

# 事故分析WG

## 自転車対四輪車出会い頭事故の ドライビングシミュレータによる再現

名古屋大学

2019年3月22日

自動車安全技術プロジェクトチーム第13回会議

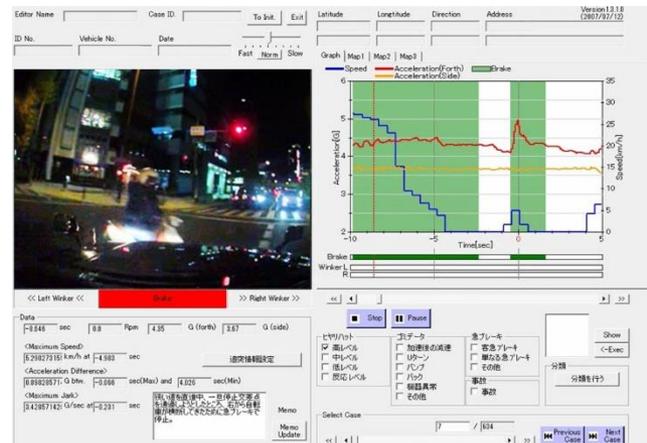
# ドライブレコーダ データ

## ・愛知県の事故データ

愛知県産業振興課 自動車安全技術プロジェクトにて、  
愛知県タクシー協会、名古屋市タクシー協会の協力のもと収集  
(1163件, 2008~2018)

## ・ヒヤリハットデータ

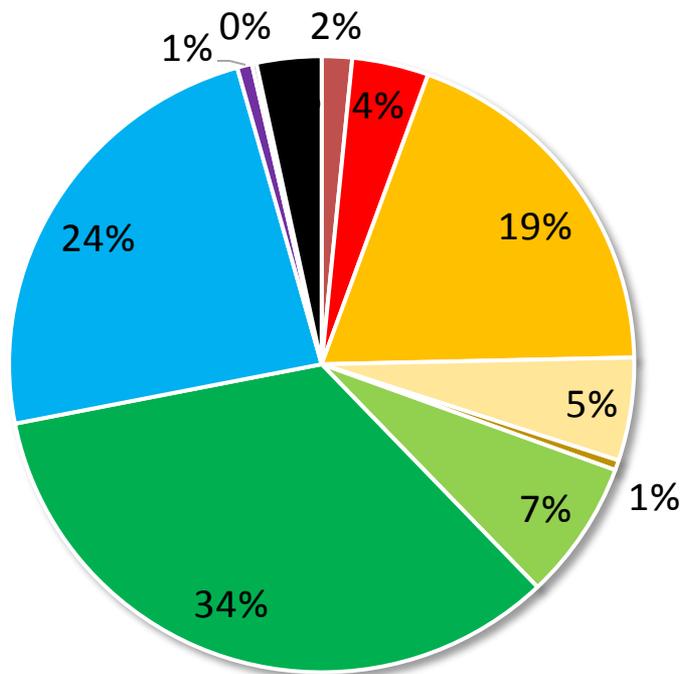
東京農工大がまとめている  
東京都, 静岡県, 福岡県, 北海道のタクシーのデータ  
2005~2010 (1カメラ), 2008~2016 (2カメラ)



# 事故分析

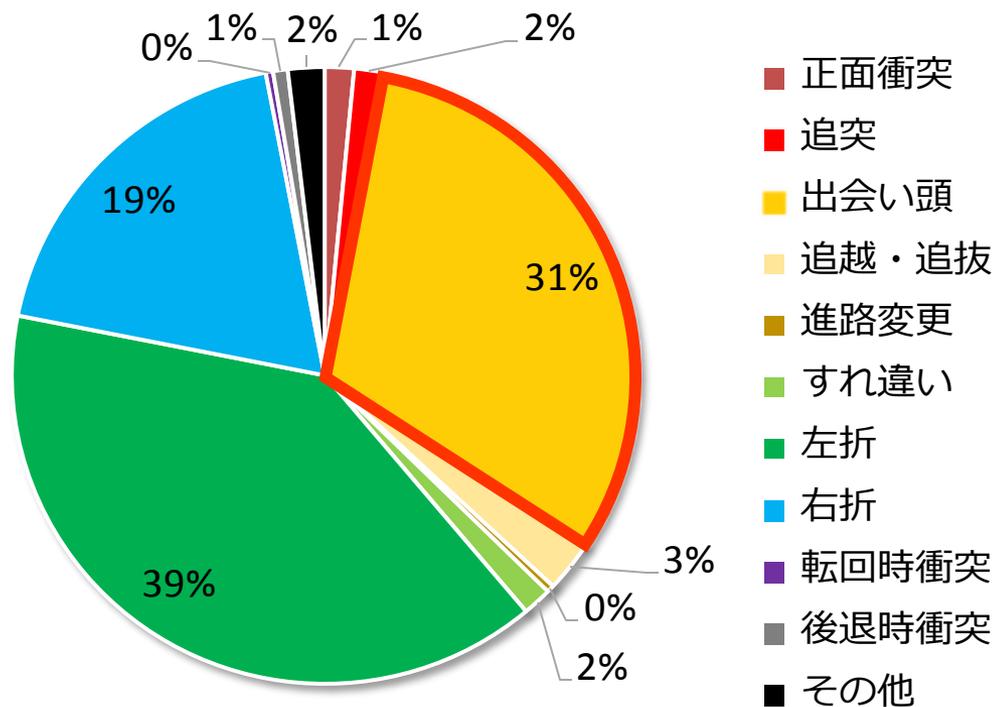
# 四輪車対自転車事故形態

## ヒヤリハット



N=10523

## 衝突事故

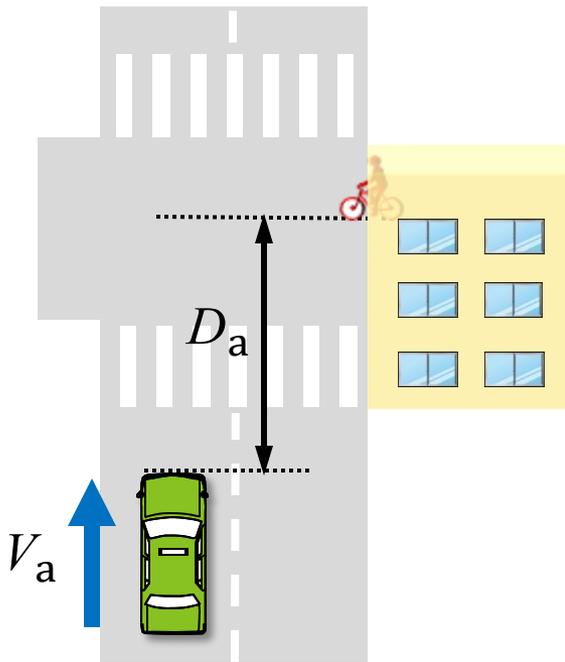


N=270

- 正面衝突
- 追突
- 出会い頭
- 追越・追抜
- 進路変更
- すれ違い
- 左折
- 右折
- 転回時衝突
- 後退時衝突
- その他

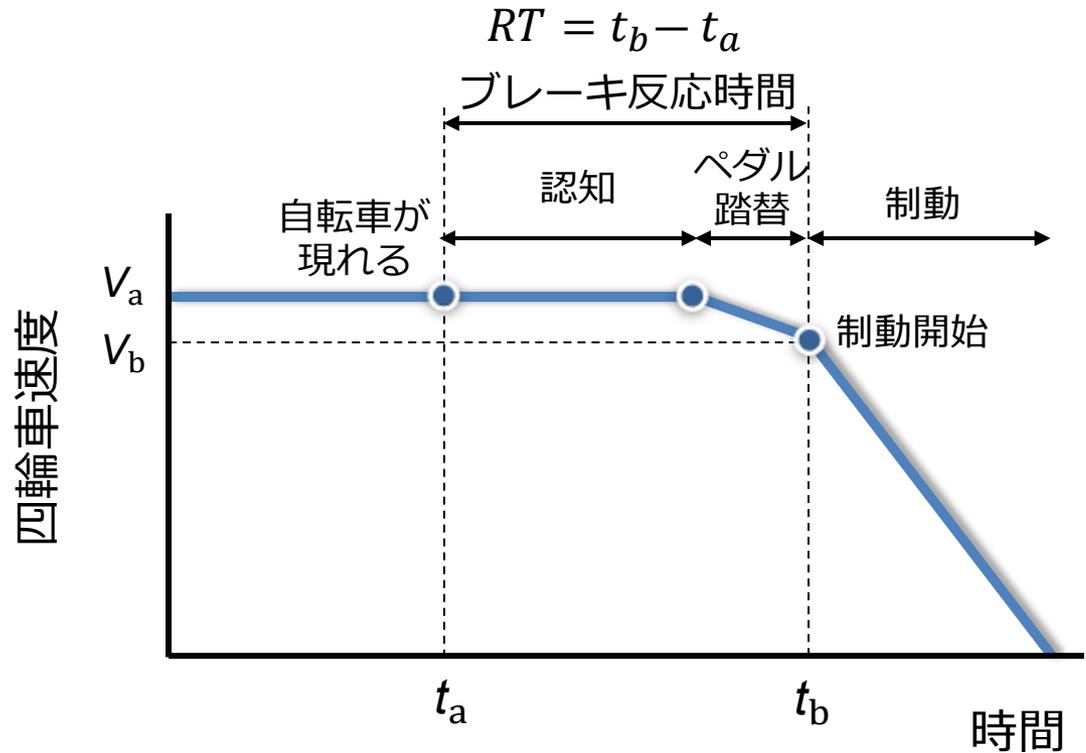
四輪車対自転車の出会い頭事故の分析を行う

# 衝突余裕時間と四輪車速度



衝突余裕時間  
(自転車出現時)

$$TTC_a = \frac{D_a}{V_a}$$



$RT$  : ブレーキ反応時間

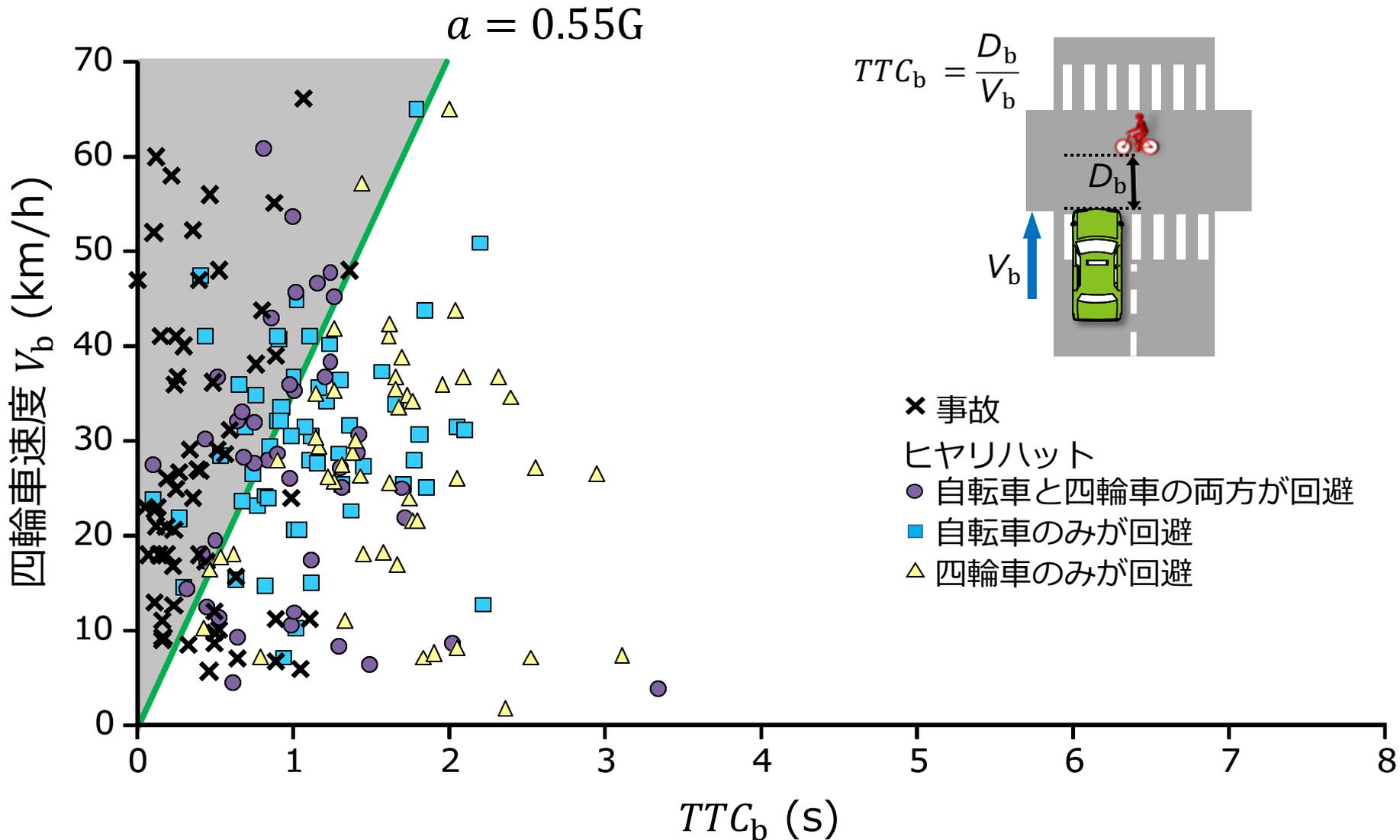
$t_a$  : 自転車が現れた時刻 (イベント)

$t_b$  : 四輪車運転車が制動開始した時刻

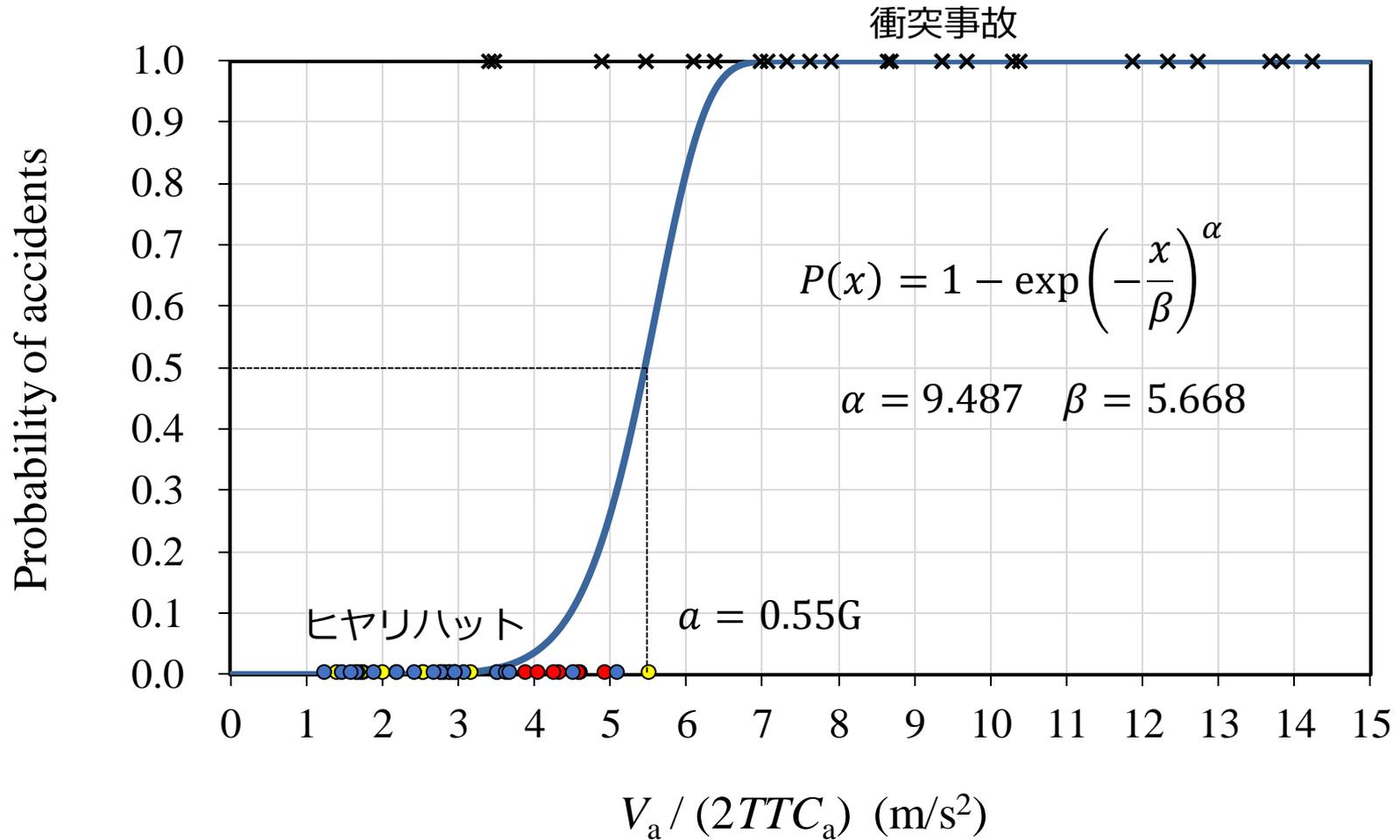
$D_a$  : 自転車が現れたときの四輪車との距離

$V_a$  : 自転車が現れたときの四輪車速度

# $TTC_b$ vs. $V_b$ (制動開始時)



# 事故発生確率

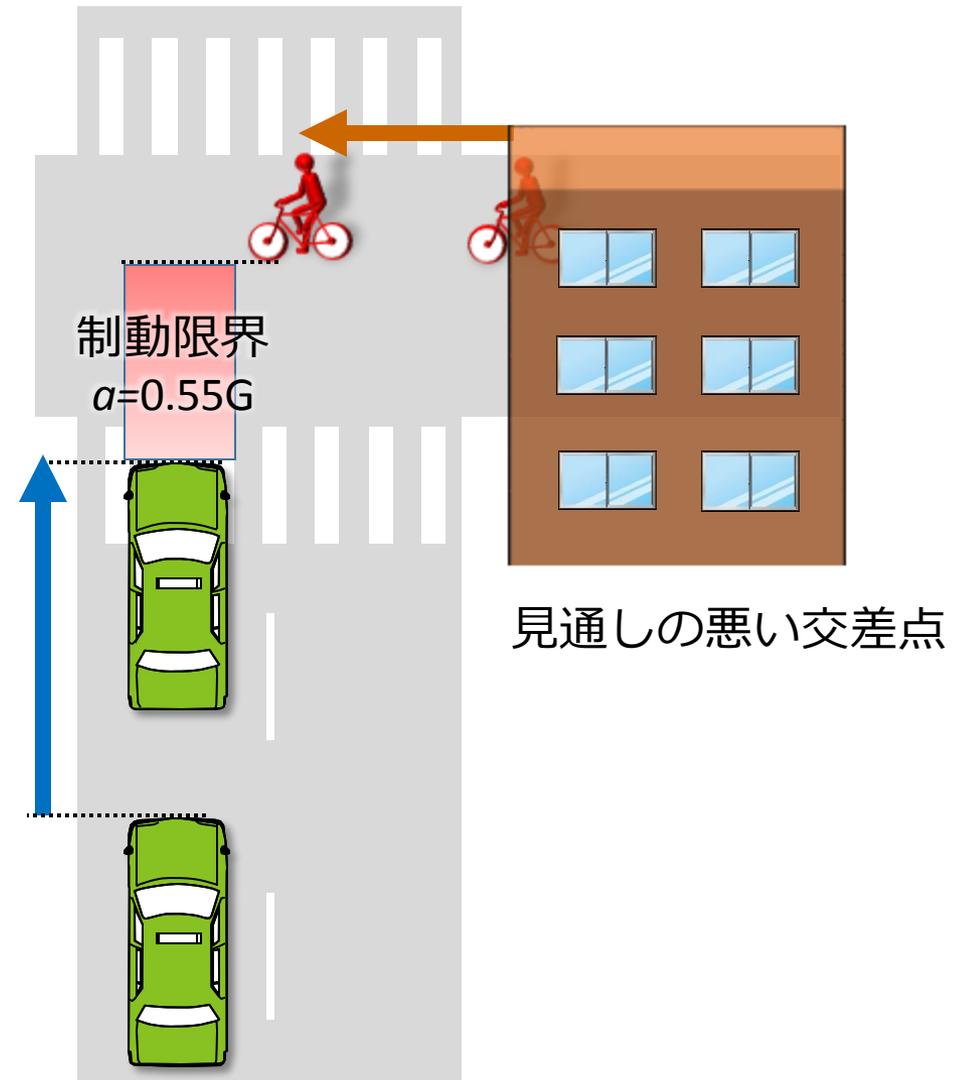


- 自転車乗員が回避したヒヤリハットを除く
- 四輪車速度15 km/h以上

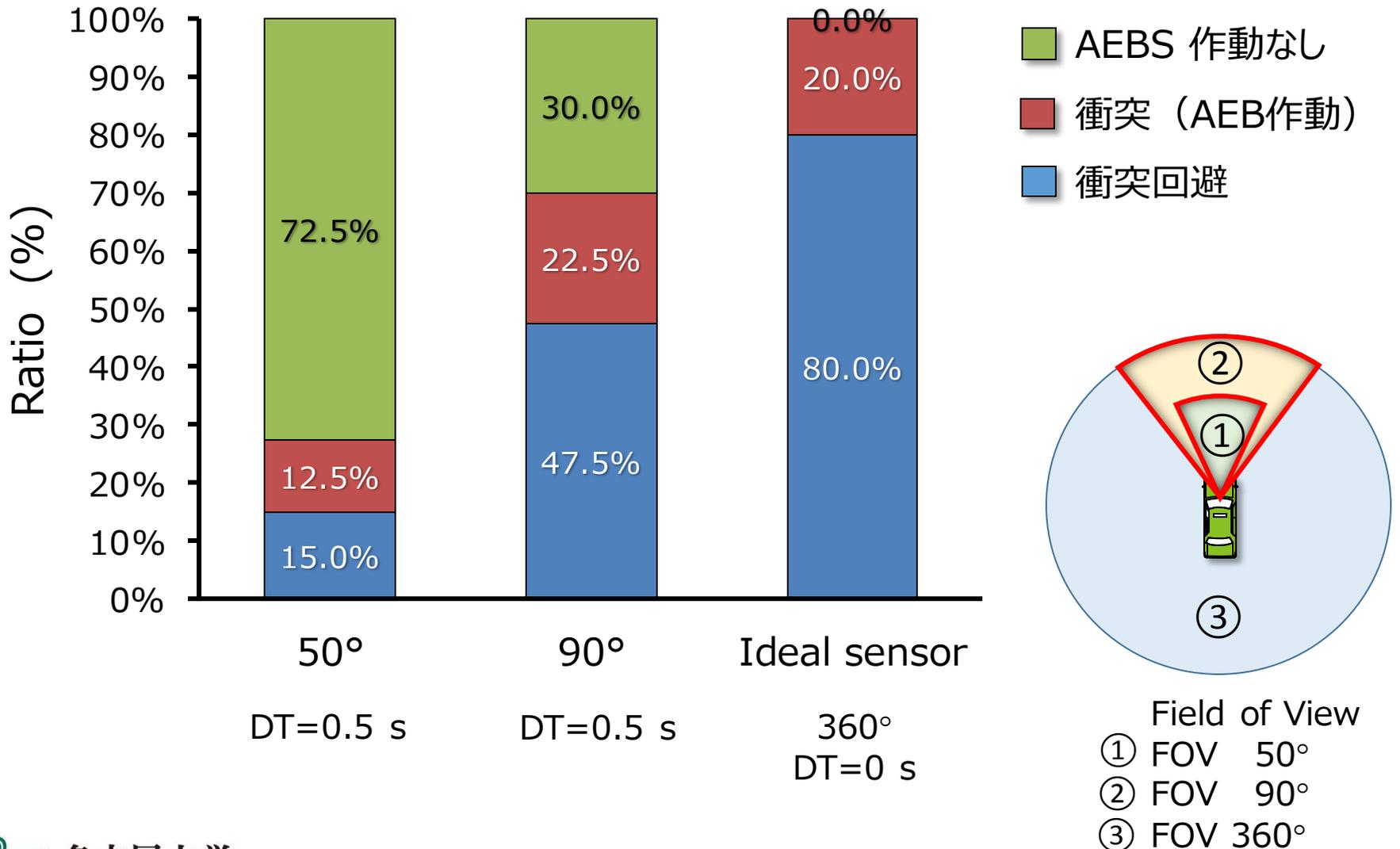
# 出会い頭事故の発生形態（制動開始時）

② 自転車の飛び出し  
 $TTC_b < 1 \text{ s}$

① 四輪運転者の制動遅れ  
 $TTC_b > 1.2 \text{ s}$



# 自動ブレーキ性能と事故回避





# ドライビングシミュレータによる出会い頭事故再現

# ドライビングシミュレーター

## 5画面3D立体VRドライビングシミュレーター

画面

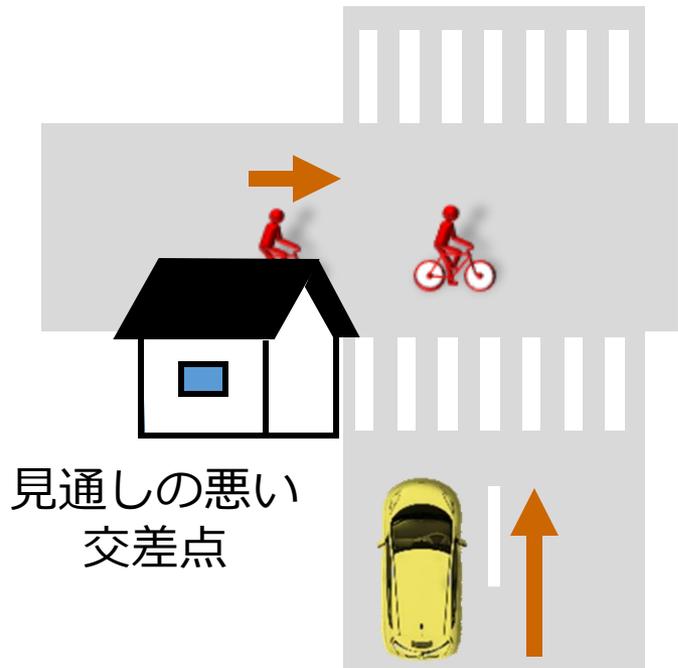


モーションステージ

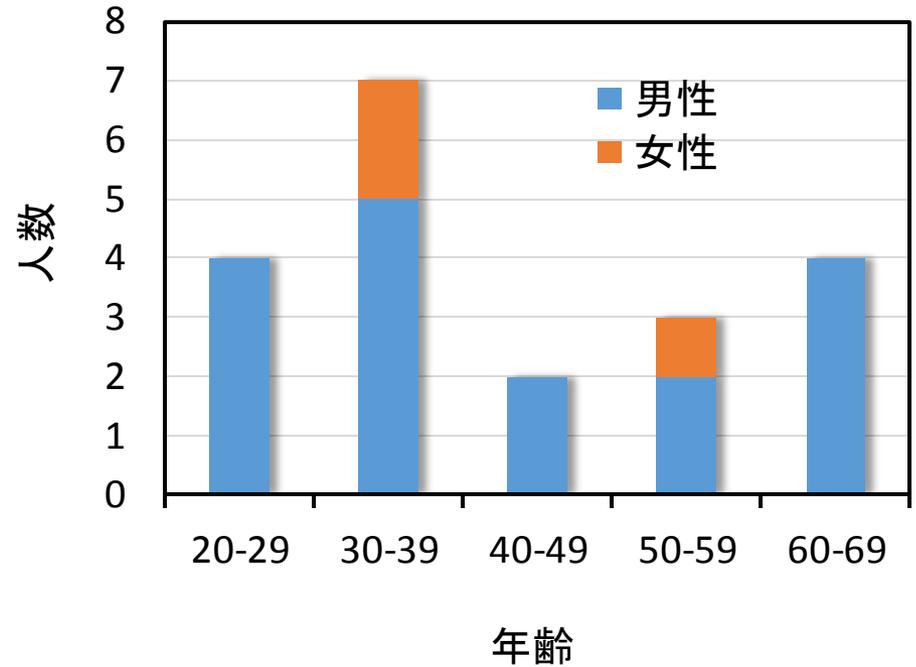
### 出力データ

- DSから得られる情報  
位置, 速度, ブレーキ, ステアリング操作
- 被験者から得られる情報  
顔の向き, 視線 (車内映像より)  
運転スタイル, 負担感受性

# 実験内容



被験者 (20名)



実験マトリクス

シナリオ	目標速度 (km/h)	自転車出現時 $TTC_a$ (s)	自転車速度 (km/h)
A	45	1.9	10
B	35	0.5	10

# 実験手順

実験の説明  
インフォームドコンセント



## 練習走行

ペダル操作や運転  
感覚の確認



## ヒヤリハット

移動する歩行者,  
自転車を含む



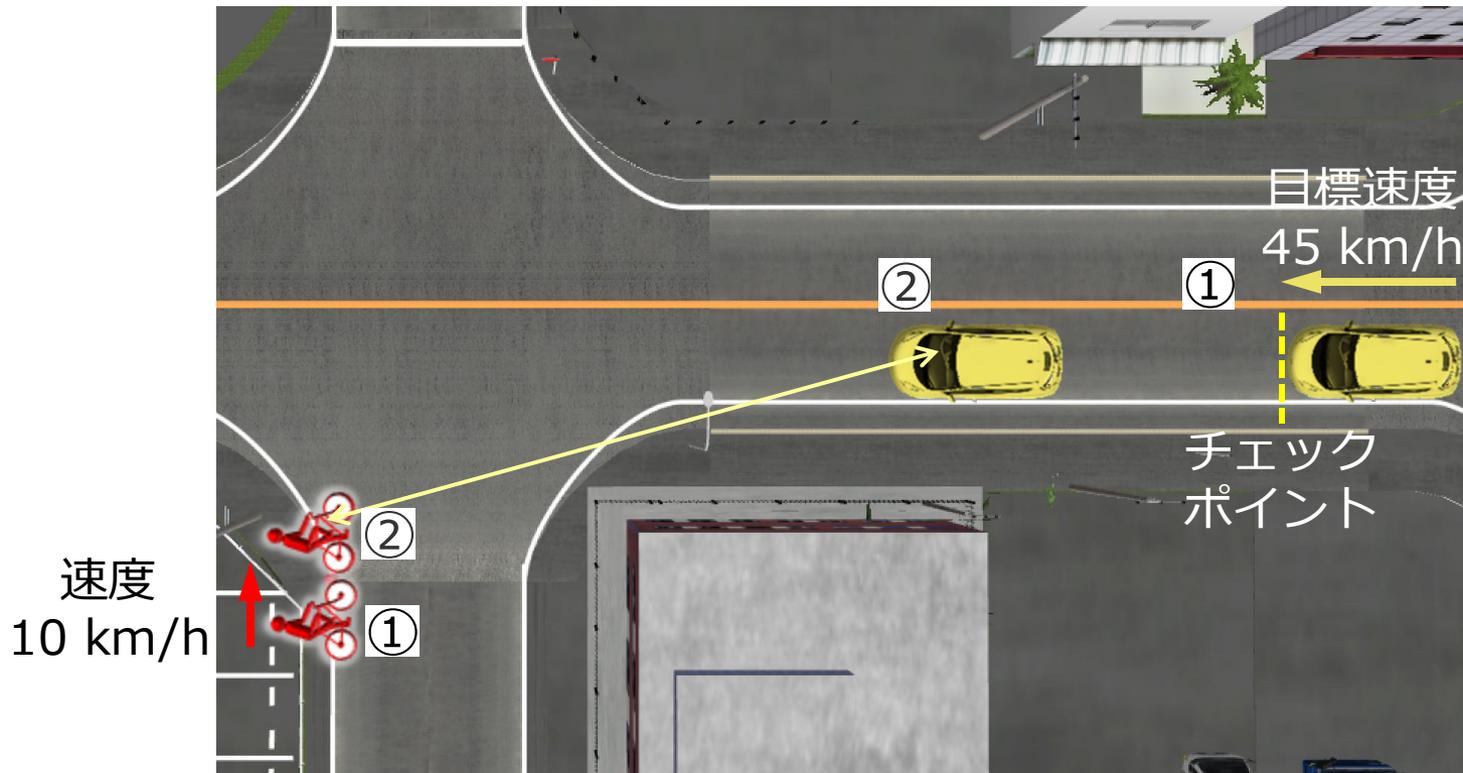
## 衝突シナリオ

- ・シナリオA
  - ・シナリオB
- シナリオ順はランダム



負担感受性チェックシート  
運転スタイルチェックシート

# 走行手順 (シナリオA)



- ① 四輪車がチェックポイントを通過  
自転車が動き出す
- ② 交差点の死角から自転車が出現 (時刻  $t_a$ )  
 $1.5 \text{ s} < \text{TTC}_a < 1.9 \text{ s}$

# シナリオA (TTCa 1.9 s)



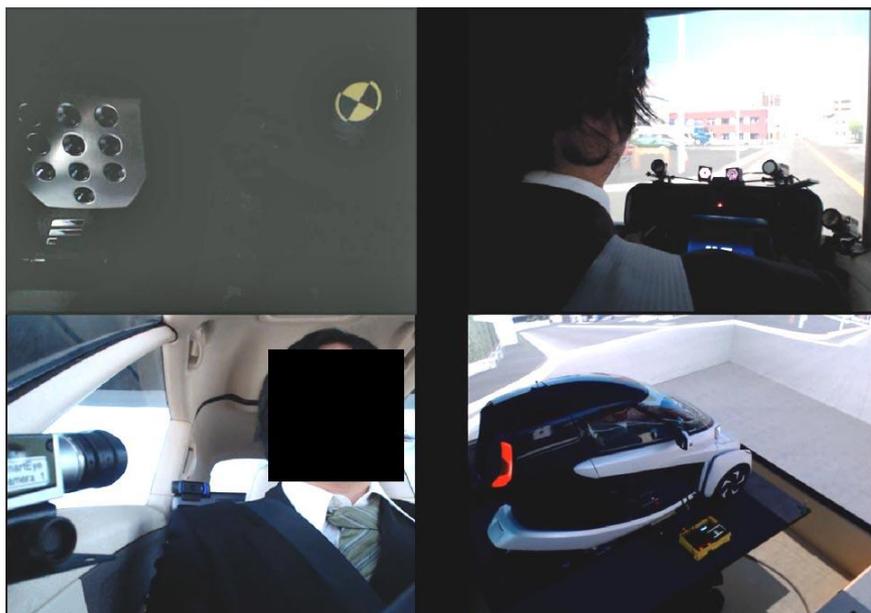
事故のデータ

$TTC_a$  1.9 s

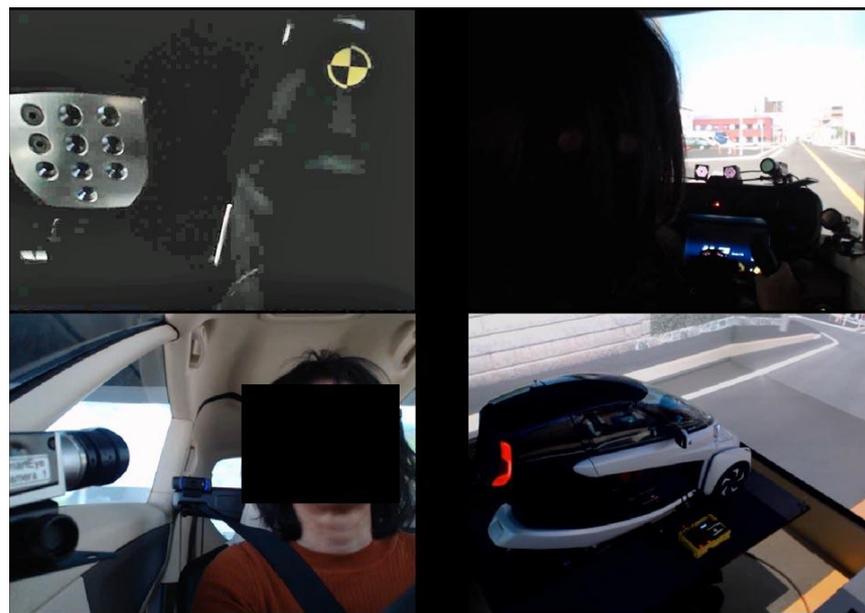
自転車が現れたときの速度 42 km/h

# シナリオA (TTCa 1.9 s) DS映像

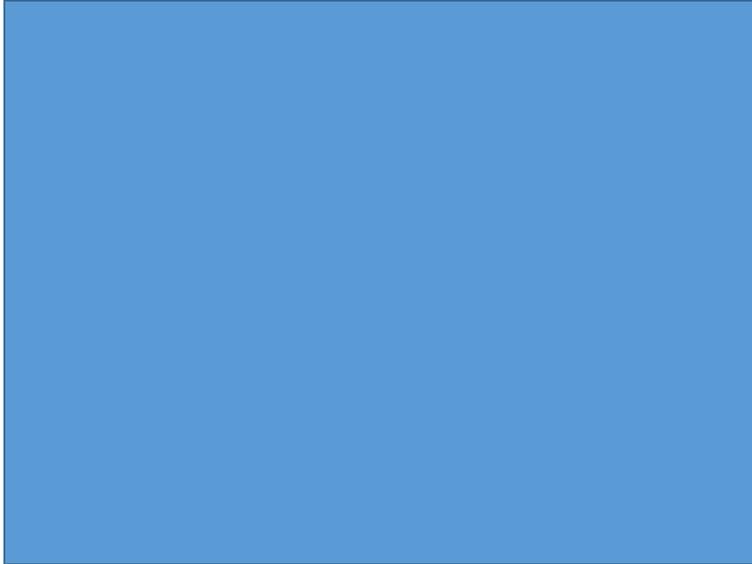
回避



衝突



# シナリオB (TTCa 0.5 s)



事故のデータ

$TTC_a$  0.5 (s)

自転車が現れたときの四輪車速度 32 km/h

# シナリオB (TTCa 0.5 s) DS映像

回避

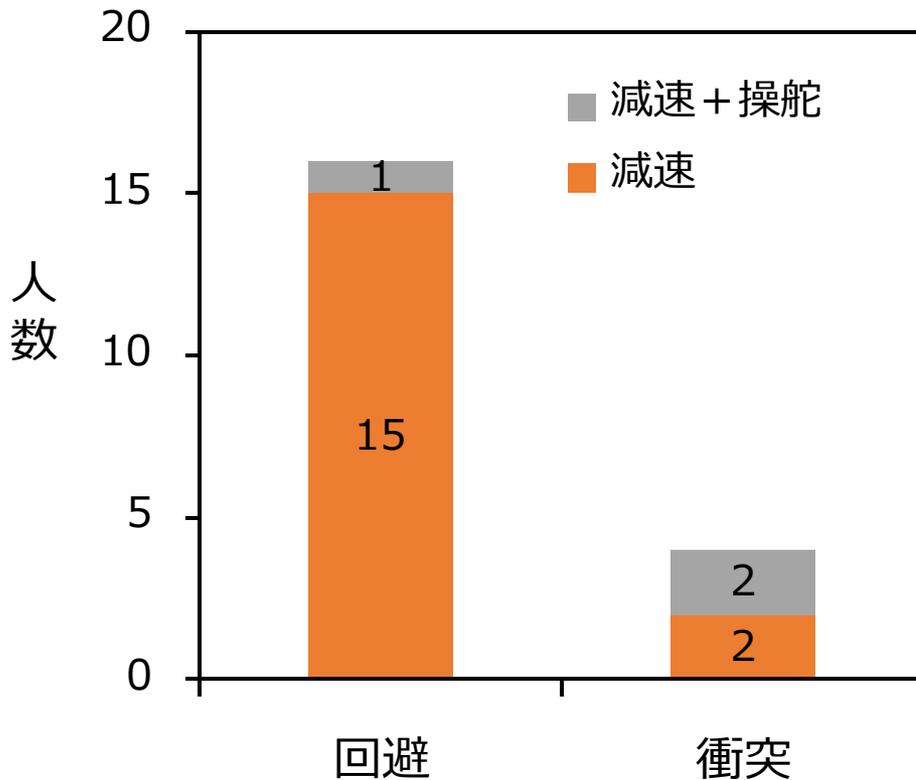


衝突

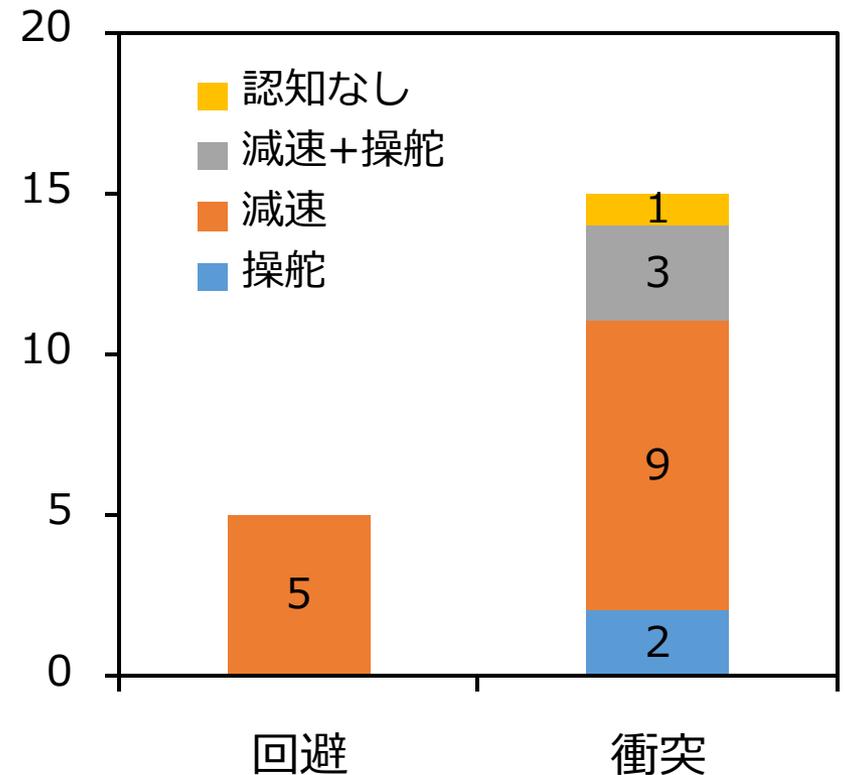


# 事故回避の有無と方法

シナリオA (TTCa 1.9 s)



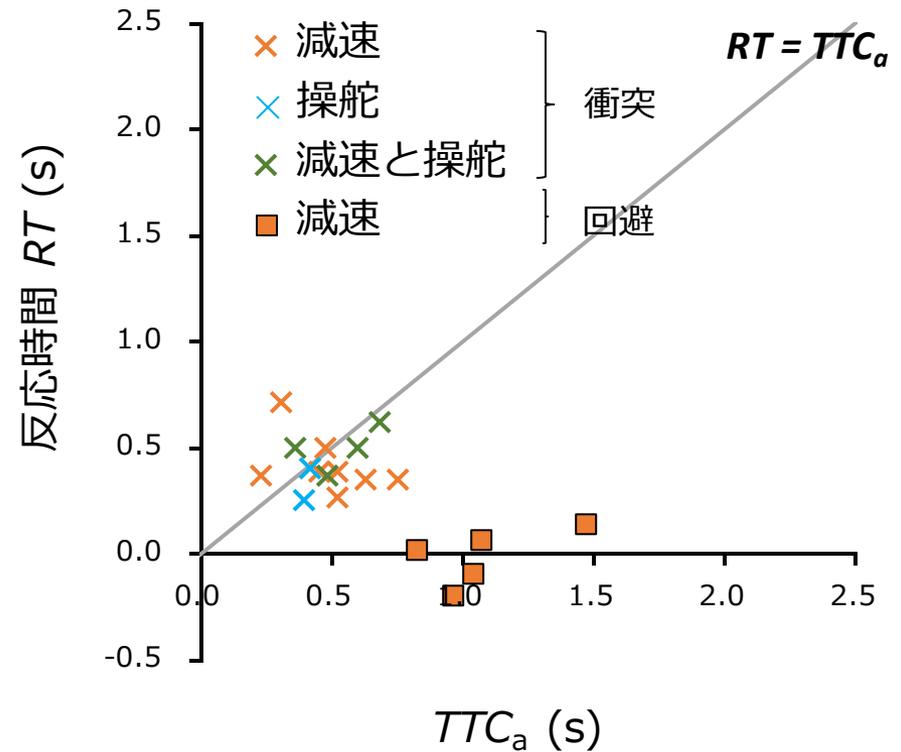
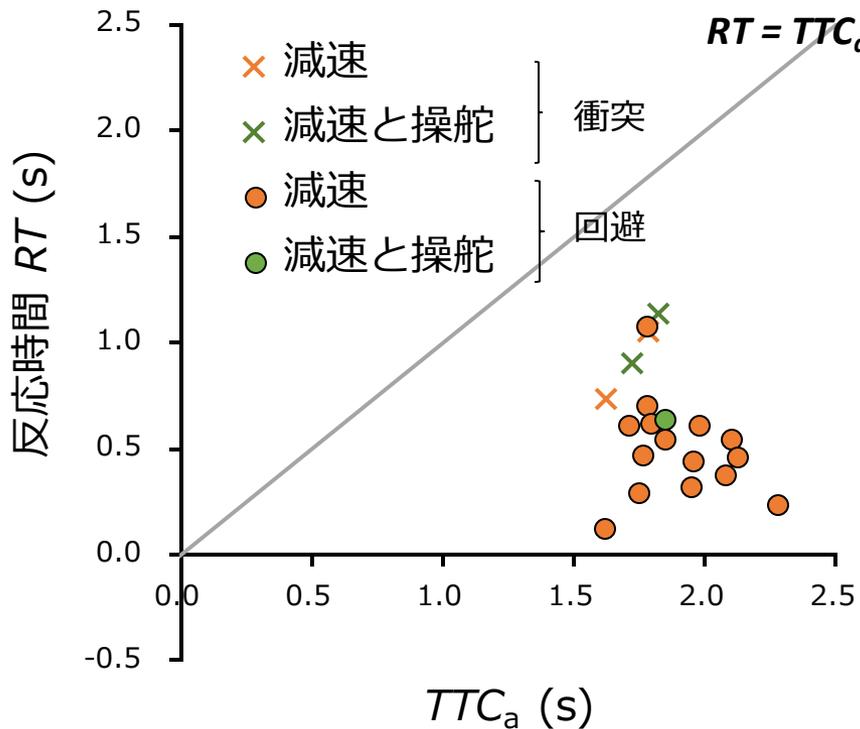
シナリオB (TTCa 0.5 s)



# 衝突余裕時間と反応時間

シナリオA (TTCa 1.9 s)

シナリオB (TTCa 0.5 s)



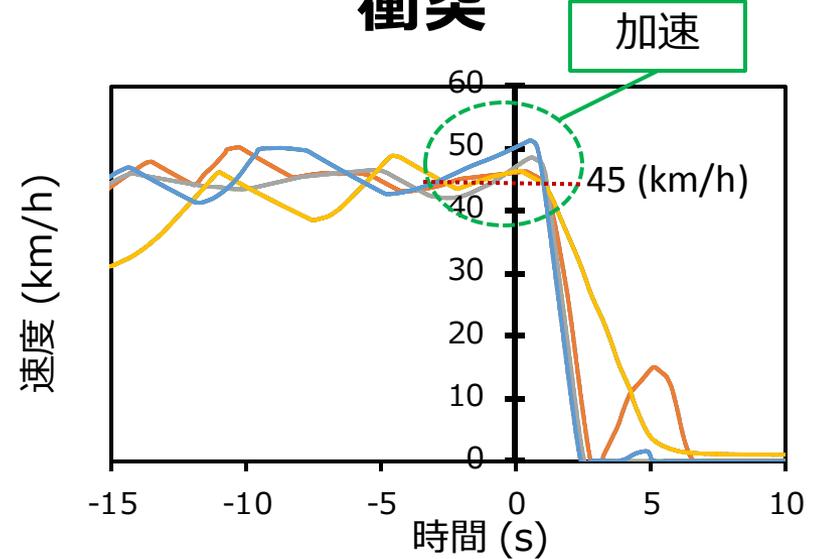
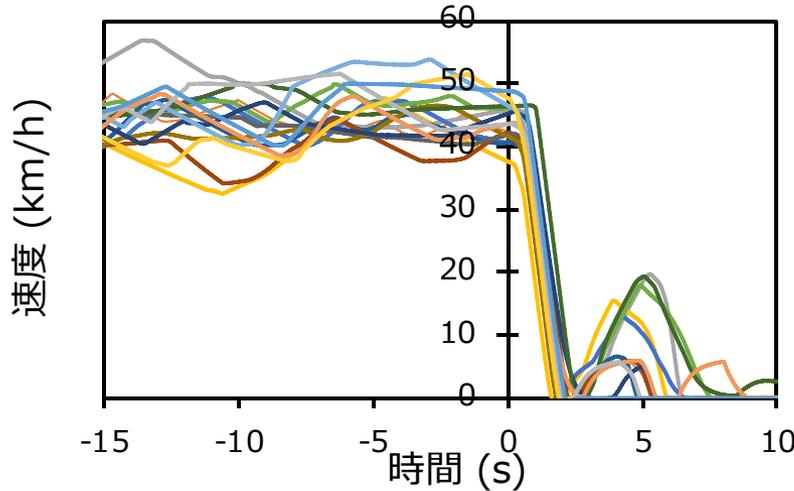
シナリオAは反応時間，シナリオBはTTCaと反応時間によって事故発生の有無が分かる。

# 四輪車速度

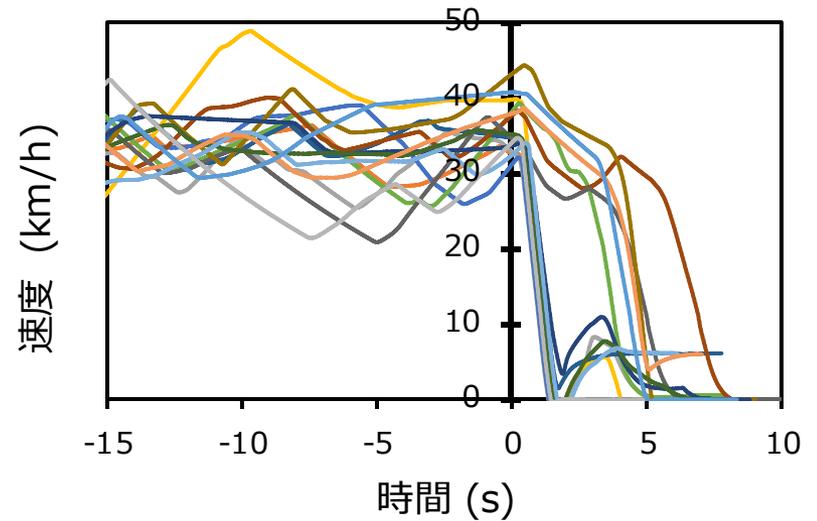
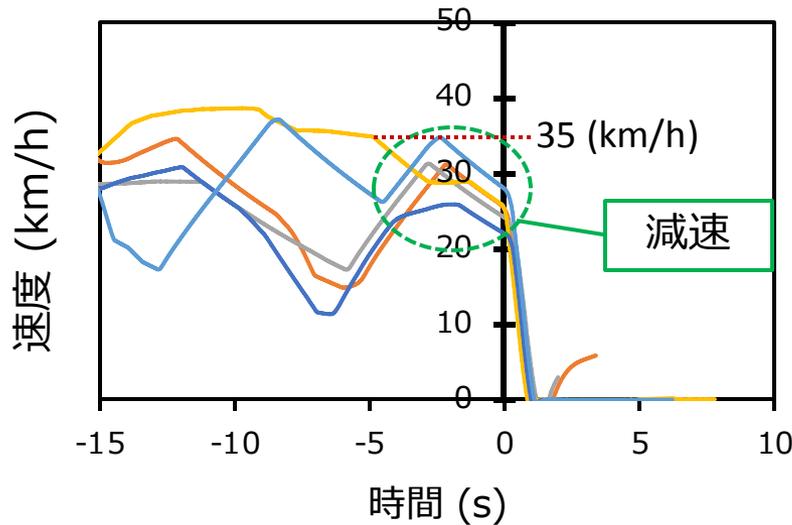
## 回避

## 衝突

シナリオA  
TTCa 1.9 s

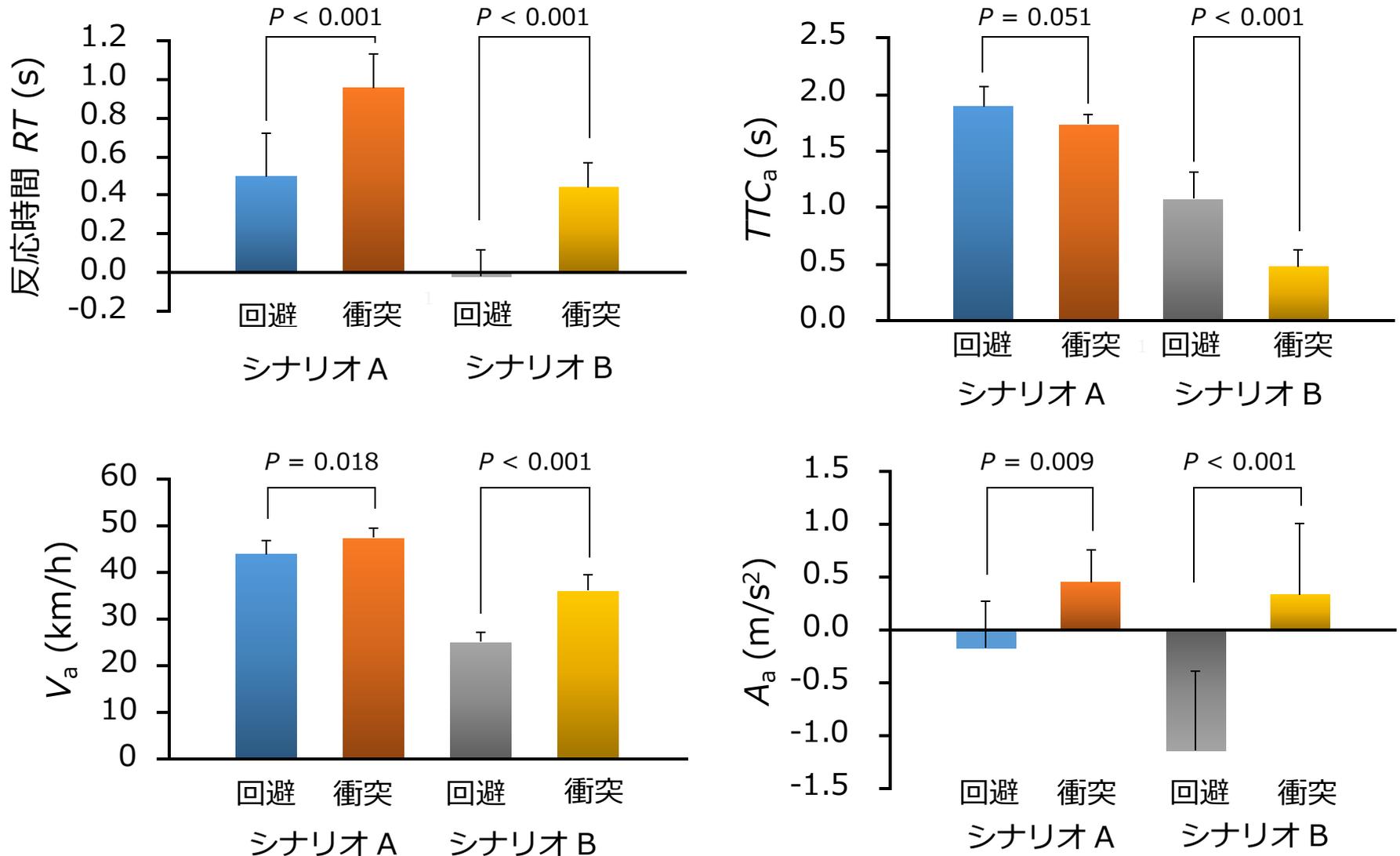


シナリオB  
TTCa 0.9 s



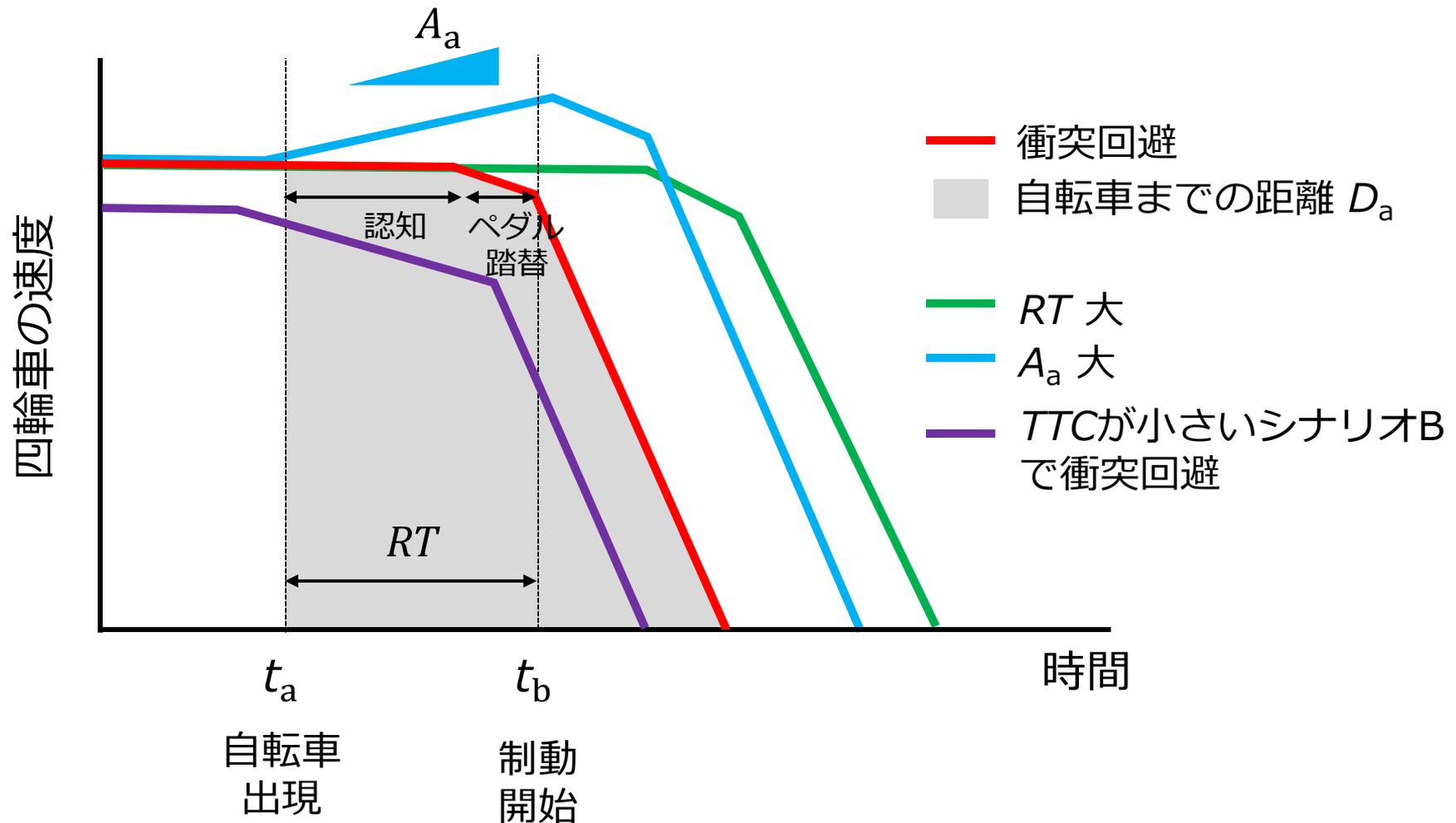
自転車出現時に加速してた場合には衝突が発生

# 変数の平均値



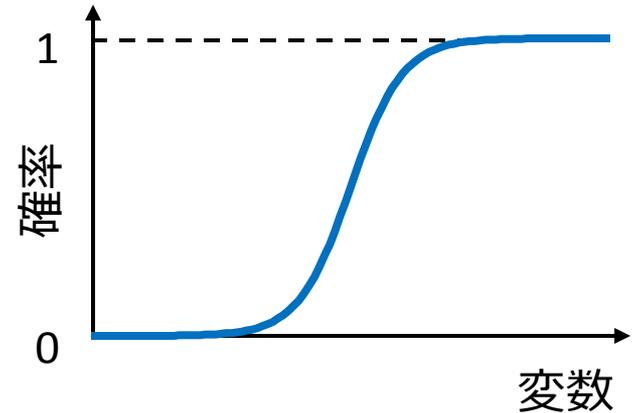
- シナリオAでは反応時間が衝突回避に重要
- シナリオBでは全ての変数が衝突回避に影響する

# 四輪車速度と衝突回避



# 事故発生の変因分析

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)}}$$



説明変数 $X_{in}$	係数	
切片	$\beta_0$	-1.644
衝突余裕時間(自転車出現時) $TTC_a$	$\beta_1$	-8.258
ブレーキ反応時間 $RT$	$\beta_2$	3.697
四輪車加速度(自転車出現時) $A_a$	$\beta_3$	5.150
年齢 Age	$\beta_4$	-1.915

# 結 論

- 両シナリオにおいて操舵による有効な衝突回避はなかった。
- シナリオA ( $TTC_a$  大) では, 衝突発生に対して被験者の反応時間の影響が大きい。
- シナリオB ( $TTC_a$  小) を回避できた被験者は自転車が見えるよりも前にブレーキを踏む, またはアクセルから足を離していた。