

一般道路における事故リスク原単位の検討

兵頭 知¹・吉井 稔雄²・倉内 慎也³

¹学生会員 愛媛大学大学院 理工学研究科（〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番）

E-mail: hyodo.satoshi.07@cee.ehime-u.ac.jp

²正会員 愛媛大学教授 理工学研究科（〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番）

E-mail: yoshii@cee.ehime-u.ac.jp

³正会員 愛媛大学准教授 理工学研究科（〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番）

E-mail: yoshii@cee.ehime-u.ac.jp

これまで、交通事故のリスク評価については、主に事故発生件数を道路延長と交通量で基準化した事故率 [件/億台キロ]を用いて実施されてきた。しかしながら、同原単位には、一般道路で多数発生する交差点に関連した変数の影響が含まれておらず、事故の実態に即した評価が行われていない可能性が想定される。そこで、一般道路における交通事故のリスク評価の改善を目的に、事故の危険性を評価する事故リスク原単位に関し検討をおこなった。本稿では、道路交通センサスのデータおよび交通事故データを用いて事故件数の説明要因として走行台キロならびに交差点通過台数を考慮し、愛媛県の直轄国道を対象に分析を行った結果を報告する。

Key Words : accident risk, surface street, vehicle-kilometre, intersection

1. はじめに

交通事故に関わる多大な社会的損失のため、道路交通における安全性の向上は我が国において重要な課題となっている。近年、交通事故は減少傾向が続いてるものの、平成26年で約58万件の事故が発生しており¹⁾、その絶対数は少ないとはいえない。さらに、走行台キロあたりの死傷事故発生件数である死傷事故率については、下げ止まりの傾向を示している。また、道路の規格別に死傷事故率を見ると、幹線道路（一般国道及び都道府県道等）は自動車専用道路の約8倍²⁾となっており、低い規格の道路ほど死傷事故率が高い傾向にある。このような現状から、一般道路に対して効果的な交通安全対策の実施が望まれる。そのためには、どのような道路区間が事故発生の危険性が高いかを把握する必要がある。一般的に、交差点又は路線のある道路地点・区間において1年間の事故件数と交通量、道路延長のデータを使い、死傷事故率を用いて交通事故多発箇所を抽出し対策箇所を選定する方法が多く用いられている。

しかしながら、一般道路上の事故は、事故発生箇所の半数以上が交差点で発生していることなどから、事故発生リスクを評価するうえで交差点による影響を考慮することは重要であると考えられる。また、事故発生については、事故類型別に道路構造的な要因や環境要因などの様々な要因によって規定されることが知られている。し

たがって、自動車走行台キロのみで一般道路のすべての事故発生を関連づけることが必ずしも適切な事故発生リスク評価方法であるとは言えない。このため、事故リスク原単位について、交差点の影響を考慮した物理量を導入することによって、事故発生の実態に即した評価につながると思われる。

そこで、本研究では、事故類型および沿道状況の違いに着目し、交差点通過台数ならびに走行台キロを組み合わせ新たな事故リスク原単位を構築することを目的とする。

2. 既往研究

これまで、一般道路の交通事故に関する既往研究としては以下のものが挙げられる。大きく、交差点を対象にした分析、路線単位などのマクロに道路ネットワークを対象に分析した研究に分けられる。

交差点を対象とした研究については、例えば、コリムら³⁾は交差点における出会い頭事故と進路変更巻き込み事故を対象に、事故発生メカニズムをモデル化し事故リスクに影響を与える要因について考察している。また、坂本ら⁴⁾は、千葉県の交差点事故を対象に、交通状況および道路状況に基づいて事故件数を説明するモデルを推定し、各要因の影響について考察している。

マクロに道路ネットワークの事故発生リスクを分析した研究として、川上ら⁵⁾、森地ら⁶⁾およびAbdel et al.⁷⁾は、道路構造および沿道状況などの道路環境に着目し、多角的な視点から交通事故の発生要因を分析している。その結果、事故発生 の 要因として、交通量や道路延長などの交通量要因（曝露量）、勾配や曲率などの道路構造に加え、土地利用状況の重要性を示した。また、高松ら⁸⁾は、道路区間の場所の位置や空間的な特徴を定量化し交通量データ等を代替するスペースシンタックス指標化を用いて、場所ごとの事故リスクを推定するモデルを構築し、各要因の影響を分析している。さらに、モデルの推定結果をGIS上に表現することで、地域特性や道路種別などの地理的要因と事故発生との関係について考察している。以上の研究の成果より、事故発生に影響を与える要因として、交通量などの曝露量に加え、沿道状況、車線数や交差点密度などの道路構造的な要因などが明らかにされている。

本研究は、交通事故の発生要因を道路・環境要因との関係から明らかにする点については、従来なされてきた一連の研究に位置づけられるものである。しかしながら、本研究のように、事故リスク原単位を構成する単位に対する検討についてはなされていない。

そこで、本研究では適切な事故リスク原単位の構築を目的に、一般的に用いられる走行台キロに加えて、交差点通過台数を組み合わせ新たな事故リスク原単位の検討を行う。具体的には、事故類型および沿道状況の違いに着目し、各単位の事故発生への寄与の大きさについて比較分析をおこなう。

3. 事故リスク原単位

(1) 走行台キロおよび交差点通過台数

本研究では、走行台キロおよび交差点の通過台数でそれぞれ基準化した2種類の事故リスク原単位を用いることとする。これらの原単位は、以下の式において定義する。まず、年単位当たりの事故発生件数を道路延長と交通量で基準化したもの（以下、事故リスク原単位（走行台キロ））については、次式によって算出される。

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

ここで、

R_{ij}^L : 区間*i*の事故形態*j*の事故リスク原単位[件/億台・km]

N_{ij} : 区間*i*で1年間に発生した事故形態*j*の事故件数[件/年]

q_i : 区間*i*の1日当たりの交通量[台/日]

L_i : 区間*i*の延長[台km]

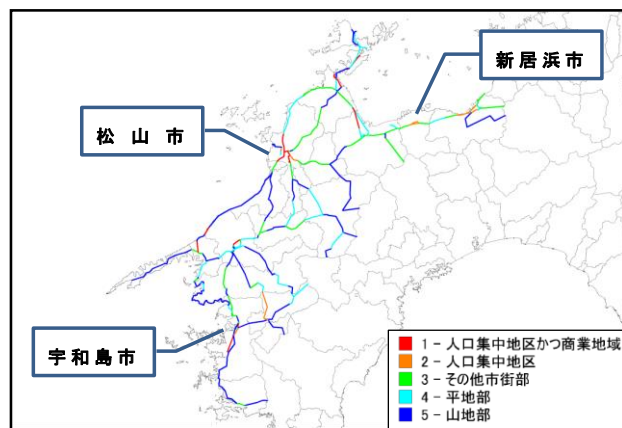


図-1 分析対象ネットワーク

表-1 分析対象ネットワークの路線別概要

一般国道	区間延長(km)	区間数(区間)
11号	108.6	77
33号	58.4	25
56号	169.3	113
192号	12.2	5
194号	18.2	2
196号	81.8	45
197号	104.9	38
317号	99.9	45
319号	40.8	6
320号	36	17
378号	116.9	31
379号	39	13
380号	21.2	6
381号	12.8	6
437号	4.5	7
440号	22.3	6
441号	56.6	14
494号	49.7	8
合計	1,053.1	464

次に、年単位当たりの事故発生件数を通過交差点数と交通量で基準化したもの（以下、事故リスク原単位（交差点通過台数））は、以下の式によって定義される。

$$R_{ij}^S = \frac{N_{ij}}{q_i S_i} \times 10^8 \quad (2)$$

ここで、

R_{ij}^S : 区間*i*の事故形態*j*の事故リスク原単位[件/億台・箇所]

N_{ij} : 区間*i*で1年間に発生した事故形態*j*の事故件数[件/年]

q_i : 区間*i*の1日当たりの交通量[台/日]

S_i : 区間*i*の交差点の箇所数[箇所]

4. 分析概要

(1) 分析対象とするネットワーク

本研究における分析対象とする道路ネットワークは、図-1に示すように、愛媛県内の一般国道の計18路線（表-1参照）である。なお、同ネットワークの総延長は約1053.1kmである。

表-2 対象ネットワークにおける事故発生状況

事故類型	事故発生件数(件)	構成率 (%)
人対車両事故	1,330	4.8
車両相互事故	24,377	87.9
車両単独事故	1,661	6.0
不明	352	1.3
合計	27,720	100.0

(2) 分析に使用するデータ

本研究では、以下に示す二つのデータを組み合わせて、交通事故発生要因分析をおこなう。対象とするデータは、道路交通センサスデータ(平成22年版)、平成15年1月1日から平成24年12月31日の10年間の事故データである。

a) 道路交通センサスデータ

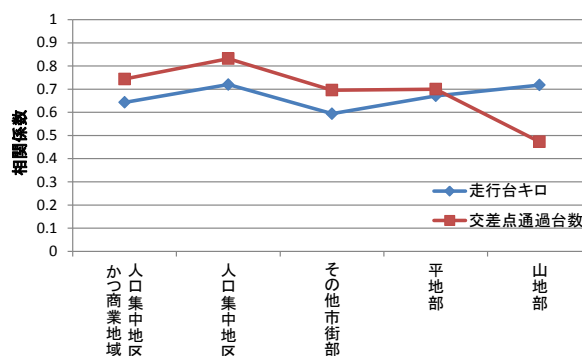
道路交通センサスデータからは、路線名、交通調査基本区間番号、区間延長、昼間12時間交通量、24時間自動車類交通量に加え、道路状況調査単位区間における沿道状況、車線数などの情報が獲得される。本研究では、交通調査基本区間を分析単位とする。なお、交通調査基本区間とは、「都道府県(2桁)」+「道路種別(1桁)」+「路線番号(4桁)」+「順番号(4桁)」からなる11桁の番号で、路線の起点から終点に向けて昇順となるように分割された道路区間を示す。ここでは、表-1に示すように、一般国道路線を上り下り別無しの計464区間(リンク)を対象に事故発生要因と事故の関連を分析する。

b) 交通事故データ

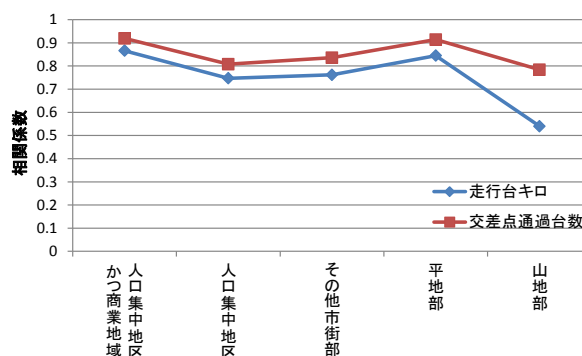
交通事故データについては、公益財団法人交通事故総合分析センターが提供する「交通事故・道路統合データベース」を用いた。同データベースには、交通事故が発生日、発生場所、路面の状況および当事者情報、事故情報などが記録されている。このうち、交通事故が発生した交通調査基本区間番号、発生日、事故発生の昼夜区分、発生した各事故の事故類型などの情報を分析に用いることとする。事故類型については、交通事故データに記載されている事故類型に基づいて、「人対車両事故」、「車両相互事故」および「車両単独事故」の3つに区分する。なお、対象期間の平成15年1月1日～平成24年12月31日の間に、対象道路ネットワーク内で発生した事故は27,720件である。このうち、事故類型や事故発生区間が不明な352件を除いた27,368件の交通事故を分析の対象とする。また、分析対象期間内に発生した全事故の内訳としては、表-2に示すように人対車両事故が約5%、車両相互事故が約88%、車両単独事故が約6%、不明が約1%であった。

(3) 事故類型・沿道状況別交通量要因と事故の関係

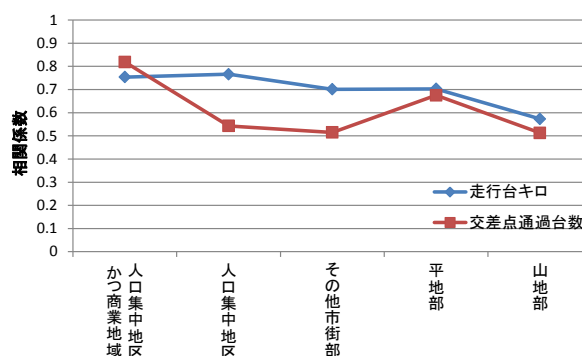
沿道状況については、中心部では人の交通を誘発した



(a) 人対車両事故



(b) 車両相互事故



(c) 車両単独事故

図-1 沿道状況別相関分析

り山地部では人口が少ないことなどから、走行台キロおよび交差点通過回数などの交通量要因と事故発生との関係性は異なることが予想される。具体的には、「人口集中地区かつ商業地域」のような場所では、自動車、二輪車および歩行者など様々な交通主体が行き交い、交通量が多いことから、走行量(台キロで表現される)というよりむしろ、交差点の通過回数に比例して事故発生することが予想される。それに対して、「山地部」では、自動車の行き交いが主で、人口は市街部と比べると少ないため、走行量に比例して事故が発生することが考えられる。

そこで、まず沿道状況を「人口集中地区かつ商業地域」、「人口集中地区」、「その他市街部」、「平地

部」および「山地部」の5種類の状況に分類する。さらに、事故発生メカニズムの違いを考慮するため3種類の事故類型に分けて、走行台キロおよび交差点通過台数の2種類の単位と事故件数の相関係数の比較分析を行う。図-1(a)、図-1(b)および図-1(c)に、「人対車両事故」、「車両相互事故」および「車両単独事故」の分析結果をそれぞれ示す。

結果に示すように、人対車両事故においては、山地部のみ走行台キロの相関が高く山地部以外は、交差点通過台数の相関が高い傾向を示した。車両相互事故では、沿道状況の違いに関わらず交差点通過台数の相関が高い傾向を示した。車両単独事故は、人口集中地区かつ商業地域除く各状況下において、走行台キロの相関が高い傾向を示した。以上の結果より、事故類型/沿道状況によって各单位と事故発生との相関が異なる傾向にあることが示唆される。

5. 事故リスク原単位の特性分析

以下では、事故リスク原単位を構成する走行台キロ、交差点通過台数が事故発生に与える影響を明らかにするため、重回帰分析を用いて事故類型別に各種事故発生要因と事故発生との関係について分析をおこなう。

(1) モデルの概要

以下では、事故発生の要因を説明変数、人対車両事故、車両相互事故および車両単独事故の事故類型別の事故発生件数を目的変数とする重回帰モデル式(3)を用いて分析を行う。

$$y_j = \alpha + \sum_k \beta_k x_k \quad (3)$$

ここで、

y_j : 事故類型 j の事故発生件数[件/年]

x_k : 事故発生要因

α, β_k : パラメータ

にて算定する。

(2) 事故発生に影響を与える要因

交通事故の発生においては、走行台キロおよび交差点通過台数などの交通量要因(曝露量)の大小が大きな重みを占めるにしても、道路構造、環境要因等の影響は無視できないものと考えられる。以上の考えのもと、以下に示す説明変数を準備する。分析単位道路区間を表-3に示す各要因に該当する区分にそれぞれ分類する。

a) 走行台キロ

走行台キロは、分析単位区間の延長にその区間を代表する地点の交通量を乗じて算出したものを用いる。

表-3 事故発生に影響を与える要因

事故発生要因		カテゴリ-
交通量要因	走行台キロ[台・km]	
	交差点通過台数[台・箇所]	
道路構造要因	沿道状況	人口集中地区かつ商業地域 人口集中地区 その他市街部 平地部 山地部
	車線数	
環境要因	昼夜	昼間
		夜間

b) 交差点通過台数

交差点通過台数は、分析単位区間の交差点数に同区間を代表する地点の交通量を乗じて算出したものを示す。ここでは、2本以上の道路と道路が交差する地点を交差点とみなしている。なお、交差点数のデータがセンサスデータの項目には記されていないため、道路地図を用いてカウンターによる人手計測によって情報を獲得した。

c) 沿道状況

代表沿道状況については、「人口集中地区かつ商業地域」、「人口集中地区」、「その他市街部」、「平地部」および「山地部」の5つの沿道状況に区分される。「人口集中地区(DID)」とは、「市区町村の区域内で人口密度の高い(約4,000人/km²以上)調査区がたがい隣接して、その人口が5,000人以上の地域」を示す。「商業地域」とは、都市計画で沿道の用途が商業地域又は近隣商業地域に指定されている状況を示す。「その他市街部」とは、人口集中地区に含まれないが調査路線の道路の両側に人家が連担していて、車両の運転手から見て市街部を形成しているところをいう。「平地部」とは、人家が連担していない地域で、平野など道路の縦断勾配が比較的ゆるやかな地域をいう。「山地部」とは、山地、丘陵及び山麓等をいい、一般に道路の勾配や線形が厳しい地域を示す。

d) 車線数

車線数は、分析単位区間の代表断面の上下線合計の車線数を示す。このため、車線数が1本とは、車線により構成されない車道を持つ道路を示す。なお、登坂車線、付加追越車線、屈折車線、変速車線、停車帯およびゆずり車線については、車線数には含めていない。

e) 昼夜

走行時の時間帯については、昼間/夜間の2つに区分される。

(3) サンプルについて

本研究における回帰モデルの考え方は、分析対象期間の10年間の交通事故を事故類型別に、各センサス区間および昼夜別における事故発生要因によって、説明するものである。したがって、464リンク×2(昼夜別)＝

計 928 個のサンプルが対象となる。ただし、このうち交通量の情報が空白となる交通量非観測区間に該当する60個のサンプルを除く868個のみを分析対象とする。

6. 推定結果

人対車両事故、車両相互事故、車両単独事故の3種類の事故類型に対し、事故発生要因を説明変数とした重回帰モデルを適用した。各推定結果については、以下にそれぞれ示す。

(1) 人対車両事故

人対車両事故に関する重回帰モデル分析結果を表-4に示す。人対車両事故では、曝露量として「交差点通過台数」が有意に正の影響を与えている。すなわち、交差点を通過する車両が増加するにつれて、事故発生件数が増大することを示している。道路構造としては、「車線数」が有意に負の影響を与えていることから、車線数が多い区間の方が事故発生件数は低下する傾向を示した。これは、多車線区間では歩行者の横断機会の低下により、事故件数も低下したのではないかと考えられる。また、環境要因として「夜間ダミー」が有意に正の影響を与えていることから、夜間に事故の危険性が高い傾向を確認した。沿道状況については、「人口集中地区かつ商業地域」が有意に正の影響を与えることを示した。すなわち、人口の多い中心部において事故発生件数が増大する傾向を示した。また、「その他市街部」、「平地部ダミー」が有意に正の影響を与えることを示した。一方、「交差点通過台数」×「その他市街地」、「交差点通過台数」×「平地部」は有意に負の影響を与えている。このことから、沿道状況の違いによって、事故件数は有意に異なることが示された。これは、例えば沿道沿いの商店の密度等の本分析で考慮できていない要因による差異であることが考えられる。

(2) 車両相互事故

車両相互事故に関する重回帰モデル分析結果を表-5に示す。結果に示すように、「交差点通過台数」、「車線数」、「走行台キロ」×「人口集中地区」、「交差点通過台数」×「人口集中地区かつ商業地域」が有意に正の影響を与える説明変数だといえる。このことから、車両相互事故では、交通が集中するかつ交差点密度の高い中心部において非常に事故の危険性が増加する傾向を示した。また、「車線数」が有意に正の影響を与えていることから、車線数が多い区間の方が事故発生件数は増加する傾向を示した。

表-4 人対車両事故の推定結果

説明変数	係数	標準化係数	t
定数項	0.52		1.42
交差点通過台数(億台・箇所)	0.63	0.93	22.11 **
車線数(本)	-0.44	-0.07	-2.46 *
夜間ダミー	0.98	0.17	6.26 **
人口集中地区かつ商業地域ダミー	0.89	0.10	3.12 **
その他市街地ダミー	0.78	0.12	3.50 **
平地部ダミー	0.53	0.07	2.36 *
交差点通過台数(億台・箇所) × その他市街部ダミー	-0.33	-0.32	-8.02 **
交差点通過台数(億台・箇所) × 平地部ダミー	-0.42	-0.35	-9.67 **
重決定係数 R ²		0.44	
自由度調整済決定係数 R ²		0.43	
サンプル数		868	

**1%有意, *5%有意

表-5 車両相互事故の推定結果

説明変数	係数	標準化係数	t
定数項	-12.97		-3.35 **
交差点通過台数(億台・箇所)	8.06	0.65	35.57 **
車線数(本)	7.28	0.07	4.04 **
走行台キロ(億台・km) × 人口集中地区ダミー	25.57	0.13	7.77 **
交差点通過台数(億台・箇所) × 人口集中地区かつ商業地域ダミー	7.59	0.31	17.81 **
重決定係数 R ²		0.80	
自由度調整済決定係数 R ²		0.80	
サンプル数		868	

**1%有意, *5%有意

表-6 車両単独事故の推定結果

説明変数	係数	標準化係数	t
定数項	0.39		2.79 **
走行台キロ(億台・km)	3.25	0.60	18.44 **
夜間ダミー	0.41	0.07	2.41 *
走行台キロ(億台・km) × 人口集中地区かつ商業地域ダミー	-4.11	-0.29	-3.22 **
走行台キロ(億台・km) × その他市街地ダミー	0.70	0.08	2.55 *
交差点通過台数(億台・箇所) × 人口集中地区かつ商業地域ダミー	0.54	0.39	4.41 **
重決定係数 R ²		0.41	
自由度調整済決定係数 R ²		0.41	
サンプル数		868	

**1%有意, *5%有意

(3) 車両単独事故

車両単独事故に関する重回帰モデル分析結果を表-6に示す。車両単独事故については、「走行台キロ」が増大するに従い、事故件数が増大する傾向を示した。さらに、「走行台キロ」×「その他市街地」が有意に正の影響を与えており、その他市街地における走行機会が増大するに従い、事故の危険性が高まることが示された。また、環境要因として「夜間ダミー」が有意に正の影響を与えている。すなわち、夜間において事故の危険性が増大することが示された。一方、「走行台キロ」×「人口集中地区かつ商業地域」の説明変数が有意に負の影響を、「交差点通過台数」×「人口集中地区かつ商業地域」が有意に正の影響を与える結果を示した。このことから、中心市街地においてのみ、交差点通過回数が増大するにしたがい、事故の危険性が増大する傾向を示した。

7. おわりに

本研究では、愛媛県の一般国道を対象とし、事故データおよび道路交通センサスデータを用いて沿道状況と事故類型別に事故発生リスク原単位についての考察をおこなった。次いで、事故リスク原単位の特性を明らかにするため、重回帰分析を用いて事故類型別に交通量要因、道路構造、環境要因の3つの事故発生要因と事故発生の関係について分析を行った。

分析の結果、事故類型／沿道状況別に「走行台キロ」と「交差点通過台数」が事故発生に与える影響は有意に異なることが示された。具体的には、人対車両事故では、交差点通過台数の影響が大きい事故であり、夜間における走行、中心部での走行において事故件数が増加することが示された。車両相互事故では、交差点通過台数の影響が強く作用する事故であり、道路車線数の増加、市街部での走行において事故件数が増加する傾向などが示された。一方、車両単独事故では、走行台キロの影響が大きく、夜間において事故件数が増加することなどが示された。このことから、事故類型／沿道状況別に「走行台キロ」と「交差点通過台数」の両方を組み合わせた事故リスク原単位を用いることで、一般道路の事故の実態に対応した安全性評価につなげることが期待される。

今後は、事故リスク推定モデルの説明力を向上させるために、ポアソン回帰モデルを用いるなどモデルの改善を行う。また、より実態に即した評価を行うために、単路部、交差点部および交差点付近に分け事故発生地点別の分析を行うと共に、年齢別人口割合や沿道店舗密度な

どより具体的な沿道状況に関わる状態量をも考慮した分析についても行う予定である。

参考文献

- 1) 警察庁交通局：平成 26 年度交通事故の発生状況について
- 2) 国土交通省：交通事故の現状
- 3) コリム・マサド・デワン, 家田 仁, 寺部慎太郎：出会い頭事故及び進路変更巻き込み事故を対象にした事故リスク分析モデルの構築とその地理情報システムへの適用, 土木計画学研究論文集, Vol.24, pp.751-756, 2001.
- 4) 坂本尚基, 赤羽弘和, 高松誠治, 南部繁樹, 堀口良太：ロバスト・ポアソン回帰による交通事故リスクモデルの同定と適用. 第 40 回土木計画学研究発表会・講演集 CD-R, 2009
- 5) 川上洋司・本多義明・竹内伝史・岩崎光男：道路機能と沿道土地利用パターンの対応からみた交通事故のマクロ的発生構造に関する研究, 土木計画学研究・論文集 No.9, pp.165-172, 1991.11
- 6) 森地茂, 兵藤哲朗, 浜岡秀勝：地理情報システムを用いた交通事故分析方法に関する研究, 「土木計画学研究・講演集」, 16(1)-2, 961-968, 1993
- 7) Abdel-Aty, M. A., and A. E. Radwan. Modeling traffic accident occurrence and involvement. Accident Analysis and Prevention, Vol. 32, 2000, pp. 633-642.
- 8) 高松 誠治, 堀口 良太, 赤羽 弘和：道路網の位相幾何学的評価尺度を導入した交通事故リスク推計モデルの構築, 交通工学, Vol. 44, No. 1, pp.54~62, 2009

(2015. 4. 24 受付)

CONSIDERATION OF AN UNIT OF ACCIDENT RISK ON SURFACE STREET

Satoshi HYODO, Toshio YOSHII, Shinya KURAUCHI