

二次タスクが運転引継ぎ行動に及ぼす影響の評価

自動車安全研究部
上席研究員 関根 道昭

講演内容

- 1．背景
- 2．二次タスクと運転引継ぎ
- 3．実験
- 4．まとめ
- 5．今後の課題

1. 背景

- レベル3以上の自動運転では、認知、判断、操作を車両システムが行う



ドライバは運転以外の作業（**二次タスク**）が可能となる

- 道路交通法(2019年5月改正)

- ◆ 走行中の運転者の禁止事項

- 携帯電話、自動車電話等の**保持通話**
- カーナビ画面等に表示された**画像の注視**

- ◆ 自動運転中にドライバが直ちに適切に対処できる場合はこれらを適用しない

- 将来、**保持通話**や**画像注視**以外の二次タスクが許容される可能性がある



二次タスクの安全性を評価する方法が課題

2. 二次タスクと運転引継ぎ

- 国連協定規則第157号 (UN-R 157) : 自動車線維持システム
 - ◆ 自動運転車は、運行設計領域から外れる前に**運転引継ぎ要請 (TOR*)**を提示する
 - ドライバは二次タスクを中断し、即座に運転を引継ぐ必要がある
- 二次タスクの作業負荷により運転引継ぎ時間が異なる可能性がある

* Take Over Request

二次タスク作業負荷	運転引継ぎ時間
小さい	短い
大きい	長い

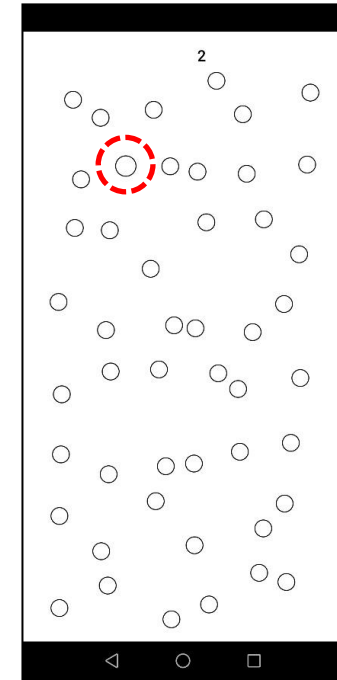
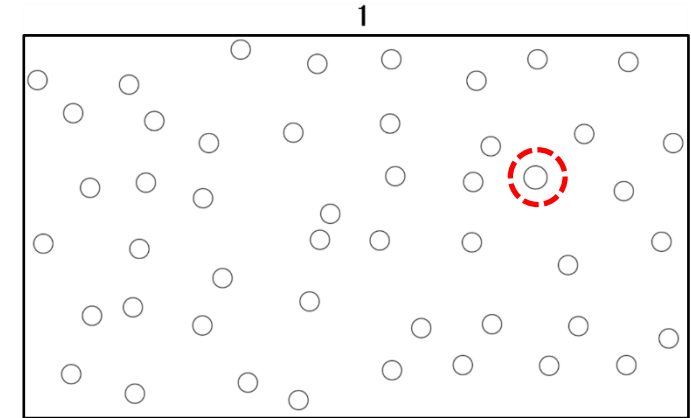
二次タスクの**作業負荷**が運転引継ぎ行動に及ぼす影響を評価

画面の種類が運転引継ぎ時間に与える影響(先行研究)

関根, 澤間, 榎本, 加藤, 自動運転中のセカンダリアクティビティ評価手法の実験的検討, 自動車技術会論文集, 2021, 52 巻, 4 号, p. 788-793

● 実験参加者、シナリオ

- ◆ ドライビングシミュレータ(DS)により高速道路を自動走行
- ◆ カーナビかスマートフォンを使って二次タスクを行う
 - 複数の円の中から大きい円を探して選択(SuRT)
- ◆ 運転引継ぎ要請(TOR)が出たら運転を引継ぐ
 - 画面の違いが運転引継ぎ時間に及ぼす影響を比較



- スマホ作業の運転引継ぎ時間は、カーナビ作業よりも長い
⇒ より複雑な二次タスクを検討する必要がある

二次タスクの作業負荷レベルと関与するリソース

- 作業負荷レベル

- ◆ 二次タスクを構成するリソースの数が増えるほど高い

- ◆ リソースの関与度(+の数)も影響

作業負荷 レベル	関与するリソース					二次タスクの例
	視覚	聴覚	手操作	音声 操作	認知 記憶	
0						二次タスクなし
1		+		+	+	会話, 電話など
2	++	+			+	動画視聴など
3	++		++		++	メール操作など
4	+++	++	++		+++	ビデオゲームなど

3. 実験

- 実験参加者

- ◆ 運転免許の保有者を研究所外部から募集
- ◆ 20歳代から50歳代の男性11名、女性11名（平均年齢41.6歳、標準偏差14.2歳）
- ◆ 交通安全環境研究所の「人間を対象とする実験に関する倫理規程」に準拠

- ドライビングシミュレータ（FORUM8製）

- ◆ 正面スクリーンまでの距離は3.54 m
- ◆ 水平方向視野角180度以上
- ◆ 鉛直方向視野角20度以上

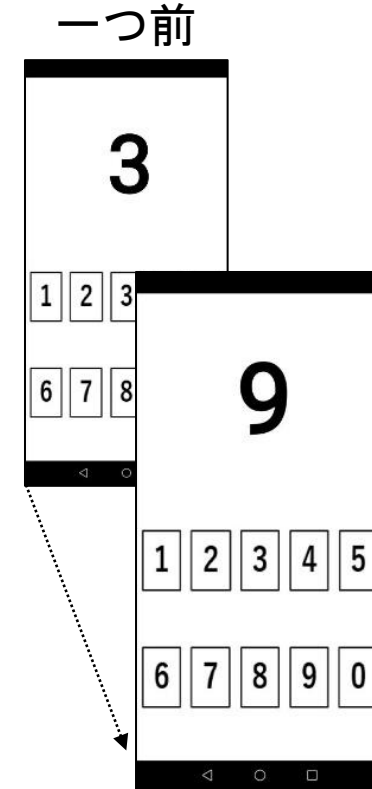
- 運転引継ぎ要請（TOR）警告音

- ◆ 助手席側に設置したスピーカ
- ◆ 周波数1.6 kHz、吹鳴周期8 Hz、音圧レベル70dB(A)の音を4秒間提示



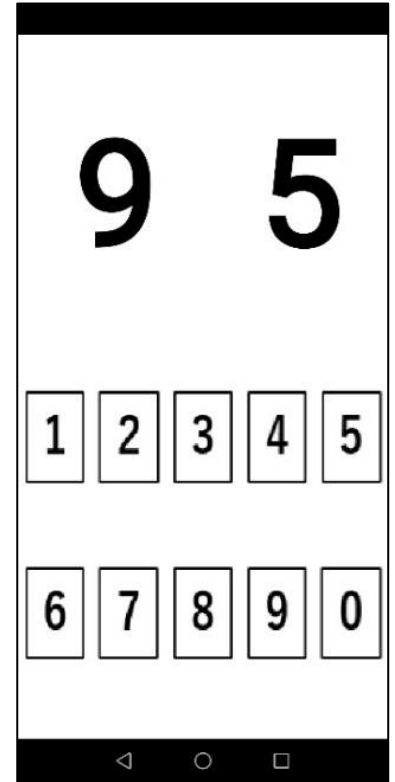
作業負荷レベルと二次タスクの例

- 作業負荷レベル0: **二次タスクなし**
 - ◆ スマートフォンを手を持つのみ
- 作業負荷レベル1: **音声1-Back**(音声通話を模擬)
 - ◆ 0~9の乱数をスマートフォンから**音声**で連続的に提示
 - ◆ 1つ前に提示された数字を**口頭**で回答
- 作業負荷レベル2: **動画視聴**
 - ◆ スマートフォンでNHKの教養・科学番組の録画を視聴
 - ◆ 走行終了後、動画に関する質問に2~3問回答
- 作業負荷レベル3: **メール操作に相当する作業**
 - ◆ **画面1-Back**: 1-Backの問題を**画面**に表示し、答えを**画面で入力**
 - ◆ **計算**: 2つの一桁乱数を加算し、下一桁を**画面で入力**



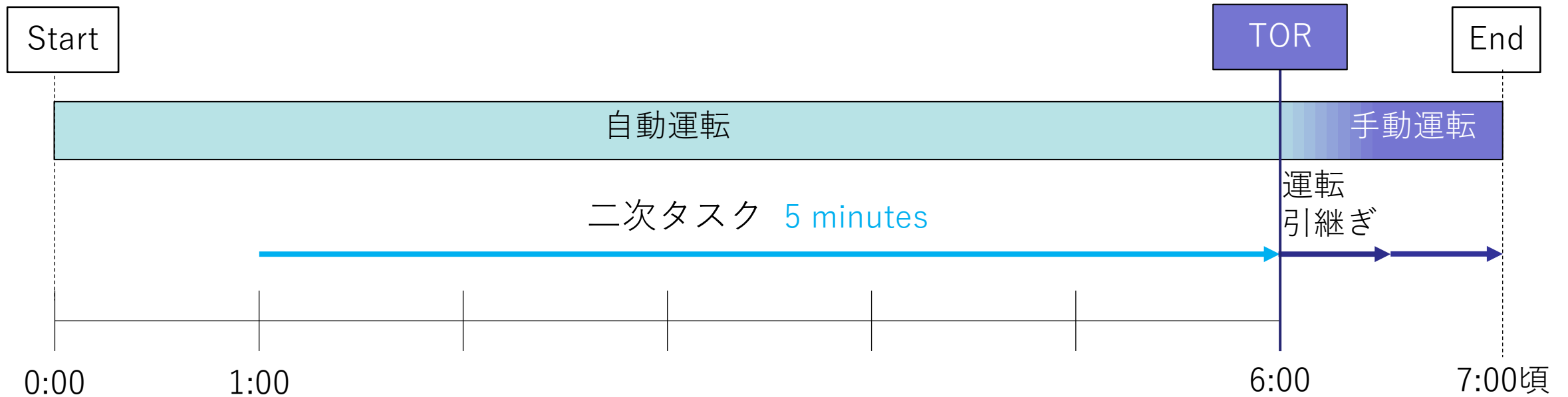
画面1-Backの例

(回答を下の数字ボタンで入力)



計算課題の例

1走行の流れ

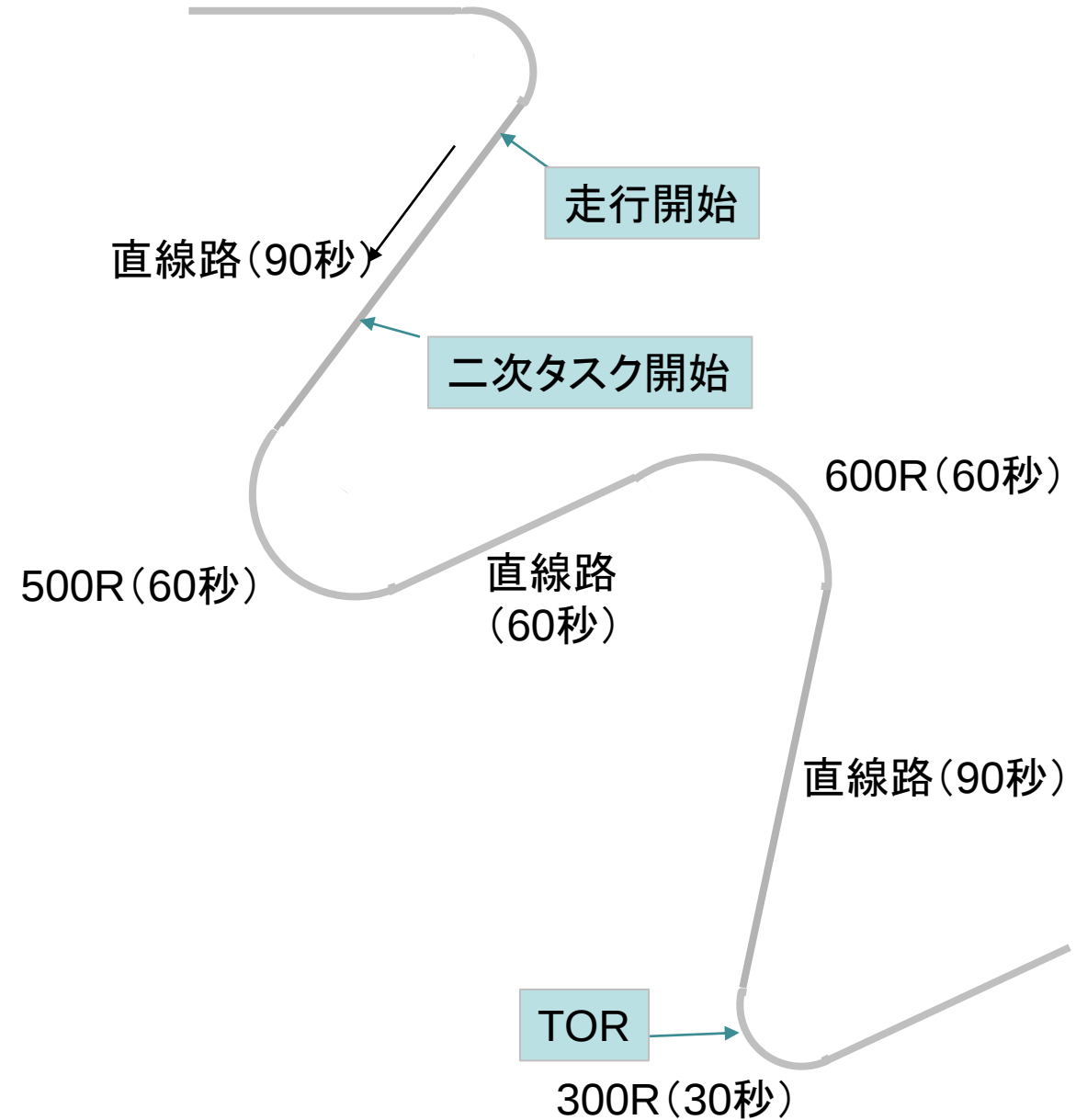


- 走行開始から1分後、5分間二次タスクを行う
- 開始6分でTORを提示、運転を引継ぎ、適切な運転を行う
- TOR時の道路形状2条件(カーブ・直線路) × 二次タスク5条件 = 10走行
 - ◆ 実験参加者ごとにランダムな条件順序で行う

走行コース



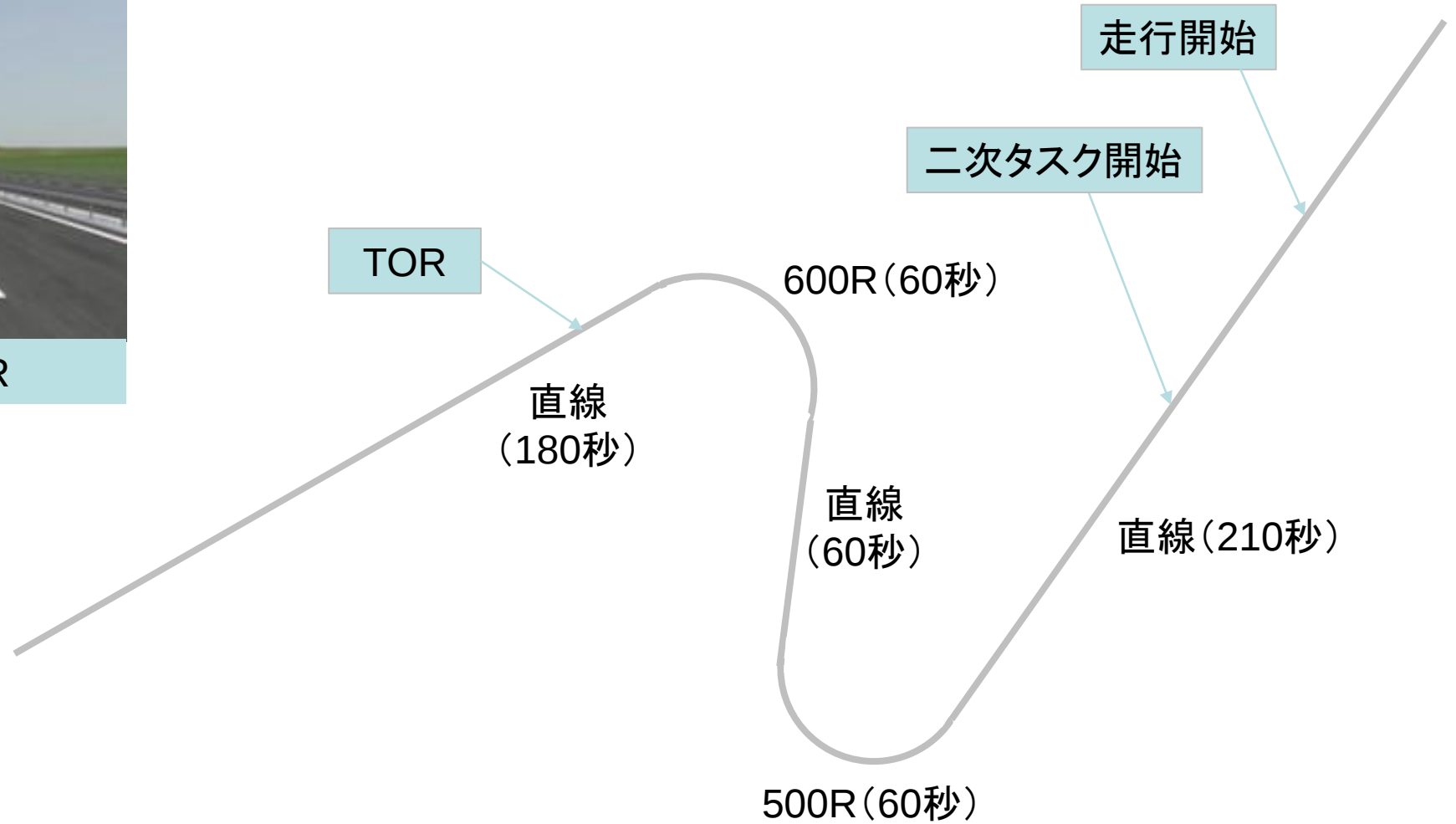
カーブ走行中にTOR



走行コース



直線走行中にTOR



TOR後の車両挙動(運転を引継がない場合)

TOR:カーブ

TOR直後

自動運転継続



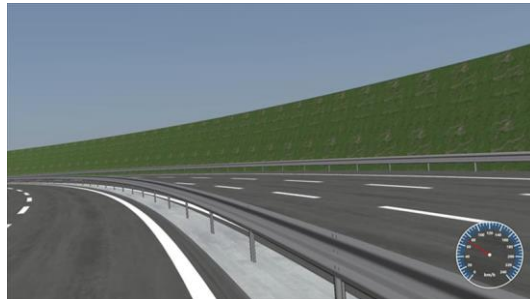
5秒後

自動運転解除



8秒後

ガードレールに
接触



TOR:直線路

TOR直後

自動運転継続



5秒後

自動運転解除



10秒後

停止車両に
接触



運転引継ぎ時の運転行動の映像解析

【TOR:カーブ】

- 眠気
- 右に寄る
- 右車線に逸脱
- 左に寄る
- 左車線に逸脱
- ふらつきあり

【TOR:直線路】

- 眠気
- 減速
- 停止
- 停止車両に接近
- 左に車線変更
- 右に車線変更
- 第2走行車線に戻る
- 中央分離帯に接触
- 右車線の車両に接近

窓外映像

前方

右方

ドライバの様子

手元

頭部

足元

ステータス



実験映像の例 (TOR:カーブ、画面1-Back)

TOR後の運転行動(記録映像から分類、実験参加者22名)

TOR:カーブ(車線逸脱回避)

運転行動	二次タスク条件				
	なし	動画	音声 1-Back	画面 1-Back	計算
眠気	2	0	0	0	0
ふらつきなし	6	3	4	7	8
右に寄る	15	14	12	11	13
右車線に逸脱	1	3	4	1	0
左に寄る	3	2	3	2	3
左車線に逸脱	1	0	2	0	0
ふらつきあり	7	8	8	8	5

半数以上が適切にステアリング操作できず
車両挙動が一時的に不安定

TOR:直線路(障害物回避)

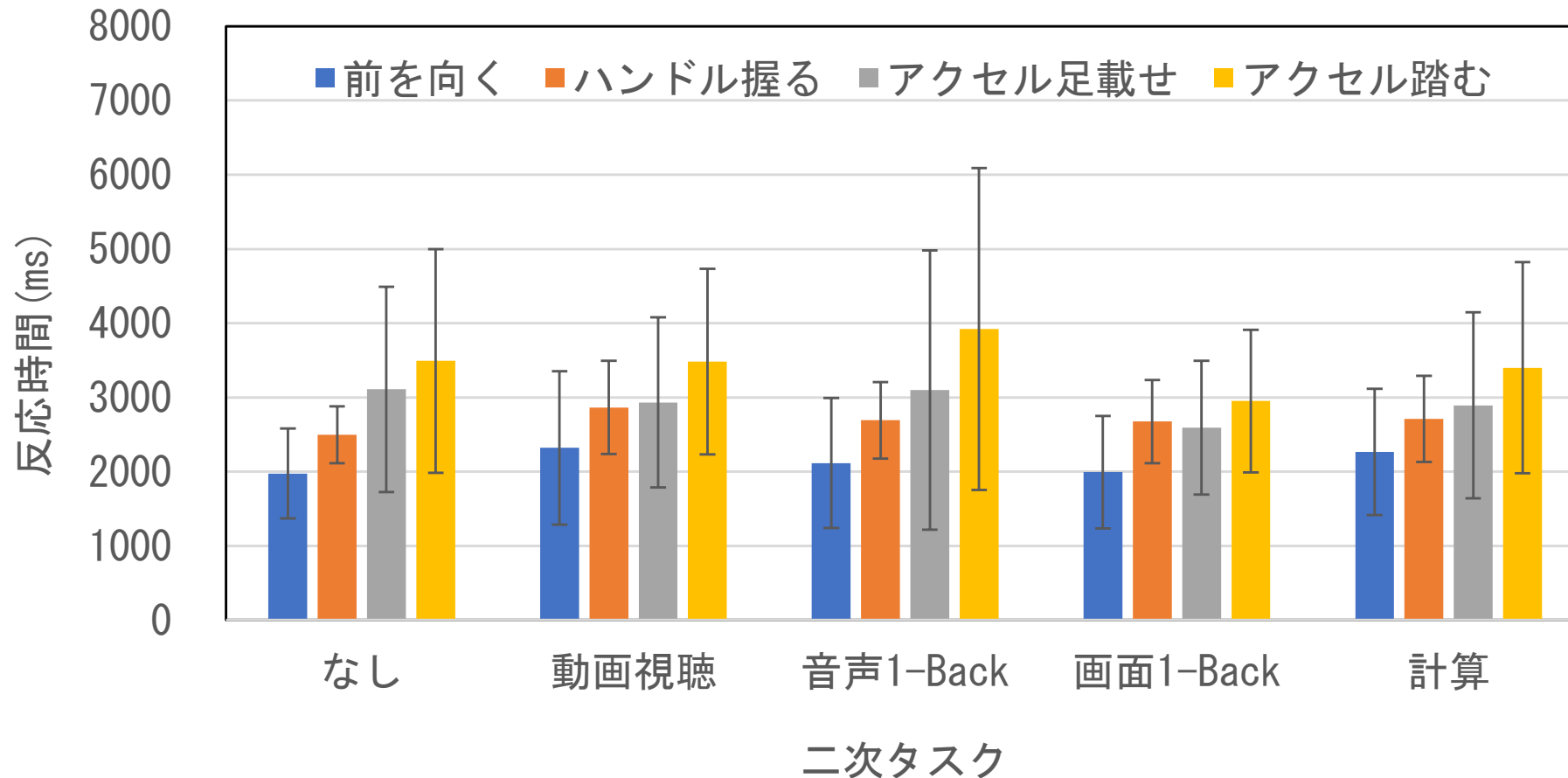
運転行動	二次タスク条件				
	なし	動画	音声 1-Back	画面 1-Back	計算
眠気	5	0	0	0	0
減速	15	13	13	13	12
停止	13	13	12	13	12
停止車両に接近	5	2	5	3	1
左に車線変更	1	1	2	2	2
右に車線変更	10	10	9	9	9
中央レーンに戻る	6	6	6	7	7
中央分離帯に接触	0	2	1	0	0

半数以上が減速・停止
残りは車線変更(多くは安全確認が不十分)

- 二次タスクと運転行動の関係は認められない
- 二次タスクなしでは眠気を感じる場合がある

運転引継ぎ時間(映像解析より)

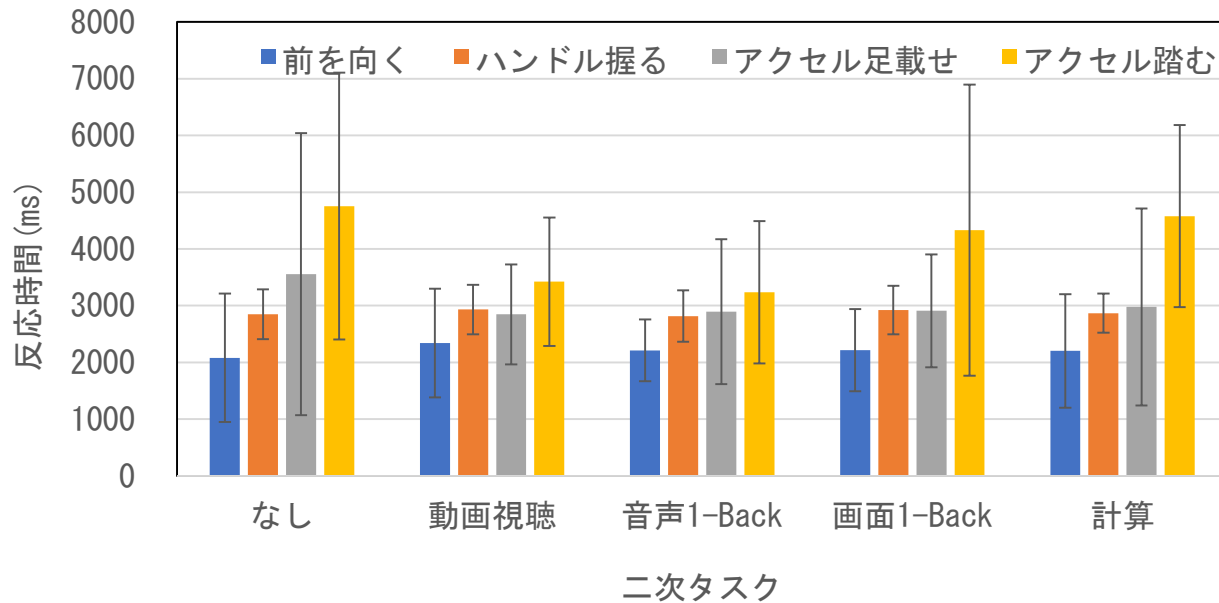
TOR:カーブ



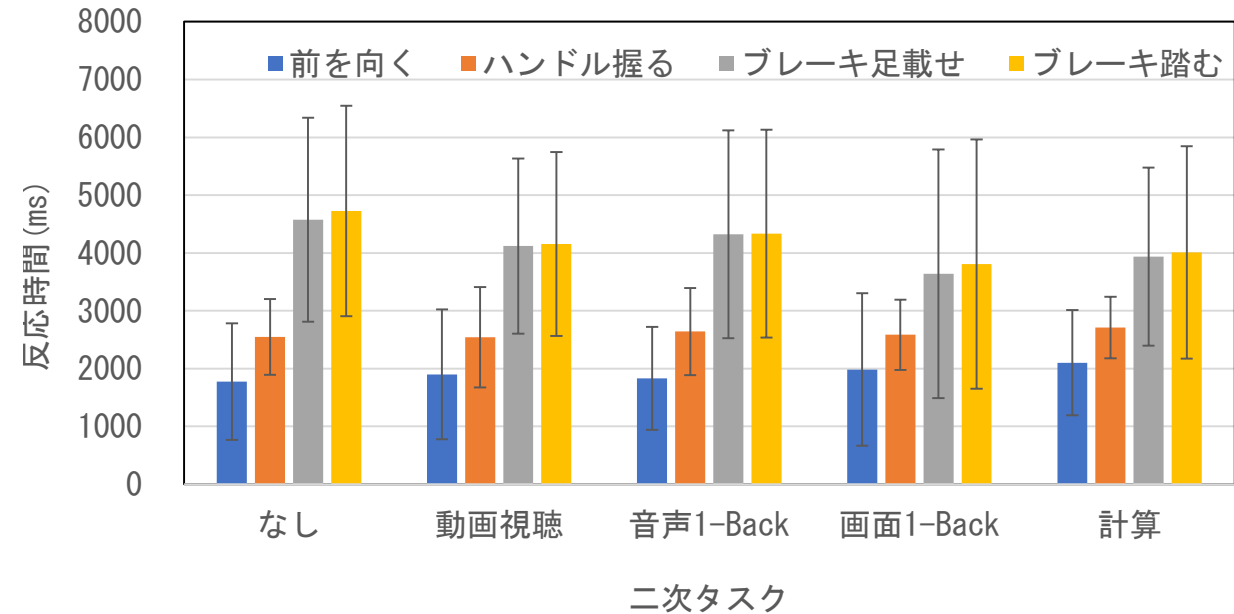
- 二次タスク作業負荷による反応時間の差は小さい

運転引継ぎ時間(映像解析より)

TOR: 直線路、車線変更(アクセル操作)

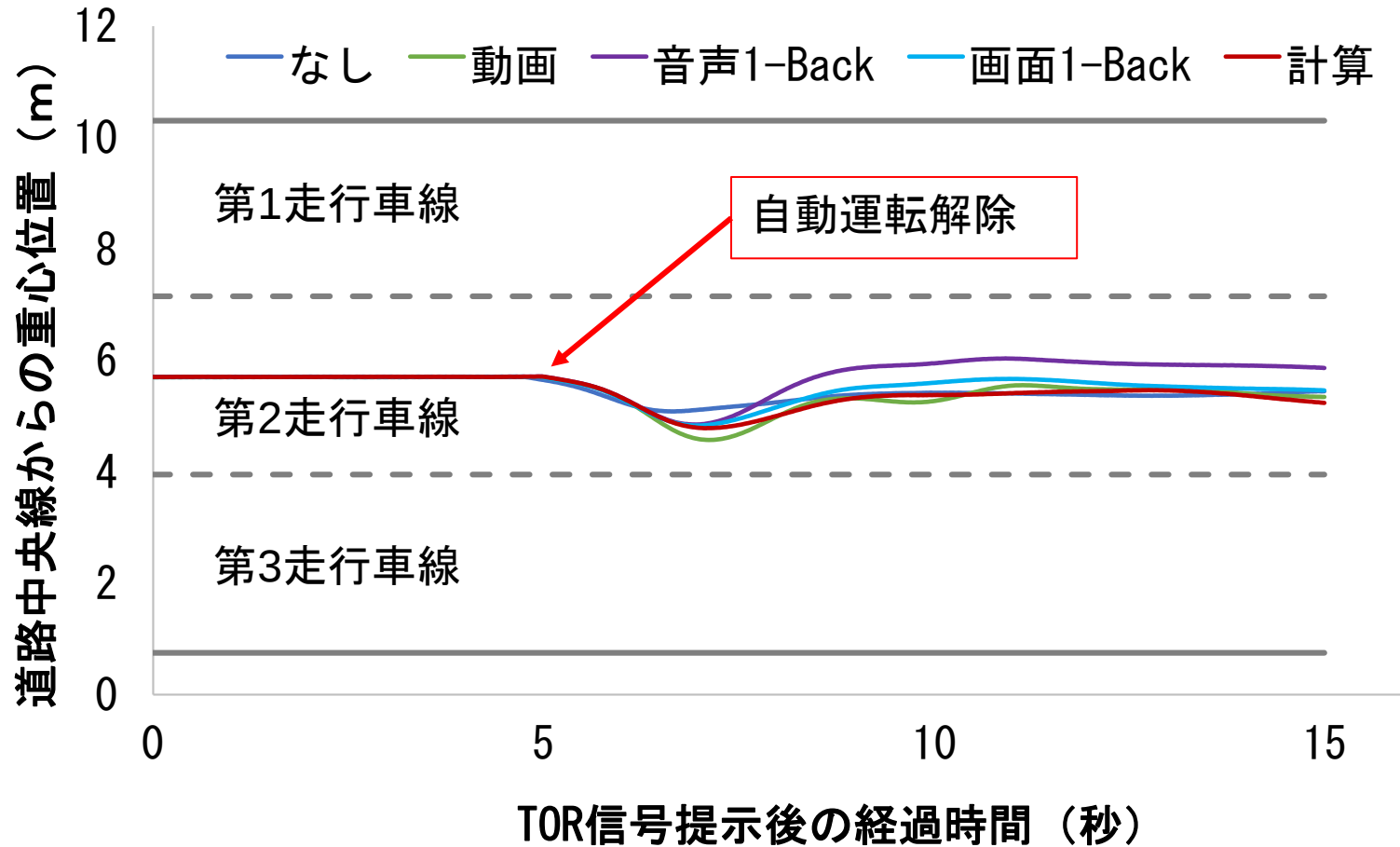


TOR: 直線路、減速・停止(ブレーキ操作)



- 停止車両に対する対応方法により、実験参加者が二分される
 - ◆ 車線変更: アクセルに足を載せ、一拍おいてから踏み込む
 - ◆ 減速・停止: アクセルからブレーキに踏みかえて、すぐにブレーキを踏み込む
- 二次タスク作業負荷による反応時間の差は小さい

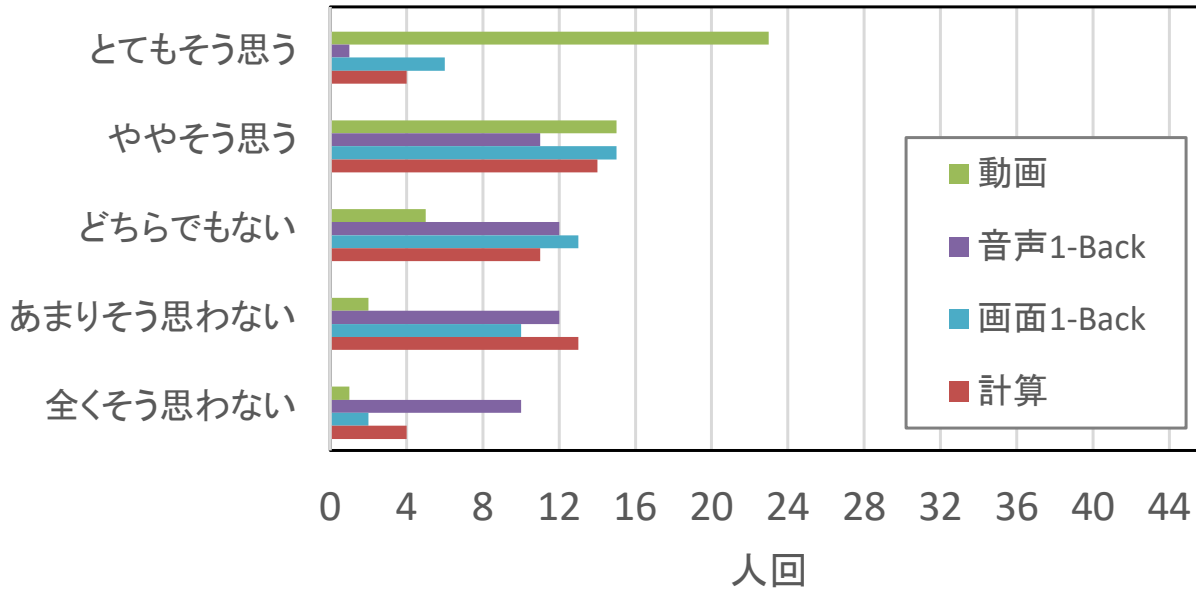
TOR:カーブにおける車両挙動の例



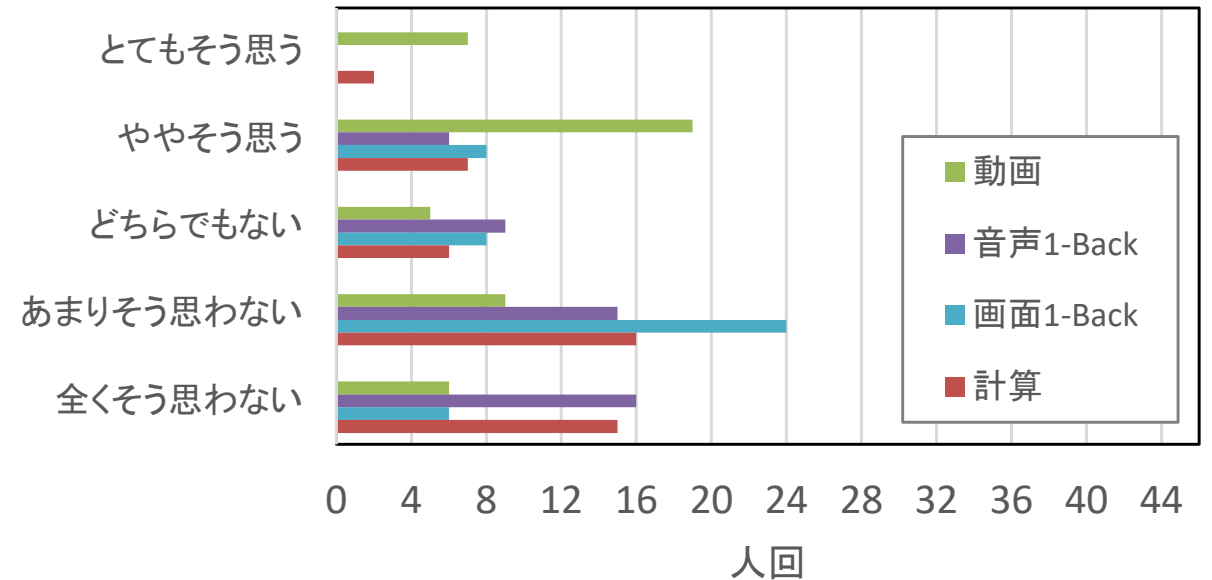
- 車両挙動により二次タスクの影響を定量的に評価できる可能性あり
 - ◆ 車線中央線から逸脱する大きさ、挙動が安定するまでの時間など

アンケート結果(各走行後に取得、カーブ・直線路の合計)

「スマートフォンの課題を楽しく行うことができた」



「手動運転への呼び戻し合図時に、スマートフォンの課題を続けたいと感じた」



- 動画視聴は好まれる二次タスク

- ◆ 今回は、実験者が用意した動画6本から見たいものを選択
- ◆ 好みの動画に集中、没入している場合、運転引継ぎが遅れる可能性あり

4. まとめ

● 二次タスクの種類が運転引継ぎ時間に与える影響

◆ 二次タスクの違いによらず運転引継ぎ時間は同程度

- TOR警告音の緊迫感が高く明瞭だったため、運転引継ぎ時間を一律に短縮させた可能性がある
 - ✓ 警告音の緊迫感が低い場合を検討する
 - ✓ 身体能力や聴力が低下した高齢者の運転引継ぎ時間についても確認する

◆ 「二次タスク無し」の運転引継ぎ時間は必ずしも短くない

- 覚醒度や注意力を維持できる適切な二次タスクの検討が必要
- 好みの動画やゲームなどに集中、没入している場合の検討も必要

● 運転引継ぎ後の運転挙動

- ◆ 直線路：停止車両への対応の仕方が実験参加者によって大きく異なる
- ◆ カーブ：実験参加者ごとの反応の個人差が小さい
 - カーブにおける車両挙動や操舵の安定性などを数量的に分析する

5. 今後の課題

- 車両挙動の分析による二次タスクの定量評価
- 二次タスクの集中度、没入度が運転引継ぎに与える影響
- TOR信号の明瞭度、強度と運転引継ぎの関係
- 高齢者における運転引継ぎ時間、車両挙動、受容性など

本発表は令和二年度に自動車基準認証国際化研究センター(JASIC)から受託した研究成果の一部を報告したものです

この研究にご協力いただいた関係者に謝意を表します