

平成27年度 国土交通省 受託調査

「自動走行システムの安全性・信頼性の確保のため
の技術的アプローチに関する基礎調査」
報告書

平成28年3月

独立行政法人

交通安全環境研究所

目 次

第1章 調査の目的と概要	1
1.1 目的	1
1.2 調査の背景と位置づけ	2
1.3 調査内容	3
第2章 安全運転支援システムの仕様の現状	4
2.1 調査結果の概要	4
2.2 安全運転支援システムの搭載状況及び仕様一覧	5
第3章 安全運転支援システムにおける安全 OBD と EDR の現状	22
3.1 安全 OBD の概要	22
3.2 自動車メーカー各社の安全 OBD の現状分析	23
3.3 安全運転支援システムにおける EDR の現状	47
第4章 自動走行システムにおける安全 OBD 及び EDR のあり方	48
4.1 自動走行システムを目指す上での課題	48
4.2 自動走行システムに求められる運転範囲	49
4.3 自己故障診断と自動走行の可否について	50
4.4 自動走行システムの安全 OBD のあり方	52
4.5 自動走行システムの EDR のあり方	59
第5章 まとめ	60
5.1 本調査の総括	60
5.2 今後の課題と展望	61

第1章 調査の目的と概要

1. 1 目的

2013年6月に閣議決定された「世界最先端IT国家創造宣言」(2015年6月改定)では、車の自律系システムや、車と車、道路と車との情報交換等の組み合わせ、運転支援技術の高度化を図るとともに、実用化に向けた公道上での実証を実施し、2020年代前半には準自動走行システム(レベル3:加速・操舵・制動を全てシステムが行い、緊急時のみドライバーが対応する状態)の市場化を目指すとされている。また、これらの取り組み等により、2018年を目途に交通事故死亡数を年間2,500人以下とし、2020年までに世界で最も安全な道路交通社会を目指すと共に、交通渋滞を大幅に削減するとされている。これを実現するためには、自動走行システムの開発とその促進が不可欠である。その一方で、この自動走行システムが新たな技術の複合化によって実現されることが予想されており、これまでにない形態の事故の発生が懸念されている。内閣府が2014年11月にまとめたSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)自動走行システムの研究開発計画では、自動走行システムの安全性・信頼性の確保をテーマの一つとして挙げ、これを実現する上で車両走行の安全性に関する安全OBD(On-Board Diagnosticsの略)、EDR(Event Data Recorderの略)等の自動走行システムの安全を担保する装置の導入が検討されている。

自動運転のレベル分けにおいて、特にレベル3やレベル4(加速・操舵・制動を全てドライバー以外が行い、ドライバーが全く関与しない状態:完全自動走行システム)では基本的にドライバーは自動走行システムに関与しないことから、システム及び車両のリアルタイムでの自己故障診断や故障発生時の記録の必要性が高まる。本調査では、自動走行システムの安全性・信頼性を確保するための安全OBDやEDR等の活用について検討することを目的とする。

なお、本調査では、安全OBDが有する機能のうち車両自身が故障を発見しその状態を診断する機能を自己故障診断機能、また、この機能を行う装置を自己故障診断装置と称することとする。

1. 2 調査の背景と位置づけ

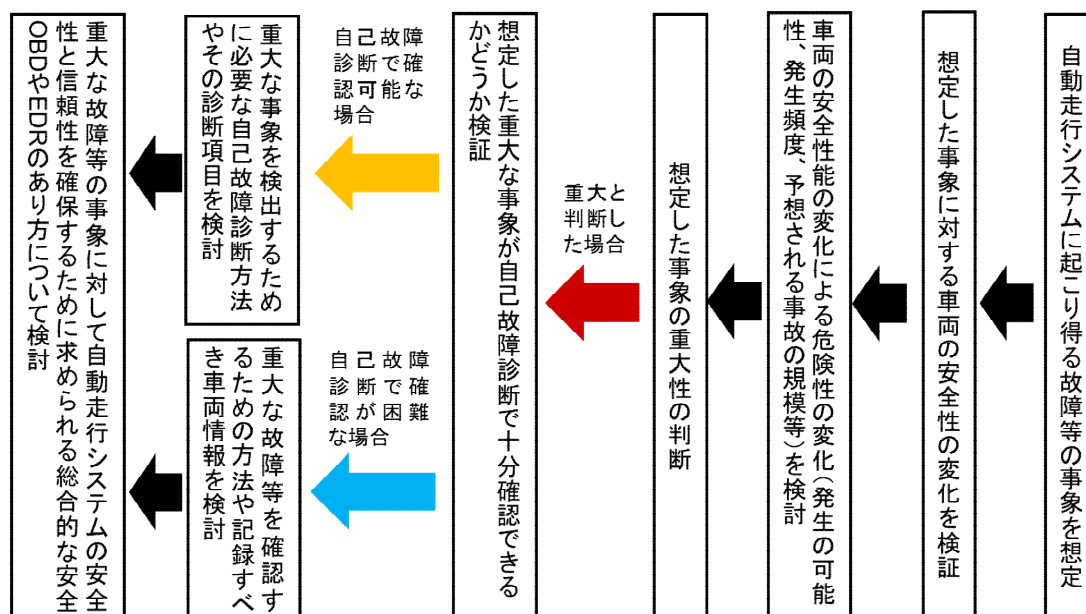


図 1.1 安全 OBD や EDR のあり方を検討する過程の全体像

自動走行システムによって自動走行を行う車両（以下、自動運転車）は、全ての安全に関する機能が常に正常に作動している必要がある。したがって、自動走行システムが、故障状態もしくは故障ではないが外的要因によって故障時に準じるような状態（以下、これらの状態をまとめて故障等）に陥ったことが原因で安全性能が低下し事故が発生する可能性があるのであれば、その状態に陥ったことを検出する自己故障診断装置が重要となる。さらに、自動運転車が事故を起こした場合には、故障等の状態に陥ったことが原因かどうか判断するために車両情報の記録保持が必要となると考えられる。本調査は、このような背景から自動走行システムの安全性・信頼性を確保するための安全 OBD や EDR について検討するものである。

このような安全 OBD や EDR のあり方を検討する過程としては、図 1.1 に示すような検討プロセスが考えられる。まず、自動走行システムで起こりうる故障等の状態を調査し、想定する。次いで、その想定した故障等に対し自動走行システムの安全性能がどの程度低下する可能性があるのか確認する。さらに、この安全性能の低下によって生じる交通事故の発生の危険性を検証し、想定した故障等の重大性を判断する。もし、想定した故障等が重大な故障と判断される場合（この判断基準についても別途検証が必要である）、この想定した故障等が、現状の自己故障診断装置の診断方法や診断項目で検出できるのかどうかを検証する必要がある。もし、これが不可能であれば、新たにどのような方法で、どのような車両の情報を収集すればこの重大な故障等を検出することができるのかについて検証する必要がある。最後に、想定される重大な故障等の全体に対して故障診断と事故分析の観点から自動走行システムの安全性・信頼性を確保するために求められる安全 OBD と EDR のあり方を総合的に検討する必要がある。

本調査は、SIP 自動走行システム推進委員会との調整のもと、これらの流れの中で、自動走行システムで想定される重大な故障等が現状の安全運転支援システムの自己故障診断機能及びその概念で検出することが可能であるのかを検証するために安全運転支援システムの安全 OBD の現状調査に主眼を置くこととした。また、この調査の結果をもとに、レベル 3、もしくは、レベル 4 の自動走行システムを想定した場合に必要な安全 OBD や EDR のあり方について基礎的な検討を行った。

1. 3 調査内容

本調査の具体的な内容は以下の通りである。

- (1) 安全運転支援システムの搭載センサ別の仕様の現状調査
- (2) 安全運転支援システムに関する安全 OBD、EDR の現状調査
- (3) 安全運転支援システムの安全 OBD の現状を踏まえたレベル 3 及びレベル 4 を想定した自動走行システムにおける安全 OBD と EDR のあり方に対する検討

第2章 安全運転支援システムの仕様の現状

本調査では、安全運転支援システムの自己故障診断機能について調査を進めるにあたり、まず、安全運転支援システム、特に、自動ブレーキ（Autonomous Emergency Braking system、以下、AEB）、車線維持支援装置（Lane Keeping Assist System、以下、LKAS）及び車間制御機能付定速走行装置（Adaptive Cruise Control、以下、ACC）について各自動車メーカーの仕様について調査を行った。調査項目は以下の通りである。

- ・ AEB の調査項目

- センサ構成／システム名／警報の有無（作動範囲）／ブレーキアシストの有無（作動範囲）／人と車両に対するブレーキ作動範囲／搭載車種

- ・ LKAS と ACC の調査項目

- センサ構成／システム名／作動範囲／搭載車種

2. 1 調査結果の概要

安全運転支援システムのセンサは、ミリ波レーダー、カメラ（単眼、ステレオ）及び赤外線レーザーレーダーが主となっている。ミリ波レーダーは、検知範囲が広い安全運転支援システムの各機能が作動する自車の速度範囲を高速度域（200km/h 程度）にまで広げることが可能にしている。ミリ波レーダーで使用されている周波数帯域は主に 76GHz 帯である（ミリ波の定義は、波長：1～10mm（周波数：30G～300GHz）の電磁波である）。この他にも、比較的中距離の検出用に 24GHz～26GHz 帯の UWB（Ultra Wide Band の略）レーダーが付加される場合もある。また、対象物との距離分解能及び速度分解能を高めることが可能となる 79GHz 帯を使用するミリ波レーダーの開発、実用化も進みつつある。カメラセンサとしては、単眼カメラとステレオカメラがある。単眼カメラは主に、対象物の識別、特に車両の認識、歩行者の認識、車線認識等に使用されることが多く、ミリ波レーダーとの組み合わせで搭載されることが多い。ただし、単眼カメラのみで対象物の距離検出を可能にしているシステムもあり、ミリ波レーダーが搭載されなかったり、搭載されていても使用されなかったりする場合もある。ステレオカメラはいままで主にスバル車で採用されてきたが、それ以外の自動車メーカーでも採用されるようになってきている。スバル車は、ステレオカメラのみで安全運転支援システムを実現しようとする設計思想であるのに対し、他の自動車メーカーは、ステレオカメラとミリ波レーダーとの組み合わせで安全運転支援システムを実現する設計思想となっている。赤外線レーザーレーダーは、ミリ波よりもはるかに波長が短いため対象物までの距離分解能が高い一方で、測定可能距離が 20m 程度と限られる。このため、低速（30km/h 程度）、近距離での自動ブレーキのセンサとして使用されることが多い。この特性によって、カメラセンサやミリ波レーダーと組み合わせで車速域全体をカバーする構成も多い。また、コストが安い特徴もあり、低コスト帯の車両に搭載されることが多い。

2. 2 安全運転支援システムの搭載状況及び仕様一覧

表 2.1～表 2.3 に、本調査の結果の一覧を示す。

表2.1 メーカー別AEB仕様対応表 1

メーカー名		メルセデスベンツ		フォルクスワーゲン	
センサ	カメラ	ステレオ	○		
		単眼			○
	ミリ波レーダー	○	○		
	赤外線レーザーレーダー			○	○
	ドライバカメラモニタ				
システム名		PRE-SAFE ブレーキ	CAPプラス	歩行者検知対応シティエマージェンシーブレーキ	シティエマージェンシーブレーキ
警報 (作動範囲)		●	●	●	●
ブレーキアシスト (作動範囲)		250km/h以下	●	●	●
ブレーキ作動範囲 (対車両)		7～200km/h	対移動車両 7km/h以上 対停止車両 7～50km/h	約4～30km/h	約4～30km/h
ブレーキ作動範囲 (対人)		7～72km/h	-	約4～30km/h	-
搭載車種		Cクラス Eクラス Sクラス	Aクラス Bクラス	Passert	up! Polo Golf Sharn Volkswagen CC Touareg

- 当該機能に使用されているセンサ
- 機能有り、作動範囲不明
- 機能無し

表2.1 メーカー別AEB仕様対応表 2

メーカー名		ボルボ		
センサ	カメラ	ステレオ		
		単眼	○	○
	ミリ波レーダー	○	○	
	赤外線レーザーレーダー	○		
	ドライバカメラモニタ			
システム名		ヒューマン・セーフティ(歩行者検知機能付追突回避・軽減フルオートブレーキ)	ヒューマン・セーフティ(歩行者検知機能付追突回避・軽減フルオートブレーキ)	
警報 (作動範囲)		●	●	
ブレーキアシスト (作動範囲)		●	●	
ブレーキ作動範囲 (対車両)		作動範囲 4~200km/h 回避可能範囲 35km/h以下	作動範囲 4~200km/h 回避可能範囲 35km/h以下	
ブレーキ作動範囲 (対人)		作動範囲 4~80km/h サイクリスト検知機能付	作動範囲 4~80km/h サイクリスト検知機能付	
搭載車種		V40 S60 V60 XC60 V70 XC70 S80	XC90	

○ 当該機能に使用されているセンサ

● 機能有り、作動範囲不明

- 機能無し

表2.1 メーカー別AEB仕様対応表 3

メーカー名			BMW			
センサ	カメラ	ステレオ	○			
		単眼		○	○	○
	ミリ波レーダー	○	○	○		
	赤外線レーザーレーダー	○	○			
	ドライバカメラモニタ					
システム名		衝突回避・被害軽減ブレーキ	衝突回避・被害軽減ブレーキ	衝突回避・被害軽減ブレーキ	衝突回避・被害軽減ブレーキ	
警報 (作動範囲)		5km/h以上	5km/h以上	5km/h以上	5km/h以上	
ブレーキアシスト (作動範囲)		●	●	●	●	
ブレーキ作動範囲 (対車両)		5～210km/h	5～210km/h	5～210km/h	5～210km/h	
ブレーキ作動範囲 (対人)		10～60km/h	10～60km/h	10～60km/h	10～60km/h	
搭載車種		7シリーズ	5シリーズ 6シリーズ	3シリーズ 4シリーズ	1シリーズ 2シリーズ	

- 当該機能に使用されているセンサ
 ● 機能有り、作動範囲不明
 - 機能無し

表2.1 メーカー別AEB仕様対応表 4

メーカー名		レクサス・トヨタ				
センサ	カメラ	ステレオ	○			
		単眼		○		○
	ミリ波レーダー	○	○	○		
	赤外線レーザーレーダー	○			○	
	ドライバカメラモニタ	○				
システム名	衝突回避支援型プリクラッシュセーフティ	プリクラッシュセーフティ (ミリ波+単眼)	プリクラッシュセーフティ (ミリ波)	プリクラッシュセーフティ (レーダー+単眼)		
警報 (作動範囲)	●	●	●	●		
ブレーキアシスト (作動範囲)	●	対車両 約30km/h以上 対歩行者 約30~80km/h	●	約30~80km/h		
ブレーキ作動範囲 (対車両)	作動範囲 速度記載無し 回避可能範囲 速度差40km/h以下	作動範囲 約10km/h以上 回避可能範囲 速度差40km/h以下	自転車速度および 速度差15km/h以上	作動範囲 約10~80km/h 回避可能範囲 速度差30km/h以下		
ブレーキ作動範囲 (対人)	回避可能範囲 速度差40km/h以下で回避、それ以上の速度差でも被害軽減	約10~80km/h	-	-		
搭載車種	LS	GS GSF LX RX ランドクルーザー プリウス	IS HS RC RCF CT NX クラウン ランドクルーザー ブロード エスティマ SAI カムリ ヴェルファイア アルファード プリウスα ハリアー マークX	アベンシス エスクァイア ノア ボクシー オーリス アクア シエンタ カローラ ヴィッツ		

○ 当該機能に使用されているセンサ
 ● 機能有り、作動範囲不明
 - 機能無し

表2.1 メーカー別AEB仕様対応表 5

メーカー名		ホンダ		スバル		
センサ	カメラ	ステレオ			○	○
		単眼	○			
	ミリ波レーダー	○				
	赤外線レーザーレーダー		○			
	ドライバカメラモニタ					
システム名	CMBS	シティブレーキアクティブ	アイサイトVer3	アイサイトVer2		
警報 (作動範囲)	●	●	●	●		
ブレーキアシスト (作動範囲)	●	-	●	●		
ブレーキ作動範囲 (対車両)	5km/h以上で走行中、前方車両や対向車両または歩行者との速度差が5km/h以上	5～30km/h	作動範囲 速度記載無し 回避可能範囲 速度差が 50km/h以内なら回避、それ以上の速度差でも被害軽減	作動範囲 速度記載無し 回避可能範囲 速度差が 30km/h以内なら回避、それ以上の速度差でも被害軽減		
ブレーキ作動範囲 (対人)	※対向車両と歩行者に対しては80km/h以下で走行中	-	※歩行者に対しては速度差が35km/h以内で回避可能			
搭載車種	オデッセイ ジェイド レジェンド ヴェゼル アコード ステップワゴン	シャトル グレイス フィット CRZ S660 N-WGN N-BOX N-ONE	レガシー レボーク フォレスタ インプレッサスポーツ インプレッサ G4 WRX S4 スバル XV	インプレッサスポーツハイブリット エクシーガ クロスオーバー スバル XV ハイブリット		

- 当該機能に使用されているセンサ
● 機能有り、作動範囲不明
- 機能無し

表2.1 メーカー別AEB仕様対応表 6

メーカー名		日産				
センサ	カメラ	ステレオ				
		単眼			○	
	ミリ波レーダー	○	○			
	赤外線レーザーレーダー				○	
	ドライバカメラモニタ					
システム名	エマージェンシーブレーキ (ミリ波レーダー)	インテリジェントブレーキアシスト	エマージェンシーブレーキ (単眼)	エマージェンシーブレーキ (レーダー)		
警報 (作動範囲)	●	●	●	●		
ブレーキアシスト (作動範囲)	-	-	-	-		
ブレーキ作動範囲 (対車両)	作動範囲 停止車両 5~70km/h 移動車両 5km/h以上 回避可能範囲 60km/h以下	速度差15km/h以上 ※被害軽減を目的としているため回避支援不可	10~80km/h	5~30km/h		
ブレーキ作動範囲 (対人)	-	-	10~60km/h	-		
搭載車種	スカイライン フーガ	スカイライン クロスオーバー シーマ エルグランド	ジューク ノート セレナ エクストレイル ティアナ	NV100 デイズ デイズルークス		

- 当該機能に使用されているセンサ
● 機能有り、作動範囲不明
- 機能無し

表2.1 メーカー別AEB仕様対応表 7

メーカー名		マツダ		スズキ		
センサ	カメラ	ステレオ			○	
		単眼				
	ミリ波レーダー	○			○	
	赤外線レーザーレーダー		○			○
	ドライバカメラモニタ					
システム名		SBS	SCBS	デュアルカメラブレーキサポート	レーダーブレーキサポート2	レーダーブレーキサポート
警報 (作動範囲)		●	-	約5~100km/h	停止車両 約5~80km/h 移動車両 約5~100km/h	●
ブレーキアシスト (作動範囲)		-	●	●	約5~100km/h	-
ブレーキ作動範囲 (対車両)		約15km/h以上	約4~30km/h	作動範囲 速度記載無し 回避可能範囲 50km/h未満	作動範囲 約5km/h以上 回避可能範囲 停止車両 30km/h未満 移動車両 約5~100km/h	作動範囲 約4~30km/h走行中、前方約20m以内の車両を検知している場合 回避可能範囲 速度差15km/h以下
ブレーキ作動範囲 (対人)		-	-	作動範囲 速度記載無し 回避可能範囲 30km/h未満	-	-
搭載車種		CX-5 アテンザ CX-3 アクセラ	CX-5 アテンザ CX-3 アクセラ デミオ	スペーシア ソリオ バンディット ハスラー	バレーノ エクスード	ワゴンR ラパン アルト エブリイ

- 当該機能に使用されているセンサ
 ● 機能有り、作動範囲不明
 - 機能無し

表2.1 メーカー別AEB仕様対応表 8

メーカー名		ダイハツ		三菱自動車		
センサ	カメラ	ステレオ			○	
		単眼	○			
	ミリ波レーダー				○	
	赤外線レーザーレーダー	○	○			○
	ドライバカメラモニタ					
システム名	スマートアシスト2	スマートアシスト	FCM (ステレオカメラ)	FCM	FCM-City	
警報 (作動範囲)	●	●	約5～100km/h	●	●	
ブレーキアシスト (作動範囲)	-	-	●	●	-	
ブレーキ作動範囲 (対車両)	作動範囲 約4～30km/h走行中、前方約20m以内の車両を検知している場合 警報作動範囲 約4～100km/h走行中、前方約80m以内の車両	約4～30km/h走行中、前方約20m以内の車両を検知している場合	作動範囲 速度記載無し 回避可能範囲 50km/h未満	作動範囲 速度差30km/h以下	作動範囲 5～30km/h 回避可能範囲 速度差15km/h以下	
ブレーキ作動範囲 (対人)	警報作動範囲 約4～50km/h走行中 前方40m以内に単眼カメラが車両を検知している場合	-	作動範囲 速度記載無し 回避可能範囲 30km/h未満	-	-	
搭載車種	キャスト ムーヴ タント	ウェイク ミライース	デリカ D:2	アウトランダー アウトランダー PEV	ekシリーズ タウンボックス ミラーージュ	

○ 当該機能に使用されているセンサ
 ● 機能有り、作動範囲不明
 - 機能無し

表2.2 メーカー別LKAS仕様対応表 1

メーカー名		メルセデスベンツ		フォルクスワーゲン
センサ	カメラ	ステレオ	○	
		単眼		○
	ミリ波レーダー			
	赤外線レーザーレーダー			
	ドライバカメラモニタ			
システム名	アクティブレーンキープアシスト (ブレーキ制御付き)	アクティブレーンキープアシスト	レーンアシスト	
作動範囲	60~200km/h	60~200km/h	65km/h以上	
搭載車種	Cクラス Eクラス Sクラス	Aクラス Bクラス	Golf Tiguan Sharn Passert Volkswagen CC	

○ 当該機能に使用されているセンサ

表2.2 メーカー別LKAS仕様対応表 2

メーカー名		ボルボ		BMW		
センサ	カメラ	ステレオ			○	
		単眼	○	○		○
	ミリ波レーダー					
	赤外線レーザーレーダー					
	ドライバカメラモニタ					
システム名		レーンキーピング エイド	レーンデパーチャー ウオーニング	レーンデパーチャー ウオーニング	レーンデパーチャー ウオーニング	
作動範囲		65km/h以上	65km/h以上	0~210km/h	60km/h以上	
搭載車種		V40 S60 V60 XC90	V60 XC60 V70 XC70 S80	7シリーズ	1シリーズ 2シリーズ 3シリーズ 4シリーズ 5シリーズ 6シリーズ	

○ 当該機能に使用されているセンサ

表2.2 メーカー別LKAS仕様対応表 3

メーカー名			レクサス・トヨタ		
センサ	カメラ	ステレオ	○		
		単眼		○	○
	ミリ波レーダー				
	赤外線レーザーレーダー				
	ドライバカメラモニタ				
システム名	レーンキーピングアシスト	レーンキーピングアシスト	レーンデパーチャーアラート		
作動範囲	警報機能 白線幅3m以上 車速度50km/h以上 車線維持機能 白線幅3~4m 車速度65km/h以上	警報機能 白線幅3m以上 車速度50km/h以上 車線維持機能 白線幅3~4m 車速度65km/h以上	白線幅3m以上 車速度50km/h以上		
搭載車種	LS	RX GS GSF LX SAI	IS RC RCF NX MIRAI ランドクルーザー エスティマ カムリ ヴェルファイア アベンシス エスクァイア プリウスα プリウス ノア ボクシー オーリス アクア シエンタ カローラ ヴィッツ		

○ 当該機能に使用されているセンサ

表2.2 メーカー別LKAS仕様対応表 4

メーカー名		ホンダ	スバル	日産	
センサ	カメラ	ステレオ	○		
		単眼	○	○	○
	ミリ波レーダー				
	赤外線レーザーレーダー				
	ドライバカメラモニタ				
システム名	車線維持支援	アクティブレーンキープ	車線逸脱防止	車線逸脱警報	
作動範囲	直線および半径230m以上の曲線路 車速度65～100km/h	65km/h以上	約60km/h以上	約60km/h以上	
搭載車種	オデッセイ ジェイド レジェンド ヴェゼル アコード ステップワゴン	レガシー レボーク フォレスト インプレッサ スポーツ インプレッサ G4 WRX S4 スバルXV	スカイライン スカイライン クロスオーバー フーガ シーマ	ジューク ノート セレナ エクストレイル ティアナ フーガ スカイライン	

○ 当該機能に使用されているセンサ

表2.2 メーカー別LKAS仕様対応表 5

メーカー名		マツダ		スズキ	ダイハツ
センサ	カメラ	ステレオ	○	○	○
		単眼			○
	ミリ波レーダー				
	赤外線レーザーレーダー				
	ドライバカメラモニタ				
システム名		レーンキープアシスト	車線逸脱警報	車線逸脱警報	車線逸脱警報
作動範囲		60km/h以上	60km/h以上	60～100km/h	60km/h以上
搭載車種		CX-5 アテンザ	CX-5 アテンザ CX-3 アクセラ	スペーシア ソリオ バンディット ハスラー	キャスト ムーヴ タント

○ 当該機能に使用されているセンサ

表2.2 メーカー別LKAS仕様対応表 6

メーカー名		三菱自動車		
センサ	カメラ	ステレオ	○	
		単眼		○
	ミリ波レーダー			
	赤外線レーザーレーダー			
	ドライバカメラモニタ			
システム名		車線逸脱警報	車線逸脱警報	
作動範囲		60~100km/h	約260cm以下の車線幅では作動を一時停止 車速度60km/h以上	
搭載車種		デリカ D:2	アウトランダー アウトランダーPEV	

○ 当該機能に使用されているセンサ

表2.3 メーカー別ACC仕様対応表 1

メーカー名		メルセデス ベンツ	フォルクス ワーゲン	ボルボ	BMW
センサ	カメラ	ステレオ			
		単眼			
	ミリ波レーダー	○		○	○
	赤外線レーザー レーダー		○		
	ドライバ カメラモニタ				
システム名		ディストロニック プラス	アダプティブクルーズ コントロール	アクティブクルーズ コントロール	アクティブクルーズ コントロール
作動範囲		0~210km/h	0~約160km/h	0~200km/h	0~210km/h
搭載車種		Aクラス Bクラス Cクラス Eクラス Sクラス	Polo Golf Sharn Passert Volkswagen CC Tuareg	V40 S60 V60 XC60 V70 XC70 S80 XC90	3シリーズ 4シリーズ 5シリーズ 6シリーズ 7シリーズ

○ 当該機能に使用されているセンサ

表2.3 メーカー別ACC仕様対応表 2

メーカー名		日産	レクサス・トヨタ	ホンダ	スバル
センサ	カメラ	ステレオ			○
		単眼			
	ミリ波レーダー	○	○	○	
	赤外線レーザーレーダー				
	ドライバカメラモニタ				
システム名	インテリジェントクルーズコントロール	レーダークルーズコントロール	アクティブクルーズコントロール	全車速追従機能付クルーズコントロール	
作動範囲	0～約100km/h	0～100km/h	0～100km/h	0～100km/h	
搭載車種	スカイライン スカイライン クロスオーバー フーガ エルグランド シーマ	LS GS GSF IS HS RC RCF CT LX RX NX クラウン ランドクルーザー ランドクルーザー ブラド エスティマ SAI カムリ ヴェルファイア アルファード プリウスPHV プリウスα プリウス エスティマ ハリアー マークX	オデッセイ ジェイド レジェンド ヴェゼル アコード ステップワゴン	レガシー レボーク フォレスト インプレッサ スポーツ インプレッサ G4 WRX S4 スバル XV	

○ 当該機能に使用されているセンサ

表2.3 メーカー別ACC仕様対応表 3

メーカー名		マツダ	スズキ	三菱自動車
センサ	カメラ	ステレオ		
		単眼		
	ミリ波レーダー	○	○	○
	赤外線レーザーレーダー			
	ドライバカメラモニタ			
システム名	マツダレーダークルーズコントロール	アダプティブクルーズコントロール	レーダークルーズコントロール	
作動範囲	約30～100km/h	約40～100km/h	0～100km/h	
搭載車種	アテンザ アクセラ CX-5 CX-3	エクスード パレーノ	アウトランダー アウトランダーPEV	

○ 当該機能に使用されているセンサ

第3章 安全運転支援システムにおける安全 OBD と EDR の現状

3. 1 安全 OBD の概要

安全 OBD とは、車両の安全装備に関する自己故障診断機能を備える装置である。OBD は、一般に ECU 等の機能を使い、装備の故障や制御状況を読み取ったり、部品交換後の初期設定等を行ったりすることが可能である。OBD の最初の規格（以下、OBD I）は、カリフォルニア州大気資源局（California Air Resources Board : CARB）によって、自動車の排ガスに関する診断を行うために開発された。その後、新たな OBD の規格（以下、OBD II）が、EU（欧州連合）において制定された。この OBD II は、欧州において 2001 年からガソリン車への対応が法律で義務付けられ、2004 年からはディーゼル車も対象となった。日本では、2008 年 10 月以降に型式認定を受け生産が開始される乗用車及び小型トラックに、OBD II 仕様の自己故障診断機能（J-OBD II）の搭載が義務付けられている。OBD において ECU と診断テスター（スキャンツール）との間で行われるオフボード診断のための通信仕様（以下、ダイアグ通信仕様）は、SAE によって SAE J1979 及び DA で規格化されている。また、ISO でも ISO 15031-5 Road vehicles – Communication between vehicle and external equipment for emissions-related diagnostics -- Part 5: Emissions related diagnostic services でダイアグ通信仕様は標準化され、SAE J1979 及び DA が参照されている。

通常、OBD では故障を発見すると故障診断コード（Diagnostic Trouble Code、以下 DTC）をメモリ上に記録する。この DTC は、故障原因の特定とその整備方法に指針を与えるためのものである。OBD II における DTC は 5 桁の英数字で構成され、故障の関連場所やその内容を知ることができる。DTC の 1 桁目のアルファベットは、故障場所がどのようなシステムで生じているかを 4 つに大分類したものであり、残りの 4 桁で詳細情報を示している。最初の 1 桁目が示すこの 4 つの分類は、B : ボディー、C : シャシー、P : パワートレイン、U : ネットワークである。また、2 桁目は、0 : 全車共通（汎用）のコード、0 以外 : メーカー別のコードであることを示している。3 桁目は、分類された範疇の中のサブシステムを示しており、1 桁目が P で 2 桁目が 0 であれば、パワートレインにおける OBD II の共通コードであることから、1 : 燃料系、吸気系、2 : 同 左、3 : 点火系、4 : 排ガス制御、5 : 速度制御、アイドル制御、6 : コンピューター系、7 : トランスミッション制御、8 : 同 左といったように関連場所を特定していくことができる。また、4 桁目及び 5 桁目でさらに詳細な故障内容や故障発生箇所等に関する情報を提供する。この標準 DTC も SAE によって管理されており、SAE J2012 及び DA : Diagnostic Trouble Code Definitions に規定されている。また、SAE では、Digital Annex として DTC 一覧を提供している。また、ISO でも ISO 15031-6 Road vehicles – Communication between vehicle and external equipment for emissions - related diagnostics -- Part 6: Diagnostic trouble code definitions で標準化され、SAE J2012 及び DA が参照されている。

現在、ドイツでは既に、安全 OBD スキャンツールを用いた自動車検査が実施されている。ベルギー、スウェーデンでも法整備等が整っていないが、一部試験的に実施されている。

3. 2 自動車メーカー各社の安全 OBD の現状分析

本調査では、各自動車メーカーの安全運転支援システムに関するセンサ構成の仕様調査結果をもとに、自動車メーカー各社の車両において自己故障診断機能で出力される DTC について、各車両の整備マニュアルに記載されている情報をもとに調査を行った。ただし、DTC は上述のように共通化されているコードもある一方で、自動車メーカー各社で独自に設定しているものもある上に、実際には診断を行っているが DTC として出力しないといったことも考えられるため調査には限界があることも付記しておく。

本調査では、自動ブレーキに関する DTC について調査と分析を行った。ただし、他の安全運転支援システムとの連動がある場合はその旨記載した。自動ブレーキに関する DTC は、自動車メーカーによっては自動ブレーキという機能単位の故障でまとめられている場合と、センサ別の装置単位の故障でまとめられている場合があった。センサ別の場合、センサの故障と自動ブレーキの装置だが直接センサとは関係していない装置の故障（例えば、自動ブレーキスイッチ異常等）との関係性が把握しにくい場合があった。本調査では DTC 及び機能キャンセルコードをセンサの故障別に調査し、一覧として示した（表 3.2～表 3.5）。また、センサ以外の装置の故障に関する DTC 調査では、DTC の内容のみ記載した。今回、整備マニュアルによる DTC の調査では、7 社 26 車種（赤外線レーザーレーダー搭載：8 車種、ミリ波レーダー搭載：4 車種、赤外線レーザーレーダー＋単眼カメラ搭載：4 車種、ミリ波レーダー＋単眼カメラ搭載：3 車種、ステレオカメラ搭載：4 車種、単眼カメラ搭載：2 車種、赤外線レーザーレーダー＋ミリ波レーダー＋単眼カメラ搭載：1 車種）について行った。また、実車両を用いたスキャンツールによる DTC の調査を 1 社 1 車種について行った（内容については、第 4 章で記載）。よって、本調査は全体として 8 社 27 車種について DTC の調査を行った。なお、以下、DTC が確認できた車種については DTC の車種数に、DTC は確認できないが機能停止の記載が整備マニュアルで確認された場合は機能停止の車種数に計上した。

<調査結果の概要>

安全 OBD によるセンサ異常の検知は、全車で確認することができた。また、センサ別に異常検出する車種とコントロールユニットとセンサとを一体で異常検出する車種があることも確認された。

センサの温度チェックの診断が確認できたセンサ別の車種数は以下の通りである。

- ・赤外線レーザーレーダー：10 車種/13 車種中（DTC：3 車種 機能停止：7 車種）
- ・ミリ波レーダー：6 車種/8 車種中（DTC：2 車種 機能停止：4 車種）
- ・単眼カメラ：9 車種/10 車種中（DTC：2 車種 機能停止：7 車種）
- ・ステレオカメラ：4 車種/4 車種中（DTC：3 車種 機能停止：1 車種）

センサの温度異常 DTC への対応としては、機能を停止したのち時間をおいて再起動し、再度 DTC が確認された場合に整備を要求する対応が一般的であった。ただし、センサの温度異常は再発する可能性が高いとして DTC が出力された時点で即整備を要求する対応も確認された。

自動ブレーキの要求頻度過多チェックの実施状況は以下の通りである。

DTC : 10 車種 機能停止 : 2 車種

また、7 車種において要求異常継続を DTC で出力する機能が確認された。

センサの検出不良に関しては、以下のような項目 a)~i)について診断が行われていることが確認された。

- a) フロント ウインド ガラスの汚れや、曇り
- b) センサの遮蔽物検知・レンズ汚れ
- c) 悪天候（強い雨、吹雪、濃霧等）
- d) ワイパ（Low、High）作動時
- e) フードを開けた状態・ルーフ上の荷物
- f) 受光部に強い光（西日等）を受けた・カメラ ECU 前方から強い光（太陽光や対向車の High ビーム等）
- g) 画像認識不良
- h) 車両が傾いている
- i) フロントウインドシールドガラスに映り込み（上面に置かれた物）

・赤外線レーザーレーダーの DTC の出力状況は以下の通り。

- a) フロント ウインド ガラスの汚れや、曇り ・ ・ DTC : 0 車種 機能停止 : 3 車種
- b) センサの遮蔽物検知・レンズ汚れ ・ ・ ・ DTC : 4 車種 機能停止 : 8 車種
- c) 悪天候（強い雨、吹雪、濃霧等） ・ ・ ・ DTC : 2 車種 機能停止 : 2 車種
- d) ワイパ（Low、High）作動時 ・ ・ ・ DTC : 0 車種 機能停止 : 2 車種
- e) フードを開けた状態・ルーフ上の荷物 ・ ・ ・ DTC : 1 車種 機能停止 : 0 車種
- f) 受光部に強い光（西日等）を受けた・カメラ ECU 前方から強い光（太陽光や対向車の High ビーム等） ・ ・ ・ DTC : 0 車種 機能停止 : 2 車種

・ミリ波レーダーの DTC の出力状況は以下の通り。

- b) センサの遮蔽物検知・レンズ汚れ ・ ・ ・ DTC : 4 車種 機能停止 : 3 車種
- c) 悪天候（強い雨、吹雪、濃霧等） ・ ・ ・ DTC : 0 車種 機能停止 : 1 車種

・単眼カメラの DTC の出力状況は以下の通り。

- a) フロント ウインド ガラスの汚れや、曇り ・ ・ DTC : 1 車種 機能停止 : 7 車種
- b) センサの遮蔽物検知・レンズ汚れ ・ ・ ・ DTC : 2 車種 機能停止 : 8 車種
- c) 悪天候（強い雨、吹雪、濃霧等） ・ ・ ・ DTC : 0 車種 機能停止 : 1 車種
- d) ワイパ（Low、High）作動時 ・ ・ ・ DTC : 0 車種 機能停止 : 1 車種
- f) 受光部に強い光（西日等）を受けた・カメラ ECU 前方から強い光（太陽光や対向車の High ビーム等） ・ ・ ・ DTC : 0 車種 機能停止 : 3 車種

- ・ステレオカメラの DTC の出力状況は以下の通り。
 - a) フロント ウインド ガラスの汚れや、曇り ・ ・ DTC : 1 車種 機能停止 : 3 車種
 - b) センサの遮蔽物検知・レンズ汚れ ・ ・ ・ DTC : 1 車種 機能停止 : 3 車種
 - c) 悪天候 (強い雨、吹雪、濃霧等) ・ ・ ・ DTC : 1 車種 機能停止 : 3 車種
 - f) 受光部に強い光 (西日等) を受けた・カメラ ECU 前方から強い光 (太陽光や対向車の High ビーム等) ・ ・ ・ DTC : 0 車種 機能停止 : 3 車種
 - g) 画像認識不良 ・ ・ ・ DTC : 4 車種 機能停止 : 0 車種
 - h) 車両が傾いている ・ ・ ・ DTC : 0 車種 機能停止 : 2 車種
 - i) フロントウインドシールドガラスに映り込み (上面に置かれた物) ・ ・ ・ DTC : 1 車種 機能停止 : 2 車種

センサの走行中の軸ずれの診断が確認できた車種数は以下の通りである。

- ・赤外線レーザーレーダー : 4 車種/13 車種中 (DTC : 4 車種 機能停止 : 0 車種)
- ・ミリ波レーダー : 8 車種/ 8 車種中 (DTC : 8 車種 機能停止 : 0 車種)
- ・単眼カメラ : 3 車種/10 車種中 (DTC : 3 車種 機能停止 : 0 車種)
- ・ステレオカメラ : 4 車種/ 4 車種中 (DTC : 4 車種 機能停止 : 0 車種)

ステレオカメラでは車両の傾きに関する診断が、ミリ波レーダーではヨーレートセンサの異常検知・通信異常検知が全数で確認された。また、異常検知という診断項目では、ゲイン不良、中点補正值異常等の詳細 DTC の出力が車種毎に異なる場合があることが確認された。舵角センサは、多くの車両で異常検知及び通信異常検知を行っていることが確認された (DTC : 23 車種/26 車種中)。横滑り防止装置の異常検知・通信異常検知はセンサタイプに関わらず全数で確認されたが、1 車種のみ異常検知 (通信異常検知はあり) が確認されなかった。ACC 固有の DTC がある車種は少なかったが、自動ブレーキと同一センサを使っていることが多く、センサの故障時は自動ブレーキの機能停止と ACC の機能停止が連動していることが予想される。また、以下はセンサのタイプ別では、DTC に特徴が見られなかった。

- ・アイドリングストップ
- ・アクセルセンサ
- ・アクセルペダルアクチュエータ
- ・アクセルペダルポジション
- ・G センサ
- ・ブレーキペダルストロークセンサ
- ・ホイールセンサ
- ・車速センサ
- ・電子制御式ガソリンインジェクション
- ・電子制御式ディーゼルエンジン
- ・電動パワーステアリング
- ・誤発進抑制機能

表 3.1 に今回調査した車両を、表 3.2～表 3.5 に調査結果を示す。

表3.1 整備マニュアル調査対象車種一覧		
メーカー名	車種	型番
トヨタ	GSF	URL10 2015年11月(新型車)
	クラウンハイブリッド	AWS21#系 2012年12月フルモデル
	アクア	NHP1#系 2011年12月(新型車)
	アベンシス	ZRT272W系 2011年6月(フルモデル)
	ヴィッツ	KSP130系、NSP13#系、NCP131系 2010年12月(フルモデル)
	ランドクルーザー	UZJ200W、URJ202W系 2007年9月(フルモデル)
ホンダ	アコードハイブリッド	DAA-CR6 2013.6～(平成25年式～)
	フィットハイブリッド	DAA-GP5 2013.9～(平成25年式～) DAA-GP6 2014.1～(平成26年式～)
	オデッセイ	DBA-RC1/RC2 2013.11～(平成25年式～)
	ジェイドハイブリッド	DAA-FR4 2015.2～(平成27年式～)
	N-WGN	DBA-JH1/JH2 2013.11～(平成25年式～)
	ヴェゼル ハイブリッド	DAA-RU3/RU4 2013.12～(平成25年式～)
日産	スカイライン	V37型車 YV37-400001～ 2014.11～
	ティアナ	L33型車 L3-100001～ 2015.02～
	デイズ	AA0型車 B21W-0300001～ 2015.10～[PDF版]
	エクストレイル	T32型系車 HNT32-100001～ HT32-100001～ 2015.04～
スバル	レガシー アイサイトVer2	BM、BR系 2010.4～(平成22.4～)
	レガシー アイサイトVer3	DBA-BN9/BS9 2015.10～(平成27.10～)
	エクシーガ	DBA-YAM 2015.4～(平成27.4～)
マツダ	アテンザ	GJ系 2014.11～(平成26年11月～)
	デミオ	DJ系車 2014.7～(平成26年7月～)
スズキ	ワゴンR	DBA-MH34S、DAA-MH44S 2015.8～(平成27.8～)
	スペーシア	DAA-MK42S、DBA-MK32S 2015.5～(平成27.5～)
	アルト	DBA-HA36S、HBD-HA36V 2014.12～(平成26.12～)
ダイハツ	タント	LA600、LA610系 2015.05～2015.11
	ウェイク	LA700、LA710系 2015.06～

表 3.2 DTCコードセンサー別分類：赤外線レーザーレーダー - 1

故障内容	DTC 分類 (1桁目)	赤外線レーザーレーダー							
		ホンダ フライト ハイブリット	ホンダ N-WGN	ヴェゼル ハイブリット	ニッサン デイズ	マツダ デミオ	スズキ ワゴンR アルト	ダイハツ ウェイク	
共通	制御禁止・一時機能 OFF	C					●		
	要求頻度過多	B							○
		U							
		B	○	○	○	○			
		C							
		P							
		U							
	要求異常継続	DTCなし							■
		B	○	○	○	○			○
		C							
		B							
		C						○	○
		C						○	○
自動ブレーキ不動作 スイッチ異常 スイッチ固着 異常	C	○	○	○	○	○	○	○	
	U						●		
	C								
	U					○			
	U								
	DTCなし								
電圧異常	C						●		
	DTCなし								
	C						●		
	U								
	DTCなし								
	C	■	■	■			○	○	
温度異常	C								
	U								
	DTCなし								
	C								
	U								
	C								
通信異常・信号異常	C								
	U								
	DTCなし								
	C								
	U								
	C								
軸ずれ	DTCなし								
	C								
	U								
	DTCなし								
	C								
	U								
赤外線レーザー レーダー	DTCなし								
	C				●		●	■	
	DTCなし								
	C				●			■	
	DTCなし								
	C								
フロントウィンドガラス の汚れ、曇り センサーの遮蔽物検知、 レンズ汚れ	DTCなし								
	C								
	DTCなし								
	C								
	U								
	C								
悪天候(強い雨、吹雪、 濃霧等)	DTCなし								
	C								
	DTCなし								
	C								
	U								
	C								
ワイパー作動 ルーフ上の荷物 逆光、西日	DTCなし								
	C				●			■	
	DTCなし								
	C								
	U								
	C								

表 3.2 DTCコードセンサ別分類：赤外線レーザレーダー - 3

故障内容	DTC 分類 (1桁目)	赤外線レーザレーダー								
		ホンダ フィット ハイブリッ ト	N-WGN	ヴェゼル ハイブリッ ト	ニッサン デイズ	マツダ デミオ	スズキ ワゴンR	スズキ アルト	ダイハツ ウェイク	
センサ以外	NPLレンジ故障	C								
		C								
		B								
		C								
		C			○					
		C				○				
		U				○				○
		B								
		C		○	○					
		C				○				
トランスミッション コントロール モジュール	異常	C								
		B								
		C								
		C								
		C								
		U								
		B								
		C								
		C								
		U								
ブレーキ	ブレーキペダルスト ロークセンサ異常	C								
		C								
		U								
		C								
		C								
		U								
		B								
		C								
		C								
		U								
ホイールセンサ ホイールロー ルモジュール	異常	C								
		B								
		U								
		C								
		C								
		U								
		B								
		C								
		C								
		U								
ヨーレートセンサ	ゲイン不良 中点補正値異常	C								
		C								
		C								
		U								
		C								
		C								
		U								
		C								
		C								
		U								
アンチロックブレーキ システムの通信異常	アンチロックブレーキ システム異常	C								
		U								
		B								
		C								
		C								
		B								
		B								
		U								
		B								
		B								
横滑り防止装置 アンチロックブレ ーキシステム	異常	C								
		C								
		P								
		U								
		C								
		U								
		C								
		C								
		U								
		U								
通信異常・信号異常	通信異常・信号異常	C								
		U								
		C								
		C								
		U								
		C								
		C								
		U								
		C								
		U								

表 3.2 DTCコードセンサー別分類：赤外線レーザレーダー - 4

故障内容	DTC 分類 (1桁目)	赤外線レーザレーダー							
		ホンダ フィット ハイブリット	ホンダ N-WGN	ヴェゼル ハイブリット	ニッサン デイズ	マツダ デミオ	スズキ ワゴンR	スズキ アルト	ダイハツ ウエイク
センサー以外	誤発進抑制機能	異常	○	○			○	○	
	AT誤発進抑制制御禁止	異常							
	車速センサ	異常							
		通信異常・信号異常			○				
	舵角センサ	異常			○	○			
		出力固着	○	○	○				○
		中立点補正異常	○	○	○				○
		通信異常・信号異常	○	○	○	○		○	○
	電源電圧	異常	○	○	○				
	電子制御式 ガソリンエンジン シヨウ	異常	○	○	○				
通信異常・信号異常		○						○	
電子制御式 ディーゼルエンジン	通信異常								
	異常								
電動パワーステア リング	通信異常・信号異常					○	○	○	
	通信異常・信号異常				○				
4WDシステム	通信異常・信号異常								
	異常								
パワートレイン	通信異常・信号異常								

表3.3 DTCコードセンサー別分類: ミリ波レーダー, ミリ波レーダー+単眼カメラ, 単眼カメラ 1

故障内容	DTC分類 (1桁目)	ミリ波レーダー			ミリ波レーダー 単眼カメラ			単眼カメラ		
		トヨタ クラウン ハイブリッド	ホンダ アコード ハイブリッド	ホンダ オデッセイ	ニッサン スカイライン	トヨタ GSF	トヨタ ランド クルーザー	ホンダ ジェイド ハイブリッド	ニッサン ティアナ	ニッサン エクストレ イル
共通	制御禁止・一時機能 OFF	C								
		B								
		U	○	○						
	要求頻度過多	B								
		C			○					○
		P		○						
		U								○
	DTCなし									
	要求異常継続	B								
	自動ブレーキ不動作	C					○			
センサー										
	C									
	P	○					○			
	U							○		
異常	C		○							
電圧異常	C									
	DTCなし		■					■		
温度異常	C									
	DTCなし		■					■		
通信異常・信号異常	U	○						○		
軸ずれ	P	○						○		
	C									
	P		○							
センサーの遮蔽物検知、 レンズ汚れ	P									
	DTCなし	■						■		
悪天候(強い雨、吹雪、 濃霧等)	DTCなし	■								

表3.3 DTCコードセンサー別分類: ミリ波レーダー, ミリ波レーダー+単眼カメラ, 単眼カメラ 2

故障内容	DTC分類 (1桁目)	ミリ波レーダー				ミリ波レーダー+単眼カメラ				単眼カメラ				
		トヨタ		ホンダ		トヨタ		ホンダ		ニッサン				
		クラウン ハイブリッド	アコード ハイブリッド	オデッセイ	スカイライン	GSF	ランド クルーザー	ジェイド ハイブリッド	ティアナ	エクストレ イル				
センサー	異常													
	単眼カメラ	B												
		C												
		U												
		DTCなし												
		C												
		DTCなし												
		C												
		DTCなし												
		U												
		C												
	DTCなし													
	異常													
電圧異常														
温度異常														
通信異常・信号異常														
軸ずれ														
フロントウインドガラス の汚れ、曇り														
センサーの遮蔽物検知、 レンズ汚れ														
悪天候(強い雨、吹雪、 濃霧等)														
ワイパー作動														
逆光、西日														

表3.3 DTCコードセンサー別分類: ミリ波レーダー, ミリ波レーダー+単眼カメラ, 単眼カメラ 3

故障内容	DTC 分類 (1桁目)	ミリ波レーダー			ミリ波レーダー 単眼カメラ			単眼カメラ	
		トヨタ クラウン ハイブリッド	ホンダ アコード ハイブリッド	ホンダ オデッセイ	ニッサン スカイライン	トヨタ ランド クルーザー	ホンダ ジェイド ハイブリッド	ニッサン ティアナ	ニッサン エクスト イル
センサ以外									
CAN	通信異常・信号異常				○				○
サブネットワーク	通信異常・信号異常		○						
電子制御ユニット	通信異常・信号異常					○			
電装品電子制御 ユニット	通信異常・信号異常	○							
ETC	異常								
Gセンサ	異常								○
アイドリング ストップ	通信異常・信号異常								
アクセルセンサ	通信異常・信号異常								
アクセルペダル	異常					○			
アクチュエータ	通信異常・信号異常								
アクセルペダル ポジション	異常								
エアバッグシステム	通信異常・信号異常								
エンジン	異常								
エンジンコントロール モジュール	通信異常・信号異常	○						○	○
コンプレッション メータ	異常								
ブレーキランプ	通信異常・信号異常		○					○	○
	異常								
システ ムス イッチ	異常								
ソナー	異常								
	通信異常・信号異常								○
	通信異常・信号異常								○

表3.3 DTCコードセンサー別分類: ミリ波レーダー, ミリ波レーダー+単眼カメラ, 単眼カメラ 5

故障内容	DTC分類 (1桁目)	ミリ波レーダー				ミリ波レーダー 単眼カメラ				単眼カメラ			
		トヨタ クラウン ハイブリッド	ホンダ アコード ハイブリッド	ホンダ オデッセイ	ニッサン スカイライン	トヨタ ランド クルーザー	ホンダ ジェイド ハイブリッド	トヨタ GSF	ニッサン ティアナ	ニッサン エクストレ イル			
センサー以外	誤発進抑制機能	異常											
		異常											
	誤発進抑制機能	U											
	AT誤発進抑制制御禁止	B											
	異常	C			○								○
	車速センサ	異常											
		異常											
	通信異常・信号異常	B											
	異常	C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	異常	P											
	出力固着	C		○	○								
	中立的点補正異常	C											
通信異常・信号異常	C												
電源電圧	異常	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
電子制御式 ガソリンエンジン シヨウ	異常												
電子制御式 ディーゼルエンジン	異常												
電動パワーステア リング	異常												
通信異常・信号異常	U												
通信異常・信号異常	C												
4WDシステム	異常												
通信異常・信号異常	U												
パワートレイン	異常												
通信異常・信号異常	C												
通信異常・信号異常	U												

表3.4 DTCコードセンサー別分類：赤外線レーザーレーダー+単眼カメラ、ステレオカメラ 1

故障内容	DTC 分類 (1桁目)	赤外線レーザーレーダー 単眼カメラ				ステレオカメラ			
		トヨタ		ダイハツ		レガシー アイサイト Ver2	レガシー アイサイト Ver3	エクシーガ	スズキ
		アクア	アベンシス	ヴィッツ	タント				スペースシャ
共通	制御禁止・一時機能OFF	C				○	○	○	●
	要求頻度過多	B							
		C							○
		P							
		U							
		DTCなし				■			
	要求異常継続	B							
		C							
		B					○	○	
		C					○	○	
C									
センサー	異常	C	○	○	○				
	電圧異常	C							
	温度異常	U							
		DTCなし	■	■	■				
	赤外線レーザーレーダー	DTCなし	■	■	■				
		C							
		U						○	
		C	○	○	○				
		DTCなし	■	■	■				
	フロントウィンドガラスの汚れ、曇り	C		■	■				
センサーの遮蔽物検知、レンズ汚れ	C		■	■					
悪天候(強い雨、吹雪、濃霧等)	C		■	■					
ワイパー作動	DTCなし				■				
ルーフ上の荷物	C				■				
逆光、西日	DTCなし				■				

表3.4 DTCコードセンサー別分類：赤外線レーザーレーダー+単眼カメラ, ステレオカメラ 2

故障内容	DTC分類 (1桁目)	赤外線レーザーレーダー 単眼カメラ				ステレオカメラ		
		トヨタ		ダイハツ		レガシー アイサイト Ver2	レガシー アイサイト Ver3	スズキ
		アクア	アベンシス	ヴィッツ	タント	エクシーガ	スペースシア	
センサー	異常	B	○	○	○			
		C						
		U						
		DTCなし						
		C		■				
	電圧異常	DTCなし						
		C						
	温度異常	DTCなし	■	■	■			
	通信異常・信号異常 軸ずれ	U	○	○	○			
	C	○	○	○				
単眼カメラ	DTCなし	■	■	■	■			
	B							
	DTCなし	■	■	■	■			
	DTCなし							
	悪天候(強い雨、吹雪、 濃霧等)	DTCなし						
	ワイパー作動	DTCなし						
	逆光、西日	DTCなし						

表3.4 DTCコードセンサー別分類：赤外線レーザーレーダー+単眼カメラ、ステレオカメラ 3

故障内容	DTC 分類 (1桁目)	赤外線レーザーレーダー 単眼カメラ				ステレオカメラ			
		アクア	アベンシス	ヴィッツ	ダイハツ	レガシー アイサイト Ver2	レガシー アイサイト Ver3	エキシーガ	スズキ
センサー	異常	B				○	○	○	○
	電圧異常	C				○	○	○	○
	温度異常	C					○	○	●
		B							○
		C							○
	通信異常・信号異常	DTCなし				■			
	軸ずれ	B				○	○	○	○
	フロントウィンドガラス の汚れ、曇り	C							○
	センサーの遮蔽物検知、 レンズ汚れ	DTCなし				■	■	■	○
	悪天候(強い雨、吹雪、 濃霧等)	C							○
	逆光、西日	DTCなし				■	■	■	
	画像認識不良	DTCなし				■	■	■	
	車両傾き	B				○	○	○	○
	フロントウィンド映り込 み	C							○
		DTCなし							○

表3.4 DTCコードセンサー別分類：赤外線レーザーレーダー+単眼カメラ、ステレオカメラ 5

故障内容	DTC 分類 (1桁目)	赤外線レーザーレーダー 単眼カメラ				ステレオカメラ			
		トヨタ				ダイハツ	スバル		スズキ
		アクア	アベンシス	ヴィッツ	タント	レガシー アイサイト Ver2	レガシー アイサイト Ver3	エクシーガ	
センサー以外									
トランスミッション コントロール モジュール	NPLレンジ故障	C							
	異常	C			○				
	シフト信号不確定	B			○			○	
	通信異常・信号異常	C							
	断線	U			○			○	○
	ブレーキペダルスト ロークセンサ異常	B							
	通信異常・信号異常	C			○				
	異常	U			○				
	ホイルセンサー ポテンシオメーター モジュール	B							
	異常	U						○	○
ヨーレートセンサ	ゲイン不良	U							
	中点補正値異常	C							
	通信異常・信号異常	C							
	異常	U			○				
横滑り防止装置 アンチロックブレー キシステム	アンチロックブレーキ システムの通信異常	C							○
	アンチロックブレーキ システム異常	U							
	エコーバック不一致	B							
	ブレーキ液圧	C			○			○	
	ブレーキ加圧NG	B			○			○	
	ブレーキ制御禁止	B						○	○
	異常	C							
	異常	P							
	通信異常・信号異常	U							
	通信異常・信号異常	C						○	○

表3.5 DTCコードセンサー別分類: 赤外線レーザーレーダー+ミリ波レーザーレーダー+単眼カメラ 1

故障内容		DTC 分類 (1桁目)	赤外線レーザーレーダー ミリ波レーザーレーダー 単眼カメラ
共通	制御禁止・一時機能 OFF	C B U B C P U DTCなし	マツダ アテンザ ○
	要求頻度過多	B C	
	要求異常継続	B C	
	自動ブレーキ不動作	B	
	スイッチ異常	C	
	スイッチ固着	C	
	異常	C U C	○
	電圧異常	U DTCなし	○
	温度異常	C	
	通信異常・信号異常	C U C	○
	軸ずれ	C	
	フロントウィンドガラス の汚れ、曇り	DTCなし	
	センサーの遮蔽物検知、 レンズ汚れ	C	○
	悪天候(強い雨、吹雪、 濃霧等)	DTCなし C	●
ワイパー作動	DTCなし		
ルーフ上の荷物	C		
逆光、西日	DTCなし		
センサー			

○: DTC出力 ●: DTC出力+機能停止
■: 機能停止 (DTCなし)

表3.5 DTCコードセンサー別分類: 赤外線レーザーセンサー+ミリ波レーザー+ミリ波レーザー+単眼カメラ 2

故障内容		DTC 分類 (1桁目)	赤外線レーザーセンサー ミリ波レーザー 単眼カメラ
センサー	ミリ波レーザー	異常	マツダ アテンザ ○
		電圧異常	○
		温度異常	○
		通信異常・信号異常	○
		軸ずれ	○
		センサーの遮蔽物検知、 レンズ汚れ	○
		悪天候(強い雨、吹雪、 濃霧等)	○
		異常	○
		電圧異常	○
		温度異常	○
		通信異常・信号異常	○
		軸ずれ	○
		単眼カメラ	フロントウィンドガラス の汚れ、曇り
センサーの遮蔽物検知、 レンズ汚れ	○		●
悪天候(強い雨、吹雪、 濃霧等)	○		
ワイパー作動	○		
逆光、西日	○		
車両傾き	○		
フロントウィンド映り込 み	○		
異常	○		
電圧異常	○		
温度異常	○		
通信異常・信号異常	○		
軸ずれ	○		

表3.5 DTCコードセンサー別分類: 赤外線レーザーレーダー+ミリ波レーザーレーダー+単眼カメラ 3

故障内容		DTC 分類 (1桁目)	赤外線レーザーレーダー ミリ波レーザーレーダー 単眼カメラ
センサー以外	CAN	通信異常・信号異常 C	
	サブネットワーク	通信異常・信号異常 U	マツダ アテンザ
	電子制御ユニット	通信異常・信号異常 U	○
	電装品電子制御 ユニット	通信異常・信号異常 C	
	ETC	異常 B	
	Gセンサー	異常 C	
	アイドリング ストップ	通信異常・信号異常 B	
	アクセルセンサ	通信異常・信号異常 U	○
	アクセルペダル	異常 C	
	アクチュエータ	通信異常・信号異常 C	
	アクセルペダル ポジション	異常 U	
	エアバッグシステ ム	通信異常・信号異常 C	
	エンジン	異常 B	
	エンジンコントロー ルモジュール	通信異常・信号異常 U	○
	コンプレッション メータ	異常 C	
		通信異常・信号異常 U	○
		異常 C	○
	ブレーキランプ	リレー異常 B	
		異常 C	
	システム スイッチ	異常 B	
	ソナー	異常 C	
		通信異常・信号異常 U	

○: DTC出力 ●: DTC出力+機能停止
■: 機能停止 (DTCなし)

表3.5 DTCコードセンサー別分類:赤外線レーザーレーダー+ミリ波レーザーレーダー+単眼カメラ 4

故障内容		DTC 分類 (1桁目)	赤外線レーザーレーダー ミリ波レーザーレーダー 単眼カメラ	
センサー以外	NPLレンジ故障	C	マツダ	
	トランスミッション コントロール モジュール	異常	C	アテンザ
		シフト信号不確定	C	
		通信異常・信号異常	C	
			U	
	ハーネス	断線	B	○
		ブレーキペダルスト ロークセンサ異常	C	
	ブレーキ	通信異常・信号異常	C	
		異常	U	
		異常	C	
	ホイールセンサ ホテイクントロール モジュール	通信異常・信号異常	B	○
		異常	U	
	ヨーレートセンサ	ゲイン不良	U	
		中点補正値異常	C	
		通信異常・信号異常	C	
異常		U		
横滑り防止装置 アンチロックブレー キシステム	アンチロックブレーキン システムの通信異常	C		
	アンチロックブレーキン システム異常	U		
	エコーバック不一致	B		
	ブザー異常	C		
	ブレーキ液圧	B		
	ブレーキ加圧NG	U		
	ブレーキ制御禁止	B		
異常	B			
通信異常・信号異常	異常	C	○	
	通信異常・信号異常	P		
		U		
		C		
	通信異常・信号異常	U	○	

○:DTC出力●:DTC出力+機能停止
■:機能停止(DTCなし)

表3.5 DTCコードセンサー別分類:赤外線レーザーレーダー+ミリ波レーザーレーダー+単眼カメラ 5

故障内容		DTC 分類 (1桁目)	赤外線レーザーレーダー ミリ波レーザーレーダー 単眼カメラ	
センサー以外	誤発進抑制機能	異常 C		
	車速センサ	異常 U		
	舵角センサ	AT誤発進抑制制御禁止	B	
		異常	C	
		通信異常・信号異常	C	
	電源電圧	異常	B	
		出力固着	C	
		中立点補正異常	C	
	電子制御式 ガソリンインジェク ション	通信異常・信号異常	C	○
		異常	U	
		通信異常	C	
	電子制御式 ティーズルエンジン	通信異常	U	○
		異常	B	
	電動パワーステア リング	通信異常・信号異常	U	○
		通信異常	C	
4WDシステム	通信異常・信号異常	U		
	異常	C		
パワートレイン	通信異常・信号異常	U		

○:DTC出力 ●:DTC出力+機能停止
■:機能停止(DTCなし)

3. 3 安全運転支援システムにおける EDR の現状

EDR とは、エアバッグが作動するような事故において、事故前後の車両の挙動データ、搭載装備の作動状況、運転者の操作等を記録する車載記録装置である。この EDR は、2006 年 6 月、交通政策審議会の報告「交通事故のない社会を目指した今後の車両安全対策のあり方について」の中で、交通事故時の衝突後被害軽減対策の充実を図るために自動車に装着する場合の要件の明確化と EDR の活用による事故分析強化の必要性が指摘された。これに伴い、2006 年 11 月より、「車両の安全装置の効果評価に活用する車載記録装置に関する検討会」において検討が進められ、2008 年 3 月に「J-EDR の技術要件」が定められている。

この J-EDR の技術要件の中では、記録に関する要件（記録間隔、データサンプル率等）、取扱説明書に記載すべき内容（車両に EDR が搭載されていること等）、記録すべきデータ要素（前後方向速度の変化、前後方向速度の最大変化等）、測定精度、測定分解能等が主に定められている。一方で、EDR を自動車に備え付けること、備え付けた EDR が J-EDR 技術要件に適合することは任意であることも明示されている。また、J-EDR における安全運転支援システムに関する記録すべき項目としては、プリクラッシュ警報（オン／オフ／作動オン）及び衝突軽減ブレーキ（オン／オフ／作動オン）が挙げられている。

EDR を用いた事故分析としては、公益財団法人 交通事故総合分析センター（以下、ITARDA）で 2010 年に開催された第 13 回 交通事故調査・分析研究発表会にて、「交通事故例調査への EDR データ活用検討」と題した発表の中で報告されている。本報告では、実際に EDR を搭載した車両が起こした事故（5 例）について EDR で記録されたデータを用いて分析が行われている。本報告の分析では、事故発生前後の車両速度、ブレーキ操作、アクセル操作及びエンジンの回転数が示され、加速度データから得られた最大減速量を算出している。加えて、エアバッグ及びシートベルトプリテンショナーの作動タイミングについても記録が可能であることが示されている。一方、今後の課題として、事故状態をさらに詳細に把握するために必要な記録項目（車両の横方向の加速度）や記録データの信頼性の確保等が挙げられているが、その今後の課題の中で、今回調査対象とした事例では EDR の作動条件がエアバッグの作動であったことから低速でエアバッグが作動しないような事故では EDR から情報を得られない点が指摘されている。

第4章 自動走行システムにおける安全 OBD 及び EDR のあり方

4. 1 自動走行システムを目指す上での課題

本調査でこれまで分析してきた安全運転支援システムは、その名が示す通り、ドライバの運転を支援するシステムである。即ち、ドライバの運転能力を補完するシステムという位置づけで設計されるものであり、ドライバが行わなければならない運転の全てを代行可能である必要はない。よって、技術的に代行が可能な運転（追従走行、車線維持走行等）あるいはシステムの方がより安全に実現できる運転（緊急ブレーキ等）から運転を代行するシステム（前者：ACC、LKAS 等、後者：AEB 等）が実用化されている。現時点で安全運転支援システムが代行できるドライバの運転範囲は拡大してきており、この安全運転支援システムの発展型として自動走行システムが期待されている。これは、安全運転支援システムを自動走行システムのプロトタイプとして捉えることを意味している。これに伴って、自動走行システムにおける安全 OBD や EDR のあり方を安全運転支援システムの安全 OBD や EDR の現状から検証する方法が考えられるが、基本的に自動走行システムと安全運転支援システムとでは設計の前提条件が異なる。よって、この検証を現状の安全運転支援システムの安全 OBD の視点から行う上では自動走行システムとの違いを考慮することが不可欠である。

安全運転支援システムはドライバの運転能力を補完するシステムという位置づけであるのに対し、レベル4の自動走行システム（完全自動走行システム：加速・操舵・制動を全てドライバ以外が行い、ドライバ全く関与しない状態）は、如何なる場合も運転操作において優良ドライバの運転能力と同等（もしくは、それ以上）の能力を有することが求められるシステムである。端的に言ってしまうと、安全運転支援システムは、運転に関与しつつも困ったときはドライバの運転に頼ることができるが、自動走行システムではこれが基本的に許されない。つまり、安全運転支援システムは、レベル4の自動走行システムのプロトタイプと位置づけられた途端、困ってもドライバの運転に頼ることができなくなる。

安全運転支援システムを自動走行システムのプロトタイプと捉え、現状の安全運転支援システムを発展させる形で車両を安全に自動走行させることを想定した場合、その技術が発展途中であることを踏まえると以下のような課題が生じると考えられる。

課題1：安全運転支援システムが、ドライバが行う全ての運転行動を代行する機能を有しているか、また、その代行する機能は全てにおいて優良ドライバと同等（もしくは、それ以上）の能力を発揮できる性能を有しているのか。

課題2：安全運転支援システムの各機能の能力は、あらゆる状態・状況で正常に発揮できるのか。

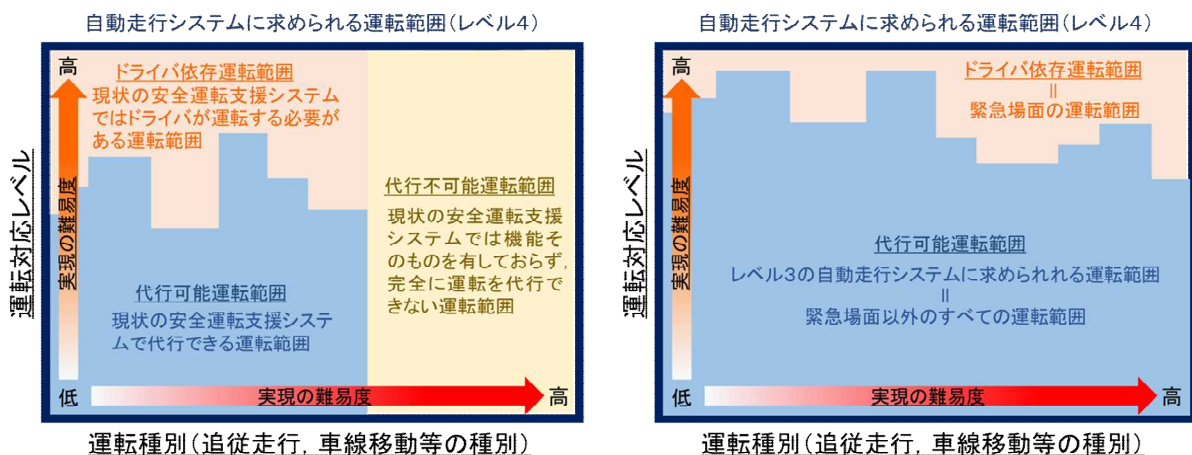
課題1は、安全運転支援システムの運転代行機能のカバー率と、各代行機能の性能限界に関する課題であると言える。一方、課題2は、システムの頑強性に関する課題である。つまり、この課題2は、例えば「現状の安全運転支援システムの車線維持支援機能は、気象条件や交通状況に

よらずいつでも優良ドライバと同等（もしくは、それ以上）に安全に行うことができるのか？」といった課題と言える。これらの課題は、レベル3の自動走行（準自動走行システム：加速・操舵・制動を全て自動車が扱い、緊急時のみドライバが対応する状態）においてはドライバが担うことを想定する緊急時の運転以外で、また、レベル4の自動走行（完全自動走行：加速・操舵・制動を全てドライバ以外が扱い、ドライバ全く関与しない状態）では、全ての運転で達成しなければならないことが想定される。

4.2 自動走行システムに求められる運転範囲

現状の安全運転支援システムから見たレベル4の自動走行システムに求められる運転範囲を考察する。ここで言う運転範囲とは、運転行動の種類とその能力の範囲で定義される運転技量の範囲を示すものである。即ち、ドライバが安全に車両を走行させるために行っている全ての運転行動に対してその能力の範囲が優良ドライバと同等となる運転範囲が、レベル4の自動走行システムに最低限求められる運転範囲であると言える（図4.1 a）。

このレベル4の自動走行システムに求められる運転範囲は、安全運転支援システムの現状の技術水準に基づいて分類すると図4.1 a)の模式図に示すように3つの運転範囲に分けられる。一つ目が、現状の安全運転支援システムでもドライバの運転を代行可能な運転行動の種類とそれらの能力の範囲（性能限界までの能力の範囲）で定義される運転範囲（以下、代行可能運転範囲）である。一方、この代行可能運転範囲内の運転行動の種類と性能限界を超えた能力の範囲（ドライバに運転を依存しなければならない能力の範囲）で定義される運転範囲（以下、ドライバ依存運転範囲）が二つ目の運転範囲である。現状の安全運転支援システムでは、運転行動毎に各社自動車メーカーの技術水準が異なるため、図4.1 a)が示すように代行可能運転範囲とドライバ依存運転範囲の運転範囲の関係が凸凹した状態にあると言える。そして、三つ目の運転範囲が、現状の安全運転支援システムでは、ドライバの運転行動を代行する機能をそもそも有していない運転範囲（以下、代行不可能運転範囲）である。



a) 現状の安全運転支援システムの運転範囲とレベル4の自動走行に求められる運転範囲の関係 b) レベル3の自動走行システムに求められる運転範囲

図 4.1 自動走行に求められる運転範囲

レベル3の自動走行システムは、緊急時のみドライバが運転する自動走行システムである。つまり、緊急場面でない通常の場合では、優良ドライバと同等（もしくは、それ以上）に安全に車両を運転できなければならない。したがって、レベル3の自動走行システムでは、レベル4の自動走行システムに求められる運転行動の種類は基本的に全て網羅されている必要があると予想される。ただし、個々の運転行動の代行に求められる能力の範囲には緊急時の代行運転の能力は含まれない。つまり、レベル3の自動走行システムに求められる運転範囲は、図4.1b)に示すように、レベル4の自動走行システムに求められる運転範囲から、緊急時の運転代行に求められる運転範囲（レベル3の自動走行システムのドライバ依存運転範囲）を除いた運転範囲であると考えられる。

4. 3 自己故障診断と自動走行の可否について

レベル4の自動走行システムでは自身に運転の責任があるため、自動走行システムが自動走行の可否を常に判断する必要がある。自動走行システムを不能にする要因の一つが故障である。よって、自動走行システムにおいても安全運転支援システムと同様に自己故障診断機能は不可欠である。そこで、本調査では、現状の安全運転支援システムの自己故障診断機能を自動走行システムの自己故障診断機能のプロトタイプとして捉えその現状について調査してきた。

安全運転支援システムの自己故障診断機能がドライバに故障を知らせる機能であるのに対し、レベル4の自動走行システムの自己故障診断機能は自動走行の可否を診断するという重大な判断を行うことが求められる。ただし、本調査でも示してきた通り、現状の安全運転支援システムにおける自己故障診断機能の検出対象は、センサやECUといった装置の作動不能に直結するような状態変化である。安全運転支援システムであれば、その状態の発生と支援が不能であることをドライバに伝え、ドライバに運転の判断を委ねれば良いが、レベル4の自動走行であればこの逃げ場はない。よって、故障以前の段階、いわば、性能低下のような状態の診断も求められる可能性がある。一概に性能低下と言っても要因は、様々であると考えられる。例えば、センサ感度の経年劣化やフロントガラスの汚れによるカメラセンサの視界不良も要因と考えられ、これらによって自動走行に必要な性能を発揮できなくなる可能性もある。これらが明らかな物理的変化（閾値を下回る電圧低下、信号の途絶等）を伴う場合は自己故障診断機能によって故障と判断されるであろうが、通常、装置が作動するのであれば、この状態は、故障とは判断されないため現状の自己故障診断の概念ではシステムは正常な状態であると判断されることが予想される。この診断が自動走行システムで行われた場合、本当に如何なる状況においても安全な自動走行を実現できるか、つまり、自動走行システムの頑強性が保たれているのかどうかには疑問が残る。自動走行システムには、従来の自己故障診断機能に加えて、自身で自動走行を実現する機能が正常に求められる性能を発揮できる状態にあるかどうか、装置単位の診断ではなく自動走行の機能単位で診断する、いわば、自己自動走行診断機能のような機能が必要になると考える。

一方、レベル3の自動走行システムでは、緊急時のみドライバが運転することになる。この緊急時の定義が故障と密接に関係している。通常、レベル3で言う緊急時とは機能限界によって自動走行が不可能な状態に陥ったような状態を指すが、故障によっても自動走行が不能になれば同

様に緊急状態に陥ることになる。したがって、レベル3の自動走行システムでも、レベル4の自動走行システムと同様に自己故障診断機能が不可欠であると考えられる。また、レベル3の自動走行システムが緊急状態に陥る原因が故障だけとは限らないのもレベル4の自動走行システムと同様である。よって、レベル3の自動走行システムでも、この緊急状態に陥ったかどうか判断する機能、いわば、自己緊急状態診断のような機能が必要になると考えられる。この診断機能もレベル4の自動走行システムの自己自動走行診断機能と同様に装置単位の診断ではなく、自動走行の機能単位で診断する必要がある。つまり、この自己緊張状態診断機能は、ドライバ依存運転範囲にシステムの状態が陥ったかどうかを診断する機能である。よって、これをレベル3の自動走行システムで実現できれば、この診断の基準をドライバ依存運転範囲（緊急状態）から、レベル4の自動走行に求められる運転範囲と発展させることで自己自動走行診断機能を実現できる可能性があり、この自己緊急状態診断機能の実現が今後の安全 OBD の試金石になる可能性がある。

一方で、自己自動走行診断機能と自己緊急状態判断機能との違いは、自己自動走行診断機能はシステム内で自動走行の可否を判断するもので、車両内でクローズされるものであるのに対し、自己緊急状態診断機能はドライバが安全に運転を引き継げるように行われるものであるためドライバへの情報提供の仕方が重要になってくると考えられる。自己緊急状態診断機能には、車両の情報診断だけでなくドライバの状態も計測・診断し、それをもとに適切なタイミングで情報提供する機能（MIL（故障状態表示灯）の HMI 等）が求められる可能性がある。

4. 4 自動走行システムの安全 OBD のあり方

現状の安全運転支援システムにおける自己故障診断では、故障としてではないが装置が正常に作動できない状態かどうかを装置単位で診断する機能が一部実装されている。例えば、カメラセンサーが逆光によって正常に作動できない場合やミリ波レーダーが他のレーダー波の干渉を受け正常に作動できない等、自身の故障ではないが外部要因によって各装置が故障に準じるような作動不全を起こしているかどうかを診断する機能（以下、動作環境診断機能）である。

本調査では、この動作環境診断機能について実車を用いて調査を行った。調査対象車両は Mercedes-Benz 製 C200 アバンギャルド 2015 モデル（ステレオカメラ、ミリ波レーダー搭載車両、対歩行者 AEB、LKAS、ACC 機能搭載）とし、スキャンツール（XENTRY Diagnostics : Mercedes Star Diagnostic System）を用いて、ステレオカメラの一方が汚れた場合に行われる動作環境診断機能について調査した（図 4.2）。今回実験で行ったカメラの汚れ具合を図 4.3 に示す。

この汚れは、JIS（Z 8901）試験用粉体 1（11 種 関東ローム）を使用し、ウィンドウガラスに塗布した。この状態でメーターパネルには、「プレセーフ機能が現在制限されています。取扱説明書を参照」というメッセージが表示される（図 4.4）。



図 4.2 スキャンツールによる自己故障診断の検証



図 4.3 ステレオカメラ（片側）の汚れ具合



図 4.4 ステレオカメラ（片側）の汚れによって表示されるメッセージ

この状態にてスキャンツールで自己故障診断結果を確認したところ、「マルチファンクションステレオカメラの視野は完全に制限されています」という診断が行われていることが確認された(図 4.5)。また、この故障診断項目は、最初に発生した際の総走行距離、最後に発生した際までの発生回数、最後に発生した際の総走行距離、最後に発生した後からのイグニッション数が記録される(図 4.6)。この記録項目からは、本診断項目の発生頻度を知るために行われていることが推測される。

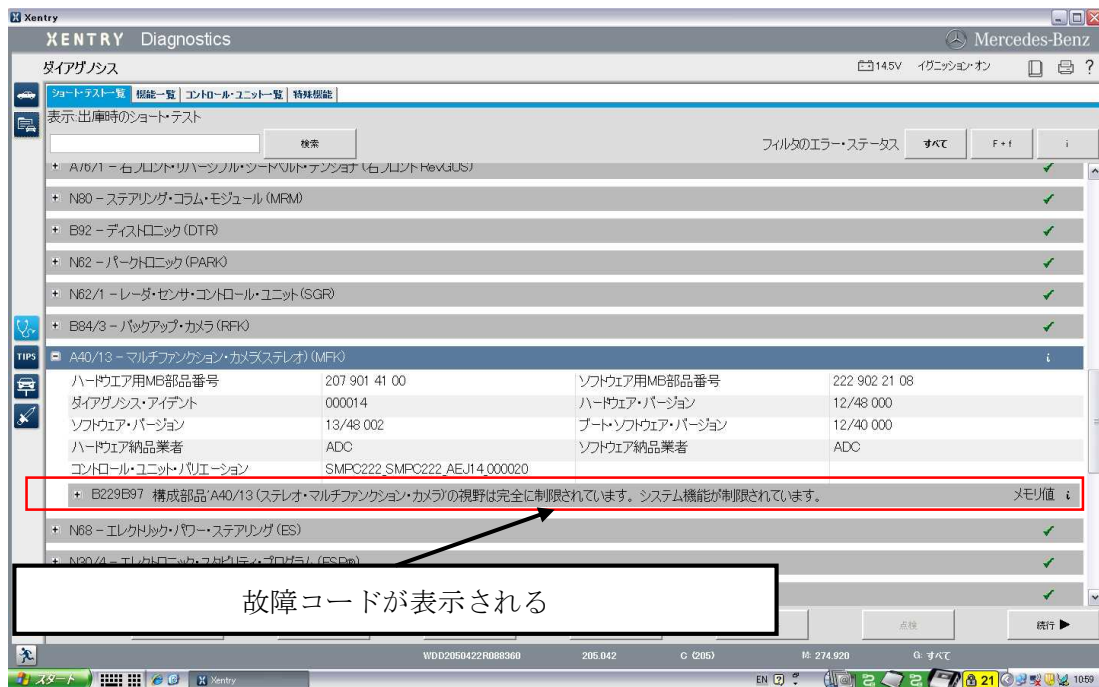


図 4.5 スキャンツールの診断結果確認画面

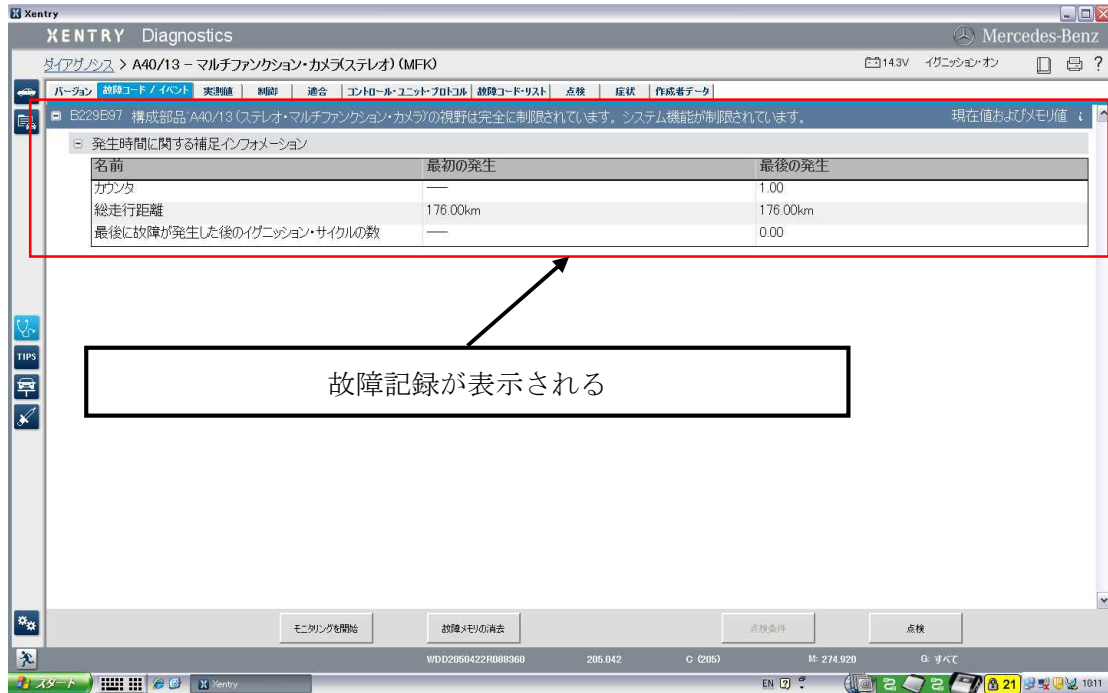


図 4.6 スキャンツールの故障履歴確認画面

また以下に、今回スキャンツールにて確認することができた（スキャンツールに出力している）ステレオカメラに関する情報を図 4.7～12 に示す。

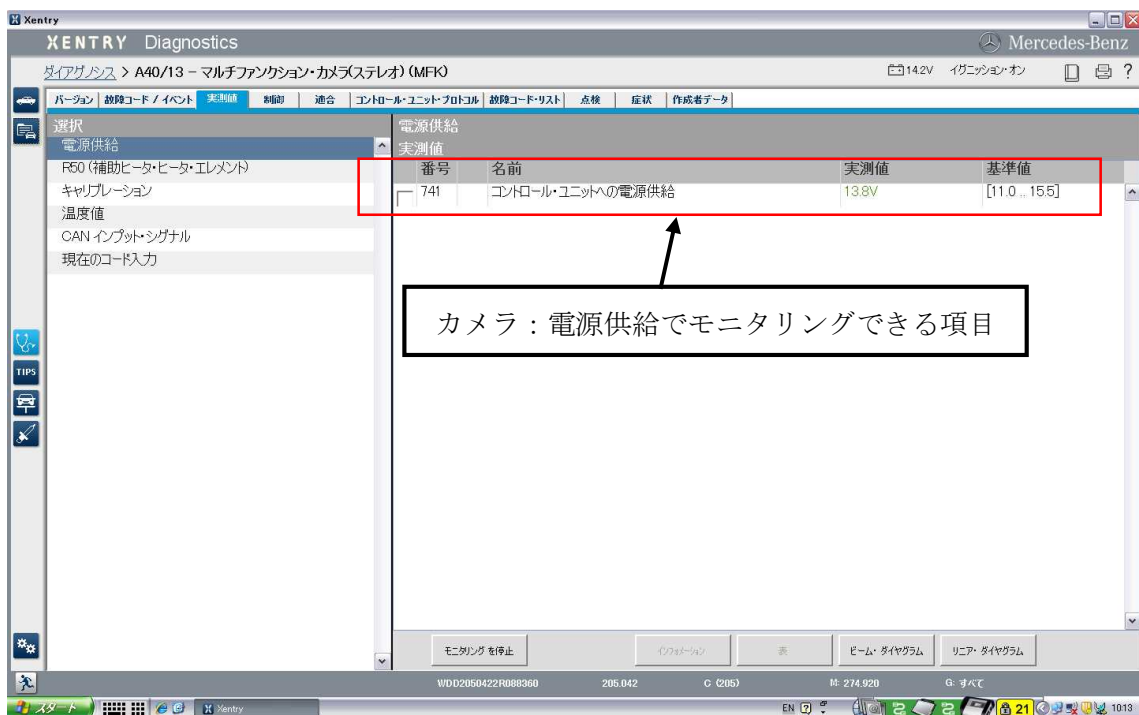


図 4.7 電源供給関連情報

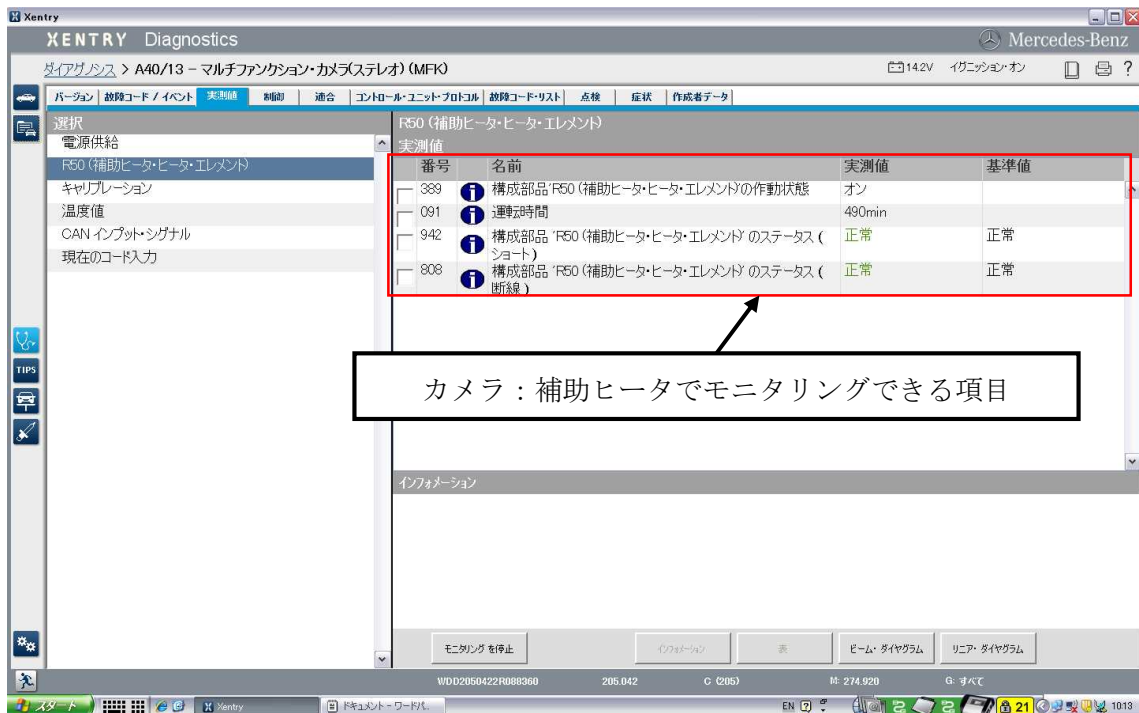


図 4.8 補助ヒータ関連情報

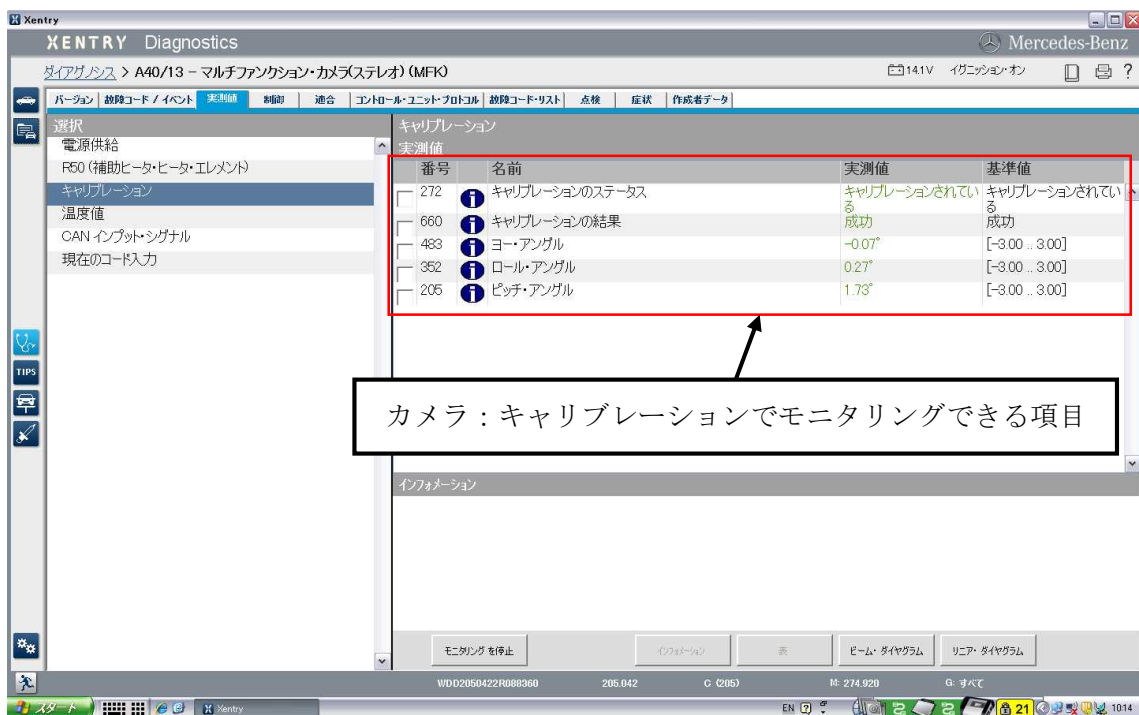


図 4.9 キャリブレーション関連情報

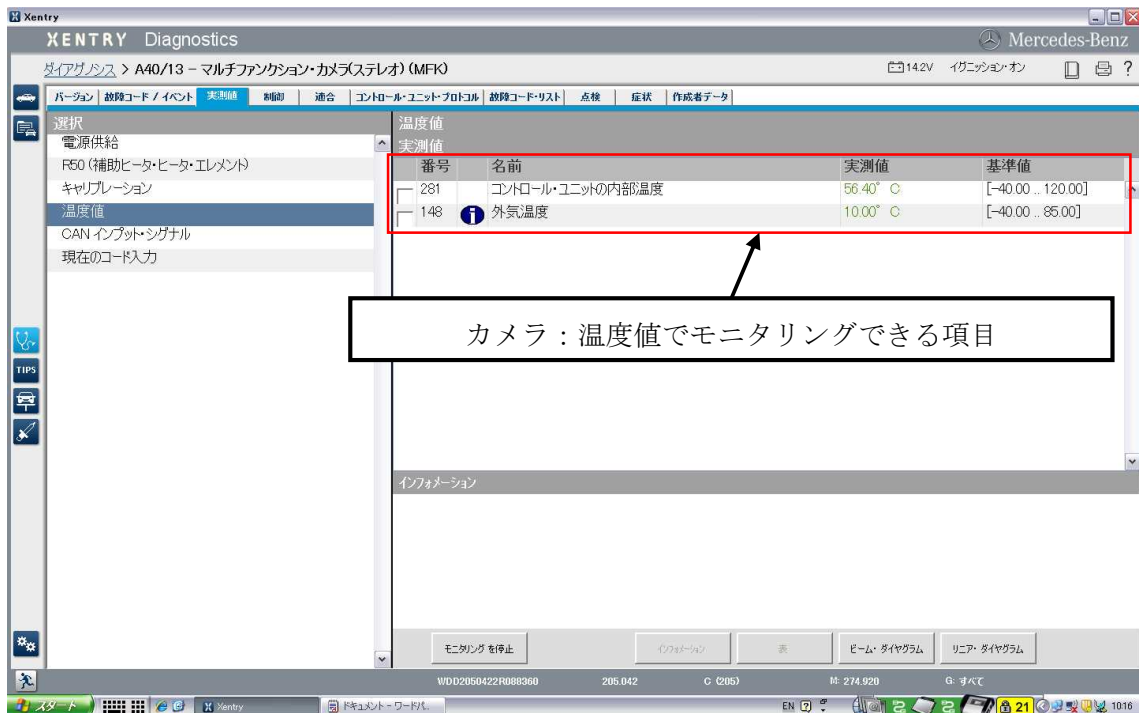


図 4.10 カメラ温度値関連情報

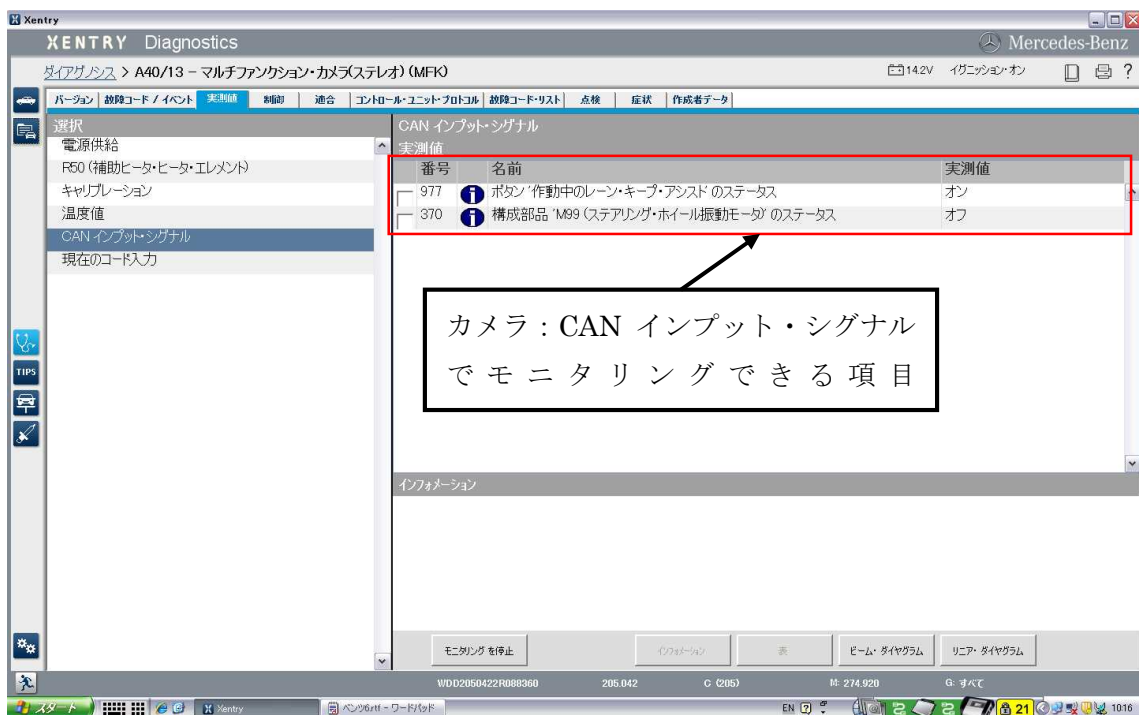


図 4.11 CAN インプット・シグナル関連情報

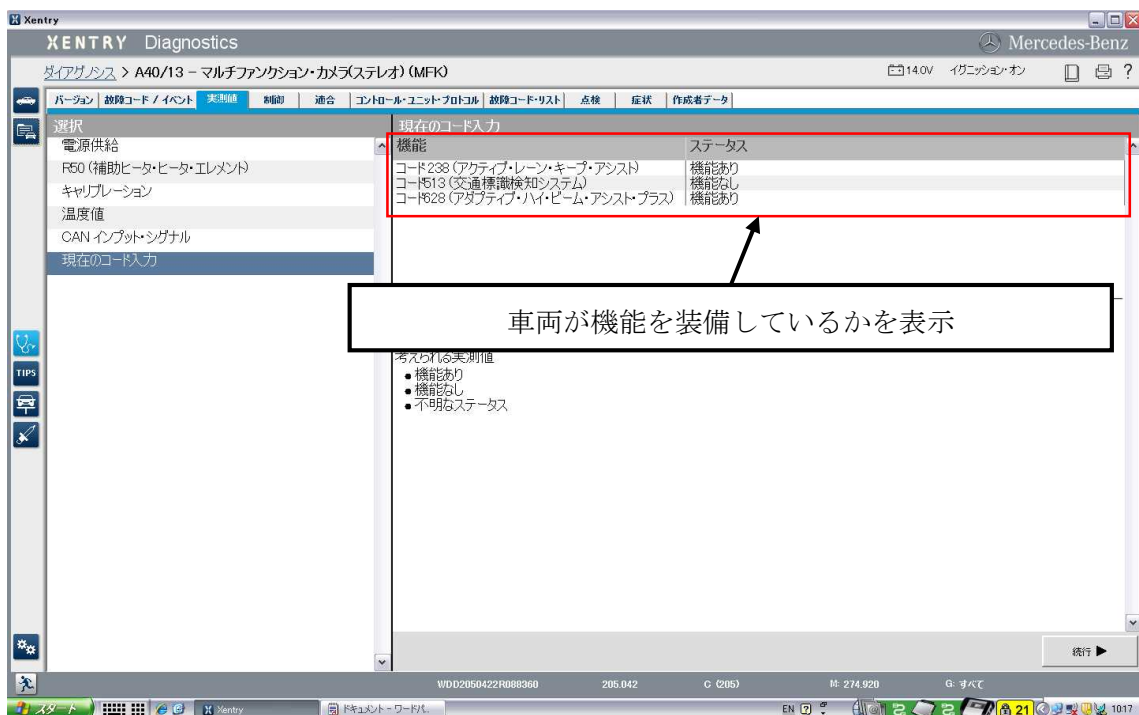


図 4.12 車両に搭載されている機能



図 4.13 機能制限メッセージの出力の有無と汚れの程度

さらに、本調査では、このカメラの汚れを徐々に除去し、メーターパネルに図 4.4 で示したメッセージ「プレセーフ機能が現在制限されています。取扱説明書を参照」が消える状態を調査した。図 4.13 b)に、上記メッセージが出力されなくなる汚れ具合を示す。つまり、この状態では、汚れが全くない状態と同等であるとして車両は走行することとなる。図 4.13 の b)と c)の場合に同等の安全性能が発揮できるかどうかは実際に性能評価が必要であると考え。

この動作環境診断機能は、メーカーによって OBD に内包されている場合もあるし、OBD とは別の診断機能として用意している場合もある (DTC の代わりに、機能を停止するコード (キャンセルコード) を出力する自動車メーカーもある)。診断項目の多くは、安全運転支援システムの運転マニュアルに記載されている運転支援が正常に機能しない状況に関するものであり、外界と接するセンサに関する診断項目が多い。この動作環境診断の結果、装置が作動不全を起こす状態であると診断された場合、その装置が担う機能は停止され、その情報はドライバーに通知される。その後もシステムは装置の状態を常に診断し、この故障に準じる状態に陥った状態から回復したと診断すると機能の停止を解除し支援を再開するといった動作が通常行われる。

この動作環境診断機能はあくまで装置の作動の可否に対する診断ではあるが、診断対象を故障ではないが機能に悪影響を及ぼす状況の発生としている点では自己自動走行診断機能や自己緊急状態判断機能の概念と一致する。つまり、現状の安全運転支援システムでも、自己故障診断とは別にこのような概念の診断が既に存在しており、この概念をさらに発展させ、装置単位ではない自動走行の機能単位の診断を目指すことで自己自動走行診断機能や自己緊急状態判断機能の実現は視野に入ってくると考える。

一方で、現状の自己故障診断装置の診断手法だけでは、これら自己自動走行診断機能や自己緊急状態判断機能の実現は難しいことが予想される。例えば、カメラセンサを用いて車線を認識することによって車線維持支援機能を実現するシステムで、カメラセンサの性能劣化が生じた場合を想定する。カメラセンサの性能劣化が現れる症状としては、撮像した画像の解像度の低下やコントラスト比の低下が考えられる。このような症状が発生すると車線のエッジ抽出が困難となり車線の認識性能が低下した結果、かすれた白線などで車線認識が断続的となる可能性がある。その場合、車線維持支援機能として行われる操舵制御も断続的となる可能性があり車両の挙動にはふらつきが生じる可能性がある。ただし、このカメラセンサの性能劣化が、白線にかすれが無くしっかり敷かれている状態であれば正常に車線を認識できる程度の劣化であった場合、現状の安全運転支援システムでは故障の判断には至らない可能性が高い。このような状態が自動走行の安全性にどの程度影響を及ぼすかは検証する必要があるが、ドライバの運転以上にふらつく場合は自動走行の可否をこのふらつき度合いを定量的に診断することによって判断する必要があると予想される。このふらつき度合いによる自動走行の可否の診断は、GPS等の車両位置を計測可能な装置を用いて常時計測し、一定の判断基準を設けることで可能になると考えられる。

このように自己自動走行診断機能や自己緊急状態判断機能では、装置個々の作動状態を診断するのではなく、その機能の性能が車両の挙動として表われるデータ（物理量）を常時計測・記録し、その変化を分析することで機能の性能状態を診断するという新たな概念の診断が必要になると考えられる。ただし、自動走行の可否を車両の挙動データから診断することを想定した場合、計測するデータの長期的な変化から診断を行うことが必要となる可能性がある。つまり、自動走行を不能にする要因によって徐々に機能の性能低下が進むような場合、その影響も車両の挙動データに少しずつ表われてくる可能性がある。このような場合、瞬間だけの診断では日常の走行で得られる車両挙動のデータのバラつきの中にこの性能低下による車両の挙動の変化が埋もれてしまう可能性がある。このような要因に対する診断を実現するためには、その要因の特性に合わせて1ヶ月、3ヶ月、半年あるいは数年といったスパンで継続的に計測データを記録・蓄積し診断に用いる必要がある可能性がある。その一方で、このように自動走行システムの機能の性能が反映された常時記録データは、事故が発生した場合のEDRのデータとしても事故分析を行う上で有用な情報として利用できる可能性もある。

4. 5 自動走行システムのEDRのあり方

自動走行車が事故を起こした場合、ドライバーが運転に関与していない状況も想定されるため事故の発生状況を誰も把握できなくなる可能性がある。この場合、事故分析、特に自動走行システムの作動状況の妥当性を検証することが非常に困難になることが予想され、これを防ぐためには事故発生時とそれに至る経緯を明らかにすることができるデータを記録する装置が自動走行システムには求められると考えられる。この機能を担う装置として期待されるものがEDRである。先に述べたJ-EDRの規格では、自車の速度、加速度、速度の累積的な変化、ブレーキ状態、アクセル状態といった車両情報や、シートベルトの装着状況、プリテンショナーの作動状況、エアバッグの作動状況、自動ブレーキの作動状況等搭載装置の作動状況等が記録される。しかし、自動走行車の事故を想定した場合、これらの情報だけでは、どのような交通環境（周辺の交通参加者や障害物との位置関係等）で、当事車両がどのような位置関係（経路、衝突角度等）で事故を起こしたのか等、通常ドライバーから得られるこれらの情報を得ることは困難であり、自動走行システムの作動状況の妥当性を検証するには不十分である可能性が高い。そのため、ドライブレコーダのような外界の状況を映像や画像として記録する機能がEDRに付加される必要があると考えられる。

また、その他の問題としては、ITARDAによるEDRを用いた事故分析の中でも今後の課題として取り上げられていたが、EDRがエアバッグの展開をトリガーとしてその前後の状況が記録されるものであった場合、エアバッグが展開しないような衝突では上記の情報すら得ることができない状況が発生する点が挙げられる。自動走行車が一般道で走行することを想定するのであれば、エアバッグが展開しないような事故の発生も十分予想される。この課題を解決するためには、EDRが常時記録するものである必要がある。つまり、EDRのEはEventの頭文字のEであるが、Every time Data Recorderの頭文字をとってEDRとなるような装置が必要であろう。これを実現するためには、自動走行システムの作動状況の妥当性を検証するのに十分な測定精度、測定分解能及びサンプリングレートで車両情報や映像を常時記録する必要があるため、大容量の記録装置と高い処理能力を有するECUがEDRに必要となる。一方、自動走行システムとしては、上述してきたような安全OBD（自己自動走行診断機能や自己緊急状態診断機能を想定）の観点からも自動走行の性能状態を常時監視する必要性が高まることが予想されるため処理能力の高いECUの搭載は不可避である。これら車両の性能状態まで把握できるような情報は、自動走行システムの作動状況の妥当性を検証することに大きく貢献できる可能性があり、これらの情報と外界の状況がわかる映像データの同期収録を可能にする記録装置を備えることができれば、Every time Data Recorderは現実味を帯びてくると考える。

第5章 まとめ

5. 1 本調査の総括

本調査では、自動走行システムの安全性・信頼性を確保するための安全 OBD や EDR の活用について検討してきた。現状の安全運転支援システムの自己故障診断における観点から見ると、自動走行システムにおいて自動走行が不能になるということは故障が発生して走行が物理的に不能になるということと同義である。この状況は、自動走行システムにおいて十分想定される状況であり自己故障診断機能は間違いなく自動走行システムに不可欠な機能であると言えるだろう。その一方で、自動システムにおいて自動走行が不能になるということは、単に走行が物理的に不能になることだけを意味するのではないと考える。つまり、自動走行システムが、優良ドライバの運転と同等（もしくは、それ以上）に安全な走行状態を保てなくなる場合も自動走行が不能になったと判断すべきである。そしてこの考えは、逆に自動走行システムに何らかの故障等が発生したとしても、自動走行システムが優良ドライバの運転と同等（もしくは、それ以上）に安全な走行状態を保てるならば、一時的に自動走行を可とする診断もあり得ることも意味している。即ち、自動走行の可否を自動走行システムが優良ドライバの運転と同等（もしくは、それ以上）に安全な走行状態を実現できるかどうかで判断することは、自動走行車で発生した故障等による障害を複数のシステムで補完し合う二重系、三重系システムの導入を導く概念であるとも言える。

上記概念に基づいた場合、自動走行が不能になる原因は、故障だけに留まらず、優良ドライバの運転と同等（もしくは、それ以上）に安全な走行状態を保てなくなるあらゆる要因を想定しなければならない。その要因の中には、センサの経年劣化や気象条件等の外界状況も含まれる。本調査における安全運転支援システムの安全 OBD の現状調査から、自己故障診断が装置単位の故障診断に加えて、これとは別に、装置が正常に作動していても外界等の影響によって装置が正常に作動できない状態を多くの車種で診断（動作環境診断機能）していることが確認された。つまり、このことは、機能単位の診断が既に安全運転支援システムの段階でも必要であることを多くの自動車メーカーが意識していることを示唆している。この診断は自身の故障ではなく、結果的に機能が正常に求められる性能を発揮できない状況の発生を診断しているということであり、この意味では、自動走行システムの機能単位の診断機能（自己自動走行診断や自己緊急状態診断機能）の第一歩であると言える。一方、このような診断の実現を考えた場合、多くの要因を考慮しなければならなくなるため現実的にはまず、どのような要因が安全 OBD の診断項目として適切であるか検証する必要がある。そしてこの検証には、自動走行システムにおいて自動走行が不能になるという状態が、車両の挙動としてどういう状態であるのかを定量的に定義する必要がある。加えて、想定される要因がどの程度自動走行システムの安全性能を低下させ、それによってどの程度事故発生の危険性が増加するのかといった、その要因の重大性を検証する必要もあるであろう。

一方、自動走行車が事故が発生した状態では、ドライバが運転に関わらない状態を想定しなければならない以上、事故の発生状況を客観的に示すことができる機能を自動走行システ

ム自身が有することを求められると考えられる。これを実現するためには、自動走行システムを構成する装置単位の作動状況（各装置が故障なく、正常に作動していたかどうか）の情報提示、自動走行システムの機能単位の作動状況（機能として正常に作動していたかどうか、装置としては正常と診断される範囲で作動しているが、各装置が複合されたシステムの機能として正常に作動しない場合も考えられる）の情報提示、そして、自動走行システムの制御によって生じた車両挙動（機能が実際の車両の挙動として適切に発揮されたかどうか）の情報提示が必要であると考えられる。また、これら車両内の情報とは別に車両の外界状況の情報提示も必要となることが予想される。現状の EDR ではこれらを実現することは困難であると言わざるを得ないが、自動走行システムの EDR において、安全 OBD で収集する自己故障診断に要するデータとその診断結果、動作環境診断に要するデータとその診断結果、そして、自動走行システムの車両制御履歴とその際に実際に生じた車両挙動データといった高精度、高分解能のデータを常時記録することに加え、外界の状況を把握するための映像情報を同期して記録することが可能となれば、EDR は上記の自動走行システムに求められる情報提示を担うことが可能となり、自動走行システムの作動状況の妥当性を検証するための強力な手段になり得ると考えられる。

5. 2 今後の課題と展望

本調査では、安全運転支援システムの安全 OBD や EDR の現状の調査に主眼を置いてきた。今後は、実際に自動走行システムを想定した車両を用いて、自動走行が不能になる状態とは車両挙動としてどのような状態を意味するのか定量的に把握する必要があると考える。これを行うことで、自動走行システムで安全 OBD の診断項目とすべき状況を特定することが可能になる。ただし、そのためには、自動走行システムの性能劣化を定量的に評価する手法の開発も重要になると考える。また、自動走行システムで発生する事故の状況を客観的に把握するためには、どのような車両情報をどのような仕様で収録する必要があるのかについても検証する必要があると考える。