

ご 挨拶

—第 33 回日本交通医学工学研究会学術総会を迎えて—

第33回日本交通医学工学研究会学術総会開催にあたりご挨拶を申し上げます。

本年度の学術総会は「夜間運転と安全」を主題に設定いたしました。2024年4月から「物流の2024年問題」対策の一つとして、大型トラックの法定速度（最高速度）が時速80kmから90kmに引き上げられました。荷物が「明日届く」ためには、夜間走行がこれまで以上に重要になります。しかし、居眠り運転事故は夜間帯に多く、また我々のドライブレコーダー映像研究から、眠気に抗う「抗眠気行動」（ソワソワ→ジタバタ・ウォー）の減少後に危険な眠気「マイクロスリープ（瞬眠）」（ウトウト）がトリガーとなり衝突が引き起こされるという居眠り運転事故直前の過程が明らかとなりました。

そこで今回は、人と社会の安心・安全向上のため、最新の夜間運転と安全に関する医学・行動科学・工学分野での研究成果を共有し、より良い社会の実現に向けて皆さまと議論したいと思います。

シンポジウムAでは、ドライバー全身像のドライブレコーダー映像解析から明らかにされた「居眠り事故の原因としてのマイクロスリープ（瞬眠）の検知と予防」について、行動科学および睡眠医学的研究のご講演をいただきます。

シンポジウムBでは、「物流の2024年問題」で避けられない話題として「夜間の安全走行」を取り上げ、夜間の安全走行に適した車、または安全な夜間運転に必要な身体能力（視機能）、若しくは安全な夜間運転に必要な道路施設・交通管理に関する研究のご講演をいただきます。

特別講演では、シフトワーカー、夜間勤務者、さらに長距離運転手の皆さまが知っておくべき「仮眠の予防効果」について、林光緒教授（広島大学大学院）からご講演をいただきます。

本年度は、5年ぶりの現地開催としまして多数の皆さまにご参加いただき、活発な情報交換やご討議によって実りある学術総会となることを祈っています。

第33回学術総会

会長 塩見 利明

プログラム

開会のことば (10:00 ~ 10:20)

あいさつ

あいさつ

あいさつ

会 長 塩 見 利 明

理 事 長 服 部 秀 雄

自動車技術会中部支部 支 部 長 水 澗 英 紀

日本機械学会東海支部 支 部 長 井 上 博 文

シンポジウムA (10:20~12:05)

居眠り事故の原因としてのマイクロスリープ（瞬眠）の検知と予防

司会：本会幹事 鈴 村 義 一

(株式会社アイシン 製品開発センター 技術開発本部 技術統括部 主査)

1. 睡眠不足と眠気

甲斐田 幸 佐

(国立研究開発法人産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 人間情報インタラクション研究部門 主任研究員)

2. 生体反応によるマイクロスリープと注意の途切れ (attentional lapse) の検知

阿 部 高 志

(筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 准教授)

3. マイクロスリープによる居眠り運転事故とその関連行動

熊 谷 元

(広島大学病院睡眠医療センター 副センター長 診療准教授)

塩 見 利 明

(愛知医科大学名誉教授 広島大学医学部客員教授)

パネルディスカッションA

休憩 (12:30 ~ 13:30)

第33回定期総会 (13:30~14:00)

特別講演 (14:10 ~ 15:00)

司会：塩 見 利 明

(愛知医科大学名誉教授 広島大学医学部客員教授)

予防的仮眠の効果

林 光 緒

(広島大学大学院人間社会科学研究所 教授)

~~~~~ コーヒーブレイク (15:00 ~ 15:15) ~~~~~

シンポジウムB (15:15~17:00)

夜間の安全走行

司会：本会理事 塩崎 弘 隆  
(三菱自動車工業株式会社 第一車両技術開発本部 技師長)

1. 安心・安全な走行のための最新運転支援技術  
池田 幸 洋  
(トヨタ自動車株式会社 先進安全システム開発部 主査)
2. 視機能から見た夜間運転の安全性  
井岡 大 河  
(名古屋大学医学部 眼科 病院助教)
3. 安全な夜間運転に必要な道路施設と道路交通管理  
～高速道路における夜間交通の状況と安全対策～  
亀岡 弘 之  
(中日本高速道路株式会社 技術本部 高度技術推進部 専門主幹)

パネルディスカッションB

閉 会 (17:25 ~ 17:30)

## 睡眠不足と眠気

国立研究開発法人産業技術総合研究所 情報・人間工学研究領域 人間情報インタラクション研究部門 主任研究員 甲斐田 幸佐

### 1. はじめに

本稿における「睡眠不足」とは、生理的に必要な睡眠量が不足しており、心身の能力発揮が妨げられている状態を指す。睡眠不足の影響は、主観指標（眠気、目に関する症状など）、生理指標（脳波、心拍数、瞬目持続時間、瞼の閉眼割合など）、行動指標（刺激反応時間、見逃し数など）の3指標によって推定される(1, 2)。本稿は、睡眠不足によって生じる心身の変化について解説することを目的とする。

### 2. 急性と慢性の睡眠不足

睡眠不足は、連続覚醒によって生じる「急性の睡眠不足」と睡眠時間の短縮を繰り返すことによる「慢性の睡眠不足」に分けて考えられる。

急性の睡眠不足の場合、その影響は、まず主観指標に現れ、わずかに遅れて生理指標や行動指標に反映される。睡眠不足の影響は、慢性の睡眠不足の場合でも同様に生じる。急性の睡眠不足の場合には眠気や疲労感を強く感じるが、慢性の睡眠不足の場合には、比較的、眠気や疲労を感じにくい傾向がある。そのため、慢性の睡眠不足では、眠気や疲労の自覚がないまま、認知機能が悪化し（自身の能力への過信が生じ）、そのことが作業過誤（ヒューマンエラー）の危険性を高めると考えられている。

また、睡眠不足の影響は蓄積することが知られている。たとえば認知機能は、一日4時間の短時間睡眠を7日間続けると、連続覚醒を3日間続けた場合と同程度に悪化する。さらに、睡眠不足が慢性化すると、神経系にアロスタティックな変化が生じ、回復睡眠の効果が減少する。そのため、眠っても疲れが取れにくい状態が発生する。

### 3. 眠気と作業成績の乖離

主観指標や生理指標は、行動指標と比べて、外部環境中の刺激の影響を受けやすい特徴がある。そのため、眠気の増加した睡眠不足のヒトに刺激（自分の名前を聞く、冷水で洗顔する、高照度光を浴びる、ミント味のガムを噛むなど）を与えると、主観的眠気は減少するが、認知機能は改善しないことがある。主観指標と行動指

標の間に乖離が生じると、作業過誤の危険性が高まると考えられている。

### 4. 睡眠不足の心身への影響

睡眠不足のヒトが、自動車の運転中などの単調な環境に置かれると、強烈な眠気に襲われる。しかし、ヒトは眠気に意識的に抵抗することができる。眠ってはいけない状況において「眠気と戦っている」ヒトは、そうでない時とは異なる生理的特徴を示す。例えば、自律神経系活動を反映する心拍数の変動が大きくなる。脳波には「瞬眠」（数秒から15秒間未満の睡眠）が混入する。極度の睡眠不足状態になると、瞬眠だけではなく、脳の一部が神経活動を停止する「局所睡眠」（数百ミリ秒間程度の神経活動停止）が発生する。このような状態では、注意を一つの課題に持続させることが困難になり、作業成績にばらつきが生じやすくなる。また、感情の制御が難しくなり、合理的な判断が難しくなる。さらに、エピソード記憶能力が低下する。瞬眠や局所睡眠は、認知機能悪化の主な原因として考えられている。なお、急性の睡眠不足の前に数日間の十分な睡眠量を確保しておけば、その影響を緩和することができるとの報告がある。

### 5. まとめ

睡眠不足は、ヒトの認知機能を低下させる要因である。睡眠不足を避けるためには、日頃から十分な睡眠量を確保する必要がある。ただし、必要な睡眠量は、一概に決めることはできない。それは、個人の実性（年齢や遺伝子など）や状態（心身の疲労具合など）によって常に変化するためである。自身の心身状態と睡眠量の関係を把握し、上手に管理することが重要である。

### 参考文献

- (1) Kaida et al. (2006) Validation of the Karolinska Sleepiness Scale against performance and EEG variables. *Clinical Neurophysiology*, 117(7), 1574-1581.
- (2) 山形 曜, 川田静香, 内田 仁, 甲斐田幸佐, 清水俊喜 (2022) 欧州法規に対応したドライバ眠気評価手法の検証. 自動車技術会学術講演会予稿集, 20226243.

## 生体反応によるマイクロスリープと 注意の途切れ (attentional lapse) の検知

筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 准教授 阿部 高志

睡眠不足に伴うパフォーマンス低下を検知するために、微小睡眠 (microsleep) が検知されてきた。microsleep の検知方法としては、脳波や睡眠ポリグラフ記録 (PSG: Polysomnography) によって評価する方法が一般的であるが、様々な定義が混在しており、統一されていない。さらに、脳波と閉瞼を組み合わせることで1秒以上のマイクロスリープを検出するという方法も提案されている。他には、行動や閉瞼の組み合わせや閉瞼のみを使って microsleep を検知する方法が報告されている。それぞれの定義による microsleep の違いと、定義の標準化が必要であろう。

Microsleep の検知とパフォーマンス低下が乖離する場合もある。例えば、3秒に1回反応を求める行動版覚醒維持検査法中では連続無反応数が7回に到達すると入眠として定義するが、1回のみの無反応が発生した場合に、43%にしか microsleep が発生しない。事故や作業成績低下の検出には、microsleep だけではなくて attentional lapse の検出も重要であろう。

ここで、attentional lapse を注意が特定のタスクから他の方向へと逸れる状態と定義する。注意の途切れとも呼ぶ。この attentional lapse の検出方法も様々である。脳波を使った方法では4-7Hzのシータ波もしくは8-12Hzの $\alpha$ 波のいずれかが出現した場合を attentional lapse と定義する。シータ波は microsleep を反映するため、attentional lapse は microsleep も含めた広い範囲の現象を捉えている。局所脳部位の睡眠様状態が覚醒時にも起こりうる。それが attentional lapse と関係しているという報告もなされている。他にも目や瞼の指標を使った方法としては PERCLOS や Johns Drowsiness Scale (JDS) が提案されている。

これらの指標の中で PERCLOS (Percent

time of slow eyelid closure) は attentional lapse 検出の妥当性検証が睡眠科学の手法を用いた多くの研究で行われている。特に、睡眠研究の睡眠不足とパフォーマンスの関係を調べるゴールドスタンダードとして広く使われている Psychomotor Vigilance Test (PVT) との相関関係がよく検討されている。PERCLOS は開瞼度を測定し、閉瞼が単位時間あたりにどれぐらい発生するかを計測する。ただし、PERCLOS も microsleep と同様に、検出方法が統一されていない。PERCLOS の測定方法についても標準化が必要である。

Fixation 中や PVT 中、行動版覚醒維持検査中には、眠気操作によって、PERCLOS が増加するという知見で一貫している。模擬運転課題中においても同様に、ほとんどの研究で眠気操作に伴い PERCLOS が増加する。他にも実車運転中でも眠気操作中の PERCLOS を測定した研究が存在するがまだ報告数は少ない。

PERCLOS は他の指標と比較して attentional lapse の検出の精度が高いかが検討されている。PVT や行動版覚醒維持検査中では、PERCLOS が瞬目や脳波などの他の生体指標と比較して精度が高いという報告が多い。一方、模擬運転課題中に関しては、PERCLOS が最も精度が高いとする報告はなく、瞬目の持続時間が最も精度が高いという報告が散見される。このように、模擬運転課題中に関しては必ずしも PERCLOS が最も良い指標とは言えない。

このような欠点を補うために、運転パフォーマンスや他の生体指標と PERCLOS を組み合わせた方法も提案されており、attentional lapse の検知の高精度化に貢献する可能性がある。

本発表では、これまでの研究を概観し、生体反応による microsleep や attentional lapse の検知に関する今後の展望を議論する。

## マイクロスリープによる居眠り運転事故とその関連行動

広島大学病院睡眠医療センター 副センター長 診療准教授 熊谷 元  
愛知医科大学名誉教授 広島大学医学部客員教授 塩見 利明

### 1. はじめに

被害が甚大になりやすいトラックドライバーの居眠り運転による事故は、日本のみならず世界的に大きな関心事となっている。衝突被害軽減ブレーキシステム (AEBS)、車線逸脱抑制装置などの安全支援装置は年々進化し、装着の義務化も進んでいるが、未だ居眠り運転事故の予防は十分ではない。

マイクロスリープ (瞬眠) は、15 秒未満の短い睡眠を指すが、多くは数秒間のウトウトである。マイクロスリープの客観的な評価はこれまで脳波、行動、パフォーマンスレベル等によりなされてきた。しかし、これらの評価法の多くは公道での運転パフォーマンスにおけるマイクロスリープを正確に反映できないなどの課題がある。また、これまでに実用化されているマイクロスリープを指摘する技術は、居眠りが発生してから検知するモニタリングシステムが主体となっている。これらのことから実際の運転中にリアルタイムにマイクロスリープが評価できる方法の開発が望まれている。

そこで我々は、トラックドライバーの居眠り運転事故の実態の解明、および運転開始後と事故直前のドライバーと車両の挙動の違いを明らかにするために、実際に発生したトラックの居眠り運転事故直前のドライブレコーダ映像を用いて、3つの学際的な研究を行った。

### 2. 【研究1】居眠り運転事故直前1分間の3種類のマイクロスリープ関連行動の変化

全国的な運送会社A社において、トラックによる居眠り運転事故が2016年～2021年までの6年間で194例発生し、ドライブレコーダに記録された衝突事故直前1分間の2つの映像 (車内カメラ [ドライバー全身像] 及び車外カメラ [車両前方映像]) が残存していた52例を対象とした。衝突事故直前1分間のドライバーと車両の挙動を同時に1秒毎に分析すると、マイクロスリープが居眠り運転事故直前に頻発していた。マイクロスリープ関連行動は、①抗眠気行動、②マイクロスリープ行動兆候、③車両挙動異常の3種類に分類され、それらが経時的に5段階に変化する過程が明らかになった<sup>1)</sup>。

### 3. 【研究2】睡眠時無呼吸症候群患者の居眠り運転事故とマイクロスリープ行動兆候

睡眠時無呼吸症候群に対し口腔内装置で治療中のトラックドライバーにおいて、居眠り運転事故がドライブレコーダ映像で確認された2例を対象とした。運転開始時と事故直前それぞれ3分間の映像を分析すると、事故直前にマイクロスリープ関連行動が頻発し、マイクロスリープ行動兆候が衝突のトリガーになっていた<sup>2)</sup>。

### 4. 【研究3】大型トラックの居眠り運転事故に対する世代別AEBSの評価とその問題点

乗用車と異なり大型トラックは居眠り運転時のAEBS性能が疑問視されているため、回顧的に居眠り運転事故例に対する世代別AEBSの有用性を調べた結果、第1から第3世代にAEBSが改良されると事故全体では事故率は有意に減少したが、居眠り運転事故に限ると有意な減少は認められなかった。また、事故損害金額は事故全体、居眠り運転事故ともにAEBSが新しくなっても有意な減少は認められなかった<sup>3)</sup>。

### 5. まとめ

トラックドライバーによる居眠り運転事故のドライブレコーダ映像分析から、トラックドライバーの居眠り運転の実態はマイクロスリープであり、マイクロスリープ関連行動は居眠り運転事故直前に頻発することが明らかになった。マイクロスリープ関連行動は3種類に分類され、居眠り運転事故直前には段階的に変化する特徴があった。したがって、マイクロスリープの検知には車内と車両前方用の2つのカメラを用い、トラックドライバーの全身像と車両挙動を同時にモニタリングすることが有用であると考えられた。

### 参考文献

- 1) Kumagai H, et al. *Accid Anal Prev.* 187 (2023), doi.org/10.1016/j.aap.2023.107070.
- 2) Kumagai H, et al. *J Clin Sleep Med.* 19 (2023), doi.org/10.5664/jcsm.10758.
- 3) 川口健吾, 他. 自動車技術会 2023 年秋季大会学術講演会講演予稿集文献番号 20235186.

## 予防的仮眠の効果

広島大学大学院人間社会科学研究科 教授 林 光緒

仮眠 (nap) は、夜間の主睡眠のおおむね半分以下の長さの睡眠である。その目的によって、1) 睡眠不足を補うための補償的仮眠、2) 寝るのが好きだからなどの理由でとる欲求的仮眠、3) 退屈だからなど特に理由もなくとる付加的仮眠、4) 地中海沿岸地方のシエスタなど、昼食後に習慣的にとる習慣的仮眠、5) 夜勤前などあらかじめ短い睡眠をとっておくことで眠気や作業時の覚醒レベルの低下を予防しようとする予防的仮眠などに分類することができる。夜間における仮眠は、予防的仮眠が主たるものであるが、日中では、これらを明確に区別することが困難な場合も多く、仮眠をとる理由も様々である。

近年、積極的に仮眠をとることで日中の活力を高めようとする取り組みが散見されるようになり、このような仮眠はパワーナップ (power nap) と呼ばれている。この言葉は、米国の社会心理学者の Maas が提唱したものである。彼はその著書「Power Sleep」の中で、15～30分間の短い仮眠は、エラーや事故の低減、仕事の満足度の向上、疾病の減少や収益の改善に役立つと述べている。30分以内の短時間仮眠は、眠気や疲労の低減や予防、覚醒レベルやパフォーマンスの向上に有効であることが実験的に明らかにされている。

Maas が提唱した15～30分間の仮眠は、昼下がりに活力を高めるための予防的仮眠であり、たんに睡眠不足を補うための補償的仮眠ではない。補償的仮眠では、深い睡眠 (睡眠段階 N3) が必要であるが、15～30分程度の仮眠では N3 はあまり出現しないため、睡眠不足を補い切れない。

しかし、日中に1時間以上眠ってしまうと、N3 が出現するため、仮眠から起床した直後に

却って眠気や疲労が増大するとともにパフォーマンスも低下する「睡眠慣性」が増大する。さらに仮眠をとった夜に入眠が妨害されるなど夜間睡眠が悪化する。疫学調査によれば、ふだん昼寝を1時間以上とっている人は、昼寝しない人と比べて心血管疾患や高血圧、メタボリック症候群、アルツハイマー病などの罹患リスクが高いことが指摘されている。昼寝の時間が10分ずつ延長するごとに死亡リスクが4%増加するという報告もある。その逆に、昼寝の時間が30分以内であれば、心血管疾患やそれによる死亡リスク、アルツハイマー病の罹患リスクも低下することが報告されている。

予防的仮眠としての短時間仮眠では、睡眠段階 N1 と N2 の浅い睡眠しか出現しない。しかし、N1 だけでは仮眠の効果はほとんどなく、予防的仮眠としての効果を発揮するには、少なくとも3分間の N2 が必要である。仮眠中、N1 は6～8分出現した後、N2 が出現することから、適切な昼寝の長さとしては、最短では、6～8分間の N1 と3分間の N2 を足し合わせた10分程度、最長では、N3 が出現する直前までの15分程度となる。つまり、10～15分の長さの昼寝が取れば、予防的仮眠としての効果を発揮することが可能であると言える。

ただし、このような短時間の仮眠でも起床直後の数分間、睡眠慣性が生じる場合がある。その対策として、1) 種々の刺激を用いて覚醒を促す覚醒刺激法、2) カフェインなど覚醒効果のある物質を用いる薬理法、3) あらかじめ決めた時間や時刻に目覚めるよう企図して眠る自己覚醒法などがある。仮眠とこれらを組み合わせることにより、予防的仮眠の効果をより高めることができるだろう。

## 安心・安全な走行のための最新運転支援技術

トヨタ自動車株式会社 先進安全システム開発部 主査 池田 幸洋

モータリゼーションの進展に伴い日本の交通事故死亡者は急増し、1970年代には交通戦争と呼ばれる状況となった。その後、道路環境整備や道路利用者への安全啓発などの国を挙げての取り組みや、衝突安全ボデーやエアバッグなど自動車の安全性能。加えて、近年では運転支援技術の普及により年々交通事故死亡者は減少している。

代表的な運転支援技術である衝突被害軽減ブレーキの進化は目覚ましく、当初は前方車両との追突事故のみ対応していたが、その後歩行者との事故、自転車運転手との事故にも対応。

歩行者との事故は夜間に多く発生していることから、ハイビームを積極的に使用して夜間視認性向上に貢献するオートマチックハイビームや夜間の歩行者を認識するセンサー技術開発により、夜間の歩行者事故にも対応する他、近年では自動二輪車運転手との事故や交差点での出合頭事故に対応範囲を拡大している。

この他、衝突被害軽減ブレーキのように衝突が確定的な状況になる前の支援技術として、センサーが前方の運転リスクを先読みし、リスクからドライバーを遠ざけるようにさり気なく制御するプロアクティブドライビングアシストを2021年に製品化。前走車に近付き過ぎた時、交差点を右左折する際やカーブに少し高い速度で進入した際にドライバーのアクセル OFF 操作に合わせてエンジンブレーキよりも少し強く減速をすることでドライバーに運転余裕を感じてもらえるような支援の展開を現在進めている。

また高齢化が進む日本で近年社会課題となっている高齢ドライバーによるペダル踏み間違い事故に対してトヨタは早くから取り組み、車両前後に搭載したセンサーが障害物を検知している状態でドライバーがアクセルを踏み込んだ場合、加速を抑制してブレーキ制御することで衝突回避又は衝突時の被害軽減を狙いとしたパーキングサポートブレーキをほぼ全ての乗用車に展開している。

踏み間違い事故は障害物が前後にない状態でも発生していることに注目し、ドライバーのアクセル操作およびその他運転操作で踏み間違いを判定し、加速を抑制する急アクセル時加速抑制機能を、お客様の車から集めたビッグデータを使って開発し2020年に製品化した。

高速道路での運転支援は一定速度で走行するためのアクセル操作をクルマが制御するクルーズコントロールから始まり、前走車との車間距離を一定にするためにブレーキ操作までクルマが制御するレーダー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時にレーンの中央を走行するためのステアリング操作をクルマが制御するレーントレーシングアシストなど進化を続けている。

ヒトとクルマが仲間のようにもともに走るというトヨタ独自の自動運転の考え方、Mobility Teammate Concept に基づいて開発された高度運転支援技術、Toyota Teammate Advanced Drive は高速道路での長距離走行時の運転負荷を軽減し、安全な運転、快適な移動の実現を目指して2021年に製品化され、その後多くの車種に展開が進んでいる。

様々な予防安全、運転支援技術の普及が進む中、トヨタではこれらの技術による事故低減効果の調査を実施し、衝突被害軽減ブレーキなどを搭載した車両では追突事故や踏み間違い事故などが大きく減少していることを確認している。合わせて残存事故形態にも着目し、どのような事故が依然残っているかを調査している。

残存事故の代表例は、見えないまたは見えにくい相手との事故、突然行動変化をする相手との事故、高速度や高相対速度での事故などである。これら事故形態の低減のため、対象物の行動予測も含めた衝突回避性能の向上に加え、見えにくい相手との事故リスク予測技術の向上や通信活用により見えない相手の認識などの技術開発を現在進めている。

開発技術の効果検証と残存事故調査から次の技術開発のアイデアを考え、シミュレーションなどで効果を予測し、効果の高いアイデアから技術開発して製品化。製品化した後にその効果検証と残存事故を調べさらに次の開発に進むという「実安全の追及」のサイクルを繰り返すことが自動車業界の究極の願いである交通事故ゼロに繋がるとトヨタは考え、日々技術開発を進めている。

## 視機能から見た夜間運転の安全性

名古屋大学医学部 眼科 病院助教 井岡 大河

令和4年(2022)人口動態統計月報年計(概数)の概況によれば、本邦における不慮の事故の原因として、交通事故は約8%を占める。自動車事故発生件数およびそれに伴う死者数は年々減少傾向ではあるものの、2011年には奈良市で男性が国道を軽四輪貨物自動車で行中時に69歳男性に衝突、死亡させ、事故後に被告は網膜色素変性であると判明した事例や、2015年には事故前より網膜色素変性と診断されていた男性が視野狭窄を認識しながら乗用車を運転し、女性をはねて死亡させた旭川市の事例といった痛ましい重大事故も存在する。これらの事例の被告に共通してみられた網膜色素変性という疾患は、視野狭窄を伴う進行性の疾患ではあるが、暗いところでの見え方が悪くなる「夜盲」も伴うとされている。

日本人における視覚障害の原因疾患の調査によると、視覚障害の原因疾患の第1位は緑内障で28.6%、第2位は網膜色素変性で14.0%を占めている。いずれも視野狭窄などの視野障害をきたす疾患であり、これらの疾患が全体の4割以上を占めていることになる。厚生労働省研究班の調査によると、40歳以上の日本人の緑内障有病率は5%、つまり20人に1人の割合で比較的知名度もあるが、一方で網膜色素変性の発症率は4,000人~8,000人に1人と0.1%も見られず、一般的な知名度にもやや欠ける印象がある。

網膜色素変性は、視細胞および網膜色素上皮細胞という網膜の細胞を原発とした進行性の広範な変性がみられる遺伝性の疾患群である。多くは病初期に、光の強弱に応じた明暗を認識する杆体細胞の変性が現れる。色覚にはほぼ関与しないが、明暗に対する感度が高く、暗所に

おける見え方に重要な役割を果たす。杆体機能の低下により早期から自覚する場合もあれば、杆体の減少が進行して自覚する場合もあり、発症年齢は様々ではあるが、暗いところでの見え方が悪くなる夜盲を伴う。網膜色素変性は病気の進行に伴い、錐体の変性が生じてくると視力障害が出現するが、一般的には視力障害の進行はきわめて緩徐であり、発症から失明に至るまでには数十年を要するといわれている。さらには、網膜色素変性の類縁疾患では、幼少期から夜盲を訴えるものの視力・視野ともにほぼ正常で、スクリーニング検査では異常所見を見落とされうる疾患もある。このような疾患に対しての理解は、視機能から見た夜間運転の安全性について検討する上で重要であると考えられる。

また、夜間運転に対しての問題は、加齢に伴う視覚系の解剖学的・生理学的な非病的な変化による影響がある。一方で、運転の制限がうつ病発症のリスクや介護施設入所のリスク健康状態の悪化、ひいては死亡のリスクを上げるといった報告もある。

今回は、重篤な夜盲をもたらす網膜色素変性およびその類縁疾患について解説しながら、自動車運転において視機能異常がもたらす影響および夜間運転の安全性について概説する。

## 安全な夜間運転に必要な道路施設と道路交通管理

～高速道路における夜間交通の状況と安全対策～

中日本高速道路株式会社 技術本部 高度技術推進部 専門主幹 亀岡 弘之

### 1. はじめに

我が国における令和5年中の交通死傷事故発生件数は、307,930件と前年に比べると7,091件の増加を示している。発生した事故の特性の一つとして、夜間における事故があげられる。昼夜別の交通事故発生状況（令和4年）をみると、夜間の事故発生件数が事故全体の約26%であるのに対し、夜間の死亡事故件数は死亡事故全体の約47%となっており、死亡事故といった重大事故の場合には、全事故と比較して夜間の割合が高くなっている。本稿では、高速道路における夜間交通の状況と安全な夜間運転に必要な高速道路施設及び道路交通管理について紹介する。

### 2. 高速道路における夜間交通の状況

令和4年中の高速道路における交通死傷事故発生件数は5,655件、そのうち夜間の事故発生件数は1,483件（約26%）となっている。また、高速道路での死亡事故件数は135件、そのうち夜間の死亡事故発生件数は64件（約47%）となっており、夜間における重大事故の発生の割合が大きくなっている。

### 3. 安全な夜間運転に必要な道路施設

道路は、道路構造令において視距が規定され、走行に必要な見通しは確保される。実際に走行する場合においては、運転者はこの見通しの他に常に適当な視線誘導効果を求め、これに従って走行している。視線誘導効果とは、運転者が容易に道路状況を把握できるようにすることによって快適な走行を可能とすることをいう。

自動車が夜間走行する場合においては、運転者は自動車の前照灯により、道路構造、周辺車両の状況、及び走行位置等を確認し、走行、避走、停止などの行動をすることになる。しかし、自車の前照灯では運転者が認識できる範囲が限られることから、この範囲を超える前方の道路線形や道路端を容易に把握することが困難とな

り、安全かつ円滑な交通の確保に支障が生じる。これに対処する道路附属物を設置する必要がある。この道路附属物として道路照明施設や区画線などがある。道路照明は設置・維持に多額の費用を要するため、都市部のような交通量が多く、沿線の道路や建物等の照明が本線に影響を与える区間や霧等が発生しやすいなど特殊な気象条件下にある区間などに連続照明を設置し、インターチェンジや料金所広場、休憩施設等に局部照明を設置している。区画線は前照灯からの光の再帰反射光量が少なく、十分な視線誘導効果を期待できない場合がある。このことから、経済性、効果等を考慮した夜間における視線誘導方策として、前照灯からの光の再帰反射量が多く、視線誘導効果を有する視線誘導標を設置している。

視線誘導標に求める効果は、運転者の道路状況把握を容易にし、快適な走行を可能とすることが主であるが、その他に道路端部を明示することによる車両からの側方余裕の認識を容易にすることや、車線数減少等の道路構造変化部の警告によって、走行の安全性を向上させる効果（注意喚起効果）がある。

### 4. 最後に

講演では、高速道路における夜間交通の状況と夜間の交通事故発生状況などを概説し、安全な夜間運転に必要な高速道路施設、道路交通管理について、具体事例を紹介しながら説明するとともに、事故多発地点における交通事故防止対策、今後の交通事故防止に向けた取り組み等についてお話しさせていただく。

### 参考文献

- 1) 令和5年中の交通死亡事故の発生状況及び道路交通法違反取締り状況等について 令和6年3月7日 警察庁交通局
- 2) 交通事故統計表データ（令和4年）公益財団法人 交通事故総合分析センター

# 22世紀を

移動の真ん中に

**AISIN**

# 動かそう

[www.aisin.com/jp](http://www.aisin.com/jp) 株式会社 アイシン



**交通事故のない  
世界を**

Mobility Well-being

**DENSO**  
Crafting the Core

LINK TO YOUR HEART.  
人を見つめ、人に寄り添い、人とつなぐ。

感動をかたちに **TOKAI RIKA**   
株式会社 東海理化

高分子の可能性を追求し、より良い移動と暮らしを未来につなぐ会社



エアバッグ



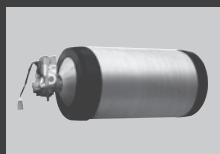
ハンドル(エアバッグ内蔵)



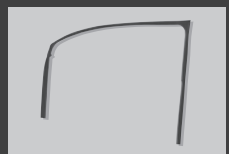
フロントグリル



高圧水素タンク



ドアガラスラン



 **TOYODA GOSEI**

モビリティを通じて、  
もっと住みやすい社会に。

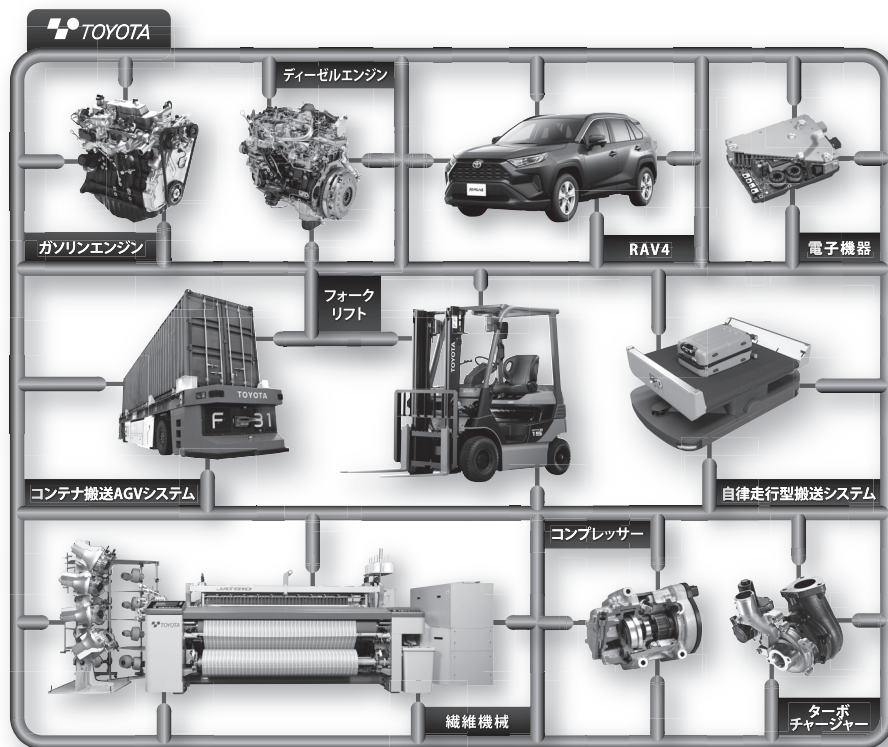
全ての人が、楽しく自由に移動できる世界を、想像してみませんか。

もうすぐそこに、そんな社会が近づいて来ています。私たちは、誰もがそれぞれの可能性にチャレンジできる社会づくりを目指しています。

**TOYOTA**



トヨタ自動車株式会社



組み立てると  
未来ができる。

創業から続く繊維機械事業を原点に、自動車や産業車両、物流ソリューションへと、人々の暮らしを豊かにする事業に挑戦してきました。

これからも新たな領域に挑み、温かい社会づくりに貢献する企業であり続けます。

**豊田自動織機**

www.toyota-shokki.co.jp



パパも、ママも、娘も、  
YAZAKIです。

夫の所属は、矢崎エナジーシステム天竜工場、  
ガス警報器のセンサの製造チーム。  
妻は総務部。そして次女は企業内保育園。  
夫妻は、時々、工場内を散歩する  
娘の姿を見て、勤務中なのに、  
ほっこりしてしまうと言います。  
そんな幸せな家族が、社会の幸せを  
支えているのかもしれない。

世界とともにある企業 社会から必要とされる企業



## 日本交通科学学会のご案内

本学会は、昭和37年(1962年)2月に設立された「日本交通医学協議会」を母体に昭和40年(1965年)、公益法人:社団法人日本交通科学協議会として認可を受け、平成25年3月「一般社団法人日本交通科学学会」として活動を行っております。

本学会は医学、心理学、工学、社会学、経済学など幅広い交通の学術領域の技術者や研究者、交通安全に係わる教育・訓練や実務などの専門家によって構成されている集団です。研究成果等を我が国をはじめ世界に向けて発信することにより、交通災害の防止に少なからず貢献して参りました。

交通災害の防止に興味を持たれる方々の積極的な入会をお願い申し上げます。

## 日本交通科学学会入会のお勧め

- 本会は、目的達成のために次の事業を行っています。
  1. 交通に関する安全及び環境に係る科学的調査研究
  2. 学術講演会、研究会、シンポジウム等の開催
  3. 機関紙、その他の刊行物の発行
  4. 交通に関する安全及び環境に係る普及・啓発
  5. 国内外の関連学会との協力活動
  6. その他目的を達成するために必要な事業
- 特典
  - 学会誌「日本交通科学学会誌」の配布
  - 学会誌への研究論文等の投稿
  - 調査研究報告書等の配布(賛助会員)
  - 研究発表講演会参加費の会員割引



学会HP



第60回日本交通科学学会学術講演会 2024年9月3日(火)~4日(水)  
日本大学理工学部 駿河台キャンパス <https://jcts60.conv.jp/>

(右QRより→)

## 賛 助 会 員

---

(50 音順)

- 株式会社アイシン
- 株式会社アドヴィックス
- 株式会社廣建
- 損害保険ジャパン株式会社
- 中部交通共済協同組合
- 株式会社デンソー
- 株式会社東海理化
- 東京海上日動火災保険株式会社
- 豊田合成株式会社
- トヨタ自動車株式会社
- 株式会社豊田自動織機
- 株式会社豊田中央研究所
- 株式会社ブリヂストン
- 三菱自動車工業株式会社
- 三好総合法律事務所
- 矢崎総業株式会社
- 株式会社リムライン

---

2024年5月現在の賛助会員は上記の通りで、○印は理事・法人・団体を示しています。

— MEMO —