

# 拡張現実知覚生成技術による実車での 安全性評価方法に関する研究

---

神奈川工科大学  
工学研究科 機械システム工学専攻  
井上・小宮研究室

1884016 高山 拓也

# 研究背景

近年、交通事故件数は減少傾向にあるものの事故原因の9割はヒューマンエラー



自動運転や先進運転支援システム(ADAS)の需要が高まる



Fig.1 自動運転・ADAS開発車

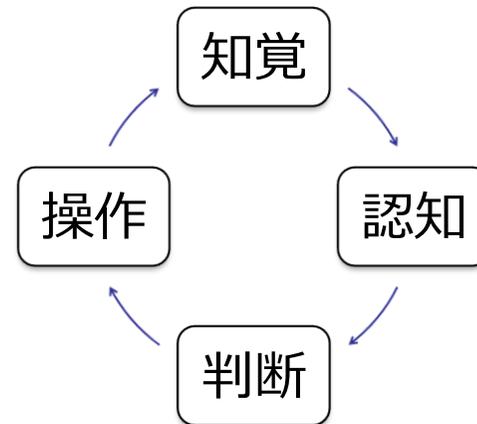


Fig.2 運転行動・動作のプロセス

自動運転やADASは、多様な走行シーンに対応が必要

# 研究背景と課題

## DS & バーチャルシミュレーション



Fig.3 DS\*1 &バーチャルシミュレーション

- 複雑な条件設定の容易さ、安全の確保○
- 繰り返し同条件の実験する場合の再現性○
- 運転挙動の差異, シミュレータ酔い×

## 実車評価

\*1 VI-GRADE DiM  
\*2 自動車事故対策機構



Fig.4 自動車アセスメント実車評価\*2

- 実験場での試験の再現性(ダミー設置等)×
- 繰り返し評価工数, 安全面×
- 事実に基づく結果が得られる○



現状の車両開発における実車評価の効率化が必要

# 研究目的

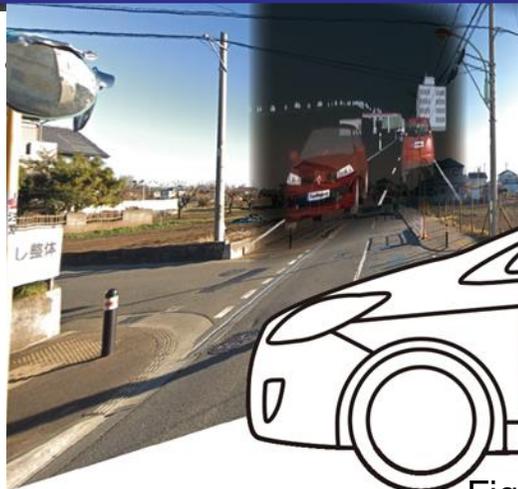
\*1 VI-GRADE DiM

8. 交通事故対策機構

目的 : バーチャルな評価環境と実車走行環境を併せ持つ実験車  
Vehicle in the loop system (ViL) の構築

更に, 構築したViLが試験再現性や評価工数増大の課題を解決し,  
安全性評価に効果的であるかをViLで確認した.

Fig.3 DS\*1



小実車評価\*2

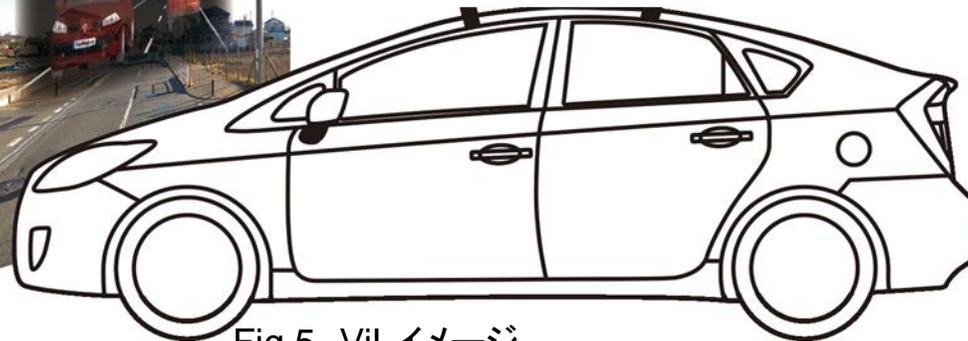
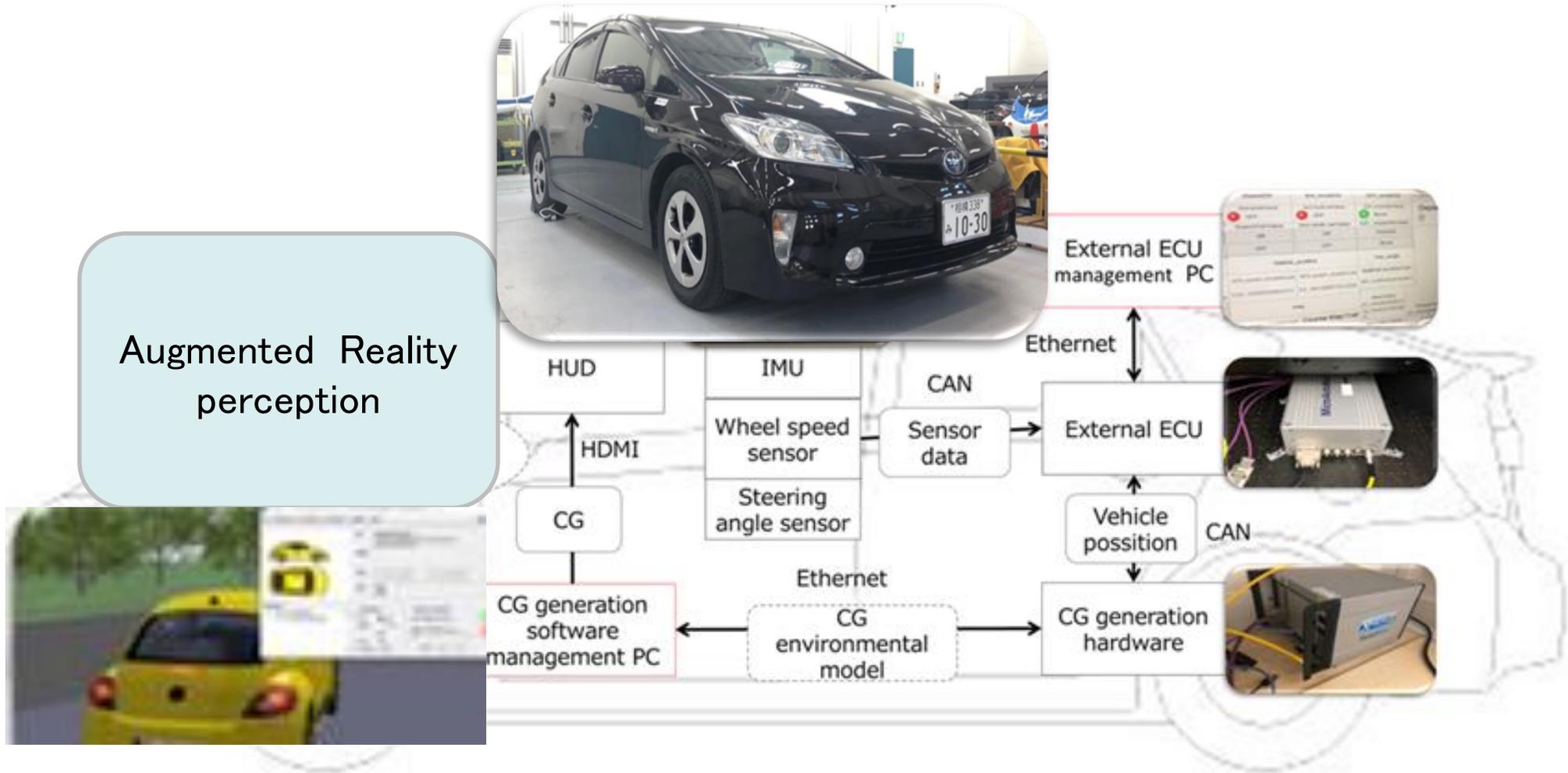


Fig.5 ViLイメージ

# ViLシステムの構築



# 拡張現実知覚の生成

## ○ビデオシースルー型



Fig.7 例 ビデオシースルー型

風景:ビデオカメラで  
撮影した映像

- ・現実とCG環境で同期がとれる
- ・CGで現実風景を遮蔽できる

## ○光学式シースルー型 (HUD・自発光ガラス等)

\* 3 Pioneer AR Head-Up Display Unit ND-HUD1



Fig.9 例 光学式シースルー型\*3



Fig.8 例 光学式シースルー型HUD

風景:ユーザーの視界そのもの

- ・現実風景の遅延がない
- ・システムトラブル時にも  
現実風景が目視できる

# 映像生成の流れとシステムの遅延要因

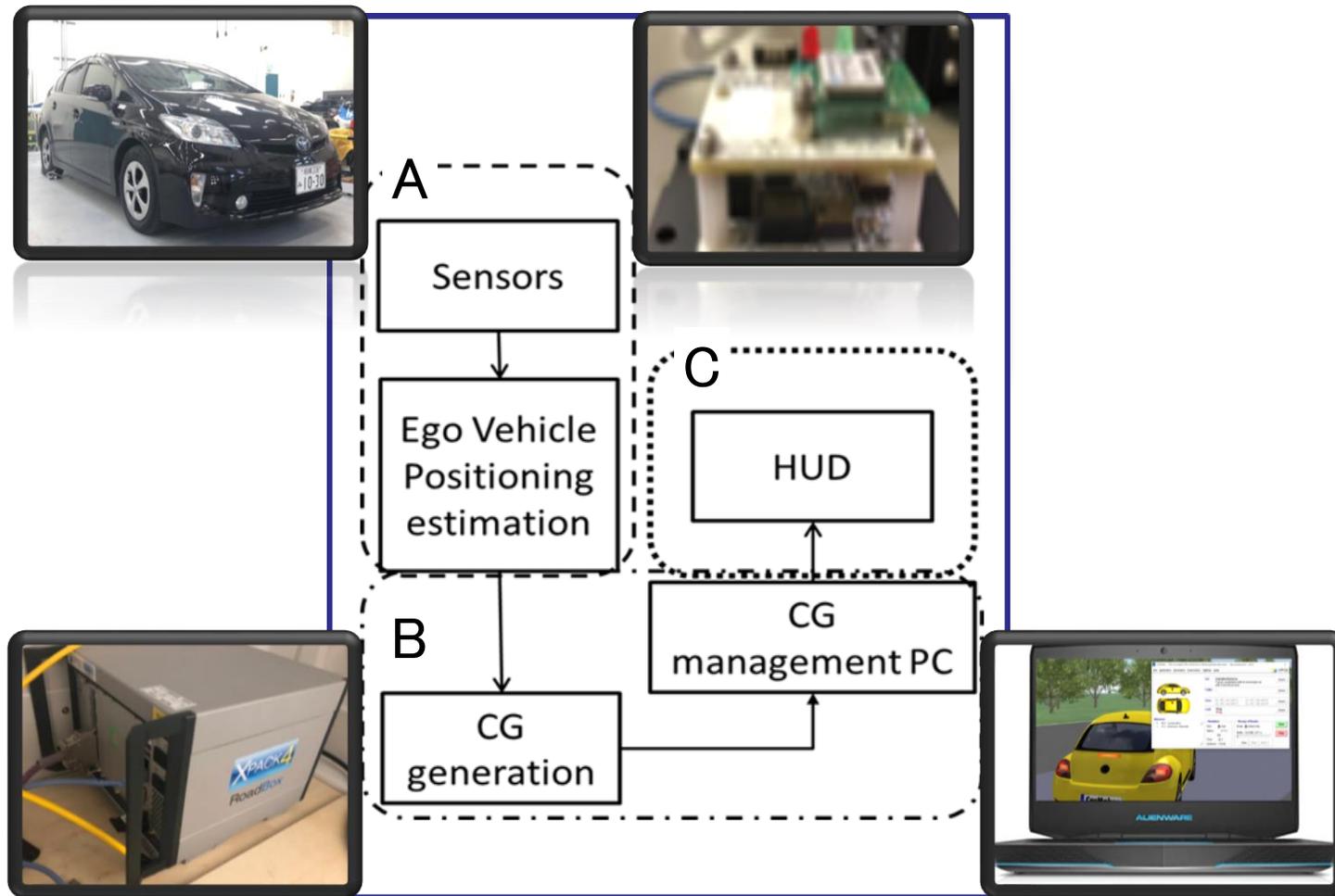


Fig.10 映像遅延要因ABC

# 自己位置推定

車重:  $m$  車速:  $V$                       重心前輪軸間:  $l_f$   
 タイヤ実舵角:  $d_f$                               重心後輪軸間:  $l_r$   
 前後コーナリングパワー:  $K_f, K_r$

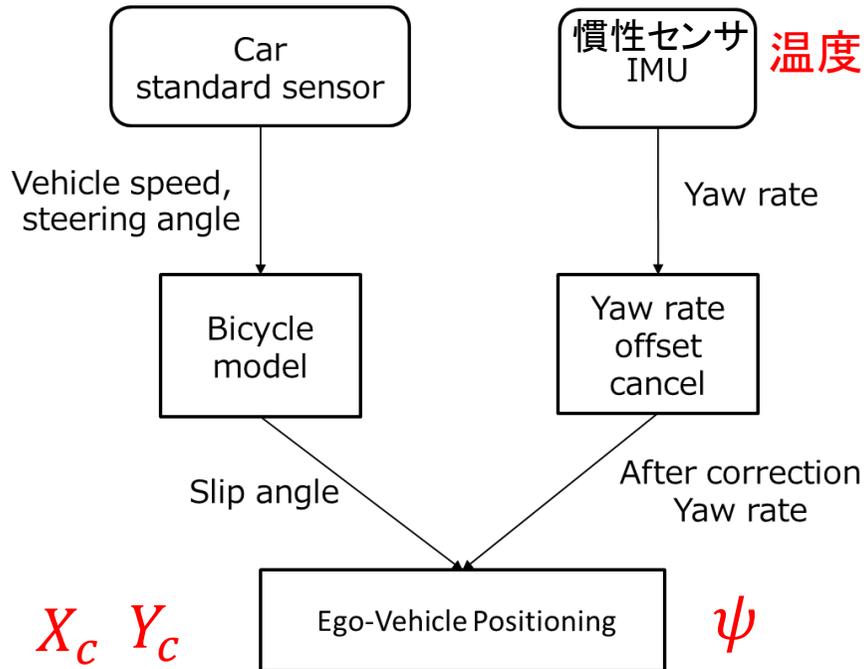


Fig.11 自己位置推定プログラム概要

温度ドリフト補正

$$\gamma_{Offsetcancel} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \gamma_{raw1} + \gamma_{raw2} + \dots + \gamma_{rawn} \quad (1)$$

$$\gamma_{Correct} = \gamma_{raw} - \gamma_{Offsetcancel} \quad (2)$$

$$\exists \text{ 一角 } \psi = \int_0^t \gamma_{Correct} dt \quad (3)$$

# 自己位置推定及び遅延

車重:  $m$  車速:  $V$                       重心前輪軸間:  $l_f$   
 タイヤ実舵角:  $d_f$                       重心後輪軸間:  $l_r$   
 前後コーナリングパワー:  $K_f, K_r$

$$\text{スタビリティファクタ} A = \frac{-m}{2l^2} \frac{l_f K_f - l_r K_r}{K_f K_r} V^2 \quad (4)$$

$$\text{横滑り角} \beta = \frac{1 - \frac{m}{2l} \frac{l_f}{r K_r} V^2}{1 + AV^2} \frac{l_r}{l} d_f \quad (5)$$

$$\text{自己位置X座標} X_c = V \int_0^t \cos(\beta + \psi) dt \quad (6)$$

$$\text{自己位置Y座標} Y_c = V \int_0^t \sin(\beta + \psi) dt \quad (7)$$

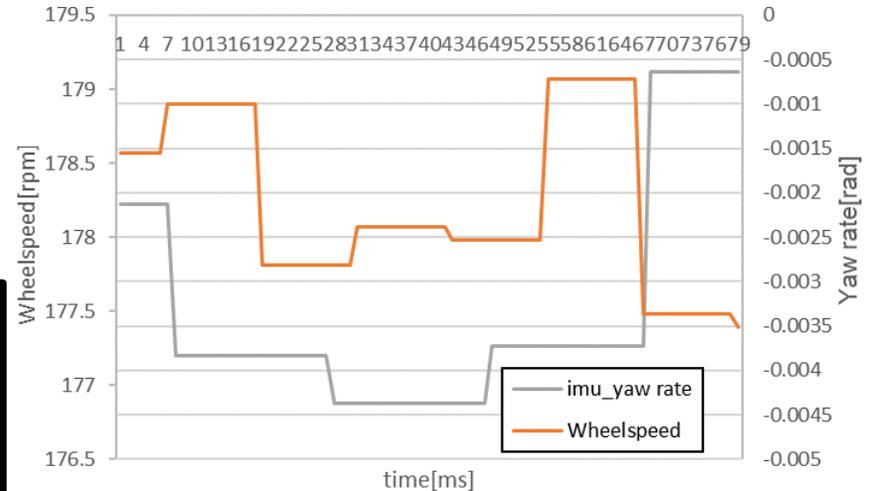


Fig.12 センサデータ出力周期

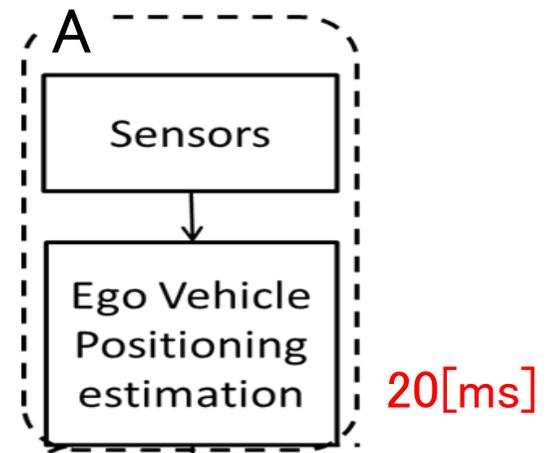


Fig.13 自己位置推定の遅れ要因A

# CG生成・映像表示の遅延計測

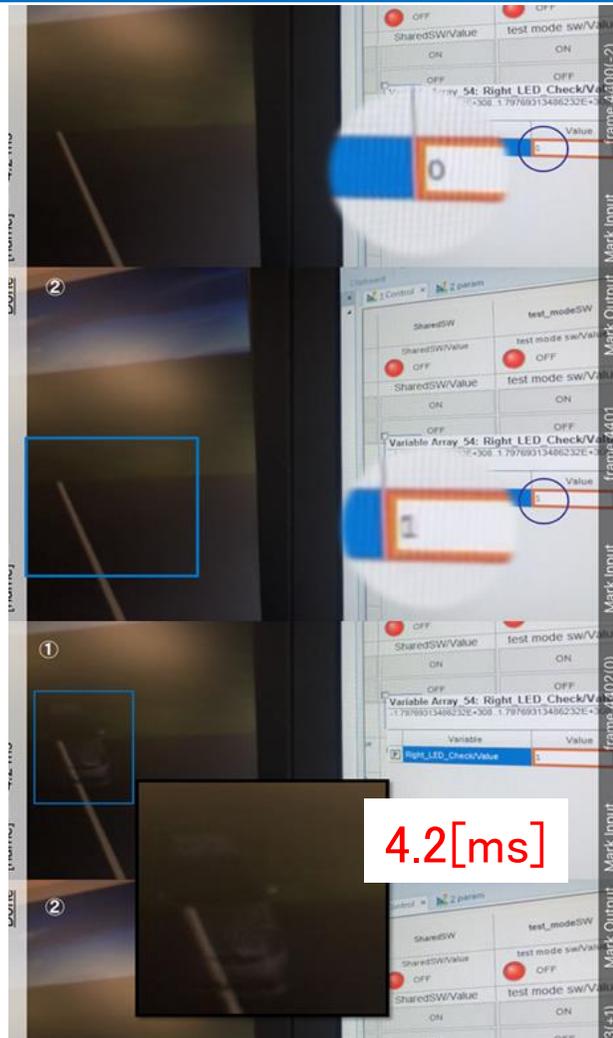


Fig.14 CG生成の遅延要因 B の計測の様子

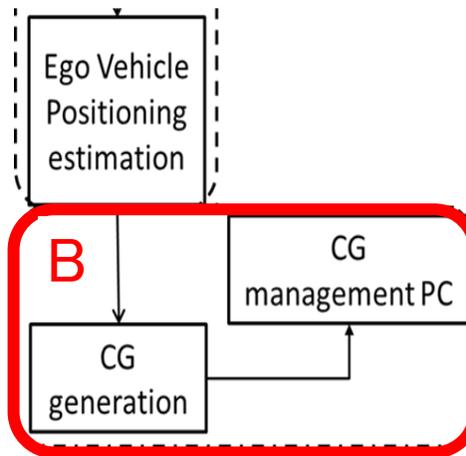


Fig.15 遅延要因B 部



Fig.16 CG環境の反映シーン

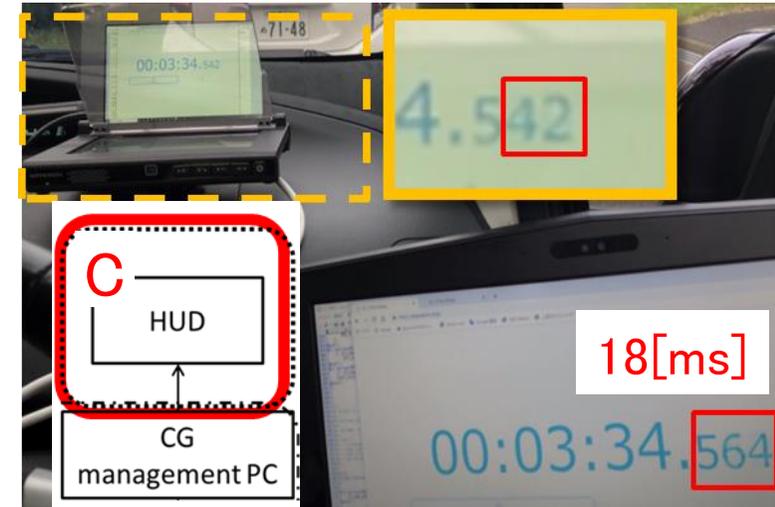


Fig.17 映像出力の遅延要因 C の計測の様子

**システム全体の遅延**

映像遅延要因A+B+C=

合計時間 **42[ms]**

拡張現実知覚を適正な応答で  
出力できるViLを構築できた。

# 拡張現実知覚を用いたViLによる 安全評価方法の効果確認実験(シナリオ①)

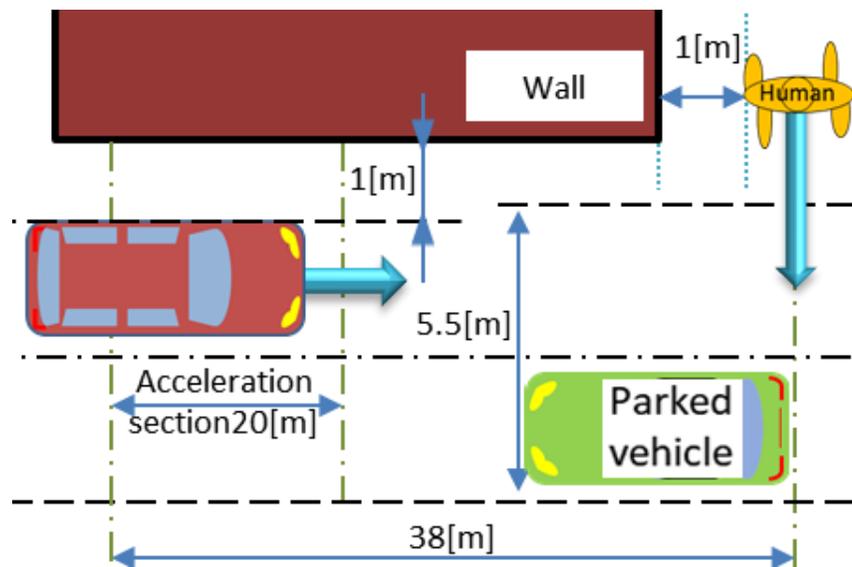


Fig.18 シナリオ①



Fig.19 拡張現実知覚を用いたViLによる実車テストの様子

危険度の異なる直進時の遮蔽物の  
陰からの飛び出し歩行者の回避

被験者 10人, 1回/1人の走行

自転車速度15[km/h]

歩行速度8[km/h]

歩行者：衝突余裕時間

(Time to Collision)TTCが

2.0[s]と1.0[s]の2条件

ラップ率50%で立ち尽くす

拡張現実知覚の走行シナリオの  
危険度の違いが運転行動に現れるか

# シナリオ①実験の様子

---



# シナリオ①実験結果

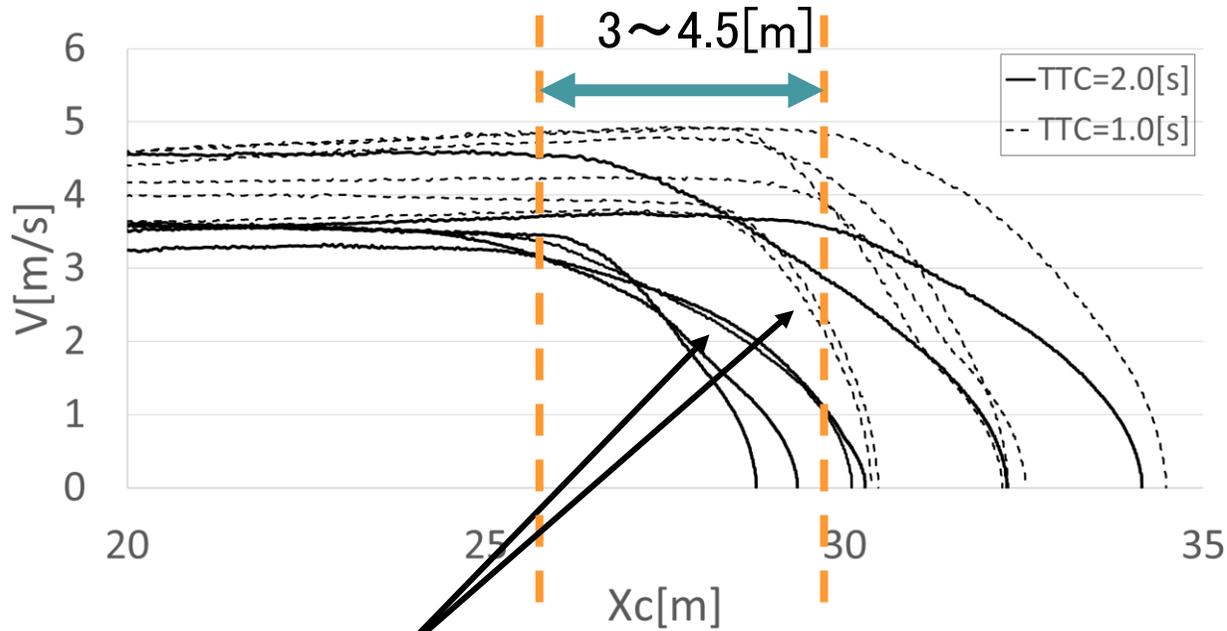
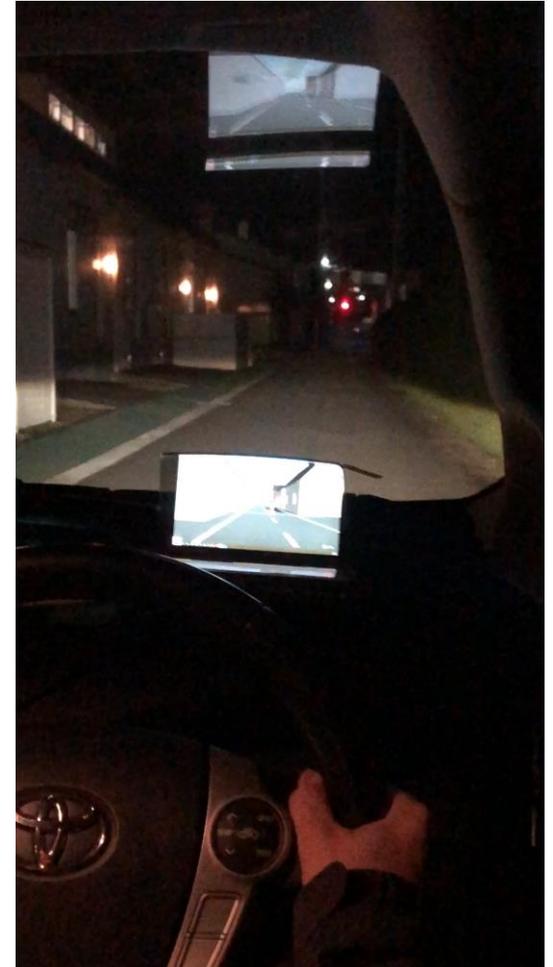


Fig.20 シナリオ① $X_c$ - $V$ グラフ

○危険度の違いにより減速度が大きくなる  
→より現実環境に近い反応

○TTCの変化に応じた減速開始位置の遅れ  
→拡張現実知覚が運転行動に変化を与えたと考えられる



# 拡張現実知覚を用いたViLによる 安全評価方法の効果確認実験(シナリオ②)

駐車車両追い越し動作中での遮蔽物の  
陰からの飛び出し歩行者の回避

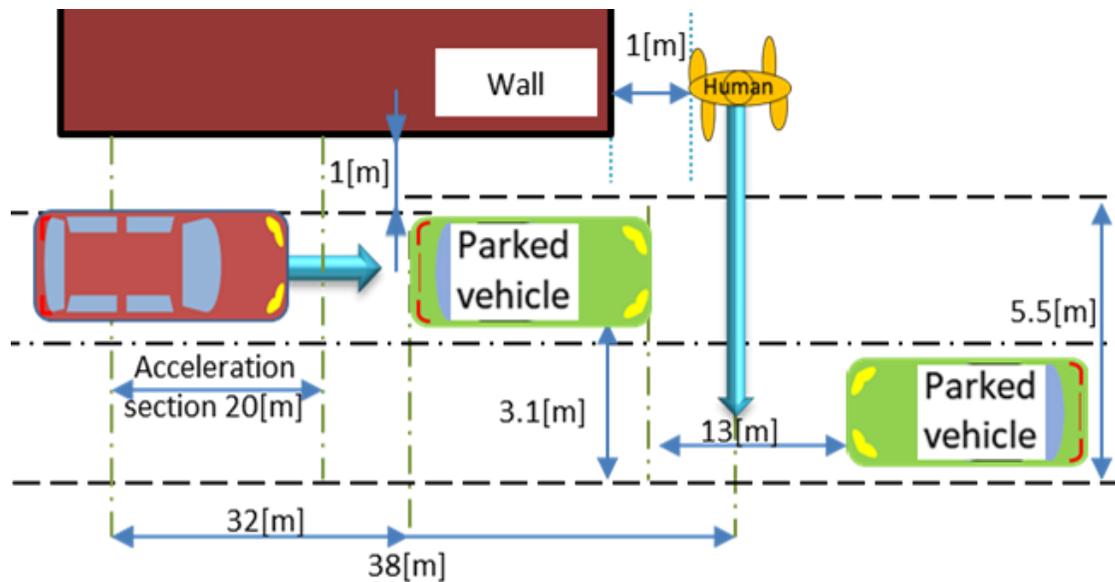


Fig.21 シナリオ②

被験者 5人

自転車速度15[km/h]

歩行速度8[km/h]

歩行者

TTC=2.0[s]

ラップ率50%で立ち尽くす

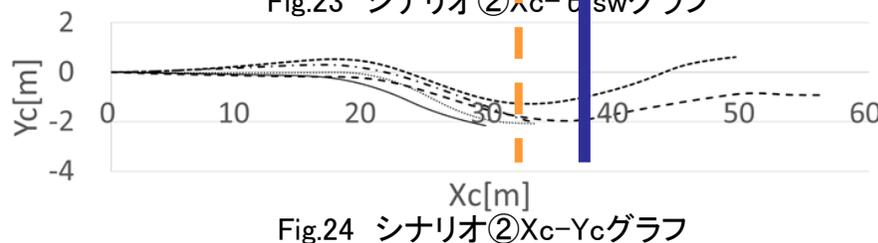
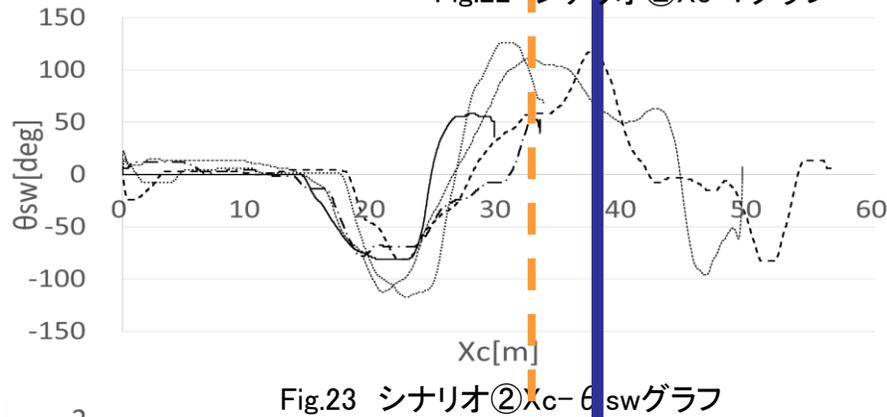
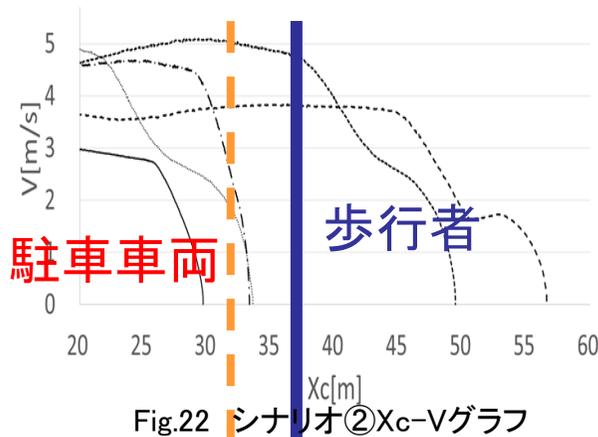
拡張現実知覚の走行シナリオを見て  
知覚、認知、判断、操作が行えるか

## シナリオ②実験の様子

---



# シナリオ②実験結果



○駐車車両前で、ステアリング操作を開始・歩行者飛び出しに対して停止またはすり抜けている。

→拡張現実知覚の走行シナリオに沿っている。

→知覚, 認知, 判断, 操作による行動と考えられる。



拡張現実知覚生成技術を使用したViLが安全性評価に効果的であることが解った。

# 結言

- ✓ 本研究では、バーチャルな評価環境と実車走行環境を併せ持つ実験車ViLを構築した.
- ✓ ViLを用いた実車テストにより拡張現実知覚生成技術を使用したViLが安全性評価に効果的であることが解った.

## 今後の課題

- ✓ 実車評価との比較や拡張現実知覚の表示範囲を拡大する等の改善を行い、より精度を上げていく.