

不純物被毒に起因する燃料電池発電特性悪化  
についての評価  
- 第4報、水素極側不純物についての検討 -

環境研究領域 紙屋 雄史、小高 松男、  
成澤 和幸、林田 守正  
早稲田大学環境総合研究センター 大聖 泰弘  
国土館大学 若林 克彦、室岡 絢司

JARI 次世代自動車フォーラム

(平成 16 年 1 月)

近年、環境エネルギー問題が大きな話題となっており、自動車業界に対しては、従来の内燃機関に代わるクリーンな動力源を搭載した自動車の開発が求められている。本報告では、その代替となる方式として最も注目されている燃料電池自動車において、燃料供給方法としてガソリン改質方式を採用した場合に問題となっている、不純物を含んだ水素燃料に起因する燃料電池発電特性の悪化に関する研究を行った結果を報告している。得られた結果を以下にまとめる。

水素燃料へ混入が予想される不純物についての検討を行った。具体的には、燃料貯蔵供給方式としてガソリン改質方式を採用する際に燃料電池に最終的に供給される燃料ガスの成分、濃度の概要を把握した。一酸化炭素、ホルムアルデヒド、ギ酸、硫化水素、二酸化硫黄、ベンゼン被毒の存在を指摘し、その程度について被毒係数を用いて比較評価した。さらに許容混入濃度についても検討した。硫化水素、二酸化硫黄被毒は特異な性質を有している事を指摘した。具体的には、一酸化炭素被毒と比較して極めて被毒影響が強く、被毒進行が遅く、さらに被毒が不可逆的であることが確認された。一酸化炭素被毒対策として採用が期待されている白金-ルテニウム型電極触媒であるが、ホルムアルデヒド、ギ酸、硫化水素、二酸化硫黄、ベンゼン被毒対策に対しては白金型と比べて逆に特性が悪化する事を指摘した。メタン、二酸化炭素、窒素については被毒作用が生じない事を確認した。したがって、これらの物質が燃料電池発電特性に与える水素燃料分圧低下等の影響は、同等に扱って良いと思われる。

近似的な積分逆変換を用いた  
マイクロ波イメージングについて  
Microwave Imaging by Approximate Inverse Integral  
Transform

自動車安全研究領域 長谷川 智紀

独立行政法人通信総合研究所  
電磁波計測部門環境データシステムグループ

(平成 16 年 1 月 13 日)

透過型の2次元マイクロ波イメージング、反射型の3次元マイクロ波イメージングにおいて、フレネル近似を用いた手法があるが、合成開口幅、掃引周波数帯域幅を広くとることができず、近距離における高分解能は期待できない。また、反射型3次元マイクロ波イメージングでは、合成開口レーダの像再生アルゴリズムである2次元レンジマイグレーション処理(2次元RMA)を拡張した手法があるが、RMA処理に用いられるStolt変換のための補間計算という複雑な処理を必要とする。

本論文の目的は近距離における透過型2次元イメージングおよび反射型3次元にイメージングを高分解能かつ現実的な処理時間で行うための像再生アルゴリズムの提案と、その有効性を実証することである。

その結果、 $PP^* = const.$ と近似する、近似的な積分変換・逆変換の関係を利用したイメージング手法である近似逆変換法を提案、透過型イメージング、反射型イメージングの両者に対して従来手法に比べ高分解能なイメージング手法であることがわかった。また、提案した方法を用いることにより、定量的なイメージングを行うことができることがわかり、電波吸収体の特性評価等に用いることにより、反射減衰率分布や平均反射減衰率を計算することが可能となった。

今後の課題としては、 $PP^* = const.$ と近似していることによる、再生像への影響、測定サンプリング数および間隔の最適値の検討、アンテナ指向性の影響等があげられる。

ナノ粒子計測に対するサンプリング温度の影響

環境研究領域 河合 英直

社団法人自動車技術会 No.01 - 04 シンポジウム

「これからのPM計測とその評価」

(平成16年1月15日)

近年、エンジン等から排出される排出微粒子(PM)の中でも特にナノ粒子と呼ばれる粒径100nm以下程度の極微量粒子に人体影響が危惧されている。しかしながら、このナノ粒子は周囲条件に強く影響され、その挙動が不安定であるため計測の再現性を保つことが非常に困難であり、計測方法も確立されていない。本研究では、エンジンから排出されたナノ粒子が排気管内を移動し、大気に放出されるまでの挙動を計測することによりナノ粒子の特性を明らかにし、安定的に計測する手法を見いだす一助となることを目的とした。

都市鉄道におけるレール波状摩耗の発生メカニズムと防止対策

交通システム研究領域 松本 陽

レール・車輪接触力学研究会第1回講習会

(平成16年2月26日)

地下鉄や民鉄・JRの通勤路線などで頻発している急曲線内軌側レールの波状摩耗について、発生メカニズムと防止対策に関して当研究所で研究した結果、得られた成果について述べる。

波状摩耗の発生メカニズムを究明するために、まず実路線において台車が急曲線を通る時の挙動、車輪・レール系の作用力や振動などについて詳細な測定を行った。この結果、

前車軸ではアタック角のために過大な横すべりが生じ、後車軸では輪軸の横変位がほとんどなく、内外軌の間で必要な車輪回転半径差( $r$ )が得られないため、過大な縦方向すべりが生じており、これらが波状摩耗の発生に深く関わっていることを掴んだ。

次に、実物台車を用いた回転試験機による実験及び計算機シミュレーションを行って、これらにより波状摩耗を発生させることに成功し、過大な横すべりまたは縦すべりと輪重変動が合わさって波状摩耗が発生するという仮説を実証した。

すなわち、基本的メカニズムは、

車輪・レール間に過大なすべり(縦方向、または横方向)が存在しているとき、車輪・レール間の接触ばねやレールの小返り振動などに起因する上下振動により、輪重、すなわち垂直接触力の周期的変動が発生すると、車輪・レール接触面内で発生し得るクリープ力が変化する(輪重減少時は小さく、輪重増加時は大きくなる)ので、輪重減少時に車輪がスリップし、輪重増加時にスティックする、スティック・スリップ振動が発生する。これがレール頭頂面の周期的摩耗を引き起こし、波状摩耗に至る。波状摩耗の周波数は輪重変動の振動数により決定される。

というものである。

したがって、対策としては

車輪・レール間に過大なすべりが発生しないようにする、垂直接触力、すなわち輪重変動を低減する、

車輪・レール間にスティック・スリップ振動が起きないようにするか、起きてても摩耗が進展しないようにするの3点が有効である。

和文論文

Development Outline of DME Truck

環境研究領域 佐藤 由雄  
日産ディーゼル工業(株)土屋 孝幸

International Workshop on Environmentally Friendly  
Vehicles

(平成 16 年 3 月 2 日)

国土交通省では平成 14 年度から 3 ヶ年計画で次世代低公害車開発促進プロジェクトを実施している。交通安全環境研究所では事業推進の中核的研究機関としてディーゼル車の低公害燃料として注目されているジメチルエーテル(DME)を燃料とする低公害大型トラックの研究開発を行っている。講演では研究開発の概要と開発状況について下記の項目にそって報告を行った。

1. 開発の背景, ねらい及びスケジュール
2. 開発の目標, 項目および実施体制
3. DME の特性とディーゼルエンジンへの適用性
4. エンジン及び車両開発の状況
5. NOx 低減触媒システムの開発状況
6. 当面する課題と今後の計画

和文論文

ガソリン自動車から排出されるベンゼン等の未規制有害物質の  
排出低減方法に関する研究

環境研究領域 山本敏朗、野田 明、阪本高志、米川 誠

日本機械学会関東支部第 10 期総会講演会

(平成 16 年 3 月 4 日~6 日)

自動車から排出される有害な未規制物質は、それが微量であっても、健康や環境に悪影響を及ぼすものであれば、大気中への放散は可能な限り抑止することが望ましい。特に、ベンゼン(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)は、人に対する発ガン性が立証された物質の一つであり、大気中ベンゼンの排出源の 70%以上が自動車からであるとする報告もあることから、自動車からの排出量をできる限り抑制することが必要である。

本報では、これらの観点から、空燃比ストイキ制御型ガソリンエンジンにおいて、排気管への 2 次空気導入によるベンゼン及び 1.3 - ブタジエン(1.3 - C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>)の低減効果と、また 4 種類のガソリンエンジン用触媒を用意し、触媒通過後のベンゼン、1.3 - ブタジエン、亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)等の排出低減効果を分析して、これらの未規制物質の排出低減に有効な触媒を調査した。その結果、以下の点が明らかとなった。

(1) エンジン始動直後のハイアイドル時に、排気管内へ 2 次空気を導入して、1.3 - ブタジエン及びベンゼンの低減効果を調査した。その結果、1.3 - ブタジエンには有効であるが、ベンゼンには効果がないことがわかった。

(2) 10・15 モード運転時に、ベンゼンの低減効果が最も高かったのは、NOx 吸蔵還元触媒であり、従来型三元触媒の約 2 倍の低減効果が得られた。

(3) 一方で、NOx 吸蔵還元触媒では、加速運転時に、地球温暖化物質である亜酸化窒素が触媒内で生成される傾向がみられた。

英文論文

Influence of Dilution Process on Engine Exhaust  
Nano-Particles

環境研究領域 河合 英直、 後藤 雄一、 小高 松男

2004 SAE World Congress

(平成 16 年 3 月 8 日)

Recently particulate matter (PM) emission from internal combustion engines especially particles having the diameter of less than 100 nm those are called as the Nano-particles are considered to be seriously hazardous for human health. Therefore investigation of the generation process of such particles and their accurate measurement techniques are very important. In this study the influence of dilution process on nano-particle generation and measurement are presented. It is found that the thermo-diluter is necessary for measuring the nano-particles with higher accuracy. Because, accurate measurement of nano-particles needs immediate dilution of the exhaust gas by hot air after the exhaust pipe.

英文論文

Research and Development Program of the  
Next-generation Environmentally Friendly Vehicles  
(EFVs) in Japan

環境研究領域 成澤 和幸、小高 松男、佐藤 由雄、  
石井 素、後藤 雄一

2004SAE World Congress

(平成 16 年 3 月 9 日)

日本では自動車環境問題の抜本的解決を図るため、既存の自動車に対する単体対策や、トラフィックマネジメント等の総合的な交通流の改善等に加えて、排出ガスがゼロあるいはゼロに近い次世代型の低公害車を開発し、市場に大量導入することが必要とされている。特に、次世代の低公害大型自動車については、開発コストも大きなものになる一方で、市場が限定的であることから、企業の自主的な開発に多くを期待することは困難であるため、財政的な援助を実施するとともに、研究開発及びその結果の公開等を行い、開発された基礎技術を共有させることにより、自動車メーカーの実用化技術の開発を促進する必要がある。以上の背景から、自動車に起因する大気汚染問題の抜本的解決を図るとともに、地球環境を保護するために必要となる大型ディーゼル車に代替する次世代低公害車の開発・実用化を促進するため、国土交通省は「次世代低公害車開発促進事業」を平成 14 年度より 3 ケ年計画で推進することとなった。本事業は、交通安全環境研究所を中核的研究機関として、自動車メーカー、学識経験者等の協力を得ながら推進することとなった。本プロジェクトでは DMEトラック、天然ガストラック、シリーズハイブリッドバス、パラレルハイブリッドトラック、及びスーパークリーンディーゼルエンジンシステムの 5 種について開発を行っている。いずれも出力 200 kW以上、GVW 10 トン以上、あるいは乗車定員 70 人以上の大型車両等である。掲げた達成目標は高く、排出ガスについては、窒素酸化物は新長期規制値よりさらに 10 分の一以下に低減したものを究極の目標とするとともに、粒子状物質については排出ゼロを目指している。

英文論文

Trapping performance of fine particles from a diesel engine by various DPFs with different surface structures

環境研究領域 後藤 雄一、李 津夏、河合 英直、  
小高松男

2004 SAE World Congress

(平成 16 年 3 月 9 日)

The regulation of particulate matter (PM) from diesel engines is coming to be very stringent at present. The usage of diesel particulate filter (DPF) is now under consideration in many heavy-duty diesel vehicle manufacturers to reduce PM emission from a diesel engine. The possibility that very fine particles may pass through DPF is suggested. The understanding of fine particles emission behaviors and the countermeasure of reducing particle emissions from DPF will come to be important in near future. The behavior of particle size distribution after DPF has not been studied enough yet.

In this study, fine particles generated by a diesel engine are introduced to honeycomb type and SiC (Silicon Carbide) fiber type DPFs and the collection performances of fine particles by various DPFs with different surface structures have been examined. Moreover, the simultaneous measurement of particle size distribution before and after various DPFs by two ELPIs (Electric Low Pressure Impactor) has been carried out and the relationship between the change of exhaust gas flow and the trapping of fine particles has been investigated under various transient driving conditions. As the result, it can be seen that while an increase in exhaust gas flow rate through the active regeneration type SiC fiber DPF has influence on a decline in trapping efficiency, a new alumina-coated active regeneration type DPF can be considered effective in trapping PM ultrafine particles.

英文論文

Modeling Atomization and Vaporization Processes of Flash-Boiling Spray

環境研究領域 川野 大輔、後藤 雄一、小高 松男  
同志社大学 千田 二郎

SAE 2004 World Congress

(平成 16 年 3 月 9 日)

Flash-boiling occurs when a fuel is injected to a combustion chamber where the ambient pressure is lower than the saturation pressure of the fuel. It has been known that flashing is a favorable mechanism for atomizing liquid fuels. On the other hand, alternative fuels, such as gaseous fuels and oxygenated fuels, are used to achieve low exhaust emissions in recent years. In general, most of these alternative fuels have high volatility and flash-boiling takes place easily in fuel spray, when they are injected into the combustion chamber of an internal combustion engine under high pressure. In addition, fuel design concept the multicomponent fuel with high and low volatility fuels has been proposed in the previous study in order to control the spray and combustion processes in internal combustion engine. It is found that the multicomponent fuel produce flash-boiling with an increase in the initial fuel temperature. Therefore, it is important to investigate these flash-boiling processes in fuel spray.

In the present study, the sub models of flash-boiling spray are constructed. This sub model considers the bubble nucleation, growth and disruption in nozzle orifice and injected fuel droplets. Therefore, the model is implemented into KIVA3V and the spray characteristics of multicomponent fuel with and w/o flashing are numerically investigated. In addition, these numerical results are compared with experimental data which were obtained in the previous study using a constant volume vessel. The flashing spray characteristics from numerical simulation qualitatively shows good agreement with the experimental results. Especially it is confirmed from both the numerical and experimental data that flash-boiling effectively accelerates the atomization and vaporization of fuel droplets. This means that lean homogeneous mixture can be briefly formed by using flash-boiling in combustion chamber.

英文論文

Calculation of the electromagnetic field in a strip line  
using FDTD Method

自動車安全研究領域 松村 英樹、伊藤 紳一郎、  
長谷川 智紀  
電気通信大学 岩崎 俊

SAE 2004 World Congress

(平成 16 年 3 月 11 日)

Recently, vehicles are equipped with a lot of electronic devices in order to achieve advanced performance and functionality. Therefore, study of electromagnetic compatibility (EMC) for vehicles has become more and more important. A large anechoic chamber is needed for the electromagnetic interference (EMI) measurement under automotive EMC, because the space between the vehicle and measurement point is 3 m or 10m in the EMI measurement. The necessity of a large anechoic chamber increases the cost of EMI measurement. If it is possible to calculate the electromagnetic wave emitted from a vehicle, it will lead to reduction of the cost in the EMI measurement.

It is difficult to validate the calculation of the electromagnetic field for a realistic vehicle, because the conditions for calculating a realistic vehicle model are complicated. Therefore, we calculated the electromagnetic field for a simple form object and checked the validity of the calculation method.

In this paper, we calculated the electromagnetic field for a strip line which was a simple form object, using Finite Difference Time Domain (FDTD) method. High frequency current (100MHz) was input to the strip line. We calculated the electromagnetic field in the neighborhood of the strip line. We then made a real strip line, and measured its electromagnetic field using a miniature optical electronic field sensor. We compared the calculated result with the measurement in order to check the validity of the calculated result. Trends in the calculated result was approximately equal to the measurement. Therefore, we concluded that the calculated result of the strip line using the FDTD method was valid.

英文論文

ナノ計測と他分野との接点に関するディスカッション

環境研究領域 後藤 雄一

First International Symposium on Standard Materials  
and Metrology for Nanotechnology (SMAM-1)

(平成 16 年 3 月 16 日)

ナノテクノロジーに関係する計測や標準物質関係についての情報交換を目的とする。独立行政法人産業技術総合研究所主催の国際シンポジウム (SMAM-1) において各専門の事となる方々にナノ粒子との接点を議論する。環境分野とナノ計測との接点の面からディーゼルナノ粒子の計測技術や世界的な動向、標準物質の現状・重要性などを中心に報告する。

ナノ粒子計測関連の紹介

環境研究領域 河合 英直

ガス燃料エンジン部門委員会

(平成 16 年 3 月 19 日)

自動車排気ガスに含まれるナノ粒子はその挙動が非常に不安定であり、運転状態や計測方法、さらには計測時の気温や湿度といった諸条件に大きく影響されることが明らかになりつつあるが、早急にこれらナノ粒子の生成、稀釈メカニズムを明らかにし、安定して再現性のある計測手法を見いだすことが将来のPM規制動向を決定する観点からも要求されている。本公演では、これらPM計測に対する現状の問題点を明らかにし、その解決策を見いだすために我々が行った研究成果の一部を紹介した。

次世代大型自動車開発プロジェクトの概要

環境研究領域 佐藤 由雄

自動車技術第7回ガス燃料エンジン部門公開委員会

(平成 16 年 3 月 19 日)

国土交通省では平成 14 年度から 3 ヶ年計画で次世代低公害車開発促進プロジェクトを実施している。交通安全環境研究所では事業推進の中核的研究機関として車両及びエンジンの研究開発を行っている。講演ではプロジェクトの全体概要と研究開発状況について紹介する。

1. プロジェクトの背景、ねらい及びスケジュール
2. プロジェクトの実施体制、開発車両等と開発目標
3. 各車両・エンジンの開発内容と開発状況
  - ・DMEトラック
  - ・天然ガストラック
  - ・シリーズハイブリッドバス
  - ・パラレルハイブリッドバス
  - ・スーパークリーンディーゼルエンジン
4. 技術的課題と今後の計画

和文論文

直接噴射式天然ガス機関に関する研究

環境研究領域 後藤 雄一

自動車技術第7回ガス燃料エンジン部門公開委員会

(平成16年3月19日)

直接噴射方式火花点火ガス機関における高効率化と排気エミッション低減のための燃焼方法を開発・解明すると共に、その実用化に対する可能性について検討した結果を取りまとめたものである。我が国においては、将来のエネルギー安全保障の面から、産業の血液である物流を担う貨物自動車の分野において軽油を燃料とするディーゼル貨物自動車の代替策が十分に定まらない現状であって、ディーゼル代替貨物自動車の開発あるいは普及が社会的急務である。そのため、高効率と低公害の両面からディーゼル代替として優れた特性が期待される自動車用動力システムとして直接噴射式天然ガス機関に注目し、その有効な燃焼法を確立すると同時に実用化に向けての可能性を明らかにした。

英文論文

ストリップ線路におけるFDTD計算のための  
終端の等価回路

A circuit model of strip line termination for  
FDTD calculation

自動車安全研究領域 松村 英樹、伊藤 紳一郎、  
長谷川 智紀  
電気通信大学 岩崎 俊

電子情報通信学会・2004年総合大会

(平成16年3月24日)

ストリップ線路の電磁界解析をFDTD(Finite Difference Time Domain)法により行う場合、ストリップ線路の終端における整合が必要となることがある。

本報告では、FDTD法におけるストリップ線路の終端方法として、セルの一辺に挿入した抵抗やインダクタンスを図1に示すように挿入して終端する方法について、反射係数の大きさを指標として検討を行うとともに、反射の改善方法について検討を行った。その結果、抵抗のみを用いた終端では、終端における線路方向に存在する浮遊容量と抵抗に流れる電流により発生するインダクタンスのために、ストリップ線路の特性インピーダンスと終端におけるインピーダンスが不整合となり、周波数の増加に伴い終端からの反射が増加した。

そのため、インダクタンスと抵抗による終端を用いることで、ストリップ線路と終端の間の整合状態の改善を試みた。その結果、抵抗のみの終端の場合には、1GHzにおける反射係数は約-30dBとなったが、インダクタンスと抵抗による終端の場合には、反射係数が約-53dBとなり、終端での反射を改善することができた。

今後の課題として、誘電体中における終端について検討を行う予定である。



The application of the environmental friendly  
transport system to the Asian countries

環境研究領域 鄭 四発、成澤 和幸、林田 守正

Asian Electric Vehicle Conference(AEVC-3)

(平成 16 年 3 月 24、25 日)

本研究の目的は発展途上にあるアジア諸国に適した環境に優しい輸送機関を求めることにある。そこで現在急激にモータリゼーションが進化している中国北京市をモデルにして、二酸化炭素排出を抑制しつつ、大気汚染を改善することが出来る公共交通機関について考察した。北京市では 2008 年のオリンピックに向けて地下鉄やライトレールシステムを建設し、総延長距離を 2.8 倍にする計画であるが、発展途上の国にとってコストの高い公共交通機関の建設は負担が大きいため、自由度が高く、比較的安価に導入できるバス輸送について強化していく方針である。2002 年現在、13,000 台の都市バスを 2008 年には 21,000 台にする予定である。地球温暖化や大気汚染の観点から環境に優しいバス輸送システムの導入は、北京市にとっても最も重要な課題の一つである。中国における使用実態に基づいて解析すると、バスの一人当たりの燃料消費は乗用車の 1 / 3 であり、温暖化の観点から、今後急激な増加が見込まれる乗用車の使用を抑え、可能な限りバスにシフトする必要がある。またバス輸送は、細かい需要に応じて、路線設定や輸送容量をフレキシブルに変更できるため、発展途上国における TDM(交通需要マネジメント)導入のためのベースとして活用できる。純粋電気走行とハイブリッド走行を行えるデュアルモードバスは電気駆動であることを活用して、外部信号による自動制御等が可能なことから将来の TDM にも対応できる。また十分熟成された信頼性の高い技術を用いることが出来るため発展途上国に適した新形式バスといえる。そこで、60 人乗りデュアルモードバスに用いるための、モーター、ニッケル水素電池やキャパシター等から構成されるハイブリッド動力システムを想定して、実用条件下におけるエネルギーフロー解析からバスの総合エネルギー効率を求める方法を考案した。そして各種使用条件下における燃費を計算した結果、北京市の中心部における無公害電気走行を 5km 確保した条件下で、二酸化炭素排出が 25%低減できるデュアルモードバスが技術的に可能であることがわかった。

## 準天頂衛星の鉄道への応用

交通システム研究領域 水間 毅、山口 知宏

電子情報通信学会総合大会 特別企画

(平成 16 年 3 月 25 日)

平成 20 年度に打ち上げ予定の準天頂衛星は、移動体を高精度(1 m 程度)検知が可能で高度な通信機能が備わっている。こうした機能を鉄道に適用可能かを検討する場合、運行管理に関しては既に GPS である程度実用化されており、信号保安や踏切安全での適用について検討することが重要である。本論文では、準天頂衛星からの信号を疑似衛星を用いて模擬し、GPS 信号と併せて、走行する自動車の測位を保った結果を示し 1 m 程度の位置検知が実現可能かを検討した結果を示す。

和文論文

準天頂衛星を用いた高精度測位実験の概要

交通システム研究領域 水間 毅

電子情報通信学会総合大会 特別企画

(平成 16 年 3 月 25 日)

文部科学省、総務省、国土交通省、経済産業省の 4 省庁と小通安全環境研究所等の関連機関は、日本経団連が中心となって 2008 年に打ち上げ予定の準天頂衛星システムを利用して、GPS 増強・補完技術実験、衛星測位基盤実験、衛星測位利用技術実験を行い、利用技術実験の中に、鉄道車輛への利用実験が含まれ、交通安全環境研究所により、移動体の検知測定が実施されている。

和文論文

自動車排気ガス中アルデヒド類分析時の干渉要因  
- 二酸化窒素の影響 -

Interference Effect on Determination of Aldehydes from  
vehicles Exhaust Emission-Effect of Nitrogen Dioxide-

環境研究領域 阪本 高志  
埼玉大学理工学研究科 前田 唯、大塚 壮一

日本化学会 第 84 春季年会

(平成 16 年 3 月 26 日)

自動車排気中アルデヒド類の分析方法としてカートリッジ捕集 - HPLC - UV法を取り上げ、排気中に存在する干渉成分の影響を実排ガスに対象成分を添加することにより評価を行った。今回、対象干渉成分として二酸化窒素を取り上げた。二酸化窒素添加量に逆比例してアルデヒド類計測値が低下しており、大きな干渉影響が存在することを明らかにした。また、捕集排気中に含まれる二酸化窒素濃度により干渉影響の程度を見積もる可能性を示すことができた。また、この干渉影響を取り除く方法として、炭酸ナトリウムを塗布したデニューダーをカートリッジ前の流路に取り付けたところ良好な結果をみた。

和文論文

ディーゼル自動車から排出されるダイオキシン類と  
その低減方法

Exhaust Behavior and Reduction Methods of Dioxines  
from Diesel Vehicle

環境研究領域 阪本 高志、佐藤 辰二、野田 明

日本化学会 第 84 春季年会

(平成 16 年 3 月 26 日)

ディーゼル自動車から排出されるダイオキシン類を対象として、その排出挙動と低減方法について検討を行った。低減方法としては、酸化触媒と連続再生式のディーゼルパーティキュレートフィルター(DPF)を用いることとした。捕集は供試車両をシャーシダイナモーター上で平均車速 20km/h の N20 というモードを連続して 8 時間運転して行った。運転にはロボットを使用した。その結果、ディーゼル車から排出されるダイオキシン類は燃焼由来の PCDFs と 7 塩素化以上の PCDDs がほとんどであり、それらはほとんどがフィルター上に補足されること。ダイオキシン類の低減対策として連続再生式 DPF および酸化触媒装置は有効であることが判明した。ただし、酸化触媒により毒性等価係数の小さな 2,3,7,8-TeCDF や 1,2,3,7,8-PeCDF の一部が最も毒性等価係数の大きな相当する PCDD に変化する可能性があるため、触媒反応性等の適正化を検討する必要があることも判明した。

和文論文

準天頂衛星の鉄道などの高速移動体への利用に  
関する技術開発

交通システム研究領域 水間 毅

高精度測位フォーラム

(平成 16 年 4 月 14 日)

準天頂衛星を高速移動体へ利用する技術開発について、交通安全環境研究所では、鉄道への適用に関する検討を実施してきたが、信号保安システムへの適用に関する基本的な検証を、位置検知精度の観点から実施した。準天頂を模擬する信号として疑似衛星を使用し、疑似衛星信号と GPS 信号と複合受信による位置検知精度を、自動車、路面電車の走行により検討した。その結果、条件設定さえ整えば、1 m 程度の位置検知が可能なが検証された。しかし、移動体特有のマルチパス対策を解決しなければ、信頼性に課題があることを明らかにした。

和文論文

自動車排気ガス中のナノ粒子計測の現状と問題点

環境研究領域 河合 英直

日本エアロゾル学会セミナー

「ディーゼル排気微粒子 ( D E P ) 研究の最新情報」  
( その 2 )

( 平成 16 年 4 月 22 日 )

ナノ粒子はその粒径が非常に小さいが故に現状の P M 測定法で規定されているフィルタで捕集しその重量を測定する手法では計測限界に近づきつつあり、誤差が大きく正確な測定が非常に困難である。さらに、自動車排気ガスに含まれるナノ粒子はその挙動が非常に不安定であり、運転状態や計測方法、計測状態さらには計測時の気温や湿度といった諸条件に大きく影響される。これらナノ粒子の生成、希釈メカニズムを明らかにし、安定して再現性のある計測手法を見いだすことが将来の P M 規制動向を決定する観点からも要求されている。本報告では、これら P M 計測に対する現状の問題点を明らかにし、その解決策を見いだすために我々が行った研究成果の一部を紹介する。

和文論文

熱影響および加速追従性を考慮した  
アクティブ排気消音器の開発

環境研究領域 田中 文晴

清華大学 李 克強

( 社 ) 日本騒音制御工学科医春季研究発表会講演論文集

( 平成 16 年 4 月 23 日 )

中型ディーゼルトラックの加速走行時における排気騒音の解析結果から、定種は域のエンジン回転次数成分に着目し、これらを抑制するための実用的なアクティブ排気消音機を検討した。消音器の試作に当たっては、排気熱の影響を軽減できる構造とし、また、制御方式として、加速走行時における制御の収束性と安定性を確保するため、ステップサイズパラメータを可変にして収束させる方式を導入した時間ベースサンプリングによる同期式フィルタ法 ( S F X T B 法 ) を提案した。

実車台上実験の結果、これらの方式が加速走行時の排気騒音の低減に有効であることが確認できた従来、 A N C 法を応用した

PM technology and diesel emission regulation in Japan

環境研究領域 後藤 雄一、小高 松男

KATECH International Workshop (Advanced Diesel soot measurements and After-treatment technology)

(平成 16 年 4 月 27 日)

Current measuring technologies and reduction technologies of PM are introduced in Japan. Status of Air Pollution and Contribution of Automobiles in Japan are as follows; (1). Attaining rate of environmental standard for NO<sub>2</sub> and suspended particulate matter (SPM) has not improved and remained very low level in big cities such as Tokyo, Osaka etc. (2). Increase in traffic volume, especially diesel vehicle, is considered to be the main cause. • 50% of NO<sub>x</sub> discharged in the atmosphere • 30 to 40% of particulate (PM) discharged in the atmosphere are from automobiles. (3). Rate of the number of diesel vehicle: 18% in total vehicle in Japan. However 75% of NO<sub>x</sub> and most of PM from automobiles are caused by diesel vehicles. Moreover, the regulation trend of PM in Japan is reviewed.

(1) The present status of air pollution by automobiles in Japan and various government policies for improving these situations were introduced.

(2) According to demand for environmental improvement, automobile exhaust emission regulations have been introduced and tightened step by step.

(3) However, continuous growth in the number of vehicles has overcome the effect of regulations such that environmental NO<sub>x</sub> and SPM still pose a grave threat.

(4) Further strategy is required toward the near future to solve these environmental problems.

車載表示装置の設置位置と視線移動時間の関係

自動車安全研究領域 森田 和元、  
関根 道昭、岡田 竹雄、益子 仁一

自動車技術会論文集 V o 1 3 5、N O 2

(平成 16 年 4 月)

カーナビゲーション装置等の車載表示装置を車室内に設置する場合、インストルメントパネルの下部に設置すると、ドライバーが表示内容を注視するときに前方への注意力が低下することをこれまでに明らかにしてきた。これ以外にも表示装置の設置位置はドライバーの視線移動実感にも影響を及ぼす。視線移動時には、ドライバーは外部からの視覚情報を得ることが出来ないため、できる限り短時間で視線を移動することが望ましい。この点を明らかにするため、今回は表示位置の設置位置を各種変化させた場合の視線移動時間の差異を検討した。表示位置をインパネの上部(アイポイントから見て下方向 15 度)からインパネの下部(アイポイントから見て下方向 36 度)まで変更して、被験者による市街走行実験を行った。なお、垂直方向のみならず水平方向にも各種設定して、計 7カ所の設置位置とした。実験の結果、前方から表示位置に視線を移動する時間について、上方に取り付けた場合には約 0.10 秒、下方向に取り付けた場合には約 0.15 秒となった。また、表示位置から前方に視線を戻す時間については、上方に取り付けた場合には約 0.14 秒、下方に取り付けた場合には約 0.18 秒となった。このように視線を表示位置に向ける時間よりも前方に視線を戻す時間の方が長くなった。また、単に視線移動距離だけではなく、視線移動時の瞬目の有無で整理をすると、視線移動時間は瞬目の有無によって大きく左右されることが統計的に明らかとなった。さらに、情報を獲得しようとする意図の有無によっても視線の移動時間が影響を受けることが推測された。これらのことにより、表示位置を上部に設置した場合には、下部に設置した場合と比較して、視線移動時間が 0.1 秒短くなり、安全上望ましいことを明らかにした。

英文論文

Study on Fuel Cell Poisoning Resulting from Hydrogen  
Fuel Containing Impurities

環境研究領域 成澤 和幸、林田 守正、小高 松男、  
紙屋 雄史、室岡 絢司  
早稲田大学環境総合研究センター 大聖 泰弘

Proceedings of the FISITA2004  
World Automotive Congress

(平成 16 年 5 月)

This paper covers our investigation into a decline in fuel cell performance resulting from hydrogen fuel containing impurities. The results of the investigation are summarized as follows:

Impurities that are estimated to be mixed in hydrogen fuel have been investigated. Specifically, clarification has been provided of the fuel gas composition and concentration of the fuel finally supplied to the fuel cell when the methanol reforming method, gasoline reforming method, or low purity hydrogen is utilized as the fuel storage supply method.

The existence of CO, formaldehyde, formic acid, hydrogen sulfide, sulfur dioxide and benzene poisonings have been pointed out, and their extents were evaluated and compared. The tolerable mixing concentration has been also investigated.

It has been shown that hydrogen sulfide and sulfur dioxide poisonings had peculiar properties. Specifically, it has been made transparent that their poisoning effects were extremely strong, and the development of poisoning is slow compared with that of CO poisoning; further, their poisonings were not reversible.

The Pt-Ru type catalytic-electrode is widely expected to be utilized as a countermeasure for the CO poisoning. However, unexpectedly, it has been pointed out that a decline in electricity generation occurs when the Pt-Ru type catalytic-electrode is utilized with gases including formaldehyde, formic acid, hydrogen sulfide, sulfur dioxide and benzene, as compared with when the Pt type is utilized.

It has been confirmed that no poisoning behavior was found for methane.

和文論文

後処理装置付ディーゼル車の排出ガステ性解析

環境研究領域 鈴木 央一、後藤 雄一

日本機械学会 R C 207 研究中間報告書

(平成 16 年 5 月 11 日)

ディーゼル機関で低排出ガス化のために触媒等の後処理装置が使われ始めている一方で、ガソリン機関では直噴化、希薄燃焼化が行われるなど、両者の境界は曖昧になってきている。しかしながら、排出ガス面ではディーゼル機関は悪く、ガソリン機関では三元触媒により改善されている、という議論から離れて両者のボーダレスとなりつつある状況について論じた例は少ない。そこで、本稿では様々なガソリン車との比較を行いながら、最新排出ガスレベルであるディーゼル車の排出ガステ性を、シャシダイナモを用いた実車測定により解析することとした。ディーゼル車とガソリン車の比較における一般的な認識として、ディーゼル車は燃費がいいが排ガスで劣り、ガソリン車はコールドスタート時の排出ガスに課題はあるものの、全般的に低排出ガスといえる、といった形であると考えられる。それについて、現状の排出ガスおよび燃料消費率に関する傾向を把握することで、低排出ガス化した後処理装置つきディーゼル車におけるそれらの相対レベルおよび特性を明らかにした。詳細については別添予定原稿を参照。

緊急時のブレーキアシストに関する研究  
ブレーキアシストの作動タイミングについて

Research on Brake Assistance in Emergency Situation  
- Assisting Timing of Brake Assistance -

自動車安全研究領域 成 波、谷口哲夫、波多野忠、  
松島和男

自動車技術会学術講演会 2004 春季大会

(平成 16 年 5 月 21 日)

事故時の衝突速度の僅かな差により、死亡事故件数に大きな違いがある。一般ドライバーの中には、急ブレーキ時に十分な踏力でブレーキを踏み込むことのできないドライバーが多く、緊急時にブレーキ性能を発揮できないことが指摘されている。これらのドライバーを支援するため、急ブレーキ時に車両側が自動的にブレーキ力を増加させるブレーキアシスト・システムが開発されている。ブレーキアシストのタイミングはシステムの一つの重要な設計要件であり、システムの効果やドライバーの受容性等に大きな影響を与えると考えられる。

本研究はこの問題を取り上げ、実車実験によって被験者のブレーキ判断特性および操作特性を調べ、被験者のブレーキ緊急度における判断基準を解析した。また、マップ化された判断基準によって被験者の制動意志を推定する可能性を検証した上、アシストタイミングの設定方法について考察した。

本研究により、被験者のブレーキ緊急度における判断は、車両減速度の大きさと立上り速度との 2 つの指標により、よく説明できることを明らかにした。この結果に基づいて、被験者のブレーキ操作特性を表すものとする車両減速度の大きさと立上り速度を用いて、ブレーキ緊急度マップを構築した。さらに、ブレーキ緊急度マップに基づくアシストタイミングの設定方法を提案した。従来の方法より、提案した方法で設定されるタイミングがより被験者の制動意志に整合し、またこのようなシステムの効果がより大きく期待できると考えられる。

今後は、実際の道路環境でのドライバーのブレーキ特性をより厳密に調査し、ドライバーのブレーキ操作動作と制動意志との同一性や、ドライバーのブレーキングパフォーマンスの影響要因などを明らかにした上、アシストタイミングの設定方法と設定範囲についてさらに検討する必要がある。

列型ジャーク式 DME 噴射系用燃料システムの開発

環境研究領域 佐藤 由雄

ボッシュオートモティブシステム 石川輝昭、  
牛山大丈、野田俊郁、野崎真哉

(社)自動車技術会 2004 年春季学術講演会

(平成 16 年 5 月 19 日)

ジメチルエーテル (DME) は黒煙の発生がなく排出微粒子がほとんど排出されないことから、ディーゼルエンジンの低公害燃料として注目されている。本報告では、ディーゼルエンジンに開発した列型ジャーク式 DME 噴射系を用い、その燃料系に必要なリーク回収系、及びパーズ系を試作し作動確認試験を行った結果、以下の結論を得た。

- (1) 噴射ポンプ運転時のプランジャ及びノズルからの総リーク量の最大値は 10.5 cc/min 程度である。
- (2) 噴射ポンプ駆動の再液化コンプレッサーの処理能力が低下するポンプ回転数 400 rpm 以下の低速域を除き、リーク燃料の燃料タンクへの回収は可能である。
- (3) 噴射ポンプ停止後のアスピレータの吸引及び気相導入による液パーズにより、30 秒で初期残留 DME の 80% が蒸発を伴わない液体状態で燃料タンクに回収できる。
- (4) 20 秒間の液パーズ後、パーズタンクの気化パーズを付加すると、25 秒で初期残留 DME の 95% が回収できる。

列型ジャーク式DME噴射系の開発およびエンジン  
適用試験

環境研究領域 佐藤 由雄

ボッシュオートモティブシステム 野田俊郁、石川輝昭、  
牛山大丈、野崎真哉

(社)自動車技術会 2004年春季学術講演会

(平成16年5月19日)

ディーゼルエンジンの低公害燃料としてジメチルエーテル(DME)の利用が注目されている。本論文では、列型Jerk式噴射系を用いた実用的なジメチルエーテル(DME)噴射システムを提案しエンジンへの適用試験を行い、以下の結論を得た。

- (1) 中小型用ディーゼルエンジンへの適用を目標とし、シミュレーション、実験等により列型ジャーク式噴射系のプランジャ、カムプロファイル、ノズル、タイマーをDME用に最適化した。
- (2) 列型ジャーク式DME噴射系の設計において特に留意すべき事は、噴射量倍増に伴う噴射期間の増大を最小限に抑えるために、ノズルのシート絞りの対策を行うこと、及び送油率を低下させずに、噴射期間の増大に対応できるカムプロファイルに変更することである。
- (3) DME用に最適化した列型ジャーク式噴射系のエンジン適用試験を行い、ベースディーゼルエンジンと同等の出力と燃費が達成できることを実証した。
- (4) DMEエンジンではベースディーゼルエンジンと比べて、THCは極めて低い排出レベルであった。COは低速域及び高速域で増加した。CO<sub>2</sub>は15%ほど少なく、エンジンアウトでのCO<sub>2</sub>削減も期待できる。さらに、出力を10%程度増加させた場合でも燃費の悪化は比較的少ないことがわかった。

DMEエンジンにおけるEGRを用いた  
NOx低減効果の解析

環境研究領域 安 秉一、鈴木 央一、佐藤 由雄

(社)自動車技術会 2004年春季学術講演会

(平成16年5月19日)

地球環境の保全とエネルギー資源の多様化が緊急の課題となっており、大気汚染の主な原因であるディーゼルエンジンから排出される窒素酸化物(NOx)および粒子状物質(PM)の同時低減が強く求められている。そこで、最近、ディーゼルエンジンから排出されるNOxとPMを低減する有用な方法として、DME、CNG、LPG等の代替燃料の利用が取り上げられている。特に、ジメチルエーテル(DME、構造式:CH<sub>3</sub>-O-CH<sub>3</sub>)はディーゼル機関においては燃焼の際、粒子状物質(PM)が生成されないため、NOxとPMの同時低減が期待できることから最も注目されている。また、EGRは酸素濃度および燃焼温度の低下などによりNOx生成の低減が行えるが、通常ディーゼル機関では多くのEGRをかけるとPMの増加につながる。だが、DMEでは分子内に炭素同士の結合がなく、酸素原子が存在することなどから、酸素が不足してもすす等の生成がないという特徴がある。そのような特長を生かして、DMEエンジンにおいて大量EGRによりどれだけNOxが低減できるか解析を行うことを試みた。一方、DMEを用いた場合、すすの生成はないものの、局所的な空気過剰率が極度に低くなった場合、良好な燃焼が行えず、COの増加や排気温度の上昇につながり、燃費率が悪化する。大量EGRを行った場合には、NOxが低下して、そのような傾向が予想される一方、大量EGRにより着火遅れが増大し、混合が促進する可能性もある。

そこで、本研究ではコモンレール式燃料噴射系を用いたDMEエンジンにおいて、エンジン負荷、噴射時期などを変化しながら燃費悪化を抑えつつEGRによるNOx改善効果を調べた。また、他の要素も考慮しつつどの程度まで期待できるのかも併せて解析を行った。コモンレール式噴射装置を用いた単気筒DME圧縮着火機関において、EGRによるNOx低減効果を調べた結果、次のような知見を得た。

(1) DME機関におけるEGRはきわめて有効で、中負荷において黒煙の排出なしに20ppm以下のNOx排出レベルが可能となった。EGRの効果は軽油ディーゼルに適用した場合とほぼ同等で、吸気酸素濃度との相関が高い。

(2) 中負荷においては吸気酸素濃度16%、高負荷においては18%とすると、CO、燃費率の悪化を最小限に押さえつつNOx低減を図ることができる。そのときのNOx低減効果はEGRなしの場合からそれぞれ75および60%程度を期待できる。



## DME エンジンにおける吸蔵還元型触媒の NOx 低減効果に関する効果

環境研究領域 李 晟旭、佐藤 由雄、高柳 智光  
野田 明、山本 敏朗

(社)自動車技術会 2004 年春季学術講演会

(平成 16 年 5 月 19 日)

ディーゼルエンジンは高い熱効率が得られることから、省エネルギーや CO<sub>2</sub> の排出低減の面でも有効な熱機関である半面、排気ガス中の微粒子状物質 (PM: Particulate matter) や NOx などによる大気汚染は大都市地域の環境問題を深刻化させている。このような状況から、近年、ディーゼルエンジンの低公害燃料としてジメチルエーテル (Dimethyl Ether, 以下 DME) の利用が注目されている。DME はセタン価が高く、圧縮着火が可能なことから、ディーゼルエンジン並みの高い熱効率が得られる。しかも、排出ガス中には黒煙や硫酸化物を含まず PM も極めて少ない。しかしながら、NOx に関してはディーゼル並みの排出レベルであることから、その対策が求められている。DME エンジンの NOx 対策として、大量 EGR が有効であるが、なお、一層の NOx 低減を行うためには排気中の NOx を触媒により浄化する必要がある。そこで、本研究では単気筒 DME エンジンに NOx 吸蔵還元型 (NOx Storage Reduction, 以下 NSR) の触媒を装着し、NSR 触媒による NOx 低減効果に関する基礎調査を行った結果、次のような結果が得られた。

- (1) 吸蔵還元型 NOx 触媒を利用し DME エンジンから排出される NOx を低減できることがわかった。しかしながら、80% 以上の NOx 浄化率を得るための触媒の温度は 350 以上である。
- (2) EGR を適用すると排気中の NOx 排出量が低減し、さらに CO および未燃ガスの増加によりリッチスパイクの回数を減らすことができる。
- (3) 還元剤噴射による燃費のロスを考慮すると EGR を含むエンジン制御が必要である。

## 噴射率制御による DME エンジンの NOx 低減

環境研究領域 高柳 智光、佐藤 由雄、安 秉一、  
鈴木 央一

(社)自動車技術会 2004 年春季学術講演会

(平成 16 年 5 月 19 日)

DME エンジンは、通常のディーゼルエンジンと比較すると、黒煙および PM 排出量が極めて少ない。しかし NOx に関してはディーゼルエンジン並みに排出されるため、これを大幅に低減させる必要がある。そこで噴射初期の噴射率を抑制し NOx を低減する方法は、DME が軽油よりもセタン価が高く比較的蒸発しやすい燃料であるため、失火や燃焼の悪化を抑えつつこれを行える可能性があることから、本研究では DME エンジンにおいて噴射率形状を制御し、エネルギー消費率悪化を抑えつつ NOx の大幅低減の可能性について実験的検討を行なった。実験に使用したエンジンは排気量 1053cm<sup>3</sup> の単気筒ディーゼルエンジンをベースとしたもので、これにコモンレール式燃料噴射系およびパイロット弁式インジェクターを組み合わせた。噴射率はインジェクター駆動電流のうち、弁の引き上げ速度を制御する過励磁電流を下げることで噴射初期の形状を抑制した。実験条件は、エンジン回転数 1280rpm、軸トルク 14Nm、噴射圧力 15MPa、噴射時期 -5° ATDC の低速低負荷および 2800rpm、45Nm、35MPa、-13° ATDC の高速高負荷の 2 条件で行なった。結果として低速低負荷条件では、噴射初期の噴射率抑制によってエネルギー消費率の悪化を抑えた上で NOx が基準時の半分程度まで減少した。初期噴射率抑制によってエネルギー消費率が悪化しなかった理由は、熱発生量、燃焼期間ともに変化が少なくサイクル効率が維持されたことによる。一方高速高負荷条件において初期噴射率を抑制した場合、噴射期間が増大し NOx とエネルギー消費率とのあいだにはトレードオフ関係が生じた。今後の課題として、高速高負荷条件においては、噴射圧力の高圧化により初期噴射率抑制にともなう燃焼期間の増加を抑制し、エネルギー消費率悪化を抑える必要がある。

和文論文

SMPS と LII を用いたディーゼル排気中の微粒子計測

Measurements of Particles in Exhaust Emission  
from Diesel Engine Using SMPS and LII

環境研究領域 川野 大輔、河合 英直、内藤 浩由、  
後藤 雄一、小高 松男

2004 年 自動車技術会春季大会

(平成 16 年 5 月 20 日)

ディーゼル機関から排出される粒子状物質 (Particulate Matter, PM) は、人体の健康に悪影響を及ぼし、特に小粒径の PM は人体の肺にまで進入し、呼吸器疾患を招くことが知られている。Kittelson は、ディーゼル機関から排出される粒子数の約 90 % が、5-50 nm のごく小さな粒子であることを明らかにしており、ディーゼル機関からの微粒子の粒径、粒子数を把握することが重要である。しかし、従来の PM 測定法である重量法では、粒径、粒子数を把握することは不可能である。そこで、近年では PM の粒径、および粒子数の測定が可能な Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) や Laser- Induced Incandescence (LII) を用いた、ディーゼル排気中の PM 測定が盛んに行なわれている。しかし、いずれの測定法も各々の特徴を持ち、微粒子測定法として未だ確立されていないのが現状である。

そこで本研究では、重量法、SMPS、および LII を用いたディーゼル排気ガス中の PM の同時計測を行ない、EGR の有無が与える PM 排出挙動への影響、および各測定法による測定結果の相違を考察した。さらに、NO<sub>x</sub> とすすの同時低減手法として予混合圧縮着火 (Homogeneous Charge Compression Ignition, HCCI) が提案されているが、HCCI における PM の粒子数、粒径を測定した例は数少ない。本研究では、HCCI を行なった場合の PM 排出挙動も合わせて考察することとした。その結果、SOF の排出割合が少ない EGR 30 % の場合では、排ガス中のすす体積割合の負荷に対する変化が、すべての計測法で同様の傾向を示すが、SOF の排出が多い EGR 0 % や HCCI の場合には、各計測法で傾向が合致せず、SOF のすす計測に及ぼす影響が大きいことがわかった。

和文論文

連続再生式 DPF を装着したディーゼル機関におけるナノ粒子排出挙動に関する研究

環境研究領域 後藤 雄一、河合 英直

(社)自動車技術会 2004 年 春季学術講演会  
(横浜パシフィコ)

(平成 16 年 5 月 19 日 ~ 21 日)

今後新型車に多く使用される連続再燃焼型 DPF では、強力な酸化触媒により排気中の NO を NO<sub>2</sub> に酸化し NO<sub>2</sub> 雰囲気中で PM を燃焼させている。この酸化触媒によるナノ粒子の排出挙動と DPF 出口での PM 排出挙動を明らかにすること (1) は、今後のナノ粒子を含めたディーゼル排出微粒子の低減対策を行う上で重要である。

本研究では、今後の新型車に多く使用されると思われる連続再生式 DPF におけるナノ粒子の排出挙動を高い時間分解能で粒径分布を測定することにより、生成・消滅が不安定な Nuclei モード粒子の挙動を明らかにして極低濃度 PM の計測手法を検討するとともに将来の PM 低減対策の方向性の一つを明らかにする。

今後の新型車に多く使用されると思われる連続再生式 DPF におけるナノ粒子の排出挙動を高い時間分解能で粒径分布を測定することにより、以下のことが明らかとなった。

和文論文

バイオディーゼル燃料(BDF)使用時のPMおよび多環芳香族炭化水素(PAH)排出特性について

環境研究領域 堀 重雄、野田 明、佐藤 辰二、  
阪本 高志、河合 英直

自動車技術会2004年春季学術講演会

(平成16年5月19日~21日)

新短期規制適合のコモンレール式触媒装着ディーゼル車両を対象にして、BDFおよび低硫黄市販軽油混合時におけるPMおよび4環から6環の代表的PAHの各種運転条件における排出特性を触媒装着、未装着について検討した。また、軽油と比較したBDF使用時におけるSOOT(すす)およびPAH排出低減効果について考察した。

和文論文

ディーゼルエンジンのスワール生成に関する研究 第1報  
吸気2弁・単一ポート形状へのCFD解析の適用

環境研究領域 小高 松男、後藤 雄一  
新エシイー 三沢 昌宏、ディライト 毛利 昌康  
名鉄システム開発 佐々木 良浩

自動車技術会2004年春季学術講演会(横浜パシフィコ)

(平成16年5月19日~21日)

性能向上と無害化を目的としてディーゼルエンジンでは吸気2弁が多く採用されている。この吸気2弁で単一ポートである複雑形状のポートに汎用流体ソフト(CFD)を適用し、この結果と定常流によるスワールの実測結果と対比し、スワールの生成過程を考察し、CFDの有用性を示した。

## 詳細な素反応過程を考慮した噴霧・燃焼の3次元モデリング

環境研究領域 石井 素  
早稲田大学 村田 豊、草鹿 仁、大聖 泰弘

自動車技術会 春季学術講演会

(平成16年5月21日)

直接噴射ディーゼル機関から排出される有害排出物に対し、近年求められる排出ガスレベルは非常に厳しくなっている。これに対応するため、燃料噴射パターン等をはじめとする各種電子制御技術の高度化などがなされてきたが、制御のパラメータ数が増加している上に個々の制御因子も複雑になっているために、それらの最適化も課題となっている。そのため、CAE (Computer-Aided Engineering) により得られる筒内現象に対する情報の果たす役割はますます大きなものになると考えられる。しかしながら、幅広い条件にわたって、筒内現象を再現する数値流体コードの確立は未だに困難である。本研究では、米国 Los Alamos 研究所において開発された KIVA3V-re12 の噴射モデル、燃焼モデルに改良を加え、燃焼および排出物の予測精度向上を図った。まず定容容器内の高温高圧場における燃料噴射の微粒化、蒸発の混合気形成過程でモデルの検証を行い、さらに燃焼モデルでは詳細な素反応過程を考慮したものを採用した。燃焼モデルについては、従来の KIVA code が採用している time splitting technique に基づき、拡張された PaSR (Partially Stirred Reactor) concept を導入することで、計算の高速化を図り3次元解析実施した。その結果以下のような知見を得ることができた。

(1) ディーゼル噴霧の微粒化に関して Rayleigh-Taylor の不安定性理論を基にした分裂モデルを従来モデルと組み合わせることにより、定容容器内で観察された高温高圧場での蒸発非燃焼噴霧の混合気形成過程がより正確に再現できる。

(2) PaSR concept を基礎とする燃焼モデルにおいて、詳細な素反応過程と乱流混合の相互作用を同時に考慮することにより、CHEMKIN 等に比べて計算負荷の低く抑えた上での3次元噴霧の燃焼解析が可能となる。

(3) すずおよびN系の生成機構を素反応群に加えることにより、それらの定性的な排出予測が可能となる。

## Research and Development of a Medium-Duty DME Truck in Japan

環境研究領域 佐藤 由雄  
日産ディーゼル工業株式会社 三浦昭憲

FISITA 2004

(平成16年5月24日)

本研究開発は1998年4月から2002年3月の4年間、国土交通省のプロジェクトとして行われ、事業は交通安全環境研究所と日産ディーゼル工業(株)に委託された。排出ガスの開発目標は、D13モード試験でNOx; 2.25g/kWh以下、THC; 1.45g/kWh以下、COは3.70g/kWh以下とされた。NOxの目標レベルは、重量ディーゼルエンジンに対する1998年規制値の1/2、2003年規制値の約2/3である。また、燃費の目標はディーゼルエンジンなみとした。こうした目標を掲げたエンジンを開発し、これをGVW8トン、積載量4トンの中型トラックに搭載し、動力性能と排出ガス性能を調査した。

開発エンジンでは、高速高負荷における燃焼改善を図るため、インジェクター、インジェクタードライバー及び噴射ポンプを改良し燃料噴射期間を短縮した。その結果、運転可能範囲は大幅に拡大し、高速運転域の出力は、ほぼ目標レベルまで達成された。更に、DMEエンジンではスモークにより出力が制限されないため、低速運転域ではベースディーゼルエンジンの出力を上回った。一方、NOx対策はEGRを行う前に噴射時期遅延によりNOxレベルを最適化した。ただし、高負荷運転域では排気温度が急激に上昇することから噴射時期遅延は困難であった。低負荷運転域で、燃費が大幅に悪化しない条件で、噴射時期遅延を行った。噴射時期遅延に加えEGRを行うことで、NOxはほぼ目標レベル付近まで低減できた。また、COは酸化触媒により目標レベル以下となり、THCは酸化触媒による浄化効果は少ないが、目標レベルをクリアできた。試作したDMEエンジンを搭載したトラックの動力性能をディーゼルトラックと比較した。十分なエンジンチューニングが行われていないため、加速運転においては十分な動力性能が発揮されていない。また、燃料システムが温度の影響により性能が不安定になること、また、エンジン停止時にコモンレール内のDME燃料をパージするシステムのため、ディーゼルと比べてエンジン始動性が劣ることなどが今後の改良課題である。

走行時に運転者が獲得可能な車内音声情報量

自動車安全研究領域 森田 和元、  
関根 道昭、岡田 竹雄、益子 仁一

自動車技術会春季学術講演会

(平成 16 年 5 月 19 日)

自動車用ナビゲーション装置が普及するにつれて、利便性の向上のため、音声経路誘導が広く行われるようになってきている。また、経路誘導だけではなく、今後 ITS に関連するさまざまな情報が音声によりドライバに伝達されることが予想される。このような場合、過剰な情報量は運転操作に悪影響を及ぼすおそれがあり、ドライバが車両運転中にどの程度の音声情報量を獲得することができるのかが問題となる。本研究では、被験者 12 名を用いて実際に車両を運転させ、そのときに車内音声として複数の地名を呈示して、それらの地名を被験者に記憶再生させる実験を繰り返して行った。呈示地名数は、2 地名、4 地名、6 地名、8 地名の 4 種類とした。走行道路は郊外の片側 1 車線の道路であり、交通量はそれほど多くない状況であった。音声提示後に被験者が再生できた地名数は 6 地名、8 地名の場合においても最大で約 4 地名であり、ドライバが獲得可能な情報量は約 4 チャンク（チャンクとは意味をもつ単語の集まりの意）であることを明らかにした。過去の視覚情報についての実験結果においても情報獲得量は同様の約 4 チャンクであり、これは視覚による入覚力経路、聴覚による入力経路にかかわらず、短期記憶容量の制限によるものと推測された。また、車両走行時と停車時とで獲得可能な情報量の大きな差はなかった。これらのことにより、走行中に一度にドライバに呈示する音声情報量は 4 チャンクを限度とすることが妥当であることがわかった。

自動車用ナビゲーション装置使用時の安全性

自動車安全研究領域 森田 和元、  
益子 仁一、岡田 竹雄、関根 道昭

電子情報通信学会安全性研究会

(平成 16 年 5 月 25 日)

ナビゲーション装置等の車載情報提供装置が急速に普及してきており、ドライバがこれらの表示画面を見ながら運転することが広く行われてきている。一般にドライバが表示画面を見る場合には、一回に長時間見るのではなく、安全走行をするために前方へ視線を戻して安全を確認しつつ、表示画面を短時間繰り返して見るが多い。ドライバはできる限り短時間に必要な情報を獲得することが求められるが、短時間の注視を繰り返して情報を獲得する場合には、一回ですべて情報を読み取る場合と比較して同一注視時間であっても、獲得可能な、情報量が異なる可能性がある。この点に関し、著者らは各種の実験条件を設定して室内評価実験を実施することにより、表示時間と獲得可能な情報量との関係を明らかにしてきた。その結果、実際に表示内容を見ていない表示の間の時間も情報獲得量に関係することを明らかにした。今回の実験においては、11 名の被験者に実際に乗用車を運転させて、車載表示装置による表示内容を反復して読みとらせ、運転負荷が情報獲得量に与える影響を調べ、室内実験時の結果と比較してその特徴の差異を求めた。その結果、余裕のあるテストコースでの運転時には、表示を視認する間の時間における情報処理活動が、運転行為による負荷によって大きく妨害されることはないことが、推測された。従って、室内実験により運転時の情報獲得量を推定することが可能であることが明らかになった。

排出ガス中のアンモニア連続測定に関する研究

Evaluation of Ammonia Continuous Measurement  
Techniques for Automobile Exhaust Gas

環境研究領域 鈴木 央一、石井 素、後藤 雄一

(社)自動車技術会 2004 年春季学術講演会

(平成 16 年 5 月)

アンモニア (NH<sub>3</sub>) は生物も生成するが劇物であり、人体に影響ないレベルとして ACGIH (米国産業衛生専門家会議) による 8 時間平均許容濃度 (TWA) では 25ppm となっているが、これは CO と同一の値であり有害性は高い。通常アンモニアはエンジンの燃焼では生成しないが、後処理装置で窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) 還元の際に酸素が不足すると生成する可能性があるほか、尿素あるいはアンモニアを添加する NO<sub>x</sub> 選択還元装置 (尿素 SCR など) も実用化が見込まれることから、それらからスリップして排出する可能性もあり、客観性のある測定・評価法を議論しておく必要がある。

自動車排出ガス中のアンモニアについては、アンモニアの特性から、

- (1) 水によく溶ける。
- (2) サンプルライン内に吸着しやすい。

といったことが挙げられるため、本報告におけるアンモニア測定では、テールパイプ直後より直接ガスを加熱して採取し、ウェットのまま連続測定することを前提とした。その上で、4 台の異なる検出器を持つ分析計を用いて、尿素 SCR を装着した実車排出ガスの定常状態およびトランジェントモード運転時のアンモニア測定を行い、精度や応答性について比較および評価を行った。測定対象には、NO<sub>x</sub> 低減のために尿素 SCR システムを装着した重量車を用い、シャシダイナモ上で定常およびトランジェントモード試験を行い、各分析計の比較および評価を行った。分析法として用いたのは、並列化学発光法、イオン化質量分析法 (MS)、フーリエ変換赤外分光法 (FTIR)、レーザ吸光分析器 (LDS) の 4 種類である。尿素 SCR 車のアンモニア排出は 20ppm を超えることがほとんどなく、十分低いレベルだった。それぞれの分析計固有の特性による細かい差異は見られたものの、いずれもアンモニア排出量を定量化するには十分な精度を有するものであった。その中では、質量分析計が精度的に高いと予想され、モードトータルの排出量等を求めるのには適していると考えられる。一方、レーザ吸光分析器が応答速度の面では他を引き離しており、トランジェントモードの瞬時値の測定には最適であることがわかった。

鉄道車輛における磁界測定に関する研究

交通システム研究領域 水間 毅

鉄道総合技術研究所 講演会

(平成 16 年 5 月 16 日)

鉄道車輛から放射される磁界について、直流き電方式、交流き電方式の車両に分けて解説し、大きさ、周波数範囲と既存の測定器について述べた。既存の測定器では鉄道からの磁界を全て網羅することは不可能であり、また、それぞれ解決すべき技術課題があることを述べ、鉄道用に相応しい測定器に求められる要件を満たす測定器を開発した結果を述べ、その概要を整理した。その上で、この測定器を用いて鉄道車輛内の磁界測定結果を示し、既存の測定器による測定に関する優位性を示した。また、鉄道からの磁界に関する国際規格の動向を示し、それらにも対応した、独自の磁界測定法を提案した。

音声情報提供のための車室内騒音の基礎的調査  
- 軽自動車・小型自動車における測定結果および  
計測機器の比較検討 -

自動車安全研究領域 関根 道昭、  
森田 和元、岡田 竹雄、益子 仁一、  
環境研究領域 坂本 一朗

自動車技術会春季学術講演会

(平成 16 年 5 月 21 日)

近年、エレクトロニクスの発展により、自動車に搭載される情報機器が増加している。これらの機器は視覚だけではなく聴覚を媒介して情報を提供することが多い。車室内には走行音などの喧噪音が存在するため、聴覚情報はこれらの喧噪音に重畳されて提供されることになる。車室内における喧噪音のレベルは車速やエアコンなどの条件によって大きく異なるため、聴覚情報の提示方法には走行条件の影響を考慮する必要がある。そこで代表的な軽自動車、小型自動車、普通自動車の3車種における車室内を騒音測定し、測定値を比較した。測定にはメーカーの異なる2種類のダミーヘッドシステムを用い、これらの相関についても検討したところ、主に次のことが明らかとなった。(以下における騒音レベル、ラウドネスは「音の大きさ」の指標、ラフネス、シャープネスはそれぞれ「音の粗さ感」「音の耳障り感」の指標)

軽自動車は小型自動車や普通自動車と比較して、騒音レベル、ラウドネス、シャープネスの値がいずれも最大である。

騒音レベル、ラウドネスに限定すれば、計測システム間の相関が非常に高い。

時速 80 km/h 以上になるとエアコン作動音はその他の音によりほぼ相殺される。

窓を開けた場合、500Hz 以上の臨界帯域の測定値は、窓を閉めた場合よりも 10 dB から 15 dB 程度上大きい。このとき窓側の耳における測定値は車室内側の耳の測定値よりも、ほとんどの帯域において 3 dB から 8 dB 程度大きい。

シャープネスは走行速度の影響をあまり受けない。ラフネスは測定機器によるばらつきが大きく、今のところあまり参考にならない。

Numerical Study on Flash-Boiling Spray of  
Multicomponent Fuel

環境研究領域 川野 大輔

FISITA 2004 Automotive Congress

(平成 16 年 5 月 24 日)

Flash-boiling occurs when a fuel is injected to a combustion chamber where the ambient pressure is lower than the saturation pressure of the fuel. It has been known that flashing is a favorable mechanism for atomizing liquid fuels. In the previous studies, the atomization characteristics (droplet diameter, size distribution, spray angle and droplet dispersion etc.) of superheated water were investigated. It was reported that flash-boiling was very effective for atomization of water. However, a real fuel should be used instead of water when analyzing the flash-boiling spray in internal combustion engine, because the properties of water are very different from those of hydrocarbon fuels. Moreover, alternative fuels, such as gaseous fuels and oxygenated fuels, are used to achieve low exhaust emissions in recent years. In general, most of these alternative fuels have high volatility and flash-boiling takes place easily in fuel spray. Therefore, it is important to consider the flash-boiling process in order to investigate the spray characteristics of high volatility fuels.

In the present study, the sub models for flash-boiling spray considering the bubble nucleation, growth and disruption are constructed and these sub models are implemented into KIVA3V. The effects of initial fuel temperature on the numerical results are investigated. In addition, the validation of this model is verified by comparing with the experimental results obtained in the previous study.

英文論文

GENERATION AND DISTRIBUTION BEHAVIOR OF  
NANO PARTICLES IN EXHAUST PIPE AND  
DILUTION PROCESS

環境研究領域 河合 英直

FISITA2004 World Automotive Congress

(平成 16 年 5 月 25 日)

Recently particulate matter (PM) emission from internal combustion engines especially from the diesel engines is becoming a severe problem. Specially, particles having diameter of less than 100nm are usually called as Nano-particle and are considered to be seriously hazardous for human health. Due to very smaller size these nano-particles are very difficult to measure by the conventional gravimetric measurement system with sampling in a filter paper. Moreover it is assumed that more attention should be given to the effect of number and surface area of nano-particles on human health rather than to the effect of total mass of PM. However, emission behaviour of nano-particles, especially the Nuclei-mode of nano-particles having diameter less than 30nm is very sensitive to the engine operating condition, measurement conditions and others. Therefore motivation of this research is to confirm the behaviour of nano-particles emitted from engine and recommendation of precise measuring method for nano-particles.

Measurements of nano-particles emitted from an 8 litre DI diesel engine with common rail injection system were performed at four different points from the exhaust pipe upstream (just behind the turbo charger) to the exit of the full dilution tunnel. Number distribution of nano-particles was measured by SMPS, ELPI and NanoMet type measuring systems. A rotary type or an ejector type diluter was used for measurement of high concentration and high temperature exhaust gas at the upstream part of the exhaust pipe.

It was found that, generation of the nuclei mode particles having the peak at 10nm size increases with decreases in the exhaust gas temperature. Particle number concentration during accumulation mode does not depend on exhaust gas temperature. But the nucleation mode particle generation at the low temperature upstream region becomes higher and the number concentration decreases with increases in the exhaust gas temperature. Especially the concentration of nano-particles generated at the upstream part does not vary even when travelling to the low temperature downstream part of the exhaust pipe. Generation of nuclei mode particles is significantly influenced by the cooling history of the exhaust gas just after the exhaust valve.

和文論文

Magnetic field measurement method for railway

交通システム研究領域 水間 毅

2004 International Symposium on Electromagnetic  
Compatibility, Sendai

(平成 16 年 6 月 1 日 ~ 4 日)

日本の鉄道からの磁界放射に対する測定法を検討した結果を述べる。鉄道の磁界は、駆動パワーからと車内の各種機器から放射されるが、日本の場合、駆動方法や支持方法が多種あり、様々な種類の周波数を持つ磁界が放射されるところに特徴がある。一方、国際規格である IEC 62236 で磁界に関する記述があり、今後、指針値も示されることも予想されるので、早急な対応が必要である。また、人体影響への測定法も TC 106 委員会で審議されており、これに対する注意も必要である。



英文論文

A METHOD FOR MEASURING REFLECTION  
DISTRIBUTION OF THE ELECTROMAGNETIC WAVE  
ABSORBER BY SCALAR INVERSE SCATTERING

自動車安全研究領域 長谷川 智紀  
電気通信大学 河村 暁子、岩崎 俊

2004 International Symposium on Electromagnetic  
Compatibility, Sendai

(平成 16 年 6 月 2 日)

A novel method for measuring return loss of electromagnetic wave absorbers is proposed. This method makes it possible to measure not only the return loss but its distribution for any shape of electromagnetic wave absorbers. An experiment is made in the microwave region 7-17GHz. Comparison with experimental results of the conventional power reflection method shows the possibility of the proposed method.

英文論文

Real-time measurement of particle size distribution from  
diesel engines equipped with continuous regenerative  
DPF under a transient driving conditions

環境研究領域 後藤 雄一、河合 英直、小高 松男

2004SAE Fuels & Lubricants Meeting (Toulouse)

(平成 16 年 6 月 8 日 ~ 10 日)

A new PM measurement method, such as particle measurement equipments, samplings and so on, is being studied at present for a type approval test in the future. Particles emitted from diesel engines, especially the particles that are called "Nuclei Mode Particles" are very unstable and easily influenced by the engine operating conditions.

Most of nuclei mode particles are said to consist of volatile organic particles with mainly high carbon numbers. It is said that a continuous regenerative type DPF(Diesel Particulate Filter) consisting of oxidation catalyst and ceramic filter will prevail in the near future. These particles may be able to be reduced by an oxidation catalyst in this DPF.

The objectives of this study is to investigate the behavior of nuclei mode particles in DPF (CRT, Continuous Regenerative Trapper) that will prevail and to clarify the collection performance of DPF for nuclei mode particles by using a fast particle sizer (DMS500)which can measure particle size distributions in real time. The transient particle size distribution behaviors were measured in real time by DMS500.

It was shown that an oxidation catalyst in CRT reduced nuclei mode particles in the condition of more than 200 Celsius degree exhaust gas temperature but did not reduce them in less than 200 Celsius degree exhaust gas temperature but did not reduce them in less than 200 Celsius degree. The particle number concentrations reduced to about 1/100by DPF.

The Performance of a Diesel Engine for Light Duty Truck  
using a Jerk Type In-Line DME Injection System

環境研究領域 佐藤 由雄  
ボッシュオートモティブシステム  
野崎真哉、野田俊郁

SAE International 2004 Spring Fuel and  
Lubricants Meeting

(平成 16 年 6 月 8 日)

ディーゼルエンジンの低公害化を図るため PM の排出がほぼゼロであるジメチルエーテル (DME) の利用が有望視されている。本論文では中小型用ディーゼルエンジンへの適用を目標とし、シミュレーション、実験等により列型ジャーク式噴射系のプランジャ、カムプロファイル、ノズル、タイマーを DME 用に最適化した実用的な DME 噴射システムを提案した。その成立性を検討するため同噴射系の噴射性能を調査するとともにエンジンに適用して評価試験を行い、以下の結論を得た。

- (1) ラック位置及びポンプ回転数に応じて一義的に噴射量・時期・期間が決まり、噴射系としての要件を備えている。
- (2) 軽油の 2 倍の燃料を噴射することは可能である。
- (3) 噴射期間増大に対しては、噴射ポンプの送油率増加が必要である。
- (4) 噴射ポンプ回転数の上昇に伴う噴射遅れに対しては、大進角スピードタイマーが必要である。
- (5) 噴射量の温度補正は必要である。
- (6) 電子ガバナによる噴射量の温度補正は可能である。
- (7) 噴射時期の温度補正は不要と思われる。
- (8) 列型ジャーク式 DME 噴射系の設計において特に留意すべき事は、噴射量増に伴う噴射期間の増大を最小限に抑えるために、ノズルのシート絞りの対策を行うこと、及び送油率を低下させずに、噴射期間の増大に対応できるカムプロファイルに変更することである。
- (9) DME 用に最適化した列型ジャーク式噴射系のエンジン適用試験を行い、ベースディーゼルエンジンと同等の出力と燃費が達成できることを実証した。
- (10) 列型ジャーク式 DME 噴射系を用いた DME エンジンではベースディーゼルエンジンと比べて、THC は極めて低い排出レベルであった。CO は低速域及び高速域で増加した。CO<sub>2</sub> は 15%ほど少なく、エンジンアウトでの CO<sub>2</sub> 削減も期待できる。さらに、出力を 10%程度増加させた場合でも燃費の悪化は比較的少ないことがわかった

Effects of Injection Pressure on Combustion of a Heavy  
Duty Diesel Engine with Common Rail DME Injection  
Equipment

環境研究領域 安 秉一  
佐藤 由雄、李 晟旭、高柳 智光

SAE International 2004 Spring Fuel and  
Lubricants Meeting

(平成 16 年 6 月 8 日)

Simultaneous reduction of NO<sub>x</sub> and particulate matters (PM) emitted from diesel engines, which are major causes of air pollution, are strongly demanded. Especially, DME can be mass-produced from natural gas and coal and it also has a high cetane number a thermal efficiency about the same as that of diesel fuel can be expected of DME. DME, however, has a characteristic of being easier to evaporate than diesel fuel, and the ignition delay is shorter. This urgently requires the development of injection and combustion systems that are suited for these characteristics. In this study, one-cylinder direct injection diesel engine equipped with a common rail system was used. The common rail system was adapted for use with DME, with the injector and high-pressure pump specifically modified for DME operation. Preliminary tests were conducted to check the injection rate and quantity at same cylinder pressure (4MPa). Increase of injection pressure was tested to improve the performance in high-speed and high-load condition using experiments.

The results led to the following conclusions:

- (1) The higher the fuel injection pressure, the more active the premixture combustion and the shorter the combustion period. And although the amount of NO<sub>x</sub> emission increased, the specific energy consumption improved even in high-speed and high-load conditions.
- (2) From the spray images, it was observed that up to the injection pressure used (35MPa), no interference exists between sprays and the droplets become atomization and evaporations more active.
- (3) In the high-temperature and high-pressure chamber at near the TDC, the fuel droplets became atomization evaporated with high ambient temperatures and fuel droplets reach the spray tip penetration.
- (4) When the injection pressure of 35MPa is used, although the specific energy consumption is somewhat higher, the same level of engine output performance as diesel is obtainable.

Development of NOx Storage Reduction System for a Dimethyl Ether Engine

環境研究領域 李 晟旭、佐藤 由雄、高柳 智光、野田 明、山本 敏朗

SAE International 2004 Spring Fuel and Lubricants Meeting

(平成 16 年 6 月 8 日)

近年、ディーゼルエンジンの低公害燃料としてジメチルエーテル (Dimethyl Ether, 以下 DME) の利用が注目されている。DME はセタン価が高く、圧縮着火が可能なことから、ディーゼルエンジン並みの高い熱効率が得られる。しかも、排出ガス中には黒煙や硫酸化物を含まず PM も極めて少ない。しかしながら、NOx に関してはディーゼル並みの排出レベルであることから、その対策が求められている。DME エンジンの NOx 対策として、大量 EGR が有効であるが、なお、一層の NOx 低減を行うためには排気中の NOx を触媒により浄化する必要がある。そこで、本研究では単気筒 DME エンジンに NOx 吸蔵還元型 (NOx Storage Reduction, 以下 NSR) の触媒を装着し、NSR 触媒による NOx 低減効果に関する基礎調査を行った。さらに、6 気筒大型 DME エンジン用の吸蔵還元型の NOx 触媒システムも試作し、還元剤の噴射方法及び制御アルゴリズム等を検討した結果、次のような結果が得られた。

- (1) 吸蔵還元型 NOx 触媒を利用し、DME エンジンから排出される NOx を低減できることがわかった。しかしながら、80% 以上の NOx 浄化率を得るための触媒の温度は 350 以上である。
- (2) EGR を適用すると排気中の NOx 排出量が低減し、さらに CO および未燃ガスの増加によりリッチスパイクの回数を減らすことができる。
- (3) 今後、NMHC の低減と燃費ロスを最小限に抑えるため、アルゴリズムの更なる最適化を実施する予定である。

鉄道から放射される磁界の測定方法に関する研究

交通システム研究領域 水間 毅、山口 知宏

第 16 回「電磁力関連のダイナミックスシンポジウム」

(平成 16 年 6 月 9 日～11 日)

鉄道から放射される磁界の測定方法について、検討を行ってきたが、1 mT 程度の直流磁界と 20 kHz 程度までの 1  $\mu$  T 程度の交流磁界を同時に測定できる測定器の開発が望まれてきた。そこで、直流～120 Hz を境にセンサを切り替えて測定値を解析する新しい測定器を開発した。また、切換際には、補正方法を 2 種類提案し、精度の高い値を採用できるようにした。本論文では、その測定器の概要とそれを利用した測定結果を示し、鉄道からの放射磁界を測定する方法に関する考察を述べる。

英文論文

Visualization Experiment in a Transparent Engine with  
Pure and Mixed Normal Paraffin Fuels

環境研究領域 ラーマン・モンタジール、河合 英直、  
内藤 浩由、鈴木 央一、石井 素、  
後藤 雄一、小高 松男

SAE International 2004 Spring Fuel and  
Lubricants Meeting

(平成 16 年 6 月 10 日)

In the previous study design of two-component normal paraffin fuel was attempted considering the components and blending ratio. Only the thermodynamic analysis of combustion and analysis of emission characteristics were performed to evaluate the design performance. In this study mixture formation behavior and combustion phenomena of pure and mixed n-paraffin fuels were investigated by direct visualization in an AVL engine with bottom view piston. The experiments included laser-illuminated high-speed photography of the fuel injection phase and combustion phase to investigate physical differences. The results obtained for the proposed fuels are compared with the results of conventional diesel fuel.

It was found that the two component normal paraffin fuels with similar thermo physical properties have very similar spray development pattern but evaporation rates are different. For a same mixture promoting component the first visible flame appears very early and the main combustion duration becomes short when the chain length of the igniting component increases. On the other hand for a same igniting component appearance of the first visible flame remains almost constant but the duration of combustion elongates with much luminous flames when the chain length of mixture promoting component increases. When the fraction of pentane in the mixture with tridecane increases the spray penetrates shorter but disperses widely. Much homogeneous charge forms, which burns with less luminous flames.

英文論文

Effects of Fuel Properties on Combustion and Exhaust  
Emissions of Homogeneous Charge Compression Ignition  
(HCCI) Engine

環境研究領域 川野 大輔、内藤 浩由、鈴木 央一、  
石井 素、堀 重雄、後藤 雄一、小高 松男

2004 SAE International Spring Fuel and  
Lubricants Meeting

(平成 16 年 6 月 10 日)

Homogeneous Charge Compression Ignition (HCCI) is effective for the simultaneous reduction of soot and NO<sub>x</sub> emissions from diesel engine. In general, high octane number and volatility fuels (gasoline components or gaseous fuels) are used for HCCI operation, because very lean mixture must be formed during ignition delay of the fuel. However, it is necessary to improve fuel injection systems, when these fuels are used in diesel engine.

The purpose of the present study is the achievement of HCCI combustion in DI diesel engine without the large-scale improvements of engine components. Various high octane number fuels are mixed with diesel fuel as a base fuel, and the mixed fuels are directly applied to DI diesel engine. At first, the cylinder pressure and heat release rate of each mixed fuel are analyzed. The ignition delay of HCCI operation decreases with an increase in the operation load, although that of conventional diesel operation does not almost varied. In addition, the mixed fuel containing much high volatility fuel produces the higher peak of heat release rate of premixed combustion.

The exhaust emissions (CO, CO<sub>2</sub>, THC, NO<sub>x</sub>, PM) in case of each mixed fuel are measured. Low NO<sub>x</sub> emission can be achieved by HCCI operation using the mixed fuels despite low volatility of base fuel. However, PM emission is relatively high in case of HCCI operation, and then PM is separated into SOF and ISOF. As a result, it can be confirmed that the high PM emission is derived from the increase in SOF, and the high SOF emission results from the base fuel in the mixed fuels.

英文論文

Comparative Measurement of Nano-Particulates in Diesel Engine Exhaust Gas by Laser-Induced Incandescence (LII) and Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS)

環境研究領域 川野 大輔、河合 英直、内藤 浩由、  
後藤 雄一、小高 松男

2004 SAE International Spring Fuel & Lubricants Meeting

(平成 16 年 6 月 10 日)

Particulate Matter (PM) from diesel engines is thought to be seriously hazardous for human health. Generally, it is said that the hazard depends on the total number and surface area of particles rather than total mass of PM. In the conventional gravimetric method, only the total mass of PM is measured. Therefore, it is very important to measure not only the mass of PM but also size and number density of particulates. Laser-Induced Incandescence (LII) is a useful diagnostic for transient measurement of soot particulate volume fraction and primary particle size. On the other hand, Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) is also used to measure the size distribution of soot aggregate particulates at a steady state condition. However, the measurement processes and the phenomena used to acquire the information on soot particulate are quite different between the LII and SMPS methods. Therefore, it is necessary to understand the detailed characteristics of both LII and SMPS. In the present study, the size distributions of PM from DI diesel engine are measured by both LII and SMPS simultaneously. In addition, PM mass emission is measured gravimetrically through a dilution tunnel and is separated into SOF and ISOF. The effects of EGR rate and engine load on the results of these particulate measurements are investigated. The different trends in the characteristics of PM emission are shown in each measurement methods for PM. The difference of detailed characteristics between LII and SMPS are illustrated by comparing the measurement results for the particulates. Finally, the problems associated with the measurements using each method are considered and some recommendations have been given for accurate measurement of nanoparticles.

英文論文

Test Procedures for Vehicle Compatibility Evaluation

自動車安全研究領域 水野幸治、米澤英樹、  
日本自動車研究所 新井勇司、山崎邦夫  
国土交通省技術企画課 野津 真生

International Crashworthiness Conference

(平成 16 年 6 月 14 日)

Test procedures to assess vehicle compatibility were investigated based on a series of crash tests. The structural interaction and compartment strength are significant for compatibility, and full-width tests and overload tests have been proposed to assess these key factors. Full-width rigid and deformable barrier tests were compared with respect to force distributions, structural deformation and dummy responses. In full-width deformable tests, forces from structures can be clearly shown in barrier force distributions. The AHOF determined in full rigid and deformable barrier tests were similar. To investigate the compartment strength, the results of five overload tests at 80 km/h were examined. The rebound force is proposed for compartment strength criterion, and this criterion has a correlation with the intrusion into the passenger compartment in car-to-car crash tests. The rebound force in overload tests is also close to that in ODB 64 km/h tests. Full-width tests and ODB 64 km/h tests (or 80 km/h) are useful for compatibility performance evaluation.

和文論文

自動車交通を考慮したLRT導入評価シミュレータの開発  
Development of the LRT introduction evaluation simulator  
in consideration of automobile traffic

交通システム研究領域 佐藤 安弘、水間 毅、  
明星大学 越智 俊夫  
日立エンジニアリングサービス 池田 務、藤嶋 陽子  
日立製作所 小熊 賢司

第23回日本シミュレーション学会大会

(平成16年6月16日)

LRT敷設計画をするにあたり、LRT車両走行性能評価に加え、自動車交通への影響を評価することが重要である。LRT敷設計画時事前評価ツールとして、地図情報を利用したLRT車両走行性能評価を行う走行シミュレータに、信号制御、自動車交通量の影響評価を加えたシミュレータを開発した。本シミュレータは、走行パラメータを設定することで、各種LRTの計画路線での走行仕様(加減速度、所要時間、消費電力等)を算出することができる。また、LRT敷設に伴う自動車交通パラメータの設定、信号制御のパラメータの設定を行うことで、道路交通の影響度を定量的に算出評価することができる。本稿では、信号の設定や道路の設定を含むパラメータの設定を示すと共に、1車線占有でのLRT新設の場合やLRT優先信号のシミュレーション例を示した。本シミュレータにより、交通量情報、信号情報を用意することで、LRT敷設による自動車交通への影響度を定量的に評価することが可能となった。今後の課題としてはLRT路線の周囲だけでなく都市全体の道路網への影響度を算出するシステムとしていく。

和文論文

自動車の環境規制動向と今後の課題  
- 自動車から排出されるナノ粒子とは? -

環境研究領域 後藤 雄一、河合 英直

三菱重工業長崎造船所における招待講演

(平成16年6月18日)

ディーゼル自動車から排出される粒子状物質(PM)の大幅な低減が緊急の課題として社会から求められている。PMの大幅な低減が行われる中でナノ粒子と呼ばれる極微小粒子が注目されている。大幅な低減を行うには、有効な低減策の追求と低減した結果の微量を計測できるPM排出量の正確な計測が不可欠である。まず、PM発生源(エンジン)と後処理(DPF)の両面から低減策の研究、基本となるPM計測法と課題を紹介した上で、ナノ粒子が注目されてきた経緯を述べる。さらに、PMと健康影響、ナノ粒子を計測する装置、ナノ粒子の最新の計測法について説明したのちに、今後の計測法と自動車から排出される粒子規制動向について述べる。加えて今後のPM計測法として検討されつつあるマイクロトンネル、ナノ粒子計測において得られた成果など、それらの最新の研究成果について述べる。

和文論文

モーメント法による  
マイクロ波偏波イメージングのシミュレーション

Simulation for Polarimetric Microwave Imaging  
by the Method of moments

自動車安全研究領域 長谷川 智紀  
電気通信大学 清水 毅、河村 暁子、岩崎 俊

電気学会・計測研究会

(平成 16 年 6 月 21 日)

近年、マイクロ波を用いたイメージングが持ち物検査などへの応用に期待されている。我々は、直線偏波プリントアンテナを用いたマイクロ波偏波イメージングを行っている。その結果から、偏波方向と金属板の配置方向が直交するときに強く像が現れることを確認した。しかし、実験ではそれらの現象を詳しく解析することは難しい。

本論文では、この関係を詳しく解析するためにモーメント法を用いたシミュレーション計算を提案した。計算した結果は、偏波方向に直交する方向の配置が明らかに強く現れるという現象は確認できなかった。これは実験に計算では再現できない要因があるためと考えられる。

今後は、計算結果を実験結果に近づけるため、現在の計算方法の改善、計算手法の変更などがあげられる。

英文論文

Performance of Nox Absorption 3-Way Catalysis  
Applied to a Hydrogen Fueled Engine

環境研究領域 後藤 雄一、小高 松男  
武蔵工業大学水素エネルギー研究センター  
藤田 智大、小沢 悟、山根 公高、高木 靖雄

The World Hydrogen Energy Conference

(平成 16 年 6 月 24 日~7 月 2 日)

Nitrogen oxides (NOX) is one major pollutant in the exhaust gas even in hydrogen fueled engines operated with external mixture formation to obtain high output power. To decrease the NOx emission, a NOx absorption 3-way catalyst bed developed for practical use to decrease the NOx emission in the exhaust gas of leanburn gasoline engines was installed 650mm downstream of the exhaust port of an actually operating engine fueled by hydrogen. The hydrogen gas was injected into the small chamber just upstream of the catalyst bed absolutely independently to the fuel of the engine. And the effect of the amount of injected hydrogen, the injection timing and engine operating conditions on the reduction of the NOx emission in the exhaust gas was experimentally studied. It has been found that the catalysis is one of good measures to reduce NOx in the exhaust gas of hydrogen fueled engines. Just only 3% of the amount of hydrogen fuel consumed in the test engine was enough to eliminate more than 90% of NOx emission in the exhaust gas when NOx concentration was about 200ppm. However, when the concentration was about 1000 ppm, the 3% of the hydrogen fuel consumed in the test engine could only reduce 50% of the NOx emission.

英文論文

Present trend of international standard on  
railway systems

交通システム研究領域 水間 毅

K R R I (韓国鉄道技術院) 講演会

(平成 16 年 6 月 25 日)

鉄道に関する国際規格に関して、現状のヨーロッパにおける動向と日本の対応を示す。国際協定により、ヨーロッパ規格が国際規格へと提案されることになり、ヨーロッパメーカーのデファクトスタンダード化への動きが加速しており、それに対して日本は、鉄道局を中心に産官が一体となって対応する体制を整え始めた段階である。しかし、既に定められている R A M S 規格や E M C 規格に対しては、どのように対応していくかが重要であり、対応例を整理していく必要がある。また、今後、規格化される、自動運転、都市内乗り入れ運転の規格審議については、日本の案を規格内に採用されるように積極的に国際会議の場で主張することが重要である。

英文論文

NOx 吸蔵三元触媒の水素エンジンへの適用

環境研究領域 後藤 雄一、小高松男  
武蔵工業大学 工学部 水素エネルギー研究センター  
藤田智大、小沢悟、山根公高、高木靖雄

第 15 回世界水素エネルギー会議 (横浜)

(平成 16 年 6 月 27 日~7 月 2 日)

Late direct injection hydrogen fueled engines are subjected to NOx emission in the exhaust gas to a large extent in contrast with the high thermal efficiency and the large output power. The NOx emission is one major pollutant in the exhaust gas of late direct injection hydrogen fueled engines. To decrease the NOx emission, a NOx absorption 3-way catalyst bed developed to decrease the NOx emission in the exhaust gas of lean-burn gasoline engines was installed 500 mm downstream of the exhaust port of the engine. The hydrogen gas was injected into the chamber just upstream of the catalyst bed. And the effect of the amount of injected hydrogen, the timing, the space velocity, the temperature of the catalyst bed and engine operating conditions on the reduction of the NOx emission in the exhaust gas was studied. It has been found that the catalysis worked well for the late direct injection hydrogen fueled engine.



英文論文

固体潤滑材めっきピストン高圧往復液体水素ポンプの性能

環境研究領域 後藤 雄一、小高松男  
武蔵工業大学 水素エネルギー研究センター  
中込健太郎、山根公高、高木靖雄

第15回世界水素エネルギー会議（横浜）

（平成16年6月27日～7月2日）

It has been found that the output power and the thermal efficiency of hydrogen fueled engines are increased by the direct injection of hydrogen fuel into the engines. In order to obtain the high pressure enough for the direct injection onboard, a high pressure liquid hydrogen pump with a self-lubricant material and a radius clearance of 1 to 4 micro-meters between the piston and the cylinder is required even when the pump is in the ambient temperature or in the liquid hydrogen temperature of 20 K. A composite material consisting of a 1.5 ~ 2.5 thick self-lubricant resin with carbon fine powder contained and an ultra-low thermal expansion nickel alloy lined with the resin was used for the material of the piston. However, the coefficient of thermal expansion of the resin was subject to change by lot by lot. The change of the coefficient of thermal expansion was too large to control the radius clearance of 1 to 4 micro-meters. To control the radius clearance, the composite material was adjusted by measuring the radius clearance in liquid hydrogen whenever the lot of the resin was changed. If the thickness of the self-lubricant resin is small, the change in the radius clearance is expected to be small enough to neglect the large coefficient of thermal expansion. A basic experiment was carried out to find an appropriate material which has the character of self-lubrication and low friction coefficient and a method to fix the material strongly on the surface of the piston. The material and the method were found. This work here was carried out to find whether the material and the method could be practically used for liquid hydrogen pumps. This paper shows the performance of the pump, the material coated on the surface of the piston before and after the experiment.

曲線通過問題を解く  
-しなやかなカーヴィングを目指して-

交通システム研究領域 松本 陽、  
佐藤 安弘、大野 寛之

鉄道車両と技術 No.92

(平成 16 年 1 月)

鉄道車輛には、直線を高速で走る安定性と急曲線をスムーズにカーヴィングする曲線通過性能の両方が必要であるが、これらは一般的には両立しないため、これまで曲線通過性能が犠牲にされてきた嫌いがある。交通研では、これらの両立性を実現するため、高速安定性を損なわず曲線通過性能を向上させる問題に取り組んできた。曲線通過に係わる諸問題としては、「レールの波状摩耗」、「車輪のフランジ摩耗」、「きしり音」、「乗り上がり脱線」、などがあげられ、曲線による速度制限や曲線抵抗によるエネルギー消費なども曲線通過のマイナス因子である。地形的制約の多い我が国では、都市鉄道に限らず曲線区間の占める割合は大きく、これらの「曲線通過問題」を解決すれば、最高速度の向上を上回る大きな便益が期待できる。交通研ではこうした観点に立ち、鉄道車輛の「曲線通過問題」に取り組んできた。このため、昭和 63 年には、基本的な試験装置として、曲線通過実験の行える台車試験機を開発し、設備した。また、これと並行して、実路線における車両の曲線通過の実体を詳細に把握するために、営業線において車輪とレールの相対関係を計測できる測定システムを開発し、営業列車を含むデータを蓄積してきた。これらの装置を用いて、まず、曲線部に多発するレール波状摩耗の発生に関する研究に取り組み、発生メカニズムの解明といくつかの防止策を提案した。次に次世代都市鉄道用台車と題して、曲線通過性能と直進安定性の両立する台車の研究開発を開始した。現在まで曲線両用円弧踏面、後輪独立回転車輪、ボギー角アクティブ操舵などの諸技術について研究開発を進め、その一部は既に実用化されている。また、波状摩耗防止対策として始めた摩擦調整材の研究を一歩進め、波状摩耗の防止に限らず曲線通過性能を向上させる手段としての活用法について研究を進めている。

摩擦調整剤による曲線通過性能の向上効果  
(台車試験機による基礎実験)

交通システム研究領域 松本 陽  
帝都高速度交通営団 留岡正男  
住友金属テクノロジー 谷本益久

鉄道車両と技術 No.92

(平成 16 年 1 月)

車輪/レール間に働く摩擦力は車両運動特性に大きく関与し、特に曲線通過性能に与える影響は大きいものとなっている。しかし、現在まで車輪/レール間の摩擦係数は、天候任せの降雨時等の状態を除くと、一般的に通常の乾燥状態か塗油状態しかなく、曲線走行中の車両にとっては極端に高いか低い状態の選択のみであった。また、今まで空転・滑走の問題を解決するために摩擦係数を向上させるための研究はなされてきたが、適度な摩擦係数を維持しつつ、曲線をスムーズに旋回させようという研究はあまり見当たらなかった。

本稿では曲線通過において良好な摩擦特性を示す摩擦調整材を、車輪/レール間の接触面に介在させ、曲線通過性能の向上効果を評価したので報告する。試験は、曲線模擬が可能な台車試験機を用いて行い、曲線半径をパラメータとして、輪軸に作用する力のほか、台車姿勢、消費エネルギーの変化を測定し、それぞれ評価した。

これからの E M C

交通システム研究領域 水間 毅

月刊 E M C (ミマツ)

(平成 16 年 1 月号)

日本の鉄道を取り巻く E M C 問題は大きく分けて 2 つある。一つは、鉄道と環境の E M C である。これについては、すでにヨーロッパ規格 ( E N 50121 ) で定められ、それが国際規格 ( I E C 62236 ) として発効しているため、日本としても、早急に、規格に準拠しているかの確認を取っている段階であり、現状では特に問題となるデータは見られていないものの、測定法、評価法が確立されていないので、その辺についても検討する必要がある。もう一つは、鉄道内部の E M C である。これもヨーロッパでは規格 ( E N 50238 ) として定められており、いずれ国際規格化される日も近いと想定される。この規格は鉄道車輛機器と信号設備の E M C を定めたものであるが、ノイズレベルや耐性レベル、余裕 ( マージン ) が定量的に規定され、それらを試験、評価するという内容であり、従来の日本の鉄道ではあまり行われていなかった手法である。従って、早急に定量的評価方法や試験法を整える必要がある。いずれにしても、日本の鉄道と E M C に関しては、ヨーロッパ規格への対応が主となっており、今後は、日本の技術が逆に規格として提案できるような取り組みが必要である。

流速分割方式希釈トンネルに関する研究

環境研究領域 後藤 雄一、小高 松男、塚本 雄次郎、  
堀 重雄  
小野測器 関谷 光伸、吉村 良孫、池田 忠司

自動車技術会論文集 V o l . 35, No.1

(平成 16 年 1 月 15 日)

浮遊粒子状物質の環境基準は、長期間に渡り達成されない等、厳しい状況にある。この主要因としてディーゼル車からの排出微粒子が指摘されており、ディーゼル排出微粒子 ( DEP ) の低減は極めて重要な社会的課題となっている。海外においても米国における 2007 年までのディーゼル重量車規制案、欧州における EURO- 規制など規制強化が進んでいる。これらの動きから分かるように、ディーゼル重量車の排出粒子の計測法は緊急に確立することが求められている。

従来、ディーゼル重量車の排出微粒子の計測法は、全量希釈トンネル ( 以下、フルトンネルと記す ) を用いているが、装置が大掛りなこと、価格が高価なことなどの欠点を有している。その解決策としてミニトンネルとマイクロトンネル ( 3 ) の二つの分流式希釈トンネルが考案されてきたが、ミニトンネルは過渡運転条件に問題があり、マイクロトンネルは PM 捕集量に偏りがあるなどの問題を残している。

これら課題の一つの解決法として、多くの施設に既設のミニトンネルを、過渡運転条件においても使用可能とする分流装置を基本的デバイスとして持つ流速分割方式希釈トンネル ( 以下、PPFT と記す ) を新たに開発した。

本研究では、PPFT の分割原理を詳細に示すと共に、PM のみでなく他の排ガス成分における高精度な分割理由を明らかにした。さらに、フルトンネルによる計測と比較してその PM 及び排気ガスについての分流希釈の基本的な性能を明らかにするとともに、SO<sub>2</sub> 成分の寄与度を示し分割原理との関係について論述した。

高温高圧場におけるCNG噴流の可視化と解析

環境研究領域 安 乗一、成澤 和幸、佐藤 由雄

自動車技術会論文集V o l 35、NO.1

(平成16年1月15日)

近年、エネルギー問題や環境問題が大きく取り上げられており、将来、石油燃料の枯渇化に対して有効な石油代替燃料として天然ガスが有望視されている。さらに自動車燃料として用いた場合、粒子状物質の排出が極めて少なく、二酸化炭素の排出も少ないことから、クリーンエネルギーとして高いポテンシャルを持っている。現在実用化され普及促進が図られている天然ガスエンジンは燃料と空気の予混合気を気筒に供給するものが主流で、ディーゼル並みの熱効率の達成は困難である。最近、高圧縮比のもとで天然ガスを筒内に直接噴射し、点火プラグやグロープラグによる点火方式で、高出力時にディーゼル機関と同等の熱効率が得られている。しかし、高負荷の場合筒内最高圧力が高く、NOxの排出量が多くなり、低負荷においては燃焼効果が低く、未燃炭化水素の排出と共に、熱効率が低下するなどの問題点が指摘されている。そこで、本研究では、実機を模した高温高圧場の定容容器内に直接噴射した圧縮天然ガス(CNG)の噴流を対象に、レーザーシュリーレン法と高速度カメラを用いて撮影を行い、噴流特性と周囲空気との混合性を調べた結果、次のような知見を得た。

(1) 雰囲気圧力の増加により抵抗力が増大し、噴流の到着距離および体積にともに大きく減少し、雰囲気圧力が4 Mpa以上の高負荷条件では、さらに噴射圧力を高くする必要がある。

(2) 噴流の到達距離および形状に及ぼす雰囲気温度の影響は雰囲気圧力の影響に比べてより少ない。

(3) 噴射圧力15 Mpaと10 Mpaの場合で比較すると、噴流の形状に対する影響はあまり大きくないが、噴射圧力の高いほどより混合気形成が進む。

新しい燃焼方式によるディーゼル機関の高効率化・超低公害化について

環境研究領域 後藤 雄一

独立行政法人 国立環境研究所  
環境技術情報ネットワークホームページ

(平成16年1月20日)

NOx や粒子状物質による大気汚染の状況は依然として厳しい状況にある。これらの汚染物質はディーゼル車からの排出がその主要因の一つであり、ディーゼル車排出ガスの大幅な規制強化を盛り込んだ中央環境審議会の第5次答申が出された。一方、地球温暖化への対応から燃料消費効率の向上が求められ、物流輸送の主力であるディーゼル車に対して、排出ガスの低減と更なる高効率化が共に要求される状況である。

これまで、ディーゼル機関の燃焼の改善による低公害化、高効率化の試みは数多くなされてきているが、その大部分は燃焼室や噴射系の改善等、従来技術の延長上にあるものである。しかしながら、上記の課題を達成することはこれら従来技術の延長ではもはや不可能であり、新たな発想による技術開発を促進することが必要である。

このため、理想的な燃焼形態である、均一予混合気の多点着火を、一般的なガソリン燃焼、ディーゼル燃焼の概念にとらわれない新しい燃焼方式で実現するためのコンセプトを追求することにより、ディーゼル機関の超低公害化、高効率化を幅広い運転領域で達成することが必要である。

これらの問題点を克服するために、従来にない新しい発想から着火特性の良い燃料と蒸発特性の良い燃料を混合した燃料を用い、蒸発特性の良い燃料成分による噴射時における減圧沸騰現象を利用して混合燃料からより均一希薄混合気を形成すると共に、着火特性の良い燃料の微粒化を促進させて理想的な均一予混合気の圧縮着火を実現することをねらいとする。本方式では、着火時期の制御ができれば大部分が予混合燃焼となるので等容度があがり熱効率の改善が期待できると共に、粒子状物質排出の原因となる拡散燃焼部分がほとんど無く、均一な希薄燃焼が実現できるのでNOxと粒子状物質の同時低減が可能となるものと考えられる。

研究グループ紹介  
交通安全環境研究所 交通システム研究領域  
鉄道グループ

交通システム研究領域 松本 陽

電気学会誌 2月号

(平成 16 年 2 月)

わが国唯一の鉄道に関する国立研究機関として、新しい軌道系の交通システム(広義の「鉄道」システム)の実用化と「鉄道」システムにおける新技術の実用化に向けての研究や鉄道事故に関する事故調査などを進めてきた。独立行政法人化後も、中立、公正な立場から、同様な研究を進めている。新しい交通システムの実用化に先立つ技術評価は、私たちの第1の任務であり、最も得意とする分野である。覚システムの特性を活かしつつ、問題点、改良点を抽出しながら、体系的に評価を行っていく必要がある。こうしたスタンスに立ち、私たちはほとんどすべての新しい「鉄道」システム技術評価に携わってきた。モノレール、案内軌条式鉄道、ゴムタイヤ式新交通システム、リニアモーター駆動地下鉄、常電動磁気浮上式リニアモーターカー(HSST)、ライトレール(LRT)、ロープ駆動式輸送システム(SK、スカイレール等)、磁石ベルト駆動システム(BTM等)、無人運転バス(IMTS)、新形式ロープウェイ及びゴンドラといったところが主なものであり、実験線などにおける走行試験を経て、実用化に至った。「鉄道」システムにおける新技術の主な研究分野は、車両のダイナミクスと制御、リニアモーターを含む電気車の制御、電磁環境、索道における新技術などである。鉄道や索道などの事故原因を、中立、公正な立場から究明することも重要な任務であり、信楽高原鉄道や地下鉄日比谷線の事故などで、中心的な役割を果たしてきた。

自動車運転時に反復して表示情報を読みとる場合の  
情報獲得方法の特徴

自動車安全研究領域 森田 和元、関根 道昭、  
益子仁一、岡田 竹雄

計測自動制御学会論文集 第40巻第2号

(平成 16 年 2 月)

従来、経路誘導に使用されていた自動車のナビゲーション装置は、今後インターネット端末としての機能を取り入れてますます高度化していくこと予想される。このような車載情報機器は、ドライバの利便性を高めることとなるが、逆に情報処理に気を取られるため、運転行為そのものに集中できなくなるというおそれがある。この点について、表示装置を見ることがどのように安全性に影響を与えるのかを検討した。最初に、実際の市街地走行を行ったときのわき見時間、表示装置に対する注視頻度の調査を行った。地図のみによる誘導の場合及び音声による音声による補助を付加した場合とも、わき見時間の平均は約1秒であった。しかし、注視頻度に関しては、音声による補助があった場合の方が地図のみの誘導の場合よりも明らかに頻度が低下した。次に、わき見時間とブレーキ操作遅れ時間との関係を求める計算手法を提案して、実際のデータを基にして計算を行った。わき見時間の平均が約1秒である場合、正面前方を見ているときと比較して、わき見運転を行っているときには、平均して約0.6秒のブレーキ操作の遅れが潜在的に存在することが明らかとなった。わき見行為による安全性低下を改善する方法として、表示装置を視界の妨げにならない範囲で可能な限り上方に取り付けること、ならびに、音声による補助を付加して注視頻度を低下させることが有効であると考えられる。

和文論文

新しい交通システム実用化のための安全性、信頼性評価法

交通システム研究領域 水間 毅

日本信頼性楽器誌 展望(小特集)「交通と信頼性」

(平成 16 年 3 月)

新しく開発された交通システム、従来は、交通研のような第三者機関が、安全性、信頼性評価試験を実施し、その結果を受けて認可されて実用化されてきたが、近年は国際規格については、ヨーロッパで規格化された、定量的な評価法が中心となってきており、従来の日本における評価法(既存の鉄道と同程度の安全性、信頼性が確保されればよい)とは異なっている。従って、本稿において、新しく鉄道事業において認知された I M T S についてこうした国際区書きも意識した評価を実施してきたので、その概要を述べる。

和文論文

平成 15 年度排ガス浄化システムに係る技術開発動向に関する調査報告書(環境への影響)

環境研究領域 後藤 雄一

社団法人 日本機械工業連合会  
社団法人 日本ファインセラミックス協会

(平成 16 年 3 月)

ディーゼル排ガスの排出抑制にあたっては、NO<sub>x</sub>低減とPM、スモーク、CO(一酸化炭素)、HC(炭化水素)などの低減とのトレードオフを克服し、さらにCO<sub>2</sub>低減、低燃費化を狙いとする熱効率向上といった複数の項目を同時に解決する必要がある。

その対応技術は、1)エンジン本体に関わる噴射系システム、燃焼系、吸排気系における開発 2)排ガス後処理システムに大別され、それぞれの最適化とそれを統括する高性能な制御システムの構築に集約される。それらを個別にみると、これまで効果の大きいとされる前者を主体とする開発が主流であった。すなわち、CRSと高圧噴射を組み合わせ、噴射燃料自体を微粒化する噴射系システム、あるいは排ガス再循環機構で燃焼温度を低減するクールEGRは一般的になりつつあり、それらを精密な制御でおこなうといったシステムである。こうした最新技術によってもたらされる効果を、益々厳しくなる排ガス規制値と対応させてみると、次期規制レベルには対応可能と考えられるが例えば、2008年Euro5規制をクリアするにはDPF(ディーゼルパーティキュレートフィルター)の装着は必須条件とも言われている。

一方、排ガス中の超微粒子による健康リスクについても議論されており、PMはすべての死亡とがん・呼吸器系原因の日々の死亡数に関係があり、何年かにわたる全死亡数と心肺による死亡数と関係があり、死亡率の面では、PMは、心肺が原因の日別入院率と関係があることが分かっている。質量の大部分は、粒径0.1~0.3μmの範囲にあるが、個数濃度では、大部分が粒径0.005~0.05μmの範囲にあり、質量は1~20%に過ぎないが、粒子個数では90%以上を占めるとされている。こうした議論や結果は粒径あるいは数量規制といった新しい規制に繋がっていく可能性が高い。

地球規模で、二酸化炭素削減が急務となっている中、クリーンなディーゼルエンジンの開発は最も現実的で有効な手段と考えるが、ニアゼロレベルに向けた排出ガスレベルの実現には、エンジン本体に関わるアプローチのみでは困難といわざるを得ず、後処理装置システムの開発は不可欠と考えられている。

高速移動音源に対する防音壁の遮音特性  
に関する実験的研究

An Experimental Study on the Insertion Loss of a Noise  
Barrier for a High-Speed Moving Source

環境研究領域 緒方 正剛  
(財)鉄道総合技術研究所 長倉 清  
日東紡音響エンジニアリング(株) 高島 和博  
九州芸術工科大学 藤原 恭司

日本音響学会誌 Vol.60 No.4 2004

(平成 16 年 4 月 1 日)

道路沿道や鉄道沿線住民の生活環境保全を目的とする騒音対策手法の一つとして、防音壁が用いられている。交通機関の騒音の予測に際しては、従来、移動している音源を静止したものとして求めている。音源が移動するとした場合はドップラー効果により周波数の変調や指向性が変化することが知られており、移動速度が超高速の場合はその変化が無視できないものと考えられる。筆者らは、音源が高速で移動する場合の防音壁の挿入損失に関する理論的検討として、2次元空間での境界要素法で求めた数値解を波数について直交する方向に積分変換することにより3次元音場の解を求める手法を音源の周波数が変調する場合に適用することを試みた。その検討における数値計算結果から、音源が高速で移動する場合には、速度に応じて受音点での音圧が上昇し、受音点で最大値を観測する位置は受音点正面を原点として音源の進行方向を正とした時の負の位置に移動することを報告した。本報では、音源が高速で移動した時の防音壁の挿入損失について、実験により検討するために高加減速に耐える無指向性の点音源を製作し、音源が高速移動する場合のドップラー効果を考慮した防音壁の挿入損失について実測した結果を述べた。

FCEVと動き出した新EV

環境研究領域 紙屋 雄史、成澤 和幸  
慶応義塾大学 清水 浩

(財)新機能素子研究開発協会 EVサロン報告書

(平成 16 年 4 月)

普及は数十年後ともいわれる燃料電池自動車であるが、技術開発は加速され日米共同による燃料電池開発も本年度からスタートした。燃料電池自動車においては、電池性能の向上はもちろんのこと、水素燃料製造から車両走行までの効率を向上されることが不可欠である。燃料電池単体の効率は理論的に無負荷(1.23V)時に最大83%となるが、出力を増加させると損失により低下し、通常の作動電圧である0.7V程度の運転状態では約50%となる。また、水素燃料製造から車両走行までの効率は、2003年現在約28%であり、(ガソリン車:約16%、ディーゼル車:約19%、電気自動車:約28%、ガソリンハイブリッド自動車:約32%)ターゲットは42%程度とされている。燃料電池自動車同様、電気自動車についても近年新しい車が作り出されている。慶応義塾大学のグループが開発したEliicaは、Nd鉄永久磁石モータ、リチウムイオン電池、高性能インバータ、インホイールモータ、さらにコンポーネントビルトイン式フレームの採用による高効率化が図られた、時速400kmを目指す電気自動車である。この車は理想的乗り物社会へのステップと考え、技術・デザイン・ビジネスからのアプローチを図っている。また、機能としては、自動車寄せ、車庫入れ、Uターン等の実現を目指している。

4 ディーゼルエンジンのスワール生成に関する研究  
(第1報)

- 吸気2弁・単一ポート形状へのCFD解析の適用 -

環境研究領域 小高 松男、後藤 雄一  
新エィシーイー 青柳 友三、三沢 昌宏  
ディライト 毛利 昌康  
名鉄システム開発 佐々木 良浩  
千葉大学 森吉 泰生

自動車技術会論文集

(平成16年4月)

ディーゼルエンジンの排出ガス低減のため、多くのエンジンは2弁式から4弁式に移行してきた<sup>(1)(2)</sup>。性能向上と排出ガス低減を求めて、適正スワールを得るため、ポート形状チューニングは重要な項目である。ポート形状のチューニングは現状においても定常流のスワール試験機による計測を主体にトライアンドエラーによることが多い<sup>(3)(4)</sup>。一方近年、数値流体力学(Computational Fluid Dynamics; CFD)の進歩はコンピュータの発展にともなって多くの分野で活用されてきた<sup>(5)</sup>。著者もかつて定常流のスワール試験機に適用してきた<sup>(6)</sup>。このところのコンピュータの性能向上は目覚ましく、メッシュを細かくつくるのが可能になり、CFDの結果も良くなっているため、吸気2弁一体型の複雑形状のポートに適用する。

(1) 定常流スワール試験機を想定し、吸気2弁一体流路という複雑形状をした吸気ポートに数値流体力学(CFD)を適用し、定性的に利用可能であることを見出せた。

(2) スワール試験機をCFDにより置き換えることは今のところできないが、定性的な傾向および現象把握に有効で、スワール予測にCFDは実用性のあることが確かめられた。

(3) スワールは流量の多いポートの流れに支配されるので、流量の多いポートのつくり込みが大事である。

表面形態を制御した繊維の微粒子捕捉効果に関する研究

環境研究領域 後藤 雄一、李 津夏  
いすゞ中央研究所 大角 和生、北 英紀、佐々木 洋士

自動車技術会研究論文 20044263, Vol.35, No.2, April 2004

(平成16年4月)

セラミック繊維の表面の形態制御に着目し、表面形態を変化させた繊維を使用した繊維フィルターによって超微粒子を捕集することを試み、炭素粒子捕集試験を行った。

(1) 溶液中のアルミナ粒子分散量を変えてセラミック粒子の担持量を調整したセラミック粒子担持繊維はアルミナ担持量が増すに従って高い比表面積を示した。但し、担持量が多くなると密着が不完全な担持粒子が増えて、ハンドリング中に脱落するアルミナ粒子が認められた。

(2) アルミナ粒子を担持していない繊維フィルターに比べてアルミナ粒子を担持した繊維フィルターは高い炭素捕集効率を示した。

(3) いずれの繊維フィルターも平均粒子径が小さくなるほど流速が増大するほど捕集効率が減少する傾向を示した。

(4) 繊維表面には1 $\mu$ m以下の炭素粒子と部分的に1 $\mu$ m以上の大きな炭素粒子凝集体の付着が観察された。アルミナ粒子を担持した繊維表面ではアルミナ粒子を担持していない繊維と比べて1 $\mu$ m以上の炭素粒子凝集体の付着頻度が高いことが確認できた。さらに、5 $\mu$ m以上の炭素粒子の凝集体も観察された。また、繊維比表面積の値と炭素粒子の捕集形態に相関は認められなかった。これは(3)の繊維比表面積と炭素粒子の捕集効率の関係と一致する結果となった。

(5) いずれの繊維フィルター断面においても、炭素微粒子はフィルター出口側の繊維表面および繊維間に多く捕集される傾向が見られた。



都市鉄道におけるレール波状摩耗の発生メカニズム  
と防止対策

交通システム研究領域 松本 陽

鉄道車両と技術 No.95

(平成 16 年 5 月号)

地下鉄や民鉄・JRの通勤路線などで頻発している急曲線内軌側レールの波状摩耗について、発生メカニズムを究明するために、まず実路線において台車が急曲線を通過する時の挙動、車輪・レール系の作用力や振動などについて詳細な測定を行った。この結果、前車軸ではアタック角のために課題な横すべりが生じ、後車軸では輪軸の横変位がほとんどなく、内外軌の間で必要な車輪回転半径差( $r$ )が得られないため、過大な横すべりが生じており、これらが波状摩耗の発生に深く関わっていることを掴んだ。次に、実物台車を用いた回転試験機による実験及び計算機シミュレーションを行って、これらにより波状摩耗を発生させることに成功し、過大な横すべり、または縦すべりと輪重変動が合わさって波状摩耗が発生するという仮説を実証した。すなわち、基本的メカニズムは、車輪・レール間に過大なすべり(縦方向、または横方向)が存在しているとき、車輪・レール間の接触ばねやレールの小返り振動などに起因する上下振動により、輪重、すなわち垂直接触力の周期的変動が発生すると、車輪・レール接触面内で発生しうるクリープ力が変化する(輪重減少時は小さく、輪重増加時は大きくなる)ので、輪重減少時に車輪がスリップし、輪重増加時にスティックする、スティック・スリップ振動が発生する。これがレール頭頂面の周期的摩耗を引き起こし、波状摩耗に至る。波状摩耗の周波数は輪重変動の振動数により決定される、というものである。従って対策としては、車輪・レール間に過大なすべりが発生しないようにする、垂直接触力、すなわち輪重変動を低減する、車輪・レール間にスティック・スリップ振動が起きないようにするか、起きてても摩耗が進展しないようにする、の3点が有効である。

Research on High Curving Performance Trucks -Concept  
and Basic Characteristics of Active-bogie-steering Truck-

交通システム研究領域 松本 陽、佐藤 安弘、大野 寛之、  
水間 毅  
東京大学 須田 義大、道辻 洋平  
住友金属テクノロジー 谷本 益久、佐藤 與志

Vehicle System Dynamics

(平成 16 年 5 月)

ボギー角アクティブ操舵台車(ABS truck)は、高速安定性と曲線通過性能という通常、背反する性能の両立性を実現する技術の一つとして研究開発されたものである。ボギー角アクティブ操舵台車は、台車枠と車体間にのみにアクティブ操舵の機構を持っていて、台車は曲線中でボギー角不足を持たない、いわゆる"ラジアル操舵"(台車が曲線の接線方向に向く)状態にアクチュエータにより操舵される。構造を簡素とするために車軸には操舵機構を持たない。この台車方式の効果を実証するために、当研究所に設備された曲線通過実験が可能な台車試験装置を用いた台上試験と、マルチ・ボディ・ダイナミクス・シミュレーション・プログラムを用いた計算機シミュレーションを行った。この結果、台上試験結果とシミュレーション結果はよく一致し、

1) 先頭軸外軌側の車輪横圧の増加は、ボギー角不足により発生する。

2) ボギー角不足は、アクティブ・ボギー操舵するアクチュエータ力の増加に対して直線的に、減少する。

したがって、ボギー角アクティブ操舵を行えば、脱線や異常摩耗を誘発する先頭軸外軌側車輪の横圧を顕著に低下させ、急曲線において横圧ゼロを実現することもできることがわかった。

和文論文

最近の都市交通の技術とその評価

交通システム研究領域 水間 毅

「JRE」152号

(平成16年6月)

新しい交通システムの分類を駆動方式を中心に行い、その中で新しい技術(リニアモータ、磁気浮上、無線)を用いたシステムの技術評価事例を示し(リニア地下鉄、常電磁気浮上式鉄道H S S T、磁気誘導無軌条交通システムI M T S)た。そして、国際規格制定の動向のうちから、無人運転規格とR A M S規格を説明し、交通研が行っている対応例を示した。さらに、今後の新しい都市交通システムに利用される技術(位置エネルギー、燃料電池)の紹介とそれについての交通研の対応方法について述べた。

英文論文

次世代都市交通システムの創成へ向けて

- これまでの歩みと今後の展開 -

Next Generation of Urban Traffic Systems

- Experience and Perspective for Future Expansion-

交通システム研究領域 松本 陽

Japanese Railway Engineering (JRE 誌) 152月号

JREAの英文誌(英訳後掲載)

(平成16年6月)

交通研では、新しい軌道系の交通システム(広い意味での「鉄道」システム)の実用化と「鉄道」システムにおける新技術の実用化に向けての研究を進めてきた。多くのシステムは、今までにない新しいものであるから、評価といっても決められたガイドラインがあるわけではなく、それぞれのシステムの特性を分析しながら、評価方法を決めていかなければならない。各システムの特性を活かしつつ、問題点、改良点を抽出しながら、体系的に評価を行っていく必要がある。そして改善に対する助言や必要ならば改善のための研究も自ら行うというスタンスに立ち、ほとんどすべての新しい「鉄道」システムの技術評価に携わってきた。新システムの開発、実用化のみにより、都市交通問題が解決できるわけではないが、都市鉄道や路線バスのような既存システムの活用だけでは問題は解決しない。既存のシステムを活用しながら新システムを導入する、一部新システムに置き換えていくのが実現可能な最適解であろう。今後導入される新システムには既存システムを始めとする他の交通システムとの結節の良さ(「シームレス」、「インターモーダル」)が要求される。また、「人と環境に優しい」も重要なキーワードである。低公害、省エネルギー、リサイクルなど環境負荷が少ないことは今後ますます重要になってこよう。