

SIP-adus Workshop 2020



自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション －外向けHMI(Human Machine Interface)－

大門 樹
慶應義塾大学

2020年11月10日



INDEX



1. はじめに

- ・交通参加者間のコミュニケーション
- ・自動運転車から周囲交通参加者への
コミュニケーション

2. 車両挙動と外向けHMIによるコミュニケーションの実験検討

- ・自動運転車からの譲りに対する
歩行者の認識・判断
- ・外向けHMIを繰り返し経験することによる
歩行者への負の影響
- ・実験検討に基づく外向けHMIによる
コミュニケーションのまとめ

3. 現在の検討状況と課題

1



はじめに

自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション

◆ 交通参加者間のコミュニケーション

- 様々な道路環境において、自動車や歩行者、自転車などの交通参加者間で意思疎通を図るためのコミュニケーションが行われている



合流区間



信号交差点



無信号交差点



無信号横断歩道

車両挙動や灯火器類, ドライバーの身振りやアイコンタクト, ...



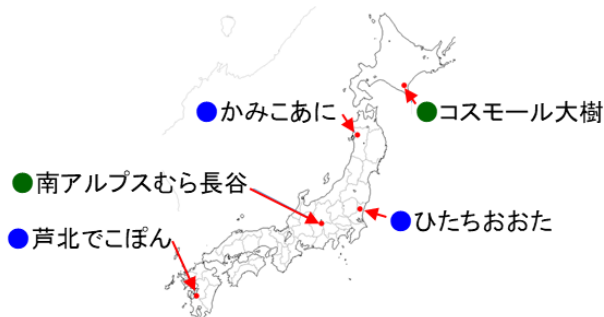
安全, 安心の向上, 交通効率の円滑化に貢献

自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション

◆ 自動運転車から周囲交通参加者へのコミュニケーション

■ 道の駅 自動運転実証実験で観測されたドライブレコーダ映像による分析例

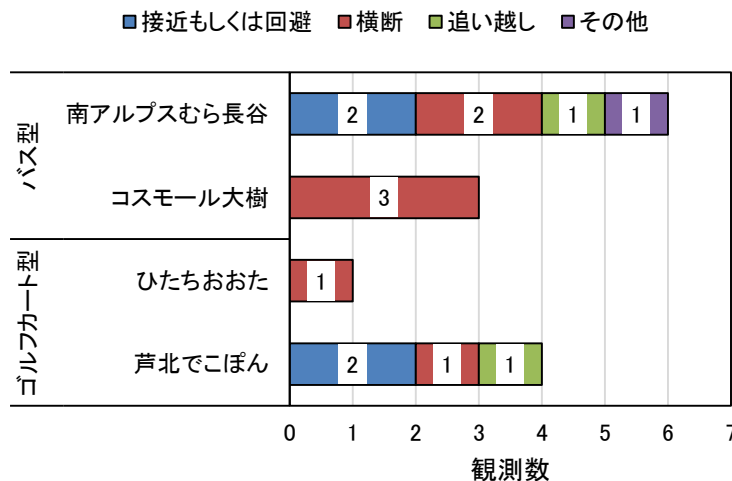
- ・ 各地点 2日間の映像データからコミュニケーションの齟齬等を分析



● 自動運転車
(ゴルフカート型)



● 自動運転車
(バス型)



横断時



接近時

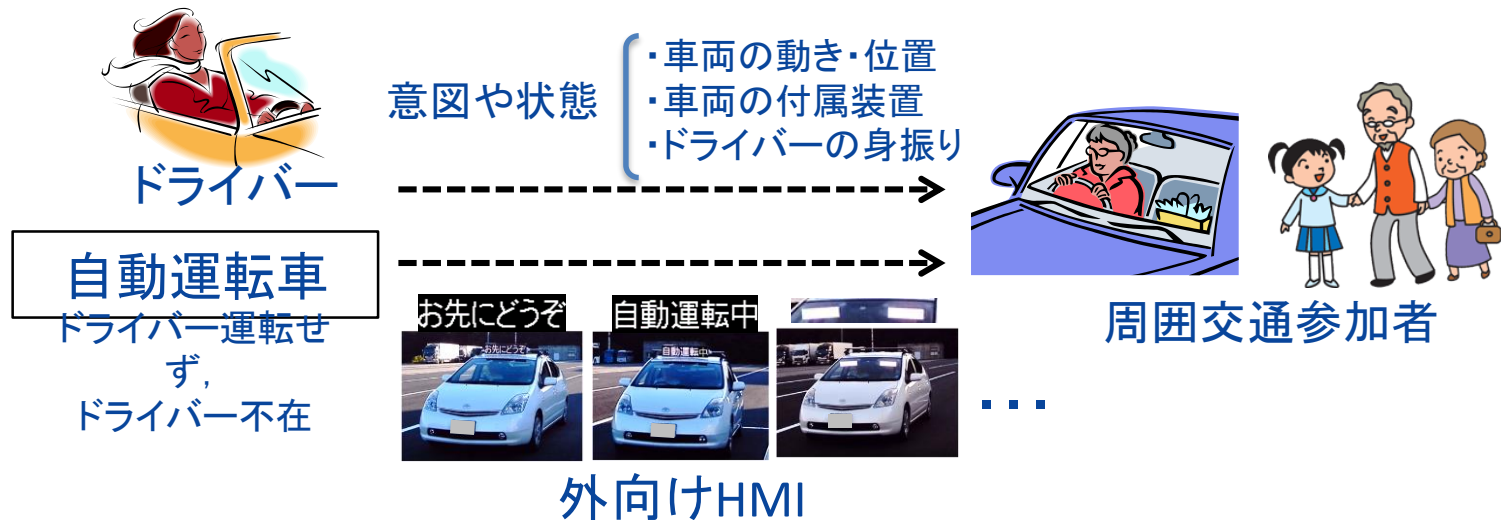


自動運転車との遭遇時における歩行者の躊躇状態を観測
安全監視員が補完的にアイコンタクトなどを実施

自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション

◆ 自動運転車から周囲交通参加者へのコミュニケーション

- 自動運転車の意図や状態を周囲交通参加者に対してどのように伝えるか？

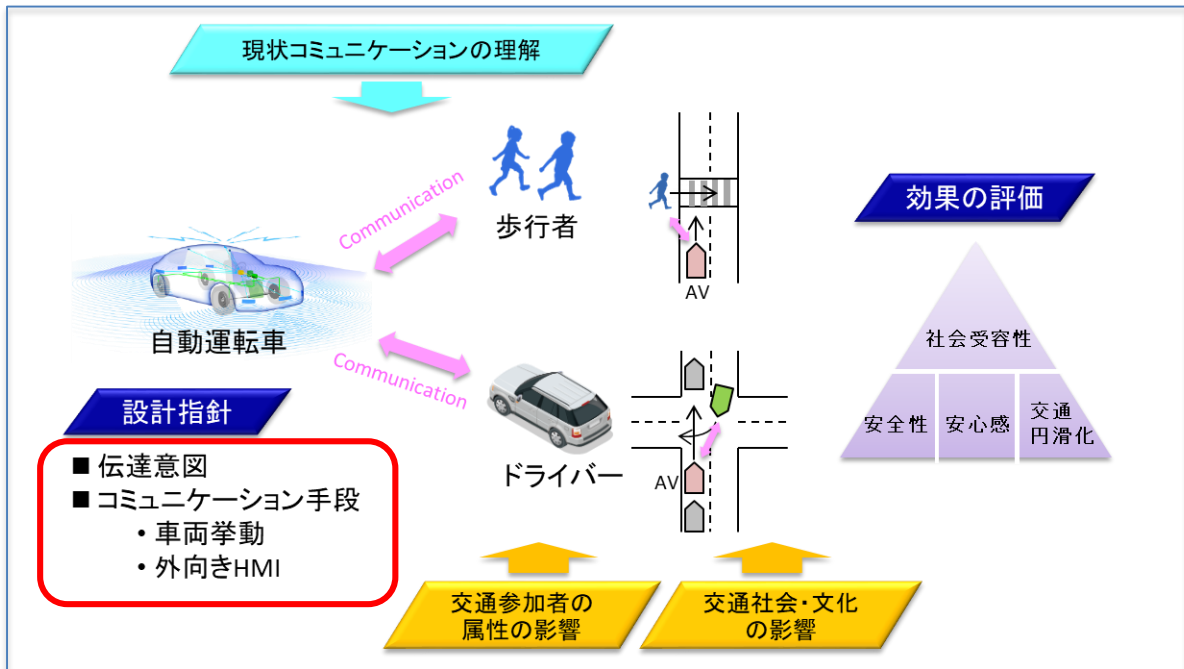


自動運転車から周囲交通参加者へのコミュニケーション方法

安全・安心・円滑なコミュニケーションの実現

自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション

◆ 自動運転車と交通参加者とのコミュニケーションの設計・開発



コミュニケーション手段の設計指針の構築

交通参加者の認識・判断・行動分析

車両挙動と外向けHMIによるコミュニケーションの効果

2

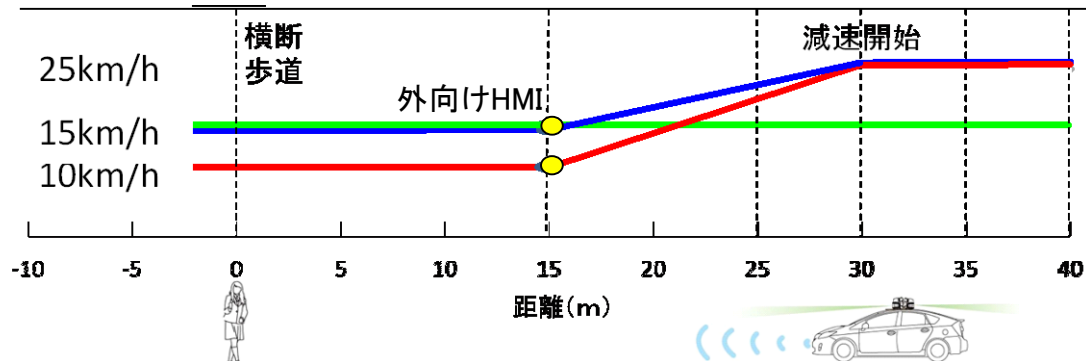
車両挙動と外向けHMIによる コミュニケーションの実験検討



自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション

◆ 自動運転車からの譲りに対する歩行者の認識や判断

■ 減速挙動と外向けHMIの効果



減速小 (25km/h→15km/h, 平均 -1.03m/s^2)
減速大 (25km/h→10km/h, 平均 -1.35m/s^2)



文字メッセージ

点滅光

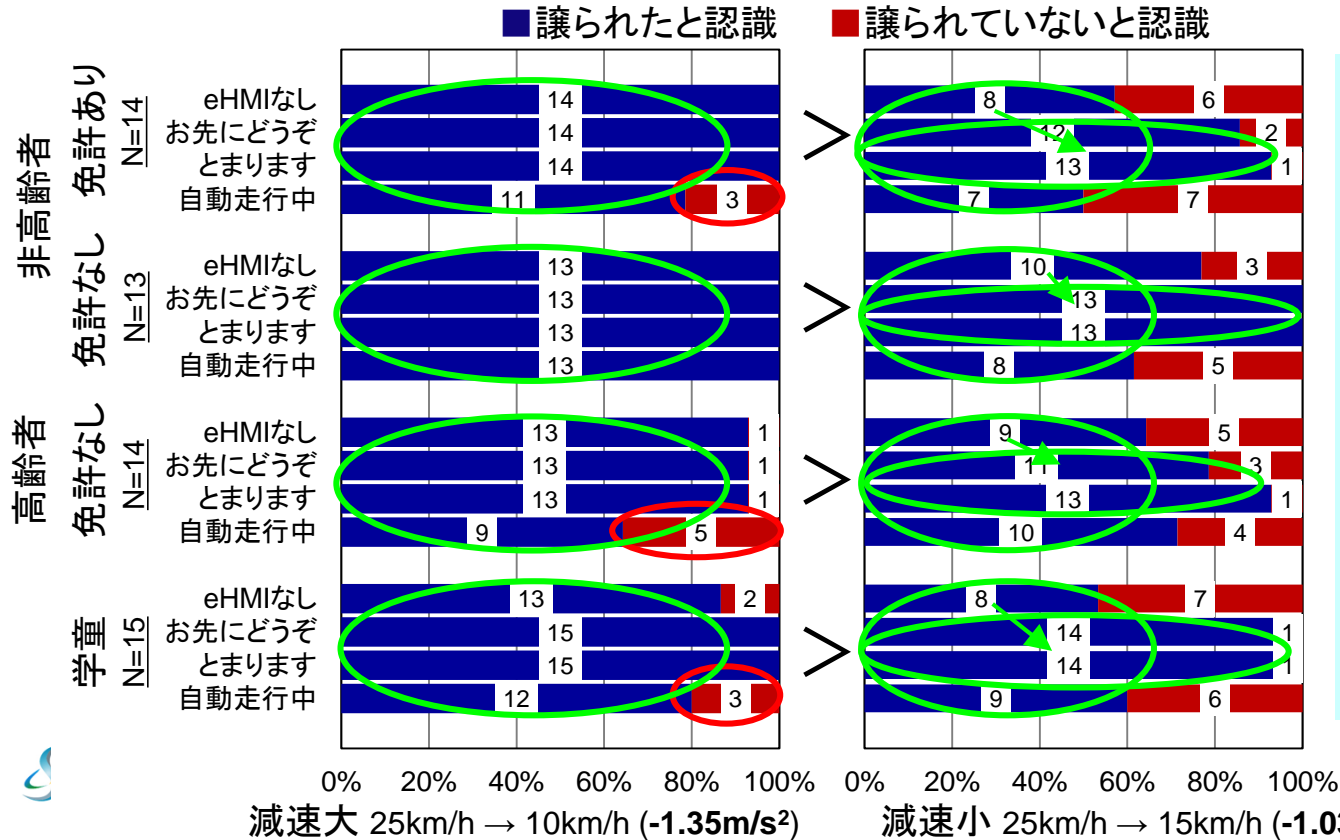
自動運転車の意図や状態を伝達

- 非高齢者(運転免許有)
- 非高齢者(運転免許無)
- 高齢者(運転免許無)
- 学童

減速挙動 × 外向けHMI

自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション

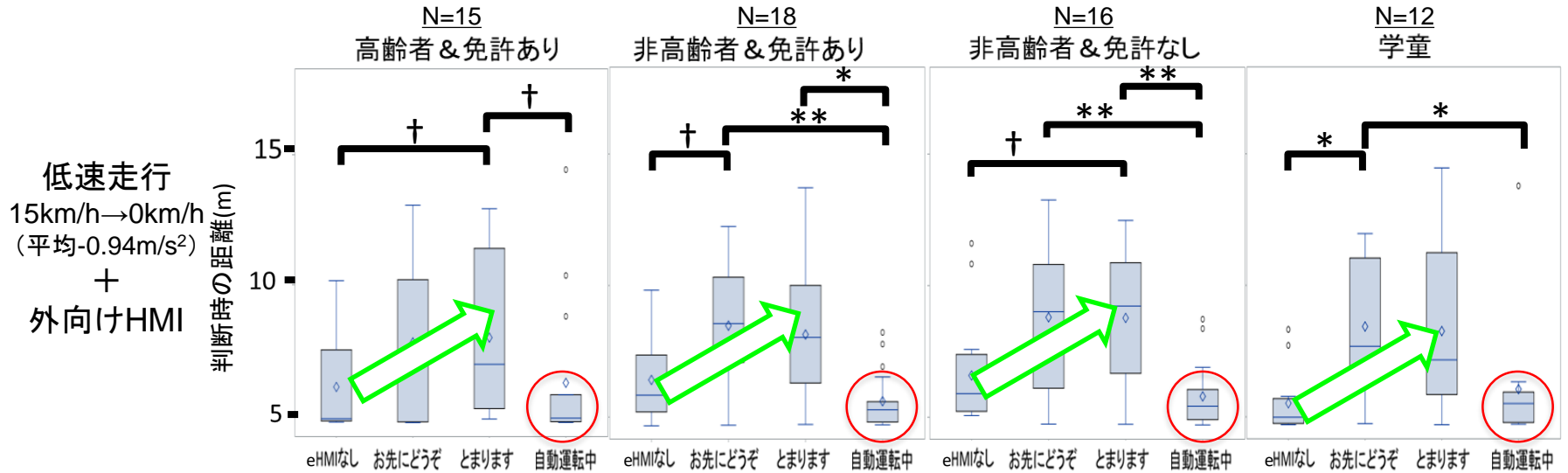
◆ 自動運転車から譲られたかどうかの歩行者の認識



- ① 大きな減速挙動だけで自動運転車からの譲り意図を歩行者に認識させることが可能
- ② 減速挙動が十分でない状況で歩行者に譲りを認識させるには外向けHMIが有用
- ③ 外向けHMIで「自動走行中」と表示すると、減速挙動に対する歩行者の譲り認識が低下

自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション

◆ 自動運転車（低速走行）に対する歩行者の横断判断のタイミング

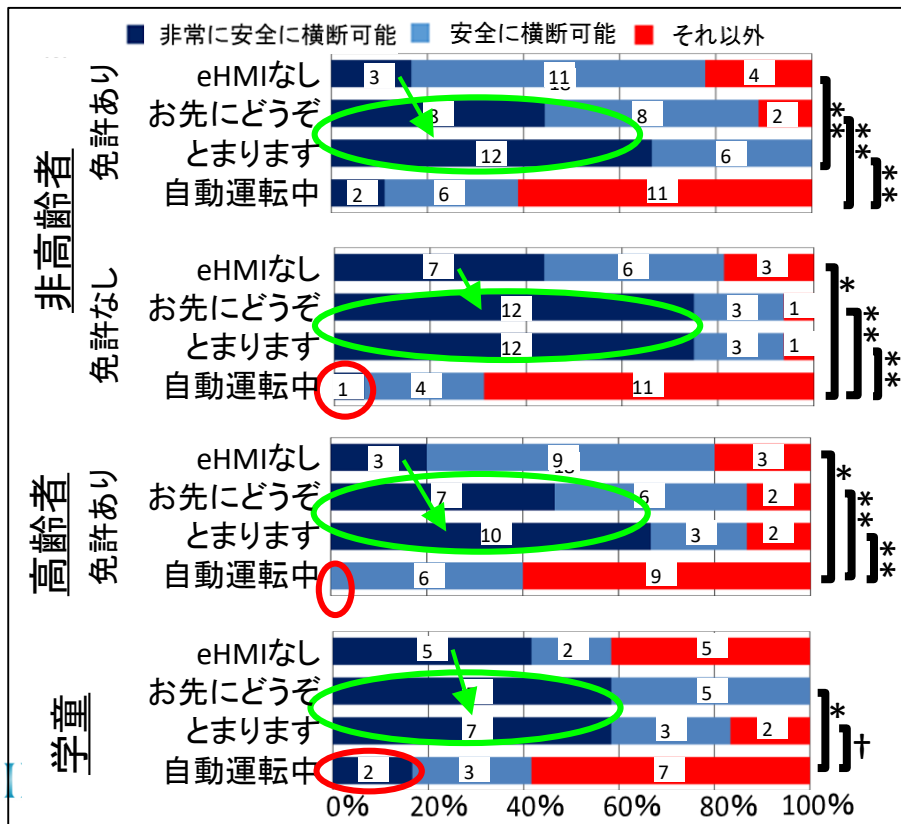


** : p<0.01 * : p<0.05 † : p<0.10 Dwass,Steel,Critchlow-Fligner (DSCF)多重比較分析

- ① 外向けHMIによる意図伝達（「自動運転中」を除く）を行うことで、低速走行から減速挙動が小さい状況であっても、早いタイミングで横断可能であることの判断が可能

自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション

◆ 自動運転車(低速走行)に対する歩行者の横断判断時の心理



低速走行から減速へ
(15km/h→0km/h, -0.94m/s^2)

** : p<0.01 * : p<0.05 † : p<0.10

Dwass, Steel, Critchlow-Fligner (DSCF) 多重比較分析

- ① 自動運転車が、外向けHMIを介して歩行者側に停止意図や譲り意図を伝達することで、安全に横断可能であると判断する歩行者が増加
- ② 外向けHMIで「自動運転中」を表示すると、歩行者の属性によっては、安全に横断可能であると判断する歩行者が減少

自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション

◆ 外向けHMIを繰り返し経験することによる歩行者への負の影響

■ 外向けHMIの使用が歩行者の周囲確認行動に及ぼす影響

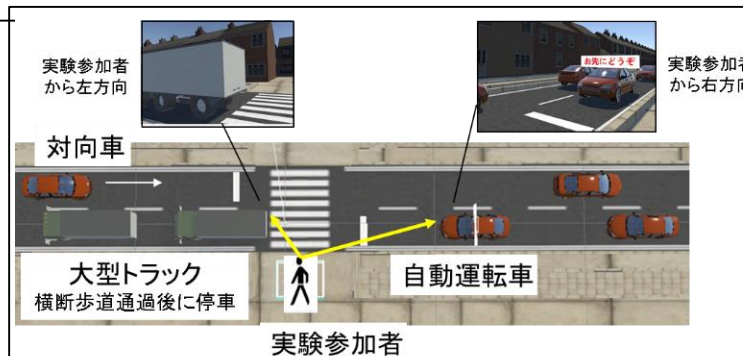
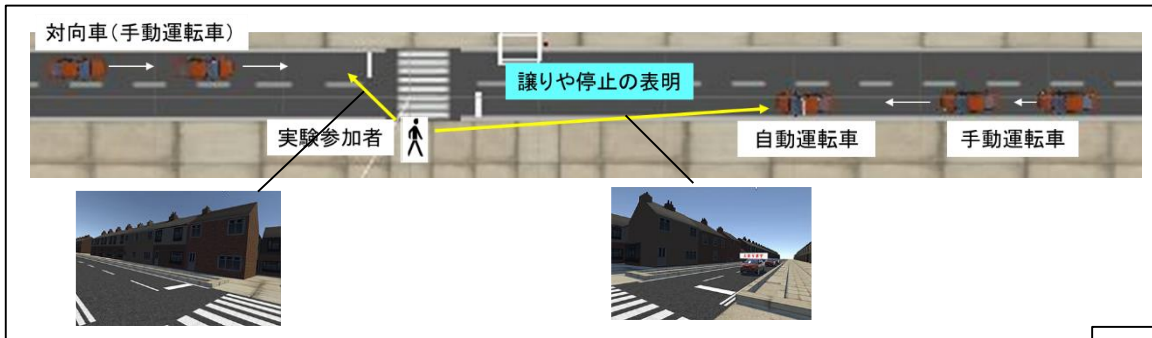
様々な交通場面において自動運転車からの譲りを繰り返し経験

外向けHMIの条件

- ・eHMIなし
- ・“お先にどうぞ”
- ・“とまります”
- ・“自動走行中”

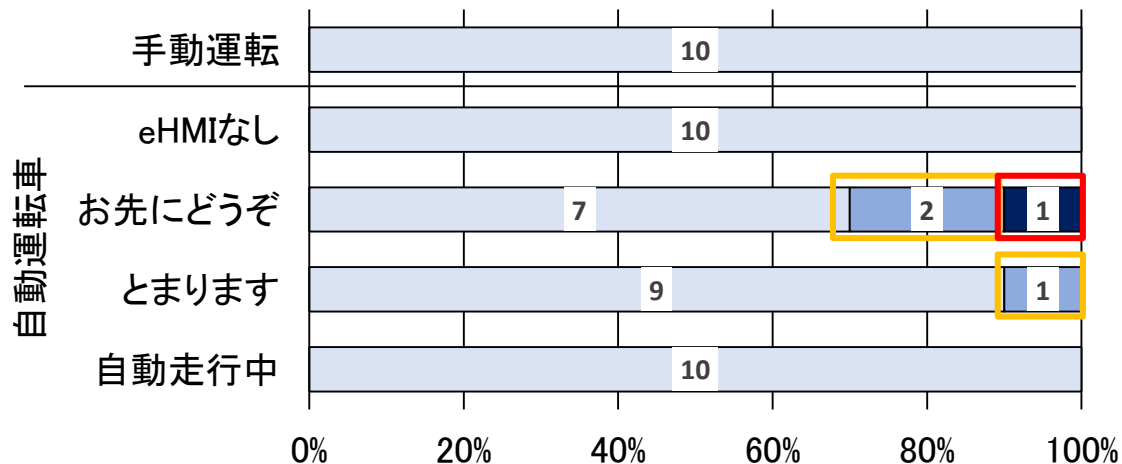
(ベースライン: 手動運転車)

実験参加者: 非高齢者(運転免許所有)

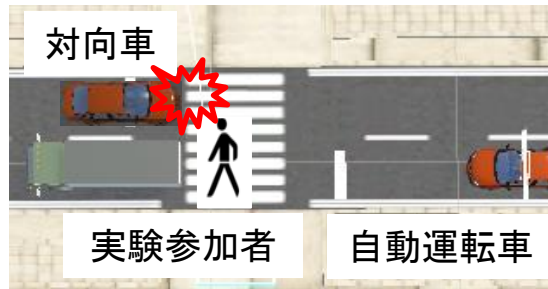


VR実験装置・環境

◆ 自動運転車に対する誤解釈・対向車との接触・ニアミスの有無



- 誤解釈, 接触およびニアミスなし
 - 外向けHMIの誤解釈
 - 外向けの誤解釈による接触もしくはニアミス発生
- * 外向けHMIなしの条件では、対向車への確認行動あり
対向車との接触・ニアミスなし

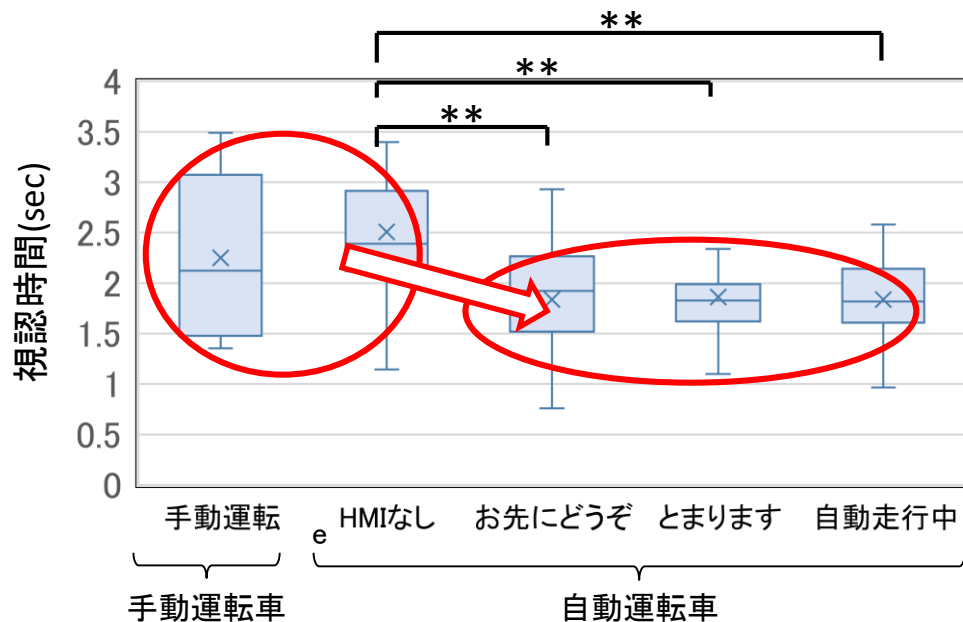


(実験終了直後のインタビュー)

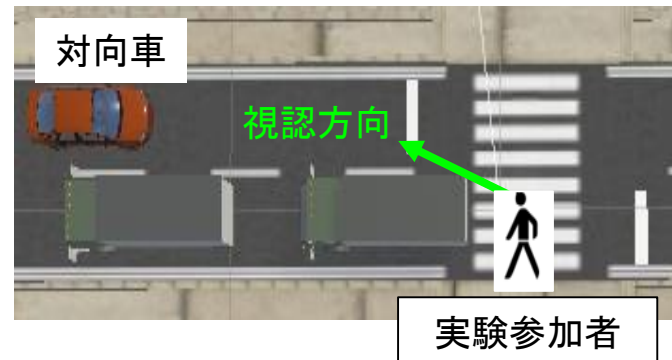
- ・「お先にどうぞ」の表示を対向車も見ていると思い、対向車が止まると思った
- ・対向車の状況を自動運転車が確認していると思い、対向車が止まると思った
- ・自動運転車が停止して、「とまります」と表示していたため、対向車は減速して止まると思った

自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション

◆ 対向車線方向に対する歩行者の視認時間(横断中)



* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$
(Mann-Whitney U検定)



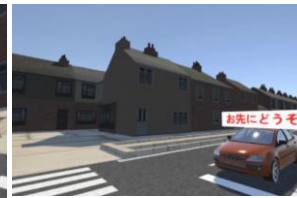
歩行者が周囲確認行動を外向けHMIに依存させてしまい、対向車線方向に対する視認時間が減少

歩行者の周囲判断を外向けHMIに依存させない設計、教育等が必要

自動運転車と歩行者・交通参加者とのコミュニケーション

◆ まとめ：実験検討に基づく外向けHMIによるコミュニケーション

- 自動運転車から歩行者への譲り意図の伝達には、まず減速挙動を活用し、譲り意図を認識しやすい減速プロファイルの設計が必要である
- 低速走行からの減速挙動により譲り意図を十分に伝達できない状況では、自動運転車からの譲り意図を早いタイミングで歩行者に認識させ、安全な判断・行動を行わせるために、外向けHMIの活用が推奨される
- 外向けHMIを繰り返し経験することによって、歩行者は周囲をよく確認しなくなり、他車両への接触やニアミスなど負の影響を誘発する可能性が示唆される



3

現在の検討状況と課題



◆ 現在の検討状況

- 道の駅 自動運転実証実験と連携し、低速走行の自動運転車と交通参加者のコミュニケーション場面の現状を安全・効率などの観点から抽出・分析
 - 道路環境: 単路部(幅員狭い), 交差点, 駐車場等の共有空間
 - 遭遇状況: 周囲歩行者との接近時(同方向, 対向), 横断時, ...
周囲ドライバーの追い越し時, すれ違い時, ...
 - 交通参加者: 地域住民, 観光者, 高齢者, 学童, ...



- コミュニケーションのための車両挙動と外向けHMIの応用・検証
- 自動運転車に関して地域住民・交通参加者が備えるべき知識

◆ 今後の課題

- 外向けHMIに対する交通参加者の学習や長期利用に伴う認識や解釈等の変容等の検討
- 外向けHMIを活用する際の交通参加者への負の影響抑制のための方法論の提案と検証
- 道路環境の特徴や制約を考慮した低速走行の自動運転車から周囲交通参加へのコミュニケーションのための車両挙動と外向けHMIの応用・検証

ご静聴ありがとうございました

