

十字型信号交差点における右左折車対自転車・歩行者事故に横断歩道セットバック距離が与える影響の分析

新井 棟大¹・萩田 賢司²・森 健二³・矢野 伸裕⁴・木平 真⁵

¹ 非会員 科学警察研究所 交通科学部交通科学第一研究室 (〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 6 丁目 3 番地 1)
E-mail:marai@nrips.go.jp

² 正会員 科学警察研究所 交通科学部交通科学第一研究室 (〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 6 丁目 3 番地 1)
E-mail:hagita@nrips.go.jp

³ 正会員 科学警察研究所 交通科学部 (〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 6 丁目 3 番地 1)
E-mail:mori@nrips.go.jp

⁴ 正会員 科学警察研究所 交通科学部交通科学第一研究室 (〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 6 丁目 3 番地 1)
E-mail:yano@nrips.go.jp

⁵ 非会員 科学警察研究所 交通科学部交通科学第一研究室 (〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 6 丁目 3 番地 1)
E-mail:kihira@nrips.go.jp

交差点の幾何構造と事故の一般的な関係性については、広く研究が進められているものの未だに明らかにされていないものも多い。そこで、本稿では横断歩道データから作成した大規模な交差点幾何特徴量データセットを用いて、横断歩道セットバック距離と事故の関係について分析を行った。その結果、信号交差点における右左折中の四輪車対横断歩道横断者の事故では、横断歩道セットバック距離が短い交差点において、near-side 側の事故の比率が高いことが明らかになった。また、この関係は横断者が自転車・歩行者いずれでも成立するが、その効果の大きさや効果が生じる条件などは異なる可能性が示唆された。

Key Words: 交差点幾何構造, 横断歩道セットバック距離, 横断中事故, 交差点のコンパクト化, 交通事故

1. はじめに

日本国内における交通事故発生件数は 20 年以上にわたって減少傾向にあり、2022 年中の事故発生件数は 300,839 件、交通事故死者数は 2,610 人と警察庁が記録している交通事故統計で過去最少となっている¹⁾。しかしながら、現在の状況は、「第11次交通安全基本計画」²⁾において掲げられている、2025年までに交通事故死者数を 2,000 人以下とする目標には依然達しておらず、より一層の交通安全施策が望まれている。

このような安全施策の内、交差点の安全性向上は非常に重要な課題である。交差点は、道路利用者同士が交錯する事故リスクの高い地点であり、2022年中の交通死亡事故の 47%が交差点およびその付近で発生している。このため、交差点の安全性向上のための研究例は多く存在する。特に、交差点の幾何構造と事故リスクの関係については盛んに研究が進められている。

このような研究の結果、交差点の大規模化、特に横断歩道セットバック距離や横断歩道長の増大は事故リスクを高めることが示されている。そこで、これらを小さくすることで交差点をより安全に改良する手法として「交差点のコンパクト化」が実施され³⁾、その効果も複数の研究^{4)・5)}により検証されている。

さらに、より詳細に幾何構造と事故リスクの関係を検討するために、個々の特徴量について事故リスクへの影響を検討した研究も存在する。特に、横断歩道セットバック距離については右左折時の事故リスクに影響を与えることが指摘されている。このような研究例として、塩見ら⁶⁾は 395 交差点を対象に分析を行った結果、横断歩道セットバック距離が大きくなると右左折時の事故のリスクが有意に増大したことを指摘している。一方で、西堀ら⁷⁾は歩車分離式の交差点においてはこの関係が有意でないことを示しており、横断歩道セットバック距離と事故リスクの関係には複雑な要因があり、その解明には

更なる研究が必要であるといえる。

この関係について分析するため、筆者ら⁸⁾は交通規制データとして公開されている横断歩道の位置情報を利用した交差点幾何特徴量の計算方法を提案し、千葉県内の 3,107 交差点における横断歩道セットバック距離・横断歩道間距離と同等の特徴量を収集した。また、この結果を用いて、左折車対歩行者事故の分析を行った。その結果、中程度のサイズの交差点において、横断歩道セットバック距離が小さな交差点では「巻き込み事故」が「対向事故」よりも発生しやすくなることを示唆する結果が得られた。

一方で、この横断歩道セットバック距離は左折車対歩行者以外の事故にも影響を与えることが示されている。塩見ら⁹⁾は、横断歩道セットバック距離が自転車事故の発生率に関係があることを報告している。また、鈴木ら⁹⁾・藤原ら¹⁰⁾は、この特徴量と同様の効果を持つと考えられる指標である停止線セットバック量や曲率半径と自動車の走行速度の関係について研究し、これらの値が大きくなると走行速度が速くなることを指摘している。したがって、左折車対歩行者事故以外の事故についても横断歩道セットバック距離との関係があることが予測される。

そこで、本稿では、この横断歩道セットバック距離が交差点の事故リスクに与える影響についてさらに深く検討するため、より広範な横断中の事故に対して分析を行った。

2. 分析方法

以下では、本稿の分析に用いたデータとそれらの紐づけ方法について説明する。

(1) 分析に使用するデータ

本稿の分析では、交差点のセットバック距離が記録された「交差点幾何特徴量データセット」と事故の情報が記録された「交通事故データ」、これらの統合に用いる「道路ネットワークデータ」の 3 種類のデータセットを用いる。

「交差点幾何特徴量データセット」は、筆者ら⁸⁾が交通規制データセット中の横断歩道の位置情報（2021 年 3 月時点）を加工し作成したもので、千葉県内の「すべての取付道路に横断歩道が設置された十字型交差点」（3,107 地点）の横断歩道セットバック距離・横断歩道長（図-1 参照）が記録されている。なお、このデータセットにおける横断歩道セットバック距離は通常用いられる定義と横断歩道の幅員の半分の違いがあるが、原則として横断歩道の幅員は 4m と定められている³⁾ため、この値を用いても通常と同様の結論が得られると期待できる。そこで、以下ではこの値を「横断歩道セットバック距離」として議論を進める。

「交通事故データ」は、千葉県警から提供された 2010 年から 2021 年の 12 年間に千葉県内で発生した事故に関する統計データである。今回の分析では、以下の項目を

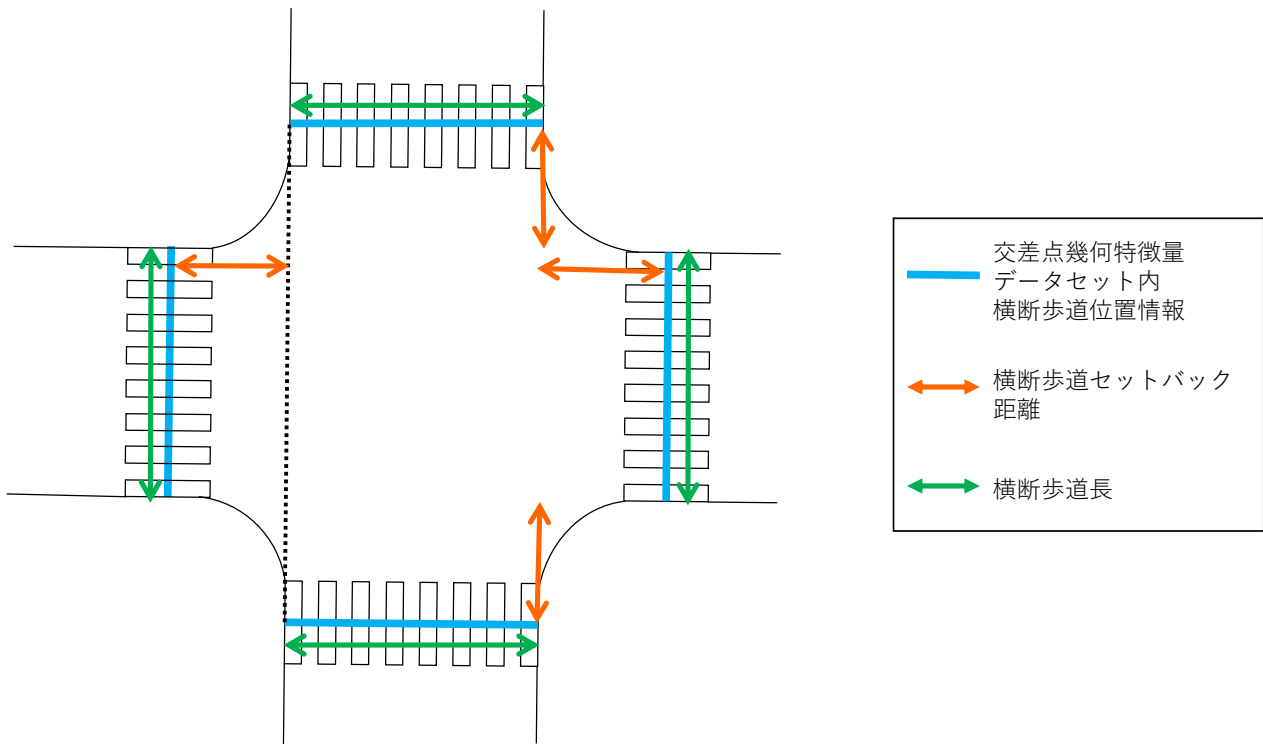


図-1 交差点幾何特徴量データセットに含まれるデータ

使用している。

- 発生地点の位置情報（緯度・経度）
- 発生地点の種別（「横断歩道/自転車横断帯上」「その他の道路上」「一般交通の用に供するその他の場所」（駐車場など）の別）
- 当事者種別（四輪車、自転車、歩行者またはその他）
- 各当事者の進行方向（直進、右折または左折）
- 事故発生時の各当事者の進行方向方位角

本稿では、交通事故データの内、以下の条件を満たすものを「右左折車対横断者事故」と呼び、これについて分析を行う。

- 信号交差点内で発生している
- 衝突地点が横断歩道または自転車横断帯上
- 四輪車対歩行者または自転車の事故
- 四輪車が交差点で右折または左折を行っている

ここで、「交差点内で発生した事故」とは、交通事故データ中の衝突地点が「一般交通の用に供するその他の場所」でなく、かつ注目する交差点の中心から 30m 以内で発生した事故と定義する。ただし、これらの条件を満たす事故の内「左折車対歩行者」の事故についてはすでに筆者ら⁸⁾で分析を行っているため、本稿の分析からは除外した。また、無信号交差点についても、サンプル数が十分でなかったため分析対象から除外した。これにより、本稿の分析対象として 2,325 箇所の信号交差点で発生した 2,850 件の事故が抽出された。

これらのデータセットを統合するために、道路ネット

ワークデータを使用する。このデータは交差点をノード、交差点間を接続する道路をリンクとして、道路網をグラフ構造で表現したデータベースである。本稿では Openstreetmap の情報を元に作成された、OSMnx¹¹⁾を使用した。ただし、OSMnx では 2 車線以上の道路が車線別のリンクで構成されるなど、1 つの交差点が 1 つのノードに対応しないことがあるため、距離が閾値以下のノードを 1 つに縮約し、それらの重心で表現したものを使用している。この閾値については、サンプルした交差点において、本来 2 つの交差点が 1 つに縮約されたり、1 つの交差点が縮約されなかったりすることが最も少なかった 12m とした。

(2) 分析方法

本節では、前節で述べたデータセットから本稿の分析で用いる特徴量を取得する方法について述べる。本稿では、各事故について、事故が発生した分岐路における横断歩道セットバック距離を計算する。例えば、図-2 中×印で示した事故については、それぞれ橙色で示した線の長さが対応する横断歩道セットバック距離となる。加えて、交差点のサイズを代表する値として、四輪車の交差点への流入路の幅員も併せて計算する。図-2 中の例では、どちらの事故についても、緑色の線で示した流入路にかかる横断歩道の長さを「進入道路車道幅員」として定義する。

各事故に紐づけるこれらの値は次のような手順で決定した。まず、事故発生地点から最寄りの道路ネットワー

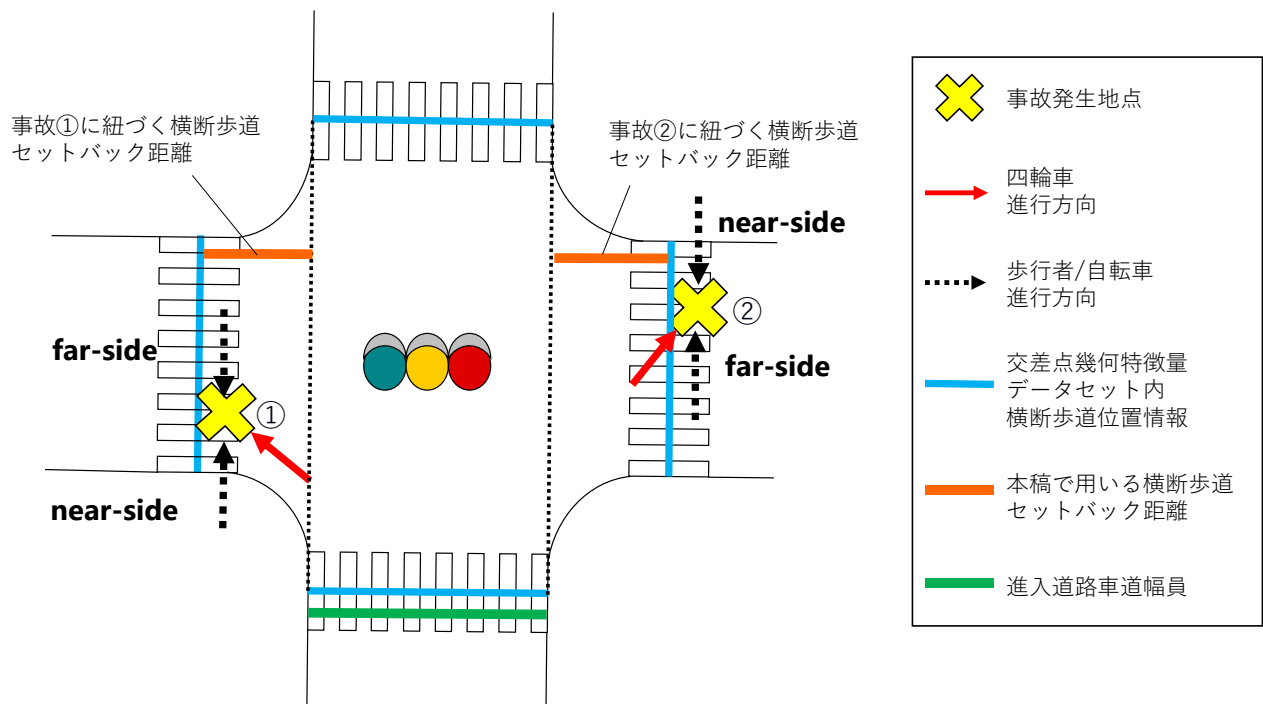


図-2 対象とする事故の分類と紐付けを行う特徴量

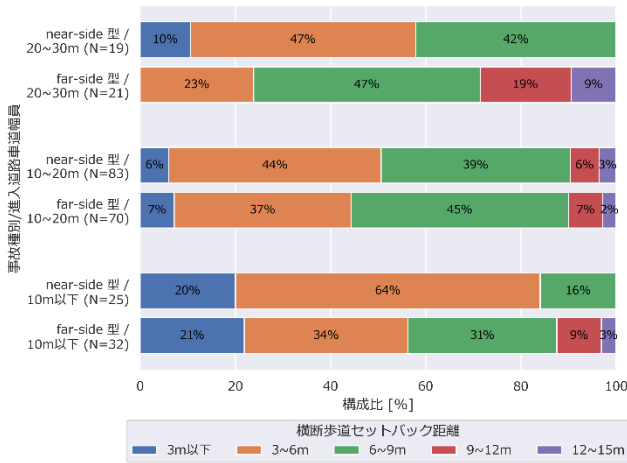


図-3 左折車対自転車事故における事故種別と横断歩道セットバック距離の関係

クデータ上のリンクを検索し、各事故の当事者である四輪車にとっての交差点からの流出路を決定する。次に、四輪車の進行方向と道路リンクの情報から、この四輪車の交差点への流入路を決定する。これらの情報から、幾何特徴量データセットの流出路に対応する横断歩道セットバック距離と流入路に対応する横断歩道長を取得し、それぞれ「横断歩道セットバック距離」・「進入道路車道幅員」として事故に紐づけを行った。

また、横断者の進行方向に応じて事故を2種に分類した。図中に記載の通り、横断者の横断開始側で生じた事故を「near-side 型」、横断終了側で生じた場合を「far-side 型」とする。以下この分類を「事故種別」と呼ぶ。

3. 結果

以下では、前章で手法を説明した分析の結果について述べる。なお、以下では当事者の組み合わせ別に結果を示している。まず、信号交差点の横断歩道または自転車横断帯上で四輪車が左折中に発生した対自転車事故（以下「左折車対自転車事故」とする）、次に同様の地点で四輪車が右折中に発生した対自転車事故（以下「右折車対自転車事故」とする）、最後に同様の地点で四輪車が右折中に発生した対歩行者事故（以下「右折車対歩行者事故」とする）について、その横断歩道セットバック距離との関係について分析した結果を示す。最後に、得られた結果から考えられる事項についてまとめる。

(1) 左折車対自転車事故と横断歩道セットバック距離の関係

交通事故データ中の左折車対自転車事故について、事故種別と横断歩道セットバック距離の関係を比較したも

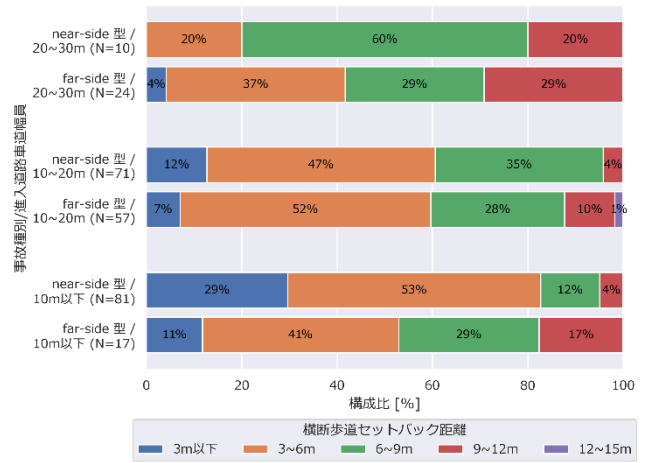


図-4 右折車対自転車事故における事故種別と横断歩道セットバック距離の関係

のを図-3に示す。なお、筆者ら⁸⁾の分析で横断歩道セットバック距離は交差点のサイズと相関関係を持つことが示されている。そこで、この関係の影響を取り除くため、図-3では進入道路車道幅員を10mごとの階級に分け、各階級に属する事故同士で比較を行っている。また、進入道路車道幅員が30m超過の事故は2件のみであったため、図-3には示していない。

図-3を見ると、いずれのサイズの交差点においてもnear-side型の事故はfar-side型の事故に比べて横断歩道セットバック距離が小さい箇所で発生しやすいことが読み取れる。特に、進入道路車道幅員が10m以下と20~30mの交差点ではこの差が大きく、各事故種別に属する交差点の横断歩道セットバック距離の平均値にも有意差がある(10m以下: $p=.048$, Cohen's $d=.541$; 20~30m: $p=.011$, Cohen's $d=.837$)。

(2) 右折車対自転車事故と横断歩道セットバック距離の関係

前節と同様に右折車対自転車事故について、事故種別と横断歩道セットバック距離の関係を比較したものを図-4に示す。

図-4を見ると、右折車対自転車事故でも左折車対自転車事故とも同様に、near-side型の事故はfar-side型の事故に比べて横断歩道セットバック距離が小さい地点の構成率が大きくなっている。ここで、進入道路車道幅員が10m以上の交差点においてはnear-side型の横断歩道セットバック距離の値が一樣には小さくなっていないが、9m以上の横断歩道セットバック距離が大きな交差点の比率に注目すると、進入道路車道幅員が10m~20mの場合7%、20m~30mの場合9%ほどnear-side型の構成率が低く、横断歩道セットバック距離が大きな交差点では事故種別によって発生率が異なることが示唆される。

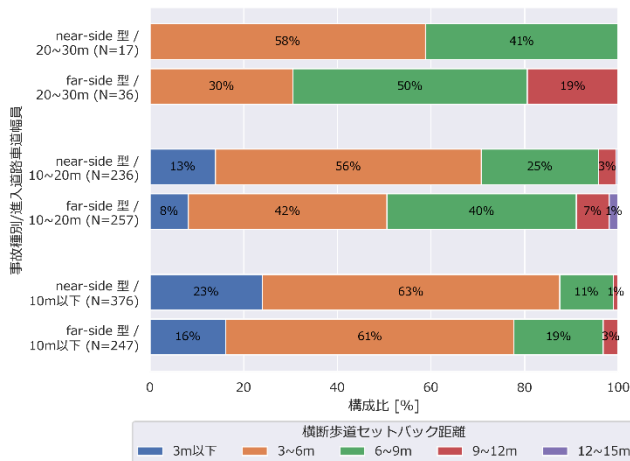


図-5 右折車対歩行者事故における事故種別と横断歩道セットバック距離の関係

(3) 右折車対歩行者事故と横断歩道セットバック距離の関係

右折車対歩行者事故についても同様の比較を行った。その結果を図-5に示す。なお、この事故においては進入道路車道幅員が30m超過の事故が1件存在したが、図には示していない。

図-5を見ると、横断者が歩行者でも同様に横断歩道セットバック距離が小さい地点でnear-side型の事故が相対的に起こりやすい傾向がみられる。右折車対歩行者事故では、前節で示した右折車対自転車の場合とは異なり、すべてのサイズの交差点において、near-side型の横断歩道セットバック距離が一樣に減少しており、平均値を比較しても有意差がみられる。(10m以下: $p=0.002$, Cohen's $d=0.260$; 20~30m: $p<0.001$, Cohen's $d=0.458$; 20~30m: $p=0.007$, Cohen's $d=0.826$)

(4) 考察

前節までの分析結果から、交差点における四輪車対横断者事故において、横断歩道セットバック距離の値はnear-side型とfar-side型の事故の相対的な発生率に影響を与えると考えられる。今回分析した全ての事故において、near-side型の事故が発生した地点は、far-side型の事故が発生した地点に比べて横断歩道セットバック距離の値が小さい傾向が確認できた。また、筆者ら⁸⁾の結果において、本稿でのnear-side型が「巻き込み型」の事故に対応することを考慮すると、「左折車対歩行者事故」においても同様の結果が得られていることになる。

また、(1)から(3)の結果を比較すると、この効果は右折と左折、また横断者が歩行者かどうかでその強さや効果がみられる交差点のサイズなどに違いがあることもわかる。

一方で、これらの現象の理由については本稿の分析の範囲では判断が難しい。横断歩道セットバック距離の値が小さい交差点でnear-side側の事故が起きやすいことの予想される理由としては、横断歩道セットバック距離が小さい交差点では、near-side型の横断者と右左折を行おうとする車両との距離が近づくため、横断者の視認性の低下や衝突までの時間の短縮が生じることや、横断歩道セットバック距離が大きい交差点においては、右左折後歩行者との交差点に進入する前に一度停車することのできるスペースがあることなどが挙げられる。これらの仮説が正しいかどうかを検証するには、該当する事故が起きた地点においてこれらの特性が成立するかなど、交差点に関するさらに多くの情報を用いて分析する必要があると考えられる。

4. 結論

本稿では、横断歩道の位置情報より計算した、交差点幾何特徴量データベースを用いて、横断歩道セットバック距離と右左折車対横断者事故との関係を分析した。この結果、横断歩道セットバック距離が小さい交差点において、near-side型の事故が相対的に発生しやすいことが明らかになった。

今後の課題として、計算する特徴量の多様化と分析対象の地域の拡大がある。前者について、今回行った分析では、幾何特徴量として交差点の横断歩道セットバック距離・進入道路車道幅員の2種を用いた。しかし、事故リスクに関係する幾何構造は他にも考えられる。これらについても分析を行うことで、交差点幾何構造と事故リスクのより包括的な関係が得られることが期待される。前章において指摘した、near-side型の事故が横断歩道セットバック量の小さい地点で相対的に発生しやすい理由もこのような多角的な分析によって明らかになることが期待される。合わせて、他の地域での幾何特徴量の計算およびそれを用いた事故分析を行うことで、今回得られた関係に地域性があるのかを明らかにすることができる。このような追加の分析により、交差点幾何構造と事故の関係性がより明確になり、交差点の安全性を高めるための有益な知見が得られることが期待される。

参考文献

- 1) 警察庁交通局：令和4年中の交通事故死者数について、警察庁交通局，<https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/toukeihyo.html>, 2023. (2023/3/3 閲覧)
- 2) 中央交通安全対策会議：第11次交通安全基本計画，内閣府，<https://www8.cao.go.jp/koutu/kihon/keikaku11/index.html>, 2021. (2023/3/1 閲覧)

- 3) 交通工学研究会：平面交差の計画と設計基礎編 計画・設計・交通信号制御の手引, 交通工学研究会, 2018.
- 4) 清水哲夫, 森地茂, 福原大介：安全対策による交通事故削減効果の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol. 28, 2003.
- 5) 鈴木弘司, 山口大輔, 藤田素弘：大規模交差点における利用者挙動と交錯危険性に関する実証分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 67, No. 5, pp. L1193-L1205, 2011.
- 6) 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.
- 7) 西堀泰英, 中島陵, 橋本竜真, 松尾幸二郎: 交差点幾何構造に着目した歩車分離式信号交差点における交通事故リスク要因の分析, 交通工学研究発表会論文集, Vol pp.51-56, 2022.
- 8) 新井棟大, 木平真, 森健二, 萩田賢司：横断歩道ゲータから計算した交差点幾何特徴量データセットの作成と左折事故分析への応用. 交通工学論文集. Vol. 9, No. 2, pp. B_39-B_47, 2023.
- 9) 鈴木弘司, 佐藤佑我, 渡部数樹, 池田一星：信号交差点における車両挙動と幾何構造との関係性分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 75, No. 6, pp. I_683-I_693, 2020.
- 10) 藤原勇輝, 橋本成仁, 海野遥香: 自動車の左折時における空間要素が走行速度に与える影響に関する研究, 都市計画論文集, Vol. 55, No. 3, pp. 616-622, 2020.
- 11) Geoff Boeing : OSMnx: New methods for acquiring, constructing, analyzing, and visualizing complex street networks, Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 65, pp. 126-139, 2017.

(2023.?.? 受付)