

所外発表論文等概要

〈令和3年4月～令和4年3月〉

講演等（和文）

自動運転の現状と課題

自動車安全研究部 河合英直

帝京大学自動車技術センター

（令和3年4月1日）

今後5ケ年にわたる、交通安全に関する国の大綱をまとめた「第10次交通安全基本計画案」において、車両の自動走行技術の開発・促進が重要項目の1つとして挙げられている。講演では、安全に対する基本的な考え方を述べたのち、現状の自動運転基準に関する国際的な議論状況について紹介すると共に、先日国交省より公表された「自動運転車の安全技術ガイドライン」の狙いや国内外の自動車技術基準の動向などを交えながら、自動走行及びその周辺技術と安全の関わりについて解説。自動運転技術の普及に向けた課題と将来展望について述べる。

講演等（和文）

システムに任せる事項・人間が行う事項～システムの役割を決めるには～（第二段階）

Missions which done by the system or human, for arranging missions of the system. (Phase 2 of RAMS standard)

鉄道認証室 森崇

国際規格と安全性・品質管理セミナー（鉄道認証室主催）

（令和3年4月15日）

鉄道事業者の立場からみると、国際規格は縁遠い存在であるが、本来RAMS規格をはじめとするライフサイクル規格は、業務の継続性、若年層職員の早期育成につながるよう設計されている。このようなメリットおよび重要な概念であるV&V、トレーサビリティについて述べ、RAMS規格の解説を始める前の基本的な概念の説明を行うことを目的とする。

なお、今回のセミナーは規格に対して知悉がないものを対象としていることや、信号保安システムの知識を前提としていないこと、ともすれば規格に対して否定的な見解を持つ鉄道事業者職員を対象としているため、出来るだけ平易で親しみを持てるよう、漫画を多用し、また平易な言葉での解説に努めた。また、WEBでの説明は鉄道認証室の職員の対談という形で一方的な説明とならないよう疑問点の解消に努める予定である。

雑誌等（英文）

Validation of driver support system based on real-world bicycle and motor vehicle flow

実際の自転車と車の交通流に則したドライバー支援システムの検証

芝浦工業大学 廣瀬敏也、高田拓実
首都大学東京 及川昌子
自動車安全研究部 松井靖浩

Accident Analysis&Prevention

（令和3年4月17日）

平成29年の交通事故の発生件数は、472,165件であり、自転車関連交通事故は90,407件発生（19%）している。交通事故発生場所に着目すると、全体の約7割は交差点・交差点付近で発生しており、出会い頭の衝突形態が最も多い。自転車事故を減らすためには交差点での自転車と車の走行特性を分析し、対策を講じる必要がある。本研究では、交差点において自転車と車との危険な接近状況を明らかにし、衝突防止対策の一例として Human machine interface (HMI) による自転車接近表示の有効性を検証することを目的とした。最初に、無信号交差点における自転車及び車の走行状況を分析し、危険な走行特性を調査した。それら危険な特性を基にドライビングシミュレータを用いて実験を行い、HMIの装着効果を検証した。

交差点における自転車及び車の走行状況の分析では、3日間の撮影時間の中で分析対象とした交差点に進入した自転車は10,611台、車が3,505台であった。自転車が先に交差点に進入した後、2秒以内に一時停止義務の無い方向より車両が交差点に進入した場合を危険な条件とし、47件の危険事象を抽出した。それら危険事象における自転車自転車速度は広い範囲で分布していた。

自転車が交差点に進入してくることを予め警告するための対策の一例として、HMIの装着効果を検証した。交差点内に自転車が進入した際、HMIが装着された場合には最大減速度が小さくなることからHMIの装着は有効であることを示した。

講演等（英文）

Japanese proposal and research result regarding RMF lane change

RMF レーンチェンジに関する日本提案と調査結果

自動車安全研究部 児島亨

TF ADAS RMF special session

（令和3年4月26日）

国連 HP (Vehicle Regulation)

本調査は、急病発生等により、ドライバが運転を継続できなくなった場合に作動し、車両を減速停止させる機能である Risk Mitigation Function (RMF) が高速道路上で作動し、車両を低速側の車線（第1車線）へ車線変更させ、減速停止させる動作を実行した場合に、後方から接近する車両のドライバが、当該車両との衝突を回避する間の運転行動を計測する実験を行ったものである。

実験はドライビングシミュレータを用いて行い、日常的に運転する20代～50代の一般ドライバ20名が実験に参加した。

実験では、RMF 車両が車線変更を行い、減速停止するまでの間の方法として、3つの方法を実施した。また、実験条件の設定においては、UN-R79のACSFカテゴリCにおいて、車線変更を実行する際に後方接近車両との最低限必要な相対距離を計算する式及び同式に用いるパラメータを用いた。

実験の結果、3つの方法のうちの2つの方法において、一部の実験条件で衝突する事例が確認されたため、衝突が発生した状況と同じ状況に至らないようにするための技術的な要件を整理し、提案内容とした。

論文（英文）

Japan's concerns on
ECE/TRANS/WP.29/GRE/2020/4/Rev.1

ECE / TRANS / WP.29 / GRE / 2020/4/Rev.1 に関する日本
の懸念

自動車安全研究部 青木義郎、加藤洋子他
日本代表団

UNECE/GRE
スイス（オンライン開催）
（令和3年4月26日－30日）

- (1) The display of road projections caused a delay in the driver's brake reaction time (on average, 0.09 s with C/O and 0.05 s without C/O for a host vehicle, 0.04 s for an oncoming vehicle, and 0.05 s for an overtaking vehicle).
- (2) RPs bothered most drivers in certain conditions if from oncoming vehicles, but not from overtaking vehicles.
- (3) On wet road surfaces, the reflective luminance of RPs seen from the host vehicle significantly decreased, but increased when seen from oncoming vehicles.

論文（和文）

自動運転車の認識性能の正確性評価とその評価手法の妥当
性に関する考察

Investigation on detection accuracy of automated vehicle and
evaluation method

自動車安全研究部 中川正夫、新国哲也
自動車認証審査部 小林摂

自動車技術会論文集
（令和3年5月1日）
Vol.52, No.3, 2021 P633-638

レベル3以上の自動運転車には運行設計領域内において、合理的に予見される防止可能な事故を起こさないことが求められており、自動運転車は道路条件、地理条件、環境条件、指定最高速度などの『自車を中心とした近接領域の情報』を、センサ類を用いて正確に取得する必要がある。そこで本研究ではカメラ、レーダ、LiDARなどセンサの種類や性能、アルゴリズムの異なる様々な自動運転車が安全基準を満たしていることを確認する評価手法の検討を行っている。前報では、最高速度の認識に関して正確性の指標であるF値を用いて評価を行い、システムの差異による認識の特性、F値を用いた評価手法の有用性を示すとともに、認識の弱点が生じる条件と運行設計領域の関係を考察した。

本研究では、前報で用いた評価手法に着目し、システム構成の違いを考察するとともに、実車を用いた評価から最高速度認識の評価において効率よく正確に認識性能評価を行うためのコース設定や十分なサンプル数についても考察を行った。また、周辺車両や白線の認識性能の評価に当該手法の応用を試み、性質の異なる対象への当該手法の適用について検討を行った。

講演等（和文）

自動運転の現状と課題

自動車安全研究部 河合英直

同志社大学 工学部

（令和3年5月12日）

安全に対する基本的な考え方を述べた後、現状の自動運転基準に関する国際的な議論状況について紹介すると共に、先日国交省より公表された「自動運転車の安全技術ガイドライン」の狙いや国内外の自動車技術基準の動向などを交えながら、自動走行及びその周辺技術と安全の関わりについて概説。自動運転技術の普及に向けた課題と将来展望について述べる。評価法研究等交通研の活動も紹介する。

出版物（和文）

ロープ駆動システム・急勾配システムの動向

Trends of Cableway and steep grade transport

索道

Aerial ropeway,

鋼索鉄道

Funicular railway

交通システム研究部 千島美智男

コロナ社「改訂 電気鉄道ハンドブック」

（令和3年5月13日）

11.5.1 ロープ駆動システムの動向

ロープ駆動システムはワイヤロープにより車両を駆動するシステムであり、非粘着駆動方式であるため急勾配に強く、駆動装置を車両に搭載しないため、車両を軽量化することができる。また、鉄道システムのような複雑な信号システムを必要としない等の特徴を有している。

(1) 都市交通としてのロープ駆動交通システム

都市交通システムとしては、ロープ駆動システムの優位性を活かし、鉄道駅と急傾斜地にある住宅地とを結ぶ懸垂型のシステムが運行されている。また、海外では軌道桁の上を車両が走行するロープ駆動システムが実用化されている。

(2) 索道・鋼索鉄道

索道・鋼索鉄道は急傾斜地に適したシステムであり、主に観光地やスキー場に建設されているが、沿線住民の足として利用されている鋼索鉄道もある。海外においては、支柱の間隔を広くできる等の索道の特性を活かし、河川を横断して通勤・通学等の旅客輸送する交通手段として利用されている。

11.5.4 索 道

(1) 索道とは

索道の代表例としてロープウェイやゴンドラリフトがその代表例であり、スキー場等に多く建設されているが、海外ではその特性を活かし、都市内でも運行している。

我が国には、約2,300基の索道が設置されており、世界でも有数の設置基数を誇っている。

(2) 普通索道と特殊索道

索道の種類は、扉のある閉鎖式搬器を使用する普通索道といす式搬器を使用する特殊索道に大別され、運行形態に

より交走式、自動循環式、固定循環式、滑走式に分類される。

(3) 索道の駆動方式

索道の駆動方式は、可変速度運転方式が主流であり、サイリスタレオナード制御方式やインバータ制御方式等がある。

(4) 索道の電源設備

駆動装置の電源としては、3相220Vまたは440Vが多く採用されている。また、搬器内の照明等の電源には、搬器に搭載された鉛蓄電池が使用されている。

(5) 索道における最近の動向

索道においても運転の高速化、搬器の大型化が図られている。運転速度については、複線交走式普通索道で12m/s運転が実現している。搬器の大型化については、2階建てや166人乗りがある。

このほか、搬器内から運転操作を行う索道や制振装置を装着した索道の他、DMC (Double Mono-Cable) 等がある。

11.5.5 鋼索鉄道

(1) 鋼索鉄道の概要

鋼索鉄道は一般にはケーブルカーと呼ばれており、急傾斜地に多く建設され、観光用や沿線住民の交通手段として利用されている。

国内における線路の最急勾配は高尾登山鉄道の608%である。一方、海外では800%を超えるシステムがある。

(2) 線路

線路は、中間地点に行き違い所を設け、車両が行きかうつるべ式のものが多くある。

(3) 巻上設備

巻き上げ装置は、駆動用の主電動機、減速機、ワイヤロープを駆動する原動滑車、対動滑車の他、制動装置及び予備原動装置等で構成されている。主電動機は、誘導電動機が多く用いられており、サイリスタレオナード制御やサイリスタ一次電圧制御が多く使用されている。

(4) 車両

鋼索鉄道は勾配区間を走行するため、通常、車両の床面及び座席は階段状になっている。また、ワイヤロープが切断した場合等にレールに作用する自動ブレーキ装置が設けられている。

出版物（和文）

鉄道のバリアフリー化

Barrier-free for railway

交通システム研究部 大野寛之

コロナ社「改訂 電気鉄道ハンドブック」

(令和3年5月13日)

交通機関へバリアフリーの考え方が最初に導入された施策は、1970年に成立した障害者施策の基本的事項を定める「心身障害者対策基本法」に見られる。1981年の運輸政策審議会答申には交通弱者対策が盛り込まれ、1983年の「公共交通ターミナルにおける身体障害者用施設整備ガイドライン」や1994年の「公共交通ターミナルにおける高齢者・身体障害者等のための施設整備ガイドライン」へと繋がることとなり、「交通バリアフリー法」制定への礎となった。

2000年に施行された「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」（交通バリアフリー法）により、鉄道を含めた公共交通事業者等は旅客施設の新設・大改良、車両の新規導入に際しては、この法律に基づいて定められるバリアフリー基準への適合を義務付けられることとなった。また、既存の旅客施設・車両については努力義務が課せられた。

2006年には交通バリアフリー法と「高齢者、身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築の促進に関する法律」（ハートビル法）が統合された「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」（バリアフリー新法）が施行され、公共交通機関（駅などの旅客施設、鉄道やバスなどの車両）並びに特定の建物、道路、路外駐車場及び都市公園を新しく建設・導入する場合、施設ごとに定められたバリアフリー化基準への適合が義務づけられた。

2020年の東京オリンピック・パラリンピックの開催決定を受け、2018年にはバリアフリー新法の一部が改正された。この改正により公共交通事業者等によるハード・ソフト一体的な取組の推進が図られた。2020年度までのバリアフリー化の目標として、利用者3,000人以上/日である旅客施設の段差解消率は約100%、国が示す先進的な研修（様々な障害特性への対応充実等）を行う東京オリンピック・パラリンピック大会関連交通事業者の割合は100%が示された。さらに、バリアフリー新法の改正に伴い、バリ

アフリー基準および移動等円滑化整備ガイドラインも見直された。

国連関係等（英文）

Study of ISOFIX Booster Seats

ISOFIX 固定ブースターシートに関する調査

自動車安全研究部 田中良知

第 69 回 GRSP 会議

（令和 3 年 5 月 18 日）

GRSP-69-24 国連 HP

(<https://unece.org/info/events/event/352971>)

特定の条件の車両にブースターシートを ISOFIX で固定して子供乗員を拘束した場合に子供乗員が受傷する可能性が高くなるという当研究所の調査結果を報告し、日本が提案した UN Regulation No. 16（シートベルトに関する基準）の改定の必要性を示した。

本内容は女性ダミー乗員を用いた実験結果紹介で、提案では子供乗員の安全性を目的として改定を提案したが、この実験結果から、改定を行うことで子供乗員だけでなく、大人乗員の安全性向上につながることを示して、改訂案の妥当性を訴求した。

講演等（和文）

WP29 の議論の現状

自動車安全研究部 河合英直

東海国立大学機構 名古屋大学 未来社会創造機構

（令和3年5月21日）

名古屋大学 未来社会創造機構が主催するウェビナー「自動運転の社会実装に伴う法律問題を考えるシンポジウム」において、主に自動運転車の安全性に関する国際議論の場において議論されている中から、法的観点からの検討が必要な課題について、安全性に関する研究課題として例示、法律家との議論を行う。安全に対する基本的な考え方を述べた後、現状の自動運転基準に関する国際的な議論における基本的な考え方について紹介、検討する。

論文（英文）

Thermal runaway characteristics of a LiFePO₄-based lithium-ion secondary battery using the laser-irradiation method

レーザー照射によるリチウムイオン電池の熱暴走特性評価

自動車安全研究部 小鹿健一郎

Journal of Energy Storage

（令和3年5月26日）

The establishment of a test method is a prerequisite to ensure the safety of lithium-ion secondary batteries. In context, laser irradiation is a heating technique that causes explosion of the batteries and is deemed as a safety test according to international standards. In this study, we elucidate the characteristics of laser irradiation heating by subjecting a 18650-type battery with LiFePO₄ as the cathode material to laser irradiation to cause thermal runaway. Subsequently, we estimated the thermal runaway process and compared the heating method with those of an accelerating rate calorimeter furnace and a ceramic heater. The experimental results revealed that the thermal runaway was activated at the laser-irradiated small area by immediate heating. Initially, the separator shrink occurs, which was followed by an internal short circuit caused by the subsequent heating, and further heating resulted in thermal runaway. The findings of this study indicate that an extremely high power per unit area is generated by laser irradiation heating, and the battery heat generation rate during thermal runaway is equivalent to that obtained by a ceramic heater

講演等（和文）

実交通下における足元画像の同時取得によるドライバの認知反応時間に関する考察

Investigation on the cognitive reaction time of the drivers with the foot images under the real traffic situations

自動車安全研究部 中川正夫、杉本岳史、山本裕之、
関根道昭、河合英直

自動車技術会 2021 年春季大会学術講演会

（令和 3 年 5 月 26 日）

オンライン開催

「運行設計領域内において、システムが引きおこす人身事故であって、合理的に予見される防止可能な事故が生じないこと」が、レベル 3 以上の自動運転車が満たすべき基本的な安全要件として国連欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム (WP29) で国際的に合意され、本合意のもとに自動運転車の安全性について議論が進められている。本要件は、日本の交通事故に関する刑事裁判において、ドライバが過失を問われる要件と同等だが、自動運転車では従前人間ドライバに課していた安全運転義務を自動運転システムが履行することになり、自動運転システムの安全要件を考える必要がある。現状では、自動運転車の社会受容性を考慮した安全要件はまだ明確に定まっていないが、上記の基本安全要件に関する国際合意では少なくともドライバが過失を問われる行為は自動運転においても禁止されるべきと考えられる。

WP29 では、自動運転車に求める安全性の基準として安全運転をするドライバの能力を判断基準に用いることが検討されているが、UNR157 にもあるように、同一車線内での制動による回避可能性を考えた場合、停止距離のうち制動距離は当該車両の最大制動によるものとして、空走距離に相当する認知反応時間の値に関するデータに少々不明な点が多い。法曹界や警察では認知反応時間として 0.75 秒が用いられているが、最高裁判決において当該値は心理的準備が整っている場合の実験値であって実際の事例にそのまま適用することが失当である旨が述べられている。

そこで本研究では、日常的に運行されている営業車（普通車）300 台以上にドライブレコーダ（以降、ドラレコと称する）を取り付け、正面と足下画像を同期収録した。減速 G などのトリガによって収録されたイベント動画をコマ送

りで解析することにより、実交通下におけるドライバの認知反応時間の計測を行い、認知反応時間に寄与する要因の解析を行った。

講演等（和文）

ADB 機能を活用した路面描画ランプが先行車両の減速の認識に与える影響

The effect of driver assistance projections utilizing ADB function
fu on driver's recognition of preceding vehicle deceleration

自動車安全研究部 青木義郎、加藤洋子、関根道昭

自動車技術会 2021 年春季大会学術講演会

（令和 3 年 5 月 26 日）

オンライン開催

路面描画の表示がブレーキ反応時間などに及ぼす影響を調べるため、ドライビングシミュレータによる動的評価実験等を実施した。その結果を以下にまとめる。

- (1) 自車両からの路面描画の表示により、ブレーキ反応時間は読み上げなしの場合は平均 0.05 秒、読み上げありの場合は平均 0.09 秒の遅延時間が発生した。これらの遅延は HUD や車載モニタの過去の実験結果から比較すると短い。
- (2) 追抜車両からの路面描画の表示により、ブレーキ反応時間は平均 0.05 秒の遅延時間が発生した。路面描画の有無やその条件による遅延時間の差に有意差は見られなかった。
- (3) 対向車両からの路面描画の表示により、ブレーキ反応時間は平均 0.04 秒の遅延時間が発生した。路面描画の有無やその条件による遅延時間の差に有意差は見られなかった。
- (4) “路面上に情報提供させる路面描画ランプにより運転が便利になるか” という問いに対しては“表示内容によっては思う”の回答が 86%と多数を占め、“どのような表示なら便利になるかという問いに対しては、“追突警報防止”、“路面情報（凍結など）”、“速度制限”の回答者が 50%以上となった。

講演等（和文）

無人自動運転車の認知性能 を評価 するための実環境を模
擬する台上試験装置

Dynamometer System for Safety Performance Evaluation of
Automated Driving

自動車安全研究所 中川正夫

株式会社 小野測器

人とクルマのテクノロジー展 2021

（令和 3 年 5 月 26 日）

RC-S ベンチは、リアルタイムモデル演算と計測制御を行う FAMS-R5 と低慣性ダイナモ組み合わせることにより、実車でのトランジェント試験を実現する。

RC-S ベンチと各シミュレータ（環境認識、車両）を接続することにより、無人自動運転車の認知性能を評価するための実環境を模擬するシステムを構築している。

このシステムを用いて、自動運転車の安全性評価の検証が計画されている。

講演等（和文）

無人自動運転車の認知性能を評価するための実環境を模
擬する台上試験装置

Dynamometer System for Safety Performance Evaluation of
Automated Driving

自動車安全研究所 中川正夫
株式会社 小野測器

小野測器テクニカルレビュー／web セミナー

（令和3年5月26日）

RC-S ベンチは、リアルタイムモデル演算と計測制御を行う
FAMS-R5 と低慣性ダイナモ組み合わせることにより、実車
でのトランジェント試験を実現する。

RC-S ベンチと各シミュレータ（環境認識、車両）を接続す
ることにより、無人自動運転車の認知性能を評価するた
めの実環境を模擬するシステムを構築している。

このシステムを用いて、自動運転車の安全性評価の検証が
計画されている。

講演等（和文）

ディストラクション状態の高齢ドライバーにおけるハザード
対応と視覚的注意喚起情報の効果に関する研究

A study on the effect of visual alert on the hazard response in
distracted elderly drivers

電気通信大学 向田佑介(0B)、田中健次
自動車安全研究部 関根道昭、榎本恵、加藤洋子

自動車技術会 2021 年春季大会学術講演会

（令和3年5月27日）

オンライン開催

高齢ドライバーの交通事故の主要因とされる「ハザードの発
見の遅れ」を軽減するため、ハザード付近に注意喚起情報
を提示するドライビングシミュレータ実験を行った。運転
に集中している場合とディストラクション（注意散漫）状
態を比較した結果、高齢ドライバーはディストラクション状
態においてアクセルペダルによる細かな速度調整が若年者
よりも不十分になることを確認した。横断歩道で待機する
歩行者や路側を通行する自転車などの行動予測ハザードを
知らせる注意喚起情報により安全性が高まることが分かっ
た。一方、バスの陰に潜む歩行者などの潜在的ハザードに
おいて、ディストラクション状態の高齢ドライバーでは、注
意喚起情報の効果が認められなかった。今後は、今回効果
が得られなかったハザードに対する注意喚起方法を改良
し、その評価方法について検討したい。

講演等（和文）

RDE 試験時の排ガス測定位置が排ガス特性に与える影響

A Study on Precision Test Method of Real Driving Emissions for Gasoline Passenger Vehicles by Focusing on Pitot Tube and Emission Measuring Position

環境研究部 奥井伸宜

自動車技術会 2021 年春季大会学術講演会

（令和 3 年 5 月 28 日）

オンライン開催

大気環境改善の観点から、実車両を用い、実際の道路状況下で実車両の燃費や排ガスを評価することが望まれている。ガソリン乗用車の排気特性を考慮した場合、マフラー後の排気管出口を延長し、集合させた後の場所で、排ガスを測定する手法には課題があると考えられる。そこで、RDE (Real Driving Emission) 試験時に本来の排ガス特性が得られる手法を検討し、シャシダイ試験および RDE 試験を行い検証した。

得られた知見を以下に記す。

(1) ガソリン乗用車でピトー管をマフラー後に設置する際、排ガス中の水が流量演算に影響を与えることから、条件によっては、正確な排ガス測定結果が得られない恐れがある。

(2) マフラー出口に複数本ある排気管を一か所に集合させ、正確に排ガス特性を評価するためには、マフラー出口から左右均等の長さで排気管を集合させる必要がある。

(3) ピトー管および排ガス取得孔の設置位置を検討した結果、マフラー前の排気管直線部で、正確に排ガス測定ができることを、シャシダイナモ試験および RDE 試験で確認した。

講演等（和文）

車載型 PN 計測装置の計測原理の違いがガソリン直噴車の PN 排出量評価に与える影響

Influence of Measurement Principle of PN PEMS on PN Emissions Evaluation for GDI Vehicles

環境研究部 志村渉、奥井伸宜

自動車技術会 2021 年度春季大会学術講演会

（令和 3 年 5 月 28 日）

オンライン開催

実路走行時の排出ガス RDE (Real Driving Emissions) 試験における PN 排出量の評価には、車載型 PN 計測装置 PN-PEMS (Portable Emissions Measurement System) が用いられる。PN-PEMS には、CPC 式または拡散荷電 DC (Diffusion Charger) 式の計測原理の異なる粒子検出器が主に用いられる。CPC 式と DC 式では、PN 検出効率の粒径依存性が異なるため、PN-PEMS の計測原理の違いにより、PN 排出量の評価結果が異なるという懸念がある。本研究では、PN-PEMS の計測原理の違いが PN 排出量の評価結果に与える影響について検証した。この際、CPC 式の PN-PEMS、DC 式の PN-PEMS および据置型 CPC 式 PN 計測装置各 1 台を用いて、台上試験におけるガソリン直噴車の PN 排出量を評価した。

講演等（和文）

鉄道信号現示体系の特徴と今後の方向性について
—日本と海外の在来線地上信号の比較から—

Characteristics of the Railway Signal Indication system and
Future Innovations
Comparison of Ground Signal Set in Conventional between
Japan and Overseas

交通システム研究部 押立貴志(客員研究員)、工藤希
東京電機大学 渡邊翔一郎

日本信頼性学会 第29回春季信頼性シンポジウム
(令和3年5月31日)

日本の在来線の鉄道信号現示体系は、G, Y, Rの色灯信号機を線路側方に設置する地上信号機方式が主流であり、各信号現示に運転上の速度制限が付与されるものとなっている。

一方で、海外の鉄道においても、類似の色灯信号現示を使用している場合があるが、その信号現示の意味が、速度制限信号現示する信号機の手前に予告信号機を設け、その予告信号機の位置から減速操作を開始するという予告信号体系となっている。日本の鉄道においては、信号機の現示を手前の相当距離から確認し、その確認位置から減速操作を開始するというものであり、海外の方式と異なる。類似する色灯信号でありながら、その意味が異なり、運転上の制約も異なるため、日本の技術者が海外プロジェクト支援に参加する場合、混乱を生じさせるおそれも考えられる。

そのため、特徴の違いによる運転効率と、信号現示体系との整合性を検討する必要がある。

また、2006年には、鉄道に関する技術上の基準を定める省令が改正され、曲線、分岐器などの速度制限をATS等により行うことが求められた。これに伴い、近年では安全性向上の観点から、パターン速度照査のATS(Automatic Train Stop)等による機能向上が図られており、本論では合理的な運転方法となる鉄道信号現示体系を考察する。これには、日本の地上信号とフランス国鉄(SNCF)及びオーストリア連邦鉄道(OBB)の地上信号の現示体系を比較し、研究を進めた。

講演等（和文）

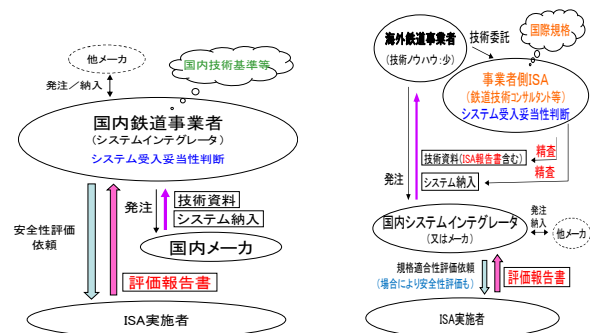
鉄道技術に関する第三者安全性評価のニーズと実施形態について

Needs and implementation style of Independent Safety
Assessment (ISA) for railway technology

交通システム研究部 林田守正、工藤希、長谷川智紀、
森裕貴、押立貴志(客員研究員)
東京大学 水間毅

日本信頼性学会 第29回春季信頼性シンポジウム
(令和3年5月31日)

鉄道に新技術が導入される際に、第三者による安全性の証明が求められるケースが多い。安全性の証明の手段としては、技術的な検討を主体とする狭義の安全性評価、並びに安全関連の国際規格(IECシリーズ等)への適合性評価/認証が挙げられ、両者を含めて広義の第三者安全性評価といえる。当研究所はこれまで各種の新たな鉄道システムの導入に先立ち、設計や走行試験等の段階において安全性評価を実施してきた。しかし近年は、メーカー等がシステムを輸出する際の安全性の証明手段は、規格適合性評価/認証が主流となっており、当研究所でも鉄道認証室を設置してそれを実施している。本発表では、このような現状と当研究所の評価事例に基づき、多様な第三者安全性評価のニーズと実施形態について考察した結果を述べる。



第三者安全性評価/規格適合性評価の実施形態

講演等（和文）

車室内空調使用時の電気自動車を対象とした空調電力消費
量推定式の検討

The considering of a model for estimating the consumption of
electricity in electric vehicles using air conditioning

環境研究部 小林貴、柴崎勇一、奥井伸宜、鈴木央一

自動車技術会 国際標準記述によるモデル開発（MBD）
技術部門委員会
（令和3年6月2日）

本稿では、電気自動車における車室内空調（暖房）使用時の電費を評価する方法として、空調試験により求めた空調電力消費量推定式を用いて、車室内温度変化を一律にできる公平性を有し、かつ多様な外気温環境で電費を評価することのできる方法の検討を行った。その結果以下の点を明らかにした。

1. 空調電力消費量は外気温と車室内温度の差の時間積分値とした累積温度差から推計でき、係数は外気温や空調設定温度が異なる条件でもほぼ共通の値が推定される。
2. 設定しやすい試験室温度条件で実施した空調試験から得た係数を用いて、冬季の外気温環境下で空調を使用した際の空調の電力消費量を推定した結果、電費の推計値に対し最大で4%程度の誤差内で推計でき、評価手法として問題ない範囲であることを示した。
3. 提案する評価方法で、試験室温度条件の違い、温度変化の緩急条件の違いの感度分析を行った結果、本評価方法はそれらの環境条件の違いによる影響を相応の感度で評価できることを示した。

これらのことから、今回対象とした空調使用条件においては、既存のモード試験と空調試験を各1回実施する比較的簡易な測定により、多様な環境下で空調を使用した際の電費を公平に評価することの可能性を提示できると考える。

論文（和文）

エンジンベンチを用いた重量車 RDE 代替評価手法の検討

Study on Alternative Test Method of Real Driving Emissions for
Heavy-duty Vehicle by Using Engine Bench System

環境研究部 奥井伸宜

自動車技術会 2021 年春季大会学術講演会 論文集
（令和3年6月4日）
Vol.52, No.4, 2021 P763-768

大気環境改善の観点から、実車両を用い、実際の道路状況下で重量車の燃費や排出ガスを評価することが望まれている。しかし、実車両を用いた重量車 RDE 試験で、全ての型式を評価することは困難な状況である。そこで、従来の重量車試験手法を基とした拡張 HILS を用いて、重量車 RDE の代替評価の可能性を検討した。得られた知見を以下に記す。

- (1) エンジンベンチで走行風を再現し、エンジン冷却装置や排出ガス後処理装置に与える影響を評価した。その結果、排出ガス後処理装置への走行風の有無により、排出ガス特性に影響を及ぼすことが確認された。
- (2) 拡張 HILS 手法に加え、実車走行時の走行風をエンジンベンチ内で再現させることで、コールドスタートを含む重量車 RDE の代替評価が行える可能性が得られた。

今後、この代替評価手法の高精度化を目指す。その際、カーブ走行時の走行抵抗が考慮できるよう検討する。

論文（和文）

自動運転中のセカンダリアクティビティ評価手法の実験的
検討

An Experimental Study on Secondary Activity Evaluation
Method During Automated Driving

自動車安全研究部 関根道昭、榎本恵、加藤洋子
東京農工大学 澤間祐人

自動車技術会論文集

(令和3年6月4日)

Vol.52, No.4, 2021 P788-793

自動運転中に行う運転以外の作業をセカンダリアクティビティ（SA）という。車両から運転引継ぎ要請が提示された場合、ドライバは直ちに運転を引継ぐ必要があるが、SAの種類によって速やかに引継げない可能性がある。本研究では、カーナビのようにダッシュボードに固定された画面と、スマートフォンのように手に持った画面を使用している場合の運転引継ぎ時間を検討した。また、ドライバに視覚刺激あるいは触覚刺激を提示し、ドライバがこれらの刺激に気付いたら手元のボタンを押すという課題を与え、刺激提示からボタン押しまでの反応時間によりSAの作業負荷を推定可能であるか検討した。その結果、主に次の結果が得られた。

・SAを携帯画面で実行する場合、固定画面の場合よりも運転引き継ぎ時間が長くなる。ただし、携帯画面を助手席に置くための時間が影響している可能性がある。

・DRT反応時間は、SAを実行する画面の種類よりもSAの有無による差が大きい。

・DRTは画面の位置や持ち方、刺激の大きさなど、SAの物理的側面を評価するのに適さない可能性がある。

・高齢者は運転引継ぎ時間やDRT反応時間が若年者よりも長かったが、基本的な傾向は若年者と同等であった。

・触覚刺激によるDRTは高齢者には適さない可能性がある。

今後は、SAの認知的な作業負荷を変化させ、DRT反応時間や運転引き継ぎ時間に及ぼす影響を検討する予定である。また、DRTの自体の作業負荷の影響を検討し、検出エラー率などによる評価方法についても検討を加える予定である。

講演等（和文）

危険を探し・見極める ～リスクの解析とアセスメント～
(RAMS 第三段階)

Seeking hazard and estimation. ~Risk analysis and assessment
(Phase 3 of RAMS standard)

鉄道認証室 森崇

国際規格と安全性・品質管理セミナー（鉄道認証室主催）
(令和3年6月17日)

鉄道事業者の立場からみると、国際規格は縁遠い存在であるが、本来RAMS規格をはじめとするライフサイクル規格は、業務の継続性、若年層職員の早期育成につながるよう設計されている。このようなメリットおよび重要な概念であるV&V、トレーサビリティについて述べ、RAMS規格の解説を始める前の基本的な概念の説明を行うことを目的とする。

なお、今回のセミナーは規格に対して知悉がないものを対象としていることや、信号保安システムの知識を前提としていないこと、ともすれば規格に対して否定的な見解を持つ鉄道事業者職員を対象としているため、出来るだけ平易で親しみを持てるよう、漫画を多用し、また平易な言葉での解説に努めた。また、WEBでの説明は鉄道認証室の職員の対談という形で一方的な説明とならないよう疑問点の解消に努める予定である。なお、今回は鉄道事業者にも活用できるハザードの抽出及びリスク評価について講演する。

講演等（和文）

高速道路で自動運転システムを使用中の安全な運転操作引継ぎに関する実験的研究

Experimental study of safe transition to manual driving during using the automated driving system on the highway

自動車安全研究部 児島亨

自動車技術会

2021年度第1回トラフィックセーフティ部門委員会

(令和3年6月18日)

国連の自動車基準調和世界フォーラム（WP29）第181回会合において、高速道路等における60km/h以下の渋滞時等に作動する車線維持機能に限定した自動運転システムであるAutomated Lane Keeping System（以下、ALKSとする）（本稿執筆時点でR157として施行予定）、サイバーセキュリティ（同R155として施行予定）及びソフトウェアアップデート（同R156として施行予定）の国際基準が成立した。

SAE J3016のレベル3に相当する自動運転においては、システムを使用中、必要に応じてシステムからドライバーへ権限委譲（運転操作引継ぎ）が行われる。ALKSの基準作りにおいて、ドライバーが安全に運転操作を引き継げるようにすることが検討項目の一つであるとされ、時間をかけて議論が行われた。筆者らは、ALKSの技術要件の検討に資するため、ドライビングシミュレータ（以下、DSとする）を用いて高速道路でレベル3の自動運転システムを使用中に、運転操作引継ぎ要請（Transition Demand、以下TDとする。TDはALKSの基準で用いられる用語であり、SAE J3016のTake Over RequestまたはRequest To Interveneと同義）が提示され、ドライバーが運転操作を引継いでからごく短時間のうちに衝突の回避が必要な危険事象に遭遇する場面の実験を行い、実験結果を自動操舵専門家会議で報告した。実験の結果は、ALKSの要件のうち、運転操作引継ぎに関する要件の技術的根拠となった。本講演は、実験の内容について紹介するものである。

なお、本講演は既発表の論文（児島亨ほか：高速道路場で自動運転システムを使用中の安全な運転操作引継ぎに関する実験的研究、自動車技術会論文集、Vol. 50, No. 3 P870-876(2019)）より抜粋し、一部加筆修正したものである。

講演等（和文）

自動運転中の二次タスクの作業負荷が運転引継ぎ時間に与える影響

Effect of secondary activity workload during automated driving on take-over time

自動車安全研究部 関根道昭、加藤洋子

自動車認証審査部 榎本恵

自動車技術会トラフィックセーフティ部門委員会

(話題提供)

(令和3年6月18日)

オンライン開催

自動運転中に行う運転とは関係のない作業を二次タスクという。車両から運転引継ぎ要請が提示された場合、ドライバーは直ちに運転を引継ぐ必要があるが、二次タスクの種類によって速やかに引継げない可能性がある。

本研究では、二次タスクの物理的要因と認知的要因が運転引継ぎ時間に与える影響を検討した。物理的要因とは、二次タスクを行う情報端末画面の設置方法であり、カーナビのようにダッシュボードに固定された画面と、スマートフォンのように手に持った画面を比較した。認知的要因とは、スマートフォンを用いて行う課題の難易度や集中度のことであり、4つの選択肢の中から正解を一つ選ぶクイズ課題と複数の円の中から大きい丸を選択する図形課題により、認知的作業負荷をコントロールした。

また、二次タスクの間にドライバーに視覚刺激あるいは触覚刺激を提示し、ドライバーがこれらの刺激に気付いたら手元のボタンを押すという課題を与え、刺激提示からボタン押しまでの反応時間により二次タスクの作業負荷を推定可能であるか検討した。

その結果、二次タスクを携帯画面で実行する場合、固定画面の場合よりも運転引き継ぎ時間が長くなった。また、DRT反応時間は、二次タスクを実行する画面の種類よりも二次タスクの有無による差が大きかった。DRTは画面の位置や持ち方、刺激の大きさなど、二次タスクの物理的側面を評価するのに適さないことがわかった。高齢者は運転引継ぎ時間やDRT反応時間が若年者よりも長かったが、基本的な傾向は若年者と同等であった。触覚刺激によるDRTは高齢者には適さないことがわかった。

また、クイズ課題と図形課題が運転引継ぎ時間に及ぼす

影響について、若年者では二次タスクなし条件と二次タスクあり条件の間に有意差がなかったが、高齢者では有意差があり、二次タスクあり条件は二次タスクなし条件と比べ中央値で1~3秒程度の遅れが生じていることが確認された。DRT 反応時間については、若年者、高齢者ともに、二次タスクなしの場合より二次タスクありの場合の方が有意に長かった。引継ぎ時間、DRT 反応時間、どちらも二次タスクの内容の違いによる明確な差異は見られなかったが、高齢者は二次タスクの作業負荷の増加とともに引継ぎ時間が増加する可能性があることがわかった。

出版物（和文）

ニアミスデータの活用可能性

Possibility of utilizing near-miss data

自動車安全研究部 松井靖浩

日刊自動車新聞

（令和3年6月26日）

日本における2020年の交通事故死者（2,839人）のうち歩行中の死者数は1,002人であり、全交通事故死者の中で歩行中死者数の占める割合（35%）は最も高かった。交通弱者である歩行者事故への対策を講じるためには、事故発生状況を詳細に把握することが極めて重要となる。実際の事故において、車と歩行者が衝突に至るまでの状況に関する事故データは限定される。そこで本調査では、車に搭載したドライブレコーダにより記録されたデータの中からニアミス事象に着目し、事故発生状況を把握する上でその活用可能性を調査した。ニアミス事象は、事故には至らなかったが極めて危険な事象を指す。なお、ドライブレコーダは、ドライバが危険を認知して急ブレーキを踏む状況において、この急ブレーキ近傍における車両前方映像や車両走行速度を記録する機能を有する。本調査では、事故発生状況把握におけるニアミスデータの有効性を検証するため1）車の危険認知速度、2）車と歩行者との接近状況について、実事故とニアミス事象を比較した。

車の危険認知速度について、危険度が高レベルな車対歩行者のニアミスデータを事故データと比較した。ニアミス事象における危険認知速度の累積線は、重傷事故の累積線に近似することが判明した。すなわち、ニアミス事象では車と歩行者との接触は免れたが、万が一両者が接触した場合、歩行者は重傷に近い傷害を負う可能性が高いことを示唆している。

次に、車と歩行者の接近状況について、死亡事故とニアミス事象を比較した。死亡事故・ニアミス事象ともに昼夜を問わず、車が直進時、車前方を歩行者が横断する事象が最も多い傾向にあった。

このように、車の危険認知速度及び車と歩行者の接近状況において、ニアミス事象は実事故に近似傾向にあり、事故状況を把握する上でニアミスデータは活用可能と考えられる。ニアミスデータの活用により、従来不明とされてきた車対歩行者事故における衝突直前の危険な状況を明確化

し、車両側の予防安全技術対策の推進が可能となった。

出版物（和文）

歩行者の危険な飛び出し

Poppint out pattern of pedestrians

自動車安全研究部 松井靖浩

日刊自動車新聞

（令和3年7月3日）

日本で発生した車対歩行者の死亡事故では、車が単路を直進し前方を歩行者が横断中に車と衝突する事例が最も多い。事故には至らないが極めて危険な事象であるニアミス事象においても、同様の傾向である。ニアミス事象は、実際の車対歩行者事故の状況を把握する上で活用可能であることが判明している。

本調査では、車が直進中、その車前方の左右から歩行者が横断するニアミスデータを使用し、車と歩行者との位置関係を基に縦方向と横方向の時間概念に着目し、両者接近時の詳細状況を把握することとした。ニアミス事象において車が歩行者の位置まで到達する時間（車の衝突予測時間）は、ニアミスデータとして収録された画像を使用し、歩行者が現れた瞬間の「歩行者から車前端までの距離」を「危険認知速度」で除することにより算出できる。一方で、歩行者が道路を横断中、歩行者自身も歩行速度を有する。ここでは、歩行者が現れた瞬間の「歩行者から車側面までの距離」を「歩行速度」で除することにより、歩行者が車の走行ライン上に到達する時間（歩行者の衝突予測時間）を算出した。

歩行者の飛び出しパターンを(1)「障害物なし」(2)「建物の陰からの飛び出し」(3)「駐車車両の陰からの飛び出し」(4)「移動車両の陰からの飛び出し」の4つに区分した。(2)、(3)、(4)の物陰から歩行者が飛び出すパターンでは、車と歩行者の両衝突予測平均時間(0.8~1.4秒)が(1)「障害物なし」(1.8~2.0秒)に比べて短いことが判明した。さらに、いずれの飛び出し区分においても、車と歩行者の両衝突予測平均時間は近似傾向にあることが判明した。このことから、ドライバ及び歩行者の両者が相手の存在に気付かず等速で接近した場合、車と歩行者が衝突する危険性は極めて高くなることが推察される。衝突を回避するためには、ドライバまたは歩行者のいずれか一方が衝突の危険性を認知判断し、衝突回避行動をとる必要がある。近年では、車が前方の歩行者を検知しブレーキを作

動させる歩行者検知型衝突被害軽減装置が開発され、普及し始めている。同装置の機能を評価する欧州及び日本の自動車アセスメントでは、本調査で得られた(1)「障害物なし」及び、(3)「駐車車両の陰からの飛び出し」の歩行者飛び出し条件を基に、歩行者ダミーが見通しの良い道路を横断する場合と駐車車両の陰から横断する場合の2種類の交通環境を想定し、評価試験を実施している。今後、同装置の普及に伴い、歩行者の死傷事故減少が大いに期待される。

講演等（和文）

地下鉄の急曲線部におけるレール及び車輪の摩耗防止について

PREVENTION OF RAIL AND WHEEL WEAR ON SHARPLY CURVED SUBWAY TRACK

交通システム研究部 佐藤安弘、陸康思(客員研究員)、
仙台市交通局 大橋基樹、矢吹大智、渡辺将伍、
三浦崇、久慈真樹、
日本地下鉄協会 萩原武、磯部栄介、砥出朋史

土木学会 第25回鉄道工学シンポジウム

(令和3年7月5日)

土木学会 鉄道工学シンポジウム論文集第25号

地下鉄の低コスト化を実現するため、電車の床面高さ寸法を小さくできるリニアモーター駆動方式地下鉄(リニアメトロ)が1990年に大阪で開業して以来、東京、神戸、福岡、横浜、仙台の各都市の計7路線で導入されている。リニアメトロの特性を生かして建設された路線では、普通鉄道としては異例の半径160m以下の急曲線が多数存在するケースが多い。こうした急曲線部等において、走行安全性の確保を前提として、レール及び車輪の摩耗防止に関する保守面での最適化の追求が続けられている。今回、リンク式操舵台車がリニアメトロとしては初めて導入され、その後のレール及び車輪の摩耗状況を踏まえて導入された地上塗油による摩耗防止対策と相まって、摩耗防止に一定の効果が得られたので、その評価方法などについて報告する。

講演等（和文）

道路データを活用した新たな重量車評価手法の検討

Study on New Test Method of Real Driving Emissions for Heavy-duty Vehicle by Using Real Road Information

環境研究部 奥井伸宜

自動車技術会 フォーラム 2021
(令和3年7月7日)

大気環境改善の観点から、実車両を用い、実際の道路状況下で重量車の燃費や排出ガスを評価することが望まれている。しかし、実車両を用いた重量車 RDE 試験で、全ての型式を評価することは困難な状況である。そこで、従来の重量車試験手法を基とした拡張 HILS と道路情報を用いて、重量車 RDE の代替評価の可能性を検討した。

得られた知見を以下に記す。

(1) エンジンベンチで走行風を再現し、エンジン冷却装置や排出ガス後処理装置に与える影響を評価した。その結果、排出ガス後処理装置への走行風の有無により、排出ガス特性に影響を及ぼすことが確認された。

(2) 拡張 HILS 手法に加え、実車走行時の走行風をエンジンベンチ内で再現させることで、コールドスタートを含む重量車 RDE の代替評価が行える可能性が得られた。

今後、より精度を高めた代替評価手法を検討するため、カーブを含めた道路環境を模擬する必要がある。

出版物（和文）

産学官連携による高効率次世代大型車両開発促進事業の概要

Overview of Next-Generation environmentally friendly vehicles development and commercialization through industry-academia-government collaboration project

環境研究部 坂本一朗

自動車技術会 フォーラム 2021
(令和3年7月7日)

大都市を中心とした大気汚染問題において、大気汚染への寄与率が高い大型ディーゼル車から排出される NOx（窒素酸化物）、PM（粒子状物質）等を低減することは重要な課題となっている。また、地球温暖化対策として大型車からの二酸化炭素排出量の削減に向けて、燃費向上等を図ることも喫緊の課題である。

国土交通省では、これらの課題の解決に向けて、先進環境技術を搭載した次世代大型車の技術開発、実用化及び普及を促進するため、平成 14 年度より、「次世代大型車開発・実用化促進プロジェクト」を実施し、各種次世代大型車の調査・走行試験等を行ってきた。平成 30 年度に本事業の 4 期が終了し、17 年間にわたって各種の次世代の低公害大型車の開発・試作、走行試験等を促進してきた。平成 31 年度（令和元年度）より、産学官連携による高効率次世代大型車両開発促進事業として第 5 期が 5 カ年計画で始まり、大型車メーカー等の将来的に求められる技術開発要素を中心としたニーズ調査を踏まえて、大学・研究機関等へのシーズ調査結果を基に 12 の研究・開発テーマを選定、実施している。

本事業で行っているそれぞれの研究テーマの成果を広く普及し実用化を促進するために、自動車技術会のフォーラムにおいて本事業の成果発表を行うこととし、本発表は事業の全体概要について述べるものである。

RDE 試験時の排ガス測定位置が排ガス特性に与える影響

A Study on Precision Test Method of Real Driving Emissions for
Gasoline Passenger Vehicles by Focusing on Pitot Tube and
Emission Measuring Position

環境研究部 奥井伸宜

自動車技術会論文集

(令和3年7月21日)

Vol.52, No.4, 2021 P893-898

大気環境改善の観点から、実車両を用い、実際の道路状況下で実車両の燃費や排ガスを評価することが望まれている。ガソリン乗用車の排気特性を考慮した場合、マフラー後の排気管出口を延長し、集合させた後の場所で、排ガスを測定する手法には課題があると考えられる。そこで、RDE (Real Driving Emission) 試験時に本来の排ガス特性が得られる手法を検討し、シャシダイ試験およびRDE試験を行い検証した。

得られた知見を以下に記す。

(1) ガソリン乗用車でピトー管をマフラー後に設置する際、排ガス中の水が流量演算に影響を与えることから、条件によっては、正確な排ガス測定結果が得られない恐れがある。

(2) マフラー出口に複数本ある排気管を一か所に集合させ、正確に排ガス特性を評価するためには、マフラー出口から左右均等の長さで排気管を集合させる必要がある。

(3) ピトー管および排ガス取得孔の設置位置を検討した結果、マフラー前の排気管直線部で、正確に排ガス測定ができることを、シャシダイナモ試験およびRDE試験で確認した。

歩行者救済に向けて

Toward pedestrian protection

自動車安全研究部 松井靖浩

日刊自動車新聞

(令和3年7月24日)

歩行者検知型衝突被害軽減装置は、カメラやレーダ、レーザ等のセンサで予め歩行者を検知し、事故時の車の衝突速度を低減させる装着であり、死傷事故低減において有効な対策技術の一つと考えられている。こうした装置を開発するには、車の歩行者への衝突速度及び歩行者の死亡率を明確にした上で、速度低減目標を設定する必要がある。本調査では、そのような装置により車の衝突速度が低減した場合の歩行者の傷害軽減度合いを明確にするため、我が国の交通事故実態に基づき、車の衝突速度と歩行者死亡率との関係を分析した。

日本で発生した交通事故を対象とした交通事故統合データを使用し、交通事故における車の走行速度、推定される衝突速度での歩行者死亡率を導出した。死亡率は、軽傷者数、重傷者数、死者数を合算し、その合計数の中で死者数の占める割合とした。分析対象とした車の種類は、セダン、ミニバン、ワンボックス車、軽乗用車、軽貨物車の5車種とした。5車種すべてにおいて衝突速度が30 km/h以下になると、死亡率は5%以下に抑えることが可能と判断できる。また、衝突速度50 km/hの死亡率は22%~25%であるが、衝突速度40 km/hでは9%~12%へと減少している。この結果より、衝突速度を10 km/h低減させると歩行者の死亡率は大幅に低減可能なことが示された。従って、歩行者を検知し衝突速度を低減させる装置が様々な車種に装着され、実際の交通状況下において適切に作動した場合、死亡歩行者数の減少に大いに貢献可能であると言える。尚、日本では、2021年11月より新型車両に対し歩行者検知型衝突被害軽減装置の搭載が義務付けられ、車の走行速度が30 km/h以下では衝突速度0 km/h、走行速度が35 km/hから60 km/hにおいては15 km/hの衝突速度低減の性能が求められる。

Feature of truck fatality accidents derived from comparison
with sedans

セダンと比較した貨物車の死亡事故における特徴について

東京都立大学 及川昌子、久保田直行
いすゞ中央研究所 反町一博、今西明、藤村武志
自動車安全研究部 松井靖浩

International Journal of Automotive Technology

(令和3年7月25日)

本研究の目的は、貨物車による歩行者と自転車乗員の死亡事故の特徴を、セダンの特徴と比較して明らかにすることとした。ここでは、交通事故総合分析センター（ITARDA）所有のマクロデータを対象として2010～2014年に我が国で発生した死亡事故を分析対象としている。貨物車は、大型貨物車（総車総重量[GVM]≥11 t）、中型貨物車（5 t ≤GVM <11 t）、および小型貨物車（GVM <5 t）の3つのカテゴリに分類した。

分析の結果、死亡歩行者事故では、3カテゴリの貨物車全てに於いて日中の右折操作時の死亡事故の占める割合（大型貨物車 13.8%、中型貨物車 15.4%、小型貨物車 16.5%）はセダンの割合（5.0%）と比べ高いことが明らかとなった。死亡自転車乗員では、大型貨物車は、日中および夜間の左折操作時の死亡事故の占める割合（45.8%および8.8%）はセダンの割合（5.4%および1.4%）と比べ大幅に高い結果を示した。このように、車両操作と交通弱者死亡事故の特徴として、車種への依存度が高いことが明らかとなった。本結果より、歩行者や自転車乗員との衝突を回避するための新しい検知技術においては、車種毎に設計の仕様を定めていく必要性のあることが示された。

予想以上に違う！？国による環境規制の考え方

Aim of Environmental retulation

- much different by each country -

環境研究部 鈴木央一

自動車技術会エンジンレビュー

(令和3年7月28日)

Vol. 11, No. 6

今号（「環境規制」の特集号におけるイントロ的な意味合いを持つ記事として記載している）でいう「環境規制」は国などが行う、燃費やCO₂の規制と、NO_xやPMなどの大気汚染物質に対する規制を主対象としている。これらがいずれも強化されていることについては古今東西共通だが、その程度や考え方は国や地域により、かなり異なる。その違いを生むのはその国などの法規制のあり方や、それを運用する官署の立場によるところが大きく、燃費とCO₂の規制などはその代表といえる。そうした各国の事情の違いと日本の現状などについて記載した。

燃費規制については、多くの自動車大国はエネルギー輸入国であり、自国の利益のためCO₂よりも燃費の規制が先に始まる。燃費規制は、米国ではエネルギー政策節約法（EPCA）、日本では省エネルギー法、中国では省エネルギー・新エネルギー自動車産業発展計画などに基づいて、いずれも運輸や産業・エネルギー政策を所管する官署が規制を行っている。規制値を決めるにあたっては、新技術の開発・普及予測などが強く意識される。

一方の欧州ではそのPN規制について、環境省に執筆頂いた別稿にあるとおり、日本でも導入されることになる。これはこれまで大気中NO₂、SPMの環境基準達成のためNO_x、PMを規制強化するという「ストレート」なものから、微粒子濃度改善につながる、とする「変化球」に変わった感を受ける。そこには国際統一基準化が関係しているとみられるCO₂の規制が策定され、日米などの燃費規制では関係しなかった環境政策の官署が規制に関与することになった。そこに2007年、米国においても最高裁判所の判決を受けてCO₂規制が加わり、新たにEPAが規制を司る官署に加わった。

一方の大気汚染物質であるNO_xやPMに関して言えば、国内では大気汚染防止法に基づいて環境省が規制値などを

決めていて、世界的に見てもほぼ同様である。しかしながら、大気汚染防止法に相当する法律の考え方が、言うほど同じでない。日本では疫学的視点などから定められた大気環境基準を維持するための必要な措置として排出ガス規制が行われる。だが、米国の大気浄化法（Clean Air Act）では「リスクを最小限度にする措置をとれ、ただしコストを考えろ」というスタンスであるため、排出ガス低減技術が進化&普及して、少ないコストでさらなる低減が可能ならば下げて当然、という考え方に至るようで、さらなる強化も検討されている。また欧州では、疫学的な健康影響についての結論を待たずに「健康を害するおそれ」で規制を行うことがある。粒子数（PN）の規制はその代表例といえる。確かに昔のアスベストをみると、考え方自体は理解できる。そのPN規制について日本でも導入されることになる。これはこれまで大気中NO₂、SPMの環境基準達成のためNO_x、PMを規制強化するという「ストレート」なものから、微粒子濃度改善につながる、とする「変化球」に変わった感を受ける。そこには国際統一基準化が関係しているとみられる。

出版物（和文）

事故発生後の救済に向けて

Safety technologies after collision accidents

自動車安全研究部 松井靖浩

日刊自動車新聞

（令和3年7月31日）

事故発生後の車両乗員救済への取り組みの一例として、事故自動緊急通報装置がある。同装置は、示すようにエアバッグが展開するような大きな事故が発生した場合、自動的にコールセンターへ通報するシステムである。車両のエアバッグの展開信号を作動トリガーとして、Global positioning system（GPS）等の人工衛星より取得される車両の位置情報及び車両情報（車両種別、車台番号）を通報する。迅速な位置情報の通報により、救急機関は事故を早期に覚知でき、さらには事故による負傷者の治療をいち早く開始することが可能になることから、救命率の向上や傷害の重傷化の防止が期待されている。特に、衝突によりドライバーが意識を失った場合には有効なシステムである。この事故自動緊急通報装置は、エアバッグが展開することが自動通報の条件となる。車両のデルタV（衝突の厳しさを示す指標で、擬似的に衝突前後の速度変化を求めたもの）が低い場合には、設計上、エアバッグは展開しない。一方で、実際の交通事故において、車両のデルタVが高い場合においてもエアバッグが非展開となる事例がある。日本全国で発生した交通事故を調査した結果、自車がセダン、軽乗用車の場合、自車におけるデルタV30 km/h以下では、相手車がセダンと衝突した場合にはエアバッグ作動なしの構成率が高く、自車におけるデルタV50 km/h以上では、エアバッグ作動ありの構成率が高いことが明らかとなった。さらに、斜め衝突やオフセット衝突の場合、必ずしもエアバッグが展開するとは限らないことも判明した。そうした状況を考慮し、事故自動緊急通報装置の作動トリガーには、エアバッグの展開信号（自動トリガー）に加えて手動ボタン方式による信号（手動トリガー）がある。手動ボタンを運転者自らが作動させ車両の位置情報を通報することで、救急隊が交通事故現場へいち早く到着し、負傷者の治療を迅速に開始できる。

自動車と環境

The environment and the Automobile Industry

環境研究部 鈴木央一

自動車技術

（令和3年8月1日）

Vol.75, No.8,2021

きた。ただし、カーボンニュートラルとなるとこれまでの考え方から大きく変わることになる。開発の中心がEV等にシフトしている一方で、低燃費のハイブリッド車やディーゼル車が廃止になる例も見られ、短期的にCO2低減が目減りする踊り場のような状況も想定され、注視していく必要があるだろう。

本稿では、環境基準の達成状況や、排出ガス規制や燃費（CO2）基準におけるここ1年の動きといった全般的な状況と、2020年度に登場した新型車等の一部を、環境性能に関するトピックとして取り上げる。

2019年度の大気汚染状況をみると、二酸化窒素（NO2）及び浮遊粒子状物質（SPM）のいずれについても、一般局、自動車排出ガス測定局（自排局）すべてで環境基準を達成し、微小粒子状物質（PM2.5）も98%超の達成率で改善傾向にある。また、光化学オキシダント（Ox）は一般局0.2%、自排局0%と、きわめて低く、被害届け出人数は昨年の13人から337人と急増している。ただし自動車由来の影響は僅少と推定される。

排出ガス規制に関する2020年の大きな事項としては、環境省が出した「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について（第十四次答申）」において、新たに粒子数（PN）規制の導入を打ち出したことが挙げられる。

一方地球環境問題に関して、2019年度の運輸分野からのCO2排出量は206Mt（メガトン、電気・熱配分後）で前年比2.5%減となっている。自動車は、その約86%を占める主要排出源となっている。前年度からの低減理由として、旅客部門において車両の燃費改善等による単位輸送量あたりのエネルギー消費量低減がみられたことに加え、貨物の輸送量が減少したことが挙げられてる。

2020年10月26日、菅総理大臣が所信表明演説において「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」と表明したことを受けて、グリーン成長戦略が策定されるなど、これまでの省エネルギー法に基づく燃費基準とは異なる動きが出ている。

これまで自動車単体における温暖化対策は、燃費を良くすればCO2も減るとしたもので、すでに大きな効果をあげて

講演等（和文）

幹線道路交通量の変動特性に関する分析

Analysis of Fluctuation Characteristics of Main Road Traffic
Volume

交通システム研究部 小林貴

交通工学研究会

交通工学

（令和3年8月10日）

本研究では、幹線道路の交通量変動において、定常・非定常な要因で説明できる割合、路線間で共通な周期性と独自の周期性の特徴を明らかにすることを目的として、都内22か所の幹線道路における7年間の交通量データの分析を行った。分析の結果2点を明らかにした。

第1に、定常・非定常な時系列要因で説明できる交通量変動の割合について分析した結果、定常的に発生する変動

（時間変動30%、曜日変動が10%、月・週の変動が5%）及び、非定常な変動（年変動2%、降雨1%）、その他路線による違い27%で全体の変動の8割近くを説明できることを示した。

第2に、交通量変動のパラメータの路線間で共通な部分と独自の部分について分析した結果、ダミー変数で説明できる周期的な変動は路線間で類似性が高く、路線独自の部分は数%以下であることを示した。

論文（和文）

760MHz帯域を活用した路面電車と路線バスの車車間および路車間通信実証実験

Demonstration experiment of trams and buses using vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure communications in 760MHz band

中電技術コンサルタント 山崎俊和、難波秀太郎、岡村幸壽

広島大学 藤原章正、力石真

東京大学 須田義大

東京大学／福岡大学 小野晋太郎

交通システム研究部 長谷川智紀、山口大助

広島電鉄 末松辰義、山広昭善

マツダ 山本康典、岩下洋平

交通工学研究会

交通工学研究発表会論文集

（令和3年8月10日）

超高齢社会を迎えたわが国では、「質の高い交通」として革新的技術に支えられて実現するきめ細かな移動サービスが求められている。本実験では、質の高い交通として路面電車、路線バス、自動車の760MHz帯域を活用した車車間通信による情報提供と、信号機と各種車両の路車間通信による情報提供を行う安全運転支援システム、非常時の公共（災害）車両災害時誘導支援システム、平時の公共交通優先信号情報提供・制御システム、軌道敷内を路線バスが走行し路面電車と協調する電停共有支援システムの公道実証実験を広島市内で実施した。本論文では、公道実証実験を行ったシステムの有効性と、試乗会モニター調査により確認したシステムに対する社会受容性について報告する。

講演（和文）

仕様を決める～仕様も確認も大事～
（RAMS 第四段階）

Defining the Specification (RAMS Phase 4)

鉄道認証室 森 崇

国際規格と安全性・品質管理セミナー（鉄道認証室主催）
（web 開催）

（令和 3 年 8 月 18 日）

鉄道事業者の立場からみると、国際規格は縁遠い存在であるが、本来 RAMS 規格をはじめとするライフサイクル規格は、業務の継続性、若年層職員の早期育成につながるように設計されている。このようなメリットおよび重要な概念である V&V、トレーサビリティについて述べ、RAMS 規格の解説を始める前の基本的な概念の説明を行うことを目的とする。

なお、今回のセミナーは規格に対して知悉がないものを対象としていることや、信号保安システムの知識を前提としていないこと、ともすれば規格に対して否定的な見解を持つ鉄道事業者職員を対象としているため、出来るだけ平易で親しみを持てるよう、漫画を多用し、また平易な言葉での解説に努めた。また、WEB での説明は鉄道認証室の職員の対談という形で一方的な説明とならないよう疑問点の解消に努める予定である。なお、今回は鉄道事業者にも活用できる仕様決定方法について講演する。

講演等（和文）

鉄道における連動装置の並列処理の可能性について

Possibility of Parallel Processing For Railway Interlocking
System

鉄道認証室 森崇

交通システム研究部 長谷川智紀

第 34 回電気学会産業応用部門大会
（令和 3 年 8 月 25 日）

近年ネットワークとクラウドコンピューティングが普及段階になり、鉄道安全システムにおいても、効率化や少子高齢化のため集約化が視野に入ってきた。本論文では、鉄道の連動装置において、並列処理コンピューティングの可能性についての第一段階について述べる。まず、既存の連動図表を論理真理値表及び極小値表現による論理式変換、GPU に適したアルゴリズムを検討することにより高速な並列処理の可能性を示す。

講演等（和文）

衛星測位による列車位置検知の車上での測位精度評価手法

Accuracy Evaluation Technique of train position detection using
GNSS

交通システム研究部 山口大助、工藤希、長谷川智紀

第 34 回電気学会産業応用部門大会
第 34 回電気学会産業応用部門大会論文集
(令和 3 年 8 月 25 日)

列車の位置を地上側で検知する軌道回路の保守・更新等は鉄道事業者にとって大きな負担となっており、列車の位置を列車側で検知する仕組みへの期待が高まっている。その手段の一つとして衛星測位が挙げられるが、鉄道への衛星測位の利活用にあたっては、当該路線での測位精度がどの程度であるかを事前に評価する必要がある。本発表では車上で連続的に衛星測位の精度を評価する手法について提案する。

講演等（和文）

鉄軌道における障害物検知センサの活用に関する検証

Verification of utilization of obstacle detection sensor for
Railway and Tram

交通システム研究部 長谷川智紀、竹内俊裕（元）、
山口大助、工藤希、一柳洋輔

第 34 回電気学会産業応用部門大会
(令和 3 年 8 月 25 日)

地方鉄道においては、人口減少に伴う要員の減少や高齢化から、省力化への期待が高まりつつある一方で、平成 30 年度には中小民鉄では 48 件の踏切障害事故が発生し、路面電車では 21 件の道路障害事故と 4 件の車両衝突事故が発生しており、さらなる事故防止の取組みが必要な状況である。

こうした中で、人間のミスによる事故等を防止するため、センシングやモニタリング等の最新技術を導入した新たな運行管理システムやドライバレス自動運転などの技術開発も推進されている。

一方、自動車の自動運転技術の進歩には著しいものがあり、中でも障害物を検知する技術として、画像センサ（ステレオカメラにより、測定対象との距離を測定）、ミリ波レーダ（ミリ波が対象物に反射して戻る波の位相差を利用して距離を測定）、及び LiDAR センサ（Light Detection and Ranging：投影したレーザが対象物に反射して返るまでの時間から距離を測定）等が単独または組み合わせて幅広く活用されており、さらに高性能化や低価格化を目標として技術開発が進められている。

そこで、これらの自動車の分野で汎用化された技術を活用することで、列車運行上の障害となる事象が線路上で発生した際の警報等、運転支援の可能性が考えられる。そのため、自動車の自動運転で採用されている各センサについて比較検討を行った。

本報告では、この結果を踏まえ、地方鉄道や路面電車における活用を考慮し、検出距離、検出精度などの性能や、将来的に小型化や低価格化が見込まれる LiDAR センサを選定し、障害物検知センサとして活用するための検証を行ったので紹介する。

出版物（和文）

通信型 ITS による公共交通優先型スマートシティ構築への
取り組み
～「ひろしまサンドボックス」の取組紹介～

Efforts to build a smart city that prioritizes public transportation
through communication-type ITS
-Introduction of "Hiroshima Sandbox" Initiatives-

中電技術コンサルタント、広島大学、東京大学、
交通システム研究部 長谷川智紀、山口大助
広島電鉄、マツダ

CEC 技術レポート
(令和 3 年 8 月 25 日)

広島県では、AI/IoT、ビッグデータ等を活用して、様々な
産業・地域課題を解決するための実証実験の場「ひろしま
サンドボックス」を 2018 年度からスタートしています。

「ひろしまサンドボックス」は、「砂場（サンドボック
ス）」のように何度も試行錯誤できる実証プロジェクトの場
です。この中で、中電技術コンサルタント（株）は産学官
6 者で構成するコンソーシアム（広島大学、東京大学、自
動車技術総合機構交通安全環境研究所、広島電鉄、マツ
ダ）の代表者として「通信型 ITS による公共交通優先型
スマートシティ構築事業」に、2018 年度～2020 年度の 3
カ年取り組みました。

本稿では、760MHz 帯域を活用した路面電車、路線バス、
自動車間の車車間通信（V2V : vehicle-to-vehicle）と、
信号機、各車両間の路車間通信（V2I : vehicle-to-
infrastructure）の公道実証実験の概要についてご紹介し
ます。

講演等（和文）

路面電車と自動車の衝突事故の防止対策の検討

Study on Collisions Avoidance between Trams and Automobiles

交通システム研究部 山口大助、長谷川智紀

令和 3 年度広島地区 ITS 意見交換会（WEB 開催）
令和 3 年 8 月 27 日

通信利用型の路面電車・自動車間衝突事故防止支援システ
ムにおいて、さらなる支援の高精度化とシステムの実用化
に必要な機能や性能を明らかにすることを目的に、自律検
知型センサによる支援の高精度化を検討し、実証実験を実
施した。

講演等（英文）

Rationalization of safety validation on the automated driving vehicle using simulation

シミュレーションを用いた自動運転車の安全性評価の
合理化

自動車安全研究部 中川正夫

ISUPEN2021

(令和3年8月31日)

オンライン開催

自動運転車の安全性の評価にあたり、従前ドライバが担ってきた安全運転義務に相当する安全性を、自動運転が作動可能な条件下（運行設計領域；ODD (Operational Design Domain)）において遭遇しうるあらゆる交通場面に関して網羅的に確認する必要がある。

WP29の自動運転分科会 GRVA傘下の VMAD (Validation Method for Automated Driving)では、自動運転車の安全性を網羅的に確認するべく、従来の手法にはなかった複数の試験を組み合わせ効果的かつ効率よく安全性を評価する新しい試験法 (NATM: New Assessment and Test Method) が検討されている。NATMには、従前の試験場における試験だけでなく、公道における試験やシミュレーションを用いた試験、さらには自動車メーカーの開発段階における安全性評価に関する監査や使用段階での継続的な調査などが含まれている。

自動運転車の安全性を網羅的に確認するうえでは、衝突の生じない交通場面における安全性だけでなく、衝突の可能性のある交通場面における安全性（最大限の被害軽減措置を取るかなど）も確認する必要がある。交通研が担っている認証審査等において、従来のように実車を使った試験によって衝突の可能性のある交通場面も全て確認することは審査工数及びコストの観点から困難である。

そこで本研究では、多種多様な条件を効率よく検証することを目的に、シミュレーションと台上試験機を用いたVRテストシステムを開発し、自動運転車に係る型式認証制度への導入可能性を検証した。

講演等（英文）

Development of automatic illegal replacement muffler detection system at NTSEL

交通安全環境研究所における不正改造車両の検出装置に関する研究

環境研究部 宝渦 寛之

UN-ECE GRBP TFVS #4（オンライン開催）

(令和3年9月13日)

NTSEL is working on developing automatic sensing system from remote location, which detects illegal noise vehicles traveling on the road. The system will be unique in that it cannot only identify the location of the sound source, but also determine whether it is illegal or legal. This presentation will show elemental technologies, “Real-time noise source localization technique” and “Judgment method of illegal replacement muffler from pass-by noise” .

The first key technology is the real-time localization of sound sources. In this research, beamforming method is used, and the FPGA is programmed to speed up the process. The second key technology is AI-based judgment of vehicles that have been tampered with. In Japan, street inspection is conducted by proximity stationary noise test. This study shows the results of using AI to identify vehicles whose stationary noise test exceeds regulatory limits from pass-by noise.

講演等（和文）

交通バリアフリー新時代

A new era of barrier-free transportation

交通システム研究部 大野寛之

自動車技術会 04-21 シンポジウム
(令和3年9月14日)

カーボンニュートラル社会の実現に向けた手段の一つとして公共交通へのモーダルシフトに向けた施策が進んでいる。その中で高齢化の進展による課題（高齢者の事故やバリアフリー対策）解決が急務となっている。バリアフリーの歴史や現状を鑑みると、段差の解消は進んできた一方で情報バリアフリーには改善の余地がある。そうした中、新たな概念を伴う技術開発が進んでおり、MaaS (Mobility as a Service) や CASE (Connected, Autonomous, Automated, Shared, Electric) を上手に活用することにより交通バリアフリーが進む可能性がある。

講演等（英文）

1D Simulation on Exhaust Noise of Motorcycle using OpenWAM

OpenWAM を用いた 1 次元マフラー騒音シミュレーション

大阪産業大学 武元章、川野大輔
環境研究部 宝渦寛之

FISITA 2021 World Congress
(オンライン開催)

(令和3年9月15日)

Proceedings of the FISITA 2021 World Congress

Exterior noise of motorcycles is composed of engine noise, tire noise, muffler noise, etc. The largest noise source among them is muffler noise. At present, muffler noise is measured using a microphone when driving a vehicle on a test ground. Therefore, the design of the muffler requires a lot of cost. In order to evaluate the effects of noise reduction measures, it is effective to use simulation technology. From these backgrounds, it is necessary to improve exhaust noise prediction technology using numerical analysis. However, exhaust noise prediction using three-dimensional simulation is not realistic because of expensive software and high computational load, although it is useful for the detailed investigation of noise source from small areas. On the other hand, one-dimensional simulation software on the market is inexpensive, but it is also not useful for muffler manufacturing companies, because models that deal with complex phenomena such as internal combustion engines are charged and calculations cannot be made easily by complex model structure. Therefore, in this study, sound pressure level from a single-cylinder small motorcycle before and after the muffler was predicted from exhaust pressure calculated by one-dimensional simulation of engine exhaust flow using OpenWAM, an open source gas dynamics code for internal combustion engines. In addition, the validity of these calculations was investigated by comparing the results of these calculations with the test results of an actual vehicle measured using a wide-open acceleration test in accordance with the UN Regulation No. 41-04. These results showed that the one-dimensional simulation using OpenWAM could reproduce the test results of a real vehicle and it was confirmed that this method could predict

ターンシグナル路面描画の有効性調査

Study on Effectiveness of Turn Signal Road Projection

自動車安全研究部 加藤洋子、青木 義郎、関根 道昭
小糸製作所 佐々木勝、北澤由希子、須藤佑基

2021 年度(第 54 回)照明学会全国大会
(令和 3 年 9 月 21 日)

現在、自動車の灯光により路面上に視覚情報を表示する路面描画ランプの開発が各国メーカーで進められている。本研究では、方向指示器（ターンシグナル）と連動し周囲の交通参加者に自車の右左折や進路変更を伝わり易くするための路面描画の有効性について検証するため、自転車の視点を想定した実験を行った。

実験は、日没後の交通安全環境研究所（東京都調布市）の屋外にて行い、13名の被験者が実験を完遂した。実験では、ターンシグナル路面描画ランプを搭載した試験車両を停車させ、自転車に乗車した被験者が試験車両の方向指示器点灯に対して反応を行った。方向指示器の点灯から自転車の左右いずれかのブレーキレバーを握るまでの時間を反応時間とした。実験1では、試験車両左端から1mのライン上の4箇所の観測位置から、停車状態で観測を行った。また、スマートフォン無し条件と有り条件を設定し、有り条件では、自転車のハンドル部に固定したスマートフォンの操作を行いながら、方向指示器の点灯に反応した。実験2では、自ら自転車を漕ぎ、試験車両左端から1mライン上を走行しながら観測を行った。

被験者13名の反応時間平均値より、スマートフォン有りでは、無しに比べ優位に反応が遅れることが確認された (** $p < 0.01$)。また、観測位置-2.7mのスマートフォン無し、走行条件の場合は、通常方向指示器に路面描画を追加することで、反応時間が短縮されることが確認された (* $p < 0.05$)。

アンケート調査では、ターンシグナル路面描画に対して肯定的な回答が多く、安全性向上への効果が期待できる結果となった。

講演等（英文）

2nd report of vehicle performance investigation and Japanese proposal

自動車安全研究部 児島亨、真鍋裕輝、岩瀬常利

第6回大型車AEBSインフォーマル会議
(令和3年9月21日)

本研究は、貨物車を用いて、車両対歩行者AEBS及び車両対車両AEBSの性能確認試験を実施した結果を、第6回大型車AEBSインフォーマル会議(6th HDV AEBS IWG)にて報告するものである。

試験車両はN3カテゴリの大型車貨物車(エアブレーキシステム搭載)1台及びN2カテゴリの中型貨物車(油圧ブレーキシステム搭載)1台の計2台で行った。重量条件は、大型貨物車については軽積のみ、中型貨物車については軽積及び定積の2条件とした。

横断歩行者シナリオの試験では、R152(乗用車等のAEBS)の試験法に準拠し、歩行者ターゲットを横断させる試験を実施した。また、歩行者ターゲットを静止させて状態の試験についても実施した。

車両対車両の試験では、R152の試験法に準拠し、静止した車両ターゲット(3Dソフトターゲット)を用いた試験を実施した。

試験結果として、速度低減量、減速度が 9.8m/s^2 に到達するまでの時間(Time to 1G)、緊急制動開始タイミング、警報開始タイミングについて試験車両毎に整理した。

実車試験結果を基に、国交省が速度低減量(衝突回避速度)の要件に関する提案をまとめ、文書の後半に添付した。

講演等（和文）

自動運転車の安全性評価のためのVRテストシステムにおける画像表示法に関する考察

Image display method for VR testing system on safety validation of automated driving vehicle

自動車安全研究部 中川正夫、山本裕之、高橋利道

精密工学会2021年秋季大会学術講演会
令和3年9月23日

自動運転車の安全性を評価するためには、一般的な路上走行で遭遇する可能性のある様々な交通場面における安全性を確認する必要がある。実車を使った試験でその全てを確認するのは工数およびコストの観点からも困難である。国連欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラムWP29の自動運転分科会GRVA傘下のVMAD(Validation Method for Automated Driving)では、シミュレーションなどを活用したVirtual Testingなどについて議論が行われている。本研究では、Virtual Testingの中でもVILS(Vehicle in the loop simulation)の形式で台上試験機上において自動運転車の安全性の評価を行う手法に着目している。前報では、モニタを用いてステレオカメラに疑似的に交通場面を撮影させる手法(ステレオカメラに対するVRテストシステム)を構築した。ステレオカメラに対して画像を撮影させ、例えば前走車との距離を測距させる手法を検討し、バージョンおよびネットワークサイズ(解像度)の異なる一般物体認識YOLO(You Only Look Once)を用いた物体認識及び測距を試行した。本報では、同じ手法により、ステレオカメラに正確な測距をさせるため、カメラとモニタのジオメトリから画像表示の位置を決定する手法を提案する。

講演等（英文）

A Study on Alternative Test Method of Real Driving Emissions for Heavy-duty Vehicle by Using Engine In the Loop Simulation

エンジン HILS を用いた重量車 RDE 代替評価手法の検討

環境研究部 奥井伸宜

SAE 2021 International Powertrains, Fuels & Lubricants Meeting （発表）

Web 開催（アメリカ）

（令和 3 年 9 月 28 日）

大気環境改善の観点から、実際の道路状況下で実車両を用い、燃費や排出ガスを評価することが望まれている。しかし、乗用車とは異なり、重量車の車種車型は多数存在することから、実車両を用いた路上走行（RDE：Real Driving Emission）試験で、全ての型式を評価することは困難な状況である。そこで、計算機上の車両モデルで評価の一部を行う従来の重量車試験手法を基に、重量車 RDE の代替評価の可能性を検討した。得られた知見を以下に記す。

(1) エンジンベンチで走行風を再現し、エンジン冷却装置や排出ガス後処理装置に与える影響を評価した。その結果、排出ガス後処理装置への走行風の有無により、排出ガス特性に影響を及ぼすことが確認された。従来エンジンベンチ試験法の課題になると考えられる。

(2) エンジン HILS 手法に加え、実車走行時の走行風をエンジンベンチ内で再現させることで、コールドスタートを含む重量車 RDE の代替評価が行える可能性が得られた。今後、重量車 RDE 試験法へ提案を視野に入れ、さらなる検討を行う予定である。

講演等（英文）

A Study on Evaluation Method of Fuel Economy, Electric Power Consumption and Emissions of Electrified Heavy-duty Vehicle by Using “X in the Loop Simulation”

「X in the Loop Simulation」を活用した電動重量車の燃費、排ガス評価の可能性検討

環境研究部 奥井伸宜

SAE 2021 International Powertrains, Fuels & Lubricants Meeting （発表）

Web 開催（アメリカ）

（令和 3 年 9 月 28 日）

将来、EV や PHEV などの電動化技術搭載重量車の普及が見込まれる。バッテリーを多く搭載するこれら重量車の燃費、電費および排出ガスの評価（認証試験）の際、バッテリーを含むパワートレイン部はモデル化され扱われている。しかし、バッテリーは劣化する、車両運用時は温度が変化する等でモデル化は困難である。そこで、実機バッテリーと HILS をリアルタイムに協調制御させる新たな評価手法を構築した。得られた知見を以下に記す。

(1) 従来 HILS のバッテリー部分をモデルから実機に置き換え、車両モデルと実機バッテリーをリアルタイムに協調制御させる「バッテリー HILS」を構築した。実機バッテリーはセル単体を用いるため、大型の設備導入は不要である。

(2) バッテリー HILS により、様々な周囲温度環境下における電気自動車の試験が、容易に高精度に行えることを確かめた。

(3) バッテリー HILS に実機エンジンを組み込むことで、バッテリーの特性に応じたエンジン運転特性を把握することができるため、PHEV 重量車の燃費や排出ガスの高精度評価が可能となることを確認した。

論文（英文）

知反応時間の計測を行い、認知反応時間に寄与する要因の解析を行った。

Investigation of cognitive reaction time captured by driving
recorders in the real traffic situations

実交通下における足元画像の同時取得によるドライバの認
知反応時間に関する考察

自動車安全研究部 中川正夫、杉本岳史、山本裕之、
関根道昭、河合英直

FAST-zero '21

(令和3年9月29日)

「運行設計領域内において、システムが引き起こす人身事故であって、合理的に予見される防止可能な事故が生じないこと」が、レベル3以上の自動運転車が満たすべき基本的な安全要件として国連欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム(WP29)で国際的に合意され、本合意のもとに自動運転車の安全性について議論が進められている。本要件は、日本の交通事故に関する刑事裁判において、ドライバが過失を問われる要件と同等だが、自動運転車では従前人間ドライバに課していた安全運転義務を自動運転システムが履行することになり、自動運転システムの安全要件を考える必要がある。現状では、自動運転車の社会受容性を考慮した安全要件はまだ明確に定まっていないが、上記の基本安全要件に関する国際合意では少なくともドライバが過失を問われる行為は自動運転においても禁止されるべきと考えられる。

WP29では、自動運転車に求める安全性の基準として安全運転をするドライバの能力を判断基準に用いることが検討されているが、UNR157にもあるように、同一車線内での制動による回避可能性を考えた場合、停止距離のうち制動距離は当該車両の最大制動によるものとして、空走距離に相当する認知反応時間の値に関するデータに少々不明な点が多い。法曹界や警察では認知反応時間として0.75秒が用いられているが、最高裁判決において当該値は心理的準備が整っている場合の実験値であって実際の事例にそのまま適用することが失当である旨が述べられている。

そこで本研究では、日常的に運行されている営業車（普通車）300台以上にドライブレコーダ（以降、ドラレコと称する）を取り付け、正面と足元画像を同期収録した。減速Gなどのトリガによって収録されたイベント動画をコマ送りで解析することにより、実交通下におけるドライバの認

雑誌等（和文）

将来の EV/PHEV 試験法と展望

環境研究部 奥井 伸宜

月刊 車載テクノロジー 2021年9月号

（株式会社 情報技術協会）

（令和3年9月30日）

カーボンニュートラル社会の実現に対し、電動車の普及は増加傾向にある。本報は、重量車に焦点を当て、電動化技術搭載車の市場導入普及を早期に目指すために構築を進めた将来のプラグインハイブリッド重量車及び電気重量車の試験法について紹介を行った。具体的には、ハイブリッド重量車試験法で用いられる HILS 手法をベースとして、実機エンジンを組み合わせたプラグインハイブリッド重量車試験手法、実機バッテリーと組み合わせた電気重量車試験手法を紹介した。

今後も、次世代車を公平に、迅速に評価できる新たな試験法の整備を進めていく。

講演等（和文）

チャイルドシートの着座方向の違いによるダミー応答の比較

Comparison of Dummy Behaviors and Injury Measures Due to the Difference of the Seating Direction of Child Restraint System

自動車安全研究部 田中良知、細川成之、松井靖浩

第 57 回日本交通科学学会総会・学術講演会

（令和3年10月1日）

チャイルドシート（Child Restraint System、以下 CRS という。）の着座方向が安全性に及ぼす影響を明らかにするために、新しい子供ダミーである Q ダミーを用いてスレッド試験装置により前方向・後ろ方向の衝撃負荷を加えたときのダミーの挙動と傷害値を比較した。

その結果、CRS の着座方向が後ろ向きの場合、前向きと比べ、頸部傷害値、胸部傷害値及び腹部傷害値が小さくなり、子供乗員は後ろ向き CRS に乗車した方がより安全となることが確認できた。

他方、子供の頭部上端が CRS 背もたれ上端より上方に位置するか上端に近い場合、CRS を後ろ向きで使用して前面衝突事故が発生すると、頸部を受傷する可能性が考えられる。そこで、後ろ向き CRS に着座が可能な子供の身長は、頭頂が CRS 上端より下方にあることが必要条件と考える。そして、子供の体格が後ろ向き CRS を使用可能な身長の場合には、CRS は後ろ向きで使用することが望ましいと考えられる。

講演等（和文）

イベントデータレコーダの記録データを用いた走行軌跡の
推定に関する実験的検討

Experimental Study on Estimation of traveling path using the
recording data in the event data recorder

自動車安全研究部 松村英樹
交通事故総合分析センター 伊藤達也

第 57 回日本交通科学学会総会・学術講演会
(令和 3 年 10 月 1 日～2 日)

交通事故調査において、事故車両の走行軌跡を正確に把握することは、事故原因の究明に重要である。現在、多くのイベントデータレコーダ(EDR)は、ABS など一部の電子制御装置の作動状況や車速などの車両挙動を記録しているが、走行軌跡は記録していない。本発表では、事故調査での利用を目的として、EDR に記録されている車速とヨーレートから推定した走行軌跡について検討した。検討では、EDR が装備された実験車両に高精度測位(GPS)が可能な計測機を搭載し、その車両をテストコース上において走行させ、EDR の推定結果と GPS の測位結果の比較を行った。比較の結果、車両挙動が緩やかなカーブ走行の場合、両結果が良好に一致した。車両挙動が急変するスラローム走行の場合、カーブ走行に比べて両結果の差が大きくなった。今回の実験結果から、車両挙動が緩やかな場合、EDR データによる走行軌跡の推定が可能であることが示唆された。また、車両挙動が急変する場合、現状の EDR データでは走行軌跡を十分に推定できない場合があることを示した。

講演等（英文）

Comments from JAPAN on VMAD-SG4-09-02

VMAD-SG4-09-02 に対する日本コメント

自動車安全研究部 中川正夫

#9_VMAD SG4 (オンライン開催)
(令和 3 年 10 月 5 日)

現在 VMAD では、NATM(New Assessment and Test Method)の Master Document の改訂作業を行っている。試験場における試験と公道試験に関する議論を行う VMAD SG4 では、議論の方向性が VMAD 全体の作業から離れつつあったため、日本より VMAD での作業の方向性並びに SG4 でやるべきことをリマインドするとともに、議論すべき観点について提案を行った。

Japanese Study on Lane Changes during MRM

自動車安全研究部 児島亨

SIG on UN Regulation No. 157（第8回）

（令和3年10月7日開催）

国連HP（Vehicle Regulation）

本調査は、高速道路で自動運転中に、車両を減速停止させる機能である Risk Minimum Risk Manoeuvre（MRM）が作動し、車両を低速側の車線（第1車線）へ車線変更させ、減速停止させる動作を実行した場合に、後方から接近する一般車両のドライバが、当該車両との衝突を回避する間の運転行動を計測する実験を行ったものである。

実験はドライビングシミュレータを用いて行い、日常的に運転する20代～50代の一般ドライバ20名が実験に参加した。

実験では、MRM車両が車線変更を行い、減速停止するまでの間の方法として、3つの方法を実施した。また、実験条件の設定においては、UN-R79のACSFカテゴリCにおいて、車線変更を実行する際に後方接近車両との最低限必要な相対距離を計算する式及び同式に用いるパラメータを用いた。

実験の結果、3つの方法のうちの2つの方法において、一部の実験条件で衝突する事例が確認された。このため、衝突が発生した状況と同じ状況に至らないようにするための技術的な要件を整理し、提案内容とした。

RDE試験の排ガス高精度評価に向けた間欠サンプリング手法の適用検討

A Study on Emission Measurement Method by Using Intermittent Sampling for Real Driving Emissions of Gasoline Passenger Vehicles、 Including Hybrid Electric Vehicles and Plug-in Hybrid Electric Vehicles

環境研究部 奥井伸宜

自動車技術会2021年秋季大会学術講演会前刷集

（令和3年10月13日）

大気環境改善の観点から、実車両を用い、実際の道路状況下で燃費や排ガスを評価することが望まれている。

HEV、PHEVは、走行中のエンジン運転の停止頻度が高い。現状の車載型分析装置は、エンジン停止時においても排ガスが計測され続けるため、排気管内の排ガス濃度の低下を招き、正しく評価できていない恐れがある。そこで本研究は、RDE試験を実施し得られた排ガス特性を把握することで、次世代車の排ガス評価に必要となるPEMSの高精度化を検討した。具体的には、エンジンの運転に同期して排ガス分析装置を間欠的に動作する手法を検討し評価した。

得られた知見を以下に記す。

(1) 従来PEMSは、エンジン停止時も排ガスを吸引し続けるため、排気管内のガス成分およびその濃度を保つことが困難で、また排気管出口から外気を吸引していることを確認した。

(2) エンジンの運転、停止に同期し排ガスサンプリングを動作させる間欠サンプリング機構を従来PEMSに追加することで、エンジン停止時の排ガス取得を止めることを可能とした。

(3) HEVおよびPHEVのRDE試験の高精度化に対して、マフラー前に排ガス取得部を設置し、排ガスのサンプリングを間欠動作させることが有効であることを確認した。

講演等（和文）

自動運転中の二次タスクが運転引継ぎの安全性に及ぼす影響（第1報）

—二次タスクの分類と作業負荷の定量化に関する考察—

Effect of Secondary Activity During Automated Driving on Safety of Take-over (First Report)

- Consideration on classification of secondary activities and quantification of their workload -

自動車安全研究部 関根 道昭 加藤 洋子 榎本 恵
中央大学大学院 五十部 健太 戸井 武司

自動車技術会 2021 年秋季大会学術講演会前刷集
(令和 3 年 10 月 13 日)

本報告では、自動運転中に行う二次タスクが運転引継ぎ行動に与える影響を考察するため、二次タスクの作業負荷の分類方法と定量化手法について検討した。二次タスクを構成するリソースの数と関与度に基づき、情報の入力経路（視覚や聴覚）と反応経路（手操作や発話）が異なる 5 種類の二次タスク条件を設定し、検出反応課題（DRT）の成績（反応時間と検出失敗数）に基づく定量的評価を試みた。その結果、一部に例外はあるものの、想定した作業負荷レベルに応じて DRT の反応時間が長くなった。特に、視覚を通じて得た情報を記憶し、手操作による応答が必要な二次タスクは作業負荷が高いと考えられた。

第 2 報ではドライビングシミュレータを用いた自動運転中にこれらの二次タスクを行った場合の運転引継ぎ時間や引継ぎ後の運転に与える影響について検討した結果を報告する。

講演等（和文）

自動運転中の二次タスクが運転引継ぎの安全性に及ぼす影響（第 2 報）

—ドライビングシミュレータ実験による運転引継ぎ時間と運転行動の調査—

Effect of Secondary Activity During Automated Driving on Safety of Take-over (Second Report)- Investigation of Take-over Time and Subsequent Behavior by Driving Simulator Experiment

自動車安全研究部 加藤洋子、関根道昭、榎本恵
中央大学大学院 五十部健太、戸井武司

自動車技術会 2021 年秋季大会学術講演会前刷集
(令和 3 年 10 月 13 日)

本報は、ドライビングシミュレータを用いた高速道路の自動走行中に、情報の入力経路（視覚や聴覚）と反応経路（手操作や発話）の作業負荷レベルが異なる 5 種類の二次タスクの行い、二次タスクの作業負荷レベルが運転引継ぎ時間やその後の運転行動に与える影響を検討した。運転引継ぎ要請（TOR）が提示される場面として、カーブ路において操舵を要する場面と、直線路において前方の停止車両との衝突回避を要する場面を用意し、検討した。

その結果、被験者全員が速やかに運転引継ぎを完了し、第 1 報で検出反応課題（DRT）の成績に差が確認された課題間でも、運転引継ぎ時間は同程度となった。カーブ路での運転引継ぎでは、半数以上の被験者は車両挙動が一時的に不安定となった。直線路での運転引継ぎでは、半数以上の被験者が減速・停止により前方停止車両との衝突を回避し、次いで、車線変更により衝突を回避する者が多かった。また、今回評価した二次タスクのうち「動画」は被験者に比較的好まれ、他の課題よりも TOR 提示後に継続を希望する評価となった。被験者自身が趣味に合わせて動画を自由に選択した場合には、さらに集中度や没入度が高まり運転引継ぎが遅れる可能性が有る。

今後は、運転引継ぎ直後の操舵の安定性や車線変更のタイミングなどを数量化し、二次タスクへの集中度や没入度との関係をさらに詳細に分析する予定である。

講演等（和文）

リスク最小化制御実行中の車線変更時の安全性に関する実験的考察

Experimental Study of Safety of a Lane Change during Execution of Minimum Risk Manoeuvre

自動車安全研究部 児島亨、岩瀬常利

自動車技術会 2021 年秋季大会学術講演会前刷集
(令和 3 年 10 月 13 日)

本研究は、SAE J3016 レベル 3 の自動運転車が、高速道路で自動運転中にリスク最小化制御 (Minimum Risk Manoeuvre、以下 MRM) の作動を開始し、車両を低速側の車線 (第 1 車線) へ車線変更させ、減速停止させる動作を実行した場合に、後方から接近する車両のドライバが、当該車両との衝突を回避する間の運転行動を計測する実験を行ったものである。

実験はドライビングシミュレータを用いて行い、日常的に運転する 20 代～50 代の一般ドライバ 20 名が実験に参加した。

実験では、MRM 車両が車線変更を行い、減速停止するまでの間の方法として、3 つの方法を実施した。また、実験条件の設定においては、UN-R79 の ACSF カテゴリ C (ドライバの実行要求によって作動する単一の車線変更機能) において、車線変更を実行する際に後方接近車両との間に最低限必要な相対距離 (Scritical) を計算する式及び同式に用いるパラメータを用いた。

実験の結果、3 つの方法のうちの 2 つの方法において、一部の実験条件で衝突する事例が確認された。衝突が発生した状況と同じ状況に至らないようにするため、MRM 車両が車線変更中に減速を行う方法の場合には、減速度を 2m/s^2 以下とすること、車線変更中は減速を行わず、車線変更終了後に第 1 車線上で減速を行う場合には、車線変更終了から減速を開始するまでに間に、ハザードランプを点滅させた状態で 2 秒程度確保すること等が重要であること等をまとめた。

講演等（和文）

ZrO₂ 型 NO_x センサを用いた重量車排出ガス測定システム (SEMS) における NO_x 濃度測定性能の向上

Improvement of NO_x Concentration Measurement Performance in ZrO₂-type NO_x Sensor-based Emission Measurement System (SEMS) for Heavy-duty Vehicle

環境研究部 山本敏朗、鈴木央一、柴崎勇一

自動車技術会 2021 年秋季大会学術講演会前刷集
(令和 3 年 10 月 13 日)

ZrO₂ 式 NO_x センサを用いた重量車排出ガス計測システム (SEMS) における NO_x 濃度測定性能の向上に関する課題とその改善策について検討した。その結果、以下の点を明らかにした。

(1) NO_x センサの NO_x 濃度出力のマイナス側への変動は、燃料噴射量信号等の解析から、変動の直前において、排出ガス中に CO 等の不完全燃焼成分が存在する可能性が高いと考えられたことから、NO_x センサの電極に CO が吸着して、この CO を酸化するために O₂ がセンサの測定空間内に汲み入れられて生じているものと考えられた。ただし、NO_x 排出の少ない条件で生じていることから、マイナス出力をゼロとして処理すれば排出量への影響は少ないものと考えられた。

(2) NO_x 濃度が急増・急減する変動のピーク値において、NO_x センサの濃度が定置型排出ガス分析計 (CLD 法) の濃度より大きくなるのは、センサ添付のモデルガスによる検量線が試験車両の排出ガスに適合していないことに起因する。新たに、試験車両の実排ガスデータを基に検量線を作成し、これを用いて NO_x 濃度を再計算することにより、上記の課題が改善された。

(3) 排気管直挿型 NH₃ センサ (混成電位型 ZrO₂ センサ) の NH₃ 濃度測定値を用いて、NO_x センサの NH₃ 干渉の補正方法を検討した。供試 NO_x センサにおいて NH₃ から NO_x を生成する NH₃-NO_x 転化率を約 75% として、NO_x センサの NO_x 濃度測定値から NH₃ 濃度測定値の 75% の値を減算することにより概ね補正できるとの見通しを得た。

講演等（和文）

高精度ルートマッチング機能を用いた道路上における走行
車両の位置情報取得手法の開発

Development of the Method for Obtaining Location Information
of Vehicles on Roads Using the High-Precision Route Matching
Function

環境研究部 柴崎勇一、山本敏朗
株式会社司測研 小山哲司

自動車技術会 2021 年秋季大会学術講演会前刷集
(令和 3 年 10 月 13 日)

走行中の車両の位置情報を取得する際、その精度を向上させるために走行時に GPS を用いて車両上で連続して計測した緯度、経度の情報を、別途準備した高精度な地図データ内の道路情報に照し合わせるルートマッチング機能を用いた走行車両の位置情報取得手法について検証した。先ず、本手法で取得した走行車両の位置情報の精度について確認し、さらに本手法の適用例として、高速道路上のトンネルおよびジャンクション走行において検証した結果について示した。

本講演の結論を以下に示す。

1. 走行中の車両の位置情報を簡便かつ高精度に把握するために、車両の走行軌跡と地図データベース内のリンクを比較して走行中の車両の位置情報を推定する手法を提案した。
2. 本手法に対して、走行時の標高の推定結果については、国土交通省が公開する道路基準点と比較を行った。また、本手法の推定精度については、選定した区間における推定した走行車両の位置の変化と、その間の走行車両の車速から算出した移動距離との比較を行って検証した。いずれの結果も良好であり、本手法にて、実際の走行車両の位置情報を把握するには十分な精度を持っていることを確認した。
3. ジャンクションの走行では、本来参照すべき位置にならない道路情報を反映してしまう例が確認された。原因として、ルートマッチング時に地図データ内の道路情報の優劣を判定する際の各判定要素の寄与度設定が不十分であることが考えられる。よって、今後は各判定要素を精査してさらなる精度向上を図る。

講演等（和文）

自動運転車の認識性能評価における評価条件に関する考察

Investigation on validation of perception performance of
automated driving vehicle

自動車安全研究部 中川正夫、杉本岳史、山本裕之、
新国哲也

自動車技術会 2021 年秋季大会学術講演会前刷集
(令和 3 年 10 月 14 日)

自動運転車に関する国連規則として初めて、高速道路等における 60km/h 以下の渋滞時のみに作動する車線維持機能に限定した Automated Lane Keeping System（以降 ALKS と称する）に関する国連規則が 2021 年 1 月に発行された。

ALKS 国連規則では、自動運転車の主要な機能要件として System safety and fail-safe response, Human machine interface/operator information 及び Object and event detection and response 等を定めている。また、車両が他の道路利用者等を認識する性能に関して少なくとも 46m 先の対象物とその位置を正確に認識することを求めているものの、このような認識性能の評価について、まだ具体的な方法及び条件は定まっていない状況である。

そこで本研究では、認識すべき距離 46m という ALKS 国連規則の要件を踏まえて、認識対象車両が停止している状態（静的という）と走行している状態（動的という）に着目し、両者を実験的に比較しながら、自動運転車の認識性能を評価するための条件について検討を行う。

講演等（和文）

実走行状態を再現するシャシダイナモメータ試験システムの性能要件とその評価法（第1報）

Performance Requirements and Evaluation method of Chassis Dynamometer Test System for Reproducing Driving Conditions on The Road (1st Report)

(株)小野測器 井上勇
環境研究部 鈴木央一

(公財)日本自動車輸送技術協会 野田明、中手紀昭

国土交通省 大江浩志

(株)堀場製作所 小川恭広

(株)スバル 鹿島隆光

マツダ(株) 久波秀行

トヨタ自動車(株) 佐藤健司

(株)本田技研工業 篠原俊成

ダイハツ工業(株) 竹村保人

スズキ(株) 谷脇真人

(一財)日本自動車研究所 成毛政貴

三菱自動車工業(株) 麓剛之

(株)明電舎 古田智信

日産自動車(株) 榎谷啓一

自動車技術会 2021 年秋季大会学術講演会前刷集

(令和 3 年 10 月 14 日)

実走行状態では、走行道路や交通状況に応じて速度・加速度が複雑に変化し、また道路勾配や路面状況、ハンドル操作さらには気温や風向・風速等の影響で、エンジンやモータの回転速度と負荷が大きく変動する。これらは実走行時の排出ガス、燃費、電費の変動要因となるが、再現性に乏しい実路走行試験でその因果関係を分析調査することは困難である。これに関連して室内試験で実走行を再現して実験解析する手法も考えられるが、現在の 4WD シャシダイナモメータのコンセプトでは、前後ローラ速度一致と前後合計駆動力が目標駆動力と一致することを前提としているため、前後輪の吸収力・駆動力及び回転速度を実走行時と等価な条件に制御する技術の評価する方法は確立されていない。

そこで自技会シャシダイナモ試験法分科会では、実走行再現試験用の 4WD シャシダイナモメータシステムの制御性の要件並びにその性能評価法と適切な評価基準を検討した。

本報では実走行時に生じる急激な加減速条件等を最新の電気自動車より与えた時のシャシダイナモメータ側の負荷制御性と前後輪等速制御性を定量的に表す評価指標とその算出方法を調査した。最新の電気自動車を使って、台上で同一の運転を行ない 3 種類のシャシダイナモメータの特徴や違いが本研究で検討中の評価方法によって定量評価できるか検証した。

実験解析の結果から以下を結論付けることができ、本研究で示した評価手法が変化の激しい過渡事象の実走行状態を再現させるシャシダイナモメータの評価手法として実用可能であることが確認できた。

- ・電気自動車のようにアクセルレスポンスが速い車両でも、部分的な運転事象に絞ってシャシダイナモの制御応答性を評価する方法で評価し、違いを定量化できることが確認された。

- ・計測時のサンプルレート 50ms では変化の激しい過渡事象が適切に表現できないが、10ms にすると可能になった。

- ・6 つの変化の激しい過渡現象を表す 6 つのパターンにて評価することにより、シャシダイナモメータの制御性能の違いを細かく定量化することが可能であった。

- ・評価方法としては、JASO E014(1)の基本的考え方で表現できるが、急激な加減速の事象に対応させるためサンプルレートを 10msec のように細かくする必要がある。

- ・判断閾値においては、6 パターンの事象ごとに設定することができるため、各閾値は対象車両の特性などを考慮して個別に設定することが望ましい。

- ・ローラ上のタイヤスリップに関しては、タイヤの特性にもよるが、シャシダイナモメータ上では 3 ~ 4 m/s² 付近に実路との乖離点があると思われ、今後スリップ抑止等の対策検討を行っていく必要がある。

論文（英文）

Demonstrating thermal propagation test for battery pack for
PHEV with laser irradiation as initiation method

レーザー照射をイニシエーション手法として使用した PHEV
用バッテリーパックの熱連鎖試験の実施

自動車安全研究部 小鹿健一郎
本田技研工業 影井佑多
電気安全環境研究所 釣賀英樹、本多啓三

自動車技術会秋季大会（2021）
（令和3年10月15日）

The use of laser irradiation for heating is characterized by localized heating and high power density heating, which make the method suitable for conducting thermal propagation tests for battery packs for electrified vehicles. This paper demonstrates a thermal propagation test for battery packs for PHEVs using laser irradiation. It describes one example of the practicality of using laser irradiation as an initiation method for thermal propagation tests for large battery packs for electrified vehicles. One of the advantages of laser irradiation, which is that thermal runaway occurs with minimal heating of adjacent cells, was confirmed to be maintained for the pack level test.

論文（英文）

Study of Thermal Runaway Initiation Method of Traction
Lithium Ion Battery with Laser Irradiation

駆動用リチウムイオン電池を対象としたレーザー照射による
熱暴走発生手法の検討

本田技研工業 影井佑多、丸野 直樹
自動車安全研究部 小鹿健一郎
電気安全環境研究所 釣賀英樹、本多啓三

自動車技術会秋季大会（2021）
（令和3年10月15日）

Initiation methods for thermal propagation tests are being discussed in the Electric Vehicle Safety – Global Technical Regulation. In this paper, laser irradiation was compared with nail penetration and heater heating using a prismatic Li-ion battery module from the viewpoint of heat energy transfer to adjacent cells. Such transfer with laser irradiation was 0.025% of that of heater heating and the adjacent cell's temperature rise was less than 1°C by thermal runaway of the target cell. This result demonstrates that laser irradiation is a rational method in terms of simulating single cell thermal runaway only due to the cell's own energy.

講演等（和文）

自転車運転中のながらスマートフォンの危険性評価と信号
灯路面描画による注意喚起効果

The Risk Evaluation of Smartphone use while cycling and Alert
Effect by Road Projection of Turn Signal Light

自動車安全研究部 青木義郎、加藤洋子、関根道昭
小糸製作所 佐々木勝、北澤由希子、須藤佑基

自動車技術会 2021 年秋季大会学術講演会前刷集
(令和 3 年 10 月 15 日)

本研究では、信号灯路面描画の有効性について検証するため、自転車の視点を想定した前方車両の方向指示器点灯に対する反応時間の取得とアンケートによる調査を行った。またスマホのながら運転による事故も問題となっているため、その影響についての調査も行った。その結果を以下に示す。

- (1) スマホ操作の有無について分散分析を行ったところ、スマホ操作の有無による有意差が確認され、スマホ操作により前方車両の左折方向指示への反応時間に遅延が発生することが明らかになった。
- (2) 路面描画の有無について t 検定を行ったところ、一部の条件で路面描画有り条件で反応時間が短くなることが確認された。走行条件において路面描画有りで反応時間が短くなることが示された。
- (3) 全実験終了後に行ったアンケートでは、路面描画の表示によって歩行者や自転車の安全性が向上すると回答する者が多かった。特に走行実験では実験参加者全員が「はい」と回答した。また、どのような表示内容で便利なるかについては、「方向指示」の回答が多かった。

国際学会発表（英文）

Effect of Human–Machine Interface of a Vehicle on Right-Turn
Maneuver at Intersections using a Driving Simulator

HMI が交差点右折時のドライバ挙動に及ぼす影響

東京都立大学 草刈佑太、及川昌子、久保田直行
自動車安全研究部 松井靖浩

2021 IEEE International Conference on Systems, Man,
and Cybernetics (SMC)
IEEE SMC Journal, 2021
(令和 3 年 10 月 20 日)

本研究では視線計測可能な簡易型ドライビングシミュレータを用いて、自車が右折する際、右折先交差点に存在する歩行者へのドライバの視線において、他車の存在が及ぼす影響を調査した。その結果、交差点を右折時、ドライバの歩行者注視時間の割合は、他車の存在に影響を受けることが判明した。

さらに、自車が右折する交差点に存在する歩行者を検知し、歩行者との衝突の危険性が高い場合はドライバに注意喚起する運転支援システム (Human Machine Interface: HMI) を用いた実験を行い、その効果について調査した。HMI 表示によってドライバの歩行者注視時間や一時停止による安全確保の割合増加に効果があることが判明した。

講演等（和文）

安全と管理手法 ～2種類のエラーと対策～

Relationship between safety and management

鉄道認証室 森崇

国際規格と安全性・品質管理セミナー（鉄道認証室主催）

（令和3年10月21日）

鉄道事業者の立場からみると、国際規格は縁遠い存在であるが、本来RAMS規格をはじめとするライフサイクル規格は、業務の継続性、若年層職員の早期育成につながるように設計されている。このようなメリットおよび重要な概念であるV&V、トレーサビリティについて述べ、RAMS規格の解説を始める前の基本的な概念の説明を行うことを目的とする。

なお、今回のセミナーは規格に対して知悉がないものを対象としていることや、信号保安システムの知識を前提としていないこと、ともすれば規格に対して否定的な見解を持つ鉄道事業者職員を対象としているため、出来るだけ平易で親しみを持てるよう、漫画を多用し、また平易な言葉での解説に努めた。また、WEBでの説明は鉄道認証室の職員の対談という形で一方的な説明とならないよう疑問点の解消に努める予定である。なお、今回は鉄道事業者にも活用できる誤解しがちな2種類のエラーについて講演する。

講演等（和文）

自動運転の現状と課題

～自動運転車は特別なクルマなのか？～

Current Status and Issues of Automated Driving

一橋大学MBA 経営と脳科学の研究部会

（令和3年10月27日）

日本において世界で初めて型式指定を取得したレベル3自動運転車の販売が開始され、自動運転は一般社会への導入、普及に向けて大きな一歩を踏み出した。本稿では、自動運転車の安全に関する基本的な考え方を概説し、人間ドライバと比較する上で脳科学的に検討する。自動運転車が広く社会に普及していく中で、解決していかなければならない課題について考えを述べる。

雑誌等（和文）

自動運転の現状と課題

～ 自動運転車は特別なクルマなのか？ ～

自動車安全研究部 河合英直

公益財団法人 自動車技術会「自動車技術」

（令和3年11月1日）

日本において世界で初めて型式指定を取得したレベル3自動運転車の販売が開始され、自動運転は一般社会への導入、普及に向けて大きな一歩を踏み出した。本稿では、自動運転車の安全に関する基本的な考え方を概説し、自動運転車が広く社会に普及していく中で、解決していかなければならない課題について考えを述べる。

講演等（和文）

HILS の拡張化による将来の重量車試験法の検討

Study on New Test Method of Fuel Consumption, Electric Power Consumption and Emission for Heavy-duty Vehicle by Using Extended-HILS

環境研究部 奥井伸宜

自動車技術会 計測診断部門委員会 話題提供（発表）

（令和3年11月16日）web開催

将来、電気重量車の普及が見込まれる。現在、従来 HILS 試験法をベースとする電気重量車等の試験法の整備が進められている。この際、電気重量車のバッテリー部はモデル化され扱われるが、バッテリーは劣化する、車両運用時は温度が変化する等でバッテリー特性は安定していないため、バッテリーをモデルで扱うことは容易ではない。そこで、電気重量車の電力消費率を高精度に評価することを目的に、新たな評価手法を検討した。

従来 HILS のバッテリー部分をモデルから実機に置き換え、車両モデルと実機バッテリーをリアルタイムに協調制御させる「バッテリー HILS」を構築した。

さらに、大気環境改善の観点から、実車両を用い、実際の道路状況下で重量車の燃費や排出ガスを評価することが望まれている。しかし、実車両を用いた重量車 RDE 試験で、全ての型式を評価することは困難な状況である。そこで、従来の重量車試験手法を基とした拡張 HILS と道路情報を用いて、重量車 RDE の代替評価の可能性を検討した。

拡張 HILS 手法に加え、実車走行時の走行風をエンジンベンチ内で再現させることで、コールドスタートを含む重量車 RDE の代替評価が行える可能性が得られた。

以上の検討結果より、HILS の拡張化により、これまで困難であった車両が高精度に評価することが可能となる。これら手法は、将来における新たな評価手法として有望である。

講演等（和文）

2030 年度燃費基準とオフサイクル技術の評価について

Fuel Efficiency Standards in FY2030 and Evaluation of Off-cycle Technologies

環境研究部 志村渉、鈴木央一

日本機械学会 先進内燃機関セミナー研究会
(令和3年11月16日)

軽・中量車を対象とする2030年度燃費基準に関する最終とりまとめが令和元年6月に公表された。2030年度燃費基準は2020年度の基準値から44.3%の大幅な改善を求めるものとなったことに加えて、新たにWell to Tankの考え方が取り入れられることとなった。

また、上記最終とりまとめでは、燃費基準の達成判定において、モード試験では反映されない燃費向上技術（オフサイクル技術）による燃費改善効果の評価について検討することとされており、米国におけるオフサイクルクレジット制度に類するものが取り入れられる可能性が高く、制度化により、実燃費の向上が期待される。

オフサイクルクレジットの評価は、当該技術の基準技術からの燃費改善効果と、実運用における当該技術の使用頻度の2つの要素からなる。オフサイクル技術の評価例として、窓に貼付する遮光フィルムによるエアコン使用時の燃費向上効果を日射装置付きの環境試験室で測定した結果、約2.6%の燃費改善効果を示した。また、日本におけるヘッドライト等の使用頻度について、実際に運用されている車両のテレマティクスデータを用いて算出した結果、ヘッドライトの使用頻度の代表値は、31.8%であった。

講演等（和文）

PN規制の概要とガソリン直噴車における評価例

Outline of PN regulation and examples for PN emissions evaluation from GDI vehicles

環境研究部 志村渉

自動車技術会ガソリン機関部門委員会
(令和3年11月17日)

実路走行時の排出ガスRDE (Real Driving Emissions) 試験におけるPN排出量の評価には、車載型PN計測装置PN-PEMS (Portable Emissions Measurement System) が用いられる。PN-PEMSには、CPC式または拡散荷電DC (Diffusion Charger) 式の計測原理の異なる粒子検出器が主に用いられる。CPC式とDC式では、PN検出効率の粒径依存性が異なるため、PN-PEMSの計測原理の違いにより、PN排出量の評価結果が異なるという懸念がある。本研究では、PN-PEMSの計測原理の違いがPN排出量の評価結果に与える影響について検証した。この際、CPC式のPN-PEMS、DC式のPN-PEMSおよび据置型CPC式PN計測装置各1台を用いて、台上試験におけるガソリン直噴車のPN排出量の評価した。

講演等（英文）

New Evaluation Method for Steering Performance on Sharp
Curve by Monitoring Device Installed on Track

レール状態監視装置を用いた急曲線での新たな走行性能の
評価方法

東京地下鉄 大西壮馬、谷本益久、松田卓也、
福島知樹、荻野智久

日本大学 松本陽

茨城大学 道辻洋平

交通システム研究部 佐藤安弘、大野寛之、
緒方正剛、一柳洋輔

日本製鉄 松見隆紀

STECH2021(The 9th International Symposium on Speed-
up and Sustainable Technology for Railway and Maglev
Systems)

(日本)

(令和3年11月24日)

24-R1-3-1

Authors have been carried out several approaches to monitoring derailment coefficient and estimating the lubrication condition by special bogies called “PQ monitoring bogie”, the introduction of these bogies is still restrictive. On our through service lines with wide variety of rolling stock, the evaluation of curving performance and lubrication condition from the sensors attached to rails is essential. In this study, we have devised a new concept “steering performance” and proposed a method to assess the lubrication conditions between wheels and rails. The emphasis of this study is that the proposed method is based on estimation from lateral forces measured from monitoring devices installed on the ground. It is expected that evaluation of lubrication of any vehicle passing through measurement points will be available and further development of this study will enable a quantitative assessment of the effect of vehicle characteristics on the steering performance.

講演等（和文）

交通安全環境研究所鉄道認証室の鉄道製品認証

Certification of Railway Products by National Traffic Safety and
Environment Laboratory
- Railway Certification Center

鉄道認証室 森崇、千島美智男

第7回鉄道技術展2021

(令和3年11月24日)

鉄道の国際化戦略に必要な規格適合性認証の紹介と、認証を提供できる規格、国際相互認証および認証の活用事例を示したものである。

講演等（和文）

交通安全環境研究所における交通システムに関する研究概要

National Traffic Safety and Environment Laboratory
— Research activities on transportation systems —

交通システム研究部 大野寛之

第7回鉄道技術展 2021
(令和3年11月24日)

交通安全環境研究所では国の施策を支援する各種の研究を行っている。

新しい都市交通システムの評価に関しては、新交通システム、リニアモーター地下鉄、磁気浮上鉄道、ガイドウェイバス、IMTS等のシステムについて、実用化に先立って技術評価を実施し、技術基準の策定に貢献してきた。

新しい公共交通導入によるモーダルシフトの推進に向けて、公共交通導入効果のシミュレーションによる事前評価や車両の走行試験による安全性評価を通じて貢献している。

都市内交通システムの機能向上に関する研究では、路面電車と自動車の衝突防止システムや測地衛星の鉄道への応用に関する評価等、国の技術開発政策に係る研究を実施し、技術開発の促進および技術基準の策定に貢献している。

講演等（英文）

Simulation-based estimation method of lubrication condition of wheel flange and investigation based on roller rig test

シミュレーションに基づく車輪フランジの潤滑状態の推定方法と台上試験による考察

交通システム研究部 一柳洋輔、佐藤安弘
大野寛之、緒方正剛

茨城大学 道辻洋平

日本大学 松本陽

東京地下鉄 谷本益久、福島知樹、松田卓也
日本製鉄 松見隆紀

STECH2021(The 9th International Symposium on Speed-up and Sustainable Technology for Railway and Maglev Systems)

(日本)

(令和3年11月25日)

25-R1-4-2

When rail vehicles pass through sharp curves, flange-climb probability should be well evaluated. As for the problem, the coefficient of friction (COF) at the leading-outside wheel flange plays an important role. In general, it is difficult to grasp the actual state of COF during commercial operations. The monitoring bogie, which can measure wheel/rail contact forces during commercial operations, has realized a long-term observation of derailment coefficients. For further applications of the monitoring bogie, a simulation-based estimation method of COF between the flange and the rail is proposed. The present paper shows effectiveness of the estimation method of COF at wheel flange based on the simulation proposed in the authors' previous paper. Based on the proposed method, it is possible to identify high COF curves that require attention for flange-climb and severe wheel/rail wear among all the lines using the monitoring bogie.

講演等（英文）

Development of track condition monitoring system for regional railways

地方鉄道向け軌道状態監視システムの開発

日本大学 綱島均、鈴木裕哉
京三製作所 高田 哲也
交通システム研究部 緒方 正剛

STECH2021(The 9th International Symposium on Speed-up and Sustainable Technology for Railway and Maglev Systems)
(日本)
(2021年11月25日)

The condition of railway tracks is an important for ensuring the safe operation of trains. To ensure railway safety, it is necessary to maintain and manage tracks properly. It is desirable to monitor tracks frequently to perform preventive maintenance. The deformations that occur in tracks, referred to as track irregularities, are closely connected to the riding quality and safety of railway vehicles. Monitoring of railway track geometry from an in-service vehicle became increasingly attractive over the past decade. Track geometry measurement systems using in-service vehicles have been developed worldwide. The repeated verification of the same track provides an opportunity to record track geometry degradation. The obtained information is fed back to the track maintenance section to implement necessary steps. An urban railway operator in Japan uses in-service trains equipped with the track inspection devices to monitor track condition. However, the system will not be introduced for regional railway operators due to the cost problems. Tsunashima et al. developed a system that monitors the track condition using the compact on-board sensing device placed on the car-body of in-service vehicles. This paper describes the developed track condition monitoring system and three years operation results for a regional railway line in Japan.

講演等（英文）

Data-driven track irregularity estimation technique using car-body acceleration

車体振動加速度を用いたデータ駆動型軌道管理法

日本大学 綱島均、鈴木裕哉
京三製作所 高田哲也
交通システム研究部 緒方正剛

STECH2021(The 9th International Symposium on Speed-up and Sustainable Technology for Railway and Maglev Systems)
(日本)
(2021年11月25日)

Track maintenance and preventive maintenance are necessary for the safe and comfortable running of railways. However, there is a problem that sufficient inspections cannot be performed by local railway operators with limited personnel and financial resources. In response to this problem, a track condition monitoring system has been developed and applied for regional railways in Japan. In the developed system, car-body vibration is used for analysing track condition. However, track maintenance is based on measured track irregularity in [mm]. As the car-body acceleration is not linked to the track irregularity clearly, it is difficult to use the car-body vibration for track management. Thus, it is necessary to develop a method to estimate track irregularity from car-body vibration. Odashima et al. proposed a method to estimate the track irregularity by solving the inverse problem using Kalman filter. The proposed method is useful but is difficult to use for railway operators. In this paper, we propose a new technique to estimate track irregularity based on a large volume of simulated data of forward analysis on car-body acceleration and track irregularities.

講演等（和文）

鉄道×ダイバーシティ

Railway x Diversity

交通システム研究部 工藤希

第7回鉄道技術展 セミナー

鉄道技術の未来

—ポストコロナの新しいモビリティ社会を拓く—

（令和3年11月26日）

新型コロナウイルスの蔓延に伴う外出自粛、在宅勤務の推進により、鉄道利用者の減少が続いている。ポストコロナ時代にも鉄道を維持していくためには、損益分岐点を下げる、すなわち、インフラや人件費を削減する取組が必要である。具体的な技術的には無線式列車制御システムや鉄道の自動運転の推進、デマンド運行等の技術を活用していくことが必要と考える。交通研では、これらの新しいシステムに対して安全性評価手法の検討を実施しており、そういった面から世の中に貢献していく。

出版物（英文）

Driving Simulator - for HMI evaluation in ADAS and Automated
ドライビングシミュレータ～運転支援システムと自動運転
のHMI評価を目指して～

自動車安全研究部 田中信壽

芝浦工業大学 伊東敏夫

The Institution of Engineering and Technology (IET)

（令和3年11月30日）

以下に本書の目次を示す。私の担当は、5.11. Trust evaluation であり、ドライビングシミュレータで行う試験の妥当性を確保するために、ドライビングシミュレータがどのように設計されるべきかについて述べている。現状のドライビングシミュレータ技術には限界があり、すべての実車実験をドライビングシミュレータで同等に実施するのは不可能である。しかし、ドライバが如何に外界の情報を知覚しているかを把握し、その特性に合わせて必要最小限の提供情報を行うことができれば、現状の技術でも実車実験と同等の環境を作ることができる可能性がある。本節では、ドライビングシミュレータにおいて関連すると考えられる人の視覚特性、聴覚特性、前提覚特性等について取り上げ、それらをドライビングシミュレータの設計に反映することで、妥当性の高い実験がドライビングシミュレータで行うことができる可能性があることについて述べた。

This book is newly written for driving simulator. The contents are the followings.

Chapter 1 Overview

Toshio Ito and Toshiya Hirose

Chapter 2 Present driving simulators

Toshio Ito and Toshiya Hirose

Chapter 3 Architecture of driving simulators

Yoann Péncreach and Hafid Niniss

Chapter 4 Computer graphics in driving simulators

Yoann Péncreach, Christophe Soulier, and Hiroyuki Fujii

Chapter 5 Tools for evaluating HMI

Toshio Ito, Toshiya Hirose, and Nobuhisa Tanaka

5.1 Introduction

5.2 Gaze detection

5.3 Response time evaluation

5.4 Electroencephalograph – brain wave detection

5.5 Cerebral blood flow – brain blood detection

5.6 Electrocardiograph – heartbeat detection

5.7 Driving performance

5.8 Steering wheel angle

5.9 Simulator sickness evaluation

5.10 ADAS evaluation by DS

5.11 Trust evaluation

5.12 Automated driving evaluation by DS

5.13 Conclusion

References

Chapter 6 Applications using driving simulators

Toshio Ito and Toshiya Hirose

講演等（和文）

レーザー照射法によるリチウム二次電池の熱暴走挙動に関する検討

Thermal runaway in secondary lithium cells by laser irradiation

電気安全環境研究所 釣賀英樹、本多啓三
長岡技術科学大学 白仁田沙代子、梅田実
自動車安全研究部 小鹿健一郎

電池討論会（2021）

（令和3年年11月30日）

1. 緒言

レーザー照射法は、産業用リチウム二次電池の安全性要求事項に規定されている類焼試験（Propagation test）において、トリガーセルを確実に再現性よく熱暴走（Thermal runaway, TR）させる Initiation 方法として開発された。レーザー照射法による熱暴走試験及び類焼試験には、すでに300回を超える試験実績がある。本研究では、レーザー照射法によるリチウム二次電池の熱暴走挙動について検討を行い、従来知られている電池の熱暴走現象との比較を行った。また、レーザー照射法には熱暴走に至る投与エネルギーを容易に定量評価できるなどの優れた特徴があり、これらはセルの安全性評価に有効に機能すると考えられる。そこで、低温で充放電サイクルにて劣化させたリチウム二次電池について、レーザー照射によるセルの熱暴走試験を実施し、安全性評価への適用性を検討した。

2. 実験方法

試験対象として市販の18650型リチウム二次電池（NCA正極-黒鉛負極セル及びLFP正極-黒鉛負極セル）を選定し、照射試験には定格出力2kWのディスクレーザー発振器からなるレーザー照射システムを適用した。円筒型セルの側曲面中央に所定のパワーでレーザー照射を行い、熱暴走と判断できる急激な温度上昇を確認してレーザーを停止し、1時間の経過観察を行った（IEC 62619-1）に準拠。試験中はセルのOCV及びセルの上下2ヶ所の表面温度を計測した。

3. 結果と考察

レーザー照射法による熱暴走挙動を検討するため、LFP系セル（SOC100%）に80J（200W×0.4s）のレーザー照射を実施し、約40mVのOCV低下を確認した。短時間照射した当該セルについて、照射部近傍の断面観察を実施した。レーザー照射によって形成されたキーホールの周辺にはセパレータ

が消失した部分が認められ、レーザー照射初期に微小な領域で内部短絡が生ずることが明らかとなった。さらなるレーザー照射の継続により OCV が 0V に至りシャットダウンしたセル (SOC100%) を分解し観察したところ、セル内全域でセパレータの溶損が認められた。シャットダウン後、さらにレーザー照射を継続し、急激な温度上昇を確認してレーザー照射を停止した。その後、セルの表面温度は 350°C に到達して熱暴走に至った。次に、レーザー照射法による安全性評価の可能性を検討した。低温充放電サイクルにより容量@25°C が 70% 程度まで劣化したセルと新品セルについて熱暴走試験を実施し、比較評価を行った。新品セルでは熱暴走に至るまでに投与したレーザー照射エネルギーは 5289J であったが、低温劣化セルでは、40J にて熱暴走に至った。低温劣化セルでは熱暴走に至るまでの投与エネルギーは 1/100 程度まで減少し、著しい安全性低下が認められた。以上の結果から、レーザー照射法がセルの安全性評価に有効であることが明らかとなった。

講演等 (英文)

レーザー照射法およびヒーター加熱による LiFePO₄ 系リチウムイオン二次電池の熱暴走挙動

Thermal runaway behavior of a LiFePO₄-based lithium-ion secondary battery using the laser-irradiation method and heater heating

長岡技術科学大学 白仁田沙代子, 梅田実
電気安全環境研究所 釣賀英樹、本多啓三
自動車安全研究部 小鹿健一郎

電池討論会 (2021)
(令和 3 年年 11 月 30 日)

1. 緒言

リチウムイオン二次電池の安全性試験の国際規格中に、加熱法の一つとしてレーザー照射法の記載がある。このレーザー照射法は、電池パック内の任意のセルを局部的に加熱し、熱暴走させることができる。一方で、これまでセルの熱暴走は走査型断熱式熱量計 (ARC) を用いてセル全体を加熱することで評価してきている。そこで、本研究ではレーザー照射法と ARC 炉加熱、比較のためセラミックヒーター加熱を用いて、熱安定性が高い LiFePO₄ 正極材料のセルを熱暴走させ、これらの加熱方法による熱暴走挙動を検討した。

2. 実験方法

セルは市販の 18650 型リチウムイオン二次電池を用いた。正極材料は LiFePO₄ であり、負極材料はグラファイトである。レーザー照射は定格出力 2 kW のディスクレーザー発振器からなるレーザー照射システムを使用して、セルの側曲面中央に 2 min 行った。熱電対は、セルの上下方向の端から 1 cm のところに取り付けた。ARC は Thermal hazard 社製の ES-ARC を使用した。中央部分に熱電対を取り付けたセルは、ARC 内に設置され、Heat-wait-see モードにより加熱された。比較のため、マイクロセラミックヒーター坂口電熱 (株) 製を用い、セルの側面 (約 2 cm²) を 10 min 加熱した。また、新品セルを解体して、セパレータを取り出し、示差走査熱量計 (DSC) 測定や熱機械分析 (TMA) 測定を行った。

3. 結果と考察

リチウムイオン二次電池はレーザー照射法、ARC 炉加熱、セラミックヒーター加熱によって、それぞれ熱暴走に至った。この中ではレーザー照射法が最も小さなエネルギー投入

量かつ短時間で電池を熱暴走に至らせることが可能であることが分かった。

講演等（和文）

鉄道安全運行のレジリエンスを高めるインシデント調査に関する一考察

One consideration about the Incident Investigation to raise a Resilience into Railway safety service

交通システム研究部 押立貴志（客員研究員）、工藤 希

第 28 回鉄道技術連合シンポジウム（J-RAIL 2021）
（令和 3 年 12 月 1 日）

レジリエンスについては、平成 26 年(2014 年)9 月 22 日の日本学術会議東日本震災復興支援委員会災害に対するレジリエンスの構築分科会提言の『災害に対するレジリエンスの向上に向けて』では、「想定を超える極限現象に遭遇してもできるだけ平常の営みを損なわない、また、被害が避けられない場合でもそれを極力抑え、被害を乗り越え復活する力」と定義し検討された。

日本学術会議人間と工学研究連絡委員会安全工学専門委員会の『交通事故調査のあり方に関する提言』委員会の『交通事故調査のあり方に関する提言』（平成 12 年(2000 年)）では、「実際に発生したインシデントのプロセスにはさまざまな偶然的、非論理的、非合理的な要素が関連し、通常の経験則による推理が当てはまらない場合が多々ある。インシデント分析の場合には、発生に関与した者による詳細な報告が容易に得られるので、人知を超えた潜在的な危険要因を事前に把握し、大事故発生防止にとり貴重な情報が得られる。」とされている。

交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会提言の『環境新時代を切り拓く、鉄道の未来像』（平成 20 年(2008 年)）では、「鉄道輸送の安全性を高めるためには、事故に関する情報や、事故には至らなかったものの事故になる可能性のあった事象に関するリスク情報を収集・分析し、関係者間において共有を図ることが、リスクマネジメントの観点から極めて有効である。」とされている。

大きな被害が生じる重大事故では、被害の軽減の観点は着目されている。人的被害のない、運輸安全委員会の鉄道重大インシデント調査でも、「事故を未然に防止できた要素・要因」を重視して分析している事例がある。

また、インシデントは、事故とは異なり、人的被害の発生がないため、刑事処分、行政処分などの社会的な制裁の対象とはなりにくく、また、事故当事者や関係者が生存し

ているため、調査実施において、詳細な証言の入手など関係者の協力が得られやすいという特徴がある。

本稿では、これら点に着目し、被害を極力抑える観点から、想定や設計等を超える事象発生に係るインシデントの調査でも、「事故を未然に防止できた要素・要因」の分析による鉄道運行安全のレジリエンスの向上を考察する。

講演等（和文）

画像解析技術を活用した踏切遮断かん折損検知に関する取組

Study for detection of crossing rod breakage using image analysis technology

京三製作所 竹内俊裕、南部修二、金子亮
交通システム研究部 長谷川智紀

第 28 回鉄道技術連合シンポジウム（J-RAIL 2021）

（令和 3 年 12 月 1 日）

講演論文集 SS6-1-4

鉄道分野においては、人口減少に伴い、運転士や保守作業員等の鉄道係員の確保が困難になってきており、特に経営環境の厳しい地方鉄道においては係員不足が深刻な問題であり、鉄道事業の維持等の面から、これらは重要な課題となっている。そのため、鉄道事業者においては、より一層の業務の効率化・省力化が必要となっていており、その一環として、一般的な路線での自動運転の導入が求められている。そのような状況の中、国土交通省鉄道局主催で組織された「鉄道における自動運転技術検討会」において、都市圏内で旅客の大量輸送を高速で行う「都市鉄道」と、これ以外の「地方鉄道」をモデルケースとして検討が進められている。その中で、列車走行路上の安全確保においては、従来の一般的な路線と同等以上の安全性を確保する必要があり、加えて、トラブル発生率自体を減少させる必要があることから、鉄道と周辺環境との更なる分離の措置が必要とされ、線路状況や分離すべき対象の相違に応じて、4つに分類して検討が進められている。分類された4つの中には、“踏切部分における分離”が挙げられており、具体的には、道路からの視認性向上等、踏切遮断状態と列車制御システムの連動、遮断かんの異常検知、踏切道内の支障検知、自動車等の情報通信技術等との連携、について検討を進めるとされている。そこで、これらの検討課題の中から、列車の接近に伴い道路交通を分離遮断する遮断かんの折損を検知することが重要であると考え、その検知方法について検討を始めることとした。

遮断かんの折損に関する地方鉄道事業者の状況については、以下のことが報告されている。

・踏切遮断かん折損検知機はついているが、それでも月に2～3本折られることがある。

・遮断かんの折損は減ってはきているものの平成 30 年度では 75 件あった

・遮断かんの折損が多発しており、折れにくい物を使用する等工夫はしているが平成 30 年度は 30 件程度発生しており、平成 31 年度は倍程度に増えている。

・遮断かん折損が年間数件であるが発生しており、そのほとんどが大型車のため全て持っていかれる形である。

また、JR 東日本によれば、折損障害件数は年間 3、000 件発生しメンテナンスコスト増加の原因にもなっているとのことである。以上のことから、遮断かんの折損対策は都市鉄道、地方鉄道を問わず、多くの事業者のニーズであると考えられる。そこで、遮断かんの折損対策について検討を行ったので報告する。

講演等（英文）

Verifications of Direct Measurement Method for HD-PN Emissions at NTSEL

交通研における重量車 PN 直接計測法の検証

環境研究部 志村 渉

UNECE/WP29/GRPE/PMP-IWG（国連）

（令和 3 年 12 月 1 日）

重量車 PN 評価法として、従来の希釈トンネル等を用いた評価法（希釈法）に対し、テールパイプ直下の排出ガスをサンプリングする新たな評価法（直接法）が、PMP において議論されている。本調査では、直接法による重量車 PN 評価の妥当性を検証したものである。具体的には、①サンプリング位置の違いによる影響と②プレダイリユータの影響について検証試験を行った。

①サンプリング位置の違いによる影響

PMP で検討中の直接法による評価では、テールパイプの出口になるべく近い位置でサンプリングするように規定がある。本調査では、テールパイプ直下の排気導入管に 4 つのサンプリング位置を設定し、WHTC 及び WHSC モード運転時の PN 排出量を評価することで検証を行った。その結果、各サンプリング位置における PN 排出量の差異（同時計測した希釈法による PN 評価結果を基準値に設定）は 3～8%であり、特に WHTC の hot 試験を 6 回繰り返した条件では、サンプリング位置による有意差は確認されなかった。このことから、本調査の範囲では、サンプリング位置による影響は小さいと考えられる。

②プレダイリユータの影響

直接法による PN 評価では、(i) 150℃以上の加熱管を介して従来の PN 計測装置にサンプルガスを導入する方式（加熱管方式）と(ii)プレダイリユータ（事前希釈器）による希釈後に約 47℃のホットホースを介して従来の PN 計測装置に導入する方式（プレダイリユータ方式）が考案されている。本調査では両方式による PN 評価結果を希釈法による PN 評価結果を基準として比較した。その結果、(i) 加熱管方式は比較的安定しており、希釈法による PN 評価結果とよく一致した。ただし、希釈法による評価値に対し、若干（平均で約 3%）低い傾向が確認された。これは、加熱管内において粒子損失が発生している可能性が考えれ

る。(ii)ブレダイリュータ方式は、計測バラツキが比較的大きいことが確認された。ブレダイリュータの追加により、希釈率のバラツキが増大した可能性がある。

講演等（和文）

急曲線を含む地下鉄路線における車輪の摩耗防止について

Prevention of Wheel Wear on Sharply Curved Subway
Track

交通システム研究部 佐藤安弘、陸康思(客員研究員)、
仙台市交通局 大橋基樹、矢吹大智、渡辺将伍、
三浦 崇、久慈真樹、
日本地下鉄協会 萩原武、磯部栄介、砥出朋史

第 28 回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL 2021)
(令和 3 年 12 月 2 日)
講演論文集 SS9-1-4

回転型モータによる駆動機構がないため、車軸を操舵しやすく車輪径を小さくできることから、急曲線に適応するなどのリニアメトロの特性を生かして建設された路線では、普通鉄道としては異例の半径 160m 以下の急曲線が多数存在する場合が多い。こうした路線において、車輪転削、レール削正、摩擦調整材の塗布などの保守が実施されるとともに、走行安全性の確保を前提として、レール及び車輪の摩耗防止に関する保守面での最適化の追求が続けられている。今回、急曲線部の横圧の低減効果が期待されるボギー角連動方式の半強制操舵台車であるリンク式操舵台車がリニアメトロとしては初めて導入され、その後のレール及び車輪の摩耗状況を踏まえて導入された地上塗油による摩耗防止対策と相まって、摩耗防止に一定の効果が得られたので、その評価方法などについて報告する。

講演等（和文）

衛星測位による列車位置検知の精度の評価手法の検討

Accuracy Evaluation Techniques of train position detection using
GNSS

交通システム研究部 山口大助、工藤 希、
一柳洋輔、長谷川智紀

第 28 回鉄道技術連合シンポジウム（J-RAIL2021）

（令和 3 年 12 月 2 日）

講演論文集，S7-2-2

列車の位置を地上側で検知する軌道回路の保守・更新等は鉄道事業者にとって大きな負担となっており、列車の位置を列車側で検知する仕組みへの期待が大きい。その手段の一つとして衛星測位が挙げられるが、列車位置検知へ利活用するには測位精度を事前に評価する必要がある。この評価を行う手法について検討を進めており、本発表ではその経過を報告する。

講演等（和文）

鉄道施設の維持管理の効率化・省力化に資する鉄道事業者のニーズとメーカーのシーズ

Railway Operators' Needs and Manufacturers' Seeds for Efficient
or Labor-saving Maintenance of Railway Facilities

交通システム研究部 山口大助、工藤希、長谷川智紀

第 28 回鉄道技術連合シンポジウム（J-RAIL2021）

（令和 3 年 12 月 2 日）

講演論文集，PS2-12

地方鉄道では、輸送人員の減少や老朽インフラの増加等に対応するため、可能な限りの省力化と効率化を進め、要員を抑えてきたが、これが進むと地方鉄道の存続に影響が現れる可能性がある。そこで、地方鉄道が抱える課題や施設の維持管理の効率化・省力化に資する技術に対して、鉄道事業者がどのような期待を持っているかを整理するとともに、鉄道事業者のニーズとメーカーのシーズを踏まえ、地方鉄道が抱える課題の解決に向けて実現性の高い技術開発を把握することを目的に調査を行った。その結果について報告する。

講演等（和文）

支柱通過前後のロープウェイ搬器のロール振動に関する考察

Study on roll motion of ropeway carrier passing through column

交通システム研究部 一柳洋輔、山口大助、森裕貴、
押立貴志(客員研究員)、
緒方正剛、千島美智男

日本機械学会 第30回交通・物流部門大会
(TRANSLOG2021)

(令和3年12月2日、オンライン開催)

講演論文集, No. 21-72、2021年、講演番号：TL5-3

ローリング（進行方向軸まわりの回転運動）に対する減衰装置を有しないロープウェイ搬器が、支柱を通過する前後で大きくロールし、支柱通過後に側方の壁面に接触するという事象が発生した。本研究では、支柱付近での停車中と全線に渡り走行する実搬器の動揺測定、および搬器の走行に従って時間変化する支索サグ量の測定、搬器を振り子で模擬した運動シミュレーションをもとに接触事象のメカニズムを分析した。支柱間を走行中に風の外力によって搬器のローリングが発生し、支柱に近づくに従って支索のサグ量の変化や支索自体の振動の影響を受け、搬器のローリングが複雑かつ短周期に変化し、支柱位置では支柱での支索の支持によって支索自体の振動エネルギーが搬器のロール振動に集約され振幅が最大となり、支柱通過後も搬器のロール振幅が増大した状態が持続して搬器が壁面に接触する事象に至ったと推定した。

講演等（和文）

鉄道信号システムの安全性評価に関する STAMP/STPA の適用可能性に関する検討

A Study on the Applicability of STAMP for Design Safety Assessment of Railway Signal System

交通システム研究部 工藤希、林田守正、佐藤安弘

第28回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL 2021)

(令和3年12月3日)

講演論文集 SS6-1-6

鉄道システムに用いる装置の新設、改造等に際し、技術的観点から行う安全性評価を実施する場合がある。我々は、主に鉄道信号システムの設計安全性評価に関し、国際規格との整合性を考慮した評価を実施してきた。一方、無線式列車制御システムをはじめとする近年の複雑化した鉄道信号システムに対応するためには、従来の安全性評価手法に加え、近年提案された新しい評価手法の活用が有効と考えられる。本稿では、新しい評価手法として STAMP (System Theoretic Accident Model and Processes) / STPA (STAMP based Process Analysis) による評価を試行した。その結果、システム全体のどこに安全上の課題があるのか、俯瞰することができることがわかった。今後は、新しい列車制御システムに対する安全性評価手法を確立することを目標に、検討を進めていきたい。

列車運転支援装置の無線情報伝送における妨害対策の検討と検証

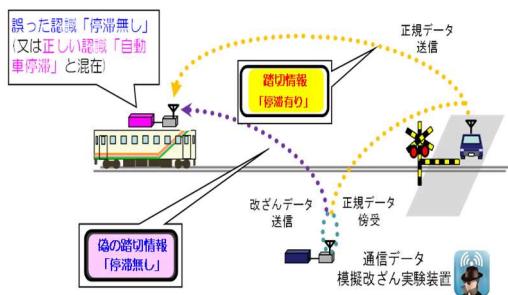
Study and Test for Countermeasures against Interference with Radio Information Transmission of Train Operation Assist Equipment

交通システム研究部 林田守正、工藤希、
長谷川智紀、小林貴
東京大学 水間毅

第28回鉄道技術連合シンポジウム（J-RAIL 2021）
（令和3年12月3日）
講演論文集, SS6-4-4

鉄道において無線通信による列車制御や運転支援のシステムが普及しつつあり、運行の高度化、安全性の向上等に寄与している。しかし一方で、その情報伝送の信頼性の担保が極めて重要となっている。当研究所では、先年に自らが構築した踏切事故防止支援装置をモデルとしたケーススタディを行い、情報伝送への偶発的または人為的な妨害の検知・対策の手法を検討した。その効果を、実列車による走行実験によって検証した。

実験は、当研究所構内での自動車による模擬的な走行実験（模擬走行実験）、及び地方鉄道の営業路線上での実列車による走行実験（実列車走行実験）及びを行った。模擬的な伝送の妨害の要因として、「ノイズ」と「なりすまし」の2種類を想定した。模擬走行実験では、妨害発生時の検知及び画面上への追加表示の機能を確認した。実列車走行実験では模擬妨害による運転士支援画面表示への影響、及びなりすまし妨害対策としてのCRC検定付加の効果を検証した。さらに、検証結果に基づく実用化への道筋や、国際規格との関連について考察した。



模擬的な「なりすまし妨害」の想定

安全な交通社会の実現を目指して
—自転車乗員保護のための取り組み

Activities for realization of a safe transportation society
-Safety countermeasures for cyclist protection

自動車安全研究部 松井靖浩

慶應義塾大学寄附講座
（令和3年12月7日）

我が国の自転車に関与する交通事故は都市部で発生する事例が多い。そこで、都市部における自転車の走行状況を明確にすることで、交通事故発生メカニズムを解明し、交通安全対策を行うための基礎資料に資することを第一の目的とした。本稿では、最初に朝の通勤時間帯に信号機のない交差点における自転車乗員の行動特性を分析した。次に、車両に搭載したドライブレコーダより取得できるニアミスデータを用い、車両と自転車との接近状況を分析した。これらの結果より、自転車乗員、車両運転者共に建物などの障害物により見通しが悪く、相手を認識できない場合、出会い頭での交通事故に至る可能性が極めて高くなることが推察された。

車両の衝突速度を低くすることで、歩行者の傷害程度を軽減できると考えられる。最近では車両に搭載されたセンサーが前方の自転車乗員を検知し、警報やブレーキ制御をかける自転車乗員検知型被害軽減装置の普及も交通弱者保護対策として有望視されている。ここでは、自転車乗員検知型被害軽減装置や自動運転技術により車両の衝突速度が低下したときの自転車乗員の被害軽減度合いを明確にすることで、同装置の技術要件を導出するための基礎資料を作成することを第二の目的とし、自転車乗員の重傷率・死亡率に着目し、車両衝突速度と自転車乗員被害の関係を我が国の交通事故実態に基づき調査した。さらに、頭部インパクトを用いた衝撃実験より、自転車乗員用ヘルメットの装着効果について知見を述べる。

講演等（英文）

Sled Test Results of Small Female Dummy

女性ダミーのスレッドテスト結果

自動車安全研究所 田中良知

National Traffic Safety and Environment Laboratory

第 70 回 GRSP 会議

(令和 3 年 12 月 9 日)

GRSP-70-32 国連 HP

(<https://unece.org/info/events/event/359805>)

日本が提案した UN Regulation No. 16（シートベルトに関する基準）の改定提案の内容をサポートする、当研究所で実施した実験結果をまとめた内容を紹介した。

本内容は女性ダミー乗員を用いた実験結果紹介で、提案では子供乗員の安全性を目的として改定を提案したが、この実験結果から、改定を行うことで子供乗員だけでなく、大人乗員の安全性向上につながることを示して、改訂案の妥当性を訴求した。

講演等（和文）

車両周囲温度湿度環境をコントロールする次世代シャシダイナモ設備

Next Generation Chassis Dynamometer System with Widely Controllable Ambient Temperature and Humidity

環境研究部 川原田光典（発表）、奥井伸宜

弘前大学「自動車まわりの熱と計測法に関するセミナー」

(令和 3 年 12 月 21 日)

燃費及び排出ガス試験に一般的に用いられるシャシダイナモでは、車輪をローラー上に設置するよう車両を固定し、あらかじめ定められた速度パターンを走行する。現在の試験法は Worldwide harmonized Light vehicle Test Procedure : WLTP（国際調和排出ガス・燃費試験法）に基づく WLTC の速度パターンを用いる方法である。認証試験の際の環境条件は、温度 23℃及び湿度 50%RH（Relative Humidity：相対湿度）と規定されている。ここで他の車両試験法の温度湿度に着目すると、国連規則 UNR83-7 では 23℃に加えて低温環境（-7℃）でのシャシダイナモ試験法が定められている。さらに、国内の路上走行試験法（道路運送車両の保安基準第 31 条、細目告示別添 119）で規定されている温度域は-2℃から 38℃であるうえ、湿度範囲については規定されていないなど一部の試験条件が明確になっていない。また、電気自動車等の電動車が搭載するバッテリーは充放電時の周囲温度により性能劣化の進行度合いが異なる。電動車においてバッテリーの性能劣化は航続距離などに直結するため、実走行時の環境及び充放電を想定した性能評価試験が必要である。

このような状況に対応するには、車両周囲の温度及び湿度のコントロールが可能なシャシダイナモ設備の導入が不可欠である。そこで交通安全環境研究所では、幅広く温度湿度を変化させることができる環境試験室を新設するとともに既存設備の改修を行い、「次世代シャシダイナモ設備」として 2021 年に完成させた。本稿では、次世代シャシダイナモ設備を紹介し、その後ディーゼル乗用車（ポスト新長期規制適合）を用いた実験で得られた結果について報告する。

講演等（和文）

EV の使用と製造による CO2 排出量の算出

Estimation of CO2 Emission due to an Electric Vehicle in Usage
and Production

環境研究部 新国哲也

The Joint Meeting between
KATRI and MLIT(NTSEL) on Vehicle Life Cycle Assessment
(LCA)

(令和 3 年 12 月 21 日)

WP29、GRPE で議論が開始される自動車 LCA について、韓国 (KATRI) と日本 (国交省、交通研) の間で情報、意見の交換を行った。交通研において、EV の製造時と使用時の CO2 排出量を見積もり、ガソリン車との比較を行った結果について報告した。

論文（和文）

予防安全支援システム効果評価シミュレータ (ASSESS) による Adaptive Driving Beam の設計パラメータの有用性に関する検討

A Study on Effects of Design Parameters for Adaptive Driving Beam using "A Survey Simulator to Evaluate Safety Systems (ASSESS)

自動車安全研究部 田中信壽、安本まこと、青木義郎
山村聡志、北澤達磨、大野智之

自動車技術会論文集

(令和 4 年 1 月 1 日)

Vol. 53, No. 1 P65-70

本研究では、Adaptive Driving Beam (以下、ADB) の設計パラメータの事故削減に対する有用性について予防安全効果評価シミュレータ ASSESS を用いて検証した。その結果、ADB の設計パラメータである遮光分解能角度 (High-Beam の遮光範囲を制御する水平方向の単位角度) と遮光余裕角度 (前方車及び対向車の車体の側面端からどれくらいの範囲まで水平方向に遮光するかを決定するパラメータ) の組み合わせが、事故の削減に重要な役割を果たすことが確認できた。本研究のシミュレーション条件では、ADB 使用時の衝突件数は、いずれの遮光分解能角度においても遮光余裕角度が小さくなるにつれて横ばいもしくは減少する傾向となり、遮光余裕角度 1.0° 以下かつ遮光分解能角度 2.0° 以下の組み合わせでは Low-Beam のみの点灯時の約 5 割以下の衝突件数となる可能性が確認された。

一方、遮光余裕角度が 1.0° 以下の条件では、遮光分解能角度が小さくなるにつれて衝突件数が横ばいもしくは減少する傾向も確認されたが、遮光余裕角度が 1.0° より大きい条件では、遮光範囲の切り替えタイミングと歩行者の位置との関係で遮光分解能角度が小さい条件でより多くの衝突が発生し、上記の傾向が逆転する事例が確認された。これらの結果より、遮光分解能角度と遮光余裕角度の組み合わせは、想定される交通環境を精査し、十分注意して設計する必要があると考えられる。なお、このような常識的な傾向から逸脱した事例を見つけ出すことは机上では難しく ASSESS の有効性を示す事例であると考えている。

雑誌等（和文）

交通安全環境研究所様 自動運転用安全機能検証システム

自動車安全研究部 中川 正夫
株式会社 明電舎

明電時報 22 年 1 月号
(令和 4 年 1 月 1 日)

守秘義務の関係で掲載を控えます。

雑誌等（和文）

ディストラクション状態の高齢ドライバーにおけるハザード
対応と視覚的注意喚起情報の効果に関する研究

A study on the effect of visual alert on the hazard response in
distracted elderly drivers

電気通信大学大学院 向田佑介
交通安全環境研究所 関根道昭、榎本恵、加藤洋子
電気通信大学大学院 田中健次

自動車技術 1 月号
(令和 4 年 1 月 1 日)
Vol.76, No1, 110-116

高齢ドライバーの交通事故の主要因とされる「ハザードの発見の遅れ」を軽減するため、ハザード付近に注意喚起情報を提示するドライビングシミュレータ実験を行った。運転に集中している場合とディストラクション（注意散漫）状態を比較した結果、高齢ドライバーはディストラクション状態においてアクセルペダルによる細かな速度調整が若年者よりも不十分になることを確認した。また、運転に集中している状態では注意喚起情報によって、すべてのハザード手前で減速する割合が増加することが確認できたものの、ディストラクション状態においては注意喚起情報を与えても横断歩道で待機する歩行者や路側を通行する自転車などの行動予測ハザードで減速する割合は増えなかった。特に、バスの陰に潜む歩行者などの潜在的ハザードにおいて、ディストラクション状態の高齢ドライバーでは、注意喚起情報の効果が認められず適切な安全運転ができないことが示唆された。今後は、ディストラクション状態でも効果的な注意喚起情報の改良と、その評価方法について検討していきたい。

雑誌等（和文）

これからの EMC
EMC future prospects

交通安全環境研究所 石井 素

電磁環境工学情報 EMC（科学情報出版株式会社）
（令和 4 年 1 月 5 日）
月刊「EMC」

国交省が推進している「インフラシステム海外展開行動計画 2021」では、引き続き鉄道もその中の重要な産業として位置づけられており、海外展開には積極的である。

鉄道関連の信号システム等の輸出に当たっては国際的な認証取得が必須ものとなっており、国内唯一の認証機関である交通研はその重要な役割の一端を担っている。

一方、鉄道では給電設備、車両等の多種多様で多数の電気・電子機器が使用されており、将来的には EMC 対策は注目され、その認証の必要性も高まっていくであろう。交通研としても、将来を見据えて、この分野の規格の動向については注視していきたい。

雑誌等（和文）

これからの EMC
Electromagnetic Compatibility for Motor Vehicles

自動車安全研究部 伊藤紳一郎

電磁環境工学情報 EMC（科学情報出版株式会社）
（令和 4 年 1 月 5 日）
月刊「EMC」

自動車分野における EMC について、EMC 基準（UN R10）の動向に簡単に触れつつ、新年の挨拶文を執筆するものである。

講演等（和文）

交通システム工学 第12回 安全性評価と認証審査について

Transportation Systems Engineering 11th Safety Assessment and Certification Assessment

交通システム研究部 長谷川智紀

東京大学 交通システム工学
(令和4年1月18日)

交通安全環境研究所では、安全性評価と規格適合性評価及び認証審査を行っている。本講義では、海外プロジェクトにおける認可プロセスの違い、安全性評価と規格適合性評価の関係、規格適合の意義、評価視点、規格適合の活動、規格適合性評価としての認証機関について述べる。

論文（英文）

Study of Thermal Runaway Initiation Method of Traction Lithium Ion Battery with Laser Irradiation

駆動用リチウムイオン電池を対象としたレーザー照射による熱暴走発生手法の検討

本田技研工業 影井佑多、丸野直樹
自動車安全研究部 小鹿健一郎

電気安全環境研究所 釣賀英樹、本多啓三

International Journal of Automotive Engineering
(令和4年1月18日)

Initiation methods for thermal propagation tests are being discussed in the Electric Vehicle Safety – Global Technical Regulation. In this paper, laser irradiation was compared with nail penetration and heater heating using a prismatic Li-ion battery module from the viewpoint of heat energy transfer to adjacent cells. Such transfer with laser irradiation was 0.025% of that of heater heating and the adjacent cell's temperature rise was less than 1°C by thermal runaway of the target cell. This result demonstrates that laser irradiation is a rational method in terms of simulating single cell thermal runaway only due to the cell's own energy.

論文（英文）

Demonstrating thermal propagation test for battery pack for PHEV with laser irradiation as initiation method

レーザー照射をイニシエーション手法として使用した PHEV 用バッテリーパックの熱連鎖試験の実施

自動車安全研究部 小鹿健一郎
本田技研工業 影井佑多、丸野直樹
電気安全環境研究所 釣賀英樹、本多啓三

International Journal of Automotive Engineering
(令和 4 年年 1 月 18 日)

The use of laser irradiation for heating is characterized by localized heating and high power density heating, which make the method suitable for conducting thermal propagation tests for battery packs for electrified vehicles. This paper demonstrates a thermal propagation test for battery packs for PHEVs using laser irradiation. It describes one example of the practicality of using laser irradiation as an initiation method for thermal propagation tests for large battery packs for electrified vehicles. One of the advantages of laser irradiation, which is that thermal runaway occurs with minimal heating of adjacent cells, was confirmed to be maintained for the pack level test.

講演等（和文）

自動車のサイバーセキュリティ、ソフトウェアアップデート基準制度の概要

Outline of type approval system on vehicle cyber security and software update

自動車認証審査部 新国哲也
SIP-adus 社会受容性向上イベント第 3 回技術セミナー
(令和 4 年 1 月 21 日)

「ソフトウェアアップデートとセキュリティ問題」を考える

UNECE/WP29 において採択された自動車のサイバーセキュリティ基準の概要を説明した。WP29 のサイバーセキュリティ基準では、他の技術基準とは異なり基準適合性を確認するための基準値のような定量的なクライテリアが明示されていない。一方で自動車メーカーの組織等が取るべき対策等を中心に要件が定められている。本稿では、WP29 のサイバーセキュリティ基準に示された要件と日本での審査手続き等も踏まえて概説する。

論文（和文）

ZrO₂ 型 NO_x センサを用いた重量車排出ガス測定システム (SEMS) における NO_x 濃度測定性能の向上

Improvement of NO_x Concentration Measurement Performance in ZrO₂-type NO_x Sensor-based Emission Measurement System (SEMS) for Heavy-duty Vehicle

環境研究部 山本敏朗、鈴木央一、柴崎勇一

自動車技術会論文集

(令和 4 年 1 月 25 日)

Vol. 53, No.1

ZrO₂ 式 NO_x センサを用いた重量車排出ガス計測システム (SEMS) における NO_x 濃度測定のパフォーマンス向上に関する課題とその改善策について検討した。その結果、以下の点を明らかにした。

(1) NO_x センサの NO_x 濃度出力のマイナス側への変動は、燃料噴射量信号、排出ガス中の O₂ 濃度等の挙動解析から、センサ測定空間での還元成分の増加によって制御目標値よりも O₂ 過少となり、O₂ ポンプから O₂ を測定空間内に汲み入れるなどの制御誤差が原因である可能性が考えられた。ただし、NO_x 排出の少ない条件で生じていることから、マイナス出力をゼロとして処理すれば排出量への影響は少ないものと考えられた。

(2) NO_x 濃度が急増・急減する変動のピーク値において、NO_x センサの濃度が定置型排出ガス分析計 (CLD 法) の濃度より大きくなるのは、センサ添付のモデルガスによる検量線が試験車両の排出ガスに適合していないことに起因する。新たに、試験車両の実排ガスデータを基に検量線を作成し、これを用いて NO_x 濃度を再計算することにより、上記の課題が改善された。

(3) 排気管直挿型 NH₃ センサ (混成電位型 ZrO₂ センサ) の NH₃ 濃度測定値を用いて、NO_x センサの NH₃ 干渉の補正方法を検討した。供試 NO_x センサにおいて NH₃ から NO_x を生成する NH₃-NO_x 転化率を 70% として、NO_x センサの NO_x 濃度測定値から NH₃ 濃度測定値の 70% の値を減算することにより概ね補正できるとの見通しを得た。

雑誌等（和文）

新たな社会の構築と進化する高速道路
～society5.0 の快適な移動を支えるインフラとは～

Building a New Society and Evolving Highways.

自動車安全研究部 児島亨、河合英直

読売新聞 未来貢献シンポジウム

(令和 4 年 1 月 25 日)

読売新聞社主催、と国土交通省後援によるシンポジウム。

自動運転社会時代到来に向けて、現在の自動運転の状況やインフラの在り方や課題について、多くの一般市民に正しい情報を知っていただくことが目的。

「自動運転社会の実現をめざして」と題してパネルディスカッションを行う。

自動車の進化について

- ・運転負荷を減らす技術の進化
- ・自動車同士が会話する情報技術
- ・自動運転リテラシー普及の重要性

について、口頭で発表する。

高齢歩行者を救え

Self countermeasures for elderly pedestrian safety

自動車安全研究部 松井靖浩

医理工の今

（令和4年1月31日）

高齢歩行者はどのようなタイミングで道路を横断するのか、実車（セダン）を用いた実験結果をもとに高齢歩行者の行動特性について述べる。

単路を右側から渡ろうとする歩行者の場合、高速度条件（45 km/h）において、高齢者は若年者と比べ歩車間距離が統計学的に有意に短くなり、判断が緩慢になる。高齢者は若年者と比べ少し遅れて横断を開始する可能性のあることを示唆しており、ドライバーの制動回避が困難な状況に繋がる。

次に、高齢者のみを対象とし、視力に着目した分析を実施した。単路を右側から渡ろうとする高齢実験参加者において両眼視力0.7以上の群、0.6以下の群の高齢者が横断可能と判断したときの歩車間距離を図1に示す。昼間の結果では、横断判断のタイミングは視力による影響を受けていない。しかし、夜間の場合、車の前照灯をロービームにすると、全速度帯において視力の高い高齢者は、視力の低い高齢者と比べ歩車間距離が長くなる。夜間、車の前照灯をハイビームにすると、特に低速度領域において、視力が0.7以上の高齢者は、視力の悪い0.6以下の高齢者と比べ有意に歩車間距離が長くなる。単路を左側から渡ろうとする歩行者の場合も同様の傾向を示した。視力が良い高齢歩行者は、前照灯により眩しさを感じやすいことで、歩車間距離を長く確保する可能性が予測される。

今後さらに高齢化が進む中で、高齢者の交通事故が益々増加することが懸念される。運転免許更新時には、所定の視力（両眼0.7以上）が必要となるが、高齢者によっては視力を測定する頻度が低い可能性もある。また、加齢に伴い白内障の保有率も増加する。定期的に視力を検査し、眼鏡の補正も含め適切に視力を保つことも歩行者交通事故の防止に役立つものと考えられる。

事故発生後の救済に向けて

Safety technologies after collision accidents

自動車安全研究部 松井靖浩

医理工の今

（令和4年1月31日）

事故発生後の車両乗員救済への取り組みの一例として、事故自動緊急通報装置がある。同装置は、示すようにエアバッグが展開するような大きな事故が発生した場合、自動的にコールセンターへ通報するシステムである。車両のエアバッグの展開信号を作動トリガーとして、Global positioning system (GPS)等の人工衛星より取得される車両の位置情報及び車両情報（車両種別、車台番号）を通報する。迅速な位置情報の通報により、救急機関は事故を早期に覚知でき、さらには事故による負傷者の治療をいち早く開始することが可能になることから、救命率の向上や傷害の重傷化の防止が期待されている。特に、衝突によりドライバーが意識を失った場合には有効なシステムである。この事故自動緊急通報装置は、エアバッグが展開することが自動通報の条件となる。車両のデルタV（衝突の厳しさを示す指標で、擬似的に衝突前後の速度変化を求めたもの）が低い場合には、設計上、エアバッグは展開しない。一方で、実際の交通事故において、車両のデルタVが高い場合においてもエアバッグが非展開となる事例がある。日本全国で発生した交通事故を調査した結果、自車がセダン、軽乗用車の場合、自車におけるデルタV30 km/h以下では、相手車がセダンと衝突した場合にはエアバッグ作動なしの構成率が高く、自車におけるデルタV50 km/h以上では、エアバッグ作動ありの構成率が高いことが明らかとなった。さらに、斜め衝突やオフセット衝突の場合、必ずしもエアバッグが展開するとは限らないことも判明した。そうした状況を考慮し、事故自動緊急通報装置の作動トリガーには、エアバッグの展開信号（自動トリガー）に加えて手動ボタン方式による信号（手動トリガー）がある。手動ボタンを運転者自らが作動させ車両の位置情報を通報することで、救急隊が交通事故現場へいち早く到着し、負傷者の治療を迅速に開始できる。

出版物（和文）

自転車乗員を救え

Self countermeasures for cyclist safety

自動車安全研究部 松井靖浩

医理工の今

（令和4年1月31日）

2019年の我が国の交通事故死者数は3,215人であり、その中で歩行者1,176人（36.6%）、自転車乗員433人（13.5%）を合わせると交通弱者（歩行者、自転車乗員）は50.1%を占める。このような状況から、交通弱者への対策はきわめて重要な課題である。我が国の歩行者保護対策として、2005年に乗用車のボンネットに対し歩行者頭部保護の技術基準が導入された。一方、自転車乗員保護に対する乗用車の保護試験は存在しない。自転車が車両前面と衝突する交通事故において、自転車乗員の頭部は車に衝突（一次衝突）した後、路面に衝突（二次衝突）する場合がある。本調査では、自転車乗員の頭部が車及び路面に衝突する場合の頭部傷害値について、実験により調査した。自転車乗員の頭部保護対策の一つとして、ヘルメットが考えられる。実験では、中学生用ヘルメット（インナーに緩衝材なし）及びスポーツタイプヘルメット（インナーに緩衝材あり）を使用し、頭部傷害値を計測した。

自転車乗員頭部が車に衝突する場面を想定した実験では、質量4.5 kgの大人歩行者頭部インパクト（頭部インパクト）を使用し、頭部インパクト単体（ヘルメット非着用を想定）及び、頭部インパクトに各ヘルメットを装着した各条件について、車に対する衝撃実験を行った。実験では、軽乗用車のAピラー下端部を打撃箇所とし、衝突速度を35 km/hとした。ヘルメット装着条件ではヘルメット前額部が車に衝突するよう衝撃した。

安全性を評価する指標として車の減速度より算出される頭部傷害値HIC（Head Injury Criterion）があり、衝突安全に関する技術基準ではHIC 1000以下が義務付けられている。実験で計測したHICは、頭部インパクト単体の場合4937であったが、中学生用ヘルメット装着時は4446（減少率10%）、スポーツタイプヘルメット装着時は2366（減少率52%）となった。

次に、自転車乗員頭部が路面に衝突する場面を想定した実験では、頭部インパクト単体、及び頭部インパクトにヘ

ルメットを装着させ、1.5 mの高さ（成人男性の顎位置に相当）から自由落下により路面に衝撃させた。HICは、頭部インパクト単体の場合6526であったが、中学生用ヘルメット装着時は1132（減少率83%）、スポーツタイプヘルメット装着時は547（減少率92%）となった。

以上の結果から、路面への自由落下衝撃実験のような比較的低いエネルギー衝撃条件（66J）では、両ヘルメットともHIC低減効果大きい。しかし、車の前面において最も剛性の高いとされるAピラー下端部に対する高エネルギー衝撃条件（212J）では、スポーツタイプヘルメットのHIC低減効果は大きい、中学生用ヘルメットのHIC低減効果は十分ではない。中学生用ヘルメットでは、緩衝材ありと緩衝材なしの両タイプある。ここでは、緩衝材なし（PTA推奨品）を供試品として使用した。緩衝材付きヘルメットは、自転車乗員の頭部保護に効果が高いと考える。

ニアミスデータの活用可能性

Possibility of utilizing near-miss data

自動車安全研究部 松井靖浩

医理工の今

（令和4年1月31日）

日本における2020年の交通事故死者（2,839人）のうち歩行中の死者数は1,002人であり、全交通事故死者の中で歩行中死者数の占める割合（35%）は最も高かった。交通弱者である歩行者事故への対策を講じるためには、事故発生状況を詳細に把握することが極めて重要となる。

実際の事故において、車と歩行者が衝突に至るまでの状況に関する事故データは限定される。そこで本調査では、車に搭載したドライブレコーダにより記録されたデータの中からニアミス事象に着目し、事故発生状況を把握する上でその活用可能性を調査した。ニアミス事象は、事故には至らなかったが極めて危険な事象を指す。なお、ドライブレコーダは、ドライバが危険を認知して急ブレーキを踏む状況において、この急ブレーキ近傍における車両前方映像や車両走行速度を記録する機能を有する。本調査では、事故発生状況把握におけるニアミスデータの有効性を検証するため1)車の危険認知速度、2)車と歩行者との接近状況について、実事故とニアミス事象を比較した。

車の危険認知速度について、危険度が高レベルな車対歩行者のニアミスデータを事故データと比較した。ニアミス事象における危険認知速度の累積線は、重傷事故の累積線に近似することが判明した。すなわち、ニアミス事象では車と歩行者との接触は免れたが、万が一両者が接触した場合、歩行者は重傷に近い傷害を負う可能性が高いことを示唆している。

次に、車と歩行者の接近状況について、死亡事故とニアミス事象を比較した。死亡事故・ニアミス事象ともに昼夜を問わず、車が直進時、車前方を歩行者が横断する事象が最も多い傾向にあった。

このように、車の危険認知速度及び車と歩行者の接近状況において、ニアミス事象は実事故に近似傾向にあり、事故状況を把握する上でニアミスデータは活用可能と考えられる。ニアミスデータの活用により、従来不明とされてきた車対歩行者事故における衝突直前の危険な状況を明確化

歩行者救済に向けて

Toward pedestrian protection

自動車安全研究部 松井靖浩

医理工の今

（令和4年1月31日）

歩行者検知型衝突被害軽減装置は、カメラやレーダ、レーザ等のセンサで予め歩行者を検知し、事故時の車の衝突速度を低減させる装着であり、死傷事故低減において有効な対策技術の一つと考えられている。こうした装置を開発するには、車の歩行者への衝突速度及び歩行者の死亡率を明確にした上で、速度低減目標を設定する必要がある。本調査では、そのような装置により車の衝突速度が低減した場合の歩行者の傷害軽減度合いを明確にするため、我が国の交通事故実態に基づき、車の衝突速度と歩行者死亡率との関係を分析した。

日本で発生した交通事故を対象とした交通事故統合データを使用し、交通事故における車の走行速度、推定される衝突速度での歩行者死亡率を導出した。死亡率は、軽傷者数、重傷者数、死者数を合算し、その合計数の中で死者数の占める割合とした。分析対象とした車の種類は、セダン、ミニバン、ワンボックス車、軽乗用車、軽貨物車の5車種とした。5車種すべてにおいて衝突速度が30 km/h以下になると、死亡率は5%以下に抑えることが可能と判断できる。また、衝突速度50 km/hの死亡率は22%~25%であるが、衝突速度40 km/hでは9%~12%へと減少している。この結果より、衝突速度を10 km/h低減させると歩行者の死亡率は大幅に低減可能なことが示された。従って、歩行者を検知し衝突速度を低減させる装置が様々な車種に装着され、実際の交通状況下において適切に作動した場合、死亡歩行者数の減少に大いに貢献可能であると言える。尚、日本では、2021年11月より新型車両に対し歩行者検知型衝突被害軽減装置の搭載が義務付けられ、車の走行速度が30 km/h以下では衝突速度0 km/h、走行速度が35 km/hから60 km/hにおいては15 km/hの衝突速度低減の性能が求められる。

歩行者の危険な飛び出し

Poppint out pattern of pedestrians

自動車安全研究部 松井靖浩

医理工の今

（令和4年1月31日）

日本で発生した車対歩行者の死亡事故では、車が単路を直進し前方を歩行者が横断中に車と衝突する事例が最も多い。事故には至らないが極めて危険な事象であるニアミス事象においても、同様の傾向である。ニアミス事象は、実際の車対歩行者事故の状況を把握する上で活用可能であることが判明している。

本調査では、車が直進中、その車前方の左右から歩行者が横断するニアミスデータを使用し、車と歩行者との位置関係を基に縦方向と横方向の時間概念に着目し、両者接近時の詳細状況を把握することとした。ニアミス事象において車が歩行者の位置まで到達する時間（車の衝突予測時間）は、ニアミスデータとして収録された画像を使用し、歩行者が現れた瞬間の「歩行者から車前線までの距離」を「危険認知速度」で除することにより算出できる。一方で、歩行者が道路を横断中、歩行者自身も歩行速度を有する。ここでは、歩行者が現れた瞬間の「歩行者から車側面までの距離」を「歩行速度」で除することにより、歩行者が車の走行ライン上に到達する時間（歩行者の衝突予測時間）を算出した。

歩行者の飛び出しパターンを(1)「障害物なし」(2)「建物の陰からの飛び出し」(3)「駐車車両の陰からの飛び出し」(4)「移動車両の陰からの飛び出し」の4つに区分した。(2)、(3)、(4)の物陰から歩行者が飛び出すパターンでは、車と歩行者の両衝突予測平均時間(0.8~1.4秒)が(1)「障害物なし」(1.8~2.0秒)に比べて短いことが判明した。さらに、いずれの飛び出し区分においても、車と歩行者の両衝突予測平均時間は近似傾向にあることが判明した。このことから、ドライバ及び歩行者の両者が相手の存在に気付かず等速で接近した場合、車と歩行者が衝突する危険性は極めて高くなることが推察される。衝突を回避するためには、ドライバまたは歩行者のいずれか一方が衝突の危険性を認知判断し、衝突回避行動をとる必要がある。近年では、車が前方の歩行者を検知しブレーキを作

動させる歩行者検知型衝突被害軽減装置が開発され、普及し始めている。同装置の機能を評価する欧州及び日本の自動車アセスメントでは、本調査で得られた(1)「障害物なし」及び、(3)「駐車車両の陰からの飛び出し」の歩行者飛び出し条件を基に、歩行者ダミーが見通しの良い道路を横断する場合と駐車車両の陰から横断する場合の2種類の交通環境を想定し、評価試験を実施している。今後、同装置の普及に伴い、歩行者の死傷事故減少が大いに期待される。

論文（和文）

列車運転シミュレータを活用した手動運転 エネルギー評価システムの開発

Development of Energy Evaluation System in Manual Operation Using Train Simulator

東京電機大学 渡邊翔一郎

交通システム研究部 長谷川智紀、山口大助、押立貴志

電気学会 電気学会論文誌D（産業応用部門誌）
（令和4年2月1日）

Vol.142, No.2, 2022

近年の環境問題とエネルギー問題の意識の高まりを受け、交通インフラにおいても低炭素化や省エネルギー化が期待されている。数ある交通機関のうち、陸上交通分野では電気鉄道と自動車が主流の交通機関であり、これらを比較すると、鉄道車両は自動車よりもエネルギー効率に優れていることが示されている。また、ディーゼル車両に代表される内燃機関で駆動する車両と比べてもCO₂排出量が少ないことが示されている。しかし、交通インフラを支えていくためには、その消費エネルギーの削減に中長期的に継続して取り組む必要があり、省エネルギー化に向けた技術革新は依然として重要な位置づけとなっている。

本研究では、運転士の運転状況、特に認知・判断・操作を把握することができる装置の一つとして既存の運転シミュレータを活用することをベースに、運転士毎の手動運転で電車を運転したときの消費エネルギーを計算する装置を開発した。これにより効率的に条件設定や試行を行って手動運転時の消費エネルギーを比較・評価できるようになり、これまでの計算手法のデメリットを克服した新たなシステムである。また、簡易に運転士ごとのエネルギー評価も可能となる。さらに、開発した装置には、運転士が適切に認知・判断・操作を行うことができるように、車両の置かれる環境が変化したときの車両性能、特に加減速性能の変化を再現できる機能を含めた。これらについて、著者らの先行研究の成果(18-21)をまとめつつ、その有用性を論じる。

雑誌等（和文）

レールの上をバスが行く！？
DMV（デュアルモードビークル）とは

Bus goes on the rails!?
What is DMV (Dual Mode Vehicle)?

交通システム研究部 大野寛之

運輸と経済 令和4年2月号
(令和4年2月1日)

2021年12月に阿佐海岸鉄道株式会社阿佐東線でDMV（Dual Mode Vehicle：デュアルモードビークル）と言う名の新しい交通システムが運行を開始した。これはバスの車体に改造を加え鉄道レール上を走行可能としたシステムである。国土交通省による技術評価を経て実用化に至ったDMVは、鉄道とバスの間のシームレスな運行を可能とするもので、鉄道を維持するだけの旅客需要のない地域や観光地等での導入に対する期待が高まっている。

講演等（和文）

鉄道における国際規格 なぜ役に立つのか

International standards for railway, why are they useful?

鉄道認証室 森崇

(公財)鉄道総合技術研究所 2021年度 国際規格セミナー
(2月編)
(令和4年2月3日)

本来RAMS規格をはじめとするライフサイクル規格は、ともすれば煩雑で業務に役に立たないと思われがちであり、そのような風説が非常に多く流布されている。これは、ベテランが規格審議などに携わることが多く、言わずもがなのことを全て明文化することに非常に苦痛を感じていることと思慮される。しかし業務の継続性、若年層職員の早期育成、社員の多様化などにより、暗黙的な技術継承が困難になるとともに、DXなど新しい概念の中では、知識を表出化し、それを明確にあいまいさがなく定義することが求められる。このようなメリットについて述べ、国際規格の解説を始める前の基本的な概念の説明を行うことを目的とする。

なお、今回のセミナーは規格に対して知悉がないものを対象としていることや、ともすれば規格に対して否定的な見解を持つ者を対象としているため、出来るだけ平易で親しみを持てるよう、漫画を多用し、また平易な言葉での解説に努めた。

Pedestrian detection during motor vehicle moving off maneuvers
using ultrasonic sensors in the vehicle front

車両前方ソナーにおける人検知の可能性

自動車安全研究部 松井靖浩、細川成之
首都大学東京 及川昌子

STAPP Car Crash Journal

(令和4年2月10日)

Vol.65, 2022

低速度における車両と歩行者との接触事故を調査した結果、車両発進時に歩行者と接触する事例のあることがわかっている。また、交通事故死者数のうち歩行者が占める割合は近年増加の傾向にある。今後、歩行中の交通事故死者数をさらに低減させるためには、車両発進時にセンサにより歩行者を検知する等、安全技術で運転を支援することも重要である。車両発進時に物体を検知するセンサとしてソナーを使用して運転者に警告することで、車両と物体との接触を回避する技術が既に開発されている。ただし、ソナーは壁との距離を測定し、駐車時のドライバーへの単独事故予防支援を主目的として開発されている。そこで、本研究では、車両前方ソナーにおいて人体検出の可否を実験的に検証することを目的とした。実験参加者は、子供、大人女性、大人男性各1名の計3名を対象とした。供試車両は、セダン1車種、SUV3車種の計4車種とした。調査の結果、体格差にも依存するが人も検知可能であることが明らかとなった。ただし、子供の対パイプ比は低いことから、カメラ等の事故予防支援技術も併用していくことも必要な対策手段と考える。

リスク最小化制御実行中の車線変更時の安全性に関する実験的考察

Experimental Study of Safety of a Lane Change during
Execution of Minimum Risk Manoeuvre

自動車安全研究部 児島亨、岩瀬常利

自動車技術会論文集

(令和4年2月11日)

Vol.53, No.2, 2022

本研究は、SAE J3016 レベル3の自動運転車が、高速道路で自動運転中にリスク最小化制御（Minimum Risk Manoeuvre、以下MRM）の作動を開始し、車両を低速側の車線（第1車線）へ車線変更させ、減速停止させる動作を実行した場合に、後方から接近する車両のドライバーが、当該車両との衝突を回避する間の運転行動を計測する実験を行ったものである。

実験はドライビングシミュレータを用いて行い、日常的に運転する20代～50代の一般ドライバー20名が実験に参加した。

実験では、MRM車両が車線変更を行い、減速停止するまでの間の方法として、3つの方法を実施した。また、実験条件の設定においては、UN-R79のACSFカテゴリC（ドライバーの実行要求によって作動する単一の車線変更機能）において、車線変更を実行する際に後方接近車両との間に最低限必要な相対距離（Scritical）を計算する式及び同式に用いるパラメータを用いた。

実験の結果、3つの方法のうちの2つの方法において、一部の実験条件で衝突する事例が確認された。衝突が発生した状況と同じ状況に至らないようにするため、MRM車両が車線変更中に減速を行う方法の場合には、減速度を 2m/s^2 以下とすること、車線変更中は減速を行わず、車線変更終了後に第1車線上で減速を行う場合には、車線変更終了から減速を開始するまでに間に、ハザードランプを点滅させた状態で2秒程度確保すること等が重要であること等をまとめた。

講演等（和文）

保安装置のセキュリティ Safetyとは違うの 同じなの？

Security for safety related systems, is there any difference
between safety?

鉄道認証室 森崇
交通システム研究部 工藤希

鉄道認証室セミナー
(令和4年2月18日)

鉄道におけるサイバーセキュリティはその巨大インフラ故に重要性を増している。しかしながら現在の規格体系では理念にとどまり具体性が乏しいと言わざるを得ない。

しかしながら規格も鉄道をターゲットとしたものが提案されつつあり、その動向に注目していく必要がある。

筆者は鉄道事業者において無線式列車制御の設計経験があり、有識者会議や行政当局との交渉においてセキュリティレベルや解析手法についての方向性を決定する責任者として業務を行ってきた。ともすると混同されがちな安全とセキュリティについて解説し、国際規格の解説を始める前の基本的な概念の説明を行うことを目的とする。

なお、今回のセミナーは規格に対して知悉がないものを対象としていることや、ともすれば規格に対して否定的な見解を持つ者を対象としているため、出来るだけ平易で親しみを持てるよう、漫画を多用し、また平易な言葉での解説に努めた。

論文（英語）

Development of energy evaluation system during
manual operation using train simulator

交通システム研究部 長谷川智紀、山口大助、
押立貴志(客員研究員)
東京電機大学 渡邊翔一郎

Electrical Engineering In Japan
(令和4年3月2日)

The electric railway is an environment-friendly transportation system. An energy-saving operation with a low cost and high energy-saving efficiency is often considered to further decrease energy consumption. An Automatic Train Operation (ATO) system has the advantage of energy-saving because a train can be controlled by an on-board computer. However, many railway lines are still being operated by drivers and controlled via manual operation in addition, energy managements often become difficult for drivers and operators. Therefore, a study of energy-saving manual operation is desired. Energy verification of a manual operation is difficult because an adequate experiment has several constraints and trial periods are limited. Moreover, it requires a considerable amount of time and effort. In this study, an energy evaluation system is developed to calculate the energy consumed by a train when a driver manually operates it through adding an advanced calculation device to a conventional railway simulator. Consequently, the evaluation system contributes to carry out simple experiments with a short duration.

講演等（和文）

二次タスクの作業負荷の差異を考慮した高齢者と若齢者の
運転引継時の行動に関する研究

Study on driving takeover behavior of elderly and young people
considering the difference in workload of secondary tasks

中央大学院 五十部健太
自動車安全研究部 加藤洋子、関根道昭
中央大学 戸井武司

日本音響学会 2022 年春季研究発表会
(令和 4 年 3 月 9 日)

近年、自動運転技術の研究開発が進んでおり、自動運転中は運転以外の作業、すなわち二次タスクを行うことが可能と考えられている。ただし、自動運転の使用条件から外れる前に車両は警告音を提示し、ドライバは速やかに運転を引継ぐ必要がある。この時、二次タスクの内容や警告音の音量・音質によっては速やかに運転を引継ぐことができない可能性がある。また、同じ警告音でも年代により感度や印象が異なる可能性がある。そこで本研究では、様々な年代のドライバが速やかに運転を引継ぐことができる適切な警告音を開発するため、二次タスクの作業負荷とドライバの年代が運転引継行動に与える影響を調査した。

その結果、二次タスクの構成要素の多寡により作業負荷が異なることを示した。特に、記憶の要素は負荷を大きくすると推察した。自動運転中に適度な作業負荷の二次タスクを行うことで、年代を問わずスムーズに手動運転に移行できる可能性を示した。また、年代によって作業負荷の大きさに応じて適切な警告音が異なることを示した。

論文（和文）

コンバージョンレンズを用いたステレオカメラの性能評価
に関する研究

Performance validation of the stereo camera using conversion
lens

自動車安全研究部 中川正夫、山本裕之
明電舎 高橋利道
ITD Lab 實吉敬二

精密工学会 2022 年春季大会学術講演会
(令和 4 年 3 月 17 日)

本研究では、Virtual Testing の中でも VILS (Vehicle in the loop simulation) の形式で台上試験機上において自動運転車の安全性の評価を行う手法に着目し、モニタを用いてステレオカメラへ疑似的に交通場면을撮影させる手法（ステレオカメラに対する VR テストシステム）を構築するとともに、カメラとモニタのジオメトリから画像表示の位置を決定する手法を提案した。しかし、これらの検証はカメラの焦点距離をカメラとモニタの距離としたステレオカメラを用いており、一般的な車両に搭載されている実環境下とは異なる調整をしたステレオカメラであった。実環境下と同等に焦点距離が十分に長いステレオカメラ性能を、ディスプレイを用いて検証するには、コンバージョンレンズにより焦点距離を調整する必要がある。しかし、コンバージョンレンズを通すと読み取った画像に歪みが生じるため、正確な測距ができない懸念がある。そこで、本研究ではハードウェアによるコンバージョンレンズの適用と格子画像より求めたソフトウェアによる歪み補正により、ランダムパターン画像を撮影した視差画像を用いて歪みの影響を確認した。

講演等（和文）

交通安全環境研究所の取り組み例

Research Outline of NTSEL

交通システム研究部 佐藤安弘

東京大学大学院 新領域創成科学研究科
先進ヒューマンモビリティ安全設計学 寄付講座 講演会

（令和4年3月18日）

交通安全環境研究所は、自動車・鉄道の双方を所管する公正中立な研究機関として、新たな技術を用いた交通システムの安全で円滑な導入に貢献すべく取り組んでおり、自動運転の将来にもつながる新たな技術の評価に対応できるよう、各種取り組みを行っているので紹介する。

講演等（和文）

安全性評価、認証の将来

The future of Safety assessment and Conformity assessment

交通システム研究部 長谷川智紀

東京大学大学院 新領域創成科学研究科
先進ヒューマンモビリティ安全設計学 寄付講座 講演会
（令和4年3月18日）

新たな鉄道システムの導入や、既存の鉄道システムに対し新しい技術を導入する場合、安全性の確保を目的として国内では安全性評価、海外では認証審査を含む規格適合性評価が行われる。本講演では、現在の安全性評価及び規格適合性評価について紹介するとともに、今後の安全性評価及び規格適合性評価を行っていくにあたっての課題について紹介する。

講演等（和文）

交通研の索道に関する取り組み
～搬器ローリングによる壁面接触事象の分析～

Introduction of research related to cableway in NTSEL
-Study on rolling of carrier and collision with wall-

交通システム研究部 一柳洋輔、山口大助、森裕貴、
押立貴志(客員研究員)、
緒方正剛、千島美智男

令和3年度 索道事故調査検討会準備会
神奈川県横浜市（WEB開催）
（令和4年3月18日）

交通安全環境研究所 交通システム研究部における索道関係の研究事例として、ロープウェイ搬器のローリング（進行方向軸まわりの回転運動）による壁面との接触事象の分析について紹介する。ローリングに対する減衰装置を有しないロープウェイ搬器が、支柱を通過する前後で大きくロールし、支柱通過後に側方の壁面に接触するという事象が発生した。支柱付近での停車中と全線に渡り走行する実搬器の動揺測定、および搬器の走行に従って時間変化する支索サグ量の測定、搬器を振り子で模擬した運動シミュレーションをもとに接触事象のメカニズムを分析した。支柱間を走行中に風の外力によって搬器のローリングが発生し、支柱に近づくに従って支索のサグ量の変化や支索自体の振動の影響を受け、搬器のローリングが複雑かつ短周期に変化した。支柱位置では支柱での支索の支持によって支索自体の振動エネルギーが搬器のロール振動に集約され振幅が最大となり、支柱通過後も搬器のロール振幅が増大した状態が持続して搬器が壁面に接触する事象に至ったと推定した。支柱通過時には搬器の揺れが増幅される可能性があるため、支柱間で搬器に大きな揺れが発生した場合には支柱通過前に一旦停止し、揺れが十分に収束してから低速で支柱を通過することが有効な対策と考えられる。

出版物（和文）

貨物車による歩行者事故低減に向けて

Toward pedestrian protection from accidents involving heavy
duty trucks

自動車安全研究部 松井靖浩

日刊自動車新聞
（令和4年3月19日）

歩行者検知型被害軽減装置による車両の衝突速度低減時の歩行者の被害軽減効果を明確にすることを目的とし、貨物車を含む車両の衝突速度と歩行者重傷率・死亡率との関係を交通事故実態に基づき分析した。ここでは、公益財団法人交通事故総合分析センター所有のマクロデータ及びミクロデータを使用した。大型貨物車、中型貨物車、小型貨物車、1Box車、セダンを対象として、車両衝突速度が減少した場合の歩行者の被害状況を分析した。歩行者の死亡率が5%以下となるときに車両衝突速度に着目する。セダンが30 km/h以下、小型貨物車及び1Box車が20 km/h以下、中型貨物車が10 km/h以下で歩行者に衝突すると死亡率は5%以下となった。大型貨物車は、10 km/h以下で歩行者に衝突すると死亡率は10%以下となった。このように歩行者の死亡率は、車種により異なる傾向を示すことが明らかとなった。また、車両衝突速度が30 km/h以上の場合、衝突速度を10 km/h低減させるだけでも死亡率は大幅に減少可能なことが示された。交通事故による死傷者を大幅に低減させる技術として、歩行者検知型被害軽減装置への期待は大きい。将来、車両衝突速度を減少させる機能が適切に作動可能な装置として車種毎に目標を定めて開発され、トラックを含む各種車両に適用された場合、交通事故における歩行者の死傷者数の大幅な減少が期待される。

講演等（和文）

鉄道の機能安全規格とセキュリティ規格の両立に関する考
察

Study for compatibility of functional safety standards and
security standard for railway

鉄道認証室 吉永純

令和4年電気学会全国大会
(令和4年3月21日)

情報セキュリティへの関心が高まる中、IEC 62443 シリ
ーズ(制御システムの情報セキュリティ)の鉄道製品向けの
規格(CLC/TS 50701、以下「CLC/TS」という。)が2021年
7月に発行された。

CLC/TSは鉄道システムに必要な情報セキュリティレベル
目標を定めて維持する(以下「CS」という。)ための方策
を規定した規格であり、今後、海外の鉄道案件では
RAMS(IEC 62278)、IEC62279(鉄道制御用ソフトウェア)等
の機能安全規格に基づく「安全性」に加え、CLC/TSへの適
合性の立証が必要な案件は増えていくと思われる。

そこで、機能安全規格の立証を行う立場からみたCLC/TS
によるCS立証活動の課題と、CSの立証を効率的に実施す
るための対策に関する考察をまとめたものである。

講演等（和文）

交通安全環境研究所交通システム研究部における研究の取
り組み

Research Outline of Traffic System Research Division of NTSEL

交通システム研究部 佐藤安弘

電子情報技術産業協会（JEITA）
センサ専門委員会 講演会
(令和4年3月23日)

交通安全環境研究所は、自動車・鉄道の双方を所管する公
正中立な研究機関であり、そのうち鉄道分野を担う交通シ
ステム研究部では、新たな技術を用いた交通システムの安
全で円滑な導入に貢献すべく取り組んでおり、最新のセン
サ技術などの活用に関わる内容を中心に、研究活動の概要
について紹介する。

講演等（和文）

自動運転車の安全基準として考えられている有能で注意深いドライバに関する話題提供

Competent and careful driver as safety standard for automated driving vehicles

自動車安全研究部 中川正夫

自動車技術会 映像情報活用委員会
(令和4年3月28日)

自動運転車には人間ドライバと同等かそれ以上に安全であることが求められており、その基準として考案されている有能で注意深いドライバ（C&Cドライバ: Competent & Careful Driver）について、話題提供を行う。

以下の発表済みの内容を組み合わせ、回避行動を取るべきトリガとなる衝突を予見すべき時点に関する裁判例の分析に加え、回避可能性の要素である認知反応時間について実交通環境下で取得した事例を紹介する。