

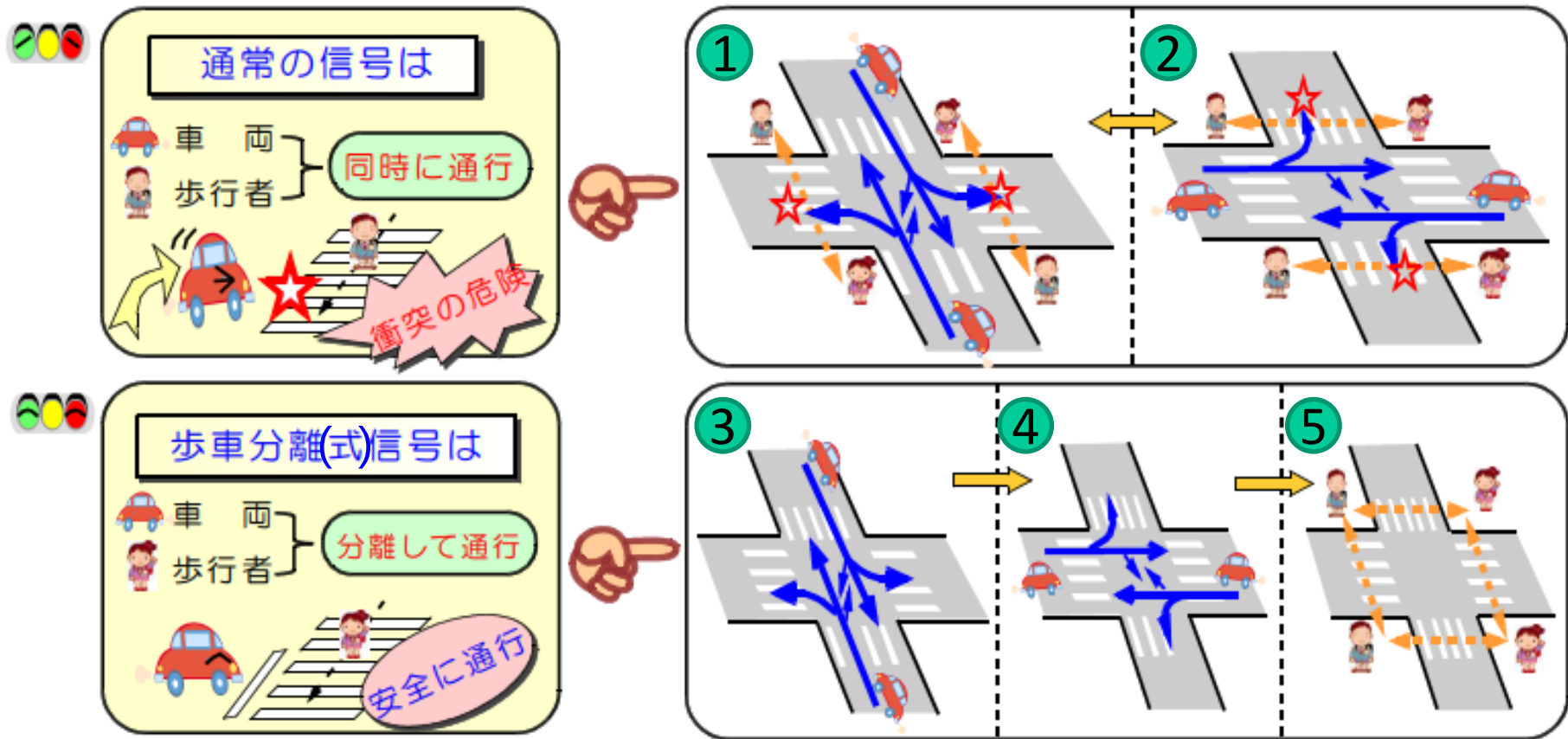
公益財団法人 豊田都市交通研究所 研究成果報告会

# 歩車分離信号の効果 に関する研究

主任研究員 穆 蕊

2023年7月4日(火)  
豊田産業文化センター小ホール

# 歩車分離信号とは



出典：照葉北小の幹線道路交差点で歩車分離信号が実現か！？-照葉北校区自治協議会～福岡市アイランドシティ～ ([teriha-kita.blogspot.com](http://teriha-kita.blogspot.com)) 2021年6月30日に掲載

# 現状・課題・目的

## 現状

○歩車分離(式)信号は歩行者が自動車に阻害されず、特に右左折時の事故や横断歩道横断中の事故の防止に効果が期待できる。

○愛知県では歩車分離(式)信号の整備により横断歩道横断中事故が約63.6%減少。今後、整備数を大幅に増やしていく方針※ 豊田市交通安全計画第11次(2021-2026)でも歩車分離式信号機の整備等を推進する方針が記載。

表 分離方式別整備前後3年間の交通事故件数の変化

| 分離方式           | 箇所数 | 直前3年間の事故件数<br>(a) | 直後3年間の事故件数<br>(b) | 3年間の事故件数の差<br>(b-a) | 比率<br>(b/a-1) | ※ |
|----------------|-----|-------------------|-------------------|---------------------|---------------|---|
| スクランブル         | 8   | 20                | 10                | -10                 | -50.0%        |   |
| 歩行者専用          | 58  | 167               | 101               | -66                 | -39.5%        |   |
| 右左折分離（一部横断）    | 1   | 33                | 17                | -16                 | -48.5%        |   |
| 右左折分離（全部横断）    | 2   | 3                 | 5                 | 2                   | 66.7%         |   |
| 右折分離（一部横断）     | 15  | 80                | 45                | -35                 | -43.8%        |   |
| 右折分離（全部横断）     | 1   | 11                | 11                | 0                   | 0.0%          |   |
| 左折分離（一部横断）     | 3   | 12                | 12                | 0                   | 0.0%          |   |
| 総計             | 88  | 326               | 201               | -125                | -38.3%        |   |
| 総計のうち横断歩道横断中事故 | 38  | 44                | 16                | -28                 | -63.6%        |   |

補足)平成24年(2012年)～令和元年(2019年)の8年間に整備された135箇所のうち、完成後3年間以上経過、かつ、当該交差点で交通事故が発生した88箇所を対象に集計  
集計対象期間は歩車分離式信号運用開始日を基準に前後3年間としている

※:「愛知県における持続可能な交通安全施設等の整備の在り方」(2021年3月発行)

# 現状・課題・目的

## 課題

○歩車分離信号の導入は安全になるが、円滑性に対して渋滞の発生と待ち時間の増加などの問題を引き起こす恐れがあります。

## 歩車分離式信号整備により懸念される問題点 ※

- 歩車分離式信号の整備に伴い、車両に割り当てられる青時間が減少し、信号待ち時間が増加することで、様々な問題を引き起こす恐れがある。
- 歩車分離式信号の整備推進にあたっては、こうした問題を抑える工夫が求められる。
- 交通事故発生状況の分析からは、交差点の特性(所在地の人口密度や交差点規模)による特徴は認められなかったが、整備候補交差点周辺の状態を考慮した対策の推進が求められる。

表 歩車分離式信号整備による主な問題点

| 原因        | 問題                      |
|-----------|-------------------------|
| 車両の青時間減少  | 交差点処理可能交通量の低下による交通渋滞の増加 |
|           | 信号無視誘発                  |
| 信号待ち時間の増加 | イライラ感の誘発                |
|           | 見切り発進に伴う信号無視事故誘発        |
| 上2件の複合要因  | 追突事故を誘発する可能性            |
|           | 整備対象交差点周辺での交通事故を誘発する可能性 |

# 現状・課題・目的

## 課題(続き)

○整備による交通円滑性に対する影響評価は重要と考えるが、それに対する定量的な影響への十分な検討がされているといえない。

歩行者の円滑性にも大きな影響を与えるが、それを踏まえた総合的な検討が十分になされていない。

## 歩車分離式信号整備の課題への対応※

○歩車分離式信号整備により懸念される問題に対して、様々な工夫で対応することが求められる。

表 歩車分離式信号整備による課題への対応策のイメージ

| 対応策        | 狙い                                                    | 備考(※は長野県の対策例)                        |
|------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 押しボタン方式の導入 | 歩行者がいなくときの車両の交通容量確保                                   | ※長野県では全歩車分離式信号の83%で導入(愛知県でも整備事例あり)   |
| 歩行者先行現示の導入 | 大規模交差点など歩車分離式信号の整備が適当でない交差点における代替策<br>横断開始時の歩行者巻き込み防止 | ※先出しする歩行者青時間は5秒程度<br>(愛知県では9箇所で整備済み) |
| 二段階横断施設の導入 | 歩行者現示の短縮により、車両の青時間確保や、信号待ち時間の短縮                       | 代替策として、交差点から離れた地点での整備も考えられる          |
| ...        | ...                                                   | ...                                  |

※:「愛知県における持続可能な交通安全施設等の整備の在り方」(2021年3月発行)

# 現状・課題・目的

## 目的

1. 円滑性の観点から自動車だけでなく歩行者への影響を踏まえた総合的な判断ができる評価指標を提案し、それを用いた歩車分離信号導入が円滑性に与える影響を実際の豊田市の交差点を例に検証
2. できるだけ多くの歩車分離信号の導入を前提とし、円滑性への影響の抑制を目指した歩車分離信号の導入条件に関する検討

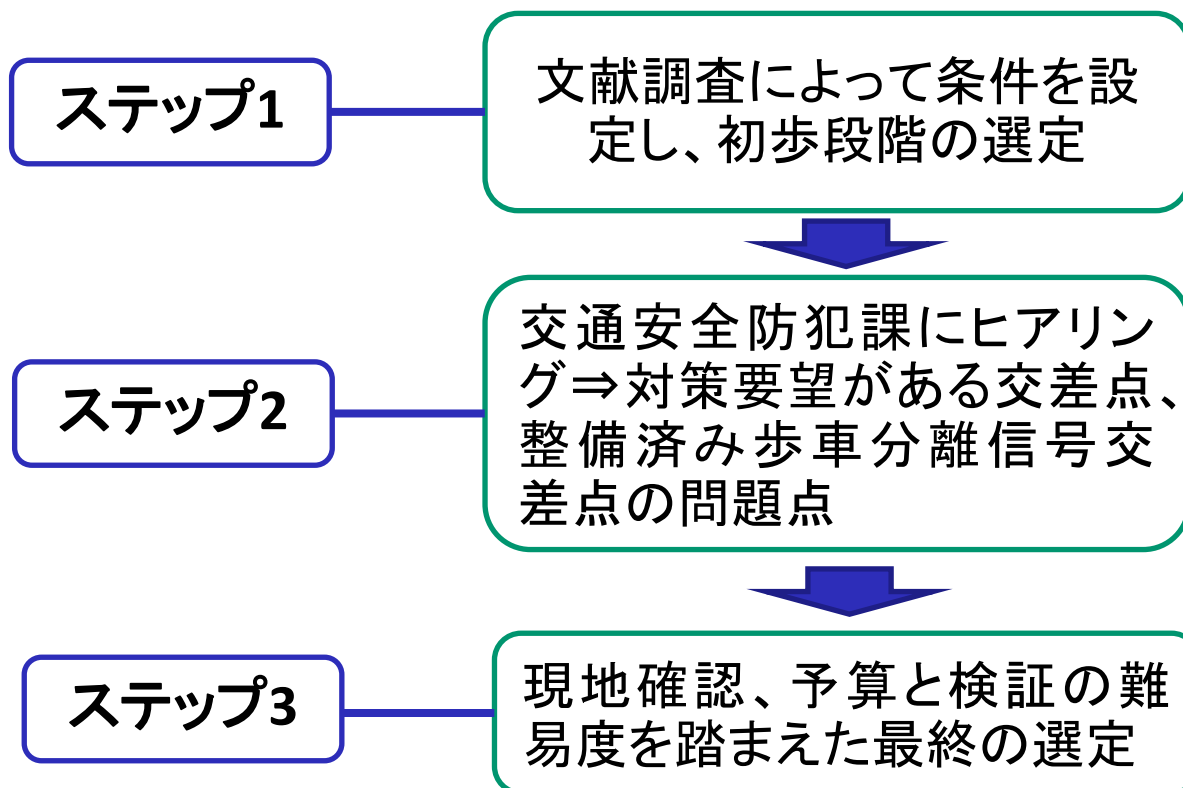
# 本日説明の流れ

- 歩車分離信号導入効果の検討
  - ・ 対象交差点群の選定  
↓
  - ・ 対象交差点群の交通実態調査  
↓
  - ・ シミュレーションの構築  
↓
  - ・ 評価指標について  
↓
  - ・ 歩車分離信号導入効果の仮説及び検証
- まとめ

# 歩車分離信号導入効果の検討一方法

## 対象交差点群の選定

### 選定の仕組み





# 歩車分離信号導入効果の検討－方法

## 対象交差点群の選定

### ステップ1

#### 選定条件の根拠

#### 選定条件

#### 選定に用いるデータ

必要性の観点

条件1: 歩行者が多い

1-1 空間的: 1km 駅徒歩圏  
または通学路

1-2 時間的: 昼間5時～20時

地図データ

問題抑制の観点

条件2: 一定条件がある交差点群

2-1 横断歩道横断中事故、  
または当事者が自転車である  
車両相互事故

2-2 交差点サイズ: 小小、小中、  
※2 中小、中中、小付近、中付近

2-3 二つ以上隣接している信号付  
き交差点群: 三つ以上の場合  
ページ26に参照

2-4 道路の幅13m以内※3

豊田市  
2015～2020  
当事者別事  
故データ

※1: 交通工学会交通工学  
用語集一歩行者専用現示

※2: 小は車道幅員5.5m未満;  
中は5.5m以上; 大は13m以上

※3: 事故データの交差  
点サイズと実際車道幅  
員が異なる箇所がある  
ため、グーグルマップ  
で距離測定ツールを用  
いて車道幅員を再確認

# 歩車分離信号導入効果の検討一方法

## 対象交差点群の選定一対象交差点(群)の位置図



**赤文字** ★ : 歩車分離を検討する交差点

**黒文字** ● : その周辺の7箇所

# 歩車分離信号導入効果の検討一方法

## 対象交差点群の交通実態調査

### 1. 対象交差点(10箇所):

歩車分離を検討する交差点の3箇所: 中町蔵前、竹元町荒子、中町中郷  
その周辺の7箇所: 広田町富田、若林東町棚田、住吉町1丁目、竹元町二つ池、  
竹町北邸、竹元町外田、中町申待塚

### 2. 調査日について:

2022/12/22(木曜日); 天候: 曇り時々雨

### 3. 調査内容:

交通流量:

- ・自動車類: 乗用車、バス、小型貨物、普通貨物、二輪車
- ・歩行者類: 自転車、歩行者

信号時間: サイクル、各現示時間

(確認と補足のため、県警さんが保有する信号時間データも把握)

### 4. 調査時間単位:

信号サイクルごとに

### 5. 調査時間帯:

朝ピーク7:00~9:00、タピーク17:00~19:00、オフピーク9:00~12:00

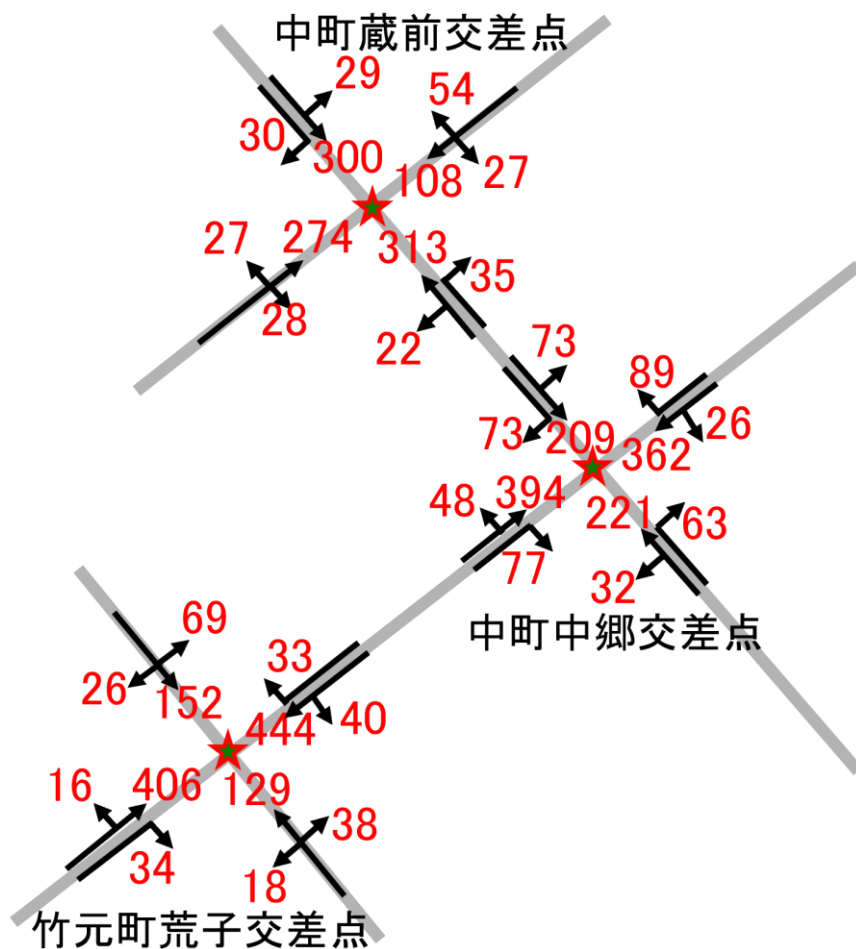
### 6. 調査方法:

撮影したビデオから読み取る

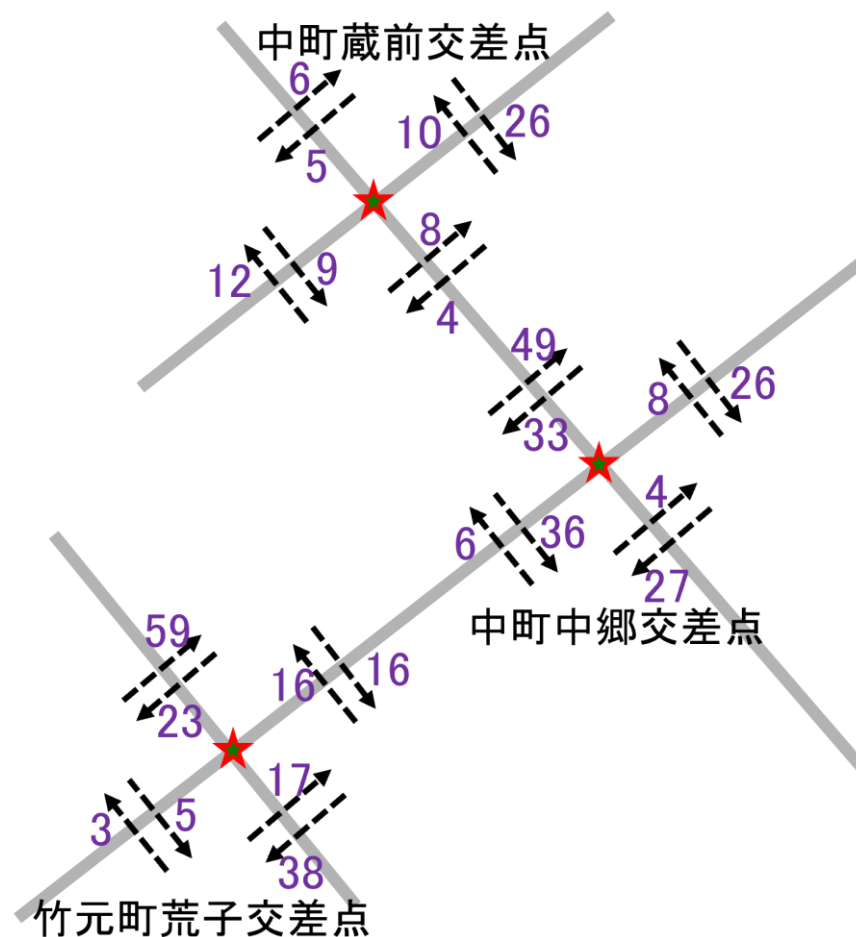
# 歩車分離信号導入効果の検討一方法

対象交差点群の交通実態調査一朝ピーク(6:30-9:00) 調査結果の一部

自動車交通量 ※



歩行者交通量 ※



35: 自動車交通量,台/時間

23: 歩行者交通量(自転車を含む),人/時間

※: 歩車分離の導入を検討する三つ交差点



# 歩車分離信号導入効果の検討一方法

## シミュレーションネットワーク



# 歩車分離信号導入効果の検討－方法

## シミュレーションの構築－現況再現の精度について

表:トリップ生成手法によるサイクルごとに交通量の現況再現結果

|         |           | WAPE  |       |       |       |       |       | 交通量の比率 |
|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|         |           | 小型乗用車 | 大型乗用車 | 小型貨物車 | 大型貨物車 | 二輪車   | 全種類合計 |        |
| 朝ピーク※1  | SUMOの手法   | 0.626 | 1.000 | 1.015 | 0.998 | 0.992 | 0.580 | 0.727  |
|         | GTTFC手法※2 | 0.301 | 0.095 | 0.506 | 0.486 | 0.313 | 0.285 | 1.046  |
| オフピーク※1 | SUMOの手法   | 0.939 | 0.961 | 1.070 | 1.129 | 0.956 | 0.900 | 0.460  |
|         | GTTFC手法   | 0.364 | 0.324 | 0.482 | 0.537 | 0.308 | 0.344 | 1.057  |
| タピーク※1  | SUMOの手法   | 0.763 | 1.078 | 1.126 | 1.079 | 1.129 | 0.709 | 1.226  |
|         | GTTFC手法   | 0.313 | 0.118 | 0.444 | 0.493 | 0.349 | 0.304 | 1.072  |

一例

$$WAPE = \frac{\sum_t |f_{d,t} - \tilde{f}_{d,t}|}{\sum_t f_{d,t}}$$

交通量の比率 =  $\frac{\text{シミュレーションの交通量}}{\text{実態調査の交通量}}$   
1に近いほど、精度が高くなる

- $f_{d,t}$ はdリンクがtサイクルの実測値、 $\tilde{f}_{d,t}$ はdリンクがtサイクルの予測値
- WAPEはWeighted Absolute Percentage Error(重み付き絶対パーセント誤差)の略で、予測値と実測値の差をパーセントで表した絶対値の平均値を求める指標。値が小さいほど、モデルの精度が高くなる。他の予測評価指標より観測値や予測値が0場合のエラーを避ける。

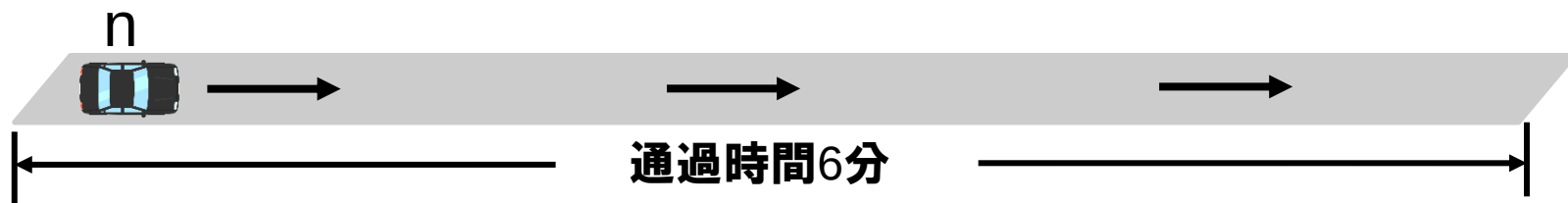
※1:朝ピーク:7:00~9:00    オフピーク:9:00~12:00    タピーク:17:00~19:00

※2:GTTFC(Generate Trips by Traffic Flow of every Cycle):開発した手法

# 歩車分離信号導入効果の検討－方法

## 評価指標について－平均遅延時間

A：信号なし



B：信号あり



- Bで通過した自動車n、信号のための遅延時間は8分-6分=2分
- N台の通過した自動車1,2,3,...nの遅延時間は0.5分,1.5分,0分,...2分
- 平均遅延時間は(0.5分+1.5分+0分+...+2分)/N
- 自動車類と歩行者類を統一的な指標で評価できる  
& 渋滞長または滞留長よりもっと精確に評価できる

# 歩車分離信号導入効果の検討—目的1

## 歩車分離信号導入により円滑性に対する効果の検討

### 歩車分離導入交差点

シナリオ1: 中町蔵前

シナリオ2: 中町中郷

シナリオ3: 竹元町荒子

### 評価指標

トリップの平均遅延時間





# 歩車分離信号導入効果の検討—目的1

## 歩車分離信号導入により円滑性に対する効果の検討

表 三つの対象交差点それぞれ歩車分離信号の導入効果

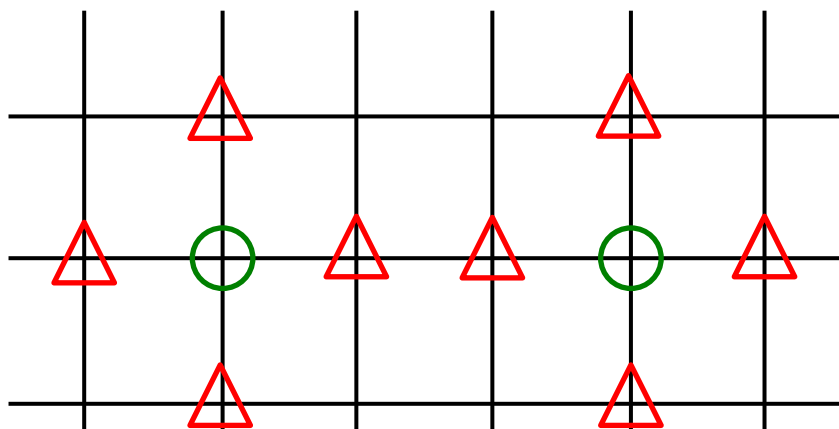
| シナリオ番号 | 自動車平均<br>遅延時間 | 変化率   | 歩行者平均<br>遅延時間 | 変化率   | 全種類平均<br>遅延時間 | 変化率   |
|--------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| 通常の信号  | 85.530        | 1.000 | 32.200        | 1.000 | 81.725        | 1.000 |
| 1      | 87.530        | 1.023 | 37.010        | 1.149 | 83.926        | 1.027 |
| 2      | 88.130        | 1.030 | 44.930        | 1.395 | 85.048        | 1.041 |
| 3      | 90.430        | 1.057 | 38.750        | 1.203 | 86.743        | 1.061 |

- どの交差点に導入すればでも現況に比べて増加
- 自動車平均遅延時間及び歩行者平均遅延時間は共に増加
- 歩行者の遅延時間の増大が大きい

# 歩車分離信号導入効果の検討一目的2

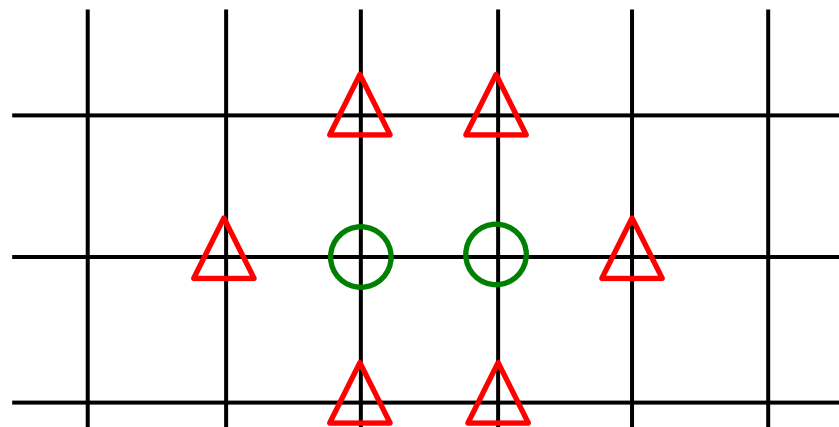
## 歩車分離信号の導入条件に関する検討

バラバラで歩車分離信号の導入効果について



直接に影響を与える交差点：8箇所

隣接している交差点に歩車分離信号の導入効果について



直接に影響を与える交差点：6箇所

- 二つ以上隣接している交差点に同時に導入すれば、一つだけの導入で誘発した渋滞または遅延を解消するか？

○：歩車分離信号導入の交差点

△：歩車分離信号の導入により直接の影響を受ける交差点

## 歩車分離信号導入効果の検討一目的2

### 歩車分離信号の導入条件に関する検討

➤ 仮説1:二つ以上の隣接している交差点に歩車分離の導入は一つだけの導入より交通円滑に与える影響が少ない

➤ 仮説2:歩行者交通量が多くなると二つ以上隣接している交差点の導入は一つだけの導入より効果がある

## 歩車分離信号導入効果の検討—目的2

仮説1:二つ以上の隣接している交差点に歩車分離の導入は一つだけの導入より交通円滑に与える影響が少ない

歩車分離導入交差点の組み合わせで

シナリオ1: 中町蔵前; シナリオ2: 中町中郷; シナリオ3: 竹元町荒子; → 目的1で検証

シナリオ4: 中町蔵前 & 中町中郷

シナリオ5: 中町中郷 & 竹元町荒子

} 二つ隣接している交差点に導入

シナリオ6: 中町蔵前 & 中町中郷 & 竹元町荒子 → 三つ隣接している交差点に導入



評価指標: トリップの平均遅延時間

# 歩車分離信号導入効果の検討ー目的2

仮説1: 二つ以上の隣接している交差点に歩車分離の導入は一つだけの導入より交通円滑に与える影響が少ない

表 朝ピークのシミュレーション結果

| シナリオ<br>番号 | 自動車平均遅<br>延時間 | 変化率   | 歩行者平均遅<br>延時間 | 変化率   | 全種類平均遅<br>延時間 | 変化率   |
|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| 現況         | 85.530        | 1.000 | 32.200        | 1.000 | 81.725        | 1.000 |
| 1          | 87.530        | 1.023 | 37.010        | 1.149 | 83.926        | 1.027 |
| 単独 2       | 88.130        | 1.030 | 44.930        | 1.395 | 85.048        | 1.041 |
| 3          | 90.430        | 1.057 | 38.750        | 1.203 | 86.743        | 1.061 |
| 二つ 4       | 89.430        | 1.046 | 49.770        | 1.546 | 86.601        | 1.060 |
| 5          | 93.650        | 1.095 | 51.520        | 1.600 | 90.644        | 1.109 |
| 三つ 6       | 94.750        | 1.108 | 57.430        | 1.784 | 92.088        | 1.127 |

- 自動車平均遅延時間について、全てシナリオは現況に比べて増加、導入交差点数の増加ほどに増加
- 歩行者平均遅延時間は導入交差点数ほどに増加
- 歩行者が少ないため、歩車分離導入により「左折自動車が歩行者に止められる」の改善効果は見えないー➤仮説2

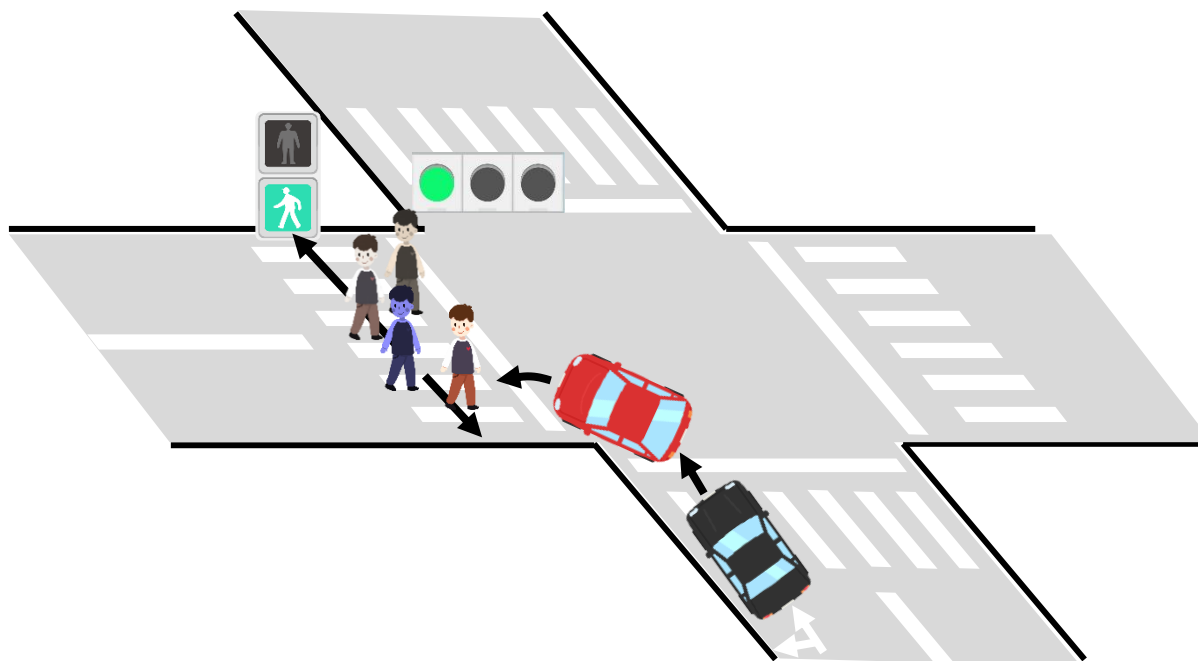
※1: シナリオ番号の定義について、1番目の番号は仮説の番号; 2番目は交差点の組合せにより番号

※2: 朝ピーク: 6:30~9:00 オフピーク: 9:00~12:00 タピーク: 17:00~19:00

# 歩車分離信号導入効果の検討一目的2

## 歩車分離信号の導入条件に関する検討

- 通常の信号では、歩行者の交通量が多いと、特に左折車や右折車が歩行者の横断待ちのために待つ時間が長くなる。
- そのため、こういう場合に、歩車分離信号を導入すると状況次第で特に車側の円滑性が向上することが予想される。





# 歩車分離信号導入効果の検討一目的2

## 歩車分離信号の導入条件に関する検討

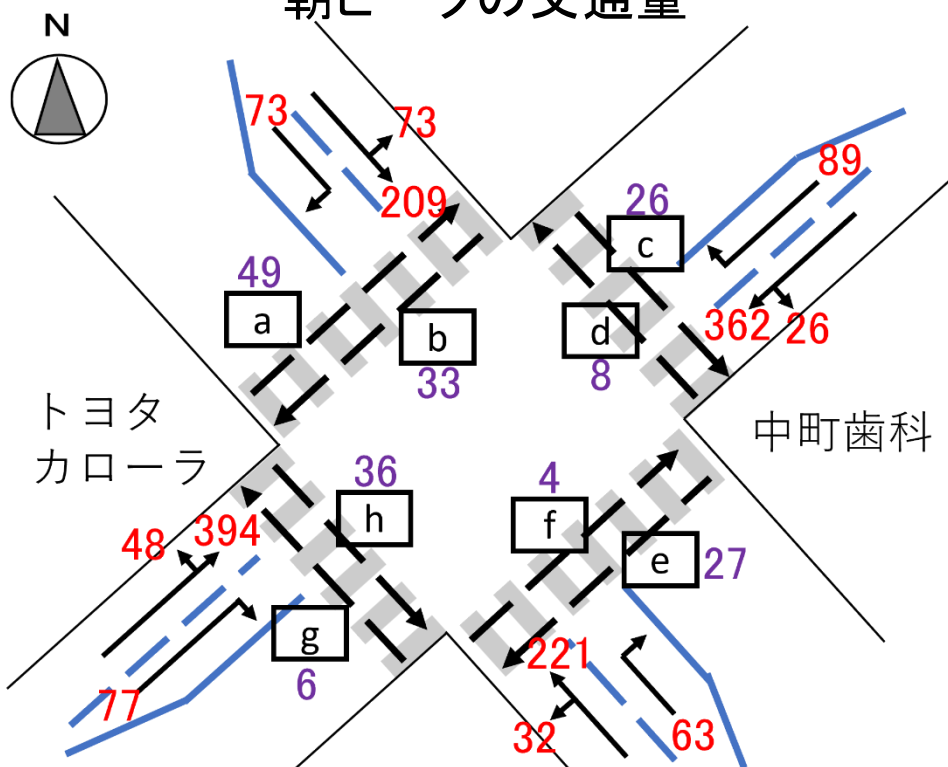
➤ 仮説1:二つ以上の隣接している交差点に歩車分離の導入は一つだけの導入より交通円滑に与える影響が少ない

➤ 仮説2:歩行者交通量が多くなると二つ以上隣接している交差点の導入は一つだけの導入より効果がある

## 歩車分離信号導入効果の検討—目的2

仮説2: 歩行者交通量が多くなると二つ以上隣接している交差点の導入は一つだけの導入より効果がある

例: 中町中郷交差点における  
朝ピークの交通量



歩行者交通量の想定について

- a,b,c,d,e,f,g,hは歩行者の進行方向
- 各歩行者進行方向は65人/時間の流量を想定し、合計で520人/時間  
≡ 豊田市駅周辺歩行者交通量※

中町中郷に調査した各進行方向合計した歩行者交通量:

朝ピーク 189人/時間  
オフピーク 19人/時間  
夕ピーク 68人/時間

## 歩車分離信号導入効果の検討—目的2

仮説2: 歩行者交通量が多くなると二つ以上隣接している交差点の導入は一つだけの導入より効果がある

歩車分離導入交差点の組み合わせで

シナリオ1: 中町蔵前

シナリオ2: 中町中郷

シナリオ3: 竹元町荒子



一つの交差点に導入

シナリオ4: 中町蔵前 & 中町中郷

シナリオ5: 中町中郷 & 竹元町荒子



二つ隣接している交差点に導入

シナリオ6: 中町蔵前 & 中町中郷 & 竹元町荒子 → 三つ隣接している交差点に導入

### 評価指標

トリップの平均遅延時間

# 歩車分離信号導入効果の検討ー目的2

仮説2: 歩行者交通量が多くなると二つ以上隣接している交差点の導入は一つだけの導入より効果がある

表 同じ交差点の組合せからパターン組合せの最小値を選定した結果

| シナリオ<br>番号 | 自動車平均遅<br>延時間 | 変化率   | 歩行者平均遅<br>延時間 | 変化率   | 全種類平均遅<br>延時間 | 変化率   |
|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| 現況         | 102.380       | 1.000 | 30.500        | 1.000 | 84.615        | 1.000 |
| 1          | 96.030        | 0.938 | 37.420        | 1.227 | 81.533        | 0.964 |
| 2          | 92.860        | 0.907 | 37.960        | 1.245 | 79.281        | 0.937 |
| 3          | 99.040        | 0.967 | 39.930        | 1.309 | 84.419        | 0.998 |
| 4          | 92.940        | 0.908 | 44.670        | 1.465 | 81.001        | 0.957 |
| 5          | 94.880        | 0.927 | 47.600        | 1.561 | 83.186        | 0.983 |
| 6          | 95.210        | 0.930 | 53.670        | 1.760 | 84.935        | 1.004 |

交通円滑性に与える効果について

- シナリオ6以外は現況より効果が向上させる
- 隣接している二つ交差点に歩車分離信号を導入したシナリオ5は、単独で導入したシナリオ3より、またシナリオ4はシナリオ1より、全体の平均遅延時間の改善が見込まれる

# まとめ

**目的1: 自動車と歩行者両方の円滑性への定量的影響を評価。**

**結果:** 歩車分離信号の導入により全体の平均遅延時間は増加;  
特に、歩行者の平均遅延時間は1.2~1.4倍になることを示した。

**目的2: 円滑性への影響を軽減できる歩車分離信号の導入方法がないかを検討。**

**仮説1:** 二つ以上の隣接している交差点に歩車分離を導入する。

**結果:** 成立しない。自動車・歩行者の平均遅延時間はともに増加。

**仮説2:** 歩行者交通量が多くなる時間帯に歩車分離信号を導入する。

**結果:** 成立する。自動車交通への向上効果があり、全体としての平均遅延時間が減少することが確認できた。隣接して導入した場合、単独で導入した場合に比べて全体での改善が期待できる。

## 今後の課題

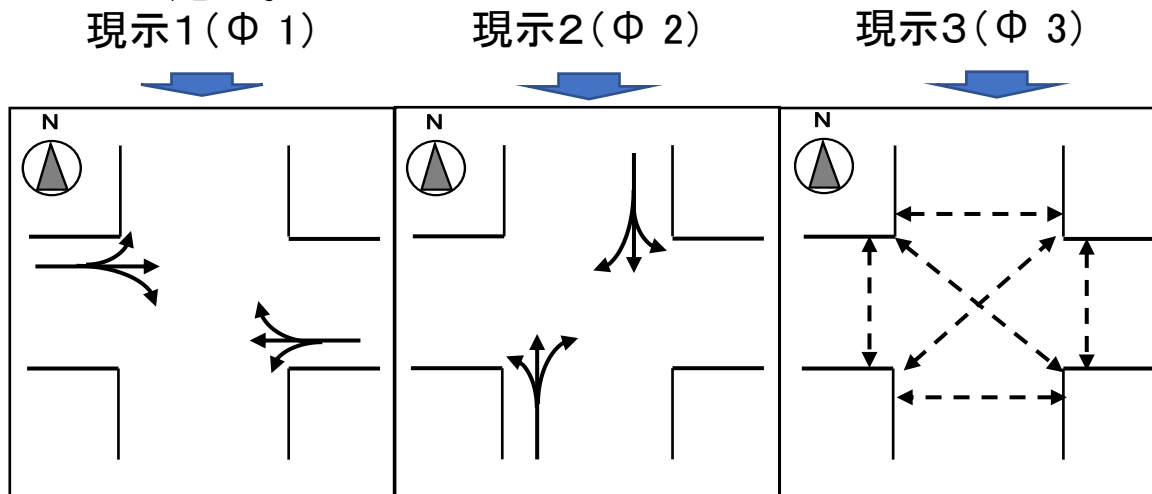
- 他のも場所でも同様にされるかは未知数。追加検証は必要
- どうしても歩行者の遅延時間が増加。歩行者の安全性が飛躍的に向上するが、円滑性が阻害されてしまうことについて、導入推進の政策判断に生かしていただきたい。

**ご清聴ありがとうございました！**

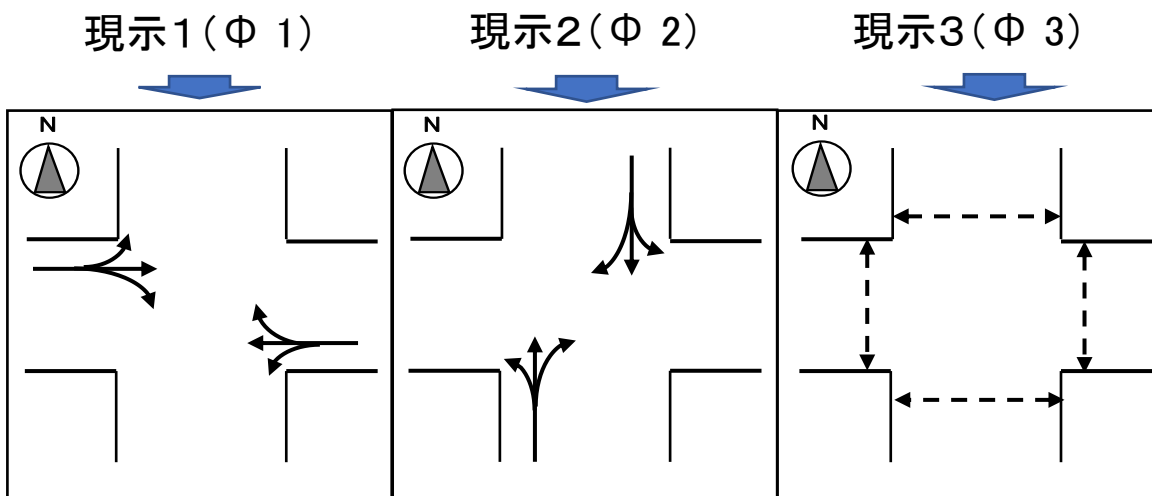


# 参考：歩車分離現示方式※

## (1) スクランブル方式



## (2) 歩行者専用現示方式



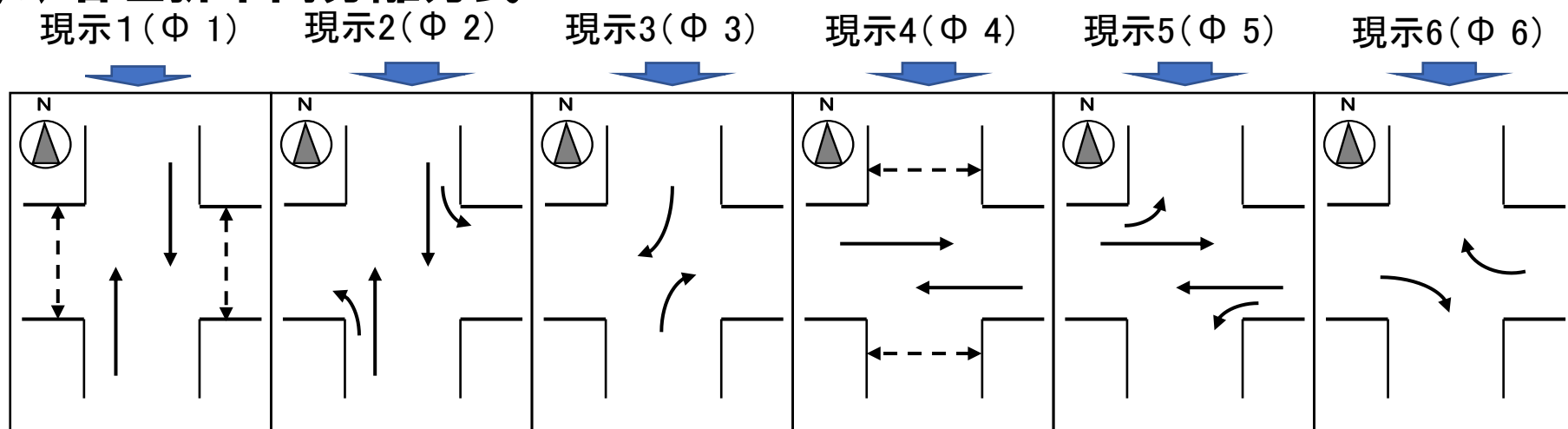
————→ 自動車

←-----→ 歩行者

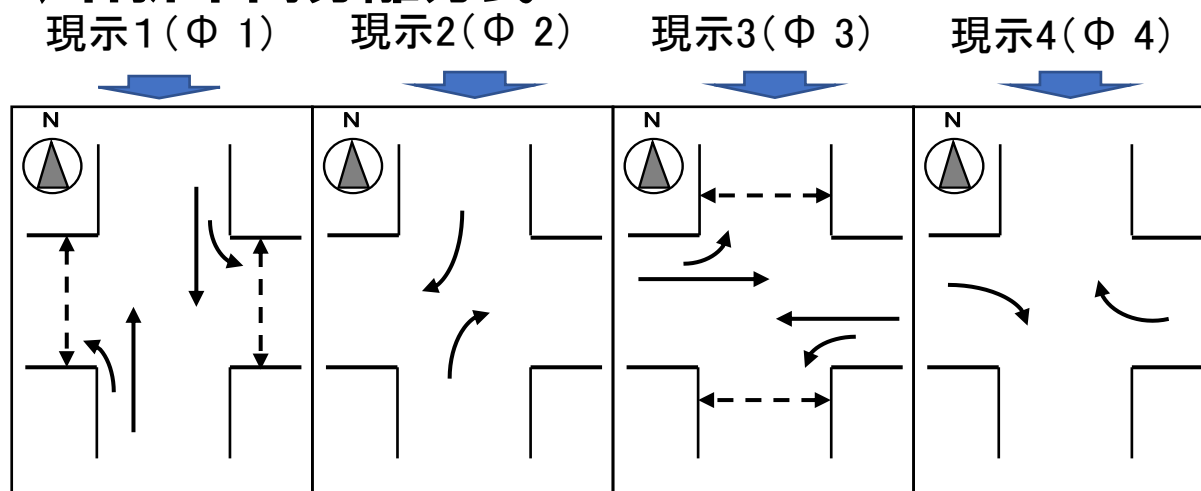
※：歩車分離信号に関する方針，警察庁交通局，平成31年3月20日

# 参考：歩車分離現示方式※

## (3) 右左折車両分離方式



## (4) 右折車両分離方式



————→ 自動車

←----- 歩行者

※：歩車分離信号に関する方針，警察庁交通局，平成31年3月20日

# 参考:対象交差点(群)の選定

## ステップ1の詳細

### 選定条件の根拠

歩車分離信号導入の理由は、交通安全の向上のため、歩行者等と自動車等の交錯を少なくすることが望ましい

歩行者専用現示<sup>※1</sup>の方式なら、交通容量に余裕のある交差点に導入することが望ましい

交差点群への導入により交通円滑性に与える影響を研究目的とする

※1:交通工学会交通工学用語集一歩行者専用現示

※2:小は車道幅員5.5m未満;中は5.5m以上;大は13m以上

### 選定条件

条件1:歩行者が多い

1-1空間的:1-1-1駅徒歩圏

OR 1-1-2通学路

1-2時間的:昼間5時~20時

条件2:一定条件がある交差点群

2-1下記の事故類型がある交差点:  
2-1-1横断歩道横断中事故OR  
2-1-2当事者が自転車である車両相互事故

2-2交差点サイズ:小小、小中、中小、中中、小付近、中付近<sup>※2</sup>

2-3二つ以上隣接している信号付き交差点群:三つ以上の場合はこの交差点群において任意隣接している三つの交差点は次の図①~⑥のいずれか形を満たすこと

2-4道路の幅13m<sup>※3</sup>以内三つ以上隣接している交差点群

選定に用いるデータ

地図データ

豊田市  
2015~2020  
当事者別事故データ

※3:事故データの交差点サイズと実際車道幅員が異なる箇所があるため、グーグルマップで距離測定ツールを用いて車道幅員を再確認

# 参考:対象交差点(群)の選定

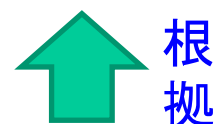
## ステップ1

条件1-1空間的:

1-1-1駅を中心として1km半径範囲

OR

1-1-2小学校と中学校の通学路



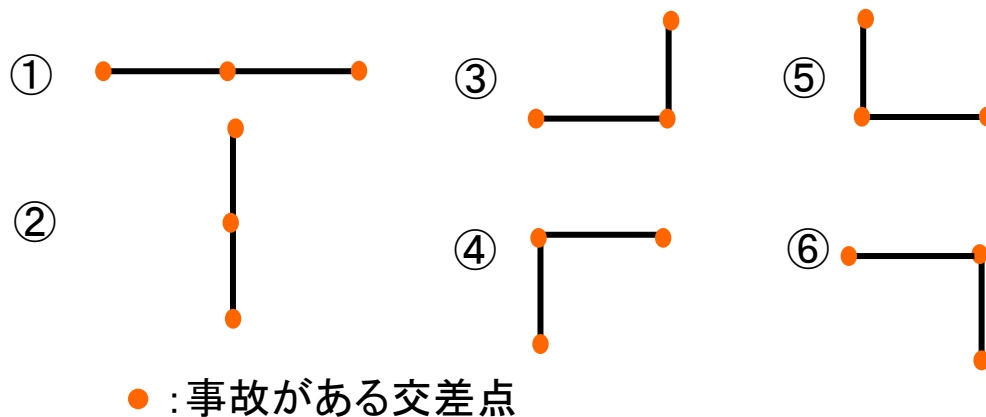
根拠

鉄道駅の徒歩圏内(概ね1km)

出典:令和3年度 第2回豊田市都市計画審議会 会議録;都心環境計画,2016年3月,豊田市;都心環境ビジョン,2015年1月,豊田市

条件2-3:

三つ以上の場合はこの交差点群において任意隣接している三つの交差点は右の図①~⑥のいずれか形を満たすこと



## 参考：現況再現について

### トリップ生成手法によるサイクルごとに交通流量の現況再現結果

|        |         | WAPE         |              |              |              |              |              | 交通流量<br>の比率  |
|--------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|        |         | 小型乗用<br>車    | 大型乗用<br>車    | 小型貨物<br>車    | 大型貨物<br>車    | 二輪車          | 全種類合<br>計    |              |
| 朝ピーク※  | SUMOの手法 | 0.626        | 1.000        | 1.015        | 0.998        | 0.992        | 0.580        | 0.727        |
|        | 開発した手法  | <b>0.301</b> | <b>0.095</b> | <b>0.506</b> | <b>0.486</b> | <b>0.313</b> | <b>0.285</b> | <b>1.046</b> |
| オフピーク※ | SUMOの手法 | 0.939        | 0.961        | 1.070        | 1.129        | 0.956        | 0.900        | 0.460        |
|        | 開発した手法  | <b>0.364</b> | <b>0.324</b> | <b>0.482</b> | <b>0.537</b> | <b>0.308</b> | <b>0.344</b> | <b>1.057</b> |
| タピーク※  | SUMOの手法 | 0.763        | 1.078        | 1.126        | 1.079        | 1.129        | 0.709        | 1.226        |
|        | 開発した手法  | <b>0.313</b> | <b>0.118</b> | <b>0.444</b> | <b>0.493</b> | <b>0.349</b> | <b>0.304</b> | <b>1.072</b> |

$$\text{WAPE} = \frac{\sum_t |f_{d,t} - \widetilde{f}_{d,t}|}{\sum_t f_{d,t}}$$

**選定**

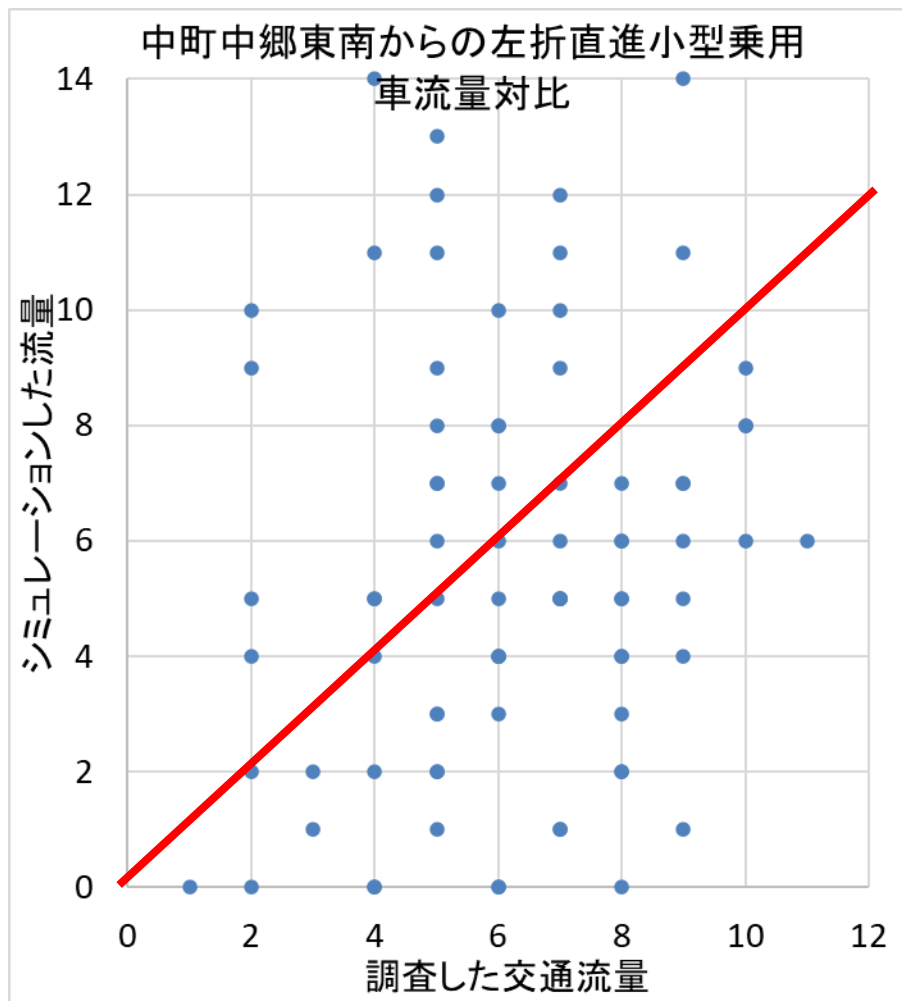
$$\text{MAPE} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left| \frac{f_{d,t} - \widetilde{f}_{d,t}}{f_{d,t}} \right|$$

- この研究には、 $f_{d,t}$ はdリンクがtサイクルの実測値、 $\widetilde{f}_{d,t}$ はdリンクがtサイクルの予測値
- WAPEはWeighted Absolute Percentage Error(重み付き絶対パーセント誤差)の略で、予測値と実測値の差をパーセントで表した絶対値の平均値を求める指標。値が小さいほど、モデルの精度が高くなる。他の予測評価指標より観測値や予測値が0場合のエラーを避ける。
- この研究では、サイクルごとに交通流量が0のケースが多いため、MAPE(Mean Absolute Percentage Error)という指標では、0で割ることになってしまう場合があるため、WAPEを選定した。WAPEは、予測値と実測値の差をパーセントで表した絶対値の平均値を求める指標であり、分母には実測値が0であっても問題ないため、MAPEよりも適していると考えられる。

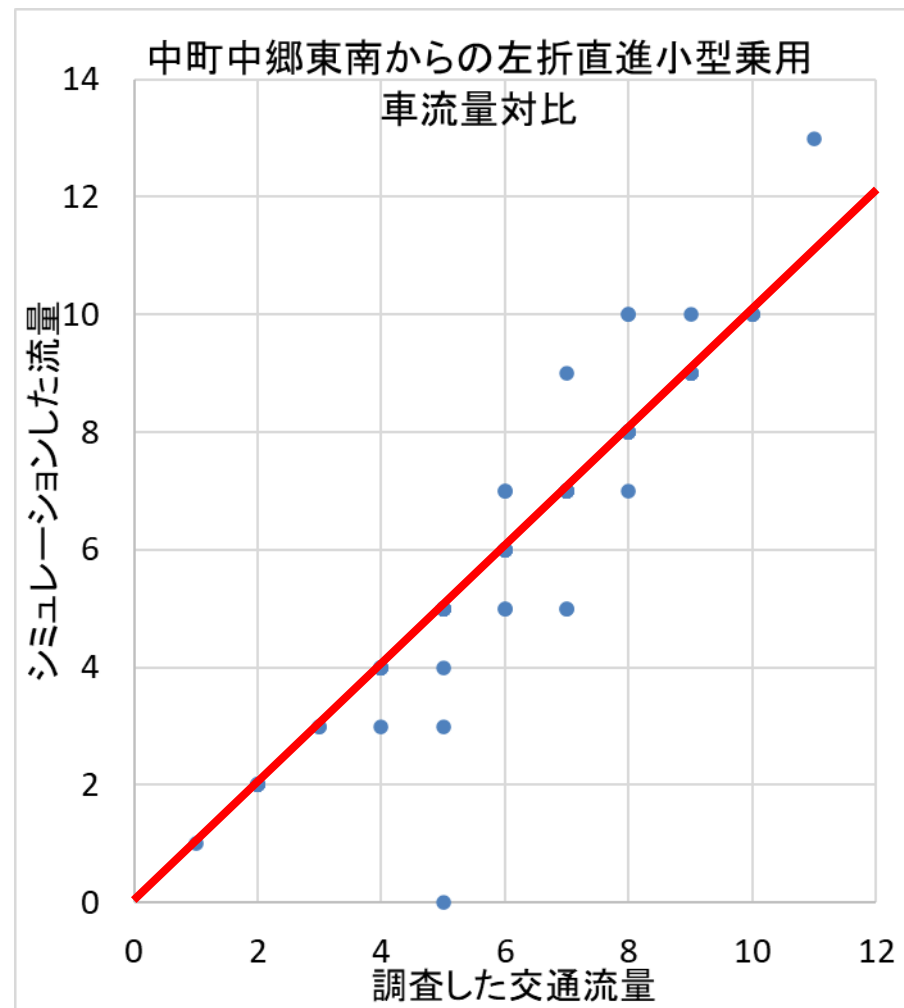
※朝ピーク：7:00~9:00    オフピーク：9:00~12:00    タピーク：17:00~19:00

# 参考：現況再現について

## 朝ピーク小型乗用車現況再現について



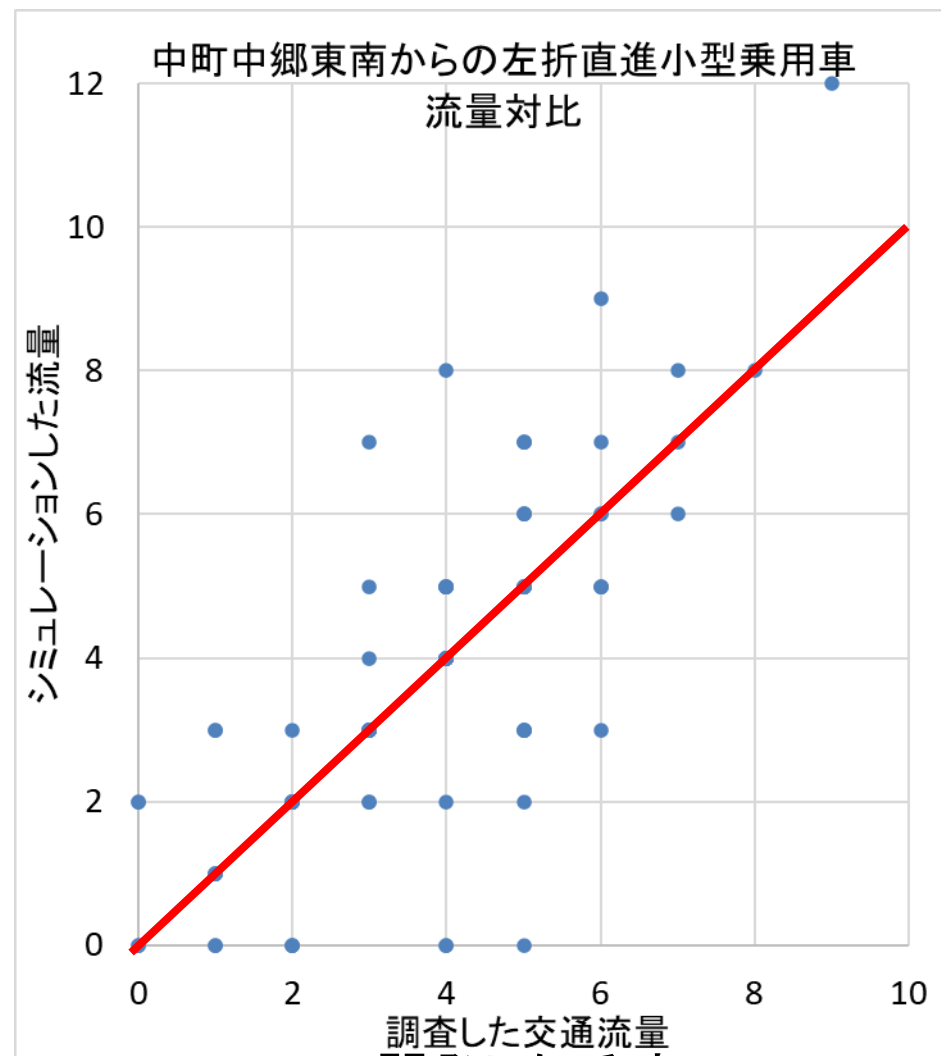
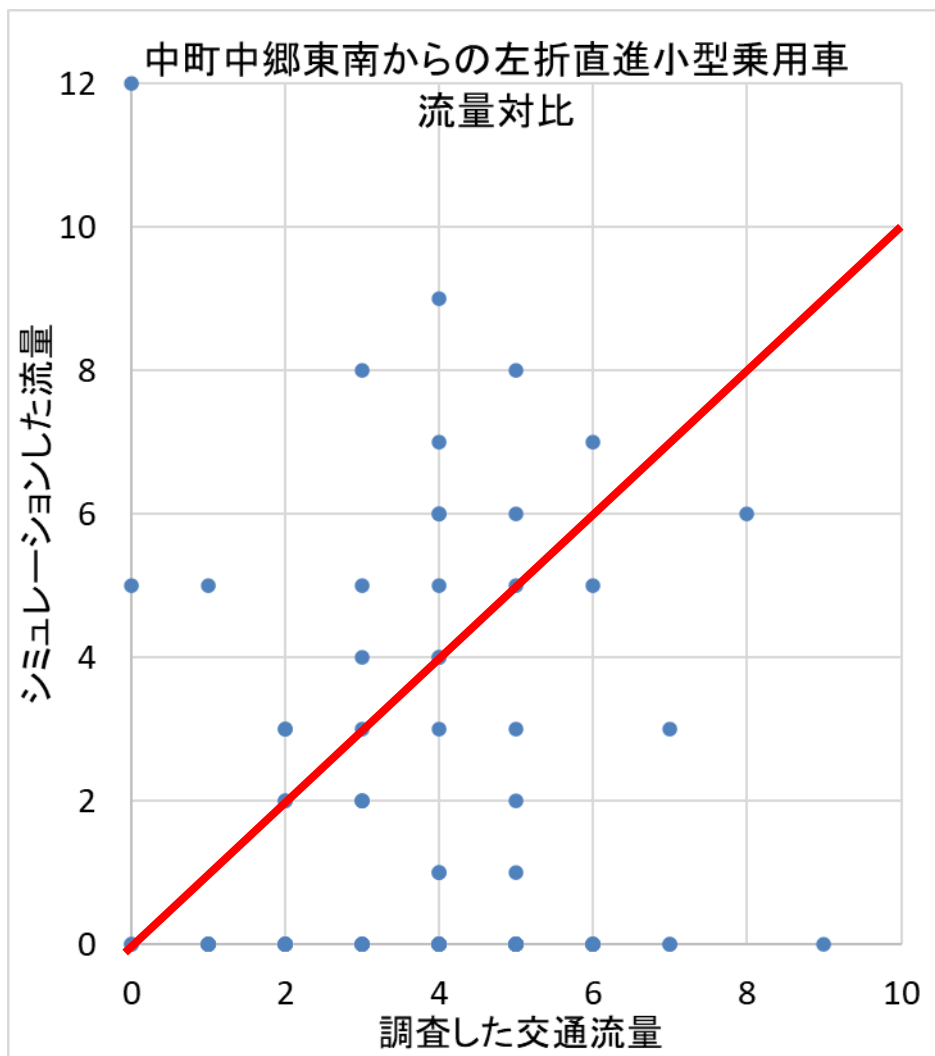
SUMOの手法  
WAPE=0.527



開発した手法  
WAPE=0.055

# 参考：現況再現について

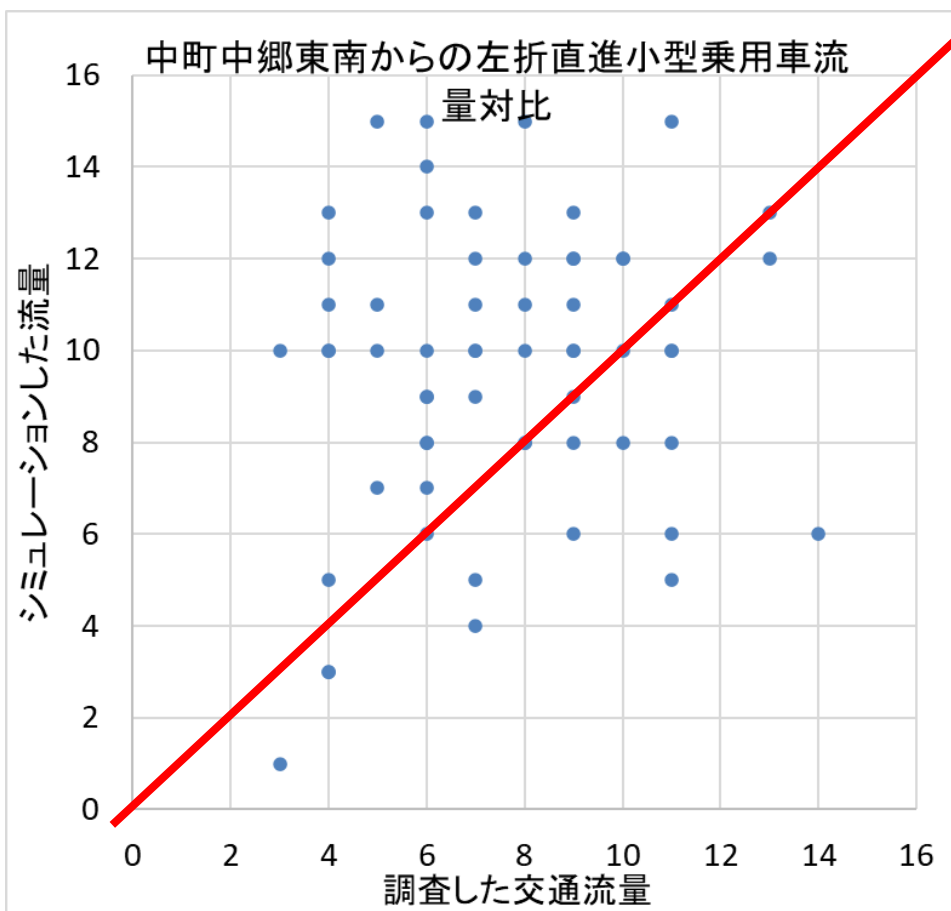
## オフピーク小型乗用車現況再現について



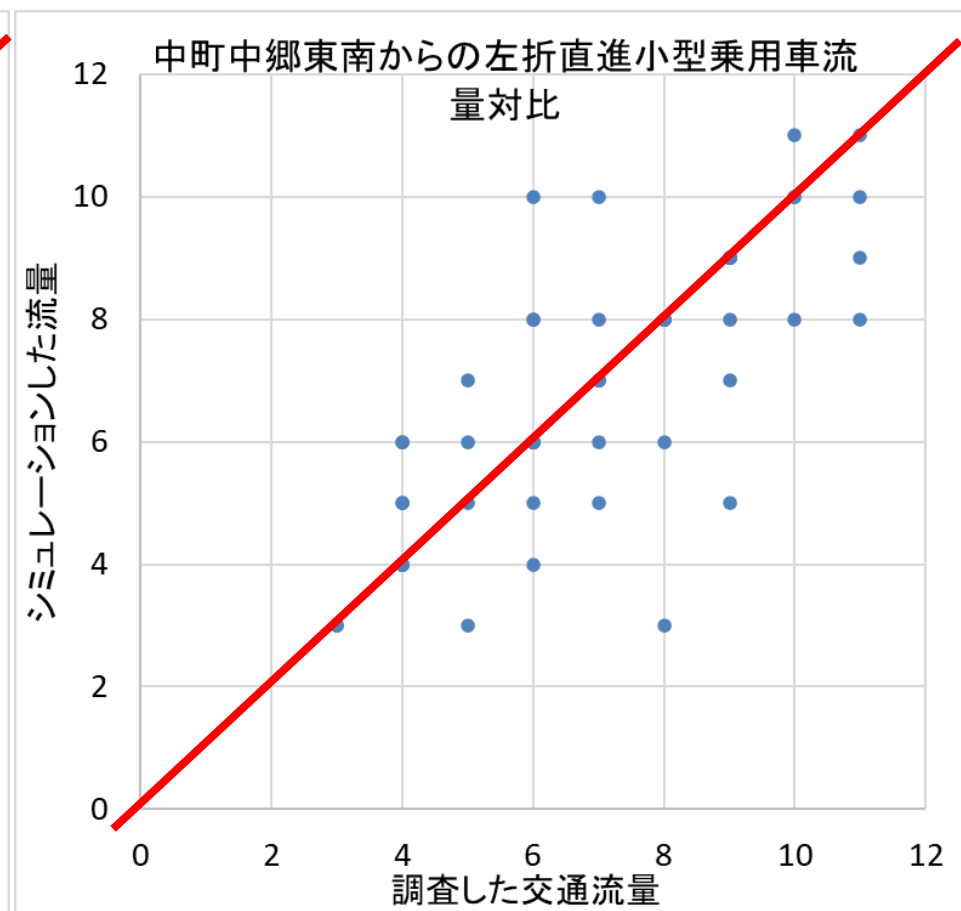


# 参考：現況再現について

## タピーク小型乗用車現況再現について



SUMOの手法  
WAPE=0.450



開発した手法  
WAPE=0.135

## 参考：歩車分離導入した信号時間

### 歩車分離導入した信号時間計算の仕組み：

- 全ての交差点サイクル長不変
- 「平面交差の計画と設計－基礎編」を参照して計算。歩行者専用現示の青時間は、 $t_p = \frac{L_p}{V_p} + \frac{p}{s_p * W}$ で計算。

調査した横断歩行者の飽和交通流率の取得は困難で、下記の表の数値を参考に定める。

| 歩行目的 | 飽和交通流率[人/m/秒] |
|------|---------------|
| 通勤   | 0.92          |
| 買物   | 0.69          |
| 行楽   | 0.72          |
| 催物   | 0.52          |

$t_p$ : 歩行者現示時間の最小値[秒]

$L_p$ : 横断歩道の長さ[m]

$V_p$ : 横断方向速度[m/秒]

$p$ : 歩行者青信号表示開始時の横断待ち歩行者数[人]

$s_p$ : 横断歩行者の飽和交通流率[人/m/秒]

$W$ : 横断歩道の有効幅員[m]

# 参考：歩車分離導入した信号時間

## シナリオ1：中町蔵前

現在

$$1PG+1PW+1PR=1G$$

$$2PG+2PW+2PR=1G$$

| 現在      | Step  | 1   | 2   | 3   | 4  | 5  | 6   | 7   | 8   | 9  | 10 |
|---------|-------|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|
| Pattern | Cycle | 1PG | 1PW | 1PR | 1Y | 1R | 2PG | 2PW | 2PR | 2Y | 2R |
| P1      | 102   | 43  | 1   | 1   | 3  | 3  | 43  | 1   | 1   | 3  | 3  |
| P2      | 82    | 33  | 1   | 1   | 3  | 3  | 33  | 1   | 1   | 3  | 3  |

シナリオ1

|      |         |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------|---------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ナリオ1 | Step    | 1     | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |    |
|      | Pattern | Cycle | PG | PW | PR | 1G | 1Y | 1R | 2G | 2Y | 2R |
|      | P1      | 102   | 8  | 6  | 1  | 37 | 3  | 3  | 38 | 3  | 3  |
|      | P2      | 82    | 8  | 6  | 1  | 27 | 3  | 3  | 28 | 3  | 3  |

| 開始時間  | 設定パターン |
|-------|--------|
| 6:00  | 2      |
| 7:00  | 1      |
| 9:00  | 2      |
| 16:00 | 1      |
| 19:00 | 2      |
| 21:00 | 3      |

$$t_p = \frac{L_p}{V_p} + \frac{p}{s_p * W}$$

$$= \frac{12}{1} + \frac{4}{0.52 * 4}$$

$$= 14$$

A. 歩行者青点滅時間PWの最小値は横断距離の半分を渡るのに必要な時間とし、 $\frac{L_p}{V_p * 2} = 6s$ とする。

B. 歩行者青点灯時間PGの最小値は  $t_p - PW = 8s$

C. 歩行者赤点灯・車両青点灯PRはそのまま1sとする。

D. 車両黄点灯・赤点灯はそのまま

E. 車両青点灯は同比率で計算

$$1G = \frac{1PG + 1PW + 1PR}{1PG + 1PW + 1PR + 2PG + 2PW + 2PR * (C - PG - PW - PR - 1Y - 1R - 2Y - 2R)}$$

例

※：一番遅い歩行者の横断を確保するため、飽和交通流率 $s_p$ は最低の0.52を用いる

# シナリオ2: 中町中郷

## 現在

|          | Step  | 1   | 2   | 3   | 4  | 5  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10  | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----------|-------|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| Time     | Cycle | 1PG | 1PW | 1PR | 1Y | 1A | 1Y | 1R | 2PG | 2PW | 2PR | 2Y | 2A | 2Y | 2R |
| 06:29:20 | 80    | 16  | 5   | 2   | 3  | 5  | 3  | 3  | 22  | 5   | 2   | 3  | 6  | 2  | 3  |
| 06:30:40 | 80    | 16  | 5   | 2   | 3  | 5  | 3  | 3  | 22  | 5   | 2   | 3  | 6  | 2  | 3  |
| 06:32:00 | 87    | 19  | 5   | 2   | 3  | 4  | 3  | 3  | 29  | 5   | 2   | 3  | 4  | 2  | 3  |

## シナリオ2-1

|          |       | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Time     | Cycle | PG | PW | PR | 1G | 1Y | 1A | 1Y | 1R | 2G | 2Y | 2A | 2Y | 2R |
| 06:29:20 | 80    | 8  | 6  | 2  | 17 | 3  | 4  | 3  | 3  | 22 | 3  | 4  | 2  | 3  |
| 06:30:40 | 80    | 8  | 6  | 2  | 17 | 3  | 4  | 3  | 3  | 22 | 3  | 4  | 2  | 3  |
| 06:32:00 | 87    | 8  | 6  | 2  | 20 | 3  | 3  | 3  | 3  | 28 | 3  | 3  | 2  | 3  |

## シナリオ2-2

|          |       | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Time     | Cycle | 1G | 1Y | 1A | 1Y | 1R | PG | PW | PR | 2G | 2Y | 2A | 2Y | 2R |
| 06:29:20 | 80    | 17 | 3  | 4  | 3  | 3  | 8  | 6  | 2  | 22 | 3  | 4  | 2  | 3  |
| 06:30:40 | 80    | 17 | 3  | 4  | 3  | 3  | 8  | 6  | 2  | 22 | 3  | 4  | 2  | 3  |
| 06:32:00 | 87    | 20 | 3  | 3  | 3  | 3  | 8  | 6  | 2  | 28 | 3  | 3  | 2  | 3  |

$$t_p = \frac{L_p}{V_p} + \frac{p}{s_p * W}$$

$$= \frac{12}{1} + \frac{4}{0.52 * 4} = 14$$

A. 歩行者青点滅時間PWの最小値は横断距離の半分を渡するのに必要な時間とし、 $\frac{L_p}{V_p * 2} = 6s$ とする。

B. 歩行者青点灯時間PGの最小値は $t_p - PW = 8s$

C. 歩行者赤点灯・車両青点灯 PR はそのまま2sとする。

DとEはシナリオ1と同じ

※：一番遅い歩行者の横断を確保するため、飽和交通流率 $s_p$ は最低の0.52を用いる

# シナリオ3: 竹元町荒子

## 現在

|          |       | 1   | 2   | 3   | 4  | 5  | 6   | 7   | 8   | 9  | 10 |
|----------|-------|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|
| Time     | Cycle | 1PG | 1PW | 1PR | 1Y | 1R | 2PG | 2PW | 2PR | 2Y | 2R |
| 06:29:40 | 90    | 43  | 4   | 2   | 3  | 3  | 23  | 4   | 2   | 3  | 3  |
| 06:31:10 | 86    | 41  | 4   | 2   | 3  | 3  | 21  | 4   | 2   | 3  | 3  |
| 06:32:36 | 87    | 43  | 4   | 2   | 3  | 3  | 20  | 4   | 2   | 3  | 3  |

## シナリオ3-1

|          |       | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
|----------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Time     | Cycle | PG | PW | PR | 1G | 1Y | 1R | 2G | 2Y | 2R |
| 06:29:40 | 90    | 7  | 6  | 2  | 40 | 3  | 3  | 23 | 3  | 3  |
| 06:31:10 | 86    | 7  | 6  | 2  | 37 | 3  | 3  | 22 | 3  | 3  |
| 06:32:36 | 87    | 7  | 6  | 2  | 39 | 3  | 3  | 21 | 3  | 3  |

## シナリオ3-2

|          |       | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
|----------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Time     | Cycle | 1G | 1Y | 1R | PG | PW | PR | 2G | 2Y | 2R |
| 06:29:40 | 90    | 40 | 3  | 3  | 7  | 6  | 2  | 23 | 3  | 3  |
| 06:31:10 | 86    | 37 | 3  | 3  | 7  | 6  | 2  | 22 | 3  | 3  |
| 06:32:36 | 87    | 39 | 3  | 3  | 7  | 6  | 2  | 21 | 3  | 3  |

$$t_p = \frac{L_p}{V_p} + \frac{p}{s_p * W}$$

$$= \frac{11}{1} + \frac{4}{0.52 * 4} = 13$$

A. 歩行者青点滅時間PWの最小値は横断距離の半分を渡るのに必要な時間とし、 $\frac{L_p}{V_p * 2} = 6s$ とする。

B. 歩行者青点灯時間PGの最小値は $t_p - PW = 7s$

C. 歩行者赤点灯・車両青点灯PRはそのまま2sとする。

DとEはシナリオ1と同じ

※：一番遅い歩行者の横断を確保するため、飽和交通流率 $s_p$ は最低の0.52を用いる

## 参考：歩行者専用現示の導入順位について

