所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈平成 30 年 4 月～平成 31 年 3 月〉

論文（英文）

Features of fatal injuries in older cyclists in vehicle–bicycle accidents in Japan

日本における車対自転車交通事故における死亡高齢自転車乗員の傷害の特徴

自動車研究部　松井靖浩
首都大学東京　及川昌子
滋賀医科大学　一杉正仁

Traffic Injury Prevention Vol.19,No.1,2018
（平成 30 年 4 月 1 日）

自転車乗員被害の軽減を対策するには､自転車交通事故の状況を詳細に把握する必要がある。ここでは、交通事故総合分析センター所有の 2009 年～2013 年に我が国で発生した車両－自転車の死亡事故マクロデータを使用し、75 歳以上の高齢自転車乗員の損傷主部位に着目して事故状況を詳細に調査した。自転車死亡事故では、頭部を損傷主部位とする場合が最も多い。ボンネットタイプ, バンタイプの車両が低速度で高齢自転車乗員に衝突すると, 路面が加害となり死亡する事例が最も多いことが明らかとなった。

特にボンネットタイプの車両との衝突では、75 歳以上の高齢者は 74 歳以下の年齢帯と比べ腰部を損傷主部位として死亡した割合が多いことが判明した。同車両タイプとの衝突では、75 歳以上の高齢者の女性は男性と比べ腰部を損傷主部位として死亡した割合が多いことも判明した。

論文（英文）

Analysis of Single-Vehicle Accidents in Japan Involving Elderly Drivers

日本における高齢ドライバの単独事故の解析

自動車安全研究部　森田和元（客員研究員）、関根道昭

Journal of SAE International
（米国）
（平成 30 年 5 月 11 日）

日本では高齢化が進み、全人口の 26%を 65 歳以上の高齢者が占めるようになっている。高齢化の影響は交通事故に関しても表れ､ドライバ死者数に占める高齢者の割合が年々増加している。本研究では､交通事故総合分析センターの 2012 年～2014 年の事故データを基にして､高齢ドライバの事故とくに単独事故の特徴についてマクロ解析を行った。事故種別の中で、単独事故は死亡に至る可能性が高いためである。解析にあたっては、被追突事故件数が交通量に関係するという
仮定の下に､各年齢層のドライバの運転頻度を考慮して事故の起こしやすさをオッズ比により解析した。その結果、高齢ドライバが非市街地で軽自動車を運転しているときに単独事故を起こしやすいということを明らかにした。この傾向はとくに 75 歳以上の高齢ドライバに顕著であった。高齢ドライバは軽自動車を運転することが多く、また､他車両の少ない非市街地では他車両を巻き込んだ事故ではなく単独事故を起こしやすくなるためと推測される。

講演等

鉄道認証室における最近の活動について

鉄道認証室　江國 実

信号工業協会総会
（平成 30 年 5 月 18 日）

鉄道認証室が所属する交通研の概要、鉄道等分野の研究概要、認証機関としての活動等について紹介する。

１．交通安全環境研究所の概要
１．１．交通安全環境研究所の位置づけ
１．２．鉄道等分野の研究概要
〈研究重点分野〉
◆　都市交通システムの安全性・信頼性評価
◆　地方鉄道の安全性向上
◆　公共交通の導入促進・評価
２．鉄道製品認証機関の設立の経緯
３．認証機関としての活動
４．今後の取組
４．１．機能安全規格の規格適合における課題
４．２．内外の動向
４．２．１　国際規格の近年の動向
４．２．２　鉄道への新技術の導入
４．３．課題等への対応

交通研では、公平中立の立場から、日本の鉄道製品・システムの認証を通じて、日本の鉄道技術の国際的な展開や鉄道技術の維持・発展に引き続き貢献。今後とも、鉄道業界の様々な立場の方々並びに関係機関のご指導、ご協力をお願いする。

論文（英文）

Verification Test of Energy-Efficient Operations and Scheduling Utilizing Automatic Train Operation System

自動列車運転装置を活用した車両制御と運行計画による省エネルギー効果の実証試験

交通システム研究部　渡邉翔一郎、佐藤安弘
東京大学　古関隆章
日本地下鉄協会　磯部栄介
大阪市交通局　川下 潤

IPEC 2018 ECCE Asia Niigata
（日本）
（平成 30 年 5 月 20～24 日）

Abstract— It is well known that coasting and efficient use of notch command including a control of regenerating braking are useful for energy-saving operations. In addition, optimized scheduling can also contribute to a decrease in energy consumption. In this paper, verification tests of these energy-efficient operations and scheduling, which utilize Automatic Train Operation (ATO) system, are analyzed and the importance of time managements are explained.

論文（和文）

人間の運転動作を再現したドライバモデルによる実車両モード走行評価

Evaluation of Chassis Dynamometer Test by Real Vehicle Operating Driver Model Simulated Intelligent Driver Behavior

環境研究部　奥井伸宜、河合英直
明電舎　三浦秀文
小野測器　前岨康祐

自動車技術会 2018 年春季大会学術講演会
（平成 30 年 5 月 24 日）

モード走行を公正に評価するため、実車両の各ペダルをロボットで運転する手法を検討した。そこで、既報にて構築した HILS 試験法用の提案ドライバモデルを搭載した運転ロボットを用い、軽中量車クラスの実車両をシャシダイナモメーター上でモード走行させ、その際の運転動作を人間による運転動作と比較すると共に、運転バラつきをドライビングインデックスで評価した。得られた知見を以下に記す。

（1）提案ドライバモデルは、従来モデルの事前調整に当たる動力特性マップの取得およびパラメータの調整作業を排除し、車両諸元や車速といった既知の情報を用いるロジックとした。

（2）提案ドライバモデルによるロボット運転は、コールドスタート、ホットスタートに関係なく、人間と同様の運転動作を可能とし、また同等の車両性能が得られることを確認した。

（3）ロボット運転の採用により、基準車速を正確に追従でき、車両性能が一回の評価で行えることから、審査時における公平性や効率性が確保できると考えられる。

論文（和文）

SCR 触媒床昇温による低温域 NOx 浄化特性改善に関する研究

A Study on DENOx Charactaristics Improvement by SCR Chatalyst Bed Temperature Rising at Low Exhaust Temperature

エヌ・イー ケムキャット　岡島利典、永田 誠
早稲田大学　決得倭人、草加 仁
環境研究部　奥井伸宜
元交通安全環境研究所　山口恭平

自動車技術会 2018 年春季大会学術講演会
（平成 30 年 5 月 24 日）

WHTC のコールドスタート試験の導入、ハイブリッドシステムおよび過給機の多段化による排気温度の低下を背景に、低温度域での SCR を用いた後処理システムの性能向上が急務となっている。その解決に向けた一手法として、電力により触媒床の昇温を可能とした触媒昇温装置（EHC）が挙げられる。ディーゼル重量車においても、将来的にハイブリッドシステムの普及が進むと見込まれ、その電力を EHC に用いることが想定される。そこで、SCR 触媒機能を付与した触媒昇温装置による NOx 浄化性能を調査した。得られた知見を以下に記す。

（1）定常運転での昇温性能評価により、本研究に用いた EHC への電力印加開始から急速に触媒床および排ガスを昇温できる性能をゆうしていること、EHC に印加した熱量は一定時間触媒に蓄熱維持できることを確認した。
（2）始動温度を 70℃とした疑似コールド試験における EHC への電力印加、および尿素噴射パターンの最適化検討を通じ、EHC を用いた触媒床昇温は 100～200° の低温域での NOx 浄化性能向上に非常に有効であることを確認した。
（3）本来の WHTC モードコールドスタート試験においては、回生エネルギーを考慮した上で最適制御を図った条件においても最大 4%程度の NOx 浄化率向上にとどまり、十分な性能改善とは言いがたい結果となった。

論文（和文）

使用過程ハイブリッド車における燃費及び
バッテリー性能の変化に関する研究

Change of fuel consumption and battery performance of
in-use hybrid vehicles

環境研究部　鈴木央一、小鹿健一郎、
元交通安全環境研究所　山口恭平

自動車技術会 2018 年春季大会学術講演会
(平成 30 年 5 月 25 日）

ハイブリッド車は、優れた低燃費性で燃料消費量や CO2 排出量の削減に寄与している。ハイブリッド車において、制動時の運動エネルギーを一時的に貯えるエネルギーキャリアーとしてはバッテリーが使用されるが、バッテリーは充放電の繰り返し、熱や経時的な変化により性能が劣化する。したがって、ハイブリッド車では走行するにつれてバッテリー性能が劣化していくことは不可避であり、その場合には燃費性能も影響を受けることが予想される。このような使用過程における燃費劣化がある場合には、新車時の燃費値のみではライフサイクル CO2 を計算すると過小評価をする恐れがある。

そこで、ハイブリッド車におけるライフサイクル CO2 排出量の評価を行う場合の精度向上に向けた一助として、長距離走行したハイブリッド車を対象に燃費およびバッテリー性能の評価を行うこととした。具体的には走行距離 187,000 km のニッケル水素電池搭載のハイブリッド車を対象にバッテリー交換前後双方で燃費評価を行うとともに、新旧バッテリーセル単体の容量等の測定試験を行い、実際に使用されるハイブリッド車におけるバッテリー状態と燃費性能を把握することを試みた。結果を以下にまとめる。

・ 187,000km 走行後の旧バッテリーを搭載した状態での JC08 モード燃費は、新バッテリーに交換した場合と比較して約 2.5%の悪化がみられた。60km/h 定常走行では逆に新バッテリーで約 5%燃費が悪化した。

・ JC08 モードでの旧バッテリーにおける燃費悪化は、内部抵抗増加等によるバッテリーの性能劣化により、回生時を中心とした充電効率が低下していることが主たる理由であった。

・ 60km/h 定常走行における新バッテリーでの燃費悪化原因は、主に充電時のエンジン運転条件の熱効率の違いによるものであった。

・ ハイブリッドバッテリーの各モジュールについて容量測定を実施したところ、旧バッテリーではセル平均で 20%程度の容量低下がみられ、性能劣化が確認された。

・ 旧バッテリーのモジュールでは内部抵抗が新バッテリーよりも約 12〜26%増加がみられた。この内部抵抗増加により、充放電電流の一部がバッテリーの発熱に消費されたことが燃費悪化につながった可能性が高い。

以上、今回の結果からはバッテリー劣化による燃費悪化は顕著なものではなかった。これはバッテリー劣化やそれによる影響を考慮した車両設計等がなされているためと考えられた。一方で今回の試験車とは異なるリチウムイオン電池搭載車等基本諸元の異なるハイブリッド車も多数存在しており、引き続きこうした調査を続けていくことが必要である。

論文（和文）

NOx センサベースの車載計測器を用いた重量貨物車の路上走行時における NOx 排出量の測定と NOx 抑制装置の機能診断

Measurement of NOx Emission and Functional Diagnosis of NOx Control Device for Heavy-duty Truck Driving on Road by NOx Sensor-based Portable Emission Measurement System

環境研究部　山本敏朗、鈴木央一
元交通安全環境研究所　山口恭平

自動車技術会論文集 Vol.49,No.3,2018
(平成 30 年 5 月 25 日)

尿素 SCR システム搭載の小型貨物車に、NOx センサ、ピトー管式流量計およびデジタコから構成される車載計測器（SEMS）と PEMS を搭載し、都市内一般道、高速道路、郊外一般道および首都高速道路を走行し、NOx センサの NOx 濃度測定値等と PEMS の NOx 濃度測定値等を比較分析し、SEMS の路上走行時における測定性能を検証した。また、SEMS を構成するデジタコに内蔵する通信モジュールにより、路上走行時の測定値をデータサーバーに送信する場合の適切なデータサンプリングレートについて検証すると共に、このデータを用いて路上走行時の EGR および尿素 SCR システムの機能状態を推定する方法について検討した。その結果、以下の点が明らかになった。

(1) SEMS と PEMS の NOx 濃度測定値は概ね一致したが、NOx 排出のない条件で NOx センサの NOx 濃度出力がマイナス側にシフトしている領域が観測された。これは、急なアクセル操作等によってセンサ基板に温度降下が生じて電極に NO が吸着し難くなり CO のみが吸着し、この CO を酸化するために O2 が測定空間内に汲み入れられてセンサ出力がマイナス側へシフトしている可能性が考えられた。

(2) NOx センサによる CO2 濃度算出値については、0%近傍の低濃度域で PEMS の CO2 濃度測定値とのズレが観測される場合があった。これは、CO2 濃度算出段階のウェットベース換算においてエンジン吸入空気中の水蒸気量を考慮していないことに起因するものと考えられる。しかしながら、この領域以外では極めてよく一致していることがわかった。

(3) SEMS の測定値をデータサーバーへ送信する場合のデータサンプリングレートは、一般道走行のように NOx 排出の頻度が高い走行条件では、比較的粗いサンプリングレート 4.0 秒でも NOx 排出量の評価にそれほど影響しないが、高速道路走行では NOx 排出の頻度が低いこと等に起因して、2.0 秒程度のサンプリングレートが要求される。

(4) SEMS を用いて路上走行時の EGR 装置および尿素 SCR システムの機能状態を推定するには、予め、シャシダイナモメータ試験等で排出ガス温度あるいはエンジン冷却水温度とそれぞれの装置の NOx 浄化性能との関係を把握しておき、路上走行時には、これらのデータを基に、SEMS を用いて、排出ガス温度、エンジン冷却水温度、NOx 浄化性能等をモニターすることにより可能であると考えられる。

論文（和文）

実車計測による乗用車燃費シミュレーションモデルの開発とその活用
－タイヤ性能の違いが車両燃費に及ぼす影響の定量的評価－

A Development of Fuel Consumption Simulation Model for Passenger Vehicles Based on Vehicle Measurement and Its Application
- Quantitative Evaluation of Tire Performance Effect on Vehicle Fuel Consumption -

元交通安全環境研究所　水嶋教文
千葉大学大学院　森吉泰生、窪山達也、上野 涼、堀 隼基

自動車技術会論文集 Vol.49,No.3,2018
（平成 30 年 5 月 25 日）

自動車メーカが企画段階、あるいは開発の初期段階で車両燃費性能を計画する際に、燃費シミュレーションにより燃費を予測することはごく一般的である。昨今では、自動車メーカではない第三者、例えば自動車部品メーカ、大学、公的機関などであっても同様のシミュレーションを実施し、新たな技術による車両そのものの燃費向上効果を予測・把握することが求められている。ところが、自動車メーカではない第三者が燃費シミュレーションを独自に行うためには、エンジン、トランスミッション、タイヤ等のサブシステムのリーバスエンジニアリングを行い、そのモデルを構築しなければならないが、これには多大な時間と費用を要してしまう。

そこで本研究では、乗用車を対象にエンジン台上試験によるエンジン燃費マップの計測、タイヤ単体試験によるタイヤころがり抵抗係数(RRC: Rolling Resistance Coefficient)の計測、実車を用いたテストコースでの惰行試験による空気抵抗の計測に加え、実車とシャシダイナモ試験装置を用いてパワートレイン系の各種計測を行うことで、燃費シミュレーションに必要なサブシステムのモデルを簡易に構築する手法を検討するとともに、その有効性を検証した。さらに、構築した乗用車燃費シミュレーションモデルを活用して、試行的に各種タイヤのころがり抵抗性能や空気圧の違いが車両燃費に及ぼす影響を定量的に評価した。

この結果、シャシダイナモ試験装置を用いて実車でエンジン回転数、 エンジン図示トルク、車速、駆動力を計測することで、CVT とトルクコンバータからなるトランスミッションの変速比および伝達効率をモデル化することが可能となった。

また、トランスミッション(CVT とトルクコンバータ)の変速比については、シャシダイナモ試験装置を用いたランダム加速試験で得た値を、トランスミッションの出力軸回転数と出力軸トルクに対応するマップモデルとして構築することで、モード走行時のエンジン回転数を精度よく予測することが可能となった。

トランスミッション(CVT とトルクコンバータ)の伝達効率については、シャシダイナモ試験装置を用いた一定速度試験で、エンジン筒内圧力センサにより計測したエンジン図示トルクからエンジン機械損失を差し引くことで推算したエンジン軸トルクと、駆動力を計測することで評価可能である。これにより得られた伝達効率をトランスミッション出力軸回転数と変速比から得られる関数としてモデル化することで、モード走行時のエンジン負荷を精度よく予測することが可能となった。

さらに、上記で得られたトランスミッションのモデルと、エンジン燃費マップ、タイヤの RRC、および車体の空気抵抗係数を燃費シミュレーションに反映することで、WLTC 走行時の各フェーズの燃費を精度よく予測することが可能となり、燃費シミュレーションにタイヤ単体で計測した RRC を反映することで、タイヤのころがり抵抗性能の差異が燃費に及ぼす影響を定量的に評価することが可能となった。

雑誌（和文）

近年の自動車における環境関係の規制と技術動向

The regulations and technology trends about emission and fuel consumption of automobles

環境研究部　鈴木央一

石油学会「ペトロテック」7 月号
（平成 30 年 6 月 1 日）

2016 年における日本の自動車販売台数（四輪）は約 497 万台で、この台数は世界的に見て中国、米国に続く第 3 位に相当する値であり、世界有数の自動車大国ということができる。しかしながら、2016 年の国内における総生産台数（四輪）は、販売台数の 2 倍近い約 920 万台であり、輸出が大きな割合を占め、頭打ちとなりつつある国内市場以上に海外市場動向が大きなカギを握っている状況にある。そこで、それを左右する燃費及び排出ガスに関する国内外の法規制動向に触れた後、それに対応するための技術動向（乗用車等、大型車等の両方を対象）について紹介する。

燃費、排出ガスのいずれについても一昔前からすると大幅に改善されており、さらなる改善は、技術的にもコスト的にも容易でないところに来ている。しかしながら、自動車は各国で主要産業であり、激しい競争の中でも最先端を走り続けなければならない。それに対応するものとして、単なる個社ベースに止まらない自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）のような産官学の連携も含めた調査研究や技術開発がより広く進められていくことになるだろう。そうしてエンジン単独の燃費、排出ガス改善に加えて電機との組み合わせ、さらには燃料電池などの新たなエネルギー源も加えた、多岐にわたる技術開発と進化により環境改善が進められていく傾向が当面続くだろう。燃料については最近取り上げられることが少ないが、低硫黄化したもののその少ない硫黄が触媒劣化を引き起こしているという例もあり、今後劣化などについて問題になりうる。

講演等

量産型燃料電池自動車の水素燃料消費率測定における測定精度に影響を与える要因の感度分析

Sensibility analysis on the effect factors for measuring fuel consumption of prodaction type FCVs

環境研究部　小鹿健一郎

自動車工業会　性能環境作業部会
（平成 30 年 6 月 12 日）

国際商品である自動車の性能評価手法の共通化という国際基準調和の潮流を背景に、2016 年 11 月に WLTP(Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure)(1)が国際技術基準（Global technical regulation）として成立した。この WLTP には燃料電池自動車の水素燃料消費率の測定方法も含まれており、国内導入が完了すると、国内で販売される燃料電池自動車の水素燃料消費率をカタログ等に表示することが可能となる。2014 年 12 月より国内でも量産型の燃料電池自動車が販売されているが、その車両性能については水素燃料消費率の試験法が未整備であるため、自動車メーカが独自に測定した一充填走行距離を参考値として表示する状態にある（2018 年 3 月現在)。

本発表では、水素燃料消費率の測定において影響を与える因子を抽出し、どの程度影響を与えるか 2 台の量産型車両を用いて明らかにすることを目的とする。まず、WLTP に記載された燃料電池自動車の水素燃料消費率の測定方法を参照し、WLTC における Low フェーズ、Middle フェーズ、High フェーズおよび Low-Middle—High の 3 フェーズ連続（以後 LMH と記述）における水素燃料消費率を求める。ここで得られる水素燃料消費率および水素使用量をもとに、①水素ボンベの重量測定による影響、②水素供給配管の構造に由来する水素損失の影響、③水素ボンベの切り替えの影響を評価する。また、④Low フェーズ、Middle フェーズ、High フェーズの水素燃料消費率を LMH の水素燃料消費率を求める際に使用した補正直線の傾きを使用して簡便に求める場合の影響についても評価する。ここで①②③は、車外の水素ボンベを使用することに起因する燃料電池自動車特有の因子であり、④は駆動用バッテリを搭載する車両（ハイブリッド車）にも共通する因子である。また、⑤実験の繰り返しの際に発生する誤差の影響についても一例を示し、これら影響度を比較する。

講演等

日本における RDE 試験成立性の課題
－交通安全環境研究所の RDE に関する研究活動－

Outline and Issues of RDE tests in Japan -NTSEL's Research Activities on RDE-

環境研究部　　小林 貴、新国哲也

2nd Sino-EU Workshop on New Emissions Standards for Motor Vehicles
（ベルギー）
（平成 30 年 6 月 19 日）

本発表は、欧州における RDE 試験法の策定に伴い、日本で策定された RDE 試験法において実施した調査の結果を報告するものである。本報告の具体的内容は以下の３点である。

第一に、欧州版 RDE 試験法と日本版 RDE 試験法の違いについて、日本の道路構造や交通状況に合わせて変更した内容を示す。

第二に、日本版 RDE 試験法において、異なる車種、季節、運転手、地域において調査した結果から、現状の日本の RDE 試験法では成立の難しさについて示す。

第三に、対策の案として、成立性の低いデータから取捨選択するためのデータの集計方法、運転手の資格要件の設定、机上での試験コース設定システムの必要性について提案する。

雑誌（和文）

実用燃費はなぜ低くなる？
疑問だったので，JC08 を実際に走ってみた

編集　山崎敏司
環境研究部　　鈴木央一

自動車技術会エンジンレビューVol.8,No.4,2018
（平成 30 年 6 月 20 日）

一般に走行するときの燃料消費率（燃費）は、カタログ等で公表される燃費（JC08 モード燃費）の審査値よりも悪化する傾向にある。その状況や理由などについて一般の方にもわかっていただけいるようにという目的で、自動車技術会エンジンレビュー編集委員のうちメーカーにも研究機関にも無関係な方に JC08 モードを体験していただくとともに、燃費に影響する因子などについてインタビューが行われた。

まず JC08 モードのシャシダイナモ試験を体験してもらうため、交通研職員が最初にモード運転を実施した後に、担当編集員も運転を行った。その結果、JC08 モードと同程度の値（燃費が悪化するコールドスタート試験を行っていないため、むしろ若干良い値）が得られ、モード試験値が特別な運転でないことを認識してもらった。その際に、加減速などが頻繁にあり、10-15 モード自体とは比較にならないくらい厳しい条件であるという感想を述べている。その後、燃費に関するインタビューでは、影響因子としてガソリンエンジンの効率マップ、トランスミッション、タイヤ、エアコン、加減速や暖機、ハイブリッド技術について取り上げられている。それらの事項については、交通研としてそれまでに得られた知見、すなわち交通安全環境研究所フォーラム 2012 の講演 1「公表燃費と実際の燃費、なぜ差が出るのかー（第 1 報）ユーザーの使用状況で起こりうる燃費変動の定量的な影響－」で述べた内容をベースにコメントを行った。

論文（和文）

助手席子供乗員に対するエアバッグの影響に関する調査

Research of the influence of the Airbags to the Child Occupants in Passenger Seats

自動車安全研究部　田中良知、細川成之、松井靖浩

第 54 回日本交通科学学会総会・学術講演会
（平成 30 年 6 月 28～29 日）

シートベルト（以下 S/B）やエアバッグ（以下 A/B）は、交通事故において乗員の被害を軽減する重要な拘束装置である。しかし、それらは成人の体型を前提に設計されているため、体が小さい子供に対しては適切に機能しない可能性がある。そこで、助手席に 3 歳児子供ダミーを搭載し、前面衝突事故を模擬したスレッド試験を行い、助手席子供乗員に対する A/B の影響について調査した。

試験は、スレッド試験機を車両と同じ状態となるよう再現し、助手席に子供ダミーを搭載して、速度 30km/h (8.3m/s) の前面衝突事故を模擬した。子供ダミーの拘束条件は、S/B 無し、S/B 有り及びチャイルドシート（以下 CRS）使用の 3 条件とした。S/B 有りの場合はラップベルトのみで拘束した。

結果、ダミー挙動は、S/B 無しと S/B 有りの場合は、頭部がエアバッグに衝突して後傾した。
ダミー傷害値は、S/B 無し及び S/B 有りの場合の頚部傷害値が基準値を超えていた。CRS を使用した場合、全ての傷害値は基準値を満足していた。

今回の調査では、前向きの CRS を使用した場合、助手席子供乗員が A/B により加害される可能性は低く、S/B を使用しない場合、もしくはラップベルトのみで拘束した場合は、A/B により頚部を受傷する可能性が高いことが確認できた。
今後は、展開方法の異なる A/B や異なる子供の初期姿勢でのさらなる調査を実施する予定である。

論文（和文）

前面衝突時の車両乗員における胸部傷害について

Study on chest injuries of vehicle occupants in frontal collisions

自動車安全研究部　細川成之、田中良知、松井靖浩

第 54 回日本交通科学学会総会・学術講演会
（平成 30 年 6 月 28～29 日）

第 10 次交通安全基本計画では、平成 32 年中の交通事故死者数を 2,500 人以下とする目標が設定された。本研究では、交通事故死者数の低減方策として前面衝突時の胸部傷害について着目することとした。

マクロ事故調査によると、車両相互前面衝突死亡事故における乗員の損傷主部位は、胸部の割合が高く、その傾向は速度が低くなるほど顕著であった。そこで、衝突速度と乗員傷害の関係を実車衝突試験により調査した。その結果、頭部は衝突速度が低くなると傷害程度が顕著に低減するのに対して、胸部では衝突速度低減による傷害値の軽減効果が少ないことが分かった。

したがって、車両乗車中の死傷者数の低減を図るには、低速度においても有効な、胸部傷害低減保護対策が必要であることが分かった。

講演等

乗用車および重量車の排出ガス・燃費試験法と車両の空力特性について

Exhaust Emission and Fuel Economy Test Procedures and Aerodynamic Characteristics for Light-duty and Heavy-duty Vehicles

元交通安全環境研究所　川野大輔

PowerFLOW Solution Forum 2018
（平成 30 年 6 月 29 日）

自動車の排出ガスや燃費に関する技術基準の国際調和に向けた取り組みは、国連欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム（UN/ECE/WP29、以下「WP29」という）及び WP29 傘下の排出ガス・エネルギー専門家会議（以下「GRPE」という）で進められている。特に、乗用車をはじめとする軽・中量車については、近年の車両技術の著しい向上に早急に対応するため、それぞれの国や地域が独自に排出ガス及び燃費の認証試験法を定めており、メーカーの大きな負担となっていた。このような背景から、乗用車等の国際調和排出ガス・燃費試験法（WLTP : Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure）が検討され、2014 年 3 月に開催された第 162 回 WP29 において、世界統一技術規則（GTR No.15）が採択された（フェーズ 1a）。引き続き、これまでの残課題や電動車試験法の高度化に関する検討を行い、2016 年 1 月に開催された第 72 回 GRPE において GTR 修正案が承認され、2016 年 6 月の第 169 回 WP29 に上程された（フェーズ 1b）。現在は、新たな課題として、燃料蒸発ガス（以下「エバポ」という）低減システム、後処理技術、電動化等といった新たな環境対応技術を取り入れた車両に対応するべく、エバポ試験、低温試験、耐久試験等を取り扱うフェーズ 2 の活動が開始されている。

ディーゼル重量車については、国際調和排出ガス試験法（WHDC : World-wide hamonized Heavy Duty Certification）およびオフサイクル試験法（OCE : Off-Cycle Emission）が議論され、それぞれ GTR No.4 および No.10 として成立、発効した。これを踏まえ、日本では 2016 年からこれらの試験法を順次適用することとしている。

重量車の燃費試験法においては、試験設備や工数等の観点から、日米欧における重量車の燃費試験法では、シミュレーション法が採用されているが、リアルワールドを高度に反映できていないのが現状である。欧州では、10 もの走行モード（トラック : 5、バス・コーチ : 5）が存在し、用途に応じて使い分けているほか、VECTO に空気抵抗やタイヤ転がり抵抗の実測値等を入力して、燃費値を計算している。米国では、エンジンベンチと GEM を用いたシミュレーション双方で試験を実施しており、シミュレーションの際には、欧州と同様にタイヤ転がり抵抗の実測値等を入力して、燃費値を計算している。日本では、重量車燃費試験法の見直しを行い、欧米と同様に、シミュレーションに空気抵抗やタイヤ転がり抵抗の実測値を反映させるほか、AMT の変速アルゴリズムの反映や過渡補正係数の導入等により、リアルワールドを高度に反映できる試験法案を作成した。このように、重量車の燃費について各国で異なる試験法が提案されており、直近の GRPE（2018 年 1 月）において、重量車燃費試験法の国際調和について初めて議論がなされた。

本稿では、WLTP や重量車燃費試験法の概要を示すとともに、これらの試験法の中で考慮されている車両の空力特性について言及する。

論文（英文）

FUNDAMENTAL EXPERIMENT FOR UTILIZING LiDAR SENSOR FOR RAILWAY

ライダーセンサを鉄道へ活用するための基礎的実験

交通システム研究部　篠田憲幸（客員研究員）、
竹内俊裕、工藤 希
東京大学　水間 毅

COMPRAIL 2018　16th International Conference on Railway Engineering Design & Operation
（ポルトガル）
（平成 30 年 7 月 2 日）

交通安全環境研究所では、衛星測位と汎用無線を用いた列車制御システムを提案してきた。しかし、　トンネルなど衛星測位ができない区間があり、他の手段による絶対位置の把握手法と組み合わせることが必要である。そのため、車上で正確な絶対位置を把握する手段として、LiDAR（Light Detection and Ranging）センサにより特徴点を把握し、絶対位置の確認する方法を検討することとした。あわせて、LiDAR センサの単独性能の基本的検証を行う目的で、人や自動車の検知状況把握し、将来的な障害物検知デバイスとしての有効性を確認するため、基礎実験を行ったので結果報告を行うものである。

講演等

自動運転に関する課題と基準策定動向

Issues and　Regulation stream on Automated Drive Technologies.

自動車安全研究部　河合英直

日立製作所研究討論会
（平成 30 年 7 月 20 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、人工知能（AI)の活用事例の一つである自動運転技術の現状と課題について説明すると共に、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（案)」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交通研の活動等について述べる。

論文（和文）

列車運転シミュレータを活用した手動運転の電力量評価とリアルタイム運転曲線計算の基礎検討

Evaluation of Energy Consumption in Manual Operation and Basic Study on Real-Time Speed Profile Calculation by Using Railway Simulator

交通システム研究部　渡邉翔一郎、竹内俊裕、
長谷川智紀、押立貴志

電気学会研究会
（平成 30 年 7 月 26 日）

近年では、蓄電装置を搭載した車両が実用化され、非電化区間でも走行できるようになった。しかし、蓄電装置は高コストであることから、非接触給電システムをはじめとする蓄電装置容量を低減する技術が研究されている。

本研究は運転方法の工夫によって蓄電装置容量を低減すると同時に、何らかのトラブルにより駅間で列車が停車した場合においても次駅に到達するに必要なエネルギーをリアルタイムに計算することで、確実に旅客を次駅に輸送して安全を確保することを目的としている。本論文ではその基礎検討としてリアルタイムに運転曲線を計算するアルゴリズムの検証と、交通安全環境研究所が有する列車運行システム安全性評価シミュレータを活用した電力量の評価を行った。

論文（和文）

電気鉄道の省エネルギー運転手法の評価に有用な駅間走行時分と消費電力量の実測値の可視化

Visualization of Measured Energy Consumption and Train Running Time Useful for Studies on Energy-Saving Operation

東京大学　三好正太、古関隆章
交通システム研究部　渡邉翔一郎
日本地下鉄協会　磯部栄介

電気学会研究会
（平成 30 年 7 月 26 日）

電気鉄道では車両運転に関わる消費電力量が走行時分に強く依存する。本論文ではこの関係を可視化する方法として消費電力量対走行時分（E−t）曲線を応用し、走行法と電力量の関係の実用的な理解手法を与える。加えて時分、電力量の基準に対する増分であるΔE−Δｔ表示を導入し、複数駅間に対する電力量の関係の実用的理解手法を提案する。これらの可視化により走行方法と時分、電力量の関係を見通しよく分析、理解可能となる。

雑誌等（和文）

都市交通の領域的整備に向けて
モーダルシフト促進への技術開発とその評価

Urban transportation in the region
Technological development for promoting modal shift and its evaluation

交通システム研究部　大野寛之

日本建設機械施工協会「建設機械施工」第 822 号,2018
（平成 30 年 8 月 25 日）

高齢化と人口減少が進む中、公共交通の役割が見直されつつある。運転手不足解消に向けた自動運転技術の開発や、ドア・トゥ・ドアの利便性を目指した「ラストワンマイル」を埋める小型公共交通車両の開発も進んでいる。

交通需要の発生は都市構造とも関係することから、一つの地域での成功事例がそのまま他地域へ当てはまるとは限らない。それぞれの地域特性に応じ、街づくりと一体となった領域的な公共交通の整備が求められている。
地域に応じた適切な公共交通を整備するためには、その地域の特性を把握することが不可欠である。その第一歩は交通需要の把握である。需要に応じた適切な交通手段が選択されることが重要である。その手法として GIS の活用が挙げられる。

ある程度の需要予想がついた後、適切な交通システムの選択のため、人口の年齢構成を考慮した階層的意志決定法（Analytic Hierarchy Process）の手法を導入した。例えば年齢別の交通選択行動を予測する他、導入コストやインフラ整備の容易性等の事業者の視点や、CO2 排出量のような社会的環境的視点も導入可能であり、それぞれを重み付けした上で計算を行い、地域に適した交通機関の選択に適用することができる。

新しい公共システムや、既に実用化されている LRT や BRT も含めて、自家用車から公共交通へのモーダルシフトが環境改善にどの程度有効であるかの評価も欠かすことはできない。

講演等

電気鉄道の省エネルギー運転技術の現状

Recent Studies of Energy-Efficient Operation and Scheduling in Electric Railway

交通システム研究部　渡邉翔一郎
上智大学　宮武昌史

電気学会産業応用部門大会
（平成 30 年 8 月 30 日）

電気鉄道は、電気機器の改良による省エネルギー化だけでなく、車両の運転手法及び運行計画をはじめとするオペレーションを工夫することによっても省エネルギー効果を得ることができる。近年、これらのオペレーションの工夫による省エネルギー技術は少コストで大きな効果が得られることから注目を集めている。2016 年の著者らの論文では、運転手法の工夫による省エネルギー効果の実態把握をはじめ、運転支援装置を活用した実験事例の調査及び賦存量の算出を試みた。そして、蓄電装置をはじめとする電気機器との協調によってより大きな省エネルギー効果が得られることを説明した。

本論では「鉄道電気利用における省エネルギー・新エネルギー技術の効果の検証調査専門委員会」の委員会活動において調査した項目のうち、運転手法及び運行計画の省エネルギー技術に着目した。本論は調査論文として、2016 年の先行論文以降に報告された研究成果について文献の情報を引用しつつ調査結果をまとめる。なお、本論の詳細は「鉄道電気利用における省エネルギー・新エネルギー技術の効果の検証調査専門委員会」の技術報告にて解説される予定である。

論文（和文）

故障検知，故障予知を考慮した鉄道の安全性，信頼性解析手法の検討

Study of Safety and Reliability Analysis considering Failure Detection and Foreknowledge on Railway

東京大学　水間 毅
交通システム研究部　林田守正

日本信頼性学会誌「信頼性」Vol.40,No.5,2018
（平成 30 年 9 月 1 日）

日本の鉄道は、新幹線を始めとして非常に高い安全性を有している。これは、故障検知による速やかな列車停止やフェールセーフが確立している信号システムが機能している結果と思われる。しかし、その一方で、近年は、特に首都圏で列車遅延が頻発し、輸送障害件数は増加傾向にある。したがって、非常に高い安全性とやや信頼性、稼働率が低下しつつあるという印象を与えているのが日本の鉄道の現状である。これは、日本の鉄道が、現在は、故障が起きれば全線に亘って列車を停止させ、故障復旧後に一斉に列車運転を再開させるような運行制御を行っていることにも起因しているので、この復旧時間を短縮させることが、稼働率向上に寄与するものと思われる。しかし、故障発生を未然に予知し、発生前に対策を施せば、故障そのものが発生しないことになり、稼働率は飛躍的に高くなることが推定され、現在、予防保全の技術開発が進められている。本発表では、従来の故障影響評価手法である FMEA に故障検知や予防保全の効果を考慮した新たな FMEA 手法を提案し、その計算例や適用例を示し、安全性評価や信頼性評価を行ったのでその例を示す。発表の内容は以下の通りである。

(1)従来の信頼性解析について
・FMEA
・稼働率
(2)故障検知を考慮した信頼性解析例
・RPN(Risk Priority Number)の算定
・故障検知率の導入
・計算例
　①従来の FMEA の場合
　②新しい FMEA(FMEDA)の場合
(3)予防保全を考慮した信頼性解析例(FMEPA)
・故障予知率の導入
・故障予知によるシステム寿命延伸の効果
・計算例
　①故障予知なしの場合
　②故障予知ありの場合
　③故障予知によりシステム寿命が延伸した場合
(4)まとめ

故障予知の効果について、従来の FMEA の改良版の提案を行い、簡単な計算例を示したが、故障率が高く、修復率が小さい（修復時間が長い）システムでは、故障予知の効果が大きいことが確認された。また、 故障予知を行い、 故障部品を交換することでシステムの稼働率が上がることが期待され、 故障予知に成功してシステムの寿命が伸びることによる MTTF の計算例を示し、 稼働率の伸び（信頼性の評価）と安全性の評価計算例(RPN)を示した。 その結果、故障予知に成功して、部品交換による寿命の延びが大きいシステムほど RPN に対しても故障予知成功の効果が大きいことを示した。

論文（英文）

Curving Safety against Flange Climb Derailments
and Wheel/Rail Contact Problems

フランジ乗り上がり脱線に対する曲線走行安定性および
車輪/レール接触問題

日本大学　松本 陽
交通システム研究部　佐藤安弘、大野寛之
茨城大学　道辻洋平、一柳洋輔
東京地下鉄　谷本益久、岩本 厚
新日鐵住金　中居拓自

8th International Symposium on Speed-up and Sustainable
Technology for Railway and Maglev Systems (STECH2018)
（スペイン）
（平成 30 年 9 月 3 日）

In 2000, a serious accident caused by a flange climb derailment at a sharp curve occurred on the Tokyo subway's Hibiya line. In this paper, studies on the prevention of flange climb derailments and wheel/rail contact problems are reviewed, especially studies carried out after the accident in Japan. In the first part of this paper, an outline of the accident and various studies carried out after the accident under the guidance of the Ministry are introduced. In the second part, the authors introduce a new method of wheel/rail contact force measurement by in-service trains, the 'PQ monitoring bogie', and the results of related studies on wheel/rail contact problems. In the final part, the authors propose a new safety measure called the 'Flange Climb Index (FCI)', which can provide a safety margin against flange climb by considering the friction conditions between wheel flanges and rail heads.
The studies were carried out by using the 'PQ monitoring bogie' developed by the authors; full-size experiments using NTSEL's roller rig, which can simulate curving conditions; and multi-body SIMPACK simulations. In this paper the authors describe the relationship between the friction conditions of the wheels/rail and flange climb safety, and then propose a new safety measure against flange climb.

論文（英文）

OD Modeling of Real-driving NOx emissions
for a Diesel Passenger Vehicle

OD モデリングによるディーゼル乗用車の
実走行 NOx 排出予測

千葉大学大学院　金 尚明、森吉泰生、窪山達也
環境研究部　鈴木央一

米国自動車技術会パワートレイン燃料潤滑油部門大会
（SAE International Powertrains, Fuels and Lubricants meeting)
（ドイツ）
（平成 30 年 9 月 17～19 日）

実路走行における排出ガス性能がシャシダイナモ実験で得られた結果と乖離するケースが見られたことなどから､欧州では実路走行時の排出ガスを測定する試験法および規制が導入されて実行されている。しかしながら､実路走行時排出ガス評価は様々な道路･交通条件および天候条件などの影響を受けるため､試験を実施する度に排出ガスの状況が変化し､評価が極めて難しい。このため NOx 排出量を予測するに当たり、既研究では NOx 低減触媒が装備されてないディーゼル乗用車を用いてエンジン制御値・計測値を使用せず、速度・道路勾配など一般的な変数を説明変数とする統計予測手法を提案した｡市街地および高速走行データを用いて NOx 予測モデルを構築し、NOx 予測モデルの構築とは異なる検証用ルート(市街地と高速道路を含む)での検証を行った。その結果、モデル構築と異なるルートにおいて､瞬時 NOx 排出量および総 NOx 排出量を精度高く予測することが可能となった。
本研究では、NOx 低減技術として NOx 吸蔵触媒を装備したディーゼル乗用車における NOx 排出量を予測した。既研究の予測手法を用いてエンジン仕様と制御が異なる車両でのエンジン出口の NOx 排出量を予測した。また、シャシダイナモ実験結果を活用することで､リッチスパイクの発生区間における NOx 浄化率を定義した。これにより一般的に適用可能な手法を用いて市街地走行と高速走行を含むルートにおける NOx 排出量を予測し、実路走行における NOx 吸蔵触媒の特性を把握することを目的とした。
これまでの手法からエンジン出口側での瞬時 NOx 排出および総 NOx 排出量を予測し、予測値が測定値と概ね一致した。これで､エンジン仕様と制御が異なる車両においても予測手法を適用することでエンジン出口側での NOx 排出量を定量的に

予測可能となった。

テールパイプ出口（触媒後）では、実路走行でもシャシダイナモ試験時と同様の制御が行われている範囲では触媒が同じ浄化性能を有すると仮定し、吸蔵触媒の NOx 浄化率をシャシダイナモでの WLTC モード測定結果から定義した。NOx 吸蔵触媒ではリッチスパイクの有無によって NOx 浄化率が変動するため、リッチスパイクの有無で NOx 浄化率を区分して適用した。触媒が想定どおり制御されている区間においてシャシダイナモから定義された浄化率と同等な結果が得られ、予測値と実測値が概ね一致した。しかしながら、NOx 吸蔵量の余裕が少なくなる区間において誤差が発生した。また、この状態でリッチスパイクが発生した場合には浄化率に差があり、予測精度が悪化した。NOx 低減触媒は温度によって吸蔵量が決まるため、リッチスパイクの影響で触媒温度が上昇した場合、吸蔵された NOx を追い出す現象が確認された。この領域において予測精度が悪化したが、触媒温度履歴とリッチスパイクを確認することでこの領域を予想可能とした。

論文（英文）

Effects of the Differences in Driving Behavior on Fuel Economy and Emission Characteristics during Vehicle Simulator Execution

車両シミュレーション実行時にドライバモデルの運転操作の違いが燃費性能および排出ガス特性に与える影響

環境研究部　奥井伸宜

SAE 2017 International Powertrains, Fuels &Lubricants Meeting
（ドイツ）
（平成 30 年 9 月 19 日）

We constructed a driver model for simulating human driving operations, operated the model using the vehicle simulation systems (HILS and extended HILS), and examined the driving operations, fuel economy and emission characteristics. The following results were acquired:

(1) The new driver model that could simulate human driving operations was configured by introducing three elements (quickness, frequency, and holding) of pedal operations. And, new driver model was abolishes the conventional practice of using PID controller and power characteristic maps. Thus, this model could be easily operated, even if the vehicle conditions, driving conditions, human driving behavior changed.
(2) At driving HILS, extended-HILS, and the chassis dynamometer test with the drive robot, driving performance of the new driver model was equivalent level, compare to human driving behavior.
(3) The driver model provides different driving operations according to the control logic used. In this result, emission characteristics operated by the new driver model were better than that of the conventional driver model. The reason is that these different driving operations affected the control of emission suppressors such as EGR.
(4) When the vehicle is developed by using the vehicle simulation and actual-vehicle evaluation process, we necessary to be evaluated the fuel economy and emission characteristics with driving model simulated truthfully of human behaviors.

雑誌等（和文）

予防安全支援システム効果評価シミュレータ ASSESS を用いた交通事故対策の評価

自動車安全研究部　田中信壽

日本シミュレーション学会誌「シミュレーション」
第 37 巻、第 3 号
（平成 30 年 9 月 22 日）

現在、 我々は、 予防安全支援システム効果評価シミュレータ ASSESS（A Survey Simulator to Evaluate Safety Systems の略）の開発を進めている。 この ASSESS は、 ADAS（Advanced Driver Assistance Systems の略）を中心とした予防安全支援システムの交通事故削減効果をコンピュータシミュレーションによって定量的に評価することを目的としたシミュレータである。

ASSESS は、 これら予防安全支援システムの機能を搭載した車両を、 コンピュータ内に生成した実交通環境と同等な交通環境（以下、 人工交通環境）内で走行させることによって、そこで発生する事故状況をシミュレーションすることが可能である。 これにより、 予防安全支援システムの違いや同一システムの仕様の違いによって変化する事故発生状況や事故件数の変化を把握することが可能であり、 予防安全支援システムの事故削減効果を様々な観点から定量的に評価することが可能である。

我々は、これまでに ASSESS を用いて BAS（Brake Assist System）、ADB（Adaptive Driving Beam）、 通信利用型出会い頭衝突防止支援システム等の予防安全支援システムの効果評価等を行っている。ASSESS を用いた ADB の事故削減効果評価の結果からは、ドライバが若年者のように対向車の前照灯によるグレアの影響を受け難い場合、 ADB やロービームよりもハイビームを用いた方が事故件数を低減できる可能性が示唆された。一方、ドライバが高齢者のようにグレアの影響の受け易い場合、ADB はハイビームと同等に事故件数を低減できる状況があることが確認された。また、ADB はロービームと比較するとドライバの年齢を問わず事故低減効果が高いことが確認され、この傾向は危険なタイミングで横断する歩行者に直面する場合でも同様であった。加えて、歩行者は ADB に照射された場合、ロービームに照射される場合よりも早めに横断を諦めるため、ADB はロービームよりも事故が発生する可能性があるケース自体を減らす効果があることが確認された。即ち、ADB はドライバに対して歩行者の視認性を向上させる装置としてのみならず、その副次効果として、歩行者に対しては一種の車両接近警報として働き、これによって事故防止に貢献できる可能性が示唆された。

コンピュータシミュレーションによる予防安全支援システムの効果評価における最大のメリットは、 実際に開発する前にその機能による事故削減効果を定量的に推定できる点である。 また、 この推定結果と現状の交通事故の発生状況を分析することによって、 現在、 交通事故がもたらしている社会的損失をその予防安全支援システムがどの程度削減できるのかという社会的なインパクトも推定することが可能となる。 但し、 これらは、 シミュレータの妥当性が確保され、 正確な推計が行われるという前提があってはじめて実現される。

ASSESS では、 この妥当性を確保するために、 ドライバモデルや歩行者モデルといった人の特性を反映すべきモデルを被験者実験の分析結果をもとに設計するという手法を採っている。ASSESS では人（ドライバ及び歩行者）の高次脳機能や知覚心理状態を推定したモデル化などは一切行わず、各モデルが検出した外界の物理特徴量を実験結果から導き出した特性式に代入することでその特性が反映した行動を行う設計となっている。これは、ASSESS の妥当性を確保するために可能な限り各モデルの構成に推定部分が入り込まないように配慮したためである。つまり、ASSESS の各モデルは、実際に人が被験者実験で示した運転特性が再現されるように構成されており、それらが互いに矛盾なく動くことを実現している。この観点から見れば、ASSESS のドライバモデルは様々な交通環境で試すことができるため一種の“動くドライバ運転特性データベース”と捉えることができ、これまでの開発はこのデータベースの拡充を図ってきたという側面も持っている。

また、我々は、 自動運転車の車両制御の安全性評価においても ASSESS を使用することを検討している。 自動運転車とドライバが運転する車両（以下、 ドライバ運転車両）とが同時に走行する混合交通の状況を想定した場合、 自動運転車には、 周囲のドライバに危険を及ぼさないためにドライバが行う車両制御と同等の車両制御が求められると考えられる。 上述のように ASSESS のドライバモデルは“動くドライバ運転特性データベース”であるので、 自動運転車の車両制御をこのドライバモデルによる車両制御と比較し、 ドライバの運転との同等性を評価することによって定量的に車両制御の安全性を評価することを検討している。 加えて、 環境モデルや歩行者モデルなど、 自動運転車の外界状況を制御するモデルの再現性を高めることにも注力しており、 より複雑な実交通環境と同等な交通環境を ASSESS 内に再現できるように各モデルの再現能力の拡充も図っていく予定である。

論文（英文）

ESTIMATION OF FRICTION COEFFICIENT BETWEEN OUTSIDE FLANGE AND RAIL SURFACE

外軌車輪フランジとレール表面との間の摩擦係数の推定

東京地下鉄　 松田卓也、増澤富士雄、前田 郁、
岩本 厚、松本耕輔、谷本益久
日本大学　松本 陽
茨城大学　道辻洋平、一柳洋輔
交通システム研究部　 佐藤安弘、大野寛之
新日鐵住金　中居拓自

11th International Conference on Contact Mechanics and Wear of Rail/Wheel Systems
（オランダ）
（平成 30 年 9 月 24～27 日）

The friction coefficient between wheel and rail affects curving performance significantly.
For example, low friction coefficient leads wheel slip and skid, otherwise high friction coefficient leads derailment and wheel/rail wear. In these friction coefficients, the authors focus on the friction coefficient of flange of outside wheel of leading axle, because the friction of this part is very important for the wear of flange and rail side. First capability of finding the friction of this part was investigated in the bench test, and next the way for identifying friction coefficient of this part was developed by using Multi Body Dynamic (MBD)simulation.
In this study the authors propose a method to estimate the friction coefficient of outside flange and rail surface with using the data gathered by PQ monitoring bogie in the service line. Moreover, we evaluate the influence of this friction coefficient on the curving performance in the sharp curve.

論文（英文）

METHOD OF MEASURING CONTACT POINT OF WHEEL ON THE RAIL

レール上の車輪の接触点を測定する方法

東京地下鉄　福島知樹、小澤諒太、谷本益久、
荻野智久、北島 誠
新日鐵住金　松見隆紀
日鉄住金レールウェイテクノス　小村吉史、栗本ゆうき
交通システム研究部　佐藤安弘、大野寛之

11th International Conference on Contact Mechanics and Wear of Rail/Wheel Systems
（オランダ）
（平成 30 年 9 月 24～27 日）

We have developed a measuring wheel that can identify the contact point of the wheel tread on the rail. This measuring wheel has strain gauges attached to the wheel web to detect the strain of wheel distortion by applied vertical force. From the comparison of the results of the static loaded test, the FEM analysis and the bench test, it is considered that the contact point of wheel tread is identified accurately from this measuring wheel. By this measuring wheel we can find the curving performance of a bogie by finding bogie state of four wheel contact points on the rail.
Strain gauges capable of measuring the contact point of the wheel were attached to a special wheel that can measure lateral force and vertical force. Basic experiments were performed to find the relationship between lateral force, vertical force and wheel rail contact strain. Based on these relationships, the contact point of the wheel was determined.
As a result, it was found that the contact point of the wheel can be measured from a straight line to a curved line. Also, using these results, we can evaluate the
curving performance of the bogie.

論文（英文）

SAFETY MEASURES AGAINST FLANGE CLIMB DERAILMENT　IN SHARP CURVE

- with consideration on friction coefficient between wheel and rail -

急曲線におけるフランジ乗り上がり脱線に対する安全指標

- 車輪とレール間の摩擦係数を考慮して -

日本大学　松本 陽

交通システム研究部　佐藤安弘、大野寛之

茨城大学　道辻洋平、一柳洋輔

東京地下鉄　谷本益久、岩本 厚

新日鐵住金　中居拓自

11th International Conference on Contact Mechanics and Wear of Rail/Wheel Systems

（オランダ）

（平成 30 年 9 月 24～27 日）

To estimate the safety against flange climb derailments the safety measure based on Nadal’s formula have been used. This measure is effective, but the actual state of friction condition between rail and wheel flange cannot be considered. In this paper the authors propose a new safety measure “Flange Climb Index; FCI”, which can consider actual friction coefficient of wheel flange and can estimate the margin against flange climb occurrence quantitatively.

FCI is the ratio of the measured Q/P to the critical Q/P calculated by modified Nadal’s equation in the leading/outside wheel. To find FCI, it is necessary to give the actual value of friction coefficientμ1out between wheel flange and rail head, and μ1out can be estimated by the proposed procedure using the estimation look-up tables calculated by SIMPACK simulations. By using FCI the safety margin against flange climb derailment can be estimated quantitively.

論文（英文）

CONDITION MONITORING SYSTEM BASED ON WHEEL-RAIL CONTACT FORCES

車輪/レール間の接触力に基づく状態監視システム

茨城大学　一柳洋輔、道辻洋平

日本大学　松本 陽

交通システム研究部　佐藤安弘、大野寛之

東京地下鉄　谷本益久、岩本 厚、福島知樹

新日鐵住金　中居拓自

11th International Conference on Contact Mechanics and Wear of Rail/Wheel Systems

（オランダ）

（平成 30 年 9 月 24～27 日）

The derailment coefficient indicates the running safety against the flange climb derailment. The value of the derailment coefficient is influenced by track and vehicle conditions. A monitoring bogie which can collect the derailment coefficient during commercial operations has been developed. However, there is no efficient method for handling a large-scale data collected by the monitoring bogie. This paper presents an analysis tool which can easily handle such a data and detect a place where the derailment coefficient increases. The tool provides sufficient information regarding the friction characteristics and the estimated track irregularity utilizing the monitoring bogie.

Based on the result of multi-body dynamics simulation, the method to estimate the track irregularity of twist using the monitoring bogie is proposed.

An analysis tool for a large-scale data collected from the monitoring data is developed. The tool can extract curves where the derailment coefficient increases. It is also possible to analyze the running safety of the railway vehicle based on the derailment coefficient, friction conditions and track irregularity of twist.

From these results, an optimal plan for the reduction of the derailment coefficient according to the characteristics of each curve can be suggested.

論文（和文）

歩車間・車車間通信を活用した自動走行システムのドライバ受容性に関する基礎的研究

Basic study regarding driver's acceptability of Automated Driving System which adopts vehicle to vehicle and vehicle to pedestrian communication system

自動車安全研究部　児島 亨
芝浦工業大学　廣瀬敏也
交通システム研究部　竹内俊裕
元交通安全環境研究所　波多野 忠

自動車技術会論文集 Vol.49, No.5,2018
（平成 30 年 9 月 25 日）

本研究は、ドライバから見えない歩行者や車両の情報を歩車間、車車間通信によって取得し、ドライバへの情報提供・警報だけでなく速度制御を行うことによって衝突リスクを低減する自動走行システムを対象に、多くのドライバにとって受容しやすい自動走行システムの要件について、ドライビングシミュレータ実験の結果より考察した。

実験の対象とする自動走行システムは、市街地（一般道）での自動走行が可能で、歩車間・車車間通信によって取得した歩行者や車両の情報から、衝突の危険性があると判定した場合に、緩やかな減速による速度低下（緘減速）及び急制動による衝突回避（自動緊急ブレーキ）の機能を有する。

実験参加者は日常的に運転を行う 20 代後半～80 代前半の男女 14 名とした。

実験の結果、ドライバが歩行者や車両との衝突に対し、特段に警戒することが無い交通場面でシステムが衝突リスクを低減するために緘減速を行った場合には、20～30%程度のドライバはシステムを OFF することが分かった。この場合にシステムが実行する行為をドライバに情報伝達することによって、ドライバがシステムを OFF する割合が低下することが分かった。また、自動緊急ブレーキによって危険対象となる歩行者や車両との衝突を回避する場面では、一部のドライバは自分でブレーキ操作を行い、システムをオーバーライド（OFF）する傾向があり、対象物により接近してしまうケースもあることが分かった。このことから、自動緊急ブレーキを作動して衝突を回避する場面では、ドライバのブレーキ操作によって発生する減速度がシステムによって発生する減速度を上回る場合のみ、オーバーライドを受け付けるようにする必要があると考えられる。高齢者については、非高齢者と比較してシステムに依存する度合いがより高いことが分かった。

なお、今回の所外発表申請は、自動車技術会 2017 年秋季大会で発表した際の前刷り原稿を自動車技術会論文集に同時投稿し、審査の結果、論文集への掲載が決まったことによるものである。

論文（和文）

自動走行システムの故障発生時にドライバが手動操作を安全に引き継ぐために必要な時間的余裕に関する実験的考察

自動車安全研究部　児島 亨
元交通安全環境研究所　波多野 忠

自動車技術会論文集 Vol.49, No.5,2018 資料
（平成 30 年 9 月 25 日）

本研究は、ドライバが周辺環境やシステムの状態を常時監視することを前提とするレベル 2 の自動走行システムを対象に、システムからドライバへ運転操作の主体が遷移する際に必要な時間的余裕について、ドライビングシミュレータを用いた実験の結果から考察したものである。遷移が発生する状況としては、ドライバにとって予測困難であり可及的速やかな対応が求められるシステムの故障発生時を対象とした。

実験の対象とする自動走行システムは、高速道路の走行車線において車線維持及び追越しを自動で行う自動操舵機能及び定速走行・車間距離制御機能を組み合わせたシステムとした。実験場面は、カーブ走行中の故障発生と車線変更中の故障発生の２つとした。実験参加者は日常的に運転を行う 20 代後半～70 代前半の男女 30 名とした。

実験の結果、システムの故障発生時にドライバがハンドル操作を安全に引き継ぐためには、2 秒程度の時間的余裕（故障を通知する警報開始後、システムを停止するまでの時間）が必要であると考えられる。時間的余裕を確保するための方法として、カーブ走行中の故障発生時には、カーブ走行に必要な操舵トルクを徐々に低減させる方法が有効であり、車線変更中の故障発生時には、システムが正常に作動する際の車線変更をある程度時間をかけて実行することが効果的であることが分かった。

論文（英文）

Running position matching for the monitoring bogie and temporal subtraction analysis of derailment coefficient

モニタリング台車の走行位置マッチング手法および計測された脱線係数の経時差分法による解析

茨城大学　一柳洋輔、道辻洋平
日本大学　松本 陽
交通システム研究部　大野寛之、佐藤安弘、緒方正剛
東京地下鉄　谷本益久、岩本厚、福島知樹
新日鐵住金　中居拓自

日本機械学会 Mechanical Engineering Journal
（平成 30 年 9 月 25 日）

The derailment coefficient, which is calculated based on the wheel-rail contact forces, indicates the running safety of a railway vehicle with respect to flange climb derailment. The value of the derailment coefficient changes constantly due to numerous factors associated with the vehicle and the track while the vehicle is running. Therefore, in order to ensure the running safety, it is desirable to constantly monitor the state of the wheel/rail contact. Recently, a new monitoring bogie, which can measure the derailment coefficient during commercial operations, has been developed and introduced into some service lines. Large-scale data have been collected by this monitoring bogie. The temporal subtraction process can be used for conducting predictive track maintenance based on these data. In the process, the vehicle running position is important for accurate calculation of the difference between two waveforms. However, the vehicle running position contains errors because it is estimated by integrating the vehicle velocity. The present paper proposes a method which should modify the position so that the two waveforms are well matched. The proposed method is based on dynamic programming. The waveforms of the track irregularity of twist, which can be estimated using the monitoring bogie, are used in the matching process. After the matching process, an example of temporal subtraction of the derailment coefficient between two periods is performed. Finally, by using the long-term measurements acquired by the monitoring bogie, the monthly variation of the derailment coefficient for one spot on the track is shown.

雑誌等（和文）

基礎心理学者のキャリアパス

Series of Interviews on the career parh of Psychonomic Scientist

自動車安全研究部　関根道昭

日本基礎心理学会「基礎心理学研究」Vol.37,No.1,2018
（平成 30 年 9 月 30 日）

自動車分野には心理学が関わる研究課題が多数存在する。古くはカーナビ脇見操作の安全性評価に心理学的な研究手法が大きく関与した実績があり、最近では自動運転技術における権限委譲のやり方やセカンダリアクテビティの可否などに心理学的なアプローチで検討されている。また、高齢ドライバにおける軽度認知障害と運転能力の関係なども心理学的な研究手法が活用されている。基礎心理学の研究・解析手法は自動車分野との親和性が高い領域である。今後も基礎心理学分野から自動車分野の研究に積極的に参画してほしいと考えている。

論文（英文）

Effect of seat condition on abdominal injuries to vehicle occupants in frontal impact accidents

前面衝突時のシート特性が乗員腹部傷害に及ぼす影響

自動車安全研究部　松井靖浩
首都大学東京　及川昌子

Applied Science Vol.18,2018
（平成 30 年 10 月 1 日）

日本の交通事故死亡者数の中で車両乗員の占める割合は33%である。日本のマクロデータでは、1 人が受けた傷害の中で最も大きい傷害の部位を損傷主部位として登録されている。軽傷、重傷、死亡の中で死亡に至る割合を死亡率、軽傷、重傷の中で重傷に至る割合を重傷率と仮定する、死亡または負傷した車両乗員について、体の部位毎の死亡率、重傷率に着目すると、腹部は死亡率、重傷率が最も高く、一度負傷すると極めて重度の傷害に結び付く状況にある。

前面衝突時の車両乗員の腹部損傷状況に着目すると、シートベルトが加害部位となり、腹部腸間膜損傷（AIS4）が発生している事例が指摘されている。ラップベルトが腸骨から外れ、腹部に移動し、腹部を圧迫することにより、内臓器が損傷を受ける、いわゆるサブマリーン現象が発生している。ここでは、シートの変形条件がラップベルトの腸骨外れとの関係を明らかにすることを目的とする。

本研究では、人モデル、簡易客室モデルを使用した、シート座面は、垂直下方変位する条件、前方へ回転する条件とし、シミュレーションを遂行することでダミーの挙動を調査した。その結果、回転条件では、骨盤の両側の腸骨よりラップベルトは外れやすく、腹部に潜り込む傾向のあることが示された。本結果より、シート座面の変形が前面衝突時の乗員腹部傷害の発生要因に結びつく可能性のあることが判明した。

論文（和文）

鉄道の自動運転における日本と海外の比較

Comparison of automatic train operation in Japan and overseas

交通システム研究部　篠田憲幸（客員研究員）、竹内俊裕

鉄道における「自動運転国際ワークショップ」
東京大学大学院 新領域創成科学研究科
先端エネルギー工学専攻先進モビリティ安全設計学寄付口座
（平成 30 年 10 月 2 日）

鉄道関連の国際規格、IEC 62267 では、ドライバレス自動運転および無人運転を含む各種運転モードが規定されている。自動運転には、ドライバレスによる人件費削減やコンピューター制御で最適な運転制御を行うことによる省エネ効果などのメリットがある一方で、故障等による異常時の対応に課題がある。そのような中、全世界で自動運転を行っている路線は約 60 路線ある。全世界の自動運転の概要と自動運転のトレンドを講演する。また、パリやミラノ地下鉄等について、自動運転の実態と監視カメラ対策事例について紹介する。

論文（和文）

路面電車と LRT

Tram and LRT

交通システム研究部　佐藤安弘

総合技術誌「ＯＨＭ」10 月号
(平成 30 年 10 月 5 日)

東京では 1882(明治 15)年、新橋～日本橋間に初めての馬車鉄道が開業した。その後馬車鉄道は、新しい動力を摸索するようになる。そして、1895(明治 28)年に京都電気鉄道が、わが国初の電気鉄道として営業を開始した。路面電車事業者数と路線長は、1932(昭和 7)年にピークに達し、全長 1479km で、事業者数は 82 にも及んでいた。また、輸送量は、1941(昭和 16)年に年間約 27 億人を運んでいた。その後、1970 年代以降の路面電車の輸送量、路線長はともに減少の一途をたどった。しかし、同時に、都市交通としては路面電車の縮小を補う機関として地下鉄が発展してきた。さらに、路面電車も新技術を取り入れ、1997(平成 9)年に熊本市交通局が、日本で始めて 100%低床式車両を導入した。現在では、路面電車の大半の路線で低床式車両が導入されている。街づくりと連動したわが国初の LRT は、2006(平成 18)年に開業した富山ライトレールと言われている。富山市では、JR 富山駅周辺の街づくりに併せて、利用者の減少等から廃止も懸念された JR 富山港線の運営を引継ぎ、日本初の本格的な LRT として整備し、市民の足として再生を図った。さらに、宇都宮では、完全な新線の LRT として整備される予定となり、その導入が成功すれば、国内の多くの都市で LRT による街づくりが進むことが期待される。

論文（和文）

Engine in the loopを適用したハイブリッド重量車の燃料消費率および排出ガスの評価手法に関する検討

Study on Evaluation Method of Fuel Economy and Emissions for Heavy Duty Hybrid Vehicle Utilizing Engine in the Loop

環境研究部　奥井伸宜

自動車技術会 2018 年秋季大会学術講演会
（平成 30 年 10 月 17 日）

走行時にリアルタイムにエンジン等の温度情報を取り扱う次世代電動重量車を評価するためには、新たな HILS 試験手法が必要である。そこで、従来 HILS の制御コンセプトを維持しつつ、エンジン部分をモデルから実機に変更した装置（拡張 HILS）を構築し、市販のハイブリッド重量車と各種性能を比較することで、拡張 HILS の実力を評価した。

（1）拡張 HILS による仮想車両の車速追従性を向上させるため、ドライバモデルの改良に加え、変速時における動力計の制御を変化させることが有効であった。具体的には、従来から用いている動力計のトルク制御に加え、変速時に回転数制御を追加するロジックである。

（2）拡張 HILS による仮想車両運転時の性能について、実車両運転時と比較したところ、ほぼ同様の性能履歴（時系列結果）が得られ、また高い相関関係が得られることを確認した。

（3）走行時にエンジン等の温度状態が常に変化するプラグインハイブリッド重量車等の次世代電動重量車においても、拡張 HILS を用いることで確実に評価できることから、将来有望な装置であると考えられる。

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、後閑雅人
小糸製作所　山村聡志、北澤達磨、大野智之

自動車技術会 2018 年秋季大会学術講演会
（平成 30 年 10 月 17 日）

本研究では、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と遮光余裕角度の組み合わせが、 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 4 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。

今後は、 本検証を、 白内障を考慮した高齢ドライバや他の交通環境を想定したシナリオなどに対しても行っていく予定である。 また、 ADB の設計パラメータには、 前照灯の光度や遮光制御方式の違いなども挙げられる。 特に、 遮光制御方式は、 前方車と対向車を一つの車群とみなし、 この車群の範囲をすべて遮光する遮光制御などもあり、 これら遮光制御方式の違いによる影響も検証していく予定である。

論文（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
元交通安全環境研究所　波多野 忠

自動車技術会 2018 年秋季大会学術講演会
（平成 30 年 10 月 17 日）

本研究は、ドライビングシミュレータを用いて、高速道路で SAE J3016 のレベル 3 に相当する自動運転システムを使用中に、運転引継ぎ要請（Take Over Request，以下 TOR）が提示され、ドライバが運転操作を引き継ぐまでの行動及び運転操作を引継いでからごく短時間のうちに他車両に急接近した場合の衝突回避行動について評価する実験を行った。実験結果から、レベル 3 の自動運転において、ドライバが運転操作を安全に引継ぐための課題等について考察した。

実験の対象とする自動走行システムは、高速道路の本線上において車線維持及び追越しを自動で行う機能と定速走行・車間距離制御機能を組み合わせたシステムとした。実験場面は、高速出口の手前で TOR が提示され、ドライバが運転を引き継いだ直後に渋滞中の停止車両との衝突回避が必要となる場面及びシステムの故障発生により TOR が提示され、ドライバが運転を引き継いだ直後に前方車両が減速し、衝突回避が必要となる場面の２つを選定した。実験参加者は日常的に運転を行う 30 代～50 代の非高齢の男女 10 名及び 60 代後半～80 代前半の高齢の男女 10 名とした。
とシステムの故障発生の２つとした。実験参加者は日常的に運転を行う 20 代後半～70 代前半の男女 30 名とした。

実験の結果、非高齢者、高齢者ともに、運転以外の行為を行っていないまたは車載のモニタ画面上で動画を視聴（TOR 提示時には動画を中断し、TOR に切り換え）する場合には、多くのドライバは 5 秒程度以内に、また、車載機器とは関係の無いタッチパッドを操作してゲームを行っている場合には 7 秒程度以内に運転操作を引き継ぐ能力を有することが分かった。一方、運転引継ぎ時の猶予時間（Transition time）が 10 秒程度確保されることによって、多くのドライバは、システムが解除されるまでの間に、自らの操作によって危険であると認識した対象物から遠ざかることが可能になることが分かった。

高齢者にとって、運転を引き継いだ直後に急制動によって他車両との衝突を回避することは負担が大きいことから、Transition time の最中または終了後に、システムの制御によって前方車両との車間距離を十分に確保する等の安全措置が必要であると考えられる。安全措置の検討と効果の検証については今後の課題である。

論文（和文）

前照灯の照射パターンによる歩行者被視認性の変化

Change of pedestrian visibility by the headlight beam
－The pedestrian visibility by the glare-less ADB－

自動車安全研究部　青木義郎
本田技術研究所　戸高信一、守屋輝人、後藤 亮

自動車技術会 2018 年秋季大会学術講演会
（平成 30 年 10 月 17 日）

― グレアレス ADB 配光による歩行者被視認性 ―

この研究では、夜間時の対歩行者事故の低減を目指し、夜間の歩行者被視認性（物体知覚）だけでなく、知覚した物体が歩行者であるのかどうか（歩行者認知）についても解析を行うとともに、ロービームやハイビームに加えて、新しい前照灯の照射範囲（グレアレス ADB 配光）により歩行者被視認性および認知特性がどうのように変化するのか解析評価を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

(1) 背景輝度が低下すると、歩行者が視認限界となるコントラスト閾値も高くなる。コントラスト閾値は一般的には 0.05 が使用されているが、今回のような夜間の暗い条件には十分に整合せず、背景輝度が低くなるほど（0.96cd/m2 よりも 0.14cd/m2 の方が）大きな違いが出る。

(2) 物体知覚と歩行者認知のコントラスト閾値はいずれの条件でも大きく異なる。歩行者認知の場合には物体知覚の場合よりもさらに高いコントラストが必要になる。

(3) 前照灯の照射範囲による影響について、ハイビームと歩行者グレアを抑えたグレアレス ADB 配光ではほとんど歩行者の被視認性に差が見られない。ロービームについては視覚認知より高いコントラストが必要である。

論文（和文）

大型車両等における後退警報音の認知性・受容性に関する研究

Research on detectability and acceptability of reverse warning sound in large sized vehicles

自動車安全研究部　関根道昭、榎本 恵、
環境研究部　宝渦寛之、坂本一朗

自動車技術会 2018 年秋季大会学術講演会
（平成 30 年 10 月 19 日）

最近、国連自動車基準国際フォーラム（WP29）は、大型・中型車両が装着する後退警報装置の基準化（義務化）を検討している。後退警報音は、歩行者等が容易に認知することができる音量で鳴らされる必要があるが、必要以上に大きい音量の後退警報音は環境を悪化させる可能性がある。本稿は、日本国内の車両後退時の事故実態に基づき、警報音のあり方を検討した上で歩行者等への注意喚起（認知性）と環境への配慮（受容性）を両立させる必要十分な音量を明らかにするために実験参加者による主観評価実験を行った。

後退警報音の認知性や受容性には、交通環境における暗騒音が影響すると考えられる。暗騒音が大きい環境では後退警報音が聞こえにくくなり、認知性が低下すると予想される。反対に暗騒音が小さい環境においては、後退警報音が十分に聞こえるものの、同じ音量でも相対的にうるさく感じられ、受容性が低下する可能性がある。そのため、後退警報音の認知性と受容性に暗騒音が及ぼす影響について検討した。

その結果、純音の警報音については 70dB から 80dB の間に音量を設定すると認知性と受容性を両立させることができることが明らかとなった。

論文（和文）

RDE 走行による実燃費評価の可能性検討

Estimation of real world fuel economy by analyzing fuel consumption in RDE tests

環境研究部　鈴木央一、小林 貴
千葉大学大学院　逢沢慧太、森吉泰生、窪山達也

自動車技術会 2018 年秋季大会学術講演会
（平成 30 年 10 月 19 日）

2022 年以降に予定されている実走行時の排出ガス（RDE）検査を行う場合に得られる燃費が実燃費を表現しうるものか検討を行うため、直噴ターボガソリン車 2 台を用いて RDE 試験法に準拠したルートを走行し、その際の燃費と実燃費（ここでは実際に試験車で 5,200km に及ぶ種々の走行を行ったときの燃費と多数のユーザーの給油データから求めた燃費）の比較や変動因子などについて解析を行った。

□ 今回作成した RDE 試験ルート（千葉市周辺の約 62.2km、始点と終点の標高差約 3m、平均車速 29～41km/h）において得られた燃費値は実燃費を表現しうるものであった。
□ 2 台の試験車で一部傾向に違いがみられたが、その理由の主たるものとして、国内の一般的な実走行は RDE 試験法よりも高速走行頻度が低いことが示唆された。
□ RDE 試験における燃費値は運転等により変動があり、加速の指標である RPA は燃費と高い相関を示した。ただし、RDE 試験法で極端な場合は排除され、相応の妥当性が確保される。
・RDE ルート走行時の区間別の燃費は、高速走行時を除いて一般的な実走行時の平均車速と燃費の関係によく一致した。高速走行時の乖離原因は、実走行では高速道路のみを走行するトリップが少ないためであった。
□ 気温やエアコン使用の有無は燃費に影響するが、今回の試験の範囲では、冬季にエアコンなし、夏季にエアコン使用した場合の結果は近い値となり、季節影響は大きくなかった。
□ 課題として、ルート選定時の標高差や平均車速、高速比率の高いことへの対処などが挙げられる。また、冬季にはエアコン性能が評価されないなど、あくまで指標として捉えるべきもので評価法とみなすべきでない点に注意が必要である。

論文（和文）

重量車用エンジン台上試験装置における過渡運転制御性の改善

Improvement of Transient Operation Controllability in Engine Test Bench for Heavy-duty Vehicles

産業技術総合研究所　水嶋教文
小野測器　佐藤重雄、八木博行
環境研究部　鈴木央一

自動車技術会 2018 年秋季大会学術講演会
(平成 30 年 10 月 19 日)

車両総重量が 3.5 t を超える重量車に対する排出ガスの試験は、エンジン単体での台上試験により実施することが道路運送車両の保安基準の細目を定める告示、別添 411)(以下、別添 41)により定められている。ディーゼル重量車のエンジン台上排出ガス試験における過去25年程度の試験サイクルと NOx および PM 規制値の推移を表 1 に示すが、短期規制(1994 年規制)から新短期規制(2003-04 年規制)にかけては D13 モードといった定常試験サイクルにより実施されていたものが、新長期規制(2005 年規制)からは実使用条件により近い JE05 モード、ポストポスト新長期規制(2016-17 規制)からは世界統一基準である WHDC (World-wide harmonized Heavy-duty Certification procedure) で定められた WHTC (World-wide Harmonized Transient Cycle)といった過渡試験サイクルに移行している。

エンジン台上試験装置により過渡試験を行う場合、エンジンの過渡運転制御性、つまりエンジン回転速度と軸トルクの指令値に対する追従性が試験成立の判断基準となる。このため、現在主流となっている過渡運転制御性を重視した設備では、低慣性ダイナモメータと高応答軸トルクメータを導入する場合が多い。一方でコスト等の制約から、従来の比較的慣性モーメントの大きいダイナモメータを使用して過渡試験を行っているエンジン台上試験装置も存在する。この場合、エンジン回転速度および軸トルクを指令値に対して精度よく追従させることが課題となる。

そこで本研究は、このような慣性モーメントの大きいダイナモメータを備えたエンジン台上試験装置を対象に、過渡運転制御方法の違いが過渡運転制御性と排出ガスに及ぼす影響を評価した。具体的には、ダイナモメータのロードセルで計測した荷重から演算するトルク(以下、ダイナモトルク)をフィードバック信号に用いて制御する方法と、軸トルクをフィードバック

信号に用いて制御する方法の 2 通りで軸トルク指令値に対する制御性を評価するとともに、それぞれの違いが排出ガス、特に NOx 排出に及ぼす影響を解析した。これにより、実走行により近い過渡運転を行うための要件を明らかにした。

論文（和文）

車載計測器を用いたディーゼル車の路上走行時排出ガス評価手法に関する考察

Emission Evaluation Method for Diesel Vehicles on Real Road Driving by Portable Emissions Measurement System

環境研究部　山本敏朗、鈴木央一
早稲田大学　山口恭平
AVL JAPAN　小澤正弘

自動車技術会 2018 年秋季大会学術講演会
（平成 30 年 10 月 19 日）

排出ガス規制の強化にもかかわらず、路上走行では排出ガスが低減していない車両が存在するとの懸念がある。このことから、路上走行時において新車認証時の排出ガスレベルが維持されていることを確認する手法として、車載型排出ガス測定システム（PEMS）を用いる方法について検討する必要があるとの指摘がある。本報では、重量車に PEMS を搭載して、種々の走行条件での排出ガスを測定し、それらのデータを用いて、欧州で検討中の MAW 法を基に、日本の交通事情の中で使用でき、従来の方法とは異なる重量車の路上走行時における排出ガス評価手法について考察した。その結果、以下の点が明らかになった。

(1) 本報で考察した手法は、排出ガス低減システムが機能する通常走行において、エンジンから排出される NOx 排出量はエンジン回転速度とエンジントルクにより決定されるとみなせること、さらに、テールパイプから排出される NOx 排出量は、排気管に装着されている尿素 SCR システム等の排出ガス低減システムの機能状態に大きく依存することの 2 つを前提にしていることから、それらの真偽を試験データにより検証し、本手法の構築に使用できることを確認した。

(2) 本報で考察した重量車の路上走行時における排出ガス評価法は、路上走行試験データから MAW 法によって多数の Window を生成した後に、それらの Window から、評価用モード JE05 の Window time あるいは平均エンジン出力等により、JE05 モードに類似する走行条件の Window の領域に着目し、その中から JE05 モードとエンジン使用領域が近似する Window を抽出して、その Window の NOx 排出量を確認して評価する方法である。本手法の有効性を、PEMS 搭載の小型貨物車による路上走行試験データを用いて実証した。

論文（和文）

NOx 吸蔵触媒を装着したディーゼル乗用車における実路走行時 NOx 排出予測モデルに関する研究

A Study of Real-driving NOx Emission Model for a Diesel Passenger Vehicle Equipped with NOx Storage Catalyst

千葉大学大学院　金 尚明、窪山達也、森吉泰生
環境研究部　鈴木央一

自動車技術会 2018 年秋季大会学術講演会
(平成 30 年 10 月 19 日)

車載型排出ガス計測装置(PEMS)を用いた実路走行時の排出ガスを測定が重要性を増している。しかしながら、PEMS を用いた実路走行排出ガス評価は様々な因子の影響を受けるため、試験を実施する度に状況が変化してしまい、公平な評価が極めて難しい。公正かつ効率的に実路走行時における排出ガスを評価するには、各種因子による排出ガスの変動を平準化でき、様々な実路走行条件における排出ガスの排出傾向を予測・把握する手法が望まれる。

既報において、実路走行時における NOx 排出量を効率的に評価するため、NOx 低減触媒を装着していないディーゼル乗用車を用いて実路走行試験で取得した速度、加速度、道路勾配および瞬時 NOx 排出量を変速段毎に場合分けすることで、NOx 排出量を予測する簡易的なモデルを構築した。さらに、構築した予測モデルを用いてモデル作成時とは異なる走行パターンにおける NOx 排出量を予測し、実路走行時の排出ガス予測精度を検証した。

また、同予測手法を基本とし、NOx 吸蔵触媒を装備したディーゼル乗用車における NOx 排出量を予測できるモデルを提案した。NOx 触媒を有する車両では、テールパイプ出口における NOx 排出量は、触媒自体の性能や容量、そして触媒制御方法によって変化するため、エンジン出口における NOx 排出量と同様な手法で予測することは困難である。そこで触媒や制御の詳細に入り込むことなく簡易的に予測するため、触媒機能が正常に作動することを前提にシャシダイナモ試験結果から浄化率を定義した。この手法を用いて市街地走行と高速走行を含むルートにおける NOx 排出量を予測し、実路走行における NOx 吸蔵触媒の特性を調査した。その際、実路走行では吸蔵した NOx を還元するリッチスパイクが終了した NOx がスリップする現象が確認されたため、予測モデルの精度が低下する課題が残った。

そこで本研究では、NOx 吸蔵触媒を装着したディーゼル乗用車でリッチスパイクによる温度上昇区間で NOx スリップする現象が実走行において確認し、温度上昇による NOx スリップ現象を明らかにした。次いで予測モデルの精度を改善するため、触媒の実路走行データを基に温度上昇時を考慮した触媒浄化モデルを構築することで NOx 浄化率を定めることが可能となった。この手法を用いることで、テールパイプ出口の予測精度が改善され、瞬時 NOx 排出量および総 NOx 排出量を適切に予測できた。

論文（和文）

車両シミュレーションを用いた実走行車両の排出ガス予測に関する研究（第 2 報）
-実路走行時の排出ガス予測のためのドライバモデルの構築-

Study on Emission Prediction under the Real Driving Condition Using On-board Simulation (Second Report)- Construction of a driver model for predicting the emission in real world driving -

東京工業大学　野水健太、小酒英範、佐藤 進
大阪産業大学　川野大輔
環境研究部　鈴木央一
元交通安全環境研究所　水嶋教文、山口恭平

自動車技術会 2018 年秋季大会学術講演会
(平成 30 年 10 月 19 日)

局所的な排出ガス汚染の把握には、リアルワールドにおける実走行車両の排出ガス量を評価することが必要であるが、多種多様な車種の全てを対象に計測することは困難である。そのため、シミュレーションを活用した評価が有望であるが、その精度に課題を有しているのが現状である。既報において、NOx 排出濃度の実測値と定常計算値の乖離を補正するモデルを検討、構築し、モデルの効果をエンジン台上試験とシャシーダイナモ試験により検証した。本報では、実路走行時の排出ガスを予測するために必要となるドライバモデルの構築を行ったので報告する。

所望の車両諸元や走行条件を自由に組み合わせる車両モデル、リアルワールドでの人間らしい運転操作を再現可能なドライバーモデルを構築した。そして、それらを組み合わせた車両シミュレーションを用いて、実走行車両の NOx 排出量の予測を行った。車両モデルに関して、車両各部のモデル、エンジンモデル、ドライバーモデルを別々に構築し、組み合わせる、モデルベースシミュレーションとすることで実現した。

ドライバーモデルに関して、従来モデルの課題を踏まえ、目標値の与え方を変更し、また、ドライバーの運転特性を反映するパラメータをロジックに組み込むことで、より人間らしい操作を再現できる新規ドライバーモデルを構築した。そして、従来研究からドライバーごとの特性を反映することが示されているトラクティブエネルギーについて、構築したモデルの計算値と、路上走行試験の実測値を比較したところ、パラメータを適用したドライバーごとの傾向や、ペダルの保持時間や応答速度などを人間に近づけた入力を再現可能なことが確認できた。

講演等

自動車の排気ガス車載診断（ＯＢＤ）システムについて

On-board diagnosis system for detecting the emission increase of vehicle

環境研究部　山本敏朗

東京電機大学 AI 活用リモートメンテナンス研究会依頼講演
(平成 30 年 10 月 24 日)

乗用車および重量車の OBD の現状と将来の活用方策について、長年の研究結果から、以下のようにまとめることができる。

(1) 現状の OBD は、エミッション対策部品ごとにそれぞれ故障診断方法が用意されていて、それぞれ特定の走行条件で、それぞれの診断ロジックに従って実行される。故障診断が実行されると故障診断履歴情報データ（レディネスコード） が故障診断項目毎にセットされ、異常であれば故障表示ランプ (MIL) が点灯し、正常であれば不点灯となる。

(2) OBD の故障診断は、車両の使われ方（例えば、都市内走行のみ　等）によって実行されにくい場合があり、使用過程車の性能維持方策としての OBD の有効性を高めるためには、診断実行頻度の向上が重要である。

(3) 車検において OBD を活用するためには、OBD による故障診断が実行された上で「MIL 不点灯（正常）あるいは MIL 点灯（異常）」を判定することが不可欠であり、それを示す「レディネスコード」が記録されていることが必要となる。

使用過程車のレディネスコードの有無の調査では、レディネスコード有りの車両が多いことが実証され、レディネスコード有りの場合には、OBD により排出ガス検査の代用が可能と考えられる。限定的であるが車検への OBD 活用の見通しを得た。

(4) 故障診断情報のみならず NOx センサ等のガス濃度信号や ECU 信号等をデジタル式運行記録計等に収集し、テレマティクス技術を活用することで遠隔地での故障診断を実現する OBDⅢシステムを提案した。現在、プロトタイプシステムの構築に向けて研究を実施している。

講演等

自動運転に関する課題と基準策定動向

Current status and Future view on Automated Drive Technologies.

自動車安全研究部　河合英直

日本工業大学
（平成 30 年 11 月 5 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、自動運転技術の現状と課題について説明すると共に、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（案）」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ついて述べる。

論文（和文）

列車運転シミュレータを活用した運転支援装置の評価に向けた基礎検討

Basic Study on Evaluation of Driver Advisory System by Using Railway Simulator

交通システム研究部　渡邉翔一郎、竹内俊裕、長谷川智紀、山口大助、押立貴志

電気学会研究会
（平成 30 年 11 月 14 日）

電気鉄道は環境優位性の高い交通機関であり、運転パターンを工夫して消費エネルギーを削減する省エネルギー運転の研究が継続して進められている。蓄電装置や高効率なモータ制御などハードウェアの改良は省エネルギー効果に寄与するが、近年では省コストで大きな省エネルギー効果が得られる省エネルギー運転が脚光を浴びている。しかしながら、この省エネルギー運転は運転士にとって必ずしも容易ではない。そこで、運転士の運転操作を支援する運転支援装置の研究が進められている。この運転支援装置は省エネルギー運転に大きく寄与するが、一方で、運転支援装置で計算され、運転士に支援される最適運転曲線の計算結果をある一定の精度で得るためには、計算時間が問題となる。この計算時間と最適運転曲線の精度にはトレードオフ関係があり、リアルタイムに運転士を支援する場合にはこのバランスを考慮する必要がある。さらに、支援情報を提示してから車両が動き出すまでの時間も考慮しなければならない。そこで本研究では、運転シミュレータで運転支援装置の評価を行うために、最適運転曲線の計算精度と計算時間の関係を分析し、さらに支援情報の提示から車両が動き出すまでの時間を含む遅延時間を測定したため報告する。

論文（和文）

列車出発時間の調整による電力ピークカット手法の饋電回路を考慮した傾向分析

Analysis of a strategy for mitigating instantaneous peak power demand considering electrification circuit properties by intentional changes of train departure time

東京大学　清水 龍、古関隆章
交通システム研究部　渡邉翔一郎

電気学会研究会
（平成 30 年 11 月 14 日）

鉄道車両の電力ピークは大きく、電力供給を担う変電所の設備利用率は一般的に低いのが現状である。この電力ピークを下げる方法としては車上もしくは地上に蓄電装置を設置する方法がある。一方で、このような追加設備を用意せずとも、複数列車の加速するタイミングを調整することで電力ピークを下げることが可能になる。本論文では列車の出発時間の軽微な調整によりピーク電力を下げる方法を提案する。提案法の初段階の検証として周期ダイヤで計算を行った。この計算では、複数列車の電車線電圧の降下や変電所内部抵抗を考慮している。

論文（英文）

Front airbag deployment rates in real-world car accidents in Japan and implications for activation of accident emergency calling system

日本の実事故におけるフロントエアバッグ非展開の要因について

自動車安全研究部　松井靖浩
首都大学東京　及川昌子

62th Stapp Car Crash Conference
Stapp Car Crash Journal Vol.62,2018
（米国）
（平成 30 年 11 月 14 日）

AECS（緊急時自動通報システム）では、自動通報の作動トリガーとしてエアバッグの展開信号が活用されている。一方、交通事故では、車両が前面衝突して高い衝撃加速度が作用したと想定されるケースにおいても、エアバッグが開かない場合がある。本研究の目的は、エアバッグが展開しない要因を明確にすることとした。

公益財団法人　交通事故総合分析センター（ITARDA: Institute for Traffic Accident Research and Data Analysis）所有のマクロデータを用いて、前面衝突の事故形態において、フロントエアバッグが展開した事例、フロントエアバッグを装備しているが非展開となった事例を対象として、車両前面衝突部位の特徴を調査した。さらに、ミクロデータを用いて前面衝突、側面衝突、後面衝突の事故形態におけるフロントエアバッグ非展開の状況を調査した。

その結果、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、車両前右角同士のオフセット前面衝突の場合、斜め前方より衝撃が車体に作用する条件下ではフロントエアバッグは作動しない可能性のあることが示された。本調査結果から、実際の交通事故では、フロントエアバッグが作動しない場合があると考えられ、エアバッグセンサーによるトリガーに追加して手動によりE コールシステムを作動させる等の対策が必要であると考える。

論文（英文）

The Effects of Inboard Shoulder Belt and Lap Belt Loadings on Chest Deflection

ショルダーベルトとラップベルト荷重が胸部たわみにおよぼす効果

名古屋大学　水野幸治、吉田良一、中島 豊、田中義弘、石垣良太、一杉正仁
自動車安全研究部　細川成之、田中良知

62nd Stapp Car Crash Conference
（米国）
（平成 30 年 11 月 14 日）

自動車の前面衝突におけるシートベルト着用乗員の受傷部位別（重症）では胸部の割合が最も多く、その加害部位は多くの場合、シートベルトとなっている。特に、高齢者では胸郭の骨折が発生しやすく、胸部保護は乗員保護における重要な課題である。シートベルトは胸郭に対して局所的に荷重を与え、シートベルト経路にそって、あるいは大きな曲げモーメントが発生する肋骨側面に骨折を発生させる。エアバッグによる分布荷重と異なり、シートベルトの局所荷重による胸郭変形は左右に不均等であり、インナー側の肋骨下部が大きく変形する。

シートベルト張力の増加を抑え、胸郭の骨折を防止するために、フォースリミッターが一用いられる。ただし、フォースリミッターは乗員移動量を増加させるのでエアバッグと併用する必要があり、エアバッグが用いられない後席では乗員が前席に接触する危険もあり、フォースリミッターを用いることには課題がある。

シートベルトによる胸部傷害を低減するシステムが提案されている。体幹の回転を防ぐショルダーベルトの追加や、ショルダーベルトとラップベルトを別のストラップとして 2 つのバックルを有するスプリットバックルなどが提案されている。これらのシステムは胸部負荷の低減に有効とされるが、実用化はなされていない。

本研究では、胸たわみを低減する新たなシートベルトシステムを提案し、このシステムの有効性について、ダミー(HybridII、THOR、THUMS)を用いた有限要素解析およびスレッド試験によって検証しその有効性を確認した。その結果、ラップ/ショルダーベルト（L/S）接合の位置を調整することにより胸部たわみの低減に効果があることがわかった。

講演等

Issues related to human factors in international regulation activity of automated driving technologies

自動運転技術の国際基準化活動におけるヒューマンファクターに関わる課題

自動車安全研究部　関根道昭

SIP-Adus workshop 2018
（日本）
（平成 30 年 11 月 14 日）

国連 WP29 の ITS/AD は 2014 年から 2018 年まで自動運転技術の基本コンセプトを議論してきた。その成果として車両基準策定のための自動運転の統一定義、道路交通条約との整合性を図るためのホリゾンタル課題の特定などが挙げられる。自動運転技術はドライバと車両が役割を分担しつつ利用することが想定されており、高度な自動運転においてドライバは運転以外の作業に従事できる可能性がある。ただし、ドライバは車両からの呼びかけに応じて手動運転を再開する必要があるため、これを実現するための適切なヒューマンマシンインターフェース（HMI）が必要である。交通研は、高度自動運転の状況をドライビングシミュレータにより模擬する実験を行った。このとき、ドライバに動画視聴やタッチパネルの操作を行わせ、車両から呼び戻し信号を発行し、ドライバの行動を観察したところ、ドライバは必ずしも短時間で運転に復帰し、安全に運転を再開できるわけではないことがわかった。そのため、適切な HMI に加えて安全確保のための車両側の安全機能が必要であることが示唆された。今後はより高度な自動運転におけるドライバ行動の評価方法について検討を進める必要がある。

講演等

自動運転に関する現状と将来展望

Current status and Future view on Automated Drive Technologies.

自動車安全研究部　河合英直

同志社大学
（平成 30 年 11 月 17 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，自動運転技術の現状と課題について説明すると共に、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（案）」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ついて述べる。

講演等

自動運転に関する現状と課題

Current status and Future view on Automated Drive Technologies.

自動車安全研究部　河合英直

科学技術振興機構(JST)社会技術研究開発センターおよび
名古屋大学 産学共創プラットフォーム共同研究推進
プログラム（OPERA）　共同開催
（平成 30 年 11 月 19 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、自動運転技術の現状と課題について説明すると共に、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（案）」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ついて述べる。

論文（和文）

HILS、EILS を用いた車両走行評価の高精度化
～ドライバモデルの検討～

環境研究部　奥井伸宜

自動車技術会　計測診断部門委員会
（平成 30 年 11 月 20 日）

モード走行を公正に評価するため、実車両の各ペダルをロボットで運転する手法を検討した。そこで、既報にて構築したHILS 試験法用の提案ドライバモデルを搭載した運転ロボットを用い、軽中量車クラスの実車両をシャシダイナモメーター上でモード走行させ、その際の運転動作を人間による運転動作と比較すると共に、運転バラつきをドライビングインデックスで評価した。得られた知見を以下に記す。

（1）提案ドライバモデルは、従来モデルの事前調整に当たる動力特性マップの取得およびパラメータの調整作業を排除し、車両諸元や車速といった既知の情報を用いるロジックとした。

（2）提案ドライバモデルによるロボット運転は、コールドスタート、ホットスタートに関係なく、人間と同様の運転動作を可能とし、また同等の車両性能が得られることを確認した。

（3）ロボット運転の採用により、基準車速を正確に追従でき、車両性能が一回の評価で行えることから、審査時における公平性や効率性が確保できると考えられる。

講演等

前面衝突時における車両乗員の胸部傷害について

自動車安全研究部　細川成之、田中良知、松井靖浩

日本機械学会傷害バイオメカニクス研究会
（平成 30 年 11 月 20 日）

前面衝突時の乗員の受傷特性について事故調査及び衝突実験により検討を行った。

事故調査から、以下のことが分かった。
乗車位置による死亡者の割合は、運転席と助手席とで約４：1であった。また、運転席の約 75%が男性であり、助手席の約75%が女性であった。さらに助手席の死亡者の半数以上が 65歳以上の女性であった。
運転席乗員死亡者の損傷主部位は、男女とも胸部が 4 割程度で最も多かった。

フルラップ前面衝突試験を衝突速度が 30km/h、40km/h、55km/h、60km/h の場合について実施し、その結果、以下のことがわかった。
頭部傷害値は、衝突速度が 40km/h 以下の低速度衝突では、55km/h 衝突に比べて大幅に低減した。一方で、胸部傷害値（胸のたわみ）は、低速度衝突でも頭部ほどの傷害低減がなかった。胸部傷害のより一層の低減のためには、シートベルトの拘束要件の改善が重要であることが分かった。

車両乗車中の死亡者数は、衝突安全技術の向上により減少しているものの、交通事故死者数のなかで大きな割合を占める。今後、より一層の死傷者数の低減を図るためには、予防安全装置の普及も考慮しつつ、胸部など低速度でも大きな傷害値を示す部位の保護対策をはかる必要がある。

講演等

ホームドアの話

About platform door system

交通システム研究部　大野寛之

日本福祉のまちづくり学会　身体と空間特別研究委員会主催
「視覚・聴覚・触覚に関する応用編連続セミナー」第 2 回
（平成 30 年 11 月 22 日）

駅ホームから視覚障害者が転落する悲惨な事故の発生や、2020 年の東京オリンピック・パラリンピック開催等を背景に、鉄道駅におけるホームドアの設置が急速に進みつつある。しかし、路線によっては異なる形式の車両や、駅ホームの強度等の問題から、既存のホームドアを設置することが困難となっている。

そうした課題を解決するために新たな技術開発が進み、ドア数や車両長の異なる列車に対応可能なホームドアや、既存の物より軽量なホームドア等、新しいタイプのホームドアが実用化されつつある。

新形式のホームドアについて紹介すると共に、交通安全環境研究所が実施した安全性評価について概説する。

論文（和文）

使用過程ハイブリッド車における燃費及びバッテリー性能の変化に関する研究

Change of fuel consumption and battery performance of in-use hybrid vehicles

環境研究部　鈴木央一、小鹿健一郎
元交通安全環境研究所　山口恭平

自動車技術会論文集 Vol.49,No.6,2018
（平成 30 年 11 月 25 日）

ハイブリッド車は、優れた低燃費性で燃料消費量や CO2 排出量の削減に寄与している。ハイブリッド車において、制動時の運動エネルギーを一時的に貯えるエネルギーキャリアーとしてはバッテリーが使用されるが、バッテリーは充放電の繰り返し、熱等により性能が劣化する。したがって、ハイブリッド車では走行するにつれてバッテリー性能が劣化していくことは不可避であり、その場合には燃費性能も影響を受けることが予想される。このような使用過程における燃費劣化がある場合には、新車時の燃費値のみではライフサイクル CO2 を計算すると過小評価をする恐れがある。

そこで、ハイブリッド車におけるライフサイクル CO2 排出量の評価を行う場合の精度向上に向けた一助として、長距離走行したハイブリッド車を対象に燃費およびバッテリー性能の評価を行うこととした。具体的には走行距離 187,000 km のニッケル水素電池搭載のハイブリッド車を対象にバッテリー交換前後双方で燃費評価を行うとともに、新旧バッテリーセル単体の容量等の測定試験を行い、実際に使用されるハイブリッド車におけるバッテリー状態と燃費性能を把握することを試みた。結果を以下にまとめる。

□ 187,000km 走行後の旧バッテリーを搭載した状態での JC08 モード燃費は、新バッテリーに交換した場合と比較して約 2.5%の悪化がみられた。60km/h 定常走行では逆に新バッテリーで約 5%燃費が悪化した。

□ JC08 モードでの旧バッテリーにおける燃費悪化は、内部抵抗増加等によるバッテリーの性能劣化により、回生時を中心とした充電効率が低下していることが主たる理由であった。

・ 60km/h 定常走行における新バッテリーでの燃費悪化原因は、主に充電時のエンジン運転条件における熱効率の違いによるものであった。

□ ハイブリッドバッテリーの各モジュールについて容量測定

を実施したところ、旧バッテリーではセル平均で 20%程度の容量低下がみられ、性能劣化が確認された。

 旧バッテリーのモジュールでは内部抵抗が新バッテリーよりも約 12～26%増加がみられた。この内部抵抗増加により、充放電電流の一部がバッテリーの発熱に消費されたことが燃費悪化につながった可能性が高い。

以上､今回の結果からはバッテリー劣化による燃費悪化は顕著なものではなかった｡これはバッテリー劣化やそれによる影響を考慮した車両設計等がなされているためと考えられた｡一方で今回の試験車とは異なるリチウムイオン電池搭載車等基本諸元の異なるハイブリッド車も多数存在しており､引き続きこうした調査を続けていくことが必要である。

論文（和文）

予混合 CO 成分がディーゼル予混合圧縮着火燃焼に及ぼす影響

The effect of premixed carbon monoxide on diesel PCCI combustion

早稲田大学大学院　山口恭平、永塚勇斗
早稲田大学　草鹿 仁、大聖泰弘
環境研究部　鈴木央一

日本機械学会論文集 Vol.84,No.867,2018
（平成 30 年 11 月 25 日）

予混合圧縮着火燃焼の一種である PCCI（Premixed Charge Compression Ignition）燃焼は NOx と Soot の同時低減が可能である一方、着火時期の制御が難しく狭い運転領域が課題である。その着火時期の制御に関して、本研究では着火特性が異なる 2 燃料を適用する手法に着目し､研究例の少ない一酸化炭素と軽油の 2 燃料を PCCI 燃焼に適用した実機試験と数値シミュレーションを行い､一酸化炭素が燃焼特性に及ぼす影響を評価した。その結果、以下の知見を得た。

・大量 EGR の導入と同時に有効圧縮比を低く設定した条件においては CO の供給割合増加に伴い、緩慢な燃焼となり、燃焼位相は遅角化する。その際、CO の未燃排出が増加し、図示熱効率の悪化を招く。

・運転条件に応じて、CO の供給割合を適正化し燃焼位相を制御することで、PCCI 燃焼の運転領域拡大につながる。

・CO を供給した場合、同一の燃焼重心位置を低い EGR 率や高い圧縮比で実現可能であり、PCCI 燃焼を実現するために従来取り組まれてきた大量 EGR や低圧縮比化に代わる手法となりうる。

・未燃 CO の排出低減を狙い有効圧縮比を高めると同時に、NOx 排出の増加を抑制するために高 EGR 化を図ることで、PCCI 燃焼の特徴である低い NOx 排出特性を損なうことなく、図示熱効率は向上する計算結果が得られ、CO と軽油の二燃料による PCCI 燃焼は高効率を実現する可能性がある。

論文（英文）

Reduction in the head injury level due to junior high school cyclists weraing helmets

中学生ヘルメットの着用による HIC 低減効果

自動車安全研究部　松井靖浩
首都大学東京　及川昌子

International Journal of Automotive Technology Vol.19,No.6,2018
（平成 30 年 12 月 1 日）

頭部インパクタに中学生用ヘルメットを装着し、1.5 m の高さから路面に対し自由落下により衝撃した（66J）。ヘルメットなしの場合、HIC は 6526 であるが、ヘルメットを装着させると HIC は 1132 と大幅に減少した（HIC 減少率 82.7%）。

次に、中学生用ヘルメットの前額部及び側頭部を A ピラーの上端、下端に対し 35 km/h の速度で衝撃した（212J）。ヘルメットなしの場合、HIC は 4530、 4937 であるが、ヘルメットを装着させ前額部を衝撃させると HIC は 3735、 4446 となり（HIC 減少率 17.5%、 9.9%)、側頭部を衝撃させると HIC は 3849、 4741 となった（HIC 減少率 15.0%、 4.0%)。

このように、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下では、中学生用ヘルメットは HIC の低減効果が大きいが、車両衝撃のような高エネルギー衝撃条件下では HIC の低減効果は十分ではないことが判明した。

論文（英文）

Effectiveness of wearing a helmet for impacts against frontal parts of a vehicle and road surface

車両及び路面衝突時のヘルメットの着用効果

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

Traffic Injury Prevention
（平成 30 年 12 月 1 日）

自転車乗員の頭部が車両及び路面と衝突した際のヘルメットの着用効果を調査した。ここでは、頭部インパクタにヘルメットを装着し、ヘルメットの前額部及び側頭部をボンネット、窓ガラス、ルーフトップ、ルーフサイドレールに対し 35 km/h の速度で衝撃した（212J）。ここで対象とした車両衝撃部位ではボンネットを除き、ヘルメットを装着させると HIC は減少した。特に、前額部では側頭部と比べて HIC の減少率は大きい結果となった。ただし、B ピラーに近いサイドレールに対しヘルメットの側頭部を衝撃させた場合、HIC は 2558 と大きく、頭蓋骨骨折の可能性が示唆された。

次に、路面に対する衝撃では、ヘルメットを装着した頭部インパクタを 1.5 m の高さから路面に対し自由落下させた（66J）。ヘルメットを装着させた場合、HIC の減少率は 91%となり高い頭部保護効果を示した。

このように、車両（ボンネットを除く）や路面に対する衝撃では、ヘルメット着用による頭蓋骨骨折のリスク軽減効果はあるが、ヘルメットの側頭部が剛性の高い車体部位に衝撃すると頭蓋骨骨折のリスクは高い状況となることが判明した。

論文（和文）

レール横圧載荷治具を用いた軌間拡大のリスク評価の検討

Assessment of the Risk of Wide Gauge using
a Lateral Force Loading Jig

交通システム研究部　緒方正剛、佐藤安弘

第 25 回鉄道技術・政策連合シンポジウム（J-RAIL2018）
（平成 30 年 12 月 5 日）

急曲線部などでは列車の走行に伴い比較的大きな横圧がレールに作用する一方で、木まくらぎの劣化などにより犬くぎによるレール締結力が低下すると、軌間拡大が発生し、脱線事故につながるリスクが高まる。
近年、地方鉄道において軌間拡大による脱線事故が目立っており、まくらぎや締結装置の維持管理が十分行われていない状況が指摘されている。軌道の維持管理において、まくらぎの劣化等については目視による異常の判別を要し、熟練した技能を要することから、異常の判断基準を数値で示せることが望ましい。
従来から、軌道検測車を用いた動的な軌道変位の測定によって、輪重や横圧が作用する条件での軌間変位を管理することができるものの、コスト等の面から軌道検測車を導入することが困難な地方鉄道事業者もある。
そこで、横圧方向の荷重をレールに載荷でき、かつ、載荷荷重に対する軌間の変化を測定できる治具を製作し、締結の不良状態を模擬した実験を行ったので報告する。
なお、本報告は、「レール側で横圧を測定する際の荷重検定方法」を応用したものである。

論文（和文）

新たな信号システムに対応する第三者安全性評価に
関する取組

Actions for Independent Safety Assessment applicable
for New Technology Signalling Systems

交通システム研究部　林田守正、佐藤安弘、竹内俊裕
東京大学　水間 毅

第 25 回鉄道技術・政策連合シンポジウム（J-RAIL2018）
（平成 30 年 12 月 5～7 日）

交通安全環境研究所は、CBTC（Communication Based Train Control）をはじめとする高度化、複雑化した鉄道信号システムの設計段階における第三者安全性評価に関し、信頼性等の観点も含めた標準な手法を提案し、また IEC シリーズ等の国際規格や規格適合性評価／認証との関連について検討を進めている。一方、システム構成要素の相互作用に着目した新たな安全性評価手法として近年提唱された STAMP や、人為的脅威の点から重要性が増している通信のセキュリティの評価についても検討を始めている。本発表では、それらの取組について以下の点を報告する。

(1) 当研究所が実施してきた第三者安全性評価について、信頼性等の観点を含めた標準的な報告書の構成を提案したうえで、IEC シリーズ等の国際規格の規定に基づく位置付けを整理し、また、国際規格の評価への反映について考察した結果を述べる。

(2) 第三者安全性評価と規格適合性評価／認証との比較や関連性について考察し、安全性評価に規格適合性評価等の手法を一部導入することが適切と考えられる例を示す。

(3) 新しい安全性評価手法である STAMP や、重要性が増している安全関連の通信のセキュリティに関する取組の状況を紹介する。

論文（和文）

営業列車を活用した軌道の評価に関する研究

Study on Evaluation of Track by In-service Railway Vehicles

交通システム研究部　森 裕貴、緒方正剛、佐藤安弘
日本大学　綱島 均

第25回鉄道技術・政策連合シンポジウム（J-RAIL 2018）
（平成30年12月5〜7日）

鉄道の優れた特徴である定時性、大量輸送、省エネルギー性等を実現する一つの要素として、鉄車輪が専用軌道で支持案内されていることが挙げられる。一方、軌道で案内されているが故に、軌道異常が発生した場合は、運転士による事故回避は困難であり、脱線や転覆といった大事故へ繋がる可能性がある。そのため、小さな軌道異常を早期に発見し、軌道整備を実施することが安全上非常に重要となる。

現在、軌道の検査方法として、保線係員によるものや軌道検測車、レール探傷車などの検査用車両によるものがある。そのような中、地方鉄道ではメンテナンス費用の確保や技術力の維持が大きな課題となっており、軌道検測車など幹線鉄道で活用されている軌道検査方法が導入できない事業者も少なくない。これに対し、営業車両を活用した軌道状態の監視が可能となれば、高頻度かつ動的な軌道評価が可能となり、安全性向上に寄与すると考えられる。また、その手法は、営業車両を活用しつつ、車両に大幅な改修を必要としない、専門の測定員が必要ない等、簡便なものが望ましい。

このような課題の解決策として筆者らは、高頻度で軌道状態を監視することを目的に、車両に汎用センサを付加し、営業運転を行いながら軌道の状態診断を行う手法を提案している。このような車両をプローブ車両と呼ぶ。

本報告では、地方鉄道における導入・運用を前提とした軌道状態の評価手法について提案すると共に、車両に大幅な改修を必要とせずに車体動揺等を測定する装置を用いて、鉄道事業者の協力のもと、営業車両により軌道状態の監視を実施した事例を紹介する。

論文（和文）

ライダーセンサを用いた絶対位置の把握について

Determination of the absolute position using the LiDAR sensor

交通システム研究部　篠田憲幸（客員研究員）、竹内俊裕、山口大助、渡邉翔一郎
東京大学　水間 毅

第25回鉄道技術・政策連合シンポジウム（J-RAIL 2018）
（平成30年12月5〜7日）

交通安全環境研究所では、衛星測位と汎用無線を用いた列車制御システムを提案してきた。しかし、トンネルなど衛星測位ができない区間があり、他の手段による絶対位置の把握手法と組み合わせることが必要である。そのため、車上で正確な絶対位置を把握する手段として、LiDAR（Light Detection and Ranging）センサにより特徴点を把握し、絶対位置の確認する方法を検討することとした。これまででの路面電車での実験を行ってきたが、今回は地方鉄道の路線で実験を行った結果を報告するものである。

論文（和文）

曲線旋回性能の向上と接触面圧低減を目的とした
新踏面の開発について（第 2 報）

Development of new wheel tread for improving curving performance and reducing contact pressure (2nd report)

東京地下鉄　福島知樹、谷本益久、荻野智久、北島 誠
新日鐵住金　松見隆紀
日鉄住金レールウェイテクノス　小村吉史
交通システム研究部　大野寛之、佐藤安弘

第 25 回鉄道技術・政策連合シンポジウム（J-RAIL2018）
（平成 30 年 12 月 5～7 日）

これまでの調査において、車輪踏面の摩耗の進行することによって下記の効果が得られることが分かっており、第 1 報ではシミュレーション等を用いて、効果の確認とその要因について報告した。

・内軌、外軌 Q/P が低減
・車輪踏面の踏面剥離の発生が抑制

今回、第 1 報で提案した検討手法を用いて新形状を開発し、台上試験機を用いた評価及び現車試験を行った結果について報告する。

台上試験の結果、試験踏面の外軌横圧を従来踏面と比較すると、全ての曲線半径において同等以上の性能を有していることを確認した。

また、現車試験の結果、試験踏面は削正直後から既存踏面の摩耗形状と同等の性能を有することを確認した。

講演等

3D-LiDAR を用いた車両停車方向の測定方法に関する検討

自動車安全研究部　松村英樹

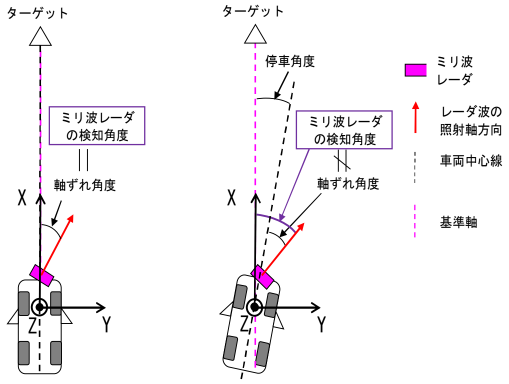
首都大学東京　serBOTinQ セミナー
（平成 30 年 12 月 7 日）

乗用車などに搭載されている自動ブレーキのシステムは、車両周囲の物体をセンサで検知し、ブレーキを作動させる判断を行っている。このセンサとしてミリ波レーダを使用している車両があるが、衝突事故等でミリ波レーダの照射軸がずれると、誤検知により自動ブレーキが不要作動する可能性がある。そのため、今後、点検整備などでミリ波レーダの照射軸の軸ずれの確認を行うことが必要になると考えられる。

軸ずれの測定では、下左図に示すように、測定場に基準軸を設定し、車両中心線と基準軸を一致させて車両を配置する。そして、ミリ波レーダ検知用のターゲットを基準軸上の車両の正面に正対させて設置し、ミリ波レーダの検知角度（レーダ波照射軸方向に対するターゲット方向の角度）をスキャンツールにより読み出すものである。この場合、検知角度はレーダ照射軸の軸ずれ角度と一致するため、この軸ずれ角度の検知を行うことができる。

この方法を実際に行う場合、下右図に示すように、停車時に基準軸(X)と車両中心線との Z 軸周りの角度(以後､｢停車角度｣という。）が生じると、レーダ照射軸の軸ずれを正確に測定できない。そのため、車両の停車角度を測定することができれば、スキャンツールを用いて読み出されたミリ波レーダによるターゲットの検知角度から停車角度を差し引いて、レーダ照射軸の軸ずれ角度を求めることができる。

ミリ波レーダの軸ずれの確認を目的として、今回は車両停車方向を 3D-LiDAR により測定した。また、実験では、あらかじめ設定した「実験条件の停車角度（設定値）」（＝真値）で車両を測定場に配置し、3D-LiDAR で測定した「測定した停車角度（測定値）」とを比較して、「停車角度」の精度を求めた。



延べ40回の実験の結果、８２．５％の結果については、基準軸に対する停車角度の測定値と設定値の差が±０．５°以下となった。

また、１７．５％の結果については、精度が低い結果となった。精度が低い理由として、出力データの欠損やノイズデータの誤検出などと考えられた。

論文（和文）

今後の排ガス・CO2の規制動向とそれら試験法について

環境研究部　奥井伸宜

自動車技術会　ガソリン機関部門委員会
（平成30年12月13日）

世界各国の排出ガス、CO2 規制動向を整理し、それらの試験法の現状について紹介した。さらに、シャシダイナモ試験の将来における新たな取り組みを紹介した。

（1）各国の規制値の動向より、CO2は「3-6%削減 / 年」、排出ガスは「Tailpipe emission≒0」の達成が、今後求められる。

（2）2017年以降、欧州を中心として、WLTP と RDE による規制が導入された。日本における RDE については、先行する欧州の評価方法を参考にしつつ、国内の実態にあった方法を、現在検討している。

（3）認証試験時におけるシャシダイナモ試験の公平性、効率性を確保し、リアルワールド走行時の車両性能により近づけるため、運転ロボットによる評価手法を検討している。

論文（和文）

地方鉄道を対象とした自動運転技術活用に関する基礎検討

A Study on Utilization of Autonomous Driving Technology
for The Railway and The Track

交通システム研究部　竹内俊裕、長谷川智紀、
山口大助、渡邉翔一郎、
篠田憲幸（客員研究員）
東京大学　水間 毅

電子情報通信学会 DC
（ディペンダブルコンピューティング）研究会
（平成 30 年 12 月 14 日）

地方鉄道においては、人口減少に伴う要員の減少や鉄道分野における技術者の大量退職の影響から、自動運転への期待が高まりつつある一方で、運転に伴うヒューマンエラーを防止するために自動運転技術導入の機運も広がっている。そこで、自動車の自動運転で採用されているセンサを地方鉄道へ活用するための基礎検討を始めたので、その取組みについて紹介する。

論文（和文）

鉄道における通信を利用した列車制御に対する
セキュリティ確保のポイントの考察

Consideration on the key points to ensure security for train control
using communication

交通システム研究部　長谷川智紀、林田守正
JR 西日本　森 崇
東京大学　水間 毅

電子情報通信学会 DC
（ディペンダブルコンピューティング）研究会
（平成 30 年 12 月 14 日）

少子高齢化が進むなか、鉄道設備の省メンテナンス化が重要になってきた。この対策のひとつとして、車上主体型の列車制御がある。車上主体型列車制御は通信を用いて地上設備と情報をやりとりする必要があるが、無線通信を用いるため、今まで以上にセキュリティについて検討する必要がある。本報告では、通信における脅威について整理し、通信を用いた列車制御におけるセキュリティに求められる事項について考察した結果を述べる。

論文（和文）

LiDAR センサを用いた絶対位置検出手法について

On the absolute position detection method using LiDAR sensor

交通システム研究部　篠田憲幸（客員研究員）、竹内俊裕、
山口大助、渡邉翔一郎
東京大学　水間 毅

電子情報通信学会 DC
（ディペンダブルコンピューティング）研究会
（平成 30 年 12 月 14 日）

交通安全環境研究所では、衛星測位と汎用無線を用いた列車制御システムを提案してきた。しかし、　トンネルなど衛星測位ができない区間があること、列車制御で用いるには必ずしも十分な精度が得られないという課題があるので、他の手段による絶対位置の把握手法と組み合わせることが必要である。そのため、車上でより正確な絶対位置を把握する手段として、LiDAR（Light Detection and Ranging）センサにより特徴点を把握し、絶対位置を確認する方法を検討している。今回は、LiDAR センサを用いて番線検知を含めた自己位置推定方法を検討した。その基礎実験を行ったので結果報告を行うものである。

講演等

高騒音車両検出システムについて

Overview of Noisy Vehicle Detection System

環境研究部　宝渦寛之

日本自動車技術会　将来の車外騒音検討委員会
（平成 30 年 12 月 17 日）

道路交通騒音においては、近隣住民の苦情の原因として、突発的に大きな騒音を発する違法改造車両（以下、高騒音車両と呼ぶ）の存在が挙げられる。これらの車両の取締りは、車両を停止させた状態での空ふかしによる試験にて行われており、非常に手間が掛かるほか、取締り時の試験自体が近隣住民への迷惑行為となるなどの問題点が指摘されており、将来的には走行状態で高騒音車両を検出することが望まれている。このような背景を踏まえ、本研究では、道路交通流中から発生する騒音源を特定可能なセンシングシステムを提案し、その開発を行うことを目的とする。

本稿では、これまでに当所が開発を行ったシステムの概要説明のほか、これまでの実施内容の概要を紹介する。

講演等

環境ビジネスケース・スタディ(2)　－次世代電動車－

Businesses for Environment Protection Case Study(2)
Next Generation Electrified Vehicles

環境研究部　　新国哲也

東京大学大学院新領域創成科学研究科
環境学研究系「環境ビジネス論」
（平成 30 年 12 月 27 日）

大学院の講義として、環境対応車の技術動向や試験法、基準について網羅的に解説した。

雑誌等（和文）

これからの EMC

EMC in future

理事　　石井 素

科学情報出版「電磁環境工学情報　月刊 EMC」2019 年 1 月号
（平成 31 年 1 月 5 日）

政府が推進している「インフラシステム輸出戦略」として、鉄道もその中の重要な産業として位置づけられており、国土交通省も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ともなっており、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

科学情報出版「電磁環境工学情報　月刊 EMC」2019 年 1 月号
（平成 31 年 1 月 5 日）

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

自動運転に関する現状と将来展望

Current status and Future view on Automated Drive Technologies.

自動車安全研究部　河合英直

福井大学
（平成 31 年 1 月 9 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、自動運転技術の現状と課題について説明すると共に、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ついて述べる。

論文（和文）

人間の運転動作を再現したドライバモデルによる実車両モード走行評価

Evaluation of Chassis Dynamometer Test by Real Vehicle Operating Driver Model Simulated Intelligent Driver Behavior

環境研究部　奥井伸宜
明電舎　三浦秀文
小野測器　前岨康祐
自動車安全研究部　河合英直

自動車技術会論文集 Vol.50,No.1,2019
（平成 31 年 1 月 25 日）

モード走行を公正に評価するため、実車両の各ペダルをロボットで運転する手法を検討した。そこで、既報にて構築した HILS 試験法用の提案ドライバモデルを搭載した運転ロボットを用い、軽中量車クラスの実車両をシャシダイナモメーター上でモード走行させ、その際の運転動作を人間による運転動作と比較すると共に、運転バラつきをドライビングインデックスで評価した。得られた知見を以下に記す。

（1）提案ドライバモデルは、従来モデルの事前調整に当たる動力特性マップの取得およびパラメータの調整作業を排除し、車両諸元や車速といった既知の情報を用いるロジックとした。

（2）提案ドライバモデルによるロボット運転は、コールドスタート、ホットスタートに関係なく、人間と同様の運転動作を可能とし、また同等の車両性能が得られることを確認した。

（3）ロボット運転の採用により、基準車速を正確に追従でき、車両性能が一回の評価で行えることから、審査時における公平性や効率性が確保できると考えられる。

論文（和文）

雷撃に対する車両試験法の検討

Investigation of Vehicle Test Method for Lightning Strike

中部大学　山本和男、山本和男、丹羽祥也
ローム　平賀則秋　日産自動車　塚原 仁
トヨタ自動車　野島昭彦　スズキ　内田宏正
ダイハツ工業　谷川茂忠　マツダ　手島由裕
SUBARU　金田拓也　ノイズ研究所　石田武志
自動車安全研究部　伊藤紳一郎

電気学会　高電圧研究会
（平成 31 年 1 月 25 日）

乗用車及び小型トラックは、概ねそのボディが金属のパネルで構成されているため、直撃雷に対して、金属ボディからホイール、タイヤ等を放電ルートとして大地に放電するものと考えられている。

自動車は、環境保護の観点から軽量化を目指して、新素材の適用が進んでおり、また、安全性快適性の向上の目的から多くの電子制御システム及び電力システムの搭載及び高度化が進んでいる。このような自動車は、雷サージ等の電磁的外乱により脆弱になる可能性が懸念されている。このような状況から、雷撃時の車両構造及び電子部品の影響調査が、車両の安全の確保の観点から重要となっている。

今後新たな車両を開発する際において、雷に対する影響調査を適切に行う為の車両直撃雷試験方法の共通化が一部の車両メーカによって進められている。ここでは、その検討中の車両試験方法の概要について紹介する。

論文（英文）

Correlation between acute-phase cyclist head injury and consciousness disturbance with case study in reconstruction

急性期の自転車乗員頭部外傷と意識障害との関連性

首都大学東京　及川昌子、今野友恵、上野貴浩、
中楯浩康、青村 茂
自動車安全研究部　松井靖浩
獨協医科大学　五明佐也香

Journal of Biomechanical Science and Engineering
（平成 31 年 2 月 1 日）

本論文では、交通事故により埼玉県獨協医科大学越谷病院の救命救急センターに搬送された救急患者データを使用し、自転車乗員の頭部外傷と急性期の意識障害との関連性を調査した。その結果、急性期の意識障害の有り、無しともに、頭蓋骨骨折及び脳挫傷が、最も頻繁な頭部損傷であることを示した。しかし、自転車乗員 1 人あたりの頭部外傷の種別平均数について、意識障害の有りと無しの場合で比較したところ、意識障害を発症した自転車乗員の種別平均数は、頭部骨折（0.9 対 0.7）及び脳損傷（1.9 対 0.5）のいずれも意識障害の発症無しの種別平均数よりも高かった。この結果から、頭部骨折及び脳損傷は急性期の意識障害を誘発する可能性があると考えられる。

次に、同救急患者データをもとに、自転車ヘルメットを着用せずに壁に衝突し、頭部損傷及び急性期に意識障害を罹患した自転車乗員を対象とし、自転車乗員の頭部が壁に衝突した事故を再現する。そこでは、MADYMO 剛体ソフトウェア、人の頭部有限要素モデル及び自転車ヘルメット有限要素モデルを使用し、頭部外傷に対する自転車用ヘルメットの保護効果を推定した。その結果、ヘルメットを装着した場合、装着しない場合に比べて、頭蓋骨骨折では頭蓋骨の変形量が 95.9%、脳挫傷では脳ミーゼス応力が 23.3%減少した。同結果より、ヘルメットの使用により頭蓋骨骨折及び脳挫傷の発生確率が大幅に減少する可能性が推測された。さらに、ヘルメット使用により、それらの頭部外傷発生が回避された場合、急性期の意識障害も発生しない可能性が考えられる。

雑誌等（和文）

国連自動車基準調和世界フォーラム(WP29)における
自動車セキュリティ, ソフトウェアアップデートの議論の状況

Activities on Vehicle's Cyber Security and Soctware Update issues in UNECE/WP29

自動車安全研究部　　新国哲也

自動車技術会誌 2019 年 2 月号
（平成 31 年 2 月 1 日）

UNECE/WP29 において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に関する基準案がまとめられつつある。本報告ではその内容について解説した。

講演等

電動車両の車両接近通報音の国際基準策定について

Establishment of International Standard for the Sound of Vehicle Alerting System for Quiet Electrical Vehicles

環境研究部　　坂本一朗

自動車技術会シンポジウムテキスト
「心地よい音をはかる技術・つくる技術 2019」
（平成 31 年 2 月 1 日）

ハイブリッド車、電気自動車および燃料電池車（以下「ハイブリッド車等」という）は、低炭素社会を進める上で普及促進を図ることとされており、近年急増傾向にあり、今後さらに増加が見込まれる。一方、これらの自動車は、モータのみで走行しているときは、構造的に従来のエンジン音および排気系の音が発生しないため、車両の接近に気づかず危険を感じるとの意見が、視覚障害者団体やユーザ等から国土交通省に寄せられた。そのため、国土交通省は、2010 年 1 に「ハイブリッド車等の静音性に関するガイドライン」を、世界に先駆けて公表した。このガイドラインは、モータのみで低速走行をしている車両は、その接近を音で知らせることとしており、ハイブリッド車等が備えるべき車両接近通報装置（Acoustic Vehicle Alerting System）（以下「AVAS」という）の要件を示したものである。

ハイブリッド車等の静音性については、米国や欧州でも問題となり、国際連合欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム（UN/ECE/WP29）の傘下の騒音専門家会議（GRB）の傘下に GTR（Global Technical Regulation）及び国連規則を検討するための QRTV（Quiet Road Transport Vehicles）インフォーマル会議が設置された。日本は両インフォーマル会議の副議長国として、日本の調査結果をインフォーマル会議に報告し、日本のガイドラインに基づく基準案を提案してきた。その結果、2016 年 3 月の WP29 において車両接近通報装置の国連規則案が承認され、2016 年 10 月に新たな国連規則第 138 号として発効した。

本稿では、AVAS の基準化を行うにあたって、車両接近通報音（以下「接近音」という）の技術的な要件を定めるために日本で行ってきた調査研究の概要、及び日本のガイドラインを基に日本が行ってきた国際基準調和活動について紹介する。

論文（和文）

WG2 活動報告：生体計測に基づく音質評価の試み（第 6 報）
—自動運転・予防安全システムにおける警告音の受容性評価

WG2 Activity Report: Trial for Sound Quality Evaluation Based on Physiological Measurement 6th Report - Evaluation of warning sound acceptance in automated driving / active safety system

自動車技術会音質評価部門委員会　 門屋真希子、石原大雅、村田法生、中村美和、尾藤健介、藤井 宇、前田 修、星野博之、内山雅史、坂下 丈、戸田勇介、豊田健太、戸井武司
自動車安全研究部　 関根道昭

自動車技術会シンポジウムテキスト
「心地よい音をはかる技術・つくる技術 2019」
（平成 31 年 2 月 1 日）

自動車の自動運転システムや予防安全システムに使用される警告音について、高性能な DS を用いて心拍数と反応時間の客観指標を測定し、評価を行った。

漫然運転時の実験では警告音の存在により、特にブレーキ操作の反応時間は有意に短く、ストレス負荷も少なくなることが確認された。また警告音の先行時間は 500ms に有意差が認められた。警告音の音質については、反応時間及びストレス負荷の観点から 2400Hz、吹鳴周期 2Hz が最も有効であり、雨天や夜間の視界不良時には特に効果があることが確認された。音量については 80dB の反応時間が短くなったが、一般道を走行する乗用車の車内騒音レベルは 60～64dB の範囲にあり、高速道路においては 70dB(9) であることを踏まえると車内騒音（暗騒音）+10dB であることに留意する必要がある。

自動運転中に運転権限移譲の際に発せられる警告音について、前方車の急停車及び隣接車線からの急な車線変更の 2 場面で実験を行った前方急停車の場面には、2400Hz 吹鳴周期 2Hz の警告音が有効であり、特にステアリングの反応時間に有意差があった。一方、ドライバが運転以外の別の作業をしているときに隣接車線からの急な車線変更の場面においては、反応時間が 2400Hz 吹鳴周期 8Hz の警告音に対して最も短かった。本実験では自動運転中の警告音に BPM 上昇率に変化が見られなかったのは、自動運転中の警告音によるストレス負荷が少ないためではないかと推察される.。また、自動運転区間が終了する場面など、特に危険が存在しない場面での運転権限委譲に必要な警告音は、前方車の急停車といった道路状況の突発的な変化に対する対応に必要な警告音とでは注意喚起の状況が異なる

ため、それぞれに有効な警告音に違いが現れる可能性が高く、ドライバの状態や周辺の交通状況に応じた適切な警告音の音質を検討する必要があると考えられる。

講演等

自動車に係わる安全審査の取り組みについて

Safety approach for Automated driving vehicle

自動車安全研究部　河合英直

明治大学自動運転社会総合研究所 社会実装研究会
（平成 31 年 2 月 21 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，自動運転技術の現状と課題について説明すると共に、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ついて述べる。

論文（和文）

高齢運転者における複数同時危険事象の認識に視覚的な注意喚起が与える影響

Effect of visual caution against multiple simultaneous hazards recognition in elderly drivers

電気通信大学　　平野伸将、田中健次
自動車安全研究部　　榎本 恵、関根道昭

ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.21,No.1,2019
（平成 31 年 2 月 25 日）

高齢運転者は一般に注意資源の容量が若年運転者よりも小さくなるため同時に複数のものを認知することが苦手である。そのため、運転中に複数同時に危険事象（ハザード）が発生する状況において、一部のハザードの発見が遅れることにより事故に至る可能性がある。本研究は、高齢者が運転中に複数同時のハザードをどのくらい認識できるかについてドライビングシミュレータ実験により調査した。さらに、視覚的な注意喚起を提示した場合、ハザードの認識率が向上するか、または認識時間が短縮するかについて確認した。その結果、ハザード認識時間が短縮するのはハザードの発生を知らせる注意喚起にハザードの方向を示す情報を加えた場合であることが明らかになった。一方、高齢運転者においてはハザードを認識している間のアクセル操作が不十分になり、方向を示す注意喚起を処理するための認知的な負荷が若年者よりも高くなることを確認した。そのため、ハザードの重大性や緊急性に応じて注意喚起の提示方法を最適化することは認知的負荷を減らしつつ注意喚起の効果を高めると考えられた。

雑誌等（和文）

国連自動車基準調和世界フォーラム（WP29）における自動車セキュリティ、ソフトウェアアップデートの議論の概要

Briefing Report Regarding Activities on Cyber Security and Software Updates in World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations（WP.29）

自動車安全研究部　　新国哲也

日本 ITU
(International Telecommunication Union:国際電気通信連合)協会
ITU ジャーナル 2019 年 3 月号
（平成 31 年 3 月 1 日）

UNECE/WP29 において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に関する基準案がまとめられつつある。本報告ではその概要を報告した。

論文（英文）

Research of practical application of the safety driving assistance system which utilizes vehicle to vehicle (V2V) communication
Research of required conditions of vehicle to pedestrian (V2P) communication

車車間通信を利用した安全運転支援システムの
実用化に関する調査
歩車間通信の要求条件に関する調査

自動車安全研究部　児島 亨
芝浦工業大学　廣瀬敏也
環境研究部　坂本一郎
交通システム研究部　竹内俊裕

SIP-adus's Research & Development Results Report
（平成 31 年 3 月 1 日）

本研究は、SIP 自動走行システムにおける国土交通省の課題として平成26年度～平成28年度の３ヶ年に渡って実施したものである。本稿は、内閣府からの要請により、英文による成果報告書として、３ヶ年の研究内容を３ページにまとめたものである。各年度の詳細な実施内容については、各年度の受託報告書として国土交通省に提出済である。

平成 26 年度の調査では、現在の技術による車車間通信及び歩車間通信の位置精度、通信遅れ等を試験場及び公道にて調査した。調査の結果、現在の位置精度では、ドライバ及び歩行者への情報提供に使用することは可能であるが、注意喚起や警報に使用することはできないことがわかった。

平成 27 年度の調査では、高精度 GPS を使用し、位置精度を 4cm 程度にした試験用システムを用いて、試験場（日本自動車研究所模擬市街路）にてドライバ及び歩行者への情報提供、注意喚起及び警報を提示する実験を行い、ドライバ及び歩行者にとって受容性が高い提示タイミングを明らかにした。

平成 28 年度の調査では、ドライビングシミュレータを使用し、ドライバへの情報提供、注意喚起及び警報を提示するだけでなく、速度の制御を行うことによって衝突リスクを低減する自動走行システムを対象に、多くのドライバにとって受容しやすい自動走行システムの要件について調査するための実験を実施した。

３ヶ年の研究成果を反映し、技術的な要件についてまとめた「歩車間・車車間通信を活用した自動走行及び支援システムのガイドライン（案）」を作成した。

なお、平成 28 年度の実施内容については、2017 年自動車技術会秋季大会にて、「歩車間・車車間通信を活用した自動走行システムのドライバ受容性に関する基礎的研究」として発表済である。

論文（英文）

Basic research regarding the requirement of HMI to ensure safety for Automated Driving Systems

自動走行システムの安全性確保に必要な HMI の要件に係る基礎調査

自動車安全研究部　児島 亨

SIP-adus's Research & Development Results Report
（平成 31 年 3 月 1 日）

本研究は、SIP 自動走行システムにおける国土交通省の課題として平成 27 年度に実施したものである。本稿は、内閣府からの要請により、英文による成果報告書として、研究内容を３ページにまとめたものである。詳細な実施内容については、受託報告書として国土交通省に提出済である。

高速道路において、SAE level2 の自動走行システムを使用中に、システムの故障が発生し、ドライバが手動運転を安全に引き継ぐために必要な時間的余裕を調査するため、ドライビングシミュレータを用いて一般ドライバによる実験を実施した。

故障が発生する場面は、カーブ走行中と車線変更中の２場面とした。

実験参加者は日常的に運転する 20 代～70 代までの男女 30 名（うち、高齢者は 5 名）とした。実験中は、ドライバが故障警報を認識するまでの間はハンドルから手を放した状態とし、自動走行中も前方及び車両の挙動を監視するものとした。

実験の結果、カーブ走行中の故障及び車線変更中の故障発生ともに、ドライバが安全に手動運転を引き継ぐために必要な時間的な余裕は 2 秒程度であることがわかった。また、時間的な余裕を確保するための方法として、カーブ走行中の故障発生の場合にはステアリング制御のための操舵トルクを徐々に低下させる方法、車線変更中の故障発生の場合には正常時の車線変更の横移動をやや時間をかけて（実験では 6 秒）行う方法が有効であることを確認した。

なお、本調査で実施した内容については、2016 年自動車技術会秋季大会にて、「自動走行システムの安全性確保に関する基礎的研究」として発表済である。

講演等

交通研における鉄道の安全性向上に関する取組
１．交通安全環境研究所について
２．鉄軌道における安全性向上への取組事例
（１）汎用技術を活用した踏切事故防止の取組
（２）衛星測位を主体とした技術による取組

交通システム研究部　竹内俊裕、森 裕貴

JREA 北海道支部講演会
（平成 31 年 3 月 6 日）

交通システム研究部の紹介ならびに交通研における鉄道の安全性向上に関する取組事例について紹介する。

交通研における鉄道の安全性向上に関する取組
２．鉄軌道における安全性向上への取組事例
（３）地方鉄道における軌道監視に関する取組

交通システム研究部　　森 裕貴、竹内俊裕

JREA 北海道支部講演会
（平成 31 年 3 月 6 日）

交通システム研究部の紹介ならびに交通研における鉄道の安全性向上に関する取組事例について紹介する。

講演等

日本における鉄道製品認証と鉄道認証室の活動について

鉄道認証室　　森 裕貴

JREA 北海道支部講演会
（平成 31 年 3 月 6 日）

鉄道認証室の活動概要ならびに鉄道製品認証が国際的に求められるようになった経緯について紹介する。

講演等

自動運転車の安全確保について

Safety approach for Automated driving vehicle

自動車安全研究部　河合英直

名古屋大学未来社会創造機構　CASE 研究会
（平成 31 年 3 月 8 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、自動運転技術の現状と課題について説明すると共に、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（案）」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ついて述べる。

講演等

急曲線における外軌フランジ部の摩擦係数の推定方法について

Estimation of the friction coefficient between outside flange and rail in sharp curves

茨城大学　一柳洋輔、道辻洋平
日本大学　松本 陽
東京地下鉄　谷本益久
新日鐵住金　松見隆紀
交通システム研究部　佐藤安弘

NU-Rail 2019
（平成 31 年 3 月 9 日）

急曲線における鉄道車両の走行安全性については、外軌側車輪・レール接触に着目し、脱線係数の値によって乗り上がり脱線に対する走行安全性を評価する。営業運転中に脱線係数を観測可能な PQ モニタリング台車が導入され、脱線係数の常時観測が実現したが、乗り上がりが発生するかどうかは外軌車輪フランジ部・レール間の潤滑の程度に依るため、外軌の摩擦係数を把握したうえでの脱線係数の評価が求められる。急曲線においては、車輪・レール摩耗や騒音などへの対策として、車上または地上の装置からレールへ間欠的に潤滑油を供給しており、摩擦係数は時間経過や車両の通過数の影響を受け変動する。そのため、走行安全性の定量的な評価のためには、時々刻々と変化する車輪・レール間の摩擦係数を常に把握できることが望ましい。

そこで、本研究では PQ モニタリング台車のモノリンクに作用する前後力の常時観測データを用い、前軸外軌側車輪フランジ部とレール間の摩擦係数を推定する手法を提案する。摩擦係数などの条件を変化させて繰り返し実施した車両運動シミュレーションの結果に基づき、摩擦係数の推定器を作成する。推定した摩擦係数から限界脱線係数を求めることができる。さらに，走行安全性を示す新たな指標、FCI（Flange Climb Index）を定義し、その活用方法について述べる。

講演等

き電回路計算によるリアルタイム電力予測に基づき
変電所電力ピークを緩和する列車制御法

Train Operation Methods for Peak Power Mitigation of
Substations Based on Real-Time Electric Circuit Calculations

東京大学　古関隆章、清水 龍
交通システム研究部　渡邉翔一郎

NU-Rail 2019
（平成 31 年 3 月 9 日）

鉄道車両の電力ピークは、平均電力に比べて非常に大きくなることから、電力供給を担う変電所の設備利用率が一般的に低くなる傾向にある。この電力ピークを下げる方法として、本論では列車ダイヤを守りつつ、自動列車制御装置及び列車・地上間の情報通信技術を活用し、き電回路計算を用いた電力ピークカット手法を提案し、列車走行シミュレーションで検証した。提案法により電力のピークカットが可能であることが明らかとなり、また副次評価量として消費エネルギーも評価した。

講演等

自動運転に関する現状と課題

Current status and Future agenda on
Automated Drive Technologies.

自動車安全研究部　河合英直

日本鉄道車両機械技術協会　関西支部
第 19 回「鉄道固有技術の継承と再構築」シンポジウム
（平成 31 年 3 月 11 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、自動運転技術の現状と課題について説明すると共に、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（案）」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ついて述べる。

講演等

The Estimation and the Prediction of Real World Driving Emission from Diesel Passenger Vehicle Based on SEMS Measurement

SEMSによる計測データに基づくディーゼル乗用車の実路走行時排出ガスの評価と予測

環境研究部　　佐藤 進、松本祐太、奥井伸宜

9TH Annual PEMS Conference and Workshop, UCR
(University of Carifornia Riverside)
（米国）
（平成31年3月14～15日）

年々、厳しくなってきている排出ガス規制により、日本国内全域での平均的な大気汚染問題は解決に向かっているが、依然として局所的な排出ガス汚染問題は解決されていない。この局所汚染問題を解決するためには、「どこに」「どれだけ」の NOx などの汚染物質が排出されるかを評価・予測する必要がある。本研究では、SEMS（Sensor-based / Simple Emission Measurement System）を搭載したディーゼル乗用車を用いて実路走行試験を行い、局所汚染の実態を調査した。また、その計測結果を基に実路における NOx 排出傾向をルートの地理的な情報から予測することを試みた。

論文（英文）

Effect of wearing cyclist helmets for head impacts against roads

路面頭部衝突時におけるヘルメット装着の効果

首都大学東京　及川昌子、上野貴浩、青村 茂
青山学院大学　張 月琳
自動車安全研究部　松井靖浩

Journal of Biomechanical Science and Engineering Vol.13,2019
（平成31年3月20日）

自転車用ヘルメット装着による脳損傷の軽減効果を明らかにすることを目的とし、自転車用ヘルメット FE モデルの作成・検証を行った。次に作成したモデルを用いてヘルメット装着の有無における頭部損傷発症リスクを解析した。解析結果からヘルメット装着によりびまん性軸索脳損傷（Diffuse axonal injury）発症防止に効果のあることが示唆された。ただし、本研究結果からは，セダンが高速度(11.1 m/s）で衝突し自転車乗員が路面に衝突すると、ヘルメットを装着した場合においても中度のびまん性軸索脳損傷を引き起こす可能性のあることが示唆された。今後、ヘルメットを装着され実際に交通事故に遭遇した自転車乗員事例も調査対象とし、引き続きヘルメットの有効性を調査していく必要がある。

論文（和文）

Engine in the loop を適用したハイブリッド重量車の燃料消費率および排出ガスの評価手法に関する検討

Study on Evaluation Method of Fuel Economy and Emissions for Heavy Duty Hybrid Electric Vehicle Utilizing Engine in the Loop

環境研究部　奥井伸宜

自動車技術会論文集 Vol.50,No.2,2019
（平成 31 年 3 月 25 日）

走行時にリアルタイムにエンジン等の温度情報を取り扱う次世代電動重量車を評価するためには、新たな HILS 試験手法が必要である。そこで、従来 HILS の制御コンセプトを維持しつつ、エンジン部分をモデルから実機に変更した装置（拡張 HILS）を構築し、市販のハイブリッド重量車と各種性能を比較することで、拡張 HILS の実力を評価した。

（1）拡張 HILS による仮想車両の車速追従性を向上させるため、ドライバモデルの改良に加え、変速時における動力計の制御を変化させることが有効であった。具体的には、従来から用いている動力計のトルク制御に加え、変速時に回転数制御を追加するロジックである。

（2）拡張 HILS による仮想車両運転時の性能について、実車両運転時と比較したところ、ほぼ同様の性能履歴（時系列結果）が得られ、また高い相関関係が得られることを確認した。

（3）走行時にエンジン等の温度状態が常に変化するプラグインハイブリッド重量車等の次世代電動重量車においても、拡張 HILS を用いることで確実に評価できることから、将来有望な装置であると考えられる。