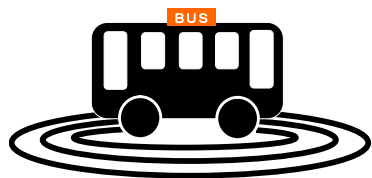


# 歩行者との接触事案の原因究明及び再発防止対策について

しずおか自動運転ShowCASEプロジェクト

静岡県交通基盤部



## 【事案の概要】

発生日時 令和3年11月15日（月）午後2時46分ごろ

発生場所 伊東市八幡野地内

事案状況 11月18日（木）からの実証実験に向けて、遠隔操作の公道審査を実施していた下り坂に差し掛かった際に、遠隔監視の電波状況が悪化し映像が乱れたため、遠隔操作者がブレーキを踏んだがブレーキ制御が効かず、左ミラーが歩行者と接触。異常に気付いた保安要員が車両ブレーキを踏んだため、接触直前に車両は減速した。

乗車人員 7名（運転席は無人・助手席は保安要員が乗車）

被害状況 接触した歩行者への怪我、周辺の構造物への物損、車両の破損 等の被害なし

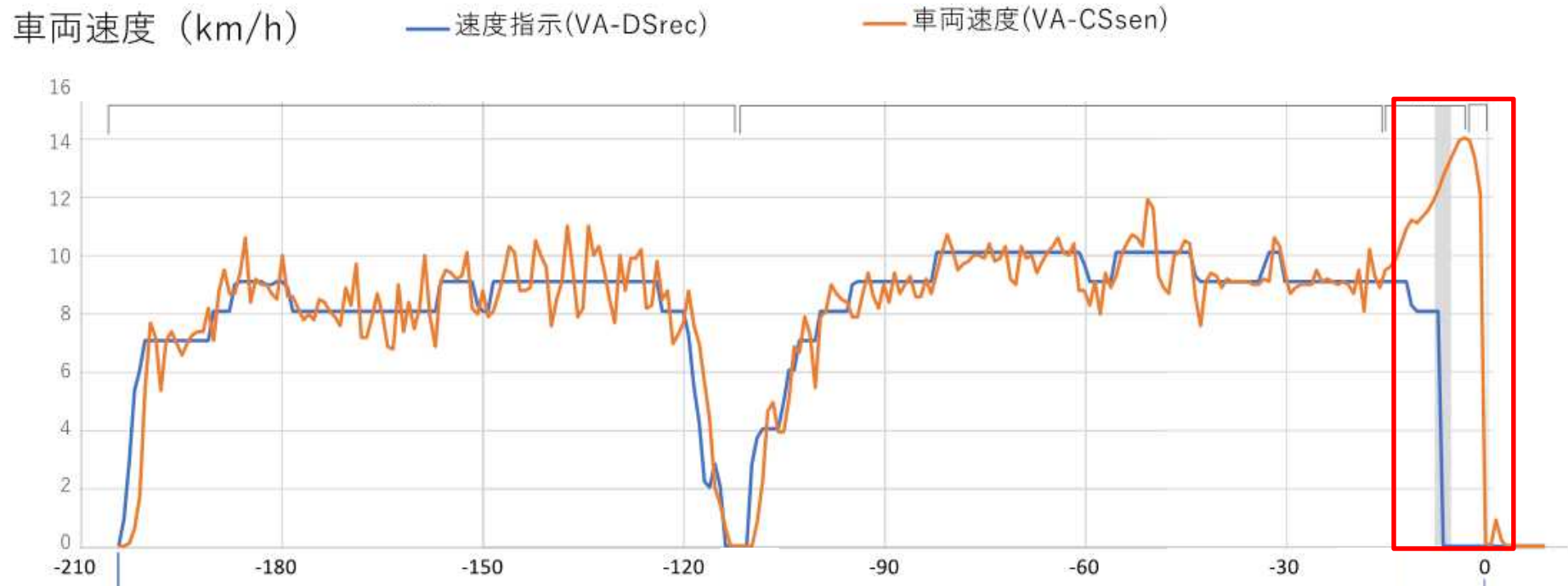
事故対応 11月18日から予定していた伊東市での実証実験については中止。自動運転車のログやカメラ映像等を確認し、事案の検証を実施。



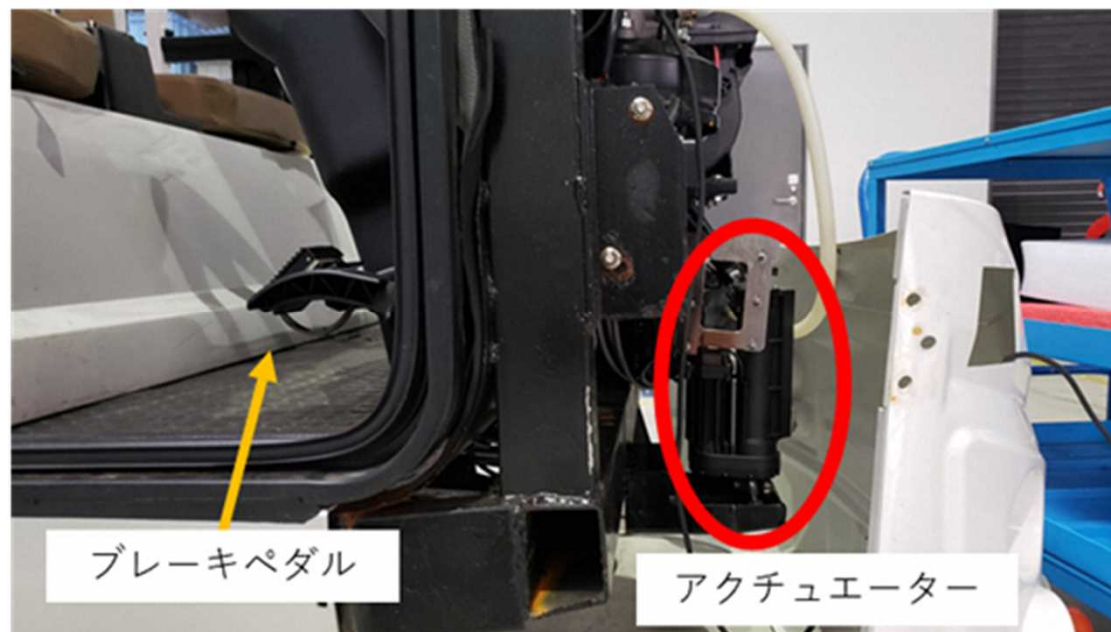
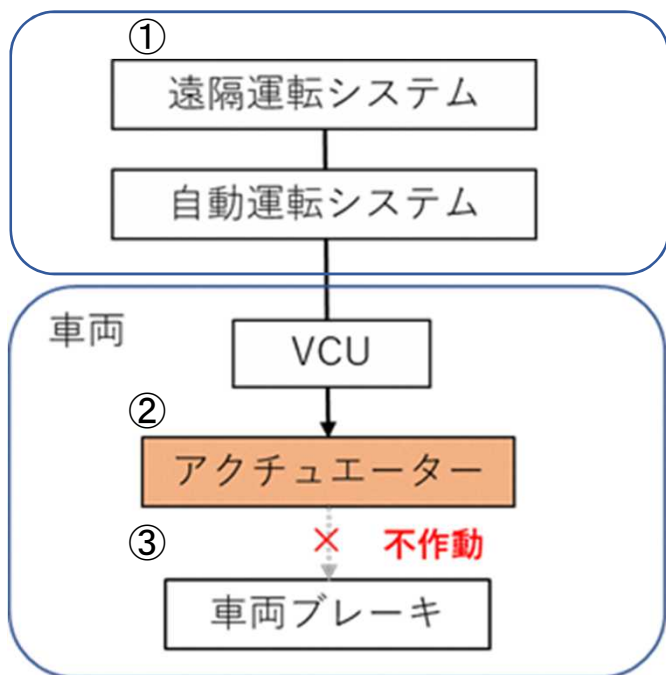
- ・下図赤線の経路、伊豆高原駅「やまも口」から「桜並木口」までの1.4km区間で公道審査を実施（青線部を遠隔走行）
- ・2台続けて審査を実施し、2台目の車両の審査中に事案発生



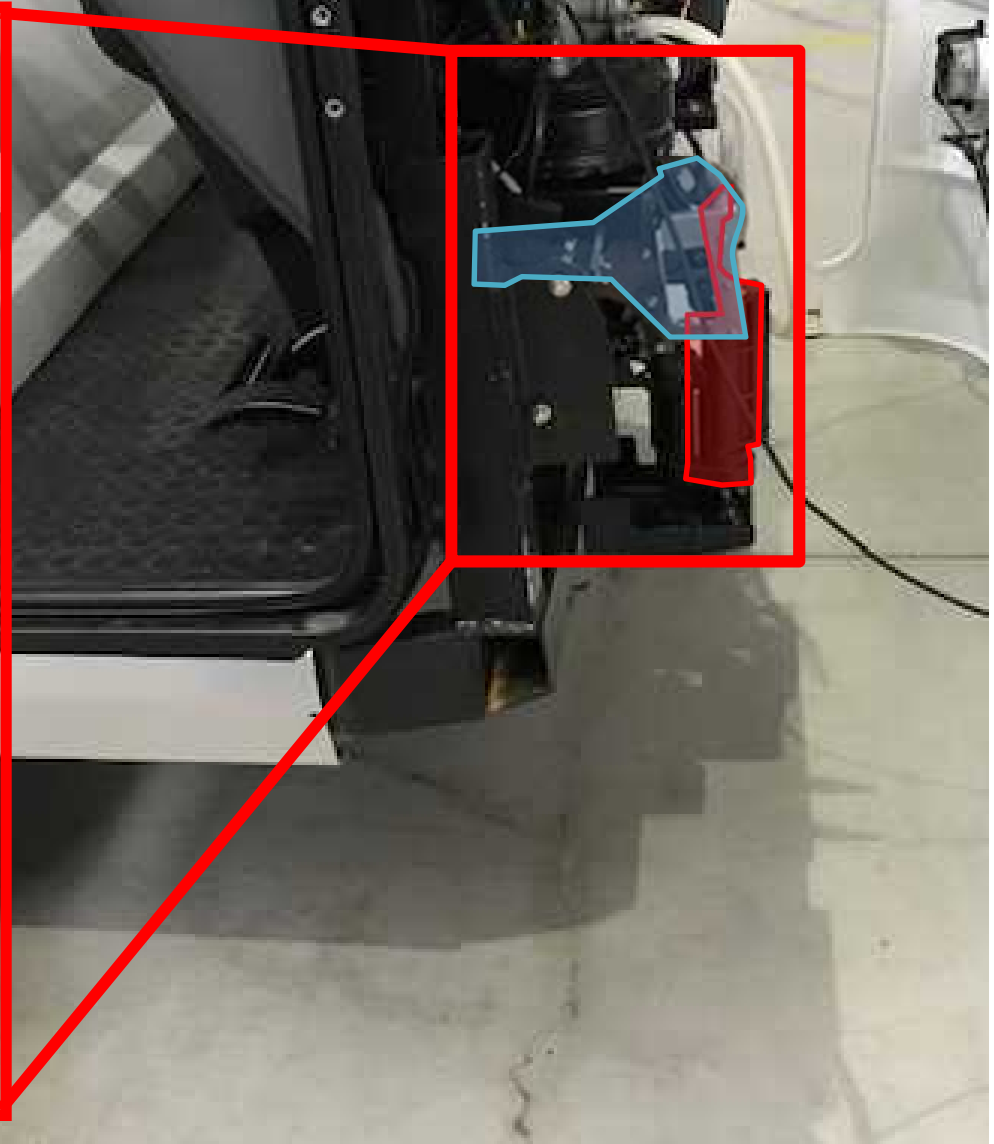
## 遠隔走行車両の速度と遠隔からの速度指示履歴（車両内データ比較）



時間	項目	内容	備考
14 : 45 : 54	映像の乱れ	通信状況の悪化により遠隔モニターが乱れる	
	遠隔側フットブレーキ操作	映像の乱れを確認した遠隔運転者がフットブレーキを操作	ブレーキ作動せず
14 : 45 : 57	映像の復帰	遠隔監視側では、繰り返しブレーキを操作	
14 : 46 : 00	車両側フットブレーキ操作	“正常な動作”ではないと判断した車両添乗者が車両フットブレーキを押下	非常停止ボタン操作せず
14 : 46 : 01	接触	散歩していた男性と車両が接触	



番号	内容
①	遠隔システム（遠隔操作者）からの命令は自動運転システムを通して、車両のシステム（VCU）へ伝達される
②	受けた命令に応じて各機器を作動させる
③	車両のブレーキは、アクチュエーターが動くことにより動作する



## 正常な車両

デバイス	項目	確認方法	結果
アクチュエータ (自動時のみ)	ブレーキストローク受信	アクチュエータテスト	○
	ブレーキストローク動作	アクチュエータテスト	○
	ブレーキストローク動作	アクチュエータテスト(耐久)	○
	マスターシリンダ固定点	指触	○
	ロッドエンド固定点	指触	○
	ロッドエンド-車両固定	指触	○
	油圧出力	アクチュエータテスト	○
	油圧出力	アクチュエータテスト(耐久)	○

## 今回の車両

デバイス	項目	確認方法	結果
アクチュエータ (自動時のみ)	ブレーキストローク受信	アクチュエータテスト	○
	ブレーキストローク動作(gein130)	アクチュエータテスト	○
	ブレーキストローク動作(gein240)	アクチュエータテスト(耐久)	×
	マスターシリンダ固定点	指触	○
	ロッドエンド固定点	指触	○
	ロッドエンド-車両固定	指触	△(締結弱い)
	油圧出力(gein130)	アクチュエータテスト	○
	油圧出力(gein240)	アクチュエータテスト(耐久)	×



時間(分)	保持目標油圧 (MPa)	ブレーキ油圧 (MPa)	温度(°C)	動作
0	2.5	3.0	20	○
10	2.5	3.0	40	○
15	2.5	3.0	50	○
20	2.5	2.8	55	△
25	2.5	2.8	55	△
30	2.5	1.5	63	×
31	2.5	0	63	×
32	2.5	1.5	59	×
33	2.5	0	57	×
40	2.5	0	45	×
50	2.5	0	37	×

- 車両の耐久性テストにおいて、不具合が確認された
- 30分程度連続稼働させると、動作不良が生じる  
(温度が上昇し、保護装置が作動する。結果ブレーキの動作不良が生じた)

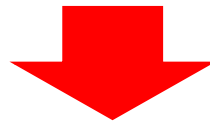


より耐久性の高い部品への更新が必要

## システム面

現在のシステムでは、映像が乱れた際に

- ・遠隔側では、ブレーキを踏むが車両の動きを把握できない
- ・車両側では、映像の乱れや遠隔運転手の操作を把握できない



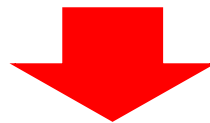
遠隔・車両双方で正確な判断ができず操作判断に遅れが生じた

## 運用面

正しい停止の手順は

- ・緊急停止ボタンを操作した後、その他の停止措置をとる





※今回は緊急停止ボタンを操作せず、とっさにフットブレーキを踏んだ



緊急時の正しい停止手順を徹底できていなかった



## 本事案の要因

項目	内容
<p>①車両</p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ブレーキペダルの制御に用いるアクチュエーターが経年劣化から耐久性不足になり、ブレーキが働かず、制動力が発揮できなかった</li> </ul> <p>⇒<b>耐久性の低いアクチュエーターを採用していた</b></p>
<p>②システム</p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電波状況の悪化により、映像の乱れが発生した</li> </ul> <p>⇒<b>遠隔監視・操作側及び車両の保安要員がブレーキ装置の不作動を即時に把握できなかった</b></p>
<p>③運用</p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>・助手席の保安要員及び遠隔監視者が 非常停止ボタンの操作を行わなかった</li> </ul> <p>⇒<b>教育（非常時対応）が十分ではなく、緊急停止ボタンを操作する必要性は認識していたが、状況を即時に認識できなかったことから操作を行えなかった</b></p>

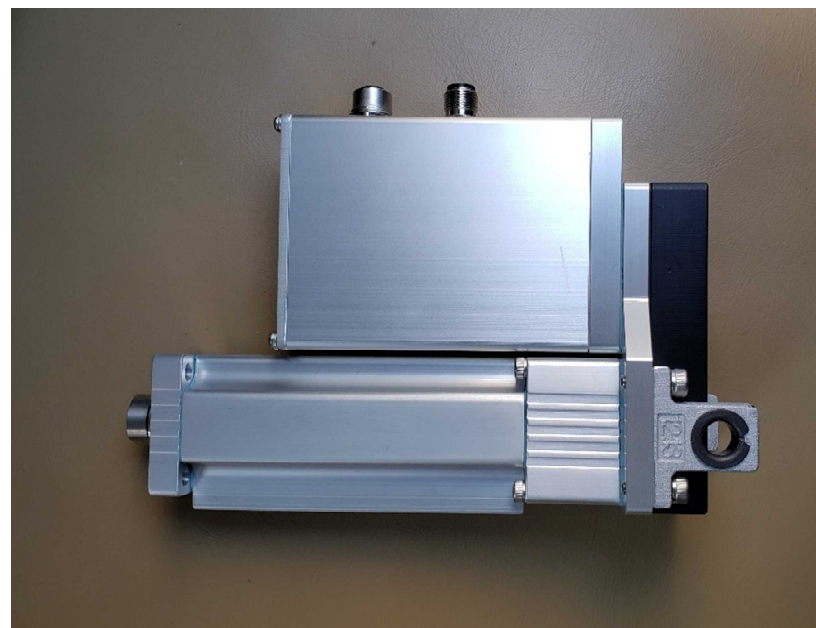
- ・アクチュエーターメーカー立会のもと、用途に適した耐久性の高い部品に交換
  - ・産業用途として、20年近く使用実績があること。
  - ・故障の兆候となる温度上昇や作動状態をシステムへ通信可能であること。

交換前



Futaba製

交換後



ヴィッテンシュタイン・ターナリー製

## システム面

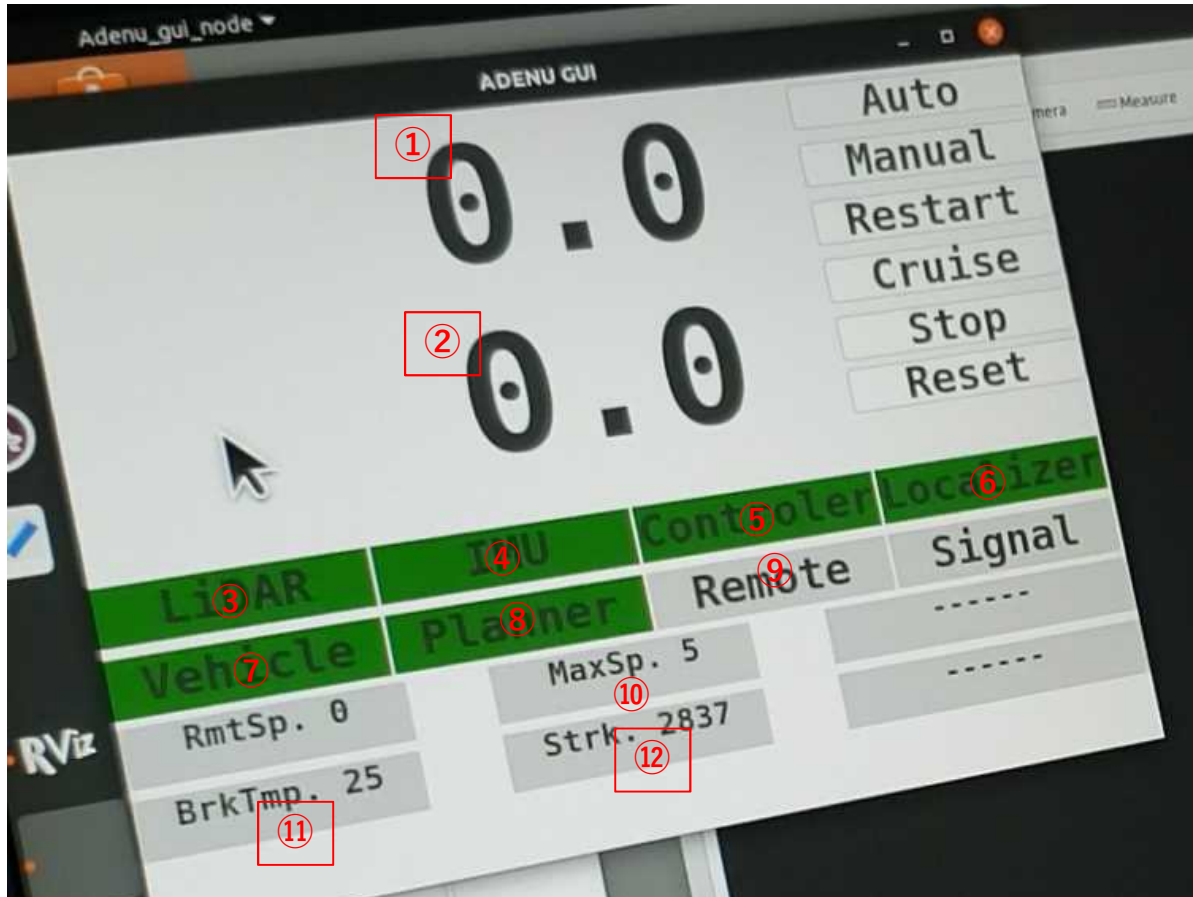
- ・不作動が起きた場合、安全に停止するよう機能追加を実施
  - ・アクチュエーターの温度上昇を検知し、不作動の兆候となる高温が確認された場合
  - ・システムの速度指示と車両の速度がずれた場合

自動的に緊急停止指令を発する。







同時にブザー及び表示装置で車両の運転手にも不具合が発生していることを通知

## 運用面

- ・一般乗客を乗せた公道での実証実験は、二種免許を保有する運転手を乗車させる
- ・緊急時の運転手の対応を明確化するよう、手順書に緊急時の取り扱いを追記し、運転手への再教育及び訓練を徹底する。（取組の強化）



- ① 現在速度 (km/h)
- ② システムからの指示速度 (km/h)
- ③ LiDARセンサー動作状態
- ④ IMUセンサー動作状態
- ⑤ 車両制御システム動作状態
- ⑥ 自己位置推定システム動作状態
- ⑦ 車両と自動運転システムの通信状態
- ⑧ 経路設定システム動作状態
- ⑨ 遠隔操縦システム動作状態
- ⑩ 現在地での最大速度
- ⑪ ブレーキアクチュエーター温度
- ⑫ ブレーキアクチュエーター動作状態

項目	内容
<p>①車両</p>  	<p>アクチュエーターメーカー立会のもと、 自動走行に適応する製品の選定・交換</p>
<p>②システム</p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ブレーキ装置不作動の兆候や自動運転システムの速度指示と車両の速度がずれた際に停止命令を発する</li> <li>・同時にブザーやランプ等で車両の運転手にも不具合が発生していることを通知</li> </ul>
<p>③運用</p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急時の運転手（遠隔・車両）の対応を明確化するよう、手順書に明記、運転手への教育及び訓練を徹底</li> <li>・事象発生地点と同様、速度の上昇しやすい急な下り坂（約5%以上）では、当面手動運転に切り替えて、走行する</li> </ul>

- ・当面、遠隔走行を行わず、運転手有での自動走行を行う。  
（遠隔型の再開は、自動走行と併せて映像の安定性等を検証した後、改めて検討）