

ご 挨 拶

—第 34 回日本交通医学工学研究会学術総会を迎えて—

第 34 回日本交通医学工学研究会学術総会の開催にあたりご挨拶を申し上げます。

本年度の学術総会では、「超高齢社会における交通安全」を主題に設定いたしました。日本は現在、世界で最も高齢化が進んだ国のひとつであり、2024 年の時点で 65 歳以上の人口が全体の約 29% を占め、75 歳以上の人口割合も約 17% に達しています。このように超高齢社会に突入した現在の日本では、高齢者が関係する交通事故が社会課題の一つとなっています。「身体機能や認知機能の低下」「運転操作ミス」に起因した「高速道路の逆走」や「ペダルの踏み間違い」等の高齢者が関係した事故が大きな社会問題となっている一方で、高齢者の運転を支援するため、「衝突被害軽減ブレーキ」や「ペダル踏み間違い急発進抑制装置」等の先進安全技術を搭載したセーフティー・サポートカーも普及しつつあります。

そこで今回は、ますます高齢化が進む社会における交通安全の向上を目的として医学・工学の知見を共有し、よりよい社会の実現に向けて皆様と議論したいと思います。

シンポジウム A では、超高齢社会における交通安全の課題と取組みについて討議いたします。老化が運転に与える影響や運転寿命を延伸する取り組み、高速道路で発生している交通事故の状況や交通安全向上に対する取組みについてご講演いただきます。

シンポジウム B では、自動車の新技術への期待と取組みについて討議いたします。軽度認知症が自動車運転に与える影響、および自動車に関する新技術として、高齢者・ハンディキャップドライバー向けアシストアプリケーション、バーチャル人体モデルによる衝突時の高齢者の損傷予測についてご講演いただきます。

特別講演では、「高齢者における脳と安全運転」に関し、高知県立大学 朴教授にご講演をいただきます。

また、交通事故抑止に努力されている愛知県警察本部 交通部 交通総務課 武田謙次様から「愛知県における高齢者の交通事故の実態と抑止対策の現状について」の特別報告をいただきます。

本学術総会に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 34 回学術総会

会長 近藤 浩

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 近 藤 浩

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 梅 原 徳 次

シンポジウムA (10:20～12:05)

超高齢社会における交通安全の課題と取り組み

司会：本会理事 吉 井 健

(株式会社豊田自動織機 自動車事業部 性能開発部 部長)

1. 認知機能（視覚・判断力）の衰えが運転に与える影響

井 上 愛 子

(国立大学法人 東海国立大学機構 名古屋大学 未来社会創造機構 特任講師)

2. 高齢ドライバーの運転技能向上に向けた取り組みについて

松 田 総一郎

(国立研究開発法人 国立長寿医療研究センター 研究所 老年学・社会科学研究センター 予防老年学研究部 特任研究員)

3. 安全・安心な高速道路空間の確保に向けて
～高速道路における逆走の発生状況とその対策～

谷 野 知 伸

(中日本高速道路株式会社 保全企画本部 交通課 課長)

パネルディスカッションA

休憩 (12:30～13:30)

第34回定期総会 (13:30～14:00)

特 別 報 告 (14:00～14:30)

愛知県における高齢者の交通死亡事故実態と抑止対策

武 田 謙 次

(愛知県警察本部交通部交通総務課 課長補佐)

特別講演 (14:30~15:20)

司会：近藤 浩
(株式会社デンソー 上席執行幹部)

高齢者における脳と安全運転
～交通脳 DB から見えてきた安全情報学～

朴 啓 彰
(高知検診クリニック 脳ドックセンター センター長 ATR (国際電気通信基礎技術研究所) 研究員)

~~~~~ コーヒーブレイク (15:20 ~ 15:35) ~~~~~

シンポジウムB (15:35~17:20)

自動車の新技術への期待と取組み

司会：本会前理事 水野 善之  
(株式会社東海理化 技術開発センター テクニカルエキスパート)

1. 認知症新時代における軽度認知障害 (MCI)  
～自動車運転に与える影響～

岩田 邦 幸  
(名古屋大学医学部附属病院 精神科・親と子どもの心療科 助教)

2. 高齢者および身体的制約を有するドライバーのための個人適合型運転支援システム

長坂 大 輔  
(株式会社J-QuAD DYNAMICS 統合アプリ開発室 主任)

3. バーチャル人体モデルを用いた高齢運転者の受傷メカニズム解明

岩本 正 実  
(株式会社豊田中央研究所 ヒューマンサイエンス研究領域 リーディングリサーチャー)

パネルディスカッションB

閉 会 (17:45 ~ 17:50)

## 認知機能（視覚・判断力）の衰えが運転に与える影響

国立大学法人 東海国立大学機構 名古屋大学 未来社会創造機構 特任講師 井上 愛子

近年の高齢化社会の進展に伴い、高齢運転者の交通安全が重要な社会課題となっている。日本では高齢運転者の割合が増加し、交通事故における高齢者の関与も注目されている（警察庁, 2023）。加齢による身体的・認知的機能の低下が運転能力に及ぼす影響は深刻であり、これが事故リスクを高める要因として指摘されている（Rapoport et al., 2016）。このため、科学的根拠に基づいた評価と対策が求められている。

高齢者の運転能力低下を考える上で、「フレイル（Frailty）」という概念が注目されている。フレイルとは、加齢に伴う身体的・認知的脆弱性を指し、健康な状態と要介護状態の中間に位置する（Fried LP et al., 2001）。フレイルの進行は、筋力低下や反応時間の遅延、注意力・判断力の低下を伴い、運転能力に大きな影響を及ぼすと考えられる。

その中でも特に、視覚機能の低下は、フレイルによる運転能力の低下に密接に関わっている（Dinarvand et al., 2024）。視野狭窄は交差点での歩行者や自転車の見落としを増加させ、コントラスト感度の低下は夜間の視認性を損ない、歩行者発見の遅れにつながる（Papageorgiou et al., 2022）。また、白内障などの加齢性眼疾患は光の散乱を増加させ、対向車のヘッドライトによる眩惑を強めることで夜間運転を困難にする（Mönestam & Wachtmeister, 1997）。身体的フレイルによる筋力低下は、アクセルやブレーキの踏み替えの遅れを引き起こし、動作の緩慢化が重大な判断ミスを招く要因となる。

認知的フレイルの進行もまた、運転時の危険

認識能力を低下させる。注意分配能力の低下により、標識や信号の見落としが増加し、交差点でのリスク察知が遅れることが報告されている（West et al., 2010）。さらに、マルチタスク処理能力の低下が複雑な交通環境での適切な判断を妨げ、赤信号の見落としや一時停止違反を引き起こす（Chaparro et al., 2005）。警察庁（2023）の統計では、高齢運転者の事故原因において「判断ミス」の割合が増加しており、認知機能の低下との関連が示唆されている。

こうした背景を踏まえ、高齢運転者の安全を確保するための具体的な対策が必要である。先進運転支援システム（ADAS）は、高齢者の運転能力を補完する効果的な技術として注目されている。衝突被害軽減ブレーキ（AEB）はブレーキ操作の遅れを補い、夜間歩行者検知機能は視認性低下を補完する（Cicchino, 2017）。

また、運転適性評価を充実させることで、高齢運転者の個別の運転能力を正確に評価し、適切な介入が可能となる。シミュレーターを活用した認知機能テストやフレイル評価の組み合わせが有効な診断手法として期待されている（Lee et al., 2003）。さらに、公共交通機関の利便性向上やライドシェアの普及は、免許返納後の生活の質を維持するだけでなく、社会的孤立を防止する効果もある（Sloan et al., 2005）。

本講演を通じて、フレイルという視点から認知機能の衰えが運転に与える影響について整理し、高齢者がより安全に移動できる社会について皆さまと一緒に考える機会とできれば幸いである。

## 高齢ドライバーの運転技能向上に向けた取り組みについて

国立研究開発法人 国立長寿医療研究センター 研究所 老年学・社会科学研究センター 予防老年学研究部 特任研究員 松田 総一郎

高齢化に伴い、高齢ドライバーの数は近年著しく増加している。令和5年度時点で75歳以上の高齢者のうち約730万人が運転免許を保有していると報告されている。75歳以上の高齢ドライバーによる死亡事故の主な原因は、操作不適が最も多く、次いで漫然運転等の前方不注意、安全不確認が挙げられる。これらの事故要因として、加齢による視覚、運動、認知機能の低下が運転技能の低下を招き、事故のリスクを高める可能性が考えられる。

一方で、高齢ドライバーの運転中止が日常生活に悪影響を及ぼすことも報告されている。運転中止は移動範囲の狭小化や外出機会の減少を招き、心身機能の低下リスクを高める可能性がある。我々の調査では、運転を中止した高齢者は運転を継続している高齢者と比較して、要介護状態に至るリスクが約8倍に増加している。また、1294名の高齢者を平均4.4年間追跡した研究では、生活範囲の狭小化がMCIのリスクを1.2倍に増加させることが示された。このことから、高齢ドライバーの運転中止は健康状態の悪化を促進する可能性がある。

近年、高齢ドライバーの運転技能向上を目的とした介入に関する研究が増加している。そこで我々は、高齢者を対象とした介入が事故リスクの低減や運転技能の向上に寄与するかを検証するため、システマティックレビューとメタアナリシスを実施した。12件の論文を対象に解析した結果、介入により一定期間内に生じる事故率が抑制されることが示唆された。また、11件の研究に基づくメタ解析では、実車トレーニングを含む介入が運転技能を有意に向上させる

ことが明らかとなった。一方、実車トレーニングを含まない介入のみを解析した場合、有意な効果は認められなかった。

我々の研究グループでは、認知機能の低下した高齢ドライバー159名を対象として、ランダム化比較試験を実施した。対象者を介入群と対照群にランダムに割り付け、介入群は教習所での実車トレーニング(10セッション)、ドライビングシミュレーターによる危機予測、動体視力や周辺視野のトレーニング(10セッション)を3か月間実施した。対照群には月1回の自動車講習を実施した。その結果、介入群における運転技能検査の平均点は事前評価-130.2点(満点が100点で70点以上が合格ライン)から事後評価42.0点と介入前後で運転技能に大幅な改善がみられた。一方で、対照群の事前評価の平均点は-133.5点、事後評価は-135.7点と改善はみられなかった。また、介入後から1年経過した時点で再度運転技能の検査を実施したところ、介入群の運転技能は長期的に保持できることが明らかとなった。上記の結果から、高齢ドライバーに対する有意なトレーニング効果が認められた。ただし、高齢者の運転技能の向上が事故防止につながるかどうかは未だ不明であり、今後の検証が必要となる。

高齢ドライバーの事故防止策として免許返納が一般的であるが、高齢ドライバーが日常生活で安全運転を継続できるような支援策を全国的に普及させる必要がある。今後は、高齢ドライバーへの支援を普及させるための現状の課題と改善策を明らかにし、さらなる研究と取り組みを進めていく必要がある。

## 安全・安心な高速道路空間の確保に向けて ～高速道路における逆走の発生状況とその対策～

中日本高速道路株式会社 保全企画本部 交通課 課長 谷野 知伸

### 1. はじめに

お客さまが安全にかつ安心して高速道路をご利用いただけるようにすることは、当社をはじめとする道路管理者としての責務であり、さまざまな角度からの取り組みが必要である。このうち、交通安全に関しては、国の交通安全基本計画などに沿って、当社が定める中期経営計画の中で、事故多発箇所への集中的な対策による事故率の削減などを目標に掲げて推進している一方、高速道路ネットワークの拡大に伴い、一般道路との接続機会や高齢ドライバーの利用の増加などに起因して、逆走事案や逆走事故が近年一定の割合で発生し続けており、その対応に苦慮しているところである。

本稿では高速道路における逆走の発生状況とともに具体的な対策の内容について紹介する。

### 2. 高速道路上における逆走事案および事故の発生状況

2011年から2023年の間、全国の高速道路上で、コロナ禍の時期（2020～2021年）などを除くと、平均して約200件/年の逆走事案の発生が確認されている。このうち、約2割の40件/年程度が事故に至っており、死傷事故の発生確率は、高速道路全体と比較して4倍以上のぼっている。

なお、当社管内の高速道路においては、2015年以降、毎年バラつきがあるものの、直近の3年間では30～40件/年の逆走事案が発生しており、このうち平均すると約7件/年が事故につながっている。

### 3. これまでの逆走対策の取り組み

このような状況を鑑み、各道路管理者は、2014年から逆走の発生しやすい箇所で統一的に物理的または視覚的な対策を講じていたが、逆走による重大事故の頻発を受け、国土交通省主導のもと、2015年12月に「高速道路での逆走対策に関する有識者委員会」が設立され、道路管理者だけでなく、自動車やカーナビなどのメーカーも含めた官民連携の枠組みも活用しながら、包括的かつ計画的に対策が進められるようになった。

2017年からは逆走対策をより一層推進するための技術公募を行い、選定技術の実証をふまえた現地展開を進めており、2023年までに物理的・視覚的対策の9割以上を終えたところである。また、2019年9月には国交省による「高速道路における安全・安心基本計画」が定められ、「2029年までに逆走による重大事故ゼロ」を目標に、各高速道路会社があるための実施計画を作成するなどして対策を強化している。

### 4. 今後の逆走対策の展望

当社を含む高速道路3会社では、2024年12月に逆走対策に関する新たな技術公募を行い、高速道路上の監視カメラ映像から即座に逆走車両を検知し、逆走車両自身および付近を走行する順走車両に注意喚起を行う技術や、逆走車両がその位置情報などから、自身が逆走であることを認識しそのドライバーに速やかに気づかせる技術について、その実証および展開を図っていく予定である。

また当社では逆走に起因する重大事故が発生した場合、その原因を調査・分析したうえで、当該事故発生箇所だけでなく、条件が類似している他の箇所においても、機先的かつ網羅的に物理的・視覚的対策を行うなどの対応を進めているなど、今後も逆走事故を起こさないための多角的な取り組みの継続が求められていると認識している。

### 5. 最後に

逆走事故の原因はさまざまであるが、ドライバーの身体的・精神的な側面も散見される。当社としては技術的のみならず、医学的な観点からの知見なども得て、さらなる対策の検討・実施を進めていくべきと考えており、今後も逆走事故ゼロに向けて努力していきたい。

### 参考文献

高速道路での逆走対策に関する有識者委員会（国土交通省ウェブサイト）

[https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/reverse\\_run/index.html](https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/reverse_run/index.html)

## 愛知県における高齢者の交通死亡事故実態と抑止対策

愛知県警察本部交通部交通総務課 課長補佐 武田 謙次

### 1. 高齢者の交通死亡事故実態

愛知県内における過去5年（令和2年～令和6年）の交通事故死者数694人のうち、高齢者（65歳以上）は365人と約52.6%を占めている。当事者別では歩行者の276人が最も多く、うち高齢者は194人と約70.3%を占めている。

高齢歩行者の死亡事故194人のうち最も多いのが横断中で、142人と約73.2%を占めている。

高齢歩行者の死亡事故の多発時間帯は、午後5時台から午後7時台で61人と約31.4%を占めている。

こうしたことから、交通事故死者数を減少させるためには、高齢歩行者対策が必須と言える。

### 2. 道路横断に関する意識調査

高齢者の交通事故実態を踏まえ、令和6年6月3日から同年7月19日までの間、道路横断に関する県内初の大規模な調査を実施した。県内42警察署の管内において、横断歩道から概ね50メートル以内の横断歩道以外の場所を横断又は横断しようとする65歳以上の歩行者及び自転車利用者620名を対象に意識調査を行ったものである。その結果、道路横断に関する危険を認識しているのは図1のとおり約21.5%にとどまり、大半の高齢者は道路を横断することに危険を感じていなかった。また、横断歩道を利用しない理由は、図2のとおり「横断歩道まで遠いから」が約46.0%で最も多く、次いで「いつもこの場所を横断しているから」が約32.6%を占めた。

### 3. 高齢歩行者の横断事故原因

高齢歩行者の横断事故原因として身体的特性と長年の習慣が考えられ、愛知県警交通死亡事故抑止対策アドバイザーである医師からは、次の意見を得ている。

- 加齢により視野が狭くなるため、若い時に比べ、見えている範囲が狭くなる。さらに緑内障や白内障で視力が低下すると、より周囲が見えづらくなる。
- 身体能力の低下により歩く速さが遅くなったり、周辺情報を素早く認知・判断して行動する一連の動作が遅くなっている。

- 身体能力や認知機能が低下しても長年の経験をもとに「自分は大丈夫である」と思っている方がいる。

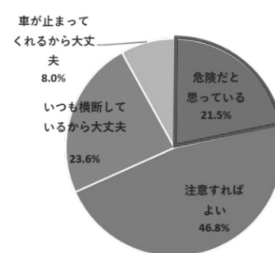


図1 危険性の認識

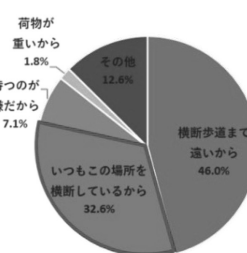


図2 横断歩道を利用しない理由

### 4. 抑止対策

今回の意識調査の結果については、高齢者及びドライバーが注意すべきポイントを付して報道機関を通じて公表した。また、2年前に横断歩道以外の場所を横断中に事故に遭った81歳男性の協力を得て、現場における事故状況の説明とともに、「いつも渡っているから大丈夫と思った。横断歩道を利用した方がよい。」とコメントも報道機関を通じて発信し、正しい横断方法の実践を県民に広く呼び掛けた。

薄暮時間帯は周囲の視界が徐々に悪くなり、車や歩行者などの発見が相互に遅れる傾向にあることから、歩行者には明るい服装とLEDバンド、反射材の着用（腕等の大きく動く体の部位への着用を推奨）を、ドライバーには早めの前照灯の点灯とハイビームの効果的な活用を呼び掛けている。

このほか、横断歩道における歩行者優先を徹底するため、横断歩行者等妨害等違反に対する取締りも積極的に推進している。

### 5. 最後に

交通事故を無くすためには、道路を利用するすべての人が交通ルールを遵守するとともに、自分本位の行動をとらず、相手を思いやる行動が大切である。

## 高齢者における脳と安全運転 ～交通脳 DB から見えてきた安全情報学～

高知検診クリニック 脳ドックセンター センター長 ATR (国際電気通信基礎技術研究所) 研究員 朴 啓彰

### 【研究の基本戦略】

我々の研究戦略は、「運転は脳が司る。だから脳を調べる」という考えに基づいている。脳ドックを通じて健常な中高年者のMRI画像を丹念に観察すると、高齢者ほどMRI所見に個人差が大きいことに気づく。この脳の個人差が、高齢者の事故や逆走などの危険運転行動につながる可能性があると考え、脳変化による交通事故起因説を提唱した。

脳ドックは日本独自の脳健康診断システムであり、全国規模で健常者の脳データが継続的に確実に蓄積される。その特性に着目し、2010年から延べ4万人を超える脳MRIデータを収集し、交通関連データと照合した交通脳データベース(DB)を構築し続けている。

我々は、高齢者講習において認知症のおそれがあると公安委員会から判定された軽度認知機能障害(MCI: mild cognitive impairment)の高齢者に対し、認知リハビリテーションを提供する自動車運転外来を2017年に開設し、社会的認知を得ている。この自動車運転外来を通じて収集された100件以上のMCI高齢ドライバーから、多様な認知レベルを含む交通脳DBの質的更新も続けている。

### 【白質病変と交通事故の関係】

我々は早くから、交通脳DBにおいて高頻度に認められる白質病変に注目してきた。白質病変による脳神経ネットワークの破綻が、脳変化による交通事故起因説を支持する脳内機序の一つであると考えている。白質病変は加齢とともに増加し、脳の老化現象の一つと見なされる。一方で、広範囲の白質病変は血管性認知症と併存することが多いが、軽度から中等度の白質病変はほとんど無症候性である。しかも白質病変は軽度なものを含めると、一般の健常な中高年者の半数以上に認められる。因って、多くの白質病変ドライバーは特に自覚症状がなく運転を続けている。

### 【白質病変の定量化と事故リスク】

白質病変のグレードは交差点事故と有意に相関し、高齢者では低グレードでも相関が認められる

ことを報告した(PLOS ONE 2013)。さらに、脳ドックに白質病変の自動定量化プログラムを導入し、リピーターのデータを解析した結果、白質病変の容積増加量と事故回数に正の関係があることを明らかにした(ITSシンポジウム2021)。これにより、白質病変が交通事故の脳内因子の一つであることを示した。また、高速道路の逆進入に関しても、白質病変が有意に相関することを明らかにした(J Neurol Dis 2023)。

### 【実車運転実験と今後の展望】

以上の研究成果は、主にアンケート調査を通じた分析に基づくものであった。そこで、自動車教習所の協力のもと、70歳以上の健常高齢ドライバーを対象に実車運転実験を実施し、助手席に同乗した指導教官の安全運転評価スコアと、白質病変に加えて新たな脳変化指標としての脳萎縮との関係を調査した。

白質病変と脳萎縮は、脳加齢におけるMRI検査の2大画像所見と見なされている。実車運転による安全運転評価スコアと、脳萎縮度と白質病変体積(前頭葉・頭頂葉などの脳葉別の体積)との関係を、動体視覚認知(DVC)検査成績を介したバス解析によって分析した。その結果、意外にも遂行機能に関与する前頭葉の白質病変は運転評価スコアには関与しないが、視覚認知に関与する後頭葉の白質病変はDVC成績の低下を介して、また、空間認知に関与する頭頂葉の白質病変はDVCを介さずに、右折時の運転評価スコア低下に関与した。一方、脳萎縮もDVC成績の低下を介して、白質病変と同様に右折時の運転評価スコア低下に関与した(Scientific Reports 2022)。これらは、全て被験者の年齢には関与していなかった。因って、加齢脳の2大所見である白質病変と脳萎縮が、実車運転時の安全運転パフォーマンス低下に関与することを明らかにした。さらに、最新の機械学習を用いて、30～70歳代の一般健常ドライバーを対象に加齢脳のMRI特徴量から、交通事故の予測可能性を検討した。年代別の予測性能から興味ある知見を得たので、その詳細も発表する。

## 認知症新時代における軽度認知障害 (MCI) ～自動車運転に与える影響～

名古屋大学医学部附属病院 精神科・親と子どもの心療科 助教 岩田 邦幸

### 1. はじめに

軽度認知障害 Mild Cognitive Impairment (MCI) は、記憶など認知機能の軽度低下があるものの、日常生活は自立できている状態を指す。MCIは認知症の前段階ともみなされ、年間5～15%が認知症へ移行する。MCIの病態にはアルツハイマー病の他、レビー小体病や前頭側頭葉変性症、血管性病態などが混在しており、中には認知症に移行せず正常化する例もある。国内のMCI患者は2022年時点で559万人であり、2050年には631万人になると推計されている(厚生労働省)。道路交通法では認知症患者の運転は認められていないが、MCIと診断された場合の規定はない。そのため、MCI患者の中には運転継続者が少なからず存在するため、影響と対応を検討する必要がある。

### 2. 認知症新時代における軽度認知障害 (MCI)

従来はMCIに対して保険適応のある薬剤がなかったが、2023年末に抗アミロイドβ療法が登場し、認知症診療は新時代を迎えた。抗アミロイドβ療法はアルツハイマー病の病態の中核であるアミロイドβを標的とする抗体製剤を点滴投与するものであり、1. MCIまたは軽度認知症に該当する認知機能低下があること、2. アミロイドβが存在すること、の2点の確認が前提条件である。実際には、Mini-Mental State Examination (MMSE) と臨床的認知症尺度 Clinical Dementia Rating (CDR) を用いて認知機能や生活機能を評価し、アミロイドPET検査や脳脊髄液検査を用いてアミロイドβを確認する。認知症新時代においては、これまで以上にMCIが積極的に診断されるようになり、MCIの中から認知症に進行する可能性が高いアルツハイマー病の患者の特定が可能となった。

### 3. MCIが自動車運転に与える影響

MCIでは、記憶、注意、遂行機能、視空間認知などの認知機能が低下する。特に記憶障害は代表的な症状で、新しい情報の学習や記憶保持が難しくなるため、運転の目的を忘れてたり、道に迷うことが生じる。地誌的な障害が加われ

ば、使い慣れた道であっても迷うこともある。また、注意力の低下により、複数のタスクに対応する能力が損なわれ、見落としや、判断の遅れ等を引き起こす可能性がある。遂行機能障害においては、渋滞や緊急時の対処が困難となる。ナビゲーションシステムの操作が難しくなることもある。視空間認知の低下により車両の位置関係の把握が不正確になり、車線維持や障害物回避に支障をきたす場合がある。

また、アルツハイマー病以外にもレビー小体病を要因とするMCIではパーキンソン症状や眼球運動障害などの身体的な問題が運転に支障をきたすこともある。

さらに、MCIでも行動心理症状を伴う。易怒性は交通トラブルや不適切な判断を引き起こす要因となりえる。不安や抑うつなどは過度な緊張や注意散漫な運転行動に結びつく。前頭側頭葉変性症によるMCIでは脱抑制などの症状が危険な運転を引き起こす。

これらの全ての症状が全例で現れるわけではなく、問題なく運転を続けているケースも存在する。健常群とMCI群の間で交通事故や違反の累積数に有意差は認められなかったとする報告もある。しかし、自己申告では運転上の問題が一定数報告されており、個別の対応が求められる。

### 4. さいごに

MCI患者の安全な運転継続は社会的要請である。まずはMCIという概念が広く社会的に認知され、より早期の段階で発見されることが第一歩であろう。本人あるいは家族などが訴える自動車運転上の不安が、MCIの早期発見の契機となる場合もある。MCIの積極的な診断は早期治療だけでなく運転への注意を促すことにもなる。しかしMCIの診断だけでは運転技能評価は困難であり、家族などによる継続的な観察と支援が不可欠である。認知症新時代においてMCIにも対応した安全装置の開発によって運転上の問題が緩和できれば、患者の生活の質向上と交通安全確保につながる事が期待できる。

## 高齢者および身体的制約を有するドライバーのための 個人適合型運転支援システム

株式会社 J-QuAD DYNAMICS 統合アプリ開発室 主任 長坂 大輔

### 1. はじめに

日本では少子高齢化が急速に進展し、2030年には65歳以上の高齢者が人口の約30%を占めると予測されている。これにより、身体機能や認知機能の低下によって運転に困難を感じるドライバーが増加しており、その中には高齢者だけでなく、事故や病気による身体的制約を有するドライバーも含まれる。

一方、特に地方部では自動車为主要な移動手段であり、身体的制約を有するドライバーが継続的に自動車を利用できることが、高齢者および身体的制約を有するドライバーの生活の質(QOL)向上に直結する。しかし、現在の市販車の操舵系は一般的な身体機能を持つドライバーを想定しており、身体的制約を有する場合、旋回時などに十分な操舵ができず、操舵負荷の増加や事故リスクの上昇につながる。そのため、身体特性に応じた柔軟な支援システムの実用化が求められているが、現状では進んでいない。

本研究では、身体的制約を有するドライバーの中でも、特に上肢に運動制約を持つドライバーを対象とし、操舵不足を車両側が補う操舵支援システムを提案する。さらに、提案システムが操舵負荷を軽減し、快適かつ安全な運転を支援できるかを、ドライビングシミュレータ実験で定量・定性的に評価した。

### 2. 操舵支援システムの概要

本研究の対象は、上肢に運動制約を持つドライバーである。このような場合、十分な舵角が確保できず、交差点やカーブでの走行安定性が

損なわれる恐れがある。この課題に対し、ドライバーの実際の操作範囲内で必要な旋回挙動を達成するために、モデルフォロイング制御とシェアードコントロールを組み合わせた操舵支援システムを開発した。不足分は車両側でリアルタイムに補完することで、円滑な走行を支援する。また、主体的操作感を損なわぬよう、支援の介入度を調整可能なミキシングインプット型のシェアードコントロールを採用した。

### 3. 評価実験と考察

提案システムの有効性検証のため、ドライビングシミュレータ実験を行った。複数の被験者に低速カーブ走行を実施してもらい、操舵負荷と走行安定性を評価した。その結果、適切な介入度で支援を行えば、操舵負荷が軽減され、ステアリング修正量が減少し、レーントレース性も向上することが確認された。一方で、介入度が高すぎると操舵感の喪失や違和感を訴える例もあり、介入度は慎重に調整する必要があると示唆された。

### 4. まとめと今後の展望

本研究では、上肢に運動制約を持つドライバーに向け、モデルフォロイング制御とシェアードコントロールを用いた操舵支援システムを提案し、その効果を示した。今後は、上肢だけでなく様々な身体的特性や年齢特性を持つドライバーにも対応可能なシステムに発展させ、すべての人が安心して運転できるモビリティ社会の実現を目指す。

## バーチャル人体モデルを用いた高齢運転者の受傷メカニズム解明

株式会社豊田中央研究所 ヒューマンサイエンス研究領域 リーディングリサーチャー 岩本 正実

### 1. はじめに

我が国の65歳以上の高齢者人口は今後も増加傾向が続き、それに伴い高齢者の免許保有者も増加傾向にある。2019年の内閣府のデータによれば、75歳以上の高齢運転者による死亡事故の人的要因は、操作不適による事故が28%と最も多く、このうちハンドル操作不適が13.7%となっている。死亡重傷者の受傷部位に着目すると、胸部が最も多く、次いで下肢が多い。シートベルト着用の場合の死亡重傷率について、普通乗用車、軽自動車および軽貨物車を合計した場合、2004年から2006年において75～79歳の高齢者は29歳以下の約9倍となっている<sup>1)</sup>。このように超高齢化社会を迎える我が国において、高齢運転者は増加傾向にあり、運転操作不適などの要因による交通事故件数の増加と、骨や筋の脆弱性を要因とした死亡重傷者の増加が懸念されている。高齢運転者の事故件数や死亡重傷率を低減するためには、その受傷メカニズムを解明する必要がある。そのツールとして、計算機上で車両衝突時の乗員傷害を予測することが可能なバーチャル人体モデルの活用が期待されている。

### 2. バーチャル人体モデルの開発

計算機上で車両衝突時の乗員傷害を予測するため、(株)豊田中央研究所はトヨタ自動車(株)と共同でバーチャル人体モデルTHUMS (Total HUMAN Model for Safety: サムス)を開発してきた<sup>2)</sup>。THUMSは人体の骨格、関節・靭帯、筋・腱、皮膚、内臓臓器、脳などの解剖学的構造とそれらの材料特性を模擬したモデルであり、衝突事故を想定したヒトの献体やボランティアを用いた30種類以上の実験データを用いて身体挙動や傷害程度について検証されている。

高齢運転者の骨や筋の脆弱性を考慮した傷害予測のために、THUMS Version 3をもとに開発した筋の3次元形状と収縮時の筋硬さ変化を再現する筋ソリッドTHUMSを活用した<sup>3)</sup>。骨は加齢に伴いで破断しやすくなる。筋は加齢に伴い生理学的断面積が小さくなり、その結果筋力が弱くなる。文献から得られたヒトの実験データに基づき、20歳代と60歳代の肋骨の皮

質骨と肋軟骨および下肢の大腿骨・脛骨・腓骨の皮質骨の材料特性および、公開されているヒトのMRI画像データに基づき、成人男性と高齢女性の筋の生理学的断面積に関する情報を取得した<sup>3)</sup>。これらの2種類の年齢における情報を、それぞれ筋ソリッドTHUMSの標準体型男性モデルと高齢女性モデルに与えることにより、若年成人男性モデルと高齢女性モデルを作成した。

前面衝突事故において運転者の回避行動のうち約70%がブレーキを強く踏み込み両腕をハンドルに押し付ける身構え動作を行っている<sup>4)</sup>と推定されている。独自に実施したボランティア実験データを用いて筋活動を推定し、この身構え動作をモデルにより再現した<sup>4)</sup>。

### 3. 前突事故を想定した損傷予測

衝突前に0.7G程度のブレーキ減速を作用させた後に50km/h相当の加速度を与える計算を、若年男性および高齢女性モデルを用いて行った。この際、筋活動がない脱力状態と、上述した身構え動作の2種類の状態を模擬した。その結果、若年成人男性モデルについて比較すると、脱力状態では肋骨骨折が多く、四肢の骨折が少なかったが、身構え状態ではその逆に肋骨骨折が少なく、四肢の骨折が多くなった<sup>4)</sup>。一方、高齢女性モデルの場合、身構え状態においても若年成人男性モデルに比べ肋骨骨折は多くなる傾向が得られた。加齢に伴う筋力の低下により、十分な身構え動作ができなくなったことと、加齢に伴い肋骨の強度が低下したことが、肋骨骨折が多くなった要因であると推察される。

### 参考文献

- 1) 財団法人交通事故総合分析センター、イタルダ・インフォメーションNo.71, 2007.
- 2) トヨタ自動車株式会社 Web サイト, “バーチャル人体モデル THUMS”
- 3) 中平祐子, 岩本正実, JSME バイオエンジニアリング講演会, 2F08, 2013.
- 4) 中平祐子, 岩本正実, 自動車技術会論文集, 42 (6), 1321-1326, 2011.

# 22世紀を

移動の真ん中に

**AISIN**

# 動かそう

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



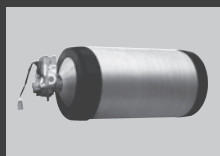
ハンドル(エアバッグ内蔵)



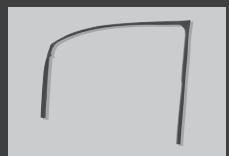
フロントグリル



高圧水素タンク



ドアガラスラン



 **TOYODA GOSEI**

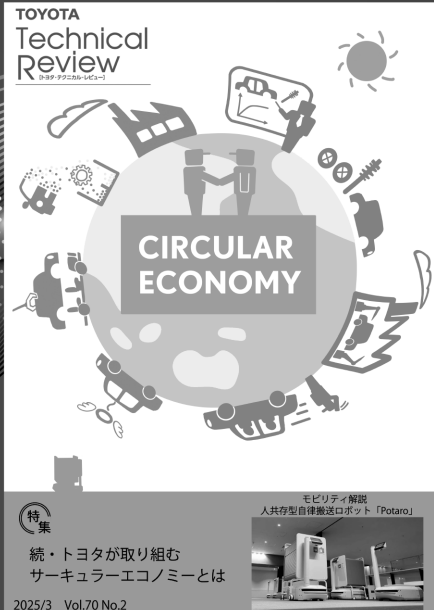
# TOYOTA Technical Review

【トヨタ・テクニカル・レビュー】

トヨタは、ステークホルダーへの技術紹介を通じた仲間づくりを目的にトヨタ・テクニカル・レビューを発行しています。

最新号 Vol.70-2

- 特集  
続・トヨタが取り組むサーキュラーエコノミーとは
- モビリティ解説  
病院内で活躍する搬送ロボット “Potaro”



最新号・バックナンバーの  
閲覧はこちらから



English versions  
are here



トヨタ・テクニカル・レビュー  
へのご意見はこちら

**TOYOTA**

**紡ぎ続ける私たちの想い  
豊かな未来を織りなす**

モノづくりを通して社会の役に立つ  
繊維機械を原点に、自動車、産業車両・物流ソリューションを両輪に  
創業の想いを紡ぎ続け、もうすぐ100年  
豊かで持続可能な未来をめざし、私たちは挑戦を続けます

**豊田自動織機**  
TOYOTA  
<https://www.toyota-shokki.co.jp>



パパも、ママも、娘も、  
YAZAKIです。

夫の所属は、天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

## 「交通事故医療に関する研究助成について」

日本損害保険協会では交通事故医療に関する研究助成を行っています。

### <助成の目的>

個々の医師等またはグループの臨床研究を助成することで、交通事故医療の進歩発展を促進し、被害者の早期社会復帰に寄与することを目的としています。

### <公募による選考>

毎年1回（5/1～6/15）公募し、学識経験者で構成される選考委員会による厳正な選考のうえで助成対象者を決定しています。

募集テーマは、予め決められたもの（以下参照、1件当たり300～500万円助成）と、自由なもの（1件当たり100万円助成）の2種類あります。

#### ●研究テーマ例（2025年度）

- ・難治性慢性疼痛（CRPSを含む）の病態解明と新たな治療法の開発
- ・骨盤外傷に対する新規治療法に対する研究
- ・交通事故後のリハビリテーションに有用なロボット技術の開発

より詳しい情報は当協会HPをご覧ください！（<https://www.sonpo.or.jp/exam/kenkyujyosei/index.html>）

一般社団法人 **日本損害保険協会** **SONPO**  
The General Insurance Association of Japan

協会HPの二次元バーコード⇒





LEDバンド

光って・めだって

身を守る。

LED bands can enhance  
your visibility at night.



反射材

動く場所に

着けて欲しい。

Wear reflective materials to protect yourself  
from traffic accidents.



交通事故防止に有効です!

愛知県警察 日本損害保険協会中部支部



## 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

---

2025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 —