 俊行  (Yamamoto Toshiyuki)  (80273465)	名古屋大学・未来材料・システム研究所・教授    (13901)	

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