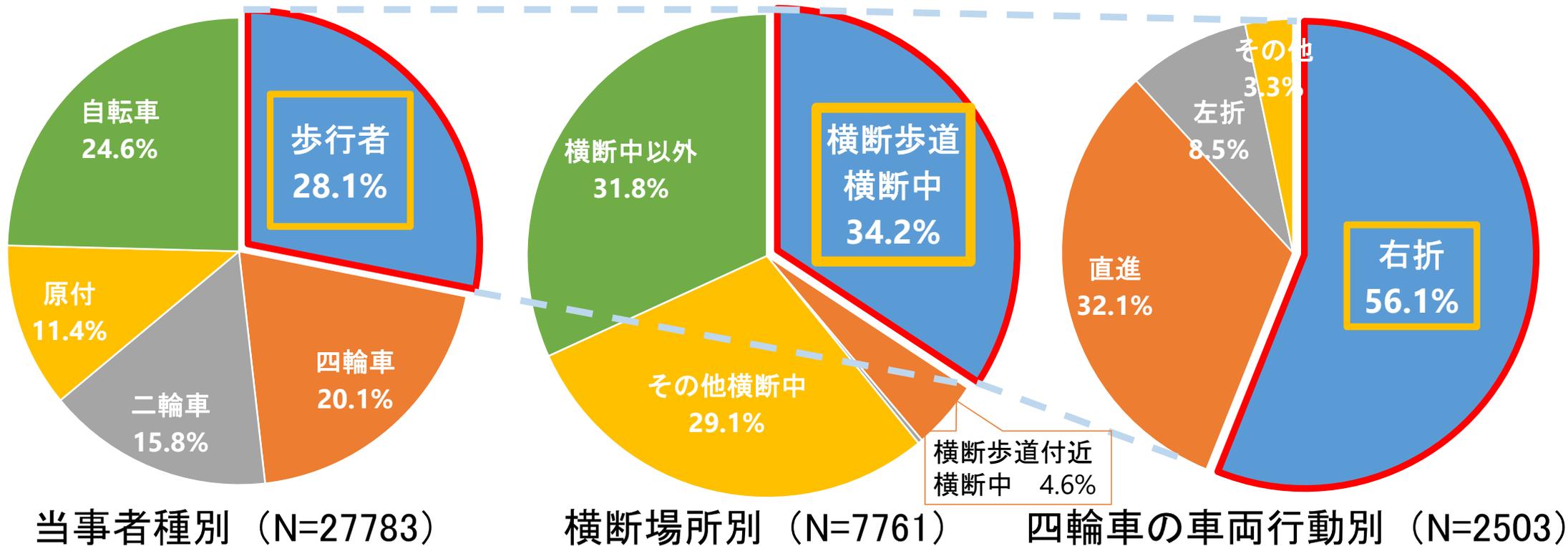


# 右折時における 対歩行者AEBの検知角度の検討 ～横断歩道横断中を対象にして～

研究部 研究員  
西山 直毅



# 背景) 歩行者の死亡重傷事故の形態 (令和2年)



死亡重傷者数 (1、2当合計) は歩行者が最多

→注目する事故形態:

「右折車両による横断歩道横断中の歩行者との事故」

# 目次

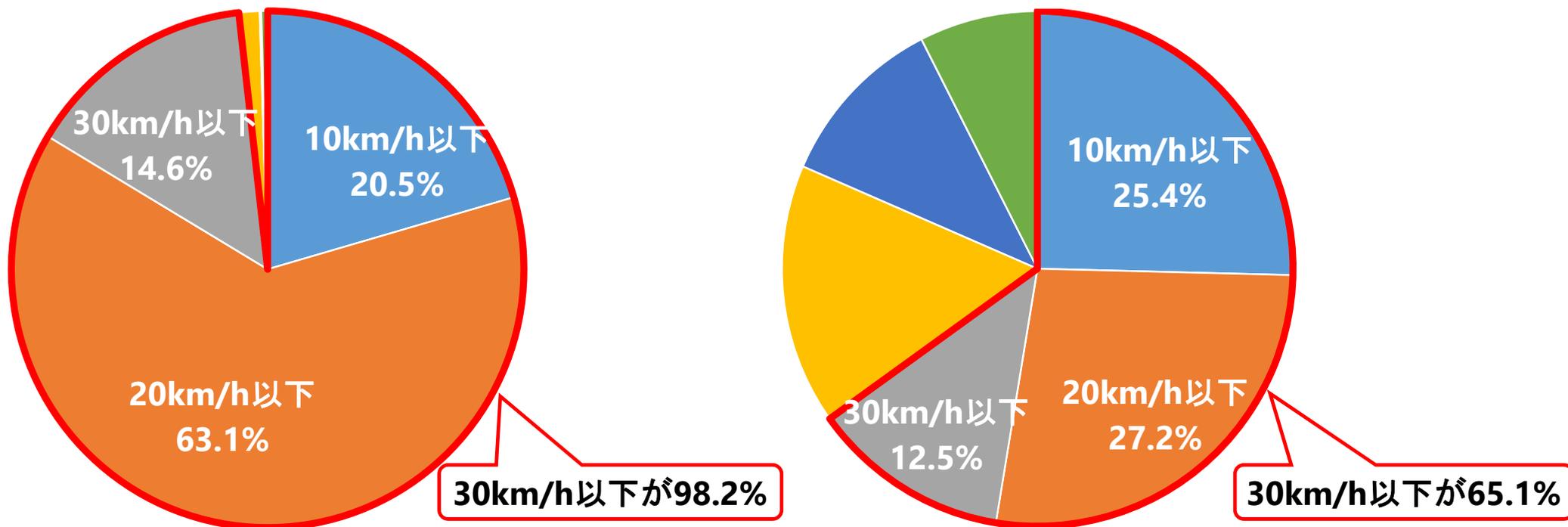
## 1. 背景

## 2. マクロデータを用いた 右折車両による横断歩道横断中事故の特徴の把握

## 3. ミクロデータを用いた AEB(衝突被害軽減ブレーキ)の検知角度の検討

## 4. まとめ・今後の課題

# 右折時歩行者事故の特徴1) 危険認知速度 (令和2年)



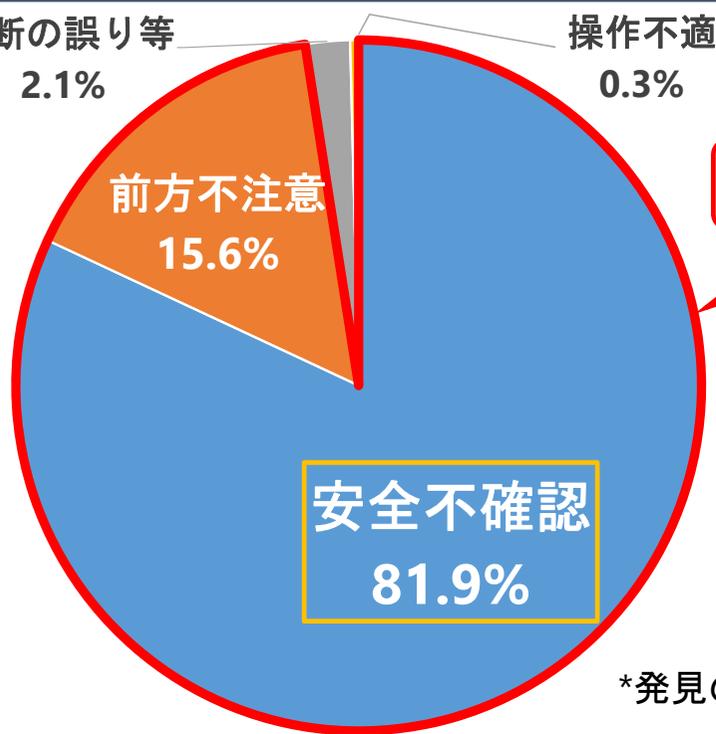
右折時の横断歩道横断中  
(1、2当合計 N=1390)

人対車両事故 (四輪車) ※交差点外を含む  
(1、2当合計 N=6952)

## 四輪車交差点右折時の横断歩道上の歩行者の死亡重傷者数

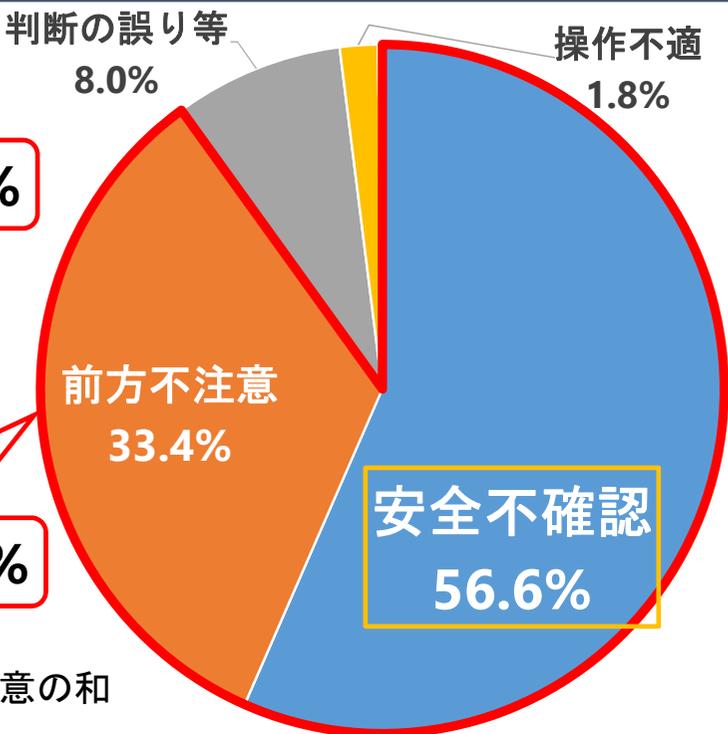
→危険認知速度が30km/h以下の事故が98.2%を占有

# 右折時歩行者事故の特徴2) 運転者人的要因 (令和2年)



発見の遅れ\*が97.5%

発見の遅れ\*が90.0%



\*発見の遅れ：安全不確認と前方不注意の和

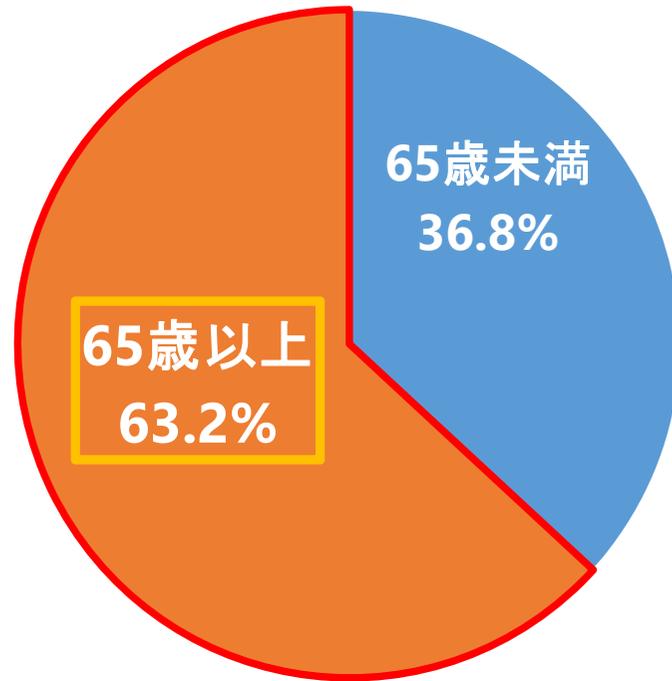
右折時の横断歩道横断中  
(1、2当合計 N=1390)

人对車両事故 (四輪車) ※交差点外を含む  
(1、2当合計 N=6952)

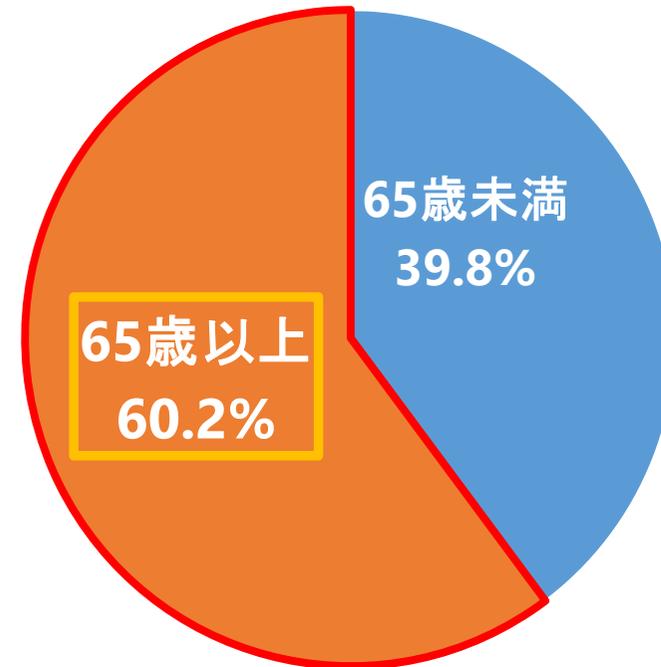
## 四輪車交差点右折時の横断歩道上の歩行者の死亡重傷者数

→発見の遅れ、特に安全不確認の割合が非常に大きい

# 右折時歩行者事故の特徴3) 歩行者年齢層別割合 (令和2年)



右折時の横断歩道横断中  
(1、2当合計 N=1390)



人対車両事故 (四輪車) ※交差点外を含む  
(1、2当合計 N=6952)

## 四輪車交差点右折時の横断歩道上の歩行者の死亡重傷者数

→ 65歳以上歩行者の当事者率が63.2%を占有

# 対歩行者AEBによる対策の有効性

## 交差点右折時の横断歩道横断中の死亡重傷事故の特徴

1. 危険認知速度が低い（30km/h以下の事故が98%）  
→ 低速で走行する車両を確実に停止させる対策
2. 運転者の発見の遅れが事故の要因において支配的  
→ 運転者の見落としを防ぐ、または見落としとしても車両が事故の発生を予測し防ぐ対策
3. 高齢歩行者の割合が多い（63%）  
→ 車両と歩行者の接触を避ける対策

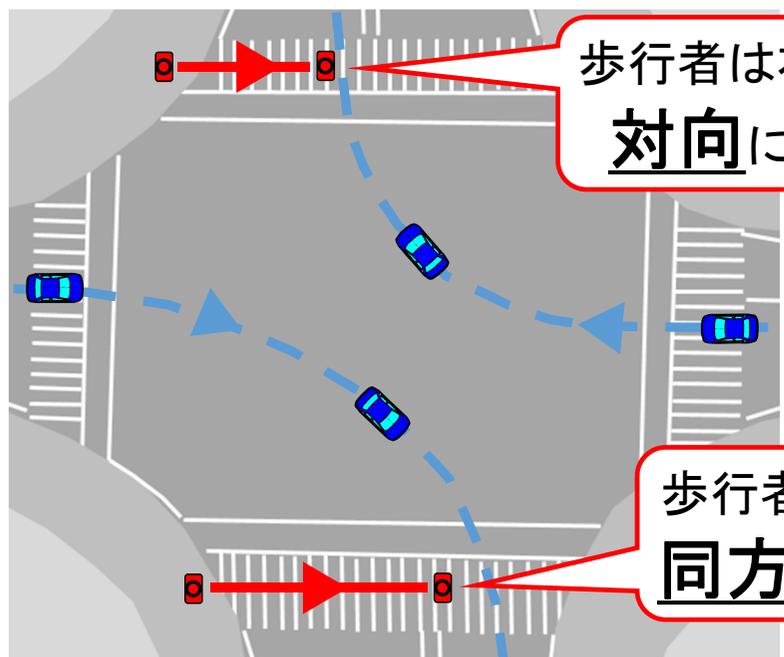


対策として対歩行者AEB（衝突被害軽減ブレーキ）での事故防止が有効

# 目次

1. 背景
2. マクロデータを用いた  
右折車両による横断歩道横断中事故の特徴の把握
3. ミクロデータを用いた  
AEB(衝突被害軽減ブレーキ)の検知角度の検討
4. まとめ・今後の課題

# マイクロデータでの検討事項



歩行者は右折前の車両と  
対向に進行している

歩行者は右折前の車両と  
同方向に進行している

右折時に対応するには  
どれぐらいの検知角度が  
必要か？

車両と歩行者の進行方向が垂直ではない右折事故において

**必要なセンサーの検知角度を特定**

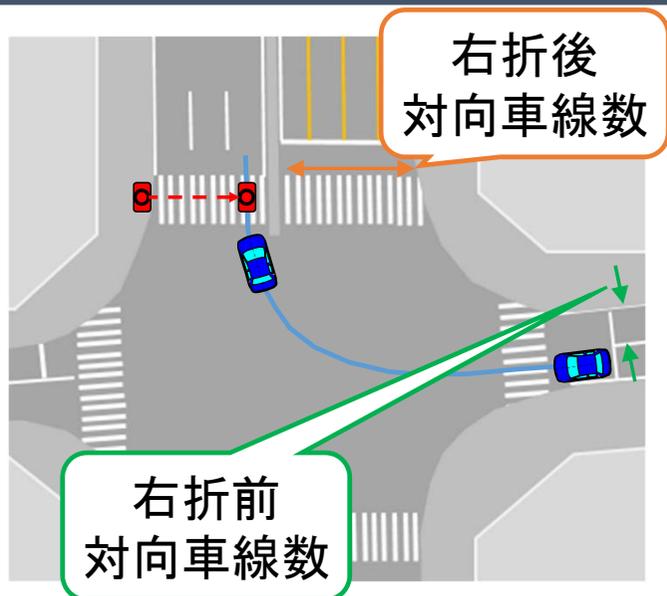
本頁以降、歩行者の進行方向を対向、同方向と  
それぞれ定義

# 事故再現時の前提条件

## 交差点内走行中で対向車が無いことを前提

	行動	速度
歩行者	歩行（65歳未満）	5km/h（1.39m/s）
	歩行（65歳以上）	3.5km/h（0.97m/s）
	ジョギング・小走り	6km/h(1.67m/s)
車両	交差点内を「危険認知速度」で走行と仮定	
その他	<ul style="list-style-type: none"><li>対象は2009年～2020年発生之死傷事故20件（対向7件、同方向13件）</li><li>車両の走行軌跡から右折開始位置を求め、交差点進入地点とする</li><li>検知時のノイズになりうる他の横断者や障害物は無い</li><li>検知角度が大きくなってもAEBセンサの性能は変わらない</li></ul>	

# 道路条件は様々な交差点の大きさを網羅



右折前 対向車線数	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4
右折後 対向車線数	1	2	3	4	1	2	3	2	3	3	4
同方向件数	1	1	3	2	0	2	1	0	1	1	1
対向件数	0	1	2	1	1	1	0	1	0	0	0

※幅2.75m以上の中央分離帯等も車線数に含む

車両右折時の軌跡や速度は右折前後の対向車線数への依存が大きいと予測

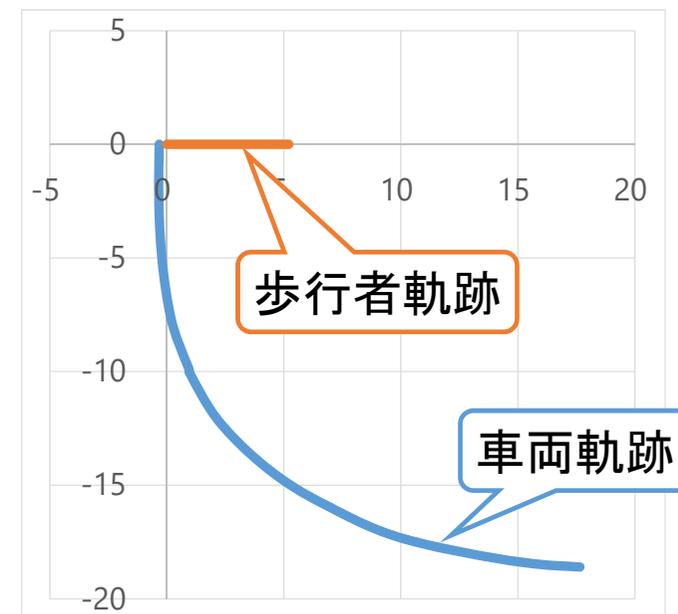
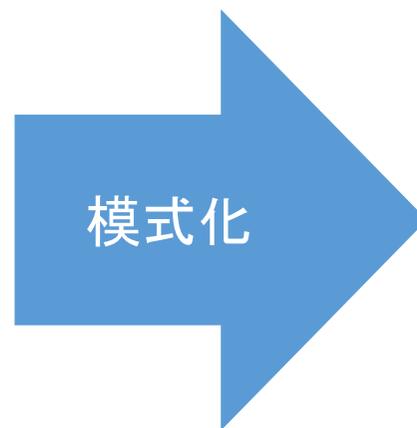
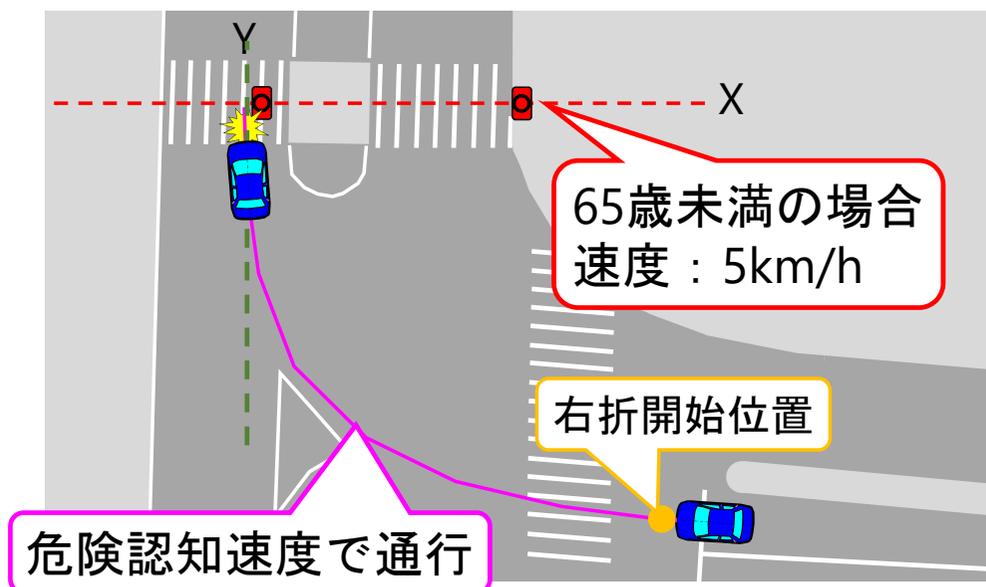
今回抽出したミクロデータは様々な大きさの交差点をカバー

# マイクロデータによるAEBの要件推定

## <検討手順>

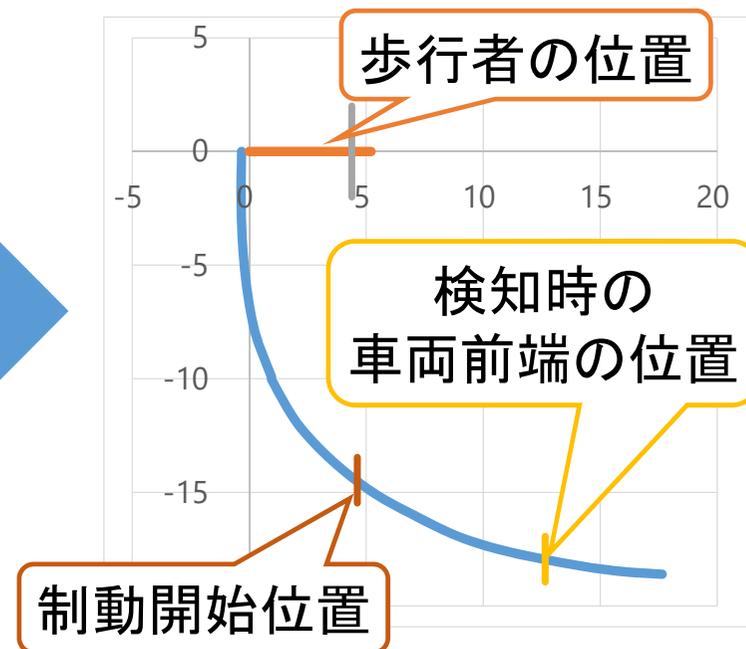
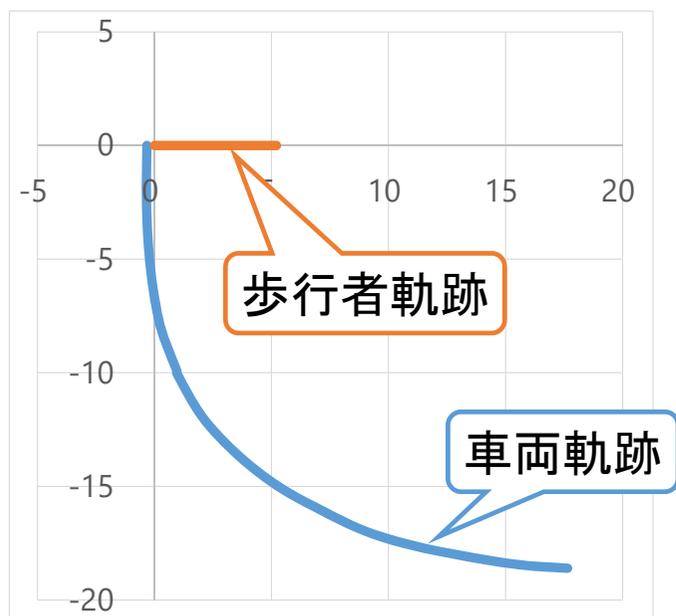
- ① 衝突地点を特定し、車両軌跡、歩行者軌跡を推定する
- ② AEBの検知反応時間と危険認知速度での制動時間の和を求め、歩行者検知時における車両と歩行者各々の位置を、衝突時点から逆算して求める
- ③ 歩行者を検知できる検知角度を特定する  
※検知角度は1の位で切り上げ、10度ごとにまとめる

# 事故例の再現・条件整理



抽出したミクロデータの現場図や危険認知速度の情報から事故状況を推定し、歩行者の横断方向をX軸、衝突地点を $X=0$ として事故状況を模式化

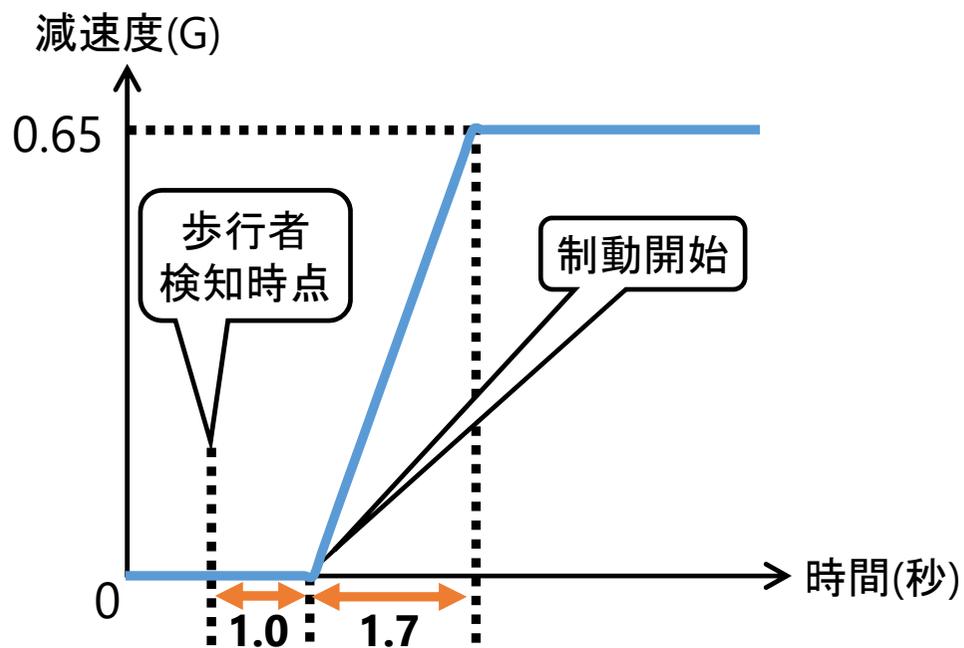
# 模式化した事故例の検知タイミングの特定



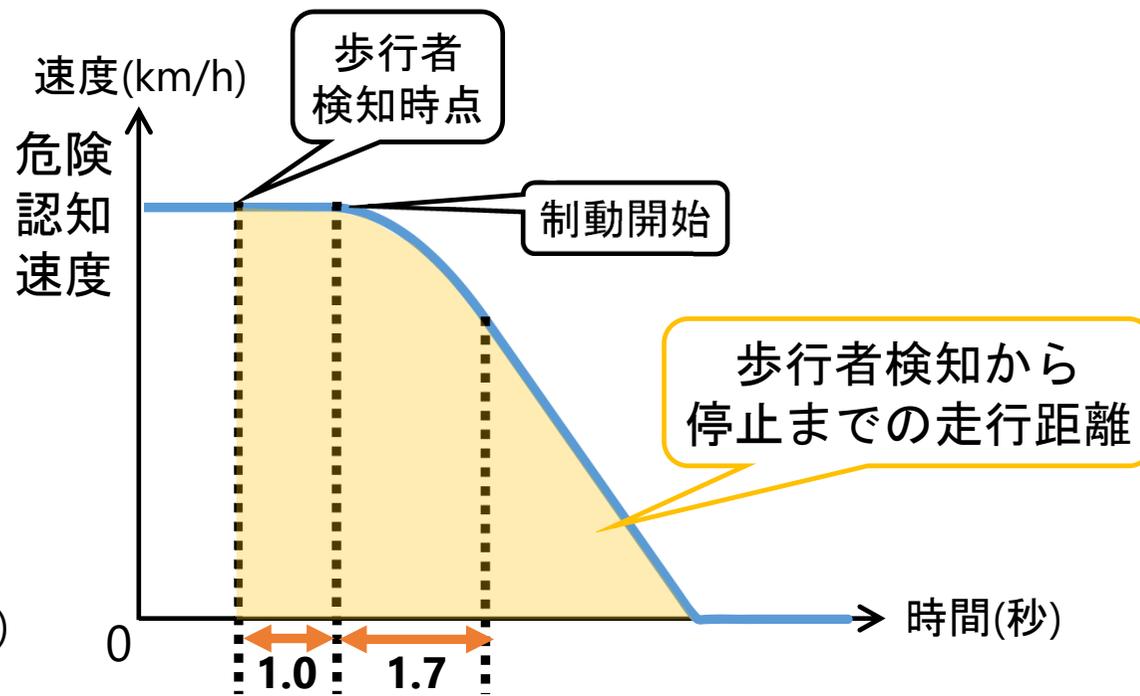
衝突瞬間から以下の時間を遡った位置を、各々特定

- 危険認知速度での制動時間（最大減速度：0.65Gを想定）
- 検知反応時間：1.00s（人と同等の検知反応時間）

# ブレーキは1.7秒間で最大減速度になると仮定



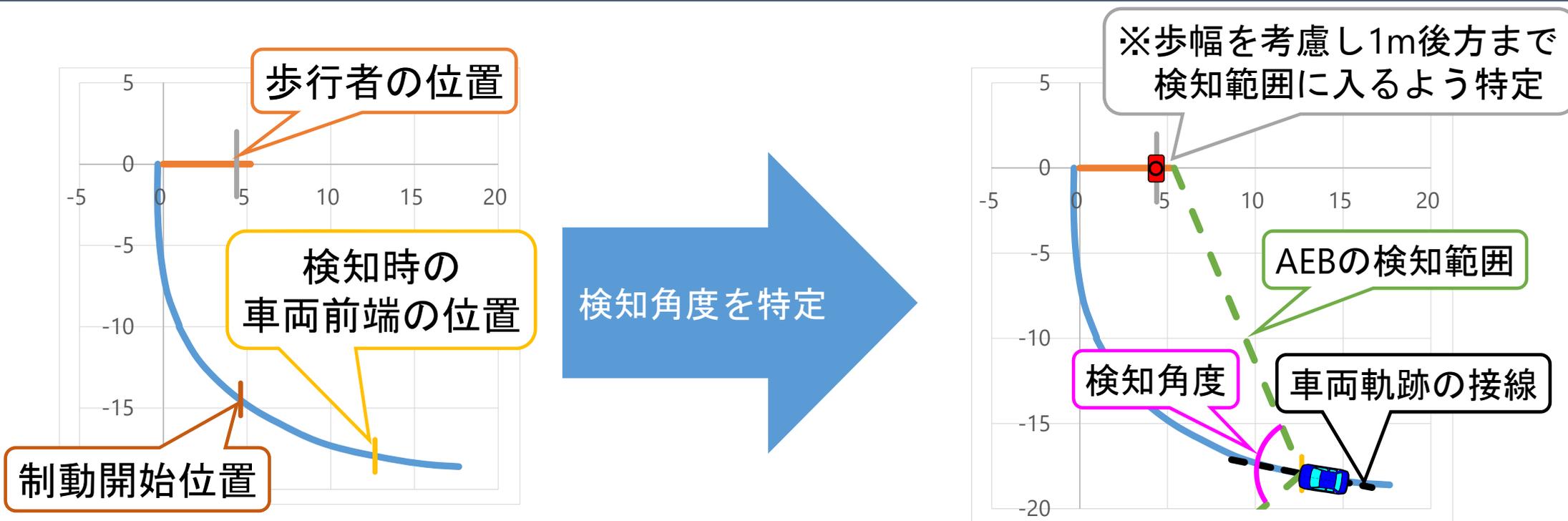
時間-減速度のイメージ図



時間-速度のイメージ図

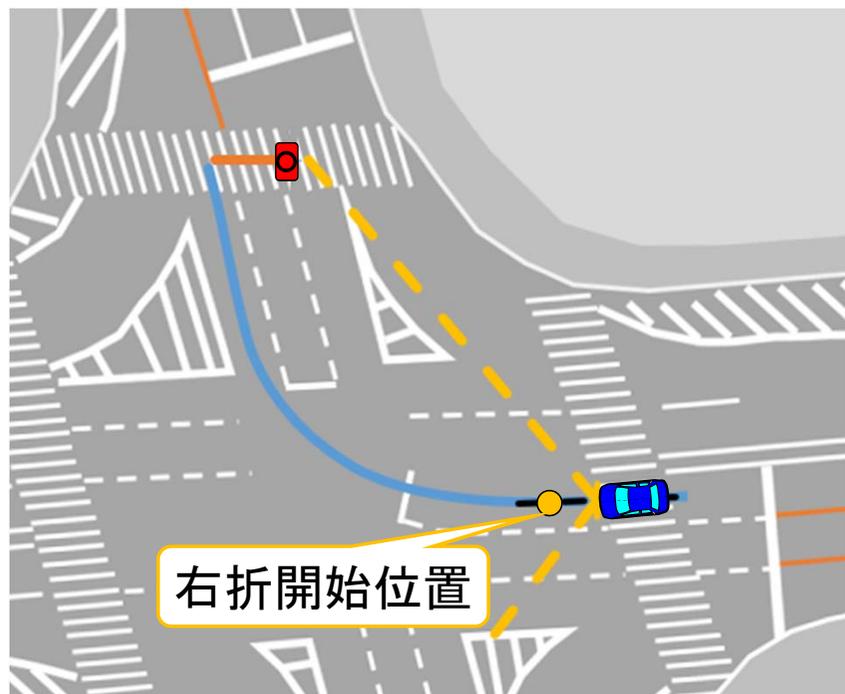
減速度は車両が歩行者を検知した1.0秒後から立ち上がり、1.7秒間で増加し最大減速度の0.65Gになるように仮定

# 検知角度の特定

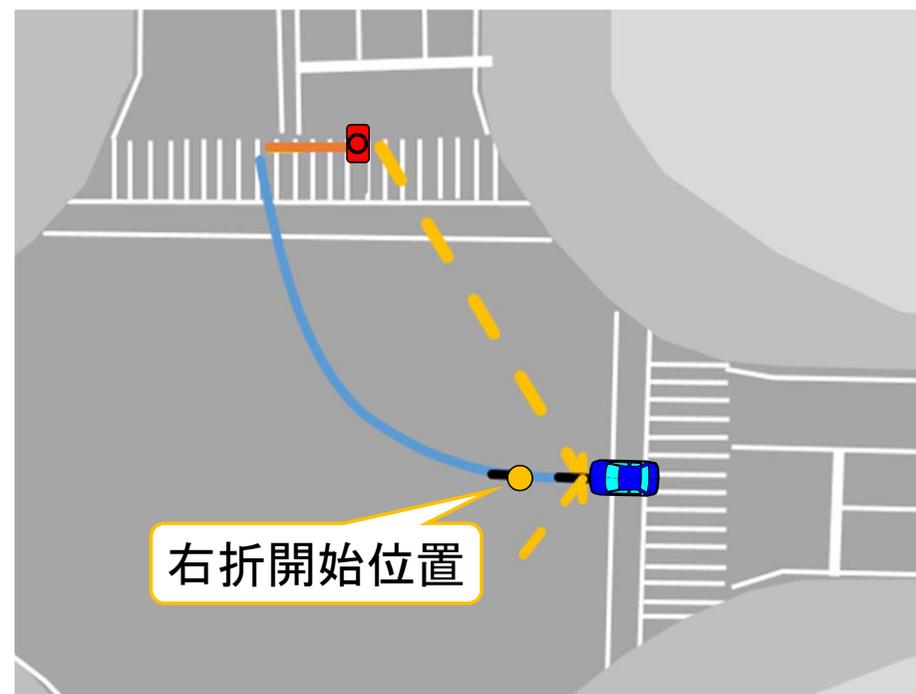


車両軌跡の接線とAEBの検知範囲のなす角度を求める。  
このとき、車両の向きは軌跡の接線方向とし、  
歩行者の位置から1m前方/後方までを検知範囲とした。

# 右折開始の前に検知が必要な事例は除外



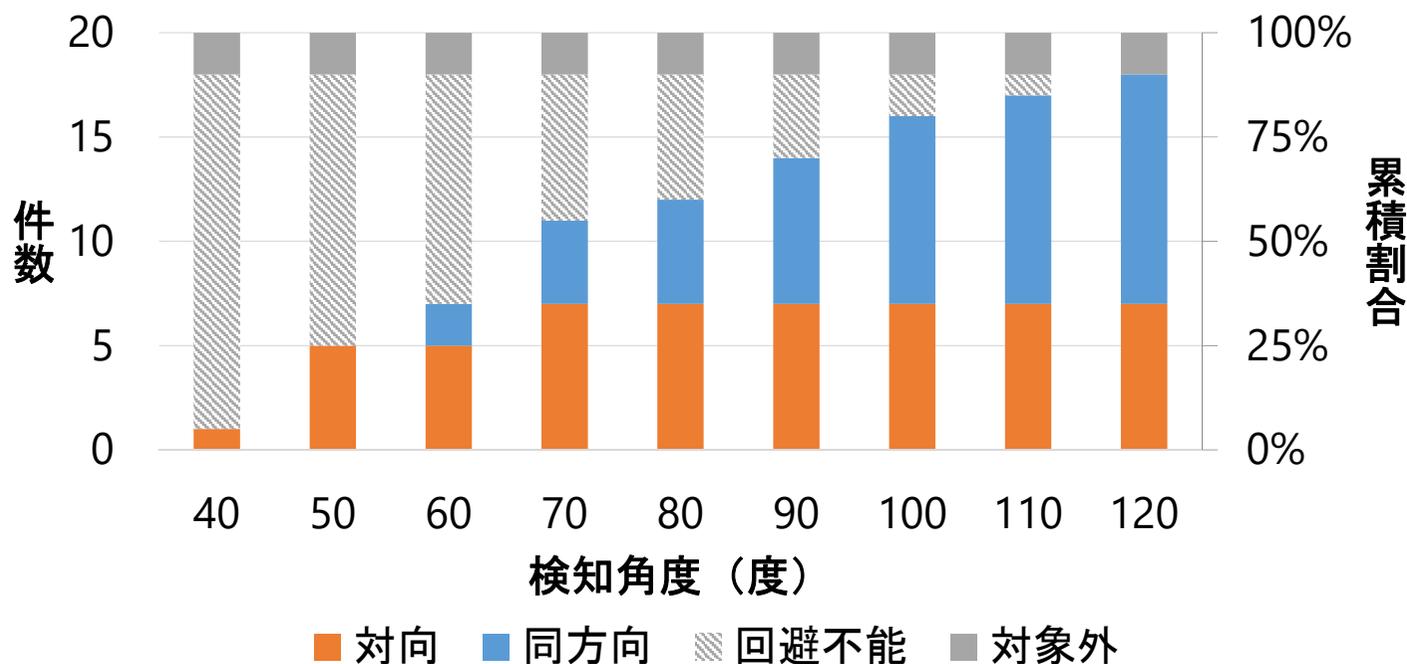
除外事例①



除外事例②

特定した検知位置が右折開始前となった2事例は  
交差点進入前と考え、今回は検討から除外する

# 歩行者の進行方向ごとの検知角度



歩行者の進行方向で検知に必要な角度が異なる

- 対向の場合は最小40度、最大70度で回避可能
- 同方向の場合は最小60度、最大120度で回避可能

# 進行方向ごとの検知角度最小・最大時の模式図

歩行者進行方向：対向

検知角度最小：40度

検知角度最大：70度

歩行者進行方向：同方向

検知角度最小：60度

検知角度最大：120度

検知角度：40度

事故事例A

検知角度：70度

事故事例B

検知角度：60度

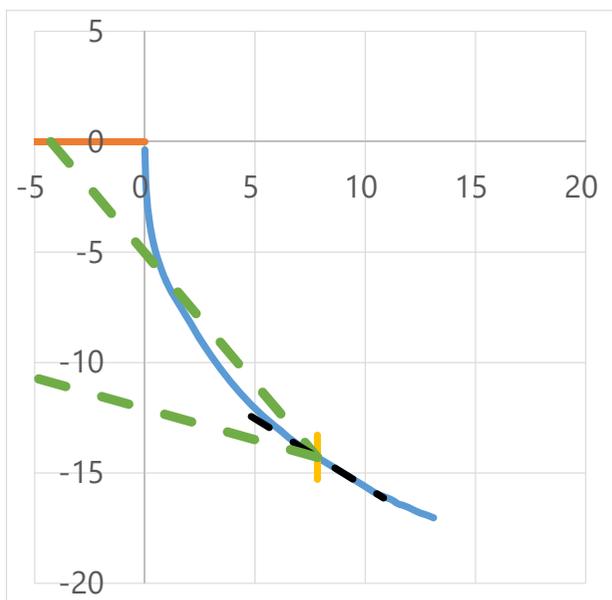
事故事例C

検知角度：120度

事故事例D

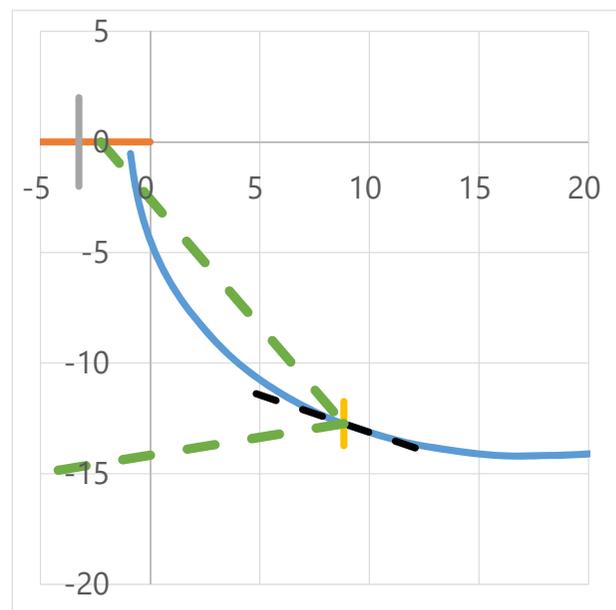
進行方向ごとに検知角度の差異について考察する

# ①検知角度の差は道路幅員に起因（対向の例）



右折前車線数  
自車：2車線  
対向：2車線  
右折後の車線数  
自車：1車線  
対向：2車線  
車両速度：30km/h

A 検知角度40度の場合



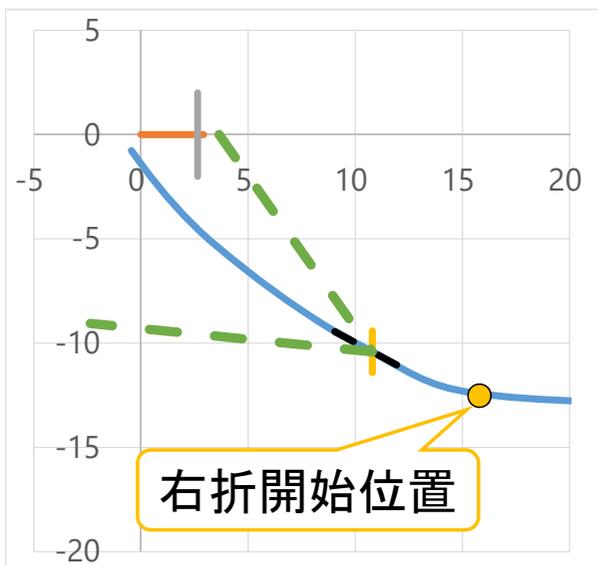
右折前の車線数  
自車：1車線  
対向：1車線  
右折後の車線数  
自車：3車線  
対向：3車線  
車両速度：25km/h

B 検知角度70度の場合

## 検知角度の差の要因

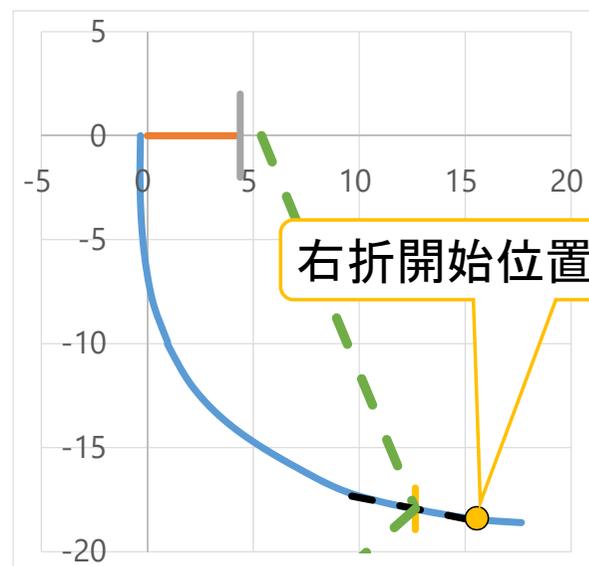
→ 検知角度が70度となった事例は、右折前の車線数が少ないため、右折時の回転半径が小さい

## ②検知角度の差は車両速度に起因(同方向の例)



右折前の車線数  
自車：2車線  
対向：1車線  
右折後の車線数  
自車：1車線  
対向：4車線  
車両速度：20km/h

C 検知角度60度の場合



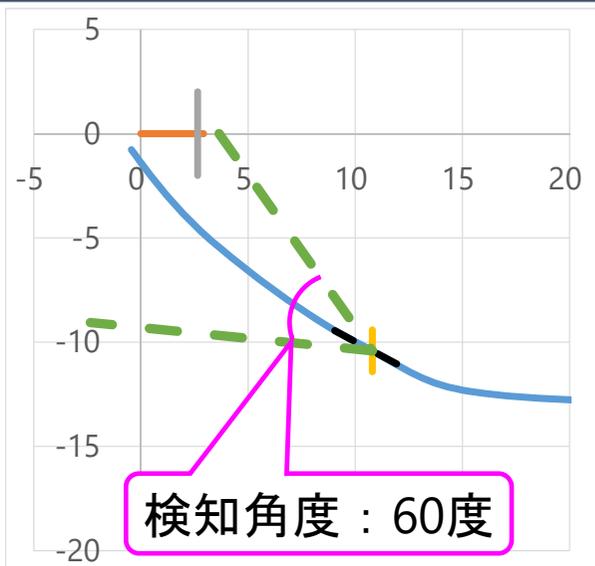
右折前の車線数  
自車：1車線  
対向：2車線  
右折後の車線数  
自車：2車線  
対向：3車線  
車両速度：**30km/h**

D 検知角度120度の場合

### 検知角度の差の要因

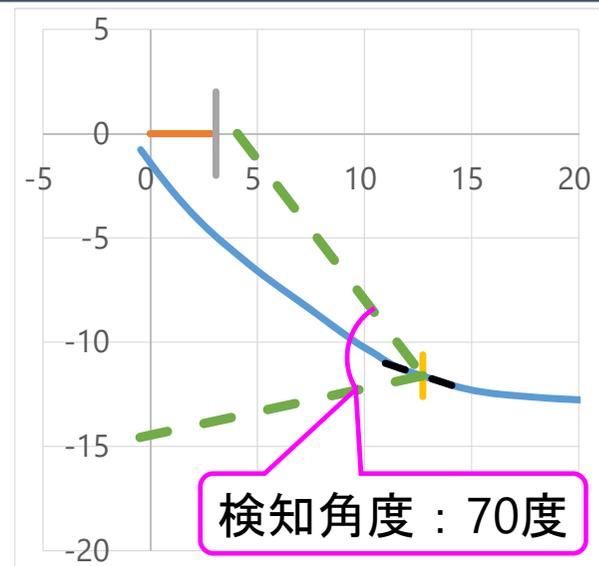
→検知角度が120度となった事例は**車両速度**が速く、  
旋回開始直後に検知する必要がある

## ② 検知角度の差は車両速度に起因（同方向・速度の変更）



右折前の車線数  
自車：2車線  
対向：1車線  
右折後の車線数  
自車：1車線  
対向：4車線  
車両速度：20km/h

C 検知角度60度の場合



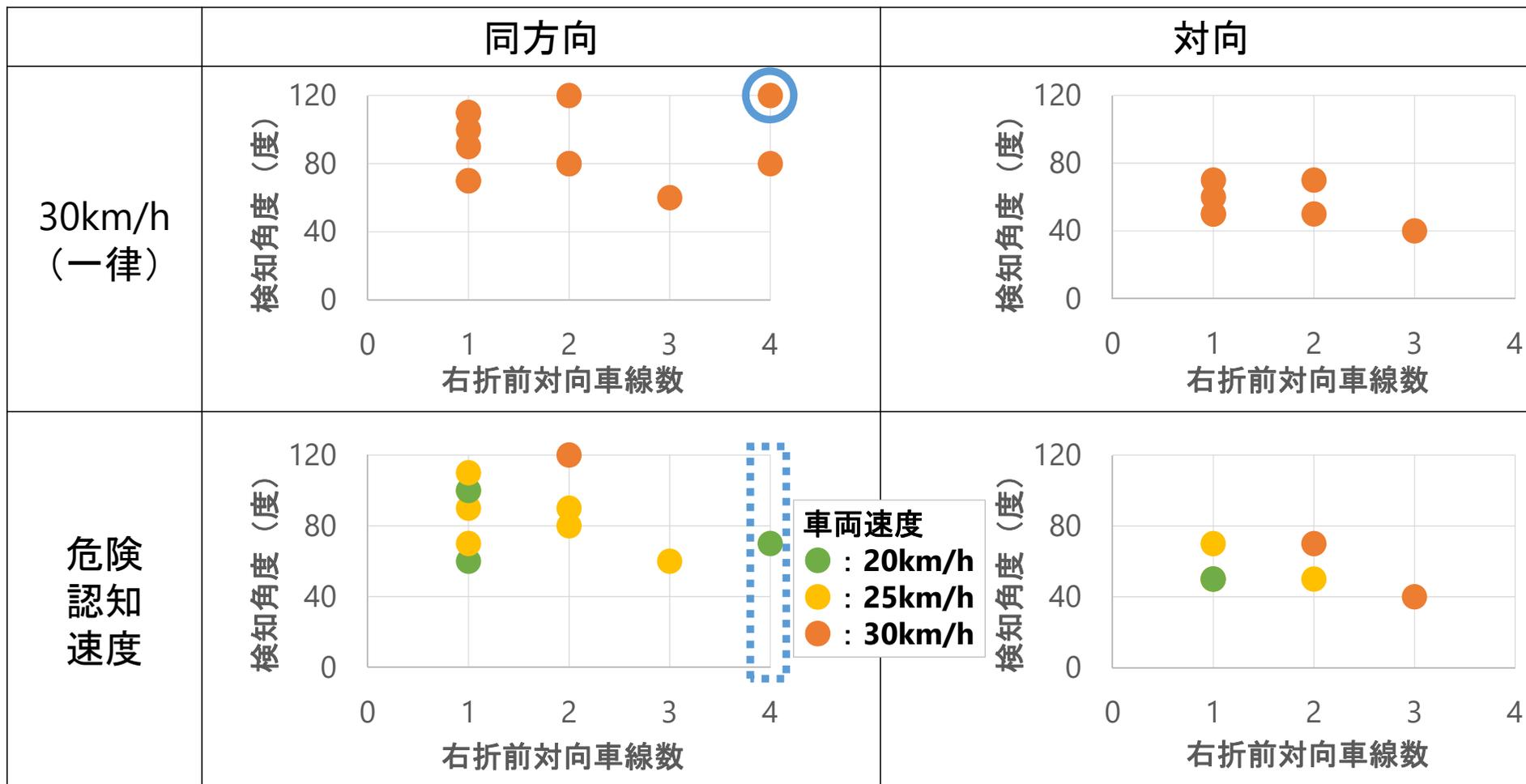
右折前の車線数  
自車：2車線  
対向：1車線  
右折後の車線数  
自車：1車線  
対向：4車線  
車両速度：30km/h

C' 事例Aの速度を30km/hにした場合

### 検知角度の差の要因

→ 検知角度が60度となった事例Aにおいて  
車両速度を30km/hに上げると検知角度は70度

# 車両速度を一律30km/hとしても120度でカバー可能



※プロットが重なっているデータ有

一律30km/hでは検知角度120度で19/20件をカバー可能

# 目次

1. 背景
2. マクロデータを用いた  
右折車両による横断歩道横断中事故の特徴の把握
3. ミクロデータを用いた  
AEB(衝突被害軽減ブレーキ)の検知角度の検討
4. まとめ・今後の課題

# まとめ

1. マクロデータから右折車両による横断歩道横断中の事故の特徴を把握し、対歩行者AEBが有効であることを示した。
2. ミクロデータから対歩行者AEBのセンサーに要求される検知角度を検討し、交差点内の走行速度が30km/hの場合、120度でミクロデータ20件中19件をカバーできた。

## 【主な前提条件】

- 車両が右折を開始した時点を交差点進入時と仮定
- 対向直進車や事故事例の当事者以外の歩行者がいない
- 検知反応時間1.00s、最大減速度0.65G（最大減速度への到達時間1.70s）

# 今後の主な課題

- 誤作動を防ぐため、直進時には反応せず、右折開始時点で車両が右折時の進路を予測し、制動をかける必要がある。
  - 車両が交差点に進入したことを判断できるよう、カーナビとの連携や路車間通信での情報取得
- 横断者が複数いた場合に対応したアルゴリズムの構築
- 検知角度を広げても現状以上の検知ができるようセンサ類の性能向上