

# 人流データに基づく非幹線道路における歩車の空間占有状態と事故リスクの関係分析

岡田 航平<sup>1</sup>・兵頭 知<sup>2</sup>・轟 朝幸<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 学生会員 日本大学大学院 理工学研究科交通システム工学専攻 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)

E-mail: csko19003@g.nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup> 正会員 日本大学助教 理工学部交通システム工学科 (同上)

E-mail: hyoudou.satoshi@nihon-u.ac.jp

<sup>3</sup> 正会員 日本大学教授 理工学部交通システム工学科 (同上)

E-mail: todoroki.tomoyuki@nihon-u.ac.jp

近年、千葉県内の非幹線道路における人対車両事故は増加傾向にあり、その削減が求められている。同道路区間では、自動車交通に加え歩行者交通が混合するため、各交通主体の空間的占有状態と街路の空間配分状況との関連を整理し、状況に応じた安全対策が求められる。従って、有効な安全対策を打つうえで、各交通主体の空間的な占有状態と人対車両事故の起こりやすさとの関係を把握することは重要である。そこで、本研究では千葉県内の非幹線道路を対象に、交通事故データ、携帯プローブデータおよび携帯基地局ベースの人流データを統合し、歩行者の空間占有状態と空間的偏在度及び人対車両事故リスクとの関係性を分析した。その結果、歩行者空間占有率が高く、空間的自己相関の高いエリアほど、エリア内区画道路における人対車両事故リスクが高まるとの結果が得られた。

**Key Words:** pedestrian traffic accident risk, space occupancy, probe data, people flow data

## 1. はじめに

第 10 次交通安全基本計画によると、幹線道路と比して車道幅員が狭隘な生活道路における交通事故の削減が重要視されている。例えば千葉県を例に挙げると、平成 31 年における千葉県内の交通事故発生件数<sup>1)</sup>は、16,476 件であり、その内訳をみると、図-1 に示すように交通事故発生件数の約 60%が市町村道等の非幹線道路で発生している。また、同図の死亡事故発生件数の内訳をみると全体に占める人対車両事故の割合は高く、非幹線道路の人対車両事故件数は年々増加傾向にある。

そのような現況を受け、我が国においては、同道路における安全な通行及び歩行者安全を確保するため、ゾーンを定めて最高速度 30 [km/h]の速度規制やランプやシケインなどの物理的デバイスにより、ゾーン内における速度抑制やゾーン内を通過する交通の抑制等を図る面的な対策が推進されている。実際、千葉県内においても、平成 29 年時点で 142 箇所の整備実績<sup>2)</sup>があり、今後も積極的に推進することが期待されている。従来、こうした交通安全対策箇所の選定を行う際、過去の交通事故の発生状

況等の分析や交通・道路管理者の経験則に基づきながら対策を実施することが基本的な手法となっている。そのため、主として交通事故が発生した場所、用途地域や都市構造等に着眼し、事故危険性の高い対策が必要となるゾーンを特定化している。一方で、一口にそのエリアの特徴を表現するにしても、用途地域や都市構造などの違いに加え、例えば歩行者交通の空間的占有状態や街路の空間配分状況によってもその特徴づけは異なるものと考えられる。

従って、有効な安全対策を打つうえで、歩行者の空間的な占有状態や人対車両事故の起こりやすさとの関係を把握することは重要である。しかしながら、これまでの交通調査データでは、データの制約上、任意空間内における自動車交通量や歩行者の滞留量の把握に至っていない。

そこで、本研究では、千葉県内の非幹線道路を対象に、交通事故データ、携帯プローブデータおよび携帯基地局ベースの人流データを統合し、歩行者の空間パターンに着目し、その空間的占有状況と空間的配分状況及び人対車両事故リスクとの関係性を分析することで、その特徴

を見出すことを目的とする。

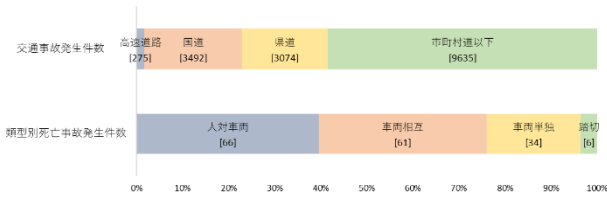


図-1 交通事故発生状況 [千葉県：H31]<sup>1)</sup>

## 2. 既存研究のレビューと本研究の位置づけ

既往研究では、人対車両事故を含め、事故類型から見たリスク要因分析に関する研究に加え、歩行者交通流や歩行者の占有状態に着目した研究がいくつか散見される。

人対車両事故を含む事故類型別事故リスク要因分析に関する研究については、例えば、渡部ら<sup>4)</sup>は交通量情報のない非幹線道路を対象に単位面積あたりの事故件数を被説明変数とした負の二項分布回帰モデルにより、事故発生割合と社会環境条件との関係について分析を行っている。その結果、歩行者や自転車利用者の交通量を代替する指標が歩行者や自転車の事故件数に統計的に有意に作用していることを示している。また、福井ら<sup>5)</sup>は非センサスリンクを対象に民間プローブデータの走行履歴データを用い、事故リスクを定義し、事故類型別にモデルを構築した。その結果、非センサスリンクの車両走行速度が低いエリアで歩行者事故リスクが高まることを明らかにしている。しかし、これら事故リスク要因分析に関する既往研究では、歩行者量といった指標を駅や商業地域等の代理指標を用いてその関係性について分析しており、実際の歩行者量やその偏在度と事故リスクとの関係については明らかにすることが課題として挙げられる。

歩行者交通流や占有状態に着目した研究については、例えば、谷上ら<sup>6)</sup>は歩行者の分布の偏在度を観測するための指標として情報理論で用いられているエントロピー指標を用いて、歩行者の交通流状態に関して分析を行った。その結果、歩行者には交通流全体のエントロピーが増大する方向に進路変更する傾向があることが示された。また、塚口ら<sup>7)</sup>は住区内街路を対象に歩行者及び各交通主体に対する適切な街路空間配分を検討するための手法として、オキュパンシー指標を提案している。具体的にはタイムオキュパンシー指標とスペースオキュパンシー指標を用いており、各指標によって違いがあることを確認している。

しかしながら、これら歩行者交通特性に関する研究では、特定の地点やリンクなど任意空間でしか歩行者の空間的な分布パターンの把握ができていない点や、事故リスクとの関係について未だ明らかにされていない点が課

題として認識される。

そこで、本研究では、交通事故データ、携帯プローブデータおよび携帯基地局ベースの人流データを統合し、歩行者の空間的占有状況及び空間的配分状況と人対車両事故リスクとの関係性を分析し、その特徴を見出すことを目的とする。なお、本研究で定義する歩行者量は、人流データ量とする。そのため、分析結果を過大評価している可能性があるため留意する必要がある。

## 3. 分析方法

### (1) ブロックエリアの定義・対象エリアの選定

分析の空間的な単位であるブロックエリアについては、ゾーン 30 等の安全対策の適用範囲との整合性を図るため、道路交通センサスの骨格幹線道路を基に設定する。具体的には、図-2 のブロックエリアの概念図に示すように、骨格幹線道路としてセンサスリンク(図中の青色の道路リンク)を定め、これらを境界としたエリアを設定する。また、分割したエリア面積の大きさに対して一定の基準化を図るため、①ブロックエリア面積：1.0～20.0[km<sup>2</sup>]、②ブロックエリア内非幹線道路密度：4.0[km/km<sup>2</sup>]以上の2つの条件に基づきながら、対象エリアを抽出する。

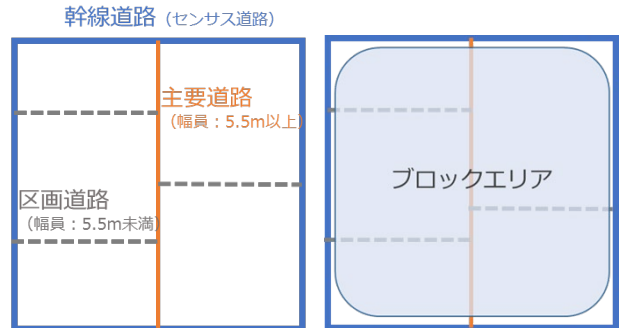


図-2 ブロックエリアの概念図

### (2) エリア交通事故リスク

本研究では、前節で定義したブロックエリアごとの交通事故の危険性をエリア事故リスク $R_{ij}$ と定め、ブロック毎の事故件数を走行台キロによって除することで基準化した値を事故リスクと定義して以下の式(1)にて算出する。

$$R_{ij} = \frac{N_{ij}}{L_i * 365} \times 10^8 \quad (1)$$

$R_{ij}$  : ブロックエリア  $i$  における事故類型  $j$  の非幹線道路事故リスク [件/億台・km]

$N_{ij}$  : ブロックエリア  $i$  の非幹線道路で分析対象期間中に発生した事故類型  $j$  の事故件数 [件/年]

$L_i$  : ブロックエリア  $i$  における分析対象期間中のブロックエリア内の日総走行台キロ[台・km/日]

### (3) エリア総走行台キロ

同節で定義したエリア事故リスクの総走行台キロは、ブロックエリア内のリンク単位にそれぞれ走行台キロを算出し、エリア単位で集計している。エリア内走行台キロの式は式(2)の通りである。

$$L_i = \sum_{k=1}^m Q_{24ki} * l_{ki} \quad (2)$$

$L_i$  : ブロックエリア  $i$  における総走行台キロ[台・km/日]  
 $Q_{24ki}$  : ブロックエリア  $i$ , リンク  $k$  における推計日交通量[台/日]

$l_{ki}$  : ブロックエリア  $i$ , リンク  $k$  のリンク長[km]

$m$  : ブロックエリア  $i$  における非幹線道路リンク総本数[本]

また、非幹線道路ブロックエリア内の走行台キロ算出の際、非幹線道路の厳密な交通量の観測データが得られないため、推計交通量にて代替して算出する。そこで、既往方法<sup>7)</sup>に倣いプローブ車の通過回数を拡大し推計する方法を援用する。さらに、本研究では各リンクの特性として、道路幅員ダミー、対面通行ダミーを追加することで、より精度の高い交通量推計モデルを構築する。その交通量推計モデルは以下の式(3)に示す通りである。

$$Q_{24} = q_{24} \cdot \alpha + X_1 \cdot \beta + X_2 \cdot \gamma \quad (3)$$

ただし、 $Q_{24}$  : 非幹線道路推計 24 時間平均交通量[台/日]、 $q_{24}$  : 民間プローブデータの 24 時間平均通過回数[台/日]、 $X_1$  : 道路幅員ダミー(5.5m 以上=1, 5.5m 未満=0)、 $X_2$  : 対面通行ダミー(対面=1, 一方=0)、 $\alpha \sim \gamma$  : 未知パラメータである。

また、推定したモデルの説明力に関しては、図-3 に示すように、決定係数  $R^2$  は 0.85 の値を示しており、一定の予測精度を担保しているものと考えられる。

### (4) 歩行者空間的占有率の定義

ブロックエリア内の歩行者の空間的占有状況を表現する方法として交通工学で使われているオキュパンシーの概念を援用する。具体的には、ブロックエリア内の歩道総面積に対する歩行者総占有面積によって歩行者の空間的占有状況を表現する。歩行者空間的占有率は以下の式(4)に定義する。

$$Q_i = \frac{\sum_{j=1}^n A_j}{\sum_{k=1}^m l_{ki} * d_{ki}} \quad (4)$$

ただし、 $A_j$  : 日単位当たりの  $j$  番目の歩行者占有面積 [ $km^2$ ]、 $l_{ki} * d_{ki}$  : ブロックエリア  $i$ , リンク  $k$  における歩道面積 (ここで、 $l_{ki}$  はリンク長[km]、 $d_{ki}$  は歩道幅員を示す) である。ここで、歩行者占有面積  $A_j$  とは、歩行中の歩行者が道路を占める割合のことを示し、本研究では、1 人当たりの歩行者占有面積を  $4.0m^2$  と定義している。また、非センサスリンクにおいてはデータの制約上、各リンクにおける歩道幅員の把握が難しいため本研究では、「船橋市道路情報公開システム」の道路台帳<sup>9)</sup>に基づいて、各リンクごとに仮定の歩道幅員を定義する。具体的には、船橋市の非幹線道路を対象に 100 リンク抽出し、区画道路の路側帯幅員及び主要道路の歩道幅員の平均値を用いる。本研究で用いる区画道路路側帯及び主要道路歩道幅員を以下の式(5)にて定義する。

$$d_{ki} \begin{cases} 3.71[m] & (\text{主要道路両側歩道幅員}) \\ 1.06[m] & (\text{区画道路両側路側帯幅員}) \end{cases} \quad (5)$$

### (5) 空間的自己相関の定義

本研究では、歩行者の空間的な偏在度を把握するため、空間的自己相関を用いる。空間的自己相関とは隣接性に基づいた事象の空間的相互属性を表すもので、その代表的な手法として Moran's I 統計量が存在する。Moran's I 統計量は、大きく Global Moran と Local Moran の 2 つに分類される。本分析では、ブロックエリア全体として空間的自己相関がどの程度あるのかを示すため、Global Moran を用いる。その空間的自己相関の式を以下の式(6)に示す。

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\omega_{ij} = \begin{cases} C_{ij}/d_i \\ 0 \end{cases} \quad (6)$$

ここで、 $I$  : moran 測度、 $n$  : ブロックエリア内のメッシュ数、 $\omega_{ij}$  : メッシュ  $i$  とメッシュ  $j$  の接続関係を示す重み係数、 $x_i$  : メッシュ  $i$  内の歩行者数、 $\bar{x} : x_i$  の平均値、 $C_{ij}$  : 各メッシュが隣接しているか否かを表す隣接行列 (0 と 1 の要素を持つ)、 $d_i : C_{ij}$  の行和である。

Global Moran は、図-3 で示す通り -1 から 1 までの値を取り、1 に近いとき、正の自己相関の存在を示し、-1 に近いとき、負の自己相関の存在を示す。



I = 1                      I = -1                      I ≈ 0

図-3 空間的自己相関の概念図

## 4. 分析概要

### (1) 分析データ

本研究の分析で使用した6つのデータを以下にて整理して示す。

#### a) 交通事故データ

本分析で使用する交通事故データは、千葉県警から提供して頂いたデータである。これらのデータには発生地点（経度・緯度）データをはじめ、各地点のデータに対して、発生日時や事故類型などを含めた約 22 の項目が記録されている。本研究では 2017 年に分析対象地域で発生した人対車両事故データを用いる。

#### b) デジタル道路地図ネットワークデータ

道路ネットワークデータとしては、2019 年の DRM データ及び ArcGIS Geo Suite 道路網データ (ESRI 社) を使用した。同データには道路リンクの幅員（主要道路=幅員 5.5m-13m 未満、区画道路=幅員 5.5m 未満）、道路種別、道路延長の情報が収録されている。

#### c) 携帯カーナビプローブデータ

本研究で使用するプローブデータは、株式会社 NAVITIME®ジャパンが運営する携帯カーナビゲーションサービスにて GPS により取得されたデータである。本データには、プローブ通過回数データをはじめ、リンク長及び平均旅行速度など約 40 の項目がデータとして付与されている。本分析では、千葉県内における 2017 年 1 月 1 日から 2017 年 12 月 31 日の 1 年間に収集されたリンク毎のプローブ通過回数、リンク長のデータを用いる。

#### d) 人流データ

本研究で使用する人流データは、株式会社 Agoop が提供するスマートフォンアプリケーションのユーザーのうちパーミッションを得たユーザーから取得したデータである。本データには、緯度・経度情報が付与されており、GIS 上で確認することができる。さらに、同データには時系列情報、移動速度及びメッシュ番号などを含めた計 26 項目が記録されている。本分析では、千葉県内の 2017 年 10 月 2 日(月)の 24 時間に収集されたデータを用いる。

#### e) 非幹線道路交通量観測データ

本研究では、非幹線道路に対応する観測交通量データを取得するため、実測による断面交通量調査を実施した。図-4 に調査対象地点、表-1 に断面交通量調査の概要を示す。調査日時は、2019 年の 4~10 月の平日の晴天候を選び、10 時 00 分から 11 時 00 分までの約 1 時間観測した。また、その調査場所は同図に示す計 53 地点で、本分析では街路毎の車両通過回数観測結果を使用している。

#### f) 周辺環境データ

周辺環境データとして、国土数値情報より駅別乗降客

数データ及び用途地域データを用いる。更に NAVITIME JAPAN より大型ショッピングモール位置情報のデータを取得し使用している。



図-4 非幹線道路断面交通量観測地点

表-1 断面交通量調査の概要

調査日	2019.4.15 ~ 2019.10.28
調査時間	10時00分~11時00分
調査地点数	合計 53 地点
調査内容	断面交通量

### (2) 事故発生地点及び分析対象地域

本研究では、千葉県における非幹線道路ネットワークを対象に分析を行う。分析対象地域及び事故状況を図-5および図-6に示す。図-5は、2017年に発生した非幹線道路人対車両事故の発生地点である。同図から分かる通り、非幹線道路の人対車両事故は千葉県北西部に集中している。図-6は本研究で扱う対象ブロックエリア計10エリアである。いずれのエリアも千葉県北西部に位置している。ブロックエリアの内訳を下記に示す。

#### ●大型ショッピングモールエリア (図中緑色のエリア)

本研究で定義する大型ショッピングモールエリア (以下SCエリア) は、ブロックエリア内に大型ショッピングモールが1棟以上立地しているエリアとする。また大型ショッピングモールの定義として一般財団法人日本ショッピングセンター協会の定義に従う。具体的には①小売業の店舗面積が $1,500m^2$ 以上、②テナント数が10店舗以上の2つの条件に基づきエリア抽出を行った。

#### ●住宅街エリア (図中黄色のエリア)

本研究では、住宅街エリアをブロックエリア面積に対する住宅面積が約70%以上含まれているエリアと定義する。ただし、住宅面積は、低層住居専用地域、中高層住居専用地域、住居地域、準住居地域の総面積とする。また、住宅面積に関しては、国土数値情報から得られる用途地域データを採用した。

#### ●大規模駅エリア (図中赤色のエリア)

本研究で定義する大規模駅エリアの定義として国土数

値情報の日単位乗降客数データ(2017)より、日単位乗降客数が70,000[人/日]以上の駅を含むエリアを大規模駅エリアと定義する。

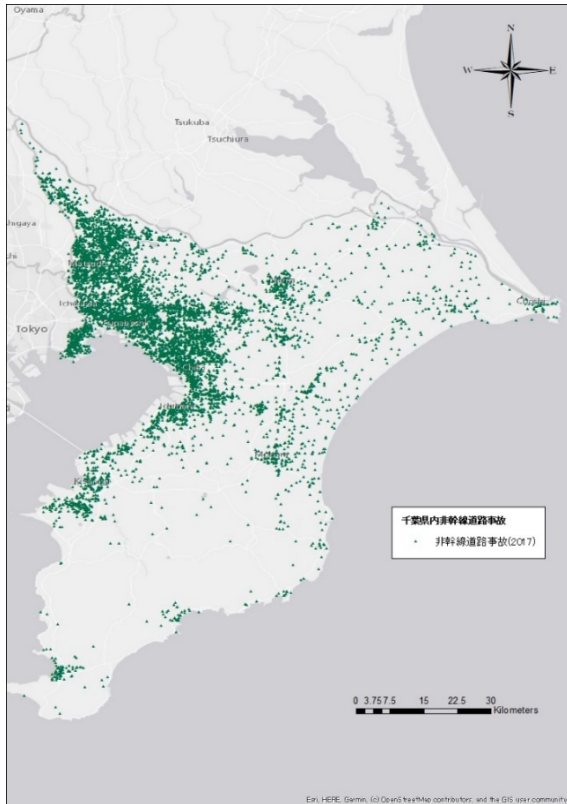


図-5 非幹線道路事故発生位置(2017)

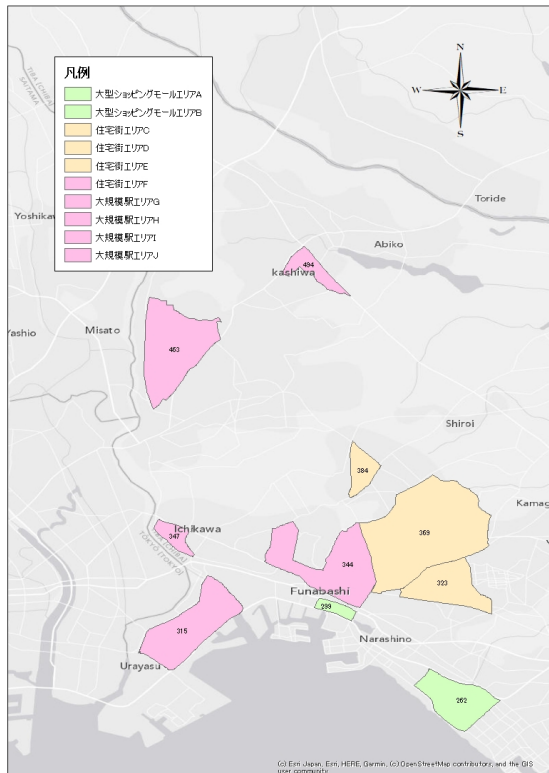


図-6 分析対象ブロックエリア (10エリア)

## 5. 分析結果

### (1) 分析対象エリアにおける交通事故発生概況

まず、県内の交通事故の概況を、集計分析により把握する。集計分析に用いたデータは、千葉県警より提供して頂いた2015～2018年の非幹線道路で発生した人身事故データである。図-7に対象エリアにおける事故類型別人対車両事故を示す。同図に示すように、全エリアにおいて全事故における横断歩道横断中及び乱横断事故の割合が高いことが分かる。また、大規模駅や住宅街エリアでは、乱横断及び対面・背面事故の割合が高い傾向が見られる。図-8は対象エリアにおける道路種別人対車両事故である。同図に示すように、全てのエリアにおいて、主要道路(単路5.5m以上、交差点小×中、交差点中×中)で発生する事故の割合が高い傾向が見られる。また、住宅街エリアや大規模駅エリアは、SCエリアと比較して5.5m未満の区画道路で発生した事故の割合が高いことが分かる。図-9は対象エリアにおける歩車分離別人対車両事故割合である。同図に示すようにSCエリアでは歩車分離ありで発生した事故の割合が高いことが分かる。対して住宅街エリアでは、他エリアに比べ歩車道分離無しの地点で発生する事故割合が高い。図-10は平日・休日別人対車両事故割合である。同図より、全てのエリアにおいて、全体に占める平日に発生した人対車両事故の割合が高いことが分かり、エリア別に比較してみても、大きな差異がないことを確認できる。対象エリアにおける時間帯別人対車両事故の発生状況を図-11に示す。同図に示す通り、全エリアにおいて朝ピーク及び夕ピークに発生した人対車両事故件数が高いことが分かる。特に、大規模駅エリアでは、他のエリアに比べて時間帯別事故発生件数の変動が大きいことが確認できる。

### (2) 分析対象エリアにおける基礎分析

対象エリアにおける人対車両事故と交通特性及び道路特性との相関関係を確認する。表-2に対象エリアにおける人対車両事故と交通特性・道路特性との関係を示す。分析の結果、エリア内人対車両事故発生件数は、エリア総走行台キロ、ブロックエリア面積、交差点密度で高い相関関係があることが確認された。このことから、これらの要因が影響している可能性があるため、その点において、分析結果の解釈には留意する必要がある。

表-2 人対車両事故と交通特性・道路特性との関係

	a	b	c	d	e	
人対車両事故件数[件]	a	1.00				
総走行台キロ[台・km]	b	0.91	1.00			
ブロックエリア面積[km <sup>2</sup> ]	c	0.95	0.98	1.00		
道路密度[km/km <sup>2</sup> ]	d	0.24	0.07	0.10	1.00	
交差点密度[箇所/km <sup>2</sup> ]	e	0.93	0.85	0.91	0.25	1.00

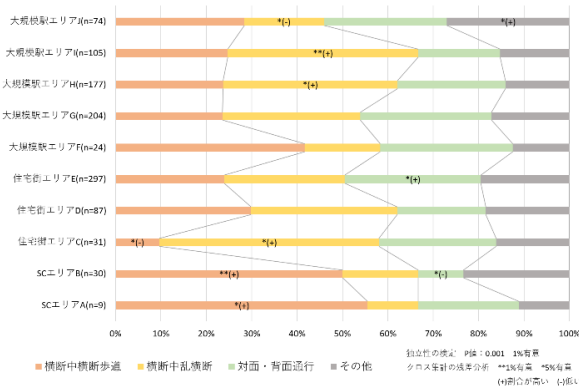


図-7 事故類型別人対車両事故割合(2015-2018)

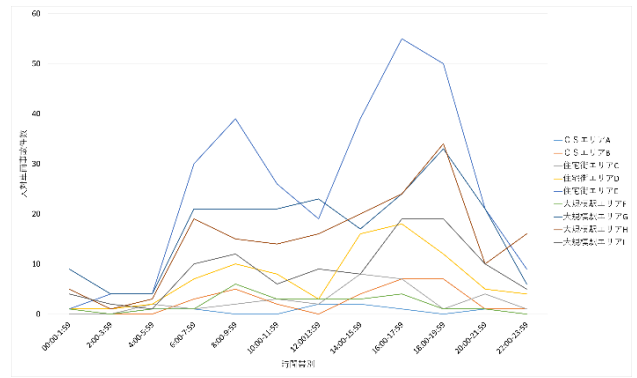


図-11 時間帯別人対車両事故発生状況(2015-2018)

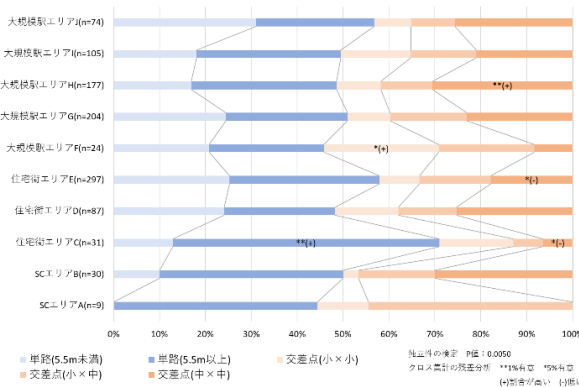


図-8 道路種別人対車両事故割合(2015-2018)

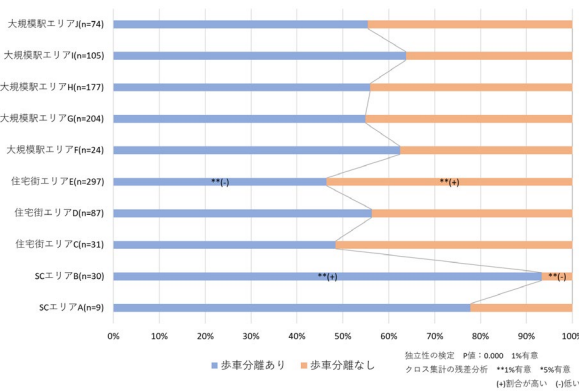


図-9 歩車分離別人対車両事故割合(2015-2018)

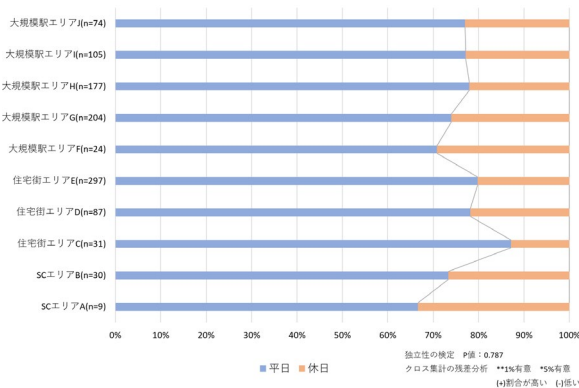
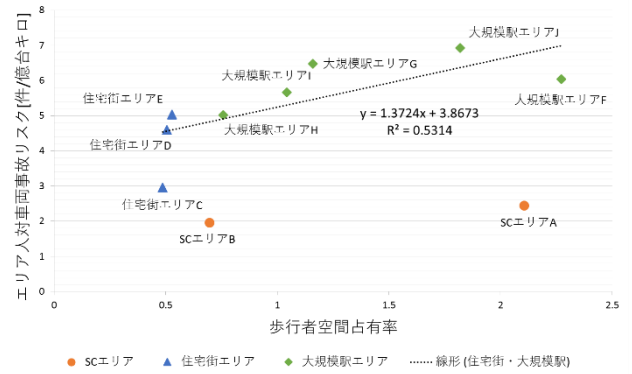


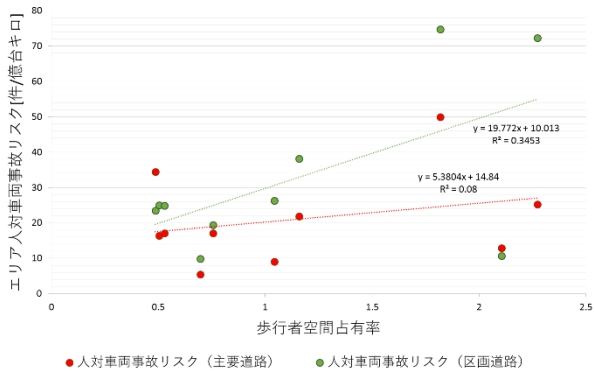
図-10 平日・休日別人対車両事故割合(2015-2018)

### (3) 歩行者空間占有率と人対車両事故リスクとの関係

歩行者空間占有率とエリア人対車両事故リスクの関係性をエリア別にプロットしたものを図-12(a)に示す。同図の結果を見ると、歩行者空間占有率とエリア人対車両事故リスクの関係については、正の関係性があることが伺える。さらに、住宅街及び大規模駅エリアのみを対象とした一次近似のケースの関係性も併せて見てみると、強い正の相関関係があることが伺える。一方SCエリアは、一次近似線から大きく外れ、歩行者空間占有率に関わらず、全体的にエリア人対車両事故リスクが低い傾向が見られた。次に歩行者空間占有率と主要道路・区画道路別エリア人対車両事故リスクとの関係をプロットしたものを図-12(b)に示す。図中の赤のプロットが主要道路におけるエリア人対車両事故リスク、緑のプロットが区画道路におけるエリア人対車両事故リスクとなっている。この2つを比較すると、主要道路に比べ区画道路のエリア人対車両事故リスクの方が、相関係数が高く、傾きも大きいことが分かる。これらの結果を踏まえると、歩行者空間占有率はエリア人対車両事故リスクに影響を与える要因であることが推測される。さらにエリアの特徴によって歩行者空間占有率に違いがあること明らかとなった。



(a) エリア別の人対車両事故リスク



(b) 主要道路・区画道路別の人対車両事故リスク

図-12 歩行者空間占有率と人対車両事故リスクとの関係(2017)

(4) 空間的自己相関と人対車両事故リスクとの関係

本研究では、歩行者のエリア偏在度を表現する手法として Moran'I 統計の空間的自己相関を用いた。

まず、GIS を用いてブロックエリア内のメッシュ単位で集計された歩行者偏在度と非幹線道路人対車両事故をプロットしたものを図-13 に示す。同図の左側が空間的自己相関が高いエリア、右側が空間的自己相関の低いエリアを示す。空間的自己相関が高いエリアでは、駅のあるエリアの北西部に歩行者が集中し、さらに人対車両事故も集中して発生していることが確認できる。一方空間的自己相関が低いエリアでは、歩行者が分散され、人対車両事故発生件数も低い傾向が見られる。

次に空間的自己相関とエリア人対車両事故リスクの関係をエリア別にプロットしたものを図-14(a)に示す。同図の結果の概観を見ると、空間的自己相関とエリア人対車両事故リスクの関係については、正の関係性があることが伺える。さらに、住宅街及び大規模駅エリアのみを対象とした一次近似のケースの関係性も併せて見てみると、強い正の相関関係があることが伺える。一方SCエリアは、一次近似線から大きく外れ、空間的自己相関が高いにも関わらず、エリア人対車両事故リスクが低い傾向が見られる。次に空間的自己相関と主要道路・区画道路別エリア人対車両事故リスクとの関係をプロットしたものを図-14 (b)に示す。同図中の赤のプロットが主要道路におけるエリア人対車両事故リスク、緑のプロットが区画道路におけるエリア人対車両事故リスクとなっている。それらの結果を比較すると、主要道路に比べ区画道路のエリア人対車両事故リスクの方が、相関係数が高く、傾きも大きいことが分かる。これらの結果を踏まえると、エリア内の歩行者空間的自己相関については、区画道路のエリア人対車両事故リスクに影響を与えうる要因であることが推測される。

▼空間的自己相関(I = 1) ▼空間的自己相関(I ≈ 0)

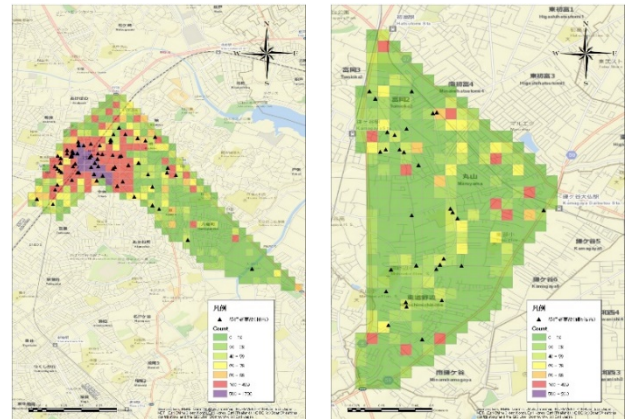
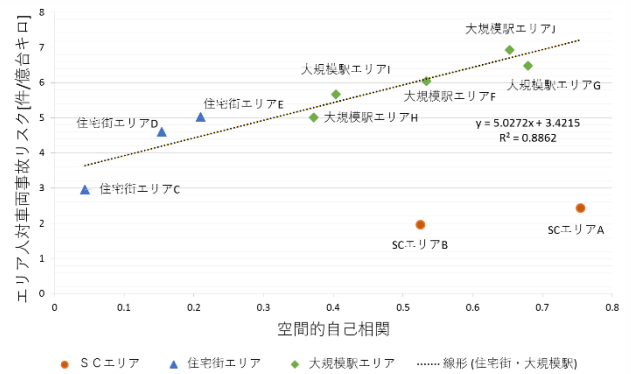
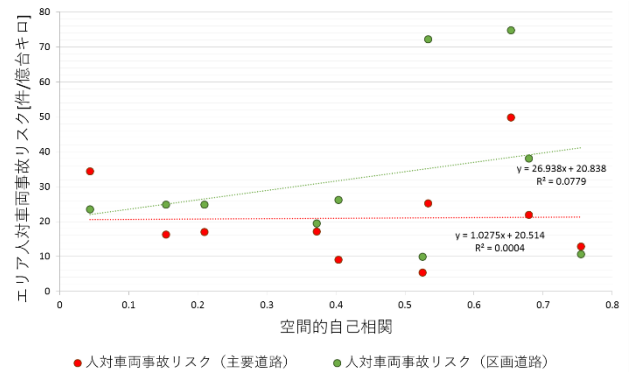


図-13 空間的自己相関 GIS



(a) エリア別の人対車両事故リスク



(b) 主要道路・区画道路別の人対車両事故リスク

図-14 空間的自己相関と人対車両事故リスクとの関係(2017)

6. おわりに

本研究では、千葉県非幹線道路エリアの中から 10 エリア選定し、人流データを活用して歩行者の空間的占有状況及び空間配分状況と人対車両事故リスクとの関係性について分析を行った。分析の結果、以下の知見が得られた。

まず、歩行者空間占有率と人対車両事故リスクとの関

係については、歩行者空間占有率が高まるにつれてエリア人対車両事故リスクが増加することが明らかとなった。このことから、歩道面積に対して許容範囲以上の歩行者がエリアに流入することでエリア人対車両事故リスク高まっている可能性があることが示唆された。次に空間的自己相関と人対車両事故リスクとの関係からは、エリア内の歩行者の空間的自己相関が高まるにつれてエリア人対車両事故リスクも高まることが明らかとなった。この結果より、歩行者がエリアの一部に集中しているようなエリアにおいて、人対車両事故リスクが高まる可能性が示唆された。

今後の課題としては、その他の要因を考慮した事故リスク要因分析が挙げられる。本研究では、歩行者交通特性に関する指標と事故リスクとの関係性について基礎的な分析にとどまっているため、今後は対象エリアを拡大し、ポアソン回帰モデル等の分析手法を用いて、その関係性について詳しく分析していく必要があると考える。

謝辞：本研究は「一般財団法人日本デジタル道路地図協会」の研究助成を受けたものです。また、本研究を進めるにあたって、千葉県警察本部からは交通事故データの

貴重なデータの提供をいただきました。ここに示して、感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 千葉県警察本部 HP：交通事故統計資料集 ([https://www.police.pref.chiba.jp/kotsusomuka/traffic-safety\\_hakusyo.html](https://www.police.pref.chiba.jp/kotsusomuka/traffic-safety_hakusyo.html)).
- 2) 千葉県警察本部 HP：「ゾーン 30」の概要 ([https://www.police.pref.chiba.jp/kotsukiseika/traffic-safety\\_defend-08.html](https://www.police.pref.chiba.jp/kotsukiseika/traffic-safety_defend-08.html))
- 3) 千葉県船橋市道路情報公開システム (<https://www.sonicweb-asp.jp/funabashi/index>)
- 4) 渡部数樹, 中村英樹：道路交通環境に着目した交通事故発生要因に関する統計モデル分析, 土木計画学論文集 D3 (土木計画学), Vol. 71, No. 5, pp. 889-901, 2015.
- 5) 福井智侑, 塩見康博：プローブデータを用いた非センサリンクを対象とした事故リスク要因の分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 74, No. 5, pp. 703-713, 2018.
- 6) 谷上正晃, 吉井稔雄：歩行者交通流におけるエントロピー増大傾向の検証, 土木学会論文集 D3, 2009

(Received October 2, 2020)

## ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN PEDESTRIAN SPACE OCCUPANCY AND TRAFFIC ACCIDENT RISK ON RESIDENTIAL ROADS AREA BASED ON PEOPLE FLOW DATA

Kohei OKADA, Satoshi HYODO and Tomoyuki TODOROKI