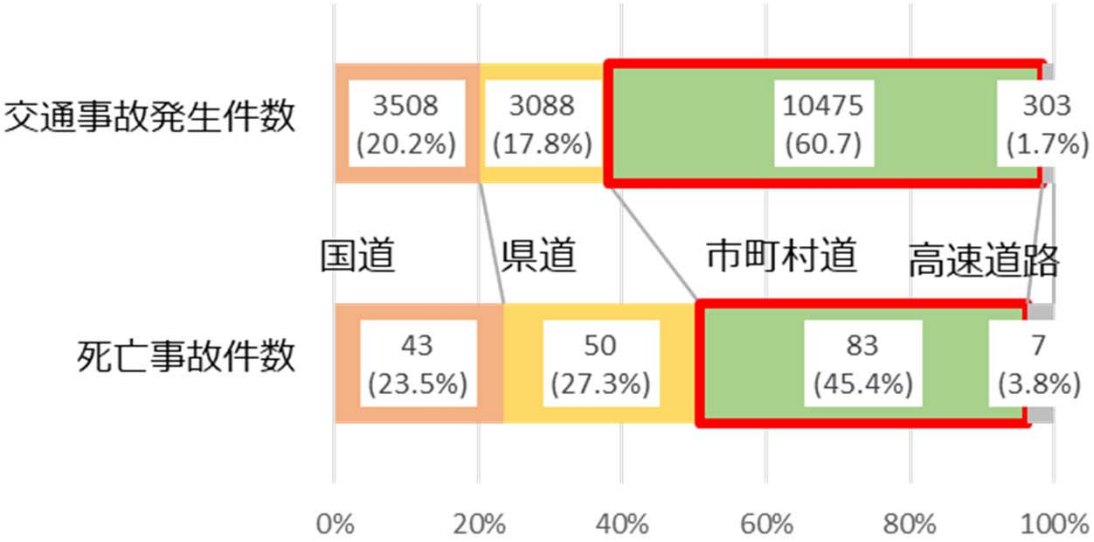
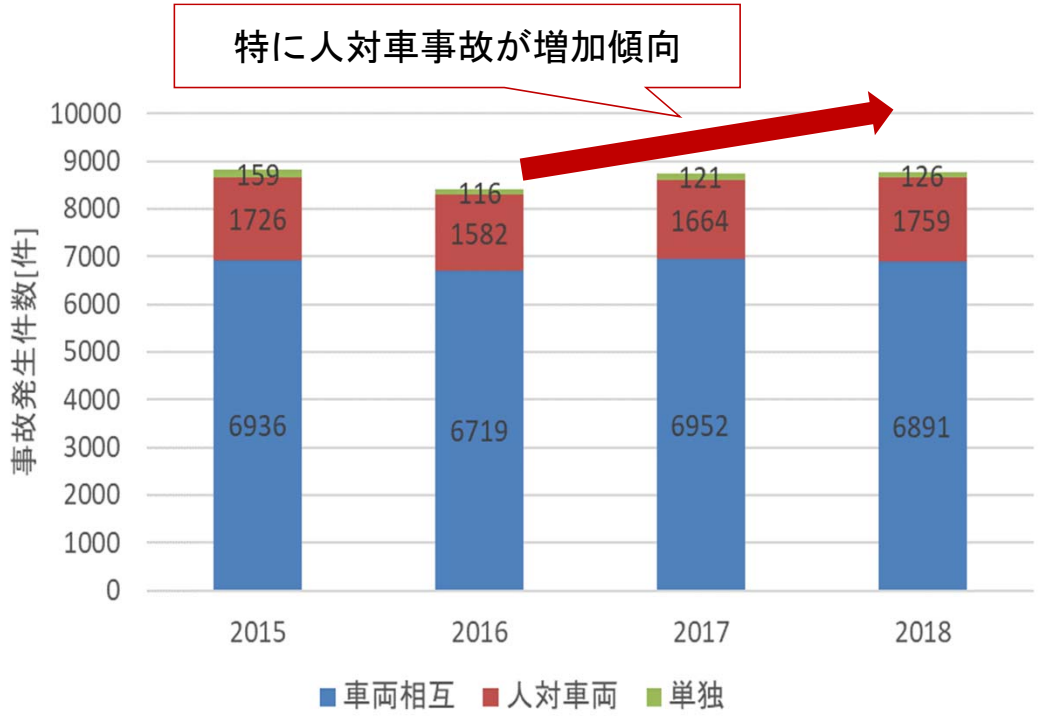
幹線道路に囲まれた
非幹線道路ブロックエリアにおける
交通事故リスク評価手法に関する研究

研究部　客員研究員
（日本大学　理工学部　助教）
兵頭　知

研究背景



出典）千葉県警察本部HP：交通事故統計資料



非幹線道路内における交通事故削減に向け，
効率的かつ効果的な交通安全対策を行うことが求められる．

研究背景

■地区評価の重み付け（重みを付けない場合）

視点	評価項目	重み
整備効果	①路線評価点	1
利用度	①人口密度	1
	②高齢化率	1
	③土地利用	1
危険度	①交通事故箇所の密度	1
	②ヒヤリ箇所の密度	1

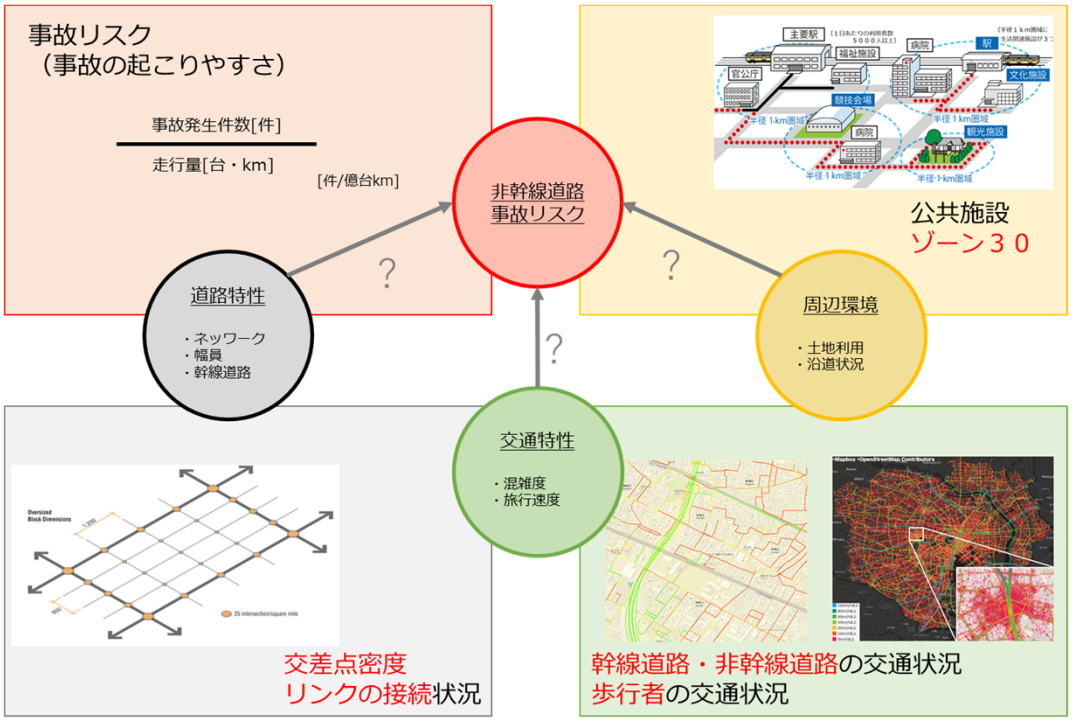
危険度と利用度や道路整備との因果関係は不明

■地区順位

1	C	9	S
2	O	13	A
3	J	13	B
3	N	13	F
5	E	13	M
5	G	13	Q
5	K	13	T
5	U	13	V
9	I	20	D
9	P	20	L
9	R	22	H

出典）コミュニティ道路整備計画の地区選定（文京区）

非幹線道路内における事故要因と事故リスクとの関連



種々の事故要因と事故発生の起こりやすさとの関係を
包括的に把握すると共に交通事故リスク評価の高度化が必要

既存研究

道路特性や道路NW特性に着目した研究事例

➢塩見ら(2016)
交差点幾何構造を考慮した幹線道路信号交差点における交通事故リスク要因分析

➢渡部ら(2018)
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

➢吉井ら(2018)
ETC2.0データを用いた生活道路における事故リスク算出方法

➢Marshall et al.(2011)
道路ネットワークデザインに着眼した事故リスク要因分析

➢福井ら(2019)
道路ネットワーク構造に着目した交通事故要因のマクロ分析

周辺環境に着目した研究事例

➢三村ら(2019)
交差点空間特性からみた高齢運転者が加害者となる無信号交差点出会い頭事故発生箇所の特徴

周辺環境や道路・道路NW特性に関する研究がほとんどであり
交通特性まで考慮された研究事例は見当たらない.

研究目的

目的

非幹線道路ネットワークエリア内の交通特性に着目し、
エリア事故リスク特性を把握すると共にその評価手法の開発

研究フロー図

①事故データ ②交通流実観測データ
③プローブデータ ④デジタル道路地図データ

Data

推定

①交通特性と事故リスクの関係分析

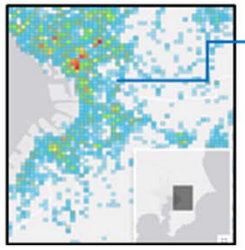
- エリア事故リスクの定義
- 交通特性指標の検討
- 交通特性と事故リスクとの関係を分析

推定

使用

②ブロックエリア事故リスク評価法の開発

ブロックエリア 事故リスク分布（千葉県）



ポアソン回帰モデル（GLMM）

$$\Pr(Y_j = y \mid \theta_j) = \frac{e^{-\theta_j}(-\theta_j)^y}{y!}$$

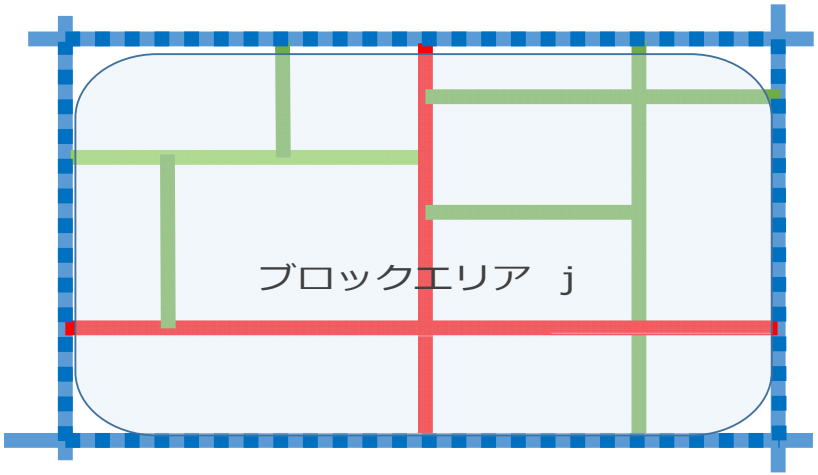
- 事故リスクモデルにより，交通特性，道路特性および沿道状況の影響を解明.
- ブロックエリア事故リスク評価法の開発

交通特性とエリア事故リスクに関する仮説

仮説

・周囲の幹線道路が混雑しているエリアでは非幹線道路の事故リスクが増大

・主要生活道路の旅行速度が低下したリンクでは非幹線道路の事故リスクが増大

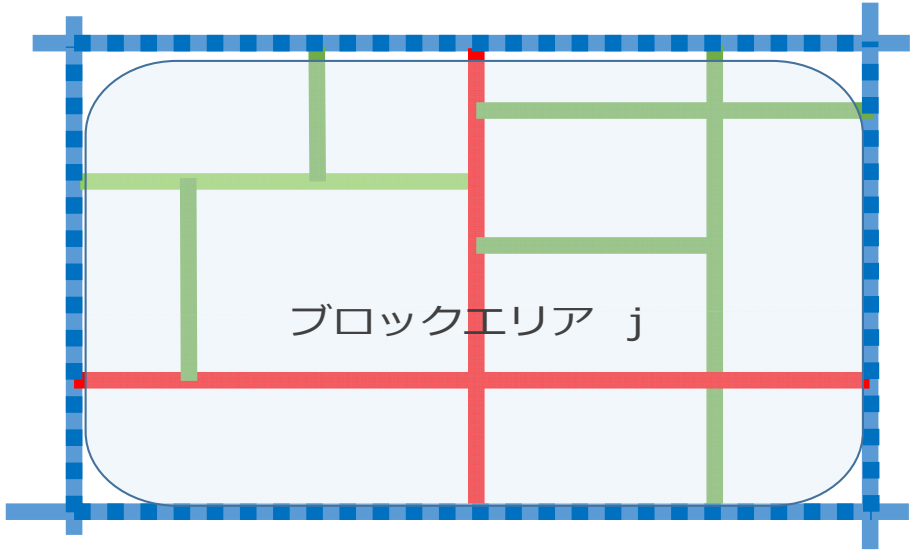


道路の種類	道路幅員	通行法
センサスリンク	13m以上	双方
主要生活道路	5.5-13.0m	双方
区画道路	5.5m未満	双方/一方

＜交通特性の検討項目＞

・幹線道路の混雑度
・主要道路の旅行速度及び旅行速度分散
・区画道路の旅行速度及び旅行速度分散

交通特性の指標について



道路の種類	道路幅員	通行法
センサスリンク	13m以上	双方
主要生活道路	5.5-13.0m	双方
区画道路	5.5m未満	双方/一方

①（周囲）センサスリンクの平均混雑度

$$\overline{C_j} = \frac{1}{nlj} \sum_{h=1} c_{hj}$$

エリアjの周囲を取り囲む
各センサスリンクhの混雑度

②ブロックエリア内平均旅行速度

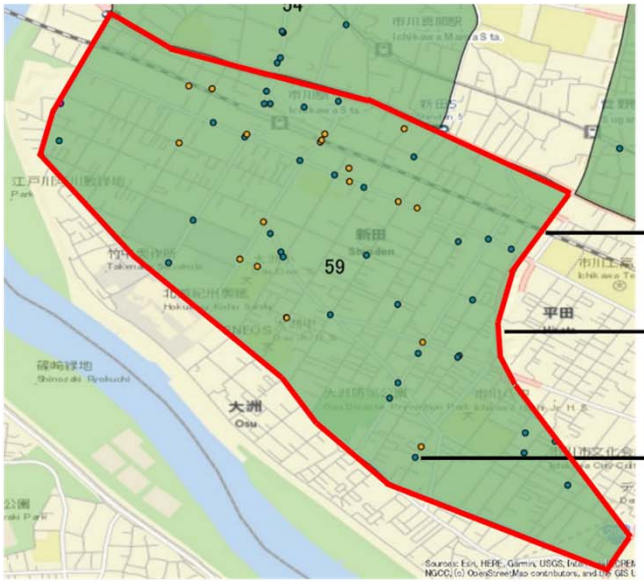
$$\overline{v_j} = \frac{1}{nj} \sum_{i=1} v_{ij}$$

エリアjの周囲を取り囲む
各センサスリンクhの混雑度

③ブロックエリア内平均旅行速度の分散

$$\sigma_j^v = \frac{1}{nj-1} \sum_{i=1} \left(v_{ij} - \overline{v_j} \right)^2$$

エリア事故リスクの定義



幹線道路

メッシュ（ブロックエリア）　i

事故類型　j

メッシュ i ,事故類型 j の非幹線道路事故件数[件/年]

メッシュ i ,事故類型 j の
非幹線道路事故リスク
[件/億台・km/年]

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

課題：網羅的な非幹線道路観測
交通量データは存在しない

メッシュ i の総走行台キロ[台・km]

非幹線道路内総走行台キロの推計

非幹線道路リンク単位の交通量推計モデル

非幹線道路の観測交通量
[台/日]

道路幅員ダミー
（5.5m以上=1，5.5m未満=0）

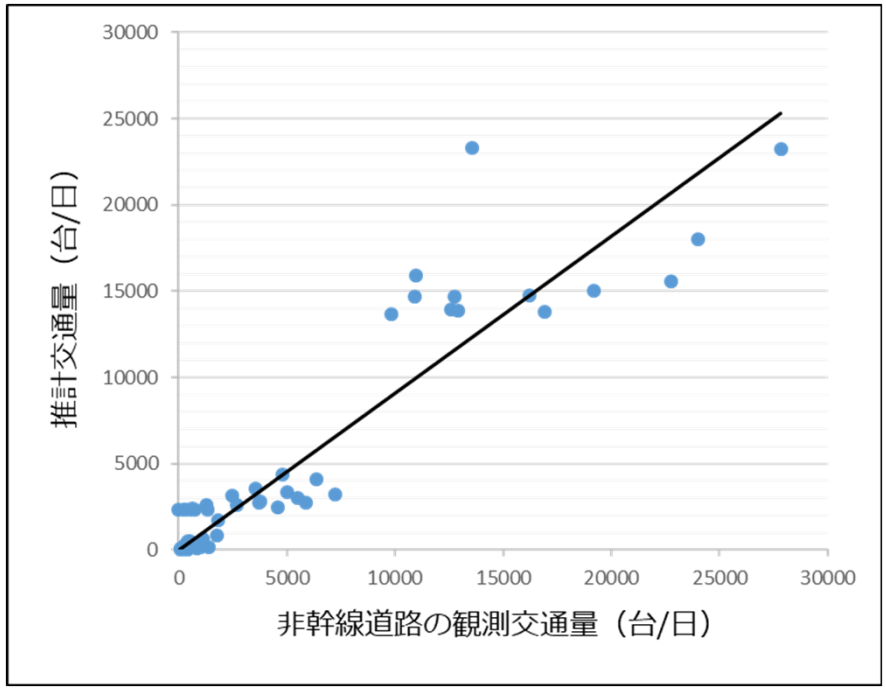
$$Q_{24} = q_{24} \cdot \alpha + X_1 \cdot \beta + X_2 \cdot \gamma$$

相互通行ダミー
（相互=1，一方=0）

民間プローブデータの年平均
24時間通過回数[台/日]

α：パラメータ（拡大係数）
β：ダミー変数X_1に対するパラメータ
γ：ダミー変数X_2に対するパラメータ

α	β	γ	決定係数 R^2
812.0	9781.8	2318.4	0.91



リンク毎に推計した交通量にリンク長 l を乗じ，
各エリア毎に集計し、総走行台キロを推計

$$L_i = \sum Q_{24i} \cdot l_i$$

エリア事故リスク推定モデル

事故データ
プローブデータ
道路ネットワークデータ
周辺環境データ

非幹線道路事故データ及びプローブデータ、道路ネットワークデータ、周辺環境データをGIS上で結合させる

ポアソン回帰モデル

$$Y_{ij} \sim \mathrm{Poisson}\,(\mu_{ij})$$

エリアにおける年間の事故発生件数

$$\mu_{ij} = R_{ij}L_i = exp\left(\alpha + \sum \beta_i x_i\right) L_i$$

事故発生件数の期待値

各種事故リスク要因

ブロックエリア内総走行台キロ

α：定数項
β_i：未知パラメータ

エリア事故リスク要因について

要因	変数	細目カテゴリー
交通特性	周囲幹線道路の平均混雑度	–
	平均旅行速度[km/h]	主要生活道路、区画道路
	平均旅行速度分散[km^2/h^2]	主要生活道路、区画道路
道路特性	信号交差点密度[箇所/km]	交差点形状（小＝幅員5.5m未満、中＝幅員5.5m-13m未満、大＝幅員13m以上）
	無信号交差点密度[箇所/km]	交差点形状（小＝幅員5.5m未満、中＝幅員5.5m-13m未満、大＝幅員13m以上）
	主要生活道路割合	–
	幹線道路接続・密度[箇所/km]	–
周辺環境	ゾーン３０設置割合	–
	学校密度[箇所/km]	–
	駅密度[箇所/km]	–
	コンビニ密度[箇所/km]	–
	大型ショッピングモール密度[箇所/km]	–
	医療機関密度[箇所/km]	–

分析データ

○交通事故データ：

事故類型，幅員，発生地点，緯度・経度　等

○デジタル道路地図ネットワークデータ：

道路リンク幅員，道路種別，道路延長　等

○携帯カーナビプローブデータ：プローブ通過回数、リンク長、平均旅行速度　等

○道路交通センサスデータ：センサスリンク位置，混雑度，旅行速度　等

○周辺環境データ：ゾーン３０設置面積，学校，駅等の位置データ

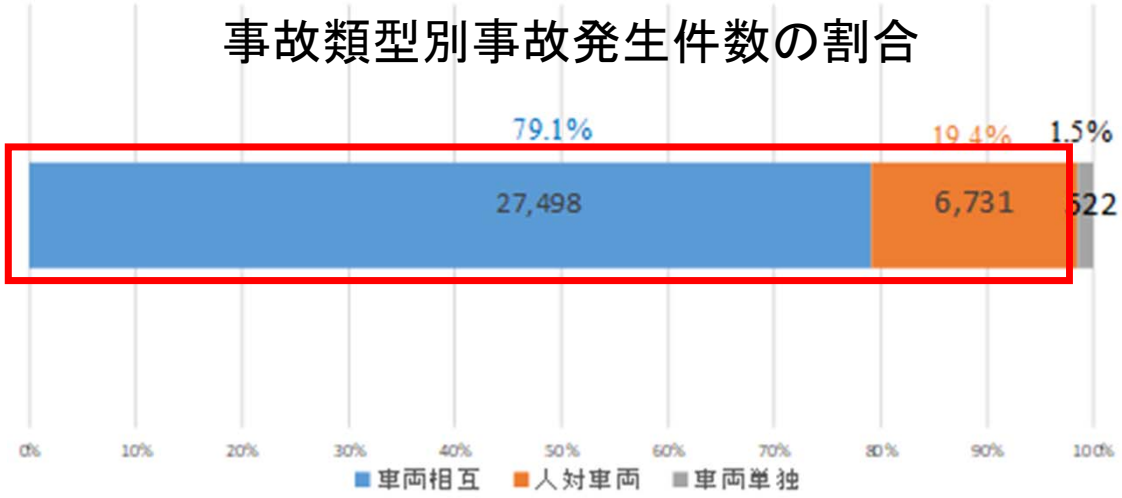
○非幹線道路交通量観測データ：街路毎の自動車通過回数観測結果（53地点）

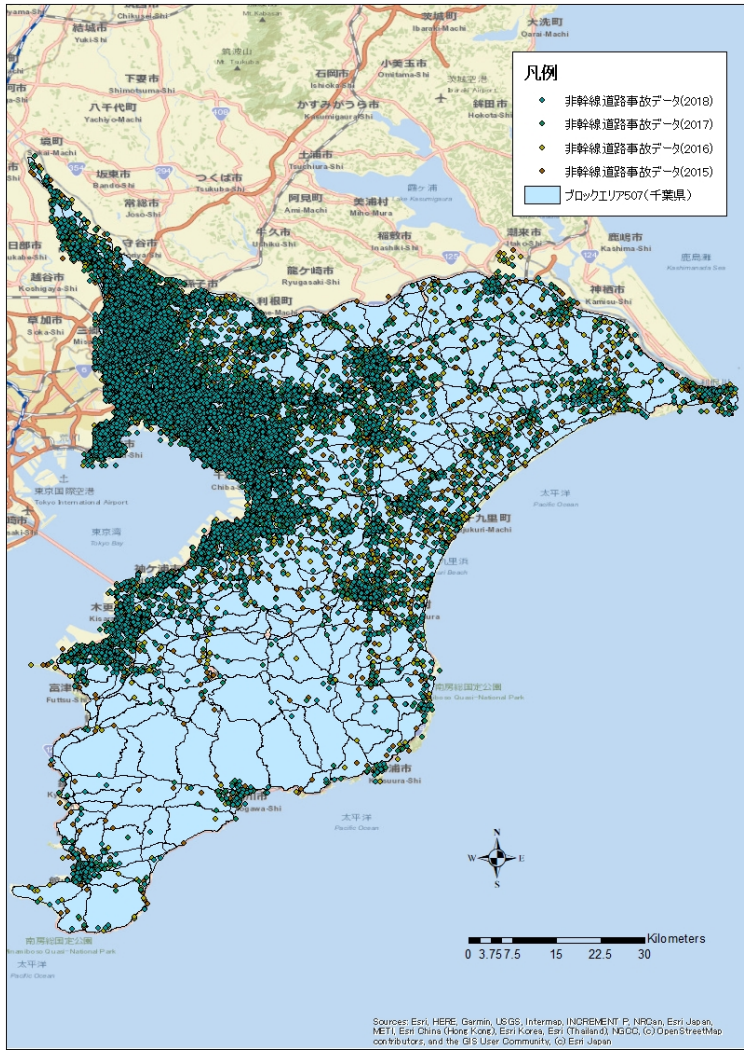
分析対象地域

分析対象地域：千葉県全域

集計期間：2015年1月1日－2018年12月31日
2015年～2018年：34,751件

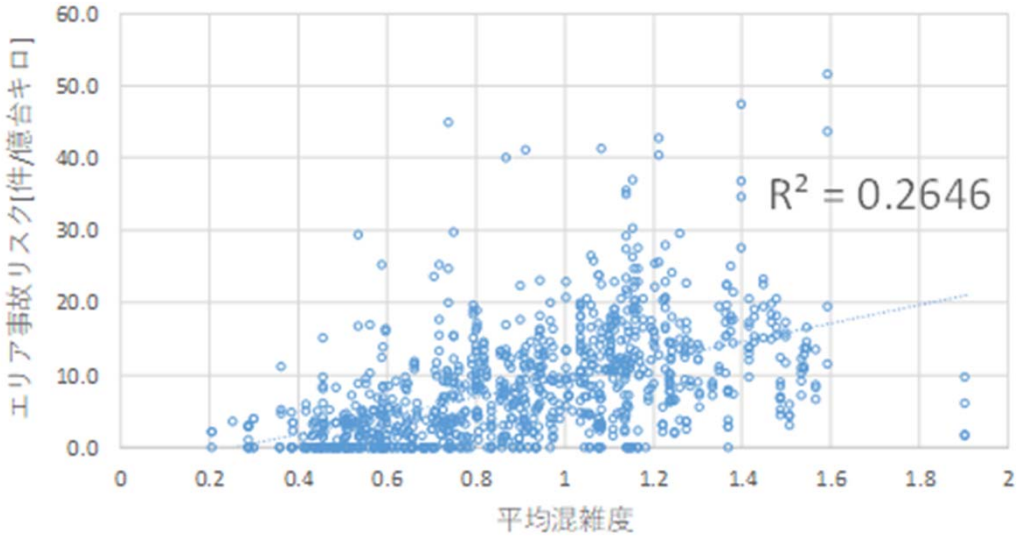
対象事故類型：人対車両事故，車両相互事故



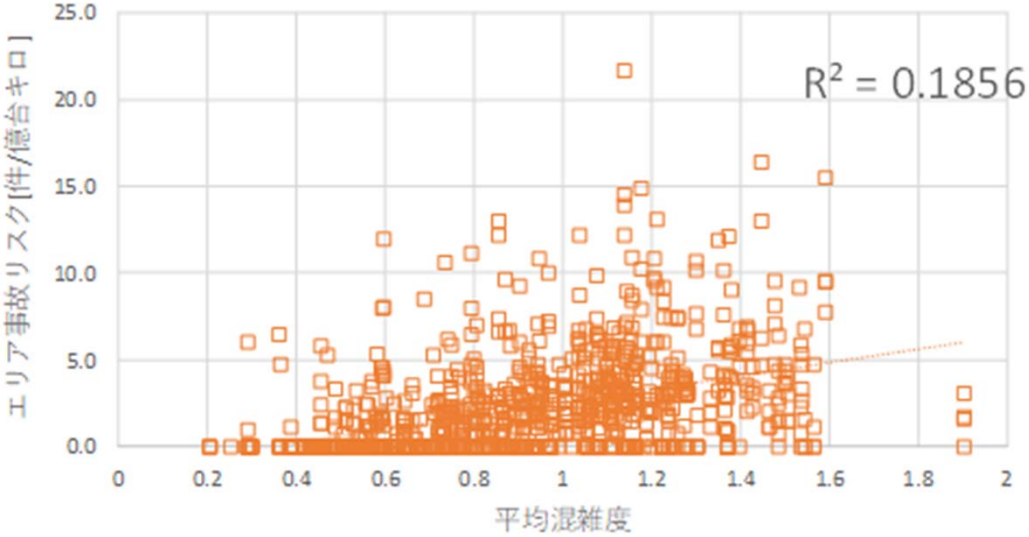


基礎分析結果 ①

（周囲）センサスリンクの平均混雑度
と車両相互事故リスクとの関係



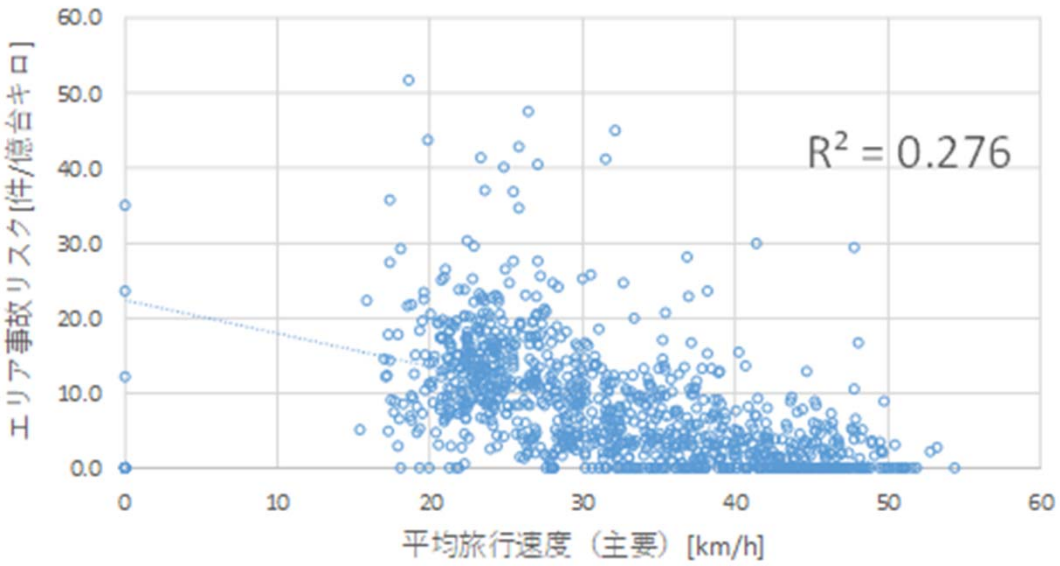
（周囲）センサスリンクの平均混雑度
と人対車両事故リスクとの関係



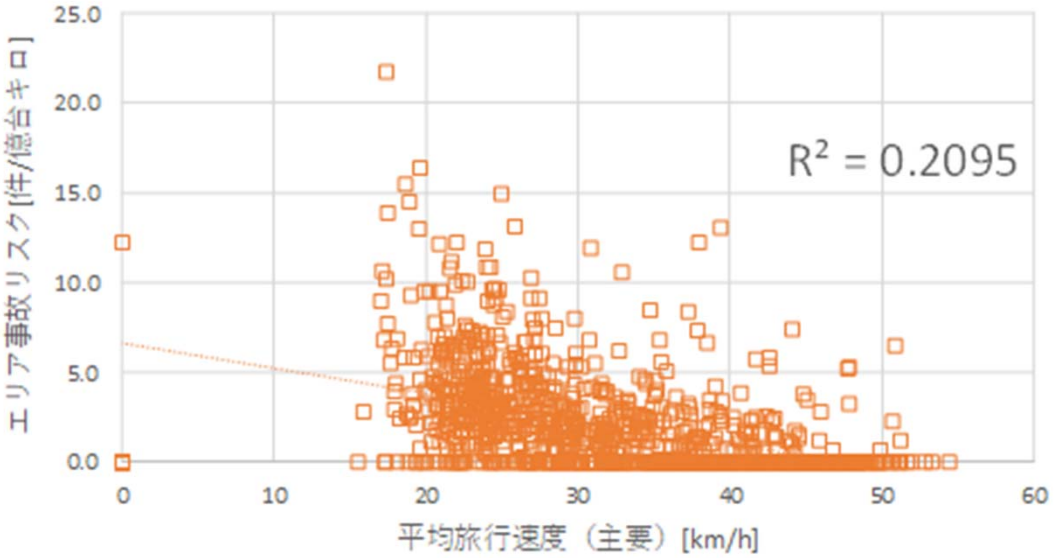
（周囲）センサスリンクの平均混雑度レベルが**増加する**につれて，事故リスクも**増大**.

基礎分析結果 ②

平均旅行速度（主要）と車両相互事故リスクとの関係

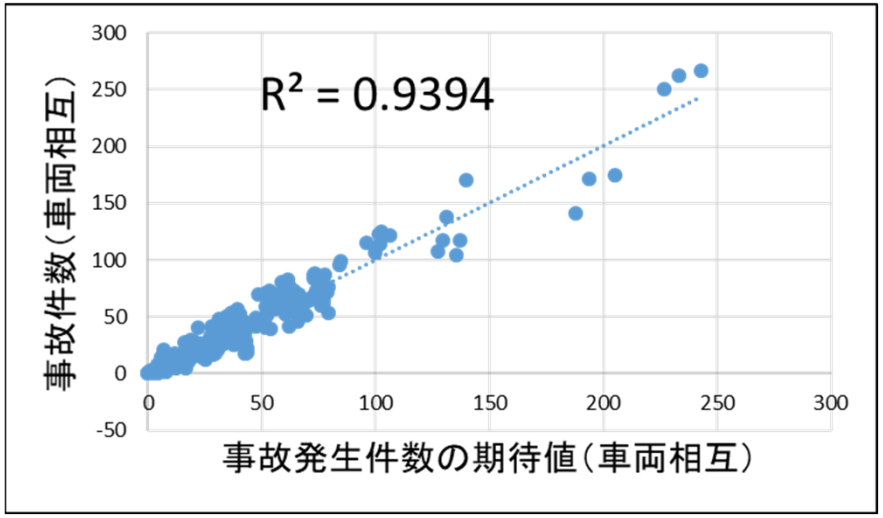


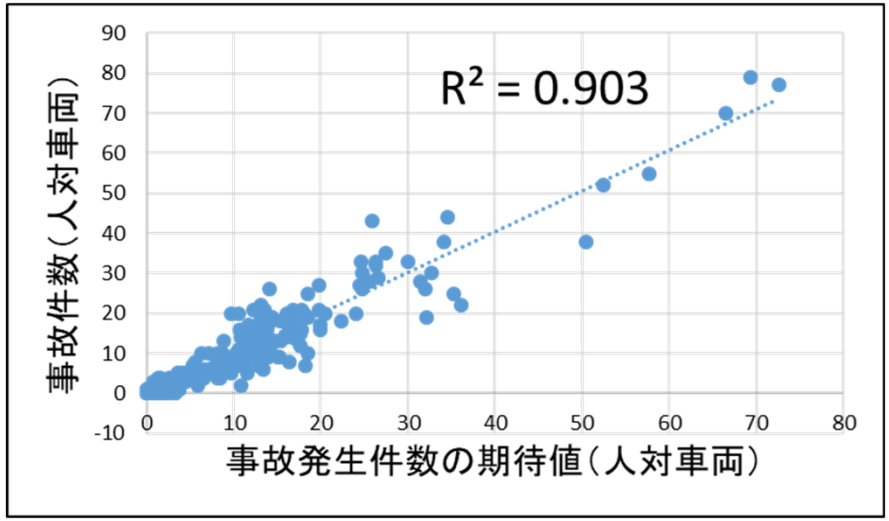
平均旅行速度（主要）と人対車両事故リスクとの関係



エリアの平均旅行速度が低下するにつれて，事故リスクは増大.

モデルの適合度





ρ2（疑似決定係数）

車両相互	0.40
人対車両	0.36

RMSE（平均平方二乗誤差）

車両相互	10.11
人対車両	0.80

ρ^2値は0.2以上の値を示しており，車両相互事故，人対車両事故それぞれのリスクモデルにおいて良好なモデルを構築

モデル分析結果（車両相互）

変数	車両相互事故	
	係数値	Z-value
定数項	2.58	18.2 ***
交通特性		
平均混雑度	0.34	8.19 ***
平均旅行速度（主要生活道路）	-0.03	-11.29 ***
平均旅行速度（区画道路）	-0.02	-4.68 ***
平均旅行速度の分散（主要生活道路）	$-1.55*10^{-4}$	-1.57
平均旅行速度の分散(区画道路)	$-9.55*10^{-5}$	-1.70 *
道路特性		
信号交差点密度（中×中）		
信号交差点密度（中×小）	1.36	9.12 ***
信号交差点密度（小×小）	-3.51	-2.59 ***
無信号交差点密度（中×中）	-0.20	-6.47 ***
無信号交差点密度（中×小）	0.03	1.48
無信号交差点密度（小×小）	0.08	10.44 ***
道路密度	0.02	9.69 ***
主要生活道路割合	-0.90	-6.57 ***
幹線道路接続密度	-0.42	-5.61 ***
周辺環境特性		
ゾーン３０設置割合	-0.69	-3.03 ***
学校密度	0.77	3.64 ***
駅密度	-5.08	-8.05 ***
大型ショッピングモール密度	3.77	7.33 ***
医療機関密度	-0.15	-3.23 ***
コンビニ密度	1.04	8.22 ***

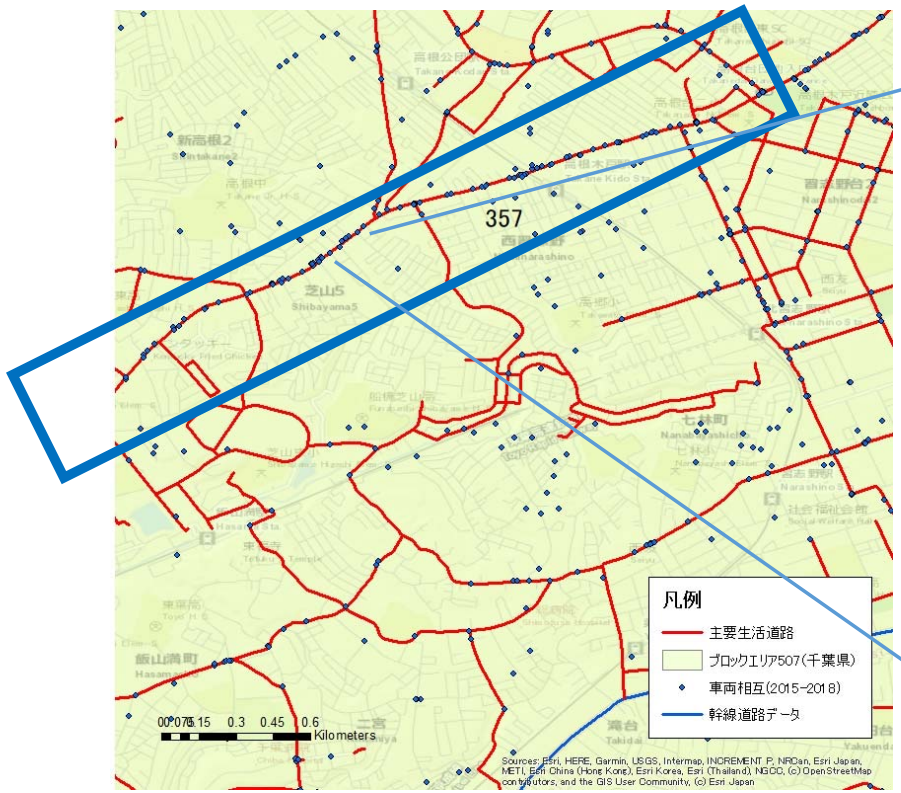
- 交通特性
  - 平均混雑度が有意に正の影響
  - 平均旅行速度（主要・区画）が有意に負の影響
- 道路特性
  - 信号交差点密度（中×小）が有意に正の影響
  - 無信号交差点密度（小×小）が有意に正の影響
- 周辺環境特性
  - 大型ショッピングモールやコンビニ密度が有意に正の影響

モデル分析結果（人対車両）

変数	人対車両事故	
	係数値	Z-value
定数項	0.76	2.67 **
交通特性		
平均混雑度	0.48	5.93 ***
平均旅行速度（主要生活道路）	-0.03	-5.10 ***
平均旅行速度（区画道路）	-0.03	-4.20 ***
平均旅行速度の分散（主要生活道路）		
平均旅行速度の分散(区画道路)	$2.54*10^{-4}$	3.48 ***
道路特性		
信号交差点密度（中×中）		
信号交差点密度（中×小）	0.86	3.19 ***
信号交差点密度（小×小）		
無信号交差点密度（中×中）	-0.14	-2.67 ***
無信号交差点密度（中×小）		
無信号交差点密度（小×小）	0.10	6.82 ***
道路密度	0.03	5.67 ***
主要生活道路割合	-1.34	-4.88 ***
幹線道路接続密度		
周辺環境特性		
ゾーン３０設置割合	-1.21	-3.04 ***
学校密度	0.83	2.09 **
駅密度		
大型ショッピングモール密度		
医療機関密度	0.41	5.88 ***
コンビニ密度	0.80	3.60 ***

- 交通特性
  - 平均混雑度が有意に正の影響
  - 平均旅行速度（主要・区画）が有意に負の影響
  - 平均速度分散が有意に正の影響
- 道路特性
  - 信号交差点密度（中×小）が有意に正の影響
  - 無信号交差点密度（小×小）が有意に正の影響
- 周辺環境特性
  - ゾーン30密度が有意に負の影響
  - コンビニ密度が有意に正の影響

事故プロットの様子（車両相互）

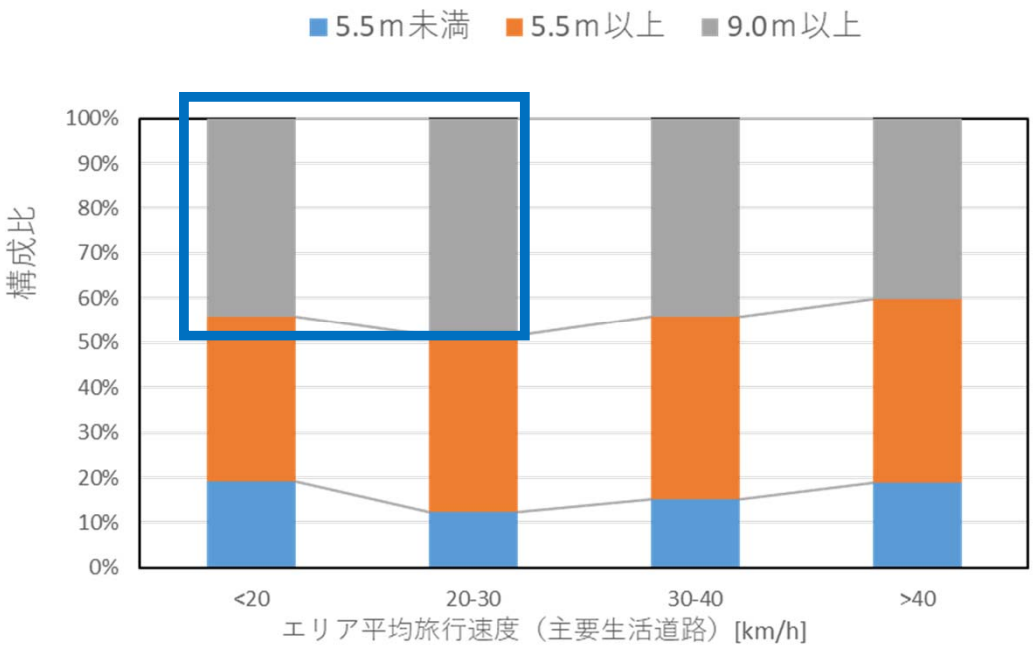


Google使用許諾 (2020.7,6アクセス)
http://www.google.co.jp/permissions/geoguidelines.html

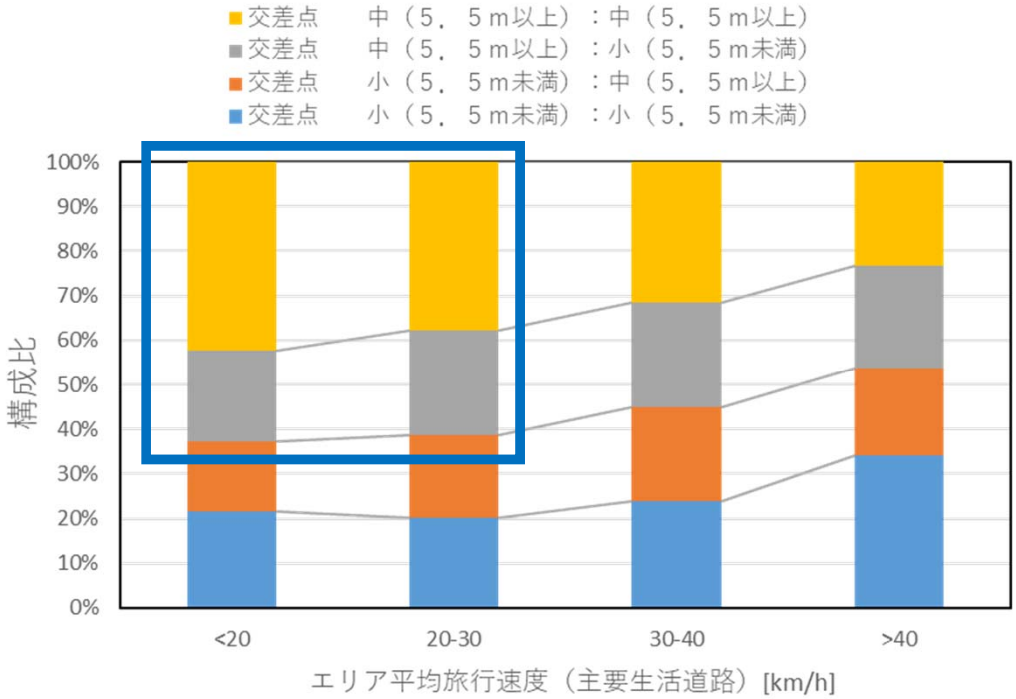
平均旅行速度が比較的低下している主要生活道路リンクに，
事故プロットが集中

平均旅行速度別・地点別の交通事故構成比

単路部



交差点



平均旅行速度（主要生活道路）が低下しているエリアでは，
9.0 m以上単路や交差点（中）における事故割合が大きい

まとめ

- ブロックエリア別に事故リスクを評価する方法を考案
- エリアの交通特性，道路特性，周辺環境の違いによってエリア事故リスクは異なる
  - -エリア内の平均旅行速度が低下し，外周の幹線リンクが混雑しているエリアの事故リスクは大
  - - 特定の交差点密度がエリアの事故リスクに影響
  - -道路ネットワークが高密なほど事故リスクが高まるものの，主要生活道路割合が高いエリアほど事故リスクは低下
  - -人が集中する施設が集積しているエリアほど人対車両事故リスクは大
  - -ゾーン30設置割合が高いエリアほど事故リスクは低下

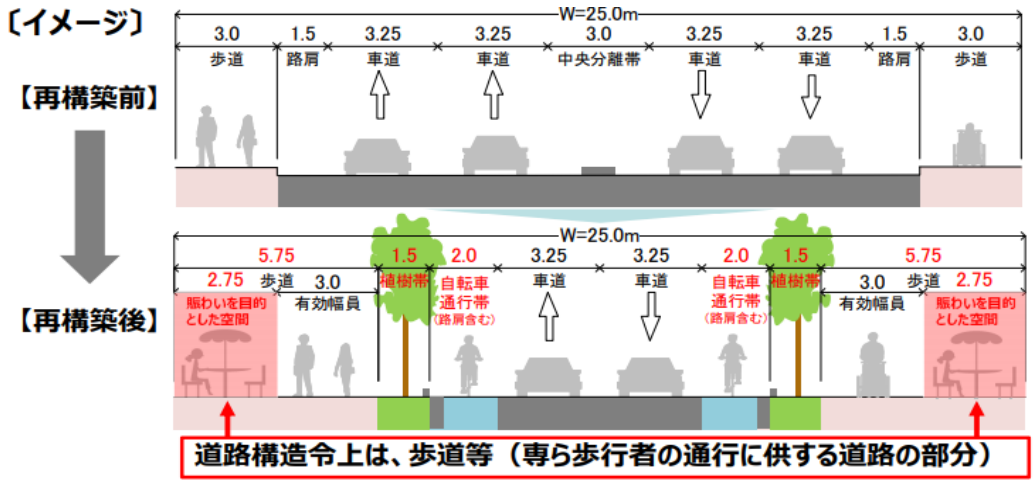
エリアの特徴（交通特性，道路特性，沿道環境）に合わせた<u>弾力的な道路整備や安全対策</u>を行うことが重要.

道路整備や安全対策への提案

(1)一般車両と歩行者・自転車との混在を極力避けた走行空間の構築

ニューヨークのタイムズスクエアの街路空間を歩行者優先の街路空間へ改変したことにより自動車交通量と歩行者交通量の不均衡を解消⇒歩行者が35%増え，歩行者負傷者数が35%減少

日本でも<u>歩行者利便増進道路</u>等の動きが



出典：第67回基本政策部会（2019年6月18日）資料4「賑わい空間」の更なる普及に向けて

国土交通省道路局：資料「賑わいのある道路空間」のさらなる普及に向けて～歩行者利便増進道路制度の創設～，2020.

歩行者量，自動車量，事故リスク状況に応じて

セミモールや

トランジットモール化

の検討が有効では？

今後の課題

- 通過交通割合など交通特性の精緻化
- 人流データによる人の集中度合いの直接的な考慮
- より細かい事故類型別モデルの構築
- 事故深刻度（軽傷/重症/死亡）の考慮
- 交通量推計の精緻化（地点）

ご清聴ありがとうございました