

第12回 日本ITS推進フォーラム

自動走行システム



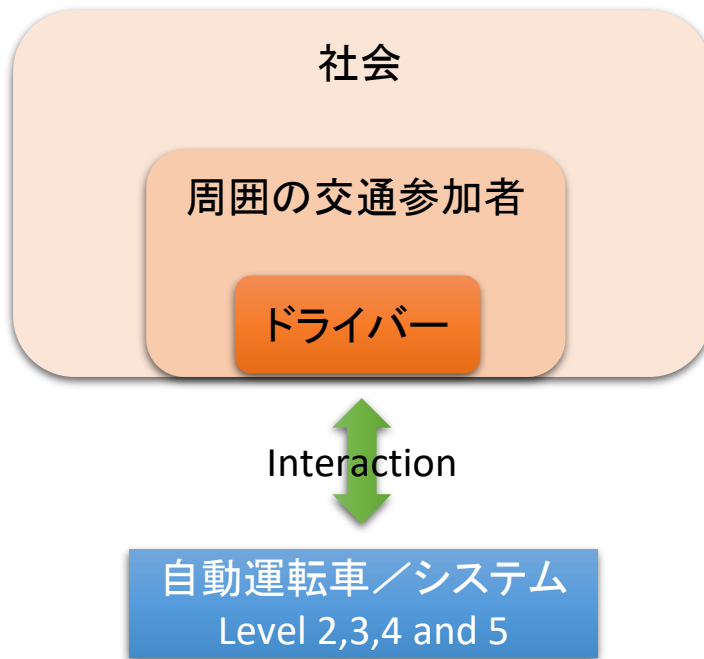
Human Factors

北崎 智之

SIP-adus国際連携WG／国立研究開発法人 産業技術総合研究所



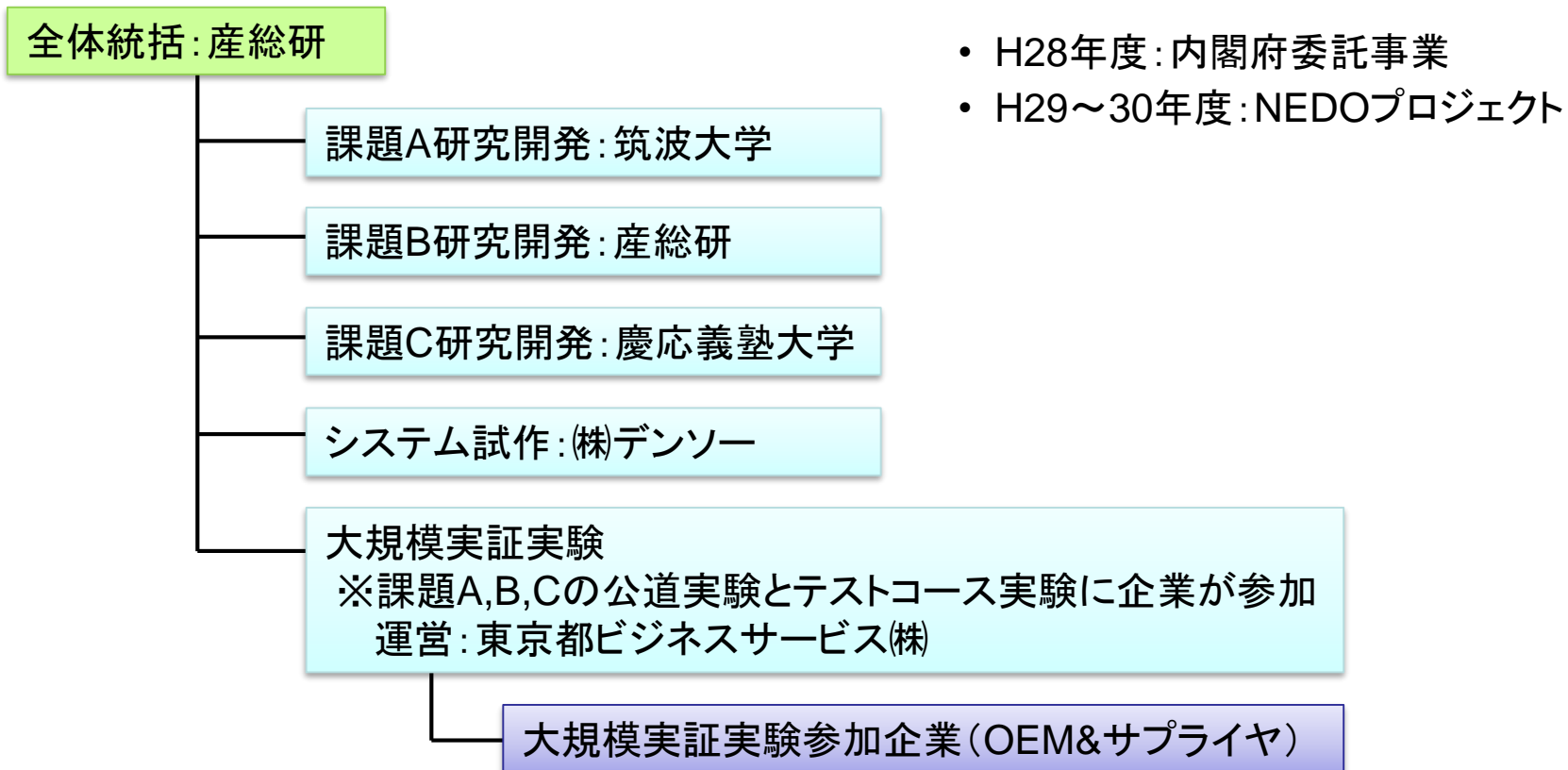
HMIタスクフォース(H27年度)で用いた 課題抽出のためのフレームワーク



クルマと人のインタラクション		自動運転のレベル					
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	
クルマ⇄ドライバ	システム理解に関わる課題						
	A-1	システム機能の理解	システムへの過度の依存、システム機能への過信、機能誤解				
	A-2	システム状態の理解	システムの現在状態と将来挙動の理解				
	A-3	システム操作の理解	操作系のユーザビリティ(使い方や操作の意味が分からない)				
	A-4	システム挙動の理解	自分と異なる運転の仕方に対する不安・不快(車線変更による割り込み、カーブでの減速など)				
	ドライバ状態に関わる課題						
	B-1	自動運転システム利用時のドライバ状態	適切なドライバ状態と維持方法				
	B-2	自動運転システムから手動運転への遷移	安全な運転ハンドオーバーの方策				
	B-3	自動運転システムのユーザ価値	眠気との戦いに勝る価値の創出	リラックスの中断に勝る価値の創出		走りの画一化に勝る価値の創出	
クルマ⇄他の交通参加者	C-1	自動運転車と周囲のドライバ間のコミュニケーション	交差点・合流・車線変更時などでのコミュニケーション手段				
	C-2	自動運転車と歩行者等とのコミュニケーション	歩行者横断時、商店街・駐車場などでのコミュニケーション手段				
	C-3	交通ルール遵守と交通流円滑化のバランス	譲り合い、法定速度と交通流速度の不一致など				
クルマ⇄社会	D-1	自動運転車に対する社会的価値と受容	社会的受容性を高めるための普及率に応じた機能設計				
	D-2	事故・交通違反の責任の所在	自動運転システム利用中の事故・交通違反の責任				
	D-3	運転免許制度	自動運転車の免許制度				

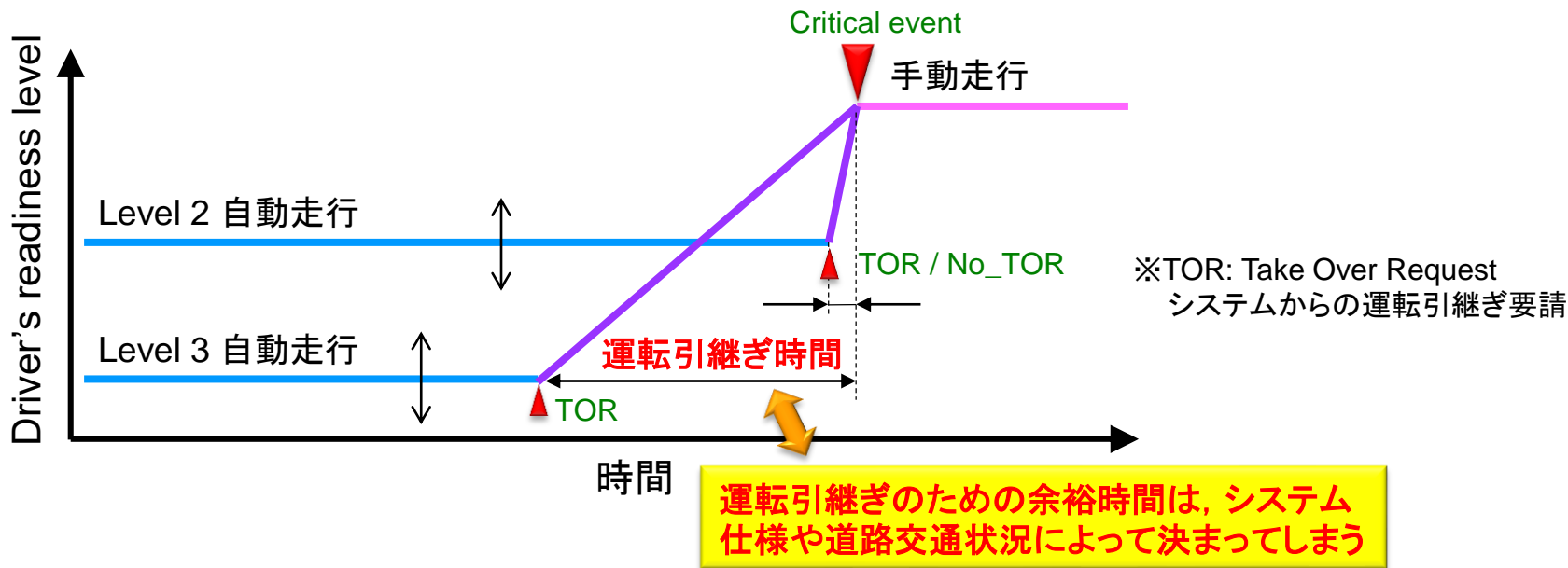
クルマと人のインタラクション		自動運転のレベル					
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	
クルマ⇄ドライバ	システム理解に関わる課題						
	A-1	システム機能の理解	課題A: システムの機能理解に関わる課題				
	A-2	システム状態の理解	システムの状態に付随する手動の制御				
	A-3	システム操作の理解	操作系のユーザビリティ(使い方や操作の意味が分からない)				
	A-4	システム挙動の理解	自分と異なる運転の仕方に対する不安・不快(車線変更による割り込み, カーブでの減速など)				
	ドライバ状態に関わる課題						
	B-1	自動運転システム利用時のドライバ状態	課題B: ドライバ状態に関わる課題				
	B-2	自動運転システムから手動運転への遷移	手動運転から自動運転への移行				
	B-3	自動運転システムのユーザ価値	眠気との戦いに勝る価値の創出	リラックスの中断に勝る価値の創出	走りの画一化に勝る価値の創出		
	クルマ⇄他の交通参加者	C-1	自動運転車と周囲のドライバー間のコミュニケーション	交差点	課題C: 自動運転車と周囲の交通参加者のコミュニケーションに関わる課題		
C-2		自動運転車と歩行者等とのコミュニケーション	歩行者				
C-3		交通ルール遵守と交通流円滑化のバランス		譲り合い, 法定速度と交通流速度の不一致など			
クルマ⇄社会	D-1	自動運転車に対する社会的価値と受容		社会的受容性を高めるための普及率に応じた機能設計			
	D-2	事故・交通違反の責任の所在		自動運転システム利用中の事故・交通違反の責任			
	D-3	運転免許制度		自動運転車の免許制度			

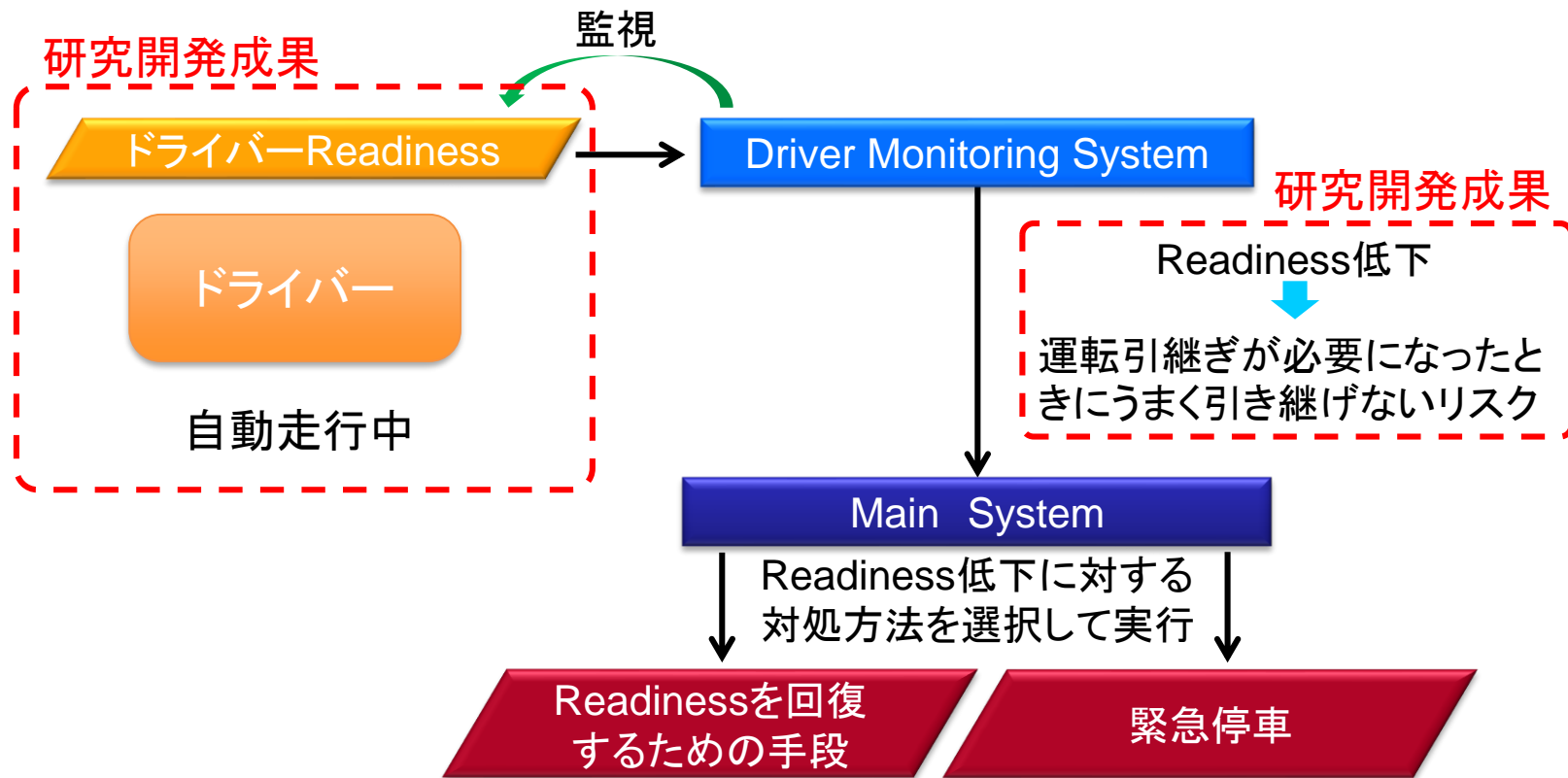
SIP-adusヒューマンファクター研究開発および大規模実証実験の実施体制



課題B

レベル2および3自動走行中のドライバー状態が、自動走行から手動走行への切り替え時にドライバーの運転引継ぎ行動に及ぼす影響を明らかにすること。そして運転引継ぎ行動に影響を及ぼすドライバー状態(Readiness)を監視可能な指標を抽出すること。(H28年度DS実験→H29年度TC実験→H30年度公道実験)





- ・警告 ・自動走行停止
- ・刺激提示 etc.

(1) ドライビングシミュレータにて自動走行中の被験者に暗算タスクおよび視覚・操作タスクを付加することにより、認知負荷状態(意識のわき見)および視覚・操作負荷状態(わき見)を作り出す。覚醒度については、被験者間の自然なばらつきに任せる。(2) ドライバー状態を様々な生理・行動指標で計測する。(3) シナリオに設定されたシステム要請(TOR)に対する運転引継ぎおよび危険回避行動を計測。(1)(2)(3)の相関関係を抽出する。

ドライバー状態

- 暗算タスクによる認知負荷状態
- タッチパネルを用いた副次タスクによる視覚・操作負荷状態
- 覚醒度低下(被験者間の自然なばらつき)

状態指標

- 脳波
- 視線
- 眼球運動
- 瞳孔径
- 瞬目
- 閉眼時間
- 心拍
- 血圧
- etc.

運転引継ぎ行動

- 運転操作
- 障害物への接近度
- 運転引継ぎ後の車両挙動安定化にかかる時間
- etc.

相関関係

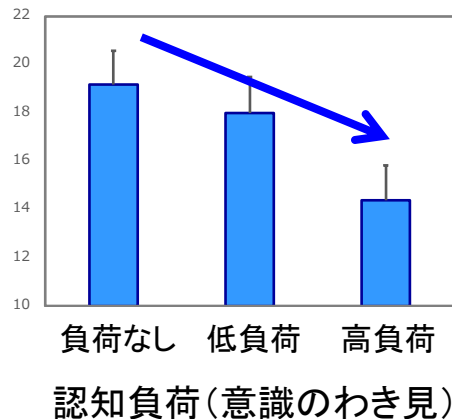


シナリオ

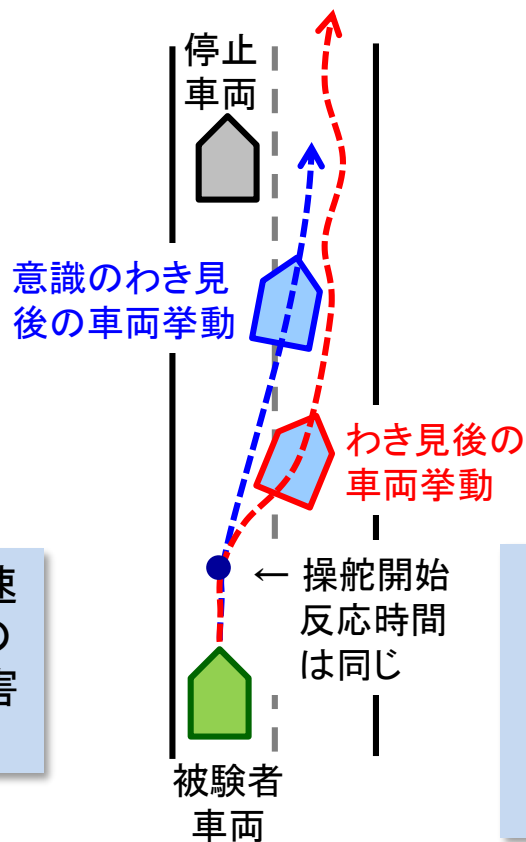
- 先行車追従自動走行
- システムがTOR発信
- 先行車が車線変更
- 停止車両が出現

■ ドライバー状態が運転引継ぎ行動に及ぼす影響

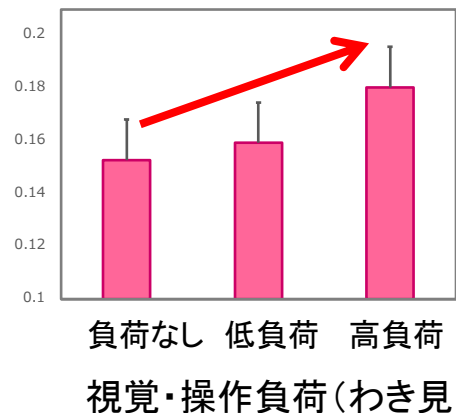
車線変更時の障害物までの
最小距離 (m)



認知負荷により視覚情報処理速度が低下し、障害物回避行動の反応時間が低下。その結果障害物により接近



車線変更完了5秒後の
操舵のばらつき

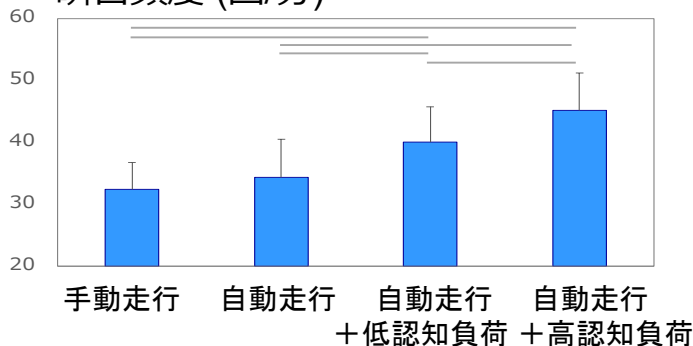


視覚負荷により状況理解 (situation awareness) レベルが低下。その結果障害物回避行動の精度が低下 (急ハンドルによる車線変更) し、車両安定化により時間がかかる。

■ ドライバー状態を監視可能な指標 (Readiness指標)

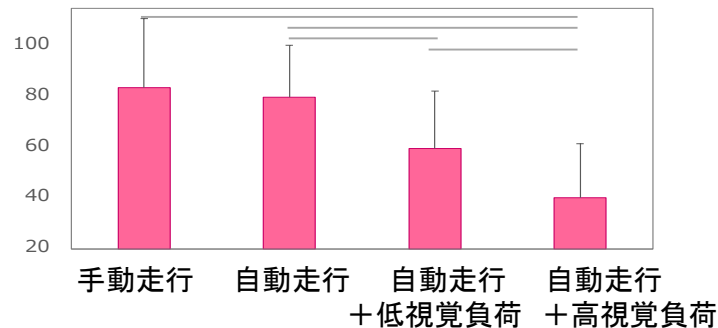
認知負荷状態

瞬目頻度 (回/分)

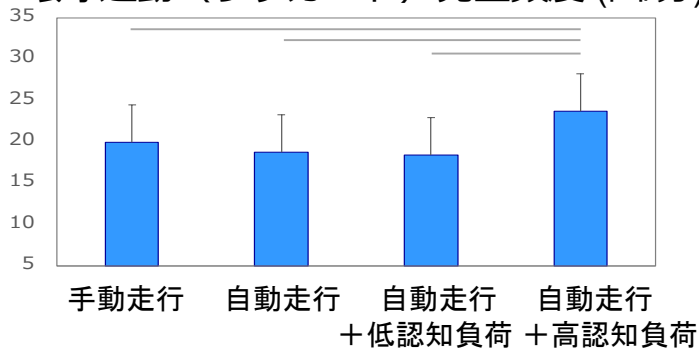


視覚・操作負荷状態

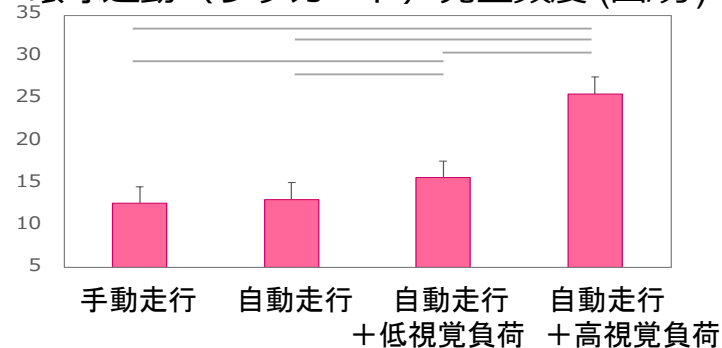
前方視認割合 (%)



眼球運動 (サッカード) 発生頻度 (回/分)



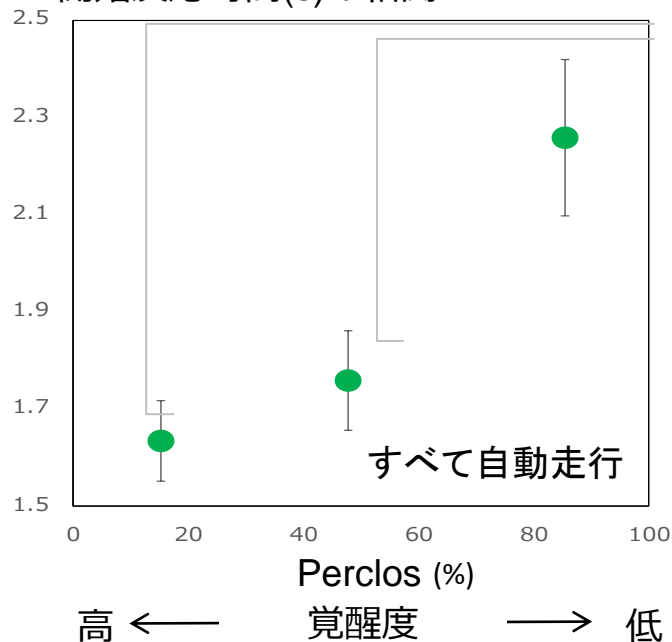
眼球運動 (サッカード) 発生頻度 (回/分)



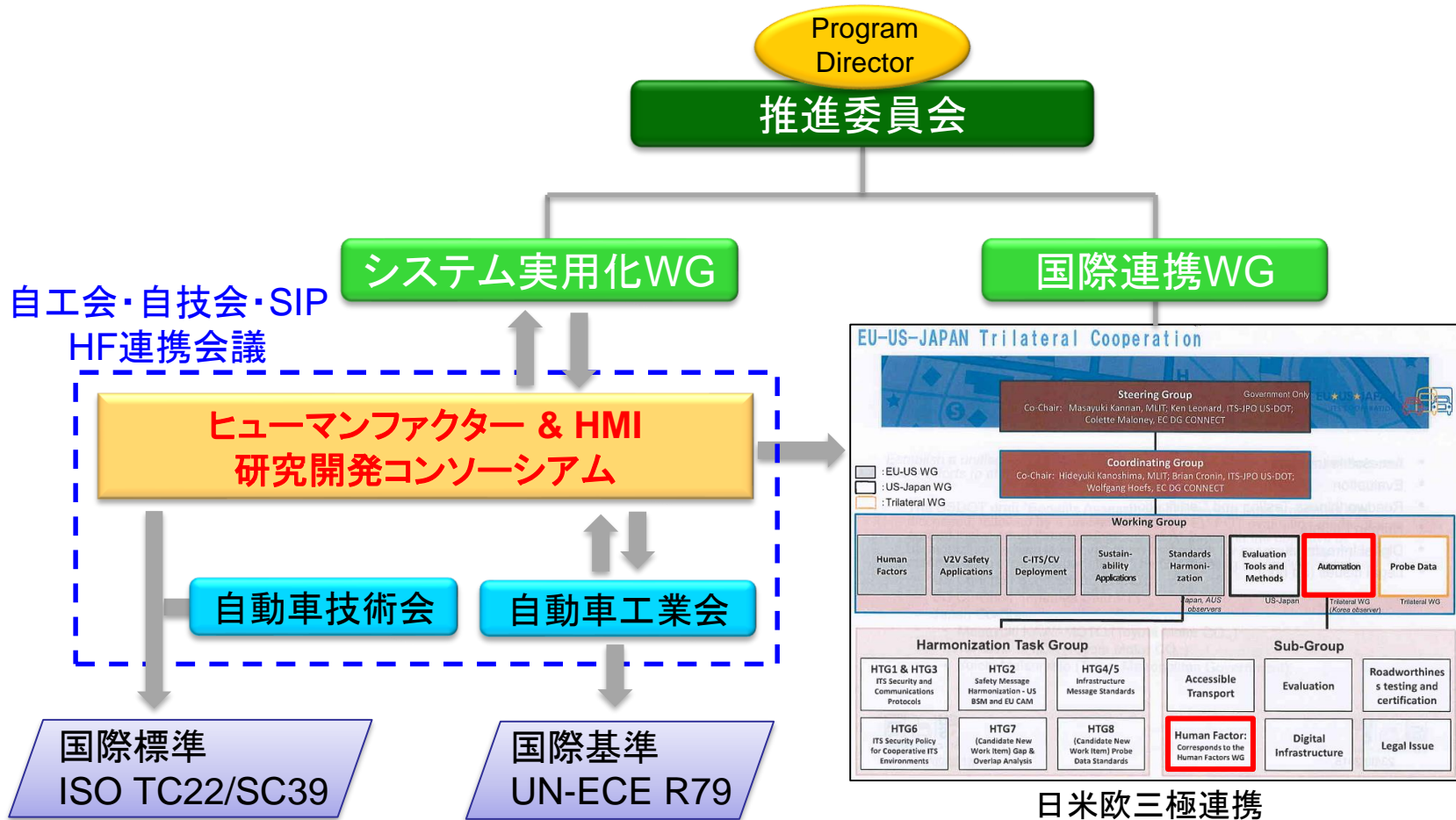
■ 覚醒度低下が運転引継ぎ行動に及ぼす影響と覚醒度監視可能な指標

覚醒度

閉眼率(perclos)とTOR発信後の操舵
開始反応時間(s)の相関.



- 自動走行時のドライバーの意識のわき見, わき見, 覚醒度低下は, 運転引継ぎが必要な場面において, その引継ぎ行動にそれぞれ異なった悪影響を及ぼすことがわかった.
- 上記運転引継ぎ行動に影響を及ぼすドライバー状態(Readiness)の監視指標として, 車載機器により計測可能性の高いものを抽出した.
- 今後, 得られた結果をテストコース(H29年度)および公道実験(H30年度)によって検証してゆく.



		H28年度	H29年度	H30年度	H31年度
研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ■ 課題A システムの機能理解に関わる課題 ■ 課題B ドライバー状態に関わる課題 ■ 課題C 自動運転車と周囲の交通参加者のコミュニケーションに関わる課題 				
	<ul style="list-style-type: none"> ■ TR21959 Road Vehicles: Human Performance and State in the Context of Automated Driving ■ TR23049 Road Vehicles: Ergonomic aspects of external visual communication from automated vehicles to other road users 	Part 1 – Terms and Definitions		Part 2 - Experimental guidance to investigate human takeover	