

# 自転車通行空間としての交差点の計画・設計 における実務上の課題と改善方向について

小路 泰広<sup>1</sup>・久保 宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 大日本コンサルタント株式会社 インフラ技術研究所 (〒102-0075 東京都千代田区三番町 6-3)  
E-mail: shoji\_yasuhiro@ne-con.co.jp

<sup>2</sup>正会員 大日本コンサルタント株式会社 中部支社 (〒451-0045 愛知県名古屋市中区名駅 2-27-8)  
E-mail: kubo@ne-con.co.jp

自転車通行空間整備の現場では、道路・交通・沿道状況に応じた通行空間の計画・設計が行われているが、特に交差点の計画・設計では、多種多様な交差点形式・形状や、特性の異なる交通の交錯可能性など、様々な課題に直面している。その際、指針となる法令や技術基準、ガイドライン等に従って計画・設計が進められるが、そこに示されているのは基本的・標準的な方法のみであり、各現場では臨機応変な対応や創意工夫による解決が図られていると思われる。しかし、現地に合わせた計画・設計は多大な時間や労力を要し、また改善の余地がある整備事例も多々見られることから、計画・設計事例の共有やガイドライン等を通じて、適切な設計技術やノウハウ等の普及拡大に努めていくことが重要である。そこで本稿では、筆者らが実際の業務の中で関わった自転車通行空間整備のための交差点計画・設計の実務から得られた課題や対応事例として、交差点周辺の車線削減検討のための交通解析手法、左折自動車に対応する直進自転車や二段階右折自転車の待機場所の設定、新たな交差点形式 **Protected Intersection** の導入に向けた課題について紹介するとともに、ガイドライン等への反映を念頭に置いた改善方向について検討し、私案の提示を試みる。

**Key Words:** 自転車通行空間, 交差点, 計画・設計, ガイドライン, 実務

## 1. はじめに

自転車通行空間整備の現場では、道路・交通・沿道状況に応じた通行空間の計画・設計が行われているが、特に交差点の計画・設計では、多種多様な交差点形式・形状や、特性の異なる交通の交錯可能性など、様々な課題に直面している。その際、道路構造令、自転車ガイドライン、自転車交差点設計手引など、指針となる法令や技術基準、ガイドライン等に従って計画・設計が進められるが、そこに示されているのは基本的・標準的な方法であるため、各現場では臨機応変な対応や創意工夫による解決が図られていると思われる。しかし、現地に合わせた計画・設計は多大な時間や労力を要し、また改善の余地がある整備事例も多々見られることから、計画・設計事例の共有やガイドライン等を通じて、適切な設計技術やノウハウ等の普及拡大に努めていくことが重要であると思われる。

そこで本稿では、筆者らが経験した自転車通行空間整備のための交差点計画・設計の実務から得られた課題や対応事例を対象として、具体的な検討内容や課題につい

て紹介するとともに、ガイドライン等への反映を念頭に置いた改善方向について検討し、提案を試みることにする。

以下、2. では、交差点周辺の車線削減検討のための交通解析手法について、既存の交通容量の算定手法を活用して車線削減の可能性を評価した事例を示し、交差点における自転車通行空間の検討プロセスについて実践した事例を紹介する。3. では、左折専用車線や左折専用現示が設置されている大規模な交差点において、直進自転車や二段階右折自転車と左折自動車が交錯する可能性がある場合における課題について整理し、特に二段階右折自転車の待機場所の設定方法について検討した結果を紹介する。4. では、新たな交差点形式である **Protected Intersection** (本稿では「防護型交差点」と呼ぶ) の導入に向け、その特性や比較的導入が容易なパターンを整理し、導入する場合の課題について整理した。5. では、以上の検討を踏まえ、自転車通行を考慮した交差点の計画・設計における課題の改善に向けた考察を行い、改善方法の私案の提示を試みる。

## 2. 交差点周辺の車線削減検討のための交通解析手法

### (1) 車線削減が行われる理由

既設道路に自転車通行空間を設置する場合、車道の左側に自転車通行空間を設置することとなるが、自転車利用が多い都市部（第 4 種道路）では、路肩幅員は 0.5m 程度しかないため、自転車道路（W=2.0m）や自転車専用通行帯（W=1.5m）を確保するためには、植樹帯の撤去や車線削減が必要となる。ただし、植樹帯には電線共同溝や信号施設等の地上機器が設置する箇所が多く、これら地上機器を移設することが困難となる場合が多い。このため、4 車線以上の道路では、車線削減を行い、自転車通行空間を設置することが行われる。

### (2) 車線削減することによる課題

4 車線以上の道路に対して車線削減を行った場合、交通容量が低下するため、混雑度が上昇する。

混雑度の解釈は、道路の交通容量（S59.9）では（表-1）のように示されているが、車線数を削減した場合の混雑度は、昼夜 12 時間を通じて、道路が混雑することがなく円滑に走行できる状態（混雑度 1.0 未満）が望ましいが、昼夜 12 時間のうち道路が混雑する可能性のある時間帯が 1～2 時間ある状態（混雑度 1.0～1.25）となった場合でも、何時間も混雑が連続するという可能性は非常に小さいことから、混雑度 1.25 未満となる場合は、積極的に車線数の削減を行い、自転車通行空間の確保を行い、交通安全性の向上に寄与すべきと考える。

表 1 混雑度の解釈

混雑度	交通状況の推定
1.0 未満	飽和時間 0, $QC < 1.0$ 昼間 12 時間を通じて、道路が混雑することなく、円滑に走行できる。渋滞やそれに伴う極端な遅れはほとんどない。
1.0～1.25	飽和時間はほとんどの区間で 1～2 時間以下、 $QC$ はほとんどの区間で 1.0 以下、昼夜 12 時間のうち道路が混雑する可能性のある時間帯が 1～2 時間（ピーク時間）ある。何時間も混雑が連続するという可能性は非常に小さい。
1.25～1.75	飽和時間は 0～12、 $QC > 1$ の時間が 10～15%、ピーク時間はもとより、ピーク時間を中心として混雑する時間帯が加速度的に増加する可能性の高い状態。ピーク時のみの混雑から日中の連続的混雑へ過度状態と考えられる。
1.75 以上	飽和時間 0 がほとんどなくなる。 $QC > 1$ の時間が 50% を超える。慢性的混雑状態を呈する。

### (3) 車線削減に対する混雑度の算定

既設道路の車線数を削減する場合の混雑度の算定は、平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査に示す混雑度を基に、片側あたり 1 車線削減（断面交

通量あたり 2 車線削減）を実施した場合の混雑度を算定した。混雑度の算定方法は次式による。

$$\text{混雑度} = \frac{\text{交通量 (台/12h)}}{\text{交通容量 (台/12h)}}$$

ここで、車線削減に対する混雑度を算定する際に、交通量（台/12h）は、車線削減前と車線削減後では交通量の変化は生じないものとして検討する。

車線減少の検討に用いる交通量（台/12h）は、令和 2 年 11 月に実施した交通量調査の車種別交通量を基に検討をすることとした。ただし、交通量調査の時期が、新型コロナウイルス感染防止対策期間中であったため、交通量が少ない可能性があった。このため、令和 2 年 11 月に実施した交通量（台/12h）と調査地点と同一区間の平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査一般交通量（台/12h）を比較し、交通量の低下が確認できたため、次式の低減率を徐し、検討で使用する交通量を設定した。

$$\text{交通量 (台/12h)} = \text{令和 2 年 11 月実測交通量 (台/12h)} \div \text{低減率}$$

$$\text{低減率} = \frac{\text{令和 2 年 11 月交通量 (台/12h)}}{\text{平成 27 年度交通量 (台/12h)}}$$

また、交通容量（台/12h）は、平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査に示す方法で算定するものとし、車線削減後に対して算定する。

交通容量（台/12h）は、次式により算定する。

$$\text{交通容量 (台/12h)} = CD \times \frac{5000}{K' \times D}$$

ここで、CD：設計交通容量（台/時）

$K'$ ：年平均 12 時間交通量に対する 30 番目時間交通量の割合（%）

D：ピーク時重方向率（乗用車換算）（%）

### (4) 交差点付近の車線減少に対する混雑度の算定

信号交差点の交通容量は、信号現示方式に応じて推定する必要がある。交差点は、左折、直進、右折の各方向別専用車線が存在するが、交差点部の車線を減少させる場合は、交差点の進行方向の機能を変更させないためにも、2 車線以上の同一方向の専用車線を削減する必要がある。交差点箇所の車線減少に対する混雑度は、各方向別交通量と各方向別専用車線の交通容量の比により算定される。

$$\text{混雑度} = \frac{\text{方向別交通量 (台/時)}}{\text{方向別専用車線の交通容量 (台/時)}}$$

ここで、方向別交通量は、令和 2 年 11 月に実施した交通量調査による方向別交通量に対して、以下に示す低減率で除した方向別交通量を用いる。



### 3. 左折自動車に対応する直進自転車や二段階右折自転車の待機場所の設定

#### (1) 課題の概要

自転車の通行空間を整備する場合、左折自動車との交錯が問題になる。特に、左折専用車線が設定され、左折専用現示が存在し、特に左折現示が直進現示よりも先出しされる場合には、自転車と左折自動車の交錯の危険度が高まる。

交差点の流入部では、自転車は第 1 通行帯を通るが、同一空間内で直進自転車、左折自転車、左折自動車が混在することで交錯が起きやすい。この場合の自転車通行空間の選定フロー(図 3)および通行空間のパターン(図 4)を整理した。

#### (2) 二段階右折の取り扱いの現状と課題

自転車が右折する際の「二段階右折」については、左折専用レーンや左折矢印信号が導入されている交差点では、二段階右折の待機中に左折自動車が入り込んでくる場面が見受けられ、巻き込みが起りかねない危険な状況である。ガイドラインでは、二段階右折の通行方法や、滞留場所として「通行位置及び通行方法を明確化する路面表示と歩道端の縁石との間に囲まれた範囲」が示されているが、左折自動車との交錯への対処方法は規定されていない(図 5)。

そこで、左折自動車との交錯に配慮した通行方法や滞留場所のあり方について、法令の規定や左折車動線との位置関係から複数の設置パターンに分類し、それらの特徴について整理するとともに、交差点の特徴に応じた設置パターンの選定方法について整理した。

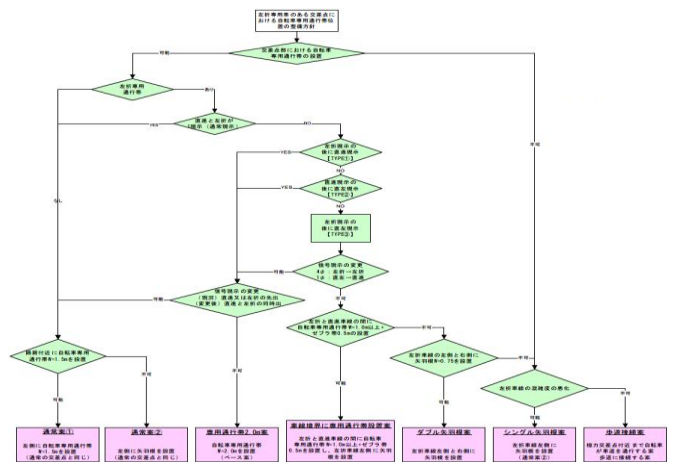


図 3 左折専用車線のある交差点における自転車通行空間選定フロー(案)

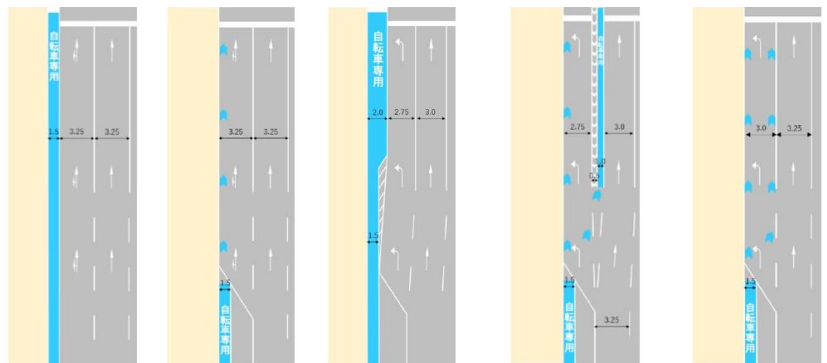


図 4 左折専用車線のある交差点における自転車通行空間のパターン(案)

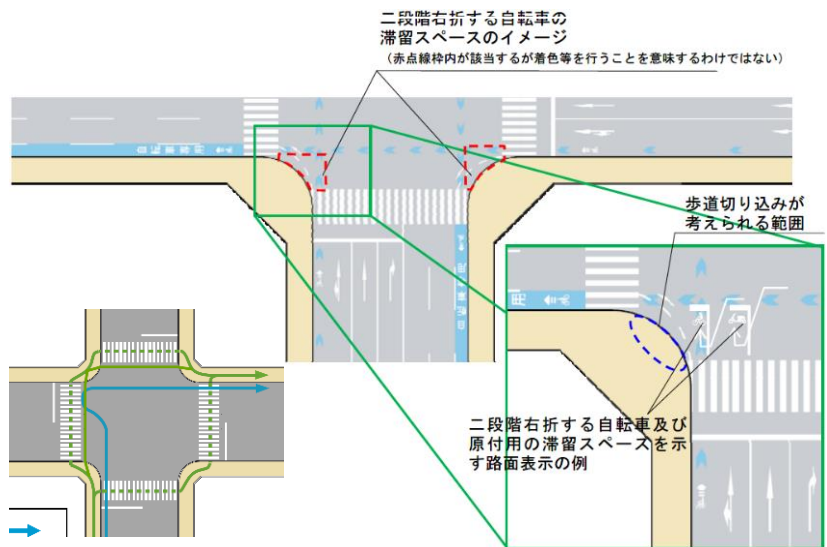


図 5 自転車ガイドラインにおける二段階右折の通行方法や待機場所

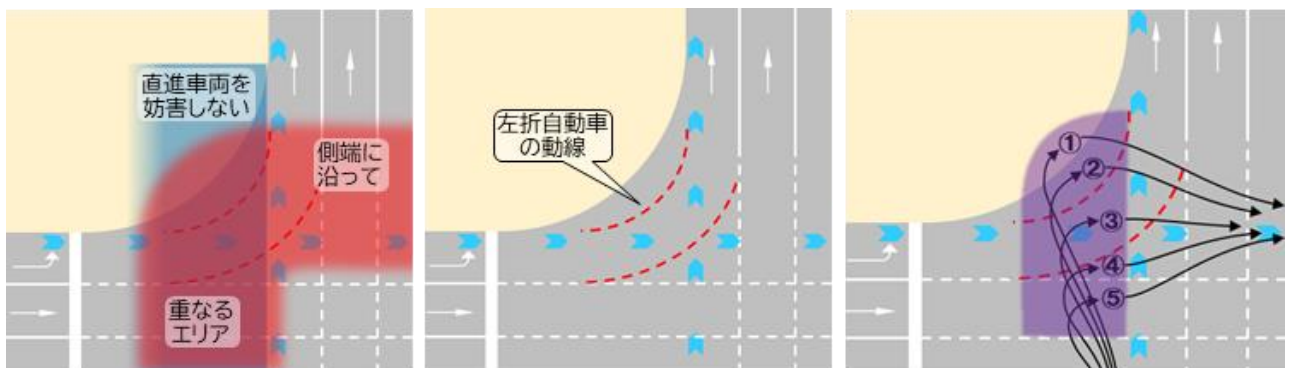


図 6 左折専用レーンがある交差点における二段階右折滞留場所の分類

(3) 左折専用レーンがある交差点における二段階右折滞留場所の分類

まず、二段階右折の滞留場所を、根拠となる各種法令（道交法 34 条 3 項「側端に沿って」、同 37 条「直進車両の進行妨害しない」、同施行令 2 条「右折しようとして右折する地点まで直進し、その地点において右折できる」）に基づき、エリアを絞り込む（図 6 左図）。次に、交差点における左折自動車の動線（図 6 中央図）との位置関係から、二段階右折滞留場所の候補として 5 つの領域タイプ（図 6 右図の①～⑤）に分類できる。

(4) 二段階右折の滞留場所の評価と選定フロー

各領域を安心感などで評価し（図 7 の①～⑤）、特に左折自動車と交錯しない「安全地帯」を優先して選定するフロー案を作成した（図 7 の右下図）。また、現地の状況に応じて、必要な面積の確保や範囲のわかりやすさ等を考慮し、複数の領域タイプを組合せるパターンを整理した（図 8）。

(5) 考察と今後の課題

滞留場所の設置方法は更に検証し現場での適用を目指すとともに、他の交差点形式なども検証していきたい。

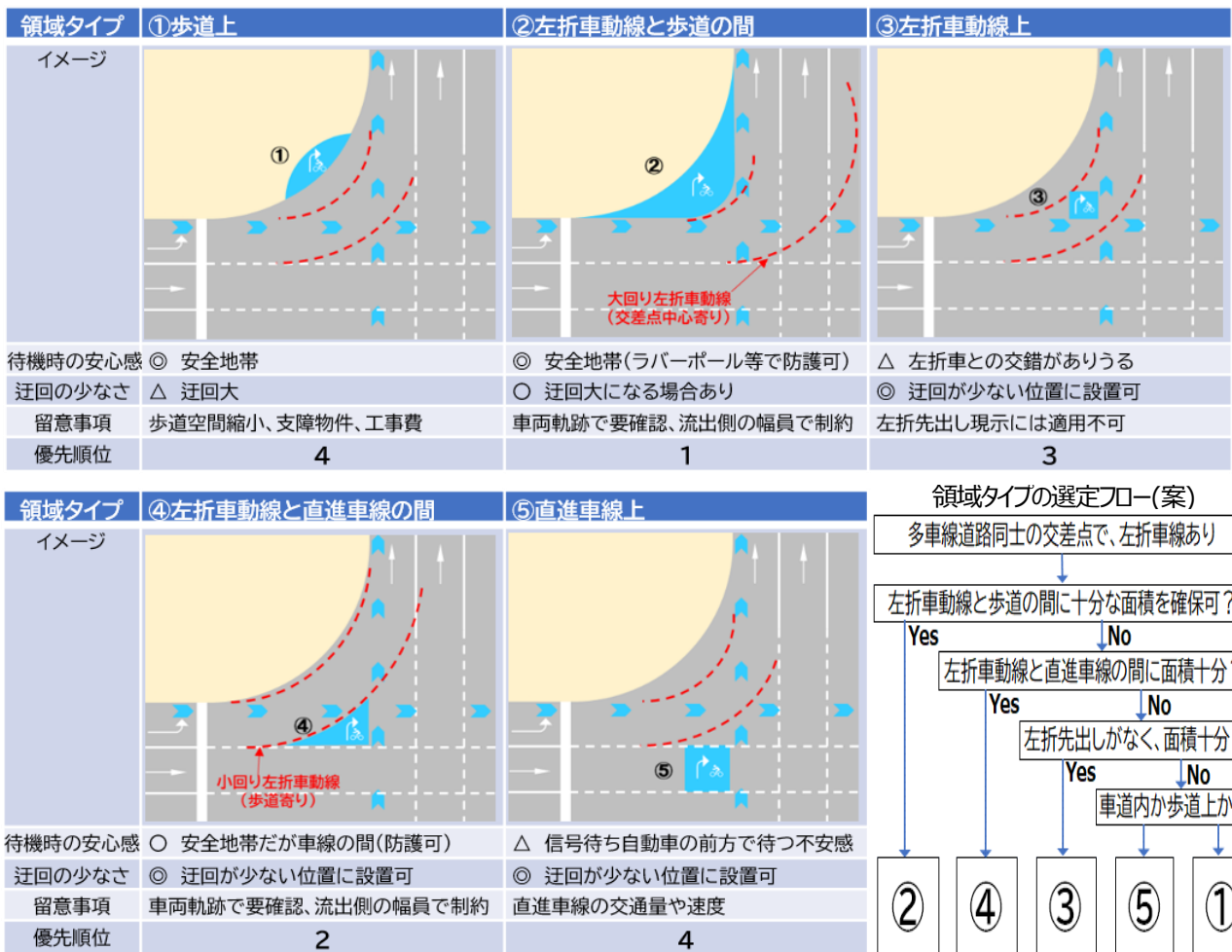


図 7 二段階右折の滞留場所を設置する領域タイプの評価と選定フロー

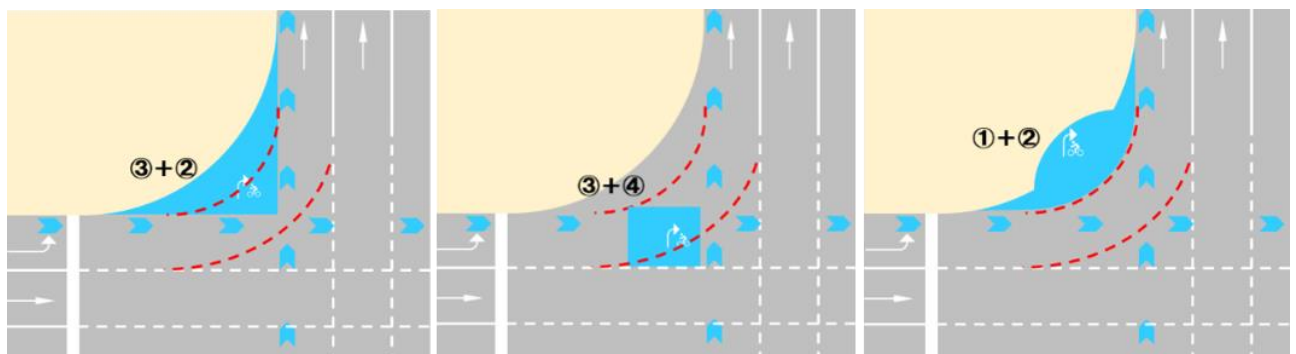


図 8 二段階右折滞留場所の複数の領域タイプの組合せ

#### 4. 新たな交差点形式 Protected Intersection の導入に向けた課題

##### (1) 課題の概要

近年、欧米を中心に"Protected Intersection"（本稿では「防護型交差点」と呼ぶ）が普及しつつある（図 9）。防護型交差点は、オランダやデンマーク等の自転車先進国において、歩行者と自動車から分離された自転車通行空間の整備が進展する中で、より安全性の高い交差点形式として発展してきたもので、近年特に米国で注目され、ガイドライン等が整備されることで全米に導入が広がりつつあるとともに、他の国でも導入が進みつつある。日本でも、「自転車通行を考慮した交差点設計の手引」のコラムに掲載され、WEB 上でも紹介記事が提供されるなど、今後の導入が期待されている。

しかし、防護型交差点はこれまでにない形状であり、交差点を構成する要素や通過する際のルールや動線等の法的な位置づけが明確になっていない。また、自転車利用者が通行に慣れず、通行時に戸惑ったり不適切な通行をしてしまうなどの課題も考えられる。そこで、防護型交差点を我国に導入するにあたっての適用性や課題等について検討する。

##### (2) 防護型交差点の特徴や効果

防護型交差点の特徴はガイドラインや紹介記事に詳しく解説されているが、要約すると、交差点をコンパクト化することで、左折する自動車の速度を抑制するとともに、自転車通行空間を交差点外側にセットバックさせ、直進自転車と左折自動車が直角に近い角度で交わるようにすることで、自転車と左折自動車がお互いを視認しやすくし、交錯に伴う事故を低減させることにある（図 10）。隅角部の最も張り出した部分を交通島とすることで、左折自動車の動線を確実に制御するとともに、不測の事態から自転車を防護する効果が期待でき、自転車利用者の安心感が増すことが期待できる。さらに、自転車通行空間内での停止線や優先関係の設定により、交差距離を縮小しクリアランス時間を短縮させる効果や、常時左折可の運用が可能となることも期待される。そして、自転車道のみならず自転車専用通行帯や車道混在、双方方向の自転車道にも対応できるなど適用範囲が広いことも特徴としてあげられる（図 11）。

##### (3) 左折巻き込み防止策としての比較

左折巻き込みの防止策として、米国の報告書によれば、空間的および時間的な対策が存在し、そ

れぞれ長所・短所がある。これまで実施されてきたコンパクト化と合わせ、それぞれの方法の導入イメージと長所・短所を整理した。防護型交差点は、数々の長所とともに、導入には広いスペースを必要とするなどの制約があるため、他の防止策と比較検討したうえで、導入可否や組み合わせを判断することになる。

##### (4) 防護型交差点の適用性や課題

防護型交差点を導入するかどうかは、交差点の形状や交通量、交通規制の状況等を踏まえ、適切な方法の選択または組み合わせを検討する。特に既存の交差点に導入する場合、交差点隅角部に広いスペースを確保する必要

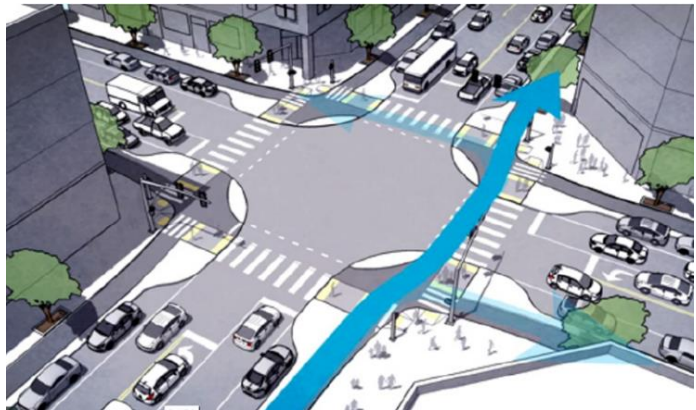


図 9 防護型交差点のイメージ

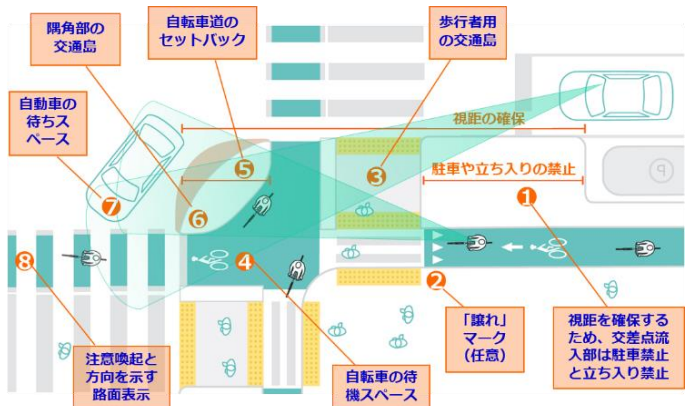


図 10 防護型交差点の仕組み

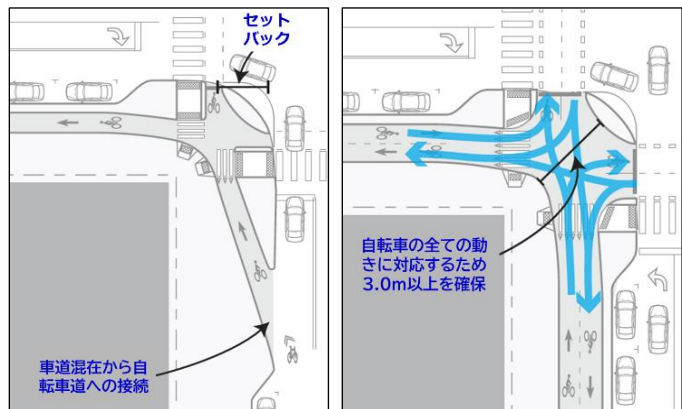


図 11 車道混在や双方方向への適用

表 3 左折巻き込み防止策の比較

	混合ゾーン	完全時間分離	自転車先出し	オフセット(防護型)
説明	自転車レーンから混合エリアになり、自動車側が譲りながら織り込む。	直進自転車と左折自動車後信号で時間的に分離する。	自転車を10秒程度先出しした後、自動車は黄点減で自転車と歩行者に譲りながら通過する。	半径の小さな縁石で左折者の速度を抑制。自転車と自動車の交錯は交差点の中央部に限定。
長所	自転車は青信号の全ての時間で進行でき、遅れが少ない。	時間的空間的に完全に分離される。直進レーンから左折自動車をなくすことで容量増も。	先出しの時は交錯が生じない。歩行者の先出しを、容量を減じずに同時に実施可。	低速での左折と交錯地点が限定される。連続的な自転車の通行経路により安全で予測可能な動きに。
短所	混合区間は自転車にとってストレスに。自転車の動きが自動車にとって予測困難になることも。	自転車に割り当てられる青信号時間が短いため遅れが生じ、信号無視の誘発も。自転車用信号が必要。	黄点減の認知が低い？左折車により自転車の視覚が遮られたり予測できない動きも。要自転車信号。	見慣れないデザインで自転車の動きを誤解。大きな面積を必要とし、左折者が進路を塞ぐことも。
主な適用	歩行者の先出しが不要な1車線道路。	複数車線で車速が高い道路。横断歩道と隣接し歩行者先出しがある場合。	歩行者の先出しが必要だが完全分離までは不要な場合。	左折者の量が少なく、十分な幅員がある道路
例示				

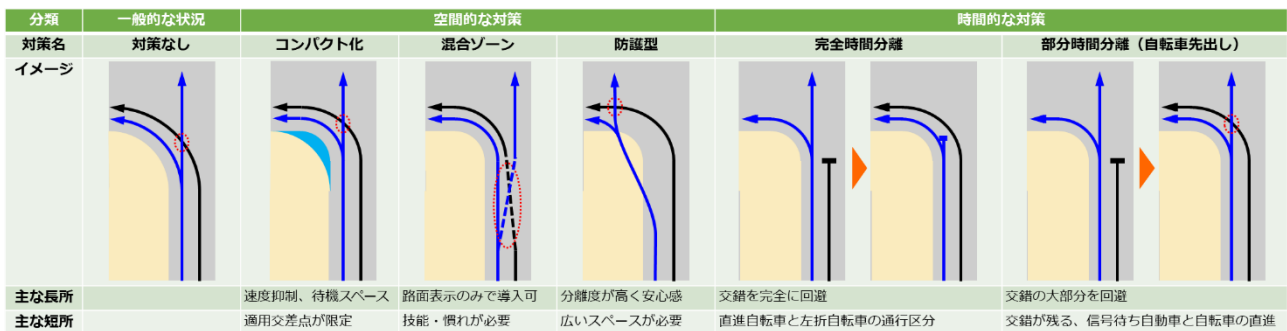


図 12 左折巻き込み防止策の分類とイメージ

があるため、交差点の歩道部と車道部のどちらに設置するかで以下のとおり分類できる。

- ①車道に設置：隅切り半径が大きいか、車線の削減・縮小によりコンパクト化が可能な場合
- ②歩道に設置：歩道が広く、電線共同溝の地上機器などがなくスペースが確保できる場合
- ③歩車道境界を跨いで設置：①②が不可で、歩車道の双方を改変する必要がある場合（コスト大）

さらに、導入に向けての課題は多く、例えば以下がある。

- ・従うべき信号：車両用か歩行者用か自転車用か？
- ・停止線の設置：横断歩道の手前、車道の手前、他は？
- ・交差部の誘導：優先関係をどう設定？路面表示は？

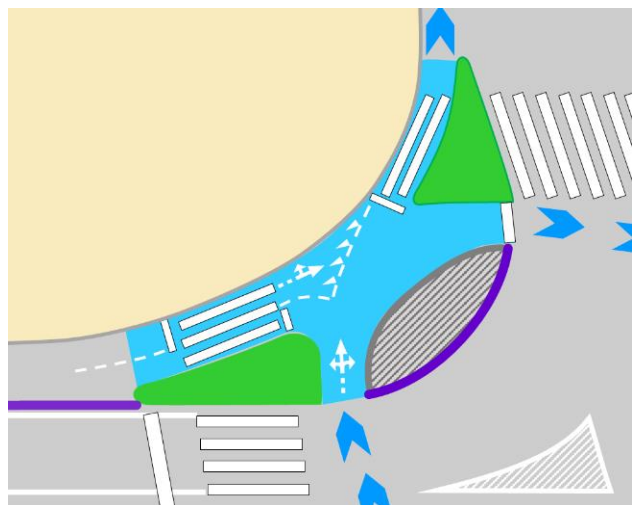


図 13 交差部の路面表示設置例

(5) 考察と今後の課題

防護型交差点の適用性や課題を整理してきたが、まだ

仮説に過ぎず、今後詳細な検討や社会実験に取り組んでいく必要がある。

## 5. おわりに

本稿では、自転車通行空間整備のための交差点計画・設計の実務から得られた課題や対応事例として、交差点周辺の車線削減検討のための交通解析手法、左折自動車に対応する直進自転車や二段階右折自転車の待機場所の設定、新たな交差点形式 **Protected Intersection** の導入に向けた課題について整理した。現時点では仮説の域を出ず、引き続き検討を進め、実務に耐える成果につなげていきたい。なお、ガイドライン等への反映を念頭に置いた改善方向については、講演時に提示したい。

## 参考文献

- 1) 国土交通省道路局・警察庁交通局：安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン，2016年7月
- 2) 交通工学研究会：改訂 平面交差の計画と設計 自転車通行を考慮した交差点設計の手引，2020年10月
- 3) 交通工学研究会：平面交差の計画と設計 基礎編，2018年11月
- 4) 国土交通省道路局：平成 27 年度 全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査「一般交通量調査について」(<https://www.mlit.go.jp/road/census/h27/data/pdf/kasyorep.pdf>)
- 5) 日本道路協会：道路の交通容量，1984年9月

(2022.9.30 受付)

## A Study on Practical Issues and Improvements in Planning and Design of Intersections as a Bicycle Infrastructure

Yasuhiro SHOJI and Hiroshi KUBO

In the practice of bicycle infrastructure improvement, the planning and design of traffic spaces are carried out according to the road structure, traffic condition, and roadside environments. We are facing various issues such as a wide variety of intersection formats and shapes, and the possibility of crossing traffic. Planning and design are carried out in accordance with laws and regulations, technical standards, guidelines, etc. but only basic and standard methods are indicated, and it is thought that each site can respond flexibly and solve problems through originality and ingenuity. However, planning and designing for local conditions requires a lot of time and effort, and there are many examples of maintenance that have room for improvement. It is important to try to disseminate appropriate design technology and know-how through the sharing of planning and design examples and guidelines. In this paper, as problems and countermeasures obtained from the practice of intersection planning and design for bicycle traffic space maintenance, traffic analysis methods for considering lane reduction around intersections, straight bicycles corresponding to left-turning vehicles, and two-stage In addition to introducing the setting of a waiting area for right-turning bicycles and the issues for introducing a new intersection format Protected Intersection, I will discuss the direction of improvement with consideration for reflection in guidelines, etc., and present my proposal.