

交差点における交通事故リスク評価： IATSS「香川研究」で分かったこととその周辺

立命館大学 塩見 康博

IATSS 香川研究とは？

- IATSS…公益財団法人 国際交通安全学会
- 研究調査プロジェクト「香川研究 – 事故発生要因の分析と対策への提言」
 - 2013年度 プロジェクトリーダー 蓮花 一己 (帝塚山大学)
 - 2014・2015年度 プロジェクトリーダー 赤羽 弘和 (千葉工業大学)

IATSS 会員： 大口 敬 東京大学生産技術研究所 教授
 土井 健司 大阪大学大学院工学研究科 教授
 中村 英樹 名古屋大学大学院環境学研究科 教授

IATSS 理事： 蓮花 一己 帝塚山大学心理学部 教授

IATSS 顧問： 喜多 秀行 神戸大学大学院工学研究科 教授

特別研究員： 小川 圭一 立命館大学理工学部 准教授
塩見 康博 立命館大学理工学部 准教授
治部 哲也 関西福祉科学大学健康福祉学部 准教授
中井 宏 東海学院大学人間関係学部 講師
 正岡 利朗 高松大学経営学部 教授
森津 誠 大阪国際大学 名誉教授
山口 直範 大阪国際大学人間科学部 准教授
 渡部 数樹 名古屋大学大学院環境学研究科 研究員
 青木 洋 交通安全コンサルタント
 秋山 尚夫 LLP. 交通運用研究所 代表
 松本 晃一 西日本高速道路ファシリティーズ(株) 常務取締役
 山田 敬二 国土交通省四国地方整備局道路部 道路情報管理官
 兵頭 英人 国土交通省四国地方整備局道路部道路管理課 課長
 清川 喜博 国土交通省四国地方整備局香川河川国道事務所 所長
 藤澤 一仁 香川県危機管理総局 参与
 赤松 健司 香川県危機管理総局くらし安全安心課 課長
 安西 慎 香川県土木部道路課 課長
 岡田 知春 香川県警察本部交通部 参事官兼交通企画課長
 今田 英朗 香川県警察本部交通部交通規制課 課長

オブザーバー： 原田 豊 国土交通省四国地方整備局道路部道路管理課 建設専門官
 川崎 光洋 国土交通省四国地方整備局香川河川国道事務所 副所長
 宇川 義信 国土交通省四国地方整備局香川河川国道事務所交通対策課 課長
 宮武 雄治 国土交通省四国地方整備局香川河川国道事務所交通対策課 係長
 大西 泰史 香川県危機管理総局 次長
 田中 茂樹 香川県危機管理総局くらし安全安心課 主幹
 前田 浩司 香川県危機管理総局くらし安全安心課 主任
 生田 幸治 香川県土木部道路課 課長補佐
 湯浅 泰三 香川県土木部道路課 副主幹
 松木 隆史 香川県土木部道路課 主任
 松原 正則 香川県警察本部交通部交通企画課 管理官兼次長
 三宅 直樹 香川県警察本部交通部交通企画課 交通事故分析官
 福家 高明 香川県警察本部交通部交通企画課 課長補佐
 高橋 清政 香川県警察本部交通部交通規制課 交通管制官
 大林 憲広 香川県警察本部交通部交通規制課 課長補佐
 吉田 啓二 香川県警察本部交通部交通規制課交通管制センター 所長補佐
 小川 泰司 香川県警察本部交通部交通規制課 主任
 南部 繁樹 株式会社トラフィックプラス 代表取締役

事務局： 谷川 佳隆 (公財)国際交通安全学会
 梶田 智之 (公財)国際交通安全学会
 今泉 浩子 (公財)国際交通安全学会

(所属・役職は当時)

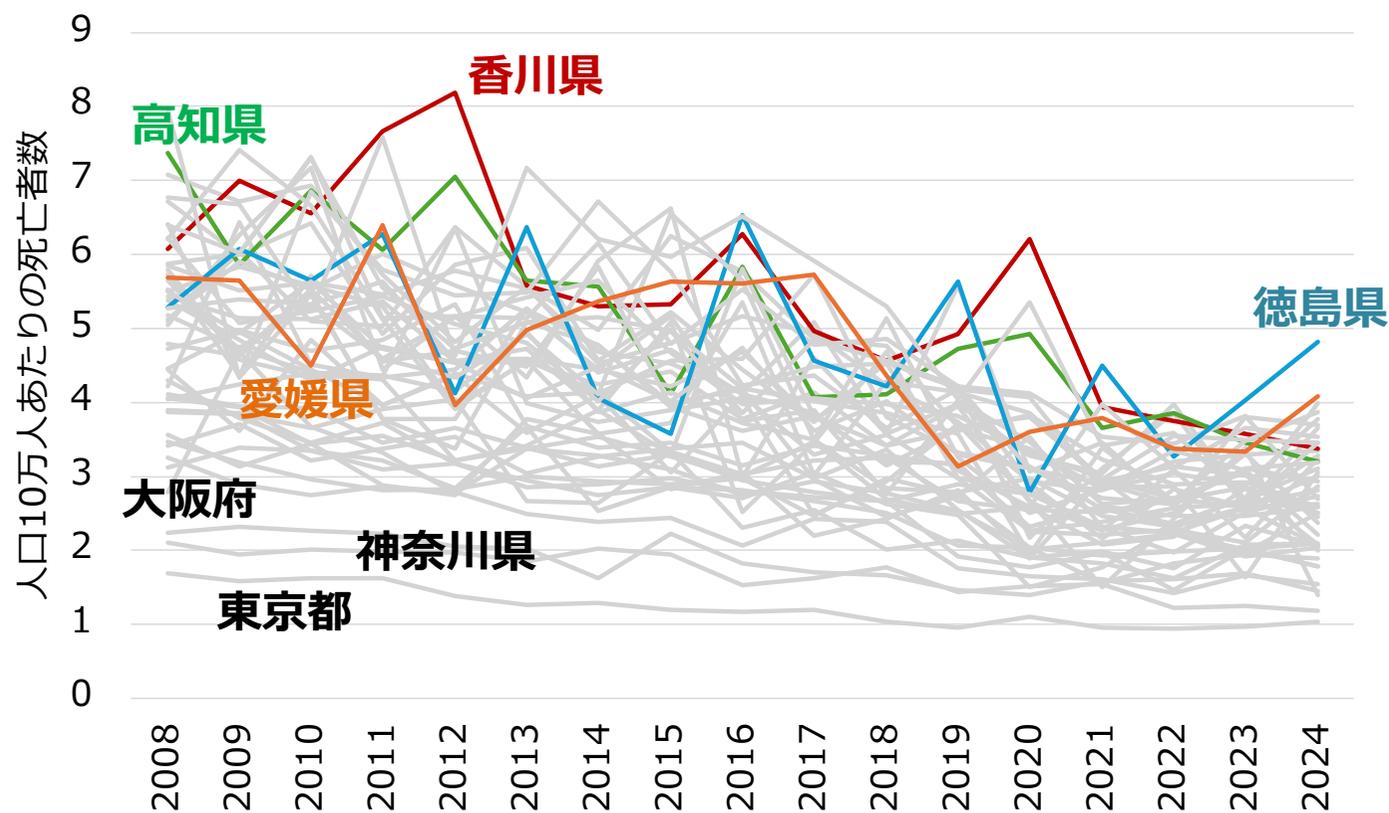
交通事故の地域差

- 人口10万人あたりの交通事故死亡者数ワースト10
 - 香川県は2024年度以外でランクイン
 - 四国の4県は常連

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	佐賀県	山口県	三重県	山口県	香川県	福井県	佐賀県	鳥取県	徳島県	福井県	福井県	徳島県	香川県	徳島県	岡山県	徳島県	徳島県
2	高知県	香川県	栃木県	香川県	高知県	徳島県	福井県	富山県	福井県	愛媛県	富山県	鳥取県	福井県	山梨県	岐阜県	三重県	愛媛県
3	茨城県	茨城県	鳥取県	茨城県	岩手県	岐阜県	三重県	岩手県	香川県	山口県	三重県	香川県	高知県	香川県	高知県	青森県	山口県
4	福井県	福井県	茨城県	福井県	島根県	高知県	鳥取県	福井県	高知県	岡山県	岩手県	高知県	三重県	愛媛県	香川県	山梨県	和歌山県
5	岐阜県	宮崎県	高知県	宮崎県	岐阜県	香川県	山梨県	佐賀県	長野県	香川県	山形県	栃木県	佐賀県	高知県	福井県	香川県	宮崎県
6	大分県	鳥取県	佐賀県	鳥取県	岡山県	岩手県	鹿児島県	愛媛県	岩手県	茨城県	香川県	岐阜県	秋田県	三重県	秋田県	秋田県	青森県
7	栃木県	徳島県	山口県	徳島県	滋賀県	茨城県	高知県	香川県	富山県	岩手県	栃木県	三重県	大分県	鳥取県	三重県	和歌山県	岐阜県
8	和歌山県	岩手県	香川県	岩手県	佐賀県	岡山県	愛媛県	岐阜県	愛媛県	栃木県	岐阜県	新潟県	岩手県	福井県	愛媛県	高知県	山梨県
9	山口県	栃木県	岐阜県	栃木県	群馬県	佐賀県	香川県	滋賀県	三重県	三重県	新潟県	佐賀県	愛媛県	和歌山県	富山県	島根県	秋田県
10	香川県	三重県	山梨県	三重県	三重県	鹿児島県	栃木県	山形県	秋田県	鳥取県	山梨県	秋田県	石川県	大分県	徳島県	愛媛県	鹿児島県

人口10万人あたり交通事故死亡者数の経年変化

- 経年的には減少傾向



特定の地域で事故が起きやすい原因は？

- 交通手段分担率
- 外出率
- 高齢化率
- 気候（積雪・薄暮…）
- （少し誇らしげな）ご当地交通マナー
 - 伊予の早曲がり，名古屋走り，茨城ダッシュ，播磨道交法，松本走り，山梨ルール
- etc.

交通事故の
起こりやすさ

=

行動要因

×

道路要因

本発表の論点

- (都道府) 県でこんなにも違う, 道路・交差点の構造!
- 「事故の起こりやすさ」に影響する道路・交差点構造の特徴は?
- 交差点での有効な追突事故対策とは?

【香川研究関連の文献】

- 塩見康博, 渡部数樹, 中村英樹, 赤羽弘和: 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の分析, 土木学会論文集D3 (土木計画学) Vol.72, No.4, pp.368-379, 2016.
- 塩見康博: 幹線道路における事故リスク要因に関する地域比較分析, 交通科学Vol.48, No.1, pp.10-17, 2017.
- Yasuhiro Shiomi, Kazuki Watanabe, Hideki Nakamura, and Hirokazu Akahane: Assessing the safety of signalized intersections: The influence of geometric attributes and regionality on traffic-accident risks, Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board, No. 2659, pp.71-79, 2017.
- 福井智侑, 塩見康博: プローブデータを用いた非センサス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, I_703-I_713, 2018.
- 福井智侑, 塩見康博: 道路ネットワーク構造に着目した交通事故リスク要因のマクロ分析, 土木学会論文集D3 (土木計画学), 75 巻 6 号, I_637-I_646, 2020.

データの概要

- 交通事故データ 2020年10万人あたり死亡者数1位 2015年9位 2024年41位
 - 2008年～2013年で香川県高松・中讃エリア，滋賀県湖南エリア，愛知県岡崎市・西尾市で発生した個別の交通事故に関する情報（各県警提供）
- 道路交通データ
 - 平成22年度道路交通センサス 一般交通量調査
 - センサス対象区間に関する以下のデータを道路の特徴量として使用

道路構造

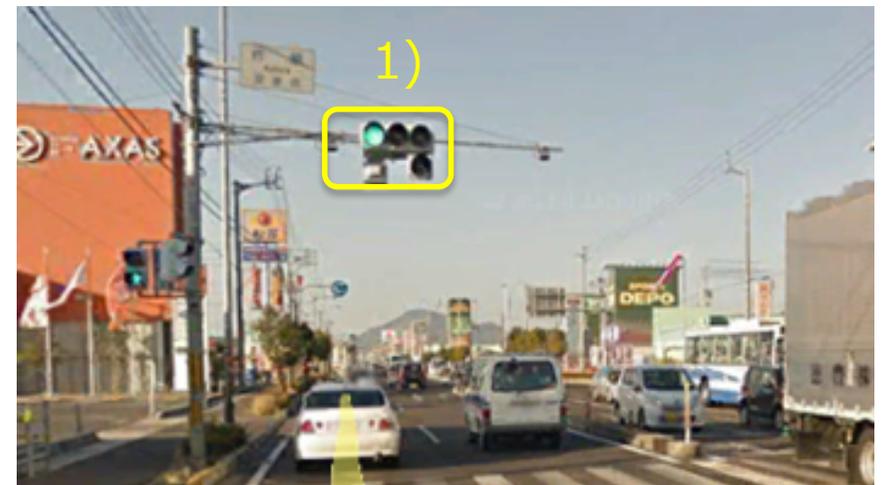
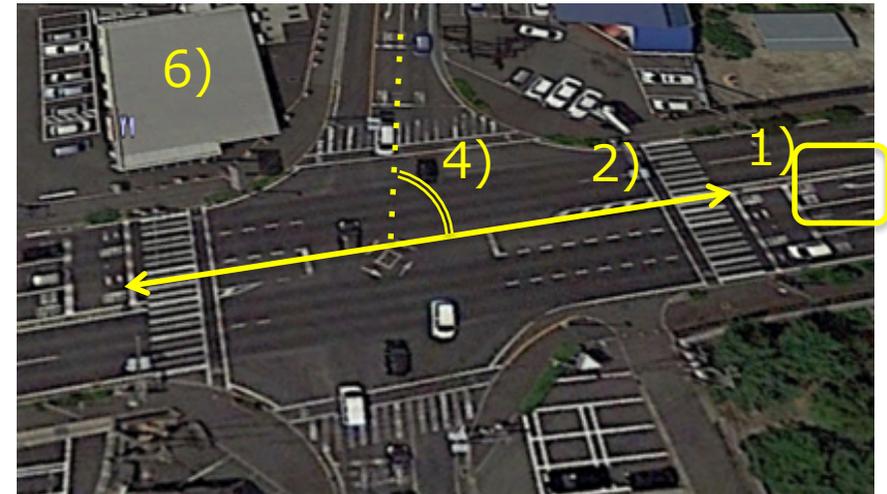
道路種別，中央帯幅員，車線数，歩道整備率，バス路線率，信号交差点密度，無信号交差点密度，右折専用車線有無，踏切有無，中央分離帯設置状況，歩道幅員，沿道状況

交通需要

12時間交通量，昼夜率，ピーク率，大型車混入率，混雑率，改良割合，車線幅員，平均速度

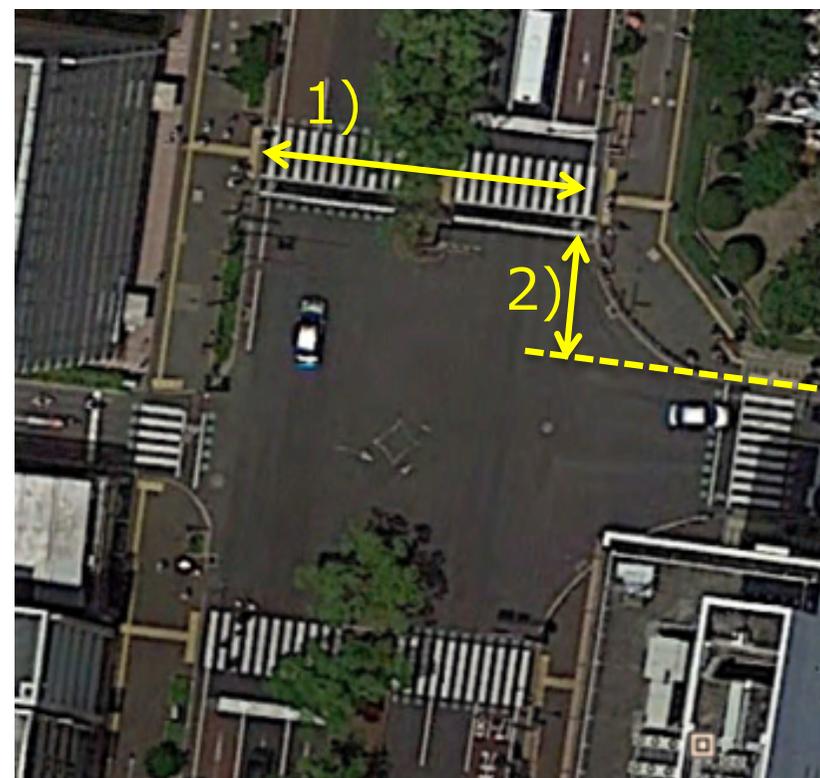
- 交差点構造データ
 - google earth, google street viewより計測

- google earth, google street viewを用いてデータ収集
- 交差点特性一般
 - 1) 右折信号・右折レーンD
 - 2) 停止線間距離（最長方向） [m]
 - 3) 枝数
 - 4) $\sin(\text{交差角度})$
 - 5) 最近隣接交差点までの距離 [m]
 - 6) 角地土地利用D（駐車場を伴う店舗 or ガソリンスタンド）



• 歩行者関連施設

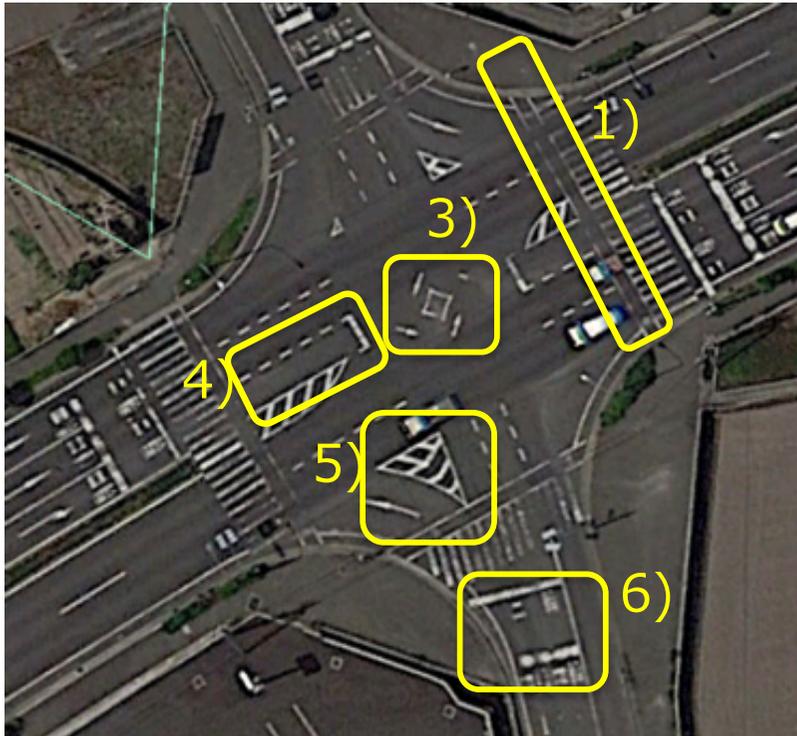
- 1) 最長横断歩道距離 [m]
- 2) 横断歩道セットバック距離 (最長) [m]
- 3) 歩道橋D
- 4) 二段階横断D [m]



交差点構造の数値化 3

- 自転車関連施設

- 1) 自転車横断帯D
- 2) 縁石・ガードレールD



- その他

- 3) 右折方法D
- 4) 右折指導線・停止線D
- 5) 左折ゼブラD
- 6) 二段停止線D

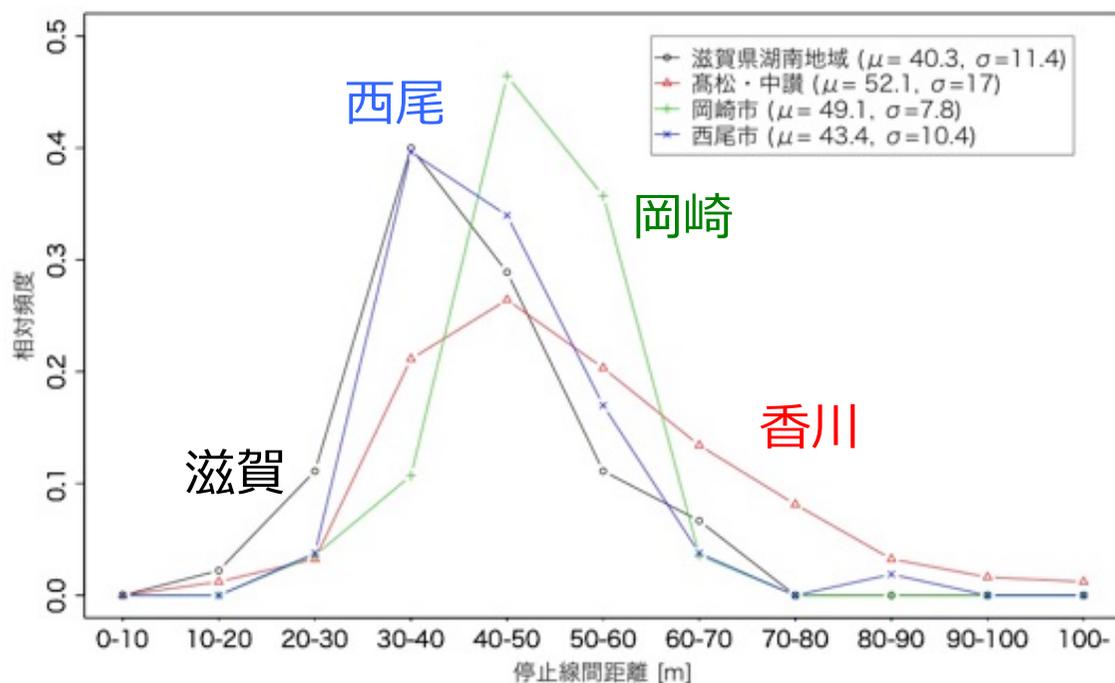


交差点構造の比較

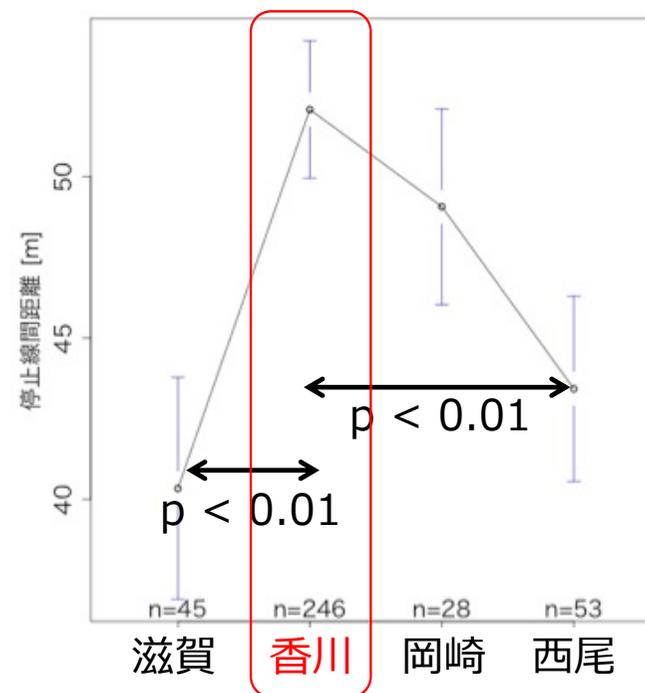
滋賀県大津湖南エリア vs 香川県高松・中讃 vs 愛知県西尾・岡崎

交差点構造の比較 1

- 停止線間距離
度数分布



多重比較

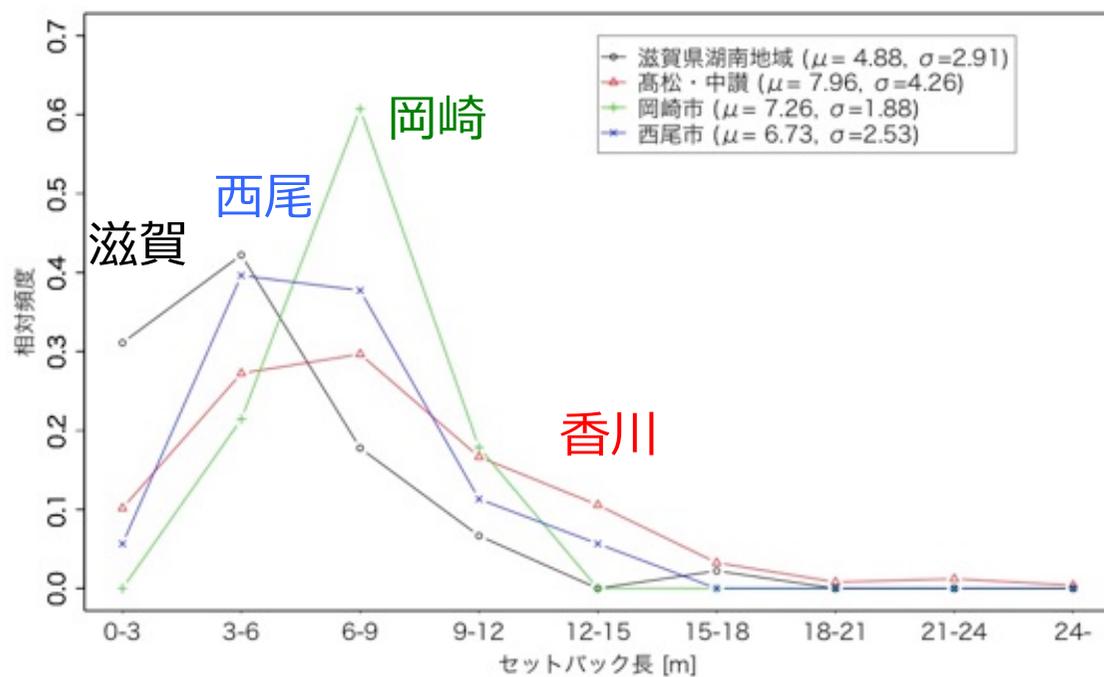


高松・中讃エリアでは、停止線間距離が有意に長い

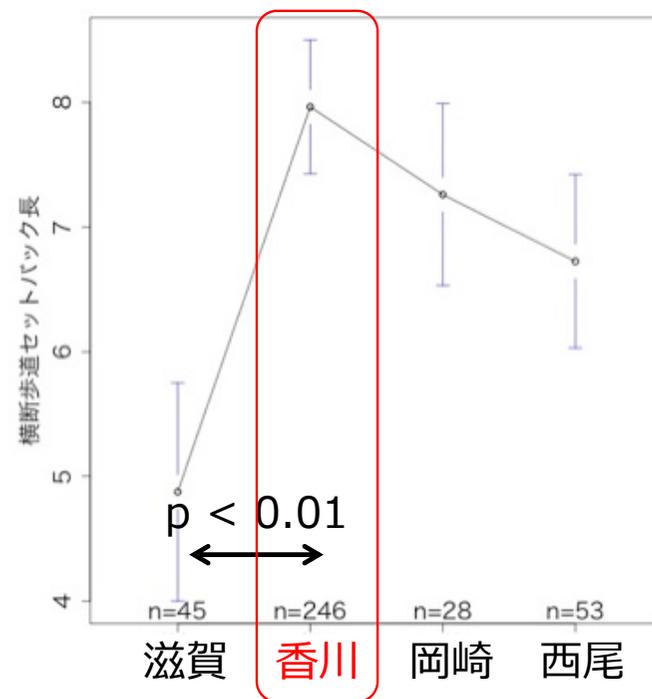
交差点構造の比較 2

- 横断歩道セットバック距離

度数分布



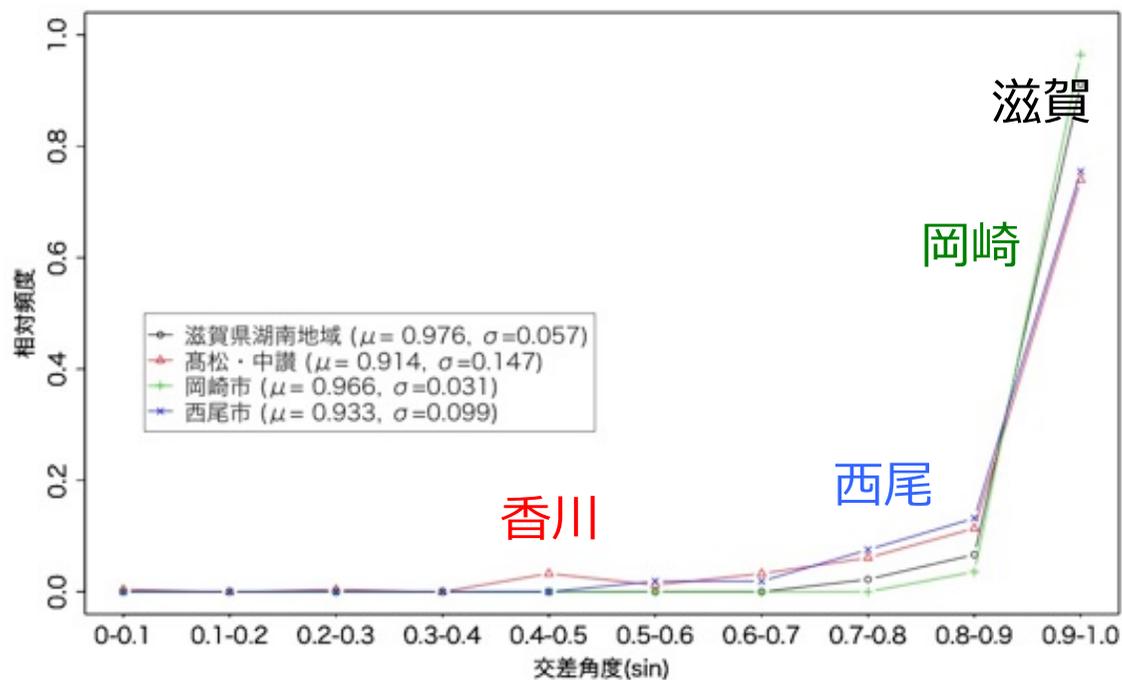
多重比較



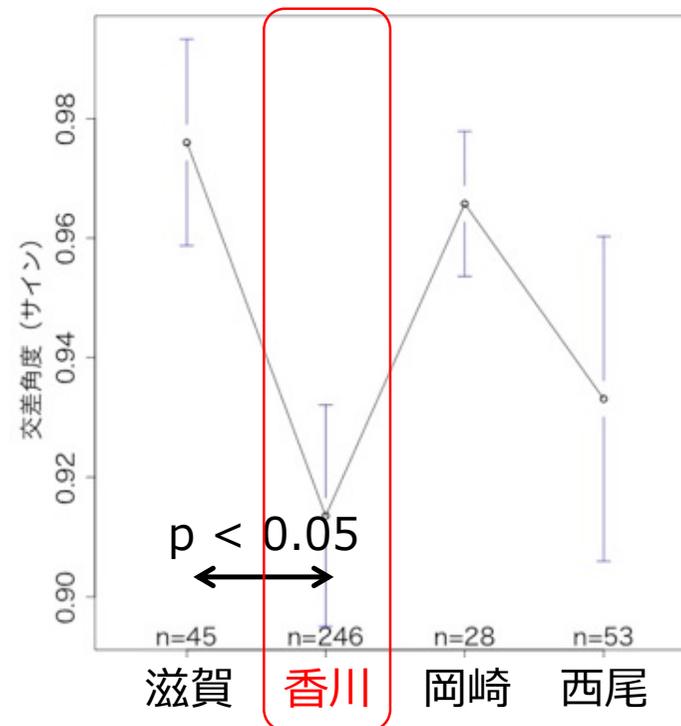
高松・中讃エリアでは、滋賀との比較で有意に停止線間距離が有意に長い

交差点構造の比較 3

- 交差角度
度数分布



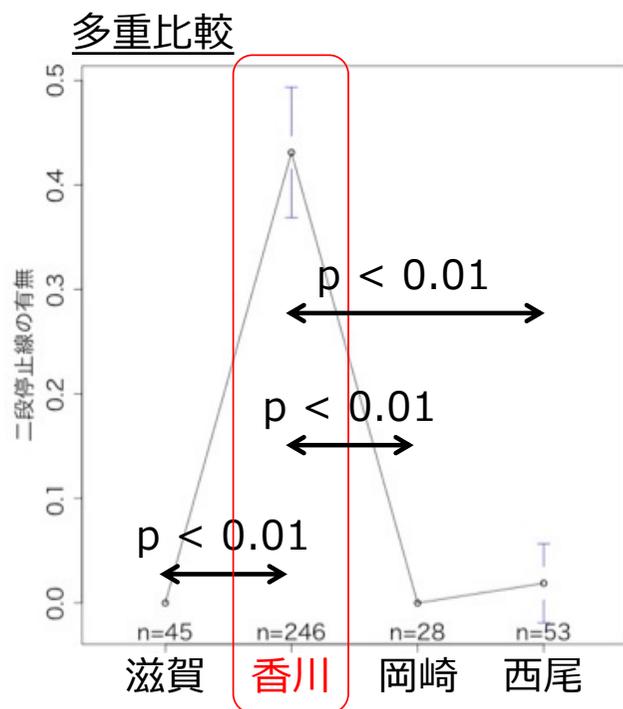
多重比較



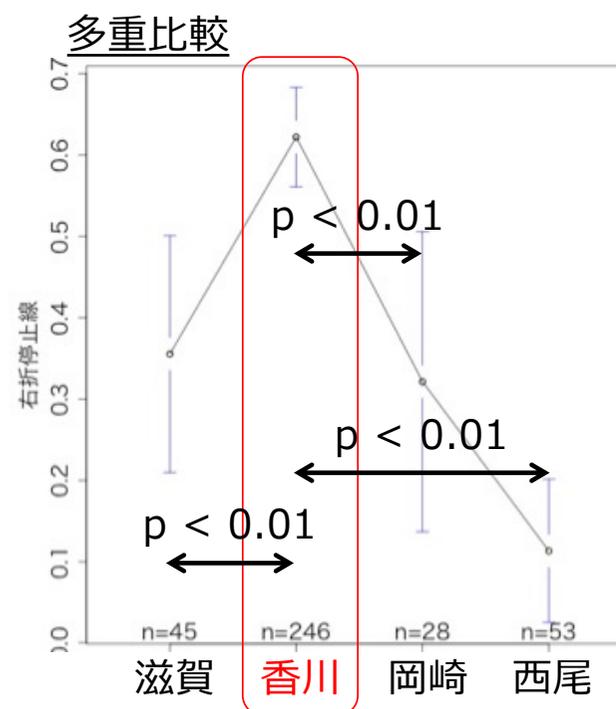
高松・中讃エリアでは、滋賀との比較で有意に交差点が鋭角

交差点構造の比較 4

- 二段停止線の有無



- 右折停止線の有無



高松・中讃エリアでは，二段停止線・右折停止線などの対策が充実

道路・交差点構造の地域性の要因

- 土地利用と道路建設の歴史的経緯
- 地元協議 or 忖度の結果？



既存道路に対して斜めに交差



ガソリンスタンドへの入退店への便宜

道路・交差点構造の地域性の要因

- 地元協議 or 忖度の結果？



農道に沿って中央分離帯をカット



角地店舗駐車場からの出入りに便宜



事故リスクモデルによるリスク要因の分析

事故リスクに関するポアソン回帰分析

gettyimages®
Tashi-Delek

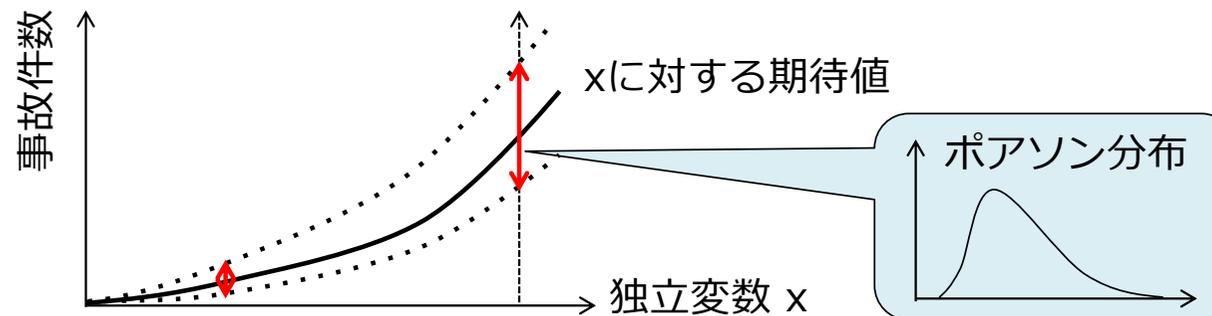
分析の方法

- 被説明変数：類型別事故リスク

$$\text{事故リスク} = \frac{\text{類型別事故件数}}{\text{日交通量} \times \text{年数}} \times 10^{-8}$$

- ポアソン回帰モデルの適用

- 交通事故などの稀事象の発生回数はポアソン分布に従う
- 期待値が大きくなると、分散も大きくなる場合に適する方法



説明変数リスト

- 定数項
- 香川県D
- 愛知県D
- 右折信号・車線D
- 隣接交差点距離 [m] / 1000
- 多枝交差点D (5枝以上)
- 鋭角交差D ($\sin\theta < 0.7$)
- 横断歩道セットバック距離 [m]
- 横断歩道長 [m] / 車線数
- 停止線間距離 [m] / 車線数
- 右折指導線D
- 左折導流島帯D
- 二段停止線D
- 歩道橋D
- 二段階横断D
- 自転車横断帯D
- ガードレールD
- 中央分離帯種類
- 歩道幅員 [m]
- 65歳以上割合
- 沿道状況
- 角地土地利用D
- 地域ダミー：道路・交差点構造以外の影響を考慮
- 全変数を強制投入
- 各パラメータの有意性・符号を解釈

分析結果 - 追突事故 -



説明変数	偏回帰係数	標準化係数	標準誤差	z値
定数項	4.16	-	0.059	70.13 **
高松中讃D	0.30	0.15	0.026	11.41 **
岡崎西尾D	-1.47	-0.67	0.034	-42.93 **
右折信号・右折車線D	0.42	0.20	0.018	22.95 **
隣接交差点距離 [m] /1000	-0.27	-0.04	0.051	-5.30 **
停止線間距離	0.02	0.16	0.001	24.84 **
多肢交差点D	-0.15	-0.03	0.034	-4.31 **
鋭角交差D	-0.70	-0.16	0.037	-19.02 **
右折導流路標示D	-0.07	-0.04	0.016	-4.60 **
左折導流路D	-0.12	-0.05	0.016	-7.20 **
二輪車用二段停止線D	0.13	0.16	0.016	7.73 **
歩道橋D	-0.03	-0.01	0.034	-0.86
二段階横断D	-0.42	-0.08	0.038	-11.19 **
自転車横断帯D	0.04	0.03	0.007	5.68 **
縁石・ガードレールD	-0.07	-0.03	0.020	-3.48 **
中央分離帯種類	-0.03	-0.03	0.007	-3.87 **
歩道幅員 [m]	-0.09	-0.16	0.005	-19.16 **
65歳以上割合	-1.08	-0.08	0.104	-10.45 **
沿道状況	0.00	0.00	0.006	0.36
角地土地利用D	0.15	0.09	0.013	11.75 **
N				395
L(0)				30,342
LL				19,245
χ^2				-11098 **
ρ^2				0.365

安全要因 ← 危険要因 →

交差点・道路構造では説明できない事故リスク要因 (=行動要因)

右折需要の多い交差点ほど追突事故リスクが上昇

停止線間距離の大きい交差点ほど追突事故リスクが上昇

鋭角交差点ほど、追突事故リスクが低下 (注意力が高まるため?)

歩道の拡幅により、追突事故リスクが低下

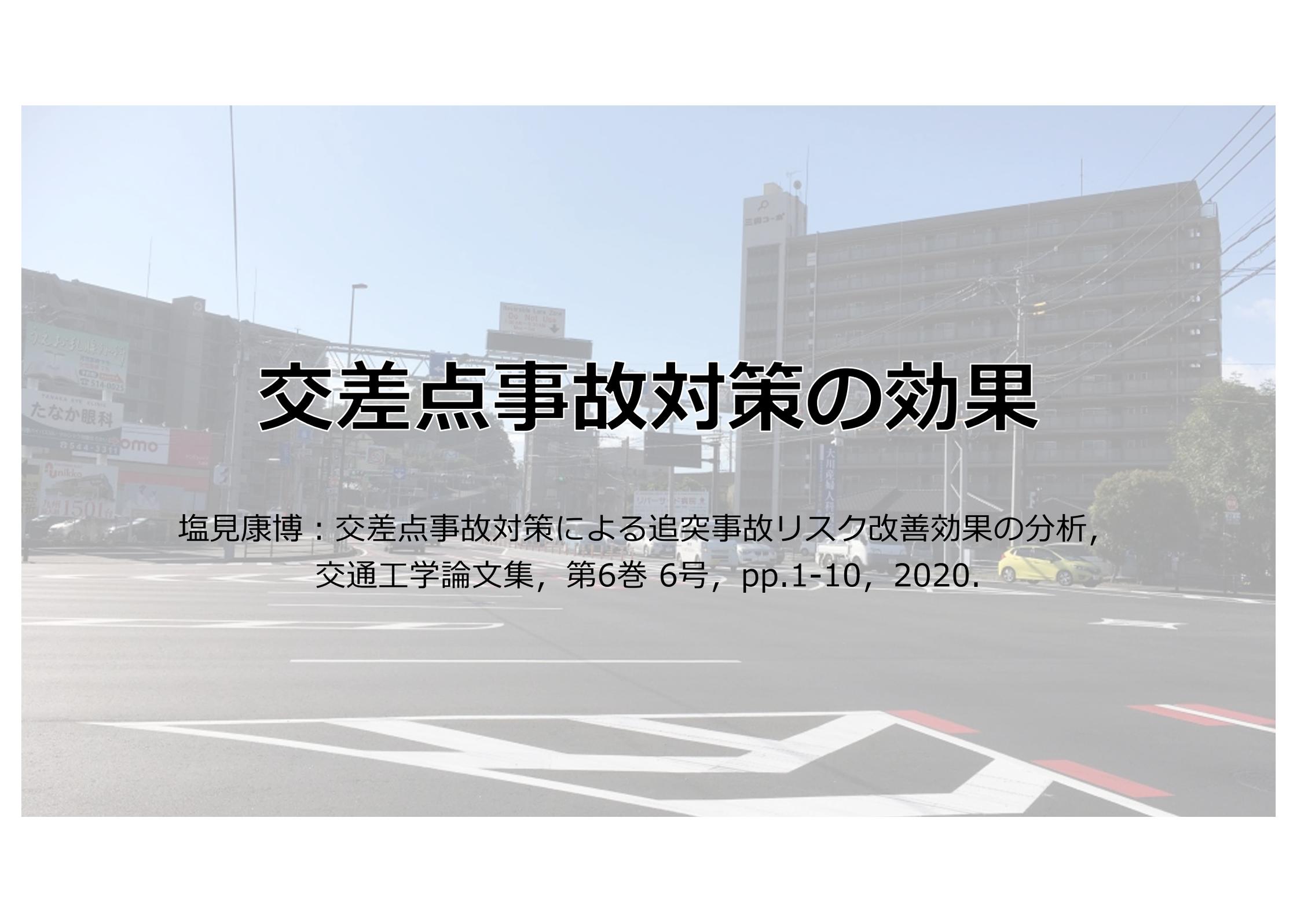
角地への店舗立地により、追突事故リスクが上昇

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

まとめ

- 運転特性・ローカルルールだけではなく、**道路・交差点構造にも地域性がある**
- 地域性の要因は不明確ではあるものの、
 - **道路ネットワーク構造・土地利用に関わる歴史的経緯**
 - **地元協議の結果の妥協・忖度の影響**が存在する可能性
- **特定の交差点構造は事故リスクを悪化**させる要因となる。
 - **大きい、立派な道路・交差点ほど安全**、という認識は誤り
 - **交差点のコンパクト化の有効性を示唆**

「安全性の高い交差点・道路設計を基本とする」という大原則
潜在的な危険要因の早期発見・除去

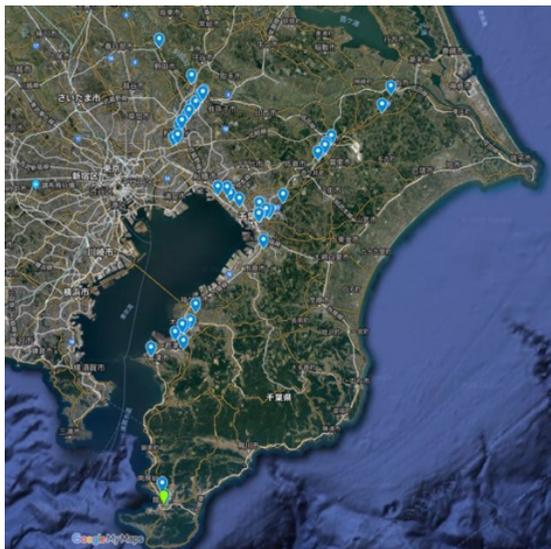
A photograph of a city street intersection. In the background, there are several multi-story buildings. One prominent building has a sign that says '三井コ-ポ' (Mitsui Cop). To the left, there are various commercial signs, including 'たなか眼科' (Tanaka Eye Clinic) and '150円' (150 Yen). The sky is clear and blue. The overall scene is a typical urban street intersection.

交差点事故対策の効果

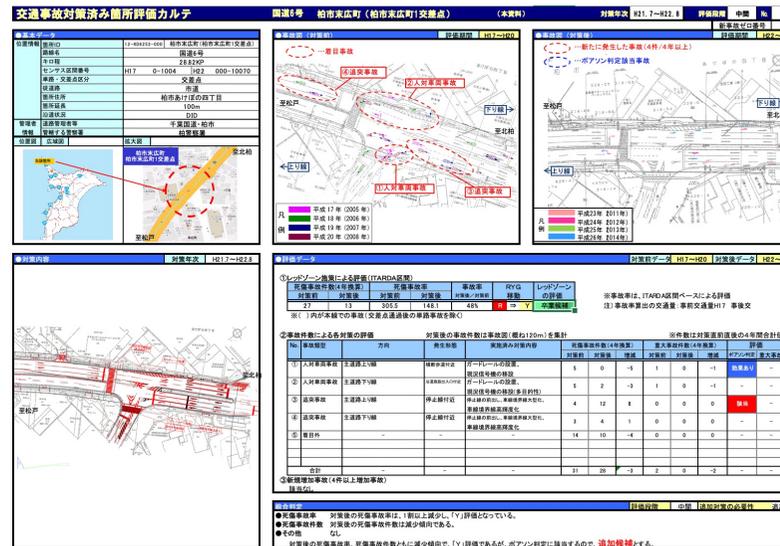
塩見康博：交差点事故対策による追突事故リスク改善効果の分析，
交通工学論文集，第6巻 6号，pp.1-10，2020.

分析に用いたデータ

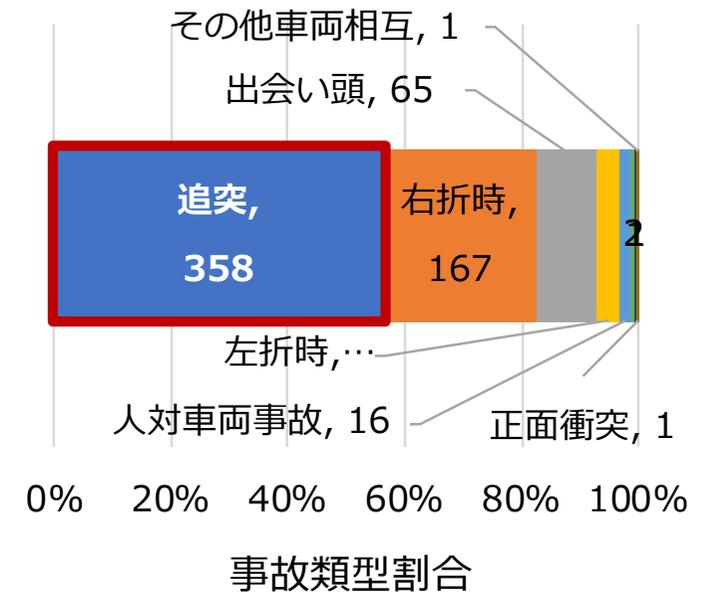
- 平成15年～平成28年の千葉国道事務所の「**交通事故対策済み箇所評価カルテ**」
- 交差点幾何構造，交差点対策メニュー，対策による幾何構造の変化，対策前後の類型別事故件数などを数値データ化
- 交通量データが取得できる30地点を選定
- 着目外を除く全事故件数の半数以上を占める追突事故対策のみを分析対象



分析対象交差点



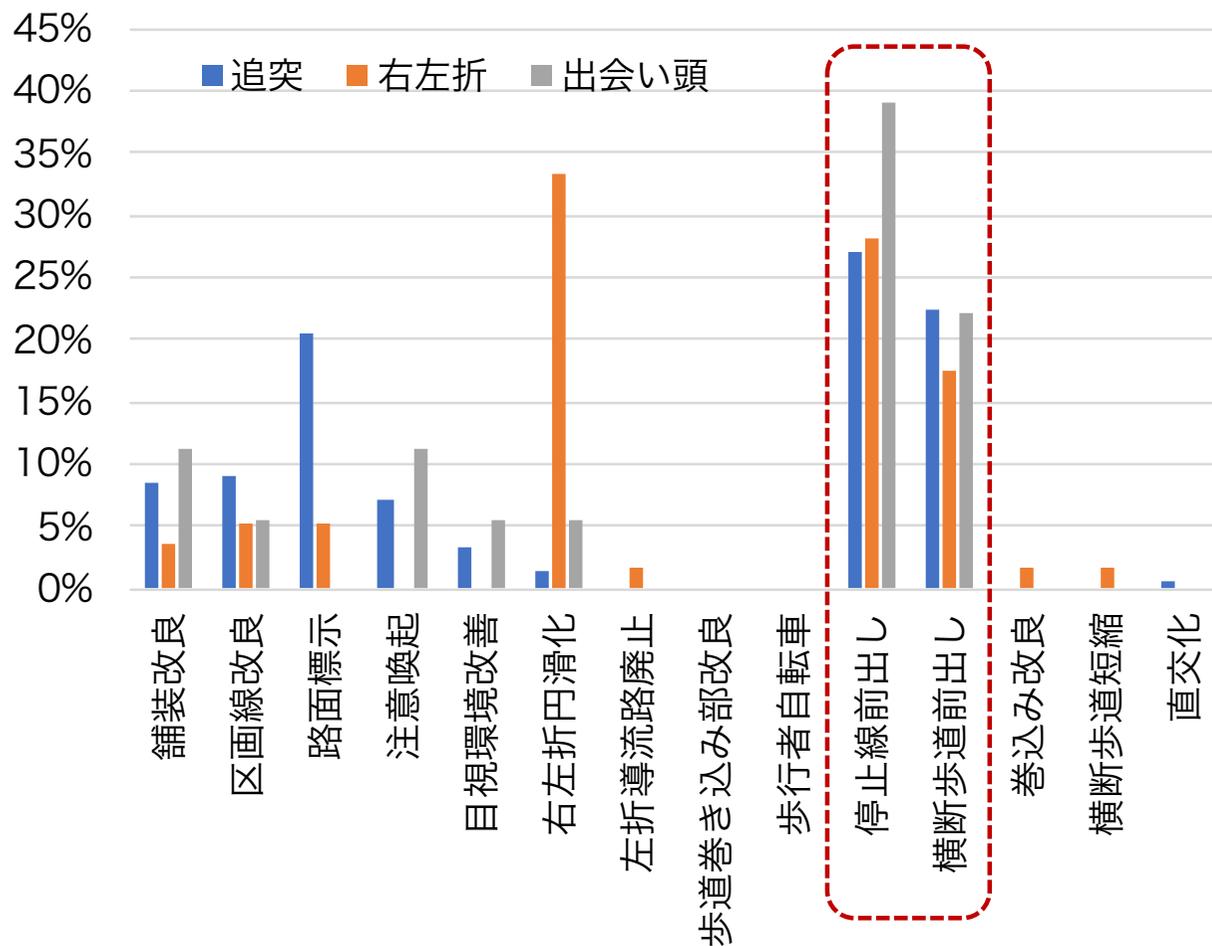
カルテの例



導入されている対策の内訳

- 追突事故には「コンパクト化」が主な対策

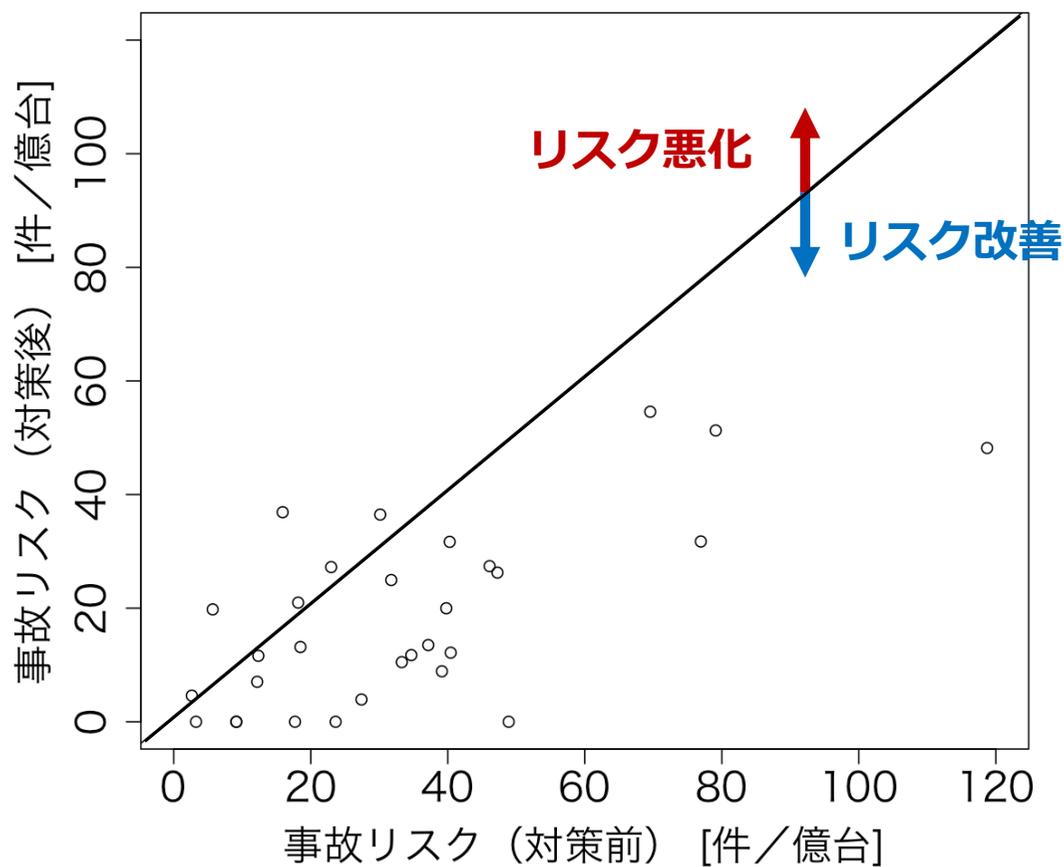
採用された対策の内訳



カルテ上の対策内容の表記方法	集約化
カラー舗装, キラキラ舗装	舗装改良
高視認性区画線, ダブル区画線, 区画線引き直し	区画線改良
路面表示, 幅広停止線	路面表示
法定外標識, 警戒標識	注意喚起
照明柱の移駐, 信号機移設, 信号灯の移設/設置	目視環境改善
従道路線形シフト	交差角度改良
右折導流線, 左折導流線, 指導線設置, 右折車線設置, 交差点内ゼブラ, ゼブラ・ポストコーンの設置, 導流帯の設置, ラバーポールの設置	右左折円滑化
左折導流路廃止	左折導流路廃止
巻き込み改良, 歩道巻き込み部	歩道巻き込み部改良
横断歩道新設, 自転車横断帯の設置, ガードレール設置	歩行者・自転車
コンパクト化	停止線前出し 横断歩道前出し 巻き込み改良 横断歩道短縮 直交化

対策前後での事故リスクの変化

- 多くの地点でリスク改善しているも、6交差点では悪化



モデル分析

- 負の二項分布回帰モデル
 - 交通事故のような希事象の頻度を説明するのに適する
 - 件数の期待値が大きいほど分散が大きくなる、という関係性を考慮可能

$$f_{NB}(y) = \frac{\Gamma(\theta + y)}{\Gamma(\theta)\Gamma(y + 1)} \left(\frac{\theta}{\theta + \mu}\right)^\theta \left(\frac{\mu}{\theta + \mu}\right)^y \quad \rightarrow \text{事故件数はこの分布に従うと仮定}$$

$$E(y) = \mu \quad \rightarrow \quad \text{この仮定に従うと、期待値はこう表せて...}$$

$$ar(y) = \mu + \frac{1}{\theta}\mu^2 \quad \rightarrow \quad \text{分散はこう表せる}$$

$$\ln \mu = \underline{\beta} \mathbf{x} + \ln \gamma \quad \rightarrow \quad \text{これらの仮定をもとに、期待値を説明する要因を分析}$$

**事故件数に影響を
及ぼす要因**

分析結果

- コンパクト化の度合いは「交差点面積」で計るべし

説明変数	停止線間距離モデル			交差点面積モデル		
	偏回帰係数	標準誤差	t値	偏回帰係数	標準誤差	t値
定数項	-0.512	0.162	-3.165 **	-0.628	0.155	-4.053 ***
停止線間距離の短縮量*10 ⁻¹ [m]	-0.379	0.199	-1.904 †	-	-	-
対策前停止線間距離と 停止線間の縮小距離の交互作用項	-0.003	0.001	-2.022 *	-	-	-
交差点面積の縮小量*10 ⁻³ [m ²]	-	-	-	-0.638	0.300	-2.123 *
対策前交差点面積と 交差点面積の縮小量の交互作用項	-	-	-	0.000	0.000	-0.801
舗装改良D (1:実施, 0:なし)	-0.887	0.335	-2.647 **	-0.631	0.314	-2.011 *
区画線改良D (1:実施, 0:なし)	0.956	0.278	3.441 ***	0.735	0.194	3.786 ***
注意喚起D (1:実施, 0:なし)	-0.668	0.613	-1.090	-0.861	0.523	-1.647 †
分散パラメータ			17.0			2548.8
N			30			30
AIC			137.32			133.26
自由度調整済み対数尤度比			0.475			0.532

†p<0.10, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

分析結果

• 交差点面積の縮小は事故リスクの改善に効果アリ

説明変数	停止線間距離モデル			交差点面積モデル		
	偏回帰係数	標準誤差	t値	偏回帰係数	標準誤差	t値
定数項	-0.512	0.162	-3.165 **	-0.628	0.155	-4.053 ***
停止線間距離の短縮量*10 ⁻¹ [m]	-0.379	0.199	-1.904 †	-	-	-
対策前停止線間距離と 停止線間の縮小距離の交互作用項	-0.003	0.001	-2.022 *	-	-	-
交差点面積の縮小量*10 ⁻³ [m ²]	-	-	-	-0.638	0.300	-2.123 *
対策前交差点面積と 交差点面積の縮小量の交互作用項	-	-	-	0.000	0.000	-0.801
舗装改良D (1:実施, 0:なし)	-0.887	0.335	-2.647 **	-0.631	0.314	-2.011 *
区画線改良D (1:実施, 0:なし)	0.956	0.278	3.441 ***	0.735	0.194	3.786 ***
注意喚起D (1:実施, 0:なし)	-0.668	0.613	-1.090	-0.861	0.523	-1.647 †
分散パラメータ			17.0			2548.8
N			30			30
AIC			137.32			133.26
自由度調整済み対数尤度比			0.475			0.532

†p<0.10, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

分析結果

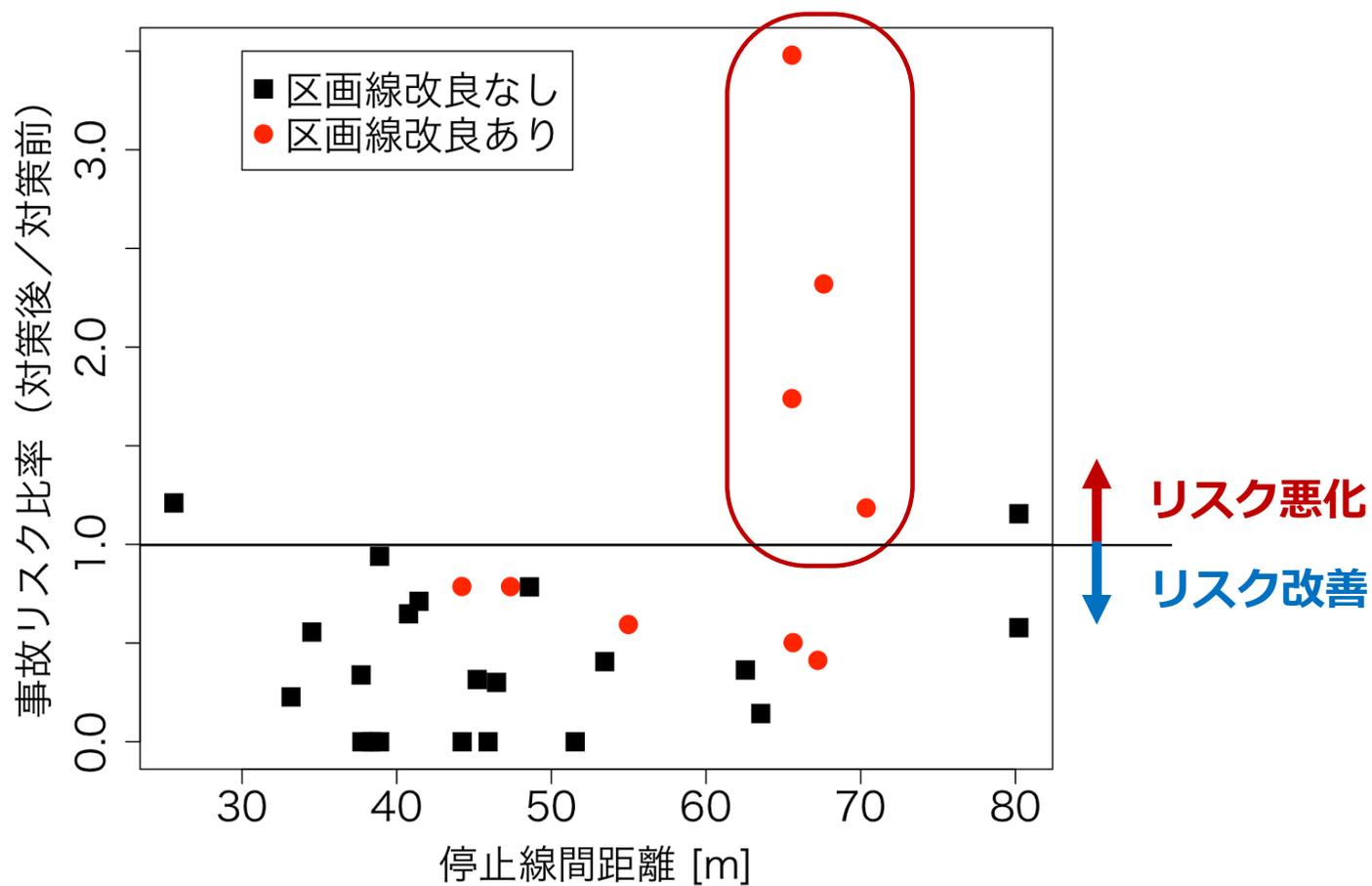
- 適切な**注意喚起対策**を実施すべし

説明変数	停止線間距離モデル			交差点面積モデル		
	偏回帰係数	標準誤差	t値	偏回帰係数	標準誤差	t値
定数項	-0.512	0.162	-3.165 **	-0.628	0.155	-4.053 ***
停止線間距離の短縮量*10 ⁻¹ [m]	-0.379	0.199	-1.904 †	-	-	-
対策前停止線間距離と 停止線間の縮小距離の交互作用項	-0.003	0.001	-2.022 *	-	-	-
交差点面積の縮小量*10 ⁻³ [m ²]	-	-	-	-0.638	0.300	-2.123 *
対策前交差点面積と 交差点面積の縮小量の交互作用項	-	-	-	0.000	0.000	-0.801
舗装改良D (1:実施, 0:なし)	-0.887	0.335	-2.647 **	-0.631	0.314	-2.011 *
区画線改良D (1:実施, 0:なし)	0.956	0.278	3.441 ***	0.735	0.194	3.786 ***
注意喚起D (1:実施, 0:なし)	-0.668	0.613	-1.090	-0.861	0.523	-1.647 †
分散パラメータ			17.0			2548.8
N			30			30
AIC			137.32			133.26
自由度調整済み対数尤度比			0.475			0.532

†p<0.10, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

分析結果

- 大きい交差点での**区画線改良**は慎重に！



まとめ

- 交差点のコンパクト化は追突事故対策として効果的
- 停止線間距離を短縮するとともに、交差点面積を小さくしていくことが有効
- 舗装改良・注意喚起も有効
- 区画線改良は過度に複雑になっていないか、十分に注意が必要
- 今後の課題
 - サンプルが限定的
 - 対策の地域性の可能性の考慮が必要

ご清聴ありがとうございました

塩見 康博

shiomi@fc.ritsumei.ac.jp