

ドライバー異常自動検知システム
基本設計書

平成 30 月 3 月

国土交通省自動車局
先進安全自動車推進検討会

履歴

日時	履歴内容
平成 30 年 3 月 29 日	策定

目次

1. はじめに	1
1.1 基本設計書の位置づけ	1
1.2 用語の定義	1
1.3 検知対象とするドライバー異常	2
2. ドライバー異常検知プロセス	3
2.1 異常検知方法	3
2.2 検知項目	3
2.3 応答確認アクチュエーションの方法	4
3. システム故障時の処置	5
4. ドライバーへの周知	5
別紙	7
DS-1 姿勢崩れ	8
DS-2 閉眼	15
DS-3 ハンドル無操作	17
付表	19

1. はじめに

1.1 基本設計書の位置づけ

本基本設計書は、ドライバー異常時対応システムに用いるドライバー異常自動検知システムの設計を行う際に必要な技術的要件や配慮すべき事項等をまとめたものである。

【解説】

本システムは、体調急変により、運転中に急にドライバーが安全運転を継続できなくなった場合に、緊急措置としてドライバーに代わって車両を停止させるドライバー異常時対応システムと併用するものである。また、本書では早期実用化が期待される検知項目を優先して要件定義し、今後の技術開発の進展に合わせて改訂及び検知項目の追加を行う。

1.2 用語の定義

(1) ドライバー異常

あらかじめ予測するのが困難な体調急変。あらかじめ予測される体調不良あるいは異常は、ドライバー異常に含めない。

(2) ドライバー異常時対応システム

ドライバー異常を検知し、ドライバーに代わって車両を停止させるシステム。

(3) ドライバー異常自動検知システム

センサー等を活用してドライバー異常の発生を検知するシステム（以下、本書では「本システム」と表記する）

(4) 異常検知

あらかじめ予測するのが困難な体調急変を単独あるいは複数の検知項目の組み合わせで得られた事実を手がかりにして、ドライバー異常を推定すること

(5) 異常確定

本システムが異常検知しドライバー異常時対応システムが作動開始報知を始めてから原則 3.2 秒以上経過しても作動の解除がなされない状況

【解説】

「作動開始報知」とは、ドライバー異常時対応システムにおいて、「ドライバー、あるいは、(当該システムの) 作動スイッチを押下した同乗者に対し、当該システムの作動が開始されたことを知らせると共に、ドライバーに対し、(当該システムによる) 制御を不

要とする場合には（当該システムの）解除スイッチを押すよう喚起するための報知」と定義している。詳細は『ドライバー異常時対応システム（減速停止型）基本設計書』または『ドライバー異常時対応システム（路肩退避型）基本設計書』を参照のこと。

（6）ドライバー状態

姿勢、表情、手足の動きなどの外的状態や、血行動態、脳神経反応などの内的状態

（7）運転行動

ハンドル、アクセル、ブレーキなどの操作や、視認など安全に運転するために必要な行動

（8）運転操作

ハンドル、アクセル、ブレーキなどの操作

（9）車両挙動

車両のふらつきや速度変動などの車両の動き

（10）検知項目

異常検知に使用するドライバー状態、運転行動、車両挙動等の具体的な項目

（11）指標

検知項目の状態を記述する物理量

（12）閾値

ドライバー異常が発生したことの判断基準となる具体的な値または定性的な要件

（13）応答確認アクチュエーション

本システムがドライバーの運転継続が可能か否かを判断するために、本システムがドライバーに何らかの応答操作を求めること

1.3 検知対象とするドライバー異常

突如の脳血管疾患、心疾患、消化器疾患、失神など、ドライバー異常のうちひとたび症状が出たら安全運転することが困難な状態を対象とする。あらかじめ予測される、飲酒、体調管理不足、疲労、病気、薬物などによる体調不良もしくは異常は対象としない。ただし、このような体調不良もしくは異常を対象

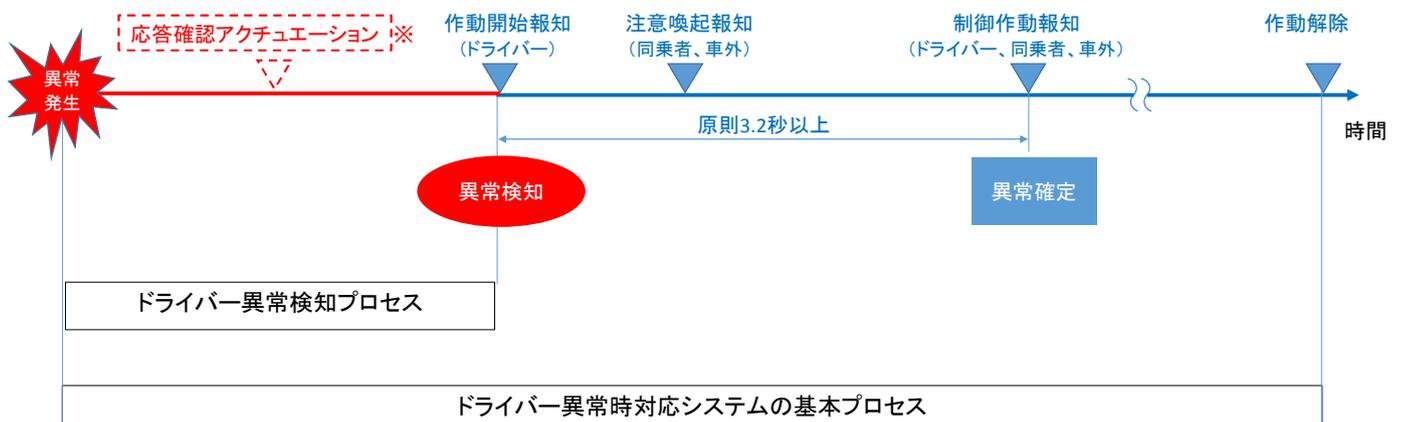
から排除するものではない。

2. ドライバー異常検知プロセス

2.1 異常検知方法

指標が閾値に達した場合、またはこれに加えて応答確認アクチュエーション開始から一定時間内にドライバーから応答がない場合に、ドライバー異常が発生したものと検知する。「一定時間」は、運転継続可能なドライバーが応答確認アクチュエーションに対して応答できるよう適切な時間を設定する。指標が閾値に達しない場合、またはドライバーがハンドル、アクセル・ブレーキ、スイッチ等を適切に操作したと判断される場合には、ドライバーは運転継続可能な状態にあるものとする。

なお、事故を誘発するリスクを低減するために可能な限り短時間で異常を検知することが望ましい。



※ 対象とする検知項目、指標、閾値によって、応答確認アクチュエーションの要否が異なる

図1 ドライバー異常検知プロセス

【解説】

一定時間の設定として、例えば減速停止型ドライバー異常時対応システムの「作動開始報知」から制御開始までの猶予時間として規定されている3.2秒以上がある。

2.2 検知項目

脳血管疾患、心・大動脈疾患、糖尿病、てんかんの症状から現れる事象として、「姿勢崩れ」、「閉眼」、「運転操作なし」などが挙げられる。これらの事象に対する検知項目として、前方不注視状態が継続することにより運転危険度が高くなると考えられる「姿勢崩れ状態」と「閉眼状態」、意識喪失状態が継続することにより運転危険度が高くなる状態と考えられる「ハンドル無操作状態」が挙げられる。これらの検知項目を単独で用いると検知が難しい場合は、複数の

検知項目や応答確認アクチュエーションと組み合わせて検知確度を上げてよい。

付表に疾患・疾病と症状、症状と検知項目、検知項目と指標の関係を示す。検知項目ごとの具体的な検知方法は別紙を参照のこと。

【解説】

複数の文献に、脳血管疾患、心・大動脈疾患、糖尿病、てんかんの症状が事故要因の多くを占めることが記載されている。

それぞれの疾患から生じるドライバー異常の症状は、顔つき(顔をしかめる)、冷や汗、顔色、姿勢に関しては仰け反りや突っ伏しの継続、全身のけいれん、閉眼の継続や眼球運動の喪失などが医学的に挙げられる。糖尿病は血圧異常で上記の様々な症状に繋がることが知られている。てんかんも治療や投薬が適切にされていない場合に上記の様々な症状になることが知られている。これらの医学的見地と早期実用化の観点を鑑み、運転中に検知可能な検知項目として、「姿勢崩れ状態」、「閉眼状態」、「ハンドル無操作状態」を挙げた。

「姿勢崩れ状態」は、物理量(角度や関節位置)への置き換えが比較的行いやすく、数値で閾値を定義することも可能である。「閉眼状態」も同様に物理量での置き換えが比較的容易に行える利点がある。「ハンドル無操作状態」はこれ単独による推定は難しい点があるが、応答確認アクチュエーションや複数の検知項目との組み合わせで検知確度を上げることができる。なお、ドライバー異常を検知可能なものとして「開眼状態」や「視線や眼球の状態」が挙げられるほか、視線固着や注意の働きと相関があると言われているサッケードによって意識の有無を判断できると考えられるが、開眼状態は個人差があり、視線や眼球運動からの検知技術は発展途上であることから、ドライバーモニタリング(運転状態や異常に至る予兆の推定等)と合わせて検討を継続していく。

疾患・疾病と症状、症状と検知項目、検知項目と指標の関係を整理したマトリクス(付表)は、医療関係者の知見とASV推進計画に参画するメーカーの知見をもとに整理したものであるが、これ以外の症状、検知項目、指標およびそれぞれの関係を制限するものではない。

なお、今後の異常検知技術の進歩に応じて検知項目の追加を検討し、別紙に追加する検知項目の具体的な検知方法を追記していく。

2.3 応答確認アクチュエーションの方法

視覚によるものを必須とし、聴覚、触覚、緩減速等による体感の少なくともいずれかによるものも必須とする。

ドライバーが運転を継続できる状態にあるか否かを確認するために適切なタイミングで応答確認アクチュエーションを開始する。応答確認アクチュエーションの開始タイミングは、使用する検知項目の検知確度を考慮して適切に設

定すること。車速や運転支援システム（車線維持支援制御装置や定速走行・車間距離制御装置等）の作動状況に応じて可変にしてもよい。

3. システム故障時の処置

本システムが故障を検知した場合には、故障していることをドライバーが認識できる手段を有していること。

4. ドライバーへの周知

以下について、取扱説明書、表示等によりドライバーに対し、適切に周知されること。

- ① 本システムの目的、種類および効果
- ② 本システムの作動開始の条件と作動しない場合について
- ③ 本システムの発する音、表示等およびその意味
- ④ 本システムの機能限界
- ⑤ その他の使用上の注意

【解説】

上記の周知事項は、ドライバーが本システムを正しく理解し、正しく使用するために必要な情報として挙げた。ドライバーまたは運行管理者等に十分説明をした事実を書面に残すことには、説明義務を果たした証として一定の意味がある。

【解説】

本基本設計書の検討にあたり以下の文献を参照した。

- (1) 本澤養樹ほか：剖検例から見た運転中の病死例について
自動車技術会春季大会前刷集 No.41-04 p.9-12(2004)
- (2) 安川淳ほか：剖検例に基づく自動車運転姿勢再現の試みー運転中の意識消失の可能性を考えるー
日本交通科学協議会誌 第 11 巻第 2 号(2011)
- (3) 一杉正仁：タクシー運転中の病気発症による事故の実態調査ードライブレコーダーによる解析ー
日本交通科学学会(2013)
- (4) 河内茂紀ほか：意識消失時の自動車運転姿勢再現による事故予防対策について
日本職業・災害医学会会誌(JJOMT)61(2),144-147(2013)
- (5) 一杉正仁：体調変化に起因した事故の現状と予防対策
自動車技術 Vol.70 No.3(2016)
- (6) 一杉正仁：疾病と自動車運転ー体調起因性事故を予防するために
自動車技術 Vol.71 No.12(2017)

(別紙)

検知項目ごとの具体的な検出方法

	整理番号	検知項目
ドライバー状態 (Driver Status)	DS-1	姿勢崩れ
	DS-2	閉眼
	DS-3	ハンドル無操作
運転行動 (Driving Behavior)	DB-	
車両挙動 (Vehicle Behavior)	VB-	

【解説】

現時点で別紙に掲載している「姿勢崩れ」、「閉眼」、「ハンドル無操作」はいずれもドライバー状態に分類される。今後の異常検知技術の進歩に応じて検知項目の追加を検討し、別紙に追加する場合は「ドライバー状態」、「運転行動」、「車両挙動」のいずれかに分類し、整理番号を付ける。

整理番号の付け方は以下の通りである。

〇〇-X

- 〇〇は DS：ドライバー状態、DB：運転行動、VB：車両挙動 のいずれか
- Xは DS、DB、VB の各項目の通し番号

DS-1 姿勢崩れ

[概要]

姿勢によりドライバー異常を検知する方法

1. 分類

ドライバー状態

【解説】

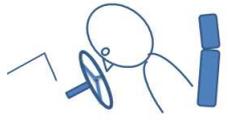
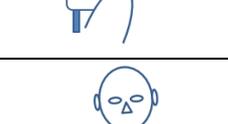
本項目はドライバーの姿勢を検知するものであるため「ドライバー状態」に分類する。

2. 検知項目

姿勢崩れ状態

ドライバーの意識喪失などによる姿勢崩れは、表 1 に示す複数のパターンとその組み合わせが想定される（表 1）。

表 1 姿勢崩れパターン一覧

姿勢崩れパターン	イメージ図	説明	疾病、症状との関係
突っ伏し		ドライバーが前方に倒れ、ハンドル付近まで顔が来ている姿勢が継続している状態	要因 A
うつむき		ドライバーの顔が下を向いている姿勢が継続している状態	要因 A
仰け反り		ドライバーの上半身が後方に傾き、顔が上を向いている姿勢が継続している状態	要因 A
えび反り		ドライバーの上半身が反り上がり、顔が上に向いている姿勢が継続している状態	要因 B
首のみ横倒れ		ドライバーの頭が左または右に傾いている姿勢が継続している状態	要因 A
横倒れ		ドライバーの上半身が左または右に傾き、顔も同方向に傾いている姿勢が継続している状態	要因 A
横もたれ		ドライバーの上半身が左または右に傾いている姿勢が継続している状態	要因 A

要因 A：脳血管／心・大動脈疾患等により意識喪失し、筋弛緩が発生することにより発現

要因 B：てんかんによる硬直により発現

【解説】

姿勢崩れのパターンは様々考えられるが、医療関係者などへのヒアリングを通じて整理し、起こりうることを確認できたものをまとめている。人間の骨格、関節の可動域、筋肉の付き方は複雑であり、姿勢パターンに基づいて、正常時の運転姿勢からの逸脱を姿勢崩れと定義し、姿勢崩れの継続時間を指標とすることを試みた。そのため、最低限の姿勢崩れパターンを定義した。したがって、ここに示した姿勢崩れのパターン以外を検知することを制限するものではないし、それぞれのパターンで独立して検知することを限定しているものでもない。

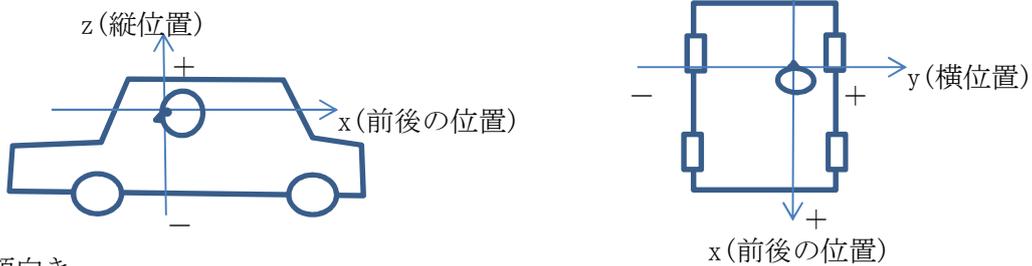
3. 疾病・疾患との関係

各姿勢崩れパターンと疾病・疾患との関係は表 1 を参照のこと。

4. 指標

- 顔位置 (x, y, z) の基準位置からのズレ
- 顔向き (ヨー/ピッチ/ロール) の角度
(軸の定義は図 1 参照)
- 継続時間

■顔位置



■顔向き

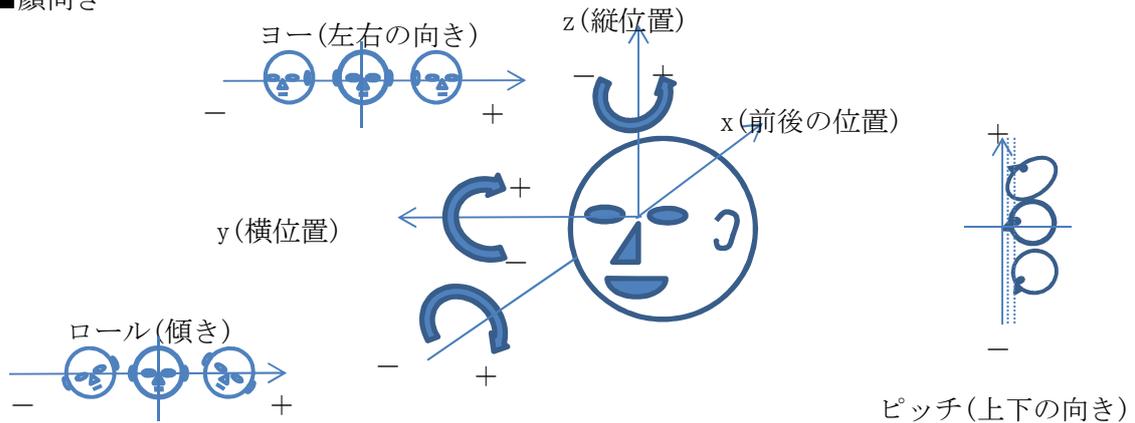


図1 顔位置、顔向きの軸の定義

【解説】

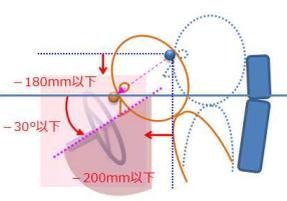
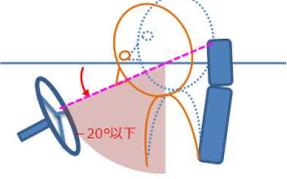
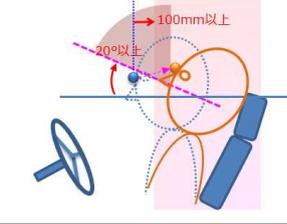
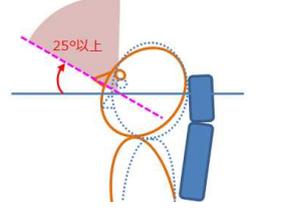
基準位置は、姿勢崩れが起きる前で一定時間安定して運転しているとみなされる姿勢での顔位置とする。基準位置は、ドライバーの体格やシートポジション、運転スタイルによって個人差があり、また同じドライバーでも長時間運転による疲れなどで姿勢を変化させる可能性があることを考慮するとよい。

ここで定義する指標および次項で示す閾値（参考値）は、姿勢崩れの結果生じるドライバーの姿勢としているが、この状態を検知できない場合、そこに至る過渡的な状態から推定してもよい。

5. 閾値

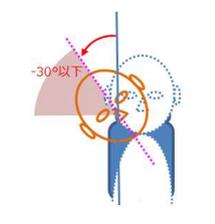
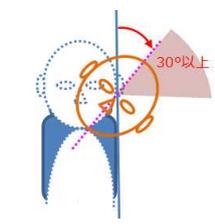
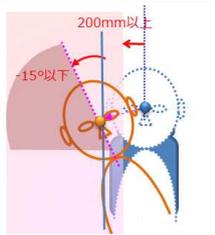
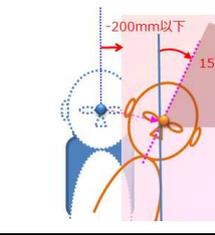
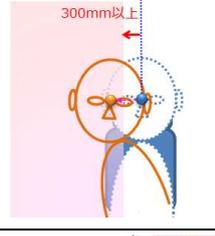
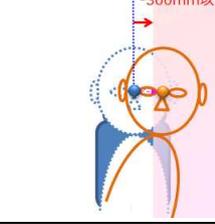
各姿勢崩れパターンの閾値を表2に示す。

表2 各姿勢崩れパターンの閾値（その1）

姿勢崩れパターン	閾値イメージ	閾値（参考値）						継続時間
		x (前後)	y (横)	z (縦)	ヨー	ピッチ	ロール	
突っ伏し		-200 mm 以下	-	-180 mm 以下	-	-30° 以下	-	2 秒 以上の 値を適 切に設 定
うつむき		-	-	-	-	-20° 以下	-	
仰け反り		+100 mm 以上	-	-	-	+20° 以上	-	
えび反り		-	-	-	-	+25° 以上	-	

つづく

表3 各姿勢崩れパターンの閾値（その2）

姿勢崩れパターン	閾値イメージ	閾値（参考値）						継続時間
		x (前後)	y (横)	z (縦)	ヨー	ピッチ	ロール	
首のみ横倒れ		-	-	-	-	-	-30°以下	2秒以上の値を適切に設定（※）
		-	-	-	-	-	+30°以上	
横倒れ		-	+200mm以上	-	-	-	-15°以下	
		-	-200mm以下	-	-	-	+15°以上	
横もたれ		-	+300mm以上	-	-	-	-	
		-	-300mm以下	-	-	-	-	

—：値を規定せず（任意の値をとり得る）

※：通常運転時の類似行動と区別するために特に配慮が必要

【解説】

顔位置、顔向き of 閾値は、標準体型の骨格・筋肉モデルを用いたシミュレーションから求めた値をもとに、体型・姿勢などの変動要因を考慮し、マージンを付加して設定した。マージンを設けた理由は、シミュレーションによる結果は各パターンの典型的な姿勢崩れを想定して実施したものであり、人間の骨格、関節の可動域、筋肉の付き方は複雑であり、こうした条件の違いで差が生じることを吸収するためである。なお、この閾値による姿勢は、正常なドライバーが運転中であれば通常ありえない、前方が全く見えていない異常姿勢といえることを確認している。（例：突っ伏し姿勢の閾値に達している状態では、ドライバーは前方が見えておらず、通常の運転姿勢ではありえない。）

継続時間の閾値は、この姿勢において運転時に必要な安全確認が適切にできうる状態であるかの観点から、突っ伏し、うつむき、仰け反り、えび反りについては、正常なドライバーが運転中であれば想定されにくい前方不注視の時間を基本的考えとし、類似の運転支援システム（脇見警報、閉眼警報など）や運転中のドライバーの1回のスイッチ操作に要する時間などを参考に設定した。一方、首のみ横倒れ、横倒れ、横もたれについては、必ずしも前方不注視状態とは限らず、通常運転時でも短時間は取り得る姿勢であるため、誤検知を低減させる観点から時間を適切（長め）に設定することや、運転行動や車両挙動等との組み合わせなどで適切に値を設定すること、または可変にすることが有効である。なお、本基本設計書で規定している閾値は、新たにエビデンスとなるデータが収集された場合、また、車両の種類によってドライビングポジションや、シートタイプ、シートベルトタイプが異なることにより姿勢を制約される場合、適宜閾値を調整してもよい。

6. 応答確認アクチュエーション

実施は任意とする。

【解説】

応答確認アクチュエーションと組み合わせることで、検知精度向上が見込める可能性がある。姿勢崩れが長時間継続した場合は高い確率でドライバー異常が発生したと推定される。その場合は事故を誘発するリスクを低減するために可能な限り短時間で異常検知することが望ましいことから、応答確認アクチュエーションを省略してもよい。

7. 特記事項

特になし

【解説】

設計および評価時におけるドライバー姿勢の基準位置の設定方法としては、ドライバーの前方直視時の目位置の統計を取り、分布範囲を規定したアイリップス(eye と ellipse

の合成語、JIS D 0021) を用いることが考えられる。

DS-2 閉眼

[概要]

閉眼継続時間によりドライバー異常を検知する方法。

1. 分類

ドライバー状態

【解説】

本項目はまぶたの動きを検知するものであるため「ドライバー状態」に分類する。

2. 検知項目

閉眼状態

【解説】

検知方法としてまぶたが閉じた状態をセンサーで検知することが考えられる。

3. 疾患・症状との関係

脳血管疾患、心・大動脈疾患、糖尿病、てんかんによる意識の喪失、意識の低下

4. 指標

閉眼継続時間

【解説】

「閉眼継続時間」とは、まぶたが閉じた状態が継続している時間を指す。

5. 閾値

閉眼の継続時間が2秒あるいはそれよりも長い時間

なお、車速や運転支援システムの作動状態、検知方法の特性などに応じて閾値を可変にしてもよい。

【解説】

閾値は既に実用化されている閉眼警報の設定値や現在メーカーで進められている技術開発情報、NHTSA（National Highway Traffic Safety Administration：米国運輸省道路交通安全局）のDistractionのガイドラインなどを参考に記載した。

6. 応答確認アクチュエーション
実施は任意とする。

【解説】

意識の有無による操作可否の確認のため実施してもよい。また閉眼継続時間が長時間の場合は高い確率でドライバー異常が発生していると考えられる。その場合は事故を誘発するリスクを低減するために可能な限り短時間で異常確定することが望ましいことから、応答確認アクチュエーションを省略してもよい。

7. 特記事項
特になし。

DS-3 ハンドル無操作

[概要]

ハンドル無操作継続時間によりドライバー異常を検知する方法。

【解説】

自動運転システムなどの手放し運転を許容するシステムの作動中においては、本検知項目は適用外とする。

1. 分類

ドライバー状態

【解説】

本項目はドライバーの運転操作に伴う手足の動きの有無や変化を検知するものであるため「ドライバー状態」に分類する。

2. 検知項目

ハンドル無操作状態

【解説】

検知方法としてハンドルタッチ状態またはトルク入力状態などをセンサーで検知することが考えられる。

なお、検知確度を上げるために、ハンドル操作の有無に加えてアクセル・ブレーキ等の操作の有無やその操作状態を組み合わせてもよい。

3. 疾患・症状との関係

脳血管疾患、心・大動脈疾患、糖尿病、てんかんによる意識の喪失、意識の低下または身体（手足等）の麻痺

4. 指標

ハンドル無操作継続時間

【解説】

「ハンドル無操作継続時間」とは、ハンドル操作を行っていない状態が継続している時間を指す。検知確度を上げるために、ハンドル無操作継続時間に加えてアクセル・ブレーキ等の操作に係る指標を組み合わせてもよい。

5. 閾値

閾値は設定するが、具体的な値は規定しない

【解説】

本来であればハンドル無操作継続時間が一定時間以上検知された場合は直進状態が維持できない等の理由から危険な状態に陥ることが懸念されるため、適切な閾値を設定してドライバー異常を検知することが望まれる。しかしながら、現時点では車速や運転支援システム（車線維持支援制御装置、定速走行・車間距離制御装置等）の作動状況等に影響を受け、根拠がある閾値を一律に設定することが難しいため、自動車メーカーにより安全確保のための適切な閾値が設定されるものと考え、具体的な値を規定しないこととした。なお、運転操作から異常を推定する技術の進展に合わせて今後も検討する。

6. 応答確認アクチュエーション

実施を必須とする。

【解説】

意識の有無や身体の麻痺による操作可否の確認のために実施する。

7. 特記事項

特になし。

附表

ドライバー状態マトリクス

1) 疾患と症状

		症状(起こる場合がある)																															
		ドライバ異常の定義 に含めるか	意識 なし	意識の低下 (眠気、朦朧、集中 力の欠如含む)	パニック	頭が 回転	眼球の 上転	全身の けいれん	手が けいれん	足が けいれん	呼吸が 止まる	弛緩	痛み	血圧異常 (ショック状態)	倒れる	突っ伏す	手の 麻痺	足の 麻痺	全身の 麻痺	手を 伸ばす	足を 伸ばす	視覚の 異常*1	思考の 異常*2	めまい	仰け 反る	両手 拳手	心停止	会話が できない *3	表情 なし	顔色 悪化	体温 低下*4	発汗	
疾患名	脳血管疾患	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○(重症時)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	心・大動脈	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						○		○	○	○	○	○		○	○	○	○
	糖尿病	○	○	○				○			○	○	○	○	○	○						○			○	○		○		○	○	○	○
	てんかん	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○			○	○					○	○			○	○		○	○	○	○	○	○
	その他 ・パニック症 ・ナルコレプシー	△	○	○	○																			○									

○: 関係性についてエビデンスがある、または自明であるもの
△: 関係性があると考えられるもの

*1 脳血管疾患時の視覚異常として半側空間無視、同名半盲がある
*2 脳血管疾患の思考の異常として注意障害がある
*3 てんかんの会話の障害として直接的な症状ではないが、口が勝手に動く(口をモグモグさせる)という症状あり
*4 心・大動脈の体温低下として手足が冷たくなることがある

