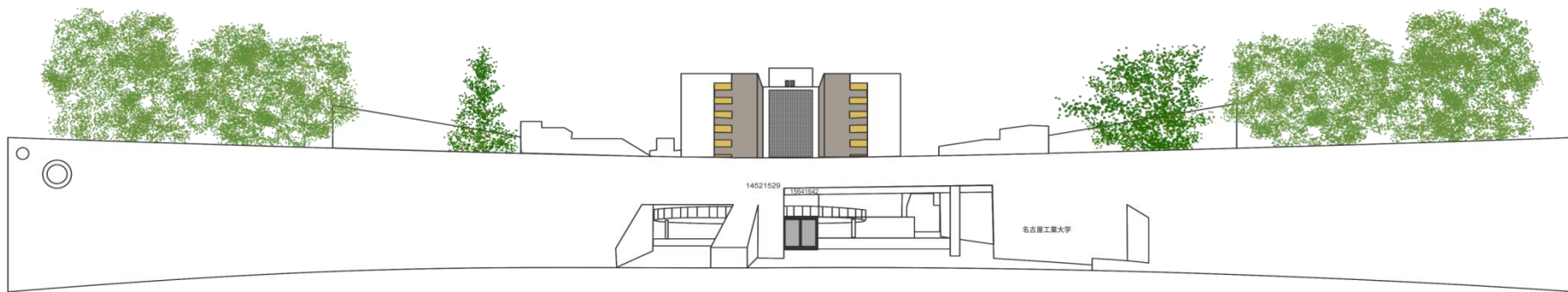




2022/1/19
豊田まちと交通勉強会

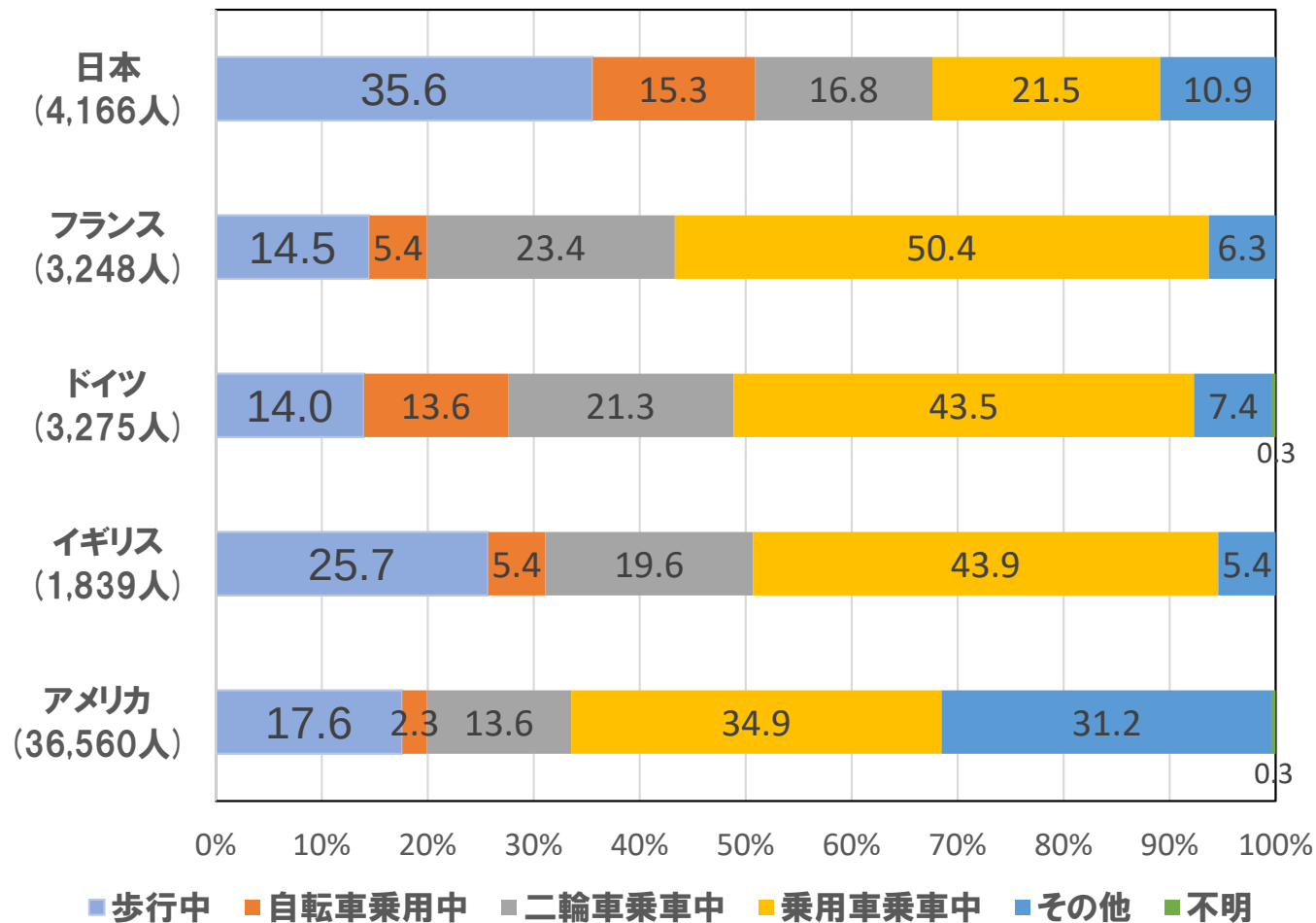
二段階横断施設による安全・ 快適な道路空間形成

名古屋工業大学
鈴木 弘司



1. 二段階横断施設の導入検討背景

➤ 日本では、歩行者・自転車の安全確保が喫緊の課題。



※データ:警察庁交通局「令和2年における交通事故の発生状況等について」 国別状態別30日以内死者数の構成率比較(2018年)

1. 二段階横断施設の導入検討背景

➤ 歩行者事故は、「横断中」が最多.

■交通事故の状況(2020年)

- 歩行中の死者数:1,002人
・・・交通事故死亡者数 2839人の35.3%
- 高齢者:743人
・・・全歩行中事故死者数 1,002人の74.2%
- 横断中:651件
・・・歩行中の死亡事故件数 939件の66.6%

※データ:警察庁交通局「令和2年における交通事故の発生状況等について」

1. 二段階横断施設の導入検討背景

- 「横断中」事故は、単路・交差点ともに、**左からの進行車両と衝突する(2車線目(奥の車線)で衝突する)場合が多い。**
- この傾向は、**「高齢者」の「夜間」で顕著に高い。**

図23 昼夜間別における交差点横断中死亡事故の車両進行方向別件数
(年齢別比較)(平成27年中)

昼夜間別の車両進行方向別件数(年齢別比較)

		右からの 進行車両		左からの 進行車両	その他
65歳 未満	昼間	6	0.3 倍	2	0
	夜間	27	2.2 倍	60	0
65歳 以上	昼間	39	1.3 倍	50	0
	夜間	51	3.1 倍	159	1

図25 昼夜間別における単路横断中死亡事故の車両進行方向別件数
(年齢別比較)(平成27年中)

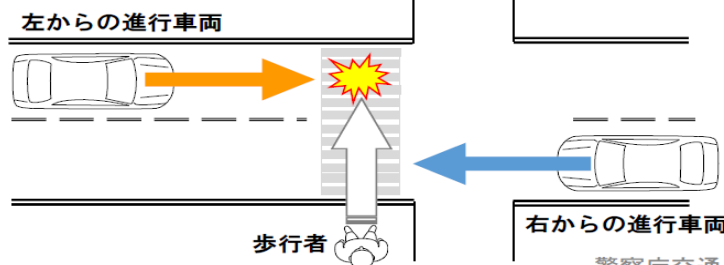
昼夜間別の車両進行方向別件数(年齢別比較)

		右からの 進行車両		左からの 進行車両	その他
65歳 未満	昼間	5	0.6 倍	3	0
	夜間	16	1.6 倍	25	2
65歳 以上	昼間	19	2.2 倍	41	5
	夜間	51	2.9 倍	146	10

合計 323 (件)

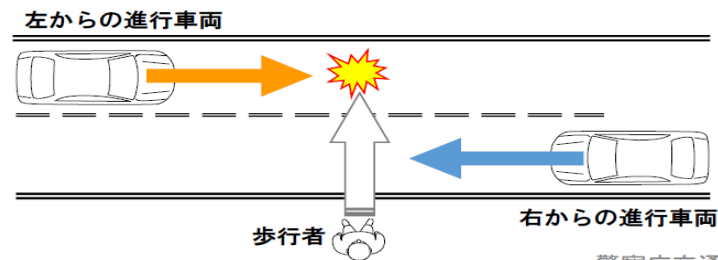
交差点における横断中事故のイメージ

合計 395 (件)



警察庁交通局 16

単路における横断中事故のイメージ



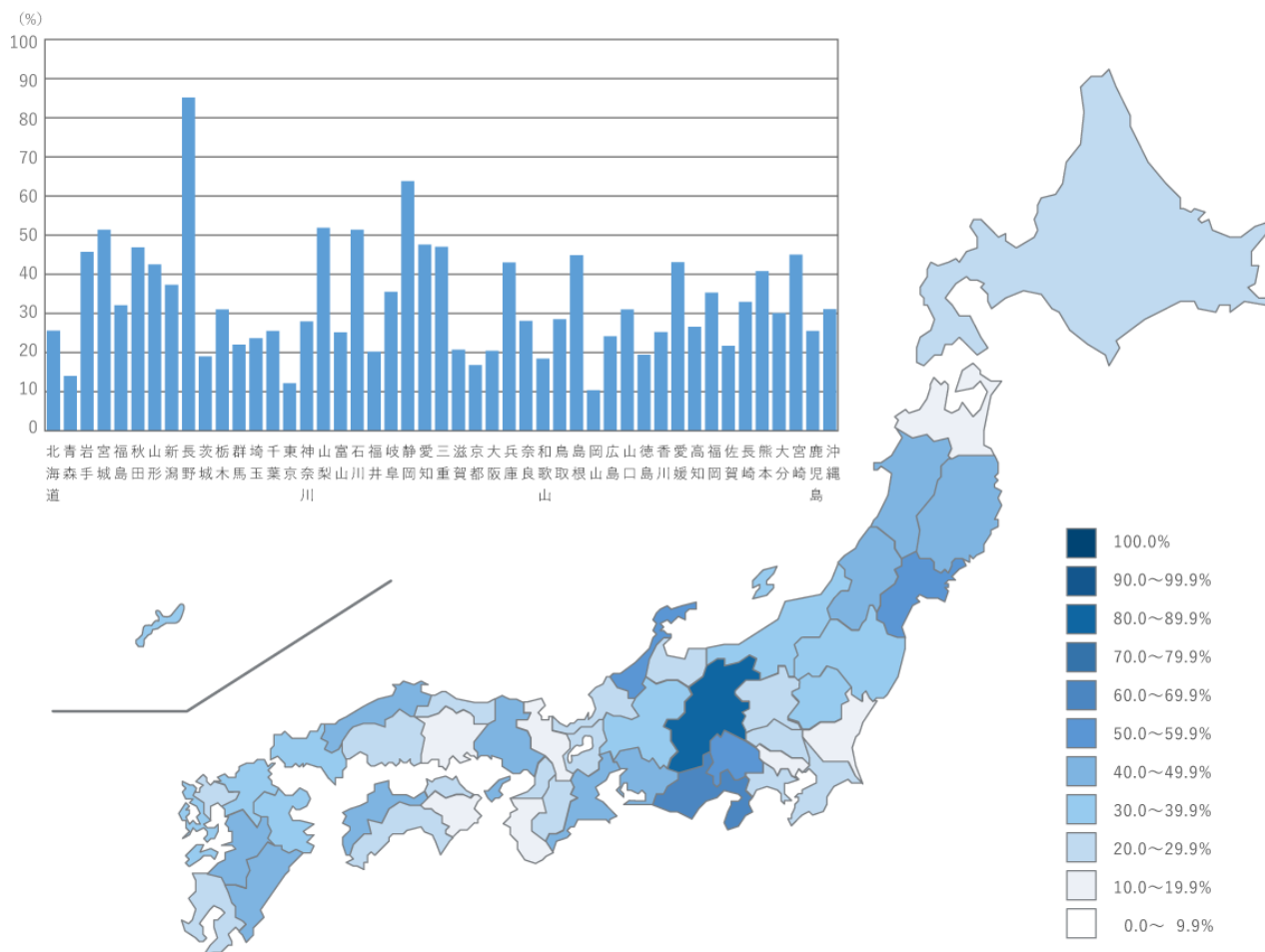
警察庁交通局 17

※出典:警察庁交通局「平成28年上半期における交通死亡事故の主な特徴等について」

1. 二段階横断施設の導入検討背景

➤ 「横断中」事故をいかに減らすか？

⇒横断歩道での一時停止率が低い状況の中、道路構造面からのアプローチも重要。



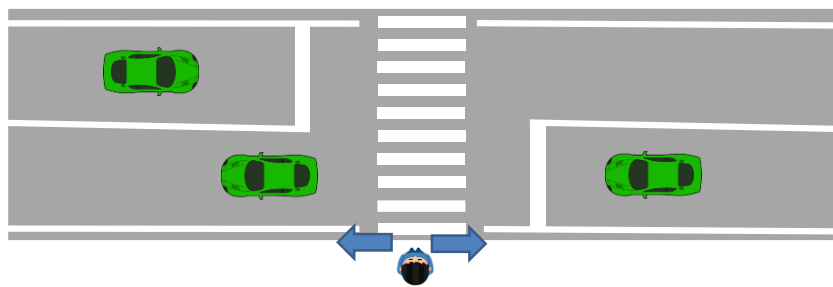
1. 二段階横断施設の導入検討背景

- 横断歩行者の安全性向上方策として、海外では無信号二段階横断施設の適用が一般的

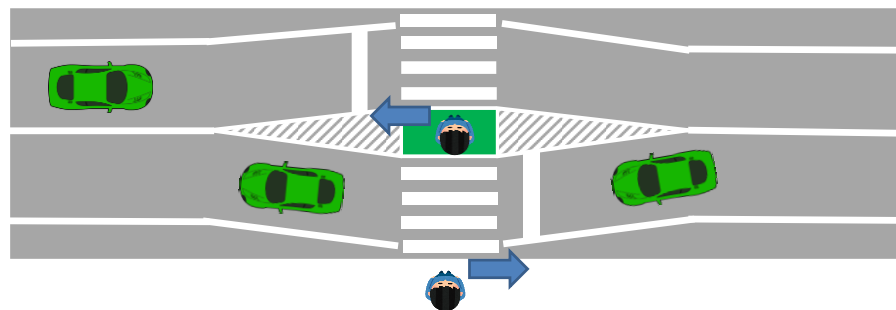


2. 二段階横断の定義と分類

- **二段階横断：車道中央部に横断歩行者が待機、退避できる交通島を設置し、その前後で2回に分けて横断する方式**
- **二段階横断のメリット：横断歩行者は一方向ずつ安全を確認して車道を横断可能。⇒横断の判断がしやすく、横断途中に交通島で退避できるため、安全性が向上する**



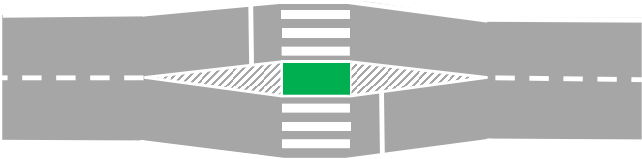
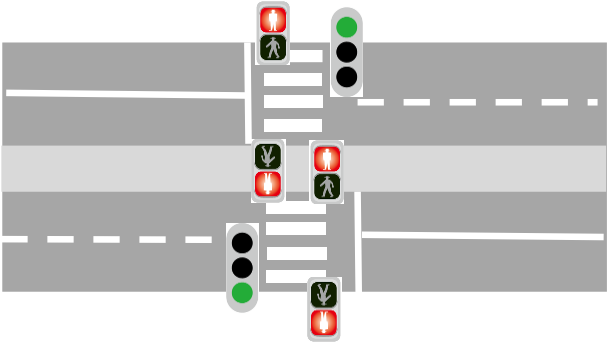
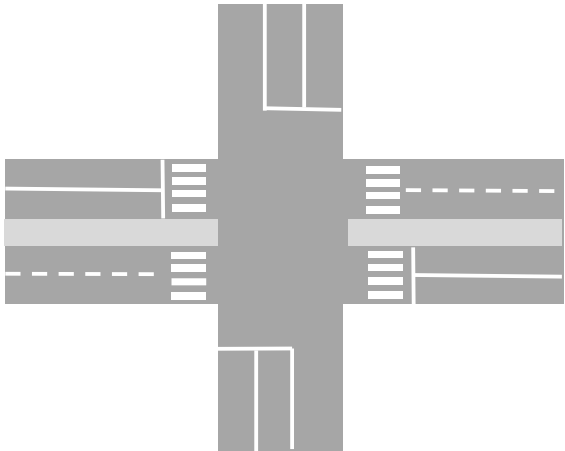
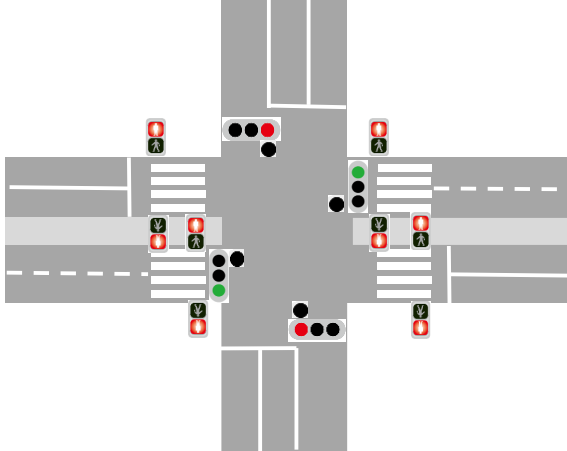
(a)日本の標準的な横断歩道



(b)二段階横断での横断歩道

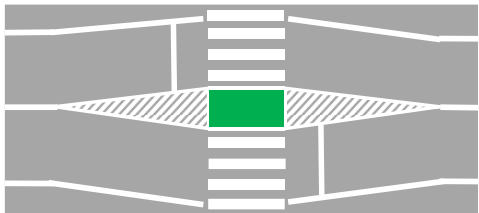
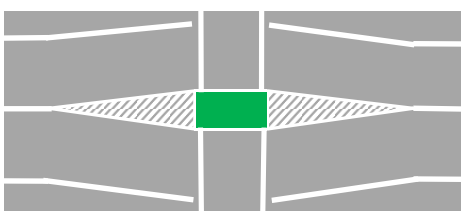
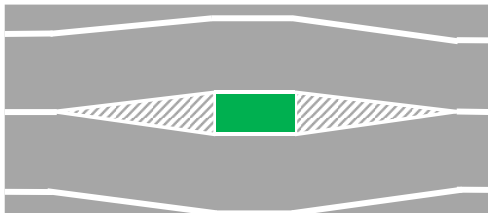
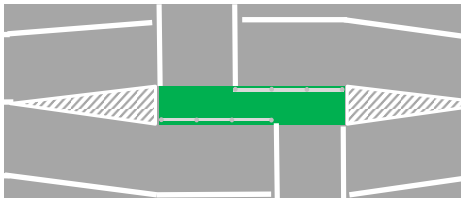
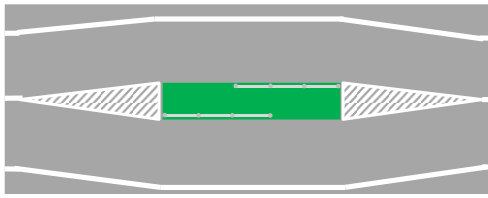
2. 二段階横断の定義と分類

- **二段階横断の分類**: 無信号制御方式と信号制御方式があり、それぞれ単路部と平面交差部に分類される。

	無信号制御方式	信号制御方式
単路部		
平面交差部		

3. 二段階横断施設のタイプ

➤ **二段階横断施設のタイプ(無信号):横断部の運用と構造形態の組み合わせによって分類される**

		横断部の運用		
		A : 横断歩道	B : 歩行者横断指導線	C : 横断位置明示無し
横断部の構造形態	①直進	①-A 	①-B 	①-C 
	②くい違い	②-A 	②-B 	②-C 

4. 二段階横断施設の特徴

4.1 二段階横断施設の導入が望ましい箇所

(1) 横断中事故の危険性が高い箇所

- 歩行者や自転車の横断中の交通事故多発箇所
- 乱横断する歩行者が多い箇所

- 安全性や安心感の向上を目的とした導入



東京都清瀬市での
二段階横断施設導入後の様子



ドイツの
二段階横断施設の例

右写真：ドイツ・ベルリン市 (https://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik_planung/fussgaenger/sicherheit/index.shtml)

4. 二段階横断施設の特徴

4.1 二段階横断施設の導入が望ましい箇所

(2) 沿道環境に応じた道路の適正な使い方が必要な箇所

- 横断需要が多い箇所
 - バス停, 鉄道駅, 沿道に住宅が立地する箇所, 商業施設が連続する箇所
- 横断歩行者や自動車の強引な通行がみられる箇所

➤ 道路利用の適正化を狙った導入



岐阜県関市での
二段階横断施設導入後の様子



フィンランドの
二段階横断施設の例

4. 二段階横断施設の特徴

4.1 二段階横断施設の導入が望ましい箇所

(3) 道路構造的な課題の解消が必要な箇所

- 幅員が広く横断時間を要する箇所
 - 暫定供用区間等で幅員に余裕がある箇所，
右左折処理と横断部処理を兼ねる箇所
- 交通状況を慎重に見極めて横断する必要性が高い箇所

➤ 車道空間の横断距離・横断時間を短縮し，
横断歩行者の判断も容易になる



静岡県焼津市での
二段階横断施設導入後の様子



ドイツの
二段階横断施設の例

右写真：ドイツ・ベルリン市 (https://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik_planung/fussgaenger/sicherheit/index.shtml)

※出典：第3回交通工学シンポジウム(愛媛)「二段階横断施設の適用性に関する研究」発表資料 12

4. 二段階横断施設の特徴

4.1 二段階横断施設の導入が望ましい箇所

(4) まちづくりを意識した導入が望ましい箇所

- 道路階層が切り替わるポイント
- その他. 様々な用途や意図

- 物理的デバイス, シンボルゲートの役割
※観光地や道の駅といった施設の入り口部分, スクールゾーンやゾーン30縁辺の主要な入口など



オランダの
二段階横断施設の例



ドイツの
二段階横断施設の例

4. 二段階横断施設の特徴

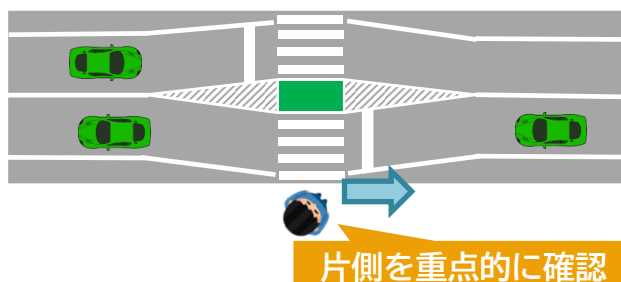
4.2 二段階横断施設のメリット

(1) 安全性に関するメリット

(a) 安全確認の負担軽減

- ✓ 横断前には右方向、中央の交通島では左方向を重点的に確認することとなり、横断可否の判断が容易かつ確実となる

<横断歩道端での確認イメージ>



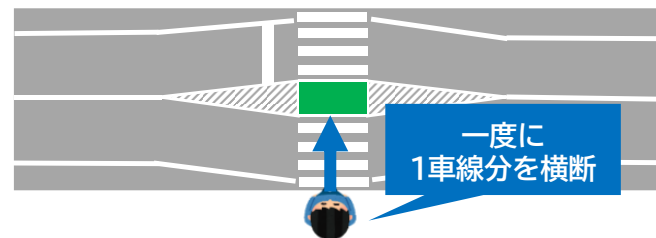
<交通島での確認イメージ>



二段階横断施設横断時の安全確認イメージ

(b) 横断距離の短縮

- ✓ 横断歩道に交通島が設けられ、横断歩行者と車両が交錯する距離や時間が半分になる



二段階横断施設横断時のイメージ

4. 二段階横断施設の特徴

4.2 二段階横断施設のメリット

(1) 安全性に関するメリット

(c) 横断者の発見しやすさの向上

- ✓ 交通島に横断者がいた場合、運転者が横断者の存在を認知しやすくなる
- ✓ 国内導入箇所では、導入前後において横断歩行者を先に横断させる譲り率が向上

(d) 横断機会の増加

- ✓ 車道の横断が2回に分割されるため、各横断時に一方向の車両の到着タイミングのみ考慮して横断判断をすればよくなり、横断機会が増加する

(e) 横断部付近における車両の速度抑制

- ✓ 物理的デバイスとして、車両の減速行動や注意喚起を促す



車両の速度抑制としての活用事例

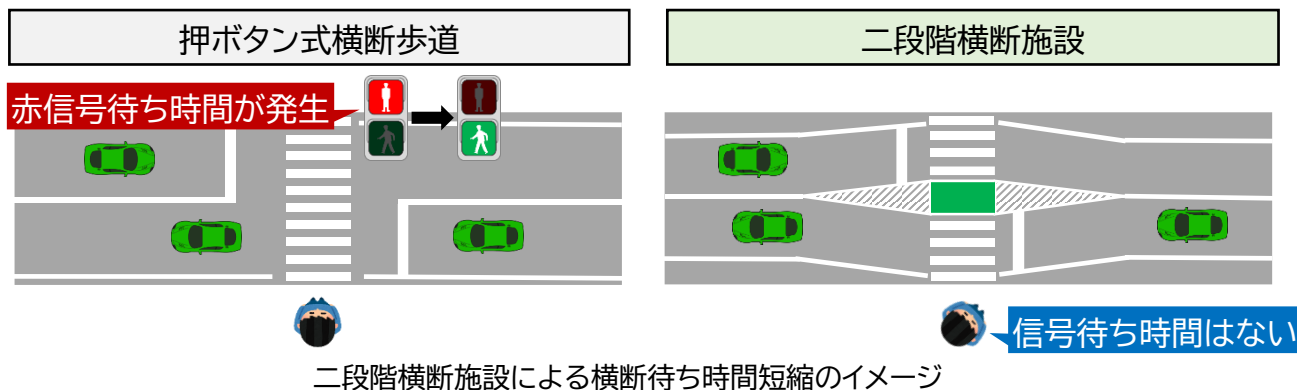
4. 二段階横断施設の特徴

4.2 二段階横断施設のメリット

(2) その他のメリット

(a) 横断待ち時間の短縮

- ✓ 無信号であることから、横断歩行者は必要以上に横断待ちをしなくてよくなる



(b) 階層型道路ネットワークの支援

- ✓ 同じ路線上で道路階層区分が変化する箇所や沿道などの地域特性が変化する箇所で、道路利用者へ状況変化をわかりやすく伝える

イギリスの例



ドイツの例



道路の階層変化部での適用事例

4. 二段階横断施設の特徴

4.2 二段階横断施設のメリット

(2) その他のメリット

(c) 施設整備や維持管理の負荷軽減

- ✓ 交通島の整備, 道路区画線の表示, 防護柵や注意喚起のための法定外看板など軽微な道路付属物整備の初期投資が中心となり, 信号機設置に比べて行政側の費用負担は大幅に軽減する

(d) 停電時における横断処理能力の確保

- ✓ 無信号制御方式を前提とした二段階横断施設が設置されている場合, 停電の影響を受けることなく横断施設としての機能を維持する

4. 二段階横断施設の特徴

4.3 二段階横断施設導入上のポイント

- 道路横断施設の新設・改良を計画するにあたり、道路階層に応じて求められる機能が異なる
⇒ 二段階横断施設の導入メリットと導入適地の関係性について、道路階層別に整理

(1) 補助幹線道路・生活道路

◎:メリットを大きく活かせる、○:メリットを活かせる、－:特に当該メリットを求めない

メリット 導入適地	安全性 安全確認容易、横断距離短縮、視認性向上など	円滑性 横断機会の増加、横断待ち時間の短縮など	まちづくり 自動車速度抑制、階層型道路ネットワーク形成など
横断中事故の危険性高い	◎	○	◎
道路の使い方が不適切	○	◎	○
道路構造に課題	◎	◎	－
都市計画上で設置望ましい	○	○	◎

(2) 幹線道路

メリット 導入適地	安全性 安全確認容易、横断距離短縮、視認性向上など	円滑性 横断待ち時間の短縮など	まちづくり 自動車速度抑制、階層型道路ネットワーク形成など
横断中事故の危険性高い	◎	○	－
道路の使い方が不適切	○	◎	－
道路構造に課題	◎	◎	－
都市計画上で設置望ましい	－	－	－

4. 二段階横断施設の特徴

4.4 二段階横断施設の導入検討上の留意点

- ① 幅員内で道路中心部に交通島を設置できるか
- ② 自動車が細街路や沿道施設等へ出入りする際、交通島等の設置がこれらの動線の支障がないか
- ③ 乱横断の誘発や、交通弱者の通行に問題ないか(くい違い型の選定には歩行者動線を確認する必要がある)
- ④ 横断歩行者や車両の交通量やそのバランスが適正であるか(移動機能を重視する幹線道路では、特に注意が必要)
- ⑤ 隣接する信号交差点や横断歩道との位置関係を十分考慮して導入箇所を検討しているか

5. 二段階横断施設に関する分析の例

●ドライバーの譲り挙動(歩行者優先遵守)

➤ 5か所の横断歩道で、歩道部に設置したビデオカメラより映像データを取得し、横断者が歩道端に到着した際の1台目接近車両が歩行者に通行権を譲ったかどうかを確認

➤ 調査対象

- ・ 宮崎県川南町(宮崎):くい違い二段階横断(郊外部)
- ・ 岐阜県関市(関):くい違い二段階横断(郊外部)
- ・ 埼玉県春日部市(春日部):二段階横断(市街地・駅前)
- ・ 岩手県盛岡市(盛岡):くい違いおよび二段階横断(市街地・駅前)
- ・ 愛知県一宮市(一宮):二段階横断(市街地・駅前)

5. 二段階横断施設に関する分析の例

調査箇所の概要

	宮崎	関	春日部	盛岡	一宮
道路種別	国道	県道	県道	市道	市道
設置箇所	単路	単路	単路	単路	交差点
沿道条件	商業地	商業地	駅前	駅前	駅前
車線数	2車線	2車線	2車線	3車線	2車線
交通島段差	有	有	有	有	無
食い違い	有	有	無	無と有	無
規制速度	60km/h	50km/h	40km/h	40km/h	40km/h
道路幅員	16.5m	14m	30m	25m	35.5m
中央帯幅	4m	3m	5.7m	3.75m	2.5m
隣接交差点距離	160m	100m	70m	130m	110m



一宮



盛岡



宮崎



関



春日部

5. 二段階横断施設に関する分析の例

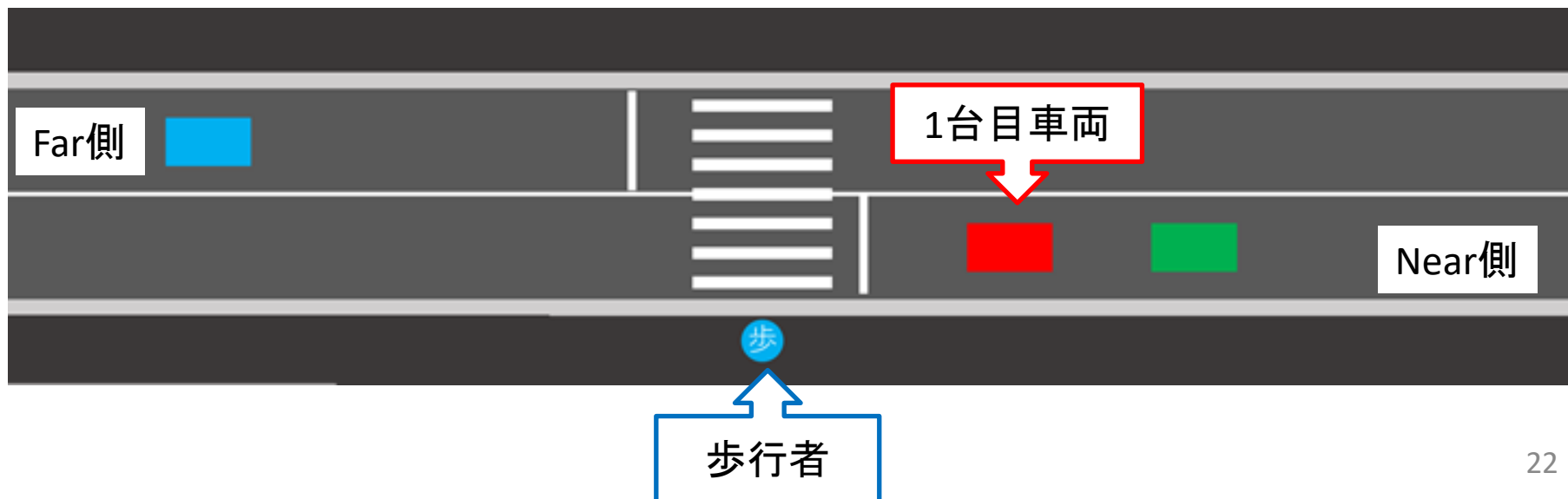
・ 譲り割合(‘歩行者の横断しやすさ’)

譲り割合

1つの横断に着目した
横断の円滑性を評価する指標

$$P_{YCR} = \frac{N_{NFY}}{N_{DC}} \quad \left\{ \begin{array}{l} P_{YCR} : \text{譲り割合} \\ N_{NFY} : \text{Near側1台目譲り回数} \\ N_{DC} : \text{横断回数} \end{array} \right.$$

横断回数に対して横断待機開始から1台目に到着した車両が
譲りのための減速または停止(譲り挙動)を行った回数が占める割合

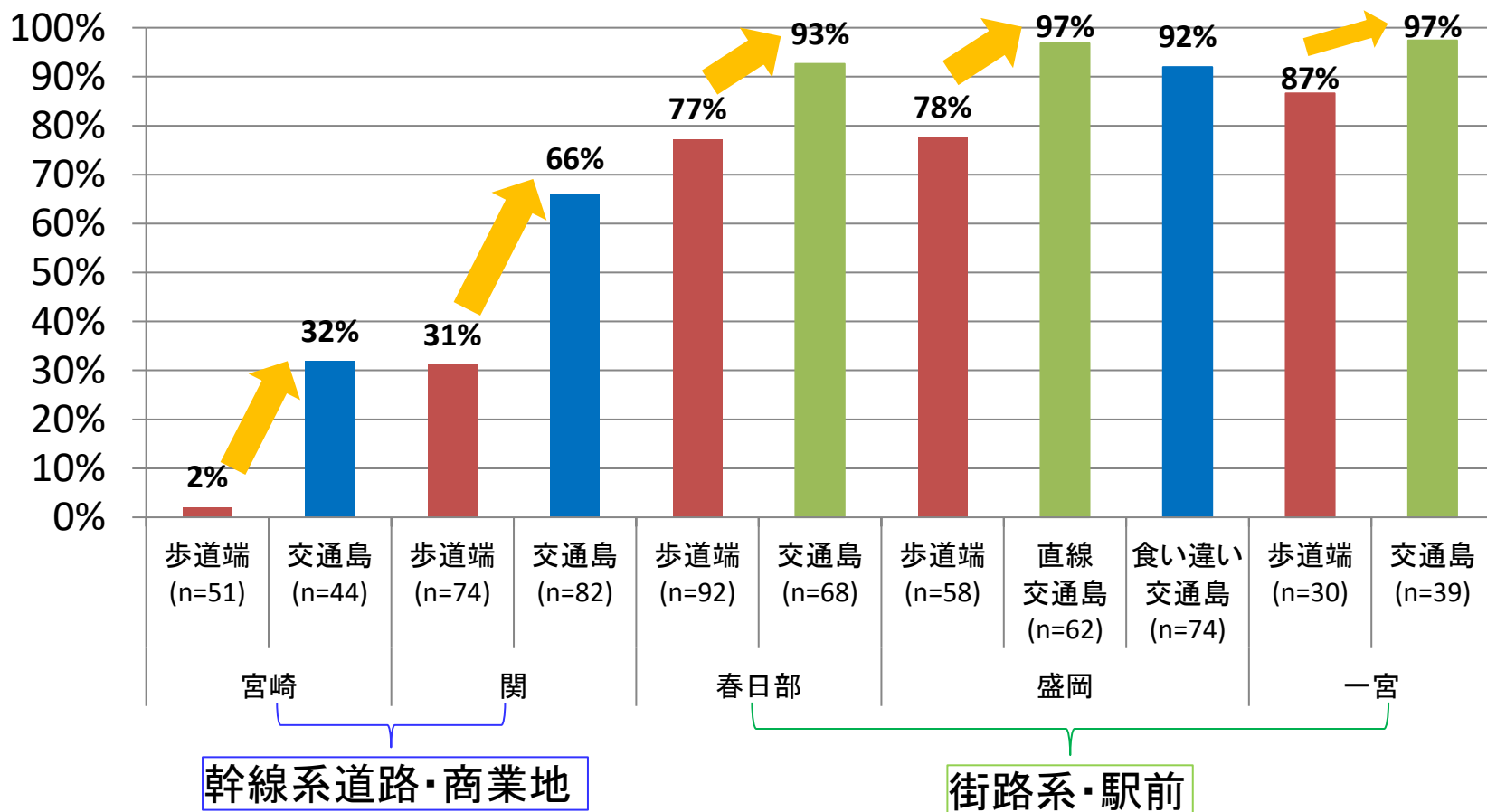


5. 二段階横断施設に関する分析の例

1つの横断に着目した
横断の円滑性を評価する指標：
譲り割合

$$P_{YCR} = \frac{N_{NFY}}{N_{DC}}$$

P_{YCR} : 譲り割合
 N_{NFY} : Near側1台目譲り回数
 N_{DC} : 横断回数



5. 二段階横断施設に関する分析の例

・ 譲り割合(‘歩行者の横断しやすさ’)

$$P_{YR} = b + a_1 x_1 + \cdots + a_m x_m$$

P_{YR} : 回帰分析によって得られる1時間あたりの譲り割合[%], x_m : 説明変数,
 a_m , b : パラメータ推定値

説明変数	歩道端(n=17)		交通島(n=17)	
	係数	t値	係数	t値
切片	135.432	10.82*	196.146	8.71*
平均速度ダミー(歩道端の場合38.63km/h以上, 交通島の場合41.36km/h以上:1, それ未満の平均車両速度:0)	-71.252	-16.34*	-30.002	-3.85*
隣接交差点距離(横断歩道から前後区間における最も近い信号交差点停止線までの距離[m])	-0.203	-2.74**	-0.533	-4.06*
中央帯幅	-7.425	-3.79*	-11.603	-3.21*
自由度調整R ²	0.964		0.770	
F値	141.93*		18.85*	

6. 二段階横断施設の普及に向けて

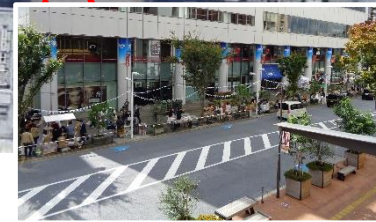
➤ 検討の視点

- I. 「連続設置，面的な整備に向けて」
- II. 「くい違い，多車線道路での適用」
- III. 「横断部の運用，他の構造・制御との比較」

6. 二段階横断施設の普及に向けて

1. 連続設置, 面的な整備に向けて

- 駅周辺など歩行者の多い地区での面的な整備等の可能性
- 豊田市駅周辺地区:「歩行者優先ゾーン」に指定されており, 連携した整備なども検討可能か?
 - ✓ 既往の無信号横断歩道, 乱横断等の多い箇所 等



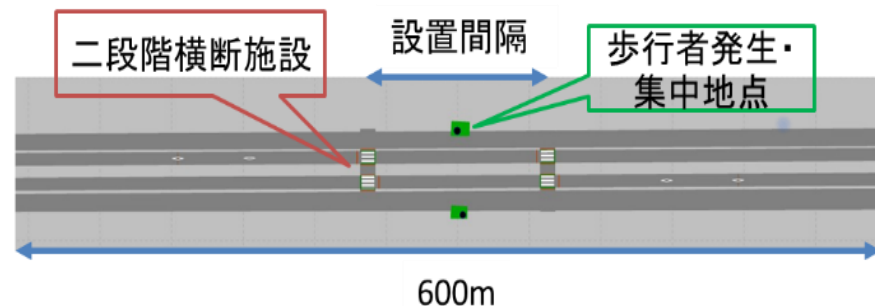
6. 二段階横断施設の普及に向けて

1. 連続設置, 面的な整備に向けて

➤ どのくらいの設置間隔が望ましいか？

- ・交通シミュレーション(PTV社Vissim)による検討.
- ・自動車の譲り挙動は前述の譲り割合モデルを使用して再現.
- ・二段階横断施設の設置間隔を200m, 150m, 100m, 50mと4ケース, 交通量条件を右表のように設定
- ・自動車, 歩行者の「平均遅れ時間」の観点から望ましい設置間隔を評価

出典：足立国大, 鈴木弘司：譲り挙動を考慮した単路部二段階横断施設の適切な設置間隔に関する分析, 土木学会論文集(土木計画学), 2022(採択決定)



交通量	
自動車交通量[台/h/方向]	歩行者交通量[人/h/方向]
50台, 100台, 200台, 350台, 500台, 700台	10人, 30人, 60人, 100人, 150人, 200人

		自動車交通量 (台/h/方向)					
		50	100	200	350	500	700
歩行者交通量 [人/h/方向]	10	50m					
	30						
	60						
	100						
	150	100m		150m	200m		
	200	150m					

規制速度50km/hの幹線道路

		自動車交通量[台/h/方向]					
		50	100	200	350	500	700
歩行者交通量 [人/h/方向]	10	50m					
	30						
	60						
	100						
	150					200m	
	200						困難

規制速度30km/hの非幹線道路

6. 二段階横断施設の普及に向けて

II. くい違い, 多車線道路での適用

「愛知県・名古屋市港区の事例」

■位置図



- 愛知県名古屋市港区のあおなみ線野跡駅付近
- 金城ふ頭に近く, 周辺には工場や物流センターが多く立地
- ニチハ名古屋工場と同寮の横断需要が多い4車線の市道に, くい違いタイプの二段階横断施設を設置

■現地状況



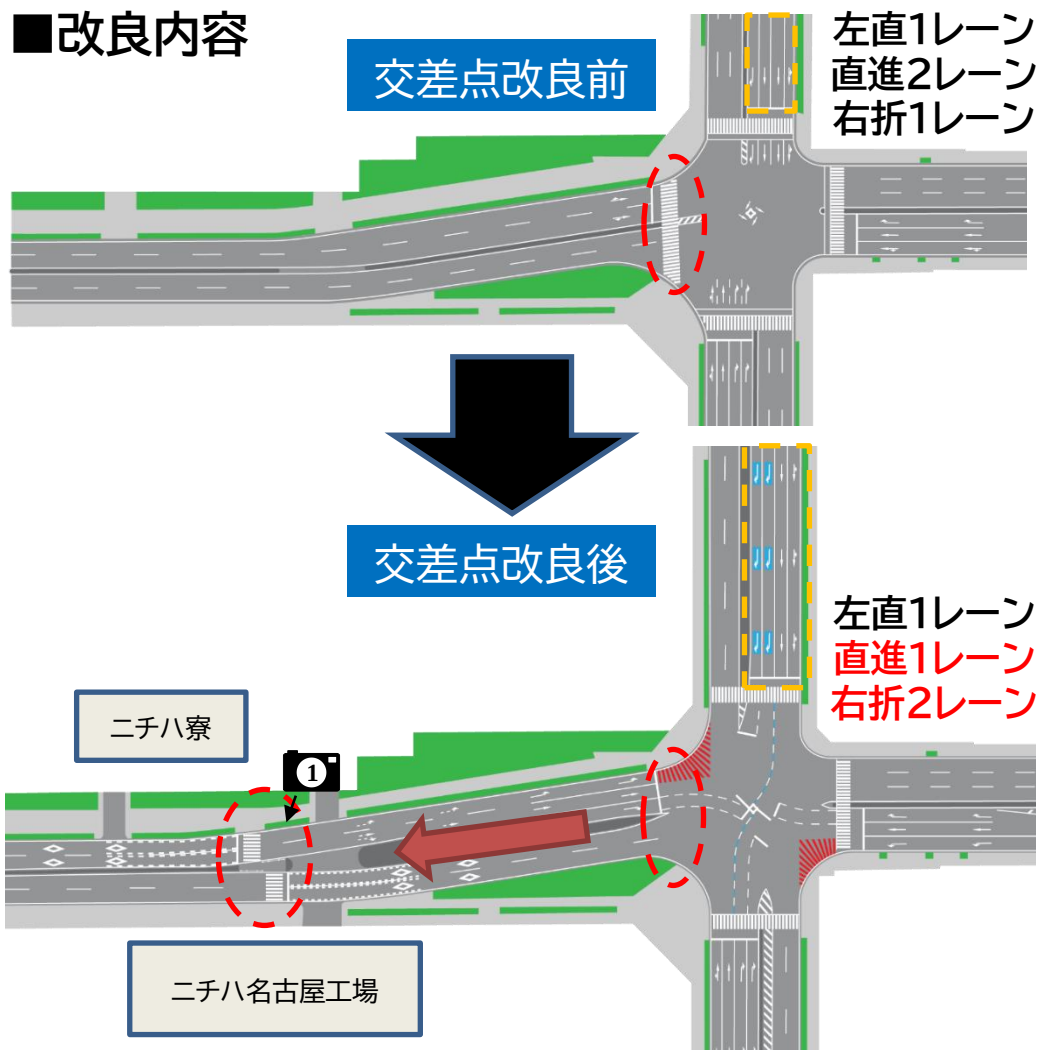
4車線市道(規制速度60km/h)

6. 二段階横断施設の普及に向けて

II. くい違い，多車線道路での適用

「愛知県・名古屋市港区の事例」

■改良内容

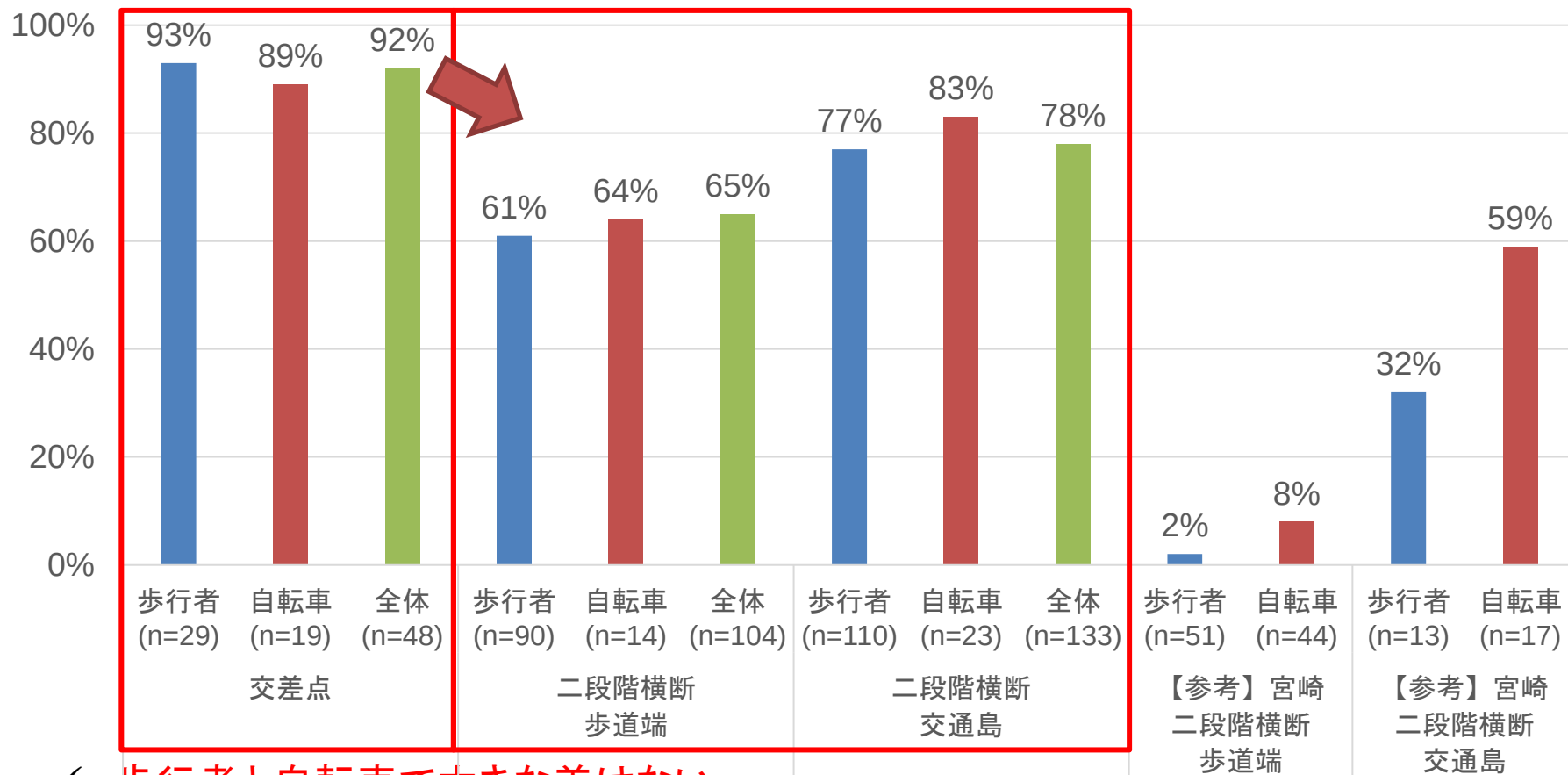


- 全方向に横断歩道が設置されていたが，北流入部の右折車線2車線化に伴い，右折先の西側横断歩道を撤去
- 西側横断歩道の横断需要が多く横断機会の確保が必要のため，西側単路部に横断者の動線も考慮してくい違いタイプの二段階横断施設を設置



6. 二段階横断施設の普及に向けて

・ 交差点と二段階横断の譲り割合の比較



- ✓ 歩行者と自転車で大きな差はない
- ✓ 二段階横断施設の譲り割合は交差点よりも低い傾向
 - ✓ 規制速度60km/hの単路部に設置されている他事例より高い

出典

足立国大, 伊藤大貴, 岩尾 駿平, 池水文明, 鈴木弘司: 単路部へ横断歩道を移設した信号交差点 における車両挙動と横断者の安全性に関する分析, 第64回土木計画学研究発表会, 2021.

足立国大, 鈴木弘司: 無信号二段階横断施設における車両譲り挙動と横断安全性に関する分析, 土木学会論文集D3 (土木計画学), Vol.76, No.6 (土木計画学研究・論文集第38 巻), I_1263-I_1272, 2021.

6. 二段階横断施設の普及に向けて

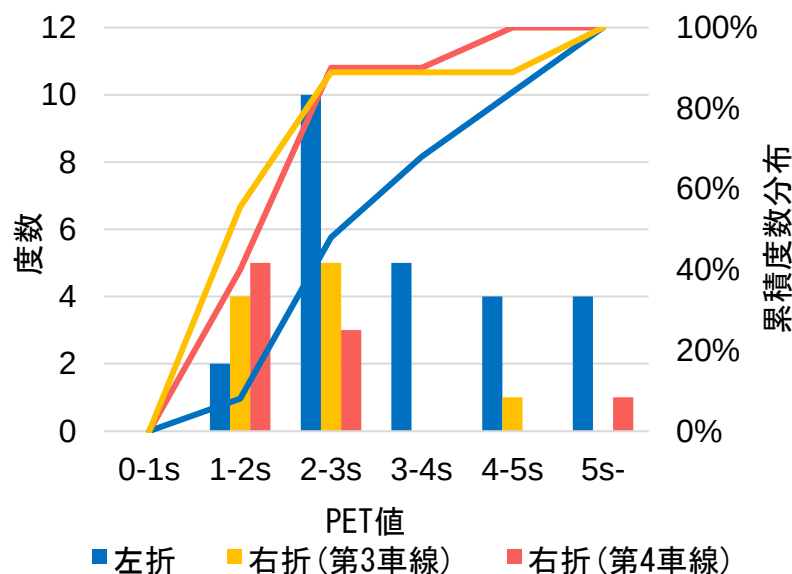
PET値

$$PET = T_{veh} - T_{cro}$$

T_{veh} : 車両が交差点を通過する時刻

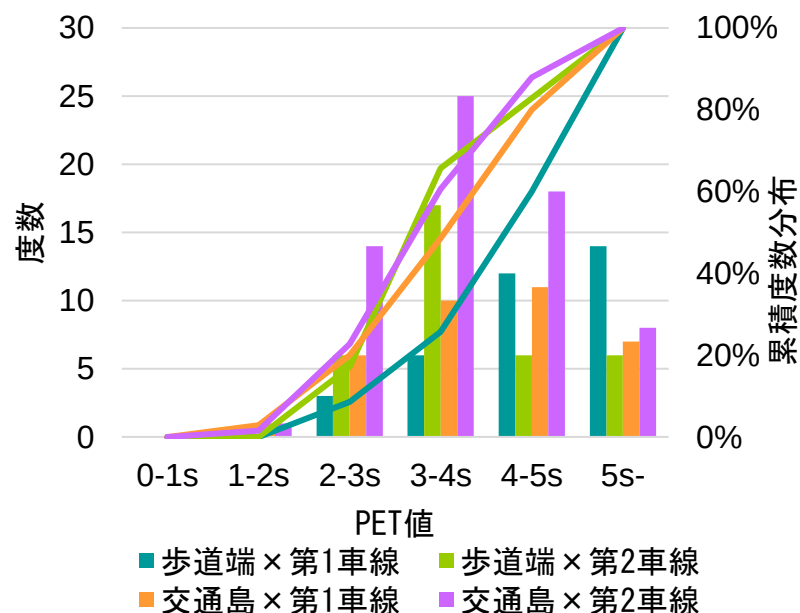
T_{cro} : 横断者が交差点を通過する時刻

● 交差点



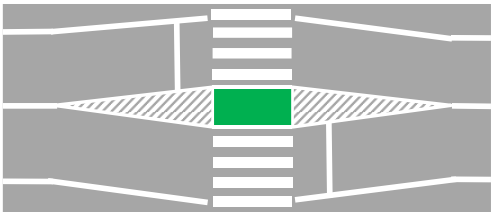
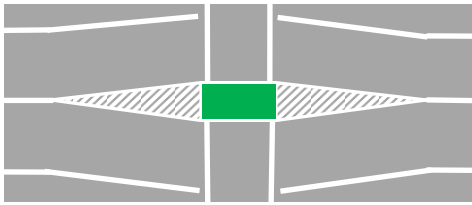
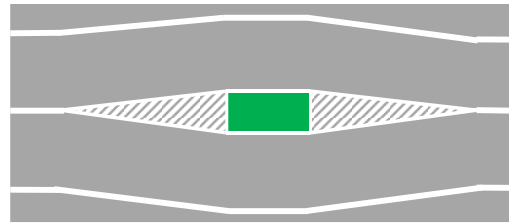
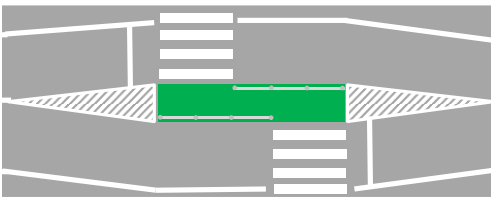
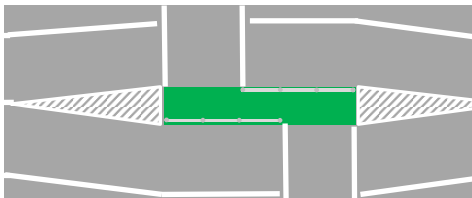
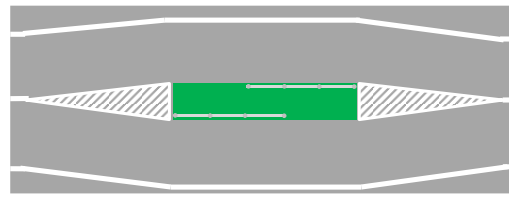
- 交差点では累積度数で見ると、**右折車が危険**
 - 右折車は青丸時に対向直進車のギャップ間を通過し、高い速度で接近
- 二段階横断施設では**歩道端 × 第1車線が最も安全**
 - 第2車線走行車は横断後、すぐに加速・通過する傾向
- 交差点より**二段階横断施設の方がPET値が大きく安全**

● 二段階横断施設



6. 二段階横断施設の普及に向けて

III. 横断部の運用, 他の構造・制御との比較

		横断部の運用		
		A : 横断歩道	B : 歩行者横断指導線	C : 横断位置明示無し
横断部の構造形態	①直進	①-A 	①-B 	①-C 
	②くい違い	②-A 	②-B 	②-C 

6. 二段階横断施設の普及に向けて

III. 横断部の運用, 他の構造・制御との比較 「海外の事例(英国・ケンブリッジ)」

- 2車線道路で、交通島だけの「くい違い」二段階横断施設



6. 二段階横断施設の普及に向けて

III. 横断部の運用, 他の構造・制御との比較

「海外の事例(英国・カーディフ)」

- 2車線道路で、沿道施設利用の横断者の動線を考慮し、通常の横断歩道(ハンプあり)と連続設置された交通島だけの二段階横断施設



6. 二段階横断施設の普及に向けて

III. 横断部の運用, 他の構造・制御との比較

「海外の事例(英国・カーディフ)」

- 2車線道路で, 住宅地出入口部の制限速度が変化する箇所に設置された交通島のみの二段階横断施設



6. 二段階横断施設の普及に向けて

III. 横断部の運用, 他の構造・制御との比較

「海外の事例(英国・カーディフ)」

- 2車線道路で, 住宅地沿いのバス路線で道路線形に工夫がされた交通島だけの二段階横断施設



6. 二段階横断施設の普及に向けて

III. 横断部の運用, 他の構造・制御との比較

「海外の事例(オランダ・ホーフドルプ)」

- 2車線道路で、スクールゾーン付近に様々な速度抑制デバイスとともに連続設置された二段階横断施設



6. 二段階横断施設の普及に向けて

III. 横断部の運用, 他の構造・制御との比較

- 複数箇所で発生・集中する歩行者の横断機会を増やすために、狭い間隔で複数の横断歩道を設置する ⇒ドライバーに横断歩道手前での減速、停止挙動を頻繁に生じさせる ⇒円滑性に悪影響を及ぼす可能性
- 地方部の幹線道路のように車の走行性を確保しつつ、歩行者の横断機会も増やすことが求められる道路区間 ⇒車両側に優先権がある**横断指導線**や**交通島のみタイプの二段階横断施設の設置**が期待

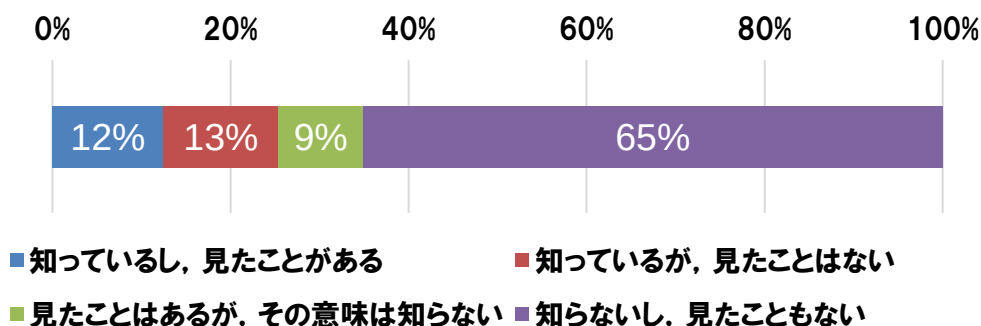


横断指導線に対する認知度は？

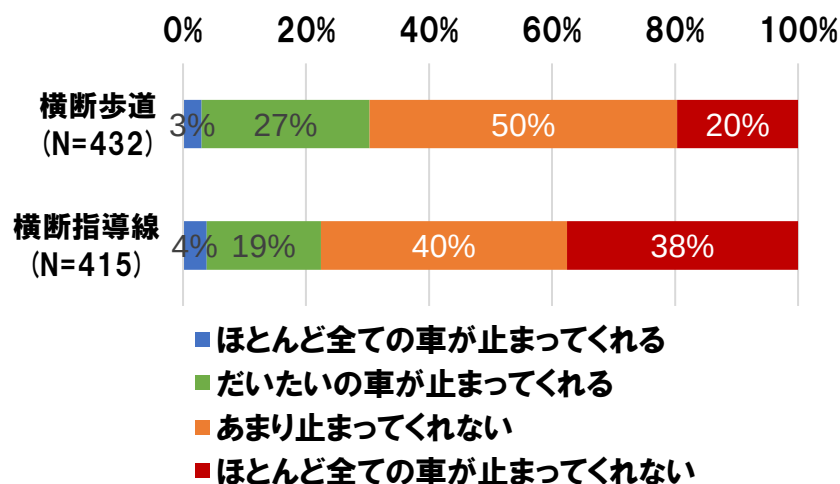
出典：米沢総合卸売センターブログ,
<http://blog.yoc.jp.com/blog/2020/07/06/組合会館北側の横断指導線について/>

6. 二段階横断施設の普及に向けて

III. 横断部の運用, 他の構造・制御との比較



横断指導線の認知度(N=433)

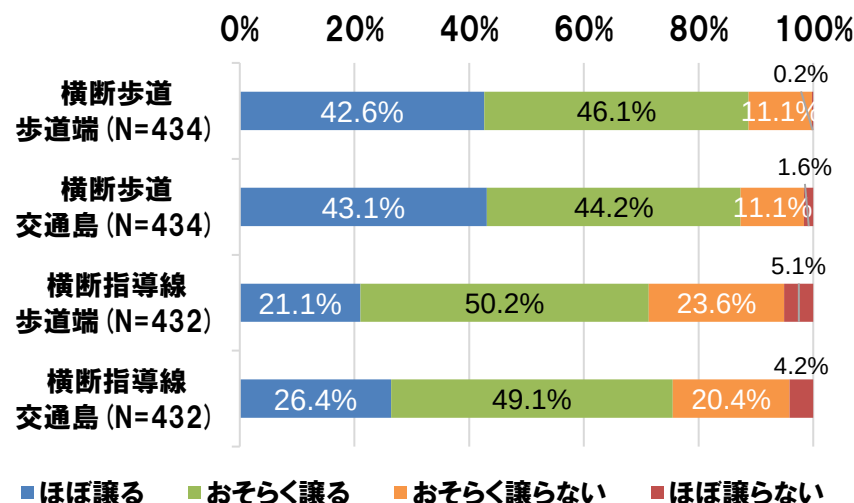


歩行者視点での譲りの主観評価

横断指導線に対する認知度は低く、
車が優先であることへの理解度も低い。
⇒二段階横断施設への適用を考える
ためには認知度、理解度を高めること
が必要

出典：

足立国大, 鈴木弘司, 伊藤大貴, 池水文明：歩行者横断指導線の
認知度と二段階横断施設への適用可能性に関する分析,
第41回交通工学研究発表会論文集,2021



ドライバー視点での譲りの主観評価

6. 二段階横断施設の普及に向けて

- 本発表では、二段階横断施設の定義、分類、特徴、導入検討上の留意点を紹介し、二段階横断施設による安全、円滑性に関する効果や望ましい設置間隔に関する調査研究事例を踏まえて、今後わが国で二段階横断施設を展開するうえでのポイントについて説明した。
 - 本日の内容を参考に、二段階横断施設を適用できる箇所、場面について議論をして頂き、安全・快適な道路空間形成に向けて、二段階横断施設が一つでも多く設置されることを切に願う。
- 本発表は、一般社団法人交通工学会自主研究「二段階横断施設の適用性に関する研究」の内容(『無信号二段階横断施設導入の手引(案)』令和3年7月および第3回JSTEシンポジウム(愛媛)発表資料)を中心に構成したものである。本研究に関係いただいた方々に謝意を表する。

➤ 参考URL : <http://www.jste.or.jp/Activity/act1.html>