

SIP Human Factors Research Project

Task A

Effects of system information on
drivers' behavior in
transition from auto to manual

Makoto Itoh

University of Tsukuba

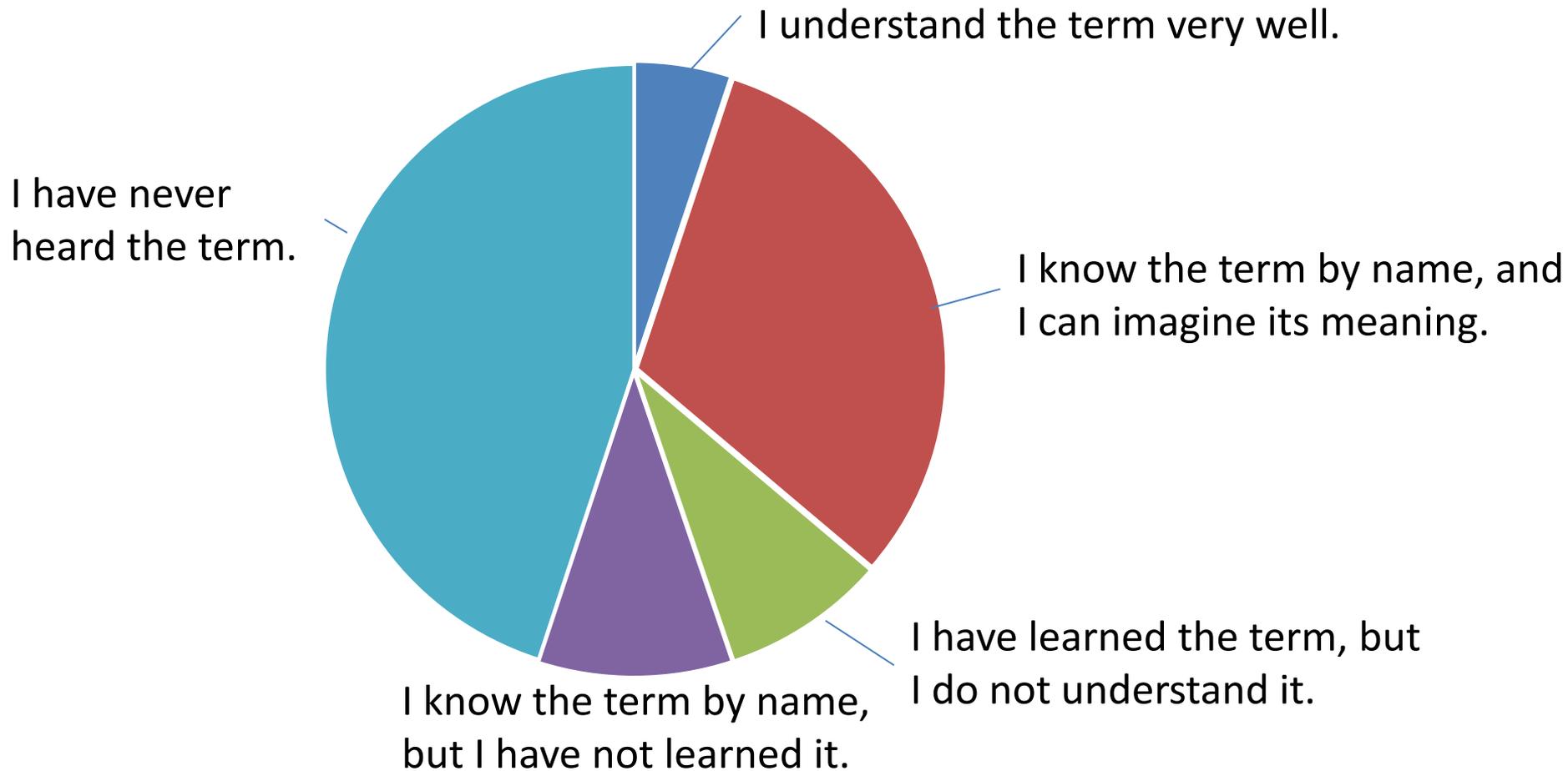
Main topics of the 3-year studies in Task A

- Year 1 (FY2016): Driving simulator study
 - To investigate effects of **static** information of the system (thru education/training) on drivers' behavior in transition from Level 3 to manual.
- Year 2 (FY2017): Driving simulator study
 - To investigate effects of **dynamic** information (thru human-machine interface) on driver's behavior in transition from Level 3 to manual.
- Year 3 (FY2018): Test track study
 - Confirm findings in the prior DS studies via test track studies

To what extent do people know about driving automation?

In FY2016, we conducted a web-based survey with 2000 lay-people.

Question: Do you know the term “levels of automated driving”?



Purpose in FY2016

- The concern
 - It is possible that people who do not know about driving automation at all may use an Level 3 Automated Driving System (ADS).
 - The extreme case would be that those people do not know that a Level 3 ADS may issue a Request to Intervene (RtI).
- The research question
 - What should all users know to use a Level 3 ADS?

Method

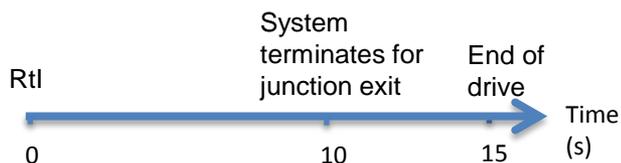
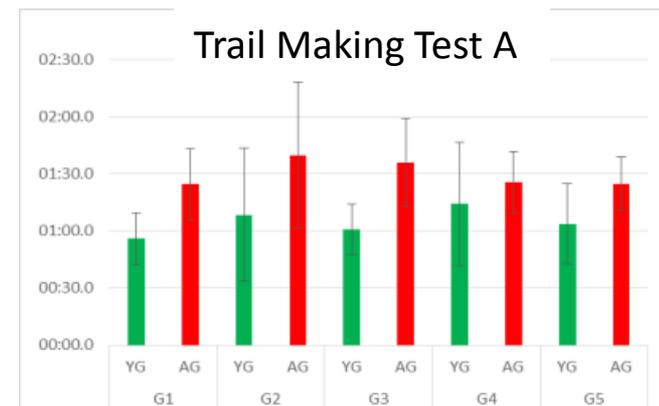
Independent variable 1: Levels of prior information on Rtl

| condition | Possibility of Takeover | Rtl Message | Possible situations | Information given to drivers |
|------------------------------------|-------------------------|-------------|---------------------|---|
| 1 No info | × | × | × | “The system provides automated driving in expressways” |
| 2 Possibility of takeover | ○ | × | × | Condition 1 + “There are situations you need to takeover the control.” |
| 3 Rtl HMI | ○ | ○ | × | Condition 2 + “Please takeover the control when this message appears.” |
| 4 Takeover situations (partial) | ○ | ○ | △ (一部) | Condition 3 + “For example, you need to takeover the control when the vehicle approaches the target exit.” |
| 5 Takeover situations (all) | ○ | ○ | ○ | Condition 4 + Explanation on all the takeover situations the driver may encounter. “ |

Independent variable 2: Age Young (≤ 50), Elderly (≥ 60)

Method (cont'd)

- Participants: 100 drivers
 - 10 young drivers and 10 elderly drivers for each condition on Rtl information
 - In terms of cognitive functions, all the 5 groups of elderly drivers were identical.
- Driving simulator: Mitsubishi Precision D3-Sim
- Driver state and Secondary task
 - Awake (short drive, 2-3 min for each)
 - Do SuRT while automated driving
- Dependent variables
 - Elapsed time to start manual operation (sec)



Normal operation



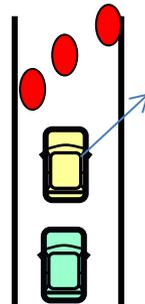
Rtl (blinking)

Scenarios and their order (#1 - #11)

#1. Terminates at JCT

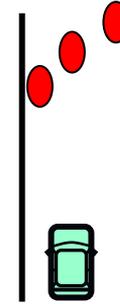


#2, #9 The lane closed



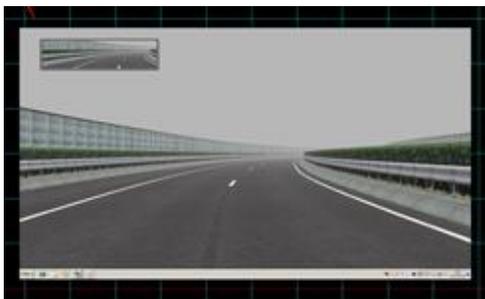
Forward vehicle hides the reason of Rtl

#5 The lane closed

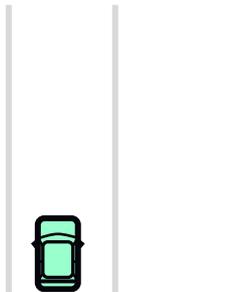


No forward vehicle. Easy to know why Rtl

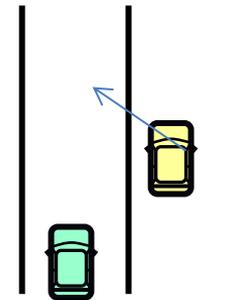
#4 Fog



8. The lane markers disappear

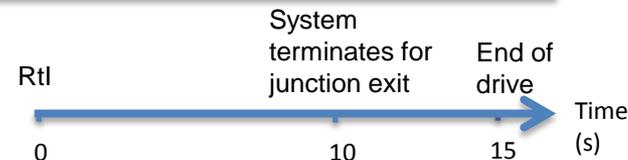


#10 Can't assure safety

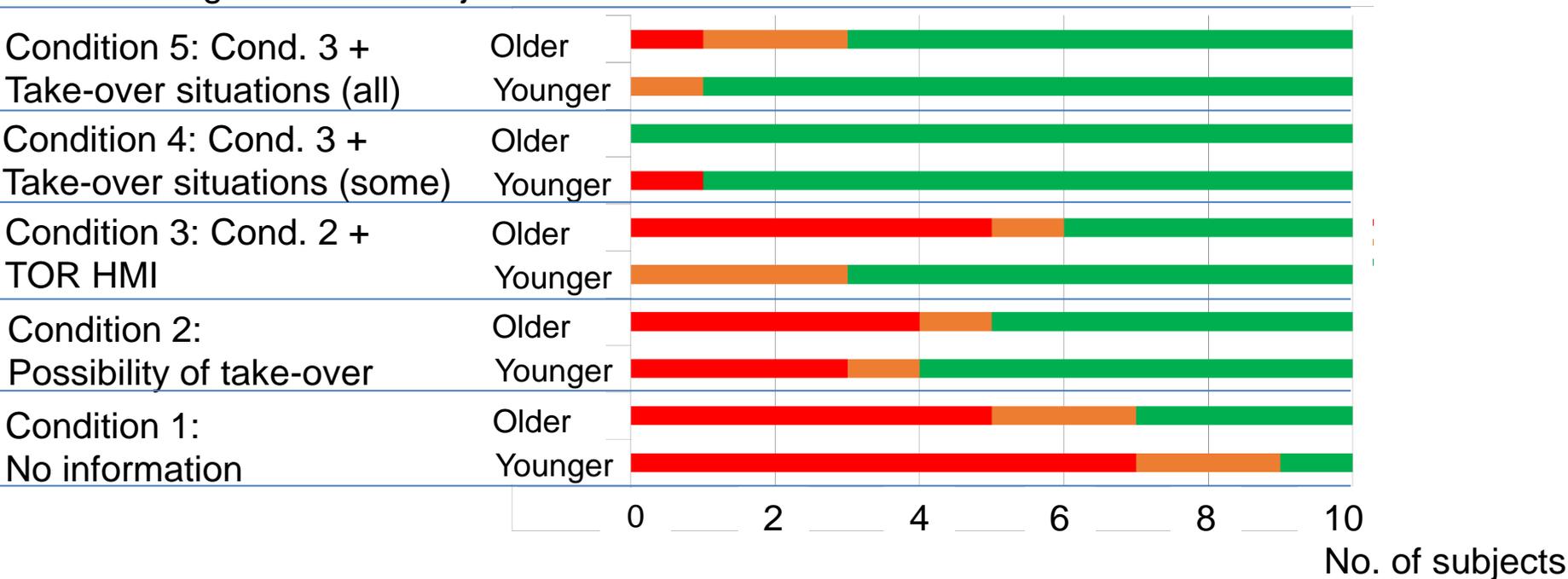


At #3, #6, and #7, no Rtl was issued.

Main results 1: First experience (At JCT, terminated)

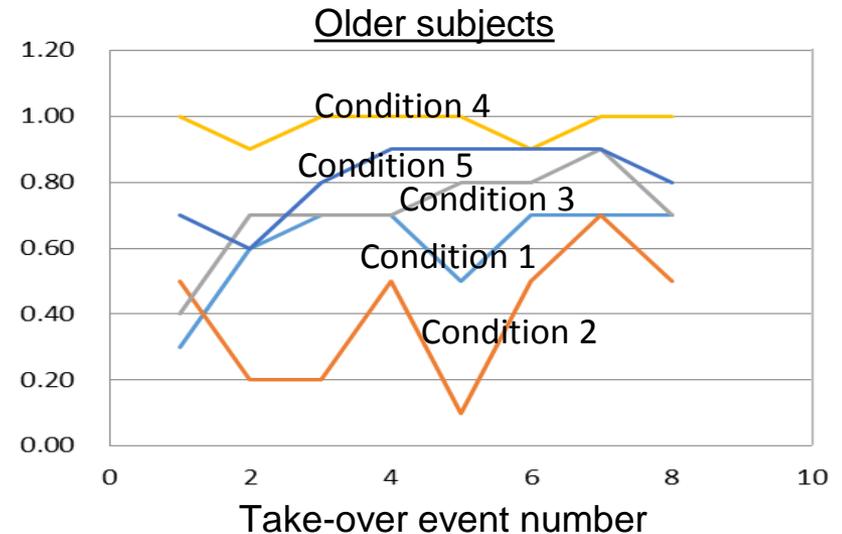
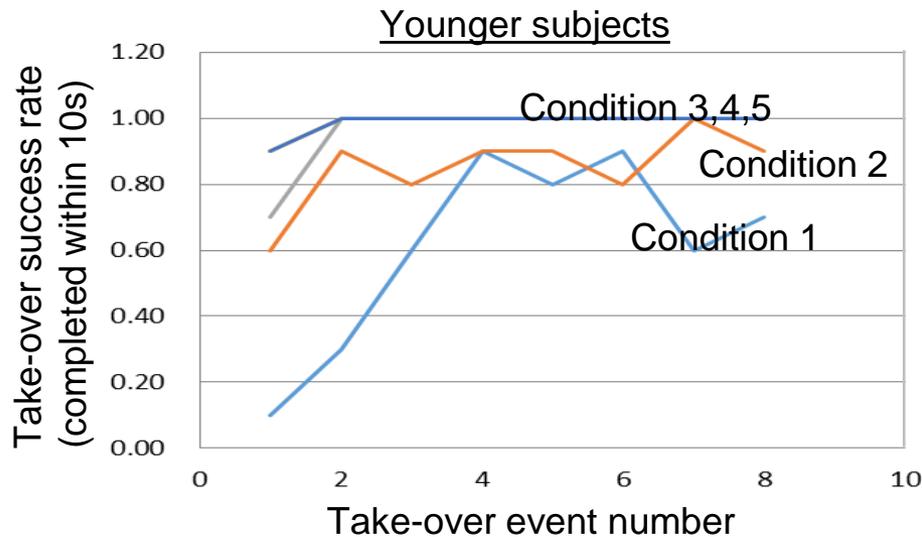


Information given to the subjects



- Take-over was completed within 10 seconds.
- Take-over was completed within 10-15 seconds.
- Take-over was not completed within 15 seconds.

Main results 2: Effects of experiences



Experiencing take-over situations improved the success rate in some conditions although the effect was smaller for the older subjects

Conclusions and further studies

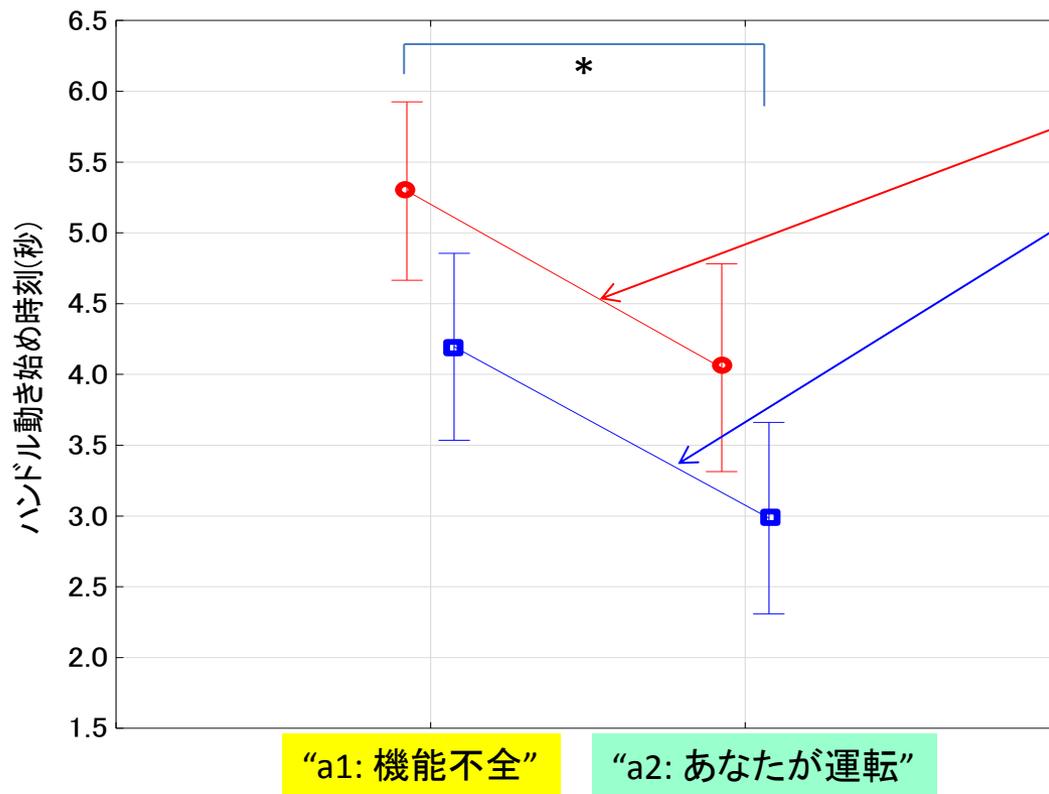
- Conclusions
 - Combination of good contents of pre-driving information and experiencing similar situations are effective for successful take-over.
 - Prior education would be needed for safe use of ADSs.
 - Also training is important. Experiencing takeovers, e.g. by using a driving simulator, may be a good way.
- Further studies
 - Education/training may not be perfect. Better HMI is needed even for less educated drivers to use Level 3 ADS.

実験2α: 運転への介入・引継ぎの必要性を、誰の視点で説明すべきか？

- 独立変数
 - 介入・引継ぎ必要性についての主語(被験者間要因):
 - a1: この自動運転システムでは、**作動中にシステムが機能不全となる場合があります**
 - a2: この自動運転システムでは、**システム作動中に、あなたが運転を引き継がなければならなくなる場合があります**
 - TOR表示説明(被験者間要因): なし(b1), あり(b2) (被験者間要因)
- 実験参加者:
 - B課題産総研実験の参加者 各条件の組み合わせ(a1+b1, a1+b2, a2+b1, a2+b2)ごとに22か23名(ほとんどは若年ドライバ)
- 自動運転と自動走行中の前提条件
 - レベル2を想定
 - 自動運転中は、**サブタスクは行わない**。(与えた知識の影響のみを分析する必要があるため)
- 介入を要するイベント
 - 自動運転システム故障による機能喪失(環境の手がかり情報なし)
- 作業仮説
 - ドライバ主語で説明する方がTORに適切に対応できる(何をすべきかが明確にドライバに伝えられているから)
- 評価指標
 - 自動走行中に前方を見る頻度, 時間、**ハンドルを握るまでの時間**、運転パフォーマンス

実験2α結果の例

TOR発信後ハンドルを握るまでの時間(秒)



b1: TOR表示の説明なし

b2: 「この表示のとき引継いでください」と教示

「作動中にシステムが機能不全となる場合があります」

という説明と比べ、

「システム作動中に、あなたが運転を引き継がなければならなくなる場合があります」

という説明の方が、

ハンドルを握るまでの時間が1秒以上早かった

システムがどうなるかを説明するのでは十分ではない。

「あなたが運転を引き継ぐ必要がある」ということを明示的に伝えることが必要。

実験2β: 遷移条件知識の汎化可能性と、監視義務についての説明の視点

独立変数

- (X) 監視の必要性知識

x1: TOR不発可能性を伝える、x2: 監視義務を伝える

- (Y) 遷移条件知識の形態(機能・場面)

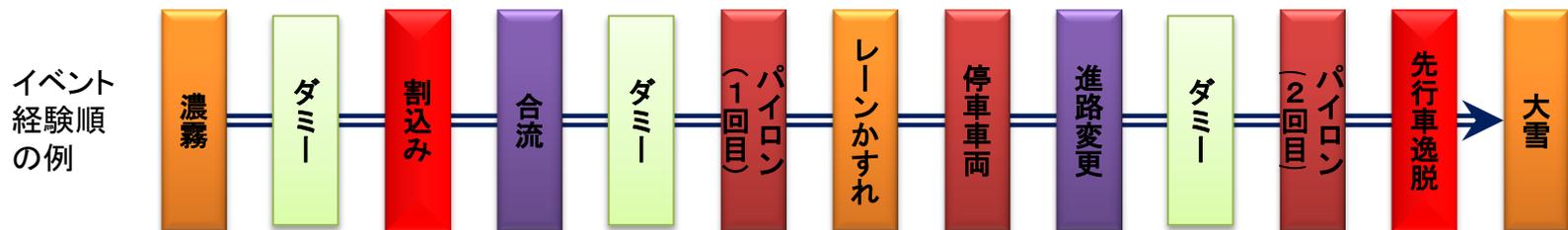
y1: 機能 例: レーンが見えないと制御できない

y2: 場面 例: 悪天候では制御できない

- (Z) 年齢

z1: 若年層(55歳以下)、z2: 高齢層(65代以上)

- 経験するイベント(ダミーを除き全10回、経験順は2種類を設定)



「場面」条件で提供する知識

運転の引継ぎが必要な場面が発生しうる理由

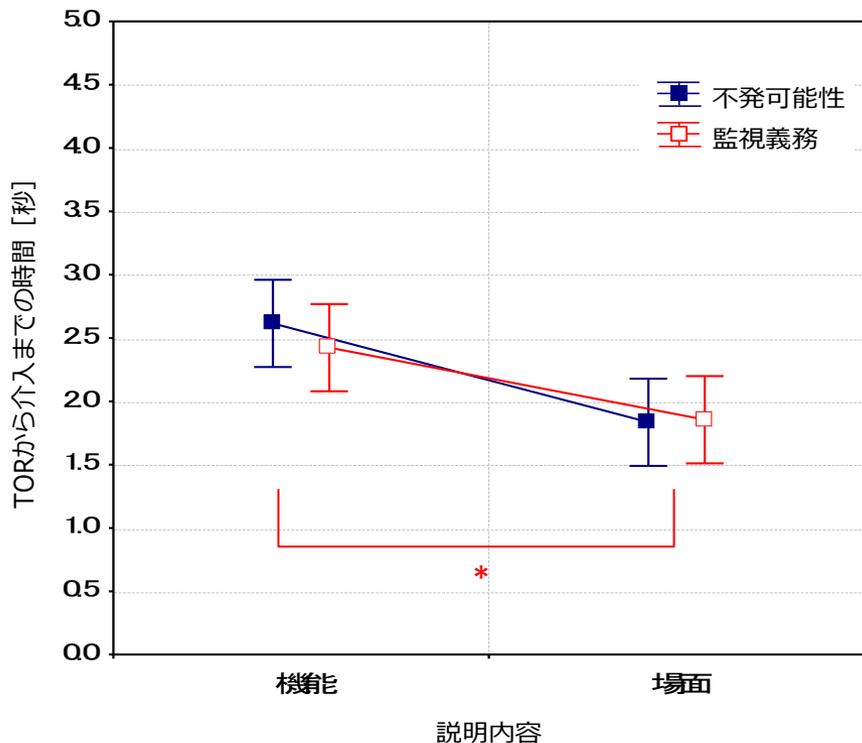
- このシステムは、車線変更を自動では行いません。
- このシステムは、車線を認識できていないときは制御を行えません。
- このシステムは、路上にとまっている物体を認識できないことがあります。
- このシステムは、近くを走っている他車でも、場合によっては認識できないことがあります。

作業仮説

- 監視義務の説明だけでは、TOR不発への対応が不十分。TOR不発可能性を伝えればドライバーはうまく対応できる
- 機能についての説明を理解できれば、知識を活用してTOR不発事象を含め、運転介入が必要な場面にうまく対応できる(若年層なら対応可、高齢層なら対応不可)
- 場面についての説明では、教えられた場面への対応はできるが、教えられた場面以外の類似の事例に対してはうまく対応できない

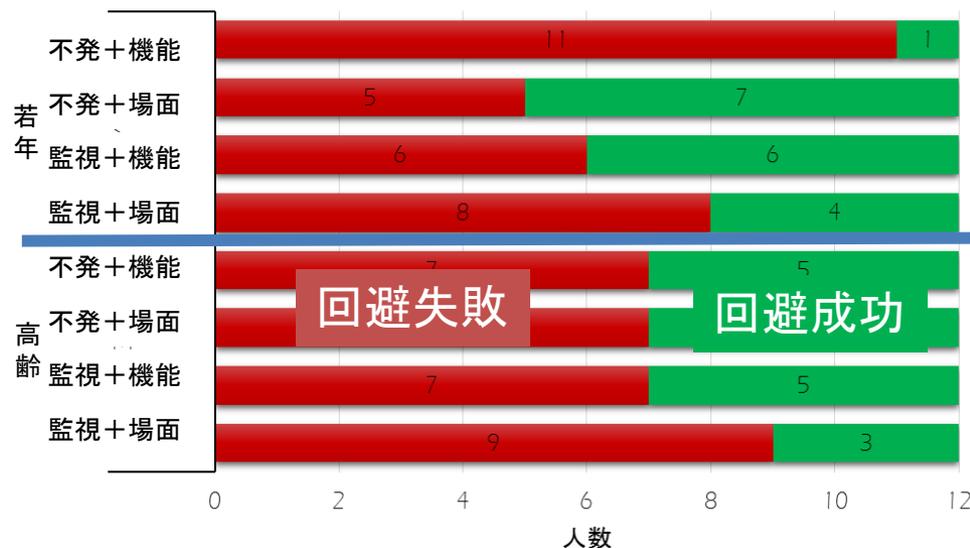
実験2β結果(代表的なもの)

TOR発信後ハンドルを握るまでの時間
(全イベント平均)



「レーンが見えないと制御できない」のように機能の視点で説明されても、一般のドライバーには、いつ介入が必要かはイメージしづらい。介入が必要な場面を具体的に説明すべき

TOR発信のない介入必要場面
(車線上に放置されたパイロン見落とし)での
ドライバーの対応



知識表現の形態によらず、TOR発信のない要介入場面では、多くのドライバーが適切な対応をできていない。
(本実験では、どのような場合に不検知が起こるかについては、情報を提供していない)

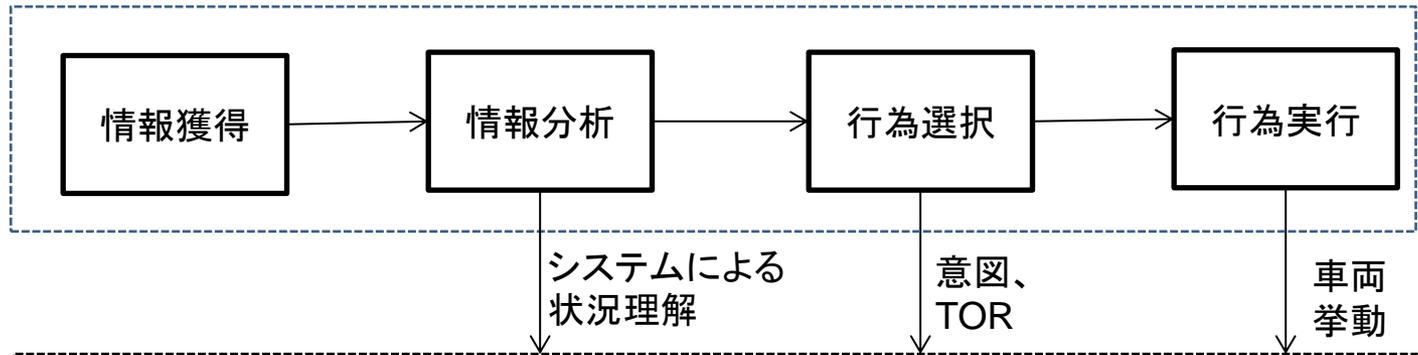
パイロンのような車以外の物体の不検知については、できるだけ具体的な事前説明が必要

□ 今後の課題

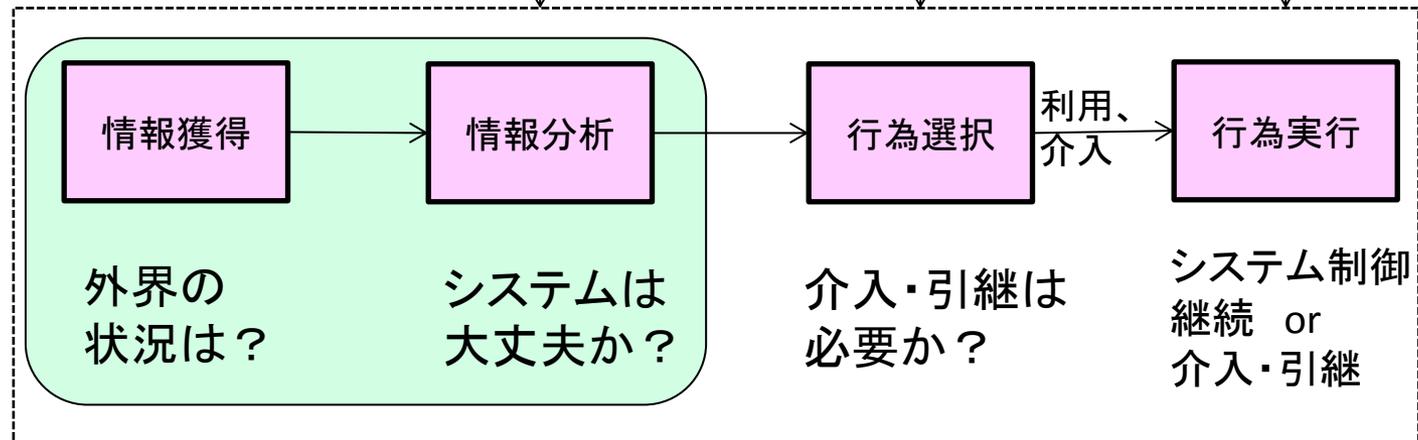
1. 今回得られた結果は、あくまでも、「定置型ドライビングシミュレータ」で、短時間の走行におけるものである。実際の自動車を走行させた条件下での検証が必要。
2. ドライバ(ユーザ)の判断で介入をしなければならない場面において、ドライバ(ユーザ)が適切な介入を行えるために、事前に伝えるべき知識、その伝達法についての詳細化が必要。
3. 自動運転システムの作動中にシステムの状態をドライバに伝えるにあたり、何をどこまで提供する必要があるかを明らかにすることが必要。

(SAEレベル2ないし3の)自動運転における 人間の情報処理と判断

システムによる
運転操作



ドライバーによる
介入・引継



自動走行システムの機能・状態・動作の理解に関する課題

理解, 信頼と
依存

もともと
ドライバーが持つ
イメージ

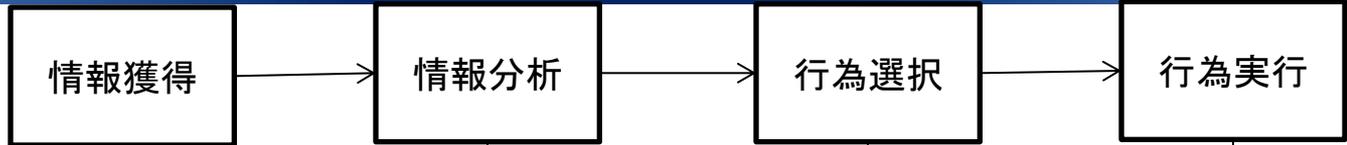
教育と訓練

ドライバーの役割理解

システムに関する知識

経験に基づく知識の更新

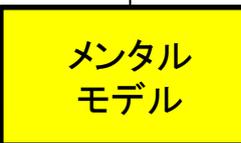
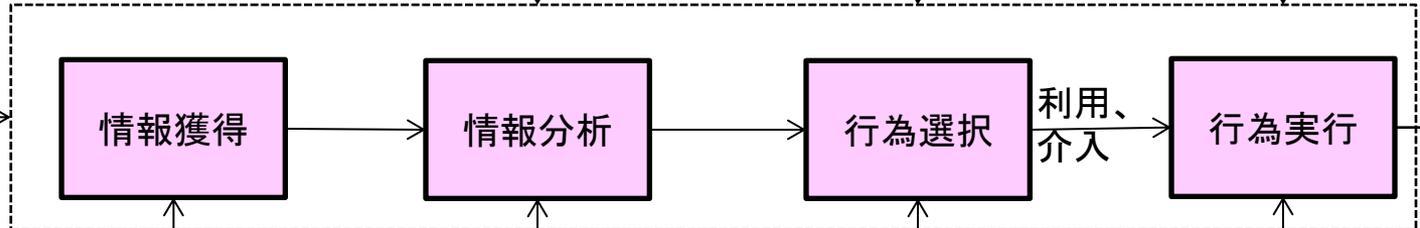
人間による
監視.



システムによる
状況理解

意図、
TOR

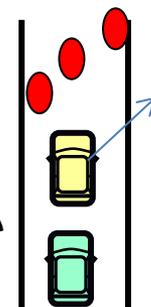
車両
挙動



実験1の主な結果 (レーンクローズ, 先行車有)

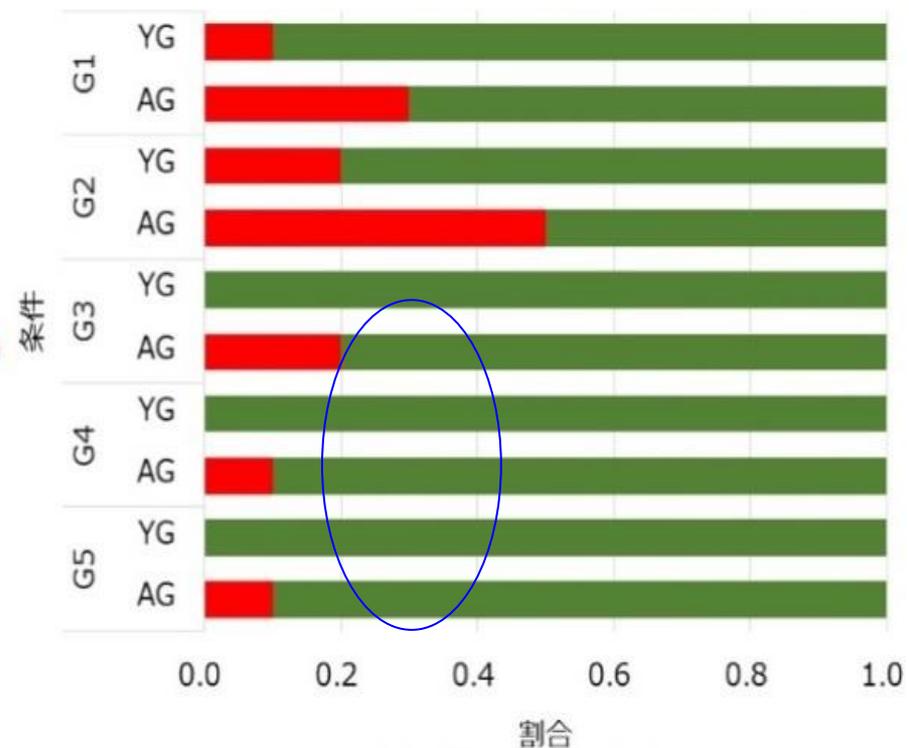
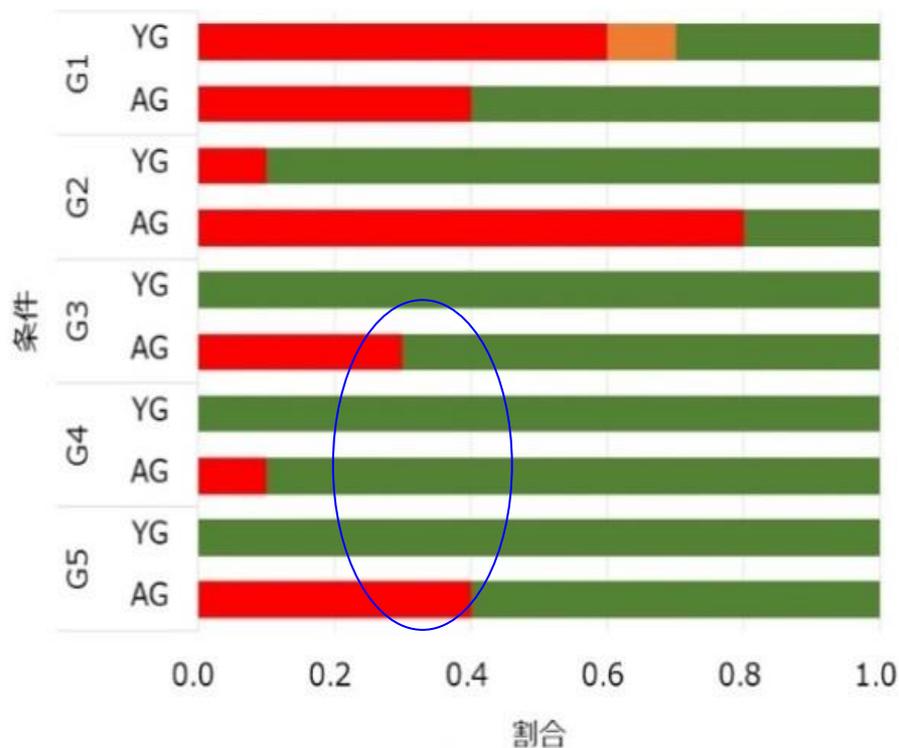
制御解除前(10秒以内)にハンドルを握ることのできた人の割合

先行車有.
TOR理由が
わかりにくい



1回目 (全11イベント中2回目)

2回目 (全11イベント中9回目)



条件5を含め、同一のシーンであれば2度目はうまく引き継げる(「**経験**」の重要性)
⇒ 机上の知識の提供だけでなく、シミュレータでも経験をさせるべきでは？