

3. ドライバーモニタリング手法の技術要件等

漫然運転や脇見運転等、運転に必要な注意力が損なわれたことが事故要因の多くを占めると複数の文献や白書に記載されている。また、最近でも居眠り運転による事故や、脇見運転による事故が発生しており、ドライバー自身をモニタリングしその状態に応じて車両が適切に支援することの重要性が増している。第6期ASVではこれらドライバー起因の課題を整理し基本設計書の策定を検討した。

3.1 ドライバーモニタリング課題の整理

ドライバーモニタリングで実現すべきことについて、全体像が見える化し基本設計書作成の優先度を議論するためにASV推進計画に参画するメーカーの知見やニーズから検出したいドライバー状態を抽出し、ドライバー状態と検知項目を整理した(表3-1)。運転シーンを運転前、走行中(人による運転時、システムによる運転時)、衝突後等に分類し、どのような目的・用途でドライバーのどんな状態を検出し、その結果どのように対処すべきかのユースケースを抽出した。具体的には、「眠気・疲労等による覚醒低下状態を検知し注意喚起、覚醒アクチュエーション、休憩提案等を行う」、「パニック、ストレス、緊張等の運転に集中できていない状態を検出し適正な状態に遷移させる」、「ドライバーがシステムの監視義務を遂行できていない状態を判断し、注意を喚起。それでも遂行できない場合はミニマム・リスク・マヌーバに移行する」といった具合に21項目を抽出した。ASV推進計画に参画する関係者による議論の中でドライバーモニタリングの対象としては走行中の運転不安全状態を検知することの優先度が高いことが合意された。

それら優先度の高いニーズに応えるために必要なドライバー状態としては、以下のとおり3つの分類に分けて、それぞれ抽出し具体事例ごとに紐づけた。

(1) 生理・心理状態に分類されるもの

- ① 疾病による異常状態
- ② 疾病による異常予兆
- ③ 居眠り
- ④ 眠気
- ⑤ 注意散漫
- ⑥ 疲労感
- ⑦ 過緊張・イライラ・パニック等

(2) 行動に分類されるものとして

- ① 脇見
- ② 安全確認行動有無
- ③ 明らかに通常運転から逸脱した行為・行動
- ④ 飲食・スマホ操作等の運転以外の行動

⑤姿勢・着座

(3) 個人属性に分類されるも

①運転能力・運転スタイル

さらにドライバー状態を推定するために必要な検知項目を抽出した。検知項目は姿勢崩れ等の体動、眼球や脳活動等の生理生体活動、運転行動や操作、車両挙動であり、何が検知できればそれを入力としてドライバー状態が推定可能かを文献等から対応付けた。なお、表 3-1 に示した検出したいドライバー状態とその検知項目の関係は A S V 推進計画に参画するメーカーの知見等から現時点の技術に基づいて作成されており、今後の検知技術の進歩に応じて適宜改訂されるべきものと考えている。

表 3-1 検出したいドライバー状態と検知項目の整理（イメージ※）

検出したいドライバー状態と検知項目の整理
4-9-1. 検出したいドライバー状態

資料 4-9

シーン	検知目的/用途	具体例（どんな状態を検出したらよいのか）	A:生理、心理状態（※1）								B:行動（※1）				C:個人属性				
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	3		
運転前	運転準備	運転に不適切な服装（サンダル、緩やかな厚底、ヒールなど）の場合は管理者が指摘し改善させるか通行させないようにする																	
走行中	法令違反	飲酒・ドラッグ（眠気を伴う過労も含む）などにより法令違反または運転不適切と管理者またはインテリジェントロック機能が判断した場合は通行させないようにする シートベルトが正しく着用されていない場合はドライバーに知らせる																	
走行中 （システムによる運転）	運転支援・自動運転中の不安定状態の低減	自動運転中のドライバーの状態を把握することで、車両から人へ運転交代を促すタイミングを判断する、あるいはミニマム・リスク・マナーに移行する ドライバーがシステムの監視義務を遂行できていない状態を判断し、注意を喚起。それでも遂行できない場合はミニマム・リスク・マナーに移行する AD/ADASへの適応に基づき過度な依存状態を推定しシステムの制動レベルを調整する ドライバーの運転スキル・特性を判定して適切にHMI（含むオーバーライド）を制御する	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○
目的 用途	走行中 （人による運転）	不安定状態の低減	生理 眠気、疲労等による見通し低下状態を検知し注意喚起、警報アクチュエーション、休憩推奨などが実行 行動 前方不注意や監視義務不履行、センタリング外などによる不安定状態を監視し注意喚起する	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○
		心理 周囲の状況（前方を見ている）の妨げ、まぶた交差 → 視線の見落とし、緊急車両の接近検知、渋滞発生時の対応（再発進含む）		○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○
		心理 あおり運転、先急ぎ運転を検出し鎮静化する			○	○	○					○	○	○	○	○	○	○	○
		心理 激しい不安定な運転に集中できず状態を検出し運転適正な状態に遷移させる																	
運転不能による事故防止	生理・行動・心理	ドライバーの運転スキル・特性を判定して適切にHMIを制御する ドライバー異常発生を検知し、緊急通報、乗客や周囲への通知、車の安全な自動停止などを行う ドライバー異常発生を予測し兆候等を検知し、ドライバーに知らせる	○	○	○	○	○												
衝突後	乗員保護	体検・姿勢を検知しエアバッグを適切に展開制御する ドライバーゲージを推定し緊急通報（AACN）の判断材料にする																	
運行管理	日常管理、運行中管理	ドライバーの状態を長期的に取り収集し普段との差異によるアドバイスや教育に活用する	○	○	○	○	○												
	運転行動	日常の運転スキルや運転態度をモニタリングして保険料計算に反映する																	
	運行計画	休憩時間を予測し（みなし休憩）、運行計画を立てる																	

※1 慣性的なものではなく一過性のものを扱う

※2 精神活動が低活性の状態（ワークロード過小、認知資源の割り当て過小、疲労、意欲の低下、副交感神経系の優位な状態等）

※表 3-1 詳細は、資料編の資料 4-9 を参照のこと。

3.2 ドライバーモニタリングの対象選定

表 3-1 をもとに第 6 期 A S V にて基本設計書策定に取り組むドライバーモニタリングの対象を議論した。

閉眼状態の継続、前方以外への注視の継続、不適切な運転姿勢は運転に必要な注意力を損なう原因となり、結果として急操作や車両のふらつきが生ずることがある。これら注意力を損なう原因、結果の事象について、検知手段の早期実用化、普及の観点、及び運転中に検知可能な対象として「眠気・居眠り」、「脇見等により運転に必要な注意が払われていない状態」を選定した。

「眠気・居眠り」は、目や顔、運転姿勢の物理量（例えば開閉眼状態や顔表情等）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。さらに目や顔の物理量によらずハンドル等の運転操作の乱れや車両のふらつきを定量化する技術も開発、商品化されている。また、「脇見等により運転に必要な注意が払われていない状態」も、視線や顔向きといった物理量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。しかし、これらの指標には個人差があり、また走行状況も様々であるため、一意的な閾値の設定は必ずしも容易ではないが、検知技術の進展や複数の手段の併用による精度の向上も図られており、技術的な進化が今後も期待される。

3.3 ドライバーモニタリングシステム基本設計書

ドライバーモニタリングシステムの基本設計書は前述のとおり、「眠気・居眠り検知」と「脇見等検知」の2種類について策定した。これら基本設計書は、ドライバーの眠気や居眠り、または脇見等により安全運転を継続できない可能性のあるドライバー状態等を検知し、ドライバーに報知するドライバーモニタリング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。3.4 節以降にそれぞれ詳述するが、共通事項については本節で述べる。

3.3.1 適用範囲

人が操縦する自動車（自動二輪車を除く）に適用し、自動二輪車及び原動機付自転車は、検知方法ならびに報知方法が他の自動車と異なるため適用範囲外とした。また、自動運行装置を装着した所謂、自動運転車両等において操縦の主体がシステムとなる場合であっても人（ドライバー）は引き続き道路交通法上の「運転」に係る義務を負うが、操縦主体（認知、予測、判断、操作）がシステムである場合については、人（ドライバー）に課せられる運転行動等が異なるため、本基本設計書では、自動運行装置を装着した自動車において、自動運行装置を使用して操縦の主体がシステムである場合を適用範囲外とした。ただし、自動運行装置を装着した自動車においても、その機能が起動されていない状態で人が操縦している場合は適用範囲内とした。

なお、道路運送車両の保安基準の細目を定める告示*の別添 122「高速道路等における低速自動運行装置を備える自動車の技術基準」3.2.1 節のドライバーモニタリングシステムは、システムが操縦する自動車において、ドライバーが操縦をシステムから引き継ぐことができる状態にあるかどうかをモニタリングするものであり、一方、本システムは、人が操縦する自動車において、ドライバーの運転状態のリスク（眠気・居眠り）を判定して、ドライバー主権の下でシステムが注意喚起等を行うことを想定したモニタリングシステムであることから、別システムであり混同しないように注意が必要である。

※「道路運送車両の保安基準」については、以下「保安基準」という。「道路運送車両の保安基準の細目を定める告示」については、以下「細目告示」という。

3.3.2 用語の定義

検討を進める上で必要となる技術用語について、以下のとおり定義した。

(1) ドライバー異常

ドライバー自身が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。

(3) 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。減速停止型、発展型がある。

(3) ドライバー状態

ドライバーの覚醒、眠気、注意散漫、過緊張、脇見等の生理、心理状態や行動状態。

(4) ドライバーモニタリング

ドライバー状態を生理・生体活動、運転行動、車両挙動等の検知手段により検知すること。

(5) ドライバーモニタリングシステム

ドライバーモニタリングの検知結果をもとに、状態に応じてドライバーに注意喚起等の報知を行うシステム。(以下、本書では「本システム」と表記する)。

(6) 眠気

走行環境の単調さや、疲労、睡眠不足等の要因による覚醒低下状態。

(7) 居眠り

覚醒低下により、運転に必要な認知、予測、判断、操作が行えない状態。

(8) 顔表情評定

ドライバーの顔表情画像を第三者が観察して眠気・居眠りレベル等を判定すること。

(9) 脇見等

ドライバーが前方以外を注視する行為であって、いわゆる脇見やドライバーが継続すると不安全状態となる視認行動を指す。

(10) 視認

対象物を目で見えて確認する行為

(11) 前方視認エリア

運転中のドライバーが前方の状況を視認する際の範囲

(12) 検知項目

ドライバー状態を検知するための、生理・生体活動、運転行動、車両挙動等の具体的な項目。

(13) 指標

検知項目の状態を記述する物理量。

(14) 閾値

ある特定のドライバー状態に達したことの判断基準を示す具体的な指標の値または定性的な要件。

(15) 運転行動

ハンドル、アクセル、ブレーキ等の操作や、視認等の運転するためにとる行動。

(16) 運転操作

ハンドル、アクセル、ブレーキ等の操作。

(17) 車両挙動

車両のふらつきや速度変動等の車両の動き。

(18) 報知

視覚、聴覚、触覚等を刺激して告知させること。

3.3.3 作動記録

ドライバーモニタリングシステムは安全運転の継続が困難な可能性のあるドライバーの状態を検知し、ドライバーへ報知等を行うシステムであり、ドライバーがどのような状態に陥っていたかを検証する上で作動記録を残すことが望ましい。貸切バスにおいてはすでにドライブレコーダー活用の義務化も始まっている。しかしながら、本システムでの報知の範囲では、衝突等の潜在リスクがある状況とはいえ危険が顕在化している状態とは限らないため、作動記録を必須要件として規定しないこととした。ただし、他システムとの連携による車両制御を実施する場合は、他システムの規定(ガイドライン等)に準ずることとする。

将来において本基本設計書を車両制御まで含めたシステムに改訂する等あれば適

宜見直すこととした。

3.3.4 起動と解除

本システムは予防安全装置であり原動機始動時は常時作動状態とすることが望ましいが、検知性能やシステム限界を考慮し、規定しないこととした。また、作動状態からの解除、解除状態からの起動等を運転者の責任で変更可能なシステムとしてもよい。さらに、同一のドライバーが繰り返し運転するケースも多いと考えられるため原動機始動時のシステム状態を記憶しておき起動時に再現するようにしても良い。ただし、作動状態を変更可能なシステムとする場合は、ドライバーに作動状態が把握できるように設定（作動）状態を認識できるようにするとともに、製造者は解除時の注意事項や性能限界を考慮した使用条件等についても取扱説明書等に明記等し、使用者へ周知しておくこととした。

3.3.5 システム故障時の処置

ドライバーモニタリング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することとした。

3.3.6 ドライバーへの周知

先進技術を利用してドライバーの安全運転を支援するシステム（先進安全技術）が、複雑化、高度化する一方で、使用者の過信や誤った使い方による事故等がこれまで以上に懸念されている。その対策として、取扱説明書や表示等での周知に留まらず、当該自動車の市場導入時やその販売時に、自動車販売者が自動車の機能説明等をドライバーに行うことは、ドライバーに対する周知方法としては極めて有効であることから、時勢を踏まえて、本文に推奨される方法を追加した。

具体的な周知内容としては以下のような例が考えられる。

- (1) ドライバーモニタリング（脇見等検知）システムの目的及び効果
例：ドライバーの脇見等であると判断した場合に、報知することで安全運転を支援するシステムである。
- (2) ドライバーモニタリング（脇見等検知）システムの作動開始の条件と作動しない場合について
例：「停車中は作動しない」等の作動に関わる留意事項。
- (3) 本システムに基づいて発する音、表示等及びその意味
例：音や表示等の意味や、それらを知覚した場合にドライバーが取るべき行動。
- (4) 本システムの機能限界
例：照明環境、マスクや帽子等の顔や頭へ装着物、遮蔽物、センサーの汚れ、運転姿勢等によっては正しく作動しない場合があること。
- (5) その他の使用上の注意

例：システムを過信せず安全運転を心掛ける、脇見等の状態にあるドライバーの運転を補助するものではない等の注意。

3.4 ドライバーモニタリング（眠気・居眠り検知）システム

3.4.1 機能概要

ドライバーモニタリング（眠気・居眠り検知）システム（以下、3.4 節では「本システム」という。）は、ドライバーの眠気や居眠り状態を検知するための指標等を用いて、ドライバーの眠気や居眠りのレベルを検知するものである。眠気や居眠りの状態があるレベルに達した場合は、安全運転を継続できない可能性があるると判断し、ドライバーへの報知等を行う。

なお、ドライバーの眠気・居眠り状態が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ドライバーの眠気や居眠り状態を検知することが望ましい。

3.4.2 眠気・居眠りの判定基準

眠気・居眠りの評価手法については一定の基準に基づきその妥当性を検証するために、評価基準を統一する必要があった。眠気・居眠りの評価基準には、例えば、ドライバー本人による主観的な申告に基づくもの、反応時間等のパフォーマンスに基づくもの、脳波等の生体情報に基づくもの、第三者によるドライバーの表情や動作の観察に基づくものがあげられる。

このうち、ドライバー本人による主観的な申告については、ドライバー自身が眠気・居眠り状態を正しく把握できない場合や評価基準が個人によってばらつくことが課題として指摘されている。パフォーマンスについては、眠気・居眠りに伴うドライバーの情報処理リソースの低減を反映するものであり、眠気・居眠りを直接的に評価するものではない。生体情報については、眠気・居眠り状態に応じて得られる反応に個人差が大きいという課題がある。そのため、これらによって眠気・居眠り状態を一律の基準で評価することは困難である。

そこで、ドライバーモニタリング（眠気・居眠り検知）システム基本設計書（以下、3.4 節では「基本設計書」という。）では、ドライバー毎の個人差を比較的少なくできる評価基準として、第三者によるドライバーの表情や動作の観察に基づく顔表情評価を採用した。顔表情評価における評価基準を定義するにあたり、国内で広く活用されている文献^{参考文献(1)}に記載の方法を参考とした。この文献では眠気レベルに関する評価基準として5つのカテゴリー（1. 全く眠くなさそう、2. やや眠そう、3. 眠そう、4. かなり眠そう、5. 非常に眠そう）に分け、それらが等間隔になるように表情に基づき直感的に評価している。表 3-2 にも示す基本設計書に記載の眠気レベル D1 から D5 は、文献^{参考文献(1)}に記載の5つのカテゴリーに一致させて定義している。一方、文献^{参考文献(1)}では居眠り状態に関する明確な記載がないため居眠り状態としてレベル S を追加定義した。このレベル S は、眠気レベル D1 から D5 まで等間隔尺度で示される眠気レベルとの連続性は考慮されておらず、明確に区別するため別な記号にして

いる。なお、記号として用いた D は Drowsiness、S は Sleeping の頭文字から引用した。なお、本評価基準の策定にあたっては有識者^{*}として北島先生、大須賀先生の意見も参考にさせていただいた。

表 3-2 眠気・居眠りレベルの定義

眠気・居眠りレベル	
D1	全く眠くなさそう
D2	やや眠そう
D3	眠そう
D4	かなり眠そう
D5	非常に眠そう
S	居眠りしていそう

※有識者ヒアリング（令和元年 10 月実施）

眠気・居眠りの判定基準を定義するにあたり、この分野の有識者である以下の方々に御協力いただいた。なお、記載の所属はヒアリング当時である。

- ・北島 洋樹 大原記念労働科学研究所 副所長
- ・石井 賢治 大原記念労働科学研究所 研究員
- ・大須賀 美恵子 大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学部 学部長（教授）

【参考文献】

- (1) 北島洋樹ほか：自動車運転時の眠気の予測手法についての研究（第 1 報，眠気表情の評定法と眠気変動の予測に有効な指標について），日本機械学会論文集（C 編）63 巻 613 号，1997
- (2) 大須賀美恵子ほか：ドライバの覚醒状態の推定，自動車技術，Vol.62, No.12, pp.46-52, 2008

評定方法としては前述のとおり全く眠くなさそうな状態を眠気レベル D1、非常に眠そうな状態を眠気レベル D5 とし、その丁度中間を D3 とした等間隔尺度の 5 段階を眠気のレベルと定義し直感的に評定する。なお、参考までに評定した結果に基づき各レベル毎に実際に観察された行動特徴について文献^{参考文献(1)}を引用して主なものを以下に記載しておく。D1 においては視線の移動が速く、頻繁。瞬きの周期は安定。D2 では視線移動の動きが遅い。D3 では瞬きはゆっくりと頻発。D4 では意識的と思われる瞬きがある、あくびが頻発、瞬きも視線の動きも遅い。D5 では瞼を閉じる、頭が前後に倒れる。

第三者による顔表情評定にあっても、評定のばらつきを一定程度の範囲内に収めるために、評定者へのトレーニングの実施が必要となる。また、複数の評定者による評定値の平均を利用する等、複数の評定者による評定結果を統合的に取り扱うことも有効である。この場合、眠気レベルは小数点の値をとる場合がある。

また、上記文献の他にも国内で使われている方法として、覚醒状態を覚醒レベルと覚醒努力の二軸で捉えようとしている文献^{参考文献(2)}がある。文献^{参考文献(1)}の方法に覚醒努力の有無を眠気の外的基準に追加することで、評定する際の評定者のばらつきを低減する効果やアクチュエーション方法の判断基準に活用することが期待できる。

その他、眠気の評定基準については様々な方法が提案されているが、文献^{参考文献(1)}をベースにした表 3-2 記載の基準は今後、標準化、基準化される際にも国際調和を意識して比較的容易に置き換えが可能と考え、この定義を決定した。関連する主なものを本評定基準とともに基本設計書の付表 1（資料編の資料 4 - 5 を参照のこと。）にまとめた。

3.4.3 眠気・居眠りの検知方法

3.4.3.1 眠気・居眠りの検知項目

眠気・居眠りの検知項目として、瞬き、閉眼、眼球運動の各項目を単独または併用して、眠気・居眠りレベルを検知するものとした。

眠気・居眠りと関連のある検知項目として、体動や生理・生体活動といったドライバー状態や、ハンドル操作等の運転行動、横方向のふらつき等の車両挙動等、様々な方法によって検知できる可能性が提案されている。ドライバー状態にはたとえば瞼開度・瞬き、眼球運動、瞳孔径、脈波・心拍、事象関連電位、脳波、表情等がある。このなかでも、瞼開度・瞬きを用いて眠気や居眠りの検知を行う研究事例が複数の文献に記載されている。特に、PERCLOS（一定時間における閉眼時間の割合）、瞼開度、瞬きの速度、閉眼時間等が指標として用いられている。また、眼球運動についても、サッカード（飛躍的な眼球運動）や、緩徐運動、反射性運動等の特徴から眠気や居眠りの検知を行った研究事例が複数存在する。

このように瞬き、閉眼、眼球運動は、眠気や居眠り状態を判断する上で広く用いられている検知項目であり、また、車載用途のセンサー開発が進んでいることから、眠気・居眠りレベルの検知に必須の項目とした。

一方、脈波・心拍についても、そのゆらぎを指標として眠気や居眠りの検知を行った事例が複数存在するが、現状のセンシング技術、検知技術の水準に鑑み、眠気・居眠りレベルの検知における補助的な検知項目とした。

運転行動、車両挙動については、車両の進行方向の制御に関連するハンドル操作、横方向の車両挙動と眠気や居眠りの関係を検討した研究事例が知られている。さらに、車両のハンドル操作や車両の横方向のふらつき、車線逸脱をもとにドライバーに警告や注意喚起を行うシステムが存在する。これら、「ハンドル操作」にかかわる項目や「車線逸脱」、「横方向のふらつき」については、すでに実用化されており実走行環境において眠気や居眠りを含む不注意の検知が可能であるが、眠気や居眠りを間接的に検出する手法であることから、眠気・居眠りレベルの検知における補助的な検知項目とした。

3.4.3.2 検知要件

検知すべき要件として現状の検知技術水準に鑑み、明らかに運転に支障が出ていると言える 3.4.2 節の表 3-2 で定義した眠気レベル D5 以上の検知を必須とした。一方で、眠気レベル D5 未満の段階で反応時間等の運転パフォーマンスが悪化する研究事例も報告されており、眠気レベルが D5 よりも低い眠気状態でもドライバーによる運転に支障をきたす可能性がある。また、眠気レベルが D5 よりも低い状態であっても適切な報知を実施しないことにより眠気レベルが進行し、いずれ眠気レベルが D5、さらにレベル S に陥る可能性があるため、より低い眠気レベルを検知することが望ましい。よって予防的に不安全状態に陥らないようにするために、眠気レベル D5 以上に加えて D5 未満の眠気状態も検知しても良いとした。

ここで D5 の読み替えについて記載する。基本設計書の付表 1 には表 3-2 に記載の眠気レベルに対して親和性が高いと考えられる、北島らの評価基準及び大須賀らの評価基準との対応関係を示している。すなわち眠気レベル D5 以上とは、北島らの評価基準の 5、大須賀らの評価基準の 4 に対応させてよい。なお大須賀らの評価基準では、ほとんど眠りかけからの覚醒を示す W が定義されているが、覚醒状態への復帰であり、基本設計書の対象外であることから付表 1 には記載していない。

また、VTTI* (NHTSA*) や AWAKE* (KSS*) の評価基準は、表 3-2 で定義した眠気・居眠りレベルとの親和性が高いことが確認されたわけではない。しかしながら顔表情評価の手法として海外で広く用いられていること、覚醒水準に応じた多段階の評価基準を持つこと等から、基本設計書で定義する眠気・居眠りレベルと相関があるものと考え、参考として記載した。

※VTTI: Virginia Tech Transportation Institute

※NHTSA: National Highway Traffic Safety Administration (米国運輸省道路交通安全局)

※AWAKE: Assessment of driver vigilance and Warning According to traffic risk Estimation

※KSS: Karolinska Sleepiness Scale

3.4.4 ドライバーへの報知

3.4.4.1 眠気レベル D5 以上における報知方法

表 3-2 に記載の眠気レベル D5 以上を検知した場合は、ドライバーへの報知を必須とした。これは、眠気レベル D5 以上は明らかに安全運転が困難な状態であると考えられるためである。

報知方法としては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等の方法のうち少なくともいずれか一つ以上を組み合わせることとした。眠気レベル D5 以上のドライバーは閉眼状態にある可能性もあり、視覚による報知を単独で用いることは必ずしも有効でない場合もあると考え、閉眼状態にあるドライバーへの報知

としてより有効と考えられる聴覚や触覚刺激等の体感による報知を少なくとも一つ以上組み合わせることを必須とした。

視覚による報知は、体感等による報知と併用することによりドライバーに報知の意味を正しく伝えることができる手段であるとともに、協定規則において、運転支援装置の警報として視覚による報知を必須とすることが一般的である（例：協定規則第 79 号（UN No.79）、ACSF カテゴリーB1（車線維持支援機能）において、装置が機能限界に到達した際のドライバーへの報知手段として、視覚による報知に加え、音又は触覚による報知を行うことを規定）ことから、他の基準との調和を図る上で親和性が高い報知手段であるとして必須とした。

3.4.4.2 眠気レベル D5 未満における報知方法

眠気レベルが D5 未満であってもある一定の水準を超える（例えば、眠気レベル D3）と、運転パフォーマンスが急激に低下し事故発生リスクが高まることを指摘する研究事例もあることから、検知結果が眠気レベル D5 未満の段階から報知を開始してもよいこととした。

ただし、眠気レベルの初期段階（例えば D1）から報知する等、ドライバー本人の自覚する眠気と合っていない段階での報知は、ドライバーにとっては煩わしさを感じさせる過剰な報知となってしまう、不信感からせつかくの有用な安全装備をドライバー自身が不動作にしてしまうことが懸念されるため、ドライバーへの不信感を招かないような配慮を求めることとした。例えば、眠気レベルの低い段階から報知する場合、3.4.4.1 節で示す報知とは異なる煩わしくない手段で報知を開始し、眠気レベルが改善しない場合にはそれらの手段を段階的に強いものにしていくことも有効である。

また、反対に本システムがドライバーの運転状態に応じて適切に報知してくれることでドライバーが過信する等して自発的な覚醒努力や休憩を妨げたりすることがないように、「5. ドライバーへの周知」に示すとおり、本システムの目的、作動条件、機能限界等についての情報をドライバーが知ることができるようにする必要がある。

3.4.5 他システムとの連携による車両制御

強い眠気（例えば、眠気レベル D5）や居眠り（レベル S）の検知に基づきドライバーへの報知を行ったにも関わらず、強い眠気や居眠りが継続して検知される場合は、報知手段による自助努力では覚醒できない可能性もあり、3.4.4 節に記載の報知に加え車線内で減速させる等の車両を制御することが有効な場合がある。一例として、眠気レベルの検知結果をドライバー異常時対応システムと共有し、強い眠気や居眠りにより安全運転が継続できない状態を、ドライバー異常と同等として判断し、車線内での減速停止や路肩退避等の車両制御を活用することで、車両暴走（コントロールされていない状況）を抑制し、車両衝突による危険から遠ざけることが考えられる。

本システムは、連携する他の安全運転支援システムへの検知結果提供までを範囲とするが、他のシステムにおいて車両制御に移行する場合は、本システムの検知結果が

必ずしも正しくない可能性も考慮し以下の配慮をすることが望ましい。つまり、本システムの眠気・居眠り状態の検知プロセスにおいて、ドライバーに強い眠気・居眠りがあると検知しドライバーへの報知を行ったにも関わらず眠気レベルが改善しない場合、ドライバーへの応答確認プロセス（アクチュエーション）を実施する等し、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の意図的かつ明示的な応答が明確に確認できない場合には安全運転の継続が困難な状態であると判定し車両制御の作動開始プロセスに移行することができるものとする等である。

また、本システムと他のシステムとの関係と注意点について取扱説明書に明記だけでなく、自動車の販売時に説明を行う等によりユーザーに確実に周知する必要がある。具体的には「本システムの検知結果をドライバー異常時対応システムに提供し車両制御を行う。ただし、ドライバー異常時対応システムの機能がオフの時は車両制御を行わない」等の注意点が考えられる。

将来においては、本システムにより、注意喚起、警告、警報等のドライバーへの報知に留まらず、危険を回避するために、車両制御による、車両の制動停止や車両の誘導操舵・制動停止等を実施することも想定される。

3.5 ドライバーモニタリング（脇見等検知）システム

ドライバーモニタリング（脇見等検知）システム（以下、3.5節では「本システム」という。）の検討においては、検出したいドライバー状態と検知項目を整理した表 3-1 から脇見等に該当する運転中のドライバーの行動に関して、運転行動に分類される検知項目から、知りたいドライバー状態を次のように分類した

- (1) B-1 脇見等
- (2) B-2 安全確認行動
- (3) B-3 明らかに通常運転から逸脱した行為・行動
- (4) B-4 飲食、携帯機器等の操作等運転以外の行動
- (5) B-5 姿勢、着座

これらのうち、第6期ASVにおける議論の結果、B-1～B-4を優先事項として、ドライバーモニタリング（脇見等検知）システム基本設計書（以下、3.5節では「基本設計書」という。）の要件化に着手した。

上記B-1～B-4の各ドライバー状態について、具体的なユースケースを抽出し、各ユースケースにおける人の状態と、その結果車両にどのような危険が発生するかを整理した。また、道路交通法の観点と、法令別死亡事故発生件数の資料を元に、各ユースケースがどの事故に至る可能性があるかも整理した。さらには、これらのユースケースと事故の関連性から、ドライバーモニタリングによって解決すべき課題を分析し、具体的に検知すべきドライバーの行動として抽出した。なお、ユースケースは多岐に渡るため、車室内と車室外で分類し、比較的ドライバーの行動を特定しやすい車室内

を対象に要件化を進めることとした。

一方、運転中のドライバーの行動は様々であり、運転に必要な行動とそれ以外を明確に切り分けるのは容易ではない。第6期ASVの議論の中でも同様な意見が交わされ、この課題の解決のために、交通心理学や安全運転に関する情報に長けた有識者へのヒアリング*を行った。有識者でのヒアリングでは、運転に必要な行動とそれ以外を切り分けることの難しさについて同様の見解がなされたが、いくつかの注目すべきドライバー行動について知見を得ることができた。例えば、車速とドライバーの顔向き・視線の関係性、車速とドライバーのペダル操作の関係性、車室内の運転上必要でないドライバーの動作の特徴等である。有識者ヒアリングでは、ドライバーが危険＝ハザードを認知するためには、車速を落とす必要がある点や、予め減速のためにブレーキペダルに足を乗せようとする行動等の傾向があるという説明がなされた。また、運転上必要ない行動は、顔向き方向や視線方向の変化を伴うような付帯動作が多く、例えば後席のチャイルドシートに載せられた乳幼児を気にかける動作や、助手席に置かれたバッグからモノを取る動作等何らか別の目的の動作をすることが多い等の説明もなされた。

有識者ヒアリングの結果も踏まえ、当初の方針で合った車室内のドライバー行動に限定し要件化を進めることとした。以降の検討経緯については、基本設計書策定にあたり、要件化の解説として経緯を残しており、基本設計書の要件と共に次節以降で説明する。

※有識者ヒアリング（令和元年6月実施）

脇見等の判定基準を定義するにあたり、この分野の有識者である以下の方々に御協力いただいた。なお、記載の所属はヒアリング当時である。

- ・蓮花 一己、帝塚山大学 学長 心理学部 心理学科 教授
- ・瀧野 晃、株式会社 ATR-Sensetech 代表取締役専務
- ・中山 治人、株式会社 ATR-Sensetech 取締役技術部長
- ・水田 孝、株式会社 ATR-Sensetech 営業部 チーフ

3.5.1 機能概要

ドライバーモニタリング（脇見等検知）システム（以下、3.5節では「本システム」という。）は、ドライバーが前方以外を注視している状態を検知するための指標（判定基準）等を用いて、ドライバーの脇見等を検知する。脇見等を検知した場合は、安全運転を継続できない可能性があるかと判断し、ドライバーへの報知等を行う。

なお、ドライバーの脇見等が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脇見等を検知することが望ましい。

「脇見等により運転に必要な注意が払われていない状態」は、視線や顔向きといった物理量への置き換えが比較的行きやすい。一意的な閾値の設定は必ずしも容易ではないが、検知技術の進展や複数の手段の併用による精度の向上も図られており、技術

的な進化が今後も期待される。

なお、今後の検知技術の進歩に応じて基本設計書に具体的な検知方法を適宜追記し改訂していく。

3.5.2 脇見等の判断基準

検知対象とするドライバーの運転時の視認方向と視認行動を以下のとおり規定した上で、検知対象とする脇見等の判定基準を定義した。

3.5.2.1 ドライバーの視認方向

基本設計書では、ドライバーの視認方向を、前方視認エリアと前方視認エリア以外の2つに分類し、前方視認エリアは図 3-1 に示すフロントウィンドウ全体とした。

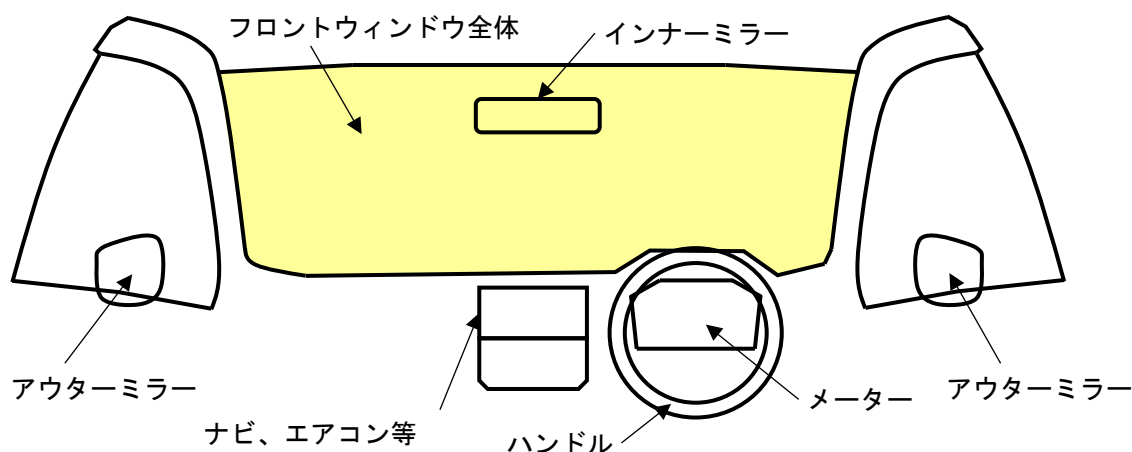


図 3-1 前方視認エリア

車両において、その形状や構造は様々であり、ドライバーが取りうる視認方向を一律に定めるのは困難である。そこで、前方視認エリアの考え方として、ドライバーの運転に必要な視野について規定されている保安基準第 21 条及び細目告示第 27 条、協定規則第 125 号 (UN No.125)、フロントウィンドウについて規定されている保安基準第 29 条、協定規則第 43 号 (UN No.43) 等を参照した。これらの規定においては、ドライバーが運転に必要な視野範囲及びそれを実現するためのフロントウィンドウに対する透過率等の要件が規定されている。しかしながら、これらの要件は車型によって適用される内容が異なり、一律の基準とはなっていない。また、これらの車両要件は、車両の構造的な要件として、この範囲が見えていないといけないという要件であり、単純にこの要件の範囲を外れた場合を脇見等と判定するのは適切ではないという議論がなされた。本基本設計書においては、これらの規定類の参照結果、及び関係者の知見と A S V 推進計画に参画するメーカーの知見をもとに前方視認エリアをフロントウィンドウ全体とすることとした。

3.5.2.2 ドライバーの視認行動

基本設計書ではドライバーの運転中の視認行動を以下のように分類した。

- (1) 運転に必要な視認行動のうち、ドライバー正面方向への視認行動
 - ・前方視認エリアにおける前方視認行動
 - ・運転において必要なドライバー正面方向にある車室内装置（後方、側方または前方が明確に見えるようにするための間接視界装置（室内ミラー等）、速度表示計等を指す）の視認行動
- (2) 運転に必要な視認行動のうち、ドライバー左右方向・後方への視認行動
 - ・左右・側方・後方の視認行動（右左折時・車線変更（進路変更）時・車両後退時等）
 - ・運転において必要なドライバー左右方向にある車室外装置（後方、側方または前方が明確に見えるようにするための間接視界装置であり、車外ミラー等を指す）の視認行動
- (3) (1) (2) 以外で運転上必要な行動及び操作行為に伴う視認行動
 - ・速度計器類の視認行動
 - ・車室内装置（空調装置、スイッチ等）の操作行為
- (4) 継続すると不安全状態となる視認行動
 - ・(1) ～ (3) 以外の視認行動

ドライバーの視認行動について、視認行動の中には短時間で行われるものと、短時間の視認を複数回繰り返すもの等、さまざまな視認行動が考えられる。また、運転に必要な視認行動において、視認結果の運転への反映についても、視認結果をすぐに運転に反映するもの、複数回の視認結果をもとに運転に反映するもの等が考えられる。基本設計書では、これらの視認行動の種類や運転への反映方法を制限することはしていない。

3.5.3 判定基準

3.5.2.1 節で規定したドライバーの視認方向、3.5.2.2 節で規定したドライバーの視認行動から、脇見等の判定を表 3-3 のように定義した。なお、脇見等と判定する閾値の設定を要件とするが、具体的な値は規定しないこととした。

表 3-3 脇見等の判定基準

視認方向	視認行動	判定
前方視認エリア (3.5.2.1 節にて定義)	運転に必要な視認行動 (3.5.2.2 節 (1) にて定義)	運転上必要な視認 と判定する
前方視認エリア以外	運転に必要な視認行動 (3.5.2.2 節 (2) にて定義)	
	運転上必要な行動、操作行為に伴なう視認行動 (3.5.2.2 節 (3) にて定義)	
	継続すると不安全状態となる視認行動 (3.5.2.2 節 (4) にて定義)	脇見等と判定する

基本設計書では、視認方向と視認行動による脇見等の判定基準を示した。なお、車両情報や車両周辺情報、視認行動の継続を表す情報等との組合せによる判定等、他の判定基準を排除するものではないこととした。

3.5.2.2 節 (4) に該当する視認行動が一定以上継続された場合、あるいは 3.5.2.2 節 (4) に該当する視認行動を短時間であるが複数回繰り返した場合等の状況においては、運転に対して必要な注意が払われていない可能性が高いと考えられ、適切な閾値を設定して脇見等を検知することが望まれる。しかしながら、脇見等と判定する閾値は、車速、交通状況、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）の作動状況等の影響を受け、根拠がある閾値を一律に設定することが難しいため、自動車製作者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、前方視認エリアにおける視認行動においても、同じ個所を必要以上に継続して視認する行為は、その他の個所に存在する運転に必要な情報の発見・認知の遅れにつながり、運転に必要な注意が払われていない可能性が高いと判断できる場合がある。しかしながら、現状の検知技術ではそれらの行為と、運転に必要な視認行動を明確に切り分けることは困難である。したがって、基本設計書では、前方視認エリア内の視認行動については、脇見等の判定基準の対象外とした。ただし、車両情報や車両周辺情報、視認行動の継続を表す情報等を組み合わせる等、他の判定基準を用いた前方視認エリア内での脇見等の判定を制限するものではない。

3.5.4 脇見等の検知方法

3.5.3 節に定めた脇見等を検知対象とし、顔向き、視線等の各項目を単独または併用して、脇見等のドライバー状態を検知するものとした。また、検知性能を向上するために、補助的な情報として、運転行動（ハンドル操作の有無、ハンドルの操作量、ハンドルの操作速度、ハンドル操作の頻度・ゆらぎ等）、車両挙動（車線逸脱、横方向のふらつき等）、車両状態（車速、方向指示器等）等を併用しても良いこととした。

また、上記検知項目以外の項目についても幅広く研究・開発が行われており、脇見

の検知技術は発展途上である。今後の検知技術の進歩に応じて検知項目の追加、ならびに各検知項目における指標、閾値の検討を行い、基本設計書の改訂を実施することとした。

3.5.5 ドライバーへの報知

ドライバーの脇見等に応じてドライバーへ報知を実施することとするが、報知の具体的な方法、タイミングは規定しないこととした。

ドライバーが脇見等により運転に注意を払っていない状態を継続している場合、警報や表示による注意喚起等の報知によって、ドライバーの意識を運転行動に向ける効果があると考えられる。報知の条件やタイミングは、車両の安全装備や交通環境に応じて適切に実施すべきであり、報知自体によって、ドライバー及び車両が不安全状態になることは避けなければならない。

設計に際しては上記方法に何ら縛られる必要はなく、効果ある方法を適宜実施すればよい。検知性能の信頼性も考慮し、煩わしい不要な報知が頻発しないように配慮する必要がある。

3.5.6 検知・報知に関する留意事項及び除外要件

脇見等の検知は、運転中のドライバーの行動が、車両の大きさや構造、車両の用途、車室内または車室外の状況によって様々に変化することから、一部の条件下においては、検知・報知に関する留意が必要であり、また、一部の条件下においては除外要件を適用することとした。

具体的には、以下の場合については、運転及びそれに伴うドライバーの行動を優先させるため、脇見等の判定のための検知はしなくてもよい、または検知のみ行い報知しなくてもよいとした。

- (1) 報知することにより、ドライバーが運転に注意を払っている状態が著しく阻害される場合
- (2) 車両の大きさや構造によって必要となる特有の視認行動をしている場合
- (3) 商用車特有の運行に必要な操作や視認行動をしている場合

例えば、交差点の右折時のように、3.5.2 節の「脇見等の判定基準」において「脇見等と判定する」に当てはまる場合でも、ドライバーが運転中にとるべき行動を行っている場合がある。こうした場合には、報知によって著しく注意が削がれたり、混乱をして判断を誤ることが懸念される。したがって、留意事項として、運転及びそれに伴うドライバーの行動を優先し、脇見等の判定のための検知はしなくてもよい、または検知するが報知しなくてもよいと定めた。

大型車の場合は、例えば、低速で駐車行為をする際に身を乗り出して後方確認をする場合がある。こうした場合には、除外要件として、脇見等の判定のための検知はし

なくてもよい、または検知するが報知しなくてもよいと定めた。

商用車の場合は、例えば、運行時に停車中に乗客の対応を行っている場合がある。こうした場合には、除外要件として、脇見等の判定のための検知はしなくてもよい、または検知するが報知しなくてもよいと定めた。

3.5 節に記載した各種要件については、脇見等の検知方法とは別にドライバーの状態や車両の状態から、ドライバーが運転中に取りべき行動を行っている場合、検知をしない、あるいは報知をしないことが可能と考えられる。

今後の検知技術の進展により、ドライバーが注意を払っている状態と注意を払っていない状態の切り分けが行われ、より適切なドライバー状態において脇見等の検知を行い報知するシステムの開発が期待される。

3.5.7 他システムとの連携による車両制御

本システムは脇見等の検知に基づくドライバーへの報知を基本とするが、報知してもなおドライバーが安全運転を継続できない状態にあると判断される場合には、本システムで検知した脇見等の検知結果を他の安全運転支援システム（ドライバー異常時対応システム等）に提供し、事故を誘発するリスクを低減するために、ドライバー異常時対応システムにおける車両を停止させる機能等による車両制御を行うことも可能と考えられる。なお、その場合、本システムがドライバー異常時対応システム等の車両を停止させる機能等と連携するシステムであることを、ドライバー等が明確に認識できるよう十分に配慮しなければならない。

本システムは、連携する他の安全運転支援システムへの検知結果提供までを範囲とするが、他のシステムにおいて車両制御に移行する場合は、本システムの検知結果が必ずしも正しくない可能性も考慮し以下の配慮をすることが望ましい。つまり、本システムの脇見等状態の検知プロセスにおいて、ドライバーの脇見等を検知しドライバーへの報知を行ったにも関わらずドライバーの状態が改善しない場合、ドライバーへの応答確認プロセス（アクチュエーション）を実施し、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の意図的かつ明示的な応答が明確に確認できない場合には安全運転の継続が困難な状態であると判定し、車両制御の作動開始プロセスに移行することができるものとする等である。

また、本システムと他のシステムとの関係と注意点について取扱説明書に明記だけでなく、自動車の販売時に説明を行う等によりユーザーに確実に周知する必要がある。具体的には「本システムの検知結果をドライバー異常時対応システムに提供し車両制御を行う。ただし、ドライバー異常時対応システムの機能がオフの時は車両制御を行わない」等の注意点が考えられる。

将来においては、本システムにより、注意喚起、警報等のドライバーへの報知に留まらず、危険を回避するために、車両制御による、車両の制動停止や車両の誘導操舵・制動停止等を実施することも想定される。